

# 铸造合金配料 速查手册

陈琦 彭兆弟 主编

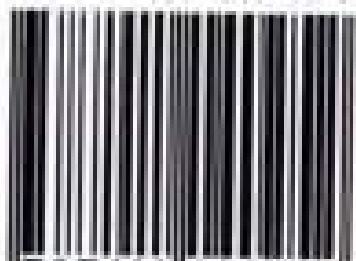


机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

● ISBN 7-111-14025-7/TG·1326

封面设计 / 电脑制作 / 吴毅

ISBN 7-111-14025-7



9 787111 140252 >

定价: 66.00 元

地址: 北京市西三环北路22号 邮编: 100027  
联系电话: (010) 6825294 网址: <http://www.cmpbook.com>  
E-mail: [online@cmpbook.com](mailto:online@cmpbook.com)

# 铸造合金配料速查手册

主 编：陈 琦 彭兆弟

编 写：（按姓氏笔划为序）

朱童斌 陈 健 陈 琦

陈永刚 陆启为 林 莉

范 琦 赵广涛 曹英杰

彭兆弟 韩姝芹 廖西平



机械工业出版社

本手册介绍了以铸造合金牌号为主线索的铸造合金配料,并着重体现出速查的特点。手册内容取材于生产实际,并服务于生产实际。手册共分3篇:第1篇是铸铁配料,主要收录和编写了包括灰铸铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁、可锻铸铁、低合金铸铁(耐磨铸铁)、抗磨铸铁(冷硬铸铁)、耐热铸铁、耐蚀铸铁等八个方面的681个典型铸铁(件)的配料;第2篇是铸钢配料,主要收录和编写了包括铸造碳钢、铸造低(中)合金钢、铸造耐磨钢、铸造耐热钢、铸造耐蚀钢、铸造中、高强度不锈钢、铸造超低碳不锈钢等七个方面的126个典型铸钢(件)的配料;第3篇是铸造非铁合金配料,主要收录和编写了包括铸造铝合金、铸造镁合金、铸造锌合金、铸造铜和铜合金、铸造轴承合金、压铸合金等六个方面的175个典型铸造非铁合金(件)的配料。这有助于广大现场铸造工作者进行铸造合金配料的速查,开阔了进行铸造合金配料的新视野;更有益于铸造科研人员 and 好学上进的青年铸造工作者以新的启迪,并去努力探索铸造合金的新成分设计和配制的新思路。

本手册可供从事铸造生产的工程技术人员和高、中级技术工人使用,也可供从事铸造合金研究的科研人员和大中专院校师生参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

铸造合金配料速查手册/陈琦,彭兆弟主编. —北京:  
机械工业出版社,2004.6

ISBN 7-111-14025-7

I. 铸… II. ①陈…②彭… III. 铸造合金-配料  
-手册 IV. TG136-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第011153号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号)邮政编码100037

责任编辑:王兴垣 版式设计:冉晓华 责任校对:姚培新

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004年4月第1版·第1次印刷

890mm×1240mm A5·30.625印张·1230千字

0 001—4 000册

定价:66.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

铸件配料是铸造生产中一项十分重要的技术工作，它基本上决定了铸件本体的材质性能是否符合要求，同时它也是保证铸件质量的重要方面。

铸件配料，实质上是铸件本体所用铸造合金牌号的配料。本手册介绍了以铸造合金牌号为主线贯彻始终的铸件配料，并着重体现出速查的特点，因此本手册取名为《铸造合金配料速查手册》。

《铸造合金配料速查手册》共分3篇。

第1篇铸铁配料，主要收录和编写了包括灰铸铁，球墨铸铁，蠕墨铸铁，可锻铸铁，低合金铸铁（耐磨铸铁），抗磨铸铁（冷硬铸铁），耐热铸铁，耐蚀铸铁等八个方面的681个典型铸铁（件）的配料。

第2篇铸钢配料，主要收录和编写了包括铸造碳钢，铸造低（中）合金钢，铸造耐磨钢，铸造耐热钢，铸造耐蚀钢，铸造中，高强度不锈钢，铸造超低碳不锈钢等七个方面的126个典型铸钢（件）的配料。

第3篇铸造非铁合金配料，主要收录和编写了包括铸造铝合金，铸造镁合金，铸造锌合金，铸造铜和铜合金，铸造轴承合金、压铸合金等六个方面的175个典型铸造非铁合金（件）的配料。

《铸造合金配料速查手册》是以《铸件配料手册》中的配料实例为基础，同时又增加了许多新的配料实例，进行重新编写的。它不仅便于广大现场铸造工作者进行铸造合金配料速查，而且还可以给铸造科研人员 and 好学上进的青年铸造工作者以新的启迪。

现在，我们以HT100的灰铸铁配料速查为例来探讨这些新的启迪。

1. HT100的灰铸铁配料速查是建立在同一个HT100的灰铸铁配料平台上，它的基本要求是： $\phi 30\text{mm}$ 单铸试棒的最小抗拉强度 $\sigma_b \geq 100\text{MPa}$ 。但由于铸件不同，或者说由于铸件的重量、大小、壁厚以及它在机械产品中的作用（或使用环境）不同，其HT100的灰铸铁成分控制范围也不同。因此，应该认为：铸造合金配料本身实际上是一个动态的配料，而不是一成不变的配料。

2. HT100 的灰铸铁配料速查可以用于制作机床、轻纺机械、电力机械、农业机械、内燃机等工业机械设备上的(铸件)零件,也可用于制作生活用品、体育器械用品、艺术品、装饰品等日常生活用品上的(铸件)零件,但由于它们的配料视角不完全一样,因此可以大大扩大我们的配料视角,并且达到相互取长补短,并为提高本企业的产品铸件质量进行配料改进。

3. HT100 的灰铸铁配料速查共编写了 15 个配料实例,收录了约 1200 个生产数据。全手册共编写了 982 个配料实例,总计收录了近 80000 个生产数据。因此,《铸造合金配料速查手册》实际上是铸造生产中的一个“铸造合金配料数据库”。广大铸造工作者,无论是现场铸造生产者还是科研单位的铸造科研人员,都可以从这个数据库中找到用于大部分机械产品铸件以及用于大部分铸造合金进行配料的实用数据,而且还可以进一步探知这些铸件或这些铸造合金内在和外在因素的影响与变化规律,并为设计和配制新产品铸件的新型铸造合金创造新思路。

为此,我们衷心希望这本《铸造合金配料速查手册》的出版,有助于广大现场铸造工作者进行铸造合金配料的速查,开阔进行铸造合金配料的新视野;更有益于铸造科研人员和好学上进的青年铸造工作者去努力探索铸造合金的新成分设计和配制的新思路。但是,由于编者水平和取材有限,手册中难免有错误和不妥之处,因此恳切希望广大铸造工作者和读者能继续不断地加以充实和指正,并使之更趋完善。

**陈 琦 彭兆弟**

**2003 年 11 月 12 日写于深圳**

**(联系电话: 0755—26737880)**

# 目 录

## 前 言

## 第 1 第 铸铁配料

|   |     |
|---|-----|
| <b>第 1 章 灰铸铁配料</b> .....                    | 1   |
| 1. HT100 的灰铸铁配料 (配料实例 1~15) .....           | 1   |
| 2. HT150 的灰铸铁配料 (配料实例 16~117) .....         | 14  |
| 3. HT200 的灰铸铁配料 (配料实例 118~259) .....        | 109 |
| 4. HT250 的灰铸铁配料 (配料实例 260~316) .....        | 249 |
| 5. HT300 的灰铸铁配料 (配料实例 317~335) .....        | 303 |
| 6. HT350 的灰铸铁配料 (配料实例 336~339) .....        | 322 |
| <b>第 2 章 球墨铸铁配料</b> .....                   | 327 |
| 1. QT400—18 的球墨铸铁配料 (配料实例 340~353) .....    | 339 |
| 2. QT400—15 的球墨铸铁配料 (配料实例 354~372) .....    | 339 |
| 3. QT450—10 的球墨铸铁配料 (配料实例 373~412) .....    | 350 |
| 4. QT500—7 的球墨铸铁配料 (配料实例 413~444) .....     | 384 |
| 5. QT600—3 的球墨铸铁配料 (配料实例 445~489) .....     | 410 |
| 6. QT700—2 的球墨铸铁配料 (配料实例 490~495) .....     | 451 |
| 7. QT800—2 的球墨铸铁配料 (配料实例 496~498) .....     | 454 |
| 8. QT900—2 的球墨铸铁配料 (配料实例 499、500) .....     | 458 |
| 9. QT1200—1 的球墨铸铁配料 (配料实例 501) .....        | 459 |
| <b>第 3 章 蠕墨铸铁配料</b> .....                   | 460 |
| 1. RuT260 的蠕墨铸铁配料 (配料实例 502~505) .....      | 460 |
| 2. RuT300 的蠕墨铸铁配料 (配料实例 506~515) .....      | 463 |
| 3. RuT340 的蠕墨铸铁配料 (配料实例 516、517) .....      | 472 |
| 4. RuT420 的蠕墨铸铁配料 (配料实例 518、519) .....      | 474 |
| <b>第 4 章 可锻铸铁配料</b> .....                   | 476 |
| 1. KTH300—06 的黑心可锻铸铁配料 (配料实例 520、521) ..... | 476 |
| 2. KTH330—08 的黑心可锻铸铁配料 (配料实例 522、523) ..... | 478 |
| 3. KTH350—10 的黑心可锻铸铁配料 (配料实例 524~532) ..... | 479 |

|   |            |
|---|------------|
| 4. KTH370—12 的黑心可锻铸铁配料 (配料实例 533)                 | 486        |
| 5. KTZ550—04 的珠光体可锻铸铁配料 (配料实例 534)                | 486        |
| 6. KTB350—04 的白心可锻铸铁配料 (配料实例 535、536)             | 487        |
| 7. 球墨可锻铸铁配料 (配料实例 537—539)                        | 489        |
| <b>第 5 章 低合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料</b>                      | <b>491</b> |
| 1. 含 P 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 540—545)             | 491        |
| 2. 含 P、Cu、Ti 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 546、547)       | 499        |
| 3. 含 P、Cr 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 548、549)          | 501        |
| 4. 含 P、Cr、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 550)           | 503        |
| 5. 含 P、Cr、Mo、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料<br>(配料实例 551、552) | 505        |
| 6. 含 P、Cr、Mo、Ni 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料<br>(配料实例 553、554) | 509        |
| 7. 含 P、Cr、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 555)           | 511        |
| 8. 含 P、Ni、Cr、W 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 556)         | 513        |
| 9. 含 P、W、Cr、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料<br>(配料实例 557—559)  | 515        |
| 10. 含 P、W、V、Ti 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料<br>(配料实例 560—562)  | 519        |
| 11. 含 P、V、Ti 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 563、564)       | 524        |
| 12. 含 P、V、Ti、RE 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 565)        | 527        |
| 13. 含 P、B 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 566)              | 528        |
| 14. 含 Cr 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 567—571)           | 530        |
| 15. 含 Cr、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 572—581)        | 537        |
| 16. 含 Cr、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 582—587)        | 550        |
| 17. 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料<br>(配料实例 588—602)  | 559        |
| 18. 含 Cr、Mo、Ni 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 603)         | 578        |
| 19. 含 Cr、Ni、Mo、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料<br>(配料实例 604)   | 580        |
| 20. 含 Ni、Cr 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 605—607)        | 582        |
| 21. 含 Ni、Cr、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 608)         | 587        |
| 22. 含 Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 609—612)           | 589        |
| 23. 含 V、Ti 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 613—621)         | 593        |
| 24. 含 B 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 622、623)            | 604        |



|  |            |
|--|------------|
| 25. 含 Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 624~629)    | 606        |
| 26. 含 Cu、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 630~632) | 613        |
| 27. 含 Cu、Sn 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 633~635) | 617        |
| 28. 含 Cu、Sb 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 636~638) | 621        |
| 29. 含 Sb 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 639~643)    | 623        |
| 30. 含 Sn 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 644)        | 630        |
| <b>第 6 章 抗磨铸铁 (冷硬铸铁) 配料</b>                | <b>632</b> |
| 1. 抗磨白口铸铁配料 (配料实例 645)                     | 633        |
| 2. MQTMn6 的中锰抗磨球墨铸铁配料 (配料实例 646、647)       | 633        |
| 3. MQTMn6VTiMo 的中锰抗磨球墨铸铁配料 (配料实例 648、649)  | 635        |
| 4. MQTMn7 的中锰抗磨球墨铸铁配料 (配料实例 650)           | 637        |
| 5. MQTMn8 的中锰抗磨球墨铸铁配料 (配料实例 651)           | 637        |
| 6. 含 W 的抗磨铸铁配料 (配料实例 652)                  | 639        |
| 7. 含 Cr 的抗磨铸铁配料 (配料实例 653)                 | 640        |
| 8. 含 Cr、Mo、Cu、V 的抗磨铸铁配料 (配料实例 654)         | 641        |
| 9. 含 Cr 的冷硬铸铁配料 (配料实例 655)                 | 642        |
| 10. 含 Cr、P 的冷硬铸铁配料 (配料实例 656、657)          | 643        |
| 11. 含 Cr、P、Cu 的冷硬铸铁配料 (配料实例 658)           | 645        |
| 12. 含 Cr、Mo 的冷硬铸铁配料 (配料实例 659)             | 646        |
| 13. 含 Cr、Mo、P 的冷硬铸铁配料 (配料实例 660、661)       | 648        |
| 14. 含 Cr、Mo、Ni 的冷硬铸铁配料 (配料实例 662)          | 650        |
| <b>第 7 章 耐热铸铁配料</b>                        | <b>652</b> |
| 1. RTCr 的耐热铸铁配料 (配料实例 663~665)             | 652        |
| 2. RTCr2Cu1.5 的耐热铸铁配料 (配料实例 666)           | 654        |
| 3. RTSi5 的耐热铸铁配料 (配料实例 667)                | 656        |
| 4. RQTSi4 的耐热球墨铸铁配料 (配料实例 668、669)         | 656        |
| 5. RQTSi5 的耐热球墨铸铁配料 (配料实例 670~673)         | 658        |
| 6. RQTA14Si4 的耐热球墨铸铁配料 (配料实例 674)          | 662        |
| 7. RQTA14Si5 的耐热球墨铸铁配料 (配料实例 675)          | 663        |
| <b>第 8 章 耐蚀铸铁配料</b>                        | <b>665</b> |
| 1. STSi13Cu5 的耐蚀铸铁配料 (配料实例 676)            | 665        |
| 2. STSi14.5Cu6 的耐蚀铸铁配料 (配料实例 677)          | 666        |
| 3. STSi15 的耐蚀铸铁配料 (配料实例 678、679)           | 666        |
| 4. 含 Al 的耐蚀铸铁配料 (配料实例 680)                 | 669        |
| 5. 含 Ni、Cr 的耐蚀铸铁配料 (配料实例 681)              | 670        |

## 第 2 篇 铸钢配料

|   |     |
|---|-----|
| <b>第 1 章 铸造碳钢配料</b> .....                 | 672 |
| 1. ZG200—400 的铸造碳钢配料 (配料实例 682~690) ..... | 672 |
| 2. ZG230—450 的铸造碳钢配料 (配料实例 691~702) ..... | 687 |
| 3. ZG270—500 的铸造碳钢配料 (配料实例 703~718) ..... | 693 |
| 4. ZG310—570 的铸造碳钢配料 (配料实例 719~730) ..... | 705 |
| 5. ZG340—640 的铸造碳钢配料 (配料实例 731~736) ..... | 713 |
| 6. 含高 C 的铸造碳钢配料 (配料实例 737) .....          | 716 |
| <b>第 2 章 铸造低 (中) 合金钢配料</b> .....          | 717 |
| 1. 铸造锰钢配料 (配料实例 738~741) .....            | 717 |
| 2. 铸造硅锰钢配料 (配料实例 742、743) .....           | 726 |
| 3. 铸造锰钼钢配料 (配料实例 744、745) .....           | 729 |
| 4. 铸造硅锰钼钢配料 (配料实例 746) .....              | 731 |
| 5. 铸造锰钼钒钢配料 (配料实例 747) .....              | 732 |
| 6. 铸造硅锰钼钒钢配料 (配料实例 748) .....             | 732 |
| 7. 铸造锰钼钒钢配料 (配料实例 749) .....              | 733 |
| 8. 铸造铬钢配料 (配料实例 750、751) .....            | 733 |
| 9. 铸造铬钼钢配料 (配料实例 752~755) .....           | 736 |
| 10. 铸造铬锰硅钢配料 (配料实例 756) .....             | 742 |
| 11. 铸造铬锰硅钼稀土钢配料 (配料实例 757) .....          | 743 |
| 12. 铸造铬锰钼钢配料 (配料实例 758、759) .....         | 745 |
| 13. 铸造铬钼钒钢配料 (配料实例 760) .....             | 747 |
| 14. 铸造铬钢钢配料 (配料实例 761) .....              | 748 |
| 15. 铸造钼钢配料 (配料实例 762) .....               | 748 |
| 16. 铸造铬镍钢配料 (配料实例 763、764) .....          | 749 |
| 17. 铸造铬镍钼钢配料 (配料实例 765) .....             | 752 |
| 18. 铸造铜钢配料 (配料实例 766) .....               | 752 |
| <b>第 3 章 铸造耐磨钢配料</b> .....                | 754 |
| 1. ZGMn13—2 的铸造高锰钢配料 (配料实例 767~770) ..... | 754 |
| 2. ZGMn13—4 的铸造高锰钢配料 (配料实例 771~777) ..... | 760 |
| 3. ZG35CrNiMo 的铸造耐磨钢配料 (配料实例 778) .....   | 768 |
| 4. ZG30CrMoNb 的铸造耐磨钢配料 (配料实例 779) .....   | 770 |
| 5. ZG30Cr25Ni7N 的铸造耐磨钢配料 (配料实例 780) ..... | 771 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>第 4 章 铸造耐热钢配料</b> .....                         | 773 |
| 1. ZG30Cr25Ni10Mn2SiNRE 的铸造耐热钢配料 (配料实例 781) .....  | 773 |
| 2. ZG10Cr25Ni20Si2 的铸造耐热钢配料 (配料实例 782) .....       | 774 |
| 3. ZG30Cr18Ni24Si 的铸造耐热钢配料 (配料实例 783) .....        | 776 |
| 4. ZG10Cr18Ni10 的铸造耐热钢配料 (配料实例 784) .....          | 777 |
| 5. ZG30Cr18Mn12Si2N 的铸造耐热钢配料 (配料实例 785) .....      | 778 |
| 6. ZG10Cr18Mn13Mo2CuN 的铸造耐热钢配料 (配料实例 786) .....    | 781 |
| 7. ZG10Cr17Mn9Ni3Mo3Cu2N 的铸造耐热钢配料 (配料实例 787) ..... | 782 |
| 8. ZG50Mn16Al3Si2 的铸造耐热钢配料 (配料实例 788) .....        | 784 |
| 9. ZG60Mn29Al7Si2TiRE 的铸造耐热钢配料 (配料实例 789) .....    | 786 |
| <b>第 5 章 铸造耐蚀钢配料</b> .....                         | 788 |
| 1. ZGCr34 的铸造耐蚀钢配料 (配料实例 790) .....                | 788 |
| 2. ZGCr28 的铸造耐蚀钢配料 (配料实例 791) .....                | 789 |
| 3. ZG10Cr18Ni9Ti 的铸造耐蚀钢配料 (配料实例 792~795) .....     | 791 |
| 4. ZG10Cr18Ni12Mo3Ti 的铸造耐蚀钢配料 (配料实例 796) .....     | 798 |
| <b>第 6 章 铸造中、高强度不锈钢配料</b> .....                    | 800 |
| 1. ZG10Cr13 的铸造中、高强度不锈钢配料 (配料实例 797~799) .....     | 800 |
| 2. ZG20Cr13 的铸造中、高强度不锈钢配料 (配料实例 800~802) .....     | 804 |
| 3. ZG17Cr12NiMoV 的铸造中、高强度不锈钢配料 (配料实例 803) .....    | 808 |
| <b>第 7 章 铸造超低碳不锈钢配料</b> .....                      | 811 |
| 1. ZG00Cr17Ni14Mo2 的铸造超低碳不锈钢配料 (配料实例 804) .....    | 811 |
| 2. ZG00Cr17Ni14Mo3 的铸造超低碳不锈钢配料 (配料实例 805) .....    | 814 |
| 3. ZG00Cr18Ni14Mo2Cu 的铸造超低碳不锈钢配料 (配料实例 806) .....  | 814 |
| 4. ZG00Cr18Ni9Nb 的铸造超低碳不锈钢配料 (配料实例 807) .....      | 816 |

### 第 3 第 铸造非铁合金配料

|   |     |
|---|-----|
| <b>第 1 章 铸造铝合金配料</b> .....                    | 820 |
| 1. ZA1Si7Mg 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 808~818) .....    | 820 |
| 2. ZA1Si7MgA 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 819、820) .....   | 823 |
| 3. ZA1Si12 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 821~828) .....     | 825 |
| 4. ZA1Si5Cu2 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 829) .....       | 828 |
| 5. ZA1Si9Mg 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 830~841) .....    | 830 |
| 6. ZA1Si5Cu1Mg 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 842、843) ..... | 840 |
| 7. ZA1Si7Cu4 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 844~851) .....   | 842 |

|   |            |
|---|------------|
| 8. ZAlSi12Cu2Mg1 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 852~856)                           | 844        |
| 9. ZAlSi12Cu1Mg1Ni1 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 857~863)                        | 845        |
| 10. ZAlSi7Mg1A 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 864)                                 | 848        |
| 11. ZAlCu5Mn 的铸造铝铜合金配料 (配料实例 865)                                   | 850        |
| 12. ZAlCu5MnA 的铸造铝铜合金配料 (配料实例 866)                                  | 851        |
| 13. ZAlCu4 的铸造铝铜合金配料 (配料实例 867~871)                                 | 852        |
| 14. ZAlCu5MnCdVA 的铸造铝铜合金配料 (配料实例 872)                               | 853        |
| 15. ZAlCu4MgTi 的铸造铝铜合金配料 (配料实例 873)                                 | 855        |
| 16. ZAlMg5Si1 的铸造铝镁合金配料 (配料实例 874~879)                              | 856        |
| <b>第 2 章 铸造镁合金配料</b>  | <b>858</b> |
| 1. ZMgZn5Zr 的铸造镁合金配料 (配料实例 880)                                     | 858        |
| 2. ZMgZn4RE1Zr 的铸造镁合金配料 (配料实例 881)                                  | 859        |
| 3. ZMgRE3ZnZr 的铸造镁合金配料 (配料实例 882)                                   | 861        |
| 4. ZMgRE3Zn2Zr 的铸造镁合金配料 (配料实例 883)                                  | 861        |
| 5. ZMgAl8Zn 的铸造镁合金配料 (配料实例 884、885)                                 | 862        |
| 6. ZMgRE2ZnZr 的铸造镁合金配料 (配料实例 886)                                   | 865        |
| 7. ZMgAl10Zn 的铸造镁合金配料 (配料实例 887)                                    | 865        |
| <b>第 3 章 铸造锌合金配料</b>  | <b>867</b> |
| 1. ZZnAl4Cu1Mg 的铸造锌合金配料 (配料实例 888)                                  | 867        |
| 2. ZZnAl4Cu3Mg 的铸造锌合金配料 (配料实例 889)                                  | 868        |
| 3. ZZnAl11Cu1Mg 的铸造锌合金配料 (配料实例 890)                                 | 869        |
| 4. ZZnAl11Cu5Mg 的铸造锌合金配料 (配料实例 891、892)                             | 870        |
| 5. ZZnAl22Cu1Mg 的铸造锌合金配料 (配料实例 893)                                 | 873        |
| 6. ZZnAl27Cu2Mg 的铸造锌合金配料 (配料实例 894)                                 | 874        |
| <b>第 4 章 铸造铜和铜合金配料</b>  | <b>875</b> |
| 1. IACS13415 AA 的铸造铜配料 (配料实例 895)                                   | 875        |
| 2. TP2 的铸造铜配料 (配料实例 896)  | 877        |
| 3. T <sub>2</sub> 、T <sub>3</sub> 、T <sub>4</sub> 的铸造铜配料 (配料实例 897) | 877        |
| 4. ZCuSn3Zn8Pb6Ni1 的铸造锡青铜配料 (配料实例 898)                              | 879        |
| 5. ZCuSn5Pb5Zn5 的铸造锡青铜配料 (配料实例 899~902)                             | 881        |
| 6. ZCuSn6Zn6Pb3 的铸造锡青铜配料 (配料实例 903~908)                             | 884        |
| 7. ZCuSn9P0.3Ni1 的铸造锡青铜配料 (配料实例 909)                                | 889        |
| 8. ZCuSn10P1 的铸造锡青铜配料 (配料实例 910~913)                                | 890        |
| 9. ZCuSn10Zn2 的铸造锡青铜配料 (配料实例 914~916)                               | 893        |
| 10. ZCuSn10Pb5 的铸造锡青铜配料 (配料实例 917)                                  | 896        |

|  |     |
|--|-----|
| 11. WZQSn10—0 的铸造锡青铜配料 (配料实例 918) .....            | 897 |
| 12. ZCuAl7Pb1.5Fe1.5 的铸造铝青铜配料 (配料实例 919) .....     | 898 |
| 13. ZCuAl8Mn13Fe3Ni2 的铸造铝青铜配料 (配料实例 920、921) ..... | 900 |
| 14. ZCuAl9Mn2 的铸造铝青铜配料 (配料实例 922~925) .....        | 902 |
| 15. ZCuAl10 的铸造铝青铜配料 (配料实例 926) .....              | 906 |
| 16. ZCuAl10Fe3 的铸造铝青铜配料 (配料实例 927~932) .....       | 907 |
| 17. ZCuAl10Fe3Mn2 的铸造铝青铜配料 (配料实例 933) .....        | 913 |
| 18. ZCuAl10Fe4Ni4 的铸造铝青铜配料 (配料实例 934、935) .....    | 914 |
| 19. ZCuCr0.5 的铸造铬青铜配料 (配料实例 936) .....             | 915 |
| 20. ZCuZn38 的铸造黄铜配料 (配料实例 937~941) .....           | 916 |
| 21. ZCuZn32 的铸造黄铜配料 (配料实例 942) .....               | 921 |
| 22. ZCuZn40Mn2 的铸造锰黄铜配料 (配料实例 943) .....           | 923 |
| 23. ZCuZn40Mn3Fe1 的铸造锰黄铜配料 (配料实例 944~946) .....    | 924 |
| 24. ZCuZn38Mn2Pb2 的铸造锰黄铜配料 (配料实例 947~949) .....    | 927 |
| 25. ZCuZn16Si4 的铸造硅黄铜配料 (配料实例 950~952) .....       | 930 |
| 26. ZCuZn35Al2Mn2Fe1 的铸造铝黄铜配料 (配料实例 953、954) ..... | 932 |
| 27. ZCuZn31Al2 的铸造铝黄铜配料 (配料实例 955) .....           | 934 |
| 28. ZCuZn26Al4Fe3Mn3 的铸造铝黄铜配料 (配料实例 956、957) ..... | 935 |
| 29. ZCuZn24Al5Fe2Mn2 的铸造铝黄铜配料 (配料实例 958) .....     | 937 |
| 30. ZCuZn25Al6Fe3Mn3 的铸造铝黄铜配料 (配料实例 959~961) ..... | 938 |
| 31. ZCuZn40Pb2 的铸造铅黄铜配料 (配料实例 962) .....           | 941 |
| 32. ZCuZn33Pb2 的铸造铅黄铜配料 (配料实例 963) .....           | 942 |
| 33. ZCuZn10Pb5 的铸造铅黄铜配料 (配料实例 964) .....           | 943 |
| 34. ZCuNi30 的铸造白铜配料 (配料实例 965) .....               | 945 |
| 35. ZCuNi15Zn20 的铸造锌白铜配料 (配料实例 966) .....          | 946 |
| 36. ZCuNi10Al2Mn1Zn1 的铸造铝白铜配料 (配料实例 967) .....     | 947 |
| <b>第 5 章 铸造轴承合金配料</b> .....                        | 949 |
| 1. ZSnSb11Cu6 的铸造锡基轴承合金配料 (配料实例 968) .....         | 949 |
| 2. ZSnSb8Cu4 的铸造锡基轴承合金配料 (配料实例 969) .....          | 950 |
| 3. ZSnSb4Cu4 的铸造锡基轴承合金配料 (配料实例 970) .....          | 951 |
| 4. ZCuPb17Sn4Zn4 的铸造铜基轴承合金配料 (配料实例 971) .....      | 952 |
| 5. ZCuPb20Sn5 的铸造铜基轴承合金配料 (配料实例 972) .....         | 953 |
| 6. ZCuPb15Sn8 的铸造铜基轴承合金配料 (配料实例 973) .....         | 954 |
| <b>第 6 章 压铸合金配料</b> .....                          | 955 |
| 1. YZAlSi12 的压铸铝合金配料 (配料实例 974) .....              | 955 |

|   |     |
|---|-----|
| 2. YZAlSi10Mg 的压铸铝合金配料 (配料实例 975、976) ..... | 956 |
| 3. YZAlSi9Cu4 的压铸铝合金配料 (配料实例 977) .....     | 959 |
| 4. YZAlSi12Cu1 的压铸铝合金配料 (配料实例 978) .....    | 960 |
| 5. YZZnAl4Cu1 的压铸锌合金配料 (配料实例 979) .....     | 961 |
| 6. 2 <sup>#</sup> 的压铸锌合金配料 (配料实例 980) ..... | 963 |
| 7. 0 <sup>#</sup> 的压铸锌合金配料 (配料实例 981) ..... | 963 |
| 8. YZCuZn40Pb 的压铸铜合金配料 (配料实例 982) .....     | 964 |
| <b>参考文献</b> .....                           | 966 |

# 第 1 篇 铸 铁 配 料

什么是铸铁(cast iron)? 铸铁是指在凝固过程中经历共晶转变,用于生产铸件的铁基合金的总称。在这些合金中,碳当量超过了在共晶温度时能使碳保留在奥氏体固溶体中的量。

本篇中的铸铁配料,主要涉及到灰铸铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁、可锻铸铁、耐磨铸铁(低合金铸铁)、抗磨铸铁(冷硬铸铁)、耐热铸铁、耐蚀铸铁等方面的配料。

## 第 1 章 灰铸铁配料

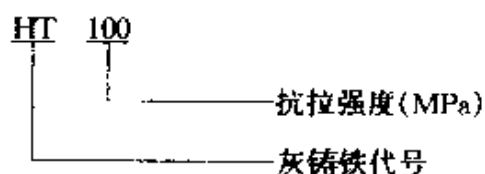
什么是灰铸铁[片墨铸铁](flake graphite cast iron, gray cast iron)? 灰铸铁是指碳主要以片状石墨形式析出的铸铁,断口呈灰色。

根据国家标准 GB/T 9439—1988《灰铸铁件》的规定,灰铸铁按直径 30mm 单铸试棒的抗拉强度分为 6 个牌号:HT100、HT150、HT200、HT250、HT300、HT350。

但是,根据灰铸铁生产的发展,现在有些铸造工厂已可生产出 HT400 的灰铸铁。

### 1. HT100 的灰铸铁配料(配料实例 1~15)

HT100 的主要含义如下:



对于齿轮加工机床、纺织机械、衡器、电器、手扶拖拉机、港口机械、大中型柴油机、生活用品、艺术装饰品等类铸件的 HT100 的灰铸铁配料,可查配料实例 1~配料实例 15 或表 1.1-1~表 1.1-15。

## 配料实例 1

表 1.1-1 HT100 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 压板(齿轮加工机床类的刨齿机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 90mm×30mm×16mm, 为板形结构, 铸件毛重 0.3kg, 采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT100 |
| 合金成分控制(%) | C3.4~3.8, Si1.9~2.4, Mn0.5~0.8, P<0.5, S<0.15                         |

## 配 料

| 层铁重<br>/kg | 金属炉料/kg |     |    |       |       | 层焦<br>/kg | 石灰石<br>/kg |
|------------|---------|-----|----|-------|-------|-----------|------------|
|            | 废铁      | 芯骨铁 | 废钢 | 70%硅铁 | 55%锰铁 |           |            |
| 130        | 90      | 40  | —  | 1.5   | —     | 10        | 5.6        |

注: 1. 采用两排小风口冷风三节炉熔炼, 炉内硅烧损 20%, 锰烧损 25%

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 配料实例 2

表 1.1-2 HT100 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 车尾罩(纺织机械类的槽筒机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 632mm×220mm×85mm, 主要壁厚 5mm, 为罩形结构, 铸件毛重 6.75kg, 采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT100 |
| 合金成分控制(%) | C3.5~3.8, Si2.1~2.6, Mn0.5~0.6, P0.1~0.2, S≤0.15, CE4.3~4.7                        |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%)     |           |      |       |       |       |
|-------|-------------|-----------|------|-------|-------|-------|
|       | C           | Si        | Mn   | P     | S     |       |
| 宣化生铁  | 4.3         | 1.35      | 0.65 | 0.15  | 0.04  |       |
| 巴西生铁  | 3.52        | 2.92      | 0.77 | 0.096 | 0.03  |       |
| 普通废机铁 | 3.51        | 2.14      | 0.81 | 0.143 | 0.092 |       |
| 废钢    | 0.2         | 0.4       | 0.6  | 0.05  | 0.05  |       |
| 75%硅铁 | —           | 75        | —    | —     | —     |       |
| 60%锰铁 | —           | —         | 60   | —     | —     |       |
| 16%磷铁 | —           | —         | —    | 16    | —     |       |
| 炉料名称  | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |      |       |       |       |
|       |             | C         | Si   | Mn    | P     | S     |
| 宣化生铁  | 35          | 1.5       | 0.47 | 0.23  | 0.052 | 0.014 |
| 巴西生铁  | 20          | 0.7       | 0.58 | 0.15  | 0.019 | 0.006 |
| 普通废机铁 | 40          | 1.4       | 0.85 | 0.32  | 0.057 | 0.036 |



(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |      |       |       |        |
|---------|----------|------------|------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si   | Mn    | P     | S      |
| 废钢      | 5        | 0.01       | 0.02 | 0.03  | 0.003 | 0.003  |
| 75%硅铁   | 1.2      | —          | 0.9  | —     | —     | —      |
| 60%锰铁   | 0.33     | —          | —    | 0.19  | —     | —      |
| 16%磷铁   | 0.16     | —          | —    | —     | 0.026 | —      |
| 合计      |          | 3.61       | 2.82 | 0.92  | 0.167 | 0.059  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.11      | 0.56 | -0.28 | 0     | +0.030 |
| (熔化后铁液) |          | 3.72       | 2.26 | 0.64  | 0.167 | 0.089  |

注：1. 采用中央加侧吹冷风冲天炉熔炼，炉内碳增加3%、硅烧损20%、锰烧损30%、磷不变、硫增加50%。

2. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.7, Si2.5, Mn0.6, P0.15, S0.07；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 108MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 270MPa, 硬度 149HBS。

金相组织：A型石墨，长度  $45\mu\text{m}$ ，基体为铁素体+珠光体，共晶团  $150/\text{cm}^2$

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于纺织机械中要求灰铸铁 HT100 的其他罩类和盒形类铸件。

## 配料实例 3

表 1.1-3 HT100 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 增砵体 (衡器类的 SGT-2B 型地上衡零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 100\text{mm} \times 41\text{mm}$ ，为带“U”形槽的圆柱结构，铸件毛重 2.2kg。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT100 |
| 合金成分控制 (%) | C3.5~3.7, Si2.0~2.3, Mn0.5~0.8, P<0.30, S≤0.15  |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|-------|----------|------|------|-------|-------|
|       | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 徐钢生铁  | 4.05     | 1.61 | 0.38 | 0.063 | 0.035 |
| 回炉铁   | 3.56     | 2.02 | 0.75 | 0.07  | 0.065 |
| 废 钢   | 0.45     | 0.30 | 0.50 | 0.03  | 0.02  |
| 75%硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 70%锰铁 | —        | —    | 70   | —     | —     |

| 炉料名称 | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       |
|------|----------|------------|------|------|-------|-------|
|      |          | C          | Si   | Mn   | P     | S     |
| 徐钢生铁 | 60       | 2.43       | 0.97 | 0.23 | 0.038 | 0.021 |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 回炉铁     | 30       | 1.07       | 0.61  | 0.22  | 0.021 | 0.019  |
| 废钢      | 10       | 0.05       | 0.03  | 0.05  | 0.003 | 0.002  |
| 75%硅铁   | 1.3      | —          | 0.97  | —     | —     | —      |
| 70%锰铁   | 0.5      | —          | —     | 0.35  | —     | —      |
| 合计      |          | 3.45       | 2.58  | 0.85  | 0.062 | 0.042  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.17      | -0.39 | -0.17 | 0     | +0.032 |
| (熔化后铁液) |          | 3.62       | 2.19  | 0.68  | 0.062 | 0.074  |

注：1. 采用多排小风口冲天炉熔炼，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 75%。

2. 检测结果：

化学成分 (%)：C 3.68，Si 2.12，Mn 0.65，P 0.07，S 0.07。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于衡器产品中要求灰铸铁 HT100 的配重砵和调整砵等铸件。

配料实例 4 表 1.1-4 HT100 的灰铸铁配料

|            |  |            |      |       |       |       |
|------------|--|------------|------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 轴承盖 (电器类的自动弧焊机零件)  |            |      |       |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 74mm×74mm×16.5mm，主要壁厚 9mm，为板形结构，铸件毛重 0.8kg。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT100 |            |      |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C 3.2~3.8，Si 1.8~2.2，Mn 0.5~0.8，P<0.30，S<0.15                                |            |      |       |       |       |
| 配 料        |  |            |      |       |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |      |       |       |       |
|            | C  | Si         | Mn   | P     | S     |       |
| 天津生铁       | 4.20   | 1.90       | 0.74 | 0.065 | 0.250 |       |
| 浇冒口        | 3.50   | 1.95       | 0.65 | 0.150 | 0.120 |       |
| 旧生铁        | 3.40   | 1.80       | 0.65 | 0.150 | 0.100 |       |
| 75%硅铁      | —  | 75         | —    | —     | —     |       |
| 65%锰铁      | —  | —          | 65   | —     | —     |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |      |       |       |       |
|            |  | C          | Si   | Mn    | P     | S     |
| 天津生铁       | 40   | 1.68       | 0.76 | 0.28  | 0.028 | 0.012 |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 浇冒口     | 27       | 0.92       | 0.49  | 0.19  | 0.040 | 0.027  |
| 旧生铁     | 33       | 1.12       | 0.59  | 0.21  | 0.050 | 0.030  |
| 75%硅铁   | 0.3      | —          | 0.23  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 0.07     | —          | —     | 0.05  | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.72       | 2.07  | 0.73  | 0.118 | 0.069  |
| 炉内熔化增减  |          | -0.18      | -0.32 | -0.18 | 0     | +0.069 |
| (熔化后铁液) |          | 3.54       | 1.75  | 0.55  | 0.118 | 0.138  |

- 注：1. 采用多排小风口热风冲天炉熔炼，熔化率 3t/h，炉内碳烧损 5%、硅烧损 15%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 100%。
2. 炉前不加控制，不作力学性能和化学成分检测。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
4. 本配料还适用于电器产品中要求灰铸铁 HT100 的 DZ 系列开关器的壳子、NXC 型电焊机的螺母、AYT 型电焊机的轴承盖、直流弧焊机的刷架、对焊机的出水斗等铸件。

配料实例 5 表 1.1-5 HT100 的灰铸铁配料

|            |  |            |      |       |       |       |
|------------|--|------------|------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 轮胎配重块 (外) (手扶拖拉机类的工农-10 手扶拖拉机)   |            |      |       |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 380\text{mm} \times 40\text{mm}$ ，主要壁厚 40mm，为轮形结构，铸件毛重 37kg，全部不加工。采用湿型铸造。铸件不要求热处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT100 |            |      |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | (C: 3.7~4.0, Si: 1.6~2.2, Mn: 0.5~0.8, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.1)  |            |      |       |       |       |
| 配 料        |  |            |      |       |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |      |       |       |       |
|            | C  | Si         | Mn   | P     | S     |       |
| 水钢生铁       | 4.10   | 1.90       | 0.72 | 0.109 | 0.021 |       |
| 普通回炉铁 (杂铁) | 3.60   | 1.85       | 0.65 | 0.106 | 0.069 |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |      |       |       |       |
|            |  | C          | Si   | Mn    | P     | S     |
| 水钢生铁       | 40   | 1.64       | 0.76 | 0.29  | 0.044 | 0.008 |
| 普通回炉铁 (杂铁) | 60   | 2.16       | 1.11 | 0.39  | 0.064 | 0.041 |

(续)

|         | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 合计      | 3.80       | 1.87  | 0.68  | 0.108 | 0.049  |
| 炉内熔化增减  | +0.38      | -0.22 | -0.12 | 0     | +0.030 |
| (熔化后铁液) | 4.18       | 1.65  | 0.56  | 0.108 | 0.079  |

- 注：1. 采用两排大间距冷风冲天炉熔炼，熔化率 2t/h，炉内碳增加 10%、硅烧损 12%、锰烧损 17%、磷不变、硫增加 60%。  
 2. 炉前，用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分。  
 3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 4. 本配料还适用于工农—10 手扶拖拉机中要求灰铸铁 HT100 的轮胎配重块（内）、前置配重块等铸件。

**配料实例 6**                      **表 1.1-6 HT100 的灰铸铁配料**

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 配重铁（港口机械类的港口 30t 浮吊零件）  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1100mm×780mm×690mm，为块状结构，厚大实心铸件，表面要求加工，铸件毛重 2.86t。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT100 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.9, Si2.1~2.6, Mn0.5~0.8, P<0.3, S<0.15                                       |            |       |       |       |        |
| <b>配 料</b> |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 26# 碧山生铁   | 3.60  | 2.90       | 0.54  | 0.155 | 0.025 |        |
| 水城生铁       | 3.80  | 0.72       | 1.26  | 0.396 | 0.037 |        |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 26# 碧山生铁   | 50  | 1.80       | 1.45  | 0.27  | 0.078 | 0.013  |
| 水城生铁       | 50  | 1.90       | 0.36  | 0.63  | 0.198 | 0.019  |
| 75% 硅铁     | 0.96  | —          | 0.72  | —     | —     | —      |
| 合计         |   | 3.70       | 2.53  | 0.90  | 0.276 | 0.032  |
| 炉内熔化增减     |   | 0          | -0.38 | -0.18 | 0     | +0.056 |

(续)

|         | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       |
|---------|------------|------|------|-------|-------|
|         | C          | Si   | Mn   | P     | S     |
| (熔化后铁液) | 3.70       | 2.15 | 0.72 | 0.276 | 0.088 |

注：1. 采用三排风口热风冲天炉熔炼，熔化率 3t/h，炉内碳不变、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 80%。

2. 炉前，用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分，用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.89，Si2.21，Mn0.68，P0.28%，S0.09

力学性能：抗弯强度  $\sigma_{bb}$  304MPa，硬度 182HBS

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于港口机械中要求灰铸铁 HT100 的配重块、灶面等铸件。

## 配料实例 7

表 1.1-7 HT100 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 重块 (港口机械类的港口 30t 桥吊零件)                    |
| 铸件特点       | 为实心不需加工重块<br>要求铸铁牌号：HT100                 |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.9，Si1.6~2.6，Mn0.4~0.8，P<0.3，S<0.15 |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| P08 杂铁 | 4.23     | 0.83 | 0.89 | 0.230 | 0.070 |
| 回炉(渣)铁 | 3.70     | 2.00 | 0.50 | 0.310 | 0.170 |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| P08 杂铁  | 50       | 2.12       | 0.42  | 0.45  | 0.115 | 0.035  |
| 回炉(渣)铁  | 50       | 1.85       | 1.00  | 0.25  | 0.155 | 0.085  |
| 75% 硅铁  | 0.87     | —          | 0.65  | —     | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.97       | 2.07  | 0.70  | 0.270 | 0.120  |
| 炉内熔化增减  |          | 0          | -0.21 | -0.11 | 0     | +0.048 |
| (熔化后铁液) |          | 3.97       | 1.86  | 0.59  | 0.270 | 0.168  |

注：1. 采用三排风口热风冲天炉熔炼，熔化率 3t/h，炉内碳不变，硅烧损 10%、锰烧损 15%、磷不变、硫增加 40%。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

3. 本配料还适用于港口机械中不要求加工的灰铸铁 HT100 的一切重块、配重等铸件 (铸件型腔内可按型腔大小尽量放置一般中小型化铁炉不能投料的铸件大冒口等)。

配料实例 8 表 1.1-8 HT100 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 通气管体 (大中型柴油机类的 V 形柴油发动机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 68\text{mm} \times 195\text{mm}$ , 主要壁厚 3.5mm, 该铸件在发动机上箱一端的上部, 起排除箱体中的废气作用, 本身受力很小, 主要受发动机的震动力, 要求有一定的韧性, 铸件毛重 1.32kg, 断面不允许有白口。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT100 |
| 合金成分控制 (%) | 由于铸件受力小和壁薄, 因此在保证要求性能的前提下, 避免铸件产生白口, 是控制成分的关键。为此, 选择合金成分为: C2.9~3.6, Si2.5~3.0, Mn0.7~1.0, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.12   |

## 配 料

| 炉料名称      |      | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|-----------|------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|           |      | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪 Z18 生铁 |      | 4.10     | 1.75       | 0.65  | 0.050 | 0.020 |        |
| 回炉铁       |      | 3.10     | 2.50       | 0.80  | 0.080 | 0.050 |        |
| 废 钢       |      | 0.20     | 0.25       | 0.40  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75% 硅铁    |      | —        | 75         | —     | —     | —     |        |
| 78% 锰铁    |      | —        | —          | 78    | —     | —     |        |
| 炉料名称      |      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|           |      |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪 Z18 生铁 | 60   | 2.46     | 1.05       | 0.39  | 0.030 | 0.010 |        |
| 回炉铁       | 25   | 0.78     | 0.63       | 0.20  | 0.020 | 0.010 |        |
| 废 钢       | 13   | 0.03     | 0.03       | 0.05  | 0.003 | 0.003 |        |
| 75% 硅铁    | 1.25 | —        | 0.94       | —     | —     | —     |        |
| 78% 锰铁    | 0.5  | —        | —          | 0.39  | —     | —     |        |
| 合 计       |      |          | 3.27       | 2.65  | 1.03  | 0.053 | 0.023  |
| 炉内熔化增减    |      |          | +0.16      | -0.39 | -0.26 | 0     | +0.023 |
| (原铁液)     |      |          | 3.43       | 2.26  | 0.77  | 0.053 | 0.046  |
| 炉外孕育吸收    |      |          | —          | +0.30 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)   |      |          | 3.43       | 2.56  | 0.77  | 0.053 | 0.046  |

注: 1. 采用三排风口冷风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.5kg, 吸收率为 80%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于 V 型和 H 型柴油发动机中要求灰铸铁 HT100 的左、右、前、后水管接头、堵子、排气管盖、检查口盖等铸件。

配料实例 9

表 1.1-9 HT100 的灰铸铁配料

|                     |   |            |       |       |        |        |
|---------------------|---|------------|-------|-------|--------|--------|
| 铸件名称                | 炉身 (生活用品类的取暖炉零件)  |            |       |       |        |        |
| 铸件特点                | 铸件轮廓尺寸 $\phi 210\text{mm} \times \phi 250\text{mm} \times 320\text{mm}$ , 主要壁厚 $2.5_{\pm 0.5}\text{mm}$ , 为桶形薄壁结构, 铸件毛重 6kg, 不加工, 采用干型硬模铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT100 |            |       |       |        |        |
| 合金成分控制 (%)          | C3.2~3.8, Si1.9~2.3, Mn0.5~0.8, P<0.3, S<0.1  |            |       |       |        |        |
| 配 料                 |   |            |       |       |        |        |
| 炉料名称                | 炉料成分 (%)  |            |       |       |        |        |
|                     | C   | Si         | Mn    | P     | S      |        |
| Z18 <sup>#</sup> 生铁 | 3.90  | 1.70       | 0.80  | 0.19  | 0.03   |        |
| 废钢铁                 | 3.80  | 1.90       | 0.60  | 0.12  | 0.02   |        |
| 回炉铁                 | 3.20  | 1.90       | 0.60  | 0.16  | 0.05   |        |
| 炉料名称                | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |        |        |
|                     |   | C          | Si    | Mn    | P      | S      |
| Z18 <sup>#</sup> 生铁 | 50  | 1.95       | 0.85  | 0.40  | 0.100  | 0.020  |
| 废钢铁                 | 33  | 1.25       | 0.63  | 0.20  | 0.040  | 0.010  |
| 回炉铁                 | 17  | 0.54       | 0.32  | 0.10  | 0.030  | 0.010  |
| 合 计                 |   | 3.74       | 1.80  | 0.70  | 0.170  | 0.040  |
| 炉内熔化增减              |   | +0.01      | +0.15 | -0.05 | -0.010 | +0.010 |
| (熔化后铁液)             |   | 3.75       | 1.95  | 0.65  | 0.160  | 0.050  |

注: 1. 采用高风温 ( $>400^{\circ}\text{C}$ ) 深炉缸 (约 700mm) 搅炉熔炼, 连续出铁, 及时出渣。

炉内碳增加 0.2%、硅增加 8.3%、锰烧损 7.1%、磷烧损 5.8%、硫增加 25%。

2. 炉前, 观察铁液火花和颜色, 用含碳硅高的铸铁片调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.70, Si1.95, Mn0.65, P0.16, S0.05;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{\text{B}}275\text{MPa}$ , 硬度 165HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于取暖炉中要求灰铸铁 HT100 的烟道闸门、炉门盖板等铸件。也适用于规格为  $\phi 460\text{mm} \sim \phi 760\text{mm}$ , 壁厚为 2~3mm 的各种铸铁锅。

配料实例 10 表 1.1-10 HT100 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 炉座 (生活用品类的取暖炉零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 242\text{mm} \times \phi 205\text{mm} \times 90\text{mm}$ , 平均壁厚 4~5mm, 为圆筒形薄壁结构, 铸件毛重 2kg。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT100 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.7~4.0, Si1.8~2.3, Mn0.5~0.8, P<0.3, S<0.1  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 济南生铁       | 4.19  | 2.25       | 0.74  | —     | 0.023 |        |
| 回炉铁        | 3.71  | 2.10       | 0.68  | —     | 0.058 |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 济南生铁       | 80  | 3.35       | 1.80  | 0.59  | —     | 0.018  |
| 回炉铁        | 20  | 0.74       | 0.42  | 0.14  | —     | 0.012  |
| 合 计        |   | 4.09       | 2.22  | 0.73  | —     | 0.030  |
| 炉内熔化增减     |   | -0.18      | -0.33 | -0.14 | —     | +0.032 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.91       | 1.89  | 0.59  | —     | 0.062  |

注: 1. 采用冲天炉熔炼, 炉内碳烧损 4.5%、硅烧损 15%、锰烧损 18%、磷不变、硫增加 107%。

2. 炉前, 若浇注很薄的件易产生白口时, 用 75% 硅铁在铁液包中调软处理。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 11 表 1.1-11 HT100 的灰铸铁配料

|                     |  |      |      |      |      |
|---------------------|--|------|------|------|------|
| 铸件名称                | 取暖火盆 (生活用品类的取暖火盆零件)  |      |      |      |      |
| 铸件特点                | 铸件轮廓尺寸 $\phi 560\text{mm} \times 120\text{mm}$ , 主要壁厚 1.2mm, 为草帽形结构, 铸件毛重 3kg。采用金属型挤压铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT100 |      |      |      |      |
| 合金成分控制 (%)          | C3.5~4.0, Si1.9~2.4, Mn0.5~0.8, P<0.2, S<0.1   |      |      |      |      |
| 配 料                 |  |      |      |      |      |
| 炉料名称                | 炉料成分 (%)   |      |      |      |      |
|                     | C  | Si   | Mn   | P    | S    |
| Z18 <sup>#</sup> 生铁 | 3.90   | 1.70 | 0.80 | 0.19 | 0.03 |



(续)

| 炉料名称                | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |       |
|---------------------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
|                     | C        | Si         | Mn    | P     | S     |       |
| 废钢铁                 | 3.80     | 2.10       | 0.60  | 0.12  | 0.02  |       |
| 回炉铁                 | 3.20     | 1.90       | 0.60  | 0.16  | 0.05  |       |
| 炉料名称                | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |
|                     |          | C          | Si    | Mn    | P     | S     |
| Z18 <sup>#</sup> 生铁 | 50       | 1.95       | 0.85  | 0.40  | 0.10  | 0.02  |
| 废钢铁                 | 27       | 1.03       | 0.57  | 0.16  | 0.03  | 0     |
| 回炉铁                 | 23       | 0.74       | 0.44  | 0.14  | 0.04  | 0.01  |
| 合计                  |          | 3.72       | 1.86  | 0.70  | 0.17  | 0.03  |
| 炉内熔化增减              |          | +0.13      | +0.20 | -0.08 | -0.06 | +0.02 |
| (熔化后铁液)             |          | 3.85       | 2.06  | 0.62  | 0.11  | 0.05  |

注：1. 采用高风温 ( $>400^{\circ}\text{C}$ ) 深炉缸 (约 700mm) 撑炉熔炼，连续出铁，及时出渣，炉内碳增加 3.4%、硅增加 11%、锰烧损 11%、磷烧损 35%、硫增加 67%。

2. 炉前，观察铁液火花和颜色，用碳硅量高的铸铁片调软铁液。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.85，Si2.21，Mn0.59，P0.11，S0.031；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 275MPa，硬度 227HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT100 的用金属型挤压铸造的其他规格的取暖火盆。

## 配料实例 12

表 1.1-12 HT100 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 40mm 锁体条 (生活用品类的铁挂锁零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 40mm $\times$ 20mm $\times$ 1850mm，采用长条铸造，在挂锁中其他零件全都装配在锁体上，锁体需大面加工，内部钻 11 个孔，扩 8 个孔，因此要求铸件硬度低、易切削。铸件需经高温石墨化退火处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT100 |
| 合金成分控制 (%) | C3.40~3.90，Si2.00~2.60，Mn0.50~0.80，P $\leq$ 0.30，S $\leq$ 0.15   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |            |      |      |       |       |
|-------|----------|------------|------|------|-------|-------|
|       | C        | Si         | Mn   | P    | S     |       |
| 牟平生铁  | 3.66     | 2.60       | 0.81 | 0.22 | 0.056 |       |
| 普通回炉铁 | 3.70     | 2.10       | 0.63 | 0.25 | 0.12  |       |
| 炉料名称  | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       |
|       |          | C          | Si   | Mn   | P     | S     |
| 牟平生铁  | 80       | 2.92       | 2.08 | 0.65 | 0.180 | 0.045 |
| 普通回炉铁 | 20       | 0.74       | 0.24 | 0.13 | 0.050 | 0.024 |

(续)

|         | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 合计      | 3.66       | 2.50  | 0.78  | 0.230 | 0.069  |
| 炉内熔化增减  | +0.18      | -0.38 | -0.16 | 0     | +0.048 |
| (熔化后铁液) | 3.84       | 2.12  | 0.62  | 0.230 | 0.117  |

注：1. 采用多排小风口热风冲天炉熔炼，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 70%。

2. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.8, Si2.05, Mn0.60, P0.22, S0.13。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT100 的 20~60mm 各种规格的铁挂锁、门锁和抽屉锁锁头等铸件

## 配料实例 13

表 1.1-13 HT100 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 雷锋像 (艺术装饰品类的艺术品)   |
| 铸件特点       | 雷锋像是为纪念雷锋而铸造的，像体高 1300mm、宽 1200mm，铸件壁厚 15~25mm，主要壁厚 20mm，重约 1.5t<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT100 |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.9, Si2.1~2.6, Mn0.5~0.8, P<0.3, S0.15   |

## 配 料

| 炉料名称 | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|------|----------|------|------|-------|-------|
|      | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 新生铁  | 4.30     | 2.14 | 0.59 | 0.115 | 0.025 |
| 再生铁  | 4.02     | 2.18 | 0.62 | 0.060 | 0.029 |
| 浇冒口  | 3.66     | 2.10 | 0.62 | 0.059 | 0.059 |
| 硅 铁  | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 锰 铁  | —        | —    | 60   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 新生铁     | 35       | 1.51       | 0.75  | 0.20  | 0.040 | 0.009  |
| 再生铁     | 20       | 0.80       | 0.44  | 0.12  | 0.012 | 0.006  |
| 浇冒口     | 45       | 1.65       | 0.95  | 0.28  | 0.070 | 0.027  |
| 硅 铁     | 0.75     | —          | 0.56  | —     | —     | —      |
| 锰 铁     | 0.1      | —          | —     | 0.06  | —     | —      |
| 合计      |          | 3.96       | 2.70  | 0.66  | 0.122 | 0.042  |
| 炉内熔化增减  |          | -0.18      | -0.41 | -0.13 | 0     | +0.012 |
| (熔化后铁液) |          | 3.78       | 2.29  | 0.53  | 0.122 | 0.054  |

注：1. 采用多排小风口冲天炉熔炼，炉内碳烧损 4.5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 30%。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 14 表 1.1-14 HT100 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 楼梯栏杆 (艺术装饰品类的装饰品)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件单重约 13kg, 组合后可作斜梯栏杆或平扶手栏杆。铸件细处约 $\phi 15\text{mm}$ , 最粗处约 $\phi 60\text{mm}$ , 中心杆一头连接木扶手, 另一头作预埋部分同水泥楼梯相连<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT100 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.9, Si2.1~2.6, Mn0.5~0.8, P<0.3, S<0.15   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 新生铁(I)     | 3.90  | 1.52       | 0.53  | 0.190 | 0.017 |        |
| 新生铁(II)    | 4.07  | 1.16       | 0.30  | 0.200 | 0.082 |        |
| 再生铁        | 3.97  | 2.45       | 0.58  | 0.050 | 0.053 |        |
| 浇冒口        | 3.69  | 2.32       | 0.67  | 0.130 | 0.054 |        |
| 硅 铁        | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 锰 铁        | —   | —          | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 新生铁(I)     | 25  | 0.97       | 0.38  | 0.13  | 0.048 | 0.004  |
| 新生铁(II)    | 10  | 0.41       | 0.12  | 0.03  | 0.020 | 0.008  |
| 再生铁        | 20  | 0.79       | 0.49  | 0.12  | 0.010 | 0.011  |
| 浇冒口        | 45  | 1.66       | 1.04  | 0.30  | 0.059 | 0.024  |
| 硅 铁        | 1.1   | —          | 0.83  | —     | —     | —      |
| 锰 铁        | 0.1   | —          | —     | 0.06  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.83       | 2.86  | 0.64  | 0.137 | 0.047  |
| 炉内熔化增减     |   | -0.12      | -0.43 | -0.13 | 0     | +0.014 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.71       | 2.43  | 0.51  | 0.137 | 0.061  |

注: 1. 采用多排小风口冲天炉熔炼, 炉内碳烧损 3.1%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 30%。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 15 表 1.1-15 HT100 的灰铸铁配料

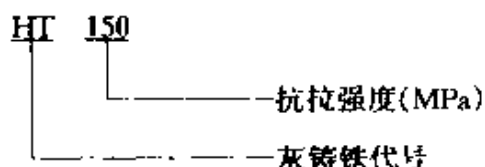
|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 围墙栏杆（艺术装饰品类的装饰品）   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 围墙栏杆是三个铸件（其中两个相同）为一组，然后再连接成一批。铸件基本上由截面 20mm×10mm 线条组成，圆的中心略为粗厚<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT100 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.9, Si2.1~2.6, Mn0.5~0.8, P<0.3, S<0.15                                      |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 新生铁        | 4.19   | 2.25       | 0.74  | 0.190 | 0.023 |        |
| 浇冒口        | 3.69   | 2.32       | 0.67  | 0.130 | 0.054 |        |
| 硅 铁        | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 新生铁        | 60   | 2.51       | 1.35  | 0.44  | 0.114 | 0.014  |
| 浇冒口        | 40   | 1.48       | 0.93  | 0.27  | 0.052 | 0.022  |
| 硅 铁        | 0.7  | —          | 0.52  | —     | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.99       | 2.80  | 0.71  | 0.166 | 0.036  |
| 炉内熔化增减     |  | -0.16      | -0.42 | -0.14 | 0     | +0.011 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.83       | 2.38  | 0.57  | 0.166 | 0.047  |

注：1. 采用多排小风口冲天炉熔炼，炉内碳烧损 3.1%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 30%。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 2. HT150 的灰铸铁配料（配料实例 16~117）

HT150 的主要含意如下：



对于阀、减速机、风机、制冷机、空分制氧机、车床、铣床、刨床、磨床、钻床、镗床、齿轮加工机床、仪表机床、冲压设备、铸造设备、造纸机械、印刷机械、橡胶机械、塑料机械、陶瓷机械、食品机械、纺织机械、缝纫机、衡器、冶金

机械、矿山机械、煤矿机械、起重机械、运输机械、工程机械、建材机械、发电机、汽轮机、水轮机、电动机、电器、石油机械、化工机械、拖拉机、手扶拖拉机、收获机械、重型载重汽车、中型载重汽车、铁路内燃机车、铁路电力机车、铁路蒸汽机车、铁路客货车车辆、船用机械、港口机械、大中型柴油机、五金工具、家用电器、生活用品、体育用品、水暖器材等类铸件的 HT150 的灰铸铁配料，可查配料实例 16~ 配料实例 117 或表 1.1-16 至表 1.1-117。

配料实例 16 表 1.1-16 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 立柱 (阀类闸阀)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 260\text{mm} \times 350\text{mm}$ ，主要壁厚 10mm，为壳型结构，上下法兰端面加工。采用湿型、芯铸造<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.5, Si1.8~2.1, Mn0.5~0.7, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 凌源生铁       | 4.31  | 1.25       | 0.23  | 0.026 | 0.021 |        |
| 普通回炉铁      | 3.35  | 1.70       | 0.70  | 0.080 | 0.080 |        |
| 废 钢        | 0.20  | 0.20       | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁     | —   | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 凌源生铁       | 45  | 1.94       | 0.56  | 0.10  | 0.012 | 0.009  |
| 普通回炉铁      | 40  | 1.34       | 0.68  | 0.28  | 0.032 | 0.032  |
| 废 钢        | 15  | 0.03       | 0.03  | 0.08  | 0.003 | 0.003  |
| 75% 硅铁     | 1.5   | —          | 1.3   | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁     | 0.25  | —          | —     | 0.16  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.31       | 2.40  | 0.62  | 0.047 | 0.044  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.16      | -0.48 | -0.16 | 0     | +0.035 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.47       | 1.92  | 0.46  | 0.047 | 0.079  |

注：1. 采用三排小风口曲线炉膛热风冲天炉熔炼，熔化率 5t/h，炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 80%。

2. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.40、Si1.87、Mn0.49、P0.047、S0.060；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_M$  371~379MPa。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于低压阀类中要求灰铸铁 HT150 的中、小型阀的非受压件，如传动箱体、箱盖等铸铁件。

配料实例 17 表 1.1-17 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 上箱体 (减速机类 06 齿轮箱零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 268mm×272mm×195mm, 主要壁厚 5mm, 为罩形结构, 铸件毛重 15kg, 两端面、上下结合面及轴承孔加工, 采用湿型和油砂芯铸造。铸件需经人工时效处理及抛丸清理。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150, 在与上箱体结合平面上抽查硬度 163~229HBS |
| 合金成分控制 (%) | C3.45~3.65, Si2.2~2.4, Mn0.65~0.75, P<0.02, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 邢台生铁   | 4.23     | 1.54 | 0.70 | 0.082 | 0.031 |
| 普通回炉铁  | 3.50     | 2.10 | 0.72 | 0.080 | 0.100 |
| 废 钢    | 0.40     | 0.30 | 0.50 | 0.030 | 0.020 |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —        | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 邢台生铁    | 47.5     | 2.01       | 0.73  | 0.33  | 0.039 | 0.015  |
| 普通回炉铁   | 42       | 1.47       | 0.88  | 0.30  | 0.034 | 0.042  |
| 废 钢     | 10.5     | 0.04       | 0.03  | 0.05  | 0.003 | 0.002  |
| 75% 硅铁  | 1.33     | —          | 0.99  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁  | 0.28     | —          | —     | 0.18  | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.52       | 2.63  | 0.86  | 0.076 | 0.059  |
| 炉内熔化增减  |          | 0          | -0.45 | -0.19 | 0     | +0.047 |
| (原铁液)   |          | 3.52       | 2.18  | 0.67  | 0.076 | 0.106  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.18 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.52       | 2.36  | 0.67  | 0.076 | 0.106  |

注: 1. 采用三排小风口热风冲天炉熔炼, 熔化率 4t/h, 炉内碳基本不变、硅烧损 17%、锰烧损 22%、磷不变、硫增加 80%。

2. 炉前加 0.3%~0.4% 的 75% 硅铁调小三再试片白口, 白口数应控制为 1mm 左右

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.62, Si2.28, Mn0.66, P0.078, S0.095;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 167MPa, 硬度 175HBS。

4. 成分含量和配料成分皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT150 的小功率齿轮箱的薄壁件, 如下箱体、联接罩壳、输入轴前盖板等铸铁件。

配料实例 18

表 1.1-18 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 上箱体 (减速机类 135 齿轮箱零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 646mm×336mm×394mm, 主要壁厚 8mm, 为罩形结构, 铸件毛重 118kg, 两端面, 上下结合面及轴承孔加工。采用湿砂型和油砂芯铸造。铸件须经人工时效处理及抛丸清理。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.45~3.65, Si2.0~2.2, Mn0.65~0.75, P<0.2, S<0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 邯郸生铁       | 4.18  | 1.44       | 0.19  | 0.073 | 0.026 |        |
| 普通回炉铁      | 3.50  | 2.10       | 0.73  | 0.080 | 0.090 |        |
| 废 钢        | 0.40  | 0.30       | 0.50  | 0.030 | 0.020 |        |
| 75%硅铁      | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁      | —   | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 邯郸生铁       | 52.5  | 2.19       | 0.76  | 0.10  | 0.038 | 0.014  |
| 普通回炉铁      | 37.5  | 1.31       | 0.79  | 0.27  | 0.030 | 0.034  |
| 废 钢        | 10  | 0.04       | 0.03  | 0.05  | 0.003 | 0.002  |
| 75%硅铁      | 1.38  | —          | 1.04  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁      | 0.8   | —          | —     | 0.52  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.54       | 2.62  | 0.94  | 0.071 | 0.050  |
| 炉内熔化增减     |   | 0          | -0.45 | -0.21 | 0     | +0.040 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.54       | 2.17  | 0.73  | 0.071 | 0.090  |

注: 1. 采用三排小风口热风水冷冲天炉熔炼, 炉内碳基本不变、硅烧损 17%、锰烧损 22%、磷不变、硫增加 80%。

2. 炉前, 用三角试片观察白口数, 常加入 0.1%~0.2% 的 75% 硅铁, 把碳当量调整到接近共晶成分, 白口数控制在 2mm 以下。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.52, Si1.99, Mn0.67, P0.068, S0.084;

化学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  186MPa, 硬度 180HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT150 的中小功率齿轮箱的下箱体、联接罩壳、后箱盖、连接板、配油器座等铸件。

配料实例 19 表 1.1-19 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 机盖 (减速机类 PM250 齿轮减速机零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件为壳型结构, 平均壁厚 15mm, 最薄处 8mm, 铸件毛重 33kg, 接触面加工。采用湿型铸造。铸件进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.6, Si1.8~2.2, Mn0.5~0.9, P<0.2, S<0.12                                      |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 八五生铁 (邯郸)  | 3.9  | 2.2        | 0.6   | 0.09  | 0.02  |        |
| 机铁         | 3.6  | 1.8        | 0.7   | 0.1   | 0.1   |        |
| 废 钢        | 0.4  | 0.3        | 0.1   | 0.02  | 0.02  |        |
| 硅 铁        | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 锰 铁        | —  | 60         | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 八五生铁 (邯郸)  | 40   | 1.56       | 0.88  | 0.24  | 0.036 | 0.008  |
| 机 铁        | 50   | 1.80       | 0.90  | 0.35  | 0.050 | 0.050  |
| 废 钢        | 10   | 0.04       | 0.03  | 0.01  | 0.002 | 0.002  |
| 硅 铁        | 0.92   | —          | 0.69  | —     | —     | —      |
| 锰 铁        | 0.46   | —          | —     | 0.28  | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.40       | 2.50  | 0.88  | 0.088 | 0.060  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.17      | -0.50 | -0.22 | 0     | +0.060 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.57       | 2.00  | 0.66  | 0.088 | 0.120  |

注: 1. 采用两排大间距热风冲天炉熔炼, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 100%。

2. 检测结果:

化学成分 (%): C3.5, Si2.0, Mn0.6, P<0.2, S<0.12;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb} > 324\text{MPa}$ 。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 20

表 1.1-20 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 支架 (风机类 Y <sub>5</sub> -47-N06C 锅炉引风机零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 450mm×392mm×255mm, 主要壁厚 13mm, 为框形结构, 铸件毛重 44kg。采用外型表烘干铸造。要求铸件进行时效处理<br>要求铸铁牌号: HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.6, Si2.0~2.4, Mn0.5~0.8, P≤0.2, S≤0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 俄罗斯生铁      | 4.15  | 2.28       | 0.46  | 0.087 | 0.048 |        |
| 回炉铁        | 3.30  | 2.28       | 0.85  | 0.079 | 0.096 |        |
| 废 钢        | 0.50  | 0.20       | 0.50  | 0.023 | 0.020 |        |
| 密山硅铁       | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 西林锰铁       | —   | —          | 75    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 俄罗斯生铁      | 45  | 1.87       | 1.03  | 0.21  | 0.039 | 0.022  |
| 回炉铁        | 40  | 1.32       | 0.91  | 0.34  | 0.032 | 0.038  |
| 废 钢        | 15  | 0.08       | 0.03  | 0.08  | 0.003 | 0.003  |
| 密山硅铁       | 0.83  | —          | 0.62  | —     | —     | —      |
| 西林锰铁       | 0.41  | —          | —     | 0.31  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.27       | 2.59  | 0.94  | 0.074 | 0.063  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.16      | -0.39 | -0.24 | 0     | +0.063 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.43       | 2.20  | 0.70  | 0.074 | 0.126  |

注: 1. 采用两排大间距曲线炉膛冷风冲天炉熔炼, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉前一般不进行孕育处理, 如发现铁液过硬, 可用 75% 硅铁调软。

3. 生铁为俄罗斯进口生铁, 锰铁为黑龙江省伊春地区西林钢铁厂生产。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.46, Si2.24, Mn0.76, P0.085, S0.11;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  347MPa。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于风机中要求灰铸铁 HT150 的密封圈、电动机滑轨、防滑螺母、轴承上盖和侧盖、端盖等铸件。

配料实例 21 表 1.1-21 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 底座 (风机类 D36 罗茨风机零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1650mm×820mm×180mm, 主要壁厚 10~14mm, 为箱体空腹结构, 铸件毛重 416kg, 采用干型铸造。铸件不要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.5, Si1.8~2.2, Mn0.6~0.8, P<0.2, S<0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 湘钢生铁       | 4.15  | 1.50       | 0.13  | 0.10  | 0.02  |        |
| 冷水江生铁      | 4.10  | 2.12       | 0.80  | 0.18  | 0.03  |        |
| 合金回炉铁      | 3.40  | 2.00       | 0.70  | 0.12  | 0.10  |        |
| 废 钢        | 0.20  | 0.30       | 0.60  | 0.02  | 0.02  |        |
| 75%硅铁      | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁      | —   | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 湘钢生铁       | 20  | 0.83       | 0.30  | 0.03  | 0.020 | 0.004  |
| 冷水江生铁      | 25  | 1.03       | 0.53  | 0.20  | 0.045 | 0.008  |
| 合金回炉铁      | 40  | 1.36       | 0.80  | 0.28  | 0.048 | 0.040  |
| 废 钢        | 15  | 0.03       | 0.05  | 0.09  | 0.003 | 0.003  |
| 75%硅铁      | 0.73  | —          | 0.55  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁      | 0.42  | —          | —     | 0.27  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.25       | 2.23  | 0.87  | 0.116 | 0.055  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.16      | -0.33 | -0.17 | 0     | +0.044 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.41       | 1.90  | 0.70  | 0.116 | 0.099  |

注: 1. 采用两排大间距热风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 80%。

2. 炉前用三角试片观察白口大小, 必要时用 75% 硅铁调软铁液。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于风机中要求灰铸铁 HT150 的 D14 和 D22 机壳、墙板、底座等铸铁件。在浇注底座铸铁件时, 要用 75% 硅铁调软铁液。

配料实例 22

表 1.1-22 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 底座 (风机类零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 370mm×330mm×380mm, 主要壁厚 10mm, 为框架形结构, 铸件毛重 40kg, 上下底面加工。采用湿型铸造。铸件要求人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.7, Si2.0~2.4, Mn0.5~0.8, P≤0.15, S≤0.12  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 广西贵县生铁     | 4.12  | 2.20       | 0.79  | 0.140 | 0.050 |        |
| 回炉铁        | 3.53  | 1.94       | 0.74  | 0.120 | 0.078 |        |
| 废 钢        | 0.20  | 0.35       | 0.60  | 0.030 | 0.030 |        |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 70% 锰铁     | —   | —          | 70    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 广西贵县生铁     | 40  | 1.65       | 0.88  | 0.32  | 0.056 | 0.020  |
| 回炉铁        | 50  | 1.77       | 0.97  | 0.37  | 0.060 | 0.039  |
| 废 钢        | 10  | 0.02       | 0.04  | 0.06  | 0.003 | 0.003  |
| 75% 硅铁     | 0.75  | —          | 0.56  | —     | —     | —      |
| 70% 锰铁     | 0.20  | —          | —     | 0.14  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.44       | 2.45  | 0.89  | 0.119 | 0.062  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.17      | -0.32 | -0.18 | 0     | +0.031 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.61       | 2.13  | 0.71  | 0.119 | 0.093  |

注: 1. 采用两排大间距倒置小风口冲天炉熔炼, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前用三角试片观察白口深度, 用 75% 硅铁调整。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于风机中要求灰铸铁 HT150 的端盖等铸件。

配料实例 23

表 1.1-23 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 前轴承座 (制冷机类 8S-12.5 制冷机零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 380\text{mm} \times 186\text{mm}$ , 主要壁厚 15mm, 为圆柱形结构, 铸件毛重 42kg, 两端面及内孔均需加工, 采用湿型铸造, 机器造型, 手工下芯, 铸件要求时效处理, 加工后用水压试验强度, 气压试验密封性, 试压持续时间大于 5min, 试压时不允许有渗漏, 试验水压 1.6MPa, 试验气压 1MPa<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | (C 3.4~3.7, Si 2.0~2.3, Mn 0.5~0.8, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12)   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 新生铁        | 4.00  | 2.07       | 0.69  | 0.099 | 0.016 |        |
| 旧生铁        | 3.30  | 1.80       | 0.85  | 0.050 | 0.080 |        |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁     | —   | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 新生铁        | 50  | 2.00       | 1.04  | 0.35  | 0.050 | 0.008  |
| 旧生铁        | 50  | 1.65       | 0.90  | 0.43  | 0.025 | 0.040  |
| 75% 硅铁     | 0.71  | —          | 0.53  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁     | 0.16  | —          | —     | 0.10  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.65       | 2.47  | 0.88  | 0.075 | 0.048  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.18      | -0.37 | -0.18 | 0     | +0.024 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.83       | 2.10  | 0.70  | 0.075 | 0.072  |

注: 1. 采用三排风口曲线炉膛炉胆热风冲天炉熔炼, 熔化率 4t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C 3.7, Si 2.06, Mn 0.81, P 0.088, S 0.078;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  368MPa, 挠度  $f$  2.5mm。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于制冷机中要求灰铸铁 HT150 的各种铸件, 如 12.5 系列活塞式制冷机中的侧盖、后轴承座、高低级吸气滤网盖、联轴节; 离心式制冷机中的冷凝器盖、蒸发器盖、电动机带轮、压缩机带轮、减压阀罩帽、帽盖及辅机中的生铁盖等铸件。

配料实例 24

表 1.1-24 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 前盖 (空分制氧机类空压机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 646mm×190mm×40mm, 为板形结构, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.7, Si2.0~2.6, Mn0.6~0.9, P≤0.12, S≤0.12                |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |      |       |       |       |
|-------|----------|------|-------|-------|-------|
|       | C        | Si   | Mn    | P     | S     |
| 本溪生铁  | 4.27     | 1.13 | 0.41  | 0.040 | 0.050 |
| 普通回炉铁 | 3.30     | 2.04 | 0.82  | 0.026 | 0.069 |
| 废 钢   | 0.20     | 0.30 | 0.50  | 0.020 | 0.020 |
| 75%硅铁 | —        | 75   | —     | —     | —     |
| 锰 1   | —        | —    | 79.13 | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁    | 50       | 2.14       | 0.57  | 0.21  | 0.020 | 0.025  |
| 普通回炉铁   | 40       | 1.32       | 0.82  | 0.33  | 0.010 | 0.028  |
| 废 钢     | 10       | 0.02       | 0.03  | 0.05  | 0.002 | 0.002  |
| 75%硅铁   | 1.8      | —          | 1.35  | —     | —     | —      |
| 锰 1     | 0.4      | —          | —     | 0.32  | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.48       | 2.77  | 0.91  | 0.032 | 0.055  |
| 炉内熔化增减  |          | 0          | -0.42 | -0.18 | 0     | +0.055 |
| (熔化后铁液) |          | 3.48       | 2.35  | 0.73  | 0.032 | 0.110  |

注: 1. 采用连续出铁、出渣的两排大间距热风冲天炉熔炼, 炉内碳基本不变、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉前用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 根据铸件壁厚, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于空分设备中, 要求灰铸铁 HT150 的其他铸件, 例如: 空压机的后盖、漏斗、压板等铸件, 气压机的抢箍及通用手轮等铸件。

配料实例 25

表 1.1-25 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 皮带轮 (空分制氧机类氧气透平压缩机零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 465\text{mm} \times 270\text{mm}$ , 主要壁厚 50mm, 为圆柱形结构, 铸件毛重 104kg, 四周和内孔加工。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C 3.4~3.6, Si 1.6~2.0, Mn 0.6~1.0, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 巴西生铁       | 3.89   | 2.83       | 0.70  | 0.088 | 0.010 |        |
| 回炉铁        | 3.45   | 1.65       | 0.80  | 0.070 | 0.080 |        |
| 废 钢        | 0.20   | 0.30       | 0.60  | 0.017 | 0.019 |        |
| 75% 硅铁     | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁     | —  | —          | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁       | 47   | 1.82       | 1.33  | 0.33  | 0.040 | 0.005  |
| 回炉铁        | 44   | 1.51       | 0.73  | 0.35  | 0.030 | 0.035  |
| 废 钢        | 8  | 0.02       | 0.03  | 0.05  | 0.001 | 0.002  |
| 75% 硅铁     | 0.28   | —          | 0.21  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁     | 0.42   | —          | —     | 0.25  | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.35       | 2.30  | 0.98  | 0.071 | 0.042  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.17      | -0.35 | -0.19 | 0     | +0.032 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.52       | 1.95  | 0.79  | 0.071 | 0.074  |

注: 1. 采用三排小风口密肋炉胆热风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 80%。

2. 炉外一般不孕育, 交界铁液, 视具体情况加 75% 硅铁孕育。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 26

表 1.1-26 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 手轮 (车床类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 300\text{mm} \times 80\text{mm}$ , 壁厚 30mm, 为轮形结构, 铸件毛重 10kg, 部分加工。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.6, Si1.8~2.0, Mn0.4~0.6, P<0.1, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称  | 配料成分 (%) |      |      |       |       |
|-------|----------|------|------|-------|-------|
|       | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 俄罗斯生铁 | 4.50     | 0.68 | 0.20 | 0.040 | 0.020 |
| 中级回炉铁 | 3.40     | 1.80 | 0.60 | 0.060 | 0.120 |
| 废 钢   | 0.20     | 0.30 | 0.50 | 0.020 | 0.020 |
| 75%硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 65%锰铁 | —        | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 俄罗斯生铁   | 50       | 2.25       | 0.34  | 0.10  | 0.020 | 0.010  |
| 中级回炉铁   | 40       | 1.36       | 0.72  | 0.24  | 0.024 | 0.048  |
| 废 钢     | 10       | 0.02       | 0.03  | 0.05  | 0.002 | 0.002  |
| 75%硅铁   | 1.5      | —          | 1.13  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 0.6      | —          | —     | 0.39  | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.63       | 2.22  | 0.78  | 0.046 | 0.060  |
| 炉内熔化增减  |          | 0          | -0.33 | -0.16 | 0     | +0.060 |
| (熔化后铁液) |          | 3.63       | 1.89  | 0.62  | 0.046 | 0.120  |

注: 1. 采用两排大间距冷风冲天炉熔炼, 熔化率 7t/h, 炉内碳基本不变, 硅烧损 15%, 锰烧损 20%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉前加 75% 硅铁 0.2%, 调整三角白口, 要求白口 1~3mm。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于车床其他要求灰铸铁 HT150 的铸件, 如拨叉、配油板、液压缸、小盖、法兰盘等铸件。

配料实例 27

表 1.1-27 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 前床腿 (车床类 CWY6140 车床零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 965mm×735mm×385mm, 主要壁厚 15mm, 为箱体结构, 铸件毛重 235kg。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.5, Si2.3~2.5, Mn0.6~0.8, P≤0.2, S≤0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 成都 22# 生铁  | 4.05  | 2.40       | 0.98  | 0.230 | 0.020 |        |
| 高碳回炉铁      | 3.30  | 2.20       | 0.70  | 0.150 | 0.130 |        |
| 芯骨回炉       | 3.50  | 2.50       | 0.70  | 0.200 | 0.130 |        |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 75% 锰铁     | —   | —          | 75    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 成都 22# 生铁  | 45  | 1.80       | 1.08  | 0.44  | 0.104 | 0.009  |
| 高碳回炉铁      | 35  | 1.16       | 0.77  | 0.25  | 0.053 | 0.045  |
| 芯骨回炉       | 20  | 0.70       | 0.50  | 0.14  | 0.040 | 0.026  |
| 75% 硅铁     | 0.8   | —          | 0.60  | —     | —     | —      |
| 75% 锰铁     | 0.24  | —          | —     | 0.18  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.66       | 2.95  | 1.01  | 0.197 | 0.080  |
| 炉内熔化增减     |   | -0.18      | -0.44 | -0.30 | 0     | +0.040 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.48       | 2.51  | 0.71  | 0.197 | 0.120  |

注: 1. 采用三排风口直筒形冲天炉熔炼, 熔化率 4t/h, 炉内碳减少 5%、硅烧损 15%、锰烧损 30%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前用三角试片检验白口大小, 白口宽度控制在 0.5~1.5mm, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.45, Si2.40, Mn0.65, P0.20, S0.12;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  163MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 28

表 1.1-28 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | ：杆支架（车床类 C620B 车床零件）   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件为实体结构，铸件毛重 3kg，加工后要求孔内无疏松、缩孔等缺陷。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.4, Si2.3~2.5, Mn0.6~0.8, P≤0.2, S≤0.12                |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 成都 22# 生铁  | 4.05   | 2.40       | 0.98  | 0.230 | 0.020 |        |
| 高碳回炉铁      | 3.30   | 2.20       | 0.70  | 0.150 | 0.130 |        |
| 芯骨回炉铁      | 3.50   | 2.50       | 0.70  | 0.200 | 0.130 |        |
| 废 钢        | 0.40   | 0.40       | 0.40  | 0.070 | 0.070 |        |
| 75% 硅铁     | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 75% 锰铁     | —  | —          | 75    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 成都 22# 生铁  | 38   | 1.54       | 0.91  | 0.37  | 0.087 | 0.008  |
| 高碳回炉铁      | 42   | 1.39       | 0.92  | 0.29  | 0.063 | 0.055  |
| 芯骨回炉铁      | 10   | 0.35       | 0.25  | 0.07  | 0.020 | 0.013  |
| 废 钢        | 10   | 0.04       | 0.04  | 0.04  | 0.007 | 0.007  |
| 75% 硅铁     | 0.8  | —          | 0.60  | —     | —     | —      |
| 75% 锰铁     | 0.31   | —          | —     | 0.23  | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.32       | 2.72  | 1.00  | 0.177 | 0.083  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.07      | -0.41 | -0.30 | 0     | +0.041 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.39       | 2.31  | 0.70  | 0.177 | 0.124  |

注：1. 采用三排风口直筒形冲天炉熔炼，熔化率 4t/h，炉内碳增加 2%、硅烧损 15%、锰烧损 30%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前用三角试片检验白口大小，白口宽度控制在 1~2mm，用 75% 硅铁调整铁液硬度。

3. 检测结果：

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  165MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 29 表 1.1-29 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 铣头 (铣床类 X52K 立式铣床零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 460mm×515mm×516mm, 主要壁厚 50mm, 为盘形与柱形相结合的结构, 铸件毛重 250kg。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.6, Si1.6~2.0, Mn0.6~0.8, P≤0.16, S≤0.10   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 红旗钢厂生铁     | 3.98   | 1.48       | 0.90  | 0.236 | 0.040 |        |
| 废 铁        | 3.40   | 1.50       | 0.80  | 0.150 | 0.100 |        |
| 废 钢        | 0.20   | 0.30       | 0.50  | 微量    | 微量    |        |
| 75%硅铁      | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 60%锰铁      | —  | —          | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 红旗钢厂生铁     | 45   | 1.79       | 0.67  | 0.41  | 0.106 | 0.018  |
| 废 铁        | 50   | 1.70       | 0.75  | 0.40  | 0.075 | 0.050  |
| 废 钢        | 5  | 0.01       | 0.02  | 0.03  | —     | —      |
| 75%硅铁      | 0.75   | —          | 0.56  | —     | —     | —      |
| 60%锰铁      | —  | —          | —     | —     | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.50       | 2.00  | 0.84  | 0.181 | 0.068  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.18      | -0.30 | -0.17 | 0     | +0.068 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.68       | 1.70  | 0.67  | 0.181 | 0.136  |

注: 1. 采用连续出铁出渣的三排小风口冷风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变, 硫增加 100%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口宽度, 控制铁渣成分, 用 75% 硅铁和 60% 锰铁作调整。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.42, Si1.86, Mn0.72, P0.163, S0.072;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 409MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于铣床类要求 HT150 的其他铣头铸件。

配料实例 30 表 1.1-30 HT150 的灰铸铁配料

|                    |   |            |       |       |       |        |
|--------------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称               | 底座 (刨床类 B665 牛头刨零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点               | 铸件轮廓尺寸 1460mm × 700mm × 190mm, 最大壁厚 36mm, 最小壁厚 10mm, 结构简单, 铸件毛重 280kg, 加工面少。采用干型、干芯铸造。铸件要求人工时效处理<br>要求铸铁牌号: HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%)         | C3.4~3.6, Si2.2~2.6, Mn0.5~0.8, P≤0.15, S≤0.12  |            |       |       |       |        |
| 配 料                |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称               | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|                    | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 八钢新生铁              | 4.10  | 2.40       | 0.35  | 0.130 | 0.030 |        |
| 3 <sup>#</sup> 回炉铁 | 3.30  | 2.30       | 0.60  | 0.070 | 0.080 |        |
| 废 钢                | 0.40  | 0.30       | 0.50  | 0.055 | 0.020 |        |
| 白口铁                | —   | —          | —     | —     | —     |        |
| 75%硅铁              | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 60%锰铁              | —   | —          | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称               | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                    |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 八钢新生铁              | 50  | 2.05       | 1.20  | 0.18  | 0.065 | 0.015  |
| 3 <sup>#</sup> 回炉铁 | 40  | 1.32       | 0.92  | 0.24  | 0.028 | 0.032  |
| 废 钢                | 10  | 0.04       | 0.03  | 0.05  | 0.005 | 0.002  |
| 白口铁                | —   | —          | —     | —     | —     | —      |
| 75%硅铁              | 0.87  | —          | 0.65  | —     | —     | —      |
| 60%锰铁              | 0.3   | —          | —     | 0.18  | —     | —      |
| 合 计                |   | 3.41       | 2.80  | 0.65  | 0.098 | 0.049  |
| 炉内熔化增减             |   | 0          | -0.24 | -0.12 | 0     | +0.049 |
| (熔化后铁液)            |   | 3.41       | 2.56  | 0.53  | 0.098 | 0.098  |

注: 1. 采用两排大间距冷风冲天炉熔炼, 熔化率 3t/h, 炉内碳基本不变、硅烧损 12%、锰烧损 18%、磷不变、硫增加 100%。

2. 检测结果:

化学成分 (%): C3.4, Si2.47, Mn0.58, P0.077, S0.110;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 181MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 380MPa, 硬度 220HBS。

3. 成分含量与配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于牛头刨床中要求灰铸铁 HT150 的其他铸件, 如小箱体、上下压条等铸件。

配料实例 31

表 1.1-31 HT150 的灰铸铁配料

| 铸件名称  | 床身 (磨床类 M6365B 钻头刃磨床零件)   |      |      |       |       |          |            |       |       |       |       |        |
|---|---|------|------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件特点  | 铸件轮廓尺寸 1100mm × 600mm × 820mm, 主要壁厚 12mm, 半导轨厚 45mm, V形导轨厚 55mm, 为箱形结构, 铸件毛重 550kg。采用干型铸造。由于该铸件结构强度较弱, 芯子又较多, 常容易裂纹, 因此要求芯砂溃散性好, 铸造内应力小, 浇注后两小时内出芯砂, 以防裂纹。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |      |      |       |       |          |            |       |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%)  | C3.2~3.40, Si1.8~2.2, Mn0.6~0.9, P≤0.2, S≤0.12  |      |      |       |       |          |            |       |       |       |       |        |
| 配 料   |   |      |      |       |       |          |            |       |       |       |       |        |
| 炉料名称  | 炉料成分 (%)  |      |      |       |       | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |        |
|   | C   | Si   | Mn   | P     | S     |          | C          | Si    | Mn    | P     | S     |        |
| 武钢 F08 生铁   | 4.33  | 0.67 | 0.20 | 0.126 | 0.038 | 41.7     | 1.81       | 0.28  | 0.08  | 0.053 | 0.016 |        |
| 回炉铁   | 3.26  | 1.56 | 0.88 | 0.080 | 0.080 | 35       | 1.14       | 0.55  | 0.31  | 0.028 | 0.028 |        |
| 废 钢   | 0.24  | 0.24 | 0.40 | 0.030 | 0.030 | 23.3     | 0.06       | 0.06  | 0.09  | 0.007 | 0.007 |        |
| 75% 硅铁  | —   | 75   | —    | —     | —     | 1.66     | —          | 1.24  | —     | —     | —     |        |
| 60% 锰铁  | —   | —    | 60   | —     | —     | 1.0      | —          | —     | 0.60  | —     | —     |        |
| 总计进炉成分 .....  |   |      |      |       |       |          | →          | 3.00  | 2.13  | 1.08  | 0.088 | 0.051  |
| 炉内元素增减 C + 13%, Si - 15%, Mn - 25%, P 不变, S + 80% ..... |   |      |      |       |       |          | →          | (+13) | (-15) | (-25) | 0     | (+80)  |
|   |   |      |      |       |       |          |            | +0.39 | -0.32 | -0.27 |       | +0.041 |
| 预计铸件达到成分 .....  |   |      |      |       |       |          | →          | 3.39  | 1.81  | 0.81  | 0.088 | 0.092  |

注: 1. 采用多排小风口热风炉胆冲天炉熔炼, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 13%~20%、硅烧损 15%~20%、锰烧损 20%~25%、磷不变、硫增加 80%。

2. 本配料实际达到成分: C3.28%, Si1.79%, Mn0.80%, P0.09%, S0.10%。

实际达到性能: 205HBS,  $\sigma_b$ 245~254.8MPa,  $\sigma_{0.2}$ 401.8~441MPa。

实际达到金相组织: 石墨类型: A型石墨呈粗片分布, 带少量 B型石墨, 石墨长度 >0.08~0.12mm, 石墨数量 >8%~12%。

基体: 珠光体 90% (体积分数), 铁素体 5%~10% (体积分数), 磷共晶微量%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于磨床中要求灰铸铁 HT150 的其他铸件, 如电器门、支架、油缸等铸件。

配料实例 32 表 1.1-32 HT150 的灰铸铁配料

| 铸件名称                                     | 床身 (磨床类 M6615 金属圆锯片刃磨床零件)   |       |       |       |       |          |            |        |       |       |        |
|--|---|-------|-------|-------|-------|----------|------------|--------|-------|-------|--------|
| 铸件特点                                     | 铸件轮廓尺寸 1200mm×390mm×360mm, 主要壁厚 13mm, 壁厚比较均匀, 结构强度高, 铸件毛重 330kg, 两面加工。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |       |       |       |       |          |            |        |       |       |        |
| 合金成分控制 (%)                               | C3.2~3.4, Si1.8~2.2, Mn0.6~0.9, P≤0.20, S≤0.12  |       |       |       |       |          |            |        |       |       |        |
| 配 料                                      |   |       |       |       |       |          |            |        |       |       |        |
| 炉料名称                                     | 炉料成分 (%)  |       |       |       |       | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |        |       |       |        |
|  | C   | Si    | Mn    | P     | S     |          | C          | Si     | Mn    | P     | S      |
| 巴西 Z19 生铁                                | 4.100   | 1.900 | 0.470 | 0.095 | 0.010 | 41       | 1.681      | 0.779  | 0.193 | 0.039 | 0.004  |
| 回炉铁                                      | 3.26  | 1.56  | 0.88  | 0.080 | 0.080 | 35       | 1.141      | 0.546  | 0.308 | 0.028 | 0.028  |
| 废 钢                                      | 0.240   | 0.240 | 0.40  | 0.030 | 0.030 | 24       | 0.058      | 0.058  | 0.096 | 0.007 | 0.007  |
| 75% 硅铁                                   |   | 75    |       |       |       | 1.3      |            | 0.975  |       |       |        |
| 60% 锰铁                                   |   |       | 60    |       |       | 0.7      |            |        | 0.420 |       |        |
| 总计进炉成分                                   | →   |       |       |       |       |          | 2.880      | 2.358  | 1.017 | 0.074 | 0.039  |
| 炉内元素增减 C+13%, Si-15%, Mn-25%, P 不变, S+80 | →   |       |       |       |       |          | +0.374     | -0.354 | 0.254 | 0     | +0.031 |
| 预计铸件达到成分                                 | →   |       |       |       |       |          | 3.254      | 2.004  | 0.763 | 0.074 | 0.070  |

注: 1. 采用多排小风口热风炉胆冲天炉熔炼, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 13%~20%、硅烧损 15%~20%、锰烧损 20%~25%, 磷不变、硫增加 80%。

2. 炉前用三角试片检验白口大小, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 本配料实际达到成分: C3.207%, Si1.96%, Mn0.75%, P0.086%, S0.085%。  
实际达到性能: 219HBS,  $\sigma_b$ 244.6~284.2MPa,  $\sigma_{bb}$ 499.8~529.2MPa。

实际达到金相组织: 石墨类型: A 型, 石墨呈短片状分布, 石墨长度 >0.08~0.12mm, 石墨数量 >8%~12%。

基体: 珠光体 95% (体积分数), 铁素体 5% (体积分数), 磷共晶微量%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于磨床中要求灰铸铁 HT150 的对工作性能要求不太高的铸件。

配料实例 33 表 1.1-33 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 电机座 (钻床类 Z3063 摇臂钻床零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 530mm×570mm×113mm, 主要壁厚 10mm, 为壳形结构, 形状较简单, 铸件毛重 40kg。采用干型铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.5~3.6, Si2.0~2.2, Mn0.6~0.8, P≤0.12, S≤0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 生 铁        | 4.35   | 1.20       | 0.43  | 0.050 | 0.030 |        |
| 回炉铁        | 3.40   | 1.80       | 0.90  | 0.100 | 0.100 |        |
| 废 钢        | 0.30   | 0.20       | 0.30  | 微量    | 微量    |        |
| 75%硅铁      | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁      | —  | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 生 铁        | 45   | 1.96       | 0.54  | 0.19  | 0.023 | 0.014  |
| 回炉铁        | 40   | 1.36       | 0.72  | 0.36  | 0.040 | 0.040  |
| 废 钢        | 15   | 0.05       | 0.03  | 0.05  | —     | —      |
| 75%硅铁      | 1.39   | —          | 1.04  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁      | 0.2  | —          | —     | 0.13  | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.37       | 2.33  | 0.73  | 0.063 | 0.054  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.17      | -0.23 | -0.11 | 0     | +0.054 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.54       | 2.10  | 0.62  | 0.063 | 0.108  |

注: 1. 采用三排小间距热风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 35%、硅烧损 20%、锰烧损 35%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉前一般不作炉外孕育, 仅根据炉前三角试片, 用 75% 硅铁调整铁液碳硅当量。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT150 的其他箱体、箱盖类薄壁铸件, 如摇臂钻床的壳体盖、油箱、电门盖……等铸件。

配料实例 34

表 1.1-34 HT150 的灰铸铁配料

|                     |   |            |       |       |   |   |
|---------------------|---|------------|-------|-------|---|---|
| 铸件名称                | 手轮 (钻床类 ZW3225A 车式万向摇臂钻床零件)   |            |       |       |   |   |
| 铸件特点                | 铸件轮廓尺寸 $\phi 125\text{mm} \times 74\text{mm}$ , 主要壁厚 10mm, 为轮形结构, 铸件毛重 1.5kg, 采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |   |   |
| 合金成分控制 (%)          | C3.3, Si2.2, Mn0.7, P<0.3, S≤0.12   |            |       |       |   |   |
| 配 料                 |   |            |       |       |   |   |
| 炉料名称                | 炉料成分 (%)  |            |       |       |   |   |
|                     | C   | Si         | Mn    | P     | S |   |
| 15 <sup>#</sup> 新生铁 | 4.05  | 1.50       | 0.72  | —     | — |   |
| 25 <sup>#</sup> 新生铁 | 3.72  | 2.68       | 1.03  | —     | — |   |
| I 级回炉铁              | 3.60  | 1.60       | 0.70  | —     | — |   |
| 废 钢                 | 0.20  | 0.15       | 0.50  | —     | — |   |
| 75% 硅铁              | —   | 75         | —     | —     | — |   |
| 65% 锰铁              | —   | —          | 65    | —     | — |   |
| 炉料名称                | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |   |   |
|                     |   | C          | Si    | Mn    | P | S |
| 15 <sup>#</sup> 新生铁 | 20  | 0.81       | 0.30  | 0.15  | — | — |
| 25 <sup>#</sup> 新生铁 | 20  | 0.74       | 0.54  | 0.21  | — | — |
| I 级回炉铁              | 40  | 1.44       | 0.64  | 0.28  | — | — |
| 废 钢                 | 20  | 0.04       | 0.03  | 0.05  | — | — |
| 75% 硅铁              | 1.0   | —          | 0.75  | —     | — | — |
| 65% 锰铁              | 0.2   | —          | —     | 0.13  | — | — |
| 合 计                 |   | 3.03       | 2.26  | 0.82  | — | — |
| 炉内熔化增减              |   | +0.15      | -0.34 | -0.16 | — | — |
| (熔化后铁液)             |   | 3.18       | 1.92  | 0.66  | — | — |

注: 1. 采用三排小间距热风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于机床类中要求灰铸铁 HT150 的承受中等应力的铸铁件。如底座、刀架、端盖、调体、管路附件及一般无工作条件要求的铸件。

配料实例 35

表 1.1-35 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 平衡重锤 (镗床类卧式镗床零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1040mm×460mm×420mm, 为带有两槽的长方阶梯形实体结构, 铸件毛重 1025kg, 只加工一孔。采用干型铸造, 内放置 500mm×390mm×300mm 长方体内冷铁防缩<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.50~3.80, Si1.40~1.60, Mn0.40~0.70, P≤0.20, S≤0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁       | 4.35   | 1.74       | 0.69  | 0.069 | 0.045 |        |
| 水城生铁       | 4.20   | 1.35       | 0.51  | 0.074 | 0.045 |        |
| 回炉铁        | 3.20   | 1.35       | 0.75  | 0.120 | 0.050 |        |
| 芯骨铁        | 3.50   | 1.60       | 0.60  | 0.120 | 0.050 |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁       | 30   | 1.31       | 0.52  | 0.21  | 0.020 | 0.014  |
| 水城生铁       | 30   | 1.26       | 0.39  | 0.15  | 0.020 | 0.014  |
| 回炉铁        | 30   | 0.96       | 0.41  | 0.22  | 0.060 | 0.015  |
| 芯骨铁        | 10   | 0.35       | 0.02  | 0.06  | 0.001 | 0.065  |
| 合 计        |  | 3.88       | 1.34  | 0.64  | 0.101 | 0.018  |
| 炉内熔化增减     |  | -0.35      | -0.02 | -0.03 | 0     | +0.018 |
| (原铁液)      |  | 3.53       | 1.32  | 0.59  | 0.101 | 0.216  |
| 炉外孕育吸收     |  | —          | +0.06 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)    |  | 3.53       | 1.36  | 0.59  | 0.101 | 0.216  |

注: 1. 采用两排中间距 (500~590mm) 冷风冲天炉熔炼, 熔化率 5t/h, 炉内碳烧损 9%、硅烧损 1.4%、锰烧损 4.3%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.1kg, 吸收率为 80%。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

4. 检测结果:

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  374MPa, 挠度  $f$  3.5mm。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于镗床类, 其他不重要的铸件, 如电器箱盖、左右罩壳等铸件。



配料实例 36

表 1.1-36 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 尾部壳体 (镗床类 T68 卧式镗床零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1160mm × 395mm × 350mm, 主要壁厚 26mm, 最大壁厚 46mm, 最小壁厚 10mm, 为两端带有法兰、内有数条拉肋的长槽形壳体结构, 铸件毛重 183kg。采用干型铸造。主要加工法兰面。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.20~3.45, Si1.55~1.75, Mn0.50~0.70, P≤0.20, S≤0.12  |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁   | 4.35     | 1.74 | 0.69 | 0.069 | 0.045 |
| 水城生铁   | 4.20     | 1.30 | 0.51 | 0.074 | 0.045 |
| 回炉铁    | 3.30     | 1.35 | 0.75 | 0.100 | 0.050 |
| 芯骨铁    | 3.50     | 1.50 | 0.60 | 0.100 | 0.050 |
| 废 钢    | 0.30     | 0.25 | 0.40 | 0.050 | 0.025 |
| 钢屑饼    | 0.30     | 0.25 | 0.40 | 0.050 | 0.010 |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —        | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁    | 20       | 0.87       | 0.35  | 0.14  | 0.014 | 0.009  |
| 水城生铁    | 20       | 0.84       | 0.26  | 0.10  | 0.015 | 0.009  |
| 回炉铁     | 20       | 0.66       | 0.27  | 0.15  | 0.020 | 0.010  |
| 芯骨铁     | 10       | 0.35       | 0.15  | 0.06  | 0.010 | 0.005  |
| 废 钢     | 20       | 0.06       | 0.05  | 0.08  | 0.010 | 0.005  |
| 钢屑饼     | 10       | 0.03       | 0.03  | 0.04  | 0.005 | 0.001  |
| 75% 硅铁  | 0.58     | —          | 0.43  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁  | 0.50     | —          | —     | 0.33  | —     | —      |
| 合 计     |          | 2.81       | 1.54  | 0.90  | 0.074 | 0.039  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.41      | -0.05 | -0.19 | 0     | +0.009 |
| (原铁液)   |          | 3.22       | 1.49  | 0.71  | 0.074 | 0.048  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.07 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.22       | 1.56  | 0.71  | 0.074 | 0.048  |

注: 1. 采用两排中间距 (500~590mm) 冷风冲天炉熔炼, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 14.6%、硅烧损 3.3%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 23%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小控制铁液成分。用 75% 硅铁或 75% 硅铁与 24% 硅钙复合孕育, 孕育剂加入量 0.10%~0.15%, 综合吸收率为 75%。

3. 检测结果: 抗弯强度  $\sigma_b$  470MPa, 挠度  $f$  4mm。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT150 的铸件, 如: T42100 滑轮架, THK4680 踏板、底板、支座, TM6112 顶盖, T68 主轴箱盖等铸件。也可用于大中型仿形铣床、XB4450、XB4480、XB44112、XB44200 主轴箱盖、前后轴屑槽、减速箱体等铸件。

配料实例 37 表 1.1-37 HT150 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 上拖板(镗床类卧式镗床零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 910mm×770mm×126mm, 主要壁厚 31mm, 最大壁厚 75mm, 为带有导轨的板状结构, 铸件毛重 385kg。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制(%) | C3.15~3.35, Si1.40~1.60, Mn0.70~0.90, P≤0.20, S≤0.10   |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |
|---------|----------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         | C        | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁    | 4.30     | 1.27      | 0.82  | 0.060 | 0.018 |        |
| 回炉铁     | 3.30     | 1.35      | 0.75  | 0.150 | 0.050 |        |
| 芯骨铁     | 3.50     | 1.50      | 0.60  | 0.150 | 0.050 |        |
| 废 钢     | 0.30     | 0.25      | 0.40  | 0.050 | 0.020 |        |
| 钢屑饼     | 0.30     | 0.25      | 0.40  | 0.050 | 0.020 |        |
| 75%硅铁   | —        | 75        | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁   | —        | —         | 65    | 0.600 | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|         |          | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁    | 30       | 1.29      | 0.38  | 0.25  | 0.018 | 0.005  |
| 回炉铁     | 24       | 0.79      | 0.32  | 0.18  | 0.036 | 0.012  |
| 芯骨铁     | 10       | 0.35      | 0.15  | 0.06  | 0.015 | 0.005  |
| 废 钢     | 26       | 0.08      | 0.07  | 0.10  | 0.013 | 0.005  |
| 钢屑饼     | 10       | 0.03      | 0.03  | 0.04  | 0.005 | 0.002  |
| 75%硅铁   | 1.2      | —         | 0.90  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 1.0      | —         | —     | 0.65  | 0.006 | —      |
| 合 计     |          | 2.54      | 1.85  | 1.28  | 0.093 | 0.029  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.83     | -0.41 | -0.41 | 0     | +0.020 |
| (原铁液)   |          | 3.37      | 1.44  | 0.87  | 0.093 | 0.049  |
| 炉外孕育吸收  |          | —         | +0.08 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.37      | 1.52  | 0.87  | 0.093 | 0.049  |

注: 1. 采用两排中间距(500~590mm)冷风冲天炉熔炼, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 33%、硅烧损 22%、锰烧损 32%、磷不变、硫增加 70%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小控制铁液成分; 用 75%硅铁或 75%硅铁与 24%硅钙各 50% 混合进行孕育处理, 加入量 0.15%~0.35%。综合吸收率为 75%。

3. 检测结果:

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  225.4MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  490MPa, 挠度  $f$  4.5mm, 硬度 182HBS (硬度值是铸件上检验值。抗拉试棒  $\phi$ 50mm 车成  $\phi$ 25mm)。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于镗床类铸铁件中要求灰铸铁 HT150, 壁厚不均匀, 量大断面超过 40mm, 量小断面在 20mm 以下的铸铁件, 如 TM6112 重切削支架; T68 主轴箱、拖板、后支柱、后支柱滑座等铸件。此外, 还适合于大中型仿型铣 XB44200 上、左、右、下支柱, 左、右工作台; XB44112 床身、拖板、横梁、台座、上下支柱; XB4480 上、下角度工作台; XB4450 主轴箱等铸件。

配料实例 38 表 1.1-38 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |        |       |
|------------|--|------------|-------|-------|--------|-------|
| 铸件名称       | 尾部壳体 (镗床类 T68 卧式镗床零件)  |            |       |       |        |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1140mm×442mm×365mm, 主要壁厚 12mm, 为槽形结构, 铸件毛重 175kg。采用干型干芯铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |        |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.5, Si1.6~1.9, Mn0.5~0.8, S<0.12, P<0.15   |            |       |       |        |       |
| 配 料        |  |            |       |       |        |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |        |       |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S      |       |
| 邢钢生铁       | 4.14   | 2.2        | 1.2   | 0.008 | 0.07   |       |
| 回炉铁        | 3.4  | 2.0        | 0.65  | —     | 0.12   |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P      | S     |
| 邢钢生铁       | 40   | 1.66       | 0.88  | 0.48  | 0.0032 | 0.028 |
| 回炉铁        | 60   | 2.04       | 1.2   | 0.39  | —      | 0.072 |
| 合 计        |  | 3.70       | 2.08  | 0.87  | —      | 0.1   |
| 炉内熔化增减     |  | -0.3       | -0.23 | -0.15 | —      | +0.02 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.40       | 1.85  | 0.72  | —      | 0.12  |

注: 1. 采用中央送风与大间距侧吹风冲天炉熔炼, 熔化率 3.5t/h, 浇注温度 1350~1290°C。炉内碳烧损 8%、硅烧损 11%、锰烧损 17%、磷不变、硫烧损 20%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用 75% 硅铁调整铁液硬度, 三角白口宽度控制为 3mm。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.40, Si1.85, Mn0.72, P 不变, S0.12;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  176MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料适用于镗床类铸件中要求 HT150, 使用性能要求不高的中小铸件, 如 T68 的主轴箱盖、护罩等铸件。

配料实例 39 表 1.1-39 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |      |      |       |       |
|------------|--|------|------|-------|-------|
| 铸件名称       | 机盖 (齿轮加工机床类刨齿机零件)  |      |      |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 575mm×197mm×323mm, 为薄壳形结构, 铸件毛重 22.5kg。采用湿型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |      |      |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.8, Si1.6~2.0, Mn0.5~0.8, P≤0.15, S≤0.10                                     |      |      |       |       |
| 配 料        |  |      |      |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |      |      |       |       |
|            | C  | Si   | Mn   | P     | S     |
| 红旗钢厂生铁     | 4.06   | 1.92 | 1.01 | 0.198 | 0.052 |
| 废 铁        | 3.4  | 1.6  | 0.9  | 0.15  | 0.10  |

(续)

| 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |        |        |        |         |
|----------|------------|--------|--------|--------|---------|
|          | C          | Si     | Mn     | P      | S       |
| 40       | 1.624      | 0.768  | 0.404  | 0.0792 | 0.0208  |
| 60       | 2.04       | 0.96   | 0.54   | 0.09   | 0.06    |
| 合计       | 3.664      | 1.728  | 0.944  | 0.169  | 0.0808  |
| 炉内熔化增减   | +0.183     | -0.259 | -0.189 | —      | +0.0208 |
| (原铁液)    | 3.847      | 1.469  | 0.755  | 0.169  | 0.1616  |
| 炉外孕育吸收   | —          | +0.12  | —      | —      | —       |
| (孕育后铁液)  | 3.847      | 1.589  | 0.755  | 0.169  | 0.162   |

注：1. 采用三排小风口热风冲天炉熔炼，炉内碳增加5%、硅烧损15%、锰烧损20%、磷不变、硫增加100%。

2. 炉前铁液包内孕育，100kg铁液加75%硅铁0.2kg，吸收率80%。

3. 炉前，用三角试块检验白口宽度，控制铁液成分，用75%硅铁和60%锰铁作微量调整。

4. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.50，Si1.90，Mn0.85，P0.176，S0.087；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_b$  379.3MPa。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于齿轮加工机床中要求灰铸铁 HT150 的其他箱体类薄壁铸件。

配料实例 40 表 1.1-40 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 仪表机床类中无特殊要求的铸铁件零件  |
| 铸件特点       | 要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150   |
| 合金成分控制 (%) | C3.30~3.60，Si1.70~2.00，Mn0.60~0.80，P $\leq$ 0.12，S $\leq$ 0.10 |

配 料

| 炉料名称               | 炉料化学成分 (质量分数) (%) |     |     |      |      | 加入量 (%) |
|--------------------|-------------------|-----|-----|------|------|---------|
|                    | C                 | Si  | Mn  | P    | S    |         |
| 首钢 Z15 生铁          | 4.1               | 1.6 | 0.6 | 0.07 | 0.03 | 40      |
| 普通回炉铁              | 3.2               | 1.6 | 0.8 | 0.10 | 0.10 | 52.5    |
| 废 钢                |                   |     |     |      |      | 7.5     |
| 75 <sup>#</sup> 硅铁 |                   | 75  |     |      |      | 1.1     |

(续)

| 炉料名称   | 炉料化学成分 (质量分数) (%) |    |    |   |   | 加入量 (%) |
|--------|-------------------|----|----|---|---|---------|
|        | C                 | Si | Mn | P | S |         |
| 65# 锰铁 |                   |    | 65 |   |   | 0.42    |

注: 1. 配料计算:

Si 量计算: (Si 的炉内烧损以 20% 计)

生铁带入的 Si =  $1.6 \times 40\%$ 

= 0.64%

回炉铁带入的 Si =  $1.6 \times 52.5\%$ 

= 0.84%

合计 1.48%

带入的 Si 减去烧损还剩  $1.48 \times (1 - 20\%)$ 

1.184%

应补 Si 量  $1.85\% - 1.184\%$ 

0.666%

其中炉内补 Si 0.66%, 炉外孕育补 Si 0%

加上烧损后炉内应补 Si =  $0.66 \div (1 - 20\%)$ 

= 0.825%

折合成 75Si-Fe 为  $0.825 \div 75\%$ 

= 1.1%

Mn 量计算: (Mn 的炉内烧损以 25% 计)

生铁带入的 Mn =  $0.6 \times 40\%$ 

= 0.24%

回炉铁带入的 Mn =  $0.8 \times 52.5\%$ 

= 0.42%

合计 0.66%

带入的 Mn 减去烧损后还剩  $0.66 \times (1 - 25\%)$ 

= 0.495%

应补 Mn 量:  $0.70\% - 0.495\%$ 

= 0.205%

加上烧损后炉内应补 Mn  $0.205 \div (1 - 25\%)$ 

= 0.273%

折合成 65Mn-Fe 为  $0.273 \div 65\%$ 

= 0.42%

2. 采用两排风口冷风冲天炉熔炼, 熔化率 1.5t/h, 炉内硅烧损约 20%、锰烧损约 25%。

3. 成分含量和加入量皆指质量分数。

配料实例 41 表 1.1-41 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |      |       |       |       |
|------------|---|------------|------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 左蜗轮箱 (冲压设备类 W62—4 折边机零件)  |            |      |       |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 385mm×177mm×202mm, 主要壁厚 14mm, 为箱体结构, 铸件毛重 285kg, 三面加工。采用表面干燥型铸造。铸件要求时效处理。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |      |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.6, Si1.9~2.3, Mn0.5~0.8, P≤0.25, S≤0.20  |            |      |       |       |       |
| 配 料        |   |            |      |       |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |      |       |       |       |
|            | C   | Si         | Mn   | P     | S     |       |
| 722# 生铁    | 3.93  | 2.21       | 0.44 | 0.132 | 0.015 |       |
| HT 回炉铁     | 3.40  | 2.00       | 0.80 | 0.130 | 0.130 |       |
| 废 钢        | 0.70  | 0.50       | 0.50 | 微量    | 微量    |       |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —    | —     | —     |       |
| 60% 锰铁     | —   | —          | 60   | —     | —     |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |      |       |       |       |
|            |   | C          | Si   | Mn    | P     | S     |
| 722# 生铁    | 55  | 2.16       | 1.22 | 0.24  | 0.073 | 0.008 |
| HT 回炉铁     | 30  | 1.02       | 0.60 | 0.24  | 0.039 | 0.039 |
| 废 钢        | 15  | 0.11       | 0.08 | 0.08  | —     | —     |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 75% 硅铁  | 0.55     | —          | 0.41  | —     | —     | —      |
| 60% 锰铁  | 0.4      | —          | —     | 0.24  | —     | —      |
| 合计      |          | 3.29       | 2.31  | 0.80  | 0.112 | 0.047  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.16      | -0.18 | -0.10 | 0     | +0.042 |
| (熔化后铁液) |          | 3.45       | 2.13  | 0.70  | 0.112 | 0.089  |

注：1. 采用卡腰短间距倒置冷风冲天炉熔炼，炉内碳增加 5%、硅烧损 8%、锰烧损 12%、磷不变、硫增加 90%。

2. 炉前，用三角试片白口深度大小来控制铁液成分。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.42，Si2.03，Mn0.73，P0.154，S0.146；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 196MPa，硬度 212HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于冲压机床中要求灰铸铁 HT150 的铸件，如：铸铁轮壳、支座、小皮带轮等铸件。

**配料实例 42** 表 1.1-42 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 后撑档 (冲压设备类 Q11—6X2500 剪板机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2540mm×228mm×220mm，主要壁厚 20mm；壁厚均匀，为狭长结构，铸件毛重 145kg。采用表面干燥砂型铸造<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.5，Si1.7~1.8，Mn0.5~0.6，P≤0.12，S≤0.12   |

**配 料**

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|-------|----------|------|------|-------|-------|
|       | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 梅山新铁  | 4.40     | 1.80 | 0.80 | 0.170 | 0.030 |
| 灰铁回炉料 | 3.20     | 1.70 | 0.80 | 0.100 | 0.120 |
| 废 钢   | 0.20     | 0.25 | 0.50 | 微量    | 微量    |
| 硅 铁   | —        | 75   | —    | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 梅山新铁    | 45       | 1.98       | 0.81  | 0.36  | 0.077 | 0.014  |
| 灰铁回炉料   | 45       | 1.44       | 0.77  | 0.36  | 0.045 | 0.054  |
| 废 钢     | 10       | 0.02       | 0.03  | 0.05  | —     | —      |
| 硅 铁     | 0.5      | —          | 0.38  | —     | —     | —      |
| 合计      |          | 3.44       | 1.99  | 0.77  | 0.122 | 0.068  |
| 炉内熔化增减  |          | 0          | -0.28 | -0.19 | 0     | +0.034 |
| (熔化后铁液) |          | 3.44       | 1.71  | 0.58  | 0.122 | 0.102  |

注：1. 采用三排风口冲天炉熔炼，熔化率 5t/h，送风温度 90~150°C。出铁温度 1400~1420°C，浇注温度 1350~1370°C，炉内碳基本不变、硅烧损 15%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉外不孕育。

3. 炉前，用三角试片检验三角白口宽度。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于剪床类中壁厚小于 15mm、强度要求不高的普通铸件。

配料实例 43 表 1.1-43 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 导轨 (冲压设备类 J23-35t 开式双柱可倾压力机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 400mm×95mm×60mm, 壁厚 90mm, 为 V 形槽结构, 铸件毛重 20kg, 全部加工。采用表干型铸造, 平浇<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.5, Si1.9~2.3, Mn0.5~0.8, P<0.12, S<0.12  |

## 配 料

| 炉料名称             | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|------------------|----------|------|------|-------|-------|
|                  | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 抗钢生铁             | 4.21     | 2.06 | 0.97 | 0.069 | 0.034 |
| 信阳生铁             | 4.12     | 1.86 | 0.38 | 0.090 | 0.077 |
| 回炉铁 <sup>1</sup> | 3.13     | 1.68 | 1.09 | 0.086 | 0.072 |
| 回炉铁 <sup>2</sup> | 3.42     | 1.94 | 0.67 | 0.091 | 0.080 |
| 废 钢              | 0.40     | 0.23 | 0.71 | 0.040 | 0.040 |
| 刨花团块             | 0.40     | 0.23 | 0.71 | 0.040 | 0.040 |
| 75%硅铁            | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 65%锰铁            | —        | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称             | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |                   |       |        |
|------------------|----------|------------|-------|-------------------|-------|--------|
|                  |          | C          | Si    | Mn                | P     | S      |
| 抗钢生铁             | 25       | 1.05       | 0.51  | 0.24              | 0.017 | 0.009  |
| 信阳生铁             | 32.5     | 1.34       | 0.60  | 0.12              | 0.029 | 0.025  |
| 回炉铁 <sup>1</sup> | 12.5     | 0.39       | 0.21  | 0.14              | 0.011 | 0.009  |
| 回炉铁 <sup>2</sup> | 12.5     | 0.43       | 0.24  | 0.08              | 0.011 | 0.010  |
| 废 钢              | 12.5     | 0.05       | 0.03  | 0.09              | 0.005 | 0.005  |
| 刨花团块             | 5        | 0.02       | 0.01  | 0.04              | 0.002 | 0.002  |
| 75%硅铁            | 0.75     | —          | 0.56  | —                 | —     | —      |
| 65%锰铁            | 0.5      | —          | —     | 0.33              | —     | —      |
| 合 计              |          | 3.28       | 2.16  | 1.04 <sup>0</sup> | 0.075 | 0.060  |
| 炉内熔化增减           |          | +0.16      | -0.30 | -0.23             | 0     | +0.018 |
| (熔化后铁液)          |          | 3.44       | 1.86  | 0.81              | 0.075 | 0.078  |

注: 1. 采用两排大间距热风 (风温 180~220°C) 冲天炉熔炼, 熔化率 5t/h, 炉内熔化元素增减率: C=1.8+0.5C<sub>铁料</sub>、Si-14%、Mn-22%、P 不变、S=0.75S<sub>铁料</sub>+0.3·K<sub>灰比</sub>·S<sub>焦炭</sub>=0.75S<sub>铁料</sub>+0.3×0.11×1。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于冲压机械中要求灰铸铁 HT150 的冲脚、轴承座、操纵器座等铸件。

配料实例 44 表 1.1-44 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 锥形体 (铸造设备类 Q3113A 抛丸清理滚筒零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1424\text{mm} \times 45\text{mm}$ , 主要壁厚 16mm, 为圆锥形结构, 铸件毛重 116kg, 上下两面加工。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.5, Si1.8~2, Mn0.6~0.8, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 莱芜生铁       | 4.00   | 2.00       | 0.70  | 0.050 | 0.030 |        |
| 回炉铁        | 3.40   | 1.60       | 0.90  | 0.150 | 0.100 |        |
| 废 钢        | 0.30   | 0.30       | 0.50  | 0.050 | 0.030 |        |
| 硅 铁        | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 锰 铁        | —  | —          | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 莱芜生铁       | 56   | 2.24       | 1.12  | 0.39  | 0.028 | 0.017  |
| 回炉铁        | 34   | 1.16       | 0.54  | 0.31  | 0.051 | 0.034  |
| 废 钢        | 10   | 0.03       | 0.03  | 0.05  | 0.005 | 0.003  |
| 硅 铁        | 0.9  | —          | 0.68  | —     | —     | —      |
| 锰 铁        | 0.4  | —          | —     | 0.24  | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.43       | 2.37  | 0.99  | 0.080 | 0.054  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.03      | -0.47 | -0.27 | 0     | +0.054 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.46       | 1.90  | 0.72  | 0.080 | 0.108  |

注: 1. 采用两排大间距热风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 1%、硅烧损 20%、锰烧损 28%、磷不变、硫增加 60%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分。用 75% 硅铁调整铁液。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于铸造机械中要求灰铸铁 HT150 的 Q3113A 抛丸清理滚筒的托轮罩、轴承座、法兰盘、电机皮带轮; ZB148C 造型机的滚轮架等铸件。



配料实例 45 表 1.1-45 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |                     |      |       |       |            |               |    |        |        |            |            |
|------------|---|---------------------|------|-------|-------|------------|---------------|----|--------|--------|------------|------------|
| 铸件名称       | 机座 (铸造设备类 Q116 圆形滚筒清理机零件)   |                     |      |       |       |            |               |    |        |        |            |            |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2245mm×736mm×235mm, 主要壁厚 15mm, 为箱体结构, 铸件毛重 420kg, 上下面加工。采用干型铸造 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |                     |      |       |       |            |               |    |        |        |            |            |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.6, Si1.9~2.1, Mn0.5~0.7, P<0.15, S<0.15  |                     |      |       |       |            |               |    |        |        |            |            |
| 配 料        |   |                     |      |       |       |            |               |    |        |        |            |            |
| 铸铁牌号       | 层铁重<br>/kg  | 金 属 炉 料/kg          |      |       |       |            |               |    |        |        | 层焦重<br>/kg | 石灰石<br>/kg |
|            |   | Z20 <sup>#</sup> 生铁 | 机 铁  |       |       |            | 废钢            | 压块 | 硅铁 74% | 锰铁 63% |            |            |
|            |   |                     | I 级  | II 级  | Y 级   | QT 级       |               |    |        |        |            |            |
| HT150      | 600   | 240                 | 270  |       |       |            | 90            |    | 11     | 2      | 60         | 25         |
| 检测结果       | 化学成分 (质量分数) (%)   |                     |      |       |       |            |               |    |        |        | 力学性能/MPa   |            |
|            | C   | Si                  | Mn   | P     | S     | $\sigma_b$ | $\sigma_{10}$ |    |        |        |            |            |
|            | 3.24  | 2.15                | 0.60 | 0.061 | 0.115 | 246        | 426           |    |        |        |            |            |
| 各种炉料       | Z20 <sup>#</sup> 生铁   | 3.89                | 1.78 | 0.62  | 0.034 | 0.039      |               |    |        |        |            |            |
|            | 废 钢   | 0.20                | 0.10 | 0.40  |       |            |               |    |        |        |            |            |
|            | II 机铁   | 3.40                | 2.0  | 0.60  | <0.15 | <0.15      |               |    |        |        |            |            |
|            | I 机铁  | 3.20                | 1.80 | 0.80  | <0.15 | <0.12      |               |    |        |        |            |            |
|            | Y 机铁  | 3.0                 | 1.50 | 1.0   | <0.15 | <0.12      |               |    |        |        |            |            |
|            | QT 机铁   |                     | 3.0  | 0.6   |       |            |               |    |        |        |            |            |
|            | 压 块   | 2.0                 | 0.33 | 0.18  |       | 0.27       |               |    |        |        |            |            |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 间断出铁、出渣, 冷风冲天炉, 炉内硅烧损 25%~30%、锰烧损 30%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用质量分数 75% 硅铁调整铁液的软硬程度。

配料实例 46 表 1.1-46 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 铸件名称       | 支架 (造纸机械类造纸机零件)   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1650mm×1350mm×180mm, 主要壁厚 18mm, 为酒杯支架结构, 铸件毛重 400kg, 两端面和脐子处加工。铸件经热处理消除应力<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.5, Si1.5~1.8, Mn0.7~0.9, P≤0.1, S≤0.12   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

(续)

| 配 料   |       |      |     |          |      |      |
|-------|-------|------|-----|----------|------|------|
| 品名    | 规格    | 配料比例 |     | 化学成分 (%) |      |      |
|       |       | (%)  | /kg | C        | Si   | Mn   |
| 规格成分  |       |      |     | 3.5      | 1.6  | 0.85 |
| 炉中增减  |       |      |     | 0        | -15  | -20  |
| 配料成分  |       |      |     |          |      |      |
| 生 铁   | Z14   | 60   | 360 | 4.1      | 1.36 | 0.6  |
| 回炉铁   | HT150 | 28   | 168 | 3.4      | 1.7  | 0.8  |
| 杂 钢   |       | 12   | 72  | 0.4      | 0.5  | 0.5  |
| 金属料合计 |       | 100  | 600 | 3.56     | 1.15 | 0.51 |
| 硅 铁   | 75%Si | 0.6  | 3.6 |          | 0.36 |      |
| 锰 铁   | 65%Mn | 0.8  | 4.8 |          |      | 0.39 |
| 配得成分  |       |      |     | 3.56     | 1.51 | 0.90 |

注：1. 采用多排风口曲线炉膛冷风冲天炉熔炼，炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%。

2. 炉前，用三角试片观察白口大小，用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.52，Si1.58，Mn0.81，P0.058，S0.105；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 159MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于造纸机械中要求灰铸铁 HT150 的铸件，如支架、基础板、减速机壳和真空过滤机转鼓等铸件。

配料实例 47 表 1.1-47 HT150 的灰铸铁熔炼

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 铸铁网笼（造纸机械类造纸机零件）  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1250\text{mm} \times 12\text{mm}$ ，主要壁厚 12mm，为薄壁花肋圆形结构，铸件毛重 60kg，轮和轴头加工。铸件进行自然时效<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.6，Si1.8~2.1，Mn0.6~0.8，P $\leq$ 0.1，S $\leq$ 0.12   |

| 配 料   |       |      |     |          |      |      |
|-------|-------|------|-----|----------|------|------|
| 品名    | 规格    | 配料比例 |     | 化学成分 (%) |      |      |
|       |       | (%)  | /kg | C        | Si   | Mn   |
| 规格成分  |       |      |     | 3.5      | 1.9  | 0.7  |
| 炉中增减  |       |      |     | -4       | -15  | -20  |
| 配料成分  |       |      |     |          |      |      |
| 生 铁   | Z22   | 60   | 360 | 4.0      | 2.1  | 0.6  |
| 回炉铁   | HT150 | 35   | 210 | 3.5      | 1.7  | 0.8  |
| 杂 钢   |       | 5    | 30  | 0.40     | 0.5  | 0.5  |
| 金属料合计 |       | 100  | 600 | 3.48     | 1.61 | 0.54 |

(续)

| 品名   | 规格    | 配料比例 |     | 化学成分 (%) |      |      |
|------|-------|------|-----|----------|------|------|
|      |       | (%)  | /kg | C        | Si   | Mn   |
| 硅 铁  | 75%Si | 0.5  | 3   |          | 0.3  |      |
| 锰 铁  | 65%Mn | 0.4  | 2.4 |          |      | 0.20 |
| 配得成分 |       |      |     | 3.48     | 1.91 | 0.74 |

- 注：1. 采用多排风口曲线炉膛冷风冲天炉熔炼，炉内碳烧损4%，硅烧损15%，锰烧损20%。
2. 炉前，用三角试片观察白口大小，用质量分数75%硅铁调整白口。
3. 检验结果：  
化学成分(%)：C3.51，Si1.97，Mn0.79，P0.052，S0.099；  
力学性能：抗弯强度 $\sigma_{bb}$ 310MPa。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于造纸机械中要求灰铸铁 HT150 的编坠铁、轴承盖10mm厚小减速机壳等铸件。

配料实例 48 表 1.1-48 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 底座 (印刷机械类 AJS301 三色凹印机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 810mm×405mm×80mm，主要壁厚 35mm，为板状结构，铸件毛重 95kg。采用干型铸造。铸件需经时效处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.5，Si1.9~2.3，Mn0.5~0.8，P<0.2，S<0.12   |

## 配 料

| 类别<br>牌号 | 新生铁 |     | 回炉料<br>/kg | 废钢<br>/kg | 铁合金/kg |    | 批数 | 备注 |
|----------|-----|-----|------------|-----------|--------|----|----|----|
|          | 酒钢  | Z15 |            |           | 硅铁     | 锰铁 |    |    |
| HT150    | 200 |     | 250        | 50        | 6.2    |    |    |    |

| 炉料名称 | 炉料化学成分 (质量分数) (%) |      |       |      |      |
|------|-------------------|------|-------|------|------|
|      | C                 | Si   | Mn    | P    | S    |
| 新生铁  | 4.34              | 1.31 | 0.9   | 0.09 | 0.03 |
| 回炉铁  | 3.3               | 2.0  | 0.7   | 0.15 | 0.10 |
| 废 钢  | 0.4               | 0.3  | 0.5   | 0.06 | 0.03 |
| 硅 铁  |                   | 75.3 |       |      |      |
| 锰 铁  |                   |      | 67.51 |      |      |

- 注：1. 采用倒置两排大间距曲线炉膛冷风冲天炉熔炼，熔化率 5t/h，炉内碳烧损 3%，硅烧损 15%，锰烧损 20%，硫增加 100%。
2. 炉前，用三角试片控制白口大小，用 75% 硅铁调软铁液。
3. 检测结果：  
化学成分(%)：C3.36，Si2.14，Mn0.62，P0.13，S0.12；  
力学性能：抗弯强度 $\sigma_{bb}$ 338MPa，挠度  $f$ 2.8mm，硬度 182HBS。
4. 本配料还适用于印刷机械中要求灰铸铁 HT150 的底座、端盖、皮带轮等铸件。

配料实例 49 表 1.1-49 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 机座 (橡胶机械类炼胶机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 4881mm × 1724mm × 265mm, 壁厚较均匀, 主要壁厚 20~30mm, 为槽形结构, 铸件毛重 2~7t, 采用干型铸造。铸件经热时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.5, Si1.9~2.3, Mn0.5~0.8, P≤0.4, S≤0.15   |

## 配 料

| 炉料名称                        | 配料比例 (%) | 化学成分 (质量分数) (%) |      |               |      |               |      |       |       |       |       | 备注 |
|-----------------------------|----------|-----------------|------|---------------|------|---------------|------|-------|-------|-------|-------|----|
|                             |          | C               |      | Si            |      | Mn            |      | P     |       | S     |       |    |
|                             |          | 单               | 合    | 单             | 合    | 单             | 合    | 单     | 合     | 单     | 合     |    |
| 铸造生铁                        | 45       | 3.87            | 1.74 | 1.40          | 0.63 | 0.63          | 0.28 | 0.05  | 0.023 | 0.04  | 0.018 |    |
| 回炉铁                         | 50       | 3.40            | 1.70 | 2.00          | 1.00 | 0.80          | 0.40 | 0.129 | 0.065 | 0.075 | 0.038 |    |
| 废 钢                         | 5        | 0.25            | 0.01 | 0.24          | 0.01 | 0.61          | 0.03 | 0.150 | 0.007 | 0.020 | 0.001 |    |
| 共 计                         |          |                 | 3.45 |               | 1.64 |               | 0.71 |       | 0.095 |       | 0.057 |    |
| 熔化增减                        |          | ×1.02           | 3.51 | ×0.80         | 1.31 | ×0.75         | 0.53 |       |       | ×2.00 | 0.114 |    |
| 加入合金                        |          |                 |      | 1.16/<br>74.6 | 0.69 | 0.33/<br>68.7 | 0.17 |       |       |       |       |    |
| 每 批<br>加入量<br>(每批<br>800kg) |          |                 |      | (9.3kg<br>硅铁) |      | (2.6kg<br>锰铁) |      |       |       |       |       |    |
| 计算成分                        |          |                 | 3.51 |               | 2.0  |               | 0.7  |       | 0.095 |       | <0.13 |    |

注: 1. 采用中央与侧吹结合送风冲天炉熔炼, 熔化率 7t/h, 炉内碳增加 2%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 100%。

2. 炉前, 浇注 12mm × 32mm × 100mm 三角试片, 用硅铁调整铁液成分, 三角白口数控制在 0~1mm。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 50 表 1.1-50 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 刻度盘 (橡胶机械类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 173\text{mm} \times 18.5\text{mm}$ , 主要壁厚 4mm, 为圆形薄壁结构, 铸件毛重 1.26kg, 要求表面无任何影响外观之铸造缺陷。采用湿型铸造。铸件经人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.5, Si2.0~2.4, Mn0.5~0.8, P≤0.20, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称     | 冷水江 Z22 生铁 | 回炉铁 | 废 钢  | 硅 铁 |
|----------|------------|-----|------|-----|
| 配料比例 (%) | 37.5       | 50  | 12.5 | 1.1 |

注: 1. 采用热风三节炉熔炼, 熔化率 0.5t/h, 炉内碳增加严重、硅烧损 15%左右、锰烧损 15%左右。

2. 炉前, 用三角试片检验白口深度, 控制铁液成分。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.23, Si2.44, Mn0.64, P0.14, S0.07。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 51 表 1.1-51 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 减速机体 (橡胶机械类 XK400 炼胶机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1278mm×470mm×415mm, 主要壁厚 12mm, 为薄壁箱盒形结构, 面积中等, 铸件毛重 320kg。采用干型铸造。铸件经人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.6~3.9, Si2.0~2.4, Mn0.5~0.8, P<0.2, S≤0.12  |

## 配 料

|          |            |     |     |
|----------|------------|-----|-----|
| 炉料名称     | 冷水江 Z22 生铁 | 回炉铁 | 硅 铁 |
| 配料比例 (%) | 50         | 50  | 0.6 |

- 注: 1. 采用两排大间距冷风冲天炉熔炼, 熔化率 5t/h, 炉内硅烧损 20%, 锰烧损 20%。  
2. 检验结果: 化学成分 (%) 为 C3.80, Si2.38, Mn0.70, P0.18, S0.03。  
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 52 表 1.1-52 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 底座 (橡胶机械类炼胶机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1350mm×3700mm×200mm, 平均壁厚 30mm, 为内有许多交错筋板结构, 壁厚均匀。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.6, Si1.8~2.2, Mn0.5~0.8, P<0.2, S<0.12  |

## 配 料

| 炉料名称     | 配料比 (%) | 炉料中含量/配料中含量 |          |          |            |            |      |       |
|----------|---------|-------------|----------|----------|------------|------------|------|-------|
|          |         | C           | Si       | Mn       | P          | S          |      |       |
| 新生铁 Z22  | 45      | 4.2/1.90    | 2.1/0.95 | 0.6/0.27 | 0.03/0.013 | 0.02/0.009 |      |       |
| 机 铁      | 45      | 3.4/1.53    | 2.0/0.90 | 0.6/0.27 | 0.15/0.067 | 0.12/0.054 |      |       |
| 废 钢      | 10      |             |          | 0.6/0.06 |            |            |      |       |
| 硅 铁      | 0.5     |             | 73/0.36  |          |            |            |      |       |
| 锰 铁      | 0.25    |             |          | 61/0.17  |            |            |      |       |
| 配料成分 (%) |         | 3.43        | 2.21     | 0.77     | 0.080      | 0.063      |      |       |
| 投料重量/kg  | 层铁重     | 层焦重         | 石灰石      | 金 属 料    |            |            |      |       |
|          |         |             |          | 新生铁      | 机铁         | 废钢         | 硅铁   | 锰铁    |
|          | 250     | 27          | 10       | 112.5    | 112.5      | 25         | 1.25 | 0.625 |

- 注: 1. 采用卡腰式冷风冲天炉熔炼, 熔化率 2.5t/h, 炉内硅烧损 8%, 锰烧损 13%~15%。  
2. 炉前, 用三角试片检查白口大小, 控制成分, 浇湿型铸件时一般加 75% 硅铁调软些。  
3. 检测结果: 化学成分 (%) 为 C3.42, Si2.02, Mn0.7, P0.175, S0.101。  
4. 成分含量和配料比皆指质量分数。  
5. 本配料还适用于橡胶机械中一般低牌号铸铁件。

配料实例 53

表 1.1-53 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |         |          |          |        |
|------------|---|------------|---------|----------|----------|--------|
| 铸件名称       | 电动机座 (塑料机械类 SZ200/120 注塑成型机零件)  |            |         |          |          |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 350\text{mm} \times 195\text{mm}$ , 为圆筒式结构, 铸件重为 27.5kg, 性能要求较低。采用干型铸造, 铸件不经时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |         |          |          |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.6, Si2.0~2.4, Mn0.4~0.6, P<0.2, S<0.15   |            |         |          |          |        |
| 配 料        |   |            |         |          |          |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |         |          |          |        |
|            | C   | Si         | Mn      | P        | S        |        |
| Z24 生铁     | 3.8~4   | 2.3~2.5    | 0.6~0.8 | 0.08~0.1 | 0.03     |        |
| 灰铁回炉铁      | 3.3~3.4   | 1.8~2      | 0.8     | 0.08~0.1 | 0.08~0.1 |        |
| 废 钢        | 0.2   | 0.3        | 0.5     | 0.01     | 0.01     |        |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —       | —        | —        |        |
| 65% 锰铁     | —   | —          | 65      | —        | —        |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |         |          |          |        |
|            |   | C          | Si      | Mn       | P        | S      |
| Z24 生铁     | 45  | 1.76       | 1.08    | 0.32     | 0.040    | 0.014  |
| 灰铁回炉铁      | 50  | 1.67       | 0.95    | 0.40     | 0.045    | 0.045  |
| 废 钢        | 5   | 0.01       | 0.02    | 0.02     | 0.001    | 0.001  |
| 75% 硅铁     | 0.875   | —          | 0.66    | —        | —        | —      |
| 65% 锰铁     | 0.125   | —          | —       | 0.08     | —        | —      |
| 合 计        |   | 3.44       | 2.71    | 0.82     | 0.086    | 0.060  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.08      | -0.49   | -0.22    | 0        | +0.054 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.52       | 2.22    | 0.6      | 0.086    | 0.114  |

注: 1. 采用二层大间距风嘴中央送风冷风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 2.5%、硅烧损 16%~20%、锰烧损 24%~28%、磷不变、硫增加 80%~100%。

2. 炉前, 采用底边为 25mm、高为 30mm、长为 150mm 的三角试片检查, 以白口大小来判定碳硅量多少。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于塑料机械中要求灰铸铁 HT150 的铸件, 如齿轮箱壳、罩壳等铸件。

配料实例 54

表 1.1-54 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 下罩壳 (塑料机械类 SJ-90×25 塑料挤出机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 770mm×350mm×205mm, 壁厚均匀, 主要壁厚 8mm, 为壳形结构, 铸件毛重 25kg, 铸件较薄, 要求表面光滑。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.9, Si1.9~2.4, Mn0.5~0.8, P<0.15, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称                    | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|-------------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|                         | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 25 <sup>#</sup> 生铁 (林县) | 4.05     | 2.6        | 0.57  | 0.040 | 0.020 |        |
| 废 铁                     | 3.36     | 1.8        | 0.84  | 0.200 | 0.150 |        |
| 75Si-Fe                 | —        | 75         | —     | —     | —     |        |
| 炉料名称                    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 25 <sup>#</sup> 生铁 (林县) | 48%      | 1.94       | 1.25  | 0.27  | 0.020 | 0.010  |
| 废 铁                     | 51%      | 1.71       | 0.92  | 0.43  | 0.100 | 0.080  |
| 75Si-Fe                 | 1%       | —          | 0.75  | —     | —     | —      |
| 合 计                     |          | 3.65       | 2.92  | 0.70  | 0.120 | 0.090  |
| 炉内熔化增减                  |          | +0.18      | -0.58 | -0.18 | 0     | +0.050 |
| (熔化后铁液)                 |          | 3.83       | 2.34  | 0.52  | 0.120 | 0.140  |

注: 1. 采用两排大间距热风冲天炉熔炼, 熔化率 2.5t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 60%、铁烧损 0.2%~1.1%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口深度的大小, 控制铁液成分, 用质量分数 75% 硅铁调软铁液。

3. 成分含量和配料比皆指质量分数。

配料实例 55

表 1.1-55 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |   |   |
|------------|--|------------|-------|-------|---|---|
| 铸件名称       | 机座 (陶瓷机械类 NBI25 双缸泥浆泵零件)   |            |       |       |   |   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 851/\phi 230\text{mm} \times 1225\text{mm}$ 。主要壁厚 25mm, 为喇叭形结构, 铸件毛重 400kg。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |   |   |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.6, Si2.0~2.4, Mn0.6~0.8, P<0.3, S $\leq$ 0.15   |            |       |       |   |   |
| 配 料        |  |            |       |       |   |   |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |   |   |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S |   |
| 本溪 Z14 生铁  | 4.20   | 1.30       | 0.70  | —     | — |   |
| 回炉铁        | 3.30   | 1.60       | 0.70  | —     | — |   |
| 废 钢        | 0.30   | 0.40       | 0.60  | —     | — |   |
| 75% 硅铁     | —  | 75         | —     | —     | — |   |
| 65% 锰铁     | —  | —          | 65    | —     | — |   |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |   |   |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P | S |
| 本溪 Z14 生铁  | 41   | 1.72       | 0.53  | 0.29  | — | — |
| 回炉铁        | 40   | 1.32       | 0.66  | 0.28  | — | — |
| 废 钢        | 19   | 0.06       | 0.08  | 0.11  | — | — |
| 75% 硅铁     | 2.52   | —          | 1.89  | —     | — | — |
| 65% 锰铁     | 0.49   | —          | —     | 0.32  | — | — |
| 合 计        |  | 3.10       | 3.16  | 1.00  | — | — |
| 炉内熔化增减     |  | +0.37      | -0.94 | -0.35 | — | — |
| (熔化后铁液)    |  | 3.47       | 2.22  | 0.65  | — | — |

注: 1. 采用中央送风热风炉胆冲天炉熔炼, 炉内碳增加 12%、硅烧损 30%、锰烧损 35%。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

3. 本配料还适用于陶瓷机械中要求灰铸铁 HT150 的其他铸件, 如球磨机支架、水碾机立柱、 $\phi 260\text{mm}$  炼泥机机座和一些齿轮罩、轴承座等铸件, 另外还适用于一些湿型铸造中的灰铸铁 HT200 铸件。



配料实例 56 表 1.1-56 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 底座 (食品机械类 BZPF20 罐酒机零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1306mm×486mm×136mm, 主要壁厚 20mm, 为有助条的板框形结构, 铸件毛重 250kg, 平面和圆孔进行机械加工。采用干型铸造。铸件要求进行去应力处理。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.40~3.65, Si1.7~2.2, Mn0.5~0.8, P≤0.15, S≤0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 巴西生铁       | 3.91   | 2.57       | 0.67  | 0.076 | 0.027 |        |
| 乙级回炉铁      | 3.40   | 1.65       | 0.75  | 0.090 | 0.100 |        |
| 75%硅铁      | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁       | 50   | 1.95       | 1.28  | 0.33  | 0.038 | 0.013  |
| 乙级回炉铁      | 50   | 1.70       | 0.82  | 0.37  | 0.045 | 0.050  |
| 75%硅铁      | 0.3  | —          | 0.23  | —     | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.65       | 2.33  | 0.70  | 0.083 | 0.063  |
| 炉内熔化增减     |  | 0          | -0.35 | -0.14 | 0     | +0.031 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.65       | 1.98  | 0.56  | 0.083 | 0.094  |

注: 1. 采用单风箱二排大间距热风冲天炉熔炼, 炉内碳基本不变、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前, 采用三角试片检验断口, 控制铁液成分, 用 75# 硅铁调软铁液, 浇注  $\phi 30\text{mm}$  圆试棒抽查抗弯强度和化学成分。

3. 检测结果:

化学成分 (质量分数) (%): C3.62, Si1.91, Mn0.56, P0.078, S0.095;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  340MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于其他食品机械中要求灰铸铁 HT150 的铸件。

配料实例 57

表 1.1-57 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |        |       |        |
|------------|--|------------|-------|--------|-------|--------|
| 铸件名称       | 大墙板 (纺织机械类毛纺机械零件)  |            |       |        |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1900mm×110mm×2380mm, 主要壁厚 15mm, 面积大, 壁薄, 为板状结构, 铸件毛重 725kg。采用湿型铸造, 严防铸件变形, 铸件需时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |        |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.40~3.70, Si1.90~2.40, Mn0.60~1.00, P≤0.20, S≤0.15   |            |       |        |       |        |
| 配 料        |  |            |       |        |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |        |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P      | S     |        |
| 巴西生铁       | 4.33   | 2.31       | 0.70  | 0.080  | 0.020 |        |
| 回铁铸铁       | 3.5  | 2.0        | 0.70  | 0.080  | 0.100 |        |
| 浇冒口        | 3.5  | 2.0        | 0.70  | 0.080  | 0.100 |        |
| 软废钢        | 0.3  | 0.3        | 0.5   | 0.050  | 0.050 |        |
| 生铁团        | 3.4  | 1.8        | 0.6   | 0.100  | 0.050 |        |
| 熟铁团        | 0.4  | 0.3        | 0.5   | 0.050  | 0.050 |        |
| 75%硅铁      | —  | 75         | —     | —      | —     |        |
| 70%锰铁      | —  | —          | 70    | —      | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |        |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn     | P     | S      |
| 巴西生铁       | 30   | 1.52       | 0.80  | 0.25   | 0.030 | 0.007  |
| 回铁铸铁       | 25   | 0.86       | 0.50  | 0.18   | 0.020 | 0.003  |
| 浇冒口        | 20   | 0.70       | 0.40  | 0.14   | 0.016 | 0.020  |
| 软废钢        | 10   | 0.03       | 0.03  | 0.05   | 0.010 | 0.010  |
| 生铁团        | 6  | 0.20       | 0.10  | 0.04   | 0.006 | 0.030  |
| 熟铁团        | 4  | 0.02       | 0.02  | 0.02   | 0.002 | 0.002  |
| 75%硅铁      | 1.2  | —          | 0.90  | —      | —     | —      |
| 70%锰铁      | 0.4  | —          | —     | 0.28   | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.33       | 2.75  | 0.96   | 0.084 | 0.072  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.17      | -0.55 | -0.19  | 0     | +0.040 |
| (原铁液)      |  | 3.50       | 2.20  | 0.77   | 0.084 | 0.112  |
| 炉外孕育吸收     |  |            |       | (按需要定) |       |        |
| (孕育后铁液)    |  | 3.50       | 2.20  | 0.77   | 0.084 | 0.112  |

注: 1. 采用两排大间距热风冲天炉熔炼, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 60%。

2. 炉前, 控制三角试片白口宽度 0~2mm, 铁液硬了用质量分数 75% 硅铁调软, 炉外孕育吸收率为 60%。

3. 厚度在 5mm 以上废钢为硬废钢。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.67, Si2.41, Mn0.57, P- %, S0.099;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  374MPa。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于棉纺机械中的双层墙板、铁泡箱等铸件。

配料实例 58

表 1.1-58 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 立柱 (纺织机械类浆纱机械零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 377mm×300mm×3920mm, 主要壁厚 20mm, 为长槽形结构, 铸件毛重 430kg。采用湿型铸造。为防止变形, 铸件需经时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.30~3.50, Si1.60~2.00, Mn0.60~1.00, P≤0.20, S≤0.15   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 巴西生铁       | 4.33   | 2.31       | 0.70  | 0.080 | 0.020 |        |
| 回炉铸铁       | 3.50   | 2.00       | 0.70  | 0.080 | 0.100 |        |
| 浇冒口        | 3.50   | 2.00       | 0.70  | 0.080 | 0.100 |        |
| 硬废钢        | 0.30   | 0.30       | 0.50  | 0.500 | 0.050 |        |
| 生铁团        | 3.40   | 1.80       | 0.60  | 0.100 | 0.030 |        |
| 熟铁团        | 0.40   | 0.30       | 0.50  | 0.050 | 0.050 |        |
| 75% 硅铁     | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 70% 锰铁     | —  | —          | 70    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁       | 30   | 1.30       | 0.69  | 0.21  | 0.024 | 0.006  |
| 回炉铸铁       | 24   | 0.84       | 0.48  | 0.17  | 0.019 | 0.024  |
| 浇冒口        | 24   | 0.84       | 0.48  | 0.17  | 0.019 | 0.024  |
| 硬废钢        | 10   | 0.03       | 0.03  | 0.09  | 0.005 | 0.005  |
| 生铁团        | 6  | 0.20       | 0.11  | 0.04  | 0.006 | 0.003  |
| 熟铁团        | 6  | 0.02       | 0.02  | 0.03  | 0.003 | 0.003  |
| 75% 硅铁     | 1.0  | —          | 0.75  | —     | —     | —      |
| 70% 锰铁     | 0.4  | —          | —     | 0.28  | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.23       | 2.56  | 0.99  | 0.076 | 0.065  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.23      | -0.64 | -0.20 | 0     | +0.045 |
| (原铁液)      |  | 3.46       | 1.92  | 0.79  | 0.076 | 0.11   |
| 炉外孕育吸收     |  | (按需要定)     |       |       |       |        |
| (孕育后铁液)    |  | 3.46       | 1.92  | 0.79  | 0.076 | 0.11   |

注: 1. 采用两排大间距热风冲天炉熔炼, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 7%、硅烧损 25%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 70%。

2. 炉前, 控制三角试片白口宽度 2~4mm, 铁液硬了用 75% 硅铁调软, 铁液软了在温度大于 1400°C 时允许加入干净的废钢调硬。

3. 炉外孕育, 加 75% 硅铁颗粒, 吸收率为 60%。

4. 厚度在 5mm 以上废钢为硬废钢。

5. 检测结果:

化学成分 (%): C3.51, Si1.93, Mn0.58, P-, S0.066;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{10}$  518MPa。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 59

表 1.1-59 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 中车架 (纺织机械类粗纱机零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 545mm×80mm×945mm, 主要壁厚 10mm, 为板形支架结构, 铸件毛重 38.2kg, 两面加工。采用湿型铸造。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.5, Si2.0~2.5, Mn0.6~0.9, P0.1~0.2, S≤0.12, CE4.0~4.3   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁       | 4.20  | 1.40       | 0.65  | 0.067 | 0.030 |        |
| 巴西生铁       | 4.10  | 2.00       | 0.72  | 0.098 | 0.030 |        |
| 普通废机铁      | 3.50  | 1.90       | 0.75  | 0.147 | 0.100 |        |
| 废 钢        | 0.30  | 0.20       | 0.40  | 0.050 | 0.050 |        |
| 生铁屑压块      | 2.00  | 1.00       | 0.50  | 0.080 | 0.100 |        |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 60% 锰铁     | —   | —          | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁       | 20  | 0.84       | 0.28  | 0.13  | 0.013 | 0.006  |
| 巴西生铁       | 30  | 1.23       | 0.60  | 0.21  | 0.029 | 0.009  |
| 普通废机铁      | 32.5  | 1.12       | 0.61  | 0.24  | 0.047 | 0.032  |
| 废 钢        | 6.25  | 0.02       | 0.01  | 0.02  | 0.003 | 0.003  |
| 生铁屑压块      | 11.25   | 0.24       | 0.12  | 0.06  | 0.009 | 0.012  |
| 75% 硅铁     | 1.1   | —          | 0.83  | —     | —     | —      |
| 60% 锰铁     | 0.62  | —          | —     | 0.37  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.45       | 2.45  | 1.03  | 0.101 | 0.062  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.10      | -0.37 | -0.21 | 0     | +0.031 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.55       | 2.08  | 0.82  | 0.101 | 0.093  |

注: 1. 采用两排大间距水冷冷风冲天炉熔炼, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 3%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 来控制铁液成分。用 75% 硅铁或 60% 锰铁, 粒度为 2~5mm, 在铁液包内调整铁液的三角白口大小。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.4, Si2.1, Mn0.9, P0.11, S0.068;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  189MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  384MPa, 硬度 207HBS;

金相组织: A+E 型石墨, 长度 25mm, 基体为 85% 珠光体, 其余为铁素体, 共晶团 300 个/cm<sup>2</sup>。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于槽筒机和粗纱机中的小带轮、小牙轮等铸件。

配料实例 60 表 1.1-60 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 车面 (纺织机械类粗纱机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2298mm×170mm×65mm, 主要壁厚 10mm, 为狭长槽形结构, 铸件毛重 89.5kg, 六面全加工。采用湿型铸造。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.5, Si1.9~2.3, Mn0.7~0.9, P0.1~0.2, S<0.12, CE4.0~4.3   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | S     | P     |
| 宜化生铁   | 4.3      | 1.35 | 0.98 | 0.040 | 0.147 |
| 巴西生铁   | 3.5      | 2.92 | 0.77 | 0.035 | 0.096 |
| 普通废机铁  | 3.5      | 2.21 | 0.91 | 0.091 | 0.146 |
| 生铁屑压块  | 2.2      | 1.1  | 0.5  | 0.010 | 0.123 |
| 废 钢    | 0.2      | 0.4  | 0.6  | 0.05  | 0.05  |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 60% 锰铁 | —        | —    | 60   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|--------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | S      | P      |
| 宜化生铁    | 25       | 1.07       | 0.337 | 0.24  | 0.01   | 0.036  |
| 巴西生铁    | 22.5     | 0.78       | 0.65  | 0.17  | 0.007  | 0.021  |
| 普通废机铁   | 32.5     | 1.13       | 0.718 | 0.29  | 0.029  | 0.047  |
| 生铁屑压块   | 10       | 0.22       | 0.11  | 0.05  | 0.001  | 0.0123 |
| 废 钢     | 10       | 0.02       | 0.04  | 0.06  | 0.005  | 0.005  |
| 75% 硅铁  | 0.75     | —          | 0.56  | —     | —      | —      |
| 60% 锰铁  | 0.5      | —          | —     | 0.3   | —      | —      |
| 合 计     |          | 3.22       | 2.41  | 1.11  | 0.052  | 0.121  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.096     | -0.36 | -0.22 | +0.026 | 0      |
| (熔化后铁液) |          | 3.316      | 2.05  | 0.89  | 0.078  | 0.121  |

注: 1. 采用两排大间距内水冷风冲天炉熔炼, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 3%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 来控制铁液成分。用 75% 硅铁或 60% 锰铁, 粒度为 2~5mm, 在铁液包内调整铁液的三角白口大小。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.4, Si2.1, Mn0.9, P0.11, S0.068;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  189MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  384MPa, 硬度 207HBS;

金相组织: A+E 型石墨, 长度 25 $\mu$ m, 基体为 85% 珠光体, 其余为铁素体, 共晶团 300 个/cm<sup>2</sup>。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于槽筒机和粗纱机中的小带轮、小牙轮等铸件。

配料实例 61 表 1.1-61 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 前车面 (纺织机械类卷纬机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1047mm×75mm×57mm, 主要壁厚 8mm, 为槽形结构, 铸件毛重 11.4kg, 采用湿型铸造。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.7, Si2.1~2.5, Mn0.5~0.8, P≤0.15, S≤0.15  |

## 配 料

| 层铁量 /kg  | 金属炉料 /kg |      |      |       |        |    |    |          |          |    | 层焦量 /kg | 层石灰石量 /kg |
|----------|----------|------|------|-------|--------|----|----|----------|----------|----|---------|-----------|
|          | Z14 本钢生铁 | 井堆   | 球铁回炉 | I 级回炉 | II 级回炉 | 机铁 | 废钢 | 硅铁 (75%) | 锰铁 (60%) | 铁屑 |         |           |
| 400      | 200      | —    | —    | —     | 100    | 65 | 15 | 5.5      | 1        | 20 | 34      | 12        |
| 炉料名称     | 炉料成分 (%) |      |      |       |        |    |    |          |          |    |         |           |
|          | C        | Si   | Mn   | P     | S      |    |    |          |          |    |         |           |
| Z14 本钢生铁 | 4.15     | 1.55 | 0.61 | 0.068 | 0.046  |    |    |          |          |    |         |           |
| 机铁       | 3.30     | 2.16 | 0.88 | 0.059 | 0.092  |    |    |          |          |    |         |           |
| 废钢       | 0.16     | 0.24 | 0.39 | 0.026 | 0.020  |    |    |          |          |    |         |           |
| 硅铁       | —        | 74.2 | —    | —     | —      |    |    |          |          |    |         |           |
| 锰铁       | —        | —    | 60   | —     | —      |    |    |          |          |    |         |           |

- 注: 1. 采有两排大间距冷风冲天炉熔炼, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%。  
 2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 来控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。  
 3. 检测结果:  
 化学成分 (%): C3.52, Si2.38, Mn0.66, P0.098, S0.069;  
 力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  343MPa, 硬度 187HBS。  
 4. 成分含量系指质量分数。  
 5. 本配料还适用于纺织机械中要求灰铸铁 HT150 的铸件, 如锭箱、锭箱盖、机架、墙板、板条、轴承座、电动机底轨、电动机底座、皮带轮等铸件。

配料实例 62 表 1.1-62 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 机头 (缝纫机类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 301mm×190mm×92mm, 平均壁厚 6mm, 铸件毛重 4kg, 加工面较多。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.65~3.80, Si2.00~2.35, Mn0.80~0.95, P0.13~0.30, S<0.12                       |

(续)

| 配 料     |          |            |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|         | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 浇口回炉铁   | 3.74     | 2.10       | 0.82  | 0.190 | 0.070 |        |
| 南京生铁    | 4.20     | 1.25       | 0.76  | 0.300 | 0.027 |        |
| 本溪生铁    | 4.30     | 1.35       | 0.72  | 0.050 | 0.025 |        |
| 山西生铁    | 3.00     | 3.50       | 0.50  | 0.250 | 0.100 |        |
| 废 钢     | 0.12     | 0.03       | 0.30  | 0.060 | 0.080 |        |
| 73% 硅铁  | —        | 73         | —     | —     | —     |        |
| 60% 锰铁  | —        | —          | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 浇口回炉铁   | 50       | 1.87       | 1.05  | 0.42  | 0.005 | 0.035  |
| 南京生铁    | 27       | 1.13       | 0.34  | 0.21  | 0.081 | 0.007  |
| 本溪生铁    | 14       | 0.60       | 0.19  | 0.10  | 0.007 | 0.004  |
| 山西生铁    | 7        | 0.21       | 0.25  | 0.04  | 0.018 | 0.007  |
| 废 钢     | 2        | 0.00       | 0.00  | 0.01  | 0.001 | 0.002  |
| 73% 硅铁  | 0.9      | —          | 0.66  | —     | —     | —      |
| 60% 锰铁  | 0.4      | —          | —     | 0.24  | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.81       | 2.49  | 1.02  | 0.102 | 0.055  |
| 炉内熔化增减  |          | 0          | -0.37 | -0.15 | 0     | +0.028 |
| (熔化后铁液) |          | 3.81       | 2.12  | 0.87  | 0.102 | 0.083  |

注：1. 采用三排风口热风冲天炉熔炼，炉内碳不稳定、硅烧损 15%、锰烧损 15%、磷不变、硫增加 50%。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

3. 本配料还适用于缝纫机中要求灰铸铁 HT150 的其他铸件，如上轮套筒、前轴套、离合螺钉、底板、牙架、梭床、摆轴、绕线壳、绕线轴架、绕线轮、牙叉、边脚、方架、下带轮、皮带板手、衣挡、踏脚板、小连杆、压杆导架、摇杆轴承壳、台牙曲柄、送布曲柄、针距座、台板主头、送布轴、大连杆、边脚小轮、摇板铰链、摇板等铸件。

配料实例 63

表 1.1-63 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 支点架 (衡器类 ZGT-50 型地中衡零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 350mm×200mm×550mm, 主要壁厚 30mm, 为倒橙形结构, 铸件毛重 38kg。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.6, Si1.9~2.1, Mn0.6~0.8, P<0.2, S<0.12                                      |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 徐钢生铁       | 4.05   | 1.61       | 0.38  | 0.063 | 0.035 |        |
| 回炉铁        | 3.56   | 2.02       | 0.75  | 0.070 | 0.065 |        |
| 废 钢        | 0.45   | 0.30       | 0.50  | 0.030 | 0.020 |        |
| 75% 硅铁     | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 70% 锰铁     | —  | —          | 70    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 徐钢生铁       | 55   | 2.23       | 0.89  | 0.21  | 0.035 | 0.019  |
| 回炉铁        | 30   | 1.07       | 0.61  | 0.22  | 0.021 | 0.019  |
| 废 钢        | 15   | 0.07       | 0.05  | 0.07  | 0.005 | 0.003  |
| 75% 硅铁     | 1.07   | —          | 0.80  | —     | —     | —      |
| 70% 锰铁     | 0.5  | —          | —     | 0.35  | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.37       | 2.35  | 0.85  | 0.061 | 0.041  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.17      | -0.35 | -0.17 | 0     | +0.031 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.54       | 2.00  | 0.68  | 0.061 | 0.072  |

注: 1. 采用多排小风口热风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 75%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 必要时用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.59, Si2.03, Mn0.68, P0.067, S0.066;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 163MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 345MPa, 硬度 190HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于衡器产品中要求灰铸铁 HT150 的刀承架、承电架、轮架、底座、立柱、主杆、横梁垫等铸件。



配料实例 64 表 1.1-64 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |      |      |       |       |    |     |    |
|------------|---|------|------|-------|-------|----|-----|----|
| 铸件名称       | 炉门 (冶金机械类加热炉零件)   |      |      |       |       |    |     |    |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1880mm×1500mm×420mm, 主要壁厚 25mm, 为球面多肋条结构, 铸件毛重 900kg。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |      |      |       |       |    |     |    |
| 合金成分控制 (%) | C3.5, Si2.0, Mn0.6, P<0.12, S<0.12  |      |      |       |       |    |     |    |
| 配 料        |   |      |      |       |       |    |     |    |
| 炉料配比 /kg   | 生铁  | 回炉铁  | 废钢   | 硅铁    | 锰铁    | 其他 | 石灰石 | 焦炭 |
|            | 120   | 150  | 30   | 3     | 1.5   | —  | 12  | 30 |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |      |      |       |       |    |     |    |
|            | C   | Si   | Mn   | P     | S     |    |     |    |
| 鄂钢生铁       | 4.00  | 1.60 | 0.26 | 0.120 | 0.050 |    |     |    |
| 回炉铁        | 3.50  | 2.00 | 0.60 | 0.120 | 0.120 |    |     |    |
| 废 钢        | 0.25  | 0.30 | 0.50 | 0.040 | 0.040 |    |     |    |
| 硅 铁        | —   | 75   | —    | —     | —     |    |     |    |
| 锰 铁        | —   | —    | 64   | —     | —     |    |     |    |

注: 1. 采用多排小风口曲线炉膛热风冲天炉熔炼, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%。

2. 成分含量系指质量分数。

配料实例 65 表 1.1-65 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |     |       |       |        |      |        |      |       |      |       |       |
|------------|--|-----|-------|-------|--------|------|--------|------|-------|------|-------|-------|
| 铸件名称       | 游动环 (矿山机械类干燥机零件)   |     |       |       |        |      |        |      |       |      |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 2688\text{mm} \times 168\text{mm}$ , 主要壁厚 170mm, 为环形结构, 铸件毛重 980kg, 全部加工。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |     |       |       |        |      |        |      |       |      |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.7, Si2.0~2.4, Mn0.5~0.7, P<0.2, S<1   |     |       |       |        |      |        |      |       |      |       |       |
| 配 料        |  |     |       |       |        |      |        |      |       |      |       |       |
| 炉料名称       | 批 料  |     | C (%) |       | Si (%) |      | Mn (%) |      | P (%) |      | S (%) |       |
|            | (%)  | /kg | 在炉料中  | 在金属中  | 在炉料中   | 在金属中 | 在炉料中   | 在金属中 | 在炉料中  | 在金属中 | 在炉料中  | 在金属中  |
| 水钢 Z18 新生铁 | 35   | 140 | 4.3   | 1.5   | 1.69   | 0.59 | 0.8    | 0.28 | 0.086 | 0.03 | 0.028 | 0.001 |
| 废 钢        | 15   | 60  | 0.45  | 0.068 |        |      |        |      |       |      |       |       |
| 回炉铁        | 50   | 200 | 3.4   | 1.7   | 1.7    | 0.85 | 0.65   | 0.33 | 0.12  | 0.6  | 0.06  | 0.03  |

(续)

| 炉料名称 | 批料   |     | C(%) |      | Si(%) |      | Mn(%) |      | P(%) |       | S(%) |       |
|------|------|-----|------|------|-------|------|-------|------|------|-------|------|-------|
|      | (%)  | /kg | 在炉料中 | 在金属中 | 在炉料中  | 在金属中 | 在炉料中  | 在金属中 | 在炉料中 | 在金属中  | 在炉料中 | 在金属中  |
| 硅铁   | 1.25 | 5   |      |      | 75    | 0.94 |       |      |      |       |      |       |
| 锰铁   | 0.25 | 1   |      |      |       |      | 71    | 0.18 |      |       |      |       |
| 合计   |      |     |      | 3.27 |       | 2.38 |       | 0.79 |      | 0.63  |      | 0.031 |
| 烧损   |      |     |      | +12% |       | -12% |       | -18% |      | ±0%   |      | +50%  |
| 计算成分 |      |     |      | 3.66 |       | 2.09 |       | 0.65 |      | 0.63  |      | 0.047 |
| 分析成分 |      |     |      | 3.57 |       | 2.11 |       | 0.58 |      | 0.086 |      | 0.055 |

- 注：1. 采用三排风口曲线炉膛炉胆热风冲天炉熔炼，开渣操作，熔化率 3t/h，出铁温度 >1470°C，炉内碳增加 12%、硅烧损 12%、锰烧损 18%、磷不变、硫增加 50%。
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
3. 本配料还适用于矿山机械中的小件及小砂箱、压铁等。

配料实例 66 表 1.1-66 HT150 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 轴承盖（煤矿机械类 150 型输送机零件）   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 265\text{mm} \times 72\text{mm}$ ，形状简单，强度要求低<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.5, Si1.9~2.3, Mn0.5~0.8, P<0.2, S≤0.15                                 |

## 配 料

| 名称               | 每批炉料含量                |       | 元素含量(%) |      |      |       |      |       |      |   |  |
|------------------|-----------------------|-------|---------|------|------|-------|------|-------|------|---|--|
|                  |                       |       | C       |      | Si   |       | Mn   |       | P    | S |  |
|                  | (%)                   | /kg   | 炉料      | 配料   | 炉料   | 配料    | 炉料   | 配料    |      |   |  |
| 元素增减量            |                       |       | +0.2    |      | -0.2 |       | 0.25 |       |      |   |  |
| 铁液要求成分           |                       |       | 3.4     |      | 2.0  |       | 0.7  |       |      |   |  |
| 炉料要求成分           |                       |       | 3.2     |      | 2.5  |       | 0.93 |       |      |   |  |
| 原始炉料             | 宣化 14 <sup>#</sup> 生铁 | 66.7  | 200     | 4.15 | 2.77 | 1.45  | 0.97 | 0.76  | 0.51 |   |  |
|                  | 机铁                    | 33.3  | 100     | 3.1  | 1.03 | 1.5   | 0.5  | 0.9   | 0.3  |   |  |
|                  | 废钢                    |       |         |      |      |       |      |       |      |   |  |
| 总计               | 100                   | 300   |         | 3.8  |      | 1.47  |      | 0.81  |      |   |  |
| 与炉料之差            |                       |       |         | +0.6 |      | -1.03 |      | -0.12 |      |   |  |
| 铁合金<br>炉后加<br>入量 | 75Si                  | 3kg/批 |         |      |      |       |      |       |      |   |  |
|                  | -Fe                   |       |         |      |      |       |      |       |      |   |  |
|                  | Mn                    |       |         |      |      |       |      |       |      |   |  |
|                  | -Fe                   |       |         |      |      |       |      |       |      |   |  |

- 注：1. 采用三排风口曲线炉膛冷风冲天炉熔炼。
2. 成分含量皆指质量分数。
3. 本配料还适用于煤矿机械中要求灰铸铁 HT150 的 SGW-44 输送机护板、座板、端盖，6M-MX 刨煤机轴承盖、阀盖、外壳等铸件。

配料实例 67 表 1.1-67 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 右分配头体 (煤矿机械类 PG116-2 过滤机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 724mm×400mm×200mm, 主要壁厚 20mm, 为管状三通形结构, 铸件毛重 91kg, 端面及内孔加工。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.5, Si2.0~2.4, Mn0.5~0.8, P<0.2, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分 (%) |            |      |       |       |       |
|-----------|----------|------------|------|-------|-------|-------|
|           | C        | Si         | Mn   | P     | S     |       |
| 水钢 Z15 生铁 | 4.20     | 1.60       | 1.10 | 0.070 | 0.020 |       |
| 普通回炉铁     | 3.10     | 1.60       | 0.80 | 0.100 | 0.100 |       |
| 废 钢       | 0.42     | 0.30       | 0.50 | 0.050 | 0.040 |       |
| 75% 硅铁    | —        | 75         | —    | —     | —     |       |
| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |      |       |       |       |
|           |          | C          | Si   | Mn    | P     | S     |
| 水钢 Z15 生铁 | 40       | 1.68       | 0.64 | 0.44  | 0.028 | 0.008 |
| 普通回炉铁     | 55       | 1.71       | 0.88 | 0.44  | 0.055 | 0.055 |
| 废 钢       | 5        | 0.02       | 0.02 | 0.03  | 0.025 | 0.002 |
| 75% 硅铁    | 0.5      | —          | 0.38 | —     | —     | —     |
| 合 计       |          | 3.41       | 1.92 | 0.91  | 0.108 | 0.065 |
| 炉内熔化增减    |          | 0          | 0    | -0.09 | 0     | 0     |
| (熔化后铁液)   |          | 3.41       | 1.92 | 0.82  | 0.108 | 0.065 |

注: 1. 采用 0.5t 工频感应加热电炉熔炼, 炉内碳、硅、磷、硫基本不变, 锰烧损 10%。

2. 该牌号较低, 炉外不孕育。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 68 表 1.1-68 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 闷盖 (起重机械类 10、15、20t 桥式双梁起重机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 250\text{mm} \times 48.5\text{mm}$ , 主要壁厚 10mm, 为帽形结构, 铸件毛重 5.5kg, 部分加工。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.6, Si2.0~2.3, Mn0.5~0.7, P<0.2, S≤0.12  |

(续)

| 配 料     |          |            |       |        |        |        |
|---------|----------|------------|-------|--------|--------|--------|
| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |            |       |        |        |        |
|         | C        | Si         | Mn    | P      | S      |        |
| 中卫生铁    | 3.77     | 2.50       | 0.21  | 0.180  | 0.038  |        |
| 本厂回炉铁   | 3.30     | 2.00       | 0.70  | <0.150 | <0.120 |        |
| 废 钢     | 0.40     | 0.30       | 0.40  | 0.030  | 0.030  |        |
| 68%硅铁   | —        | 68         | —     | —      | —      |        |
| 70%锰铁   | —        | —          | 70    | —      | —      |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |        |        |        |
|         |          | C          | Si    | Mn     | P      | S      |
| 中卫生铁    | 60       | 2.26       | 1.50  | 0.13   | 0.108  | 0.023  |
| 本厂回炉铁   | 30       | 0.99       | 0.60  | 0.21   | 0.045  | 0.036  |
| 废 钢     | 10       | 0.04       | 0.03  | 0.04   | 0.003  | 0.003  |
| 68%硅铁   | 0.67     | —          | 0.46  | —      | —      | —      |
| 70%锰铁   | 0.6      | —          | —     | 0.42   | —      | —      |
| 合 计     |          | 3.29       | 2.59  | 0.80   | 0.156  | 0.062  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.16      | -0.39 | -0.20  | 0      | +0.062 |
| (熔化后铁液) |          | 3.45       | 2.20  | 0.60   | 0.156  | 0.124  |

注：1. 采用两排大间距冷风冲天炉熔炼，炉内碳增加5%~8%、硅烧损15%、锰烧损25%、磷不变、硫增加100%。

2. 炉前，用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分，用锰铁或75硅铁调整铁液软硬。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.41，Si2.28，Mn0.62，P0.15，S0.11；

力学性能：抗弯强度 $\sigma_{bb}$ 362.6MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于起重机械中要求灰铸铁HT150的不同规格的闷盖、通盖、制动瓦、滑轮、制动机座、轴承座、轴承盖、集线拖及套类等铸件。

配料实例 69 表 1.1-69 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 平衡重 (运输机械类 CPQ3 叉车零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 740mm×1250mm×880mm, 最厚断面 430mm×270mm,, 为厚壁实体结构, 铸件毛重 1770kg, 全部不加工。该铸件装在叉车尾部起平衡货物重量所产生的倾覆力矩, 保持叉车纵向稳定的作用。对其外观、本身重量及主要尺寸有较高要求。而对力学性能则要求不高。采用 Z2520 造型机干型铸造要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.40~3.80, Si1.60~2.20, Mn0.40~0.70, P<0.15, S<0.15  |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |            |        |       |       |        |
|---------|----------|------------|--------|-------|-------|--------|
|         | C        | Si         | Mn     | P     | S     |        |
| 再生铁     | 3.77     | 2.24       | 0.51   | 0.048 | 0.123 |        |
| 废机铁     | 3.5      | 2          | 0.5    | 0.1   | 0.1   |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |        |       |       |        |
|         |          | C          | Si     | Mn    | P     | S      |
| 再生铁     | 40       | 1.50       | 0.90   | 0.20  | 0.02  | 0.049  |
| 废机铁     | 60       | 2.10       | 1.20   | 0.30  | 0.06  | 0.06   |
| 合 计     |          | 3.60       | 2.10   | 0.50  | 0.08  | 0.109  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.18      | -0.315 | -0.1  | 0     | +0.044 |
| (原铁液)   |          | 3.78       | 1.785  | 0.4   | 0.08  | 0.153  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.24  | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.78       | 2.03   | 0.4   | 0.08  | 0.153  |

注: 1. 采用两排大间距冷风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 40%。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.4kg, 吸收率为 80%。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

检测结果:

化学成分 (%): C3.78, Si2.15, Mn0.415, P0.076, S0.113;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 130MPa, 硬度 164HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于机床底座和炼钢炉重锤等要求灰铸铁 HT150 的铸件。如遇铸件结构复杂, 断面变化大的灰铸铁 HT150 铸件时, 要注意防止因铸造应力大于铸件金属强度极限而引起的裂纹缺陷。可采取把碳当量控制在 3.9%~4.1%, 浇注温度 1250°C 以下, 用热铁液点冒口, 延缓打箱时间, 增加型砂退让性等工艺措施消除之。

配料实例 70 表 1.1-70 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 机座 (运输机械类零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 730mm×660mm×130mm, 为 L 形铸件结构, 铸件毛重 84kg, 主要壁厚为 20mm, L 形两直角面及孔要求加工。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.8, Si1.7~2.2, Mn0.45~0.6, P≤0.2, S≤0.12  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁       | 4.11  | 1.02       | 0.65  | 0.019 | 0.030 |        |
| 海光再生铁      | 3.80  | 2.90       | 0.46  | 0.017 | 0.060 |        |
| 回炉铁        | 3.50  | 1.70       | 0.60  | 0.100 | 0.100 |        |
| 废 钢        | 0.40  | 0.20       | 0.40  | 0.060 | 0.050 |        |
| 硅 铁        | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁       | 44.13   | 1.81       | 0.45  | 0.29  | 0.008 | 0.013  |
| 海光再生铁      | 20  | 0.76       | 0.58  | 0.09  | 0.003 | 0.012  |
| 回炉铁        | 28.6  | 1.00       | 0.49  | 0.17  | 0.029 | 0.029  |
| 废 钢        | 6.27  | 0.03       | 0.01  | 0.03  | 0.004 | 0.003  |
| 硅 铁        | 1   | —          | 0.75  | —     | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.60       | 2.28  | 0.58  | 0.044 | 0.057  |
| 炉内熔化增减     |   | 0          | -0.34 | -0.09 | 0     | +0.057 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.60       | 1.94  | 0.49  | 0.044 | 0.114  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口曲线炉膛冲天炉, 炉内硅烧损 15%、锰增加 15%、硫增加 100%、碳  $1.8+0.5 \times C_{\text{炉料}}$ 、磷不变。

2. 炉外不孕育。

3. 碳当量  $CE=4.26$  (要求  $CE: 4.2\sim 4.4$ )。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于运输机械中要求灰铸铁 HT150 的通网盖、滑轮、链轮、中小型减速箱座、箱盖、轴套、重锤块等铸件。

配料实例 71 表 1.1-71 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 托辊轴承座 (运输机械类皮带运输机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 83\text{mm} \times 55\text{mm}$ , 主要壁厚 6.5mm, 为轴套状结构, 铸件毛重 1kg, 全部加工。采用湿型脱箱造型, 不允许有白口或麻口。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3-3.6, Si2.0-2.3, Mn0.5-0.8, P<0.12, S<0.2   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁   | 4.10     | 1.61 | 0.60 | 0.070 | 0.030 |
| 废 钢    | 0.30     | 0.40 | 0.50 | 0.040 | 0.040 |
| 回炉铁    | 3.36     | 1.30 | 0.48 | 0.085 | 0.030 |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 75% 锰铁 | —        | —    | 75   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁    | 48       | 1.97       | 0.77  | 0.29  | 0.034 | 0.014  |
| 废 钢     | 17       | 0.05       | 0.07  | 0.09  | 0.007 | 0.007  |
| 回炉铁     | 35       | 1.18       | 0.46  | 0.17  | 0.030 | 0.014  |
| 75% 硅铁  | 1.88     | —          | 1.41  | —     | —     | —      |
| 75% 锰铁  | 0.28     | —          | —     | 0.21  | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.20       | 2.71  | 0.76  | 0.071 | 0.035  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.32      | -0.41 | -0.15 | 0     | +0.018 |
| (熔化后铁液) |          | 3.52       | 2.30  | 0.61  | 0.071 | 0.053  |

注: 1. 采用两排大间距冲天炉熔炼, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁在铁液包内调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分 (质量分数) (%): C3.41, Si2.14, Mn0.59, P0.107, S0.024;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  175MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于运输机械中要求灰铸铁 HT150 的尾轮、轮义、压盘 轴承盖、轮毂、卷筒、滑轮、挡垫、槽轮等铸件。

配料实例 72 表 1.1-72 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 平衡重 (运输机械类叉车零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1250mm × 880mm × 750mm, 为长方体曲面结构, 铸件毛重 1750kg, 主要壁厚 250mm, 全部不加工。采用干型造型。铸件不要求热处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.5~3.7, Si1.8~2.2, Mn0.5~0.6, P<0.12, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 巴西生铁    | 3.89     | 2.83       | 0.70  | 0.088 | 0.010 |        |
| 回炉铁     | 3.45     | 1.65       | 0.80  | 0.070 | 0.080 |        |
| 75% 硅铁  | —        | 75         | —     | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁    | 50       | 1.94       | 1.42  | 0.35  | 0.044 | 0.005  |
| 回炉铁     | 50       | 1.73       | 0.83  | 0.40  | 0.035 | 0.040  |
| 75% 硅铁  | 0.25     | —          | 0.19  | —     | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.67       | 2.44  | 0.75  | 0.079 | 0.045  |
| 炉内熔化增减  |          | 0          | -0.37 | -0.15 | 0     | +0.036 |
| (熔化后铁液) |          | 3.67       | 2.07  | 0.60  | 0.079 | 0.081  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口密筋炉胆热风冲天炉, 炉内熔化增减率: C 不变, Si-15%, Mn-20%, P 不变, S+80%。

2. 炉外不孕育, 界接铁液时, 视情况加适量 75% 硅铁孕育。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用质量分数 75% 硅铁调软铁液。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT150 的其他铸件。



配料实例 73

表 1.1-73 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 左(右)盖板(工程机械类 CT6A 拖式铲运机零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 540\text{mm} \times 48\text{mm}$ , 铸件毛重 20kg, 壁厚 15mm, 多数面需加工。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.5, Si2.0~2.2, Mn0.5~0.8, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.12  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁       | 4.30   | 1.45       | 0.61  | 0.036 | 0.049 |        |
| 本厂回炉铁      | 3.50   | 1.60       | 0.80  | 0.080 | 0.08  |        |
| 废 钢        | 0.25   | 0.27       | 0.50  | 0.045 | 0.045 |        |
| 75% 硅铁     | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁     | —  | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁       | 60   | 2.58       | 0.87  | 0.37  | 0.022 | 0.029  |
| 本厂回炉铁      | 20   | 0.70       | 0.32  | 0.16  | 0.020 | 0.020  |
| 废 钢        | 20   | 0.05       | 0.05  | 0.10  | 0.010 | 0.010  |
| 75% 硅铁     | 1  | —          | 0.75  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁     | 0.6  | —          | —     | 0.4   | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.33       | 1.99  | 1.03  | 0.052 | 0.059  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.17      | -0.40 | -0.26 | 0     | +0.059 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.5        | 1.59  | 0.77  | 0.052 | 0.118  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 连续出铁出渣, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 100%。

2. 检测结果:

化学成分 (%): C3.35, Si1.9, Mn0.60, P0.074, S0.050;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}372.4\text{MPa}$ 。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于各类工程机械中要求灰铸铁 HT150 的左(右)气室、清洗盖、法兰、轴套、油箱盖等铸件。

配料实例 74

表 1.1-74 HT150 的灰铸铁配料

|                    |  |            |       |       |       |        |
|--------------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称               | 大皮带轮 (建材机械类破碎机零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点               | 铸件轮廓尺寸 $\phi 867\text{mm} \times 202\text{mm}$ , 为轮形结构, 铸件毛重 700kg, 主要壁厚 95mm 采用 T 型铸造。铸件要求退火处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%)         | C3.20~3.60, Si1.70~2.10, Mn0.70~1.00, P $\leq$ 0.20, S $\leq$ 0.15   |            |       |       |       |        |
| 配 料                |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称               | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|                    | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁               | 4.20   | 1.75       | 1.05  | 0.050 | 0.020 |        |
| 1 <sup>#</sup> 回炉铁 | 3.40   | 1.90       | 0.90  | 0.060 | 0.100 |        |
| 废 钢                | 0.20   | 0.30       | 0.6   | 0.020 | 0.020 |        |
| 75%硅铁              | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁              | —  | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称               | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                    |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁               | 60   | 2.52       | 1.05  | 0.63  | 0.030 | 0.012  |
| 1 <sup>#</sup> 回炉铁 | 20   | 0.68       | 0.38  | 0.18  | 0.012 | 0.020  |
| 废 钢                | 20   | 0.04       | 0.06  | 0.12  | 0.004 | 0.004  |
| 75%硅铁              | 1.0  | —          | 0.75  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁              | 0.3  | —          | —     | 0.20  | —     | —      |
| 合 计                |  | 3.24       | 2.24  | 1.13  | 0.046 | 0.036  |
| 炉内熔化增减             |  | +0.19      | -0.34 | -0.23 | 0     | +0.036 |
| (熔化后铁液)            |  | 3.43       | 1.90  | 0.90  | 0.046 | 0.072  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 6%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于建材机械中要求灰铸铁 HT150 的过渡溜子、法兰盘等铸件。

配料实例 75

表 1.1-75 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 机座 (发电机类 50kW 发电机零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 (600×400×555)mm, 为圆筒形结构, 铸件毛重 100kg, 主要壁厚 8mm, 内部八根肋, 两端和地脚下平面处加工。采用湿型铸造。铸件要求低温退火处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.6, Si1.8~2.3, Mn0.4~0.9, P≤0.15, S≤0.12  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 安阳生铁       | 3.92  | 2.41       | 0.15  | 0.133 | 0.009 |        |
| 回炉铁        | 3.30  | 1.90       | 0.70  | 0.120 | 0.120 |        |
| 废 钢        | 0.12  | 0.21       | 0.37  | 0.040 | 0.055 |        |
| 硅 铁        | —   | 65.9       | —     | —     | —     |        |
| 锰 铁        | —   | —          | 59.3  | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 安阳生铁       | 42  | 1.64       | 1.01  | 0.06  | 0.050 | 0.004  |
| 回炉铁        | 50  | 1.65       | 0.95  | 0.35  | 0.060 | 0.060  |
| 废 钢        | 8   | 0.00       | 0.01  | 0.02  | 0.003 | 0.004  |
| 硅 铁        | 0.625   | —          | 0.42  | —     | —     | —      |
| 锰 铁        | 0.75  | —          | —     | 0.44  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.29       | 2.39  | 0.87  | 0.113 | 0.068  |
| 炉内熔化增减     |   | 0          | -0.47 | -0.22 | 0     | +0.068 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.29       | 1.92  | 0.65  | 0.113 | 0.136  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 四排小风口冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 100%、碳基本不变、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 白口宽度控制在 1.5~2.5mm 之间。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.38, Si2.02, Mn0.68, P0.108, S0.143。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于 50kW 发电机中要求灰铸铁 HT150 的轴承盖、轴承座、出线盒盖、出线盒座以及 5kW 和 7.5kW 发电机组中要求灰铸铁 HT150 的各种铸件。但炉前, 为了防止铁液过硬或铸件出现白口, 需在 100kg 铁液内, 加入 0.1~0.3kg 的 65.9% 硅铁粉, 吸收率大约 70%, 不必进行计算。

配料实例 76

表 1.1-76 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 出线盒盖 (发电机类零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 260mm×235mm×90mm, 主要壁厚 8mm, 为盒形结构, 铸件毛重 6kg, 只有一面加工。采用型铸造。铸件要求进行低温退火处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.20~3.50, Si1.80~2.40, Mn0.50~0.80, P≤0.20, S≤0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 江津生铁       | 3.66   | 2.57       | 0.24  | 0.188 | 0.033 |        |
| 回炉铁        | 3.50   | 2.00       | 0.80  | 0.178 | 0.110 |        |
| 废 钢        | 0.15   | 0.35       | 0.50  | 0.026 | 0.019 |        |
| 75%硅铁      | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁      | —  | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 江津生铁       | 60   | 2.20       | 1.54  | 0.14  | 0.113 | 0.020  |
| 回炉铁        | 30   | 1.05       | 0.60  | 0.24  | 0.053 | 0.033  |
| 废 钢        | 10   | 0.02       | 0.04  | 0.05  | 0.003 | 0.002  |
| 75%硅铁      | 0.33   | —          | 0.25  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁      | 0.67   | —          | —     | 0.44  | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.27       | 2.43  | 0.87  | 0.169 | 0.055  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.33      | -0.06 | -0.08 | 0     | +0.053 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.60       | 2.37  | 0.79  | 0.169 | 0.108  |

注: 1. 采用三排风口热风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 10%、硅烧损 4%、锰烧损 10%、磷不变、硫增加 96%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 67% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.59, Si2.36, Mn0.79, P0.204, S0.108;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 343MPa, 硬度 174HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于发电机配件中要求灰铸铁 HT150 的集电环套筒、发电机端盖、轴承压盖及其他型号的出线盒座、出线盒盖等铸件。

配料实例 77 表 1.1-77 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 蜗轮盖 (汽轮机类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1035mm × 1025mm × 422mm, 为箱形结构, 铸件毛重 680kg, 主要壁厚 35mm, 采用干型铸造。铸件需经喷砂处理和去应力退火<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.6, Si1.9~2.2, Mn0.6~0.9, P≤0.2, S≤0.12  |

## 配 料

| 层铁 /kg | 金属炉料 /kg   |     |     |                            |                            | 层焦 /kg | 石灰石 /kg |
|--------|------------|-----|-----|----------------------------|----------------------------|--------|---------|
|        | Z15 本溪 新生铁 | 回炉料 | 废 钢 | 77% 硅铁<br>(加 1.27%)<br>6.4 | 63% 锰铁<br>(加 0.44%)<br>2.2 |        |         |
| 500    | 300        | 200 | —   |                            |                            | 60     | 18      |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 5.5t/h, 炉内碳烧损 6%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%。

2. 检测结果:

化学成分 (%): C3.79, Si2.24, Mn0.72, P0.065, S0.126。

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  155MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  316MPa, 挠度  $f$  3.3mm, 硬度 149HBS。

配料实例 78 表 1.1-78 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 支架 (汽轮机类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 294mm × 244mm × 333mm, 各部分壁厚较均匀, 主要壁厚 56mm, 为支架类结构, 铸件毛重 55kg。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.5, Si1.5~2.6, Mn0.4~0.8, P≤0.4, S≤0.13  |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 巴西生铁   | 3.90     | 2.20 | 0.65 | 0.080 | 0.020 |
| 普通回炉铁  | 3.30     | 1.90 | 0.66 | 0.080 | 0.100 |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 69% 锰铁 | —        | —    | 69   | —     | —     |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |      |       |        |
|---------|----------|------------|-------|------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn   | P     | S      |
| 巴西生铁    | 20       | 0.78       | 0.44  | 0.13 | 0.016 | 0.004  |
| 普通回炉铁   | 80       | 2.64       | 1.52  | 0.53 | 0.064 | 0.080  |
| 75%硅铁   | 0.05     | —          | 0.04  | —    | —     | —      |
| 69%锰铁   | 0.21     | —          | —     | 0.14 | —     | —      |
| 合计      |          | 3.42       | 2.00  | 0.80 | 0.080 | 0.084  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.09      | -0.30 | 0.16 | 0     | +0.042 |
| (原铁液)   |          | 3.51       | 1.70  | 0.64 | 0.080 | 0.126  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.06 | —    | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.51       | 1.76  | 0.64 | 0.080 | 0.126  |

注：1. 采用二排风口热风冲天炉熔炼，熔化率 3t/h，炉内碳增加 2.6%，硅烧损 15%，锰烧损 20%，磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前，孕育处理采用 75% 硅铁，加入量 0.1%，吸收率为 85%。用三角试片检验白口大小。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.50，Si1.75，Mn0.63，P0.068，S0.011；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_{18}$  378MPa，挠度  $f$  3mm，硬度 187HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于汽轮机中要求灰铸铁 HT150 的各类法兰、基架、油动机壳体等铸件。

## 配料实例 79

表 1.1-79 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |      |      |       |       |
|------------|---|------|------|-------|-------|
| 铸件名称       | 进水弯管 (水轮机类 HL110—WJ—35 型水轮机零件)  |      |      |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 440\text{mm} \times 1210\text{mm}$ ，为管形结构，铸件毛重 187.5kg，主要壁厚 18mm，承受静压力 0.6MPa，法兰两端加工。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |      |      |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.5，Si2.0~2.4，Mn0.5~0.8，P $\leq$ 0.30，S $\leq$ 0.15  |      |      |       |       |
| 配 料        |   |      |      |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |      |      |       |       |
|            | C   | Si   | Mn   | P     | S     |
| 冷水江生铁      | 3.90  | 2.09 | 0.67 | 0.125 | 0.015 |
| 普通回炉铁      | 3.35  | 2.15 | 0.68 | 0.166 | 0.046 |
| 75%硅铁      | —   | 75   | —    | —     | —     |
| 60%锰铁      | —   | —    | 60   | —     | —     |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 冷水江生铁   | 30       | 1.17       | 0.63  | 0.20  | 0.038 | 0.005  |
| 普通回炉铁   | 70       | 2.35       | 1.51  | 0.48  | 0.116 | 0.032  |
| 75%硅铁   | 0.8      | —          | 0.60  | —     | —     | —      |
| 69%锰铁   | 0.5      | —          | —     | 0.30  | —     | —      |
| 合计      |          | 3.52       | 2.74  | 0.98  | 0.154 | 0.037  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.18      | -0.41 | -0.20 | 0     | +0.037 |
| (熔化后铁液) |          | 3.70       | 2.33  | 0.78  | 0.154 | 0.074  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排卡腰式热风冲天炉，熔化率 2t/h，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变

2. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.86, Si2.16, Mn0.53, P0.169, S0.147.

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于水轮机中要求灰铸铁 HT150 的轴承盖、调速箱挡盖、引水盖、回水盖、进接管、伸缩管、压环、视察孔盖等铸件。也适用于揉茶机中的箱体上座、手轮、竖轴轴承等铸件。

**配料实例 80**                      **表 1.1-80 HT150 的灰铸铁配料**

|            |  |  |
|------------|--|--|
| 铸件名称       | 防逆盘 (电动机类深井电动机零件)  |  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 163\text{mm} \times \phi 85\text{mm} \times 88\text{mm}$ ，为凸形圆柱结构，铸件毛重 6kg，主要壁厚 19mm，除侧面外均加工。采用湿形铸造<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |  |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (质量分数) 选择：该铸件在深井电动机上部，承受载荷小，要求有一定的抗振性和良好的切削加工性能。因此成分控制为：C3.4~3.6, Si1.8~2.1, Mn0.6~0.9, P $\leq$ 0.25, S $\leq$ 0.08            |  |

**配 料**

| 组成炉料名称   | 投料比例 (%) | 投料重量 /kg | 主要元素含量 (%) |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|          |          |          | C          |          | Si       |          | Mn       |          | P        |          | S        |          |
|          |          |          | 在金<br>属中   | 在炉<br>料中 | 在金<br>属中 | 在炉<br>料中 | 在金<br>属中 | 在炉<br>料中 | 在金<br>属中 | 在炉<br>料中 | 在金<br>属中 | 在炉<br>料中 |
| Z14 本溪   | 44       | 220      | 3.80       | 1.67     | 1.40     | 0.62     | 0.06     | 0.03     | 0.040    | 0.018    | 0.033    | 0.015    |
| 再生铁      | 20       | 100      | 3.30       | 0.66     | 2.88     | 0.58     | 0.51     | 0.10     | 0.060    | 0.012    | 0.028    | 0.006    |
| 本厂旧铁     | 28       | 140      | 3.40       | 0.95     | 1.78     | 0.50     | 0.63     | 0.18     | 0.159    | 0.045    | 0.090    | 0.025    |
| 废 钢      | 8        | 40       | 0.30       | 0.02     | 0.20     | 0.02     | 0.60     | 0.05     | 0.040    | 0.003    | 0.040    | 0.003    |
| 投料成分 (%) |          |          | 3.30       |          | 1.72     |          | 0.36     |          | 0.078    |          | 0.049    |          |

(续)

|            |     | 主要元素含量 (%)     |          |          |            |                |          |                               |          |          |          |
|------------|-----|----------------|----------|----------|------------|----------------|----------|-------------------------------|----------|----------|----------|
|            |     | C              |          | Si       |            | Mn             |          | P                             |          | S        |          |
|            |     | 在金<br>属中       | 在炉<br>料中 | 在金<br>属中 | 在炉<br>料中   | 在金<br>属中       | 在炉<br>料中 | 在金<br>属中                      | 在炉<br>料中 | 在金<br>属中 | 在炉<br>料中 |
| 铸件需要成分 (%) |     | 3.5            |          | 1.9      |            | 0.65           |          | ≤0.250                        |          | ≤0.120   |          |
| 在熔化中增减     |     | +5%            |          | -15%     |            | -20%           |          | 0                             |          | +50%     |          |
| 炉料承办       |     | 3.33           |          | 2.24     |            | 0.90           |          | ≤0.250                        |          | ≤0.080   |          |
| 硅锰调整量      |     | 0.53           |          |          |            | 0.46           |          |                               |          |          |          |
| 折合铁合金      |     | 74% 硅铁 3.608kg |          |          |            | 65% 锰铁 3.546kg |          |                               |          |          |          |
| 铸件化验结果     |     | 3.51           |          | 1.94     |            | 0.66           |          | 0.086                         |          | 0.069    |          |
| 层铁/kg      | 500 | 铸件<br>要求       |          | 抗弯/MPa   | 要求 >330    | 备<br>注         |          | 调节范围<br>硅铁 3.5kg;<br>锰铁 3.5kg |          |          |          |
| 层焦/kg      | 39  |                |          | 抗抗/MPa   | 要求 >150    |                |          |                               |          |          |          |
| 石灰石/kg     | 13  |                |          | 硬度 HPS   | 要求 170~241 |                |          |                               |          |          |          |
|            |     |                |          | 实测 372   | 实测 167     | 实测 193         |          |                               |          |          |          |

注：1. 采用熔炼炉类型：四排小风口曲线炉膛热风冲天炉，熔化率 4t/h，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前，用圆柱试样（激冷型法）观察顶部变化及打断试样后检验白口深度，控制铁液成分。一旦发现白口深度 > 3mm，即用 75% 硅铁放入铁液包内，调软铁液。

3. 成分含量和投料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT150 的内燃机水泵壳、拖拉机液压泵进油管、鼓风机底座、汽车变速箱等铸件。

配料实例 81 表 1.1-81 HT150 的灰铸铁配料

|                       |  |      |      |       |       |
|-----------------------|--|------|------|-------|-------|
| 铸件名称                  | 机座（电动机类 Y280 型电动机零件）   |      |      |       |       |
| 铸件特点                  | 铸件轮廓尺寸 581mm×540mm×560mm，为外带叶片的圆筒形结构，铸件毛重 250kg，主要壁厚 25mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |      |      |       |       |
| 合金成分控制 (%)            | C3.2~3.4, Si1.9~2.2, Mn0.6~0.9, P<0.3, S<0.15  |      |      |       |       |
| 配 料                   |  |      |      |       |       |
| 炉料名称                  | 炉料成分 (%)   |      |      |       |       |
|                       | C  | Si   | Mn   | P     | S     |
| 阳泉 22 <sup>#</sup> 生铁 | 4.30   | 2.11 | 0.85 | 0.080 | 0.030 |
| 普通回炉铁                 | 3.30   | 2.00 | 0.64 | 0.082 | 0.080 |
| 废 钢                   | 0.20   | 0.30 | 0.50 | 0.020 | 0.020 |
| 75% 硅铁                | —  | 75   | —    | —     | —     |
| 75% 锰铁                | —  | —    | 75   | —     | —     |



(续)

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 阳泉 22# 生铁 | 40       | 1.72       | 0.84  | 0.34  | 0.032 | 0.012  |
| 普通回炉铁     | 36       | 1.18       | 0.72  | 0.23  | 0.029 | 0.028  |
| 废 钢       | 24       | 0.05       | 0.07  | 0.12  | 0.048 | 0.048  |
| 75% 硅铁    | 0.61     | —          | 0.46  | —     | —     | —      |
| 75% 锰铁    | 0.2      | —          | —     | 0.15  | —     | —      |
| 合 计       |          | 2.95       | 2.09  | 0.84  | 0.109 | 0.088  |
| 炉内熔化增减    |          | +0.44      | -0.31 | -0.17 | -     | +0.088 |
| (熔化后铁液)   |          | 3.39       | 1.78  | 0.67  | 0.109 | 0.176  |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距倒置风口冷风冲天炉，熔化率 2.5t/h，炉内碳增加 1.5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前，用三角试片检验，并进行控制，断口呈灰白亮色，致密均匀，白口宽度以 2~3mm 为宜。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于 JO<sub>2</sub>9# 和 8# 电动机机座等铸件。

## 配料实例 82

表 1.1-82 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 机座 (电动机类 Y112 型电动机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 220mm×240mm×230mm，为外带叶片的圆筒形结构，铸件毛重 20kg，主要壁厚 8mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.6, Si2.2~2.5, Mn0.5~0.8, P≤0.15, S≤0.12                                     |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|-----------|----------|------|------|-------|-------|
|           | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 阳泉 26# 生铁 | 4.00     | 2.54 | 1.04 | 0.080 | 0.030 |
| 普通回炉铁     | 3.40     | 2.20 | 0.60 | 0.090 | 0.050 |
| 废 钢       | 0.20     | 0.30 | 0.50 | 0.020 | 0.020 |
| 75% 硅铁    | —        | 75   | —    | —     | —     |

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 阳泉 26# 生铁 | 50       | 2.00       | 1.27  | 0.52  | 0.040 | 0.015  |
| 普通回炉铁     | 46       | 1.56       | 1.01  | 0.23  | 0.030 | 0.017  |
| 废 钢       | 4        | 0.08       | 0.12  | 0.02  | 0.008 | 0.008  |
| 75% 硅铁    | 0.5      | —          | 0.38  | —     | —     | —      |
| 合 计       |          | 3.64       | 2.78  | 0.77  | 0.078 | 0.040  |
| 炉内熔化增减    |          | +0.04      | -0.42 | -0.15 | 0     | +0.040 |

(续)

|         | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       |
|---------|------------|------|------|-------|-------|
|         | C          | Si   | Mn   | P     | S     |
| (原铁液)   | 3.68       | 2.36 | 0.62 | 0.078 | 0.080 |
| 炉外孕育吸收  | —          | +0.2 | —    | —     | —     |
| (孕育后铁液) | 3.68       | 2.56 | 0.62 | 0.078 | 0.080 |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距倒置风口冷风冲天炉，熔化率 2.5t/h，炉内碳增加 1%，硅烧损 15%，锰烧损 20%，硫增加 100%，磷不变。

2. 炉前，在铁液包内用 75% 硅铁，粒度 2~3mm，预热至 800°C 左右，加入量为 0.5% 左右，吸收率为 60%，调软铁液用三角试片检验，无白口，边缘组织较细，中心较粗。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于 Y160 型以下中小型电动机的铸件，或壁厚 < 5mm 的薄壁铸件。

**配料实例 83**                      **表 1.1-83 HT150 的灰铸铁配料**

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 端盖 (电动机类 Y280-180 型电动机零件)                               |
| 铸件特点       | 铸件为盆形结构，铸件毛重 10~20kg，主要壁厚 8~20mm。采用湿型铸造要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.5, Si2.1~2.4, Mn0.5~0.9, P≤0.15, S≤0.12          |

**配 料**

| 炉料名称                  | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|-----------------------|----------|------|------|-------|-------|
|                       | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 阳泉 18 <sup>#</sup> 生铁 | 4.10     | 2.01 | 1.01 | 0.100 | 0.030 |
| 回炉铁                   | 3.40     | 2.20 | 0.80 | 0.105 | 0.080 |
| D22 硅钢片               | —        | 2.40 | —    | —     | —     |
| 75% 硅铁                | —        | 75   | —    | —     | —     |

| 炉料名称                  | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|-----------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|                       |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 阳泉 18 <sup>#</sup> 生铁 | 60       | 2.46       | 1.21  | 0.61  | 0.060 | 0.018  |
| 回炉铁                   | 30       | 1.02       | 0.06  | 0.24  | 0.030 | 0.024  |
| D22 硅钢片               | 20       | —          | 0.48  | —     | —     | —      |
| 75% 硅铁                | 0.8      | —          | 0.60  | —     | —     | —      |
| 合 计                   |          | 3.48       | 2.35  | 0.85  | 0.09  | 0.042  |
| 炉内熔化变化                |          | +0.30      | -0.35 | -0.17 | 0     | +0.042 |
| (熔化后铁液)               |          | 3.78       | 2.00  | 0.68  | 0.09  | 0.084  |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距倒置风口冷风冲天炉，熔化率 2.5t/h，炉内碳增加 1%，硅烧损 15%，锰烧损 20%，硫增加 100%，磷不变。

2. 炉前，用三角试片检验，控制铁液成分，三角试片断口呈灰白色，白口区不超过 1mm 为宜。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于中小型电动机的前、后端盖及壁较厚的铸件。

配料实例 84 表 1.1-84 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 固定线圈基座 (电器类 SN 系列 10kV 高压开关零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 328mm×256mm×177mm, 主要壁厚 14mm, 为 L 形板状结构, 铸件毛重 21kg, 铸件加工用自动线, 以群钻钻孔, 要求材质壁厚敏感性小, 采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.8, Si1.8~2.2, Mn0.5~0.9, P<0.30, S<0.15  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 巴西生铁       | 3.70  | 2.90       | 0.70  | 0.090 | 0.010 |        |
| 梅山生铁       | 4.20  | 1.40       | 0.60  | 0.200 | 0.020 |        |
| 浇冒口        | 3.50  | 2.00       | 0.70  | 0.150 | 0.100 |        |
| 旧生铁        | 3.40  | 1.80       | 0.70  | 0.150 | 0.100 |        |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁     | —   | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁       | 20  | 0.74       | 0.58  | 0.14  | 0.018 | 0.002  |
| 梅山生铁       | 20  | 0.84       | 0.28  | 0.12  | 0.040 | 0.004  |
| 浇冒口        | 33  | 1.16       | 0.66  | 0.23  | 0.050 | 0.030  |
| 旧生铁        | 27  | 0.92       | 0.49  | 0.19  | 0.040 | 0.030  |
| 75% 硅铁     | 0.2   | —          | 0.15  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁     | 0.1   | —          | —     | 0.065 | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.66       | 2.16  | 0.75  | 0.148 | 0.066  |
| 炉内熔化增减     |   | -0.18      | -0.32 | -0.19 | 0     | +0.066 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.48       | 1.84  | 0.56  | 0.148 | 0.132  |

注: 1. 采用多排小风口热风冲天炉熔炼, 熔化率 3t/h, 炉内碳烧损 5%、硅烧损 15%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉前, 用三角试片观察白口宽度, 根据铁液软硬, 加入 0.1%~0.15% 2<sup>#</sup> 变质剂调整。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.34, Si2.32, Mn0.69, P0.068, S0.056;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{1b}$  363MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于电器产品中要求灰铸铁 HT150 的 KP 型开关的轴承, GN 型开关的拐臂, 电焊机的高盖, 电缆中的法兰等铸件。

配料实例 85 表 1.1-85 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 平衡锤 (石油机械类抽油机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1100mm × 800mm × 180mm, 主要壁厚 180mm, 为板形结构, 是抽油机连续往返工作的平衡装置, 受力平衡, 铸件毛重 880kg, 一个侧面加工, 其余为毛坯。采用干型铸造。铸件需进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.6, Si1.7~2.1, Mn0.5~0.9, P≤0.15, S≤0.15   |

## 配 料

| 炉料    | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|-------|----------|------|------|-------|-------|
|       | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 通钢生铁  | 3.80     | 1.43 | 0.83 | 0.090 | 0.050 |
| 普通回炉铁 | 3.30     | 1.27 | 0.50 | 0.120 | 0.100 |
| 废 钢   | 0.20     | 0.37 | 0.61 | 0.040 | 0.040 |
| 75%硅铁 | —        | 75.0 | —    | —     | —     |
| 中碳锰铁  | —        | —    | 75.0 | —     | —     |

| 炉料      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 通钢生铁    | 65       | 2.47       | 0.93  | 0.54  | 0.060 | 0.033  |
| 普通回炉铁   | 25       | 0.83       | 0.32  | 0.13  | 0.030 | 0.025  |
| 废 钢     | 10       | 0.02       | 0.04  | 0.06  | 0.004 | 0.004  |
| 75%硅铁   | 1        | —          | 0.83  | —     | —     | —      |
| 中碳锰铁    | 0.5      | —          | —     | 0.38  | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.32       | 2.12  | 1.11  | 0.094 | 0.062  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.17      | -0.32 | -0.22 | 0     | +0.056 |
| (熔化后铁液) |          | 3.49       | 1.80  | 0.89  | 0.094 | 0.118  |

注: 1. 采用两排风口热风冲天炉熔炼, 炉内熔化元素增减率: C+5%, Si-15%, Mn-20%, P不变, S+90%。

2. 批重: 层铁 300kg, 层焦 30kg, 石灰石 10kg

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口宽度的大小, 控制铁液成分。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.54, Si1.77, Mn0.71, P0.11, S0.11;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  340MPa, 硬度 166HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于石油机械中要求灰铸铁 HT150 的减速机箱体、箱盖、轴承盖、端盖、闷盖、压盖等铸件。

配料实例 86 表 1.1-86 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 衬板 (石油机械类干馏炉零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1500mm×814mm×35mm, 主要壁厚 35mm, 为圆弧形结构, 铸件毛重 450kg。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.6, Si2.0~2.4, Mn0.5~0.8, P<0.12, S<0.12                                      |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| Z15 生铁     | 3.92  | 1.48       | 0.61  | 0.047 | 0.040 |        |
| 回炉铁        | 3.39  | 2.00       | 0.63  | 0.060 | 0.045 |        |
| 废 钢        | 0.20  | 0.30       | 0.50  | 0.030 | 0.030 |        |
| 70% 硅铁     | —   | 70         | —     | —     | —     |        |
| 60% 锰铁     | —   | —          | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| Z15 生铁     | 60  | 2.35       | 0.89  | 0.37  | 0.028 | 0.024  |
| 回炉铁        | 25  | 0.85       | 0.50  | 0.16  | 0.015 | 0.011  |
| 废 钢        | 15  | 0.03       | 0.98  | 0.08  | 0.005 | 0.005  |
| 70% 硅铁     | 1.4   | —          | 0.05  | —     | —     | —      |
| 60% 锰铁     | 0.5   | —          | —     | 0.30  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.23       | 2.42  | 0.90  | 0.048 | 0.040  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.16      | -0.48 | -0.14 | 0     | +0.040 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.39       | 1.93  | 0.76  | 0.048 | 0.080  |

注: 1. 采用三排小风口冷风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 15%、磷不变、硫增加 100%。

2. 检测结果:

化学成分 (%): C3.45, Si2.16, Mn0.81, P0.057, S0.058;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  363MPa, 硬度 179HBS。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于干馏炉中要求灰铸铁 HT150 的水盆、牙条、分离器等各种铸件。

配料实例 87

表 1.1-87 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 反应锅 (化工机械类 $\phi 3.6\text{m}$ 煤气发生炉零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1660\text{mm} \times 1750\text{mm}$ , 主要壁厚 20mm, 为锅状结构, 铸件毛重 2.5t, 法兰加工, 铸件需经时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C 3.1 - 3.4, Si 1.8 - 2.1, Mn 0.7 - 0.9, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 湘钢生铁       | 3.60  | 1.77       | 0.55  | 0.180 | 0.098 |        |
| 回炉铁        | 3.19  | 1.51       | 0.73  | 0.099 | 0.086 |        |
| 废 钢        | 0.20  | 0.35       | 0.50  | 0.030 | 0.02  |        |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 78% 锰铁     | —   | —          | 78    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 湘钢生铁       | 45  | 1.62       | 0.80  | 0.25  | 0.081 | 0.041  |
| 回炉铁        | 45  | 1.44       | 0.68  | 0.33  | 0.045 | 0.039  |
| 废 钢        | 10  | 0.02       | 0.04  | 0.05  | 0.003 | 0.002  |
| 75% 硅铁     | 1.25  | —          | 0.94  | —     | —     | —      |
| 78% 锰铁     | 0.34  | —          | —     | 0.27  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.08       | 2.46  | 0.90  | 0.129 | 0.082  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.154     | -0.37 | -0.18 | 0     | +0.041 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.23       | 2.09  | 0.72  | 0.129 | 0.123  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口热风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于化工设备中要求灰铸铁 HT150 的碱厂反应塔和其他箱体类铸件。

配料实例 88

表 1.1-88 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 八瓣浸水管 (化工机械类零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1375\text{mm} \times 1357\text{mm}$ 、为圆形结构、铸件毛重 2t、主要壁厚 25mm 采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.4, Si1.8~2.1, Mn<0.5, P<0.15, S<0.12  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 湘钢生铁       | 3.81   | 1.50       | 0.50  | 0.19  | 0.045 |        |
| 回炉铁        | 3.40   | 1.97       | 0.70  | 0.14  | 0.08  |        |
| 废 钢        | 0.30   | 0.35       | 0.50  | 0.03  | 0.02  |        |
| 75%硅铁      | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 湘钢生铁       | 50   | 1.91       | 0.75  | 0.25  | 0.095 | 0.0225 |
| 回炉铁        | 40   | 1.36       | 0.79  | 0.28  | 0.056 | 0.032  |
| 废 钢        | 10   | 0.03       | 0.04  | 0.05  | 0.003 | 0.002  |
| 75%硅铁      | 0.9  | —          | 0.68  | —     | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.30       | 2.26  | 0.58  | 0.154 | 0.057  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.17      | -0.34 | -0.12 | 0     | +0.029 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.47       | 1.92  | 0.46  | 0.154 | 0.086  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口热风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。
2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
4. 本配料还适用于化工机械中要求灰铸铁 HT150 的六瓣浸水管等铸件。

配料实例 89

表 1.1-89 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |       |                            |   |  |       |                             |
|------------|--|-------|----------------------------|---|--|-------|-----------------------------|
| 铸件名称       | 洗涤器上节 (化工机械类 CO <sub>2</sub> 气体吸收塔零件)  |       |                            |   |  |       |                             |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1070\text{mm} \times 640\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 420kg, 主要壁厚 20mm, 两法兰面加工<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |       |                            |   |  |       |                             |
| 合金成分控制 (%) | C 3.3~3.6, Si 1.7~2.1, Mn 0.6~0.9, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.15   |       |                            |   |  |       |                             |
| 配 料        |  |       |                            |   |  |       |                             |
| 每批料量 kg    | 每批铁料中各种炉料量/kg  |       |                            |   |  |       |                             |
|            | 新生铁  | 回炉铁   | 废钢                         | 硅铁  | 锰铁   | 焦炭    | 石灰石                         |
| 250        | 100  | 112.5 | 37.5                       | 2   | 1.5  | 25    | 10                          |
| 材料         | 配料比例 (%)   | 重量/kg | 成 分 (%)                    |   |  |       |                             |
|            |  |       | C                          | Si  | Mn   | P     | S                           |
| 新生铁        | 40   | 100   | 1.652                      | 0.8   | 0.29   | 0.068 | 0.008                       |
| 回炉铁        | 45   | 112.5 | 1.71                       | 0.855   | 0.40   | 0.09  | 0.0225                      |
| 废 钢        | 15   | 37.5  | 0.045                      | 0.045   | 0.075  | 0.045 | 0.0045                      |
| 小 计        |  |       | 3.407                      | 1.7   | 0.765  | 0.163 | 0.035                       |
| 各元素增减率 (%) |  |       | + (5~15)                   | - (15~20)                                     | - (20~25)                                      | 0     | + (35~50)                   |
| 炉料中各元素含量   |  |       | $3.407 \times 1.05 = 3.57$ | $1.7 \times 0.85 = 1.445$                     | $0.765 \times 0.75 = 0.573$                    | 0.163 | $0.035 \times 1.5 = 0.0525$ |
| 铁合金加入量     |  |       |                            | $\frac{1.9 - 1.445}{0.74 \times 0.8} = 0.768$ | $\frac{0.9 - 0.573}{0.78 \times 0.75} = 0.568$ |       |                             |
| 计算成分       |  |       | 3.57                       | 1.9   | 0.9  | 0.163 | 0.0525                      |
| 化验成分       |  |       | 3.58                       | 1.75  | 0.92   | 0.18  | 0.046                       |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距倒置热风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%~15%、硅烧损 15%~20%、锰烧损 20%~25%、硫增加 35%~50%、磷不变。
2. 使用成都钢铁厂 Z20 生铁化学成分 (%): C 4.13, Si 2.00, Mn 0.73, P 0.17, S 0.02。回炉铁化学成分 (%): C 3.8, Si 1.9, Mn 0.9, P 0.2, S 0.05。废钢化学成分 (%): C 0.45, Si 0.3, Mn 0.5, P, S 0.03。
3. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分。
4. 检测结果:  
化学成分 (质量分数): C 3.58%, Si 1.75%, Mn 0.92%, P 0.18%, S 0.046%。  
力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  343MPa, 硬度 186HBS。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
6. 本配料还适用于化工机械中要求灰铸铁 HT150 的跳汰机箱体以及三通管、胶塔塔身、溢流管、泡帽等铸件。



配料实例 90 表 1.1-90 HT150 的灰铸铁配料

|              |  |            |       |        |       |        |
|--------------|--|------------|-------|--------|-------|--------|
| 铸件名称         | 高位槽本体 (化工机械类磷肥设备配件零件)  |            |       |        |       |        |
| 铸件特点         | 铸件轮廓尺寸 1840mm×830mm×950mm, 为壳体结构, 铸件毛重 932kg, 主要壁厚 15mm, 主要加工面为法兰端面。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |        |       |        |
| 合金成分控制 (%)   | C3.3~3.6, Si1.7~2.1, Mn0.6~0.9, P≤0.2, S≤0.15  |            |       |        |       |        |
| 配 料          |  |            |       |        |       |        |
| 炉料名称         | 炉料成分 (%)   |            |       |        |       |        |
|              | C  | Si         | Mn    | P      | S     |        |
| 大渡河<br>钢铁厂生铁 | 4.08   | 1.52       | 0.73  | 0.16   | 0.022 |        |
| 回炉铁          | 3.6  | 1.75       | 0.78  | 0.18   | 0.06  |        |
| 废 钢          | 0.45   | 0.3        | 0.5   | 0.03   | 0.03  |        |
| 75%硅铁        |  | 75         |       |        |       |        |
| 78%锰铁        |  |            | 78    |        |       |        |
| 炉料名称         | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |        |       |        |
|              |  | C          | Si    | Mn     | P     | S      |
| 大渡河<br>钢铁厂生铁 | 37   | 1.51       | 0.56  | 0.27   | 0.059 | 0.008  |
| 回炉铁          | 50   | 1.8        | 0.875 | 0.39   | 0.09  | 0.03   |
| 废 钢          | 13   | 0.058      | 0.039 | 0.065  | 0.004 | 0.039  |
| 75%硅铁        | 0.8  |            | 0.6   |        |       |        |
| 78%锰铁        | 0.6  |            |       | 0.468  |       |        |
| 合 计          |  | 3.37       | 2.04  | 1.193  | 0.153 | 0.042  |
| 炉内熔化增减       |  | +0.168     | -0.40 | -0.298 | 0     | +0.021 |
| (熔化后铁液)      |  | 3.54       | 1.64  | 0.89   | 0.153 | 0.063  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距倒置热风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%~15%, 硅烧损 15%~20%、锰烧损 20%~25%、硫增加 35%~50%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分。

3. 检验结果:

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  369MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于磷肥设备中要求灰铸铁 HT150 的配件, 如热风炉底座、改向滚筒、轴承盖、挡圈、内套圈、外套圈、减速机机盖、机座等铸件。

配料实例 91 表 1.1-91 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |     |     |        |        |            |              |
|------------|--|-----|-----|--------|--------|------------|--------------|
| 铸件名称       | 正时齿轮室(拖拉机类 75 马力拖拉机零件)   |     |     |        |        |            |              |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 631mm×447mm×78mm, 主要壁厚 10mm, 为壳型结构, 铸件毛重 27kg。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |     |     |        |        |            |              |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.5, Si2.2~2.5, Mn0.6~0.8, P≤0.20, S≤0.15                                   |     |     |        |        |            |              |
| 配 料        |  |     |     |        |        |            |              |
| 层铁重<br>/kg | 炉料重/kg   |     |     |        |        | 层焦重<br>/kg | 层石灰石重<br>/kg |
|            | Z22 生铁   | 回炉铁 | 废钢  | 75% 硅铁 | 65% 锰铁 |            |              |
| 1000       | 450  | 300 | 250 | 13     | 4      | 100        | 28           |
| 配料比例 (%)   | 45   | 30  | 25  | 1.3    | 0.4    | —          | —            |

注: 1. 采用冷风无前炉开渣口操作外水冷式三排风口直筒形冲天炉熔炼, 熔化率 12t/h, 炉内碳增加 15%、硅烧损 11%、锰烧损 18%。

2. 生铁产地: 云阳。C4.20%、Si2.15%、Mn0.53%。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.32, Si2.31, Mn0.73, P0.105, S0.086;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  419MPa, 硬度 198HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于 75 马力拖拉机、15 马力拖拉机、40 马力拖拉机、60 马力拖拉机中要求灰铸铁 HT150 的上水箱、水箱支架、皮带轮、左右半轴等铸件。

7. 1 马力等于 735.499W。

配料实例 92 表 1.1-92 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |      |      |       |       |
|------------|--|------|------|-------|-------|
| 铸件名称       | 排气弯管(拖拉机类丰收 300 拖拉机零件)   |      |      |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 200mm×125mm×80mm, 为弯筒体形结构, 壁薄、量轻、易变形, 主要壁厚 4mm。采用湿型铸造。铸件要求低温退火消除应力处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |      |      |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.7, Si1.8~2.3, Mn0.5~0.8, P≤0.20, S≤0.15   |      |      |       |       |
| 配 料        |  |      |      |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |      |      |       |       |
|            | C  | Si   | Mn   | P     | S     |
| 巴西进口生铁     | 3.90   | 1.86 | 0.79 | 0.100 | 0.020 |
| 普通回炉铁      | 3.35   | 2.27 | 0.70 | 0.090 | 0.060 |
| 75% 硅铁     | —  | 75   | —    | —     | —     |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西进口生铁  | 30       | 1.17       | 0.56  | 0.24  | 0.030 | 0.006  |
| 普通回炉铁   | 70       | 2.31       | 1.59  | 0.49  | 0.063 | 0.042  |
| 75%硅铁   | 0.5      | —          | 0.37  | —     | —     | —      |
| 合计      |          | 3.48       | 2.52  | 0.73  | 0.093 | 0.048  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.10      | -0.37 | -0.14 | 0     | +0.033 |
| (熔化后铁液) |          | 3.58       | 2.15  | 0.59  | 0.093 | 0.081  |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距冷风冲天炉，炉内碳增加3%、硅烧损15%、锰烧损20%、硫增加70%、磷不变。

2. 炉前，用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分。用75%小硅铁调软铁液。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.43, Si2.15, Mn0.63, P0.11, S0.05；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 186MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 363MPa, 硬度 197HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于拖拉机中要求灰铸铁 HT150 的摇臂轴支座等小铸件。

## 配料实例 93

表 1.1-93 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |      |      |       |       |
|------------|--|------|------|-------|-------|
| 铸件名称       | 定位销盖 (拖拉机类铁牛—55 型拖拉机零件)  |      |      |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 366mm×100mm×49mm, 为壳形结构, 铸件毛重 3.8kg, 厚壁为 10mm, 薄壁为 5mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |      |      |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.6, Si2.0~2.4, Mn0.6~1.0, P<0.2, S<0.12  |      |      |       |       |
| 配 料        |  |      |      |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |      |      |       |       |
|            | C  | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁       | 4.00   | 1.70 | 0.50 | 0.050 | 0.030 |
| 本厂机铁       | 3.20   | 2.1  | 0.70 | 0.060 | 0.070 |

(续)

| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 废 钢     | 0.20     | 0.25       | 0.70  | 0.030 | 0.04  |        |
| 75%硅铁   | —        | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁   | —        | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁    | 40       | 1.60       | 0.68  | 0.20  | 0.020 | 0.012  |
| 本厂机铁    | 47       | 1.50       | 0.99  | 0.33  | 0.040 | 0.033  |
| 废 钢     | 13       | 0.03       | 0.03  | 0.09  | 0.004 | 0.005  |
| 75%硅铁   | 1.0      | —          | 0.75  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 0.67     | —          | —     | 0.44  | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.13       | 2.45  | 1.06  | 0.064 | 0.050  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.31      | -0.37 | -0.21 | —     | +0.050 |
| (原铁液)   |          | 3.44       | 2.08  | 0.85  | 0.064 | 0.100  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.12 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.44       | 2.20  | 0.85  | 0.064 | 0.100  |

注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口冷风冲天炉，熔化率3t/h，炉内碳增加10%、硅烧损15%、锰烧损20%、硫增加100%、磷不变。

2. 炉外孕育：100kg铁液加75%硅铁0.2kg，吸收率为80%。

3. 炉前，用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分，用75%硅铁调整铁液。三角白口大小控制在1.5mm~2.5mm。

4. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.40，Si2.00，Mn0.84，P<0.03，S0.13；

力学性能：抗弯强度 $\sigma_{tb}$ 380MPa，硬度174HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于铁牛—55型拖拉机中要求灰铸铁HT150的分配器回油法兰、磁铁螺塞、变速杆座、轴向操纵箱、制动器左右轴承套、左右制动鼓等铸件。

配料实例 94

表 1.1-94 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 定位销盖 (拖拉机类铁牛—55 型拖拉机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 366mm×100mm×49mm, 为壳型结构, 铸件毛重 3.8kg, 壁厚为 10mm, 薄壁为 5mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.6, Si2.0~2.4, Mn0.6~1.0, P<0.2, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁   | 4.20     | 1.46 | 0.85 | 0.050 | 0.010 |
| 本厂机铁   | 3.40     | 2.20 | 0.70 | 0.040 | 0.080 |
| 铁屑压块   | 3.30     | 1.90 | 0.90 | 0.050 | 0.090 |
| 废 钢    | 0.2      | 0.25 | 0.70 | 0.040 | 0.030 |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —        | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁    | 40       | 1.68       | 0.58  | 0.34  | 0.020 | 0.004  |
| 本厂机铁    | 30       | 1.02       | 0.66  | 0.21  | 0.012 | 0.024  |
| 铁屑压块    | 10       | 0.33       | 0.19  | 0.09  | 0.005 | 0.009  |
| 废 钢     | 20       | 0.04       | 0.05  | 0.14  | 0.008 | 0.006  |
| 75% 硅铁  | 1.4      | —          | 1.05  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁  | 0.5      | —          | —     | 0.33  | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.07       | 2.53  | 1.11  | 0.045 | 0.045  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.31      | -0.38 | -0.22 | —     | +0.045 |
| (原铁液)   |          | 3.38       | 2.15  | 0.89  | 0.045 | 0.090  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.12 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.38       | 2.27  | 0.89  | 0.045 | 0.090  |

注: 1. 采用两排大间距冷风冲天炉熔炼, 炉内熔化元素增减率: C+10%, Si-15%, Mn-20%, P不变, S+100%。

2. 用铁屑压块代替部分机铁。

3. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收率 80%。

4. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调整铁液。三角白口大小控制在 1.5~2.5mm。

5. 检测结果:

化学成分 (%): C3.30, Si2.12, Mn0.76, P0.078, S0.18;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  353MPa, 硬度 173HBS。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于铁牛—55 型拖拉机中要求灰铸铁 HT150 的分配器回油法兰、磁铁螺塞、变速杆座、轴向操纵箱、制动器左右轴承套、左右制动鼓等铸件。

配料实例 95

表 1.1-95 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 轮距调节套 (手扶拖拉机类工农—10 手扶拖拉机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 66\text{mm} \times 62\text{mm}$ ，主要壁厚 18mm，为圆筒形结构，铸件毛重 0.45kg，全部加工。采用湿型铸造。铸件不要求热处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.5~3.8, Si1.9~2.2, Mn0.6~0.6, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.1   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |      |       |       |       |
|-------|----------|------|-------|-------|-------|
|       | C        | Si   | Mn    | P     | S     |
| 水钢生铁  | 4.10     | 1.42 | 0.67  | 0.028 | 0.110 |
| 普通回炉铁 | 3.65     | 1.80 | 0.62  | 0.060 | 0.120 |
| 废 钢   | 0.98     | 0.05 | 0.27  | 0.017 | 0.030 |
| 硅 铁   | —        | 74.1 | —     | —     | —     |
| 锰 铁   | —        | —    | 65.09 | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |
|---------|----------|------------|-------|-------|--------|-------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P      | S     |
| 水钢生铁    | 35       | 1.44       | 0.50  | 0.23  | 0.010  | 0.039 |
| 普通回炉铁   | 50       | 1.83       | 0.90  | 0.30  | 0.030  | 0.060 |
| 废 钢     | 15       | 0.15       | 0.01  | 0.04  | 0.003  | 0.005 |
| 硅 铁     | 1        | —          | 0.74  | —     | —      | —     |
| 锰 铁     | 0.25     | —          | —     | 0.16  | —      | —     |
| 合 计     |          | 3.42       | 2.15  | 0.73  | 0.043  | 0.104 |
| 炉内熔化增减  |          | +0.34      | -0.26 | -0.13 | +0.026 | 0     |
| (熔化后铁液) |          | 3.76       | 1.89  | 0.60  | 0.069  | 0.104 |

注：1. 采用两排大间距冲天炉熔炼，熔化率 2t/h，炉内碳增加 10%、硅烧损 12%、锰烧损 17%、磷不变、硫增加 60%。

2. 炉前，用三角试片检验白口大小，控制铁液成分，三角白口大小宜为 0.5~1mm。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于工农—12 手扶拖拉机中要求灰铸铁 HT150 的轴承盖、隔套、半轴隔套和 F190 柴油机的燃油输出法兰等铸件。

配料实例 96

表 1.1-96 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 轴承内盖 (收获机械类, 丰收 1100 型脱粒机零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 155\text{mm} \times 29\text{mm}$ , 属小型圆盘类铸件, 形状较简单, 壁厚较均匀, 在 10~12mm 之间, 铸件毛重 1.6kg, 受力不大, 要求精度不高。采用湿型铸造要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.5, Si2.1~2.4, Mn0.5~0.8, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁       | 4.13   | 1.82       | 0.74  | 0.140 | 0.02  |        |
| 灰铁回炉铁      | 3.30   | 2.20       | 0.75  | 0.080 | 0.100 |        |
| 废 钢        | 0.35   | 0.30       | 0.60  | 微量    | 微量    |        |
| 75% 硅铁     | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 80% 锰铁     | —  | —          | 80    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁       | 45   | 1.86       | 0.82  | 0.33  | 0.063 | 0.009  |
| 灰铁回炉铁      | 40   | 1.32       | 0.88  | 0.30  | 0.032 | 0.040  |
| 废 钢        | 15   | 0.05       | 0.05  | 0.09  | —     | —      |
| 75% 硅铁     | 1.2  | —          | 0.90  | —     | —     | —      |
| 80% 锰铁     | 0.2  | —          | —     | 0.15  | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.23       | 2.65  | 0.87  | 0.095 | 0.049  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.16      | -0.40 | -0.18 | 0     | +0.039 |
| (熔化后铁液)    |  | 3.39       | 2.25  | 0.69  | 0.095 | 0.088  |

注: 1. 采用多排小风口冷风冲天炉熔炼, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%, 硅烧损 15%, 锰烧损 20%, 磷不变, 硫增加 80%。

2. 炉前, 用三角试片的白口深度控制铁液成分, 若白口深度超过 3mm, 在铁液包中加入 75% 硅铁, 调整成分。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.41, Si2.26, Mn0.68, P0.09, S0.08; 力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 172MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 363MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于收获机械中要求灰铸铁 HT150 的轴承座、行走轮、皮带轮等铸件。

配料实例 97 表 1.1-97 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 取力箱 (重型载重汽车类自卸车油压系统零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 153mm×200mm×230mm, 为箱式结构, 铸件毛重 10kg, 主要壁厚 6mm, 最小壁厚 5mm, 铸件内外七面加工, 镗孔, 位置度要求较高, 铸件要求无渗漏现象。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.6, Si2.3~2.6, Mn0.5~0.8, P≤0.15, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称     | 钒钛生铁 | 成都生铁 | 灰铁回炉铁 | 废 钢 | 硅 铁  | 锰 铁 |
|----------|------|------|-------|-----|------|-----|
| 配料比例 (%) | 35   | 20   | 40    | 5   | 0.85 | 0.5 |

注: 1. 采用多排小风口曲线炉膛热风冲天炉熔炼, 炉内碳增加约 10%、硅烧损 12%~14%、锰烧损 15%~18%、磷不变、硫增加 70%~90%。

2. 炉前, 用 75% 硅铁孕育, 加入量 0.3%。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.58, Si2.43, Mn0.62, P0.109, S0.073;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  366MPa, 硬度 147HBS。

金相组织: A 型 + B 型石墨为主, 少量 C 型石墨, 石墨长度 15 级; 珠光体 ≈ 85%, 磷共晶和碳化物 < 4%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 98 表 1.1-98 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 变速箱外壳 (中型载重汽车类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 270mm×383mm×231mm, 主要壁厚 6mm, 五面加工, 铸件毛重 32.7kg<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.5, Si2.2~2.4, Mn0.6~0.8, P≤0.12, S≤0.12                             |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|---------|----------|------|------|-------|-------|
|         | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 新生铁     | 4.25     | 1.66 | 0.89 | 0.069 | 0.011 |
| 回炉铁     | 3.30     | 2.30 | 0.70 | 0.080 | 0.080 |
| 16Mn 废钢 | 0.16     | 0.40 | 1.40 | 0.040 | 0.040 |
| 75% 硅铁  | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 60% 锰铁  | —        | —    | 60   | —     | —     |



(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       |
|---------|----------|------------|------|------|-------|-------|
|         |          | C          | Si   | Mn   | P     | S     |
| 新生铁     | 30       | 1.27       | 0.50 | 0.27 | 0.020 | 0.003 |
| 回炉铁     | 60       | 1.98       | 1.38 | 0.42 | 0.050 | 0.048 |
| 16Mn 废钢 | 10       | 0.01       | 0.04 | 0.14 | 0.004 | 0.004 |
| 75% 硅铁  | 0.8      | —          | 0.60 | —    | —     | —     |
| 60% 锰铁  | 0.2      | —          | —    | 0.12 | —     | —     |
| 合 计     |          | 3.26       | 2.52 | 0.95 | 0.074 | 0.055 |

注：1. 采用三排小风口热风冲天炉熔炼，炉内硅烧损 10%~15%、锰烧损 15%~20%。

2. 16Mn 废钢是汽车大梁钢板边角料，并非有意选用。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于中型载重汽车中要求灰铸铁 HT150 的变速箱上盖，变速箱顶盖等铸件。

配料实例 99 表 1.1-99 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |     |     |        |       |
|------------|--|-----|-----|--------|-------|
| 铸件名称       | 稳压箱 (铁路内燃机车类零件)  |     |     |        |       |
| 铸件特点       | 铸件主要轮廓尺寸 2176mm×307.5mm，为箱式结构，铸件毛重 255kg，主要壁厚 8mm，加工面为 6 个。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |     |     |        |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.40~3.70, Si1.90~2.20, Mn0.70~0.80, P≤0.15, S≤0.15   |     |     |        |       |
| 配 料        |  |     |     |        |       |
| 炉料名称       | Z14 生铁   | 废 钢 | 旧 铁 | 75% 硅铁 | 60% 锰 |
| 配料比例 (%)   | 20   | 10  | 70  | 1.12   | 0.4   |
| 配料计算成分 (%) | C3.30, Si2.35, Mn0.80, P0.120, S0.070  |     |     |        |       |

注：1. 采用熔炼炉类型：冲天炉与工频感应电炉双联，炉内硅烧损 15%~18%、锰烧损 17%~20%、硫增加 50%~60%。

2. 炉前，用三角试片检验白口 (0~1mm)，控制铁液成分，用 75% 硅铁调整软硬。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 100 表 1.1-100 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |     |     |        |        |
|------------|--|-----|-----|--------|--------|
| 铸件名称       | 手轮 (铁路内燃机车类零件)   |     |     |        |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 80\text{mm} \times 35\text{mm}$ , 为花瓣柱状结构, 铸件毛重 0.5kg, 主要壁厚 5mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |     |     |        |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.50~3.70, Si2.10~2.20, Mn0.70, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.15  |     |     |        |        |
| 配 料        |  |     |     |        |        |
| 炉料名称       | 生铁   | 废 钢 | 旧 铁 | 75% 硅铁 | 60% 锰铁 |
| 配料比例 (%)   | 20   | 8   | 72  | 1.2    | 0.4    |
| 配料计算成分 (%) | C3.35, Si2.3~2.50, Mn0.80, P0.120, S0.070  |     |     |        |        |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 小风口热风冲天炉, 炉内硅烧损 13%~17%、锰烧损 15%~20%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.61, Si2.12, Mn0.69, P0.125, S0.110;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  343MPa, 硬度 175HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 101 表 1.1-101 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |       |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 板件 (铁路电力机车类零件)   |            |       |       |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $220\text{mm} \times 170\text{mm} \times 24\text{mm}$ , 为板形结构, 铸件毛重 3.8kg, 主要壁厚 10mm, 要求无挠曲现象。采用湿型铸造。铸件要求低温热处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.5, Si2.0~2.4, Mn0.5~0.8, S<0.12, P<0.2  |            |       |       |       |       |
| 配 料        |  |            |       |       |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |       |
|            | C  | Si         | Mn    | S     | P     |       |
| 湘钢生铁       | 4.20   | 2.70       | 0.70  | 0.020 | 0.060 |       |
| 回炉料        | 3.50   | 2.00       | 0.90  | 0.100 | 0.100 |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |
|            |  | C          | Si    | Mn    | S     | P     |
| 湘钢生铁       | 30   | 1.26       | 0.81  | 0.21  | 0.006 | 0.018 |
| 回炉料        | 70   | 2.45       | 1.40  | 0.63  | 0.070 | 0.070 |
| 合 计        |  | 3.71       | 2.21  | 0.84  | 0.076 | 0.088 |
| 炉内烧损:      |  | -0.30      | -1.55 | -0.21 | 0     | 0     |

(续)

|             | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       |
|-------------|------------|------|------|-------|-------|
|             | C          | Si   | Mn   | S     | P     |
| (原铁液)       | 3.41       | 0.66 | 0.63 | 0.076 | 0.088 |
| 炉内补加:       | 0          | +1.6 | +0.1 | 0     | 0     |
| (炉内补加合金后铁液) | 3.41       | 2.26 | 0.73 | 0.076 | 0.088 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 三相电弧炉, 炉内碳烧损 8%、硅烧损 70%、锰烧损 25%、磷和硫不变。
2. 炉内 100kg 炉料加 75% 硅铁 2.37kg, 硅烧损率 10%; 加 70% 锰铁 0.16kg, 锰烧损率 10%。
3. 检测结果;  
化学成分 (%): C3.34, Si2.12, Mn0.65, P0.078, S0.03;  
力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 343MPa, 硬度 181HBS。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于电力机车中要求灰铸铁 HT150 的铸铁手轮、罩和法兰盘等铸件。

配料实例 102 表 1.1-102 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |       |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 壳形件 (铁路电力机车类零件)   |            |       |       |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 500mm×530mm×545mm, 为壳形结构, 铸件毛重 148kg, 主要壁厚 75mm, 壁厚差 6 倍有余。铸件要求无砂眼、疏松和裂纹, 采用成型冷铁激冷, 防止疏松。采用湿型湿芯铸造。铸件要求低温热处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.5, Si1.9~2.3, Mn0.5~0.8, S<0.12, P<0.2   |            |       |       |       |       |
| 配 料        |   |            |       |       |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |       |
|            | C   | Si         | Mn    | S     | P     |       |
| 湘钢生铁       | 4.20  | 2.70       | 0.70  | 0.020 | 0.060 |       |
| 回炉料        | 3.50  | 2.00       | 0.90  | 0.100 | 0.100 |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |
|            |   | C          | Si    | Mn    | S     | P     |
| 湘钢生铁       | 30  | 1.26       | 0.81  | 0.21  | 0.006 | 0.018 |
| 回炉料        | 70  | 2.45       | 1.40  | 0.63  | 0.070 | 0.070 |
| 合 计        |   | 3.71       | 2.21  | 0.84  | 0.076 | 0.088 |
| 炉内烧损       |   | -0.30      | -1.55 | -0.21 | 0     | 0     |

(续)

|             | 配料计算成分 (%) |       |      |       |       |
|-------------|------------|-------|------|-------|-------|
|             | C          | Si    | Mn   | S     | P     |
| (原铁液)       | 3.41       | 0.66  | 0.63 | 0.076 | 0.088 |
| 炉内补加        | 0          | +1.50 | +0.1 | 0     | 0     |
| (炉内补加合金后铁液) | 3.41       | 2.16  | 0.73 | 0.076 | 0.088 |

注：1. 采用熔炼炉类型：0.5t 三相电弧炉，炉内碳烧损 8%、硅烧损 70%、锰烧损 25%、磷和硫不变。

2. 炉内 100kg 炉料加 75% 硅铁 2.22kg，硅烧损率 10%；加 70% 锰铁 0.16kg，锰烧损率 10%。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.36，Si2.08，Mn0.7，P0.072，S0.045；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_w$  353MPa，硬度 185HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于电力机车中要求灰铸铁 HT150 的铸铁机座（压缩机、通风机）、端盖、内轴承盖和外轴承盖等铸件。

## 配料实例 103

表 1.1-103 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |       |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 方铁块（铁路电力机车类零件）   |            |       |       |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 500mm×415mm×240mm，为块状结构，形状简单，铸件毛重 308kg，壁厚 240mm，要求中心组织无缩孔现象，重量和外形尺寸符合标准。采用干型干芯铸造，型腔内放入铸件重量 30%~40% 的内冷铁，避免缩孔<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.5，Si1.8~2.2，Mn0.6~1.0，S<0.12，P<0.2  |            |       |       |       |       |
| 配 料        |  |            |       |       |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |       |
|            | C  | Si         | Mn    | S     | P     |       |
| 湘钢生铁       | 4.20   | 2.70       | 0.70  | 0.020 | 0.060 |       |
| 回炉料        | 3.50   | 2.00       | 0.90  | 0.100 | 0.100 |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |
|            |  | C          | Si    | Mn    | S     | P     |
| 湘钢生铁       | 30   | 1.26       | 0.81  | 0.21  | 0.006 | 0.018 |
| 回炉料        | 70   | 2.45       | 1.40  | 0.63  | 0.070 | 0.070 |
| 合 计        |  | 3.71       | 2.21  | 0.84  | 0.076 | 0.088 |
| 炉内烧损       |  | -0.30      | -1.55 | -0.21 | 0     | 0     |

(续)

|             | 配料计算成分 (%) |      |       |       |       |
|-------------|------------|------|-------|-------|-------|
|             | C          | Si   | Mn    | S     | P     |
| (原铁液)       | 3.41       | 0.66 | 0.63  | 0.076 | 0.088 |
| 炉内补加        | 0          | +1.4 | +0.20 | 0     | 0     |
| (炉内补加合金后铁液) | 3.41       | 2.06 | 0.83  | 0.076 | 0.088 |

注：1. 采用熔炼炉类型：0.5t 三相电弧炉，炉内熔化元素增减率：C-8%，Si-70%，Mn-25%，S、P 不变。

2. 炉内 100kg 炉料加 75% 硅铁 2.1kg，硅烧损率 10%；加 70% 锰铁 0.32kg，锰烧损率 10%。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.28，Si1.92，Mn0.71，P0.078，S0.041；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_b$ 324MPa，硬度 175HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于电力机车中要求灰铸铁 HT150 的压车铁等铸件。

## 配料实例 104

表 1.1-104 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 外烟筒 (铁路蒸汽机车类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 755\text{mm} \times 1283\text{mm}$ ，为圆筒形结构，铸件毛重 350kg，主要壁厚 13mm。采用干型铸造。铸件不要求热处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.5~3.7，Si1.8~2.1，Mn0.8~1.0，P $\leq$ 0.3，S $\leq$ 0.15  |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本钢生铁   | 4.14     | 1.19 | 0.37 | 0.040 | 0.044 |
| 回炉料    | 3.30     | 1.90 | 1.00 | 0.200 | 0.080 |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —        | —    | 65   | —     | —     |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本钢生铁    | 20       | 0.83       | 0.24  | 0.07  | 0.008 | 0.009  |
| 回炉料     | 80       | 2.64       | 1.52  | 0.80  | 0.160 | 0.064  |
| 75%硅铁   | 0.5      | —          | 0.38  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 0.45     | —          | —     | 0.29  | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.47       | 2.14  | 1.16  | 0.168 | 0.073  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.17      | -0.32 | -0.23 | 0.00  | +0.073 |
| (熔化后铁液) |          | 3.64       | 1.82  | 0.94  | 0.168 | 0.146  |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距热风冲天炉，熔化率 3t/h，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%。

2. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.71, Si2.01, Mn0.79, P0.18, S0.10。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于蒸汽机车中要求灰铸铁 HT150 的机车炉门框、炉门、炉条、内烟筒、油盒、油盅等铸件。但浇注油盒等薄壁小件时，需炉前加 0.2% 的 75% 硅铁进行孕育处理，以避免铸件产生局部白口。

### 配料实例 105 表 1.1-105 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |      |      |      |      |
|------------|--|------|------|------|------|
| 铸件名称       | 废气喷口 (铁路蒸汽机车类前进蒸汽机车零件)   |      |      |      |      |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 (300×300×150) mm，为法兰形结构，铸件毛重 34kg，要求耐热。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |      |      |      |      |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.6, Si2.0~2.4, Mn0.5~0.8, P≤0.2, S≤0.15                            |      |      |      |      |
| 配 料        |  |      |      |      |      |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |      |      |      |      |
|            | C  | Si   | Mn   | P    | S    |
| 生 铁        | 4.05   | 1.32 | 0.70 | 0.05 | 0.04 |
| 回炉铁        | 3.20   | 2.00 | 0.65 | 0.12 | 0.08 |
| 废 钢        | 0.24   | 0.25 | 0.60 | 0.02 | 0.02 |
| 75%硅铁      | —  | 75   | —    | —    | —    |
| 65%锰铁      | —  | —    | 65   | —    | —    |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 生 铁     | 27       | 1.09       | 0.35  | 0.19  | 0.013 | 0.010  |
| 回炉铁     | 66       | 2.11       | 1.32  | 0.43  | 0.079 | 0.052  |
| 废 钢     | 7        | 0.02       | 0.02  | 0.04  | 0.001 | 0.001  |
| 75% 硅铁  | 1.2      | —          | 0.90  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁  | 0.3      | —          | —     | 0.20  | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.22       | 2.59  | 0.86  | 0.093 | 0.063  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.25      | -0.39 | -0.17 | 0     | +0.032 |
| (熔化后铁液) |          | 3.47       | 2.20  | 0.69  | 0.093 | 0.095  |

注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口热风冲天炉，炉内碳增加 8%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷增加 50%、磷不变。

2. 炉前，用三角试片检验白口大小，控制白口 0~2mm。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 106 表 1.1-106 HT150 的灰铸铁配料

| 铸件名称       | 制动缸体 (铁路客货车车辆类零件)   |          |       |       |          |          |
|------------|---|----------|-------|-------|----------|----------|
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 455mm×361mm，为管筒类结构，铸件毛重 80kg，主要壁厚 20mm，加工完后需进行 1MPa 的水压试验，要求无裂纹、无渗漏现象。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |          |       |       |          |          |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.5, Si1.8~2.3, Mn0.5~0.8, P<0.15, S≤0.12  |          |       |       |          |          |
| 配 料        |   |          |       |       |          |          |
| 铁牌号        | 层铁量 /kg   | 金属炉料 /kg |       |       |          |          |
|            |   | 生铁       | 回炉铁   | 废钢    | (75%) 硅铁 | (60%) 锰铁 |
| HT150      | 400   | 228      | 120   | 52    | 5.2      | 1.2      |
| 炉料成分 (%)   | C   | Si       | Mn    | P     | S        |          |
| 生 铁        | 3.97  | 2.09     | 0.73  | 0.161 | 0.031    |          |
| 回炉铁        | 3.40  | 2.25     | 0.70  | 0.123 | 0.109    |          |
| 废 钢        | 0.40  | 0.30     | 0.50  | 0.030 | 0.020    |          |
| 配料成分 (%)   | 3.34  | 2.16     | 0.609 | 0.132 | 0.053    |          |

注：1. 采用熔炼炉类型：中央送风热风冲天炉，炉内硅烧损 25%、锰烧损 30%。

2. 炉前，用三角试片检验白口宽度，控制铁液成分，用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.52, Si2.32, Mn0.59, P0.124, S0.115；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_b$  385MPa，硬度 201HBS。

4. 成分含量指质量分数。

5. 本配料还适用于铁路客货车中要求灰铸铁 HT150 的制动缸前盖、后盖、滑轮、止千锤等铸件。

配料实例 107 表 1.1-107 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 搬手轮 (船用机械类船用 R56 机械零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 350\text{mm} \times 133\text{mm}$ , 主要壁厚 50mm, 铸件毛重 35kg, 采用湿型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.5, Si1.9~2.3, Mn0.5~0.8, P<0.3, S<0.15   |

## 配 料

| 炉料名称     | Z20 生铁 | 废 钢 | 75% 硅铁 | 75% 锰铁 |
|----------|--------|-----|--------|--------|
| 配料比例 (%) | 80     | 20  | 10     | 1      |

- 注: 1. 采用两排大间距冲天炉熔炼, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 100%。
2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁 (破碎到 10~20mm) 调软铁液。
3. 检测结果:  
化学成分 (%): C3.58, Si1.94, Mn0.82, P<0.08, S<0.09;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  230MPa, 硬度 182HBS。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 108 表 1.1-108 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 蒸汽饭锅外锅 (船用机械类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1020\text{mm} \times 760\text{mm} \times 17\text{mm}$ , 主要壁厚 17mm, 为圆盘形结构, 铸件毛重 350kg, 法兰、凸台、支撑爪加工。采用干型铸造。铸件要求经 0.5MPa 水压试验, 不渗漏<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.7, Si1.9~2.3, Mn0.6~0.6, P≤0.12, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |      |       |       |       |
|-------|----------|------|-------|-------|-------|
|       | C        | Si   | Mn    | P     | S     |
| 巴西生铁  | 3.88     | 2.20 | 0.80  | 0.043 | 0.014 |
| 普通回炉铁 | 3.35     | 2.46 | 0.60  | 0.110 | 0.019 |
| 低碳锰铁  | —        | —    | 82.70 | —     | —     |



(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁    | 50       | 1.94       | 1.10  | 0.40  | 0.022 | 0.007  |
| 普通回炉铁   | 50       | 1.77       | 1.23  | 0.30  | 0.055 | 0.009  |
| 低碳锰铁    | 0.5      | —          | —     | 0.41  | —     | —      |
| 合计      |          | 3.71       | 2.33  | 1.11  | 0.077 | 0.016  |
| 炉内元素增减  |          | -0.06      | -0.51 | -0.26 | 0     | +0.016 |
| (原铁液)   |          | 3.65       | 1.82  | 0.85  | 0.077 | 0.032  |
| 孕育吸收    |          | —          | +0.12 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.65       | 1.94  | 0.85  | 0.077 | 0.032  |

注：1. 采用两排大间距热风冲天炉熔炼，炉内碳烧损 1.5%、硅烧损 22%、锰烧损 24%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉外孕育：100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg，吸收率约 80%。

3. 炉前，用三角试片检查白口宽度及断口特征，加以适当控制。

4. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.60，Si1.96，Mn1.05，P0.084，S0.029；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 384MPa，硬度 178HBS。

5. 成分含量和配料比例管指质量分数。

6. 本配料还适用于船用机械中要求灰铸铁 HT150 的不重要零件，如轴承压盖、炉灶面板、小支架、小型轴承座、轴承盖、手轮等铸件。

### 配料实例 109 表 1.1-109 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | JZQ500 牙箱机盖 (港口机械类港口 5t 桥吊零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 986mm×480mm×285mm，为箱形结构，主要壁厚为 14mm，铸件毛重 191kg，结合面要求加工。采用干型铸造。铸件要求退火处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.5，Si2.0~2.4，Mn0.5~0.8，P<0.2，S≤0.12  |

#### 配 料

| 炉料配合         |                 |                | 化学成分 (%) |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 层焦重      |          | 石灰石      |          |
|--------------|-----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|              |                 |                | C        |          | Si       |          | Mn       |          | P        |          | S        |          |          |          |          |          |
| 名称           | 每层<br>配用<br>/kg | 占层<br>铁<br>(%) | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 |
| Z35 重<br>钢生铁 | 100             | 40             | 3.34     | 1.34     | 3.50     | 1.40     | 0.18     | 0.07     | 0.2000   | 0.0800   | 0.0070   | 0.003    | 22kg     |          | 批 8kg    |          |

(续)

| 炉料配合       |                  |                | 化学成分 (%) |          |          |          |                                       |          |          |          |          |          | 层焦重      |          | 石灰石      |          |
|------------|------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|            |                  |                | C        |          | Si       |          | Mn                                    |          | P        |          | S        |          |          |          |          |          |
| 名称         | 每层<br>配用铁<br>/kg | 占层<br>铁<br>(%) | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量                              | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 |
| 回炉铁        | 63               | 25             | 3.20     | 0.80     | 1.70     | 0.43     | 0.90                                  | 0.23     | 0.12     | 0.03     | 0.10     | 0.025    |          |          |          |          |
| 旧机铁        | 62               | 25             | 3.40     | 0.85     | 2.00     | 0.50     | 0.70                                  | 0.18     | 0.09     | 0.023    | 0.11     | 0.028    |          |          |          |          |
| 废钢         | 25               | 10             | 0.40     | 0.04     | 0.30     | 0.03     | 0.50                                  | 0.05     | 0.04     | 0.004    | 0.04     | 0.004    |          |          |          |          |
| 计:         | 250<br>kg        | 100            |          |          |          |          |                                       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 合计         |                  |                | 3.03     |          | 2.36     |          | 0.53                                  |          | 0.137    |          | 0.060    |          |          |          |          |          |
| 熔化增减 (%)   |                  |                | + 10     |          | - 15     |          | - 20                                  |          | 0        |          | + 40     |          |          |          |          |          |
| 应得成分 (%)   |                  |                | 3.33     |          | 2.00     |          | 0.43                                  |          | 0.137    |          | 0.084    |          |          |          |          |          |
| 炉内<br>附加   |                  |                |          |          |          |          | 批加 MnO <sup>2</sup><br>Mn-Fe<br>0.8kg |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|            | 熔化增减 (%)         |                |          |          |          |          | - 25                                  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|            | 应得成分 (%)         |                |          |          |          |          | 0.18                                  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 合计理论成分 (%) |                  |                | 3.33     |          | 2.00     |          | 0.61                                  |          | 0.137    |          | 0.084    |          |          |          |          |          |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口热风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 40%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.41, Si2.07, Mn0.63, P0.110, S0.102;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  353MPa, 硬度 182HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于港口机械中要求灰铸铁 HT150 的 850、750、650、350 等牙箱机盖和各类托轮等铸件。

配料实例 110 表 1.1-110 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 滤清器支架 (大中型柴油机类 V 形柴油发动机零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 200mm×8mm×165mm, 该铸件装在发动机的一侧, 支承机油滤清器, 承受力不大, 受一定振动力, 要求有一定韧性, 断面不允许有白口, 铸件呈半圆弧形结构, 主要壁厚为 8mm, 铸件毛重为 6kg。采用机器湿型铸造要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.3, Si2.5~3.0, Mn0.7~1.0, P≤0.2, S≤0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪 Z18 生铁  | 4.10  | 1.75       | 0.65  | 0.050 | 0.020 |        |
| 回炉铸铁       | 3.10  | 2.50       | 0.80  | 0.080 | 0.050 |        |
| 废 钢        | 0.20  | 0.25       | 0.40  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 78% 锰铁     | —   | —          | 78    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪 Z18 生铁  | 44  | 1.80       | 0.77  | 0.29  | 0.020 | 0.009  |
| 回炉铸铁       | 40  | 1.24       | 1.00  | 0.32  | 0.030 | 0.020  |
| 废 钢        | 16  | 0.03       | 0.04  | 0.06  | 0.003 | 0.003  |
| 75% 硅铁     | 1.5   | —          | 1.13  | —     | —     | —      |
| 78% 锰铁     | 0.75  | —          | —     | 0.58  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.07       | 2.94  | 1.25  | 0.053 | 0.032  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.15      | -0.44 | -0.31 | 0     | +0.032 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.22       | 2.50  | 0.94  | 0.053 | 0.064  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口冷风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 25%、硫增加 100%、磷不变。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

3. 本配料还适用于 V 型柴油发动机中要求灰铸铁 HT150 的高压泵支架、斜轴外套座、传动装置外体、恒温器外体、前支座、锥形盖、总输油路盖等铸件。

配料实例 111 表 1.1-111 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 进气管 (大中型柴油机类零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 (921×136×148)mm, 为细长管形结构, 铸件毛重 18kg, 主要壁厚 6mm, 二面加工。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.6, Si2.2~2.5, Mn0.6~0.9, P≤0.14, S≤0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁       | 4.17   | 1.45       | 0.50  | 0.040 | 0.029 |        |
| 回炉铁        | 3.50   | 2.40       | 0.75  | 0.080 | 0.080 |        |
| 废 钢        | 0.40   | 微量         | 微量    | 微量    | 微量    |        |
| 75% 硅铁     | —  | 72         | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁     | —  | —          | —     | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁       | 36   | 1.50       | 0.52  | 0.18  | 0.014 | 0.010  |
| 回炉铁        | 60   | 2.10       | 1.44  | 0.45  | 0.048 | 0.048  |
| 废 钢        | 4  | 0.02       | —     | —     | —     | —      |
| 75% 硅铁     | 0.91   | —          | 0.66  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁     | 0.35   | —          | —     | 0.23  | —     | —      |
| 合 计        |  | 3.62       | 2.62  | 0.86  | 0.062 | 0.058  |
| 炉内熔化增减     |  | -0.12      | -0.34 | -0.14 | 0     | +0.029 |
| (原铁液)      |  | 3.50       | 2.28  | 0.72  | 0.062 | 0.087  |
| 炉外孕育吸收     |  | -          | +0.13 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)    |  | 3.50       | 2.41  | 0.72  | 0.062 | 0.087  |

注: 1. 采用多排小风口曲线炉膛热风冲天炉熔炼, 熔化率 4t/h, 炉内碳烧损 3.3%、硅烧损 13%、锰烧损 26%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 加 75% 硅铁调节化学成分, 加入量 0.2% 左右, 吸收率 90%。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.5, Si2.4, Mn0.75, P0.07, S0.09;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bh}$  302MPa, 硬度 170HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于柴油机中要求灰铸铁 HT150 的排气管、前盖板等铸件。

配料实例 112 表 1.1-112 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 活动体 (五金工具类台虎钳零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 440mm×85mm×175mm, 主要壁厚 15mm, 为长槽形结构。铸件毛重 17.5kg, 四面加工。采用湿型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.5~3.6, Si2.0~2.3, Mn0.5~0.7, P<0.15, S<0.12  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 张店生铁       | 4.00  | 2.00       | 0.85  | 0.085 | 0.030 |        |
| 回炉铁        | 3.60  | 2.20       | 0.65  | 0.065 | 0.080 |        |
| 废 钢        | 0.30  | 0.30       | 0.50  | 0.030 | 0.030 |        |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 张店生铁       | 50  | 2.00       | 1.00  | 0.43  | 0.043 | 0.015  |
| 回炉铁        | 40  | 1.44       | 0.88  | 0.26  | 0.026 | 0.032  |
| 废 钢        | 10  | 0.03       | 0.03  | 0.05  | 0.003 | 0.003  |
| 75% 硅铁     | 0.75  | —          | 0.56  | —     | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.47       | 2.47  | 0.74  | 0.072 | 0.050  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.07      | -0.37 | -0.15 | 0     | +0.030 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.54       | 2.10  | 0.59  | 0.072 | 0.080  |

注: 1. 采用多排小风口热风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 2%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 60%。

2. 检测结果:

化学成分 (%): C3.59, Si2.21, Mn0.58, P<0.15, S0.076。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于五金工具中要求灰铸铁 HT150 的台虎钳固定方母、钳座、平刨机身、滑台、钻卡具等铸件。

配料实例 113 表 1.1-113 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |      |       |       |       |
|------------|---|------------|------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 风扇壳 (家用电器类电风扇零件)  |            |      |       |       |       |
| 铸件特点       | 91.44cm、111.72cm、142.24cm (36 英寸、48 英寸、56 英寸) 的风扇壳直径为 $\phi 180 \sim 210\text{mm}$ ，铸件毛重 2.5~3kg，主要壁厚 4.5~6mm<br>采用铸铁牌号：灰铸铁 HT150 |            |      |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.6~3.7, Si1.8~2.2, Mn0.4~0.5, P<0.12, S<0.12  |            |      |       |       |       |
| 配 料        |   |            |      |       |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |      |       |       |       |
|            | C   | Si         | Mn   | P     | S     |       |
| 阳春生铁       | 3.90  | 1.40       | 0.25 | 0.160 | 0.040 |       |
| 巴西生铁       | 3.90  | 2.10       | 0.60 | 0.110 | 0.020 |       |
| 回炉水口       | 3.55  | 2.10       | 0.40 | 0.120 | 0.080 |       |
| 硅 铁        | —   | 75         | —    | —     | —     |       |
| 锰 铁        | —   | —          | 60   | —     | —     |       |
| 合 计        |   |            |      |       |       |       |
| 化验结果       |   |            |      |       |       |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |      |       |       |       |
|            |   | C          | Si   | Mn    | P     | S     |
| 阳春生铁       | 30  | 1.17       | 0.42 | 0.07  | 0.048 | 0.012 |
| 巴西生铁       | 30  | 1.17       | 0.63 | 0.02  | 0.033 | 0.006 |
| 回炉水口       | 40  | 1.42       | 0.84 | 0.16  | 0.048 | 0.032 |
| 硅 铁        | 1.7   | —          | 1.28 | —     | —     | —     |
| 锰 铁        | 0.53  | —          | —    | 0.32  | —     | —     |
| 合 计        |   | 3.76       | 3.17 | 0.57  | 0.129 | 0.05  |
| 化验结果       |   | 3.63       | 2.31 | 0.46  | 0.129 | 0.077 |

注：1. 采用熔炼炉类型：四排小风口热风冲天炉，熔化率 3t/h，炉内碳增加 3%~5%、硅烧损 10%~15%、锰烧损 5%~10%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前，无特殊控制。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.63, Si2.31, Mn0.46, P0.129, S0.077。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 114 表 1.1-114 HT150 的灰铸铁配料

|                     |  |            |       |       |        |       |
|---------------------|--|------------|-------|-------|--------|-------|
| 铸件名称                | 炉面盘 (生活用品类取暖炉零件)   |            |       |       |        |       |
| 铸件特点                | 铸件轮廓尺寸 490mm×340mm×90mm, 大面积壁厚 3.5mm, 为斗形结构, 铸件毛重 5kg, 采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |        |       |
| 合金成分控制 (%)          | C3.3~3.7, Si1.8~2.2, Mn0.5~0.8, S<0.1, P<0.2                                       |            |       |       |        |       |
| 配 料                 |  |            |       |       |        |       |
| 炉料名称                | 炉料成分 (%)   |            |       |       |        |       |
|                     | C  | Si         | Mn    | S     | P      |       |
| Z14 <sup>#</sup> 生铁 | 4.00   | 1.55       | 0.87  | 0.035 | 0.200  |       |
| 灰口废铁                | 3.20   | 2.00       | 0.60  | 0.050 | 0.180  |       |
| 回炉铁                 | 3.70   | 1.80       | 0.60  | 0.050 | 0.200  |       |
| 废 钢                 | 0.40   | 0.30       | 0.50  | 0.020 | 0.020  |       |
| 炉料名称                | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |
|                     |  | C          | Si    | Mn    | S      | P     |
| Z14 <sup>#</sup> 生铁 | 50   | 2.00       | 0.78  | 0.44  | 0.020  | 0.100 |
| 灰口废铁                | 30   | 0.96       | 0.60  | 0.18  | 0.010  | 0.050 |
| 回炉铁                 | 13   | 0.48       | 0.23  | 0.08  | 0.010  | 0.030 |
| 废 钢                 | 7  | 0.03       | 0.02  | 0.04  | 0      | 0     |
| 合 计                 |  | 3.47       | 1.63  | 0.74  | 0.040  | 0.180 |
| 炉内熔化增减              |  | +0.13      | +0.17 | -0.09 | +0.030 | 0     |
| (熔化后铁液)             |  | 3.60       | 1.80  | 0.65  | 0.070  | 0.180 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 高风温 (大于 400℃) 深炉缸 (约 700mm) 转炉, 连续出铁, 及时出渣, 炉内碳增加 4%、硅增加 10%、锰烧损 12%、硫增加 75%、磷不变。
2. 炉前, 观察铁液火花和颜色, 用含碳硅量高的铸铁片调软铁液。
3. 检测结果:  
化学成分 (%): C3.6, Si1.9, Mn0.65, P0.18, S0.07;  
力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 333MPa, 硬度 237HBS。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于取暖炉中要求灰铸铁 HT150 的炉座、盖板和三角圆环等铸件。

配料实例 115 表 1.1-115 HT150 的灰铸铁配料

|                     |   |            |       |       |        |       |
|---------------------|---|------------|-------|-------|--------|-------|
| 铸件名称                | 搪瓷铸铁浴盆坯 (生活用品类)   |            |       |       |        |       |
| 铸件特点                | 铸件轮廓尺寸 1600mm×750mm×380mm, 主要壁厚 $6^{+0.5}_{-0.5}$ mm, 为大平面船形结构。铸件毛重 80kg, 采用 V 法铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |        |       |
| 合金成分控制 (%)          | C: 3.2~3.6, Si: 2.0~2.45, Mn: 0.4~0.55, S: ≤0.13, P: ≤0.2   |            |       |       |        |       |
| 配 料                 |   |            |       |       |        |       |
| 炉料名称                | 炉料成分 (%)  |            |       |       |        |       |
|                     | C   | Si         | Mn    | P     | S      |       |
| Z18 <sup>#</sup> 生铁 | 3.90  | 1.90       | 0.60  | 0.030 | 0.190  |       |
| 回炉铁                 | 3.80  | 1.90       | 0.70  | 0.050 | 0.160  |       |
| 废钢铁                 | 3.20  | 2.10       | 0.50  | 0.020 | 0.120  |       |
| 废 钢                 | 0.45  | 0.30       | 0.50  | 0.020 | 0.020  |       |
| 45%硅铁               | —   | 45         | —     | —     | —      |       |
| 炉料名称                | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |
|                     |   | C          | Si    | Mn    | S      | P     |
| Z18 <sup>#</sup> 生铁 | 50  | 1.95       | 0.95  | 0.30  | 0.015  | 0.100 |
| 回炉铁                 | 20  | 0.64       | 0.38  | 0.14  | 0.010  | 0.030 |
| 废钢铁                 | 20  | 0.76       | 0.42  | 0.10  | 0.004  | 0.020 |
| 废 钢                 | 10  | 0.05       | 0.03  | 0.05  | 0.002  | 0.002 |
| 45%硅铁               | 1.5   | —          | 0.68  | —     | —      | —     |
| 合 计                 |   | 3.40       | 2.46  | 0.59  | 0.031  | 0.152 |
| 炉内熔化增减              |   | 0          | -0.31 | -0.14 | +0.036 | 0     |
| (熔化后铁液)             |   | 3.40       | 2.15  | 0.45  | 0.067  | 0.152 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 炉内硅烧损 13%、锰烧损 24%、硫增加 51%、碳基本不变、磷不变。

2. 炉前, 观察铁液火花及颜色, 用三角试片检查白口大小, 并视具体情况用 75% 硅铁调软铁液。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于壁厚为 4~6mm, 规格为 1200mm×650mm、1400mm×700mm 的搪瓷铸铁浴盆坯铸件, 也适用于壁厚为 4~8mm, 规格为  $\phi 1100 \sim 2000$ mm 的各型铸铁锅。



配料实例 116 表 1.1-116 HT150 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 双杠座 (体育用品类、双杠器械零件)   |
| 铸件特点       | 铸件为支架结构, 铸件毛重 146kg, 主要壁厚 15mm, 只有中间立柱孔加工。<br>采用湿型铸造 铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.6, Si1.8~2.2, Mn0.5~0.8, P<0.3, S<0.15  |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|-----------|----------|------|------|-------|-------|
|           | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 八五生铁 (邯郸) | 3.90     | 1.60 | 0.80 | 0.090 | 0.020 |
| 机 铁       | 3.50     | 1.70 | 0.70 | 0.100 | 0.100 |
| 废 钢       | 0.30     | 0.20 | 0.10 | 0.020 | 0.020 |
| 硅 铁       | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 锰 铁       | —        | —    | 60   | —     | —     |

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S     |
| 八五生铁 (邯郸) | 40       | 1.56       | 0.64  | 0.32  | 0.036 | 0.008 |
| 机 铁       | 50       | 1.75       | 0.85  | 0.35  | 0.050 | 0.050 |
| 废 钢       | 10       | 0.03       | 0.02  | 0.01  | 0.002 | 0.002 |
| 硅 铁       | 1.1      | —          | 0.83  | —     | —     | —     |
| 锰 铁       | 0.2      | —          | —     | 0.12  | —     | —     |
| 合 计       |          | 3.34       | 2.34  | 0.80  | 0.088 | 0.06  |
| 炉内熔化增减    |          | +0.17      | -0.35 | -0.16 | 0     | +0.06 |
| (熔化后铁液)   |          | 3.51       | 1.99  | 0.64  | 0.088 | 0.12  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检查白口大小, 控制铁液成分, 当白口超过 3mm 时可用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.6, Si2.0, Mn0.65, P<0.3, S<0.15;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  324MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于举重器械的杠铃盘、哑铃等体育用品铸件。

配料实例 117 表 1.1-117 HT150 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 阀体 (水暖器材类 1/2" 直角式恒温疏水器零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 79mm×60mm×43mm, 铸件毛重 0.36kg, 主要壁厚≈3mm, 要求气密性好, 采用湿型铸造。铸件无需热处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT150 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.8, Si2.0~2.4, Mn0.7~0.8, P<0.2, S≤0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 首钢生铁       | 4.1   | 1.7        | 0.8   | 0.07  | 0.03  |        |
| 回炉料        | 3.2   | 2          | 0.7   | 0.06  | 0.07  |        |
| 硅 铁        | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 锰 铁        | —   | —          | 75    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 首钢生铁       | 50  | 2.05       | 0.85  | 0.4   | 0.035 | 0.015  |
| 回炉料        | 50  | 1.60       | 1     | 0.35  | 0.030 | 0.035  |
| 硅 铁        | 1.2   | —          | 0.9   | —     | —     | —      |
| 锰 铁        | 0.3   | —          | —     | 0.23  | —     | —      |
| 合 计        |   | 3.65       | 2.75  | 0.98  | 0.065 | 0.050  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.11      | -0.41 | -0.20 | 0     | +0.025 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.76       | 2.34  | 0.78  | 0.065 | 0.075  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口曲线炉膛冲天炉, 熔化率 1.5t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 50%。

2. 检测结果:

化学成分 (%): C3.85, Si2.20, Mn0.66, P0.06, S0.063;

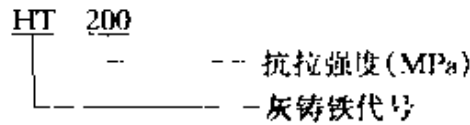
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 157MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 343MPa, 硬度 173HBS。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于水暖器材中要求灰铸铁 HT150 的直角式恒温疏水器阀盖; 脚踏阀踏板、阀盖、阀体、法兰盘; 弹簧安全阀上阀体、下阀体; 直通式恒温疏水器阀体、阀盖等铸件。

## 3. HT200 的灰铸铁配料 (配料实例 118~259)

HT200 的主要含意如下:



对于泵、阀、减速器、风机、压缩机、制冷机、空分制氧机、车床、铣床、刨床、磨床、钻床、镗床、齿轮加工机床、仪表机床、冲压设备、锻压设备、铸造设备、造纸机械、印刷机械、橡胶机械、塑料机械、陶瓷机械、玻璃机械、食品机械、制糖机械、纺织机械、缝纫机、衡器、矿山机械、煤矿机械、起重机械、运输机械、工程机械、建材机械、水工机械、发电机、汽轮机、水轮机、电站锅炉、电动机、电器石油机械、化工机械、拖拉机、手扶拖拉机、收获机械、重型载货汽车、铁路内燃机车、铁路电力机车、铁路蒸汽机车、铁路客货车车辆、船用机械、港口机械、小型柴油机、汽油机、五金工具、生活用品、水暖器材等类铸件的 HT200 的灰铸铁配料, 可查配料实例 118 至配料实例 255 或表 1.1-118 至表 1.1-255。

配料实例 118 表 1.1-118 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 水缸(泵类 2QS—9/17 水泵零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸长 300mm×高 375mm, 内径 $\phi$ 80mm, 主要壁厚 20mm, 结构较复杂, 铸件毛重 60kg。用干型铸造。铸件进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.5~1.5, Mn0.8~1.0, P $\leq$ 0.1, S<0.12   |

## 配 料

| 层铁量<br>/kg | 金属炉料/kg      |              |         |    |               |               | 层焦炭<br>/kg | 层石灰石<br>/kg |            |
|------------|--------------|--------------|---------|----|---------------|---------------|------------|-------------|------------|
|            | 宝鸡 15#<br>生铁 | 酒泉 15#<br>生铁 | 回炉<br>料 | 废钢 | 硅铁 75#<br>(%) | 锰铁 60#<br>(%) |            |             | 硅铁孕<br>育处理 |
| 250        | 35           | 35           | 100     | 80 | —             | 3.0           | 0.45       | 22          | 8          |

注: 1. 采用两排大间距曲线炉膛热风冲天炉熔炼, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 15%, 锰烧损 20%。

2. 炉前, 在出铁槽处用 75# 硅铁进行孕育处理, 观察三角试片的白口深度, 控制铁液成分。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.50, Si1.63, Mn0.94, P0.072, S0.073;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 479~490MPa, 硬度 203~208HBS。

4. 本配料还适用于泵类中要求灰铸铁 HT200 的 2QS—6/17、2QS—4.8/17、2QS—15/17、2QS—21/17 泵的水缸体铸件。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 119 表 1.1-119 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 泵体(泵类水泵零件)   |
| 铸件特点      | 铸件为壳形结构,铸件毛重 50kg,主要壁厚 6~8mm,内腔要求尺寸精度高和表面粗糙度值小<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.3, Si2.0, Mn0.8, S<0.12, P<0.3                                  |

## 配 料

| 炉料名称    | 配料比 (%) | C (%)  |       | Si (%) |       | Mn (%) |       | S (%) |       | P (%) |       | 批量 /kg   |
|---------|---------|--|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
|         |         | 成分   | 数量    | 成分     | 数量    | 成分     | 数量    | 成分    | 数量    | 成分    | 数量    |          |
| 江苏铁     | 23      | 4.02   | 0.924 | 1.65   | 0.379 | 1.19   | 0.274 | 0.026 | 0.006 | 0.108 | 0.025 | 92       |
| 萍乡铁     | 20      | 3.94   | 0.788 | 2.00   | 0.400 | 0.80   | 0.160 | 0.015 | 0.003 | 0.26  | 0.052 | 80       |
| 回炉铁     | 40      | 3.40   | 1.360 | 2.00   | 0.800 | 0.80   | 0.320 | 0.08  | 0.032 | 0.15  | 0.060 | 160      |
| 废钢      | 17      | 0.12   | 0.020 | 0.04   | 0.007 | 0.45   | 0.076 | 0.04  | 0.007 | 0.04  | 0.007 | 68       |
| 合计      | 100     |  | 3.092 |        | 1.586 |        | 0.830 |       | 0.048 |       | 0.144 | 400      |
| 要求成分    |         | 3.30   |       | 2.00   |       | 0.80   |       | <0.12 |       | <0.3  |       |          |
| 元素变化    |         | +6   |       | -15    |       | -30    |       | +50   |       | 0     |       |          |
| 炉料成分    |         | 3.10   |       | 2.30   |       | 1.04   |       | <0.06 |       | <0.30 |       |          |
| 差值      |         | -0.01  |       | -0.71  |       | -0.21  |       | ~     |       | -     |       |          |
| 后炉铁合金加入 |         | $75^{\#} \text{Si-Fe} 0.72 / 0.75 \times 4 = 0.99 \times 4 = 3.96$<br>$60^{\#} \text{Mn-Fe} 0.2 / 0.6 \times 4 = 0.33 \times 4 = 1.32$ |       |        |       |        |       |       |       |       |       | 4<br>1.3 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 大排距双层送风等置风口冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 6%、硅烧损 15%、锰烧损 30%、硫增加 50%、磷不变。

## 2. 检测结果:

化学成分 (%): C3.22, Si2.20, Mn0.66, P0.104, S0.130;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  400MPa。

## 3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 120 表 1.1-120 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 叶轮(泵类 2BA—6 型离心泵零件)   |
| 铸件特点      | 铸件为盘形结构,铸件毛重 2.9kg,最小壁厚 7mm,最大壁厚 15mm,流道表面粗糙度值要求小<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.3~3.5, Si1.5~2.0, Mn0.5~0.8, P<0.25, S<0.12                        |

(续)

| 配 料      |      |     |     |        |         |
|----------|------|-----|-----|--------|---------|
| 炉料名称     | 鹿塞生铁 | 回炉铁 | 废 钢 | 75# 硅铁 | 锰 铁     |
| 配料比例 (%) | 35   | 60  | 5   | 0.6    | 0.1-0.2 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距预热送风、风口倒置、曲线炉膛冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 15% 左右、锰烧损 19% 左右、铁烧损 0.3%~1.1%。

2. 检测结果:

化学成分 (%): C3.34, Si1.98, Mn0.64, P0.14, S0.102。

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  208MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  392MPa;

金相组织: 珠光体 (体积分数) >60%。

3. 成分含量配料比例皆指质量分数。

**配料实例 121**      表 1.1-121 HT200 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 导水壳(泵类 JD 型深井水泵零件)                                     |
| 铸件特点       | 铸件毛重 18kg, 壁厚 3~15mm, 壁厚差别大, 加工面多<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制 (%) | C3.25~3.35, Si1.8~2.0, Mn1.8~2.0                       |

## 配 料

| 炉料名称     | 略阳生铁 | 回炉铁   | 废 钢   | 75# 硅 铁 | 65# 锰 铁 |
|----------|------|-------|-------|---------|---------|
| 配料比例 (%) | 40   | 35~40 | 20~25 | 1~1.2   | 0.8~1.0 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 炉内硅烧损 10%、锰烧损 15%, 炉渣中 FeO 4%~5%。

2. 采取炉前硅铁孕育, 控制孕育后三角试片的白口数为 2~3mm, 且断口细密。

3. 检测结果: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  441MPa 左右, 硬度 190HBS 左右。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

**配料实例 122**      表 1.1-122 HT200 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 联轴器(泵类工业水泵零件)  |
| 铸件特点       | 铸件毛重 10kg, 壁厚最大为 40mm, 最小为 5mm, 在结构上厚薄相差甚大, 经常出现薄壁处加工性能差, 厚壁处晶粒粗大<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制 (%) | C3.4, Si2.0, Mn0.85, P—, S—<br>共晶度 $S_c$ 控制在 0.955~0.96                                |

(续)

| 配 料         |               |               |                               |  |  |     |    |     |
|-------------|---------------|---------------|-------------------------------|--|--|-----|----|-----|
| 每批料重<br>/kg | 每批铁料中各种炉料重/kg |               |                               |  |  |     |    |     |
|             | 巴西 Z30<br>新生铁 | 德化 Z18<br>新生铁 | 回炉料                           | 废钢   | 硅铁   | 锰铁  | 焦炭 | 石灰石 |
| 250         | 50            | 90            | 90                            | 20   | 1.2  | 1.7 | 20 | 8   |
| 材料名称        | 配料比<br>(%)    | 重数<br>/kg     | 化学成分(%)                       |  |  |     |    |     |
|             |               |               | C                             | Si   | Mn   | P   | S  |     |
| 巴西新生铁       | 20            | 50            | $0.2 \times 3.94$<br>= 0.788  | $0.2 \times 3.0$<br>= 0.600                  | $0.2 \times 0.66$<br>= 0.132                   |     |    |     |
| 德化新生铁       | 36            | 90            | $0.36 \times 3.46$<br>= 1.250 | $0.36 \times 1.8$<br>= 0.648                 | $0.36 \times 0.47$<br>= 0.168                  |     |    |     |
| 回炉料         | 36            | 90            | $0.36 \times 3.45$<br>= 1.240 | $0.36 \times 2.3$<br>= 0.728                 | $0.36 \times 0.6$<br>= 0.216                   |     |    |     |
| 废钢          | 8             | 20            | $0.08 \times 0.45$<br>= 0.036 | $0.08 \times 0.3$<br>= 0.024                 | $0.08 \times 0.5$<br>= 0.040                   |     |    |     |
| 硅铁          |               |               |                               |  |  |     |    |     |
| 锰铁          |               |               |                               |  |  |     |    |     |
| 炉前孕育<br>硅铁  | 0.24          | 0.6           |                               | (0.18)                                       |  |     |    |     |
| 小计          |               |               | 3.314                         | 2.000  | 0.557  |     |    |     |
| 元素增减率(%)    |               |               | +2.5                          | -15  | -17  |     |    |     |
| 炉料中元素含量     |               |               | 3.397                         | 1.700  | 0.462  |     |    |     |
| 铁合金加入量      |               |               |                               | $\frac{2-1.700}{0.85 \times 0.75}$<br>= 0.47 | $\frac{0.85-0.462}{0.83 \times 0.67}$<br>= 0.7 |     |    |     |
| 计算成分        |               |               | 3.397                         | 2.000  | 0.851  |     |    |     |
| 材料名称        | 化学成分(%)       |               |                               |  |  |     |    |     |
|             | C             | Si            | Mn                            | P  | S  |     |    |     |
| 新生铁巴西 Z30   | 3.94          | 3.0           | 0.66                          |  |  |     |    |     |
| 新生铁德化 Z18   | 3.46          | 1.8           | 0.47                          |  |  |     |    |     |

(续)

| 材料名称 | 化学成分(%) |     |     |   |   |
|------|---------|-----|-----|---|---|
|      | C       | Si  | Mn  | P | S |
| 回炉料  | 3.45    | 2.3 | 0.6 |   |   |
| 废钢   | 0.45    | 0.3 | 0.5 |   |   |
| 硅铁   |         | 75  |     |   |   |
| 锰铁   |         |     | 67  |   |   |

注：1. 采用熔炼炉类型：五排小风口热风冲天炉，炉内碳增加 2.5%、硅烧损 15%、锰烧损 17%。

2. 炉前用硅铁进行大孕育处理，控制孕育后三角试片的白口数为 3~3.5mm，以提高相对强度，降低相对硬度，获得优质铸件。

3. 检测结果：

化学成分(%)：C3.41, Si2.13, Mn0.86, P-, S-。

力学性能：抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 417MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 123 表 1.1-123 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |      |      |       |       |
|-----------|--|------|------|-------|-------|
| 铸件名称      | 阀体(阀类 DN1400 蝶阀零件)   |      |      |       |       |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1620\text{mm} \times 710\text{mm} \times 1880\text{mm}$ , 主要壁厚 24mm, 为圆法兰筒形结构, 铸件毛重 1550kg, 四面连接法兰盘和阀体中心轴孔及密封部位加工。采用干型、芯铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT200 |      |      |       |       |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.3, Si1.6~1.9, Mn0.8~1.0, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12   |      |      |       |       |
| 配 料       |  |      |      |       |       |
| 炉料名称      | 炉 料 成 分 ( % )  |      |      |       |       |
|           | C  | Si   | Mn   | P     | S     |
| 北台生铁      | 4.10   | 1.63 | 0.69 | 0.048 | 0.034 |
| 普通回炉铁     | 3.35   | 1.70 | 0.70 | 0.080 | 0.080 |
| 废 钢       | 0.20   | 0.20 | 0.50 | 0.020 | 0.020 |
| 75%硅铁     | —  | 75   | —    | —     | —     |
| 65%锰铁     | —  | —    | 65   | —     | —     |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 北台生铁    | 40       | 1.64       | 0.65  | 0.28  | 0.019 | 0.014  |
| 普通回炉铁   | 35       | 1.17       | 0.60  | 0.25  | 0.028 | 0.028  |
| 废 钢     | 25       | 0.05       | 0.05  | 0.13  | 0.005 | 0.005  |
| 75%硅铁   | 1.13     | —          | 0.84  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 0.88     | —          | —     | 0.57  | —     | —      |
| 合 计     |          | 2.86       | 2.14  | 1.21  | 0.052 | 0.047  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.29      | -0.43 | -0.30 | 0     | +0.038 |
| (熔化后铁液) |          | 3.15       | 1.71  | 0.91  | 0.052 | 0.085  |

注：1. 采用三排小风口曲线炉膛热风冲天炉熔炼，熔化率 5t/h，炉内碳增加 10%，硅烧损 20%，锰烧损 25%，磷不变、硫增加 80%。

2. 炉前，观察三角试片白口大小，控制铁液化学成分，要求白口宽度 3~5mm。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.24，Si1.68，Mn0.87，P0.064，S0.079；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 440~450MPa

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于阀类中要求灰铸铁 HT200 的大、中型阀体、阀盖、蝶阀、蝶板及大、中型减速器箱体、齿轮箱等铸件。

配料实例 124 表 1.1-124 HT200 的灰铸铁配料

|            |  |     |     |     |      |
|------------|--|-----|-----|-----|------|
| 铸件名称       | 阀体(阀类 Z45 的 600 型阀零件)                                |     |     |     |      |
| 铸件特点       | 铸件为密闭异形箱式结构,铸件毛重 600kg,平均壁厚 20mm<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |     |     |     |      |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.3, Si1.8~2.2, Mn0.5~0.9, P<0.2, S<0.1         |     |     |     |      |
| 配 料        |  |     |     |     |      |
| 炉料名称       | 宣化生铁   | 机 铁 | 废 钢 | 硅 铁 | 锰 铁  |
| 配料比例 (%)   | 50   | 40  | 10  | 0.3 | 0.33 |

注：1. 采用冲天炉熔炼，熔化率 5t/h，炉内硅烧损 10%~15%，锰烧损 20%。

2. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.38，Si1.9，Mn1.09，P0.073，S0.082。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 125 表 1.1-125 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |           |       |       |       |        |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称      | 中箱体(减速器类 750 齿轮箱零件)   |           |       |       |       |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 672mm×855mm×300mm, 主要壁厚 14mm, 为框形结构, 铸件毛重 240kg, 两端面和上下结合面及轴承孔加工。采用干型铸造, 铸件须经人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |           |       |       |       |        |
| 合金成分控制(%) | C3.30~3.50, Si1.70~1.90, Mn0.75~0.90, P≤0.15, S≤0.12  |           |       |       |       |        |
| 配 料       |   |           |       |       |       |        |
| 炉料名称      | 炉 料 成 分 ( % )   |           |       |       |       |        |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 邯郸生铁      | 4.33  | 1.45      | 1.09  | 0.082 | 0.031 |        |
| 普通回炉铁     | 3.50  | 2.10      | 0.73  | 0.080 | 0.090 |        |
| 废 钢       | 0.40  | 0.30      | 0.50  | 0.030 | 0.020 |        |
| 75%硅铁     | —   | 75        | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁     | —   | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 邯郸生铁      | 42.5  | 1.84      | 0.62  | 0.46  | 0.035 | 0.013  |
| 普通回炉铁     | 38  | 1.33      | 0.80  | 0.28  | 0.030 | 0.034  |
| 废 钢       | 19.5  | 0.08      | 0.06  | 0.10  | 0.006 | 0.004  |
| 75%硅铁     | 0.85  | —         | 0.64  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁     | 0.35  | —         | —     | 0.23  | —     | —      |
| 合 计       |   | 3.25      | 2.12  | 1.07  | 0.071 | 0.051  |
| 炉内熔化增减    |   | +0.13     | -0.36 | -0.24 | 0     | +0.041 |
| (原铁液)     |   | 3.38      | 1.76  | 0.83  | 0.071 | 0.092  |
| 炉外孕育吸收    |   | —         | +0.09 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)   |   | 3.38      | 1.85  | 0.83  | 0.071 | 0.092  |

注: 1. 采用三排小风口热风水冷冲天炉熔炼, 熔化率 4t/h, 炉内碳增加 4%、硅烧损 17%、锰烧损 22%、磷不变、硫增加 80%。

2. 炉前, 用三角试片观察白口数, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调节成分, 加入量 0.15%~0.25%, 碳当量在 3.9%~4.1% 的范围内, 白口数通常为 2~3mm。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.29, Si1.87, Mn0.79, P0.075, S0.087;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  245MPa, 硬度 207HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于减速机(齿轮箱)中要求灰铸铁 HT200 的上箱体、下箱体、工作活塞、配油器座等铸件。

配料实例 126 表 1.1-126 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 立式机座(减速器类 X4 星形摆线减速器零件)  |
| 铸件特点      | 铸件为壳形结构,铸件毛重 16kg,平均壁厚 15mm,最薄处 12mm,外形尺寸 $\phi 260\text{mm} \times 130\text{mm}$ 。采用湿型铸造,铸件进行时效处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.3~3.5, Si1.5~1.9, Mn0.7~0.9, P<0.2, S<0.12  |

## 配 料

| 炉料名称     | 炉料成分(%) |      |      |      |      |
|----------|---------|------|------|------|------|
|          | C       | Si   | Mn   | P    | S    |
| 八五生铁(邯郸) | 3.90    | 1.60 | 0.50 | 0.09 | 0.02 |
| 机 铁      | 3.60    | 1.70 | 0.70 | 0.1  | 0.1  |
| 废 钢      | 0.40    | 0.30 | 0.20 | 0.02 | 0.02 |
| 硅 铁      | —       | 75   | —    | —    | —    |
| 锰 铁      | —       | —    | 60   | —    | —    |

| 炉料名称     | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|----------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|          |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 八五生铁(邯郸) | 40      | 1.56      | 0.64  | 0.20  | 0.036 | 0.008  |
| 机 铁      | 40      | 1.44      | 0.68  | 0.28  | 0.040 | 0.040  |
| 废 钢      | 20      | 0.08      | 0.06  | 0.04  | 0.004 | 0.004  |
| 硅 铁      | 0.83    | —         | 0.62  | —     | —     | —      |
| 锰 铁      | 0.66    | —         | —     | 0.40  | —     | —      |
| 合 计      |         | 3.08      | 2.00  | 0.92  | 0.080 | 0.052  |
| 炉内熔化增减   |         | +0.31     | -0.30 | -0.18 | 0     | +0.052 |
| (熔化后铁液)  |         | 3.39      | 1.70  | 0.74  | 0.080 | 0.104  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前用三角试片观察白口大小, 三角白口超过 3mm 时, 适量添加 75# 硅铁调软。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.4, Si1.7, Mn0.8, P<0.2, S<0.12;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{\text{b}} > 392\text{MPa}$ 。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 127 表 1.1-127 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 卧式机座(减速器类 X11 减速器零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 180mm×880mm×760mm, 平均壁厚 25mm, 为壳形结构, 铸件毛重 450kg。采用干型铸造。铸件进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.5, Si1.5~1.8, Mn0.8~1.0, P<0.2, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称     | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|----------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|          | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 八五生铁(邯鄹) | 4.00    | 1.50      | 0.60  | 0.090 | 0.020 |        |
| 机 铁      | 3.60    | 1.70      | 0.80  | 0.100 | 0.100 |        |
| 废 钢      | 0.40    | 0.30      | 0.20  | 0.020 | 0.020 |        |
| 硅 铁      | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 锰 铁      | —       | —         | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称     | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|          |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 八五生铁(邯鄹) | 40      | 1.60      | 0.60  | 0.24  | 0.036 | 0.008  |
| 机 铁      | 40      | 1.44      | 0.68  | 0.32  | 0.040 | 0.040  |
| 废 钢      | 20      | 0.08      | 0.06  | 0.04  | 0.004 | 0.004  |
| 硅 铁      | 0.88    | —         | 0.66  | —     | —     | —      |
| 锰 铁      | 1       | —         | —     | 0.60  | —     | —      |
| 合 计      |         | 3.12      | 2.00  | 1.20  | 0.080 | 0.052  |
| 炉内熔化增减   |         | +0.16     | -0.40 | -0.30 | 0     | +0.052 |
| (熔化后铁液)  |         | 3.28      | 1.60  | 0.90  | 0.080 | 0.104  |

注: 1. 采用两排大间距热风冲天炉熔炼, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉前用三角试片观察, 控制三角白口为 2~4mm, 白口过大用 75% 硅铁调软, 白口过小的铁液改注其他件。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.4, Si1.6, Mn0.9, P<0.2, S<0.12;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{1b} > 392\text{MPa}$ 。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 128 表 1.1-128 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 针齿壳(减速机类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件为环形结构,铸件毛重 26kg,壁厚 15mm。采用湿型铸造,铸件进行时效处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.5, Si1.4~1.8, Mn0.8~1.0, P<0.2, S<0.12                 |

## 配 料

| 炉料名称     | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|----------|---------|------|------|-------|-------|
|          | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 八五生铁(邯郸) | 4.00    | 2.20 | 0.60 | 0.090 | 0.020 |
| 机 铁      | 3.60    | 1.80 | 0.70 | 0.100 | 0.100 |
| 废 钢      | 0.40    | 0.30 | 0.20 | 0.020 | 0.020 |
| 硅 铁      | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 锰 铁      | —       | —    | 60   | —     | —     |

| 炉料名称     | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|----------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|          |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 八五生铁(邯郸) | 40      | 1.60      | 0.88  | 0.24  | 0.036 | 0.008  |
| 机 铁      | 40      | 1.44      | 0.72  | 0.28  | 0.040 | 0.040  |
| 废 钢      | 20      | 0.08      | 0.06  | 0.04  | 0.004 | 0.004  |
| 硅 铁      | 0.3     | —         | 0.23  | —     | —     | —      |
| 锰 铁      | 1       | —         | —     | 0.60  | —     | —      |
| 合 计      |         | 3.12      | 1.89  | 1.16  | 0.080 | 0.052  |
| 炉内熔化增减   |         | +0.16     | -0.28 | -0.23 | 0     | +0.052 |
| (熔化后铁液)  |         | 3.28      | 1.61  | 0.93  | 0.080 | 0.104  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 5%, 硅烧损 15%, 锰烧损 20%, 硫增加 100%, 磷不变。

2. 炉前用三角试片控制白口, 白口为 3~4mm, 白口过大用 75# 硅铁调软, 白口过小的铁液改浇其他件。

3. 该件由于要求硬度较均匀, 因此每次出铁量最好大于 400kg, 以便便浇注前铁液充分混合均匀。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.4, Si1.6, Mn0.9, P<0.2, S<0.12;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb} > 392\text{MPa}$ , 硬度 170~241HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 129 表 1.1-129 HT200 的灰铸铁配料

|                   |  |           |       |       |       |        |
|-------------------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称              | 机壳(风机类 L48—80 罗茨风机零件)  |           |       |       |       |        |
| 铸件特点              | 铸件轮廓尺寸 1010mm×920mm×675mm, 为近似椭圆筒形结构, 铸件毛重 730kg, 壁厚 22~33mm, 五面加工。采用干型铸造。铸件要进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |           |       |       |       |        |
| 合金成分控制(%)         | C3.1~3.5, Si1.7~2.0, Mn0.8~1.0, P≤0.15, S≤0.12   |           |       |       |       |        |
| 配 料               |  |           |       |       |       |        |
| 炉料名称              | 炉 料 成 分 (%)  |           |       |       |       |        |
|                   | C  | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 俄罗斯生铁             | 4.15   | 2.28      | 0.46  | 0.087 | 0.048 |        |
| 回炉铁               | 3.30   | 2.00      | 0.85  | 0.079 | 0.096 |        |
| 废钢                | 0.50   | 0.20      | 0.50  | 0.023 | 0.010 |        |
| 密山硅铁              | —  | 75        | —     | —     | —     |        |
| 西林锰铁 <sup>①</sup> | —  | —         | 75    | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                   |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 俄罗斯生铁             | 40   | 1.66      | 0.91  | 0.18  | 0.035 | 0.019  |
| 回炉铁               | 40   | 1.32      | 0.80  | 0.34  | 0.032 | 0.038  |
| 废钢                | 20   | 0.10      | 0.04  | 0.10  | 0.005 | 0.002  |
| 密山硅铁              | 0.47   | —         | 0.35  | —     | —     | —      |
| 西林锰铁 <sup>①</sup> | 0.77   | —         | —     | 0.58  | —     | —      |
| 合 计               |  | 3.08      | 2.10  | 1.20  | 0.072 | 0.059  |
| 炉内熔化增减            |  | +0.15     | -0.30 | -0.30 | 0     | +0.059 |
| (熔化后铁液)           |  | 3.23      | 1.80  | 0.90  | 0.072 | 0.118  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距曲线炉膛冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 25%、磷不变、硫增加 100%。

2. 检测结果:

化学成分(%): C3.25, Si1.87, Mn0.93, P0.080, S0.108;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 440MPa。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于罗茨风机中要求灰铸铁 HT200 的叶轮、左(右)墙板、齿轮箱、底座、联结器、轴承体、轴套等铸件。

① 西林为黑龙江省伊春地区西林钢铁厂

配料实例 130 表 1.1-130 HT200 的灰铸铁配料

|                   |  |           |       |       |       |        |
|-------------------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称              | 轴承座(风机类 D60 罗茨风机零件)  |           |       |       |       |        |
| 铸件特点              | 铸件轮廓尺寸 $\phi 365\text{mm} \times 145\text{mm}$ , 为轮形结构, 铸件毛重 50kg, 主要壁厚 25mm, 周身加工。采用干型铸造。铸件要求进行热处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |           |       |       |       |        |
| 合金成分控制(%)         | C3.0~3.2, Si1.5~2.0, Mn0.8~1.0, P<0.2, S<0.12  |           |       |       |       |        |
| 配 料               |  |           |       |       |       |        |
| 炉料名称              | 炉 料 成 分 ( % )  |           |       |       |       |        |
|                   | C  | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 湘钢生铁              | 4.15   | 1.50      | 0.13  | 0.100 | 0.020 |        |
| 冷水江生铁             | 4.10   | 2.12      | 0.80  | 0.180 | 0.030 |        |
| 合金回炉铁             | 3.40   | 2.00      | 0.70  | 0.120 | 0.100 |        |
| 废钢                | 0.20   | 0.30      | 0.60  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75%硅铁             | —  | 75        | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁             | —  | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                   |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 湘钢生铁              | 20   | 0.83      | 0.30  | 0.03  | 0.020 | 0.004  |
| 冷水江生铁             | 20   | 0.82      | 0.42  | 0.16  | 0.040 | 0.006  |
| 合金回炉铁             | 35   | 1.19      | 0.70  | 0.25  | 0.040 | 0.035  |
| 废钢                | 25   | 0.05      | 0.08  | 0.15  | 0.010 | 0.005  |
| 75%硅铁             | 0.81   | —         | 0.61  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁             | 0.83   | —         | —     | 0.54  | —     | —      |
| 合 计               |  | 2.89      | 2.11  | 1.13  | 0.110 | 0.050  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |  | +0.14     | -0.32 | -0.23 | 0     | +0.040 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |  | 3.03      | 1.79  | 0.90  | 0.110 | 0.090  |
|                   |  | —         | +0.11 | —     | —     | —      |
|                   |  | 3.03      | 1.90  | 0.90  | 0.110 | 0.090  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉前观察三角试片的白口大小来控制铁液成分, 用 45% 稀土硅铁孕育, 加入量 0.25%~0.35%, 吸收率为 80%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于风机中要求灰铸铁 HT200 的 D60 轮毂、联轴器、叶轮、机壳、墙板; D36 轴承座、联轴器、叶轮等铸件。

配料实例 131 表 1.1-131 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |           |       |       |       |        |
|-----------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称      | 下机壳(风机类 D60 罗茨风机零件)  |           |       |       |       |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1310mm×480mm×600mm, 主要壁厚 20mm, 为空腔箱体结构, 铸件毛重 887kg, 六面全加工。采用干型铸造。要求热处理要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |           |       |       |       |        |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.4, Si1.8~2.2, Mn0.6~0.8, P<0.2, S<0.12  |           |       |       |       |        |
| 配 料       |  |           |       |       |       |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |
|           | C  | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 湘钢生铁      | 4.15   | 1.50      | 0.13  | 0.100 | 0.020 |        |
| 冷水江生铁     | 4.10   | 2.12      | 0.80  | 0.180 | 0.030 |        |
| 合金回炉铁     | 3.40   | 2.00      | 0.70  | 0.120 | 0.100 |        |
| 废钢        | 0.20   | 0.30      | 0.60  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75%硅铁     | —  | 75        | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁     | —  | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称      | 配料比例(%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|           |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 湘钢生铁      | 20   | 0.83      | 0.30  | 0.03  | 0.020 | 0.004  |
| 冷水江生铁     | 20   | 0.82      | 0.42  | 0.16  | 0.040 | 0.006  |
| 合金回炉铁     | 40   | 1.36      | 0.80  | 0.28  | 0.050 | 0.040  |
| 废钢        | 20   | 0.040     | 0.06  | 0.12  | 0     | 0.004  |
| 75%硅铁     | 0.88   | —         | 0.66  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁     | 0.54   | —         | —     | 0.35  | —     | —      |
| 合 计       |  | 3.05      | 2.24  | 0.94  | 0.110 | 0.054  |
| 炉内熔化增减    |  | +0.15     | -0.34 | -0.19 | 0     | +0.046 |
| (熔化后铁液)   |  | 3.20      | 1.90  | 0.75  | 0.110 | 0.100  |

注: 1. 采用两排大间距热风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 80%。

2. 炉前, 观察三角试片的白口大小来控制铁液成分, 可用 75% 硅铁调整铁液。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于风机中要求灰铸铁 HT200 的 D60 上机壳、墙板、叶轮; D36 机壳、墙板等铸件。

配料实例 132 表 1.1-132 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |           |       |       |       |        |
|-----------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称      | 机身(压缩机类 F4.8 冰箱压缩机零件)  |           |       |       |       |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 222mm×186mm×245mm, 壁厚一般在 10mm 左右, 下部安装曲轴连杆, 上部为气缸部分, 外形上部为散热片, 结构较复杂<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |           |       |       |       |        |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.4, Si1.6~1.9, Mn0.7~1.0, P≤0.2, S≤0.12  |           |       |       |       |        |
| 配 料       |  |           |       |       |       |        |
| 炉料名称      | 炉 料 成 分 ( % )  |           |       |       |       |        |
|           | C  | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 新生铁       | 4.20   | 1.80      | 0.60  | 0.090 | 0.040 |        |
| 回炉铁       | 3.20   | 1.60      | 0.90  | 0.100 | 0.100 |        |
| 废钢        | 0.40   | 微量        | 微量    | 微量    | 微量    |        |
| 75% 硅铁    | —  | 75        | —     | —     | —     |        |
| 60% 锰铁    | —  | —         | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|           |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 新生铁       | 41.7   | 1.75      | 0.75  | 0.25  | 0.040 | 0.020  |
| 回炉铁       | 41.7   | 1.33      | 0.67  | 0.38  | 0.040 | 0.040  |
| 废钢        | 16.6   | 0.07      | —     | —     | —     | —      |
| 75% 硅铁    | 0.5  | —         | 0.36  | —     | —     | —      |
| 60% 锰铁    | 0.67   | —         | —     | 0.40  | —     | —      |
| 合 计       |  | 3.17      | 1.78  | 1.03  | 0.080 | 0.060  |
| 炉内熔化增减    |  | +0.19     | -0.18 | -0.20 | 0     | +0.045 |
| (熔化后铁液)   |  | 3.36      | 1.60  | 0.83  | 0.080 | 0.105  |

注: 1. 采用双风带热风冲天炉熔炼, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 6%, 硅烧损 10%、锰烧损 19%、磷不变、硫增加 75%。

2. 检测结果:

化学成分 (%): C3.30, Si1.60, Mn0.82, P0.080, S0.105;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  558MPa, 挠度  $f$  3.3mm。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于压缩机中要求灰铸铁 HT200 的平衡铁、壳体、箱体等铸件。



配料实例 133 表 1.1-133 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 机体(制冷机类 S8—12.5A 单机双级氨制冷压缩机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 620mm×950mm×880mm, 主要壁厚 15mm, 为壳形结构, 铸件毛重 685kg, 内有 $\phi 125$ mm 扇形缸孔八个及回油孔、高低压吸、排气腔、曲轴箱等, 缸孔、脚板、侧盖、轴孔等处均需加工。采用干型铸造。铸件要求时效处理。加工后用水压试验强度, 气压试验密封性, 试压持续时间大于 5min, 试压时不允许有渗漏。试验压力: 排气腔部位水压 3MPa、气压 2MPa, 吸气腔和曲轴箱部位水压 16MPa、气压 1MPa<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.4, Si1.8~2.1, Mn0.8~1.0, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12  |

## 配 料

| 炉料名称   | 配料比 (%) | 批重 /kg | 化 学 成 分 (%) |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
|--------|---------|--------|-------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|        |         |        | C           |      | Si   |      | Mn   |      | P     |       | S     |       |
|        |         |        | 含量          | 配比量  | 含量   | 配比量  | 含量   | 配比量  | 含量    | 配比量   | 含量    | 配比量   |
| 新生铁    | 35      | 210    | 4.20        | 1.47 | 1.50 | 0.53 | 0.90 | 0.32 | 0.05  | 0.018 | 0.010 | 0.004 |
| 旧生铁    | 45      | 270    | 3.60        | 1.62 | 1.70 | 0.77 | 0.80 | 0.36 | 0.05  | 0.023 | 0.090 | 0.04  |
| 废钢     | 20      | 120    | 0.20        | 0.04 | 0.14 | 0.03 | 0.40 | 0.08 | —     | —     | —     | —     |
| 硅铁     | 1.2     | 7.2    | —           | —    | 75   | 0.90 | —    | —    | —     | —     | —     | —     |
| 锰铁     | 0.65    | 3.9    | —           | —    | —    | —    | 65   | 0.42 | —     | —     | —     | —     |
| 炉料口有成分 | (%)     |        | 3.13        |      | 2.33 |      | 1.18 |      | 0.041 |       | 0.045 |       |
| 估计元素烧损 | (%)     |        | +5          |      | -15  |      | -20  |      | 0     |       | +50   |       |
| 计算铁液成分 | (%)     |        | 3.3         |      | 2.0  |      | 0.9  |      | 0.041 |       | 0.068 |       |

注: 1. 采用三排风口曲线炉膛炉胆热风冲天炉熔炼, 熔化率 4t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.40, Si1.87, Mn0.87, P0.038, S0.083;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{\text{B}}417\sim 461$ MPa, 挠度  $f3\text{mm}$ 。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于制冷机中要求灰铸铁 HT200 的各种铸件, 如 12.5 系列制冷机中的机体、气缸盖、吸排气管、飞轮、阀盖、泵体、滤油器体; 离心制冷机机中的机体、蜗壳、齿轮箱、电动机、轴承座、液道、进风座等铸件。

配料实例 134 表 1.1-134 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |            |       |       |       |        |
|-----------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称      | 机身(空分制氧机类空压机零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1085mm×1035mm×578mm, 主要壁厚 16mm, 为组合式结构, 形状复杂, 多肋壳件, 铸件毛重 490kg, 滑道 $\phi 200$ D, 表面粗糙度要求小, 不允许有任何铸造缺陷。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制(%) | C3.20~3.50, Si1.80~2.30, Mn0.70~0.90, P $\leq$ 0.10, S $\leq$ 0.10  |            |       |       |       |        |
| 配 料       |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称      | 炉 料 成 分 (%)   |            |       |       |       |        |
|           | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁      | 4.27  | 1.13       | 0.41  | 0.040 | 0.050 |        |
| 普通回炉铁     | 3.30  | 2.04       | 0.82  | 0.026 | 0.069 |        |
| 废钢        | 0.20  | 0.30       | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75%硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 锰 1       | —   | —          | 79.13 | —     | —     |        |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|           |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁      | 40  | 1.71       | 0.45  | 0.16  | 0.016 | 0.020  |
| 普通回炉铁     | 40  | 1.32       | 0.82  | 0.33  | 0.010 | 0.028  |
| 废 钢       | 20  | 0.04       | 0.06  | 0.10  | 0.004 | 0.004  |
| 75%硅铁     | 1.35  | —          | 1.01  | —     | —     | —      |
| 锰 1       | 0.75  | —          | —     | 0.59  | —     | —      |
| 合 计       |   | 3.07       | 2.34  | 1.18  | 0.030 | 0.052  |
| 炉内熔化增减    |   | +0.15      | -0.35 | -0.24 | 0     | +0.052 |
| (熔化后铁液)   |   | 3.22       | 1.99  | 0.94  | 0.030 | 0.104  |

注: 1. 采用连续出铁、出渣、热风、两排大间距冲天炉熔炼, 炉内熔化元素增减率: C+5%, Si-15%, Mn-20%, P不变, S+100%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 针对铸件壁厚, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于空分设备中要求灰铸铁 HT200 的铸件, 如: 空压机的曲轴箱、中间体、机身、带轮等铸件; 膨胀机的曲轴箱、中间体、飞轮等铸件。

配料实例 135 表 1.1-135 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 曲轴箱(空分制氧机类空气透平压缩机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 2040mm×900mm×860mm, 为箱形结构, 内腔形状复杂, 铸件毛重 2100kg, 主要壁厚 30mm, 各端面及各内孔全加工。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.3~3.5, Si1.4~1.8, Mn0.6~1.0, P≤0.12, S≤0.12  |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 巴西生铁    | 3.89    | 2.83      | 0.70  | 0.088 | 0.010 |        |
| 山东莱芜生铁  | 4.17    | 1.80      | 1.07  | 0.132 | 0.028 |        |
| 回炉铁     | 3.45    | 1.65      | 0.80  | 0.070 | 0.080 |        |
| 废钢      | 0.20    | 0.30      | 0.60  | 0.017 | 0.019 |        |
| 75%硅铁   | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 60%锰铁   | —       | —         | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁    | 25      | 0.97      | 0.71  | 0.17  | 0.022 | 0.003  |
| 山东莱芜生铁  | 11.25   | 0.47      | 0.20  | 0.12  | 0.015 | 0.003  |
| 回炉铁     | 45      | 1.60      | 0.74  | 0.36  | 0.030 | 0.036  |
| 废钢      | 18.75   | 0.04      | 0.06  | 0.06  | 0.003 | 0.004  |
| 75%硅铁   | 0.25    | —         | 0.19  | —     | —     | —      |
| 60%锰铁   | 0.375   | —         | —     | 0.23  | —     | —      |
| 合 计     |         | 3.08      | 1.90  | 0.94  | 0.070 | 0.046  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.31     | -0.29 | -0.19 | 0     | +0.037 |
| (熔化后铁液) |         | 3.39      | 1.61  | 0.75  | 0.070 | 0.083  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 间断出铁、出渣, 密肋炉胆热风三排小风口冲天炉, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%、碳增加 10%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉前用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.48, Si1.70, Mn0.82, P0.076, S0.067;

力学性能: 硬度 209HES。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于空分制氧机类中要求灰铸铁 HT200 的气缸体、机身、中间座和上下机壳等铸件。

配料实例 136 表 1.1-136 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 进刀箱(车床类 C5112A 立车零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 647mm×459mm×290mm, 最大壁厚 80mm, 最薄为 12mm, 为箱体结构, 铸件毛重 345kg, 要求强度高, 组织致密 采用干型铸造。铸件大部分加工。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.3-3.6, Si1.6-1.8, Mn0.4-0.8, P<0.1, S<0.12  |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 俄罗斯生铁   | 4.50    | 0.68      | 0.20  | 0.040 | 0.020 |        |
| 中频回炉铁   | 3.40    | 1.80      | 0.60  | 0.060 | 0.120 |        |
| 废钢      | 0.20    | 0.30      | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75%硅铁   | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 60%锰铁   | —       | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 俄罗斯生铁   | 45      | 2.03      | 0.32  | 0.09  | 0.018 | 0.009  |
| 中频回炉铁   | 40      | 1.36      | 0.72  | 0.24  | 0.024 | 0.048  |
| 废钢      | 15      | 0.03      | 0.05  | 0.08  | 0.003 | 0.003  |
| 75%硅铁   | 1.0     | —         | 0.75  | —     | —     | —      |
| 60%锰铁   | 0.9     | —         | —     | 0.59  | —     | —      |
| 合 计     |         | 3.42      | 1.84  | 1.00  | 0.045 | 0.060  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.17     | -0.27 | -0.20 | 0     | +0.060 |
| (原铁液)   |         | 3.59      | 1.57  | 0.80  | 0.045 | 0.120  |
| 炉外孕育吸收  |         | —         | +0.18 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |         | 3.59      | 1.75  | 0.80  | 0.045 | 0.120  |

注: 1. 采用两排大间距冷风冲天炉熔炼, 熔化率 7t/h, 炉内熔化元素增减率: C+5%, Si-15%, Mn-20%, S+100%, P不变。

2. 炉前, 包内加 0.3%~0.7% 的 75% 硅铁进行孕育处理, Si 吸收率为 80%。用三角试片检查白口大小来控制铁液成分及孕育效果, 三角白口要求 3~5mm。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于 C5112A 立车的其他灰铸铁 HT200 的铸件, 如溜板箱、床鞍、底座等铸件。

配料实例 137 表 1.1-137 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |           |       |       |       |        |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称      | 滑座(车床类 C336—1/1—12 转塔车床零件)  |           |       |       |       |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 650mm×483mm×204mm, 为不规则形状, 结构较复杂, 厚薄不均, 最厚 60mm, 最薄 10mm, 铸件净重 110kg, 部分加工, 要求耐磨, 摩擦面要求表面淬火处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |           |       |       |       |        |
| 合金成分控制(%) | C2.9~3.2, Si1.5~1.8, Mn0.8~1.0, P≤0.20, S≤0.12  |           |       |       |       |        |
| 配 料       |   |           |       |       |       |        |
| 炉料名称      | 炉 料 成 分 ( % )   |           |       |       |       |        |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 新生铁       | 4.25  | 1.70      | 0.80  | 0.070 | 0.030 |        |
| 回炉料       | 3.50  | 2.00      | 0.60  | 0.150 | 0.100 |        |
| 废钢        | 0.20  | 0.20      | 0.10  | 0.050 | 0.050 |        |
| 75%硅铁     | —   | 75        | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁     | —   | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 新生铁       | 30  | 1.28      | 0.51  | 0.24  | 0.021 | 0.009  |
| 回炉料       | 40  | 1.40      | 0.80  | 0.24  | 0.060 | 0.040  |
| 废钢        | 30  | 0.06      | 0.06  | 0.03  | 0.010 | 0.010  |
| 75%硅铁     | 1   | —         | 0.75  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁     | 1   | —         | —     | 0.65  | —     | —      |
| 合 计       |   | 2.74      | 2.12  | 1.20  | 0.091 | 0.059  |
| 炉内熔化增减    |   | +0.27     | -0.42 | -0.30 | 0     | +0.036 |
| (熔化后铁液)   |   | 3.01      | 1.70  | 0.90  | 0.091 | 0.095  |

注: 1. 采用两排大间距冷风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 10%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 60%。

2. 炉外孕育量为 0.2%—0.3% (占出铁量), 孕育剂吸收率为 70% 左右。

3. 铁液出炉温度 1420—1450℃, 控制炉前三角试片白口宽度为 3—6mm, 在出铁槽用 75% 硅铁调软铁液。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT200 的铸件, 如衬套、皮带轮、交换齿轮等铸件。

配料实例 138 表 1.1-138 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 溜板箱(车床类 C620B 车床零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 507mm×275mm×215mm, 主要壁厚 15mm, 为箱形结构, 铸件净重 57kg<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.15~3.35, Si2.1~2.3, Mn0.65~0.85, P≤0.15, S≤0.12                         |

## 配 料

| 炉料名称        | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|-------------|---------|------|------|-------|-------|
|             | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 四川江津 16# 生铁 | 4.00    | 1.70 | 0.90 | 0.150 | 0.060 |
| 低碳回炉铁       | 3.20    | 2.00 | 0.70 | 0.130 | 0.110 |
| 高碳回炉铁       | 3.30    | 2.20 | 0.70 | 0.150 | 0.120 |
| 废钢          | 0.30    | 0.20 | 0.40 | 0.070 | 0.070 |
| 75% 硅铁      | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 75% 锰铁      | —       | —    | 75   | —     | —     |

| 炉料名称        | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|-------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|             |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 四川江津 16# 生铁 | 47      | 1.88      | 0.80  | 0.42  | 0.071 | 0.028  |
| 低碳回炉铁       | 20      | 0.64      | 0.40  | 0.14  | 0.026 | 0.022  |
| 高碳回炉铁       | 20      | 0.66      | 0.44  | 0.14  | 0.030 | 0.024  |
| 废钢          | 13      | 0.04      | 0.03  | 0.05  | 0.009 | 0.009  |
| 75% 硅铁      | 0.84    | —         | 0.63  | —     | —     | —      |
| 75% 锰铁      | 0.36    | —         | —     | 0.27  | —     | —      |
| 合 计         |         | 3.22      | 2.30  | 1.02  | 0.136 | 0.083  |
| 炉内熔化增减      |         | +0.10     | -0.34 | -0.31 | 0     | +0.042 |
| 熔化后铁液       |         | 3.32      | 1.96  | 0.71  | 0.136 | 0.125  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口直筒型冲天炉, 熔化率 4t/h, 炉内碳增加 3%、硅烧损 15%、锰烧损 30%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前用三角试片检验白口大小, 白口宽度控制在 1.5~3mm, 用 75% 硅铁在铁液槽孕育, 加入量 0.1% 左右。如果白口宽度小于 1.5mm, 在铁液包内加 0.01% 的铈, 铈是反石墨化元素, 每加 0.01% 的铈, 可增加三角试片白口宽度 1mm 左右。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.31, Si2.1, Mn0.7, P0.13, S0.115;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  213.6MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  434.3MPa ( $\phi$ 30 试棒)。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 139 表 1.1-139 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 床头箱(车床类 C620B 车床零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 672mm×520mm×328mm, 为箱体结构, 铸件毛重 225kg, 主要壁厚 10mm, 最大壁厚 44mm, 要求轴孔及各加工面不得有疏松, 采用干型铸造, 铸件要求两次时效处理(粗加工前后各一次)<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.05~3.25, Si1.9~2.1, Mn0.7~0.9, P≤0.15, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称                    | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|-------------------------|---------|------|------|-------|-------|
|                         | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 四川江津 14 <sup>#</sup> 生铁 | 4.00    | 1.30 | 0.30 | 0.130 | 0.040 |
| 四川江津 16 <sup>#</sup> 生铁 | 4.00    | 1.70 | 0.90 | 0.150 | 0.060 |
| 低碳回炉铁                   | 3.20    | 2.00 | 0.70 | 0.130 | 0.110 |
| 高碳回炉铁                   | 3.30    | 2.30 | 0.70 | 0.150 | 0.120 |
| 废钢                      | 0.30    | 0.20 | 0.40 | 0.070 | 0.070 |
| 75%硅铁                   | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 75%锰铁                   | —       | —    | 75   | —     | —     |

| 炉料名称                    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|-------------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 四川江津 14 <sup>#</sup> 生铁 | 20      | 0.80      | 0.26  | 0.06  | 0.026 | 0.008  |
| 四川江津 16 <sup>#</sup> 生铁 | 23      | 0.92      | 0.39  | 0.21  | 0.035 | 0.014  |
| 低碳回炉铁                   | 20      | 0.64      | 0.40  | 0.14  | 0.026 | 0.022  |
| 高碳回炉铁                   | 19      | 0.63      | 0.44  | 0.13  | 0.028 | 0.023  |
| 废钢                      | 18      | 0.05      | 0.04  | 0.07  | 0.012 | 0.012  |
| 75%硅铁                   | 0.91    | —         | 0.68  | —     | —     | —      |
| 75%锰铁                   | 0.57    | —         | —     | 0.43  | —     | —      |
| 合 计                     |         | 3.04      | 2.21  | 1.04  | 0.127 | 0.079  |
| 炉内熔化增减                  |         | +0.21     | -0.33 | -0.31 | 0     | +0.040 |
| (熔化后铁液)                 |         | 3.25      | 1.88  | 0.73  | 0.127 | 0.119  |

注: 1. 采用三排风口直筒型冲天炉熔炼, 熔化率 4t/h, 炉内碳增加 7%、硅烧损 15%、锰烧损 30%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制白口宽度在 2~3mm 时, 用 75% 硅铁控制铁液软硬程度, 加入量 0.1% 左右; 当白口宽度小于 1.5mm 时, 在铁液包内加入 0.01% 的铈, 以防止主轴孔等壁较厚处产生疏松。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.27, Si1.95, Mn0.75, P0.125, S0.115;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  235MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  467MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 140 表 1.1-140 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 上轴箱体(铣床类 X2010C 龙门铣零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 825mm×763mm×420mm,为扁正方形箱体结构,全部加工,内外尺寸要求严,铸件毛重 720kg,主要壁厚为 25、35、60mm。采用砂箱型板干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.2, Si1.5~1.9, Mn0.8~1.1, P≤0.15, S≤0.12  |

## 配 料

| 炉料名称       | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|------------|---------|------|------|-------|-------|
|            | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 石钢 Z15 新生铁 | 4.20    | 1.50 | 0.50 | 0.070 | 0.030 |
| 本厂回炉铁或废铸件  | 3.15    | 1.50 | 1.00 | 0.070 | 0.100 |
| 废钢         | 0.40    | 0.30 | 0.50 | 0.040 | 0.020 |
| 75% Si-Fe  | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 65% Mn-Fe  | —       | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |        |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|--------|-------|--------|
|                   |         | C         | Si    | Mn     | P     | S      |
| 石钢 Z15 新生铁        | 25      | 1.05      | 0.38  | 0.13   | 0.018 | 0.008  |
| 本厂回炉铁或废铸件         | 45      | 1.42      | 0.68  | 0.45   | 0.032 | 0.045  |
| 废钢                | 30      | 0.12      | 0.09  | 0.15   | 0.012 | 0.006  |
| 75% Si-Fe         | 1.1     | —         | 0.83  | —      | —     | —      |
| 65% Mn-Fe         | 1.1     | —         | —     | 0.72   | —     | —      |
| 合 计               |         | 2.59      | 1.98  | 1.45   | 0.062 | 0.059  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.52     | -0.50 | -0.043 | 0     | +0.059 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | 3.11      | 1.48  | 1.02   | 0.062 | 0.118  |
| 炉外孕育吸收            |         | —         | +0.21 | —      | —     | —      |
| (孕育后铁液)           |         | 3.11      | 1.69  | 1.02   | 0.062 | 0.118  |

注: 1. 采用中央加侧吹送风冲天炉熔炼, 熔化率 12t/h, 炉内碳增加 20%、硅烧损 25%、锰烧损 30%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉前, 控制三角试片白口数 2~4mm。炉外孕育, 100kg 铁液加 75% Si-Fe0.3kg, 吸收率 95%。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.13, Si1.81, Mn0.93, P0.07, S0.099;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  306MPa, 硬度 229HBS (试棒)。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料同样适用于要求灰铸铁 HT200 的其他龙门铣主轴箱体等铸件。



配料实例 141 表 1.1-141 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 箱体(铣床类 X5216 圆工作台铣床零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1120mm×1065mm×930mm, 为近似正方形箱体结构, 加工面多, 内外尺寸要求严格, 铸件毛重 2t, 主要壁厚 25~90mm。采用砂箱干型铸造。铸件要求时效处理。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C2.95~3.20, Si1.40~1.70, Mn0.90~1.10, P≤0.15, S≤0.12  |

## 配 料

| 炉料名称       | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|------------|---------|------|------|-------|-------|
|            | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 石钢 Z15 新生铁 | 4.20    | 1.45 | 0.50 | 0.060 | 0.025 |
| 本厂回炉铁或废铸件  | 3.10    | 1.45 | 1.00 | 0.070 | 0.100 |
| 废钢         | 0.40    | 0.30 | 0.50 | 0.040 | 0.020 |
| 75% Si-Fe  | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 65% Mn-Fe  | —       | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 石钢 Z15 新生铁        | 25      | 1.05      | 0.36  | 0.13  | 0.015 | 0.006  |
| 本厂回炉铁或废铸件         | 45      | 1.40      | 0.65  | 0.45  | 0.032 | 0.045  |
| 废钢                | 30      | 0.12      | 0.09  | 0.15  | 0.012 | 0.006  |
| 75% Si-Fe         | 1.1     | —         | 0.83  | —     | —     | —      |
| 65% Mn-Fe         | 1.1     | —         | —     | 0.72  | —     | —      |
| 合 计               |         | 2.57      | 1.93  | 1.45  | 0.059 | 0.057  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.51     | -0.48 | -0.43 | 0     | +0.057 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | 3.08      | 1.45  | 1.02  | 0.059 | 0.114  |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | —         | +0.21 | —     | —     | —      |
|                   |         | 3.08      | 1.66  | 1.02  | 0.059 | 0.114  |

注: 1. 采用中央加侧吹送风冲天炉熔炼, 熔化率 12t/h, 炉内碳增加 20%、硅烧损 25%、锰烧损 30%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉前, 控制三角试片白口数为 5mm。炉外孕育, 100kg 铁液加 75% Si-Fe0.3kg, 吸收率 95%。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.08, Si1.52, Mn1.06, P0.07, S0.09;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  255MPa, 硬度 219HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料亦适用于要求灰铸铁 HT200 的其他圆工作台铣床的箱体铸件。

配料实例 142 表 1.1-142 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 床身(铣床类 X52K 立式铣床零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1700mm×620mm×914mm, 为箱形结构, 铸件毛重 950kg, 主要壁厚 30mm, 采用干型铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.4~1.6, Mn0.7~1.1, P≤0.15, S≤0.10   |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |
|-------------------|----------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   | C        | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 红旗钢厂生铁            | 4.06     | 1.92      | 1.01  | 0.198 | 0.052 |        |
| 废铁                | 3.40     | 1.50      | 0.80  | 0.150 | 0.100 |        |
| 废钢                | 0.20     | 0.30      | 0.50  | 微量    | 微量    |        |
| 75% 硅铁            | —        | 75        | —     | —     | —     |        |
| 60% 锰铁            | —        | —         | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                   |          | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 红旗钢厂生铁            | 30       | 1.22      | 0.58  | 0.30  | 0.059 | 0.016  |
| 废铁                | 40       | 1.36      | 0.60  | 0.32  | 0.060 | 0.040  |
| 废钢                | 30       | 0.06      | 0.09  | 0.15  | —     | —      |
| 75% 硅铁            | 0.66     | —         | 0.50  | —     | —     | —      |
| 60% 锰铁            | 1        | —         | —     | 0.60  | —     | —      |
| 合 计               |          | 2.64      | 1.77  | 1.37  | 0.119 | 0.056  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |          | +0.53     | -0.26 | -0.28 | 0     | +0.056 |
|                   |          | 3.17      | 1.51  | 1.09  | 0.119 | 0.112  |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |          | —         | +0.11 | —     | —     | —      |
|                   |          | 3.17      | 1.62  | 1.09  | 0.119 | 0.112  |

注: 1. 采用连续出铁、出渣、热风、三排小风口冲天炉熔炼, 炉内碳增加 20%, 硅烧损 15%, 锰烧损 20%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口宽度, 控制铁液成分, 铁液包内用 75% 硅铁作孕育处理, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收率为 70%。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.28, Si1.64, Mn0.98, P0.116, S0.081;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 485MPa, 挠度  $f$ 3.3mm, 硬度 190HBS (导轨)。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于铣床类中要求耐磨的、硬度较高的采用灰铸铁 HT200 的其他床身铸件。

配料实例 143 表 1.1-143 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 床身中段(刨床类 B2025 龙门刨零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 7000mm×2600mm×800mm, 为长方形箱体结构, 铸件毛重 18t, 导轨面壁厚 55mm, 肋带壁厚 20mm, 龙门刨的床身太长, 所以要分段进行铸造, 本铸件就是三段之一, 采用地坑造型, 两个铁液包同时进行浇注。铸件为了消除内应力需进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.2, Si1.3~1.6, Mn0.9~1.2, P≤0.15, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称    | 化 学 成 分 (%) |      |      |       |       | 投料比 (%) | 加料量 /kg |
|---------|-------------|------|------|-------|-------|---------|---------|
|         | C           | Si   | Mn   | S     | P     |         |         |
| 生铁      | 4.32        | 1.64 | 0.88 | 0.019 | 0.090 | 38      | 760     |
| 回炉铁     | 3.15        | 1.50 | 0.90 | 0.100 | 0.150 | 27      | 540     |
| 废钢      | 0.40        | 0.40 | 0.40 | 0.050 | 0.050 | 35      | 700     |
| 硅铁      |             | 75   |      |       |       | 0.4     | 8       |
| 锰铁      |             |      | 65   |       |       | 1.15    | 23      |
| 层焦      |             |      |      |       |       |         | 200     |
| 石灰石     |             |      |      |       |       |         | 60      |
| 处理后铁液成分 | 3.03        | 1.41 | 1.07 | 0.118 |       |         |         |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排大风口直筒形冷风冲天炉, 熔化率 15t/h, 炉内碳增加 15%、硅烧损 15%、锰烧损 25%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 并结合炉前快速分析检验化学成分, 三角试片的白口偏大时, 用 75% 硅铁或稀土硅铁合金调小, 若三角白口偏小时可加入微量元素。

3. 检测结果:

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  345MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  527MPa, 挠度  $f$  3.2mm, 硬度 187~197HBS。

金相组织: 珠光体 98%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于灰铸铁 HT200 的重型机床的主体铸件, 如床身、刨台、工作台、立柱、底座和横梁等铸件。

配料实例 144 表 1.1-144 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 工作台(刨床类 B665 牛头刨零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 520mm×451mm×415mm, 为箱体结构, 铸件毛重 210kg, 主要壁厚 15mm, 最大壁厚 58mm, 四面加工。采用手工四箱干型铸造。铸件要求人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.3, Si1.8~2.2, Mn0.8~1.0, P≤0.15, S≤0.12   |

## 配 料

| 每批铁重<br>/kg |            | 每批料中各炉料重 /kg |      |      |       |      |       |       |       |       |       | 处理意见  |  |
|-------------|------------|--------------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
|             |            | 新生铁          |      | 回炉铁  |       | 废钢   |       | 硅铁    |       | 锰铁    |       |       | 石灰石  |
| 300         |            | 120          |      | 105  |       | 75   |       | 2.4   |       | 2.25  |       | 12    | 37   |
| 材料要求        | 百分比<br>(%) | 重量<br>/kg    | C(%) |      | Si(%) |      | Mn(%) |       | P(%)  |       | S(%)  |       |  |
|             |            |              | 原料   | 炉料   | 原料    | 炉料   | 原料    | 炉料    | 原料    | 炉料    | 原料    | 炉料    |  |
| 炉料要求        |            |              | 2.8  | 2.2  |       | 1.0  |       | ≤0.15 |       | ≤0.08 |       |       | 试棒检测<br>结果: 抗拉<br>强度<br>$\sigma_b$ 235MPa,<br>抗弯强度<br>$\sigma_{bb}$ 419MPa,<br>硬 度<br>236HBS |
| 八钢新生铁       | 40         | 120          | 4.1  | 1.64 | 2.4   | 0.96 | 0.35  | 0.14  | 0.13  | 0.052 | 0.030 | 0.012 |  |
| 回炉铁         | 35         | 105          | 3.2  | 1.12 | 1.6   | 0.56 | 0.8   | 0.28  | 0.045 | 0.016 | 0.080 | 0.028 |  |
| 废钢          | 25         | 75           | 0.4  | 0.1  | 0.3   | 0.08 | 0.5   | 0.13  | 0.055 | 0.014 | 0.02  | 0.005 |  |
| 白口铁         |            |              |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |  |
| 小结          | 100        |              | 2.86 |      | 1.6   |      | 0.55  |       | 0.082 |       | 0.045 |       |  |
| 成分差数        |            |              |      |      | 0.6   |      | 0.45  |       |       |       |       |       |  |
| 加 75% 硅铁    |            |              |      |      | 0.8   |      |       |       |       |       |       |       |  |
| 加 60% 锰铁    |            |              |      |      |       |      | 0.75  |       |       |       |       |       |  |
| 化验结果        |            |              | 3.24 |      | 1.97  |      | 0.82  |       | 0.053 |       | 0.085 |       |  |

- 注: 1. 采用两排大间距冷风冲天炉熔炼, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 12%、锰烧损 18%。  
2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制白口宽度 2~3mm, 用 75% 硅铁孕育。  
3. 检测结果: 见本表。  
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
5. 本配料还适用于牛头刨床中要求灰铸铁 HT200 的大齿轮、溜板、带轮等铸件, 但对金相组织有要求, 珠光体应 >95%。

配料实例 145 表 1.1-145 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 床身(磨床类 M6025C 万能工具磨床零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 800mm×710mm×410mm, 为箱体结构, 主要壁厚 15mm, 导轨厚度 50mm, 铸件毛重 350kg。采用干型铸造, 芯砂溃散性要好, 铸铁材质不能过硬, 防止开箱过早激冷而炸裂, 硬度控制在 180~190HBS 为好。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.3, Si1.5~1.8, Mn0.8~1.10, P≤0.25, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称                                       | 炉料成分(%) |      |      |       |       | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|--|---------|------|------|-------|-------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|  | C       | Si   | Mn   | P     | S     |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 鄂钢 Z18 生钢                                  | 4.12    | 1.82 | 0.56 | 0.170 | 0.040 | 42      | 1.73      | 0.76  | 0.24  | 0.071 | 0.017  |
| 回炉铁  | 3.26    | 1.56 | 0.88 | 0.080 | 0.080 | 30      | 0.97      | 0.47  | 0.26  | 0.024 | 0.024  |
| 废钢   | 0.24    | 0.24 | 0.40 | 0.030 | 0.030 | 28      | 0.07      | 0.07  | 0.11  | 0.008 | 0.008  |
| 75% 硅铁                                     | —       | 75   | —    | —     | —     | 0.82    | —         | 0.62  | —     | —     | —      |
| 60% 锰铁                                     | —       | —    | 60   | —     | —     | 1.1     | —         | —     | 0.66  | —     | —      |
| 总计进炉成分                                     | →       |      |      |       |       |         | 2.77      | 1.92  | 1.27  | 0.103 | 0.049  |
| 炉内元素增减: C+15%, Si-20%, Mn-25%, P 不变, S+80% | →       |      |      |       |       |         | +0.42     | -0.38 | -0.32 | 0     | +0.039 |
| 预计铸件达到成分                                   | →       |      |      |       |       |         | 3.19      | 1.54  | 0.95  | 0.103 | 0.088  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口热风炉胆冲天炉, 开渣操作, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 15%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉前用三角试片检验白口大小, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

本配料实际达到成分(%) : C3.22, Si1.78, Mn0.91, P0.110, S0.095;

实际达到性能: 217HBS,  $\sigma_{b245} \sim 2646\text{MPa}$ ,  $\sigma_{bt} 450.8 \sim 480.2\text{MPa}$ ;

实际达到金相组织: 石墨类型: A 型, 部分呈中片菊化状分布, 石墨长度 0.08~0.12mm, 石墨数量 8%~12%。

基体: 珠光体 95%~97% (体积分数), 铁素体 3%~5% (体积分数), 磷共晶: 少量。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于万能工具磨床中要求灰铸铁 HT200 的溜板、立柱等铸件以及其他磨床的如 M6420B 滚刀磨床的床身、立柱、工作台等铸件。

配料实例 146 表 1.1-146 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 床身(磨床类 M1420×750 万能外圆磨床零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 2250mm×990mm×745mm, 为箱体结构, 主要壁厚 15mm, 铸件毛重 1200kg。采用干型铸造, 导轨安放外冷铁。铸件要求时效处理。床身是整台机床的主要基础件, 它应具有一定的强度, 良好的刚度和减振性, 油箱部位不得渗漏, 导轨面要求耐磨, 且具有较高的精度和小的表面粗糙度<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.3~1.6, Mn0.7~1.0, P<0.015, S<0.012  |

## 配 料

| 原材料名称                 | 原材料化学成分(%) |      |      |      |       | 配料比例(%) | 层铁量/kg | 计算炉料成分(%) |      |      |       |       | 层焦/kg | 石灰石/kg |
|-----------------------|------------|------|------|------|-------|---------|--------|-----------|------|------|-------|-------|-------|--------|
|                       | C          | Si   | Mn   | P    | S     |         |        | C         | Si   | Mn   | P     | S     |       |        |
| 万福生铁                  | 3.88       | 2.00 | 1.16 | 0.17 | 0.023 | 30      | 90     | 1.16      | 0.60 | 0.35 | 0.05  | 0.001 | 24    | 10     |
| 回炉铁                   | 3.60       | 1.60 | 0.70 | 0.15 | 0.110 | 50      | 150    | 1.80      | 0.80 | 0.35 | 0.075 | 0.055 |       |        |
| 废钢                    | 0.20       | 微量   | 微量   | 微量   | 微量    | 20      | 60     | 0.04      | —    | —    | —     | —     |       |        |
| 硅铁                    | —          | 75.0 | —    | —    | —     | 0.5     | 1.5    | —         | 0.38 | —    | —     | —     |       |        |
| 锰铁                    | —          | —    | 60.0 | —    | —     | 1       | 3      | —         | —    | 0.60 | —     | —     |       |        |
| 合 计                   |            |      |      |      |       |         |        | 3.00      | 1.78 | 1.30 | 0.125 | 0.062 |       |        |
| 化验成分                  |            |      |      |      |       |         |        | 3.14      | 1.50 | 1.03 | 0.120 | 0.130 |       |        |
| 元素增损率(%) <sup>①</sup> |            |      |      |      |       |         |        | +4.7      | -16  | -21  | 0     | +110  |       |        |

## 力学性能和金相组织检验

| 项 目                     | HT200   | 项 目    | HT200          |
|-------------------------|---------|--------|----------------|
| 抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa    | 236~245 | 硬度 HBS | 202~220        |
| 抗弯强度 $\sigma_{bb}$ /MPa | 462~478 | 金相组织   | 珠光体+A型石墨+磷共晶少量 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 4.7%、硅烧损 16%、锰烧损 21%、硫增加 110%、磷不变。

2. 炉前, 用 75% 硅铁孕育处理。

3. 检测结果: 见本表

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于 M1420 磨床垫板、滑板、上工作台、下工作台、下台面、砂轮架体壳, MY8240 磨床床身、上工作台、下工作台、垫板、滑板、砂轮架, M1080 磨床滑板等要求灰铸铁 HT200 的铸件。

① 元素增损“-”为烧损, “+”为增加。

配料实例 147 表 1.1-147 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 主轴箱体(钻床类 Z3080×25 摇臂钻床零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 590mm×645mm×820mm, 为箱体结构, 最薄 10mm, 最厚 20mm, 铸件毛重 278kg。采用干型铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.3, Si1.5~1.8, Mn0.7~1.1, P<0.15, S≤0.12  |

## 配 料

| 材 料       | 炉 料  |     | 化 学 成 分 (质量分数) |      |      |      |      |      |      |       |      |       |
|-----------|------|-----|----------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|
|           |      |     | C              |      | Si   |      | Mn   |      | S    |       | P    |       |
|           | 重量   | (%) | 重量             | (%)  | 重量   | (%)  | 重量   | (%)  | 重量   | (%)   | 重量   | (%)   |
| 本溪 Z14 生铁 | 190  | 38  | 1.52           | 4.00 | 0.53 | 1.40 | 0.31 | 0.80 | 0.01 | 0.040 | 0.02 | 0.060 |
| 废钢        | 110  | 22  | 0.09           | 0.40 | 0.02 | 0.20 | 0.01 | 0.40 |      |       |      |       |
| 废铁 1 级    | 200  | 400 | 1.2            | 3.00 | 0.64 | 1.60 | 0.4  | 1.00 | 0.05 | 0.120 | 0.03 | 0.080 |
| 硅铁        | 4.0  | 0.8 |                |      | 0.60 | 75   |      |      |      |       |      |       |
| 锰铁        | 1.5  | 0.3 |                |      |      |      | 0.20 | 65   |      |       |      |       |
| 总量        | 55.5 |     | 2.81           |      | 1.79 |      | 1.02 |      | 0.06 |       | 0.05 |       |
| 烧损        |      |     |                |      | 0.27 | 15   | 0.20 | 20   | 增 S  |       |      |       |
| 渗碳        |      |     | 0.42           | 15   |      |      |      | 0.06 | 100  |       |      |       |
| 预计成分      |      |     |                | 3.23 |      | 1.52 |      | 0.82 |      | 0.120 |      | 0.050 |
| 化验成分      |      |     |                | 3.18 |      | 1.73 |      | 1.09 |      | 0.110 |      | 0.070 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口炉胆热风冲天炉。炉内硅烧损 15%, 锰烧损 20%。

2. 因该铸件壁薄, 炉料采用 HT150 代用。

3. 炉前, 用三角试片检查白口大小, 用 75% 硅铁进行调整, 加入量 0.2%~0.4%。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.18, Si1.73, Mn1.09, P0.07, S0.11;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 480MPa, 挠度  $f(300)$  3mm;

金相组织为石墨 A+B 型, 长度 (100×) 15mm, 珠光体 >98%。

5. 本配料还适用于摇臂钻床中的所有箱体类铸件。

配料实例 148 表 1.1-148 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 摇臂(钻床类 Z3080 摇臂钻床零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1100mm×3620mm×725mm, 为长臂型箱体结构, 要求刚性好, 铸件毛重 1850kg, 主要壁厚 30mm, 一般壁厚 15mm, 该件有移置导轨, 因而导轨要求具有高的耐磨性, 具有一定的硬度, 不得有疏松, 因而对材质要求较严, 因该件加工面多, 采用干型铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C2.9~3.2, Si1.4~1.8, Mn0.8~1.2, P<0.15, S<0.12  |

## 配 料

| 材 料    | 炉 料 |     | 化 学 成 分 |      |      |      |      |      |      |       |      |       |
|--------|-----|-----|---------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|
|        |     |     | C       |      | Si   |      | Mn   |      | S    |       | P    |       |
|        | 重量  | (%) | 重量      | (%)  | 重量   | (%)  | 重量   | (%)  | 重量   | (%)   | 重量   | (%)   |
| Z14 牛铁 | 175 | 35  | 1.4     | 4.00 | 0.53 | 1.50 | 0.28 | 0.80 | 0.01 | 0.030 | 0.02 | 0.060 |
| 废钢     | 150 | 30  | 0.12    | 0.40 | 0.06 | 0.20 | 0.12 | 0.40 |      |       |      |       |
| 废铁 I 级 | 175 | 35  | 1.05    | 3.00 | 0.56 | 1.60 | 0.35 | 1.00 | 0.04 | 0.120 | 0.03 | 0.080 |
| 硅铁     | 3.0 | 0.6 |         |      | 0.45 | 75   |      |      |      |       |      |       |
| 锰铁     | 4.0 | 0.8 |         |      |      |      | 0.52 | 65   |      |       |      |       |
| 总量     | 507 |     | 2.57    |      | 1.60 |      | 1.27 |      | 0.05 |       | 0.05 |       |
| 烧损     |     |     |         |      | 0.24 | 15   | 0.31 | 25   |      | 增 S   |      |       |
| 渗碳     |     |     | 0.51    | 20   |      |      |      |      | 0.05 | 100   |      |       |
| 预计成分   |     |     |         | 3.08 |      | 1.36 |      | 0.96 |      | 0.100 |      | 0.050 |
| 化验成分   |     |     |         | 3.11 |      | 1.33 |      | 1.16 |      | 0.095 |      | 0.060 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口炉胆热风冲天炉。炉内硅烧损 15%、锰烧损 25%。  
 2. 炉前, 用三角试片检验白口大小控制铁成分。用 75% 硅铁调整白口大小, 加入量 0.2%~0.4%。  
 3. 检测结果:  
 化学成分 (%): C3.11, Si1.33, Mn1.16, S0.095, P0.06;  
 力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  597.9MPa, 挠度  $f$  (300) 3.3mm;  
 金相组织为石墨形状 A+B, 长度 (100×) 10mm, 基体珠光体 >98%。  
 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 149 表 1.1-149 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 内柱(钻床类 Z6063 摇臂钻床零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 840\text{mm} \times 2310\text{mm}$ , 为管柱形结构, 铸件毛重 1300kg, 平均壁厚 60mm, 最大热节处为 $\phi 120\text{mm}$ 。采用干型铸造 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C 3.20~3.30, Si 1.60~1.80, Mn 0.90~1.00, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.10  |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|-------|---------|------|------|-------|-------|
|       | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 生铁    | 4.35    | 1.20 | 0.43 | 0.050 | 0.030 |
| 回炉铁   | 3.40    | 1.80 | 0.90 | 0.110 | 0.110 |
| 废钢    | 0.30    | 0.20 | 0.30 | 微量    | 微量    |
| 75%硅铁 | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 65%锰铁 | —       | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S     |
| 生铁      | 35      | 1.52      | 0.42  | 0.15  | 0.020 | 0.010 |
| 回炉铁     | 35      | 1.19      | 0.63  | 0.32  | 0.040 | 0.040 |
| 废钢      | 30      | 0.09      | 0.06  | 0.09  | —     | —     |
| 75%硅铁   | 1.03    | —         | 0.77  | —     | —     | —     |
| 65%锰铁   | 1.06    | —         | —     | 0.69  | —     | —     |
| 合 计     |         | 2.80      | 1.88  | 1.25  | 0.06  | 0.05  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.42     | -0.28 | -0.25 | 0     | +0.05 |
| (熔化后铁液) |         | 3.22      | 1.60  | 1.00  | 0.06  | 0.10  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 炉内碳增加 15%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用 75% 硅铁调整铁液硬度。

3. 炉外孕育, 根据炉前三角试片断口情况确定炉外孕育量, 孕育剂为 75% 硅铁。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于壁厚较大, 要求强度较高的其他灰铸铁 HT200 铸件, 如摇臂钻分配阀体, 卧式镗床的工作台、上滑座、床身、前立柱等铸件。

配料实例 150 表 1.1-150 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 主轴箱体(钻床类 Z3063 摇臂钻床零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 747mm × 540mm × 580mm, 薄壁箱体结构, 其主要壁厚为 10mm, 铸件毛重 245kg。采用下型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C 3.30 ~ 3.40, Si 1.70 ~ 1.90, Mn 0.80 ~ 0.90, P ≤ 0.12, S ≤ 0.10                                  |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|-------|---------|------|------|-------|-------|
|       | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 原生铁   | 4.35    | 1.20 | 0.43 | 0.050 | 0.030 |
| 回炉铁   | 3.40    | 1.80 | 0.90 | 0.100 | 0.100 |
| 废钢    | 0.30    | 0.20 | 0.30 | 微量    | 微量    |
| 75%硅铁 | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 65%锰铁 | —       | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |        |        |       |         |
|---------|---------|-----------|--------|--------|-------|---------|
|         |         | C         | Si     | Mn     | P     | S       |
| 原生铁     | 36      | 1.56      | 0.43   | 0.15   | 0.020 | 0.010   |
| 回炉铁     | 43      | 1.46      | 0.77   | 0.39   | 0.040 | 0.040   |
| 废钢      | 21      | 0.06      | 0.04   | 0.06   | —     | —       |
| 75%硅铁   | 1.17    | —         | 0.88   | —      | —     | —       |
| 65%锰铁   | 0.8     | —         | —      | 0.52   | —     | —       |
| 合 计     |         | 3.08      | 2.12   | 1.12   | 0.060 | 0.050   |
| 炉内熔化增减  |         | + 0.31    | - 0.32 | - 0.22 | 0     | + 0.050 |
| (熔化后铁液) |         | 3.39      | 1.80   | 0.90   | 0.060 | 0.100   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉。炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 对薄壁铸件为避免产生白口和增加铁液流动性, 配料上要求较高的碳硅当量。在炉前用三角试片检验三角白口宽度, 用质量分数 75% 硅铁调整铁液成分。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT200 的其他铸件, 如: 钻床横臂、工作台, 以及平均壁厚 ≤ 20mm 的薄壁铸件和湿型铸造的铸件。

配料实例 151 表 1.1-151 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 变速箱体(钻床类 ZW3225A 车式万向摇臂钻床零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 504mm×435mm×341mm, 为箱体形结构, 铸件毛重 142kg, 主要壁厚 11mm, 铸件非加工表面要求平整光滑、线条清晰。采用干型铸造。铸件需经时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2, Si1.5, Mn0.8, P<0.3, S≤0.12  |

## 配 料

| 原材料名称   | C(%)  |      | Si(%) |      | Mn(%) |      | 加入量                |      | P(%)                 | S(%) |
|---------|-------|------|-------|------|-------|------|--------------------|------|----------------------|------|
|         | 含量    | 配料   | 含量    | 配料   | 含量    | 配料   | /kg                | (%)  |                      |      |
| 15# 新生铁 | 4.05  | 0.30 | 1.50  | 0.11 | 0.72  | 0.05 | 30                 | 7.5  |                      |      |
| 25# 新生铁 | 3.72  | 0.74 | 2.68  | 0.54 | 1.03  | 0.21 | 80                 | 20   |                      |      |
| I 级回炉铁  | 3.60  | 1.26 | 1.60  | 0.56 | 0.67  | 0.24 | 140                | 35   |                      |      |
| 废钢      | 0.20  | 0.08 | 0.15  | 0.06 | 0.50  | 0.19 | 150                | 37.5 |                      |      |
| 硅铁      |       |      | 75    | 0.38 |       |      | 2.0                | 0.5  |                      |      |
| 锰铁      |       |      |       |      | 65    | 0.65 | 4.0                | 1.0  |                      |      |
| 石灰石     |       |      |       |      |       |      | 12.0               |      |                      |      |
| 石英石     |       |      |       |      |       |      | 2.5                |      |                      |      |
| 层焦      |       |      |       |      |       |      | 40                 |      |                      |      |
| 增加或烧损   | +0.85 |      | -0.33 |      | -0.47 |      | 抗拉强度 $\sigma_b$    |      | $\geq 200\text{MPa}$ |      |
| 实际成分    | 3.21  |      | 1.32  |      | 0.87  |      | 抗弯强度 $\sigma_{bb}$ |      | $\geq 400\text{MPa}$ |      |
| 选择标准成分  | 3.20  |      | 1.50  |      | 0.8   |      | 硬度 HBS             |      | 170 ~ 241            |      |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小间距热风冲天炉, 炉内增碳 35%、硅烧损 20%、锰烧损 35%。  
 2. 炉前, 用 75% 的硅铁孕育处理, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分。  
 3. 检测结果: 见本表。  
 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 5. 本配料还适用于各类机械中要求 HT200 的铸铁机座、床身、齿轮箱、轴承座、飞轮等铸件。

配料实例 152 表 1.1-152 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 后立柱滑座(镗床类 T68 卧式镗床零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 976mm×475mm×165mm, 铸件毛重 280kg, 主要壁厚 12mm<br>采用干型干芯铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C2.9~3.3, Si1.5~1.7, Mn0.6~0.9, S<0.12, P<0.15   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |       |      |
|-------|---------|------|------|-------|------|
|       | C       | Si   | Mn   | P     | S    |
| 邢钢生铁  | 4.15    | 2.00 | 1.35 | 0.072 | 0.01 |
| 回炉铁   | 3.30    | 1.75 | 0.80 | —     | 0.09 |
| 废钢    | 0.20    | 0.30 | 0.40 | —     | 0.02 |
| 75%硅铁 | —       | 75   | —    | —     | —    |
| 60%锰铁 | —       | —    | 60   | —     | —    |

| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 邢钢生铁              | 35      | 1.45      | 0.70  | 0.47  | 0.025 | 0.0035 |
| 回炉铁               | 40      | 1.32      | 0.70  | 0.32  | —     | 0.036  |
| 废钢                | 25      | 0.05      | 0.08  | 0.10  | —     | 0.005  |
| 75%硅铁             | 0.3     | —         | 0.23  | —     | —     | —      |
| 60%锰铁             | 0.3     | —         | —     | 0.18  | —     | —      |
| 合 计               |         | 2.82      | 1.71  | 1.07  | —     | 0.045  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.46     | -0.26 | -0.25 | —     | +0.055 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | 3.28      | 1.45  | 0.82  | —     | 0.1    |
|                   |         | —         | +0.16 | —     | —     | —      |
|                   |         | 3.28      | 1.61  | 0.82  | —     | 0.1    |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央与大间距侧吹冷送风冲天炉, 炉内碳增加 16%、硅烧损 15%、锰烧损 23%、硫增加 22%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用 75% 硅铁孕育处理, 孕育后三角白口宽度 3.5mm。炉外孕育: 75% 硅铁加 0.25%, 吸收率为 85%。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.28, Si1.61, Mn0.82, S0.1;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  225MPa, 硬度 175HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于 T68 卧式镗床中要求灰铸铁 HT200 的后立柱, 变速箱等铸件。

配料实例 153 表 1.1-153 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 上箱体(齿轮加工机床类 Y236 刨床零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 607mm×345mm×100mm, 为框形结构, 铸件毛重 52kg, 主要壁厚 20mm, 加工面较多。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.4~1.7, Mn0.6~0.9, P≤0.15, S≤0.12  |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 红旗钢厂生铁            | 4.06    | 1.92      | 1.01  | 0.198 | 0.052 |        |
| 废铁                | 3.40    | 1.50      | 0.90  | 0.150 | 0.100 |        |
| 废钢                | 0.20    | 0.30      | 0.50  | 微     | 微     |        |
| 75%硅铁             | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 60%锰铁             | —       | —         | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 红旗钢厂生铁            | 40      | 1.62      | 0.77  | 0.40  | 0.079 | 0.021  |
| 废铁                | 40      | 1.36      | 0.49  | 0.36  | 0.060 | 0.040  |
| 废钢                | 20      | 0.04      | 0.06  | 0.10  | —     | —      |
| 75%硅铁             | 0.66    | —         | 0.49  | —     | —     | —      |
| 60%锰铁             | 0.33    | —         | —     | 0.20  | —     | —      |
| 合 计               |         | 3.02      | 1.81  | 1.06  | 0.139 | 0.061  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.45     | -0.27 | -0.21 | —     | +0.061 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | —         | +0.11 | —     | —     | —      |
|                   |         | 3.47      | 1.65  | 0.85  | 0.139 | 0.122  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口热风冲天炉, 炉内碳增加 15%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试块检验白口宽度, 控制铁液成分。用 75% 硅铁在铁液包内孕育处理, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收率 75%。

3. 检测结果:

化学成分(%) : C3.30, Si1.63, Mn0.68, P0.128, S0.108;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  478.2MPa, 硬度 185HBS (铸件退火后)。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于齿轮加工机床中要求灰铸铁牌号 HT200 的各种箱形、框架形、壳形铸件。

配料实例 154 表 1.1-154 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 底座(仪表机床类 X8130 仪表万能工具铣床零件)  |
| 铸件特点      | 铸件为箱体结构,轮廓尺寸(720×720×420)mm,铸件毛重 200kg,壁厚 12~14mm,内腔形状较复杂,与床身类铸件不同的是铸件上无导轨和外露于机床的加工面,因而对铸件材质的要求不高,但底座上有机床的储油箱,要求铸件致密不漏油<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.4, Si1.6~1.8, Mn0.7~0.9, P≤0.12, S≤0.20  |

## 配 料

| 炉料名称               | 炉料化学成分(%) |     |     |      |      | 加入量(%) |
|--------------------|-----------|-----|-----|------|------|--------|
|                    | C         | Si  | Mn  | P    | S    |        |
| 首钢 Z15 生铁          | 4.1       | 1.6 | 0.6 | 0.07 | 0.03 | 40     |
| 普通回炉铁              | 3.2       | 1.6 | 0.8 | 0.10 | 0.10 | 45     |
| 废钢                 |           |     |     |      |      | 15     |
| 75 <sup>#</sup> 硅铁 |           | 75  |     |      |      | 0.77   |
| 65 <sup>#</sup> 锰铁 |           |     | 65  |      |      | 0.72   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排风口冷风冲天炉, 熔化率 1.5t/h, 炉内硅烧损约 20%、锰烧损约 25%。

2. 配料计算如下:

Si 量计算: (Si 的炉内烧损以 20% 计)

生铁带入的 Si = 1.6 × 40% = 0.64%

回炉铁带入的 Si = 1.6 × 45% = 0.72%

合计 1.36%

带入的 Si 减去烧损还剩 1.36 × (1 - 20%) = 1.088%

应补 Si 量 1.70% - 1.088% = 0.612%

其中炉内补 Si 0.46%, 炉外孕育补 Si 0.16%

加上烧损后炉内应补 Si = 0.46 ÷ (1 - 20%) = 0.575%

折合成 75Si-Fe 为 0.575 ÷ 75% = 0.77%

Mn 量计算: (Mn 的炉内烧损以 25% 计)

生铁带入的 Mn = 0.6 × 40% = 0.24%

回炉铁带入的 Mn = 0.8 × 45% = 0.36%

合计 0.60%

带入的 Mn 减去烧损后还剩 0.6 × (1 - 25%) = 0.45%

应补 Mn 量: 0.80% - 0.45% = 0.35%

加上烧损后炉内应补 Mn 0.35 ÷ (1 - 25%) = 0.47%

折合成 65Mn-Fe 为 0.47 ÷ 65% = 0.72%

3. 炉前, 用 75<sup>#</sup>硅铁在包中孕育, 加入量 0.2% 左右。

4. 本配料还适用于 X8130 仪表万能工具铁床的悬梁等铸件。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 155 表 1.1-155 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 箱体(冲压设备类 Q11A—6×2500 剪板机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 960mm×440mm×660mm, 为箱体结构, 铸件毛重 445kg, 主要壁厚 20mm, 四面加工。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.4, Si1.7~2.1, Mn0.6~0.9, P≤0.12, S≤0.15  |

## 配 料

| 批 数 | 批重 /kg | 炉 料 重 量 (%)         |       |       |    |       |       | 炉 前 孕 育 剂 (%)       |       |       |    | 层焦 /kg | 石灰石 /kg | 底焦 /kg |
|-----|--------|---------------------|-------|-------|----|-------|-------|---------------------|-------|-------|----|--------|---------|--------|
|     |        | Z22 <sup>#</sup> 生铁 | QT回炉铁 | HT回炉铁 | 废钢 | 75%硅铁 | 60%锰铁 | RE4 <sup>#</sup> 合金 | 75%硅铁 | 25%钛铁 | 紫铜 |        |         |        |
|     | 350    | 50                  |       | 32    | 18 | 0.45  | 0.45  |                     |       |       |    | 32     | 10      | 300    |

## 原材料化学成分(%)

## 配料化学成分(%)

| 材料名称                | C    | Si   | Mn   | P    | S     | 铸铁牌号  | C    | Si   | Mn   | P    | S     | Cu | Mg <sub>残</sub> | RE <sub>残</sub> |
|---------------------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|----|-----------------|-----------------|
| Z22 <sup>#</sup> 生铁 | 3.93 | 2.21 | 0.44 | 0.13 | 0.011 | HT200 | 3.40 | 1.90 | 0.80 | 0.20 | 0.150 |    |                 |                 |
| HT回炉铁               | 3.40 | 2.00 | 0.80 | 0.13 | 0.130 |       |      |      |      |      |       |    |                 |                 |
| 废钢                  | 0.70 | 0.50 | 0.50 |      |       |       |      |      |      |      |       |    |                 |                 |
| 硅铁                  |      | 75   |      |      |       |       |      |      |      |      |       |    |                 |                 |
| 锰铁                  |      |      | 60   |      |       |       |      |      |      |      |       |    |                 |                 |

## 物理化学实验报告

| 铸铁牌号  | C (%) | Si (%) | Mn (%) | P (%) | S (%) | Cu (%) | Mg <sub>残</sub> (%) | RE <sub>残</sub> (%) | $\sigma_b$ /MPa | $\delta_5$ (%) | $a_K$ / $\sqrt{\text{cm}^2}$ | HBS |
|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|---------------------|---------------------|-----------------|----------------|------------------------------|-----|
| HT200 | 3.3   | 1.85   | 0.75   | 0.14  | 0.135 |        |                     |                     | 248             |                |                              | 207 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 卡腰短间距离倒置冷风冲天炉, 炉内硅烧损 8%、锰烧损 12%、碳增加 5%、硫增加 90%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片白口深度来控制铁液成分, 对于薄壁铸件, 用 75% 硅铁调整铁液。

3. 检测结果: 见本表。

4. 成分含量皆指质量分数。

5. 本配料适用于冲压机床中要求灰铸铁 HT200 的铸铁工作台、左右立柱、机座等铸件。

配料实例 156 表 1.1-156 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 大齿轮(冲压设备类 Q11—13×2500 剪板机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1313\text{mm} \times 150\text{mm}$ , 轮壳和轮缘两部分壁厚, 幅板处壁较薄, 铸件毛重 740kg, 采用表面干燥砂型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2—3.3, Si1.5—1.6, Mn0.7—0.9, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12  |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|-------|---------|------|------|-------|-------|
|       | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪新生铁 | 4.20    | 1.40 | 0.34 | 0.040 | 0.019 |
| 灰铁回炉料 | 3.00    | 1.80 | 0.80 | 0.100 | 0.120 |
| 废钢    | 0.20    | 0.25 | 0.50 | 微量    | 微量    |
| 硅铁    | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 锰铁    | —       | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S     |
| 本溪新生铁             | 45      | 1.89      | 0.63  | 0.15  | 0.018 | 0.009 |
| 灰铁回炉料             | 40      | 1.20      | 0.72  | 0.32  | 0.040 | 0.048 |
| 废钢                | 15      | 0.03      | 0.04  | 0.08  | —     | —     |
| 硅铁                | 0.4     | —         | 0.30  | —     | —     | —     |
| 锰铁                | 0.6     | —         | —     | 0.39  | —     | —     |
| 合 计               |         | 3.12      | 1.69  | 0.94  | 0.055 | 0.06  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.16     | -0.25 | -0.24 | 0     | +0.03 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | —         | +0.16 | —     | —     | —     |
|                   |         | 3.28      | 1.60  | 0.70  | 0.055 | 0.09  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口冲天炉, 熔化率  $5\text{t/h}$ , 送风温度  $90 \sim 150^\circ\text{C}$ , 出铁温度  $1400 \sim 1420^\circ\text{C}$ , 浇注温度  $1350 \sim 1370^\circ\text{C}$ , 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 25%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口宽度, 一般不孕育。如需孕育, 可用 75% 硅铁孕育, 孕育量为 0.2%, 孕育吸收率为 80%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于剪床类中要求灰铸铁 HT200 的铸铁齿轮; 剪板机中的上天架、压板、左右压铁、齿轮箱; 多辊校直机中的底座、气缸、气缸盖、带轮; 剪床类中的联轴器等铸件。



配料实例 157 表 1.1-157 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 床身(冲压设备类 J23—100t 开式双柱可倾压力机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 2710mm × 1620mm × 1100mm, 为框架形结构, 铸件毛重 5300kg, 主要壁厚 35mm, 最薄处壁厚 30mm, 最厚处壁厚 200mm, 主要加工面在工作台、导轨面、轴孔处等, 床身要求较高的强度和刚度。采用表干型铸造。劈箱造型, 卧浇。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.3, Si1.5~1.8, Mn0.8~1.0, P<0.15, S≤0.12  |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 杭钢生铁              | 4.21    | 2.05      | 0.97  | 0.069 | 0.034 |        |
| 信阳生铁              | 4.12    | 1.56      | 0.38  | 0.090 | 0.077 |        |
| 回炉铁 <sup>#1</sup> | 3.13    | 1.68      | 1.09  | 0.086 | 0.072 |        |
| 回炉铁 <sup>#2</sup> | 3.42    | 1.94      | 0.67  | 0.091 | 0.080 |        |
| 废钢                | 0.40    | 0.23      | 0.71  | 0.040 | 0.040 |        |
| 刨花团块              | 0.40    | 0.23      | 0.71  | 0.040 | 0.040 |        |
| 75%硅铁             | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁             | —       | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 杭钢生铁              | 25      | 1.05      | 0.51  | 0.24  | 0.017 | 0.009  |
| 信阳生铁              | 25      | 1.03      | 0.47  | 0.09  | 0.023 | 0.019  |
| 回炉铁 <sup>#1</sup> | 12.5    | 0.39      | 0.21  | 0.14  | 0.011 | 0.009  |
| 回炉铁 <sup>#2</sup> | 12.5    | 0.43      | 0.24  | 0.08  | 0.011 | 0.010  |
| 废钢                | 20      | 0.08      | 0.05  | 0.14  | 0.008 | 0.008  |
| 刨花团块              | 5       | 0.02      | 0.01  | 0.04  | 0.002 | 0.002  |
| 75%硅铁             | 0.625   | —         | 0.47  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁             | 0.75    | —         | —     | 0.49  | —     | —      |
| 合 计               |         | 3.00      | 1.96  | 1.22  | 0.072 | 0.057  |
| 炉内熔化增减            |         | +0.30     | -0.27 | -0.27 | 0     | +0.019 |
| (熔化后铁液)           |         | 3.30      | 1.69  | 0.95  | 0.072 | 0.076  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风(温度 180~220℃)冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内硅烧损 14%、锰烧损 22%、碳  $C = 1.8 + 0.5C_{\text{铁料}}$ 、磷不变、硫  $S = 0.75S_{\text{铁料}} + 0.3K_{\text{碳比}} \cdot S_{\text{焦炭}} = 0.75S_{\text{铁料}} + 0.3 \times 0.11 \times 1$ 。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于冲床中要求灰铸铁 HT200 的冲模垫板、大齿轮、飞轮、滑块、模具夹板、保险块等铸件。

配料实例 158

表 1.1-158 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 上横梁(锻压设备类 YB-100T 四柱液压机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件特点:轮廓尺寸 950mm×610mm×480mm,为封闭的箱形结构,铸件毛重 740kg,五个孔需要加工。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.6~1.9, Mn0.6~1.0, P≤0.16, S≤0.16                                       |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 抗钢生铁    | 4.13    | 1.71      | 0.66  | 0.062 | 0.019 |        |
| 回炉铁     | 3.10    | 1.50      | 0.60  | 0.120 | 0.140 |        |
| 废钢      | 0.30    | 0.30      | 0.60  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75%硅铁   | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 60%锰铁   | —       | —         | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 抗钢生铁    | 30      | 1.24      | 0.51  | 0.20  | 0.020 | 0.006  |
| 回炉铁     | 45      | 1.40      | 0.68  | 0.27  | 0.050 | 0.060  |
| 废钢      | 25      | 0.07      | 0.08  | 0.15  | 0.005 | 0.005  |
| 75%硅铁   | 0.76    | —         | 0.57  | —     | —     | —      |
| 60%锰铁   | 0.6     | —         | —     | 0.36  | —     | —      |
| 合 计     |         | 2.71      | 1.84  | 0.98  | 0.075 | 0.071  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.40     | -0.37 | -0.3  | 0     | +0.071 |
| (原铁液)   |         | 3.11      | 1.47  | 0.68  | 0.075 | 0.142  |
| 炉外孕育吸收  |         | —         | +0.2  | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |         | 3.11      | 1.67  | 0.68  | 0.075 | 0.142  |

- 注: 1. 采用两排大间距倒置风口热风冲天炉熔炼, 出铁温度  $>1400^{\circ}\text{C}$ , 炉内碳增加 15%, 硅烧损 20%, 锰烧损 30%, 磷不变, 硫增加 100%。
2. 炉前, 用三角试片 120mm×50mm×25mm 检验三角白口深度, 一般 3~5mm, 可用 75%硅铁孕育调节, 加入量 0%~0.1%。炉外孕育 Si 的吸收率 80%。
3. 检测结果:  
化学成分: C3.18%, Si1.65%, Mn0.74%, P0.149%, S0.132%;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 219MPa。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还可用于小型机械压力机机架、导向套等要求较高的中、小铸件。在局部厚断面处要加冷铁。或者考虑壁厚及其均匀程度加入 0.02%~0.08%的锡, 保证厚断面处力学性能的  $\sigma_b$  和硬度要求。

配料实例 159 表 1.1-159 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 活动横梁(锻压设备类 YA32—315 液压机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1660mm×1160mm×440mm, 为箱体结构, 铸件毛重 2980kg, 主要壁厚 105mm, 最薄壁厚 50mm, 中缸和四柱两壁及底面加工。采用干型铸造。<br>铸件在 650℃ 左右退火处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C2.9~3.5, Si1.4~2.3, Mn0.6~0.9, P<0.3, S<0.12   |

## 配 料

| 层铁重<br>/kg | 金属炉料/kg |           |       |     |        |        | 层焦重<br>/kg | 石灰石重<br>/kg |
|------------|---------|-----------|-------|-----|--------|--------|------------|-------------|
|            | 生铁产地    | 铸铁屑<br>块堆 | I 级回炉 | 废钢  | 75% 硅铁 | 65% 锰铁 |            |             |
|            | 邯郸      |           |       |     |        |        |            |             |
| 400        | 180     | 10        | 90    | 120 | 3      | 6      | 33         | 12          |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 30%、碳增加 11%。  
2. 炉前, 采用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分, 白口宽度一般为 3~5mm。  
3. 检测结果:  
化学成分 (%): C3.31, Si1.27, Mn0.88, P0.104, S0.096;  
力学性能: 抗弯强度  $\sigma_M$ 490MPa, 硬度 195HRS。  
4. 成分含量皆指质量分数。  
5. 本配料还适用于锻压机械中要求灰铸铁 HT200 的 C41-250kg 空气锤机身、大带轮等铸件。

配料实例 160 表 1.1-160 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 底座(铸造设备类 2ZZ8640A 型全自动二位热芯盒射芯机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 4120mm×1400mm×270mm, 为多肋板的箱形结构, 铸件净重 2660kg, 主要壁厚 25mm, 上下平面需要加工。采用干型或湿型烘型铸造。铸件要求人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.5, Si1.6~2.2, Mn0.5~0.8, P<0.15, S<0.12  |

(续)

| 配 料               |             |            |       |       |       |        |
|-------------------|-------------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称              | 炉料成分 (%)    |            |       |       |       |        |
|                   | C           | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 俄罗斯生铁             | 3.70        | 2.72       | 0.23  | 0.100 | 0.024 |        |
| 回炉铁               | 3.40        | 1.80       | 0.80  | 0.120 | 0.062 |        |
| 废钢                | 0.19        | 0.24       | 0.52  | 0.025 | 0.026 |        |
| 65% 锰铁            | —           | —          | 65    | —     | —     |        |
| 75% 硅铁            | —           | 75         | —     | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%)    | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                   |             | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 俄罗斯生铁             | 40          | 1.48       | 1.09  | 0.09  | 0.040 | 0.010  |
| 回炉铁               | 35          | 1.19       | 0.63  | 0.28  | 0.042 | 0.022  |
| 废钢                | 25          | 0.05       | 0.06  | 0.13  | 0.006 | 0.007  |
| 65% 锰铁            | 0.5         | —          | —     | 0.33  | —     | —      |
| 75% 硅铁            | 炉前孕育<br>0.3 | —          | 0.23  | —     | —     | —      |
| 合 计               |             | 2.72       | 1.78  | 0.83  | 0.088 | 0.039  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |             | +0.68      | -0.27 | -0.17 | 0     | +0.024 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |             | —          | +0.19 | —     | —     | —      |
|                   |             | 3.40       | 1.70  | 0.66  | 0.088 | 0.063  |

注：1. 采用熔炼炉类型：四排小风口主辅倒置曲线炉膛热风冲天炉，炉内碳增加 25%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 64%、磷不变。

2. 炉前，采用 75% 硅铁进行孕育处理，加入量 0.3%，吸收率为 85%。

3. 检测结果：

力学性能：抗弯强度  $\sigma_b$ 443MPa，挠度  $f$ 3.25mm。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于铸造设备中要求灰铸铁 HT200 的各种铸件，如 Z145B 顶箱震压式造型机的机身、2ZZ8625 芯盒射芯机的底座、Z8612 芯盒射芯机的横梁、Z1410A 转台 II 位气动微震压实造型机的压头、S114 混砂机的滚轮体等。当浇注壁厚铸件时，硅含量范围为 1.2%~2.0%，锰含量应为 0.7%~1.0%。当浇注形状复杂壁厚相差悬殊的铸件，如 Z2410 造型机底座和 Z2316 造型机底座时需加入 0.5%~1% 的电解铜，改善铸件的断面敏感性。

配料实例 161 表 1.1-161 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 底盘(铸造设备类 S114 辗轮式混砂机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1862\text{mm} \times 194\text{mm}$ , 为圆盘形结构, 铸件毛重 1093kg, 主要壁厚 25mm, 圆盘最大外圈不加工, 剩余的孔、上下面全加工。采用干型铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.4, Si1.5~1.7, Mn0.8~1, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12   |

## 配 料

| 炉料名称 | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|------|---------|------|------|-------|-------|
|      | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 莱芜生铁 | 4.00    | 2.00 | 0.70 | 0.050 | 0.030 |
| 回炉铁  | 3.40    | 1.60 | 0.90 | 0.150 | 0.100 |
| 废钢   | 0.30    | 0.30 | 0.50 | 0.050 | 0.030 |
| 硅铁   | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 锰铁   | —       | —    | 60   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 莱芜生铁    | 50      | 2         | 1     | 0.35  | 0.025 | 0.015  |
| 回炉铁     | 28      | 0.95      | 0.45  | 0.25  | 0.040 | 0.028  |
| 废钢      | 22      | 0.07      | 0.07  | 0.11  | 0.010 | 0.007  |
| 硅铁      | 0.6     | —         | 0.45  | —     | —     | —      |
| 锰铁      | 0.9     | —         | —     | 0.54  | —     | —      |
| 合 计     |         | 3.02      | 1.97  | 1.25  | 0.075 | 0.050  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.24     | -0.40 | -0.35 | 0     | +0.030 |
| (熔化后铁液) |         | 3.26      | 1.57  | 0.90  | 0.075 | 0.080  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉。炉内碳增加 8%, 硅烧损 20%、锰烧损 28%、硫增加 60%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分。用 75% 硅铁调整铁液。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于铸造机械中要求灰铸铁 HT200 的 Q3113A 抛丸清理滚筒的底座、筒体、门盖体、抛出口座、底板、支承座; S114 混砂机的齿箱、底盘气缸; S1125 混砂机的上下壳体; ZB148C 造型机的砧铁、缸盖等铸件。

配料实例 162 表 1.1-162 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 压实活塞(铸造设备类 Z145 造型机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 460\text{mm} \times 438\text{mm}$ , 为回转体结构, 铸件毛重 20kg, 加工面较多采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.3, Si1.7~1.9, Mn0.7~0.9, P<0.15, S<0.12  |

## 配 料

| 层铁重/kg | 金属炉料/kg             |           |      |       |             |                       | 层焦重/kg                   | 石灰石/kg |
|--------|---------------------|-----------|------|-------|-------------|-----------------------|--------------------------|--------|
|        | Z10 <sup>#</sup> 生铁 | 机铁<br>I 级 | 废钢   | 压块    | 硅铁<br>(74%) | 锰铁<br>(63%)           |                          |        |
| 600    | 240                 | 240       | 120  |       | 12          | 5                     | 60                       | 25     |
| 检测结果   | 化学成分(%)             |           |      |       |             | 抗拉强度                  | 抗弯强度                     | 硬 度    |
|        | C                   | Si        | Mn   | P     | S           | $\sigma_b/\text{MPa}$ | $\sigma_{1b}/\text{MPa}$ | HBS    |
| HT200  | 3.27                | 1.79      | 0.80 | 0.094 | 0.103       | 274                   | 485.5                    | 229    |
| 各种炉料   | Z10 <sup>#</sup> 生铁 | 3.81      | 0.99 | 0.58  | 0.048       | 0.052                 |                          |        |
|        | 废钢                  | 0.20      | 0.10 | 0.40  | 微量          | 微量                    |                          |        |
|        | I 机铁                | 3.2       | 1.8  | 0.8   | <0.15       | <0.12                 |                          |        |

注: 1. 采用间断出铁、出渣、冷风中央送风冲天炉熔炼, 炉内硅烧损 25%~30%、锰烧损 30%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 用 74% 硅铁调整铁液的软硬程度。

3. 检测结果: 见本表

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 163 表 1.1-163 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 铸铁辊(造纸机械类零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 550\text{mm} \times 3510\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 3800kg, 主要壁厚 105mm, 除空心内腔不加工, 其余全部加工。铸件采用自然时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.2~1.4, Mn1.0~1.2, P<0.1, S<0.12   |

(续)

| 配 料    |        |     |     |         |      |      |
|--------|--------|-----|-----|---------|------|------|
| 品 名    | 规 格    | 配料比 |     | 化学成分(%) |      |      |
|        |        | (%) | /kg | C       | Si   | Mn   |
| 规格成分   |        |     |     | 3.20    | 1.30 | 1.10 |
| 炉中增减   |        |     |     | +5      | -15  | -20  |
| 配料成分   |        |     |     |         |      |      |
| 生 铁    | Z14    | 55  | 330 | 4.10    | 1.36 | 0.60 |
| 回炉铁    | HT200  | 25  | 150 | 3.20    | 1.40 | 1.00 |
| 杂 钢    |        | 20  | 120 | 0.40    | 0.50 | 0.50 |
| 金属材料合计 |        | 100 | 600 | 3.28    | 1.11 | 0.58 |
| 硅 铁    | 75% Si | 0.4 | 2.4 |         | 0.24 |      |
| 锰 铁    | 65% Mn | 1.1 | 6.6 |         |      | 0.57 |
| 配得成分   |        |     |     | 3.28    | 1.35 | 1.15 |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：多排风口曲线炉膛冷风冲天炉，炉内碳增加5%、硅烧损15%、锰烧损20%，磷不变。
2. 炉前，用三角试片观察白口大小，用75%硅铁调整白口。
3. 检测结果：  
化学成分(%)：C3.34, Si1.28, Mn1.07, P0.068, S0.11；  
力学性能：抗弯强度 $\sigma_{0.2}$ 418MPa，硬度182HBS。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于造纸机械中要求灰铸铁 HT200 的打包机机座、大槽轮等铸件。

## 配料实例 164

表 1.1-164 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 泵盖(造纸机械类真空泵零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 865\text{mm} \times 213\text{mm}$ ，为多层圆形结构，铸件毛重220kg，主要壁厚22mm，两端面和内孔加工。铸件进行自然时效<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.5, Si1.4~1.6, Mn0.9~1.1, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.12  |

(续)

| 配 料   |       |     |     |         |      |      |
|-------|-------|-----|-----|---------|------|------|
| 品 名   | 规 格   | 配料比 |     | 化学成分(%) |      |      |
|       |       | (%) | /kg | C       | Si   | Mn   |
| 规格成分  |       |     |     | 3.30    | 1.50 | 1.00 |
| 炉中增减  |       |     |     | -4      | -15  | -20  |
| 配料成分  |       |     |     |         |      |      |
| 生 铁   | Z14   | 57  | 330 | 4.10    | 1.36 | 0.60 |
| 回炉铁   | HT150 | 25  | 150 | 3.50    | 1.70 | 0.80 |
| 杂 钢   |       | 18  | 120 | 0.40    | 0.50 | 0.50 |
| 金属料合计 |       | 100 | 600 | 3.39    | 1.12 | 0.51 |
| 硅 铁   | 75%Si | 0.6 |     |         | 0.36 |      |
| 锰 铁   | 65%Mn | 1.0 |     |         |      | 0.52 |
| 配得成分  |       |     |     | 3.39    | 1.48 | 1.03 |

注：1. 采用熔炼炉类型：多排风口曲线炉膛冷风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内碳烧损 4%、硅烧损 15%、锰烧损 20%。

2. 炉前，用三角试片观察白口大小，用 75% 硅铁调整白口。

3. 检测结果：

化学成分(%)：C3.1，Si1.46，Mn0.98，P0.059，S0.108。

力学性能：抗弯强度  $\sigma_b$  399MPa，硬度 177HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于造纸机械中要求灰铸铁 HT200 的真空泵体、造纸机横梁、大立柱、真空过滤机轴颈等铸件。

配料实例 165 表 1.1-165 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 机座(印刷机械类 TT402 四开平台印刷机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1845mm×940mm×825mm，为有导轨的机座结构，铸件毛重 1.5t，导轨壁厚 45mm，其主要壁厚 15mm。采用劈箱造型干型铸造。铸件要进行时效处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.4，Si1.8~2.2，Mn0.6~0.8，P<0.15，S<0.12  |



(续)

| 配 料       |          |            |       |       |       |        |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称      | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|           | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 酒钢 Z15 生铁 | 4.34     | 1.31       | 0.90  | 0.090 | 0.030 |        |
| 回炉料       | 3.30     | 2.00       | 0.70  | 0.150 | 0.100 |        |
| 废钢        | 0.40     | 0.30       | 0.50  | 0.060 | 0.030 |        |
| 硅铁        | —        | 75.30      | —     | —     | —     |        |
| 锰铁        | —        | —          | 67.51 | —     | —     |        |
| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 酒钢 Z15 生铁 | 40       | 1.74       | 0.52  | 0.36  | 0.036 | 0.012  |
| 回炉料       | 35       | 1.16       | 0.70  | 0.25  | 0.053 | 0.035  |
| 废钢        | 25       | 0.10       | 0.08  | 0.13  | 0.015 | 0.008  |
| 硅铁        | 1.4      | —          | 1.05  | —     | —     | —      |
| 锰铁        | 0.22     | —          | —     | 0.15  | —     | —      |
| 合 计       |          | 3.00       | 2.35  | 0.89  | 0.104 | 0.055  |
| 炉内熔化增减    |          | +0.30      | -0.35 | -0.18 | 0     | +0.055 |
| (熔化后铁液)   |          | 3.30       | 2.00  | 0.71  | 0.104 | 0.110  |

注：1. 采用熔炼炉类型：倒置两排大间距曲线炉膛冷风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前，用三角试片控制白口大小，为既要保证导轨面硬度，又要保证壁薄处的加工性，在碳当量不变的前提下可采取低碳高硅，控制铁液成分为 HT200 上限，用 75# 硅铁在出铁槽少量孕育 (0.2%~0.3%)。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.20，Si1.93，Mn0.72，P0.100，S0.110；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 430MPa，挠度  $f$ 3.2mm，硬度 205HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于印刷机械中要求灰铸铁 HT200 的墙板、支架、底座、手轮、滑轨、横梁等铸件。

配料实例 166 表 1.1-166 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 轴承体(橡胶机械类炼胶机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 700mm×620mm×440mm, 为筒形结构, 内配铜瓦或滚动轴承, 铸件毛重 450~630kg, 壁厚较均匀。采用干型铸造。铸件经热时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.3, Si1.6~2.0, Mn0.6~0.9, P≤0.3, S≤0.14  |

## 配 料

| 炉料名称  | 配料比例 (%)   | 化学成分(%) |      |              |            |               |            |       |       |       |        |
|-------|------------|---------|------|--------------|------------|---------------|------------|-------|-------|-------|--------|
|       |            | C       |      | Si           |            | Mn            |            | P     |       | S     |        |
|       |            | 单       | 合    | 单            | 合          | 单             | 合          | 单     | 合     | 单     | 合      |
| 铸造生铁  | 40         | 3.87    | 1.55 | 1.40         | 0.56       | 0.63          | 0.25       | 0.050 | 0.020 | 0.040 | 0.016  |
| 回炉铁   | 50         | 3.40    | 1.70 | 2.00         | 1.00       | 0.80          | 0.40       | 0.129 | 0.065 | 0.075 | 0.038  |
| 废钢    | 10         | 0.25    | 0.03 | 0.24         | 0.02       | 0.61          | 0.061      | 0.150 | 0.015 | 0.02  | 0.002  |
| 共计    |            |         | 3.28 |              | 1.58       |               | 0.71       |       | 0.100 |       | 0.056  |
| 熔化增减  |            | ×1.05   | 3.44 | ×0.75        | 1.19       | ×0.75         | 0.53       |       |       | ×2.00 | 0.112  |
| 加入合金  |            |         |      | 1.1/<br>74.6 | 0.61       | 0.52/<br>68.7 | 0.27       |       |       |       |        |
| 每批加入量 | (每批 800kg) |         |      |              | (8.8kg 硅铁) |               | (4.2kg 锰铁) |       |       |       |        |
| 计算成分  |            |         | 3.44 |              | 1.80       |               | 0.80       |       | 0.100 |       | <0.130 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央和侧吹结合送风冲天炉, 熔化率 7t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 25%、锰烧损 25%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 浇注 12mm×32mm×100mm 三角试片, 用硅铁调整铁液成分, 控制三角白口数为 1~2mm。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 167 表 1.1-167 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 档胶板(橡胶机械类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 400mm×455mm×120mm, 为板状加圆柱结构, 面积小, 铸件毛重 20kg, 主要壁厚 16~20mm。采用湿型铸造。铸件经人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.5, Si2.0~2.4, Mn0.5~0.8, P≤0.2, S≤0.12  |

(续)

| 配 料     |            |     |      |     |     |
|---------|------------|-----|------|-----|-----|
| 炉料名称    | 冷水江 Z14 生铁 | 回炉铁 | 废 钢  | 硅 铁 | 锰 铁 |
| 配料比例(%) | 37.5       | 50  | 12.5 | 1.1 | 1.4 |

注：1. 采用熔炼炉类型：热风三节炉，熔化率 0.5t/h，炉内碳增加严重、硅烧损 15% 左右、锰烧损 15% 左右。

2. 炉前，用三角试片检验白口深度，控制铁液成分。

3. 检测结果：

化学成分(%)：C3.28，Si2.18，Mn0.60，P0.153，S0.06。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 168 表 1.1-168 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 机座(橡胶机械类 XK400 炼胶机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1400mm×3700mm×350mm，为箱体形结构，面积大，铸件毛重 2t，主要壁厚 20mm。采用下型铸造。铸件经人工时效处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.6~3.9，Si2.0~2.4，Mn0.5~0.8，P≤0.2，S≤0.12  |

## 配 料

| 炉料名称    | 冷水江 Z22 生铁 | 回炉铁 | 硅 铁 |
|---------|------------|-----|-----|
| 配料比例(%) | 50         | 50  | 0.6 |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距冷风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内硅烧损 20%、锰烧损 20%。

2. 检测结果：化学成分(%)为 C3.80，Si2.38，Mn0.70，P0.18，S0.03。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 169 表 1.1-169 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 压边圈(橡胶机械类封头模具零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 2000\text{mm} \times 166\text{mm}$ ，为大直径圆环形结构；相似于(260×160×6000)mm 长条，铸件毛重 1.5t。采用干型铸造。铸件经人工时效处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.2，Si1.5~1.9，Mn0.8~1.0，P≤0.2，S≤0.12  |

(续)

| 配 料     |            |     |     |      |
|---------|------------|-----|-----|------|
| 炉料名称    | 冷水江 Z22 生铁 | 回炉铁 | 废 钢 | 锰 铁  |
| 配料比例(%) | 50         | 40  | 10  | 0.31 |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距冷风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内硅烧损 20% 左右、锰烧损 20% 左右。

2. 炉前，用 75% 硅铁孕育。

3. 检测结果：化学成分 (%) 为 C3.33, Si1.80, Mn0.87, P0.16, S0.06。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 170 表 1.1-170 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 活塞导套(橡胶机类双模定型硫化机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi_{外} 470\text{mm} \times 580\text{mm} \times \phi_{内} 180\text{mm}$ , 铸件毛重 110kg, 壁厚不均匀 20~70mm<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.8~2.2, Mn0.5~0.8, P<0.2, S<0.12  |

## 配 料

| 炉料名称    | 配料比例 (%)  | 炉料中含量/配料中含量 |          |          |            |           |    |    |
|---------|-----------|-------------|----------|----------|------------|-----------|----|----|
|         |           | C           | Si       | Mn       | P          | S         |    |    |
| 新生铁 Z22 | 50        | 4.2/2.10    | 2.1/1.05 | 0.6/0.30 | 0.03/0.015 | 0.02/0.01 |    |    |
| 机 铁     | 35        | 3.4/1.20    | 1.8/0.63 | 0.8/0.28 | 0.2/0.070  | 0.1/0.035 |    |    |
| 废 钢     | 15        |             | 0.2/0.03 | 0.6/0.09 |            |           |    |    |
| 锰 铁     | 0.4       |             |          | 61/0.24  |            |           |    |    |
| 硅 铁     | 0.4       |             | 73/0.29  |          |            |           |    |    |
| 配料成分    |           | 3.30        | 2.00     | 0.91     | 0.085      | 0.045     |    |    |
| 投料量/kg  | 层铁重 : 层焦重 |             | 石灰石      | 金 属 料    |            |           |    |    |
|         |           |             |          | 新生铁      | 机铁         | 废钢        | 锰铁 | 硅铁 |
|         | 250       | 27          | 10       | 125      | 87.5       | 37.5      | 1  | 1  |

注：1. 采用熔炼炉类型：卡腰式冷风冲天炉，熔化率 2.5t/h，炉内硅烧损 8%~10%、锰烧损 13%~15%。

2. 炉前，用三角试片检查白口深度来控制化学成分，用 75% 硅铁进行炉前孕育。

3. 检测结果：化学成分 (%) 为 C3.4, Si1.9, Mn0.8, P0.14, S0.11。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 171 表 1.1-171 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 底座(塑料机械类 SE200/120 注塑成型机的小型机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 700mm×462mm×75mm, 铸件重量 105kg, 为板状结构, 壁厚较均匀, 采用干型铸造。铸件需经时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.4, Si1.8~2.2, Mn0.6~0.8, P<0.15, S<0.1   |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |           |         |          |          |        |
|---------|---------|-----------|---------|----------|----------|--------|
|         | C       | Si        | Mn      | P        | S        |        |
| Z24 生铁  | 3.8~4   | 2.3~2.5   | 0.6~0.8 | 0.08~0.1 | 0.03     |        |
| 灰铁回炉铁   | 3.3~3.4 | 1.8~2     | 0.8     | 0.08~0.1 | 0.08~0.1 |        |
| 废钢      | 0.2     | 0.3       | 0.5     | 0.01     | 0.01     |        |
| 75% 硅铁  | —       | 75        | —       | —        | —        |        |
| 65% 锰铁  | —       | —         | 65      | —        | —        |        |
| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |         |          |          |        |
|         |         | C         | Si      | Mn       | P        | S      |
| Z24 生铁  | 50      | 1.95      | 1.2     | 0.35     | 0.045    | 0.015  |
| 灰铁回炉铁   | 30      | 1.01      | 0.57    | 0.24     | 0.027    | 0.027  |
| 废钢      | 20      | 0.04      | 0.06    | 0.10     | 0.002    | 0.002  |
| 75% 硅铁  | 0.875   | —         | 0.66    | —        | —        | —      |
| 65% 锰铁  | 0.25    | —         | —       | 0.16     | —        | —      |
| 合 计     |         | 3         | 2.49    | 0.85     | 0.074    | 0.044  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.23     | -0.45   | -0.22    | —        | +0.040 |
| (熔化后铁液) |         | 3.23      | 2.04    | 0.63     | 0.074    | 0.084  |

注: 1. 采用二层大间距风嘴中央送风冷风冲天炉熔炼, 炉内熔化元素增减率: C+5(%)~10%), Si-(16%~20%), Mn-(24%~28%), P 不变, S+(80%~100%)。

2. 炉前, 不孕育处理, 采用底边为 25mm、高为 30mm、长为 150mm 的三角试片检验, 以白口大小来判定碳硅量的多少。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于塑料机械中要求灰铸铁 HT200 的其他中小型机的铸件, 如滑板、撑板等铸件。

配料实例 172 表 1.1-172 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 底座(塑料机械类 SZ200/120 注塑成型机的大型机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 2320mm×570mm×260mm, 铸件重量 1800kg, 为板状结构, 壁厚较均匀。采用干型铸造。铸件需经时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.10~3.3, Si1.7~2.0, Mn0.7~0.9, P<0.12, S<0.08   |

## 配 料

| 炉料名称                      | 炉料成分(%) |           |         |          |          |        |
|---------------------------|---------|-----------|---------|----------|----------|--------|
|                           | C       | Si        | Mn      | P        | S        |        |
| Z24 生铁                    | 3.8~4.0 | 2.3~2.5   | 0.6~0.8 | 0.08~0.1 | 0.03     |        |
| 灰铁回炉铁                     | 3.3~3.4 | 1.8~2     | 0.8     | 0.08~0.1 | 0.08~0.1 |        |
| 废钢                        | 0.2     | 0.3       | 0.5     | 0.01     | 0.01     |        |
| 65% 锰铁                    | —       | —         | 65      | —        | —        |        |
| 炉料名称                      | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |         |          |          |        |
|                           |         | C         | Si      | Mn       | P        | S      |
| Z24 生铁                    | 50      | 1.95      | 1.20    | 0.35     | 0.045    | 0.015  |
| 灰铁回炉铁                     | 25      | 0.84      | 0.47    | 0.20     | 0.023    | 0.023  |
| 废钢                        | 25      | 0.05      | 0.08    | 0.12     | 0.003    | 0.003  |
| 65% 锰铁                    | 0.5     | —         | —       | 0.33     | —        | —      |
| 合 计                       |         | 2.84      | 1.75    | 1.00     | 0.071    | 0.041  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)           |         | +0.35     | -0.32   | -0.26    | —        | +0.036 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育量为 0.4~0.5%) |         | —         | +0.34   | —        | —        | —      |
| (孕育后铁液)                   |         | 3.19      | 1.77    | 0.74     | 0.071    | 0.077  |

- 注: 1. 采用二层大间距风嘴中央送风冷风冲天炉熔炼, 炉内熔化元素增减率: C+(10%~15%), Si-(16%~20%), Mn-(24%~28%), P 不变, S+(80%~100%)。
2. 炉外孕育处理, 加 0.4%~0.5% 的孕育剂进行包内孕育, 孕育剂为 75% 硅铁, 硅吸收率为 90%。
3. 炉前, 采用底边为 25mm、高为 30mm、长为 150mm 的三角试片检查, 以白口大小来判定碳硅量的多少。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于塑料机械中要求灰铸铁 HT200 的其他大型机的铸件, 如滑板、撑板等铸件。

配料实例 173 表 1.1-173 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 减速箱体(塑料机械类 SJ-150B 塑料挤出机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 740mm×820mm×950mm,铸件重 1.2t,为壳形结构,壁厚相差不大,主要部位壁厚 150mm,六面全加工。采用干型铸造。铸件需经低温退火处理,并经盛水试验,不得有渗漏现象<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.4, Si1.5~2.1, Mn0.8~1.0, P<0.15, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称       | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|------------|---------|------|------|-------|-------|
|            | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| *25 生铁(林县) | 4.05    | 2.60 | 0.57 | 0.040 | 0.020 |
| 废铁         | 3.36    | 1.80 | 0.84 | 0.200 | 0.150 |
| 75Si-Fe    | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 70Mn-Fe    | —       | —    | 70   | —     | —     |
| 废钢         | 0.25    | 0.30 | 0.60 | —     | —     |

| 炉料名称       | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|            |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| *25 生铁(林县) | 40      | 1.62      | 1.04  | 0.23  | 0.020 | 0.010  |
| 废铁         | 40      | 1.34      | 0.72  | 0.34  | 0.080 | 0.060  |
| 75Si-Fe    | 1       | —         | 0.75  | —     | —     | —      |
| 70Mn-Fe    | 0.7     | —         | —     | 0.49  | —     | —      |
| 废钢         | 18.3    | 0.05      | 0.06  | 0.11  | —     | —      |
| 合 计        |         | 3.01      | 2.57  | 1.17  | 0.100 | 0.070  |
| 炉内熔化增减     |         | +0.21     | -0.51 | -0.29 | —     | +0.040 |
| (熔化后铁液)    |         | 3.22      | 2.06  | 0.88  | 0.100 | 0.110  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内熔化元素增减率: C+7%, Si-20%, Mn-25%, S+50%, P不变、铁烧损 0.2%~1.1%。
2. 炉前, 用三角试片检验白口深度大小, 用 75% 硅铁调软铁液, 控制铁液化学成分。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
4. 本配料还适用于塑料挤出机中要求灰铸铁 HT200 的底座等铸件。

配料实例 174 表 1.1-174 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 端盖(陶瓷机械类 QM1800×2100 球磨机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1818\text{mm} \times 148\text{mm}$ , 为圆盘形结构, 带有加强肋, 铸件毛重 900kg, 主要壁厚 35mm。采用干型铸造 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.3, Si1.6~1.8, Mn0.8~1, P<0.3, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分(%) |      |      |   |       |
|-----------|---------|------|------|---|-------|
|           | C       | Si   | Mn   | P | S     |
| 本溪 Z14 生铁 | 4.20    | 1.30 | 0.70 |   | 0.048 |
| 回炉铁       | 3.30    | 1.60 | 0.70 | — | —     |
| 废钢        | 0.30    | 0.30 | 0.60 | — | —     |
| 硅铁        | —       | 75   | —    | — | —     |
| 锰铁        | —       | —    | 65   | — | —     |

| 炉料名称      | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |   |   |
|-----------|---------|-----------|-------|-------|---|---|
|           |         | C         | Si    | Mn    | P | S |
| 本溪 Z14 生铁 | 35      | 1.47      | 0.46  | 0.25  | — | — |
| 回炉铁       | 40      | 1.32      | 0.64  | 0.28  | — | — |
| 废钢        | 25      | 0.08      | 0.07  | 0.15  | — | — |
| 硅铁        | 1.75    | —         | 1.31  | —     | — | — |
| 锰铁        | 0.85    | —         | —     | 0.55  | — | — |
| 合 计       |         | 2.87      | 2.48  | 1.23  | — | — |
| 炉内熔化增减    |         | +0.34     | -0.74 | -0.43 | — | — |
| (熔化后铁液)   |         | 3.21      | 1.74  | 0.80  | — | — |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风热风炉胆冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 30%、锰烧损 35%、碳增加 12%。

2. 炉前, 通过观察铁液火花和三角试片的方法及时对铁液进行调整, 三角试片白口宽度控制为 4~7mm; 调整时在炉前铁液包中加入硅铁、或锰铁、或无锈钢片。

3. 检测结果:

化学成分: C3.2%, Si1.65%, Mn0.65%, S0.04%;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 200MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 397MPa

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于陶瓷机械中要求灰铸铁 HT200 的电机托架等铸件。



配料实例 175 表 1.1-175 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 真空室(陶瓷机械类 $\phi 260$ 真空炼泥机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 780mm $\times$ 532mm $\times$ 970mm, 为箱体形结构, 较为复杂, 尺寸较大, 铸件毛重 560kg, 主要壁厚 18mm, 六个面均有加工面。采用干型铸造。铸件要求时效处理。铸件不得有渗漏<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.3, Si1.6~1.8, Mn0.8~1, P<0.3, S $\leq$ 0.12   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分(%) |      |      |   |       |
|--------|---------|------|------|---|-------|
|        | C       | Si   | Mn   | P | S     |
| 邢台 Z22 | 4.00    | 2.10 | 1.00 | — | 0.060 |
| 回炉铁    | 3.30    | 1.60 | 0.70 | — | —     |
| 废钢     | 0.30    | 0.30 | 0.30 | — | —     |
| 硅铁     | —       | 75   | —    | — | —     |
| 锰铁     | —       | —    | 65   | — | —     |

| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |   |   |
|---------|---------|-----------|-------|-------|---|---|
|         |         | C         | Si    | Mn    | P | S |
| 邢台 Z22  | 36      | 1.44      | 0.76  | 0.36  | — | — |
| 回炉铁     | 40      | 1.32      | 0.64  | 0.28  | — | — |
| 废钢      | 24      | 0.07      | 0.07  | 0.07  | — | — |
| 硅铁      | 1.27    | —         | 0.95  | —     | — | — |
| 锰铁      | 0.8     | —         | —     | 0.52  | — | — |
| 合 计     |         | 2.83      | 2.42  | 1.23  | — | — |
| 炉内熔化增减  |         | +0.34     | -0.73 | -0.43 | — | — |
| (熔化后铁液) |         | 3.17      | 1.69  | 0.80  | — | — |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风热风炉胆冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 30%、锰烧损 35%、碳增加 12%。

2. 炉前, 通过观察铁液火花和三角试片的方法及时对铁液进行调整, 三角试片白口宽度控制为 4~7mm, 调整时在炉前铁液包中加入硅铁、或锰铁、或无锈钢片。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.27, Si1.78, Mn1.73, S0.062;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 239MPa, 抗弯强度  $\sigma_b$ 409MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于陶瓷机械中要求灰铸铁 HT200 的各种齿轮箱、机身等铸件。

配料实例 176 表 1.1-176 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 支架(玻璃机械类制瓶机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件为框架形结构<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200                                 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.8~2.2, Mn0.8~1.0, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12 |

## 配 料

| 炉料名称    | 济南生铁 | 回炉铁 | 废 钢 | 75% 硅铁 | 锰 铁 |
|---------|------|-----|-----|--------|-----|
| 配料比例(%) | 36   | 52  | 12  | 0.24   | 0.5 |

注: 1. 采用多排小风口曲线炉膛炉胆热风冲天炉熔炼, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 20%~25%。

2. 炉前, 用三角白口检验白口大小, 一般白口深度在 2~4mm。若白口过大, 可用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.24, Si1.8, Mn0.86, P0.087, S0.076;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 429MPa, 硬度 207HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 177 表 1.1-177 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 箱体(食品机械类 GT1B10 注胶机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1030mm $\times$ 440mm $\times$ 864mm, 为二面开通的箱体形结构, 铸件毛重 475kg, 主要壁厚 17mm, 上平面送盖槽内精度要求高, 表面粗糙度要求要低。采用干型铸造。铸件要求进行去应力处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.25~3.45, Si1.6~1.9, Mn0.5~0.8, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12  |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉 料 成 分 (%) |      |      |       |       |
|--------|-------------|------|------|-------|-------|
|        | C           | Si   | Mn   | P     | S     |
| 巴西生铁   | 3.91        | 2.57 | 0.67 | 0.076 | 0.027 |
| 乙级回炉铁  | 3.40        | 1.65 | 0.75 | 0.090 | 0.100 |
| 废钢     | 0.30        | 0.40 | 0.40 | 0.050 | 0.040 |
| 75% 硅铁 | —           | 75   | —    | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —           | —    | 65   | —     | —     |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁    | 30       | 1.17       | 0.77  | 0.20  | 0.023 | 0.008  |
| 乙级回炉铁   | 55       | 1.87       | 0.91  | 0.41  | 0.049 | 0.055  |
| 废钢      | 15       | 0.04       | 0.06  | 0.06  | 0.007 | 0.006  |
| 75% 硅铁  | 0.2      | —          | 0.15  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁  | 0.4      | —          | —     | 0.26  | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.08       | 1.89  | 0.93  | 0.079 | 0.069  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.31      | -0.28 | -0.17 | 0     | +0.034 |
| (原铁液)   |          | 3.39       | 1.61  | 0.76  | 0.079 | 0.103  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.13 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.39       | 1.74  | 0.76  | 0.079 | 0.103  |

注：1. 采用熔炼炉类型：单风箱二排大间距热风冲天炉，熔化率 4~5t/h，炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%。

2. 炉外孕育：100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg，吸收率为 85%。

3. 炉前，用三角试片检验断口，控制铁液成分，用 75% 硅铁调软铁液，浇注  $\phi 30\text{mm}$  试棒检查抗弯强度及化学成分。

4. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.40，Si1.73，Mn0.74，P0.082，S0.094。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于食品机械中封罐机、灌酒机、圆盖机、压盖机、波形切板机、45t 冲床和颗粒装罐机等要求灰铸铁 HT200 的铸件。

配料实例 178 表 1.1-178 HT200 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 底座(制糖机械类 TLX400B 甜菜机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 3330mm×1350mm×250mm，为长方形结构，易在拐角处产生裂纹，总体易产生烧曲变形，壁厚比较均匀，铸件毛重 1.9t。采用表干型铸造，倾斜浇注。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.4, Si1.8~2.2, Mn0.6~0.8, P<0.3, S<0.12  |

(续)

| 配 料        |                 |     |     |     |     |            |            |
|------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|------------|------------|
| 层铁重<br>/kg | 炉 料 重 /kg       |     |     |     |     | 层焦重<br>/kg | 石灰石<br>/kg |
|            | 号铁 <sup>①</sup> | 回炉料 | 废 钢 | 锰 铁 | 硅 铁 |            |            |
| 300        | 150             | 90  | 60  | 1.3 | 3   | 30         | 9          |

注：1. 采用两排大间距热风冲天炉熔炼，熔化率 3t/h，炉内硅烧损 < 15%、锰烧损 < 20%。

2. 炉前，采用三角试片检验白口大小控制铁液成分，白口深度为 5 - 7mm。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.17, Si1.68, Mn0.65, P0.13, S0.036；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b > 200\text{MPa}$ ，抗弯强度  $\sigma_{bb} > 400\text{MPa}$ 。

① 号铁即生铁。

配料实例 179 表 1.1-179 HT200 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 六辊(纺织机械类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2700mm × 340mm × 4770mm，为点框架形的三角支架，铸件毛重 2.24t，主要壁厚 20mm，采用干型铸造。铸件需经时效处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制 (%) | C3.30 ~ 3.50, Si1.60 ~ 2.00, Mn0.60 ~ 1.00, P ≤ 0.20, S ≤ 0.15                                     |

| 配 料   |             |      |      |       |       |
|-------|-------------|------|------|-------|-------|
| 炉料名称  | 炉 料 成 分 (%) |      |      |       |       |
|       | C           | Si   | Mn   | P     | S     |
| 巴西生铁  | 4.33        | 2.31 | 0.70 | 0.080 | 0.020 |
| 回炉铸铁  | 3.50        | 2.00 | 0.70 | 0.080 | 0.100 |
| 浇冒口   | 3.50        | 2.00 | 0.70 | 0.080 | 0.100 |
| 硬度钢   | 0.30        | 0.30 | 0.50 | 0.050 | 0.050 |
| 生铁团   | 3.40        | 1.80 | 0.60 | 0.100 | 0.030 |
| 熟铁团   | 0.40        | 0.30 | 0.50 | 0.050 | 0.050 |
| 75%硅铁 |             | 75   |      |       |       |
| 70%锰铁 |             |      | 70   |       |       |

(续)

| 炉料名称              | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |        |       |       |
|-------------------|----------|------------|-------|--------|-------|-------|
|                   |          | C          | Si    | Mn     | P     | S     |
| 巴西生铁              | 30       | 1.30       | 0.69  | 0.21   | 0.024 | 0.006 |
| 回炉铸铁              | 24       | 0.84       | 0.48  | 0.17   | 0.019 | 0.024 |
| 浇冒口               | 24       | 0.84       | 0.48  | 0.17   | 0.019 | 0.025 |
| 硬废钢               | 10       | 0.03       | 0.03  | 0.05   | 0.005 | 0.005 |
| 生铁团               | 6        | 0.20       | 0.11  | 0.04   | 0.006 | 0.003 |
| 熟铁团               | 6        | 0.02       | 0.02  | 0.03   | 0.003 | 0.003 |
| 75%硅铁             | 1.0      |            | 0.75  |        |       |       |
| 70%锰铁             | 0.4      |            |       | 0.28   |       |       |
| 合计                |          | 3.23       | 2.56  | 0.95   | 0.076 | 0.065 |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |          | +0.23      | -0.64 | -0.18  | 0     | 0.045 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |          | 3.46       | 1.92  | 0.77   | 0.076 | 0.11  |
|                   |          |            |       | (视需要定) |       |       |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距热风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内碳增加 7%、硅烧损 25%、锰烧损 20%、硫增加 70%、磷不变

2. 厚度在 5mm 以上废钢为硬废钢。

3. 炉外孕育，加 75% 硅铁颗粒，吸收率为 60%

4. 炉前，控制三角试片白口宽度 2~4mm。铁液硬了用 75% 硅铁调软，铁液软了在温度大于 1400℃ 时允许加入干净的废钢调硬。

5. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.51, Si1.93, Mn0.58, S0.066, P—;

力学性能：抗弯强度  $\sigma_b$  518MPa。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于纺织机械中的齿轮、摩擦套以及印染机械的印花车头等铸件。

## 配料实例 180

表 1.1-180 HT200 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 弯肋轮(纺织机械类印染机械零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 640\text{mm} \times 60\text{mm}$ ，为轮圈结构，主要壁厚 35mm，铸件毛重 28.5kg。采用湿型铸造，机器造型。铸件需经时效处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制 (%) | C3.30~3.50, Si1.70~2.10, Mn0.60~1.00, P $\leq$ 0.20, S $\leq$ 0.15  |

(续)

| 配 料               |             |            |       |       |       |        |
|-------------------|-------------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称              | 炉 料 成 分 (%) |            |       |       |       |        |
|                   | C           | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 巴西生铁              | 4.33        | 2.31       | 0.70  | 0.080 | 0.020 |        |
| 回炉铸铁              | 3.50        | 2.00       | 0.70  | 0.080 | 0.100 |        |
| 浇冒口               | 3.50        | 2.00       | 0.70  | 0.080 | 0.100 |        |
| 硬废钢               | 0.30        | 0.30       | 0.50  | 0.050 | 0.050 |        |
| 生铁团               | 3.40        | 1.80       | 0.60  | 0.100 | 0.030 |        |
| 熟铁团               | 0.40        | 0.30       | 0.50  | 0.050 | 0.050 |        |
| 75% 硅铁            |             | 75         |       |       |       |        |
| 70% 锰铁            |             |            | 70    |       |       |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%)    | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                   |             | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁              | 30          | 1.30       | 0.69  | 0.21  | 0.024 | 0.006  |
| 回炉铸铁              | 24          | 0.84       | 0.48  | 0.17  | 0.019 | 0.024  |
| 浇冒口               | 24          | 0.84       | 0.48  | 0.17  | 0.019 | 0.024  |
| 硬废钢               | 10          | 0.03       | 0.03  | 0.05  | 0.005 | 0.005  |
| 生铁团               | 6           | 0.20       | 0.11  | 0.04  | 0.006 | 0.003  |
| 熟铁团               | 6           | 0.02       | 0.02  | 0.03  | 0.003 | 0.003  |
| 75% 硅铁            | 1.0         |            | 0.75  |       |       |        |
| 70% 锰铁            | 0.4         |            |       | 0.28  |       |        |
| 合 计               |             | 3.23       | 2.56  | 0.95  | 0.076 | 0.065  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |             | +0.23      | -0.64 | -0.18 | 0     | +0.045 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |             | —          | +0.14 | —     | —     | —      |
|                   |             | 3.46       | 2.06  | 0.77  | 0.076 | 0.11   |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距热风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内碳增加 7%、硅烧损 25%、锰烧损 20%、硫增加 70%。

2. 厚度在 5mm 以上废钢为硬废钢。

3. 炉外孕育，加 75% 硅铁颗粒，加入量为 0.2%~0.3%，吸收率为 60%。

4. 炉前，用三角试片检验白口宽度，控制为 1~3mm。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于印染机械中要求灰铸铁 HT200 的某些牙条、摩擦套等铸件。

配料实例 181 表 1.1-181 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 龙肋(纺织机械类粗纱机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 2292mm×270mm×52mm 为槽形薄壁结构,铸件毛重 101kg,主要壁厚 10mm,六面全加工。采用湿型铸造。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.8~2.2, Mn0.7~1.0, S≤0.12, P0.1~0.2, CE3.8~4.2                                       |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |           |       |       |        |       |
|---------|---------|-----------|-------|-------|--------|-------|
|         | C       | Si        | Mn    | S     | P      |       |
| 宣化生铁    | 3.69    | 1.40      | 0.80  | 0.031 | 0.125  |       |
| 本溪生铁    | 4.18    | 1.57      | 0.85  | 0.04  | 0.071  |       |
| 普通废机铁   | 3.31    | 2.08      | 0.77  | 0.057 | 0.105  |       |
| 废钢      | 0.30    | 0.40      | 0.60  | 0.060 | 0.060  |       |
| 75%硅铁   | —       | 75        | —     | —     | —      |       |
| 60%锰铁   | —       | —         | 60    | —     | —      |       |
| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |        |       |
|         |         | C         | Si    | Mn    | S      | P     |
| 宣化生铁    | 24      | 0.92      | 0.35  | 0.20  | 0.008  | 0.031 |
| 本溪生铁    | 22.5    | 0.91      | 0.34  | 0.18  | 0.009  | 0.015 |
| 普通废机铁   | 35      | 1.15      | 0.72  | 0.26  | 0.020  | 0.036 |
| 废钢      | 17.5    | 0.06      | 0.07  | 0.10  | 0.010  | 0.010 |
| 75%硅铁   | 1       | —         | 0.75  | —     | —      | —     |
| 60%锰铁   | 0.5     | —         | —     | 0.30  | —      | —     |
| 合 计     |         | 3.03      | 2.23  | 1.04  | 0.047  | 0.092 |
| 炉内熔化增减  |         | +0.091    | -0.33 | -0.21 | +0.023 | 0     |
| (熔化后铁液) |         | 3.12      | 1.9   | 0.83  | 0.070  | 0.092 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距内水冷冷风冲天炉, 炉内碳增加 3%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检查三角白口大小, 来控制铁液成分。用 75% 硅铁或 60% 锰铁, 粒度为 (2~5) mm, 在铁液包内调整铁液的三角白口大小。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.29, Si2.05, Mn0.96, P0.115, S0.074;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 226MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 443MPa, 硬度 229HBS;

金相组织: A 型石墨, 长度 20 $\mu$ m, 基体为 98% (体积分数) 珠光体, 余为铁素体, 共晶团 300~400 个/cm<sup>2</sup>。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于槽筒机中的槽子、车面及铜管牙等铸件。

配料实例 182

表 1.1-182 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 车面(纺织机械类并条机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1900mm×810mm×110mm,为板形结构,铸件毛重 396kg,主要壁厚 20mm,六面全加工。采用湿型铸造。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.9~2.3, Mn0.8~1.0, P<0.12, S<0.12   |

## 配 料

| 层铁量<br>/kg | 金属炉料 /kg      |          |          |          |           |    |    |           |           | 层焦量<br>/kg | 石灰石<br>/kg |
|------------|---------------|----------|----------|----------|-----------|----|----|-----------|-----------|------------|------------|
|            | Z本生<br>铁 14   | 铁屑<br>铁块 | 球铁<br>回炉 | I级<br>回炉 | II级<br>回炉 | 机铁 | 废钢 | 75%<br>硅铁 | 60%<br>锰铁 |            |            |
| 400        | 100           | 20       |          | 150      |           | 65 | 65 | 4         | 3         | 34         | 12         |
| 炉料名称       | 化 学 成 分 ( % ) |          |          |          |           |    |    |           |           |            |            |
|            | C             | Si       | Mn       | P        | S         |    |    |           |           |            |            |
| Z14 本钢生铁   | 4.15          | 1.55     | 0.61     | 0.068    | 0.046     |    |    |           |           |            |            |
| 机铁         | 3.30          | 2.16     | 0.88     | 0.059    | 0.092     |    |    |           |           |            |            |
| 废钢         | 0.16          | 0.24     | 0.39     | 0.026    | 0.020     |    |    |           |           |            |            |
| 硅铁         |               | 74.2     |          |          |           |    |    |           |           |            |            |
| 锰铁         |               |          | 60       |          |           |    |    |           |           |            |            |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 来控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.20, Si2.10, Mn0.875, P0.095, S0.1。

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 441MPa, 硬度 212HBS。

4. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT200 的铸件, 如压辊、锭架等。当浇注铸铁齿轮、凸轮时, 还对金相组织有要求, 其珠光体量 95%~98%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 183 表 1.1-183 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 1.带轮(缝纫机类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 146\text{mm} \times 21\text{mm}$ , 为环形结构, 主要壁厚 11mm 采用海型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.5, Si1.6~2.0, Mn0.7~0.9, P<0.15, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|-------|---------|------|------|-------|-------|
|       | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 浇口回炉铁 | 3.74    | 2.10 | 0.82 | 0.190 | 0.070 |
| 南京生铁  | 4.20    | 1.25 | 0.76 | 0.300 | 0.027 |
| 本溪生铁  | 4.30    | 1.35 | 0.72 | 0.050 | 0.025 |
| 山西生铁  | 3.00    | 3.50 | 0.50 | 0.250 | 0.100 |
| 废钢    | 0.12    | 0.03 | 0.30 | 0.060 | 0.080 |
| 硅铁    | —       | 73   | —    | —     | —     |
| 锰铁    | —       | —    | 60   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 浇口回炉铁   | 50      | 1.87      | 1.05  | 0.42  | 0.095 | 0.035  |
| 南京生铁    | 25      | 1.05      | 0.31  | 0.19  | 0.075 | 0.007  |
| 本溪生铁    | 8       | 0.34      | 0.11  | 0.06  | 0.004 | 0.002  |
| 山西生铁    | 8       | 0.24      | 0.28  | 0.04  | 0.020 | 0.008  |
| 废钢      | 9       | 0.00      | 0.00  | 0.03  | 0.005 | 0.007  |
| 硅铁      | 8       | —         | 2.58  | —     | —     | —      |
| 锰铁      | 4       | —         | —     | 0.24  | —     | —      |
| 合 计     |         | 3.50      | 2.33  | 0.98  | 0.199 | 0.059  |
| 炉内熔化增减  |         | 0         | -0.35 | -0.15 | 0     | +0.030 |
| (熔化后铁液) |         | 3.50      | 1.98  | 0.83  | 0.199 | 0.089  |

注: 1. 采用三排风口热风冲天炉熔炼, 炉内熔化元素增减率: C 不稳定, Si - 15%, Mn - 15%, P 不变, S + 50%。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

3. 本配料还适用于缝纫机中要求灰铸铁 HT200 的其他铸件, 如挑线凸轮等铸件。

配料实例 184

表 1.1-184 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 第一杠杆体(衡器类 GCC-15 型钢材秤零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 2470mm×1070mm×405mm, 为三角形结构, 铸件毛重 330kg, 主要壁厚 50mm。采用湿型地坑铸造。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.4, Si1.7~2.0, Mn0.7~0.9, P<0.15, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |           |       |       |       |       |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|
|         | C       | Si        | Mn    | P     | S     |       |
| 徐钢生铁    | 4.05    | 1.61      | 0.38  | 0.063 | 0.035 |       |
| 回炉铁     | 3.56    | 2.02      | 0.75  | 0.070 | 0.065 |       |
| 废钢      | 0.45    | 0.30      | 0.50  | 0.030 | 0.020 |       |
| 75%硅铁   |         | 75        |       |       |       |       |
| 70%锰铁   |         |           | 70    |       |       |       |
| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S     |
| 徐钢生铁    | 50      | 2.02      | 0.81  | 0.19  | 0.032 | 0.017 |
| 回炉铁     | 30      | 1.07      | 0.61  | 0.22  | 0.021 | 0.019 |
| 废钢      | 20      | 0.09      | 0.06  | 0.10  | 0.006 | 0.04  |
| 75%硅铁   | 0.85    | —         | 0.64  | —     | —     | —     |
| 70%锰铁   | 0.70    | —         | —     | 0.49  | —     | —     |
| 合 计     |         | 3.18      | 2.12  | 1.0   | 0.059 | 0.04  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.16     | -0.32 | -0.2  | 0     | +0.03 |
| (熔化后铁液) |         | 3.34      | 1.80  | 0.8   | 0.059 | 0.07  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口热风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 75%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 来控制铁液成分, 必要时用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.37, Si1.89, Mn0.85, P0.065, S0.060;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 204MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 407MPa, 硬度 205HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于衡器产品铸铁件中要求灰铸铁 HT200 的承重杠杆、传力杠杆、承重脚等铸件。

配料实例 185 表 1.1-185 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 飞轮(矿山机械类破碎机零件)   |
| 铸件特点      | 铸铁轮廓尺寸 $\phi 1079\text{mm} \times 314\text{mm}$ , 为带辐条(或辐板)的轮形结构, 受力较大, 铸件毛重 880kg, 主要壁厚 60mm, 轮沿和轴孔加工。采用干型铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.8~2.2, Mn0.6~0.9, P<0.15, S<0.08   |

## 配 料

| 炉料名称      | 批料   |     | C(%) |      | Si(%) |      | Mn(%) |      | P(%)  |           | S(%)  |       |
|-----------|------|-----|------|------|-------|------|-------|------|-------|-----------|-------|-------|
|           | (%)  | /kg | 在炉料中 | 在金属中 | 在炉料中  | 在金属中 | 在炉料中  | 在金属中 | 在炉料中  | 在金属中      | 在炉料中  | 在金属中  |
| 水钢 Z18 生铁 | 30   | 120 | 4.30 | 1.29 | 1.69  | 0.51 | 0.80  | 0.24 | 0.086 | 0.026     | 0.028 | 0.008 |
| 废钢        | 25   | 100 | 0.45 | 0.11 |       |      |       |      |       |           |       |       |
| 回炉铁       | 45   | 180 | 3.40 | 1.53 | 1.7   | 0.77 | 0.65  | 0.29 | 0.120 | 0.054     | 0.060 | 0.027 |
| 硅铁        | 1.25 | 5   |      |      | 75    | 0.94 |       |      |       |           |       |       |
| 锰铁        | 0.75 | 3   |      |      |       |      | 71    | 0.53 |       |           |       |       |
| 合计        |      |     |      | 2.93 |       | 2.22 |       | 1.06 |       | 0.08      |       | 0.035 |
| 烧损        |      |     |      | +12% |       | -12% |       | -18% |       | $\pm 0\%$ |       | +50%  |
| 计算成分      |      |     |      | 3.28 |       | 1.95 |       | 0.87 |       | 0.08      |       | 0.053 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 3t/h 炉膛热风曲线炉膛三排风口冲天炉, 风口比 6%, 带前炉, 开渣口操作, 铁液出炉温度高于 1470℃, 炉内碳增加 12%、硅烧损 12%、锰烧损 18%、磷不变, 硫增加 50%、FeO<6。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.35, Si1.94, Mn0.99, P0.092, S0.061。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于矿山机械中要求灰铸铁 HT200 的皮带轮、链轮、齿轮等铸件。

配料实例 186 表 1.1-186 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 减速机箱体(煤矿机械类 44 型输送机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1002mm×396mm×262mm, 为箱体结构, 内腔深而窄, 主要壁厚 15mm, 铸件毛重 146kg。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.5~1.8, Mn0.8~1, P<0.15, S0.12  |

## 配 料

| 炉料名称                  | 炉料成分(%) |           |       |       |   |   |
|-----------------------|---------|-----------|-------|-------|---|---|
|                       | C       | Si        | Mn    | P     | S |   |
| 宣化 14 <sup>#</sup> 生铁 | 4.02    | 1.33      | 0.07  | —     | — |   |
| 普通回炉铁                 | 3.10    | 1.50      | 0.90  | —     | — |   |
| 75%硅铁                 | —       | 75        | —     | —     | — |   |
| 68%锰铁                 | —       | —         | 68    | —     | — |   |
| 炉料名称                  | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |   |   |
|                       |         | C         | Si    | Mn    | P | S |
| 宣化 14 <sup>#</sup> 生铁 | 50      | 2.01      | 0.67  | 0.34  | — | — |
| 普通回炉铁                 | 50      | 1.55      | 0.75  | 0.45  | — | — |
| 75%硅铁                 | 0.66    | —         | 0.495 | —     | — | — |
| 68%锰铁                 | 0.33    | —         | —     | 0.22  | — | — |
| 合 计                   |         | 3.56      | 1.92  | 1.01  | — | — |
| 炉内熔化增减                |         | +0.07     | -0.38 | -0.25 | — | — |
| (熔化后铁液)               |         | 3.63      | 1.54  | 0.76  | — | — |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口、冷风、曲线炉膛冲天炉, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 25%、碳增加 2%、硫增加 100%、磷不变。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

3. 本配料还适用于煤矿机械中要求灰铸铁 HT200 的履-30 刨煤机轴承盖、挡圈、SGW—44 输送机上下箱体、轴承座等铸件。

配料实例 187

表 1.1-187 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 叶轮(煤矿机械类 SZ—4 水环式真空泵及压缩机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 453\text{mm} \times 520\text{mm}$ , 为具有 24 片叶片的圆柱形结构, 铸件毛重 120kg, 主要壁厚 25mm, 两端面及侧面加工, 该铸件为高速旋转工作状态, 因此, 对铸件要做静平衡试验, 叶片校重不得超过 10g。该件加工前需热处理, 采用组芯造型进行铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.5, Si1.6~2.0, Mn0.7~0.9, P<0.15, S≤0.12  |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|-----------|---------|------|------|-------|-------|
|           | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 水钢 Z15 生铁 | 4.20    | 1.60 | 0.80 | 0.070 | 0.020 |
| 优质回炉铁     | 3.00    | 1.40 | 0.80 | 0.100 | 0.100 |
| 废钢        | 0.20    | 0.30 | 0.50 | 0.020 | 0.020 |
| 75%Si 铁   | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 60%Mn 铁   | —       | —    | 60   | —     | —     |

| 炉料名称      | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |      |       |       |       |
|-----------|---------|-----------|------|-------|-------|-------|
|           |         | C         | Si   | Mn    | P     | S     |
| 水钢 Z15 生铁 | 40      | 1.68      | 0.64 | 0.32  | 0.028 | 0.008 |
| 优质回炉铁     | 54      | 1.62      | 0.76 | 0.43  | 0.054 | 0.054 |
| 废钢        | 6       | 0.01      | 0.02 | 0.03  | 0.001 | 0.001 |
| 75%Si 铁   | 0.5     | —         | 0.38 | —     | —     | —     |
| 60%Mn 铁   | 0.2     | —         | —    | 0.12  | —     | —     |
| 合 计       |         | 3.31      | 1.80 | 0.90  | 0.083 | 0.063 |
| 炉内熔化增减    |         | 0         | 0    | -0.09 | 0     | 0     |
| (熔化后铁液)   |         | 3.31      | 1.80 | 0.81  | 0.083 | 0.063 |

注: 1. 采用熔炼炉类型, 0.5t 工频感应加热电炉。炉内元素变化增减率: C、Si 不变, Mn-10%, P、S 不变。

2. 该牌号较低, 炉外不孕育。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 188 表 1.1-188 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 叶轮(煤矿机械类 PA-3 浮悬机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 650\text{mm} \times 285\text{mm}$ , 为带有叶片的轮形结构, 铸件毛重 179kg, 主要壁厚 20mm, 两端面及侧面加工, 为旋转工作件, 因此, 该件需做静平衡试验, 叶片校重不得超过 10g。该件加工前需热处理, 采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2 - 3.5, Si1.6 - 2.0, Mn0.7 - 0.9, P<0.15, S $\leq$ 0.12  |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |           |      |       |       |       |
|-----------|----------|-----------|------|-------|-------|-------|
|           | C        | Si        | Mn   | P     | S     |       |
| 水钢 Z15 生铁 | 4.20     | 1.60      | 0.80 | 0.070 | 0.020 |       |
| 普通回炉料     | 3.10     | 1.60      | 0.80 | 0.100 | 0.100 |       |
| 废钢        | 0.20     | 0.30      | 0.50 | 0.020 | 0.020 |       |
| 75% Si 铁  | —        | 75        | —    | —     | —     |       |
| 60% Mn 铁  | —        | —         | 60   | —     | —     |       |
| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |      |       |       |       |
|           |          | C         | Si   | Mn    | P     | S     |
| 水钢 Z15 生铁 | 40       | 1.68      | 0.64 | 0.32  | 0.028 | 0.008 |
| 普通回炉料     | 55       | 1.71      | 0.88 | 0.44  | 0.055 | 0.055 |
| 废钢        | 5        | 0.10      | 0.15 | 0.03  | 0.001 | 0.001 |
| 75% Si 铁  | 0.2      | —         | 0.15 | —     | —     | —     |
| 60% Mn 铁  | 0.18     | —         | —    | 0.11  | —     | —     |
| 合 计       |          | 3.49      | 1.82 | 0.90  | 0.084 | 0.064 |
| 炉内熔化增减    |          | 0         | 0    | -0.09 | 0     | 0     |
| (熔化后铁液)   |          | 3.49      | 1.82 | 0.81  | 0.084 | 0.064 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 工频感应加热电炉, 炉内熔化元素增减率: C、Si 不变, Mn-10%, P、S 不变。

2. 该牌号较低, 炉外不孕育。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 189 表 1.1-189 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |         |      |       |       |    |    |    |                    |                       |         |               |                     |               |            |
|-----------|---|---------|------|-------|-------|----|----|----|--------------------|-----------------------|---------|---------------|---------------------|---------------|------------|
| 铸件配料      | 40t 平衡重块(起重机械类 200t 履带起重机零件)  |         |      |       |       |    |    |    |                    |                       |         |               |                     |               |            |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 3100mm×2600mm×670mm, 铸件毛重 40000kg, 为实体板状结构, 壁厚 670mm, 全部不加工, 要求表面平整, 采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |         |      |       |       |    |    |    |                    |                       |         |               |                     |               |            |
| 合金成分控制(%) | C3.3-3.6, Si1.6-2.0, Mn0.8-1.0, P<0.15, S<0.12  |         |      |       |       |    |    |    |                    |                       |         |               |                     |               |            |
| 配 料       |   |         |      |       |       |    |    |    |                    |                       |         |               |                     |               |            |
| 炉号        | 10t<br>(5t)   | 加入炉料/kg |      |       |       |    |    |    |                    |                       |         | 底焦<br>/kg     |                     | 1000<br>(800) |            |
|           |   |         |      |       |       |    |    |    |                    |                       |         | 层焦            | 120<br>(100)        | 石灰<br>石       | 40<br>(30) |
| 层料重       | 本溪生铁  | 普通生铁    | 废铁   | 废钢    | 合 金   |    |    |    |                    | 孕育合金                  |         |               |                     |               |            |
|           |   |         |      |       | 硅铁    | 锰铁 | 铬铁 | 钼铁 |                    | 硅铁<br>(75)            | 稀土<br>硅 | 稀土<br>镁       |                     |               |            |
| 1000      |   | 550     | 250  | 200   | 5     | 4  |    |    |                    |                       |         |               |                     |               |            |
| 试验结果      | C   | Si      | Mn   | P     | S     |    |    |    | $\sigma_b$<br>/MPa | $\sigma_{tb}$<br>/MPa | HBS     | 石墨<br>形状      | 基体组织                |               |            |
|           | 3.46  | 1.69    | 0.85 | 0.098 | 0.069 |    |    |    | 205                | 450                   | 239     | 中等<br>旋涡<br>状 | 珠光体<br>+ <5%<br>铁素体 |               |            |
| 普通生铁成分    | 4.15  | 1.76    | 0.98 | 0.076 | 0.027 |    |    |    |                    |                       |         |               |                     |               |            |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排大风口冷风冲天炉, 熔化率 10t/h 以及两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 两台冲天炉同时熔炼浇注, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%、碳增加 15%、硫增加 100%、磷不变。

2. 两座炉同时熔炼, 共出铁 36000kg, 两包同时浇注, 另铸型内置冷铁 6000kg。

3. 炉前, 用硅铁调软铁液。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.46, Si1.69, Mn0.85, P0.098, S0.069;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 200.9MPa, 抗弯强度  $\sigma_{tb}$ 441MPa, 硬度 239HBS;

金相组织: 石墨形状为中等旋涡状, 基体组织为珠光体+5%铁素体。

5. 成分含量皆指质量分数 (%)。

配料实例 190 表 1.1-190 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件配料      | 滑轮(起重机械类起重机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 450\text{mm} \times 80\text{mm}$ , 为回转体结构, 铸件毛重 90kg, 主要壁厚 40mm, 加工面较多, 采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.4~3.6, Si1.6~2.0, Mn0.6~0.9, P <sub>总</sub> 0.12, S <sub>总</sub> 0.12   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料化学成分(%) |      |      |       |       |
|-------|-----------|------|------|-------|-------|
|       | C         | Si   | Mn   | P     | S     |
| 普通生铁  | 4.10      | 1.76 | 0.98 | 0.076 | 0.027 |
| 本厂回炉铁 | 3.50      | 1.80 | 0.60 | 0.082 | 0.054 |
| 本厂废钢  | 0.40      | 0.30 | 0.50 | 0.030 | 0.020 |
| 75%硅铁 | —         | 75   | —    | —     | —     |
| 65%锰铁 | —         | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 普通生铁    | 37.5    | 1.54      | 0.66  | 0.37  | 0.029 | 0.010  |
| 本厂回炉铁   | 37.5    | 1.31      | 0.68  | 0.23  | 0.030 | 0.020  |
| 本厂废钢    | 25      | 0.10      | 0.08  | 0.13  | 0.008 | 0.005  |
| 75%硅铁   | 0.375   | —         | 0.28  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 0.5     | —         | —     | 0.33  | —     | —      |
| 合 计     |         | 2.95      | 1.70  | 1.06  | 0.067 | 0.035  |
| 炉内元素增减  |         | +0.44     | -0.26 | -0.21 | 0     | +0.035 |
| (原铁液)   |         | 3.39      | 1.44  | 0.85  | 0.067 | 0.070  |
| 炉外孕育吸收  |         | —         | +0.20 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |         | 3.39      | 1.64  | 0.85  | 0.067 | 0.070  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 15%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉外孕育量和吸收: 100kg 铁液加 75 硅铁 0.3kg, 吸收率为 90%。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.52, Si1.72, Mn0.74, P0.089, S0.066;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 205.8MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bk}$ 421.4MPa, 硬度 197HBS;

金相组织: 石墨为片状, 基体组织为珠光体 >85%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 191 表 1.1-191 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 卷筒(起重机类 QY20 液压汽车起重机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 580\text{mm} \times 506\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 240kg, 主要壁厚 28mm, 外表面全加工。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.5, Si1.6~2.0, Mn0.7~0.9, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.11  |

## 配 料

| 层铁重<br>/kg | 金属炉料 /kg |    |    |           |     |    | 底焦重<br>/kg | 层焦重<br>/kg | 石灰<br>石重<br>/kg |
|------------|----------|----|----|-----------|-----|----|------------|------------|-----------------|
|            | 本溪<br>生铁 | 生铁 | 废钢 | 灰铁回<br>炉料 | 合金  |    |            |            |                 |
|            |          |    |    |           | 硅铁  | 锰铁 |            |            |                 |
| 300        | 120      |    | 60 | 120       | 2.5 | 2  | 350        | 45         | 15~20           |

## 炉 前 控 制

| 白口深度(孕育前) |           | 毫米            | 白口深度(孕育后) |       | 3mm   | 铁液温度  | 1380℃    |        |
|-----------|-----------|---------------|-----------|-------|-------|-------|----------|--------|
| 金属炉料      | 重量<br>/kg | 化学成分(质量分数)(%) |           |       |       |       | 力学性能     |        |
|           |           | C             | Si        | Mn    | P     | S     | 抗弯强度/MPa | 硬度 HBS |
| 本溪生铁      | 120       | 4.06          | 1.30      | 0.73  | 0.055 | 0.031 | 401.8    | 192.7  |
| 生铁        |           |               |           |       |       |       |          |        |
| 废钢        | 60        | 0.35          | 0.25      | 0.65  | 0.050 | 0.050 |          |        |
| 灰铁回炉料     | 120       | 3.40          | 1.75      | 0.84  | 0.056 | 0.116 |          |        |
| 硅铁        | 2.5       |               | 74.0      |       |       |       |          |        |
| 锰铁        | 2         |               |           | 66.8  |       |       |          |        |
| 配入成分      |           | 3.05          | 1.89      | 1.20  | 0.054 | 0.069 |          |        |
| 铁液成分      |           | 3.44          | 1.82      | 0.82  | 0.061 | 0.110 |          |        |
| 增减率       |           | +12.8         | -3.7      | -31.7 | —     | +59.4 |          |        |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口冷风冲天炉, 炉内碳增加 6%~18%、硅烧损 3%~22%、锰烧损 15%~40%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调整铁液。

3. 检测结果: 见本表

4. 本配料还适用于起重机械中要求灰铸铁 HT200 的回转机箱, 卷扬机箱, 离合器壳、盖, 制动毂等铸件。调整孕育量之后, 还可适用于前压盘、油泵支架、滑轮、楔、绳环等铸件。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 192 表 1.1-192 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 泵体(起重机械类 ZB75 柱塞泵零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 215\text{mm} \times 309\text{mm}$ , 为回转体结构, 工作油压 21MPa, 要求组织致密, 无铸造缺陷, 不渗漏, 铸件毛重 38.8kg, 主要壁厚 12.5mm, 内腔加工, 采用干型铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号:(泵体专用)灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.3, Si1.4~1.8, Mn0.8~1.1, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.10  |

## 配 料

| 层铁重<br>/kg | 金 属 炉 铁 /kg |    |    |            |     |    | 底焦重<br>/kg | 层焦重<br>/kg | 石灰<br>石重<br>/kg |
|------------|-------------|----|----|------------|-----|----|------------|------------|-----------------|
|            | 水城<br>生铁    | 生铁 | 废钢 | 球 铁<br>回炉料 | 合 金 |    |            |            |                 |
|            |             |    |    |            | 硅铁  | 锰铁 |            |            |                 |
| 300        | 120         |    | 70 | 110        |     | 2  | 350        | 45         | 15~20           |

## 炉 前 控 制

| 白口深度(孕育前) |           | 5~7mm         | 白口深度(孕育后) |       | 3~4mm | 铁液温度  |          | 1380℃  |
|-----------|-----------|---------------|-----------|-------|-------|-------|----------|--------|
| 金属炉料      | 重量<br>/kg | 化学成分(质量分数)(%) |           |       |       |       | 力 学 性 能  |        |
|           |           | C             | Si        | Mn    | P     | S     | 抗弯强度/MPa | 硬度 HBS |
| 水城生铁      | 120       | 3.94          | 1.31      | 0.91  | 0.093 | 0.045 | 460.6    | 228.7  |
| 生铁        |           |               |           |       |       |       |          |        |
| 废钢        | 70        | 0.35          | 0.25      | 0.65  | 0.050 | 0.050 |          |        |
| 球铁回炉料     | 110       | 3.43          | 2.68      | 0.69  | 0.050 | 0.031 |          |        |
| 硅铁        |           |               |           |       |       |       |          |        |
| 锰铁        | 2         |               |           |       | 85.49 |       |          |        |
| 配入成分      |           | 2.92          | 1.57      | 1.34  | 0.067 | 0.041 |          |        |
| 铁液成分      |           | 3.30          | 1.47      | 0.81  | 0.061 | 0.067 |          |        |
| 增减率       |           | +13.0         | —         | -39.5 | —     | +63.4 |          |        |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口冷风冲天炉。炉内碳增加 10%~20%、硅烧损 3%~15%、锰烧损 15%~40%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 5~8mm 的 75% 硅铁粒 3kg, 加在出铁槽随铁液冲入 1000kg 铁液中, 进行炉前孕育处理。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 193 表 1.1-193 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 卷筒(起重机类 30t 桥式双梁起重机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 688\text{mm} \times 2220\text{mm}$ , 为筒形薄壁结构, 铸件毛重 1344kg, 主要壁厚 42mm, 壁厚均匀, 外表面全部加工, 此件为起重机卷扬部分的主要零件, 受弯曲和挤压力, 要求控制铸造缺陷。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.3, Si1.7~1.9, Mn0.7~0.9, P<0.15, S $\leq$ 0.12   |

## 配 料

| 金属炉料名称                | 批重 400kg |        | 化 学 成 分 (%) |         |         |        |             |
|-----------------------|----------|--------|-------------|---------|---------|--------|-------------|
|                       | 配料比 (%)  | 重量 /kg | C           | Si      | Mn      | P      | S           |
| Z26 <sup>#</sup> 中卫生铁 | 50       | 200    | 3.77        | 2.50    | 0.21    | 0.180  | 0.038       |
| 本厂回炉铁                 | 30       | 120    | 3.30        | 2.00    | 0.70    | <0.150 | <0.120      |
| 废钢                    | 20       | 80     | 0.40        | 0.30    | 0.40    | <0.030 | <0.030      |
| 68% 硅铁                | 0.31     | 1.2    |             | 68      |         |        |             |
| 70% 锰铁                | 0.96     | 3.8    |             |         | 70      |        |             |
| 大武口层焦                 |          | 30     | 80          |         |         |        | 1.1         |
| 石灰石                   |          | 10     |             |         |         |        |             |
| 各元素增减量                |          |        | +5~8        | -15     | -25     | 0      | +100        |
| 铸铁牌号<br>HT200         | 要求成分     |        | 3.1~3.3     | 1.7~1.9 | 0.7~0.9 | <0.15  | $\leq$ 0.12 |
|                       | 计算成分     |        | 3.20        | 1.80    | 0.80    | 0.14   | 0.12        |
|                       | 化验成分     |        | 3.20        | 1.83    | 0.87    | 0.13   | 0.10        |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 25%、碳增加 5%~8%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用锰铁或 75% 硅铁调整铁液软硬。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.2, Si1.83, Mn0.87, P0.13, S0.10;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{0.2}$  450.8MPa。硬度 217HRS。

4. 成分含量和配料比皆指质量分数。

5. 本配料还适用于起重机械中要求灰铸铁 HT200 采用干型铸造的卷筒毂、滑轮、轴承底座、轴承盖、制动瓦及毛重在 3500kg 以下的卷筒。还适用于减速机类要求灰铸铁 HT200 采用干型铸造的各种系列的减速机机座、机盖等铸件。

配料实例 194 表 1.1-194 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 箱体(运输机械类 CPQ3 叉车零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 240mm×320mm×330mm, 为箱形结构, 铸件毛重 36kg, 主要壁厚 8mm, 内孔及端面均需加工, 采用 Z148B 造型机湿型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.30~3.50, Si1.80~2.20, Mn0.60~0.80, P<0.12, S<0.12  |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 首钢生铁              | 3.95    | 1.70      | 0.86  | 0.064 | 0.034 |        |
| 再生铁               | 3.77    | 2.24      | 0.51  | 0.048 | 0.123 |        |
| 废钢                | 0.20    | 0.07      | 0.60  | 0.045 | 0.040 |        |
| 75%硅铁             | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁             | —       | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 首钢生铁              | 40      | 1.58      | 0.68  | 0.34  | 0.026 | 0.014  |
| 再生铁               | 40      | 1.51      | 0.90  | 0.20  | 0.019 | 0.049  |
| 废钢                | 20      | 0.04      | 0.01  | 0.12  | 0.009 | 0.008  |
| 75%硅铁             | 1       | —         | 0.75  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁             | 0.5     | —         | —     | 0.33  | —     | —      |
| 合 计               |         | 3.13      | 2.34  | 0.99  | 0.054 | 0.071  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.31     | -0.35 | -0.20 | 0     | +0.050 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | 3.44      | 1.99  | 0.79  | 0.054 | 0.121  |
|                   |         | —         | +0.18 | —     | —     | —      |
|                   |         | 3.44      | 2.17  | 0.79  | 0.054 | 0.121  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 炉底中央送风冷风冲天炉, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%、碳增加 10%、硫增加 70%、磷不变。

2. 炉外孕育, 100kg 铁液加 75%硅铁 0.3kg, 吸收率为 80%。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75%硅铁调软铁液使三角试片的白口宽度达主要壁厚的 1/3~1/4 为好。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.43, Si2.08, Mn0.785, P0.069, S0.112;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  224MPa, 硬度 229HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于叉车、20t 矿用汽车和各种型号的破碎机中要求灰铸铁 HT200 的其他铸件。

配料实例 195

表 1.1-195 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 轴承座(运输机械类零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 370mm×220mm×300mm,为 L 形铸件结构,铸件毛重 32kg,壁厚差异较大,筋及板壁厚为 16mm,底座及轴承座为 50mm,轴孔及底面要求加工。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.7, Si1.5~2.2, Mn0.6~1.0, P≤0.2, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 梅山生铁    | 4.10    | 1.60      | 0.82  | 0.200 | 0.025 |        |
| 回炉铁     | 3.45    | 1.60      | 0.50  | 0.150 | 0.100 |        |
| 废钢      | 0.40    | 0.20      | 0.40  | 0.060 | 0.050 |        |
| 硅铁      | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 锰铁      | —       | —         | 62    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 梅山生铁    | 51.77   | 2.12      | 0.83  | 0.42  | 0.104 | 0.013  |
| 回炉铁     | 28.6    | 0.99      | 0.46  | 0.14  | 0.043 | 0.029  |
| 废钢      | 18.08   | 0.07      | 0.04  | 0.07  | 0.011 | 0.009  |
| 硅铁      | 0.97    | —         | 0.73  | —     | —     | —      |
| 锰铁      | 0.58    | —         | —     | 0.36  | —     | —      |
| 合 计     |         | 3.18      | 2.06  | 0.99  | 0.158 | 0.051  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.21     | -0.35 | -0.20 | 0     | +0.051 |
| (熔化后铁液) |         | 3.39      | 1.71  | 0.79  | 0.158 | 0.102  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口曲线炉膛冲天炉, 炉内硅烧损 17%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉外不孕育。

3. 碳当量 CE=4.01 (要求 CE=3.95~4.2)。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于运输机械中要求灰铸铁 HT200 的轴承盖、半联轴器、卷扬筒、卷筒毂、制动瓦、支架等铸件。

配料实例 196 表 1.1-196 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 滚动轴承座(运输机械类皮带机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 320mm×175mm×70mm, 铸件毛重 13kg, 主要壁厚 30mm, 大多数面加工。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.4, Si1.8~2.0, Mn0.7~0.9, P<0.12, S<0.15                                    |

## 配 料

| 炉料名称 | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|------|---------|------|------|-------|-------|
|      | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁 | 4.10    | 1.61 | 0.60 | 0.070 | 0.030 |
| 废钢   | 0.30    | 0.40 | 0.50 | 0.040 | 0.040 |
| 回炉铁  | 3.36    | 1.30 | 0.48 | 0.085 | 0.030 |
| 硅铁   | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 锰铁   | —       | —    | 75   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁    | 40      | 1.64      | 0.64  | 0.24  | 0.028 | 0.012  |
| 废钢      | 22      | 0.07      | 0.09  | 0.11  | 0.009 | 0.009  |
| 回炉铁     | 38      | 1.28      | 0.49  | 0.18  | 0.032 | 0.014  |
| 硅铁      | 1.256   | —         | 0.94  | —     | —     | —      |
| 锰铁      | 0.64    | —         | —     | 0.48  | —     | —      |
| 合 计     |         | 2.99      | 2.16  | 1.01  | 0.069 | 0.035  |
| 炉内元素增减  |         | +0.30     | -0.32 | -0.20 | 0     | +0.018 |
| (熔化后铁液) |         | 3.29      | 1.84  | 0.81  | 0.064 | 0.053  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分, 用质量分数 75% 硅铁在铁液包内调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.23, Si1.8, Mn0.71, P0.1, S0.20;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  213MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于运输机械中要求灰铸铁 HT200 的滑轮、齿轮、半联轴器、端盖、机座、蜗轮等铸件。

配料实例 197

表 1.1-197 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 总泵体(工程机械类 TL180 轮胎式推土机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 355mm×295mm, 铸件毛重 32kg, 主要壁厚 15mm, 六面加工<br>采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.5, Si1.4~2.0, Mn0.7~1.0, P≤0.15, S≤0.12                                |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |       |
|---------|----------|-----------|-------|-------|-------|-------|
|         | C        | Si        | Mn    | P     | S     |       |
| 本溪生铁    | 4.30     | 1.45      | 0.61  | 0.036 | 0.049 |       |
| 本厂回炉铁   | 3.50     | 1.60      | 0.80  | 0.080 | 0.080 |       |
| 废钢      | 0.25     | 0.27      | 0.50  | 0.045 | 0.045 |       |
| 75% 硅铁  | —        | 75        | —     | —     | —     |       |
| 65% 锰铁  | —        | —         | 65    | —     | —     |       |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |
|         |          | C         | Si    | Mn    | P     | S     |
| 本溪生铁    | 56       | 2.41      | 0.81  | 0.34  | 0.02  | 0.03  |
| 本厂回炉铁   | 20       | 0.70      | 0.32  | 0.16  | 0.02  | 0.02  |
| 废钢      | 24       | 0.06      | 0.06  | 0.12  | 0.01  | 0.01  |
| 75% 硅铁  | 1        | —         | 0.75  | —     | —     | —     |
| 65% 锰铁  | 0.8      | —         | —     | 0.52  | —     | —     |
| 合 计     |          | 3.17      | 1.94  | 1.14  | 0.05  | 0.06  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.16     | -0.39 | -0.32 | 0     | +0.06 |
| (熔化后铁液) |          | 3.33      | 1.55  | 0.82  | 0.05  | 0.12  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 连续出铁、出渣, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 100%。

2. 检测结果:

化学成分 (%): C3.35, Si1.95, Mn0.86, P0.08, S0.076;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 411.6MPa。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于各类工程机械中要求灰铸铁 HT200 的变速箱体、变速箱盖、齿轮箱外壳、刹车毂、离合器罩、变矩器外壳、加力箱体等铸件。

配料实例 198 表 1.1-198 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 轴承座(建材机械类球磨机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1400mm×900mm×545mm,铸件毛重 1.1t,为箱形结构,主要壁厚 45mm。采用干型铸造,铸件要求退火处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.00-3.40, Si1.40-1.80, Mn0.80-1.20, P≤0.15, S≤0.12                                    |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|-------|---------|------|------|-------|-------|
|       | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁  | 4.20    | 1.75 | 1.05 | 0.050 | 0.020 |
| 2#回炉铁 | 3.20    | 1.60 | 1.00 | 0.060 | 0.100 |
| 废钢    | 0.20    | 0.30 | 0.60 | 0.020 | 0.020 |
| 75%硅铁 | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 65%锰铁 | —       | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁    | 55      | 2.31      | 0.96  | 0.58  | 0.028 | 0.011  |
| 2#回炉铁   | 20      | 0.64      | 0.32  | 0.20  | 0.012 | 0.02   |
| 废钢      | 25      | 0.05      | 0.08  | 0.15  | 0.005 | 0.005  |
| 75%硅铁   | 0.85    | —         | 0.64  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 0.65    | —         | —     | 0.42  | —     | —      |
| 合 计     |         | 3.00      | 2.00  | 1.35  | 0.045 | 0.036  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.18     | -0.40 | -0.34 | 0     | +0.036 |
| (熔化后铁液) |         | 3.18      | 1.60  | 1.01  | 0.045 | 0.072  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内熔化元素增减率: C+6%, Si-15%, Mn-20%, P不变, S+100%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口宽度。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于建材机械中要灰铸铁 HT200 的减速机体、下料溜子等铸件。



配料实例 199 表 1.1-199 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 隔盘(水工机械类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1350\text{mm} \times 610\text{mm}$ , 为盘式圆筒形结构, 盘筒之间镶嵌 1Cr13 不锈钢叶片, 要求叶片与隔盘体熔合牢固, 叶片间距尺寸控制严格。一对二半片隔盘必须用同一包铁液浇注, 铸件毛重只为 430kg, 主要壁厚 42mm。铸件清理时叶片不得有榔头敲击痕迹, 铸件需经退火处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.3, Si1.6~2.0, Mn0.8~1.2, P $\leq$ 0.4, S $\leq$ 0.15   |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |           |      |       |       |        |
|---------|---------|-----------|------|-------|-------|--------|
|         | C       | Si        | Mn   | P     | S     |        |
| 邯郸生铁    | 3.95    | 2.03      | 0.89 | 0.180 | 0.033 |        |
| 回炉铁     | 3.20    | 1.90      | 0.90 | 0.130 | 0.080 |        |
| 废钢      | 0.20    | 0.20      | 0.50 | 0.050 | 0.050 |        |
| 75%硅铁   | —       | 75        | —    | —     | —     |        |
| 60%锰铁   | —       | —         | 60   | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |      |       |       |        |
|         |         | C         | Si   | Mn    | P     | S      |
| 邯郸生铁    | 32      | 1.26      | 0.65 | 0.28  | 0.057 | 0.010  |
| 回炉铁     | 48      | 1.54      | 0.91 | 0.43  | 0.060 | 0.040  |
| 废钢      | 20      | 0.04      | 0.04 | 0.10  | 0.010 | 0.010  |
| 75%硅铁   | 0.4     | —         | 0.30 | —     | —     | —      |
| 60%锰铁   | 1       | —         | —    | 0.60  | —     | —      |
| 合 计     |         | 2.84      | 1.90 | 1.41  | 0.127 | 0.060  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.14     | 0.19 | -0.21 | 0     | +0.030 |
| (熔化后铁液) |         | 2.98      | 1.71 | 1.20  | 0.127 | 0.090  |

注: 1. 采用顺置两排大间距热风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 5%、硅烧损 10%、锰烧损 15%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前, 用  $\phi 40\text{mm} \times 220\text{mm}$  圆柱形试样检验。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.14, Si1.90, Mn0.92, P0.13, S0.083;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  228MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  446MPa, 烧度  $f$  4mm, 硬度 193HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于水工机械中要求灰铸铁 HT200 的夹板、齿轮箱、刹车鼓、手柄、活塞、皮带轮、联轴器、油泵支架、轴承座、轴承盖、机座、滑轮、连接盘、挡轮、钢绳长套等铸件。

配料实例 200

表 1.1-200 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 机座(发电机类 120kW 发电机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 680mm×527mm×580mm,为圆筒形结构,铸件毛重 130kg,主要壁厚 9mm,最大壁厚 25mm,内部有 11 根厚 20mm 的肋,肋部要求光洁。采用湿型铸造。铸件要求进行低温退火处理,消除内应力<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C2.8~3.4, Si1.8~2.3, Mn0.5~1.1, P≤0.2, S≤0.1   |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 安阳生铁    | 3.92    | 2.41      | 0.15  | 0.133 | 0.009 |        |
| 回炉铁     | 3.10    | 2.10      | 0.70  | 0.120 | 0.090 |        |
| 废钢      | 0.12    | 0.21      | 0.37  | 0.040 | 0.055 |        |
| 硅铁      | —       | 65.9      | —     | —     | —     |        |
| 锰铁      | —       | —         | 59.33 | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 安阳生铁    | 47.5    | 1.86      | 1.14  | 0.07  | 0.060 | 0.001  |
| 回炉铁     | 40      | 1.24      | 0.84  | 0.28  | 0.040 | 0.040  |
| 废钢      | 12.5    | 0.02      | 0.03  | 0.05  | 0.010 | 0.006  |
| 硅铁      | 0.82    | —         | 0.54  | —     | —     | —      |
| 锰铁      | 1.1     | —         | —     | 0.65  | —     | —      |
| 合 计     |         | 3.12      | 2.55  | 1.05  | 0.110 | 0.047  |
| 炉内熔化增减  |         | 0         | -0.5  | -0.27 | 0     | +0.047 |
| (熔化后铁液) |         | 3.12      | 2.05  | 0.78  | 0.110 | 0.097  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 四排小风口冷风冷天炉, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 100%、碳和磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用炉前调硅和炉前加锰的方法, 控制铁液成分。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于本型号发电机组中要求灰铸铁 HT200 的端盖、压圈等铸件, 也适用于 120kW 节能发电机组以及 150kW 和 180kW 发电机组中要求灰铸铁 HT200 的各种铸件。

配料实例 201 表 1.1-201 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 机座(发电机类 13 <sup>#</sup> 发电机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 760mm×970mm×1000mm, 为圆筒形结构, 铸件毛重 615kg, 主要壁厚 12mm, 两个端面及底面加工。由于加强肋与主要壁厚相差较大(40mm 左右), 采用干型铸造。铸件要求高温退火, 自然时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.00~3.50, Si1.40~2.00, Mn0.70~1.00, P≤0.15, S≤0.12  |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|--------|---------|------|------|-------|-------|
|        | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 白市生铁   | 4.23    | 2.11 | 0.58 | 0.132 | 0.026 |
| 回炉铁    | 3.50    | 2.00 | 0.80 | 0.178 | 0.110 |
| 废钢     | 0.15    | 0.35 | 0.50 | 0.026 | 0.019 |
| 67% 硅铁 | —       | 67   | —    | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —       | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 白市生铁    | 50      | 2.12      | 1.06  | 0.29  | 0.066 | 0.013  |
| 回炉铁     | 30      | 1.05      | 0.60  | 0.24  | 0.053 | 0.033  |
| 废钢      | 20      | 0.03      | 0.07  | 0.10  | 0.005 | 0.004  |
| 67% 硅铁  | 0.5     | —         | 0.34  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁  | 0.8     | —         | —     | 0.52  | —     | —      |
| 合 计     |         | 3.20      | 2.07  | 1.15  | 0.124 | 0.050  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.34     | -0.34 | -0.21 | 0     | +0.052 |
| (熔化后铁液) |         | 3.54      | 1.73  | 0.94  | 0.124 | 0.102  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口热风冲天炉, 炉内碳增加 11%、硅烧损 17%、锰烧损 18%、硫增加 104%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 根据不同要求可用 67% 硅铁调软铁液, 用 65% 锰铁调硬铁液。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.54, Si1.72, Mn0.94, P0.163, S0.102;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{0.2}$  412MPa, 硬度 186HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于发电机中要求灰铸铁 HT200 的不同大小机座、端盖、轴承套及一些工模具等铸件。

配料实例 202 表 1.1-202 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 前座架(汽轮机类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 2650mm×1190mm×298mm, 是用来按装轴承座的箱形结构, 分上下两层, 中间用丁形筋连接, 铸件毛重 7.8t, 主要壁厚 50mm, 上平面加工, 采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.7~2.0, Mn0.6~0.9, P≤0.3, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|-------|---------|------|------|-------|-------|
|       | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁  | 4.08    | 1.22 | 0.71 | 0.050 | 0.030 |
| 普通回炉铁 | 3.40    | 1.70 | 0.70 | 0.060 | 0.080 |
| 废钢    | 0.20    | 0.20 | 0.50 | 0.030 | 0.030 |
| 75%硅铁 | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 65%锰铁 | —       | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁              | 62      | 2.53      | 0.76  | 0.44  | 0.030 | 0.018  |
| 普通回炉铁             | 20      | 0.68      | 0.34  | 0.14  | 0.010 | 0.016  |
| 废钢                | 18      | 0.04      | 0.04  | 0.09  | 0.005 | 0.005  |
| 75%硅铁             | 1.18    | —         | 0.89  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁             | 0.62    | —         | —     | 0.40  | —     | —      |
| 合 计               |         | 3.25      | 2.03  | 1.07  | 0.045 | 0.040  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.16     | -0.31 | -0.32 | 0     | +0.040 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | 3.41      | 1.72  | 0.75  | 0.045 | 0.080  |
|                   |         | —         | +0.12 | —     | —     | —      |
|                   |         | 3.41      | 1.84  | 0.75  | 0.045 | 0.080  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热送风冲天炉, 熔化率 6t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 30%、硫增加 100%。

2. 炉外孕育, 100kg 铁液加 75%硅铁 0.2kg, 吸收率为 80%。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.41, Si1.84, Mn0.75, P0.052, S0.072;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  407MPa, 挠度  $f$  2.8mm, 硬度 196HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于汽轮机中要求灰铸铁 HT200 的前、中、后座架, 侧座架, 边基架, 底板等铸件。

配料实例 203 表 1.1-203 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 前轴承箱主体(汽轮机类零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 2880mm×2077mm×840mm,为箱形结构,铸件毛重 8.5t,主要壁厚 40mm,工作压力为 1.96MPa,不得有漏油和渗油现象,做煤油渗透试验 24h。采用干型铸造。铸件表面及油室需仔细喷砂清理干净。铸件粗加工前后各进行一次去应力退火<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.3~3.5, Si1.8~2.1, Mn0.6~0.9, P≤0.2, S≤0.12   |

## 配 料

| 层铁<br>/kg | 金属炉料/kg       |     |     |                  |                 | 层焦<br>/kg | 石灰石<br>/kg |
|-----------|---------------|-----|-----|------------------|-----------------|-----------|------------|
|           | Z15 本溪<br>新生铁 | 回炉料 | 废钢  | 77% 硅铁           | 63% 锰铁          |           |            |
| 500       | 200           | 200 | 100 | (加 1.36%)<br>6.8 | (加 0.6%)<br>3.0 | 60        | 18         |

- 注: 1. 采用两排大间距冷风冲天炉熔炼, 熔化率 5.5t/h, 炉内碳增加 12%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 50%。
2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调整白口宽度, 炉前硅铁加入量 0.1%~0.2%, 白口宽度控制在 3~5mm。
3. 检测结果:  
化学成分(%): C3.44, Si2.10, Mn0.68, P0.06, S0.122;  
力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 410MPa, 硬度 217HBS。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于汽轮机中要求灰铸铁 HT200 的隔板套、低压气缸、基架等铸件。

配料实例 204 表 1.1-204 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 低压缸中部下半(汽轮机类零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 3310\text{mm} \times 2358\text{mm}$ , 为半圆形箱式结构, 铸件毛重 1.3t, 除了肋板比较厚外, 其余壁厚变化较均匀, 主要壁厚 40mm, 铸件要有足够的强度、刚度和良好的气动特性。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C2.9~3.4, Si1.7~2.3, Mn0.5~0.8, P≤0.25, S≤0.12   |

(续)

| 配 料     |          |            |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|         | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁    | 4.00     | 1.42       | 0.80  | 0.050 | 0.060 |        |
| 普通回炉铁   | 3.30     | 1.90       | 0.66  | 0.080 | 0.100 |        |
| 废钢      | 0.30     | 0.30       | 0.50  | 0.040 | 0.060 |        |
| 75% 硅铁  | —        | 75         | —     | —     | —     |        |
| 69% 锰铁  | —        | —          | 69    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁    | 50       | 2.00       | 0.71  | 0.40  | 0.025 | 0.030  |
| 普通回炉铁   | 30       | 0.99       | 0.57  | 0.20  | 0.024 | 0.030  |
| 废钢      | 20       | 0.06       | 0.06  | 0.10  | 0.008 | 0.012  |
| 75% 硅铁  | 0.88     | —          | 0.66  | —     | —     | —      |
| 69% 锰铁  | 0.29     | —          | —     | 0.20  | —     | —      |
| 合 计     |          | 3.05       | 2.00  | 0.90  | 0.057 | 0.072  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.17      | -0.30 | -0.23 | 0     | +0.036 |
| (原铁液)   |          | 3.22       | 1.70  | 0.67  | 0.057 | 0.108  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.20 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.22       | 1.90  | 0.67  | 0.057 | 0.108  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口热风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内碳增加 5.7%、硅烧损 15%、锰烧损 25%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前，用 75% 硅铁孕育，加入量 0.3%，吸收率 90%；包内加 0.2% 的苏打 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 对铁液脱硫处理。用三角试片检验白口大小。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.26，Si1.84，Mn0.64，P0.067，S0.105；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_{18}$  541MPa，挠度  $f$  4mm，硬度 240HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于汽轮机中要求灰铸铁 HT200 的轴承箱及其箱盖、基架、壳体、底座、套筒等铸件。

配料实例 205 表 1.1-205 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 蜗壳(水轮机类 HL-220-WJ-42 型水轮机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1781mm×1675mm×780mm, 为渐开线结构, 铸件毛重 1.08t, 主要壁厚 20mm, 流道面无法进行机加工, 因此要求铸造时光滑平整, 铸件需经试压 1.56MPa, 稳压 10min, 无渗漏现象。采用干型铸造。铸件需经时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.3, Si1.6~2.0, Mn0.7~0.9, P≤0.15, S≤0.1  |

## 配 料

| 炉料名称       | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |        |
|------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|            | C         | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 峨眉高桥生铁     | 3.90~4.10 | 1.80      | 0.38  | 0.120 | 0.023 |        |
| 回炉铁(冒口废铸件) | 3.20      | 2.10      | 0.75  | 0.150 | 0.072 |        |
| 废钢         | 0.20      | 0.35      | 0.50  | 0.050 | 0.050 |        |
| 75%硅铁      | —         | 75        | —     | —     | —     |        |
| 60%锰铁      | —         | —         | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|            |           | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 峨眉高桥生铁     | 45        | 1.80      | 0.81  | 0.17  | 0.058 | 0.010  |
| 回炉铁(冒口废铸件) | 40        | 1.28      | 0.84  | 0.30  | 0.060 | 0.029  |
| 废钢         | 15        | 0.03      | 0.05  | 0.08  | 0.008 | 0.008  |
| 75%硅铁      | 0.5       | —         | 0.38  | —     | —     | —      |
| 60%锰铁      | 1         | —         | —     | 0.60  | —     | —      |
| 合 计        |           | 3.11      | 2.08  | 1.15  | 0.126 | 0.047  |
| 炉内熔化增减     |           | +0.09     | -0.35 | -0.24 | 0     | +0.047 |
| (熔化后铁液)    |           | 3.20      | 1.73  | 0.91  | 0.126 | 0.094  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 炉内碳增加 13%、硅烧损 17%、锰烧损 21%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调整成分。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.20, Si1.80, Mn0.90, P<0.15, S<0.86;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 422MPa, 硬度 210HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于水轮机中要求灰铸铁 HT200 的转轮、转轮室、轴承座、轴承箱体、上环、下环、顶盖等铸件。

配料实例 206 表 1.1-206 HT200 的灰鑄鐵配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 蜗壳(水轮机类 HL-110-WJ-50 型水轮机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸(1832.5mm×1620mm×540mm,为渐开线结构,主要壁厚 65~80mm,铸件需试水压 1.5MPa,持续 20min,不得有渗漏现象。采用干型铸造。铸件需经时效处理,升温速度 120~180℃/h,650℃保温 4h,然后炉内冷却 200℃/h<br>要求鑄鐵牌号:灰鑄鐵 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C2.9~3.3, Si1.6~2.1, Mn0.6~0.9, P≤0.2, S0.12%   |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 冷水江生铁             | 4.03    | 2.23      | 0.67  | 0.125 | 0.018 |        |
| 回炉铁               | 3.35    | 2.15      | 0.68  | 0.166 | 0.046 |        |
| 废钢                | 0.20    | 0.30      | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75%硅铁             | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 60%锰铁             | —       | —         | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 冷水江生铁             | 10      | 0.40      | 0.22  | 0.07  | 0.013 | 0.002  |
| 回炉铁               | 75      | 2.51      | 1.61  | 0.50  | 0.125 | 0.035  |
| 废钢                | 15      | 0.03      | 0.05  | 0.08  | 0.003 | 0.003  |
| 75%硅铁             | 1.0     | —         | 0.75  | —     | —     | —      |
| 60%锰铁             | 0.5     | —         | —     | 0.30  | —     | —      |
| 合 计               |         | 2.94      | 2.63  | 0.95  | 0.141 | 0.040  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.15     | -0.39 | -0.19 | 0     | +0.040 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | 3.09      | 2.24  | 0.76  | 0.141 | 0.080  |
|                   |         | —         | +0.24 | —     | —     | —      |
|                   |         | 3.09      | 2.48  | 0.76  | 0.141 | 0.080  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排卡腰式热风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 10%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用 75% 硅铁进行孕育处理, 加入量 0.4%, 吸收率 80%。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.24, Si1.92, Mn0.7, P0.116, S0.115;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  226MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  490MPa, 硬度 198HBS;

金相组织: 石墨 80%~90%, 呈细片状。基体为珠光体 >95%, 磷共晶 1%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于水轮机中要求灰鑄鐵 HT200 的联底、盖板、联轴器、皮带轮等铸件。也适用于揉茶机中的箱体、机脚、揉盘等。在浇注小件或薄壁铸件时应适量在铁液包中加入 0.1%~0.4% 的硅粉, 以防止铸件产生白口或过硬现象。



配料实例 207 表 1.1-207 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 翅片式铸铁省煤器管(电站锅炉类 6.5t/25 锅炉零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 144mm×144mm×2000mm, 为片式管状结构, 铸件毛重 84kg, 管壁厚 10mm。叶片厚(上部)3mm, 铸件全长弯曲度 $\leq 2$ mm, 需经 7.5MPa 水压试验, 保证 5min 不得有渗漏现象。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.5, Si1.5~1.8, Mn0.7~0.9, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.10  |

## 配 料

| 批料重<br>/kg | 金属炉料/kg |    |     |    |        |        | 层焦<br>/kg | 石灰石<br>/kg |
|------------|---------|----|-----|----|--------|--------|-----------|------------|
|            | Z18 梅山铁 | 旧铁 | 再生铁 | 废钢 | 硅铁 75% | 锰铁 80% |           |            |
| 350        | 120     | 80 | 80  | 70 | 2.24   | 2      | 26        | 13         |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 15%、硅烧损 15%、锰烧损 20%。

2. 配料计算成分(考虑熔化增减后)为: C3.47, Si1.8, Mn0.8, P0.16, S0.64。

3. 炉前, 浇注圆形试棒, 观察断面白口深度和收缩率, 根据情况适当增减硅锰, 并进行调节。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.42, Si1.5, Mn0.9, P0.17, S0.06;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  230MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  441MPa, 挠度  $f$  3mm, 硬度 288HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 208 表 1.1-208 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 机座(电动机类油浸式潜水电泵零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 158$ mm×232mm, 为筒形结构, 铸件毛重 10kg, 主要壁厚 8.5mm, 除侧面外, 上、下平面和内孔都加工。采用湿型铸造<br>采用铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.3~3.5, Si1.8~2.1, Mn0.9~1.2, P $\leq$ 0.25, S $\leq$ 0.08  |

(续)

| 配 料        |          |          |               |      |         |      |               |        |        |       |       |       |
|------------|----------|----------|---------------|------|---------|------|---------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 组成炉料名称     | 投料比例 (%) | 投料重量 /kg | 主要元素含量 (%)    |      |         |      |               |        |        |       |       |       |
|            |          |          | C             |      | Si      |      | Mn            |        | P      |       | S     |       |
|            |          |          | 在金属中          | 在炉料中 | 在金属中    | 在炉料中 | 在金属中          | 在炉料中   | 在金属中   | 在炉料中  | 在金属中  | 在炉料中  |
| Z18 梅山铁    | 46       | 230      | 3.84          | 1.77 | 1.74    | 0.80 | 0.63          | 0.29   | 0.298  | 0.137 | 0.022 | 0.010 |
| 再生铁        | 14       | 70       | 3.30          | 0.46 | 2.88    | 0.40 | 0.51          | 0.07   | 0.060  | 0.008 | 0.028 | 0.004 |
| 本厂旧铁       | 30       | 150      | 3.40          | 1.02 | 1.78    | 0.53 | 0.63          | 0.19   | 0.159  | 0.048 | 0.090 | 0.027 |
| 废钢         | 10       | 50       | 0.30          | 0.03 | 0.20    | 0.02 | 0.60          | 0.06   | 0.040  | 0.004 | 0.040 | 0.004 |
| 投料成分 (%)   |          |          | 3.28          |      | 1.75    |      | 0.61          |        | 0.197  |       | 0.045 |       |
| 铸件需要成分 (%) |          |          | 3.45          |      | 1.9     |      | 0.9           |        | ≤0.25  |       | ≤0.12 |       |
| 在熔化中增减     |          |          | +5%           |      | -15%    |      | -20%          |        | 0      |       | +50%  |       |
| 炉料承办       |          |          | 3.29          |      | 2.24    |      | 1.13          |        | ≤0.25  |       | ≤0.08 |       |
| 硅锰调整量      |          |          | 0.48          |      |         |      | 0.51          |        |        |       |       |       |
| 折合铁合金      |          |          | 75% 硅铁 3.26kg |      |         |      | 65% 锰铁 3.95kg |        |        |       |       |       |
| 铸件化验结果     |          |          | 3.44          |      | 1.90    |      | 0.88          |        | 0.188  |       | 0.065 |       |
| 层铁/kg      | 500      | 铸件要求     | 抗弯/MPa        | 要求   | >400    |      | 备<br>注        | 调节范围   |        |       |       |       |
|            |          |          |               | 实测   | 402     |      |               |        |        |       |       |       |
| 层焦/kg      | 39       |          | 抗拉/MPa        | 要求   | >200    |      |               |        |        |       |       |       |
|            |          |          |               | 实测   | 216     |      |               |        |        |       |       |       |
| 石灰石/kg     | 13       |          | 硬度 HBS        | 要求   | 170~241 |      |               |        |        |       |       |       |
|            |          |          |               | 实测   | 219     |      |               |        |        |       |       |       |
|            |          |          |               |      |         |      |               | 硅铁 3kg | 锰铁 4kg |       |       |       |

注：1. 采用熔炼炉类型：四排小风口曲线炉膛热风冲天炉，熔化率 4t/h，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前，用圆柱试样（激冷型法）观察顶部变化及打断试样检验白口深度，控制铁液成分。一旦发现白口深度 > 5mm，即用 75% 硅铁放入铁液包内，调软铁液。

3. 检测结果：见本表。

4. 本配料还适用于灰铸铁 HT200 的汽车和拖拉机的气缸体、气缸盖，空气压缩机机身，鼓风机机身等铸件。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 209 表 1.1-209 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 机座(电动机类 YZR200 型电动机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 540mm×540mm×560mm, 为外带叶片的圆筒形结构, 铸件毛重 300kg, 主要壁厚 25mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1 - 3.3, Si1.9 - 2.2, Mn0.8 - 1.0, S<0.12, P<0.12                                     |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|-----------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|           | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 阳泉 14# 生铁 | 4.10    | 1.52      | 1.01  | 0.090 | 0.030 |        |
| 普通回炉铁     | 3.40    | 2.10      | 0.60  | 0.100 | 0.074 |        |
| 废钢        | 0.20    | 0.30      | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75% 硅铁    | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 75% 锰铁    | —       | —         | 75    | —     | —     |        |
| 炉料名称      | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|           |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 阳泉 14# 生铁 | 40      | 1.64      | 0.61  | 0.40  | 0.036 | 0.012  |
| 普通回炉铁     | 36      | 1.22      | 0.84  | 0.22  | 0.036 | 0.027  |
| 废钢        | 24      | 0.05      | 0.07  | 0.12  | 0.048 | 0.048  |
| 75% 硅铁    | 1.00    | —         | 0.75  | —     | —     | —      |
| 75% 锰铁    | 0.2     | —         | —     | 0.15  | —     | —      |
| 合 计       |         | 2.91      | 2.27  | 0.89  | 0.120 | 0.087  |
| 炉内熔化增减    |         | +0.5      | -0.34 | -0.18 | +0    | +0.087 |
| (熔化后铁液)   |         | 3.41      | 1.93  | 0.71  | 0.120 | 0.174  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距倒置风口冷风冲天炉, 熔化率 2.5t/h, 炉内碳增加 2%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。
2. 炉前, 用三角试片检验, 并进行控制, 断面呈灰白亮色, 致密均匀, 白口宽度为 3~4mm。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
4. 本配料还适用于 YZR250, 225、200 型电动机机座和 JZR5#~7# 机座等铸件。

配料实例 210 表 1.1-210 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 机座(电动机类 YZR180 型电动机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 400mm×400mm×400mm, 为外带叶片的圆筒形结构, 铸件毛重 170kg, 主要壁厚 20mm, 采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.3-3.5, Si2.1-2.4, Mn0.5-0.8, P<0.15, S<0.15  |

## 配 料

| 炉料名称                  | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|-----------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                       | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 阳泉 26 <sup>#</sup> 生铁 | 4.00    | 2.76      | 1.16  | 0.105 | 0.010 |        |
| 普通回炉铁                 | 3.40    | 2.20      | 0.60  | 0.110 | 0.080 |        |
| 废钢                    | 0.20    | 0.30      | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75%硅铁                 | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 炉料名称                  | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                       |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 阳泉 26 <sup>#</sup> 生铁 | 50      | 2.00      | 1.38  | 0.55  | 0.050 | 0.005  |
| 普通回炉铁                 | 34      | 1.16      | 0.74  | 0.20  | 0.037 | 0.027  |
| 废钢                    | 16      | 0.03      | 0.05  | 0.17  | 0.003 | 0.003  |
| 75%硅铁                 | 0.4     | —         | 0.30  | —     | —     | —      |
| 合 计                   |         | 3.19      | 2.47  | 0.92  | 0.090 | 0.035  |
| 炉内熔化增减                |         | +0.06     | -0.37 | -0.18 | —     | +0.035 |
| (熔化后铁液)               |         | 3.25      | 2.10  | 0.74  | 0.090 | 0.07   |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距倒置风口冷风冲天炉, 熔化率 2.5t/h, 炉内碳增加 2%, 硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。
2. 炉前, 用三角试片检验, 并进行控制, 断面呈灰白亮色, 致密均匀, 白口宽度以 3mm 为宜。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
4. 本配料还适用于吊车电机的前后端盖等铸件。

配料实例 211 表 1.1-211 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 模板(电器类电器产品模具零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 200mm×160mm×30mm,为板形结构,铸件毛重 8.5kg,主要壁厚 30mm,受冲击载荷。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.4~3.7, Si1.6~1.9, Mn0.5~0.6, P<0.15, S≤0.12                                      |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 巴西生铁              | 3.70    | 2.90      | 0.70  | 0.090 | 0.010 |        |
| 梅山生铁              | 4.20    | 1.40      | 0.60  | 0.200 | 0.020 |        |
| 旧生铁               | 3.40    | 1.80      | 0.70  | 0.150 | 0.100 |        |
| 浇冒口               | 3.50    | 2.00      | 0.70  | 0.150 | 0.100 |        |
| 废钢                | 1.70    | 0.20      | 0.40  | —     | —     |        |
| 75%硅铁             | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁             | —       | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁              | 20      | 0.74      | 0.58  | 0.14  | 0.018 | 0.002  |
| 梅山生铁              | 20      | 0.84      | 0.28  | 0.12  | 0.040 | 0.004  |
| 旧生铁               | 27      | 0.92      | 0.49  | 0.19  | 0.041 | 0.027  |
| 浇冒口               | 20      | 0.70      | 0.40  | 0.14  | 0.030 | 0.020  |
| 废钢                | 13      | 0.22      | 0.03  | 0.05  | —     | —      |
| 75%硅铁             | 0.3     | —         | 0.23  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁             | 0.28    | —         | —     | 0.18  | —     | —      |
| 合 计               |         | 3.42      | 2.01  | 0.82  | 0.129 | 0.053  |
| 炉内熔化增减<br>(熔化后铁液) |         | 0         | -0.30 | -0.21 | 0     | +0.053 |
|                   |         | 3.42      | 1.71  | 0.61  | 0.129 | 0.11   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口热风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 25%、硫增加 100%、碳和磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口宽度, 根据出铁时火花飞溅情况及上一次出铁时所浇三角试片断口的白口宽度及晶粒粗细, 加入 0.15% 左右的 2# 变质剂调整, 以强化基体, 改善石墨形态, 提高强度。当铁液交界时, 加 0.25% 左右的 2# 变质剂调整。元素增减未计入。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.31, Si1.71, Mn0.69, P0.11, S0.091;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  418MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于电器产品中要求灰铸铁 HT200 的 NV 系列电焊机的座, 气体继电器的壳体, 串并联分接开关的支架, 变压器通用件的轮子, 双头自动堆焊机的缸盖等铸件。

配料实例 212

表 1.1-212 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 脚踏板(石油机械类修井机械零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 275mm×70mm×58mm, 为长板形结构, 是修井机械汽路系统的驱动控制机构, 人的脚作用于踏板上而进行工作, 铸件毛重 3kg, 主要壁厚 7mm, 铸件小部分加工和钻孔, 其余为毛坯。采用湿型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.2, Si1.3~1.7, Mn0.8~1.1, P≤0.15, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分(%) |           |       |       |       |       |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|
|                   | C       | Si        | Mn    | P     | S     |       |
| 通钢生铁              | 3.90    | 1.60      | 0.88  | 0.090 | 0.050 |       |
| 本溪生铁              | 3.80    | 1.76      | 0.44  | 0.070 | 0.050 |       |
| 普通回炉生铁            | 3.00    | 1.49      | 0.68  | 0.145 | 0.110 |       |
| 废钢                | 0.12    | 0.24      | 0.79  | 0.067 | 0.040 |       |
| 75%硅铁             |         | 75.0      |       |       |       |       |
| 中碳锰铁              |         |           | 75.0  |       |       |       |
| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S     |
| 通钢生铁              | 40      | 1.56      | 0.64  | 0.35  | 0.036 | 0.020 |
| 本溪生铁              | 25      | 0.95      | 0.44  | 0.11  | 0.018 | 0.013 |
| 普通回炉生铁            | 15      | 0.45      | 0.22  | 0.10  | 0.022 | 0.017 |
| 废钢                | 20      | 0.02      | 0.05  | 0.16  | 0.013 | 0.008 |
| 75%硅铁             | 0.55    |           | 0.41  |       |       |       |
| 中碳锰铁              | 0.70    |           |       | 0.53  |       |       |
| 合 计               |         | 2.98      | 1.76  | 1.25  | 0.089 | 0.058 |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.15     | -0.26 | -0.25 | 0.0   | 0.052 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | 3.13      | 1.50  | 1.00  | 0.089 | 0.110 |
|                   |         |           | +0.12 |       |       |       |
|                   |         | 3.13      | 1.62  | 1.00  | 0.089 | 0.11  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排风口热风冲天炉, 炉内熔化元素增减率: C+5%, Si-15%, Mn-20%, P不变, S+90%。

2. 批重: 层铁 300kg, 层焦 30kg, 石灰石 10kg。

3. 炉前, 用 75% 硅铁进行孕育处理, 加入量为 0.2%, 吸收率为 80%。用三角试片检验三角白口宽度的大小, 控制铁液成分。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.1, Si1.58, Mn0.91, P0.11, S0.113;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 427MPa, 硬度 207HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于石油机械中要求灰铸铁 HT200 的阀体、支座、泵座、减速箱箱体、箱盖等铸件。

配料实例 213

表 1.1-213 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 平衡块(石油机械类抽油机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸(1130×200×1120)mm,为厚大平板形结构,铸件毛重 1.3t,主要壁厚 200mm。采用干型铸造,压边浇口,倾斜浇注。铸件极易产生裂纹<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.10~3.30, Si2.1~2.4, Mn0.8~1.0, P<0.08, S<0.08  |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分(%) |           |       |       |       |       |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|
|                   | C       | Si        | Mn    | P     | S     |       |
| 本溪 Z15 生铁         | 3.92    | 1.48      | 0.61  | 0.047 | 0.040 |       |
| 回炉铁               | 3.39    | 2.00      | 0.63  | 0.060 | 0.045 |       |
| 废钢                | 0.20    | 0.30      | 0.50  | 0.030 | 0.030 |       |
| 75%硅铁             | —       | 70        | —     | —     | —     |       |
| 65%锰铁             | —       | —         | 60    | —     | —     |       |
| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S     |
| 本溪 Z15 生铁         | 60      | 2.35      | 0.89  | 0.37  | 0.028 | 0.024 |
| 回炉铁               | 25      | 0.85      | 0.50  | 0.16  | 0.015 | 0.011 |
| 废钢                | 15      | 0.03      | 0.05  | 0.08  | 0.005 | 0.005 |
| 75%硅铁             | 1.5     | —         | 1.05  | —     | —     | —     |
| 65%锰铁             | 0.5     | —         | —     | 0.30  | —     | —     |
| 合 计               |         | 3.23      | 2.49  | 0.91  | 0.048 | 0.040 |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.16     | -0.37 | -0.14 | 0.0   | +0.04 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | —         | +0.22 | —     | —     | —     |
|                   |         | 3.39      | 2.34  | 0.77  | 0.048 | 0.08  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 15%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用 75% 硅铁进行孕育处理, 加入量 0.4%, 吸收率 80%。

3. 检测结果:

化学成分(%) : C3.31, Si2.03, Mn0.82, P0.054, S0.063;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_t$  226MPa, 抗弯强度  $\sigma_b$  471MPa, 硬度 170HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于抽油机中要求灰铸铁 HT200 的箱体、箱盖等铸件。

配料实例 214 表 1.1-214 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 皮带轮(石油机械类泥浆泵零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1370\text{mm} \times 720\text{mm}$ , 为轮形结构, 铸件毛重约 3t, 轮辐厚 90mm, 轴头最大直径 520mm, 高 265mm, 最厚处 130mm, 皮带槽要求加工, 采用金属型外圈和干芯, 浇注时金属型温度控制在 80℃ 以上, 浇注后水冷轴头和轮辐。铸件要求进行退火消除应力<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | (C:3.3~3.6, Si:2.0~2.4, Mn:0.7~0.9, S: $\leq$ 0.15, P: $\leq$ 0.12)  |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|-------|---------|------|------|-------|-------|
|       | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 酒钢生铁  | 3.70    | 2.14 | 0.90 | 0.074 | 0.030 |
| 普通回炉料 | 3.20    | 1.80 | 0.80 | 0.150 | 0.120 |
| 废钢    | 0.20    | 0.20 | 0.60 | 0.020 | 0.020 |
| 75%硅铁 | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 65%锰铁 | —       | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S     |
| 酒钢生铁    | 40      | 1.48      | 0.86  | 0.36  | 0.029 | 0.012 |
| 普通回炉料   | 45      | 1.44      | 0.81  | 0.36  | 0.068 | 0.054 |
| 废钢      | 15      | 0.03      | 0.03  | 0.09  | 0.003 | 0.003 |
| 75%硅铁   | 0.65    | —         | 0.49  | —     | —     | —     |
| 65%锰铁   | 0.4     | —         | —     | 0.26  | —     | —     |
| 合 计     |         | 2.95      | 2.19  | 1.07  | 0.100 | 0.069 |
| 炉内元素增减  |         | +0.3      | -0.44 | -0.21 | 0.0   | 0.055 |
| (原铁液)   |         | 3.25      | 1.75  | 0.86  | 0.100 | 0.124 |
| 炉外孕育吸收  |         | —         | +0.20 | —     | —     | —     |
| (孕育后铁液) |         | 3.25      | 1.95  | 0.86  | 0.100 | 0.124 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 10t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 20%、锰烧损 20%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片控制铁液成分, 配料时原铁液含硅量控制在 1.8% 左右, 调整成分用 75% 硅铁。在温度较低或第一包浇注时, 除加入硅铁外, 还加入稀土镁合金, 防止在轮辐上产生表面气孔, 另外除气脱硫, 改善铸造性能。成分选择主要考虑采用金属型铸造和浇水冷却, 由于冷却速度大, 在碳当量高的情况下也能保证铸件的性能要求。炉外孕育: 每 100kg 铁液加入 REMg9~10 稀土镁合金 0.3kg, 不考虑 REMg 的吸收, 硅的吸收率为 70%; 另外, 调整硅量加入 0.2% 的 75% 硅铁, 吸收率为 20%。

3. 检测结果:

化学成分(%): C:3.7, Si:2.05, Mn:0.70, P:0.086, S:0.10;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{0.2}$  412MPa, 硬度 229HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于泥浆泵中要求灰铸铁 HT200 的导板(用金属型铸造)和钻机的皮带轮(用金属型铸造)、转子、定子等铸件。此外, 还适用于抽油机中要求灰铸铁 HT150 的平衡铁和平衡块等铸件。



配料实例 215 表 1.1-215 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 模具封头(化工机械类 2200t 水压机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 2620\text{mm} \times 960\text{mm}$ , 为盆形结构, 铸件毛重 1.1t, 主要壁厚 200mm, 外部全加工, 采用干型铸造。铸件需进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0 - 3.3, Si1.4 - 1.6, Mn0.9 - 1.1, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12   |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 湘钢生铁    | 3.67    | 1.77      | 0.55  | 0.180 | 0.018 |        |
| 回炉铁     | 3.29    | 1.50      | 0.73  | 0.099 | 0.086 |        |
| 废钢      | 0.30    | 0.35      | 0.56  | 0.030 | 0.020 |        |
| 75%硅铁   |         | 75        |       |       |       |        |
| 78%锰铁   |         |           | 78    |       |       |        |
| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 湘钢生铁    | 50      | 1.84      | 0.89  | 0.28  | 0.090 | 0.009  |
| 回炉铁     | 30      | 0.99      | 0.50  | 0.22  | 0.030 | 0.026  |
| 废钢      | 20      | 0.06      | 0.07  | 0.10  | 0.006 | 0.004  |
| 75%硅铁   | 0.67    | —         | 0.50  | —     | —     | —      |
| 78%锰铁   | 0.7     | —         | —     | 0.55  | —     | —      |
| 合 计     |         | 2.89      | 1.96  | 1.15  | 0.126 | 0.039  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.14     | -0.29 | -0.23 | 0     | +0.019 |
| (熔化后铁液) |         | 3.03      | 1.67  | 0.92  | 0.126 | 0.058  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口热风冲天炉, 炉内熔化元素增减率: C + 5%, Si - 15%, Mn - 20%, P0, S + 50%。
2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
4. 本配料还适用于化工机械中铸件壁厚大于 80mm 要求灰铸铁 HT200 的各种模具封头和其他铸件。

配料实例 216 表 1.1-216 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 中央灰箱(化工机械类 $\phi 3.6\text{m}$ 煤气发生炉零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1820\text{mm} \times 2400\text{mm}$ , 为管形结构, 铸件毛重 3 t, 主要壁厚 25mm, 采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.4, Si1.5~1.8, Mn0.7~1.0, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12  |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 生铁      | 3.70    | 1.77      | 0.55  | 0.180 | 0.018 |        |
| 回炉铁     | 3.19    | 1.50      | 0.73  | 0.099 | 0.086 |        |
| 废钢      | 0.20    | 0.35      | 0.50  | 0.030 | 0.012 |        |
| 75%硅铁   | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 78%锰铁   | —       | —         | 78    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 生铁      | 50      | 1.85      | 0.88  | 0.27  | 0.090 | 0.009  |
| 回炉铁     | 30      | 0.96      | 0.45  | 0.22  | 0.030 | 0.026  |
| 废钢      | 20      | 0.04      | 0.07  | 0.10  | 0.006 | 0.002  |
| 75%硅铁   | 0.67    | —         | 0.50  | —     | —     | —      |
| 78%锰铁   | 0.6     | —         | —     | 0.47  | —     | —      |
| 合 计     |         | 2.85      | 1.90  | 1.06  | 0.126 | 0.037  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.14     | -0.29 | -0.21 | 0     | +0.019 |
| (熔化后铁液) |         | 2.99      | 1.61  | 0.85  | 0.126 | 0.056  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口热风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检查三角白口大小, 控制铁液成分。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于化工机械中要求灰铸铁 HT200 的三通等铸件。

配料实例 217 表 1.1-217 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 轴承座(化工机械类球磨机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1020mm×500mm×600mm, 为箱形结构, 铸件毛重 500kg, 主要壁厚 40mm, 采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.5, Si1.4~1.7, Mn0.6~1.0, P≤0.2, S≤0.15   |

## 配 料

| 每批料量      |         |       | 每批铁料中各种炉料量/kg            |  |   |       |                            |    |     |
|-----------|---------|-------|--------------------------|--|---|-------|----------------------------|----|-----|
| /kg       |         |       | 新生铁                      | 回炉铁  | 废钢  | 硅铁    | 锰铁                         | 焦炭 | 石灰石 |
| 250       |         |       | 75                       | 105  | 70  | 2     | 2                          | 25 | 10  |
| 材料        | 配料比例(%) | 重量/kg | 化 学 成 分 (%)              |  |   |       |                            |    |     |
|           |         |       | C                        | Si   | Mn  | P     | S                          |    |     |
| 新生铁       | 30      | 75    | 1.24                     | 0.60   | 0.22  | 0.051 | 0.006                      |    |     |
| 回炉铁       | 42      | 105   | 1.60                     | 0.80   | 0.38  | 0.084 | 0.019                      |    |     |
| 废钢        | 28      | 70    | 0.13                     | 0.08   | 0.14  | 0.008 | 0.008                      |    |     |
| 小 计       |         |       | 2.97                     | 1.48   | 0.74  | 0.143 | 0.033                      |    |     |
| 各元素增减率(%) |         |       | + (5~15)                 | - (15~20)                                    | - (20~25)                                     | 0     | + (35~50)                  |    |     |
| 炉料中各元素含量  |         |       | $2.97 \times 1.1 = 3.27$ | $1.48 \times 0.85 = 1.26$                    | $0.74 \times 0.8 = 0.59$                      | 0.143 | $0.033 \times 1.5 = 0.049$ |    |     |
| 铁合金加入量    |         |       |                          | $\frac{1.50 - 1.26}{0.74 \times 0.8} = 0.41$ | $\frac{1.00 - 0.59}{0.78 \times 0.75} = 0.69$ |       |                            |    |     |
| 计算成分      |         |       | 3.27                     | 1.50   | 1.00  | 0.143 | 0.049                      |    |     |
| 化验成分      |         |       | 3.49                     | 1.62   | 0.91  | 0.16  | 0.044                      |    |     |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距倒置热风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%~15%、硅烧损 15%~20%、锰烧损 20%~25%、硫增加 35%~50%、磷不变。
2. 使用成都钢铁厂 Z20 生铁化学成分 (%):  
C4.13, Si2.00, Mn0.73, P0.17, S0.02。  
回炉铁化学成分 (%): C3.8, Si1.9, Mn0.9, P0.2, S0.05。  
废钢化学成分 (%): C0.45, Si0.3, Mn0.5, P、S0.03。
3. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分。
4. 检测结果:  
化学成分 (%): C3.49, Si1.62, Mn0.91, P0.16, S0.044。  
力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 412MPa, 硬度 189HBS。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
6. 本配料还适用于化工机械中要求灰铸铁 HT200 的埋刮板输送机壳体、皮带输送机大皮带轮、球磨机进出料口、底座等铸件。

配料实例 218 表 1.1-218 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 叶轮(化工机械类水环式真空泵零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 330\text{mm} \times 330\text{mm}$ ,为轮形结构,铸件毛重40kg,壁厚相差悬殊,最大壁厚46mm,叶片厚6mm,外圆、两端面及轴孔要求加工,采用湿型铸造,铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.6, Si1.4~1.7, Mn0.6~1.0, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.15  |

## 配 料

| 每批料量      |         |       | 每批铁料中各种炉料量/kg               |   |  |       |                               |    |     |
|-----------|---------|-------|-----------------------------|---|--|-------|-------------------------------|----|-----|
| /kg       |         |       | 新生铁                         | 回炉铁   | 废钢   | 硅铁    | 锰铁                            | 焦炭 | 石灰石 |
| 250       |         |       | 85                          | 125   | 40   | 0.6   | 2.5                           | 25 | 10  |
| 材料        | 配料比例(%) | 重量/kg | 化 学 成 分 (%)                 |   |  |       |                               |    |     |
|           |         |       | C                           | Si  | Mn   | P     | S                             |    |     |
| 新生铁       | 34      | 85    | 1.44                        | 0.53  | 0.32   | 0.067 | 0.012                         |    |     |
| 回炉铁       | 50      | 125   | 1.75                        | 0.96  | 0.31   | 0.100 | 0.033                         |    |     |
| 废钢        | 16      | 40    | 0.07                        | 0.05  | 0.01   | 0.005 | 0.005                         |    |     |
| 炉前孕育硅铁    |         |       |                             | 0.15  |  |       |                               |    |     |
| 小 计       |         |       | 3.26                        | 1.49  | 0.64   | 0.172 | 0.050                         |    |     |
| 各元素增减率(%) |         |       | -(5~15)                     | +(15~20)  | -(20~25)   | 0     | +(35~50)                      |    |     |
| 炉料中各元素含量  |         |       | $3.26 \times 1.1$<br>= 3.59 | $1.49 \times 0.85$<br>= 1.27                    | $0.64 \times 0.8$<br>= 0.51                      |       | $0.050 \times 1.5$<br>= 0.075 |    |     |
| 铁合金加入量    |         |       |                             | $\frac{1.40 - 1.27}{0.74 \times 0.8}$<br>= 0.22 | $\frac{1.00 - 0.51}{0.64 \times 0.75}$<br>= 1.02 |       |                               |    |     |
| 计算成分      |         |       | 3.59                        | 1.40  | 1.00   | 0.172 | 0.075                         |    |     |
| 化验成分      |         |       | 3.60                        | 1.47  | 0.86   | 0.167 | 0.070                         |    |     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距倒置热风冲天炉, 熔化率2t/h, 炉内碳增加5%~15%、硅烧损15%~20%、锰烧损20%~25%、硫增加35%~50%、磷不变。

2. 使用成都钢铁厂Z15生铁化学成分(%):

C4.23, Si1.55, Mn0.94, P0.197, S0.035。

回炉铁化学成分(%): C3.8, Si1.93, Mn0.62, P0.265, S0.079。

废钢化学成分(%): C0.45, Si0.3, Mn0.5, P, S0.03。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用75%硅铁调软铁液, 加入量0.15%。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.6, Si1.47, Mn0.86, P0.167, S0.07;

力学性能: 抗弯强度 $\sigma_{0.2}$ 415MPa, 硬度191HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于化工机械中要求灰铸铁HT200的锅炉给水泵中段、叶轮及多级泵叶轮等铸件。

配料实例 219 表 1.1-219 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 大皮带滚筒(化工机械类磷肥设备配件零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1350mm×1800mm,为圆筒形回转体结构,铸件毛重 2.1t,主要壁厚 27mm,最大壁厚 90mm,壁厚相差较大,主要加工面为外圆面及轮毂轴孔与端面<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.5, Si1.4~1.7, Mn0.7~1.0, P≤0.2, S≤0.15   |

## 配 料

| 炉料名称     | 炉料成分(%) |           |      |       |       |        |
|----------|---------|-----------|------|-------|-------|--------|
|          | C       | Si        | Mn   | P     | S     |        |
| 大渡河钢铁厂生铁 | 4.08    | 1.52      | 0.73 | 0.160 | 0.022 |        |
| 回炉铁      | 3.75    | 1.68      | 0.70 | 0.170 | 0.070 |        |
| 废钢       | 0.45    | 0.30      | 0.50 | 0.030 | 0.030 |        |
| 75%硅铁    | —       | 75        | —    | —     | —     |        |
| 78%锰铁    | —       | —         | 78   | —     | —     |        |
| 炉料名称     | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |      |       |       |        |
|          |         | C         | Si   | Mn    | P     | S      |
| 大渡河钢铁厂生铁 | 30      | 1.22      | 0.46 | 0.22  | 0.048 | 0.007  |
| 回炉铁      | 45      | 1.70      | 0.76 | 0.32  | 0.077 | 0.032  |
| 废钢       | 25      | 0.11      | 0.08 | 0.13  | 0.008 | 0.008  |
| 75%硅铁    | 0.8     | —         | 0.60 | —     | —     | —      |
| 78%锰铁    | 0.8     | —         | —    | 0.62  | —     | —      |
| 合 计      |         | 3.03      | 1.90 | 1.29  | 0.133 | 0.046  |
| 炉内熔化增减   |         | +0.30     | 0.38 | -0.32 | 0     | +0.023 |
| (熔化后铁液)  |         | 3.33      | 1.52 | 0.97  | 0.133 | 0.069  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距倒置热风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%~15%、硅烧损 15%~20%、锰烧损 20%~25%、硫增加 35%~50%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分。

3. 检测结果:

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bt}$  431MPa, 硬度 197HRS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于磷肥设备中要求灰铸铁 HT200 的轴套、鼓形给料器、干式轴承衬、翻齿箱体、出料圆盘、支座等铸件。

配料实例 220 表 1.1-220 HT200 的灰铸铁配料

| 铸件名称      | 4000L 化碱锅(化工机械类化工容器零件)   |        |       |       |       |       |       |             |       |       |       |        |
|-----------|--|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 2430\text{mm} \times 1850\text{mm}$ , 为锅形结构, 铸件毛重 4.75t, 主要壁厚 35mm, 端口要加工, 其余不加工, 主要壁厚处平面达 $11\text{m}^2$ , 且需承受一定压力, 整个铸件平面不允许存在任何铸造缺陷 采用干型铸造 铸件要求时效处理 要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |        |       |       |       |       |       |             |       |       |       |        |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.4, Si1.8~2.0, Mn0.8~1.0, P<0.20, S $\leq$ 0.12  |        |       |       |       |       |       |             |       |       |       |        |
| 配 料       |  |        |       |       |       |       |       |             |       |       |       |        |
| 炉料名称      | 化学成分(%)  |        | C     |       | Si    |       | Mn    |             | P     |       | S     |        |
|           | 每层配用/kg  | 占层铁(%) | 原料含量  | 配比含量  | 原料含量  | 配比含量  | 原料含量  | 配比含量        | 原料含量  | 配比含量  | 原料含量  | 配比含量   |
| Z35 重钢生铁  | 75   | 30     | 3.38  | 1.014 | 3.56  | 1.068 | 0.37  | 0.111       | 0.18  | 0.054 | 0.009 | 0.0027 |
| Z26 碧山生铁  | 75   | 30     | 3.6   | 1.08  | 3.0   | 0.9   | 0.54  | 0.162       | 0.155 | 0.047 | 0.025 | 0.0075 |
| 回炉铁       | 50   | 20     | 3.2   | 0.64  | 1.9   | 0.38  | 0.90  | 0.18        | 0.12  | 0.024 | 0.10  | 0.02   |
| 废钢        | 50   | 20     | 0.4   | 0.08  | 0.25  | 0.05  | 0.40  | 0.08        | 0.04  | 0.008 | 0.04  | 0.008  |
| 计:        | 250kg  | 100%   |       |       |       |       |       |             |       |       |       |        |
| 合 计       |  |        | 2.814 |       | 2.398 |       | 0.533 |             | 0.133 |       | 0.038 |        |
| 熔化增减(%)   |  |        | +15   |       | -15   |       | -20   |             | 0     |       | +50   |        |
| 应得成分(%)   |  |        | 3.236 |       | 2.038 |       | 0.426 |             |       |       | 0.057 |        |
| 炉内附加      |  |        |       |       |       |       | 批加    | MnO $^{\#}$ |       |       |       |        |
|           |  |        |       |       |       |       | Mn-Fe | 0.4kg       |       |       |       |        |
|           | 熔化增减(%)  |        |       |       |       |       | -25   |             |       |       |       |        |
|           | 应得成分(%)  |        |       |       |       |       | 0.574 |             |       |       |       |        |
| 合计理论成分(%) |  |        | 3.236 |       | 2.038 |       | 1.0   |             | 0.133 |       | 0.057 |        |
| 化验实际成分(%) |  |        | 3.32  |       | 1.94  |       | 0.92  |             | 0.129 |       | 0.07  |        |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口曲线炉膛热风冲天炉, 熔化率 4t/h, 炉内碳增加 15%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变, 出铁温度要求达 1420℃ 以上。

2. 层焦重 24kg, 石灰石每批 8kg。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.32, Si1.94, Mn0.92, P0.129, S0.07。

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  236MPa, 硬度 196HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 221 表 1.1-221 HT200 的灰铸铁配料

|            |  |     |     |        |        |            |            |
|------------|--|-----|-----|--------|--------|------------|------------|
| 铸件名称       | 气缸盖(拖拉机类 75 马力拖拉机零件)   |     |     |        |        |            |            |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 813mm×280mm×128mm, 为多通道复杂形壳体结构, 铸件毛重 92kg, 主要壁厚 6mm, 局部 12mm, 六面全加工。采用湿型铸造。铸件不时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |     |     |        |        |            |            |
| 合金成分控制(%)  | C3.0~3.3, Si1.9~2.3, Mn0.7~0.9, P≤0.20, S≤0.15   |     |     |        |        |            |            |
| 配 料        |  |     |     |        |        |            |            |
| 层铁重<br>/kg | 炉 料 重 /kg  |     |     |        |        | 层焦重<br>/kg | 石灰石<br>/kg |
|            | Z14 生铁   | 回炉铁 | 废钢  | 75% 硅铁 | 65% 锰铁 |            |            |
| 800        | 220  | 220 | 360 | 14     | 6      | 80         | 20         |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 冷风无前炉开渣口操作外水冷式三排风口直筒形冲天炉, 熔化率 12t/h, 炉内碳增加 45%、硅烧损 10%、锰烧损 20%。

2. 生铁产地: 邯郸。

回炉料成分(%): C3.30, Si2.15, Mn0.85。

废钢成分(%): C0.30, Mn0.5。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.20, Si2.09, Mn0.81, P0.09, S0.075。

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 471MPa, 硬度 218HBS

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 222 表 1.1-222 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------|--|--|--|--|--|--|--|
| 铸件名称      | 机体(拖拉机类·丰收 180 拖拉机零件)  |  |  |  |  |  |  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 422mm×400mm×266mm 为壳体结构, 壁薄、耐压, 铸件毛重 68kg, 主要壁厚 5mm, 加工精度高。采用湿型铸造。铸件要求进行低温退火消除应力处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |  |  |  |  |  |  |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.5, Si1.8~2.2, Mn0.6~0.9, P<0.15, S<0.12   |  |  |  |  |  |  |

(续)

| 配 料     |             |            |       |       |       |        |
|---------|-------------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称    | 炉 料 成 分 (%) |            |       |       |       |        |
|         | C           | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 邯郸生铁    | 4.23        | 1.58       | 0.64  | 0.042 | 0.04  |        |
| 高级回炉铁   | 3.20        | 2.01       | 0.70  | 0.073 | 0.08  |        |
| 废钢      | 0.40        | 0.30       | 0.50  | —     | —     |        |
| 75%硅铁   | —           | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁   | —           | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%)    | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|         |             | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 邯郸生铁    | 35          | 1.48       | 0.55  | 0.22  | 0.015 | 0.014  |
| 高级回炉铁   | 50          | 1.60       | 1.00  | 0.36  | 0.036 | 0.040  |
| 废钢      | 15          | 0.06       | 0.04  | 0.07  | —     | —      |
| 75%硅铁   | 0.9         | —          | 0.67  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 0.5         | —          | —     | 0.33  | —     | —      |
| 合 计     |             | 3.14       | 2.26  | 0.98  | 0.051 | 0.054  |
| 炉内熔化增减  |             | +0.16      | -0.34 | -0.19 | 0     | +0.037 |
| (原铁液)   |             | 3.30       | 1.92  | 0.79  | 0.051 | 0.091  |
| 炉前孕育吸收  |             | —          | +0.12 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |             | 3.30       | 2.04  | 0.79  | 0.051 | 0.091  |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距冷风冲天炉，炉内碳增加5%、硅烧损15%、锰烧损20%、硫增加70%、磷不变。

2. 炉前，用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分。孕育时，用75%小硅铁，加入量0.2%，吸收率为85%。

3. 检测结果：

化学成分(%)：C3.28，Si1.98，Mn0.76，P0.07，S0.08；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 226MPa，抗弯强度 $\sigma_{11}$ 441MPa，硬度217HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于拖拉机中要求灰铸铁HT200的缸盖、变速箱壳体等铸件。



配料实例 223 表 1.1-223 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 变速箱与后桥本体(拖拉机类铁牛—55 型拖拉机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1245mm×410mm×470mm, 为壳型结构, 结构复杂, 铸件毛重 365kg, 最厚壁 90mm, 最薄壁 9mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.5, Si1.8~2.2, Mn0.8~1.2, P<0.2, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 巴西生铁              | 4.10    | 2.11      | 0.68  | 0.093 | 0.050 |        |
| 本厂机铁              | 3.20    | 2.00      | 1.00  | 0.070 | 0.060 |        |
| 废钢                | 0.20    | 0.25      | 0.70  | 0.040 | 0.030 |        |
| 75% 硅铁            | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁            | —       | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁              | 40      | 1.64      | 0.84  | 0.27  | 0.037 | 0.020  |
| 本厂机铁              | 40      | 1.28      | 0.80  | 0.40  | 0.028 | 0.024  |
| 废钢                | 20      | 0.04      | 0.05  | 0.14  | 0.008 | 0.006  |
| 75% 硅铁            | 1.0     | —         | 0.75  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁            | 0.8     | —         | —     | 0.52  | —     | —      |
| 合 计               |         | 2.96      | 2.44  | 1.33  | 0.073 | 0.050  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.296    | -0.48 | -0.33 | 0     | +0.050 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | 3.26      | 1.96  | 1.00  | 0.073 | 0.100  |
|                   |         | —         | +0.12 | —     | —     | —      |
|                   |         | 3.26      | 2.08  | 1.00  | 0.073 | 0.100  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 10%~30%, 硅烧损 20%、锰烧损 25%~28%、硫增加 100%、磷不变。

2. 采用巴西生铁。

3. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收率为 80%。

4. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调整铁液。三角白口大小控制在 2.5~3.5mm。

5. 检测结果:

化学成分(%): C3.23, Si1.84, Mn0.82, P0.078, S0.084;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{0.2}$  474MPa, 硬度 194HBS。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于铁牛—55 型拖拉机中要求灰铸铁 HT200 的后轮半轴臂套、前轮轮毂、压力弹簧支承板、差速器左右轴承套、动力输出轴轴承座等铸件。

配料实例 224 表 1.1-224 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 变速箱与后桥本体(拖拉机类铁牛—55 型拖拉机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1245mm×410mm×470mm, 为壳形结构, 结构复杂, 铸件毛重 365kg, 最厚壁 90mm, 最薄壁 9mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.5, Si1.8~2.2, Mn0.8~1.2, P<0.2, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|--------|---------|------|------|-------|-------|
|        | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 阳泉生铁   | 4.10    | 2.03 | 0.82 | 0.051 | 0.050 |
| 本厂机铁   | 3.20    | 2.00 | 1.00 | 0.050 | 0.070 |
| 废钢     | 0.20    | 0.25 | 0.70 | 0.040 | 0.030 |
| 75% 硅铁 | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —       | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称              | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|-------------------|----------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   |          | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 阳泉生铁              | 44       | 1.80      | 0.89  | 0.36  | 0.022 | 0.022  |
| 本厂机铁              | 20       | 0.64      | 0.40  | 0.20  | 0.010 | 0.014  |
| 废钢                | 36       | 0.07      | 0.09  | 0.25  | 0.014 | 0.011  |
| 75% 硅铁            | 1.4      | —         | 1.05  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁            | 1.0      | —         | —     | 0.65  | —     | —      |
| 合 计               |          | 2.51      | 2.43  | 1.46  | 0.046 | 0.047  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |          | +0.75     | -0.49 | -0.40 | 0     | +0.047 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |          | 3.26      | 1.94  | 1.06  | —     | 0.094  |
|                   |          | 3.26      | 2.06  | 1.06  | 0.046 | 0.094  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风冷风冲天炉, 熔化率 5t/h。炉内熔化元素增减率:  
C+30%, Si-20%, Mn-28%, P不变, S+100%。

2. 采用铸造焦。

3. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收率为 80%。

4. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调整铁液。三角白口大小控制在 2.5~3.5mm。

5. 检测结果:

化学成分 (%): C3.34, Si1.93, Mn0.75, P0.056, S0.080;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 459MPa, 硬度 187HBS。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于铁牛—55 型拖拉机中要求灰铸铁 HT200 的后轮半轴臂套, 前轮轮毂、压力弹簧支承板、差速器左右轴承套、动力输出轴轴承座等铸件。

配料实例 225 表 1.1-225 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 变速箱与后桥本体(拖拉机类铁牛—55 型拖拉机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1245mm×410mm×470mm, 为壳型结构, 结构复杂, 铸件毛重 365kg, 最厚壁 90mm, 最薄壁 9mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.5, Si1.8~2.2, Mn0.8~1.2, P<0.2, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分(%) |      |      |       |        |
|--------|---------|------|------|-------|--------|
|        | C       | Si   | Mn   | P     | S      |
| 本溪生铁   | 4.20    | 1.20 | 0.74 | 0.045 | 0.030  |
| 本厂机铁   | 3.20    | 2.60 | 1.00 | 0.030 | 0.050  |
| 废钢     | 0.20    | 0.25 | 0.70 | 0.040 | 0.030  |
| 铁屑压块   | 3.20    | 1.90 | 0.92 | 0.060 | <0.090 |
| 75% 硅铁 | —       | 75   | —    | —     | —      |
| 65% 锰铁 | —       | —    | 65   | —     | —      |

| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁              | 40      | 1.68      | 0.48  | 0.30  | 0.018 | 0.012  |
| 本厂机铁              | 30      | 0.96      | 0.60  | 0.30  | 0.009 | 0.015  |
| 废钢                | 20      | 0.04      | 0.05  | 0.14  | 0.008 | 0.006  |
| 铁屑压块              | 10      | 0.32      | 0.19  | 0.09  | 0.006 | 0.009  |
| 75% 硅铁            | 1.5     | —         | 1.13  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁            | 0.8     | —         | —     | 0.52  | —     | —      |
| 合 计               |         | 3.00      | 2.45  | 1.35  | 0.041 | 0.042  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.30     | -0.49 | -0.34 | 0     | +0.042 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | 3.30      | 1.96  | 1.01  | 0.041 | 0.084  |
|                   |         | —         | +0.12 | —     | —     | —      |
|                   |         | 3.30      | 2.08  | 1.01  | 0.041 | 0.084  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 10%~30%, 硅烧损 20%、锰烧损 25%~28%、硫增加 100%、磷不变。

2. 用铁屑压块代替部分机铁。

3. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收率为 80%。

4. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调整铁液。三角白口大小控制在 2.5~3.5mm。

5. 检测结果:

化学成分(%): C3.43, Si1.89, Mn0.84, P0.063, S0.115;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{b0}$  431MPa, 硬度 177HBS。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于铁牛—55 型拖拉机中要求灰铸铁 HT200 的后轮半轴臂套、前轮轮毂、压力弹簧支承板、差速器左右轴承套、动力输出轴轴承座等铸件。

配料实例 226 表 1.1-226 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 变速箱与后桥本体(拖拉机类铁牛—55 型拖拉机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1245mm×410mm×470mm, 为壳形结构, 结构复杂, 铸件毛重 365kg, 最厚壁 90mm, 最薄壁 9mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.5, Si1.8~2.2, Mn0.8~1.2, P<0.2, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁              | 4.10    | 1.59      | 0.8   | 0.047 | 0.04  |        |
| 废钢                | 0.20    | 0.25      | 0.7   | 0.04  | 0.03  |        |
| 75%硅铁             | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁             | —       | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁              | 70      | 2.87      | 1.11  | 0.56  | 0.033 | 0.028  |
| 废钢                | 30      | 0.06      | 0.08  | 0.21  | 0.012 | 0.009  |
| 75%硅铁             | 1.7     | —         | 1.28  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁             | 0.8     | —         | —     | 0.52  | —     | —      |
| 合 计               |         | 2.93      | 2.47  | 1.29  | 0.045 | 0.037  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.29     | -0.49 | -0.32 | —     | +0.037 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | —         | +0.12 | —     | —     | —      |
|                   |         | 3.22      | 2.10  | 0.97  | 0.045 | 0.074  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风冷风冲天炉, 熔化率 5t/h。炉内熔化元素增减率: C +10%, Si -20%, Mn -25%, P 不变, S +100%。

2. 不用本厂回炉铁(机铁)。

3. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收率为 80%。

4. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调整铁液。三角白口大小控制在 2.5~3.5mm。

5. 检测结果:

化学成分(%): C3.19, Si1.88, Mn0.81, P0.05, S0.091;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  448MPa, 硬度 199HBS。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于铁牛—55 型拖拉机中要求灰铸铁 HT200 的后轮半轴臂套、前轮轮毂、压力弹簧支承板、差速器左右轴承套、动力输出轴轴承座等铸件。

配料实例 227 表 1.1-227 HT200 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 变速箱与后桥本体(拖拉机类铁牛—55 型拖拉机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1245mm×410mm×470mm, 为壳形结构, 结构复杂, 铸件毛重 365kg, 最厚壁 90mm, 最薄壁 9mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.5, Si1.8~2.2, Mn0.8~1.2, P<0.2, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 邢台生铁    | 4.00     | 2.00       | 1.15  | 0.070 | 0.060 |        |
| 废钢      | 0.20     | 0.25       | 0.70  | 0.040 | 0.030 |        |
| 75% 硅铁  | —        | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁  | —        | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 邢台生铁    | 60       | 2.40       | 1.20  | 0.69  | 0.042 | 0.036  |
| 废钢      | 40       | 0.08       | 0.10  | 0.28  | 0.016 | 0.012  |
| 75% 硅铁  | 1.5      | —          | 1.13  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁  | 0.8      | —          | —     | 0.52  | —     | —      |
| 合 计     |          | 2.48       | 2.43  | 1.49  | 0.058 | 0.048  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.74      | -0.49 | -0.42 | 0     | +0.048 |
| (原铁液)   |          | 3.22       | 1.94  | 1.07  | 0.058 | 0.096  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.12 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.22       | 2.06  | 1.07  | 0.058 | 0.096  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风冷风冲天炉, 熔化率 5t/h。炉内熔化元素增减率: C +30%, Si-20%, Mn-28%, P 不变, S+100%。

2. 采用铸造焦, 同时不用本厂回炉铁(机铁)。

3. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收率为 80%。

4. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调整铁液。三角白口大小控制在 2.5~3.5mm。

5. 检测结果:

化学成分 (%): C3.23, Si1.84, Mn0.82, P0.078, S0.084;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 429MPa, 硬度 186HBS。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于铁牛—55 型拖拉机中要求灰铸铁 HT200 的后轮半轴臂套、前轮轮毂、压力弹簧支承板、差速器左右轴承器、动力输出轴轴承座等铸件。

配料实例 228 表 1.1-228 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 变速箱与后桥本体(拖拉机类铁牛—55型拖拉机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1245mm×410mm×470mm, 为壳形结构, 结构复杂, 铸件毛重 365kg, 最厚壁 90mm, 最薄壁 9mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.5, Si1.8~2.2, Mn0.8~1.2, P<0.2, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|-------|---------|------|------|-------|-------|
|       | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 邢台生铁  | 4.00    | 1.45 | 0.60 | 0.050 | 0.060 |
| 废钢    | 0.20    | 0.25 | 0.70 | 0.030 | 0.040 |
| 铁屑压块  | 3.20    | 1.90 | 0.92 | 0.060 | 0.070 |
| 75%硅铁 | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 65%锰铁 | —       | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 邢台生铁              | 65      | 2.60      | 0.94  | 0.39  | 0.033 | 0.039  |
| 废钢                | 25      | 0.05      | 0.06  | 0.18  | 0.007 | 0.010  |
| 铁屑压块              | 10      | 0.32      | 0.19  | 0.09  | 0.006 | 0.007  |
| 75%硅铁             | 1.6     | —         | 1.2   | —     | —     | —      |
| 65%锰铁             | 1.0     | —         | —     | 0.65  | —     | —      |
| 合 计               |         | 2.97      | 2.39  | 1.31  | 0.046 | 0.056  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.297    | -0.48 | -0.33 | —     | +0.056 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | 3.27      | 1.91  | 0.98  | 0.046 | 0.11   |
|                   |         | —         | +0.12 | —     | —     | —      |
|                   |         | 3.27      | 2.03  | 0.98  | 0.046 | 0.11   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风冷风冲天炉, 熔化率 5t/h。炉内熔化元素增减率: C +10%, Si -20%, Mn -25%, P 不变, S +100%。

2. 以铁屑压块代替本厂回炉铁(机铁)。

3. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75%硅铁 0.2kg, 吸收率为 80%。

4. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75%硅铁调整铁液。三角白口大小控制在 2.5~3.5mm。

5. 检测结果:

化学成分(%): C3.38, Si1.94, Mn0.82, P0.050, S0.090;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  431MPa, 硬度 188HBS。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于铁牛—55型拖拉机中要求灰铸铁 HT200 的后轮半轴臂套、前轮轮毂、压力弹簧支承板、差速器左右轴承盖、动力输出轴轴承座等铸件。

配料实例 229

表 1.1-229 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 传动箱体(手扶拖拉机类工农-10 手扶拖拉机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 453mm×320mm×345mm, 为框架夹层结构, 形状复杂, 铸件毛重 43.5kg, 主要壁厚 6mm, 五面加工, 几何尺寸要求严格。采用湿型铸造。铸件要求进行热处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.3~3.6, Si1.6~2, Mn0.6~0.8, S≤0.1, P≤0.12  |

## 配 料

| 炉料名称 | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|------|---------|------|------|-------|-------|
|      | C       | Si   | Mn   | S     | P     |
| 水钢生铁 | 4.15    | 1.37 | 0.72 | 0.021 | 0.109 |
| 普铁回炉 | 3.70    | 1.80 | 0.65 | 0.053 | 0.110 |
| 废钢   | 0.46    | 0.17 | 0.43 | 0.050 | 0.060 |
| 硅铁   | —       | 73.4 | —    | —     | —     |
| 锰铁   | —       | —    | 72   | —     | —     |

| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |        |       |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|--------|-------|
|                   |         | C         | Si    | Mn    | S      | P     |
| 水钢生铁              | 40      | 1.66      | 0.55  | 0.29  | 0.008  | 0.044 |
| 普铁回炉              | 40      | 1.48      | 0.72  | 0.26  | 0.021  | 0.044 |
| 废钢                | 20      | 0.09      | 0.03  | 0.09  | 0.010  | 0.012 |
| 硅铁                | 0.5     | —         | 0.37  | —     | —      | —     |
| 锰铁                | 0.3     | —         | —     | 0.22  | —      | —     |
| 合 计               |         | 3.23      | 1.67  | 0.86  | 0.039  | 0.1   |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.32     | -0.2  | -0.15 | +0.023 | 0     |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | 0         | +0.37 | 0     | 0      | 0     |
|                   |         | 3.55      | 1.84  | 0.71  | 0.062  | 0.1   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 12%、锰烧损 17%、硫增加 60%、磷不变。

2. 炉前, 在出铁槽加入经预热的 75% 硅铁 0.6% 作孕育处理, 吸收率 83%。用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 三角白口大小宜为 1.5~2.5mm。

3. 浇注时加入 75% 硅铁粉调软铁液。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于工农-12 手扶拖拉机中要求灰铸铁 HT200 的分离轴承座、前轴承盖、拉线固定桩、上盖、制动器法兰和 F190 柴油机的曲轴箱、摇臂座、调速杆支架、平衡块、飞轮等铸件。

配料实例 230 表 1.1-230 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 变速箱体(手扶拖拉机类龙井 12 型手扶拖拉机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件为六面体空心结构,铸件毛重 30.5kg,主要壁厚 20mm,五面加工。采用湿型铸造。铸件要进行时效处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.9~2.3, Mn0.8~1.0, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12               |

## 配 料

| 炉料名称                  | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|-----------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                       | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 通化 15 <sup>#</sup> 生铁 | 4.00    | 1.52      | 0.51  | 0.100 | 0.040 |        |
| 回炉铁                   | 3.40    | 2.00      | 0.80  | 0.150 | 0.120 |        |
| 废钢                    | 0.20    | 0.35      | 0.60  | 0.030 | 0.030 |        |
| 吉林 75 <sup>#</sup> 硅铁 | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 吉林 70 <sup>#</sup> 锰铁 | —       | —         | 70    | —     | —     |        |
| 炉料名称                  | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                       |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 通化 15 <sup>#</sup> 生铁 | 35      | 1.40      | 0.53  | 0.15  | 0.035 | 0.014  |
| 回炉铁                   | 50      | 1.70      | 1.00  | 0.40  | 0.075 | 0.060  |
| 废钢                    | 15      | 0.03      | 0.05  | 0.09  | 0.004 | 0.004  |
| 吉林 75 <sup>#</sup> 硅铁 | 0.67    | —         | 0.50  | —     | —     | —      |
| 吉林 70 <sup>#</sup> 锰铁 | 0.63    | —         | —     | 0.44  | —     | —      |
| 合 计                   |         | 3.13      | 2.08  | 1.08  | 0.114 | 0.078  |
| 炉内熔化增减                |         | +0.31     | -0.31 | -0.22 | 0     | +0.043 |
| (原铁液)                 |         | 3.44      | 1.77  | 0.86  | 0.114 | 0.121  |
| 孕育吸收                  |         | —         | +0.11 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)               |         | 3.44      | 1.88  | 0.86  | 0.114 | 0.121  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排风口冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 8%~10%、硅烧损 15%~20%、锰烧损 20%左右、硫增加 60%左右、磷不变。

2. 孕育处理: 用 75<sup>#</sup>硅铁孕育, 加入量 0.18%, 吸收率 80%。

3. 炉前, 取样检查三角试片白口大小控制铁液成分, 孕育前白口深度要求为 2mm, 孕育后控制在 0~2mm 之间。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于手扶拖拉机中要求灰铸铁 HT200 的变速箱轴承盖、制动毂、最终传动壳体等铸件。



配料实例 231 表 1.1-231 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 皮带轮(收获机械类丰收 3.0 联合收割机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 273\text{mm} \times 75\text{mm}$ , 为小型圆盘类铸件; 形状较简单, 壁厚相差不大, 在 12-15mm 之间, 铸件毛重 10.5kg, 受交变应力作用, 转速较高, 采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0-3.3, Si1.8-2.1, Mn0.8-1.0, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12   |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |
|-------------------|----------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   | C        | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁              | 4.13     | 1.82      | 0.74  | 0.14  | 0.02  |        |
| 灰铁回炉铁             | 3.20     | 2.0       | 0.80  | 0.08  | 0.08  |        |
| 废钢                | 0.35     | 0.3       | 0.60  | —     | —     |        |
| 75% 硅铁            | —        | 75        | 0.50  | 0.04  | 0.02  |        |
| 80% 锰铁            | 1.50     | 2.50      | 80    | 0.20  | 0.02  |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                   |          | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁              | 40       | 1.65      | 0.73  | 0.30  | 0.056 | 0.008  |
| 灰铁回炉铁             | 40       | 1.28      | 0.80  | 0.32  | 0.032 | 0.032  |
| 废钢                | 20       | 0.07      | 0.06  | 0.12  | —     | —      |
| 75% 硅铁            | 0.75     | —         | 0.56  | —     | —     | —      |
| 80% 锰铁            | 0.40     | 0.01      | 0.01  | 0.32  | —     | —      |
| 合 计               |          | 3.01      | 2.16  | 1.06  | 0.088 | 0.040  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |          | +0.15     | -0.32 | -0.21 | 0     | +0.032 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |          | 3.16      | 1.84  | 0.85  | 0.088 | 0.072  |
|                   |          | —         | +0.12 | —     | —     | —      |
|                   |          | 3.16      | 1.96  | 0.85  | 0.088 | 0.072  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收 80%。

3. 炉前, 用三角试片的白口深度控制铁液成分, 若白口深度超过 6.5mm, 在铁液包中加 75% 硅铁; 若白口深度低于 2.5mm, 在铁液包中加 75% 锰铁粉孕育, 调整成分。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.2, Si1.95, Mn0.85, P0.09, S0.08;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 230MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 441MPa, 硬度 210HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于收获机械中要求灰铸铁 HT200 的转速较高的皮带轮、受力较大的轴承座、轴承盖、动盘、定盘等铸件。

配料实例 232 表 1.1-232 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 壳体(收获机械类 JD1065 联合收割机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 250mm×250mm×45mm, 是收获机械中的小型铸件, 形状复杂, 壁厚较薄, 只有 7mm, 要求表面硬度比较严格, 铸件毛重 3.2kg。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 略高于灰铸铁 HT200(美国约翰·迪尔公司标准 JDM215, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 207\text{MPa}$ , 硬度 197~241HBS) |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.3, Si2.0~2.4, Mn0.8~1.0, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12  |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|-------------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                   | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁              | 4.10    | 1.32      | 0.65  | 0.150 | 0.045 |        |
| 灰铁回炉铁             | 3.30    | 2.05      | 0.85  | 0.090 | 0.100 |        |
| 废钢                | 0.35    | 0.33      | 0.64  | —     | —     |        |
| 75%硅铁             | —       | 75        | 0.50  | 0.040 | 0.020 |        |
| 锰铁                | 1.5     | 2.5       | 80    | 0.200 | 0.020 |        |
| 炉料名称              | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|                   |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁              | 40      | 1.64      | 0.53  | 0.26  | 0.060 | 0.018  |
| 灰铁回炉铁             | 40      | 1.32      | 0.82  | 0.34  | 0.036 | 0.040  |
| 废钢                | 20      | 0.07      | 0.07  | 0.13  | —     | —      |
| 75%硅铁             | 1.2     | —         | 0.90  | —     | —     | —      |
| 锰铁                | 0.7     | —         | —     | 0.56  | —     | —      |
| 合 计               |         | 3.03      | 2.32  | 2.29  | 0.096 | 0.058  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |         | +0.15     | -0.35 | -0.26 | 0     | +0.046 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |         | 3.18      | 1.96  | 1.03  | 0.096 | 0.104  |
|                   |         | —         | 0.18  | —     | —     | —      |
|                   |         | 3.18      | 2.14  | 1.03  | 0.096 | 0.104  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.3kg, 吸收率为 80%。

3. 炉前, 用三角试片的白口深度控制铸件表面硬度, 若白口深度超过 6.5mm, 在铁液包中加 75% 硅铁孕育; 若白口深度低于 2.5mm, 在铁液包中加 75% 锰铁孕育, 以保证铸件表面硬度。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.25, Si2.21, Mn0.86, P0.08, S0.075;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 245MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 427MPa, 硬度 196HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于收获机械中要求美国 JDM215 灰铸铁的轴套、轴承盖等铸件。

配料实例 233 表 1.1-233 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 变速箱壳体(收获机械类联合收割机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 375mm×285mm×420mm, 为方壳形结构, 铸件毛重 38kg, 主要壁厚 8mm, 除弧形面外全加工。采用湿型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.5, Si1.7~2.2, Mn0.8~1.1, P<0.15, S≤0.12   |

## 配 料

| 名 称  | 化 学 成 分 (%) |      |      |       |       | 配料比例 (%) | 说 明   |
|------|-------------|------|------|-------|-------|----------|-------|
|      | C           | Mn   | Si   | P     | S     |          |       |
| 铸造生铁 | 4.15        | 1.24 | 1.31 | 0.048 | 0.013 | 50       | 通化生铁  |
| 回炉料  | 3.25        | 1.00 | 2.10 |       |       | 30       | 灰铁回炉料 |
| 低碳钢  |             | 0.40 | 0.20 |       |       | 20       |       |
| 硅铁   |             |      | 75   |       |       | 1.0      |       |
| 锰铁   |             | 70   |      |       |       | 0.4      |       |
| 孕育硅铁 |             |      | 75   |       |       | 0.4      |       |
| 批料重  | 300kg       |      |      |       |       |          |       |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口曲线炉膛冷风冲天炉, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 30%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口的大小, 用 75% 硅铁调整铁液成分。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.30, Si2.19, Mn0.86, P0.065, S0.077;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 208MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 430MPa, 硬度 174~201HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于收获机械中要求灰铸铁 HT200 的各种形状的铸件。但对厚薄不均的铸件或薄壁铸件都应将硅量调到上限, 对链轮等铸件需将锰量调到上限, 使珠光体量  $\geq 95\%$ 。

配料实例 234 表 1.1-234 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 6140 正时齿轮室盖(重型载重汽车类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 564mm×553mm×68mm, 为盖类结构, 铸件毛重 28.5kg, 主要壁厚 8mm。采用湿型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.30~3.50, Si1.90~2.20, Mn0.60~0.80, P≤0.15, S≤0.12                                       |

## 配 料

| 金属炉料                    |       | 炉 后   |       |      |      |       | 炉前     | 配料成分 (%) | 备 注                    |
|-------------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|--------|----------|------------------------|
|                         |       | 巴西生铁  | 同级回炉  | 废钢   | Si75 | Mn G4 | Si75   |          |                        |
| 化<br>学<br>成<br>分<br>(%) | C     | 4.16  | 3.45  | 0.41 |      |       |        | 3.46     | 出炉温度<br>1420~<br>1450℃ |
|                         | Si    | 2.38  | 2.20  | 0.16 | 76.8 |       | 76.8   | 2.12     |                        |
|                         | Mn    | 0.62  | 0.75  | 0.52 |      | 66.7  |        | 0.76     |                        |
|                         | S     | 0.022 | 0.097 |      |      |       |        | 0.087    |                        |
|                         | P     | 0.085 | 0.065 |      |      |       |        | 0.060    |                        |
| 配<br>比                  | (%)   | 46    | 36    | 18   | 0.2  | 0.4   | 0.4    |          |                        |
|                         | 批重/kg | 138   | 108   | 54   | 0.6  | 1.2   | 1.2    |          |                        |
| 层铁/kg                   |       | 300   |       |      |      |       | 底<br>焦 | 高度/mm    | 1500                   |
| 层焦/kg                   |       | 28    |       |      |      |       |        | 质量/kg    | 380                    |
| 接力焦/kg                  |       |       |       |      |      |       | 石灰石/kg |          | 10                     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口热风冲天炉, 熔化率 4t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 7%、锰烧损 16%、硫增加 90%、磷不变。

2. 炉前, 用快速微型热电偶检测铁液温度, 用碳当量测定仪并结合三角试片断面情况来控制铁液化学成分。采用 75% 硅铁作一次孕育处理。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.44, Si2.13, Mn0.72, P0.063, S0.091;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 226MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 417MPa, 硬度 190HBS;

金相组织: A 型石墨 4~6 级, B 型石墨 < 10%, D 型 + E 型石墨 < 10%, 有少量 C 型石墨。细片状珠光体为基, 铁素体 < 10%, 碳化物 + 磷共晶 < 5%, 且呈弥散分布。

4. 成分含量皆指质量分数。

5. 本配料还适用于重型载重汽车中要求灰铸铁 HT200, 主要壁厚不大于 15mm 的铸件, 如出水管、排气歧管前后段、水泵壳体、水泵叶轮、节温器壳体、离合器外壳、制动室壳体、转向器侧盖、油封座、隔套等铸件。

配料实例 235 表 1.1-235 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 转阀体(重型载重汽车类自卸车液压系统零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 75mm×106mm×117mm, 为圆柱体与矩形体的复合体, 较厚, 易发生缩孔、缩松, 铸件毛重 4.5kg, 要求六面加工及镗孔, 不发生渗漏。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.5, Si1.6~2.0, Mn0.7~1.0, P≤0.15, S≤0.12  |

## 配 料

| 炉料名称     | 钒钛生铁 | 成都生铁 | 灰铁回炉铁 | 废 钢 | 硅 铁  | 锰 铁 |
|----------|------|------|-------|-----|------|-----|
| 配料比例 (%) | 30   | 25   | 35    | 10  | 0.75 | 0.6 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 炉内碳增加约 10%、硅烧损 12%~14%、锰烧损 15%~18%、硫增加 70%~90%、磷不变。

2. 炉前, 用 75% 硅铁孕育, 加入量 0.3%。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.42, Si1.77, Mn0.82, P0.067, S0.09;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  419MPa, 挠度  $f$  4.5mm, 硬度 195HBS;

金相组织: A 型石墨为主, 少量 C 型石墨, 石墨长度 10 级; 珠光体 (体积分数)  $\approx 95\%$ , 磷共晶和碳化物 (体积分数)  $< 1\%$ 。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 236 表 1.1-236 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 支架(铁路内燃机车类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 235mm×218mm×132mm, 为架形结构, 铸件毛重 11kg, 主要壁厚 10mm, 三面加工。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.30~3.50, Si1.70~1.90, Mn0.70~0.90, P≤0.15, S≤0.15                                    |

(续)

| 配 料        |  |     |     |        |        |
|------------|--|-----|-----|--------|--------|
| 炉料名称       | Z14 生铁   | 废 钢 | 旧 铁 | 75% 硅铁 | 60% 锰铁 |
| 配料比例 (%)   | 20   | 14  | 66  | 0.8    | 0.52   |
| 配料计算成分 (%) | C3.00~3.10, Si2.10~2.20, Mn0.90~0.95, P0.100, S0.060 |     |     |        |        |

注：1. 采用熔炼炉类型：小风口热风冲天炉，炉内硅烧损 13%~17%、锰烧损 15%~20%。

2. 炉前，用三角试片检验白口大小，控制铁液成分，用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.40, Si1.90, Mn0.80, P0.100, S0.095；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_b$ 436MPa, 硬度 195HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 237 表 1.1-237 HT200 的灰铸铁配料

| 铸件名称       | 接头体(铁路内燃机车类零件)  |     |     |        |        |
|------------|---|-----|-----|--------|--------|
| 铸件特点       | 铸件主要轮廓尺寸 78mm×60mm, 为箱式结构, 铸件毛重 1kg, 主要壁厚 6mm, 三面加工。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |     |     |        |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.40~3.60, Si1.80~2.00, Mn0.70~0.80, P≤0.15, S≤0.15                            |     |     |        |        |
| 配 料        |   |     |     |        |        |
| 炉料名称       | Z14 生铁  | 废 钢 | 旧 铁 | 75% 硅铁 | 60% 锰铁 |
| 配料比例 (%)   | 20  | 12  | 68  | 1      | 0.4    |
| 配料计算成分 (%) | C3.10~3.20, Si2.10~2.30, Mn0.80~0.85, P0.100, S0.060                            |     |     |        |        |

注：1. 采用熔炼炉类型：小风口热风冲天炉，炉内硅烧损 13%~17%、锰烧损 15%~20%。

2. 炉前，用三角试片检验白口大小，控制铁液成分，用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.50, Si1.70, Mn0.70, P0.100, S0.095；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_b$ 419MPa, 硬度 190HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 238 表 1.1-238 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 缸体件(铁路电力机车类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 240mm×160mm×104mm, 为筒形结构, 铸件毛重 12kg, 主要壁厚 10mm, 承受 1.47MPa, 历时 5min 的风压强度试验, 要求无泄漏。采用湿型湿芯铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.5, Si1.6~2.0, Mn0.7~1.0, S<0.12, P<0.15   |

## 配 料

| 炉料名称        | 炉料成分(%) |           |       |       |       |       |
|-------------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|
|             | C       | Si        | Mn    | S     | P     |       |
| 湘钢生铁        | 4.20    | 2.70      | 0.70  | 0.020 | 0.060 |       |
| 回炉料         | 3.50    | 2.00      | 0.90  | 0.100 | 0.100 |       |
| 废钢          | 0.40    | 0.25      | 0.50  | 0.040 | 0.050 |       |
| 炉料名称        | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |
|             |         | C         | Si    | Mn    | S     | P     |
| 湘钢生铁        | 30      | 1.26      | 0.81  | 0.21  | 0.006 | 0.018 |
| 回炉铁         | 65      | 2.28      | 1.30  | 0.59  | 0.065 | 0.065 |
| 废钢          | 5       | 0.02      | 0.01  | 0.03  | 0.002 | 0.003 |
| 合 计         |         | 3.56      | 2.12  | 0.83  | 0.073 | 0.086 |
| 炉内烧损        |         | -0.28     | -1.48 | -0.21 | 0     | 0     |
| (原铁液)       |         | 3.28      | 0.64  | 0.62  | 0.073 | 0.086 |
| 炉内补加        |         | 0         | +1.16 | +0.23 | 0     | 0     |
| (炉内补加合金后铁液) |         | 3.28      | 1.80  | 0.85  | 0.073 | 0.086 |
| 瞬时孕育        |         | 0         | +0.02 | 0     | 0     | 0     |
| (孕育后铁液)     |         | 3.28      | 1.82  | 0.85  | 0.073 | 0.086 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 三相电弧炉。炉内熔化元素增减率: C-8%, Si-70%, Mn-25%, S、P 不变。

2. 炉内 100kg 炉料加 75% 硅铁 1.72kg, 硅烧损率 10%; 加 70% 锰铁 0.36kg, 锰烧损率 10%

3. 瞬时孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁粉 0.03kg, 吸收率为 80%。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.26, Si1.78, Mn0.83, P0.091, S0.031;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 471MPa, 硬度 218HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于电力机车中要求灰铸铁 HT200 的大缸水和油水分离器上体等铸件。

配料实例 239

表 1.1-239 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 瓦形件(铁路电力机车类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 198mm×80mm×65mm, 为瓦形结构, 铸件毛重 6kg, 主要壁厚 40mm, 要求耐摩擦, 内部组织无疏松现象, 采用湿型合脂芯铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.5~1.8, Mn0.7~1.0, S<0.12, P<0.15   |

## 配 料

| 炉料名称        | 炉料成分(%) |           |       |       |       |       |
|-------------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|
|             | C       | Si        | Mn    | S     | P     |       |
| 湘钢生铁        | 4.20    | 2.70      | 0.70  | 0.020 | 0.060 |       |
| 回炉铁         | 3.50    | 2.00      | 0.90  | 0.100 | 0.10  |       |
| 废钢          | 0.40    | 0.25      | 0.5   | 0.040 | 0.050 |       |
| 炉料名称        | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |
|             |         | C         | Si    | Mn    | S     | P     |
| 湘钢生铁        | 30      | 1.26      | 0.81  | 0.21  | 0.006 | 0.018 |
| 回炉铁         | 65      | 2.28      | 1.30  | 0.59  | 0.065 | 0.065 |
| 废钢          | 5       | 0.02      | 0.01  | 0.03  | 0.002 | 0.003 |
| 合 计         |         | 3.56      | 2.12  | 0.83  | 0.073 | 0.086 |
| 炉内烧损        |         | -0.28     | -1.48 | -0.21 | 0     | 0     |
| (原铁液)       |         | 3.28      | 0.64  | 0.62  | 0.073 | 0.086 |
| 炉内补加        |         | 0         | +1.00 | +0.30 | 0     | 0     |
| (炉内补加合金后铁液) |         | 3.28      | 1.64  | 0.92  | 0.073 | 0.086 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 三相电弧炉。炉内熔化元素增减率: C-8%, Si-70%, Mn-25%, S、P 不变。

2. 炉内 100kg 炉料加 75% 硅铁 1.48kg, 硅烧损率 10%; 加 70% 锰铁 0.48kg, 锰烧损率 10%

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.24, Si1.6, Mn0.89, P0.07, S0.04;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 471MPa, 硬度 225HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于电力机车中要求灰铸铁 HT200 的气缸盖和箱体等铸件, 也适用于机车车辆闸瓦等铸件。



配料实例 240 表 1.1-240 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 板条件(铁路电力机车类零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1500mm×365mm×300mm,为板条状结构,铸件毛重 480kg,主要壁厚 80mm,要求耐磨、承受冲击力和内部组织无疏松现象。采用下型铸造,型腔内放入内冷铁,防止疏松<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.3, Si1.4~1.6, Mn0.8~1.2, S<0.12, P<0.15  |

## 配 料

| 炉料名称        | 炉料成分(%) |           |       |       |       |       |
|-------------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|
|             | C       | Si        | Mn    | S     | P     |       |
| 湘钢生铁        | 4.20    | 2.70      | 0.70  | 0.020 | 0.060 |       |
| 回炉铁         | 3.50    | 2.00      | 0.90  | 0.100 | 0.100 |       |
| 废钢          | 0.40    | 0.25      | 0.50  | 0.040 | 0.050 |       |
| 炉料名称        | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |
|             |         | C         | Si    | Mn    | S     | P     |
| 湘钢生铁        | 25      | 1.05      | 0.68  | 0.18  | 0.005 | 0.015 |
| 回炉铁         | 65      | 2.28      | 1.30  | 0.59  | 0.065 | 0.065 |
| 废钢          | 10      | 0.04      | 0.03  | 0.05  | 0.004 | 0.005 |
| 合 计         |         | 3.37      | 2.01  | 0.82  | 0.074 | 0.085 |
| 炉内烧损        |         | -0.27     | -1.4  | -0.21 | 0     | 0     |
| (原铁液)       |         | 3.10      | 0.61  | 0.61  | 0.074 | 0.085 |
| 炉内补加        |         | 0         | +0.92 | +0.52 | 0     | 0     |
| (炉内补加合金后铁液) |         | 3.10      | 1.53  | 1.13  | 0.074 | 0.085 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 三相电弧炉, 炉内熔化元素增减率: C-8%, Si-70%, Mn-25%, S、P 不变。

2. 炉内 100kg 炉料加 75% 硅铁 1.36kg, 硅烧损率 10%; 加 70% 锰铁 0.83kg, 锰烧损率 10%。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.05, Si1.48, Mn1.05, P0.072, S0.04;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bt}$  412MPa, 硬度 208HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于电力机车中要求灰铸铁 HT200 的工装模具铸铁下模、下模模座和套筒压紧模等铸件。

配料实例 241 表 1.1-241 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 制动缸体(铁路蒸汽机车类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸(400×398×460)mm,为筒形结构,铸件毛重 85kg,主要壁厚 29mm。采用湿型铸造。铸件不进行热处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.4, Si1.6~1.8, Mn0.8~1.0, P≤0.2, S≤0.15                                       |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |           |      |       |       |        |
|---------|---------|-----------|------|-------|-------|--------|
|         | C       | Si        | Mn   | P     | S     |        |
| 本钢生铁    | 4.34    | 1.10      | 0.61 | 0.050 | 0.040 |        |
| 回炉铁     | 3.30    | 1.90      | 1.00 | 0.200 | 0.080 |        |
| 废钢      | 0.30    | 0.25      | 0.60 | 0.050 | 0.050 |        |
| 75%硅铁   | —       | 75        | —    | —     | —     |        |
| 65%锰铁   | —       | —         | 65   | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |      |       |       |        |
|         |         | C         | Si   | Mn    | P     | S      |
| 本钢生铁    | 42      | 1.82      | 0.46 | 0.26  | 0.021 | 0.017  |
| 回炉铁     | 40      | 1.32      | 0.76 | 0.40  | 0.080 | 0.032  |
| 废钢      | 18      | 0.05      | 0.05 | 0.11  | 0.010 | 0.010  |
| 75%硅铁   | 1.0     | —         | 0.75 | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 0.55    | —         | —    | 0.36  | —     | —      |
| 合 计     |         | 3.19      | 2.02 | 1.13  | 0.110 | 0.059  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.16     | -0.3 | -0.23 | +0    | +0.059 |
| (熔化后铁液) |         | 3.35      | 1.72 | 0.9   | 0.110 | 0.118  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 检测结果:

化学成分(%): C3.4, Si1.62, Mn0.81, P0.16, S0.14。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于蒸汽机车中要求灰铸铁 HT200 的各型制动缸体、风泵缸体、加煤机曲轴箱体、加煤机气缸体、气缸前盖、平铁、斜铁等铸件。

配料实例 242 表 1.1-242 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 回动机风缸(铁路蒸汽机车类前进蒸汽机车零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 350\text{mm} \times \phi 254\text{mm} \times 560\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 100kg, 主要壁厚 18mm, 要求耐磨。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | (C 3.10~3.40, Si 1.80~2.20, Mn 0.60~1.00, P $\leq$ 0.20, S $\leq$ 0.15)   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|-------|---------|------|------|-------|-------|
|       | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 生铁    | 4.45    | 1.32 | 0.70 | 0.050 | 0.040 |
| 回炉铁   | 3.20    | 2.00 | 0.65 | 0.120 | 0.080 |
| 废钢    | 0.24    | 0.25 | 0.60 | 0.020 | 0.020 |
| 75%硅铁 | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 65%锰铁 | —       | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 生铁      | 33      | 1.46      | 0.43  | 0.23  | 0.020 | 0.010  |
| 回炉铁     | 47      | 1.50      | 0.94  | 0.28  | 0.060 | 0.040  |
| 废钢      | 20      | 0.04      | 0.05  | 0.02  | 0.010 | 0.004  |
| 75%硅铁   | 1.3     | —         | 0.97  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 0.9     | —         | —     | 0.58  | —     | —      |
| 合 计     |         | 3.0       | 2.39  | 1.11  | 0.090 | 0.054  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.24     | -0.36 | -0.22 | 0     | +0.029 |
| (熔化后铁液) |         | 3.24      | 2.03  | 0.89  | 0.090 | 0.083  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口热风冲天炉, 炉内碳增加 8%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制白口 1~3mm。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 243 表 1.1-243 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | (JK 型三通阀体(铁路客货车车辆类零件))  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸(180×174×164)mm,为阀体类结构,铸件毛重 12kg,主要壁厚 15mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2-3.5, Si1.6-2.0, Mn0.7-0.9, P<0.15, S≤0.12                              |

## 配 料

| 层铁量<br>/kg |      | 金属炉料 /kg |      |       |         |         |
|------------|------|----------|------|-------|---------|---------|
|            |      | 生铁       | 回炉铁  | 废钢    | (75%)硅铁 | (60%)锰铁 |
| 400        |      | 160      | 160  | 80    | 4.8     | 4       |
| 炉料成分(%)    | C    | Si       | Mn   | P     | S       |         |
| 生铁         | 4.13 | 1.78     | 0.16 | 0.170 | 0.036   |         |
| 回炉铁        | 3.45 | 1.70     | 0.75 | 0.125 | 0.103   |         |
| 废钢         | 0.40 | 0.30     | 0.50 | 0.030 | 0.020   |         |
| 配料成分(%)    | 3.08 | 1.76     | 0.74 | 0.124 | 0.060   |         |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风热风冲天炉, 炉内硅烧损 25%、锰烧损 30%。  
 2. 炉前, 用三角试片检验白口宽度, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。  
 3. 检测结果:  
 化学成分 (%): C3.32, Si1.79, Mn0.72, P0.095, S0.099。  
 力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 455MPa, 硬度 207HBS。  
 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 5. 本配料还适用于铁路客货车中要求灰铸铁 HT200 的三通阀下体、风箱盖等铸件。

配料实例 244 表 1.1-244 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 气缸体(船用机械类船用 82 柴油机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 3060mm×1340mm×780mm,结构较复杂,铸件毛重 4.2t,最大壁厚 45mm,最小壁厚 15mm,平均壁厚 26mm,多处要进行机加工。采用干型铸造。铸件要进行人工时效处理。铸件加工后要进行 0.39MPa 的水压试验,5min 不得有渗漏现象<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C2.9-3.3, Si1.7-2.1, Mn0.7-1.0, S<0.12, P<0.2  |

(续)

| 配 料      |          |            |       |       |       |        |
|----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称     | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|          | C        | Si         | Mn    | S     | P     |        |
| 本溪生铁     | 4.20     | 1.40       | 0.56  | 0.024 | 0.045 |        |
| 回炉铁      | 3.20     | 1.80       | 0.80  | 0.040 | 0.090 |        |
| 废钢       | 0.21     | 0.25       | 0.55  | 0.026 | 0.017 |        |
| 77% 硅铁   |          | 77         |       |       |       |        |
| 81.5% 锰铁 |          |            | 81.5  |       |       |        |
| 炉料名称     | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|          |          | C          | Si    | Mn    | S     | P      |
| 本溪生铁     | 25       | 1.05       | 0.35  | 0.14  | 0.006 | 0.011  |
| 回炉铁      | 40       | 1.28       | 0.72  | 0.32  | 0.016 | 0.036  |
| 废钢       | 35       | 0.07       | 0.08  | 0.19  | 0.009 | 0.005  |
| 77% 硅铁   | 0.84     |            | 0.65  |       |       |        |
| 81.5% 锰铁 | 0.79     |            |       | 0.65  |       |        |
| 合 计      |          | 2.40       | 1.80  | 1.30  | 0.031 | 0.052  |
| 炉内熔化增减   |          | +0.75      | -0.30 | -0.40 | 0     | +0.027 |
| (熔化后铁液)  |          | 3.15       | 1.50  | 0.90  | 0.031 | 0.079  |

注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口曲线炉膛热风冲天炉，炉内碳增加 31.2%、硅烧损 16.6%、锰烧损 30.7%、硫增加 51.6%、磷不变。

2. 炉前，用三角试片检验白口深度，控制铁液成分，加入 77% 硅铁孕育，粒度 15~25mm，加入量（质量分数）0.2%~0.4%，吸收率 75% 左右。

3. 检测结果：

力学性能：抗弯强度  $\sigma_{bb}$  530MPa，挠度  $f$  3.2mm，硬度 225HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于船用 82 柴油机中要求灰铸铁 HT200 的飞轮、箱体、前气缸体、填料座等铸件。

配料实例 245 表 1.1-245 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | D <sub>g</sub> 150 阀体(船用机械类 42000t 货轮零件)   |
| 铸件特点      | 铸件结构不复杂,体积比较小,铸件毛重 2~5kg,最大壁厚 20mm,最小壁厚 8mm,法兰及安装阀心部位要进行机加工。采用湿型铸造,铸件要进行人工时效处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C2.9~3.3, Si1.7~2.1, Mn0.7~1.0, S<0.12, P<0.2  |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|---------|---------|------|------|-------|-------|
|         | C       | Si   | Mn   | S     | P     |
| 本溪生铁    | 4.19    | 1.35 | 0.56 | 0.024 | 0.045 |
| 回炉铁     | 3.20    | 1.80 | 0.80 | 0.040 | 0.090 |
| 废钢      | 0.21    | 0.25 | 0.55 | 0.026 | 0.017 |
| 77%硅铁   | —       | 77   | —    | —     | —     |
| 81.5%锰铁 | —       | —    | 81.5 | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |        |       |
|---------|---------|-----------|-------|-------|--------|-------|
|         |         | C         | Si    | Mn    | S      | P     |
| 本溪生铁    | 50      | 2.09      | 0.68  | 0.28  | 0.012  | 0.022 |
| 回炉铁     | 30      | 0.96      | 0.54  | 0.24  | 0.012  | 0.027 |
| 废钢      | 20      | 0.04      | 0.05  | 0.11  | 0.005  | 0.003 |
| 77%硅铁   | 0.57    | —         | 0.44  | —     | —      | —     |
| 81.5%锰铁 | 0.699   | —         | —     | 0.57  | —      | —     |
| 合 计     |         | 3.09      | 1.71  | 1.20  | 0.029  | 0.052 |
| 炉内熔化增减  |         | +0.21     | -0.18 | -0.35 | +0.037 | 0     |
| (熔化后铁液) |         | 3.3       | 1.53  | 0.85  | 0.066  | 0.052 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 炉内碳增加 6.7%、硅烧损 10.58%、锰烧损 29.16%、硫增加 127.5%、磷不变。

2. 炉前, 用 77% 硅铁孕育, 粒度 15~25mm, 加入量 0.2%~0.4%, 吸收率 75% 左右。用三角试片控制白口深度, 一般白口控制在 2mm 左右。

3. 检测结果:

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  448MPa, 挠度  $f$  3.2mm, 硬度 213HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于 42000t 货轮中要求灰铸铁 HT200 的压出阀盖、吸入阀体、轴承架等铸件。

配料实例 246 表 1.1-246 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | O53H 船压盖(船用机械类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件结构较简单, 体积较小, 铸件毛重 1~10kg, 最大壁厚 20mm, 最小壁厚 5mm。采用湿型铸造。铸件要进行人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 靠近灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.4, Si1.9~2.2, Mn0.7~1.0, S<0.12, P<0.2   |

## 配 料

| 炉料名称     | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|----------|---------|------|------|-------|-------|
|          | C       | Si   | Mn   | S     | P     |
| 本溪生铁     | 4.19    | 1.35 | 0.56 | 0.024 | 0.045 |
| 回炉铁      | 3.20    | 1.80 | 0.80 | 0.040 | 0.090 |
| 废钢       | 0.21    | 0.25 | 0.55 | 0.026 | 0.017 |
| 77% 硅铁   | —       | 77   | —    | —     | —     |
| 81.5% 锰铁 | —       | —    | 81.5 | —     | —     |

| 炉料名称     | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |       |       |        |       |
|----------|----------|-----------|-------|-------|--------|-------|
|          |          | C         | Si    | Mn    | S      | P     |
| 本溪生铁     | 50       | 2.09      | 0.67  | 0.28  | 0.012  | 0.022 |
| 回炉铁      | 40       | 1.28      | 0.72  | 0.32  | 0.016  | 0.036 |
| 废钢       | 10       | 0.02      | 0.03  | 0.06  | 0.003  | 0.002 |
| 77% 硅铁   | 0.89     | —         | 0.69  | —     | —      | —     |
| 81.5% 锰铁 | 0.668    | —         | —     | 0.54  | —      | —     |
| 合 计      |          | 3.39      | 2.11  | 1.20  | 0.031  | 0.060 |
| 炉内熔化增减   |          | +0.06     | -0.30 | +0.33 | +0.067 | 0     |
| (熔化后铁液)  |          | 3.45      | 1.81  | 0.87  | 0.098  | 0.060 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 炉内表增加 1.7%、硅烧损 14.2%、锰烧损 27.5%、硫增加 218.9%、磷不变。

2. 炉前, 用 77% 硅铁孕育, 加入量(质量分数) 0.2%~0.4%, 吸收率 75% 左右。用三角试片控制白口深度, 一般白口控制在  $\leq 1\text{mm}$ 。

3. 检测结果:

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  382MPa, 挠度  $f$  2.7mm, 硬度 205HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于 O53H 船用机械中要求靠近灰铸铁 HT200 的间隔环、水盖、水箱端盖等铸件。

配料实例 247 表 1.1-247 HT200 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 凸轮箱罩壳(船用机械类船用 390 柴油机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 3740mm×405mm×360mm, 铸件毛重 860kg, 最大壁厚 50mm, 最小壁厚 15mm, 壁厚相差较大, 且较长, 易发生变形, 所以铸造时两个连在一起做, 采取拉肋的方法, 防止铸件发生变形。铸件要进行人工时效处理。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制 (%) | (C 2.9 - 3.3, Si 1.7 - 2.1, Mn 0.7 - 1.0, P < 0.12, S < 0.2)   |

## 配 料

| 炉料名称     | 炉料成分 (%) |            |       |       |        |       |
|----------|----------|------------|-------|-------|--------|-------|
|          | C        | Si         | Mn    | S     | P      |       |
| 本溪生铁     | 4.19     | 1.35       | 0.56  | 0.024 | 0.045  |       |
| 回炉铁      | 3.20     | 1.80       | 0.80  | 0.040 | 0.090  |       |
| 废钢       | 0.21     | 0.25       | 0.55  | 0.026 | 0.017  |       |
| 77% 硅铁   | —        | 77         | —     | —     | 1.090  |       |
| 81.5% 锰铁 | —        | —          | 81.5  | —     | —      |       |
| 炉料名称     | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |
|          |          | C          | Si    | Mn    | S      | P     |
| 本溪生铁     | 40       | 1.67       | 0.54  | 0.22  | 0.009  | 0.018 |
| 回炉铁      | 30       | 0.96       | 0.54  | 0.24  | 0.012  | 0.027 |
| 废钢       | 30       | 0.06       | 0.08  | 0.17  | 0.007  | 0.005 |
| 77% 硅铁   | 1.09     | —          | 0.85  | —     | —      | —     |
| 81.5% 锰铁 | 0.705    | —          | —     | 0.58  | —      | —     |
| 合 计      |          | 2.69       | 2.01  | 1.21  | 0.028  | 0.050 |
| 炉内熔化增减   |          | +0.59      | -0.30 | -0.35 | +0.059 | 0     |
| (熔化后铁液)  |          | 3.28       | 1.71  | 0.86  | 0.087  | 0.050 |

注: 1. 采用多排小风口曲线炉膛热风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 21.9%、硅烧损 15%、锰烧损 29.1%、磷不变、硫增加 210.7%。

2. 炉前, 用 77% 硅铁孕育, 加入量 0.2%~0.4%, 吸收率 75% 左右, 用三角试片控制白口深度。

3. 检测结果:

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{1b}$  515MPa, 挠度  $f$  3mm, 硬度 220HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于船用 390 柴油机中要求灰铸铁 HT200 的飞轮端盖板、扩压环等铸件。



配料实例 248 表 1.1-248 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 导滑板(船用机械类船用 5L60MCE 柴油机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 2466mm×170mm×150mm,为框架形结构,铸件毛重 400kg,主要壁厚为 14 和 45mm,上面和左面为加工面 采用水玻璃砂型铸造 铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.5~1.8, Mn0.7~0.9, P<0.3, S<0.12  |

## 配 料

| 炉料名称     | L04 生铁 | 废 铁 | 废 钢 | 75% 硅铁 | 75% 锰铁 |
|----------|--------|-----|-----|--------|--------|
| 配料比例 (%) | 40     | 40  | 20  | 1      | 1      |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用 75% 硅铁孕育, 加入量 0.3%, 吸收率 65%, 严格控制三角白口深度和浇注温度, 三角白口 4mm 左右。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.32, Si1.6, Mn0.92, P<0.02, S<0.08。

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  255MPa, 硬度 217HBS。

4. 配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于船用 5L60MCE 柴油机中要求灰铸铁 HT200 的滑块及轴瓦等铸件。

配料实例 249 表 1.1-249 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 边粘轮(船用机械类绞吸式挖泥船零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1450\text{mm} \times 820\text{mm}$ ,为环盘形结构,壁厚不均匀,铸件毛重 2.3t,主加工面为最厚处约 75mm,次加工面如粘盘只有 30mm。绞吸式挖泥船是通过该件传动力来升降及固定铅鼻(铅鼻为挖泥船定位装置)。从该件工作条件来看,要求具有一定的强度、组织致密、铸造性能好。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.15~3.35, Si1.8~2.0, Mn0.9~1.10, P≤0.12, S≤0.12  |

(续)

| 配 料     |             |            |       |       |       |        |
|---------|-------------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称    | 炉 料 成 分 (%) |            |       |       |       |        |
|         | C           | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 巴西生铁    | 3.88        | 2.20       | 0.80  | 0.043 | 0.014 |        |
| 普通回炉铁   | 3.45        | 2.97       | 0.54  | 0.110 | 0.022 |        |
| 废钢      | 0.18        | 0.20       | 0.48  | 0.018 | 0.032 |        |
| 75%硅铁   | —           | 73         | —     | —     | —     |        |
| 低碳锰铁    | —           | —          | 82.70 | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%)    | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|         |             | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁    | 40          | 1.55       | 0.88  | 0.32  | 0.017 | 0.006  |
| 普通回炉铁   | 35          | 1.20       | 1.04  | 0.19  | 0.039 | 0.007  |
| 废钢      | 25          | 0.05       | 0.05  | 0.12  | 0.004 | 0.008  |
| 75%硅铁   | 0.5         | —          | 0.36  | —     | —     | —      |
| 低碳锰铁    | 1.0         | —          | —     | 0.83  | —     | —      |
| 合 计     |             | 2.80       | 2.33  | 1.46  | 0.060 | 0.021  |
| 炉内熔化增减  |             | +0.45      | -0.54 | -0.35 | 0     | +0.021 |
| (原铁液)   |             | 3.25       | 1.79  | 1.11  | 0.060 | 0.042  |
| 孕育吸收    |             | —          | +0.06 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |             | 3.25       | 1.85  | 1.11  | 0.060 | 0.042  |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距热风冲天炉，炉内碳增加 28%、硅烧损 23%、锰烧损 24%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉外孕育：100kg 铁液加 75% 硅铁 0.1kg，吸收率的 80%。

3. 炉前，用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分。如果铁液三角白口过大，可冲入 75% 硅铁加以调整。如果白口太小此时若温度允许可冲入锰铁加以补救。通常只要断口情况合格，铸铁的性能仍会符合要求，可不必另行调整。

4. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.30，Si1.86，Mn1.18，P0.085，S0.078；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  305MPa，硬度 201HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于船用柴油机、蒸汽机中要求灰铸铁 HT200 的轴承座、轴承盖、排气管、各种滑阀、填料函本体、壳体、滤器体筒、缸体、导缆钳、蜗轮毅等铸件。

配料实例 250 表 1.1-250 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 开闭卷筒(港口机械类港口 5t40M 装卸车桥零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 522\text{mm} \times 1200\text{mm}$ , 为滚筒形结构, 主要壁厚 43mm, 铸件毛重 683kg, 除内壁外都要求加工。采用干型铸造。铸件要求时效处理, 在绳槽部分不得有任何铸造缺陷<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.5~1.8, Mn0.8~1.0, P<0.15, S $\leq$ 0.12   |

## 配 料

| 炉料配合      |             |            | 化 学 成 分 (%) |          |          |          |  |          | 层焦重      |          | 石灰石      |          |   |
|-----------|-------------|------------|-------------|----------|----------|----------|--|----------|----------|----------|----------|----------|---|
|           |             |            | C           |          | Si       |          | Mn                                       |          |          |          |          |          | P |
| 名 称       | 每层配<br>用/kg | 占层铁<br>(%) | 原料<br>含量    | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量                                 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 |   |
| 邢台生铁      | 50          | 20         | 3.850       | 773.020  | 600.110  | 0.020    | 0.0670                                   | 0.0130   | 0.0220   | 0.004    | 22kg     | 批 8kg    |   |
| 水城生铁      | 75          | 30         | 3.901       | 172.840  | 850.650  | 0.200    | 0.0750                                   | 0.023    | 0.040    | 0.012    |          |          |   |
| 回炉铁       | 25          | 10         | 3.200       | 321.700  | 170.900  | 0.090    | 0.1200                                   | 0.012    | 0.100    | 0.010    |          |          |   |
| 旧机铁       | 50          | 20         | 3.400       | 682.000  | 400.700  | 0.140    | 0.0900                                   | 0.018    | 0.110    | 0.022    |          |          |   |
| 废钢        | 50          | 20         | 0.400       | 0.080    | 250.050  | 0.400    | 0.080                                    | 0.0400   | 0.008    | 0.040    | 0.009    |          |   |
| 计:        | 250kg       | 100        |             |          |          |          |  |          |          |          |          |          |   |
| 合 计       |             |            | 3.02        |          | 2.07     |          | 0.53                                     |          | 0.074    |          | 0.057    |          |   |
| 熔化增减(%)   |             |            | +10         |          | -15      |          | -20                                      |          | 0        |          | +50      |          |   |
| 应得成分(%)   |             |            | 3.32        |          | 1.76     |          | 0.42                                     |          | 0.074    |          | 0.086    |          |   |
| 炉内附加      |             |            |             |          |          |          | 批加<br>MnO <sup>2</sup><br>Mn-Fe<br>2.2kg |          |          |          |          |          |   |
|           | 熔化增减(%)     |            |             |          |          |          | -25                                      |          |          |          |          |          |   |
|           | 应得成分(%)     |            |             |          |          |          | 0.53                                     |          |          |          |          |          |   |
| 合计理论成分(%) |             |            | 3.32        |          | 1.76     |          | 0.95                                     |          | 0.074    |          | 0.086    |          |   |
| 化验实际成分(%) |             |            | 3.28        |          | 1.80     |          | 0.99                                     |          | 0.066    |          | 0.10     |          |   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口热风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分(%): 见本表。

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  430MPa, 硬度 204HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于港口机械中要求灰铸铁 HT200 的旋转、起升、变幅机构中的铸件。

配料实例 251 表 1.1-251 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 气缸体(小型柴油机类 EM195 型柴油机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 530mm×318mm×184mm, 为箱体结构, 铸件毛重 48kg, 壁厚均为(6±0.8)mm, 加工要求高。采用湿型流水线铸造。铸件要求人工时效处理。要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.5, Si1.5~2.0, Mn0.7~1.0, P<0.15, S≤0.12  |

## 配 料

| 炉料名称            | 炉料成分(%) |           |       |       |       |       |
|-----------------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|
|                 | C       | Si        | Mn    | P     | S     |       |
| 渡口生铁            | 4.20    | 0.25      | 0.21  | 0.075 | 0.065 |       |
| 本溪生铁            | 4.12    | 1.42      | 0.65  | 0.050 | 0.026 |       |
| 成都生铁            | 4.47    | 2.44      | 0.53  | 0.200 | 0.014 |       |
| 回炉生铁            | 3.30    | 2.00      | 0.80  | 0.100 | 0.090 |       |
| 废钢              | 0.40    | 0.30      | 0.30  | 0.020 | 0.020 |       |
| 硅铁(75%)         | —       | 75        | —     | —     | —     |       |
| 锰铁(65%)         | —       | —         | 65    | —     | —     |       |
| 炉料名称            | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |
|                 |         | C         | Si    | Mn    | P     | S     |
| 渡口生铁            | 10      | 0.42      | 0.03  | 0.02  | 0.008 | 0.007 |
| 本溪生铁            | 10      | 0.41      | 0.14  | 0.07  | 0.005 | 0.003 |
| 成都生铁            | 20      | 0.89      | 0.49  | 0.11  | 0.040 | 0.003 |
| 回炉生铁            | 40      | 1.32      | 0.80  | 0.32  | 0.040 | 0.036 |
| 废钢              | 20      | 0.08      | 0.06  | 0.06  | 0.010 | 0.004 |
| 硅铁(75%)         | 0.5     | —         | 0.38  | —     | —     | —     |
| 锰铁(65%)         | 0.7     | —         | —     | 0.45  | —     | —     |
| 合 计             |         | 3.12      | 1.90  | 1.03  | 0.103 | 0.053 |
| 熔化元素增减<br>(原铁液) |         | +0.16     | -0.37 | -0.21 | 0     | 0.053 |
| 炉外孕育吸收          |         | 3.28      | 1.53  | 0.82  | 0.103 | 0.106 |
| (孕育后铁液)         |         | —         | +0.15 | —     | —     | —     |
|                 |         | 3.28      | 1.68  | 0.82  | 0.103 | 0.106 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口热风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小控制成分和铸件的力学性能。用 75% 硅铁进行孕育处理, 加入量 0.25%, 吸收率为 80%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于 EM195 型柴油机中要求灰铸铁 HT200 的其他铸铁件, 但视壁厚不同, 炉前严格按照规定控制三角试片。

配料实例 252 表 1.1-252 HT200 的灰铸铁配料

|               |   |
|---------------|---|
| 铸件名称          | 气缸体(汽油机类 AK-10 汽油起动机零件)                                       |
| 铸件特点          | 铸件为带水套的缸筒类结构,铸件毛重 11.5kg,壁厚 5~13mm,采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分<br>控制(%) | C3.3~3.6, Si1.8~2.2, Mn0.5~0.7, P<0.12, S<0.12                |

## 配 料

|             |        |     |     |        |        |
|-------------|--------|-----|-----|--------|--------|
| 炉料名称        | Z14 生铁 | 回炉铁 | 废 钢 | 75% 硅铁 | 45% 锰铁 |
| 配料比例<br>(%) | 35     | 50  | 15  | 1.25   | 0.4    |

- 注: 1. 采用三排大风口热风冲天炉熔炼, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 8%、硅烧损 20%、  
锰烧损 25%、磷不变、硫增加 100%。  
2. 炉前, 用 75% 硅铁进行孕育, 用三角试片检验白口大小。  
3. 检测结果:  
力学性能: 抗弯强度 417MPa。  
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 253 表 1.1-253 HT200 的灰铸铁配料

|               |  |
|---------------|--|
| 铸件名称          | 固定体(五金工具类平口钳零件)  |
| 铸件特点          | 铸件轮廓尺寸 530mm×250mm×150mm, 为槽形结构, 铸件毛重 37kg, 主要壁<br>厚 30mm。采用湿型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分<br>控制(%) | C3.0~3.2, Si1.8~2.0, Mn0.8~1.0, P<0.15, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称 | 炉 料 成 分 (%) |      |      |       |       |
|------|-------------|------|------|-------|-------|
|      | C           | Si   | Mn   | P     | S     |
| 张店生铁 | 4.00        | 2.00 | 0.85 | 0.085 | 0.030 |
| 回炉铁  | 3.10        | 1.90 | 0.90 | 0.070 | 0.085 |

(续)

| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |       |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
|         | C        | Si         | Mn    | P     | S     |       |
| 废钢      | 0.30     | 0.30       | 0.50  | 0.030 | 0.030 |       |
| 75%硅铁   | —        | 75         | —     | —     | —     |       |
| 65%锰铁   | —        | —          | 65    | —     | —     |       |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S     |
| 张店生铁    | 40       | 1.60       | 0.80  | 0.34  | 0.034 | 0.012 |
| 回炉铁     | 40       | 1.24       | 0.76  | 0.36  | 0.028 | 0.034 |
| 废钢      | 20       | 0.06       | 0.06  | 0.10  | 0.006 | 0.006 |
| 75%硅铁   | 0.5      | —          | 0.38  | —     | —     | —     |
| 65%锰铁   | 0.5      | —          | —     | 0.33  | —     | —     |
| 合 计     |          | 2.90       | 2.00  | 1.13  | 0.068 | 0.05  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.23      | -0.30 | -0.23 | ±0    | +0.04 |
| (原铁液)   |          | 3.13       | 1.70  | 0.90  | 0.068 | 0.09  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.34 | —     | —     | —     |
| (孕育后铁液) |          | 3.13       | 2.04  | 0.90  | 0.068 | 0.09  |

注：1. 采用多排小风口曲线炉膛热风冲天炉熔炼，炉内碳增加 8%、硅烧损 15%、锰烧损 20%，磷不变、硫增加 80%。

2. 炉前，采用 75% 硅铁孕育，粒度 2~6mm，加入量 2% 左右，使用冲入法均匀的加入出铁槽内，加入时间为出铁时间的 3/4 左右。

3. 炉前，用三角试片观察断面白口宽度，控制铁液中的化学成分变化，白口宽度应在 4~6mm 范围内。如果白口宽度高于要求，可以在铁液包中补加孕育剂；如果低于要求，可以补加原铁液，直至白口宽度合格为止。

4. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.21，Si1.86，Mn0.91，P<0.15，S0.072。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于五金工具中要求灰铸铁 HT200 的燕尾式平口钳、可倾式平口钳、叶片油泵体等铸件。

配料实例 254 表 1.1-254 HT200 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 铸铁碓窝(生活用品类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 105mm×105mm×9.5mm, 为锅形结构, 铸件毛重 1.5kg, 主要壁厚 4mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.6, Si1.9~2.2, Mn0.6~0.9, S≤0.12, P≤0.2                                     |

## 配 料

| 炉料名称                | 炉料成分(%) |           |       |       |        |       |
|---------------------|---------|-----------|-------|-------|--------|-------|
|                     | C       | Si        | Mn    | S     | P      |       |
| Z18 <sup>#</sup> 生铁 | 3.90    | 1.90      | 0.60  | 0.030 | 0.190  |       |
| 回炉料                 | 3.40    | 2.00      | 0.70  | 0.050 | 0.180  |       |
| 废钢                  | 0.45    | 0.30      | 0.50  | 0.030 | 0.030  |       |
| 45%硅铁               | —       | 45        | —     | —     | —      |       |
| 65%锰铁               | —       | —         | 65    | —     | —      |       |
| 炉料名称                | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |        |       |
|                     |         | C         | Si    | Mn    | S      | P     |
| Z18 <sup>#</sup> 生铁 | 50      | 1.95      | 0.95  | 0.30  | 0.020  | 0.100 |
| 回炉料                 | 40      | 1.36      | 0.80  | 0.28  | 0.030  | 0.070 |
| 废钢                  | 10      | 0.05      | 0.03  | 0.05  | 0.000  | 0.000 |
| 45%硅铁               | 1.2     | —         | 0.54  | —     | —      | —     |
| 65%锰铁               | 0.6     | —         | —     | 0.39  | —      | —     |
| 合 计                 |         | 3.36      | 2.32  | 1.02  | 0.060  | 0.170 |
| 炉内熔化增减              |         | +0.14     | -0.35 | -0.25 | +0.030 | 0     |
| (熔化后铁液)             |         | 3.50      | 1.97  | 0.77  | 0.090  | 0.170 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 炉内碳增加 4%、硅烧损 15%、锰烧损 25%、硫增加 50%、磷不变。
2. 炉前, 观察铁液火花及颜色, 用三角试片检查白口大小, 并视具体情况用 75% 硅铁调软铁液。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
4. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT200 的其他各种规格铸铁碓窝铸件。

配料实例 255 表 1.1-255 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 阀体(水暖器材类 $1/2$ "截止阀零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸(78×42×60)mm,铸件毛重0.41kg,主要壁厚≈3mm,要求水密性好,采用金属型铸造。铸件要求退火处理<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT200 |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.5, Si1.6~2, Mn0.7~0.9, P<0.15, S≤0.12                                       |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|         | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 首钢生铁    | 4.10    | 1.70      | 0.80  | 0.070 | 0.030 |        |
| 回炉料     | 3.20    | 2.00      | 0.70  | 0.053 | 0.032 |        |
| 废钢      | 0.30    | 0.30      | 0.50  | 0.030 | 0.030 |        |
| 硅铁      | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 锰铁      | —       | —         | 75    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 首钢生铁    | 45      | 1.85      | 0.77  | 0.36  | 0.032 | 0.014  |
| 回炉料     | 45      | 1.44      | 0.90  | 0.32  | 0.024 | 0.014  |
| 废钢      | 10      | 0.03      | 0.03  | 0.05  | 0.003 | 0.003  |
| 硅铁      | 0.6     | —         | 0.45  | —     | —     | —      |
| 锰铁      | 0.4     | —         | —     | 0.30  | —     | —      |
| 合 计     |         | 3.32      | 2.15  | 1.03  | 0.059 | 0.031  |
| 炉内熔化增减  |         | +0.1      | -0.32 | -0.20 | 0     | +0.016 |
| (熔化后铁液) |         | 3.42      | 1.83  | 0.83  | 0.059 | 0.047  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口曲线炉膛冲天炉, 熔化率 1.5t/h, 炉内碳增加 3%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 检测结果:

化学成分(%): C3.3, Si1.97, Mn0.87, P0.043, S0.033;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 235MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bk}$ 412MPa, 硬度 221HBS。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于水暖器材中要求灰铸铁 HT200 的截止阀阀盖等铸件。



配料实例 256

表 1.1-256 HT200 的灰铸铁配料

|   |  |            |       |      |      |      |
|---|--|------------|-------|------|------|------|
| 已知条件  | <p>有一批灰铸铁件平均壁厚为 20mm, 要求牌号为 HT200, 要求铁液成分 (%) 为: C3.5、Si1.8、Mn0.8、P0.2、S0.1, 所用炉料的化学成分及熔炉中各元素的烧损率见下表:</p>  |            |       |      |      |      |
|   | 炉料   | 炉料化学成分 (%) |       |      |      |      |
|   |  | C          | Si    | Mn   | P    | S    |
|   | 新生铁 (A)  | 4.20       | 2.00  | 0.70 | 0.10 | 0.03 |
|   | 回炉料 (B)  | 3.36       | 1.90  | 0.78 | 0.20 | 0.10 |
|   | 废钢 (B)   | 0.20       | 0.36  | 0.80 | 0.08 | 0.03 |
| 硅铁 (F)  |  | 75.30      |       |      |      |      |
| 锰铁 (M)  |  |            | 67.51 |      |      |      |
| 元素  | C  | Si         | Mn    | P    | S    |      |
| 炉内烧损率 (%)   | +5   | -15        | -20   | 0    | +50  |      |
| 配 料   |  |            |       |      |      |      |
| 配料计算  | <p>第一步: 计算出炉料中应配入的元素质量分数 (<math>C_{\text{炉料}}</math>, <math>Si_{\text{炉料}}</math>, <math>Mn_{\text{炉料}}</math>, <math>P_{\text{炉料}}</math>, <math>S_{\text{炉料}}</math>):</p> |            |       |      |      |      |
|   | $C_{\text{炉料}} = \frac{C_{\text{铸铁件}}}{1 + \eta_C} = \frac{3.50\%}{1 + 5\%} = 3.33\%$  |            |       |      |      |      |
|   | $Si_{\text{炉料}} = \frac{Si_{\text{铸铁件}}}{1 + \eta_{Si}} = \frac{1.80\%}{1 + (-15\%)} = 2.12\%$   |            |       |      |      |      |
|   | $Mn_{\text{炉料}} = \frac{Mn_{\text{铸铁件}}}{1 + \eta_{Mn}} = \frac{0.80\%}{1 + (-20\%)} = 1.00\%$   |            |       |      |      |      |
|   | $P_{\text{炉料}} = \frac{P_{\text{铸铁件}}}{1 + \eta_P} = \frac{0.20\%}{1 + 0\%} = 0.20\%$  |            |       |      |      |      |
|   | $S_{\text{炉料}} = \frac{S_{\text{铸铁件}}}{1 + \eta_S} = \frac{0.10\%}{1 + 50\%} = 0.067\%$  |            |       |      |      |      |
|   | <p>第二步, 按已知条件初步确定废钢加入 (B): <math>B = 15\%</math></p>   |            |       |      |      |      |
|   | <p>第三步, 应用代数方法计算出新生铁和回炉铁的加入质量分数 (A 和 B):</p>   |            |       |      |      |      |
|   | <p>设新生铁加入质量分数 (A) 为 X</p>  |            |       |      |      |      |
|   | <p>则回炉铁加入质量分数 (B) 为 <math>(100\% - B - X) = (100\% - 15\% - X) = (85\% - X)</math></p>   |            |       |      |      |      |
| <p>因为, 新生铁配入的碳质量分数 (<math>C_{\text{炉料A}}</math>) 为:</p> |  |            |       |      |      |      |
| $C_{\text{炉料A}} = C_A \cdot A = 4.20\% X$               |  |            |       |      |      |      |
| <p>回炉铁配入的碳质量分数 (<math>C_{\text{炉料B}}</math>) 为:</p>     |  |            |       |      |      |      |
| $C_{\text{炉料B}} = C_B \cdot B = 3.36\% (85\% - X)$      |  |            |       |      |      |      |

(续)

## 配 料

而,废钢配入的碳( $C_{\text{炉料B}}$ )为:

$$C_{\text{炉料B}} = C_B \cdot B = 0.20\% \times 15\% = 0.03\%$$

因此,整个炉料配入的碳质量分数( $C_{\text{炉料}}$ )为:

$$C_{\text{炉料}} = C_{\text{炉料A}} + C_{\text{炉料B}} + C_{\text{炉料B}}$$

$$\text{即} \quad 3.33\% = 4.20\% X + 3.36\% (85\% - X) + 0.03\% \\ X = 52\%$$

得:新生铁加入(A)为52%

回炉铁加入(B)为 $(85\% - X) = (85\% - 52\%) = 33\%$

第四步,核算硅、锰量以便确定铁合金加入( $\Gamma$ 和 $\Delta$ ):

核算硅量,确定硅铁加入( $\Gamma$ ):

由新生铁、回炉铁和废钢配入的硅( $Si_{\text{炉料}}$ ):

$$\begin{aligned} Si_{\text{炉料}} &= Si_{\text{炉料A}} + Si_{\text{炉料B}} + Si_{\text{炉料B}} \\ &= Si_A \cdot A + Si_B \cdot B + Si_B \cdot B \\ &= 2.00\% \times 52\% + 1.90\% \times 33\% + 0.36\% \times 15\% \\ &= 1.72\% \end{aligned}$$

要求炉料应配入的硅( $Si_{\text{炉料}}$ ):

$$Si_{\text{炉料}} = 2.12\%$$

尚缺硅量,可加入硅铁补充,即硅铁加入( $\Gamma$ ):

$$\Gamma = \frac{Si_{\text{炉料}} - Si_{\text{炉料}}}{Si_{\Gamma}} = \frac{2.12\% - 1.72\%}{75.30\%} = 0.60\%$$

核算锰量,确定锰铁加入质量分数( $\Delta$ ):

由新生铁、回炉铁和废钢配入的锰( $Mn_{\text{炉料}}$ ):

$$\begin{aligned} Mn_{\text{炉料}} &= Mn_{\text{炉料A}} + Mn_{\text{炉料B}} + Mn_{\text{炉料B}} \\ &= Mn_A \cdot A + Mn_B \cdot B + Mn_B \cdot B \\ &= 0.70\% \times 52\% + 0.78\% \times 33\% + 0.80\% \times 15\% \\ &= 0.74\% \end{aligned}$$

要求炉料应配入的锰( $Mn_{\text{炉料}}$ ):

$$Mn_{\text{炉料}} = 1.00\%$$

尚缺锰量,可加入锰铁补充,即锰铁加入( $\Delta$ ):

$$\Delta = \frac{Mn_{\text{炉料}} - Mn_{\text{炉料}}}{Mn_{\Delta}} = \frac{1.00\% - 0.74\%}{67.51\%} = 0.39\%$$

配料计算

(续)

| 配 料  |  |
|------|--|
| 配料计算 | <p>第五步,核算磷、硫量是否在要求范围内。</p> <p>核算磷量</p> <p>由前面计算得知,允许炉料配入的磷(<math>P_{\text{炉料}}</math>):</p> $P_{\text{炉料}} = 0.20\%$ <p>由新生铁、回炉铁和废钢配入的磷(<math>P_{\text{炉料}}</math>):</p> $\begin{aligned} P_{\text{炉料}} &= P_{\text{炉料A}} + P_{\text{炉料B}} + P_{\text{炉料C}} \\ &= P_A \cdot A + P_B \cdot B + P_C \cdot C \\ &= 0.10\% \times 52\% + 0.20\% \times 33\% + 0.08\% \times 15\% \\ &= 0.13\% \end{aligned}$ <p>由于 <math>P_{\text{炉料}} &lt; P_{\text{炉料}}</math></p> <p>可见,炉料中配入的磷量已控制在要求的范围内。</p> <p>核算硫量</p> <p>由前面计算得知,允许炉料配入的硫(<math>S_{\text{炉料}}</math>):</p> $S_{\text{炉料}} = 0.067\%$ <p>由新生铁、回炉铁和废钢配入的硫(<math>S_{\text{炉料}}</math>):</p> $\begin{aligned} S_{\text{炉料}} &= S_{\text{炉料A}} + S_{\text{炉料B}} + S_{\text{炉料C}} \\ &= S_A \cdot A + S_B \cdot B + S_C \cdot C \\ &= 0.03\% \times 52\% + 0.10\% \times 33\% + 0.03\% \times 15\% \\ &= 0.053\% \end{aligned}$ <p>由于 <math>S_{\text{炉料}} &lt; S_{\text{炉料}}</math></p> <p>可见,炉料中配入的硫量已控制在要求的范围内。</p> <p>注意,如果在核算时发现,炉料配入的硅锰量已超出应配入的量,或炉料配入的磷硫量已超出应控制的量,则需及时调整废钢、新生铁和回炉铁的加入量比例,重新计算使之满足所要求。</p> |
| 配料比例 | <p>通过上述计算,可得出所用炉料的加入量如下:</p> <p>新生铁 52%,回炉铁 33%,废钢 15%,硅铁 0.60%,锰铁 0.39%</p> <p>假如每批炉料量为 100kg,则各种炉料量如下:</p> <p>新生铁 <math>100 \times 52\% = 52\text{kg}</math></p> <p>回炉铁 <math>100 \times 33\% = 33\text{kg}</math></p> <p>废 钢 <math>100 \times 15\% = 15\text{kg}</math></p> <p>硅 铁 <math>100 \times 0.60\% = 0.6\text{kg}</math></p> <p>锰 铁 <math>100 \times 0.39\% = 0.39\text{kg}</math></p>  |

注: 1. 元素烧损率又称元素增减率。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 257 表 1.1-257 HT200 的灰铸铁配料

|  |  |           |         |         |       |         |
|--|--|-----------|---------|---------|-------|---------|
| 已知条件   | ①灰铸铁 HT200 的要求成分(%): C2.9~3.1, Si1.40~1.63, Mn0.60~1.63, P<0.2, S<0.12 |           |         |         |       |         |
|  | ②金属炉料化学成分, 见下表:  |           |         |         |       |         |
|  | 炉料名称   | 炉料化学成分(%) |         |         |       |         |
|  |  | C         | Si      | Mn      | P     | S       |
| 回炉铁  | 3.30   | 2.00      | 0.60    | 0.150   | 0.120 |         |
| 新生铁  | 4.14   | 1.71      | 0.83    | 0.063   | 0.027 |         |
| 废钢   | 0.40   | 0.30      | 0.50    | 0.030   | 0.020 |         |
| 硅铁   | —  | 45        | —       | —       | —     |         |
| 锰铁   | —  | —         | 60      | —       | —     |         |
| 配料计算   | ③炉内熔化元素增减率, 见下表:   |           |         |         |       |         |
|  | 元素名称   | C         | Si      | Mn      | P     | S       |
|  | 增减率(%)   | +5~+8     | -20~-15 | -30~-20 | 0     | +60~+80 |
| 配 料  |  |           |         |         |       |         |
| 用试算法进行灰铸铁 HT200 的配料:   |  |           |         |         |       |         |
| ①确定回炉料配比为 40%  |  |           |         |         |       |         |
| ②算出炉料碳含量:  |  |           |         |         |       |         |
| $w_{\text{C 炉料}} = \frac{w_{\text{C 铁液}}}{1+5\%} = \frac{3.0\%}{1.05} \approx 2.86\%$                        |  |           |         |         |       |         |
| ③计算废钢及新生铁加入量:  |  |           |         |         |       |         |
| 设废钢用量为 X, 新生铁用量为 Y   |  |           |         |         |       |         |
| 则  |  |           |         |         |       |         |
| $\begin{cases} 3.3\% \times 40\% + 4.14\% + Y + 0.4\% \times X = 2.86\% \\ X + Y + 40\% = 100\% \end{cases}$ |  |           |         |         |       |         |
| 解方程式后得 X≈25% Y≈35%   |  |           |         |         |       |         |
| 即废钢加入量为 25%, 新生铁加入量为 35%。  |  |           |         |         |       |         |
| ④计算硅铁、锰铁加入量:   |  |           |         |         |       |         |
| 硅铁加入量 = $\frac{\text{炉料应加入的硅量} - \text{金属炉料所含硅量}}{\text{硅铁含硅量}}$   |  |           |         |         |       |         |
| $= \frac{1.5\%}{1-15\%} - (2.0\% \times 40\% + 1.71\% \times 35\% + 0.3\% \times 25\%)$                      |  |           |         |         |       |         |
| = 45%  |  |           |         |         |       |         |
| = 0.64%  |  |           |         |         |       |         |
| 锰铁加入量 = $\frac{\text{炉料应加入的锰量} - \text{金属炉料所含锰量}}{\text{锰铁含锰量}}$   |  |           |         |         |       |         |
| $= \frac{0.8\%}{1-20\%} - (0.6\% \times 40\% + 0.83\% \times 35\% + 0.5\% \times 25\%)$                      |  |           |         |         |       |         |
| = 60%  |  |           |         |         |       |         |
| = 0.575%   |  |           |         |         |       |         |

(续)

| 配 料  |   |
|------|---|
| 配料计算 | ⑤核算磷、硫是否超出要求(质量分数)<br>$P = 0.15\% \times 40\% + 0.063\% \times 35\% + 0.03\% \times 25\% - 0.09\%$ $S = (0.12\% \times 40\% + 0.027\% \times 35\% + 0.02\% \times 25\%) \times (1 + 80\%) = 0.113\%$ 符合要求 |
| 配料比例 | 计算确定的炉料配料比例为:<br>废钢 25%; 新生铁 35%; 回炉铁 40%; 硅铁 0.64%; 锰铁 0.58%   |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 258 表 1.1-258 HT200 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 问题提出      | 原预定灰铸铁 HT200 的成分(%)为 C3.2, Si2.0, P0.15, 为了适合现有材料, 想把成分改为 C3.4, P0.10, 在不影响原定物理性能的条件下, Si 应为多少?  |
| Si 的调整    | 按碳当量公式计算:<br>$CE = [3.2 + 0.3(2.0 + 0.15)]\% = 3.845\%$ 为了保持铸铁物理性能相等, 调整前后的 CE 不变,<br>$CE = 3.845\% = 3.4\% + 0.3(Si + 0.1)\%$ $w_S = \frac{3.845 - (3.4 + 0.03)}{0.3}\%$ $= \frac{0.415}{0.3} = 1.38\%$ |
| 调整后的成分(%) | C3.4, Si1.38, P0.1   |

注: 1. 配料成分的调整:

根据铸件的壁厚确定好铁液的化学成分以后, 就应考虑利用已有的生铁和废钢进行配料计算。如果调整生铁或废钢的比例, 达不到预定成分中的 C、Si 量, 可在保证碳当量的条件下进行 C、Si 量的调整。

$$\text{碳当量 } CE = w_C\% + 0.3w_{(S+P)}\%$$

2. 上面仅涉及 C、Si、P 三个元素, 其余 S 或 Mn 在某些情况下超过原预定要求时, 应以调整保持 S、Mn 二者相互作用生成硫化锰为度, 虽然 MnS 渗杂在铸铁中无益, 但因含量不多时对铸铁物理性能影响很小。S、Mn 任何一方过多都会使铸铁变硬, 影响材质物理性能。S 过多生成 FeS; Mn 过多生成 Mn<sub>3</sub>C, 并且 Mn<sub>3</sub>C 常与 Fe<sub>2</sub>C 结合在一起形成含锰的碳化物 (FeMn)<sub>3</sub>C, 它们均使铸铁硬度增加。

S、Mn 平衡量可按式确定:

$$w_{Mn} = 1.7S\% + 0.35\%$$

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 259 表 1.1-259 HT200 的灰铸铁配料

|             |   |          |       |      |      |      |
|-------------|---|----------|-------|------|------|------|
| 已知条件        | 有一批灰铸铁件平均壁厚为 40mm, 要求灰铸铁牌号为 HT200, 要求铁液成分 (%) 为: $w_C$ 3.3、 $w_S$ 1.6、 $w_{Mn}$ 0.9、 $w_P$ 0.14、 $w_S$ 0.1, 所用炉料的化学成分及熔炉中各元素的烧损率见下表, 要求计算出所用炉料的加入质量分数(用查表法) |          |       |      |      |      |
|             | 炉料  | 化学成分 (%) |       |      |      |      |
|             |   | C        | Si    | Mn   | P    | S    |
|             | 新生铁 (A)   | 4.30     | 1.60  | 0.70 | 0.10 | 0.03 |
|             | 回炉铁 (B)   | 3.30     | 1.60  | 0.90 | 0.12 | 0.09 |
|             | 废钢 (B)  | 0.20     | 0.30  | 0.80 | 0.08 | 0.03 |
| 硅铁 (Γ)      |   | 46.00    | 75.00 |      |      |      |
| 锰铁 (Γ)      |   |          |       |      |      |      |
| 元素          | C   | Si       | Mn    | P    | S    |      |
| 熔炉中的烧损率 (%) | +5  | -15      | -20   | 0    | +50  |      |

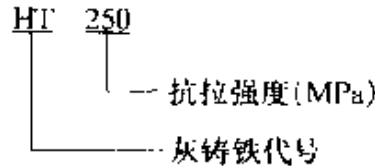
## 配 料

|   | 查表配料的步骤和方法   | 炉料<br>配比   | 元素含量 (%) |      |      |      |                   |      |
|---|--|--|----------|------|------|------|-------------------|------|
|   |  |  | C        | Si   | Mn   | P    | S                 |      |
| 1 | 根据铸铁件(铁液)中要求的元素含量和炉中的元素增减率, 从(铸件配料手册)表 1.3-8 和表 1.3-9 中查出炉料中应配入的元素含量 | —  | 3.14     | 1.88 | 1.13 | 0.14 | 0.07              |      |
| 2 | 按经验或计算法确定炉料配料百分数, 并根据已知炉料的元素含量, 从(铸件配料手册)表 1.3-10 中查出其相应炉料配入的元素含量    | 新生铁  | 46%      | 1.98 | 0.74 | 0.32 | 0.05              | 0.01 |
|   |  | 回炉铁  | 34%      | 1.12 | 0.38 | 0.31 | 0.06              | 0.03 |
|   |  | 废钢   | 20%      | 0.04 | 0.06 | 0.16 | 0.02              | 0.01 |
|   |  | 合计   | 100%     | 3.14 | 1.18 | 0.79 | 0.13              | 0.05 |
| 3 | 计算新生铁、回炉铁和废钢配入的元素含量与炉料中应配入的元素含量的差值                                   | —  | 0        | 0.70 | 0.34 | 0.01 | 0.02<br>(在要求的范围内) |      |
| 4 | 由 Si 和 Mn 含量的差值可从(铸件配料手册)表 1.3-11 中查出其硅铁和锰铁的补加质量分数                   | 硅铁( $w_S$ 46%)   | —        | 0.70 | —    | —    | —                 |      |
|   |  | 锰铁( $w_{Mn}$ 75%)  | —        | —    | 0.34 | —    | —                 |      |
| 5 | 如果知道每批炉料量, 则可从(铸件配料手册)表 1.3-12 中查出其每种炉料的加入量                          | 假加每批炉料量为 400kg, 则新生铁 184kg, 回炉铁 136kg, 废钢 80kg, 硅铁 6kg, 锰铁 1.8kg |          |      |      |      |                   |      |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 4. HT250 的灰铸铁配料 (配料实例 260~316)

HT250 的主要含意如下:



对于泵、阀、减速机、风机、压缩机、空分制氧机、车床、铣床、刨床、磨床、镗床、齿轮加工机床、冲压设备、锻造设备、印刷机械、橡胶机械、制糖机械、纺织机械、煤矿机械、运输机械、建材机械、发电机、汽轮机、电器、石油机械、化工机械、拖拉机、手扶拖拉机、收获机械、轿车、船用机械、港口机械、大中型柴油机类等铸件的 HT250 的灰铸铁配料, 可查配料实例 260~配料实例 316 或表 1.1-260~表 1.1-316。

**配料实例 260**                      **表 1.1-260 HT250 的灰铸铁配料**

|            |  |                       |                       |     |    |                        |          |        |         |         |
|------------|--|-----------------------|-----------------------|-----|----|------------------------|----------|--------|---------|---------|
| 铸件名称       | 气缸 (泵类 1QYR40-56/25 单缸油泵零件)  |                       |                       |     |    |                        |          |        |         |         |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 600\text{mm} \times 920\text{mm} \times 680\text{mm}$ , 内径 $\phi 450\text{mm}$ , 铸件毛重 800kg 左右, 结构较复杂, 要求内孔表面光洁, 主要壁厚 30mm, 用干型铸造, 并进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |                       |                       |     |    |                        |          |        |         |         |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.4, Si1.3~1.6, Mn0.9~1.2, P $\leq$ 0.1, S<0.1  |                       |                       |     |    |                        |          |        |         |         |
| 配 料        |  |                       |                       |     |    |                        |          |        |         |         |
| 层铁量 /kg    | 金 属 材 料 /kg  |                       |                       |     |    |                        |          |        | 层焦量 /kg | 石灰石 /kg |
|            | 本溪 15 <sup>#</sup> 生铁  | 宝鸡 15 <sup>#</sup> 生铁 | 酒泉 15 <sup>#</sup> 生铁 | 回炉料 | 废钢 | 硅铁 75 <sup>#</sup> (%) | 锰铁 60(%) | 硅铁孕育处理 |         |         |
| 250        | —  | 30                    | 30                    | 100 | 90 | —                      | 3.5      | 0.5    | 22      | 8       |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距曲线炉膛热风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%。

2. 在炉前出铁槽处用 75<sup>#</sup> 硅铁进行孕育处理, 观察三角试片的白口深度, 控制铁液成分。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.34, Si1.54, Mn0.89, P0.09, S0.081;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  486~489MPa, 硬度 223HBS。

4. 本配料单还适用于泵类中要求灰铸铁 HT250 的 2QS—30/30 双缸给水泵的水缸体和 2QYR<sub>40</sub>—112/56 双缸油泵汽缸体以及 3DS—4/350 高压泵机架等铸件。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 261 表 1.1-261 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |           |    |
|------------|--|-----------|----|
| 铸件名称       | 皮带轮 (泵类 SL3NB-1300 泥浆泵零件)                                  |           |    |
| 铸件特点       | 铸件毛重 2700kg, 壁厚 80-120mm, 结构较简单<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250       |           |    |
| 合金成分控制 (%) | C3.0-3.1, Si1.7-1.8, Mn1.0-1.2, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.1 |           |    |
| 配 料        |  |           |    |
| 炉料名称       | 益都生铁   | 回炉铁(优质机铁) | 废剂 |
| 配料比例 (%)   | 30-40  | 30-40     | 30 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 15%、硅烧损 12%、锰烧损 20%。  
2. 采取炉前包内硅铁孕育。  
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 262 表 1.1-262 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |                 |      |       |       |       |
|------------|--|-----------------|------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 隔板 (阀类 DN1400 止回阀零件)   |                 |      |       |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 2448\text{mm} \times 450\text{mm}$ , 圆盘形结构, 铸件毛重 5100kg, 圆法兰平面及密封面加工, 主要壁厚 65mm, 采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |                 |      |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C2.9-3.2, Si1.2-1.5, Mn0.9-1.2, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12   |                 |      |       |       |       |
| 配 料        |  |                 |      |       |       |       |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)  |                 |      |       |       |       |
|            | C  | Si              | Mn   | P     | S     |       |
| 北台生铁       | 4.32   | 1.18            | 0.74 | 0.070 | 0.035 |       |
| 普通回炉铁      | 3.35   | 1.70            | 0.70 | 0.080 | 0.080 |       |
| 废钢         | 0.20   | 0.20            | 0.50 | 0.020 | 0.020 |       |
| 75% 硅铁     |  | 75              |      |       |       |       |
| 65% 锰铁     |  |                 | 65   |       |       |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配 料 计 算 成 分 (%) |      |       |       |       |
|            |  | C               | Si   | Mn    | P     | S     |
| 北台生铁       | 35   | 1.51            | 0.41 | 0.26  | 0.025 | 0.012 |



(续)

| 配 料     |          |            |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 普通回炉铁   | 35       | 1.17       | 0.60  | 0.25  | 0.028 | 0.028  |
| 废钢      | 30       | 0.06       | 0.06  | 0.15  | 0.006 | 0.006  |
| 75%硅铁   | 0.875    |            | 0.65  |       |       |        |
| 65%锰铁   | 0.875    |            |       | 0.60  |       |        |
| 合计      |          | 2.74       | 1.73  | 1.26  | 0.059 | 0.046  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.41      | -0.35 | -0.31 | 0     | +0.037 |
| (原铁液)   |          | 3.15       | 1.38  | 0.95  | 0.059 | 0.083  |
| 炉外孕育吸收  |          | 0          | +0.15 | 0     | 0     | 0      |
| (孕育后铁液) |          | 3.15       | 1.53  | 0.95  | 0.059 | 0.083  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口曲线炉膛热风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内碳增加 15%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉前用 75# 硅铁进行孕育处理，孕育量为 0.2%~0.3%，吸收率 80%，观察三角试片的白口宽度，要求孕育后的白口宽度不小于 4mm。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.40，Si1.87，Mn0.49，P0.047，S0.060；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_b$ 371~379MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于阀类中要求灰铸铁 HT250 的大中型阀体、阀盖、蝶门、闸板等铸铁件。

## 配料实例 263

表 1.1-263 HT250 的灰铸铁配料

| 配 料        |   |      |       |       |        |  |
|------------|---|------|-------|-------|--------|--|
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |      |       |       |        |  |
|            | C   | Si   | Mn    | P     | S      |  |
| 铸件名称       | 阀体 (阀类 A50J41B-25Z 中压阀零件)   |      |       |       |        |  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 166 \times 236$ mm，为密闭异形箱式结构，铸件毛重 14kg，主要壁厚 7mm，三面加工。采用湿型铸造。铸件要求低温退火处理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT250 |      |       |       |        |  |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.3，孕育前 Si1.2~1.4，孕育后 Si1.5~1.7，Mn0.8~1.0，P<0.2，S<0.1  |      |       |       |        |  |
| 黄石生铁       | 3.92  | 1.85 | 0.468 | 0.525 | 0.0417 |  |

(续)

| 配 料     |          |           |        |       |       |        |
|---------|----------|-----------|--------|-------|-------|--------|
| 炉料名称    | 炉料成分(%)  |           |        |       |       |        |
|         | C        | Si        | Mn     | P     | S     |        |
| 普通回炉铁   | 3.24     | 1.56      | 0.83   | 0.048 | 0.045 |        |
| 废钢      | 0.40     | 0.30      | 0.50   | 0.030 | 0.020 |        |
| 锰铁      | —        | —         | 65     | —     | —     |        |
| 硅铁      | —        | 75        | —      | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |        |       |       |        |
|         |          | C         | Si     | Mn    | P     | S      |
| 黄石生铁    | 60       | 2.35      | 1.11   | 0.28  | 0.032 | 0.025  |
| 普通回炉铁   | 20       | 0.65      | 0.31   | 0.17  | 0.010 | 0.009  |
| 废钢      | 20       | 0.08      | 0.06   | 0.10  | 0.006 | 0.004  |
| 锰铁0.7   | —        | —         | 0.46   | —     | —     | —      |
| 硅铁      | —        | —         | —      | —     | —     | —      |
| 合计      |          | 3.08      | 1.48   | 1.01  | 0.048 | 0.038  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.15     | -0.18  | -0.12 | —     | +0.027 |
| (原铁液)   |          | 3.23      | 1.30   | 0.89  | 0.048 | 0.065  |
| 炉外孕育吸收  |          | —         | +0.021 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.23      | 1.51   | 0.89  | 0.048 | 0.065  |

注：1. 采用熔炼炉类型：卡腰型热风冲天炉，熔化率 2t/h，炉内（质量分数）碳增加 5%、硅烧损 8%、锰烧损 12%、硫增加 60%~80%、磷不变。

2. 炉前用 75<sup>#</sup> 硅铁孕育，加入量（质量分数）0.2%~0.35%，吸收率 80% 左右，观察三角试片的白口宽度控制成分。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 264 表 1.1-264 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 下箱体（减速机类 3639 齿轮箱零件）   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 970mm×1080mm×430mm，为盒形结构，铸件毛重 800kg，主要壁厚 12mm，两端面和上结合面及底面与轴承孔加工，采用干型和冷硬树脂砂芯铸造。铸件需经人工时效处理及抛丸清理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.3，孕育前 Si1.3~1.5，孕育后 Si1.5~1.7，Mn0.8~1.0，P≤0.15，S≤0.12   |

(续)

| 配 料     |             |           |       |       |       |        |
|---------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称    | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |
|         | C           | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 邢台生铁    | 4.08        | 1.85      | 1.06  | 0.093 | 0.014 |        |
| 普通回炉铁   | 3.50        | 2.10      | 0.73  | 0.080 | 0.090 |        |
| 废钢      | 0.40        | 0.30      | 0.50  | 0.030 | 0.020 |        |
| 75%硅铁   | —           | 75        | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁   | —           | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|         |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 邢台生铁    | 32.5        | 1.33      | 0.60  | 0.34  | 0.030 | 0.005  |
| 普通回炉铁   | 38.5        | 1.35      | 0.81  | 0.28  | 0.031 | 0.035  |
| 废钢      | 29          | 0.12      | 0.09  | 0.15  | 0.009 | 0.006  |
| 75%硅铁   | 0.25        | —         | 0.19  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 0.75        | —         | —     | 0.49  | —     | —      |
| 合计      |             | 2.80      | 1.69  | 1.26  | 0.070 | 0.046  |
| 炉内熔化增减  |             | +0.34     | -0.29 | -0.28 | 0     | +0.037 |
| (原铁液)   |             | 3.14      | 1.40  | 0.98  | 0.070 | 0.083  |
| 炉外孕育吸收  |             | —         | +0.18 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |             | 3.14      | 1.58  | 0.98  | 0.070 | 0.083  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口热风水冷冲天炉，熔化率4t/h，炉内碳增加12%、硅烧损17%、锰烧损22%、硫增加80%、磷不变。

2. 炉前用三角试片观察白口数，控制铁液成分，用75%硅铁调节白口，加入量为0.2%~0.4%，使碳当量在3.6%~3.8%的范围内，孕育后的白口数通常在3~5mm。

3. 检测结果：

化学成分(%)：C3.17，Si1.57，Mn1.02，P0.076，S0.113；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 275MPa，硬度203HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于大功率减速机(齿轮箱)中要求灰铸铁HT250的上箱体、中箱体、油泵传动壳体、离合器活塞等铸件。

配料实例 265 表 1.1-265 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 轴盘 (风机类 14-72—12No8D) 离心通风机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 430\text{mm} \times 160\text{mm}$ , 为圆盘形结构, 铸件毛重 52kg, 主要壁厚 50mm, 全部加 L。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.3, Si1.4~1.7, Mn0.8~1.2, P<0.15, S $\leq$ 0.12   |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 西林生铁    | 4.0      | 1.95       | 0.54  | 0.073 | 0.048 |        |
| 回炉铁     | 3.4      | 1.90       | 0.80  | 0.086 | 0.090 |        |
| 废钢      | 0.5      | 0.20       | 0.50  | 0.023 | 0.010 |        |
| 密山硅铁    | —        | 75         | —     | —     | —     |        |
| 西林锰铁    | —        | —          | 75    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 西林生铁    | 35       | 1.40       | 0.68  | 0.19  | 0.026 | 0.017  |
| 回炉铁     | 40       | 1.36       | 0.76  | 0.32  | 0.034 | 0.036  |
| 废钢      | 25       | 0.13       | 0.05  | 0.13  | 0.006 | 0.003  |
| 密山硅铁    | 0.3      | —          | 0.23  | —     | —     | —      |
| 西林锰铁    | 0.9      | —          | —     | 0.68  | —     | —      |
| 合 计     |          | 2.89       | 1.74  | 1.31  | 0.066 | 0.057  |
| 熔化增减    |          | +0.23      | -0.26 | -0.33 | 0     | +0.057 |
| (原铁液)   |          | 3.12       | 1.48  | 0.98  | 0.066 | 0.114  |
| 孕育吸收    |          | —          | +0.24 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.12       | 1.72  | 0.98  | 0.066 | 0.114  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距曲线炉膛冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 8%、硅烧损 15%、锰烧损 25%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前观察三角试片白口大小控制铁液成分, 用 75 $\#$  硅铁孕育, 加入量 0.35%~0.45%, 吸收率为 80%。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.14, Si1.73, Mn1.02, P0.82, S0.097;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  479MPa。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于风机中要求灰铸铁 HT250 的其他型号的轴盘铸件。

配料实例 266 表 1.1-266 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 皮带轮 (风机类零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 170\text{mm} \times 65\text{mm}$ , 为轮形结构, 铸件毛重 25kg, 主要壁厚 20mm。采用湿型铸造, 铸件要求人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.4, Si1.6~1.9, Mn0.8~1.0, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 广西贵县生铁     | 4.01  | 1.75       | 0.85  | 0.150 | 0.050 |        |
| 3号回炉铁      | 3.50  | 2.16       | 0.75  | 0.110 | 0.081 |        |
| 4号回炉铁      | 3.58  | 1.76       | 0.73  | 0.105 | 0.064 |        |
| 废钢         | 0.25  | 0.34       | 0.60  | 0.030 | 0.030 |        |
| 75%硅铁      | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 70%锰铁      | —   | —          | 70    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 广西贵县生铁     | 30  | 1.20       | 0.53  | 0.26  | 0.045 | 0.015  |
| 3号回炉铁      | 25  | 0.88       | 0.54  | 0.19  | 0.028 | 0.020  |
| 4号回炉铁      | 22  | 0.79       | 0.39  | 0.16  | 0.023 | 0.014  |
| 废钢         | 23  | 0.06       | 0.08  | 0.14  | 0.007 | 0.007  |
| 75%硅铁      | 0.4   | —          | 0.30  | —     | —     | —      |
| 70%锰铁      | 0.6   | —          | —     | 0.42  | —     | —      |
| 合计         |   | 2.93       | 1.84  | 1.17  | 0.103 | 0.056  |
| 熔化增减       |   | +0.35      | -0.26 | -0.26 | 0     | +0.028 |
| (原铁液)      |   | 3.28       | 1.58  | 0.91  | 0.103 | 0.084  |
| 炉外孕育吸收     |   | —          | +0.18 | —     | —     | —      |
| (孕育处理后铁液)  |   | 3.28       | 1.76  | 0.91  | 0.103 | 0.084  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距倒置小风口冲天炉, 碳增加 12%、硅烧损 14%、锰烧损 22%、硫增加 50%、磷不变。

2. 在炉前孕育处理, 将破碎成 4~10mm 左右的 75% 硅铁, 经预热后加在出铁槽中, 冲入铁液包并搅拌包中铁液。炉外孕育, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.3kg, 炉外孕育的吸收率为 80%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于风机中要求灰铸铁 HT250 的其他皮带轮及轴盘等铸件。

配料实例 267 表 1.1-267 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 中体 (压缩机类 H12—53/320 氮氢气压缩机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 750\text{mm} \times 1160\text{mm}$ , 为长方体加圆柱体组成的多层结构, 铸件净重 850kg 左右, 主要壁厚 30 - 40mm, 中间有滑道, 工作时承受十字头体摩擦, 因此需要一定的耐磨性和硬度<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C2.9 - 3.3, Si1.6 - 1.9, Mn0.9 - 1.1, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.12  |

## 配 料

| 炉料名称   | 配料比       |       | 化学成分(质量分数)(%) |      |      |      |      |      |       |      |       |      |    |    |    |  |
|--------|-----------|-------|---------------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|----|----|----|--|
|        | (质量分数)(%) | 质量/kg | C             |      | Si   |      | Mn   |      | S     |      | P     |      | Cr |    | Cu |  |
|        |           |       | 含量            | 配入   | 含量   | 配入   | 含量   | 配入   | 含量    | 配入   | 含量    | 配入   | 含量 | 配入 |    |  |
| 新生铁    | 33.3      | 200   | 4.20          | 1.40 | 1.80 | 0.60 | 0.60 | 0.20 | 0.04  | 0.01 | 0.09  | 0.03 |    |    |    |  |
| 回炉铁    | 41.7      | 250   | 3.20          | 1.30 | 1.60 | 0.67 | 0.90 | 0.38 | 0.10  | 0.04 | 0.10  | 0.04 |    |    |    |  |
| 废 钢    | 25.0      | 150   | 0.40          | 0.10 |      |      |      |      |       |      |       |      |    |    |    |  |
| 硅 铁    | 0.67      | 4     |               |      | 75   | 0.50 |      |      |       |      |       |      |    |    |    |  |
| 锰 铁    | 1.00      | 6     |               |      |      |      | 60   | 0.60 |       |      |       |      |    |    |    |  |
| 炉料已有成分 | (%)       |       | 2.80          |      | 1.77 |      | 1.18 |      | 0.050 |      | 0.070 |      |    |    |    |  |
| 试样化验成分 | (%)       |       | 3.27          |      | 1.64 |      | 0.95 |      | 0.093 |      | 0.085 |      |    |    |    |  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 双风带热风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 17%、硅烧损 6%、锰烧损 19%、磷不变、硫增加 86%。

2. 炉前加 75# 硅铁进行孕育处理, 加入量 0.3% - 0.5%, 用底宽 20mm 高 40mm 的三角试片, 观察白口深度来控制碳当量。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.27, Si1.64, Mn0.95, P0.085, S0.093;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  525MPa, 挠度  $f$  3.3mm。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于压缩机中要求灰铸铁 HT250, 毛坯壁厚大于 15mm 以上的铸铁件, 如较小的气缸体、十字头体、气缸座、气缸盖等, 以及压缩机中断面厚大, 有摩擦面, 但牌号仅要求灰铸铁 HT200 的部分铸铁件, 加 L3.3 压缩机机身用十字头滑道面可用此配料以满足使用要求。

配料实例 268

表 1.1-268 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 一级气缸头体 (空分制氧机类空压机零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 610\text{mm} \times 140\text{mm}$ , 圆柱形结构, 内腔形状复杂, 主要壁厚 15mm, 水腔和气腔分别要求作水压和气压试验, 铸件毛重 143kg, 采用十字型铸造。铸件要求作时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | (C: 3.20~3.40, Si: 1.40~1.80, Mn: 0.5~0.9, P $\leq$ 0.10, S $\leq$ 0.10)   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁       | 4.27   | 1.13       | 0.41  | 0.040 | 0.050 |        |
| 普通回炉铁      | 3.30   | 2.04       | 0.82  | 0.026 | 0.069 |        |
| 废 钢        | 0.20   | 0.30       | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75%硅铁      | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 锰 1        | —  | —          | 79.13 | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁       | 40   | 1.71       | 0.45  | 0.16  | 0.016 | 0.020  |
| 普通回炉铁      | 37   | 1.22       | 0.75  | 0.30  | 0.010 | 0.026  |
| 废 钢        | 23   | 0.05       | 0.07  | 0.12  | 0.005 | 0.005  |
| 75%硅铁      | 1.10   | —          | 0.83  | —     | —     | —      |
| 锰 1        | 0.8  | —          | —     | 0.63  | —     | —      |
| 合 计        |  | 2.98       | 2.10  | 1.21  | 0.031 | 0.051  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.21      | -0.32 | -0.24 | —     | +0.051 |
| (原铁液)      |  | 3.19       | 1.78  | 0.97  | 0.031 | 0.102  |
| 炉外孕育吸收     |  | —          | +0.18 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)    |  | 3.19       | 1.96  | 0.97  | 0.031 | 0.102  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 连续出铁、出渣、热风、两排大间距冲天炉。炉内碳增加 7%, 硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。
2. 炉前用 75%硅铁作孕育处理, 并用三角试片检查白口大小, 控制铁液成分。炉外孕育, 100kg 铁液加 75%硅铁 0.3kg, 吸收率为 80%。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
4. 本配料还适用于空分制氧设备中, 一般灰铸铁 HT250 的其他铸件。例如: 空压机的二级气缸头、行程限制器, 膨胀机的轴承箱、十字头体、阀体等铸件。

配料实例 269 表 1.1-269 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 卜机壳 (空分制氧机类空气透平压缩机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2585mm × 3040mm × 2842mm, 为箱形结构, 铸件毛重 36000kg, 主要壁厚 50mm, 各端面和内孔全加工, 内腔形状复杂 采用下型铸造 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.4, Si1.4~1.6, Mn0.7~1.1, P<0.12, S<0.12  |

## 配 料

| 炉料名称 | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|------|----------|------|------|-------|-------|
|      | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 杭钢生铁 | 4.10     | 1.50 | 0.80 | 0.070 | 0.020 |
| 回炉铁  | 3.45     | 1.65 | 0.80 | 0.070 | 0.080 |
| 废 钢  | 0.20     | 0.30 | 0.60 | 0.020 | 0.020 |
| 锰 铁  | —        | —    | 60   | —     | —     |
| 硅 铁  | —        | 75   | —    | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 杭钢生铁    | 27.5     | 1.13       | 0.41  | 0.22  | 0.019 | 0.006  |
| 回炉铁     | 51.25    | 1.77       | 0.85  | 0.41  | 0.036 | 0.041  |
| 废 钢     | 21.25    | 0.04       | 0.06  | 0.13  | 0.004 | 0.004  |
| 锰 铁     | 0.625    | —          | —     | 0.38  | —     | —      |
| 硅 铁     | 0.375    | —          | 0.28  | —     | —     | —      |
| 合 计     |          | 2.94       | 1.60  | 1.14  | 0.059 | 0.051  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.35      | -0.24 | -0.23 | 0     | +0.041 |
| (原铁液)   |          | 3.29       | 1.36  | 0.91  | 0.059 | 0.092  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.18 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.29       | 1.54  | 0.91  | 0.059 | 0.092  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 断续出铁出渣, 密肋炉胆热风三排小风口冲天炉, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%、碳增加 12%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉外孕育, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.3kg, 吸收率为 80%。

3. 炉前用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.4, Si1.45, Mn0.87, P0.07, S0.073;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  486MPa, 硬度 220HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于空分制氧机中要求灰铸铁 HT250 的气缸体、上机壳和线体等铸件



配料实例 270 表 1.1-270 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 大拖板 (车床类 C620B 车床零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 570mm × 574mm × 94mm, 铸件毛量 100kg, 最大壁厚 70mm。采用干型铸造, 热节处放外冷铁。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.2, Si1.7~1.9, Mn0.8~1.0, P≤0.15, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称                   | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|------------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|                        | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 四川江津 16 <sup>#</sup> 铁 | 4.00     | 1.70       | 0.90  | 0.150 | 0.060 |        |
| 低碳回炉铁                  | 3.20     | 2.00       | 0.70  | 0.130 | 0.110 |        |
| 高碳回炉铁                  | 3.30     | 2.30       | 0.70  | 0.150 | 0.120 |        |
| 废 钢                    | 0.30     | 0.20       | 0.40  | 0.070 | 0.070 |        |
| 75% 硅铁                 |          | 75         |       |       |       |        |
| 75% 锰铁                 |          |            | 75    |       |       |        |
| 炉料名称                   | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                        |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 四川江津 16 <sup>#</sup> 铁 | 40       | 1.60       | 0.68  | 0.36  | 0.060 | 0.024  |
| 低碳回炉铁                  | 20       | 0.64       | 0.40  | 0.14  | 0.026 | 0.022  |
| 高碳回炉铁                  | 20       | 0.66       | 0.46  | 0.14  | 0.030 | 0.024  |
| 废 钢                    | 20       | 0.06       | 0.04  | 0.08  | 0.014 | 0.014  |
| 75% 硅铁                 | 0.44     |            | 0.33  |       |       |        |
| 75% 锰铁                 | 0.6      |            |       | 0.45  |       |        |
| 合 计                    |          | 2.96       | 1.91  | 1.17  | 0.130 | 0.084  |
| 熔化增减                   |          | +0.24      | -0.29 | -0.35 | 0     | +0.034 |
| (原铁液)                  |          | 3.20       | 1.62  | 0.82  | 0.130 | 0.118  |
| 孕育、脱硫                  |          | —          | +0.16 | —     | —     | -0.012 |
| (孕育后铁液)                |          | 3.20       | 1.78  | 0.82  | 0.130 | 0.106  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口直筒型冲天炉, 熔化率 4t/h。炉内碳增加 8%, 硅烧损 15%, 锰烧损 30%, 磷不变, 硫增加 40%。

2. 炉外孕育处理: 75% 硅铁孕育剂加 0.25%, 收得率 85%。用三角试片检验白口大小, 白口宽度控制在 3~4mm。

3. 炉外脱硫: 碱粉加 0.5%, 脱硫率 10%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 检测结果: 抗拉强度  $\sigma_b$  250MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  477MPa。与床身导轨接触面硬度 177HBS。

配料实例 271

表 1.1-271 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 床身 (铣床类 X2010C 龙门铣零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 7690mm × 1000mm × 590mm, 为长条形箱式结构, 主要工作面的全长有 -- V 形导轨和 -- 平导轨, 铸件毛重 11t, 壁厚 25 ~ 60mm, 主要壁厚 65mm, 上下面加工量较大, 加工要求较高 (不得有缩松, 砂眼) 采取地坑干型铸造, 铸件要求进行时效退火处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C2.90 ~ 3.10, Si1.30 ~ 1.50, Mn1.00 ~ 1.20, P ≤ 0.15, S ≤ 0.12  |

## 配 料

| 炉料名称               | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|--------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|                    | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 石钢 Z15 新生铁         | 4.20     | 1.45       | 0.50  | 0.060 | 0.025 |        |
| 本厂回炉铁或废铸件          | 3.10     | 1.40       | 1.00  | 0.070 | 0.100 |        |
| 废 钢                | 0.40     | 0.30       | 0.50  | 0.040 | 0.020 |        |
| 75% 硅铁             | —        | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁             | —        | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称               | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                    |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 石钢 Z15 新生铁         | 25       | 1.05       | 0.36  | 0.13  | 0.015 | 0.006  |
| 本厂回炉铁或废铸件          | 35       | 1.09       | 0.49  | 0.35  | 0.025 | 0.035  |
| 废 钢                | 40       | 0.16       | 0.12  | 0.20  | 0.016 | 0.008  |
| 75% 硅铁             | 0.7      | —          | 0.53  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁             | 1.6      | —          | —     | 1.04  | —     | —      |
| 合 计                |          | 2.30       | 1.50  | 1.72  | 0.056 | 0.049  |
| 炉内元素增减<br>(原铁液)    |          | +0.69      | -0.38 | -0.52 | —     | +0.049 |
| 炉外孕育剂吸收<br>(孕育后铁液) |          | 2.99       | 1.12  | 1.20  | 0.056 | 0.098  |
|                    |          | —          | +0.21 | —     | —     | —      |
|                    |          | 2.99       | 1.33  | 1.20  | 0.056 | 0.098  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央加侧吹送风冲天炉, 熔化率为 12t/h, 出铁温度 1400 ~ 1450°C, 浇注温度 ≥ 1320°C, 炉内碳增加 20% ~ 30%、硅烧损 25% ~ 30%、锰烧损 30%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用 75% 硅铁在流槽进行孕育处理, 孕育量 0.15% ~ 0.4%, 控制白口数为 6.5 ~ 7.5mm。

3. 检测结果: (用 φ50mm 试棒)

化学成分 (%): C2.96, Si1.30, Mn1.15, P0.072, S0.095;

金相组织: ①稍卷曲片状石墨, 长度 5 ~ 10μm, 部分 10 ~ 20μm, 分布尚均匀。②基体为珠光体基体 + <1% 小型磷共晶;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  312MPa, 硬度 229HBS (试棒)。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料同样适用于其他型号龙门铣床身要求灰铸铁 HT250 的铸件。

配料实例 272

表 1.1-272 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 横梁 (铣床类 X2010C 龙门铣零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 3300mm×800mm×520mm, 为中段有隆起的长方形箱体结构, 两头各段均有正反滑道面。该铸件是铣床主要受力件, 要求动静刚度高, 不得有微小变形, 否则影响机床精度, 铸件毛重 3.5t, 壁厚 20~90mm。采用专用砂箱型板干型铸造。铸件要求时效退火处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C2.90~3.10, Si1.40~1.70, Mn1.00~1.20, P≤0.15, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|-------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|                   | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 石钢 Z15 新生铁        | 4.20     | 1.50       | 0.50  | 0.070 | 0.030 |        |
| 本厂回炉铁或废铸件         | 3.10     | 1.40       | 1.00  | 0.070 | 0.100 |        |
| 废 钢               | 0.40     | 0.30       | 0.50  | 0.040 | 0.020 |        |
| 75% 硅铁            | —        | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁            | —        | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                   |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 石钢 Z15 新生铁        | 25       | 1.05       | 0.38  | 0.13  | 0.018 | 0.008  |
| 本厂回炉铁或废铸件         | 40       | 1.24       | 0.56  | 0.40  | 0.028 | 0.040  |
| 废 钢               | 35       | 0.14       | 0.11  | 0.18  | 0.014 | 0.007  |
| 75% 硅铁            | 1.1      | —          | 0.83  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁            | 1.5      | —          | —     | 0.98  | —     | —      |
| 合 计               |          | 2.43       | 1.88  | 1.69  | 0.080 | 0.055  |
| 炉内元素增减<br>(原铁液)   |          | +0.61      | -0.47 | -0.50 | 0     | +0.055 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |          | 3.04       | 1.41  | 1.19  | 0.080 | 0.110  |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |          | —          | +0.18 | —     | —     | —      |
|                   |          | 3.04       | 1.59  | 1.19  | 0.080 | 0.110  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央加侧吹送风冲天炉, 熔化率 12t/h, 炉内碳增加 30%、硅烧损 25%~30%、锰烧损 25%~30%、磷不变、硫增加 100%, 出铁温度  $\geq 1420^{\circ}\text{C}$ , 浇注温度  $\geq 1330^{\circ}\text{C}$ 。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 此件白口为 5~6.5mm, 铁液槽 75 硅铁孕育, 孕育量 0.15%~0.3%, 吸收率为 95%。

3. 检测结果: (用  $\phi 50\text{mm}$  试棒)

化学成分 (%): C3.01, Si1.48, Mn1.15, P0.048, S0.118;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 280\text{MPa}$ , 硬度 218HBS;

金相组织: 珠光体。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料同样适用于其他型号龙门铣要求灰铸铁 HT250 的横梁铸件。

配料实例 273

表 1.1-273 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 立柱 (铣床 X2010C 龙门铣零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 300mm×1300mm×720mm, 为长方形的空心柱体结构, 要求有较高的刚性和强度, 是铣床受力最大的铸件。铸件毛重 6.5t, 主要壁厚 25~100mm。采用专用砂箱干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C2.90~3.10, Si1.30~1.60, Mn1.00~1.20, P≤0.15, S≤0.12  |

| 配 料        |             |             |       |       |       |        |
|------------|-------------|-------------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%) |             |       |       |       |        |
|            | C           | Si          | Mn    | P     | S     |        |
| 石钢 Z15 新生铁 | 4.20        | 1.45        | 0.50  | 0.060 | 0.030 |        |
| 本厂回炉铁或废铸件  | 3.10        | 1.40        | 1.00  | 0.070 | 0.100 |        |
| 废 钢        | 0.40        | 0.30        | 0.50  | 0.040 | 0.020 |        |
| 75% 硅铁     | —           | 75          | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁     | —           | —           | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)    | 计 算 成 分 (%) |       |       |       |        |
|            |             | C           | Si    | Mn    | P     | S      |
| 石钢 Z15 新生铁 | 25          | 1.05        | 0.36  | 0.13  | 0.015 | 0.008  |
| 本厂回炉铁或废铸件  | 37.5        | 1.16        | 0.53  | 0.38  | 0.026 | 0.038  |
| 废 钢        | 37.5        | 0.15        | 0.11  | 0.19  | 0.015 | 0.008  |
| 75% 硅铁     | 0.7         | —           | 0.53  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁     | 1.5         | —           | —     | 0.98  | —     | —      |
| 合 计        |             | 2.36        | 1.53  | 1.68  | 0.056 | 0.054  |
| 炉内元素增减     |             | +0.59       | -0.38 | -0.50 | 0     | +0.054 |
| (原铁液)      |             | 2.95        | 1.14  | 1.18  | 0.056 | 0.108  |
| 炉外孕育吸收     |             | —           | +0.21 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)    |             | 2.95        | 1.35  | 1.18  | 0.056 | 0.108  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央加侧吹送风冲天炉, 熔化率为 12t/h, 炉内碳增加 25%、硅烧损 25%、锰烧损 30%、磷不变、硫增加 100%, 出铁温度 1440°C, 浇注温度 1345°C。

2. 炉前, 控制三角试片白口数 7mm, 孕育量 0.3%, 吸收率 95%。

3. 检测结果: (用  $\phi 50$ mm 试棒)

化学成分 (%): C3.08, Si1.32, Mn1.15, P0.07, S0.09;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 287MPa, 硬度 229HBS

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料同样适用于其他龙门铣要求灰铸铁 HT250 的立柱铸件。

配料实例 274 表 1.1-274 HT250 的灰铸铁配料

| 铸件名称        | 床身 (刨床类 B665 牛头刨零件)   |        |             |      |        |      |        |      |       |       |       |       |  |     |
|-------------|---|--------|-------------|------|--------|------|--------|------|-------|-------|-------|-------|--|-----|
| 铸件特点        | 铸件轮廓尺寸 960mm×940mm×480mm, 为箱体结构, 铸件毛重 488kg, 主要壁厚 16mm, 最大壁厚 60mm (导轨处) 采用平做立浇, 干型、干芯铸造。铸件要求人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |        |             |      |        |      |        |      |       |       |       |       |  |     |
| 合金成分控制 (%)  | C3.0-3.3, Si1.5-1.7, Mn0.8-1.0, P≤0.15, S≤0.12  |        |             |      |        |      |        |      |       |       |       |       |  |     |
| 配 料         |   |        |             |      |        |      |        |      |       |       |       |       |  |     |
| 每批铁重<br>/kg |   |        | 每批料中各炉料重/kg |      |        |      |        |      |       |       |       |       | 处理意见   |     |
|             |   |        | 新生铁         |      | 回炉铁    |      | 废 钢    |      | 硅 铁   |       | 锰 铁   |       |  | 石灰石 |
| 300         |   |        | 120         |      | 105    |      | 75     |      | 1.59  |       | 2.76  |       | 12   | 37  |
| 材料要求        | 百分比重量 (%)   | 重量 /kg | C (%)       |      | Si (%) |      | Mn (%) |      | P (%) |       | S (%) |       | 处理意见   |     |
|             |   |        | 原料          | 炉料   | 原料     | 炉料   | 原料     | 炉料   | 原料    | 炉料    | 原料    | 炉料    |  |     |
| 炉料要求        |   |        | 2.8         |      | 2.0    |      | 1.1    |      | ≤0.15 |       | ≤0.08 |       | 试棒检测<br>结果: 抗拉强度 $\sigma_b$ 257MPa<br>抗弯强度 $\sigma_{bb}$ 473MPa, 硬度 242HBS |     |
| 八钢新生铁       | 40  | 120    | 4.1         | 1.64 | 2.4    | 0.96 | 0.35   | 0.14 | 0.13  | 0.052 | 0.03  | 0.012 |  |     |
| 4# 回炉铁      | 35  | 105    | 3.2         | 1.12 | 1.6    | 0.56 | 0.8    | 0.28 | 0.045 | 0.016 | 0.08  | 0.028 |  |     |
| 废 钢         | 25  | 75     | 0.4         | 0.1  | 0.3    | 0.08 | 0.5    | 0.13 | 0.055 | 0.014 | 0.02  | 0.005 |  |     |
| 白口铁         |   |        |             |      |        |      |        |      |       |       |       |       |  |     |
| 小 结         | 100   |        | 2.86        |      | 1.6    |      | 0.55   |      | 0.082 |       | 0.045 |       |  |     |
| 成分差数        |   |        |             |      | 0.4    |      | 0.55   |      |       |       |       |       |  |     |
| 加 75% 硅铁    |   |        |             |      | 0.53   |      |        |      |       |       |       |       |  |     |
| 加锰铁         |   |        |             |      |        |      | 0.92   |      |       |       |       |       |  |     |
| 化验结果        |   |        | 3.12        |      | 1.69   |      | 0.81   |      | 0.033 |       | 0.080 |       |  |     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 12%、锰烧损 18%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制白口宽度 3~4mm, 用 75% 硅铁孕育。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.12, Si1.69, Mn0.81, P0.033, S0.080;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  257MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  473MPa, 硬度 242HBS。

4. 成分含量皆指质量分数。

5. 本配料还适用于刨床中要求 HT250 的其他铸件, 如 BE6063 牛头刨工作台等铸件。

配料实例 275 表 1.1-275 HT250 的灰铸铁配料

|                   |   |       |        |        |       |        |
|-------------------|---|-------|--------|--------|-------|--------|
| 铸件名称              | 变速箱体壳 (镗床类 T4163 单轴坐标镗床零件)  |       |        |        |       |        |
| 铸件特点              | 铸件轮廓尺寸 500mm × 398mm × 382mm, 为薄壁壳体、内部结构复杂, 铸件毛重 127kg, 主要壁厚 8mm, 最大壁厚 28mm。采用干型铸造, 主要加工轴孔面。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |       |        |        |       |        |
| 合金成分控制 (%)        | C3.20 - 3.45, Si1.45 - 1.75, Mn0.60 - 0.80, P ≤ 0.2, S 0.12   |       |        |        |       |        |
| 配 料               |   |       |        |        |       |        |
| 炉 料 成 分 (%)       |   |       |        |        |       |        |
| 炉料名称              | C   | Si    | Mn     | P      | S     |        |
| 本溪生铁              | 4.35  | 1.74  | 0.69   | 0.074  | 0.045 |        |
| 水城生铁              | 4.20  | 1.30  | 0.51   | 0.074  | 0.045 |        |
| 回炉铁               | 3.30  | 1.35  | 0.75   | 0.120  | 0.050 |        |
| 芯骨铁               | 3.50  | 1.50  | 0.60   | 0.120  | 0.050 |        |
| 废钢                | 0.30  | 0.25  | 0.40   | 0.050  | 0.025 |        |
| 钢屑饼               | 0.30  | 0.25  | 0.40   | 0.050  | 0.010 |        |
| 75% 硅铁            |   | 75    |        |        |       |        |
| 65% 锰铁            |   |       | 65     |        |       |        |
| 配 料 计 算 成 分 (%)   |   |       |        |        |       |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%)  | C     | Si     | Mn     | P     | S      |
| 本溪生铁              | 20  | 0.87  | 0.35   | 0.14   | 0.015 | 0.009  |
| 水城生铁              | 20  | 0.84  | 0.26   | 0.10   | 0.015 | 0.009  |
| 回炉铁               | 20  | 0.66  | 0.27   | 0.15   | 0.024 | 0.010  |
| 芯骨铁               | 10  | 0.35  | 0.15   | 0.06   | 0.012 | 0.005  |
| 废钢                | 20  | 0.06  | 0.05   | 0.08   | 0.010 | 0.005  |
| 钢屑饼               | 10  | 0.03  | 0.025  | 0.04   | 0.005 | 0.001  |
| 75% 硅铁            | 0.58  |       | 0.44   |        |       |        |
| 65% 锰铁            | 0.50  |       |        | 0.33   |       |        |
| 合计                |   | 2.81  | 1.54   | 0.895  | 0.081 | 0.039  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |   | +0.61 | -0.19  | -0.205 | 0     | +0.027 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |   | 3.42  | 1.35   | 0.69   | 0.081 | 0.066  |
|                   |   |       | +0.142 |        |       |        |
|                   |   | 3.42  | 1.49   | 0.69   | 0.081 | 0.066  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距 (600 ~ 750mm) 冷风冲天炉, 炉内硅烧损 23%、锰烧损 33%、碳增加 22%、磷不变、硫增加 70%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小控制铁液成分。炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.14kg, 24% 硅钙 0.14kg, 综合吸收率为 75%。

3. 检测结果: 抗弯强度  $\sigma_b$  470MPa, 硬度 187HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于镗床类要求灰铸铁 HT250 的, 如 T42100 变速箱体壳和顶梁、TM612 箱盖、TG4280 床身尾座板、T4163 立柱体壳等铸件。

配料实例 276 表 1.1-276 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 床身 (镗床类 T68 卧式镗床零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 3890mm×1510mm×500mm, 带有两条厚导轨, 内有多块肋板的手枪形空腔结构, 铸件毛重 2775kg, 主要壁厚 38mm, 最大壁厚 57mm。采用干型铸造 (水玻璃自硬砂)。1. 艺采用石墨冷铁安置在导轨面, 冷铁断面 40mm。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.10~3.30, Si1.45~1.65, Mn0.65~0.95, P<0.2, S<0.10  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁       | 4.30   | 1.20       | 0.80  | 0.059 | 0.025 |        |
| 水城生铁       | 4.40   | 1.41       | 0.75  | 0.250 | 0.037 |        |
| 回炉铁        | 3.30   | 1.35       | 0.75  | 0.160 | 0.050 |        |
| 芯骨铁        | 3.50   | 1.50       | 0.60  | 0.160 | 0.050 |        |
| 废钢         | 0.30   | 0.25       | 0.40  | 0.060 | 0.020 |        |
| 钢屑饼        | 0.30   | 0.25       | 0.40  | 0.060 | 0.020 |        |
| 75% 硅铁     | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁     | —  | —          | 65    | 0.6   | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁       | 10   | 0.43       | 0.12  | 0.08  | 0.006 | 0.003  |
| 水城生铁       | 15   | 0.66       | 0.21  | 0.11  | 0.038 | 0.006  |
| 回炉铁        | 20   | 0.66       | 0.27  | 0.15  | 0.032 | 0.001  |
| 芯骨铁        | 10   | 0.35       | 0.15  | 0.06  | 0.016 | 0.005  |
| 废钢         | 35   | 0.11       | 0.09  | 0.14  | 0.018 | 0.007  |
| 钢屑饼        | 10   | 0.03       | 0.03  | 0.04  | 0.006 | 0.002  |
| 75% 硅铁     | 1.17   | —          | 0.88  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁     | 1.04   | —          | —     | 0.68  | 0.006 | —      |
| 合计         |  | 2.24       | 1.75  | 1.26  | 0.122 | 0.024  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.84      | -0.27 | -0.42 | 0     | +0.023 |
| (原铁液)      |  | 3.08       | 1.48  | 0.84  | 0.122 | 0.047  |
| 炉外孕育吸收     |  | —          | +0.08 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)    |  | 3.08       | 1.56  | 0.84  | 0.122 | 0.047  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排中间距 (500~590mm) 冷风炉冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 38%、硅烧损 15%、锰烧损 33%、硫增加 97%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小控制铁液成分; 用 75% 硅铁与 24% 硅钙各 50% 进行孕育处理, 孕育剂加入量 0.15%~0.35%, 吸收率为 80%。

3. 本件采用两头浇注, 先用 HT250 铁液浇导轨面, 然后再一起浇注, 保证导轨面硬度, 避免床体底磷边缘过硬加工困难。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 检测结果:

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  235.2MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  480MPa, 挠度  $f$  4mm, 硬度 207HBS;

金相组织: 片状石墨, 石墨长度  $10\mu\text{m}$ , 石墨分布形状 A, 细片状珠光体, 珠光体量 98% (体积分数), 二元磷共晶量 1% (体积分数)。

配料实例 277 表 1.1-277 HT250 的灰铸铁配料

|                   |   |            |       |       |       |        |
|-------------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称              | 床身 (镗床类 T4163B 单柱座标镗床零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点              | 铸件轮廓尺寸 2231mm × 1456mm × 569mm, 带有导轨的 T 型空腔结构, 铸件毛重 2570kg, 主要壁厚 68mm, 导轨面和地脚面加工, 采用 T 型铸造 (水玻璃自硬砂)。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%)        | C 3.10 ~ 3.30, Si 1.45 ~ 1.65, Mn 0.65 ~ 0.95, P < 0.2, S: 0.10   |            |       |       |       |        |
| 配 料               |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称              | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|                   | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁              | 4.15  | 1.65       | 0.53  | 0.066 | 0.030 |        |
| 水城生铁              | 4.20  | 1.30       | 0.51  | 0.074 | 0.045 |        |
| 旧回炉铁              | 3.30  | 1.35       | 0.75  | 0.150 | 0.050 |        |
| 芯骨铁               | 3.50  | 1.50       | 0.60  | 0.150 | 0.050 |        |
| 废钢                | 0.30  | 0.25       | 0.40  | 0.060 | 0.020 |        |
| 钢屑饼               | 0.30  | 0.25       | 0.30  | 0.060 | 0.020 |        |
| 75% 硅铁            |   | 75         |       |       |       |        |
| 65% 锰铁            |   |            | 65    | 0.60  |       |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                   |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁              | 12.5  | 0.52       | 0.21  | 0.07  | 0.008 | 0.004  |
| 水城生铁              | 10  | 0.42       | 0.13  | 0.05  | 0.007 | 0.005  |
| 旧回炉铁              | 27.5  | 0.91       | 0.37  | 0.20  | 0.041 | 0.014  |
| 芯骨铁               | 10  | 0.35       | 0.15  | 0.06  | 0.015 | 0.002  |
| 废钢                | 27.5  | 0.08       | 0.07  | 0.11  | 0.017 | 0.006  |
| 钢屑饼               | 12.5  | 0.04       | 0.03  | 0.04  | 0.008 | 0.003  |
| 75% 硅铁            | 1.08  |            | 0.81  |       |       |        |
| 65% 锰铁            | 1.10  |            |       | 0.72  | 0.007 |        |
| 合计                |   | 2.32       | 1.77  | 1.25  | 0.103 | 0.034  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |   | +0.86      | -0.25 | -0.40 | 0     | +0.015 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |   | 3.18       | 1.52  | 0.85  | 0.103 | 0.049  |
|                   |   | 3.18       | 1.71  | 0.85  | 0.103 | 0.049  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排中间距 (500~590mm) 冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 37%、硅烧损 15%、锰烧损 32%、硫增加 46%、磷不变。

2. 炉前用三角试片检验三角白口大小控制铁液成分, 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.20kg, 加 24% 硅钙 0.20kg, 硅铁吸收率为 80%, 硅钙吸收率为 60%。

3. 检测结果: 抗拉强度  $\sigma_b$  254.8MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  509.6MPa, 挠度  $f$  4.5mm (抗拉试棒  $\phi$ 50mm 车成  $\phi$ 25mm)。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于镗床类要求灰铸铁 HT250 的铸件, 如镗床类床身、工作台, 平旋盘、导轨体等铸件。还适用于大型立体仿型铣立柱、滑座、横梁、主轴箱以及中型仿型铣工作台等铸件。



配料实例 278

表 1.1-278 HT250 的灰铸铁配料

|                   |   |            |       |       |       |        |
|-------------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称              | 床身 (镗床类 TG4280 高精度双柱坐标镗床零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点              | 铸件轮廓尺寸 2790mm×1710mm×754mm, 为带有槽形导轨的空腔体结构, 铸件毛重 3800kg, 主要壁厚 70mm, 最大 70mm, 最小 16mm, 采用干型铸造 (水玻璃自硬砂) 铸件要求时效处理: 主要加工导轨面及地脚面要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%)        | C3.00~3.20, Si1.35~1.55, Mn0.80~1.00, P≤0.15, S 0.10  |            |       |       |       |        |
| 配 料               |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称              | 炉 料 成 分 (%)   |            |       |       |       |        |
|                   | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 越洲生铁              | 4.15  | 1.98       | 0.64  | 0.280 | 0.030 |        |
| 水城生铁              | 4.35  | 1.60       | 0.72  | 0.100 | 0.040 |        |
| 回炉铁               | 3.30  | 1.35       | 0.75  | 0.120 | 0.050 |        |
| 芯骨铁               | 3.50  | 1.50       | 0.60  | 0.120 | 0.050 |        |
| 废钢                | 0.30  | 0.25       | 0.40  | 0.060 | 0.020 |        |
| 钢屑饼               | 0.30  | 0.25       | 0.40  | 0.060 | 0.020 |        |
| 75%硅铁             |   | 75         |       |       |       |        |
| 65%锰铁             |   |            | 65    | 0.6   |       |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                   |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 越洲生铁              | 20  | 0.83       | 0.40  | 0.12  | 0.056 | 0.006  |
| 水城生铁              | 10  | 0.44       | 0.16  | 0.07  | 0.010 | 0.004  |
| 回炉铁               | 15  | 0.50       | 0.20  | 0.11  | 0.018 | 0.008  |
| 芯骨铁               | 10  | 0.35       | 0.15  | 0.06  | 0.012 | 0.005  |
| 废钢                | 35  | 0.10       | 0.09  | 0.14  | 0.021 | 0.007  |
| 钢屑饼               | 10  | 0.03       | 0.03  | 0.04  | 0.006 | 0.002  |
| 75%硅铁             | 0.95  |            | 0.71  |       |       |        |
| 65%锰铁             | 0.95  |            |       | 0.62  | 0.006 |        |
| 合计                |   | 2.25       | 1.74  | 1.16  | 0.129 | 0.032  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |   | +0.81      | -0.41 | -0.41 | 0     | +0.015 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |   | 3.04       | 1.33  | 0.75  | 0.129 | 0.047  |
|                   |   |            | +0.17 |       |       |        |
|                   |   | 3.04       | 1.50  | 0.75  | 0.129 | 0.047  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 连续出铁、出渣, 冷风两排中间距 (500~590mm) 冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 36%、硅烧损 24%、锰烧损 35%、硫增加 49%、磷不变。
2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小控制铁液成分。炉外孕育: 100kg 铁液加 75%硅铁 0.175kg, 24%硅钙 0.175kg, 综合吸收率为 72%。
3. 检测结果: 抗拉强度  $\sigma_b$ 343~372.4MPa, 抗弯强度  $\sigma_{18}$ 441~499.8MPa。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于镗床类中要求灰铸铁 HT250 的高精度镗床铸件, 如 TG4280、TGX4280、TX4280 床身、工作台、立柱、横梁, T42100 床身、工作台、横梁等铸件。

配料实例 279

表 1.1-279 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 主轴箱 (镗床类 T68 卧式镗床零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 720mm×555mm×705mm, 为箱体结构, 铸件毛重 650kg, 主要壁厚 15mm, 采用干型干芯铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C2.8-3.2, Si1.3-1.6, Mn0.8-1.2, S<0.12, P<0.12  |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 邢钢生铁   | 4.15     | 1.50 | 0.17 | 0.065 | 0.030 |
| 回炉铁    | 3.10     | 1.45 | 1.00 | —     | 0.100 |
| 废 钢    | 0.20     | 0.30 | 0.40 | —     | 0.020 |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 60% 锰铁 | —        | —    | 60   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 邢钢生铁    | 25       | 1.04       | 0.38  | 0.04  | 0.016 | 0.008  |
| 回炉铁     | 30       | 0.93       | 0.44  | 0.30  | —     | 0.030  |
| 废 钢     | 45       | 0.09       | 0.14  | 0.18  | —     | 0.009  |
| 75% 硅铁  | 0.5      | —          | 0.38  | —     | —     | —      |
| 60% 锰铁  | 1.56     | —          | —     | 0.94  | —     | —      |
| 合计      |          | 2.06       | 1.34  | 1.46  | —     | 0.047  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.99      | -0.18 | -0.34 | —     | +0.053 |
| (原铁液)   |          | 3.05       | 1.16  | 1.12  | —     | 0.100  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.19 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.05       | 1.35  | 1.12  | —     | 0.100  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央与大间距侧吹冷送风冲天炉, 熔化率 3.5t/h, 炉内碳增加 48%、硅烧损 13%、锰烧损 23%、硫增加 123%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用 75% 硅铁孕育处理, 75% 硅铁加 0.3%, 吸收率为 85%, 孕育后三角白口宽度为 6.5mm。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.05, Si1.35, Mn1.12, P—, S0.1;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 294MPa, 硬度 185HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于 T68 卧式镗床中要求灰铸铁 HT250 的工作台、下拖板、平旋盘等铸件。

配料实例 280

表 1.1-280 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 蜗轮 (齿轮加工机床类 Y236 刨齿机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 427\text{mm} \times 88\text{mm}$ , 为盘形结构, 铸件毛重 58kg, 全部加工。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.3, Si1.3~1.6, Mn0.8~1.1, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.10  |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 红旗钢厂生铁 | 3.98     | 2.51 | 1.01 | 0.192 | 0.039 |
| 废 铁    | 3.40     | 1.50 | 1.00 | 0.150 | 0.100 |
| 废 钢    | 0.20     | 0.30 | 0.50 | 微     | 微     |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 60% 锰铁 | —        | —    | 60   | —     | —     |

| 炉料名称              | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|-------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|                   |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 红旗钢厂生铁            | 30       | 1.19       | 0.75  | 0.30  | 0.058 | 0.012  |
| 废 铁               | 40       | 1.36       | 0.60  | 0.40  | 0.060 | 0.040  |
| 废 钢               | 30       | 0.06       | 0.09  | 0.15  | —     | —      |
| 75% 硅铁            | 0.5      | —          | 0.38  | —     | —     | —      |
| 60% 锰铁            | 1.2      | —          | —     | 0.72  | —     | —      |
| 合计                |          | 2.61       | 1.82  | 1.57  | 0.118 | 0.052  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |          | +0.52      | -0.36 | -0.39 | 0     | +0.052 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |          | 3.13       | 1.46  | 1.18  | 0.118 | 0.104  |
|                   |          | —          | +0.12 | —     | —     | —      |
|                   |          | 3.13       | 1.58  | 1.18  | 0.118 | 0.104  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口热风冲天炉, 炉内碳增加 20%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试块检验白口宽度, 控制铁液成分, 铁液包内用 75% 硅铁孕育处理。100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收率 80%。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.20, Si1.44, Mn1.07, P0.132, S0.093;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 470MPa, 硬度 193HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于齿轮加工机床中要求灰铸铁 HT250 并有一般耐磨要求的铸铁件。另外, 还适用于要求灰铸铁 HT200 的壁厚超过 50mm 的铸铁件。

配料实例 281 表 1.1-281 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 立柱（齿轮加工机床类 Y31500—11020 滚齿机零件）  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 3670mm×2700mm×1980mm，铸件毛重 11.7t，主要壁厚导轨面 64mm，肋带厚 20~30mm。采用地坑造型。为消除铸件内应力，需经时效处理。<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.3, Si1.5~1.8, Mn0.7~0.9, P≤0.25, S≤0.12  |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料化学成分 (%) |      |      |       |       | 投料比 (%) | 加料量 /kg |
|-----------|------------|------|------|-------|-------|---------|---------|
|           | C          | Si   | Mn   | P     | S     |         |         |
| 武钢 Z15 生铁 | 4.30       | 1.50 | 0.74 | 0.070 | 0.021 | 43      | 345     |
| 回炉铁       | 3.15       | 1.50 | 0.90 | 0.100 | 0.100 | 27      | 215     |
| 废 钢       | 0.40       | 0.40 | 0.40 | 0.050 | 0.050 | 30      | 240     |
| 硅 铁       |            | 75   |      |       |       |         |         |
| 锰 铁       |            |      | 65   |       |       |         |         |
| 层 焦       |            |      |      |       |       |         | 90      |
| 石灰石       |            |      |      |       |       |         | 35      |

注：1. 采用熔炼炉类型：直筒型三排大风口冷风冲天炉，熔化率 7t/h，炉内碳增加 12.8%、硅烧损 17%、锰烧损 27%。

2. 炉前，用三角试片观察白口大小，并结合炉前快速分析检验化学成分。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.18, Si1.53, Mn0.89, P—, S0.115；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  324MPa，抗弯强度  $\sigma_w$  530MPa，挠度  $f$  3.1mm，硬度 183~187HBS；

金相组织（铸件上）：基体为珠光体 98% 和极少量磷共晶；石墨形态为片状和少量点状。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 282 表 1.1-282 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 大齿轮（冲压设备类 Q11—6.3×2000 剪板机零件）  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi$ 680mm×200mm，为轮形结构，铸件毛重 142.5kg，主要壁厚为 35mm，全加工。采用干型铸造。铸件要求时效处理。<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.3, Si1.6~1.8, Mn0.8~1.0, P≤0.12, S≤0.12   |

(续)

| 配 料                 |                        |           |           |      |           |           |                        |           |           |       |           |            |                 |                 |
|---------------------|------------------------|-----------|-----------|------|-----------|-----------|------------------------|-----------|-----------|-------|-----------|------------|-----------------|-----------------|
| 批重<br>/kg           | 炉料重量(%)                |           |           |      |           |           | 炉前孕育剂(%)               |           |           |       | 层焦<br>/kg | 石灰石<br>/kg | 底焦<br>/kg       |                 |
|                     | Z18 <sup>#</sup><br>生铁 | QT回<br>炉铁 | HT回<br>炉铁 | 废钢   | 75%<br>硅铁 | 60%<br>锰铁 | RE4 <sup>#</sup><br>合金 | 75%<br>硅铁 | 25%<br>钛铁 | 紫铜    |           |            |                 |                 |
| 350                 | 40                     |           | 35        | 25   | 0.65      | 1         |                        |           | 0.5       |       |           |            |                 |                 |
| 原材料化学成分(%)          |                        |           |           |      |           | 配料化学成分(%) |                        |           |           |       |           |            |                 |                 |
| 材料名称                | C                      | Si        | Mn        | P    | S         | 铸铁牌号      | C                      | Si        | Mn        | P     | S         | Cu         | Mg <sub>残</sub> | RE <sub>残</sub> |
| Z18 <sup>#</sup> 生铁 | 4.15                   | 1.67      | 0.25      | 0.12 | 0.012     | HT250     | 3.3                    | 1.8       | 0.9       | ≤0.12 | ≤0.12     |            |                 |                 |
| HT回炉铁               | 3.3                    | 1.9       | 0.8       | 0.12 | 0.12      |           |                        |           |           |       |           |            |                 |                 |
| 废 钢                 | 0.4                    | 0.3       | 0.5       |      |           |           |                        |           |           |       |           |            |                 |                 |
| 硅 铁                 |                        | 75        |           |      |           |           |                        |           |           |       |           |            |                 |                 |
| 锰 铁                 |                        |           | 60        |      |           |           |                        |           |           |       |           |            |                 |                 |

## 物理化学实验报告

| 铸铁牌号  | C<br>(%) | Si<br>(%) | Mn<br>(%) | P<br>(%) | S<br>(%) | Cu<br>(%) | Mg <sub>残</sub><br>(%) | RE <sub>残</sub><br>(%) | $\sigma_b$<br>/MPa | $\delta_5$<br>(%) | $\alpha_K$<br>/J·cm <sup>-2</sup> | HBS |
|-------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------------|-----|
| HT250 | 3.22     | 1.75      | 0.97      | 0.10     | 0.119    |           |                        |                        | 286                |                   |                                   | 227 |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：卡腰短间距离倒置冷风冲天炉，炉内碳增加10%、硅烧损8%、锰烧损12%、硫增加90%、磷不变。
2. 炉前，用三角试片白口读数来控制铁液成分，用Ti25B的钛铁调整铁液，一般三角白口深度为3~5mm较为合适。
3. 检测结果：见本表。
4. 成分含量皆指质量分数。
5. 本配料还适用于冲压机床中要求灰铸铁 HT250 的铸铁床身、滑块、飞轮等铸件。

## 配料实例 283

表 1.1-283 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 墙板（冲压设备类 Q11—13×2500 剪板机零件）  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸(2030×1530×200)mm,为扁箱体结构,最大壁厚 188mm,一般为 20~25mm,壁厚差很大。铸件毛重 1555kg,铸件要保证薄处不出现白口,厚处硬度均匀,珠光体含量≥98%,并呈细片状,石墨形态为 A 型,二元磷共晶<2%,铸件要求时效处理,采用表面干燥砂抛砂机造型<br>要求铸铁牌号:灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.2, Si1.3~1.5, Mn0.8~1.0, P≤0.12, S≤0.12   |

(续)

| 配 料     |             |           |       |       |       |        |
|---------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称    | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |
|         | C           | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪新生铁   | 4.20        | 1.40      | 0.34  | 0.040 | 0.019 |        |
| 灰铁回炉料   | 3.40        | 1.80      | 0.80  | 0.100 | 0.120 |        |
| 废 钢     | 0.20        | 0.25      | 0.50  | 微量    | 微量    |        |
| 硅 铁     | —           | 75        | —     | —     | —     |        |
| 锰 铁     | —           | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|         |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪新生铁   | 40          | 1.68      | 0.56  | 0.14  | 0.016 | 0.008  |
| 灰铁回炉料   | 35          | 1.19      | 0.63  | 0.28  | 0.035 | 0.042  |
| 废 钢     | 25          | 0.05      | 0.07  | 0.13  | —     | —      |
| 硅 铁     | 0.17        | —         | 0.13  | —     | —     | —      |
| 锰 铁     | 0.7         | —         | —     | 0.46  | —     | —      |
| 合 计     |             | 2.92      | 1.39  | 1.01  | 0.051 | 0.050  |
| 炉内熔化增减  |             | +0.15     | -0.21 | -0.25 | 0     | +0.025 |
| (原铁液)   |             | 3.1       | 1.18  | 0.76  | 0.051 | 0.075  |
| 炉外孕育吸收  |             | —         | +0.24 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |             | 3.1       | 1.42  | 0.76  | 0.051 | 0.075  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口冲天炉，熔化率 5t/h，送风温度 90~150°C，出铁温度 1400~1420°C，浇注温度 1350~1370°C。炉内硅烧损 15%，锰烧损 25% 左右。

2. 炉前，用三角试片检验三角白口宽度后用 75% 硅铁进行孕育处理，孕育量一般为 0.2%~0.4%，吸收率为 80%。

3. 成分含量及配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于剪床类中强度要求较高的灰铸铁 HT250 的铸件，如剪板机中的下刀架、上刀架、单点闭式冲床床身、联合冲剪机冲头壳子等铸件。

配料实例 284 表 1.1-284 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 上横梁 (锻压设备类 YA32—500 液压机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1900mm × 1400mm × 824mm, 为箱形结构, 铸件毛重 4700kg, 主要壁厚 70mm, 中缸、四柱下面及铸件底部加工。采用干型铸造。铸件在 650°C 左右退火处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C2.8~3.2, Si1.4~1.8, Mn0.8~1.1, P<0.12, S<0.2  |

## 配 料

| 层铁重<br>/kg | 金 属 炉 料/kg |           |       |        |        |        | 层焦重<br>/kg | 石灰石重<br>/kg |
|------------|------------|-----------|-------|--------|--------|--------|------------|-------------|
|            | 生铁产地       | 铸铁屑<br>块堆 | I 级回炉 | 废钢     | 75% 硅铁 | 65% 锰铁 |            |             |
|            | 西安         |           |       |        |        |        |            |             |
| 400        | 170        | 10        | 90    | 130    | 3.00   | 6.50   | 33         | 12          |
| 检测结果       | C          | Si        | Mn    | P      | S      | 硬度 HBS | 抗弯强度/MPa   |             |
|            | 3.15%      | 1.2%      | 0.94% | 0.098% | 0.085% | 1.80   | 486.1      |             |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距曲线炉膛热风冲天炉, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 30%。

2. 在炉前采用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分, 白口宽度一般 3~5mm。

3. 成分含量皆指质量分数。

4. 本配料还适用于液压机中要求灰铸铁 HT250 的大小缸套等。

配料实例 285 表 1.1-285 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 印刷墙板 (印刷机械类 AXJ60400 六色凹印机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1900mm × 1260mm × 70mm, 为平板类结构, 铸件毛重 580kg, 主要壁厚 12mm, 筋板厚 20~25mm。采用干型铸造。铸件进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.3, Si1.6~1.8, Mn0.7~0.9, P<0.15, S<0.12   |

(续)

| 配 料       |             |            |       |       |       |        |
|-----------|-------------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称      | 炉 料 成 分 (%) |            |       |       |       |        |
|           | C           | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪 Q10 生铁 | 4.26        | 1.27       | 0.50  | 0.080 | 0.030 |        |
| 回炉料       | 3.30        | 2.00       | 0.70  | 0.150 | 0.100 |        |
| 废 钢       | 0.40        | 0.30       | 0.50  | 0.060 | 0.030 |        |
| 硅 铁       |             | 75.30      |       |       |       |        |
| 锰 铁       |             |            | 67.51 |       |       |        |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)    | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|           |             | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪 Q10 生铁 | 35          | 1.49       | 0.44  | 0.18  | 0.028 | 0.011  |
| 回炉料       | 35          | 1.16       | 0.70  | 0.25  | 0.053 | 0.035  |
| 废 钢       | 30          | 0.12       | 0.09  | 0.15  | 0.018 | 0.009  |
| 硅 铁       | 0.56        |            | 0.42  |       |       |        |
| 锰 铁       | 0.62        |            |       | 0.42  |       |        |
| 合计        |             | 2.77       | 1.65  | 1.00  | 0.099 | 0.055  |
| 炉内熔化增减    |             | +0.28      | -0.25 | -0.20 | 0     | +0.055 |
| (原铁液)     |             | 3.05       | 1.40  | 0.80  | 0.099 | 0.110  |
| 炉外孕育吸收    |             |            | +0.30 |       |       |        |
| (孕育后铁液)   |             | 3.05       | 1.70  | 0.80  | 0.099 | 0.110  |

注：1. 采用熔炼炉类型：倒置两排大间距曲线炉膛冷风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前，用三角试片检查三角白口大小，为保证流动性，快速充满铸型，可控制铁液成分在 HT250 下限，采用大孕育量 0.4%~0.6%，孕育剂为 75# 硅铁，吸收率为 80，出铁时在出铁槽孕育。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.20，Si1.81，Mn0.75，P0.10，S0.10；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 477MPa，挠度  $f$ 3.5mm，硬度 190HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于印刷机械中要求灰铸铁 HT250 的齿轮、凸轮、齿条、墙板等铸件。



配料实例 286

表 1.1-286 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |          |      |               |               |               |               |       |       |       |        |
|------------|---|----------|------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 盖板 (橡胶机械类炼胶机零件)   |          |      |               |               |               |               |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2226mm×330mm×215mm, 为板条形结构, 铸件毛重 700kg, 主要壁厚 50mm, 采用干型铸造, 铸件经热时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |          |      |               |               |               |               |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C2.9-3.2, Si1.2-1.6, Mn0.8-1.0, P≤0.2, S≤0.13   |          |      |               |               |               |               |       |       |       |        |
| 配 料        |   |          |      |               |               |               |               |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 配料比 (%)   | 化学成分 (%) |      |               |               |               |               |       |       |       |        |
|            |   | C        |      | Si            |               | Mn            |               | P     |       | S     |        |
|            |   | 单        | 合    | 单             | 合             | 单             | 合             | 单     | 合     | 单     | 合      |
| 铸造生铁       | 40  | 3.87     | 1.55 | 1.40          | 0.56          | 0.63          | 0.25          | 0.050 | 0.020 | 0.040 | 0.016  |
| 回炉铁        | 42  | 3.40     | 1.43 | 2.0           | 0.84          | 0.80          | 0.34          | 0.129 | 0.054 | 0.075 | 0.032  |
| 废 钢        | 18  | 0.25     | 0.05 | 0.24          | 0.04          | 0.62          | 0.11          | 0.15  | 0.027 | 0.020 | 0.004  |
| 共 计        |   |          | 3.03 |               | 1.44          |               | 0.70          |       | 0.101 |       | 0.052  |
| 熔化增减       |   | ×1.05    | 3.18 | ×0.75         | 1.08          | ×0.75         | 0.52          |       |       |       |        |
| 加入合金       |   |          |      | 0.57/<br>74.6 | 0.32          | 0.73/<br>68.7 | 0.38          |       |       |       |        |
| 每 批<br>加入量 | (每批<br>800kg)   |          |      |               | (4.6kg<br>硅铁) |               | (5.8kg<br>锰铁) |       |       |       |        |
| 计算成分       |   |          | 3.18 |               | 1.40          |               | 0.90          |       | 0.101 |       | <0.130 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央和侧吹结合送风冲天炉, 熔化率 7t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 25%、锰烧损 25%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 浇注 12mm×32mm×100mm 三角试片, 用硅铁调整铁液成分, 控制三角白口数为 3-4mm。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 287

表 1.1-287 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |       |     |     |
|------------|--|-------|-----|-----|
| 铸件名称       | 机架 (橡胶机械类零件)   |       |     |     |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1350mm×900mm×300mm, 为箱体形结构, 局部壁厚相差较大, 主要壁厚 30mm, 铸件毛重 630kg, 采用干型铸造, 铸件经人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |       |     |     |
| 合金成分控制 (%) | C3.1-3.4, Si1.5-1.8, Mn0.8-1.0, P≤0.20, S≤0.12   |       |     |     |
| 配 料        |  |       |     |     |
| 炉料名称       | 冷水江 Z22 生铁   | 回 炉 铁 | 废 钢 | 锰 铁 |
| 配料比例 (%)   | 40   | 40    | 20  | 0.6 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内硅烧损 2.0%、锰烧损 20%。

2. 炉前, 用 75% 硅铁进行孕育处理, 加入量 0.1%~0.15%, 用三角试片检验白口深度, 控制铁液成分。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.22, Si1.58, Mn1.07, P0.15, S0.08。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 288 表 1.1-288 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 柱塞 (橡胶机械类平板硫化机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 440\text{mm} \times 680\text{mm}$ , 为圆桶形结构, 一端球状, 铸件毛重 450kg, 主要壁厚 60mm, 要求在 1.96MPa 压力下 5min 不渗漏。采用干型铸造。铸件经人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C2.8~3.1, Si1.5~1.9, Mn0.9~1.0, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.12  |

## 配 料

|          |           |       |     |     |      |
|----------|-----------|-------|-----|-----|------|
| 炉料名称     | 湘钢 Z14 生铁 | 回 炉 铁 | 废 钢 | 硅 铁 | 锰 铁  |
| 配料比例 (%) | 35        | 40    | 25  | 0.4 | 0.75 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内硅烧损 20% 左右, 锰烧损 20% 左右。  
2. 炉前, 用 75% 硅铁孕育, 用三角试片检验白口深度, 控制铁液成分。  
3. 检测结果: 化学成分 (%) 为 C2.88, Si1.54, Mn0.98, P0.17, S0.05。  
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
5. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT250 的其他硫化机柱塞及炼胶机机盖等类铸件。

配料实例 289 表 1.1-289 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 上模 (橡胶机械类封头模具零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 3025\text{mm} \times 960\text{mm}$ , 为大型半圆球台, 拉筋为盒形结构, 壁厚面积大, 主要壁厚 80mm, 铸件毛重 16.5t。采用干型铸造。铸件需经时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C2.8~3.1, Si1.4~1.7, Mn0.9~1.1, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.12   |

## 配 料

|          |           |            |       |     |
|----------|-----------|------------|-------|-----|
| 炉料名称     | 湘钢 Z14 生铁 | 冷水江 Z22 生铁 | 回 炉 铁 | 锰 铁 |
| 配料比例 (%) | 35        | 40         | 25    | 0.7 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内硅烧损 20% 左右, 锰烧损 20% 左右。  
2. 炉前, 用 75% 硅铁孕育。  
3. 检测结果: 化学成分 (%) 为 C2.83, Si1.5, Mn1.06, P0.16, S0.06。  
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 290 表 1.1-290 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |             |           |           |             |             |      |     |
|------------|--|-------------|-----------|-----------|-------------|-------------|------|-----|
| 铸件名称       | 机腿 (橡胶机械类 $\phi 400$ 炼胶机零件)  |             |           |           |             |             |      |     |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $350\text{mm} \times 970\text{mm} \times 380\text{mm}$ , 为空心五面封闭 (底腿锈孔) 结构, 中空部分还有一道加强筋, 铸件毛重 $650\text{kg}$ , 主要壁厚 $30\text{mm}$ , 局部厚度 $100\text{mm}$ , 在工作中承受较大的压力、剪切应力<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |             |           |           |             |             |      |     |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.4, Si1.6~2.0, Mn0.6~0.9, P<0.2, S<0.12  |             |           |           |             |             |      |     |
| 配 料        |  |             |           |           |             |             |      |     |
| 炉料名称       | 配料比 (%)  | 炉料中含量/配料中含量 |           |           |             |             |      |     |
|            |  | C           | Si        | Mn        | P           | S           |      |     |
| 新生铁        | 30   | 4.4/1.32    | 2.1/0.63  | 0.60/0.18 | 0.030/0.009 | 0.020/0.006 |      |     |
| 机 铁        | 50   | 3.5/1.75    | 1.8/0.90  | 0.70/0.35 | 0.150/0.075 | 0.100/0.050 |      |     |
| 废 钢        | 20   |             | 0.20/0.04 | 0.60/0.12 | 0.030/0.006 | 0.030/0.006 |      |     |
| 砂 铁        | 0.3  |             | 73/0.22   |           |             |             |      |     |
| 锰 铁        | 0.6  |             |           | 61/0.37   |             |             |      |     |
| 配料成分       |  | 3.07        | 1.79      | 1.02      | 0.050       | 0.062       |      |     |
| 投料量/kg     | 层铁重 层焦重 石灰石  |             |           | 金 属 料     |             |             |      |     |
|            |  |             |           | 新生铁       | 机 铁         | 废 钢         | 硅 铁  | 锰 铁 |
|            | 250  | 27          | 10        | 75        | 125         | 50          | 0.75 | 1.5 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 卡腰式冷风冲天炉, 熔化率  $2.5\text{t/h}$ , 炉内硅烧损  $8\% \sim 10\%$ , 锰烧损  $13\% \sim 15\%$ 。  
 2. 炉前, 用三角试片检查白口大小, 控制化学成分, 用质量分数  $75\%$  硅铁或硅钡长效孕育剂进行孕育处理, 用珍珠岩复盖剂聚渣保温。  
 3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 4. 本配料还适用于一般性能要求较高的灰铸铁 HT250 的铸件, 如齿轮、托梁、支架等铸件。

配料实例 291 表 1.1-291 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |     |     |     |     |     |       |
|------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 铸件名称       | 叶轮 (制糖机械类 TL $\times$ 400B 甜菜泵零件)  |     |     |     |     |     |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1100\text{mm} \times 765\text{mm}$ , 为回转体结构, 铸件毛重 $1.1\text{t}$ , 壁最厚 $90\text{mm}$ , 壁最薄 $30\text{mm}$ , 由于壁厚相差三倍和铸件结构的特点, 易发生裂纹。采用表干型铸造。铸件要求时效处理, 加工后需做静平衡<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |     |     |     |     |     |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.2, Si1.4~1.6, Mn0.7~0.9, P<0.25, S<0.12   |     |     |     |     |     |       |
| 配 料 (kg)   |  |     |     |     |     |     |       |
| 层铁重        | 号 铁  | 回炉料 | 废 钢 | 锰 铁 | 硅 铁 | 层 焦 | 石 灰 石 |
| 300        | 150  | 60  | 90  | 3   |     | 30  | 9     |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率  $3\text{t/h}$ , 炉内硅烧损  $<15\%$ , 锰烧损  $<20\%$ 。  
 2. 炉前, 采用三角试片控制铁液成分, 白口深度为  $6 \sim 8\text{mm}$ , 炉前孕育加硅铁  $0.6\%$ 。  
 3. 检测结果:  
 化学成分 (%): C3.10, Si1.60, Mn0.78, P0.131, S0.052;  
 力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b > 250\text{MPa}$ , 抗弯强度  $\sigma_{bb} > 470\text{MPa}$ 。  
 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 292 表 1.1-292 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |        |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 锡林 (纺织机械类印染机械零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1320\text{mm} \times 1340\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 工作时圆筒内通有热蒸汽, 铸件毛重 2.7t, 主要壁厚 50mm 铸件需时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.10~3.40, Si1.40~1.80, Mn1.00~1.50, P $\leq$ 0.20, S $\leq$ 0.12  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 巴西生铁       | 4.33  | 2.31       | 0.70  | 0.080 | 0.020 |        |
| 回炉铸铁       | 3.50  | 2.00       | 0.70  | 0.080 | 0.100 |        |
| 浇冒口        | 3.50  | 2.00       | 0.70  | 0.080 | 0.100 |        |
| 硬废钢        | 0.30  | 0.30       | 0.6   | 0.050 | 0.050 |        |
| 75% 硅铁     |   | 75         |       |       |       |        |
| 70% 锰铁     |   |            | 70    |       |       |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁       | 20  | 0.87       | 0.46  | 0.14  | 0.016 | 0.004  |
| 回炉铸铁       | 20  | 0.70       | 0.40  | 0.14  | 0.016 | 0.020  |
| 浇冒口        | 20  | 0.70       | 0.40  | 0.14  | 0.016 | 0.020  |
| 硬废钢        | 40  | 0.12       | 0.12  | 0.24  | 0.020 | 0.020  |
| 75% 硅铁     | 1.2   |            | 0.90  |       |       |        |
| 70% 锰铁     | 2.0   |            |       | 1.40  |       |        |
| 合计         |   | 2.39       | 2.28  | 2.06  | 0.068 | 0.064  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.95      | -0.57 | -0.62 | 0     | +0.051 |
| (原铁液)      |   | 3.34       | 1.71  | 1.44  | 0.068 | 0.11   |
| 炉外孕育吸收     |   | (视需要定)     |       |       |       |        |
| (孕育后铁液)    |   | 3.34       | 1.71  | 1.44  | 0.068 | 0.11   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 40%、硅烧损 25%、锰烧损 30%、硫增加 80%、磷不变。

2. 厚度在 5mm 以上废钢为硬废钢。

3. 炉外加 75% 颗粒状硅铁孕育, 吸收率为 60%。

4. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 并控制在 3~7mm 范围, 如铁液过硬可用硅铁调软铁液。

5. 检测结果:

化学成分 (%): C3.27, Si1.77, Mn1.48, S0.063, P—;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  542MPa。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于浇注印染机械中要求灰铸铁 HT250 的全加工的滚筒等铸件。

配料实例 293 表 1.1-293 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 皮带轮 (纺织机械类粗纱机零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 155\text{mm} \times 93\text{mm}$ , 为厚壁轮形结构, 铸件毛重 12.5kg, 主要壁厚 110mm, 全加工。采用湿型铸造。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C2.8~3.1, Si1.3~1.6, Mn1.0~1.2, S $\leq$ 0.12, P $\leq$ 0.15, CE3.2~3.7  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 巴西生铁       | 3.10   | 2.00       | 0.70  | 0.088 | 0.030 |        |
| 本溪生铁       | 4.02   | 1.40       | 0.66  | 0.048 | 0.033 |        |
| 普通废机铁      | 3.10   | 1.90       | 0.86  | 0.115 | 0.123 |        |
| 废 钢        | 0.20   | 0.40       | 0.60  | 0.050 | 0.050 |        |
| 75% 硅铁     | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 60% 锰铁     | —  | —          | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁       | 30   | 1.23       | 0.60  | 0.21  | 0.017 | 0.009  |
| 本溪生铁       | 15   | 0.56       | 0.21  | 0.10  | 0.016 | 0.005  |
| 普通废机铁      | 32.5   | 1.00       | 0.62  | 0.28  | 0.040 | 0.040  |
| 废 钢        | 22.5   | 0.05       | 0.09  | 0.13  | 0.011 | 0.011  |
| 75% 硅铁     | 0.5  | —          | 0.38  | —     | —     | —      |
| 60% 锰铁     | 1  | —          | —     | 0.60  | —     | —      |
| 合计         |  | 2.84       | 1.90  | 1.32  | 0.084 | 0.065  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.08      | -0.28 | -0.26 | 0     | +0.032 |
| (原铁液)      |  | 2.92       | 1.62  | 1.06  | 0.084 | 0.097  |
| 炉外孕育吸收     |  | —          | +0.11 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)    |  | 2.92       | 1.73  | 1.06  | 0.084 | 0.097  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距内水冷冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 3%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检查三角白口大小, 来控制铁液成分。用 75% 硅铁, 粒度为 2~5mm, 在铁液包内进行孕育处理, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收率为 70%。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C2.9, Si1.53, Mn1.06, P0.08, S0.081;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 256MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 484MPa, 硬度 229HBS;

金相组织: A+B 型石墨, 长度 10~15 $\mu\text{m}$ , 基体为 >98% 珠光体, 共晶团 300~500 个/ $\text{cm}^2$ 。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于纺织机械中要求灰铸铁 HT250 的其他要求壁厚的带轮等铸件

配料实例 294 表 1.1-294 HT250 的灰铸铁配料

|                       |  |            |       |       |       |       |
|-----------------------|--|------------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称                  | 罩筒 (煤矿机械类 80T 运输机零件)   |            |       |       |       |       |
| 铸件特点                  | 铸件轮廓尺寸 $\phi 590\text{mm} \times 452\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 主要壁厚 14mm, 铸件毛重 120kg。采用干型湿芯 (风干) 铸造, 要求铁液流动性好<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |       |
| 合金成分控制 (%)            | C 2.9~3.2, Si 1.3~1.6, Mn 0.9~1.1, P < 0.15, S $\leq$ 0.12   |            |       |       |       |       |
| 配 料                   |  |            |       |       |       |       |
| 炉料名称                  | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |       |
|                       | C  | Si         | Mn    | P     | S     |       |
| 北京 20 <sup>#</sup> 生铁 | 4.01   | 2.00       | 0.12  | 0.110 | 0.024 |       |
| 普通回炉铁                 | 3.20   | 1.60       | 0.80  | —     | —     |       |
| 废 钢                   | 0.30   | 0.30       | 1.20  | —     | —     |       |
| 60% 锰铁                | —  | —          | 60    | —     | —     |       |
| 炉料名称                  | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |
|                       |  | C          | Si    | Mn    | P     | S     |
| 北京 20 <sup>#</sup> 生铁 | 53.3   | 2.13       | 1.06  | 0.06  | 0.059 | 0.013 |
| 普通回炉铁                 | 26.7   | 0.86       | 0.43  | 0.21  | —     | —     |
| 废 钢                   | 20   | 0.06       | 0.06  | 0.24  | —     | —     |
| 60% 锰铁                | 1.5  | —          | —     | 0.90  | —     | —     |
| 合计                    |  | 3.05       | 1.55  | 1.41  | —     | —     |
| 炉内熔化增减                |  | +0.31      | -0.31 | -0.35 | —     | —     |
| (原铁液)                 |  | 3.36       | 1.24  | 1.06  | —     | —     |
| 炉外孕育吸收                |  | —          | +0.15 | —     | —     | —     |
| (孕育后铁液)               |  | 3.36       | 1.39  | 1.06  | —     | —     |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口、冷风冲天炉, 炉内熔化元素增减率: C + 10%, Si - 20%, Mn - 25%, P 不变, S + 100%。
2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 观察断口状态, 炉外孕育: 每 100kg 铁液加 75% 硅铁粉 0.27kg, 吸收率 75%。
3. 检测结果: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  470.4~553.7MPa,
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于煤矿机械中要求灰铸铁 HT250 的联轴器的联接套、半联轴器盘, SGW-150 型输送机的上下箱体、垫块、密封壳体等铸件。

配料实例 295

表 1.1-295 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |       |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 排研轮轨道 (煤矿机械类零件)   |            |       |       |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 2980\text{mm} \times 60\text{mm}$ , 为轮箍形结构, 铸件毛重 700kg, 主要壁厚 90mm、全加工, 采用湿型造型, 干砂块做盖箱进行铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C2.8~3.1, Si1.2~1.5, Mn1.0~1.2, P<0.15, S $\leq$ 0.12   |            |       |       |       |       |
| 配 料        |   |            |       |       |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |       |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |       |
| 本溪 Z15 生铁  | 4.10  | 1.70       | 0.70  | 0.070 | 0.020 |       |
| 水钢 Z15 生铁  | 4.20  | 1.60       | 1.10  | 0.070 | 0.020 |       |
| 普通回炉铁      | 3.10  | 1.60       | 0.80  | 0.100 | 0.100 |       |
| 废 钢        | 0.42  | 0.30       | 0.50  | 0.050 | 0.040 |       |
| 60% 锰铁     | —   | —          | 60    | —     | —     |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S     |
| 本溪 Z15 生铁  | 40  | 1.64       | 0.68  | 0.28  | 0.028 | 0.008 |
| 水钢 Z15 生铁  | 20  | 0.84       | 0.32  | 0.22  | 0.014 | 0.004 |
| 普通回炉铁      | 20  | 0.62       | 0.32  | 0.16  | 0.02  | 0.002 |
| 废 钢        | 20  | 0.08       | 0.06  | 0.10  | 0.01  | 0.008 |
| 60% 锰铁     | 1.8   | —          | —     | 1.08  | —     | —     |
| 合计         |   | 3.1        | 1.38  | 1.84  | 0.072 | 0.022 |
| 炉内熔化增减     |   | 0          | 0     | -0.18 | 0     | 0     |
| (原铁液)      |   | 3.1        | 1.38  | 1.66  | 0.072 | 0.022 |
| 炉外孕育吸收     |   | —          | +0.24 | —     | —     | —     |
| (孕育后铁液)    |   | 3.1        | 1.62  | 1.66  | 0.072 | 0.022 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 工频电炉, 酸性炉炉内碳、硅、磷、硫不变, 锰烧损 10%。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75Si 铁 0.4kg, 吸收率为 80%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 296

表 1.1-296 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 排矸轮齿杆架 (煤矿机械类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 3400\text{mm} \times 110\text{mm}$ , 为轮箍形结构, 铸件毛重 780kg, 主要壁厚 25mm, 全加工, 采用湿型造型, 干砂块做盖箱进行铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | (C 3.0 ~ 3.3, Si 1.3 ~ 1.6, Mn 0.9 ~ 1.1, P < 0.15, S $\leq$ 0.12)  |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|-----------|----------|------|------|-------|-------|
|           | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪 Z15 生铁 | 4.10     | 1.70 | 0.70 | 0.070 | 0.020 |
| 水钢 Z15 生铁 | 4.20     | 1.60 | 1.10 | 0.070 | 0.020 |
| 普通回炉料     | 3.10     | 1.60 | 0.80 | 0.100 | 0.100 |
| 废 钢       | 0.42     | 0.30 | 0.50 | 0.500 | 0.040 |
| 75% 硅铁    | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 60% 锰铁    | —        | —    | 60   | —     | —     |

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S     |
| 本溪 Z15 生铁 | 45       | 1.85       | 0.77  | 0.32  | 0.032 | 0.009 |
| 水钢 Z15 生铁 | 20       | 0.84       | 0.32  | 0.32  | 0.014 | 0.004 |
| 普通回炉料     | 15       | 0.47       | 0.24  | 0.12  | 0.015 | 0.019 |
| 废 钢       | 20       | 0.08       | 0.06  | 0.10  | 0.010 | 0.002 |
| 75% 硅铁    | 0.15     | —          | 0.11  | —     | —     | —     |
| 60% 锰铁    | 0.4      | —          | —     | 0.24  | —     | —     |
| 合计        |          | 3.24       | 1.50  | 1.10  | 0.071 | 0.034 |
| 炉内熔化增减    |          |            |       | -0.11 |       |       |
| (原铁液)     |          | 3.24       | 1.50  | 0.99  | 0.071 | 0.034 |
| 炉外孕育吸收    |          | —          | +0.15 | —     | —     | —     |
| (孕育后铁液)   |          | 3.24       | 1.65  | 0.99  | 0.071 | 0.034 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 工频电炉、酸性炉衬, 炉内元素变化增减率: C 不变, Si 不变, Mn 烧损 10%, P、S 不变。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% Si 铁 0.25kg, 吸收率为 80%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 297 表 1.1-297 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |       |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 大座 (煤矿机械类 CDXT—2.5t 电机车零件)  |            |       |       |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 350mm×245mm×116mm, 为箱形结构, 铸件毛重 25kg, 主要壁厚 20mm, 采用干型铸造。铸件要求时效处理。铸件要求防爆, 不允许出现任何铸造缺陷, 对于防爆孔、面在精加工后, 用煤油浸蚀灯光照射进行检查, 镜面上不得出现黑点, 对于加工后的铸件, 全部需进行水压试验, 压力为 0.6~0.8MPa, 保压 1min, 不得渗漏<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.3, Si1.4~1.7, Mn0.8~1.0, P<0.15, S<0.12  |            |       |       |       |       |
| 配 料        |   |            |       |       |       |       |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)   |            |       |       |       |       |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |       |
| 本溪 Z15 生铁  | 4.10  | 1.70       | 0.70  | 0.070 | 0.020 |       |
| 水钢 Z15 生铁  | 4.20  | 1.60       | 0.80  | 0.070 | 0.020 |       |
| 优质回炉铁      | 3.00  | 1.40       | 0.80  | 0.100 | 0.100 |       |
| 废 钢        | 0.20  | 0.30       | 0.50  | 0.020 | 0.020 |       |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |       |
| 60% 锰铁     | —   | —          | 60    | —     | —     |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S     |
| 本溪 Z15 生铁  | 45  | 1.85       | 0.77  | 0.32  | 0.032 | 0.009 |
| 水钢 Z15 生铁  | 18  | 0.76       | 0.29  | 0.14  | 0.013 | 0.004 |
| 优质回炉铁      | 17  | 0.51       | 0.10  | 0.06  | 0.017 | 0.017 |
| 废 钢        | 20  | 0.004      | 0.06  | 0.10  | 0.040 | 0.004 |
| 75% 硅铁     | 0.5   | —          | 0.38  | —     | —     | —     |
| 60% 锰铁     | 0.5   | —          | —     | 0.30  | —     | —     |
| 合计         |   | 3.16       | 1.59  | 0.92  | 0.102 | 0.034 |
| 炉内熔化增减     |   | 0          | 0     | -0.09 | 0     | 0     |
| (原铁液)      |   | 3.16       | 1.59  | 0.93  | 0.102 | 0.034 |
| 炉外孕育吸收     |   | —          | +0.06 | —     | —     | —     |
| (孕育后铁液)    |   | 3.16       | 1.65  | 0.93  | 0.102 | 0.034 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 工频电炉、酸性炉炉内碳、硅、磷、硫不变, 锰烧损 10%。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 的 Si 铁 0.1kg, 吸收率为 80%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于 CDXT—2.5 电机车中要求灰铸铁 HT250 的插座、机壳、分度盘等铸件。

配料实例 298 表 1.1-298 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 减速箱盖 (运输机械类零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2920mm × 1520mm × 911mm, 为箱形结构, 铸件毛重 1775kg, 壁厚较均匀, 箱盖结合面及轴孔要求加工, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.1 - 3.5, Si1.4 - 1.9, Mn0.6 - 1.1, P<0.2, S<0.12  |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 梅山生铁       | 4.10   | 1.60       | 0.82  | 0.200 | 0.025 |        |
| 回炉铁        | 3.45   | 1.60       | 0.50  | 0.150 | 0.100 |        |
| 废 钢        | 0.40   | 0.20       | 0.40  | 0.060 | 0.050 |        |
| 硅 铁        | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 锰 铁        | —  | —          | 62    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 梅山生铁       | 35   | 1.44       | 0.56  | 0.29  | 0.070 | 0.009  |
| 回炉铁        | 36   | 1.24       | 0.58  | 0.18  | 0.054 | 0.036  |
| 废 钢        | 27.32  | 0.11       | 0.06  | 0.11  | 0.016 | 0.014  |
| 硅 铁        | 0.82   | —          | 0.62  | —     | —     | —      |
| 锰 铁        | 0.86   | —          | —     | 0.53  | —     | —      |
| 合计         |  | 2.79       | 1.82  | 1.11  | 0.140 | 0.059  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.41      | -0.31 | -0.31 | 0     | +0.058 |
| (原铁液)      |  | 3.18       | 1.51  | 0.80  | 0.140 | 0.117  |
| 炉外孕育吸收     |  | 0          | +0.15 | 0     | 0     | 0      |
| (孕育后铁液)    |  | 3.18       | 1.66  | 0.80  | 0.140 | 0.117  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口曲线炉膛冲天炉, 炉内硅烧损 17%、锰烧损 28%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉外孕育加入 0.25% 硅铁, 吸收率为 80%。

3. 碳当量 CE=3.8 (要求 CE=3.8~4.0)。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于运输机械中要求灰铸铁 HT250 的大型减速箱座、箱盖、可通盖、机座、导向轮等铸件。

配料实例 299 表 1.1-299 HT250 的灰铸铁配料

|                    |  |            |       |       |       |        |
|--------------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称               | 支座 (建材机械类罩式冷却机零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点               | 铸件轮廓尺寸 870mm×285mm×281mm, 为箱形结构, 中间为筒形球面体, 铸件毛重 200kg, 主要壁厚 25mm, 承受较大载荷。采用干型铸造。铸件要求退火处理消除内应力<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%)         | C2.80~3.20, Si1.10~1.50, Mn0.90~1.30, P≤0.12, S≤0.10   |            |       |       |       |        |
| 配 料                |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称               | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|                    | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁               | 4.20   | 1.75       | 1.05  | 0.050 | 0.020 |        |
| 2 <sup>#</sup> 回炉铁 | 3.20   | 1.60       | 1.00  | 0.060 | 0.100 |        |
| 废 钢                | 0.20   | 0.30       | 0.60  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75%硅铁              | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁              | —  | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称               | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                    |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁               | 50   | 2.10       | 0.88  | 0.53  | 0.025 | 0.010  |
| 2 <sup>#</sup> 回炉铁 | 20   | 0.64       | 0.32  | 0.20  | 0.012 | 0.020  |
| 废 钢                | 30   | 0.06       | 0.09  | 0.18  | 0.006 | 0.006  |
| 75%硅铁              | 0.35   | —          | 0.26  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁              | 0.75   | —          | —     | 0.49  | —     | —      |
| 合计                 |  | 2.80       | 1.55  | 1.40  | 0.043 | 0.036  |
| 炉内熔化增减             |  | +0.17      | -0.23 | -0.28 | 0     | +0.036 |
| (熔化后铁液)            |  | 2.97       | 1.32  | 1.12  | 0.043 | 0.072  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 6%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用建材机械中要求灰铸铁 HT250 的球面瓦等铸件。

配料实例 300 表 1.1-300 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 磁轨 (发电机类 14 <sup>#</sup> 发电机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 500\text{mm} \times 700\text{mm}$ , 中心孔 $\phi 110\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 800kg, 壁厚 195mm, 加工尺寸较大 (铣槽), 要求内部质量较高。采用干型铸造。铸件经高温退火后, 进行自然时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C 2.80 ~ 3.30, Si 1.20 ~ 1.70, Mn 0.80 ~ 1.20, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12   |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 白市生铁    | 4.23     | 2.11       | 0.58  | 0.132 | 0.026 |        |
| 回炉铁     | 3.50     | 2.00       | 0.80  | 0.178 | 0.110 |        |
| 废 钢     | 0.15     | 0.35       | 0.50  | 0.026 | 0.019 |        |
| 67% 硅铁  |          | 67         |       |       |       |        |
| 65% 锰铁  |          |            | 65    |       |       |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 白市生铁    | 30       | 1.27       | 0.63  | 0.17  | 0.040 | 0.008  |
| 回炉铁     | 38       | 1.33       | 0.76  | 0.30  | 0.068 | 0.042  |
| 废 钢     | 32       | 0.05       | 0.11  | 0.16  | 0.008 | 0.006  |
| 67% 硅铁  | 0.33     |            | 0.22  |       |       |        |
| 65% 锰铁  | 1.5      |            |       | 0.98  |       |        |
| 合计      |          | 2.65       | 1.72  | 1.61  | 0.116 | 0.056  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.46      | -0.52 | -0.34 | 0     | +0.028 |
| (熔化后铁液) |          | 3.11       | 1.20  | 1.27  | 0.116 | 0.084  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口热风冲天炉, 炉内碳增加 17%、硅烧损 30%、锰烧损 21%、硫增加 50%、磷不变。

2. 灰铸铁 HT250 由于要求强度及硬度较高, 需要进行孕育处理。其过程是: 将孕育剂投入铁液包中, 当铁液流动时不断搅拌, 使其成分均匀。孕育剂及其用量如下: 硼砂和食盐总量占铁液重量 0.2% ~ 0.5% (硼砂和食盐各半), 另加铝屑占铁液重量 0.03% 左右。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于 14<sup>#</sup> 发电机中要求灰铸铁 HT250 的皮带轮、平板及其他工模具等铸件。

配料实例 301 表 1.1-301 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 轴承座下部 (汽轮机类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2500mm × 1400mm × 1080mm, 为箱形结构, 内腔较为复杂, 铸件毛重 9t, 厚薄不均匀, 主要壁厚 50mm。采用 T 型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.35, Si1.6~1.9, Mn0.6~0.9, P≤0.2, S≤0.12   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁   | 4.10     | 1.34 | 0.68 | 0.050 | 0.024 |
| 普通回炉铁  | 3.40     | 1.70 | 0.70 | 0.060 | 0.080 |
| 废 钢    | 0.20     | 0.20 | 0.50 | 0.030 | 0.030 |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —        | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |      |       |
|---------|----------|------------|-------|-------|------|-------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P    | S     |
| 本溪生铁    | 50       | 2.05       | 0.67  | 0.34  | 0.03 | 0.01  |
| 普通回炉铁   | 20       | 0.68       | 0.34  | 0.14  | 0.01 | 0.02  |
| 废 钢     | 30       | 0.06       | 0.06  | 0.10  | 0.01 | 0.01  |
| 75% 硅铁  | 1.04     | —          | 0.78  | —     | —    | —     |
| 65% 锰铁  | 0.78     | —          | —     | 0.51  | —    | —     |
| 合计      |          | 2.79       | 1.85  | 1.09  | 0.05 | 0.04  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.47      | -0.28 | -0.33 | 0    | +0.04 |
| (原铁液)   |          | 3.26       | 1.57  | 0.76  | 0.05 | 0.08  |
| 炉外孕育吸收  |          |            | +0.24 |       |      |       |
| (孕育后铁液) |          | 3.26       | 1.81  | 0.76  | 0.05 | 0.08  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 6t/h, 炉内碳增加 17%、硅烧损 15%、锰烧损 30%、硫增加 100%。

2. 炉外孕育, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.4kg, 吸收率为 80%。

3. 炉前, 用三角试片检验, 三角白口宽度 3~5mm。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.26, Si1.84, Mn0.76, P0.055, S0.10;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 485MPa, 挠度  $f$ 3.0mm, 硬度 198HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于汽轮机中要求灰铸铁 HT250 的气缸、轴承座上部、油动机壳体、扩散管、主油泵壳体等铸件。

配料实例 302 表 1.1-302 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 轴承座下部 (汽轮机类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2500mm × 1400mm × 1080mm, 为箱形结构, 内腔较为复杂, 铸件毛重 9t, 厚薄不均匀, 主要壁厚 50mm 采用干型铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C3.0 ~ 3.35, Si1.6 ~ 1.9, Mn0.6 ~ 0.9, P ≤ 0.2, S ≤ 0.12  |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁   | 4.23     | 0.55 | 0.30 | 0.035 | 0.019 |
| 普通回炉铁  | 3.40     | 2.00 | 0.70 | 0.060 | 0.080 |
| 废 钢    | 0.20     | 0.20 | 0.50 | 0.030 | 0.030 |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —        | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) / kg | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |
|---------|---------------|------------|-------|-------|-------|-------|
|         |               | C          | Si    | Mn    | P     | S     |
| 本溪生铁    | 35/1155       | 1.48       | 0.19  | 0.11  | 0.010 | 0.010 |
| 普通回炉铁   | 45/1485       | 1.53       | 0.90  | 0.32  | 0.027 | 0.036 |
| 废 钢     | 20/660        | 0.04       | 0.04  | 0.10  | 0.006 | 0.006 |
| 75% 硅铁  | 0.47/15.5     | —          | 0.35  | —     | —     | —     |
| 65% 锰铁  | 0.48/15.8     | —          | —     | 0.31  | —     | —     |
| 合计      |               | 3.05       | 1.48  | 0.84  | 0.043 | 0.052 |
| 炉内熔化增减  |               | -0.03      | -0.07 | -0.04 | 0     | 0     |
| (原铁液)   |               | 3.02       | 1.41  | 0.80  | 0.043 | 0.052 |
| 炉外孕育吸收  |               | —          | +0.27 | —     | —     | —     |
| (孕育后铁液) |               | 3.02       | 1.68  | 0.80  | 0.043 | 0.052 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 3t 工频无心感应电炉, 炉内碳烧损 1%、硅烧损 5%、锰烧损 5%、硫、磷不变。

2. 炉外孕育, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.4kg, 吸收率为 90%。

3. 炉前, 用三角试片检验, 三角白口宽度 3~5mm。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.02, Si1.68, Mn0.90, P0.053, S0.068;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  520MPa, 烧度  $f$  3.3mm, 硬度 209HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于汽轮机中要求灰铸铁 HT250 的气缸、轴承座上部、油动机壳体、扩散管、主油泵壳体等铸件。

配料实例 303 表 1.1-303 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |     |     |                  |                  |           |            |
|------------|--|-----|-----|------------------|------------------|-----------|------------|
| 铸件名称       | 去湿隔板 (汽轮机类零件)  |     |     |                  |                  |           |            |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 2880\text{mm} \times 265\text{mm}$ , 为扇形结构, 中间系铸嵌的 1Cr13 不锈钢空心叶片, 铸件毛重 7t, 主要壁厚 265mm。采用干型铸造。铸件粗加工前后各进行一次去应力退火<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |     |     |                  |                  |           |            |
| 合金成分控制 (%) | C3.15~3.30, Si1.50~1.80, Mn0.90~1.10, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.12  |     |     |                  |                  |           |            |
| 配 料        |  |     |     |                  |                  |           |            |
| 层 铁<br>/kg | 金属炉料/kg  |     |     |                  |                  | 层焦<br>/kg | 石灰石<br>/kg |
|            | Z15 本溪<br>新生铁  | 回炉料 | 废钢  | 77% 硅铁           | 63% 锰铁           |           |            |
| 500        | 200  | 150 | 150 | (加 0.95%)<br>4.8 | (加 1.22%)<br>6.1 | 60        | 18         |

- 注: 1. 采用两排大间距冷风冲天炉熔炼, 熔化率 5.5t/h, 炉内碳增加 15%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 70%。
2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调整白口宽度, 炉前硅铁加入量 0.2%~0.3%, 白口宽度控制在 5~7mm。
3. 检测结果:  
化学成分 (%): C3.18, Si1.58, Mn0.98, P0.058, S0.16;  
力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  523MPa, 挠度  $f$  3.7mm, 硬度 255HBS。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 304 表 1.1-304 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 盒座 (电器类 LAH 型接线盒零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 150mm $\times$ 150mm $\times$ 55mm, 为盒线结构, 铸件毛重 4.4kg, 主要壁厚 5mm, 有防爆要求, 铸件加工后, 经 1MPa 水压试验, 1min 无渗漏、无破裂。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.7, Si1.6~1.9, Mn0.5~0.6, P<0.15, S $\leq$ 0.12   |

(续)

| 配 料     |             |            |       |       |       |        |
|---------|-------------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称    | 炉 料 成 分 (%) |            |       |       |       |        |
|         | C           | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 天津生铁    | 4.20        | 1.90       | 0.70  | 0.070 | 0.030 |        |
| 旧生铁     | 3.40        | 1.80       | 0.70  | 0.150 | 0.100 |        |
| 浇冒口     | 3.50        | 2.00       | 0.70  | 0.150 | 0.100 |        |
| 废钢      | 1.70        | 0.20       | 0.40  | —     | —     |        |
| 75%硅铁   | —           | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁   | —           | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%)    | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|         |             | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 天津生铁    | 40          | 1.68       | 0.76  | 0.28  | 0.028 | 0.012  |
| 旧生铁     | 27          | 0.92       | 0.49  | 0.19  | 0.040 | 0.027  |
| 浇冒口     | 20          | 0.70       | 0.40  | 0.14  | 0.030 | 0.020  |
| 废钢      | 13          | 0.22       | 0.03  | 0.05  | —     | —      |
| 75%硅铁   | 0.47        | —          | 0.35  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 0.23        | —          | —     | 0.15  | —     | —      |
| 合计      |             | 3.52       | 2.03  | 0.81  | 0.098 | 0.059  |
| 炉内熔化增减  |             | 0          | -0.30 | -0.20 | 0     | +0.059 |
| (熔化后铁液) |             | 3.52       | 1.73  | 0.61  | 0.098 | 0.118  |

注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口热风冲天炉，熔化率3t/h，炉内硅烧损15%、锰烧损25%、硫增加100%、碳和磷不变。

2. 炉前，用三角试片检验白口宽度，根据出铁时火花飞溅情况及上一次出铁时所浇三角试片断口的白口宽度及晶粒粗细，加入0.3%~0.4%2#变质剂调整，元素增减未计入。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.32，Si1.74，Mn0.59，P0.099，S0.116；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 265MPa，抗弯强度 $\sigma_{bb}$ 520MPa，挠度 $f$ 4mm。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于电器产品中要求灰铸铁HT250的照明配电盘中的盖，磁力起动器中的出线口，行程开关中的壳、接线盒、座等铸件。



配料实例 305 表 1.1-305 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 曲柄 (石油机械类抽油机零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2550mm×450mm×180mm, 为带齿的板状结构, 是抽油机游梁拐臂装置, 起调节抽油系统负载的平衡作用, 铸件毛重 1.25t, 主要壁厚 110mm, 铸件只有部分加工, 其余为毛坯。采用干型铸造。铸件需经时效处理。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C2.8~3.1, Si1.2~1.5, Mn0.9~1.1, P≤0.12, S≤0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 通钢生铁       | 3.70   | 1.33       | 0.82  | 0.090 | 0.040 |        |
| 本溪生铁       | 3.80   | 1.74       | 0.46  | 0.080 | 0.040 |        |
| 普通回炉铁      | 3.02   | 1.39       | 0.69  | 0.130 | 0.110 |        |
| 废 钢        | 0.14   | 0.25       | 0.68  | 0.040 | 0.040 |        |
| 75%硅铁      | —  | 75.0       | —     | —     | —     |        |
| 中碳锰铁       | —  | —          | 75.0  | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 通钢生铁       | 30   | 0.11       | 0.40  | 0.25  | 0.027 | 0.012  |
| 本溪生铁       | 20   | 0.76       | 0.35  | 0.09  | 0.016 | 0.008  |
| 普通回炉铁      | 25   | 0.76       | 0.35  | 0.17  | 0.033 | 0.028  |
| 废 钢        | 25   | 0.04       | 0.06  | 0.17  | 0.010 | 0.010  |
| 75%硅铁      | 0.48   | —          | 0.37  | —     | —     | —      |
| 中碳锰铁       | 0.75   | —          | —     | 0.57  | —     | —      |
| 合计         |  | 2.67       | 1.53  | 1.25  | 0.086 | 0.058  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.13      | -0.23 | -0.25 | 0.0   | +0.052 |
| (原铁液)      |  | 2.8        | 1.30  | 1.00  | 0.086 | 0.110  |
| 炉外孕育吸收     |  | —          | +0.18 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)    |  | 2.8        | 1.48  | 1.00  | 0.09  | 0.11   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排风口热风冲天炉, 炉内碳增加 5%, 硅烧损 15%, 锰烧损 20%, 硫增加 90%, 磷不变。

2. 批重: 层铁 300kg, 层焦 30kg, 石灰石 10kg。

3. 炉前, 用 75% 硅铁进行孕育处理, 加入量为 0.3%, 吸收率为 80%。用三角试片检验三角白口宽度的大小, 控制铁液成分。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C2.94%, Si1.43%, Mn0.90%, P0.10%, S0.114%;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 485MPa, 硬度 171HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于石油机械中要求灰铸铁 HT250 的齿轮圈毂、皮带轮毂等铸件, 但当浇注齿轮圈毂和皮带轮毂铸件时, 还对金相组织有要求, 其珠光体(体积分数)  $\geq 98\%$ 。

配料实例 306 表 1.1-306 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 曲柄 (石油机械类抽油机零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2352mm×600mm×210mm, 为带齿的板状结构, 铸件毛重 2t, 主要壁厚 200mm, 主要铸造缺陷, 齿浇不成, 产生缩坑, 采用干型铸造, 倾斜浇注, 铸件需时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.2, Si2.0~2.2, Mn0.9~1.2, P<0.12, S<0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| Z15 生铁     | 3.97   | 1.50       | 0.65  | 0.047 | 0.040 |        |
| 回炉铁        | 3.20   | 1.90       | 0.94  | 0.037 | 0.074 |        |
| 废 钢        | 0.20   | 0.30       | 0.50  | 0.030 | 0.030 |        |
| 75% 硅铁     | —  | 70         | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁     | —  | —          | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| Z15 生铁     | 40   | 1.59       | 0.60  | 0.26  | 0.019 | 0.016  |
| 回炉铁        | 27   | 0.86       | 0.51  | 0.25  | 0.010 | 0.020  |
| 废 钢        | 33   | 0.07       | 0.10  | 0.17  | 0.001 | 0.001  |
| 75% 硅铁     | 1.0  | —          | 0.70  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁     | 1.3  | —          | —     | 0.78  | —     | —      |
| 合计         |  | 2.52       | 1.91  | 1.46  | 0.030 | 0.037  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.25      | -0.27 | -0.29 | 0.0   | +0.037 |
| (原铁液)      |  | 2.77       | 1.64  | 1.17  | 0.030 | 0.074  |
| 炉外孕育吸收     |  | —          | +0.22 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)    |  | 2.77       | 1.86  | 1.17  | 0.030 | 0.074  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用 75% 硅铁进行孕育处理, 加入量 0.4%, 吸收率为 80%。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C2.94%, Si0.98%, Mn1.26%, P0.045%, S0.070%;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 484MPa, 硬度 227HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于抽油机中要求灰铸铁 HT250 的其他曲柄铸件。

配料实例 307 表 1.1-307 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |        |       |
|------------|---|------------|-------|-------|--------|-------|
| 铸件名称       | 曲柄 (石油机械类抽油机零件)   |            |       |       |        |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2410mm×250mm×190mm, 为两边带有齿条的板状结构, 铸件毛重 2.5t, 主要壁厚 120mm, 要求铸出完整的齿条, 使用时不加工, 要求铸出 25×15×3 的阿拉伯数字和刻度 采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |        |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.3, Si1.5~1.7, Mn0.8~1.0, S<0.12, P<0.15  |            |       |       |        |       |
| 配 料        |   |            |       |       |        |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |        |       |
|            | C   | Si         | Mn    | S     | P      |       |
| 酒钢生铁       | 3.70  | 2.14       | 0.90  | 0.030 | 0.074  |       |
| 回炉料        | 3.20  | 1.80       | 0.80  | 0.120 | 0.150  |       |
| 废 钢        | 0.20  | 0.20       | 0.60  | 0.020 | 0.020  |       |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —      |       |
| 65% 锰铁     | —   | —          | 65    | —     | —      |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |
|            |   | C          | Si    | Mn    | S      | P     |
| 酒钢生铁       | 35  | 1.30       | 0.75  | 0.32  | 0.011  | 0.026 |
| 回炉料        | 40  | 1.28       | 0.72  | 0.32  | 0.048  | 0.060 |
| 废 钢        | 25  | 0.05       | 0.05  | 0.15  | 0.005  | 0.005 |
| 75% 硅铁     | 0.4   | —          | 0.30  | —     | —      | —     |
| 65% 锰铁     | 0.65  | —          | —     | 0.42  | —      | —     |
| 合计         |   | 2.63       | 1.82  | 1.21  | 0.064  | 0.091 |
| 炉内熔化增减     |   | +0.26      | -0.36 | -0.30 | +0.051 | 0     |
| (原铁液)      |   | 2.89       | 1.46  | 0.91  | 0.115  | 0.091 |
| 炉外孕育吸收     |   | —          | +0.22 | —     | —      | —     |
| (孕育后铁液)    |   | 2.89       | 1.68  | 0.91  | 0.115  | 0.091 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 10t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小控制铁液成分。在出铁槽加入 75% 硅铁和稀土镁合金进行孕育处理, 加入 0.5% 的稀土镁合金, 其 Si 的吸收率为 50%, 不考虑 RE、Mg 的变化; 另外, 加入 75% 硅铁作为孕育剂用, 吸收率为 20%。加入稀土镁合金的目的是脱硫除气, 降低氧化结膜温度, 防止在上表面产生表面气孔, 改善铸造性能, 提高表面质量, 得到完整的齿条。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.28, Si2.05, Mn0.81, P0.082, S0.078;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  520MPa, 硬度 235HRS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于钻井机械中要求灰铸铁 HT250 的中体、下箱体等铸件。

配料实例 308

表 1.1-308 HT250 的灰铸铁配料

| 铸件名称       | 气缸体 (化工机械类氮氮压缩机零件)   |         |                             |                              |  |       |                               |
|------------|--|---------|-----------------------------|------------------------------|--|-------|-------------------------------|
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 400\text{mm} \times 920\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 389kg, 主要壁厚 33mm, 主要加工面为内圆及两端面。采用干型铸造。铸件须经时效处理。铸件须经水压试验: 缸及气腔为 8.61MPa、水腔为 0.44MPa, 保持 20min 无渗漏。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |         |                             |                              |  |       |                               |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.3, Si1.2~1.6, Mn0.8~1.2, P<0.2, S<0.15  |         |                             |                              |  |       |                               |
| 配 料        |  |         |                             |                              |  |       |                               |
| 每批料量 /kg   | 每批铁料中各种炉料量 /kg   |         |                             |                              |  |       |                               |
| 250        | 新生铁 70   | 回炉铁 125 | 废钢 55                       | 硅铁                           | 锰铁 3.5   | 焦炭 25 | 石灰石 10                        |
| 材料         | 配料比例 (%)   | 重量 /kg  | 化 学 成 分 (%)                 |                              |  |       |                               |
|            |  |         | C                           | Si                           | Mn   | P     | S                             |
| 新生铁        | 28   | 70      | 1.18                        | 0.44                         | 0.26   | 0.055 | 0.010                         |
| 回炉铁        | 50   | 125     | 1.75                        | 0.97                         | 0.31   | 0.100 | 0.035                         |
| 废 钢        | 22   | 55      | 0.10                        | 0.07                         | 0.01   | 0.007 | 0.007                         |
| 炉前孕育硅铁     |  |         |                             |                              | 0.30   |       |                               |
| 小 计        |  |         | 3.03                        | 1.48                         | 0.68   | 0.162 | 0.052                         |
| 各元素增减率 (%) |  |         | + (5~15)                    | - (15~20)                    | - (20~25)  | 0     | + (35~50)                     |
| 炉料中各元素含量   |  |         | $3.03 \times 1.1$<br>= 3.33 | $1.48 \times 0.85$<br>= 1.24 | $0.68 \times 0.8$<br>= 0.54                      | 0.162 | $0.052 \times 1.5$<br>= 0.078 |
| 铁合金加入量     |  |         |                             |                              | $\frac{1.20 - 0.54}{0.64 \times 0.75}$<br>= 1.38 |       |                               |
| 计算成分       |  |         | 3.33                        | 1.24                         | 1.2  | 0.162 | 0.078                         |
| 化验成分       |  |         | 3.34                        | 1.37                         | 0.93   | 0.17  | 0.066                         |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距倒置热风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%~15%、硅烧损 15%~20%、锰烧损 20%~25%、硫增加 35%~50%、磷不变。

2. 使用成都钢铁厂 Z15 生铁成分 (%) :

C4.23, Si1.55, Mn0.94, P0.197, S0.035,

回炉铁化学成分 (%) :

C3.5, Si1.93, Mn0.62, P0.265, S0.079。

废钢化学成分 (%) : C0.45, Si0.3, Mn0.5, P, S0.03。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁对铁液进行孕育处理, 加入量 0.3%。

4. 检测结果:

化学成分 (%) : C3.34, Si1.37, Mn0.93, P0.17, S0.066;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  551MPa, 硬度 208HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于化工机械中要求灰铸铁 HT250 的压缩机活塞等铸件。

配料实例 309 表 1.1-309 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |           |       |       |       |        |
|------------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 后桥壳(拖拉机类丰收 180 拖拉机零件)  |           |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 618mm×366.5mm×306mm, 为壳体结构, 受冲击和扭力, 铸件毛重 79kg, 主要壁厚 7mm 采用湿型铸造。铸件要求低温退火消除应力处理。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |           |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.0-3.3, Si1.6-2.0, Mn0.7-1.0, P<0.15, S<0.12   |           |       |       |       |        |
| 配 料        |  |           |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |
|            | C  | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 邯郸生铁       | 4.15   | 1.68      | 0.48  | 0.060 | 0.022 |        |
| 高级回炉料      | 3.18   | 1.80      | 0.75  | 0.054 | 0.040 |        |
| 废 钢        | 0.40   | 0.30      | 0.50  | —     | —     |        |
| 75%硅铁      | —  | 75        | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁      | —  | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|            |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 邯郸生铁       | 30   | 1.25      | 0.50  | 0.15  | 0.018 | 0.007  |
| 高级回炉料      | 50   | 1.59      | 0.90  | 0.38  | 0.027 | 0.020  |
| 废 钢        | 20   | 0.08      | 0.06  | 0.10  | —     | —      |
| 75%硅铁      | 0.7  | —         | 0.52  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁      | 0.7  | —         | —     | 0.45  | —     | —      |
| 合计         |  | 2.92      | 1.98  | 1.08  | 0.045 | 0.027  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.15     | -0.31 | -0.21 | 0     | +0.019 |
| (原铁液)      |  | 3.07      | 1.67  | 0.87  | 0.045 | 0.046  |
| 炉前孕育吸收     |  | —         | +0.12 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)    |  | 3.07      | 1.79  | 0.87  | 0.045 | 0.046  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 70%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 需孕育时用 75% 硅铁进行孕育处理, 加入量 0.2% 左右, 吸收率为 85%。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.21, Si1.75, Mn0.85, P0.06, S0.052;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  265MPa, 抗弯强度  $\sigma_H$  490MPa, 硬度 227HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于拖拉机中要求灰铸铁 HT250 的飞轮等铸件。

配料实例 310 表 1.1-310 HT250 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 轴承座（手扶拖拉机类工农—10 手扶拖拉机零件）  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 98\text{mm} \times 40\text{mm}$ ，为轮形结构，铸件毛重为 1kg，主要壁厚 12mm。除法兰外形外，其余均需加工。采用湿型铸造。铸件要求进行热处理。<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT250 |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.3, Si1.5~1.8, Mn0.8~1.2, S $\leq$ 0.1, P $\leq$ 0.12   |

## 配 料

| 炉料名称 | 炉料成分 (%) |       |      |       |       |
|------|----------|-------|------|-------|-------|
|      | C        | Si    | Mn   | S     | P     |
| 水钢生铁 | 4.00     | 1.23  | 0.72 | 0.019 | 0.090 |
| 普铁回炉 | 3.60     | 1.72  | 0.63 | 0.080 | 0.120 |
| 废 钢  | 0.35     | 0.31  | 0.27 | 0.017 | 0.023 |
| 硅 铁  | —        | 74.22 | —    | —     | —     |
| 锰 铁  | —        | —     | —    | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |
|---------|----------|------------|-------|-------|--------|-------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | S      | P     |
| 水钢生铁    | 40       | 1.60       | 0.49  | 0.29  | 0.008  | 0.030 |
| 普铁回炉    | 35       | 1.26       | 0.60  | 0.22  | 0.030  | 0.040 |
| 废 钢     | 25       | 0.09       | 0.08  | 0.07  | 0.004  | 0.007 |
| 硅 铁     | 0.5      | —          | 0.37  | —     | —      | —     |
| 锰 铁     | 1        | —          | —     | 0.65  | —      | —     |
| 合计      |          | 2.95       | 1.54  | 1.23  | 0.042  | 0.077 |
| 炉内熔化增减  |          | +0.3       | -0.15 | -0.21 | +0.025 | 0     |
| (原铁液)   |          | 3.25       | 1.39  | 1.02  | 0.067  | 0.077 |
| 炉外孕育吸收  |          | 0          | +0.37 | 0     | 0      | 0     |
| (孕育后铁液) |          | 3.25       | 1.76  | 1.02  | 0.067  | 0.077 |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距冷风冲天炉，熔化率 2t/h，炉内碳增加 10%、硅烧损 12%、锰烧损 17%、硫增加 60%、磷不变。

2. 炉前，在出铁槽加入经预热的 75% 硅铁 0.6% 作孕育处理，吸收率为 83%。用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分，三角白口大小宜为 2.5~3.5mm。

3. 浇注时加入 75% 硅铁粉调软铁液。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于工农—10B 拖拉机中要求灰铸铁 HT250 的轴承座等铸件。

配料实例 311 表 1.1-311 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 滚筒皮带盘 (收获机械类 JL1065 联合收割机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 476\text{mm} \times 65\text{mm}$ , 是收获机械中的中型铸件, 形状较复杂, 厚壁处 20mm, 薄壁处 8mm, 受冲击载荷作用, 转速较快, 铸件毛重 17.5kg, 采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 相当于灰铸铁 HT250 (美国约翰·迪尔公司标准 JDM200) |
| 合金成分控制 (%) | C2.8~3.2, Si1.8~2.2, Mn0.8~1.0, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|-------|----------|------|------|-------|-------|
|       | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁  | 4.05     | 2.20 | 0.70 | 0.100 | 0.030 |
| 灰铁回炉铁 | 3.20     | 2.20 | 0.90 | 0.080 | 0.100 |
| 废 钢   | 0.35     | 0.30 | 0.60 | —     | —     |
| 75%硅铁 | —        | 75   | 0.50 | 0.040 | 0.020 |
| 锰 铁   | 1.50     | 2.50 | 80   | 0.20  | 0.020 |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁    | 40       | 1.62       | 0.88  | 0.28  | 0.040 | 0.012  |
| 灰铁回炉铁   | 40       | 1.28       | 0.88  | 0.36  | 0.032 | 0.040  |
| 废 钢     | 20       | 0.07       | 0.06  | 0.12  | —     | —      |
| 75%硅铁   | 0.6      | —          | 0.45  | —     | —     | —      |
| 锰 铁     | 0.5      | —          | —     | 0.4   | —     | —      |
| 合计      |          | 2.97       | 2.27  | 1.16  | 0.072 | 0.052  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.15      | -0.34 | -0.23 | 0     | +0.041 |
| (原铁液)   |          | 3.12       | 1.93  | 0.93  | 0.072 | 0.093  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.12 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.12       | 2.05  | 0.93  | 0.072 | 0.093  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片的白口深度控制铁液成分, 若白口深度超过 6.5mm, 在铁液包中加 75% 硅铁孕育, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收率为 80%; 若白口深度低于 2.5mm, 在铁液包中加 75% 锰铁粉孕育, 调整成分。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C2.9, Si2.0, Mn0.96, P0.09, S0.09;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 284MPa, 抗弯强度  $\sigma_w$ 441MPa, 硬度 224HRS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于收获机械中要求美国 JDM200 灰铸铁的皮带轮、定盘、动盘等铸件。

配料实例 312 表 1.1-312 HT250 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 排水喷射器体壳 (船用机械类 20000t 货轮零件)  |
| 铸件特点       | 铸件为三通式管状结构, 铸件毛重 7kg, 主要壁厚 8mm, 它在工作时受到液体 (水) 的压力, 铸件要求具有较高的强度。采用干型铸造, 铸件要求消除内应力退火。铸件要求进行水压试验, 压力为 0.29MPa。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250   |
| 合金成分控制 (%) | 从铸件本身特点来分析, 铸件壁厚比较均匀, 大部分 8mm 左右。从化学成分的选择只考虑它的使用性能, 也就是保证铸件组织致密, 具有足够的强度。同时在选择成分时要注意以下几点: ①用电子配铁称投料可能出现误差, 所以在决定配料时可稍硬, 这样可通过炉前处理调整; ②由于牌号高, 单纯依靠化学成分的调整很难达到所需的使用性能, 还必须采用孕育处理的方法与之配合。这样才能保证在低碳低硅情况下细化共晶团, 减少或消除过冷石墨, 消除一次渗碳体, 获得细片状石墨组织, 同时由于石墨数量较少, 因而具有良好的力学性能; ③考虑到铸件较薄较小, 决定配料时又不能硬, 因此, 控制合金成分 (%) 为: C2.9~3.2, Si1.3~1.5, Mn0.8~1.0, P<0.12, S<0.12 |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |      |       |       |       |
|-------|----------|------|-------|-------|-------|
|       | C        | Si   | Mn    | P     | S     |
| 巴西生铁  | 3.88     | 2.20 | 0.80  | 0.043 | 0.014 |
| 普通回炉铁 | 3.30     | 2.05 | 1.25  | 0.085 | 0.079 |
| 废钢    | 0.18     | 0.20 | 0.48  | 0.018 | 0.032 |
| 低碳锰铁  | —        | —    | 82.70 | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西生铁    | 35       | 1.36       | 0.77  | 0.28  | 0.015 | 0.005  |
| 普通回炉铁   | 35       | 1.16       | 0.72  | 0.44  | 0.030 | 0.027  |
| 废钢      | 30       | 0.05       | 0.06  | 0.144 | 0.005 | 0.009  |
| 低碳锰铁    | 0.5      | —          | —     | 0.41  | —     | —      |
| 合计      |          | 2.57       | 1.55  | 1.27  | 0.050 | 0.041  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.57      | -0.33 | 0.32  | 0     | +0.041 |
| (原铁液)   |          | 3.14       | 1.22  | 0.95  | 0.050 | 0.081  |
| 孕育吸收    |          | —          | +0.18 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.14       | 1.40  | 0.95  | 0.050 | 0.081  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 炉内碳增加 22%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检查断口情况。视白口或麻口的多少加 0.2%~0.4% 的 75% 硅铁进行孕育处理, 吸收率约 80%。孕育处理完毕后再取样检查白口宽度, 如符合要求可以浇注。如检查结果表明白口宽度高于要求, 可在铁液包内补加孕育剂搅拌均匀后再取样检查, 直到白口宽度合适为止。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C2.93, Si1.34, Mn1.01, P0.048, S0.069;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  321MPa, 硬度 210HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于船用机械中要求灰铸铁 HT250 的空压机缸体、喷嘴环、减速机座、齿轮、联轴节等铸件。



配料实例 313

表 1.1-313 HT250 的灰铸铁配料

| 铸件名称       |          | 洁油齿轮 (港口机械类港口 A-650 立式减速箱零件)   |             |      |  |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
|------------|----------|--|-------------|------|--|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--|
| 铸件特点       |          | 铸件轮廓尺寸 $\phi 421.11\text{mm} \times 50\text{mm}$ , 为轮形结构, 铸件毛重 59.4kg, 齿厚 20~34mm, 载荷荷大, 全部要求加 1。采用干型铸造。铸件要求退火处理, 不得有铸造缺陷<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |             |      |  |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
| 合金成分控制 (%) |          | C3.1~3.3, Si1.6~2.0, Mn0.9~1.1, P<0.20, S<0.12   |             |      |  |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
| 配 料        |          |  |             |      |  |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
| 炉料名称       | 每层配用/kg  | 占层铁 (%)  | 化 学 成 分 (%) |      |  |       |       |      | 层焦重  |      | 石灰石  |      |      |      |       |  |
|            |          |  | C           |      | Si                                       |       | Mn    |      | P    |      | S    |      |      |      |       |  |
|            |          |  | 原料配比        | 原料配比 | 原料配比                                     | 原料配比  | 原料配比  | 原料配比 | 原料配比 | 原料配比 | 原料配比 | 原料配比 | 原料配比 | 原料配比 |       |  |
|            |          |  | 含量          | 含量   | 含量                                       | 含量    | 含量    | 含量   | 含量   | 含量   | 含量   | 含量   | 含量   | 含量   |       |  |
| 重钢生铁       | 87       | 35   | 3.68        | 1.29 | 2.56                                     | 0.90  | 0.37  | 0.13 | 0.18 | 0.06 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 23kg | 批 8kg |  |
| 回炉铁        | 88       | 35   | 3.08        | 1.08 | 2.00                                     | 0.70  | 0.93  | 0.33 | 0.12 | 0.04 | 0.20 | 0.10 | 0.03 |      |       |  |
| 废钢         | 75       | 30   | 0.40        | 0.12 | 0.25                                     | 0.08  | 0.50  | 0.15 | 0.04 | 0.01 | 0.20 | 0.04 | 0.01 |      |       |  |
| 计:         | 250kg    | 100  |             |      |  |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
| 合 计        |          |  | 2.49        | 1.68 | 0.61                                     | 0.117 | 0.050 |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
| 熔化增减 (%)   |          |  | +25         | -15  | -20                                      | 0     | +50   |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
| 应得成分 (%)   |          |  | 3.11        | 1.42 | 0.48                                     | 0.117 | 0.075 |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
| 炉内附加       |          |  |             |      | 批加<br>MnO <sub>2</sub><br>Mn-Fe<br>2.2kg |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
|            | 熔化增减 (%) |  |             |      | -25                                      |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
|            | 应得成分 (%) |  |             |      | 0.52                                     |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
| 炉外加入       |          |  |             |      | 处理<br>800kg 铁<br>液加 75%<br>硅铁<br>4.5kg   |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
|            | 熔化增减 (%) |  |             |      |  |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
|            | 应得成分 (%) |  |             |      | 0.4                                      |       |       |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
| 合计理论成分 (%) |          |  | 3.11        | 1.82 | 1.00                                     | 0.117 | 0.075 |      |      |      |      |      |      |      |       |  |
| 化验实际成分 (%) |          |  | 3.27        | 1.76 | 1.03                                     | 0.143 | 0.105 |      |      |      |      |      |      |      |       |  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口热风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 25%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验原铁液, 控制铁液成分, 要求孕育前三角试片呈白口或麻口, 孕育后三角试片白口宽度不大于 10mm。孕育剂采用 75% 硅铁, 破碎为 6~8mm 颗粒后预热至 320°C 左右在出铁槽徐徐加入, 加入量 0.56%, 搅拌, 扒渣, 槽盖草灰及浇注, 要求在 15min 内完成, 出铁温度要求达 1440°C。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.27, Si1.76, Mn1.03, P0.143, S0.105;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  520MPa, 硬度 217HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于港口机械中要求灰铸铁 HT250 的铸铁齿轮、起升滚筒等铸件。

配料实例 314 表 1.1-314 HT250 的灰铸铁配料

|                   |   |            |       |       |        |        |
|-------------------|---|------------|-------|-------|--------|--------|
| 铸件名称              | 机体 (大中型柴油机类零件)  |            |       |       |        |        |
| 铸件特点              | 铸件轮廓尺寸 1174mm×540mm×675mm, 为箱形夹层结构, 铸件毛重 370kg, 主要壁厚 7mm- 六面与内腔全加工。采用湿型铸造。铸件要求人工时效<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT250 |            |       |       |        |        |
| 合金成分控制 (%)        | C3.20~3.40, Si1.75~2.15, Mn0.6~0.9, P<0.14, S<0.12  |            |       |       |        |        |
| 配 料               |   |            |       |       |        |        |
| 炉料名称              | 炉料成分 (%)  |            |       |       |        |        |
|                   | C   | Si         | Mn    | P     | S      |        |
| 本溪生铁              | 4.31  | 1.03       | 0.10  | 0.030 | 0.027  |        |
| 梅山生铁              | 4.20  | 0.44       | 0.16  | 0.270 | 0.021  |        |
| 回炉铁               | 3.30  | 2.00       | 0.75  | 0.080 | 0.080  |        |
| 废 钢               | 0.40  | —          | —     | —     | —      |        |
| 75%硅铁             | —   | 72         | —     | —     | —      |        |
| 65%锰铁             | —   | —          | 65    | —     | —      |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |        |        |
|                   |   | C          | Si    | Mn    | P      | S      |
| 本溪生铁              | 25  | 1.08       | 0.26  | 0.03  | 0.0078 | 0.007  |
| 梅山生铁              | 25  | 1.05       | 0.11  | 0.04  | 0.068  | 0.005  |
| 回炉铁               | 30  | 0.99       | 0.60  | 0.23  | 0.024  | 0.024  |
| 废 钢               | 20  | 0.08       | —     | —     | —      | —      |
| 75%硅铁             | 1.4   | —          | 1.01  | —     | —      | —      |
| 65%锰铁             | 1.02  | —          | —     | 0.66  | —      | —      |
| 合计                |   | 3.20       | 1.98  | 0.96  | 0.100  | 0.036  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |   | +0.10      | -0.34 | -0.20 | 0      | +0.036 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |   | 3.30       | 1.64  | 0.76  | 0.100  | 0.072  |
|                   |   | —          | +0.32 | —     | —      | —      |
|                   |   | 3.30       | 1.96  | 0.76  | 0.100  | 0.072  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 熔化率 8t/h, 炉内碳增加 3%、硅烧损 17%、锰烧损 21%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 用 75% 硅铁进行孕育处理, 100kg 铁液加 72% 硅铁 0.50kg, 吸收率为 90%, 控制铁液成分。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.3, Si1.95, Mn0.75, P0.07, S0.08;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  500MPa, 硬度 185HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于柴油机中要求灰铸铁 HT250 的气缸头、飞轮、飞轮壳等铸件。

配料实例 315

表 1.1-315 HT250 的灰铸铁配料

| 炉料         | 化学成分 (%) |       |       |      |      |
|------------|----------|-------|-------|------|------|
|            | C        | Si    | Mn    | P    | S    |
| 新生铁 (A)    | 4.10     | 1.70  | 0.80  | 0.10 | 0.03 |
| 回炉铁 (B)    | 3.12     | 1.64  | 0.82  | 0.20 | 0.10 |
| 废钢 (B)     | 0.40     | 0.30  | 0.05  | 0.08 | 0.03 |
| 硅铁 (F)     |          | 45.00 |       |      |      |
| 锰铁 (D)     |          |       | 75.00 |      |      |
| 元素         | C        | Si    | Mn    | P    | S    |
| 熔炉中烧损率 (%) | 不清       | -15   | -20   | 0    | +50  |

| 配 料  |  |
|------|--|
| 已知条件 | <p>有一批灰铸铁件平均壁厚为 30mm, 要求牌号为 HT250, 要求铁液成分 (%) 为: C3.1、Si1.6、Mn0.8、P0.2、S0.1, 所用炉料的化学成分及熔炉中各元素的烧损率见下表, 要求计算出所用炉料的加入质量分数</p>   |
| 配料计算 | <p>计算:</p> <p>第一步, 计算出炉料中应配入碳的质量分数(<math>C_{\text{炉料}}</math>):</p> <p>由于熔炉中碳的增减率尚无数据, 因此可考虑用下述经验公式估算如下:</p> $C_{\text{炉料}} = \frac{C_{\text{铸件}} - k}{\beta} = \frac{3.10\% - 1.70\%}{50\%} = 2.80\%$ <p>式中 <math>C_{\text{炉料}}</math>——炉料中应配入的碳含量(%);</p> <p><math>C_{\text{铸件}}</math>——铸件(铁液)要求的碳质量分数; 3.10%;</p> <p><math>k</math>——炉料在炉中的增碳质量分数, 取 1.70%;</p> <p><math>\beta</math>——炉料在炉中脱碳后的存留磷质量分数, 取 50%</p> <p>第二步, 根据本车间回炉铁情况初步确定回炉铁加入质量分数(B):</p> <p style="text-align: center;">B = 30%</p> <p>第三步, 应用代数方法计算出新生铁和废钢的加入质量分数(A 和 B):</p> <p>设新生铁加入质量分数(A)为 X</p> <p>则废钢加入质量分数(B)为</p> $(100\% - B - X) = (100\% - 30\%) - X = 70\% - X$ <p>因为, 新生铁配入的碳质量分数(<math>C_{\text{炉料A}}</math>)为:</p> $C_{\text{炉料A}} = C_A \cdot A = 4.10\% X$ <p>废钢配入的碳质量分数(<math>C_{\text{炉料B}}</math>)为:</p> $C_{\text{炉料B}} = C_B \cdot B = 0.40\% (70\% - X)$ <p>而, 回炉铁配入的碳质量分数(<math>C_{\text{炉料B}}</math>)为:</p> $C_{\text{炉料B}} = C_B \cdot B = 3.12\% \times 30\% = 0.94\%$ <p>因此, 整个炉料配入的碳质量分数(<math>C_{\text{炉料}}</math>)为:</p> $C_{\text{炉料}} = C_{\text{炉料A}} + C_{\text{炉料B}} + C_{\text{炉料B}}$ <p>即 <math>2.80\% = 4.10\% X + 0.94\% + 0.40\% (70\% - X)</math></p> $X = 43\%$ <p>得: 新生铁加入质量分数(A)为 43%</p> |

(续)

## 配 料

废钢加入质量分数(B)为 $(70\% - X) = (70\% - 43\%) = 27\%$

第四步,计算出炉料中应配入的含硅、锰量( $Si_{炉料}$ 、 $Mn_{炉料}$ ),并核算硅、锰量,以确定铁合金的加入质量分数( $\Gamma$ 和 $\Delta$ ):

炉料中应配入的硅质量分数( $Si_{炉料}$ ):

$$Si_{炉料} = \frac{Si_{铸铁件}}{1 + \eta_{Si}} = \frac{1.60\%}{1 + (-15\%)} = 1.88\%$$

核算硅量,确定硅铁加入质量分数( $\Gamma$ ):

由新生铁、回炉铁和废钢配入的硅质量分数( $Si'_{炉料}$ ):

$$\begin{aligned} Si'_{炉料} &= Si_{炉料A} + Si_{炉料B} + Si_{炉料H} \\ &= Si_A \cdot A + Si_B \cdot B + Si_H \cdot B \\ &= 1.70\% \times 43\% + 1.64\% \times 30\% + 0.30\% \times 27\% \\ &= 1.20\% \end{aligned}$$

尚缺硅量,可加入硅铁补充,即硅铁加入质量分数( $\Gamma$ ):

$$\Gamma = \frac{Si_{炉料} - Si'_{炉料}}{Si_{\Gamma}} = \frac{1.88\% - 1.20\%}{45\%} = 1.5\%$$

炉料中应配入的锰质量分数( $Mn_{炉料}$ ):

$$Mn_{炉料} = \frac{Mn_{铸铁件}}{1 + \eta_{Mn}} = \frac{0.80\%}{1 + (-20\%)} = 1.00\%$$

核算锰量,确定锰铁加入质量分数( $\Delta$ ):

由新生铁、回炉铁和废钢配入的锰质量分数( $Mn'_{炉料}$ ):

$$\begin{aligned} Mn'_{炉料} &= Mn_{炉料A} + Mn_{炉料B} + Mn_{炉料H} \\ &= Mn_A \cdot A + Mn_B \cdot B + Mn_H \cdot B \\ &= 0.80\% \times 43\% + 0.82\% \times 30\% + 0.05\% \times 27\% \\ &= 0.83\% \end{aligned}$$

尚缺锰量,可加入锰铁补充,即锰铁加入质量分数( $\Delta$ ):

$$\Delta = \frac{Mn_{炉料} - Mn'_{炉料}}{Mn_{\Delta}} = \frac{1.00\% - 0.83\%}{75\%} = 0.23\%$$

第五步,计算出炉料中允许配入的含磷、硫量( $P_{炉料}$ 、 $S_{炉料}$ ),并核算磷、硫量是否在要求的范围内

炉料中允许配入的磷( $P_{炉料}$ ):

$$P_{炉料} = \frac{P_{铸铁件}}{1 + \eta_P} = \frac{0.20\%}{1 + 0\%} = 0.20\%$$

由新生铁、回炉铁和废钢配入的磷( $P'_{炉料}$ ):

$$\begin{aligned} P'_{炉料} &= P_{炉料A} + P_{炉料B} + P_{炉料H} = P_A \cdot A + P_B \cdot B + P_H \cdot B \\ &= 0.10\% \times 43\% + 0.20\% \times 30\% + 0.08\% \times 27\% \\ &= 0.12\% \end{aligned}$$

配料计算

(续)

| 配 料  |  |
|------|--|
| 配料计算 | <p>由于 <math>P_{炉料} &lt; P_{炉料}</math><br/>可见,炉料中配入的磷量已控制在要求的范围内。<br/>炉料中允许配入的硫质量分数(<math>S_{炉料}</math>):</p> $S_{炉料} = \frac{S_{铸件}}{1 + \eta_s} = \frac{0.10\%}{1 + 50\%} = 0.07\%$ <p>由新生铁、回炉铁和废钢配入的硫质量分数(<math>S'_{炉料}</math>):</p> $S'_{炉料} = S_{炉料A} + S_{炉料B} + S_{炉料H} = S_A \cdot A + S_B \cdot B + S_H \cdot H$ $= 0.03\% \times 43\% + 0.10\% \times 30\% + 0.03\% \times 27\%$ $= 0.05\%$ <p>由于 <math>S'_{炉料} &lt; S_{炉料}</math><br/>可见,炉料中配入的硫量已控制在要求的范围内。</p> |
| 配料比例 | <p>通过上述计算,可得出所用炉料的配料比例即加入质量分数如下:<br/>新生铁 43%,回炉铁 30%,废钢 27%,硅铁 1.5%,锰铁 0.23%<br/>假如每批炉料量为 200kg,则各种炉料量如下:<br/>新生铁 <math>200 \times 43\% = 86\text{kg}</math><br/>回炉铁 <math>200 \times 30\% = 60\text{kg}</math><br/>废 钢 <math>200 \times 27\% = 54\text{kg}</math><br/>硅 铁 <math>200 \times 1.5\% = 3\text{kg}</math><br/>锰 铁 <math>200 \times 1.4\% = 0.46\text{kg}</math></p>  |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

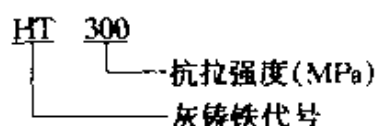
配料实例 316 表 1.1-316 HT250 的灰铸铁配料

| 铸件壁厚<br>/mm | 配料比例 (%) |       |       | 化学成分 (%) |         |         |         | 孕育剂 75%<br>硅铁加入量<br>(%) |
|-------------|----------|-------|-------|----------|---------|---------|---------|-------------------------|
|             | 废 钢      | 回炉铁   | 新生铁   | C        | Si      |         | Mn      |                         |
|             |          |       |       |          | 原铁液     | 孕育后     |         |                         |
| 15          | 25       | 40~45 | 30~35 | 3.1~3.3  | 1.2~1.4 | 1.7~1.5 | 0.8~1.0 | 0.2~0.4                 |
| 35          | 30       | 35~40 | 30~35 |          |         |         |         |                         |
| 60          | 35       | 35~40 | 25~30 |          |         |         |         |                         |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 5. HT300 的灰铸铁配料 (配料实例 317~335)

HT300 的主要含义如下:



对于液压件、风机、空分制氧机、车床、铣床、磨床、钻床、镗床、铸造设备、橡胶机械、汽轮机、石油机械、港口机械等类铸件的 HT300 的灰铸铁配料,可查配料实例 317 至配料实例 335 或表 1.1-317 至表 1.1-335。

配料实例 317 表 1.1-317 HT300 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |        |       |
|------------|---|------------|-------|-------|--------|-------|
| 铸件名称       | 阀体 (液压件类 DL15—25 换向阀零件)   |            |       |       |        |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 166mm×113mm×50mm, 外形似于长方体, 内部油道结构复杂, 铸件毛重 6kg, 平均壁厚 10mm, 五面加 1。采用湿型铸造 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |            |       |       |        |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.3, 孕育前 Si1.2~1.5, 孕育后 Si1.4~1.7, Mn0.8~1.0, P≤0.15, S≤0.12   |            |       |       |        |       |
| 配 料        |   |            |       |       |        |       |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)   |            |       |       |        |       |
|            | C   | Si         | Mn    | S     | P      |       |
| 本溪生铁(Z20)  | 4.00  | 2.00       | 0.70  | 0.040 | 0.050  |       |
| 回炉料(HT300) | 3.00  | 1.60       | 1.00  | 0.070 | 0.040  |       |
| 废 钢        | 0.30  | 0.30       | 0.50  | 0.020 | 0.030  |       |
| 45% 硅铁     | —   | 45         | —     | —     | —      |       |
| 65% 锰铁     | —   | —          | 65    | —     | —      |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |
|            |   | C          | Si    | Mn    | S      | P     |
| 本溪生铁(Z20)  | 25  | 1.00       | 0.50  | 0.18  | 0.010  | 0.013 |
| 回炉料(HT300) | 50  | 1.50       | 0.80  | 0.50  | 0.035  | 0.020 |
| 废 钢        | 25  | 0.08       | 0.08  | 0.13  | 0.005  | 0.008 |
| 45% 硅铁     | 0.81  | —          | 0.37  | —     | —      | —     |
| 65% 锰铁     | 0.42  | —          | —     | 0.27  | —      | —     |
| 合计         |   | 2.58       | 1.75  | 1.08  | 0.050  | 0.041 |
| 熔化增减       |   | +0.51      | -0.26 | -0.22 | +0.030 | 0     |
| (原铁液)      |   | 3.09       | 1.49  | 0.86  | 0.080  | 0.041 |
| 孕育吸收       |   | —          | +0.19 | —     | —      | —     |
| (孕育后铁液)    |   | 3.09       | 1.68  | 0.86  | 0.080  | 0.041 |

注: 1. 采用两排大间距冲天炉熔炼, 炉内熔化元素增减率: C+20%, Si-15%, Mn-20%, S+60%, P不变。

2. 炉前, 用 75# 硅铁孕育, 加入量 0.32%, 吸收率 80%, 用三角试片观察白口大小, 控制白口宽度为 5~6mm, 以控制铁液成分。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于液压件类中要求灰铸铁 HT300 的 ZFS、ZS、DIFY 等系列的液压阀体铸件。

配料实例 318 表 1.1-318 HT300 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 联轴器 (风机类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 170\text{mm} \times 112\text{mm}$ , 为套形结构, 铸件毛重 10kg, 主要壁厚 38mm。周身加工。采用干型铸造。铸件要求人工时效处理。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.2, Si1.4~1.7, Mn1.0~1.2, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12  |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|---------|----------|------|------|-------|-------|
|         | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 广西英山生铁  | 4.10     | 1.87 | 0.61 | 0.150 | 0.039 |
| 1号回炉铁   | 3.20     | 2.20 | 0.80 | 0.110 | 0.080 |
| 2号回炉铁   | 3.70     | 2.20 | 0.55 | 0.100 | 0.082 |
| 废 钢     | 0.47     | 0.27 | 0.70 | 0.045 | 0.030 |
| 75%硅铁   | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 76.5%锰铁 | —        | —    | 76.5 | —     | —     |

| 炉料名称              | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|-------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|                   |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 广西英山生铁            | 25       | 1.03       | 0.47  | 0.15  | 0.038 | 0.010  |
| 1号回炉铁             | 38       | 1.22       | 0.84  | 0.30  | 0.042 | 0.030  |
| 2号回炉铁             | 10       | 0.37       | 0.22  | 0.06  | 0.010 | 0.008  |
| 废 钢               | 27       | 0.13       | 0.07  | 0.19  | 0.012 | 0.008  |
| 75%硅铁             | 0.13     | —          | 0.10  | —     | —     | —      |
| 76.5%锰铁           | 0.90     | —          | —     | 0.70  | —     | —      |
| 合计                |          | 2.75       | 1.70  | 1.40  | 0.102 | 0.056  |
| 熔化增减<br>(原铁液)     |          | +0.25      | -0.26 | -0.33 | 0     | +0.028 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |          | 3.10       | 1.44  | 1.07  | 0.102 | 0.084  |
| 炉外孕育吸收            |          | —          | +0.12 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)           |          | 3.10       | 1.56  | 1.07  | 0.102 | 0.084  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距倒置小风口冲天炉, 炉内碳增加 9%、硅烧损 15%、锰烧损 24%、硫增加 50%、磷不变。

2. 在炉前孕育处理, 将破碎成 4~10mm 左右的 75% 硅铁, 经预热后加在出铁槽中, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收率为 80%, 冲入铁液包并搅拌包中铁液。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于风机中要求 HT300 的其他联轴器铸件, 或要求 HT250 的部分厚壁铸件。

配料实例 319 表 1.1-319 HT300 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 气缸体(空分制氧机类氧气透平压缩机零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 994mm×1015mm×1016mm, 为圆柱形结构, 内腔形状复杂, 各端面和内孔全加工, 主要壁厚 30mm, 铸件毛重 1800kg, 采用干型铸造。铸件要求时效处理。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.2, Si1.2~1.7, Mn0.7~1.2, S<0.12, P<0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | S     | P     |        |
| 本溪生铁       | 4.27   | 1.38       | 0.57  | 0.030 | 0.040 |        |
| 回炉铁        | 3.45   | 1.65       | 0.80  | 0.070 | 0.080 |        |
| 废 钢        | 0.20   | 0.30       | 0.60  | 0.020 | 0.020 |        |
| 硅 铁        | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 锰 铁        | —  | —          | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁       | 25   | 1.07       | 0.35  | 0.14  | 0.010 | 0.008  |
| 回炉铁        | 45   | 1.55       | 0.74  | 0.36  | 0.036 | 0.032  |
| 废 钢        | 30   | 0.06       | 0.09  | 0.18  | 0.006 | 0.006  |
| 硅 铁        | 0.125  | —          | 0.09  | —     | —     | —      |
| 锰 铁        | 0.75   | —          | —     | 0.45  | —     | —      |
| 合计         |  | 2.68       | 1.27  | 1.13  | 0.052 | 0.046  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.40      | -0.18 | 0.23  | 0     | +0.036 |
| (原铁液)      |  | 3.08       | 1.09  | 0.90  | 0.052 | 0.082  |
| 炉外孕育吸收     |  | —          | +0.3  | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)    |  | 3.08       | 1.39  | 0.90  | 0.052 | 0.082  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 间断出铁出渣, 密肋炉胆热风三排小风口冲天炉, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%、碳增加 15%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉外孕育, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.5kg, 吸收率为 80%。

3. 炉前用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.1, Si1.4, Mn0.92, P0.072, S0.075;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{10}$  549MPa, 硬度 225HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于空分制氧机类中要求灰铸铁 HT300 的阀体及其他汽缸体等铸件。



配料实例 320 表 1.1-320 HT300 的灰铸铁配料

|           |  |           |       |       |       |        |
|-----------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称      | 气缸体（空分制氧机类零件）  |           |       |       |       |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 950mm×1120mm×1115mm，为方形结构，内腔形状复杂，各端面和内孔全加工，主要壁厚 30-35mm，采用 T 型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：（高锰）灰铸铁 HT300 |           |       |       |       |        |
| 合金成分控制（%） | C3.1~3.3, Si1.4~1.6, Mn1.8~2.2, S<0.12, P<0.12   |           |       |       |       |        |
| 配 料       |  |           |       |       |       |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |
|           | C  | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 杭钢生铁      | 4.10   | 1.50      | 0.80  | 0.070 | 0.020 |        |
| 回炉铁       | 3.45   | 1.65      | 0.80  | 0.070 | 0.080 |        |
| 废 钢       | 0.20   | 0.30      | 0.60  | 0.020 | 0.020 |        |
| 硅 铁       | —  | 75        |       | —     | —     |        |
| 锰 铁       | —  | —         | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|           |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 杭钢生铁      | 30   | 1.23      | 0.45  | 0.24  | 0.021 | 0.006  |
| 回炉铁       | 45   | 1.55      | 0.74  | 0.36  | 0.030 | 0.036  |
| 废 钢       | 25   | 0.05      | 0.08  | 0.15  | 0.005 | 0.005  |
| 硅 铁       | 0.5  | —         | 0.38  | —     | —     | —      |
| 锰 铁       | 2.8  | —         | —     | 1.68  | —     | —      |
| 合计        |  | 2.83      | 1.65  | 2.43  | 0.056 | 0.047  |
| 炉内熔化增减    |  | +0.42     | -0.25 | -0.49 | 0     | +0.038 |
| (原铁液)     |  | 3.25      | 1.40  | 1.94  | 0.056 | 0.085  |
| 炉外孕育吸收    |  | —         | +0.18 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)   |  | 3.25      | 1.58  | 1.94  | 0.056 | 0.085  |

注：1. 采用熔炼炉类型：断续出铁、出渣、密肋炉胆热风三排小风口冲天炉，炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%、碳增加 15%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉外孕育，100kg 铁液加 75% 硅铁 0.3kg，吸收率为 80%。

3. 炉前用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分，用 75% 硅铁调软铁液。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于空分制氧机中要求灰铸铁 HT200、HT250 和 HT300 的各种汽缸体铸件。

配料实例 321 表 1.1-321 HT300 的灰铸铁配料

|            |   |            |       |       |       |       |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 立柱 (车床类 C5240 大型双柱立车零件)   |            |       |       |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 6900mm × 2700mm × 1200mm, 为箱形结构, 铸件毛重 31500kg, 主要壁厚 (导轨) 115mm, 最薄壁厚 25mm, 部分加工。采用下型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |            |       |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.4, Si1.3~1.6, Mn0.9~1.2, P<0.1, S<0.12   |            |       |       |       |       |
| 配 料        |   |            |       |       |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |       |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     |       |
| 俄罗斯生铁      | 4.15  | 2.25       | 0.42  | 0.103 | 0.038 |       |
| 灵山生铁       | 4.20  | 0.80       | 0.30  | 0.050 | 0.034 |       |
| 废 钢        | 0.20  | 0.30       | 0.50  | 0.020 | 0.020 |       |
| 高级回炉铁      | 3.30  | 0.50       | 0.90  | 0.060 | 0.120 |       |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |       |
| 65% 锰铁     | —   | —          | 63    | —     | —     |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S     |
| 俄罗斯生铁      | 15  | 0.62       | 0.34  | 0.06  | 0.015 | 0.006 |
| 灵山生铁       | 30  | 1.26       | 0.24  | 0.09  | 0.015 | 0.010 |
| 废 钢        | 15  | 0.03       | 0.05  | 0.08  | 0.003 | 0.003 |
| 高级回炉铁      | 40  | 1.32       | 0.60  | 0.36  | 0.024 | 0.048 |
| 75% 硅铁     | 0   | —          | —     | —     | —     | —     |
| 65% 锰铁     | 1.0   | —          | —     | 0.63  | —     | —     |
| 合计         |   | 3.23       | 1.23  | 1.22  | 0.057 | 0.067 |
| 炉内增减       |   | -0.16      | 0     | -0.13 | 0     | 0     |
| (原铁液)      |   | 3.07       | 1.23  | 1.09  | 0.057 | 0.067 |
| 炉外孕育吸收     |   | —          | +0.24 | —     | —     | —     |
| (孕育后铁液)    |   | 3.07       | 1.47  | 1.09  | 0.057 | 0.067 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 20t 无心工频感应电炉, 最大熔化率 8t/h, 炉内碳烧损 5%、锰烧损 10%、硅、磷和硫不变。

2. 炉前, 包内加入 75% 硅铁进行孕育, 加入量 0.4%~0.8%, 吸收率为 80%, 用三角试片检查白口宽度大小来控制铁液成分及孕育效果。三角试片尺寸为 25mm × 50mm × 150mm, 要求白口控制在 9~11mm, 比冲天炉低 1~2mm。浇注试棒  $\phi 30\text{mm} \times 340\text{mm}$  底注一式 3 支, 做强度、硬度及金相检验。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于其他要求灰铸铁 HT300 的大型铸件如底座、大型箱体、卧式床身等。

配料实例 322

表 1.1-322 HT300 的灰铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 立柱 (车床类 C51124 单柱立车零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2570mm×1210mm×850mm, 为箱形结构, 壁厚相差悬殊, 肋板多, 带有油箱、电控箱及滑动导轨, 铸件毛重 3400kg, 主要壁厚 (导轨) 140mm, 最薄壁厚 20mm, 部分加工。导轨硬度要求大于 180HBS。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.4, Si1.3~1.6, Mn0.9~1.2, P<0.1, S<0.12   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|-------|----------|------|------|-------|-------|
|       | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 俄罗斯生铁 | 4.50     | 0.68 | 0.20 | 0.040 | 0.020 |
| 高级回炉铁 | 3.20     | 1.50 | 0.90 | 0.060 | 0.120 |
| 废 钢   | 0.20     | 0.30 | 0.50 | 0.020 | 0.020 |
| 75%硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 65%锰铁 | —        | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 俄罗斯生铁   | 30       | 1.35       | 0.20  | 0.06  | 0.012 | 0.006  |
| 高级回炉铁   | 30       | 0.96       | 0.45  | 0.27  | 0.018 | 0.036  |
| 废 钢     | 40       | 0.08       | 0.12  | 0.20  | 0.008 | 0.008  |
| 75%硅铁   | 0.85     | —          | 0.64  | —     | —     | —      |
| 65%锰铁   | 1.5      | —          | —     | 0.98  | —     | —      |
| 合计      |          | 2.39       | 1.41  | 1.51  | 0.038 | 0.050  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.84      | -0.21 | -0.30 | 0     | +0.050 |
| (原铁液)   |          | 3.23       | 1.20  | 1.21  | 0.038 | 0.100  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.24 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.23       | 1.44  | 1.21  | 0.038 | 0.100  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 7t/h, 炉内碳增加 35%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 加入 0.3%~0.6% 的 75% 硅铁进行孕育处理, 吸收率为 80%, 检查三角试片白口大小来控制铁液成分及孕育效果。三角试片尺寸为 25mm×50mm×150mm, 要求白口宽度为 9~11mm。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT300, HT250 的一般铸件, 大部分为床身、平板、基座、轮体、箱体等铸件。

配料实例 323 表 1.1-323 HT300 的灰铸铁配料

|            |   |                 |       |       |       |        |
|------------|---|-----------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 床身 (车床类 TND607231 数控车床零件)   |                 |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1903mm × 392mm × 430mm, 为窄长箱体结构, 最大壁厚 80mm, 最小壁厚 10mm, 铸件净重 540kg, 导轨部分要求淬火处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |                 |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.2, Si1.2~1.6, Mn0.9~1.2, P<0.2, S≤0.12   |                 |       |       |       |        |
| 配 料        |   |                 |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 配 料 成 分 (%)   |                 |       |       |       |        |
|            | C   | Si              | Mn    | P     | S     |        |
| 新生铁        | 4.25  | 1.70            | 0.80  | 0.070 | 0.030 |        |
| 回炉铁        | 3.50  | 2.00            | 0.60  | 0.150 | 0.100 |        |
| 废 钢        | 0.20  | 0.20            | 0.10  | 0.050 | 0.050 |        |
| 75% 硅铁     | —   | 75              | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁     | —   | —               | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配 料 计 算 成 分 (%) |       |       |       |        |
|            |   | C               | Si    | Mn    | P     | S      |
| 新生铁        | 35  | 1.49            | 0.60  | 0.28  | 0.024 | 0.010  |
| 回炉铁        | 30  | 1.05            | 0.60  | 0.18  | 0.045 | 0.030  |
| 废 钢        | 35  | 0.07            | 0.07  | 0.04  | 0.018 | 0.018  |
| 75% 硅铁     | 0.8   | —               | 0.60  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁     | 1.5   | —               | —     | 0.97  | —     | —      |
| 合计         |   | 2.61            | 1.87  | 1.47  | 0.087 | 0.058  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.26           | -0.37 | -0.37 | 0     | +0.035 |
| (熔化后铁液)    |   | 2.87            | 1.50  | 1.10  | 0.087 | 0.094  |

注: 1. 采用两排大间距酸性冷风冲天炉熔炼, 炉内碳增加 10%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 60%。

2. 铁液出炉温度 1440~1480°C, 炉外孕育量为 0.4%~0.6% (其中, 75% 硅铁和硅钙各半), 吸收率为 60% 左右。炉前控制三角试片白口加麻口组织, 孕育后控制三角试片白口宽度为 5~8mm。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于灰铸铁 HT300 的高强度厚壁铸件, 如壁厚 ≥ 50mm 的液压件、阀体等。

配料实例 324 表 1.1-324 HT300 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 床身 (车床类 C620 车床零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2880mm×358mm×498.65mm, 为长箱形结构, 铸件毛重 700kg, 主要壁厚 16mm。采用干型铸造, 浇注时导轨面朝下, 两次进铁液, 先底浇铁液较硬, 形成床身主要工作面, 然后中浇, 铁液较轨, 形成床身脚板。铸件要求两次时效处理 (粗加工前后各一次)<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C2.8~3.0, Si1.4~1.6, Mn0.8~1.0, P<0.20, S<0.12   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 成都 22# 生铁  | 4.05   | 2.40       | 0.98  | 0.230 | 0.020 |        |
| 床身回炉铁      | 2.90   | 1.70       | 0.90  | 0.150 | 0.100 |        |
| 废 钢        | 0.30   | 0.20       | 0.40  | 0.070 | 0.070 |        |
| 75% 硅铁     | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 75% 锰铁     | —  | —          | 75    | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 成都 22# 生铁  | 38   | 1.54       | 0.91  | 0.37  | 0.087 | 0.008  |
| 床身回炉铁      | 31   | 0.90       | 0.53  | 0.28  | 0.047 | 0.031  |
| 废 钢        | 31   | 0.09       | 0.06  | 0.12  | 0.022 | 0.022  |
| 75% 硅铁     | 0.4  | —          | 0.30  | —     | —     | —      |
| 75% 锰铁     | 0.7  | —          | —     | 0.53  | —     | —      |
| 合计         |  | 2.53       | 1.80  | 1.30  | 0.156 | 0.061  |
| 熔化增减       |  | +0.46      | -0.27 | -0.39 | 0     | +0.024 |
| (原铁液)      |  | 2.99       | 1.53  | 0.91  | 0.156 | 0.085  |
| 孕育脱硫       |  | —          | +0.16 | —     | —     | -0.008 |
| (孕育后铁液)    |  | 2.99       | 1.69  | 0.91  | 0.156 | 0.077  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口直筒型冲天炉, 熔化率 4t/h, 炉内碳增加 18%, 硅烧损 15%、锰烧损 30%、磷不变、硫增加 40%。

2. 炉前控制铁液温度不低于 1420°C, 用三角试片检验白口大小, 孕育后第一包铁液 (浇导轨面) 白口宽度控制在 5~7mm, 第二包铁液 (浇床身脚板) 白口宽度控制在 3~5mm, 孕育剂为 75% 硅铁, 加入量 0.25%~0.4% 左右, 粒度为 5~20mm, 在出铁槽加入。第一包铁液 75% 硅铁加 0.25%, 收得率 85%; 第二包加 0.4%, 收得率 85%。

3. 炉外脱硫: 碱粉加 0.5%, 脱碱率 10%。

4. 成分含量和配料比皆指质量分数。

5. 检测结果: 抗拉强度  $\sigma_t$  291.1MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  517.4MPa, 导轨面硬度 188~209HBS。

配料实例 325 表 1.1-325 HT300 的灰铸铁配料

| 铸件名称                                       | 工作台(磨床类 M6110-D 拉刀磨床零件)  |      |      |       |       |         |           |       |       |       |        |
|--|--|------|------|-------|-------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件特点                                       | 铸件轮廓尺寸 2500mm×320mm×160mm, 为箱体形结构, 主要壁厚 30mm, 最小壁厚 10~12mm, 导轨最厚 60mm, 铸件毛重 256kg。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |      |      |       |       |         |           |       |       |       |        |
| 合金成分控制(%)                                  | C2.80~3.20, Si1.36~1.70, Mn0.80~1.20, P≤0.25, S≤0.12   |      |      |       |       |         |           |       |       |       |        |
| 配 料  |  |      |      |       |       |         |           |       |       |       |        |
| 炉料名称                                       | 炉料成分(%)  |      |      |       |       | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|  | C  | Si   | Mn   | P     | S     |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 巴西 Z19 生铁                                  | 4.10   | 1.90 | 0.47 | 0.095 | 0.010 | 32      | 1.31      | 0.61  | 0.15  | 0.030 | 0.003  |
| 回炉铁  | 3.26   | 1.56 | 0.88 | 0.080 | 0.080 | 35      | 1.14      | 0.55  | 0.31  | 0.028 | 0.028  |
| 废钢   | 0.24   | 0.24 | 0.40 | 0.030 | 0.030 | 33      | 0.08      | 0.08  | 0.13  | 0.010 | 0.010  |
| 75% 矽铁                                     | —  | 75   | —    | —     | —     | 0.5     | —         | 0.38  | —     | —     | —      |
| 55% 锰铁                                     | —  | —    | 55   | —     | —     | 1.2     | —         | —     | 0.66  | —     | —      |
| 总计进炉成分                                     | →  |      |      |       |       |         | 2.53      | 1.62  | 1.25  | 0.068 | 0.041  |
| 炉内元素增减: C+20%, Si-25%, Mn-25%, P 不变, S+80% | →  |      |      |       |       |         | +0.51     | -0.40 | -0.31 | 0     | +0.033 |
| 炉外孕育 75% 矽铁占包内铁液加入量 0.4%, 孕育后吸收率 80%       | →  |      |      |       |       |         | —         | +0.24 | —     | —     | —      |
| 预计铸件达到成分                                   | →  |      |      |       |       |         | 3.04      | 1.46  | 0.94  | 0.068 | 0.074  |

注: 1. 采用多排小风口热风炉胆冲天炉, 开渣操作, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 25%、硅烧损 25%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 80%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用 75% 矽铁孕育, 加入量为包内铁液量的 0.4%, 吸收率为 80%。

3. 检测结果:

本配料实际达到成分(%): C3.207, Si1.96, Mn0.75, P0.086, S0.085;

实际达到性能: 219HBS,  $\sigma_b$ 244.6~284.2MPa,  $\sigma_{bb}$ 499.8~529.2MPa;

实际达到金相组织: 石墨类型: A 型, 石墨呈短片状分布, 石墨长度 >0.08~0.12mm, 石墨数量 >8%~12%。

基体: 珠光体 95% (体积分数), 铁素体 5% (体积分数), 磷共晶微量%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT300 的各种机床的主体件和关键件, 如剪机、压力机机身, 多轴机床床身、主轴箱、卡盘、齿轮; 转塔车床和自动车床及承受强力负荷的机床导轨板、床身导轨、变压油泵、泵体等铸件。

配料实例 326 表 1.1-326 HT300 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 花键套(钻床类摇臂钻床零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 75\text{mm} \times 168\text{mm}$ , 为套筒结构, 铸件毛重 3kg, 主要壁厚 12.5mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |
| 合金成分控制(%) | C2.9~3.2, Si1.4~1.7, Mn0.9~1.2, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12   |

## 配 料

| 材 料      | 炉 料 |     | 化 学 成 分 (分量分数) |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
|----------|-----|-----|----------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|          |     |     | C              |      | Si   |      | Mn   |      | S     |       | P     |       |
|          | 重量  | (%) | 重量             | (%)  | 重量   | (%)  | 重量   | (%)  | 重量    | (%)   | 重量    | (%)   |
| 本溪 Z14 铁 | 150 | 30  | 1.20           | 4.00 | 0.42 | 1.40 | 0.24 | 0.80 | 0.010 | 0.040 | 0.020 | 0.060 |
| 废钢       | 175 | 35  | 0.14           | 0.40 | 0.07 | 0.20 | 0.14 | 0.40 |       |       |       |       |
| 废铁 1 级   | 175 | 35  | 1.05           | 3.00 | 0.56 | 1.60 | 0.35 | 1.00 | 0.040 | 0.120 | 0.030 | 0.080 |
| 硅铁       | 3.0 | 0.6 |                |      | 0.45 | 75   |      |      |       |       |       |       |
| 锰铁       | 3.0 | 0.6 |                |      |      |      | 0.39 | 65   |       |       |       |       |
| 总量       | 506 |     | 2.39           |      | 1.53 |      | 1.20 |      | 0.050 |       | 0.050 |       |
| 烧损       |     |     |                |      | 0.23 | 15   | 0.30 | 25   |       |       |       |       |
| 渗碳       |     |     | 0.60           | 25   |      |      |      |      | 0.050 | 100   |       |       |
| 预计成分     |     |     | 2.99           |      | 1.30 |      | 0.9  |      | 0.100 |       | 0.050 |       |
| 化验成分     |     |     | 3.00           |      | 1.40 |      | 1.14 |      | 0.090 |       | 0.080 |       |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口炉胆热风冲天炉, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 25%。  
 2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用 75% 硅铁进行孕育处理, 加入量 0.2%~0.4%。  
 3. 检测结果:  
 化学成分 (%): C3.0, Si1.4, Mn1.14, S0.09, P0.08;  
 力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 627.2MPa;  
 金相组织为石墨形状 A 型, 长度  $10\mu\text{m}$ 。  
 4. 本配料还适用于摇臂钻床中采用湿型铸造, 要求灰铸铁 HT300 的其他小铸件, 如: 蜗轮、上泵体、油泵底板, 预选阀体等铸件。  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 327 表 1.1-327 HT300 的灰铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 外柱(钻床类 Z3080 摇臂钻床零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 550\text{mm} \times 2370\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 外表面全部加工, 要求精度高, 刚性好, 耐磨性高, 无任何铸造缺陷, 宏观组织疏松也是不允许的, 铸件毛重 1750kg, 主要壁厚为 42.5mm。采用干型立式浇注, 雨淋式浇口顶注。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |
| 合金成分控制(%) | (C: 2.8~3.2, Si: 1.2~1.2, Mn: 0.9~1.2, P<0.15, S $\leq$ 0.12)   |

## 配 料

| 材 料    | 炉 料   |     | 化 学 成 分 (分量分数) |      |      |      |      |      |    |     |
|--------|-------|-----|----------------|------|------|------|------|------|----|-----|
|        |       |     | C              |      | Si   |      | Mn   |      | S  |     |
|        | 重量    | (%) | 重量             | (%)  | 重量   | (%)  | 重量   | (%)  | 重量 | (%) |
| Z14 生铁 | 150   | 30  | 1.20           | 4.00 | 0.45 | 1.50 | 0.24 | 0.80 |    |     |
| 废钢     | 200   | 40  | 0.16           | 0.40 | 0.08 | 0.20 | 0.16 | 0.40 |    |     |
| 废铁 1 级 | 150   | 30  | 0.90           | 3.00 | 0.48 | 1.60 | 0.30 | 1.00 |    |     |
| 硅铁     | 2.5   | 0.5 |                |      | 0.38 | 75   |      |      |    |     |
| 锰铁     | 5.0   | 1.0 |                |      |      |      | 0.65 | 65   |    |     |
| 总量     | 507.5 |     | 2.24           |      | 1.39 |      | 1.35 |      |    |     |
| 烧损     |       |     |                |      | 0.2  | 15   | 0.33 | 25   |    |     |
| 渗碳     |       |     | 0.56           | 25   |      |      |      |      |    |     |
| 预计成分   |       |     | 2.80           |      | 1.19 |      | 1.02 |      |    |     |
| 化验成分   |       |     |                |      |      |      |      |      |    |     |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口炉胆热风冲天炉。炉内硅烧损 15%, 锰烧损 25%。
2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分。用 75% 硅铁加入 0.2%~0.6% 进行孕育处理, 并调整白口大小合适为止。该件要求铁液出炉温度  $>1420^{\circ}\text{C}$ , 浇注温度  $>1360^{\circ}\text{C}$ 。
3. 检测结果:  
力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb} > 578.2\text{MPa}$ , 挠度  $f(450) 5.5\text{mm}$ ;  
金相组织: 石墨形状 A+D 型, 长度  $15\mu\text{m}$ , 珠光体  $>98\%$  (体积分数)。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 328 表 1.1-328 HT300 的灰铸铁配料

|                   |   |            |       |       |       |        |
|-------------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称              | 外柱 (钻床类 Z3063 摇臂钻床零件)   |            |       |       |       |        |
| 铸件特点              | 铸件轮廓尺寸 $\phi 564\text{mm} \times 1860\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 870kg, 平均壁厚为 35mm, 最大热节处为 $\phi 100\text{mm}$ , 外表面全部加工, 柱面粗糙度要求低, 不允许有缩松、针孔等缺陷, 不允许补焊。采取干型铸造。铸件要求时效处理。铸件精加工前进行高频表面淬火 (淬火硬度 42~49HRC)<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%)        | C2.80~3.00, Si1.40~1.60, Mn1.20~1.30, P $\leq$ 0.10, S $\leq$ 0.10  |            |       |       |       |        |
| 配 料               |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称              | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |
|                   | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 生 铁               | 4.39  | 1.45       | 0.65  | 0.076 | 0.027 |        |
| 回炉铁               | 3.00  | 1.60       | 1.15  | 0.090 | 0.100 |        |
| 废 钢               | 0.30  | 0.20       | 0.30  | —     | —     |        |
| 75% 硅铁            | —   | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁            | —   | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                   |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 生 铁               | 30  | 1.32       | 0.44  | 0.20  | 0.023 | 0.008  |
| 回炉铁               | 30  | 0.90       | 0.48  | 0.35  | 0.030 | 0.030  |
| 废 钢               | 40  | 0.12       | 0.08  | 0.12  | —     | —      |
| 75% 硅铁            | 0.75  | —          | 0.56  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁            | 1.43  | —          | —     | 0.93  | —     | —      |
| 合计                |   | 2.34       | 1.56  | 1.60  | 0.053 | 0.038  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |   | +0.59      | -0.31 | -0.40 |       | +0.038 |
|                   |   | 2.93       | 1.25  | 1.20  | 0.053 | 0.076  |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |   | —          | +0.27 | —     | —     | —      |
|                   |   | 2.93       | 1.52  | 1.20  | 0.053 | 0.076  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉。炉内硅烧损 20%、锰烧损 25%、碳增加 25%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用质量分数 75% 硅铁孕育铁液, 100kg 铁液加入 75% 硅铁 0.6kg, 吸收率为 60%。用三角试片检验白口宽度, 孕育前白口宽度为 16~24mm, 孕育后白口宽度为 8~12mm。试片宏观断口, 组织细密, 呈银灰色。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于摇臂钻床中要求灰铸铁 HT300 的杠杆、柱顶、导向套、泵体、蜗轮等铸件。

配料实例 329 表 1.1-329 HT300 的灰铸铁配料

|            |   |      |       |      |        |      |        |      |       |    |       |    |
|------------|---|------|-------|------|--------|------|--------|------|-------|----|-------|----|
| 铸件名称       | 立柱(钻床类 ZW3225A 车式万向摇臂钻床零件)  |      |       |      |        |      |        |      |       |    |       |    |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 (1405×φ392) mm, 为圆柱形结构, 铸件毛重 154kg, 主要壁厚 20mm。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |      |       |      |        |      |        |      |       |    |       |    |
| 合金成分控制 (%) | C3.0, Si1.5, Mn0.9, P<0.15, S≤0.12  |      |       |      |        |      |        |      |       |    |       |    |
| 配 料        |   |      |       |      |        |      |        |      |       |    |       |    |
| 原材料名称      | 加入量   |      | C (%) |      | Si (%) |      | Mn (%) |      | P (%) |    | S (%) |    |
|            | /kg   | (%)  | 含量    | 配料   | 含量     | 配料   | 含量     | 配料   | 含量    | 配料 | 含量    | 配料 |
| 15# 新生铁    | 40  | 10   | 4.05  | 0.41 | 1.50   | 0.15 | 0.72   | 0.07 |       |    |       |    |
| 25# 新生铁    | 40  | 10   | 3.72  | 0.37 | 2.68   | 0.27 | 1.03   | 0.10 |       |    |       |    |
| I 级回炉铁     | 140   | 35   | 3.60  | 1.26 | 1.60   | 0.56 | 0.67   | 0.24 |       |    |       |    |
| 废钢         | 180   | 45   | 0.20  | 0.09 | 0.15   | 0.07 | 0.50   | 0.23 |       |    |       |    |
| 硅铁         | 4.8   | 1.2  |       |      | 75     | 1.11 |        |      |       |    |       |    |
| 锰铁         | 5.0   | 1.25 |       |      |        |      | 65     | 0.81 |       |    |       |    |
| 石灰石        | 12.0  |      |       |      |        |      |        |      |       |    |       |    |
| 硅石         | 2.5   |      |       |      |        |      |        |      |       |    |       |    |
| 层焦         | 40  |      |       |      |        |      |        |      |       |    |       |    |
| 增加或烧损      |   |      | +0.85 |      | -0.65  |      | -0.58  |      |       |    |       |    |
| 实际成分       |   |      | 2.98  |      | 1.51   |      | 0.87   |      |       |    |       |    |
| 选择标准成分     |   |      | 3.0   |      | 1.5    |      | 0.90   |      |       |    |       |    |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小间距热风冲天炉。炉内增碳 40%、硅烧损 30%、锰烧损 40%。

2. 炉前, 用 75% 的硅铁孕育。用三角试片检验三角白口大小, 控制化学成分。

3. 检测结果:

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ , 抗弯强度  $\sigma_{bb} \geq 540\text{MPa}$ , 硬度 187~255HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于各类承受较大弯曲应力及抗拉应力的零部件, 如齿轮、凸轮、压力机的机身、床身等铸件。

配料实例 330

表 1.1-330 HT300 的灰铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 震实活塞(铸造设备类 Z148E 造型机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 430\text{mm} \times 405\text{mm} \times 250\text{mm}$ , 为回转体, 铸件毛重 160kg, 主要壁厚 40mm, 全部加工。采用干型铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |
| 合金成分控制(%) | (C 2.8~3.2, Si 1.4~1.6, Mn 0.9~1.1, P < 0.15, S < 0.12)  |

## 配 料

| 层铁重/kg | 金属炉料/kg             |           |      |       |             |                       | 层焦重/kg                   | 石灰石/kg |
|--------|---------------------|-----------|------|-------|-------------|-----------------------|--------------------------|--------|
|        | Z15 <sup>#</sup> 生铁 | 机铁<br>I 级 | 废钢   | 压块    | 硅铁<br>(74%) | 锰铁<br>(63%)           |                          |        |
| 600    | 240                 | 180       | 180  |       | 8           | 8                     | 60                       | 25     |
| 检测结果   | 化学成分(%)             |           |      |       |             | 抗拉强度                  | 抗弯强度                     | 硬 度    |
|        | C                   | Si        | Mn   | P     | S           | $\sigma_b/\text{MPa}$ | $\sigma_{bb}/\text{MPa}$ | HBS    |
|        | 3.08                | 1.52      | 1.00 | 0.042 | 0.096       | 328                   | 568.4                    | 229    |
| 各种炉料   | Z15 <sup>#</sup> 生铁 | 4.06      | 1.41 | 0.59  | 0.038       | 0.033                 |                          |        |
|        | 废钢                  | 0.20      | 0.10 | 0.40  |             |                       |                          |        |
|        | I 机铁                | 3.20      | 1.80 | 0.80  | <0.150      | <0.120                |                          |        |
|        | II 机铁               | 3.40      | 2.00 | 0.60  | <0.150      | <0.150                |                          |        |
|        | Y 机铁                | 3.00      | 1.50 | 1.00  | <0.150      | <0.120                |                          |        |
|        | QT 机铁               |           | 3.00 | 0.60  |             |                       |                          |        |
| 压 块    | 2.00                | 0.33      | 0.18 |       | 0.270       |                       |                          |        |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 间断出铁、出渣、冷风中央送风冷天炉, 炉内硅烧损 25%~30%、锰烧损 30%。  
2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用 75% 硅铁炉前孕育, 控制三角白口宽度在 5~7mm 之间。  
3. 检测结果: 见本表  
4. 成分含重和配料比例皆指质量分数。

配料实例 331 表 1.1-331 HT300 的灰铸铁配料

|                   |  |            |       |       |       |        |
|-------------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称              | 机架 (橡胶机械类炼胶机零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点              | 铸件轮廓尺寸 2100mm × 560mm × 1120mm, 为框架形结构, 铸件毛重 1.48~2t, 主要壁厚 60mm, 壁厚差 4.5 倍, 受力较重。采用干型铸造。铸件需经热时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%)        | (C 2.8~3.1, Si <sub>前</sub> 0.9~1.2, Si <sub>后</sub> 1.4~1.7, Mn 0.9~1.2, P ≤ 0.2, S ≤ 0.12)                           |            |       |       |       |        |
| 配 料               |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称              | 炉 料 成 分 (%)  |            |       |       |       |        |
|                   | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 废 钢               | 0.25   | 0.24       | 0.61  | 0.150 | 0.020 |        |
| 铸造生铁              | 3.87   | 1.40       | 0.63  | 0.050 | 0.040 |        |
| 回炉铁               | 3.40   | 2.00       | 0.80  | 0.129 | 0.075 |        |
| 75% 硅铁            |  | 74.6       |       |       |       |        |
| 65% 锰铁            |  |            | 68.7  |       |       |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                   |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 废 钢               | 30   | 0.08       | 0.07  | 0.18  | 0.045 | 0.006  |
| 铸造生铁              | 35   | 1.35       | 0.49  | 0.22  | 0.017 | 0.014  |
| 回炉铁               | 35   | 1.19       | 0.70  | 0.28  | 0.045 | 0.026  |
| 75% 硅铁            | 0.55   |            | 0.41  |       |       |        |
| 65% 锰铁            | 1.66   |            |       | 1.14  |       |        |
| 合计                |  | 2.62       | 1.67  | 1.82  | 0.107 | 0.046  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |  | +0.26      | -0.67 | -0.82 | 0     | +0.046 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |  | 2.88       | 1.00  | 1.00  | 0.107 | 0.092  |
|                   |  |            | +0.40 |       |       |        |
|                   |  | 2.88       | 1.40  | 1.00  | 0.107 | 0.092  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央和侧吹结合送风冲天炉, 熔化率 7t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 45%、锰烧损 45%、硫增加 100%、磷不变。

2. Si、Mn 烧损大, 可能与废钢锈蚀严重有关。

3. 炉前, 浇注 25mm × 50mm × 120mm 的三角试片, 用 75% 硅铁孕育, 加入量 0.6%, 吸收率 90%, 控制三角白口数为 5~6mm。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 332

表 1.1-332 HT300 的灰铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 气缸下部 (汽轮机类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 2875\text{mm} \times 2410\text{mm}$ , 为壳形结构, 但内部较为复杂, 是安装隔板和隔板套的低压排汽缸, 铸件毛重 15t, 主要壁厚 35mm。采用下型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |
| 合金成分控制 (%) | C2.8~3.1, Si1.5~1.8, Mn0.6~0.9, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.12  |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁   | 4.00     | 1.74 | 0.61 | 0.050 | 0.020 |
| 普通回炉铁  | 3.40     | 1.70 | 0.70 | 0.060 | 0.080 |
| 废 钢    | 0.20     | 0.20 | 0.50 | 0.030 | 0.030 |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —        | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁    | 42       | 1.68       | 0.73  | 0.26  | 0.021 | 0.010  |
| 普通回炉铁   | 20       | 0.68       | 0.34  | 0.14  | 0.010 | 0.020  |
| 废 钢     | 38       | 0.08       | 0.08  | 0.19  | 0.010 | 0.010  |
| 75% 硅铁  | 0.6      | —          | 0.45  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁  | 0.88     | —          | —     | 0.57  | —     | —      |
| 合计      |          | 2.44       | 1.60  | 1.16  | 0.040 | 0.040  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.64      | -0.24 | -0.35 | 0     | +0.040 |
| (原铁液)   |          | 3.08       | 1.36  | 0.81  | 0.040 | 0.080  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.24 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) |          | 3.08       | 1.60  | 0.81  | 0.040 | 0.080  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 6t/h, 炉内碳增加 26%、硅烧损 15%、锰烧损 30%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉外孕育, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.4kg, 吸收率为 80%。

3. 炉前, 用三角试片检验, 三角白口宽度 5~7mm。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.08, Si1.67, Mn0.80, P0.63, S0.078;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{1b}$  534MPa, 挠度  $f$  3.1mm, 硬度 231HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于汽轮机中要求灰铸铁 HT300 的气缸上部, 襄板等铸件。

配料实例 333

表 1.1-333 HT300 的灰铸铁配料

|                   |   |            |       |       |       |        |
|-------------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称              | 猫头 (石油机械类修井机械零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点              | 铸件轮廓尺寸 $\phi 260\text{mm} \times 260\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 是修井机滚筒二节片架起升落下的卷扬机部件之一, 用于缠绕钢丝绳, 铸件毛重 50kg, 主要壁厚 22.5mm, 全部加工, 精度和质量要求都较高, 采用干型铸造, 铸件进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%)        | C2.8~3.1, Si1.2~1.5, Mn0.8~1.0, P $\leq$ 0.10, S $\leq$ 0.10  |            |       |       |       |        |
| 配 料               |   |            |       |       |       |        |
| 炉料名称              | 炉 料 成 分 (%)   |            |       |       |       |        |
|                   | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 通钢生铁              | 3.84  | 1.39       | 0.83  | 0.090 | 0.040 |        |
| 本溪生铁              | 3.89  | 1.51       | 0.44  | 0.070 | 0.040 |        |
| 普通回炉铁             | 3.30  | 1.51       | 0.91  | 0.120 | 0.120 |        |
| 废 铁               | 0.17  | 0.26       | 0.50  | 0.040 | 0.040 |        |
| 75%硅铁             | —   | 75.0       | —     | —     | —     |        |
| 中碳锰铁              | —   | —          | 75.0  | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                   |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 通钢生铁              | 30  | 1.15       | 0.42  | 0.25  | 0.027 | 0.012  |
| 本溪生铁              | 25  | 0.97       | 0.38  | 0.11  | 0.018 | 0.010  |
| 普通回炉铁             | 15  | 0.50       | 0.23  | 0.14  | 0.018 | 0.018  |
| 废 铁               | 30  | 0.05       | 0.08  | 0.15  | 0.012 | 0.012  |
| 75%硅铁             | 0.5   | —          | 0.37  | —     | —     | —      |
| 中碳锰铁              | 0.7   | —          | —     | 0.58  | —     | —      |
| 合计                |   | 2.67       | 1.48  | 1.23  | 0.075 | 0.052  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |   | +0.13      | -0.22 | -0.25 | 0.00  | +0.047 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |   | 2.80       | 1.26  | 0.98  | 0.075 | 0.099  |
|                   |   | —          | +0.24 | —     | —     | —      |
|                   |   | 2.80       | 1.50  | 0.98  | 0.075 | 0.099  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排风口热风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 90%、磷不变。

2. 批重: 层铁 300kg, 层焦 30kg, 石灰石 10kg。

3. 炉前, 用 75% 硅铁进行孕育处理, 加入量为 0.4%, 吸收率为 80%。用三角试片检验三角白口宽度的大小, 控制铁液成分。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C2.93, Si1.44, Mn0.92, P0.082, S0.10;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  597MPa, 硬度 214HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于石油机械中要求灰铸铁 HT300 的阀体、轴承支座等铸件。但当浇注阀体和轴承支座铸件时, 还对金相组织有要求, 其珠光体  $\geq 98\%$ 。

配料实例 334

表 1.1-334 HT300 的灰铸铁配料

| 铸件名称       |             | 前滚筒 (港口机械类港口用 30t 卷扬机零件)   |             |      |  |      |  |      |          |       |          |       |          |       |
|------------|-------------|--|-------------|------|--|------|--|------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| 铸件特点       |             | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1100\text{mm} \times 911\text{mm}$ , 为圆形滚筒结构, 铸件毛重 1099kg, 主要壁厚 45mm, 除滚筒内壁不加工外, 其余全加工, 采用干型铸造, 铸件要求时效处理。铸件不得有缩孔、夹渣、裂纹等缺陷。<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300 |             |      |  |      |  |      |          |       |          |       |          |       |
| 合金成分控制 (%) |             | C3.0~3.2, Si1.2~1.8, Mn1.0~1.2, P<0.15, S<0.12   |             |      |  |      |  |      |          |       |          |       |          |       |
| <b>配 料</b> |             |  |             |      |  |      |  |      |          |       |          |       |          |       |
| 炉料配比       |             |  | 化 学 成 分 (%) |      |  |      |  |      |          |       | 层焦重      |       | 石灰石      |       |
|            |             |  | C           |      | Si                                     |      | Mn                                     |      | P        |       |          |       |          |       |
| 名称         | 每层配<br>用/kg | 占层铁<br>(%)   | 原料<br>含量    | 配比   | 原料<br>含量                               | 配比   | 原料<br>含量                               | 配比   | 原料<br>含量 | 配比    | 原料<br>含量 | 配比    | 原料<br>含量 | 配比    |
| Z18 生铁     | 75          | 30   | 4.33        | 1.30 | 1.67                                   | 0.50 | 0.90                                   | 0.30 | 0.088    | 0.026 | 0.015    | 0.004 | 24kg     | 批 8kg |
| 回炉铁        | 87          | 35   | 3.20        | 1.12 | 1.90                                   | 0.66 | 0.86                                   | 0.30 | 0.12     | 0.042 | 0.10     | 0.035 |          |       |
| 废钢         | 88          | 35   | 0.40        | 0.14 | 0.30                                   | 0.11 | 0.50                                   | 0.18 | 0.040    | 0.014 | 0.040    | 0.014 |          |       |
| 计:         | 250kg       | 100%   |             |      |  |      |  |      |          |       |          |       |          |       |
| 合 计        |             |  | 2.56        |      | 1.27                                   |      | 0.78                                   |      | 0.082    |       | 0.053    |       |          |       |
| 熔化增减 (%)   |             |  | +20         |      | -15                                    |      | -20                                    |      | 0        |       | +50      |       |          |       |
| 应得成分 (%)   |             |  | 3.07        |      | 1.08                                   |      | 0.62                                   |      | 0.082    |       | 0.080    |       |          |       |
| 炉内附加       |             |  |             |      |  |      | 批加<br>MnO <sup>*</sup><br>Mn-Fe<br>2kg |      |          |       |          |       |          |       |
| 炉外加入       |             |  |             |      | 处理<br>800kg 铁<br>液加 75%<br>硅铁<br>7.5kg |      |  |      |          |       |          |       |          |       |
| 熔化增减 (%)   |             |  |             |      | —                                      |      |  |      |          |       |          |       |          |       |
| 应得成分 (%)   |             |  |             |      | 0.7                                    |      |  |      |          |       |          |       |          |       |

(续)

|           | 配 料         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-----------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|           | 化 学 成 分 (%) |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 层焦重      |          | 石灰石      |          |
|           | C           |          | Si       |          | Mn       |          | P        |          | S        |          |          |          |          |          |
|           | 原料<br>含量    | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 | 原料<br>含量 | 配比<br>含量 |
| 合计理论成分(%) | 3.07        |          | 1.78     |          | 1.1      |          | 0.082    |          | 0.080    |          |          |          |          |          |
| 化验实际成分(%) | 3.17        |          | 1.61     |          | 1.09     |          | 0.102    |          | 0.114    |          |          |          |          |          |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口热风冲天炉，熔化率 3t/h，炉内碳增加 20%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前，用三角试片检验原铁液，控制铁液成分。要求孕育前三角试片呈白口或麻口，孕育后三角试片白口宽度不大于 12mm。孕育剂采用 75% 硅铁，破碎为 6~8mm 颗粒后预热至 320°C 左右在出铁槽徐徐加入（加入量 0.094%）搅拌，扒渣，覆盖草灰及浇注要求在 15min 内完成，出铁温度要求达 1430~1450°C。

3. 检测结果：

化学成分(%)：C3.17, Si1.61, Mn1.09, P0.102, S0.114；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 435MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 569MPa, 硬度 220HBS；

金相组织：珠光体为 98%，磷共晶为 1%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于港口机械中要求灰铸铁 HT300 的大型受载荷较大的滚筒，船用锚机底座，墙板轴承座，立式大型牙箱等铸铁件。但当浇注箱体结构铸件时，孕育后浇注炉前三角试片的白口宽度应小于铸件最小壁厚的 1/2~1/3。

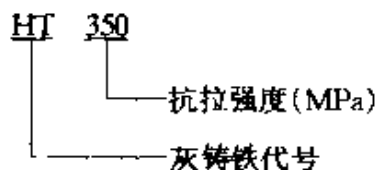
配料实例 335 表 1.1-335 HT300 的灰铸铁配料

| 铸件壁厚<br>/mm | 配料比例 (%) |       |       | 化学成分 (%) |         |         |         | 孕育剂 75%<br>硅铁加入量<br>(%) |
|-------------|----------|-------|-------|----------|---------|---------|---------|-------------------------|
|             | 废 钢      | 回炉铁   | 新生铁   | C        | Si      |         | Mn      |                         |
|             |          |       |       |          | 原铁液     | 孕育后     |         |                         |
| 15          | 35       | 35~40 | 25~30 | 3.0~3.2  | 1.1~1.2 | 1.7~1.4 | 1.0~1.2 | 0.4~0.6                 |
| 35          | 40       | 30~35 | 25~30 |          |         |         |         |                         |
| 60          | 45       | 30~35 | 20~25 |          |         |         |         |                         |

注：成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 6. HT350 的灰铸铁配料 (配料实例 336~339)

HT350 的主要含义如下：





对于车床、发电机等类铸件的 HT350 的灰铸铁配料, 可查配料实例 336 ~ 配料实例 339 或表 1.1-336 ~ 表 1.1-339。

配料实例 336 表 1.1-336 HT350 的灰铸铁配料

| 铸件名称              | 滑枕 (车床类 C5112A 立车零件)   |            |       |       |       |        |
|-------------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件特点              | 铸件轮廓尺寸 1580mm×316mm×190mm, 为板形结构, 铸件毛重 323kg, 最大壁厚 70mm、最薄肋板 20mm, 要求强度高、硬度高、耐磨, 全部加工。采用干型铸造。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT350 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%)        | C3.0~3.2, Si1.2~1.5, Mn1.0~1.3, P<0.1, S<0.12  |            |       |       |       |        |
| 配 料               |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称              | 炉 料 成 分 (%)  |            |       |       |       |        |
|                   | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 俄罗斯生铁             | 4.50   | 0.68       | 0.20  | 0.040 | 0.020 |        |
| 高级回炉铁             | 3.20   | 1.50       | 0.90  | 0.060 | 0.120 |        |
| 废钢                | 0.20   | 0.30       | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75% 硅铁            | —  | 75         | —     | —     | —     |        |
| 65% 锰铁            | —  | —          | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称              | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                   |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 俄罗斯生铁             | 30   | 1.35       | 0.20  | 0.06  | 0.012 | 0.006  |
| 高级回炉铁             | 25   | 0.80       | 0.38  | 0.23  | 0.015 | 0.030  |
| 废钢                | 45   | 0.09       | 0.14  | 0.23  | 0.009 | 0.009  |
| 75% 硅铁            | 0.8  | —          | 0.60  | —     | —     | —      |
| 65% 锰铁            | 1.5  | —          | —     | 0.98  | —     | —      |
| 合计                |  | 2.24       | 1.32  | 1.50  | 0.036 | 0.045  |
| 炉内增减<br>(原铁液)     |  | +0.90      | -0.18 | -0.25 | 0     | +0.045 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |  | 3.14       | 1.14  | 1.25  | 0.036 | 0.090  |
|                   |  | —          | +0.34 | —     | —     | —      |
|                   |  | 3.14       | 1.48  | 1.25  | 0.036 | 0.090  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 7t/h, 炉内碳增加 40%、硅烧损 < 15%、锰烧损 < 20%、磷不变、硫增加 100%、FeO 含量 < 5%、出铁温度 1450~1500°C。

2. 炉前, 包内加入 0.3%~0.5% 硅钡钙孕育剂, 成 0.4%~0.8% 的 75% 硅铁进行孕育, 其中硅吸收率为 80%。炉前用三角试片检验白口大小来控制铁液化学成分及孕育效果。要求白口 6~8mm, 要求出铁温度 > 1450°C, 浇注时进行复硅孕育。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于要求灰铸铁 HT350 的孕育铸铁, 强度、耐磨较高的铸件, 如横梁、滑座、主轴等铸件。

配料实例 337

表 1.1-337 HT350 的灰铸铁配料

|            |  |            |       |       |       |        |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称       | 机座 (发电机类 4kW 直流发电机零件)  |            |       |       |       |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 400mm×350mm×430mm, 为圆筒形结构, 铸件毛重 35kg, 主要壁厚 30mm, 两端和内圆需要加工。采用湿型铸造。铸件要求低温退火处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT350 |            |       |       |       |        |
| 合金成分控制 (%) | C2.8~3.2, Si1.8~2.2, Mn0.4~0.7, P≤0.10, S<0.10, 其余杂质总和不得大于 0.3   |            |       |       |       |        |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)  |            |       |       |       |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 安阳生铁       | 3.91   | 2.01       | 0.35  | 0.100 | 0.020 |        |
| 回炉铁        | 3.00   | 2.00       | 0.55  | 0.080 | 0.080 |        |
| 废钢         | 0.12   | 0.21       | 0.37  | 0.040 | 0.050 |        |
| 硅铁         | —  | 65         | —     | —     | —     |        |
| 锰铁         | —  | —          | 59.3  | —     | —     |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 安阳生铁       | 52.5   | 2.05       | 1.00  | 0.18  | 0.050 | 0.010  |
| 回炉铁        | 30   | 0.90       | 0.60  | 0.17  | 0.020 | 0.020  |
| 废钢         | 17.5   | 0.02       | 0.04  | 0.06  | 0.010 | 0.010  |
| 硅铁         | 1.00   | —          | 0.65  | —     | —     | —      |
| 锰铁         | 0.5  | —          | —     | 0.29  | —     | —      |
| 合计         |  | 2.97       | 2.29  | 0.70  | 0.080 | 0.040  |
| 炉内熔化增减     |  | 0          | -0.46 | -0.16 | 0     | +0.040 |
| (原铁液)      |  | 2.97       | 1.83  | 0.54  | 0.080 | 0.080  |
| 炉外孕育吸收     |  | —          | -0.16 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)    |  | 2.97       | 1.99  | 0.54  | 0.080 | 0.080  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 四排小风口冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 100%、碳和磷不变。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液加 65% 硅铁 0.2~0.4kg, 吸收率约为 75%~85%。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口的大小, 控制铁液成分, 硬了用 65% 硅铁粉调软铁液。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于 4kW 直流发电机中要求灰铸铁 HT350 的其他铸件。

配料实例 338 表 1.1-338 HT350 的灰铸铁配料

已知条件

已知：灰铸铁 HT350 的孕育铸铁铁液要求碳含量为 2.9%。金属料由废钢、低碳回炉铁和 Z15 生铁组成，金属料中碳含量（质量分数）分别为：废钢 0.2%；低碳回炉铁 2.9%；Z15 生铁 3.9%。试求出废钢、低碳回炉铁和 Z15 生铁的合适配比？

配 料

在冲天炉正常熔炼工艺规范下，金属炉料中碳含量与熔炼后铁液中碳含量存在如右上图的关系

根据已知条件，从右上图查出配料碳量（质量分数）为 2.1%

用已知配料碳量（2.1%），从右下图曲线 I 中找出废钢与回炉料配比即  $A/B = a = 0.8$

应用公式计算回炉料加入量：

$$B = \frac{100(w_{C_{铁}} - w_{C_{钢}})}{a(w_{C_{铁}} - w_{C_{钢}}) + w_{C_{铁}} - w_{C_{回}}}$$

$$= \frac{100(3.9 - 0.2)}{0.8(3.9 - 0.2) + 3.9 + 2.9} = 45$$

回炉料加入量  $B = 45\%$

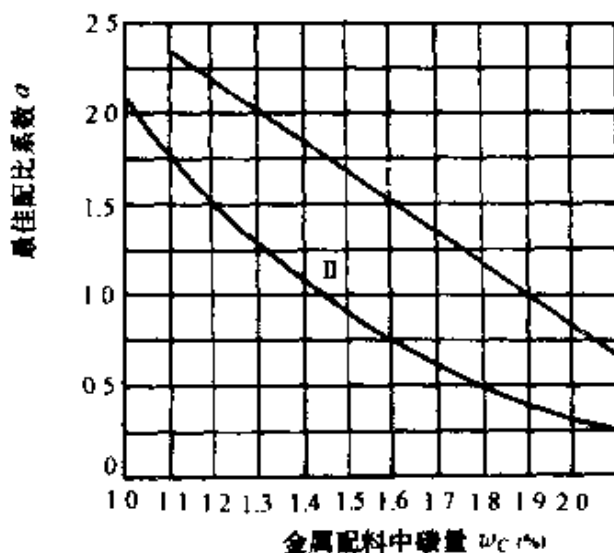
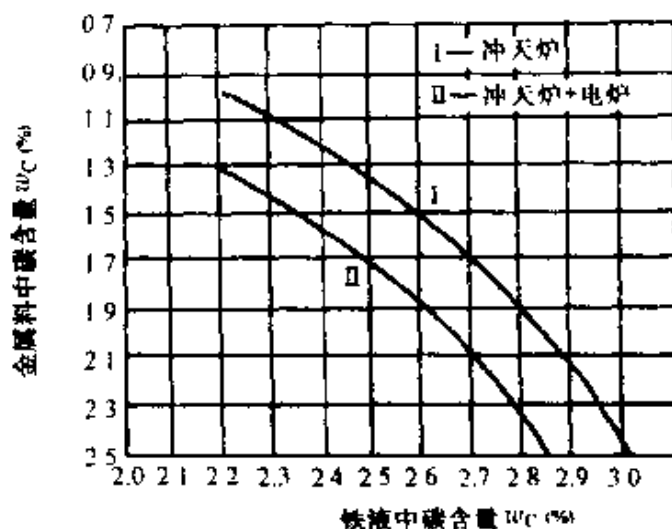
应用公式计算废钢加入量：

$$A = aB = 0.8 \times 45 = 36\%$$

应用公式计算 Z15 生铁加入量：

$$D = 100 - (A + B) = 19\%$$

配料计算



最佳金属料组成部分分配比，配比系数  $a$  与配料中碳含量的关系

I—金属料由废钢、低碳回炉铁和生铁组成

II—金属料由废钢和低碳回炉铁（含  $w_C = 2.5\%$ ）组成

(续)

## 配 料

|      |  |
|------|--|
| 配料比例 | 通过上述计算, 可得出所用炉料的配料比例即加入质量分数如下: Z15 生铁 19%、低碳回炉铁 45%、废钢 36% |
|------|--|

注: 1. 在不用低碳回炉铁时, 配料也可以只用废钢和生铁, 或者用废钢和低碳回炉铁, 此时, 废钢和生铁之比, 根据金属料碳量用下式计算出合适的配比:

$$A = \frac{w_{\text{铁}} - w_{\text{回}}}{w_{\text{料}} - w_{\text{回}}}$$

2. 以上计算出的废钢和低碳回炉铁的加入量为最高加入量。实际生产中还应根据冲天炉结构和熔炼操作工艺作适当的调整。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 339 表 1.1-339 HT350 的灰铸铁配料

| 铸件壁厚<br>/mm | 配料比例 (%) |       |       | 化学成分 (%) |         |         |         | 孕育剂 75%<br>硅铁加入量<br>(质量分数)<br>(%) |
|-------------|----------|-------|-------|----------|---------|---------|---------|-----------------------------------|
|             | 废 钢      | 回炉铁   | 新生铁   | C        | Si      |         | Mn      |                                   |
|             |          |       |       |          | 原铁液     | 孕育后     |         |                                   |
| 20          | 45       | 30~35 | 20~25 |          |         |         |         |                                   |
| 35          | 50       | 20~30 | 20~25 | 2.8~3.1  | 0.8~1.0 | 1.5~1.3 | 1.2~1.4 | 0.5~0.8                           |
| 60          | 55       | 25~30 | 15~20 |          |         |         |         |                                   |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 第 2 章 球墨铸铁配料

什么是球墨铸铁 [球铁] (ductile iron, nodular graphite iron, spheroidal graphite cast iron)? 球墨铸铁是指铁液经过球化处理而不是在凝固后经过热处理, 使石墨大部或全部呈球状, 有时少量为团絮状的铸铁。

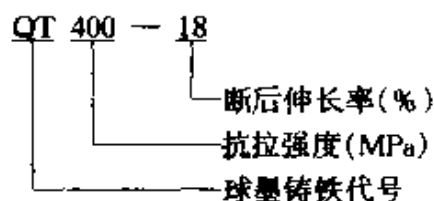
根据国家标准 GB/T 1438—1988《球墨铸铁件》的规定, 球墨铸铁按单铸试块的力学性能分为 8 个牌号: QT400—18、QT400—15、QT450—10、QT500—7、QT600—3、QT700—2、QT800—2、QT900—2。

但是, 根据球墨铸铁生产的发展, 现在有些铸造工厂已可生产出 QT1200—1 的球墨铸铁。

在球墨铸铁生产中, 为了获得铸态球墨铸铁或为了提高其力学性能和改善其使用性能, 通常还可加入一些合金元素, 如: 铜、钼、铬、镍、钒、铈、铋、钛、铅、锡、铋等。加入合金元素的球墨铸铁统称合金球墨铸铁。

### 1. QT400—18 的球墨铸铁配料 (配料实例 340~353)

QT400—18 的主要含义如下:



对于阀、起重机械、石油机械、收获机械、重型载重汽车等类铸件的 QT400—18 的球墨铸铁配料, 可查配料实例 340~配料实例 353 或表 1.2-1~表 1.2-9。

配料实例 340 表 1.2-1 QT400—18 的球墨铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 阀体(阀类 A50J41H40Q—1 中压阀零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸(166mm×236mm×199mm), 为密闭异形箱式结构, 铸件毛重 15kg, 主要壁厚 8mm, 三面加工。采用湿型铸造。铸件要求高温退火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT400—18。抗拉强度 $\sigma_b \geq 400\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 18\%$ , 冲击韧度 $a_K [14]\text{J}/\text{cm}^2$ , 硬度 $\leq 179\text{HBS}$ |
| 合金成分控制(%) | 合金成分(%)控制: 原铁液化学成分, C3.6~3.9, Si1.5~1.8, Mn0.3~0.5, P $\leq 0.1$ , S < 0.06; 球化孕育处理后铁液化学成分, C3.4~3.9, Si2.4~2.8, Mn0.3~0.5, P $\leq 0.1$ , S < 0.03, Mg0.025~0.05, RE0.02~0.04   |

(续)

| 配 料    |             |           |       |       |       |        |
|--------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称   | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |
|        | C           | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 武钢生铁   | 3.97        | 1.48      | 0.24  | 0.132 | 0.021 |        |
| 信阳生铁   | 4.01        | 1.64      | 0.54  | 0.038 | 0.026 |        |
| 球铁回炉铁  | 3.56        | 2.51      | 0.46  | 0.084 | 0.020 |        |
| 炉料名称   | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|        |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 武钢生铁   | 20          | 0.79      | 0.30  | 0.05  | 0.026 | 0.004  |
| 信阳生铁   | 60          | 2.41      | 0.98  | 0.32  | 0.023 | 0.016  |
| 球铁回炉铁  | 20          | 0.71      | 0.50  | 0.09  | 0.017 | 0.004  |
| 合计     |             | 3.91      | 1.78  | 0.46  | 0.066 | 0.024  |
| 炉内熔化增减 |             | -0.12     | -0.14 | -0.06 | 0     | +0.014 |
| (原铁液)  |             | 3.79      | 1.64  | 0.40  | 0.066 | 0.038  |

注：1. 采用熔炼炉类型：卡腰型热风冲天炉，熔化率 2t/h，炉内碳烧损 3%、硅烧损 8%、锰烧损 12%、硫增加 60%~80%、磷不变。

2. 球化处理工艺：冲入法，采用蚌埠稀土镁合金，其成分(%)为 RE8.48、Mg9.59、Ca1.84、Si40.64、Fe32.41，加入量为 1%；采用 75# 硅铁孕育，加入量为 0.75%。炉前球化孕育处理后，碳减少 0.1%~0.2%、硅吸收率 80%、锰微增、磷微减、硫减少 40%~80%、镁回收率 40%~50%。

3. 炉前用三角试片观察，断口呈银白色，两边有凹缩，敲击时有响声，激水砸开后有电石气味，尖端有微小白口或无白口均为正常。

4. 检测结果：

化学成分(%)：C3.65，Si2.62，Mn0.05，P0.062，S0.021，Mg0.035，ΣRE0.031；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 446MPa，断后伸长率  $\delta$ 20%；

金相评定：石墨形态：团球状，小型石墨分布；组织为：片状形珠光体约 70%，其余为牛眼铁素体。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于阀类中要求球墨铸铁 QT400—18 的阀盖等球墨铸铁件。

配料实例 341 表 1.2-2 QT400—18 的球墨铸铁配料

|             |  |         |       |            |              |        |            |            |             |              |                  |           |
|-------------|--|---------|-------|------------|--------------|--------|------------|------------|-------------|--------------|------------------|-----------|
| 铸件名称        | 导向套(起重机械类LT40 液压汽车起重机零件)   |         |       |            |              |        |            |            |             |              |                  |           |
| 铸件特点        | 铸件轮廓尺寸 $\phi 149\text{mm} \times 179.5\text{mm}$ , 为套形结构, 要求组织致密, 无硬质点, 无铸造缺陷, 有足够的刚度, 不得渗漏, 铸件毛重 13.9kg, 主要壁厚 25.5mm, 全加工。采用干型铸造。铸件要求退火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT400—18。抗拉强度 $\sigma_b \geq 400\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 18\%$ , 硬度 $< 197\text{HBS}$ |         |       |            |              |        |            |            |             |              |                  |           |
| 合金成分控制(%)   | C3.3—3.8, Si2.7—3.1, Mn $< 0.5$ , P $< 0.07$ , S $\leq 0.02$ , Mg(0.05—0.08, RE0.04—0.07   |         |       |            |              |        |            |            |             |              |                  |           |
| 配 料         |  |         |       |            |              |        |            |            |             |              |                  |           |
| 层铁重<br>/kg  | 金属炉料 /kg   |         |       |            |              |        | 底焦重<br>/kg | 层焦重<br>/kg | 石灰石重<br>/kg |              |                  |           |
|             | 本溪生铁   | 生 铁     | 废 钢   | 球 铁<br>回炉料 | 合 金<br>硅铁 锰铁 |        |            |            |             |              |                  |           |
| 300         | 160  |         | 20    | 120        | 0.6          |        | 350        | 45         | 15—20       |              |                  |           |
| 炉 前 处 理 /kg |  |         |       |            |              |        | 炉 前 控 制    |            |             |              |                  |           |
| 处理铁液重量      |  | 稀土镁合金   |       | 硅 铁 粒      |              | 铜      | 碱面         | 球化反应<br>时间 | 处理后铁<br>液温度 |              |                  |           |
| 1000        |  | 17      |       | <2mm       | 3—8mm        |        |            |            | 90s         | 1340°C       |                  |           |
| 化 学 成 分 (%) |  |         |       |            |              |        |            |            |             |              |                  |           |
| 金属炉料        | 重量<br>/kg  | 化学成分(%) |       |            |              |        |            |            |             | 力学性能         |                  |           |
|             |  | C       | Si    | Mn         | P            | S      | Mg         | RE         | Cu          | 抗拉强度<br>/MPa | 断后伸<br>长率<br>(%) | 硬度<br>HBS |
| 本溪生铁        | 160  | 4.19    | 0.89  | 0.17       | 0.046        | 0.025  |            |            |             | 457.7        | 18.7             | 162       |
| 生铁          |  |         |       |            |              |        |            |            |             | 金相组织         |                  |           |
| 废钢          | 20   | 0.35    | 0.25  | 0.65       | 0.050        | 0.050  |            |            |             | 石墨形态         |                  |           |
| 球铁回炉料       | 120  | 3.52    | 2.70  | 0.61       | 0.047        | 0.045  |            |            |             | 球化分级         |                  |           |
| 硅铁          | 0.6  |         | 78.7  |            |              |        |            |            |             | 石墨大小         |                  |           |
| 锰铁          |  |         |       |            |              |        |            |            |             | 珠光体<br>形态    |                  |           |
| 配入成分        |  | 3.67    | 1.73  | 0.38       | 0.047        | 0.035  |            |            |             | 珠-铁<br>数量    |                  |           |
| 原铁液成分       |  | 3.88    | 1.19  | 0.37       | 0.048        | 0.089  |            |            |             |              |                  |           |
| 增减率         |  | +5.7    | -31.2 | -2.6       | 0            | +154.3 |            |            |             |              |                  |           |
| 处理后铁液成分     |  | 3.68    | 2.98  | 0.38       | 0.043        | 0.034  | 0.061      | 0.058      |             |              |                  |           |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口冷风冲天炉。炉内碳增加 5.7%、硅烧损 31.2%、锰烧损 2.6%、碱增加 154.3%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小、断面晶粒粗细与颜色深浅, 来控制原铁液与处理后铁液成分。原铁液三角试片应无白口, 晶粒中粗。深灰色; 处理后铁液三角试片, 有 0~1mm 白口, 晶粒细密如绒, 银灰色, 三角试片两侧边稍凹陷, 这种试片证明铁液球化良好。如发现试片断口虽细, 但夹杂些分散的小侧点, 则结合断口颜色深浅, 可分别用补加合金成 75% 硅铁粒调整铁液成分。

3. 稀土镁合金成分 (%): Si42.28, Mg10.0%, RE8.7%, Ca1.6%。

4. 检测结果: 见本表。

5. 本配料还适用于起重机械中要求球墨铸铁 QT400—18 的定位套等铸件。

6. 成分含量和配料比例均指质量分数。

配料实例 342 表 1.2-3 QT400—18 的球墨铸铁配料

|             |  |       |       |        |       |        |    |    |
|-------------|--|-------|-------|--------|-------|--------|----|----|
| 铸件名称        | 缠绳器(石油机械类修井机械零件)   |       |       |        |       |        |    |    |
| 铸件特点        | 铸件轮廓尺寸 $\phi 374\text{mm} \times 800\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 是修井机绞车缠绕钢丝绳滚筒的装置, 铸件毛重 212kg, 主要壁厚 13mm, 铸件全部加工, 要求具有一定的强度, 又有一定的韧性。采用干型铸造。铸件需进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT400—18。抗拉强度 $\sigma_b \geq 400\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 18\%$ , 硬度 170~200HPS |       |       |        |       |        |    |    |
| 合金成分控制(%)   | 合金成分(%)控制: 原铁液 C3.7~3.9, Si1.3~1.8, Mn0.5~0.6, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.06; 处理后铁液 C3.4~3.6, Si2.7~3.2, Mn0.5~0.6, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.03, RE0.025~0.05, Mg0.04~0.06   |       |       |        |       |        |    |    |
| 配 料         |  |       |       |        |       |        |    |    |
| 炉 料         | 炉 料 成 分 ( % )  |       |       |        |       |        |    |    |
|             | C  | Si    | Mn    | P      | S     | RE     | Mg |    |
| 通钢生铁        | 4.0  | 1.18  | 0.88  | 0.08   | 0.04  | —      | —  |    |
| 本溪生铁        | 3.9  | 1.29  | 0.44  | 0.09   | 0.04  | —      | —  |    |
| 球铁回炉铁       | 3.77   | 2.48  | 0.06  | 0.1    | 0.04  | —      | —  |    |
| 废钢          | 0.22   | 0.45  | 0.07  | 0.06   | 0.04  | —      | —  |    |
| 75%硅铁       | —  | 75.0  | —     | —      | —     | —      | —  |    |
| 中碳锰铁        | —  | —     | 75.0  | —      | —     | —      | —  |    |
| 延边稀土<br>镁合金 | —  | 40.0  | 4.0   | —      | —     | 8      | 9  |    |
| 炉 料         | 配 料 计 算 成 分 ( % )  |       |       |        |       |        |    |    |
|             | 配料比例(%)  | C     | Si    | Mn     | P     | S      | RE | Mg |
| 通钢生铁        | 40   | 1.6   | 0.472 | 0.352  | 0.032 | 0.016  | —  | —  |
| 本溪生铁        | 30   | 1.174 | 0.387 | 0.132  | 0.03  | 0.012  | —  | —  |
| 球铁回炉铁       | 20   | 0.754 | 0.496 | 0.012  | 0.02  | 0.008  | —  | —  |
| 废钢          | 10   | 0.022 | 0.045 | 0.007  | 0.006 | 0.004  | —  | —  |
| 75%硅铁       | 0.5  | —     | 0.36  | —      | —     | —      | —  | —  |
| 中碳锰铁        | 0.16   | —     | —     | 0.12   | —     | —      | —  | —  |
| 延边稀土<br>镁合金 | 1.5  | —     | —     | —      | —     | —      | —  | —  |
| 合 计         |  | 3.55  | 1.76  | 0.623  | 0.088 | 0.040  | —  | —  |
| 炉内熔<br>化增减  |  | +0.18 | -0.26 | -0.125 | 0.0   | +0.036 | —  | —  |



(续)

|           | 配料计算成分 (%) |       |       |      |        |        |        |
|-----------|------------|-------|-------|------|--------|--------|--------|
|           | C          | Si    | Mn    | P    | S      | RE     | Mg     |
| (原铁液)     | 3.73       | 1.50  | 0.50  | 0.09 | 0.076  | —      | —      |
| 炉外球化吸收    | -0.13      | +0.48 | +0.05 | 0.0  | -0.046 | +0.048 | +0.053 |
| 炉外孕育吸收    | —          | +0.75 | —     | —    | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液) | 3.60       | 2.73  | 0.55  | 0.09 | 0.03   | 0.048  | 0.053  |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排风口热风冲天炉，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 90%。

2. 炉前，球化处理采用稀土镁合金 (%) (RE8、Mg9、Si40、Mn4)，加入量 1.5，RE 吸收率 40，Mg 吸收率 40，Si 吸收率 80，Mn 吸收率 83；孕育处理采用 75% 硅铁，加入量 1.2，吸收率 80。

3. 炉前，用三角试片检验三角白口深度与试片两侧缩凹，并结合铁液表面状态控制铁液成分和球化率。

4. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.57；Si3.0，Mn0.5，P—，S—，RE0.04，Mg0.04；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 485MPa，断后伸长率  $\delta$ 17%，硬度 173HBS；

金相组织：石墨呈球状和团状分布，球化率 65% - 70%，基体为珠光体和铁素体，珠光体多于铁素体。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于石油机械中要求球墨铸铁 QT400-18 的拉杆、连杆、滚筒等铸件。当浇注上述铸件时对金相组织与球化率有要求，基体为珠光体和铁素体，并基本相当，球化率不低于 70%。

配料实例 343 表 1.2-4 QT400-18 的球墨铸铁配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 支杆(收获机械类 JL1065 联合收割机零件)  |
| 铸件特点 | <p>铸件轮廓尺寸 223.5mm×144mm×25.5mm，是小型的长杆类铸件，形状较复杂，壁厚处为 15mm，薄壁处为 5mm，铸件毛重 1.45kg，受力状态较复杂。采用湿型铸造</p> <p>要求铸铁牌号：球墨铸铁(美国约翰·迪尔公司标准 JDM B8A)。抗拉强度 <math>\sigma_b</math> <math>\geq</math>412MPa，断后伸长率 <math>\delta</math> <math>\geq</math>18%，硬度 140~200HBS。要求退火处理。但是，使用的原生铁锰含量低，铸件终锰量在 0.3% 以下，铁素体量达 60% 左右，铸态就可达此标准，故减少了退火工序</p> |

(续)

|           |  |           |       |       |       |        |        |        |
|-----------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 合金成分控制(%) | C3.6 - 3.9, Si2.7 - 3.0, Mn0.1 - 0.3, P< 0.1, S<0.03, Mg< 0.04, RE< 0.04 |           |       |       |       |        |        |        |
| 配 料       |  |           |       |       |       |        |        |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |        |        |
|           | C  | Si        | Mn    | P     | S     |        |        |        |
| 本溪生铁      | 3.80   | 1.31      | 0.25  | 0.110 | 0.040 |        |        |        |
| 球铁回炉铁     | 3.70   | 2.85      | 0.40  | 0.080 | 0.025 |        |        |        |
| 炉料名称      | 配料比例(%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |        |
|           |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     |
| 本溪生铁      | 70   | 2.66      | 0.92  | 0.18  | 0.077 | 0.028  | —      | —      |
| 球铁回炉铁     | 30   | 1.11      | 0.85  | 0.12  | 0.024 | 0.008  | —      | —      |
| 合 计       |  | 3.77      | 1.77  | 0.30  | 0.101 | 0.036  | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |  | +0.19     | -0.35 | -0.06 | —     | +0.028 | —      | —      |
| (原铁液)     |  | 3.96      | 1.42  | 0.24  | 0.101 | 0.064  | —      | —      |
| 炉外球化吸收    |  | —         | +0.48 | —     | —     | -0.044 | +0.035 | +0.028 |
| 炉外孕育吸收    |  | —         | +0.8  | —     | —     | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液) |  | 3.96      | 2.7   | 0.24  | 0.101 | 0.020  | 0.035  | 0.028  |

注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口冷风冲天炉，熔化率2t/h，炉内碳增加5%、硅烧损20%、锰烧损20%、硫增加80%、磷不变。

2. 炉前，用苏打脱硫，保证球化效果；球化处理，用稀土硅铁镁合金，加入量1.5%，硅吸收80%，镁和稀土吸收35%，脱硫70%；孕育处理，用75%硅铁，加入量1.2%，硅吸收80%。

3. 炉前，观察三角试片的断口颜色、形状、晶粒大小、缩凹深度，以确定球化情况。

4. 检测结果：

化学成分(%)：C3.80, Si2.80, Mn0.27, P0.085, S0.026, RE0.035, Mg0.045；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 510MPa，断后伸长率 $\delta$ 19.5%，硬度190HB5。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于收获机械中要求球墨铸铁QT400—18的铸件，可以不退火，但要保证铁素体量在60%以上。

配料实例 344 表 1.2-5 QT400—18 的球墨铸铁配料

|           |   |           |       |       |       |        |        |        |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 铸件名称      | 连接板支台座(收获机械类 JL1065 联合收割机零件)  |           |       |       |       |        |        |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 260mm×200mm×148mm,是收获机械中的小型铸件,形状复杂,壁厚较薄,最厚 13mm,最薄只有 9mm,铸件毛重 1.9kg,由于壁厚容易出现渗碳体,故要进行高温石墨化退火处理。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号:相当于球墨铸铁 QT400—18(美国约瀚·迪尔公司标准 JDM B8D)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 412\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta \geq 18\%$ ,硬度 140~200HBS |           |       |       |       |        |        |        |
| 合金成分控制(%) | C3.4~3.8, Si2.4~2.8, Mn0.35~0.6, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.03, Mg0.02~0.04, RE0.02~0.04  |           |       |       |       |        |        |        |
| 配 料       |   |           |       |       |       |        |        |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |        |        |        |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     |        |        |        |
| 本溪生铁      | 3.75  | 1.31      | 0.65  | 0.10  | 0.03  |        |        |        |
| 球铁回炉铁     | 3.65  | 2.8       | 0.5   | 0.09  | 0.02  |        |        |        |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |        |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     |
| 本溪生铁      | 60  | 2.25      | 0.79  | 0.39  | 0.070 | 0.018  | —      | —      |
| 球铁回炉铁     | 40  | 1.46      | 1.12  | 0.20  | 0.036 | 0.008  | —      | —      |
| 合 计       |   | 3.71      | 1.91  | 0.59  | 0.106 | 0.026  | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |   | +0.18     | -0.38 | -0.12 | —     | +0.020 | —      | —      |
| (原铁液)     |   | 3.89      | 1.53  | 0.47  | 0.106 | 0.046  | —      | —      |
| 炉外球化吸收    |   | —         | +0.48 | —     | —     | —      | +0.035 | +0.028 |
| 炉外孕育吸收    |   | —         | +0.70 | —     | —     | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液) |   | 3.89      | 2.71  | 0.47  | 0.106 | 0.014  | 0.035  | 0.028  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 20%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉前, 用苏打脱硫, 保证球化效果; 球化处理, 用稀土硅铁镁合金, 加入量 1.5%, 硅吸收 80%, 镁和稀土吸收 35%, 脱硫 70%; 孕育处理, 用 75% 硅铁, 加入量 1.15%, 硅吸收 80%。

3. 炉前, 观察三角试片的断口颜色、形状、晶粒大小、缩凹深度, 以确定球化情况。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.80, Si2.85, Mn0.55, P0.09, S0.021, RE0.040, Mg0.041;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 490MPa, 断后伸长率  $\delta$ 21%, 硬度 172HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于收获机械中要求美国 JDM B8D 的薄壁铸件。

配料实例 345 表 1.2-6 QT400—18 的球墨铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | NH 排气歧管中段(重型载重汽车类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 346mm×112mm×184mm, 为管类结构, 铸件毛重 8.5kg, 主要壁厚 7.5mm, 连接增压器的矩形法兰厚度为 18mm, 排气法兰厚为 13mm。采用湿型铸造。铸件要求两阶段石墨化退火。<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT400—18。抗拉强度 $\sigma_b \geq 400\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 18\%$ , 冲击韧度 $a_K \geq 6\text{J/cm}^2$ , 硬度 141~187HBS。金相组织: 球状+团状石墨(体积分数) $\geq 85\%$ ; 铁素体(体积分数) $\geq 95\%$ , 珠光体(体积分数) $\leq 5\%$ , 不允许存在一次碳化物和块状碳化物。               |
| 合金成分控制(%) | 合金成分控制: NH 排气歧管中段的排气温度高达 750°C 左右, 为了避免因热应力和相变应力导致铸件变形开裂, 故选用高韧性的球墨铸铁, 必须严格控制 Si、Mn、P 以及 Mg、RE 含量。生产铸态高韧性球墨铸铁, 含 Si 量可取上限; 生产退火态高韧性球墨铸铁, 含 Si 量可取下限。含 Mn、P 量必须控制在最低水平, 以免共晶团晶界出现珠光体、碳化物和磷共晶。在保证球化的前提下, Mg、RE 含量应尽量压低。必须选择高纯度的新生铁, 并仅防炉料中某些合金元素混入球墨铸铁铁液中。故合金成分(%)控制为: C3.50~3.70, Si2.70~3.00, Mn $\leq$ 0.30, P $\leq$ 0.07, S $\leq$ 0.03, RE0.02~0.035, Mg0.03~0.045 |

## 配 料

| 金属炉料                    | 炉 后    |       |       |      |      | 炉 前    |         | 配料成分(%) | 出炉温度        |
|-------------------------|--------|-------|-------|------|------|--------|---------|---------|-------------|
|                         | 本溪 Q13 | 同级回炉  | 废钢    | Si75 | MnG4 | Si75   | REMg7-9 |         |             |
| 化<br>学<br>成<br>分<br>(%) | C      | 4.26  | 3.55  |      |      |        |         | 3.51    | 1400~1430°C |
|                         | Si     | 1.17  | 2.80  |      |      | 76.8   | 42.5    | 2.83    |             |
|                         | Mn     | 0.27  | 0.30  |      |      |        |         | 0.22    |             |
|                         | S      | 0.027 | 0.025 |      |      |        |         | 0.028   |             |
|                         | P      | 0.06  | 0.051 |      |      |        |         | 0.057   |             |
|                         | Mg     |       | 0.038 |      |      |        | 9.68    | 0.04    |             |
|                         | RE     |       | 0.032 |      |      |        | 7.28    | 0.035   |             |
| 配 比                     | (%)    | 60    | 40    |      |      | 1.0    | 1.2     |         |             |
|                         | 批重/Mg  | 180   | 120   |      |      | 3      | 3.6     |         |             |
| 层铁/kg                   | 300    |       |       |      |      | 底 焦    | 高度/mm   | 1500    |             |
| 层焦/kg                   | 28     |       |       |      |      | 焦      | 质量/kg   | 380     |             |
| 接力焦/kg                  | 6      |       |       |      |      | 石灰石/kg |         | 12      |             |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口热风冲天炉, 熔化率 4t/h, 炉内碳烧损 7%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 90%、磷不变。

2. 炉前, 球化处理用稀土镁合金, 加入量 1.2%。孕育处现用 75% 硅铁, 加入量 1.0%。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.55, Si2.76, Mn0.27, P0.052, S0.021, RE0.033, Mg0.038。

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  417MPa, 断后伸长率  $\delta$  21.6%, 硬度 143HBS;

金相组织: 球状+团状石墨(体积分数)  $\geq 85\%$ , 球径小, 铁素体(体积分数) 约 98%, 磷共晶  $< 1\%$ , 无明显碳化物。

4. 成分含量皆指质量分数。

5. 本配料还适用于重型载重汽车中要求球墨铸铁 QT400—18 的减振器壳体等铸件。

配料实例 346 表 1.2-7 QT400—18 的球墨铸铁配料

|           |   |         |       |      |       |       |
|-----------|---|---------|-------|------|-------|-------|
| 问题提出      | 欲生产退火态高韧度球墨铸铁 QT400—18, 成分(%)要求为: C3.5~4.0, Si2.0~2.7, Mn≤0.6, P≤0.07, S≤0.03, 试计算出所用炉料的配料比例?   |         |       |      |       |       |
| 已知条件      | 已知: 炉料成分和冲天炉的元素烧损率见下表, 采用的球化剂为稀土镁合金, 孕育剂为 75% 硅铁  |         |       |      |       |       |
|           | 炉料  | 化学成分(%) |       |      |       |       |
|           |   | C       | Si    | Mn   | P     | S     |
|           | Z14 生铁  | 4.00    | 1.40  | 0.23 | 0.10  | 0.04  |
|           | Z18 生铁  | 3.92    | 1.80  | 0.56 | 0.038 | 0.026 |
|           | 回炉铁   | 3.61    | 2.63  | 0.42 | 0.050 | 0.028 |
|           | 硅铁  | —       | 75.00 | —    | —     | —     |
| 锰铁        | —   | —       | 68.20 | —    | —     |       |
| 元素        | C   | Si      | Mn    | P    | S     |       |
| 冲天炉烧损率(%) | +5  | -15     | -20   | 0    | +50   |       |
| 配 料       |   |         |       |      |       |       |
| 配料计算      | <p>计算:</p> <p>首先应考虑由于炉前球化孕育处理后, 原铁液碳减少 0.1%~0.2%, 硅吸收 0.8%, 锰微增, 磷微减, 硫减少 40%~80%, 因此原铁液化学成分(%)应控制在: C3.6~4.1, Si1.2~1.9, Mn≤0.6, P≤0.07, S≤0.06</p> <p>第二步, 计算出炉料中应配入的元素含量:</p> $w_{C\text{炉料}} = \frac{w_{C\text{原铁液}}}{1 + \eta_C} = \frac{3.80\%}{1 + 5\%} = 3.62\%$ $w_{S\text{炉料}} = \frac{w_{S\text{原铁液}}}{1 + \eta_S} = \frac{1.60\%}{1 + (-15\%)} = 1.88\%$ $w_{Mn\text{炉料}} = \frac{w_{Mn\text{原铁液}}}{1 + \eta_{Mn}} = \frac{0.40\%}{1 + (-20\%)} = 0.50\%$ $w_{P\text{炉料}} = \frac{w_{P\text{原铁液}}}{1 + \eta_P} = \frac{0.06\%}{1 + (0)} = 0.06\%$ $w_{S\text{炉料}} = \frac{w_{S\text{原铁液}}}{1 + \eta_S} = \frac{0.06\%}{1 + 50\%} = 0.04\%$ <p>第三步, 初步确定回炉铁的加入质量百分数(<math>w_C</math>): <math>w_C = 20\%</math></p> <p>第四步, 应用代数方法计算出 Z14 新生铁和 Z18 新生铁的加入质量百分数(A 和 B):</p> <p>设 Z14 新生铁加入质量百分数(A)为 X</p> <p>则 Z18 新生铁加入质量百分数(B)为 <math>(100\% - C - X) = (100\% - 20\% - X) - (80\% - X)</math></p> |         |       |      |       |       |

(续)

## 配 料

因为, Z14 新生铁配入的碳含量( $w_{C_{\text{炉料A}}}$ )为:

$$w_{C_{\text{炉料A}}} = w_{C_A} \cdot A = 4.00\% \cdot X$$

Z18 新生铁配入的碳含量( $w_{C_{\text{炉料B}}}$ )为:

$$w_{C_{\text{炉料B}}} = w_{C_B} \cdot B = 3.92\% \cdot (80\% - X)$$

回炉铁配入的碳含量( $w_{C_{\text{炉料C}}}$ )为:

$$w_{C_{\text{炉料C}}} = w_{C_C} \cdot C = 3.61\% \cdot 20\% = 0.722\%$$

因此, 整个炉料配入碳含量( $w_{C_{\text{炉料}}}$ )为:

$$w_{C_{\text{炉料}}} = w_{C_{\text{炉料A}}} + w_{C_{\text{炉料B}}} + w_{C_{\text{炉料C}}}$$

即

$$3.62\% = 4.00\% X + 3.92\% (80\% - X) + 0.722\%$$

$$X = 38\%$$

得: Z14 新生铁加入质量百分数(A)为 38%

Z18 新生铁加入质量百分数(B)为  $(80\% - X) = (80\% - 38\%) = 42\%$ 。

第五步, 核算硅、锰量以便确定铁合金加入质量百分数(D)和(E):

核算硅量, 确定硅铁加入质量百分数(D):

配料计算

由 Z14 新生铁、Z18 新生铁以及回炉铁配入的硅量( $w'_{S_{\text{炉料}}}$ ):

$$\begin{aligned} w'_{S_{\text{炉料}}} &= w_{S_{\text{炉料A}}} + w_{S_{\text{炉料B}}} + w_{S_{\text{炉料C}}} \\ &= w_{S_A} \cdot A + w_{S_B} \cdot B + w_{S_C} \cdot C \\ &= 1.40\% \times 38\% + 1.80\% \times 42\% + 2.63\% \times 20\% \\ &= 1.81\% \end{aligned}$$

要求炉料应配入的硅量( $w_{S_{\text{炉料}}}$ ):

$$w_{S_{\text{炉料}}} = 1.88\%$$

尚缺硅量, 可加入硅铁补充, 即硅铁加入质量百分数(D):

$$D = \frac{w_{S_{\text{炉料}}} - w'_{S_{\text{炉料}}}}{w_{S_D}} = \frac{1.88\% - 1.81\%}{75.0\%} = 0.09\%$$

核算锰量, 确定锰铁加入质量百分数(E):

由 Z14 新生铁、Z18 新生铁以及回炉铁配入的锰量( $w'_{Mn_{\text{炉料}}}$ ):

$$\begin{aligned} w'_{Mn_{\text{炉料}}} &= w_{Mn_{\text{炉料A}}} + w_{Mn_{\text{炉料B}}} + w_{Mn_{\text{炉料C}}} \\ &= w_{Mn_A} \cdot A + w_{Mn_B} \cdot B + w_{Mn_C} \cdot C \\ &= 0.23\% \times 38\% + 0.56\% \times 42\% + 0.42\% \times 20\% \\ &= 0.41\% \end{aligned}$$

(续)

| 配 料      |  |
|----------|--|
| 配料计算     | <p>要求炉料应配入的锰量(<math>w_{Mn_{炉料}}</math>):</p> $w_{Mn_{炉料}} = 0.50\%$ <p>尚缺锰量,可加入锰铁补充,即锰铁加入质量百分数(<math>E</math>):</p> $E = \frac{w_{Mn_{炉料}} - w'_{Mn_{炉料}}}{w_{Mn_E}} = \frac{0.50\% - 0.41\%}{68.2\%} = 0.13\%$ <p>第六步,核算磷、硫量是否在要求范围内</p> <p>核算磷量:</p> <p>由前面计算得知,允许炉料配入的磷量(<math>P_{炉料}</math>)(质量分数):</p> $w_{P_{炉料}} = 0.06\%$ <p>由 Z14 新生铁、Z18 新生铁以及回炉铁配入的磷量(<math>w'_{P_{炉料}}</math>):</p> $\begin{aligned} w'_{P_{炉料}} &= w_{P_{炉料A}} + w_{P_{炉料B}} + w_{P_{炉料C}} \\ &= w_{P_A} \cdot A + w_{P_B} \cdot B + w_{P_C} \cdot C \\ &= 0.10\% \times 38\% + 0.038\% \times 42\% \\ &\quad + 0.050\% \times 20\% \\ &= 0.06\% \end{aligned}$ <p>由于 <math>w'_{P_{炉料}} = w_{P_{炉料}}</math>,可见炉料中配入的磷量基本上已控制在要求的范围内</p> <p>核算硫量:</p> <p>由前面计算得知,允许炉料配入的硫量(<math>S_{炉料}</math>)(质量分数):</p> $w_{S_{炉料}} = 0.04\%$ <p>由 Z14 新生铁、Z18 新生铁以及回炉铁配入的硫量(<math>w'_{S_{炉料}}</math>):</p> $\begin{aligned} w'_{S_{炉料}} &= w_{S_{炉料A}} + w_{S_{炉料B}} + w_{S_{炉料C}} \\ &= w_{S_A} \cdot A + w_{S_B} \cdot B + w_{S_C} \cdot C \\ &= 0.04\% \times 38\% + 0.026\% \times 42\% \\ &\quad + 0.028\% \times 20\% \\ &= 0.032\% \end{aligned}$ <p>由于 <math>w'_{S_{炉料}} &lt; w_{S_{炉料}}</math>,可见炉料中配入的硫量已控制在要求的范围内</p> |
| 配料比例 (%) | <p>通过上述计算,可得出所用炉料的配料比例(%)为:Z14 新生铁 38,Z18 新生铁 42,回炉铁 20,75% 硅铁 0.09,锰铁 0.13</p>  |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 347~349 表 1.2-8 QT400—18 的球墨铸铁配料

| 序号       | 牌 号          | 配料比例 (%) |     |     |     |             |    |     | 铁液成分 (%) |         |                           | 应 用     |        |
|----------|--------------|----------|-----|-----|-----|-------------|----|-----|----------|---------|---------------------------|---------|--------|
|          |              | 新 生 铁    |     |     |     | 回炉铁<br>(球铁) | 废钢 | 硅铁  | 锰铁       | C       | Si                        |         | Mn     |
|          |              | Z14      | Z18 | L08 | Q12 |             |    |     |          |         |                           |         |        |
| 配料实例 347 | QT400—18(铸态) | 70       | —   | —   | —   | 30          | —  | —   | —        | 3.6~3.9 | $\frac{1.3-1.5}{2.7-3.0}$ | 0.1~0.3 | 农业机械零件 |
| 配料实例 348 |              | —        | —   | —   | 60  | 40          | —  | 0.2 | —        | 3.4~3.6 | $\frac{1.3-1.6}{2.8-3.0}$ | 0.1~0.3 | 汽车零件   |
| 配料实例 349 |              | —        | —   | 50  | —   | 40          | 10 | 0.2 | —        | 3.5~4.0 | $\frac{1.4-1.7}{2.5-3.0}$ | 0.1~0.3 | 通用机械零件 |

- 注：1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”，分子为原铁液 Si 含量，分母为球化孕育后终 Si 含量  
 2. 使用的新生铁中含 Mn、P、S 量应低。  
 3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 350~353 表 1.2-9 QT400—18 的球墨铸铁配料

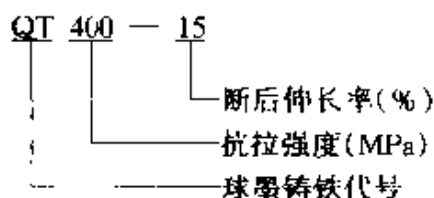
| 序号       | 牌 号                | 配料比例 (%) |     |      |     |             |     |     |    | 铁液成分 (%) |         |                           |         | 应 用 |        |
|----------|--------------------|----------|-----|------|-----|-------------|-----|-----|----|----------|---------|---------------------------|---------|-----|--------|
|          |                    | 新 生 铁    |     |      |     | 回炉铁<br>(球铁) | 废钢  | 合 金 |    |          | C       | Si                        | Mn      |     | 合金元素   |
|          |                    | Z14      | Z18 | L08  | Q12 |             |     | 硅铁  | 锰铁 | 其他       |         |                           |         |     |        |
| 配料实例 350 | QT400—18<br>(热处理态) | 20       | 60  | —    | —   | 20          | —   | —   | —  | —        | 3.6~3.9 | $\frac{1.5-1.8}{2.4-2.8}$ | 0.3~0.6 | —   | 通用机械零件 |
| 配料实例 351 |                    | —        | —   | 53.3 | —   | 40          | 6.7 | 0.2 | —  | —        | 3.3~3.8 | $\frac{1.1-1.5}{2.7-3.1}$ | <0.6    | —   | 起重机械零件 |
| 配料实例 352 |                    | 60       | —   | —    | —   | 40          | —   | —   | —  | —        | 3.4~3.8 | $\frac{1.2-1.6}{2.4-2.8}$ | 0.3~0.6 | —   | 农业机械零件 |
| 配料实例 353 |                    | —        | —   | —    | 60  | 40          | —   | —   | —  | —        | 3.5~3.7 | $\frac{1.5-1.8}{2.7-3.0}$ | 0.1~0.6 | —   | 汽车零件   |

- 注：1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”，分子为原铁液 Si 含量，分母为球化孕育后终 Si 含量  
 2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



## 2. QT400—15 的球墨铸铁配料 (配料实例 354~372)

QT400—15 的主要含义如下:



对于铸造设备、造纸机械、玻璃机械、工程机械、水轮机、化工机械、收获机械、重型载重汽车、中型载重汽车等类铸件的 QT400—15 的球墨铸铁配料, 可查配料实例 354~配料实例 372 或表 1.2-10~表 1.2-22.

配料实例 354 表 1.2-10 QT400—15 的球墨铸铁配料

|           |   |           |      |       |       |       |       |
|-----------|---|-----------|------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称      | 横梁(铸造设备类 Z8525A 射芯机零件)  |           |      |       |       |       |       |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1150mm×500mm×810mm, 为箱体结构, 铸件净重 638kg, 最大壁厚 60mm, 最小壁厚 20mm, 加工面多, 要求精度高, 是受力零件, 而且要求加工后内腔进行水压试验, 试验压力 2MPa, 试验持续时间 30min 不得有渗漏。采用干型铸造。铸件要求人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT400—15。抗拉强度 $\sigma_b > 400\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 15\%$ |           |      |       |       |       |       |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.5, Si2.6~3.2, Mn0.1~0.6, P<0.1, S<0.03, RE0.02~0.05, Mg0.03~0.07   |           |      |       |       |       |       |
| 配 料       |   |           |      |       |       |       |       |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |      |       |       |       |       |
|           | C   | Si        | Mn   | P     | S     | Mg    | RE    |
| 本溪生铁      | 4.05  | 1.26      | 0.06 | 0.050 | 0.030 |       |       |
| 回炉球铁      | 3.20  | 2.90      | 0.40 | 0.080 | 0.030 |       |       |
| RFMg6~7   |   | 35~44     |      |       |       | 7~9   | 6~8   |
| 75 硅铁     |   | 75        |      |       |       |       |       |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |      |       |       |       |       |
|           |   | C         | Si   | Mn    | P     | S     | Mg    |
| 本溪生铁      | 50  | 2.03      | 0.63 | 0.03  | 0.025 | 0.015 |       |
| 回炉球铁      | 50  | 1.60      | 1.45 | 0.20  | 0.040 | 0.015 |       |
| RFMg6~7   | 1.4   |           | 0.56 | 0.03  |       | 0.14  | 0.112 |
| 75 硅铁     | 0.8(炉前孕育)   |           | 0.60 |       |       |       |       |
| 合 计       |   | 3.63      | 3.24 | 0.26  | 0.065 | 0.03  |       |

(续)

|           | 配料计算成分(%) |       |       |        |         |    |    |
|-----------|-----------|-------|-------|--------|---------|----|----|
|           | C         | Si    | Mn    | P      | S       | Mg | RE |
| 熔炼及球化元素增减 | -0.38     | -0.28 | -0.05 | +0.005 | -0.0018 |    |    |
| (球化孕育后铁液) | 3.25      | 2.96  | 0.21  | 0.07   | 0.0282  | 微量 | 微量 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 四排小风口主辅倒置曲线炉膛热风冲天炉, 炉内硅烧损 15%, 锰烧损 20%。包括熔炼及球化反应中的元素增减: Si - 8.6%, Mn - 19%, P + 7.6%, S - 6%。

2. 炉前, 球化处理采用“盖包”球铁包加稀土—镁合金球化工艺, 孕育处理用 75 硅铁进行。

炉前, 用三角试片检验球化情况。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.25, Si2.96, Mn0.21, P0.07, S0.028, RE微量, Mg微量;

力学性能: 热处理后, 抗拉强度  $\sigma_t$  490MPa, 断后伸长率  $\delta$  16;

金相组织: 球状石墨 70%、团状石墨 25%、厚片状石墨 5%, 球径  $60\mu\text{m}$ , 球化率 2 级, 珠光体 10%, 铁素体 90%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于铸造设备中要求球墨铸铁 QT400—15 的其他球铁件, 如 Z8525A 射芯机油缸、S114 混砂机曲臂、2ZZ8640 热芯盒射芯机横梁、Z1410A 气动微震造型机龙门架、Z8680 热芯盒缸体等铸件。对于厚壁的大型球铁件, 炉料中需加 10% 废钢, 防止石墨漂浮。

配料实例 355 表 1.2-11 QT400—15 的球墨铸铁配料

|           |   |  |  |  |  |  |  |
|-----------|---|--|--|--|--|--|--|
| 铸件名称      | 叶轮(造纸机械类造纸机零件)  |  |  |  |  |  |  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 580\text{mm} \times 581\text{mm}$ , 为圆柱双层二十等分薄壁结构, 铸件毛重 210kg, 两端面和外圆及轴孔加工。<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT400—15。(铸态)抗拉强度 $\sigma_b \geq 400\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ |  |  |  |  |  |  |
| 合金成分控制(%) | C3.5~3.8, Si2.8~3.1, Mn0.3~0.5, P $\leq$ 0.05, S $\leq$ 0.06, Mg0.03~0.05, RE0.03~0.05  |  |  |  |  |  |  |

配 料

| 品名   | 规格    | 配料比例 |     | 化学成分(%) |      |      |       |       |
|------|-------|------|-----|---------|------|------|-------|-------|
|      |       | (%)  | /kg | C       | Si   | Mn   | Mg    | RE    |
| 规格成分 |       |      |     | 3.70    | 2.90 | 0.35 | 0.040 | 0.040 |
| 炉中增减 |       |      |     | -7      | -15  | -20  |       |       |
| 配料成分 |       |      |     |         |      |      |       |       |
| 生铁   | Q10   | 70   | 420 | 4.18    | 0.96 | 0.25 |       |       |
| 回炉铁  | HT150 | 30   | 180 | 3.5     | 1.7  | 0.8  |       |       |

(续)

| 品名    | 规格              | 配料比例 |     | 化学成分 (%) |      |      |    |    |
|-------|-----------------|------|-----|----------|------|------|----|----|
|       |                 | (%)  | /kg | C        | Si   | Mn   | Mg | RE |
| 硅铁    | 75%Si           | 1.4  | 8.4 |          | 75   |      |    |    |
| 金属料合计 |                 | 100  | 600 | 3.67     | 1.84 | 0.33 |    |    |
| 硅铁    | 孕育              | 1.2  |     |          | 0.72 |      |    |    |
| 稀土镁合金 | Si39%<br>Mg8.4% | 1.5  |     |          | 0.41 |      |    |    |
| 配得成分  |                 |      |     | 3.67     | 2.97 | 0.33 |    |    |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：多排风口曲线炉膛冷风冲天炉，熔化率5t/h，炉内碳烧损7%、硅烧损15%、锰烧损20%。
2. 炉前，用稀土镁合金进行球化处理，加入量为1.5%；用75%硅铁孕育，加入量为1.2%。并用三角试片观察球化特征，用铁液调整。
3. 检测结果：  
化学成分 (%)：C3.72, Si3.00, Mn0.36, P0.066, S0.034, Mg微量, RE微量；  
力学性能 (铸态)：抗拉强度  $\sigma_b$  511MPa, 断后伸长率  $\delta$  12%；  
金相组织：铁素体 >85%。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于造纸机械中要求球墨铸铁 QT400—15 的拨叉、托互架、石辊螺帽等铸件。

配料实例 356 表 1.2-12 QT400—15 的球墨铸铁配料

|            |  |     |       |
|------------|--|-----|-------|
| 铸件名称       | 大支架(玻璃机械类供料机零件)  |     |       |
| 铸件特点       | 铸件为框架形结构<br>要求铸铁牌号:球墨铸铁 QT400—15。抗拉强度 $\sigma_b \geq 400$ MPa                              |     |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.9, Si2.5~3.0, Mn0.3~0.6, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.025, RE0.035~0.045, Mg0.035~0.045 |     |       |
| 配 料        |  |     |       |
| 炉料名称       | 莱芜生铁   | 回炉铁 | 75#硅铁 |
| 配料比例 (%)   | 80   | 20  | 0.2   |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口曲线炉膛炉胆热风冲天炉，炉内硅烧损20%、锰烧损20%~25%。
2. 炉前，原铁液成分 (%) 控制为：C3.69、Si1.64、Mn0.47、P0.064、S0.062。
3. 炉前，球化处理采用冲入法，球化剂为稀土镁中间合金 (Mg7%~9%、RE7%~11%、Si40%~50%)，粒度为1~2mm，加入量为1.6%，第一次出铁2/3，待中间合金反应完毕后再放1/3铁液，同时在出铁槽加入0.5%的75#硅铁孕育，搅拌，用草灰扒渣三次，浇注。
4. 炉前，用三角试片检验，断口呈银灰色，中心缩松，白口深度2~4mm，若白口过大，用75#硅铁调软。
5. 检测结果：  
化学成分 (%)：C3.62、Si2.86、Mn0.52、P0.062、S0.023、Mg0.042、RE0.037；  
力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  467MPa, 断后伸长率  $\delta$  11.7%，硬度 177HBS。
6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 357 表 1.2-13 QT400—15 的球墨铸铁配料

|           |  |           |       |       |       |       |    |    |
|-----------|--|-----------|-------|-------|-------|-------|----|----|
| 铸件名称      | 制动蹄(工程机械类 2PC20 平板车零件)   |           |       |       |       |       |    |    |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 360.5mm×190mm×180mm, 铸件毛重 17.5kg, 主要壁厚 14mm, 加工面较多。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT400—15 抗拉强度 $\sigma_b \geq 400\text{MPa}$ , 硬度 170~220HBS |           |       |       |       |       |    |    |
| 合金成分控制(%) | C3.6~3.8, Si2.1~2.3, Mn $\leq$ 0.7, P: 0.15, S $\leq$ 0.12, Mg0.04~0.08, RE0.04~0.05   |           |       |       |       |       |    |    |
| 配 料       |  |           |       |       |       |       |    |    |
| 炉料名称      | 炉 料 成 分 ( % )  |           |       |       |       |       |    |    |
|           | C  | Mn        | Si    | P     | S     |       |    |    |
| 本溪生铁      | 4.30   | 0.61      | 1.45  | 0.036 | 0.049 |       |    |    |
| 回炉铁       | 3.50   | 0.8       | 1.60  | 0.080 | 0.080 |       |    |    |
| 75%硅铁     | —  | —         | 75    | —     | —     |       |    |    |
| 4# 稀土镁合金  |  |           |       |       |       |       |    |    |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |    |    |
|           |  | C         | Si    | Mn    | P     | S     | RE | Mg |
| 本溪生铁      | 20   | 0.86      | 0.29  | 0.12  | 0.01  | 0.01  | —  | —  |
| 回炉铁       | 80   | 2.80      | 1.16  | 0.64  | 0.06  | 0.06  | —  | —  |
| 75%硅铁     | 1  |           | 0.75  | —     | —     | —     | —  | —  |
| 4# 稀土镁合金  | 1.5  |           |       |       |       |       |    |    |
| 合计        |  | 3.66      | 2.20  | 0.76  | 0.07  | 0.07  | —  | —  |
| 炉内熔化增减    |  | +0.18     | -0.44 | -0.19 | 0     | +0.77 | —  | —  |
| 炉外球化孕育吸收  |  | —         | +0.42 | —     | —     | —     | 微量 | 微量 |
| (球化孕育后铁液) |  | 3.84      | 2.18  | 0.57  | 0.07  | 0.14  | 微量 | 微量 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 连续出铁出渣, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 需进行二次孕育处理。炉外孕育, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.4%, 包底加入; 0.3% 出铁槽孕育, 吸收率 80%。

3. 4# 稀土镁球化剂, 包底冲入法加入

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.75, Si1.9, Mn0.6, P0.074, S0.050, Mg0.034, RE0.024;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b > 392\text{MPa}$ ;

金相组织: 小石墨球均匀分布, 珠光体 75%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于各类工程机械中要求球墨铸铁 QT400—15 的制动盘、制动钳、固定钳、联接钳等铸件。

配料实例 358 表 1.2-14 QT400-15 的球墨铸铁配料

|           |   |           |       |       |       |        |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称      | 转轮(水轮机类 HL110-WJ-50 型水轮机零件)   |           |       |       |       |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 510\text{mm} \times 225\text{mm}$ , 为曲线形片子圆状结构, 铸件毛重 112.5kg, 主要壁厚为 18mm, 上冠壁厚为 48mm, 叶片壁厚为 4~10mm。采用 T 型铸造。<br>铸件要求正火、回火等热处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT400-15。抗拉强度 $\sigma_b \geq 400\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 15\%$ , 硬度 197~269HBS |           |       |       |       |        |
| 合金成分控制(%) | C 3.4~3.9, Si 2.3~2.9, Mn 0.6~0.8, P < 0.1, S < 0.05, RE < 0.04, Mg < 0.05  |           |       |       |       |        |
| 配 料       |   |           |       |       |       |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |        |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 冷水江生铁     | 4.14  | 2.87      | 0.83  | 0.072 | 0.018 |        |
| 本溪生铁      | 4.42  | 1.49      | 0.79  | 0.047 | 0.020 |        |
| 球铁回炉铁     | 3.95  | 2.85      | 0.79  | 0.072 | 0.021 |        |
| 废钢        | 0.50  | 0.30      | 0.50  | 0.150 | 0.045 |        |
| 75% 硅铁    | —   | 75        | —     | —     | —     |        |
| 60% 锰铁    | —   | —         | 60    | —     | —     |        |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 冷水江生铁     | 35  | 1.45      | 1.00  | 0.29  | 0.025 | 0.006  |
| 本溪生铁      | 30  | 1.33      | 0.45  | 0.24  | 0.014 | 0.006  |
| 球铁回炉铁     | 20  | 0.79      | 0.57  | 0.16  | 0.014 | 0.004  |
| 废钢        | 15  | 0.08      | 0.05  | 0.08  | 0.023 | 0.007  |
| 75% 硅铁    | 1   | —         | 0.75  | —     | —     | —      |
| 60% 锰铁    | 0.3   | —         | —     | 0.18  | —     | —      |
| 合计        |   | 3.65      | 2.82  | 0.95  | 0.076 | 0.023  |
| 炉内熔化增减    |   | +0.18     | -0.42 | -0.19 | 0     | +0.023 |
| (原铁液)     |   | 3.83      | 2.40  | 0.76  | 0.076 | 0.046  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排卡腰式热风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 球化处理采用稀土镁中间合金; 孕育处理采用 75% 硅铁。

3. 检测结果:

化学成分(%): C 3.95, Si 2.68, Mn 0.50, P 0.065, S 0.026, RE 0.032, Mg 0.043;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 431\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta 15\%$ ; 硬度 170HBS;

金相组织: 球化率 2 级, 基体为珠光体 65%, 磷共晶 < 1%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于水轮机中要求球墨铸铁 QT400-15 的飞轮、导叶、顶体、拨叉、抗磨环、推力头、泄水锥、拐比、摇比、拉板、喷嘴、支持架、手轮架、折向器等铸件。当浇注小件时, 因浇注时间过长, 应适当加入 0.1%~0.3% 的硅铁粉, 以防止产生球化衰退成白口太大等现象。

配料实例 359 表 1.2-15 QT400—15 的球墨铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 模具压边圈(化工机械类 2200t 水压机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 3000\text{mm} \times 230\text{mm}$ , 为环形结构, 铸件毛重 5t, 主要壁厚为 340mm。采用干型无冒口铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT400—15。抗拉强度 $\sigma_b > 400\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 15\%$ , 硬度 170~240HBS |
| 合金成分控制(%) | C3.3~3.7, Si2.5~3.0, Mn<0.5, P $\leq$ 0.07, S $\leq$ 0.05, RE0.03~0.04, Mg0.04~0.06   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|--------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|        | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁   | 4.37    | 1.36      | 0.72  | 0.050 | 0.030 |        |
| 回炉铁    | 3.51    | 2.60      | 0.60  | 0.078 | 0.042 |        |
| 废钢     | 0.30    | 0.35      | 0.70  | 0.030 | 0.020 |        |
| 75%硅铁  | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 炉料名称   | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|        |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁   | 70      | 3.06      | 0.95  | 0.50  | 0.035 | 0.021  |
| 回炉铁    | 20      | 0.70      | 0.52  | 0.12  | 0.016 | 0.008  |
| 废钢     | 10      | 0.03      | 0.04  | 0.07  | 0.003 | 0.002  |
| 75%硅铁  | 0.5     | —         | 0.38  | —     | —     | —      |
| 合计     |         | 3.79      | 1.89  | 0.69  | 0.054 | 0.031  |
| 炉内熔化增减 |         | -0.19     | -0.20 | -0.14 | 0     | +0.016 |
| (原铁液)  |         | 3.60      | 1.69  | 0.55  | 0.054 | 0.047  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口热风冲天炉, 炉内碳烧损 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 球化处理采用稀土镁合金, 加入量 1.4%; 孕育处理采用 75% 硅铁, 加入量 1%, 吸收率 90%。

3. 炉前, 用三角试片检验三角断口状况, 判断球化级别。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于化工机械中要求球墨铸铁 QT400—15 的下导环等铸件。

配料实例 360 表 1.2-16 QT400—15 的球墨铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 轴承上座(收获机械类丰收 3.0 联合收割机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 188mm×81mm×28mm, 是小型铸件, 形状较简单, 壁厚处为 28mm, 该处易出现缩凹缺陷, 铸件毛重 1.25kg。采用湿型铸造。铸件要求退火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT400—15。抗拉强度 $\sigma_b \geq 400\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 15\%$ , 硬度 156~197HRS |
| 合金成分控制(%) | C3.5~4.0, Si2.5~2.8, Mn0.4~0.8, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.03, Mg0.03~0.05, RE0.02~0.04   |

## 配 料

| 炉料名称            | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |        |        |
|-----------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                 | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |        |        |
| 本溪生铁            | 3.90    | 1.32      | 0.62  | 0.12  | 0.04  |        |        |        |
| 球铁回炉铁           | 3.70    | 2.70      | 0.50  | 0.07  | 0.023 |        |        |        |
| 炉料名称            | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |        |
|                 |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     |
| 本溪生铁            | 65      | 2.54      | 0.86  | 0.40  | 0.078 | 0.026  | —      | —      |
| 球铁回炉铁           | 35      | 1.29      | 0.95  | 0.18  | 0.024 | 0.008  | —      | —      |
| 合 计             |         | 3.83      | 1.81  | 0.58  | 0.102 | 0.034  | —      | —      |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液) |         | +0.19     | -0.16 | -0.12 | 0     | +0.027 | —      | —      |
| 炉外球化吸收          |         | —         | +0.48 | —     | —     | -0.042 | +0.035 | +0.028 |
| 炉外孕育吸收          |         | —         | +0.60 | —     | —     | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液)       |         | 4.02      | 2.73  | 0.46  | 0.102 | 0.019  | 0.035  | 0.028  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 9%、锰烧损 20%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉前, 用苏打脱硫, 保证球化效果; 球化处理, 用稀土硅铁镁合金, 加入量 1.5%, 硅吸收 80%, 镁和稀土吸收 35%, 脱硫 70%; 孕育处理, 用 75% 硅铁, 加入量 1%, 硅吸收 80%。

3. 炉前, 观察三角试片的断口颜色、形状、晶粒大小、缩凹深度, 以确定球化情况。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.69, Si2.70, Mn0.60, P0.072, S0.023, RE0.030, Mg0.033;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 417MPa, 断后伸长率  $\delta$ 13%, 硬度 170HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于收获机械中要求球墨铸铁 QT400—15 的轴承座、动盘、定盘、轴套等断面较厚的铸件。

配料实例 361 表 1.2-17 QT400—15 的球墨铸铁配料

|           |   |           |       |       |       |        |        |        |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 铸件名称      | 外壳体(收获机械类丰收 3.0 联合收割机零件)  |           |       |       |       |        |        |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 368\text{mm} \times 285\text{mm}$ , 在收获机械中为大件, 形状较复杂, 且壁厚较薄, 不但要求外表质量和精度, 而且对内腔要求也较高, 铸件毛重 20.97kg<br>采用湿型铸造。铸件要求进行退火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT400—15 抗拉强度 $\sigma_b \geq 400\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 15\%$ , 硬度 156~197HBS |           |       |       |       |        |        |        |
| 合金成分控制(%) | C3.5~3.8, Si2.8~3.2, Mn0.4~0.8, P $\leq$ 0.1, S<0.03, Mg0.03~0.05, RE0.02~0.04  |           |       |       |       |        |        |        |
| 配 料       |   |           |       |       |       |        |        |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |        |        |        |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     |        |        |        |
| 本溪生铁      | 4.01  | 1.80      | 0.70  | 0.100 | 0.040 |        |        |        |
| 球铁回炉铁     | 3.80  | 2.20      | 0.50  | 0.070 | 0.023 |        |        |        |
| 废钢        | 0.35  | 0.30      | 0.60  | —     | —     |        |        |        |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |        |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     |
| 本溪生铁      | 65  | 2.60      | 1.17  | 0.46  | 0.065 | 0.026  | —      | —      |
| 球铁回炉铁     | 30  | 1.14      | 0.66  | 0.15  | 0.021 | 0.007  | —      | —      |
| 废钢        | 5   | 0.018     | 0.12  | 0.03  | —     | —      | —      | —      |
| 合 计       |   | 3.76      | 1.85  | 0.64  | 0.086 | 0.033  | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |   | +0.18     | -0.38 | -0.13 | 0     | +0.025 | —      | —      |
| (原铁液)     |   | 3.94      | 1.47  | 0.51  | 0.086 | 0.058  | —      | —      |
| 炉外球化吸收    |   | —         | +0.48 | —     | —     | -0.40  | +0.035 | +0.028 |
| 炉外孕育吸收    |   | —         | +0.75 | —     | —     | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液) |   | 3.94      | 2.70  | 0.51  | 0.086 | 0.018  | 0.035  | 0.028  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 20%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉前, 用苏打脱硫, 保证球化效果; 球化处理, 用稀土硅铁镁合金, 加入量 1.5%, 硅吸收 80%, 镁和稀土吸收 35%, 脱硫 70%; 孕育处理, 用 75% 硅铁, 加入量 1.25%, 硅吸收 80%。

3. 炉前, 观察三角试片的断口颜色、形状、晶粒大小、缩凹现象, 以确定球化情况。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.65, Si3.0, Mn0.52, P0.07, S0.027, RE0.033, Mg0.041;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 441\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta 17.5\%$ , 硬度 188HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于收获机械中要求球墨铸铁 QT400—15 的齿轮箱、离合器外壳、变速箱壳体、轮壳等薄壁铸件。



配料实例 362 表 1.2-18 QT400—15 的球墨铸铁配料

|           |  |      |      |       |       |         |
|-----------|--|------|------|-------|-------|---------|
| 铸件名称      | 差速器壳体(收获机械类联合收割机零件)  |      |      |       |       |         |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 400mm×391mm×295mm,为半圆壳形结构,铸件毛重 45kg,主要壁厚 8mm。采用湿型铸造。铸件经高温退火处理<br>要求铸铁牌号:球墨铸铁 QT400—15 抗拉强度 $\sigma_b \geq 400\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta \geq 15\%$ ,硬度 156~197HBS |      |      |       |       |         |
| 合金成分控制(%) | C3.3~3.6, Si2.5~3.2, Mn $\leq$ 0.5, P $\leq$ 0.1, S<0.03, RE0.02~0.05, Mg0.04~0.6  |      |      |       |       |         |
| 配 料       |  |      |      |       |       |         |
| 炉料名称      | 元 素 (%)  |      |      |       |       | 加入量(%)  |
|           | C  | Si   | Mn   | P     | S     |         |
| 俄罗斯铸造生铁   | 3.86   | 2.42 | 0.51 | 0.080 | 0.004 | 85      |
| 低碳钢       |  | 0.2  | 0.4  |       |       | 15      |
| 硅铁        |  | 75   |      |       |       | 0.3     |
| 锰铁        |  |      |      |       |       |         |
| 孕育硅铁      |  | 75   |      |       |       | 0.7     |
| 稀土镁合金     |  | 42   |      |       |       | 1.5~1.7 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口曲线炉膛冷风冲天炉, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 30%。  
2. 批料质量 300kg。  
3. 炉前, 球化处理, 用稀土镁合金, 加入量 1.5%~1.7%; 孕育处理, 用 75% 硅铁, 加入量 0.7%。  
4. 炉前, 用三角试片冷却近 700°C 时 (暗红色), 浸在冷水 (室温) 里, 激冷后敲断, 以断面来检验球化情况, 若球化不良可补加一定量的稀土镁合金。  
5. 检测结果:  
化学成分(%): C3.35, Si3.20, Mn0.48, P0.077, S0.010, RE0.027, Mg0.055;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 431MPa, 断后伸长率  $\delta$ 17.5%, 硬度 150~170HBS。  
6. 成分含量和加入量皆指质量分数。  
7. 本配料还适用于收获机械中要求球墨铸铁 QT400—15 的以铁素体为基体的高韧性球墨铸铁件。

配料实例 363 表 1.2-19 QT400—15 的球墨铸铁配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 前钢板弹簧支架(重型载重汽车类零件)  |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 80mm×110mm×20mm,为龟壳支架形结构,壁厚约 6mm,铸件毛重 6kg,承受大交变载荷,是整车的主要受力件之一,五面加工。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号:球墨铸铁 QT400—15。抗拉强度 $\sigma_b$ 400MPa,断后伸长率 $\delta \geq 15\%$ ,硬度 155~197HBS。金相组织:基体以铁素体为主,约 80%~95%,珠光体 >20%,磷共晶和碳化物 $\leq$ 5%;石墨呈球状,大小和分布均不得低于 4 级以下 |

(续)

|           |  |      |       |
|-----------|--|------|-------|
| 合金成分控制(%) | 合金成分(%)控制:原铁液, C3.6~3.8, Si1.2~1.4, Mn0.4~0.6, P<0.1%, S<0.07%; 球化孕育处理后铁液, C3.5~3.8, Si2.5~2.8, Mn0.4~0.7, P<0.1, S<0.025, RE0.030~0.060, Mg0.035~0.08 |      |       |
| 配 料       |  |      |       |
| 炉料名称      | 天津生铁   | 钒钛生铁 | 球铁回炉铁 |
| 配料比例(%)   | 50   | 15   | 35    |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 炉内碳基本不变、硅烧损 12%~14%、锰烧损 15%~18%、硫增加 70%~90%、磷不变。
2. 炉前, 根据原铁液的 S 含量以及加入球化剂后的增 Si 情况来预定, 调整, 进而最后确定球化剂、孕育剂的加入量。球化处理用稀土镁合金, 加入量 1.8%; 孕育处理用 75% 硅铁, 加入量 0.8%。
3. 炉前, 还需加入适量苏打、食盐, 以便更好地脱硫、清渣。
4. 检测结果:  
化学成分(%): C3.55, Si2.62, Mn0.54, P0.046, Si0.024, RE0.037, Mg0.052;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 430MPa, 断后伸长率  $\delta$ 20.6%, 冲击韧度  $a_K$ 11.6J/cm<sup>2</sup>, 硬度 163HBS;  
金相组织: 石墨呈球状 1~2 级, 石墨长度 2 级; 基体以铁素体为主  $\approx$ 95%, 珠光体 5%, 磷共晶和碳化物 0.5%。
5. 本配料还适用于重型载重汽车中要求球墨铸铁 QT400—15 的后钢板弹簧支架等铸件。
6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 配料实例 364 表 1.2-20 QT400—15 的球墨铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 发动机后桥壳(中型载重汽车类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件为长形壳体结构, 轮廓尺寸 1631mm×170mm×440mm, 主要壁厚 11mm, 加工面有 18 处, 铸件毛重 90kg。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT400—15。抗拉强度 $\sigma_b \geq 400$ MPa, 断后伸长率 $\delta \geq 15\%$ , 硬度 156~197HBS, 冲击韧度 $a_K \geq 6$ J/cm <sup>2</sup> |
| 合金成分控制(%) | 合金成分(%)控制: 原铁液, C3.6~3.9, Si1.3~1.7, Mn $\leq$ 0.4, P $\leq$ 0.07, S $\leq$ 0.05; 球化孕育处理后铁液, C3.6~3.9, Si2.2~2.8, Mn $\leq$ 0.4, P $\leq$ 0.07, S $\leq$ 0.03, RE0.03~0.05, Mg0.03~0.05                         |

(续)

| 配 料      |       |       |      |         |
|----------|-------|-------|------|---------|
| 炉料名称     | 生 铁   | 回 炉 铁 | 废 钢  | 石墨电极    |
| 配料比例 (%) | 30~35 | 45~50 | 20~5 | 0.3~1.2 |

- 注：1. 采用熔炼炉类型；10t 无心工频感应加热电炉。
2. 炉前，球化处理用稀土镁合金（其成分为 RE4%~6%、Mg7%~9%、Si38%~44%），粒度为 10~30mm，采用冲入法工艺。孕育处理在中间包进行一次孕育，在浇包进行二次孕育，还有随流孕育，孕育剂采用 75% 硅铁，粒度 < 25mm，根据孕育方式决定其粒度大小。
3. 炉前，用快速金相检测，在 1min 之内发出铁液球化等级，决定是否浇注。
4. 炉前，看浇口断面和附体试块，决定合格品或废品。之后，再抽查附体试块，观察球化级别及基体组织。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 365~368 表 1.2-21 QT400—15 的球墨铸铁配料

| 序号       | 牌 号              | 配料比例 (%)  |     |     |     |               |          |                           | 铁液成分 (%) |             |                           | 应 用         |              |
|----------|------------------|-----------|-----|-----|-----|---------------|----------|---------------------------|----------|-------------|---------------------------|-------------|--------------|
|          |                  | 新 生 铁     |     |     |     | 回炉铁<br>(球铁)   | 废钢       | 硅铁                        | 锰铁       | C           | Si                        |             | Mn           |
|          |                  | Z14       | Z18 | Q10 | Q12 |               |          |                           |          |             |                           |             |              |
| 配料实例 365 | QT400—<br>15(铸态) | —         | —   | —   | 70  | 20            | 10       | 0.5                       | 0.16     | 3.4~<br>3.6 | $\frac{1.3~1.8}{2.7~3.2}$ | ≤0.5        | 石油化工<br>机械零件 |
| 配料实例 366 |                  | 70        | —   | —   | —   | 20            | 10       | 0.8                       | —        | 3.3~<br>3.7 | $\frac{1.3~1.9}{2.5~3.0}$ | ≤0.5        | 锻压机械<br>零件   |
| 配料实例 367 |                  | 30~<br>55 | —   | —   | —   | 45~<br>50     | 20~<br>5 | (石墨<br>电极)<br>0.3~<br>1.2 | —        | 3.6~<br>3.9 | $\frac{1.3~1.7}{2.2~2.8}$ | ≤0.4        | 汽车零件         |
| 配料实例 368 |                  | —         | —   | 70  | —   | (HT150)<br>30 | —        | 1.4                       | —        | 3.5~<br>3.8 | $\frac{1.5~1.9}{2.8~3.1}$ | 0.3~<br>0.5 | 造纸机<br>械零件   |

- 注：1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”，分子为原铁液 Si 含量，分母为球化孕育后 Si 含量。
2. 使用的新生铁中含 Mn、P、S 量应低。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 369~372 表 1.2-22 QT400—15 的球墨铸铁配料

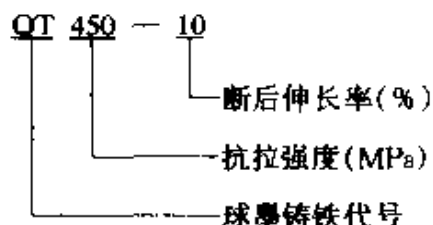
| 序号              | 牌号                         | 配料比例(%)             |     |     |             |               |        |     | 铁液成分(%) |    |             |                           | 应用          |    |            |
|-----------------|----------------------------|---------------------|-----|-----|-------------|---------------|--------|-----|---------|----|-------------|---------------------------|-------------|----|------------|
|                 |                            | 新 生 铁               |     |     |             | 回炉铁<br>(球铁)   | 废<br>钢 | 合 金 |         |    | C           | Si                        |             | Mn | 合金<br>元素   |
|                 |                            | Z14                 | Z18 | L08 | Q12         |               |        | 硅铁  | 锰铁      | 其他 |             |                           |             |    |            |
| 配料<br>实例<br>369 | QT400<br>—15<br>(热处<br>理态) | —                   | —   | —   | 50          | 50            | —      | —   | —       | —  | 3.0~<br>3.5 | $\frac{1.5-1.8}{2.6-3.0}$ | 0.1~<br>0.6 | —  | 铸造机<br>械零件 |
| 配料<br>实例<br>370 |                            | 50~70<br>或<br>50~70 | —   | —   | —           | 30~50         | —      | —   | —       | —  | 3.5~<br>3.8 | $\frac{1.8-2.2}{2.6-3.0}$ | 0.3~<br>0.6 | —  | 通用机<br>械零件 |
| 配料<br>实例<br>371 |                            | —                   | —   | —   | (Q10)<br>70 | (HT150)<br>30 | —      | 1.4 | —       | —  | 3.7         | $\frac{1.6}{2.9}$         | 0.65        | —  | 造纸机<br>械零件 |
| 配料<br>实例<br>372 |                            | —                   | —   | —   | 60          | 40            | —      | 0.2 | —       | —  | 3.7~<br>4.0 | $\frac{1.6}{2.9}$         | <0.6        | —  | 汽车<br>零件   |

注：1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”，分子为原铁液 Si 含量，分母为球化孕育后终 Si 含量。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 3. QT450—10 的球墨铸铁配料（配料实例 373~412）

QT450—10 的主要含义如下：



对于阀、减速机、压缩机、制冷机、空分制氧机、冲压设备、铸造设备、造纸机械、塑料机械、纺织机械、煤矿机械、起重机械、水上机械、水轮机、电站锅炉、石油机械、拖拉机、手扶拖拉机、重型载重汽车、中型载重汽车、轿车、铁路电力机车、铁路客货车、铁路车辆配件、船用机械等类铸件的 QT450—10 的球墨铸铁配料，可查配料实例 373~配料实例 412 或表 1.2-23~表 1.2-56。

配料实例 373 表 1.2-23 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |   |           |       |       |       |        |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称      | 联接套(阀类 9D—150 阀零件)  |           |       |       |       |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 340mm×190mm×302mm, 叉型结构, 铸件毛重 55kg, 主要壁厚 40mm, 端面和内孔加工。采用湿型铸造。铸件要求石墨化退火<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ |           |       |       |       |        |
| 合金成分控制(%) | 合金成分(%)控制: 原铁液化学成分, C3.6—3.9, Si1.1—1.5, Mn0.4—0.6, P<0.1, S<0.1; 球化孕育处理后铁液化学成分, C3.5—3.8, Si2.2—2.6, Mn0.4—0.6, P<0.1, S<0.03, RE0.03—0.05, Mg0.04—0.06              |           |       |       |       |        |
| 配 料       |   |           |       |       |       |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |        |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪 P08 生铁 | 3.91  | 0.33      | 0.55  | 0.047 | 0.035 |        |
| 球铁回炉铁     | 3.60  | 2.40      | 0.50  | 0.080 | 0.030 |        |
| 75% 硅铁    | —   | 75        | —     | —     | —     |        |
| 60% 锰铁    | —   | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪 P08 生铁 | 80  | 3.13      | 0.26  | 0.44  | 0.038 | 0.028  |
| 球铁回炉铁     | 20  | 0.72      | 0.48  | 0.10  | 0.016 | 0.006  |
| 75% 硅铁    | 1.25  | —         | 0.94  | —     | —     | —      |
| 60% 锰铁    | 0.125   | —         | —     | 0.08  | —     | —      |
| 合计        |   | 3.85      | 1.68  | 0.62  | 0.054 | 0.034  |
| 炉内熔化增减    |   | +0.19     | -0.34 | -0.16 | 0     | +0.027 |
| (原铁液)     |   | 4.04      | 1.34  | 0.46  | 0.054 | 0.061  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 80%。

2. 球化孕育处理工艺: 冲入法, 采用稀土镁球化剂, 加入量为 1.8%—2.0%; 采用 75% 硅铁孕育, 孕育剂加入量为 0.5%—0.7%。

3. 炉前用三角试片观察白口大小, 控制铁液的化学成分及球化处理效果。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.67, Si2.57, Mn0.53, P0.065, S0.024, Mg0.067,  $\Sigma\text{RE}0.065$ ;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 494\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta 12\%$ ;

金相组织: 球化类型为: 3 级石墨呈团状+球状+团片状分布, 石墨大小为 2 级;

组织为: 球光体+铁素体+石墨, 球光体占 50%, 渗碳体+磷共晶小于 2%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于阀类中要求球墨铸铁 QT450—10 的摇臂、止检套等中小球铸件。

配料实例 374 表 1.2-24 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |  |           |       |       |       |        |       |      |
|-----------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|------|
| 铸件名称      | 手制动盘支座(减速机类分动箱零件)  |           |       |       |       |        |       |      |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 280mm×212mm×87mm, 为框架形结构, 铸件毛重 10kg, 主要壁厚 15mm, 上下结合面及中心孔加工。采用湿型及油砂芯铸造。铸件须经人工时效处理及抛丸清理。<br>要求铸铁牌号:(铸态)球墨铸铁 QT450—10 抗拉强度 $\sigma_b > 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 10\%$ , 铁素体 $\geq 85\%$ |           |       |       |       |        |       |      |
| 合金成分控制(%) | 合金成分(%)控制: 球化孕育后铁液, C3.7~3.9, Si2.3~2.6, Mn<0.3, P<0.07, S<0.03, Mg0.04~0.055, RE<0.025; 原铁液, Si1.0~1.2, S<0.06  |           |       |       |       |        |       |      |
| 配 料       |  |           |       |       |       |        |       |      |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |       |      |
|           | C  | Si        | Mn    | P     | S     |        |       |      |
| 本溪生铁      | 4.29   | 1.42      | 0.21  | 0.058 | 0.022 |        |       |      |
| 废钢        | 0.47   | 0.26      | 0.65  | 0.030 | 0.020 |        |       |      |
| 炉料名称      | 配料比例(%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |      |
|           |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Mg    | RE   |
| 本溪生铁      | 90   | 3.86      | 1.28  | 0.19  | 0.052 | 0.020  | —     | —    |
| 废钢        | 10   | 0.05      | 0.03  | 0.07  | 0.003 | 0.002  | —     | —    |
| 合 计       |  | 3.91      | 1.31  | 0.26  | 0.055 | 0.022  | —     | —    |
| 熔化增减      |  | -0.08     | -0.22 | -0.06 | 0     | +0.057 | —     | —    |
| (原铁液)     |  | 3.83      | 1.09  | 0.20  | 0.055 | 0.079  | —     | —    |
| 球化吸收      |  | —         | +0.75 | —     | —     | -0.051 | 0.053 | 0.02 |
| 孕育处理      |  | 3.83      | 1.84  | 0.20  | 0.055 | 0.028  | 0.053 | 0.02 |
| 吸收        |  | —         | +0.64 | —     | —     | —      | —     | —    |
| (球化孕育后铁液) |  | 3.83      | 2.48  | 0.20  | 0.055 | 0.028  | 0.053 | 0.02 |

注: 1. 采用三排小风口热风水冷冲天炉熔炼, 炉内熔化元素增减率: C-2%, Si-17%, Mn-22%, P不变, S+260%。

2. 炉前, 球化处理, 加稀土镁合金 1.4%~2.4% (成分为 RE3.5%、Mg8%、Si44%), 吸收率为 Mg35%、RE30%、Si90%; 孕育处理, 加 75# 硅铁, 一次孕育 0.5%~1.0%、浮硅孕育 0.1%~0.3%, 吸收率为 80%, 包嘴孕育 0.1%~0.2%, 吸收率为 90%。

3. 制取铸态铁素体球墨铸铁时, 还应延长开箱时间, 但铸件温度不应低于 600°C, 以免出现低温脆性。另外, 试棒浇注时也要同样进行瞬时孕育与延时开箱。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.72, Si2.56, Mn0.19, P0.057, S0.026, RE0.018, Mg0.045;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 456\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta 18.0\%$ , 硬度 170HBS;

金相组织: 珠光体 5%~10%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于分动箱中要求球墨铸铁 QT450—10 的换挡叉轴衬套等铸件。

配料实例 375

表 1.2-25 QT450—10 的球墨铸铁配料

|            |  |  |
|------------|--|--|
| 铸件名称       | 五缸体(压缩机类 HB—32/320 氮气缸压机零件)  |  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 521mm×465mm×600mm, 基本是断柱形多层结构, 分隔成水腔与气腔等空间, 铸件净重 370kg, 主要壁厚 50mm, 加工完成后要求在 19.5MPa 水压下作 10min 水压试验, 不得有渗漏现象。   |  |
| 合金成分控制 (%) | 要求铸牌号: 球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ , 铁素体含量达 70% 以上<br>合金成分控制: 由于铸件为铸态高韧性球墨铸铁, 又要求材质致密为高压零件, 所以用较高的孕育量, 较高的碳硅比及控制含锰量, 获得较理想的强度和断后伸长率, 其球化孕育后铁液成分 (%) 为 C: 3.6—3.8, Si: 2.5—3.0, Mn: $\leq 0.4$ , P: $\leq 0.2$ , S: $\leq 0.1$ (原铁液)、Mg: 0.04—0.07, RE: 0.03—0.05 |  |

配料

| 炉料名称   | 配料比<br>(质量分数) | 质量<br>/kg    | 化 学 成 分 (%) |              |           |               |                             |           |       |       |       |       |    |    |    |       |    |       |    |    |  |
|--------|---------------|--------------|-------------|--------------|-----------|---------------|-----------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|----|----|----|-------|----|-------|----|----|--|
|        |               |              | C           |              | Si        |               | Mn                          |           | S     |       | P     |       | Cr |    | Cu |       | Mg |       | RE |    |  |
|        |               |              | 含量          | 配入           | 含量        | 配入            | 含量                          | 配入        | 含量    | 配入    | 含量    | 配入    | 含量 | 配入 | 含量 | 配入    | 含量 | 配入    | 含量 | 配入 |  |
| 新生铁    | 90            | 540          | 4.20        | 3.78         | 1.70      | 1.53          | 0.45                        | 0.41      | 0.02  | 0.024 | 0.05  | 0.045 |    |    |    |       |    |       |    |    |  |
| 回炉铁    | —             | —            |             |              |           |               |                             |           |       |       |       |       |    |    |    |       |    |       |    |    |  |
| 废钢     | 10            | 60           | 0.40        | 0.04         |           |               |                             |           |       |       |       |       |    |    |    |       |    |       |    |    |  |
| 硅铁     | 0.83          | 5            |             |              | 75        | 0.62          |                             |           |       |       |       |       |    |    |    |       |    |       |    |    |  |
| 锰铁     |               |              |             |              |           |               |                             |           |       |       |       |       |    |    |    |       |    |       |    |    |  |
| 铈铁     |               |              |             |              |           |               |                             |           |       |       |       |       |    |    |    |       |    |       |    |    |  |
| 电解铜    |               |              |             |              |           |               |                             |           |       |       |       |       |    |    |    |       |    |       |    |    |  |
| 中间合金   | 1.8           | 10.8         |             |              |           |               |                             |           |       |       |       |       |    |    |    |       |    |       |    |    |  |
| 孕育硅铁   | 1.2           | 7.2          |             |              |           |               |                             |           |       |       |       |       |    |    |    |       |    |       |    |    |  |
| 炉料已有成分 |               | %            | 3.82        |              | 2.15      |               | 0.41                        |           | 0.024 |       | 0.045 |       |    |    |    | 0.16  |    | 0.13  |    |    |  |
| 试样化验成分 |               | %            | (3.73)      |              | 2.90      |               | 0.32                        |           | 0.027 |       | 0.050 |       |    |    |    | 0.053 |    | 0.033 |    |    |  |
| 力学性能   |               | 抗拉强度<br>/MPa |             | 抗弯强度<br>/MPa | 硬度<br>/mm | 断后伸长<br>率 (%) | 冲击初度<br>/J·cm <sup>-2</sup> | 硬度<br>HBS |       |       |       |       |    |    |    |       |    |       |    |    |  |
| 1*试样   |               | 506          |             |              |           | 16.7          | 10.6                        |           |       |       |       |       |    |    |    |       |    |       |    |    |  |
| 2*试样   |               | 501          |             |              |           | 18.0          | 8.6                         |           |       |       |       |       |    |    |    |       |    |       |    |    |  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 双风带热风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 15%、硅烧损 23%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。  
 2. 炉前: 用稀土镁合金 (RE7%、Mg9%、S40%) 进行球化处理, 加人量 1.8%; 用硅铁进行孕育处理, 加人量 1.2%。  
 3. 试验结果: (见本表)  
 4. 本配料还适用于要求铸态球墨铸铁 QT450—10 的各种零件, 对锰量适当控制可获得铸态球墨铸铁 QTS500—7。  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

备 注  
C 系车屑取样, 一般来说数值偏低  
由于球墨铸铁回炉料, 所以不加回炉料

配料实例 376 表 1.2-26 QT450—10 的球墨铸铁配料

|                     |  |           |       |       |       |        |       |       |
|---------------------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 铸件名称                | 连杆(压缩机类 4M8(3A)压缩机零件)  |           |       |       |       |        |       |       |
| 铸件特点                | 铸件轮廓尺寸 1005mm×304mm×113mm,为杆类结构,几何形状较复杂,主要处壁厚 35~50mm,铸件重 79kg。采用干型、干芯铸造,铸件需经石墨化热处理。要求铸铁牌号:球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ ,冲击值 $a_k \geq 30\text{J/cm}^2$ ,硬度 $< 207\text{HBS}$ 。单体组织为铁素体 $\geq 65\%$ ,磷共晶 $\leq 3\%$ ,不允许有渗碳体,球化等级不低于 3 |           |       |       |       |        |       |       |
| 合金成分控制(%)           | C3.5~3.85, Si2.1~2.5, Mn<0.5, P<0.07, S<0.03, RE0.03~0.06, Mg0.04~0.07   |           |       |       |       |        |       |       |
| 配 料                 |  |           |       |       |       |        |       |       |
| 炉料名称                | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |       |       |
|                     | C  | Si        | Mn    | P     | S     |        |       |       |
| 本溪生铁                | 4.20   | 1.80      | 0.60  | 0.050 | 0.030 |        |       |       |
| 废钢                  | 0.20   | 0.30      | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |       |       |
| 75%硅铁               | —  | 75        | —     | —     | —     |        |       |       |
| 炉料名称                | 配料比例(%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |       |
|                     |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      | RE    | Mg    |
| 本溪生铁                | 90   | 3.78      | 1.62  | 0.54  | 0.045 | 0.027  | —     | —     |
| 废钢                  | 10   | 0.02      | 0.03  | 0.05  | 0.002 | 0.002  | —     | —     |
| 75%硅铁               | 0.2  | —         | 0.15  | —     | —     | —      | —     | —     |
| 合 计                 |  | 3.80      | 1.80  | 0.59  | 0.047 | 0.029  | —     | —     |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)     |  | 0         | -0.36 | -0.12 | 0     | +0.029 | —     | —     |
| 炉外球化增减              |  | 0         | +0.50 | -0.08 | 0     | -0.032 | +0.05 | +0.06 |
| 炉外孕育吸收<br>(球化孕育后铁液) |  | —         | +0.42 | —     | —     | —      | —     | —     |
|                     |  | 3.80      | 2.36  | 0.39  | 0.047 | 0.026  | 0.05  | 0.06  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风热风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 20%、硫增加 100%。铁液出炉温度 1410~1450°C, 铁液平均温度 1420°C。

2. 炉前, 球化处理, 用堤坝冲入法球化工艺, 包中加稀土镁合金(%) (RE7~9, Mg9~11, Si40), 加入量 1.5%, 吸收率 40%; 球化反应后, 扒净渣, 二次出铁, 在出铁槽中进行孕育处理, 孕育处理用 75%硅铁, 粒度 5~10mm, 加入量 0.8%, 吸收率 70%。

3. 炉前, 用三角试片检验白口宽度大小, 控制铁液成分, 球化孕育后三角试片白口宽度为 3~5mm; 用快速金相分析观察球化等级。

4. 验收项目: 力学性能, 金相组织。

5. 检测结果:

化学成分(%): C3.74, Si2.31, Mn0.36, P0.056, S0.027, RE0.047, Mg0.061;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 485\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta 20\%$ , 硬度 163~164HBS, 冲击值  $a_k 115\sim 129\text{J/cm}^2$ ;

金相组织: 球化 1~2 级, 石墨大小 2 级, 铁素体 95%, 碳化物+磷共晶 < 1%。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于 101 压缩机、102 压缩机连杆等壁厚相近的材质相同的 QT450—10 的球墨铸铁件。



配料实例 377 表 1.2-27 QT450-10 的球墨铸铁配料

|           |   |           |       |       |       |        |        |        |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 铸件名称      | 连杆(压缩机类 528 压缩机零件)  |           |       |       |       |        |        |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 377mm×122mm×62mm,为薄壁杆类结构,几何形状较复杂,主要处壁厚 10~22mm,铸件重 6.5kg。采用干型、干芯铸造。铸件需经石墨化处理。要求铸铁牌号:球墨铸铁 QT450-10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ ,冲击韧度 $a_K \geq 30\text{J}/\text{cm}^2$ ,硬度 $< 207\text{HBS}$ 。基体组织为铁素体 $\geq 65\%$ ,磷共晶 $\leq 3\%$ ,不允许有渗碳体,球化等级不低于 3。 |           |       |       |       |        |        |        |
| 合金成分控制(%) | C3.7~3.9, Si2.2~2.6, Mn<0.3, P<0.07, S<0.03, RE0.02~0.04, Mg0.03~0.05   |           |       |       |       |        |        |        |
| 配 料       |   |           |       |       |       |        |        |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |        |        |        |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     |        |        |        |
| 本溪生铁      | 4.20  | 1.80      | 0.50  | 0.050 | 0.030 |        |        |        |
| 75%硅铁     | —   | 75        | —     | —     | —     |        |        |        |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |        |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S      | RE     | Mg     |
| 本溪生铁      | 100   | 4.20      | 1.80  | 0.50  | 0.050 | 0.030  | —      | —      |
| 75%硅铁     | 11  | —         | 0.83  | —     | —     | —      | —      | —      |
| 合 计       |   | 4.20      | 2.63  | 0.50  | 0.050 | 0.030  | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |   | -0.42     | -0.53 | -0.13 | 0     | +0.030 | —      | —      |
| (原铁液)     |   | 3.78      | 2.10  | 0.37  | 0.050 | 0.060  | —      | —      |
| 炉外球化增减    |   | 0         | +0.20 | -0.08 | 0     | -0.035 | +0.030 | +0.040 |
| 瞬时孕育吸收    |   | —         | +0.10 | —     | —     | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液) |   | 3.78      | 2.40  | 0.29  | 0.050 | 0.025  | 0.030  | 0.040  |

- 注: 1. 采用中央送风热风冲天炉熔炼, 炉内熔化元素增减率: C-10%, Si-20%, Mn 25%, P不变, S+100%。铁液出炉温度 1410~1450°C, 铁液平均温度 1420°C。
2. 炉前, 球化处理, 用堤坝冲入法球化工艺, 一次出足铁液, 包中压包头稀土镁球化剂 0.9%, 内含 Mg9%~11%, RE7%~9%, Si40%, 吸收率 40%; 球化反应后扒净渣, 浇注时用 75% 硅铁细粒在浇口杯流上进行瞬时孕育, 孕育量为 0.15%, 吸收率 90%。
3. 炉前, 用三角试片检验白口宽度大小, 控制铁液成分, 球化孕育后三角试片白口宽度为 2~4mm; 用快速金相分析观察球化等级。
4. 验收项目: 力学性能, 金相组织。
5. 检测结果:  
化学成分(%): C3.75, Si2.31, Mn0.32, P0.06, S0.026, RE0.031, Mg0.048;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  500MPa, 断后伸长率  $\delta$  18%, 冲击韧度  $a_K$  123~130J/cm<sup>2</sup>;  
金相组织: 球化 1 级, 石墨大小 2 级, 铁素体 >94%, 碳化物+磷共晶 <1。
6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
7. 本配料还适用于 Z2 压缩机连杆、532 压缩机连杆等壁厚相近的高韧性铁素体球墨铸铁件。

配料实例 378 表 1.2-28 QT450—10 的球墨铸铁件配料

| 铸件名称           |    | 电动机联轴节(制冷机类 S8—12.5 制冷机零件)   |      |      |         |             |       |       |        |         |          |       |      |
|----------------|----|--|------|------|---------|-------------|-------|-------|--------|---------|----------|-------|------|
| 铸件特点           |    | 铸件轮廓尺寸 410mm×170mm×160mm, 形状比较简单, 壁厚变化不大, 内腔需加工, 铸件毛重 30kg。采用手工造型, 表干后浇注<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ |      |      |         |             |       |       |        |         |          |       |      |
| 合金成分控制(%)      |    | C3.6—3.8, S2.3—2.7, Mn<0.5, P<0.08, S<0.025, Mg0.03—0.05   |      |      |         |             |       |       |        |         |          |       |      |
| 配 料            |    |  |      |      |         |             |       |       |        |         |          |       |      |
| 原材料名称          | 编号 | 每批加入量  |      | C(%) |         | S(%)        |       | Si(%) |        | P(%)    |          | Mn(%) |      |
|                |    | (%)  | /kg  | 含量   | 加入量     | 含量          | 加入量   | 含量    | 加入量    | 含量      | 加入量      | 含量    | 加入量  |
| 本溪生铁           |    | 50   | 275  | 4.56 | 2.28    | 0.024       | 0.012 | 1.37  | 0.69   | 0.054   | 0.027    | 0.50  | 0.25 |
| 废钢             |    | 10   | 55   | 0.40 | 0.04    | 0.040       | 0.004 | 0.40  | 0.04   | 0.040   | 0.004    | 0.50  | 0.05 |
| 球铁回炉料          |    | 40   | 220  | 3.70 | 1.48    | 0.020       | 0.008 | 2.50  | 1.00   | 0.050   | 0.020    | 0.50  | 0.20 |
| 合计装入成分         |    |  |      |      | 3.80    |             | 0.024 |       | 1.73   |         | 0.051    |       | 0.50 |
| 元素烧损或增加        |    |  |      |      | 0       |             | +4%   |       | -15%   |         | 0        |       | -15% |
| 熔化后成分          | 估计 |  | 3.80 |      | 0.025   |             | 1.47  |       | 0.051  |         | 0.43     |       |      |
|                | 实际 |  |      |      |         |             |       |       |        |         |          |       |      |
| 炉前球化孕育处理合金加入工艺 | 序号 | 类别   | 名称   | 规格   | 加入量     | 每吨铁液加入量 /kg |       | 炉前损耗  | 辅料加工情况 |         |          |       |      |
|                | 1  | 球化剂  | 稀土镁  | SH-1 | 1.3—1.5 | 13—15       |       |       | 名称     | 加入量 (%) | 每批加入 /kg |       |      |
|                | 2  | 墨化剂  | 硅铁   | 75#  | 0.8     | 8           |       |       | 石灰石    | 2       | 11       |       |      |
|                | 3  |  |      |      |         |             |       |       | 焦炭     |         | 40       |       |      |
|                | 4  |  |      |      |         |             |       |       | 废电极    |         |          |       |      |
| 最终成分           | 估计 |  | 3.80 |      | 0.024   |             | 2.50  |       | 0.050  |         | 0.43     |       |      |
|                | 实际 |  |      |      |         |             |       |       |        |         |          |       |      |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口曲线炉膛密肋式热风炉胆冲天炉, 熔化率 5t/h, 硅烧损 15%、锰烧损 15%、硫增加 4%、磷不变。

2. 炉前, 球化孕育处理工艺见本表。

3. 炉前用三角试块检验试块断面光泽、白口深度及中心缩孔。

4. 检测结果:

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b \geq 412\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta \geq 10\%$ 。

5. 成分含量皆指质量分数。

6. 本配料还适用于制冷机中要求球墨铸铁 QT450—10 的各种铸件, 如阀盖、S8—12.5 的压缩机联轴节及活塞式 12.5 系列制冷压缩机 8S、S6、4V、2L 中的电机联轴节、压缩机联轴节等铸件。

配料实例 379 表 1.2-29 QT450—10 的合金球墨铸铁配料

|           |  |           |       |       |       |        |    |    |     |
|-----------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|----|----|-----|
| 铸件名称      | 十字头体(空分制氧机类空压机零件)  |           |       |       |       |        |    |    |     |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 194\text{mm} \times 146\text{mm} \times 267\text{mm}$ , 为椭圆柱体结构, 主要壁厚 15mm, $\phi 200\text{mm} \times 150\text{mm}$ 面加工后浇注轴承合金, 铸件毛重 25kg。采用干型铸造。铸件要求高温退火处理。基体组织为铁素体<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 420\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ |           |       |       |       |        |    |    |     |
| 合金成分控制(%) | C3.4~3.8, Si2.8~3.2, Mn0.40~0.60, P<0.08, S<0.08, Cu<0.5, RE0.02~0.04, Mg0.04~0.06   |           |       |       |       |        |    |    |     |
| 配 料       |  |           |       |       |       |        |    |    |     |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |    |    |     |
|           | C  | Si        | Mn    | P     | S     |        |    |    |     |
| 本溪生铁      | 4.18   | 0.92      | 0.67  | 0.060 | 0.040 |        |    |    |     |
| 废钢        | 0.20   | 0.30      | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |    |    |     |
| 75%硅铁     | —  | 75        | —     | —     | —     |        |    |    |     |
| 炉料名称      | 配料比例(%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |    |    |     |
|           |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      | RE | Mg | Cu  |
| 本溪生铁      | 85   | 3.55      | 0.78  | 0.57  | 0.051 | 0.034  |    |    |     |
| 废钢        | 15   | 0.03      | 0.05  | 0.08  | 0.003 | 0.003  |    |    |     |
| 75%硅铁     | 1.8  | —         | 1.35  | —     | —     | —      |    |    |     |
| 合 计       |  | 3.58      | 2.18  | 0.65  | 0.054 | 0.037  | —  | —  | —   |
| 炉内熔化增减    |  | 0         | -0.33 | -0.13 | 0     | +0.037 | —  | —  | —   |
| (原铁液)     |  | 3.58      | 1.85  | 0.52  | 0.054 | 0.074  | —  | —  | —   |
| 炉外球化孕育吸收  |  | —         | +1.10 | —     | —     | -0.037 | 微量 | 微量 | 0.2 |
| (球化孕育后铁液) |  | 3.58      | 2.95  | 0.52  | 0.054 | 0.037  | 微量 | 微量 | 0.2 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 连续出铁、出渣、热风、两排大间距冲天炉。炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 采用冲入法进行球化处理, 100kg 铁液加入球化剂 1.7kg, 覆盖剂 75% 硅铁 0.3kg, 孕育剂 75% 硅铁 0.7kg。球化剂中含 Si 量 30%, 含 Cu 量 1.2%, 处理时观察铁液反应强烈程度, 反应时间长短。第二次出铁时观察铁液表面冒出火苗的多少及高度。用三角试片检查三角白口大小、断口色泽及晶粒粗细, 有无中心缩孔及两侧缩凹, 断口有否小黑点。白口过高时, 在铁液包中再加入 75% 硅铁孕育。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于空分制氧设备中要求球墨铸铁 QT450—10 的其他铸件, 例如膨胀机的十字头、盖体等铸件。

配料实例 380 表 1.2-30 QT450—10 的球墨铸铁配料

| 铸件名称                | 十字头(空分制氧机类氮气压缩机零件)  |           |                  |        |       |         |         |         |
|---------------------|---|-----------|------------------|--------|-------|---------|---------|---------|
| 铸件特点                | 铸件轮廓尺寸 $\phi 148\text{mm} \times 225\text{mm}$ , 为十字头形结构, 铸件毛重 11kg, 主要壁厚 22mm, 采用干型铸造。铸件要求退火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b > 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 10\%$ , 硬度 $< 207\text{HBS}$ |           |                  |        |       |         |         |         |
| 合金成分控制(%)           | C 3.6 ~ 3.8, Si 2.4 ~ 3.0, Mn 0.5 ~ 0.8, S $\leq 0.025$ , P $\leq 0.08$ , Mg 0.03 ~ 0.06, RE 0.02 ~ 0.05  |           |                  |        |       |         |         |         |
| 配 料                 |   |           |                  |        |       |         |         |         |
| 炉料名称                | 炉料成分(%)   |           |                  |        |       |         |         |         |
|                     | C   | Si        | Mn               | P      | S     | RE      | Mg      |         |
| 本溪生铁                | 4.27  | 1.52      | 0.57             | 0.040  | 0.050 | —       | —       |         |
| 球铁回炉铁               | 3.60  | 2.30      | 0.70             | 0.040  | 0.025 | 0.040   | 0.055   |         |
| 废钢                  | 0.20  | 0.30      | 0.60             | 0.017  | 0.019 | —       | —       |         |
| 锰铁                  | —   | —         | 60               | —      | —     | —       | —       |         |
| 硅铁                  | —   | 75        | —                | —      | —     | —       | —       |         |
| 球化剂                 | —   | 44        | 4                | —      | —     | 5       | 8       |         |
| 炉料名称                | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |                  |        |       |         |         |         |
|                     |   | C         | Si               | Mn     | P     | S       | RE      | Mg      |
| 本溪生铁                | 60  | 2.56      | 0.91             | 0.34   | 0.024 | 0.030   | —       | —       |
| 球铁回炉铁               | 20  | 0.72      | 0.46             | 0.14   | 0.008 | 0.005   | 0.008   | 0.010   |
| 废钢                  | 20  | 0.04      | 0.06             | 0.12   | 0.003 | 0.004   | —       | —       |
| 锰铁                  | 0.13  | —         | —                | 0.08   | —     | —       | —       | —       |
| 硅铁                  | 0.5   | —         | 0.38             | —      | —     | —       | —       | —       |
| 球化剂                 | 1.5   | —         | —                | —      | —     | —       | 0.075   | 0.120   |
| 合 计                 |   | 3.32      | 1.81             | 0.68   | 0.035 | 0.039   | 0.083   | 0.130   |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)     |   | + 0.33    | 0.27             | - 0.13 | 0     | + 0.031 | —       | —       |
|                     |   | 3.65      | 1.54             | 0.55   | 0.035 | 0.070   | 0.083   | 0.130   |
| 炉外孕育吸收              |   | —         | + 0.36<br>(孕育吸收) | —      | —     | —       | —       | —       |
| 炉外球化吸收<br>(球化孕育后铁液) |   | —         | + 0.53           | + 0.06 | —     | - 0.049 | - 0.036 | - 0.070 |
|                     |   | 3.65      | 2.43             | 0.61   | 0.035 | 0.021   | 0.047   | 0.060   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 间断出铁、出渣, 密肋炉胆热风三排风口冲天炉, 炉内硅烧损 10%, 锰烧损 20%, 碳增加 10%, 硫增加 80%, 磷不变。

2. 炉前, 球化处理用稀土镁合金 (RE5%、Mg8%、Si44%、Mn4%), 加入量 1.5%, 镁吸收率 35%~50%, 稀土吸收率 40%~66%, 脱硫率 70%; 孕育处理用 75% 硅铁, 加入量 0.6%, 吸收率 80%。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于空分制氧机中要求球墨铸铁 QT450—10 的其他球铁件。

配料实例 381 表 1.2-31 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 连杆体(冲压设备类 Q11—6.3×2000 剪板机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 682mm×386mm×80mm, 为曲杆形结构, 铸件毛重 90kg, 主要壁厚 60mm 采用干型铸造。铸件要求高温退火<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b > 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 10\%$ , 硬度 $< 207\text{HBS}$ , 冲击韧度 $a_K \geq 30\text{J}/\text{cm}^2$ |
| 合金成分控制(%) | C 3.3—3.6, Si 2.5—3.0, Mn $< 0.5$ , P 0.05—0.09, S $< 0.25$ , Mg 0.035—0.060, RE 0.030—0.050   |

## 配 料

| 批 数 | 批重<br>/kg | 炉料重量(%)                |            |            |    |           |           | 炉前球化孕育剂(%)             |           |           |    | 层焦<br>/kg | 石灰石<br>/kg | 底焦<br>/kg |
|-----|-----------|------------------------|------------|------------|----|-----------|-----------|------------------------|-----------|-----------|----|-----------|------------|-----------|
|     |           | Z14 <sup>#</sup><br>生铁 | QT 回<br>炉铁 | HT 回<br>炉铁 | 废钢 | 75%<br>硅铁 | 60%<br>锰铁 | RE4 <sup>#</sup><br>合金 | 75%<br>硅铁 | 25%<br>钛铁 | 紫铜 |           |            |           |
|     | 350       | 62                     | 30         |            | 8  |           |           | 1.7                    | 1         |           |    | 32        | 10         | 300       |

## 原材料化学成分(%)

## 配料化学成分(%)

| 材料名称                   | C    | Si   | Mn   | P    | S     | 铸铁牌号         | C    | Si   | Mn       | P         | S         | Cu | Mg <sub>残</sub> | RE <sub>残</sub> |
|------------------------|------|------|------|------|-------|--------------|------|------|----------|-----------|-----------|----|-----------------|-----------------|
| Z14 <sup>#</sup><br>生铁 | 4.30 | 1.46 | 0.60 | 0.10 | 0.012 | QT450—<br>10 | 3.40 | 2.90 | $< 0.50$ | $< 0.100$ | $< 0.030$ |    | 0.040           | 0.040           |
| QT 回炉<br>铁             | 3.43 | 3.00 | 0.50 | 0.08 | 0.030 |              |      |      |          |           |           |    |                 |                 |
| 废钢                     | 0.40 | 0.30 | 0.50 |      |       |              |      |      |          |           |           |    |                 |                 |
| 硅铁                     |      | 75   |      |      |       |              |      |      |          |           |           |    |                 |                 |
| 锰铁                     |      |      | 60   |      |       |              |      |      |          |           |           |    |                 |                 |

## 物理化学实验报告

| 铸铁牌号         | C<br>(%) | Si<br>(%) | Mn<br>(%) | P<br>(%) | S<br>(%) | Cu<br>(%) | Mg <sub>残</sub><br>(%) | RE <sub>残</sub><br>(%) | $\sigma_b$<br>/MPa | $\delta_5$<br>(%) | $a_K$<br>/J·cm <sup>2</sup> | 硬度<br>HBS |
|--------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|-----------|
| QT450—<br>10 | 3.20     | 2.70      | 0.45      | 0.080    | 0.020    |           | 0.045                  | 0.041                  | 462                | 18.2              | 130                         | 187       |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 卡腰短间距倒置冷风冲天炉, 炉内硅烧损 8%、锰烧损 12%、碳烧损 5%、硫增加 90%、磷不变。

2. 炉前, 球化孕育处理, 所用球化剂和孕育剂见本表, 并用火苗判别法和三角试片中心疏松和白口程度来控制铁液成分。

3. 检测结果: 见本表中物理化学实验报告。

4. 成分含量皆指质量分数。

5. 本配料还适用于冲压机床中要求 QT450—10 的铸铁导向杆、操纵凸轮、拨叉等铸件。

配料实例 382 表 1.2-32 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 左护板(铸造设备类 Q3113A 型抛丸清理滚筒零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 400mm×405mm×63mm, 为板形结构, 铸件毛重 25kg, 主要壁厚 16mm, 全部不加工。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b > 450\text{MPa}$ , 硬度 160~170HBS        |
| 合金成分控制(%) | 处理前 C3.9~4.0, Si1.6~1.8, Mn0.5~0.7, P $\leq$ 0.06, S0.06~0.08 处理后 C3.6~3.7, Si2.8~3.0, Mn0.5~0.7, P0.04~0.07, S0.02~0.03, Mg0.04~0.06, RE0.05~0.07 |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|-----------|---------|------|------|-------|-------|
|           | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪 Z15 生铁 | 4.20    | 1.50 | 0.65 | 0.053 | 0.028 |
| 回炉铁       | 3.50    | 2.84 | 0.75 | 0.058 | 0.040 |
| 硅铁        | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 锰铁        | —       | —    | 60   | —     | —     |

| 炉料名称      | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |        |
|-----------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|           |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     |
| 本溪 Z15 生铁 | 70      | 2.94      | 1.05  | 0.46  | 0.037 | 0.020  |        |        |
| 回炉铁       | 30      | 1.05      | 0.85  | 0.23  | 0.017 | 0.010  |        |        |
| 硅铁        | 0.33    | —         | 0.25  | —     | —     | —      |        |        |
| 锰铁        | 0.28    | —         | —     | 0.17  | —     | —      |        |        |
| 合 计       |         | 3.99      | 2.15  | 0.86  | 0.054 | 0.030  |        |        |
| 炉内熔化增减    |         | —         | -0.43 | -0.24 | 0     | +0.018 |        |        |
| (原铁液)     |         | 3.99      | 1.72  | 0.62  | 0.054 | 0.048  |        |        |
| 炉外球化吸收    |         | -0.32     | +0.64 | 0     | 0     | -0.018 | +0.050 | +0.060 |
| 炉外孕育吸收    |         | —         | +0.54 | —     | —     | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液) |         | 3.67      | 2.90  | 0.62  | 0.054 | 0.030  | 0.050  | 0.060  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 28%、硫增加 60%、碳和磷不变。

2. 球化处理时烧损(%): C-8, Mn 不变, P 不变, S-37。

3. 孕育剂加入量 0.8%, 吸收率 90%。

4. 球化剂加入量 1.7%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于铸造机械中要求球墨铸铁 QT450—10 的 Q3113A 抛丸清理滚筒的限位座、转臂、支承后座; S114 混砂机的外刮板柄; S1125 混砂机的滑块、曲臂等铁件。

配料实例 383 表 1.2-33 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 烘缸盖(造纸机械类造纸机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1450\text{mm} \times 790\text{mm}$ , 为圆弧形高头结构, 承受蒸汽压力 0.49MPa, 主要壁厚 55mm, 轴头和法盖盘处需加工。采用下型铸造。铸件经热处理消除应力, 不允许焊补。<br>需求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ |
| 合金成分控制(%) | C3.4—3.6, Si2.6—2.9, Mn0.4—0.6, P $\leq$ 0.05, S $\leq$ 0.06, Mg0.030—0.060, RE0.030—0.055   |

## 配 料

| 品 名         | 规 格   | 配 料 比 例 |     | 化 学 成 分 (%) |      |      |       |       |
|-------------|-------|---------|-----|-------------|------|------|-------|-------|
|             |       | (%)     | /kg | C           | Si   | Mn   | Mg    | RE    |
| 规格成分        |       |         |     | 3.60        | 2.90 | 0.60 | 0.045 | 0.040 |
| 炉中增减        |       |         |     | -7          | -15  | -20  |       |       |
| 配料成分        |       |         |     |             |      |      |       |       |
| 生铁          | Q13   | 60      | 360 | 4.2         | 1.18 | 0.58 |       |       |
| 回炉铁         | HT150 | 40      | 240 | 3.5         | 1.7  | 0.8  |       |       |
| 金属材料合计      |       | 100     | 600 | 3.64        | 1.18 | 0.54 |       |       |
| 硅铁          | 75%Si | 0.9     | 5.4 |             | 0.56 |      |       |       |
| 锰铁          |       |         |     |             |      |      |       |       |
| 孕育硅铁 75%Si  |       | 1       |     |             | 0.52 |      |       |       |
| 稀土镁合金 Mg8.4 |       | 1.6     |     |             | 0.53 |      |       |       |
| 配得成分        |       |         |     | 3.64        | 2.79 | 0.54 |       |       |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排风口曲线炉膛冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳烧损 7%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变。

2. 炉前, 用稀土镁合金和 75%硅铁进行球化孕育处理, 用三角试片观察球化孕育特征。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.61, Si2.82, Mn0.58, P0.073, S0.032, Mg0.058, RE0.049;

力学性能(铸态): 抗拉强度  $\sigma_b 610\text{MPa}$ , 断后伸长率 6%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于造纸机械中要求球墨铸铁 QT450—10 的铸件, 如真空伏辊两端轴颈、托瓦架等铸件。

配料实例 384 表 1.2-34 QT450-10 的球墨铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 大型机注射座(塑料机械类 SZ200/120 注塑成型机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1390mm×625mm×820mm, 铸件重量 2500kg, 该铸件是注塑成型机上的主要零件, 对内在质量要求较高, 二边二个 $\phi 113$ mm 孔在工作时作液压缸使用, 工作压力为 11.77~13.73MPa, 不得有渗漏现象, 铸件壁厚不均匀, 薄壁处为 30mm, 热节处厚达 200mm。采用干型铸造, 铸件需经高温完全退火处理。要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450-10 抗拉强度 $\sigma_b > 450$ MPa, 断后伸长率 $\delta > 10\%$ , 耐液压 11.77~13.73MPa |
| 合金成分控制(%) | C 3.5~3.7, Si 2~2.2, Mn 0.4~0.6, P < 0.08, S < 0.03, Mg 0.04~0.06, RE 0.03~0.05   |

## 配 料

| 炉料名称                          | 炉料成分(%)   |           |           |             |        |        |        |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|--------|--------|--------|
|                               | C         | Si        | Mn        | P           | S      | Mg     | RE     |
| Z14 生铁                        | 4.00~4.20 | 1.30~1.50 | 0.60~0.70 | 0.050~0.060 | 0.030  | —      | —      |
| 废钢                            | 0.20      | 0.30      | 0.50      | 0.010       | 0.010  | —      | —      |
| REMg7~10 稀土硅铁合金<br>(用于炉外球化处理) | —         | 44        | —         | —           | —      | 9~10   | 6~8    |
| 配料比例(%)                       | 配料计算成分(%) |           |           |             |        |        |        |
|                               | C         | Si        | Mn        | P           | S      | Mg     | RE     |
| 87.5                          | 3.58      | 1.23      | 0.57      | 0.05        | 0.02   | —      | —      |
| 12.5                          | 0.03      | 0.04      | 0.06      | 0.001       | 0.001  | —      | —      |
| 合 计                           | 3.61      | 1.27      | 0.63      | 0.051       | 0.021  | —      | —      |
| 炉内熔化增减                        | +0.09     | -0.23     | -0.16     | —           | +0.032 | —      | —      |
| (原铁液)                         | 3.70      | 1.04      | 0.47      | 0.051       | 0.053  | —      | —      |
| 炉外球化处理增减(球化剂加入量为 1.5%~1.6%)   | —         | +0.62     | —         | —           | -0.031 | +0.050 | +0.040 |
| 炉外孕育吸收<br>(二次孕育量共为 0.4%)      | —         | +0.36     | —         | —           | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液)                     | 3.70      | 2.02      | 0.47      | 0.051       | 0.022  | 0.050  | 0.040  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 二层大间距风嘴中央送风冷风冲天炉, 炉内熔化元素增减率: C + 2.5%, Si - 16%~20%, Mn - 24%~28%, P 不变, S + 120%~180%。
2. 炉前, 球化处理方式, 用冲入法, 大型机的注射座采用 REMg7~10 的球化剂, 加入量为 1.5%~1.6%。
3. 炉前, 孕育处理方式, 大型机的注射座采用包内一次孕育加随流二次孕育。一次硅孕育量为 0.3%, 二次硅孕育量为 0.05%~0.1%。孕育剂均为 75% 硅铁, 孕育剂加入量应将硅孕育量除以 0.75。
4. 炉外球化处理孕育处理吸收率: Si + 90%, Mg + 30%~40%, RE + 35%~40%, 去 S 率为 -50%~60%。
5. 炉前, 采用  $\phi 20$ mm 圆型试棒, 浇注后速冷, 敲断后用肉眼观察, 再作炉前金相, 以决定球化程度。
6. C 元素化验样品系薄片取样。
7. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
8. 本配料还适用于注塑机中要求球墨铸铁 QT450-10 的大部分大型机铸件, 特别适用于对承受液压、气压有要求的零件, 如液压阀体等。



配料实例 385 表 1.2-35 QT450—10 的球墨铸铁配料

|                |   |           |         |           |            |           |            |    |
|----------------|---|-----------|---------|-----------|------------|-----------|------------|----|
| 铸件名称           | 中小型机注射座(塑料机械 SZ200/120 注塑成型机零件)   |           |         |           |            |           |            |    |
| 铸件特点           | 铸件轮廓尺寸 480mm×305mm×238mm, 铸件重量 140kg, 该铸件是注塑成型机上的主要零件, 对内在质量要求较高, 二边二个 $\phi 113\text{mm}$ 孔在工作时作液压缸使用, 工作压力为 11.77~13.73MPa, 不得有渗漏现象, 铸件壁厚厚薄不均, 薄壁处为 30mm, 热节处厚达 200mm。采用干型铸造。铸件需经高温退火处理。<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10, 抗拉强度 $\sigma_b > 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 10\%$ , 耐液压 11.77~13.73MPa |           |         |           |            |           |            |    |
| 合金成分控制(%)      | C3.7~4.0, Si2.6~2.8, Mn0.4~0.6, P<0.08, S<0.03, Mg0.03~0.05, RE0.025~0.040  |           |         |           |            |           |            |    |
| 配 料            |   |           |         |           |            |           |            |    |
| 炉料名称           | 炉料成分(%)   |           |         |           |            |           |            |    |
|                | C   | Si        | Mn      | P         | S          | Mg        | RE         |    |
| Z14 生铁         | 4.0~4.2   | 1.3~1.5   | 0.6~0.7 | 0.05~0.06 | 0.03       | —         | —          |    |
| 球铁回炉铁          | 3.7~3.9   | 2.4~2.6   | 0.6     | 0.05~0.06 | 0.015~0.03 | 0.03~0.05 | 0.025~0.04 |    |
| 废钢             | 0.2   | 0.3       | 0.5     | 0.01      | 0.01       | —         | —          |    |
| 75% 硅铁         | —   | 75        | —       | —         | —          | —         | —          |    |
| 65% 锰铁         | —   | —         | 65      | —         | —          | —         | —          |    |
| REMg9~10 稀土镁硅铁 | —   | 44        | —       | —         | —          | 9~10      | 8~10       |    |
| (用于炉外球化处理)     |   |           |         |           |            |           |            |    |
| 炉料名称           | 配料比例 (%)  | 配料计算成分(%) |         |           |            |           |            |    |
|                |   | C         | Si      | Mn        | P          | S         | Mg         | RE |
| Z14 生铁         | 60  | 2.46      | 0.84    | 0.39      | 0.033      | 0.018     | —          | —  |
| 球铁回炉铁          | 35  | 1.33      | 0.88    | 0.21      | 0.019      | 0.008     | —          | —  |
| 废钢             | 5   | 0.01      | 0.02    | 0.03      | 0.0005     | 0.0005    | —          | —  |
| 75% 硅铁         | 0.325   | —         | 0.24    | —         | —          | —         | —          | —  |

(续)

| 炉料名称                   | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |      |       |        |        |        |
|------------------------|----------|------------|-------|------|-------|--------|--------|--------|
|                        |          | C          | Si    | Mn   | P     | S      | Mg     | RE     |
| 65%锰铁                  | 0.2      | —          | —     | 0.13 | —     | —      | —      | —      |
| REMg9-10<br>稀土镁硅铁      |          |            |       |      |       |        |        |        |
| (用于炉外<br>球化处理)         |          |            |       |      |       |        |        |        |
| 合 计                    |          | 3.80       | 1.98  | 0.76 | 0.052 | 0.026  | —      | —      |
| 炉内熔化增减                 |          | +0.09      | -0.35 | 0.20 | —     | +0.039 | —      | —      |
| (原铁液)<br>炉外球化增减        |          | 3.89       | 1.63  | 0.56 | 0.052 | 0.065  | —      | —      |
| (球化剂加入<br>量为1.2%)      |          | —          | +0.48 | —    | —     | -0.036 | +0.040 | +0.040 |
| 炉外孕育吸收<br>(一次孕育量为0.6%) |          | —          | +0.54 | —    | —     | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液)              |          | 3.89       | 2.65  | 0.56 | 0.052 | 0.029  | 0.040  | 0.040  |

注：1. 采用二层大间距风嘴中央送风冷风冲天炉熔炼，炉内熔化元素增减率：C+2.5%，Si-16%~20%，Mn-24%~28%，P不变，S+12%~180%，Mg全烧损，RE只剩微量。

2. 炉前，球化处理方式，采用冲入法，中小型机的注射座采用REMg9~10的球化剂，加入量为1.2%。

3. 炉前，孕育处理方式，中小型机的注射座采用包内一次孕育，硅孕育量为0.6%孕育剂为75%硅铁，孕育剂加入量应将硅孕育量除以0.75。

4. 炉外球化孕育处理吸收率：Si+90%，Mg+30%~40%，RE+35%~40%，去S率为-50%~60%。

5. 炉前，采用 $\phi 20\text{mm}$ 圆型试棒，浇注后速冷，敲断后用肉眼观察，再作炉前金相，以决定球化程度。

6. C元素化验样品系薄片取样。

7. 成分含量和配料比例皆指质量分数

8. 本配料还适用于注塑机中要求球墨铸铁QT450-10的大部分中小型机铸件，特别适用于对承受液压、气压有要求的零件，如液压阀体等。

配料实例 386 表 1.2-36 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |   |           |          |       |      |        |       |
|-----------|---|-----------|----------|-------|------|--------|-------|
| 铸件名称      | 牙齿(纺织机械类印染机械零件)   |           |          |       |      |        |       |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 470\text{mm} \times 260\text{mm}$ , 为轮唇结构, 铸件毛重 30kg, 主要壁厚 30mm 以上。采用干型铸造。铸件进行石墨化处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b > 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 10\%$ , 硬度 170~240HBS |           |          |       |      |        |       |
| 合金成分控制(%) | C 2.80~3.50, Si 2.60~3.20, Mn $\leq 0.6$ , P $\leq 0.20$ , S $\leq 0.08$ , RE—, Mg—   |           |          |       |      |        |       |
| 配 料       |   |           |          |       |      |        |       |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |          |       |      |        |       |
|           | C   | Si        | Mn       | P     | S    | RE     | Mg    |
| 本溪生铁      | 4.30  | 2.31      | 0.70     | 0.02  | 0.05 |        |       |
| 75%硅铁     |   | 75        |          |       |      |        |       |
| 75%硅铁     |   | 75        |          |       |      |        |       |
| 1#稀土合金    |   | 36.02     | <6       |       |      | 18.8   | 10.76 |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |          |       |      |        |       |
|           |   | C         | Si       | Mn    | P    | S      | RE    |
| 本溪生铁      | 100   | 4.30      | 2.31     | 0.70  | 0.02 | 0.05   |       |
| 75%硅铁     | 1   |           | 0.75(炉内) |       |      |        |       |
| 75%硅铁     | 1   |           | 0.75(炉外) |       |      |        |       |
| 1#稀土合金    | 1.5   |           | 0.54(炉外) |       |      | 0.28   | 0.16  |
| 合 计       |   | 4.30      | 3.06     | 0.70  | 0.02 | 0.05   |       |
| 炉内熔化增减    |   | -0.86     | -0.61    | -0.14 | 0    | +0.025 |       |
| (原铁液)     |   | 3.44      | 2.45     | 0.56  | 0.02 | 0.075  |       |
| 炉外球化吸收    |   | —         | +0.22    | —     | —    | -0.045 | +0.08 |
| 炉外孕育吸收    |   | —         | +0.30    | —     | —    | —      | —     |
| (球化孕育后铁液) |   | 3.44      | 2.97     | 0.56  | 0.02 | 0.03   | 0.08  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳烧损 20%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 球化处理采用 1#稀土合金, 加入量为 1.5%; 孕育处理采用 75%硅铁, 加入量为 1%。

3. 炉外孕育和合金球化处理, 合金吸收率 30%。

4. 炉前, 根据三角试片观察球化情况, 要求断面呈银白色, 中心缩松, 侧面凹陷为球化良好, 铸态球墨铸铁控制三角试片白口在 4mm 以内。

5. 炉前浇注基尔试块检测化学成分和力学性能。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于纺织机械中要求球墨铸铁 QT450—10 的牙齿、轴、调节板、拉杆等球墨铸铁件。

配料实例 387 表 1.2-37 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 链条勾子(纺织机械类粗纱机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 45mm×20mm×70mm, 为勾形结构, 铸件毛重 0.1kg, 主要壁厚 10mm, 顶部加工钻孔, 采用湿型铸造。铸件要进行石墨化退火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10 抗拉强度 $\sigma_b > 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 10\%$ , 硬度 170~207HBS |
| 合金成分控制(%) | 原铁液控制成分(%): C3.7~4.0, Si2.0~2.6, Mn0.4~0.8, P<0.1, S<0.07<br>处理后铁液控制成分(%): C3.5~3.8, Si2.3~2.9, Mn<0.5, P<0.1, S<0.03, RE0.02~0.07, Mg0.03~0.06                                   |

## 配 料

| 炉料名称     | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|----------|---------|------|------|-------|-------|
|          | C       | Si   | Mn   | S     | P     |
| 本溪生铁     | 4.10    | 1.43 | 0.62 | 0.050 | 0.048 |
| 回炉铁      | 3.58    | 2.01 | 0.74 | 0.081 | 0.092 |
| 75%硅铁    | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 75%硅铁孕育剂 | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 球化剂      | —       | —    | —    | —     | —     |

| 炉料名称     | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |        |       |
|----------|---------|-----------|-------|-------|--------|-------|
|          |         | C         | Si    | Mn    | S      | P     |
| 本溪生铁     | 50      | 2.05      | 0.72  | 0.31  | 0.025  | 0.024 |
| 回炉铁      | 50      | 1.79      | 1.00  | 0.37  | 0.040  | 0.046 |
| 75%硅铁    | 1.5     | —         | 1.12  | —     | —      | —     |
| 75%硅铁孕育剂 | 0.5     | —         | —     | —     | —      | —     |
| 球化剂      | 1.8     | —         | —     | —     | —      | —     |
| 合计       |         | 3.84      | 2.84  | 0.68  | 0.065  | 0.07  |
| 炉内熔化增减   |         | +0.11     | -0.57 | -0.20 | +0.032 | 0     |
| (原铁液)    |         | 3.95      | 2.27  | 0.48  | 0.097  | 0.07  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央加侧吹冷送风冲天炉, 炉内碳增加 3%、硅烧损 20%、锰烧损 30%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 球化处理采用铁液包内堤坝式冲入法, 球化剂为包铜 4# 稀土合金, 加入量 1.8%; 孕育处理, 用 75% 硅铁, 加入量 0.5%。

3. 检测结果:

化学成分(%) (球化孕育处理后): C3.62, Si2.81, Mn0.38, P0.071, S0.027, RE—, Mg—;

金相组织: 基体为铁素体, 石墨球化为 2 级。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于粗纱机中要求球墨铸铁 QT450—10 的重锤和槽筒机的锭头等球墨铸铁件。

配料实例 388 表 1.2-38 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 减速机箱体(煤矿机械类 250 型运输机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1447mm×732mm×324mm, 主要壁厚 25mm, 自重 600kg, 有大面积凸台、凸块。铸件要求退火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 5\%$ |
| 合金成分控制(%) | C3.5—3.9, Si2.1—2.5, Mn0.5—0.9, P<0.1, S<0.03, RE0.02—0.05, Mg0.03—0.07   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|--------|---------|------|------|-------|-------|
|        | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁   | 4.10    | 1.82 | 0.07 | 0.052 | 0.017 |
| 废钢     | 0.30    | 0.30 | 1.00 | —     | —     |
| 75% 硅铁 | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —       | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称   | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |
|--------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|
|        |         | C         | Si    | Mn    | P     | S     |
| 本溪生铁   | 85      | 3.49      | 1.55  | 0.05  | 0.044 | 0.014 |
| 废钢     | 15      | 0.05      | 0.05  | 0.15  | —     | —     |
| 75% 硅铁 | 2       | —         | 1.50  | —     | —     | —     |
| 65% 锰铁 | 0.83    | —         | —     | 0.54  | —     | —     |
| 合计     |         | 3.54      | 3.10  | 0.74  | —     | —     |
| 炉内熔化增减 |         | +0.07     | -0.62 | -0.19 | —     | —     |
| (原铁液)  |         | 3.61      | 2.48  | 0.55  | —     | —     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口、冷风冲天炉, 炉内碳增加 2%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉外孕育, 每 1000kg 铁液加 75 硅铁 4.3kg, 吸收率 75%。

3. 炉外球化, 覆盖用硅铁粉 0.43%, 球化用稀土镁(REMg<sub>9~8</sub>)1.7%。

4. 炉前, 用三角试片检验断口状态, 判断球化处理的效果。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于煤矿机械中要求球墨铸铁 QT450—10 的铸件, 如 H<sub>1</sub>-26 滑行道机的机壳、机壳盖、护座; SGW—250 输送机的上下箱体、密封壳体; SGZ—764/264 输送机的罩筒、联接座、轴套、液压缸; VM—30 刨煤机的上下箱体、迷宫密封盖、齿盘、套筒; SGB—764/264W<sub>1</sub> 输送机的左罩筒、右罩筒、弹簧板等铸件。

配料实例 389

表 1.2-39 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |  |  |
|-----------|--|--|
| 铸件名称      | 分动箱壳(起重机械类 QY16 液压汽车起重机零件)   |  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 670mm × 620mm × 253mm, 为整体箱形结构, 铸件毛重 110kg, 主要壁厚 10mm, 六端面加工, 煙孔 采用干型铸造。铸件要求退火处理  |  |
| 合金成分控制(%) | 要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ , 硬度 < 207HBS<br>C3.30 - 3.70, Si2.50 - 3.00, Mn0.30 - 0.50, P < 0.07, S < 0.02, Mg0.05 - 0.08, RE0.04 - 0.07 |  |

| 炉料名称             | 炉料成分(%) |      |       |       |        |          | 配料计算成分(%) |       |       |        |       |    |    |
|------------------|---------|------|-------|-------|--------|----------|-----------|-------|-------|--------|-------|----|----|
|                  | C       | Si   | Mn    | P     | S      | 配料比例 (%) | C         | Si    | Mn    | P      | S     | Mg | RE |
| 本週生铁             | 4.10    | 0.93 | 0.16  | 0.037 | 0.028  | 60.0     | 2.46      | 0.56  | 0.10  | 0.022  | 0.017 |    |    |
| 球铁回炉铁            | 3.45    | 2.62 | 0.46  | 0.043 | 0.034  | 30.0     | 1.04      | 0.79  | 0.14  | 0.013  | 0.010 |    |    |
| 废钢               | 0.35    | 0.25 | 0.65  | 0.050 | 0.050  | 10.0     | 0.04      | 0.03  | 0.07  | 0.005  | 0.005 |    |    |
| 85% 锰铁           | —       | —    | 85.49 | —     | —      | 0.13     | —         | —     | 0.11  | —      | —     |    |    |
| 1. 炉内熔化元素增减率(%)  |         |      |       |       |        |          |           |       |       |        |       |    |    |
| C                | Si      | Mn   | P     | S     | 合计     | 3.54     | 1.38      | 0.42  | 0.040 | 0.032  | —     | —  | —  |
| +7               | -10     | -5   | 0     | +160  | 炉内熔化增减 | +0.25    | -0.14     | -0.02 | 0     | +0.051 | —     | —  | —  |
| 2. 炉外处理 100kg 铁液 |         |      |       |       |        |          |           |       |       |        |       |    |    |
| 合金名称             | 合金成分(%) |      |       |       |        |          | 加入量/kg    |       |       |        |       |    |    |
|                  | Si      | Mg   | RE    | Ca    | —      | —        | 0.20      | —     | —     | —      | —     | —  | —  |
| 硅铁               | 78.70   | —    | —     | —     | —      | 0.80     | —         | —     | —     | —      | —     | —  |    |
| 稀土镁              | 43.10   | 9.96 | 8.74  | 1.64  | 1.70   | —        | —         | —     | —     | —      | —     | —  |    |
| 吸收率(%)           | 87      | 36   | 44    | —     | —      | —        | —         | —     | —     | —      | —     | —  | —  |

注: 1. 采用熔炼炉类型; 三排小风口冷风冲天炉, 炉内碳增加 7%, 硅烧损 10%, 锰烧损 5%, 磷不变, 硫增加 160%。  
 2. 炉前, 用三角试样检验三角白口大小, 断面晶粒粗细与颜色深浅, 来控制原铁液与处理后铁液成分。原铁液三角试样片无白口, 晶粒中粗、深灰色; 处理后铁液三角试样片有 0~2mm 白口, 晶粒细密如绒、银灰色, 三角试片的断面中心偶有少量疏松, 试样片两侧边稍有凹陷, 这种试样证明铁液球化良好。如发现球化反应时间较短, 或试样断面虽细, 但夹杂些分散的小黑点, 则结合断面颜色状况, 可分别用补加合金或 75% 硅铁调整铁液成分。  
 3. 检测结果: 化学成分(%) : C3.60, Si2.28, Mn0.35, P0.045, S0.021, Mg0.056, RE0.067; 力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  445.9MPa, 断后伸长率  $\delta$  16.5%。  
 4. 金相组织: 珠光体 10%。  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 6. 配料还适用于起重机械中要求球墨铸铁 QT450—10 的导向套、活塞、缸体、缸盖、回转体、机箱、转向器壳、齿轮、前、后板簧压板、踏板传动臂、操纵杆、锁舌等铸件。

配料实例 390 表 1.2-40 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |  |           |       |       |       |        |        |        |
|-----------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 铸件名称      | 角形轴承箱(起重机类 30t 龙门式双梁起重机零件)   |           |       |       |       |        |        |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 380mm×380mm×109mm, 为角圈结构, 铸件毛重 43kg, 加工面较多, 此件承受疲劳载荷和冲击载荷。采用干型铸造。铸件要求低温退火。要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 10\%$ , 硬度 153~207HBS |           |       |       |       |        |        |        |
| 合金成分控制(%) | 合金成分控制: 原铁液成分, C3.5~3.9, Si1.4~1.6, Mn0.4~0.6, P<0.08, S<0.07。球化孕育处理后铁液成分 C3.5~3.8, Si2.3~2.6, Mn0.4~0.6, P<0.08, S<0.03, RE0.02~0.04, Mg0.035~0.05                                |           |       |       |       |        |        |        |
| 配 料       |  |           |       |       |       |        |        |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |        |        |
|           | C  | Si        | Mn    | P     | S     |        |        |        |
| 本溪生铁      | 4.00   | 1.58      | 0.52  | 0.059 | 0.036 |        |        |        |
| 本厂球回炉铁    | 3.60   | 2.50      | 0.50  | 0.080 | 0.030 |        |        |        |
| 68%硅铁     | —  | 68        | —     | —     | —     |        |        |        |
| 70%锰铁     | —  | —         | 70    | —     | —     |        |        |        |
| 炉料名称      | 配料比例(%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |        |
|           |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      | RE     | Mg     |
| 本溪生铁      | 70   | 2.80      | 1.11  | 0.36  | 0.041 | 0.025  | —      | —      |
| 本厂球回炉铁    | 30   | 1.08      | 0.75  | 0.15  | 0.024 | 0.009  | —      | —      |
| 68%硅铁     | —  | —         | —     | —     | —     | —      | —      | —      |
| 70%锰铁     | 0.22   | —         | —     | 0.15  | —     | —      | —      | —      |
| 合 计       |  | 3.88      | 1.86  | 0.66  | 0.065 | 0.034  | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |  | 0         | -0.28 | -0.17 | 0     | +0.034 | —      | —      |
| (原铁液)     |  | 3.88      | 1.58  | 0.49  | 0.065 | 0.068  | —      | —      |
| 球化处理增减    |  | —         | +0.46 | —     | —     | -0.041 | +0.037 | +0.046 |
| 炉外孕育吸收    |  | —         | +0.51 | —     | —     | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液) |  | 3.88      | 2.55  | 0.49  | 0.065 | 0.027  | 0.037  | 0.046  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 炉内碳不变、硅烧损 15%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 100%。

2. 炉外球化: 用冲入法处理, 每 100kg 铁液加包钢 REMg7~8 合金 1.5kg, 其成分为 Si41.2%, RE6.25%, Mg7.78%, Si 吸收率为 75%, RE、Mg 为 40%, 原铁液中 S 下降 60%, 其他不变。

3. 炉外孕育: 每 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.9kg, 吸收率为 75%。

4. 炉前, 球化处理过程中, 观察火苗大小、多少, 及三角试片凹缩情况、断面色泽等判断球化是否正常。

5. 检测结果:

化学成分(%): C3.65, Si2.5, Mn0.56, P0.073, S0.023, RE0.022, Mg0.043;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 499.8MPa, 断后伸长率 17%, 硬度 158HBS。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于起重机械中要求球墨铸铁 QT450—10 的各种规格的角形轴承箱、法兰角、缓冲器盖、制动机座、滑轮等铸件。

配料实例 391 表 1.2-41 QT450—10 的球墨铸铁配料

|                       |  |           |       |       |       |        |        |        |
|-----------------------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 铸件名称                  | 液压缸缸体(水工机械类堆料机(零件))  |           |       |       |       |        |        |        |
| 铸件特点                  | 铸件轮廓尺寸 $\phi 420\text{mm} \times 1800\text{mm}$ , 为管形结构, 细而长, 铸件毛重 500kg, 主要壁厚 32mm。铸件要求内表面加工光洁, 并经 9.8MPa 的水压试验不渗漏。铸件需经退火消除应力处理。<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10, 抗拉强度 $\sigma_b > 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 10\%$ , 硬度 156—197HBS。 |           |       |       |       |        |        |        |
| 合金成分控制(%)             | 球化孕育处理前, C3.60—3.80, Si1.60—1.90, Mn0.50—0.80, P<0.10, S<0.07。<br>球化孕育处理后, Si2.50—3.00, RE0.03—0.06, Mg0.04—0.07。  |           |       |       |       |        |        |        |
| 配 料                   |  |           |       |       |       |        |        |        |
| 炉料名称                  | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |        |        |
|                       | C  | Si        | Mn    | P     | S     |        |        |        |
| 本溪生铁                  | 4.20   | 1.50      | 0.15  | 0.050 | 0.030 |        |        |        |
| 废钢                    | 0.20   | 0.20      | 0.50  | 0.050 | 0.050 |        |        |        |
| 75%硅铁                 |  | 75        |       |       |       |        |        |        |
| 60%锰铁                 |  |           | 60    |       |       |        |        |        |
| 炉料名称                  | 配料比例 (%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |        |
|                       |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     |
| 本溪生铁                  | 80   | 3.36      | 1.20  | 0.12  | 0.040 | 0.024  |        |        |
| 废钢                    | 20   | 0.04      | 0.04  | 0.10  | 0.010 | 0.010  |        |        |
| 75%硅铁                 | 0.8  |           | 0.60  |       |       |        |        |        |
| 60%锰铁                 | 0.8  |           |       | 0.48  |       |        |        |        |
| 合 计                   |  | 3.40      | 1.84  | 0.70  | 0.050 | 0.034  |        |        |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)       |  | +0.17     | -0.18 | -0.11 | 0     | +0.017 |        |        |
| 炉外球化孕育吸收<br>(球化孕育后铁液) |  | -0.36     | +1.30 | —     | —     | -0.029 | +0.066 | +0.046 |
|                       |  | 3.21      | 2.96  | 0.59  | 0.050 | 0.022  | 0.066  | 0.046  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 顺置两排大间距热风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 10%、锰烧损 15%、硫增加 50%、磷不变。
2. 炉前, 球化处理采用稀土镁中间合金, 加入量 2%; 孕育处理采用 75% 硅铁, 加入量 1%。
3. 稀土-镁中间合金制取: 9% 镁, 30% 1<sup>#</sup> 包钢稀土, 40% 硅铁 (75%), 21% 生铁屑。
4. 炉前, 用  $\phi 15\text{mm} \times 200\text{mm}$  圆柱形试样检验球化情况。
5. 检测结果:  
化学成分(%): (C2.76, Si3.10, Mn0.69, P0.08, S0.023, RE0.068, Mg0.061;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 500\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta 18.6\%$ 。
6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
7. 本配料还适用于水工机械中要求球墨铸铁 QT450—10 的托油盘、取力器壳体、连接板、活塞、泵体、泵盖、衬套、行星架、回转体、制动轮、制动瓦块、转臂、滑环、导向套等铸件。



配料实例 392 表 1.2-42 QT450—10 的合金球墨铸铁配料

|           |  |           |       |       |       |        |       |       |        |        |
|-----------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|
| 铸件名称      | 推力头(水轮机类 ZD760—LM—100 型水轮机零件)  |           |       |       |       |        |       |       |        |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 347\text{mm} \times 470\text{mm}$ , 为圆柱形结构, 铸件毛重 156kg, 主要壁厚 $> 50\text{mm}$ , 全部加工。采用冷铁、芯及干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT450—10(含 V、Ti)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ , 硬度 170—207HBS |           |       |       |       |        |       |       |        |        |
| 合金成分控制(%) | C3.4—3.8, Si2.3—3.0, Mn0.5—0.8, P<0.1, S<0.03, V0.1—0.2, Ti0.4—0.5, RE0.02—0.05, Mg0.03—0.07   |           |       |       |       |        |       |       |        |        |
| 配 料       |  |           |       |       |       |        |       |       |        |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |       |       |        |        |
|           | C  | Si        | Mn    | P     | S     | V      | Ti    |       |        |        |
| 本溪生铁      | 4.00   | 1.57      | 0.54  | 0.069 | 0.029 | —      | —     |       |        |        |
| 钒钛生铁      | 3.95   | 0.50      | 0.38  | 0.025 | 0.042 | 0.36   | 0.12  |       |        |        |
| 球铁回炉铁     | 3.50   | 2.92      | 0.68  | 0.089 | 0.038 | —      | —     |       |        |        |
| 炉料名称      | 配料比例(%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |       |        |        |
|           |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      | V     | Ti    | RE     | Mg     |
| 本溪生铁      | 50   | 2.00      | 0.79  | 0.27  | 0.035 | 0.015  | —     | —     | —      | —      |
| 钒钛生铁      | 40   | 1.58      | 0.20  | 0.15  | 0.010 | 0.017  | 0.14  | 0.05  | —      | —      |
| 球铁回炉铁     | 10   | 0.35      | 0.29  | 0.07  | 0.009 | 0.004  | —     | —     | —      | —      |
| 合 计       |  | 3.93      | 1.28  | 0.49  | 0.054 | 0.036  | 0.14  | 0.05  | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |  | +0.12     | -0.22 | -0.10 | 0     | +0.036 | -0.02 | -0.01 | —      | —      |
| (原铁液)     |  | 4.05      | 1.06  | 0.39  | 0.054 | 0.072  | 0.12  | 0.04  | —      | —      |
| 炉外球化孕育吸收  |  | -0.65     | +1.74 | 0     | 0     | -0.049 | 0     | 0     | +0.030 | +0.040 |
| (球化孕育后铁液) |  | 3.40      | 2.80  | 0.39  | 0.054 | 0.023  | 0.12  | 0.04  | 0.030  | 0.040  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 炉内碳增加 3%、硅烧损 17%、锰烧损 21%、硫增加 100%、钒烧损 15%、钛烧损 10%、磷不变。

2. 炉前, 球化处理采用冲入法, 采用稀土镁中间合金, 加入量为 1.6%; 孕育处理采用 75% 硅铁, 加入量为 1.6%, 吸收率为 80%。

3. 炉前, 用三角试片控制球化, 若试片中心有疏松, 断面呈银灰色, 则表示球化效果良好, 即可浇注。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.6、Si2.8, Mn0.42, P0.089, S0.038, V—, Ti—, RE0.025, Mg0.035;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 569\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta 6.6\%$ ;

金相组织: 球化率 1 级, 基体为珠光体 25%—35%、渗碳体 < 1%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于水轮机中要求合金球墨铸铁 QT450—10 的半联轴器、摇臂等铸件。

配料实例 393 表 1.2-43 QT450—10 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 伐壳(电站锅炉类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件毛重 131kg, 主要壁厚 25mm, 要求耐压<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ 。铁素体 85% 以上, 渗碳体 $< 1\%$ , 磷共晶 $< 2\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C 3.4 ~ 4.0, Si 2.5 ~ 3.0, Mn 0.5 ~ 0.7, P $< 0.10$ , S $< 0.03$ , RE 0.02 ~ 0.05, Mg 0.03 ~ 0.06   |

## 配 料

|          |        |     |     |        |        |
|----------|--------|-----|-----|--------|--------|
| 炉料名称     | 本溪铸造生铁 | 回炉铁 | 废 钢 | 75% 硅铁 | 65% 锰铁 |
| 配料比例 (%) | 60     | 30  | 10  | —      | —      |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 曲线炉膛热风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20% ~ 22%。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 394 表 1.2-44 QT450—10 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 摩擦离合器内圆盘(石油机械类修井机械零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 860\text{mm} \times 24\text{mm}$ , 为圆盘形结构, 是修井机绞车部件之一, 是卷筒起动、运转、制动的传动装置, 它与卷筒轴的齿轮相啮合, 要求铸件具有较高的强度与较好的韧性, 铸件毛重 175kg, 要求全部加工, 采用干型铸造。铸件需进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ , 硬度 230 ~ 280HBS |
| 合金成分控制 (%) | 原铁液: C 3.7 ~ 3.9, Si 1.3 ~ 1.5, Mn 0.6 ~ 0.8, P $\leq 0.1$ , S $\leq 0.05$ ; 球化孕育处理后铁液: C 3.5 ~ 3.7, Si 2.3 ~ 2.9, Mn 0.6 ~ 0.8, P $\leq 0.1$ , S $\leq 0.03$ , RE 0.03 ~ 0.04, Mg 0.04 ~ 0.05  |

## 配 料

|         |          |      |      |       |       |    |    |
|---------|----------|------|------|-------|-------|----|----|
| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |    |    |
|         | C        | Si   | Mn   | P     | S     | RE | Mg |
| 通钢生铁    | 3.80     | 1.34 | 0.86 | 0.081 | 0.050 | —  | —  |
| 本溪生铁    | 3.86     | 1.25 | 0.43 | 0.090 | 0.040 | —  | —  |
| 球铁回炉铁   | 3.62     | 2.73 | 0.80 | 0.090 | 0.030 | —  | —  |
| 废钢      | 0.21     | 0.36 | 0.09 | 0.050 | 0.050 | —  | —  |
| 75% 硅铁  | —        | 75.0 | —    | —     | —     | —  | —  |
| 中碳锰铁    | —        | —    | 75.0 | —     | —     | —  | —  |
| 延边稀土镁合金 | —        | 40.0 | 4.0  | —     | —     | 8  | 9  |

(续)

| 炉料名称        | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |        |
|-------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|             |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | RE     | Mg     |
| 通钢生铁        | 25       | 0.95       | 0.34  | 0.22  | 0.020 | 0.013  | —      | —      |
| 本溪生铁        | 40       | 1.54       | 0.50  | 0.17  | 0.040 | 0.016  | —      | —      |
| 球铁回炉铁       | 30       | 1.09       | 0.82  | 0.24  | 0.030 | 0.009  | —      | —      |
| 废钢          | 5        | 0.01       | 0.02  | 0.01  | 0.003 | 0.003  | —      | —      |
| 75%硅铁       | 0.13     | —          | 0.10  | —     | —     | —      | —      | —      |
| 中碳锰铁        | 0.50     | —          | —     | 0.37  | —     | —      | —      | —      |
| 延边稀土<br>镁合金 | 1.40     | —          | —     | —     | —     | —      | —      | —      |
| 合 计         |          | 3.59       | 1.78  | 1.01  | 0.093 | 0.041  | —      | —      |
| 炉内熔化增减      |          | +0.18      | -0.27 | -0.20 | 0.0   | +0.037 | —      | —      |
| (原铁液)       |          | 3.77       | 1.51  | 0.81  | 0.093 | 0.078  | —      | —      |
| 炉外球化吸收      |          | -0.10      | +0.50 | +0.05 | 0.0   | -0.048 | +0.041 | +0.045 |
| 炉外孕育吸收      |          | —          | +0.48 | —     | —     | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液)   |          | 3.67       | 2.49  | 0.86  | 0.093 | 0.03   | 0.041  | 0.045  |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排风口热风冲天炉，炉内碳增加5%、硅烧损15%、锰烧损20%、硫增加90%、磷不变。

2. 炉前，球化处理采用稀土镁合金(%) (RE8、Mg9、Si40、Mn4)，加入量1.4，RE吸收率36，Mg吸收率35，Si吸收率80，Mn吸收率80；孕育处理采用75%硅铁，加入量0.8%，吸收率80%。

3. 炉前，用三角试片检验三角白口深度与试片两侧缩凹，并结合铁液表面状态控制铁液成分和球化率。

4. 检测结果：

化学成分(%)：C3.62，Si2.60，Mn0.87，P0.1，S0.028，RE0.035，Mg0.05；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 564MPa，断后伸长率 $\delta$ 7%，硬度238HBS；

金相组织：石墨呈团状和球状分布，球化率70%~75%，基体珠光体65%~70%、铁素体25%左右。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于石油机械中要求球墨铸铁QT450—10的齿盘、中间齿盘、配油头、配油盖等铸件。但当浇注上述各种铸件时，金相组织其珠光体 $\geq$ 70%，球化率 $\geq$ 70%。

配料实例 395 表 1.2-45 QT450—10 的球墨铸铁配料

|                        |  |           |        |       |       |        |         |        |
|------------------------|--|-----------|--------|-------|-------|--------|---------|--------|
| 铸件名称                   | 前轴支架(拖拉机类、丰收 180 拖拉机零件)  |           |        |       |       |        |         |        |
| 铸件特点                   | 铸件轮廓尺寸 313mm×368mm×180mm, 为框架结构, 受冲击和扭载荷, 铸件毛重 30kg, 主要壁厚 10mm。采用湿型铸造。铸件要求高温退火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 冲击韧性 $a_k \geq 3\text{J}/\text{cm}^2$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ , 硬度 $\leq 207\text{HBS}$ 。金相组织, 球化率三级以上, 基体为铁素体 |           |        |       |       |        |         |        |
| 合金成分控制(%)              | C(处理前)3.6~3.9/(处理后)3.4~3.8, Si(处理前)1.6~1.9/(处理后)2.4~3.0, Mn0.3~0.6, P<0.10, S<0.03, Mg0.020~0.035, RE0.025~0.050   |           |        |       |       |        |         |        |
| 配 料                    |  |           |        |       |       |        |         |        |
| 炉料名称                   | 炉料成分(%)  |           |        |       |       |        |         |        |
|                        | C  | Si        | Mn     | P     | S     | RE     | Mg      |        |
| 本溪生铁                   | 4.10   | 1.53      | 0.45   | 0.048 | 0.010 | —      | —       |        |
| 球铁回炉料                  | 3.45   | 2.47      | 0.50   | 0.053 | 0.020 | —      | —       |        |
| 硅铁                     | —  | 75        | —      | —     | —     | —      | —       |        |
| 稀土硅铁<br>镁合金            | —  | 38.3      | —      | —     | —     | 8.5    | 11.6    |        |
| 炉料名称                   | 配料比例<br>(%)  | 配料计算成分(%) |        |       |       |        |         |        |
|                        |  | C         | Si     | Mn    | P     | S      | RE      | Mg     |
| 本溪生铁                   | 60   | 2.46      | 0.91   | 0.27  | 0.029 | 0.006  | —       | —      |
| 球铁回炉料                  | 40   | 1.38      | 0.99   | 0.20  | 0.021 | 0.008  | —       | —      |
| 硅铁                     | 0.5  | —         | (0.37) | —     | —     | —      | —       | —      |
| 稀土硅铁<br>镁合金            | 1.6  | —         | (0.61) | —     | —     | —      | (0.136) | (0.19) |
| 合 计                    |  | 3.84      | (2.88) | 0.47  | 0.050 | 0.014  | (0.136) | (0.19) |
| 炉内外溶化处理增减<br>(球化孕育后铁液) |  | -0.19     | -0.43  | -0.09 | 0     | +0.014 | -0.110  | -0.15  |
|                        |  | 3.65      | 2.45   | 0.38  | 0.050 | 0.028  | 0.026   | 0.004  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 炉内熔化与炉外球化孕育处理后元素增减率为, 碳烧损 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、稀土吸收 20%、镁吸收 20%、磷不变。

2. 炉前, 包内处理球墨铸铁, 加入稀土硅铁镁球化剂 1.2%~1.8%, 孕育硅铁 0.5%~0.8% 到无白口为止。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.50, Si2.56, Mn0.53, P0.054, S0.03, RE0.04, Mg0.03;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 451\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta 19$ , 硬度 197HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于拖拉机中要求球墨铸铁 QT450—10 的左右半轴套管、差速器左(右)壳等铸件。

配料实例 396 表 1.2-46 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 副变速拨叉(手扶拖拉机类工农—10 手扶拖拉机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 88mm×57mm×28mm, 为异形板条状结构, 铸件毛重 0.3kg, 主要壁厚 5mm, 圆孔、长方槽和拨叉需加工。采用湿型铸造。铸件要求进行热处理要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。用楔形试块, 热处理后, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ , 硬度 156~197HBS。金相组织: 珠光体 30%~45%, 渗碳体与磷共晶 < 3%, 铁素体为余, 球化率 2~3 级 |
| 合金成分控制(%) | C3.5~3.9, Si2.6~3.2, Mn0.4~0.6, S≤0.03, P≤0.1, RE0.03~0.05, Mg0.03~0.06  |

## 配 料

| 炉料名称            | 炉料成分(%) |           |       |       |        |       |
|-----------------|---------|-----------|-------|-------|--------|-------|
|                 | C       | Si        | Mn    | S     | P      |       |
| 本溪生铁            | 4.20    | 0.97      | 0.32  | 0.030 | 0.050  |       |
| 水钢生铁            | 4.10    | 1.09      | 0.76  | 0.020 | 0.085  |       |
| 球铁回炉            | 3.80    | 2.85      | 0.52  | 0.030 | 0.080  |       |
| 废钢              | 0.16    | 0.34      | 0.43  | 0.017 | 0.031  |       |
| 硅铁              | —       | 74.3      | —     | —     | —      |       |
| 锰铁              | —       | —         | 65.09 | —     | —      |       |
| 炉料名称            | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |        |       |
|                 |         | C         | Si    | Mn    | S      | P     |
| 本溪生铁            | 35      | 1.47      | 0.34  | 0.11  | 0.011  | 0.020 |
| 水钢生铁            | 15      | 0.62      | 0.16  | 0.11  | 0.003  | 0.013 |
| 球铁回炉            | 35      | 1.33      | 1.00  | 0.18  | 0.011  | 0.028 |
| 废钢              | 15      | 0.024     | 0.05  | 0.07  | 0.003  | 0.050 |
| 硅铁              | 1.5     | —         | 1.11  | —     | —      | —     |
| 锰铁              | 0.2     | —         | —     | 0.13  | —      | —     |
| 合计              |         | 3.44      | 2.66  | 0.6   | 0.028  | 0.111 |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液) |         | +0.34     | -0.32 | -0.1  | +0.017 | 0     |
|                 |         | 3.78      | 2.34  | 0.5   | 0.045  | 0.111 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 12%、锰烧损 17%、硫增加 60%、磷不变。
2. 炉前, 在出铁槽加入经预热的 75% 硅铁 0.8% 作孕育处理, 吸收率为 83%, 在包内加入稀土镁合金作球化处理。用三角试片检查, 控制质量, 白口深度 2~4mm。
3. 浇注时加入 75% 硅铁粉作磷时孕育。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于工农—12 手扶拖拉机中要求球墨铸铁 QT450—10 的变速拨叉、动力输出挡拨叉、转向上拉杆拨叉等铸件。

配料实例 397 表 1.2-47 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 左右接盘座(手扶拖拉机类龙井 12 型手扶拖拉机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件为长方形法兰联结的圆柱形结构,铸件毛重 13.75kg,主要壁厚 10mm 采用湿型铸造。铸件要进行球化退火<br>要求铸铁牌号:球墨铸铁 QT450—10 抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ ,硬度 123~207HBS |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si2.5~3.1, Mn0.4~0.6, P $\leq$ 0.10, S<0.03, RE0.02~0.05, Mg0.03~0.05  |

## 配 料

| 炉料名称     | 本溪 Q10 生铁 | 本厂回炉铁 | 废 钢 | 70# 锰铁 |
|----------|-----------|-------|-----|--------|
| 配料比例 (%) | 20        | 60    | 20  | 0.19   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排风口冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 13%、硅烧损 22%、锰烧损 23%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 球化处理采用稀土镁合金 (%) (RE9.47、Mg10.34、Si38~44), 加入量为 1%~1.7%; 孕育处理采用 75# 硅铁, 加入量 1.7%; 此外, 还加入 1% 纯碱脱硫。

3. 炉前, 取样检查三角白口深度及球化情况, 在正常情况下三角白口深度为 4~6mm, 断口为银白色。

4. 检测结果: 基体中铁素体 >85%, 渗碳体 <3%, 石墨形态、大小、分布等达 1 级标准。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于手扶拖拉机中要求球墨铸铁 QT450—10 的转向臂、左右制动蹄、牵引板、架座等。

配料实例 398 表 1.2-48 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | CQ261 变速箱壳体(重型载重汽车类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 657mm×545mm×166mm, 为壳体类结构, 铸件毛重 82kg, 主要壁厚 12mm, 轴承档厚度 40mm。采用湿型铸造。铸件要求低温石墨化退火<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ , 硬度 143~201HBS。金相组织: 球状+团状石墨 $\geq 85\%$ ; 铁素体为基, 珠光体 $\leq 15\%$ , 磷共晶和碳化物 $\leq 5\%$ |
| 合金成分控制(%) | C3.50~3.70, Si2.40~2.70, Mn $\leq$ 0.50, P $\leq$ 0.10, S $\leq$ 0.03, RE0.020~0.035, Mg0.030~0.045  |

(续)

| 金属炉料                    |           | 配 料           |       |       |      |        |       |          |      | 配料成分 (%) | 出炉温度        |
|-------------------------|-----------|---------------|-------|-------|------|--------|-------|----------|------|----------|-------------|
|                         |           | 铸铁牌号 QT450—10 |       |       |      |        |       |          |      |          |             |
|                         |           | 炉 后           |       |       |      |        | 炉 前   |          |      |          |             |
|                         | 本溪 Z14 生铁 | 本溪 Q13 生铁     | 同级回炉铁 | 废钢    | Si75 | Mn64   | Si75  | REMg 7~9 |      |          |             |
| 化<br>学<br>成<br>分<br>(%) | C         | 4.37          | 4.26  | 3.55  | 0.41 |        |       |          |      | 3.53     | 1400~1430°C |
|                         | Si        | 1.50          | 1.17  | 2.60  | 0.16 |        |       | 76.8     | 42.5 | 2.62     |             |
|                         | Mn        | 0.62          | 0.27  | 0.47  | 0.52 |        |       |          |      | 0.37     |             |
|                         | S         | 0.03          | 0.027 | 0.025 |      |        |       |          |      | 0.026    |             |
|                         | P         | 0.05          | 0.06  | 0.053 |      |        |       |          |      | 0.55     |             |
|                         | Mg        |               |       | 0.040 |      |        |       | 9.68     |      | 0.042    |             |
|                         | RE        |               |       | 0.036 |      |        |       | 7.28     |      | 0.038    |             |
| 配<br>比                  | (%)       | 30            | 30    | 35    | 5    |        | 0.8   | 1.3      |      |          |             |
|                         | 批重/kg     | 90            | 90    | 105   | 15   |        | 2.4   | 3.9      |      |          |             |
| 层铁/kg                   |           | 300           |       |       |      | 底<br>焦 | 高度/mm |          | 1500 |          |             |
| 层焦/kg                   |           | 28            |       |       |      |        | 质量/kg |          | 380  |          |             |
| 接力焦/kg                  |           | 6             |       |       |      | 石灰石/kg |       |          | 12   |          |             |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口热风冲天炉，熔化率 4t/h，炉内碳不增不减、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 90%、磷不变。

2. 炉前，球化处理用稀土镁合金，加入量 1.3%。孕育处理用 75% 硅铁，加入量 0.8%。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.47，Si2.65，Mn0.45，P0.052，S0.027，RE0.041，Mg0.044；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 515MPa，断后伸长率  $\delta$ 13%，硬度 167HBS；

金相组织：球状+团状石墨  $\geq$ 85%，球径小，铁素体为基，珠光体 <10%，碳化物 <1%。

4. 成分含量和配比皆指质量分数。

5. 本配料还适用于重型载重汽车中要求球墨铸铁 QT450—10 的铸件，如正时齿轮室、飞轮壳、前端盖、差速器锁盖、发动机前支架、主轴承盖、加速踏板、管接头、联接法兰等铸件。

配料实例 399 表 1.2-49 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 后桥壳(中型载重汽车类零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1628mm×450mm×172mm, 铸件毛重 97.7kg, 主要壁厚 9~11mm, 位于汽车下部, 在我国地理条件下需经受北方寒冷地区 -60°C 低温要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。退火处理后, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ , 铁素体 $\geq 85\%$ , 渗碳体 $< 3\%$ |
| 合金成分控制(%) | C3.7~4.0, Si2.6~2.9, Mn<0.5, P $\leq$ 0.08, S $\leq$ 0.07(球化处理前), Mg0.03~0.06, RE0.02~0.05  |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |           |        |       |       |       |    |
|-------|---------|-----------|--------|-------|-------|-------|----|
|       | C       | Si        | Mn     | P     | S     | Mg    | RE |
| 新生铁   | 4.42    | 1.10      | 0.15   | 0.045 | 0.015 |       |    |
| 球铁回炉铁 | 3.90    | 2.70      | 0.16   | 0.055 | 0.025 |       |    |
| 75%硅铁 |         | 75        |        |       |       |       |    |
| 球化剂   |         | 40        |        |       |       | 8     | 6  |
| 75%硅铁 |         | 75        |        |       |       |       |    |
| 炉料名称  | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |        |       |       |       |    |
|       |         | C         | Si     | Mn    | P     | S     |    |
| 新生铁   | 60      | 2.65      | 0.66   | 0.09  | 0.027 | 0.009 |    |
| 球铁回炉铁 | 40      | 1.56      | 1.08   | 0.06  | 0.022 | 0.010 |    |
| 75%硅铁 | 0.3     |           | 0.15   |       |       |       |    |
| 球化剂   | 1.5     |           | (0.6)  |       |       |       |    |
| 75%硅铁 | 孕育 0.6  |           | (0.45) |       |       |       |    |
| 合 计   |         | 4.21      | 2.94   | 0.15  | 0.049 | 0.019 |    |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口热风冲天炉, 炉内硅烧损 10%~15%、锰烧损 15%~20%。

2. 当配料计算成分含 C 在 4% 以上时, C 元素在炉内烧损, 因此可不加入废钢。该配料实际得到的铁液含 C 量为 3.9%~4.0%。实际含 Si 量控制在 2.9% 之内是为了避免产生低温脆性。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于中型载重汽车中要求球墨铸铁 QT450—10 的减速器壳, 差速器左、右壳, 钢板前后悬架等铸件, 并可代替生产原来要求可锻铸铁 KTH350—10 的铸件。当生产上无可靠手段对铸件的铸态渗碳体加以检测和控制时, 应对此牌号铸件进行高温退火, 以确保安全。



配料实例 400 表 1.2-50 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 组合支架(轿车类小红旗轿车零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸(216×207×181)mm,铸件单重4.8kg,铸件结构复杂,有很多的薄壁的肋,铸件在使用时主要起支撑发动机和冷气机等,铸件要有足够的强度、刚度和硬度,铸件表面粗糙度应达到 $R_a 6.3\mu\text{m}$ 以下,铸件尺寸精度应达到国标 CT6 级,采用熔模精铸工艺方法生产<br>要求铸铁牌号:球墨铸铁 QT450—10,抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ ,屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 310\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ ,布氏硬度 160~210HBS;金相组织:铁素体,球化率大于 3 级 |
| 合金成分控制(%) | C3.7~3.9, Si2.6~3.9, Mn $\leq$ 0.4, P $\leq$ 0.07, S $\leq$ 0.03, Mg0.03~0.06, RE0.01~0.04   |

## 配 料

| 炉料名称    | Q10 生铁 | 回炉料   | 20 <sup>F</sup> 废钢 | 球化孕育剂   |         |
|---------|--------|-------|--------------------|---------|---------|
|         |        |       |                    | 球化剂     | 孕育剂     |
| 配料比例(%) | 30~50  | 40~60 | 6~10               | 0.5~1.0 | 0.3~0.5 |

注:1. 采用熔炼炉类型:中频感应电炉熔炼,熔化率为 0.6t/h。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 401 表 1.2-51 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 筒形件(铁路电力机车类零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 154mm×76mm×76mm,为有方块法兰的圆筒形结构,铸件毛重 5.5kg,主要壁厚 10mm,要求无疏松、皮下气孔密集等缺陷,内径切削加工,并且研磨成镜面,用强灯光和放大镜检查,承受 1.47MPa 历时 5~10min 的风压强度试验,要求无机械损伤和泄漏。采用湿型和湿芯铸造,成型冷铁激冷防止缩松。铸件要求高温热处理<br>要求铸铁牌号:球墨铸铁 QT450—10,抗拉强度 $\geq 450\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ ,硬度 < 207HBS |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.5, Si2.8~3.3, Mn<0.5, S<0.03, P<0.1, RE0.04~0.06, Mg0.015~0.03   |

(续)

| 配 料                 |                      |           |       |       |       |       |       |        |        |
|---------------------|----------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 炉料名称                | 炉料成分(%)              |           |       |       |       |       |       |        |        |
|                     | C                    | Si        | Mn    | S     | P     | RE    | Mg    |        |        |
| 本溪生铁                | 4.00                 | 1.20      | 0.60  | 0.017 | 0.040 |       |       |        |        |
| 废钢                  | 0.40                 | 0.25      | 0.50  | 0.040 | 0.050 |       |       |        |        |
| 稀土2 <sup>#</sup>    |                      | 36.72     |       |       |       | 19.4  | 9.95  |        |        |
| 稀土3 <sup>#</sup>    |                      | 40.23     |       |       |       | 6.28  | 9.65  |        |        |
| 孕育硅铁                |                      | 75        |       |       |       |       |       |        |        |
| 二次孕育硅铁              |                      | 75        |       |       |       |       |       |        |        |
| 炉料名称                | 配料比例<br>(%)          | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |       |        |        |
|                     |                      | C         | Si    | Mn    | S     | P     | RE    | Mg     |        |
| 本溪生铁                | 90                   | 3.6       | 1.08  | 0.54  | 0.015 | 0.036 |       |        |        |
| 废钢                  | 10                   | 0.04      | 0.03  | 0.05  | 0.004 | 0.005 |       |        |        |
| 合计                  |                      | 3.64      | 1.11  | 0.59  | 0.019 | 0.041 |       |        |        |
| 炉内烧损<br>(原铁液)       |                      | -0.29     | -0.78 | -0.15 | 0     | 0     |       |        |        |
| 炉内补加<br>(炉内补加合金后铁液) |                      | 3.35      | 0.33  | 0.44  | 0.019 | 0.041 |       |        |        |
|                     |                      |           | +1.30 |       |       |       |       |        |        |
| 0.4                 | 计算<br>合计<br>炉外<br>烧损 |           | 0.15  |       |       |       | 0.080 | 0.040  |        |
| 0.6                 |                      |           | 0.24  |       |       |       | 0.040 | 0.060  |        |
| 1.4球                |                      |           | 1.05  |       |       |       |       |        |        |
| 0.1化<br>孕育          |                      |           | 0.08  |       |       |       |       |        |        |
|                     |                      |           |       | 1.52  |       |       |       | 0.120  | 0.100  |
|                     |                      |           |       | -0.15 |       |       |       | -0.080 | -0.080 |
| 球化孕育吸收<br>(球化孕育后铁液) |                      |           | 1.37  |       |       |       | 0.040 | 0.020  |        |
|                     |                      | 3.35      | 3.00  | 0.44  | 0.019 | 0.041 | 0.040 | 0.020  |        |

注：1. 采用熔炼炉类型：0.5t 三相电弧炉，炉内碳烧损 8%、硅烧损 70%、锰烧损 25%、磷和硫不变。

2. 炉前，球化处理采用两种稀土镁合金，总加入量为 1.0%，稀土吸收率为 30%，镁吸收率为 20%。孕育处理采用 75% 硅铁，一次孕育加入量为 1.4%，二次孕育加入量为 0.1%，硅吸收率为 90%。

3. 检测结果：

化学成分(%)：C3.38, Si2.94, Mn0.45, P0.043, S0.047, RE0.049, Mg0.026；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  549MPa, 断后伸长率  $\delta$  13.1%，硬度 193HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于电力机车中要求球墨铸铁 QT450—10 的框架、后框架、汽缸体、支承体、风道接头等铸件。

配料实例 402 表 1.2-52 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |   |                     |      |       |         |
|-----------|---|---------------------|------|-------|---------|
| 铸件名称      | 车钩提杆座(铁路客货车类零件)   |                     |      |       |         |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 130mm×106mm×60mm, 为支架类结构, 铸件毛重 1.5kg, 主要壁厚 8mm。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10 抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ , 硬度 $< 207\text{HBS}$ (铸态) |                     |      |       |         |
| 合金成分控制(%) | C3.4~3.6, Si3.2~3.4, Mn<0.4, P<0.07, S<0.023, RE0.030~0.045, Mg0.035~0.050  |                     |      |       |         |
| 配 料       |   |                     |      |       |         |
| 层铁量/kg    |   | 金属炉料/kg             |      |       |         |
|           |   | 4. 铁                | 回炉铁  | 废 钢   | (75%)硅铁 |
| 300       |   | 165                 | 120  | 15    |         |
| 炉料成分(%)   | C   | Si                  | Mn   | P     | S       |
| 本溪生铁      | 4.2   | 1.45                | 0.63 | 0.05  | 0.03    |
| 回炉铁       | 3.5   | 3.26                | 0.51 | 0.067 | 0.014   |
| 废钢        | 0.4   | 0.3                 | 0.5  | 0.03  | 0.02    |
| 配料成分(%)   | 3.73  | 2.1                 | 0.57 | 0.056 | 0.023   |
|           |   | 炉前孕育硅铁<br>1.9%~2.0% |      |       |         |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风热风冲天炉, 炉内硅烧损 25%、锰烧损 30%。  
 2. 炉前, 采用堤坝式铁液包, 冲入法处理球墨铸铁, 球化剂为稀土镁合金。采用 75% 硅铁作二次孕育处理。  
 3. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制球墨铸铁球化情况。  
 4. 检测结果:  
 化学成分(%): C2.90, Si3.14, Mn0.44, P0.062, S0.02, RE0.038, Mg0.054;  
 力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 510\text{MPa}$ , 断后伸长率 21%, 硬度 192HBS (铸态)。  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 6. 本配料还适用于铁路客货车中要求球墨铸铁 QT450—10 的手制动轮、活动档等铸件。

配料实例 403 表 1.2-53 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |   |       |        |        |
|-----------|---|-------|--------|--------|
| 铸件名称      | 衬板(铁路车辆配件类前进蒸汽机车零件)   |       |        |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 572mm×180mm×16mm, 铸件毛重 24kg, 主要壁厚 16mm, 要求强度高且耐磨。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ , 硬度 156~219HBS |       |        |        |
| 合金成分控制(%) | C3.3~3.9, Si2.2~2.8, Mn0.4~0.6, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12, RE0.03~0.05, Mg0.03~0.045   |       |        |        |
| 配 料       |   |       |        |        |
| 炉料名称      | 生 铁   | 回 炉 铁 | 75% 硅铁 | 65% 锰铁 |
| 配料比例控制(%) | 66  | 34    | 1.25   | 0.30   |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口热风冲天炉, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%。  
 2. 炉前, 球化处理用稀土镁合金, 加入量 1.2%, 稀土吸收率 65%, 镁吸收率 60%; 孕育处理用 75% 硅铁, 吸收率 80%。  
 3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 404 表 1.2-54 QT450—10 的球墨铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 摇臂(船用机械类 6250 系列船用柴油机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 300mm×85mm×53mm, 铸件毛重 1.75kg, 是柴油机辅助零件。铸件要求退火处理。铸造工艺采用湿型铸造, 一箱两件。清砂后铸件进行退火处理。<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT450—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ , 要求铁素体组织 $\geq 80\%$ , 球化等级 2~3 级, 石墨大小 6~7 级, 石墨球分布均匀, 不容许有网状渗碳体, 碳化物 $< 3\%$ |
| 合金成分控制(%) | C3.5~3.9, Si2.2~2.8, Mn0.2~0.3, P0.03~0.05, S<0.02, Mg0.030~0.040, RE0.020~0.035  |

## 配 料

| 炉料名称                  | 炉料成分(%)  |           |       |       |        |        |       |       |
|-----------------------|----------|-----------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
|                       | C        | Si        | Mn    | P     | S      | RE     | Mg    |       |
| 天津 Q10 生铁             | 4.30     | 0.88      | 0.10  | 0.040 | 0.036  | —      | —     |       |
| 回炉料                   | 3.61     | 2.71      | 0.31  | 0.040 | <0.010 | 0.030  | 0.040 |       |
| 废钢                    | 0.21     | 0.24      | 0.52  | 0.030 | —      | —      | —     |       |
| 75% 硅铁                | —        | 77        | —     | —     | —      | —      | —     |       |
| 65% 锰铁                | —        | —         | 67    | —     | —      | —      | —     |       |
| 2 号球化剂                | —        | 43        | —     | —     | —      | 6      | 2     |       |
| 炉料名称                  | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |       |       |        |        |       |       |
|                       |          | C         | Si    | Mn    | P      | S      | RE    | Mg    |
| 天津 Q10 生铁             | 60       | 2.58      | 0.53  | 0.06  | 0.024  | 0.022  | —     | —     |
| 回炉料                   | 25       | 0.90      | 0.68  | 0.08  | 0.010  | 0.002  | 0.008 | 0.010 |
| 废钢                    | 15       | 0.03      | 0.04  | 0.09  | 0.005  | —      | —     | —     |
| 75% 硅铁                | 1.3      | —         | 1.00  | —     | —      | —      | —     | —     |
| 65% 锰铁                | 0.2      | —         | —     | 0.13  | —      | —      | —     | —     |
| 2 号球化剂                | 1.8      | —         | —     | —     | —      | —      | —     | —     |
| 合 计                   |          | 3.51      | 2.25  | 0.36  | 0.039  | 0.024  | 0.008 | 0.010 |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)       |          | +0.18     | -0.34 | -0.07 | 0      | +0.019 | —     | —     |
| 炉外球化孕育吸收<br>(球化孕育后铁液) |          | 3.69      | 1.91  | 0.29  | 0.039  | 0.043  | 0.008 | 0.010 |
|                       |          | —         | +0.81 | —     | —      | 净化     | 0.027 | 0.025 |
|                       |          | 3.69      | 2.72  | 0.29  | 0.039  | <0.010 | 0.035 | 0.035 |

- 注: 1. 采用 5t 双排大间距热风冲天炉熔炼炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 80%。
2. 炉前, 球化处理, 冲入法工艺, 球化剂为自制的 2 号球化剂, 加入量为 1.8%, Mg 吸收率 20%, RE 吸收率 30%, Si 吸收率约为 70%。
3. 炉前, 用孕育剂进行孕育处理, 采用随流孕育法, 加入量为 0.5%, Si 的吸收率约为 70%。
4. 炉前, 球化和孕育后先浇几个三角试样, 冷却后打断观其断面, 根据断面情况, 对铁液球化孕育处理进行调整。要求试样断面呈银白色, 中间有缩松, 晶粒细小, 试样表面有缩陷, 敲击时发出清脆声。
5. 检测结果:  
化学成分(%): C3.85, Si2.61, Mn0.31, P0.037, S<0.010, RE0.036, Mg0.039;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b > 450\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta \geq 10\%$ , 硬度 170~210HBS。拉伸试样  $\phi 30\text{mm}$  单独铸造;  
金相组织: 基体铁素体(金相试样在拉伸试样拉断后截取)。
6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 405~408 表 1.2-55 QT450—10 的球墨铸铁配料

| 序号       | 牌 号          | 配料比例(%) |     |     |     |             |    |      | 铁液成分(%) |             |                           | 应 用                   |           |
|----------|--------------|---------|-----|-----|-----|-------------|----|------|---------|-------------|---------------------------|-----------------------|-----------|
|          |              | 新 生 铁   |     |     |     | 回炉铁<br>(球铁) | 废钢 | 硅铁   | 锰铁      | C           | Si                        |                       | Mn        |
|          |              | Z14     | Z18 | Q10 | Q12 |             |    |      |         |             |                           |                       |           |
| 配料实例 405 | QT450—10(铸态) | 90      | —   | —   | —   | —           | 10 | —    | —       | 3.7~<br>3.9 | $\frac{1.0-1.4}{2.3-2.6}$ | <0.3                  | 减速机<br>零件 |
| 配料实例 406 |              | —       | 90  | —   | —   | 10          | —  | 0.83 | —       | 3.6~<br>3.8 | $\frac{1.8-2.1}{2.5-3.0}$ | ≈0.4                  | 压缩机<br>零件 |
| 配料实例 407 |              | 50      | —   | —   | —   | 40          | 10 | —    | —       | 3.6~<br>3.8 | $\frac{1.3-1.5}{2.3-2.7}$ | <0.5                  | 制冷机<br>零件 |
| 配料实例 408 |              | —       | —   | 35  | 15  | 35          | 15 | 1.5  | 0.2     | 3.2~<br>3.5 | $\frac{2.3-2.4}{2.7-3.3}$ | $\frac{0.2-0.5}{0.5}$ | 农机零件      |

- 注：1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”，分子为原铁液 Si 含量，分母为球化孕育后终 Si 量。
2. 使用的新生铁中含 Mn、P、S 量应低。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 409~412 表 1.2-56 QT450—10 的(合金)球墨铸铁配料

| 序号       | 牌 号                | 配料比例(%) |     |     |                      |             |     |      | 铁液成分(%) |    |             |                           | 应 用                   |                               |            |
|----------|--------------------|---------|-----|-----|----------------------|-------------|-----|------|---------|----|-------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------|
|          |                    | 新 生 铁   |     |     |                      | 回炉铁<br>(球铁) | 废 钢 | 合 金  |         |    | C           | Si                        |                       | Mn                            | 合金<br>元素   |
|          |                    | Z14     | Z18 | L08 | Q12                  |             |     | 硅铁   | 锰铁      | 其他 |             |                           |                       |                               |            |
| 配料实例 409 | QT450—10<br>(热处理态) | —       | —   | 80  | —                    | 20          | —   | 1.25 | 0.125   | —  | 3.6~<br>3.9 | $\frac{1.1-1.5}{2.6-3.0}$ | $\frac{0.4-0.6}{0.6}$ | —                             | 通用机<br>械零件 |
| 配料实例 410 |                    | 62      | —   | —   | —                    | 30          | 8   | —    | —       | —  | 3.3~<br>3.6 | $\frac{1.4-1.7}{2.5-3.0}$ | <0.6                  | —                             | 机床零<br>件   |
| 配料实例 411 |                    | 30      | —   | —   | 30                   | 35          | 5   | —    | —       | —  | 3.5~<br>3.7 | $\frac{1.4-1.6}{2.4-2.7}$ | ≈0.6                  | —                             | 汽车<br>零件   |
| 配料实例 412 |                    | 50      | —   | —   | (钒<br>钛生<br>铁)<br>40 | 10          | —   | —    | —       | —  | 3.4~<br>3.8 | $\frac{1.0-1.4}{2.3-3.0}$ | $\frac{0.5-0.8}{0.8}$ | VO.1<br>~0.2<br>Ti0.4<br>~0.5 | 电力机<br>械零件 |

- 注：1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”，分子为原铁液 Si 含量，分母为球化孕育后终 Si 量。
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



(续)

| 炉前球墨<br>化处理合<br>金加入<br>工艺 | 序号 | 类别      | 名称      | 规格   | 加入量         | 每吨铁液加入量<br>/kg |       | 炉前损耗 | 辅料加工情况 |            |             |
|---------------------------|----|---------|---------|------|-------------|----------------|-------|------|--------|------------|-------------|
|                           |    |         |         |      |             |                |       |      | 名称     | 加入量<br>(%) | 每批加<br>入/kg |
|                           | 1  | 球化<br>剂 | 稀土<br>镁 | SH-1 | 1.3~<br>1.5 | 13~15          |       |      |        |            |             |
|                           | 2  | 球化<br>剂 | 砂铁      | 75#  | 0.9         | 9              |       |      | 石灰石    | 2          | 11          |
|                           | 3  |         | 锰铁      | 65#  | 0.4         | 4              |       |      | 焦炭     |            | 40          |
|                           | 4  |         |         |      |             |                |       |      | 废电极    |            |             |
| 最终成分                      | 估计 |         |         | 3.80 | 0.020       | 2.50           | 0.050 | 0.50 |        |            |             |
|                           | 实际 |         |         |      |             |                |       |      |        |            |             |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口曲线炉膛密筋式热风炉胆冲天炉，熔化率 5t/h，硅烧损 15%、锰烧损 15%、硫增加 4%、碳和磷不变。

2. 炉前，球化孕育处理见本表。

3. 炉前用三角试块检验试块断面光泽，白口深度及中心缩孔。

4. 检测结果：

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b \geq 490 \text{MPa}$ 。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于制冷机中要求球墨铸铁 QT500—7 的各种铸件，如 8S—12.5 内阀座等铸件。

配料实例 414 表 1.2-58 QT500—7 的合金球墨铸铁配料

|           |  |      |      |       |       |
|-----------|--|------|------|-------|-------|
| 铸件名称      | 阀座(空分制氧机类空压机零件)  |      |      |       |       |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 140 \text{mm} \times 30 \text{mm}$ ，为圆柱形结构，多沟槽，主要壁厚 6mm，上下两面加工，沟槽铸出，铸件毛重 4kg。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：合金球墨铸铁 QT500—7，抗拉强度 $\sigma_b \geq 500 \text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta \geq 5\%$ ，硬度 170~240HBS |      |      |       |       |
| 合金成分控制(%) | C3.4~3.8, Si2.6~3.0, Mn0.4~0.7, P<0.08, S<0.08, Cu<0.5, RE0.02~0.04, Mg0.04~0.06   |      |      |       |       |
| 配 料       |  |      |      |       |       |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |      |      |       |       |
|           | C  | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁      | 4.18   | 0.92 | 0.67 | 0.060 | 0.040 |
| 废钢        | 0.20   | 0.30 | 0.50 | 0.020 | 0.020 |
| 75% 硅铁    | —  | 75   | —    | —     | —     |

(续)

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |    |    |     |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|----|----|-----|
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | RE | Mg | Cu  |
| 本溪生铁      | 85       | 3.55       | 0.78  | 0.57  | 0.051 | 0.034  |    |    |     |
| 废钢        | 15       | 0.03       | 0.05  | 0.08  | 0.003 | 0.003  |    |    |     |
| 75%硅铁     | 1.5      | —          | 1.13  | —     | —     | —      |    |    |     |
| 合计        |          | 3.58       | 1.96  | 0.65  | 0.054 | 0.037  | —  | —  | —   |
| 炉内熔化增减    |          | 0          | -0.29 | -0.13 | 0     | +0.037 | —  | —  | —   |
| (原铁液)     |          | 3.58       | 1.67  | 0.52  | 0.054 | 0.074  | —  | —  | —   |
| 炉外球化孕育吸收  |          | —          | +1.10 | —     | —     | -0.037 | 微量 | 微量 | 0.2 |
| (球化孕育后铁液) |          | 3.58       | 2.77  | 0.52  | 0.054 | 0.037  | 微量 | 微量 | 0.2 |

注：1. 采用熔炼炉类型：连续出铁、出液、热风、两排大间距冲天炉。炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、碳和磷不变。

2. 炉外球化孕育：在炉前采用冲入法进行球化处理，100kg 铁液加入球化剂 1.7kg，覆盖剂 75% 硅铁 0.3kg；孕育剂 75% 硅铁 0.7kg。

3. 球化剂中含 Si30%、含 Cu12%。

4. 球化处理时观察铁液反应强烈程度、反应时间长短。第二次出铁时观察铁液表面冒出火苗的多少及高度。用三角试片检查三角白口大小、断面色泽及晶粒粗细。有否中心缩孔及二侧面缩凹，断口有无小黑点。如果白口过大时，在铁液包中再加 75% 硅铁孕育。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于空分制氧设备中，要求球墨铸铁 QT500—7 的其他铸件。例如：空压机的一级进气活门卡、一级排气活门卡、氧压机的一、二、三级气缸体等铸件。

配料实例 415 表 1.2-59 QT500—7 的球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 可倾支架(冲压设备类 J23—100t 开式双柱可倾压力机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1130mm×160mm×130mm, 铸件毛重 74kg, 该件工作中承受较大的弯曲力, 主要壁厚 30mm, 最厚处 65mm, 中间孔与两轴孔及两端圆塔子需加工。采用干型铸造。铸件要求高温石墨化退火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT500—7。抗拉强度 $\sigma_b > 500\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 1.5\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C3.6~3.9, Si1.3~1.7, Mn0.5~0.8, P<0.1, S<0.07, RE 微量, Mg 微量  |



(续)

| 配 料       |             |           |       |       |       |        |    |    |
|-----------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|----|----|
| 炉料名称      | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |    |    |
|           | C           | Si        | Mn    | P     | S     |        |    |    |
| 本溪生铁      | 4.59        | 1.04      | 0.30  | 0.050 | 0.028 |        |    |    |
| 回炉铁       | 3.74        | 2.61      | 0.61  | 0.072 | 0.051 |        |    |    |
| 废钢        | 0.40        | 0.23      | 0.71  | 0.040 | 0.040 |        |    |    |
| 75%硅铁     | —           | 75        | —     | —     | —     |        |    |    |
| 65%锰铁     | —           | —         | 65    | —     | —     |        |    |    |
| 炉料名称      | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |    |    |
|           |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      | RE | Mg |
| 本溪生铁      | 62.5        | 2.87      | 0.65  | 0.19  | 0.031 | 0.018  |    |    |
| 回炉铁       | 25          | 0.94      | 0.65  | 0.15  | 0.018 | 0.013  |    |    |
| 废钢        | 12.5        | 0.05      | 0.03  | 0.09  | 0.005 | 0.005  |    |    |
| 75%硅铁     | 0.75        | —         | 0.56  | —     | —     | —      |    |    |
| 65%锰铁     | 0.5         | —         | —     | 0.33  | —     | —      |    |    |
| 合 计       |             | 3.86      | 1.89  | 0.76  | 0.054 | 0.036  |    |    |
| 炉内熔化增减    |             | -0.13     | -0.27 | -0.17 | 0     | +0.024 |    |    |
| (原铁液)     |             | 3.73      | 1.62  | 0.59  | 0.054 | 0.060  |    |    |
| 炉外球化孕育吸收  |             | —         | +0.87 | —     | —     | —      | 微量 | 微量 |
| (球化孕育后铁液) |             | 3.73      | 2.49  | 0.59  | 0.054 | 0.060  | 微量 | 微量 |

注：1. 采用两排大间距热风（温度 180~220℃）冲天炉熔炼，熔化率 5t/h，炉内熔化元素增减率： $C=1.8+0.5C_{\text{铁料}}$ ， $Si-14\%$ ， $Mn-22\%$ ， $P$ 不变， $S=0.75S_{\text{铁料}}+0.3\cdot K_{\text{球化}}\cdot S_{\text{球化}}=0.75S_{\text{铁料}}+0.3\times 0.11\times 1$ 。

2. 炉外球化处理，球化剂加入量为 1.5%，球化剂成分为镁 9%、稀土 7%、硅 33%。

3. 炉外孕育处理，100kg 铁液加 75%硅铁 0.7kg（其中硅铁粉 0.2kg，液盖在球化剂上表面，0.5kg 颗粒硅铁从铁液槽冲入包内），吸收率为 85%。

4. 炉前用三角试片检验球化情况。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于冲压设备中要求球墨铸铁 QT500—7 的其他铸件，如摇板、杠杆座、锁紧螺套、摆杆等铸件。

配料实例 416 表 1.2-60 QT500—7 的球墨铸铁配料

|                 |   |           |       |       |       |        |        |
|-----------------|---|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 铸件名称            | 立柱(冲压设备类 20mm 剪板机零件)  |           |       |       |       |        |        |
| 铸件特点            | 铸件轮廓尺寸 1999mm×1600mm×435mm, 为箱形结构, 铸件毛重 2925kg, 主要壁厚 100mm, 肋板壁厚 20mm, 部分加工。采用干型铸造, 铸件要求时效处理。铸件受力较大, 要求韧性较高<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT500—7。力学性能要求: 单铸试块(40mm×40mm)抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 2\%$ , 附体试块(70mm×70mm×180mm, 按 ISO 新标准要求) $\sigma_b \geq 420\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 5\%$ , 硬度 170~240HBS, 基体铁素体+珠光体 |           |       |       |       |        |        |
| 合金成分控制(%)       | C3.3~3.6, Si2.4~3.0, Mn0.4~0.8, P<0.06, S<0.03, Mg0.04~0.07, RE0.04~0.07  |           |       |       |       |        |        |
| 配 料             |   |           |       |       |       |        |        |
| 炉料名称            | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |        |        |
|                 | C   | Si        | Mn    | P     | S     | Mg     | RE     |
| 本溪生铁            | 4.15  | 1.25      | 0.52  | 0.056 | 0.027 |        |        |
| 75%硅铁           |   | 75        |       |       |       |        |        |
| 65%锰铁           |   |           | 65    |       |       |        |        |
| 炉料名称            | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |
|                 |   | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     |
| 本溪生铁            | 100   | 4.15      | 1.25  | 0.52  | 0.056 | 0.027  |        |
| 75%硅铁           | 1.1   |           | 0.83  |       |       |        |        |
| 65%锰铁           | 0.7   |           |       | 0.46  |       |        |        |
| 合 计             |   | 4.15      | 2.08  | 0.98  | 0.056 | 0.027  |        |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液) |   | -0.62     | -0.31 | -0.20 | 0     | +0.027 |        |
| 炉外球化吸收          |   | 3.53      | 1.77  | 0.78  | 0.056 | 0.054  |        |
| 炉外孕育吸收          |   |           | +0.45 |       |       | -0.014 | +0.040 |
| (球化孕育后铁液)       |   | 3.53      | 2.82  | 0.78  | 0.056 | 0.030  | 0.040  |
|                 |   |           |       |       |       |        | 0.050  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 10t/h, 炉内碳烧损 15%, 硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用铈基轻稀土硅铁镁合金进行球化处理, 同时用 75% 硅铁进行包内孕育处理。球化剂牌号 REMg7—10, 加入量 1.4%~1.6%; 孕育剂加入量 1.0%~1.2%。球化剂、孕育剂中的硅吸收率均为 80%。炉前以三角试片断面颜色及白口情况控制铁液成分及球化孕育效果。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于其他受力较大, 要求韧性较高的中型厚度在 60~100mm 之间的球铁铸件。如剪板机滑块, 压料梁以及矿石烧结机台车体等铸件。

配料实例 417 表 1.2-61 QT500—7 的球墨铸铁配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 顶出缸(锻压设备类 Y32—315T 四柱液压机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 352\text{mm} \times 710\text{mm}$ , 高压液压缸(压力 25MPa), 为圆筒形结构。铸件毛重 570kg, 壁厚 70mm。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT500—7。抗拉强度 $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$ , 伸长率 $\delta \geq 7\%$ |
| 合金成分控制(%) | C3.6~3.8, Si2.8~3.2, Mn<0.5, P<0.10, S<0.03, Mg0.035~0.070, RE0.020~0.040  |

(续)

| 配 料       |             |           |       |       |       |        |    |    |
|-----------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|----|----|
| 炉料名称      | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |    |    |
|           | C           | Si        | Mn    | P     | S     |        |    |    |
| 本溪生铁      | 4.38        | 0.48      | 0.50  | 0.052 | 0.050 |        |    |    |
| 废钢        | 0.20        | 0.30      | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |    |    |
| 球铁回炉铁     | 3.70        | 3.00      | 0.50  | 0.080 | 0.020 |        |    |    |
| 75%硅铁     | —           | 75        | —     | —     | —     |        |    |    |
| 炉料名称      | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |    |    |
|           |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      | RE | Mg |
| 本溪生铁      | 44          | 1.92      | 0.21  | 0.22  | 0.023 | 0.022  | —  | —  |
| 废钢        | 16          | 0.03      | 0.05  | 0.08  | 0.003 | 0.003  | —  | —  |
| 球铁回炉铁     | 40          | 1.48      | 1.20  | 0.20  | 0.032 | 0.032  | —  | —  |
| 75%硅铁     | 0.4         | —         | 0.30  | —     | —     | —      | —  | —  |
| 合 计       |             | 3.43      | 1.76  | 0.48  | 0.058 | 0.057  | —  | —  |
| 炉内熔化增减    |             | +0.17     | -0.18 | -0.07 | 0     | +0.057 | —  | —  |
| (原铁液)     |             | 3.60      | 1.58  | 0.41  | 0.058 | 0.114  | —  | —  |
| 炉外球化孕育吸收  |             | —         | +1.50 | —     | —     | —      | 微量 | 微量 |
| (球化孕育后铁液) |             | 3.60      | 3.08  | 0.41  | 0.058 | 0.114  | 微量 | 微量 |

注：1. 采用二排大间距冲天炉熔炼，熔化率4t/h，出铁温度1400~1440°C，炉内碳增加5%、硅烧损10%、锰烧损15%、磷不变、硫增加100%。

### 2. 球化处理：

(1) 球化剂：采用REMg7-9，成分(%)为：RE6.90、Mg8.86、Si42.05、Fe其余；

(2) 处理方法：包底冲入法，铁液出炉温度1400~1440°C，球化剂粒度5~10mm，加入量1.8%~2.0%，放在包底凹坑内，摊平压紧上盖一层硅铁粉(0.3%)，再覆盖球铁屑20~30mm厚。压紧，凹坑对面放石灰石(0.3%)，粒度4~5mm，一次出满铁液。铁液翻腾结束后，加珍珠岩覆盖剂，扒渣二次，抽样检查三角试块，然后用75%硅铁(0.6%~0.7%)，粒度5~10mm，浮硅孕育，适当搅拌后，覆盖珍珠岩，浇注。

### 3. 检测结果：

化学成分(%)：C3.65，S3.10，Mn0.35，P0.09，S0.016，RE0.034，Mg0.056；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 632MPa，断后伸长率 $\delta$ 12.4%；

金相组织：球化等级1~2级，石墨大小2级，珠光体量25%~35%，未发现渗碳体和磷共晶体。

### 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 5. 本配料还适用于锻压设备的连杆、垫板、托板及飞轮等铸件。对于厚壁件(壁厚大于50mm)，为保证球化质量，避免“黑斑”组织，必须注意以下几点：

(1) 较低的含碳量(3.5%~3.7%)和适当的硅量，防止出现石墨漂浮；

(2) 较高的Mg量，同时RE量也要低些，保证球化良好。一般要采用低稀土的球化剂；

(3) 在炉前加入占铁液量0.02%的铈，来改善球化质量，防止黑斑组织的出现；

(4) 采用瞬时孕育技术，改善石墨形态；

(5) 广泛使用冷铁，提高冷却速度。

配料实例 418 表 1.2-62 QT500—7 的球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 连杆 (印刷机械类 A×J60400 六色凹印机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 630mm×78mm×25mm, 为杆件结构, 铸件毛重 14kg, 主要壁厚为 25mm。采用干型铸造。铸件需进行热处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT500—7 (铸态) 抗拉强度 $\sigma_b \geq 500 \text{ MPa}$ |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分控制: 原铁液为 C3.7—4.0、Si1.0—1.8、Mn0.3—0.8、P<0.08、S<0.07; 处理后铁液为 C3.5—3.7、Si2.0—2.6、Mn0.3—0.8、P<0.08、S<0.03、Mg0.03—0.06、RE0.02—0.05     |

## 配 料

| 牌号          | 类别         | 新生铁/kg   | 回炉料/kg | 废钢/kg | 铁合金/kg |       | 批数   | 备注   |      |
|-------------|------------|----------|--------|-------|--------|-------|------|------|------|
|             |            | 本溪生铁 Q10 |        |       | 硅铁     | 锰铁    |      |      |      |
| QT500—7     |            | 450      |        | 50    | 0.4    |       |      |      |      |
| 炉料名称        | 炉料化学成分 (%) |          |        |       |        |       |      |      |      |
|             |            | C        | Si     | Mn    | P      | S     | Mg   | RE   | Ca   |
| 新生铁         |            | 4.26     | 1.27   | 0.50  | 0.080  | 0.030 |      |      |      |
| 硅铁          |            |          | 75.3   |       |        |       |      |      |      |
| 稀土硅铁镁(7-10) |            |          | 41.70  |       |        |       | 9.61 | 6.15 | 2.50 |

## 化学试验报告

| 试样名称    | 炉号 | 化学成分 (%) |      |      |      |      |       |      |
|---------|----|----------|------|------|------|------|-------|------|
|         |    | C        | Si   | Mn   | P    | S    | Mg    | RE   |
| QT500—7 |    | 3.50     | 2.40 | 0.41 | 0.07 | 0.03 | 0.035 | 0.03 |

## 材料试验报告

| 试样编号 | 材料名称及炉号 | 试样及规格 | 热处理经过 | 抗拉强度/MPa | 断裂伸长率 (%) | 硬度 HBS | 金 相                        |
|------|---------|-------|-------|----------|-----------|--------|----------------------------|
|      | QT500—7 | 楔形    | 铸态    | 611      | 4.8       | 213    | 1A、球团状小石墨, P60%—70% (质量分数) |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 倒置两排大间距曲线炉膛冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 8%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。
2. 炉前, 用三角试片进行断面检验, 球化剂加入量为 1.2%—1.5%, 浮硅孕育量为 0.8%—1.0%。
3. 检测结果: 见本表。
4. 本配料还适用于印刷机械中要求球墨铸铁 QT500—7 的连杆、叉杆, 传动臂等动载荷铸铁件及齿轮等耐磨铸铁件。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 419 表 1.2-63 QT500—7 的合金球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 大型机连杆 (塑料机械类 SZ200/120 注塑成型机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1170mm × 290mm × 165mm, 铸件重量 500kg, 该铸件壁厚较均匀, 形状简单。采用干型铸造。铸件需经高温不完全退火处理<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT500—7。抗拉强度 $\sigma_b > 500\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 7\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C 3.5~3.7, Si 1.8~2.0, Mn 0.6~0.7, P < 0.08, S < 0.03, Mg 0.04~0.06, RE 0.03~0.05, Cu 0.5   |

## 配 料

| 炉料名称           | 炉料成分 (%)  |            |           |             |             |             |             |     |    |
|----------------|-----------|------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|----|
|                | C         | Si         | Mn        | P           | S           | Mg          | RE          | Cu  |    |
| Z14 生铁         | 4.00~4.20 | 1.30~1.50  | 0.60~0.70 | 0.050~0.060 | 0.030       | —           | —           | —   |    |
| 球铁回炉铁          | 3.70~3.90 | 2.40~2.60  | 0.60      | 0.050~0.060 | 0.015~0.030 | 0.030~0.050 | 0.025~0.040 | —   |    |
| 废钢             | 0.20      | 0.30       | 0.50      | 0.010       | 0.010       | —           | —           | —   |    |
| 65% 锰铁         | —         | —          | 65        | —           | —           | —           | —           | —   |    |
| REMg7~10 稀土    | —         | 44         | —         | —           | —           | 9~10        | 6~8         | —   |    |
| 镁硅铁 (用于炉外球化处理) | —         | —          | —         | —           | —           | —           | —           | —   |    |
| 电解铜 (用于炉外包内)   | —         | —          | —         | —           | —           | —           | —           | 100 |    |
| 炉料名称           | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |           |             |             |             |             |     |    |
|                |           | C          | Si        | Mn          | P           | S           | Mg          | RE  | Cu |
| Z14 生铁         | 87.5      | 3.58       | 1.23      | 0.57        | 0.050       | 0.020       | —           | —   | —  |
| 球铁回炉铁          | —         | —          | —         | —           | —           | —           | —           | —   | —  |
| 废钢             | 12.5      | 0.03       | 0.04      | 0.06        | 0.001       | 0.001       | —           | —   | —  |
| 65% 锰铁         | 0.275     | —          | —         | 0.18        | —           | —           | —           | —   | —  |
| REMg7~10 稀土    | —         | —          | —         | —           | —           | —           | —           | —   | —  |
| 镁硅铁 (用于炉外球化处理) | —         | —          | —         | —           | —           | —           | —           | —   | —  |
| 电解铜 (用于炉外包内)   | —         | —          | —         | —           | —           | —           | —           | —   | —  |
| 合计             |           | 3.61       | 1.27      | 0.81        | 0.051       | 0.021       | —           | —   | —  |
| 炉内熔化增减         |           | +0.09      | -0.23     | -0.21       | 0           | +0.032      | —           | —   | —  |

(续)

|                      | 配料计算成分(%) |       |      |       |       |        |        |       |
|----------------------|-----------|-------|------|-------|-------|--------|--------|-------|
|                      | C         | Si    | Mn   | P     | S     | Mg     | RE     | Cu    |
| (原铁液)炉外球化增减          | 3.70      | 1.04  | 0.60 | 0.051 | 0.053 | —      | —      | —     |
| (球化剂加入量为1.5~1.6%)    | —         | +0.62 | —    | —     | 0.031 | +0.050 | +0.040 | —     |
| 炉外孕育吸收(二次孕育量共为0.35%) | —         | +0.32 | —    | —     | —     | —      | —      | —     |
| (加电解铜0.5%)           | —         | —     | —    | —     | —     | —      | —      | +0.50 |
| (球化孕育后铁液)            | 3.70      | 1.98  | 0.60 | 0.051 | 0.022 | 0.050  | 0.040  | 0.50  |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：二层大间距风嘴中央送风冷风冲天炉，炉内熔化元素增减率：C +2.5%，Si-16%~20%，Mn-24%~28%，P不变，S+120%~180%。
2. 炉前，球化处理方式，采用冲入法，采用REMg7~10的球化剂，加入量为1.5%~1.6%。
3. 炉前，孕育处理方式，采用包内一次孕育加随流二次孕育，一次硅孕育量为0.3%，二次硅孕育量为0.05%~0.1%。孕育剂均为75%硅铁，孕育剂加入量应将硅孕育量除以0.75。
4. 炉外球化处理孕育处理吸收率：Si+90%，Mg+30%~40%，RE+35%~40%，Cu+100%，去S率为-50%~60%。
5. 另外，还需在炉前包内加入0.5%的电解铜。
6. 炉前，采用 $\phi 20\text{mm}$ 圆型试棒，浇注后速冷敲断后用肉眼观察，再做炉前金相，决定球化程度。
7. C元素化验样品均为薄片取样。
8. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
9. 本配料还适用于塑料机械大型机中要求球墨铸铁QT500-7的铸件，如推力座、十字头、曲柄等受力的活动零件，对其他机械的球墨铸铁QT500-7铸件也适用。

配料实例 420 表 1.2-64 QT500-7 的球墨铸铁配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 中小型机连杆 (塑料机械类 S2200/120 注塑成型机零件)  |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 296mm $\times$ 160mm $\times$ 80mm，铸件重量 20kg，该铸件壁厚较均匀，形状简单。采用干型铸造。铸件需经高温不完全退火处理<br>要求铸铁牌号：球墨铸铁 QT500-7。抗拉强度 $\sigma_b > 500\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta > 7\%$ |

(续)

| 合金成分控制 (%)                   | C3.7~4.0, Si2.4~2.6, Mn0.6~0.7, P<0.1, S<0.03, Mg0.03~0.05, RE0.025~0.04 |            |         |           |            |           |            |        |
|------------------------------|--|------------|---------|-----------|------------|-----------|------------|--------|
| 配 料                          |  |            |         |           |            |           |            |        |
| 炉料名称                         | 炉料成分 (%)   |            |         |           |            |           |            |        |
|                              | C  | Si         | Mn      | P         | S          | Mg        | RE         |        |
| Z14 生铁                       | 4.0~4.2  | 1.3~1.5    | 0.6~0.7 | 0.05~0.06 | 0.03       | —         | —          |        |
| 球铁回炉铁                        | 3.7~3.9  | 2.0~2.6    | 0.6     | 0.05~0.06 | 0.015~0.03 | 0.03~0.05 | 0.025~0.04 |        |
| 废钢                           | 0.2  | 0.3        | 0.5     | 0.01      | 0.01       | —         | —          |        |
| 65% 锰铁                       | —  | —          | 65      | —         | —          | —         | —          |        |
| REMg9~10 稀土<br>镁硅铁(用于炉外球化处理) | —  | 44         | —       | —         | —          | 9~10      | 8~10       |        |
| 炉料名称                         | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |         |           |            |           |            |        |
|                              |  | C          | Si      | Mn        | P          | S         | Mg         | RE     |
| Z14 生铁                       | 60   | 2.46       | 0.84    | 0.39      | 0.033      | 0.018     | —          | —      |
| 球铁回炉铁                        | 35   | 1.33       | 0.88    | 0.21      | 0.019      | 0.008     | —          | —      |
| 废钢                           | 5  | 0.01       | 0.02    | 0.023     | 0.001      | 0.001     | —          | —      |
| 65% 锰铁                       | 0.325  | —          | —       | 0.21      | —          | —         | —          | —      |
| REMg9~10 稀土<br>镁硅铁(用于炉外球化处理) |  |            |         |           |            |           |            |        |
| 合计                           |  | 3.80       | 1.74    | 0.84      | 0.053      | 0.027     | —          | —      |
| 炉内熔化增减                       |  | +0.09      | -0.31   | -0.22     | 0          | +0.039    | —          | —      |
| (原铁液)                        |  | 3.89       | 1.43    | 0.62      | 0.053      | 0.066     | —          | —      |
| 炉外球化增减<br>(球化剂加入量为 1.2%)     |  | —          | +0.48   | —         | —          | -0.036    | +0.040     | +0.040 |

(续)

|                     | 配料计算成分(%) |       |      |       |       |       |       |
|---------------------|-----------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
|                     | C         | Si    | Mn   | P     | S     | Mg    | RE    |
| 炉外孕育吸收率(一次孕育量为0.6%) | —         | +0.54 | —    | —     | —     | —     | —     |
| (球化孕育后铁液)           | 3.89      | 2.45  | 0.62 | 0.053 | 0.030 | 0.040 | 0.040 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 二层大间距风嘴中央送风冷风冲天炉, 炉内熔化元素增减率: C+2.5%, Si-16%~20%, Mn-24%~28%, P不变, S+120%~180%, Mg全烧损, RE只剩微量。
2. 炉前, 球化处理方式, 采用冲入法, 采用REMg9~10的球化剂, 加入量为1.2%。
3. 炉前, 孕育处理方式, 采用包内一次孕育, 硅孕育量为0.6%, 孕育剂为75%硅铁, 孕育剂加入量应将硅孕育量除以0.75。
4. 炉外球化孕育处理吸收率: Si+90%, Mg+30%~40%, RE+35%~40%, 去S率为-50%~60%。
5. 炉前, 采用 $\phi 20\text{mm}$ 圆型试棒, 浇注后速冷截断后用肉眼观察, 再做炉前金相, 决定球化程度。
6. C元素化验样品系薄片取样。
7. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
8. 本配料还适用于塑料机械中小型机中要求球墨铸铁QT500—7的铸件, 如推力座、十字头、曲柄等受力的活动零件, 对其他机械的球墨铸铁QT500—7铸件也适用。

配料实例 421 表 1.2-65 QT500—7 的球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 大齿轮 (食品机械类 GT4B12 封罐机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 444\text{mm} \times 90\text{mm}$ , 为轮形结构, 铸件毛重 42kg, 主要壁厚 43mm, 外圆铣齿, 采用外圆冷铁湿型铸造。铸态球墨铸铁, 铸件要求进行去应力处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT500—7。抗拉强度 $\sigma_b > 500\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 7\%$ , 硬度 147~241HBS。金相组织: 铁素体 45%~70%, 其余为珠光体, 硬质相总和 $< 2\%$ , 球化级别 1~5 级 |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分选择: 本齿轮为大模数直齿齿轮, 在机器中只作一般性传动, 因此选择具有一定强度和一定韧性的球墨铸铁。因轮缘外圆采用冷铁, 为防止铸铁形成渗碳体, 禁止激冷元素加入, 如 Cr、Mo 等元素, 并严格控制残余镁量和稀土量。即合金成分 (质量分数) 应控制为: C3.5~3.8, Si2.6~2.9, Mn0.4~0.6, P $\leq$ 0.08, S $\leq$ 0.025, Mg0.04~0.055, RE0.03~0.05   |



(续)

| 配 料       |             |           |       |       |       |        |        |        |
|-----------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 炉料名称      | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |        |        |
|           | C           | Si        | Mn    | P     | S     | Mg     | RE     |        |
| 本溪生铁      | 4.08        | 1.68      | 0.60  | 0.073 | 0.027 | —      | —      |        |
| 乙级球回铁     | 3.80        | 2.40      | 0.65  | 0.073 | 0.025 | —      | —      |        |
| 废钢        | 0.30        | 0.40      | 0.40  | 0.050 | 0.040 | —      | —      |        |
| 75%硅铁     | —           | 75        | —     | —     | —     | —      | —      |        |
| 球化剂       | —           | 41        | —     | —     | —     | 8      | 7      |        |
| 炉料名称      | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |        |
|           |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     |
| 本溪生铁      | 50          | 2.04      | 0.84  | 0.30  | 0.036 | 0.013  | —      | —      |
| 乙级球回铁     | 35          | 1.33      | 0.84  | 0.23  | 0.026 | 0.009  | —      | —      |
| 废钢        | 15          | 0.04      | 0.06  | 0.06  | 0.007 | 0.006  | —      | —      |
| 75%硅铁     | 0.6         | —         | 0.45  | —     | —     | —      | —      | —      |
| 球化剂       | —           | —         | —     | —     | —     | —      | —      | —      |
| 合计        |             | 3.41      | 2.19  | 0.59  | 0.069 | 0.028  | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |             | +0.17     | -0.33 | -0.12 | 0     | +0.034 | —      | —      |
| (原铁液)     |             | 3.58      | 1.86  | 0.47  | 0.069 | 0.062  | —      | —      |
| 炉外球化吸收    |             | —         | +0.46 | —     | —     | -0.040 | +0.053 | +0.046 |
| 炉外孕育吸收    |             | —         | +0.48 | —     | —     | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液) |             | 3.58      | 2.80  | 0.47  | 0.069 | 0.022  | 0.053  | 0.046  |

注：1. 采用熔炼炉类型：单风箱二排大间距热风冲天炉，熔化率4~5t/h，炉内碳增加5%、硅烧损15%、锰烧损20%、硫增加120%、磷不变。

2. 炉前，球化处理采用稀土镁包内冲入法，100kg铁液加REMg7~8球化剂1.4kg，镁稀土总吸收率为47%，脱硫65%，硅吸收率为80%；用质量分数75%硅铁作球化剂表面覆盖剂，用量0.2%。

3. 炉前，用三角试片检验断口，控制铁液成分，用质量分数75%硅铁进行孕育处理，100kg铁液加75%硅铁0.8kg，吸收率为80%。

4. 浇注厚度为25mm的楔形试块，检查球化等级、力学性能、金相组织和化学成分。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于注胶机中要求球墨铸铁QT500—7的内花键、波形切板机中的带轮和灌酒机中的中心盘、齿轮等铸件。

配料实例 422 表 1.2-66 QT500—7 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 伞形轮 (纺织机械类粗纱机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 193\text{mm} \times 50\text{mm}$ , 为小型齿轮类结构, 铸件毛重 7.1kg, 主要壁厚 10mm, 全加工铣齿。采用湿型铸造。铸件要求进行正火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT500—7。抗拉强度 $\sigma_b > 500\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 7\%$ , 硬度 187~255HBS |
| 合金成分控制 (%) | 原铁液成分: C3.7~4.0, Si2.9~2.6, Mn0.4~0.8, P<0.18, S<0.07<br>处理后铁液成分: C3.5~3.8, Si2.4~3.0, Mn<0.5, P<0.1, S<0.03, RE0.02~0.07, Mg0.03~0.06  |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|-----------|----------|------|------|-------|-------|
|           | C        | Si   | Mn   | S     | P     |
| 本溪生铁      | 4.21     | 1.53 | 0.64 | 0.041 | 0.500 |
| 普通废机铁     | 3.46     | 1.95 | 0.78 | 0.082 | 0.087 |
| 废钢        | 0.20     | 0.40 | 0.50 | 0.050 | 0.050 |
| 75% 硅铁    | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 球化剂       | —        | —    | —    | —     | —     |
| 75% 硅铁孕育剂 | —        | 75   | —    | —     | —     |

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |
|-----------|----------|------------|-------|-------|--------|-------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | S      | P     |
| 本溪生铁      | 50       | 2.10       | 0.76  | 0.32  | 0.020  | 0.025 |
| 普通废机铁     | 40       | 1.38       | 0.78  | 0.31  | 0.032  | 0.034 |
| 废钢        | 10       | 0.02       | 0.04  | 0.05  | 0.005  | 0.005 |
| 75% 硅铁    | 1.5      | —          | 1.12  | —     | —      | —     |
| 球化剂       | 1.7      | —          | —     | —     | —      | —     |
| 75% 硅铁孕育剂 | 0.4      | —          | —     | —     | —      | —     |
| 合计        |          | 3.50       | 2.70  | 0.68  | 0.057  | 0.064 |
| 炉内熔化增减    |          | +0.11      | -0.54 | -0.20 | +0.028 | 0     |
| (原铁液)     |          | 3.61       | 2.16  | 0.48  | 0.085  | 0.064 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央加侧吹冷送风冲天炉, 炉内碳增加 3%、硅烧损 20%、锰烧损 30%、硫增加 50%、磷不变。
2. 炉前, 球化处理采用铁液包内堤坝式冲入法, 球化剂为包钢 4<sup>#</sup> 稀土合金, 加入量 1.7%; 孕育处理, 用 75% 硅铁, 加入量 0.4%。
3. 炉前用大三角试片断口检验铁液球化质量。
4. 检测结果:  
化学成分 (%): C3.57, Si2.6, Mn0.32, P0.076, S0.025, RE—, Mg—;  
金相组织, 基体为珠光体+铁素体, 石墨球化为 1 级。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
6. 本配料还适用于槽筒机和粗纱机中的锐角头、分轮等球墨铸铁 QT500—7 铸件。

配料实例 423 表 1.2-67 QTS00—7 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 主减速器壳 (运输机械类 CPQ3 叉车零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 370\text{mm} \times 225\text{mm}$ , 为壳体形结构, 铸件毛重 35kg, 主要壁厚 7mm, 瓦架、蓝盘及内孔均需加工。主减速器壳是组成叉车驱动桥的重要零件, 其受力条件恶劣, 载荷大且最大载荷时的应力变化循环次数多, 因此要求主减速器壳具有足够强度, 在工作中可靠。采用 Z148B 造型机湿型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT500—7。抗拉强度 $\sigma_b > 500\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 7\%$ |
| 合金成分控制 (%) | $C_{\text{原}} 3.50 \sim 3.80$ , $Si 2.8 \sim 3.2$ , $Mn < 0.15$ , $P < 0.06$ , $S < 0.04$ , $Mg 0.03 \sim 0.07$ , $RE 0.02 \sim 0.05$   |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |    |    |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|----|----|
|           | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |    |    |
| 本溪生铁      | 4.17     | 1.05       | 0.46  | 0.050 | 0.040 |        |    |    |
| 回炉铁       | 3.50     | 3.00       | 0.50  | 0.060 | 0.040 |        |    |    |
| 废钢        | 0.20     | 0.07       | 0.60  | 0.045 | 0.040 |        |    |    |
| 75% 硅铁    | —        | 75         | —     | —     | —     |        |    |    |
| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |    |    |
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | RE | Mg |
| 本溪生铁      | 60       | 2.50       | 0.63  | 0.28  | 0.030 | 0.024  | —  | —  |
| 回炉铁       | 30       | 1.05       | 0.90  | 0.15  | 0.018 | 0.012  | —  | —  |
| 废钢        | 10       | 0.02       | 0.01  | 0.06  | 0.005 | 0.004  | —  | —  |
| 75% 硅铁    | 0.5      | —          | 0.38  | —     | —     | —      | —  | —  |
| 合计        |          | 3.57       | 1.92  | 0.49  | 0.053 | 0.040  | —  | —  |
| 炉内熔化增减    |          | 0          | -0.19 | -0.07 | 0     | +0.040 | —  | —  |
| (原铁液)     |          | 3.57       | 1.73  | 0.42  | 0.053 | 0.080  | —  | —  |
| 炉外球化处理    |          | —          | +1.26 | —     | —     | -0.040 | 微量 | 微量 |
| (球化孕育后铁液) |          | 3.57(原)    | 2.99  | 0.42  | 0.053 | 0.040  | 微量 | 微量 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 炉底中央送风冷风冲天炉, 炉内硅烧损 10%、锰烧损 15%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉外球化孕育处理: 100kg 铁液, 加 1kg 苏打, 1.5kg 球化剂 (含 Mg9%~10%, RE8%~10%, Si<44%, Ca<5%), 1.3kg 75% 硅铁孕育, 硅的吸收率为 80%, 脱硫 50% 以上。

3. 炉前, 用三角试片或  $\phi 20\text{mm}$  圆试棒检验球化孕育处理情况, 并决定是否作二次孕育。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.55, Si3.22, Mn0.42, P0.056, S0.029, Mg0.052, RE0.036;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 540\text{MPa}$ , 断后伸长率 13%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于叉车、20t 矿用汽车中要求铸铁 QT500—7 的其他铸件。

配料实例 424 表 1.2-68 QT500—7 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 减速箱体 (水工机械类掘进机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 640\text{mm} \times 480\text{mm}$ , 为筒形结构, 铸件毛重 350kg, 主要壁厚 30mm。铸件需经喷砂处理, 表面不得有粘砂现象, 不准有渗漏现象。铸件要求进行正火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT500—7, 抗拉强度 $\sigma_b > 500\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 7\%$ , 硬度 187~255HBS |
| 合金成分控制 (%) | 球化孕育处理前, C3.60~3.80, Si1.60~1.90, Mn0.50~0.80, P $\leq$ 0.10, S $\leq$ 0.07<br>球化孕育处理后, Si2.50~3.00, RE0.03~0.06, Mg0.04~0.07   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|-------|----------|------|------|-------|-------|
|       | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁  | 4.20     | 1.50 | 0.15 | 0.050 | 0.030 |
| 废钢    | 0.20     | 0.20 | 0.50 | 0.050 | 0.050 |
| 75%硅铁 |          | 75   |      |       |       |
| 60%锰铁 |          |      | 60   |       |       |

| 炉料名称                  | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |        |
|-----------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                       |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     |
| 本溪生铁                  | 80       | 3.36       | 1.20  | 0.12  | 0.040 | 0.024  |        |        |
| 废钢                    | 20       | 0.04       | 0.04  | 0.10  | 0.010 | 0.010  |        |        |
| 75%硅铁                 | 0.8      |            | 0.60  |       |       |        |        |        |
| 60%锰铁                 | 0.8      |            |       | 0.48  |       |        |        |        |
| 合计                    |          | 3.40       | 1.84  | 0.70  | 0.050 | 0.034  |        |        |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)       |          | +0.17      | -0.18 | -0.11 | 0     | +0.017 |        |        |
| 炉外球化孕育吸收<br>(球化孕育后铁液) |          | -0.36      | +1.30 | —     | —     | -0.029 | +0.066 | +0.046 |
|                       |          | 3.21       | 2.96  | 0.59  | 0.050 | 0.022  | 0.066  | 0.046  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 顺置两排大间距热风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 10%、锰烧损 15%、硫增加 50%、磷不变。
2. 炉前, 球化处理采用稀土镁中间合金, 加入量 2%; 孕育处理采用 75% 硅铁, 加入量 1%。
3. 稀土-镁中间合金制取: 9% 镁, 30% 1<sup>#</sup>包钢稀土, 40% 硅铁 (75%), 21% 生铁屑。
4. 炉前, 用  $\phi 15\text{mm} \times 200\text{mm}$  圆柱形试样检验球化情况。
5. 检测结果:  
化学成分 (%): C3.16, Si2.96, Mn0.52, P0.05, S0.022, Mg0.066, RE0.046;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 559\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta 7.6\%$ 。
6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
7. 本配料还适用于水工机械中要求球墨铸铁 QT500—7 的壳体、活塞、滑套头等铸件。

配料实例 425 表 1.2-69 QT500-7 的合金球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 从动螺杆（水工机械类螺杆泵零件）   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 70\text{mm} \times 520\text{mm}$ ，为棒状结构，铸件毛重 7.5kg，加工后呈螺旋状，要求表面粗糙度低，不准有任何铸造缺陷，铸件需退火处理<br>要求铸铁牌号：合金球墨铸铁 QT500-7，抗拉强度 $\sigma_1 > 500\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta > 1.5\%$ ，硬度 187~255HBS |
| 合金成分控制 (%) | C3.50~3.90, Si2.1~2.5, Mn0.5~0.9, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.03, Mo0.15~0.4, Cu0.3~0.8, RE0.03~0.06, Mg0.04~0.07   |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |       |        |        |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
|           | C        | Si         | Mn    | Mo    | Cu    |       |        |        |
| 本溪生铁      | 4.24     | 1.47       | 0.04  |       |       |       |        |        |
| 废钢        | 0.20     | 0.20       | 0.50  |       |       |       |        |        |
| 炭精        | 100      |            |       |       |       |       |        |        |
| 锰铁        |          |            | 62    |       |       |       |        |        |
| 钼铁        |          |            |       | 74    |       |       |        |        |
| 电解铜       |          |            |       |       |       |       |        | 100    |
| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |        |        |
|           |          | C          | Si    | Mn    | Mo    | Cu    | Mg     | RE     |
| 本溪生铁      | 85       | 3.60       | 1.25  | 0.03  |       |       |        |        |
| 废钢        | 15       | 0.03       | 0.03  | 0.08  |       |       |        |        |
| 炭精        | 0.05     | 0.05       |       |       |       |       |        |        |
| 锰铁        | 1        |            |       | 0.62  |       |       |        |        |
| 钼铁        | 0.6      |            |       |       | 0.44  |       |        |        |
| 电解铜       | 0.7      |            |       |       |       | 0.70  |        |        |
| 合计        |          | 3.68       | 1.28  | 0.73  | 0.44  | 0.70  |        |        |
| 炉内熔化增减    |          | 0          | 0     | -0.15 | -0.05 | -0.04 |        |        |
| (原铁液)     |          | 3.68       | 1.28  | 0.58  | 0.39  | 0.66  |        |        |
| 炉外球化孕育吸收  |          | -0.36      | +1.30 |       |       |       | +0.066 | +0.046 |
| (球化孕育后铁液) |          | 3.32       | 2.58  | 0.58  | 0.39  | 0.66  | 0.066  | 0.046  |

注：1. 采用熔炼炉类型：中频感应电炉（酸性），炉内锰烧损 20%、钼烧损 10%、铜烧损 5%、其他元素不变。

2. 炉前，球化处理采用稀土镁中间合金，加入量 2%；孕育处理采用 75% 硅铁，加入量 1%，经二次孕育。

3. 稀土-镁中间合金制取：9% 镁，30% 1<sup>#</sup> 包钢稀土，40% 硅铁（75%），21% 生铁屑。

4. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.97, S2.35, Mn0.90, Mo0.35, Cu0.68, RE0.046, Mg0.066；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_6 618\text{MPa}$ ，断后伸长率  $\delta 6.8\%$ 。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 426 表 1.2-70 QT500-7 的球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 四半去湿环 (汽轮机类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 2965\text{mm} \times 87\text{mm}$ , 为环形结构, 但内腔较复杂, 铸件毛重 290kg, 主要壁厚 15mm。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT500-7。抗拉强度 $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$ , 屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 350\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 7\%$ , 硬度 147~241HBS, 球化率 1~4 级 |
| 合金成分控制 (%) | C 3.6~3.8, Si 2.3~2.8, Mn < 0.5, P < 0.1, S $\leq$ 0.03, RE 0.02~0.04, Mg 0.04~0.07  |

## 配 料

| 炉料名称                     | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |        |        |
|--------------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                          | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |        |        |
| 本溪生铁                     | 4.33     | 0.72       | 0.58  | 0.050 | 0.018 |        |        |        |
| 废钢                       | 0.20     | 0.20       | 0.50  | 0.030 | 0.030 |        |        |        |
| 75% 硅铁                   | —        | 75         | —     | —     | —     |        |        |        |
| 炉料名称                     | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |        |
|                          |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     |
| 本溪生铁                     | 86       | 3.72       | 0.62  | 0.50  | 0.043 | 0.015  | —      | —      |
| 废钢                       | 14       | 0.03       | 0.03  | 0.07  | 0.010 | 0.010  | —      | —      |
| 75% 硅铁                   | 1        | —          | 0.75  | —     | —     | —      | —      | —      |
| 合计                       |          | 3.75       | 1.40  | 0.57  | 0.053 | 0.025  | —      | —      |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)          |          | 0          | -0.20 | -0.17 | 0     | +0.025 | —      | —      |
| 炉外球化吸收                   |          | —          | +0.68 | —     | —     | -0.020 | +0.054 | +0.024 |
| 炉外孕育吸收(含复盖)<br>(球化孕育后铁液) |          | —          | +0.74 | —     | —     | —      | —      | —      |
|                          |          | 3.75       | 2.62  | 0.40  | 0.053 | 0.030  | 0.054  | 0.024  |

- 注: 1. 采用两排大间距热风冲天炉熔炼, 熔化率 6t/h, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 30%, 硫增加 100%、碳和磷不变。
2. 炉前, 球化处理采用稀土镁合金 (Mg9%、RE4%、Si40%), 加入量 1.7%, Si 吸收率为 100%, Mg 与 RE 吸收率为 35%; 孕育处理采用 75% 硅铁, 加入量 0.8%, Si 吸收率为 90%; 此外, 覆盖剂亦用 75% 硅铁, 加入量 0.3%, Si 吸收率为 90%。
3. 炉前, 用大三角试片检验, 断口应在浇注端二壁有凹陷, 断口中心有缩松, 断面结晶细, 边缘和中心结晶细化程度一致, 有乙炔臭味。
4. 检测结果:  
化学成分 (%): C 3.8, Si 2.8, Mn 0.63, P 0.049, S 0.030, RE 0.030, Mg 0.045;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  564MPa, 屈服强度  $\sigma_{0.2}$  402MPa, 断后伸长率  $\delta$  14%, 硬度 200HBS;  
金相组织: 球化率 2~3 级, 石墨大小 2 级, 磷共晶量 < 1%, 珠体体量 30%~40%。
5. 成分含量和配料比例皆为质量分数。
6. 本配料还适用于汽轮机中要求球墨铸铁 QT500-7 的导流环、活塞、冷封体外壳等铸件。

配料实例 427 表 1.2-71 QT500—7 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 四半去湿环（汽轮机类零件）   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 2965\text{mm} \times 87\text{mm}$ ，为环形结构，但内腔较复杂，铸件毛重 290kg，主要壁厚 15mm。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：球墨铸铁 QT500—7 抗拉强度 $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$ ，屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 350\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta \geq 7\%$ ，硬度 147—241HBS。球化率 1—4 级 |
| 合金成分控制 (%) | C 3.6—3.8, Si 2.3—2.8, Mn < 0.5, P < 0.1, S $\leq$ 0.03, RE 0.02—0.04, Mg 0.04—0.07   |

## 配 料

| 炉料名称        | 炉料化学成分 (%) |      |            |       |       |       |        |        |        |
|-------------|------------|------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|             | C          | Si   | Mn         | P     | S     |       |        |        |        |
| 本溪生铁        | 4.30       | 0.65 | 0.13       | 0.048 | 0.031 |       |        |        |        |
| 普通回炉铁       | 3.40       | 2.00 | 0.70       | 0.060 | 0.050 |       |        |        |        |
| 废钢          | 0.20       | 0.20 | 0.50       | 0.030 | 0.030 |       |        |        |        |
| 75% 硅铁      | —          | 75   | —          | —     | —     |       |        |        |        |
| 炉料名称        | 配料比例       |      | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |        |
|             | (%)        | /kg  | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     |
| 本溪生铁        | 55         | 1650 | 2.37       | 0.36  | 0.07  | 0.027 | 0.017  | —      | —      |
| 普通回炉铁       | 40         | 1200 | 1.36       | 0.80  | 0.28  | 0.024 | 0.020  | —      | —      |
| 废钢          | 5          | 150  | 0.01       | 0.01  | 0.03  | 0.002 | 0.002  | —      | —      |
| 75% 硅铁      | 0.40       | 12   | —          | 0.30  | —     | —     | —      | —      | —      |
| 合计          |            |      | 3.74       | 1.47  | 0.38  | 0.053 | 0.039  | —      | —      |
| 炉内熔化增减      |            |      | -0.04      | -0.07 | -0.02 | 0     | 0      | —      | —      |
| (原铁液)       |            |      | 3.70       | 1.40  | 0.36  | 0.053 | 0.039  | —      | —      |
| 炉外球化吸收      |            |      | —          | +0.52 | —     | —     | -0.015 | +0.059 | +0.026 |
| 炉外孕育吸收(含覆盖) |            |      | —          | +0.74 | —     | —     | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液)   |            |      | 3.70       | 2.66  | 0.36  | 0.053 | 0.024  | +0.059 | 0.026  |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：3t 工频无芯感应电炉，炉内碳烧损 1%、硅烧损 5%、锰烧损 5%、磷和硫不变。
2. 炉前，球化处理采用稀土镁合金 (Mg9%、RE4%、Si40%)，加入量为 1.3%，Si 吸收率为 100%，Mg 与 RE 吸收率为 50%；孕育处理采用 75% 硅铁，加入量为 0.8%，Si 吸收率为 90%；此外，覆盖剂亦用 75% 硅铁，加入量为 0.3%，Si 吸收率为 90%。
3. 炉前，用大三角试片检验，断口应在浇注端二壁有凹陷，断口中心有缩松，断面结晶细，边缘和中心结晶细化程度一致，有乙炔臭味。
4. 检测结果：  
化学成分 (%)：C 3.75, Si 2.80, Mn 0.46, P 0.045, S 0.029, RE 0.033, Mg 0.055；  
力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  549MPa，屈服强度  $\sigma_{0.2}$  412MPa，断后伸长率  $\delta$  16%，硬度 192HBS；  
金相组织：球化率 1—2 级，石墨大小 2 级，磷共晶量 < 1%，珠光体量 35%—40%。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
6. 本配料还适用于汽轮机中要求球墨铸铁 QT500—7 的导流环、活塞、冷封体外壳等铸件。

配料实例 428 表 1.2-72 QT500-7 的合金球墨铸铁配料

|        |  |
|--------|--|
| 铸件名称   | 第 19 级隔板 (汽轮机类零件)  |
| 铸件特点   | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1462\text{mm} \times 104\text{mm}$ , 为半圆的板形结构, 是由外环和内环与当中嵌有通过蒸汽转向的不锈钢叶片咬合而成的铸件, 铸件毛重 1.09t, 主要壁厚 104mm, 采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT500-7 (含 Mo), 抗拉强度 $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$ , 屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 330\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 7\%$ , 硬度 $\geq 160\text{HBS}$ 球化率 $\geq 4$ 级, 渗碳体复合物量 $< 5\%$ |
| 合金成分   | C3.6-3.8, Si2.4-2.8, Mn0.3-0.5, P<0.1, S $\leq$ 0.03, Mo0.35-0.70,   |
| 控制 (%) | Mg0.05-0.07, RE0.02-0.04   |

## 配 料

| 炉料名称        | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |       |        |        |
|-------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
|             | C        | Si         | Mn    | P     | S     | Mo     |       |        |        |
| 本溪生铁        | 4.40     | 1.30       | 0.47  | 0.046 | 0.025 | —      |       |        |        |
| 废钢          | 0.20     | 0.20       | 0.50  | 0.030 | 0.030 | —      |       |        |        |
| 75% 硅铁      | —        | 75         | —     | —     | —     | —      |       |        |        |
| 58% 钼钢      | —        | —          | —     | —     | —     | 58     |       |        |        |
| 炉料名称        | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |        |        |
|             |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Mo    | Mg     | RE     |
| 本溪生铁        | 85       | 3.74       | 1.10  | 0.40  | 0.039 | 0.020  | —     | —      | —      |
| 废钢          | 15       | 0.03       | 0.03  | 0.07  | 0.010 | 0.010  | —     | —      | —      |
| 75% 硅铁      | 0.4      | —          | 0.30  | —     | —     | —      | —     | —      | —      |
| 58% 钼钢      | 0.86     | —          | —     | —     | —     | —      | 0.50  | —      | —      |
| 合计          |          | 3.77       | 1.43  | 0.47  | 0.050 | 0.030  | 0.50  | —      | —      |
| 炉内熔化增减      |          | -0.07      | -0.21 | -0.14 | 0     | +0.030 | -0.10 | —      | —      |
| (原铁液)       |          | 3.70       | 1.22  | 0.33  | 0.050 | 0.060  | 0.40  | —      | —      |
| 炉外球化吸收      |          | —          | +0.68 | —     | —     | -0.030 | —     | +0.054 | +0.024 |
| 炉外孕育吸收(含覆盖) |          | —          | +0.74 | —     | —     | —      | —     | —      | —      |
| (球化孕育后铁液)   |          | 3.70       | 2.64  | 0.33  | 0.050 | 0.030  | 0.40  | 0.054  | 0.024  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 6t/h, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 30%、硫增加 100%、钼烧损 20%、碳烧损 2%、磷不变。

2. 炉前, 球化处理采用稀土镁合金 (Mg9%, RE4%, Si40%), 加入量为 1.7%, Si 吸收率为 100%, Mg 与 RE 吸收率为 35%; 孕育处理采用 75% 硅铁, 加入量为 0.8%, Si 吸收率为 90%; 此外, 覆盖剂亦用 75% 硅铁, 加入量为 0.3%, Si 吸收率为 90%。

3. 炉前, 用大三角试片检验, 断口应在浇注端二壁有凹陷, 断口中心有缩松, 断面结晶细, 边缘和中心结晶细化程度一致, 有乙炔臭味。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.70, Si2.60, Mn0.38, P0.045, S0.030, Mo0.39, RE0.038, Mg0.050;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  554MPa, 屈服强度  $\sigma_{0.2}$  397MPa, 断后伸长率  $\delta$  12%, 硬度 191HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于汽轮机中要求合金球墨铸铁 QT500-7 的大小不同的隔板等铸件。



配料实例 429 表 1.2-73 QT500—7 的合金球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 第 19 级隔板 (汽轮机类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1462\text{mm} \times 104\text{mm}$ , 为半圆的板形结构, 是由外环和内环与当中嵌有通过蒸汽转向的不锈钢叶片咬合而成的铸件, 铸件毛重 1.09t, 主要壁厚 104mm。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT500—7 (含 Mo)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$ , 屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 330\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 7\%$ , 硬度 $\geq 160\text{HBS}$ 。球化率 $\geq 4$ 级, 渗碳体复合物量 $< 5\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C3.6 ~ 3.8, Si2.4 ~ 2.8, Mn0.3 ~ 0.5, P < 0.1, S $\leq$ 0.03, Mo0.35 ~ 0.7, Mg0.05 ~ 0.07, RE0.02 ~ 0.04  |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |            |       |        |       |        |       |        |        |
|--------|----------|------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|
|        | C        | Si         | Mn    | P      | S     | Mo     |       |        |        |
| 本溪生铁   | 4.20     | 0.65       | 0.13  | 0.048  | 0.031 | —      |       |        |        |
| 普通回炉铁  | 3.40     | 2.40       | 0.40  | 0.050  | 0.030 | —      |       |        |        |
| 废钢     | 0.20     | 0.20       | 0.50  | 0.030  | 0.030 | —      |       |        |        |
| 75% 硅铁 | —        | 75         | —     | —      | —     | —      |       |        |        |
| 65% 锰铁 | —        | —          | 65    | —      | —     | —      |       |        |        |
| 58% 钼铁 | —        | —          | —     | —      | —     | 58     |       |        |        |
| 炉料名称   | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |        |       |        |       |        |        |
|        |          | C          | Si    | Mn     | P     | S      | Mo    | Mg     | RE     |
| 本溪生铁   | 64       | 2.70       | 0.42  | 0.08   | 0.030 | 0.020  | —     | —      | —      |
| 普通回炉铁  | 30       | 1.02       | 0.72  | 0.12   | 0.005 | 0.010  | —     | —      | —      |
| 废钢     | 6        | 0.01       | 0.01  | 0.03   | 0.002 | 0.002  | —     | —      | —      |
| 75% 硅铁 | 0.35     | —          | 0.26  | —      | —     | —      | —     | —      | —      |
| 65% 锰铁 | 0.34     | —          | —     | 0.22   | —     | —      | —     | —      | —      |
| 58% 钼铁 | 0.9      | —          | —     | —      | —     | —      | 0.52  | —      | —      |
| 合计     |          | 3.73       | 1.41  | 0.45   | 0.037 | 0.032  | 0.52  | —      | —      |
| 炉内熔化增减 |          | -0.04      | -0.07 | -0.023 | 0     | 0      | -0.03 | —      | —      |
| (原铁液)  |          | 3.69       | 1.34  | 0.427  | 0.037 | 0.032  | 0.49  | —      | —      |
| 炉外球化吸收 |          | —          | +0.52 | —      | —     | -0.012 | —     | +0.059 | +0.026 |

(续)

|             | 配料计算成分(%) |       |      |       |       |      |       |       |
|-------------|-----------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|
|             | C         | Si    | Mn   | P     | S     | Mo   | Mg    | RE    |
| 炉外孕育吸收(含覆盖) | —         | +0.74 | —    | —     | —     | —    | —     | —     |
| (球化孕育后铁液)   | 3.69      | 2.60  | 0.43 | 0.037 | 0.020 | 0.49 | 0.059 | 0.026 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 3t 工频无心感应电炉, 炉内碳烧损 1%、硅烧损 5%、锰烧损 5%、钼烧损 5%、磷和硫不变。

2. 炉前, 球化处理采用稀土镁合金 (Mg9%、RE4%、Si40%), 100kg 铁液加 1.7kg, Si 吸收率为 100%, RE 与 Mg 吸收率为 35%; 孕育处理采用 75% 硅铁, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.8kg, Si 吸收率为 90%。此外, 覆盖剂: 100kg 铁液覆盖 75% 硅铁 0.3kg, Si 吸收率为 90%。

3. 炉前, 用大三角试片检验, 断口应在浇注端二壁有凹陷, 断口中心有缩松, 断面结晶细, 边缘和中心结晶和细化程度一致, 有乙炔臭味。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.60, Si2.80, Mn0.27, P0.040, S0.019, Mo0.63, RE-, Mg-

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  574MPa, 屈服强度  $\sigma_{0.2}$  431MPa, 断后伸长率  $\delta$  12%, 硬度 207HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于汽轮机中要求合金球墨铸铁 QT500—7 的大小不同的隔板等铸件。

### 配料实例 430 表 1.2-74 QT500—7 的合金球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 基座 (电器类 SN 系列 10kV 高压开关零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 262mm × 102mm × 173mm, 为异形筒结构, 铸件毛重 81kg, 主要壁厚 7mm, 加工后需经 14MPa 的水压试验, 1min, 应无渗漏、无破裂。采用湿型铸造, 铸件内腔要求较高, 采用树脂砂壳芯<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT500—7 (含铜)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 500$ MPa, 断后伸长率 $\delta \geq 7\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C3.6 ~ 3.8, Si2.0 ~ 2.3, Mn0.3 ~ 0.5, P < 0.1, S < 0.1, Cu0.2 ~ 0.4, RE0.02 ~ 0.05, Mg0.03 ~ 0.05   |

#### 配 料

| 炉料名称 | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|------|---------|------|------|-------|-------|
|      | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁 | 4.30    | 1.85 | 0.64 | 0.063 | 0.030 |
| 浇冒口  | 3.50    | 1.95 | 0.65 | 0.150 | 0.120 |
| 废钢   | 1.70    | 0.20 | 0.40 | —     | —     |

(续)

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |        |        |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cu    | RE     | Mg     |
| 本溪生铁      | 40       | 1.72       | 0.74  | 0.26  | 0.025 | 0.012  |       |        |        |
| 浇冒口       | 53       | 1.85       | 1.03  | 0.35  | 0.080 | 0.064  |       |        |        |
| 废钢        | 7        | 0.12       | 0.01  | 0.03  | —     | —      |       |        |        |
| 合计        |          | 3.69       | 1.78  | 0.64  | 0.105 | 0.076  | —     | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |          | -0.18      | -0.27 | -0.16 | 0     | +0.076 | —     | —      | —      |
| (原铁液)     |          | 3.41       | 1.51  | 0.48  | 0.105 | 0.15   | —     | —      | —      |
| 炉外球化孕育吸收  |          | —          | +0.76 | —     | —     | -0.12  | +0.25 | +0.033 | +0.045 |
| (球化孕育后铁液) |          | 3.41       | 2.27  | 0.48  | 0.105 | 0.03   | 0.25  | 0.033  | 0.045  |

注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口热风冲天炉，熔化率 3t/h，炉内碳烧损 5%、硅烧损 15%、锰烧损 25%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前，球化孕育用稀土镁中间合金作球化剂，加入量 1.5%。孕育处理用 75% 硅铁，加入量 0.6%，两次孕育。另加 0.3% 紫钢切屑。

3. 炉前，浇注圆柱试棒，冷却后敲断观察断口，判断球化及孕育效果。

4. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.58，Si2.44，Mn0.59，P0.072，S0.031，Cu—，RE0.044，Mg0.03；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  549MPa，断后伸长率  $\delta$  9%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于电器产品中要求合金球墨铸铁 QT500—7 的电焊机的套筒，对焊机的托架、连杆，UN 系列焊机的汽缸座以及冷冲模模架的底板等铸件。

### 配料实例 431 表 1.2-75 QT500—7 的合金球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 基座 (电器类 SN 系列 10kV 高压开关零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 262mm×102mm×173mm，为异形筒结构，铸件毛重 81kg，主要壁厚 7mm，加工后需经 14MPa 的水压试验，1min，应无渗漏、无破裂。采用渗型铸造，铸件内腔要求较高，采用树脂砂壳芯<br>要求铸铁牌号：合金球墨铸铁 QT500—7 (含铜)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 500$ MPa，断后伸长率 $\delta \geq 7\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C3.6—3.8，Si2.0—2.3，Mn0.3—0.5，P<0.1，S<0.1，Cu0.2—0.4，RE0.02—0.05，Mg0.03—0.05  |

(续)

| 配 料       |             |           |        |       |       |        |       |        |        |
|-----------|-------------|-----------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| 炉料名称      | 炉料成分(%)     |           |        |       |       |        |       |        |        |
|           | C           | Si        | Mn     | P     | S     |        |       |        |        |
| 本溪生铁      | 4.30        | 1.85      | 0.64   | 0.063 | 0.030 |        |       |        |        |
| 废钢        | 1.70        | 0.20      | 0.40   | —     | —     |        |       |        |        |
| 75%硅铁     | —           | 75        | —      | —     | —     |        |       |        |        |
| 炉料名称      | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |        |       |       |        |       |        |        |
|           |             | C         | Si     | Mn    | P     | S      | Cu    | RE     | Mg     |
| 本溪生铁      | 87          | 3.74      | 1.61   | 0.56  | 0.055 | 0.026  |       |        |        |
| 废钢        | 13          | 0.22      | 0.03   | 0.05  | —     | —      |       |        |        |
| 75%硅铁     | 0.5         | —         | 0.38   | —     | —     | —      |       |        |        |
| 合计        |             | 3.96      | 2.02   | 0.61  | 0.055 | 0.026  | —     | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |             | -0.20     | -0.303 | -0.15 | 0     | +0.026 | —     | —      | —      |
| (原铁液)     |             | 3.76      | 1.72   | 0.46  | 0.055 | 0.052  | —     | —      | —      |
| 球化孕育吸收    |             | —         | +0.76  | —     | —     | -0.022 | +0.25 | +0.033 | +0.045 |
| (球化孕育后铁液) |             | 3.76      | 2.48   | 0.46  | 0.055 | 0.030  | 0.25  | 0.033  | 0.045  |

注：1. 采用多排小风口热风冲天炉熔炼，熔化率3t/h，炉内熔化元素增减：C-5%，Si-15%，Mn-25%，P不变，S+100%。

2. 球化处理用含5.5%RE，7.5%Mg，42%Si的合金，加入1.5%；孕育处理用含75%硅铁，加入0.6%；并加0.3%纯铜切屑。

3. 炉前，浇注圆柱试棒，冷却后敲断观察断面，判断球化及孕育效果。

4. 检测结果：

化学成分(%)：C3.58，Si2.44，Mn0.59，P0.072，S0.031，Cu-，RE0.044，Mg0.030；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 549MPa，断后伸长率 $\delta$ 9%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于电器产品中要求合金球墨铸铁QT500-7的电焊机的套筒，对焊机的托架、连杆，UN系列焊机的汽缸座以及冷冲模架的底板等铸件。

配料实例 432 表 1.2-76 QT500—7 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 传动蜗轮 (化工机械类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 790\text{mm} \times 160\text{mm}$ , 为带辐条的圆盘结构, 铸件毛重 480kg, 主要壁厚 65mm。采用干型无冒口铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT500—7。抗拉强度 $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 7\%$ , 硬度 170~240HBS |
| 合金成分控制 (%) | C3.5~3.7, Si2.5~2.8, Mn<0.7, P $\leq$ 0.08, S $\leq$ 0.03, RE0.03~0.04, Mg0.04~0.06   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|--------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|        | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 本溪生铁   | 4.27     | 1.38       | 0.72  | 0.052 | 0.030 |        |
| 回炉料    | 3.40     | 2.60       | 0.66  | 0.073 | 0.030 |        |
| 废钢     | 0.40     | 0.35       | 0.50  | 0.030 | 0.020 |        |
| 75%硅铁  |          | 75         |       |       |       |        |
| 炉料名称   | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|        |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 本溪生铁   | 63       | 2.69       | 0.87  | 0.45  | 0.033 | 0.019  |
| 回炉料    | 22       | 0.75       | 0.57  | 0.15  | 0.016 | 0.006  |
| 废钢     | 15       | 0.06       | 0.05  | 0.08  | 0.005 | 0.003  |
| 75%硅铁  | 0.8      | —          | 0.60  | —     | —     | —      |
| 合计     |          | 3.50       | 2.09  | 0.68  | 0.054 | 0.028  |
| 炉内熔化增减 |          | +0.18      | -0.31 | -0.13 | 0     | +0.014 |
| (原铁液)  |          | 3.68       | 1.78  | 0.55  | 0.054 | 0.042  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口热风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉前, 球化处理用稀土镁合金, 加入量 1.4%; 孕育处理用 75%硅铁, 加入量 0.8%, 吸收率 90%。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口和断口状况, 判别球化级别。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于化工机械中要求球墨铸铁 QT500—7 的齿轮等铸件。

配料实例 433 表 1.2-77 QT500—7 的球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 后桥壳体 (拖拉机类 75 马力拖拉机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1050mm × 442mm × 396.5mm, 为壳形结构, 铸件毛重 228kg, 主要壁厚 28mm, 但壁厚不均匀, 最厚处 40mm, 最薄处 10mm, 六面加工 采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT500—7。抗拉强度 $\sigma_b > 500\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 7\%$ , 硬度 147~241HBS。金相组织, 球化率 $\geq 5$ 级, 球光体 25%~75%, 渗碳体 $\leq 2\%$ , 磷共晶 $\leq 1\%$ |
| 合金成分控制 (%) | (原铁液) C3.75~4.00, Si1.40~1.70, Mn0.35~0.60, P $\leq$ 0.10, S $\leq$ 0.08   |

## 配 料

| 炉料名称          | 邢台 Z14 生铁 | 回炉料    | 废钢     | 75% 硅铁 | 锰铁 |
|---------------|-----------|--------|--------|--------|----|
| 配料比例 (%) / kg | 65/650    | 25/250 | 10/100 | 0.2/2  | —  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 冷风无前炉开渣口操作外水冷式三排风口直筒形冲天炉, 熔化率 12t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 10%。

2. 邢台 Z14 生铁成分 (%): C4.26, Si1.31, Mn0.50。

回炉铁成分 (%): C3.85, Si2.80, Mn0.50。

3. 炉前, 球化处理采用稀土镁合金, 孕育处理采用 75% 硅铁。

4. 检测结果:

化学成分 (%): (原铁液) C3.95%, Si1.43, Mn0.45, P0.090, S0.063;

力学性能: (处理后) 抗拉强度  $\sigma_b \geq 559\text{MPa}$ , 硬度 173HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于 75 马力拖拉机中要求球墨铸铁 QT500—7 的前壳体等铸件。

配料实例 434 表 1.2-78 QT500—7 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 冷却水套 (船用机械类船用 390 柴油机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1760mm × 580mm × 202mm, 结构不复杂, 但平面大, 易产生疏松、夹杂等铸造缺陷, 铸件毛重 600kg, 最大壁厚 100mm, 上下两个大平面要进行机加工。采用干型铸造。铸件要求进行高温退火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT500—7。抗拉强度 $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 7\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.6, Si2.1~2.4, Mn0.5~0.7, P<0.12, S<0.04, RE0.03~0.05, Mg0.03~0.06  |

(续)

| 配 料     |      |     |    |       |       |
|---------|------|-----|----|-------|-------|
| 炉料名称    | 本溪生铁 | 回炉铁 | 废钢 | 77%硅铁 | 81%锰铁 |
| 配料比例(%) | 60   | 30  | 10 | 0.41  | 0.31  |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口曲线炉膛热风冲天炉，炉内碳增加0.14%、硅烧损20%、锰烧损31.2%、硫增加60%、磷不变。
2. 炉前，球化处理用稀土镁合金（RE9、Mg8），加入量1.8%；孕育处理用77%硅铁，加入量0.7%~0.9%。
3. 炉前，根据三角试片的断口和白口大小鉴别球化情况。
4. 检测结果：  
力学性能：抗拉强度 $\sigma_t$ 549MPa，断后伸长率 $\delta$ 10%，硬度185HBS。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
6. 本配料还适用于船用390柴油机中要求球墨铸铁QT500—7的喷油泵体、泵体、前端框架、后端框架等铸件。

配料实例 435~440 表 1.2-79 QT500—7 的 (合金) 球墨铸铁配料

| 序号       | 牌号              | 配料比(%) |     |     |             |             |        |     | 铁液成分(%) |            |         |                                       | 应用      |                 |          |
|----------|-----------------|--------|-----|-----|-------------|-------------|--------|-----|---------|------------|---------|---------------------------------------|---------|-----------------|----------|
|          |                 | 新 生 铁  |     |     |             | 回炉铁<br>(球铁) | 废<br>钢 | 合 金 |         |            | C       | Si                                    |         | Mn              | 合金<br>元素 |
|          |                 | Z14    | Z18 | L08 | Q12         |             |        | 硅铁  | 锰铁      | 其他         |         |                                       |         |                 |          |
| 配料实例 435 | QT500—7<br>(铸态) | —      | —   | 44  | —           | 40          | 16     | 0.4 | —       | —          | 3.6~3.8 | $\frac{1.2}{2.8}$ ~ $\frac{1.8}{3.2}$ | <0.5    | —               | 机床零件     |
| 配料实例 436 |                 | —      | —   | —   | (Q10)<br>90 | —           | 10     | 0.4 | —       | —          | 3.5~3.7 | $\frac{1.0}{2.0}$ ~ $\frac{1.8}{2.6}$ | 0.3~0.5 | —               | 纺织机械零件   |
| 配料实例 437 |                 | —      | 50  | —   | —           | 35          | 15     | 0.6 | —       | —          | 3.5~3.8 | $\frac{1.6}{2.6}$ ~ $\frac{1.8}{2.9}$ | 0.4~0.6 | —               | 食品机械零件   |
| 配料实例 438 |                 | —      | —   | —   | 60          | 30          | 10     | 0.5 | —       | —          | 3.5~3.8 | $\frac{1.6}{2.8}$ ~ $\frac{1.9}{3.2}$ | <0.5    | —               | 运输机械零件   |
| 配料实例 439 |                 | 85     | —   | —   | —           | —           | 15     | 0.4 | —       | 铅铁<br>0.86 | 3.6~3.8 | $\frac{1.2}{2.4}$ ~ $\frac{1.6}{2.8}$ | 0.3~0.5 | Mo<br>0.35~0.70 | 电力机械零件   |
| 配料实例 440 |                 | —      | 40  | —   | —           | 53          | 7      | —   | —       | 紫铜<br>0.3  | 3.6~3.8 | $\frac{1.2}{2.0}$ ~ $\frac{1.6}{2.3}$ | 0.3~0.5 | Cu<br>0.2~0.4   | 电力机械零件   |

- 注：1. 铁液成分中Si含量“分子/分母”，分子为原铁液Si含量，分母为球化孕育后终Si含量。
2. 使用的新生铁中含Mn、P、S量应低。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 441~444 表 1.2-80 QT500—7 的 (合金) 球墨铸铁配料

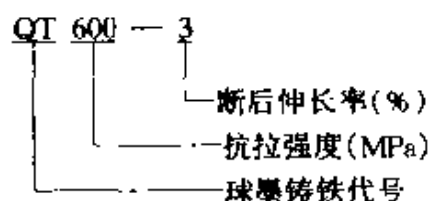
| 序号       | 牌号                | 配料比 (%) |     |     |               |             |        |           |     | 铁液成分 (%)       |         |                                   |         | 应用                      |          |
|----------|-------------------|---------|-----|-----|---------------|-------------|--------|-----------|-----|----------------|---------|-----------------------------------|---------|-------------------------|----------|
|          |                   | 新生铁     |     |     |               | 回炉铁<br>(球铁) | 废<br>钢 | 合金        |     |                | C       | Si                                | Mn      |                         | 合金<br>元素 |
|          |                   | Z14     | Z18 | L08 | Q12           |             |        | 硅铁        | 锰铁  | 其他             |         |                                   |         |                         |          |
| 配料实例 441 | QT500—7<br>(热处理态) | 60      | —   | —   | —             | 30          | 10     | —         | —   | —              | 3.6~3.8 | $\frac{1.3\sim 1.6}{2.5\sim 2.9}$ | <0.6    | —                       | 通用机械零件   |
| 配料实例 442 |                   | —       | —   | —   | (Q10)<br>62.5 | 25          | 12.50  | 0.75      | 0.5 | —              | 3.6~3.9 | $\frac{1.3\sim 1.7}{2.5\sim 2.9}$ | 0.5~0.8 | —                       | 机床零件     |
| 配料实例 443 |                   | 85      | —   | —   | —             | 炭精<br>0.05  | 15     | 钼铁<br>0.6 | 1   | 电解<br>铜<br>0.7 | 3.5~3.9 | $\frac{1.2\sim 1.6}{2.1\sim 2.5}$ | 0.5~0.9 | Mo0.15~0.4<br>Cu0.3~0.8 | 电力机械零件   |
| 配料实例 444 |                   | 63      | —   | —   | —             | 22          | 15     | 0.8       | —   | —              | 3.5~3.7 | $\frac{1.7\sim 1.9}{2.5\sim 2.8}$ | <0.7    | —                       | 石油化工机械零件 |

注: 1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”, 分子为原铁液 Si 含量, 分母为球化孕育后终 Si 含量。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 5. QT600—3 的球墨铸铁配料 (配料实例 445~489)

QT600—3 的主要含义如下:



对于压缩机、制冷机、空分制氧机、车床、冲压设备、铸造设备、塑料机械、陶瓷机械、矿山机械、起重机械、建材机械、石油机械、手扶拖拉机、收获机械、重型载重汽车、中型载重汽车、船用机械、大中型柴油机、小型柴油机等类铸件的 QT600—3 的球墨铸铁配料, 可查配料实例 445~配料实例 489 或表 1.2-81~表 1.2-114。

配料实例 445 表 1.2-81 QT600—3 的合金球墨铸铁配料

|      |  |
|------|--|
| 铸件名称 | 曲轴 (压缩机类 4M8 (3A) 压缩机零件)   |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 3430mm×540mm×540mm, 为长轴类结构, 有四个曲拐, 轴径壁厚 70mm, 铸件重 1400kg。采用干型、干芯铸造。铸件需经正火处理<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT600—3 (含 Cu、Mo)。抗拉强度 $\sigma_b > 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\geq 3\%$ , 冲击韧度 $a_K \geq 15\text{J}/\text{cm}^2$ , 硬度 229~302HHS。基体组织为片状珠光体 $\geq 75\%$ , 磷共晶+渗碳体 $\leq 5\%$ , 球化等级不低于 3 |



(续)

|           |   |            |       |       |       |        |       |       |       |       |
|-----------|---|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 合金成分      | C3.5~3.8, Si1.7~2.2, Mn<0.5, P<0.08, S<0.03, Cu0.4~0.7, Mo0.2 |            |       |       |       |        |       |       |       |       |
| 控制 (%)    | ~0.4, RE0.03~0.06, Mg0.04~0.07                                |            |       |       |       |        |       |       |       |       |
| 配 料       |   |            |       |       |       |        |       |       |       |       |
| 炉料名称      | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |        |       |       |       |       |
|           | C   | Si         | Mn    | P     | S     |        |       |       |       |       |
| 鞍山生铁      | 4.10  | 0.80       | 0.20  | 0.060 | 0.030 |        |       |       |       |       |
| 废钢        | 0.20  | 0.30       | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |       |       |       |       |
| 75%硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     |        |       |       |       |       |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |       |       |       |
|           |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cu    | Mo    | RE    | Mg    |
| 鞍山生铁      | 90  | 3.69       | 0.72  | 0.18  | 0.054 | 0.027  | —     | —     | —     | —     |
| 废钢        | 10  | 0.02       | 0.03  | 0.05  | 0.002 | 0.002  | —     | —     | —     | —     |
| 75%硅铁     | 0.7   | —          | 0.53  | —     | —     | —      | —     | —     | —     | —     |
| 合计        |   | 3.71       | 1.28  | 0.23  | 0.056 | 0.029  | —     | —     | —     | —     |
| 炉内熔化增减    |   | 0          | -0.26 | -0.05 | 0     | +0.029 | —     | —     | —     | —     |
| (原铁液)     |   | 3.71       | 1.02  | 0.18  | 0.056 | 0.058  | —     | —     | —     | —     |
| 炉外球化增减    |   | 0          | +0.5  | -0.03 | 0     | -0.032 | +0.50 | +0.27 | +0.05 | +0.06 |
| 出铁槽孕育吸收   |   | —          | +0.24 | —     | —     | —      | —     | —     | —     | —     |
| 浇口杯瞬时孕育吸收 |   | —          | +0.14 | —     | —     | —      | —     | —     | —     | —     |
| (球化孕育后铁液) |   | 3.71       | 1.90  | 0.15  | 0.056 | 0.026  | 0.50  | 0.27  | 0.05  | 0.06  |

- 注：1. 采用中央送风热风冲天炉熔炼，熔化率 5t/h，炉内硅烧损 20%、锰烧损 20%、硫增加 100%、碳和磷不变，铁液出炉温度 1410~1450°C，铁液平均温度 1420°C。
2. 炉前，球化处理用稀土镁合金 (RE7%~9%、Mg9%~11%、Si40%)，加入量 1.5%，吸收率 40%，在球化处理同时压入 55%的钼铁 0.05%、100%的电解钢 0.50%；孕育处理用 75%硅铁，出铁槽二次孕育，加入量 0.4%，吸收率 80%；浇口杯上二次孕育，加入量 0.2%，吸收率 90%。
3. 炉前，用三角试片检验白口宽度大小，控制铁液成分，球化孕育后三角试片白口宽度为 7~9mm。用快速金相观察球化等级。
4. 验收项目：力学性能，金相组织。
5. 检测结果：  
化学成分 (%)：C3.61, Si1.98, Mn0.23, P0.057, S0.028, Cu0.51, Mo0.025, RE0.042, Mg0.067；  
力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 780MPa，断后伸长率  $\delta$ 3.5%，硬度 252~255HBS，冲击韧度  $\alpha_K$ 36~39J/cm<sup>2</sup>；  
金相组织：球化 1~2 级，石墨大小 2 级，珠光体 95%，碳化物+磷共晶 1%。
6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
7. 本配料还适用于压缩机中要求球墨铸铁 QT600-3 (含 Cu、Mo) 的轴直径大于 200mm 的大型中空曲轴等铸件。

配料实例 446 表 1.2-82 QT600-3 的渗氮合金球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 氮化缸套 (压缩机类 2D 系列压缩机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 225\text{mm} \times 915\text{mm}$ , 为筒形结构, 壁厚 25mm, 铸件重为 92kg, 采用上雨淋浇注, 干型、干芯铸造<br>要求铸铁牌号: 渗氮合金球墨铸铁 QT600-3 (含 Cu、Mo), 抗拉强度 $\sigma_t > 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 3\%$ , 冲击韧性 $a_k \geq 15\text{J}/\text{cm}^2$ , 铸态硬度 229~255HBS, 氮化后硬度 241~269HBS |
| 合金成分控制 (%) | C3.5~3.8, Si1.7~2.2, Mn<0.5, P<0.08, S<0.03, Cu0.4~0.7, Mo0.2~0.4, RE0.03~0.06, Mg0.04~0.07  |

## 配 料

| 炉料名称                | 炉料成分 (%) |            |      |       |       |        |      |       |        |       |
|---------------------|----------|------------|------|-------|-------|--------|------|-------|--------|-------|
|                     | C        | Si         | Mn   | P     | S     |        |      |       |        |       |
| 鞍山生铁                | 4.1      | 1.4        | 0.5  | 0.06  | 0.03  |        |      |       |        |       |
| 废钢                  | 0.2      | 0.3        | 0.5  | 0.02  | 0.02  |        |      |       |        |       |
| 75% 硅铁              | —        | 75         | —    | —     | —     |        |      |       |        |       |
| 炉料名称                | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |      |       |       |        |      |       |        |       |
|                     |          | C          | Si   | Mn    | P     | S      | Cu   | Mn    | RE     | Mg    |
| 鞍山生铁                | 90       | 3.69       | 1.26 | 0.45  | 0.054 | 0.027  | —    | —     | —      | —     |
| 废钢                  | 10       | 0.02       | 0.03 | 0.05  | 0.002 | 0.002  | —    | —     | —      | —     |
| 75% 硅铁              | 0.3      | —          | 0.23 | —     | —     | —      | —    | —     | —      | —     |
| 合计                  |          | 3.71       | 1.52 | 0.50  | 0.056 | 0.029  | —    | —     | —      | —     |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)     |          | 0          | -0.3 | -0.10 | 0     | +0.029 | —    | —     | —      | —     |
| 炉外球化增减              |          | 0          | +0.5 | -0.08 | 0     | -0.032 | +0.5 | +0.27 | +0.045 | +0.06 |
| 炉外孕育吸收<br>(球化孕育后铁液) |          | —          | +0.3 | —     | —     | —      | —    | —     | —      | —     |
|                     |          | 3.71       | 2.02 | 0.32  | 0.056 | 0.026  | 0.5  | 0.27  | 0.045  | 0.06  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风热风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 20%、硫增加 100%, 碳和磷不变, 铁液出炉温度 1410~1450°C, 铁液平均温度 1420°C。

2. 炉前, 钢以电解铜板剪成 (40×40) mm 小块加入包中, 钼以钼含量  $\geq 55\%$  的粒度 5~10mm 的钼铁加入包中。

3. 炉前, 球化处理用冲入法球化工艺, 包中加稀土镁合金 (RE7%~9%、Mg9%~11%、Si40%), 加入量 1.5%, 吸收率 40%。

4. 球化反应后, 扒净渣, 二次出铁, 在出铁槽中加 75% 硅铁孕育, 孕育量为 0.5%, 吸收率为 80%。

5. 炉前, 用三角试片检验白口宽度大小, 控制铁液成分, 球化孕育后三角白口宽度为 4~7mm。用快速金相观察球化等级。

6. 检测结果:

化学成分 (%): C3.68, Si1.91, Mn0.34, P0.064, S0.027, Cu0.52, Mo0.26, RE0.043, Mg0.062;

力学性能: 铸态, 抗拉强度  $\sigma_b 735\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta 5.5\%$ , 硬度 229~230HBS, 冲击韧性  $a_k 40\sim 48\text{J}/\text{cm}^2$ ;

金相组织: 球化 1 级, 石墨大小 2 级, 珠光体 90%, 碳化物+磷共晶 < 1%。

7. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

8. 本配料还适用于要求合金球墨铸铁 QT600-3 (含 Cu、Mo) 的, 壁厚在 22~30mm 的渗氮合金球墨铸铁缸套。根据铸件壁厚情况, 炉前调整硅铁孕育剂量, 控制三角试片白口宽度以与壁厚情况相适应。

配料实例 447 表 1.2-83 QT600—3 的球墨铸铁配料

| 铸件名称          | 曲轴 (制冷机类 8S—12.5 单级制冷压缩机零件)  |       |      |       |         |             |       |        |        |         |          |        |      |
|---------------|--|-------|------|-------|---------|-------------|-------|--------|--------|---------|----------|--------|------|
| 铸件特点          | 铸件主要轮廓尺寸: 主轴颈 $\phi 100\text{mm}$ , 连杆轴颈 $\phi 95\text{mm}$ , 全长 $895\text{mm}$ , 形状简单, 壁较厚, 加工面较多, 铸件毛重 $120\text{kg}$ , 使用时由于受力复杂, 故要求力学性能高, 铸件要求正火处理, 同一零件的最大硬度偏差为 30。采用手工造型, 表干后浇注。铸件的摩擦面不允许有任何铸造缺陷<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600—3。抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\geq 3\%$ , 硬度 $229 \sim 302\text{HBS}$ 。金相组织要求: 石墨球分级不得低于 3 级, 球径 $> 3 \sim 8\mu\text{m}$ |       |      |       |         |             |       |        |        |         |          |        |      |
| 合金成分控制 (%)    | $\text{C}(3.6 \sim 3.8, \text{Si}2.0 \sim 2.4, \text{Mn}0.5 \sim 0.7, \text{P} < 0.08, \text{S} < 0.025, \text{RE}0.035 \sim 0.050, \text{Mg}0.035 \sim 0.050$   |       |      |       |         |             |       |        |        |         |          |        |      |
| 配 料           |  |       |      |       |         |             |       |        |        |         |          |        |      |
| 原材料名称         | 编号   | 每批加入量 |      | C (%) |         | S (%)       |       | Si (%) |        | P (%)   |          | Mn (%) |      |
|               |  | (%)   | /kg  | 含量    | 加入量     | 含量          | 加入量   | 含量     | 加入量    | 含量      | 加入量      | 含量     | 加入量  |
| 本溪生铁          |  | 50    | 275  | 4.38  | 2.19    | 0.027       | 0.014 | 1.14   | 0.57   | 0.051   | 0.026    | 0.1    | 0.05 |
| 废钢            |  | 10    | 55   | 0.4   | 0.04    | 0.04        | 0.004 | 0.4    | 0.04   | 0.04    | 0.004    | 0.4    | 0.04 |
| 球铁回炉料         |  | 40    | 220  | 3.7   | 1.48    | 0.02        | 0.008 | 2.5    | 1.00   | 0.05    | 0.020    | 0.5    | 0.2  |
| 合计装入成分        |  |       |      |       | 3.71    |             | 0.026 |        | 1.61   |         | 0.050    |        | 0.29 |
| 元素烧损或增加       |  |       |      |       | 0       |             | +4%   |        | -15%   |         | 0        |        | -15% |
| 熔化后成分         | 估计   |       | 3.71 |       | 0.027   |             | 1.37  |        | 0.05   |         | 0.25     |        |      |
|               | 实际   |       |      |       |         |             |       |        |        |         |          |        |      |
| 炉前球墨化处理合金加入工艺 | 序号   | 类别    | 名称   | 规格    | 加入量     | 每吨铁液加入量 /kg |       | 炉前损耗   | 辅料加工情况 |         |          |        |      |
|               | 1  | 球化剂   | 稀土镁  | SH-1  | 1.3~1.5 | 13~15       |       |        | 名称     | 加入量 (%) | 每批加入 /kg |        |      |
|               | 2  | 墨化剂   | 砂铁   | 75#   | 10      | 10          |       |        | 石灰石    | 2       | 11       |        |      |
|               | 3  |       | 锰铁   | 65#   | 0.4     | 4           |       |        | 焦炭     |         | 40       |        |      |
|               | 4  |       | 纯锡   |       | 0.04    | 0.4         |       |        | 废电极    |         |          |        |      |
| 最终成分          | 估计   |       | 3.7  |       | 0.02    |             | 2.5   |        | 0.05   |         | 0.5      |        |      |
|               | 实际   |       |      |       |         |             |       |        |        |         |          |        |      |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口曲线炉膛密筋式热风炉胆冲天炉, 熔化率  $5\text{t/h}$ , 硅烧损  $15\%$ 、锰烧损  $15\%$ 、硫增加  $4\%$ 、碳和磷不变。

2. 炉前, 球墨化处理见表。

3. 炉前用三角试块检验试块断面光泽, 白口深度及中心缩孔。

4. 检测结果:

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 897\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta 4.5\%$ 、硬度  $247\text{HBS}$ ;

金相组织: 球化 3 级, 石墨  $> 3 \sim 8\text{mm}$ , 珠光体  $90\%$ , 铁素体  $10\%$ , 渗碳体  $< 2\%$ 。

5. 成分含量皆指质量分数。

6. 本配料还适用于制冷机中要求球墨铸铁 QT600—3 的各种铸件, 如活塞式 12.5 系列制冷压缩机 8S、6W、4V、2L 及 8S—70、4V—70 中的曲轴及活动环筒子等铸件。

配料实例 448 表 1.2-84 QT600—3 的合金球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 曲轴 (空分制氧机类 3L—10/8 空压机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 817mm×170mm×150mm, 为单拐圆柱形, 平均直径 $\phi 100$ mm, 铸件毛重 65kg, 全部加工。采用干型铸造。毛坯需要正火、回火处理<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT600—3 (含 Cu)。抗拉强度 $\sigma_b > 600$ MPa, 断后伸长率 $\delta > 3\%$ , 硬度 229—302HBS |
| 合金成分控制 (%) | C3.4—3.6, Si2.2—2.6, Mn0.55—0.65, S < 0.04, P < 0.10, Cu0.5, RE0.055—0.065, Mg0.055—0.065   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |            |       |       |        |        |       |        |        |
|--------|----------|------------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|
|        | C        | Si         | Mn    | S     | P      | Cu     | RE    | Mg     | Fe     |
| 张店生铁   | 4.20     | 1.46       | 0.88  | 0.062 | 0.080  |        |       |        |        |
| 历城生铁   | 3.86     | 1.96       | 0.36  | 0.019 | 0.110  |        |       |        |        |
| 球铁回炉   | 3.50     | 2.30       | 0.60  | 0.040 | 0.090  | 0.5    | 0.060 | 0.06   |        |
| 废钢     | 0.30     | 0.30       | 0.50  | 0.040 | 0.040  |        |       |        |        |
| 60% 锰铁 |          |            | 60    |       |        |        |       |        |        |
| 75% 硅铁 |          |            | 70    |       |        |        |       |        |        |
| 稀土镁合金  |          | 33         |       |       |        | 15     | 7—8   | 8—9    | 35     |
| 炉料名称   | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |        |       |        |        |
|        |          | C          | Si    | Mn    | S      | P      | Cu    | RE     | Mg     |
| 张店生铁   | 30       | 1.26       | 0.44  | 0.26  | 0.019  | 0.024  |       |        |        |
| 历城生铁   | 30       | 1.16       | 0.59  | 0.11  | 0.006  | 0.033  |       |        |        |
| 球铁回炉   | 20       | 0.70       | 0.46  | 0.12  | 0.008  | 0.018  | 0.10  | 0.012  | 0.012  |
| 废钢     | 20       | 0.06       | 0.06  | 0.10  | 0.008  | 0.008  |       |        |        |
| 60% 锰铁 | 0.2      |            |       | 0.12  |        |        |       |        |        |
| 75% 硅铁 | 0.7      |            |       |       |        |        |       |        |        |
| 稀土镁合金  | 2.2      |            |       |       |        |        |       |        |        |
| (合计)   |          | 3.18       | 1.55  | 0.71  | 0.041  | 0.083  | 0.10  |        |        |
| 炉内熔化增减 |          | +0.34      | -0.31 | -0.10 | +0.032 |        |       |        |        |
| (原铁液)  |          | 3.52       | 1.24  | 0.61  | 0.073  | 0.083  |       |        |        |
| 球化处理加入 |          |            | +0.72 |       | -0.040 | -0.013 | +0.33 | +0.198 | +0.176 |

(续)

|             | 配料计算成分(%) |      |      |       |       |      |        |        |
|-------------|-----------|------|------|-------|-------|------|--------|--------|
|             | C         | Si   | Mn   | S     | P     | Cu   | RE     | Mg     |
| 炉外二次孕育 0.7% |           | 0.49 |      |       |       |      | -0.142 | -0.115 |
| (球化孕育后铁液)   | 3.52      | 2.45 | 0.61 | 0.033 | 0.070 | 0.43 | 0.056  | 0.061  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口灯罩式曲线炉膛冲天炉，熔化率 5t/h，风口总面积占炉膛截面积的 2.2%，炉内碳增加 9.7%、硅烧损 20%、锰烧损 14.3%、硫增加 78.6%、磷不变。

2. 炉前用稀土镁合金 (RE7%~8%、Mg8%~9%、Cu15%、Si33%) 进行球化处理，加入量 2.2% 左右；用 75% 硅铁进行二次孕育处理，加入量 0.7% 左右，球化孕育：Si 吸收 100%，Mn 不变，S-55%，P-15%，Cu 不变，RE 吸收 28.28%，Mg 吸收 34.6%。

3. 观察三角试片断口为银灰色即可浇注。

4. 当包内球铁液浇注 2/3 时，再浇注 R25 的梅花试棒。试棒与同包曲轴一同装入同一窑，经 920°C 保温 3.5h，随炉冷至 750°C 保温 0.5h 出窑，后经 550°C 保温 2.5h，出窑。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 检测结果：

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  773MPa，断后伸长率  $\delta$  3.3%，硬度 238HBS；

金相组织：石墨，球化率一类 B (中)；基体，珠光体约占 83%、铁素体 15%、渗碳体 2%。

配料实例 449 表 1.2-85 QT600—3 的合金球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 曲轴 (空分制氧机类空压机零件)   |
| 铸件特点       | <p>铸件轮廓尺寸 <math>\phi 120\text{mm} \times 858\text{mm}</math>，为单拐圆柱体结构，主要壁厚 <math>\phi 120\text{mm}</math> (实体)，铸件毛重 180kg，铸件要求球化处理，球化等级三级以上，铸件加工后，不允许有缩孔、疏松、皮下气孔、石墨漂浮及裂纹、斑疤等铸造缺陷，需作磁力探伤检查。采用干型铸造，铸件要求正火处理，要求珠光体 <math>\geq 85\%</math>、磷共晶 <math>\leq 1\%</math>、渗碳体 <math>\leq 2\%</math></p> <p>要求铸铁牌号：合金球墨铸铁 QT600—3 (含 Cu)，抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 600\text{MPa}</math>，断后伸长率 <math>\delta \geq 3\%</math>，硬度 <math>\geq 220\text{HBS}</math></p> |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.7, Si2.4~2.8, Mn0.5~0.8, P<0.08, S<0.08, Cu0.5~0.8, RE0.02~0.04, Mg0.04~0.06  |

(续)

| 配 料       |             |           |       |       |       |        |    |    |      |
|-----------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|----|----|------|
| 炉料名称      | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |    |    |      |
|           | C           | Si        | Mn    | P     | S     |        |    |    |      |
| 本溪生铁      | 4.18        | 0.92      | 0.67  | 0.060 | 0.040 |        |    |    |      |
| 废钢        | 0.20        | 0.30      | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |    |    |      |
| 75%硅铁     | —           | 75        | —     | —     | —     |        |    |    |      |
| 锰 1       | —           | —         | 79    | —     | —     |        |    |    |      |
| 电解钢       | —           | —         | —     | —     | —     |        |    |    |      |
| 炉料名称      | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |    |    |      |
|           |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      | RE | Mg | Cu   |
| 本溪生铁      | 85          | 3.55      | 0.78  | 0.57  | 0.051 | 0.034  |    |    |      |
| 废钢        | 15          | 0.03      | 0.05  | 0.08  | 0.003 | 0.003  |    |    |      |
| 75%硅铁     | 1.15        | —         | 0.86  | —     | —     | —      |    |    |      |
| 锰 1       | 0.15        | —         | —     | 0.12  | —     | —      |    |    |      |
| 电解钢       | 0.47        | —         | —     | —     | —     | —      | —  | —  | 0.47 |
| 合计        |             | 3.58      | 1.69  | 0.77  | 0.054 | 0.037  | —  | —  | 0.47 |
| 炉内熔化增减    |             | 0         | -0.25 | -0.15 | 0     | +0.037 | —  | —  | —    |
| (原铁液)     |             | 3.58      | 1.44  | 0.62  | 0.054 | 0.074  | —  | —  | 0.47 |
| 炉外球化孕育吸收  |             | —         | +1.10 | —     | —     | -0.037 | 微量 | 微量 | 0.20 |
| (球化孕育后铁液) |             | 3.58      | 2.54  | 0.62  | 0.054 | 0.037  | 微量 | 微量 | 0.67 |

注：1. 采用熔炼炉类型：连续出铁、出渣、热风、两排大间距冲天炉。炉内熔化元素增减率：C不变，Si-15%，Mn-20%，P不变，S+100%。

2. 炉前球化处理采用冲入法，100kg铁液加球化剂1.7kg，覆盖75%硅铁0.3kg；孕育加75%硅铁0.7kg；球化剂中含硅30%，含铜12%。

3. 在球化处理时观察铁液反应程度、反应时间长短。第二次出铁时，观察铁液表面冒出火苗的多少及高度。用三角试片检查三角白口大小、断面色泽、晶粒粗细、有否中心缩孔及二侧面缩凹，断口有无小黑点。白口数过大时，在铁液包中再加入75%硅铁孕育。

4. 浇注时，在铁液包嘴上方加入75%硅铁，进行浇杯孕育。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于空分制氧设备中，要求球墨铸铁QT600-3的其他曲轴、连杆体铸件，例如：氧压机的曲轴、连杆体，膨胀机的曲轴、连杆体等铸件。

配料实例 450 表 1.2-86 QT600-3 的球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 汽缸套 (空分制氧机类氮气压缩机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 750\text{mm} \times 1400\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 146.3kg, 主要壁厚 50mm, 全部加工。采用干型铸造。铸件要求正火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600-3。抗拉强度 $\sigma_b > 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 3\%$ , 硬度 229~302HBS |
| 合金成分控制 (%) | C3.6~3.8, Si2.1~2.5, Mn0.5~0.8, S $\leq$ 0.025, P<0.08, Mg0.03~0.06, RE0.02~0.05   |

## 配 料

| 炉料名称                | 炉料成分 (%) |            |                 |       |       |        |        |        |
|---------------------|----------|------------|-----------------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                     | C        | Si         | Mn              | P     | S     | RE     | Mg     |        |
| 本溪生铁                | 4.27     | 1.52       | 0.57            | 0.040 | 0.050 | —      | —      |        |
| 球铁回炉铁               | 3.60     | 2.30       | 0.70            | 0.040 | 0.025 | 0.040  | 0.055  |        |
| 废钢                  | 0.20     | 0.30       | 0.60            | 0.017 | 0.019 | —      | —      |        |
| 硅铁                  | —        | 75         | —               | —     | —     | —      | —      |        |
| 锰铁                  | —        | —          | 60              | —     | —     | —      | —      |        |
| 球化剂                 | —        | 44         | 4               | —     | —     | 5      | 8      |        |
| 炉料名称                | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |                 |       |       |        |        |        |
|                     |          | C          | Si              | Mn    | P     | S      | RE     | Mg     |
| 本溪生铁                | 60       | 2.56       | 0.91            | 0.34  | 0.024 | 0.030  | —      | —      |
| 球铁回炉铁               | 20       | 0.72       | 0.46            | 0.14  | 0.008 | 0.005  | 0.008  | 0.010  |
| 废钢                  | 20       | 0.04       | 0.06            | 0.12  | 0.003 | 0.004  | —      | —      |
| 硅铁                  | 0.125    | —          | 0.09            | —     | —     | —      | —      | —      |
| 锰铁                  | 0.125    | —          | —               | 0.08  | —     | —      | —      | —      |
| 球化剂                 | 1.5      | —          | —               | —     | —     | —      | 0.075  | 0.120  |
| 合计                  |          | 3.32       | 1.52            | 0.60  | 0.035 | 0.039  | 0.083  | 0.130  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)     |          | +0.33      | -0.15           | -0.12 | 0     | +0.031 | —      | —      |
|                     |          | 3.65       | 1.37            | 0.48  | 0.035 | 0.070  | 0.083  | 0.130  |
| 炉外孕育吸收              |          | —          | (孕育吸收)<br>+0.36 | —     | —     | —      | —      | —      |
| 炉外球化吸收<br>(球化孕育后铁液) |          | —          | +0.53           | +0.05 | —     | -0.049 | -0.036 | -0.070 |
|                     |          | 3.65       | 2.26            | 0.53  | 0.035 | 0.021  | 0.047  | 0.060  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 间断出铁、出渣, 密肋炉胆热风三排小风口冲天炉, 炉内硅烧损 10%、锰烧损 20%、碳增加 10%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉前, 球化处理用稀土镁合金 (RE5%、Mg8%、Si44%、Mn4%), 加入量 1.5%, 镁吸收率 35%~50%, 稀土吸收率 40%~66%, 脱硫率 70%; 孕育处理用 75%硅铁, 加入量 0.6%, 吸收率 80%。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75%硅铁调软铁液。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于空分制氧机中要求球墨铸铁 QT600-3 的其他球铁件。

配料实例 451 表 1.2-87 QT600—3 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 卡盘 (车床类立车零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1035\text{mm} \times 210\text{mm}$ , 为轮形结构, 铸件毛重 1052kg, 主要壁厚 73mm, 全部加工。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600—3, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 2\%$ , 硬度 229~302HBS |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.6, Si2.2~2.8, Mn0.8~1.0, P<0.06, S<0.03, Mg0.04~0.07, RE0.04~0.1   |

## 配 料

| 炉料名称                | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |        |
|---------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|
|                     | C        | Si         | Mn    | P     | S     | Mg     | RE     |
| 苏联生铁                | 4.50     | 0.68       | 0.20  | 0.040 | 0.020 |        |        |
| 废钢                  | 0.20     | 0.30       | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |        |
| 75%硅铁               |          | 75         |       |       |       |        |        |
| 65%锰铁               |          |            | 65    |       |       |        |        |
| 炉料名称                | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |
|                     |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     |
| 苏联生铁                | 90       | 4.05       | 0.61  | 0.18  | 0.036 | 0.018  |        |
| 废钢                  | 10       | 0.02       | 0.03  | 0.05  | 0.002 | 0.002  |        |
| 75%硅铁               | 1.6      |            | 1.20  |       |       |        |        |
| 65%锰铁               | 1.2      |            |       | 0.78  |       |        |        |
| 合计                  |          | 4.07       | 1.84  | 1.01  | 0.038 | 0.020  |        |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)     |          | -0.6       | -0.28 | -0.20 | 0     | +0.020 |        |
| 球化处理吸收              |          |            | +0.52 |       |       |        | +0.040 |
| 孕育处理吸收<br>(球化孕育后铁液) |          |            | +0.42 |       |       |        | +0.050 |
|                     |          | 3.47       | 2.50  | 0.81  | 0.038 | 0.020  | 0.040  |
|                     |          |            |       |       |       |        | 0.050  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率  $7\text{t/h}$ , 炉内碳烧损 15%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用铈基轻稀土硅铁镁合金进行球化处理, 同时采用 75% 硅铁进行包内孕育。球化剂牌号 REMg7-10, 加入量为 1.4%~1.6%; 孕育剂加入量为 0.7%。球化剂、孕育剂内 Si 吸收率为 80%。

3. 炉前, 以三角试片断面颜色及白口大小来控制铁液成分及球化孕育效果。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求球墨铸铁 QT600—3 的中小球铁铸件。如齿轮、齿圈等铸件。



配料实例 452 表 1.2-88 QT600—3 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 液压缸 (冲压设备类 100t 万能材料试验机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 358\text{mm} \times 822\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 壁厚 64mm, 铸件毛重 580kg, 液压缸在 32MPa 高压下不得渗油, 内壁研磨。铸件要求正火处理。采用表面干燥砂型铸造<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600—3, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 3\%$ 珠光体含量 $> 85\%$ , 渗碳体含量 $< 2\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C 3.3~3.6, Si 2.2~2.5, Mn 0.5~0.7, P $\leq 0.07$ , S $\leq 0.07$ , Mg 微量  |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |    |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|----|
|           | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |    |
| 本溪新生铁     | 4.20     | 1.40       | 0.34  | 0.040 | 0.019 |        |    |
| 球铁回炉料     | 3.30     | 2.30       | 0.80  | 0.070 | 0.020 |        |    |
| 锰铁        | —        | —          | 65    | —     | —     |        |    |
| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |    |
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Mg |
| 本溪新生铁     | 50       | 2.10       | 0.70  | 0.17  | 0.020 | 0.009  | —  |
| 球铁回炉料     | 50       | 1.65       | 1.15  | 0.40  | 0.035 | 0.010  | —  |
| 锰铁        | 0.1      | —          | —     | 0.07  | —     | —      | —  |
| 合计        |          | 3.75       | 1.85  | 0.64  | 0.055 | 0.019  | —  |
| 炉内熔化增减    |          | 0          | -0.25 | -0.14 | 0     | +0.010 | —  |
| (原铁液)     |          | 3.75       | 1.60  | 0.50  | 0.055 | 0.029  | —  |
| 炉外球化孕育吸收  |          | —          | +0.72 | —     | —     | —      | 微量 |
| (球化孕育后铁液) |          | 3.75       | 2.32  | 0.50  | 0.055 | 0.029  | 微量 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口冲天炉, 熔化率 5t/h, 送风温度 90~150°C。出铁温度 1400~1420°C, 浇注温度 1300~1320°C, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 25%、碳和磷基本不变、硫增加 50%。
2. 炉前, 球化处理: 球化剂采用纯镁, 球化方法用自建压力加镁, 转包后冲入热铁液。孕育处理, 采用 75% Si-Fe, 粒度 10~20mm, 孕育剂预热, 孕育量 0.9%~1.1%, 孕育方法为出铁槽加入, 包中铁液为 3/4 左右时方可进行孕育, 炉外孕育吸收率为 80%。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
4. 本配料还适用于剪床类中强度要求高的球墨铸铁 QT600—3 的液压缸、液压缸盖、斜齿轮, 大型剪床 Q11Y—12×3200 中的上刀架, 工作台, 100t 万能试验机中的活塞、螺母、上机架、支承座, WA56—80B 双曲线滚子型材校直机中的调节座、壳体、套筒等铸件。

配料实例 453 表 1.2-89 QT600—3 的合金球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 上梁 (冲压设备类 W62—2.5×2000 折边机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1954mm×310mm×337mm, 为长条箱形结构, 铸件毛重 885kg, 主要壁厚 20mm。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT600—3 (含 Cu)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \leq 2\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C3.3~3.9, Si1.8~3.2, Mn0.3~0.5, Mg0.025~0.045, RE0.02~0.04, Cu0.5, P<0.06, S<0.03  |

## 配 料

| 炉料名称              | 炉料成分 (%)   |       |       |       |        |      |    |    |
|-------------------|------------|-------|-------|-------|--------|------|----|----|
|                   | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cu   |    |    |
| 本溪 P08 生铁         | 4.38       | 0.48  | 0.50  | 0.052 | 0.05   | —    |    |    |
| 废钢                | 0.2        | 0.3   | 0.50  | 0.02  | 0.02   | —    |    |    |
| 配料比例 (%)          | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |      |    |    |
|                   | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cu   | RE | Mg |
| 85                | 3.72       | 0.41  | 0.43  | 0.044 | 0.043  | —    | —  | —  |
| 15                | 0.03       | 0.05  | 0.08  | 0.003 | 0.003  | —    | —  | —  |
| 合计                | 3.75       | 0.46  | 0.51  | 0.047 | 0.046  | —    | —  | —  |
| 炉内熔化增减 (原铁液)      | +0.19      | -0.07 | -0.10 | 0     | +0.046 | —    | —  | —  |
| 炉外球化孕育吸收 (球化孕育铁液) | —          | +1.4  | —     | —     | —      | +0.5 | 微量 | 微量 |
|                   | 3.93       | 1.79  | 0.41  | 0.047 | 0.092  | 0.5  | 微量 | 微量 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冲天炉, 熔化率 3.5t/h, 出铁温度 1380~1420°C, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%, 磷不变。

2. 对炉料要求:

(1) 生铁化学成分均匀、准确, 尽量采用优质低硅生铁 P08、P10、Z08 等, 高硅生铁尽量不用, 避免 Si 量过高, 使断裂伸长率  $\delta$  达不到要求。采用地方生铁时要特别注意磷的含量不能高, 当磷量较高 (0.08%) 时, 要降低 Mn 和 Si 量, 来提高断裂伸长率  $\delta$ 。

(2) 废钢要严禁使用含有有害元素和反石墨化元素的合金钢。

3. 炉前进行球化处理其要点如下:

(1) 球化剂: 采用 REMg5~6, 成分 (%) 为: RE4~6, Mg5~7, Si40~51, Ca<5, Fe 其余。

(2) 处理方法: 包底冲入法, 铁液出炉温度 1380~1420°C, 球化剂粒度 10~20mm, 加入量 2%, 放在包底凹坑内, 上盖占铁液重量 0.5% 的紫铜板 (块度小于 200mm×200mm), 然后覆盖草灰。包底另一侧放入占铁液 0.3%~0.5% 的苏打。冲入 2/3 铁液, 待铁液激烈侧腾后, 马上补加铁液到量。同时, 在出铁槽加入 75% 的硅铁 0.6%~0.7%, 充分搅拌, 扒渣后覆盖草灰, 浇注。每包处理量为 1t。

4. 球化处理和孕育处理, 使铁液增硅量 1.2%~1.6%。

5. 检测结果:

化学成分 (%): C3.64, Si1.97, Mn0.53, P0.072, S0.018, Cu0.47, RE0.047, Mg0.049;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  686MPa, 断后伸长率  $\delta$  7%;

金相组织球化等级 1~2 级, 石墨大小 2~3 级, 珠光体量 65%~85%, 珠光体为片状和细片状, 未发现渗碳体和磷共晶。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料生产的铸态 QT600—3, 能省略回火工艺, 节约能源, 铸态 QT600—3 球铁可广泛用于冲压设备中承受静载荷或小能量多次冲击载荷的铸件, 如: 冲压机和型钢剪断机上的机身、冲模座、剪滑板、底座、折边臂等铸件。

配料实例 454 表 1.2-90 QT600—3 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 震击缸 (铸造设备类 Z1410A 型转台式气动微震造型机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 680\text{mm} \times 640\text{mm}$ , 净重 843kg, 主要壁厚 40mm, 全部加工, 采用干型铸造, 要求正火和时效处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600—3, 抗拉强度 $\sigma_b > 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 2\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.5, Si2.5~3.2, Mn0.5~0.9, P<0.1, S<0.03, RE0.02~0.05, Mg0.03~0.08   |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |         |      |       |
|-----------|-----------|------------|-------|-------|-------|---------|------|-------|
|           | C         | Si         | Mn    | P     | S     | Mg      | RE   |       |
| 本溪生铁      | 3.80      | 1.50       | 1.10  | 0.040 | 0.009 |         |      |       |
| 回炉球铁      | 3.20      | 2.80       | 0.70  | 0.040 | 0.020 |         |      |       |
| REMg6~7   |           | 35~44      |       |       |       | 7~9     | 6~8  |       |
| 75 硅铁     |           | 75         |       |       |       |         |      |       |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |         |      |       |
|           |           | C          | Si    | Mn    | P     | S       | Mg   | RE    |
| 本溪生铁      | 65        | 2.47       | 0.975 | 0.715 | 0.026 | 0.0059  |      |       |
| 回炉球铁      | 35        | 1.12       | 0.98  | 0.245 | 0.014 | 0.007   |      |       |
| REMg6~7   | 1.4       |            | 0.56  | 0.03  |       |         | 0.14 | 0.112 |
| 75 硅铁     | 0.5(炉前孕育) |            | 0.375 |       |       |         |      |       |
| 合计        |           | 3.59       | 2.89  | 0.99  | 0.04  | 0.0129  |      |       |
| 熔炼及球化元素增减 |           | -0.19      | -0.23 | -0.23 | 0     | +0.0119 |      |       |
| (球化孕育后铁液) |           | 3.40       | 2.66  | 0.76  | 0.04  | 0.0248  | 微量   | 微量    |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 四排小风口主辅倒置曲线炉膛热风冲天炉, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%。
2. 熔炼及球化元素增减包括熔炼及球化反应中的元素增减, 碳量未考虑钻样时的石墨球滚落。C-5%, Si-8%, Mn-23%, P0, S+90%。
3. 炉前, 球铁处理采用盖包球铁包加上稀土—镁合金球化剂的冲入法处理工艺, 用 75 硅铁进行墨化处理, 用三角试片试验球化情况。
4. 正火—回火工艺如下: 930~950°C 保温 3h 空冷, 550°C 保温 5h 空冷。正火时注意升温 and 空冷时铸件各部分温度变化速率的均匀, 防止产生热处理裂纹。正火和时效后检验试样力学性能。
5. 检测结果:  
化学成分 (%): C3.40, Si2.66, Mn0.76, P0.04, S0.0248, RE、Mg 微量;  
金相组织: 球状石墨 75%, 团状石墨 20%, 厚片状石墨 5%, 球径 45 $\mu\text{m}$ , 球化率二级, 珠光体 30%, 铁素体 70% (正火前);  
力学性能: 正火后  $\sigma_b 755\text{MPa}$ , 断后伸长率 82.4%。
6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
7. 本配料还适用于铸造机械产品中要求 QT600—3 的复杂铸件。如 Z1410A 气动微震造型机活套杆、机体内套, XZ325 水平分型箱压实造型线的导轨、震击缸套等铸件。

配料实例 455 表 1.2-91 QT600—3 的球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 动条 (铸造设备类 ZB427BS 水平分型脱箱射压半自动造型线零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2362mm×164mm×77mm, 铸件毛重 300kg, 主要壁厚 72mm, 除凹处外都加工。铸件要求正火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600—3 抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 2%, 硬度 217~269HBS |
| 合金成分控制 (%) | C3.7~4.0, 处理前 Si1.9~2.1, 处理后 Si2.8~3.2, Mn0.3~0.8, P<0.08, S<0.03, RE0.03~0.05, Mg0.03~0.06  |

## 配 料

| 铸铁牌号                | 层铁重/kg | 金属炉料/kg             |      |      |       |       |    | 层焦炭/kg | 石灰石/kg |    |                  |
|---------------------|--------|---------------------|------|------|-------|-------|----|--------|--------|----|------------------|
|                     |        | Z15 <sup>F</sup> 生铁 | 机铁   |      |       |       | 废钢 |        |        | 压块 | 硅铁<br>(质量分数 74%) |
| QT600—3             | 600    | 600                 | I级   | II级  | Y级    | QT级   |    |        | 3      | 60 | 25               |
| 铁液牌号                |        | 化学成分 (%)            |      |      |       |       |    |        |        |    |                  |
| QT600—3             |        | C                   | Si   | Mn   | P     | S     | Mg | RE     |        |    |                  |
| Z15 <sup>F</sup> 生铁 |        | 4.20                | 1.50 | 0.89 | 0.080 | 0.011 |    |        |        |    |                  |
| 各种炉料                | 废钢     |                     |      |      |       |       |    |        |        |    |                  |
|                     | I机铁    |                     |      |      |       |       |    |        |        |    |                  |
|                     | II机铁   |                     |      |      |       |       |    |        |        |    |                  |
|                     | Y机铁    |                     |      |      |       |       |    |        |        |    |                  |
|                     | QT机铁   |                     |      |      |       |       |    |        |        |    |                  |
|                     | 压块     |                     |      |      |       |       |    |        |        |    |                  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 间断出铁、出渣, 冷风中央送风冲天炉, 炉内硅烧损 25%~30%、锰烧损 30%。  
2. 炉前, 用稀土镁合金进行球化处理, 用质量分数 75% 硅铁按 1% 的孕育量在出铁槽进行孕育处理, 并用三角试片检验球化、细化情况。  
3. 检测结果: 见本表。  
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 456 表 1.2-92 QT600—3 的合金球墨铸铁配料

|      |  |
|------|--|
| 铸件名称 | 大型机移动模板 (塑料机械类 SZ200/120 注塑成型机零件)  |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 700mm×1730mm×715mm, 铸件重量 8000kg, 该种铸件为块板状结构, 形状简单, 铸件壁较厚大, 最大壁厚热节处达 500mm, 采用干型铸造。铸件需经高温正火处理<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT600—3 (含 Cu), 抗拉强度 $\sigma_b > 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 3\%$ |





(续)

| 炉料名称                             | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |        |     |
|----------------------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-----|
|                                  |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     | Cu  |
| Z14 生铁                           | 60       | 2.46       | 0.84  | 0.39  | 0.033 | 0.018  | —      | —      | —   |
| 球铁回炉铁                            | 35       | 1.33       | 0.88  | 0.21  | 0.019 | 0.008  | —      | —      | —   |
| 废钢                               | 5        | 0.01       | 0.02  | 0.03  | 0.001 | 0.001  | —      | —      | —   |
| 65% 锰铁                           | 0.325    | —          | —     | 0.21  | —     | —      | —      | —      | —   |
| REMg7~10 稀土<br>镁硅铁(用于炉外<br>球化处理) |          |            |       |       |       |        |        |        |     |
| 电解铜(用于炉外<br>包内)                  |          |            |       |       |       |        |        |        |     |
| 合计                               |          | 3.80       | 1.74  | 0.84  | 0.053 | 0.027  | —      | —      | —   |
| 炉内熔化增减                           |          | +0.09      | -0.31 | -0.22 | 0     | +0.039 | —      | —      | —   |
| (原铁液)                            |          | 3.89       | 1.43  | 0.62  | 0.053 | 0.066  | —      | —      | —   |
| 炉外球化处理增减(球化剂<br>加入量为 1.2%)       |          | —          | +0.48 | —     | —     | -0.036 | +0.040 | +0.040 | —   |
| 炉外孕育处理吸收<br>(加电解铜 0.5%)          |          | —          | 0.54  | —     | —     | —      | —      | —      | —   |
| (球化孕育后铁液)                        |          | —          | —     | —     | —     | —      | —      | —      | 0.5 |
| (球化孕育后铁液)                        |          | 3.89       | 2.45  | 0.62  | 0.053 | 0.030  | 0.040  | 0.040  | 0.5 |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：二层大间距风嘴中央送风冷风冲天炉，炉内熔化元素增减率：C+2.5%，Si-16%~20%，Mn-24%~28%，P不变，S+120%~180%。
2. 炉前，球化处理方式，用冲入法，用REMg9~10的球化剂，加入量1.2%。
3. 炉前，孕育处理方式，中小型机的移动模板采用包内一次孕育，硅孕育量为0.6%；孕育剂为75%硅铁，孕育剂加入量应将硅孕育量除以0.75。
4. 另外，中小型机的移动模板还需在炉前包内加入0.5%的电解铜。
5. 炉外球化孕育处理吸收率：Si+90%，Mg+30%~40%，RE+35%~40%，Cu+100%，去S率为-50%~60%。
6. 炉前，采用 $\phi 20\text{mm}$ 圆型试棒，浇注后速冷敲断后用肉眼观察，再做炉前金相，决定球化程度。
7. C元素化验样品均为薄片取样。
8. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
9. 本配料还适用于塑料机械中要求合金球墨铸铁QT600-3(含Cu)的铸件，特别适用于块板状结构，如前模板、后模板等，对其他机械的合金球墨铸铁QT600-3(含Cu)铸件也适用。

配料实例 458 表 1.2-94 QT600—3 的球墨铸铁配料

|                  |  |            |       |       |       |   |        |        |
|------------------|--|------------|-------|-------|-------|---|--------|--------|
| 铸件名称             | 轴盘 (陶瓷机械类 QM2100×2100 球磨机零件)   |            |       |       |       |   |        |        |
| 铸件特点             | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1040\text{mm} \times 470\text{mm}$ , 为圆盘平顶蘑菇状, 铸件毛重 830kg, 壁厚不均, 薄壁处 60mm, 厚壁处为轴头 $\phi 260\text{mm}$ , 该铸件的两个轴盘支撑一个滚筒重量, 要求较高的抗弯强度和抗疲劳性能, 采用干型铸造, 以便型腔硬度较高, 从而取得致密无缩松的铸件<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600—3 (含 Cu) 在铸态下使用, 能保证铸件的使用性能, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 3\%$ |            |       |       |       |   |        |        |
| 合金成分控制 (%)       | 原铁液: C3.9, Si1.2, Mn0.6, P—, S—<br>球化孕育处理后铁液: C3.7~3.9, Si2.2~2.6, Mn<0.8, P—, S<0.03, RE0.03~0.05, Mg0.04~0.06  |            |       |       |       |   |        |        |
| 配 料              |  |            |       |       |       |   |        |        |
| 炉料名称             | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |   |        |        |
|                  | C  | Si         | Mn    | P     | S     |   |        |        |
| 本溪 Q13 生铁        | 4.20   | 1.23       | 0.50  | 0.061 | 0.045 |   |        |        |
| 回炉铁              | 3.30   | 1.80       | 0.70  | —     | —     |   |        |        |
| 废钢               | 0.30   | 0.30       | 0.30  | —     | —     |   |        |        |
| 75% 硅铁           | —  | 75         | —     | —     | —     |   |        |        |
| 65% 锰铁           | —  | —          | 65    | —     | —     |   |        |        |
| 炉料名称             | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |   |        |        |
|                  |  | C          | Si    | Mn    | P     | S | RE     | Mg     |
| 本溪 Q13 生铁        | 66   | 2.77       | 0.81  | 0.33  | —     | — | —      | —      |
| 回炉铁              | 30   | 0.99       | 0.54  | 0.21  | —     | — | —      | —      |
| 废钢               | 4  | 0.01       | 0.01  | 0.01  | —     | — | —      | —      |
| 75% 硅铁           | 0.32   | —          | 0.24  | —     | —     | — | —      | —      |
| 65% 锰铁           | 0.33   | —          | —     | 0.22  | —     | — | —      | —      |
| 合计               |  | 3.77       | 1.60  | 0.77  | —     | — | —      | —      |
| 炉内熔化增减 (原铁液)     |  | +0.11      | -0.40 | -0.27 | —     | — | —      | —      |
| 炉外球化吸收           |  | —          | +0.72 | —     | —     | — | +0.042 | +0.054 |
| 炉外孕育吸收 (球化孕育后铁液) |  | —          | +0.70 | —     | —     | — | —      | —      |
|                  |  | 3.88       | 2.62  | 0.50  | —     | — | 0.042  | 0.054  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风热风炉胆冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 25%、锰烧损 30%、碳增加 3%。  
2. 炉前, 球化处理采用堤坝式包内冲入法, 球化剂为稀土镁 REMg7~8 合金, 加入量为 1.6%; 孕育处理采用二次孕育, 大孕育剂方式, 孕育剂为 75% 硅铁, 加入量为 1.0%。  
3. 球化处理中, 碳有烧损, Mg 吸收率为 60%; 孕育处理中, 硅烧损 10%。  
4. 用楔形试样做化学成分、力学性能和金相检查, 炉前靠三角试片的收缩状态及断口情况和响声来大约判断球化处理合格与否。  
5. 检测结果:  
化学成分 (%): C3.6%, Si2.32, Mn0.66, P—, S0.034, RE0.032, Mg0.04;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  588MPa, 断后伸长率  $\delta$  10%。  
6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
7. 本配料还适用于陶瓷机械中要求球墨铸铁 QT600—3 的铸件, 如液压淤泥机的活塞、水碾机的弯梁及一些齿轮铸件。



配料实例 459 表 1.2-95 QT600—3 的合金球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 轮毂 (矿山机械类减速器零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1041.5\text{mm} \times 1560\text{mm}$ 。铸件毛重 3500kg, 为回转体结构, 采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT600—3 (含 Cu、Mo) |
| 合金成分控制 (%) | C3.5~3.7, Si2.0~2.4, Mn0.5~0.8, P<0.1, S<0.03, Mo0.2~0.4, Cu0.4~0.6, RE0.03~0.04, Mg0.02~0.03                       |

## 配 料

| 序号 | 材质名称    | 炉料组成 (%) / kg |    |    |    |    |     | 炉前加入料 (%) |                   |     | 溶剂 / kg |
|----|---------|---------------|----|----|----|----|-----|-----------|-------------------|-----|---------|
|    |         | 生铁            | 机件 | 废钢 | 硅铁 | 锰铁 | 铝铁  | 孕育硅铁      | 4 <sup>号</sup> 合金 | Cu  | 石灰石     |
|    | QT600—3 | 70            | 20 | 10 |    |    | 0.4 | 1.6~1.8   | 1.4~1.6           | 0.6 | 10~12   |

| 原材料名称 | 化学成分 (%) |   |    |   | 类别     | 化学成分 (%) |         |         |         |       |      |         |    |    |      |
|-------|----------|---|----|---|--------|----------|---------|---------|---------|-------|------|---------|----|----|------|
|       | C        | S | Mn | P |        | C        | Si      | Mn      | S       | P     | Mo   | RE      | Mg | Cu |      |
| 生铁    |          |   |    |   | 要求成分   | QT       | 3.5~3.7 | 2.0~2.4 | 0.5~0.8 | <0.03 | <0.1 | 0.2~0.4 |    |    | 0.56 |
| 机件    |          |   |    |   | 预计元素增损 |          |         |         |         |       |      |         |    |    |      |
| 硅铁    |          |   |    |   | 实际元素增损 |          |         |         |         |       |      |         |    |    |      |
| 锰铁    |          |   |    |   | 化验结果   |          |         |         |         |       |      |         |    |    |      |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口、冷风、曲线炉膛冲天炉, 熔化率 4~5t/h, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 24%。

2. 炉前, 进行球化孕育处理。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.35, Si2.40, Mn0.79, P0.055, S0.038, Mo0.10, Cu0.53, RE0.045, Mg0.039;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 657MPa, 屈服强度  $\sigma_{0.2}$ 441MPa, 断后伸长率 86%, 硬度 229HBS;

金相组织: 石墨形状为球状和团状, 石墨大小为 2 级, 石墨球化分级为 2 级, 基体组织为 55% 的珠光体, 余为铁素体。

4. 成分含量和配料比皆指质量分数。



(续)

| 合金名称   | 合金成分(%) |      |      |      |       | 加入量/kg | (原铁液)      |      |        |        |        |        |        |
|--------|---------|------|------|------|-------|--------|------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | Si      | Mg   | RE   | Ca   | Cu    |        |            |      |        |        |        |        |        |
| 硅      | 78.70   | —    | —    | —    | —     | 0.10   |            |      |        |        |        |        |        |
| 铁      | 3~10mm  | —    | —    | —    | —     | 0.50   | 炉外处理       |      |        |        |        |        |        |
| 稀土镁合金  | 43.10   | 9.96 | 8.74 | 1.64 | —     | 1.70   | -0.35+1.08 | 0    | -0.007 | -0.045 | +0.064 | +0.068 | +0.065 |
| 电解铜    | —       | —    | —    | —    | —     | 0.65   | 吸收         |      |        |        |        |        |        |
| 吸收率(%) | 90      | 40   | 44   | —    | 98.40 | —      | 3.54       | 2.41 | 0.64   | 0.039  | 0.036  | 0.64   | 0.068  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口冷风冲天炉，炉内碳增加1%、硅烧损9%、锰烧损30%、磷不变、硫增加210%。

2. 炉前，用三角试样检验三角白口大小、断面晶粒粗细与颜色深浅，来控制原铁液与处理后铁液成分。原铁液三角试样应无白口，晶粒中粗、深灰色；处理后铁液三角试样有1~4mm白口，晶粒细密如绒、银灰色，三角试片的断面中心可有疏松，试片两侧边稍有凹陷，这种试样证明铁液球化良好。如发现试样断口虽细，但夹杂些分散的小黑点，则结合断口颜色状况，可分别用补加合金或75%硅铁调整铁液成分。

3. 稀土镁合金成分(%)：Si43.10, Mg9.96, RE8.74, Ca1.64。

4. 检测熔果：

化学成分(%)：C3.54, Si2.14, Mn0.64, P0.043, S0.044, Cu0.59, Mg0.068, RE0.064；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 698.7MPa, 断后伸长率 $\delta > 2\%$ , 硬度 222HBS；

金相组织：珠光体 83%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于起重机械中要求球墨铸铁 QT600—3 的阀体、阀盖、制动轮、卷筒、压板等铸件。

配料实例 461 表 1.2-97 QT600—3 的球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 端盖 (建材机械类大型球磨机 ACM2006 零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 4356\text{mm} \times 2321\text{mm}$ , 为筒形结构, 铸件毛重 37t, 最大壁厚 300mm, 部分面加工。采用干型铸造, 浇注时采用强制冷却措施。铸件要求进行退火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600—3 单铸 Y 型试块, 抗拉强度 $\sigma_b > 560\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 3\%$ ; 本体套料试样 (在断面最厚的地方套取 $\phi 20\text{mm}$ 试棒) 抗拉强度 $\sigma_b > 350\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\geq 5\%$ 。其验收标准一律按美国 AC 公司 ACM2006 标准进行 |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.8, Si2.0~2.8, Mn<0.4, P<0.07, S<0.03, Mg0.04~0.07, RE0.04~0.06  |

## 配 料

| 炉料名称         | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |       |        |        |
|--------------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
|              | C        | Si         | Mn    | P     | S     | Mg    | RE     |        |
| 灵山生铁         | 4.18     | 0.47       | 0     | 0.060 | 0.027 |       |        |        |
| 本溪生铁         | 4.41     | 1.03       | 0.56  | 0.070 | 0.025 |       |        |        |
| 废钢           | 0.20     | 0.30       | 0.50  | 0.020 | 0.020 |       |        |        |
| 75% 硅铁       |          | 72.4       |       |       |       |       |        |        |
| 炉料名称         | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |        |        |
|              |          | C          | Si    | Mn    | P     | S     | Mg     | RE     |
| 灵山生铁         | 55       | 2.30       | 0.26  | 0     | 0.034 | 0.015 |        |        |
| 本溪生铁         | 35       | 1.54       | 0.36  | 0.20  | 0.025 | 0.008 |        |        |
| 废钢           | 10       | 0.02       | 0.03  | 0.05  | 0.002 | 0.002 |        |        |
| 75% 硅铁       | 0.45     |            | 0.33  |       |       |       |        |        |
| 合计           |          | 3.86       | 0.98  | 0.25  | 0.061 | 0.025 |        |        |
| 炉内熔化增减 (原铁液) |          | -0.19      | 0     | -0.03 | 0     | 0     |        |        |
|              |          | 3.67       | 0.98  | 0.22  | 0.061 | 0.025 |        |        |
| A 球化处理吸收     |          |            | +0.42 |       |       |       | +0.050 | +0.050 |
| B 球化处理吸收     |          |            | +0.14 |       |       |       | +0.020 | +0.020 |
| A 孕育处理吸收     |          |            | +0.47 |       |       |       |        |        |
| B 孕育处理吸收     |          |            | +0.46 |       |       |       |        |        |
| (球化孕育后铁液)    |          | 3.67       | 2.47  | 0.22  | 0.061 | 0.025 | 0.070  | 0.070  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 20t 无芯工频感应电炉, 最大熔化率 8t/h, 炉内碳烧损 5%、锰烧损 10%、硅、磷、硫不变。
2. 炉前, 用钇基稀土硅铁镁合金进行球化处理, 同时采用硅钡孕育剂进行包外多次孕育。用炉前快速分析, 金相观察控制铁液成分及孕育球化效果。
3. 球化孕育处理: 球化剂 A 加入 1.6%, 球化剂 B 加入 0.4%, 孕育剂 A 加入 0.9%, 孕育剂 B 加入 0.8%, 球化剂与孕育剂中 Si 的吸收率均为 80%。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于采用工频感应电炉熔炼的要求球墨铸铁 QT600—3 的大型厚断面铸件的生产。

配料实例 462 表 1.2-98 QT600—3 的球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 接减速机半体 (石油机械类石油运输机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 250\text{mm} \times 250\text{mm}$ , 为圆柱形结构, 是石油运输机中连接电机和设备的对轮装置, 铸件毛重 84kg, 主要壁厚 37.5mm, 铸件两端与内孔加工, 要求较高强度。采用干型铸造。铸件需进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600—3, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 3\%$ , 硬度 250~280HBS |
| 合金成分控制 (%) | 原铁液 C3.7~3.9, Si1.3~1.5, Mn0.5~0.65, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.05; 处理后铁液 C3.5~3.7, Si2.2~2.3, Mn0.6~0.8, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.03, RE0.02~0.04, Mg0.035~0.05   |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |        |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|         | C        | Si         | Mn    | P     | S     | RE     | Mg     |        |
| 通钢生铁    | 4.00     | 1.25       | 0.80  | 0.100 | 0.040 | —      | —      |        |
| 球铁回炉铁   | 3.60     | 2.50       | 0.80  | 0.085 | 0.030 | —      | —      |        |
| 废钢      | 0.20     | 0.30       | 0.70  | 0.040 | 0.040 | —      | —      |        |
| 75% 硅铁  | —        | 75.0       | —     | —     | —     | —      | —      |        |
| 中碳锰铁    | —        | —          | 75.0  | —     | —     | —      | —      |        |
| 延边稀土镁合金 | —        | 40         | 4     | —     | —     | 8      | 9      |        |
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |        |
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | RE     | Mg     |
| 通钢生铁    | 70       | 2.80       | 0.88  | 0.56  | 0.070 | 0.028  | —      | —      |
| 球铁回炉铁   | 20       | 0.72       | 0.50  | 0.16  | 0.017 | 0.006  | —      | —      |
| 废钢      | 10       | 0.02       | 0.03  | 0.07  | 0.004 | 0.004  | —      | —      |
| 75% 硅铁  | 0.32     | —          | 0.24  | —     | —     | —      | —      | —      |
| 中碳锰铁    | 0.17     | —          | —     | 0.13  | —     | —      | —      | —      |
| 延边稀土镁合金 | 1.4      | —          | —     | —     | —     | —      | —      | —      |
| 合计      |          | 3.54       | 1.65  | 0.92  | 0.091 | 0.038  | —      | —      |
| 炉内熔化增减  |          | +0.18      | -0.25 | -0.18 | 0.0   | +0.034 | —      | —      |
| (原铁液)   |          | 3.72       | 1.40  | 0.74  | 0.091 | 0.072  | —      | —      |
| 炉外球化吸收  |          | -0.09      | +0.50 | +0.05 | 0.0   | -0.040 | +0.046 | +0.051 |

(续)

|           | 配料计算成分(%) |       |      |       |       |       |       |
|-----------|-----------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
|           | C         | Si    | Mn   | P     | S     | RE    | Mg    |
| 炉外孕育吸收    | —         | +0.38 | —    | —     | —     | —     | —     |
| (球化孕育后铁液) | 3.63      | 2.28  | 0.79 | 0.091 | 0.032 | 0.046 | 0.051 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排风口热风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 90%、磷不变。

2. 炉前, 球化处理采用稀土镁合金(%) (RE8、Mg9、Si40、Mn4), 加入量 1.4%, RE 吸收率 41%, Mg 吸收率 40%, Si 吸收率 78%, Mn 吸收率 78%; 孕育处理采用 75% 硅铁, 加入量 0.65%, 吸收率 80%。

3. 炉前, 用三角试片检验三角白口深度与试片两侧缩凹, 并结合铁液表面状态控制铁液成分和球化率。

4. 检测结果:

化学成分(%): C3.67, Si2.2, Mn0.70, P0.1, S0.03, RE0.041, Mg0.044;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  649MPa, 断后伸长率  $\delta$  4%, 硬度 267HBS;

金相组织: 石墨呈球状及团状分布, 球化率 70%~80%, 基体为珠光体 80% 左右、铁素体 15% 左右。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于石油机械中要求球墨铸铁 QT600—3 的圆盘、对轮、连接轴等铸件。当浇注上述铸件时, 基体为珠光体  $\geq 70\%$ , 球化率  $\geq 70\%$ 。

### 配料实例 463 表 1.2-99 QT600—3 的球墨铸铁配料

|            |   |      |      |       |       |
|------------|---|------|------|-------|-------|
| 铸件名称       | 十字头 (石油机械类泥浆泵零件)  |      |      |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 430mm×420mm×312mm, 为腰筒形结构, 铸件毛重 180kg, 主要壁厚 40mm, 铸件毛坯正火处理, 粗加工后调质处理, 外表面全部加工。采用金属型铸造, 浇注时金属型温度控制在 80°C 以上。<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600—3。抗拉强度 $\sigma_b > 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 3\%$ , 硬度 230~280HBS |      |      |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.8, Si2.8~3.5, Mn $\leq$ 0.9, S $\leq$ 0.04, P $\leq$ 0.08, Mg0.02~0.05, RE0.03~0.06  |      |      |       |       |
| 配 料        |   |      |      |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分(%)   |      |      |       |       |
|            | C   | Si   | Mn   | S     | P     |
| 本溪生铁       | 3.94  | 1.40 | 0.64 | 0.026 | 0.041 |
| 废钢         | 0.20  | 0.20 | 0.60 | 0.020 | 0.020 |
| 75% 硅铁     | —   | 75   | —    | —     | —     |

(续)

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |        |        |
|-----------|----------|------------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | S      | P     | RE     | Mg     |
| 本溪生铁      | 90       | 3.55       | 1.26  | 0.58  | 0.023  | 0.037 | —      | —      |
| 废钢        | 10       | 0.02       | 0.02  | 0.06  | 0.002  | 0.002 | —      | —      |
| 75%硅铁     | 0.4      | —          | 0.30  | —     | —      | —     | —      | —      |
| 合计        |          | 3.57       | 1.58  | 0.64  | 0.025  | 0.039 | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |          | 0          | -0.32 | -0.16 | +0.050 | 0     | —      | —      |
| (原铁液)     |          | 3.57       | 1.26  | 0.48  | 0.075  | 0.039 | —      | —      |
| 炉外孕育吸收    |          | —          | +0.72 | —     | —      | —     | —      | —      |
| 炉外球化吸收    |          | —          | +0.64 | —     | -0.045 | —     | +0.036 | +0.030 |
| (球化孕育后铁液) |          | 3.57       | 2.62  | 0.48  | 0.030  | 0.039 | 0.036  | 0.030  |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口冷风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 200%、碳和磷不变。
2. 炉前，球化处理用包钢稀土镁合金 REMg9~10，加入量 2.0%，RE 的吸收率为 20%，Mg 的吸收率为 15%，随稀土镁加入的 Si 吸收率为 80%；孕育处理用 75% 硅铁，加入量 1.2%，吸收率为 80%。
3. 炉前，对原铁液进行脱硫处理，加入 0.6% 的苏打。
4. 炉前，用三角试片控制球化和孕育情况，另一方面观察扒渣时铁液表面的火苗和处理铁液落地时的火花。由于采用金属型铸造，所以球化孕育处理后应立即先浇，并控制浇注温度在 1340℃ 以上。
5. 检测结果：  
化学成分 (%)：C3.60，S2.45，Mn0.65，P0.054，S0.029，RE0.038，Mg0.040；  
力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 834MPa，断后伸长率  $\delta$ 5.5%，冲击韧度  $a_K$ 15.68J/cm<sup>2</sup>，硬度 229HBS。
6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
7. 本配料还适用于泥浆泵中要求球墨铸铁 QT600—3 的轴承套、轴承座等铸件，也适用于抽油机中的轴承座、刹车轮等铸件。

配料实例 464 表 1.2-100 QT600-3 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 轮毂 (手扶拖拉机类工农-10 手扶拖拉机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 118\text{mm} \times 162\text{mm}$ , 为网轮形结构, 铸件毛重 4.5kg, 主要壁厚 26mm, 网轮形法兰上下平面及内孔、两端面需加工, 采用湿型铸造。铸件要求进行热处理。<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600-3 用楔形试样, 铸态, 抗拉强度 $\sigma_b > 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 3\%$ , 硬度 197 ~ 269HBS。金相组织: 珠光体 70% ~ 80%、渗碳体与磷共晶 $> 3\%$ 、铁素体为余, 球化率 2~3 级, 球径大小 1~2 |
| 合金成分控制 (%) | C 3.6 ~ 4.0, Si 2.7 ~ 3.0, Mn 0.4 ~ 0.8, S $\leq 0.03$ , P $\leq 0.10$ , RE 0.025 ~ 0.050, Mg 0.045 ~ 0.065   |

## 配 料

| 炉料名称 | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|------|----------|------|------|-------|-------|
|      | C        | Si   | Mn   | S     | P     |
| 本溪生铁 | 4.20     | 1.20 | 0.26 | 0.030 | 0.050 |
| 水钢生铁 | 4.10     | 1.38 | 0.74 | 0.020 | 0.120 |
| 球铁回炉 | 3.80     | 2.80 | 0.51 | 0.025 | 0.080 |
| 废钢   | 0.20     | 0.27 | 0.42 | 0.022 | 0.036 |
| 硅铁   | —        | 74.6 | —    | —     | —     |

| 炉料名称   | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |
|--------|----------|------------|-------|-------|--------|-------|
|        |          | C          | Si    | Mn    | S      | P     |
| 本溪生铁   | 25       | 1.05       | 0.30  | 0.07  | 0.008  | 0.013 |
| 水钢生铁   | 25       | 1.03       | 0.35  | 0.19  | 0.005  | 0.030 |
| 球铁回炉   | 35       | 1.33       | 0.98  | 0.18  | 0.009  | 0.028 |
| 废钢     | 15       | 0.03       | 0.04  | 0.06  | 0.003  | 0.005 |
| 硅铁     | 1.3      | —          | 0.97  | —     | —      | —     |
| 合计     |          | 3.44       | 2.64  | 0.83  | 0.025  | 0.076 |
| 炉内熔化增减 |          | +0.34      | -0.32 | -0.14 | +0.015 | 0     |
| (原铁液)  |          | 3.78       | 2.32  | 0.69  | 0.04   | 0.076 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 12%、锰烧损 17%、硫增加 60%、磷不变。

2. 炉前, 在出铁槽加入经预热的 75% 硅铁 0.8% 作孕育处理, 吸收率 83%, 在包内加入稀土镁合金作球化处理。用三角试片检查, 控制质量, 白口深度 2~4mm。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于工农-12 手扶拖拉机中要求球墨铸铁 QT600-3 的轮毂压盖、后盖、转向衬套和 F190 柴油机的进气门座、排气门座、摆臂支架等铸件。



配料实例 465 表 1.2-101 QT600—3 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 曲轴 (手扶拖拉机类 I 农—10 手扶拖拉机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 354mm×120mm×77mm, 为曲拐结构, 铸件毛重 7.5kg, 壁厚 $\phi 30 \sim 50$ mm, 除曲拐两端面外, 其余均需加工。采用湿型铸造。铸件要求热处理要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600—3。用楔形试样, 热处理后, 抗拉强度 $\sigma_b 700 \sim 850$ MPa, 断后伸长率 $\delta 2.4\% \sim 4.5\%$ , 硬度 250—300HBS, 冲击韧度 $a_K 2.0 \sim 4.2$ J/cm <sup>2</sup> 。金相组织: 珠光体 80%—90%, 磷共晶 $\leq 1\%$ , 无渗碳体, 余为铁素体, 球化率 1—2 级 |
| 合金成分控制 (%) | C 3.6—3.9, Si 2.2—2.6, Mn 0.5—0.8, S $\leq 0.025$ , P $\leq 0.1$ , RE 0.03—0.05, Mg 0.04—0.06   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |            |       |       |        |       |
|--------|----------|------------|-------|-------|--------|-------|
|        | C        | Si         | Mn    | S     | P      |       |
| 本溪生铁   | 4.20     | 1.09       | 0.15  | 0.030 | 0.050  |       |
| 球铁回炉   | 3.80     | 2.75       | 0.67  | 0.020 | 0.080  |       |
| 废钢     | 0.23     | 0.18       | 0.46  | 0.020 | 0.036  |       |
| 硅铁     | —        | 74.4       | —     | —     | —      |       |
| 锰铁     | —        | —          | 65.21 | —     | —      |       |
| 炉料名称   | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |
|        |          | C          | Si    | Mn    | S      | P     |
| 本溪生铁   | 50       | 2.10       | 0.55  | 0.08  | 0.150  | 0.025 |
| 球铁回炉   | 35       | 1.33       | 0.96  | 0.23  | 0.007  | 0.028 |
| 废钢     | 15       | 0.03       | 0.03  | 0.07  | 0.003  | 0.005 |
| 硅铁     | 1        | —          | 0.74  | —     | —      | —     |
| 锰铁     | 0.7      | —          | —     | 0.46  | —      | —     |
| 合计     |          | 3.46       | 2.28  | 0.84  | 0.025  | 0.058 |
| 炉内熔化增减 |          | +0.35      | -0.27 | -0.14 | +0.015 | 0     |
| (原铁液)  |          | 3.81       | 2.01  | 0.70  | 0.040  | 0.058 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 12%、锰烧损 17%、硫增加 60%、磷不变。

2. 炉前, 在铁液槽加入经预热的 75% 硅铁 0.8% 作孕育处理, 炉外孕育吸收率 83%; 在铁液包加入稀土镁合金作球化处理。用三角试片检查控制质量, 三角白口大小 2—4mm。

3. 浇注时用 75% 硅铁粉作瞬时处理。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于工农—10 手扶拖拉机中要求球墨铸铁 QT600—3 的凸轮轴、连杆等铸件。

配料实例 466 表 1.2-102 QT600-3 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 调节拨叉 (收获机械类 J11065 联合收割机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 543mm×200mm×105mm, 是薄壁叉架类铸件, 形状较复杂, 易变形, 要求毛坯尺寸精度较高, 铸件毛重 5kg。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 相当于球墨铸铁 QT600-3 (美国约翰·迪尔公司标准 JDM18A) 抗拉强度 $\sigma_b \geq 549\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 4\%$ , 硬度 180~255HBS |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.8, Si2.4~2.8, Mn0.35~0.6, P $\leq$ 0.10, S $\leq$ 0.03, Mg0.02~0.04, RE0.02~0.04   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|-------|----------|------|------|-------|-------|
|       | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 本溪生铁  | 4.03     | 1.82 | 0.74 | 0.100 | 0.020 |
| 球铁回炉铁 | 3.80     | 2.90 | 0.50 | 0.080 | 0.023 |
| 废钢    | 0.35     | 0.30 | 0.60 | —     | —     |

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |        |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     |
| 本溪生铁      | 70       | 2.82       | 1.27  | 0.52  | 0.070 | 0.016  | —      | —      |
| 球铁回炉铁     | 20       | 0.76       | 0.58  | 0.10  | 0.016 | 0.046  | —      | —      |
| 废钢        | 10       | 0.04       | 0.03  | 0.06  | —     | —      | —      | —      |
| 合计        |          | 3.62       | 1.88  | 0.68  | 0.086 | 0.062  | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |          | +0.18      | -0.38 | -0.14 | —     | +0.049 | —      | —      |
| (原铁液)     |          | 3.80       | 1.50  | 0.54  | 0.086 | 0.111  | —      | —      |
| 炉外球化吸收    |          | —          | +0.48 | —     | —     | -0.077 | +0.035 | +0.028 |
| 炉外孕育吸收    |          | —          | +0.72 | —     | —     | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液) |          | 3.80       | 2.70  | 0.54  | 0.086 | 0.034  | 0.035  | 0.028  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 20%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉前, 用苏打脱硫, 保证球化效果。球化处理, 用稀土硅铁镁合金, 加入量 1%~5%, 硅吸收 80%, 镁和稀土吸收 35%, 脱硫 70%; 孕育处理, 用 75% 硅铁, 加入量 1.2%, 硅吸收 80%。

3. 炉前, 观察三角试片的断口颜色、形状、晶粒大小、缩凹深度, 以确保球化情况。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.7, Si2.7, Mn0.47, P0.085, S0.027, RE0.040, Mg0.045;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  588MPa, 断后伸长率  $\delta$  4.2%, 硬度 201HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于收获机械中要求美国 JDM 18A 球墨铸铁的链轮、长杆、轮壳等铸件。

配料实例 467 表 1.2-103 QT600-3 的合金球墨铸铁配料

|            |  |       |       |      |        |       |      |       |          |          |             |
|------------|--|-------|-------|------|--------|-------|------|-------|----------|----------|-------------|
| 铸件名称       | 6140 发动机曲轴 (重型载重汽车类零件)   |       |       |      |        |       |      |       |          |          |             |
| 铸件特点       | 铸件曲轴总长 $L=1695\text{mm}$ , 主轴颈直径 $\phi_{\text{主}}=125\text{mm}$ , 连杆轴颈直径 $\phi_{\text{连}}=105\text{mm}$ , 为轴类结构, 铸件毛重 $220\text{kg}$ 。采用湿型铸造。铸件要求完全奥氏体化正火与回火。要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT600-3 (含 Cu、Mo)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 3\%$ , 硬度 $229 \sim 302\text{HBS}$ 。金相组织: 球状 + 团状石墨 $\geq 75\%$ ; 珠光体 (或回火索氏体) 为基, 牛眼状铁素体 $\leq 25\%$ , 碳化物 $\leq 5\%$ 。 |       |       |      |        |       |      |       |          |          |             |
| 合金成分控制 (%) | C3.40~3.60, Si2.10~2.40, Mn0.60~0.80, P $\leq$ 0.100, S $\leq$ 0.030, Cu0.40~0.60, Mo0.20~0.40, RE0.035~0.050, Mg0.040~0.055   |       |       |      |        |       |      |       |          |          |             |
| 配 料        |  |       |       |      |        |       |      |       |          |          |             |
| 金属炉料       | 铸铁牌号 QT600-3   |       |       |      |        |       |      |       |          | 配料成分 (%) | 出炉温度        |
|            | 炉 后  |       |       | 炉 前  |        |       |      |       |          |          |             |
|            | 本溪 Z14 生铁  | 同级回炉铁 | 废钢    | Si75 | MnG4   | Si75  | Cu   | Mo551 | REMg 7-9 |          |             |
| 化学成分 (%)   | C  | 4.37  | 3.50  | 0.41 |        |       |      |       |          | 3.51     | 1400~1430°C |
|            | Si   | 1.50  | 2.35  | 0.16 | 76.8   |       | 76.8 |       |          | 2.32     |             |
|            | Mn   | 0.62  | 0.70  | 0.52 |        | 66.7  |      |       |          | 0.71     |             |
|            | S  | 0.03  | 0.025 |      |        |       |      |       |          | 0.026    |             |
|            | P  | 0.05  | 0.060 |      |        |       |      |       |          | 0.046    |             |
|            | Cu   |       | 0.45  |      |        |       |      | 99.3  |          | 0.43     |             |
|            | Mo   |       | 0.23  |      |        |       |      |       | 57.7     | 0.24     |             |
|            | Mg   |       | 0.052 |      |        |       |      |       |          | 9.68     |             |
| RE         |  | 0.046 |       |      |        |       |      |       | 7.28     | 0.042    |             |
| 配 比        | (%)  | 65    | 20    | 15   |        | 0.4   | 0.5  | 0.4   | 0.4      | 1.5      |             |
| 批重/kg      |  | 195   | 60    | 45   |        | 1.2   | 1.5  | 1.2   | 1.2      | 4.5      |             |
| 层铁/kg      |  | 300   |       |      | 底      | 高度/mm |      | 1500  |          |          |             |
| 层焦/kg      |  | 28    |       |      | 焦      | 质量/kg |      | 380   |          |          |             |
| 接力焦/kg     |  | 6     |       |      | 石灰石/kg |       |      | 12    |          |          |             |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口热风冲天炉, 熔化率  $4\text{t/h}$ , 炉内碳增加  $5\%$ 、硅烧损  $15\%$ 、锰烧损  $20\%$ 、硫增加  $90\%$ 、磷不变。
2. 炉前, 外加紫铜和钼铁。球化处理用稀土镁合金, 加入量  $1.5\%$ ; 孕育处理用  $75\%$  硅铁, 加入量  $0.5\%$ 。
3. 检测结果:  
化学成分 (%): C3.43, Si2.22, Mn0.68, P0.055, S0.031, Cu0.41, Mo0.22, RE0.047, Mg0.052;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 809\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta 3.6\%$ , 硬度  $262\text{HBS}$ ;  
金相组织: 球状 + 团状石墨  $\geq 85\%$ , 球径小; 珠光体  $85\%$  左右, 牛眼状铁素体余量, 碳化物  $< 1\%$ 。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于重型载重汽车中要求球墨铸铁 QT600-3 的铸件, 如进排气摇臂、喷油摇臂、连杆、凸轮轴、风扇支架、空压机曲轴、空压机曲轴、空压机进气阀座等铸件。

配料实例 468 表 1.2-104 QT600—3 的合金球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 发动机曲轴 (中型载重汽车类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸: 轴长 918mm、主轴颈 $\phi 83\text{mm}$ 、连杆轴颈 $\phi 70\text{mm}$ , 铸件毛重 46kg, 是发动机主要零件。铸件要求正火处理<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT600—3 (含 Cu)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 3\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C3.7~3.9, Si2.0~2.3, Mn0.5~0.8, P $\leq$ 0.10, S $\leq$ 0.07 (球化处理前), Cu0.4~0.6, Mg0.03~0.06, RE0.02~0.05   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |       |        |    |
|--------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|--------|----|
|        | C        | Si         | Mn    | P     | S     | Cu    | Mg     | RE |
| 新生铁    | 4.25     | 1.50       | 0.89  | 0.066 | 0.051 |       |        |    |
| 本身回炉铁  | 3.8      | 2.20       | 0.6   | 0.06  | 0.025 | 0.5   |        |    |
| 低 C 废钢 | 0.2      | 0.2        | 0.4   |       |       |       |        |    |
| 球化剂    |          | 40         |       |       |       |       | 8      | 6  |
| 75% 硅铁 |          | 75         |       |       |       |       |        |    |
| 电解铜    |          |            |       |       |       | 100   |        |    |
| 炉料名称   | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |        |    |
|        |          | C          | Si    | Mn    | P     | S     | Cu     |    |
| 新生铁    | 70       | 2.98       | 1.05  | 0.623 | 0.046 | 0.035 |        |    |
| 本身回炉铁  | 20       | 0.76       | 0.44  | 0.12  | 0.012 | 0.005 | 0.10   |    |
| 低 C 废钢 | 10       | 0.02       | 0.02  | 0.04  |       |       |        |    |
| 球化剂    | 1.5      |            | (0.6) |       |       |       |        |    |
| 75% 硅铁 | 0.5      |            | 0.38  |       |       |       |        |    |
| 电解铜    | 0.4      |            |       |       |       |       | (0.40) |    |
| 合计     |          | 3.76       | 2.49  | 0.78  | 0.06  | 0.04  | 0.50   |    |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口热风冲天炉, 炉内硅烧损 10%~15%、锰烧损 15%~20%。

2. 炉前, 球化处理采用稀土镁合金; 孕育处理采用 75% 硅铁。

3. 铜放在包底冲入。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料在用于中型载重汽车中其他要求球墨铸铁 QT600—3 的小型铸件时, 可不加 Cu, 把硅含量的要求成分提高到 2.5%~2.7%, 配料中把硅含量的计算成分提高到 2.85%。

配料实例 469 表 1.2-105 QT600—3 的合金球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 发动机曲轴 (中型载重汽车类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 200mm×200mm×900mm, 为较复杂的轴类结构, 承受较大扭矩载荷和径向载荷, 铸件毛重 50kg, 轴颈加工, 且要求材质各部分均匀, 以能有较好的动平衡特性。铸件要求正火处理<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT600—3。抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 3\%$ , 硬度 229—302HBS。金相组织: 基体以珠光体为主 90% 以上, 有少量索氏体和铁素体; 石墨呈球状, 大小和分布均不低于 4 级以下 |
| 合金成分控制 (%) | 原铁液, C3.6—3.9, Si1.2—1.4, Mn0.5—0.8, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.07; 球化孕育处理后铁液, C3.5—3.8, Si2.0—2.4, Mn0.5—0.8, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.025, Cu0.3—0.5, RE0.03—0.06, Mg0.035—0.08  |

## 配 料

| 炉料名称     | 天津生铁 | 钒钛生铁 | 球铁回炉铁 | 废钢 | 硅铁 | 锰铁 |
|----------|------|------|-------|----|----|----|
| 配料比例 (%) | 60   | 5    | 25    | 10 | —  | —  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 炉内碳基本不变、硅烧损 12%—14%、锰烧损 15%—18%、磷增加 70%—90%。

2. 炉前, 外加紫铜。球化处理用稀土镁合金, 加入量 1.7%; 孕育处理用 75% 硅铁, 加入量 0.5%。

3. 炉前, 还需加入适量苏打、食盐, 以便更好地脱硫、清液。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.65, Si2.33, Mn0.62, P0.047, S0.018, Cu0.4, RE0.044, Mg0.058;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  630MPa, 断后伸长率  $\delta$  5.4%, 硬度 243HBS;

金相组织: 石墨呈球状 2 级, 石墨长度 2 级, 基体以珠光体为主  $\approx$  95%, 余为铁素体、磷共晶和碳化物  $<$  0.5%。

配料实例 470 表 1.2-106 QT600—3 的合金球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 摇臂 (中型载重汽车类中卡车零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 (102×45×26) mm, 铸件单重为 0.2kg。该铸件用在发动机钒的进排气钒构上, 作用于汽油发动机进排气顶杆, 工作时处于高速转动, 对铸件有强度和硬度的要求, 铸件表面粗糙度应达到 $R_{a12.5\mu\text{m}}$ 以下, 铸件尺寸精度应达到国标 CT6—CT7 级。采用熔模精铸工艺方法生产<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT600—3 (含 Cu、Sn)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 370\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 3\%$ , 布氏硬度 229—302HBS; 主要金相组织: 珠光体 + 铁素体 (珠光体含量大于 75%), 球化率大于 3 级 |
| 合金成分控制 (%) | C3.2—3.8, Si2.0—2.8, Mn $\leq$ 0.3, P $\leq$ 0.01, S $\leq$ 0.03; Cu0.7—1.3, Sn0.02—0.06, RE0.01—0.04, Mg0.02—0.06  |

(续)

| QT600—3 | 配 料     |                    |       |       |           |         |         |         |
|---------|---------|--------------------|-------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | 金 属 炉 料 |                    |       |       |           |         |         |         |
|         | 生铁 Q10  | 废钢 20 <sup>#</sup> | 回炉料   | 电解铜   | 锡         | 稀土镁     | 硅铁粉     | 硅铁      |
| 配料比例(%) | 50~65   | 3~10               | 25~45 | 0.5~1 | 0.02~0.06 | 1.0~2.0 | 0.2~0.8 | 0.1~0.7 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中频感应电炉熔炼, 熔化率为 0.6t/h。

2. 稀土镁粒度为 20~40mm。

硅铁粉粒度为 3~5mm。

硅铁的粒度为 10~20mm。

3. 球化、孕育及浇注:

(1) 将预先称量好的稀土镁在球化处理铁液包凹坑内捣实, 再放入 0.1%~0.6% 的硅铁, 再盖上 0.1% 左右的珍珠岩和 0.05% 草灰, 用压铁压实。

(2) 第一次倒入包内 2/3 铁液, 迅速盖上包盖, 使其发生球化反应, 球化反应后再迅速补充其余 1/3 的铁液。

(3) 扒除铁液表面浮液, 然后再用 0.2% (铁液重量) 的珍珠岩覆盖铁液表面。

(4) 浇注时, 将 0.3%~0.6% 的硅铁粉随流均匀加入小浇包中。

(5) 浇注时在小包中加入 0.10% 草灰。

(6) 模壳温度 (浇注时) 为 50~150°C。

(7) 铁液浇注温度为 1300~1350°C。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 配料实例 471 表 1.2-107 QT600—3 的球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 曲轴 (船用机械类船用 6250 系列柴油机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸: 轴长 3400mm, 主轴 $\phi 170$ mm, 连杆轴颈 $\phi 155$ mm, 铸件毛重 770kg, 是柴油机重要零件。铸件要求正火处理。铸造工艺采用干型铸造, 平浇立冷。一箱一件。清砂后铸件进行正火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600—3 |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.8, Si2.1~2.7, Mn0.2~0.35; P0.03~0.05, S<0.02, Mg0.030~0.040, RE0.022~0.035  |

#### 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分(%) |      |      |       |        |       |       |
|--------|---------|------|------|-------|--------|-------|-------|
|        | C       | Si   | Mn   | P     | S      | RE    | Mg    |
| 天津 Q10 | 4.30    | 0.88 | 0.10 | 0.040 | 0.036  | —     | —     |
| 回炉料    | 3.61    | 2.50 | 0.31 | 0.050 | <0.010 | 0.030 | 0.040 |
| 废钢     | 0.21    | 0.24 | 0.52 | 0.030 | —      | —     | —     |
| 75% 硅铁 | —       | 77   | —    | —     | —      | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —       | —    | 67   | —     | —      | —     | —     |
| 2号球化剂  | —       | 43   | —    | —     | —      | 5     | 7     |

(续)

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |        |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | RE     | Mg     |
| 天津 Q10    | 60       | 2.58       | 0.53  | 0.06  | 0.024 | 0.022  | —      | —      |
| 回炉料       | 25       | 0.90       | 0.63  | 0.08  | 0.013 | 0.003  | 0.008  | 0.010  |
| 废钢        | 15       | 0.03       | 0.04  | 0.08  | 0.005 | —      | —      | —      |
| 75% 硅铁    | 1.2      | —          | 0.92  | —     | —     | —      | —      | —      |
| 65% 锰铁    | 0.2      | —          | —     | 0.13  | —     | —      | —      | —      |
| 2号球化剂     | 1.8      | —          | —     | —     | —     | —      | —      | —      |
| 合计        |          | 3.51       | 2.12  | 0.35  | 0.042 | 0.025  | 0.008  | 0.010  |
| 炉内熔化增减    |          | +0.18      | -0.32 | -0.07 | 0     | +0.020 | —      | —      |
| (原铁液)     |          | 3.69       | 1.80  | 0.28  | 0.042 | 0.045  | 0.008  | 0.010  |
| 炉外球化孕育吸收  |          | —          | +0.76 | —     | —     | 净化     | +0.027 | +0.025 |
| (球化孕育后铁液) |          | 3.69       | 2.56  | 0.28  | 0.042 | <0.010 | 0.035  | 0.035  |

注：1. 采用熔炉类型：5t 双排大间距热风冲天炉，炉内碳增 5%，硅烧损 15%，锰烧损 20%，磷基本不变，硫增加 80%。

2. 炉前，球化处理，冲入法工艺，球化剂采用自制的 2 号球化剂，加入量为 1.8%，Mg 吸收率 20%，RE 吸收率 30%，球化剂中的 Si 的吸收率约为 70%。

3. 炉前，用孕育剂进行孕育处理，采用浇口杯瞬时孕育法，加入量 0.4%，Si 的吸收率约为 70%。

4. 炉前，球化和孕育后先浇几个三角试样，冷却后打断观其断面，根据断面情况，对铁液球化孕育处理进行调整。要求试样断面呈银白色，中间有缩松，晶粒细小，试样表面有缩陷，试样尖端有白口。悬空敲击时发出清脆声。

5. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.55，Si2.51，Mn0.3，P0.042，S<0.01，RE0.033，Mg0.038；力学性能：抗拉强度  $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ ，断后伸长率  $\delta \geq 3\%$ ，硬度 230~250HBS。拉伸试样随本体铸造，现场切割机锯下送检；

金相组织：基体为珠光体+铁素体，珠光体组织  $\geq 80\%$ ，球化等级 2~3 级，石墨大小分级 6~7 级，石墨球分布均匀，没有莱氏体和网状渗碳体，碳化物 < 3%。

金相试样随本体铸造，现场锯下送检。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 472 表 1.2-108 QT600—3 的球墨铸铁配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 气涨离合器壳 (船用机械类船用泥泵主机零件)  |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 $\phi 865\text{mm} \times 320\text{mm}$ ，为筒形结构，铸件毛重 260kg，主要壁厚 40mm，全部加工，它在工作时受到蒸汽压力及热的冲击，剧烈摩擦并传递力。采用干型铸造，立造立浇。铸件要求进行消除内应力退火<br>要求铸铁牌号：球墨铸铁 QT600—3。抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta \geq 3\%$ ，硬度 197~269HBS |

(续)

|            |  |
|------------|--|
| 合金成分控制 (%) | 合金成分(质量分数)控制: 基体以铸态珠光体类为好, 所以在决定配料时要考虑到防止游离渗碳体的析出, 并严格控制造成脆相的因素, 以得到强度较高的铸态珠光体组织, 因而要考虑以下几个环节。①选择合适的合金成分: 碳, 只要不产生石墨漂浮, 含碳量尽可能提高, 这样核心数多, 可细化球径, 提高球的圆整度。同时由于碳离石墨化膨胀, 可使铸件致密, 减少缩松; 硅, 为保证得到珠光体球铁, 不宜太高; 锰含量可比铁素体类球铁高一些。这样可增加珠光体量细化和稳定珠光体; 磷和硫, 尽可能低; ②控制球化剂的残留量, 残留量不宜过多, 否则容易产生自由渗碳体及反白口, 必须严格控制。因此, 选择如下合金成分(%): C3.6~3.8, Si2.3~2.6, Mn0.5~0.8, P≤0.07, S≤0.03, RE0.03~0.05, Mg0.03~0.06 |
|------------|--|

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |           |        |       |        |        |        |        |
|-----------|----------|-----------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
|           | C        | Si        | Mn     | P     | S      | RE     | Mg     |        |
| 巴西生铁      | 3.88     | 2.20      | 0.80   | 0.043 | 0.0140 | —      | —      |        |
| 75%硅铁     | —        | 73.06     | —      | —     | —      | —      | —      |        |
| 4#稀土硅铁镁合金 | —        | 41.20     | —      | —     | —      | 7.1    | 9.0    |        |
| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |        |       |        |        |        |        |
|           |          | C         | Si     | Mn    | P      | S      | RE     | Mg     |
| 巴西生铁      | 100      | 3.88      | 2.20   | 0.80  | 0.043  | 0.014  | —      | —      |
| 75%硅铁     | 1.3      | —         | (0.95) | —     | —      | —      | —      | —      |
| 4#稀土硅铁镁合金 | 1.6      | —         | (0.65) | —     | —      | —      | (0.11) | (0.14) |
| 合计        |          | 3.88      | 2.20   | 0.80  | 0.043  | 0.014  | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |          | -0.14     | -0.51  | -0.19 | 0      | +0.014 | —      | —      |
| (原铁液)     |          | 3.74      | 1.69   | 0.61  | 0.043  | 0.028  | —      | —      |
| 球化吸收      |          | —         | +0.39  | —     | —      | —      | +0.039 | +0.049 |
| 孕育吸收      |          | —         | +0.49  | —     | —      | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液) |          | 3.74      | 2.57   | 0.61  | 0.043  | 0.028  | 0.039  | 0.049  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 炉内碳烧损 4%、硅烧损 23%、锰烧损 24%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 球化处理采用 4#稀土硅铁镁合金 (%) (RE7.1, Mg9.0, Si41.2), 加入量 1.6; 孕育处理采用 75 硅铁, 加入量 1.3%。

3. 炉前, 用三角试片来检验断口特征, 判断成分和球化状况。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.72, Si2.52, Mn0.71, P0.059, S0.047, RE0.035, Mg0.045;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  631MPa, 断后伸长率  $\delta_5$  3.6%, 硬度 223~229HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于船用机械中要求球墨铸铁 QT600—3 的刹车片、链轮等铸件。



配料实例 473 表 1.2-109 QT600—3 的合金球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 联接管 (大中型柴油机类 V 形柴油发动机零件)  |
| 铸件特点       | <p>该铸件是装在大中型柴油发动机上的涡轮前排气联接管, 在气温度高于 700°C 条件下工作, 并承受一定震动负荷, 要求在反复的高温作用下, 具有较高的耐高温、抗张力强、抗氧化和高温强度及几何尺寸稳定等性能, 铸件毛重 9kg, 主要壁厚 5mm。采用手工湿型铸造。铸件要求退火处理</p> <p>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT600—3 (含 Cu、Mo)。经退火后, 抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 600\text{MPa}</math>, 断后伸长率 <math>\delta \geq 3\%</math>, 硬度 200~260HBS。金相组织: 基体为中、细片状珠光体和牛眼状铁素体组织, 游离渗碳体 &lt; 10%, 石墨主要为球状及团状, 团径 20~30<math>\mu\text{m}</math>, 团片状不超 5%, 不允许有厚片状游离石墨, 允许有少量的磷共晶</p>   |
| 合金成分控制 (%) | <p>由于联接管的工作特点所决定, 联接管材料, 必须具有耐高温, 抗张力强, 抗氧化和热稳定及高温强度等性能, 但一般铸铁在高湿作用下, 氧原子通过铸件上的微孔、裂纹、石墨片渗入到内部使铸铁中各元素发生氧化, 引起体积长大, 其次基体中的 <math>\text{Fe}_3\text{C}</math> 分解, 石墨的析出伴随着体积的长大, 同时由于石墨数量的增加, 有利于氧气的渗入, 工作温度超过相变湿度, 基体发生相变引起体积的变化, 使铸件产生微观裂纹, 铸铁的耐热性能就是铸铁抵抗氧化和长大的能力, 在成分上、组成上采取有效措施, 控制上述影响, 就可提高铸铁的耐热性能。合金成分的控制: ①碳硅, 碳在球铁中的形态为球状, 团状或团片状, 这种状态的石墨分布在基体中, 相互不连续, 氧化性气体不能像片状石墨那样容易渗入, 具有良好的抗生长性, 而且对力学性能的损伤也不象灰铸铁严重, 为了石墨细化和石墨球状的圆整度, 在不引起石墨的漂浮下, 可适当提高碳含量, 提高硅含量可使铸件表面形成一层含有 <math>\text{SiO}_2</math> 的氧化膜, 包在铸件表面, 阻止氧继续侵入, 对抵抗氧化和生长性好, 但因硅与铁的原子半径不同, 硅固溶在铁素体中过多, 使晶格歪扭严重, 增加球铁的脆性, 所以硅量不宜过高; ②锰, 锰虽能强化基体, 但形成的碳化物分布在晶界上, 降低了球铁的塑性和韧性, 增加了脆性, 用稀土镁做球化剂有脱锰作用, 因此锰含量不宜过高, 一般不超 0.9%; ③铝, 铝以面溶体存在于球铁中, 除能强化基体外, 并能改善石墨的分布, 可提高球铁的强度和挠度, 同时对球铁具有温和的碳化物形成作用, 使组织致密, 提高了韧性, 使球铁在高温时不发生碳化物分解, 具有抗氧化性和抗热裂性, 但如铝含量超过 0.8%, 使抗氧化性恶化, 所以一般控制在 0.8% 以内; ④铜, 球铁的共晶成分将因铜的加入而向碳含量低的方向移动, 但其共析的位置则保持不变, 有促进石墨化作用, 铜在超过它的固溶度的提限时, 常在球铁中呈显微质点分布, 使组织更致密, 并能细化和剥离石墨片的均匀分布, 具有强化球铁基体的作用, 可提高球铁的强度和硬度; ⑤磷硫, 磷和硫是球铁中最为敏感的有害元素, 含磷量应控制 0.1% 以内, 硫含量应控制在 0.03% 以内。为此, 控制合金成分 (%) 为: C3.5~3.9, Si2.1~2.9, Mn0.5~0.8, P<math>\leq</math>0.10, S<math>\leq</math>0.03, Cu0.5~0.8, Mo0.2~0.3</p> |

(续)

| 配 料       |             |           |       |       |       |        |       |       |        |        |
|-----------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|
| 炉料名称      | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |       |       |        |        |
|           | C           | Si        | Mn    | P     | S     | Mo     | Cu    |       |        |        |
| 本溪 Z14 生铁 | 4.10        | 1.45      | 0.70  | 0.050 | 0.020 | —      | —     |       |        |        |
| 废钢        | 0.20        | 0.25      | 0.40  | 0.020 | 0.020 | —      | —     |       |        |        |
| 75% 硅铁    | —           | 75        | —     | —     | —     | —      | —     |       |        |        |
| 78% 锰铁    | —           | —         | 78    | —     | —     | —      | —     |       |        |        |
| 55% 钼铁    | —           | —         | —     | —     | —     | 55     | —     |       |        |        |
| 电解铜       | —           | —         | —     | —     | —     | —      | —     |       |        | 100    |
| 炉料名称      | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |       |        |        |
|           |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Mo    | Cu    | Mg     | RE     |
| 本溪 Z14 生铁 | 80          | 3.28      | 1.16  | 0.56  | 0.040 | 0.016  | —     | —     | —      | —      |
| 废钢        | 20          | 0.04      | 0.05  | 0.08  | 0.004 | 0.004  | —     | —     | —      | —      |
| 75% 硅铁    | 0.9         | —         | 0.68  | —     | —     | —      | —     | —     | —      | —      |
| 78% 锰铁    | 0.5         | —         | —     | 0.39  | —     | —      | —     | —     | —      | —      |
| 55% 钼铁    | 0.4         | —         | —     | —     | —     | —      | 0.22  | —     | —      | —      |
| 电解铜       | 0.5         | —         | —     | —     | —     | —      | —     | 0.50  | —      | —      |
| 合计        |             | 3.32      | 1.89  | 1.03  | 0.044 | 0.020  | 0.22  | 0.50  | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |             | +0.17     | -0.19 | -0.21 | 0     | +0.019 | -0.02 | -0.03 | —      | —      |
| (原铁液)     |             | 3.49      | 1.70  | 0.82  | 0.044 | 0.039  | 0.20  | 0.47  | —      | —      |
| 炉外球化孕育吸收  |             | —         | +0.48 | —     | —     | —      | —     | —     | +0.027 | +0.044 |
| (球化孕育后铁液) |             | 3.49      | 2.18  | 0.82  | 0.044 | 0.039  | 0.20  | 0.47  | 0.027  | 0.044  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口冷风冲天炉，炉内碳增加 5%、硅烧损 10%、锰烧损 20%、硫增加 100%、钼烧损 10%、铜烧损 5%、磷不变。

2. 炉前，球化处理用镁含量为 Mg9%~17% 的稀土镁合金，加入量为 1.5%，吸收率为 20%。在稀土镁合金底部放 0.04%~0.10% 冰晶石粉，在其上用 0.05% 硅铁粉覆盖。

3. 炉前，孕育处理用 75% 硅铁，加入量为 0.8%，吸收率为 80%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于 V 形大马力柴油发动机中要求合金球墨铸铁 QT600-3 (含 Cu、Mo) 的涡轮前排气左、右联接管等铸件。

配料实例 474 表 1.2-110 QT600—3 的球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 曲拐 (大小型柴油机类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 182mm×232mm×194mm, 可由六元曲拐组成一根曲轴, 它在周期的交变负荷下工作, 铸件毛重 18.5kg, 主要壁厚 20mm, 三面加工。采用湿型铸造 铸件要求正火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600—3。抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\geq 2\%$ , 冲击韧度 $\geq 1.5\text{J}/\text{cm}^2$ , 硬度 228~320HBS。金相组织: 球化 1~2 级, 珠光体基体大于 85%, 渗碳体与夹杂物小于 2% |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分控制: 原铁液, C3.7~4.0, Si1.4~1.7, Mn0.5~0.8, P $\leq$ 0.10, S0.5~0.7; 球化孕育处理后铁液, C3.7~4.0, Si2.3~2.5, Mn0.5~0.8, P $\leq$ 0.10, S $\leq$ 0.02, Mg0.04~0.08   |

## 配 料

| 炉料名称                  | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |        |
|-----------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|
|                       | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |        |
| 本溪生铁                  | 4.40     | 1.08       | 0.53  | 0.044 | 0.030 |        |        |
| 回炉铁                   | 3.85     | 2.40       | 0.65  | 0.040 | 0.020 |        |        |
| 75% 硅铁                | —        | 72         | —     | —     | —     |        |        |
| 65% 锰铁                | —        | —          | 65    | —     | —     |        |        |
| 炉料名称                  | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |
|                       |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     |
| 本溪生铁                  | 50       | 2.20       | 0.54  | 0.26  | 0.022 | 0.015  | —      |
| 回炉铁                   | 50       | 1.93       | 1.20  | 0.33  | 0.020 | 0.010  | —      |
| 75% 硅铁                | 0        | —          | —     | —     | —     | —      | —      |
| 65% 锰铁                | 0.27     | —          | —     | 0.18  | —     | —      | —      |
| 合计                    |          | 4.13       | 1.74  | 0.77  | 0.042 | 0.025  | —      |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)       |          | -0.29      | -0.16 | -0.12 | 0     | +0.025 | —      |
| 炉外球化孕育增减<br>(球化孕育后铁液) |          | 3.84       | 1.58  | 0.65  | 0.042 | 0.050  | —      |
|                       |          | —          | +0.78 | —     | —     | -0.030 | +0.050 |
|                       |          | 3.84       | 2.36  | 0.65  | 0.042 | 0.020  | 0.050  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 熔化率 6t/h, 炉内碳烧损 7%、硅烧损 9%、锰烧损 15%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用压力加镁法进行球化处理, 纯镁加入量 0.22%, 残余镁量 25%, 去硫 60%; 用 72% 硅铁进行孕育处理, 加入量 1.2%, 吸收率 90%。

3. 炉前, 用三角试片与观察铁液火苗判断球化程度。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于柴油机中要求球墨铸铁 QT600—3 的各种齿轮、凸轮轴等铸件。

配料实例 475 表 1.2-111 QT600—3 的球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 曲轴 (小型柴油机类 165F 柴油机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 208.5mm × 100mm × 126mm, 为圆柱体扇形结构, 铸件毛重 6kg, 主要壁厚 40mm, 扇形板厚 18mm, 全部位加工。采用湿型铸造 铸件要求正火处理<br>要求铸铁牌号: 球墨铸铁 QT600—3。抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 3\%$ , 冲击韧度 $a_K \geq 15\text{J}/\text{cm}^2$ , 硬度 197~269HBS |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分控制: 原铁液, C3.4~3.9, Si1.3~1.8, Mn0.6~0.8, P<0.1, S<0.05; 球化孕育处理后铁液, C3.4~3.9, Si2.2~2.6, Mn0.6~0.8, P<0.1, S<0.03  |

## 配 料

| 炉料名称            | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |
|-----------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
|                 | C        | Si         | Mn    | P     | S     |        |
| 冷口生铁            | 4.14     | 2.16       | 0.83  | 0.072 | 0.018 |        |
| 本溪生铁            | 4.42     | 1.40       | 0.79  | 0.047 | 0.020 |        |
| 球铁回炉铁           | 3.95     | 2.55       | 0.79  | 0.072 | 0.021 |        |
| 废钢              | 0.50     | 0.20       | 0.50  | 0.150 | 0.045 |        |
| 炉料名称            | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|                 |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 冷口生铁            | 30       | 1.24       | 0.65  | 0.25  | 0.022 | 0.005  |
| 本溪生铁            | 30       | 1.33       | 0.42  | 0.24  | 0.014 | 0.006  |
| 球铁回炉铁           | 20       | 0.75       | 0.51  | 0.16  | 0.014 | 0.004  |
| 废钢              | 20       | 0.10       | 0.04  | 0.10  | 0.030 | 0.009  |
| 合计              |          | 3.42       | 1.62  | 0.75  | 0.080 | 0.024  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液) |          | +0.17      | -0.24 | -0.15 | 0     | +0.024 |
|                 |          | 3.59       | 1.38  | 0.60  | 0.080 | 0.048  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口卡腰式热风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 球化处理用稀土镁合金; 孕育处理用 75% 硅铁。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于 165F 柴油机中要求球墨铸铁 QT600—3 的凸轮、凸轮轴、正时齿轮、平衡轴等铸件。本配料也还适用于小型水轮机中的叉子、推力头、抗磨板、泵体、轴套、拉板等铸件。

配料实例 476 表 1.2-112 QT600—3 的球墨铸铁配料

|                 |  |          |       |      |      |      |
|-----------------|--|----------|-------|------|------|------|
| 问题提出            | 有一批汽车曲轴球铁件, 要求牌号为 QT600—3, 要求原铁液成分 (%) 控制范围为: C3.5~3.9, Si1.2~1.5, Mn0.5~0.9, P<0.1, S<0.08, 经球化孕育后硅含量控制为: Si2.2~2.6, 热处理工艺为正火加回火, 所用炉料的化学成分及感应加热电炉中各元素的烧损率见下表, 要求计算出所用炉料的配料比例 |          |       |      |      |      |
|                 | 炉料   | 化学成分 (%) |       |      |      |      |
|                 |  | C        | Si    | Mn   | P    | S    |
|                 | 新生铁 (I) (A)  | 4.10     | 0.80  | 0.60 | 0.10 | 0.03 |
|                 | 新生铁 (II) (B)   | 4.00     | 1.40  | 0.70 | 0.10 | 0.04 |
|                 | 回炉铁 (B)  | 3.60     | 2.22  | 0.62 | 0.09 | 0.03 |
|                 | 废钢 (Γ)   | 0.20     | 0.36  | 0.64 | 0.07 | 0.03 |
|                 | 硅铁 (Д)   |          | 75.00 |      |      |      |
| 锰铁 (E)          |  |          | 68.20 |      |      |      |
| 元素              | C  | Si       | Mn    | P    | S    |      |
| 感应加热电炉中的烧损率 (%) | -5   | +2       | -15   | 0    | 0    |      |

## 配 料

|  |   |
|--|---|
| 配料计算   | 计算:   |
|  | 第一步, 计算出炉料中应配入的碳 (质量分数) ( $C_{\text{炉料}}$ ):  |
|  | $C_{\text{炉料}} = \frac{C_{\text{铸铁件}}}{1 + \eta_C} = \frac{3.80\%}{1 + (-5\%)} = 4.00\%$                              |
|  | 第二步, 按照经验和本车间情况初步确定回炉铁和废钢的加入质量分数 (B 和 Γ):   |
|  | 初步确定回炉铁的加入百分数 (B):  |
|  | $B = 20\%$  |
|  | 初步确定废钢的加入百分数 (Γ):   |
|  | $\Gamma = 30\%$   |
|  | 第三步, 应用代数方法计算出两种新生铁的加入百分数 (A 和 B):  |
|  | 设新生铁 (I) 加入质量分数 (A) 为 X<br>则新生铁 (II) 加入质量分数 (B) 为 $(100\% - X - B - \Gamma) = (100\% - X - 20\% - 30\%) = (50\% - X)$ |
| 因为, 新生铁 (I) 配入的碳质量分数 ( $C_{\text{炉料A}}$ ):                   |   |
| $C_{\text{炉料A}} = C_A \cdot A = 4.10\% X$                    |   |
| 新生铁 (II) 配入的碳质量分数 ( $C_{\text{炉料B}}$ ):                      |   |
| $C_{\text{炉料B}} = C_B \cdot B = 4.00\% (50\% - X)$           |   |
| 而, 回炉铁配入的碳质量分数 ( $C_{\text{炉料B}}$ ):                         |   |
| $C_{\text{炉料B}} = C_B \cdot B = 3.60\% \times 20\% = 0.72\%$ |   |

(续)

## 配 料

废钢配入的碳质量分数( $C_{\text{炉料}\Gamma}$ ):

$$C_{\text{炉料}\Gamma} = C_{\Gamma} \cdot \Gamma = 0.20\% \times 30\% = 0.06\%$$

因此,整个炉料配入的碳质量分数( $C_{\text{炉料}}$ ):

$$C_{\text{炉料}} = C_{\text{炉料}A} + C_{\text{炉料}B} + C_{\text{炉料}H} + C_{\text{炉料}\Gamma}$$

$$\text{即} \quad 4.00\% = 4.10\%X + 4.00\%(50\% - X) + 0.72\% + 0.06\%$$

$$X = 12.2\%$$

得:新生铁(I)加入质量分数(A)为12.2%

新生铁(II)加入质量分数(B)为 $(50\% - X) = (50\% - 12.2\%) = 37.8\%$ 第四步,计算出炉料中应配入的含硅、锰质量分数( $Si_{\text{炉料}}$ 、 $Mn_{\text{炉料}}$ ),并核算硅、锰量以确定铁合金的加入百分数(D和E):炉料中应配入的硅质量分数( $Si_{\text{炉料}}$ ):

$$Si_{\text{炉料}} = \frac{Si_{\text{铸铁件(原铁液)}}}{1 + \eta_{Si}} = \frac{1.35\%}{1 + 2\%} = 1.32\%$$

由两种新生铁、回炉铁和废钢配入的硅质量分数( $Si_{\text{炉料}}$ ):

$$\begin{aligned} Si_{\text{炉料}} &= Si_{\text{炉料}A} + Si_{\text{炉料}B} + Si_{\text{炉料}H} + Si_{\text{炉料}\Gamma} \\ &= Si_A \cdot A + Si_B \cdot B + Si_H \cdot H + Si_{\Gamma} \cdot \Gamma \\ &= 0.80\% \times 12.2\% + 1.40\% \times 37.8\% \\ &\quad + 2.22\% \times 20\% + 0.36\% \times 30\% \\ &= 1.18\% \end{aligned}$$

配料计算

尚缺硅量,可加入硅铁补充,即硅铁加入质量分数(D):

$$D = \frac{Si_{\text{炉料}} - Si_{\text{炉料}}}{Si_D} = \frac{1.32\% - 1.18\%}{75.00\%} = 0.19\%$$

炉料中应配入的含锰量( $Mn_{\text{炉料}}$ ):

$$Mn_{\text{炉料}} = \frac{Mn_{\text{铸铁件(原铁液)}}}{1 + \eta_{Mn}} = \frac{0.7\%}{1 + (-15\%)} = 0.82\%$$

由两种新生铁、回炉铁和废钢配入的锰质量分数( $Mn_{\text{炉料}}$ ):

$$\begin{aligned} Mn_{\text{炉料}} &= Mn_{\text{炉料}A} + Mn_{\text{炉料}B} + Mn_{\text{炉料}H} + Mn_{\text{炉料}\Gamma} \\ &= Mn_A \cdot A + Mn_B \cdot B + Mn_H \cdot H + Mn_{\Gamma} \cdot \Gamma \\ &= 0.60\% \times 12.2\% + 0.70\% \times 37.8\% \\ &\quad + 0.62\% \times 20\% + 0.64\% \times 30\% \\ &= 0.65\% \end{aligned}$$

尚缺锰量,可加入锰铁补充,即锰铁加入质量分数(E):

$$E = \frac{Mn_{\text{炉料}} - Mn_{\text{炉料}}}{Mn_E} = \frac{0.82\% - 0.65\%}{68.20\%} = 0.25\%$$

第五步,计算出炉料中允许配入的含磷、硫质量分数( $P_{\text{炉料}}$ 、 $S_{\text{炉料}}$ ),并核算磷、硫量是否在要求范围内

(续)

| 配 料         |   |
|-------------|---|
| 配料计算        | 炉料中允许配入的磷质量分数( $P_{\text{炉料}}$ ):<br>$P_{\text{炉料}} = \frac{P_{\text{磷铁件(原铁液)}}}{1 + \eta_P} = \frac{0.1\%}{1 + 0\%} = 0.1\%$   |
|             | 由两种新生铁、回炉铁和废钢配入的磷质量分数( $P'_{\text{炉料}}$ ):<br>$\begin{aligned} P'_{\text{炉料}} &= P_{\text{炉料A}} + P_{\text{炉料B}} + P_{\text{炉料B}} + P_{\text{炉料C}} \\ &= P_A \cdot A + P_B \cdot B + P_B \cdot B + P_C \cdot C \\ &= 0.10\% \times 12.2\% + 0.10\% \times 37.8\% \\ &\quad + 0.09\% \times 20\% + 0.07\% \times 30\% \\ &= 0.09\% \end{aligned}$  |
|             | 由于 $P'_{\text{炉料}} < P_{\text{炉料}}$<br>可见,炉料中配入的磷量已控制在要求的范围内  |
|             | 炉料中允许配入的硫质量分数( $S_{\text{炉料}}$ ):<br>$S_{\text{炉料}} = \frac{S_{\text{炉料(原铁液)}}}{1 - \eta_S} = \frac{0.08\%}{1 + 0\%} = 0.08\%$  |
|             | 由两种新生铁、回炉铁和废钢配入的硫质量分数( $S'_{\text{炉料}}$ ):<br>$\begin{aligned} S'_{\text{炉料}} &= S_{\text{炉料A}} + S_{\text{炉料B}} + S_{\text{炉料B}} + S_{\text{炉料C}} \\ &= S_A \cdot A + S_B \cdot B + S_B \cdot B + S_C \cdot C \\ &= 0.03\% \times 12.2\% + 0.04\% \times 37.8\% \\ &\quad + 0.03\% \times 20\% + 0.03\% \times 30\% \\ &= 0.034\% \end{aligned}$ |
|             | 可见,炉料中配入的硫量已控制在要求的范围内   |
| 配料比例<br>(%) | 通过上述计算,可得出所用炉料的加入配料比例(质量分数)如下:<br>新生铁(I)12.2%,新生铁(II)37.8%,回炉铁20%,废钢30%,硅铁0.19%,锰铁0.25%。  |
|             | 假如每批炉料量为300kg,则各种炉料量如下:<br>新生铁(I) $300 \times 12.2\% = 36.6\text{kg}$<br>新生铁(II) $300 \times 37.8\% = 113.4\text{kg}$<br>回炉铁 $300 \times 20\% = 60\text{kg}$<br>废钢 $300 \times 30\% = 90\text{kg}$<br>硅铁 $300 \times 0.19\% = 0.57\text{kg}$<br>锰铁 $300 \times 0.25\% = 0.75\text{kg}$  |

注:1. 同样,如果配料中除加入回炉铁和废钢外,还需加入一种新生铁和一种废机铁,亦可用表中计算方法进行配料计算。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 477~482 表 1.2-113 QT600—3 的 (合金) 球墨铸铁配料

| 序号       | 牌号              | 配料比例 (%) |     |      |     |             |        |      |      |                       | 铁液成分 (%) |                                   |          |                    | 应用       |
|----------|-----------------|----------|-----|------|-----|-------------|--------|------|------|-----------------------|----------|-----------------------------------|----------|--------------------|----------|
|          |                 | 新生铁      |     |      |     | 回炉铁<br>(球铁) | 废<br>钢 | 合金   |      |                       | C        | Si                                | Mn       | 合金<br>元素           |          |
|          |                 | Z14      | Z18 | L08  | Q12 |             |        | 硅    | 锰    | 其他                    |          |                                   |          |                    |          |
| 配料实例 477 | QT600—3<br>(铸态) | 90       | —   | —    | —   | —           | 10     | 0.3  | —    | —                     | 3.5~3.8  | $\frac{1.0\sim 1.4}{1.7\sim 2.2}$ | <0.5     | —                  | 压缩机零件    |
| 配料实例 478 |                 | —        | —   | 85   | —   | —           | 15     | —    | —    | —                     | 3.3~3.9  | $\frac{0.4\sim 1.0}{1.8\sim 3.2}$ | 0.3~0.5  | Cu0.5              | 机床零件     |
| 配料实例 479 |                 | 70       | —   | —    | —   | 20          | 10     | —    | —    | 铜铁<br>0.4<br>铜<br>0.6 | 3.5~3.7  | $\frac{1.0\sim 1.4}{2.0\sim 2.4}$ | 0.5~0.8  | Mo0.2~0.4<br>Cu0.6 | 减速器零件    |
| 配料实例 480 |                 | —        | —   | 93.3 | —   | —           | 6.7    | 0.77 | 1.07 | 铜<br>0.65             | 3.4~3.7  | $\frac{1.2\sim 1.4}{1.9\sim 2.4}$ | 0.4~0.8  | Cu0.5~0.7          | 起重机零件    |
| 配料实例 481 |                 | —        | —   | —    | 70  | 20          | 10     | 0.32 | 0.17 | —                     | 3.5~3.7  | $\frac{1.3\sim 1.5}{2.2\sim 2.3}$ | 0.5~0.65 | —                  | 石油化工机械零件 |
| 配料实例 482 |                 | —        | 70  | —    | —   | 20          | 10     | —    | —    | —                     | 3.4~3.8  | $\frac{1.3\sim 1.6}{2.4\sim 2.8}$ | 0.35~0.6 | —                  | 农业机械零件   |

注: 1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”, 分子为原铁液 Si 含量, 分母为球化孕育后终 Si 含量。

2. 使用的新生铁中含 Mn、P、S 量应低。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 483~489 表 1.2-114 QT600—3 的 (合金) 球墨铸铁配料

| 序号       | 牌号                    | 配料比例 (%) |     |     |     |             |        |    |         |             | 铁液成分 (%) |                                     |         |                        | 应用        |
|----------|-----------------------|----------|-----|-----|-----|-------------|--------|----|---------|-------------|----------|-------------------------------------|---------|------------------------|-----------|
|          |                       | 新生铁      |     |     |     | 回炉铁<br>(球铁) | 废<br>钢 | 合金 |         |             | C        | Si                                  | Mn      | 合金<br>元素               |           |
|          |                       | Z14      | Z18 | L08 | Q12 |             |        | 硅  | 锰       | 其他          |          |                                     |         |                        |           |
| 配料实例 483 | QT600—3<br>(热处<br>理态) | 55~60    | —   | —   | —   | 35~40       | 5~10   | —  | —       | —           | 3.7~3.9  | $\frac{1.2\sim 1.5}{2.1\sim 2.4}$   | 0.5~0.7 | —                      | 195 柴油机曲轴 |
| 配料实例 484 |                       | —        | 95  | —   | —   | —           | 5      | —  | —       | —           | 3.7~3.9  | $\frac{1.1\sim 1.3}{2.2\sim 2.6}$   | 0.5~0.7 | —                      | 柴油机曲轴     |
| 配料实例 485 |                       | —        | —   | 50  | —   | 35          | 15     | —  | 0.5~1.4 | —           | 3.6~3.8  | $\frac{1.6\sim 1.8}{2.0\sim 2.3}$   | 0.6~0.8 | —                      |           |
| 配料实例 486 |                       | 73~75    | —   | —   | —   | —           | 27~25  | —  | —       | 铜<br>铁      | 3.5~3.8  | $\frac{1.1\sim 1.2}{2.1\sim 2.3}$   | 0.5~0.7 | Cu0.6~0.8<br>Mo0.3~0.4 |           |
| 配料实例 487 |                       | 80       | —   | —   | —   | —           | 20     | —  | 0.8     | 铜<br>镍<br>1 | 3.4~3.5  | $\frac{0.9\sim 1.2}{2.32\sim 3.43}$ | 0.62    | Cu<br>Ni               |           |





(续)

| 炉料名称            | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |                 |       |       |        |        |        |       |
|-----------------|----------|------------|-----------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|
|                 |          | C          | Si              | Mn    | P     | S      | RE     | Mg     | Cu    |
| 本溪生铁            | 60       | 2.56       | 0.91            | 0.34  | 0.024 | 0.030  | —      | —      | —     |
| 球铁回炉铁           | 20       | 0.72       | 0.46            | 0.14  | 0.008 | 0.005  | —      | —      | —     |
| 废钢              | 20       | 0.04       | 0.06            | 0.12  | 0.003 | 0.004  | —      | —      | —     |
| 硅铁              | 0.125    | —          | 0.09            | —     | —     | —      | —      | —      | —     |
| 锰铁              | 0.125    | —          | —               | 0.08  | —     | —      | —      | —      | —     |
| 球化剂             | 1.5      | —          | —               | —     | —     | —      | 0.075  | 0.120  | —     |
| 电解铜             | 0.27     | —          | —               | —     | —     | —      | —      | —      | 0.27  |
| 合计              |          | 3.32       | 1.52            | 0.60  | 0.035 | 0.039  | —      | —      | —     |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液) |          | +0.33      | -0.15           | -0.12 | 0     | +0.03  | —      | —      | —     |
|                 |          | 3.65       | 1.37            | 0.48  | 0.035 | 0.070  | —      | —      | —     |
| 炉外孕育吸收          |          | —          | +0.36<br>(孕育吸收) | —     | —     | —      | —      | —      | —     |
| 炉外球化吸收          |          | —          | +0.53           | +0.05 | —     | -0.049 | +0.047 | +0.060 | +0.27 |
| (球化孕育后铁液)       |          | 3.65       | 2.26            | 0.53  | 0.035 | 0.021  | 0.047  | 0.060  | 0.27  |

注：1. 采用熔炼炉类型：间断出铁、出渣，密肋炉胆热风三排小风口冲天炉，炉内硅烧损 10%、锰烧损 20%、碳增加 10%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉前，球化处理用稀土镁合金 (%) (RE5、Mg8、Si44、Mn4)，加入量 1.5，镁吸收率 35~50，稀土吸收率 40~66，脱硫率 70；孕育处理用 75% 硅铁，加入量 0.6，吸收率 80。

3. 炉前，用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分，用 75% 硅铁调软铁液。

4. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.58，Si2.50，Mn0.70，P0.041，S0.02，Cu0.28，RE0.04，Mg0.056；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  687MPa，断后伸长率  $\delta$  3%，硬度 241HBS，冲击韧度  $a_K$  35.3J/cm<sup>2</sup>。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于空分制氧机中要求球墨铸铁 QT700—2 的各种曲轴及其他球铁件。

### 配料实例 491 表 1.2-116 QT700—2 的合金球墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 气缸盖 (船用机械类船用 390 柴油机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 700mm×640mm×380mm，结构复杂，壁厚不均匀，铸件毛重 400kg，最大壁厚 50mm，最小壁厚 12mm，有水夹层，多处需进行机加工，气道部位不得产生铸造缺陷。采用干型铸造。铸件要进行高温正火处理。铸件加工后要进行 0.49~0.98MPa 的水压试验，停留 5min 无渗漏现象<br>要求铸铁牌号：合金球墨铸铁 QT700—2 (含 Cu、Mo)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 700$ MPa，断后伸长率 $\delta \geq 2\%$ ，冲击韧度 $a_K \geq 31$ J/cm <sup>2</sup> |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.8，Si2.4~3.0，Mn0.4~0.6，S<0.03，P<0.1，Mo0.3~0.35，Cu0.4~0.6，Mg0.04~0.06   |

(续)

| 配 料       |             |           |       |       |       |       |      |      |        |
|-----------|-------------|-----------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|
| 炉料名称      | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |       |      |      |        |
|           | C           | Si        | Mn    | S     | P     | Mo    | Cu   |      |        |
| 本溪生铁      | 4.19        | 1.35      | 0.56  | 0.024 | 0.045 |       |      |      |        |
| 回炉铁       | 3.50        | 2.80      | 0.55  | 0.023 | 0.055 | 0.33  | 0.50 |      |        |
| 废钢        | 0.21        | 0.25      | 0.55  | 0.026 | 0.017 |       |      |      |        |
| 77%硅铁     |             | 77        |       |       |       |       |      |      |        |
| 56%钼铁     |             |           |       |       |       | 56    |      |      |        |
| 电解铜       |             |           |       |       |       |       |      | 100  |        |
| 炉料名称      | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |      |      |        |
|           |             | C         | Si    | Mn    | S     | P     | Mo   | Cu   | Mg     |
| 本溪生铁      | 76          | 3.18      | 1.02  | 0.42  | 0.018 | 0.034 | —    | —    | —      |
| 回炉铁       | 20          | 0.70      | 0.56  | 0.11  | 0.004 | 0.011 | 0.07 | 0.10 |        |
| 废钢        | 4           | 0.01      | 0.01  | 0.02  | 0.001 | 0.001 | —    | —    |        |
| 77%硅铁     | 0.66        |           | 0.51  |       |       |       |      |      |        |
| 56%钼铁     | 0.32        |           |       |       |       |       | 0.26 |      |        |
| 电解铜       | 0.4         |           |       |       |       |       |      | 0.40 |        |
| 合计        |             | 3.89      | 2.10  | 0.55  | 0.023 | 0.046 | 0.33 | 0.50 | —      |
| 炉内熔化烧损    |             | -0.23     | 0     | -0.02 | 0     | 0     | —    | —    | —      |
| (原铁液)     |             | 3.66      | 2.10  | 0.53  | 0.023 | 0.046 | 0.33 | 0.50 | —      |
| 球化孕育吸收    |             | —         | +0.51 | —     | —     | —     | —    | —    | +0.045 |
| (球化孕育后铁液) |             | 3.66      | 2.61  | 0.53  | 0.023 | 0.046 | 0.33 | 0.50 | 0.045  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三相电弧炉，炉内碳烧损 5.9%、锰烧损 3.6%、硅、磷和硫不变。

2. 炉前，球化处理用压力加镁，加入量 0.15%~0.25%；孕育处理用 77% 硅铁，加入量 0.66%，吸收率为 75% 左右。

3. 炉前，用三角试片的断口和白口大小来控制球化情况。

4. 检测结果：

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  686~785MPa，断后伸长率  $\delta_4$  %~6%，硬度 255~260HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 492~495 表 1.2-117 QT700—2 的 (合金) 球墨铸铁配料

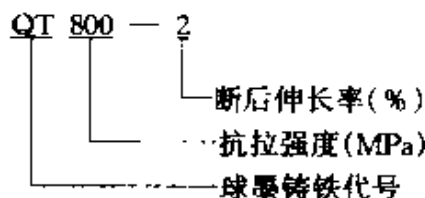
| 序号       | 牌号                | 配料比例 (%) |             |     |     |             |          |       | 铁液成分 (%) |                                  |             |                    | 应用          |                                 |            |
|----------|-------------------|----------|-------------|-----|-----|-------------|----------|-------|----------|----------------------------------|-------------|--------------------|-------------|---------------------------------|------------|
|          |                   | 新生铁      |             |     |     | 回炉铁<br>(球铁) | 废<br>钢   | 合金    |          |                                  | C           | Si                 |             | Mn                              | 合金<br>元素   |
|          |                   | Z14      | Z18         | L08 | Q12 |             |          | 硅     | 锰        | 其他                               |             |                    |             |                                 |            |
| 配料实例 492 |                   | 60       | —           | —   | —   | 20          | 20       | 0.125 | 0.125    | 电<br>解<br>铜<br>0.27              | 3.6~<br>3.8 | 1.2~1.4<br>2.1~2.5 | 0.5~<br>0.8 | Cu0.24<br>~0.30                 | 压缩机<br>曲轴  |
| 配料实例 493 | QT700—2<br>(热处理态) | 76       | —           | —   | —   | 20          | 4        | 0.66  | —        | 钼铁<br>0.32<br>电<br>解<br>铜<br>0.4 | 3.4~<br>3.8 | 1.8~2.1<br>2.4~3.0 | 0.4~<br>0.6 | Mo0.3<br>~0.35<br>Cu0.4<br>~0.6 | 船舶机<br>械零件 |
| 配料实例 494 |                   | —        | (Z30)<br>22 | 22  | —   | 48~<br>45   | 8~<br>10 | —     | —        | —                                | 3.7~<br>3.9 | 1.0~1.4<br>2.0~2.4 | 0.8~<br>1.0 | —                               | 柴油机<br>曲轴  |
| 配料实例 495 |                   | 100      | —           | —   | —   | —           | —        | —     | —        | 钼铁                               | 3.4~<br>3.6 | 1.4~1.6<br>2.4~2.6 | 0.6~<br>0.8 | Mo0.15<br>~0.25                 | 机床<br>零件   |

注：1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”，分子为原铁液 Si 含量，分母为球化孕育后终 Si 含量

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 7. QT800—2 的球墨铸铁配料 (配料实例 496~498)

QT800—2 的主要含义如下：



对于空分制氧机、船用机械等类铸件的 QT800—2 的球墨铸铁配料，可查配料实例 496~配料实例 498 或表 1.2-118~表 1.2-120。

配料实例 496 表 1.2-118 QT800—2 的合金球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 关节滚轮 (空分制氧机类封头成形机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 755\text{mm} \times 860\text{mm}$ ，为回转体结构，铸件毛重 2300kg，主要壁厚 100mm。采用干型铸造。铸件要求正火处理<br>要求铸铁牌号：合金球墨铸铁 QT800—2 (含 Cu、Mo)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 800\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta \geq 2\%$ ，硬度 280~340HBS |
| 合金成分控制 (%) | C3.6~3.8, Si2.1~2.5, Mn0.4~0.6, P<0.07, S $\leq$ 0.025, Cu0.6~0.8, Mo0.25~0.35, Mg0.04~0.07, RE0.02~0.05  |

(续)

| 配 料       |         |           |                 |        |       |        |        |        |       |       |
|-----------|---------|-----------|-----------------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 炉料名称      | 炉料成分(%) |           |                 |        |       |        |        |        |       |       |
|           | C       | Si        | Mn              | P      | S     | RE     | Mg     | Cu     | Mo    |       |
| 本溪生铁      | 4.27    | 1.52      | 0.57            | 0.040  | 0.050 | —      | —      | —      | —     | —     |
| 球铁回炉铁     | 3.60    | 2.30      | 0.70            | 0.040  | 0.025 | 0.040  | 0.055  | —      | —     | —     |
| 废钢        | 0.20    | 0.30      | 0.60            | 0.017  | 0.019 | —      | —      | —      | —     | —     |
| 硅铁        | —       | 75        | —               | —      | —     | —      | —      | —      | —     | —     |
| 锰铁        | —       | —         | 60              | —      | —     | —      | —      | —      | —     | —     |
| 球化剂       | —       | 44        | 4               | —      | —     | 5      | 8      | —      | —     | —     |
| 电解铜       | —       | —         | —               | —      | —     | —      | —      | 100    | —     | —     |
| 钼铁        | —       | —         | —               | —      | —     | —      | —      | —      | —     | 59    |
| 炉料名称      | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |                 |        |       |        |        |        |       |       |
|           |         | C         | Si              | Mn     | P     | S      | RE     | Mg     | Mo    | Cu    |
| 本溪生铁      | 60      | 2.56      | 0.91            | 0.34   | 0.024 | 0.03   | —      | —      | —     | —     |
| 球铁回炉铁     | 20      | 0.72      | 0.46            | 0.14   | 0.008 | 0.005  | —      | —      | —     | —     |
| 废钢        | 20      | 0.04      | 0.06            | 0.12   | 0.003 | 0.004  | —      | —      | —     | —     |
| 硅铁        | 0.125   | —         | 0.094           | —      | —     | —      | —      | —      | —     | —     |
| 锰铁        | 0.125   | —         | —               | 0.08   | —     | —      | —      | —      | —     | —     |
| 球化剂       | 1.5     | —         | —               | —      | —     | —      | 0.075  | 0.120  | —     | —     |
| 电解铜       | 0.7     | —         | —               | —      | —     | —      | —      | —      | —     | 0.70  |
| 钼铁        | 0.53    | —         | —               | —      | —     | —      | —      | —      | 0.31  | —     |
| 合计        |         | 3.32      | 1.52            | 0.60   | 0.035 | 0.039  | —      | —      | 0.31  | —     |
| 炉内熔化增减    |         | +0.33     | -0.15           | -0.12  | —     | +0.031 | —      | —      | -0.03 | —     |
| (原铁液)     |         | 3.65      | 1.37            | 0.48   | 0.035 | 0.070  | —      | —      | 0.28  | —     |
| 炉外孕育吸收    |         | —         | (孕育吸收)<br>+0.36 | —      | —     | —      | —      | —      | —     | —     |
| 炉外球化吸收    |         | —         | +0.53           | +0.054 | —     | -0.049 | +0.047 | +0.060 | —     | +0.70 |
| (球化孕育后铁液) |         | 3.65      | 2.26            | 0.534  | 0.035 | 0.021  | 0.047  | 0.060  | 0.28  | 0.70  |

注：1. 采用熔炼炉类型：间断出铁、出渣，密肋炉胆热风三排小风口冲天炉，炉内硅烧损10%、锰烧损20%、碳增加10%、硫增加80%、磷不变、钼烧损10%。

2. 炉后，钼以含59%的钼铁加入，加入量0.53%，烧损率10%。

3. 炉前，铜用电解铜加入，加入量0.7%，吸收率100%。

4. 炉前，球化处理用稀土镁合金（RE5%、Mg8%、Si44%、Mn4%），加入量1.5%，镁吸收率35%~50%，稀土吸收率40%~66%，脱硫率70%。孕育处理用75%硅铁，加入量0.6%，吸收率80%。

5. 炉前用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分，用75%硅铁调软铁液。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于空分制氧机中曲轴及其他要求合金球墨铸铁QT800—2的铸件。

配料实例 497 表 1.2-119 QT800—2 的合金球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 曲轴 (船用机械类船用 R6250Z 系列柴油机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸: 轴长 3200mm, 主轴 $\phi 200$ mm, 连杆轴颈 $\phi 170$ mm, 铸件毛重 1050kg, 是柴油机重要零件。铸件要求正火处理。铸造工艺采用铁型覆膜水泥砂型铸造, 平浇立冷。一箱一件。清砂后铸件进行正火处理<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT800—2 (含 Cu、Mo) |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.8, Si2.0~2.3, Mn0.3~0.5, P0.03~0.05, S<0.02, Mg0.030~0.045, RE0.012~0.018, Cu0.35~0.50, Mo0.15~0.20  |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分 (%)    |            |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | C           | Si         | Mn    | P     | RE    | Mg    | Cu    | Mo    |       |
| 天津 Q10 生铁 | 4.30        | 0.88       | 0.10  | 0.040 | —     | —     | —     | —     |       |
| 回炉料       | 3.61        | 2.20       | 0.39  | 0.050 | 0.015 | 0.040 | 0.40  | 0.20  |       |
| 废钢        | 0.21        | 0.24       | 0.52  | 0.030 | —     | —     | —     | —     |       |
| 75% 硅铁    | —           | 77         | —     | —     | —     | —     | —     | —     |       |
| 65% 锰铁    | —           | —          | 67    | —     | —     | —     | —     | —     |       |
| 60% 钼铁    | —           | —          | —     | —     | —     | —     | —     | 60    |       |
| 电解铜       | —           | —          | —     | —     | —     | —     | 99.9  | —     |       |
| 6 号球化剂    | —           | 43         | —     | —     | 2.31  | 6.06  | —     | —     |       |
| 5 号球化剂    | —           | 43         | —     | —     | 6.00  | 2.00  | —     | —     |       |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)    | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |       |       |       |
|           |             | C          | Si    | Mn    | P     | RE    | Mg    | Cu    | Mo    |
| 天津 Q10 生铁 | 60          | 2.58       | 0.53  | 0.06  | 0.024 | —     | —     | —     | —     |
| 回炉料       | 25          | 0.90       | 0.55  | 0.10  | 0.013 | 0.004 | 0.010 | 0.10  | 0.05  |
| 废钢        | 15          | 0.03       | 0.04  | 0.08  | 0.005 | —     | —     | —     | —     |
| 75% 硅铁    | 0.8         | —          | 0.62  | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| 65% 锰铁    | 0.5         | —          | —     | 0.34  | —     | —     | —     | —     | —     |
| 60% 钼铁    | 0.25        | —          | —     | —     | —     | —     | —     | —     | 0.15  |
| 电解铜       | 0.4<br>随流加入 | —          | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| 6 号球化剂    | 2.1         | —          | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| 5 号球化剂    | —           | —          | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| 合计        |             | 3.51       | 1.74  | 0.58  | 0.042 | 0.004 | 0.010 | 0.10  | 0.20  |
| 炉内熔化增减    |             | +0.18      | -0.26 | -0.11 | 0     | —     | —     | -0.01 | -0.02 |

(续)

|           | 配料计算成分(%) |       |      |       |        |        |       |      |
|-----------|-----------|-------|------|-------|--------|--------|-------|------|
|           | C         | Si    | Mn   | P     | RE     | Mg     | Cu    | Mo   |
| (原铁液)     | 3.69      | 1.48  | 0.47 | 0.042 | 0.004  | 0.010  | 0.09  | 0.18 |
| 炉外球化孕育吸收  | —         | +0.76 | —    | —     | +0.014 | +0.025 | +0.38 | —    |
| (球化孕育后铁液) | 3.69      | 2.24  | 0.47 | 0.042 | 0.018  | 0.035  | 0.47  | 0.18 |

注：1. 采用5t双排大间距热风冲天炉，炉内碳增加5%、硅烧损15%、锰烧损20%、磷不变、硫增加80%、铜烧损5%、钼烧损10%。

2. 炉前，球化处理采用冲入法工艺，考虑到该曲轴属大断面高强度球铁，球化剂采用自制的6号重稀土球化剂，加入量为2.1%，Mg吸收率20%，RE吸收率30%，球化剂中的Si吸收率70%，电解铜条炉外加入，其吸收率约为95%。

3. 炉前，用75%硅铁进行孕育处理，采用浇口杯瞬时孕育法，加入量0.4%，Si的吸收率约为70%。

4. 铜铁含Mo60%，随冲天炉配料一起加入；电解铜板条在出铁液时随铁液冲入浇包。

5. 炉前，球化孕育处理后先浇几个三角试样，冷却后打断观其断面，根据断面情况，对铁液球化孕育处理进行调整。要求三角试样断面呈银白色，中间有缩松，晶粒细小，试样表面有缩陷，试样尖端有空白，悬空敲击时发出清脆声。

6. 检测结果：

化学成分(%)：C3.65，Si2.20，Mn0.38，P0.035，S<0.01，RE0.016，Mg0.041，Mo0.018，Cu0.41；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b \geq 800\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta \geq 2\%$ ，硬度230~265HBS。拉伸试样随本体铸造，现场切割机锯下送检。

金相组织：基体为珠光体 $\geq 90\%$ ，球化等级2~3级，石墨大小5~6级，石墨球分布均匀，无莱氏体和网状渗碳体，碳化物<3%。金相试样随本体铸造，现场锯下送检。

7. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 498 表 1.2-120 QT800-2 的合金球墨铸铁配料

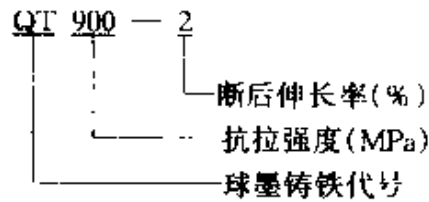
| 序号              | 牌号                        | 配料比例(%) |     |     |     |             |        |       | 铁液成分(%) |     |                       |             | 应用                 |             |                                      |            |
|-----------------|---------------------------|---------|-----|-----|-----|-------------|--------|-------|---------|-----|-----------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------------------------|------------|
|                 |                           | 新生铁     |     |     |     | 回炉铁<br>(球铁) | 废<br>铜 | 合金    |         |     | C                     | Si          |                    | Mn          | 合金<br>元素                             |            |
|                 |                           | Z14     | Z18 | L08 | Q12 |             |        | 硅铁    | 锰铁      | 其他  |                       |             |                    |             |                                      |            |
| 配料<br>实例<br>498 | QT800<br>-2<br>(热处<br>理态) | 60      | —   | —   | —   | 20          | 20     | 0.125 | 0.125   | 0.7 | 电解<br>铜<br>相铁<br>0.53 | 3.6~<br>3.8 | 1.2~1.6<br>2.1~2.5 | 0.4~<br>0.6 | Cu0.6<br>-0.8<br>Mo<br>0.25~<br>0.35 | 通用机<br>械零件 |

注：1. 铁液成分中Si含量“分子/分母”，分子为原铁液Si含量，分母为球化孕育后终Si含量。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 8. QT900—2 的球墨铸铁配料 (配料实例 499、500)

QT900—2 的主要含义如下:



对于中型载重汽车等类铸件的 QT900—2 的球墨铸铁配料, 可查配料实例 499 和配料实例 500 或表 1.2-121 和表 1.2-122。

**配料实例 499** 表 1.2-121 QT900—2 的合金球墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 发动机曲轴 (中型载重汽车类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件为轴类结构, 轴长 1310mm, 主轴颈 $\phi 113\text{mm}$ , 铸件毛重 121kg<br>要求铸铁牌号: 合金球墨铸铁 QT900—2 (含 Cu、Mo)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 900\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 2\%$ |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制: C3.7~3.9, Si1.8~2.1, Mn0.3~0.6, P $\leq$ 0.07, S $\leq$ 0.03; Cu0.6~0.8, Mo0.2~0.35, RE0.02~0.04, Mg0.03~0.05                                |

## 配 料

|          |           |           |    |     |    |    |
|----------|-----------|-----------|----|-----|----|----|
| 炉料名称     | 本溪 P08 生铁 | 本溪 Z15 生铁 | 废钢 | 回炉铁 | 硅铁 | 锰铁 |
| 配料比例 (%) | 30        | 40        | 5  | 25  | —  | —  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 1.5t 工频感应加热电炉。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

**配料实例 500** 表 1.2-122 QT900—2 的合金球墨铸铁配料

| 序号       | 牌号                | 配料比例 (%) |     |     |     |             |        |     |    |                    | 铁液成分 (%)    |                                   |             |                                     | 应用       |
|----------|-------------------|----------|-----|-----|-----|-------------|--------|-----|----|--------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------------|----------|
|          |                   | 新 生 铁    |     |     |     | 回炉铁<br>(球铁) | 废<br>钢 | 合 金 |    |                    | C           | Si                                | Mn          | 合金<br>元素                            |          |
|          |                   | Z14      | Z18 | L08 | Q12 |             |        | 硅铁  | 锰铁 | 其他                 |             |                                   |             |                                     |          |
| 配料实例 500 | QT900—2<br>(热处理态) | 40       | —   | 30  | —   | 25          | 5      | —   | —  | 电<br>解<br>钢,<br>钼铁 | 3.7~<br>3.9 | $\frac{1.2\sim 1.6}{1.8\sim 2.1}$ | 0.3~<br>0.6 | Cu0.6<br>~0.8<br>Mo<br>0.2~<br>0.35 | 汽车<br>曲轴 |

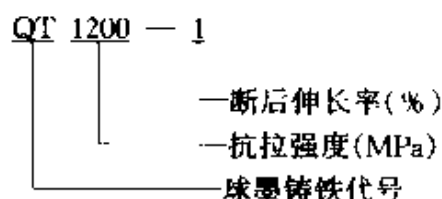
注: 1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”, 分子为原铁液 Si 含量, 分母为球化孕育后终 Si 含量。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



## 9. QT1200—1 的球墨铸铁配料 (配料实例 501)

QT1200—1 的主要含义如下:



对于中型载重汽车等类铸件的 QT1200—1 的球墨铸铁配料, 可查配料实例 501 或表 1.2-123。

**配料实例 501** 表 1.2-123 QT1200—1 的合金球墨铸铁配料

| 序号              | 牌号                         | 配料比例(%) |     |     |     |             |        |     |   | 铁液成分(%)               |             |                           |      | 应用  |                 |
|-----------------|----------------------------|---------|-----|-----|-----|-------------|--------|-----|---|-----------------------|-------------|---------------------------|------|---|-----------------|
|                 |                            | 新 生 铁   |     |     |     | 回炉铁<br>(球铁) | 废<br>钢 | 合 金 |   |                       | C           | Si                        | Mn   |   | 合金<br>元素        |
|                 |                            | Z14     | Z18 | L08 | Q12 |             |        | 硅   | 铁 | 锰                     |             |                           |      |   |                 |
| 配料<br>实例<br>501 | QT1200<br>—1<br>(热处<br>理态) | —       | —   | 70  | —   | 20          | 10     | —   | — | 电<br>解<br>铜<br>钼<br>铁 | 3.3~<br>3.7 | $\frac{1.3-1.6}{2.6-3.0}$ | <0.5 | C <sub>0.5</sub><br>—0.7<br>Mo <sub>0.2</sub> | 汽车<br>螺旋伞<br>齿轮 |

注: 1. 基体组织为贝氏体。

2. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”, 分子为原铁液 Si 含量, 分母为球化孕育后终 Si 含量。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 第 3 章 蠕墨铸铁配料

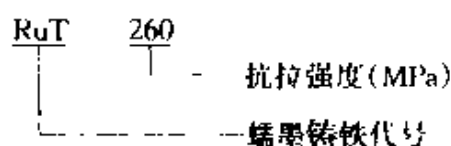
什么是蠕墨铸铁 [蠕铁, 紧密石墨铸铁] (vermicular graphite cast iron, compacted graphite cast iron)? 蠕墨铸铁是指金相组织中石墨形态主要为蠕虫状的铸铁

根据机械行业标准 JB/T 4403—1999《蠕墨铸铁件》的规定, 蠕墨铸铁按单铸试块的抗拉强度分为 5 个牌号: RuT420、RuT380、RuT340、RuT300、RuT260。

在蠕墨铸铁生产中, 为提高铸态蠕墨铸铁的珠光体量及其硬度和强度或为了改善其使用性能, 通常还可加入一些合金元素, 如: 铜、锰、铈、锡、镍、铬、钼、钒、钛、硼等。

#### 1. RuT260 的蠕墨铸铁配料 (配料实例 502~505)

RuT260 的主要含义如下:



对于磨床、锻压设备等类铸件的 RuT260 的蠕墨铸铁配料, 可查配料实例 502~配料实例 505 或表 1.3-1~表 1.3-3。

配料实例 502 表 1.3-1 RuT260 的合金蠕墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 阀体 (磨床类 M1420 万能外圆磨床零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 125mm×120mm×85mm, 为实心件, 全部加工, 六面钻 60 多个孔, 有的孔要进行珩磨加工。铸件毛重 8.3kg, 采用单体砂型铸造, 底箱放置外冷铁, 压边浇注<br>要求铸铁牌号: 合金蠕墨铸铁 RuT260 (含 V、Ti、Sb), 抗拉强度 $\sigma_b \geq 260\text{MPa}$ , 硬度 121~197HBS |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分控制: C3.6~3.8, Si1.3~1.5, Mn0.3~0.5, P<0.1, S<0.06, V0.10~0.16, Ti0.08~0.10, Sb0.04~0.07, RE0.04~0.06, Mg0.02~0.04  |

(续)

| 配 料              |             |         |            |       |       |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |
|------------------|-------------|---------|------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|--------|---------|----|
| 原材料名称            | 原材料化学成分 (%) |         |            |       |       |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |
|                  | C           | Si      | Mn         | P     | S     | V     | Ti    | RE   | Mg   | Ca    | Sb    |       |        |         |    |
| 本溪生铁             | 4.15        | 1.34    | 0.74       | 0.056 | 0.026 |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |
| 钒钛生铁             | 3.36        | 0.42    | 0.27       | 0.034 | 0.077 | 0.37  | 0.14  |      |      |       |       |       |        |         |    |
| 硅 铁              |             | 75.0    |            |       |       |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |
| 稀土1 <sup>#</sup> |             | 40.0    |            |       |       |       |       | 18   | 0.90 |       |       |       |        |         |    |
| 稀土6 <sup>#</sup> |             | 39.8    |            |       |       |       |       | 7.2  | 8.15 |       |       |       |        |         |    |
| 硅 钙              |             | 58.27   |            |       |       |       |       |      |      | 26.73 |       |       |        |         |    |
| 孕育硅铁             |             | 75.0    |            |       |       |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |
| 磷                |             |         |            |       |       |       |       |      |      |       |       | 99.0  |        |         |    |
| 合 计              |             |         |            |       |       |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |
| 化验成分             |             |         |            |       |       |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |
| 元素增损率 (%)        |             |         |            |       |       |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |
| 原材料名称            | 配料比例 (%)    | 层铁量 /kg | 计算炉料成分 (%) |       |       |       |       |      |      |       |       |       | 层焦 /kg | 石灰石 /kg |    |
|                  |             |         | C          | Si    | Mn    | P     | S     | V    | Ti   | RE    | Mg    | Sb    |        |         |    |
| 本溪生铁             | 50          | 125     | 2.08       | 0.67  | 0.37  | 0.028 | 0.013 |      |      |       |       |       |        |         |    |
| 钒钛生铁             | 50          | 125     | 1.68       | 0.21  | 0.14  | 0.017 | 0.039 | 0.18 | 0.07 |       |       |       |        |         |    |
| 硅 铁              | 0.8         | 2       |            | 0.60  |       |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |
| 稀土1 <sup>#</sup> | 1.4         | 3.5     |            | 0.56  |       |       |       |      |      | 0.25  | 0.013 |       |        |         |    |
| 稀土6 <sup>#</sup> | 0.5         | 1.25    |            | 0.20  |       |       |       |      |      | 0.036 | 0.041 |       |        |         |    |
| 硅 钙              | 0.2         | 0.5     |            | 0.12  |       |       |       |      |      |       |       |       |        | 24      | 10 |
| 孕育硅铁             | 0.6         | 1.5     |            | 0.45  |       |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |
| 磷                | 0.06        | 0.15    |            |       |       |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |
| 合计               |             |         | 3.76       | 2.81  | 0.051 | 0.045 | 0.052 | 0.18 | 0.07 | 0.288 | 0.054 | 0.059 |        |         |    |
| 化验成分             |             |         | 3.67       | 2.57  | 0.45  | 0.034 | 0.033 | 0.15 | 0.05 | 0.060 | 0.020 | 0.057 |        |         |    |
| 元素增损率 (%)        |             |         |            | -8.4  | -12   |       |       | -17  |      | -79   | -62   |       |        |         |    |
| 力 学 性 能          |             |         |            |       |       |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |
| 项 目              |             |         | 蠕 墨 铸 铁    |       |       |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |
| 抗拉强度/MPa         |             |         | 443~447    |       |       |       |       |      |      |       |       |       |        |         |    |

(续)

|          |   |
|----------|---|
| 项 目      | 蠕墨铸铁  |
| 抗弯强度/MPa | 753   |
| 硬度 HBS   | 210-235   |
| 金相组织     | 珠光体基体+铁素体 10% (体积分数) +<br>蠕虫状石墨+球状石墨 20% (体积分数) |

- 注: 1. 采用两排大间距热风冲天炉熔炼, 熔化率 2t/h, 炉内元素增损率见表。  
 2. 炉前, 采用 1<sup>#</sup> 稀土为主, 有稀土、硅铁镁合金、硅钙的蠕化剂处理, 然后用 75% 硅铁加铈处理后浇注。  
 3. 检测结果: 见本表。硬度为工件剖开后中心位置的硬度。  
 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 5. 本配料还适用于 M1420 磨床中要求合金蠕墨铸铁 RuT260 的其他各种阀体、操纵箱、液压缸、液压筒; M1080 磨床的液压缸、操纵箱; BY60100 液压牛头刨床的操纵箱、阀体以及壁厚悬殊, 断面厚大, 要求组织致密的铸件。

配料实例 503 表 1.3-2 RuT260 的合金蠕墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 活塞头 (锻压设备类 Y32-315 液压机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 400\text{mm}$ (外) $\times \phi 305\text{mm}$ (内) $\times 113\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 45kg, 该件在高压油和相对滑动条件下工作, 要求组织致密、耐磨。要求铸铁牌号: 合金蠕墨铸铁 RuT260 (含 Ti), 抗拉强度 $\sigma_b \geq 260\text{MPa}$ |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分控制: 为降低白口倾向, 碳, 硅含量取得较高 (4.28~4.75), S 量要求越低越好。因铸件不要求过多的珠光体, 对锰量不能规定<br>原铁液成分: C3.52~3.90, Si1.35~1.77, S0.041~0.075<br>处理后成分: C3.42~3.78, Si2.38~2.9, S $\leq$ 0.032, Ti0.01~0.0915              |

## 配 料

| 层铁重<br>/kg | 金属炉料/kg |       | 层焦重<br>/kg | 石灰石重<br>/kg |
|------------|---------|-------|------------|-------------|
|            | 废 钢     | 新 生 铁 |            |             |
| 500        | 80      | 420   | 50         | 20          |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 5t/h 大排距热风冲天炉 (少量铁液时采用 400kg 工频感应加热炉)。  
 2. 断生铁为芜湖铁: 钛含量 (%) 0.1563~0.1778; 铜陵铁: 钛含量 (%) 0.1035~0.1133。  
 3. 炉前处理:  
 (1) 变质剂: 采用 6<sup>#</sup> 稀土镁 (REMg7~9) 作引爆剂 (0.1%)。1<sup>#</sup> 稀土 (品位 RE21%~27%) 作蠕化剂, 稀土的加入量主要取决于原铁液的硫含量, 还与铁液温度和含气量有关。  
 (2) 蠕化工艺: 采用平底包冲入法处理, 每包处理量 2~2.2t 铁液。为使渣子稀释可在包底铺一层冰晶石粉。在包子一角放入 1<sup>#</sup> 稀土镁合金作引爆剂。根据对前一包铁液 (一般为球铁铁水) 的炉前快速化学分析 (5min) 结果, 加入适当的 1<sup>#</sup> 稀土, 先出 2/3 铁液, 待反应结束后, 再补加其余 1/3 铁液, 同时在出铁槽加入孕育剂 75% 硅铁。孕育剂的加入量要根据炉前快速分析, 原铁液的硅含量和对终硅含量的要求来决定。搅拌扒渣, 用爆柱试棒检查后合格, 再进行浇注。  
 4. 检测结果:  
 化学成分 (%): C3.76, Si2.38, S0.0188, RE0.055;  
 力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  894MPa;  
 金相组织: 石墨为蠕虫状+5%~10%团球状。  
 5. 本配料还可用于要求合金蠕墨铸铁 RuT260 (含 Ti) 的泵阀铸件; 导向套, 金属型等铸件。还可用于壁较厚的锻压机械的机架等大铸件, 以减轻铸件重量。  
 6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 504、505 表 1.3-3 RuT260 的合金蠕墨铸铁配料

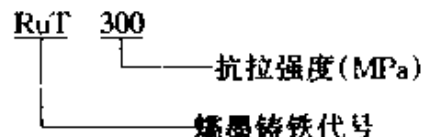
| 序号       | 牌号     | 配料比例 (%)          |     |                    |     |             |    |     |   |             | 铁液成分 (%)                  |                           |                 |  | 应用       |
|----------|--------|-------------------|-----|--------------------|-----|-------------|----|-----|---|-------------|---------------------------|---------------------------|-----------------|--|----------|
|          |        | 新生铁               |     |                    |     | 回炉铁<br>(蠕铁) | 废钢 | 合金  |   |             | C                         | Si                        | Mn              | 合金元素   |          |
|          |        | Z14               | Z18 | L08                | Q12 |             |    | 硅   | 锰 | 其他          |                           |                           |                 |  |          |
| 配料实例 504 | RuT260 | 50                | —   | (V,Ti<br>生铁)<br>50 | —   | —           | —  | 0.8 | — | Sb<br>0.06  | 3.6~<br>3.8               | $\frac{1.3-1.5}{2.4-2.6}$ | 0.3~<br>0.5     | V0.10<br>-0.16<br>Ti0.08<br>-0.10<br>Sb0.04<br>-0.07 | 机床<br>零件 |
| 配料实例 505 |        | (含Ti<br>生铁)<br>84 | —   | —                  | —   | 16          | —  | —   | — | 3.4~<br>3.8 | $\frac{1.3-1.8}{2.3-2.9}$ | $\leq 0.5$                | Ti0.01<br>-0.09 |  |          |

注：1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”，分子为原铁液 Si 含量，分母为蠕化孕育处理后终 Si 含量。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 2. RuT300 的蠕墨铸铁配料 (配料实例 506~515)

RuT300 的主要含义如下：



对于减速器、铸速设备、起重机械、冶金机械、船用机械等类铸件的 RuT300 的蠕墨铸铁配料，可查配料实例 506~配料实例 515 或表 1.3-4~表 1.3-11。

配料实例 506 表 1.3-4 RuT300 的蠕墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 上箱体 (减速器类 GUS280B 齿轮箱零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 (835mm × 750mm × 345mm)，为箱形结构，铸件毛重 280kg，主要壁厚 9mm，端面和侧面及上下结合面与轴承孔加工。采用干型和冷硬树脂砂芯铸造。铸件须经人工时效处理及抛丸清理<br>要求铸铁牌号：灰铸铁 HT300 (铸件内附试棒)，由于外试棒 (湿型) 比内附铸试棒性能几乎低一级，故实际要求为 HT350，材质难以保证，而采用蠕墨铸铁 RuT300 生产，抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ ，硬度 $\geq 170\text{HBS}$ |
| 合金成分控制 (%) | C3.7~3.9, Si2.4~2.6, Mn1.1~1.3, P $\leq$ 0.07, S $\leq$ 0.03, RE0.04~0.06, Mg0.01~0.02   |

(续)

| 配 料       |             |            |       |       |       |        |        |        |
|-----------|-------------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 炉料名称      | 炉 料 成 分 (%) |            |       |       |       |        |        |        |
|           | C           | Si         | Mn    | P     | S     |        |        |        |
| 本溪生铁      | 4.25        | 1.49       | 0.83  | 0.063 | 0.025 |        |        |        |
| 球铁回炉铁     | 3.80        | 2.70       | 0.70  | 0.056 | 0.030 |        |        |        |
| 废钢        | 0.40        | 0.30       | 0.50  | 0.030 | 0.020 |        |        |        |
| 65%锰铁     | —           | —          | 65    | —     | —     |        |        |        |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)    | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |        |
|           |             | C          | Si    | Mn    | P     | S      | RE     | Mg     |
| 本溪生铁      | 55          | 2.34       | 0.82  | 0.46  | 0.035 | 0.014  | —      | —      |
| 球铁回炉铁     | 37.5        | 1.43       | 1.01  | 0.26  | 0.021 | 0.011  | —      | —      |
| 废钢        | 7.5         | 0.03       | 0.02  | 0.04  | 0.002 | 0.002  | —      | —      |
| 65%锰铁     | 1.1         | —          | —     | 0.72  | —     | —      | —      | —      |
| 合 计       |             | 3.80       | 1.85  | 1.48  | 0.058 | 0.027  | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |             | -0.08      | -0.31 | -0.33 | 0     | +0.035 | —      | —      |
| (原铁液)     |             | 3.72       | 1.54  | 1.15  | 0.058 | 0.062  | —      | —      |
| 蠕化吸收      |             | 0          | +0.46 | —     | —     | -0.037 | +0.037 | +0.014 |
| 孕育吸收      |             | —          | +0.55 | —     | —     | —      | —      | —      |
| (蠕化孕育后铁液) |             | 3.72       | 2.55  | 1.15  | 0.058 | 0.025  | 0.037  | 0.014  |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口热风水冷冲天炉，熔化率4t/h，炉内碳烧损2%、硅烧损17%、锰烧损22%、硫增加130%、磷不变。
2. 炉前，蠕化处理，加1<sup>号</sup>稀土0.9%~1.0%（成分为RE24%、Mg1%、Si40%），稀土镁合金0.3%~0.4%（成分为RE2.5%、Mg8%、Si40%），总吸收率为RE10%~15%、Mg30%~40%、Si90%；孕育处理，加75%硅铁0.5%~0.7%、浮硅0.1%~0.3%、硅钙0.05%~0.25%（含Si60%），吸收率硅均为80%。
3. 检测结果：  
化学成分（%）：C3.71，Si2.68，Mn1.06，P0.059，S0.029，RE0.048，Mg0.010；  
力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 432MPa，硬度181HBS。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于大功率减速机（齿轮箱）中要求灰铸铁HT300或蠕墨铸铁RuT300的下箱体、套等铸件。

配料实例 507 表 1.3-5 RuT300 的蠕墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 中停阀体 (铸造设备类 J1113A 型 125T 卧式冷室压铸机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 145mm×140mm×177mm, 是液压阀体, 要求加工后做耐压试验, 试验压力 15MPa, 持续时间 3~5min 无渗漏现象。采用干型或湿型铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 蠕墨铸铁 RuT300, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ , 或抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 540\text{MPa}$ |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.5, Si2.6~3.2, Mn0.1~0.6, P<0.1, S<0.02, RE 微量, Mg 微量  |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分 (%)      |            |       |       |        |        |      |       |      |
|-----------|---------------|------------|-------|-------|--------|--------|------|-------|------|
|           | C             | Si         | Mn    | P     | S      | Mg     | RE   | Ca    |      |
| 本溪生铁      | 4.07          | 1.26       | 0.21  | 0.050 | 0.030  |        |      |       |      |
| 回炉球铁      | 3.20          | 2.60       | 0.3   | 0.060 | 0.035  |        |      |       |      |
| Si-Ca 合金  |               | 56         |       |       |        |        |      | 24    |      |
| REMg6~7   |               | 35~44      |       |       |        | 7~9    | 6~8  |       |      |
| 75 硅铁     |               | 75         |       |       |        |        |      |       |      |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)      | 配料计算成分 (%) |       |       |        |        |      |       |      |
|           |               | C          | Si    | Mn    | P      | S      | Mg   | RE    | Ca   |
| 本溪生铁      | 65            | 2.65       | 0.82  | 0.14  | 0.033  | 0.020  |      |       |      |
| 回炉球铁      | 35            | 1.12       | 0.91  | 0.11  | 0.021  | 0.012  |      |       |      |
| Si-Ca 合金  | 1             |            | 0.56  |       |        |        |      | 0.24  |      |
| REMg6~7   | 0.27          |            | 0.11  | 0.01  |        |        | 0.02 | 0.019 |      |
| 75 硅铁     | 0.4<br>(炉前孕育) |            | 0.3   |       |        |        |      |       |      |
| 合 计       |               | 3.77       | 2.7   | 0.26  | 0.054  | 0.032  | 0.02 | 0.019 | 0.24 |
| 熔炼及蠕化元素增减 |               | -0.32      | -0.46 | -0.03 | -0.014 | -0.017 |      |       |      |
| (蠕化孕育后铁液) |               | 3.45       | 2.24  | 0.23  | 0.040  | 0.015  | 微量   | 微量    | —    |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 热风炉胆、四排小风口主辅倒置曲线炉膛热风冲天炉, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%。如果, 熔炼元素增减包括熔炼及蠕化反应中的元素增减则 C-8%、Si-17%、Mn-12%。

2. 炉前, 蠕墨铸铁处理采用“盖包”球铁包加上稀土—镁合金, 硅—钙合金和炭石的蠕化工艺, 用 75% 硅铁进行墨化处理。

合金加入量 (以 1.1t 铁液包为例): Si-Ca 合金 11.3kg, REMg6~7 稀土镁合金 3kg, 炭石 3kg。

其中的 Si-Ca 合金要求: 钙含量不小于 24%, 硅钙不小于 80%, 碳不大于 1%, 铝不大于 3%, 磷不大于 0.04%, 硫不大于 0.04%。

REMg6~7 合金要求: 质量分数稀土 6%~8%, 镁 7%~9%, 铁 30%~45%, 硅 35%~44%, 锰不大于 3%, 钙不大于 4%, 钛不大于 2%, 铝不大于 1.5%。

氟石要求: 氟化钙含量 (质量分数, 下同) 大于 85%, 二氧化硅小于 5%, 硫小于 0.2%。

3. 炉前, 用三角试片检验蠕化、孕育质量, 并进行调整。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.45, Si2.24, Mn0.23, P0.04, S0.015, RE 微量, Mg 微量, Ca-%;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  764MPa;

金相组织: 蠕虫状石墨 80%, 球状石墨 20%, 球光体 35%, 铁素体 65%。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于铸造设备中要求蠕墨铸铁 RuT300 的各种液压阀和气阀体铸件。

配料实例 508 表 1.3-6 RuT300 的蠕墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 减速器盖 (起重机械类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2465mm × 740mm × 740mm, 为箱体形结构, 铸件毛重 800kg, 主要壁厚 20mm, 接合面与两侧面加工, 采用 T 型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 灰铸铁 HT300。抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 540\text{MPa}$ , 因铸件重量不大, 壁厚较薄, 宜采用性能良好的蠕墨铸铁 RuT300 浇注 |
| 合金成分控制 (%) | C3.5 ~ 3.7, Si2.7 ~ 3.0, Mn0.5 ~ 0.7, P $\leq$ 0.08, S $\leq$ 0.05, Mg $\leq$ 0.02, RE $\leq$ 0.05   |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料化学成分 (%) |            |       |       |       |        |        |       |
|---------|------------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
|         | C          | Si         | Mn    | P     | S     | Mg     | RE     |       |
| 本溪生铁    | 4.10       | 1.38       | 0.67  | 0.050 | 0.050 | —      | —      |       |
| 本厂回炉铁   | 3.50       | 1.80       | 0.60  | 0.082 | 0.054 | —      | —      |       |
| 稀土镁合金   | —          | —          | —     | —     | —     | 9      | 8      |       |
| 1# 稀土合金 | —          | —          | —     | —     | —     | —      | 25     |       |
| 炉料名称    | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |       |
|         |            | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE    |
| 本溪生铁    | 75         | 3.07       | 1.04  | 0.50  | 0.038 | 0.038  | —      | —     |
| 本厂回炉铁   | 25         | 0.87       | 0.45  | 0.15  | 0.020 | 0.014  | —      | —     |
| 稀土镁合金   | 0.3        | —          | —     | —     | —     | —      | 0.027  | 0.024 |
| 1# 稀土合金 | 0.9        | —          | —     | —     | —     | —      | —      | 0.225 |
| 合 计     |            | 3.94       | 1.49  | 0.65  | 0.058 | 0.054  | 0.027  | 0.249 |
| 炉内熔化增减  |            | -0.39      | -0.22 | -0.13 | 0     | +0.032 | —      | —     |
| (原铁液)   |            | 3.55       | 1.27  | 0.52  | 0.058 | 0.086  | 0.027  | 0.249 |
| 炉外孕育吸收  |            | —          | +1.49 | —     | —     | -0.030 | -0.013 | -0.20 |
| 计算成分    |            | 3.55       | 2.76  | 0.52  | 0.058 | 0.056  | 0.014  | 0.049 |

注: 1. 采用两排大间距冷风冲天炉熔炼, 熔化率 5t/h, 炉内熔化元素增减率: C+10%, Si-15%, Mn-20%, P 不变, S+60%。

2. 炉前, 蠕化处理用包底冲入法, 蠕化剂用 3/4 的 1# 稀土合金和 1/4 的稀土镁合金; 孕育处理用粒度 10-20mm 的 75% 硅铁, 加入量 1.4%, 吸收率为 90%。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.45, Si2.95, Mn0.59, P0.068, S0.035, RE0.045, Mg0.013;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 397MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 593MPa;

金相组织 (体积分数): 石墨形状为蠕虫及团状, 基体组织为铁素体 60% - 70% + 珠光体 30% - 40% + 少量磷共晶。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 509 表 1.3-7 RuT300 的蠕墨铸铁配料

|            |  |     |      |
|------------|--|-----|------|
| 铸件名称       | 钢锭模 (冶金机械类 50.8cm 带帽钢锭模)   |     |      |
| 铸件特点       | 钢锭模重 3.4t, 采用空气冷却, 主要用于平炉炼钢车间浇注优质碳素钢, 并在反复受热、冷却的恶劣条件下工作<br>要求铸铁牌号, 蠕墨铸铁 RuT300。抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$  |     |      |
| 合金成分控制 (%) | 原铁液: C3.6~3.8, Si1.5~1.8, Mn0.5~0.8, P $\leq$ 0.06, S0.07~0.09<br>蠕化孕育处理后铁液: C3.5~3.8, Si2.5~2.8, Mn0.5~0.8, P $\leq$ 0.06, S $\leq$ 0.03, RE0.008~0.018, Mg0.015~0.040, Al0.02~0.08 |     |      |
| 配 料        |  |     |      |
| 炉料名称       | L10 生铁   | 废 钢 | 废钢锭模 |
| 配料比例 (%)   | 80~85  | 10  | 5~10 |

- 注: 1. 采用 8t/h 酸性冷风冲天炉熔炼, 批料重 1000kg, 铁液温度为 1360~1380℃。  
2. 蠕化处理用稀土镁硅铁蠕化剂 (%): Mg11~13, RE2.2~3.8, Si42~52, Al1, 余为铁。当原铁液含硫量 (%) S 为 0.07~0.09 时, 蠕化剂加入为 1.15~1.30。  
3. 蠕化处理采用复包法处理, 每包处理 5t 铁液, 二次出铁, 在第二次出铁时在出铁槽中随流冲入 0.8% 的复合孕育剂 (FeSi75 的为 0.5%, FeMn62 为 0.3%)。  
4. 浇注温度为 1280~1310℃。  
5. 采用  $\phi 30\text{mm}$  炉前试样, 按自订的蠕墨铸铁钢锭模石墨评级金相图进行蠕虫石墨量的控制。  
6. 成分含量和配制比例皆指质量分数。

配料实例 510 表 1.3-8 RuT300 的蠕墨铸铁配料

|            |  |  |  |
|------------|--|--|--|
| 铸件名称       | 钢锭模 (冶金机械类 28cm 开口钢锭模)   |  |  |
| 铸件特点       | 钢锭模重 890kg, 采用雨淋冷却, 主要用于转炉车间浇注普通碳素钢, 并在反复受热, 激冷的恶劣条件下工作<br>要求铸铁牌号, 蠕墨铸铁 RuT300。抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$  |  |  |
| 合金成分控制 (%) | 原铁液: C3.6~3.8, Si1.5~1.8, Mn0.5~0.8, P $\leq$ 0.06, S0.07~0.09<br>蠕化孕育处理后铁液: C3.5~3.8, Si2.5~2.8, Mn0.5~0.8, P $\leq$ 0.06, S $\leq$ 0.03, RE0.008~0.018, Mg0.015~0.040, Al0.02~0.08 |  |  |

(续)

| 配 料          |        |     |         |
|--------------|--------|-----|---------|
| 炉料名称         | L10 生铁 | 废 钢 | 废 钢 锭 模 |
| 配料比例<br>(1%) | 80~85  | 10  | 5~10    |

注：1. 采用 8t/h 酸性冷风冲天熔炼，批料重 1000kg，铁液温度为 1360~1380℃

2. 蠕化处理用稀土镁硅铁蠕化剂 (%)：Mg11~13，RE2.2~3.8，Si42~52，Al1，余为铁。当原铁液含硫量 S 为 0.07~0.09 时，蠕化剂加入量为 1.15~1.30。

3. 蠕化处理采用复包法处理，每包处理 5t 铁液，二次出铁，在第二次出铁时在出铁槽中随流冲入 0.8% 的复合孕育剂 (FeSi75 为 0.5%，FeMn62 为 0.3%)。

4. 浇注温度为 1280~1310℃。

5. 采用  $\phi 30\text{mm}$  炉前试样，按自订的蠕墨铸铁钢锭模石墨评级金相图进行蠕虫石墨量的控制。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数

配料实例 511 表 1.3-9 RuT300 的蠕墨铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 气缸盖 (船用机械船用 B6250 系列柴油机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 370mm×330mm×200mm，铸件毛重 66kg，是柴油机机体上重要零件。要求具有较高的强度和热疲劳强度，铸件要求退火处理。铸造工艺采用干型铸造，桐油砂芯，一箱一件。清砂后铸件进行退火处理。要求铸铁牌号：蠕墨铸铁 RuT300。抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.8，Si2.5~2.9，Mn0.1~0.3，P0.02~0.06，S<0.02，Mg0.015~0.025，RE0.020~0.038   |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉 料 成 分 (%) |      |      |       |       |       |       |
|-----------|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|           | C           | Si   | Mn   | P     | S     | RE    | Mg    |
| 天津 Q10 生铁 | 4.30        | 0.88 | 0.10 | 0.040 | 0.036 | —     | —     |
| 回炉料       | 3.61        | 2.70 | 0.31 | 0.040 | <0.01 | 0.030 | 0.020 |
| 废 钢       | 0.21        | 0.24 | 0.52 | 0.030 | —     | —     | —     |
| 75% 硅铁    | —           | 77   | —    | —     | —     | —     | —     |
| 65% 锰铁    | —           | —    | 67   | —     | —     | —     | —     |
| 2 号球化剂    | —           | 43   | —    | —     | —     | 5     | 7     |
| 5 号球化剂    | —           | 43   | —    | —     | —     | 6     | 2     |

(续)

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |        |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | RE     | Mg     |
| 天津Q10生铁   | 60       | 2.58       | 0.53  | 0.06  | 0.024 | 0.022  | —      | —      |
| 回炉料       | 25       | 0.90       | 0.68  | 0.08  | 0.010 | 0.002  | 0.008  | 0.005  |
| 废钢        | 15       | 0.03       | 0.04  | 0.08  | 0.005 | —      | —      | —      |
| 75%硅铁     | 1.2      | —          | 0.92  | —     | —     | —      | —      | —      |
| 65%锰铁     | 0.2      | —          | —     | 0.14  | —     | —      | —      | —      |
| 2号球化剂     | 0.3      | —          | —     | —     | —     | —      | —      | —      |
| 5号球化剂     | 1.3      | —          | —     | —     | —     | —      | —      | —      |
| 合计        |          | 3.51       | 2.17  | 0.36  | 0.039 | 0.024  | 0.008  | 0.005  |
| 炉内熔化增减    |          | +0.18      | -0.32 | -0.07 | 0     | +0.020 | —      | —      |
| (原铁液)     |          | 3.69       | 1.85  | 0.29  | 0.039 | 0.044  | 0.008  | 0.005  |
| 炉外蠕化孕育吸收  |          | —          | +0.80 | —     | —     | 净化     | +0.027 | +0.009 |
| (蠕化孕育后铁液) |          | 3.69       | 2.65  | 0.29  | 0.039 | <0.010 | 0.035  | 0.014  |

注：1. 采用5t双排大间距热风冲天炉，炉内碳增加15%、硅烧损15%、锰烧损20%、磷不变、硫增加80%。

2. 炉前，蠕化处理采用冲入法工艺，蠕化剂采用自制的5号球化剂和2号球化剂混合使用，加入量分别为1.3%和0.3%，Mg吸收率20%，RE吸收率30%，Si吸收率为70%。

3. 炉前，采用随流孕育法进行孕育处理，孕育剂用75%硅铁，加入量0.6%，Si吸收率约为70%。

4. 炉前，蠕化和孕育后先浇几个三角试样，冷却后打断观其断面，根据断面情况，对铁液蠕化孕育处理进行调整。要求试样断面呈银白色，断面上有均匀分布一些微小黑点，晶粒细小，两侧有轻微缩陷，悬空敲击时发出清脆声。

5. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.65，Si2.78，Mn0.21，P0.04，S < 0.01，RE0.033，Mg0.018；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b > 300\text{MPa}$ ，断后伸长率  $\delta \geq 1.5\%$ ，硬度 160—220HBS。拉伸试样  $\phi 30\text{mm}$  试棒单独铸造；

金相组织：基体组织为混合型，蠕化率 > 50%，蠕虫状石墨分布均匀，无莱氏体和网状渗碳体，碳化物 < 3%。金相试样在拉伸试样拉断后截取。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 512 表 1.3-10 RuT300 的蠕墨铸铁配料

|         |   |             |       |      |      |       |
|---------|---|-------------|-------|------|------|-------|
| 问题提出    | 欲生产蠕墨铸铁 RuT300, 成分 (%) 要求为: C3.0~3.5、Si2.6~3.2、Mn0.1~0.6、P<0.1、S<0.02, 试计算出所用炉料的配料比例? |             |       |      |      |       |
| 已知条件    | 已知: 炉料成分和冲天炉的元素烧损率见下表, 采用的蠕化剂为硅钙合金和稀土镁合金, 孕育剂为 75% 硅铁                                 |             |       |      |      |       |
|         | 炉 料   | 化 学 成 分 (%) |       |      |      |       |
|         |   | C           | Si    | Mn   | P    | S     |
|         | Q12 生铁  | 4.07        | 1.26  | 0.21 | 0.05 | 0.03  |
|         | 回炉铁   | 3.20        | 2.60  | 0.30 | 0.06 | 0.029 |
|         | 硅铁  | —           | 75.00 | —    | —    | —     |
| 锰铁      | —   | —           | 68.00 | —    | —    |       |
| 元 素     | C   | Si          | Mn    | P    | S    |       |
| 冲天炉的烧损率 | +5  | -15         | -20   | 0    | +50  |       |

## 配 料

|      |   |
|------|---|
| 配料计算 | <p>计算:</p> <p>首先应考虑由于炉前蠕化孕育处理后, 原铁液碳的质量分数减少 0.1%~0.2%, 硅吸收 0.8%, 锰微增, 磷微减, 硫的质量分数减少 40%~80%, 因此原铁液化学成分 (%) 应控制在: C3.1~3.6、Si1.8~2.4、Mn0.1~0.6、P&lt;0.1、S&lt;0.03</p> <p>第二步, 计算出炉料中应配入的元素含量 (质量分数):</p> $w_{C\text{炉料}} = \frac{w_{C\text{原铁液}}}{1 + \eta_C} = \frac{3.45}{1 + (-5\%)} = 3.63\%$ $w_{S\text{炉料}} = \frac{w_{S\text{原铁液}}}{1 + \eta_S} = \frac{2.24}{1 + (-15\%)} = 2.64\%$ $w_{Mn\text{炉料}} = \frac{w_{Mn\text{原铁液}}}{1 + \eta_{Mn}} = \frac{0.3\%}{1 + (-20\%)} = 0.38\%$ $w_{P\text{炉料}} = \frac{w_{P\text{原铁液}}}{1 + \eta_P} = \frac{0.06}{1 + (0)} = 0.06\%$ $w_{S\text{炉料}} = \frac{w_{S\text{原铁液}}}{1 + \eta_S} = \frac{0.02}{1 + (50\%)} = 0.03\%$ |
|------|---|

(续)

|          |   |         |                                  |     |                                  |        |                                     |        |                                     |
|----------|---|---------|----------------------------------|-----|----------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|
| 配料计算     | <p>第三步,应用代数方法计算出 Q12 新生铁和回炉铁的加入量:<br/>           设 Q12 新生铁用量为 A, 回炉铁用量为 B</p> <p>则 <math display="block">\begin{cases} 4.07\% \times A + 3.20\% \times B = 3.63\% \\ A + B = 100\% \end{cases}</math></p> <p>解方程式后得 <math>A \approx 51\% \quad B \approx 49\%</math><br/>           即 Q12 新生铁加入量为 51%, 回炉铁加入量为 49%</p> <p>第四步,计算硅铁、锰铁加入量 (C 和 D):</p> $C = \frac{\text{炉料中应配入的硅含量} - \text{炉料的硅含量}}{\text{硅铁的硅含量}}$ $= \frac{2.64\% - (1.26\% \times 51\% + 2.60\% \times 49\%)}{75\%}$ $\approx 0.55\%$ $D = \frac{\text{炉料中应配入的锰含量} - \text{炉料的含锰量}}{\text{锰铁含锰量}}$ $= \frac{0.38\% - (0.21\% \times 51\% + 0.30\% \times 49\%)}{68\%}$ $\approx 0.18\%$ <p>即硅铁的补加量为 0.55%, 锰铁的补加量为 0.18%</p> <p>第五步,核算磷、硫是否超出要求 (<math>w_{P\text{炉料}}</math> 和 <math>w_{S\text{炉料}}</math>)</p> $w_{P\text{炉料}} = (0.05\% \times 51\% + 0.06\% \times 49\%)$ $\approx 0.055\% < w_{P\text{炉料}}$ $w_{S\text{炉料}} = (0.03\% \times 51\% + 0.029\% \times 49\%)$ $\approx 0.029\% < w_{S\text{炉料}}$ <p>符合要求,已控制在要求的磷、硫范围内</p> |         |                                  |     |                                  |        |                                     |        |                                     |
| 配料比例 (%) | <p>通过上述计算,可得出所用炉料的配料比例 (%) 为: Q12 新生铁 51, 回炉铁 49, 75% 硅铁 0.55, 65% 锰铁 0.18</p> <p>假如每批炉料量为 300kg, 则各种炉料量如下:</p> <table data-bbox="430 1680 1069 1881"> <tbody> <tr> <td>Q12 新生铁</td> <td><math>300 \times 51\% = 153\text{kg}</math></td> </tr> <tr> <td>回炉铁</td> <td><math>300 \times 49\% = 147\text{kg}</math></td> </tr> <tr> <td>75% 硅铁</td> <td><math>300 \times 0.55\% = 1.65\text{kg}</math></td> </tr> <tr> <td>65% 锰铁</td> <td><math>300 \times 0.18\% = 0.54\text{kg}</math></td> </tr> </tbody> </table>  | Q12 新生铁 | $300 \times 51\% = 153\text{kg}$ | 回炉铁 | $300 \times 49\% = 147\text{kg}$ | 75% 硅铁 | $300 \times 0.55\% = 1.65\text{kg}$ | 65% 锰铁 | $300 \times 0.18\% = 0.54\text{kg}$ |
| Q12 新生铁  | $300 \times 51\% = 153\text{kg}$  |         |                                  |     |                                  |        |                                     |        |                                     |
| 回炉铁      | $300 \times 49\% = 147\text{kg}$  |         |                                  |     |                                  |        |                                     |        |                                     |
| 75% 硅铁   | $300 \times 0.55\% = 1.65\text{kg}$   |         |                                  |     |                                  |        |                                     |        |                                     |
| 65% 锰铁   | $300 \times 0.18\% = 0.54\text{kg}$   |         |                                  |     |                                  |        |                                     |        |                                     |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 513~515 表 1.3-11 RuT300 的蠕墨铸铁配料

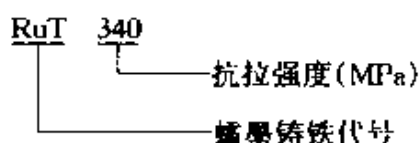
| 序号       | 牌号     | 配料比例 (%) |     |     |     |             |     |    |     | 铁液成分 (%) |             |                           |                           | 应用          |               |
|----------|--------|----------|-----|-----|-----|-------------|-----|----|-----|----------|-------------|---------------------------|---------------------------|-------------|---------------|
|          |        | 新生铁      |     |     |     | 回炉铁<br>(球铁) | 废钢  | 合金 |     |          | C           | Si                        | Mn                        |             | 合金元素          |
|          |        | Z14      | Z18 | L08 | Q12 |             |     | 硅铁 | 锰铁  | 其他       |             |                           |                           |             |               |
| 配料实例 513 | RuT300 | 55       | —   | —   | —   | 37.5        | 7.5 | —  | 1.1 | —        | 3.7~<br>3.9 | $\frac{1.4-1.6}{2.4-2.6}$ | 1.1~<br>1.3               | —           | 起重<br>机零<br>件 |
| 配料实例 514 |        | 75       | —   | —   | —   | 25          | —   | —  | —   | —        | 3.5~<br>3.7 | $\frac{1.2-1.7}{2.7-3.0}$ | 0.5~<br>0.7               | —           |               |
| 配料实例 515 |        | —        | —   | —   | 65  | 35          | —   | —  | —   | —        | —           | 3.0~<br>3.5               | $\frac{1.4-1.8}{2.6-3.2}$ | 0.1~<br>0.6 |               |

注：1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”，分子为原铁液 Si 含量，分母为蠕化孕育后终 Si 含量。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 3. RuT340 的蠕墨铸铁配料 (配料实例 516、517)

RuT340 的主要含义如下：



对于阀类等铸件的 RuT340 的蠕墨铸铁配料，可查配料实例 516 和配料实例 517 或表 1.3-12 和表 1.3-13。

配料实例 516 表 1.3-12 RuT340 的蠕墨铸铁配料速查

| 铸件名称       | 蝶阀 (阀类 DN600 蝶阀零件)   |
|------------|--|
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 600\text{mm} \times 135\text{mm}$ ，为扁圆形结构，铸件毛重 140kg，主要壁厚 75mm，轴孔及密封部位加工。采用干型、芯铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：蠕墨铸铁 RuT340，抗拉强度 $\sigma_b \geq 340\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta \geq 0.5\%$ ，硬度 170~255HBS |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制：原铁液，C3.2~3.4，Si1.5~1.8，Mn0.6~0.8，P $\leq$ 0.1，S $\leq$ 0.10；蠕化孕育处理后铁液 C3.0~3.6，Si2.3~3.0，Mn0.5~0.9，P $\leq$ 0.1，S $\leq$ 0.035，RE0.015~0.04，Mg0.03~0.06  |

(续)

| 配 料    |         |           |       |       |       |        |
|--------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称   | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|        | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 北台生铁   | 4.10    | 1.30      | 0.72  | 0.056 | 0.030 |        |
| 普通回炉铁  | 3.35    | 1.70      | 0.70  | 0.080 | 0.080 |        |
| 废钢     | 0.20    | 0.20      | 0.50  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75%硅铁  |         | 75        |       |       |       |        |
| 65%锰铁  |         |           | 65    |       |       |        |
| 炉料名称   | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|        |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 北台生铁   | 45      | 1.85      | 0.59  | 0.32  | 0.025 | 0.014  |
| 普通回炉铁  | 40      | 1.34      | 0.68  | 0.28  | 0.032 | 0.032  |
| 废钢     | 15      | 0.03      | 0.03  | 0.08  | 0.003 | 0.003  |
| 75%硅铁  | 1.13    |           | 0.84  |       |       |        |
| 65%锰铁  | 0.63    |           |       | 0.41  |       |        |
| 合 计    |         | 3.22      | 2.14  | 1.09  | 0.060 | 0.049  |
| 炉内熔化增减 |         | +0.32     | -0.43 | -0.27 | 0     | +0.039 |
| (原铁液)  |         | 3.54      | 1.71  | 0.82  | 0.060 | 0.088  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口曲线炉膛热风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内碳增加 10%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 80%、磷不变。

2. 处理工艺：冲入法，采用稀土镁钙系合金，其成分(%)范围：RE13~15、Mg4~6、Ca≤4、Si40~45，其余为 Fe，加入量 1.4~1.6；采用 75# 硅铁孕育，加入量 0.5~0.7。

3. 炉前用三角试片观察白口大小，控制铁液成分及蠕化效果，白口宽度 3~7mm。

4. 检测结果：

化学成分(%)：C3.54，Si2.63，Mn0.92，P0.061，S0.046，Mg0.037，RE0.031；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 412MPa，断后伸长率  $\sigma_1$ 1%；

金相组织：石墨呈蠕虫状+团状分布，蠕化率约 70% 左右，组织为珠光体+铁素体+石墨，珠光体占 55%，渗碳体+磷共晶小于 1%，取样于拉伸棒之一端。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于阀体中要求蠕墨铸铁 RuT340 的 DN800、1400 大型蝶阀等铸件。

配料实例 517 表 1.3-13 RuT340 的蠕墨铸铁配料

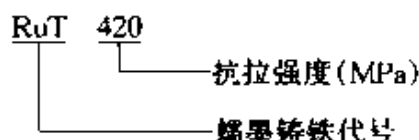
| 序号       | 牌号    | 配料比例 (%) |     |     |     |             |    |      |      | 铁液成分 (%) |         |                           |                       | 应用 |        |
|----------|-------|----------|-----|-----|-----|-------------|----|------|------|----------|---------|---------------------------|-----------------------|----|--------|
|          |       | 新生铁      |     |     |     | 回炉铁<br>(蠕铁) | 废钢 | 合金   |      |          | C       | Si                        | Mn                    |    | 合金元素   |
|          |       | Z14      | Z18 | L08 | Q12 |             |    | 硅铁   | 锰铁   | 其他       |         |                           |                       |    |        |
| 配料实例 517 | Ru340 | 45       | —   | —   | —   | (灰铸铁) 40    | 15 | 1.12 | 0.62 | —        | 3.0~3.6 | $\frac{1.5-1.8}{2.3-3.0}$ | $\frac{0.5-0.9}{0.9}$ | —  | 通用机械零件 |

注：1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”，分子为原铁液 Si 含量，分母为蠕化孕育后终 Si 含量。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

#### 4. RuT420 的蠕墨铸铁配料 (配料实例 518、519)

RuT420 的主要含义如下：



对于磨床等类铸件的 RuT420 的蠕墨铸铁配料，可查配料实例 518 和配料实例 519 或表 1.3-14 和表 1.3-15。

配料实例 518 表 1.3-14 RuT420 的蠕墨铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 床身 (磨床类 MG6425A 高精度滚刀磨床零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1870mm×490mm×881mm，铸件毛重 950kg，为箱体结构，形状比较复杂，主要壁厚 15mm。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：蠕墨铸铁 RuT420。抗拉强度 $\sigma_b \geq 420\text{MPa}$ ，抗弯强度 $\sigma_{0.2} \geq 680\text{MPa}$ ，硬度 170~250HBS。金相组织：石墨为蠕虫状、团片状、少量球状，基体为珠光体+铁素体 |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.7, Si2.0~2.9, Mn0.7~1.2, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.08%, RE0.05~0.08   |

#### 配 料

| 投料顺序       | 铸铁牌号   | 预投批数 | 层铁重/kg | 层焦重/kg | 石灰石/kg | 萤石/kg | 金属炉料组成/kg |    |     |     |    | 实投批数 | 木柴消耗/kg |
|------------|--------|------|--------|--------|--------|-------|-----------|----|-----|-----|----|------|---------|
|            |        |      |        |        |        |       | 新生铁       | 本溪 | 废旧铁 | 废钢  | 锰铁 |      |         |
|            | RuT420 | 50   | 300    | 30     | 7      | —     | 300       | —  | —   | 2.1 | —  |      | 250     |
| 底焦消耗 + kg  |        |      |        | 310    |        |       |           |    |     |     |    |      |         |
| 接力焦消耗 + kg |        |      |        | 120    |        |       |           |    |     |     |    |      |         |
| 回炉焦重量 - kg |        |      |        |        |        |       |           |    |     |     |    |      |         |
| 回炉铁重量 - kg |        |      |        |        |        |       |           |    |     |     |    |      |         |
| 各种材料总耗 kg  |        |      |        |        |        |       |           |    |     |     |    |      |         |



(续)

| 金属炉料名称    |    | 化 学 成 分 (%) |             |             |             |          | 力 学 性 能       |                 |                    |             |
|-----------|----|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|---------------|-----------------|--------------------|-------------|
|           |    | C           | Si          | Mn          | P           | S        | RE            | $\sigma_b$ /MPa | $\sigma_{bb}$ /MPa | HBS         |
| 本溪新生铁     |    | 4.00        | 2.26        | 0.73        | 0.103       | 0.037    |               |                 |                    |             |
| 锰 铁       |    |             |             | 67          |             |          |               |                 |                    |             |
| 硅 铁       |    |             |             |             |             |          |               |                 |                    |             |
| 1#稀土合金    |    |             | 40          |             |             |          | 24            |                 |                    |             |
| 外加入量 1.3% |    |             | (0.52)      |             |             |          |               |                 |                    |             |
| RuT420    | 配入 | 4.00        | 2.78        | 1.20        | 0.103       | 0.037    | 0.312         |                 |                    |             |
| RuT420    | 出炉 | 3.52        | 2.46        | 1.01        | 0.100       | 0.023    | 未做            | 490             | 1078               | 241         |
| RuT420    | 要求 | 3.4~<br>3.7 | 2.0~<br>2.9 | 0.7~<br>1.2 | $\leq 0.20$ | $< 0.08$ | 0.05~<br>0.08 | 420             | 680                | 170~<br>250 |

注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口热风炉胆冲天炉，熔化率 3t/h。

2. 炉前分析：鉴别蠕虫状铸铁成功的几个标志：

(1) 铁液处理后，表面浑浊如稀饭面上一层米汤皮，不是清澈如镜。

(2) 三角试片冷却后左右两侧缩凹。

(3) 三角试片浸入水中取出后发现电石味。

(4) 三角试片冷却后丢在地上有尖锐的响声。

(5) 三角试片不易打断、强度高。

在以上五个标志中，与其中之一相反，就表明失败。要使铸造有把握，还必须注意焦炭中的硫含量。

3. 检测结果：

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  490MPa，抗弯强度  $\sigma_{bb}$  1078MPa，硬度 241HBS；

金相组织：石墨短片鸡爪状、团聚状、少量球 0.12mm，铁素体  $\leq 40\% \sim 90\%$ ，

索氏体珠光体  $< 10\% \sim 60\%$ ，有磷共晶和渗碳体磷共晶复合物  $\leq 5\%$ 。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 519 表 1.3-15 Ru420 的蠕墨铸铁配料

| 序号       | 牌号    | 配料比例 (%) |     |     |     |             |    |    | 铁液成分 (%) |   |             |                    | 应用          |      |      |
|----------|-------|----------|-----|-----|-----|-------------|----|----|----------|---|-------------|--------------------|-------------|------|------|
|          |       | 新生铁      |     |     |     | 回炉铁<br>(蠕铁) | 合金 |    |          | C | Si          | Mn                 |             | 合金元素 |      |
|          |       | Z14      | Z18 | L08 | Q12 |             | 废钢 | 硅铁 | 锰铁       |   |             |                    |             |      | 其他   |
| 配料实例 519 | Ru420 | 100      | —   | —   | —   | —           | —  | —  | 0.7      | — | 3.4~<br>3.7 | 1.0~1.6<br>2.0~2.9 | 0.7~<br>1.2 | —    | 机床零件 |

注：1. 铁液成分中 Si 含量“分子/分母”，分子为原铁液 Si 含量，分母为蠕化孕育后终 Si 含量。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 第 4 章 可锻铸铁配料

什么是可锻铸铁〔马铁〕(malleable cast iron)? 可锻铸铁是指白口铸铁通过石墨化或氧化脱碳退火处理, 改变其金相组织或成分而获得的有较高韧性的铸铁。

根据国家标准 GB/T 9440—1988《可锻铸铁件》的规定, 可锻铸铁按化学成分、热处理工艺以及由此导致的性能和金相组织的不同分为两类: 一类为黑心可锻铸铁和珠光体可锻铸铁; 另一类为白心可锻铸铁。

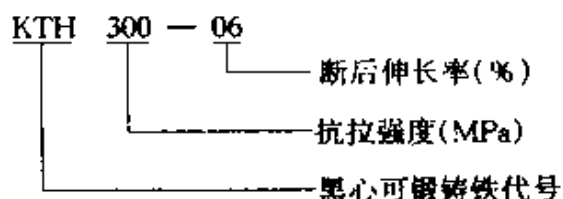
黑心可锻铸铁和珠光体可锻铸铁按试样的力学性能分为 8 个牌号: KTH300—06、KTH330—08、KTH350—10、KTH370—12; KTZ450—06、KTZ550—04、KTZ650—02、KTZ700—02。

白心可锻铸铁按试样的力学性能分为 4 个牌号: KTB350—04, KTB380—12, KTB400—05, KTB450—07。

但是, 根据可锻铸铁生产的发展, 现在有些铸造工厂已可生产出球墨可锻铸铁。

### 1. KTH300—06 的黑心可锻铸铁配料 (配料实例 520、521)

KTH300—06 的主要含义如下:



对于水暖器材等类铸件的 KTH300—06 的黑心可锻铸铁配料, 可查配料实例 520 和配料实例 521 或表 1.4-1 和表 1.4-2。

**配料实例 520**      表 1.4-1    KTH300—06 的黑心可锻铸铁配料

|      |  |     |     |     |     |     |    |       |       |    |       |    |     |     |     |
|------|--|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------|-------|----|-------|----|-----|-----|-----|
| 铸件名称 | 管路连接件 (水暖器材类可锻铸铁管路零件)  |     |     |     |     |     |    |       |       |    |       |    |     |     |     |
| 铸件特点 | 可锻铸铁管路连接件按国标规定, 其规格与公称通径如下:  |     |     |     |     |     |    |       |       |    |       |    |     |     |     |
|      | 规格/in  | 1/8 | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 3/4 | 1  | 1 1/4 | 1 1/2 | 2  | 2 1/2 | 3  | 4   | 5   | 6   |
|      | 公称通径/mm  | 6   | 8   | 10  | 15  | 20  | 25 | 32    | 40    | 50 | 65    | 80 | 100 | 125 | 150 |
|      | 管路连接件的特点是壁薄、外形尺寸小、重量轻。铸件平均壁厚小于或等于 10mm。一律采用湿型铸造, 退火多采用室式炉, 少数采用隧道炉 |     |     |     |     |     |    |       |       |    |       |    |     |     |     |

(续)

|            |  |
|------------|--|
| 铸件特点       | 要求铸铁牌号：黑心可锻铸铁 KTH300—06，抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta \geq 6\%$ 。实际上，内控为 KTH330—08 |
| 合金成分控制 (%) | C2.6~2.9, Si1.4~1.9, Mn1.7S+0.2, P<0.1, S $\leq$ 0.2, Cr $\leq$ 0.06                                   |

## 配 料

|          |       |           |       |         |     |
|----------|-------|-----------|-------|---------|-----|
| 炉料名称     | Z18生铁 | 回炉铁(可锻铸铁) | 废 钢   | 硅 铁     | 锰 铁 |
| 配料比例 (%) | —     | 50~60     | 40~50 | 0.5~0.8 | —   |

注：1. 采用冲天炉熔炼。

2. 孕育处理，采用包内孕育，采用孕育剂为 B0.006%~0.012%+Al0.01%。

3. 退火工艺

(1) 采用 25t 室式煤粉炉：升温 22~28h，第一阶段石墨化  $(940 \pm 20)^\circ\text{C}$ ，7~9h，中间冷却 4~6h；第二阶段石墨化  $750 \sim 700^\circ\text{C}$ ，平稳下降 18~24h，退火周期 55~63h。(2) 采用隧道式煤粉炉：长 40m，2h 进出一台车，升温 19.5h，第一阶段石墨化  $950 \sim 970^\circ\text{C}$ ，10.5h，中间冷却 5.3h；第二阶段石墨化  $750 \sim 650^\circ\text{C}$ ，17.7h，退火周期 53h。

4. 检测结果：

金相组织：铁素体+团絮状石墨；

力学性能：

(1) 采用 25t 室式煤粉炉退火后，抗拉强度  $\sigma_b \geq 330\text{MPa}$  的占 60%， $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$  的 40%；(2) 采用隧道式煤粉炉退火后，抗拉强度  $\sigma_b \geq 330\text{MPa}$  的占 80% 以上， $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$  的少于 20%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

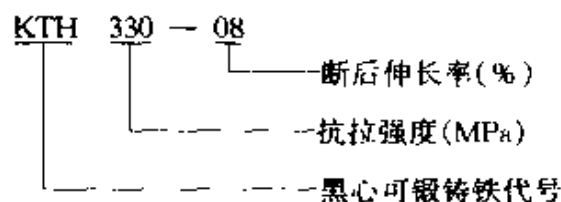
配料实例 521 表 1.4-2 KTH300—06 的黑心可锻铸铁配料

| 序号              | 牌号            | 配料比例 (%) |     |     |     |               |    |     | 孕育剂加<br>入量(质<br>量分数)<br>(%) | 铁液成分 (%)                            |             |             | 应用            |    |
|-----------------|---------------|----------|-----|-----|-----|---------------|----|-----|-----------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|---------------|----|
|                 |               | 新生铁      |     |     |     | 回炉铁<br>(可锻铸铁) | 废钢 | 硅铁  |                             | 锰铁                                  | C           | Si          |               | Mn |
|                 |               | Z14      | Z18 | L08 | Q12 |               |    |     |                             |                                     |             |             |               |    |
| 配料<br>实例<br>521 | KTH300<br>—06 | —        | 5   | —   | —   | 60            | 35 | 0.8 | —                           | B0.006<br>—0.010<br>Al0.01<br>—0.15 | 2.4~<br>2.8 | 1.5~<br>1.9 | 0.35~<br>0.65 | 管件 |

注：成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 2. KTH330—08 的黑心可锻铸铁配料 (配料实例 522、523)

KTH330—08 的主要含义如下:



对于五金工具等类铸件的 KTH330—08 的黑心可锻铸铁配料, 可查配料实例 522 和配料实例 523 或表 1.4-3 和表 1.4-4。

**配料实例 522** 表 1.4-3 KTH330—08 的黑心可锻铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 螺母 (五金工具类台虎钳零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 97mm×40mm×67mm, 为圆柱方块实体形结构<br>要求铸铁牌号: 黑心可锻铸铁 KTH330—08。抗拉强度 $\sigma_b \geq 330\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 8\%$ , 硬度 120~163HBS |
| 合金成分控制 (%) | C2.5~2.8, Si1.2~1.4, Mn0.35~0.55, P<0.15, S<0.15, Bi-, Al-   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |            |      |       |       |       |
|-------|----------|------------|------|-------|-------|-------|
|       | C        | Si         | Mn   | P     | S     |       |
| 回炉铁   | 2.60     | 1.20       | 0.50 | 0.030 | 0.103 |       |
| 废 钢   | 0.30     | 0.30       | 0.50 | 0.030 | 0.030 |       |
| 75%硅铁 | —        | 75         | —    | —     | —     |       |
| 65%锰铁 | —        | —          | 65   | —     | —     |       |
| 炉料名称  | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |      |       |       |       |
|       |          | C          | Si   | Mn    | P     | S     |
| 回炉铁   | 45       | 1.17       | 0.54 | 0.23  | 0.014 | 0.046 |
| 废钢    | 55       | 0.17       | 0.17 | 0.28  | 0.017 | 0.017 |
| 75%硅铁 | 1        | —          | 0.75 | —     | —     | —     |
| 65%锰铁 | 0.25     | —          | —    | 0.16  | —     | —     |
| 合 计   |          | 1.34       | 1.46 | 0.67  | 0.031 | 0.063 |

(续)

|        | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|--------|------------|-------|-------|-------|--------|
|        | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 炉内熔化增减 | +1.34      | -0.22 | -0.13 | 0     | +0.050 |
| (原铁液)  | 2.68       | 1.24  | 0.54  | 0.031 | 0.113  |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口曲线炉膛热风冲天炉，炉内碳增加 100%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 80%、磷不变。
2. 炉前，孕育处理采用铋和铝，加入量铋为 0.008%，铝为 0.006%。孕育处理的目的是，主要是为了增加石墨晶核以缩短碳的扩散距离，促使铸态白口化。铋是强烈阻碍石墨化的元素，加入铋可以保证得到白口组织的有效措施。
3. 炉前，为了保证铸件铸态得到白口组织，可以采用试棒尺寸为  $\phi 50\text{mm} \times 120\text{mm}$  的试棒，浇注冷却得到暗红色后，放在水中反复淬冷，冷后用锤击断，看断口，如果断口四周全白，中心部有缩松，则是正常情况，可以浇注铸件；如果试棒产生灰点，说明碳硅量稍高，如果灰点轻微，可以浇注中等和薄壁铸件，如果灰点连接成片，并达到断面 1/4 以上时，应停止浇注。
4. 检测结果：  
化学成分 (%)：C2.62，Si1.25，Mn0.45，P<0.15，S0.093，Bi—，Al—1。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
6. 本配料还适用于泰山 12 型小型拖拉机中要求黑心可锻铸铁 KTH330—08 的拨叉牵引板、牵引卡、前桥支架等铸件。

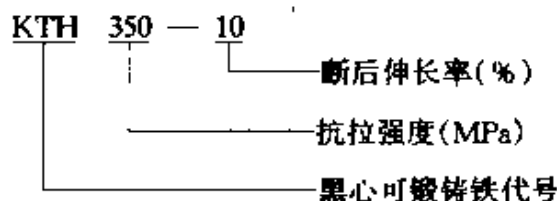
配料实例 523 表 1.4.4 KTH330—08 的黑心可锻铸铁配料

| 序号       | 牌号        | 配料比例 (%) |     |     |     |               |    |     | 孕育剂加入量 (质量分数) (%) | 铁液成分 (%)           |             |             | 应用            |                |
|----------|-----------|----------|-----|-----|-----|---------------|----|-----|-------------------|--------------------|-------------|-------------|---------------|----------------|
|          |           | 新生铁      |     |     |     | 回炉铁<br>(可锻铸铁) | 废钢 | 硅铁  |                   | 锰铁                 | C           | Si          |               | Mn             |
|          |           | Z14      | Z18 | L08 | Q12 |               |    |     |                   |                    |             |             |               |                |
| 配料实例 523 | KTH330—08 | —        | —   | —   | —   | 47            | 53 | 1.1 | 0.25              | Bi0.008<br>Al0.006 | 2.6~<br>2.9 | 1.1~<br>1.4 | 0.35~<br>0.55 | 五金<br>工具<br>零件 |

注：成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 3. KTH350—10 的黑心可锻铸铁配料 (配料实例 524~532)

KTH350—10 的主要含义如下：



对于制冷机、电力线路器材、中型载重汽车等类铸件的 KTH350—10 的黑心可锻铸铁配料，可查配料实例 524—配料实例 532 或表 1.4-5—表 1.4-13

配料实例 524 表 1.4-5 KTH 350—10 的黑心可锻铸铁配料

|                    |  |          |       |      |      |
|--------------------|--|----------|-------|------|------|
| 铸件名称               | 连杆（制冷机类 8S—12.5 单级制冷压缩机零件）   |          |       |      |      |
| 铸件特点               | 铸件轮廓尺寸 410mm×135mm，壁厚不均匀，工作时受反复载荷，有局部热节，对工艺要求较高，铸件毛重 5.5kg，加工面较多。采用湿型机器造型。铸件要求退火处理<br>要求铸铁牌号：黑心可锻铸铁 KTH350—10，抗拉强度 $\sigma_b \geq 350\text{MPa}$ ，硬度 120—163HBS，断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ ，冲击韧度 $a_K$ （不带缺口）50J/cm <sup>2</sup> |          |       |      |      |
| 合金成分控制（%）          | 合金成分控制：C2.4—2.7，Si1.45—1.8，Mn0.45—0.75，S<0.25，P<0.1，Bi0.006—0.012，Cr<0.06  |          |       |      |      |
| 配 料                |  |          |       |      |      |
| 铁液牌号               | 废 钢  | 回炉料（浇冒口） | 新 生 铁 | 层 焦  | 石灰石  |
| KTH350—10          | 170kg  | 310kg    | 40kg  | 55kg | 20kg |
| 孕育处理<br>(45kg 铁液包) | Al   | Bi       |       |      |      |
|                    | 6g   | 7—8g     |       |      |      |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口曲线炉膛热风炉胆冲天炉，熔化率 10t/h，硅烧损 15%、锰烧损 20%。

2. 炉前控制采用试棒快速分析法。

3. 检测结果：

化学成分（%）：生坯 C2.54，Si1.71，Mn0.68，P0.037，S0.158，Bi0.008，Cr0.034；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 372MPa，断后伸长率  $\delta$ 14.5%，硬度 140HBS；

断面分析：断口黑心；

金相组织：石墨呈团聚状，较匀，石墨长度 30—40 $\mu\text{m}$ ，石墨直径 0.035—0.10mm，基体为铁素体 100%，边珠光体 0.42mm，晶粒度 6 级。

4. 本配料还适用于制冷机中要求黑心可锻铸铁 KTH350—10 的传动块、液压缸、油活塞、压力表阀体等铸件。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 525 表 1.4-6 KTH350—10 的黑心可锻铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 瓷瓶铁帽（电力线路器材类零件）   |
| 铸件特点      | 铸件毛重 1kg，主要壁厚 4mm，为帽形结构。采用湿型铸造。铸件经热涂锌处理<br>要求铸铁牌号：黑心可锻铸铁 KTH350—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 350\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ ，硬度 <160HBS |
| 合金成分控制（%） | 合金成分控制：C2.4—2.7，Si1.45—1.8，Mn0.45—0.75，P $\leq$ 0.07，S $\leq$ 0.25，Cr $\leq$ 0.05   |

(续)

| 配 料  |              |       |       |        |        |       |       |     |
|------|--------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-----|
| 炉料种类 | 原材料的化学成分 (%) |       |       |        |        |       |       |     |
|      | C            | Si    | Mn    | S      | P      | 挥发物   | 灰分    | CaO |
| 巴西生铁 | 4.00         | 1.74  | 1.22  | 0.011  | 0.101  |       |       |     |
| 废钢   | 0.20         | 0.30  | 0.40  |        |        |       |       |     |
| 浇冒口  | 2.50         | 1.55  | 0.55  | 0.180  | 0.040  |       |       |     |
| FeSi |              | 70.3  |       |        |        |       |       |     |
| FeMn |              |       | 66.9  |        |        |       |       |     |
| 炉 料  | 配料百分数和配得成分   |       |       |        |        |       |       |     |
|      | (%)          | /kg   | C (%) | Si (%) | Mn (%) | S (%) | P (%) |     |
| 巴西生铁 | 5.67         | 28.4  | 0.23  | 0.10   | 0.07   | —     | 0.006 |     |
| 废钢   | 32.16        | 160.8 | 0.06  | 0.10   | 0.13   | —     | —     |     |
| 浇冒口  | 60.54        | 320.7 | 1.51  | 0.94   | 0.33   | 0.109 | 0.024 |     |
| FeSi | 1.29         | 6.4   |       | 0.91   |        |       |       |     |
| FeMn | 0.34         | 1.7   |       |        | 0.23   |       |       |     |
| 配得成分 |              |       | 1.80  | 2.05   | 0.76   | 0.110 | 0.030 |     |
| 化验成分 |              |       | 2.53  | 1.71   | 0.60   | 0.170 | 0.030 |     |
| 差值   |              |       | 0.73  | 0.34   | 0.16   | 0.060 | 0     |     |
| 烧损率  |              |       | +40%  | -16%   | -21%   | +55%  | 0     |     |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口热风冲天炉，熔化率10t/h，炉内碳增加40%、硅烧损16%、锰烧损21%、硫增加56%、磷不变。

2. 成分含量和配料百分数皆指质量分数。

配料实例 526 表 1.4-7 KTH350—10 的黑心可锻铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 瓷瓶铁帽 (电力线路器材类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件毛重 0.7~3kg，主要壁厚 3.5~15mm，为帽形结构。采用湿型铸造。铸件经热涂锌处理<br>要求铸铁牌号，黑心可锻铸铁 KTH350—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 350\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ ，硬度 $< 160\text{HBS}$ 。基体为铁素体，石墨为团絮状 |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分控制：C 2.4~2.6，Si 1.6~1.8，Mn 0.4~0.6，P $\leq 0.1$ ，S $\leq 0.2$ ，Cr $< 0.06$ ，Mn:S=2.5:3，C+Si $\leq 4.3$  |

(续)

| 配 料      |     |     |     |           |     |
|----------|-----|-----|-----|-----------|-----|
| 炉料名称     | 废 钢 | 生 铁 | 回炉铁 | 硅 铁       | 锰 铁 |
| 配料比例 (%) | 45  | 5   | 50  | 1.25~1.50 | 0.5 |

注：1. 采用熔炼炉类型：热风冲天炉，熔化率 3t/h，炉内硅烧损近 20%、锰烧损 20%左右。

2. 炉前，加铈孕育，加入量为 0.02% - 0.035%。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C2.43, Si1.62, Mn0.43, P—, S0.16, Cr—；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 394MPa, 断后伸长率  $\delta$ 11.4%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 配料实例 527 表 1.4-8 KTH350—10 的黑心可锻铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 线夹体 (电力线路器材类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件小，在户外输电线路使用，要求安全可靠<br>要求铸铁牌号：黑心可锻铸铁 KTH350—10。抗拉强度 $\sigma_b$ 350MPa, 断后伸长率 $\delta$ 10% |
| 合金成分控制 (%) | C2.5~2.9, Si1.4~1.8, Mn1.7S+0.25, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.2, Cr $\leq$ 0.05               |

### 配 料

| 炉料名称     | 生 铁 | 废 钢 | 回炉铁 | 硅 铁 | 锰 铁 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 配料比例 (%) | 5   | 35  | 60  | 1.3 | 0.3 |

注：1. 采用冲天炉熔炼。

2. 孕育工艺，采用包内孕育，采用孕育剂成分 (%) 为 B $\delta$ 0.008~0.012 + A $\delta$ 0.008~0.015。

3. 退火工艺，15t 室式煤粉炉，升温 17~20h，第一阶段石墨化 (940 $\pm$ 20) $^{\circ}$ C 6~8h，中间冷却 4~6h；第二阶段石墨化 750~700 $^{\circ}$ C 平稳下降 20~24h，退火周期 50~58h。盐浴炉：400 $^{\circ}$ C 5h, (970 $\pm$ 10) $^{\circ}$ C 0.5h, 720 $^{\circ}$ C 0.7h, 退火周期约 7h。

4. 检测结果：

金相组织：铁素体 + 团絮状石墨；

力学性能：退火后，抗拉强度  $\sigma_b$  $\geq$ 350MPa 达 80% 以上，其余  $\sigma_b$  $\geq$ 370MPa。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 528 表 1.4-9 KTH350—10 的黑心可锻铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 卡子 (电力线路器材类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件小, 在户外输电线路使用, 要求安全可靠<br>要求铸铁牌号: 黑心可锻铸铁 KTH350—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 350\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C2.40~2.65, Si1.70~2.00, Mn1.7S+0.25, P $\leq$ 0.08, S $\leq$ 0.20, Cr $\leq$ 0.05                               |

## 配 料

| 炉料名称     | 生 铁 | 废 钢 | 回 炉 铁 | 硅 铁 | 锰 铁 |
|----------|-----|-----|-------|-----|-----|
| 配料比例 (%) | 5   | 45  | 50    | 1.3 | 0.5 |

- 注: 1. 采用冲天炉熔炼。  
2. 孕育工艺, 采用包内孕育, 采用孕育剂成分 (%) 为  $\text{K0.008} \sim 0.012 + \text{Al0.008} \sim 0.015$   
3. 退火工艺, 15t 室式煤粉炉, 升温 17~20h, 第一阶段石墨化  $(940 \pm 20)^\circ\text{C}$  6~8h, 中间冷却 4~6h, 第二阶段石墨化  $750 \sim 700^\circ\text{C}$  平稳下降 20~24h, 退火周期 50~58h。盐浴炉:  $400^\circ\text{C}$  5h,  $(970 \pm 10)^\circ\text{C}$  0.5h,  $720^\circ\text{C}$  0.7h, 退火周期约 7h。  
4. 检测结果:  
金相组织: 铁素体 + 团絮状石墨;  
力学性能: 退火后, 抗拉强度  $\sigma_b \geq 350\text{MPa}$  约为 70% 以上, 其余  $\sigma_b \geq 370\text{MPa}$ 。  
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 529 表 1.4-10 KTH350—10 的黑心可锻铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 固定端支架 (中型载货汽车类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $170\text{mm} \times 160\text{mm} \times 10\text{mm}$ , 主要壁厚 10mm, 最大壁厚 53mm, 壁厚不均匀, 铸件毛重 6.2kg<br>要求铸铁牌号: 黑心可锻铸铁 KTH350—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 350\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ , 硬度 120~163HBS |
| 合金成分控制 (%) | C2.45~2.85, Si1.45~1.65, Mn $\leq$ 0.5, P $\leq$ 0.06, S $\leq$ 0.06, Cr $\leq$ 0.06   |

## 配 料

| 炉料名称     | 生 铁 | 可锻铸铁回炉铁 | 废 钢 | 硅 铁 | 锰 铁 |
|----------|-----|---------|-----|-----|-----|
| 配料比例 (%) | 35  | 50      | 15  | 0.5 | —   |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 1.5t 酸性电弧炉。  
2. 炉前, 用金属铈处理, 加入量 0.01%。  
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 530 表 1.4-11 KTH350—10 的黑心可锻铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 固定端支架 (中型载货汽车类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 170mm×160mm×10mm, 主要壁厚 10mm, 最大壁厚 53mm, 壁厚不均匀, 铸件毛重 6.2kg<br>要求铸铁牌号: 黑心可锻铸铁 KTH350—10, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 350$ MPa, 断后伸长率 $\delta \geq 10\%$ , 硬度 120~163HBS |
| 合金成分控制 (%) | C2.45~2.85, Si1.45~1.65, Mn $\leq$ 0.5, P $\leq$ 0.06, S $\leq$ 0.06, Cr $\leq$ 0.06   |

## 配 料

|          |     |         |     |     |     |
|----------|-----|---------|-----|-----|-----|
| 炉料名称     | 生 铁 | 可锻铸铁回炉铁 | 废 钢 | 硅 铁 | 锰 铁 |
| 合金成分 (%) | 70  | —       | 30  | —   | —   |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 1.5t 酸性电弧炉。  
2. 炉前, 用金属铈处理, 加入量 0.01%。  
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 531 表 1.4-12 KTH350—10 的黑心可锻铸铁配料

|         |  |             |      |      |       |       |
|---------|--|-------------|------|------|-------|-------|
| 问题提出    | 欲生产铁素体可锻铸铁 KTH350—10, 成分 (%) 要求为: C2.4~2.6, Si1.6~1.8, Mn0.4~0.6, P $\leq$ 0.1, S $\leq$ 0.2, Cr $<$ 0.06, Mn/S=2.5~3, C+Si $\leq$ 4.3, 每批炉料 500kg, 试计算出所用炉料配比和每种炉料的加入量? |             |      |      |       |       |
| 已知条件    | 已知: 炉料成分和冲天炉的元素烧损率见下表, 采用的孕育剂为铈  |             |      |      |       |       |
|         | 炉 料  | 化 学 成 分 (%) |      |      |       |       |
|         |  | C           | Si   | Mn   | P     | S     |
|         | 巴西新生铁  | 4.00        | 1.74 | 1.22 | 0.101 | 0.011 |
|         | 废钢   | 0.20        | 0.30 | 0.40 | 0.020 | 0.020 |
|         | 回炉铁  | 2.50        | 1.55 | 0.55 | 0.040 | 0.180 |
|         | 硅铁   | —           | 70   | —    | —     | —     |
| 锰铁      | —  | —           | 66   | —    | —     |       |
| 元 素     | C  | Si          | Mn   | P    | S     |       |
| 冲天炉的烧损率 | +40  | -15         | -20  | 0    | +50   |       |

(续)

| 配 料                                  |   |            |  |          |      |      |       |                    |
|--------------------------------------|---|------------|--|----------|------|------|-------|--------------------|
| 黑心可锻铸铁 KTH350—10 的查表配料步骤、方法与结果, 见下表: |   |            |  |          |      |      |       |                    |
| 用查表法配料                               | 查表配料的步骤与方法  |            | 炉料<br>配比   | 元素含量 (%) |      |      |       |                    |
|                                      |   |            |  | C        | Si   | Mn   | P     | S                  |
| 1                                    | 根据黑心可锻铸铁 KTH350—10 铁液中要求的元素含量和炉中的元素增减率, 从《铸件配料手册》的表 1.3-8 和表 1.3-9 中查出炉料中应配入的元素含量 |            | —  | 1.79     | 2.00 | 0.63 | 0.01  | 0.133              |
| 2                                    | 按经验或计算法确定炉料配料百分数, 并根据已知炉料的元素含量, 从《铸件配料手册》的表 1.3-10 中查出其相应炉料配入的元素含量                | 巴西新生铁      | 5.5%   | 0.22     | 0.10 | 0.07 | 0.006 | 0.001              |
|                                      |   | 回炉铁        | 60%  | 1.50     | 0.93 | 0.33 | 0.024 | 0.108              |
|                                      |   | 废 钢        | 34.5%  | 0.07     | 0.10 | 0.14 | 0.011 | 0.007              |
|                                      |   | 合 计        | 100%   | 1.79     | 1.13 | 0.54 | 0.041 | 0.116              |
| 3                                    | 计算新生铁、回炉铁和废钢配入的元素含量与炉料中应配入的元素含量的差值  |            | —  | 0        | 0.87 | 0.09 | 0.059 | 0.017<br>(在要求的范围内) |
| 4                                    | 由 Si 和 Mn 含量的差值可以从《铸件配料手册》的表 1.3-11 中查出其硅铁和锰铁的补加百分数                               | 硅铁 (Si70%) | 1.24%  | —        | 0.87 | —    | —     | —                  |
|                                      |   | 锰铁 Mn66%   | 0.14%  | —        | —    | 0.09 | —     | —                  |
| 5                                    | 每批炉料重量为 500kg, 则可从《铸件配料手册》的表 1.3-12 中查出其每种炉料的加入量                                  |            | 每批炉料重量为 500kg, 其中: 巴西新生铁 27.5kg, 回炉铁 300kg, 废钢 172.5kg, 硅铁 6.2kg, 锰铁 0.7kg |          |      |      |       |                    |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

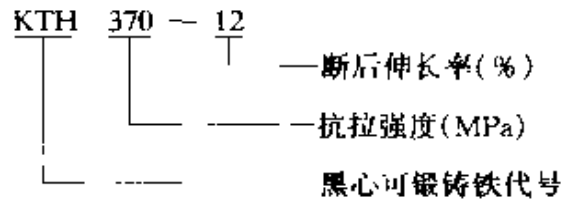
配料实例 532 表 1.4-13 KTH350—10 的黑心可锻铸铁配料

| 序号       | 牌号        | 配料比例 (%) |     |     |     |               |    |      | 铁液成分 (%) |            |                   | 应用          |             |             |                |
|----------|-----------|----------|-----|-----|-----|---------------|----|------|----------|------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|          |           | 新生铁      |     |     |     | 回炉铁<br>(可锻铸铁) | 废钢 | 硅铁   | 锰铁       | 孕育剂加入量 (%) | C                 |             | Si          | Mn          |                |
|          |           | Z14      | Z18 | L08 | Q12 |               |    |      |          |            |                   |             |             |             |                |
| 配料实例 532 | KTH350—10 | 5        | —   | —   | —   | 50            | 45 | 1.25 | —        | 0.5        | Bi0.020<br>~0.035 | 2.4~<br>2.6 | 1.6~<br>1.8 | 0.4~<br>0.6 | 电力<br>线路<br>器材 |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

#### 4. KTH370—12 的黑心可锻铸铁配料 (配料实例 533)

KTH370—12 的主要含义如下:



对于拖拉机等类铸件的 KTH370—12 的黑心可锻铸铁配料, 可查配料实例 533 或表 1.4-14。

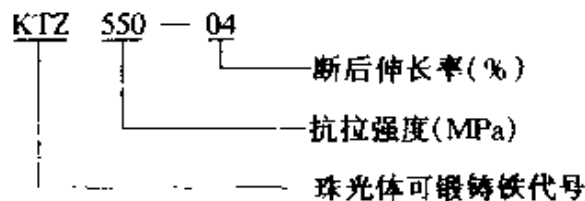
**配料实例 533 表 1.4-14 KTH370—12 的黑心可锻铸铁配料**

| 序号       | 牌号        | 配料比例 (%) |     |     |     |               |    |    | 孕育剂加入量 (%) | 铁液成分 (%)                   |             |             | 应用          |       |
|----------|-----------|----------|-----|-----|-----|---------------|----|----|------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------|
|          |           | 新生铁      |     |     |     | 回炉铁<br>(可锻铸铁) | 废钢 | 硅铁 |            | 锰铁                         | C           | Si          |             | Mn    |
|          |           | Z14      | Z18 | L08 | Q12 |               |    |    |            |                            |             |             |             |       |
| 配料实例 533 | KTH370—12 | —        | —   | —   | 10  | 40            | 50 | —  | —          | B0.004<br>~0.010<br>Al0.01 | 2.3~<br>2.6 | 1.6~<br>1.9 | 0.4~<br>0.6 | 拖拉机零件 |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

#### 5. KTZ550—04 的珠光体可锻铸铁配料 (配料实例 534)

KTZ550—04 的主要含义如下:



对于电力线路器材等类铸件的 KTZ550—04 的珠光体可锻铸铁配料, 可查配料实例 534 或表 1.4-15。

**配料实例 534 表 1.4-15 KTZ550—04 的珠光体可锻铸铁配料**

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 高吨位铁帽 (电力线路器材类零件)   |
| 铸件特点 | 铸件在户外输电线路使用, 要求安全可靠<br>要求铸铁牌号: 珠光体可锻铸铁 KTZ550—10。抗拉强度 $\sigma_b \geq 550\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 4\%$ |

(续)

|            |  |
|------------|--|
| 合金成分控制 (%) | C2.2~2.4, Si1.65~1.85, Mn0.40~0.48, P≤0.06, S≤0.15, Cr≤0.045 |
|------------|--|

## 配 料

| 炉料名称     | 生 铁 | 废 钢 | 回 炉 铁 | 硅 铁 | 锰 铁 |
|----------|-----|-----|-------|-----|-----|
| 配料比例 (%) | 5   | 45  | 50    | 1.2 | —   |

注：1. 采用感应加热电炉熔炼。

2. 孕育工艺，采用包内孕育，采用孕育剂 (%) 为 B0.01~0.015 + B0.002~0.003。

3. 退火工艺，采用两次热处理，先在室式炉内 (930±20)℃ 退火 8~12h，出炉后，再在另一炉内作 670~690℃ 退火 12~15h。

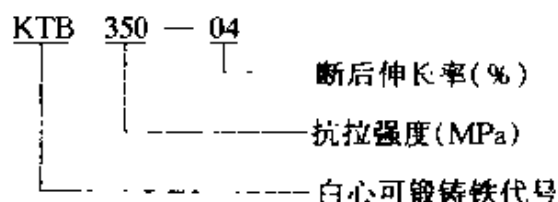
4. 检测结果：

金相组织：珠光体 + 30%~40% 的铁素体 (体积分数) + 团絮状石墨；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b \geq 550\text{MPa}$  的占 90% 以上， $\sigma_L \geq 650\text{MPa}$  的有少部分。

## 6. KTB350—04 的白心可锻铸铁配料 (配料实例 535、536)

KTB350—04 的主要含义如下：



对于水暖器材等类铸件的 KTB350—04 的白心可锻铸铁配料，可查配料实例 535 和配料实例 536 或表 1.4-16 和表 1.4-17。

配料实例 535 表 1.4-16 KTB350—04 的白心可锻铸铁配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 管件  |
| 铸件特点       | 管件厚 6mm，可焊<br>要求铸铁牌号：白心可锻铸铁 KTB350—04。抗拉强度 $\sigma_b \geq 350\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta \geq 4\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C2.8~3.3, Si0.4~1.0, Mn0.5~0.7, P≤0.2, S≤0.2, Cr≤0.1  |

(续)

| 配 料    |         |           |       |       |       |        |
|--------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 炉料名称   | 炉料成分(%) |           |       |       |       |        |
|        | C       | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 生铁     | 4.10    | 1.74      | 1.22  | 0.101 | 0.011 |        |
| 回炉铁    | 0.50    | 0.70      | 0.60  | 0.040 | 0.080 |        |
| 废 钢    | 0.20    | 0.30      | 0.40  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75%硅铁  | —       | 75        | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁  | —       | —         | 65    | —     | —     |        |
| 炉料名称   | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|        |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 生铁     | 25      | 1.03      | 0.44  | 0.31  | 0.025 | 0.003  |
| 回炉铁    | 60      | 0.30      | 0.42  | 0.36  | 0.024 | 0.048  |
| 废 钢    | 15      | 0.03      | 0.05  | 0.06  | 0.003 | 0.003  |
| 75%硅铁  | 0       | —         | —     | —     | —     | —      |
| 65%锰铁  | 0       | —         | —     | —     | —     | —      |
| 合 计    |         | 1.36      | 0.91  | 0.73  | 0.052 | 0.054  |
| 炉内熔化增减 |         | +1.36     | -0.14 | -0.15 | 0     | +0.027 |
| (原铁液)  |         | 2.72      | 0.77  | 0.58  | 0.052 | 0.081  |

注：1. 采用冲天炉熔炼，炉内碳增加100%、硅烧损15%、锰烧损20%、磷不变，硫增加50%。

2. 炉前，不进行孕育。

3. 退火工艺，采用固体脱碳法，以铁磷或赤铁矿为脱碳剂，并配30%的建筑砂为填料，在20t室式炉内升温20~25h，1000~1070℃保温40h，炉冷至650℃出炉，退火周期65~75h。

4. 检测结果：

金相组织：外层为低碳钢组织（纯铁素体），向内渐见珠光体出现，中心为铁素体+体积分数为20%的珠光体+团聚状石墨；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b \geq 350\text{MPa}$ 达90%以上，其余为 $\sigma_b \geq 380\text{MPa}$ 。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 536 表 1.4-17 KTB350—04 的白心可锻铸铁配料

| 序号   | 牌号        | 配料比例 (%) |     |          |     |               |          |    |    | 铁液成分 (%)       |            |            | 应用         |          |
|------|-----------|----------|-----|----------|-----|---------------|----------|----|----|----------------|------------|------------|------------|----------|
|      |           | 新生铁      |     |          |     | 回炉铁<br>(可锻铸铁) | 废钢       | 硅铁 | 锰铁 | 孕育剂加<br>入量 (%) | C          | Si         |            | Mn       |
|      |           | Z14      | Z18 | L08      | Q12 |               |          |    |    |                |            |            |            |          |
| 配料实例 | KTB350—04 | —        | —   | 25<br>30 | —   | 60            | 10<br>15 | —  | —  | —              | 2.7<br>3.2 | 0.4<br>1.0 | 0.4<br>0.8 | 水暖<br>配件 |

注：成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 7. 球墨可锻铸铁配料 (配料实例 537~539)

球墨可锻铸铁是指其化学成分介于可锻铸铁与球墨铸铁之间，经球化处理和短时间退火而得到的具有球状石墨组织的可锻铸铁。

对于玻璃模具、汽车等类铸件的球墨可锻铸铁配料，可查配料实例 537~配料实例 539 或表 1.4-18 和表 1.4-19。

配料实例 537 表 1.4-18 球墨可锻铸铁的配料

| 铸件名称       | 玻璃模具 (玻璃机械类 640mL 啤酒瓶机零件)  |
|------------|--|
| 铸件特点       | <p>模具轮廓尺寸 <math>\phi 152\text{mm} \times 267.8\text{mm}</math>，最大壁厚 64mm，最小壁厚 30mm，模具工作时，玻璃液的浇入温度为 <math>1000^{\circ}\text{C}</math> 左右，模具内表面温度约 <math>700^{\circ}\text{C}</math>，因而内表面易于氧化。在反复使用过程中，模具受交变热应力作用，易产生热疲劳裂纹，并加剧了氧化过程的深入，由此种种成了模具损坏的根本原因。采用内腔为成型冷铁，外壁为砂型的铸造工艺</p> <p>要求铸铁牌号：球墨可锻铸铁。因为，具有球状，球絮状石墨的铸铁对提高铸铁的抗氧化性，以及提高铸铁的强度和韧性无疑是有益的</p> |
| 合金成分控制 (%) | C2.8~3.3, Si1.8~2.0, Mn0.3~0.5, P<0.08, S0.02, Mg0.03~0.05, RE0.02~0.04  |

#### 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     |
| 武钢生铁   | 3.97     | 1.48 | 0.24 | 0.102 | 0.021 |
| 回炉铁    | 3.00     | 1.90 | 0.40 | 0.076 | 0.018 |
| 废 钢    | 0.20     | 0.30 | 0.50 | 0.010 | 0.010 |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —        | —    | 65   | —     | —     |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |        |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     |
| 武钢生铁    | 40       | 1.59       | 0.59  | 0.10  | 0.040 | 0.008  | —      | —      |
| 回炉铁     | 40       | 1.20       | 0.76  | 0.16  | 0.030 | 0.007  | —      | —      |
| 废钢      | 20       | 0.04       | 0.06  | 0.10  | 0.002 | 0.002  | —      | —      |
| 75%硅铁   | 0.5      | —          | 0.38  | —     | —     | —      | —      | —      |
| 65%锰铁   | 0.2      | —          | —     | 0.13  | —     | —      | —      | —      |
| 合计      |          | 2.83       | 1.79  | 0.49  | 0.072 | 0.017  | —      | —      |
| 炉内熔化增减  |          | +0.14      | -0.27 | -0.10 | 0     | +0.004 | —      | —      |
| (原铁液)   |          | 2.97       | 1.92  | 0.39  | 0.072 | 0.026  | —      | —      |
| 炉外球化增减  |          | —          | +0.39 | —     | —     | 净化     | +0.028 | +0.025 |
| (球化后铁液) |          | 2.97       | 1.91  | 0.39  | 0.072 | 0.013  | 0.028  | 0.025  |

注：1. 采用冲天炉熔炼，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 50%。

2. 炉前处理工艺，采用坑底包冲入法处理，采用球化剂为 FeSiMg8RE7，加入量为 1.4%，Si 吸收 90%、Mg 吸收 35%、RE 吸收 35%，去 S 率 50%。

3. 退火工艺，950℃ 4h，720℃ 4h，炉冷至 600℃ 出炉

4. 检测结果：

金相组织：内壁为球状石墨 + 球絮状石墨 + 铁素体；外壁为球状石墨 + 畸变石墨 + 铁素体；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  440MPa，断后伸长率  $\delta$  13%，硬度 130HBS。

5. 使用效果：每副模具平均 40~60 万次。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 538、539 表 1.4-19 球墨可锻铸铁配料

| 序号       | 牌号     | 配料比例 (%) |     |     |     |                     |    |     | 变质剂加入量 (%) | 铁液成分 (%)            |             |                                       | 应用          |          |
|----------|--------|----------|-----|-----|-----|---------------------|----|-----|------------|---------------------|-------------|---------------------------------------|-------------|----------|
|          |        | 新生铁      |     |     |     | 回炉铁<br>(球墨可<br>锻铸铁) | 废钢 | 硅铁  |            | 锰铁                  | C           | Si                                    |             | Mn       |
|          |        | Z14      | Z18 | L08 | Q12 |                     |    |     |            |                     |             |                                       |             |          |
| 配料实例 538 | 球墨可锻铸铁 | 40       | —   | —   | —   | 45                  | 15 | 0.5 | —          | REMgSiFe<br>1.4     | 2.8~<br>3.2 | $\frac{1.4}{1.8}$ ~ $\frac{1.6}{2.0}$ | 0.3~<br>0.5 | 玻璃<br>模具 |
| 配料实例 539 | (铁素体)  | —        | —   | —   | 35  | 50                  | 15 | 0.7 | —          | REMgSiFe<br>0.7~1.0 | 2.6~<br>2.9 | $\frac{1.4}{1.8}$ ~ $\frac{1.7}{2.2}$ | $\leq 0.5$  | 汽车<br>零件 |

注：成分含量和配料比例皆指质量分数。



## 第5章 低合金铸铁（耐磨铸铁）配料

什么是低合金铸铁 (low alloy cast iron)? 低合金铸铁是指除碳、硅外, 其他合金元素总量 (质量分数) 小于 3% 的铸铁。

什么是耐磨铸铁 (wear resisting cast iron)? 耐磨铸铁是指不易磨损的铸铁。主要通过激冷或加入合金元素在铸铁中形成耐磨损的基体组织和一定数量的硬化相。

耐磨铸铁实际上绝大多数也属低合金铸铁范畴, 即在灰铸铁中附加少量合金元素, 不仅使铸铁的抗拉强度和使用性能提高, 而且还可使相对应的允许含碳量和含硅量的范围扩大, 这样更有利于生产中进行控制。

低合金铸铁 (以下简称合金铸铁) 和耐磨铸铁常加入的合金元素有: P、Cr、Cu、Mo、Ni、W、Ti、V、B、Al、Si、Mn、S、Sn、Sb、Zn 等。

### 1. 含 P 的合金铸铁(耐磨铸铁)配料(配料实例 540~545)

**磷** [磷的元素符号 P; 原子序数 15; 晶型正交 (黄); 相对原子质量 31.0; 密度  $1.83\text{g}/\text{cm}^3$ ; 熔点  $44^\circ\text{C}$ ; 沸点  $280^\circ\text{C}$ ; 比热容  $0.743\text{J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ]。

磷超过通常含量作为合金元素存在于铸铁中能使珠光体基体里分布着一种较硬的网状磷化物, 从而提高了铸铁的耐磨性。

磷的质量分数 0.4%~0.7% 的含磷铸铁, 基体组织为珠光体加磷共晶加石墨, 硬度为 170~251HBS。

对于制冷机、车床、锻压设备、运输机械、铁路车辆配件等类铸件的含 P 的合金铸铁(耐磨铸铁)配料, 可查配料实例 540~配料实例 545 或表 1.5-1~表 1.5-6。

#### 配件实例 540 表 1.5-1 含 P 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

| 铸件名称 | 高压级气缸套 (制冷机类 S8—12.5 制冷机零件)   |
|------|---|
| 铸件特点 | <p>铸件轮廓尺寸 <math>\phi 174\text{mm}\times 233\text{mm}</math>, 为套筒形结构, 内外表面均需加工, 铸件要求时效处理, 加工后工件表面硬度为 170~241HBS, 同一缸套上的硬度差不大于 30 个硬度单位。气缸套应能承受 2.9MPa 水压强度试验和 2MPa 气压密封试验, 试验时间持续 5min 不应有渗漏现象。铸件毛重 26~28kg。采用离心铸造</p> <p>要求铸铁牌号: 高磷铸铁。抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 200\text{MPa}</math>, 硬度 = 220~240HBS。金相组织要求基体为均匀分布的较细珠光体, 面积大于 95%, 允许有少量铁素体存在, 石墨为中小片状, 均匀分布 3~4 级, 磷共晶为中等大小, 呈断续网状或孤立点状均匀分布的三元磷共晶</p> |

(续)

|         |  |     |       |     |       |     |
|---------|--|-----|-------|-----|-------|-----|
| 合金成分控制  | 合金成分控制: C2.9~3.2, Si2.2~2.4, Mn0.8~1.1, S≤0.08, P0.5~0.7 |     |       |     |       |     |
| 配 料     |  |     |       |     |       |     |
| 材料名称    | 新生铁  |     | 回炉料   |     | 废 钢   |     |
| 料比(%)   | 45   |     | 35    |     | 20    |     |
| 批重/kg   | 27   |     | 21    |     | 12    |     |
| 需加合金/kg | 75%硅铁  | 0.1 | 65%锰铁 | 0.4 | 15%磷铁 | 0.9 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口直筒形冲天炉, 熔化率 1.5t/h。

2. 所用新生铁产地为上海铁钢厂, 海港冶炼厂及梅山等地, 废钢为 45 钢的边角料。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

#### 配料实例 541 表 1.5-2 含 P 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|           |  |      |      |       |       |  |
|-----------|--|------|------|-------|-------|--|
| 铸件名称      | 车身 (车床类 C336—1/1—11 转塔车床零件)  |      |      |       |       |  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1600mm×364mm×365mm, 为窄长的箱体结构, 厚薄不均, 最厚处 100mm, 最薄处 15mm, 铸件净重 300kg, 部分加工。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 高磷耐磨铸铁 MTP200。抗拉强度 $\sigma_b \geq 200\text{MPa}$ , 硬度 170~241HBS (有硬度配对要求, 按规定验收)。金相组织为: 珠光体 90%, 石墨 5%~8%, 长度 $>80\sim 150\mu\text{m}$ 的片状石墨呈高等隔离状, 部分呈中等隔离状聚集分布, 磷共晶为断续网状分布, 数量 3%~5% |      |      |       |       |  |
| 合金成分控制(%) | C2.9~3.2, Si1.5~1.8, Mn0.8~1.0, P0.4~0.65, S≤0.12  |      |      |       |       |  |
| 配 料       |  |      |      |       |       |  |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |      |      |       |       |  |
|           | C  | Si   | Mn   | P     | S     |  |
| 新生铁       | 4.25   | 1.70 | 0.80 | 0.070 | 0.030 |  |
| 回炉料       | 3.50   | 2.00 | 0.60 | 0.150 | 0.100 |  |
| 废钢        | 0.20   | 0.2  | 0.10 | 0.050 | 0.050 |  |
| 75 硅铁     | —  | 75   | —    | —     | —     |  |
| 65 锰铁     | —  | —    | 65   | —     | —     |  |
| 磷铁 I      | —  | —    | —    | 20    | —     |  |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       |
|---------|----------|------------|------|------|-------|-------|
|         |          | C          | Si   | Mn   | P     | S     |
| 新生铁     | 30       | 1.28       | 0.51 | 0.24 | 0.021 | 0.009 |
| 回炉料     | 40       | 1.40       | 0.80 | 0.24 | 0.060 | 0.040 |
| 废钢      | 30       | 0.06       | 0.06 | 0.03 | 0.010 | 0.010 |
| 75 硅铁   | 1        | —          | 0.75 | —    | —     | —     |
| 652 锰铁  | 1        | —          | —    | 0.65 | —     | —     |
| 磷铁 1    | 2        | —          | —    | —    | 0.400 | —     |
| 合计      |          | 2.74       | 2.12 | 1.20 | 0.49  | 0.059 |
| 熔化元素增减率 |          | +10%       | -20% | -25% | 不变    | +60%  |
| (熔化后铁液) |          | 3.00       | 1.70 | 0.90 | 0.50  | 0.095 |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距冷风冲天炉，炉内碳增加 10%，硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 60%、磷不变。

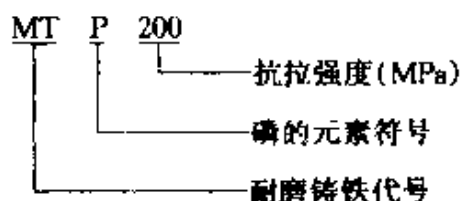
2. 炉外硅铁孕育量为 0.2%~0.3% (占出铁量的)，孕育剂吸收率为 70% 左右。

3. 炉前出铁温度要求 1420~1460°C，由于 P 是轻微促进石墨化的元素，因此 P 对三角试片白口宽度的影响是不敏感的，一般在含 P<0.3% 时白口宽度波动在 1mm 左右，当含 P 为 0.4%~0.6% 时白口宽度为 1~3mm，当含 P 过高后从试样断面能看到与铸铁结晶相似的 P 共晶亮点，且击断试棒时断口有碎屑脱落。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于铸造一些耐磨性要求较高的有摩擦导轨的立柱，衬套和壁厚较小的液压件等。高磷铸铁件应严格控制开箱时间并应进行时效处理。

6. MTP200 的主要含义如下：



配料实例 542 表 1.5-3 含 P 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|      |  |
|------|--|
| 铸件名称 | 活塞 (锻压设备类 Y32—315T 四柱万能液压机零件)  |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 $\phi 398\text{mm} \times 1395\text{mm}$ ，为厚壁圆筒结构，铸件毛重 1260kg，工作时承受压力，不承受弯矩，对强度要求不高，但因他的外表面为滑动工作面。粗糙度低，必须保证无疏松、气孔等肉眼可见的缺陷。此外，硬度要求 $\geq 170\text{HBS}$ ，以保证它的耐磨性<br>要求铸铁牌号：高磷耐磨铸铁 MTP300。抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ |

(续)

|               |  |
|---------------|--|
| 合金成分<br>控制(%) | 合金成分控制: 考虑到铸件壁很厚, 有一定的硬度要求, 且不允许因晶粒粗大产生的疏松缺陷。国内较多工厂都采用45锻钢。我们采用耐磨铸铁MTP300来解决。因铸件结构简单, 我们采用碳当量较低的铁液, 并加合适的补缩冒口, 获得具有要求硬度的合格铸件。在铁液较软时还可加入0.04%—0.06%的铈来提高硬度。一般成分(%)范围: C2.8—3.0, Si1.0—1.4, Mn0.8—1.4, P0.45—0.65, S $\leq$ 0.12 |
|---------------|--|

## 配 料

| 炉料名称     | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |
|----------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|          | C           | Si        | Mn    | P     | S     |        |
| 杭钢生钢 Z18 | 4.10        | 1.74      | 1.09  | 0.077 | 0.012 |        |
| 回炉铁      | 3.10        | 1.50      | 0.60  | 0.140 | 0.120 |        |
| 废钢       | 0.30        | 0.30      | 0.60  | 0.020 | 0.020 |        |
| 75%硅铁    | —           | 75        | —     | —     | —     |        |
| 60%锰铁    | —           | —         | 60    | —     | —     |        |
| 磷铁       | —           | —         | —     | 18    | —     |        |
| 炉料名称     | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|          |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 杭钢生钢 Z18 | 30          | 1.23      | 0.52  | 0.33  | 0.023 | 0.004  |
| 回炉铁      | 40          | 1.24      | 0.60  | 0.24  | 0.056 | 0.048  |
| 废钢       | 30          | 0.09      | 0.09  | 0.18  | 0.006 | 0.006  |
| 75%硅铁    | 0.4         | —         | 0.30  | —     | —     | —      |
| 60%锰铁    | 1.2         | —         | —     | 0.72  | —     | —      |
| 磷铁       | 2.5         | —         | —     | —     | 0.450 | —      |
| 合 计      |             | 2.56      | 1.41  | 1.47  | 0.535 | 0.058  |
| 炉内熔化增减   |             | +0.51     | -0.28 | -0.45 | 0     | +0.058 |

(续)

|         | 配料计算成分(%) |      |      |       |       |
|---------|-----------|------|------|-------|-------|
|         | C         | Si   | Mn   | P     | S     |
| (原铁液)   | 3.07      | 1.13 | 1.02 | 0.535 | 0.116 |
| 炉外孕育吸收  | —         | +0.3 | —    | —     | —     |
| (孕育后铁液) | 3.07      | 1.43 | 1.02 | 0.535 | 0.116 |

注：1. 采用熔炼炉类型：二排大间距冲天炉，熔化率4.5~5t/h，出铁温度1400~1450℃，炉内碳增加20%、硅烧损20%、锰烧损30%、硫增加100%、磷不变。

2. 炉前，用质量分数75%硅铁孕育，孕育量0.3%~0.5%，Si的吸收率80%，孕育后白口宽度为7~12mm。

3. 检测结果：

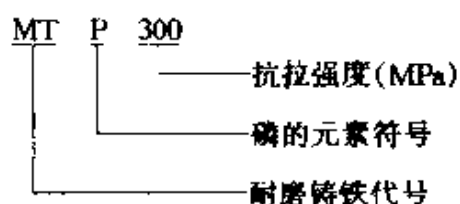
化学成分(%)：C3.01，Si1.43，Mn0.93，P0.565，S0.134；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 297MPa，硬度185HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料，若适当提高碳当量，可用于浇注要求高磷耐磨铸铁MTP300的床身、床鞍等中、小型机床铸件。

6. MTP300的主要含义如下：



配料实例 543 表 1.5-4 含P的合金铸铁(耐磨铸铁)配料

|           |   |      |      |       |       |
|-----------|---|------|------|-------|-------|
| 铸件名称      | 曳引轮(运输机械类零件)  |      |      |       |       |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi$ 670mm $\times$ 170mm，为轮型结构，铸件毛重190kg，主要壁厚60mm，全部加工。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：高磷铸铁。抗拉强度 $\sigma_b > 200$ MPa，硬度190~220HBS |      |      |       |       |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.5；Si1.4~2.0，Mn0.8~1.2，P0.4~0.7，S $\leq$ 0.12   |      |      |       |       |
| 配 料       |   |      |      |       |       |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |      |      |       |       |
|           | C   | Si   | Mn   | P     | S     |
| 云南生铁      | 4.00  | 1.70 | 0.90 | 0.770 | 0.030 |
| 回炉铁       | 3.55  | 1.70 | 0.60 | 0.200 | 0.100 |

(续)

| 炉料名称 | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|------|---------|------|------|-------|-------|
|      | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 废钢   | 0.40    | 0.20 | 0.40 | 0.060 | 0.050 |
| 硅铁   | —       | 70   | —    | —     | —     |
| 锰铁   | —       | —    | 62   | —     | —     |
| 磷铁   | —       | —    | —    | 20    | —     |

| 炉料名称            | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|-----------------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|
|                 |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 云南生铁            | 45.93       | 1.84      | 0.78  | 0.41  | 0.354 | 0.014  |
| 回炉铁             | 30          | 1.07      | 0.51  | 0.18  | 0.060 | 0.030  |
| 废钢              | 24.07       | 0.10      | 0.05  | 0.09  | 0.014 | 0.012  |
| 硅铁              | 0.80        | —         | 0.56  | —     | —     | —      |
| 锰铁              | 0.51        | —         | —     | 0.32  | —     | —      |
| 磷铁              | 0.62        | —         | —     | —     | 0.124 | —      |
| 合 计             |             | 3.01      | 1.90  | 1.00  | 0.552 | 0.056  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液) |             | +0.31     | -0.32 | -0.20 | 0     | +0.056 |
| 炉外孕育吸收          |             | —         | +0.15 | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液)         |             | 3.32      | 1.73  | 0.80  | 0.55  | 0.110  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口曲线炉膛冲天炉，炉内硅烧损 17%、锰烧损 20%、磷不变，硫增加 100%。

2. 炉外孕育，采用 70% 硅铁为孕育剂，加入量 0.27%，吸收率为 80%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料在运输机械中应用较少，只在电梯中作特殊铸件用，此牌号的铸铁件硬度较高，耐磨性能较好，但线收缩率较高。

**配料实例 544 表 1.5-5 含 P 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料**

|      |  |
|------|--|
| 铸件名称 | 气缸套（铁路车辆配件类蒸汽机车零件）   |
| 铸件特点 | <p>铸件轮廓尺寸 <math>\phi 700\text{mm} \times \phi 630\text{mm} \times 1190\text{mm}</math>。为圆筒形结构，铸件毛重 650kg，壁厚 35mm，六面全加工。采用离心铸造。铸件不需要进行热处理</p> <p>要求铸铁牌号：高磷铸铁。抗弯强度 <math>\sigma_{bb} &gt; 400\text{MPa}</math>，硬度 170 - 241HBS。金相组织：珠光体基体，铸素体量不得超过 10%，磷共晶呈破碎网状或孤立状均匀分布，数量 4% - 6%</p> |

(续)

|           |   |           |      |       |       |        |
|-----------|---|-----------|------|-------|-------|--------|
| 合金成分控制(%) | 因为采用离心铸造,金属在强大的离心力作用下结晶,得到细小的片状珠光体组织,无衬铸造金属型的激冷作用强,所以在选择合金成分时应比砂型铸造的成分软一些,即,C3.2~3.5, Si1.6~1.85, Mn0.8~1.1, P0.4~0.6, S≤0.15 |           |      |       |       |        |
| 配 料       |   |           |      |       |       |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |      |       |       |        |
|           | C   | Si        | Mn   | P     | S     |        |
| 俄罗斯生铁     | 4.20  | 2.45      | 0.37 | 0.100 | 0.044 |        |
| 回炉铁       | 3.40  | 1.80      | 0.90 | 0.500 | 0.100 |        |
| 废钢        | 0.30  | 0.25      | 0.60 | 0.050 | 0.050 |        |
| 75%硅铁     | —   | 75        | —    | —     | —     |        |
| 65%锰铁     | —   | —         | —    | —     | —     |        |
| 16%磷铁     | —   | —         | —    | 16    | —     |        |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |      |       |       |        |
|           |   | C         | Si   | Mn    | P     | S      |
| 俄罗斯生铁     | 42  | 1.76      | 1.03 | 0.15  | 0.042 | 0.018  |
| 回炉铁       | 40  | 1.36      | 0.72 | 0.36  | 0.200 | 0.040  |
| 废钢        | 18  | 0.05      | 0.04 | 0.11  | 0.100 | 0.010  |
| 75%硅铁     | 0.30  | —         | 0.23 | —     | —     | —      |
| 65%锰铁     | 0.8   | —         | —    | 0.52  | —     | —      |
| 16%磷铁     | 1.8   | —         | —    | —     | 0.290 | —      |
| 合 计       |   | 3.17      | 2.02 | 1.14  | 0.532 | 0.068  |
| 炉内熔化增减    |   | +0.16     | -0.3 | -0.22 | 0     | +0.068 |
| (熔化后铁液)   |   | 3.33      | 1.72 | 0.92  | 0.532 | 0.136  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片白口深度控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.4, Si1.8, Mn0.81, P0.37, S0.13。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于蒸汽机车中要求高磷铸铁的其他铸件, 如气缸套和胀圈等铸件

配料实例 545 表 1.5-6 含 P 的耐磨铸铁 (低合金铸铁) 配料

|            |   |            |       |       |        |        |
|------------|---|------------|-------|-------|--------|--------|
| 铸件名称       | 汽缸套 (铁路车辆配件类前进蒸汽机车零件)   |            |       |       |        |        |
| 铸铁特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 690\text{mm} \times 1150\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 670kg, 主要壁厚 21mm, 要求耐磨。采用下型铸造<br>要求铸铁牌号: 中磷铸铁 抗拉强度 $\sigma_b \geq 200\text{MPa}$ , 硬度 170 ~ 241HBS |            |       |       |        |        |
| 合金成分控制 (%) | C: 2.9 ~ 3.2, Si: 1.6 ~ 2.0, Mn: 1.0 ~ 1.5, P: 0.25 ~ 0.35, S: 0.12   |            |       |       |        |        |
| 配 料        |   |            |       |       |        |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |            |       |       |        |        |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S      |        |
| 生铁         | 4.45  | 1.32       | 0.70  | 0.050 | 0.040  |        |
| 回炉铁        | 3.42  | 2.00       | 0.65  | 0.120 | 0.080  |        |
| 废钢         | 0.24  | 0.25       | 0.60  | 0.020 | 0.020  |        |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —      |        |
| 65% 锰铁     | —   | —          | 65    | —     | —      |        |
| 15% 磷铁     | —   | —          | —     | 15    | —      |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |        |        |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P      | S      |
| 生铁         | 33  | 1.47       | 0.43  | 0.23  | 0.017  | 0.013  |
| 回炉铁        | 34  | 1.16       | 0.68  | 0.22  | 0.041  | 0.027  |
| 废钢         | 33  | 0.08       | 0.08  | 0.20  | 0.007  | 0.007  |
| 75% 硅铁     | 1.45  | —          | 1.08  | —     | —      | —      |
| 65% 锰铁     | 1.00  | —          | —     | 0.65  | —      | —      |
| 15% 磷铁     | 1.67  | —          | —     | —     | 0.250  | —      |
| 合 计        |   | 2.71       | 2.27  | 1.30  | 0.315  | 0.047  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.40      | -0.34 | -0.26 | -0.031 | +0.024 |
| (熔化后铁液)    |   | 3.11       | 1.93  | 1.04  | 0.284  | 0.071  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口热风冲天炉, 炉内碳增加 15%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷烧损 10%、硫增加 50%。  
2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制白口为 3 ~ 5mm。  
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



## 2. 含 P、Cu、Ti 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料（配料实例 546、547）

磷的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

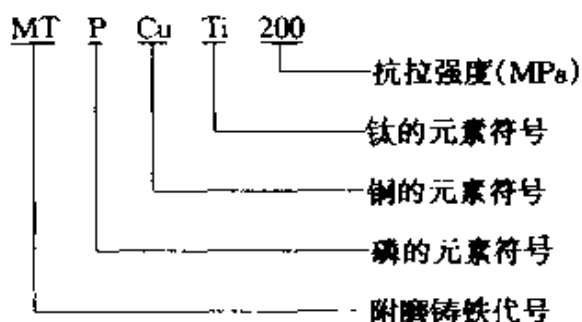
为了提高含磷合金铸铁的耐磨性和其他性能，可加入质量分数为 0.6% ~ 1.0% 的铜和 0.09% ~ 0.15% 的钛。

对于车床、磨床、镗床等类铸件的含 P、Cu、Ti 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料，可查配料实例 546 和配料实例 547 或表 1.5-7 和表 1.5-8。

**配料实例 546 表 1.5-7 含 P、Cu、Ti 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料**

| 主要产品铸件     |  | 精密机床床身，磨床床身，坐标镗床床身等 |         |          |          |                       |                          |
|------------|--|---------------------|---------|----------|----------|-----------------------|--------------------------|
| 成分要求       | 成分(%)  | C                   | Si      | Mn       | P        | S                     | 其他合金                     |
|            | 牌号   | 2.9~3.2             | 1.2~1.7 | 0.5~0.9  | 0.35~0.6 | ≤0.12                 | Cu0.6~1.0<br>Ti0.09~0.15 |
| 配料及炉料组成(%) | 废钢   | 生铁                  | 回炉铁     | 磷铁(FeP1) | 铜        | 附注                    |                          |
|            | 25~40  | 40~50               | 20~30   | 3~5      | 0.7~1.0  | 炉内 P≈5%<br>Cu≈5% } 计算 |                          |
| 熔炼操作要点     | 1. 炉前加入钛铁，在出铁至 1/3 ~ 3/4 对投入铁液包中，钛铁粒度小于 5mm，不允许用钛铁粉，加后搅拌均匀。炉前选用低钛铁 ( $w_{Ti} \approx 20\%$ )，出铁温度要求高于 1420°C，钛的烧损率约 30% ~ 40%，加钛铁前应先加 Si-Fe 或 Si-Ca 脱氧<br>2. 磷铁和铜的熔点均低，为防止窜料，应加到金属批料的最上层炉心处，或者每隔 2~3 批料加一次磷铁和铜，铜亦可炉前加入<br>3. 采取措施使出铁温度高于 1400°C，控制炉气氧化性，燃烧系数应小于 70%<br>4. 磷、铜、钛都是促进石墨化的元素，为获得同样硬度，用标准三角试片检查白口宽度时，应为 HT300 牌号的白口要求的 1/3 |                     |         |          |          |                       |                          |

注：1. MTPCuTi200 的主要含义如下：



2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 547 表 1.5-8 含 P、Cu、Ti 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 床身 (磨床类 M6110—D 拉刀磨床零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 3500mm × 780mm × 320mm, 为长箱体结构, 主要壁厚 18mm, 最大壁厚 (导轨) 50mm, 铸件毛重 1550kg。采用干型铸造, 浇注后在箱内保温 10h 以上, 防止裂纹, 要求铸件耐磨<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 MTPCuTi250。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 470\text{MPa}$ , 硬度 190~255HBS。要求石墨 A 型, 4~5 级细片状分布, 基体珠光体 >90~98%, 二元三元磷共晶网状分布, 少量铁素体 |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制: C2.9~3.2, Si1.2~1.7, Mn0.5~1.0, P0.35~0.60, S<0.12, Cu0.6~1.0, Ti0.09~0.15   |

## 配 料

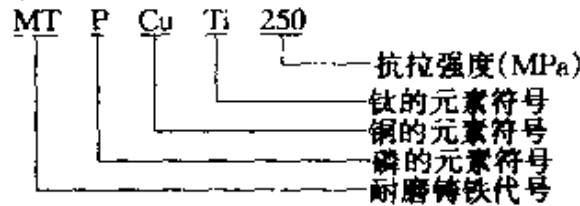
| 投料顺序       | 铸铁牌号      | 预投批数 | 层铁重/kg | 层焦重/kg | 石灰石/kg | 萤石/kg | 金属炉料组成/kg |     |     |     |     |     | 实投批数 | 木柴消耗/kg |
|------------|-----------|------|--------|--------|--------|-------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|---------|
|            |           |      |        |        |        |       | 含铜新生铁     | 废旧铁 | 废钢  | 锰铁  | 磷铁  | 钛铁  |      |         |
|            | MTPCuTi25 | 20   | 300    | 33     | 8      | —     | 195       | —   | 105 | 1.5 | 7.5 | 1.5 |      | 260     |
| 底焦消耗 + kg  |           |      |        | 310    |        |       |           |     |     |     |     |     |      |         |
| 接力焦消耗 + kg |           |      |        | 60     |        |       |           |     |     |     |     |     |      |         |
| 回炉焦重量 - kg |           |      |        |        |        |       |           |     |     |     |     |     |      |         |
| 回炉铁重量 - kg |           |      |        |        |        |       |           |     |     |     |     |     |      |         |
| 各种材料总消耗 kg |           |      |        |        |        |       |           |     |     |     |     |     |      |         |

| 金属炉料名称 | 化学成分 (%) |      |      |       |       |      |       | 力学性能               |                       |     |
|--------|----------|------|------|-------|-------|------|-------|--------------------|-----------------------|-----|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     | Cu   | Ti    | $\sigma_b$<br>/MPa | $\sigma_{bb}$<br>/MPa | HBS |
| 含铜新生铁  | 3.71     | 3.11 | 0.99 | 0.106 | 0.022 | 1.54 |       |                    |                       |     |
| 废旧铁    | —        | —    | —    | —     | —     | —    | —     |                    |                       |     |
| 废钢     | 0.24     | 0.22 | 0.40 | 0.030 | 0.030 |      |       |                    |                       |     |
| 锰铁     |          |      | 80   |       |       |      |       |                    |                       |     |
| 磷铁     |          |      |      | 16.1  |       |      |       |                    |                       |     |
| 钛铁     | 0.06     | 4.13 |      | 0.045 |       |      | 29.52 |                    |                       |     |

(续)

| 金属炉料名称     |    | 化学成分(%) |      |      |       |       |      |      | 力学性能               |                       |     |
|------------|----|---------|------|------|-------|-------|------|------|--------------------|-----------------------|-----|
|            |    | C       | Si   | Mn   | P     | S     | Cu   | Ti   | $\sigma_b$<br>/MPa | $\sigma_{bb}$<br>/MPa | HBS |
| MTPCuTi250 | 配入 | 2.50    | 2.10 | 1.18 | 0.488 | 0.025 | 1.00 | 0.15 |                    |                       |     |
| MTPCuTi250 | 出炉 | 3.14    | 1.83 | 0.84 | 0.530 | 0.062 | 0.71 | 0.08 | 274.4              | 519.4                 | 241 |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口热风炉冲天炉，开渣操作，熔化率3t/h，炉内碳增加20%、硅烧损25%、锰烧损25%、磷不变、铜不变、硫增加80%。  
 2. 由于磷铜钛铸铁中含铜生铁硅含量达2.94%~3.37%，因而炉内炉料中硅量已达2.09%，所以炉外无需孕育，一次熔炼而成。再加上磷的助石墨化作用，三角白口只有0~3/5mm。钛铁合金由炉外加入，用孕育法冲入铁液，边加边搅拌，效果更好，当无含铜新生铁时，可由炉外补加紫铜。  
 3. 检验结果：  
 力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 274.4MPa，抗弯强度 $\sigma_{bb}$ 519.4MPa，硬度241HBS；  
 金相组织：石墨A型，长度4级，数量4级，细片状匀布，基体珠光体95%~98%，二元磷共晶断续网状分布。  
 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 5. MTPCuTi250的主要含义如下：



### 3. 含 P、Cr 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 548、549)

磷的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含磷合金铸铁的耐磨性和其他性能，可加入质量分数为0.3%~0.5%的铬。

对于手扶拖拉机、汽油机等类铸件的含 P、Cr 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料，可查配料实例 548 和配料实例 549 或表 1.5-9 和表 1.5-10。

配料实例 548 表 1.5-9 含 P、Cr 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 气缸套 (手扶拖拉机类工农-10 手扶拖拉机零件)   |
| 铸件特点 | <p>铸件轮廓尺寸 160mm×160mm×230mm，为圆筒形结构，外圆有厚 3mm、长 164mm 散热片共 36 片，圆筒部分主要壁厚 8mm，圆筒内孔及两端需加工，铸件毛重 7.2kg。型和芯均用桐油砂制作。铸件要求进行热处理</p> <p>要求铸铁牌号：高磷合金铸铁 (含磷铬)。抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 150\text{MPa}</math>，抗弯强度 <math>\sigma_{bb} \geq 330\text{MPa}</math>，硬度 220~280HBS</p> |

(续)

| 合金成分控制(%)   | C3.2~3.6, Si1.8~2.2, Mn0.6~1, P0.6~0.8, Cr0.3~0.5, S $\leq$ 0.1 |           |       |       |       |       |        |
|-------------|---|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 配 料         |   |           |       |       |       |       |        |
| 炉料名称        | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |       |        |
|             | C   | Si        | Mn    | Cr    | P     | S     |        |
| 水钢生铁        | 4.10  | 1.42      | 0.76  | —     | 0.130 | 0.080 |        |
| 高磷回炉铁       | 3.45  | 1.91      | 0.75  | 0.39  | 0.700 | 0.060 |        |
| 废钢          | 0.16  | 0.05      | 0.43  | —     | 0.023 | 0.017 |        |
| 硅铁          | —   | 75.4      | —     | —     | —     | —     |        |
| 锰铁          | —   | —         | 65.09 | —     | —     | —     |        |
| 炉料名称        | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |        |
|             |   | C         | Si    | Mn    | Cr    | P     | S      |
| 水钢生铁        | 35  | 1.44      | 0.50  | 0.27  | —     | 0.050 | 0.028  |
| 高磷回炉铁       | 50  | 1.73      | 1.00  | 0.38  | 0.20  | 0.350 | 0.030  |
| 废钢          | 15  | 0.02      | 0.01  | 0.06  | —     | 0.003 | 0.003  |
| 硅铁          | 1   | —         | 0.75  | —     | —     | —     | —      |
| 锰铁          | 0.3   | —         | —     | 0.20  | —     | —     | —      |
| 合 计         |   | 3.19      | 2.26  | 0.91  | 0.20  | 0.403 | 0.061  |
| 炉内熔化增减      |   | +0.32     | -0.27 | -0.15 | -0.02 | 0     | +0.037 |
| (原铁液)       |   | 3.51      | 1.99  | 0.76  | 0.18  | 0.403 | 0.098  |
| 炉外加合金和孕育吸收  |   | 0         | +0.19 | 0     | +0.21 | +0.35 | 0      |
| (加合金和孕育后铁液) |   | 3.51      | 2.18  | 0.76  | 0.39  | 0.753 | 0.098  |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距冷风冲天炉，熔化率2t/h，炉内碳增加10%、硅烧损12%、锰烧损17%、硫增加60%、铬烧损8%、磷不变。

2. 炉前，在铁液槽加入经预热的75%硅铁0.3%作孕育处理，吸收率83%；在铁液包或铁液槽加入经破碎和预热的铬铁和磷铁，每100kg铁液炉外加58.9%铬铁0.4kg，14.7%磷铁3kg，其吸收率分别为90%和80%。

3. 炉前，用三角试片检查控制质量，三角白口大小0~1.5mm。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 549 表 1.5-10 含 P、Cr 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸铁名称       | 气缸体 (汽油机类 750 汽油机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件为箱式夹层结构, 铸件毛重 12kg, 主要壁厚 7~10mm<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 (含磷铬)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 200\text{MPa}$ , 硬度 207~255HBS。金相组织: 石墨呈细片状, 珠光体 $\geq 90\%$ , 二元磷共晶均布 |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制: C3.0~3.5, Si1.8~2.5, Mn0.5~0.9, P0.2~0.6, S $\leq$ 0.12, Cr0.3~0.5  |

## 配 料

| 炉料名称     | 生 铁   | 回炉铁   | 废 钢   | 磷 铁       | 铬 铁       |
|----------|-------|-------|-------|-----------|-----------|
| 配料比例 (%) | 30~40 | 30~50 | 20~30 | 0.75~1.00 | 0.50~0.75 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排大风口热风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 8%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.36, Si1.93, Mn1.35, P0.31, S0.096, Cr0.41;

力学性能: 硬度 234.5HBS;

金相组织: 石墨呈菊花状+细小片状+星状, 磷共晶占 7% 左右, 基体为珠光体。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

#### 4. 含 P、Cr、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 550)

磷的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含磷合金铸铁的耐磨性和其他性能, 可加入质量分数为 0.35%~0.55% 的铬和 0.15%~0.35% 的钼。

对于大中型柴油机类等铸件的含 P、Cr、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料, 可查配料实例 550 或表 1.5-11。

配料实例 550 表 1.5-11 含 P、Cr、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 气缸套 (大中型柴油机类柴油机零件)  |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 $\phi 169\text{mm} \times \phi 126\text{mm} \times 326\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 22.5kg, 主要壁厚 21mm, 全部加工。采用离心铸造机铸造<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含磷铬钼)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 470\text{MPa}$ , 硬度 220~300HBS。金相组织: 石墨为片状或菊花状, 石墨长 60~250 $\mu\text{m}$ , 过冷石墨 $\leq 5\%$ , 磷共晶为二元或三元, 基体为珠光体, 但允许有少量铁素体存在 |

(续)

|           |   |           |       |       |        |        |       |       |
|-----------|---|-----------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.4, Si2.2~2.6, Mn0.5~0.8, P0.55~0.8, S≤0.10, Cr0.35~0.55, Mo0.15~0.35 |           |       |       |        |        |       |       |
| 配 料       |   |           |       |       |        |        |       |       |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |        |        |       |       |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S      | Cr     | Mo    |       |
| 梅山生铁      | 4.19  | 1.59      | 0.68  | 0.260 | 0.030  | —      | —     |       |
| 高磷回炉铁     | 3.30  | 2.40      | 0.65  | 0.650 | 0.060  | 0.45   | 0.2   |       |
| 废钢        | 0.40  | —         | —     | —     | —      | —      | —     |       |
| 75%硅铁     | —   | 72        | —     | —     | —      | —      | —     |       |
| 65%锰铁     | —   | —         | 65    | —     | —      | —      | —     |       |
| 16%磷铁     | —   | —         | —     | 16    | —      | —      | —     |       |
| 65%铬铁     | —   | —         | —     | —     | —      | 65     | —     |       |
| 60%钢铁     | —   | —         | —     | —     | —      | —      | 60    |       |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |        |        |       |       |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P      | S      | Cr    | Mo    |
| 梅山生铁      | 69  | 2.89      | 1.10  | 0.47  | 0.179  | 0.021  | —     | —     |
| 高磷回炉铁     | 10  | 0.33      | 0.24  | 0.06  | 0.065  | 0.006  | 0.045 | 0.02  |
| 废钢        | 21  | 0.08      | —     | —     | —      | —      | —     | —     |
| 75%硅铁     | 1.8   | —         | 1.30  | —     | —      | —      | —     | —     |
| 65%锰铁     | 0.45  | —         | —     | 0.29  | —      | —      | —     | —     |
| 16%磷铁     | 2.85  | —         | —     | —     | 0.456  | —      | —     | —     |
| 65%铬铁     | 0.7   | —         | —     | —     | —      | —      | 0.455 | —     |
| 60%钢铁     | 0.4   | —         | —     | —     | —      | —      | —     | 0.24  |
| 合 计       |   | 3.30      | 2.64  | 0.82  | 0.700  | 0.027  | 0.50  | 0.26  |
| 炉内熔化增减    |   | +0.04     | -0.37 | -0.17 | -0.049 | +0.027 | -0.05 | -0.03 |

(续)

|         | 配料计算成分(%) |       |      |       |       |      |      |
|---------|-----------|-------|------|-------|-------|------|------|
|         | C         | Si    | Mn   | P     | S     | Cr   | Mo   |
| (原铁液)   | 3.34      | 2.27  | 0.65 | 0.651 | 0.054 | 0.45 | 0.23 |
| 炉外孕育吸收  | —         | +0.13 | —    | —     | —     | —    | —    |
| (孕育后铁液) | 3.34      | 2.40  | 0.65 | 0.651 | 0.054 | 0.45 | 0.23 |

注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口曲线炉膛热风冲天炉，熔化率 2t/h，炉内碳增加 1.3%、硅烧损 14%、锰烧损 21%、硫增加 100%、磷烧损 7%、铬烧损 10%、钼烧损 10%。

2. 炉后，每三批料加电石 3kg，约占三批料重 1.5%，用于去铁液中硫。

3. 炉前，用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分。用 75% 硅铁少量孕育铁液，100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg，吸收率 90%。

4. 检测结果：

化学成分(%)：C3.3, Si2.4, Mn0.65, P0.67, S0.07, Cr0.45, Mo0.2；

力学性能：硬度 238HBS；

金相组织：石墨为片状及卷片状加少量菊花状，石墨大小为 5~4 级，磷共晶网目为 4 级，磷共晶枝晶为 1~2 级，基体为中等及细片状珠光体加二元及三元磷共晶。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于柴油机中要求磷铬钼合金铸铁的气缸套和活塞环等铸件。

## 5. 含 P、Cr、Mo、Cu 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料（配料实例 551、552）

磷的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含磷合金铸铁的耐磨性和其他性能，可加入质量分数为 0.2%~0.6% 的铬、0.2%~0.8% 的钼和 0.5%~1.2% 的铜。

对于压缩机、船用机械等类铸件的含 P、Cr、Mo、Cu 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料，可查配料实例 551 和配料实例 552 或表 1.5-12 和表 1.5-13。

### 配料实例 551 表 1.5-12 含 P、Cu、Cr、Mo 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 一级活塞环（压缩机类 3L-10/8 空压机零件）   |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 $\phi 310\text{mm} \times 308\text{mm}$ ，是单体件，是压缩机的易损件，筒形，外径 $\phi 308\text{mm}$ ，铸件毛重 22kg。采用湿型铸造。对活塞环本身要求强度高、耐磨性好、弹性大，全部加工<br>要求铸铁牌号：含磷铜铬钼的合金铸铁。硬度 95~105HRB，基体为珠光体+铁素体，磷共晶呈破碎网状分布 |

(续)

|               |  |
|---------------|--|
| 合金成分<br>控制(%) | C2.9~3.1, Si1.4~1.6, Mn0.7~0.9, S<0.12, P0.4~0.5, Cu0.5,<br>Cr0.2~0.3, Mo0.2~0.3 |
|---------------|--|

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分(%)     |           |       |       |        |        |      |      |      |
|--------|-------------|-----------|-------|-------|--------|--------|------|------|------|
|        | C           | Si        | Mn    | S     | P      | Cu     | Cr   | Mo   |      |
| 历城生铁   | 4.05        | 1.72      | 0.89  | 0.035 | 0.080  | —      | —    | —    |      |
| 普通回炉铁  | 3.20        | 2.00      | 0.80  | 0.100 | 0.100  | —      | —    | —    |      |
| 废钢     | 0.30        | 0.30      | 0.50  | 0.040 | 0.040  | —      | —    | —    |      |
| 75%硅铁  | —           | 70        | —     | —     | —      | —      | —    | —    |      |
| 60%锰铁  | —           | —         | 60    | —     | —      | —      | —    | —    |      |
| 50%铬铁  | —           | —         | —     | —     | —      | —      | 50   | —    |      |
| 50%钼铁  | —           | —         | —     | —     | —      | —      | —    | —    | 50   |
| 16%磷铁  | —           | —         | —     | —     | 16     | —      | —    | —    |      |
| 电解钢    | —           | —         | —     | —     | —      | 100    | —    | —    |      |
| 炉料名称   | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |        |        |      |      |      |
|        |             | C         | Si    | Mn    | S      | P      | Cu   | Cr   | Mo   |
| 历城生铁   | 35          | 1.42      | 0.60  | 0.31  | 0.012  | 0.028  | —    | —    | —    |
| 普通回炉铁  | 35          | 1.12      | 0.70  | 0.28  | 0.035  | 0.035  | —    | —    | —    |
| 废钢     | 30          | 0.09      | 0.09  | 0.15  | 0.012  | 0.012  | —    | —    | —    |
| 75%硅铁  | 0.3         | —         | 0.21  | —     | —      | —      | —    | —    | —    |
| 60%锰铁  | 0.5         | —         | —     | 0.30  | —      | —      | —    | —    | —    |
| 50%铬铁  | 0.3         | —         | —     | —     | —      | —      | —    | 0.15 | —    |
| 50%钼铁  | 0.4         | —         | —     | —     | —      | —      | —    | —    | 0.20 |
| 16%磷铁  | 3.5         | —         | —     | —     | —      | 0.560  | —    | —    | —    |
| 电解钢    | 0.5         | —         | —     | —     | —      | —      | 0.50 | —    | —    |
| (合计)   |             | 2.63      | 1.60  | 1.06  | 0.059  | 0.635  | 0.50 | 0.15 | 0.20 |
| 炉内熔化增减 |             | +0.34     | -0.40 | -0.30 | +0.022 | -0.115 | —    | —    | 0.04 |



(续)

|         | 配料计算成分(%) |       |      |      |      |      |      |      |
|---------|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|
|         | C         | Si    | Mn   | S    | P    | Cu   | Cr   | Mo   |
| (原铁液)   | 2.17      | 1.20  | 0.76 | 0.81 | 0.52 | —    | —    | 0.16 |
| 炉外孕育吸收  | —         | +0.54 | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| (孕育后铁液) | 2.17      | 0.74  | 0.76 | 0.81 | 0.52 | 0.50 | 0.15 | 0.16 |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口灯罩式冲天炉，熔化率 5t/h，风口总截面积占炉膛截面积的 2.2%，炉内碳增加 12.9%、硅烧损 20%、锰烧损 28.4%、硫增加 26.8%、铜铬不变、钼烧损 22%、磷烧损 18.1%（批量少，P-Fe 集中使用，可能截料不准）。

2. 炉前加电解铜，并用 70% 硅铁孕育，加入量为 0.4% 左右，吸收率为 37%。

3. 炉前用尺寸为 100mm×25mm×12.5mm 的三角试片观察白口宽度，控制白口宽度为 3—5mm。

4. 铸成的毛坯经 550°C 人工时效处理。

5. 检测结果：硬度 94~96HRB；石墨中等片状及小片状；基体：珠光体约占 90%，铁素体约占 2%，二元磷共晶约占 8%（并呈网状分布）。

活塞加工后，经过 620°C 热定型，石墨呈小片状及小菊花状分布；基体：珠光体约占 90%，铁素体约占 3%，二元磷共晶约占 7%（并呈网状及破碎状分布）；硬度 98~10HRB。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

**配料实例 552 表 1.5-13 含 P、Cr、Mo、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料**

|           |   |      |      |       |      |      |      |
|-----------|---|------|------|-------|------|------|------|
| 铸件名称      | 船用柴油机活塞环（船用机械类船用 6250 系列柴油机零件）  |      |      |       |      |      |      |
| 铸件特点      | 铸件为圆筒状形状，轮廓尺寸为 $\phi 266\text{mm} \times 300\text{mm}$ ，铸件毛重 24kg，内外圆及上下平面均需加工，铸件加工切成数根环，再人工时效处理。铸造工艺采用湿型单箱铸造，雨淋式浇口<br>要求铸铁牌号：合金铸铁（含磷铬钼铜） |      |      |       |      |      |      |
| 合金成分控制(%) | C2.8~3.2, Si1.6~2.0, Mn0.9~1.2, P0.28~0.40, S<0.08, Mo0.6~0.8, Cr0.4~0.6, Cu0.8~1.2   |      |      |       |      |      |      |
| 配 料       |   |      |      |       |      |      |      |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |      |      |       |      |      |      |
|           | C   | Si   | Mn   | P     | Cr   | Mo   | Cu   |
| 水城 Z18 生铁 | 4.17  | 1.80 | 0.71 | 0.090 | —    | —    | —    |
| 回炉料       | 3.01  | 1.80 | 1.01 | 0.340 | 0.51 | 0.71 | 1.05 |

(续)

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |       |    |    |      |
|-------|---------|------|------|-------|----|----|------|
|       | C       | Si   | Mn   | P     | Cr | Mo | Cu   |
| 废钢    | 0.18    | 0.21 | 0.51 | 0.035 | —  | —  | —    |
| 75%硅铁 | —       | 77   | —    | —     | —  | —  | —    |
| 65%锰铁 | —       | —    | 67   | —     | —  | —  | —    |
| 17%磷铁 | —       | —    | —    | 17    | —  | —  | —    |
| 60%铬铁 | —       | —    | —    | —     | 60 | —  | —    |
| 60%钼铁 | —       | —    | —    | —     | —  | 60 | —    |
| 电解铜   | —       | —    | —    | —     | —  | —  | 99.9 |

| 炉料名称    | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |        |       |       |       |
|---------|-------------|-----------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
|         |             | C         | Si    | Mn    | P      | Cr    | Mo    | Cu    |
| 水城Z18生铁 | 57.5        | 2.40      | 1.03  | 0.41  | 0.052  | —     | —     | —     |
| 回炉料     | 25          | 0.75      | 0.45  | 0.25  | 0.085  | 0.13  | 0.18  | 0.26  |
| 废钢      | 17.5        | 0.03      | 0.04  | 0.09  | 0.006  | —     | —     | —     |
| 75%硅铁   | 0.2         | —         | 0.15  | —     | —      | —     | —     | —     |
| 65%锰铁   | 0.52        | —         | —     | 0.34  | —      | —     | —     | —     |
| 17%磷铁   | 1.10        | —         | —     | —     | 0.187  | —     | —     | —     |
| 60%铬铁   | 0.69        | —         | —     | —     | —      | 0.41  | —     | —     |
| 60%钼铁   | 0.93        | —         | —     | —     | —      | —     | 0.56  | —     |
| 电解铜     | 0.8(炉外加入)   | —         | —     | —     | —      | —     | —     | —     |
| 合 计     |             | 3.18      | 1.67  | 1.09  | 0.330  | 0.54  | 0.74  | 0.26  |
| 炉内熔化增减  |             | -0.19     | +0.08 | -0.04 | -0.020 | -0.02 | -0.03 | -0.01 |
| (原铁液)   |             | 2.99      | 1.75  | 1.05  | 0.310  | 0.52  | 0.71  | 0.25  |
| 炉外孕育吸收  |             | —         | +0.16 | —     | —      | —     | —     | +0.76 |
| (孕育后铁液) |             | 2.99      | 1.91  | 1.05  | 0.31   | 0.52  | 0.71  | 1.01  |

注: 1. 采用1t酸性电弧炉熔炼, 炉内碳烧损6%、硅增加5%、锰烧损4%、磷烧损6%、钼烧损4%、铬烧损4%、铜烧损5%, 电解铜条炉外吸收率约为95%。

2. 炉前, 用75%硅铁进行孕育处理, 加入量0.3%, Si的吸收率约为70%。

3. 炉前, 孕育后先浇几个三角试样, 冷却后打断观其断面, 根据断面情况对铁液孕育处理进行调整。要求试样断面呈灰色, 组织致密, 晶粒细小, 试样尖端有少许白口。敲击时发出沉闷声。

4. 检测结果:

化学成分(%): C2.91, Si1.75, Mn1.12, P0.33, S<0.1, Mo0.65, Cr0.48, Cu0.85;

力学性能: 抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 400\text{MPa}$ , 弹性系数 $120000\text{MPa} \geq E \geq 100000\text{MPa}$ , 硬度200~250HBS;

金相组织: 基体为珠光体, 铁素体<10%, A型石墨, 石墨长度3~4级, 分布均匀, 无莱氏体和渗碳体, 磷共晶呈断续网状且均匀分布。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 6. 含 P、Cr、Mo、Ni 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 553、554)

磷的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含磷合金铸铁的耐磨性和其他性能, 可加入质量分数为 0.2% ~ 0.4% 的铬、0.2% ~ 0.5% 的钼 0.4% ~ 1.2% 的镍。

对于泵、压缩机等类铸件的含 P、Cr、Mo、Ni 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料, 可查配料实例 553 和配料实例 554 或表 1.5-14 和表 1.5-15。

**配料实例 553 表 1.5-14 含 P、Cr、Mo、Ni 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料**

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 活塞环 (泵类 IQYR40—56/25 单缸油泵零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 440\text{mm} \times 40\text{mm} \times 12\text{mm}$ , 形状为圆环形, 结构简单, 铸件毛重 5kg, 采用筒体铸造<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 (含磷铬钼镍)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 硬度 200 ~ 240HBS |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制: C3.1 ~ 3.4, Si1.7 ~ 2.0, Mn0.6 ~ 0.8, P0.3 ~ 0.5, Cr0.2 ~ 0.3, Mo0.2 ~ 0.4, Ni0.4 ~ 0.5, S < 0.1  |

### 配 料

| 铁液牌号           | 层铁量 /kg | 金属炉料 /kg  |           |           |     |    |            |        |        |        |           |            | 层焦炭 /kg | 石灰石重 /kg |   |
|----------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----|----|------------|--------|--------|--------|-----------|------------|---------|----------|---|
|                |         | 本溪 15# 生铁 | 宝鸡 15# 生铁 | 酒泉 15# 生铁 | 回炉料 | 废钢 | 硅铁 75# (%) | 锰铁 60# | 铬铁 55# | 钼铁 50# | 磷铁 15 (%) | 金属一号 Ni 稀土 |         |          |   |
| 耐磨铸铁 (PCrMoNi) | 250     | 100       | —         | —         | 90  | 60 | 4          | 4      | 1.75   | 1.75   | 7.5       | 2.0        | 0.5     | 22       | 8 |

### 检测 结 果

| 铁液牌号           | 化学成分 (%) |      |      |      |       |      |      |      | 力学性能                  |     |
|----------------|----------|------|------|------|-------|------|------|------|-----------------------|-----|
|                | C        | Si   | Mn   | P    | S     | Cr   | Mo   | Ni   | $\sigma_b/\text{MPa}$ | HBS |
| 耐磨铸铁 (PCrMoNi) | 3.41     | 1.98 | 0.99 | 0.52 | 0.085 | 0.44 | 0.28 | 0.49 |                       | 224 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 合料时采用两排大间距曲线炉膛热风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 30%、铬烧损 5%、镍烧损 5%、钼烧损 5%。二次熔化时采用小座炉, 炉内硅烧损 5%、锰烧损 10%。

2. 冲天炉合料时, 用 0.2% 的一号稀土合金在出铁槽进行处理, 以脱硫去气, 使组织细化。

3. 检测结果: 见本表。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 554 表 1.5-15 含 P、Cr、Mo、Ni 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 高压活塞环 (压缩机类 4M8 <sub>(3A)</sub> 压缩机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 240\text{mm} \times 240\text{mm}$ , 零件尺寸为 $\phi 200\text{mm} \times \phi 186\text{mm} \times 5\text{mm}$ , 零件为环状, 毛坯为筒形, 壁厚为 15mm (一筒可切 15 个加工坯料), 筒形坯料重 1.8kg。采用上雨淋浇注、干型、干芯铸造, 精加工前需铣开口经热定型处理<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 (HT250)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 硬度 192~269HBS。基体组织为细片状或索氏体型珠光体 $\geq 98\%$ , 不允许有游离渗碳体和磷共晶复合物 |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.1, Si1.5~1.7, Mn0.8~1.0, P0.4~0.6, S<0.11, Cr0.2~0.4, Mo0.3~0.5, Ni0.6~1.2  |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |      |      |      |      |      |    |     |
|---------|----------|------|------|------|------|------|----|-----|
|         | C        | Si   | Mn   | P    | S    | Cr   | Mo | Ni  |
| 本溪生铁    | 4.30     | 1.40 | 0.70 | 0.06 | 0.03 | —    | —  | —   |
| 回炉铁     | 3.20     | 1.80 | 0.80 | 0.10 | 0.10 | 0.20 | —  | —   |
| 废钢      | 0.20     | 0.30 | 0.50 | 0.02 | 0.02 | —    | —  | —   |
| 75% 硅铁  | —        | 75   | —    | —    | —    | —    | —  | —   |
| 65% 锰铁  | —        | —    | 65   | —    | —    | —    | —  | —   |
| 60% 铬铁  | —        | —    | —    | —    | —    | 60   | —  | —   |
| 55% 钼铁  | —        | —    | —    | —    | —    | —    | 55 | —   |
| 100% 纯镍 | —        | —    | —    | —    | —    | —    | —  | 100 |
| 17% 磷铁  | —        | —    | —    | 17   | —    | —    | —  | —   |

| 炉料名称   | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       |      |    |    |
|--------|----------|------------|------|------|-------|-------|------|----|----|
|        |          | C          | Si   | Mn   | P     | S     | Cr   | Mo | Ni |
| 本溪生铁   | 35       | 1.51       | 0.49 | 0.25 | 0.021 | 0.011 | —    | —  | —  |
| 回炉铁    | 40       | 1.28       | 0.72 | 0.32 | 0.040 | 0.040 | 0.08 | —  | —  |
| 废钢     | 25       | 0.05       | 0.08 | 0.13 | 0.005 | 0.005 | —    | —  | —  |
| 75% 硅铁 | 0.5      | —          | 0.38 | —    | —     | —     | —    | —  | —  |
| 65% 锰铁 | 0.8      | —          | —    | 0.52 | —     | —     | —    | —  | —  |
| 60% 铬铁 | 0.5      | —          | —    | —    | —     | —     | 0.30 | —  | —  |

(续)

| 炉料名称            | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |       |     |
|-----------------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-----|
|                 |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    | Mo    | Ni  |
| 55%钼铁           | 0.8         | —         | —     | —     | —     | —      | —     | 0.44  | —   |
| 100%纯镍          | 0.9         | —         | —     | —     | —     | —      | —     | —     | 0.9 |
| 17%磷铁           | 2.5         | —         | —     | —     | 0.425 | —      | —     | —     | —   |
| 合计              |             | 2.84      | 1.67  | 1.22  | 0.49  | 0.056  | 0.38  | 0.44  | 0.9 |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液) |             | +0.14     | -0.33 | -0.31 | 0     | +0.056 | -0.04 | -0.04 | 0   |
| 炉外孕育吸收          |             | —         | +0.18 | —     | —     | —      | —     | —     | —   |
| 炉外脱硫<br>(孕育后铁液) |             | —         | —     | —     | —     | -0.022 | —     | —     | —   |
|                 |             | 2.98      | 1.52  | 0.91  | 0.49  | 0.09   | 0.34  | 0.40  | 0.9 |

注：1. 采用熔炼炉类型：中央送风热风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 100%、铬烧损 10%、钼烧损 10%、镍不变、磷不变、铁液出炉温度 1410~1450°C，铁液平均温度 1420°C。

2. 炉后，铬以含铬量 $\geq 55\%$ 的铬铁在批料中加入，钼以钼含量 $\geq 55\%$ 的钼铁在批料中加入。

3. 炉前，镍（镍的总量不少于 99.8%）剪成小块在炉前加入。

4. 在铁液包中加脱硫剂，每 100kg 铁液加 2kg，脱硫率为 20%。

5. 炉前，用 75% 硅铁进行孕育处理，加入量 0.3%，吸收率为 80%。用三角试片检验白口宽度大小，控制铁液成分，孕育后三角试片的白口宽度为 4~6mm。

6. 验收项目：金相组织、硬度、化学成分（P、S）。

7. 检测结果：

化学成分（%）：C3.04，Si1.62，Mn0.93，P0.52，S0.091，Cr0.35，Mo0.42，Ni0.91；

力学性能：硬度 242~246HBS；

金相组织：片状珠光体 $> 98\%$ ，片状石墨长 15~20 $\mu\text{m}$ 。

8. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

9. 本配料还适用于压缩机高压活塞环，材质牌号多为 HT250 以上，壁厚一般在 14~16mm，根据铸件壁厚情况，炉前通过调整硅铁孕育剂量，控制三角试片白口宽度以与壁厚情况相适应。

## 7. 含 P、Cr、Cu 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料（配料实例 555）

磷的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含磷合金铸铁的耐磨性和其他性能,可加入质量分数为0.2%~0.4%的铬和0.4%~0.6%的铜。

对于压缩机等类铸件的含P、Cr、Cu的合金铸铁(耐磨铸铁)配料,可查配料实例555或表1.5-16。

**配料实例 555**      **表 1.5-16 含 P、Cr、Cu 的合金铸铁**  
**(耐磨铸铁) 配料**

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 活塞环(压缩机类 4L-20/8 压缩机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 300\text{mm} \times 250\text{mm}$ , 零件尺寸为 $\phi 250\text{mm} \times \phi 233\text{mm} \times 8\text{mm}$ , 零件为环状, 毛坯为筒形, 壁厚 16.5 (一筒可切 14 个加工坯料), 筒形坯料重 22.8kg。采用上雨淋浇注、干型、干芯铸造。精加工前需铣开口经热定型处理<br>要求铸铁牌号: 磷铬铜耐磨铸铁 (HT200)、抗拉强度 $\sigma_b \geq 200\text{MPa}$ , 硬度 192~269HBS。基体组织为细片状或索氏体型珠光体 $\geq 95\%$ , 不允许有游离渗碳体和磷共晶复合物 |
| 合金成分控制(%) | C2.9~3.2, Si1.6~1.8, Mn0.8~1.0, P0.3~0.5, S<0.12, Cr0.2~0.4, Cu0.4~0.6   |

**配 料**

| 炉料名称  | 炉料成分(%)  |           |      |       |       |       |      |    |
|-------|----------|-----------|------|-------|-------|-------|------|----|
|       | C        | Si        | Mn   | P     | S     | Cr    | Cu   |    |
| 本溪生铁  | 4.20     | 1.80      | 0.60 | 0.050 | 0.030 | —     | —    |    |
| 回炉铁   | 3.20     | 1.80      | 0.80 | 0.100 | 0.100 | 0.20  | —    |    |
| 废钢    | 0.20     | 0.30      | 0.50 | 0.020 | 0.020 | —     | —    |    |
| 75%硅铁 | —        | 75        | —    | —     | —     | —     | —    |    |
| 65%锰铁 | —        | —         | 65   | —     | —     | —     | —    |    |
| 60%铬铁 | —        | —         | —    | —     | —     | 60    | —    |    |
| 17%磷铁 | —        | —         | —    | 17    | —     | —     | —    |    |
| 炉料名称  | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |      |       |       |       |      |    |
|       |          | C         | Si   | Mn    | P     | S     | Cr   | Cu |
| 本溪生铁  | 40       | 1.68      | 0.72 | 0.24  | 0.020 | 0.012 | —    | —  |
| 回炉铁   | 35       | 1.12      | 0.63 | 0.28  | 0.035 | 0.035 | 0.07 | —  |
| 废钢    | 25       | 0.05      | 0.08 | 0.13  | 0.005 | 0.005 | —    | —  |
| 75%硅铁 | 0.63     | —         | 0.47 | —     | —     | —     | —    | —  |
| 65%锰铁 | 0.8      | —         | —    | 0.52  | —     | —     | —    | —  |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |      |      |        |       |      |
|---------|----------|------------|-------|------|------|--------|-------|------|
|         |          | C          | Si    | Mn   | P    | S      | Cr    | Cu   |
| 60% 铬铁  | 0.5      | —          | —     | —    | —    | —      | 0.30  | —    |
| 17% 磷铁  | 2        | —          | —     | —    | 0.34 | —      | —     | —    |
| 合 计     |          | 2.85       | 1.90  | 1.17 | 0.40 | 0.052  | 0.37  | —    |
| 炉内熔化增减  |          | +0.14      | -0.38 | 0.29 | 0    | +0.052 | -0.04 | —    |
| (原铁液)   |          | 2.99       | 1.52  | 0.88 | 0.40 | 0.104  | 0.33  | —    |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.18 | —    | —    | —      | —     | 0.50 |
| 炉外脱硫    |          | —          | —     | —    | —    | -0.021 | —     | —    |
| (孕育后铁液) |          | 2.99       | 1.70  | 0.88 | 0.40 | 0.083  | 0.33  | 0.50 |

注：1. 采用熔炼炉类型：中央送风热风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内熔化元素增减率：C +5%，Si -20%，Mn -25%，P 不变，S +100%，Cr -10%。

2. 炉后，铬以铬含量 $\geq 55\%$ 的铬铁在批料中加入。

3. 炉前，铜用电解铜并剪成小块在炉前出铁槽内加入，100kg 铁液加 99.99% 电解铜 0.5kg，吸收率为 100%。

4. 在铁液包中加脱硫剂，每 100kg 铁液加 2kg，脱硫率为 20%。

5. 炉前，用 75% 硅铁进行孕育处理，加入量 0.3%，吸收率为 80%。用三角试片检验白口宽度大小，控制铁液成分，孕育后三角试片的白口宽度为 5~7mm。

6. 验收项目：金相组织、硬度、化学成分 (P、S)。

7. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.07，Si1.78，Mn0.91，P0.41，S0.085，Cr0.31，Cu0.49；

力学性能：硬度 221~224HBS；

金相组织：片状珠光体 $>95\%$ ，片状石墨长 15~20 $\mu\text{m}$ 。

8. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

9. 本配料还适用于压缩机中低压力活塞环，材质为 HT200，壁厚 16~18mm，根据铸件壁厚情况，炉前通过调整硅铁孕育剂量，控制三角试片白口宽度以与壁厚相适应。

## 8. 含 P、Ni、Cr、W 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 556)

磷的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含磷合金铸铁的耐磨性能和其他性能，可加入质量分数为 0.3~0.6% 的镍、0.2%~0.4% 的铬和 $\leq 0.2\%$  的钨。

对于大中型柴油机等类铸件的含 P、Ni、Cr、W 的合金铸铁配料，可速查配料实例 556 或表 1.5-17。

配料实例 556 表 1.5-17 含 P、Ni、Cr、W 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 活塞环 (大中型柴油机类 V 型柴油发动机零件)  |
| 铸件特点       | <p>铸件轮廓尺寸 <math>\phi 180\text{mm} \times 176\text{mm}</math>, 当发动机工作时, 活塞环与缸套是在半干摩擦条件下工作的, 并有燃烧余热、废气、润滑油参与作用, 活塞所受力的方向和方向都在变化, 使环在环槽中作极复杂的运动, 径向运动或振动, 上下运动或颤振, 旋转运动及扭转运动, 随着发动机强化时燃气压力及燃气压力升高速度的增加, 作用在活塞环上的振动冲击也愈大。同时环承受高温高压的化学腐蚀作用, 但对活塞环磨损最大的是当活塞环和气缸工作表面上沿活塞运动方向所出现的拉缸磨损 (称熔着磨损)。活塞环采用筒坯泥型雨淋式浇注, 筒坯毛重为 8.3kg。</p> <p>铸件要求时效处理</p> <p>要求铸铁牌号: 耐磨合金铸铁 (含 P、Ni、W)。抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 300\text{MPa}</math>, 硬度 97.5~104HRB, 弹力 1300~2000g (缺口间隙为 0.78~1.02mm), 弹性系数 <math>E 9000 \sim 12000\text{MPa}</math>, 残余变形系数 <math>C &lt; 8\%</math>。金相组织: 基体为细片状珠光体上均匀分布中片状石墨或连续性的均匀分布的菊花状石墨和二元磷共晶组织, 不允许有游离铁素体和方向性强的二元磷共晶和三元磷共晶</p>  |
| 合金成分控制 (%) | <p>合金成分控制: 由于活塞环的工作特点所决定, 活塞环材料, 必须既耐磨而又少磨损气缸套, 并要有足够而均匀的弹性以保持与气缸壁间的贴合密封。由于活塞环是在高温下工作的, 应具有良好的热稳定性。为满足以上要求, 采用磷系耐磨合金铸铁的关键问题在于控制磷共晶的形态, 铁素体含量及石墨的形态。合金成分控制: ①碳硅, 碳和硅不仅能改变铸铁中石墨的数量, 并能改变石墨的大小和分布, 随着碳和硅量的提高, 石墨片明显粗大, 为了控制适宜的石墨形态, 对磷系合金铸铁的碳当量也有相应的要求, 实践证明, 碳当量低于 3.9% 时, 随碳当量的提高磨损减少, 磷系铸铁的碳当量一般控制在 3.7%~3.9% 范围内; ②磷, 增加磷的含量, 能使铸铁中磷共晶显著增多, 形成较硬的网状磷化物分布在较软的珠光体基体中能承受磨损, 磷并能细化共晶团, 稳定珠光体, 使铸铁硬度增加, 塑性降低, 为使磷在铸铁中起到双重兼顾作用, 把磷含量控制在 0.3%~0.6% 为宜; ③锰, 在铸铁中增加锰, 会使基体由铁素体转变为珠光体, 且使碳化物趋于稳定, 锰又可与硫化合中和了硫的稳定碳化物的作用并有脱氧的双重作用, 当锰超过 1.25% 时, 可增加铸铁的强度、硬度和耐磨性。但由于锰在满足了硫和氧的需要时, 形成了硬的碳化锰, 而降低加工性和增加了脆性, 所以把锰控制在 1.2%~1.5% 为宜; ④镍铬, 镍能溶于铸铁的铁素体或珠光体基体的固溶体中, 并使之逐渐变为素氏体, 使组织致密, 强化铸铁的基体, 并有助于碳化物的分解, 对降低白口深度及消除碳化物硬点颇有效果并较为明显地改进了铸铁的冲击韧性, 实践证明, 在适当降低碳和硅含量的条件下, 加入镍时并加入铬或其他碳化物形成元素, 在化合碳为 0.60%~0.80% 的珠光体铸铁中, 镍可充分发挥它的有益作用, 加入铬增加了化合碳和硬度, 当加入 0.2%~0.7% 的铬, 完全可达到提高耐磨性的目的。由于铬可形成稳定的碳化物, 置于高温下也不分解, 它能阻止或减缓高温下铸铁的长大, 且有助于强度的保持, 铬量愈多, 耐热性愈好; ⑤钨, 钨在铸铁中能稳定和细化珠光体, 对碳化物稳定性比铬弱, 不易形成白口, 也不易形成过冷石墨, 钨在铸铁中最突出的特点是热稳定性好, 在较高温度下还能保持较高的弹性模数, 钨在铸铁中与磷配合还可以提高磷共晶显微硬度, 显著提高其耐磨性; ⑥硫, 硫是阻碍石墨化较强烈元素, 一般化合碳随含硫量增加而上升, 在碳硅含量愈低时, 阻碍石墨化愈显著, 并且硫以 FeS 的形式与铁形成低熔点共晶, 使铸铁产生热脆, 主要通过控制原材料中的含硫量, 愈低愈好。为此, 控制合金成分 (%) 为: C 2.9~3.2, Si 1.5~1.8, Mn 1.2~1.5, P 0.3~0.6, S <math>\leq</math> 0.12, Ni 0.3~0.6, Cr 0.2~0.4, W <math>\leq</math> 0.2</p> |



(续)

| 配 料             |           |      |            |        |        |        |        |      |
|-----------------|-----------|------|------------|--------|--------|--------|--------|------|
| 炉料名称            | 本溪 Z14 生铁 | 低磷废钢 | 18 铬镍钨合金废钢 | 75% 硅铁 | 78% 锰铁 | 16% 磷铁 | 60% 铬铁 | 石墨粉  |
| 配料比例 %          | 75        | 10   | 11         | 0.5    | 1.5    | 2.2    | 0.2    | 0.2  |
| 孕育处理后的配料计算成分(%) | C         | Si   | Mn         | S      | P      | Ni     | Cr     | W    |
|                 | 3.19      | 1.68 | 1.42       | 0.038  | 0.39   | 0.42   | 0.25   | 0.10 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: DM0.25 型电弧炉, 炉内硅烧损 10%、锰烧损 15%、镍烧损 10%、铬烧损 15%、钨烧损 5%。

2. 炉前, 用 75% 硅铁孕育, 加入量 0.5%, 吸收率 80%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于其他各种规格尺寸的活塞环铸件, 如  $\phi_{\text{外}} 238\text{mm} \times 165\text{mm} \times 15\text{mm}$ 、 $\phi_{\text{外}} 203\text{mm} \times 165\text{mm} \times 14.5\text{mm}$ 、 $\phi_{\text{外}} 183\text{mm} \times 165\text{mm} \times 14\text{mm}$ 、 $\phi_{\text{外}} 136\text{mm} \times 200\text{mm} \times 12\text{mm}$ 、 $\phi_{\text{外}} 66\text{mm} \times 160\text{mm} \times 10\text{mm}$  等 18 种活塞环铸件。

## 9. 含 P、W、Cr、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 557~559)

磷的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含磷合金铸铁的耐磨性和其他性能, 可加入质量分数为 0.35%~0.55% 的钨、0.15%~0.30% 的铬和 0.15%~0.30% 的钼。

对于汽车配件等类铸件的含 P、W、Cr、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料, 可查配料实例 557~配料实例 559 或表 1.5-18~表 1.5-20。

### 配料实例 557 表 1.5-18 含 P、W、Cr、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

| 铸件名称      | 活塞环压缩环 (汽车配件类解放牌汽车零件)   |      |      |      |      |      |      |
|-----------|---|------|------|------|------|------|------|
| 铸件特点      | 铸件为环状薄壁结构, 环宽 6.2mm, 环高 3.9mm, 铸件毛重 0.065kg, 内外圆和上下平面均需加工。采用湿型铸造, 叠箱造型。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含磷钨铬钼) |      |      |      |      |      |      |
| 合金成分控制(%) | C3.65~3.85, Si2.55~2.85, Mn0.80~0.90, P0.35~0.45, W0.40~0.50, Cr0.20~0.25, Mo0.20~0.25                  |      |      |      |      |      |      |
| 配 料       |   |      |      |      |      |      |      |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |      |      |      |      |      |      |
|           | C   | Si   | Mn   | P    | W    | Cr   | Mo   |
| 武钢生铁      | 4.10  | 1.60 | 0.60 | 0.14 | —    | —    | —    |
| 回炉铁       | 3.75  | 2.75 | 0.85 | 0.40 | 0.45 | 0.23 | 0.23 |
| 75% 硅铁    | —   | 75   | —    | —    | —    | —    | —    |

(续)

| 炉料名称              | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | C           | Si        | Mn    | P     | W     | Cr    | Mo    |       |
| 65%锰铁             | —           | —         | 65    | —     | —     | —     | —     |       |
| 17%磷铁             | —           | —         | —     | 17    | —     | —     | —     |       |
| 75%钨铁             | —           | —         | —     | —     | 75    | —     | —     |       |
| 60%铬铁             | —           | —         | —     | —     | —     | 60    | —     |       |
| 55%钼铁             | —           | —         | —     | —     | —     | —     | 55    |       |
| 炉料名称              | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |       |       |
|                   |             | C         | Si    | Mn    | P     | W     | Cr    | Mo    |
| 武钢生铁              | 30          | 1.23      | 0.48  | 0.18  | 0.04  | —     | —     | —     |
| 回炉铁               | 70          | 2.63      | 1.93  | 0.60  | 0.28  | 0.32  | 0.16  | 0.16  |
| 75%硅铁             | 0.19        | —         | 0.14  | —     | —     | —     | —     | —     |
| 65%锰铁             | 0.17        | —         | —     | 0.11  | —     | —     | —     | —     |
| 17%磷铁             | 0.59        | —         | —     | —     | 0.10  | —     | —     | —     |
| 75%钨铁             | 0.19        | —         | —     | —     | —     | 0.14  | —     | —     |
| 60%铬铁             | 0.13        | —         | —     | —     | —     | —     | 0.08  | —     |
| 55%钼铁             | 0.15        | —         | —     | —     | —     | —     | —     | 0.08  |
| 合计                |             | 3.86      | 2.55  | 0.89  | 0.42  | 0.46  | 0.24  | 0.24  |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |             | -0.23     | +0.13 | -0.04 | -0.02 | -0.01 | -0.01 | -0.01 |
| 炉内增碳<br>(增碳后铁液)   |             | 3.63      | 2.68  | 0.85  | 0.40  | 0.45  | 0.23  | 0.23  |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |             | +0.12     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
|                   |             | 3.75      | 2.68  | 0.85  | 0.40  | 0.45  | 0.23  | 0.23  |
|                   |             | —         | +0.07 | —     | —     | —     | —     | —     |
|                   |             | 3.75      | 2.75  | 0.85  | 0.40  | 0.45  | 0.23  | 0.23  |

注：1. 采用熔炼炉类型：0.5t酸性电弧炉，炉内碳烧损6%、硅增加5%、锰烧损5%、磷烧损5%、钨烧损3%、铬烧损3%、钼烧损3%。

2. 炉前，出铁液前先浇几片毛坯，观察其断面，根据毛坯断面情况，对铁液的碳量进行调整。

3. 炉内增碳：100kg铁料加0.17kg碎石墨，碳的吸收率为70%。

4. 炉外孕育：100kg铁液加结晶硅0.1kg，硅的吸收率为70%。

5. 检测结果：

力学性能：弹性系数  $E$  ( $100000 \pm 15000$ ) MPa，抗弯强度  $\sigma_{bb} > 400$  MPa，硬度 98~108HRB，热稳定性在 300℃ 保温 1h 弹力保持系数  $> 90\%$ ；

金相组织：石墨为细小 A 型和 F 型，分布均匀，石墨长度 120~150 $\mu\text{m}$ ；基体为珠光体成索氏体，铁素体量不大于 3%，没有莱氏体和渗碳体，磷共晶呈断续网状，分布均匀。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于 NJ4102 压缩环、D350 压缩环、嘎斯 67 压缩环、GMC 压缩环、吉斯 110 压缩环等铸件。

配料实例 558 表 1.5-19 含 P、W、Cr、Mo 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |            |       |       |       |       |       |       |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 活塞环油环 (汽车配件类解放牌汽车零件)   |            |       |       |       |       |       |       |
| 铸件特点       | 铸件为环状薄壁结构, 内外圆和上下平面均需加工。采用湿型铸造, 覆箱造型。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含磷钨铬钼)                                |            |       |       |       |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.60 ~ 3.80, Si2.50 ~ 2.80, Mn0.90 ~ 1.00, P0.35 ~ 0.45, W0.45 ~ 0.55, Cr0.25 ~ 0.30, Mo0.25 ~ 0.30 |            |       |       |       |       |       |       |
| 配 料        |  |            |       |       |       |       |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |       |       |       |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | W     | Cr    | Mo    |       |
| 武钢生铁       | 4.10   | 1.60       | 0.60  | 0.140 | —     | —     | —     |       |
| 回炉铁        | 3.70   | 2.70       | 0.95  | 0.400 | 0.50  | 0.28  | 0.28  |       |
| 75% 硅铁     | —  | 75         | —     | —     | —     | —     | —     |       |
| 65% 锰铁     | —  | —          | 65    | —     | —     | —     | —     |       |
| 17% 磷铁     | —  | —          | —     | 17    | —     | —     | —     |       |
| 75% 钨铁     | —  | —          | —     | —     | 75    | —     | —     |       |
| 60% 铬铁     | —  | —          | —     | —     | —     | 60    | —     |       |
| 55% 钼铁     | —  | —          | —     | —     | —     | —     | 55    |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |       |       |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | W     | Cr    | Mo    |
| 武钢生铁       | 30   | 1.23       | 0.48  | 0.18  | 0.042 | —     | —     | —     |
| 回炉铁        | 70   | 2.59       | 1.89  | 0.67  | 0.280 | 0.35  | 0.20  | 0.20  |
| 75% 硅铁     | 0.17   | —          | 0.13  | —     | —     | —     | —     | —     |
| 65% 锰铁     | 0.23   | —          | —     | 0.15  | —     | —     | —     | —     |
| 17% 磷铁     | 0.59   | —          | —     | —     | 0.100 | —     | —     | —     |
| 75% 钨铁     | 0.23   | —          | —     | —     | —     | 0.17  | —     | —     |
| 60% 铬铁     | 0.15   | —          | —     | —     | —     | —     | 0.09  | —     |
| 55% 钼铁     | 0.16   | —          | —     | —     | —     | —     | —     | 0.09  |
| 合 计        |  | 3.82       | 2.50  | 1.00  | 0.42  | 0.52  | 0.29  | 0.29  |
| 炉内熔化增减     |  | -0.23      | +0.13 | -0.05 | -0.02 | -0.02 | -0.01 | -0.01 |
| (原铁液)      |  | 3.59       | 2.63  | 0.95  | 0.40  | 0.50  | 0.28  | 0.28  |
| 炉内增碳       |  | +0.11      | —     | —     | —     | —     | —     | —     |

(续)

|         | 配料计算成分(%) |       |      |      |      |      |      |
|---------|-----------|-------|------|------|------|------|------|
|         | C         | Si    | Mn   | P    | W    | Cr   | Mo   |
| (增碳后铁液) | 3.70      | 2.63  | 0.95 | 0.40 | 0.50 | 0.28 | 0.28 |
| 炉外孕育吸收  | —         | +0.07 | —    | —    | —    | —    | —    |
| (孕育后铁液) | 3.70      | 2.70  | 0.95 | 0.40 | 0.50 | 0.28 | 0.28 |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：0.5t 酸性电弧炉，炉内碳烧损 6%、硅增加 5%、锰烧损 5%、磷烧损 5%、钨烧损 3%、铬烧损 3%、钼烧损 3%。
2. 炉前，出铁液前先浇几片毛坯，观察其断面，根据毛坯断面情况，对铁液的碳量进行调整。
3. 炉内增碳：100kg 铁料加 0.16kg 碎石墨，碳的吸收率为 70%。
4. 炉外孕育：100kg 铁液加结晶硅 0.1kg，硅的吸收率为 70%。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
6. 本配料还适用于 6120 油环、706R 压缩环、五十铃油环、6100 油环、195 油环等铸件。

**配料实例 559 表 1.5-20 含 P、W、Cr、Mo 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料**

|            |  |      |      |       |      |      |      |
|------------|--|------|------|-------|------|------|------|
| 铸件名称       | 活塞环压缩环 (汽车配件类东风 140 汽车零件)  |      |      |       |      |      |      |
| 铸件特点       | 铸件为环状薄壁结构，内外圆和上下平面均需加工。采用湿型铸造，叠箱造型。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：合金铸铁 (含磷钨铬钼)                                   |      |      |       |      |      |      |
| 合金成分控制 (%) | C3.70 - 3.90, Si2.60 - 2.90, Mn0.75 - 0.85, P0.35 - 0.45, W0.35 - 0.45, Cr0.15 - 0.20, Mo0.15 - 0.20 |      |      |       |      |      |      |
| <b>配 料</b> |  |      |      |       |      |      |      |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |      |      |       |      |      |      |
|            | C  | Si   | Mn   | P     | W    | Cr   | Mo   |
| 武钢生铁       | 4.10   | 1.60 | 0.60 | 0.140 | —    | —    | —    |
| 回炉铁        | 3.80   | 2.80 | 0.80 | 0.400 | 0.40 | 0.18 | 0.18 |
| 75% 硅铁     | —  | 75   | —    | —     | —    | —    | —    |
| 65% 锰铁     | —  | —    | 65   | —     | —    | —    | —    |
| 17% 磷铁     | —  | —    | —    | 17    | —    | —    | —    |
| 75% 钨铁     | —  | —    | —    | —     | 75   | —    | —    |
| 60% 铬铁     | —  | —    | —    | —     | —    | 60   | —    |
| 55% 钼铁     | —  | —    | —    | —     | —    | —    | 55   |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |      |       |
|---------|----------|-----------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
|         |          | C         | Si    | Mn    | P     | W     | Cr   | Mo    |
| 武钢生铁    | 30       | 1.23      | 0.48  | 0.18  | 0.04  | —     | —    | —     |
| 回炉铁     | 70       | 2.66      | 1.96  | 0.56  | 0.28  | 0.28  | 0.13 | 0.13  |
| 75%硅铁   | 0.21     | —         | 0.16  | —     | —     | —     | —    | —     |
| 65%锰铁   | 0.15     | —         | —     | 0.1   | —     | —     | —    | —     |
| 17%磷铁   | 0.59     | —         | —     | —     | 0.1   | —     | —    | —     |
| 75%钨铁   | 0.17     | —         | —     | —     | —     | 0.13  | —    | —     |
| 60%铬铁   | 0.10     | —         | —     | —     | —     | —     | 0.06 | —     |
| 55%钼铁   | 0.11     | —         | —     | —     | —     | —     | —    | 0.06  |
| 合计      |          | 3.89      | 2.60  | 0.84  | 0.42  | 0.41  | 0.19 | 0.19  |
| 炉内熔化增减  |          | -0.23     | +0.13 | -0.04 | -0.02 | -0.01 | 0.01 | -0.01 |
| (原铁液)   |          | 3.66      | 2.73  | 0.80  | 0.40  | 0.40  | 0.18 | 0.18  |
| 炉内增碳    |          | +0.14     | —     | —     | —     | —     | —    | —     |
| (增碳后铁液) |          | 3.80      | 2.73  | 0.80  | 0.40  | 0.40  | 0.18 | 0.18  |
| 炉外孕育吸收  |          | —         | +0.07 | —     | —     | —     | —    | —     |
| (孕育后铁液) |          | 3.80      | 2.80  | 0.80  | 0.40  | 0.40  | 0.18 | 0.18  |

注：1. 采用熔炼炉类型：0.5t 酸性电弧炉，炉内碳烧损 6%、硅增加 5%、锰烧损 5%、磷烧损 5%、钨烧损 3%、铬烧损 3%、钼烧损 3%。

2. 炉前，出铁液前先浇几片毛坯，观察其断面，根据毛坯断面情况，对铁液的碳量进行调整。

3. 炉内增碳：100kg 铁料加 0.2kg 碎石墨，碳的吸收率为 70%。

4. 炉外孕育：100kg 铁液加结晶硅 0.1kg，硅的吸收率为 70%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于 M21 压缩环、BJ212 压缩环、加登纳压缩环、650E 压缩环、NJ70 压缩环等铸件。

## 10. 含 P、W、V、Ti 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料（配料实例 560~562）

磷的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含磷合金铸铁的耐磨性和其他性能，可加入质量分数为 W0.35%~0.55%、V0.18%~0.30% 和 Ti0.08%~0.15%。

对于汽车配件类等铸件的含 P、W、V、Ti 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料，可查配料实例 560 - 配料实例 562 或表 1.5-21 - 表 1.5-23。

**配料实例 560**      **表 1.5-21 含 P、W、V、Ti 的合金铸铁**  
(耐磨铸铁) 配料

|           |   |           |       |       |       |       |       |       |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称      | 活塞环压缩环（汽车配件类解放牌汽车零件）  |           |       |       |       |       |       |       |
| 铸件特点      | 铸件为环状薄壁结构，环宽 6.2mm，环高 3.9mm，铸件毛重 0.065kg，内外圆和上下平面均需加工。采用湿型铸造，叠箱造型。铸件要求时效处理<br>要求铸件牌号：合金铸铁（含磷钨钒钛）    |           |       |       |       |       |       |       |
| 合金成分控制(%) | C3.65 - 3.85, Si2.55 - 2.85, Mn0.80 - 0.90, P0.35 - 0.45, W0.40 - 0.50, V0.20 - 0.28, Ti0.10 - 0.13 |           |       |       |       |       |       |       |
| 配 料       |   |           |       |       |       |       |       |       |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |       |       |       |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | W     | V     | Ti    |       |
| 武钢生铁      | 4.10  | 1.60      | 0.60  | 0.140 | —     | —     | —     |       |
| 钒钛生铁      | 4.10  | 0.24      | 0.70  | 0.030 | —     | 0.38  | 0.21  |       |
| 回炉铁       | 3.75  | 2.75      | 0.85  | 0.400 | 0.45  | 0.24  | 0.11  |       |
| 75%硅铁     | —   | 75        | —     | —     | —     | —     | —     |       |
| 65%锰铁     | —   | —         | 65    | —     | —     | —     | —     |       |
| 17%磷铁     | —   | —         | —     | 17    | —     | —     | —     |       |
| 75%钨铁     | —   | —         | —     | —     | 75    | —     | —     |       |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |       |       |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | W     | V     | Ti    |
| 武钢生铁      | 10  | 0.41      | 0.16  | 0.06  | 0.014 | —     | —     | —     |
| 钒钛生铁      | 20  | 0.82      | 0.05  | 0.14  | 0.006 | —     | 0.08  | 0.04  |
| 回炉铁       | 70  | 2.63      | 1.93  | 0.60  | 0.280 | 0.32  | 0.17  | 0.08  |
| 75%硅铁     | 0.55  | —         | 0.41  | —     | —     | —     | —     | —     |
| 65%锰铁     | 0.14  | —         | —     | 0.09  | —     | —     | —     | —     |
| 17%磷铁     | 0.71  | —         | —     | —     | 0.12  | —     | —     | —     |
| 75%钨铁     | 0.19  | —         | —     | —     | —     | 0.14  | —     | —     |
| 合 计       |   | 3.86      | 2.55  | 0.89  | 0.42  | 0.46  | 0.25  | 0.12  |
| 炉内熔化增减    |   | -0.23     | +0.13 | -0.04 | -0.02 | -0.01 | -0.01 | -0.01 |
| (原铁液)     |   | 3.63      | 2.68  | 0.85  | 0.40  | 0.45  | 0.24  | 0.11  |
| 炉内增碳      |   | +0.12     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |

(续)

|         | 配料计算成分(%) |       |      |      |      |      |      |
|---------|-----------|-------|------|------|------|------|------|
|         | C         | Si    | Mn   | P    | W    | V    | Ti   |
| (增碳后铁液) | 3.75      | 2.68  | 0.85 | 0.40 | 0.45 | 0.24 | 0.11 |
| 炉外孕育吸收  | —         | +0.07 | —    | —    | —    | —    | —    |
| (孕育后铁液) | 3.75      | 2.75  | 0.85 | 0.40 | 0.45 | 0.24 | 0.11 |

注: 1. 采用0.5t酸性电弧炉熔炼, 炉内熔化元素增减率: C-6%, Si+5%, Mn-5%, P-5%, W-3%, V-3%, Ti-3%。

2. 炉前, 出铁液前先浇几片毛坯, 观察其断面, 根据毛坯断面情况, 对铁液的碳量进行调整。

3. 炉内增碳: 100kg铁料加0.17kg碎石墨, 碳的吸收率为70%。

4. 炉外孕育: 100kg铁液加结晶硅0.1kg, 硅的吸收率为70%。

5. 检测结果:

力学性能: 弹性系数  $E$  ( $1000000 \pm 15000$ ) MPa, 抗弯强度  $\sigma_{\text{B}}$   $> 400$  MPa, 硬度 98~108HRB, 热稳定性在300°C保温1h弹力保持系数 $> 90\%$ ;

金相组织: 石墨为细小A型和F型, 分布均匀, 石墨长度120~150 $\mu\text{m}$ ; 基体为珠光体或索氏体, 铁素体量不大于3%, 没有莱氏体和渗碳体, 磷共晶呈断续网状, 分布均匀。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于NJ4102压缩环、D350压缩环、嘎斯67压缩环、GMC压缩环、吉斯110压缩环等铸件。

配料实例 561 表 1.5-22 含 P、W、V、Ti 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |      |      |       |     |      |      |
|------------|---|------|------|-------|-----|------|------|
| 铸件名称       | 活塞环油环 (汽本配件类解放牌汽车零件)  |      |      |       |     |      |      |
| 铸件特点       | 铸件为环状薄壁结构, 内外圆和上下平面均需加工。采用湿型铸造, 叠箱造型。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含磷钨钒钛)                 |      |      |       |     |      |      |
| 合金成分控制 (%) | C3.60~3.80, Si2.50~2.80, Mn0.90~1.00, P0.35~0.45, W0.45~0.55, V0.22~0.30, Ti0.10~0.15 |      |      |       |     |      |      |
| 配 料        |   |      |      |       |     |      |      |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |      |      |       |     |      |      |
|            | C   | Si   | Mn   | P     | W   | V    | Ti   |
| 武钢生铁       | 4.10  | 1.60 | 0.60 | 0.140 | —   | —    | —    |
| 钒钛生铁       | 4.10  | 0.24 | 0.70 | 0.030 | —   | 0.38 | 0.21 |
| 回炉铁        | 3.70  | 2.70 | 0.95 | 0.400 | 0.5 | 0.27 | 0.13 |

(续)

| 炉料名称    | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |       |       |      |
|---------|-------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|         | C           | Si        | Mn    | P     | W     | V     | Ti    |      |
| 75%硅铁   | —           | 75        | —     | —     | —     | —     | —     |      |
| 65%锰铁   | —           | —         | 65    | —     | —     | —     | —     |      |
| 17%磷铁   | —           | —         | —     | 17    | —     | —     | —     |      |
| 75%钨铁   | —           | —         | —     | —     | 75    | —     | —     |      |
| 炉料名称    | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |       |      |
|         |             | C         | Si    | Mn    | P     | W     | V     | Ti   |
| 武钢生铁    | 10          | 0.41      | 0.16  | 0.06  | 0.014 | —     | —     | —    |
| 钒钛生铁    | 20          | 0.82      | 0.05  | 0.14  | 0.006 | —     | 0.08  | 0.04 |
| 回炉铁     | 70          | 2.59      | 1.89  | 0.67  | 0.280 | 0.35  | 0.19  | 0.09 |
| 75%硅铁   | 0.53        | —         | 0.4   | —     | —     | —     | —     | —    |
| 65%锰铁   | 0.20        | —         | —     | 0.13  | —     | —     | —     | —    |
| 17%磷铁   | 0.71        | —         | —     | —     | 0.12  | —     | —     | —    |
| 75%钨铁   | 0.23        | —         | —     | —     | —     | 0.17  | —     | —    |
| 合 计     |             | 3.82      | 2.50  | 1.00  | 0.42  | 0.52  | 0.27  | 0.13 |
| 炉内熔化增减  |             | -0.23     | +0.13 | -0.05 | -0.02 | -0.02 | -0.01 | —    |
| (原铁液)   |             | 3.59      | 2.63  | 0.95  | 0.40  | 0.50  | 0.26  | 0.13 |
| 炉内增碳    |             | +0.11     | —     | —     | —     | —     | —     | —    |
| (增碳后铁液) |             | 3.70      | 2.63  | 0.95  | 0.40  | 0.50  | 0.26  | 0.13 |
| 炉外孕育吸收  |             | —         | +0.07 | —     | —     | —     | —     | —    |
| (孕育后铁液) |             | 3.70      | 2.70  | 0.95  | 0.40  | 0.50  | 0.26  | 0.13 |

注：1. 采用0.5t酸性电弧炉熔炼，炉内熔化元素增减率：C-6%，Si+5%，Mn-5%，W-3%，P-5%，V-3%，Ti-3%。

2. 炉前，出铁液前先浇几片毛坯，观察其断面，根据毛坯断面情况，对铁液的碳量进行调整。

3. 炉内增碳：100kg铁料加0.16kg碎石墨，碳的吸收率为70%。

4. 炉外孕育：100kg铁液加结晶硅0.1kg，硅的吸收率为70%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于6120油环、706R压缩环、五十铃油环、6100油环、195油环等铸件。



配料实例 562 表 1.5-23 含 P、W、V、Ti 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|               |   |               |           |           |           |           |           |           |
|---------------|---|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 铸件名称          | 活塞环压缩环 (汽车配件类东风 140 汽车零件)   |               |           |           |           |           |           |           |
| 铸件特点          | 铸件为环状薄壁结构, 内外圆和上下平面均需加工。采用湿型铸造, 叠箱造型。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含磷钨钒钛)                               |               |           |           |           |           |           |           |
| 合金成分控制 (%)    | C3.70 ~ 3.90, Si2.60 ~ 2.90, Mn0.75 ~ 0.85, P0.35 ~ 0.45, W0.35 ~ 0.45, V0.18 ~ 0.25, Ti0.08 ~ 0.12 |               |           |           |           |           |           |           |
| 配 料           |   |               |           |           |           |           |           |           |
| 炉料名称          | 炉料成分 (%)  |               |           |           |           |           |           |           |
|               | C   | Si            | Mn        | P         | W         | V         | Ti        |           |
| 武钢生铁          | 4.10  | 1.60          | 0.60      | 0.140     | —         | —         | —         |           |
| 钒钛生铁          | 4.10  | 0.24          | 0.70      | 0.030     | —         | 0.38      | 0.21      |           |
| 回炉铁           | 3.80  | 2.80          | 0.80      | 0.400     | 0.4       | 0.21      | 0.10      |           |
| 75% 硅铁        | —   | 75            | —         | —         | —         | —         | —         |           |
| 65% 锰铁        | —   | —             | 65        | —         | —         | —         | —         |           |
| 17% 磷铁        | —   | —             | —         | 17        | —         | —         | —         |           |
| 75% 钨铁        | —   | —             | —         | —         | 75        | —         | —         |           |
| 炉料名称          | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%)    |           |           |           |           |           |           |
|               |   | C             | Si        | Mn        | P         | W         | V         | Ti        |
| 武钢生铁          | 15  | 0.62          | 0.24      | 0.09      | 0.021     | —         | —         | —         |
| 钒钛生铁          | 15  | 0.62          | 0.04      | 0.11      | 0.005     | —         | 0.06      | 0.03      |
| 回炉铁           | 70  | 2.66          | 1.96      | 0.56      | 0.280     | 0.28      | 0.15      | 0.07      |
| 75% 硅铁        | 0.48  | —             | 0.36      | —         | —         | —         | —         | —         |
| 65% 锰铁        | 0.12  | —             | —         | 0.08      | —         | —         | —         | —         |
| 17% 磷铁        | 0.65  | —             | —         | —         | 0.11      | —         | —         | —         |
| 75% 钨铁        | 0.17  | —             | —         | —         | —         | 0.13      | —         | —         |
| 合 计           |   | 3.9           | 2.60      | 0.84      | 0.42      | 0.41      | 0.21      | 0.10      |
| 炉内熔化增减        |   | -0.23         | +0.13     | -0.04     | -0.02     | -0.01     | -0.01     | —         |
| (原铁液)<br>炉内增碳 |   | 3.67<br>+0.13 | 2.73<br>— | 0.80<br>— | 0.40<br>— | 0.40<br>— | 0.20<br>— | 0.10<br>— |

(续)

|         | 配料计算成分(%) |       |      |      |      |      |      |
|---------|-----------|-------|------|------|------|------|------|
|         | C         | Si    | Mn   | P    | W    | V    | Ti   |
| (增碳后铁液) | 3.80      | 2.73  | 0.80 | 0.40 | 0.40 | 0.20 | 0.10 |
| 炉外孕育吸收  | —         | +0.07 | —    | —    | —    | —    | —    |
| (孕育后铁液) | 3.80      | 2.80  | 0.80 | 0.40 | 0.40 | 0.20 | 0.10 |

注: 1. 采用0.5t酸性电弧炉熔炼, 炉内熔化元素增减率: C-6%, Si+5%, Mn-5%, P-5%, W-3%, V-3%, Ti-3%。

2. 炉前、出铁液前先浇几片毛坯, 观察其断面, 根据毛坯断面情况, 对铁液的碳量进行调整。

3. 炉内增碳: 100kg铁料加0.19kg碎石墨, 碳的吸收率为70%。

4. 炉外孕育: 100kg铁液加结晶硅0.1kg, 硅的吸收率为70%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于M21压缩环、HJ212压缩环、加登纳压缩环、650E压缩环、NJ70压缩环等铸件。

## 11. 含P、V、Ti的合金铸铁(耐磨铸铁)配料(配料实例563、564)

磷的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含磷合金铸铁的耐磨性和其他性能, 可加入质量分数为0.18%~0.28%的钒和0.05%左右的钛。

对于磨床、船用机械等类铸件的含P、V、Ti的合金铸铁(耐磨铸铁)配料, 可查配料实例563和配料实例564或表1.5-24和表1.5-25。

**配料实例 563**      表 1.5-24 含 P、V、Ti 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|           |   |      |      |       |       |      |      |      |     |
|-----------|---|------|------|-------|-------|------|------|------|-----|
| 铸件名称      | 床身(磨床类 M1420×750 万能外圆磨床零件)  |      |      |       |       |      |      |      |     |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 2250mm×990mm×745mm, 为箱体结构, 主要壁厚 15mm, 铸件毛重 1200kg, 采用干型铸造。铸件要求时效处理。床身是整台机床的主要基础件, 它应具有一定的强度, 良好的刚性和减振性, 油箱部位不得渗漏。导轨面要求耐磨, 且具有高的精度和低的粗糙度<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 MTVTiP200。抗拉强度 $\sigma_b \geq 200\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 400\text{MPa}$ , 硬度 170~241HBS |      |      |       |       |      |      |      |     |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.3~1.6, Mn0.7~1.0, S $\leq$ 0.12, P $\leq$ 0.27, V $\geq$ 0.18, Ti $\geq$ 0.05   |      |      |       |       |      |      |      |     |
| 配 料       |   |      |      |       |       |      |      |      |     |
| 原材料名称     | 原材料化学成分(%)  |      |      |       |       |      |      | 配料比例 | 层铁量 |
|           | C   | Si   | Mn   | P     | S     | V    | Ti   | (%)  | /kg |
| 钒钛生铁      | 3.60  | 0.60 | 0.53 | 0.072 | 0.074 | 0.40 | 0.18 | 60   | 180 |
| 回炉铁       | 3.40  | 1.50 | 0.65 | 0.110 | 0.100 | 0.15 | 0.04 | 33   | 100 |

(续)

| 原材料名称    | 原材料化学成分(%) |       |      |       |       |      |       | 配料比例(%) | 层铁量/kg |
|----------|------------|-------|------|-------|-------|------|-------|---------|--------|
|          | C          | Si    | Mn   | P     | S     | V    | Ti    |         |        |
| 废钢       | 0.20       |       |      |       |       |      |       | 7       | 20     |
| 硅铁       |            | 66.7  |      |       |       |      |       | 1.5     | 4.5    |
| 锰铁       |            |       | 60.0 |       |       |      |       | 0.83    | 2.5    |
| 磷铁       |            |       |      | 26.65 |       |      |       | 1       | 3      |
| 合计       |            |       |      |       |       |      |       |         |        |
| 化验成分     |            |       |      |       |       |      |       |         |        |
| 元素增损率(%) |            |       |      |       |       |      |       |         |        |
| 原材料名称    | 计算炉料成分(%)  |       |      |       |       |      |       | 层焦/kg   | 石灰石/kg |
|          | C          | Si    | Mn   | P     | S     | V    | Ti    |         |        |
| 钒钛生铁     | 2.16       | 0.36  | 0.32 | 0.043 | 0.044 | 0.24 | 0.108 | 24      | 10     |
| 加炉铁      | 1.12       | 0.50  | 0.21 | 0.036 | 0.033 | 0.05 | 0.013 |         |        |
| 废钢       | 0.014      |       |      |       |       |      |       |         |        |
| 硅铁       |            | 1.001 |      |       |       |      |       |         |        |
| 锰铁       |            |       | 0.50 |       |       |      |       |         |        |
| 磷铁       |            |       |      | 0.267 |       |      |       |         |        |
| 合计       | 3.29       | 1.86  | 1.03 | 0.346 | 0.077 | 0.29 | 0.121 |         |        |
| 化验成分     | 3.31       | 1.54  | 0.81 | 0.29  | 0.12  | 0.23 | 0.062 |         |        |
| 元素增损率(%) | +0.6       | -17   | -22  | 0     | +56   | -20  | -48   |         |        |

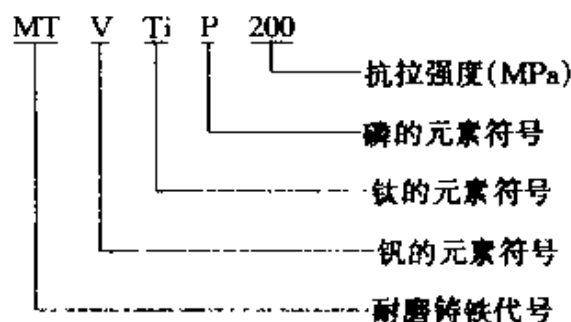
注: 1. 采用两排大间距热风冲天炉熔炼, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 0.6%、硅烧损 17%、锰烧损 22%, 硫增加 56%、磷不变、钒烧损 20%、铁烧损 48%。

2. 检测结果: 抗拉强度: 247~259MPa; 抗弯强度 482~502MPa; 硬度: 187~191HBS; 金相组织: 细珠光体+A型石墨+磷共晶 3%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于 M1420 磨床床身、上工作台、下工作台、垫板、拖板、溜板等铸件。

5. MTVTiP200 的主要含义如下:



配料实例 564 表 1.5-25 含 P、V、Ti 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |            |       |       |       |        |       |       |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 铸件名称       | 8L 气缸套 (船用机械类船用 B&W 柴油机零件)   |            |       |       |       |        |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 764\text{mm} \times 1590\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 2.98t, 平均壁厚 74mm, 全部进行机加工, 内壁精加工后不得有铸造缺陷, 本件为英国 LR 验收件, 力学性能和金相组织在冒口下面试验环上进行<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含磷钒钛)。抗拉强度 215MPa, 硬度 170~210HBS。金相组织: 石墨 (ISO945—1975) 1A2—3, 基体为片状珠光体, 铁素体不超过 5%, 渗碳体不超过 5% |            |       |       |       |        |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.4, Si1.2~1.8, Mn0.6~0.9, S<0.12, P0.15~0.4, V0.22~0.28, Ti $\leq$ 0.05  |            |       |       |       |        |       |       |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |       |       |
|            | C  | Si         | Mn    | S     | P     | V      | Ti    |       |
| 本溪生铁       | 4.19   | 1.35       | 0.56  | 0.024 | 0.045 | —      | —     |       |
| 回炉铁        | 3.20   | 1.80       | 0.80  | 0.040 | 0.090 | —      | —     |       |
| 废钢         | 0.21   | 0.25       | 0.55  | 0.026 | 0.017 | —      | —     |       |
| 77% 硅铁     |  | 77         |       |       |       |        |       |       |
| 81.5% 锰铁   |  |            | 81.5  |       |       |        |       |       |
| 47.3% 钒铁   |  |            |       |       |       | 47.3   |       |       |
| 28% 钛铁     |  |            |       |       |       |        | 28    |       |
| 19% 磷铁     |  |            |       |       | 19    |        |       |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |       |
|            |  | C          | Si    | Mn    | S     | P      | V     | Ti    |
| 本溪生铁       | 60   | 2.50       | 0.81  | 0.33  | 0.014 | 0.027  |       |       |
| 回炉铁        | 30   | 0.96       | 0.54  | 0.24  | 0.012 | 0.027  |       |       |
| 废钢         | 10   | 0.02       | 0.03  | 0.06  | 0.003 | 0.002  |       |       |
| 77% 硅铁     | 0.03   |            | 0.03  |       |       |        |       |       |
| 81.5% 锰铁   | 0.19   |            |       | 0.13  |       |        |       |       |
| 47.3% 钒铁   | 0.528  |            |       |       |       |        | 0.25  |       |
| 28% 钛铁     | 0.29   |            |       |       |       |        |       | 0.05  |
| 19% 磷铁     | 1.26   |            |       |       |       | 0.144  |       |       |
| 合 计        |  | 3.48       | 1.41  | 0.76  | 0.029 | 0.200  | 0.25  | 0.05  |
| 炉内熔化增减     |  | -0.23      | -0.03 | -0.02 | 0     | -0.020 | -0.02 | -0.01 |

(续)

|         | 配料计算成分(%) |      |      |       |       |      |      |
|---------|-----------|------|------|-------|-------|------|------|
|         | C         | Si   | Mn   | S     | P     | V    | Ti   |
| (熔化后铁液) | 3.25      | 1.38 | 0.74 | 0.029 | 0.180 | 0.23 | 0.04 |

- 注: 1. 采用三相电弧炉熔炼, 炉内熔化元素增减率: C-6.6%, Si-2.1%, Mn-2.7%, P-10%, S不变, V-8%, Ti-20%。  
 2. 炉外孕育采用 77% 硅铁孕育, 根据白口大小而定, 0.1% ~ 0.3% 孕育吸收率为 75% 左右。  
 3. 炉前, 严格控制三角白口深度和浇注温度。  
 4. 检测结果:  
 力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  238~241MPa, 硬度 196~198HBS。  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 12. 含 P、V、Ti、RE 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 565)

磷的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含磷合金铸铁的耐磨性和其他性能, 可加入质量分数为 0.30% ~ 0.40% 的钒、0.10% ~ 0.20% 的钛和 0.04% ~ 0.07% 的稀土。

对于车床等类铸件的含 P、V、Ti、RE 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料, 可查配料实例 565 或表 1.5-26。

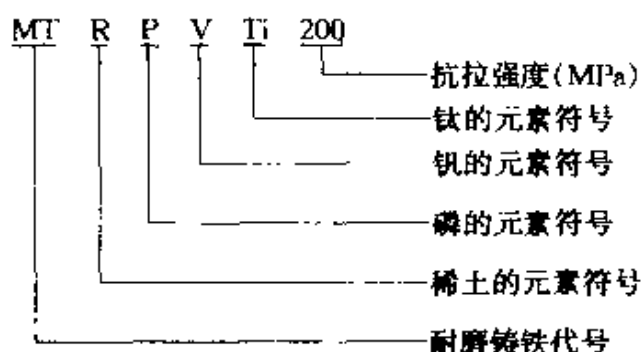
配料实例 565 表 1.5-26 含 P、V、Ti、RE 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

| 主要产品铸件             |          | 车床导轨耐磨铸件, 如床身、工作台等 |                             |            |                              |       |                                      |
|--------------------|----------|--------------------|-----------------------------|------------|------------------------------|-------|--------------------------------------|
| 成分要求               | 成分(%)    | C                  | Si                          | Mn         | P                            | S     | 其他合金                                 |
|                    | 牌号       |                    |                             |            |                              |       |                                      |
|                    | MTRPV200 | 3.8~4.2            | 1.5~1.7<br>1.9~2.4<br>(处理后) | 0.8~1.0    | 0.25~0.40                    | ≤0.10 | V0.3~0.4<br>Ti0.1~0.2<br>RE0.04~0.07 |
| 配料及炉料组成 (质量分数) (%) | 钒钛生铁     | 硅铁 (Si45)          | 磷铁 (FeP2)                   | (锰铁) (Mn3) | 附注                           |       |                                      |
|                    | 100      | 2.7~3.0            | 1.6~1.8                     | 1.6~1.8    | 钒钛生铁中元素烧损率 V15~20%, Ti40~50% |       |                                      |

(续)

|        |  |
|--------|--|
| 主要产品铸件 | 车床导轨耐磨铸件, 如床身、工作台等   |
| 熔炼操作要点 | <p>1. 炉前用 R20 稀土 0.5% ~ 0.7% + 75% 硅铁 0.25% ~ 0.35% 进行孕育处理</p> <p>2. 磷、钛都有减少白口的倾向, 同时都有提高硬度的作用, 在保证得到同样硬度的前提下, 炉前三角试片有时有 1 ~ 2mm 白口, 多数情况下无白口, 无缩松, 但中间有明显的网络状组织, 断口呈灰黑色, 晶粒较细</p> <p>3. 加入钒钛生铁 100% 时, 块度大, 注意采取预热送风、大风量和适当增加焦耗等措施, 保证较高的出铁温度, 控制炉气燃烧比 &lt; 70%, 使熔炼处于弱氧化性气氛下进行</p> |

注: 1. MTRPVTi200 的主要含义如下:



2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 13. 含 P、B 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 566)

磷的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含磷合金铸铁的耐磨性和其他性能, 可加入质量分数为 0.025% ~ 0.040% 的硼。

对于铁路车辆配件等类铸件的含 P、B 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料, 可查配料实例 566 或表 1.5-27。

#### 配料实例 566 表 1.5-27 含 P、B 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 汽室套 (铁路车辆配件类蒸汽机车零件)   |
| 铸件特点 | <p>铸件轮廓尺寸 <math>\phi 358\text{mm} \times \phi 278\text{mm} \times 1010\text{mm}</math>, 为圆筒形结构, 每个毛坯加工成两个成品, 铸件毛重 290kg, 壁厚 40mm, 六面全加工。采用离心铸造。铸件不需要进行热处理</p> <p>要求铸铁牌号: 磷硼铸铁。抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 200\text{MPa}</math>, 硬度 170 ~ 241HBS。金相组织: 珠光体基体, 铁素体量 &lt; 10%, 磷硼复合物呈破碎网状或孤立状均匀分布, 复合物量 3% ~ 5%</p> |

(续)

|           |   |           |       |       |       |       |        |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 合金成分控制(%) | 合金成分(%)控制: C3.3~3.5, Si1.9~2.2, Mn0.7~1.0, P0.3~0.5, S $\leq$ 0.15, B0.025~0.04。因为有强烈阻碍石墨化元素硼的存在和金属型的激冷作用,离心浇注硼铸铁极易出现局部白口和硬斑,即云斑,给机械加工带来困难。为了克服局部白口和硬斑,除采取必要的工艺措施外,要把合金成分配软,最终碳当量在3.95~4.25为宜 |           |       |       |       |       |        |
| 配 料       |   |           |       |       |       |       |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |       |        |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     | B     |        |
| 酒钢生铁      | 3.68  | 2.70      | 1.66  | 0.067 | 0.032 | —     |        |
| 本钢生铁      | 4.34  | 1.10      | 0.61  | 0.050 | 0.040 | —     |        |
| 废钢        | 0.30  | 0.25      | 0.60  | 0.050 | 0.050 | —     |        |
| 75%硅铁     | —   | 75        | —     | —     | —     | —     |        |
| 65%锰铁     | —   | —         | 65    | —     | —     | —     |        |
| 16%磷铁     | —   | —         | —     | 16    | —     | —     |        |
| 23%硼铁     | —   | —         | —     | —     | —     | 23    |        |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |        |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S     | B      |
| 酒钢生铁      | 60  | 2.20      | 1.62  | 1.00  | 0.040 | 0.019 | —      |
| 本钢生铁      | 20  | 0.87      | 0.22  | 0.12  | 0.010 | 0.008 | —      |
| 废钢        | 20  | 0.06      | 0.05  | 0.12  | 0.010 | 0.010 | —      |
| 75%硅铁     | 0.30  | —         | 0.23  | —     | —     | —     | —      |
| 65%锰铁     | 0.77  | —         | —     | 0.50  | —     | —     | —      |
| 16%磷铁     | 2   | —         | —     | —     | 0.320 | —     | —      |
| 23%硼铁     | 0.16  | —         | —     | —     | —     | —     | —      |
| 合 计       |   | 3.13      | 2.12  | 1.74  | 0.380 | 0.037 | (0.03) |
| 炉内熔化增减    |   | +0.16     | -0.32 | -0.75 | 0     | +0.37 | —      |

(续)

|         | 配料计算成分(%) |       |      |       |       |        |
|---------|-----------|-------|------|-------|-------|--------|
|         | C         | Si    | Mn   | P     | S     | B      |
| (原铁液)   | 3.29      | 1.80  | 0.99 | 0.380 | 0.074 | (0.03) |
| 炉内孕育吸收  | —         | +0.24 | —    | —     | —     | —      |
| (孕育后铁液) | 3.29      | 2.04  | 0.99 | 0.380 | 0.074 | 0.03   |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距热风冲天炉，熔化率 3t/a，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变
2. 炉前，硼铁破碎呈粉粒状，最大粒度不超 1mm，在出铁槽冲入，加入量 0.16%，吸收率 80%。
3. 炉前，用 75% 硅铁孕育，加入量 0.4%，吸收率 80%。用三角试片检验白口深度，以控制铁液成分，并用 75% 硅铁调软铁液。
4. 检测结果：  
化学成分 (%)：C3.51，Si2.1，Mn0.8，P0.31，S0.13，B0.028。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
6. 本配料还适用于蒸汽机车中要求磷硼铸铁的胀圈等铸件。

#### 14. 含 Cr 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 567~571)

**铬** [铬的元素符号 Cr；原子序数 24；晶型体心立方 (Cr $\alpha$ ) / 密集六角 (Cr $\beta$ )；相对原子质量 52.0；密度 7.19g/cm<sup>3</sup>；熔点 1903°C；沸点 2642°C，比热容 0.462J/(g·°C)；溶解热 403.2J/g]。

铬是强烈稳定碳化物，阻碍石墨化的元素。铬在铸铁中形成复杂的铁-铬-碳化物，这种化合物常以块状成珠光体的一个组成部分的形式出现，即使在很高的温度下也很稳定。

在低合金铸铁中，铬的加入量范围从 0.1% 到 0.8%。通常，加入 0.5% 左右的铬，就能细化石墨，增加珠光体数量，提高强度、硬度、白口深度、耐热性和耐磨性，但降低了加工性。

对于压缩机、空分制氧机、造纸机械、起重机械等类铸件的含 Cr 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料，可查配料实例 567~配料实例 571 或表 1.5-28~表 1.5-32。

**配料实例 567** 表 1.5-28 含 Cr 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 机身 (压缩机类 4M8 <sub>(3A)</sub> 压缩机零件)   |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 2430mm × 1070mm × 780mm，主要处壁厚 25~50mm，为箱形结构，内腔复杂，铸件重 3100kg。采用干型、干芯铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：合金灰铸铁 HT200 (含 Cr)，抗拉强度 $\sigma_b \geq 200$ MPa，硬度 170-241HBS |



(续)

| 合金成分控制(%) | C3.00~3.20, Si1.50~1.80, Mn0.70~0.90, P<0.15, S<0.12, Cr<0.10 |           |       |       |       |        |       |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 配 料       |   |           |       |       |       |        |       |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |        |       |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     | Cr     |       |
| 本溪生铁      | 4.30  | 1.40      | 0.70  | 0.060 | 0.030 | —      |       |
| 回炉铁       | 3.20  | 1.80      | 0.80  | 0.100 | 0.100 | 0.20   |       |
| 废钢        | 0.20  | 0.30      | 0.50  | 0.020 | 0.020 | —      |       |
| 75%硅铁     | —   | 75        | —     | —     | —     | —      |       |
| 65%锰铁     | —   | —         | 65    | —     | —     | —      |       |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    |
| 本溪生铁      | 40  | 1.72      | 0.56  | 0.28  | 0.024 | 0.012  | —     |
| 回炉铁       | 40  | 1.28      | 0.72  | 0.32  | 0.040 | 0.040  | 0.08  |
| 废钢        | 20  | 0.04      | 0.06  | 0.10  | 0.004 | 0.004  | —     |
| 75%硅铁     | 1.0   | —         | 0.75  | —     | —     | —      | —     |
| 65%锰铁     | 0.8   | —         | —     | 0.52  | —     | —      | —     |
| 合 计       |   | 3.04      | 2.09  | 1.22  | 0.068 | 0.056  | 0.08  |
| 炉内熔化增减    |   | +0.15     | -0.42 | -0.32 | 0     | +0.056 | -0.01 |
| (原铁液)     |   | 3.19      | 1.67  | 0.90  | 0.068 | 0.112  | 0.07  |
| 炉外孕育吸收    |   | —         | +0.12 | —     | —     | —      | —     |
| (孕育后铁液)   |   | 3.19      | 1.79  | 0.90  | 0.068 | 0.112  | 0.07  |

注：1. 采用熔炼炉类型：中央送风热风冲天炉，熔化率5t/h，炉内碳增加5%、硅烧损20%、锰烧损26%、硫增加100%、磷不变、铬烧损10%，铁液出炉温度1410~1450℃，铁液平均温度1420℃。

2. 炉前，检验三角试片的白口宽度大小，控制铁液成分，以硅含量为75%的硅铁进行孕育处理，100kg铁液加75%硅铁0.2kg，吸收率为80%。本件孕育后试片白口宽度6~8mm。

3. 验收项目：力学性能、机身油池部位应以煤油做渗漏试验，经8h不得有任何渗漏现象。

4. 检测结果：

化学成分(%)：C3.15, Si1.71, Mn0.94, P0.072, S0.099, Cr0.08；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 256MPa，硬度229~232HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于压缩机中要求合金灰铸铁HT200的壁厚为20~25mm的中体、缸盖、缸座、接筒等铸件。

配料实例 568 表 1.5-29 含 Cr 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 一级气缸体 (空气制氧机类空压机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 610\text{mm} \times 428\text{mm}$ , 为圆柱形结构, 主要壁厚 15mm, 水腔和气腔分别要求作水压和气压试验, 缸壁要求耐磨, 铸件毛重 320kg。采用 F 型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 HT250 (Cr), 抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{1.6} \geq 470\text{MPa}$ , 气缸壁硬度 190-241HBS |
| 合金成分控制 (%) | C 3.20~3.40, Si 1.50~1.80, Mn 0.5~0.9, P $\leq 0.10$ , S $\leq 0.10$ , Cr 0.5~0.8   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |      |       |       |       |       |
|-------|----------|------|-------|-------|-------|-------|
|       | C        | Si   | Mn    | P     | S     | Cr    |
| 本溪生铁  | 4.27     | 1.13 | 0.41  | 0.040 | 0.050 | —     |
| 普通回炉铁 | 3.30     | 2.04 | 0.82  | 0.026 | 0.069 | —     |
| 废钢    | 0.20     | 0.30 | 0.50  | 0.020 | 0.020 | —     |
| 75%硅铁 | —        | 75   | —     | —     | —     | —     |
| 锰 1   | —        | —    | 79.13 | —     | —     | —     |
| 铬 1   | —        | —    | —     | —     | —     | 99.09 |

| 炉料名称   | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |      |
|--------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|------|
|        |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cr   |
| 本溪生铁   | 40       | 1.71       | 0.45  | 0.16  | 0.016 | 0.020  | —    |
| 普通回炉铁  | 37       | 1.22       | 0.75  | 0.30  | 0.010 | 0.026  | —    |
| 废钢     | 23       | 0.05       | 0.07  | 0.12  | 0.005 | 0.005  | —    |
| 75%硅铁  | 1.10     | —          | 0.83  | —     | —     | —      | —    |
| 锰 1    | 0.8      | —          | —     | 0.63  | —     | —      | —    |
| 铬 1    | 0.65     | —          | —     | —     | —     | —      | 0.64 |
| 合 计    |          | 2.98       | 2.10  | 1.21  | 0.031 | 0.051  | 0.64 |
| 炉内熔化增减 |          | +0.21      | -0.32 | -0.24 | 0     | +0.051 | —    |
| (原铁液)  |          | 3.19       | 1.78  | 0.97  | 0.031 | 0.102  | 0.64 |

(续)

|         | 配料计算成分(%) |       |      |       |       |      |
|---------|-----------|-------|------|-------|-------|------|
|         | C         | Si    | Mn   | P     | S     | Cr   |
| 炉外孕育吸收  | —         | +0.18 | —    | —     | —     | —    |
| (孕育后铁液) | 3.19      | 1.96  | 0.97 | 0.031 | 0.102 | 0.64 |

注：1. 采用熔炼炉类型：连续出铁、出渣、热风、两排大间距冲天炉。炉内碳增加7%、硅烧损15%、锰烧损20%、硫增加100%、磷不变。

2. 炉外孕育，100kg铁液加75%硅铁0.3kg，吸收率为80%。

3. 炉前，用三角试片检查三角白口大小，控制铁液成分。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于空分制氧设备中，要求硬度190~241HBS的其他耐磨铸件。如空压机的二、三级气缸体等铸件；高纯氮压缩机的一、二、三级气缸体和氧压机的气缸体等铸件。

配料实例 569 表 1.5-30 含Cr的合金铸钢(耐磨铸铁)配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 气缸体(空分制氧机类膨胀机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸(328×225×425)mm，为圆柱形组合结构，主要壁厚15mm，要求作水压试验，铸件毛重46kg。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：合金灰铸铁HT300(Cr)，抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ ，抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 540\text{MPa}$ ，硬度170~240HBS |
| 合金成分控制(%) | C2.90~3.30，Si1.40~1.70，Mn0.8~1.20，P $\leq$ 0.10，S $\leq$ 0.10，Cr0.5~0.8   |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |       |       |       |       |
|-------|---------|------|-------|-------|-------|-------|
|       | C       | Si   | Mn    | P     | S     | Cr    |
| 本溪生铁  | 4.27    | 1.13 | 0.41  | 0.040 | 0.050 | —     |
| 普通回炉铁 | 3.30    | 2.04 | 0.82  | 0.026 | 0.069 | —     |
| 废钢    | 0.20    | 0.30 | 0.50  | 0.020 | 0.020 | —     |
| 75%硅铁 | —       | 75   | —     | —     | —     | —     |
| 锰-1   | —       | —    | 79.13 | —     | —     | —     |
| 铬-1   | —       | —    | —     | —     | —     | 99.09 |

(续)

| 炉料名称              | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |      |
|-------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|------|
|                   |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cr   |
| 本溪生铁              | 35       | 1.49       | 0.40  | 0.14  | 0.014 | 0.018  | —    |
| 普通回炉铁             | 35       | 1.16       | 0.71  | 0.29  | 0.009 | 0.024  | —    |
| 废钢                | 30       | 0.06       | 0.09  | 0.15  | 0.006 | 0.006  | —    |
| 75%硅铁             | 0.85     | —          | 0.64  | —     | —     | —      | —    |
| 锰-1               | 1.06     | —          | —     | 0.84  | —     | —      | —    |
| 铬-1               | 0.7      | —          | —     | —     | —     | —      | 0.69 |
| 合 计               |          | 2.71       | 1.84  | 1.42  | 0.029 | 0.048  | 0.69 |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |          | +0.22      | -0.28 | -0.28 | 0     | +0.048 | —    |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |          | —          | +0.18 | —     | —     | —      | —    |
|                   |          | 2.93       | 1.74  | 1.14  | 0.029 | 0.096  | 0.69 |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：连续出铁、出渣、热风、两排大间距冲天炉。炉内碳增加 8%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、铬不变、硫增加 100%、磷不变。  
 2. 炉外孕育，100kg 铁液加 75% 硅铁 0.3kg，吸收率为 80%。  
 3. 炉前，用三角试片检查三角白口大小，控制铁液成分。  
 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 5. 本配料还适用于空分制氧设备中，要求合金灰铸铁 HT300 的其他铸件。例如，膨胀机的法兰体、气缸盖、进气法兰和排气法兰等铸件。

配料实例 570 表 1.5-31 含 Cr 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料

| 铸件名称       | 烘缸（造纸机械类造纸机零件）   |      |     |                               |      |      |      |
|------------|--|------|-----|-------------------------------|------|------|------|
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1250\text{mm} \times 2450\text{mm}$ ，为筒形结构，承受蒸汽压力 0.29MPa，铸件毛重 4.2t，主要壁厚 22mm，全部加工，采用干型铸造。铸件进行自然时效处理，表面无铸造缺陷，不允许焊补<br>要求铸铁牌号：合金铸铁（含铬）、抗拉强度 $\sigma_b \geq 200\text{MPa}$ ，硬度 180~220HBS |      |     |                               |      |      |      |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制：C3.0~3.3，Si1.3~1.5，Mn1.0~1.3，P $\leq$ 0.1，S $\leq$ 0.12，Cr0.20~0.30  |      |     |                               |      |      |      |
| 配 料        |  |      |     |                               |      |      |      |
| 铸铁牌号       | 适用铸件类别<br>(或图件号)   |      |     | 炉前控制参考数<br>( $\Delta$ 读数或碳当量) |      |      |      |
| 合金铸铁(铬)    | 烘 缸  |      |     |                               |      |      |      |
| 品 名        | 规 格  | 配料比例 |     | 化学成分 (%)                      |      |      |      |
|            |  | (%)  | /kg | C                             | Si   | Mn   | Cr   |
| 规格成分       |  |      |     | 3.10                          | 1.40 | 1.20 | 0.25 |

(续)

| 铸铁牌号    |       | 适用铸件类别<br>(或图件号) |     | 炉前控制参考数<br>( $\Delta$ 读数或碳当量) |      |      |      |
|---------|-------|------------------|-----|-------------------------------|------|------|------|
| 合金铸铁(铬) |       | 烘缸               |     |                               |      |      |      |
| 品名      | 规格    | 配料比例             |     | 化学成分(%)                       |      |      |      |
|         |       | (%)              | /kg | C                             | Si   | Mn   | Cr   |
| 炉中增减    |       |                  |     | +7                            | -18  | -25  | -6   |
| 配料成分    |       |                  |     |                               |      |      |      |
| 生铁      | Z14   | 50               | 300 | 4.10                          | 1.36 | 0.60 |      |
| 回炉铁     | HT200 | 15               | 78  | 3.20                          | 1.30 | 1.00 |      |
| 回炉铁     | HT150 | 13               | 90  | 3.50                          | 1.70 | 0.70 |      |
| 杂钢      |       | 22               | 132 | 0.40                          | 0.50 | 0.50 |      |
| 金属料合计   |       | 100              | 600 | 3.18                          | 1.0  | 0.48 |      |
| 硅铁      | 75%Si | 0.6              | 3.6 |                               | 0.36 |      |      |
| 锰铁      | 65%Mn | 1.5              | 9   |                               |      | 0.73 |      |
| 铬铁      | 65%Cr | 0.4              |     |                               |      |      | 0.22 |
| 配得成分    |       |                  |     | 3.18                          | 1.36 | 1.21 | 0.22 |

注：1. 采用熔炼炉类型：多排风口曲线炉膛冷风冲天炉，熔化率5t/h，炉内碳增加7%、硅烧损18%、锰烧损25%、铬烧损6%、磷不变。

2. 炉前，用三角试片观察白口大小，用75%硅铁调整白口。

3. 检测结果：

化学成分(%)：C3.28，Si1.21，Mn1.02，P0.067，S0.096，Cr0.214；

力学性能：抗弯强度419MPa，缸面硬度184HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于造纸机械中要求合金灰铸铁HT200的铸铁烘缸盖和牙轮等铸件。

配料实例 571 表 1.5-32 含 Cr 的合金铸铁(耐磨铸铁)配料

| 铸件名称 | 卷筒(起重机类200t履带式起重机零件)  |
|------|---|
| 铸件特点 | <p>铸件轮廓尺寸<math>\phi 1650\text{mm} \times 2775\text{mm}</math>，为圆筒形结构，铸件毛重11500kg，主要壁厚80mm，四面全加工。采用专用砂箱分段造型，干型叠箱雨淋浇注。铸件要求时效处理</p> <p>要求铸铁牌号：合金灰铸铁HT250(含Cr)。抗拉强度<math>\sigma_b \geq 250\text{MPa}</math>，抗弯强度<math>\sigma_{bh} \geq 470\text{MPa}</math></p> |

(续)

| 合金成分控制(%) | C3.10~3.30, Si1.60~1.80, Mn0.8~1.0, P≤0.12, S≤0.12, Cr0.1~0.2 |           |       |       |       |        |       |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 配 料       |   |           |       |       |       |        |       |
| 炉料名称      | 炉料化学成分(%)   |           |       |       |       |        |       |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     | Cr     |       |
| 本溪生铁      | 4.10  | 1.38      | 0.67  | 0.050 | 0.050 | —      |       |
| 本厂回炉铁     | 3.50  | 1.80      | 0.60  | 0.082 | 0.054 | —      |       |
| 本厂废钢      | 0.40  | 0.30      | 0.50  | 0.030 | 0.020 | —      |       |
| 75 硅铁     | —   | 75        | —     | —     | —     | —      |       |
| 65 锰铁     | —   | —         | 65    | —     | —     | —      |       |
| 65 铬铁     | —   | —         | —     | —     | —     | 65     |       |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    |
| 本溪生铁      | 32  | 1.31      | 0.44  | 0.21  | 0.016 | 0.016  | —     |
| 本厂回炉铁     | 38  | 1.33      | 0.68  | 0.23  | 0.031 | 0.020  | —     |
| 本厂废钢      | 30  | 0.12      | 0.09  | 0.15  | 0.009 | 0.006  | —     |
| 75 硅铁     | 0.3   | —         | 0.23  | —     | —     | —      | —     |
| 65 锰铁     | 1.0   | —         | —     | 0.65  | —     | —      | —     |
| 65 铬铁     | 0.3   | —         | —     | —     | —     | —      | 0.20  |
| 合 计       |   | 2.76      | 1.44  | 1.24  | 0.056 | 0.042  | 0.20  |
| 炉内元素增减    |   | +0.41     | -0.22 | -0.25 | 0     | +0.025 | -0.03 |
| (原铁液)     |   | 3.17      | 1.22  | 0.99  | 0.056 | +0.067 | 0.17  |
| 炉外孕育吸收    |   | —         | +0.54 | —     | —     | —      | —     |
| (孕育后铁液)   |   | 3.17      | 1.76  | 0.99  | 0.056 | 0.067  | 0.17  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排大风口冷风冲天炉，熔化率 10t/h，炉内碳增加 15%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 60%、铬烧损 15%。

2. 炉前，用三角试片检验白口大小，控制铁液成分，并用 75% 硅铁在炉前进行孕育处理，100kg 铁液加 75% 硅铁 0.8kg，吸收率为 90%，硅铁粒度 10~20mm。

3. 检测结果：

化学成分(%)：C3.18, Si1.80, Mn0.81, P0.054, S0.065, Cr0.25。

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  284.2MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bt}$  651.7MPa, 硬度 197HBS;

金相组织：石墨形状为中等旋涡状，基体组织为珠光体 + 少量磷共晶。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 15. 含 Cr、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 572~581)

铬的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含铬合金铸铁的耐磨性和其他性能,可加入质量分数为 0.25%~1.00% 的铜。

对于压缩机、刨床、镗床、造纸机械、拖拉机、轿车、船用机械、小型柴油机之类铸件的含 Cr、Cu 的合金铸铁(耐磨铸铁)配料,可查配料实例 572~配料实例 581 或表 1.5-33~表 1.5-42。

**配料实例 572 表 1.5-33 含 Cr、Cu 的合金铸铁(耐磨铸铁)配料**

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 四段气缸体(压缩机类 H12 (1) —53/320 氮氢气压缩机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸(912mm×940mm×720mm),为圆柱形多层结构,分成水腔和气腔等空间,铸件净重 1.7t,主要壁厚 50mm,加工完成后要求在 3.7MPa 水压下作 30min 水压试验,不得有渗漏现象,气缸镜面硬度要求 185~241HBS<br>要求铸铁牌号:合金铸铁(含铜铬)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ ,硬度 185~241HBS |
| 合金成分控制(%) | 合金成分(%)控制:由于铸件重量大,壁厚,外形复杂,要求强度高,硬度高,中心致密无疏松,因此加入少量铜和铬,成分(%)为(C2.9~3.3、Si1.6~1.9、Mn0.8~1.1、P $\leq$ 0.2、S $\leq$ 2、Cr0.2~0.4、Cu0.7~0.9   |

### 配 料

| 炉料名称   | 配料比 (%) | 质量 /kg | 化学成分(%) |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |    |     |      |
|--------|---------|--------|---------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|----|-----|------|
|        |         |        | C       |      | Si   |      | Mn   |       | S    |      | P    |      | Cr   |    | Cu  |      |
|        |         |        | 含量      | 配入   | 含量   | 配入   | 含量   | 配入    | 含量   | 配入   | 含量   | 配入   | 含量   | 配入 | 含量  | 配入   |
| 新生铁    | 33.3    | 200    | 4.2     | 1.40 | 1.8  | 0.60 | 0.6  | 0.200 | 0.04 | 0.01 | 0.09 | 0.03 |      |    |     |      |
| 旧生铁    | 41.7    | 250    | 3.2     | 1.33 | 1.6  | 0.67 | 0.9  | 0.38  | 0.10 | 0.04 | 0.10 | 0.04 |      |    |     |      |
| 废钢     | 25.0    | 150    | 0.4     | 0.10 |      |      |      |       |      |      |      |      |      |    |     |      |
| 硅铁     | 0.67    | 4      |         |      | 75   | 0.50 |      |       |      |      |      |      |      |    |     |      |
| 锰铁     | 0.67    | 4      |         |      |      | 60   | 0.40 |       |      |      |      |      |      |    |     |      |
| 铬铁     | 0.5     | 3      |         |      |      |      |      |       |      |      |      | 50   | 0.25 |    |     |      |
| 电解铜    | 0.8     | 4.8    |         |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |    | 100 | 0.80 |
| 中间合金   |         |        |         |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |    |     |      |
| 炉料已有成分 |         |        | 2.83    |      | 1.77 |      | 0.98 |       | 0.05 |      | 0.07 |      | 0.25 |    |     | 0.80 |
| 试样化验成分 |         |        | 3.19    |      | 1.70 |      | 0.90 |       | 0.10 |      | 0.08 |      | 0.30 |    |     | 0.71 |

(续)

| 力学性能 | 抗拉强度<br>/MPa | 抗弯强度<br>/MPa | 挠度<br>/mm | 断裂伸长率<br>(%) | 冲击韧度<br>/J·cm <sup>-2</sup> | 硬度<br>HBS |  | 备 注                 |
|------|--------------|--------------|-----------|--------------|-----------------------------|-----------|--|---------------------|
|      |              | 616          | 3.2       |              |                             |           |  | Cr 高于配入量, 可能是由废钢中带入 |
|      |              | 650          | 3.2       |              |                             |           |  |                     |
|      |              | 695          | 3.0       |              |                             |           |  |                     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 双风带热风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 14%、硅烧损 3%、锰烧损 7%、硫增加 102%、铬烧损 11%、铜烧损 11%、磷不变。

2. 炉前加 75<sup>#</sup> 硅铁进行孕育处理, 加入量 0.3%, 用底宽 20mm 高 40mm 的三角试片的白口深度控制碳当量。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C 3.19, Si 1.70, Mn 0.90, P 0.08, S 0.108, Cr 0.30, Cu 0.71;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  654MPa, 挠度  $f$  3.2mm。

4. 本配料还适用于压缩机中要求耐磨耐热性较好, 强度较高的一些合金铸铁件, 如大型缸套、活塞环及空压机中重量较大的气缸体。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 573 表 1.5-34 含 Cr、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

| 铸件名称       | 气缸 (压缩机类 4M12 <sub>(3)</sub> 压缩机零件)  |      |      |       |       |      |    |
|------------|--|------|------|-------|-------|------|----|
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 800\text{mm} \times 684\text{mm} \times 717\text{mm}$ 。结构复杂, 多层缸壁, 有水腔、气腔之分, 缸径壁厚 38mm, 其余为 25~50mm。铸件重 740kg。采用干型、干芯铸造, 要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 HT250 (含 Cr、Cu)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 硬度 190~241HBS, 试验压力 3.7MPa (气室)。基体组织为细片状或中等片状珠光体 $\geq 95\%$ |      |      |       |       |      |    |
| 合金成分控制 (%) | C 3.0~3.2, Si 1.4~1.6, Mn 0.8~1.0, P < 0.12, S $\leq$ 0.12, Cr 0.3~0.5, Cu 0.4~0.8   |      |      |       |       |      |    |
| 配 料        |  |      |      |       |       |      |    |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |      |      |       |       |      |    |
|            | C  | Si   | Mn   | P     | S     | Cr   | Cu |
| 本溪生铁       | 4.30   | 1.40 | 0.70 | 0.060 | 0.030 | —    | —  |
| 回炉铁        | 3.20   | 1.80 | 0.80 | 0.100 | 0.100 | 0.20 | —  |



(续)

| 炉料名称    | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |       |     |
|---------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|-----|
|         | C           | Si        | Mn    | P     | S     | Cr     | Cu    |     |
| 废钢      | 0.20        | 0.30      | 0.50  | 0.020 | 0.020 | —      | —     |     |
| 75%硅铁   | —           | 75        | —     | —     | —     | —      | —     |     |
| 65%锰铁   | —           | —         | 65    | —     | —     | —      | —     |     |
| 60%铬铁   | —           | —         | —     | —     | —     | 60     | —     |     |
| 炉料名称    | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |     |
|         |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    | Cu  |
| 本溪生铁    | 40          | 1.72      | 0.56  | 0.28  | 0.024 | 0.012  | —     | —   |
| 回炉铁     | 35          | 1.12      | 0.63  | 0.28  | 0.035 | 0.035  | 0.07  | —   |
| 废钢      | 25          | 0.05      | 0.08  | 0.13  | 0.005 | 0.005  | —     | —   |
| 75%硅铁   | 0.5         | —         | 0.38  | —     | —     | —      | —     | —   |
| 65%锰铁   | 0.9         | —         | —     | 0.59  | —     | —      | —     | —   |
| 60%铬铁   | 0.7         | —         | —     | —     | —     | —      | 0.42  | —   |
| 合计      |             | 2.89      | 1.65  | 1.28  | 0.064 | 0.052  | 0.49  | —   |
| 炉内熔化增减  |             | +0.15     | -0.33 | -0.32 | 0     | +0.052 | -0.05 | —   |
| (原铁液)   |             | 3.04      | 1.32  | 0.96  | 0.064 | 0.104  | 0.44  | —   |
| 炉外孕育吸收  |             | —         | +0.18 | —     | —     | —      | —     | 0.6 |
| (孕育后铁液) |             | 3.04      | 1.50  | 0.96  | 0.064 | 0.104  | 0.44  | 0.6 |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：中央送风热风冲天炉，熔化率5t/h，炉内碳增加5%、硅烧损20%、锰烧损25%、硫增加100%、铬烧损10%、磷不变。
2. 炉后，铬以含铬量 $\geq 55\%$ 的铬铁在批料中加入。
3. 炉前，钢用电解钢并剪成小块在炉前出铁槽中加入，100kg铁液加99.99%电解钢0.6kg，吸收率为100%。
4. 炉前，用75%硅铁进行孕育处理，加入量0.3%，吸收率为80%。用三角试片检验白口宽度大小，控制铁液成分，孕育后三角试片白口宽度9~11mm。
5. 验收项目：力学性能，金相组织。
6. 检测结果：  
化学成分(%)：C3.10，Si1.54，Mn0.97，P0.069，S0.102，Cr0.42，Cu0.63；  
力学性能：抗拉强度 $\sigma_t$ 277MPa，硬度221~226HBS；  
金相组织：片状珠光体 $>95\%$ ，片状石墨长10~15 $\mu\text{m}$ 。
7. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
8. 本配料还适用于压缩机壁厚25~40mm，材质一般为合金铸铁HT250的中等工作压力气缸、缸盖、缸座、活塞等铸件。

配料实例 574 表 1.5-35 含 Cr、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 滑枕 (刨床类 BE6063 牛头刨零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1500mm × 270mm × 198mm, 为长条形结构, 铸件毛重 172kg, 铸件主要壁厚 12mm, 最厚处 50mm, 要求较好的耐磨性。采用干型和干芯铸造。铸件要求人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 MTCrCu250。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{18} \geq 470\text{MPa}$ , 硬度 180 ~ 220HES |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制: C3.1 ~ 3.3, Si1.7 ~ 1.9, Mn0.8 ~ 1.0, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12, Cu0.25 ~ 0.5, Cr0.6 ~ 1.10  |

配 料

| 材 料       | 每批铁重 /kg  | 每批料中各炉料重/kg |      |        |      |        |       |       |       |       |       |        |      | 处理意见   |     |     |
|-----------|-----------|-------------|------|--------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|--------|-----|-----|
|           |           | 新生铁         |      | 回炉铁    |      | 废 钢    |       | 硅 铁   |       | 锰 铁   |       | 铬 铁    |      |        | 石灰石 | 焦 炭 |
| MTCrCu250 | 300       | 75          |      | 165    |      | 60     |       | 1.41  |       | 1.65  |       | 1.8    |      | 12     | 37  |     |
| 材料要求      | 百分比重量 (%) | C (%)       |      | Si (%) |      | Mn (%) |       | P (%) |       | S (%) |       | Cr (%) |      | Cu (%) |     |     |
| 炉料要求      | /kg       | 原料          | 炉料   | 原料     | 炉料   | 原料     | 炉料    | 原料    | 炉料    | 原料    | 炉料    | 原料     | 炉料   | 原料     | 炉料  |     |
| 八钢新生铁     | 25        | 3.8         | 0.95 | 3.2    | 0.8  | 0.5    | 0.125 | 0.15  | 0.038 | 0.02  | 0.005 |        |      |        |     |     |
| 4#回炉铁     | 55        | 3.2         | 1.76 | 1.8    | 0.99 | 0.8    | 0.44  | 0.08  | 0.044 | 0.08  | 0.044 |        |      |        |     |     |
| 废钢        | 20        | 0.4         | 0.08 | 0.3    | 0.06 | 0.5    | 0.1   | 0.055 | 0.011 | 0.02  | 0.004 |        |      |        |     |     |
| 白口铁       |           |             |      |        |      |        |       |       |       |       |       |        |      |        |     |     |
|           |           |             | 2.8  |        | 2.2  |        | 1.0   |       | <0.15 |       | <0.08 |        | 0.38 |        |     |     |

炉前加入铜 1%, 试棒检测 结果: 抗拉强度  $\sigma_b$  277MPa, 抗弯强度  $\sigma_{18}$  485MPa, 硬度 235HRS, 石墨细片状均匀分布, 珠光体 > 98%

(续)

| 材料要求     | 百分比<br>(%) | 重量<br>/kg | C (%) |      | Si (%) |      | Mn (%) |      | P (%) |       | S (%) |       | Cr (%) |      | Cu (%) |      | 处理意见 |  |
|----------|------------|-----------|-------|------|--------|------|--------|------|-------|-------|-------|-------|--------|------|--------|------|------|--|
|          |            |           | 原料    | 炉料   | 原料     | 炉料   | 原料     | 炉料   | 原料    | 炉料    | 原料    | 炉料    | 原料     | 炉料   | 原料     | 炉料   |      |  |
| 小结       | 100        |           |       | 2.79 |        | 1.85 |        | 0.67 |       | 0.093 |       | 0.053 |        |      |        |      |      | 炉前加入铜1%, 试棒检测结果: 抗拉强度 $\sigma_b$ 277MPa, 抗弯强度 $\sigma_b$ 485MPa, 硬度 235HBS, 石墨细片状均匀分布, 珠光体>98% |
| 成分差数     |            |           |       |      |        | 0.35 |        | 0.33 |       |       |       |       |        |      |        |      |      |  |
| 加 75% 铸铁 |            |           |       |      |        | 0.47 |        |      |       |       |       |       |        |      |        |      |      |  |
| 加 60% 铸铁 |            |           |       |      |        |      |        | 0.55 |       |       |       |       |        |      |        |      |      |  |
| 加 60% 铸钢 |            |           |       |      |        |      |        |      |       |       |       |       |        | 0.60 |        |      |      |  |
| 化验结果     |            |           |       | 3.22 |        | 1.88 |        | 0.97 |       | 0.089 |       | 0.080 |        | 0.35 |        | 0.85 |      |  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 3t/h, 炉内硅烧损 12%, 锰烧损 18%。  
2. 铸在炉后用铸铁形式加入, 铜在炉前铁液槽冲入, 用 75% 铸铁作孕育处理, 炉前用三角试片检验白口大小, 控制白口宽度 3~4mm。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.22, Si1.88, Mn0.97, P0.089, S0.080, Cr0.35, Cu0.85;

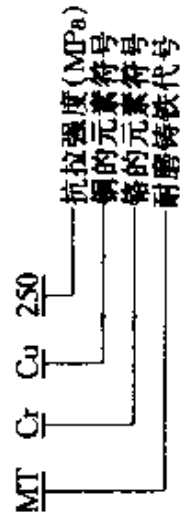
力学性能: 抗拉强度 $\sigma_b$  277MPa, 抗弯强度 $\sigma_b$  485MPa, 硬度 235HBS;

金相组织: 细片状石墨, 均匀分布。珠光体>98% (体积分数)。

4. 成分含量配料比例指质量分数。

5. 本配料还适用于刨床中要求耐磨铸铁 MT CrCu2S0 的其他铸件, 如横梁各种套、插杆、滑块等, 金相组织中珠光体均应>95% (体积分数)。

6. MTCrCu250 的主要含义如下:



配料实例 575 表 1.5-36 含 Cr、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 立柱 (镜床类卧式加工中心机床零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1840mm × 1072mm × 1010mm, 为具有导轨的斜梯形结构, 铸件毛重 2500kg, 主要壁厚 53mm, 最大壁厚 68mm, 最小 20mm。采用干型铸造 (水玻璃自硬砂)。主要加工导轨面。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 HT350 (含 Cr、Cu)。(φ30mm 拉棒) 抗拉强度 ≥ 350MPa, 抗弯强度 ≥ 610MPa, 硬度 > 200HBS (时效后) |
| 合金成分控制 (%) | C 3.00 ~ 3.20, Si 1.35 ~ 1.55, Mn 0.90 ~ 0.120, P ≤ 0.12, S < 0.10, Cr 0.15 ~ 0.35, Cu 0.50 ~ 0.80  |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     | Cr    |
| 越洲生铁   | 3.93     | 2.00 | 0.67 | 0.274 | 0.039 | —     |
| 水城生铁   | 4.35     | 1.60 | 0.72 | 0.100 | 0.040 | —     |
| 回炉铁    | 3.30     | 1.35 | 0.75 | 0.140 | 0.050 | 0.097 |
| 废钢     | 0.30     | 0.25 | 0.40 | 0.050 | 0.020 | —     |
| 轴承废钢   | 0.85     | 0.25 | 0.40 | 0.060 | 0.020 | 1.6   |
| 钢屑饼    | 0.30     | 0.25 | 0.40 | 0.050 | 0.020 | —     |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —        | —    | 65   | —     | —     | —     |

| 炉料名称   | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |    |
|--------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|----|
|        |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    | Cu |
| 越洲生铁   | 9.5      | 0.37       | 0.19  | 0.06  | 0.026 | 0.004  | —     | —  |
| 水城生铁   | 9.5      | 0.41       | 0.15  | 0.07  | 0.010 | 0.004  | —     | —  |
| 回炉铁    | 28       | 0.92       | 0.38  | 0.21  | 0.039 | 0.014  | 0.03  | —  |
| 废钢     | 24       | 0.07       | 0.06  | 0.10  | 0.012 | 0.005  | —     | —  |
| 轴承废钢   | 20       | 0.17       | 0.05  | 0.08  | 0.012 | 0.004  | 0.32  | —  |
| 钢屑饼    | 10       | 0.03       | 0.03  | 0.04  | 0.005 | 0.002  | —     | —  |
| 75% 硅铁 | 1.20     | —          | 0.90  | —     | —     | —      | —     | —  |
| 65% 锰铁 | 1.35     | —          | —     | 0.87  | —     | —      | —     | —  |
| 合 计    |          | 1.97       | 1.76  | 1.43  | 0.104 | 0.033  | 0.35  | —  |
| 炉内熔化增减 |          | +1.16      | -0.42 | -0.49 | 0     | +0.024 | -0.04 | —  |

(续)

|            | 配料计算成分(%) |       |      |       |       |      |       |
|------------|-----------|-------|------|-------|-------|------|-------|
|            | C         | Si    | Mn   | P     | S     | Cr   | Cu    |
| (原铁液)      | 3.13      | 1.34  | 0.94 | 0.104 | 0.057 | 0.31 | —     |
| 炉外加合金和孕育吸收 | —         | +0.22 | —    | —     | —     | —    | +0.60 |
| (孕育后铁液)    | 3.13      | 1.56  | 0.94 | 0.104 | 0.057 | 0.31 | 0.60  |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：两排中间距（500~590mm）冷风冲天炉，熔化率5t/h，炉内碳增加59%、硅烧损25%、锰烧损35%、硫增加75%、磷不变、铬烧损11%。
2. 炉外孕育：100kg铁液加75%硅铁0.23kg，吸收率为80%；24%硅钙0.23kg，吸收率为60%。加入电解铜0.6kg。
3. 炉前，用三角试片检验三角白口大小控制铁液成分。
4. 检测结果：  
力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 382.2MPa，挠度 $f$ 4mm。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
6. 本配料还适用于加工中心（THK4680）的床身、拖板、工作台等要求合金灰铸铁HT350的铸件。

配料实例 576 表 1.5-37 含 Cr、Cu 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料

|           |   |      |                  |         |      |                               |      |      |
|-----------|---|------|------------------|---------|------|-------------------------------|------|------|
| 铸件名称      | 大烘缸（造纸机械类造纸机零件）   |      |                  |         |      |                               |      |      |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 2500\text{mm} \times 2400\text{mm}$ ，为筒形结构，承受蒸汽压力0.29MPa，铸件毛重8.6t，主要壁厚35mm，全部加工。采用干型铸造。铸件进行自然时效，表面无铸造缺陷，不准许焊补<br>要求铸铁牌号：合金铸铁（含铬铜）。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ ，硬度190~240HBS |      |                  |         |      |                               |      |      |
| 合金成分控制(%) | 合金成分(%)控制：C2.9~3.3，Si1.2~1.4，Mn1.0~1.3， $P \leq 0.1$ ， $S \leq 0.12$ ，Cr0.25~0.35，Cu0.4~0.6   |      |                  |         |      |                               |      |      |
| 配 料       |   |      |                  |         |      |                               |      |      |
| 铸铁牌号      |   |      | 适用铸件类别<br>(或图件号) |         |      | 炉前控制参考数<br>( $\Delta$ 读数或碳当量) |      |      |
| 合金铸铁      |   |      | 大烘缸              |         |      |                               |      |      |
| 品 名       | 规 格   | 配料比例 |                  | 化学成分(%) |      |                               |      |      |
|           |   | (%)  | /kg              | C       | Si   | Mn                            | Cr   | Cu   |
| 规格成分      |   |      |                  | 3.10    | 1.30 | 1.10                          | 0.30 | 0.60 |
| 炉中增减      |   |      |                  | +7      | -18  | -25                           | -6   | -10  |

(续)

| 品名    | 规格      | 配料比例 |     | 化学成分(%) |      |      |      |      |
|-------|---------|------|-----|---------|------|------|------|------|
|       |         | (%)  | /kg | C       | Si   | Mn   | Cr   | Cu   |
| 配料成分  |         |      |     |         |      |      |      |      |
| 生铁    | Z14     | 45   | 270 | 4.10    | 1.36 | 0.60 |      |      |
| 回炉铁   | HT200   | 15   | 90  | 3.20    | 1.30 | 1.00 |      |      |
| 回炉铁   | HT150   | 12   | 72  | 3.50    | 1.70 | 0.70 |      |      |
| 杂钢    |         | 28   | 168 | 0.40    | 0.50 | 0.50 |      |      |
| 金属料合计 |         | 100  | 600 | 2.85    | 0.94 | 0.48 |      |      |
| 硅铁    | 75%Si   | 0.6  | 3.6 |         | 0.36 |      |      |      |
| 锰铁    | 65%Mn   | 1.4  | 8.4 |         |      | 0.63 |      |      |
| 铬铁    | 63%Cr   | 0.5  | 3   |         |      |      | 0.30 |      |
| 铜     | 99.9%Cu | 0.6  | 3.6 |         |      |      |      | 0.53 |
| 配得成分  |         |      |     | 3.04    | 1.30 | 1.11 | 0.30 | 0.53 |

特殊工艺标示:

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排风口曲线炉膛冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 7%、硅烧损 18%、锰烧损 25%、铬烧损 6%、铜烧损 10%。

2. 炉前, 用三角试片观察白口大小, 用 75% 硅铁调整白口。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.12, Si1.29, Mn0.94, P0.061, S0.104, Cr0.248, Cu0.435;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  502MPa, 缸面硬度 207HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于造纸机械中要求合金灰铸铁 HT250 的大烘缸盖、大牙轮等铸件。

### 配料实例 577 表 1.5-38 含 Cr、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 泵体 (拖拉机类丰收 180 拖拉机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 112mm×100mm×92mm, 为板体结构, 壁厚, 耐压、耐热、耐蚀, 铸件毛重 5kg, 最大厚度 70mm。采用湿型铸造。铸件要求低温退火消除应力处理<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含铜铬)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 200$ MPa, 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 400$ MPa, 硬度 170~241HBS |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.5, Si1.7~2.1, Mn0.5~0.8, P<0.15, S<0.12, Cu0.6~1.0, Cr0.2~0.5   |

(续)

| 配 料             |             |           |       |       |       |        |        |        |
|-----------------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 炉料名称            | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |        |        |
|                 | C           | Si        | Mn    | P     | S     | Cu     | Cr     |        |
| 邢台生铁            | 4.10        | 1.87      | 0.19  | 0.080 | 0.022 | —      | —      |        |
| 合金回炉料           | 3.20        | 2.00      | 0.65  | 0.070 | 0.080 | 0.65   | 0.30   |        |
| 高级回炉料           | 3.20        | 2.00      | 0.70  | 0.073 | 0.080 | —      | —      |        |
| 废钢              | 0.40        | 0.30      | 0.50  | —     | —     | —      | —      |        |
| 75%硅铁           | —           | 75        | —     | —     | —     | —      | —      |        |
| 65%锰铁           | —           | —         | 65    | —     | —     | —      | —      |        |
| 60%铬铁           | —           | —         | —     | —     | —     | —      | 60     |        |
| 电解铜             | —           | —         | —     | —     | —     | 100    | —      |        |
| 炉料名称            | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |        |
|                 |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Cu     | Cr     |
| 邢台生铁            | 35          | 1.43      | 0.65  | 0.07  | 0.028 | 0.008  | —      | —      |
| 合金回炉料           | 10          | 0.32      | 0.20  | 0.07  | 0.001 | 0.008  | 0.06   | 0.03   |
| 高级回炉料           | 40          | 1.28      | 0.80  | 0.28  | 0.030 | 0.032  | —      | —      |
| 废钢              | 15          | 0.06      | 0.04  | 0.08  | —     | —      | —      | —      |
| 75%硅铁           | 0.8         | —         | 0.60  | —     | —     | —      | —      | —      |
| 65%锰铁           | 0.6         | —         | —     | 0.39  | —     | —      | —      | —      |
| 60%铬铁           | 0.6         | —         | —     | —     | —     | —      | —      | (0.36) |
| 电解铜             | 0.8         | —         | —     | —     | —     | —      | (0.08) | —      |
| 合 计             |             | 3.09      | 2.29  | 0.89  | 0.059 | 0.048  | 0.06   | 0.03   |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液) |             | +0.15     | -0.34 | -0.18 | 0     | +0.033 | 0      | -0.005 |
| 炉外合金吸收          |             | —         | —     | —     | —     | —      | +0.80  | +0.31  |
| (炉外加合金后铁液)      |             | 3.24      | 1.95  | 0.71  | 0.059 | 0.081  | 0.86   | 0.34   |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距冷风冲天炉，炉内碳增加5%、硅烧损15%、锰烧损20%、硫增加70%、磷不变、铬烧损15%。

2. 炉前，电解铜放入包内，吸收率100%；小铬铁从铁液槽中冲入，吸收率85%。
3. 炉前，用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分。需孕育时可用75%硅铁孕育。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于丰收18~40拖拉机中要求铜铬合金铸铁的油泵左、右盖等铸件。

配料实例 578 表 1.5-39 含 Cr、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 制动器缸体 (轿车类奥迪和捷达轿车零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸: 153.6mm × 80mm × 52mm, 铸件毛重 1.65kg, 铸件结构属于圆柱形, 是实体形铸件。铸件是奥迪轿车制动器的缸体, 铸件有气密性要求, 铸件要有足够的强度、刚度和硬度, 铸件表面粗糙度应达到 $R_a 6.3\mu\text{m}$ 以下, 铸件尺寸精度应达到国际 CT5~CT6 级, 采用熔模精铸工艺方法生产。<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 HT250 (含 Cr、Cu)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 210\text{MPa}$ (从铸件本体车削试样), 硬度 179~241HBS |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制: C 3.2~3.4, Si 2.2~2.4, Mn 0.6~0.9, P $\leq 0.15$ , S $\leq 0.12$ , Cu 0.40~0.60, Cr 0.25~0.35   |

## 配 料

| 炉料名称     | 生铁    | 回炉料   | 废钢   | 锰铁      | 硅铁      | 铜       | 铬       |
|----------|-------|-------|------|---------|---------|---------|---------|
| 配料比例 (%) | 40~50 | 40~50 | 5~10 | 0.4~0.5 | 0.9~1.2 | 0.4~0.5 | 0.2~0.5 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 中频感应电炉熔炼, 熔化率 0.6t/h。  
2. 以上配料按现有原材料化学成分计算, 如果各种材料批次, 牌号变化, 需重新计算。  
3. 加料顺序: 生铁、废钢、回炉料、铬铁、锰铁、铜。  
4. 炉前观察三角试片:  
(1) 原铁液浇注三角试片, 观察白口深度, 以 12~14mm 为基准, 小于 12mm 时, 可将铁液再过热 5~7min; 大于 14mm 时, 15mm 加孕育剂 0.8kg, 16mm 加孕育剂 1.0kg。  
(2) 孕育后, 再次浇三角试片, 观察白口深度应为 6~8mm。  
5. 铁液出炉温度为 1480~1500°C。  
铁液浇注温度为 1300~1350°C, 浇注时间不能超过 10min/炉。  
6. 炉后化学成分、金相组织试样应取最后一包铁液。  
7. 浇注后, 模壳单独分开存放, 观察金相打硬度, 合格后再混装。  
8. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 579 表 1.5-40 含 Cr、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 气阀箱 (船用机械类船用 82 柴油机零件)  |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 515mm × 450mm × 640mm, 结构复杂, 铸件毛重 250kg, 最大壁厚 27mm, 最小壁厚 15mm, 有水夹层, 多处要进行加工, 气道部位不得产生铸造缺陷。采用干型铸造。铸件要进行人工时效处理。铸件加工后要进行 1MPa 的水压试验, 5min 不得有渗漏现象。<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 (含铜铬)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 硬度 170~241HBS |



(续)

| 合金成分控制(%) | (2.9~3.3, Si1.4~2.2, Mn0.7~1.0, S<0.12, P<0.2, Cr0.15~0.4, Cu0.7~1.0) |           |       |       |        |       |       |        |
|-----------|---|-----------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
| 配 料       |   |           |       |       |        |       |       |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |        |       |       |        |
|           | C   | Si        | Mn    | S     | P      | Cr    | Cu    |        |
| 本溪生铁      | 4.25  | 1.55      | 0.69  | 0.017 | 0.048  | —     | —     |        |
| 回炉铁       | 3.10  | 1.50      | 0.82  | 0.064 | 0.080  | 0.25  | 0.8   |        |
| 废钢        | 0.21  | 0.25      | 0.55  | 0.026 | 0.017  | —     | —     |        |
| 77%硅铁     | —   | 77        | —     | —     | —      | —     | —     |        |
| 81.5%锰铁   | —   | —         | 81.5  | —     | —      | —     | —     |        |
| 60%铬铁     | —   | —         | —     | —     | —      | 60    | —     |        |
| 电解铜       | —   | —         | —     | —     | —      | —     | 99.9  |        |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |        |       |       |        |
|           |   | C         | Si    | Mn    | S      | P     | Cr    | Cu     |
| 本溪生铁      | 30  | 1.27      | 0.46  | 0.20  | 0.005  | 0.014 | —     | —      |
| 回炉铁       | 30  | 0.93      | 0.45  | 0.24  | 0.019  | 0.024 | 0.07  | 0.24   |
| 废钢        | 40  | 0.08      | 0.10  | 0.22  | 0.010  | 0.007 | —     | —      |
| 77%硅铁     | 1.02  | —         | 0.79  | —     | —      | —     | —     | —      |
| 81.5%锰铁   | 0.53  | —         | —     | 0.44  | —      | —     | —     | —      |
| 60%铬铁     | 0.46  | —         | —     | —     | —      | —     | 0.28  | —      |
| 电解铜       | 0.61  | —         | —     | —     | —      | —     | —     | (0.61) |
| 合 计       |   | 2.28      | 1.80  | 1.10  | 0.034  | 0.045 | 0.35  | (0.85) |
| 炉内熔化增减    |   | +0.82     | -0.29 | -0.29 | +0.020 | 0     | -0.05 | -0.04  |
| (熔化后铁液)   |   | 3.1       | 1.51  | 0.81  | 0.054  | 0.045 | 0.30  | 0.81   |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口曲线炉膛热风冲天炉，炉内碳增加35.9%、硅烧损16.1%、锰烧损26.3%、硫增加60%、铬烧损14.2%、铜烧损4.7%、磷不变。
2. 炉外孕育采用77%硅铁孕育，根据铸件壁厚及原铁液白口大小，一般孕育量0.2%~0.4%左右，孕育吸收率为75%左右。
3. 炉前，用三角试片检验白口深度，控制铁液成分。
4. 检测结果：  
力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 280MPa，硬度279HBS。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
6. 本配料还适用于船用28柴油机中要求合金灰铸铁HT250的进气蜗壳、排气壳、排气外套等铸件。

配料实例 580 表 1.5-41 含 Cr、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 下罩壳 (船用机械类 25000t 货轮零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 900\text{mm} \times 325\text{mm}$ , 结构较简单, 采用 T 型铸造。铸件要求进行人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 (含铜铬)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 硬度 170~241HBS |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.3, Si1.4~2.2, Mn0.7~1.0, S<0.12, P<0.2, Cr0.15~0.4, Cu0.7~1.0  |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |      |     |
|---------|----------|------|------|-------|-------|------|-----|
|         | C        | Si   | Mn   | S     | P     | Cr   | Cu  |
| 本溪生铁    | 4.19     | 1.35 | 0.56 | 0.024 | 0.045 | —    | —   |
| 回炉铁     | 3.10     | 1.50 | 0.82 | 0.064 | 0.08  | 0.25 | 0.8 |
| 废钢      | 0.21     | 0.25 | 0.55 | 0.026 | 0.017 | —    | —   |
| 77%硅铁   | —        | 77   | —    | —     | —     | —    | —   |
| 81.5%锰铁 | —        | —    | 81.5 | —     | —     | —    | —   |
| 60%铬铁   | —        | —    | —    | —     | —     | 60   | —   |
| 电解铜     | —        | —    | —    | —     | —     | —    | 100 |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |       |      |
|---------|----------|------------|-------|-------|--------|-------|-------|------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | S      | P     | Cr    | Cu   |
| 本溪生铁    | 35       | 1.46       | 0.47  | 0.19  | 0.008  | 0.015 | —     | —    |
| 回炉铁     | 30       | 0.93       | 0.45  | 0.24  | 0.019  | 0.024 | 0.08  | 0.24 |
| 废钢      | 35       | 0.07       | 0.09  | 0.19  | 0.009  | 0.005 | —     | —    |
| 77%硅铁   | 1.16     | —          | 0.89  | —     | —      | —     | —     | —    |
| 81.5%锰铁 | 0.71     | —          | —     | 0.58  | —      | —     | —     | —    |
| 60%铬铁   | 0.46     | —          | —     | —     | —      | —     | 0.28  | —    |
| 电解铜     | 0.61     | —          | —     | —     | —      | —     | —     | 0.61 |
| 合 计     |          | 2.46       | 1.90  | 1.20  | 0.036  | 0.044 | 0.36  | 0.85 |
| 炉内熔化增减  |          | +0.64      | -0.23 | -0.33 | +0.074 | 0     | -0.12 | -0.1 |

(续)

|         | 配料计算成分(%) |      |      |       |       |      |      |
|---------|-----------|------|------|-------|-------|------|------|
|         | C         | Si   | Mn   | S     | P     | Cr   | Cu   |
| (熔化后铁液) | 3.10      | 1.67 | 0.87 | 0.110 | 0.044 | 0.24 | 0.75 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 炉内碳增加 26%、硅烧损 12.1%、锰烧损 27.5%、硫增加 205.8%、铬烧损 34.2%、铜烧损 11.7%、磷不变。

2. 炉外孕育采用 77% 硅铁孕育, 根据铸件壁厚及原铁液白口大小, 一般孕育量 0.2%~0.4% 左右, 孕育吸收率为 75% 左右。

3. 炉前, 用三角试片控制白口深度。

4. 检测结果:

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bt}$  517MPa, 挠度  $f$  3mm, 硬度 250HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于 25000t 货轮中要求合金灰铸铁 HT250 的下箱体、针齿壳等铸件。

### 配料实例 581 表 1.5-42 含 Cr、Cu 合金铸钢(耐磨铸钢)配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 气缸盖(小型柴油机类 EM195 型柴油机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 198mm×163mm×86mm, 为箱体结构, 铸件毛重 10kg, 壁厚均为 (5±0.8) mm, 内结构复杂, 加工要求高, 不允许有任何铸造缺陷存在。采用湿型铸造。铸件要求进行人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁(含铬铜)。抗弯强度 $\sigma_{bt} \geq 400$ MPa, 硬度 > 200HBS |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.5, Si1.5~2.0, Mn0.7~1.0, P<0.15, S≤0.12, Cr0.10~0.20, Cu0.5~0.8  |

#### 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%) |      |      |       |       |
|---------|---------|------|------|-------|-------|
|         | C       | Si   | Mn   | P     | S     |
| 渡口生铁    | 4.20    | 0.25 | 0.21 | 0.075 | 0.065 |
| 本溪生铁    | 4.12    | 1.42 | 0.65 | 0.052 | 0.026 |
| 回炉生铁    | 3.30    | 2.00 | 0.80 | 0.100 | 0.090 |
| 废钢      | 0.40    | 0.30 | 0.30 | 0.050 | 0.020 |
| 硅铁(75%) | —       | 75   | —    | —     | —     |
| 锰铁(65%) | —       | —    | 65   | —     | —     |

(续)

| 炉料名称       | 配料比 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |       |
|------------|---------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
|            |         | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    | Cu    |
| 渡口生铁       | 20      | 0.84       | 0.05  | 0.04  | 0.015 | 0.013  | —     | —     |
| 本溪生铁       | 20      | 0.82       | 0.28  | 0.13  | 0.010 | 0.005  | —     | —     |
| 回炉生铁       | 40      | 1.32       | 0.80  | 0.32  | 0.040 | 0.036  | —     | —     |
| 废钢         | 20      | 0.08       | 0.06  | 0.06  | 0.010 | 0.004  | —     | —     |
| 硅铁(75%)    | 0.9     | —          | 0.68  | —     | —     | —      | —     | —     |
| 锰铁(65%)    | 0.7     | —          | —     | 0.45  | —     | —      | —     | —     |
| 合 计        |         | 3.06       | 1.87  | 1.00  | 0.075 | 0.058  | —     | —     |
| 炉内熔化增减     |         | +0.15      | -0.37 | -0.20 | 0     | +0.058 | —     | —     |
| (原铁液)      |         | 3.21       | 1.50  | 0.80  | 0.075 | 1.160  | —     | —     |
| 炉外孕育加合金吸收  |         | —          | +0.15 | —     | —     | —      | +0.14 | +0.70 |
| (加合金孕育后铁液) |         | 3.21       | 1.65  | 0.80  | 0.075 | 1.160  | 0.14  | 0.70  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口热风冲天炉，熔化率 3t/h，炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前，在铁液包内加铬铁和紫钢，加入量分别为 0.4% 和 0.7%，收回率分别为 90% 和 100%。

3. 炉前，用 75% 硅铁进行孕育处理，加入量 0.25%，收回率为 80%。

4. 炉前，用三角试片检验白口大小，控制成分和力学性能。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 16. 含 Cr、Mo 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料（配料实例 582~587）

铬的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含铬合金铸铁的耐磨性和其他性能，可加入质量分数为 0.20% ~ 0.55% 的钼。

对于橡胶机械、发电机、汽轮机、中型载重汽车等类铸件的含 Cr、Mo 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料，可查配料实例 582~配料实例 587 或表 1.5-43 ~ 表 1.5-48。

配料实例 582 表 1.5-43 含 Cr、Mo 的合金铸铁(耐磨铸铁)配料

|           |  |             |          |          |            |            |            |            |    |      |
|-----------|--|-------------|----------|----------|------------|------------|------------|------------|----|------|
| 铸件名称      | 塞杆(橡胶机械类平板硫化机零件)   |             |          |          |            |            |            |            |    |      |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 400\text{mm} \times 900\text{mm}$ , 为圆桶形结构, 铸件毛重 630kg, 主要壁厚 80mm, 外圆全加工, 表面不允许有任何缺陷。铸件进行渗氮处理, 渗氮后硬度 $\geq 400\text{HV}$ , 试压 14.71MPa, 10min 不得渗漏<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁(含铬钼) |             |          |          |            |            |            |            |    |      |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.4, Si1.5~1.9, Mn0.6~1.0, P<0.2, S<0.12, Cr0.4~0.6, Mo0.2~0.4  |             |          |          |            |            |            |            |    |      |
| 配 料       |  |             |          |          |            |            |            |            |    |      |
| 炉料名称      | 配料比 (%)  | 炉料中含量/配料中含量 |          |          |            |            |            |            |    |      |
|           |  | C           | Si       | Mn       | P          | S          | Cr         | Mo         |    |      |
| 新生铁 Z22   | 30   | 4.2/1.26    | 2.1/0.63 | 0.6/0.18 | 0.03/0.009 | 0.02/0.006 |            |            |    |      |
| 机铁        | 50   | 3.4/1.7     | 1.8/0.90 | 0.8/0.40 | 0.2/0.100  | 0.1/0.050  |            |            |    |      |
| 废钢        | 20   |             | 0.2/0.04 | 0.6/0.12 |            |            |            |            |    |      |
| 锰铁        | 0.4  |             |          | 61/0.24  |            |            |            |            |    |      |
| 硅铁        | 0.2  |             | 73/0.146 |          |            |            |            |            |    |      |
| 铬铁        | 0.8  |             |          |          |            |            | 63.6/0.509 |            |    |      |
| 钼铁        | 0.5  |             |          |          |            |            |            | 61.4/0.307 |    |      |
| 配料成分      |  | 2.96        | 1.71     | 0.94     | 0.11       | 0.056      | 0.509      | 0.307      |    |      |
| 投料量/kg    | 层铁重  | 层焦重         | 石灰石      | 金属炉料     |            |            |            |            |    |      |
|           |  |             |          | 新生铁      | 机铁         | 废钢         | 锰铁         | 硅铁         | 铬铁 | 钼铁   |
|           | 250  | 27          | 10       | 75       | 125        | 50         | 1          | 0.5        | 2  | 1.25 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 卡腰式冷风冲天炉, 熔化率 2.5t/h, 炉内硅烧损 8%、锰烧损 13%。

2. 炉前, 用三角试片检查白口大小, 控制铁液成分, 用质量分数 75% 硅铁进行孕育处理。

3. 检测结果: 化学成分(%)为 C3.63, Si1.54, Mn0.76, P0.17, S0.103, Cr0.35, Mo0.3。

4. 成分含量和配料比皆指质量分数。

5. 本配料的综合性能较好, 可用于一般机床配件、齿轮、蜗轮等铸件。

配料实例 583 表 1.5-44 含 Cr、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |  |            |       |       |        |       |       |      |
|------------|--|------------|-------|-------|--------|-------|-------|------|
| 铸件名称       | 机座 (发电机类 200kW8 级节能发电机零件)  |            |       |       |        |       |       |      |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1490mm × 830mm × 806mm, 为箱式圆筒形结构, 壁薄, 肋板交错, 原薄不均, 加工面多, 结构复杂, 铸件毛重 1.3t。采用干型或湿型铸造。铸件要求低温退火处理, 消除内应力<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 HT250 (含 Cr、Mo)。抗拉强度 $\sigma_b > 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} > 470\text{MPa}$ , 硬度 180 ~ 240HBS |            |       |       |        |       |       |      |
| 合金成分控制 (%) | C3.0 ~ 3.6, Si1.7 ~ 2.2, Mn0.5 ~ 1.1, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.1, Cr0.2 ~ 0.3, Mo0.2 ~ 0.5  |            |       |       |        |       |       |      |
| 配 料        |  |            |       |       |        |       |       |      |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |        |       |       |      |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S      | Cr    | Mo    |      |
| 安阳生铁       | 4.71   | 1.93       | 0.274 | 0.079 | 0.0155 | —     | —     |      |
| 回炉铁        | 3.3  | 2.0        | 0.7   | 0.12  | 0.12   | —     | —     |      |
| 硅钢片        | 0.03   | 2.3        | —     | —     | —      | —     | —     |      |
| 硅铁         | —  | 65         | —     | —     | —      | —     | —     |      |
| 锰铁         | —  | —          | 65.8  | —     | —      | —     | —     |      |
| 铬铁         | —  | —          | —     | —     | —      | 50    | —     |      |
| 钼铁         | —  | —          | —     | —     | —      | —     | 55    |      |
| 炉料名称       | 炉料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |       |      |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P      | S     | Cr    | Mo   |
| 安阳生铁       | 55   | 2.29       | 1.07  | 0.15  | 0.04   | 0.009 | —     | —    |
| 回炉铁        | 30   | 0.99       | 0.6   | 0.21  | 0.03   | 0.03  | —     | —    |
| 硅钢片        | 15   | 0.004      | 0.34  | —     | —      | —     | —     | —    |
| 硅铁         | 0.625  | —          | 0.41  | —     | —      | —     | —     | —    |
| 锰铁         | 0.875  | —          | —     | 0.58  | —      | —     | —     | —    |
| 铬铁         | 0.75   | —          | —     | —     | —      | —     | 0.375 | —    |
| 钼铁         | 0.625  | —          | —     | —     | —      | —     | —     | 0.34 |



(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |       |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    | Mo    |
| 本溪生铁    | 48       | 1.92       | 0.84  | 0.29  | 0.043 | 0.007  | —     | —     |
| 普通回炉铁   | 20       | 0.68       | 0.34  | 0.14  | 0.012 | 0.016  | —     | —     |
| 废钢      | 32       | 0.06       | 0.06  | 0.16  | 0.010 | 0.010  | —     | —     |
| 75%硅铁   | 0.94     | —          | 0.71  | —     | —     | —      | —     | —     |
| 65%锰铁   | 0.78     | —          | —     | 0.51  | —     | —      | —     | —     |
| 67%铬铁   | 0.64     | —          | —     | —     | —     | —      | 0.43  | —     |
| 58%钼铁   | 0.90     | —          | —     | —     | —     | —      | —     | 0.52  |
| 合 计     |          | 2.66       | 1.95  | 1.10  | 0.065 | 0.035  | 0.43  | 0.52  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.45      | -0.30 | -0.33 | 0     | +0.035 | -0.13 | -0.08 |
| (原铁液)   |          | 3.11       | 1.65  | 0.77  | 0.065 | 0.070  | 0.30  | 0.44  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.30 | —     | —     | —      | —     | —     |
| (孕育后铁液) |          | 3.11       | 1.95  | 0.77  | 0.065 | 0.070  | 0.30  | 0.44  |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距热风冲天炉，熔化率 6t/h，炉内碳增加 17%、硅烧损 15%、锰烧损 30%、硫增加 100%、铬烧损 30%、钼烧损 15%、磷不变。

2. 炉外孕育，100kg 铁加 75% 硅铁 0.5kg，吸收率为 80%。

3. 炉前，用三角试片检验，三角白口宽度 5~7mm。

4. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.11，Si1.75，Mn0.76，P0.074，S0.084，Cr0.25，Mo0.45；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 672MPa，挠度  $f$  4.1mm，硬度 245HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于汽轮机中要求合金灰铸铁 HT300 的油动机壳体、中隔板、错油门套筒等铸件。

配料实例 585 表 1.5-46 含 Cr、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

| 铸件名称 | 调速器壳体 (汽轮机类零件)   |
|------|--|
| 铸件特点 | <p>铸件轮廓尺寸 <math>\phi 530\text{mm} \times 535\text{mm}</math>，为套筒形结构，内腔形状复杂，装有控制油路的阀杆和套筒等，铸件毛重 415kg，主要壁厚 35mm。采用干型铸造。</p> <p>铸件要求时效处理</p> <p>要求铸铁牌号：合金灰铸铁 HT300 (含 Cr、Mo)。抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 300\text{MPa}</math>，抗弯强度 <math>\sigma_{bb} \geq 540\text{MPa}</math>，挠度 <math>\geq 3\text{mm}</math>，硬度 180~255HBS</p> |



(续)

|           |   |           |       |       |       |       |      |        |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.45, Si1.8~2.4, Mn0.7~1.0, P≤0.25, S≤0.12, Cr0.25~0.40, Mo0.35~0.55 |           |       |       |       |       |      |        |
| 配 料       |   |           |       |       |       |       |      |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |       |      |        |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     | Cr    | Mo   |        |
| 本溪生铁      | 4.20  | 0.65      | 0.13  | 0.048 | 0.031 | —     | —    |        |
| 合金回炉铁     |   |           |       |       |       |       |      |        |
| 普通回炉铁     | 3.4   | 1.8       | 0.7   | 0.06  | 0.08  | —     | —    |        |
| 废钢        | 0.2   | 0.2       | 0.5   | 0.03  | 0.03  |       |      |        |
| 75%硅铁     | —   | 75        | —     | —     | —     | —     | —    |        |
| 65%锰铁     | —   | —         | 65    | —     | —     | —     | —    |        |
| 67%铬铁     | —   | —         | —     | —     | —     | 67    | —    |        |
| 58%钼铁     | —   | —         | —     | —     | —     | —     | 58   |        |
| 电解铜       |   |           |       |       |       |       |      |        |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |      |        |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S     | Cr   | Mo     |
| 本溪生铁      | 39  | 1.64      | 0.25  | 0.05  | 0.019 | 0.012 | —    | —      |
| 合金回炉铁     |   |           |       |       |       |       |      |        |
| 普通回炉铁     | 40  | 1.36      | 0.72  | 0.28  | 0.024 | 0.032 | —    | —      |
| 废钢        | 21  | 0.042     | 0.04  | 0.11  | 0.006 | 0.006 | —    | —      |
| 75%硅铁     | 0.84  | —         | 0.63  | —     | —     | —     | —    | —      |
| 65%锰铁     | 0.62  | —         | —     | 0.4   | —     | —     | —    | —      |
| 67%铬铁     | 0.55  | —         | —     | —     | —     | —     | 0.37 | —      |
| 58%钼铁     | 0.82  | —         | —     | —     | —     | —     | —    | 0.48   |
| 电解铜       |   |           |       |       |       |       |      |        |
| 合 计       |   | 3.04      | 1.64  | 0.84  | 0.049 | 0.05  | 0.37 | 0.48   |
| 炉内熔化增减    |   | -0.04     | -0.08 | -0.04 | 0     | 0     | 0.02 | -0.025 |

(续)

|         | 配料计算成分(%) |       |      |       |      |      |       |
|---------|-----------|-------|------|-------|------|------|-------|
|         | C         | Si    | Mn   | P     | S    | Cr   | Mo    |
| (原铁液)   | 3.00      | 1.56  | 0.80 | 0.049 | 0.05 | 0.35 | 0.455 |
| 炉外孕育吸收  | —         | +0.34 | —    | —     | —    | —    | —     |
| (孕育后铁液) | 3.00      | 1.90  | 0.80 | 0.049 | 0.05 | 0.35 | 0.455 |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：3t 工频无芯感应加热炉，炉内碳烧损 1%、硅烧损 5%、锰烧损 5%、铬烧损 5%、钼烧损 5%、磷和硫不变。
2. 炉外孕育，100kg 铁液加 75% 硅铁 0.4kg，吸收率为 90%。
3. 炉前，用三角试片检验，三角白口宽度 5~7mm。
4. 检测结果：  
化学成分(%)：C3.16, Si1.73, Mn0.94, P0.055, S0.063, Cr0.38, Mo0.47；  
力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 358MPa, 抗弯强度  $\sigma_{0.2}$ 652MPa, 硬度 350HBS。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
6. 本配料还适用于汽轮机中要求合金灰铸铁 HT300 的油动机壳体、中隔板、错油门套筒等铸件。

### 配料实例 586 表 1.5-47 含 Cr、Mo 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料

| 铸件名称      | 第 28 级隔板上半（汽轮机类零件）  |      |      |      |      |    |    |
|-----------|---|------|------|------|------|----|----|
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1680\text{mm} \times 154\text{mm}$ ，为半环形轮类结构，内环与外环之间铸嵌有 1Cr13 不锈钢叶片，铸件毛重 700kg，主要壁厚 146mm，工作温度低于 350℃，铸件要求有较高的力学性能、耐热性能以及铸造和焊接性能。采用金属型、干芯铸造<br>要求铸铁牌号：合金灰铸铁 HT250（含 Cr、Mo）。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ ，抗弯强度 $\sigma_{0.2} \geq 470\text{MPa}$ ，挠度 $f \geq 3\text{mm}$ ，硬度 180~255HBS |      |      |      |      |    |    |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.45, Si1.8~2.4, Mn0.7~1.0, P0.07~0.25, S $\leq$ 0.12, Cr0.25~0.4, Mo0.35~0.55   |      |      |      |      |    |    |
| 配 料       |   |      |      |      |      |    |    |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |      |      |      |      |    |    |
|           | C   | Si   | Mn   | P    | S    | Cr | Mo |
| 本溪生铁      | 3.99  | 1.97 | 0.72 | 0.03 | 0.05 | —  | —  |
| 普通回炉铁     | 3.30  | 1.90 | 0.66 | 0.08 | 0.10 | —  | —  |
| 废钢        | 0.30  | 0.30 | 0.50 | 0.04 | 0.06 | —  | —  |
| 75% 硅铁    | —   | 75   | —    | —    | —    | —  | —  |

(续)

| 炉料名称    | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |       |       |
|---------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
|         | C           | Si        | Mn    | P     | S     | Cr     | Mo    |       |
| 69% 锰铁  | —           | —         | 69    | —     | —     | —      | —     |       |
| 65% 铬铁  | —           | —         | —     | —     | —     | 65     | —     |       |
| 61% 钼铁  | —           | —         | —     | —     | —     | —      | 61    |       |
| 炉料名称    | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |       |
|         |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    | Mo    |
| 本溪生铁    | 40          | 1.60      | 0.79  | 0.29  | 0.012 | 0.020  | —     | —     |
| 普通回炉铁   | 35          | 1.16      | 0.67  | 0.23  | 0.020 | 0.035  | —     | —     |
| 废钢      | 25          | 0.08      | 0.08  | 0.13  | 0.010 | 0.015  | —     | —     |
| 75% 硅铁  | 0.76        | —         | 0.57  | —     | —     | —      | —     | —     |
| 69% 锰铁  | 0.52        | —         | —     | 0.36  | —     | —      | —     | —     |
| 65% 铬铁  | 0.61        | —         | —     | —     | —     | —      | 0.40  | —     |
| 61% 钼铁  | 0.82        | —         | —     | —     | —     | —      | —     | 0.50  |
| 合 计     |             | 2.84      | 2.11  | 1.01  | 0.042 | 0.070  | 0.40  | 0.50  |
| 炉内熔化增减  |             | +0.39     | -0.21 | -0.21 | 0     | +0.035 | -0.03 | -0.05 |
| (原铁液)   |             | 3.23      | 1.90  | 0.80  | 0.042 | 0.105  | 0.37  | 0.45  |
| 炉外孕育吸收  |             | —         | +0.30 | —     | —     | —      | —     | —     |
| (孕育后铁液) |             | 3.23      | 2.20  | 0.80  | 0.042 | 0.105  | 0.37  | 0.45  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口热风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内碳增加 13.7%、硅烧损 10%、锰烧损 21%、硫增加 50%、铬烧损 8%、钼烧损 10%、磷不变。

2. 炉前，孕育处理采用 75% 硅铁，加入量 0.45%，吸收率为 90%；包内加 0.3% 的苏打 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 对铁液脱硫处理。用三角试片检验白口大小。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.28, Si2.18, Mn0.79, P0.065, S0.043, Cr0.37, Mn0.46；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_{bb}$  606MPa，挠度  $f$  4.5mm，硬度 219HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于汽轮机中要求合金灰铸铁 HT250 的隔板、隔板套、活塞、活塞环等铸件。

配料实例 587 表 1.5-48 含 Cr、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |  |            |        |       |       |       |       |      |
|------------|--|------------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| 铸件名称       | 发动机挺杆体 (中型载重汽车发动机零件)   |            |        |       |       |       |       |      |
| 铸件特点       | 铸件毛坯为 $\phi 26\text{mm} \times 67\text{mm}$ 的圆柱体, 毛重 0.25kg, 是发动机上的关键零件之一, 要求耐磨, 一端面冷激层白口深度 $\approx 5\text{mm}$ , 而白口层加麻口层深度 $\approx 14\text{mm}$ 。采用湿型顶注, 底箱为冷激铁板<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 (含 Cr、Mo) |            |        |       |       |       |       |      |
| 合金成分控制 (%) | C 3.60 ~ 3.80, Si 1.9 ~ 2.2, Mn 0.40 ~ 0.60, P $\leq$ 0.10, S $\leq$ 0.10, Cr 0.20 ~ 0.40, Mo 0.20 ~ 0.40  |            |        |       |       |       |       |      |
| 配 料        |  |            |        |       |       |       |       |      |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |        |       |       |       |       |      |
|            | C  | Si         | Mn     | P     | S     | Cr    | Mo    |      |
| 新生铁        | 4.09   | 1.74       | 0.78   | 0.050 | 0.030 |       |       |      |
| 本身回炉铁      | 3.60   | 2.10       | 0.60   | 0.070 | 0.030 | 0.30  | 0.30  |      |
| 废钢         | 0.20   | 0.20       | 0.40   |       |       |       |       |      |
| 75% 硅铁     |  | 75         |        |       |       |       |       |      |
| 铬铁         |  |            |        |       |       | 64.93 |       |      |
| 钼铁         |  |            |        |       |       |       | 56.0  |      |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |        |       |       |       |       |      |
|            |  | C          | Si     | Mn    | P     | S     | Cr    | Mo   |
| 新生铁        | 80   | 3.27       | 1.39   | 0.62  | 0.040 | 0.024 |       |      |
| 本身回炉铁      | 15   | 0.54       | 0.32   | 0.09  | 0.010 | 0.004 | 0.045 |      |
| 废钢         | 5  | 0.01       | 0.01   | 0.02  |       |       |       |      |
| 75% 硅铁     | 0.7  |            | 0.52   |       |       |       |       |      |
| 铬铁         | 0.4  |            |        |       |       | 0.26  |       |      |
| 钼铁         | 0.5  |            |        |       |       |       | 0.28  |      |
| 孕育 0.1     |  |            | (0.07) |       |       |       |       |      |
| 合计         |  | 3.82       | 2.31   | 0.73  | 0.05  | 0.03  | 0.31  | 0.32 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 容量为 150kg 的中频无心感应加热电炉。

2. 炉前检验以检查本体白口深度为准。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 17. 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 588~602)

铬的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含铬合金铸铁的耐磨性和其他性能,可加入质量分数为 0.15%~0.60% 的钼和 0.50%~1.2% 的铜。

对于压缩机、仪表机床、造纸机械、橡胶机械、玻璃机械、水上机械、船用机械等类铸件的含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁(耐磨铸铁)配料,可查配料实例 588~配料实例 602 或表 1.5-49~表 1.5-63。

**配料实例 588**      **表 1.5-49 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁**  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 一级缸体(压缩机类 3L-10/8 空压机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 584\text{mm} \times 472\text{mm}$ , 近似为双套筒式结构, 两筒之间有许多隔壁, 其中分为两个系统, 有串气和串水两部分组成, 各部壁厚差别较小, 平均壁厚为 25mm, 内缸壁是承受主要交变负荷的摩擦面, 铸件毛重 275kg, 采用干芯、干型铸造。铸件需进行人工时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁(含铜铬钼)。抗拉强度 $\sigma_b > 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} > 470\text{MPa}$ , 硬度 190~241HBS |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.1, Si1.4~1.6, Mn0.8~1.0, S<0.12, P0.15~0.20, Cu0.5, Cr0.2~0.3, Mo0.2~0.3  |

### 配 料

| 炉料名称   | 炉 料 成 分 (%) |      |      |       |       |     |    |    |
|--------|-------------|------|------|-------|-------|-----|----|----|
|        | C           | Si   | Mn   | S     | P     | Cu  | Cr | Mo |
| 济南生铁   | 3.81        | 2.45 | 0.86 | 0.025 | 0.064 | —   | —  | —  |
| 回炉铁    | 3.20        | 2.00 | 0.90 | 0.110 | 0.115 | —   | —  | —  |
| 废钢     | 0.30        | 0.30 | 0.50 | 0.040 | 0.040 | —   | —  | —  |
| 75% 硅铁 | —           | 70   | —    | —     | —     | —   | —  | —  |
| 60% 锰铁 | —           | —    | 60   | —     | —     | —   | —  | —  |
| 50% 铬铁 | —           | —    | —    | —     | —     | —   | 50 | —  |
| 50% 钼铁 | —           | —    | —    | —     | —     | —   | —  | 50 |
| 16% 磷铁 | —           | —    | —    | —     | 16    | —   | —  | —  |
| 电解钢    | —           | —    | —    | —     | —     | 100 | —  | —  |

(续)

| 配 料     |          |            |       |       |        |       |      |      |      |
|---------|----------|------------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|
| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |       |      |      |      |
|         |          | C          | Si    | Mn    | S      | P     | Cu   | Cr   | Mo   |
| 济南生铁    | 30       | 1.14       | 0.74  | 0.26  | 0.008  | 0.019 | —    | —    | —    |
| 回炉铁     | 40       | 1.28       | 0.80  | 0.36  | 0.044  | 0.046 | —    | —    | —    |
| 废钢      | 30       | 0.09       | 0.09  | 0.15  | 0.012  | 0.012 | —    | —    | —    |
| 75%硅铁   | 0.2      | —          | 0.14  | —     | —      | —     | —    | —    | —    |
| 60%锰铁   | 0.6      | —          | —     | 0.36  | —      | —     | —    | —    | —    |
| 50%铬铁   | 0.3      | —          | —     | —     | —      | —     | —    | 0.15 | —    |
| 50%钼铁   | 0.4      | —          | —     | —     | —      | —     | —    | —    | 0.20 |
| 16%磷铁   | 0.5      | —          | —     | —     | —      | 0.080 | —    | —    | —    |
| 电解铜     | 0.5      | —          | —     | —     | —      | —     | 0.50 | —    | —    |
| 合计      |          | 2.51       | 1.77  | 1.13  | 0.064  | 0.157 | 0.50 | 0.15 | 0.20 |
| 炉内熔化增减  |          | +0.50      | -0.35 | -0.28 | +0.058 | 0     | —    | —    | —    |
| (原铁液)   |          | 3.01       | 1.42  | 0.85  | 0.122  | 0.157 | 0.50 | —    | —    |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | 0.10  | —     | —      | —     | —    | —    | —    |
| (孕育后铁液) |          | 3.01       | 1.52  | 0.85  | 0.122  | 0.157 | 0.50 | 0.15 | 0.20 |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口灯罩式冲天炉，熔化率 5t/h，风口总截面积占炉膛截面积的 2.2%，炉内碳增加 16%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 90%、铜铬钼不变、磷不变。

2. 炉前用尺寸为 100mm×25mm×12.5mm 的三角试片观察白口宽度，用 75% 硅铁孕育，加入量为 0.4% 左右，吸收率为 37%，控制白口宽度为 3~5mm。

3. 检测结果：

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  355MPa，抗弯强度  $\sigma_{18}$  639MPa，硬度 249HBS；

金相组织：石墨，中等片状及少量小片状；基体，珠光体 95%、铁素体 3%，渗碳体、磷化物 2%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 589 表 1.5-50 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 高压气缸 (压缩机类 4M8 (3A) 压缩机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 569\text{mm} \times 504\text{mm} \times 858\text{mm}$ , 结构复杂, 多层缸壁, 有水腔、气腔之分, 缸径壁厚 48mm, 其余为 35~65mm, 铸件重 520kg。采用干型、干芯铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁。抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ , 硬度 190~255HBS, 试验压力 18.4MPa (气室)。基体组织为细片状或中等片状珠光体 $\geq 95\%$ |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.1, Si1.4~1.6, Mn0.9~1.1, P<0.12, S $\leq$ 0.11, Cr0.3~0.5, Mo0.4~0.6, Cu0.6~1.0   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |      |    |    |
|--------|----------|------|------|-------|-------|------|----|----|
|        | C        | Si   | Mn   | P     | S     | Cr   | Mo | Cu |
| 本溪生铁   | 4.30     | 1.40 | 0.70 | 0.060 | 0.030 | —    | —  | —  |
| 回炉铁    | 3.20     | 1.80 | 0.80 | 0.100 | 0.100 | 0.20 | —  | —  |
| 废钢     | 0.20     | 0.30 | 0.50 | 0.020 | 0.020 | —    | —  | —  |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     | —    | —  | —  |
| 65% 锰铁 | —        | —    | 65   | —     | —     | —    | —  | —  |
| 60% 铬铁 | —        | —    | —    | —     | —     | 60   | —  | —  |
| 55% 钼铁 | —        | —    | —    | —     | —     | —    | 55 | —  |

| 炉料名称   | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       |      |      |    |
|--------|----------|------------|------|------|-------|-------|------|------|----|
|        |          | C          | Si   | Mn   | P     | S     | Cr   | Mo   | Cu |
| 本溪生铁   | 35       | 1.51       | 0.49 | 0.25 | 0.021 | 0.011 | —    | —    | —  |
| 回炉铁    | 40       | 1.28       | 0.72 | 0.32 | 0.040 | 0.040 | 0.08 | —    | —  |
| 废钢     | 25       | 0.05       | 0.08 | 0.13 | 0.005 | 0.005 | —    | —    | —  |
| 75% 硅铁 | 0.5      | —          | 0.38 | —    | —     | —     | —    | —    | —  |
| 65% 锰铁 | 1.0      | —          | —    | 0.65 | —     | —     | —    | —    | —  |
| 60% 铬铁 | 0.7      | —          | —    | —    | —     | —     | 0.42 | —    | —  |
| 55% 钼铁 | 1.0      | —          | —    | —    | —     | —     | —    | 0.55 | —  |
| 合计     |          | 2.84       | 1.67 | 1.35 | 0.066 | 0.056 | 0.50 | 0.55 | —  |

(续)

| 配 料     |           |       |       |       |        |       |       |      |
|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|------|
|         | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |       |      |
|         | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    | Mo    | Cu   |
| 炉内熔化增减  | +0.14     | -0.33 | -0.34 | 0     | +0.056 | -0.05 | -0.06 | —    |
| (原铁液)   | 2.98      | 1.34  | 1.01  | 0.066 | 0.11   | 0.45  | 0.49  | —    |
| 炉外孕育吸收  | —         | +0.18 | —     | —     | —      | —     | —     | +0.8 |
| (孕育后铁液) | 2.98      | 1.52  | 1.01  | 0.066 | 0.11   | 0.45  | 0.49  | 0.8  |

注：1. 采用熔炼炉类型：中央送风热风冲天炉，熔化率5t/h，炉内碳增加5%、硅烧损20%、锰烧损25%、磷不变、硫增加100%、铬烧损10%、钼烧损10%，铁液出炉温度1410~1450℃，铁液平均温度1420℃。

2. 炉后，铬以铬含量≥55%的铬铁在批料中加入，钼以含钼量≥55%的钼铁在批料中加入。

3. 炉前，铜用电解铜并剪成小块在炉前出铁槽中加入，100kg铁液加99.99%电解铜0.8kg，吸收率为100%。

4. 炉前，用75%硅铁进行孕育处理，加入量0.3%，吸收率为80%。用三角试片检验白口宽度大小，控制铁液成分，孕育后三角试片白口宽度10~12mm。

5. 必要时还可进行炉外脱硫。

6. 验收项目：力学性能，金相组织。

7. 检测结果：

化学成分(%)：C3.01，Si1.53，Mn1.04，P0.071，S0.102，Cr0.46，Cu0.79，Mo0.50；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 319MPa，硬度242~247HBS；

金相组织：片状珠光体>95%，片状石墨长15~20 $\mu$ m。

8. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

9. 本配料还适用于压缩机壁厚为30~50mm，材质为合金铸铁HT300的、试验压力18.4MPa左右的高压气缸以及联接盘等铸件。

**配料实例 590**      **表 1.5-51 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁**  
(耐磨铸铁) 配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 床身(仪表机床类 X8130 仪表万能工具铣床零件)  |
| 铸件特点      | 铸件为箱体形结构，轮廓尺寸885mm×460mm×440mm，铸件毛重250kg，主要壁厚为12mm，立导轨和顶导轨处壁厚为55~60mm，内腔复杂，铸型中计有大小型芯共11个。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号：耐磨铸铁 MTCrMoCu300。抗拉强度 $\sigma_b$ ≥300MPa， $\phi$ 30mm 试棒硬度≥210HBS，铸件导轨处加工后硬度≥190HBS |
| 合金成分控制(%) | 合金成分(%)控制：C3.00~3.20，Si1.80~2.00，Mn0.80~0.90，P≤0.12，S≤0.10，Cr0.18~0.25，Mo0.22~0.30，Cu0.70~0.90  |



(续)

| 炉料名称               | 炉料化学成分(%) |     |     |      |      |     |      |     | 加入量<br>(%) |
|--------------------|-----------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|------------|
|                    | C         | Si  | Mn  | P    | S    | Cr  | Mn   | Cu  |            |
| 首钢 Z15 生铁          | 4.1       | 1.6 | 0.6 | 0.07 | 0.03 |     |      |     | 45         |
| 合金回炉铁              | 3.0       | 1.8 | 0.8 | 0.1  | 0.1  | 0.2 | 0.25 | 0.8 | 20         |
| 普通回炉铁              | 3.2       | 1.6 | 0.8 | 0.1  | 0.1  |     |      |     | 15         |
| 废钢                 |           |     |     |      |      |     |      |     | 20         |
| 75 <sup>#</sup> 硅铁 |           | 75  |     |      |      |     |      |     | 1.08       |
| 65 <sup>#</sup> 锰铁 |           |     | 65  |      |      |     |      |     | 0.91       |
| 中碳铬铁               |           |     |     |      |      | 60  |      |     | 0.35       |
| 55B 钼铁             |           |     |     |      |      |     | 55   |     | 0.43       |
| 电解铜                |           |     |     |      |      |     |      | 80  | 0.64       |

注: 1. 配料计算如下:

Si 量计算:(Si 在炉内烧损以 20% 计)

$$\text{生铁带人的 Si} = 1.6 \times 45\% = 0.72\%$$

$$\text{回炉铁带人的 Si} = 1.8 \times 20\% + 1.6 \times 15\% = 0.60\%$$

$$\text{合计} = 1.32\%$$

$$\text{带人的 Si 减去烧损后还剩 } 1.32 \times (1 - 20\%) = 1.056\%$$

$$\text{应补 Si 量 } 1.90\% - 1.056\% = 0.844\%$$

其中炉内补 Si 0.65%, 炉外孕育补 Si 0.20%

$$\text{加上烧损后炉内应补 Si} = 0.65 \div (1 - 20\%) = 0.81\%$$

$$\text{折合成 75Si-Fe 为 } 0.81 \div 75\% = 1.08\%$$

Mn 量计算:(Mn 在炉内烧损以 25% 计)

$$\text{生铁带人的 Mn} = 0.6 \times 45\% = 0.27\%$$

$$\text{回炉铁带人的 Mn} = 0.8 \times 20\% + 0.8 \times 15\% = 0.28\%$$

$$\text{合计} = 0.55\%$$

$$\text{带人的 Mn 减去烧损后还剩 } 0.55 \times (1 - 25\%) = 0.4125\%$$

$$\text{应补 Mn 量 } 0.85\% - 0.41\% = 0.44\%$$

$$\text{加上烧损后炉内应补 Mn} = 0.44 \div (1 - 25\%) = 0.59\%$$

$$\text{折合成 65Mn-Fe 为 } 0.59 \div 65\% = 0.91\%$$

Cr 量计算:(Cr 在炉内烧损以 15% 计)

$$\text{回炉铁带人的 Cr} = 0.2 \times 20\% = 0.04\%$$

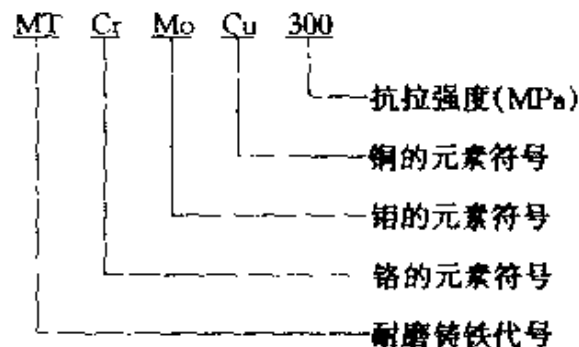
$$\text{带人的 Cr 减去烧损后还剩 } 0.04 \times (1 - 15\%) = 0.034\%$$

$$\text{应补 Cr 量 } 0.21\% - 0.034\% = 0.18\%$$

$$\text{加上烧损后炉内应补 Cr} = 0.18 \div (1 - 15\%) = 0.21\%$$

|   |          |
|---|----------|
| 折合成 60Cr-Fe 为 $0.21 \div 60\%$          | -0.35%   |
| Mo 量计算:(Mo 在炉内烧损以 10% 计)                |          |
| 回炉铁带入的 Mn = $0.25 \times 20\%$          | = 0.05%  |
| 带入的 Mo 减去烧损后还剩 $0.05 \times (1 - 10\%)$ | - 0.045% |
| 应补 Mo 量 $0.26\% - 0.045\%$              | - 0.215% |
| 加上烧损后炉内应补 Mo $0.215 \div (1 - 10\%)$    | = 0.24%  |
| 折合成 55Mo-Fe 为 $0.24 \div 55\%$          | - 0.43%  |
| Cu 量计算:(Cu 在冲天炉内无烧损)                    |          |
| 炉料带入的 Cu $0.8 \times 20\%$              | = 0.16%  |
| 应补 Cu 量为 $0.8\% - 0.16\%$               | 0.64%    |

2. 采用熔炼炉类型: 两排风口冷风冲天炉, 熔化率 1.5t/h, 炉内硅烧损约 20%、锰烧损约 25%、铬烧损约 15%、钼烧损约 10%、铜基本不烧损。
3. 合金元素 Cr、Mo、Cu 都在炉后加入。
4. 炉前, 用 75# 硅铁进行包中孕育, 加入量 0.3% 左右。
5. 本配料还适用于 X8130 仪表万能工具铣床中要求耐磨铸铁 MTCrMoCu300 的主轴座、升降台、垂直工作台等铸件, 也还适用于 C0608-1 仪表车床中要求耐磨铸铁 MTCrMoCu300 的刀架、刀架座、纵刀架、下滑板等铸件。
6. MTCrMoCu300 的主要含义如下:



7. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 591 表 1.5-52 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 特长形烘缸 (造纸机械日产 200t 造纸机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1500\text{mm} \times 5840\text{mm}$ , 为筒形结构, 承受蒸汽压力 0.49MPa, 铸件毛重 13.5t, 主要壁厚 30mm, 全部加工。采用干型铸造。铸件进行自然时效处理, 表面无铸造缺陷, 不允许焊补<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含铬钼铜)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ , 硬度 190~220HBS |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制: C3.0~3.3, Si1.3~1.5, Mn1.1~1.4, P $\leq$ 0.10, S $\leq$ 0.12, Cr0.25~0.35, Mo0.15~0.25, Cu0.7~0.9  |

(续)

| 配 料    |       |                  |     |             |                               |      |      |      |     |
|--------|-------|------------------|-----|-------------|-------------------------------|------|------|------|-----|
| 铸铁牌号   |       | 适用铸件类别<br>(或图件号) |     |             | 炉前控制参考数<br>( $\Delta$ 该数或碳当量) |      |      |      |     |
| 合金铸铁   |       | 特长形烘缸            |     |             |                               |      |      |      |     |
| 品名     | 规格    | 配料比例             |     | 化 学 成 分 (%) |                               |      |      |      |     |
|        |       | (%)              | /kg | C           | Si                            | Mn   | Cr   | Mo   | Cu  |
| 规格成分   |       |                  |     | 3.0         | 1.4                           | 1.1  | 0.3  | 0.2  | 0.8 |
| 炉中增减   |       |                  |     | +7          | -15                           | -20  | -6   | -10  | -10 |
| 配料成分   |       |                  |     |             |                               |      |      |      |     |
| 生铁     | Z14   | 45               | 270 | 4.1         | 1.34                          | 0.6  |      |      |     |
| 回炉铁    | HT200 | 25               | 150 | 3.3         | 1.5                           | 0.9  |      |      |     |
| 杂钢     |       | 30               | 180 | 0.4         | 0.5                           | 0.5  |      |      |     |
| 电解铜    |       | 1                | 6   |             |                               |      |      |      | 0.9 |
| 金属材料合计 |       | 100              | 600 | 3.18        | 0.95                          | 0.48 |      |      |     |
| 硅铁     | 75%Si | 0.6              | 3.6 |             | 0.36                          |      |      |      |     |
| 锰铁     | 65%Mn | 1.5              | 9   |             |                               | 0.7  |      |      |     |
| 铬铁     | 63%Cr | 0.5              | 3   |             |                               |      | 0.29 |      |     |
| 钼铁     | 60%Mo | 0.4              | 2.4 |             |                               |      |      | 0.22 |     |
| 配得成分   |       |                  |     | 3.18        | 1.31                          | 1.18 | 0.29 | 0.22 | 0.9 |

特殊工艺注示:

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排风口曲线炉膛冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 7%、硅烧损 18%、锰烧损 20%、铬烧损 6%、钼烧损 10%、铜烧损 10%。
2. 炉前, 用三角试片观察白口大小。
3. 检测结果: 抗拉强度  $\sigma_b$  285MPa, 缸面硬度 214HRS。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于造纸机械中要求灰铸铁 HT300 的  $\phi$ 3000mm 以上的烘缸和壁厚在 50mm 以上的重要部件。

配料实例 592 表 1.5-53 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 涨圈 (橡胶机械类平板硫化机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi_{外}$ 136mm $\times$ $\phi_{内}$ 126mm $\times$ 8mm, 为圆环状结构, 主要壁厚 5mm, 实际铸造按 21mm 设计和铸造, 即内外各留 8mm 加工量, 铸件毛重 10~20kg。采用离心铸造, 多件铸成一体<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含铬钼铜)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250$ MPa, 硬度 241~285HBS |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制: C2.9~3.3, Si2.0~2.4, Mn0.7~1.1, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.12, Cr0.4~0.6, Mo0.4~0.6, Cu0.4~0.6   |

(续)

| 配 料      |           |     |    |     |     |    |      |             |
|----------|-----------|-----|----|-----|-----|----|------|-------------|
| 炉料名称     | 湘钢 Z14 生铁 | 回炉铁 | 废钢 | 硅铁  | 锰铁  | 铬铁 | 钼铁   | 紫钢          |
| 配料比例 (%) | 25        | 45  | 30 | 1.4 | 0.7 | 1  | 0.83 | 0.5<br>(包内) |

注：1. 采用熔炼炉类型：热风三节炉，熔化率 0.5t/h，炉内增碳严重、硅烧损 15% 左右、锰烧损 15% 左右。

2. 炉前，将紫钢块加入包中，加入量为 0.5%，并搅拌均匀。

3. 检测结果：化学成分 (%) 为 C2.82, Si2.2, Mn1.00, P0.15, S0.07, Cr0.6, Mo0.4, Cu0.5。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 593 表 1.5-54 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

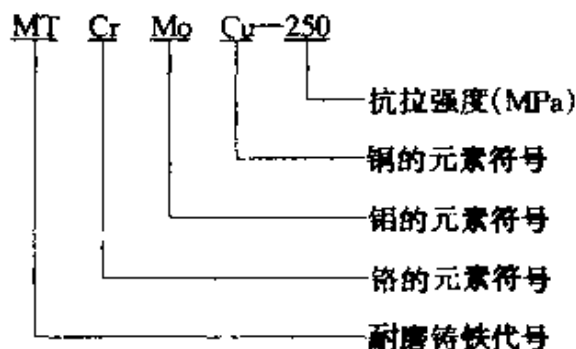
| 铸件名称       | 套 (玻璃机械类零件)  |        |    |        |     |        |        |     |
|------------|--|--------|----|--------|-----|--------|--------|-----|
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 44\text{mm} \times 40\text{mm}$ ，为桶形结构，壁厚均匀，均为 5mm，铸件重量 7kg。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号：耐磨铸铁 MTCrMoCu—250。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ ，抗弯强度 $\sigma_{0.2} \geq 470\text{MPa}$ |        |    |        |     |        |        |     |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制：C3.0~3.4, Si1.8~2.2, Mn0.8~1.0, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12, Cu0.5~1.0, Cr0.25~0.4, Mo0.25~0.4  |        |    |        |     |        |        |     |
| 配 料        |  |        |    |        |     |        |        |     |
| 炉料名称       | 济南生铁   | 灰铸铁回炉铁 | 废钢 | 75# 硅铁 | 锰铁  | 55% 铬铁 | 50% 钼铁 | 电解铜 |
| 配料比例 (%)   | 32   | 44     | 24 | 0.8    | 0.6 | 0.8    | 0.8    | 1.0 |

注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口曲线炉或热风冲天炉，炉内硅烧损 20%、锰烧损 20%~25%。

2. 铬铁和钼铁均由出铁槽加入，铬铁含 Cr55%，钼铁含 Mo50%，粒度均为 3~6mm，预热，加入量分别为 0.8%。电解铜块小于 0.5kg，加入量为 1.0%。炉前要充分搅拌，并用三角试片检验，控制铁槽成分。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. MTCrMoCu—250 的主要含义如下：



配料实例 594 表 1.5-55 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 固定内分配器 (玻璃机械类制瓶机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件为圆盘形结构<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 MTCrMoCu-250。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$                                       |
| 合金成分控制 (%) | 化学成分 (%) 选择: C3.0-3.4, Si1.8-2.2, Mn0.8-1.0, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12, Cu0.5-1.0, Cr0.25-0.40, Mo0.25-0.40 |

## 配 料

|          |      |     |    |                    |     |       |       |     |
|----------|------|-----|----|--------------------|-----|-------|-------|-----|
| 炉料名称     | 济南生铁 | 回炉铁 | 废钢 | 75 <sup>#</sup> 硅铁 | 锰铁  | 55%铬铁 | 50%钼铁 | 电解铜 |
| 配料比例 (%) | 32   | 44  | 24 | 0.72               | 0.6 | 0.8   | 0.8   | 1.0 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛炉胆热风冲天炉, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 20%~25%。

2. 炉前, 铬铁和钼铁由出铁槽加入, 铬铁含 Cr55%, 钼铁含 Mo50%, 粒度均为 3~6mm, 预热, 加入量分别为 0.8%。电解铜块小于 0.5kg, 加入量为 1.0%。炉前要充分搅拌, 并用三角试片检验, 控制白口深度为 3~6mm。

3. MTCrMoCu-250 的主要含义见配料实例 593 注。

配料实例 595 表 1.5-56 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | $\phi 550\text{mm}$ 接力器缸 (水工机械类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1080\text{mm} \times 1100\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 1.25t, 主要壁厚 40mm, 铸件内腔有狭窄而弯曲的油道, 要求表面光洁, 需水压试验, 试验压力 $> 3.1\text{MPa}$ 。铸件需退火处理<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 HT250 (含 Cr、Mo、Cu)。抗拉强度 $\sigma_b > 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} > 470\text{MPa}$ , 挠度 $f > 3\text{mm}$ , 硬度 179~255HBS |
| 合金成分控制 (%) | C2.90-3.40, Si1.40-2.00, Mn0.60-1.20, P $\leq$ 0.3, S $\leq$ 0.12, Cr0.25-0.45, Mo0.35-0.50, Cu0.60-1.00   |

## 配 料

|       |          |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |      |      |      |      |      |      |      |
|       | C        | Si   | Mn   | P    | S    | Cr   | Mo   | Cu   |
| 本溪生铁  | 4.10     | 2.00 | 0.70 | 0.16 | 0.04 |      |      |      |
| 济南生铁  | 3.85     | 1.30 | 0.30 | 0.15 | 0.05 |      |      |      |
| 合金回炉铁 | 3.20     | 1.70 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.30 | 0.40 | 0.80 |
| 一般回炉铁 | 3.20     | 1.70 | 0.70 | 0.20 | 0.10 |      |      |      |

(续)

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |      |      |    |    |     |  |
|-------|---------|------|------|------|------|----|----|-----|--|
|       | C       | Si   | Mn   | P    | S    | Cr | Mo | Cu  |  |
| 废钢    | 0.20    | 0.20 | 0.50 | 0.05 | 0.05 |    |    |     |  |
| 75%硅铁 |         | 75   |      |      |      |    |    |     |  |
| 83%锰铁 |         |      | 83   |      |      |    |    |     |  |
| 62%铬铁 |         |      |      |      |      | 62 |    |     |  |
| 60%钼铁 |         |      |      |      |      |    | 60 |     |  |
| 电解铜   |         |      |      |      |      |    |    | 100 |  |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |       |       |      |       |       |       |       |
|---------|----------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
|         |          | C         | Si    | Mn    | P    | S     | Cr    | Mo    | Cu    |
| 本溪生铁    | 24       | 0.98      | 0.50  | 0.17  | 0.04 | 0.01  |       |       |       |
| 济南生铁    | 6        | 0.23      | 0.08  | 0.02  | 0.01 | 0.00  |       |       |       |
| 合金回炉铁   | 20       | 0.64      | 0.34  | 0.14  | 0.04 | 0.02  | 0.06  | 0.08  | 0.16  |
| 一般回炉铁   | 20       | 0.64      | 0.34  | 0.14  | 0.04 | 0.02  |       |       |       |
| 废钢      | 30       | 0.06      | 0.06  | 0.15  | 0.02 | 0.02  |       |       |       |
| 75%硅铁   | 0.96     |           | 0.72  |       |      |       |       |       |       |
| 83%锰铁   | 0.88     |           |       | 0.73  |      |       |       |       |       |
| 62%铬铁   | 0.60     |           |       |       |      |       | 0.37  |       |       |
| 60%钼铁   | 0.80     |           |       |       |      |       |       | 0.48  |       |
| 电解铜     | 0.88     |           |       |       |      |       |       |       | 0.88  |
| 合计      |          | 2.55      | 2.04  | 1.35  | 0.15 | 0.07  | 0.43  | 0.56  | 1.04  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.51     | -0.31 | -0.27 | 0    | +0.04 | -0.08 | -0.11 | -0.21 |
| (原铁液)   |          | 3.06      | 1.73  | 1.08  | 0.15 | 0.11  | 0.35  | 0.45  | 0.83  |
| 炉外孕育吸收  |          |           | +0.15 |       |      |       |       |       |       |
| (孕育后铁液) |          | 3.06      | 1.88  | 1.08  | 0.15 | 0.11  | 0.35  | 0.45  | 0.83  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口热风冲天炉，炉内碳增加20%、硅烧损15%、锰烧损20%、硫增加50%、铬烧损20%、钼烧损20%、钢烧损20%，磷不变。

2. 炉前，用75%硅铁进行孕育处理，加入量0.2%，用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分。

3. 检测结果：

化学成分(%)：C3.22，Si1.70，Mn0.73，P0.22，S0.072，Cr0.31，Mo0.53，Cu0.92；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 307MPa，抗弯强度 $\sigma_{bb}$ 590MPa，烧度 $f$ 3.52mm，硬度326HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于水工机械中要求合金灰铸铁HT250的各种水泵叶轮、出入段、吸入段等铸件。

配料实例 596 表 1.5-57 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |            |      |      |       |       |      |      |
|------------|---|------------|------|------|-------|-------|------|------|
| 铸件名称       | 螺杆泵缸套 (水工机械类零件)   |            |      |      |       |       |      |      |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 200\text{mm} \times 240\text{mm}$ , 为带有圆盘的圆筒形结构, 铸件毛重 30kg, 主要壁厚 30mm, 8 字形内孔要求表面粗糙度低, 不准有任何疏松等铸造缺陷。铸件需经退火处理<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 HT250。抗拉强度 $\sigma_b > 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} > 470\text{MPa}$ , 挠度 $f > 3\text{mm}$ , 硬度 179~255HBS |            |      |      |       |       |      |      |
| 合金成分控制 (%) | C2.90~3.40, Si1.40~2.00, Mn0.60~1.20, P $\leq$ 0.3, S $\leq$ 0.12, Cr0.25~0.45, Mo0.35~0.50, Cu0.60~1.00  |            |      |      |       |       |      |      |
| 配 料        |   |            |      |      |       |       |      |      |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)   |            |      |      |       |       |      |      |
|            | C   | Si         | Mn   | P    | S     | Cr    | Mo   | Cu   |
| 济南生铁       | 3.85  | 1.30       | 0.30 | 0.15 | 0.05  |       |      |      |
| 石景山生铁      | 4.00  | 2.30       | 0.75 | 0.15 | 0.02  |       |      |      |
| 合金回炉铁      | 3.20  | 1.70       | 0.70 | 0.20 | 0.10  | 0.30  | 0.40 | 0.80 |
| 一般回炉铁      | 3.20  | 1.70       | 0.70 | 0.20 | 0.10  |       |      |      |
| 废钢         | 0.20  | 0.20       | 0.50 | 0.05 | 0.05  |       |      |      |
| 75% 硅铁     |   | 75         |      |      |       |       |      |      |
| 83% 锰铁     |   |            | 83   |      |       |       |      |      |
| 62% 铬铁     |   |            |      |      |       | 62    |      |      |
| 60% 钼铁     |   |            |      |      |       |       | 60   |      |
| 电解铜        |   |            |      |      |       |       |      | 100  |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       |      |      |
|            |   | C          | Si   | Mn   | P     | S     | Cr   | Mo   |
| 济南生铁       | 12  | 0.46       | 0.16 | 0.04 | 0.018 | 0.006 |      |      |
| 石景山生铁      | 30  | 1.20       | 0.69 | 0.23 | 0.045 | 0.006 |      |      |
| 合金回炉铁      | 17  | 0.54       | 0.29 | 0.12 | 0.034 | 0.017 | 0.05 | 0.07 |
| 一般回炉铁      | 17  | 0.54       | 0.29 | 0.12 | 0.034 | 0.017 |      |      |
| 废钢         | 24  | 0.05       | 0.05 | 0.12 | 0.012 | 0.012 |      |      |
| 75% 硅铁     | 0.3   |            | 0.23 |      |       |       |      |      |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |       |      |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    | Mo    | Cu   |
| 83% 锰铁  | 0.4      |            |       | 0.33  |       |        |       |       |      |
| 62% 铬铁  | 0.6      |            |       |       |       |        | 0.37  |       |      |
| 60% 钼铁  | 0.8      |            |       |       |       |        |       | 0.48  |      |
| 电解铜     | 0.88     |            |       |       |       |        |       |       | 0.88 |
| 合计      |          | 2.79       | 1.71  | 0.96  | 0.143 | 0.058  | 0.42  | 0.55  | 1.02 |
| 炉内熔化增减  |          | +0.58      | -0.26 | -0.19 | 0     | +0.029 | -0.08 | -0.11 | -0.2 |
| (原铁液)   |          | 3.37       | 1.45  | 0.77  | 0.143 | 0.087  | 0.34  | 0.44  | 0.82 |
| 炉外孕育吸收  |          |            | +0.15 |       |       |        |       |       |      |
| (孕育后铁液) |          | 3.37       | 1.60  | 0.77  | 0.143 | 0.087  | 0.34  | 0.44  | 0.82 |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口热风冲天炉，炉内碳增加 20%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、铬烧损 20%、钼烧损 20%、铜烧损 20%、磷不变。

2. 炉前，用 75% 硅铁进行孕育处理，加入量 0.2%，用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.32，Si1.95，Mn0.86，P0.30，S0.072，Cr0.32，Mo0.30，Cu0.86；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  265MPa，挠度  $f$  4.18mm，硬度 255HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于水工机械中要求合金灰铸铁 HT250 的汽缸盖、活塞、缸套等铸件。

配料实例 597 表 1.5-58 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 气缸套 (船用机械类船用 82 柴油机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 570\text{mm} \times 1350\text{mm}$ ，为圆筒形结构，壁厚比较均匀，但在高温高压下工作，必须具有耐热耐磨抗疲劳性能。采用高心铸造。铸件加工后要进行 0.98MPa 的水压试验，停留 5min 无渗漏现象<br>要求铸铁牌号：合金铸铁 (含铬钼铜)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ ，硬度 170~241HBS |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.3，Si1.4~2.2，Mn0.7~1.0，S<0.12，P0.15~0.3，Cr0.15~0.3，Mo0.15~0.4，Cu0.7~1.0  |



(续)

| 配 料     |             |           |       |       |       |        |       |      |       |
|---------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|------|-------|
| 炉料名称    | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |       |      |       |
|         | C           | Si        | Mn    | S     | P     | Cr     | Mo    | Cu   |       |
| 本溪生铁    | 4.19        | 1.35      | 0.56  | 0.024 | 0.045 | —      | —     | —    |       |
| 回炉铁     | 3.20        | 2.90      | 0.75  | 0.025 | 0.200 | 0.20   | 0.23  | 0.75 |       |
| 废钢      | 0.21        | 0.25      | 0.55  | 0.026 | 0.017 | —      | —     | —    |       |
| 77%硅铁   |             | 77        |       |       |       |        |       |      |       |
| 81.5%锰铁 |             |           | 81.5  |       |       |        |       |      |       |
| 60%铬铁   |             |           |       |       |       | 60     |       |      |       |
| 56%钼铁   |             |           |       |       |       |        | 56    |      |       |
| 19%磷铁   |             |           |       |       | 19    |        |       |      |       |
| 电解铜     |             |           |       |       |       |        |       | 100  |       |
| 炉料名称    | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |      |       |
|         |             | C         | Si    | Mn    | S     | P      | Cr    | Mo   | Cu    |
| 本溪生铁    | 65          | 2.72      | 0.87  | 0.36  | 0.015 | 0.029  | —     | —    | —     |
| 回炉铁     | 20          | 0.64      | 0.38  | 0.15  | 0.005 | 0.040  | 0.04  | 0.05 | 0.15  |
| 废钢      | 15          | 0.03      | 0.04  | 0.08  | 0.003 | 0.002  | —     | —    | —     |
| 77%硅铁   | 0.79        |           | 0.61  |       |       |        |       |      |       |
| 81.5%锰铁 | 0.24        |           |       | 0.20  |       |        |       |      |       |
| 60%铬铁   | 0.26        |           |       |       |       |        | 0.16  |      |       |
| 56%钼铁   | 0.34        |           |       |       |       |        |       | 0.19 |       |
| 19%磷铁   | 1.13        |           |       |       |       | 0.215  |       |      |       |
| 电解铜     | 0.6         |           |       |       |       |        |       |      | 0.60  |
| 合计      |             | 3.39      | 1.90  | 0.79  | 0.023 | 0.286  | 0.2   | 0.24 | 0.75  |
| 熔内熔化增减  |             | -0.23     | -0.04 | -0.03 | 0     | -0.056 | -0.02 | 0    | -0.04 |
| (熔化后铁液) |             | 3.16      | 1.86  | 0.76  | 0.023 | 0.232  | 0.18  | 0.24 | 0.71  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三相电弧炉，炉内碳烧损 6.7%、硅烧损 2%、锰烧损 4%、磷烧损 20%、铬烧损 10%、铜烧损 5%、硫不变、钼不变。

2. 炉外孕育：采用 77% 硅铁孕育，根据白口大小而定，加入量 0.1%~0.3%，孕育吸收率为 75% 左右。

3. 炉前，严格控制三角白口深度和浇注温度，一般白口深度  $\geq 1\text{mm}$ 。

4. 检测结果：

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b 265 \sim 294\text{MPa}$ ，硬度 220~241HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 598 表 1.5-59 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 涨圈 (船用机械类船用柴油机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 550\text{mm} \times \phi 350\text{mm} \times 600\text{mm}$ , 为圆筒形结构, 铸件毛重 70kg, 主要壁厚 30mm, 采用表干型铸造。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含铬钼铜)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 350\text{MPa}$ , 硬度 170~241HBS |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制: C3.1~3.3, Si1.3~1.8, Mn0.9~1.2, P0.3~0.6, S $\leq$ 0.12, Cr0.2~0.4, Mo0.25~0.45, Cu0.8~1.2  |

## 配 料

| 铁液牌号        | 层铁量 /kg | 金属材料配比 (%) |       |    |          |          |           |          |          | 层焦炭量 /kg | 石灰量 /kg | 浇注量 /kg |          |
|-------------|---------|------------|-------|----|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|
|             |         | Z20本溪生铁    | 铸铁液胃口 | 废铜 | 铜铁 (61%) | 铬铁 (65%) | 紫铜 (100%) | 磷铁 (18%) | 硅铁 (75%) |          |         |         | 锰铁 (75%) |
| 合金铸铁 (含铬钼铜) | 500     | 40         | 40    | 20 | 0.5      | 0.5      | 1         | 2        | 0.4      | 0.6      | 50      | 25      | 40       |

## 炉料化学成分 (%)

## 配料化学成分 (%)

| 炉料名称    | C   | Si  | Mn   | S     | P    | Mo | Cr | Cu | 铁废牌号 | C    | Si   | Mn   | S     | P     | Mo    | Cr   | Cu   |
|---------|-----|-----|------|-------|------|----|----|----|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
| Z20本溪生铁 | 4.3 | 2.0 | 0.80 | 0.040 | 0.02 |    |    |    | 合金铸铁 | 3.38 | 1.51 | 1.02 | 0.108 | 0.280 | 0.280 | 0.22 | 1.20 |
| 废机铁     | 3.3 | 1.5 | 0.90 | 0.060 | 0.04 |    |    |    |      |      |      |      |       |       |       |      |      |
| 废铜      | 0.2 | 0.2 | 0.60 | 0.010 | 0.06 |    |    |    |      |      |      |      |       |       |       |      |      |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、铬烧损 15%、铜烧损 10%、加磷铁的磷烧损 10%, 其他的磷不变。

2. 炉前, 用 75% 硅铁孕育, 磷铁加入量 0.5%, 吸收率 65%。严格控制三角白口深度和浇注温度, 三角白口 3mm 左右。

3. 检测结果:

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  379MPa, 硬度 241HBS;

金相组织: 片状石墨长度 5~10 $\mu\text{m}$ , 珠光体基体, 三元磷共晶 + 少量碳化物复合物, 磷共晶数量 1%~2%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于船用柴油机中要求合金铸铁 HT350 的其他涨圈等铸件。

配料实例 599 表 1.5-60 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 机体 (船用机械类船用 MB820 柴油机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1850mm×1100mm×850mm, 为 V 形结构, 浇注重量 4.2t, 主要壁厚 12mm, 六面及孔全部加 I。采用冷硬树脂砂型铸造。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含铬钼铜)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 470\text{MPa}$ , 硬度 180~241HBS。金相组织: 石墨呈细小或中等片状均匀分布, 石墨长 1~4 级; 基体为珠光体, 允许有少量铁素体和磷共晶, 铁素体 $\leq 10\%$ , 磷共晶 $\leq 4\%$ |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制: C3.0~3.6, Si1.2~1.8, Mn0.8~1.2, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12, Cr0.2~0.4, Mo0.2~0.6, Cu0.5~1.2   |

## 配 料

| 铁水牌号 | 层铁量 /kg | 金属炉料配比 (%) |       |    |          |          |    |          |          |     | 层焦量 /kg | 石灰量 /kg | 浇注量 /kg |
|------|---------|------------|-------|----|----------|----------|----|----------|----------|-----|---------|---------|---------|
|      |         | L04 本溪生铁   | 铸铁液冒口 | 废钢 | 钢铁 (61%) | 铬铁 (65%) | 紫铜 | 硅铁 (75%) | 锰铁 (75%) | 孕育  |         |         |         |
| 合金铸铁 | 500     | 40         |       | 20 | 0.5      | 0.5      | 1  | 1.1      | 0.7      | 0.6 |         |         |         |

## 炉料化学成分 (%)

## 配料化学成分 (%)

| 炉料名称   | 炉料化学成分 (%) |      |      |      |      |    |    |    |   | 铁液牌号 | 配料化学成分 (%) |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|------------|------|------|------|------|----|----|----|---|------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
|        | C          | Si   | Mn   | S    | P    | Mo | Cr | Cu | C |      | Si         | Mn   | S    | P    | Mo   | Cr   | Cu   |      |
| L04 生铁 | 4.35       | 0.40 | 0.06 | 0.04 | 0.03 |    |    |    |   | 合金铸铁 | 3.30       | 1.78 | 0.74 | 0.10 | 0.28 | 0.28 | 0.27 | 0.94 |
| 废机铁    | 3.30       | 1.60 | 0.90 | 0.06 | 0.05 |    |    |    |   |      |            |      |      |      |      |      |      |      |
| 废钢     | 0.20       | 0.20 | 0.60 | 0.01 | 0.06 |    |    |    |   |      |            |      |      |      |      |      |      |      |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、铬烧损 15%、钼烧损 15%、磷不变。

2. 炉前, 用 75% 硅铁孕育, 加入量 0.6%, 吸收率 65%。严格控制三角白口深度和浇注温度, 三角白口 2mm 左右。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.39, Si1.32, Mn0.91, P0.063, S0.078, Cr0.25, Mo0.26, Cu0.92;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 355\text{MPa}$ , 硬度 229HBS;

金相组织: 枝晶片状石墨, 石墨长 5~10 $\mu\text{m}$ , 片状珠光体, 二元磷共晶 4%~5%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于船用柴油机中要求合金铸铁 HT250 的其他机体类铸件。



(续)

| 炉料名称              | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |       |       |     |
|-------------------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
|                   |          | C          | Si    | Mn    | P     | S     | Cr    | Mo    | Cu  |
| 巴西生铁              | 35       | 1.36       | 0.77  | 0.28  | 0.015 | 0.005 | —     | —     | —   |
| 普通回炉铁             | 35       | 1.02       | 0.63  | 0.27  | 0.026 | 0.024 | 0.03  | —     | —   |
| 废钢                | 30       | 0.06       | 0.07  | 0.17  | 0.006 | 0.011 | —     | —     | —   |
| 75%硅铁             | 0.8      | —          | 0.58  | —     | —     | —     | —     | —     | —   |
| 低碳锰铁              | 1.0      | —          | —     | 0.82  | —     | —     | —     | —     | —   |
| 60%铬铁             | 0.4      | —          | —     | —     | —     | —     | 0.27  | —     | —   |
| 55%钼铁             | 0.6      | —          | —     | —     | —     | —     | —     | 0.43  | —   |
| 电解铜               | 1.0      | —          | —     | —     | —     | —     | —     | —     | 1.0 |
| 合计                |          | 2.44       | 2.05  | 1.54  | 0.047 | 0.04  | 0.30  | 0.43  | 1.0 |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |          | +0.68      | -0.47 | -0.35 | 0     | +0.02 | -0.03 | -0.08 | 0   |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |          | 3.12       | 1.58  | 1.18  | 0.047 | 0.06  | 0.27  | 0.35  | 1.0 |
|                   |          | —          | +0.06 | —     | —     | —     | —     | —     | —   |
|                   |          | 3.12       | 1.64  | 1.18  | 0.047 | 0.06  | 0.27  | 0.35  | 1.0 |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距热风冲天炉，炉内碳增加 28%、硅烧损 23%、锰烧损 24%、硫增加 50%、铬烧损 10%、钼烧损 22%、铜不变、磷不变。

2. 炉前，用三角试片检验三角白口大小，控制铁液成分，用 75% 硅铁稍加孕育处理，加入量 (%) 0.1~0.2，吸收率约 80%。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.15，Si1.57，Mn1.15，P0.05，S0.069，Cr0.30，Mo0.35，Cu1.03；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 362MPa，硬度 225HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于船舶机械中要求合金铸铁 HT250(含 Cr、Mo、Cu)的活塞环、活塞、导滑板、燃油泵本体、柴油机涡壳、缸盖、缸头、压缩机缸体、齿轮等铸件。

**配料实例 601**      **表 1.5-62 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁**  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 气缸套 (船用机械类船用 6250 系列柴油机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件为圆筒状形状，轮廓尺寸 $\phi 320\text{mm} \times 750\text{mm}$ ，内孔 $\phi 240\text{mm}/\phi 280\text{mm}$ ，铸件单重 145kg，内外圆及上下平面均需加工。铸造工艺采用于型铸造，底注式内浇口。垂直分型，两箱夹紧立放浇注，一箱两件。铸件要进行人工时效处理<br>要求铸铁牌号：合金铸铁 (含铬钼铜) |
| 合金成分控制 (%) | C3.08~3.24，Si1.8~2.1，Mn0.7~0.9，P0.06~0.08，S<0.1，Mo0.3~0.5，Cr0.3~0.4，Cu0.5~0.8   |

(续)

| 配 料       |               |            |       |       |       |       |       |       |
|-----------|---------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 炉料名称      | 炉 料 成 分 (%)   |            |       |       |       |       |       |       |
|           | C             | Si         | Mn    | P     | Cr    | Mo    | Cu    |       |
| 水城 Z18 生铁 | 4.17          | 1.80       | 0.71  | 0.090 | —     | —     | —     |       |
| 回炉料       | 3.15          | 2.01       | 0.85  | 0.080 | 0.31  | 0.38  | 0.65  |       |
| 废钢        | 0.18          | 0.21       | 0.51  | 0.035 | —     | —     | —     |       |
| 75% 硅铁    | —             | 77         | —     | —     | —     | —     | —     |       |
| 65% 锰铁    | —             | —          | 67    | —     | —     | —     | —     |       |
| 60% 铬铁    | —             | —          | —     | —     | 60    | —     | —     |       |
| 60% 钼铁    | —             | —          | —     | —     | —     | 60    | —     |       |
| 电解铜       | —             | —          | —     | —     | —     | —     | 99.9  |       |
| 炉料名称      | 配料比例 (%)      | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |       |       |
|           |               | C          | Si    | Mn    | P     | Cr    | Mo    | Cu    |
| 水城 Z18 生铁 | 50            | 2.09       | 0.90  | 0.36  | 0.045 | —     | —     | —     |
| 回炉料       | 30            | 0.95       | 0.60  | 0.26  | 0.024 | 0.09  | 0.11  | 0.20  |
| 废钢        | 20            | 0.04       | 0.04  | 0.10  | 0.007 | —     | —     | —     |
| 75% 硅铁    | 0.8           | —          | 0.62  | —     | —     | —     | —     | —     |
| 65% 锰铁    | 0.46          | —          | —     | 0.31  | —     | —     | —     | —     |
| 60% 铬铁    | 0.5           | —          | —     | —     | —     | 0.30  | —     | —     |
| 60% 钼铁    | 0.6           | —          | —     | —     | —     | —     | 0.36  | —     |
| 电解铜       | 0.5<br>(随流加入) | —          | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| 合计        |               | 3.08       | 2.16  | 1.03  | 0.076 | 0.39  | 0.47  | 0.20  |
| 炉内熔化增减    |               | +0.15      | -0.32 | -0.20 | 0     | -0.06 | -0.05 | -0.01 |
| (原铁液)     |               | 3.23       | 1.84  | 0.83  | 0.076 | 0.33  | 0.42  | 0.19  |
| 炉外孕育吸收    |               | —          | +0.16 | —     | —     | —     | —     | +0.48 |
| (孕育后铁液)   |               | 3.23       | 2.00  | 0.83  | 0.076 | 0.33  | 0.42  | 0.67  |

注：1. 采用 5t 双排大间距热风冲天炉熔炼，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 80%、钼烧损 10%、铬烧损 15%、铜烧损 5%，电解铜条炉外吸收率约为 95%。

2. 炉前，出铁液后先浇几个三角试样，冷却后打断观其断面，根据断面情况，对铁液进行孕育处理调整。

3. 炉前，用 75% 硅铁进行孕育处理，加入量 0.3%，Si 的吸收率约为 70%。

4. 炉前，每炉浇注三个  $\phi 30$  的拉伸试样送检。

5. 检测结果：

化学成分(%)：C3.11, Si2.01, Mn0.83, P0.068, S<0.01, Mo0.35, Cr0.37, Cu0.65；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b \geq 330\text{MPa}$ ，硬度 210~250HBS；

金相组织：基体为珠光体，铁量体<8%，A 型石墨，石墨长度 3~4 级，分布均匀，无渗碳体，金相试样在拉伸试样拉断后截取。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 602 表 1.5-63 含 Cr、Mo、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |            |      |       |       |      |      |
|------------|---|------------|------|-------|-------|------|------|
| 铸件名称       | 机体 (船用机械类船用 6250 系列柴油机零件)   |            |      |       |       |      |      |
| 铸件特点       | 铸件为箱体结构, 形状复杂, 轮廓尺寸为 2370mm×1470mm×900mm, 铸件毛重 2500kg, 需要进行人工时效处理。铸造工艺采用干型铸造, 树脂砂芯, 底注式内浇口<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 HT250 (含铬钼铜) |            |      |       |       |      |      |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.3, Si1.6~2.0, Mn0.7~1.0, P<0.20, S<0.12, Mo0.3~0.5, Cr0.2~0.4, Cu0.5~1.0   |            |      |       |       |      |      |
| 配 料        |   |            |      |       |       |      |      |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)   |            |      |       |       |      |      |
|            | C   | Si         | Mn   | P     | Cr    | Mo   | Cu   |
| 水坩 Z18     | 4.17  | 1.80       | 0.71 | 0.09  | —     | —    | —    |
| 回炉料        | 3.11  | 1.74       | 0.88 | 0.16  | 0.26  | 0.51 | 0.77 |
| 废钢         | 0.18  | 0.21       | 0.51 | 0.035 | —     | —    | —    |
| 75% 硅铁     | —   | 77         | —    | —     | —     | —    | —    |
| 65% 锰铁     | —   | —          | 67   | —     | —     | —    | —    |
| 17% 磷铁     | —   | —          | —    | 17    | —     | —    | —    |
| 60% 铬铁     | —   | —          | —    | —     | 60    | —    | —    |
| 60% 钼铁     | —   | —          | —    | —     | —     | 60   | —    |
| 电解铜        | —   | —          | —    | —     | —     | —    | 99.9 |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |      |       |       |      |      |
|            |   | C          | Si   | Mn    | P     | Cr   | Mo   |
| 水坩 Z18     | 55  | 2.29       | 0.99 | 0.39  | 0.05  | —    | —    |
| 回炉料        | 25  | 0.78       | 0.44 | 0.22  | 0.04  | 0.07 | 0.13 |
| 废钢         | 20  | 0.04       | 0.04 | 0.10  | 0.007 | —    | —    |
| 75% 硅铁     | 0.5   | —          | 0.39 | —     | —     | —    | —    |
| 65% 锰铁     | 0.50  | —          | —    | 0.34  | —     | —    | —    |
| 17% 磷铁     | 0   | —          | —    | —     | —     | —    | —    |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%)      | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |       |       |
|---------|---------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |               | C          | Si    | Mn    | P     | Cr    | Mo    | Cu    |
| 60% 铬铁  | 0.5           | —          | —     | —     | —     | 0.30  | —     | —     |
| 60% 钼铁  | 0.5           | —          | —     | —     | —     | —     | 0.30  | —     |
| 电解铜     | 0.6<br>(随流加入) | —          | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| 合计      |               | 3.11       | 1.86  | 1.05  | 0.097 | 0.37  | 0.43  | 0.19  |
| 炉内熔化增减  |               | +0.15      | -0.28 | -0.21 | 0     | -0.05 | -0.04 | 0.01  |
| (原铁液)   |               | 3.26       | 1.58  | 0.84  | 0.10  | 0.32  | 0.39  | 0.18  |
| 炉外孕育吸收  |               | —          | +0.27 | —     | —     | —     | —     | +0.57 |
| (孕育后铁液) |               | 3.26       | 1.85  | 0.84  | 0.10  | 0.32  | 0.39  | 0.75  |

注：1. 采用 5t 双排大间距热风冲天炉熔炼，炉内熔化元素增减率：C+5%，Si-15%，Mn-20%，P 不变，S+80%，Cr-15%，Mo-10%，Cu-5%。电解铜板的吸收率约为 95%

2. 炉外孕育：100kg 铁液加 75% 硅铁 0.5kg，硅的吸收率为 70%。

3. 炉前，孕育后先浇几个三角试样，冷却后打断观其断面，根据断面情况，对铁液孕育处理进行调整。要求试样断面呈灰色，组织致密，晶粒细小，试样尖端有少许白口，敲击时发出木头似沉闷声。

4. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.17, Si1.74, Mn0.78, P0.14, S<0.1, Mo0.42, Cr0.41, Cu0.79；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ ，抗弯强度  $\sigma_{1/2} \geq 400\text{MPa}$ ，硬度 200~250HBS；

金相组织：基体为珠光体，铁素体 < 10%，A 型石墨，石墨长度 3~4 级，分布均匀，无渗碳体。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 18. 含 Cr、Mo、Ni 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料（配料实例 603）

铬的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含铬合金铸铁的耐磨性和其他性能，可加入质量分数为 0.4%~0.6% 的钼和 0.6%~1.0% 的镍。

对于压缩机类等铸件的含 Cr、Mo、Ni 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料，可查配料实例 603 或表 1.5-64。



配料实例 603 表 1.5-64 含 Cr、Mo、Ni 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |            |      |       |       |       |      |      |    |
|------------|--|------------|------|-------|-------|-------|------|------|----|
| 铸件名称       | 高压缸套 (压缩机类 532 压缩机零件)  |            |      |       |       |       |      |      |    |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 110\text{mm} \times 278\text{mm}$ , 为筒形结构, 壁厚 24mm, 铸件重为 5.6kg。采用底注式浇注系统, 干型、干芯铸造<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 (HT250)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 硬度 190 - 255HBS, 水压试验 14.8MPa。基体组织为细片状或索氏体型珠光体 $\geq 98\%$ , 不允许有游离渗碳体磷共晶复合物 |            |      |       |       |       |      |      |    |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.4, Si1.7~2.0, Mn0.8~1.0, P<0.11, S<0.11, Cr0.3-0.5, Mo0.4~0.6, Ni0.6-1.0  |            |      |       |       |       |      |      |    |
| 配 料        |  |            |      |       |       |       |      |      |    |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)  |            |      |       |       |       |      |      |    |
|            | C  | Si         | Mn   | P     | S     | Cr    | Mo   |      |    |
| 本溪生铁       | 4.40   | 1.40       | 0.70 | 0.060 | 0.030 | —     | —    |      |    |
| 回炉料        | 3.20   | 1.80       | 0.80 | 0.100 | 0.100 | 0.20  | —    |      |    |
| 废钢         | 0.20   | 0.30       | 0.50 | 0.020 | 0.020 | —     | —    |      |    |
| 75%硅铁      | —  | 75         | —    | —     | —     | —     | —    |      |    |
| 65%锰铁      | —  | —          | 65   | —     | —     | —     | —    |      |    |
| 60%铬铁      | —  | —          | —    | —     | —     | 60    | —    |      |    |
| 55%钼铁      | —  | —          | —    | —     | —     | —     | 55   |      |    |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |      |       |       |       |      |      |    |
|            |  | C          | Si   | Mn    | P     | S     | Cr   | Mo   | Ni |
| 本溪生铁       | 40   | 1.76       | 0.56 | 0.28  | 0.024 | 0.012 | —    | —    | —  |
| 回炉料        | 40   | 1.28       | 0.72 | 0.32  | 0.040 | 0.040 | 0.08 | —    | —  |
| 废钢         | 20   | 0.04       | 0.06 | 0.10  | 0.004 | 0.004 | —    | —    | —  |
| 75%硅铁      | 1.0  | —          | 0.75 | —     | —     | —     | —    | —    | —  |
| 65%锰铁      | 0.8  | —          | —    | 0.52  | —     | —     | —    | —    | —  |
| 60%铬铁      | 0.7  | —          | —    | —     | —     | —     | 0.42 | —    | —  |
| 55%钼铁      | 1.0  | —          | —    | —     | —     | —     | —    | 0.55 | —  |
| 合计         |  | 3.08       | 2.09 | 1.22  | 0.068 | 0.056 | 0.50 | 0.55 | —  |

(续)

|         | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |       |     |
|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-----|
|         | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    | Mo    | Ni  |
| 炉内熔化增减  | +0.15     | -0.42 | -0.32 | 0     | +0.056 | -0.05 | -0.06 | —   |
| (原铁液)   | 3.23      | 1.67  | 0.90  | 0.068 | 0.112  | 0.45  | 0.49  | —   |
| 炉外脱硫    | —         | —     | —     | —     | -0.022 | —     | —     | —   |
| 炉外孕育吸收  | —         | +0.12 | —     | —     | —      | —     | —     | 0.8 |
| (孕育后铁液) | 3.23      | 1.79  | 0.90  | 0.068 | 0.09   | 0.45  | 0.49  | 0.8 |

注：1. 采用熔炼炉类型：中央送风热风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内碳增加 5%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、磷不变、硫增加 100%、铬烧损 10%、钼烧损 10%，铁液出炉温度 1410~1450 °C，铁液平均温度 1420 °C。

2. 炉后，铬以含铬量 $\geq 55\%$ 的铬铁在批料中加入，钼以含钼量 $\geq 55\%$ 的钼铁在批料中加入。

3. 炉前，镍（镍钴总量不少于 99.8%）剪成小块在出铁槽中加入，每 100kg 铁液加 0.8kg，吸收率为 100%。

4. 在铁液包中加脱硫剂，每 100kg 铁液加 2kg，脱硫率为 20%。

5. 炉前，用 75% 硅铁进行孕育处理，加入量 0.2%，吸收率为 80%。用三角试片检验白口宽度大小，控制铁液成分，孕育后三角试片白口宽度为 4~6mm。

6. 验收项目：金相组织，硬度，化学成分（S）。

7. 检测结果：

化学成分（%）：C3.21, Si1.80, Mn0.92, P0.071, S0.092, Cr0.44, Mo0.51, Ni0.82；

力学性能：硬度 229~234HBS；

金相组织：细片状珠光体 $> 98\%$ ，片状石墨长 10~15 $\mu\text{m}$ 。

8. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

9. 本配料还适用于压缩机高压缸套，材质牌号 HT250 以上，壁厚一般在 20~28mm，根据铸件壁厚情况，炉前通过调整硅铁孕育剂量，控制三角试片白口宽度以与壁厚情况相适应。

## 19. 含 Cr、Ni、Mo、Cu 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料 （配料实例 604）

铬的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含铬合金铸铁的耐磨性和其他性能，可加入质量分数为 0.08%~0.10% 的镍、0.04% 的钼和 0.8%~1.3% 的铜。

对于印刷机械等类铸件的含 Cr、Ni、Mo、Cu 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料，可查配料实例 604 或表 1.5-65。

配料实例 604 表 1.5-65 含 Cr、Ni、Mo、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |            |       |        |       |        |       |        |        |        |
|------------|--|------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 铸件名称       | 滚筒体 (印刷机械类 TY640 回转凸版印刷机零件)  |            |       |        |       |        |       |        |        |        |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 350\text{mm} \times 1203\text{mm}$ , 为回转体结构, 铸件毛重 250kg, 主要壁厚 16mm, 采用干型铸造。铸件要进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含铬镍钼铜)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ |            |       |        |       |        |       |        |        |        |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.1, Si1.5~1.8, Mn0.7~1.0, P<0.15, S<0.12, Cr0.20~0.35, Ni0.08~0.10, Mo0.04, Cu0.8~1.3  |            |       |        |       |        |       |        |        |        |
| 配 料        |  |            |       |        |       |        |       |        |        |        |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |        |       |        |       |        |        |        |
|            | C  | Si         | Mn    | P      | S     | Cr     | Mo    | Ni     |        |        |
| 本溪 Q10 生铁  | 4.26   | 1.27       | 0.50  | 0.080  | 0.030 |        |       |        |        |        |
| 废钢         | 0.40   | 0.30       | 0.50  | 0.060  | 0.030 |        |       |        |        |        |
| 硅铁         |  | 75.3       |       |        |       |        |       |        |        |        |
| 锰铁         |  |            | 67.51 |        |       |        |       |        |        |        |
| 铬铁         |  |            |       |        |       | 66.95  |       |        |        |        |
| 钼铁         |  |            |       |        |       |        | 56.57 |        |        |        |
| 镍          |  |            |       |        |       |        |       |        | 99.2   |        |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 炉料计算成分 (%) |       |        |       |        |       |        |        |        |
|            |  | C          | Si    | Mn     | P     | S      | Cr    | Mo     | Ni     | Cu     |
| 本溪 Q10 生铁  | 50   | 2.13       | 0.64  | 0.25   | 0.040 | 0.015  |       |        |        |        |
| 废钢         | 50   | 0.20       | 0.15  | 0.25   | 0.030 | 0.015  |       |        |        |        |
| 硅铁         | 0.8  |            | 0.60  |        |       |        |       |        |        |        |
| 锰铁         | 0.45   |            |       | 0.30   |       |        |       |        |        |        |
| 铬铁         | 0.75   |            |       |        |       | 0.50   |       |        |        |        |
| 钼铁         | 0.15   |            |       |        |       |        | 0.08  |        |        |        |
| 镍          | 0.125  |            |       |        |       |        |       |        | 0.12   |        |
| 合计         |  | 2.33       | 1.39  | 0.80   | 0.070 | 0.030  | 0.05  | 0.08   | 0.12   |        |
| 炉外熔化增减     |  | +0.23      | -0.21 | -0.160 |       | +0.030 | -0.05 | -0.004 | -0.006 |        |
| (原铁液)      |  | 2.56       | 1.18  | 0.64   | 0.070 | 0.060  | 0.45  | 0.076  | 0.114  | (炉前加入) |
| 炉内孕育吸收     |  |            | +0.30 |        |       |        |       |        |        | +1.23  |
| (孕育后铁液)    |  | 2.56       | 1.48  | 0.64   | 0.070 | 0.060  | 0.45  | 0.076  | 0.114  | 1.23   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 倒置两排大间距曲线炉膛冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变、铬烧损 10%、镍烧损 5%、钼烧损 5%、铜烧损 5%。

2. 炉前加铜屑于包内, 铜屑预热, 加入量 1.3%, 吸收率 95%。

3. 炉前用 75# 硅铁孕育, 加入量 0.5% 左右, 吸收率 80%。

4. 炉前, 用三角试片观察白口大小。

5. 检测结果:

化学成分 (%): C3.06, Si1.63, Mn0.82, P0.054, S0.048, Cr0.31, Ni0.07, Mo0.03, Cu1.2;

力学性能: 铸态; 抗弯强度  $\sigma_w 691 \sim 711\text{MPa}$ , 挠度  $f 3.3 \sim 4.0\text{mm}$ , 硬度 236HBS;

金相组织: 石墨 A 型 + 少量 F 型 G, 石墨长度 5~10mm, 珠光体 95%。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于印刷机械中要求灰铸铁 HT300 的齿轮、滚筒、平台等高强度耐磨铸铁件。

## 20. 含 Ni、Cr 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料（配料实例 605~607）

**镍** [镍的元素符号 Ni；原子序数 28；晶型面心立方；相对原子质量 58.7；密度  $8.90\text{g/cm}^3$ ；熔点  $1453^\circ\text{C}$ ；沸点  $2732^\circ\text{C}$ ；比热容  $0.441\text{J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ；熔解热  $309.96\text{J/g}$ ]

镍是促进石墨化的元素，石墨化能力相当于硅的  $1/4 \sim 1/2$ 。

镍溶于固溶体中，降低了碳的溶解度，有助于碳化物的分解，并降低铸铁的白口层深度和消除碳化物的硬点

镍能减少白口形成倾向，而不导致石墨粗化和强度降低。当加入  $0.1\% \sim 1.0\%$  的少量镍时，能细化晶粒和石墨尺寸；当加入超过  $1\%$  的镍时，需要降低硅的含量，既可获得高的强度又不致于造成硬而不易加工的边缘

镍主要对基体发生影响，镍的质量分数低于  $3.6\%$  时，为细珠光体型铸铁；镍的质量分数  $3\% \sim 8\%$  时，为马氏体型铸铁；镍的质量分数高于  $10\%$  时，为奥氏体型铸铁

单独加镍，特别是镍加入量在  $1.5\%$  以下时，一般不会获得应有的效果。因此在某些实际应用中，镍常同其他合金元素联合加入，镍与铬使用时，通常镍的质量分数不大于  $3.00\%$  和铬的质量分数不大于  $1.00\%$

对于大中型柴油机、常规兵器等类铸件的含 Ni、Cr 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料，可查配料实例 605~配料实例 607 或表 1.5-66~表 1.5-68。

**配料实例 605**      **表 1.5-66 含 Ni、Cr 的合金铸铁**  
**（耐磨铸铁）配料**

| 铸件名称 | 飞轮（大中型柴油机类凸型柴油发动机零件）   |
|------|--|
| 铸件特点 | <p>铸件轮廓尺寸 <math>\phi 555\text{mm} \times 119\text{mm}</math>，该铸件装在柴油发动机曲轴功率的轴输出端，利用足够大的惯量来保证柴油发动机具有允许的旋转不均匀度。铸铁飞轮外缘装有铜齿圈，借以与起动电机齿轮啮合以起动发动机。为保证飞轮与曲轴传动的动力平衡，对飞轮要求具有较高的平衡精度。飞轮毛坯直径为 <math>\phi 555\text{mm}</math>，轮缘厚为 <math>119\text{mm}</math>，轮辐壁厚为 <math>\phi 32\text{mm}</math>，要求全部加工。为保证飞轮与曲轴的连接可靠性，要求轮毂部位加工精度较高。铸件毛重 <math>109\text{kg}</math>。采用金属型铸造，雨淋式浇注。铸件要求时效处理</p> <p>要求铸铁牌号：合金灰铸铁（含镍铬）。抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 200\text{MPa}</math>，硬度 <math>179 \sim 241\text{HBS}</math>，挠度 <math>f \geq 3\text{mm}</math></p> |

(续)

合金成分  
控制 (%)

合金成分控制：由于飞轮受曲轴的扭转力矩和惯性力矩较大，因此要求铸铁组织为珠光体基体上均匀散布着片状细小石墨，除对成分控制外，从合金废钢中加入微量铬镍元素，用75%硅铁在出铁口处进行孕育处理。合金成分的控制：①碳和硅，除碳和硅对凝固石墨化影响之外，也能促进共析石墨化，使基体中的珠光体数量减少，铁素体数量增加，为此碳和硅的含量应控制在成分要求的下限；②锰，锰在铸铁中形成复杂的 $(FeMn)_3C$ 稳定相，致使碳原子不易析出，阻碍石墨的形成。锰由于和硫在高温有较大亲和力，形成MnS有去硫作用。存在于铁液中的MnS可作为石墨化的非自发晶核，有细化晶粒作用。当锰含量达1%左右时，除锰与硫中和外，尚有一定余量使基体中珠光体数量增加和细化，以提高力学性能。由于锰中和了硫的稳定碳化物的作用，因此在低锰铸铁中增加锰量具有双重作用，为此锰的含量应控制在成分要求的上限；③镍，镍能促进铸铁凝固石墨化，使铸件表面不易产生白口，易加工。另一方面镍又能阻碍共析石墨化，使铸件的壁厚处不易出现铁素体，而呈细嫩的珠光体或索氏体基体组织，和铬合用，效果更为明显。即使加入的镍铬量微，其效果也截然不同；④硫和磷：硫是阻碍石墨化强烈元素，硫除与锰形成MnS外，还以FeS的形式与铁形成低熔点共晶Fe-FeS使铸件形成热脆，对原材料硫含量控制的愈低愈好。磷能均匀地溶解于铁液中，随着温度的降低，磷在固态下的溶解度只有0.3%，超过此量磷将以磷共晶的形式出现，由于磷共晶硬而脆，使铸件产生冷脆，在一般铸铁中把磷同样控制在最低限。为此，合金成分(%)控制为： $C3.0\sim 3.3$ ， $Si1.7\sim 2.2$ ， $Mn0.8\sim 1.12$ ， $P\leq 0.20$ ， $S\leq 0.12$ ， $Ni\leq 0.70$ ， $Cr\leq 0.30$

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分(%) |      |      |       |       |      |      |
|-----------|---------|------|------|-------|-------|------|------|
|           | C       | Si   | Mn   | P     | S     | Ni   | Cr   |
| 本溪 Z18 生铁 | 4.10    | 1.75 | 0.65 | 0.050 | 0.020 | —    | —    |
| 回炉铸铁      | 3.10    | 2.50 | 0.80 | 0.080 | 0.050 | —    | —    |
| 废钢        | 0.20    | 0.25 | 0.40 | 0.020 | 0.020 | —    | —    |
| 铬镍合金废钢    | 0.25    | 0.30 | 0.40 | 0.020 | 0.020 | 3.20 | 1.20 |
| 75% 硅铁    | —       | 75   | —    | —     | —     | —    | —    |
| 78% 锰铁    | —       | —    | 78   | —     | —     | —    | —    |

(续)

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |       |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Ni    | Cr    |
| 本溪 Z18 生铁 | 40       | 1.64       | 0.70  | 0.26  | 0.020 | 0.008  | —     | —     |
| 回炉铸铁      | 38       | 1.17       | 0.95  | 0.30  | 0.030 | 0.020  | —     | —     |
| 废钢        | 11       | 0.02       | 0.03  | 0.04  | 0.002 | 0.002  | —     | —     |
| 铬镍合金废钢    | 11       | 0.03       | 0.03  | 0.04  | 0.002 | 0.002  | 0.35  | 0.13  |
| 75%硅铁     | 0.25     | —          | 0.19  | —     | —     | —      | —     | —     |
| 78%锰铁     | 1.25     | —          | —     | 0.97  | —     | —      | —     | —     |
| 合计        |          | 2.86       | 1.0   | 1.61  | 0.054 | 0.032  | 0.35  | 0.13  |
| (炉内熔化增减)  |          | +0.14      | -0.29 | -0.41 | 0     | +0.032 | -0.03 | -0.02 |
| (原铁液)     |          | 3.00       | 1.61  | 1.20  | 0.054 | 0.064  | 0.32  | 0.11  |
| 炉外孕育吸收    |          | —          | +0.30 | —     | —     | —      | —     | —     |
| (孕育后铁液)   |          | 3.00       | 1.91  | 1.20  | 0.054 | 0.064  | 0.32  | 0.11  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口冷风冲天炉，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 25%、硫增加 100%、镍烧损 10%、铬烧损 15%、磷不变。

2. 炉前，用 75% 硅铁孕育，加入量 0.5%，吸收率 80%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于 V 型柴油发动机中要求灰铸铁 HT200 的主动皮带轮和被动皮带轮等铸件。

## 配料实例 606

表 1.5-67 含 Ni、Cr 的合金铸铁

(耐磨铸铁) 配料

|      |  |
|------|--|
| 铸件名称 | 弹性联轴器接盘 (大中型柴油机类 V 型柴油发动机零件)   |
| 铸件特点 | <p>铸件轮廓尺寸 <math>\phi 400\text{mm} \times 49\text{mm}</math>，该铸件以实现弹性传递扭矩，当曲轴转速显著变化或曲轴扭振时，惯性载荷和扭振附加载荷部分所产生的能量被弹性盘的弹性变形所吸收。接盘主要壁厚为 49mm，最厚部位 70mm，铸件毛重 18kg。采用手工干型铸造</p> <p>要求铸铁牌号：合金灰铸铁 (含镍铬)。抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 150\text{MPa}</math>，挠度 <math>f \geq 2.5\text{mm}</math>，硬度 163~229HBS</p> |

(续)

|            |   |
|------------|---|
| 合金成分控制 (%) | 合金成分控制：由于弹性联轴器接盘受惯性载荷和扭振附加载荷大，以及接盘壁厚的特点，要求铸铁组织为珠光体基体上均匀分布细片状石墨，为保证壁厚处表里组织均匀，除成分控制外，还从合金废钢中加微量镍铬元素。其合金成分 (%) 控制为：C2.9~3.3, Si2.5~3.0, Mn0.7~1.0, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.12, Ni $\leq$ 0.50, Cr $\leq$ 0.30 |
|------------|---|

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |      |      |
|-----------|----------|------|------|-------|-------|------|------|
|           | C        | Si   | Mn   | P     | S     | Ni   | Cr   |
| 本溪 Z18 生铁 | 4.10     | 1.75 | 0.65 | 0.050 | 0.020 | —    | —    |
| 回炉铸铁      | 3.10     | 2.50 | 0.80 | 0.080 | 0.050 | —    | —    |
| 废钢        | 0.20     | 0.25 | 0.40 | 0.020 | 0.020 | —    | —    |
| 铬镍合金废钢    | 0.25     | 0.30 | 0.40 | 0.020 | 0.020 | 3.20 | 1.20 |
| 75% 硅铁    | —        | 75   | —    | —     | —     | —    | —    |
| 78% 锰铁    | —        | —    | 78   | —     | —     | —    | —    |

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |       |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Ni    | Cr    |
| 本溪 Z18 生铁 | 40       | 1.64       | 0.70  | 0.26  | 0.020 | 0.008  | —     | —     |
| 回炉铸铁      | 38       | 1.17       | 0.95  | 0.30  | 0.030 | 0.020  | —     | —     |
| 废钢        | 10       | 0.02       | 0.03  | 0.04  | 0.002 | 0.002  | —     | —     |
| 铬镍合金废钢    | 12       | 0.03       | 0.04  | 0.05  | 0.002 | 0.002  | 0.38  | 0.14  |
| 75% 硅铁    | 1.25     | —          | 0.94  | —     | —     | —      | —     | —     |
| 78% 锰铁    | 1.00     | —          | —     | 0.78  | —     | —      | —     | —     |
| 合计        |          | 2.86       | 2.66  | 1.43  | 0.054 | 0.032  | 0.38  | 0.14  |
| 炉内熔化增减    |          | +0.14      | -0.39 | -0.36 | 0     | +0.032 | -0.04 | -0.02 |
| (熔化后铁液)   |          | 3.00       | 2.27  | 1.07  | 0.054 | 0.064  | 0.34  | 0.12  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口冷风冲天炉，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 25%、硫增加 100%、镍烧损 10%、铬烧损 15%、磷不变。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

3. 本配料还适用于 V 型柴油发动机中要求灰铸铁 HT150 的传动盘、海水泵接盘、风扇传动皮带轮、风扇传动装置固定盘、风扇传动机构外壳和制动瓦等铸件。

配料实例 607

表 1.5-68 含 Ni、Cr 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 拨叉轴衬套 (常规兵器类坦克零件)   |
| 铸件特点       | <p>铸件轮廓尺寸 62mm×90mm×122mm, 该铸件是坦克车体操纵件, 随拨叉轴工作时往返重复运动, 是在半润滑条件下工作的, 除具有一定强度和韧性外, 需具有优良的耐磨性, 由于内孔较小 <math>\phi 25\text{mm}</math>, 铸造时不铸出, 铸件毛重 1.9kg, 铸件加工后壁厚 6.5mm, 铸件全部加工, 采用机器湿型铸造</p> <p>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 (含 Ni、Cr)。硬度 187~255HBS。金相组织: 基体为中、细片状珠光体, 基体上均匀散布中、细片状或菊花状石墨和二元磷共晶组织, 不允许有方向性强的及共晶型的石墨和二元磷共晶</p>   |
| 合金成分控制 (%) | <p>合金成分控制: 有润滑条件下工作的耐磨铸铁应具有良好的加工性能, 低的摩擦系数, 能够很好地保持连续油膜的能力, 能抵抗啃合或擦伤, 在工作温度中能保持较高的力学性能等。根据这些要求, 最适宜的铸铁组织应是“软基硬相”的多相组织。较适合的基体是片状珠光体, 其中铁素体作为软的基底, 渗碳体作为坚硬的组分。铸铁中的石墨对减少润滑磨损起着积极有利的作用, 可作为自生润滑剂。但珠光体和石墨的形态大小直接影响铸铁的耐磨等力学性能, 其关键在于成分和成分的控制。在耐磨铸铁中, 硬化相对耐磨性有显著影响, 由于它在基体中起支撑骨架的作用, 所以要求它不仅具有较高的硬度, 而且不易从基体中剥落。在铸铁中加入 0.3% 左右的磷, 使基体中出现均匀分布的断续网状的磷共晶, 能显著增加耐磨性。再适当加些能形成硬度较高的碳化物小质点, 如铬元素弥散分布在基体中强化基体, 提高硬度和耐磨性, 和镍配合使用效果更好, 还可增加一定强度和韧性并易于加工。为此, 控制合金成分 (%) 为: C3.0~3.6, Si1.9~2.3, Mn0.9~1.3, P<math>\leq</math>0.30, S<math>\leq</math>0.15, Ni0.30~0.50, Cr0.15~0.35</p> |

## 配 料

| 炉料名称      | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |      |      |
|-----------|----------|------|------|-------|-------|------|------|
|           | C        | Si   | Mn   | P     | S     | Ni   | Cr   |
| 本溪 Z14 生铁 | 4.10     | 1.45 | 0.70 | 0.050 | 0.020 | —    | —    |
| 回炉铸铁      | 3.10     | 2.50 | 0.80 | 0.080 | 0.050 | —    | —    |
| 废钢        | 0.20     | 0.25 | 0.40 | 0.020 | 0.020 | —    | —    |
| 铬镍合金废钢    | 0.25     | 0.30 | 0.40 | 0.020 | 0.020 | 3.20 | 1.20 |
| 75% 硅铁    | —        | 75   | —    | —     | —     | —    | —    |
| 78% 锰铁    | —        | —    | 78   | —     | —     | —    | —    |
| 16% 磷铁    | —        | —    | —    | 16    | —     | —    | —    |



(续)

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |       |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Ni    | Cr    |
| 本溪 Z14 生铁 | 55       | 2.21       | 0.78  | 0.38  | 0.028 | 0.011  | —     | —     |
| 回炉铸铁      | 20       | 0.62       | 0.50  | 0.16  | 0.016 | 0.010  | —     | —     |
| 废钢        | 12       | 0.02       | 0.03  | 0.05  | 0.002 | 0.002  | —     | —     |
| 铬镍合金废钢    | 13       | 0.03       | 0.04  | 0.05  | 0.003 | 0.003  | 0.41  | 0.16  |
| 75% 硅铁    | 0.75     | —          | 0.56  | —     | —     | —      | —     | —     |
| 78% 锰铁    | 1.25     | —          | —     | 0.98  | —     | —      | —     | —     |
| 16% 磷铁    | 1.25     | —          | —     | —     | 0.200 | —      | —     | —     |
| 合计        |          | 2.88       | 1.91  | 1.62  | 0.249 | 0.025  | 0.41  | 0.16  |
| 炉内熔化增减    |          | +0.14      | -0.29 | -0.41 | 0     | +0.025 | -0.04 | -0.01 |
| (原铁液)     |          | 3.02       | 1.62  | 1.21  | 0.249 | 0.050  | 0.37  | 0.15  |
| 炉外孕育吸收    |          | —          | +0.30 | —     | —     | —      | —     | —     |
| (孕育处理后铁液) |          | 3.02       | 1.92  | 1.21  | 0.249 | 0.050  | 0.37  | 0.15  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口冷风冲天炉，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 25%、硫增加 100%、镍烧损 10%、铬烧损 15%、磷不变。

2. 炉前，用 75% 硅铁进行孕育处理、孕育量为 0.5%，孕育除起消除白口外，孕育主要减少耐磨铸铁中的初生铁素体转变为珠光体。使片状石墨基本成为无定向性分布，使组织达到均一性。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于其他各种规格尺寸的耐磨衬套，如支撑衬套为  $\phi_{\text{外}} 116\text{mm} \times 120\text{mm} \times 15\text{mm}$ 、 $\phi_{\text{外}} 56\text{mm} \times 37\text{mm} \times 11\text{mm}$ 、 $\phi_{\text{外}} 48\text{mm} \times 27\text{mm} \times 10\text{mm}$ 、 $\phi_{\text{外}} 48\text{mm} \times 43\text{mm} \times 10\text{mm}$  等衬套铸件。

## 21. 含 Ni、Cr、Cu 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料（配料实例 608）

镍的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含镍合金铸铁的耐磨性和其他性能，可加入质量分数为 0.20% ~ 0.35% 的铬和  $\leq 0.7\%$  的铜。

对于石油机械等类铸件的含 Ni、Cr、Cu 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料，可查配料实例 608 或表 1.5-69。

配料实例 608 表 1.5-69 含 Ni、Cr、Cu 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 泵体 (石油机械类泥浆泵零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 668mm×653mm×285mm, 为渐开线管状结构, 铸件毛重 150kg, 主要壁厚 18mm, 结构复杂, 要求内流道光滑平整。铸件要求热处理消除应力。铸件在 1.6MPa 压力下保持 5min 无渗漏现象<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含镍铬铜)。硬度 180~229HBS |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.6, Si2.2~2.4, Mn0.6~0.9, S≤0.12, P≤0.15, Cu≤0.7, Ni0.2~0.4, Cr0.2~0.35   |

## 配 料

| 炉料名称   | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |
|--------|----------|------|------|-------|-------|
|        | C        | Si   | Mn   | S     | P     |
| 酒钢生铁   | 3.70     | 2.14 | 0.90 | 0.030 | 0.074 |
| 回炉料    | 3.20     | 1.80 | 0.80 | 0.120 | 0.150 |
| 废钢     | 0.20     | 0.20 | 0.60 | 0.020 | 0.020 |
| 75% 硅铁 | —        | 75   | —    | —     | —     |
| 65% 锰铁 | —        | —    | 65   | —     | —     |

| 炉料名称                  | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |        |       |        |       |       |       |      |
|-----------------------|----------|------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|------|
|                       |          | C          | Si     | Mn    | S      | P     | Cr    | Ni    | Cu   |
| 酒钢生铁                  | 50       | 1.80       | 1.07   | 0.45  | 0.015  | 0.037 | —     | —     | —    |
| 回炉料                   | 40       | 1.28       | 1.28   | 0.32  | 0.048  | 0.06  | —     | —     | —    |
| 废钢                    | 10       | 0.02       | 0.02   | 0.06  | 0.002  | 0.002 | —     | —     | —    |
| 75% 硅铁                | 0.5      | —          | 0.38   | —     | —      | —     | —     | —     | —    |
| 65% 锰铁                | 0.3      | —          | —      | 0.20  | —      | —     | —     | —     | —    |
| 合计                    |          | 3.1        | 2.75   | 1.03  | 0.065  | 0.045 | —     | —     | —    |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)       |          | +0.31      | -0.55  | -0.26 | +0.065 | 0     | —     | —     | —    |
| 炉外合金加入吸收<br>(合金加入后铁液) |          | —          | +0.135 | —     | —      | —     | +0.26 | +0.29 | 0.67 |
|                       |          | 3.41       | 2.34   | 0.77  | 0.130  | 0.045 | 0.26  | 0.29  | 0.67 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排风口冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 铬以微碳铬粉在出铁槽加入, 加入量 0.4%, 吸收率 65%; 镍以镍板加入, 加入量 0.3%, 吸收率 95%; 铜以电解铜板加入, 加入量 0.7%, 吸收率 95%。加前均预热。此外, 在铁液包中加入 75% 硅铁调整含硅量, 加入量 0.3%, 吸收率 65%。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.34, Si1.65, Mn0.78, P0.095, S0.105, Ni0.27, Cr0.24, Cu0.47;  
力学性能: 硬度 255HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于泥浆泵中要求合金铸铁 (含镍铬铜) 的泵盖、叶轮等铸件。

## 22. 含 Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 609~612)

**钼** [钼的元素符号 Mo; 原子序数 42; 晶型体心立方; 相对原子质量 96.0; 密度  $10.22\text{g/cm}^3$ ; 熔点  $2625^\circ\text{C}$ ; 沸点  $4800^\circ\text{C}$ ; 比热容  $0.2772\text{J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ; 熔解热  $\approx 293.16\text{J/g}$ ].

钼是中等稳定碳化物, 阻碍石墨化的元素。

钼使组织致密, 并细化和改善石墨的均匀分布, 钼的质量分数  $< 1\%$  时, 能细化珠光体, 增加珠光体含量, 同时强化珠光体中的铁素体, 因而能有效地提高铸铁的强度、硬度以及耐磨性, 最突出的是显著提高铸铁的冲击韧性和改善铸铁断面的均匀性, 并在较高硬度下仍有较高的强度和韧性

对于矿山机械、工程机械、汽轮机之类铸件的含 Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料, 可查配料实例 609~配料实例 612 或表 1.5-70~表 1.5-73。

**配料实例 609**                      **表 1.5-70 含 Mo 的合金铸铁**  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |          |      |      |       |       |     |           |  |  |  |
|------------|--|----------|------|------|-------|-------|-----|-----------|--|--|--|
| 铸件名称       | 大齿轮圈 (矿山机械类零件)   |          |      |      |       |       |     |           |  |  |  |
| 铸件特点       | 铸件毛重 3.1t, 为环形结构, 要求耐磨<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含 Mo)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 350\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 610\text{MPa}$ 。 |          |      |      |       |       |     |           |  |  |  |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分控制: C2.8~3.0, Si1.0~1.2, Mn0.9~1.1, P<0.15, S<0.12, Mo0.1~0.2  |          |      |      |       |       |     |           |  |  |  |
| 配 料        |  |          |      |      |       |       |     |           |  |  |  |
| 序号         | 材质名称   | 炉料组成 (%) |      |      |       |       |     | 炉前加入料 (%) |  |  |  |
|            |  | 生铁       | 机件   | 废钢   | 硅铁    | 锰铁    | 钼铁  | 孕育硅铁      |  |  |  |
|            | 合金铸铁   | 30       | 20   | 50   | —     | 1.45  | 0.2 | 0.8~0.9   |  |  |  |
| 原材料名称      | 化验编号或合同号   | 化学成分 (%) |      |      |       |       |     |           |  |  |  |
|            |  | C        | Si   | Mn   | P     | S     | Mo  |           |  |  |  |
| 生铁         |  | 4.20     | 1.90 | 0.75 | 0.090 | 0.029 |     |           |  |  |  |
| 机件         |  |          | 1.80 | 0.70 |       |       |     |           |  |  |  |
| 硅铁         |  |          | 70   |      |       |       |     |           |  |  |  |
| 锰铁         |  |          |      | 69   |       |       |     |           |  |  |  |
| 钼铁         |  |          |      |      |       |       | 55  |           |  |  |  |

(续)

| 类别     | 化学成分(%) |         |         |       |       |         |
|--------|---------|---------|---------|-------|-------|---------|
|        | C       | Si      | Mn      | S     | P     | Mo      |
| 要求成分   | 2.8~3.0 | 1.0~1.2 | 0.9~1.1 | <0.12 | <0.15 | 0.1~0.2 |
| 预计元素增损 |         |         |         |       |       |         |
| 实际元素增损 |         |         |         |       |       |         |
| 化验结果   | 2.76    | 1.29    | 0.69    | 0.10  | 0.058 | 0.195   |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口、二次风、冷风曲线炉膛冲天炉，熔化率4~5t/h，炉内硅烧损15%、锰烧损24%。

2. 炉前，用硅铁进行孕育。

3. 检测结果：

化学成分(%)：C2.76，Si1.29，Mn0.69，P0.058，S0.10，Mo0.195；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 387MPa，抗弯强度 $\sigma_{bb}$ 701MPa，硬度255HRS；

金相组织：石墨形态为片状，石墨长度为10~150 $\mu$ m，基体组织为100%珠光体、微量二元磷共晶。

4. 成分含量、炉料组成和加入料皆指质量分数。

配料实例 610 表 1.5-71 含 Mo 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|           |   |      |      |       |       |     |
|-----------|---|------|------|-------|-------|-----|
| 铸件名称      | 组合阀体(工程机械类 TL180 轮胎式推土机零件)  |      |      |       |       |     |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 256mm×127mm×194mm，铸件毛重 25.5kg，主要壁厚 20mm，全部加工。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号：合金灰铸铁 HT250(含 Mo)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250$ MPa，硬度 170~255HBS |      |      |       |       |     |
| 合金成分控制(%) | C3.1~3.3，Si1.5~1.8，Mn0.8~1.0；P $\leq$ 0.15，S $\leq$ 0.12，Mo0.2~0.5  |      |      |       |       |     |
| 配 料       |   |      |      |       |       |     |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |      |      |       |       |     |
|           | C   | Si   | Mo   | P     | S     | Mo  |
| 本溪生铁      | 4.30  | 1.45 | 0.61 | 0.036 | 0.049 |     |
| 废钢        | 0.25  | 0.27 | 0.50 | 0.045 | 0.045 |     |
| 75%硅铁     | —   | 75   | —    | —     | —     |     |
| 65%锰铁     | —   | —    | 65   | —     | —     |     |
| 55%钼铁     |   |      |      |       | —     | 55% |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |       |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S     | Mo    |
| 本溪生铁    | 75%      | 3.23       | 1.10  | 0.46  | 0.027 | 0.040 | —     |
| 废钢      | 25%      | 0.06       | 0.07  | 0.13  | 0.010 | 0.010 | —     |
| 75% 硅铁  | 0.5      | —          | 0.38  | —     | —     | —     | —     |
| 65% 锰铁  | 0.8      | —          | —     | 0.52  | —     | —     | —     |
| 55% 钼铁  | 0.4      | —          | —     | —     | —     | —     | 0.22  |
| 合计      |          | 3.29       | 1.55  | 1.11  | 0.037 | 0.050 | 0.22  |
| 炉内熔化增减  |          | -0.16      | -0.16 | -0.17 | 0     | 0     | -0.02 |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.23 | —     | —     | —     | —     |
| (孕育后铁液) |          | 3.13       | 1.62  | 0.94  | 0.037 | 0.05  | 0.20  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中频感应力热电炉, 熔化率 60kg/h (实际熔化率 90kg/h), 炉内碳减少 5%、硅烧损 10%、锰烧损 15%、磷不变、硫不变、钼烧损 10%。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.3kg, 吸收率为 80%。

3. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用 75% 硅铁粉调软铁液。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.15, Si1.74, Mn1.02, P0.056, S0.025, Mo0.267;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$  563.5MPa;

金相组织: A 型片状石墨, 珠光体 98%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于各类工程机械中要求合金灰铸铁 HT250 (含 Mo) 的阀体、小壳体、离合器活塞等铸件。

## 配料实例 611

表 1.5-72 含 Mo 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 壳体 (工程机械类 ZL50K 装载机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 270mm × 223mm × 148mm, 铸件毛重 32kg, 主要壁厚 14mm, 全部加工。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 HT300 (含 Mo)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 300$ MPa, 硬度 170~255HBS |
| 合金成分控制 (%) | C3.0~3.2, Si1.7~1.7, Mn0.9~1.0, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12, Mo0.2~0.5   |

(续)

| 配 料     |             |           |       |       |       |       |       |
|---------|-------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 炉料名称    | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |       |       |
|         | C           | Si        | Mn    | P     | S     | Mo    |       |
| 本溪生铁    | 4.30        | 1.45      | 0.61  | 0.036 | 0.049 | —     |       |
| 废钢      | 0.25        | 0.27      | 0.50  | 0.045 | 0.045 | —     |       |
| 75%硅铁   | —           | 75        | —     | —     | —     | —     |       |
| 65%锰铁   | —           | —         | 65    | —     | —     | —     |       |
| 55%钼铁   | —           | —         | —     | —     | —     | 55    |       |
| 炉料名称    | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |       |
|         |             | C         | Si    | Mn    | P     | S     | Mo    |
| 本溪生铁    | 72          | 3.1       | 1.04  | 0.44  | 0.026 | 0.035 | —     |
| 废钢      | 28          | 0.07      | 0.08  | 0.14  | 0.013 | 0.013 | —     |
| 75%硅铁   | 0.4         | —         | 0.3   | —     | —     | —     | —     |
| 65%锰铁   | 0.8         | —         | —     | 0.52  | —     | —     | —     |
| 55%钼铁   | 0.5         | —         | —     | —     | —     | —     | 0.28  |
| 合计      |             | 3.17      | 1.42  | 1.10  | 0.039 | 0.048 | 0.28  |
| 熔化增减    |             | -0.16     | -0.14 | -0.17 | 0     | 0     | -0.03 |
| 炉外孕育吸收  |             | —         | +0.3  | —     | —     | —     | —     |
| (孕育后铁液) |             | 3.01      | 1.58  | 0.93  | 0.039 | 0.048 | 0.25  |

注：1. 采用熔炼炉类型：中频感应加热电炉，熔化率 60kg/h（实际熔化率 90kg/h），炉内碳减少 5%、硅烧损 10%、锰烧损 15%、磷不变、硫不变、钼烧损 10%。

2. 炉外孕育，100kg 铁液加 75% 硅铁 0.3kg，吸收率 80%。

3. 炉前，用三角试片检查白口大小，用 75% 硅铁粉调软铁液。

4. 检测结果：

化学成分(%)：C3.01, Si1.63, Mn1.18, P<0.068, S<0.068, Mo0.385；

力学性能：抗弯强度  $\sigma_{bb} > 563.5 \text{MPa}$ ；

金相组织：A 型片状石墨，珠光体 98%。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于各类工程机械中要求合金灰铸铁 HT300（含 Mo）的转向壳体、吸油阀体、缓冲阀体、安全阀体等铸件。

## 配料实例 612

表 1.5-73 含 Mo 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|             |   |           |      |     |                  |                  |                 |        |         |
|-------------|---|-----------|------|-----|------------------|------------------|-----------------|--------|---------|
| 铸件名称        | 第 20~22 级隔板 (汽轮机类零件)  |           |      |     |                  |                  |                 |        |         |
| 铸件特点        | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1216\text{mm} \times 127\text{mm}$ , 为圆环厚板状结构, 圆环分内环和外环, 内、外环之间铸入几十片不锈钢叶片, 使内、外环联接成一块板状铸件, 铸件毛重 1.3t, 主要壁厚 127mm, 采用干型铸造。铸件粗加工前后各进行一次 $500 \sim 500^\circ\text{C}$ 去应力退火<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 HT250 (含 Mo)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 470\text{MPa}$ , 挠度 $f \geq 3\text{mm}$ , 硬度 180~269HBS |           |      |     |                  |                  |                 |        |         |
| 合金成分控制 (%)  | 合金成分控制: C3.15~3.30, Si1.50~1.80, Mn0.90~1.10, P $\leq$ 0.20, S $\leq$ 0.12, Mo0.45~0.75   |           |      |     |                  |                  |                 |        |         |
| 配 料         |   |           |      |     |                  |                  |                 |        |         |
| 铸铁牌号        | 层铁 /kg  | 金属炉料 /kg  |      |     |                  |                  |                 | 层焦 /kg | 石灰石 /kg |
|             |   | Z15 本溪新生铁 | 回炉料  | 废钢  | 77% 硅铁           | 63% 锰铁           | Mo551 钼铁        |        |         |
| 合金灰铸铁 HT250 | 500   | 200       | 150  | 150 | (加 1.23%)<br>6.2 | (加 0.83%)<br>4.2 | (加 1.4%)<br>7.0 | 60     | 18      |
| 配料计算成分 (%)  | C   |           | Si   |     | Mn               | P                | S               | Mo     |         |
|             | 2.75  |           | 2.10 |     | 1.13             | 0.05             | 0.07            | 0.77   |         |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 5.5t/h, 炉内碳增加 15%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 70%、钼烧损 10%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调整白口宽度, 炉前硅铁加入量 0.2%~0.4%, 白口宽度控制在 5~7mm。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.28, Si1.77, Mn0.92, P0.070, S0.14, Mo0.070。

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb} 620\text{MPa}$ , 挠度  $f 4.2\text{mm}$ , 硬度 255HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 23. 含 V、Ti 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 613~621)

**钒** [钒的元素符号 V; 原子序数 23; 晶型体心立方; 相对原子质量 50.9; 密度  $6.10\text{g/cm}^3$ ; 熔点  $1910^\circ\text{C}$ ; 沸点  $3400^\circ\text{C}$ ; 比热熔  $0.533\text{J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ]。

钒是强烈稳定碳化物, 阻碍石墨化的元素。

钒在铸铁中能形成几种稳定的碳化物 ( $VC$ 、 $V_2C$ 、 $V_4C_3$ )，倾向于促进形成和保持铸铁基体中的珠光体和索氏体，从而提高了铸铁的强度、硬度和耐磨性。

钒能细化石墨，并促进石墨的均匀分布，从而改善了断面的敏感性。

钒亦能增加珠光体和索氏体的高温稳定性，从而提高了铸铁的耐热性。

钒常与钛联合使用制成钒钛铸铁，这是一种较好的耐磨铸铁，钒质量分数为 0.15%~0.60%，钛质量分数为 0.05%~0.35%，

对于铣床、磨床、镗床、齿轮加工机床、铸造设备、水轮机等类铸件的含 V、Ti 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料，可查配料实例 613~配料实例 621 或表 1.5-74~表 1.5-82。

**配料实例 613**                      **表 1.5-74 含 V、Ti 的合金铸铁**  
**(耐磨铸铁) 配料**

|            |   |             |      |      |       |       |      |      |
|------------|---|-------------|------|------|-------|-------|------|------|
| 铸件名称       | 床身 (铣床类 X62W 卧式万能铣床零件)  |             |      |      |       |       |      |      |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 1340mm×700mm×638mm，为带有多种穿孔和凸台的箱体结构，形状复杂，加工工序多，铸件毛重 782kg，最大壁厚 55mm，最小壁厚 12mm。采用机器造型干型铸造，铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：耐磨铸铁 MTVTi250。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250MPa$ ，硬度 170~241HBS |             |      |      |       |       |      |      |
| 合金成分控制 (%) | C3.1~3.4, Si1.4~1.8, Mn0.6~1.0, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.12, V0.15~0.25, Ti0.06~0.15  |             |      |      |       |       |      |      |
| <b>配 料</b> |   |             |      |      |       |       |      |      |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)   |             |      |      |       |       |      |      |
|            | C   | Si          | Mn   | P    | S     | V     | Ti   |      |
| 承德 V-Ti 生铁 | 4.05  | 0.40        | 0.65 | 0.07 | 0.09  | 0.50  | 0.25 |      |
| 回炉铁        | 3.10  | 1.50        | 1.00 | 0.07 | 0.10  | 微量    | 微量   |      |
| 废钢         | 0.40  | 0.30        | 0.50 | 0.04 | 0.02  | —     | —    |      |
| 75% 硅铁     | —   | 75          | —    | —    | —     | —     | —    |      |
| 65% 锰铁     | —   | —           | 65   | —    | —     | —     | —    |      |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 计 算 成 分 (%) |      |      |       |       |      |      |
|            |   | C           | Si   | Mn   | P     | S     | V    | Ti   |
| 承德 V-Ti 生铁 | 55  | 2.23        | 0.22 | 0.36 | 0.039 | 0.050 | 0.28 | 0.14 |
| 回炉铁        | 20  | 0.62        | 0.30 | 0.20 | 0.014 | 0.020 | —    | —    |
| 废钢         | 25  | 0.10        | 0.08 | 0.13 | 0.010 | 0.005 | —    | —    |



(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |       |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | V     | Ti    |
| 75%硅铁   | 1.7      | —          | 1.28  | —     | —     | —      | —     | —     |
| 65%锰铁   | 0.8      | —          | —     | 0.52  | —     | —      | —     | —     |
| 合计      |          | 2.95       | 1.88  | 1.21  | 0.063 | 0.075  | 0.28  | 0.14  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.30      | -0.47 | -0.36 | 0     | +0.045 | -0.07 | -0.04 |
| (原铁液)   |          | 3.25       | 1.41  | 0.85  | 0.063 | 0.120  | 0.21  | 0.10  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.21 | —     | —     | —      | —     | —     |
| (孕育后铁液) |          | 3.25       | 1.62  | 0.85  | 0.063 | 0.120  | 0.21  | 0.10  |

注：1. 采用熔炼炉类型：中央送风冲天炉，熔化率 11t/h，出铁温度 1420~1480°C，炉内碳增加 10%、硅烧损 25%、锰烧损 30%、钒烧损 25%、钛烧损 25%、硫增加 60%、磷不变。

2. 炉外孕育：100kg 铁液加 75% 硅铁 0.3kg，吸收率 95%。

3. 炉前，用三角试片检验白口大小，控制白口为 5mm。

4. 因生铁成分不稳定，S、Ti 暂不考核。

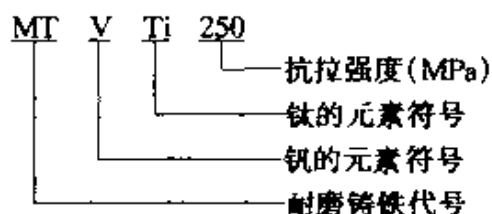
5. 检测结果：

化学成分 (%)：符合选择范围；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  274~304MPa，硬度 170~200HBS。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. MTVTi250 的主要含义如下：



## 配料实例 614

表 1.5-75 含 V、Ti 的合金铸钢  
(耐磨铸铁) 配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 升降台 (铣床类 X62W 卧式万能铣床零件)   |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 822mm×479mm×640mm，为复杂形状的长方支座结构，加工面多，铸件毛重 320kg，最大壁厚 40mm，最小壁厚 8mm。采用机器造型干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：耐磨铸铁 MTVTi250，抗拉强度 $\sigma_b \geq 250$ MPa，硬度 170~241HBS |

(续)

| 合金成分控制 (%)  | C3.1~3.4, Si1.4~1.8, Mn0.6~1.0, P≤0.2, S≤0.12, V0.15~0.25, Ti0.06~0.15 |                 |       |       |       |        |       |       |
|-------------|--|-----------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 配 料         |  |                 |       |       |       |        |       |       |
| 炉料名称        | 炉 料 成 分 (%)  |                 |       |       |       |        |       |       |
|             | C  | Si              | Mn    | P     | S     | Sb     | V     | Ti    |
| 承德 V-Ti 新生铁 | 4.05   | 0.40            | 0.65  | 0.07  | 0.09  | —      | 0.5   | 0.25  |
| 本车间回炉铁      | 3.10   | 1.70            | 1.00  | 0.07  | 0.10  | —      | 微量    | 微量    |
| 废钢          | 0.40   | 0.3             | 0.50  | 0.04  | 0.02  | —      | —     | —     |
| 75% Si-Fe   | —  | 75              | —     | —     | —     | —      | —     | —     |
| 65% Mn-Fe   | —  | —               | 65    | —     | —     | —      | —     | —     |
| 炉料名称        | 配料比例 (%)   | 配 料 计 算 成 分 (%) |       |       |       |        |       |       |
|             |  | C               | Si    | Mn    | P     | S      | V     | Ti    |
| 承德 V-Ti 新生铁 | 55   | 2.23            | 0.22  | 0.36  | 0.039 | 0.050  | 0.28  | 0.14  |
| 本车间回炉铁      | 20   | 0.62            | 0.34  | 0.20  | 0.014 | 0.020  | —     | —     |
| 废钢          | 25   | 0.10            | 0.08  | 0.13  | 0.010 | 0.005  | —     | —     |
| 75% Si-Fe   | 1.7  | —               | 1.28  | —     | —     | —      | —     | —     |
| 65% Mn-Fe   | 0.8  | —               | —     | 0.52  | —     | —      | —     | —     |
| 合计          |  | 2.95            | 1.92  | 1.21  | 0.063 | 0.075  | 0.28  | 0.14  |
| 炉内熔化增减      |  | +0.30           | -0.48 | -0.36 | 0     | +0.045 | -0.07 | -0.04 |
| (原铁液)       |  | 3.25            | 1.44  | 0.85  | 0.063 | 0.120  | 0.21  | 0.10  |
| 炉外孕育吸收      |  | —               | +0.25 | —     | —     | —      | —     | —     |
| (孕育后铁液)     |  | 3.25            | 1.69  | 0.85  | 0.063 | 0.120  | 0.21  | 0.10  |

注：1. 采用熔炼炉类型：中央送风冲天炉，熔化率 11t/h，炉内碳增加 10%、硅烧损 25%、锰烧损 30%、硫增加 60%、钒烧损 25%、钛烧损 25%、磷不变。

2. 炉外孕育：100kg 铁液加 75 硅铁 0.35kg，吸收率 95%。

3. 炉前，用三角试片检验白口大小，控制白口为 2.5~3.5mm。

4. 因生铁成分不稳定，S、Ti 暂不作考核。

5. 检测结果：抗拉强度  $\sigma_b$  在 255~294MPa 范围内。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. MTVT250 的主要含义与配料实例 613 的注同。

配料实例 615 表 1.5-76 含 V、Ti 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 床身(磨床类 MG6425 高精度滚刀磨床零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1870mm×410mm×890mm, 铸件毛重 850kg, 为箱形结构, 主要壁厚 16mm, 最大壁厚(导轨) 70mm。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 MTVTi250。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 470\text{MPa}$ , 硬度 170~24HBS。要求石墨 A 型, 长度 4~5 级, 数最 3~4 级, 珠光体 90%~95%, 渗碳体 $\leq 5\%$ , 有弥散分布的钒钛氮碳化合物 |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.3, Si1.5~1.5, Mn0.6~1.0, P $\leq$ 0.25, S<0.12, V $\geq$ 0.15, Ti $\geq$ 0.05  |

配 料

| 投料顺序                      | 铸铁牌号     | 预投批散     | 层铁重/kg | 层焦重/kg | 石灰石/kg | 萤石/kg | 金属炉料组成/kg |      |                       |                          |     | 实投批散 | 木柴消耗/kg |
|---------------------------|----------|----------|--------|--------|--------|-------|-----------|------|-----------------------|--------------------------|-----|------|---------|
|                           |          |          |        |        |        |       | 新铁钒钛      | 废旧铁  | 废钢                    | 锰铁                       | 硅铁  |      |         |
|                           | MTVTi250 | 15       | 300    | 33     | 8      | —     | 180       | 30   | 90                    | 3                        | 4.5 |      | 250     |
| 底焦消耗 + kg                 |          |          |        | 292    |        |       |           |      |                       |                          |     |      |         |
| 接力焦消耗 + kg                |          |          |        | 40     |        |       |           |      |                       |                          |     |      |         |
| 回炉焦重量 - kg                |          |          |        |        |        |       |           |      |                       |                          |     |      |         |
| 回炉铁重含 - kg                |          |          |        |        |        |       |           |      |                       |                          |     |      |         |
| 各种材料总消耗 kg                |          |          |        |        |        |       |           |      |                       |                          |     |      |         |
| 金属炉料名称                    |          | 化学成分 (%) |        |        |        |       |           | 力学性能 |                       |                          |     |      |         |
|                           |          | C        | Si     | Mn     | P      | S     | V         | Ti   | $\sigma_b/\text{MPa}$ | $\sigma_{bb}/\text{MPa}$ | HBS |      |         |
| 新铁(钒钛)                    |          | 4.30     | 0.22   | 0.27   | 0.013  | 0.050 | 0.50      | 0.32 |                       |                          |     |      |         |
| 废旧铁                       |          | 3.26     | 1.56   | 0.88   | 0.080  | 0.075 |           |      |                       |                          |     |      |         |
| 废钢                        |          | 0.24     | 0.24   | 0.40   | 0.030  | 0.030 |           |      |                       |                          |     |      |         |
| 锰铁                        |          |          |        | 80     |        |       |           |      |                       |                          |     |      |         |
| 硅铁                        |          |          | 75     |        |        |       |           |      |                       |                          |     |      |         |
| (炉外孕育用 75% 硅铁, 加入量为 0.5%) |          |          |        |        |        |       |           |      |                       |                          |     |      |         |
| MTVTi250                  | 配入       | 2.98     | 1.49   | 0.87   | 0.025  | 0.047 | 0.30      | 0.19 |                       |                          |     |      |         |
| MTVTi250                  | 出炉       | 3.21     | 1.57   | 0.88   | 0.031  | 0.080 | 0.22      | 0.09 | 245~294               | 548~558.6                | 229 |      |         |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口热风炉胆冲天炉, 开渣操作, 熔化率 3t/h, 炉内碳增加 15%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 80%、磷不变。
2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用 75% 硅铁调整铁液软硬度, 在出铁精孕育, 加入量 0.4%~0.6%。
3. 检测结果: 见本表。
4. 本配料还适用于其他磨床的工作台、立柱、衬套、溜板、床身导轨, 齿轮机床、镗床、铣床的工作台、床身等铸件。
5. MTVTi250 的主要含义与配料实例 613 的注同。
6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 616

表 1.5-77 含 V、Ti 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

| 铸件名称       | 阀体 (磨床类 M1420 万能外圆磨床零件)   |      |      |       |       |      |      |          |         |
|------------|---|------|------|-------|-------|------|------|----------|---------|
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 125mm×120mm×85mm, 为实心大件, 全部加工, 六面钻 60 多个孔, 有的孔要进行珩磨加工。铸件毛重 8.3kg, 采用单体铸造, 五面安放外冷铁, 压边浇注。铸件要求高温回火处理<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 MTVTi250。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 470\text{MPa}$ , 硬度 170~241HES |      |      |       |       |      |      |          |         |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分控制: C3.1~3.4, Si1.3~1.6, Mn0.8~1.0, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12, V0.185, Ti0.07  |      |      |       |       |      |      |          |         |
| 配 料        |   |      |      |       |       |      |      |          |         |
| 原材料名称      | 原材料化学成分 (%)   |      |      |       |       |      |      | 配料比例 (%) | 层铁量 /kg |
|            | C   | Si   | Mn   | P     | S     | V    | Ti   |          |         |
| 钒钛生铁       | 3.36  | 0.42 | 0.27 | 0.034 | 0.077 | 0.37 | 0.14 | 50       | 125     |
| 回炉铁        | 3.60  | 1.60 | 0.80 | 0.120 | 0.120 |      |      | 36       | 90      |
| 废钢         | 0.20  |      |      |       |       |      |      | 14       | 35      |
| 硅铁         |   | 75.0 |      |       |       |      |      | 1.2      | 3       |
| 锰铁         |   |      | 60.0 |       |       |      |      | 1.2      | 3       |
| 合计         |   |      |      |       |       |      |      |          |         |
| 化验成分       |   |      |      |       |       |      |      |          |         |
| 元素增损率%     |   |      |      |       |       |      |      |          |         |
| 原材料名称      | 计算炉料成分 (%)  |      |      |       |       |      |      | 层铁 /kg   | 石灰石 /kg |
|            | C   | Si   | Mn   | P     | S     | V    | Ti   |          |         |
| 钒钛生铁       | 1.68  | 0.21 | 0.14 | 0.017 | 0.039 | 0.19 | 0.07 | 24       | 10      |
| 回炉铁        | 1.30  | 0.58 | 0.29 | 0.043 | 0.043 |      |      |          |         |
| 废钢         | 0.03  |      |      |       |       |      |      |          |         |
| 硅铁         |   | 0.90 |      |       |       |      |      |          |         |
| 锰铁         |   |      | 0.72 |       |       |      |      |          |         |
| 合计         | 3.01  | 1.69 | 1.15 | 0.060 | 0.082 |      |      |          |         |
| 化验成分       | 3.28  | 1.40 | 0.92 | 0.078 | 0.13  |      |      |          |         |
| 元素增损率%     | +9  | -17  | -20  | +30   | +59   |      |      |          |         |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 9%、硅烧损 17%、锰烧损 20%、磷增加 30%、硫增加 59%。

2. 检测结果:

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_t 252\sim 263\text{MPa}$ ; 抗弯强度 475~525MPa; 硬度 180~192HRS;  
金相组织: 珠光体 + A 型石墨 + 磷共晶少量。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于 M1420 磨床其他各种阀体、操纵箱、尾座体壳、油缸、液压筒, M1080 磨床液压缸、操纵箱, MY8240 磨床操纵箱及 3M4325 磨床操纵箱等铸件。

5. MTVTi250 的主要含义与配料实例 613 的注同。

配料实例 617

表 1.5-78 含 V、Ti 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |            |       |       |       |        |      |       |
|------------|--|------------|-------|-------|-------|--------|------|-------|
| 铸件名称       | 前立柱 (镗床类 T612 卧式镗床零件)  |            |       |       |       |        |      |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 2950mm×1140mm×990mm, 铸件毛重 4000kg, 主要壁厚 18mm. 采用干型干芯铸造, 导轨面放置石墨冷铁激冷。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 MTVTi200。抗拉强度 $\geq \sigma_b 200\text{MPa}$ , 硬度 200~230HBS |            |       |       |       |        |      |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.8, Si1.5~2.1, Mn0.8~1.2, V0.2~0.4, Ti0.1~0.3, S<0.12, P<0.12  |            |       |       |       |        |      |       |
| 配 料        |  |            |       |       |       |        |      |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |        |      |       |
|            | C  | Si         | Mn    | P     | S     | V      | Ti   |       |
| 承钢钒钛生铁     | 3.68   | 0.48       | 0.20  | 0.100 | 0.030 | 0.48   | 0.23 |       |
| 75% 硅铁     | —  | 75         | —     | —     | —     | —      | —    |       |
| 60% 锰铁     | —  | —          | 60    | —     | —     | —      | —    |       |
| 1# 稀土硅铁合金  | —  | 50         | —     | —     | —     | —      | —    |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |      |       |
|            |  | C          | Si    | Mn    | P     | S      | V    | Ti    |
| 承钢钒钛生铁     | 100  | 3.68       | 0.48  | 0.20  | 0.100 | 0.030  | 0.48 | 0.23  |
| 75% 硅铁     | 1.4  | —          | 1.05  | —     | —     | —      | —    | —     |
| 60% 锰铁     | 1.9  | —          | —     | 1.14  | —     | —      | —    | —     |
| 1# 稀土硅铁合金  | —  | —          | —     | —     | —     | —      | —    | —     |
| 合计         |  | 3.68       | 1.53  | 1.34  | 0.100 | 0.03   | 0.48 | 0.23  |
| 炉内熔化增减     |  | -0.25      | -0.27 | -0.34 | 0     | +0.070 | -0.1 | -0.08 |
| (原铁液)      |  | 3.43       | 1.26  | 1.0   | 0.100 | 0.100  | 0.38 | 0.14  |
| 1# 稀土硅铁合金  |  | —          | +0.17 | —     | —     | —      | —    | —     |
| 硅铁         |  | —          | +0.38 | —     | —     | —      | —    | —     |
| (孕育后铁液)    |  | 3.43       | 1.81  | 1.00  | 0.100 | 0.100  | 0.38 | 0.14  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央与大间距侧吹送风冲天炉, 熔化率 3.5t/h, 炉内氧化烧损 7%、硅烧损 18%、锰烧损 25%、硫增加 233%、钒烧损 21%、钛烧损 39%、磷不变。

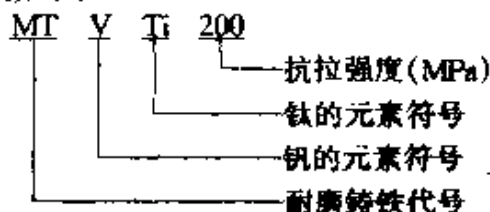
2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 用 1# 稀土硅铁合金和硅铁复合孕育, 75% 硅铁加 0.6%, 1# 稀土硅铁合金加 0.4%, 硅吸收率为 85%。孕育后三角试片白口宽度为 3mm。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.43%, Si1.81%, Mn1.0%, P—%, S0.1%, V0.38%, Ti0.14%;  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 255\text{MPa}$ , 硬度 220HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. MTVTi200 的主要含义如下:



配料实例 618 表 1.5-79 含 V、Ti 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |                 |       |       |       |        |       |       |
|------------|--|-----------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 铸件名称       | 床身 (镗床类 T68 卧式镗床零件)  |                 |       |       |       |        |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 3890mm×1510mm×500mm, 为具有两条导轨的长箱体结构, 铸件毛重 3000kg, 主要壁厚 18mm。采用干型干芯铸造, 导轨面放置石墨冷铁激冷。铸件用振动时效消除内应力<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 MTVTi250, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 250 - 300 \text{MPa}$ , 硬度 190~230HBS |                 |       |       |       |        |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.3, Si1.5~1.8, Mn0.8~1.1, S<0.12, P<0.15, V0.15~0.3, Ti0.06~0.2  |                 |       |       |       |        |       |       |
| 配 料        |  |                 |       |       |       |        |       |       |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)  |                 |       |       |       |        |       |       |
|            | C  | Si              | Mn    | P     | S     | V      | Ti    |       |
| 承钢钒铁生铁     | 3.68   | 0.48            | 0.20  | 0.100 | 0.030 | 0.48   | 0.23  |       |
| 废钢         | 0.20   | 0.30            | 0.40  | —     | 0.020 | —      | —     |       |
| 75% 硅铁     | —  | 75              | —     | —     | —     | —      | —     |       |
| 60% 锰铁     | —  | —               | 60    | —     | —     | —      | —     |       |
| 1# 稀土硅铁合金  | —  | 50              | —     | —     | —     | —      | —     |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配 料 计 算 成 分 (%) |       |       |       |        |       |       |
|            |  | C               | Si    | Mn    | P     | S      | V     | Ti    |
| 承钢钒铁生铁     | 75   | 2.76            | 0.36  | 0.15  | 0.075 | 0.023  | 0.36  | 0.17  |
| 废钢         | 25   | 0.05            | 0.08  | 0.10  | —     | 0.005  | —     | —     |
| 75% 硅铁     | 1.5  | —               | 1.13  | —     | —     | —      | —     | —     |
| 60% 锰铁     | 1.8  | —               | —     | 1.08  | —     | —      | —     | —     |
| 1# 稀土硅铁合金  | —  | —               | —     | —     | —     | —      | —     | —     |
| 合计         |  | 2.81            | 1.57  | 1.33  | 0.075 | 0.028  | 0.36  | 0.17  |
| 炉内熔化增减     |  | +0.15           | -0.22 | -0.26 | —     | +0.062 | -0.06 | -0.07 |
| (原铁液)      |  | 2.96            | 1.35  | 1.07  | 0.075 | 0.09   | 0.30  | 0.10  |
| 炉外孕育吸收     |  | —               | +0.32 | —     | —     | —      | —     | —     |
| 1# 稀土硅铁    |  | —               | +0.13 | —     | —     | —      | —     | —     |
| (孕育后铁液)    |  | 2.96            | 1.80  | 1.07  | 0.075 | 0.09   | 0.30  | 0.10  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央送风与大间距侧吹冷风冲天炉, 熔化率 3.5t/h, 浇注温度 1350~1300°C。炉内碳增加 5.3%、硅烧损 14%、锰烧损 20%、硫增加 221%、钒烧损 17%、钛烧损 41%、磷不变。

2. 炉前用三角试片检验白口大小, 用 1# 稀土硅铁合金和硅铁复合孕育, 75% 硅铁加 0.5%, 1# 稀土硅铁合金加 0.3%, 硅吸收率为 85%。孕育后三角白口宽度为 4mm。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C2.96, Si1.8, Mn1.07, P—, S0.09, V0.3, Ti0.1;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  284MPa, 硬度 215HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于 T68 卧式镗床中要求耐磨铸铁 MTVTi250 的前立柱等铸件。

6. MTVTi250 的主要含义与配料实例 613 的注同

配料实例 619 表 1.5-80 含 V、Ti 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |            |       |       |       |        |       |       |
|------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 铸件名称       | 床身(齿轮加工机床类 Y236 刨齿机零件)  |            |       |       |       |        |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1650mm×860mm×635mm, 为箱形结构, 铸件毛重 1048kg, 主要壁厚 20mm。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 MTVTi250。抗拉强度 $\sigma_b > 250\text{MPa}$ , 导轨硬度(铸态) 180~210HBS |            |       |       |       |        |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.5, Si1.2~1.6, Mn0.8~1.2, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12, V $\geq$ 0.15, Ti $\geq$ 0.05   |            |       |       |       |        |       |       |
| 配 料        |   |            |       |       |       |        |       |       |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)   |            |       |       |       |        |       |       |
|            | C   | Si         | Mn    | P     | S     | V      | Ti    |       |
| 西昌 V-Ti 生铁 | 4.02  | 0.35       | 0.40  | 0.05  | 0.054 | 0.32   | 0.15  |       |
| 废钢         | 0.20  | 0.30       | 0.50  | 微     | 微     | —      | —     |       |
| 75% 硅铁     | —   | 75         | —     | —     | —     | —      | —     |       |
| 65% 锰铁     | —   | —          | 60    | —     | —     | —      | —     |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |       |
|            |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      | V     | Ti    |
| 西昌 V-Ti 生铁 | 65  | 2.61       | 0.23  | 0.26  | 0.033 | 0.035  | 0.21  | 0.10  |
| 废钢         | 35  | 0.07       | 0.11  | 0.18  | —     | —      | —     | —     |
| 75% 硅铁     | 1.5   | —          | 1.13  | —     | —     | —      | —     | —     |
| 65% 锰铁     | 1.7   | —          | —     | 1.02  | —     | —      | —     | —     |
| 合计         |   | 2.68       | 1.47  | 1.46  | 0.033 | 0.035  | 0.21  | 0.10  |
| 炉内熔化增减     |   | +0.54      | -0.29 | -0.37 | —     | +0.035 | -0.05 | -0.03 |
| (原铁液)      |   | 3.22       | 1.18  | 1.09  | 0.033 | 0.070  | 0.16  | 0.07  |
| 炉外孕育吸收     |   | —          | +0.18 | —     | —     | —      | —     | —     |
| (孕育后铁液)    |   | 3.22       | 1.36  | 1.09  | 0.033 | 0.070  | 0.16  | 0.07  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口冷风冲天炉, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 25%、碳增加 200%、硫增加 100%、钒烧损 25%、钛烧损 30%。

2. 炉外铁液包内孕育, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.3kg, 吸收率 80%。

3. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.44, Si1.47, Mn0.94, P0.85, S0.103, V0.19, Ti0.08;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_w 490\text{MPa}$ , 硬度(导轨) 198HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于齿轮加工机床中有相对运动要求耐磨的各类铸铁件。

7. MTVTi250 的主要含义与配料实例 613 的注同。

配料实例 620

表 1.5-81 含 V、Ti 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 上盖板(铸造设备类 ZZ415 垂直分型无箱射压自动造型线零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 615mm×520mm×70mm, 铸件毛重 160kg, 主要壁厚 65mm, 内圆和一横侧加工。采用干型铸造<br>要求铸铁牌号: 耐磨铸铁 MTVTi200, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 200\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{1/4} \geq 400\text{MPa}$ , 硬度 229~253HBS |
| 合金成分控制(%) | C<3.4, Si1.6, Mn0.6, P≤0.2, S≤0.12, V0.3~0.4, Ti0.10~0.25   |

## 配 料

| 铸铁牌号             | 层铁重<br>/kg  | 金 属 炉 料/kg |      |       |       |       |       |             |             | 层焦重<br>/kg            | 石灰石<br>/kg |
|------------------|-------------|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-----------------------|------------|
|                  |             | VTi*<br>生铁 | 机铁   |       |       |       | 废钢 压块 | 硅铁<br>(75%) | 锰铁<br>(63%) |                       |            |
|                  |             |            | I 级  | II 级  | Y 级   | QT 级  |       |             |             |                       |            |
| MTVTi200         | 600         | 510        |      |       |       |       | 90    | 5           | 12          | 60                    | 25         |
| 牌 号              | 化 学 成 分 (%) |            |      |       |       |       |       |             |             | 力 学 性 能               |            |
|                  | C           | Si         | Mn   | P     | S     | Mg    | RE    | V           | Ti          | $\sigma_b/\text{MPa}$ | HBS        |
| MTVTi200         | 3.38        | 1.37       | 0.76 | 0.064 | 0.096 |       |       | 0.32        | 0.10        | 240.1                 | 240        |
| 各<br>种<br>炉<br>料 | VTi* 生铁     | 4.05       | 0.45 | 0.19  |       | 0.05  |       | 0.39        | 0.28        |                       |            |
|                  | 废钢          | 0.20       | 0.10 | 0.40  |       |       |       |             |             |                       |            |
|                  | I 机铁        | 3.2        | 1.8  | 0.8   | <0.15 | <0.12 |       |             |             |                       |            |
|                  | II 机铁       | 3.4        | 2.0  | 0.6   | <0.15 | <0.15 |       |             |             |                       |            |
|                  | Y 机铁        | 3.0        | 1.5  | 1.0   | <0.15 | <0.12 |       |             |             |                       |            |
|                  | QT 机铁       |            | 3.0  | 0.6   |       |       |       |             |             |                       |            |
| 压 块              |             |            |      |       |       |       |       |             |             |                       |            |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 间断出铁、出渣、冷风中央送风冲天炉, 炉内硅烧损 25%~30%、锰烧损 30%。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 在出铁槽中分别用 1\* 稀土合金 (加入量 0.6%) 和质量分数 75% 硅铁 (加入量 0.4%) 进行孕育处理, 控制铁液成分及软硬程度。

3. 检测结果: 见本表。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. MTVTi200 的主要含义与配料实例 617 的注同。



配料实例 621

表 1.5-82 含 V、Ti 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

| 铸件名称        | 飞轮 (水轮机类 2D760—LM—100 型水轮机零件)   |            |       |       |       |        |       |       |
|-------------|---|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 铸件特点        | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1120\text{mm} \times 370\text{mm}$ , 为轮形结构, 要求作静平衡试验, 铸件毛重 1.33t, 主要壁厚 70mm。采用冷铁, 干型铸造。铸件要求消除应力处理<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 HT250 (含 V, Ti)。抗拉强度 $\sigma_t \geq 250\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 470\text{MPa}$ , 硬度 163~229HBS |            |       |       |       |        |       |       |
| 合金成分控制 (%)  | C2.8~3.1, Si1.2~1.5, Mn1.0~1.2, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.10, V0.4~0.6, Ti0.15~0.35   |            |       |       |       |        |       |       |
| 配 料         |   |            |       |       |       |        |       |       |
| 炉料名称        | 炉 料 成 分 (%)   |            |       |       |       |        |       |       |
|             | C   | Si         | Mn    | P     | S     | V      | Ti    |       |
| 峨眉高桥生铁      | 4.00  | 1.40       | 0.38  | 0.128 | 0.023 | —      | —     |       |
| 钒钛生铁        | 4.10  | 0.45       | 0.50  | 0.080 | 0.042 | 0.381  | 0.16  |       |
| 回炉铁(浇冒口废铸件) | 3.20  | 1.80       | 0.80  | 0.120 | 0.081 | —      | —     |       |
| 废钢          | 0.20  | 0.35       | 0.50  | 0.050 | 0.050 | —      | —     |       |
| 75% 硅铁      | —   | 75         | —     | —     | —     | —      | —     |       |
| 65% 锰铁      | —   | —          | 60    | —     | —     | —      | —     |       |
| 炉料名称        | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |       |
|             |   | C          | Si    | Mn    | P     | S      | V     | Ti    |
| 峨眉高桥生铁      | 40  | 1.60       | 0.56  | 0.15  | 0.051 | 0.009  | —     | —     |
| 钒钛生铁        | 15  | 0.62       | 0.07  | 0.08  | 0.012 | 0.006  | 0.06  | 0.02  |
| 回炉铁(浇冒口废铸件) | 25  | 0.80       | 0.45  | 0.20  | 0.030 | 0.020  | —     | —     |
| 废钢          | 20  | 0.04       | 0.07  | 0.10  | 0.010 | 0.010  | —     | —     |
| 75% 硅铁      | 1   | —          | 0.75  | —     | —     | —      | —     | —     |
| 65% 锰铁      | 1.3   | —          | —     | 0.78  | —     | —      | —     | —     |
| 合计          |   | 3.06       | 1.90  | 1.31  | 0.103 | 0.045  | 0.06  | 0.02  |
| 炉内熔化增减      |   | +0.092     | -0.32 | -0.27 | 0     | +0.045 | -0.01 | -0.00 |
| (熔化后铁液)     |   | 2.97       | 1.58  | 1.04  | 0.103 | 0.090  | 0.05  | 0.02  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 炉内碳增加 3%、硅烧损 17%、锰烧损 21%、硫增加 100%、钒烧损 15%、钛烧损 10%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口大小, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调整铁液成分。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.14, Si1.4, Mn1.1, P0.118, S0.092, V-, Ti-;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_{bb} 500\text{MPa}$ , 硬度 220HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 24. 含B的合金铸铁(耐磨铸铁)配料(配料实例 622、623)

**硼** [硼的元素符号 B; 原子序数 5; 晶型正交; 相对原子质量 10.8; 密度  $2.34\text{g/cm}^3$ ; 熔点  $2300^\circ\text{C}$ , 沸点  $3675^\circ\text{C}$ ; 比热容  $1.298\text{J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ; 熔解热 - ]。

硼是强烈稳定碳化物, 阻碍石墨化的元素。

硼在奥氏体中最大的固溶度为 0.018%, 硼在超过它的固溶度极限时, 常以硼碳化物质点分布于铸铁中。

硼的质量分数低于 0.08% 时, 对石墨影响不大, 因而抗拉强度、抗弯强度和挠度几乎没有什么变化, 而强度和耐磨性则随硼的质量分数增加而增高; 硼的质量分数高于 0.08% 时, 石墨将变直变粗, 力学性能变坏, 因此在配制硼铸铁时, 硼的质量分数通常控制在 0.02% ~ 0.06% 的范围内。

对于机床、铁路车辆配件等类铸件的含 B 的合金铸铁(耐磨铸铁)配料, 可查配料实例 622 和配料实例 623 或表 1.5-83 和表 1.5-84。

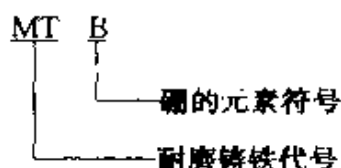
## 配料实例 622

表 1.5-83 含 B 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料实例

| 主要产品铸件      |       | 机床导轨铸件  |         |           |          |             |           |
|-------------|-------|---|---------|-----------|----------|-------------|-----------|
| 成分要求        | 牌号    | 成分 (%)  |         |           |          |             |           |
|             |       | C   | Si      | Mn        | P        | S           | 其他合金      |
|             | MTB   | 3.2~3.5   | 1.4~1.7 | 0.6~0.8   | 0.1~0.3  | $\leq 0.10$ | 0.04~0.06 |
| 配料及炉料组成 (%) | 废钢    | 生铁 (Z18)  | 回炉铁     | 硅铁 (Si45) | 锰铁 (Mn3) | 附注          |           |
|             | 10~20 | 40~50   | 30~40   | 0.5~2.0   | 1~2      | —           |           |
| 熔炼操作要点      |       | 1. 按 HT200 孕育铸铁配料生产机床导轨铸件<br>2. 熔炼工艺按孕育铸铁的要求<br>3. 可用含硼 10%~15% (质量分数) 的硼铁直接加入冲天炉内, 块度 30~50mm, 硼的烧损率为 40%~50%, 由于加入量很少, 后炉加入容易窜料, 难以控制成分的准确度, 并且烧损大, 不经济<br>4. 用含硼 5%~10% (质量分数) 的硼铁, 破碎成 0.5~3.0mm 粒状, 在出铁槽中加入或加入铁液包内均可, 硼回收率约 40%~70%<br>5. 用硼砂增硼, 应预先将硼砂放入坩埚内加热至 $800\sim 900^\circ\text{C}$ 熔化, 除去结晶水, 待冷却后, 呈透明玻璃状, 含硼量约 21.5%, 将这种除水后的硼砂块破碎成 10~20mm, 放入包底, 冲入铁液处理后进行搅拌均匀, 硼的吸收率约为 20%~40% |         |           |          |             |           |

注: 1. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

2. MTB 的主要含义如下:



配料实例 623 表 1.5-84 含 B 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |  |            |      |       |       |       |       |
|------------|--|------------|------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 汽室套 (铁路车辆配件类前进蒸汽机车零件)  |            |      |       |       |       |       |
| 铸件特点       | 铸件为圆筒形结构, 要求耐磨, 铸件毛重 125kg, 主要壁厚 20mm。采用铁模离心铸造<br>要求铸铁牌号: 硼铸铁。抗拉强度 $\sigma_b \geq 200\text{MPa}$ , 硬度 190 - 229HBS |            |      |       |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C3.15 ~ 3.30, Si2.10 ~ 2.20, Mn0.70 ~ 0.90, P $\leq$ 0.10, S $\leq$ 0.13, B0.03 ~ 0.045                            |            |      |       |       |       |       |
| 配 料        |  |            |      |       |       |       |       |
| 炉料名称       | 炉 料 成 分 (%)  |            |      |       |       |       |       |
|            | C  | Si         | Mn   | P     | S     | B     |       |
| 生铁         | 4.45   | 1.32       | 0.70 | 0.05  | 0.04  | —     |       |
| 回炉铁        | 3.20   | 2.00       | 0.65 | 0.12  | 0.08  | 0.02  |       |
| 废钢         | 0.24   | 0.25       | 0.60 | 0.02  | 0.02  | —     |       |
| 75% 硅铁     | —  | 75         | —    | —     | —     | —     |       |
| 65% 锰铁     | —  | —          | 65   | —     | —     | —     |       |
| 20% 硼铁     | —  | —          | —    | —     | —     | 20    |       |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |      |       |       |       |       |
|            |  | C          | Si   | Mn    | P     | S     | B     |
| 生铁         | 45   | 2.00       | 0.59 | 0.32  | 0.022 | 0.020 | —     |
| 回炉铁        | 45   | 1.44       | 0.90 | 0.29  | 0.054 | 0.036 | 0.009 |
| 废钢         | 10   | 0.02       | 0.02 | 0.06  | 0.002 | 0.002 | —     |
| 75% 硅铁     | 0.65   | —          | 0.49 | —     | —     | —     | —     |
| 65% 锰铁     | 0.40   | —          | —    | 0.26  | —     | —     | —     |
| 20% 硼铁     | 0.15   | —          | —    | —     | —     | —     | 0.030 |
| 合计         |  | 3.46       | 2.00 | 0.93  | 0.078 | 0.058 | 0.039 |
| 炉内熔化增减     |  | -0.27      | —    | -0.19 | —     | —     | —     |
| (熔化后铁液)    |  | 3.19       | 2.00 | 0.74  | 0.078 | 0.058 | 0.039 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 无心工频感应加热电炉, 炉内碳烧损 8%、锰烧损 20%、硅不变、磷和硫不变、硼不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制白口 1~3mm。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



(续)

| 原材料名称  | 计算炉料成分(%) |      |      |       |       |      | 层焦<br>/kg | 石灰石<br>/kg |
|--------|-----------|------|------|-------|-------|------|-----------|------------|
|        | C         | Si   | Mn   | P     | S     | Cu   |           |            |
| 本溪生铁   | 2.05      | 0.75 | 0.35 | 0.029 | 0.010 |      | 24        | 10         |
| 回炉铁    | 0.98      | 0.42 | 0.20 | 0.056 | 0.028 |      |           |            |
| 废钢     | 0.04      |      |      |       |       |      |           |            |
| 硅铁     |           | 0.45 |      |       |       |      |           |            |
| 锰铁     |           |      | 0.36 |       |       |      |           |            |
| 铜      |           |      |      |       | 0.598 |      |           |            |
| 合计     | 3.07      | 1.62 | 0.91 | 0.085 | 0.038 | 0.60 |           |            |
| 化验成分   | 3.22      | 1.41 | 0.72 | 0.11  | 0.10  | 0.59 |           |            |
| 元素增减率% | +4.8      | -13  | -20  | 0     | +163  |      |           |            |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距热风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 4.8%、硅烧损 13%、锰烧损 20%、硫增加 163%、磷不变。

2. 炉前, 加 0.5%~1.0% 的纯铜处理。

3. 检验结果:

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  272~290MPa; 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  540~573MPa; 硬度 195~218HBS;

金相组织: 索氏体+细片石墨+磷共晶少量。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于 M1420 磨床中要求合金灰铸铁 HT250 的各种液压缸体、液压性等铸件。

### 配料实例 625 表 1.5-86 含 Cu 的合金铸铁(耐磨铸铁)配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 溜板(镗床类 THK4680 卧式加工中心机床零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1007mm×994mm×335mm, 为带有导轨的空腔结构, 铸件毛重 600kg, 最大壁厚 100mm, 最小壁厚 20mm。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 HT300(含 Cu)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 540\text{MPa}$ |
| 合金成分控制(%) | C3.00~3.20, Si1.35~1.55, Mn0.90~1.10, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.10, Cu0.12~0.16   |

(续)

| 配 料            |             |            |       |       |       |        |      |
|----------------|-------------|------------|-------|-------|-------|--------|------|
| 炉料名称           | 炉 料 成 分 (%) |            |       |       |       |        |      |
|                | C           | Si         | Mn    | P     | S     |        |      |
| 越洲生铁           | 3.96        | 1.62       | 0.67  | 0.270 | 0.057 |        |      |
| 水城生铁           | 4.35        | 1.60       | 0.72  | 0.100 | 0.040 |        |      |
| 回炉铁            | 3.30        | 1.35       | 0.75  | 0.100 | 0.050 |        |      |
| 废钢             | 0.30        | 0.25       | 0.40  | 0.050 | 0.020 |        |      |
| 钢屑饼            | 0.30        | 0.25       | 0.30  | 0.050 | 0.020 |        |      |
| 75%硅铁          | —           | 75         | —     | —     | —     |        |      |
| 65%锰铁          | —           | —          | 65    | —     | —     |        |      |
| 炉料名称           | 配料比例 (%)    | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |      |
|                |             | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cu   |
| 越洲生铁           | 10          | 0.40       | 0.16  | 0.07  | 0.027 | 0.006  | —    |
| 水城生铁           | 10          | 0.44       | 0.11  | 0.07  | 0.010 | 0.004  | —    |
| 回炉铁            | 30          | 0.99       | 0.41  | 0.23  | 0.030 | 0.015  | —    |
| 废钢             | 40          | 0.12       | 0.10  | 0.16  | 0.020 | 0.008  | —    |
| 钢屑铁            | 10          | 0.03       | 0.03  | 0.03  | 0.005 | 0.002  | —    |
| 75%硅铁          | 1.3         | —          | 0.98  | —     | —     | —      | —    |
| 65%锰铁          | 1.4         | —          | —     | 0.91  | —     | —      | —    |
| 合计             |             | 1.98       | 1.79  | 1.47  | 0.092 | 0.035  | —    |
| 炉内熔化增减         |             | +1.38      | -0.43 | -0.34 | 0     | +0.024 | —    |
| (原铁液)          |             | 3.36       | 1.36  | 1.13  | 0.092 | 0.059  | —    |
| 炉外加合金<br>和孕育吸收 |             | —          | +0.14 | —     | —     | —      | 0.14 |
| (孕育后铁液)        |             | 3.36       | 1.50  | 1.13  | 0.092 | 0.059  | 0.14 |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距（600~750mm）冷风冲天炉，熔化率5t/h，炉内碳增加70%、硅烧损24%、锰烧损24%、硫增加69%、磷不变。

2. 炉外孕育：100kg铁液加24%硅钙0.40kg，吸收率为60%。加100%电解铜0.14kg，由于碳量突然增高，临时加入钒铁0.2kg。

3. 炉前，用三角试片检验三角白口大小控制铁液成分。

4. 检测结果：

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 303.8MPa，挠度 $f$ 4mm，（抗拉试棒 $\phi$ 30mm车成 $\phi$ 15mm）。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于镗床类中要求合金灰铸铁HT300的铸件，如THK4680支座、垂直工作台等铸件。

配料实例 626 表 1.5-87 含 Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 阀体 (冲压设备类 PPN90/30S 液压折弯机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 (260×160×160) mm, 为长方体形结构, 铸件毛重 50kg, 全部壁厚为 160mm, 六面全部加工。采用干型铸造。铸件要求时效处理, 中心部位不允许有任何缺陷<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 HT300 (含 Cu)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ , 硬度 187~241HBS |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制: C2.9~3.3, Si1.3~1.7, Mn0.9~1.2, P<0.1, S<0.12, Cu0.4~0.6   |

配 料

| 铸铁牌号        | 批数 | 批重 /kg | 炉料重量 (%)            |       |       |    |       | 炉前孕育剂 (%) |                     |       |       | 层焦 /kg | 石灰 /kg | 底焦 /kg |     |
|-------------|----|--------|---------------------|-------|-------|----|-------|-----------|---------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-----|
|             |    |        | Z14 <sup>#</sup> 生铁 | QT回炉铁 | HT回炉铁 | 废钢 | 75%硅铁 | 60%锰铁     | RE4 <sup>#</sup> 合金 | 75%硅铁 | 25%钛铁 |        |        |        | 紫铜  |
| 合金灰铸铁 HT300 |    | 350    | 30                  |       | 35    | 35 |       | 1.7       |                     | 0.5   |       | 0.5    | 32     | 10     | 300 |

原材料化学成分 (%)

配料化学成分 (%)

| 材料名称                | C    | Si   | Mn   | P    | S     | 铸铁牌号        | C   | Si  | Mn  | P    | S     | Cu  | Mg <sub>总</sub> | RE <sub>总</sub> |
|---------------------|------|------|------|------|-------|-------------|-----|-----|-----|------|-------|-----|-----------------|-----------------|
| Z14 <sup>#</sup> 生铁 | 3.89 | 1.39 | 0.25 | 0.11 | 0.023 | 合金灰铸铁 HT300 | 3.1 | 1.5 | 1.2 | <0.1 | <0.12 | 0.5 |                 |                 |
| HT回炉铁               | 3.14 | 1.70 | 0.80 | 0.10 | 0.120 |             |     |     |     |      |       |     |                 |                 |
| 废钢                  | 0.40 | 0.30 | 0.50 |      |       |             |     |     |     |      |       |     |                 |                 |
| 硅铁                  |      | 75   |      |      |       |             |     |     |     |      |       |     |                 |                 |
| 锰铁                  |      |      | 60   |      |       |             |     |     |     |      |       |     |                 |                 |

物理化学实验报告

| 铸铁牌号        | C (%) | Si (%) | Mn (%) | P (%) | S (%) | Cu (%) | $\sigma_b$ /MPa | $\delta_5$ (%) | $a_K$ /J·cm <sup>-2</sup> | HBS |
|-------------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-----------------|----------------|---------------------------|-----|
| 合金灰铸铁 HT300 | 3.14  | 1.52   | 1.22   | 0.096 | 0.106 | 0.56   | 345             |                |                           | 225 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 卡腰短间距离倒置冷风冲天炉, 炉内硅烧损 8%、锰烧损 12%、碳增加 20%、硫增加 90%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片白口大小来控制铁液成分, 一般三角白口深度为 4~6mm 较为合适。在出铁槽用 75% 硅铁和紫铜调整铁液, 加入量各 0.5% 左右。

3. 检测结果: 见本表。

4. 成分含量皆指质量分数。

5. 本配料还适用于冲压机床中要求合金灰铸铁 HT300 的床身, 滑块等铸件。但当浇注床身和滑块时, 对全相组织还有要求, 珠光体数量应  $\geq 95\% - 98\%$ 。

配料实例 627 表 1.5-88 含 Cu 的合金鑄鐵 (耐磨鑄鐵) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 机座 (食品机械类 GT4B12 封罐机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1235mm × 901mm × 704mm, 为有夹层的框形结构, 铸件毛重 640kg, 主要壁厚 16mm, 铸件各平面及圆孔进行机械加工, 平面表面粗糙度要求要低。采用干型铸造。铸件要求进行去应力处理<br>要求鑄鐵牌號: 合金灰鑄鐵 HT250 (含 Cu)。抗拉强度 $\sigma_b > 250\text{MPa}$ , 硬度 170~241HBS |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分控制: 本铸件在机器中承受较大的自重力载荷, 机械作用力一般, 但因铸件中壁厚薄不均, 型芯干型退让性又不高, 在肋挡处容易产生裂纹, 故选择合金成分时要考虑机械强度高, 且具有一定抗裂纹等措施, 即合金成分为: C3.10~3.35, Si1.40~1.60, Mn0.70~1.0, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12, Cu0.35~0.45 |

## 配 料

| 炉料名称     | 炉料成分 (%) |            |       |       |       |        |      |
|----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|------|
|          | C        | Si         | Mn    | P     | S     | Cu     |      |
| 抗钢生铁     | 4.13     | 1.46       | 0.61  | 0.065 | 0.037 | —      |      |
| 乙级回炉铁    | 3.40     | 1.65       | 0.75  | 0.090 | 0.100 | —      |      |
| 废钢       | 0.30     | 0.40       | 0.40  | 0.050 | 0.040 | —      |      |
| 75% 硅铁   | —        | 75         | —     | —     | —     | —      |      |
| 65% 锰铁   | —        | —          | 65    | —     | —     | —      |      |
| 炉料名称     | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |      |
|          |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cu   |
| 抗钢生铁     | 25       | 1.03       | 0.36  | 0.15  | 0.016 | 0.009  | —    |
| 乙级回炉铁    | 50       | 1.70       | 0.82  | 0.37  | 0.045 | 0.05   | —    |
| 废钢       | 25       | 0.07       | 0.10  | 0.10  | 0.012 | 0.01   | —    |
| 75% 硅铁   | 0.3      | —          | 0.22  | —     | —     | —      | —    |
| 65% 锰铁   | 0.6      | —          | —     | 0.39  | —     | —      | —    |
| 合计       |          | 2.80       | 1.50  | 1.01  | 0.073 | 0.069  | —    |
| (炉内熔化增减) |          | +0.50      | -0.22 | -0.20 | 0     | +0.034 | —    |
| (原铁液)    |          | 3.30       | 1.28  | 0.81  | 0.073 | 0.103  | —    |
| 炉外孕育吸收   |          | —          | +0.19 | —     | —     | —      | 0.40 |
| (孕育后铁液)  |          | 3.30       | 1.47  | 0.81  | 0.073 | 0.103  | 0.40 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 单风箱二排大间距热风冲天炉, 熔化率 4~5t/h, 炉内碳增加 20%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.3kg, 吸收率为 85%; 加电解钢 0.4kg, 吸收率为 100%。

3. 炉前, 用三角试片检验断口, 控制铁液成分, 用 75% 硅铁调软铁液, 浇注  $\phi 30\text{mm}$  圆试棒检查抗弯强度及化学成分。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.36, Si1.50, Mn0.76, P0.073, S0.096, Cu0.39;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 258\text{MPa}$ , 抗弯强度  $\sigma_{bb} 479\text{MPa}$ , 硬度 195HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于要求合金灰鑄鐵 HT250 (含 Cu) 的 E85 二冲程柴油机中的机体, 预封机中的上机柴及灌灌机中的活动燕尾等铸件。



配料实例 628 表 1.5-89 含Cu的合金铸铁(耐磨铸铁)配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 大箱体(纺织机械类化纤机械零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 2620mm×1480mm×816mm,为箱形结构,铸件毛重 5.3t,主要壁厚 25mm,六面加工。采用干型铸造。铸件需经人工时效处理<br>要求铸铁牌号:合金灰铸铁 HT250(含Cu)。抗拉强度 $\sigma_{bs} > 470\text{MPa}$ ,硬度 170~241HBS |
| 合金成分控制(%) | C3.10~3.40, Si1.40~1.80, Mn1.00~1.50, P $\leq$ 0.20, S $\leq$ 0.12, Cu0.50~0.80,加Cu的目的主要用以提高铸件致密度,减少应力,避免裂纹产生  |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |       |       |     |
|-------|---------|------|------|-------|-------|-----|
|       | C       | Si   | Mn   | P     | S     | Cu  |
| 巴西生铁  | 4.33    | 2.31 | 0.70 | 0.080 | 0.020 |     |
| 回炉铸铁  | 3.50    | 2.00 | 0.70 | 0.080 | 0.100 |     |
| 浇冒口   | 3.50    | 2.00 | 0.70 | 0.080 | 0.100 |     |
| 硬度钢   | 0.30    | 0.30 | 0.60 | 0.050 | 0.050 |     |
| 75%硅铁 |         | 75   |      |       |       |     |
| 70%锰铁 |         |      | 70   |       |       |     |
| 电解钢   |         |      |      |       |       | 100 |

| 炉料名称    | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |
|---------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|
|         |         | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Cu     |
| 巴西生铁    | 20      | 0.87      | 0.46  | 0.14  | 0.016 | 0.004  |        |
| 回炉铸铁    | 20      | 0.70      | 0.40  | 0.14  | 0.016 | 0.020  |        |
| 浇冒口     | 20      | 0.70      | 0.40  | 0.14  | 0.016 | 0.020  |        |
| 硬度钢     | 40      | 0.12      | 0.12  | 0.24  | 0.020 | 0.020  |        |
| 75%硅铁   | 1.2     |           | 0.90  |       |       |        |        |
| 70%锰铁   | 2.0     |           |       | 1.40  |       |        |        |
| 合计      |         | 2.386     | 2.28  | 2.06  | 0.068 | 0.064  |        |
| 炉内熔化增减  |         | +0.954    | -0.57 | -0.62 | 0     | +0.051 |        |
| (原铁液)   |         | 3.340     | 1.71  | 1.44  | 0.068 | 0.11   | —      |
| 炉外孕育吸收  |         |           |       |       |       |        | (视需要定) |
| (孕育后铁液) |         | 3.34      | 1.71  | 1.44  | 0.068 | 0.11   | +0.64  |

注:1.采用熔炼炉类型:两排大间距热风冲天炉,熔化率 5t/h,炉内碳增加 40%、硅烧损 25%、锰烧损 33%、硫增加 80%,炉外钢烧损 20%。

2.厚度在 5mm 以上废钢为硬度钢。

3.炉外孕育,加 75%硅铁颗粒,吸收率为 60%。

4.炉前,用三角试片检验三角白口大小,并控制在 3~7mm 范围,如铁液过硬,可用硅铁调软铁液。

5.检测结果:

化学成分(%):C3.27, Si1.77, Mn1.48, S0.063, P-, Cu0.64;

力学性能:抗弯强度  $\sigma_{bs}$  542MPa。

6.成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 629 表 1.5-90 含 Cu 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 定皮带盘 (收获机械类 JL1065 联合收割机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 428\text{mm} \times 151\text{mm}$ , 是收获机械中的大型铸件, 圆盘类结构, 厚壁处 16mm, 薄壁处 10mm, 铸件毛重 42.5kg, 对表面硬度要求比较严格, 所以要加铜孕育, 稳定和细化珠光体。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 (美国约瀚·迪尔公司标准 JDM215)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 211\text{MPa}$ , 硬度 187-241HBS |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.3, Si1.8-2.2, Mn0.8~1.0, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12, Cu0.3-0.5  |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |      |
|-------|----------|------|------|-------|-------|------|
|       | C        | Si   | Mn   | P     | S     | Cu   |
| 本溪生铁  | 4.13     | 1.82 | 0.74 | 0.040 | 0.070 | —    |
| 灰铁回炉铁 | 3.20     | 2.00 | 0.90 | 0.090 | 0.100 | 0.30 |
| 废钢    | 0.35     | 0.30 | 0.60 | —     | —     | —    |
| 75%硅铁 | —        | 75   | 0.50 | 0.040 | 0.020 | —    |
| 锰铁    | 1.50     | 2.50 | 80   | 0.20  | 0.020 | —    |
| 电解铜   | —        | —    | —    | —     | —     | 98   |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |       |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S     | Cu    |
| 本溪生铁    | 40       | 1.65       | 0.73  | 0.30  | 0.016 | 0.028 | —     |
| 灰铁回炉铁   | 40       | 1.28       | 0.80  | 0.36  | 0.036 | 0.010 | 0.12  |
| 废钢      | 20       | 0.07       | 0.06  | 0.12  | —     | —     | —     |
| 75%硅铁   | 1.0      | —          | 0.75  | 0.01  | —     | —     | —     |
| 锰铁      | 0.45     | 0.01       | 0.01  | 0.36  | —     | —     | —     |
| 电解铜     | 0.4      | —          | —     | —     | —     | —     | 0.39  |
| 合计      |          | 3.01       | 2.35  | 1.15  | 0.052 | 0.038 | 0.51  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.15      | -0.35 | -0.23 | 0     | +0.03 | -0.04 |
| (原铁液)   |          | 3.16       | 2.00  | 0.92  | 0.052 | 0.068 | 0.47  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.12 | —     | —     | —     | —     |
| (孕育后铁液) |          | 3.16       | 2.12  | 0.92  | 0.052 | 0.068 | 0.47  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 80%、磷不变。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.2kg, 吸收率为 80%。

3. 炉前, 用三角试片的白口深度控制铸件表面硬度, 若白口深度超过 6.5mm, 在铁液包中加 75% 硅铁; 若白口深度低于 3.5mm, 在铁液包中加 75% 锰铁, 以保证铸件表面硬度。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.15, Si2.03, Mn0.95, P0.07, S0.07, Cu0.35;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 255MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 412MPa, 硬度 196HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于收获机械中要求美国约瀚·迪尔公司标准 JDM215 合金灰铸铁且壁较厚的大盘、端盘、轮毂、配重铁等铸件。

## 26. 含 Cu、Mo 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 630~632)

铜的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含铜合金铸铁的耐磨性和其他性能,可加入质量分数为 0.2%~0.4%的铜。

对于起重机械、重型载重汽车、大中型柴油机之类铸件的含 Cu、Mo 的合金铸铁(耐磨铸铁)配料,可查配料实例 630~配料实例 632 或表 1.5-91~表 1.5-93。

**配料实例 630**      **表 1.5-91 含 Cu、Mo 的合金铸铁**  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |            |      |       |       |       |     |    |
|------------|---|------------|------|-------|-------|-------|-----|----|
| 铸件名称       | 卷筒(起重机械类 350t 吊零件)  |            |      |       |       |       |     |    |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1650\text{mm} \times 6200\text{mm}$ , 为筒形结构, 铸件毛重 20t, 主要壁厚 80mm, 四面全加工。采用专用砂箱分段造型、干型叠箱雨淋浇注。铸件要求时效处理<br>要求铸件牌号: 合金灰铸铁 HT300 (含 Cu、Mo)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 540\text{MPa}$ |            |      |       |       |       |     |    |
| 合金成分控制 (%) | C 2.9~3.1, Si 1.5~1.7, Mn 1.0~1.3, P $\leq 0.10$ , S $\leq 0.10$ , Mo 0.2~0.4, Cu 0.2~0.4   |            |      |       |       |       |     |    |
| 配 料        |   |            |      |       |       |       |     |    |
| 炉料名称       | 炉料化学成分 (%)  |            |      |       |       |       |     |    |
|            | C   | Si         | Mn   | P     | S     | Mo    | Cu  |    |
| 本溪生铁       | 4.10  | 1.38       | 0.67 | 0.05  | 0.05  | —     | —   |    |
| 普通生铁       | —   | —          | —    | —     | —     | —     | —   |    |
| 本厂回炉铁      | 3.50  | 1.80       | 0.60 | 0.082 | 0.054 | —     | —   |    |
| 本厂废钢       | 0.40  | 0.30       | 0.50 | 0.030 | 0.020 | —     | —   |    |
| 75 硅铁      | —   | 75         | —    | —     | —     | —     | —   |    |
| 65 锰铁      | —   | —          | 65   | —     | —     | —     | —   |    |
| 65 钼铁      | —   | —          | —    | —     | —     | 65    | —   |    |
| 电解铜        | —   | —          | —    | —     | —     | —     | 100 |    |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |      |       |       |       |     |    |
|            |   | C          | Si   | Mn    | P     | S     | Mo  | Cu |
| 本溪生铁       | 27  | 1.10       | 0.37 | 0.18  | 0.014 | 0.014 | —   | —  |
| 普通生铁       | —   | —          | —    | —     | —     | —     | —   | —  |
| 本厂回炉铁      | 35  | 1.23       | 0.63 | 0.21  | 0.029 | 0.019 | —   | —  |

(续)

| 炉料名称              | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |        |      |
|-------------------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|------|
|                   |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Mo     | Cu   |
| 本厂废钢              | 38       | 0.15       | 0.11  | 0.19  | 0.010 | 0.008  | —      | —    |
| 75 硅铁             | 0.3      | —          | 0.23  | —     | —     | —      | —      | —    |
| 65 锰铁             | 1.3      | —          | —     | 0.85  | —     | —      | —      | —    |
| 65 钼铁             | 0.5      | —          | —     | —     | —     | —      | 0.33   | —    |
| 电解铜               | 0.3      | —          | —     | —     | —     | —      | —      | 0.30 |
| 合计                |          | 2.48       | 1.34  | 1.43  | 0.053 | 0.041  | 0.33   | —    |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |          | +0.50      | -0.2  | -0.29 | 0     | +0.041 | -0.033 | —    |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |          | —          | +0.47 | —     | —     | —      | —      | —    |
|                   |          | 2.98       | 1.61  | 1.14  | 0.053 | 0.082  | 0.297  | 0.30 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排大风口冷风冲天炉, 熔化率 10t/h, 或两排大间距冷风冲天炉, 熔化率为 5t/h, 炉内碳增加 20%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 100%、钼烧损 10%、铜不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制铁液成分。用粒度 10~20nm 的硅铁 (75%) 进行孕育处理, 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.7kg, 吸收率为 90%。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.02, Si1.60, Mn1.04, P0.14, S0.087, Cu0.30, Mo0.24;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 333.2MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 602.7MPa, 硬度 241HBS;

金相组织: 石墨形状为片状, 基体组织为珠光体 + 少量磷共晶。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于 250t 门式起重机中要求合金灰铸铁 HT300 的卷筒等铸件。

配料实例 631 表 1.5-92 含 Cu、Mo 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|                |  |
|----------------|--|
| 铸件名称           | 缸体(重型载重汽车类 6140 发动机零件)   |
| 铸件特点           | 铸件轮廓尺寸 1364mm×384mm×617mm, 为箱体类结构, 铸件毛重 400kg, 主要壁厚 7mm。缸体顶面厚 27mm。采用湿型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁(含铜钼)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250$ MPa, 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 470$ MPa, 硬度 179~235HBS。金相组织: A 型石墨 2~6 级为主, B 型石墨 $\leq 10\%$ , D 型 + E 型石墨 $\leq 10\%$ , 细片状珠光体为基, 铁素体 $\leq 10\%$ , 碳化物和磷共晶 $\leq 5\%$ , 且呈弥散分布 |
| 合金成分<br>控制 (%) | C3.20~3.40, Si1.80~2.10, Mn0.70~0.90, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.12, Cu0.40~0.60, Mo0.20~0.30   |

(续)

| 金属炉料            |       | 炉 后    |       |       |      |      |        | 炉 前   |      |      | 配料成分 (%) | 出炉温度           |
|-----------------|-------|--------|-------|-------|------|------|--------|-------|------|------|----------|----------------|
|                 |       | 本溪 Z14 | 巴西生铁  | 同级回炉  | 废钢   | Si75 | MnG4   | Si75  | Cu   | Mo55 |          |                |
| 化学<br>成分<br>(%) | C     | 4.37   | 4.16  | 3.35  | 0.41 |      |        |       |      |      | 3.36     | 1420~<br>1450℃ |
|                 | Si    | 1.50   | 2.38  | 2.00  | 0.16 | 76.8 |        | 76.8  |      |      | 2.01     |                |
|                 | Mn    | 0.62   | 0.62  | 0.80  | 0.52 |      | 66.7   |       |      |      | 0.80     |                |
|                 | S     | 0.030  | 0.022 | 0.083 |      |      |        |       |      |      | 0.068    |                |
|                 | P     | 0.050  | 0.085 | 0.067 |      |      |        |       |      |      | 0.052    |                |
|                 | Cu    |        |       | 0.53  |      |      |        |       | 99.3 |      | 0.54     |                |
|                 | Mo    |        |       | 0.28  |      |      |        |       |      | 57.7 | 0.25     |                |
| 配<br>比          | (%)   | 10     | 30    | 40    | 20   | 0.4  | 0.5    | 0.4   | 0.35 | 3.0  |          |                |
|                 | 批重/kg | 30     | 90    | 120   | 60   | 1.2  | 1.5    | 1.2   | 1.05 | 0.9  |          |                |
| 层铁/kg           |       | 300    |       |       |      |      | 底<br>焦 | 高度/mm |      | 1500 |          |                |
| 层焦/kg           |       | 28     |       |       |      |      |        | 质量/kg |      | 380  |          |                |
| 接力焦/kg          |       |        |       |       |      |      | 石灰石/kg |       |      | 10   |          |                |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口热风冲天炉，熔化率 4t/h，炉内碳增加 10%、硅烧损 10%、锰烧损 20%、硫增加 90%、磷不变。

2. 炉前，外加紫铜和钼铁，用 75% 硅铁作一次孕育处理，用快速微型热电偶检测铁液温度，用碳当量测定仪并结合三角试片断面情况来控制铁液化学成分。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.37，Si2.08，Mn0.78，P0.063，S0.072，Cu0.5，Mo0.28。

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 265MPa，抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 490MPa，硬度 203HBS。

金相组织：A 型石墨 4~6 级，B 型石墨 < 5%，有少量 C 型石墨，细片状珠光体为基，铁素体 5% 左右，碳化物和磷共晶 2%~3% 左右，且呈弥散分布。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于重型载重汽车中要求牌号为合金灰铸铁 HT250，主要壁厚不大于 15mm 的铸件，如机油泵壳体、转向器壳体、主泵壳体、凸轮随动件室、高合器壳、润滑油泵壳、发电机支架、液压泵支架等铸件。同时也适用于牌号为合金灰铸铁 HT200，主要壁厚为 15~30mm 的铸件，如中间压板、离合器压盘、惯性环、操纵阀壳体、分配阀壳体、水泵皮带轮、调节皮带轮、交流发电机皮带轮、空压机缸体，空压机缸盖，空压机曲轴箱、燃油泵支承壳、活塞等铸件。

配料实例 632 表 1.5-93 含 Cu、Mo 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 缸盖(重型载重汽车类 6140 发动机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 620mm×312mm×145mm, 为箱体类结构, 铸件毛重 81kg, 主要壁厚 5mm。缸盖下底面壁厚 20mm。采用组芯铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁(含铜钼)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{10} \geq 540\text{MPa}$ , 硬度 179 - 235HBS。金相组织: A 型石墨 2~6 级为主, B 型石墨 $\leq 10\%$ , D 型+E 型石墨 $\leq 10\%$ 。细片状珠光体为基, 铁素体 $\leq 5\%$ , 碳化物和磷共晶 $\leq 5\%$ , 且呈弥散分布。水压试验 0.5 - 0.6MPa, 持续 5min 不泄漏 |
| 合金成分控制(%) | 合金成分控制: 生产气缸盖的各项工艺技术措施, 着重于改善缸盖的气密性和抗高温蠕变性能。由于缸盖的结构工艺性差, 壁厚相差悬殊, 极易在螺栓孔桥子等厚实部位产生缩孔、缩松, 或者因石墨形态不合要求以及非金属微粒夹杂的出现而导致缸盖水压渗漏, 因此, 在合金学成分的选择上必须严格控制碳当量及硫磷含量。同时, 由于缸盖的工作条件, 在进排气孔间过桥处因产生持续的热应力而导致材料的热疲劳, 使之开裂、失效, 因此, 可以加入少量的铜、钼等合金元素, 以提高铸铁材质的高温强度。故合金成分控制为: C3.10~3.30, Si1.70~2.00, Mn0.80~1.00, P $\leq$ 0.08, S $\leq$ 0.10, Cu0.50~0.70, Mo0.25~0.35         |

## 配 料

| 金属炉料                    | 炉 后    |      |       |       |      |      | 炉 前  |     |      |      | 配料成分 (%) | 出铁温度            |
|-------------------------|--------|------|-------|-------|------|------|------|-----|------|------|----------|-----------------|
|                         | 本溪 Z14 | 巴西生铁 | 同级回炉  | 废钢    | Si75 | MnG4 | SiBa | Cu  | Mo55 | RE27 |          |                 |
| 化<br>学<br>成<br>分<br>(%) | C      | 4.37 | 4.16  | 3.35  | 0.41 |      |      |     |      |      | 3.29     | 1480 -<br>1500℃ |
|                         | Si     | 1.50 | 2.38  | 1.90  | 0.16 | 76.8 |      | 65  |      | 40.6 | 1.92     |                 |
|                         | Mn     | 0.62 | 0.62  | 0.85  | 0.52 |      | 66.7 | 10  |      |      | 0.84     |                 |
|                         | S      | 0.03 | 0.022 | 0.082 |      |      |      |     |      |      | 0.054    |                 |
|                         | P      | 0.05 | 0.085 | 0.064 |      |      |      |     |      |      | 0.05     |                 |
|                         | Cu     |      |       | 0.6   |      |      |      |     | 99.3 |      | 0.61     |                 |
|                         | Mo     |      |       | 0.32  |      |      |      |     |      | 57.7 | 0.31     |                 |
|                         | RE     |      |       |       |      |      |      |     |      | 28.5 | 0.02     |                 |
|                         | Ba     |      |       |       |      |      |      | 5   |      |      |          |                 |
| 配 比                     | (%)    | 17   | 28    | 30    | 25   | 0.5  | 0.6  | 0.4 | 0.5  | 0.45 | 0.2      |                 |
|                         | 批重/kg  | 51   | 84    | 90    | 75   | 1.5  | 1.8  | 1.2 | 1.5  | 1.35 | 0.6      |                 |

(续)

|        |     |        |        |      |
|--------|-----|--------|--------|------|
| 层铁/kg  | 300 | 底<br>焦 | 高度/mm  | 1500 |
| 层焦/kg  | 28  |        | 质量/kg  | 380  |
| 接力焦/kg |     |        | 石灰石/kg | 10   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 冲天炉—工频无芯感应加热电炉双联熔炼。冲天炉内碳增加 14%、硅烧损 10%、锰烧损 20%、磷不变、硫增加 90%; 工频无芯感应电炉内碳烧损 5%、硅和锰烧损微量。

2. 炉前, 外加紫铜、铜铁和稀土, 用硅钡作孕育处理, 用快速微型热电偶检测铁液温度, 用碳当量测定仪并结合三角试片断面情况来控制铁液化学成分。

3. 检测结果:

化学成分 (%): C3.31, Si1.74, Mn0.85, P0.058, S0.062, Cu0.53, Mo0.29, RE0.017;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 324MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$ 628MPa, 硬度 223HBS;

金相组织: A型石墨 4~6 级, 短厚状, B型石墨 <5%, D型+E型石墨 <5%。细片状珠光体为基, 碳化物和磷共晶 <1%, 且呈弥散分布。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分散。

5. 本配料还适用于重型载重汽车中要求合金灰铸铁 HT250, 主要壁厚为 15~30mm 的铸件, 如曲轴皮带轮、风扇皮带轮、涨紧皮带轮、辅助驱动皮带轮、前后制动鼓、中后主轴承盖、进排气门导管、飞轮等铸件。

## 27. 含 Cu、Sn 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 633~635)

铜的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含铜合金铸铁的耐磨性和其他性能, 可加入质量分数为 0.05%~0.10% 的锡。

对于镗床、中型载重汽车等类铸件的含 Cu、Sn 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料, 可查配料实例 633~配料实例 635 或或表 1.5-94~表 1.5-96。

**配料实例 633**      **表 1.5-94 含 Cu、Sn 的合金铸铁**  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 主轴箱体壳 (镗床类 T4163 单轴座标镗床零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 555mm×305mm×260mm, 为长方形空腔壳体结构, 铸件毛重 135kg, 主要壁厚 27mm, 最大壁厚 60mm, 最小壁厚 9mm。采用干型铸造, 平做立浇, 主轴孔放置冷铁 (材质为铸铁, 断面 20mm)。主要加工轴孔。铸件要求进行三次时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 HT250 (含 Cu, Sn)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 250$ MPa, 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 470$ MPa, 硬度 180~220HBS。主轴孔要求组织致密, 无硬质点 |
| 合金成分控制 (%) | C3.05~3.25, Si1.35~1.55, Mn0.80~1.00, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.10, Cu0.50~0.80, Sn0.06~0.10   |

(续)

| 配 料                       |             |            |       |       |       |        |             |
|---------------------------|-------------|------------|-------|-------|-------|--------|-------------|
| 炉料名称                      | 炉 料 成 分 (%) |            |       |       |       |        |             |
|                           | C           | Si         | Mn    | P     | S     |        |             |
| 越洲生铁                      | 4.04        | 1.26       | 0.63  | 0.280 | 0.056 |        |             |
| 水城生铁                      | 4.35        | 1.60       | 0.72  | 0.102 | 0.040 |        |             |
| 回炉铁                       | 3.30        | 1.35       | 0.75  | 0.100 | 0.050 |        |             |
| 芯骨铁                       | 3.50        | 1.50       | 0.60  | 0.100 | 0.050 |        |             |
| 废钢                        | 0.30        | 0.25       | 0.40  | 0.050 | 0.020 |        |             |
| 钢屑饼                       | 0.30        | 0.25       | 0.30  | 0.050 | 0.020 |        |             |
| 75%硅铁                     |             | 75         |       |       |       |        |             |
| 65%锰铁                     |             |            | 65    |       |       |        |             |
| 炉料名称                      | 配料比例 (%)    | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |             |
|                           |             | C          | Si    | Mn    | P     | S      |             |
| 越洲生铁                      | 20          | 0.81       | 0.26  | 0.13  | 0.056 | 0.005  |             |
| 水城生铁                      | 10          | 0.44       | 0.16  | 0.07  | 0.010 | 0.004  |             |
| 回炉铁                       | 20          | 0.66       | 0.27  | 0.15  | 0.020 | 0.010  |             |
| 芯骨铁                       | 10          | 0.35       | 0.15  | 0.06  | 0.010 | 0.005  |             |
| 废钢                        | 30          | 0.09       | 0.08  | 0.12  | 0.015 | 0.006  |             |
| 钢屑饼                       | 10          | 0.03       | 0.03  | 0.04  | 0.005 | 0.002  |             |
| 75%硅铁                     | 0.90        |            | 0.68  |       |       |        |             |
| 65%锰铁                     | 0.95        |            |       | 0.62  |       |        |             |
| 合计                        |             | 2.38       | 1.63  | 1.19  | 0.116 | 0.032  |             |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)           |             | +0.70      | -0.47 | -0.36 | 0     | +0.025 |             |
| 炉外加合金<br>和孕育吸收<br>(孕育后铁液) |             | 3.08       | 1.16  | 0.83  | 0.116 | 0.057  |             |
|                           |             |            | +0.08 |       |       |        | +0.94 +0.10 |
|                           |             | 3.08       | 1.24  | 0.83  | 0.116 | 0.057  | 0.94 0.10   |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排中间距（500~590mm）冷风冲天炉，熔化率5t/h，炉内碳增加30%、硅烧损29%、锰烧损30%、硫增加68%、磷不变。

2. 用质量分数75%硅铁与24%硅钙混合进行孕育处理，加入量0.2%~0.4%，吸收率为80%。

3. 炉前，铁液包内加100%电解铜0.94%，加99.93%精锡0.10%。

4. 炉前，用三角试片检验三角白口大小控制铁液成分。

5. 检测结果：

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 274.4MPa，抗弯强度 $\sigma_{bb}$ 499MPa，烧度 $f$ 4mm，硬度250HBS（硬度为铸铁件上打取； $\phi$ 30mm拉棒车成 $\phi$ 15mm做抗拉试验）。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于要求合金灰铸铁HT250的壁厚薄不均匀，但壁厚处又要求组织比较细密的铸铁件，如T42100双柱坐标镗床主轴衬套、XB4480主轴箱体壳等铸件。



配料实例 634

表 1.5-95 含 Cu、Sn 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 气缸体 (中型载重汽车类零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 312mm × 816mm × 383mm, 铸件毛重 135kg, 件大壁薄, 形状复杂, 大部分壁厚为 5mm, 上部为水套<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 (含铜锡), 抗拉强度 $\sigma_b \geq 200\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{18} \geq 400\text{MPa}$ , 缸壁要求硬度达到 170~241HBS, 其珠光体含量要求达到 80% 以上, 水套需经 0.29~0.39MPa 水压试验 |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.4, Si1.6~1.8, Mn0.7~0.9, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.10, Cu0.3~0.5, Sn0.05~0.08。加入铜、锡合金元素的目的是为了提高缸壁 (厚 11.5mm, 位于铸件中心) 的珠光体含量, 细化基体组织, 同时又不致于使薄壁处边缘产生白口  |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分 (%) |      |      |       |       |      |      |
|---------|----------|------|------|-------|-------|------|------|
|         | C        | Si   | Mn   | P     | S     | Cu   | Sn   |
| 新生铁     | 4.25     | 1.66 | 0.89 | 0.050 | 0.020 |      |      |
| 本身回炉铁   | 3.30     | 1.70 | 0.80 | 0.060 | 0.060 | 0.40 | 0.06 |
| 16Mn 废钢 | 0.16     | 0.40 | 1.40 | 0.040 | 0.040 |      |      |
| 电解铜     |          |      |      |       |       | 100  |      |
| 纯锡      |          |      |      |       |       |      | 100  |
| 75% 硅铁  |          | 75   |      |       |       |      |      |
| 60% 锰铁  |          |      | 60   |       |       |      |      |
| 75% 硅铁  |          | 75   |      |       |       |      |      |

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |        |      |       |       |        |         |
|---------|----------|------------|--------|------|-------|-------|--------|---------|
|         |          | C          | Si     | Mn   | P     | S     | Cu     | Sn      |
| 新生铁     | 35       | 1.49       | 0.58   | 0.31 | 0.017 | 0.007 |        |         |
| 本身回炉铁   | 45       | 1.49       | 0.77   | 0.36 | 0.027 | 0.027 | 0.18   | 0.027   |
| 16Mn 废钢 | 20       | 0.03       | 0.08   | 0.28 | 0.008 | 0.008 |        |         |
| 电解铜     | 0.22     |            |        |      |       |       | (0.22) |         |
| 纯锡      | 0.033    |            |        |      |       |       |        | (0.033) |
| 75% 硅铁  | 0.3      |            | 0.22   |      |       |       |        |         |
| 60% 锰铁  | 0.2      |            |        | 0.12 |       |       |        |         |
| 75% 硅铁  | 孕育 0.4   |            | (0.30) |      |       |       |        |         |
| 合计      |          | 3.01       | 1.95   | 1.07 | 0.052 | 0.042 | 0.04   | 0.06    |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口热风冲天炉。

2. 铜、锡在包底加入。

3. 16Mn 废钢是汽车大梁铜板边角料, 并非有意加入。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于中型载重汽车中要求合金灰铸铁 HT200 的缸盖铸件。用于其他要求灰铸铁 HT200 的铸件时可不加铜、锡。

配料实例 635 表 1.5-96 含 Cu、Sn 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |  |            |        |       |       |       |        |      |
|------------|--|------------|--------|-------|-------|-------|--------|------|
| 铸件名称       | 气缸体 (中型载重汽车类零件)  |            |        |       |       |       |        |      |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 312mm×816mm×383mm, 铸件毛重 135kg, 件大壁薄, 形状复杂, 大部分壁厚为 5mm, 上部为水套<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 (含铜锡)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 200\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{bb} \geq 400\text{MPa}$ , 缸壁要求硬度达到 170~241HBS, 其珠光体含量要求达到 80% 以上, 水套需经 0.29~0.39MPa 水压试验 |            |        |       |       |       |        |      |
| 合金成分控制 (%) | C3.2~3.4, Si1.6~1.8, Mn0.7~0.9, P $\leq$ 0.12, S $\leq$ 0.10, Cu0.3~0.5, Sn0.05~0.08。加入铜、锡合金元素的目的是为了提高缸壁 (厚 11.5mm, 位于铸件中心) 的珠光体含量, 细化基体组织, 同时又不致于使薄壁处边缘产生白口   |            |        |       |       |       |        |      |
| 配 料        |  |            |        |       |       |       |        |      |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |            |        |       |       |       |        |      |
|            | C  | Si         | Mn     | P     | S     | Cu    | Sn     |      |
| 新生铁        | 4.25   | 1.66       | 0.89   | 0.050 | 0.020 |       |        |      |
| 本身回炉铁      | 3.30   | 1.70       | 0.80   | 0.060 | 0.060 | 0.4   | 0.06   |      |
| 16Mn 废钢    | 0.16   | 0.40       | 1.40   | 0.040 | 0.040 |       |        |      |
| 电解铜        |  |            |        |       |       | 100   |        |      |
| 纯锡         |  |            |        |       |       |       | 100    |      |
| 60% 锰铁     |  |            | 60     |       |       |       |        |      |
| 75% 硅铁     |  | 75         |        |       |       |       |        |      |
| 炉料名称       | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |        |       |       |       |        |      |
|            |  | C          | Si     | Mn    | P     | S     | Cu     | Sn   |
| 新生铁        | 60   | 2.55       | 1.00   | 0.53  | 0.030 | 0.012 |        |      |
| 本身回炉铁      | 30   | 0.99       | 0.51   | 0.24  | 0.018 | 0.018 | 0.12   |      |
| 16Mn 废钢    | 10   | 0.02       | 0.04   | 0.14  | 0.004 | 0.004 |        |      |
| 电解铜        | 0.28   |            |        |       |       |       | (0.28) |      |
| 纯锡         | 0.042  |            |        |       |       |       | (0.04) |      |
| 60% 锰铁     | 0.2  |            |        | 0.12  |       |       |        |      |
| 75% 硅铁     | 孕育 0.5   |            | (0.38) |       |       |       |        |      |
| 合计         |  | 3.56       | 1.93   | 1.03  | 0.052 | 0.034 | 0.40   | 0.06 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三相电弧炉。

2. 铜、锡在包底加入。

3. 16Mn 废钢是汽车大梁钢板边角料, 并非有意加入。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于中型载重汽车中要求合金灰铸铁 HT200 的缸盖铸件。用于其他要求灰铸铁 HT200 的铸件时可不加铜、锡。

## 28. 含 Cu、Sb 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 636~638)

铜的元素符号及有关物理参数在前面已经叙述。

为了提高含铜合金铸铁的耐磨性和其他性能,可加入适量的铜和锑。

对于车床、镗床等类铸件的含 Cu、Sb 的合金铸铁(耐磨铸铁)配料,可查配料实例 636~配料实例 638 或表 1.5-97~表 1.5-99。

**配料实例 636**            **表 1.5-97 含 Cu、Sb 的合金铸铁**  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |      |      |       |       |          |         |
|------------|---|------|------|-------|-------|----------|---------|
| 铸件名称       | 横梁体(车床类 C5250 立式车床零件)   |      |      |       |       |          |         |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 7880mm×1375mm×1100mm, 铸件毛重 17t, 主要壁厚导轨面 66mm, 肋带厚 22mm。采用地坑造型, 两个铁液包同时浇注。铸件为了消除内应力需时效处理, 横梁要求硬度和刚性好<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁(含铜锑)。硬度 170~241HBS |      |      |       |       |          |         |
| 合金成分控制 (%) | C2.9~3.1, Si1.2~1.5, Mn0.9~1.2, P≤0.25, S≤0.12, Cu 适量, Sb 适量  |      |      |       |       |          |         |
| <b>配 料</b> |   |      |      |       |       |          |         |
| 炉 料        | 化 学 成 分 (%)   |      |      |       |       | 配料比例 (%) | 加料量 /kg |
|            | C   | Si   | Mn   | S     | P     |          |         |
| 武钢 Z15 生铁  | 4.32  | 1.64 | 0.88 | 0.019 | 0.090 | 38       | 760     |
| 回炉铁        | 3.15  | 1.50 | 0.90 | 0.100 | 0.100 | 27       | 540     |
| 废钢         | 0.40  | 0.40 | 0.40 | 0.050 | 0.050 | 35       | 700     |
| 硅铁         |   | 75   |      |       |       | 0.2      | 5       |
| 锰铁         |   |      | 65   |       |       | 1.3      | 26      |
| 焦炭         |   |      |      |       |       |          | 200     |
| 石灰石        |   |      |      |       |       |          | 60      |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 直筒型三排大风口冷风冲天炉, 熔化率 15t/h, 炉内碳增加 16%、硅烧损 13%、锰烧损 23%。

2. 炉前要加入适量的合金元素 (Cu、Sb)。

3. 炉前用三角试片观察白口大小, 并结合炉前快速分析检验化学成分。三角试片白口偏大时, 用 75% 硅铁和稀土硅铁调小; 若三角试片白口偏小时, 则加入其他微量元素。为了进一步保证横梁体的硬度和刚性, 视情况加入适量的铜锑合金。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.08, Si1.30, Mn1.10, P-, S0.11, Cu-, Sb-;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 348MPa, 抗弯强度  $\sigma_{0.2}$ 579MPa, 挠度  $f$ 3.4mm, 硬度 201~207HBS;

金相组织(铸件上): 基体为珠光体 99%, 极少量磷共晶; 石墨形态为片状+少量点状。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于要求合金铸铁(含铜锑)的各类重型机床的主体铸件, 如: 床身、刨台、工作台、立柱、底座和横梁等铸件。

配料实例 637 表 1.5-98 含 Cu、Sb 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 立柱 (镗床类 T6216—11020 落地镗床零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 3880mm × 1440mm × 1280mm, 铸件毛重 8.5t, 主要壁厚导轨面 55mm, 肋带厚 18.45mm, 采用地坑造型, 一个浇口浇注。为了消除内应力需经时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金铸铁 (含铜锡), 硬度 170~241HBS |
| 合金成分控制 (%) | 化学成分选择: C3.0~3.2, Si1.3~1.6, Mn0.8~1.1, P≤0.25, S≤0.12, Cu 适量, Sb 适量  |

## 配 料

| 炉 料       | 化 学 成 分 (%) |      |      |       |       | 投料比 (%) | 加料量 /kg |
|-----------|-------------|------|------|-------|-------|---------|---------|
|           | C           | Si   | Mn   | P     | S     |         |         |
| 武钢 Z15 生铁 | 4.21        | 1.42 | 1.08 | 0.052 | 0.049 | 40      | 800     |
| 回炉铁       | 3.15        | 1.50 | 0.90 | 0.100 | 0.100 | 27      | 540     |
| 废钢        | 0.40        | 0.40 | 0.40 | 0.050 | 0.050 | 33      | 660     |
| 硅铁        |             | 75   |      |       |       | 0.7     | 14      |
| 锰铁        |             |      | 65   |       |       | 1.2     | 24      |
| 层焦        |             |      |      |       |       |         | 200     |
| 石灰石       |             |      |      |       |       |         | 60      |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 直筒型三排大风口冷风冲天炉, 熔化率 15t/h, 炉内碳增加 14.8%、硅烧损 16%、锰烧损 25%。

2. 炉前要加入适量的合金元素 (Cu、Sb)。

3. 炉前, 用三角试片观察白口大小, 并结合炉前快速分析检验化学成分, 三角试片白口偏大时用 75% 硅铁和稀土硅铁合金调小, 若三角试片白口偏小时则加入其他微量元素。为了进一步保证立柱的硬度和刚性, 视情况加入适量的铜锡合金。

4. 检测结果:

化学成分 (%): C3.1, Si1.55, Mn1.04, S0.084, Cu 微量, Sb 微量;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  324MPa, 抗弯强度  $\sigma_{bb}$  530MPa, 挠度  $f$  2.8mm, 硬度 183~187HBS;

金相组织 (铸件上): 基体为珠光体 98%; 石墨形态为片状 E+A 型。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于要求合金铸铁 (含铜锡) 的各类重型机床的主体铸件: 床身、刨台、工作台、立柱、底座和横梁等。

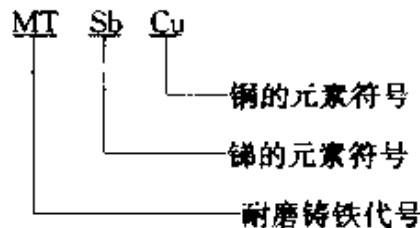
配料实例 638

表 1.5-99 含 Cu、Sb 的合金铸铁  
(耐磨铸铁) 配料

| 主要产品铸件      |        | 蜗轮、轴套、螺母等   |         |           |          |       |                          |
|-------------|--------|---|---------|-----------|----------|-------|--------------------------|
| 成分要求        | 牌号     | 成分 (%)  |         |           |          |       |                          |
|             |        | C   | Si      | Mn        | P        | S     | 其他合金                     |
|             | MTSbCu | 3.2~3.4   | 1.2~1.5 | 0.5~0.7   | ≤0.12    | ≤0.12 | Sb0.04~0.08<br>Cu0.5~0.8 |
| 配料及炉料组成 (%) | 废钢     | 生铁 (Z15)  | 回炉铁     | 硅铁 (Si45) | 锰铁 (Mn3) | 附注    |                          |
|             | 10~15  | 40~50   | 35~40   | 1~3       | 1~2      |       |                          |
| 熔炼操作要点      |        | 1. 电解铜破碎成 20mm×50mm 块度, 纯锡 50mm×50mm 块度放入包底, 包子要烘烤干, 然后冲入铁液处理<br>2. 采用冲入法时, 锡、铜的烧损率为 10%~20%<br>3. 如果将 $w_{\text{Sb}}25\% \sim 30\% + w_{\text{Cu}}75\% \sim 70\%$ 在坩埚内熔化成中间合金, 破碎成 $\phi 20\text{mm}$ 左右, 在出铁槽中加入, 可不计烧损<br>4. 用中间合金加入时, 应在出铁 1/3 后开始, 然后约在出铁 1/2 时再补加 $w_{\text{Sb}} 0.1\% \sim 0.2\%$ 作孕育剂进行孕育处理 |         |           |          |       |                          |

注: 1. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

2. MTSbCu 的主要含义如下:



## 29. 含 Sb 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料 (配料实例 639~643)

锡 [锡的元素符号 Sb; 原子序数 51; 晶型菱形; 相对原子质量 121.8; 密度  $6.68\text{g}/\text{cm}^3$ ; 熔点  $631^\circ\text{C}$ ; 沸点  $1440^\circ\text{C}$ ; 比热容  $0.206\text{J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ; 熔解热  $160.86\text{J}/\text{g}$ ].

锡是强烈稳定碳化物, 阻碍石墨化的元素。

锡的质量分数 0.01% 即能强烈阻止液态析出石墨, 随着锡含量增加, 基体组织中珠光体含量亦显著增加, 石墨尺寸逐渐变小, 石墨数量也逐渐减少, 能提高基体和磷共晶硬度, 显著提高铸铁的耐磨性。

锡耐磨铸铁的锡的质量分数为 0.03%~0.07%。

对于铣床、刨床、锻压设备等类铸件的含 Sb 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料, 可查配料实例 639~配料实例 643 或表 1.5-100~表 1.5-104。

配料实例 639 表 1.5-100 含Sb的合金铸铁(耐磨铸铁)配料

|                   |   |            |       |       |       |           |      |
|-------------------|---|------------|-------|-------|-------|-----------|------|
| 铸件名称              | 工作台(铣床类 X2010C 龙门铣零件)   |            |       |       |       |           |      |
| 铸件特点              | 铸件轮廓尺寸 3650mm×1000mm×356mm, 为扁盒形箱体结构, 上下面均精加工, 是龙门铣的主要运动工作件, 铸件毛重 4.2t, 主要壁厚 25~85mm, 用专用砂箱干型铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 HT250 (含 Sb), 抗拉强度 $\sigma_b \geq 245\text{MPa}$ , ( $\sigma_{bb}$ 不考核), 铸件硬度 170~241HBS (加工后) |            |       |       |       |           |      |
| 合金成分控制 (%)        | C2.90~3.10, Si1.20~1.40, Mn1.1~1.40, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12, Sb0.03   |            |       |       |       |           |      |
| 配 料               |   |            |       |       |       |           |      |
| 炉料名称              | 炉料成分 (%)  |            |       |       |       |           |      |
|                   | C   | Si         | Mn    | P     | S     | Sb        |      |
| 石钢 Z15 新生铁        | 4.20  | 1.50       | 0.50  | 0.070 | 0.030 | —         |      |
| 本厂回炉铁或废铸件         | 3.10  | 1.40       | 1.00  | 0.070 | 0.100 | —         |      |
| 废钢                | 0.40  | 0.30       | 0.50  | 0.040 | 0.020 | —         |      |
| 75%硅铁             | —   | 75         | —     | —     | —     | —         |      |
| 65%锰铁             | —   | —          | 65    | —     | —     | —         |      |
| Sb                | —   | —          | —     | —     | —     | $\geq 99$ |      |
| 炉料名称              | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |           |      |
|                   |   | C          | Si    | Mn    | P     | S         | Sb   |
| 石钢 Z15 新生铁        | 25  | 1.05       | 0.38  | 0.13  | 0.018 | 0.008     | —    |
| 本厂回炉铁或废铸件         | 35  | 1.09       | 0.49  | 0.35  | 0.025 | 0.035     | —    |
| 废钢                | 40  | 0.16       | 0.12  | 0.20  | 0.016 | 0.008     | —    |
| 75%硅铁             | 0.7   | —          | 0.53  | —     | —     | —         | —    |
| 锰铁                | 1.8   | —          | —     | 1.17  | —     | —         | —    |
| Sb                | 0.03  | —          | —     | —     | —     | —         | 0.03 |
| 合计                |   | 2.30       | 1.52  | 1.85  | 0.059 | 0.051     | 0.03 |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |   | +0.69      | -0.38 | -0.55 | 0     | +0.051    | —    |
|                   |   | 2.99       | 1.14  | 1.30  | 0.059 | 0.102     | 0.03 |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |   | —          | +0.18 | —     | —     | —         | —    |
|                   |   | 2.99       | 1.32  | 1.30  | 0.059 | 0.102     | 0.03 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央加侧吹送风冲天炉, 熔化率 12t/h, 炉内碳增加 30%、硅烧损 25%、锰烧损 30%、磷不变、硫增加 100%、出铁温度  $\geq 1420^\circ\text{C}$ 。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液加 75% 硅铁 0.25kg, 吸收率 95%。

3. Sb 由炉前出铁槽冲入, 吸收率 100%。

4. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制白口为 7~8mm。

5. 检测结果: (用  $\phi 50\text{mm}$  试棒)

化学成分 (%): C2.91, Si1.32, Mn1.28, P0.069, S0.108, Sb0.018;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 290\text{MPa}$ , 硬度 229HBS (试棒)。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 本配料还适用于要求合金灰铸铁 HT250 的其他型号的龙门铣工作台铸件。

配料实例 640 表 1.5-101 含Sb的合金铸铁(耐磨铸铁)配料

| 铸件名称           | 圆工作台(铣床类 X5216 圆工作台铣床零件)   |            |       |       |       |           |       |
|----------------|--|------------|-------|-------|-------|-----------|-------|
| 铸件特点           | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1600\text{mm} \times 200\text{mm}$ , 为较厚的圆盖状箱体结构, 上下面要求没有铸造缺陷, 外表全加工, 铸件毛重 2.5t, 壁厚 30~70mm。采用砂箱干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸件牌号: 合金灰铸铁 HT200。抗拉强度 $\sigma_b \geq 200\text{MPa}$ , 硬度 170~241HBS |            |       |       |       |           |       |
| 合金成分控制 (%)     | C3.0~3.2, Si1.4~1.8, Mn0.9~1.1, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12, Sb0.025  |            |       |       |       |           |       |
| 配 料            |  |            |       |       |       |           |       |
| 炉料名称           | 炉料成分 (%)   |            |       |       |       |           |       |
|                | C  | Si         | Mn    | S     | P     | Sb        |       |
| 石钢 Z15 生铁      | 4.20   | 1.50       | 0.50  | 0.070 | 0.025 | —         |       |
| 本厂回炉铁          | 3.10   | 1.45       | 1.00  | 0.070 | 0.100 | —         |       |
| 废钢             | 0.40   | 0.30       | 0.50  | 0.040 | 0.020 | —         |       |
| 75%硅铁          | —  | 75         | —     | —     | —     | —         |       |
| 65%锰铁          | —  | —          | 65    | —     | —     | —         |       |
| Sb             | —  | —          | —     | —     | —     | $\geq 99$ |       |
| 炉料名称           | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |           |       |
|                |  | C          | Si    | Mn    | S     | P         | Sb    |
| 石钢 Z15 生铁      | 30   | 1.26       | 0.45  | 0.15  | 0.021 | 0.008     | —     |
| 本厂回炉铁          | 40   | 1.24       | 0.40  | 0.40  | 0.028 | 0.040     | —     |
| 废钢             | 30   | 0.12       | 0.15  | 0.15  | 0.012 | 0.006     | —     |
| 75%硅铁          | 1.1  | —          | 0.83  | —     | —     | —         | —     |
| 65%锰铁          | 1.1  | —          | —     | 0.72  | —     | —         | —     |
| Sb             | 0.025  | —          | —     | —     | —     | —         | 0.025 |
| 合计             |  | 2.62       | 1.83  | 1.42  | 0.061 | 0.054     | 0.025 |
| 炉内熔化增减 %       |  | +0.52      | -0.46 | -0.43 | 0     | +0.054    | —     |
| (原铁液)          |  | 3.14       | 1.37  | 0.99  | 0.061 | 0.108     | 0.025 |
| 炉外孕育吸收         |  | —          | +0.21 | —     | —     | —         | —     |
| (孕育后铁液) 计算成分总量 |  | 3.14       | 1.58  | 0.99  | 0.061 | 0.108     | 0.025 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央加侧吹送风冲天炉, 熔化率 12t/h, 炉内碳增加 20%、硅烧损 25%、锰烧损 30%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉外孕育: 100kg 铁液孕育 0.3kg 75% 硅铁, 吸收率 95%。

3. Sb 由炉前出铁槽冲入, 吸收率 100%。

4. 炉前, 控制三角试片白口数为 6.5mm。

5. 检测结果:

化学成分 (%): C3.12, Si1.47, Mn0.98, P0.06, S0.086, Sb—;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 270\text{MPa}$ , 硬度 213HBS。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 641 表 1.5-102 含 Sb 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

| 铸件名称           | 工作台 (铣床类日本 K 系列数控铣床零件)   |            |       |       |       |           |      |
|----------------|--|------------|-------|-------|-------|-----------|------|
| 铸件特点           | 铸件轮廓尺寸 1700mm×400mm×135mm, 窄长结构, 各面均加工, 上下面不得有任何铸造缺陷, 工作台面不准有疏松, 毛坯硬度要求较高 $\geq 190\text{HBS}$ , 铸件毛重 500kg, 壁厚 34~84mm, 采用砂箱干型树脂砂芯铸造, 铸件要求时效处理<br>要求铸件牌号: 合金灰铸铁 HT300 (含 Sb), 抗拉强度 $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ , 硬度 190~241HBS。全部为珠光体基体 |            |       |       |       |           |      |
| 合金成分控制 (%)     | C2.9~3.1, Si1.5~1.9, Mn0.9~1.2, P $\leq$ 0.15, S $\leq$ 0.12, Sb $\leq$ 0.03   |            |       |       |       |           |      |
| 配 料            |  |            |       |       |       |           |      |
| 炉料名称           | 炉 料 成 分 (%)  |            |       |       |       |           |      |
|                | C  | Si         | Mn    | P     | S     | Sb        |      |
| 石钢 Z15 生铁      | 4.20   | 1.50       | 0.50  | 0.070 | 0.030 | —         |      |
| 回炉铁            | 3.10   | 1.45       | 1.00  | 0.070 | 0.100 | —         |      |
| 废钢             | 0.40   | 0.30       | 0.50  | 0.040 | 0.020 | —         |      |
| 75% 硅铁         | —  | 75         | —     | —     | —     | —         |      |
| 65% 锰铁         | —  | —          | 65    | —     | —     | —         |      |
| Sb             | —  | —          | —     | —     | —     | $\geq 99$ |      |
| 炉料名称           | 配料比例 (%)   | 配料计算成分 (%) |       |       |       |           |      |
|                |  | C          | Si    | Mn    | P     | S         | Sb   |
| 石钢 Z15 生铁      | 25   | 1.05       | 0.38  | 0.13  | 0.018 | 0.008     | —    |
| 回炉铁            | 35   | 1.09       | 0.51  | 0.35  | 0.025 | 0.035     | —    |
| 废钢             | 40   | 0.16       | 0.12  | 0.20  | 0.016 | 0.008     | —    |
| 75% 硅铁         | 1.3  | —          | 0.98  | —     | —     | —         | —    |
| 65% 锰铁         | 1.4  | —          | —     | 0.91  | —     | —         | —    |
| Sb             | 0.03   | —          | —     | —     | —     | —         | 0.03 |
| 合计             |  | 2.30       | 1.99  | 1.59  | 0.059 | 0.051     | 0.03 |
| 炉内元素增减 (原铁液)   |  | +0.69      | -0.50 | -0.48 | 0     | +0.051    | —    |
| 炉外孕育吸收 (孕育后铁液) |  | 2.99       | 1.49  | 1.11  | 0.059 | +0.102    | 0.03 |
| 炉外孕育吸收 (孕育后铁液) |  | —          | +0.25 | —     | —     | —         | —    |
|                |  | 2.99       | 1.74  | 1.11  | 0.059 | 0.102     | 0.03 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中央加侧吹送风冲天炉, 熔化率 12t/h, 出铁温度 1450°C, 浇注温度 1360°C, 炉内碳增加 30%、硅烧损 25%、锰烧损 30%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前, 用三角试片检验白口大小, 控制白口数为 2~4mm。用 75% 硅铁在出铁槽孕育处理, 一次孕育量 0.2%, 扒渣后二次孕育量 0.1%, 吸收率 95%。

3. 炉前加 Sb0.03%, 吸收率 100%。

4. 检测结果: (用  $\phi 30\text{mm}$  试棒)

化学成分 (%): C2.90, Si1.91, Mn1.24, P0.054, S0.077, Sb0.021。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于 K 系列铣床中要求合金灰铸铁 HT300 的床身、升降台、床鞍、铣头等铸件。



配料实例 642 表 1.5-103 含 Sb 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 机身 (锻压设备类 C41-150 空气锤零件)  |
| 铸件特点       | <p>铸件轮廓尺寸 2000mm × 1500mm × 1200mm, 为复杂的箱体结构, 铸件毛重 2200kg, 主要壁厚 45mm, 两个缸体孔为滑动工作面, 要求一定的硬度, 以保证耐磨性。铸件要求时效处理</p> <p>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 HT200 (含 Sb), 抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 200\text{MPa}</math>, 虽然图样要求 HT200, 实际生产中尽管 <math>\phi 30\text{mm}</math> 的试棒抗拉强度也达到 200MPa 以上, 但因碳当量过高, 缸体加工时, 常出现大量由于石墨粗大造成的疏松针孔, 因粗糙度和硬度达不到要求而报废, 故浇注牌号实际提高到 HT250</p> |
| 合金成分控制 (%) | <p>为防止铸件表面大量疏松出现, 碳当量不能超过 3.6%, 其中碳量 <math>\leq 3.2\%</math>, Si 的含量也因壁厚较大选得较低。为防止实际熔炼中炉况变化出现的碳当量 (CE) 偏高, 保持硬度的稳定性和防止粗大石墨出现, 炉前加入微量锑, 此时碳当量可放宽到 3.8%。因此, 合金成分控制为: C2.9 ~ 3.2, Si1.2 ~ 1.5, Mn1.1 ~ 1.4, S <math>\leq 0.12</math>, P <math>\leq 0.2</math>, Sb0.03 ~ 0.05</p>   |

## 配 料

| 炉料名称     | 炉料成分 (%) |            |      |       |       |           |    |
|----------|----------|------------|------|-------|-------|-----------|----|
|          | C        | Si         | Mn   | P     | S     | Sb        |    |
| Z20 安阳生铁 | 4.81     | 1.62       | 0.08 | 0.075 | 0.040 |           |    |
| 回炉铁      | 3.30     | 1.50       | 1.00 | 0.100 | 0.100 |           |    |
| 废钢       | 0.20     | 0.30       | 0.60 | 0.020 | 0.020 |           |    |
| 75% 硅铁   |          | 75         |      |       |       |           |    |
| 60% 锰铁   |          |            | 60   |       |       |           |    |
| Sb       |          |            |      |       |       | $\geq 99$ |    |
| 炉料名称     | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |      |       |       |           |    |
|          |          | C          | Si   | Mn    | P     | S         | Sb |
| Z20 安阳生铁 | 25       | 1.20       | 0.41 | 0.02  | 0.019 | 0.010     |    |
| 回炉铁      | 40       | 1.32       | 0.60 | 0.40  | 0.040 | 0.040     |    |
| 废钢       | 35       | 0.07       | 0.12 | 0.24  | 0.008 | 0.008     |    |
| 75% 硅铁   | 0.4      |            | 0.30 |       |       |           |    |
| 60% 锰铁   | 1.5      |            |      | 0.90  |       |           |    |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |    |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|----|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Sb |
| Sb      | (0.04)   |            |       |       |       |        |    |
| 合计      |          | 2.59       | 1.43  | 1.56  | 0.067 | 0.058  |    |
| 炉内熔化增减  |          | +0.52      | -0.21 | -0.31 | 0     | +0.058 |    |
| (原铁液)   |          | 3.11       | 1.22  | 1.25  | 0.067 | 0.116  |    |
| 炉外孕育吸收  |          |            | +0.20 |       |       |        | 微量 |
| (孕育后铁液) |          | 3.11       | 1.42  | 1.25  | 0.067 | 0.116  | 微量 |

注：1. 采用二排风口卡腰炉型冲天炉熔炼。出炉温度 $\geq 1420^{\circ}\text{C}$ ，炉内碳增加 20%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前，加入用纸包好的粒度 5~10mm 的微量元素锶。炉前用三角试块检查白口大小，一般控制为 5~8mm，孕育用 75% 硅铁，加入量 0.1%~0.3%，吸收率约 80%。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.10，Si1.45，Mn1.1，P0.1，S0.05，Sb 微量；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_1 255\text{MPa}$ ，硬度 170~230HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于锻压设备中要求合金灰铸铁 HT200 的机架、横梁等中等壁厚的铸件，应用很广。

### 配料实例 643 表 1.5-104 含 Sb 的合金铸铁 (耐磨铸铁) 配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 工作台 (锻压设备类 Y32-315 四柱式万能液压机零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 1660mm × 1160mm × 650mm，为箱体结构，铸件毛重 3500kg，主要壁厚 50mm，工作台面最大壁厚为 110mm，采用表干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号：图样要求铸铁牌号为灰铸铁 HT200，工作台面硬度要求大于 170HBS，考虑到铸件最大壁厚和硬度要求，确定浇注牌号为合金灰铸铁 HT300                      |
| 合金成分控制 (%) | 该铸件承受较大的载荷，除了有较高的强度和刚度要求外，还要求工作台面有一定的硬度 (耐磨性)，由于工艺原因，壁厚 110mm 的工作台面上不放冷铁，故配料中碳当量选择较低。合金成分 (质量分数) 控制范围为：C2.9~3.1，Si1.0~1.4，Mn0.8~1.2，P $\leq$ 0.20，S $\leq$ 0.12<br>为了保证台面硬度稳定性，在炉前加入 0.02~0.06 的锶 |

(续)

| 配 料               |             |           |       |       |       |        |     |
|-------------------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|-----|
| 炉料名称              | 炉料成分(%)     |           |       |       |       |        |     |
|                   | C           | Si        | Mn    | P     | S     | Sb     |     |
| 杭钢生铁 Z18          | 4.13        | 1.71      | 0.66  | 0.060 | 0.019 |        |     |
| 回炉铁               | 3.10        | 1.50      | 0.60  | 0.130 | 0.120 |        |     |
| 废钢                | 0.20        | 0.30      | 0.60  | 0.020 | 0.020 |        |     |
| 铸铁屑压块             | 3.10        | 1.50      | 0.60  | 0.130 | 0.120 |        |     |
| 75%硅铁             | —           | 75        | —     | —     | —     |        |     |
| 60%锰铁             | —           | —         | 60    | —     | —     |        |     |
| Sb                | —           | —         | —     | —     | —     |        | ≥99 |
| 炉料名称              | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |     |
|                   |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Sb  |
| 杭钢生铁 Z18          | 30          | 1.24      | 0.51  | 0.20  | 0.018 | 0.006  | —   |
| 回炉铁               | 20          | 0.62      | 0.30  | 0.12  | 0.025 | 0.024  | —   |
| 废钢                | 30          | 0.06      | 0.09  | 0.18  | 0.006 | 0.006  | —   |
| 铸铁屑压块             | 20          | 0.62      | 0.30  | 0.12  | 0.025 | 0.024  | —   |
| 75%硅铁             | 0.2         | —         | 0.15  | —     | —     | —      | —   |
| 60%锰铁             | 1.0         | —         | —     | 0.60  | —     | —      | —   |
| Sb                | (0.04)      | —         | —     | —     | —     | —      | —   |
| 合计                |             | 2.54      | 1.35  | 1.22  | 0.074 | 0.060  | —   |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)   |             | +0.5      | -0.27 | -0.36 | 0     | +0.060 | —   |
| 炉外孕育吸收<br>(孕育后铁液) |             | —         | +0.30 | —     | —     | —      | 微量  |
|                   |             | 3.04      | 1.38  | 0.86  | 0.074 | 0.120  | 微量  |

注：1. 采用熔炼炉类型：两排大间距倒置风口热风冲天炉，出铁温度：1400~1440°C，炉内碳增加20%、硅烧损20%、锰烧损30%、硫增加100%、磷不变。

2. 铸铁屑压块成分为100%铸铁屑+4%粉状石墨，压块尺寸 $\phi 110\text{mm} \times 50\text{mm}$ ，假密度约 $5\text{g}/\text{cm}^3$ 。熔化情况表明，效果与回炉铁相当。

3. 炉前，用75%硅铁孕育，孕育量0.3%~0.5%，孕育后白口宽度7~12mm，该件较大，为防止等待时间过长，孕育衰退，先出铁2/3，孕育0.3%，等待10min左右再出铁1/3，孕育0.5%，炉外孕育吸收率Si80%。第二次出铁后可在10min内浇注完毕。

4. 检测结果：

化学成分(%)：C3.08，Si1.35，Mn0.83，P0.112，S0.132，Sb微量；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b 309\text{MPa}$ ，硬度174HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于锻压机械中要求合金灰铸铁 HT200 的其他壁厚较大的铸件。当用于壁较薄铸件，如液压件中的泵、阀等，要调整铁液硅量，满足加工性的要求。

## 30. 含 Sn 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料（配料实例 644）

**锡** [锡的元素符号 Sn; 原子序数 50; 晶型四方; 相对原子质量 11.87; 密度  $7.30\text{g}/\text{cm}^3$ ; 熔点  $232^\circ\text{C}$ ; 沸点  $2690^\circ\text{C}$ ; 比热容  $0.227\text{J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ; 熔解热  $60.9\text{J}/\text{g}$ ]

锡是稳定碳化物, 阻碍石墨化的元素。

锡的质量分数 0.1% 以下时, 能增加灰铸铁的珠光体数量, 细化共晶团; 并提高力学性能, 锡的质量分数 0.1% 以上时, 会在晶界上析出锡和铁的化合物, 引起脆性, 降低铸铁的冲击韧度。

对于锻压设备等类铸件的含 Sn 的合金铸铁（耐磨铸铁）配料, 可查配料实例 644 或表 1.5-105。

配料实例 644 表 1.5-105 含 Sn 的合金锡铁（耐磨铸铁）配料

|            |   |      |      |       |       |    |
|------------|---|------|------|-------|-------|----|
| 铸件名称       | 机身（锻压设备类 C41—150 空气锤零件）   |      |      |       |       |    |
| 铸件特点       | <p>铸件轮廓尺寸 <math>2000\text{mm} \times 1500\text{mm} \times 1200\text{mm}</math>, 为复杂的箱体结构, 铸件毛重 <math>2200\text{kg}</math>, 主要壁厚 <math>45\text{mm}</math>, 两个缸体孔为滑动工作面, 要求一定的硬度, 以保证耐磨性。铸件要求时效处理</p> <p>要求铸铁牌号: 合金灰铸铁 HT200 (含 Sn)。抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 200\text{MPa}</math>。虽然图样要求 HT200, 实际生产中尽管 <math>\phi 30\text{mm}</math> 的试棒抗拉强度也达到 <math>200\text{MPa}</math> 以上, 但因碳当量过高, 缸体加工时, 常出现大量由于石墨粗大造成的疏松针孔, 因粗糙度和硬度达不到要求而报废, 故浇注牌号实际提高到 HT250</p> |      |      |       |       |    |
| 合金成分控制 (%) | <p>为防止铸件表面大量疏松出现, 碳当量不能超过 3.6%, 其中碳量 <math>\leq 3.2\%</math>, Si 的含量也因壁厚较大选得较低。为防止实际熔炼中炉况变化出现的碳当量 (CE) 偏高, 保持硬度的稳定性和防止粗大石墨出现, 炉前加入微量锡, 此时碳当量可放宽到 3.8%。因此, 合金成分控制为: C2.9—3.2, Si1.2—1.5, Mn1.1—1.4, S<math>\leq</math>0.12, P<math>\leq</math>0.2, Sn0.06—0.2</p>  |      |      |       |       |    |
| 配 料        |   |      |      |       |       |    |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)  |      |      |       |       |    |
|            | C   | Si   | Mn   | P     | S     | Sn |
| Z20 安阳生铁   | 4.81  | 1.62 | 0.08 | 0.075 | 0.040 |    |
| 回炉铁        | 3.30  | 1.50 | 1.00 | 0.100 | 0.100 |    |

(续)

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |      |      |       |       |     |
|-------|---------|------|------|-------|-------|-----|
|       | C       | Si   | Mn   | P     | S     | Sn  |
| 废钢    | 0.20    | 0.30 | 0.60 | 0.020 | 0.020 |     |
| 75%硅铁 |         | 75   |      |       |       |     |
| 60%锰铁 |         |      | 60   |       |       |     |
| 纯锡    |         |      |      |       |       | 100 |

| 炉料名称     | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |
|----------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|
|          |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Sn     |
| Z20 安阳生铁 | 25          | 1.20      | 0.41  | 0.02  | 0.019 | 0.010  |        |
| 回炉铁      | 40          | 1.32      | 0.60  | 0.40  | 0.040 | 0.040  |        |
| 废钢       | 35          | 0.07      | 0.12  | 0.24  | 0.008 | 0.008  |        |
| 75%硅铁    | 0.4         |           | 0.30  |       |       |        |        |
| 60%锰铁    | 1.5         |           |       | 0.90  |       |        |        |
| 纯锡       | 0.09        |           |       |       |       |        | (0.09) |
| 合计       |             | 2.59      | 1.43  | 1.56  | 0.067 | 0.058  |        |
| 炉内熔化增减   |             | +0.52     | -0.21 | -0.31 | 0     | +0.058 |        |
| (原铁液)    |             | 3.11      | 1.22  | 1.25  | 0.067 | 0.116  |        |
| 炉外孕育吸收   |             |           | +0.20 |       |       |        |        |
| (孕育后铁液)  |             | 3.11      | 1.42  | 1.25  | 0.067 | 0.116  | 0.09   |

注：1. 采用熔炼炉类型：二排风口卡腰炉型冲天炉。出铁温度 $\geq 1420^{\circ}\text{C}$ ，炉内碳增加20%、硅烧损15%、锰烧损20%、硫增加100%、磷不变。

2. 炉前，加入用纸包好的粒度5~10mm的微量元素锡。炉前用三角试块检查白口大小，一般控制为5~8mm。孕育用75%硅铁，加入量0.1%~0.3%，吸收率约80%。

3. 检测结果：

化学成分(%)：C3.10，Si1.45，Mn1.1，P0.1，S0.05，Sn微量；

力学性能：抗拉强度 $\sigma_b$ 255MPa，硬度170~230HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于碳压机械中要求合金灰铸铁HT200的机架、横梁等中等壁厚的铸件，应用很广。

## 第6章 抗磨铸铁（冷硬铸铁）配料

什么是抗磨铸铁（abrasion resistant cast iron）？抗磨铸铁是有较好的抗磨料磨损性能的铸铁。

什么是冷硬铸铁〔激冷铸铁〕（chilled cast iron）？冷硬铸铁是用激冷的方法使激冷区内的碳全部或大部呈化合碳的铸铁。

冷硬铸铁的实质也是为了抗磨。

常用的抗磨铸铁有抗磨白口铸铁、抗磨球墨铸铁以及含有抗磨铸铁的双金属抗磨材料。

根据国家标准 GB/T 8263—1999《抗磨白口铸铁件》的规定，抗磨白口铸铁按化学成分分为9个牌号：KmTBNi4Cr2-DT<sup>⊙</sup>、KmTBNi4Cr2-GT<sup>⊙</sup>、KmTBCr9Ni5、KmTBCr2、KmTBCr8、KmTBCr12、KmTBCr15Mo<sup>⊙</sup>、KmTBCr20Mo<sup>⊙</sup>、KmTBCr26。

根据国家标准 GB/T 3180—1982《中锰抗磨球墨铸铁件技术条件》的规定，中锰抗磨球墨铸铁按其锰含量和力学性能分为3个牌号<sup>⊙</sup>：MQTMn6、MQTMn7、MQTMn8。

根据国家标准 GB/T 1504—1991《铸铁轧辊》的规定，铸铁轧辊分为冷硬铸铁轧辊、无限冷硬铸铁轧辊、球墨铸铁轧辊和高铬铸铁轧辊四大类。冷硬铸铁轧辊类主要有：普通冷硬铸铁轧辊、铝冷硬铸铁轧辊、铬铝冷硬铸铁轧辊、镍铬冷硬铸铁轧辊、镍铬铝冷硬铸铁轧辊（Ⅰ）、镍铬铝冷硬铸铁轧辊（Ⅱ）、镍铬铝冷硬铸铁轧辊（Ⅲ）、普通冷硬球墨复合铸铁轧辊、铝冷硬球墨复合铸铁轧辊、铬铝冷硬球墨复合铸铁轧辊、铬铝钒冷硬球墨复合铸铁轧辊、铬铝铜冷硬球墨复合铸铁轧辊；无限冷硬铸铁轧辊类主要有：铬铝无限冷硬铸铁轧辊、镍铬铝无限冷硬铸铁轧辊（Ⅰ）、镍铬铝无限冷硬铸铁轧辊（Ⅱ）、镍铬铝无限冷硬铸铁轧辊（Ⅲ）、镍铬铝无限冷硬铸铁轧辊（Ⅳ）；球墨铸铁轧辊类主要有：普通半冷硬球墨铸铁轧辊、低铬半冷硬球墨铸铁轧辊、铬铝半冷硬球墨铸铁轧辊、低铬铝钒钛半冷硬球墨铸铁轧辊、铬铝铜半冷硬球墨铸铁轧辊、铬铝无限冷硬球墨铸铁轧辊、铬铝铜无限冷硬球

⊙ 牌号中，“DT”和“GT”分别是“低碳”和“高碳”的汉语拼音大写字母，表示该牌号含碳量的高低。

⊙ 一般情况下，该牌号应含钼（Mo）。

⊙ 按国家标准 GB/T 5612—1985《铸铁牌号表示方法的规定》，中锰抗磨球墨铸铁的牌号表示应为：KmTQMn6，KmTQMn7，KmTQMn8。余同。

墨铸铁轧辊、低铬无限冷硬球墨铸铁轧辊、低铬钼钒钛无限冷硬球墨铸铁轧辊、镍铬钼无限冷硬球墨铸铁轧辊(I)、镍铬钼无限冷硬球墨铸铁轧辊(II)、镍钼球墨铸铁轧辊(I)、镍钼球墨铸铁轧辊(II)、镍钼球墨铸铁轧辊(III);高铬铸铁轧辊类主要有高铬铸铁轧辊。

在实际使用中,铸造工厂也常常生产一些非标准的抗磨铸铁和冷硬铸铁,如无合金的抗磨白口铸铁、含高W的抗磨铸铁、含高合金CrMoCuV的抗磨铸铁、MQTMn6VTiMo的中锰抗磨铸铁、含CrP的冷硬铸铁、含CrPCu的冷硬铸铁等。

### 1. 抗磨白口铸铁配料(配料实例 645)

抗磨白口铸铁的碳主要以碳化物的形式分布于金属基体组织中,因此具有良好的抗磨料磨损性能。

对于化工机械等类铸件的抗磨白口铸铁配料,可查配料实例 645 或表 1.6-1。

配料实例 645

表 1.6-1 抗磨白口铸铁配料

|           |   |           |       |       |       |       |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称      | 扇形衬铁(化工机械类碾磨机零件)  |           |       |       |       |       |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 154mm×100mm×22mm,为板形结构,铸件毛重 1.5kg,主要壁厚 22mm,不加工。采用湿型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号:抗磨白口铸铁。硬度≥400HBS |           |       |       |       |       |
| 合金成分控制(%) | C2.0~2.7, Si1.0~1.1, Mn0.5~1.0, P≤0.10, S≤0.10  |           |       |       |       |       |
| 配 料       |   |           |       |       |       |       |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |       |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     |       |
| 本溪生铁      | 3.70  | 0.49      | 0.12  | 0.080 | 0.056 |       |
| 废钢        | 0.20  | 0.35      | 0.50  | 0.030 | 0.020 |       |
| 75%硅铁     |   | 75        |       |       |       |       |
| 78%锰铁     |   |           | 78    |       |       |       |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S     |
| 本溪生铁      | 75  | 2.78      | 0.37  | 0.09  | 0.060 | 0.042 |
| 废钢        | 25  | 0.05      | 0.09  | 0.13  | 0.008 | 0.005 |
| 75%硅铁     | 0.7   | —         | 0.53  | —     | —     | —     |
| 78%锰铁     | 0.9   | —         | —     | 0.70  | —     | —     |
| 合计        |   | 2.83      | 0.99  | 0.92  | 0.068 | 0.047 |
| 炉内熔化增减    |   | -0.14     | +0.05 | -0.09 | 0     | 0     |
| (熔化后铁液)   |   | 2.69      | 1.04  | 0.83  | 0.068 | 0.047 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: GGW—0.15t 中频无心感应加热电炉, 炉内熔化元素增减率: C—5%、Si+5%、Mn—10%、P0、S0。

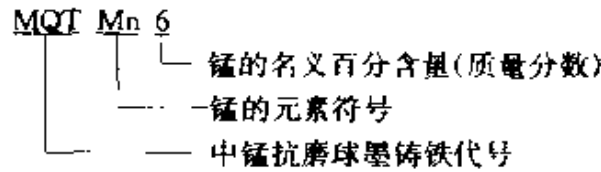
2. 炉前, 用三角试片检验三角白口状况, 控制铁液成分。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于化工机械中要求抗磨而不需加工的铸件。

### 2. MQTMn6 的中锰抗磨球磨铸铁配料(配料实例 646、647)

MQTMn6 的主要含义如下:



对于矿山机械、建筑机械等类铸件的MQTMn6的中锰抗磨球墨铸铁配料，可查配料实例646和配料实例647或表1.6-2和表1.6-3。

### 配料实例646 表1.6-2 MQTMn6的中锰抗磨球墨铸铁配料

|           |  |     |       |     |
|-----------|--|-----|-------|-----|
| 铸件名称      | 叶片(矿山机械类选矿用搅拌机零件)  |     |       |     |
| 铸件特点      | 铸件要求抗磨损<br>要求铸铁牌号:中锰抗磨球墨铸铁MQTMn6                                     |     |       |     |
| 合金成分控制(%) | C3.6左右, Si2.6~3.0, Mn5.0~6.0, P<0.2, S<0.1, RE0.03~0.05, Mg0.03~0.05 |     |       |     |
| 配 料       |  |     |       |     |
| 炉料名称      | 生 铁  | 回炉铁 | 75%硅铁 | 锰 铁 |
| 配料比例(%)   | 70   | 30  | 2.5   | 10  |

注: 1. 采用冲天炉熔炼。

2. 铁液出炉温度 $>1370^{\circ}\text{C}$ 。

孕育剂(Si75)加入量0.9%~1.2%。

球化剂(稀土-镁合金Mg7.5%~9%)加入量0.5%~0.7%。

3. 质量检查: 采用三角试样或圆形试棒观察其断口:

(1) 断口凹凸不平且较粗糙, 呈淡灰色或青灰色, 球化好, 质量合格。

(2) 断口细致平整, 呈银灰色, 球化良好, 此时可能铁液含硅量过高, 或含锰量过低, 加不断出现此情况, 应在炉后调整硅锰含量。

(3) 断口呈灰黑色, 则球化不良, 强度低, 韧性差, 质量不合格。

4. 各成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求中锰抗磨球墨铸铁MQTMn6的球磨机磨球、饲料粉碎机活动叶片等铸件。

### 配料实例647 表1.6-3 MQTMn6的中锰抗磨球墨铸铁配料

| 主要产品铸件     |         | 球磨机磨球  |             |             |             |      |       |
|------------|---------|--------|-------------|-------------|-------------|------|-------|
| 成分要求       | 牌 号     | 成分(%)  |             |             |             |      |       |
|            |         | C      | Si          | Mn          | P           | S    | 其他合金  |
|            |         | MQTMn6 | 3.3~<br>3.8 | 3.3~<br>4.0 | 5.5~<br>6.5 | <0.1 | <0.02 |
| 配料及炉料组成(%) | 生铁(Z20) | 回炉铁    | 硅铁(Si75)    | 锰铁(Mn1)     | 附 注         |      |       |
|            | 60~75   | 15~20  | 2~3.0       | 10~12       |             |      |       |



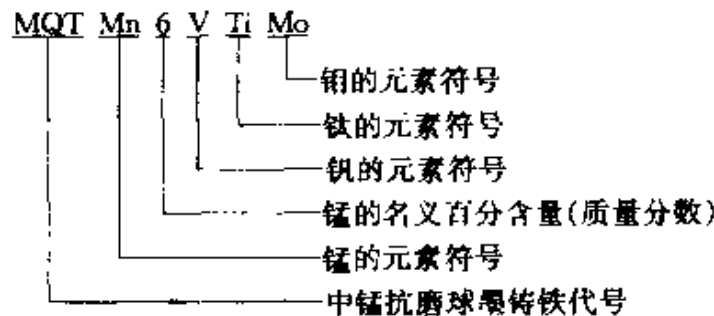
(续)

|        |  |
|--------|--|
| 熔炼操作要点 | 1. 原铁液化学成分(%):<br>C3.4~3.6, Si2.6~3.0, Mn5.5~6.5, P<0.15, S<0.08。当 Mn>5.0% 以后, 每增加 Mn0.8%~1.2% 就相应地增加 S0.3%~0.5% 来配合<br>2. 出铁温度要求 >1380°C<br>3. 球化剂 REMg7~8, 加入量 0.5%~0.7%<br>4. 孕育剂 Si75 加入量 0.9%~1.0%<br>5. 炉前三角试片检查或圆形试棒断口检查方法如下:<br>(1) 断口凹凸不平, 且粗糙, 呈淡灰色或青灰色, 则球化好, 合格<br>(2) 断口细致平整, 呈银灰色, 硬度高, 脆性大, 球化良好, 此时可能铁液含硅量高或锰量低, 应及时调整硅、锰量<br>(3) 断口呈灰黑色, 则球化不良, 强度低韧性差, 质量不合格 |
|--------|--|

注: 1. 采用冲天炉熔炼中锰抗磨球墨铸铁。  
 2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 3. MQTMn6VTiMo 的中锰抗磨球墨铸铁配料(配料实例 648、649)

MQTMn6VTiMo 的主要含义如下:



对于泵、矿山机械等类铸件的 MQTMn6VTiMo 的中锰抗磨球墨铸铁配料, 可查配料实例 648 和配料实例 649 或表 1.6-4 和表 1.6-5。

配料实例 648 表 1.6-4 MQTMn6VTiMo 的中锰抗磨球墨铸铁配料

|           |  |      |     |     |     |     |
|-----------|--|------|-----|-----|-----|-----|
| 铸件名称      | 叶轮(泵类、泥浆泵零件)   |      |     |     |     |     |
| 铸件特点      | 铸件毛重 345kg, 壁厚 30~100mm, 大部分为 35~50mm, 比较均匀, 结构为圆型刚性结构<br>要求铸铁牌号: 中锰抗磨球墨铸铁 MQTMn6VTiMo。抗弯强度 $\sigma_b$ 540~785MPa, 挠度 $f$ 3.3~4.0mm, 硬度 48~56HRC。金相组织: 珠光体+针状体+少量奥氏体+颗粒状碳化物+球状石墨 |      |     |     |     |     |
| 合金成分控制(%) | 合金成分控制: C3.3~3.8, Si3.3~4.0, Mn5.0~7.0, P<0.015, S<0.02, RE0.025~0.05, Mg0.025~0.06, Mo-, V-, Ti-  |      |     |     |     |     |
| 配 料       |  |      |     |     |     |     |
| 炉料名称      | 渡口钒钛生铁   | 酒泉生铁 | 废 钢 | 锰 铁 | 硅 铁 | 钼 铁 |
| 配料比例(%)   | 35   | 30   | 35  | 16  | 2.8 | 1.1 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 炉胆热风、多排小风口、曲线炉膛冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内增碳 15%、硅烧损 20%、锰烧损 25%、硫增加 60%、磷不变。  
 2. 配料时重点把握硅锰比。  
 3. 炉前球化孕育处理时, 用稀土镁合金和硅铁各为 1.2%。  
 4. 炉前控制时要注意三角试片的断口颜色、组织及白口宽度。  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

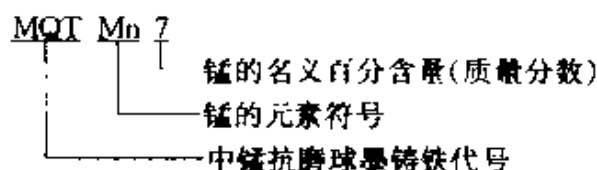
配料实例 649 表 1.6-5 MQTMn6VTiMo 的中锰抗磨球墨铸铁配料

| 铸件名称             | 配料   |      |      |          |      |         |       |       |         |         |         |       |           |           |          |          |         |    |  |
|------------------|--|------|------|----------|------|---------|-------|-------|---------|---------|---------|-------|-----------|-----------|----------|----------|---------|----|--|
|                  | 炉料组成(%)  |      |      | 炉前加入料(%) |      |         |       | 溶剂/kg |         |         |         |       |           |           |          |          |         |    |  |
| 衬板(矿山机械类螺旋分级机零件) | V40生铁  | 废钢   | 机件   | 硅铁       | 锰铁   | 钼铁      | 孕育硅铁  | 4#合金  | 石灰石     | 萤石      |         |       |           |           |          |          |         |    |  |
| 铸件特点             | 70   | 30   | 30   | 0.7      | 9    | 0.2     | 0.5   |       |         |         |         |       |           |           |          |          |         |    |  |
| 合金成分控制(%)        | C3.4~3.6, Si1.2~1.4, Mn5.0~6.0, P<0.15, S<0.003, RE0.03~0.04, Mg0.02~0.03, V0.2~0.3, Ti0.1~0.15, Mo0.1~0.2 |      |      |          |      |         |       |       |         |         |         |       |           |           |          |          |         |    |  |
| 材质名称             | MQTMn6VTiMo  |      |      |          |      |         |       |       |         |         |         |       |           |           |          |          |         |    |  |
| 原材料名称            | 化学成分(%)  |      |      |          |      | 化学成分(%) |       |       |         |         |         |       |           |           |          |          |         |    |  |
|                  | C  | Si   | Mn   | P        | V    | Ti      | S     | Mo    | C       | Si      | Mn      | S     | P         | RE        | Mg       | V        | Ti      | Mo |  |
| V40生铁            | 4.15   | 0.30 | 0.08 | 0.102    | 0.48 | 0.28    | 0.071 |       | 3.4~3.6 | 1.2~1.4 | 5.0~6.0 | <0.03 | 0.03~0.04 | 0.02~0.04 | 0.02~0.3 | 0.1~0.15 | 0.1~0.2 |    |  |
| 机件               | 3.50   | 2.00 | 5.00 |          | 0.20 | 0.1     |       |       |         |         |         |       |           |           |          |          |         |    |  |
| 硅铁               |  | 75   |      |          |      |         |       |       |         |         |         |       |           |           |          |          |         |    |  |
| 锰铁               |  |      | 67   |          |      |         |       |       |         |         |         |       |           |           |          |          |         |    |  |
| 钼铁               |  |      |      |          |      |         | 55    |       |         |         |         |       |           |           |          |          |         |    |  |
|                  |  |      |      |          |      |         |       |       | 预计元素增损  |         |         |       |           |           |          |          |         |    |  |
|                  |  |      |      |          |      |         |       |       | 实际元素增损  |         |         |       |           |           |          |          |         |    |  |
|                  |  |      |      |          |      |         |       |       | 化验结果    |         |         |       |           |           |          |          |         |    |  |

注: 1. 采用熔炼炉类型; 三排小风口, 二次风, 冷风曲线炉膛冲天炉, 熔化率 4~5t/h, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 24%  
 2. 实际使用 V40 或 V50, 生铁时铁液中 VTi 含量均满足设计成分的要求, 不需补加 V 和 Ti 铁。  
 3. 炉前, 进行球化孕育处理。  
 4. 检测结果: (%) : C3.77, Si1.46, Mn5.53, P0.073, S0.016, V0.196, Ti0.152, Mo0.11, RE0.047, Mg0.034;  
 力学性能: 硬度 56HRC;  
 金相组织: 基体组织为莱氏体、渗碳体、珠光体、托氏体、下贝氏体少量。  
 5. 成分含量和配料比皆指质量分数。

## 4. MQTMn7 的中锰抗磨球墨铸铁配料 (配料实例 650)

MQTMn7 的主要含义如下:



对于煤矿机械等类铸件的 MQTMn7 的中锰抗磨球墨铸铁配料, 可查配料实例 650 或表 1.6-6。

配料实例 650 表 1.6-6 MQTMn7 的中锰抗磨球墨铸铁配料

|           |   |     |        |        |
|-----------|---|-----|--------|--------|
| 铸件名称      | 旋流器(煤矿机械类洗煤机零件)   |     |        |        |
| 铸件特点      | 铸件要求抗磨损<br>要求铸铁牌号:中锰抗磨球墨铸铁 MQTMn7                                     |     |        |        |
| 合金成分控制(%) | C3.6 左右, Si3.0~3.5, Mn6.5~8.0, P<0.2, S<0.1, RE0.02~0.05, Mg0.02~0.06 |     |        |        |
| 配 料       |   |     |        |        |
| 炉料名称      | 生 铁   | 回炉铁 | 75% 硅铁 | 65% 锰铁 |
| 配料比例 (%)  | 70  | 30  | 1.2    | 1.2    |

注: 1. 采用冲天炉熔炼。

2. 铁液出炉温度  $>1370^{\circ}\text{C}$ 。孕育剂 (Si75) 加入量 0.4%~0.8%, 球化剂 (稀土-镁合金 Mg7.5%~9%) 加入量 0.5%~0.7%。

3. 质量检查: 采用三角试样成圆形试棒观察其断口:

(1) 断口凹凸不平, 呈银灰色, 球化好, 韧性较高, 质量合格。

(2) 断口组织致密, 呈银灰色, 球化良好, 硬度高, 脆性大。

(3) 断口组织呈辐射状结晶, 呈亮白色, 虽然球化良好, 硬度高, 但脆性大, 使用中易碎裂, 质量不合格。

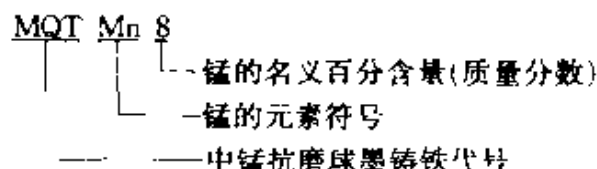
(4) 断口组织粗大, 呈灰黑色, 球化不良, 强度和硬度低, 质量不合格。

4. 各成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求中锰抗磨球墨铸铁 MQTMn7 的粉碎机锤头等铸件。

## 5. MQTMn8 的中锰抗磨球磨铸铁配料 (配料实例 651)

MQTMn8 的主要含义如下:



对于铸造设备等类铸件的MQTMn8的中锰抗磨球墨铸铁配料,可查配料实例651或表1.6-7。

**配料实例 651 表 1.6-7 MQTMn8 的中锰抗磨球墨铸铁配料**

| 铸件名称                  | 刮板(铸造设备类混砂机零件)   |           |       |       |       |        |        |        |
|-----------------------|--|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 铸件特点                  | 铸件要求耐砂粒磨损<br>要求铸铁牌号:中锰抗磨球墨铸铁 MQTMn8                                      |           |       |       |       |        |        |        |
| 合金成分控制(%)             | C3.6%左右, Si3.2~3.6, Mn8.8~9.5, P<0.15, S<0.1, RE0.025~0.05, Mg0.025~0.06 |           |       |       |       |        |        |        |
| 配 料                   |  |           |       |       |       |        |        |        |
| 炉料名称                  | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |        |        |        |
|                       | C  | Si        | Mn    | P     | S     |        |        |        |
| 生铁                    | 3.60   | 2.83      | 0.69  | 0.088 | 0.010 |        |        |        |
| 回炉铁                   | 3.45   | 1.65      | 0.80  | 0.070 | 0.080 |        |        |        |
| 废钢                    | 0.02   | 0.02      | 0.03  | 微量    | 微量    |        |        |        |
| 70%硅铁                 | —  | —         | 70    | —     | —     |        |        |        |
| 炉料名称                  | 配料比例 (%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |        |
|                       |  | C         | Si    | Mn    | P     | S      | RE     | Mg     |
| 生铁                    | 66   | 2.38      | 1.87  | 0.46  | 0.058 | 0.007  | —      | —      |
| 回炉铁                   | 30   | 1.04      | 0.50  | 0.24  | 0.021 | 0.024  | —      | —      |
| 废钢                    | 4  | 0.01      | 0.01  | 0.01  | 0     | 0      | —      | —      |
| 70%硅铁                 | 14.9   | —         | —     | 10.43 | —     | —      | —      | —      |
| 合 计                   |  | 3.43      | 2.38  | 11.14 | 0.079 | 0.031  | —      | —      |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)       |  | +0.17     | -0.47 | -2.79 | 0     | +0.018 | —      | —      |
| 炉外球化孕育吸收<br>(球化孕育后铁液) |  | —         | +1.49 | —     | —     | —      | +0.020 | +0.025 |
|                       |  | 3.60      | 3.40  | 8.35  | 0.079 | 0.049  | 0.020  | 0.025  |

注: 1. 采用冲天炉熔炼, 炉内碳增加5%、硅烧损20%、锰烧损25%、磷不变、硫增加60%。

2. 铁液出炉温度 $>1380^{\circ}\text{C}$ , 孕育剂(Si75)加入量1.7%~2.2%, 球化剂(稀土-镁合金Mg7.5%~9%)加入量0.5%~0.65%。

3. 质量检查: 采用三角试样成圆形试棒观察其断口:

- (1) 断口凹凸不平且细而致密, 呈银灰色, 球化好, 质量合格;
- (2) 断口平整, 呈银白色, 虽然球化良好, 但基体组织中硅化物较多, 因而脆性大, 质量不合格;
- (3) 断口较平且粗糙, 呈灰黑色, 球化不良, 质量不合格。

4. 各成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求中锰抗磨球墨铸铁MQTMn8的农机肥片、犁铧等铸件。

## 6. 含 W 的抗磨铸铁配料 (配料实例 652)

钨 [钨的元素符号 W; 原子序数 74; 晶型体心立方(W $\alpha$ )/复杂立方(W $\beta$ ); 相对原子质量 183.9; 密度 19.30g/cm<sup>3</sup>; 熔点 3380°C; 沸点 5900°C; 比热容 0.143 J/(g·°C); 溶解热 184.8J/g]。

钨是中等稳定碳化物, 阻碍石墨化的元素。

钨只有少部分溶入铁的固溶体中, 而大部分溶入渗碳体形成置换式渗碳体, 当钨含量超过一定限度时则形成一种特殊的碳化物, 促进奥氏体转变为贝氏体或马氏体, 增高硬度, 提高耐磨性和抗磨性。

对于泵类等铸件的含 W 的抗磨铸铁配料, 可查配料实例 652 或表 1.6-8。

配料实例 652 表 1.6-8 含 W 的抗磨铸铁配料

| 主要产品铸件         |  | 砂泵、反击条抗磨零件 |             |      |             |      |      |                        |
|----------------|--|------------|-------------|------|-------------|------|------|------------------------|
| 成分要求           | 牌 号  |            | 成分(%)       |      |             |      |      |                        |
|                | 抗磨铸铁<br>(含 W)  |            | C           | Si   | Mn          | P    | S    | 其他合金                   |
|                |  |            | 2.6~<br>3.3 | <1.2 | 1.5~<br>2.0 | <0.1 | <0.1 | W24 - 26               |
| 配料及炉料<br>组成(%) | 生铁<br>(Z15)  | 钨铁         | 锰铁<br>(MnI) |      |             |      |      | 附 注                    |
|                | 50~55  | 40~45      | 5           |      |             |      |      | 钨铁含<br>W $\approx$ 70% |
| 熔炼操作<br>要点     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 炉料准备要求成分清, 表面净, 称量准。铁块 200mm 以下, 锰铁、硅铁和钨铁块 40mm 以下</li> <li>2. 钨铁(65%)熔点为 1540°C, 锰铁(65%)为 1300°C, 熔点差别大, 容易产生锰铁窜前, 钨铁滞后熔化的现象, 批料中应先加钨铁后再加生铁和锰铁。正常投料次序如下: 层焦<math>\rightarrow</math>石灰石<math>\rightarrow</math>钨铁<math>\rightarrow</math>(废钢)<math>\rightarrow</math>生铁<math>\rightarrow</math>锰铁<math>\rightarrow</math>(硅铁)</li> <li>3. 各元素的烧损率为: Si - 15% - - 25%, C + 50% - + 70%, W - 5%</li> <li>4. 炉前孕育: 出铁前将小于 3mm 的孕育剂(钛铁 0.1%, 硼铁 0.2%)放在出铁槽上预热, 出铁时冲入包中不断搅拌, 浇注前扒清</li> <li>5. 高钨铸铁属于过共晶组织, 新生相为 M<sub>6</sub>C, 密度大, 出炉温度应高于 1400°C 可防止 M<sub>6</sub>C 过早析出。同理, 浇注温度也应高于 1370°C 为宜</li> <li>6. 防止剩余高钨铁液粘包底, 要求每包铁液一次浇完</li> <li>7. 高钨抗磨铸铁的体收缩较大(20.7%), 因此必须采取加大冒口等措施, 增加铸件补缩效果</li> </ol> |            |             |      |             |      |      |                        |

注: 1. 采用冲天炉熔炼高钨抗磨铸铁。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 7. 含 Cr 的抗磨铸铁配料 (配料实例 653)

铬的元素符号及有关物理参数在前一章中已经叙述。

铬是强烈稳定碳化物,阻碍石墨化的元素。铬的质量分数大约超过 0.8% 时,就会出现游离碳化物,碳化物随着铬的增加而增加,同时断口变白、硬度增加,抗磨性也提高,但强度降低、加工性变差。

对于化工机械等类铸件的含 Cr 的抗磨铸铁配料,可查配料实例 653 或表 1.6-9。

配料实例 653 表 1.6-9 含 Cr 的抗磨铸铁配料

|           |   |           |       |       |       |        |       |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 铸件名称      | 扇形衬铁(化工机械类碾磨机零件)  |           |       |       |       |        |       |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 154mm×100mm×22mm,为板形结构,铸件毛重 1.5kg,主要壁厚 22mm,不加工。采用湿型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号:抗磨铸铁(含 Cr)。硬度 $\geq 400\text{HBS}$ |           |       |       |       |        |       |
| 合金成分控制(%) | C2.0~2.7, Si1.0~1.8, Mn0.5~1.0, P $\leq 0.10$ , S $\leq 0.10$ , Cr1.8~2.4   |           |       |       |       |        |       |
| 配 料       |   |           |       |       |       |        |       |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |        |       |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     | Cr     |       |
| 生铁        | 3.70  | 0.49      | 0.12  | 0.080 | 0.056 | —      |       |
| 废钢        | 0.20  | 0.35      | 0.50  | 0.030 | 0.020 | —      |       |
| 75%硅铁     | —   | 75        | —     | —     | —     | —      |       |
| 78%锰铁     | —   | —         | 78    | —     | —     | —      |       |
| 56%铬铁     | —   | —         | —     | —     | —     | 56     |       |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    |
| 生铁        | 75  | 2.78      | 0.37  | 0.09  | 0.060 | 0.042  | —     |
| 废钢        | 25  | 0.05      | 0.09  | 0.13  | 0.008 | 0.005  | 1     |
| 75%硅铁     | 2.3   | —         | 1.73  | —     | —     | —      | —     |
| 78%锰铁     | 0.9   | —         | —     | 0.70  | —     | —      | —     |
| 56%铬铁     | 4.5   | —         | —     | —     | —     | —      | 2.52  |
| 合 计       |   | 2.83      | 2.19  | 0.92  | 0.068 | 0.047  | 2.52  |
| 炉内熔化增减    |   | +0.14     | -0.33 | -0.18 | 0     | +0.024 | -0.38 |
| (熔化后铁液)   |   | 2.97      | 1.86  | 0.74  | 0.068 | 0.071  | 2.14  |

注: 1. 采用三排风口热风冲天炉熔炼, 炉内熔化元素增减率: C+5%, Si-15%, Mn-20%, P0, S+50%, Cr-15%。

2. 炉前, 用三角试片检验三角白口状况, 控制铁液成分。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料还适用于化工机械中要求抗磨而不磨加工的铸件。

## 8. 含 Cr、Mo、Cu、V 的抗磨铸铁配料 (配料实例 654)

铬的元素符号及有关物理参数在前一章中已经叙述。

铬是强烈稳定碳化物,阻碍石墨化的元素。铬的质量分数达到 15%~20%时,就能出现大量游离碳化物,并显著增加铸铁的硬度,提高铸铁的抗磨性、耐热性和耐腐蚀性,但铸铁强度降低、加工性变差。

含铬抗磨铸铁常与钼铜钒联合使用,以进一步改善其性能。通常加入质量分数为 12%~14%的钼、0.5%~0.6%的铜和 1.4%~1.7%的钒。

对于水工机械等类铸件的含 Cr、Mo、Cu、V 的抗磨铸铁配料,可查配料实例 654 和表 1.6-10。

配料实例 654 表 1.6-10 含 Cr、Mo、Cu、V 的抗磨铸铁配料

|           |  |           |       |       |       |       |      |       |
|-----------|--|-----------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 铸件名称      | 端面密封环(水工机械类零件)   |           |       |       |       |       |      |       |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 176\text{mm} \times 15\text{mm}$ , 为圆环状结构, 铸件毛重 0.2kg, 主要壁厚 3mm, 加工后大圆平面光洁, 不得挠曲变形<br>要求铸铁牌号: 抗磨铸铁(含 CrMoCuV)。硬度 >64HRC |           |       |       |       |       |      |       |
| 合金成分控制(%) | C3.0~3.5, Si0.6~0.9, Mn0.2~0.6, Cr15~20, Mo12~14, Cu0.5~0.6, V1.4~1.7  |           |       |       |       |       |      |       |
| 配 料       |  |           |       |       |       |       |      |       |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |       |      |       |
|           | C  | Si        | Mn    | Cr    | Mo    | Cu    | V    |       |
| 金属锰       |  |           | 96    |       |       |       |      |       |
| 炭精        | 100  |           |       |       |       |       |      |       |
| 废钢        | 0.20   | 0.20      | 0.50  |       |       |       |      |       |
| 铬铁        | 7  | 2.80      |       | 64    |       |       |      |       |
| 钼铁        | 0.2  | 1.0       |       |       | 59    |       |      |       |
| 电解铜       |  |           |       |       |       | 100   |      |       |
| 钒铁        | 1.0  | 3         |       |       |       |       | 50   |       |
| 炉料名称      | 配料比例(%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |      |       |
|           |  | C         | Si    | Mn    | Cr    | Mo    | Cu   | V     |
| 金属锰       | 0.5  |           |       | 0.48  |       |       |      |       |
| 炭精        | 2  | 2         |       |       |       |       |      |       |
| 废钢        | 42   | 0.08      | 0.08  | 0.21  |       |       |      |       |
| 铬铁        | 30   | 2.10      | 0.84  |       | 19.2  |       |      |       |
| 钼铁        | 24   | 0.05      | 0.24  |       |       | 14.2  |      |       |
| 电解铜       | 0.6  |           |       |       |       |       | 0.6  |       |
| 钒铁        | 4.4  | 0.04      | 0.13  |       |       |       |      | 2.2   |
| 合 计       |  | 4.27      | 1.29  | 0.69  | 19.2  | 14.2  | 0.6  | 2.2   |
| 炉内熔化增减    |  | -0.85     | -0.39 | -0.07 | -0.96 | -0.43 | -0.0 | -0.22 |
| (熔化后铁液)   |  | 3.42      | 0.9   | 0.62  | 18.2  | 13.8  | 0.6  | 1.98  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中频感应电炉(碱性), 炉内碳烧损 20%、硅烧损 30%、锰烧损 10%、铬烧损 5%、钼烧损 3%、钒烧损 10%, 其他元素不变。

2. 检测结果:

化学成分(%): C4.10, Si0.85, Mn0.45, Cr15.85, Mo13, Cu1.28, V2.46;  
力学性能: 硬度 64~65HRC。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 9. 含Cr的冷硬铸铁配料 (配料实例 655)

铬的元素符号及有关物理参数在前一章中已经叙述。

铬是强烈稳定碳化物,阻碍石墨化的元素。

含Cr的冷硬铸铁就是通过铬元素造成较大的激冷性,并与工艺上的激冷措施相配合,来制取冷硬铸铁的

对于手扶拖拉机等类铸件的含Cr的冷硬铸铁配料,可查配料实例 655 或表 1.6-11。

配料实例 655 表 1.6-11 含Cr的冷硬铸铁配料

| 铸件名称                      | 进(排)气凸轮(手扶拖拉机类工农-10 手扶拖拉机零件)  |           |       |       |       |        |       |
|---------------------------|---|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 铸件特点                      | 铸件轮廓尺寸 97mm×82mm×23mm,为桃子形结构,铸件毛重 0.6kg,除桃子形法兰上下两平面外,其余均需加工。用铁模组芯铸造。铸件不要求热处理要求铸铁牌号:冷硬铸铁。凸轮部分轮廓为白口层,其深度 2~4mm,凸尖允许 6mm,硬度 45~55HRC |           |       |       |       |        |       |
| 合金成分控制(%)                 | C3.3~3.6, Si1.6~2, Mn0.6~0.8, Cr0.1~0.3, S≤0.1, P≤0.12  |           |       |       |       |        |       |
| 配 料                       |   |           |       |       |       |        |       |
| 炉料名称                      | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |        |       |
|                           | C   | Si        | Mn    | S     | P     |        |       |
| 水钢生铁                      | 4.10  | 1.23      | 0.62  | 0.080 | 0.09  |        |       |
| 普铁回炉                      | 3.72  | 1.74      | 0.62  | 0.070 | 0.1   |        |       |
| 废钢                        | 0.42  | 0.21      | 0.29  | 0.060 | 0.031 |        |       |
| 硅铁                        | —   | 73.31     | —     | —     | —     |        |       |
| 锰铁                        | —   | —         | 64.8  | —     | —     |        |       |
| 炉料名称                      | 配料比例 (%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |       |
|                           |   | C         | Si    | Mn    | Cr    | S      | P     |
| 水钢生铁                      | 40  | 1.64      | 0.49  | 0.25  | —     | 0.032  | 0.036 |
| 普铁回炉                      | 40  | 1.49      | 0.70  | 0.25  | —     | 0.028  | 0.040 |
| 废钢                        | 20  | 0.08      | 0.04  | 0.06  | —     | 0.012  | 0.006 |
| 硅铁                        | 0.5   | —         | 0.37  | —     | —     | —      | —     |
| 锰铁                        | 0.5   | —         | —     | 0.32  | —     | —      | —     |
| 合 计                       |   | 3.21      | 1.6   | 0.88  | —     | 0.072  | 0.082 |
| 炉内熔化增减<br>(原铁液)           |   | +0.32     | -0.19 | -0.15 | —     | +0.043 | 0     |
| 炉外加合金和孕育吸收<br>(加合金和孕育后铁液) |   | 0         | +0.37 | 0     | +0.21 | 0      | 0     |
|                           |   | 3.53      | 1.78  | 0.73  | 0.21  | 0.115  | 0.082 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 2t/h, 炉内碳增加 10%、硅烧损 12%、锰烧损 17%、硫增加 60%、磷不变。

2. 炉前, 在出铁槽加入经预热的 75% 硅铁 0.6% 作孕育处理, 孕育吸收率 83%。

3. 炉前, 在铁液包或出铁槽处加入经破碎、预热至暗红色的铬铁, 每 100kg 铁液炉外加 58.4% 铬铁 0.4kg, 吸收率 90%。

4. 炉前, 用三角试片检查控制铁液质量, 三角白口为 2~3.5mm。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



## 10. 含 Cr、P 的冷硬铸铁配料 (配料实例 656、657)

铬和磷的元素符号及有关物理参数在前一章中已经叙述。

铬是强烈稳定碳化物,阻碍石墨化的元素。

磷对石墨化的影响不大,但形成的复合磷共晶硬度高。

含 Cr、P 的冷硬铸铁就是通过铬和磷元素造成较大的激冷性,并与工艺上的激冷措施相配合,来制取冷硬铸铁的。

对于造纸机械、水工机械等类铸件的含 Cr、P 的冷硬铸铁配料,可查配料实例 656 和配料实例 657 或表 1.6-12 和 1.6-13。

配料实例 656 表 1.6-12 含 Cr、P 的冷硬铸铁配料

|           |  |     |                  |         |      |      |                               |       |       |
|-----------|--|-----|------------------|---------|------|------|-------------------------------|-------|-------|
| 铸件名称      | 冷铸铁辊(造纸机械类造纸机零件)   |     |                  |         |      |      |                               |       |       |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 450\text{mm} \times 3350\text{mm}$ ,为圆柱实心结构,铸件毛重 4.3t,全部加工。要求铸铁牌号:冷硬铸铁(含 CrP),辊面硬度 70HS |     |                  |         |      |      |                               |       |       |
| 合金成分控制(%) | C3.5~3.8, Si0.4~0.6, Mn0.40~0.5, P0.4~0.5, S<0.08, Cr0.3~0.8   |     |                  |         |      |      |                               |       |       |
| 配 料       |  |     |                  |         |      |      |                               |       |       |
| 铸铁牌号      |  |     | 适用铸件类别<br>(或图件号) |         |      |      | 炉前控制参考数<br>( $\Delta$ 该数或碳当量) |       |       |
| 冷硬铸铁      |  |     | 冷铸铁辊(含 CrP)      |         |      |      |                               |       |       |
| 品名        | 规格   | 配料比 |                  | 化学成分(%) |      |      |                               |       |       |
|           |  | (%) | /kg              | C       | Si   | Mn   | P                             | S     | Cr    |
| 规格成分      |  |     |                  | 3.60    | 0.55 | 0.45 | 0.400                         | 0.080 | 0.30  |
| 炉中增减      |  |     |                  | 0       | -15  | -20  |                               |       | -10   |
| 配料成分      |  |     |                  |         |      |      |                               |       |       |
| 生铁        | P08  | 57  | 342              | 4.00    | 0.82 | 0.61 | 0.060                         | 0.040 |       |
| 杂钢        |  | 8   | 48               | 0.40    | 0.50 | 0.50 | 0.040                         | 0.020 |       |
| 冷辊回炉料     |  | 35  | 210              | 3.60    | 0.50 | 0.46 | 0.420                         | 0.080 |       |
| 金属料合计     |  | 100 | 600              | 3.62    | 0.57 | 0.43 | 0.184                         | 0.053 |       |
| 铬铁        | 63%Cr  | 0.6 |                  |         |      |      |                               |       | 0.341 |
| 磷铁        | 15%P   | 1.6 |                  |         |      |      | 0.24                          |       |       |
| 配得成分      |  |     |                  | 3.62    | 0.57 | 0.43 | 0.424                         | 0.085 | 0.341 |
| 特殊工艺注示    |  |     |                  |         |      |      |                               |       |       |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排风口曲线炉膛冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%、铬烧损 10%。

2. 炉前, 用矩形试块观察白口深度, 用 75% 硅铁和磷调整白口, 控制试块白口深 23mm, 或铸件白口深 19mm。

3. 检测结果: 化学成分(%)C3.62, Si0.54, Mn0.42, P0.46, S0.091, Cr0.316。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于造纸机械中要求冷硬铸铁的压光机的冷铸铁辊等铸件。

配料实例 657 表 1.6-13 含 Cr、P 的冷硬铸铁配料

|           |   |           |       |       |       |        |
|-----------|---|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 铸件名称      | 磨机滚筒(水工机械类零件)   |           |       |       |       |        |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 574\text{mm} \times 356\text{mm}$ , 为圆筒体结构, 铸件毛重 560kg, 主要壁厚 120mm<br>要求铸铁牌号: 冷硬铸铁(含 CrP), 铸件外圆锥面要求硬度 $> 70\text{HS}$ , 冷硬深度 30~40mm |           |       |       |       |        |
| 合金成分控制(%) | C3.4~3.8, Si0.7~1.4, Mn0.5~0.8, P0.3~0.5, S $\leq$ 0.1, Cr0.3~0.4   |           |       |       |       |        |
| 配 料       |   |           |       |       |       |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |           |       |       |       |        |
|           | C   | Si        | Mn    | P     | S     | Cr     |
| 炼钢生铁      | 4.40  | 0.70      | 0.40  | 0.050 | 0.030 |        |
| 废钢        | 0.20  | 0.20      | 0.50  | 0.050 | 0.050 |        |
| 75%硅铁     |   | 75        |       |       |       |        |
| 60%锰铁     |   |           | 60    |       |       |        |
| 25%磷铁     |   |           |       | 25    |       |        |
| 60%铬铁     |   |           |       |       |       | 60     |
| 炉料名称      | 配料比例(%)   | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |
|           |   | C         | Si    | Mn    | P     | S      |
| 炼钢生铁      | 80  | 3.52      | 0.56  | 0.32  | 0.040 | 0.024  |
| 废钢        | 20  | 0.04      | 0.04  | 0.10  | 0.010 | 0.010  |
| 75%硅铁     | 0.55  |           | 0.41  |       |       |        |
| 60%锰铁     | 0.55  |           |       | 0.33  |       |        |
| 25%磷铁     | 0.83  |           |       |       | 0.208 |        |
| 60%铬铁     | 0.69  |           |       |       |       | 0.41   |
| 合 计       |   | 3.56      | 1.01  | 0.75  | 0.258 | 0.034  |
| 炉内熔化增减    |   | +0.18     | -0.15 | -0.15 | 0     | +0.017 |
| (熔化后铁液)   |   | 3.74      | 0.86  | 0.6   | 0.258 | 0.050  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 三排小风口热风冲天炉, 炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、铬烧损 20%、磷不变。

2. 炉前, 用 30mm/40mm $\times$ 150mm $\times$ 150mm 楔形试块检验白口深度。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.65, Si0.70, Mn0.61, P0.21, S0.074, Cr0.30;

力学性能: 硬度 65HS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |      |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    | Cu   |
| 铸造生铁    | 10       | 0.43       | 0.17  | 0.07  | 0.005 | 0.003  |       |      |
| 炼钢生铁    | 47       | 2.01       | 0.32  | 0.28  | 0.018 | 0.014  |       |      |
| 废辊铁     | 35       | 1.19       | 0.18  | 0.14  | 0.193 | 0.044  | 0.09  | 0.18 |
| 废钢      | 8        | 0.02       | 0.02  | 0.05  | 0.012 | 0.002  |       |      |
| 75%硅铁   | 0.2      |            | 0.15  |       |       |        |       |      |
| 65%锰铁   | 0.19     |            |       | 0.13  |       |        |       |      |
| 16%磷铁   | 2        |            |       |       | 0.334 |        |       |      |
| 60%铬铁   | 0.3      |            |       |       |       |        | 0.20  |      |
| 电解铜     | 0.4      |            |       |       |       |        |       | 0.40 |
| 合计      |          | 3.65       | 0.84  | 0.67  | 0.562 | 0.063  | 0.29  | 0.58 |
| 炉内熔化增减  |          | 0          | -0.21 | -0.17 | 0     | +0.063 | -0.04 | 0    |
| (熔化后铁液) |          | 3.65       | 0.63  | 0.50  | 0.562 | 0.126  | 0.25  | 0.58 |

注：1. 采用熔炼炉类型：中央和侧吹结合送风冲天炉，熔化率  $7t/h$ ，炉内硅烧损 25%、锰烧损 25%、硫增加 100%、铬烧损 15%、磷不变。

2. 小辊的 C、Si 值取上限，其余值取中值。

3. 炉前，浇注  $130\text{mm} \times 35\text{mm} \times 140\text{mm}$  干型试片检测白口深度，并用 75% 硅铁或磷调整铁液，每个辊浇 2~3 块试片，白口深度控制在 3~24mm。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 12. 含 Cr、Mo 的冷硬铸铁配料 (配料实例 659)

铬和钼的元素符号及有关物理参数在前一章中已经叙述。

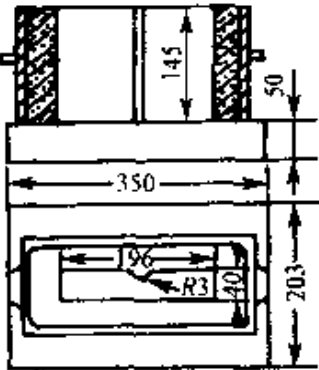
铬是强烈稳定碳化物，阻碍石墨化的元素。

钼是中等稳定碳化物，阻碍石墨化的元素。但钼使组织致密，并使铸铁在较高硬度下仍有较高的强度和韧性。

含 Cr、Mo 的冷硬铸铁就是通过铬和钼元素造成较大的激冷性，并与工艺上的激冷措施相配合，来制取冷硬铸铁的。

对于  $\phi 400\text{mm}$  中小型轧辊等类铸件的含 Cr、Mo 的冷硬铸铁配料，可查配料实例 659 或表 1.6-15。

配料实例 659 表 1.6-15 含 Cr、Mo 的冷硬铸铁配料

| 主要产品       |   | 冷硬轧辊( $\phi 400\text{mm}$ 中小型轧辊) |             |             |              |       |                        |         |            |       |       |    |     |        |    |    |         |   |    |    |          |      |
|------------|---|----------------------------------|-------------|-------------|--------------|-------|------------------------|---------|------------|-------|-------|----|-----|--------|----|----|---------|---|----|----|----------|------|
| 成分要求       | 牌 号   | 成分(%)                            |             |             |              |       |                        |         |            |       |       |    |     |        |    |    |         |   |    |    |          |      |
|            |   | C                                | Si          | Mn          | P            | S     | 其他合金                   |         |            |       |       |    |     |        |    |    |         |   |    |    |          |      |
|            | 冷硬铸铁(含 CrMo)  | 3.5-<br>3.7                      | 1.0-<br>1.3 | 0.8-<br>1.0 | 0.15~<br>0.2 | <0.10 | Mo0.2~0.4<br>Cr0.7~1.0 |         |            |       |       |    |     |        |    |    |         |   |    |    |          |      |
| 配料及炉料组成(%) | 生铁(Z20)   | 废 钢                              | 回炉铁         |             |              |       | 附 注                    |         |            |       |       |    |     |        |    |    |         |   |    |    |          |      |
|            | 40~45   | 20~25                            | 25~35       |             |              |       |                        |         |            |       |       |    |     |        |    |    |         |   |    |    |          |      |
| 熔炼操作要点     |  <p style="text-align: center;">冲天炉用白口试片</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 选用低碳回炉铁,防止石墨漂浮和细化组织</li> <li>2. 炉前白口试片尺寸如上图,根据出铁前从前炉出渣口取样和出铁后包内取样进行铁液成分调整</li> <li>3. 试样冷却时间控制,浇注前在砂型中停留 6~8min,开箱后压缩空气吹 2min,浸入流水中冷却 2~3min</li> <li>4. 白口深度的调整:配料常使白口倾向偏大点,用硅铁 75 和碲调整白口大小如下表:</li> </ol> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>调 整 剂</th> <th>白口变化/mm</th> <th>每吨铁液加入量/kg</th> <th>块度/mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>硅铁 75</td> <td>-1</td> <td>0.2</td> <td>10~100</td> </tr> <tr> <td>Te</td> <td>+1</td> <td>1.5~2.0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Cr</td> <td>+1</td> <td>0.15~0.5</td> <td>5~20</td> </tr> </tbody> </table> <p>碲加入量一般为 1.5g,白口过小时加 0.2g</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. 试片白口深度:轧辊白口深度 = (1~1.6):1</li> </ol> |                                  |             |             |              |       | 调 整 剂                  | 白口变化/mm | 每吨铁液加入量/kg | 块度/mm | 硅铁 75 | -1 | 0.2 | 10~100 | Te | +1 | 1.5~2.0 | 5 | Cr | +1 | 0.15~0.5 | 5~20 |
|            | 调 整 剂   | 白口变化/mm                          | 每吨铁液加入量/kg  | 块度/mm       |              |       |                        |         |            |       |       |    |     |        |    |    |         |   |    |    |          |      |
| 硅铁 75      | -1  | 0.2                              | 10~100      |             |              |       |                        |         |            |       |       |    |     |        |    |    |         |   |    |    |          |      |
| Te         | +1  | 1.5~2.0                          | 5           |             |              |       |                        |         |            |       |       |    |     |        |    |    |         |   |    |    |          |      |
| Cr         | +1  | 0.15~0.5                         | 5~20        |             |              |       |                        |         |            |       |       |    |     |        |    |    |         |   |    |    |          |      |
|            | 注:成分含量和配料比例皆指质量分数。  |                                  |             |             |              |       |                        |         |            |       |       |    |     |        |    |    |         |   |    |    |          |      |

## 13. 含 Cr、Mo、P 的冷硬铸铁配料 (配料实例 660、661)

铬、钼和磷的元素符号及有关物理参数在前一章中已经叙述。

铬是强烈稳定碳化物, 阻碍石墨化的元素。

钼是中等稳定碳化物, 阻碍石墨化的元素。但钼使组织致密, 并使铸铁在较高的硬度下仍有较高的强度和韧性。

磷对石墨化的影响不大, 但形成的复合磷共晶硬度高。

含 Cr、Mo、P 的冷硬铸铁就是通过铬、钼和磷元素造成较大的激冷性, 并与工艺上的激冷措施相配合, 来制取激冷铸铁的。

对于橡胶机械等类铸件的含 Cr、Mo、P 的冷硬铸铁配料, 可查配料实例 660 和配料实例 661 或表 1.6-16 和配料实例 1.6-17。

配料实例 660 表 1.6-16 含 Cr、Mo、P 的冷硬铸铁配料

|            |   |           |    |       |      |      |      |    |
|------------|---|-----------|----|-------|------|------|------|----|
| 铸件名称       | 冷硬轧辊 (橡胶机械类 XK400 炼胶机零件)  |           |    |       |      |      |      |    |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 400\text{mm} \times 2148\text{mm}$ , 为空心圆柱形结构, 壁厚均匀, 但 $\phi 400\text{mm}$ 圆柱面要求白口深度 5~20mm, 而 $\phi 250\text{mm}$ 与 $\phi 200\text{mm}$ 圆柱面却不允许出现麻口, 硬度只相差 30HS 左右, 铸件毛重 1.3t, 主要壁厚 70mm<br>要求铸铁牌号: 合金冷硬铸铁 (含铬钼磷)。灰铸铁部分为 HT200, 抗弯强度 $\sigma_{1/2} \geq 400\text{MPa}$ , 硬度: $\phi 400\text{mm}$ 辊面 68~75HS、 $\phi 250\text{mm}$ 辊面 38~47HS |           |    |       |      |      |      |    |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分控制: C3.7~3.9, Si0.8~0.9, Mn0.3~0.4, P0.4~0.5, S $\leq$ 0.12, Cr0.22, Mo0.3~0.4  |           |    |       |      |      |      |    |
| 配 料        |   |           |    |       |      |      |      |    |
| 炉料名称       | 湘钢 Z14 生铁   | 首钢 P04 生铁 | 废钢 | 轧辊回炉铁 | 硅铁   | 铬铁   | 钼铁   | 磷铁 |
| 配料比例 (%)   | 25  | 25        | 5  | 45    | 0.13 | 0.19 | 0.38 | 1  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 两排大间距冷风冲天炉, 熔化率 5t/h, 炉内硅烧损 20% 左右、锰烧损 20% 左右。

2. 炉前, 如白口深度不符, 可用 75% 硅铁或碲调整。

3. 检测结果: 化学成分 (%) 为 C3.82, Si0.85, Mn0.43, P0.42, S0.06, Cr0.22, Mo0.35%。

4. 本配料还适用于炼胶机中要求合金冷硬铸铁 (含铬钼磷) 的所有空心冷硬铸铁轧辊。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 661 表 1.6-17 含 Cr、Mo、P 的冷硬铸铁配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | φ400 冷铸辊(橡胶机械类炼胶机或压延机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 φ410mm×3200mm, 为空心冷硬轧辊, 铸件毛重 1.7t, 主要壁厚 100mm, 全部加工, 辊面、辊颈磨光。辊面采用冷型, 上下两头用砂型。浇注工艺采用立浇, 水口从下端切线进入。机械加工后进行水压试验 0.88MPa, 10mm 不得渗漏<br>要求铸铁牌号: 合金冷硬铸铁(含铬钼磷)。工作表面冷硬层深度 S~20mm, 硬度 68~75HS, 辊颈硬度 35~48HS。灰口部分抗拉强度 $\sigma_b \geq 180 \sim 220$ MPa, 抗压强度 $\sigma_{bc} 1373$ MPa |
| 合金成分控制 (%) | C3.4~3.7, Si0.4~0.8, Mn0.4~0.6, P0.4~0.55, S<0.12, Cr0.2~0.4, Mo0.3~0.6  |

## 配 料

| 炉料名称      | 配料比 (%) | 炉料中含量/配料中含量   |               |               |                 |                 |                |               |
|-----------|---------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
|           |         | C             | Si            | Mn            | P               | S               | Cr             | Mo            |
| 首钢 P08 生铁 | 40      | 4.00/<br>1.60 | 0.47/<br>0.19 | 0.60/<br>0.24 | 0.040/<br>0.016 | 0.020/<br>0.008 |                |               |
| 天津 Z14 生铁 | 30      | 4.40/<br>1.32 | 1.30/<br>0.39 | 0.60/<br>0.18 | 0.040/<br>0.012 | 0.020/<br>0.006 |                |               |
| 辊子炉料      | 10      | 3.50/<br>0.35 | 0.50/<br>0.05 | 0.50/<br>0.05 | 0.500/<br>0.050 | 0.080/<br>0.008 | 0.2/<br>0.02   | 0.3/<br>0.03  |
| 机铁        | 10      | 3.40/<br>0.34 | 1.80/<br>0.18 | 0.80/<br>0.08 | 0.100/<br>0.010 | 0.100/<br>0.010 |                |               |
| 废钢        | 10      |               | 0.20/<br>0.02 | 0.60/<br>0.06 |                 | 0.030/<br>0.003 |                |               |
| 磷铁        | 2.5     |               |               |               | 17.6/<br>0.440  |                 |                |               |
| 铬铁        | 0.35    |               |               |               |                 |                 | 63.6/<br>0.222 |               |
| 钼铁        | 0.5     |               |               |               |                 |                 |                | 61.4/<br>0.31 |
| 硅铁        | 0.15    |               | 73/0.11       |               |                 |                 |                |               |
| 配料成分 (%)  |         | 3.61          | 0.94          | 0.61          | 0.528           | 0.035           | 0.24           | 0.34          |

(续)

| 投料量<br>/kg | 层铁重 | 层焦重 | 石灰石 | 金 属 炉 料 |           |     |    |    |     |    |     |
|------------|-----|-----|-----|---------|-----------|-----|----|----|-----|----|-----|
|            |     |     |     | 首钢生铁    | 天津 Z14 生铁 | 辊子料 | 机铁 | 废钢 | 磷铁  | 铬铁 | 钼铁  |
| 400        | 45  | 15  | 160 | 120     | 40        | 40  | 40 | 10 | 1.4 | 2  | 0.6 |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：四排风口曲线炉膛冷风冲天炉，熔化率 5t/h，炉内硅烧损 15%~20%、锰烧损 30%~25%。
2. 炉前，通过检查试片 25mm×100mm×180mm 白口深度控制化学成分，对  $\phi 400$  辊筒试片白口深度控制在 20~30mm，白口过深在出铁槽冲入 75% 硅铁，以调整降低白口；若白口浅则在铁液包中压入碲 (Te) 以增加白口。每根辊筒备有记号，记下炉后化学成分、硬度、白口深度作为以后备查。
3. 检测结果：化学成分 (%) 为 C3.66, S0.77, Mn0.47, P0.416, S0.101, Cr0.22, Mo0.4。
4. 成分含量和配料比皆指质量分数。
5. 本配料还可用来浇注要求合金冷硬铸铁 (含铬钼磷) 的  $\phi 320\text{mm}$ 、 $\phi 200\text{mm}$  合金冷硬轧钢辊。

#### 14. 含 Cr、Mo、Ni 的冷硬铸铁配料 (配料实例 662)

铬、钼和镍的元素符号及有关物理参数在前一章中已经叙述。

铬是强烈稳定碳化物，阻碍石墨化的元素。

钼是中等稳定碳化物，阻碍石墨化的元素。但钼使组织致密，并使铸铁在较高的硬度下仍有较高的强度和韧性。

镍是促进石墨化的元素。镍能减少白口形成倾向，而不导致石墨粗化和强度降低。镍主要对基体发生影响，镍的质量分数低于 3.6% 时，为细珠光体型铸铁。

含 Cr、Mo、Ni 的冷硬铸铁就是通过铬、钼和镍元素造成较大的激冷性，并与工艺上的激冷措施相配合，来制取激冷铸铁的。

对于水工机械等类铸件的含 Cr、Mo、Ni 的冷硬铸铁配料，可查配料实例 662 或表 1.6-18。

**配料实例 662** 表 1.6-18 含 Cr、Mo、Ni 的冷硬铸铁配料

|      |  |
|------|--|
| 铸件名称 | 气门挺杆柱 (水工机械类零件)  |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 $\phi 36\text{mm} \times 100\text{mm}$ ，为棒状结构，铸件毛重 0.4kg。铸件需经时效处理，端部淬火处理<br>要求铸铁牌号：冷硬铸铁 (含 CrMoNi) 铸件 $\phi 34\text{mm}$ 端部冷硬深度 2.5~4.5mm，硬度 60~62HRC，杆身硬度 185~200HBS |



(续)

|        |  |
|--------|--|
| 合金成分   | C3.6~3.8, Si1.8~2.0, Mn0.8~0.95, P<0.2, S<0.03, Cr0.45~0.55, |
| 控制 (%) | Mo0.08~0.12, Ni0.7~0.8                                       |

## 配 料

| 炉料名称    | 炉料成分(%)     |           |       |       |      |      |       |
|---------|-------------|-----------|-------|-------|------|------|-------|
|         | C           | Si        | Mn    | Cr    | Mo   | Ni   |       |
| 本溪生铁    | 4.30        | 1.85      | 0.07  |       |      |      |       |
| 废钢      | 0.20        | 0.20      | 0.50  |       |      |      |       |
| 75%硅铁   |             | 75        |       |       |      |      |       |
| 金属锰     |             |           | 96    |       |      |      |       |
| 64%铬铁   |             |           |       | 64    |      |      |       |
| 60%钢铁   |             |           |       |       | 60   |      |       |
| 99%镍    |             |           |       |       |      | 99   |       |
| 炉料名称    | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |      |      |       |
|         |             | C         | Si    | Mn    | Cr   | Mo   | Ni    |
| 本溪生铁    | 87          | 3.74      | 1.61  | 0.06  |      |      |       |
| 废钢      | 13          | 0.03      | 0.03  | 0.06  |      |      |       |
| 75%硅铁   | 0.4         |           | 0.30  |       |      |      |       |
| 金属锰     | 0.9         |           |       | 0.86  |      |      |       |
| 64%铬铁   | 0.6         |           |       |       | 0.39 |      |       |
| 60%钢铁   | 0.3         |           |       |       |      | 0.18 |       |
| 99%镍    | 0.9         |           |       |       |      |      | 0.89  |
| 合计      |             | 3.77      | 1.94  | 0.98  | 0.39 | 0.18 | 0.89  |
| 炉内熔化增减  |             | -0.19     | -0.10 | -0.15 | 0    | 0    | -0.09 |
| (熔化后铁液) |             | 3.58      | 1.84  | 0.83  | 0.39 | 0.18 | 0.80  |

注：1. 采用熔炼炉类型：中频感应加热电炉（碱性），炉内碳烧损5%、硅烧损5%、锰烧损15%、镍烧损10%，其他元素无变化。

## 2. 检测结果：

化学成分(%)：C3.62, Si1.75, Mn0.93, Cr0.42, Mo0.17, Ni0.73；

金相组织：基体为渗碳体+珠光体+莱氏体；

力学性能：硬度62~67HRC。

## 3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 第 7 章 耐热铸铁配料

什么是耐热铸铁 (heat resisting cast iron)? 耐热铸铁是可以在高温使用, 其抗氧化或抗生长性能符合使用要求的铸铁。

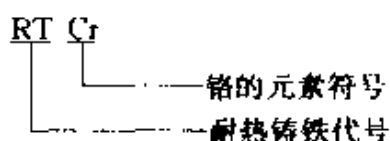
常用的耐热铸铁有中硅铸铁、铝铸铁、高铬铸铁和镍铸铁等。

根据国家标准 GB/T 9437—1988《耐热铸铁件》的规定, 耐热铸铁按化学成分分为 10 种牌号: RTCr、RTCr2、RTCr16、RTSi5、RQTSi4、RQTSi4Mo、RQTSi5、RQTAl4Si4、RQTAl5Si5、RQTAl22。

为满足用户需要, 铸造工厂也常常生产一些非标准的耐热铸铁, 如 RQTAl4Si5 的耐热球墨铸铁、RTCr2Cu1.5 的耐热铸铁等。

### 1. RTCr 的耐热铸铁配料 (配料实例 663~665)

RTCr 的主要含义如下:



对于玻璃机械、化工机械等类铸件的 RTCr 的耐热铸铁配料, 可查配料实例 663~配料实例 665 或表 1.7-1~表 1.7-3。

#### 配料实例 663

表 1.7-1 RTCr 的耐热铸铁配料

|                       |  |        |     |        |     |        |
|-----------------------|--|--------|-----|--------|-----|--------|
| 铸件名称                  | 剪料环(玻璃机械类零件)   |        |     |        |     |        |
| 铸件特点                  | 铸件为环形结构, 铸件毛重 2kg, 主要壁厚 9mm, 全部加工。采用湿型铸造<br>要求铸铁牌号: 耐热铸铁 RTCr。抗拉强度 $\sigma_b \geq 180\text{MPa}$ , 抗弯强度 $\sigma_{1k} \geq 360\text{MPa}$ |        |     |        |     |        |
| 合金成分控制(%)             | C3.0~3.8, Si1.5~2.5, Mn $\leq$ 1.0, P $\leq$ 0.20, S $\leq$ 0.12, Cr0.50~1.00  |        |     |        |     |        |
| 配 料                   |  |        |     |        |     |        |
| 炉料名称                  | 济南生铁   | 灰铸铁回炉铁 | 废 钢 | 75% 硅铁 | 锰 铁 | 55% 铬铁 |
| 配料比例<br>(质量分数)<br>(%) | 40   | 48     | 12  | 0.16   | 0.4 | 1.8    |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 20%~25%。

2. 铬铁由出铁槽加入, 粒度 3~6mm, 预热, 铬铁含 Cr55%, 加入量为铁液重量的 1.8%。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 664 表 1.7-2 RTCr 的耐热铸铁配料

|           |  |     |     |     |        |
|-----------|--|-----|-----|-----|--------|
| 铸件名称      | 夹钳(玻璃机械类制瓶机零件)   |     |     |     |        |
| 铸件特点      | 铸件为半弧形结构<br>要求铸铁牌号:耐热铸铁 RTCr                                 |     |     |     |        |
| 合金成分控制(%) | 合金成分控制:C3.0~3.4, Si1.7~2.3, Mn<1.0, P<0.2, S<0.12, Cr0.6~0.9 |     |     |     |        |
| 配 料       |  |     |     |     |        |
| 炉料名称      | 济南生铁   | 回炉铁 | 废 钢 | 锰 铁 | 55% 铬铁 |
| 配料比例(%)   | 40   | 48  | 12  | 0.2 | 1.8    |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛炉胆热风冲天炉, 炉内硅烧损 20%、锰烧损 20%~25%。

2. 炉前, 由出铁槽加入铬铁, 铬铁含 Cr55%, 粒度 3~6mm, 预热, 加入量为铁液重量的 1.8%。为消除 Cr 的反石墨化作用, 在出铁槽中加入粒度为 5~10mm 的 75% 硅铁, 加入量为铁液重量的 0.3%~0.5%, 以孕育调软铁液。由于炉前加入铬, 硅总量达 2.0% 以上, 因此出铁温度应高于 1400°C, 铬硅加入后用铁棒搅匀使之完全熔化, 扒渣, 浇注。炉前采用三角试片检验, 控制铁液成分。

3. 检测结果:

化学成分(%): C3.13, Si2.17, Mn0.78, P0.087, S0.079, Cr0.82;

力学性能: 抗弯强度  $\sigma_b$ 453MPa, 硬度 247HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 665 表 1.7-3 RTCr2 的耐热铸铁配料

|           |   |      |      |       |       |     |
|-----------|---|------|------|-------|-------|-----|
| 铸件名称      | 保护套(化工机械类 $\phi$ 3.6m 煤气发生炉零件)  |      |      |       |       |     |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi$ 1060mm $\times$ 790mm, 为圆筒形结构, 铸件毛重 420kg, 主要壁厚 20mm。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号:耐热铸铁 RTCr2 |      |      |       |       |     |
| 合金成分控制(%) | C2.8~3.6, Si1.7~2.5, Mn0.5~0.8, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.2, Cr1.2~1.9                                   |      |      |       |       |     |
| 配 料       |   |      |      |       |       |     |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |      |      |       |       |     |
|           | C   | Si   | Mn   | P     | S     | Cr  |
| 生铁        | 3.70  | 1.77 | 0.55 | 0.180 | 0.080 |     |
| 回炉铁       | 3.40  | 2.10 | 0.50 | 0.120 | 0.090 | 1.4 |
| 废钢        | 0.30  | 0.35 | 0.50 | 0.030 | 0.020 |     |
| 75% 硅铁    |   | 75   |      |       |       |     |
| 78% 锰铁    |   |      | 78   |       |       |     |
| 60% 铬铁    |   |      |      |       |       | 60  |

(续)

| 炉料名称    | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       |
|---------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|
|         |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Cr    |
| 生铁      | 45       | 1.66       | 0.80  | 0.25  | 0.081 | 0.036  | —     |
| 回炉铁     | 45       | 1.53       | 0.95  | 0.23  | 0.054 | 0.041  | 0.63  |
| 废钢      | 10       | 0.03       | 0.04  | 0.05  | 0.003 | 0.002  | —     |
| 75%硅铁   | 0.7      | —          | 0.53  | —     | —     | —      | —     |
| 78%锰铁   | 0.2      | —          | —     | 0.16  | —     | —      | —     |
| 60%铬铁   | 1.6      | —          | —     | —     | —     | —      | 0.96  |
| 合计      |          | 3.22       | 2.32  | 0.69  | 0.138 | 0.079  | 1.59  |
| 炉内熔化增减  |          | +0.16      | -0.35 | -0.14 | 0     | +0.040 | -0.24 |
| (原铁液)   |          | 3.38       | 1.97  | 0.55  | 0.138 | 0.119  | 1.35  |
| 炉外孕育吸收  |          | —          | +0.20 | —     | —     | —      | —     |
| (孕育后铁液) |          | 3.38       | 2.17  | 0.55  | 0.138 | 0.119  | 1.35  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口热风冲天炉，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 15%、铬烧损 15%、磷不变。

2. 炉外孕育，100kg 铁液加 75% 硅铁 0.3kg，吸收率 90%。

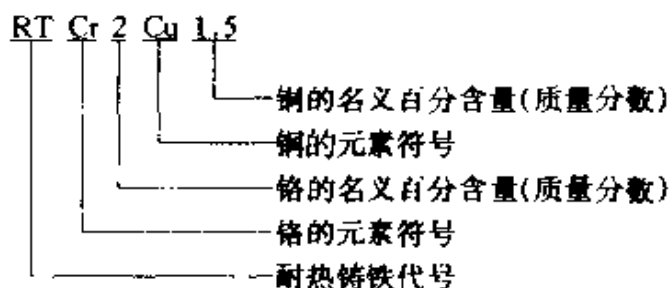
3. 炉前，用三角试片检验三角断口状况判别其含铬量，用 75% 硅铁调软铁液。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于化工机械中要求耐热铸铁 RTCr2 的各种炉条、炉排等铸件。

## 2. RTCr2Cu1.5 的耐热铸铁配料 (配料实例 666)

RTCr2Cu1.5 的主要含义如下：



对于冶金机械等类铸件的 RTCr2Cu1.5 的耐热铸铁配料，可查配料实例 666 或表 1.7-4~表 1.7-6。

**配料实例 666** 表 1.7-4 RTCr2Cu1.5 的耐热铸铁配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 分流板(冶金机械类 $\phi 2.5\text{m}$ 罩式炉零件)   |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 $1315\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 260\text{mm}$ ，为内腹多孔的扇形板状结构，铸件毛重 800kg，主要壁厚 40mm。采用树脂自硬砂型铸造<br>要求铸铁牌号：耐热铸铁 RTCr2Cu1.5，工作温度 $750^\circ\text{C}$ ，抗氧化速度 $\leq 0.5\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，抗生长率 $\leq 0.2\%$ ，室温下抗拉强度 $\sigma_b 150\text{MPa}$ ，挠度 $f 2.5\text{mm}$ ，硬度 207~285HBS |

(续)

|           |  |      |      |              |              |       |                |        |
|-----------|--|------|------|--------------|--------------|-------|----------------|--------|
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.6, Si2.2~2.9, Mn0.6~0.8, S≤0.1, P≤0.1, Cr1.8~2.2, Cu1.4~1.8 |      |      |              |              |       |                |        |
| 配 料       |  |      |      |              |              |       |                |        |
| 炉 次       |  |      |      |              | 预计铁液量<br>27t |       |                |        |
| 铸件成分(%)   | 牌号   | C    | Si   | Mn           | S<           | P<    | 其他             | 铁液量/kg |
|           | RTC <sub>Cr2</sub><br>Cu1.5  | 3.40 | 2.80 | 0.70         | 0.100        | 0.100 | Cr2.0<br>Cu1.6 | 2000   |
| 炉料成分(%)   | 本溪生铁   | 4.17 | 2.15 | 0.63         | 0.0100       | 0.050 |                |        |
|           | 大块生铁   | 4.02 | 2.20 | 0.20         |              |       |                |        |
|           | 废钢   | 0.20 | 0.30 | 0.50         |              |       |                |        |
|           | 锰铁   |      |      | 64.46        |              |       |                |        |
|           | 铬铁   |      |      |              | Cr65.57      |       | 电解钢 99%        |        |
| 炉料配比 /kg  | 本溪生铁   | 回炉铁  | 废钢   | 硅铁           | 锰铁           | 铬铁    | 电解钢            | 焦炭     |
|           | 195  |      | 80   | 5            | 2.5          | 10    | 4.4            | 30     |
| 铁液处理      | 稀土镁  | 稀土   | 覆盖剂  | 孕育剂          | 脱硫剂          | 其他    | 铁液量            | 备注     |
| 第 包       |  |      |      | 硅铁 75%<br>20 |              |       | 2000           | RT     |

注：1. 采用熔炼炉类型：多排小风口曲线炉膛热风冲天炉，熔化率 3t/h。

2. 底焦高度 1.2~1.3m，耐热铁料上完后加隔焦 70kg。

3. 检测结果：见表 1.7-5 炉前化验报告表及表 1.7-6 耐热性能分析报告。

力学性能试验结果：抗拉强度  $\sigma_t$  270.5MPa，抗弯强度  $\sigma_{bb}$  447.9MPa，挠度  $f$  2.6mm（支点距离 300mm），硬度 230~238HBS。

4. 成分含量和炉料配比皆指质量分数。

表 1.7-5 炉前化验报告表

| 炉号 | 牌号                  | 分析元素(质量分数)(%) |      |      |       |        |      |      | 备注   |
|----|---------------------|---------------|------|------|-------|--------|------|------|------|
|    |                     | C             | Si   | Mn   | S     | P      | Cr   | Cu   |      |
|    | RTC <sub>CrCu</sub> | 3.46          | 2.38 | 0.62 | 0.073 | 0.056  | 1.90 | 1.63 | 出铁槽  |
|    | RTC <sub>CrCu</sub> | 3.40          | 2.90 | 0.65 | 0.059 | 0.0605 | 2.03 | 1.70 | 包内   |
|    | RTC <sub>CrCu</sub> | 3.40          | 2.90 | 0.66 | 0.060 | 0.064  | 1.97 | 1.70 | 浇注过程 |

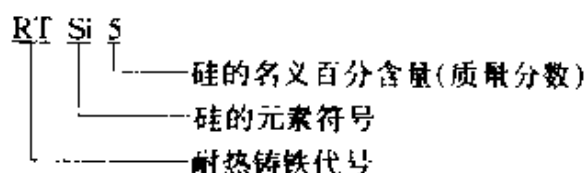
表 1.7-6 耐热性能分析报告

| 编号 | 炉号 | 试样名称       | 热处理情况          | 分析结果   |
|----|----|------------|----------------|--|
|    |    | 耐热铸铁抗氧化抗生长 | 1 <sup>#</sup> | 抗氧化性: 6.1g/(m <sup>2</sup> ·h)<br>抗生长性: $\alpha = 0.513\%$ |
|    |    |            | 2 <sup>#</sup> | 抗氧化性: 5.4g/(m <sup>2</sup> ·h)<br>抗生长性: $\alpha = 0.783\%$ |

注：铸件工作温度低于 750°C，试验为 850°C，150h。

### 3. RTSi5 的耐热铸铁配料 (配料实例 667)

RTSi5 的主要含义如下:



对于锅炉等类铸件的 RTSi5 的耐热铸铁配料, 可查配料实例 667 或表 1.7-7。

配料实例 667 表 1.7-7 RTSi5 的耐热铸铁配料

|           |   |         |         |           |           |
|-----------|---|---------|---------|-----------|-----------|
| 铸件名称      | 炉条(锅炉类取暖锅炉零件)                               |         |         |           |           |
| 铸件特点      | 铸件最高使用温度 700°C<br>要求铸铁牌号:耐热铸铁 RTSi5         |         |         |           |           |
| 合金成分控制(%) | C2.4~3.2, Si4.5~5.5, Mn≤0.8, P≤0.20, S≤0.12 |         |         |           |           |
| 配 料       |   |         |         |           |           |
| 炉料名称      | 生 铁   | 废 钢     | 硅 回 炉 铁 | 75% 硅 铁   | 锰 铁       |
| 配料比例 (%)  | 30 - 50                                     | 30 - 40 | 10 - 40 | 4.5 - 6.3 | 0.5 - 0.9 |

注: 1. 采用冲天炉熔炼。

2. 熔制含硅耐热铸铁时, 最好配入大量的废钢。这对稳定含硅量和防止石墨偏析有利。

3. 炉前加入 1<sup>#</sup> 稀土 0.5%, 对于改善铸铁的脆性效果显著。

4. 炉前质量控制试样:

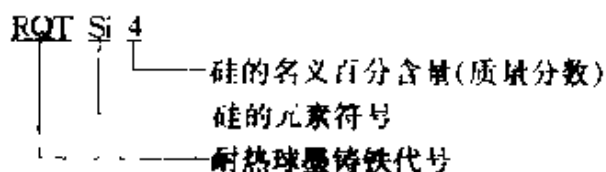
圆棒试样: 浇注后先收缩, 然后从中心向外凸起, 凝固后保持不同程度的凸起。

三角试样: 断口呈银白色, 晶粒较粗大。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 4. RQTSi4 的耐热球墨铸铁配料 (配料实例 668、669)

RQTSi4 的主要含义如下:



对于玻璃机械、石油机械等类铸件的 RQTSi4 的耐热球墨铸铁配料, 可查配料实例 668 和配料实例 669 或表 1.7-8 和表 1.7-9。

**配料实例 668** 表 1.7-8 RQTSi4 的耐热球墨铸铁配料

|           |  |     |       |
|-----------|--|-----|-------|
| 铸件名称      | 烟道闸门(玻璃机械类玻璃窑零件)   |     |       |
| 铸件特点      | 铸件要求耐热温度到 680°C<br>要求铸铁牌号:耐热球墨铸铁 RQTSi4  |     |       |
| 合金成分控制(%) | C3.2 ~ 3.8, Si3.8 ~ 4.5, Mn < 0.7, P < 0.1, S < 0.08, RE0.025 ~ 0.055, Mg0.025 ~ 0.055 |     |       |
| 配 料       |  |     |       |
| 炉料名称      | 生 铁  | 废 钢 | 75%硅铁 |
| 配料比例 (%)  | 85   | 15  | 3.5   |

注: 1. 采用冲天炉熔炼。

2. 锰量最好控制在 0.4% 以下, 这对减少铸件脆性有一定作用。

3. 孕育剂加入量 1.0% ~ 1.5%, 球化剂加入量比普通球墨铸铁稍大。

4. 球化质量控制与普通球墨铸铁相同。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

**配料实例 669** 表 1.7-9 RQTSi4 的耐热球墨铸铁配料

|           |  |      |      |       |       |    |    |
|-----------|--|------|------|-------|-------|----|----|
| 铸件名称      | 两端管板(石油机械类加热炉零件)   |      |      |       |       |    |    |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 2396mm × 1100mm × 95mm, 为多孔长板形结构, 铸件毛重 231kg, 主要壁厚 20mm。采用干型铸造, 倾斜浇注。铸件需进行时效处理<br>要求铸铁牌号:耐热球墨铸铁 RQTSi4。耐热温度 600°C |      |      |       |       |    |    |
| 合金成分控制(%) | C3.2 ~ 3.5, Si3.5 ~ 4.5, Mn < 0.7, P < 0.1, S < 0.03, Mg0.03 ~ 0.06, RE0.015 ~ 0.040                                     |      |      |       |       |    |    |
| 配 料       |  |      |      |       |       |    |    |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |      |      |       |       |    |    |
|           | C  | Si   | Mn   | P     | S     | Mg | RE |
| Z15 生铁    | 3.97   | 1.50 | 0.62 | 0.068 | 0.040 | —  | —  |
| 废钢        | 0.20   | 0.30 | 0.50 | 0.03  | 0.03  | —  | —  |
| 70%硅铁     | —  | 70   | —    | —     | —     | —  | —  |
| 稀土镁合金     | —  | —    | —    | —     | —     | 8  | 5  |

(续)

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |        |        |        |        |        |        |
|-----------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           |          | C          | Si     | Mn     | P      | S      | Mg     | RE     |
| Z15 生铁    | 90       | 3.573      | 1.35   | 0.558  | 0.0612 | 0.036  | —      | —      |
| 废钢        | 10       | 0.02       | 0.03   | 0.05   | 0.003  | 0.003  | —      | —      |
| 70% 硅铁    | 3.0      | —          | 2.1    | —      | —      | —      | —      | —      |
| 稀土镁合金     | 1.2      | —          | —      | —      | —      | —      | 0.096  | 0.06   |
| 合 计       |          | 3.593      | 3.48   | 0.608  | 0.0642 | 0.039  | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |          | 0.0        | -0.696 | -0.091 | 0.0    | +0.039 | —      | —      |
| (原铁液)     |          | 3.593      | 2.78   | 0.517  | 0.0642 | 0.078  | —      | —      |
| 炉外球化吸收    |          | —          | +0.4   | —      | —      | —      | +0.048 | +0.036 |
| 炉外孕育吸收    |          | —          | +0.6   | —      | —      | —      | —      | —      |
| (球化孕育后铁液) |          | 3.593      | 3.78   | 0.52   | 0.064  | 0.025  | 0.048  | 0.036  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口冷风冲天炉，熔化率 3t/h，炉内硅烧损 20%、锰烧损 15%、硫增加 100%、碳和磷不变

2. 炉前，球化处理采用稀土镁合金，加入量 1.2%，稀土吸收率 60%，镁吸收率 50%；孕育处理采用 75% 硅铁，加入量 0.5%，吸收率 80%。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：C3.50，Si3.72，Mn0.62，P0.053，S0.024，RE0.056，Mg0.055；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$ 491MPa，断后伸长率  $\delta$ 28.5；

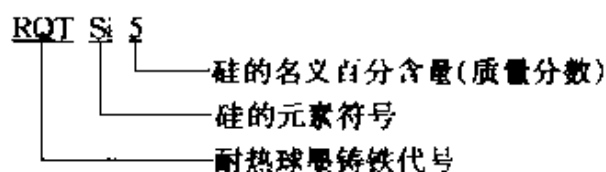
金相组织：球化率 1B，石墨大小为小，基体为铁素体。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于加热炉配件中要求耐热球墨铸铁 RQTS4 的各种两端管板铸件。

## 5. RQTSi5 的耐热球墨铸铁配料 (配料实例 670~673)

RQTSi5 的主要含义如下：



对于冶金机械、矿山机械、电站锅炉、石油机械等类铸件的 RQTSi5 的耐热球墨铸铁配料，可查配料实例 670~配料实例 673 或表 1.7-10~表 1.7-14。



配料实例 670 表 1.7-10 RQTSi5 的耐热球墨铸铁配料

|           |  |      |          |      |          |          |        |      |
|-----------|--|------|----------|------|----------|----------|--------|------|
| 铸件名称      | 砂封槽(冶金机械类 $\phi 10m$ 环形加热炉零件)  |      |          |      |          |          |        |      |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1380mm $\times$ 340mm $\times$ 200mm, 平均壁厚 25mm, 铸件毛重 190kg, 为槽形结构, 不用加工, 铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 耐热球墨铸铁 RQTSi5, 常温下抗拉强度 $\sigma_b > 500MPa$ , 硬度 197~282HBS。耐热性能: 抗氧化 $\leq 0.5g/(m^2 \cdot h)$ , 抗生长 $< 0.2\%$ 。金相组织: 铁素体, 球化 2 级 |      |          |      |          |          |        |      |
| 合金成分控制(%) | C2.2~2.9, Si5.0~6.0, Mn0.20~0.40, S $\leq$ 0.08, P $\leq$ 0.1, RE0.025~0.055, Mg0.025~0.055  |      |          |      |          |          |        |      |
| 配 料       |  |      |          |      |          |          |        |      |
| 铸件成分(%)   | 牌号   | C    | Si       | Mn   | S $\leq$ | P $\leq$ | 其他     | 铁液量  |
|           | RQTSi5   | 2.70 | 3.50/5.0 | 0.50 | 0.08     | 0.1      |        |      |
| 炉料成分(%)   | 鄂钢生铁   | 4.0  | 1.60     | 0.26 | 0.05     | 0.12     |        |      |
|           | 废钢   | 0.25 | 0.30     | 0.50 | 0.04     | 0.04     |        |      |
|           | 硅铁   |      | 75       |      |          |          |        |      |
|           | 锰铁   |      |          | 64   |          |          |        |      |
|           | 球化剂  | Mg9% |          | RE8% |          | Si40%    |        | (自制) |
| 炉料配比/kg   | 鄂钢生铁   | 回炉铁  | 废钢       | 硅铁   | 锰铁       | 其他       | 石灰石    | 焦炭   |
|           | 180  |      | 105      | 15   |          | 电石 3     | 12     | 30   |
| 铁液处理      | 稀土镁  | 稀土   | 覆盖剂      | 孕育剂  | 脱硫剂      | 其他       | 铁液量    | 说明   |
| 第 包       | 26   |      | 18       | 10   | 碱 3      |          | 2000kg |      |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 多排小风口曲线炉膛冲天炉, 熔化率 3t/h。炉内硅烧损 20%。  
 2. 底焦高度 1.2~1.3m, 并加电石 10kg。  
 3. 换料加隔焦 70kg。  
 4. 送风后吹氧气 2~3 瓶。  
 5. 炉前, 用冲入法在铁液包内球化处理, 取三角试片检验球化效果, 并分别取每包原铁液及球化后铁液作化学分析, 抽样作力学性能和耐热试验。  
 6. 检测结果: 见表 1.7-11。  
 7. 成分含量和炉料配比皆指质量分数。  
 8. 本配料亦适用于要求耐热铸铁 RQTSi5 的退火窑门、炉算等铸件。因本材质较脆易破, 为改善其韧性, 可在炉后加入 0.5%~1.0% 铜。

表 1.7-11 检测结果

| 编号      | 化学成分(质量分数)(%) |      |      |       |       | 耐热性能  |        | 金相组织 |     | 力学性能           |     |
|---------|---------------|------|------|-------|-------|-------|--------|------|-----|----------------|-----|
|         | C             | Si   | Mn   | S     | P     | 抗氧化   | 抗生长(%) | 球化率  | 基体  | $\sigma_b/MPa$ | HBs |
| 816-4-1 | 2.92          | 3.70 | 0.42 | 0.056 | 0.099 |       |        |      |     |                |     |
| -2      | 2.87          | 4.87 | 0.48 | 0.015 | 0.119 |       |        | 100% |     | 477.2          |     |
| 823-4-1 | 2.78          | 3.24 | 0.21 | 0.076 | 0.114 |       |        |      |     |                |     |
| -2      |               | 5.05 |      | 0.030 | 0.108 | 0.465 | 0.26   | 80%  | 铁素体 | 414.4          | 257 |

注：表中-1为原铁液，-2为球化处理后的铁液

配料实例 671 表 1.7-12 RQTSi5 的耐热球墨铸铁配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 进料圈(矿山机械类干燥机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1200mm×350mm×220mm, 为壳形结构, 不承受载荷, 要求工作时耐热 700°C, 铸件毛重 185kg, 主要壁厚 40mm, 局部加工, 采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 耐热球墨铸铁 RQTSi5 |
| 合金成分控制(%) | C3.5~3.8, Si4.8~6, Mn<0.6, P≤0.08, S<0.025, RE0.025~0.055, Mg0.025~0.055  |

## 配 料

| 炉料名称       | 批料 (%) | 重量/kg   | C    |      | Si    |      | Mn   |      | P     |       | S     |       | Mg   |       | RE   |           |
|------------|--------|---------|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-----------|
|            |        |         | 在炉料中 | 在金属中 | 在炉料中  | 在金属中 | 在炉料中 | 在金属中 | 在炉料中  | 在金属中  | 在炉料中  | 在金属中  | 在炉料中 | 在金属中  | 在炉料中 | 在金属中      |
| 本溪 Z14 新生铁 | 75     | 3004.43 | 4.43 | 3.32 | 1.30  | 0.98 | 0.78 | 0.59 | 0.054 | 0.041 | 0.046 | 0.035 |      |       |      |           |
| 废钢         | 25     | 1000.45 | 0.11 |      |       |      |      |      |       |       |       |       |      |       |      |           |
| 硅铁         | 3      | 12      |      |      | 75    | 2.25 |      |      |       |       |       |       |      |       |      |           |
| 炉前处理       |        |         |      |      |       |      |      |      |       |       |       |       |      |       |      |           |
| 稀土镁合金      | 1.6    |         |      |      | 38.77 | 0.62 |      |      |       |       |       |       | 6.98 | 0.11  | 4.64 | 0.074     |
| 硅铁         | 1.2    |         |      |      | 75    | 0.9  |      |      |       |       |       |       |      |       |      |           |
| 合计         |        |         |      | 3.43 |       | 4.36 |      | 0.59 |       | 0.041 |       | 0.035 |      |       |      |           |
| 烧损         |        |         |      | +12% |       | -12% |      | -18% |       | ±0    |       |       |      |       |      | (不包括炉前损耗) |
| 计算成分       |        |         |      | 3.84 |       | 4.36 |      | 0.48 |       | 0.041 |       |       |      |       |      |           |
| 分析成分       |        |         |      | 3.64 |       | 4.46 |      | 0.52 |       | 0.056 |       | 0.020 |      | 0.033 |      | 0.053     |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口、热风炉胆、曲线炉膛冲天炉，开渣操作，熔化率 3t/h，出铁温度 >1470°C，炉内碳增加 12%、硅烧损 12%、锰烧损 18%。
2. 炉前，用三角试片检验白口大小，并进行控制。用冲入法进行球化处理，球化剂为稀土镁合金，球化处理后进行孕育处理。
3. 成分含量和配料比皆指质量分数。
4. 本配料还适用于矿山机械中要求 RQTSi5 的耐中温的耐热铸铁件，生产中注意开箱工艺。

配料实例 672 表 1.7-13 RQT5Si5 的耐热球墨铸铁配料

|           |   |     |        |
|-----------|---|-----|--------|
| 铸件名称      | 煤粉喷嘴(电站锅炉类零件)   |     |        |
| 铸件特点      | 铸件毛重 220kg, 主要壁厚 12-16mm, 体积大、壁薄易碎裂<br>要求铸铁牌号: 耐热球墨铸铁 RQT5Si5。室温抗拉强度 $\sigma_b \geq 370\text{MPa}$ , 硬度 228~302HBS。铁素体 90% 以上 |     |        |
| 合金成分控制(%) | C2.4~3.0, Si4.6~5.5, Mn<0.7, P<0.1, S<0.03, RE0.025~0.055, Mg0.025~0.055  |     |        |
| 配 料       |   |     |        |
| 炉料名称      | 本溪铸造生铁  | 废 钢 | 75% 硅铁 |
| 配料比例 (%)  | 90  | 10  | 10     |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 曲线炉膛热风冲天炉, 熔化率  $\text{Si/h}$ , 炉内硅烧损 15%、锰烧损 20%~22%。  
2. 炉前、用三角试片检验白口大小, 并进行控制。  
3. 炉前、用冲入法进行球化处理, 球化剂为稀土镁合金, 球化处理后进行孕育处理。  
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 673 表 1.7-14 RQT5Si5 的耐热球墨铸铁配料

|           |   |      |      |       |       |    |    |
|-----------|---|------|------|-------|-------|----|----|
| 铸件名称      | 中间管板(石油机械类加热炉零件)  |      |      |       |       |    |    |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 1300mm×940mm×40mm, 为带孔的长板形结构, 铸件毛重 173kg, 主要壁厚 20mm。采用干型铸造, 倾斜浇注。铸件要求进行时效处理<br>要求铸铁牌号: 耐热球墨铸铁 RQT5Si5。耐热温度 700~800°C |      |      |       |       |    |    |
| 合金成分控制(%) | C2.5~3.0, Si4.5~5.5, Mn<0.70, P<0.10, S<0.03, Mg0.04~0.07, RE0.015~0.035  |      |      |       |       |    |    |
| 配 料       |   |      |      |       |       |    |    |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |      |      |       |       |    |    |
|           | C   | Si   | Mn   | P     | S     | Mg | RE |
| Z15 生铁    | 4.25  | 1.32 | 0.52 | 0.050 | 0.030 | —  | —  |
| 废钢        | 0.20  | 0.30 | 0.50 | 0.030 | 0.030 | —  | —  |
| 70% 硅铁    | —   | 70   | —    | —     | —     | —  | —  |
| 稀土镁合金     | —   | —    | —    | —     | —     | 8  | 5  |

(续)

| 炉料名称      | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |       |       |       |        |        |        |
|-----------|-------------|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|           |             | C         | Si    | Mn    | P     | S      | Mg     | RE     |
| Z15 生铁    | 80          | 3.40      | 1.06  | 0.42  | 0.040 | 0.024  | —      | —      |
| 废钢        | 20          | 0.02      | 0.03  | 0.05  | 0.003 | 0.003  | —      | —      |
| 70% 硅铁    | 4.7         | —         | 3.29  | —     | —     | —      | —      | —      |
| 稀土镁合金     | 1.2         | —         | —     | —     | —     | —      | 0.096  | 0.060  |
| 合 计       |             | 3.42      | 4.38  | 0.47  | 0.043 | 0.027  | —      | —      |
| 炉内熔化增减    |             | -0.34     | -0.88 | -0.07 | 0.0   | +0.027 | —      | —      |
| (原铁液)     |             | 3.08      | 3.50  | 0.40  | 0.043 | 0.054  | —      | —      |
| 炉外球化吸收    |             | —         | +0.40 | —     | —     | —      | +0.048 | +0.036 |
| 炉外孕育吸收    |             | —         | +0.60 | —     | —     | —      | -0.029 | —      |
| (球化孕育后铁液) |             | 3.08      | 4.50  | 0.40  | 0.043 | 0.025  | 0.048  | 0.036  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排小风口冷风冲天炉，熔化率 3t/h，炉内碳烧损 10%、硅烧损 20%、锰烧损 15%、硫增加 100%、磷不变。

2. 炉前，球化处理采用稀土镁合金，加入量 1.2%，稀土吸收率 60%，镁吸收率 50%；孕育处理采用 75% 硅铁，加入量 0.5%，吸收率 80%。

3. 检测结果：

化学成分(%)：C2.54，Si4.79，Mn0.43，P0.062，S0.024，RE0.050，Mg0.044；

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b$  665MPa，断后伸长率  $\delta_5$  5.5%；

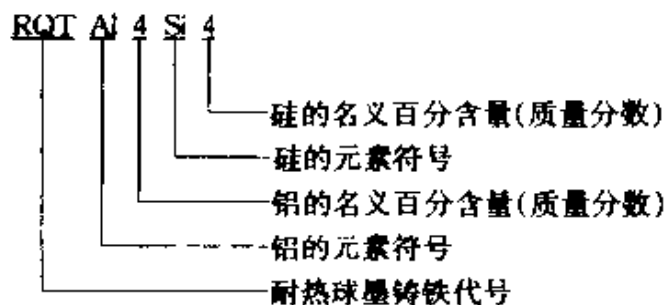
金相组织：球化率 1A，石墨大小为小，基体为铁素体。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于加热炉中要求耐热球墨铸铁 RQT5 的各种中间管板铸件。

## 6. RQTAl4Si4 的耐热球墨铸铁配料 (配料实例 674)

RQTAl4Si4 的主要含义如下：



对于冶金机械等类铸件的 RQTAl4Si4 的耐热球墨铸铁配料, 可查配料实例 674 或表 1.7-15。

**配料实例 674 表 1.7-15 RQTAl4Si4 的耐热球墨铸铁配料**

|           |   |     |     |       |         |
|-----------|---|-----|-----|-------|---------|
| 铸件名称      | 算条(冶金机械类烧结机零件)  |     |     |       |         |
| 铸件特点      | 铸件要求耐热温度到 900°C<br>要求铸铁牌号: 耐热球墨铸铁 RQTAl4Si4   |     |     |       |         |
| 合金成分控制(%) | C3.2~3.8, Si3.5~4.3, Mn<0.5, P<0.1, S<0.08, Al4.0~5.0, RE0.025~0.055, Mg0.025~0.055 |     |     |       |         |
| 配 料       |   |     |     |       |         |
| 炉料名称      | 生 铁   | 废 钢 | 回炉铁 | 75%硅铁 | 铝(炉外加入) |
| 配料比例 (%)  | 50  | 35  | 15  | 3     | 5.5     |

注: 1. 熔炼方法:

冲天炉熔化铁液, 铁液球化处理, 将铝加入铁液中, 铝的加入可用液体, 也可用固体, 加入后铁液经充分搅拌; 也可在感应电炉熔化铁液, 熔化后将铝锭压入铁液中, 待铁液过热至 1460~1500°C 时, 再进行球化处理; 铝的烧损为 20%。

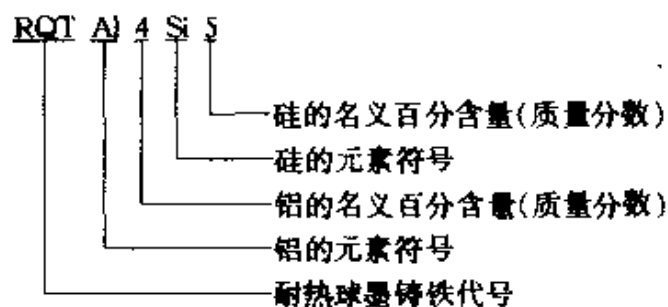
2. 孕育剂加入量 0.5%, 球化剂加入量比普通球墨铸铁稍大(主要由于铝有反球化作用)。

3. 球化质量控制与普通球墨铸铁相似, 但断面晶粒更细, 颜色更白。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 7. RQTAl4Si5 的耐热球墨铸铁配料 (配料实例 675)

RQTAl4Si5 的主要含义如下:



对于电炉等类铸件的 RQTAl4Si5 的耐热球墨铸铁配料, 可查配料实例 675 或表 1.7-16。

配料实例 675 表 1.7-16 RQTA14Si5 的耐热球墨铸铁配料

| 主要产品铸件         |  |       | 电炉炉算、炉条等    |              |             |       |       |   |
|----------------|--|-------|-------------|--------------|-------------|-------|-------|---|
| 成分要求           | 牌 号  |       | 成分(%)       |              |             |       |       |   |
|                | RQTA14Si5  |       | C           | Si           | Mn          | P     | S     | 其他合金                                    |
|                |  |       | 2.4~<br>2.7 | 5.0~<br>5.3  | <0.5        | <0.1  | <0.02 | RE0.02~0.05<br>Al4.1~4.7<br>Mg0.04~0.10 |
| 炉料及炉料<br>组成(%) | 生 铁  | 废 钢   | 回炉铁         | 硅铁<br>(Si75) | 锰铁<br>(Mn1) | 附 注   |       |   |
|                | 30~50  | 30~40 | 10~30       | 3~5          | 0.5~0.8     | 铝炉外加入 |       |   |
| 熔炼操作<br>要点     | 1. 原铁液化学成分(%):<br>C3.2~3.8, Si3.5~4.3, Mn0.5, P<0.10, S<0.08   |       |             |              |             |       |       |   |
|                | 2. 生产铝硅耐热球墨铸铁时, 金属料应配入废钢, 对稳定含硅量和防止石墨偏析有利  |       |             |              |             |       |       |   |
|                | 3. 球化处理: 球化剂 REMg7~8, 加入量 0.6%~1.2%, 处理工艺与一般球墨铸铁相同   |       |             |              |             |       |       |   |
|                | 4. 用 0.5%R20 或 Si75 作孕育剂, 球化处理后进行孕育处理, 方法可采用大块孕育和浇包孕育  |       |             |              |             |       |       |   |
|                | 5. 球化和孕育处理完毕, 将铝块插入铁液中并充分搅拌, 扒渣, 盖草灰后进行浇注。如出铁温度小于 1400°C, 应将铝预先熔化, 倒入包内, 然后将处理好的球铁铁液冲入铝液中, 搅拌, 扒渣和盖好草灰浇注 |       |             |              |             |       |       |   |
|                | 6. 炉前用三角试片或圆棒检查, 其断面晶粒细密, 颜色比一般球墨铸铁白, 呈银暗白色即为合格  |       |             |              |             |       |       |   |
|                | 7. 铝硅耐热球墨铸铁仍为脆性材料, 收缩应力大, 冷裂倾向严重, 应注意工艺设计  |       |             |              |             |       |       |   |
|                | 8. 浇注后数分钟即应松动砂箱, 防止热裂, 待铸件完全冷至室温后方可打箱取出铸件  |       |             |              |             |       |       |   |

注: 1. 采用冲天炉熔炼铝硅耐热球墨铸铁。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 第 8 章 耐蚀铸铁配料

什么是耐蚀铸铁 (corrosion resistant cast iron)? 耐蚀铸铁是能耐化学、电学腐蚀的铸铁。

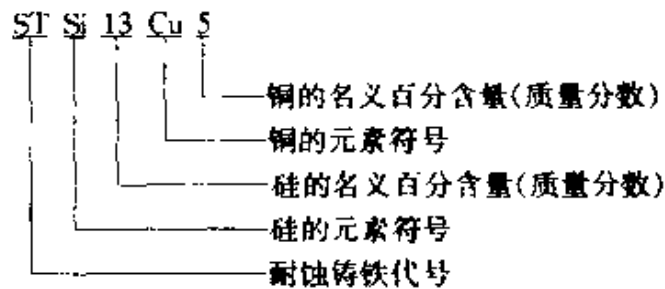
常用的耐蚀铸铁有高硅铸铁、高铬铸铁、镍铸铁等。

根据国家标准 GB/T 8491—1987《高硅耐蚀铸铁件》的规定, 高硅耐蚀铸铁按化学成分分为 5 种牌号: STSi11Cu2CrR、STSi15R、STSi15Mo3R、STSi15Cr4R、STSi17R。

为满足用户需要, 铸造工厂也常常生产一些非标准的耐蚀铸铁, 如 STSi13Cu5 的耐蚀铸铁、STSi14.5Cu6 的耐蚀铸铁、含 Al 的耐蚀铸铁、含 Ni、Cr 的耐蚀铸铁等。

### 1. STSi13Cu5 的耐蚀铸铁配料 (配料实例 676)

STSi13Cu5 的主要含义如下:



对于泵等类铸件的 STSi13Cu5 的耐蚀铸铁配料, 可查配料实例 676 或表 1.8-1。

配料实例 676 表 1.8-1 STSi13Cu5 的耐蚀铸铁配料

|           |   |        |         |     |     |
|-----------|---|--------|---------|-----|-----|
| 铸件名称      | 中段壳体(泵类 150FDG 25 型多级泵零件)   |        |         |     |     |
| 铸件特点      | 铸件为环状结构, 铸件毛重 80kg, 壁厚相差较大, 16~32mm<br>要求铸铁牌号: 耐蚀铸铁 STSi13Cu5。抗弯强度 $\sigma_{1b} \geq 206\text{MPa}$ , 挠度 $f \geq 3\text{mm}$ ,<br>硬度 220~320HBS。金相组织为 Si 的 $\alpha$ 固溶体 + 细片状石墨 |        |         |     |     |
| 合金成分控制(%) | C0.7~1.0, Si12.5~13.5, Cu4~6, Mn-, P-, S-   |        |         |     |     |
| 配 料       |   |        |         |     |     |
| 炉料名称      | 废铜(低碳)  | 生 铁    | 75%硅铁   | 铜   | 回炉铁 |
| 配料比例 (%)  | 51~47   | 9.9~13 | 12~12.8 | 4~6 | 余量  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 150kg 无心工频感应加热电炉, 炉内硅烧损 5%、锰烧损 10%。

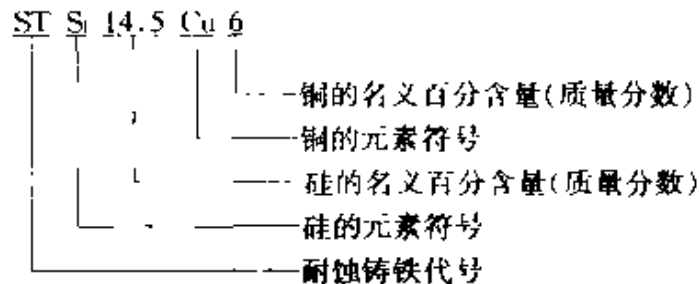
2. 检测结果:

化学成分(%): C0.85, Si13.2, Cu4.5, Mn-, P-, S-。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 2. STSi14.5Cu6 的耐蚀铸铁配料 (配料实例 677)

STSi14.5Cu6 的主要含义如下:



对于泵等类铸铁的 STSi14.5Cu6 的耐蚀铸铁配料, 可查配料实例 677 或表 1.8-2。

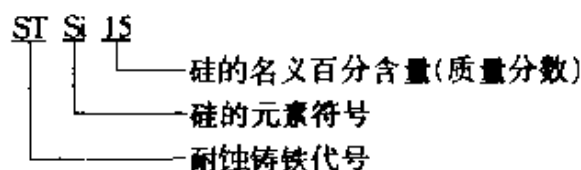
**配料实例 677**      **表 1.8-2 STSi14.5Cu6 的耐蚀铸铁配料**

|           |  |          |           |     |     |
|-----------|--|----------|-----------|-----|-----|
| 铸件名称      | 叶轮(泵类 50FBG30 型泵零件)  |          |           |     |     |
| 铸件特点      | 铸件为带叶片的涡壳形结构, 铸件毛重 4kg, 叶片厚 3~8mm, 外壁平均厚 7mm<br>要求铸铁牌号: 耐蚀铸铁 STSi14.5Cu6。抗弯强度 $\geq 177\text{MPa}$ , 挠度 $f \geq 3\text{mm}$ ,<br>硬度 240~340HBS。金相组织为 Si 的 $\alpha$ 固溶体 + 细片状石墨 |          |           |     |     |
| 合金成分控制(%) | C0.6~0.9, Si14.5~15, Cu5~7, Mn-, P-, S-  |          |           |     |     |
| 配 料       |  |          |           |     |     |
| 炉料名称      | 废钢(低碳)   | 生 铁      | 75% 硅铁    | 铜   | 回炉铁 |
| 配料比例 (%)  | 51.1~46.2  | 8.2~12.2 | 13.5~14.4 | 5~7 | 余量  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 150kg 无心工频感应加热电炉, 炉内硅烧损 5%、锰烧损 10%。  
2. 检测结果:  
化学成分(%): C0.80, Si14.2, Cu5.5, Mn-, P-, S-。  
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 3. STSi15 的耐蚀铸铁配料 (配料实例 678、679)

STSi15 的主要含义如下:



对于泵等类铸件的 STSi15 的耐蚀铸铁配料, 可查配料实例 678 和配料实例 679 或表 1.8-3 和表 1.8-4。



配料实例 678 表 1.8-3 STSi15 的耐蚀铸铁配料

| 主要产品铸件   |        | 耐酸泵叶轮、轴套等  |            |              |                              |       |
|--|--------|--|------------|--------------|------------------------------|-------|
| 成分要求   | 牌 号    | 成分(%)  |            |              |                              |       |
|  |        | C  | Si         | Mn           | P                            | S     |
|  | STSi15 | 0.5~1.0  | 14.5~15.75 | ≤0.6         | <0.10                        | <0.06 |
| 配料及炉料<br>组成(%)   | 硅 铁    |  | 废低碳钢或废硅钢片  | 锰铁<br>(Mn65) | 附 注                          |       |
|  | (Si75) | (Si45)   |            |              |                              |       |
|  | 21.5   | —  | 78.1       | 0.4          |                              |       |
|  | —      | 35   | 64.6       | 0.4          |                              |       |
| <p>1. 采用冲天炉合料-电炉重熔高硅耐蚀铸铁,成分要求低碳高硅</p> <p>2. 冲天炉合料目的是将炉料配熔成近似标准成分(%)要求的铁锭:C:0.5~0.9、Si:15~16、Mn≤5、P&lt;0.1、S&lt;0.1,并在凝固时析出部分气体,便于重熔时成分的调整与控制</p> <p>3. 装料次序:废硅钢片或废钢→硅铁→锰铁→(回炉铁)→(新生铁)→焦炭→石灰石</p> <p>4. 冲天炉内元素增减(%):C+10~-+20、Si-15~- -20、Mn-10~- -20</p> <p>5. 铁液出炉温度 1380~1400°C,浇入金属型中铸成铁锭</p> <p>6. 电炉重熔起到调整化学成分与脱气的作用。调整化学成分可加入一些废钢、回炉铁、锰铁以及少量硅铁,利用硅铁、稀土合金将高硅耐蚀铸铁含气量控制在最佳范围内</p> <p>7. 铁锭应破碎成 150mm×200mm 左右块度,一次装炉,熔化过程可以不加造渣材料或加入少量玻璃等覆盖。每隔 20~30min 搅拌一次并扒掉部分熔渣</p> <p>8. 电炉内元素增减(%):C+5、Si-10~- -12、Mn-10~- -12</p> <p>9. 待铁液温度达 1400~1420°C 时,可取含气量试样,依据试样判断含气量多少,分别采取相应的措施</p> <p>10. 铁液出炉温度 1420°C</p> <p>11. 高硅耐蚀铸铁含气量的判断及控制见下表:</p> |        |  |            |              |                              |       |
| 熔炼操作<br>要点   | 序号     | 试棒外观与断口  | 含气程度       | 铸件质量         | 技 术 措 施                      |       |
|  | 1      | 顶面光滑,中间凹下 8~15mm,两侧微凸成月牙形<br>剖面侧缩孔深占试棒总长的 1/3 左右 | 少          | 适用于叶轮、轴套     | 如有缩孔可加少量硅铁                   |       |
|  | 2      | 顶面尚光滑,中间凹下,深少于 8mm<br>剖面侧缩孔深占试棒总长的 1/5 左右        | 中          | 适用于泵壳、护板、叶轮  | 如需浇注轴套零件,需用少许 1# 稀土或稀土镁合金孕育  |       |
|  | 3      | 顶面中心缩成管状,中央又涨出小铁豆                                | 较多         | 易出观皮下气孔      | 用少量稀土合金孕育                    |       |
|  | 4      | 顶面不光滑,凸起,缓缓上涨                                    | 多          | 不合格          | 用少量稀土合金孕育,应频繁地搅拌熔池,并加石灰石稀释熔渣 |       |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 679 表 1.8-4 STSi15 的耐蚀铸铁配料

|   |   |          |       |      |                     |                    |
|---|---|----------|-------|------|---------------------|--------------------|
| 问题提出和<br>已知条件   | 欲采用坩埚炉熔制 STSi15 高硅耐蚀铸铁,成分(%)要求低碳高硅:C0.5~0.8、Si14.5~16、Mn0.3~0.8、P<0.01、S<0.07,所使用的炉料应为废钢、新生铁、硅铁,各种炉料的化学成分见下表,试计算出所用炉料的加入百分数?              |          |       |      |                     |                    |
|   | 炉料  | 化学成分(%)  |       |      |                     |                    |
|   |   | C        | Si    | Mn   | P                   | S                  |
|   | 废钢  | 0.2      | 0.2   | 0.6  | 0.05                | 0.05               |
| 新生铁   | 4.0   | 1.75~3.0 | 0.8   | 0.3  | <0.05               |                    |
| 硅铁  | 0.2~0.4   | 70~80    |       |      |                     |                    |
| 配 料   |   |          |       |      |                     |                    |
| 配料计算  | 根据碳硅量计算如下:<br>在坩埚炉熔炼过程中,碳一般变动很小,而硅通常要耗损(%)7~17,在加镁处理时约耗损(%)0.5~1.兹假定硅的耗损量(%)为12(平均),则所需炉料硅含量(%)应为 $15 + 12 \times 15 = 16.8$ 。现将计算数据列于下表: |          |       |      |                     |                    |
|   | 炉料  |          | 炉料的重量 | 该炉料含 | 该炉料含                |                    |
|   | 种类  | C(%)     | Si(%) | (%)  | Si量                 | C量                 |
|   | 废钢  | 0.2      | 0.2   | $x$  | $x0.2\%$            | $x0.2\%$           |
|   | 新生铁   | 4.0      | 2.4   | $y$  | $y2.4\%$            | $y4.0\%$           |
|   | 硅铁  | 0.3      | 75    | $z$  | $z75\%$             | $z0.3\%$           |
|   | 总量  | 平均0.6    | 16.8  | 100  | $16.8\% \times 100$ | $0.6\% \times 100$ |
| 从表中可得:  |   |          |       |      |                     |                    |
| $\begin{cases} x + y + z = 100 \\ 0.2x + 2.4y + 75z = 16.8 \times 100 \\ 0.2x + 4y + 0.3z = 0.6 \times 100 \end{cases}$ |   |          |       |      |                     |                    |
| 解得: $x = 63; y = 15; z = 22$  |   |          |       |      |                     |                    |
| 即废钢 63%, 新生铁 15%, 硅铁(75Si-Fe)22%, 在熔炼炉料中, 锰硫尚能合乎要求, 磷含量稍嫌过多, 但在 0.3% 以下无大妨碍, 仍可符合要求                                     |   |          |       |      |                     |                    |

注: 1. 应该注意: ①硅铁要用新而质密的, 块度以 10~15mm 为宜; ②废钢要取表面氧化程度少的, 10~15mm 厚的; ③新生铁大小应为 50mm 左右; ④每次熔化的熔剂使用硼砂 3%~7% (炉料总量); ⑤炉料装入次序: 先在坩埚底上装入硅铁, 中央中心部分也装入硅铁, 其次在中心部分周围装入废钢, 废钢和硅铁完全装完后, 硼砂覆盖上面, 开风熔化, 到硅铁全部熔化后, 将新生铁加在废钢上面共熔; ⑥熔化时间每次为 3~4h, 等到完全熔化后, 扒除铁废表面渣滓, 然后在表面盖草灰, 并加以搅拌, 搅拌后等到铁液温度降到 1200~1230°C 时加镁处理, 其处理方法与球墨铸铁加镁处理方法相似。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

#### 4. 含 Al 的耐蚀铸铁配料 (配料实例 680)

铝 [铝的元素符号 Al; 原子序数 13; 晶型面心立方; 相对原子质量 27.0; 密度  $2.70\text{g}/\text{cm}^3$ ; 熔点  $960^\circ\text{C}$ ; 沸点  $2500^\circ\text{C}$ ; 比热容  $0.903\text{J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ; 熔解热  $397.32\text{J}/\text{g}$ ].

铝是促进石墨化的元素, 铝对石墨化的作用随着含量的不同而不同。

铁液中加入铝, 促使石墨析出漂浮, 恶化铸造性能和力学性能, 因此要相应降低碳硅含量。

铝的质量分数 5% 左右的铸铁基体组织为珠光体加铁素体加石墨, 有时有少量的铝铁化合物; 铝的质量分数高于 5% 的铸铁基体组织为单一铁素体加少量石墨, 并出现铁碳铝化合物, 质硬脆。

铝提高相变温度, 在高温下形成比  $\text{SiO}_2$  更致密的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  层下氧化膜, 因而具有高的抗氧化性和耐热性。

铝的质量分数 4%~6% 的铸铁, 已有满意的耐蚀性能。为了进一步提高含铝铸铁的耐蚀性和耐磨性, 有时还可适量增加硅含量并附加一定的铬量。

对于化工机械等类铸件的含 Al 的耐蚀铸铁配料, 可查配料实例 680 或表 1.8-5。

#### 配料实例 680

表 1.8-5 含 Al 的耐蚀铸铁配料

|           |  |      |      |       |       |      |
|-----------|--|------|------|-------|-------|------|
| 铸件名称      | 耐腐喇叭管(化工机械类零件)   |      |      |       |       |      |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $860\text{mm}\times 500\text{mm}$ , 为漏斗形结构, 铸件毛重 $200\text{kg}$ , 主要壁厚 $20\text{mm}$ , 内圆加工。采用干型铸造。铸件要求时效处理<br>要求铸铁牌号: 耐蚀铸铁(含铝)。抗弯强度 $\sigma_{\text{th}}\geq 330\text{MPa}$ |      |      |       |       |      |
| 合金成分控制(%) | C2.5~3.2, Si1.0~1.5, Mn0.6~0.8, P $\leq$ 0.2, S $\leq$ 0.12, Al5~7   |      |      |       |       |      |
| 配 料       |  |      |      |       |       |      |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |      |      |       |       |      |
|           | C  | Si   | Mn   | P     | S     | Al   |
| 湘钢生铁      | 3.70   | 1.77 | 0.55 | 0.180 | 0.078 |      |
| 回炉料       | 3.19   | 1.50 | 0.73 | 0.099 | 0.086 |      |
| 废钢        | 0.20   | 0.35 | 0.50 | 0.030 | 0.012 |      |
| 75% 硅铁    |  | 75   |      |       |       |      |
| 78% 锰铁    |  |      | 78   |       |       |      |
| 99.9% 铝合金 |  |      |      |       |       | 99.9 |

(续)

| 炉料名称      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |      |
|-----------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|------|
|           |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      | Al   |
| 湘钢生铁      | 45       | 1.67       | 0.80  | 0.25  | 0.081 | 0.035  | —    |
| 回炉料       | 35       | 1.11       | 0.53  | 0.26  | 0.035 | 0.030  | —    |
| 废钢        | 20       | 0.04       | 0.07  | 0.10  | 0.006 | 0.002  | —    |
| 75% 硅铁    | 0.5      | —          | 0.38  | —     | —     | —      | —    |
| 78% 锰铁    | 0.4      | —          | —     | 0.31  | —     | —      | —    |
| 99.9% 铝合金 | 8        | —          | —     | —     | —     | —      | 8    |
| 合 计       |          | 2.82       | 1.78  | 0.92  | 0.122 | 0.067  | —    |
| 炉内熔化增减    |          | +0.14      | -0.26 | -0.18 | 0     | +0.034 | —    |
| (原铁液)     |          | 2.96       | 1.52  | 0.74  | 0.122 | 0.101  | —    |
| 炉外加入吸收    |          | —          | —     | —     | —     | —      | +6.4 |
| (处理后铁液)   |          | 2.96       | 1.52  | 0.74  | 0.122 | 0.101  | 6.4  |

注：1. 采用熔炼炉类型：三排风口热风冲天炉，炉内碳增加 5%、硅烧损 15%、锰烧损 20%、硫增加 50%、磷不变。

2. 炉外 100kg 铁液加入含 99.9% 的铝合金 8%，吸收率为 80%。

3. 炉前，用三角试片检验三角断面状况，控制铝含量。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于化工机械中要求耐蚀铸铁（含铝）的加热炉底板、炉条、滚子框架等铸件。

## 5. 含 Ni、Cr 的耐蚀铸铁配料（配料实例 681）

镍和铬的元素符号及有关物理参数在前面第 5 章已经叙述。

镍是促进石墨化的元素。镍溶于固溶体中有助于碳化物的分解，镍主要对基体发生影响，镍的质量分数高于 10% 时为奥氏体型铸铁。

铬是强烈稳定碳化物，阻碍石墨化的元素。

镍与铬同时使用，主要用于奥氏体耐蚀铸铁，这种铸铁含有镍的质量分数 18%~20%，铬的质量分数 2% 左右，加铬是为了增加铸铁的硬度。

对于化工机械等类铸件的含 Ni、Cr 的耐蚀铸铁配料，可查配料实例 681 或表 1.8-6。

配料实例 681 表 1.8-6 含 Ni、Cr 的耐蚀铸铁配料

| 铸件名称      | 耐蚀阀座(化工机械类 30 万 t 化肥设备零件)  |           |       |       |       |       |       |    |
|-----------|--|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 70\text{mm} \times 98\text{mm}$ , 为圆形结构, 铸件毛重 1.2kg, 主要壁厚 11mm。采用干型铸造。铸件要求热处理<br>要求铸铁牌号: 耐蚀铸铁(NiCr20-2), 抗拉强度 $\sigma_b \geq 400\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\geq 10\%$ , 硬度 170~207HBS |           |       |       |       |       |       |    |
| 合金成分控制(%) | C2.4~2.8, Si1.2~2.5, Mn0.7~1.5, P $\leq$ 0.08, S $\leq$ 0.05, Cr1.2~2.5, Ni18~20, RE0.03~0.05, Mg0.03~0.05   |           |       |       |       |       |       |    |
| 配 料       |  |           |       |       |       |       |       |    |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |           |       |       |       |       |       |    |
|           | C  | Si        | Mn    | P     | S     | Cr    | Ni    |    |
| 本溪生铁      | 4.39   | 0.49      | 0.12  | 0.082 | 0.056 |       |       |    |
| 废钢        | 0.30   | 0.35      | 0.50  | 0.030 | 0.020 |       |       |    |
| 75% 硅铁    |  | 75        |       |       |       |       |       |    |
| 78% 锰铁    |  |           | 78    |       |       |       |       |    |
| 60% 铬铁    |  |           |       |       |       | 60    |       |    |
| 99.9% 镍合金 |  |           |       |       |       |       | 99.9  |    |
| 炉料名称      | 配料比例(%)  | 配料计算成分(%) |       |       |       |       |       |    |
|           |  | C         | Si    | Mn    | P     | S     | Cr    | Ni |
| 本溪生铁      | 65   | 2.85      | 0.32  | 0.08  | 0.052 | 0.036 | —     | —  |
| 废钢        | 35   | 0.11      | 0.12  | 0.18  | 0.011 | 0.007 | —     | —  |
| 75% 硅铁    | 2.3  | —         | 1.73  | —     | —     | —     | —     | —  |
| 78% 锰铁    | 1.2  | —         | —     | 0.94  | —     | —     | —     | —  |
| 60% 铬铁    | 3  | —         | —     | —     | —     | —     | 1.8   | —  |
| 99.9% 镍合金 | 20   | —         | —     | —     | —     | —     | —     | 20 |
| 合 计       |  | 2.96      | 2.17  | 1.20  | 0.063 | 0.043 | 1.8   | 20 |
| 炉内熔化增减    |  | -0.15     | +0.11 | -0.06 | 0     | 0     | -0.18 | -1 |
| (原铁液)     |  | 2.81      | 2.28  | 1.14  | 0.063 | 0.043 | 1.62  | 19 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: GGW—0.15t 中频无心感应加热电炉, 炉内碳烧损 5%、硅增加 5%、锰烧损 10%、铬烧损 10%、镍烧损 5%、磷和硫不变。

2. 炉前, 球化处理采用稀土镁合金, 孕育处理采用 75% 硅铁。

3. 炉前, 用快速化学分析方法控制成分。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于 30 万 t 化肥设备中要求耐蚀铸铁 (NiCr20-2) 的其他耐蚀铸件。

## 第2篇 铸钢配料

什么是铸钢 (cast steel)? 铸钢是指在凝固过程中不经历共晶转变的用于生产铸件的铁基合金的总称。

本篇中的铸钢配料, 主要涉及到铸造碳钢、铸造低(中)合金钢、铸造耐磨钢、铸造耐热钢、铸造耐蚀钢、铸造中、高强度不锈钢、铸造超低碳不锈钢等方面的配料。

### 第1章 铸造碳钢配料

什么是铸造碳钢 (carbon cast steel)? 铸造碳钢是指以碳为主要合金元素并含有少量其他元素的铸钢。

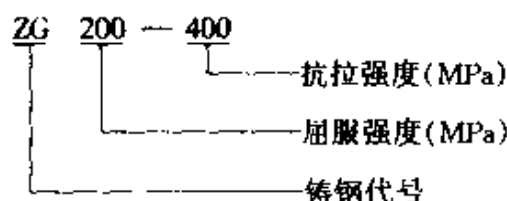
根据国家标准 GB/T 11352—1989《一般工程用铸造碳钢件》的规定, 一般工程用铸造碳钢按单铸试块的屈服强度和抗拉强度分为 5 种牌号: ZG200—400、ZG230—450、ZG270—500、ZG310—570、ZG340—640。

根据国家标准 GB/T 7659—1987《焊接结构用碳素钢铸件》的规定, 焊接结构用碳素钢按单铸试块的屈服强度和抗拉强度分为 3 种牌号: ZG200—400H、ZG230—450H、ZG275—485H。

根据机械行业标准 JB/T 5100—1991《一般工程用熔模铸造碳钢件》的规定, 一般工程用熔模铸造碳钢按单铸试块的屈服强度和抗拉强度分为 5 种牌号: RZG200—400、RZG230—450、RZG270—500、RZG310—570、RZG340—640。

#### 1. ZG200—400 的铸造碳钢配料 (配料实例 682~690)

ZG200—400 的主要含义如下:



对于石油机械, 铁路客、货车等类铸件的 ZG200—400 的铸造碳钢配料, 可查

配料实例 682 - 配料实例 690 或表 2.1-1 ~ 表 2.1-7.

配料实例 682 表 2.1-1 ZG200—400 的铸造碳钢配料

|                         |   |            |       |       |       |          |  |
|-------------------------|---|------------|-------|-------|-------|----------|--|
| 铸件名称                    | 连杆座 (石油机械类安装于修井机零件)   |            |       |       |       |          |  |
| 铸件特点                    | 铸件轮廓尺寸 280mm×280mm×200mm, 为直角形结构, 是井架升降机构中的固定井架转换装置, 铸件较小, 毛坯重 28.57kg, 正火处理, 主要壁厚 35mm, 上、下面加工, 钻孔, 采用水玻璃砂造型, 吹 CO <sub>2</sub> 固化<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG200—400 |            |       |       |       |          |  |
| 合金成分控制 (%)              | C0.22 - 0.32, Si0.20 - 0.45, Mn0.50 - 0.80, P, S≤0.05   |            |       |       |       |          |  |
| 配 料                     |   |            |       |       |       |          |  |
| 炉 料                     | 炉 料 成 分 (%)   |            |       |       |       |          |  |
|                         | C   | Si         | Mn    | P     | S     | 75Si-Fe  |  |
| 废 钢                     | 0.20  | 0.31       | 0.51  | 0.05  | 0.05  |          |  |
| 浇冒口, 废件                 | 0.30  | 0.32       | 0.56  | 0.05  | 0.05  |          |  |
| 钢 屑                     | 0.12  | 0.22       | 0.55  | 0.06  | 0.05  |          |  |
| 生 铁                     | 3.76  | 1.11       | 0.58  | 0.17  | 0.05  |          |  |
| 造渣料                     | CaO   |            |       |       |       |          |  |
| 铁矿石<br>吹 氧              |   |            |       |       |       |          |  |
| 硅 铁<br>铁矿石<br>吹 氧       |   |            |       |       |       | 75       |  |
| 锰 铁<br>造新渣<br>还原剂<br>硅铁 | 1.5   | 2.0        | 75    | 0.3   | 0.02  | 75<br>75 |  |
| 铝<br>成 品                |   |            |       |       |       |          |  |
| 炉 料                     | 配料比例 (%)  | 配料计算成分 (%) |       |       |       |          | 说 明  |
|                         |   | C          | Si    | Mn    | P     | S        |  |
| 废 钢                     | 45  | 0.09       | 0.14  | 0.23  | 0.023 | 0.023    | 装料 2600kg, 其中:<br>废钢 1170kg<br>浇冒口, 废件 780kg<br>钢屑 390kg<br>生铁 260kg |
| 浇冒口, 废件                 | 30  | 0.09       | 0.10  | 0.168 | 0.015 | 0.015    |  |
| 钢 屑                     | 15  | 0.018      | 0.033 | 0.083 | 0.009 | 0.008    |  |
| 生 铁                     | 10  | 0.376      | 0.115 | 0.058 | 0.017 | 0.005    |  |
| 计                       |   | 0.574      | 0.388 | 0.539 | 0.064 | 0.051    |  |

(续)

| 炉料  | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |        |       |        |       | 说明  |
|-----|----------|------------|--------|-------|--------|-------|---|
|     |          | C          | Si     | Mn    | P      | S     |   |
| 造渣料 | 1.2      |            |        |       |        |       | CaO 少许<br>熔化,造渣,去P<br>助熔(熔化后期)  |
| 铁矿石 | 少许       |            |        |       |        |       |   |
| 吹氧  | 全熔       |            |        |       | -0.02  |       |   |
| 硅铁  | 0.4      |            | 0.3    |       | 0.044  |       | 氧化,分析 C、Mn、P<br>(C:0.20%, Mn:0.24%,<br>P:0.018%)<br>进入渣中或者进入<br>大气,或氧化  |
| 铁矿石 | 10       |            |        |       |        |       |   |
| 吹氧  | 0.3~0.4  | -0.394     | -0.688 | 0.27  | -0.022 |       |   |
|     | 计        | 0.18       |        | 0.269 | 0.022  | 0.051 |   |
| 锰铁  | 0.5      | 0.008      | 0.01   | 0.338 | 0.002  |       | 还原,去氧化渣,造新<br>渣(CaO:CaF <sub>2</sub> :SiO <sub>2</sub> =<br>4:1.5:2)加锰铁 |
| 造新渣 | 计        | 0.188      | 0.01   | 0.657 | 0.024  | 0.025 |   |
| 还原剂 | 0.2      | 0.05       | 0.045  |       |        |       |   |
| 硅铁  | 0.35     |            | 0.236  |       |        |       | 分析 C、Mn、P、S<br>C25% 108kg<br>Mn0.59% 炭粉,硅铁<br>粉<br>P0.029%<br>S0.037%   |
|     | 计        | 0.23       | 0.30   | 0.66  | 0.024  | 0.025 |   |
| 铝   | 0.1      |            |        |       |        |       | 终脱氧,出钢  |
| 成品  | 结果       | 0.26       | 0.27   | 0.57  | 0.032  | 0.038 | 终化验   |

注:1. 采用熔炼炉类型: HGX-1.5 型三相电弧炉熔炼。

2. 炉料用本厂废钢、浇冒口、废钢件、钢屑; 配碳用通化钢铁公司炼钢生铁; 合金元素用通化和吉林铁合金厂的铁合金; 造渣料、氧化剂、还原剂均来自于本市厂、矿。

3. 炉前: 碱性炉衬、氧化法冶炼、用吹氧、矿石法、冶炼过程中即用肉眼观察炉况, 又有炉前化验相配合, 从而使钢液成分和温度在各个时期均达到要求, 最后进行终脱氧、出钢, 浇注。

4. 检测结果:

力学性能: 正火后,  $\sigma_b$ 465MPa, 138HBS

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于石油机械中要求铸造碳钢 ZG200-400 的支座、圆螺母、固定螺母、座、耳环、轴承座、球座、固定座等。

配料实例 683 表 2.1-2 ZG200-400 的铸造碳钢配料

|            |                                      |
|------------|--------------------------------------|
| 铸件名称       | 铁路客货车车辆铸钢件                           |
| 铸件特点       | 要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG200-400               |
| 合金成分控制 (%) | C0.12~0.20, Mn0.35~0.65, Si0.17~0.37 |



(续)

| 配 料  |      |      |      |       |       |             |            |      |      |       |       |
|------|------|------|------|-------|-------|-------------|------------|------|------|-------|-------|
| 炉料名称 | 炉料成分 |      |      |       |       | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       |
|      | C    | Si   | Mn   | P     | S     |             | C          | Si   | Mn   | P     | S     |
| 废 钢  | 0.20 | 0.20 | 0.50 | 0.050 | 0.050 | 50          | 0.10       | 0.10 | 0.25 | 0.025 | 0.025 |
| 回炉料  | 0.18 | 0.27 | 0.50 | 0.050 | 0.050 | 35          | 0.06       | 0.09 | 0.18 | 0.018 | 0.018 |
| 钢 屑  | 0.15 | 0.27 | 0.55 | 0.060 | 0.050 | 10          | 0.02       | 0.03 | 0.06 | 0.006 | 0.005 |
| 生 铁  | 3.72 | 1.05 | 0.60 | 0.180 | 0.050 | 5           | 0.19       | 0.05 | 0.03 | 0.009 | 0.003 |
| 合 计  |      |      |      |       |       |             | 0.37       | 0.27 | 0.52 | 0.058 | 0.051 |

注：1. 采用三相电弧炉、碱性炉衬、氧化法冶炼。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 配料实例 684 表 2.1-3 ZG200—400 的铸造碳钢配料

|      |  |
|------|--|
| 问题提出 | 在技术操作规程中规定了 ZG200—400 的铸造碳钢在碱性电弧炉冶炼中，钢在氧化开始时各元素的含量 (%) 为：C 0.3—0.4，Mn 0.3—0.4，试求出炉料中所需的碳含量和锰含量？  |
| 配料计算 | <p>设熔化期中碳的烧损量（按下限计）为 0.1%，锰的烧损量为 0.3%，即得出炉料中：</p> <p>碳含量 (%) 为：<math>(0.3-0.4)+0.1=0.4-0.5</math></p> <p>锰含量 (%) 为：<math>(0.3-0.4)+0.3=0.6-0.7</math></p> <p>可见，炉料中这种碳锰含量应认为是不高的</p> |

注：1. 碱性电弧炉炼钢的首次装料配料，通常在用氧化法冶炼碳钢时，要计算碳与锰的含量，并根据碳、锰的含量来规定炉料的质量成分，然后核对其他元素的含量。

在计算炉料中的碳锰含量时，有两种基本情况：

第一种情况是在技术操作规程中规定了碳锰在熔化末期的必要含量，在这种情况下，如在炉料中不加矿石进行冶炼时，可按碳的规定成分补加 0.1%—0.2%，按照锰的规定成分补加 0.3%—0.4%，以弥补炉料熔化时的烧损；

第二种情况（较复杂）是在技术操作规程中可能规定了成品钢的最后碳含量和锰含量以及在氧化期中（用氧化法冶炼时）碳锰的烧损量。在这种情况下，碳量的计算应该是根据成品钢中的碳含量，并从此种碳含量中减去还原期为附加物所带入的碳量（例如锰铁带入的碳）以及在这一时期内由电极和炉渣所带入的碳，并补加碳素在还原期和熔化期的烧损量。对于锰的计算也是这样，但其不同处是不必计算从炉渣或电极上进入钢中的锰，因为这种现象不会发生。假若在扒氧化渣之前（用氧化法冶炼时）锰的含量通常采用 Mn 0.2%，则计算炉料中锰含量的方法就比较简单了。为了能使炉料中的锰含量能达到这一数字，就应该补加在氧化期与熔化期中所烧损的锰量。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

○ 假如炉料中的碳含量不低于 Mn 的 0.3%，这是很合理的；如果这一含量少于 Mn 的 0.2%，那么通常所发生的不是碳的烧损，而是碳的增加。

配料实例 685 表 2.1-4 ZG200—400 的铸造碳钢配料

|      |  |
|------|--|
| 问题提出 | 在配料实例 684 中已算出 ZG200—400 的铸造碳钢在碱性电弧炉中采用氧化法冶炼时炉料中的平均碳含量应为 0.4%—0.5%，平均锰含量为 0.6%—0.7%，试求出炉料的组成？  |
| 配料计算 | <p>炉料中的碳含量与锰含量不高，就说明了应该采用碳含量约 0.3% 与锰含量约 0.6% 的碳素废钢来进行熔炼，并且生铁的用量应不大。现在设废钢与车间回炉料的化学成分相同，而炼钢生铁（碳含量为 4%，锰含量为 2%）应占 5%</p> <p>炉料的平均碳含量为</p> $95\% \times 0.3\% + 5\% \times 4\% = 0.49\%$ <p>平均锰含量为</p> $95\% \times 0.6\% + 5\% \times 2\% = 0.67\%$ <p>可见，炉料中所得的结果完全接近于需要的数字</p> |

注：1. 通常，炉料的重量组成是根据炉料中的平均碳含量和锰含量以及主要炉料来计算的。车间回炉料与废钢通常用作主要炉料。在熔炼铸钢的技术操作规程中，车间回炉料的加入质量百分数常限制在一定的范围内（根据钢的质量而定），因为它们含有高量的有害杂质（氢气、非金属夹杂物、硫、磷）。因此，在这种情况下要确定炉料的质量组成时，首先要根据炉料中的废钢料允许的加入质量百分数而定。车间回炉料的允许加入质量百分数通常采用以下数字：熔制普通质量钢时为 40%—50%；熔制高质量钢时为 30%—40%；熔制特殊质量钢时为 20%—30%。

车间回炉料的碳含量和锰含量，是采用成品钢中碳锰含量范围内的平均数字。要提高炉料中的碳含量，可加入 L08 或 L10 牌号的炼钢生铁（一、二、三组，一、二级，一、二类），要提高炉料中的锰含量，可以加入高炉锰铁 GFeMn52。

知道了组成炉料的四种材料（车间回炉料、废钢、炼钢生铁、高炉锰铁）中每种材料的碳含量和锰含量以及在炉料内这些元素的平均含量以后，就需要在配料成分中确定每种材料应占若干量。用近似的方法来进行计算最为简单，这种方法的要点是：通常取车间回炉料与废钢的总重量为炉料质量的 85%—92%，取生铁的总重为炉料质量的 15%—8%（其中包括有高炉锰铁 1%—2%）。利用这种方法计算出碳与锰的大约含量，并将此种含量与这些元素的规定含量对比之后，就可容易地找出保证适合要求的配料比。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 686~688 表 2.1-5 ZG200—400 的铸造碳钢配料

| 序号       | 钢号        | 钢的类别  | 炉料中元素的含量 (%) |         | 配料比例 (%) |       |                |      |
|----------|-----------|-------|--------------|---------|----------|-------|----------------|------|
|          |           |       | C            | Mn      | 车间回炉料    | 废钢    | 炼钢生铁           | 高炉锰铁 |
| 配料实例 686 | ZG200—400 | 普通质量钢 | 0.4~0.50     | 0.6~0.7 | 40~50    | 55~45 | 5 <sup>1</sup> | —    |
| 配料实例 687 |           | 高质量钢  | 0.5~0.60     | 0.7~0.8 | 30~40    | 63~53 | 7 <sup>2</sup> | —    |
| 配料实例 688 |           | 特殊质量钢 | 0.6~0.70     | 0.8~0.9 | 20~30    | 70~60 | 9              | 1    |

注：1. 如果采用碱性电弧炉和氧化法冶炼浇注铸钢件用的碳钢，则在配料时为了便于计算，可采用表中的近似方法。本表列举了根据下列情况算出来的炉料组成（质量分数）：①车间回炉料中的碳含量相当于成品钢中的平均碳含量，废钢中的碳含量等于0.3%，炼钢生铁中的碳含量等于4%，高炉锰铁中的碳含量等于5%；②车间回炉料和废钢的锰含量为0.6%，炼钢生铁的锰含量为2%，高炉锰铁的锰含量为15%；③在熔化期内碳的平均烧失量为0.1%，锰的平均烧失量为0.3%；④在氧化期内对特殊质量钢来说，碳的烧失量为0.4%，锰的烧失量为0.3%~0.4%；对于高质量钢来说，碳的烧失量为0.3%，锰的烧失量为0.2%~0.3%；对于普通质量钢来说，碳的烧失量为0.2%，锰的烧失量为0.1%~0.2%；⑤在还原期内由炉渣、电极和锰铁所增加的碳含量为0.05%~0.10%，而由于加入了锰铁所增加的锰含量为0.4%~0.6%。

2. 假如采用碳含量（质量分数）高于0.3%的废钢，则生铁的数量可以减少，但不得低于5%~6%，因为炉料中加有生铁对钢的质量有着良好的影响。

3. 除碳和锰以外，其他元素（通常为硫、磷，有时为硅、铬）的含量可根据炉料的重组成和配料中各种材料的化学成分的资料来进行核对。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

① 可以用电极屑或焦炭来代替，其计算方法是以质量分数0.1%的电极屑或焦炭来代替1.5%的生铁。

② 可以用电极屑或焦炭来代替近一半的炼钢生铁，即以质量分数0.1%的电极屑或焦炭来代替1.5%的生铁。

## 配料实例 689

表 2.1-6 ZG200—400 (ZG230—450、ZG270—500、ZG310—570、ZG340—640) 的铸造碳钢配料

| 钢号        | ZG200—400 | ZG230—450 | ZG270—500 | ZG310—570 | ZG340—640 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 规格碳含量 (%) | 0.12~0.22 | 0.22~0.32 | 0.32~0.42 | 0.42~0.52 | 0.52~0.62 |
| 规格磷含量 (%) | 普通钢       | <0.040    |           |           |           |
|           | 优质钢       | <0.035    |           |           |           |
|           | 高级优质钢     | <0.030    |           |           |           |

(续)

|  |                                    |                           |                           |   |   |
|--|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---|---|
| 配 料  | 1. 炉料比例<br>一般情况下, 炉料的使用比例如下:       |                           |                           |   |   |
|  | 炉料种类                               | 说 明                       |                           | 使用比例 (%)                                |   |
|  | 废 钢                                | 包括轧钢切头、锻造料头、厚钢板边角料及废机器零件等 |                           | 余 量                                     |   |
|  | 浇冒口及废铸件                            | 要求尽量少带有砂泥等不洁物             |                           | 35 - 50                                 |   |
|  | 钢 屑                                | 包括切屑、薄钢皮及碎料等              |                           | 15 - 30                                 |   |
|  | 生 铁                                | 用铸造生铁或炼钢生铁                |                           | < 15                                    |   |
|  | 2. 配碳<br>炉料的平均碳含量应满足氧化期中脱碳的要求, 如下: |                           |                           |   |   |
|  | 炉料条件                               |                           | 较 好                       | 较 差                                     | 很 差                                     |
|  |                                    |                           | 钢屑用量 < 15%<br>或生铁用量 < 15% | 钢屑用量 15%<br>~ 30%<br>或生铁用量 15%<br>~ 40% | 钢屑用量 30%<br>~ 50%<br>或生铁用量<br>40% ~ 60% |
|  | 冶炼碳钢时的氧化脱碳量                        |                           |                           |   |   |
| 浇注用途   | 一般铸件                               | 0.20 - 0.30               | 0.30 - 0.40               | 0.40 - 0.60                             |   |
|  | 钢 锭                                | 0.30 - 0.35               | 0.35 - 0.50               | 0.50 - 0.70                             |   |
|  | 重要铸件                               | 0.35 - 0.40               | 0.40 - 0.60               | —                                       |   |
| <p>通常, 碳钢的氧化脱碳量应依照钢的用途和炉料的条件而有所不同, 对于新修的炉衬, 由于易使钢液吸收气体, 因此氧化脱碳量应适当增加; 大修炉后第一炉的脱碳量应在 0.50% 以上; 中修炉后第一炉的脱碳量应在 0.40% 以上</p> <p>炉料的平均碳含量应等于钢液的规格碳含量与氧化脱碳量的总和</p> <p>在生产中配料时, 可先根据经验, 初步确定一个炉料比例, 并根据下式来核算炉料的平均碳含量:</p> $w_{C_{\text{平均}}} = \frac{w_{C_{\text{生}}} \times Q_{\text{生}} + w_{C_{\text{废}}} \times Q_{\text{废}} + w_{C_{\text{浇}}} \times Q_{\text{浇}} + w_{C_{\text{屑}}} \times Q_{\text{屑}}}{Q_{\text{生}} + Q_{\text{废}} + Q_{\text{浇}} + Q_{\text{屑}}}$ <p>式中 <math>w_{C_{\text{生}}}</math>、<math>w_{C_{\text{废}}}</math>、<math>w_{C_{\text{浇}}}</math>、<math>w_{C_{\text{屑}}}</math> ——生铁、废钢、浇冒口和钢屑的碳含量(%)</p> <p><math>Q_{\text{生}}</math>、<math>Q_{\text{废}}</math>、<math>Q_{\text{浇}}</math>、<math>Q_{\text{屑}}</math> ——生铁、废钢、浇冒口和钢屑的加入量(kg)</p> |                                    |                           |                           |   |   |

(续)

若  $w_{C_{平均}}$  超过配料要求, 可适当减少生铁的加入量; 若  $w_{C_{平均}}$  低于配料要求, 可采用电极碎块 (或焦炭粉、无烟煤碎块) 作增碳材料进行增碳。在计算增碳材料加入量时, 可将这些材料的含碳量计为 100%, 加入量 kg 的计算公式如下:

$$Q_{增} = (w_{C_{配}} - w_{C_{平均}}) \times Q_{炉}$$

式中  $Q_{炉}$ ——炉料总重 ( $Q_{铁} + Q_{钢} + Q_{烧嘴} + Q_{碳屑}$ ) (kg)

$w_{C_{配}}$ ——配料要求的平均碳含量 (%)

$w_{C_{平均}}$ ——炉料实际的平均碳含量 (%)

应该指出: 钢屑的碳含量 (即往钢液中带人的碳量) (质量分数), 应根据具体情况作不同的考虑: 对无锈钢屑可按其实际碳含量计算; 对于锈蚀严重的钢屑, 由于它在冶炼过程中实际上是起铁矿石的作用, 不仅不能使钢液增碳, 反而会使其脱碳, 因此不但不考虑其带人的碳, 反而还要补偿其氧化脱碳量 (例如在炉料中每加入 1% 锈蚀钢屑时, 可相应配入 1% 生铁, 以增加碳量)

一般情况下, 取氧化脱碳量 (质量分数) 为 0.25%, 则炉料的平均碳含量如下:

配 料

| 钢 号           |           |           |           |           |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ZG200—400     | ZG230—450 | ZG270—500 | ZG310—570 | ZG340—640 |
| 要求炉料平均碳含量 (%) |           |           |           |           |
| 0.37~0.47     | 0.47~0.57 | 0.57~0.67 | 0.67~0.77 | 0.77~0.87 |

### 3. 控制磷含量和硫含量

为了不致因脱磷和脱硫量过多而延长冶炼时间, 应适当控制炉料的磷、硫含量。为此规定在一般情况下, 炉料的平均含磷量和平均含硫量均应低于 0.06%

通常, 钢液磷含量 (质量分数) 的变化如下:

| 序号 | 时 间   | 脱磷量 (-) 或回磷量 (+)<br>的平均值 (%) | 平均磷含量 (%) |
|----|-------|------------------------------|-----------|
| 1  | 装料时   | —                            | 0.06      |
| 2  | 熔化期中  | -0.02                        | —         |
| 3  | 炉料化清时 | —                            | 0.04      |
| 4  | 氧化期中  | -0.022                       | —         |
| 5  | 出氧化清时 | —                            | 0.018     |
| 6  | 还原期中  | +0.0054                      | —         |
| 7  | 出钢时   | —                            | 0.0234    |

(续)

| 配 料  |            | 4. 控制残留元素含量   |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
|--|------------|---|--|---|--------------|--------------|---------|-------|-------------|---------|-------|-------------|---------|-------|-------------|-----|-----|
|  |            | 对于钢中不希望存在的元素的残留量应控制在规定限量之下。在冶炼铸造碳钢时,为了能准确掌握钢的热处理工艺参数,一般要求钢中常见的几种合金元素(Cr、Mo、Ni、Cu)的残留量总和不大于0.75%;又如当钢中存在有Sn、Pb等成分时,会增大铸件的开裂倾向,因此应予以严格限制。对钢中残留元素的控制,主要是通过对炉料的严格管理及配料时对各种炉料进行适当搭配和核算来达到的 |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 时 间  | 序 号        | 工 序   | 工 艺 要 点  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 熔 化 期  | 1          | 通电熔 化   | 用允许的最大功率通电,熔化炉料  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
|  | 2          | 助 熔   | 推料助熔。熔化后期,加入适量渣料造渣。炉料熔化60%~80%时;可吹氧助熔。熔化末期,可适当减小送电功率   |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
|  | 3          | 取 样, 扒 渣  | 炉料熔清后,充分搅拌钢液,取1号钢样,分析C、P(重要钢种分析C、Mn和P)。应在熔池中心处舀取钢液。如含P高时,可带电放出全部或大部分炉渣或扒渣,出渣后随即加入石灰和氟石造新渣,保持渣量在3%左右<br>炉料熔清后,如钢液碳量不足,氧化期开始前须进行增碳。钢液对几种增碳材料的吸收率如下:  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
|  |            |   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>增碳材料</th> <th>吸收率(%)</th> <th>特 点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>电极碎块</td> <td>70~80</td> <td>含硫较少</td> </tr> <tr> <td>焦炭碎块</td> <td>50~70</td> <td>含硫较多</td> </tr> <tr> <td>无烟煤块</td> <td>50~75</td> <td>含硫较多</td> </tr> <tr> <td>生 铁</td> <td>100</td> <td>采用Z18或L08、L10生铁中磷含量为一级的生铁</td> </tr> </tbody> </table>                        | 增碳材料  | 吸收率(%)       | 特 点          | 电极碎块    | 70~80 | 含硫较少        | 焦炭碎块    | 50~70 | 含硫较多        | 无烟煤块    | 50~75 | 含硫较多        | 生 铁 | 100 |
| 增碳材料   | 吸收率(%)     | 特 点   |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 电极碎块   | 70~80      | 含硫较少  |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 焦炭碎块   | 50~70      | 含硫较多  |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 无烟煤块   | 50~75      | 含硫较多  |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 生 铁  | 100        | 采用Z18或L08、L10生铁中磷含量为一级的生铁   |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 工 艺 要 点  | 4          | 脱 磷   | 脱磷的有利条件是高碱度、氧化性强和流动性良好的炉渣,较大的渣量和较低的温度炉渣的碱度和含氧化铁量对脱磷效果的影响如下:  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
|  |            |   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>碱度 <math>\left(R = \frac{w_{CaO}}{w_{SiO_2}}\right)</math></th> <th>FeO含量(%)</th> <th>氧化期末钢液磷含量(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.5~2.5</td> <td>10~20</td> <td>0.010~0.030</td> </tr> <tr> <td>2.0~3.0</td> <td>20~30</td> <td>0.007~0.020</td> </tr> <tr> <td>2.0~3.0</td> <td>30~40</td> <td>0.004~0.008</td> </tr> </tbody> </table> | 碱度 $\left(R = \frac{w_{CaO}}{w_{SiO_2}}\right)$ | FeO含量(%)     | 氧化期末钢液磷含量(%) | 1.5~2.5 | 10~20 | 0.010~0.030 | 2.0~3.0 | 20~30 | 0.007~0.020 | 2.0~3.0 | 30~40 | 0.004~0.008 |     |     |
|  |            |   | 碱度 $\left(R = \frac{w_{CaO}}{w_{SiO_2}}\right)$  | FeO含量(%)  | 氧化期末钢液磷含量(%) |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
|  |            |   | 1.5~2.5  | 10~20   | 0.010~0.030  |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 2.0~3.0  | 20~30      | 0.007~0.020   |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 2.0~3.0  | 30~40      | 0.004~0.008   |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 为了保证成品钢液的磷含量不超出规格要求,应将氧化期末钢液的含磷量作为扒除氧化渣,开始还原的条件之一。一般情况,钢液含磷量必须比规格含磷量低一半以上,如下:  |            |   |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>钢的等级</th> <th>成品钢液磷含量(%)</th> <th>氧化期末除渣磷(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>普通钢</td> <td>&lt;0.040</td> <td>&lt;0.020</td> </tr> <tr> <td>优质钢</td> <td>&lt;0.035</td> <td>&lt;0.015</td> </tr> <tr> <td>高级优质钢</td> <td>&lt;0.030</td> <td>&lt;0.010</td> </tr> </tbody> </table> |            | 钢的等级  | 成品钢液磷含量(%)   | 氧化期末除渣磷(%)                                      | 普通钢          | <0.040       | <0.020  | 优质钢   | <0.035      | <0.015  | 高级优质钢 | <0.030      | <0.010  |       |             |     |     |
| 钢的等级   | 成品钢液磷含量(%) | 氧化期末除渣磷(%)  |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 普通钢  | <0.040     | <0.020  |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 优质钢  | <0.035     | <0.015  |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 高级优质钢  | <0.030     | <0.010  |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |
| 氧化期(主要技术要求是有效的脱磷、清除钢液中的气体和夹杂物,将碳含量调整到所要求的成分范围和 提高钢液的温度)  |            |   |  |   |              |              |         |       |             |         |       |             |         |       |             |     |     |

(续)


| 时 间  | 序 号                | 工 序       | 工 艺 要 点   |             |             |           |           |                  |                    |           |           |           |           |           |           |      |    |      |       |           |                            |
|--|--------------------|-----------|---|-------------|-------------|-----------|-----------|------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|----|------|-------|-----------|----------------------------|
| 氧化期<br>(主要技术要求是有效的脱磷、清除钢液中的气体和夹杂物,将碳含量调整到所要求的成分范围和提高钢液的温度) | 5                  | 脱碳        | <p>当钢液温度达到 1560℃ 以上时,可进行吹氧脱碳或吹氧—矿石脱碳操作。吹氧压力 0.6~0.8MPa,单独吹氧时,当脱碳量为 0.3% 左右时的耗氧量大约为 <math>4 \sim 6 \text{ m}^3/\text{t}_{\text{钢}}</math>;单独采用矿石脱碳时,1t 钢液脱碳 0.01% 约需矿石 1~1.5kg (对于高碳钢可取下限,低碳钢可取上限);采用吹氧—矿石脱碳时,可根据吹氧与加矿石的比例来确定矿石的实际用量</p> <p>不同脱碳速度下净化钢液的效果,如下:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">脱碳速度</th> <th rowspan="2">钢液沸腾情况</th> <th rowspan="2">效 果</th> </tr> <tr> <th><math>w_C\%/\text{h}</math></th> <th><math>w_C\%/\text{min}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt;0.3</td> <td>&lt;0.005</td> <td>沸腾微弱,气泡较少</td> <td>差</td> </tr> <tr> <td>0.6~1.8</td> <td>0.01~0.03</td> <td>沸腾活跃</td> <td>良好</td> </tr> <tr> <td>&gt;3.0</td> <td>&gt;0.05</td> <td>钢液翻滚(大沸腾)</td> <td>降低钢液温度,促使钢液吸气,或造成钢液从炉门溢出事故</td> </tr> </tbody> </table> | 脱碳速度        |             | 钢液沸腾情况    | 效 果       | $w_C\%/\text{h}$ | $w_C\%/\text{min}$ | <0.3      | <0.005    | 沸腾微弱,气泡较少 | 差         | 0.6~1.8   | 0.01~0.03 | 沸腾活跃 | 良好 | >3.0 | >0.05 | 钢液翻滚(大沸腾) | 降低钢液温度,促使钢液吸气,或造成钢液从炉门溢出事故 |
|  | 脱碳速度               |           | 钢液沸腾情况  | 效 果         |             |           |           |                  |                    |           |           |           |           |           |           |      |    |      |       |           |                            |
| $w_C\%/\text{h}$   | $w_C\%/\text{min}$ |           |   |             |             |           |           |                  |                    |           |           |           |           |           |           |      |    |      |       |           |                            |
| <0.3   | <0.005             | 沸腾微弱,气泡较少 | 差   |             |             |           |           |                  |                    |           |           |           |           |           |           |      |    |      |       |           |                            |
| 0.6~1.8  | 0.01~0.03          | 沸腾活跃      | 良好  |             |             |           |           |                  |                    |           |           |           |           |           |           |      |    |      |       |           |                            |
| >3.0   | >0.05              | 钢液翻滚(大沸腾) | 降低钢液温度,促使钢液吸气,或造成钢液从炉门溢出事故  |             |             |           |           |                  |                    |           |           |           |           |           |           |      |    |      |       |           |                            |
| 工艺要点   | 6                  | 估碳、<br>取样 | <p>估计钢液碳含量降至低于规格下限 0.02%~0.04% 时,停止供氧,充分搅拌钢液,取 2 号钢样,分析 C, P, Mn</p> <p>通常,氧化期末应控制钢液的碳含量适当低于成品钢的碳含量。一般情况下,终点碳的数值可按下式计算:</p> <p>终点碳<sub>(上限)</sub> = 规格碳含量<sub>(中限值)</sub> - 0.07%</p> <p>终点碳<sub>(下限)</sub> = 规格碳含量<sub>(下限)</sub> - 0.08% (对于碳含量大于 0.20% 的钢种)</p> <p>终点碳<sub>(下限)</sub> = 规格碳含量<sub>(下限)</sub> - 0.06% (对于碳含量小于或等于 0.20% 的钢种)</p> <p>或按下表数值控制终点碳:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>钢的规格碳含量 (%)</th> <th>氧化期末终点碳 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.10~0.20</td> <td>0.04~0.09</td> </tr> <tr> <td>0.20~0.30</td> <td>0.12~0.18</td> </tr> <tr> <td>0.30~0.40</td> <td>0.22~0.28</td> </tr> <tr> <td>0.40~0.50</td> <td>0.32~0.38</td> </tr> <tr> <td>0.50~0.60</td> <td>0.42~0.48</td> </tr> </tbody> </table>                              | 钢的规格碳含量 (%) | 氧化期末终点碳 (%) | 0.10~0.20 | 0.04~0.09 | 0.20~0.30        | 0.12~0.18          | 0.30~0.40 | 0.22~0.28 | 0.40~0.50 | 0.32~0.38 | 0.50~0.60 | 0.42~0.48 |      |    |      |       |           |                            |
| 钢的规格碳含量 (%)  | 氧化期末终点碳 (%)        |           |   |             |             |           |           |                  |                    |           |           |           |           |           |           |      |    |      |       |           |                            |
| 0.10~0.20  | 0.04~0.09          |           |   |             |             |           |           |                  |                    |           |           |           |           |           |           |      |    |      |       |           |                            |
| 0.20~0.30  | 0.12~0.18          |           |   |             |             |           |           |                  |                    |           |           |           |           |           |           |      |    |      |       |           |                            |
| 0.30~0.40  | 0.22~0.28          |           |   |             |             |           |           |                  |                    |           |           |           |           |           |           |      |    |      |       |           |                            |
| 0.40~0.50  | 0.32~0.38          |           |   |             |             |           |           |                  |                    |           |           |           |           |           |           |      |    |      |       |           |                            |
| 0.50~0.60  | 0.42~0.48          |           |   |             |             |           |           |                  |                    |           |           |           |           |           |           |      |    |      |       |           |                            |

(续)

| 时 间  | 序 号  | 工 序              | 工 艺 要 点   |  |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
|--|--|------------------|---|--|--------------------------------|------|------------------|--------|----------------------------------|----|------|----|-----|----|-------|-------------------------|--|-------|-------|------------------|------------------------|--|-------|-------|---------------|--|-----|------|--------------------------------|----|-----|-----|----|--|-----|-----|-----|--|------------|--|----------------|-------------|----|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|------------------|-----|-----|--------------------------------|-----|------------------|-----|------------------|----|-------|-------|-----|---------|-----|------|------|------|---|-----|-------|-------|------|------|-----|------|------|-----|-----|
| 氧化期<br>(主要技术<br>要求是有效<br>的脱磷、<br>清除钢液<br>中的气体<br>和夹杂物,<br>将碳含量<br>调整到所<br>要求的成<br>分范围和<br>提高钢液<br>的温度) | 7  | 钢液温<br>度控制       | <p>如氧化末期未控制好,以致钢液碳含量降得过低,可以在扒渣后使钢液增碳。但应限制增碳量:对低、中碳限制在0.10%以内;对高碳钢限制在0.15%以内</p> <p>如氧化末期未控制好,以致钢液碳含量过高时,可扒除大部分氧化渣,在薄渣下吹氧,脱去多余的碳分</p> <p>应该指出:扒渣增碳和薄渣吹氧都是在不得已的情况下采取的补救措施,应尽量避免</p> <p>氧化期结束后要扒除全部氧化渣,并重新造渣,因而要消耗热量,导致钢液降温。为避免还原初期钢液温度过低,要求氧化期末钢液温度比出钢温度高20~30℃,至少应不低于出炉温度</p>  |  |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
|  | 还原期<br>(主要技术<br>要求是有效<br>地脱氧、<br>脱硫,并<br>调整好钢<br>液的化学<br>成分和钢<br>液温度,<br>使之达到<br>出钢要求) | 8                | 扒渣、<br>预脱氧  | <p>氧化期末,当钢液碳含量、磷含量和温度均已达到要求时,可以除渣。钢液面上无炉渣覆盖时,钢液降温很快,因此,首先应在通电条件下放出60%~70%的炉渣,然后升起电极,在停电条件下迅速扒净其余的炉渣</p> <p>除去全部氧化渣(除渣过程中先带电,后停电),加入锰铁,并加入2%~3%渣料(石灰:氟石:耐火砖块=4:1.5:0.2),造稀薄渣预脱氧,但预脱氧加入的锰量不宜过高</p> |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
| 工<br>艺<br>要<br>点   | 9  | 造还原<br>渣脱氧       | <p>稀薄渣形成后,加入还原渣料(冶炼<math>w_C &gt; 0.35\%</math>钢种时造电石渣,<math>w_C \leq 0.35\%</math>钢种时造白渣),恢复通电,进行还原。钢液在良好的还原渣下保持的时间一般不少于20min</p> <p>造还原渣方法及其炉渣成分如下:</p> <table border="1" data-bbox="555 1205 1394 1765"> <thead> <tr> <th colspan="2">炉渣种类</th> <th>白 渣</th> <th>弱电石渣或电石渣</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">造<br/>渣</td> <td rowspan="3">一次加入全部渣料<br/>(kg/t<sub>钢</sub>)</td> <td>石灰</td> <td>8~12</td> </tr> <tr> <td>氟石</td> <td>1~2</td> </tr> <tr> <td>炭粉</td> <td>1.5~2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">加入渣料至形成良好炉渣<br/>所需时间/min</td> <td>10~15</td> <td>15~20</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">调<br/>整<br/>炉<br/>渣</td> <td colspan="2">钢液在良好的炉渣下<br/>还原的时间/min</td> <td>20~30</td> <td>15~25</td> </tr> <tr> <td colspan="2">分批加料的时间间隔/min</td> <td>6~8</td> <td>8~12</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">每批加入渣料<br/>(kg/t<sub>钢</sub>)</td> <td>石灰</td> <td>4~6</td> <td>4~6</td> </tr> <tr> <td>炭粉</td> <td></td> <td>1~2</td> </tr> <tr> <td>硅铁粉</td> <td>2~3</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">最后-批渣料加入时间</td> <td>不晚于出<br/>钢前7min</td> <td>不晚于出钢前12min</td> </tr> </tbody> </table><br><table border="1" data-bbox="555 1765 1394 1989"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉渣</th> <th colspan="9">炉渣成分(%)</th> </tr> <tr> <th>CaO</th> <th>SiO<sub>2</sub></th> <th>MgO</th> <th>FeO</th> <th>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></th> <th>MnO</th> <th>CaF<sub>2</sub></th> <th>CaS</th> <th>CaC<sub>2</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>白渣</td> <td>55~65</td> <td>15~20</td> <td>&lt;10</td> <td>0.7~1.0</td> <td>2~3</td> <td>&lt;0.4</td> <td>5~10</td> <td>&lt;1.5</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>电石渣</td> <td>55~65</td> <td>10~15</td> <td>8~10</td> <td>&lt;0.5</td> <td>2~3</td> <td>&lt;0.3</td> <td>8~10</td> <td>1~2</td> <td>2~5</td> </tr> </tbody> </table> | 炉渣种类   |                                | 白 渣  | 弱电石渣或电石渣         | 造<br>渣 | 一次加入全部渣料<br>(kg/t <sub>钢</sub> ) | 石灰 | 8~12 | 氟石 | 1~2 | 炭粉 | 1.5~2 | 加入渣料至形成良好炉渣<br>所需时间/min |  | 10~15 | 15~20 | 调<br>整<br>炉<br>渣 | 钢液在良好的炉渣下<br>还原的时间/min |  | 20~30 | 15~25 | 分批加料的时间间隔/min |  | 6~8 | 8~12 | 每批加入渣料<br>(kg/t <sub>钢</sub> ) | 石灰 | 4~6 | 4~6 | 炭粉 |  | 1~2 | 硅铁粉 | 2~3 |  | 最后-批渣料加入时间 |  | 不晚于出<br>钢前7min | 不晚于出钢前12min | 炉渣 | 炉渣成分(%) |  |  |  |  |  |  |  |  | CaO | SiO <sub>2</sub> | MgO | FeO | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO | CaF <sub>2</sub> | CaS | CaC <sub>2</sub> | 白渣 | 55~65 | 15~20 | <10 | 0.7~1.0 | 2~3 | <0.4 | 5~10 | <1.5 | — | 电石渣 | 55~65 | 10~15 | 8~10 | <0.5 | 2~3 | <0.3 | 8~10 | 1~2 | 2~5 |
|  | 炉渣种类   |                  | 白 渣   | 弱电石渣或电石渣   |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
| 造<br>渣   | 一次加入全部渣料<br>(kg/t <sub>钢</sub> )   | 石灰               | 8~12  |  |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
|  |  | 氟石               | 1~2   |  |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
|  |  | 炭粉               | 1.5~2   |  |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
| 加入渣料至形成良好炉渣<br>所需时间/min  |  | 10~15            | 15~20   |  |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
| 调<br>整<br>炉<br>渣   | 钢液在良好的炉渣下<br>还原的时间/min   |                  | 20~30   | 15~25  |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
|  | 分批加料的时间间隔/min  |                  | 6~8   | 8~12   |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
|  | 每批加入渣料<br>(kg/t <sub>钢</sub> )   | 石灰               | 4~6   | 4~6  |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
|  |  | 炭粉               |   | 1~2  |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
| 硅铁粉  |  | 2~3              |   |  |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
| 最后-批渣料加入时间   |  | 不晚于出<br>钢前7min   | 不晚于出钢前12min   |  |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
| 炉渣   | 炉渣成分(%)  |                  |   |  |                                |      |                  |        |                                  |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
|  | CaO  | SiO <sub>2</sub> | MgO   | FeO  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO  | CaF <sub>2</sub> | CaS    | CaC <sub>2</sub>                 |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
| 白渣   | 55~65  | 15~20            | <10   | 0.7~1.0  | 2~3                            | <0.4 | 5~10             | <1.5   | —                                |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |
| 电石渣  | 55~65  | 10~15            | 8~10  | <0.5   | 2~3                            | <0.3 | 8~10             | 1~2    | 2~5                              |    |      |    |     |    |       |                         |  |       |       |                  |                        |  |       |       |               |  |     |      |                                |    |     |     |    |  |     |     |     |  |            |  |                |             |    |         |  |  |  |  |  |  |  |  |     |                  |     |     |                                |     |                  |     |                  |    |       |       |     |         |     |      |      |      |   |     |       |       |      |      |     |      |      |     |     |



(续)

| 时 间                      | 序 号          | 工 序   | 工 艺 要 点  |  |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
|--------------------------|--------------|---|--|--|--------------|--|--|--|--|-------------|-------------|--|--|--|--|-------------|-------------|--|--|--|--|-------------|-------------|--|--|--|--|-------------|-------------|--|--|--|--|-------------|-------------|--|--|--|--|----------|---|---|---|----|----|--------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|----------------------|-------|-------|-------|-----------|---------|
| 工 艺 要 点                  | 10           | 脱氧质<br>量检验  | 在用铝进行终脱氧前,应取钢液浇注圆杯试样来判断脱氧情况,如下:  |  |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
|                          |              |   | 试样剖面示意图  |    |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
|                          |              |   | 试样顶面特征   | 凹陷显著      凹陷不显著或不凹陷      凸起  |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
|                          |              |   | 脱氧情况   | 良好      不良      很差   |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
|                          | 11           | 脱硫  | 还原期具备脱硫的有利条件:高的炉温、高碱度和还原性的炉渣。通常,生产上控制炉渣碱度 $R = 3$ 左右,在白渣条件下炉渣中氧化铁含量 $(FeO) \leq 0.8\%$ ,在电石渣条件下炉渣中氧化铁含量 $(FeO) \leq 0.6\%$ ,粘渣层厚度为均匀的 3mm,还原期渣量一般保持为钢液重的 2.5% - 3.5%,如还原期开始时钢液硫含量大于 0.06%时应适当增加渣量  |  |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
|                          |              |   | 12 取样、<br>调整成分   | 充分搅拌钢液,取 3 号钢样,分析 C、Si、Mn、P、S,并取渣样分析当钢液脱氧良好,磷含量、硫含量及碳含量均符合成品钢要求时,即可加入硅铁和锰铁调整钢液的硅含量和锰含量,使之符合成品钢要求<br>应该指出:①钢液的碳含量应在氧化期控制好,应考虑到还原期中钢液增碳的数量,使钢液在还原终了时的碳含量符合成品钢的要求,一般不宜在还原期中人为地增碳;②钢液的硅含量须于出钢前 10min 内调整 |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
|                          |              |   | 13 测温、<br>终脱氧  | 测量钢液温度,要求的出炉温度可由下式求得:<br>出炉温度 = 浇注温度 + 出钢过程降温 + 钢包中停留降温<br>其中,碳钢的浇注温度、出钢过程降温及钢包中停留降温数值可参见下表选用:   |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
|                          |              |   | <table border="1" data-bbox="598 1556 1444 1892"> <thead> <tr> <th>碳钢的规格碳含量 (%)</th> <th colspan="5">碳钢的浇注温度 / °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.10 - 0.20</td> <td colspan="5">1540 - 1560</td> </tr> <tr> <td>0.20 - 0.30</td> <td colspan="5">1530 - 1550</td> </tr> <tr> <td>0.30 - 0.40</td> <td colspan="5">1520 - 1540</td> </tr> <tr> <td>0.40 - 0.50</td> <td colspan="5">1510 - 1530</td> </tr> <tr> <td>0.50 - 0.60</td> <td colspan="5">1500 - 1520</td> </tr> <tr> <td>钢液质量 / t</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>出钢过程降温 / °C<sup>①</sup></td> <td>80 - 100</td> <td>70 - 90</td> <td>60 - 80</td> <td>50 - 70</td> <td>40 - 60</td> </tr> <tr> <td>钢包中降温速度 / (°C / min)</td> <td>4 - 6</td> <td>3 - 4</td> <td>2 - 3</td> <td>1.8 - 2.5</td> <td>1.5 - 2</td> </tr> </tbody> </table> | 碳钢的规格碳含量 (%)   | 碳钢的浇注温度 / °C |  |  |  |  | 0.10 - 0.20 | 1540 - 1560 |  |  |  |  | 0.20 - 0.30 | 1530 - 1550 |  |  |  |  | 0.30 - 0.40 | 1520 - 1540 |  |  |  |  | 0.40 - 0.50 | 1510 - 1530 |  |  |  |  | 0.50 - 0.60 | 1500 - 1520 |  |  |  |  | 钢液质量 / t | 1 | 3 | 5 | 10 | 15 | 出钢过程降温 / °C <sup>①</sup> | 80 - 100 | 70 - 90 | 60 - 80 | 50 - 70 | 40 - 60 | 钢包中降温速度 / (°C / min) | 4 - 6 | 3 - 4 | 2 - 3 | 1.8 - 2.5 | 1.5 - 2 |
|                          | 碳钢的规格碳含量 (%) | 碳钢的浇注温度 / °C  |  |  |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
|                          | 0.10 - 0.20  | 1540 - 1560   |  |  |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
|                          | 0.20 - 0.30  | 1530 - 1550   |  |  |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
|                          | 0.30 - 0.40  | 1520 - 1540   |  |  |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
|                          | 0.40 - 0.50  | 1510 - 1530   |  |  |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
| 0.50 - 0.60              | 1500 - 1520  |   |  |  |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
| 钢液质量 / t                 | 1            | 3   | 5  | 10   | 15           |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
| 出钢过程降温 / °C <sup>①</sup> | 80 - 100     | 70 - 90   | 60 - 80  | 50 - 70  | 40 - 60      |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
| 钢包中降温速度 / (°C / min)     | 4 - 6        | 3 - 4   | 2 - 3  | 1.8 - 2.5  | 1.5 - 2      |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |
|                          |              | ① 出钢过程降温系指在包衬烘烤至暗红(约 700°C)条件下,自钢液出炉时起至注满钢包时为止的钢液温度的降低值 |  |  |              |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |             |             |  |  |  |  |          |   |   |   |    |    |                          |          |         |         |         |         |                      |       |       |       |           |         |

(续)

| 时 间   | 序 号                           | 1. 序                                       | 工 艺 要 点  |             |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
|---|-------------------------------|--|--|-------------|-------------------------------|--|-----------|----------------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 还原期<br>(主要技术要求是有效地脱氧、脱硫,并调整好钢液的化学成分和钢液温度,使之达到出钢要求)  | 13                            | 测温、终脱氧                                     | 在钢液质量为3~5t,出钢后钢液在钢包中静置5min后开始浇注的条件下,钢液出炉温可参见下表:  |             |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
|   |                               |  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>碳钢的规格碳含量(%)</th> <th>出炉温度/℃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.10~0.20</td> <td>1620~1640</td> </tr> <tr> <td>0.20~0.30</td> <td>1610~1630</td> </tr> <tr> <td>0.30~0.40</td> <td>1600~1620</td> </tr> <tr> <td>0.40~0.50</td> <td>1590~1610</td> </tr> <tr> <td>0.50~0.60</td> <td>1580~1600</td> </tr> </tbody> </table> | 碳钢的规格碳含量(%) | 出炉温度/℃                        | 0.10~0.20                                  | 1620~1640 | 0.20~0.30                  | 1610~1630                  | 0.30~0.40 | 1600~1620 | 0.40~0.50 | 1590~1610 | 0.50~0.60 | 1580~1600 |
|   |                               |  | 碳钢的规格碳含量(%)  | 出炉温度/℃      |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
|   |                               |  | 0.10~0.20  | 1620~1640   |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
|   |                               |  | 0.20~0.30  | 1610~1630   |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
|   |                               |  | 0.30~0.40  | 1600~1620   |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
|   |                               |  | 0.40~0.50  | 1590~1610   |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
|   |                               |  | 0.50~0.60  | 1580~1600   |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
|   |                               |  | 应该指出:①炉料熔清时,钢液的温度较低,应在氧化期中提高温度,使钢液在氧化期末的实际温度达到或略高于(高出20~30℃)钢液的出炉温度,②还原期中基本保持冶炼过程在钢液出炉温度条件下进行,如钢液温度稍低,可适当提温,但应避免在氧化期末钢液温度过低,而在还原期大幅度提温   |             |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
|   |                               |  | 当钢液的化学成分符合成品钢要求,并达到了出钢温度时,可加铝进行最后的脱氧(终脱氧)。终脱氧所用的铝量及加铝方法如下:   |             |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">钢 液 用 途</th> <th>加铝量(%钢液重量)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">浇注铸件</td> <td>湿 型</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>干 型</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">浇注钢锭</td> <td>中、低碳钢</td> <td>0.08</td> </tr> <tr> <td>高 碳 钢</td> <td>0.06</td> </tr> </tbody> </table> | 钢 液 用 途                       |  | 加铝量(%钢液重量)   | 浇注铸件        | 湿 型                           | 0.15                                       | 干 型       | 0.10                       | 浇注钢锭                       | 中、低碳钢     | 0.08      | 高 碳 钢     | 0.06      |           |           |
| 钢 液 用 途   |                               | 加铝量(%钢液重量)                                 |  |             |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
| 浇注铸件  | 湿 型                           | 0.15                                       |  |             |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
|   | 干 型                           | 0.10                                       |  |             |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
| 浇注钢锭  | 中、低碳钢                         | 0.08                                       |  |             |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
|   | 高 碳 钢                         | 0.06                                       |  |             |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>加铝方法</th> <th>插 铝</th> <th>冲 铝</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>操 作</td> <td>将铝固定在钢钎的端部,于出钢前2~3min插入钢液,并搅动</td> <td>在出钢过程中,当钢液在钢包内上升至1/4高度时,将铝投在电弧炉的出钢槽上,用钢液冲熔</td> </tr> <tr> <td>特 点</td> <td>方法稍复杂,但能保证铝被钢液熔化和吸收,保证脱氧效果</td> <td>方法简便,但有时铝块会被炉渣包住,因而起不到脱氧作用</td> </tr> </tbody> </table>       | 加铝方法                          | 插 铝  | 冲 铝  | 操 作         | 将铝固定在钢钎的端部,于出钢前2~3min插入钢液,并搅动 | 在出钢过程中,当钢液在钢包内上升至1/4高度时,将铝投在电弧炉的出钢槽上,用钢液冲熔 | 特 点       | 方法稍复杂,但能保证铝被钢液熔化和吸收,保证脱氧效果 | 方法简便,但有时铝块会被炉渣包住,因而起不到脱氧作用 |           |           |           |           |           |           |
| 加铝方法  | 插 铝                           | 冲 铝  |  |             |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
| 操 作   | 将铝固定在钢钎的端部,于出钢前2~3min插入钢液,并搅动 | 在出钢过程中,当钢液在钢包内上升至1/4高度时,将铝投在电弧炉的出钢槽上,用钢液冲熔 |  |             |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
| 特 点   | 方法稍复杂,但能保证铝被钢液熔化和吸收,保证脱氧效果    | 方法简便,但有时铝块会被炉渣包住,因而起不到脱氧作用                 |  |             |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |
| 工 艺 要 点   |                               |  |  |             |                               |  |           |                            |                            |           |           |           |           |           |           |

(续)

| 时 间  | 序 号                 | 工 序   | 工 艺 要 点   |                |  |
|------|---------------------|---|---|----------------|--|
| 出 钢  | 14                  | 出 钢   | 1. 终脱氧后应及时停止供电,准备出钢<br>2. 钢包的耐火材料衬层须经充分干燥,并烘烤至暗红色或红色(700~1000℃)<br>3. 有两种出钢方式:钢渣分出和钢渣混出。两种方法的操作要点及优缺点见下表。对于高级优质钢,应采用钢渣分出的方法 |                |  |
|      |                     |   | 方 法   | 操 作            | 优 缺 点  |
|      |                     |   | 钢渣分出  | 先扒除炉渣,然后再倾倒入钢液 | 出钢时间较长,扒渣操作的劳动条件较差。但由于避免了钢液与炉渣相混的过程,钢液中夹杂物数量较少,钢的质量高 |
| 钢渣混出 | 不扒除炉渣,使炉渣随钢液一起倾入钢包中 | 出钢过程时间较短,免去了扒渣操作。由于扩大了炉渣与钢液间的接触面积,故能起到进一步脱硫作用。但钢渣混出使钢液中夹杂物数量增多,影响钢的质量 |   |                |  |

工艺要点

注:1. 采用碱性电弧炉和氧化法冶炼铸造碳钢。

2. 装料前应先检查炉体、炉盖、冷却系统以及电器设备和机械装置是否正常。如有故障,应先排除故障后再装料。
3. 为保护炉底,减轻加料时炉底受炉料的冲击,并提前造渣脱磷,可在炉底和炉坡处先铺上约占炉料质量2%的石灰,然后再装料。
4. 用开底式装料铺加料时的布料原则是:在料罐底部装一部分小料垫炉底,其上装大块料和中块料,最上部装小块料(及钢屑等碎料);在料罐中对应于炉子高温区的位置装大块料和难熔的炉料;增磷用的电极碎块应装在料罐的下部,以减少在熔化过程中的烧损,保证配碳的准确性。料罐应力求装得紧密,以利于导电和导热。
5. 为避免开始时送电时电弧不稳,电流冲击过大,可在装料后,在炉料上面电极下面部位放焦炭数块。
6. 装料量应与电弧炉变压器的功率相匹配。应避免经常性地大幅度超载装料,以免因延长炼钢时间而降低钢液质量和增加单位电耗( $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}_{\text{钢}}$ )。
7. 成分含量皆指质量分数。

## 配料实例 690

表 2.1-7 ZG200—400 (ZG230—450, ZG270—500, ZG310—570, ZG340—640) 的铸造碳钢配料

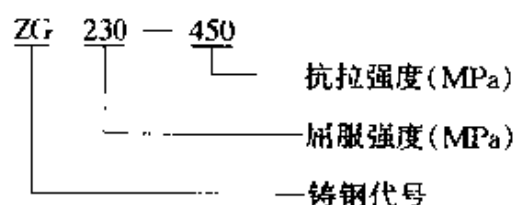
| 钢 号            | ZG200—400   | ZG230—450 | ZG270—500 | ZG310—570   | ZG340—640 |
|----------------|---|-----------|-----------|---|-----------|
| 规格碳含量(%)       | 0.12—0.22   | 0.22—0.32 | 0.32—0.42 | 0.42—0.52   | 0.52—0.62 |
| 规格锰含量(%)       | 0.35—0.65   | 0.50—0.80 | 0.50—0.80 | 0.50—0.80   | 0.50—0.80 |
| 规格硅含量(%)       | 0.20—0.45   |           |           |   |           |
| 规格硫磷含量<br>≤(%) | 高级铸钢 0.03<br>优质铸钢 0.035<br>普通铸钢 0.04  |           |           |   |           |
| 配 料            | 1. 炉料主要由废钢、浇冒口及废钢件、钢屑和生铁组成<br>2. 炉料平均碳含量应比钢的规格成分下限高 0.2%—0.3% (即氧化脱碳量为 0.2%—0.3%), 炉料的平均磷含量一般应不超过 0.06%, 炉料的平均硫含量一般应不超过 0.05% |           |           |   |           |
| 工 艺 要 点        | 熔 化 期   | 1         | 通电熔化      | 开始通电时供给 60% 左右的功率, 待电流冲击停止后, 逐渐将功率增至最大值   |           |
|                |   | 2         | 捣料助熔      | 随着坩埚下部炉料熔化, 随时注意捣料, 防止“搭桥”, 并继续添加炉料   |           |
|                |   | 3         | 造 渣       | 大部分炉料熔化后, 加入造渣材料(石灰粉: 氟石粉 = 2:1) 造渣覆盖钢液, 造渣材料加入量为 1%—1.5%                                     |           |
|                |   | 4         | 取样扒渣      | 约 95% 的炉料熔清时, 取 1 号钢样, 分析 C、P, 并将其余 5% 的炉料加入炉内。炉料熔清后, 将功率降至 40%—60%, 倾炉扒除全部炉渣, 并加入渣料重新造渣      |           |
|                | 氧 化 期   | 5         | 氧化脱碳      | 钢液化学成分(包括氧化脱碳量)符合要求, 钢液温度达到 1570℃ 以上时, 进行氧化脱碳操作。脱碳可用吹氧法或矿石法                                   |           |
|                |   | 6         | 估碳、取样     | 估计钢液碳含量达到规格成分的下限, 停止供氧, 取 2 号钢样, 进行全分析  |           |
|                | 还 原 期   | 7         | 脱 氧       | 渣料化清后, 往炉渣面上加脱氧剂(石灰粉: 碳粉 = 2:1) 进行扩散脱氧。脱氧过程中可用石灰粉和氟石粉调整炉液粘度, 使炉渣具有良好的流动性                      |           |
|                |   | 8         | 调整成分      | 根据钢样的分析结果, 调整钢液成分, 其中硅含量应在出钢前 10min 内调整   |           |
|                |   | 9         | 测温, 作圆环试样 | 测量钢液温度, 并作圆杯试样, 检查钢液的脱氧情况   |           |
|                | 出 钢   | 10        | 终脱氧出钢     | 钢液温度达到出炉温度(参见铸件配料手册表 2.2-12), 杯试样收缩良好时, 插铝 0.8kg/t <sub>钢</sub> 进行终脱氧, 插铝后 2—3min 内, 停电、倾炉、出钢 |           |

注: 1. 采用碱性感应电炉和氧化法冶炼。

- 合理布料原则是: 在坩埚底部加小块料, 在小块料上加铁合金, 上面加中块料。坩埚边缘部位加大块料, 并在大块料的缝隙中填塞小块料。炉料应装得紧, 以利于透磁和导电。
- 对于大容量的感应电炉, 特别是在连续生产的条件下, 适宜于采用料斗装料。料斗用钢板焊制而成, 其形状与尺寸应与坩埚内补的轮廓一致。预先装好炉料。料斗随炉料一同装入坩埚内, 一起被熔化。这种加料方法能提高电炉的利用率, 并改善加料操作的条件。
- 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 2. ZG230—450 的铸造碳钢配料 (配料实例 691~702)

ZG230—450 的主要含义如下:



对于起重机械等类铸件的 ZG230—450 的铸造碳钢配料, 可查配料实例 691~配料实例 702 或表 2.1-8~表 2.1-15 以及表 2.1-16~表 2.1-18。

**配料实例 691**      **表 2.1-8 ZG230—450 的铸造碳钢配料**

|            |  |          |       |       |       |       |       |
|------------|--|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称       | 配重块 (起重机械类德国产 LR1250 型履带式起重机零件)  |          |       |       |       |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 1504mm×1360mm, 主要壁厚 440mm, 铸件毛重 5076kg, 要求铸件本体平整无变形, 重量偏差 ±3%。采用有机脂水玻璃白硬砂造型, 铸件需经退火处理<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG230—450。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ , 屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 230\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 22\%$ |          |       |       |       |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C: 0.20~0.30, Si: 0.17~0.37, Mn: 0.50~0.80, P: $\leq 0.035$ , S: $\leq 0.035$  |          |       |       |       |       |       |
| <b>配 料</b> |  |          |       |       |       |       |       |
| 材料名称       | 炉料成分 (%)   |          |       |       |       |       |       |
|            | C  | Si       | Mn    | P     | S     |       |       |
| 废 钢        | 0.18   | 0.32     | 0.68  | 0.030 | 0.026 |       |       |
| 回炉料        | 0.38   | 0.45     | 0.75  | 0.035 | 0.028 |       |       |
| 生 铁        | 3.76   | 1.15     | 0.62  | 0.18  | 0.05  |       |       |
| 高碳锰铁       | 7.00   | 2.50     | 70.00 | 0.35  | 0.030 |       |       |
| 硅 铁        | 0.10   | 75.00    | 0.50  | 0.04  | 0.02  |       |       |
| 材料名称       | 配料比例 (%)   | 配料成分 (%) |       |       |       |       | 配料/kg |
|            |  | C        | Si    | Mn    | P     | S     |       |
| 废 钢        | 50   | 0.09     | 0.16  | 0.34  | 0.015 | 0.013 | 5000  |
| 回炉料        | 40   | 0.152    | 0.18  | 0.30  | 0.014 | 0.011 | 4000  |
| 生 铁        | 10   | 0.376    | 0.115 | 0.062 | 0.018 | 0.005 | 1000  |

(续)

| 材料名称 | 配料比例 (%) | 配料成分 (%) |       |        |        |        | 配料/kg |
|------|----------|----------|-------|--------|--------|--------|-------|
|      |          | C        | Si    | Mn     | P      | S      |       |
| 高碳锰铁 | 0.4      | 0.028    | 0.01  | 0.28   | 0.001  |        | 40    |
| 硅 铁  | 0.8      | 0.001    | 0.60  | 0.004  |        |        | 80    |
| 合 计  |          | 0.647    | 1.065 | 0.982  | 0.048  | 0.029  |       |
| 元素增减 |          | -0.360   | -0.62 | -0.246 | -0.023 | -0.010 |       |
| 成 品  |          | 0.287    | 0.445 | 0.736  | 0.025  | 0.019  |       |

炉前操作

## 一、熔化期

1. 用允许的最大功率通电熔化炉料，当炉料熔化 60%~70% 时，吹氧助熔，另加石灰，灰石提前造渣
2. 炉料基本熔清时，充分搅拌钢液，取 1 号钢样分析 C、P、S

## 二、氧化期

1. 炉料全部熔清后吹氧脱碳，脱碳速度保持在每 min 0.015%，并且倾炉沸腾流渣，估碳在中上限时，停止吹氧，静沸腾 5~10min，为防止回磷应及时补加石灰以提高炉渣的碱度，氧化末期总渣量应控制在 4%~5%
2. 当达到终点碳，加入 0.1%~0.15% 硅铁预脱氧，加锰铁，充分搅拌钢液，取 2 号钢样全分析
3. 测量钢液温度，要求出钢温度 1600~1620℃，作圆杯试样，检验钢液脱氧情况

## 三、出钢、浇注

1. 当钢液温度、化学成分、脱氧情况符合要求时，停止供电，升高电极，出钢时钢渣混出。剩余硅铁随钢流加入包中
2. 钢液出炉后在钢包中镇静 5min 后浇注

注：1. 采用 HGX—5 型三相碱性电弧炉单渣法快速熔炼。

2. 配料应保证脱碳量 0.30%~0.45%，炉料平均含磷量应控制在 0.06% 以下。铁合金应烘烤至暗红色，渣料应烘干除去水分。
3. 炉前检测：勤观察炉况变化，用化学分析法与直读式光谱仪分析钢的化学成分，炉前浇注圆杯试样检查脱氧情况，用热电偶测温仪测量钢液温度，出钢温度 1600~1620℃，浇注温度 1510~1520℃。
4. 力学性能检测结果：经退火后，抗拉强度  $\sigma_b$  480MPa，屈服强度  $\sigma_{0.2}$  260MPa，断后伸长率  $\delta_5$  25%。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 692 表 2.1-9 ZG230—450 的铸造碳钢配料

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | <p>在技术操作规程中规定了 ZG230—450 的铸造碳钢，在成品钢中的含量 (%) 为：C0.2~0.3, Mn0.6~0.8，并且还指出了在采用碱性电弧炉氧化法冶炼时碳与锰在氧化期的烧失量各为 0.3~0.4，试求出炉料中所需的碳含量和锰含量？</p>   |
| 配料计算 | <p>设还原期内加入钢液中的锰为 0.5% (以锰铁的形式加入，其锰含量为 80%，碳含量为 7%)，锰的烧失量约为 20%，所需锰量 (质量分数) 为：</p> $\frac{0.5\% \times 100}{80\%} = \text{钢液重量的 } 0.63\%$ <p>锰铁带入钢中的碳量为：</p> $0.63\% \times 7\% = 0.04\%$ <p>设钢液由白渣和电极所增加的碳为 0.03% (每小时)，那么炉料中的碳含量应在下列范围之内：</p> $(0.2\% \sim 0.3\%) - 0.04\% - 0.03\% + (0.3\% \sim 0.4\%) + (0.1\% \sim 0.2\%) = 0.53\% \sim 0.83\%$ <p>最后采用的平均碳含量等于 0.7%</p> <p>设氧化末期的锰含量平均为 0.2%，那么，炉料中的锰含量将在下列范围之内：</p> $0.2\% + (0.3\% \sim 0.4\%) + (0.3\% \sim 0.4\%) = 0.8\% \sim 1.0\%$ <p>最后采用的平均锰含量等于 0.9%</p> <p>可见，炉料中所得的碳和锰的含量较高</p> |

注：成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 693 表 2.1-10 ZG230—450 的铸造碳钢配料

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | <p>在配料实例 692 中已算出 ZG230—450 的铸造碳钢在碱性电弧炉中采用氧化法冶炼时炉料中的碳含量平均应为 0.7% 左右 (0.53%~0.83% 的范围)，锰含量平均为 0.9% 左右 (0.8%~1.0% 的范围)，试求出炉料的组成？</p>  |
| 配料计算 | <p>在这种碳含量与锰含量高的情况下，一般应该采用数量占 90% 的中碳钢废钢与含碳质量分数 0.4% 和含锰质量分数 0.6% 的中碳钢车间回炉料，而炼钢生铁数量应占 10% (其中高炉锰铁占 1%<sup>①</sup>)</p> <p>此时炉料中的平均碳含量为：</p> $90\% \times 0.4\% + 9\% \times 4.0\% + 1\% \times 5.0\% = 0.77\%$ <p>平均锰含量为：</p> $90\% \times 0.6\% + 9\% \times 2.0\% + 1\% \times 15.0\% = 0.87\%$ <p>很明显，在这种情况下，根据所得出的碳含量，可以将炼钢生铁的数量减少 1.5%~2.0%，但这样却减少了锰含量，所以，同时应将高炉锰铁数量增加 0.5%，这样一来，炉料将由 91.5% 的废钢和车间回炉料，7% 的炼钢生铁与 1.5% 的高炉锰铁组成</p> <p>最后炉料中的平均碳含量等于：</p> $91.5\% \times 0.4\% + 7\% \times 4.0\% + 1.5\% \times 5.0\% = 0.72\%$ <p>平均锰含量等于：</p> $91.5\% \times 0.6\% + 7\% \times 2.0\% + 1.5\% \times 15.0\% = 0.91\%$ <p>可见，炉料中所得的结果完全符合需要的数字</p> |

注：成分含量和配料比例皆指质量分数。

① 高炉锰铁中的碳含量应为 5%，锰含量应为 15%。

配料实例 694 表 2.1-11 ZG230—450 的铸造碳钢配料

|      |  |
|------|--|
| 问题提出 | 在配料实例 693 中所算出的炉料重量如下：废钢和车间回炉料为 91.5%，炼钢生铁为 7%，高炉锰铁为 1.5%<br>现在如何按照配料实例 693 中所计算的炉料来算磷、硫和硅的平均含量？   |
| 配料计算 | <p>设这些炉料中的磷、硫和硅的含量如下：废钢中的磷含量为 0.7%，车间回炉料中的磷含量为 0.04%，炼钢生铁中的磷含量为 0.18%，高炉锰铁中的磷含量为 0.19%；废钢中的硫含量为 0.06%，车间回炉料中的硫含量为 0.03%，炼钢生铁中的硫含量为 0.05%，高炉锰铁中的硫含量为 0.03%；废钢和车间回炉料中的硅含量为 0.3%，炼钢生铁中的硅含量为 1.2%，高炉锰铁中的硅含量为 1.5%</p> <p>如果炉料中的车间回炉料加入量为 40%，在这种情况下，则炉料中的平均磷含量等于：</p> $51.5\% \times 0.07\% + 40\% \times 0.04\% + 7\% \times 0.18\% + 1.5\% \times 0.19\% = 0.067\%$ <p>炉料中的平均硫含量等于：</p> $51.5\% \times 0.06\% + 40\% \times 0.03\% + 7\% \times 0.05\% + 1.5\% \times 0.03\% = 0.047\%$ <p>炉料中的平均硅含量等于：</p> $91.5\% \times 0.3\% + 7\% \times 1.2\% + 1.5\% \times 1.5\% = 0.38\%$ |

注：1. 如在碱性电弧炉内采用氧化法进行冶炼时，表中算出的这三种元素在炉料中的平均含量便是标准含量。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 695 表 2.1-12 ZG230—450 的铸造碳钢配料

|      |  |
|------|--|
| 问题提出 | 采用碱性电弧炉和氧化法冶炼 ZG230—450 的铸造碳钢时，如果在氧化期末期，钢液中含锰 0.25%，并含有硅的痕迹，而在成品钢中的需要锰含量为 0.5%—0.7%，硅含量 0.25%—0.35%，同时往还原渣中加入占钢液质量 0.3% 的含硅 75% 的硅铁，其余的硅铁（含硅 45%）与全部锰铁待扒出氧化渣后再加入，试求出每吨钢液中需要加入的锰铁和硅铁量？  |
| 配料计算 | <p>锰铁的数量（当其中含锰 75% 时）是根据钢中的平均锰含量（在本例中为 0.6%）来计算的</p> <p>设锰铁的回收率为 75%，则锰铁的需要量等于钢液质量的：</p> $\frac{0.60\% - 0.25\%}{75\% \times 75\%} = 0.62\%$ <p>或每吨钢液中需要加入 6.2kg 的含锰 75% 的锰铁量</p> <p>加入炉渣的硅铁使钢液中的含硅量增加：</p> $0.3\% \times 75\% \times 45\% = 0.10\%$ <p>式中设硅铁中的含硅量为 75%，而硅的回收率为 45%</p> <p>这样一来，块状硅铁应带入的硅（以成品钢中平均硅含量为 0.30% 计算）</p> $0.30\% - 0.10\% = 0.20\%$ <p>为此，加入含硅 45% 的硅铁量（当其回收率为 65% 时）应为钢液质量的：</p> $\frac{0.35\%}{45\% \times 65\%} = 0.69\%$ <p>或每吨钢液中需要加入 6.9kg 的含硅 45% 的硅铁量</p> |

注：1. 采用碱性电弧炉和氧化冶炼时：  
还原期临开始时的硅含量实际上等于零，因此，应当往钢液和炉渣内加硅铁以保证硅含量。当往钢渣中加入大量的合金附加物（如铬铁）时，也应计算其中的硅含量。假若合金钢中须大量加硅时，则应在出钢前 10—15min 将硅铁加于已脱氧的钢液中。

还原期临开始时的锰含量可由分析在扒氧化渣之前所取的试样来确定。附加锰铁可使锰含量达到必要的数值。如果锰的加入是作合金之用，那么锰铁应在钢液部分脱氧之后加入。锰铁和硅铁中的锰硅回收率见表 2.1-13。

表 2.1-13 锰铁和硅铁中的锰硅回收率

| 补加时间          | 硅回收率 (%) | 锰回收率 (%) |
|---------------|----------|----------|
| 除去氧化渣以后加入     | 60—70    | 70—80    |
| 在出钢前加入已脱氧的钢液内 | 85—90    | 90—95    |

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 696~698 表 2.1-14 ZG230—450 的铸造碳钢配料

| 序号       | 钢号        | 钢的类别  | 炉料中元素的含量 (%) |         | 配料比例 (%) |       |                |      |
|----------|-----------|-------|--------------|---------|----------|-------|----------------|------|
|          |           |       | C            | Mn      | 车间回炉料    | 废钢    | 炼钢生铁           | 高炉锰铁 |
| 配料实例 696 | ZG230—450 | 普通质量钢 | 0.4~0.5      | 0.6~0.7 | 40~50    | 55~45 | 5 <sup>①</sup> | —    |
| 配料实例 697 |           | 高质量钢  | 0.5~0.6      | 0.7~0.8 | 30~40    | 63~53 | 7 <sup>②</sup> | —    |
| 配料实例 698 |           | 特殊质量钢 | 0.6~0.7      | 0.8~0.9 | 20~30    | 70~60 | 9              | 1    |

注：1. 如果采用碱性电弧炉和氧化法冶炼浇注铸钢作用的碳钢，则在配料时为了便于计算，可采用表中的近似方法。本表列举了根据下列情况算出来的炉料组成（质量分数）：①车间回炉料中的碳含量相当于成品钢中的平均碳含量，废钢中的碳含量等于0.3%，炼钢生铁中的碳含量等于4%，高炉锰铁中的碳含量等于5%；②车间回炉料和废钢的锰含量为0.6%，炼钢生铁的锰含量为2%，高炉锰铁的锰含量为15%；③在熔化期内碳的平均烧失量为0.1%，锰的平均烧失量为0.3%；④在氧化期内对特殊质量钢来说，碳的烧失量为0.4%，锰的烧失量为0.3%~0.4%；对于高质量钢来说，碳的烧失量为0.3%，锰的烧失量为0.2%~0.3%；对于普通质量钢来说，碳的烧失量为0.2%，锰的烧失量为0.1%~0.2%；⑤在还原期内由炉渣、电极和锰铁所增加的碳含量为0.05%~0.10%，而由于加入了锰铁所增加的锰含量为0.4%~0.6%。

2. 假如采用碳含量（质量分数）高于0.3%的废钢，则生铁的数量可以减少，但不得低于5%~6%，因为炉料中加有生铁对钢的质量有着良好的影响。

3. 除碳和锰以外，其他元素（通常为硫、磷、有对为硅、铬）的含量可根据炉料的重量组成和配料中各种材料的化学成分的进行核对。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

① 可以用电极屑或焦炭来代替，其计算方法是以质量分数0.1%的电极屑或焦炭来代替1.5%的生铁。

② 可以用电极屑或焦炭来代替近一半的炼钢生铁，即以质量分数0.1%的电极屑或焦炭来代替1.5%的生铁。

配料实例 699 表 2.1-15 ZG230—450 的铸造碳钢配料

| 铸件名称     | 钻座   |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
|----------|--|-------|-------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|--------|--------|
| 钢号       | 铸造碳钢 ZG230—450   |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
| 规格成分 (%) | C0.22~0.32, Si0.17~0.37, Mn0.50~0.80, P<0.035, S≤0.035 |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
| 配 料      |  |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
| 炉料名称     | 炉料成分 (%)   |       |       |       |       | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |        |
|          | C  | Si    | Mn    | P     | S     |          | C          | Si    | Mn    | P      | S      |
| 废钢       | 0.20   | 0.26  | 0.58  | 0.035 | 0.035 | 45       | 0.09       | 0.12  | 0.26  | 0.016  | 0.016  |
| 回炉料      | 0.30   | 0.35  | 0.75  | 0.035 | 0.025 | 45       | 0.14       | 0.16  | 0.34  | 0.016  | 0.011  |
| 生铁       | 3.70   | 1.15  | 0.60  | 0.18  | 0.05  | 10       | 0.37       | 0.12  | 0.06  | 0.018  | 0.005  |
| 高碳锰铁     | 7.00   | 2.00  | 75.00 | 0.38  | 0.03  | 0.2      | 0.01       | 0.01  | 0.15  | 0      | 0      |
| 硅 铁      | 0.10   | 75.00 | 0.50  | 0.04  | 0.02  | 0.6      | 0          | 0.45  | 0     | 0      | 0      |
| 合 计      |  |       |       |       |       |          | 0.61       | 0.86  | 0.81  | 0.050  | 0.032  |
| 元素增减     |  |       |       |       |       |          | -0.35      | -0.60 | -0.20 | -0.024 | -0.010 |

(续)

| 材料名称 | 炉料成分 (%)             |    |    |   |   | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |      |       |       |   |
|------|----------------------|----|----|---|---|----------|------------|------|-------|-------|---|
|      | C                    | Si | Mn | P | S |          | C          | Si   | Mn    | P     | S |
| 成 品  |                      |    |    |   |   | 0.26     | 0.26       | 0.61 | 0.026 | 0.022 |   |
| 工艺要求 | 可参见配料实例 689 或表 2.1-6 |    |    |   |   |          |            |      |       |       |   |

- 注: 1. 采用碱性电弧炉和氧化法冶炼  
 2. 成分含量和配料比例皆指质量分数  
 3. 其他注可参见表 2.1-6 注。

配料实例 700、701 表 2.1-16 ZG230—450 的铸造碳钢配料

| 序 号      | 钢 号       | 钢的类别  | 炉料中元素的含量 (%) |      | 配 料 比 例 (%) |       |      |
|----------|-----------|-------|--------------|------|-------------|-------|------|
|          |           |       | C            | Mn   | 车间回炉料       | 废钢    | 炼钢生铁 |
| 配料实例 700 | ZG230—450 | 普通质量钢 | 0.4          | 0.65 | 40~50       | 57~47 | 3    |
| 配料实例 701 |           | 高质量钢  | 0.5          | 0.65 | 30~40       | 65~55 | 5    |

- 注: 1. 采用酸性电弧炉和氧化法冶炼铸造碳钢。  
 2. 炉料的准备: 大小块度的炉料应适当搭配, 炉料的最长尺寸应不超过电弧炉炉径的 1/3。废铸件及浇冒口上附着的耐火砖块及粘砂须去除, 并应尽量少用生锈严重的炉料。  
 3. 炉料碳含量 (质量分数): 应使熔清碳含量比所炼钢种的规格碳含量 (中值) 高 0.10%~0.20% (矿石脱碳), 或 0.26%~0.35% (吹氧脱碳), 以使钢液在氧化期中沸腾和升温。为了增碳的需要, 可在炉料中配入电极碎块、焦炭屑、白煤块或炼钢生铁 (酸性法炼钢中, 一般不使用铸造生铁, 因锰含量高, 在炼钢中生成的氧化锰呈碱性, 将会影响炉渣的酸度及氧化性)。这几种增碳材料的碳收得率见表 2.1-17

表 2.1-17 各种增碳材料的碳收得率

| 材料名称 | 加入条件  | 碳收得率 (%) |
|------|-------|----------|
| 电极碎块 | 装料时加入 | 70~80    |
| 焦炭屑  | 装料时加入 | 40~50    |
| 白煤块  | 装料时加入 | 50~70    |
| 炼钢生铁 | 装料时加入 | 90~95    |
| 炼钢生铁 | 加入钢液中 | 100      |

4. 炉料磷含量和硫含量 (质量分数): 酸性电弧炉炼钢过程中不能脱磷和脱硫, 故炉料的平均磷含量及平均硫含量均相应低于成品钢的规格成分要求。考虑到还原期中加入的铁合金 (特别是锰铁) 会带入一些磷的成分, 故炉料的磷含量应比成品钢规格要求低 0.005%~0.01%。  
 5. 本表配料 (质量分数), 在下列情况下除外:  
 ① 炉料中不加高炉锰铁。  
 ② 在熔化时期碳的烧损量为 0.1%, 锰的烧损量为 0.3%~0.4%。  
 ③ 熔炼高质量钢时, 氧化期内碳的烧损量为 0.25%, 锰的烧损量为 0.15%~0.20%; 而在熔炼普通质量钢时, 碳的烧损量为 0.15%, 锰的烧损量为 0.10%~0.15%。  
 ④ 在还原时期由于电极、炉渣、锰铁的关系而使含碳量增加 0.1%, 不管炼什么钢, 如果加入锰铁就会使锰含量增加 0.45%~0.60%。  
 6. 如同在碱性电弧炉内进行冶炼一样, 假如采用碳含量大于  $w_c 0.3\%$  的废钢, 则生铁数量可以相应地减少。  
 7. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

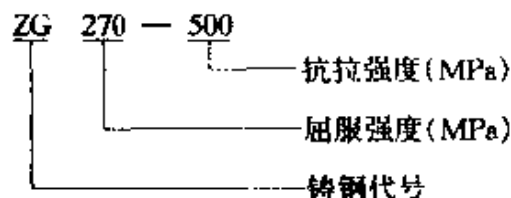
配料实例 702 表 2.1-18 ZG230—450 的铸造碳钢配料

| 铸件名称     | 轴承盖  |       |       |      |      |          |            |       |       |        |        |
|----------|--|-------|-------|------|------|----------|------------|-------|-------|--------|--------|
| 钢 号      | 铸造碳钢 ZG230—450   |       |       |      |      |          |            |       |       |        |        |
| 规格成分 (%) | C: 0.22 - 0.32, Si: 0.20 - 0.45, Mn: 0.50 - 0.80, P ≤ 0.04, S ≤ 0.04 |       |       |      |      |          |            |       |       |        |        |
| 配 料      |  |       |       |      |      |          |            |       |       |        |        |
| 材料名称     | 炉料成分 (%)   |       |       |      |      | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |        |
|          | C  | Si    | Mn    | P    | S    |          | C          | Si    | Mn    | P      | S      |
| 废钢       | 0.20   | 0.31  | 0.51  | 0.05 | 0.05 | 50       | 0.10       | 0.16  | 0.26  | 0.025  | 0.025  |
| 回炉料      | 0.30   | 0.32  | 0.56  | 0.05 | 0.05 | 40       | 0.12       | 0.13  | 0.22  | 0.020  | 0.020  |
| 生铁       | 3.76   | 1.11  | 0.58  | 0.17 | 0.05 | 10       | 0.38       | 0.11  | 0.06  | 0.017  | 0.005  |
| 75% 锰铁   | 1.50   | 2.00  | 75.00 | 0.30 | 0.02 | 0.4      | 0          | 0     | 0.30  | 0      | 0      |
| 75% 硅铁   | 0.10   | 75.00 | 0.50  | 0.04 | 0.02 | 0.6      | 0          | 0.45  | 0     | 0      | 0      |
| 合 计      |  |       |       |      |      |          | 0.60       | 0.85  | 0.84  | 0.062  | 0.050  |
| 元素烧损     |  |       |       |      |      |          | -0.30      | -0.58 | -0.18 | -0.024 | -0.010 |
| 成 品      |  |       |       |      |      |          | 0.30       | 0.27  | 0.66  | 0.038  | 0.040  |
| 工艺要点     | 可参见配料实例 690 或表 2.1-7   |       |       |      |      |          |            |       |       |        |        |

- 注：1. 采用碱性感应电炉和氧化法冶炼。  
 2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 3. 其他注可参见表 2.1-7 注。

### 3. ZG270—500 的铸造碳钢配料 (配料实例 703 ~ 718)

ZG270—500 的主要含义如下：



对于煤矿机械、石油机械、中型载重汽车等类铸件的 ZG270—500 的铸造碳钢配料，可查配料实例 703 ~ 配料实例 718 或表 2.1-19 ~ 表 2.1-36 以及表 2.1-6 和表 2.1-7。

配料实例 703 表 2.1-19 ZG270—500 的铸造碳钢配料

|   |  |                  |                  |   |
|---|--|------------------|------------------|---|
| 铸件名称  | 托架 (煤矿机械类 2.5t 防爆电机车零件)  |                  |                  |   |
| 铸件特点  | 铸件轮廓尺寸 185mm×88mm×97mm, 为双层板状件, 主要壁厚 10mm 左右。铸件毛重 12.5kg。铸件要求时效处理<br>造型方法: 精密铸造<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG270—500 $\sigma_s \geq 270\text{MPa}$ , $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$ , $\geq 147\text{HBS}$ |                  |                  |   |
| 合金成分控制 (%)  | C0.32~0.42, Si0.20~0.45, Mn0.50~0.80, S, P $\leq$ 0.05   |                  |                  |   |
| 配料及原材料  | 熔炉   | 出钢温度/℃           | 浇注温度/℃           | 备注  |
| 配料比例 (%)<br>废钢余量,<br>浇冒口及废铸件<br>35~50,<br>Z15 生铁 < 15<br>原材料 (%)<br>Si75<br>Mn2<br>RE | 3t<br>三相<br>电弧<br>炉或<br>0.5t<br>工频<br>感应<br>加热<br>电炉   | 热电偶<br>1590~1610 | 热电偶<br>1410~1440 | 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 工频感应加热电炉, 酸性炉衬<br>2. 出钢前 7~10min, 注意调整 S、Mn 及加入 RE<br>3. 成分含量和配料比皆指质量分数<br>4. 本配料还适用于各种型号的电机车中要求铸造碳钢 ZG270—500 的机架、联轴节、运输机械中的杆件、夹具件等铸件 |

配料实例 704 表 2.1-20 ZG270—500

|   |  |                  |                  |   |
|---|--|------------------|------------------|---|
| 铸件名称  | 右旋叉子 (煤矿机械类 2.5t 防爆电机车零件)  |                  |                  |   |
| 铸件特点  | 铸件轮廓尺寸 45mm×166mm, 为双板状叉形结构, 双板壁薄而长, 主要壁厚 10mm。铸件毛重 1.2kg, 属小型铸钢件。铸件要求时效处理<br>造型方法: 精密铸造<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG270—500, $\sigma_s \geq 270\text{MPa}$ , $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$ , $\geq 147\text{HBS}$ |                  |                  |   |
| 合金成分控制 (%)  | C0.32~0.42, Si0.20~0.45, Mn0.50~0.80, S, P $\leq$ 0.05   |                  |                  |   |
| 配料及原材料  | 熔炉   | 出钢温度/℃           | 浇注温度/℃           | 备注  |
| 配料比例 (%)<br>废钢余量,<br>浇冒口及废铸件<br>35~50,<br>Z15 生铁 < 15<br>原材料 (%)<br>Si75<br>Mn2<br>RE | 3t<br>三相<br>电弧<br>炉或<br>0.5t<br>工频<br>感应<br>加热<br>电炉   | 热电偶<br>1590~1610 | 热电偶<br>1410~1440 | 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 工频感应加热电炉, 酸性炉衬<br>2. 出钢前 7~10min, 注意调整 Si、Mn 及加入 RE<br>3. 成分含量和配料比例皆指质量分数<br>4. 本配料还适用于各种型号的电机车中要求铸造碳钢 ZG270—500 的机架、联轴节、运输机械中的杆件等铸件 |

配料实例 705 表 2.1-21 ZG270—500 的铸造碳钢配料

|   |   |                  |                  |   |
|---|---|------------------|------------------|---|
| 铸件名称  | 联轴节 (煤矿机械类 2.5t 防爆电机车零件)  |                  |                  |   |
| 铸件特点  | 铸件轮廓尺寸 $\phi 168\text{mm} \times 100\text{mm}$ , 为板轮状上有三个凸台, 最大壁厚 50mm, 最薄壁厚 10mm。铸件毛重 4.6kg。铸件要求时效处理<br>造型方法: 精密铸造<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG270—500, $\sigma_s \geq 270\text{MPa}$ , $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$ , $\geq 147\text{HBS}$ |                  |                  |   |
| 合金成分控制 (%)  | C0.32~0.42, Si0.20~0.45, Mn0.50~0.80, P, S $\leq$ 0.05  |                  |                  |   |
| 配料及原材料  | 熔炉  | 出钢温度/℃           | 浇注温度/℃           | 备注  |
| 配料比例 (%)<br>废钢余量,<br>浇冒口及废铸件<br>35~50,<br>Z15 生铁 < 15<br>原材料 (%)<br>Si75<br>Mn2<br>RE | 3t<br>三相<br>电弧<br>炉或<br>0.5t<br>工频<br>感应<br>加热<br>电炉  | 热电偶<br>1590~1610 | 热电偶<br>1410~1440 | 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 工频感应加热电炉, 酸性炉衬<br>2. 出钢前 7~10min, 注意调整 Si, Mn 及加入 RE<br>3. 成分含量和配料比例皆指质量分数<br>4. 本配料还适用于各种型号电机车中要求铸造碳钢 ZG270—500 的各种形状机件及运转件 |

配料实例 706 表 2.1-22 ZG270—500 的铸造碳钢配料

|   |  |                  |                  |  |
|---|--|------------------|------------------|--|
| 铸件名称  | 夹钳外壳 (煤矿机械类 GYTS 型运载机零件)   |                  |                  |  |
| 铸件特点  | 铸件轮廓尺寸 82mm $\times$ 74mm, 为薄壁壳形件, 内腔窄而深, 主要壁厚 5mm, 属小型铸钢件<br>造型方法: 精密铸造<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG270—500, $\sigma_s \geq 270\text{MPa}$ , $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$ , $\geq 147\text{HBS}$ |                  |                  |  |
| 合金成分控制 (%)  | C0.32~0.42, Si0.20~0.45, Mn0.5~0.8, S, P $\leq$ 0.05   |                  |                  |  |
| 配料及原材料  | 熔炉   | 出钢温度/℃           | 浇注温度/℃           | 备注   |
| 配料比例 (%)<br>废钢余量,<br>浇冒口及废铸件<br>35~50,<br>Z15 生铁 < 15<br>原材料 (%)<br>Si75<br>Mn2<br>RE | 3t<br>三相<br>电弧<br>炉或<br>0.5t<br>工频<br>感应<br>加热<br>电炉   | 热电偶<br>1590~1610 | 热电偶<br>1410~1440 | 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 工频感应加热电炉, 酸性炉衬<br>2. 出钢前 7~10min, 注意调整 Si, Mn 及加入 RE<br>3. 成分含量和配料比例皆指质量分数<br>4. 本配料还适用于各种型号的电机车中要求铸造碳钢 ZG270—500 的机架、联轴节, 运载机械中的杆件, 夹具件等铸件 |

配料实例 707 表 2.1-23 ZG270—500 的铸造碳钢配料

|   |   |                      |                      |  |
|---|---|----------------------|----------------------|--|
| 铸件名称  | 阻尼链片 (煤矿机械类 GYTS 型运载机零件)  |                      |                      |  |
| 铸件特点  | 铸件轮廓尺寸 140mm×80mm×10mm, 为双层薄板件, 主要壁厚 10mm, 属小型铸钢件, 铸件毛重 0.5kg, 铸件要求时效处理<br>造型方法: 精密铸造<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG270—500, $\sigma_s \geq 270\text{MPa}$ , $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$ , $\geq 147\text{HBS}$ |                      |                      |  |
| 合金成分控制 (%)  | C0.32~0.42, Si0.20~0.45, Mn0.50~0.80, P, S $\leq$ 0.05  |                      |                      |  |
| 配料及原材料  | 熔炉  | 出钢温度/℃               | 浇注温度/℃               | 备注   |
| 配料比例 (%)<br>废钢余量,<br>浇冒口及废铸件<br>30~40,<br>Z15 生铁 < 15<br>原材料 (%)<br>Si75<br>Mn2<br>RE | 3t<br>三相<br>电弧<br>炉或<br>0.5t<br>工频<br>感应<br>加热<br>电炉  | 热电偶<br><br>1570~1590 | 热电偶<br><br>1390~1420 | 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 工频感应加热电炉, 酸性炉衬<br>2. 出钢前 7~10min, 注意调整 Si、Mn 及加入 RE<br>3. 成分含量和配料比例皆指质量分数<br>4. 本配料还适用于要求铸造碳钢 ZG270—500 的各种型号电机车中的机架、联轴节和运载机中的杆件、火具件等 |

配料实例 708 表 2.1-24 ZG270—500 的铸造碳钢配料

|                  |  |      |      |      |      |       |
|------------------|--|------|------|------|------|-------|
| 铸件名称             | 吊座体 (石油机械类安装于修井机上的大钩总成零件)  |      |      |      |      |       |
| 铸件特点             | 铸件轮廓尺寸 $\phi 320\text{mm} \times 320\text{mm}$ , 为带有中孔近似于圆柱体的结构, 平均厚度 35mm, 毛坯重 250kg, 内孔、上、下端面去除金属, 进行加工, 是游动大钩承力连接装置, 承受垂直力, 冲击性大, 采用水玻璃硅砂, 吹 $\text{CO}_2$ 硬化。铸件需正火处理<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG270—500 |      |      |      |      |       |
| 合金成分控制 (%)       | C0.32~0.42, Si0.2~0.45, Mn0.5~0.8, P, S $\leq$ 0.05  |      |      |      |      |       |
| 配 料              |  |      |      |      |      |       |
| 炉 料              | 炉 料 成 分 (%)  |      |      |      |      |       |
|                  | C  | Si   | Mn   | P    | S    | Si-Fe |
| 废钢               | 0.42   | 0.33 | 0.51 | 0.05 | 0.05 |       |
| 浇冒口废件            | 0.40   | 0.34 | 0.55 | 0.05 | 0.05 |       |
| 钢屑               | 0.15   | 0.27 | 0.55 | 0.06 | 0.05 |       |
| 生铁               | 3.72   | 1.05 | 0.60 | 0.18 | 0.05 |       |
| 造渣料<br>铁矿石<br>吹氧 | CaO 等  |      |      |      |      |       |

(续)

| 炉料                     | 炉料成分 (%)                          |                |              |                |                |                |   |
|------------------------|-----------------------------------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|---|
|                        | C                                 | Si             | Mn           | P              | S              | Si-Fe          |   |
| 硅铁<br>铁矿石<br>吹氧        |                                   |                |              |                |                | 75             |   |
| 锰铁<br>造新渣<br>还原剂<br>硅铁 | 7.0<br>C粉                         | 2.0            | 75           | 0.3            | 0.02           | 75             |   |
| 铝<br>成品                |                                   |                |              |                |                |                |   |
| 炉料                     | 配料比例 (%)                          | 配料计算成分 (%)     |              |                |                |                | 说明  |
|                        |                                   | C              | Si           | Mn             | P              | S              |   |
| 废钢                     | 45                                | 0.189          | 0.149        | 0.23           | 0.023          | 0.023          | 装料 2800kg, 其中:<br>废钢: 1260kg<br>浇冒口、废件: 980kg<br>钢屑 280kg<br>生铁 280kg   |
| 浇冒口废件                  | 35                                | 0.14           | 0.119        | 0.193          | 0.018          | 0.018          |   |
| 钢屑                     | 10                                | 0.015          | 0.027        | 0.055          | 0.006          | 0.005          |   |
| 生铁                     | 10                                | 0.372          | 0.105        | 0.06           | 0.018          | 0.005          |   |
| 计                      |                                   | 0.716          | 0.40         | 0.54           | 0.065          | 0.05           |   |
| 造渣料<br>铁矿石<br>吹氧       | 1.2<br>少许<br>至全熔                  |                |              |                |                |                | CaO 少许熔化, 造渣、去 P<br>熔化后期助熔  |
| 硅铁<br>铁矿石<br>吹氧        | 0.35<br>10<br>0.3~0.4             |                | 0.26         |                | 0.045          |                | 氧化, 分析 C、Mn、P<br>C: 0.25%, Mn: 0.25%,<br>P: 0.023%<br>进入渣中或者进入<br>大气或氧化   |
|                        |                                   | -0.45          | -0.66        | -0.27          | -0.023         |                |   |
| 计                      |                                   | 0.27           |              | 0.27           | 0.022          | 0.05           |   |
| 锰铁<br>造新渣<br>还原剂<br>硅铁 | 0.5<br>计<br>3<br>0.2<br>0.35<br>计 | 0.035<br>0.305 | 0.01<br>0.01 | 0.338<br>0.608 | 0.002<br>0.022 | 0.025<br>0.025 | 去氧化渣, 还原, 造新渣<br>(CaO:CaF <sub>2</sub> :SiO <sub>2</sub> = 4:1.5<br>:0.2) 加锰铁<br>分析 C、Mn、P、S<br>C: 0.33%, Mn: 0.59%<br>P: 0.024%, S: 0.027% |
|                        |                                   | 0.31           | 0.30         | 0.61           | 0.022          | 0.025          |   |

(续)

| 炉料      | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |      |      |       |       | 说明               |
|---------|-------------|-----------|------|------|-------|-------|------------------|
|         |             | C         | Si   | Mn   | P     | S     |                  |
| 铝<br>成品 | 0.1<br>结果   | 0.33      | 0.30 | 0.66 | 0.031 | 0.033 | 终脱氧,出钢<br>终化验,成品 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: HGX-1.5型三相碱性电弧炉, 氧化法冶炼。  
 2. 原材料用本厂废钢、浇冒口及废铸钢件、钢屑, 配碳用通化钢铁公司生铁, 铁合金用通化和吉林两铁合金厂的铁合金产品; 造渣料、氧化剂、还原剂均来自本市厂、矿。  
 3. 炉前, 碱性炉衬, 氧化法冶炼, 用吹氧、矿石法, 冶炼过程中即用肉眼观察, 掌握炉况, 又有炉前化验相配合, 从而使钢液、炉渣成分和温度在各个时期均达到要求, 最后进行终脱氧, 出钢, 浇注。  
 4. 检测结果:  
 力学性能: 正火后,  $\sigma_b$  465MPa, 138HBS。  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 6. 本配料还适用于石油机械中要求铸造碳钢 ZG270—500 的其他铸件, 如被动盘、被动体、连接盘、大、小链轮体、连杆上、下接头、猫头等。

### 配料实例 709 表 2.1-25 ZG270—500 的铸造碳钢配料

|           |  |        |       |      |      |
|-----------|--|--------|-------|------|------|
| 铸件名称      | 链轮—备胎升降器 (中型载重汽车类中卡零件)   |        |       |      |      |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 96\text{mm} \times 46\text{mm}$ , 铸件毛重 0.704kg, 铸件有 17 个均布的内齿, 最薄处为 4mm, 铸件要有足够的强度、刚度和硬度, 铸件表面粗糙度应达到 $R_a 12.5\mu\text{m}$ 以下, 铸件尺寸精度应达到国标 CT6—CT7 级, 采用熔模精铸工艺方法生产<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG270—500。抗拉强度 $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$ , 屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 270\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 18\%$ , 冲击韧度 $a_K \geq 3.5\text{J}/\text{cm}^2$ |        |       |      |      |
| 合金成分控制(%) | $C \leq 0.40$ , $Si \leq 0.50$ , $Mn \leq 0.90$ , $P, S \leq 0.04$   |        |       |      |      |
| 配 料       |  |        |       |      |      |
| 炉料名称      | 45# 废钢   | 20# 废钢 | 回炉料   | Si75 | 锰铁   |
| 配料比例(%)   | 62.5   | 18.75  | 18.75 | 炉前调整 | 炉前调整 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 中频感应加热电炉, 熔化率为 0.5t/h, 炉内碳烧损率 5%—15%、锰烧损率 10%—20%。  
 2. 对炉料块度要求: 废钢: 圆钢: 直径  $\leq 60\text{mm}$ , 长度  $\leq 400\text{mm}$ ,  
 直径  $> 60\text{mm}$ , 长度  $\leq 200\text{mm}$ 。  
 方钢: 边长  $\leq 50\text{mm}$ , 长度  $\leq 400\text{mm}$ ,  
 边长  $> 50\text{mm}$ , 长度  $< 200\text{mm}$ 。  
 边角余料: 面积  $< (160 \times 160)\text{mm}^2$ , 厚度 3—20mm。  
 不规则形状废钢  $< (120 \times 120 \times 120)\text{mm}$ 。脱氧剂块度: 10—25mm。  
 3. 配料比例 (质量分数) 计算:

$$X = \frac{G \cdot K - B}{E}$$

$$K = \frac{K_{\text{液}}}{1 - r}$$

式中 X——需补加的合金重量;  
 G——炉料重量;  
 B——各种炉料代人元素的总重量;  
 E——合金的元素含量(%)  
 K——元素的计算成分(%)  
 $K_{\text{液}}$ ——钢液中的元素成分(%)  
 r——元素的烧损率(%)。

4. 根据炉前报告, 调整成分, 并脱氧。脱氧剂加入时温度: 小铸件 1570—1590℃; 大铸件 1550—1570℃。  
 合金加入顺序: 锰铁—硅铁—铝—硅钙。  
 5. 钢液化学成分(%): C 0.34—0.40, Si 0.25—0.40, Mn 0.55—0.75, P  $\leq 0.03$ , S  $\leq 0.03$ 。  
 6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 710~712 表 2.1-26 ZG270—500 的铸造碳钢配料

| 序号       | 钢号        | 钢的类别  | 炉料中元素的含量 (%) |         | 配料比例 (%) |       |                 |      |
|----------|-----------|-------|--------------|---------|----------|-------|-----------------|------|
|          |           |       | C            | Mn      | 车间回炉料    | 废钢    | 炼钢生铁            | 高炉锰铁 |
| 配料实例 710 | ZG270—500 | 普通质量钢 | 0.6—0.70     | 0.6—0.7 | 40—50    | 52—42 | 8 <sup>1</sup>  | —    |
| 配料实例 711 |           | 高质量钢  | 0.7—0.80     | 0.7—0.8 | 30—40    | 60—50 | 10 <sup>2</sup> | —    |
| 配料实例 712 |           | 特殊质量钢 | 0.8—0.90     | 0.8—0.9 | 20—30    | 67—57 | 12              | 1    |

注：1. 如果采用碱性电弧炉和氧化法冶炼浇注铸钢件用的碳钢，则在配料时为了便于计算，可采用表中的近似方法。本表列举了根据下列情况算出来的炉料组成：①车间回炉料中的碳含量相当于成品钢中的平均碳含量，废钢中的碳含量等于 0.3%，炼钢生铁的碳含量等于 4%，高炉锰铁中的碳含量等于 5%；②车间回炉料和废钢的锰含量为 0.6%，炼钢生铁的锰含量为 2%，高炉锰铁的锰含量为 15%；③在熔化期内碳的平均烧失量为 0.1%，锰的平均烧失量为 0.3%；④在氧化期内对特殊质量钢来说，碳的烧失量为 0.4%，锰的烧失量为 0.3%~0.4%；对于高质量钢来说，碳的烧失量为 0.3%，锰的烧失量为 0.1%~0.2%；⑤在还原期内由炉渣、电极和锰铁所增加的碳含量为 0.05%~0.10%，而由于加入了锰铁所增加的锰含量为 0.4%~0.6%。

- 假如采用碳含量（质量分数）高于 0.3% 的废钢，则生铁的数量可以减少，但不得低于 5%~6%，因为炉料中加有生铁对钢的质量有着良好的影响。
- 除碳和锰以外，其他元素（通常为硫、磷，有时为硅、铝）的含量可根据炉料的重量组成和配料中各种材料的化学成分的资料来进行核对。
- 成分含量和配料比例皆指质量分数。
  - 可以用电极屑或焦炭来代替，其计算方法是以质量分数 0.1% 的电极屑或焦炭来代替 1.5% 的生铁。
  - 可以用电极屑或焦炭来代替近一半的炼钢生铁，即以质量分数 0.1% 的电极屑或焦炭来代替 1.5% 的生铁。

配料实例 713 表 2.1-27 ZG270—500 的铸造碳钢配料

| 铸件名称     | 机架（轧钢机）  |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
|----------|--|-------|-------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|--------|--------|
| 钢号       | 铸造碳钢 ZG270—500   |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
| 规格成分 (%) | C0.32—0.42, Si0.20—0.45, Mn0.50—0.80, P≤0.040, S≤0.040 |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
| 配 料      |  |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
| 炉料名称     | 炉料成分 (%)   |       |       |       |       | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |        |
|          | C  | Si    | Mn    | P     | S     |          | C          | Si    | Mn    | P      | S      |
| 废钢       | 0.20   | 0.26  | 0.58  | 0.035 | 0.035 | 50       | 0.10       | 0.13  | 0.29  | 0.018  | 0.018  |
| 回炉料      | 0.40   | 0.34  | 0.55  | 0.040 | 0.035 | 40       | 0.16       | 0.14  | 0.22  | 0.016  | 0.014  |
| 生铁       | 3.80   | 1.05  | 0.60  | 0.18  | 0.05  | 10       | 0.38       | 0.11  | 0.06  | 0.018  | 0.005  |
| 75% 锰铁   | 1.50   | 2.00  | 75.00 | 0.30  | 0.02  | 0.4      | 0          | 0     | 0.30  | 0      | 0      |
| 75% 硅铁   | 0.10   | 75.00 | 0.50  | 0.04  | 0.02  | 0.8      | 0          | 0.60  | 0     | 0      | 0      |
| 合 计      |  |       |       |       |       |          | 0.64       | 0.98  | 0.87  | 0.052  | 0.037  |
| 元素增减     |  |       |       |       |       |          | -0.29      | -0.62 | -0.22 | -0.024 | -0.010 |

(续)

|      |                      | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       |
|------|----------------------|------------|------|------|-------|-------|
|      |                      | C          | Si   | Mn   | P     | S     |
| 成 品  |                      | 0.35       | 0.36 | 0.65 | 0.028 | 0.027 |
| 工艺要点 | 可参见配料实例 689 或表 2.1-6 |            |      |      |       |       |

- 注：1. 采用碱性电弧炉和氧化法冶炼。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
3. 其他注可参见表 2.1-6 注

配料实例 714、715 表 2.1-28 ZG270—500 的铸造碳钢配料

| 序 号      | 钢 号       | 钢的类别  | 炉料中元素的含量 (%) |      | 配 料 比 例 (%) |       |      |
|----------|-----------|-------|--------------|------|-------------|-------|------|
|          |           |       | C            | Mn   | 车间回炉料       | 废钢    | 炼钢生铁 |
| 配料实例 714 | ZG270—500 | 普通质量钢 | 0.5          | 0.65 | 40~50       | 55~45 | 5    |
| 配料实例 715 |           | 高质量钢  | 0.6          | 0.70 | 30~40       | 62~52 | 8    |

- 注：1. 采用酸性电弧炉和氧化法冶炼铸造碳钢。  
2. 炉料的准备：大小块度的炉料应适当搭配，炉料的最长尺寸应不超过电弧炉炉径的 1/3。废铸及浇冒口上附着的耐火砖块及粘砂须去除，并尽量少用生锈严重的炉料。  
3. 炉料碳含量：应使熔清碳含量比所炼钢种的规格碳含量（中值）高 0.10%~0.20%（矿石脱碳），或 0.26%~0.35%（吹氧脱碳），以使钢液在氧化期中沸腾和升温。为了增碳的需要，可在炉料中配入电极碎块、焦炭屑、白煤块或炼钢生铁（酸性法炼钢中，一般不使用铸造生铁，因锰含量高，在炼钢中生成的氧化锰呈碱性，将会影响炉渣的酸度及氧化性）。这几种增碳材料的碳收得率见表 2.1-29。

表 2.1-29 各种增碳材料的收得率

| 材料名称 | 加入条件  | 碳收得率 (%) |
|------|-------|----------|
| 电极碎块 | 装料时加入 | 70~80    |
| 焦炭屑  | 装料时加入 | 40~50    |
| 白煤块  | 装料时加入 | 50~70    |
| 炼钢生铁 | 装料时加入 | 90~95    |
| 炼钢生铁 | 加入钢液中 | 100      |

4. 炉料磷含量和硫含量：酸性电弧炉炼钢过程中不能脱磷和脱硫，故炉料的平均磷含量及平均硫含量均相应低于成品钢的规格成分要求。考虑到还原期中加入的铁合金（特别是锰铁）会带来一些磷的成分，故炉料的磷含量应比成品钢规格要求低 0.005%~0.01%。  
5. 本配料，在下列情况下除外：  
① 炉料中不加高炉锰铁。  
② 在熔化时期碳的烧损量为 0.1%，锰的烧损量为 0.15%~0.4%。  
③ 熔炼高质量钢时，氧化期内碳的烧损量为 0.25%、锰的烧损量为 0.15%~0.20%；而在熔炼普通质量钢时，碳的烧损量为 0.15%，锰的烧损量为 0.10%~0.15%。  
④ 在还原时期由于电极、炉渣、锰铁的关系而使碳含量增加 0.1%；不管什么钢，如果加入锰铁就会使锰含量增加 0.45%~0.60%。  
6. 如同在碱性电弧炉内进行冶炼一样，假如采用碳含量大于 0.3% 的废钢，则生铁数量可以相应地减少。  
7. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 716 表 2.1-30 ZG270—500 的铸造碳钢配料

| 铸件名称     | 轴承座  |       |       |       |       |          |            |       |       |       |        |
|----------|--|-------|-------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 钢 号      | 铸造碳钢 ZG270—500   |       |       |       |       |          |            |       |       |       |        |
| 规格成分 (%) | C0.32~0.42, Si0.20~0.45, Mn0.50~0.80, P≤0.040, S≤0.040 |       |       |       |       |          |            |       |       |       |        |
| 配 料      |  |       |       |       |       |          |            |       |       |       |        |
| 炉料名称     | 炉 料 成 分 (%)  |       |       |       |       | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|          | C  | Si    | Mn    | P     | S     |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 废钢       | 0.18   | 0.32  | 0.68  | 0.030 | 0.026 | 45       | 0.08       | 0.14  | 0.31  | 0.014 | 0.012  |
| 回炉料      | 0.38   | 0.45  | 0.75  | 0.035 | 0.028 | 45       | 0.17       | 0.20  | 0.34  | 0.016 | 0.013  |
| 生铁       | 3.76   | 1.15  | 0.62  | 0.18  | 0.05  | 10       | 0.38       | 0.12  | 0.06  | 0.018 | 0.005  |
| 75% 锰铁   | 1.50   | 2.00  | 75.00 | 0.30  | 0.02  | 0.3      | 0          | 0     | 0.23  | 0     | 0      |
| 75% 硅铁   | 0.10   | 75.00 | 0.50  | 0.04  | 0.02  | 0.6      | 0          | 0.45  | 0     | 0     | 0      |
| 合 计      |  |       |       |       |       |          | 0.63       | 0.91  | 0.94  | 0.048 | 0.030  |
| 元素烧损     |  |       |       |       |       |          | -0.29      | -0.60 | -0.22 | -0.02 | -0.010 |
| 成 品      |  |       |       |       |       |          | 0.34       | 0.31  | 0.72  | 0.028 | 0.020  |
| 1. 艺要点   | 可参见配料实例 690 或表 2.1-7                                   |       |       |       |       |          |            |       |       |       |        |

- 注：1. 采用碱性感应电炉和氧化法冶炼。  
 2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 3. 其他注可参见表 2.1-7 注。

配料实例 717 表 2.1-31 ZG270—500 的铸造碳钢配料

| 问题提出 | 试计算碱性平炉冶炼碳钢 ZG270—500 的炉料配比?  |
|------|---|
| 配料计算 | <p>计算如下：</p> <p>①确定炉料碳含量：</p> <p>计算时，装料和熔化时的烧损量取 <math>w_{C1} = 0.38\%</math> 绝对值</p> <p>确定沸腾期碳的烧损（带放渣操作的沸腾时间为 2h，平均脱碳速度 <math>v = 0.006\%/min</math>）：</p> $w_{C2} = vt = 0.006 \times 120 = 0.72\%$ <p>钢的平均碳含量：</p> $w_{C3} = \frac{0.31 + 0.39}{2} = 0.35\%$ <p>炉料碳含量：</p> $\sum w_C = w_{C1} + w_{C2} + w_{C3} = 0.38\% + 0.72\% + 0.35\% = 1.45\%$ |

(续)

|      |  |
|------|--|
| 配料计算 | ②确定废钢料的平均碳含量:  |
|      | $b = \frac{xw_C + yw_C + zw_C}{100}$ $= \frac{60 \times 0.1 + 30 \times 0.3 + 10 \times 0.5}{100} = 0.2\%$ |
|      | ③确定炉料中生铁的含量:   |
|      | $x = \frac{100(\Sigma w_C - b)}{3.8 - b} = \frac{100(1.45 - 0.2)}{3.8 - 0.2} = 34.7$                       |
|      | ④确定炉料锰含量, 验算炉料锰含量:   |
|      | $w_{Mn} = 0.4 + \frac{a(b - 0.4)}{100} = 0.4 + \frac{34.7(1.8 - 0.4)}{100}$ $= 0.888$                      |
|      | 结果证明这个锰量对除硫来说是足够的。   |
|      | ⑤计算炉料中的硅, 验算炉料硅含量:   |
|      | $w_{Si} = 0.1 + \frac{a(b - 0.1)}{100} = 0.1 + \frac{34.7(1.3 - 0.1)}{100}$ $= 0.51\%$                     |
|      | 结果说明炉料中的硅没有超过正常含量。   |
|      | ⑥计算石灰石装入量:   |
|      | $x = 2.1 + \frac{a(b - 0.16)}{13} = 2.1 + \frac{34.7(1.3 - 0.16)}{13}$ $= 5.14$                            |
|      | 因此, 根据公式确定的炉料配比 (质量分数) 如下 (%):   |
|      | 炼钢生铁 ..... 约 35  |
|      | 废钢料 ..... 约 65   |
|      | 石灰石 ..... 约 5.2  |

注: 1. 采用碱性平炉和废钢法冶炼。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

**配料实例 718 表 2.1-32 ZG270—500 的铸造碳钢配料**

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | 试用查表法计算碱性平炉冶炼碳钢 ZG270—500 的炉料配比?  |
| 配料计算 | <p>查表计算如下:</p> <p>①炉料中生铁量的计算: 按表 2.1-33 可查出, 当废钢料的碳含量 (质量分数) 为 0.2% 时, 熔炼碳钢 ZG270—500 (钢的碳含量 (质量分数) 0.35%) 的炉料须含生铁 34.7%</p> <p>②检查炉料的锰含量: 根据表 2.1-34 可查出, 当炉料中装入含锰 <math>w_{Mn}</math> 1.8% 的生铁 34.7% 时, 炉料锰含量约为 0.88%</p> |

(续)

|      |  |
|------|--|
| 配料计算 | ③检查炉料的硅含量：由表 2.1-35 可查出，当炉料中装入含硅 $w_{Si}1.3\%$ 的生铁 34.7% 时，炉料约含硅 $w_{Si}0.51\%$ ，并没有超出限额 |
|      | ④确定石灰石装入量：根据表 2.1-36 可查出，当炉料中装入含硅 $w_{Si}1.3\%$ 的生铁 34.7% 时，装料中须加入近 5.2% 的石灰石            |
|      | 因此，根据查表所确定的炉料组成（质量分数）如下：   |
|      | 炼钢生铁 ..... 约 35%   |
|      | 废钢料 ..... 约 65%  |
|      | 石灰石 ..... 约 5.2%   |

注：采用碱性平炉和废钢法冶炼。

表 2.1-33 依废钢碳含量和所炼钢种而定的炉料中生铁的含量（质量分数）

| 钢的碳含量 (%) | 炉料平均碳含量 (%) | 废钢的平均碳含量 (%) |      |      |      |      |      |      |
|-----------|-------------|--------------|------|------|------|------|------|------|
|           |             | 0.20         | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | 0.45 | 0.50 |
| 0.10      | 1.20        | 28.0         | 26.8 | 25.7 | 24.7 | 23.5 | 22.4 | 21.2 |
| 0.15      | 1.25        | 29.1         | 28.2 | 27.1 | 26.1 | 25.0 | 23.9 | 22.7 |
| 0.20      | 1.30        | 30.5         | 29.6 | 28.6 | 27.5 | 26.5 | 25.4 | 24.2 |
| 0.25      | 1.35        | 32.0         | 31.0 | 30.0 | 29.0 | 27.9 | 26.9 | 25.8 |
| 0.30      | 1.40        | 33.3         | 32.4 | 31.4 | 30.4 | 29.4 | 28.4 | 27.3 |
| 0.35      | 1.45        | 34.7         | 33.8 | 32.8 | 31.9 | 30.9 | 29.8 | 28.8 |
| 0.40      | 1.50        | 36.0         | 35.2 | 34.3 | 33.3 | 32.3 | 31.3 | 30.3 |
| 0.45      | 1.55        | 37.5         | 36.6 | 35.7 | 34.8 | 33.8 | 32.8 | 31.8 |
| 0.50      | 1.60        | 38.8         | 38.0 | 37.0 | 36.2 | 35.3 | 34.3 | 33.3 |
| 0.55      | 1.65        | 40.3         | 39.4 | 38.5 | 37.7 | 36.7 | 35.8 | 34.8 |
| 0.60      | 1.70        | 41.8         | 40.8 | 40.0 | 39.1 | 38.2 | 37.3 | 36.4 |
| 0.65      | 1.75        | 43.0         | 42.3 | 41.0 | 40.6 | 39.7 | 38.8 | 37.9 |
| 0.70      | 1.80        | 44.4         | 43.7 | 43.0 | 42.0 | 41.2 | 40.3 | 39.4 |
| 0.75      | 1.85        | 45.8         | 45.0 | 44.5 | 43.5 | 42.7 | 41.8 | 40.9 |
| 0.80      | 1.90        | 47.1         | 46.5 | 45.7 | 45.0 | 44.1 | 43.3 | 42.4 |
| 0.85      | 1.95        | 48.6         | 47.9 | 47.1 | 46.3 | 45.6 | 44.8 | 43.9 |
| 0.90      | 2.00        | 50.0         | 49.3 | 48.6 | 47.8 | 47.0 | 46.3 | 45.5 |
| 0.95      | 2.05        | 51.4         | 50.7 | 50.0 | 49.3 | 48.5 | 47.7 | 47.0 |
| 1.00      | 2.10        | 52.1         | 52.1 | 51.4 | 50.7 | 50.0 | 49.2 | 48.5 |

表 2.1-34 依炉料中的生铁含量和生铁中的锰含量而定的炉料锰含量

| 生铁锰含量<br>(%) | 炉料中生铁的含量 (%) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|              | 15           | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   |
| 1.0          | 0.49         | 0.52 | 0.55 | 0.58 | 0.61 | 0.64 | 0.67 | 0.70 | 0.73 | 0.76 |
| 1.2          | 0.52         | 0.56 | 0.60 | 0.64 | 0.68 | 0.72 | 0.76 | 0.80 | 0.84 | 0.88 |
| 1.4          | 0.55         | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.82 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 1.00 |
| 1.6          | 0.58         | 0.64 | 0.70 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1.00 | 1.06 | 1.12 |
| 1.8          | 0.61         | 0.68 | 0.75 | 0.82 | 0.89 | 0.96 | 1.13 | 1.10 | 1.17 | 1.24 |
| 2.0          | 0.64         | 0.72 | 0.80 | 0.88 | 0.96 | 1.04 | 1.12 | 1.20 | 1.28 | 1.36 |
| 2.2          | 0.67         | 0.76 | 0.85 | 0.94 | 1.03 | 1.12 | 1.21 | 1.30 | 1.39 | 1.48 |
| 2.4          | 0.70         | 0.80 | 0.90 | 1.00 | 1.10 | 1.20 | 1.30 | 1.40 | 1.50 | 1.60 |
| 2.6          | 0.73         | 0.84 | 0.95 | 1.06 | 1.27 | 1.28 | 1.30 | 1.50 | 1.60 | 1.72 |
| 2.8          | 0.76         | 0.88 | 1.00 | 1.12 | 1.24 | 1.36 | 1.48 | 1.60 | 1.72 | 1.84 |
| 3.0          | 0.79         | 0.92 | 1.05 | 1.18 | 1.31 | 1.44 | 1.57 | 1.70 | 1.83 | 1.96 |
| 炉料中废铁含量 (%)  | 35           | 80   | 75   | 70   | 65   | 60   | 55   | 50   | 45   | 40   |

注：1. 含有 1.0~1.2%  $w_{Mn}$  的正常炉料成分用粗的梯形线隔开。在线以上是低锰含量和必须补加高炉锰铁或高锰钢废料的炉料，而线以下的是高锰炉料。

2. 成分含量皆指质量分数。

表 2.1-35 依炉料中的生铁含量和生铁中的硅含量而定的炉料硅含量

| 生铁中的硅含量<br>(%) | 炉料中生铁的含量 (%) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | 15           | 20    | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50    | 55    | 60    |
| 0.5            | 0.160        | 0.180 | 0.200 | 0.220 | 0.240 | 0.260 | 0.280 | 0.300 | 0.320 | 0.340 |
| 0.6            | 0.175        | 0.200 | 0.225 | 0.250 | 0.275 | 0.300 | 0.325 | 0.350 | 0.375 | 0.400 |
| 0.7            | 0.190        | 0.220 | 0.250 | 0.280 | 0.310 | 0.340 | 0.370 | 0.400 | 0.430 | 0.460 |
| 0.8            | 0.205        | 0.240 | 0.275 | 0.310 | 0.345 | 0.380 | 0.415 | 0.450 | 0.485 | 0.520 |
| 0.9            | 0.220        | 0.260 | 0.300 | 0.340 | 0.380 | 0.420 | 0.460 | 0.500 | 0.540 | 0.580 |
| 1.0            | 0.235        | 0.280 | 0.325 | 0.370 | 0.415 | 0.460 | 0.505 | 0.550 | 0.595 | 0.640 |
| 1.1            | 0.250        | 0.300 | 0.350 | 0.400 | 0.450 | 0.500 | 0.550 | 0.600 | 0.650 | 0.700 |
| 1.2            | 0.265        | 0.320 | 0.375 | 0.430 | 0.485 | 0.540 | 0.595 | 0.650 | 0.705 | 0.760 |
| 1.3            | 0.280        | 0.340 | 0.400 | 0.460 | 0.520 | 0.580 | 0.640 | 0.700 | 0.760 | 0.820 |
| 1.4            | 0.295        | 0.360 | 0.425 | 0.490 | 0.555 | 0.620 | 0.685 | 0.750 | 0.815 | 0.880 |
| 1.5            | 0.310        | 0.380 | 0.450 | 0.520 | 0.590 | 0.660 | 0.730 | 0.800 | 0.870 | 0.940 |
| 1.6            | 0.325        | 0.400 | 0.475 | 0.550 | 0.625 | 0.700 | 0.775 | 0.850 | 0.925 | 1.000 |
| 1.7            | 0.340        | 0.420 | 0.500 | 0.580 | 0.660 | 0.740 | 0.820 | 0.900 | 0.980 | 1.060 |
| 1.8            | 0.355        | 0.440 | 0.525 | 0.610 | 0.695 | 0.780 | 0.865 | 0.950 | 1.035 | 1.120 |
| 1.9            | 0.370        | 0.460 | 0.550 | 0.640 | 0.730 | 0.820 | 0.910 | 1.000 | 1.090 | 1.180 |
| 2.0            | 0.380        | 0.480 | 0.575 | 0.670 | 0.765 | 0.860 | 0.955 | 1.050 | 1.145 | 1.240 |

注：成分含量皆指质量分数。

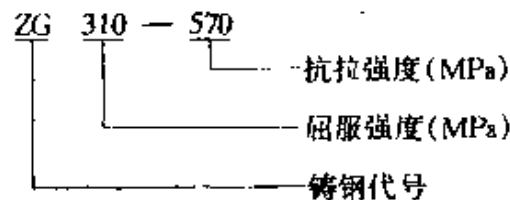
表 2.1-36 依炉料中生铁含量和生铁中的硅而定的石灰石消耗量  
(为金属炉料质量的%)

| 生铁硅含量<br>(%) | 炉料中生铁的含量 (%) |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|--------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|              | 15           | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60    |
| 0.5          | 2.54         | 2.66 | 2.80 | 2.93 | 3.06 | 3.20 | 3.33 | 3.46 | 3.60 | 3.73  |
| 0.6          | 2.66         | 2.81 | 2.98 | 3.15 | 3.32 | 3.50 | 3.67 | 3.84 | 4.00 | 4.20  |
| 0.7          | 2.77         | 2.96 | 3.17 | 3.38 | 3.58 | 3.80 | 4.00 | 4.22 | 4.40 | 4.64  |
| 0.8          | 2.87         | 3.11 | 3.36 | 3.60 | 3.84 | 4.10 | 4.35 | 4.60 | 4.80 | 5.10  |
| 0.9          | 3.00         | 3.26 | 3.55 | 3.83 | 4.10 | 4.40 | 4.70 | 4.97 | 5.25 | 5.54  |
| 1.0          | 3.10         | 3.41 | 3.74 | 4.05 | 4.38 | 4.70 | 5.03 | 5.34 | 5.66 | 6.00  |
| 1.1          | 3.21         | 3.56 | 3.93 | 4.30 | 4.65 | 5.00 | 5.37 | 5.73 | 6.08 | 6.44  |
| 1.2          | 3.32         | 3.71 | 4.10 | 4.50 | 4.90 | 5.30 | 5.70 | 6.10 | 6.50 | 6.90  |
| 1.3          | 3.44         | 3.86 | 4.30 | 4.74 | 5.17 | 5.60 | 6.05 | 6.47 | 6.90 | 7.34  |
| 1.4          | 3.55         | 4.00 | 4.50 | 4.96 | 5.43 | 5.90 | 6.38 | 6.85 | 7.32 | 7.80  |
| 1.5          | 3.67         | 4.16 | 4.67 | 5.18 | 5.70 | 6.20 | 6.70 | 7.23 | 7.74 | 8.25  |
| 1.6          | 3.78         | 4.31 | 4.85 | 5.40 | 5.95 | 6.50 | 7.10 | 7.65 | 8.20 | 8.70  |
| 1.7          | 3.90         | 4.46 | 5.03 | 5.64 | 6.22 | 6.80 | 7.40 | 8.00 | 8.58 | 9.16  |
| 1.8          | 4.00         | 4.60 | 5.20 | 5.86 | 6.48 | 7.10 | 7.75 | 8.41 | 9.00 | 9.60  |
| 1.9          | 4.12         | 4.75 | 5.40 | 6.10 | 6.75 | 7.40 | 8.10 | 8.80 | 9.40 | 10.00 |
| 2.0          | 4.22         | 4.90 | 5.58 | 6.32 | 7.00 | 7.70 | 8.42 | 9.15 | 9.80 | 10.50 |

注：成分含量皆指质量分数。

#### 4. ZG310—570 的铸造碳钢配料 (配料实例 719~730)

ZG310—570 的主要含义如下：



对于煤矿机械、石油机械、中型载重汽车等类铸件的 ZG310—570 的铸造碳钢配料，可查配料实例 719~配料实例 730 或表 2.1-37~表 2.1-47 以及表 2.1-6 和表 2.1-7。

配料实例 719 表 2.1-37 ZG310—570 的铸造碳钢配料

|   |  |                      |                      |   |
|---|--|----------------------|----------------------|---|
| 铸件名称  | 链结 (煤矿机械类 GYTS 型运载机零件)   |                      |                      |   |
| 铸件特点  | 铸件轮廓尺寸 290mm × 40mm × 36mm, 为长杆状, 主要壁厚 36mm × 40mm 铸件毛重 2.5kg。铸件要求时效处理<br>造型方法: 精密铸造<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG310—570, $\sigma_s \geq 310\text{MPa}$ , $\sigma_b \geq 570\text{MPa}$ , 169~229HBS |                      |                      |   |
| 合金成分控制 (%)  | C0.42~0.52, Si0.20~0.45, Mn0.50~0.80, P, S $\leq$ 0.03   |                      |                      |   |
| 配料及原材料  | 熔炉   | 出钢温度/℃               | 浇注温度/℃               | 备注  |
| 配料比例 (%)<br>废钢余量,<br>浇冒口及废铸件<br>30~40,<br>Z15 生铁 < 15<br>原材料<br>Si75<br>Mn2<br>RE | 3t<br>三相<br>电弧<br>炉或<br>0.5t<br>工频<br>感应<br>加热<br>电炉   | 热电偶<br><br>1570~1590 | 热电偶<br><br>1390~1420 | 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 工频感应电炉, 酸性炉衬<br>2. 出钢前 7~10min, 注意调整 Si、Mn 及加入 RE<br>3. 成分含量和配料比例皆指质量分数<br>4. 本配料还适用于各种类型电机车以及 GYTS 型运载机中要求铸造碳钢 ZG310—570 的各种形状的负重机件 |

配料实例 720 表 2.1-38 ZG310—570 的铸造碳钢配料

|   |   |                      |                      |  |
|---|---|----------------------|----------------------|--|
| 铸件名称  | 铰座杆 (煤矿机械类 GYTS 型运载机零件)   |                      |                      |  |
| 铸件特点  | 铸件轮廓尺寸 263mm × 16mm × 10mm, 为薄形长杆状件, 铸件薄而细长。铸件毛重 2kg。铸件要求时效处理<br>造型方法: 精密铸造<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG310—570, $\sigma_s \geq 310\text{MPa}$ , $\sigma_b \geq 570\text{MPa}$ , 169~229HBS |                      |                      |  |
| 合金成分控制 (%)  | C0.42~0.52, Si0.2~0.45, Mn0.5~0.80, S, P $\leq$ 0.05  |                      |                      |  |
| 配料及原材料  | 熔炉  | 出炉温度/℃               | 浇注温度/℃               | 备注   |
| 配料比例 (%)<br>废钢余量,<br>浇冒口及废铸件<br>30~40,<br>Z15 生铁 < 15<br>原材料 (%)<br>Si75<br>Mn2<br>RE | 3t<br>三相<br>电弧<br>炉或<br>0.5t<br>工频<br>感应<br>加热<br>电炉  | 热电偶<br><br>1570~1590 | 热电偶<br><br>1390~1420 | 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 工频感应加热电炉, 酸性炉衬<br>2. 出钢前 7~10min, 注意调整 Si、Mn 及加入 RE<br>3. 成分含量和配料比例皆指质量分数<br>4. 本配料还适用于各种型号电机车、运载机械、机床等要求铸造碳钢 ZG310—570 的传动齿轮及各种形状的负重机件 |



配料实例 721 表 2.1-39 ZG310—570 的铸造碳钢配料

|   |  |                        |                        |   |
|---|--|------------------------|------------------------|---|
| 铸件名称  | 支承座 (煤矿机械类 GYTS 型运载机零件)  |                        |                        |   |
| 铸件特点  | 铸件轮廓尺寸 62mm × 60mm × 10mm, 为薄壁板状件, 铸件壁厚不均匀, 主要壁厚 10mm, 属小型铸钢件。铸件毛重 0.3kg。铸件要求时效处理<br>造型方法: 精密铸造<br>要求铸钢牌号: ZG310—570, $\sigma_b \geq 310\text{MPa}$ , $\sigma_s \geq 570\text{MPa}$ , 169 - 229HBS |                        |                        |   |
| 合金成分控制 (%)  | C0.42 ~ 0.52, Si0.20 ~ 0.45, Mn0.50 ~ 0.80, P, S $\leq$ 0.05   |                        |                        |   |
| 配料及原材料  | 熔炉   | 出炉温度/℃                 | 浇注温度/℃                 | 备注  |
| 配料比例 (%)<br>废钢余量,<br>浇冒口及废铸件<br>30 ~ 40,<br>Z15 生铁 < 15<br>原材料 (%)<br>Si75<br>Mn2<br>RE | 3t<br>三相<br>电弧<br>炉或<br>0.5t<br>工频<br>感应<br>加热<br>电炉   | 热电偶<br><br>1570 ~ 1590 | 热电偶<br><br>1390 ~ 1420 | 1. 采用熔炼炉类型: 0.5t 工频感应加热电炉, 酸性炉衬<br>2. 出钢前 7 ~ 10min, 注意调整 Si、Mn 及加入 RE<br>3. 成分含量和配料比例皆指质量分数<br>4. 本配料还适用于各种运载机械中要求铸造碳钢 ZG310—570 的各种形状的负重件和传动齿轮等 |

配料实例 722 表 2.1-40 ZG310—570 的铸造碳钢配料

|   |  |             |             |   |
|---|--|-------------|-------------|---|
| 铸件名称  | 摇臂壳 (煤矿机械类采煤机零件)   |             |             |   |
| 铸件特点  | 铸件轮廓尺寸 2928mm × 270mm × 600mm, 为箱体结构, 内腔窄而长, 壁薄, 主要壁厚 35mm。铸件毛重 650kg。铸件要求时效处理<br>造型方法: 砂箱地坑造型, 干型<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG310—570, $\sigma_s \geq 310\text{MPa}$ , $\sigma_b \geq 570\text{MPa}$ , 196 - 235HBS |             |             |   |
| 合金成分控制 (%)  | C0.32 ~ 0.42, Si0.20 ~ 0.45, Mn0.50 ~ 0.80, S, P $\leq$ 0.05, Cu0.5 ~ 0.7, RE0.02 ~ 0.04   |             |             |   |
| 配料及原材料  | 熔炉   | 出炉温度/℃      | 浇注温度/℃      | 备注  |
| 配料比例 (%)<br>废钢余量,<br>浇冒口及废铸件<br>30 ~ 40,<br>Z15 生铁 < 15<br>原材料 (%)<br>Si75<br>Mn2<br>Cu0.5 ~ 0.7<br>RE0.02 ~ 0.04 | 3t<br>三相<br>电弧<br>炉或<br>0.5t<br>工频<br>感应<br>加热<br>电炉   | 1570 ~ 1590 | 1390 ~ 1420 | 1. 采用熔炼炉类型: 3t 三相电弧炉, 碱性炉衬<br>2. 采用氧化法冶炼, 熔化期、氧化期、还原期应严格按操作规程执行, 终脱氧后进行合金调整及出钢, 钢液在盛钢桶中镇静 5min 后开浇, 浇注过程中间从盛钢桶中取钢样, 作成品钢化学分析<br>3. 成分含量和配料比例皆指质量分数<br>4. 本配料还适用于要求铸造碳钢 ZG310—570 的各种形状的机件如: 飞轮、机架、齿轮、轴承箱、矿车轮及缓冲器等铸件 |

配料实例 723 表 2.1-41 ZG310—570 的铸造碳钢配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 轴承座 (石油机械类抽油机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 400mm×420mm×300mm, 带有中孔的轴承座, 为抽油机游梁连接杆横梁轴的承重件, 受力均衡, 运行速度固定且慢, 铸件毛坯重 127kg, 主要壁厚 40mm, 底面、内圆及放置轴承两端面等进行加工, 正火处理, 采用水玻璃石英砂造型吹(CO <sub>2</sub> ) 固化<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG310—570 |
| 合金成分控制 (%) | C 0.42~0.52, Si 0.20~0.45, Mn 0.50~0.80, P, S ≤ 0.05   |

## 配 料

| 炉 料                    | 炉 料 成 分 (%) |      |      |       |       |       |
|------------------------|-------------|------|------|-------|-------|-------|
|                        | C           | Si   | Mn   | P     | S     | Si-Fe |
| 废钢                     | 0.47        | 0.36 | 0.61 | 0.05  | 0.05  |       |
| 浇冒口, 废件                | 0.50        | 0.31 | 0.55 | 0.046 | 0.05  |       |
| 钢屑                     | 0.29        | 0.26 | 0.51 | 0.06  | 0.053 |       |
| 生铁                     | 3.78        | 0.89 | 0.57 | 0.19  | 0.05  |       |
| 造渣料<br>铁矿石<br>吹氧       | CaO<br>等    |      |      |       |       |       |
| 硅铁<br>铁矿石<br>吹氧        |             |      |      |       |       | 75    |
| 锰铁<br>造新渣<br>还原剂<br>硅铁 | 7.0<br>C粉   | 2.0  | 75   | 0.3   | 0.02  |       |
| 铝<br>成品                |             |      |      |       |       | 75    |

| 炉 料     | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |        |        |        |        | 说 明   |
|---------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|---|
|         |          | C          | Si     | Mn     | P      | S      |   |
| 废钢      | 50       | 0.235      | 0.18   | 0.305  | 0.025  | 0.025  | 装料 2600kg, 其中:<br>废钢: 1300kg<br>浇冒口, 废铸件:<br>650kg<br>钢屑: 390kg<br>生铁 260kg |
| 浇冒口, 废件 | 25       | 0.125      | 0.0775 | 0.1375 | 0.0115 | 0.0075 |   |
| 钢屑      | 15       | 0.0435     | 0.039  | 0.0765 | 0.009  | 0.008  |   |
| 生铁      | 10       | 0.378      | 0.089  | 0.057  | 0.019  | 0.005  |   |
| 计       |          | 0.782      | 0.386  | 0.576  | 0.0645 | 0.0455 |   |

(续)

| 炉料        | 配料比例 (%)      | 配料计算成分 (%)    |               |                |        |       | 说明   |
|-----------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------|-------|--|
|           |               | C             | Si            | Mn             | P      | S     |  |
| 造渣料       | 1.2           |               |               |                |        |       | CaO 少许熔化, 造渣去 P, 助熔(熔化后期)  |
| 铁矿石<br>吹氧 | 少许<br>至全熔     |               |               |                | -0.02  |       |  |
| 硅铁        | 0.35          |               | 0.26          |                | 0.0445 |       | 氧化, 分析 C、Mn、P<br>CO.35%, Mn0.256%,<br>PO.021%<br>进入渣中, 或大气   |
| 铁矿石<br>吹氧 | 10<br>0.3-0.4 |               |               |                | -0.023 |       |  |
|           |               | -0.44<br>0.34 | -0.646        | -0.29<br>0.286 | 0.022  | 0.046 |  |
| 锰铁        | 0.5           | 0.035         | 0.01          | 0.34           | 0.002  |       | 去氧化渣, 还原, 造新渣<br>(CaO:CaF <sub>2</sub> :SiO <sub>2</sub> =4:1.5:<br>0.2)加锰铁<br>分析 C、Mn、P、S<br>CO.46%, Mn0.62%,<br>PO.026%, SO.027% |
| 造新渣       | 计<br>3        | 0.38          | 0.01          | 0.63           | 0.024  | 0.023 |  |
| 还原剂<br>硅铁 | 0.2<br>0.35   | 0.05          | 0.045<br>0.24 |                |        |       |  |
|           | 计             | 0.43          | 0.30          | 0.63           | 0.024  | 0.023 |  |
| 铝         | 0.1           |               |               |                |        |       | 终脱氧, 出钢  |
| 成品        | 结果            | 0.45          | 0.307         | 0.65           | 0.024  | 0.025 | 终化验 成品   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: HGX-1.5 型三相碱性电弧炉, 氧化法治炼。

2. 原材料用本厂废钢、浇冒口及废铸钢件、钢屑; 配碳用通化钢铁公司炼钢生铁; 合金用通化和吉林两铁合金厂生产的铁合金产品; 造渣材料、氧化剂、还原剂均来自本市厂、矿。

3. 炉前, 碱性炉衬, 氧化法治炼, 用吹氧、矿石法, 冶炼过程中, 首先用肉眼观察, 掌握炉况, 又有炉前化验相配合, 从而使钢液、炉渣成分和温度在各个时期达到要求, 最后进行终脱氧, 出钢, 浇注。

4. 检测结果:

力学性能: 正火后,  $\sigma_b$ 587MPa, 161HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适合于石油机械中要求铸造碳钢 ZG310-570 的小轴承座、固座、外压圈、齿圈、内外齿盘、内外压盘、刹瓦、摩擦轮、齿轮等。

配料实例 724 表 2.1-42 ZG310—570 的铸造碳钢配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 过渡法兰 (中型载重汽车类中卡车零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 $\phi 118\text{mm} \times 46\text{mm}$ , 铸件毛重 0.956kg, 铸件有吊耳, 中心孔为 $\phi 26\text{mm}$ , 最厚处为 14mm, 最薄处为 6mm, 铸件要有足够的强度、刚度和硬度。铸件表面粗糙度应达到 $R_a 12.5\mu\text{m}$ 以下, 铸件尺寸精度应达到国标 CT6—CT7 级, 采用熔模精铸工艺方法生产。<br>要求铸钢牌号: 铸造碳钢 ZG310—570, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 570\text{MPa}$ , 屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 310\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta \geq 15\%$ , 冲击初度 $a_{K-1} \geq 3\text{J}/\text{cm}^2$ |
| 合金成分控制 (%) | $C \leq 0.50$ , $Si \leq 0.60$ , $Mn \leq 0.90$ , $P, S \leq 0.04$  |

## 配 料

| 炉料名称                  | 45# 废钢 | 回炉料 | 生 铁   | Si75 | 锰 铁  |
|-----------------------|--------|-----|-------|------|------|
| 配料比例<br>(质量分数)<br>(%) | 50     | 50  | 炉前调 C | 炉前调整 | 炉前调整 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中频感应电炉, 熔化率为 0.5t/h, 炉内碳烧损率为 5%~15%、锰烧损率为 10%~20%、铬烧损率为 5%~10%、钛烧损率为 40%~60%、钼烧损率为 5%~12%、钨烧损率为 3%~5%。

2. 对炉料块度要求: 废钢: 圆钢: 直径  $\leq 60\text{mm}$ , 长度  $\leq 400\text{mm}$ ,  
直径  $\geq 60\text{mm}$ , 长度  $< 200\text{mm}$ 。

方钢: 边长  $\leq 50\text{mm}$ , 长度  $> 200\text{mm}$ 。

边角余料: 面积  $< 160 \times 160\text{mm}^2$ , 厚度 3~20mm。

不规则形状废钢:  $< (120 \times 120 \times 120)\text{mm}$ , 脱氧剂块度: 10~25mm。

3. 配料比例 (质量分数) 计算:

$$X = \frac{G \cdot K - B}{E}$$

$$K = \frac{K_{\text{液}}}{1 - r}$$

式中 X——需补加的合金重量;

G——炉料重量;

B——各种炉料带入元素的总重量;

E——合金的元素含量 (%);

K——元素的计算成分 (%);

$K_{\text{液}}$ ——钢液中的元素成分 (%);

r——元素的烧损率 (%).

4. 根据炉前报告, 调整成分, 并脱氧。

脱氧剂加入时温度: 小铸件 1570~1590℃; 大铸件 1550~1570℃。

合金加入顺序: 锰铁—硅铁—铝—硅钙。

5. 钢液化学成分 (%): C 0.44~0.50, Si 0.25~0.40, Mn 0.55~0.75, P  $\leq 0.03$ , S  $\leq 0.03$ 。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 725、726 表 2.1-43 ZG310—570 的铸造碳钢配料

| 序号       | 钢号        | 钢的类别  | 炉料中元素的含量 (%) |         | 配料比例 (%) |       |                 |      |
|----------|-----------|-------|--------------|---------|----------|-------|-----------------|------|
|          |           |       | C            | Mn      | 车间回炉料    | 废钢    | 炼钢生铁            | 高炉锰铁 |
| 配料实例 725 | ZG310—570 | 普通质量钢 | 0.6~0.70     | 0.6~0.7 | 40~50    | 52~42 | 8 <sup>1</sup>  | —    |
| 配料实例 726 |           | 高质量钢  | 0.7~0.80     | 0.7~0.8 | 30~40    | 60~50 | 10 <sup>2</sup> | —    |

注：1. 如果采用碱性电弧炉和氧化法冶炼浇注铸钢件用的碳钢，则在配料时为了便于计算，可采用表中的近似方法。本表列举了根据下列情况算出来的炉料组成（质量分数）：①车间回炉料的碳含量相当于成品钢中的平均碳含量，废钢中的碳含量等于0.3%，炼钢生铁中的碳含量等于4%；②车间回炉料和废钢的锰含量为0.6%，炼钢生铁的锰含量为2%；③在熔化期内碳的平均烧失量为0.1%，锰的平均烧失量为0.3%；④在氧化期内对高质量钢来说，碳的烧失量为0.3%，锰的烧失量为0.2%~0.3%；对于普通质量钢来说，碳的烧失量为0.2%，锰的烧失量为0.1%~0.2%；⑤在还原期内由炉渣、电极和锰铁所增加的碳含量为0.05%~0.10%，而由于加入了锰铁所增加的锰含量为0.4%~0.6%。

- 假如采用碳含量高于0.3%的废钢，则生铁的数量可以减少，但不得低于5%~6%，因为炉料中加有生铁对钢的质量有着良好的影响。
- 除碳和锰以外，其他元素（通常为硫、磷，有时为硅、铬）的含量可根据炉料的重量组成和配料中各种材料的化学成分已知资料来进行核对。
- 成分含量和配料比例皆指质量分数。
  - 可以用电极屑或焦炭来代替，其计算方法是质量分数0.1%的电极屑或焦炭来代替1.5%的生铁。
  - 可以用电极屑或焦炭来代替近一半的炼钢生铁，即以质量分数0.1%的电极屑或焦炭来代替1.5%的生铁。

配料实例 727 表 2.1-44 ZG310—570 的铸造碳钢配料

| 铸件名称     | 制动轮  |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
|----------|--|-------|-------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|--------|--------|
| 钢号       | 铸造碳钢 ZG310—570                                       |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
| 规格成分 (%) | C0.42~0.52, Si0.20~0.45, Mn0.50~0.80, P≤0.40, S≤0.40 |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
| 配 料      |  |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
| 炉料名称     | 炉料成分 (%)   |       |       |       |       | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |        |
|          | C  | Si    | Mn    | P     | S     |          | C          | Si    | Mn    | P      | S      |
| 废钢       | 0.42   | 0.33  | 0.51  | 0.050 | 0.050 | 50       | 0.21       | 0.17  | 0.26  | 0.025  | 0.025  |
| 回炉料      | 0.50   | 0.32  | 0.60  | 0.038 | 0.030 | 30       | 0.15       | 0.09  | 0.18  | 0.010  | 0.009  |
| 钢屑       | 0.15   | 0.27  | 0.55  | 0.060 | 0.050 | 10       | 0.02       | 0.03  | 0.06  | 0.006  | 0.005  |
| 生铁       | 3.72   | 1.05  | 0.60  | 0.180 | 0.050 | 10       | 0.37       | 0.11  | 0.06  | 0.018  | 0.005  |
| 75%锰铁    | 1.50   | 2.00  | 75.00 | 0.300 | 0.020 | 0.6      | 0          | 0     | 0.45  | 0      | 0      |
| 75%硅铁    | 0.12   | 75.00 | 0.48  | 0.040 | 0.020 | 0.8      | 0          | 0.60  | 0     | 0      | 0      |
| 合 计      |  |       |       |       |       |          | 0.75       | 1.00  | 1.01  | 0.059  | 0.044  |
| 元素增减     |  |       |       |       |       |          | -0.29      | -0.62 | -0.24 | -0.025 | -0.010 |
| 成 品      |  |       |       |       |       |          | 0.46       | 0.38  | 0.77  | 0.034  | 0.034  |
| 工艺要点     | 可参见配料实例 689 或表 2.1-6                                 |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |

- 注：1. 采用碱性电弧炉和氧化法冶炼。  
 2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 3. 其他注可参见表 2.1-6 注。

配料实例 728、729 表 2.1-45 ZG310—570 的铸造碳钢配料

| 序号       | 钢号        | 钢的类别  | 炉料中元素的含量 (%) |      | 配料比例 (%) |       |      |
|----------|-----------|-------|--------------|------|----------|-------|------|
|          |           |       | C            | Mn   | 车间回炉料    | 废钢    | 炼钢生铁 |
| 配料实例 728 | ZG310—570 | 普通质量钢 | 0.5          | 0.65 | 40~50    | 56~46 | 4    |
| 配料实例 729 |           | 高质量钢  | 0.6          | 0.70 | 30~40    | 63~53 | 7    |

注：1. 采用酸性电弧炉和氧化法冶炼铸造碳钢。

- 炉料的准备：大小块度的炉料应适当搭配，炉料的最长尺寸应不超过电弧炉炉径的  $1/3$ ，废铸件及浇冒口上附着的耐火砖块及粘砂须去除，并应尽量减少用生锈严重的炉料。
- 炉料碳含量（质量分数）：应使熔清碳含量比所炼钢种的规格碳含量（中值）高  $0.10\% \sim 0.20\%$ （矿石脱碳），或  $0.26\% \sim 0.35\%$ （吹氧脱碳），以使钢液在氧化期中沸腾和升温。为了增碳的需要，可在炉料中配入电极碎块、焦炭屑、白煤块或炼钢生铁（酸性法炼钢中，一般不使用铸造生铁，因锰含量高，在炼钢中生成的氧化锰呈碱性，将会影响炉渣的酸度及氧化性），这几种增碳材料的碳收得率见表 2.1-46。

表 2.1-46 各种增碳材料的收得率

| 材料名称 | 加入条件  | 碳收得率 (%) |
|------|-------|----------|
| 电极碎块 | 装料时加入 | 70~80    |
| 焦炭屑  | 装料时加入 | 40~50    |
| 白煤块  | 装料时加入 | 50~70    |
| 炼钢生铁 | 装料时加入 | 90~95    |
| 炼钢生铁 | 加入钢液中 | 100      |

- 炉料磷含量和硫含量（质量分数）：酸性电弧炉炼钢过程中不能脱磷和脱硫，故炉料的平均磷含量及平均硫含量均相应低于成品钢的规格成分要求。考虑到还原期中加入的铁合金（特别是锰铁）会带来一些磷的成分，故炉料的磷含量应比成品钢规格要求低  $0.005\% \sim 0.01\%$ 。
- 本配料，（质量分数）在下列情况下除外：
  - 炉料中不加高炉锰铁。
  - 在熔化时期碳的烧损量为  $0.1\%$ 、锰的烧损量为  $0.15\% \sim 0.4\%$ 。
  - 熔炼高质量钢时，氧化期内碳的烧损量为  $0.25\%$ 、锰的烧损量为  $0.15\% \sim 0.20\%$ ，此外，在熔炼 ZG310—570 钢时，因增碳作用，相应地使碳含量增加  $0.1\%$  和  $0.2\%$ ；而在冶炼普通质量钢时，碳的烧损量为  $0.15\%$ ，锰的烧损量为  $0.10\% \sim 0.15\%$ 。
  - 在还原时期由于电极、炉渣、锰铁的关系而使碳含量增加  $0.1\%$ ，不管什么钢，如果加入锰铁就会使锰含量增加  $0.45\% \sim 0.60\%$ 。
- 如同在碱性电弧炉内进行冶炼一样，假如采用碳含量大于  $0.3\%$  的废钢，则生铁数量可以相应地减少。
- 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 730 表 2.1-47 ZG310—570 的铸造碳钢配料

| 铸件名称     | 缸体   |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
|----------|--|-------|-------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|--------|--------|
| 钢 号      | 铸造碳钢 ZG310—570   |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
| 规格成分 (%) | C: 0.42—0.52, Si: 0.20—0.45, Mn: 0.50—0.80, P: ≤0.035, S: ≤0.035 |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
| 配 料      |  |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |
| 炉料名称     | 炉 料 成 分 (%)  |       |       |       |       | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |        |        |
|          | C  | Si    | Mn    | P     | S     |          | C          | Si    | Mn    | P      | S      |
| 废 钢      | 0.22   | 0.28  | 0.64  | 0.030 | 0.028 | 40       | 0.09       | 0.11  | 0.26  | 0.012  | 0.011  |
| 回炉料      | 0.50   | 0.40  | 0.72  | 0.032 | 0.028 | 50       | 0.25       | 0.20  | 0.36  | 0.016  | 0.014  |
| 生 铁      | 3.76   | 1.15  | 0.62  | 0.180 | 0.050 | 10       | 0.38       | 0.12  | 0.06  | 0.018  | 0.005  |
| 75%锰铁    | 2.00   | 2.50  | 75.00 | 0.200 | 0.030 | 0.4      | 0.01       | 0.01  | 0.30  | 0.001  | 0      |
| 75%硅铁    | 0.10   | 75.00 | 0.50  | 0.040 | 0.020 | 0.8      | 0          | 0.60  | 0     | 0      | 0      |
| 合 计      |  |       |       |       |       |          | 0.73       | 1.04  | 0.98  | 0.047  | 0.030  |
| 元素烧损     |  |       |       |       |       |          | -0.28      | -0.62 | -0.24 | -0.022 | -0.010 |
| 成 品      |  |       |       |       |       |          | 0.45       | 0.42  | 0.74  | 0.025  | 0.020  |
| 工艺要点     | 可参见配料实例 690 或表 2.1-7   |       |       |       |       |          |            |       |       |        |        |

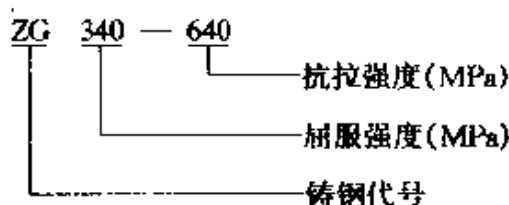
注：1. 采用碱性感应加热电炉和氧化法冶炼。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

3. 其他注可参见表 2.1-7 注。

## 5. ZG340—640 的铸造碳钢配料 (配料实例 731~736)

ZG340—640 的主要含义如下：



对于铸件的 ZG340—640 的铸造碳钢配料，可查配料实例 731~配料实例 736 或表 2.1-48~表 2.1-52 以及表 2.1-6 和表 2.1-7。

配料实例 731、732 表 2.1-48 ZG340—640 的铸造碳钢配料

| 序号       | 钢号                | 钢的类别  | 炉料中元素的含量 (%) |         | 配料比例 (%) |       |                 |      |
|----------|-------------------|-------|--------------|---------|----------|-------|-----------------|------|
|          |                   |       | C            | Mn      | 车间回炉料    | 废钢    | 炼钢生铁            | 高炉锰铁 |
| 配料实例 731 | ZG340             | 普通质量钢 | 0.8~0.90     | 0.6~0.7 | 40~50    | 48~38 | 12 <sup>2</sup> | —    |
| 配料实例 732 | —640 <sup>1</sup> | 高质量钢  | 0.9~1.00     | 0.7~0.8 | 30~40    | 55~45 | 15 <sup>3</sup> | —    |

注：1. 如果采用碱性电弧炉和氧化法冶炼浇注铸钢件的碳钢，则在配料时为了便于计算，可采用表中的近似方法。本表列举了根据下列情况算出来的炉料组成（质量分数）：①车间回炉料中的碳含量相当于成品钢中的平均碳含量，废钢中的碳含量等于0.3%，炼钢生铁中的碳含量等于4%；②车间回炉料和废钢的锰含量为0.6%，炼钢生铁的锰含量为2%；③在熔化期内碳的平均烧失量为0.1%，锰的平均烧失量为0.3%；④在氧化期内对于高质量钢来说，碳的烧失量为0.3%，锰的烧失量为0.2%~0.3%；对于普通质量钢来说，碳的烧失量为0.2%，锰的烧失量为0.1%~0.2%；⑤在还原期内由炉渣、电极和锰铁所增加的碳含量为0.05%~0.10%，而由于加入了锰铁所增加的锰含量为0.4%~0.6%。

2. 假如采用碳含量（质量分数）高于0.3%的废钢，则生铁的数量可以减少，但不得低于5%~6%，因为炉料中加有生铁对钢的质量有着良好的影响。

3. 除碳和锰以外，其他元素（通常为硫、磷，有时为硅、铜）的含量可根据炉料的重量组成和配料中各种材料的化学成分已知资料来进行核对。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

① ZG340—640号钢的炉料可以作为ZG270—500号钢的炉料，但去除氧化渣之后，应该继续增碳。

② 可以用电极屑或焦炭来代替，其计算方法是质量分数0.1%的电极屑或焦炭来代替1.5%的生铁。

③ 可以用电极屑或焦炭来代替近一半的炼钢生铁，即以质量分数0.1%的电极屑或焦炭来代替1.5%的生铁。

配料实例 733 表 2.1-49 ZG340—640 的铸造碳钢配料

| 铸件名称     | 齿轮  |       |       |       |       |          |            |       |       |       |        |
|----------|---|-------|-------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| 钢号       | 铸造碳钢 ZG340—640  |       |       |       |       |          |            |       |       |       |        |
| 规格成分 (%) | C 0.52~0.62, Si 0.25~0.50, Mn 0.60~0.90, P ≤ 0.04, S ≤ 0.04 |       |       |       |       |          |            |       |       |       |        |
| 配 料      |   |       |       |       |       |          |            |       |       |       |        |
| 炉料名称     | 炉料成分 (%)  |       |       |       |       | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |
|          | C   | Si    | Mn    | P     | S     |          | C          | Si    | Mn    | P     | S      |
| 废钢       | 0.40  | 0.34  | 0.60  | 0.040 | 0.040 | 38       | 0.15       | 0.13  | 0.23  | 0.015 | 0.015  |
| 回炉料      | 0.60  | 0.40  | 0.76  | 0.040 | 0.040 | 50       | 0.30       | 0.20  | 0.38  | 0.020 | 0.020  |
| 生铁       | 3.72  | 1.05  | 0.60  | 0.180 | 0.050 | 12       | 0.45       | 0.13  | 0.07  | 0.022 | 0.006  |
| 高碳锰铁     | 7.00  | 2.00  | 75.00 | 0.38  | 0.03  | 0.5      | 0.04       | 0.01  | 0.38  | 0     | 0      |
| 75%硅铁    | 0.10  | 75.00 | 0.50  | 0.04  | 0.02  | 0.8      | 0          | 0.60  | 0     | 0     | 0      |
| 合 计      |   |       |       |       |       |          | 0.94       | 1.07  | 1.06  | 0.057 | 0.041  |
| 元素增减     |   |       |       |       |       |          | -0.34      | -0.66 | -0.25 | 0.026 | -0.010 |
| 成 品      |   |       |       |       |       |          | 0.60       | 0.41  | 0.81  | 0.031 | 0.031  |
| 工艺要点     | 可参见配料实例 689 或表 2.1-6  |       |       |       |       |          |            |       |       |       |        |

注：1. 采用碱性电弧炉和氧化法冶炼。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

3. 其他注可参见表 2.1-6 注。



配料实例 734、735 表 2.1-50 ZG340—640 的铸造碳钢配料

| 序号       | 钢号        | 钢的类别  | 炉料中元素的含量 <sup>1</sup> |      | 配料比例  |       |      |
|----------|-----------|-------|-----------------------|------|-------|-------|------|
|          |           |       | (%)                   |      | (%)   |       |      |
|          |           |       | C                     | Mn   | 车间回炉料 | 废钢    | 炼钢生铁 |
| 配料实例 734 | ZG340—640 | 普通质量钢 | 0.5                   | 0.65 | 40—50 | 57—47 | 3    |
| 配料实例 735 |           | 高质量钢  | 0.6                   | 0.70 | 30—40 | 64—54 | 6    |

注：1. 采用酸性电弧炉和氧化法治炼铸造碳钢。

- 炉料的准备：大小块度的炉料应适当搭配，炉料的最长尺寸应不超过电弧炉炉径的1/3，废铸件及浇冒口上附着的耐火砖块及粘砂须去除，并应尽量少用生锈严重的炉料。
- 炉料碳含量（质量分数）：应使熔清碳含量比所炼钢种的规格碳含量（中值）高0.10%—0.20%（矿石脱碳），或0.26%—0.35%（吹氧脱碳），以使钢液中氧化期中沸腾和升温。为了增碳的需要，可在炉料中配入电极碎块、焦炭屑、白煤块或炼钢生铁（酸性法炼钢中，一般不使用铸造生铁，因锰含量高，在炼钢中生成的氧化锰呈碱性，将会影响炉渣的酸度及氧化性）。这几种增碳材料的碳收得率见表2.1-51。

表 2.1-51 各种增碳材料的收得率

| 材料名称 | 加入条件  | 碳收得率 (%) |
|------|-------|----------|
| 电极碎块 | 装料时加入 | 70—80    |
| 焦炭屑  | 装料时加入 | 40—50    |
| 白煤块  | 装料时加入 | 50—70    |
| 炼钢生铁 | 装料时加入 | 90—95    |
| 炼钢生铁 | 加入钢液中 | 100      |

- 炉料磷含量和硫含量（质量分数）：酸性电弧炉炼钢过程中不能脱磷和脱硫，故炉料的平均磷含量及平均硫含量均相应低于成品钢的规格成分要求。考虑到还原期中加入的铁合金（特别是锰铁）会带入一些磷的成分，故炉料的磷含量应比成品钢规格要求低0.005%—0.01%。
- 本表配料（质量分数），在下列情况下除外：
  - ①炉料中不加高炉锰铁。
  - ②在熔化时期碳的烧损量为0.1%，锰的烧损量为0.3%—0.4%。
  - ③熔炼高质量钢时，氧化期内碳的烧损量为0.25%，锰的烧损量为0.15%—0.20%，此外，在熔炼ZG340—640钢时，因增碳作用，相应地使碳含量增加0.1%和0.2%，而在冶炼普通质量钢时，碳的烧损量为0.15%，锰的烧损量为0.10%—0.15%。
  - ④在还原时期由于电极、炉渣、锰铁的关系而使碳含量增加0.1%，不管什么钢，如果加入锰铁就会使锰含量增加0.45%—0.60%。
- 如同在碱性电弧炉内进行冶炼一样，假如采用碳含量大于0.3%的废钢，则生铁数量可以相应地减少。
- 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 736 表 2.1-52 ZG340—640 的铸造碳钢配料

|          |   |       |       |       |       |          |            |       |       |       |       |
|----------|---|-------|-------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| 铸件名称     | 叉头  |       |       |       |       |          |            |       |       |       |       |
| 钢号       | 铸造碳钢 ZG340—640  |       |       |       |       |          |            |       |       |       |       |
| 规格成分 (%) | C 0.52~0.62, Si 0.20~0.45, Mn 0.50~0.80, P 0.035, S 0.035 |       |       |       |       |          |            |       |       |       |       |
| 配 料      |   |       |       |       |       |          |            |       |       |       |       |
| 加料名称     | 炉料成分 (%)  |       |       |       |       | 配料比例 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |       |
|          | C   | Si    | Mn    | P     | S     |          | C          | Si    | Mn    | P     | S     |
| 废 钢      | 0.31  | 0.26  | 0.58  | 0.035 | 0.035 | 40       | 0.12       | 0.10  | 0.23  | 0.014 | 0.014 |
| 回炉料      | 0.58  | 0.40  | 0.68  | 0.031 | 0.020 | 45       | 0.26       | 0.18  | 0.31  | 0.014 | 0.009 |
| 生 铁      | 3.76  | 1.15  | 0.62  | 0.180 | 0.050 | 15       | 0.56       | 0.17  | 0.09  | 0.027 | 0.008 |
| 75% 锰铁   | 1.50  | 2.00  | 75.00 | 0.300 | 0.020 | 0.5      | 0.01       | 0.01  | 0.38  | 0.002 | 0     |
| 75% 硅铁   | 0.10  | 75.00 | 0.50  | 0.040 | 0.020 | 0.7      | 0          | 0.53  | 0     | 0     | 0     |
| 合 计      |   |       |       |       |       |          | 0.95       | 0.99  | 1.01  | 0.057 | 0.031 |
| 元素烧损     |   |       |       |       |       |          | -0.35      | -0.63 | -0.25 | 0.026 | 0.010 |
| 成 品      |   |       |       |       |       |          | 0.60       | 0.36  | 0.76  | 0.031 | 0.021 |
| 工艺要点     | 可参见配料实例 690 或表 2.1-7                                      |       |       |       |       |          |            |       |       |       |       |

- 注：1. 采用碱性感应电炉和氧化法冶炼。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
3. 其他注可参见表 2.1-7 注。

## 6. 含高 C 的铸造碳钢配料 (配料实例 737)

对于含高 C 的铸造碳钢配料, 可查配料实例 737 或表 2.1-53

配料实例 737 表 2.1-53 含高 C 的铸造碳钢配料

|      |  |
|------|--|
| 问题提出 | 采用碱性电弧炉和氧化法冶炼高碳铸钢时, 如果在氧化期过后, 钢液中的碳含量为 0.8%, 而在成品钢中的碳含量应在 1.2%~1.3% 的范围内, 试问每吨钢液内须加入增碳剂焦炭多少公斤?   |
| 配料计算 | <p>设在电石渣下的增碳量为 0.06% (1h), 附加物 (锰铁等) 所带入的碳为 0.10%, 即可算出钢液内尚须增加的碳量为:</p> $(1.2\% \sim 1.3\%) - 0.8\% - 0.06\% - 0.10\% = 0.24\% \sim 0.34\%$ <p>或应平均增碳 0.3%</p> <p>采用含碳 85% 的焦炭为增碳剂时, 得出必须增加的焦炭量为钢液质量的 (当回收率为 60% 时):</p> $\frac{0.3\%}{0.6\% \times 85\%} = 0.59\%$ <p>或每吨钢液内约须加入 6kg 焦炭</p> |

- 注：1. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
2. 采用碱性电弧炉和氧化法冶炼时, 通常在还原期时期, 不须使钢液额外增碳就能获得必要的碳含量, 因为额外增碳会延长熔炼时间, 并且损坏钢的质量。为此目的, 配料的成分和氧化期的进行应作如下安排: 在还原期开始时钢液中的碳含量应低于平均规定值, 所低的数量应等于炉渣、电极和加入的附加物使钢液所增的碳量。但是, 在熔炼高碳钢时, 钢液的增碳是有完全必要的。假若得知在还原期开始前必须增碳时, 那么除去氧化渣以后应立即将焦炭块或碎电极加于钢液中进行增碳, 生铁块也可用来增碳, 但只有在钢液中需要增加的碳含量 (质量分数) 不大时 (0.05%~0.10%) 方可采用, 否则钢液会因加入大量的生铁而急骤降温。由于增碳剂的性能不同, 所增的碳量也就不同: 电极碎块的增碳量为 70%~80%, 焦炭碎块为 50%~70%, 无烟煤块为 50%~75%, 生铁块为 100%。

## 第2章 铸造低（中）合金钢配料

什么是铸造低合金钢 (low alloy cast steel)? 铸造低合金钢是指为改善性能而添加的合金元素含量超过铸造碳钢范围, 但合金元素总量 (质量分数) 一般小于 5% 的铸钢。

什么是铸造中合金钢 (medium alloy cast steel)? 铸造中合金钢是指为改善性能而添加的合金元素含量超过铸造碳钢范围, 且合金元素总量 (质量分数) 为 5% ~ 10% 的铸钢。

根据国家标准 GB/T 14408—1993 《一般工程与结构用低合金铸钢件》的规定, 一般工程与结构用低合金钢按单铸试块的屈服强度和抗拉强度分为 8 种牌号: ZGD270—480、ZGD290—510、ZGD345—570、ZGD410—620、ZGD535—720、ZGD650—830、ZGD730—910、ZGD840—1030。

根据机械行业标准 JB/T 6402—1992 《大型低合金钢铸件》的规定, 大型低合金钢按化学成分分为 20 种牌号<sup>○</sup>: ZG30Mn、ZG40Mn、ZG40Mn2、ZG50Mn2、ZG20Mn (ZG20SiMn)、ZG35Mn (ZG35SiMn)、ZG35SiMnMo、ZG35CrMnSi、ZG20MnMo、ZG55CrMnMo (ZG5CrMnMo)、ZG40Cr1 (ZG40Cr)、ZG34Cr2Ni2Mo (ZG34CrNiMo)、ZG20CrMo、ZG35Cr1Mo (ZG35CrMn)、ZG42Cr1Mo (ZG42CrMo)、ZG50Cr1Mo (ZG50CrMo) ZG65Mn、ZG28NiCrMo、ZG30NiCrMo、ZG35NiCrMo。

常用的铸造低合金钢有: 铸造锰钢、铸造硅锰钢、铸造锰钢钢、铸造硅锰钼钢、铸造锰钼钒钢、铸造硅锰钼钒钢、铸造锰钼钒钢、铸造铬钢、铸造铬钼钢、铸造铬锰硅钢、铸造铬锰钼钢、铸造铬钼钒钢、铸造钼钢、铸造铬镍钼钢、铸造铜钢等。

常用的铸造中合金钢有: 铸造铬钢钢、铸造铬钼钢、铸造铬镍钢等。

### 1. 铸造锰钢配料 (配料实例 738~741)

铸造锰钢一般指  $w_{Mn}=1.00\% \sim 1.75\%$  和  $w_C=0.2\% \sim 0.5\%$  的铸钢, 锰的质量分数不宜超过 2%。常用钢号有: ZG22Mn、ZG25Mn、ZG25Mn2、ZG30Mn、ZG35Mn、ZG40Mn、ZG40Mn2、ZG45Mn、ZG50Mn、ZG50Mn2、ZG65Mn 等。

对于煤矿机械、石油机械等类铸件的铸造锰钢配料, 可查配料实例 738~配料实例 741 或表 2.2-1~表 2.2-4。

○ 括号内牌号为传统牌号。

配料实例 738

表 2.2-1 ZG45Mn 的铸造锰钢配料

|   |  |                        |                        |  |
|---|--|------------------------|------------------------|--|
| 铸件名称  | 蜗母轮 (煤矿机械类粉碎机零件)   |                        |                        |  |
| 铸件特点  | <p>铸件为双层轮辐件, 铸齿, 技术特性: 啮合特性: 类型阿基米德、轴向模数 <math>m_n = 30\text{mm}</math>, 头数 <math>z_1 = 1</math>, 螺旋导角 <math>\lambda = 5^\circ 42' 48''</math>, 螺旋线方向: 右, 分度盘直径 <math>d_{in} = \phi 300\text{mm}</math>, 齿数 <math>z_2 = 60</math>, 变位系数 <math>\xi = 0</math>, 精度等级: 9 级, 相邻周节差的公差 <math>\delta_g = 0.170</math>, 齿顶圆径向跳动公差 <math>\delta_{ca} = 0.360</math>, 铸件为分体整铸, 铸件要求时效处理。铸件毛重: 3.5t</p> <p>造型方法: 砂箱造型, 干型</p> <p>要求铸钢牌号: 铸造锰钢 ZG45Mn, <math>\sigma_s 340\text{MPa}</math>, <math>\sigma_b 670\text{MPa}</math>, <math>\delta_5 11\%</math>, 196-235HB。铸件要求热处理正火 + 回火</p> |                        |                        |  |
| 合金成分控制 (%)  | C 0.40 ~ 0.50, Si 0.30 ~ 0.45, Mn 1.20 ~ 1.50, S, P $\leq 0.03$ , RE 0.02 ~ 0.04   |                        |                        |  |
| 配料及原材料  | 熔炉   | 出炉温度 / °C              | 浇注温度 / °C              | 备 注  |
| 配料比例 (%)<br>废钢余量<br>浇冒口及废铸件<br>30 ~ 40<br>Z15 生铁 < 15<br>原材料 (%)<br>Si 75<br>Mn 2<br>RE | 3t<br>三相<br>电弧<br>炉  | 热电偶<br><br>1570 ~ 1590 | 热电偶<br><br>1390 ~ 1420 | 1. 采用熔炼炉类型: 3t 三相电弧炉, 酸性炉衬<br>2. 采用氧化法冶炼, 熔化期、氧化期、还原期、应严格按操作规程执行, 终脱氧后进行合金调整及出钢, 钢液在盛钢桶中镇静 5min 后开浇, 浇注过程中间从盛钢桶中取钢样, 作成品钢化学分析<br>3. 成分含量和配料比例皆指质量分数<br>4. 本配料还适用于要求铸造锰钢 ZG45Mn 的各种形状的耐磨件: 如齿轮等<br>5. ZG45Mn 的主要含义如下: |
|   |  |                        |                        | <p>ZG 45 Mn</p> <p>—— 铸钢代号</p> <p>—— 碳的名义万分含量 (质量分数)</p> <p>—— 锰的元素符号</p>  |

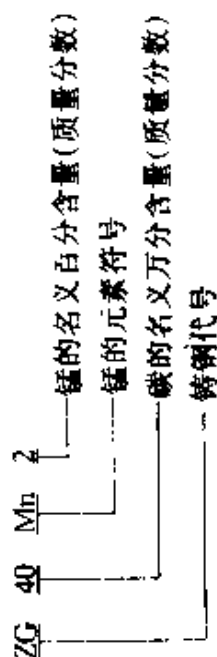
配料实例 739 表 2.2.2 ZG40Mn2 的铸造锰钢配料

| 铸件名称   | 铸件 (石油机械类安装于修井机械零件)   |      |      |      |      |       |          |        |        |        |        |  |
|--|---|------|------|------|------|-------|----------|--------|--------|--------|--------|--|
|  | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 1030\text{mm} \times 200\text{mm}$ , 有轴承中心孔和 12 个 $\phi 80\text{mm}$ 的工艺孔及手孔, 该零件是修井机卷扬系统的滚筒件, 圆周运转工作, 受力不均, 速度变化大, 磨损严重, 主要壁厚 50mm, 毛坯重 350kg, 全部加工, 正火处理, 采用水玻璃硅砂造型, 吹 $\text{CO}_2$ 硬化<br>要求铸钢牌号: 铸造锰钢 ZG40Mn2 |      |      |      |      |       |          |        |        |        |        |  |
| 合金成分控制 (%)   |   |      |      |      |      |       |          |        |        |        |        |  |
| C: 0.35~0.45, Si: 0.2~0.4, Mn: 1.6~1.8, P, S $\leq 0.04$ |   |      |      |      |      |       |          |        |        |        |        |  |
| 炉料   | 炉料成分 (%)  |      |      |      |      |       | 配料成分 (%) |        |        |        |        | 说明   |
|  | C   | Si   | Mn   | P    | S    | Si-Fe | C        | Si     | Mn     | P      | S      |  |
| 废钢   | 0.42  | 0.33 | 0.51 | 0.05 | 0.05 |       | 0.21     | 0.165  | 0.255  | 0.025  | 0.025  | 装料 3000kg, 其中:<br>废钢: 1700kg<br>浇冒口, 废件: 1050kg<br>钢屑: 150kg<br>生铁 100kg CaO 少许<br>熔化, 造渣去 P |
| 浇冒口, 废件  | 0.39  | 0.36 | 1.67 | 0.39 | 0.04 |       | 0.137    | 0.126  | 0.585  | 0.014  | 0.014  |  |
| 钢屑   | 0.15  | 0.27 | 0.55 | 0.06 | 0.05 |       | 0.001    | 0.0014 | 0.0028 | 0.0033 | 0.0025 |  |
| 生铁   | 3.72  | 1.05 | 0.60 | 0.18 | 0.05 |       | 0.372    | 0.105  | 0.06   | 0.018  | 0.005  | 熔化, 造渣去 P  |
| 造渣料  | CaO   |      |      |      |      |       | 0.72     | 0.397  | 0.903  | 0.0573 | 0.0455 |  |
| 铁矿石  |   |      |      |      |      |       | 1.3      |        |        |        |        | 熔化后期吹氧助熔   |
| 氧气   |   |      |      |      |      |       | 少许       |        |        |        |        |  |
| 硅铁   |   |      |      |      |      | 75    |          |        |        | -0.02  |        | 氧化, 分析 C, Mn, P<br>C: 0.29%, Mn: 0.38%<br>P: 0.016%  |
| 铁矿石  |   |      |      |      |      |       |          | 0.23   |        | 0.0373 |        |  |
| 氧气   |   |      |      |      |      |       | -0.44    | -0.63  | -0.50  | -0.023 |        | 进入渣中或大气  |
|  |   |      |      |      |      |       | 0.28     | +0.40  | 0.014  | 0.046  |        |  |
|  |   |      |      |      |      |       | 计        | 计      | 计      | 计      | 计      |  |

(续)

| 炉料  | 炉料成分 (%) |     |    |     |      |       | 配料成分 (%) | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       | 说明  |
|-----|----------|-----|----|-----|------|-------|----------|------------|------|------|-------|-------|---|
|     | C        | Si  | Mn | P   | S    | Si-Fe |          | C          | Si   | Mn   | P     | S     |   |
| 锰铁  | 1.5      | 2.0 | 75 | 0.3 | 0.02 |       | 2        | 0.03       | 0.04 | 1.35 | 0.006 | 0.023 | 去氧化渣, 造新液<br>(CaO:CaF <sub>2</sub> :SiO <sub>2</sub> ) 4:<br>1.5:0.2) 加锰铁 |
| 造渣料 |          |     |    |     |      |       | 3        | 0.31       | 0.04 | 1.75 | 0.02  | 0.023 | 分析C、Mn、P、S  |
| 还原剂 | C粉       |     |    |     |      | 粉     | 0.2      | 0.05       | 0.05 |      |       |       | CO.38%, Mn1.72%,<br>P0.029%   |
| 硅铁  |          |     |    |     |      | 75    | 0.4      | 0.36       | 0.27 |      |       |       | SO.031%   |
| 铝   |          |     |    |     |      |       | 0.1      | 0.38       | 0.36 | 1.75 | 0.02  | 0.023 | 终脱氧, 出钢   |
| 成品  |          |     |    |     |      |       |          | 0.39       | 0.34 | 1.70 | 0.03  | 0.032 | 终化验   |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: HGG-1.5型三相碱性电弧炉, 氧化法冶炼  
 2. 主要炉料: 废钢、浇冒口、废铸件、废铸件均来自本厂; 配碳用通化钢铁公司的炼钢生铁; 合金用通化和吉林两铁合金厂生产的合金; 造渣料、氧化剂、还原剂均为本厂、矿生产。  
 3. 炉前, 碱性炉衬, 氧化法冶炼。在各个时期即用肉眼观察, 掌握炉况, 又有炉前化验相配合, 从而使钢液、炉渣成分和温度均达到预期目的和要求, 最后在出渣下终脱氧, 然后出钢, 浇注。  
 4. 检测结果:  
 力学性能: 正火后,  $\sigma_0.658\text{MPa}$ , 193HBS。  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 6. 本配料还适用于石油机械类中要求铸造锰钢 ZG40Mn2 的铸钢件有滚筒、小滑轮、刹车轮、固定轮等  
 7. ZG40Mn2 的主要含义如下:



配料实例 740 表 2.2-3 ZG50Mn2 的铸造锰钢配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 内筒体 (石油机械类安装于修、钻井机上的游动大钩零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 ( $\phi 366 \times 560$ ) mm, 有中孔的圆筒形, 外圆中段直径大, 两端直径较小, 平均壁厚 16mm, 全部加工, 已坏重 120kg。该铸件为游动大钩的连接件, 且是关键件, 要求较高, 工作时运动速度较大, 受到冲击载荷, 且耐磨性能要好, 需正火处理, 采用水玻璃砂造型, 吹 CO <sub>2</sub> 进行固化成型<br>要求铸钢牌号: 铸造锰钢 ZG50Mn2 |
| 合金成分控制 (%) | C: 0.45~0.55, Si: 0.2~0.4, Mn: 1.5~1.8, P, S: < 0.04  |

| 炉料    | 配 料      |      |      |       |      |            |         |        |       |        | 说 明    |   |
|-------|----------|------|------|-------|------|------------|---------|--------|-------|--------|--------|---|
|       | 炉料成分 (%) |      |      |       |      | 配料计算成分 (%) |         |        |       |        |        |   |
|       | C        | Si   | Mn   | P     | S    | Si-Fe      | C       | Si     | Mn    | P      |        | S   |
| 废 钢   | 0.47     | 0.36 | 0.61 | 0.05  | 0.05 |            | 0.259   | 0.198  | 0.336 | 0.0275 | 0.0275 | 装料 3000kg, 其中:<br>废钢: 1650kg<br>浇冒口、废件 1050kg |
| 浇 冒 口 | 0.39     | 0.36 | 1.67 | 0.039 | 0.04 |            | 0.137   | 0.126  | 0.585 | 0.014  | 0.014  |   |
| 生 铁   | 3.72     | 1.05 | 0.60 | 0.18  | 0.05 |            | 0.372   | 0.105  | 0.06  | 0.018  | 0.005  | 生铁 300kg<br>生石灰块少许                            |
| 造渣料   | CaO      |      |      |       |      |            | 0.768   | 0.429  | 0.981 | 0.0592 | 0.0465 | 熔化, 造渣去 P                                     |
| 铁 矿 石 | 等        |      |      |       |      |            |         |        |       |        |        |   |
| 氧 气   |          |      |      |       |      |            |         |        |       | -0.02  |        | 熔化后期, 吹氧助熔                                    |
| 硅 铁   |          |      |      |       |      | 75         | 0.3     | 0.23   |       | 0.0392 |        | 氧化, 分析 C、Mn、P                                 |
| 铁 矿 石 |          |      |      |       |      |            | 10      |        |       |        |        | (C) 0.35%, Mn) 0.42%,<br>P) 0.017%            |
| 氧 气   |          |      |      |       |      |            | 0.3~0.4 |        |       |        |        | 进入渣中或大气                                       |
|       |          |      |      |       |      |            | 计       | -0.388 | -0.66 | -0.541 | -0.023 |   |
|       |          |      |      |       |      |            | 计       | 0.38   | 0.44  | 0.0162 | 0.0465 |   |

(续)

| 炉料  | 炉料成分 (%) |     |     |     |      | 配料成分 (%) | 配料计算成分 (%) |      |      |       |       | 说明     |   |
|-----|----------|-----|-----|-----|------|----------|------------|------|------|-------|-------|--------|---|
|     | C        | Si  | Mn  | P   | S    |          | Si-Fe      | C    | Si   | Mn    | P     |        | S   |
| 锰铁  | 1.5      | 2.0 | 75  | 0.3 | 0.02 |          | 2          | 0.03 | 0.04 | 1.35  | 0.006 | 0.024  | 去氧化渣, 造新渣<br>(CaO:CaF <sub>2</sub> :SiO <sub>2</sub> ) = 4:1.5:0.2) 加锰铁 |
| 造渣  |          |     |     |     |      | 3        |            |      |      |       |       |        |   |
| 还原剂 | C粉       |     |     |     |      |          | if         | 0.41 | 0.04 | 1.79  | 0.022 | 0.0225 | 分析C、Mn、P、S<br>C0.47%, Mn1.74%,<br>P0.026%<br>S0.031%                    |
| 硅铁  |          |     | 75粉 |     |      | 0.2      | 0.05       | 0.05 |      |       |       |        |   |
| 铝   |          |     |     |     |      |          | 0.4        | 0.46 | 0.36 | 1.79  | 0.022 | 0.023  | 终脱氧, 出钢<br>终化验  |
| 成品  |          |     |     |     |      | 0.1      | 0.48       | 0.36 | 1.79 | 0.022 | 0.023 | 0.038  |   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: HGX-1.5型三相碱性电弧炉, 氧化法冶炼。

2. 配料: 原材料用本厂废钢、浇冒口、废铸钢件及钢屑; 配碳采用通化钢铁公司的炼钢生铁, 合金元素为通化、吉林铁合金厂所产, 造渣料、氧化剂、还原剂都是本市厂、矿所产。

3. 炉前, 碱性炉衬, 氧化法冶炼。在各个冶炼时期, 除用肉眼观察, 掌握炉况, 即钢液、渣、炉气、钢液温度, 还有炉前化验相配合, 从而使钢液、炉渣和温度等均达到预期目的, 最后在白渣下进行终脱氧, 然后出钢, 浇注。

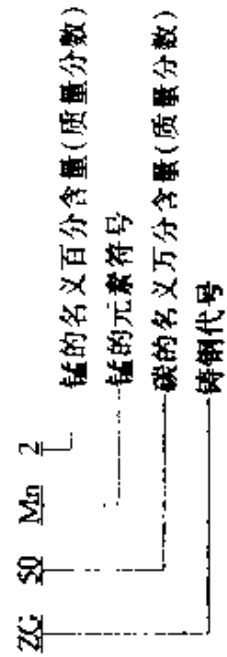
4. 检测结果:

力学性能:  $\sigma_b$  872MPa, 上述值为正火后试验所得。

5. 成分量和配料比例皆指质量分数。

6. 本配料还适用于石油机械类中要求铸造锰钢 ZG50Mn2 的其他铸钢件, 如齿轮、齿轮缘、滑轮、链轮等

7. ZG50Mn2 的主要含义如下:





## 配料实例 741

表 2.2-4 铸造锰钢

(铸造硅锰钢、铸造锰钼钢、铸造硅锰钼钢、铸造锰钼钒钢、铸造硅锰钼钒钢、铸造锰钼钒铜钢、铸造铬钢、铸造铬钼钢、铸造铬锰硅钢、铸造铬锰钼钢、铸造铬钼钒钢、铸造铬钢钢、铸造钼钢、铸造铬镍钼钢、铸造铜钢)配料

|          |               |             |              |           |
|----------|---------------|-------------|--------------|-----------|
| 钢 号      | 1. 铸造锰钢       | ZG50MnMo    | ZG35CrMnSi   |           |
|          | ZG22Mn        | 4. 铸造硅锰钼钢   | 11. 铸造铬锰钼钢   |           |
|          | ZG25Mn        | ZG35SiMnMo  | ZG30CrMnMo   |           |
|          | ZG25Mn2       | 5. 铸造锰钼钒钢   | ZG50CrMnMo   |           |
|          | ZG30Mn        | ZG42MnMoV   | ZG60CrMnMo   |           |
|          | ZG35Mn        | 6. 铸造硅锰钼钒钢  | 12. 铸造铬钼钒钢   |           |
|          | ZG40Mn        | ZG35SiMnMoV | ZG20CrMoV    |           |
|          | ZG40Mn2       | 7. 铸造锰钼钒铜钢  | ZG15CrMo1V   |           |
|          | ZG45Mn        | ZG15MnMoVCu | 13. 铸造铬钢钢    |           |
|          | ZG50Mn        | 8. 铸造铬钢     | ZG14Cr5Cu    |           |
|          | ZG50Mn2       | ZG40Cr1     | 14. 铸造钼钢     |           |
|          | ZG65Mn        | ZG70Cr      | ZG20Mo       |           |
|          | 2. 铸造硅锰钢      | 9. 铸造铬钼钢    | ZG22Mo       |           |
|          | ZG20SiMo      | ZG20CrMo    | 15. 铸造铬镍钼钢   |           |
|          | ZG30SiMo      | ZG35CrMo    | ZG34Cr2Ni2Mo |           |
|          | ZG35SiMo      | ZG40CrMo    | 16. 铸造铜钢     |           |
| ZG45SiMo | ZG20Cr5Mo     | ZGCuNiCrMo  |              |           |
| ZG50SiMo | ZG17CrMo      | ZGCuMnCrMo  |              |           |
| 3. 铸造锰钼钢 | 10. 铸造铬锰硅钢    | ZGCuMnSi    |              |           |
| ZG20MnMo | ZG30CrMnSi    |             |              |           |
| 规格成分     | 1. 铸造锰钢的规格成分: |             |              |           |
|          | 钢 号           | C           | Si           | Mn        |
|          | ZG22Mn        | 0.18~0.28   | ≤0.5         | 1.10~1.70 |
|          | ZG25Mo        | 0.20~0.30   | 0.30~0.45    | 1.10~1.30 |
|          | ZG25Mn2       | 0.20~0.30   | 0.30~0.45    | 1.70~1.90 |
|          | ZG30Mn        | 0.27~0.34   | 0.30~0.50    | 1.20~1.50 |
|          | ZG35Mn        | 0.30~0.40   | 0.60~0.80    | 1.10~1.40 |
|          | ZG40Mn        | 0.35~0.45   | 0.30~0.45    | 1.20~1.50 |
|          | ZG40Mn2       | 0.35~0.45   | 0.20~0.40    | 1.60~1.80 |
|          | ZG45Mn        | 0.40~0.50   | 0.30~0.45    | 1.20~1.50 |
|          | ZG50Mo        | 0.48~0.56   | 0.17~0.37    | 1.20~1.50 |
| ZG50Mn2  | 0.45~0.55     | 0.20~0.40   | 1.50~1.80    |           |
| ZG65Mn   | 0.60~0.70     | 0.17~0.37   | 0.90~1.20    |           |

(续)

| 规格成分 | 2. 铸造硅锰钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-6<br>3. 铸造锰铝钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-8<br>4. 铸造硅锰铝钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-9<br>5. 铸造锰铝钒钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-10<br>6. 铸造硅锰铝钒钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-11<br>7. 铸造锰铝钒钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-12<br>8. 铸造铬钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-14<br>9. 铸造铬铝钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-18<br>10. 铸造铬锰硅钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-19<br>11. 铸造铬锰铝钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-22<br>12. 铸造铬铝钒钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-23<br>13. 铸造铬钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-24<br>14. 铸造铝钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-25<br>15. 铸造铬镍铝钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-28<br>16. 铸造铜钢的规格成分(质量分数)可参见表 2.2-29  |  |                |         |        |     |                     |                                     |                |     |                     |                            |                |     |        |                          |    |     |        |                     |       |     |        |  |       |     |        |                           |       |     |        |                                      |                |     |        |          |       |
|------|--|--|----------------|---------|--------|-----|---------------------|-------------------------------------|----------------|-----|---------------------|----------------------------|----------------|-----|--------|--------------------------|----|-----|--------|---------------------|-------|-----|--------|--|-------|-----|--------|---------------------------|-------|-----|--------|--------------------------------------|----------------|-----|--------|----------|-------|
| 配料   | 1. 炉料应无油少锈,钢屑用量一般不超过 15%。<br>2. 炉料的化学成分应该很清楚,在使用合金钢回炉料时,只应使用本钢种回炉料或同一组钢种的回炉料。注意避免引进本钢种所不应含有的合金元素<br>3. 为了减少合金元素的烧损,保证配料准确,需掌握各种合金的适当加入时间和收得率,如下表:(可供电弧炉氧化法冶炼低、中合金钢和高合金钢时参考) <table border="1" data-bbox="379 1099 1401 1984"> <thead> <tr> <th>合金名称</th> <th>用途</th> <th>加入时间及条件</th> <th>收得率(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>硅 铁</td> <td>脱 氧<br/>调整含硅量或加入合金元素</td> <td>造还原渣时加入硅铁粉<br/>出钢前 7~10min,在良好的白渣下加入</td> <td>30~30<br/>93~95</td> </tr> <tr> <td>锰 铁</td> <td>预脱氧<br/>调整含锰量或加入合金元素</td> <td>扒除氧化渣后加入<br/>还原期中,在良好的白渣下加入</td> <td>85~90<br/>93~95</td> </tr> <tr> <td>铬 铁</td> <td>加入合金元素</td> <td>还原期中,在良好的白渣下还原 15min 后加入</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>铝 铁</td> <td>加入合金元素</td> <td>随炉料装入或在熔化末期加入,还原期调整</td> <td>95~98</td> </tr> <tr> <td>钨 铁</td> <td>加入合金元素</td> <td>氧化末期或还原初期加入,还原期调整(补加钨后须经 15min 以上才能出钢)</td> <td>95~98</td> </tr> <tr> <td>钛 铁</td> <td>加入合金元素</td> <td>出钢前 5~10min 加入炉中或出钢前加入钢包中</td> <td>40~70</td> </tr> <tr> <td>钒 铁</td> <td>加入合金元素</td> <td>出钢前 5~8min 加入。钢中含钒<br/>&lt;0.3%时<br/>&gt;1%时</td> <td>80~90<br/>95~98</td> </tr> <tr> <td>硼 铁</td> <td>加入合金元素</td> <td>出钢时加入钢包中</td> <td>30~60</td> </tr> </tbody> </table> | 合金名称                                   | 用途             | 加入时间及条件 | 收得率(%) | 硅 铁 | 脱 氧<br>调整含硅量或加入合金元素 | 造还原渣时加入硅铁粉<br>出钢前 7~10min,在良好的白渣下加入 | 30~30<br>93~95 | 锰 铁 | 预脱氧<br>调整含锰量或加入合金元素 | 扒除氧化渣后加入<br>还原期中,在良好的白渣下加入 | 85~90<br>93~95 | 铬 铁 | 加入合金元素 | 还原期中,在良好的白渣下还原 15min 后加入 | 95 | 铝 铁 | 加入合金元素 | 随炉料装入或在熔化末期加入,还原期调整 | 95~98 | 钨 铁 | 加入合金元素 | 氧化末期或还原初期加入,还原期调整(补加钨后须经 15min 以上才能出钢) | 95~98 | 钛 铁 | 加入合金元素 | 出钢前 5~10min 加入炉中或出钢前加入钢包中 | 40~70 | 钒 铁 | 加入合金元素 | 出钢前 5~8min 加入。钢中含钒<br><0.3%时<br>>1%时 | 80~90<br>95~98 | 硼 铁 | 加入合金元素 | 出钢时加入钢包中 | 30~60 |
| 合金名称 | 用途   | 加入时间及条件                                | 收得率(%)         |         |        |     |                     |                                     |                |     |                     |                            |                |     |        |                          |    |     |        |                     |       |     |        |  |       |     |        |                           |       |     |        |                                      |                |     |        |          |       |
| 硅 铁  | 脱 氧<br>调整含硅量或加入合金元素  | 造还原渣时加入硅铁粉<br>出钢前 7~10min,在良好的白渣下加入    | 30~30<br>93~95 |         |        |     |                     |                                     |                |     |                     |                            |                |     |        |                          |    |     |        |                     |       |     |        |  |       |     |        |                           |       |     |        |                                      |                |     |        |          |       |
| 锰 铁  | 预脱氧<br>调整含锰量或加入合金元素  | 扒除氧化渣后加入<br>还原期中,在良好的白渣下加入             | 85~90<br>93~95 |         |        |     |                     |                                     |                |     |                     |                            |                |     |        |                          |    |     |        |                     |       |     |        |  |       |     |        |                           |       |     |        |                                      |                |     |        |          |       |
| 铬 铁  | 加入合金元素   | 还原期中,在良好的白渣下还原 15min 后加入               | 95             |         |        |     |                     |                                     |                |     |                     |                            |                |     |        |                          |    |     |        |                     |       |     |        |  |       |     |        |                           |       |     |        |                                      |                |     |        |          |       |
| 铝 铁  | 加入合金元素   | 随炉料装入或在熔化末期加入,还原期调整                    | 95~98          |         |        |     |                     |                                     |                |     |                     |                            |                |     |        |                          |    |     |        |                     |       |     |        |  |       |     |        |                           |       |     |        |                                      |                |     |        |          |       |
| 钨 铁  | 加入合金元素   | 氧化末期或还原初期加入,还原期调整(补加钨后须经 15min 以上才能出钢) | 95~98          |         |        |     |                     |                                     |                |     |                     |                            |                |     |        |                          |    |     |        |                     |       |     |        |  |       |     |        |                           |       |     |        |                                      |                |     |        |          |       |
| 钛 铁  | 加入合金元素   | 出钢前 5~10min 加入炉中或出钢前加入钢包中              | 40~70          |         |        |     |                     |                                     |                |     |                     |                            |                |     |        |                          |    |     |        |                     |       |     |        |  |       |     |        |                           |       |     |        |                                      |                |     |        |          |       |
| 钒 铁  | 加入合金元素   | 出钢前 5~8min 加入。钢中含钒<br><0.3%时<br>>1%时   | 80~90<br>95~98 |         |        |     |                     |                                     |                |     |                     |                            |                |     |        |                          |    |     |        |                     |       |     |        |  |       |     |        |                           |       |     |        |                                      |                |     |        |          |       |
| 硼 铁  | 加入合金元素   | 出钢时加入钢包中                               | 30~60          |         |        |     |                     |                                     |                |     |                     |                            |                |     |        |                          |    |     |        |                     |       |     |        |  |       |     |        |                           |       |     |        |                                      |                |     |        |          |       |

(续)

| 合金名称 | 用 途    | 加入时间及条件                          | 收得率 (%) |
|------|--------|----------------------------------|---------|
| 镍    | 加入合金元素 | 随炉料加入                            | 98      |
| 铜    | 加入合金元素 | 熔化末期或氧化初期加入                      | 95~98   |
| 铝    | 加入合金元素 | 在钢液脱氧良好条件下,于出钢前 8~15min,停电扒渣后,插铝 | 60~80   |

注:稀土合金以加入量计算,一般是在出钢前 2~4min 加入

4. 铁合金加入量的计算公式

$$\text{铁合金加入量} = \frac{(\text{规格要求成分} - \text{钢液中残余量}) \times \text{钢液量}}{\text{铁合金中合金成分} \times \text{收得率}} \text{ (kg)}$$

生产中也可用近似公式计算

$$\text{铁合金加入量} = \frac{(\text{规格成分中限} - \text{钢液中残余量}) \times \text{装料量}}{\text{铁合金中合金成分}} \text{ (kg)}$$

上面公式中的规格要求成分、钢液中残余量、铁合金中合金成分及收得率均以 % 计,钢液量及装料量均以 kg 计

在进行配料计算时,还可以根据各元素在炼钢过程中的变化情况,分别按照规格成分的上限、中间值和下限配人。常见合金元素的配入量如下表

| 元素名称    | 炼钢过程中元素含量的变化情况  | 配 入 量         |
|---------|---|---------------|
| 镍、铜     | 氧化程度极轻微,成品钢中镍、铜的成分并不比配料成多少                                      | 按规格成分的下限配人    |
| 铝       | 氧化程度轻微,铝的损失小  | 按规格成分的下限配人    |
| 锰       | 在碱性炉炼钢中,锰的损失较小  | 按规格成分的中值或下限配人 |
| 铬       | 炉渣中的 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 能被后期加入的脱氧能力强的元素(硅、铝、矾、硼)所还原,实际损失较小 | 按规格成分的中值或下限配人 |
| 硅       | 硅能还原 $\text{MnO}$ ,但 $\text{SiO}_2$ 又能被铝、钛等元素所还原                | 按规格成分的中值配人    |
| 钒、铝、钼、硼 | 这几种元素极易烧损,而且烧损程度随加入合金后时间的延长而不断增加                                | 按规格成分的上限配人    |

5. 炉料碳含量的计算

首先确定氧化终点碳。因为在还原期中加入的铁合金大部分是含碳的,因此在确定氧化终点碳时,要考虑铁合金的增碳量

$$\text{终点碳}(\%) = \text{规格碳含量下限}(\%) - \text{铁合金增碳量}(\%) - (0.02 \sim 0.04)\%$$

式中  $(0.02 \sim 0.04)\%$  为在炼钢的还原期中,炉液使钢液增加的碳量

铁合金增碳量可按下式计算:

$$\text{铁合金增碳量}(\%) = \text{铁合金的含碳量}(\%) \times \text{铁合金加入量}(\%)$$

如果同时加入几种铁合金时,应将各种铁合金带人的碳量都计算进去  
采用微碳或低碳铁合金时,钢液的增碳量不多,但采用高碳铁合金时,增碳量则较显著

氧化终点碳确定后,可按下式确定炉料应有的含碳量:

$$\text{炉料平均碳含量}(\%) = \text{氧化终点碳}(\%) + \text{氧化脱碳量}(\%)$$

配 料

(续)

| 配 料       | 在炉料较好的条件下,氧化脱碳量可取 0.30%~0.45%。采用矿石脱碳法时取下限,采用吹氧脱碳法时取上限   |   |  |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
|-----------|---|---|--|--------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|--|
|           | 6. 炉料磷含量的计算<br>由于铁合金中一般都含有磷(尤其是锰铁中含磷较高),因此在配料时应对钢液的磷含量作仔细的平衡计算,以免由于铁合金使钢液增磷而造成磷含量超出规格。一般要求见下表:  |   |  |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
|           | 取样分析时间  | 配料时,炉料平均值   | 炉料熔清时                                    |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
|           | 磷含量(%)不大于   | 0.05  | 0.02                                     |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
|           |   |   | 氧化期末除渣时<br>0.015                         |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
| 工 艺 要 求   | 项 目   | 要 求   | 说 明                                      |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
|           | 氧化脱碳量(%)  | 0.30~0.45   | 指炉料较好的条件,炉料条件较差时应适当增加脱碳量                 |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
|           | 氧化终点碳(%)  | 比规格碳含量的下限低<br>0.02~0.04   | 指在还原期中加入的是低碳铁合金的情况,如用高碳铁合金时,终点碳应再适当降低    |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
|           | 还原渣种类   | C≤0.35%的合金钢规定用白渣,要求(FeO)≤0.8%<br>C>0.35%的合金钢可以用电石渣,要求(FeO)≤0.5% | 采用电石渣或弱电石渣时,在还原末期加硅铁调整成分前5min,必须将电石渣变为白渣 |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
|           | 终脱氧插铝量/(kg/t <sub>钢</sub> )   | 0.6~0.8   | 因某些合金元素(特别是钒、钛、铌)本身有脱氧作用,故终脱氧插铝量比碳钢略低    |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
| 出 钢       | <table border="1"> <thead> <tr> <th>钢 号</th> <th>出炉温度/°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ZG16Mn</td> <td>1620~1640</td> </tr> <tr> <td>ZG20CrMo</td> <td>1610~1630</td> </tr> <tr> <td>ZG20MnMo</td> <td>1600~1620</td> </tr> <tr> <td>ZG20MnSi</td> <td>1600~1620</td> </tr> <tr> <td>ZG35CrMo</td> <td>1600~1620</td> </tr> <tr> <td>ZG35MnSi</td> <td>1590~1610</td> </tr> <tr> <td>ZG40Cr</td> <td>1590~1610</td> </tr> <tr> <td>ZG5CrMnMo</td> <td>1580~1600</td> </tr> </tbody> </table> | 钢 号   | 出炉温度/°C                                  | ZG16Mn | 1620~1640 | ZG20CrMo | 1610~1630 | ZG20MnMo | 1600~1620 | ZG20MnSi | 1600~1620 | ZG35CrMo | 1600~1620 | ZG35MnSi | 1590~1610 | ZG40Cr | 1590~1610 | ZG5CrMnMo | 1580~1600 | 只适用钢液量为3~5t,钢液出炉以后在钢包中镇静5~10min后,用于浇注中、小铸件的生产条件。如钢液量及浇注铸件情况不同时,应适当调节出炉温度 |
| 钢 号       | 出炉温度/°C   |   |  |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
| ZG16Mn    | 1620~1640   |   |  |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
| ZG20CrMo  | 1610~1630   |   |  |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
| ZG20MnMo  | 1600~1620   |   |  |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
| ZG20MnSi  | 1600~1620   |   |  |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
| ZG35CrMo  | 1600~1620   |   |  |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
| ZG35MnSi  | 1590~1610   |   |  |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
| ZG40Cr    | 1590~1610   |   |  |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |
| ZG5CrMnMo | 1580~1600   |   |  |        |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |        |           |           |           |  |

注: 1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。

2. 成分含量皆指质量分数。

## 2. 铸造硅锰钢配料 (配料实例 742、743)

铸造硅锰钢的常用钢号有: ZG20SiMn、ZG30SiMn、ZG35SiMn、ZG45SiMn、ZG50SiMn 等。

对于石油机械等类铸件的铸造硅锰钢配料,可查配料实例 742 和配料实例 743 或表 2.2-5 和表 2.2-6。

配料实例 742 表 2.2-5 ZG35SiMn 的铸造硅锰钢配料

| 铸件名称       | 双轮毂 (石油机械类安装于抽油机上零件)  |      |      |       |       |            |          |       |       |       |       |       |  |
|------------|---|------|------|-------|-------|------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
|            | 铸件为圆形双辐板, 轮毂尺寸 $\phi 922\text{mm} \times 216\text{mm}$ , 内孔 $\phi 80\text{mm}$ , 毛坯重为 212kg, 主要壁厚 25mm 左右, 该铸件为抽油机中的减速箱内主要变速装置, 转速较慢, 受力较均匀, 除辐板及其之间部分和扇形孔不加工外, 其余均需加工。采用水玻璃石英砂造型, 吹 $\text{CO}_2$ 固化成型<br>要求铸钢牌号: 铸造硅锰钢 ZG35SiMn |      |      |       |       |            |          |       |       |       |       |       |  |
| 合金成分控制 (%) | C 0.3~0.4, Si 0.6~0.8, Mn 1.1~1.4, P, S $\leq 0.04$   |      |      |       |       |            |          |       |       |       |       |       |  |
| 炉料         | 炉料成分 (%)  |      |      |       |       | 配料计算成分 (%) |          |       |       |       | 说明    |       |  |
|            | C   | Si   | Mn   | P     | S     | Si-Fe      | 配料比例 (%) | C     | Si    | Mn    |       | P     | S  |
| 废钢         | 0.42  | 0.33 | 0.51 | 0.05  | 0.049 |            | 50       | 0.27  | 0.165 | 0.25  | 0.025 | 0.024 | 装料 3000kg, 其中:<br>废钢: 1500kg<br>浇冒口, 废铸件 900kg<br>钢屑: 450kg<br>生铁: 150kg<br>生石灰块少许 |
| 浇冒口, 废铸件   | 0.39  | 0.36 | 1.67 | 0.039 | 0.04  |            | 30       | 0.117 | 0.108 | 0.50  | 0.012 | 0.012 |  |
| 钢屑         | 0.15  | 0.27 | 0.55 | 0.06  | 0.05  |            | 15       | 0.023 | 0.041 | 0.083 | 0.009 | 0.008 |  |
| 生铁         | 3.72  | 1.05 | 0.60 | 0.18  | 0.05  |            | 5        | 0.186 | 0.053 | 0.03  | 0.009 | 0.003 |  |
| 造渣料        |   |      |      |       |       |            | 计        | 0.536 | 0.367 | 0.864 | 0.055 | 0.047 | 熔化, 渣渣, 去 P  |
| 铁          | CaO 等   |      |      |       |       |            | 1.2      |       |       |       |       |       |  |
| 矿石         |   |      |      |       |       |            | 少许       |       |       |       | -0.02 |       | 熔化后期吹氧助熔   |
| 氧气         |   |      |      |       |       |            | 75       |       | 0.26  |       | 0.035 |       |  |
| 硅          |   |      |      |       |       |            | 0.35     |       |       |       |       |       | 氧化, 脱 P, 分析 C, Mn, P<br>C 0.25%, Mn 0.41%, P 0.017%                                |
| 铁          |   |      |      |       |       |            | 10       |       |       |       |       |       |  |
| 矿石         |   |      |      |       |       |            | 0.3~0.4  |       |       |       |       |       |  |
| 氧气         |   |      |      |       |       |            |          |       |       |       |       |       |  |

(续)

| 炉料  | 炉料成分 (%) |     |    |     |      |       | 配料成分 (%) | 配料计算成分 (%) |        |        |        |        | 说明   |
|-----|----------|-----|----|-----|------|-------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|--|
|     | C        | Si  | Mn | P   | S    | Si-Fe |          | C          | Si     | Mn     | P      | S      |  |
| 氧化  |          |     |    |     |      |       | 计        | -0.316     | -0.627 | -0.032 | -0.023 |        | 进入渣中或大气  |
| 锰铁  | 7.0      | 2.5 | 75 | 0.3 | 0.02 |       | 1.5      | 0.105      | 0.034  | 1.013  | 0.005  | -0.024 | 去氧化渣, 加锰铁  |
| 造渣料 |          |     |    |     |      |       | 3        |            |        |        |        |        | 造新渣 CaO:CaF <sub>2</sub> :SiO <sub>2</sub><br>=4:1.5:0.2 |
| 还原剂 | C粉       |     |    |     |      |       | 计        | 0.325      | 0.034  | 1.445  | 0.017  | 0.023  | 分析C、Mn、P、S   |
| 硅铁  |          |     |    |     |      | 粉75   | 0.2      | 0.05       | 0.05   |        |        |        | C36%, Mn1.37%,<br>PO.025%, S0.031%                       |
| 铝   |          |     |    |     |      |       | 计        | 0.375      | 0.76   | 1.40   | 0.018  | 0.024  | 终脱氧, 出钢  |
| 成品  |          |     |    |     |      |       | 0.1      | 0.40       | 0.76   | 1.40   | 0.018  | 0.024  | 终化验  |
|     |          |     |    |     |      |       |          | 0.39       | 0.72   | 1.29   | 0.03   | 0.032  |  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: H6X—1.5型三相电炉, 碱性炉衬, 氧化法冶炼。

2. 配料: 炉料中的钢铁料均来自本厂, 而合金元素为通化、吉林铁合金厂所生产的合金, 造渣料、氧化剂、还原剂均为本厂、矿生产。

3. 炉前: 三相电炉, 镁砂与氯化镁捣固的碱性炉衬, 氧化法冶炼, 并吹氧助熔, 氧化, 冶炼中即用肉眼观察炉况, 又有炉前化验相配合, 从而掌握炉况, 调节炉况, 使钢液, 炉渣, 温度等在各个时期达到预期目的和要求, 最后进行终脱氧, 出钢, 浇注。

4. 检测结果:

力学性能: 正火后,  $\sigma_b$  188MPa, 为铸件试样试验值。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 适合本配料的还有: 链轮毅、大、小齿轮、轮毂、拐座等

配料实例 743

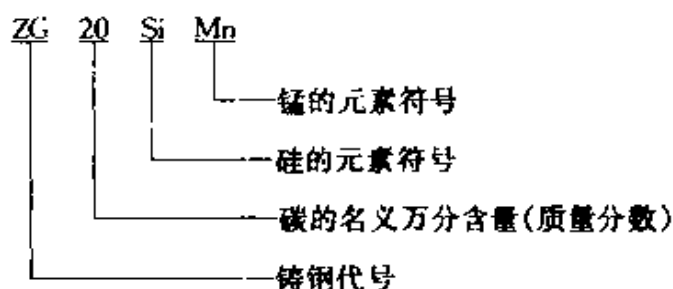
表 2.2-6 铸造硅锰钢配料

| 钢号        | ZG20SiMn            | ZG30SiMn  | ZG35SiMn  | ZG35SiMn  | ZG45SiMn  | ZG50SiMn  |
|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 规格 C(%)   | 0.12~0.22           | 0.25~0.35 | 0.30~0.40 | 0.30~0.40 | 0.40~0.48 | 0.46~0.54 |
| 规格 Si(%)  | 0.60~0.80           | 0.60~0.80 | 0.60~0.80 | 1.10~1.40 | 1.10~1.40 | 0.85~1.15 |
| 规格 Mn(%)  | 1.00~1.30           | 1.10~1.40 | 1.10~1.40 | 1.10~1.40 | 1.10~1.40 | 0.85~1.15 |
| 规格 P,S(%) | ≤0.035              | ≤0.04     | ≤0.04     | ≤0.04     | ≤0.04     | ≤0.04     |
| 配料        | 参见配料实例 741 或表 2.2-4 |           |           |           |           |           |
| 工艺要求      |                     |           |           |           |           |           |

注:1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

3. ZG20SiMn 的主要含义如下:



### 3. 铸造锰钼钢配料(配料实例 744、745)

铸造锰钼钢的常用钢号有:ZG20MnMo、ZG32MnMo、ZG50MnMo 等。

对于常规兵器等类铸件的铸造锰钢配料,可查配料实例 744 和配料实例 745 或表 2.2-7 和表 2.2-8。

配料实例 744

表 2.2-7 ZG32MnMo 的铸造锰钼钢配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 负重轮轮盘(常规兵器类水陆两栖坦克零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 560\text{mm} \times 280\text{mm}$ , 主要壁厚 12mm, 铸件毛重 120kg。要求铸件表面光洁、尺寸精确、壁厚均匀、无影响强度的铸造缺陷。采用有机脂水玻璃白硬砂造型。铸件须经调质处理<br>要求铸钢牌号:铸造锰钼钢 ZG32MnMo。抗拉强度 $\sigma_b \geq 650\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 14\%$ |
| 合金成分控制(%) | C0.25~0.35, Si0.17~0.37, Mn0.90~1.20, Mo0.20~0.30, P≤0.04, S≤0.04   |

(续)

| 配 料  |         |      |       |      |       |       |
|------|---------|------|-------|------|-------|-------|
| 材料名称 | 炉料成分(%) |      |       |      |       |       |
|      | C       | Si   | Mn    | Mo   | P     | S     |
| 废 钢  | 0.18    | 0.24 | 0.58  |      | 0.035 | 0.035 |
| 回炉料  | 0.31    | 0.26 | 1.12  | 0.26 | 0.035 | 0.030 |
| 高碳锰铁 | 7.0     | 2.0  | 70.00 |      | 0.38  | 0.03  |
| 钼 铁  | 0.25    | 1.5  |       |      | 0.10  | 0.15  |
| 硅 铁  | 0.10    | 75.0 | 0.50  | 55.0 | 0.04  | 0.02  |
| 电极粉  | 99      |      |       |      |       |       |

| 配 料  |          |         |       |        |       |        |       |       |
|------|----------|---------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|
| 材料名称 | 配料比例 (%) | 配料成分(%) |       |        |       |        |       | 配料/kg |
|      |          | C       | Si    | Mn     | Mo    | P      | S     |       |
| 废 钢  | 70       | 0.126   | 0.168 | 0.406  |       | 0.025  | 0.025 | 350   |
| 回炉料  | 30       | 0.093   | 0.078 | 0.336  | 0.078 | 0.011  | 0.009 | 150   |
| 高碳锰铁 | 0.5      | 0.035   | 0.01  | 0.35   |       | 0.002  |       | 2.5   |
| 钼 铁  | 0.3      |         | 0.005 |        | 0.165 |        |       | 1.5   |
| 硅 铁  | 0.3      |         | 0.225 | 0.002  |       |        |       | 1.5   |
| 电极粉  | 0.15     | 0.148   |       |        |       |        |       | 0.75  |
| 合 计  |          | 0.412   | 0.486 | 1.094  | 0.243 | 0.038  | 0.034 |       |
| 元素增减 |          | -0.10   | -0.22 | -0.054 |       | -0.010 | 0.009 |       |
| 成 品  |          | 0.302   | 0.266 | 1.04   | 0.243 | 0.028  | 0.025 |       |

- 一、熔化期
1. 开始通电时供给 60% 的功率,待电流冲击停止后,逐渐将功率增至最大值
  2. 随着坩埚下部炉料的熔化,应及时捣料,防止“搭桥”,并继续添加炉料
  3. 大部分炉料熔化后,加入渣料造渣并覆盖钢液,渣料比例为石灰粉:萤石粉=2:1,渣料加入量为 1.0%~1.5%
  4. 待炉料化清后,取钢样全分析。将功率降至 40%~50%,倾炉扒渣,加渣料另造新渣
- 二、还原期
1. 渣料化清后,往渣面上加脱氧剂进行扩散脱氧,脱氧剂的比例为石灰粉:碳粉=2:1。脱氧过程中用石灰粉和萤石粉调整炉渣的粘度,使炉渣具有良好的流动性
  2. 根据化学成分分析结果,调整钢液化学成分,含硅量在出钢前 5~10min 内调整
  3. 测量钢液温度,要求出钢温度 1600~1620°C。并作圆杯试样,检查钢液脱氧情况
- 三、出钢、浇注
1. 当钢液温度、化学成分、脱氧情况符合要求时,插钼终脱氧,停电倾炉出钢
  2. 钢液出炉后,在包内钢液面上加覆盖剂,镇静 3~5min 后浇注

- 注: 1. 采用 GW-0.5 型碱性中频感应加热电炉和不氧化法熔炼。
2. 配料时,应保证炉料含碳量在规格成分的下限,含磷量应控制在 0.06% 以下,含硫量应控制在 0.05% 以下。铁合金应烘烤至暗红色,渣料应烘干去除水分。
3. 炉前检测: 勤观察炉况变化,用化学分析法与直读式光谱仪分析钢的化学成分,炉前浇注圆杯试样检查脱氧情况,用热电偶测温仪测量钢液温度,出钢温度 1600~1620°C,浇注温度 1540~1560°C。
4. 力学性能检测结果: 经调质处理后,抗拉强度  $\sigma_b$  680MPa,断后伸长率  $\delta_5$  16%。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
6. ZG32MnMo 的主要含义如下:

ZG 32 Mn Mo

——钼的元素符号  
——锰的元素符号  
——碳的名义万分含量(质量分数)  
——铸钢代号

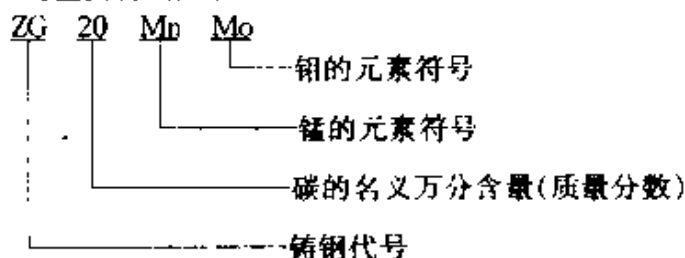


配料实例 745

表 2.2-8 铸造锰钼钢配料

| 例号         | ZG20MnMo            | ZG50MnMo     |
|------------|---------------------|--------------|
| 规格 C (%)   | 0.17~0.27           | 0.47~0.55    |
| 规格 Si (%)  | 0.17~0.37           | 0.17~0.37    |
| 规格 Mn (%)  | 0.90~1.20           | 0.90~1.10    |
| 规格 Mo (%)  | 0.20~0.30           | 0.15~0.30    |
| 规格 P、S (%) | ≤0.04               | ≤0.03, ≤0.04 |
| 配料         | 参见配料实例 741 或表 2.2-4 |              |
| 工艺要求       |                     |              |

- 注:1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
3. ZG20MnMo 的主要含义如下:



#### 4. 铸造硅锰钼钢配料(配料实例 746)

铸造硅锰钢的常用钢号有:ZG35SiMnMo 等。

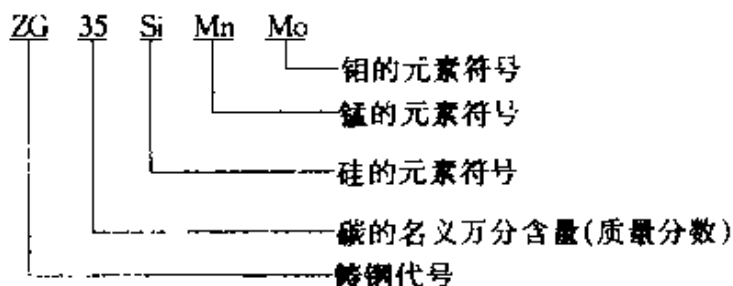
对于 ZG35SiMnMo 的铸造硅锰钼钢配料,可查配料实例 746 或表 2.2-9。

配料实例 746

表 2.2-9 铸造硅锰钼钢配料

| 钢号       | 铸造硅锰钢 ZG35SiMnMo  |
|----------|---|
| 规格成分 (%) | C0.32~0.40, Si1.10~1.40, Mn1.10~1.40, Mo0.20~0.40, P、S≤0.04 |
| 配料       | 参见配料实例 741 或表 2.2-4   |
| 工艺要求     |   |

- 注:1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
3. ZG35SiMnMo 的主要含义如下:



## 5. 铸造锰钼钒钢配料(配料实例 747)

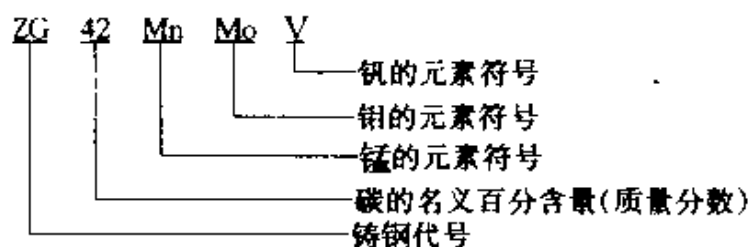
铸造锰钼钒钢的常用钢号有:ZG42MnMoV等。

对于ZG42MnMoV的铸造锰钼钒钢配料,可查配料实例747或表2.2-10。

配料实例 747 表 2.2-10 铸造锰钼钒钢配料

|          |   |
|----------|---|
| 钢号       | 铸造锰钼钒钢 ZG42MnMoV  |
| 规格成分 (%) | C0.38~0.45, Si0.17~0.37, Mn1.2~1.50, Mo0.20~0.30, V0.10~0.20, P, S≤0.03(≤0.035) |
| 配料       | 参见配料实例 741 或表 2.2-4   |
| 工艺要求     |   |

- 注:1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
3. ZG42MnMoV的主要含义如下:



## 6. 铸造硅锰钼钒钢配料(配料实例 748)

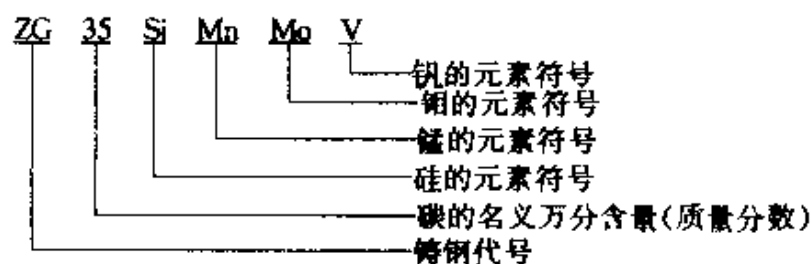
铸造硅锰钼钒钢的常用钢号有:ZG35SiMnMoV等。

对于ZG35SiMnMoV的铸造硅锰钼钒钢配料,可查配料实例748或表2.2-11。

配料实例 748 表 2.2-11 铸造硅锰钼钒钢配料

|          |  |
|----------|--|
| 钢号       | 铸造硅锰钼钒钢 ZG35SiMnMoV  |
| 规格成分 (%) | C0.32~0.40, Si0.60~0.90, Mn1.10~1.40, Mo0.20~0.30, V0.10~0.20, P, S≤0.03(≤0.035) |
| 配料       | 参见配料实例 741 或表 2.2-4  |
| 工艺要求     |  |

- 注:1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
3. ZG35SiMnMoV的主要含义如下:



## 7. 铸造锰钼钒铜钢配料(配料实例 749)

铸造锰钼钒铜钢的常用钢号有:ZG15MnMoVCu等。

对于ZG15MnMoVCu的铸造锰钼钒钢钢配料,可查配料实例 749 或表 2.2-12。

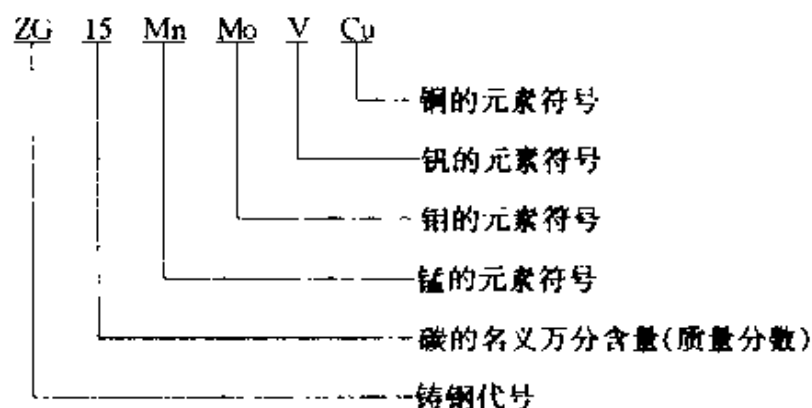
配料实例 749 表 2.2-12 铸造锰钼钒铜钢配料

|          |  |
|----------|--|
| 钢号       | 铸造锰钼钒铜钢 ZG15MnMoVCu  |
| 规格成分 (%) | C0.10~0.15, Si0.35~0.45, Mn0.90~1.40, Mo0.80~1.20, V0.10(0.30), Cu0.80~1.00, P, S≤0.04(≤0.035) |
| 配料       | 参见配料实例 741 或表 2.2-4  |
| 工艺要求     |  |

注:1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数

3. ZG15MnMoVCu的主要含义如下:



## 8. 铸造铸铜配料(配料实例 750、751)

铸造铬钢的常用钢号有:ZG40Cr、ZG40Cr1、ZG70Cr等。

对于石油机械等类铸件的铸造铬钢配料,可查配料实例 750 和配料实例 751 或表 2.2-13 和表 2.2-14。

配料实例 750 表 2.2-13 ZG40Cr 的铸造铬钢配料

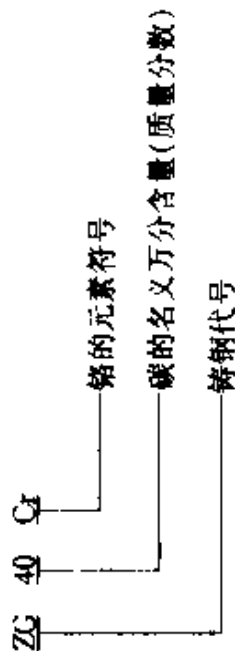
|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 齿圈 (石油机械类安装在修井机上的刹车系统零件)  |
| 铸件特点       | 铸件为圆环形零件, 其轮廓尺寸 $\phi 946\text{mm} \times 100\text{mm}$ , 内孔为 $\phi 820\text{mm}$ , 平均壁厚 100mm, 毛坯重 137.4kg, 全部加工, 是修井机上刹车系统中的零部件, 转速变化大、受力不均, 采用水玻璃硅砂造型, 吹 $\text{CO}_2$ 硬化, 铸件正火处理<br>要求铸钢牌号: 铸造铬钢 ZG40Cr |
| 合金成分控制 (%) | $\text{C} 0.35\% \sim 0.45\%$ , $\text{Si} 0.17\% \sim 0.37\%$ , $\text{Mn} 0.5\% \sim 0.8\%$ , $\text{Cr} 0.8\% \sim 1.1\%$ , $\text{P}, \text{S} \leq 0.04\%$   |

| 炉料                 | 配料       |      |      |       |       |            |         |     |       |        | 说明     |        |        |      |   |
|--------------------|----------|------|------|-------|-------|------------|---------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|------|---|
|                    | 炉料成分 (%) |      |      |       |       | 配料计算成分 (%) |         |     |       |        |        |        |        |      |   |
|                    | C        | Si   | Mn   | P     | S     | Cr         | Si-Fe   | C   | Si    | Mn     |        | P      | S      | Cr   |   |
| 废钢                 | 0.42     | 0.33 | 0.51 | 0.05  | 0.05  |            |         | 40  | 0.168 | 0.132  | 0.204  | 0.02   | 0.02   |      | 装料 2800kg, 其中:<br>废钢: 1120kg<br>浇冒口, 废件: 1260kg<br>钢屑: 140kg<br>生铁 280kg<br>生石灰块少许<br>熔化, 造渣去 P |
| 浇冒口, 废件            | 0.39     | 0.34 | 0.52 | 0.036 | 0.039 | 0.88       |         | 45  | 0.176 | 0.153  | 0.234  | 0.016  | 0.0196 | 0.4  |   |
| 钢屑                 | 0.15     | 0.27 | 0.55 | 0.06  | 0.05  |            |         | 5   | 0.008 | 0.014  | 0.028  | 0.003  | 0.003  |      |   |
| 生铁                 | 3.72     | 1.05 | 0.60 | 0.18  | 0.05  |            |         | 10  | 0.372 | 0.105  | 0.06   | 0.018  | 0.005  |      |   |
| 造渣料 $\text{CaO}$ 等 |          |      |      |       |       |            |         | 计   | 0.724 | 0.404  | 0.126  | 0.057  | 0.045  | 0.4  |   |
| 矿石                 |          |      |      |       |       |            |         | 1.2 |       |        |        |        |        |      | 熔化, 造渣去 P   |
| 氧气                 |          |      |      |       |       |            |         | 少许  |       |        |        |        |        |      |   |
| 硅铁                 |          |      |      |       |       |            | 75      | 至全熔 |       |        |        | -0.02  |        |      | 熔化后期, 吹氧助熔<br>氧化, 分析 C、Mn、P<br>C: 0.3%, Mn: 0.23%,<br>P: 0.018%                                 |
| 铁矿石                |          |      |      |       |       |            | 0.35    |     |       |        |        | +0.057 |        |      |   |
| 氧气                 |          |      |      |       |       |            | 10      |     |       |        |        |        |        |      | 进入渣中, 大气  |
| 氧化                 |          |      |      |       |       |            | 0.3~0.4 |     |       |        |        |        |        |      |   |
|                    |          |      |      |       |       |            | 计       |     | -0.4  | -0.664 | -0.223 | -0.023 |        | -0.3 |   |
|                    |          |      |      |       |       |            |         |     | 0.324 |        | 0.263  | 0.014  | 0.005  | 0.1  |   |

(续)

| 炉料  | 炉料成分 (%) |     |    |     |      |    | 配料成分 (%) | 配料计算成分 (%) |       |       |       |        |       | 说明   |  |
|-----|----------|-----|----|-----|------|----|----------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|------|--|
|     | C        | Si  | Mn | P   | S    | Cr |          | Si-Fe      | C     | Si    | Mn    | P      | S     |      | Cr   |
| 锰铁  | 1.5      | 2.0 | 75 | 0.3 | 0.02 |    |          | 0.5        | 0.008 | 0.009 | 0.356 | 0.0015 |       |      | 去氧化渣, 造新渣 CaO: CaF <sub>2</sub> :SiO <sub>2</sub> = 4:1.5:0.2, 还原, 加锰铁 |
| 造渣  |          |     |    |     |      |    | 3 计      | 0.332      | 0.01  | 0.619 | 0.016 | 0.022  | 0.1   |      |  |
| 还原剂 | C粉       |     |    |     |      |    | 75 粉     | 0.2        | 0.05  | 0.025 |       |        |       |      | 分析 CO.40%, Mn0.60%, P0.03%, S0.031%                                    |
| 铸铁  | 1.5      | 2.5 |    | 0.1 | 0.04 | 50 | 75       | 2          | 0.03  | 0.045 | 0.002 | 0.001  | 0.95  |      |  |
| 铸硅  |          |     |    |     |      |    |          | 0.3        | 0.41  | 0.35  | 0.62  | 0.018  | 0.023 | 1.05 | 终脱氧, 出钢  |
| 铝   |          |     |    |     |      |    | 计        | 0.1        | 0.43  | 0.35  | 0.62  | 0.018  | 0.023 | 1.05 |  |
| 成品  |          |     |    |     |      |    |          |            | 0.44  | 0.35  | 0.61  | 0.039  | 0.034 | 1.01 |  |

注: 1. 采用熔炼炉类型; HGX-1.5 型三相碱性电炉, 氧化法熔炼。  
 2. 配料: 炉料主要是通化市锅炉厂废钢、浇冒口、废铸件、钢屑; 而合金为通化、吉林铁合金厂产的铁合金; 配碳用通化钢铁公司的炼钢生铁; 造渣料、氧化剂、还原剂均来自通化市厂、矿。  
 3. 炉前: 为碱性炉衬, 氧化法冶炼, 用吹氧-矿石法氧化及助熔, 在冶炼过程中即用肉眼观察, 掌握炉况, 又有炉前化验相配合, 从而使钢液、炉渣成分和温度在各个时期均达到要求, 最后进行终脱氧、出钢、浇注。  
 4. 检测结果:  
 力学性能: 经试验, 正火后  $\sigma_0.660\text{MPa}$ , 硬度 204HBS。  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 6. 适合本配料的石油机械类中要求铸造铸钢 ZG40Cr 的部件还有: 内齿圈链轮、齿轮、压盘等。  
 7. ZG40Cr 的主要含义如下:



配料实例 751

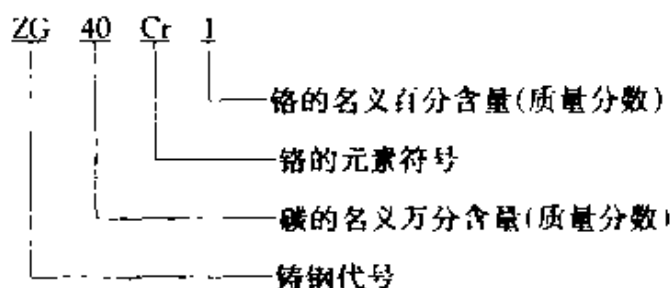
表 2.2-14 铸造铬钢配料

| 钢号          | ZG40Cr1             | ZG70Cr      |
|-------------|---------------------|-------------|
| 规格 C (%)    | 0.35~0.45           | 0.65~0.75   |
| 规格 Si (%)   | 0.20~0.40           | 0.25~0.45   |
| 规格 Mn (%)   | 0.50~0.80           | 0.55~0.85   |
| 规格 Cr (%)   | 0.80~1.10           | 0.80~0.10   |
| 规格 P, S (%) | ≤0.035              | ≤0.04(0.05) |
| 配料<br>工艺要求  | 参见配料实例 741 或表 2.2-4 |             |

注:1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

3. ZG40Cr1 的主要含义如下:



## 9. 铸造铬钼钼配料 (配料实例 752~755)

铸造铬钼钢的常用钢号有: ZG15Cr1Mo、ZG20CrMo、ZG35CrMo、ZG40CrMo、ZG20Cr5Mo、ZG17CrMo 等。

对于汽轮机、石油机械等类铸件的铸造铬钼钢配料, 可查配料实例 752~配料实例 755, 或表 2.2-15~表 2.2-18。

配料实例 752 表 2.2-15 ZG15Cr1Mo 的铸造铬钼钢配料

| 铸件名称       | 高中压外汽缸 (汽轮机类引进 30 万 kW 汽轮机零件)   |
|------------|---|
| 铸件特点       | <p>铸件特点: 是汽轮机中的主要大铸件, 在蒸汽压力为 16.7MPa, 温度为 538°C 的工况下工作, 是再热机组的双层汽缸的外缸, 体大壁厚, 结构复杂。双层汽缸则可减少汽缸内外的温差和压力差, 减少热应力, 增加机组对负荷变化的适应性。一般壁厚为 80mm, 最大壁厚为 400~450mm, 其外形轮廓尺寸: 6133mm×2985mm×3325mm, 上部毛重 38.5t, 下部为 4t, 采用干型铸造</p> <p>铸件材质: 铸造铬钼钢 ZG15Cr1Mo, 具有良好的高温强度, 其铸造性能, 焊接性能都较好, 适用于生产大截面的铸钢件</p> <p>性能要求:</p> <p>力学性能: 屈服点 <math>\sigma_s \geq 275\text{MPa}</math>, 抗拉强度 <math>\geq 485\text{MPa}</math>, 断后伸长率 <math>\delta_4 &gt; 20\%</math>, 断面收缩率 <math>\psi &gt; 35\%</math></p> |
| 合金成分控制 (%) | 化学成分选择: C ≤ 0.20, Si ≤ 0.60, Mn 0.50~0.80, Cr 1.00~1.50, Mo 0.45~0.65, S < 0.025, P < 0.03  |

(续)

| 配料单          |         | 成分 (%) | C                 | Mn                | Si                | S       | P      | Cr                | Mo                | Al      | Ni    | Cu     | V      | Ti    |
|--------------|---------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|--------|-------------------|-------------------|---------|-------|--------|--------|-------|
| 炉料名称         | 配料比 (%) | 要求     | < 0.20            | 0.50<br>-<br>0.80 | < 0.60            | < 0.025 | < 0.03 | 1.00<br>-<br>1.50 | 0.45<br>-<br>0.65 | < 0.025 | < 0.5 | < 0.25 | < 0.03 | 0.035 |
| Cr-Mo<br>大中料 | ≈40     | 控制     | 0.15<br>-<br>0.20 |                   | 0.35<br>-<br>0.45 | < 0.015 |        |                   |                   |         |       |        |        |       |
| 碳钢中小料        | 30      | 成 品    |                   |                   |                   |         |        |                   |                   |         |       |        |        |       |
| 本厂钢屑         | 15      | 上半     | 0.11              | 0.25              | 0.33              | 0.024   | 0.011  | 1.24              | 0.48              | 0.005   | 0.08  | 0.07   | 0.02   | 0.014 |
| 配碳生铁         | 15      | 下半     | 0.16              | 0.59              | 0.37              | 0.023   | 0.014  | 1.30              | 0.50              | 0.03    | 0.38  | 0.10   | 0.033  | 0.007 |

## 电炉熔炼工艺

1. 装炉熔化,全熔后取样分析,C,P,Mo,Cu,Ni。化清时的C:0.40%~0.62%
2. 熔池温度>1570°C可吹氧氧化,加矿石氧化脱碳速度,以每10min均匀脱碳0.08%~0.20%为宜
3. 脱碳总量>0.35%,氧化中期取样分析C,P。吹氧脱碳应>0.20%
4. 最后一批矿石加入后8min加入高碳锰铁,并补足钼余量,静沸腾应大于10min,直至钢液平静
5. 出渣前应取样分析,并需达到C:0.07%~0.12%,Mn>0.20%,P<0.01%,温度>1600°C时即可去渣。如出渣时C过低,应适当延长沸腾时间
6. 出渣后插铝0.5kg/t,加Cr-Mo2kg/t,调整合金成分至中限(Cr,Mo等合金尽量作到一次补足)
7. 加入还原渣料等形成良好还原渣。取样分析C,Mn,Cr,Mo,V,Si,S,并保持>25min。其FeO<0.60%
8. 在保持期中加入硅铁,碳粉,3kg/t,分二批加入
9. 加入Si-Fe(包括包中冲Si-Ca)使成分达中限
10. 出钢温度:1600~1620°C
11. 包中冲Al0.3kg/t,冲Si-Ca1kg/t
12. 浇注温度:1550~1600°C

注:1. 采用熔炼炉类型:电弧炉。

2. 检测结果:试样随炉热处理,经正火+回火。

力学性能

抗拉强度 $\sigma_b$  屈服点 $\sigma_s$  断后伸长率 $\delta_5$  断面收缩率 $\psi$ 

上半 495MPa 310MPa 30.6% 60.4%

下半 518MPa 318MPa 27.6% 58.3%

化学成分(%):

C Mn Si S P Cr

上半 0.11 0.52 0.33 0.024 0.011 1.24

下半 0.16 0.59 0.37 0.023 0.014 1.30

Mo Al Ni Cu V Ti

上半 0.48 0.005 0.08 0.07 0.020 0.014

下半 0.50 0.03 0.38 0.10 0.033 0.007

3. 铸件经粗加工后,再作回火及表面探伤,拍片检查,不允许有夹渣、裂纹、砂眼等缺陷。

4. 成分含量和配料比皆指质量分数。

5. 本配料,工艺适用于同牌号的汽缸,阀门等汽轮机零件。

配料实例 753 表 2.2-16 ZG15CrMo 的铸造铸铝钢配料

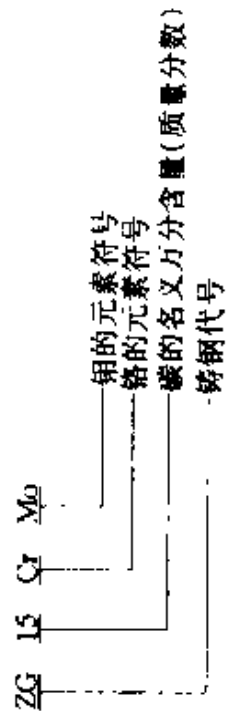
| 铸件名称                      | 配料       |      |      |      |      |      |      |         |      |       |          | 说明    |            |        |       |  |
|---------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|---------|------|-------|----------|-------|------------|--------|-------|--|
|                           | 炉料成分 (%) |      |      |      |      |      |      |         |      |       | 配料比例 (%) |       | 配料计算成分 (%) |        |       |  |
| 铸件特点                      | C        | Si   | Mn   | P    | S    | Cr   | Mo   | Si-Fe   | C    | Si    | Mn       | P     | S          | Cr     | Mo    | 说明   |
| 刹车毂 (石油机械类安装在钻井机上刹车系统中零件) | 0.38     | 0.28 | 0.56 | 0.04 | 0.04 | 0.57 | 0.49 |         | 30   | 0.114 | 0.084    | 0.168 | 0.012      | 0.171  | 0.147 |  |
| 合金成分控制 (%)                | 0.38     | 0.28 | 0.56 | 0.04 | 0.04 | 0.57 | 0.49 |         | 60   | 0.282 | 0.21     | 0.396 | 0.03       | 0.03   |       |  |
|                           | 0.47     | 0.35 | 0.66 | 0.05 | 0.05 |      |      |         | 10   | 0.021 | 0.027    | 0.042 | 0.005      | 0.005  | 0.314 | 浇冒口, 废件:<br>900kg<br>钢屑: 300kg<br>铝铁: 18kg<br>生石灰块少许       |
|                           | 0.25     | 1.5  |      | 0.1  | 0.05 |      | 55   |         | 0.6  | 0.002 | 0.009    | 0.000 | 0.0003     |        |       |  |
| 造渣料 CaO 等                 |          |      |      |      |      |      |      |         | 计    | 0.42  | 0.32     | 0.61  | 0.047      | 0.171  | 0.361 | 熔化, 渣渣, 去 P,<br>C0.44%<br>P0.028%<br>熔化后期, 吹氧助熔<br>Me0.38% |
| 矿石                        |          |      |      |      |      |      |      |         | 1.2  |       |          |       |            |        |       |  |
| 氧气                        |          |      |      |      |      |      |      |         | 少许   |       |          |       |            |        |       |  |
|                           |          |      |      |      |      |      |      |         | 至全熔  |       |          |       | -0.02      |        |       |  |
| 硅 铁                       |          |      |      |      |      |      |      | 75      | 0.35 |       |          |       |            |        |       | 氧化分析 C、P   |
| 矿石                        |          |      |      |      |      |      |      | 10      |      | 0.26  |          |       |            |        |       | C0.1%, P0.01%  |
| 氧化                        |          |      |      |      |      |      |      | 0.3~0.4 |      |       |          |       |            |        |       |  |
| 氧化                        |          |      |      |      |      |      |      | 计       |      | -0.36 | -0.58    | -0.31 | -0.023     | -0.145 |       | 进入渣中或大气  |
|                           |          |      |      |      |      |      |      |         |      | 0.06  | 0.30     | 0.005 | 0.047      | 0.026  | 0.361 |  |



(续)

| 炉料  | 炉料成分 (%) |     |    |     |      |    |    | 配料比例 (%) |       |       |       |        |       |       | 配料计算成分 (%) |   |    |    |   |   |    | 说明 |    |  |
|-----|----------|-----|----|-----|------|----|----|----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|------------|---|----|----|---|---|----|----|----|--|
|     | C        | Si  | Mn | P   | S    | Cr | Mo | Si-Fe    | C     | Si    | Mn    | P      | S     | Cr    | Mo         | C | Si | Mn | P | S | Cr |    | Mo |  |
| 锰铁  | 1.5      | 2.0 | 75 | 0.3 |      |    |    | 0.5      | 0.008 | 0.009 | 0.356 | 0.0015 | 0.02  |       |            |   |    |    |   |   |    |    |    | 去氧化渣, 加锰铁造新渣 (CaO:CaF <sub>2</sub> :SO <sub>2</sub> ) = 4:1.5:0.2) |
| 造新渣 |          |     |    |     |      |    |    | 3        |       |       |       |        |       |       |            |   |    |    |   |   |    |    |    |  |
| 还原剂 | C粉       |     |    |     |      |    |    | 计        | 0.068 | 0.009 | 0.656 | 0.0065 | 0.027 | 0.026 | 0.361      |   |    |    |   |   |    |    |    | SO:0.03%, Mo:0.49%, Cr:0.47%, FeO:0.78%                            |
| 钼铁  | 0.25     | 1.5 |    | 0.1 | 0.05 |    | 55 | 0.2      | 0.05  | 0.05  |       |        |       |       | 0.105      |   |    |    |   |   |    |    |    |  |
| 铬铁  | 1.5      | 2.5 |    | 0.1 | 0.04 | 50 |    | 1        | 0.015 | 0.025 |       |        |       |       | 0.45       |   |    |    |   |   |    |    |    |  |
| 硅铁  |          |     |    |     |      |    |    | 0.3      | 0.003 | 0.003 |       |        |       |       |            |   |    |    |   |   |    |    |    |  |
| 铝   |          |     |    |     |      |    |    | 计        | 0.14  | 0.29  | 0.656 | 0.01   | 0.027 | 0.48  | 0.47       |   |    |    |   |   |    |    |    | 终脱氧, 出钢  |
| 成品  |          |     |    |     |      |    |    | 0.1      | 0.16  | 0.29  | 0.66  | 0.01   | 0.027 | 0.48  | 0.47       |   |    |    |   |   |    |    |    |  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: HGX-1.5型三相碱性电弧炉, 氧化法冶炼。  
 2. 配料: 主要炉料为通化市锅炉厂废钢、浇冒口、废铸件、钢屑, 而合金为通化和吉林铁合金厂生产的铁合金; 配碳用通化钢铁公司的炼钢生铁; 造渣料、氧化剂、还原剂均来自通化市厂、矿。  
 3. 炉前, 为碱性炉衬, 氧化法冶炼, 用吹氧-矿石法氧化和助熔, 在冶炼过程中即用肉眼观察, 掌握炉况, 又有炉前化验相配合, 从而使钢液、炉渣成分和温度在各个时期均达到要求, 最后进行终脱氧、出钢、浇注。  
 4. 检测结果:  
 力学性能: 经试验, 铸件试棒, 正火后,  $\sigma_b$ 600MPa, 202HBS  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 6. 适合本配料的石油机械类中要求铸造铬钼钢 ZG15CrMo 的铸钢件, 还有各种系列的列车毂。  
 7. ZG15CrMo 的主要含义如下:



配料实例 754 表 2.2-17 ZG35CrMo 的铸造铸钢配料

| 铸件名称   | 配料       |      |      |      |      |      |            |       |          |         |        |        | 说明      |       |        |        |
|--|----------|------|------|------|------|------|------------|-------|----------|---------|--------|--------|---------|-------|--------|--------|
|  | 炉料成分 (%) |      |      |      |      |      | 配料计算成分 (%) |       |          |         |        |        |         |       |        |        |
| 铸件特点   | C        | Si   | Mn   | P    | S    | Cr   | Mo         | Si-Fe | 配料比例 (%) | C       | Si     | Mn     | P       | S     | Cr     | Mo     |
| 刹车毂 (石油机械类安装在修井机上刹车系统中零件)  | 0.30     | 0.29 | 0.52 | 0.05 | 0.04 | 0.81 | 0.21       |       | 40       | 0.12    | 0.12   | 0.208  | 0.02    | 0.016 | 0.324  | 0.084  |
| 铸件为矮圆筒形, 其轮廓尺寸为 $\phi 99.5\text{mm} \times 290\text{mm}$ , 主要壁厚 43mm, 毛坯重 333.28kg, 全部加工, 是修、钻井机刹车系统的主要部件, 受力大而且不均, 工作温度变化大, 环境恶劣, 温差不大, 采用水玻璃砂造型, 以 $\text{CO}_2$ 固化, 铸件需正火处理 | 0.38     | 0.32 | 0.53 | 0.05 | 0.05 | 0.83 | 0.22       |       | 45       | 0.171   | 0.144  | 0.239  | 0.023   | 0.023 | 0.374  | 0.099  |
| 要求铸钢牌号: 铸造铸钢 ZG35CrMo  | 0.17     | 0.27 | 0.51 | 0.05 | 0.05 | 0.82 | 0.20       |       | 5        | 0.0085  | 0.014  | 0.026  | 0.003   | 0.003 | 0.0041 | 0.001  |
| 合金成分控制 (%)   | 3.92     | 0.88 | 0.61 | 0.12 | 0.05 |      | 55         |       | 10       | 0.392   | 0.088  | 0.061  | 0.012   | 0.005 |        |        |
|  | 0.25     | 1.5  |      | 0.1  | 0.05 |      |            |       | 0.1      | 0.00030 | 0.0015 | 0.0001 | 0.00003 |       |        | 0.053  |
| 造渣料 $\text{CaO}$ 等   |          |      |      |      |      |      |            |       | 计        | 0.69    | 0.37   | 0.534  | 0.058   | 0.049 | 0.702  | 0.237  |
| 铁矿石  |          |      |      |      |      |      |            |       | 1.2      |         |        |        |         |       |        |        |
| 氧气   |          |      |      |      |      |      |            |       | 少许       |         |        |        |         |       |        |        |
| 硅  |          |      |      |      |      |      |            |       | 至全熔      |         |        |        | -0.02   |       |        |        |
| 石  |          |      |      |      |      |      |            | 75    | 0.35     | 0.26    |        |        |         |       |        |        |
| 氧化   |          |      |      |      |      |      |            |       | 10       |         |        |        |         |       |        |        |
| 氧化   |          |      |      |      |      |      |            |       | 0.3~0.4  | -0.4    | -0.63  | -0.27  | -0.023  |       | -0.59  | -0.012 |
|  |          |      |      |      |      |      |            |       | 计        | 0.29    | 0.264  | 0.015  | 0.047   | 0.11  | 0.225  |        |

CO.3~0.4, S0.17~0.37, Mn0.5~0.8, Cr0.8~1.1, Mo0.2~0.3, P, S<0.04

配料

装料: 3000kg, 其中:  
废钢: 1200kg  
浇冒口, 废件: 1350kg  
钢屑: 150kg  
生铁: 300kg  
钼铁 3kg  
生石灰块少许

熔化, 渣渣, 去 P,  
C=0.66%  
P=0.03%

熔化后期吹氧助熔  
Mo=0.22%

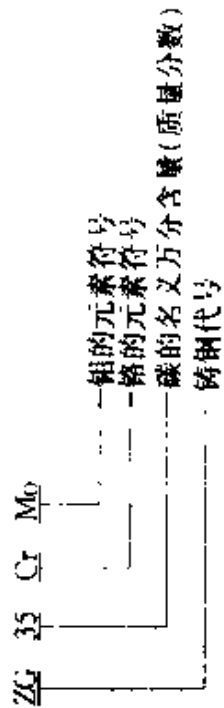
氧化, 分析 C, P  
CO.29%, PO.017%

进入渣中, 或大气

(续)

| 炉料    | 炉料成分(%) |     |    |     |      |    |     | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |        |       |        |       |      |       | 说明 |
|-------|---------|-----|----|-----|------|----|-----|---------|-----------|--------|-------|--------|-------|------|-------|----|
|       | C       | Si  | Mn | P   | S    | Cr | Mo  |         | Si-Fe     | C      | Su    | Mn     | P     | S    | Cr    |    |
| 锰铁    | 1.5     | 2.0 | 75 | 0.3 |      |    |     | 0.5     | 0.008     | 0.0019 | 0.356 | 0.0015 | 0.024 |      |       |    |
| 造新渣   |         |     |    |     |      |    |     |         |           |        |       |        |       |      |       |    |
| 还原剂C粉 |         |     |    |     |      |    | 75粉 | 计       | 0.298     | 0.009  | 0.62  | 0.017  | 0.023 | 0.11 | 0.225 |    |
| 钼铁    | 0.25    | 1.5 |    | 0.1 | 0.05 |    |     | 0.2     | 0.05      |        |       |        |       |      |       |    |
| 铬铁    | 1.5     | 2.5 |    | 0.1 | 0.04 | 50 |     | 2       | 0.03      | 0.05   |       | 0.002  |       | 0.9  |       |    |
| 硅铁    |         |     |    |     |      |    | 75  | 0.3     |           | 0.20   |       |        |       |      |       |    |
| 铝     |         |     |    |     |      |    |     | 计       | 0.31      | 0.31   | 0.62  | 0.02   | 0.023 | 1.01 | 0.23  |    |
| 成品    |         |     |    |     |      |    |     | 终化验     | 0.33      | 0.31   | 0.62  | 0.02   | 0.023 | 1.01 | 0.23  |    |
|       |         |     |    |     |      |    |     |         | 0.35      | 0.3    | 0.61  | 0.037  | 0.038 | 1.07 | 0.24  |    |

注: 1. 采用熔炼炉类型: HGX-1.5型三相碱性电弧炉, 氧化法冶炼。  
 2. 配料: 主要炉料为通化市钢厂废钢、浇冒口、废铸件、钢屑; 而合金为通化和吉林铁合金厂产的铁合金; 配碳用通化钢铁公司的炼钢生铁; 造渣料、氯化剂、还原剂均来自通化市厂。  
 3. 炉前, 为碱性炉衬, 氧化法冶炼, 用吹氧-矿石法氧化和助熔, 在冶炼过程中即用肉眼观察, 掌握炉况, 又有炉前化验相配合, 从而使钢液、炉渣成分和温度在各个时期均达到要求, 最后进行终脱氧、出钢、浇注。  
 4. 检测结果: 力学性能: 经试验, 铸件试棒, 正火后,  $\sigma_s$  600MPa, 202HBS。  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 6. 适合本配料的石油机械类中要求铸造铬钼钢 ZG35CrMo 的铸钢件, 还有各种系列的刹车毂。  
 7. ZG35CrMo 的主要含义如下:

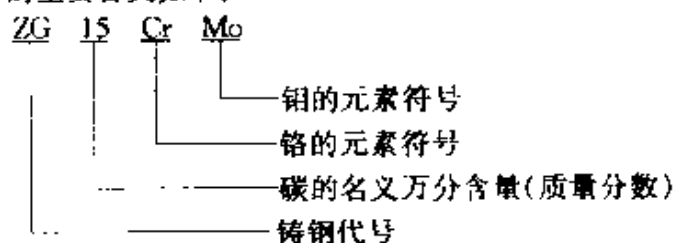


配料实例 755

表 2.2-18 铸造铬钼钢配料

| 钢号          | ZG20CrMn            | ZG35CrMn  | ZG40CrMn  | ZG20Cr5Mn | ZG17CrMn  |
|-------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 规格 C (%)    | 0.17~0.25           | 0.30~0.37 | 0.35~0.45 | 0.15~0.25 | 0.15~0.20 |
| 规格 Si (%)   | 0.20~0.45           | 0.30~0.50 | 0.17~0.45 | ≤0.50     | 0.30~0.60 |
| 规格 Mn (%)   | 0.50~0.80           | 0.50~0.80 | 0.50~0.80 | ≤0.60     | 0.50~0.80 |
| 规格 Cr (%)   | 0.50~0.80           | 0.80~1.20 | 0.80~1.10 | 4.00~6.00 | 1.20~1.50 |
| 规格 Mo (%)   | 0.40~0.60           | 0.20~0.30 | 0.20~0.30 | 0.50~0.65 | 0.45~0.55 |
| 规格 P, S (%) | ≤0.035              | ≤0.035    | ≤0.04     | ≤0.04     | ≤0.04     |
| 配料          | 参见配料实例 741 或表 2.2-4 |           |           |           |           |
| 工艺要求        |                     |           |           |           |           |

- 注: 1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。  
 2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 3. ZG15CrMo 的主要含义如下:



## 10. 铸造铬锰硅钢配料(配料实例 756)

铸造铬锰硅钢的常用钢号有: ZG30CrMnSi、ZG35CrMnSi 等。

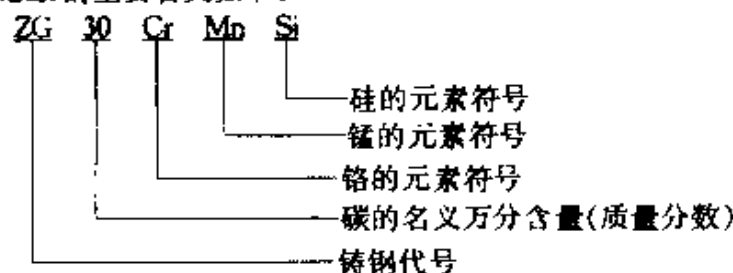
对于铸造铬锰硅钢的配料,可速查配料实例 756 或表 2.2-19。

配料实例 756

表 2.2-19 铸造铬锰硅钢配料

| 钢号          | ZG30CrMnSi          | ZG35CrMnSi |
|-------------|---------------------|------------|
| 规格 C (%)    | 0.28~0.38           | 0.30~0.40  |
| 规格 Si (%)   | 0.50~0.75           | 0.50~0.75  |
| 规格 Mn (%)   | 0.90~1.20           | 0.90~1.20  |
| 规格 Cr (%)   | 0.50~0.80           | 0.50~0.50  |
| 规格 P, S (%) | ≤0.04(0.045)        | ≤0.035     |
| 配料          | 参见配料实例 741 或表 2.2-4 |            |
| 工艺要求        |                     |            |

- 注: 1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。  
 2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 3. ZG30CrMnSi 的主要含义如下:



## 11. 铸造铸锰硅钼稀土钼配料(配料实例 757)

铸造铬锰硅钼稀土钢的常用钢号有:ZG32Cr2MnSiMoRE等。

对于冶金机械等类铸件的铸造铬锰硅钼稀土钢配料,可查配料实例 757 或表 2.2-20。

## 配料实例 757

表 2.2-20 ZG32Cr2MnSiMoRE 的铸造铬锰硅稀土钢配料

|           |   |         |       |        |       |       |        |     |
|-----------|---|---------|-------|--------|-------|-------|--------|-----|
| 铸件名称      | 料斗衬板(冶金机械类 2500m <sup>3</sup> 高炉称量料斗零件)   |         |       |        |       |       |        |     |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸为 436mm×400mm,主要壁厚 45mm,铸件毛重 56kg 要求铸件具有良好的韧性和耐磨性能,安装面光滑无毛刺。采用有机酯水玻璃自硬砂造型,铸件须经淬火、回火处理<br>要求铸钢牌号:铸造铬锰硅钼稀土钢 ZG32Cr2MnSiMoRE。抗拉强度 $\sigma_b \geq 1500\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta_5 \geq 3\%$ ,冲击初度 $a_K \geq 25\text{J/cm}$ ,硬度 $\geq 50\text{HBS}$ |         |       |        |       |       |        |     |
| 合金成分控制(%) | C0.28~0.34, Si1.00~1.40, Mn0.80~1.20, Cr1.80~2.20, Mo0.30~0.40, RE0.04~0.08   |         |       |        |       |       |        |     |
| 配 料       |   |         |       |        |       |       |        |     |
| 材料名称      | 炉料成分(%)   |         |       |        |       |       |        |     |
|           | C   | Si      | Mn    | Cr     | Mo    | RE    |        |     |
| 废 钢       | 0.34  | 0.24    | 0.58  |        |       |       |        |     |
| 回炉料       | 0.32  | 1.22    | 1.16  | 1.98   | 0.35  | 0.07  |        |     |
| 高碳锰铁      | 7.0   | 2.0     | 70.0  |        |       |       |        |     |
| 高碳铬铁      | 9.5   | 3.0     |       | 65.0   |       |       |        |     |
| 钼 铁       | 0.25  | 1.50    | 55.0  |        |       |       |        |     |
| 硅 铁       | 0.10  | 75.0    | 0.50  |        |       |       |        |     |
| 稀土硅铁      |   | 40.0    | 4.0   |        |       | 30.0  |        |     |
| 材料名称      | 配料比例(%)   | 配料成分(%) |       |        |       |       | 配料/kg  |     |
|           |   | C       | Si    | Mn     | Cr    | Mo    |        | RE  |
| 废 钢       | 80  | 0.274   | 0.192 | 0.464  |       |       | 2400   |     |
| 回炉料       | 20  | 0.064   | 0.244 | 0.232  | 0.396 | 0.07  | 0.014  | 600 |
| 高碳锰铁      | 0.7   | 0.049   | 0.014 | 0.49   |       |       |        | 21  |
| 高碳铬铁      | 3   | 0.285   | 0.09  |        | 1.95  |       |        | 90  |
| 钼 铁       | 0.5   |         | 0.007 |        |       | 0.275 |        | 15  |
| 硅 硅       | 1   |         | 0.75  | 0.05   |       |       |        | 30  |
| 稀土硅铁      | 0.6   |         | 0.40  | 0.04   |       |       | 6.18   | 18  |
| 合 计       |   | 0.672   | 1.697 | 1.231  | 0.346 | 0.345 | 0.194  |     |
| 炉内熔化增减    |   | -0.35   | -0.54 | -0.123 | -0.12 | -0.01 | -0.136 |     |
| 成 品       |   | 0.322   | 1.157 | 1.108  | 2.226 | 0.335 | 0.058  |     |



## 12. 铸造铬锰钼钢配料 (配料实例 758、759)

铸造铬锰钼钢的常用钢号有:ZG30CrMnMo、ZG50CrMnMo、ZG60CrMnMo等

对于工艺装备等类铸件的铸造铬锰钼钢配料,可查配料实例 758 和配料实例 759 或表 2.2-21 和表 2.2-22。

## 配料实例 758

表 2.2-21 ZG50CrMnMo 的铸造铬锰钼铸配料

|            |  |          |       |        |        |       |       |        |      |
|------------|--|----------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|------|
| 铸件名称       | 车轮轮箍下模平板 (工艺装备类 8000t 水压机零件)   |          |       |        |        |       |       |        |      |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 1380\text{mm} \times 202\text{mm}$ , 主要壁厚为 174mm, 铸件毛重 1700kg 全部机械加工。该零件是热轧车轮轮箍关键模具, 属热作模具钢, 要求具有良好的综合力学性能。采用有机酯水玻璃自硬砂造型, 铸件需经淬火, 回火处理。要求铸钢牌号: 铸造铬锰钼钢 ZGCrMnMo。抗拉强度 $\sigma_b \geq 736\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 11\%$ , 硬度 41~43HRC |          |       |        |        |       |       |        |      |
| 合金成分控制 (%) | C0.50~0.60, Si0.25~0.60, Mn1.20~1.60, Cr0.60~0.90, Mo0.15~0.30, P $\leq$ 0.04, S $\leq$ 0.04   |          |       |        |        |       |       |        |      |
| 配 料        |  |          |       |        |        |       |       |        |      |
| 材料名称       | 炉料成分 (%)   |          |       |        |        |       |       |        |      |
|            | C  | Si       | Mn    | Cr     | Mo     | P     | S     |        |      |
| 废 钢        | 0.31   | 0.26     | 0.58  |        |        | 0.035 | 0.035 |        |      |
| 返回料        | 0.58   | 0.38     | 1.42  | 0.82   | 0.25   | 0.031 | 0.022 |        |      |
| 生 铁        | 3.76   | 1.15     | 0.62  |        |        | 0.18  | 0.05  |        |      |
| 高碳锰铁       | 7.0  | 2.0      | 70    |        |        | 0.38  | 0.03  |        |      |
| 高碳铬铁       | 9.5  | 3.0      |       | 65     |        | 0.06  | 0.06  |        |      |
| 钼 铁        | 0.25   | 1.5      |       |        | 55     | 0.10  | 0.15  |        |      |
| 硅 硅        | 0.10   | 75       | 0.50  |        |        | 0.04  | 0.02  |        |      |
| 材料名称       | 配料比例 (%)   | 配料成分 (%) |       |        |        |       |       | 配料/kg  |      |
|            |  | C        | Si    | Mn     | Cr     | Mo    | P     |        | S    |
| 废 钢        | 60   | 0.186    | 0.156 | 0.348  |        |       | 0.021 | 0.021  | 1800 |
| 返回料        | 30   | 0.174    | 0.114 | 0.426  | 0.246  | 0.075 | 0.010 | 0.002  | 900  |
| 生 铁        | 10   | 0.376    | 0.115 | 0.062  |        |       | 0.018 | 0.005  | 300  |
| 高碳锰铁       | 1.0  | 0.07     | 0.02  | 0.70   |        |       | 0.004 | 0.0003 | 30   |
| 高碳铬铁       | 0.8  | 0.076    | 0.024 |        | 0.52   |       |       |        | 24   |
| 钼 铁        | 0.3  |          | 0.001 | 0.005  |        | 0.165 |       |        | 9    |
| 硅 硅        | 0.7  | 0.0005   | 0.525 | 0.003  |        |       |       |        | 21   |
| 合 计        |  | 0.881    | 0.976 | 1.539  | 0.766  | 0.24  | 0.053 | 0.028  |      |
| 炉内熔化增减     |  | -0.35    | -0.65 | -0.076 | -0.045 |       | -0.02 | 0.010  |      |
| 成 品        |  | 0.531    | 0.326 | 1.462  | 0.727  | 0.24  | 0.033 | 0.018  |      |

(续)

炉前操作

## 一、熔化期

1. 用允许的最大功率通电熔化炉料, 当钢液熔池形成后, 推料助熔, 炉料熔化 70%~80% 时, 吹氧助熔。
2. 炉料熔清后, 充分搅拌钢液, 取 1 号钢样分析 C、Mn、P、Mo、Cr。带电放出大部分炉渣, 另加渣料, 使渣量保持在 3% 左右

## 二、氧化期

1. 当钢液温度达到 1540°C 时, 吹氧脱碳, 吹氧压力 0.6MPa~0.8MPa, 耗氧量 6~9m<sup>3</sup>/t, 氧化末期加入钼铁
2. 脱碳完毕, 钢液静沸腾 10min 左右, 取 2 号钢样分析 C、Mn、P、Mo、Cr

## 三、还原期

1. 除去全部氧化渣, 加入锰铁预脱氧, 并加入还原渣料, 渣料配比为石灰 20kg/t, 氟石 5kg/t, 耐火砖块 4kg/t, 稀薄渣形成后, 加入铬铁
2. 铬铁熔清, 调整含锰量到规格下限, 然后加入炭粉、硅铁粉还原, 渣料配比为炭粉 3kg/t, 硅铁粉 1kg/t
3. 炉渣变白后, 充分搅拌钢液, 取 3 号钢样分析 C、Mn、P、Mo、Cr 并取渣样分析, 要求 (FeO) ≤ 0.6%
4. 根据钢样分析结果, 调整钢液化学成分, 含硅量在出钢前 10min 内调整
5. 测量钢液温度, 要求出炉温度 1540~1580°C, 作圆杯试样, 检验钢液脱氧情况

## 四、出钢、浇注

1. 当钢液温度、化学成分、脱氧情况符合要求时, 停止供电, 升高电极插铝终脱氧出钢
2. 钢液出炉后在钢包中镇静 5min 后浇注

注: 1. 采用 HGX-1.5 型三相碱性电弧炉, 氧化法冶炼。

2. 配料时, 应保证脱碳量 0.3%~0.45%, 炉料平均含磷量应控制在 0.05% 以下, 铁合金应烘烤至暗红色, 液料应烘干去除水分。

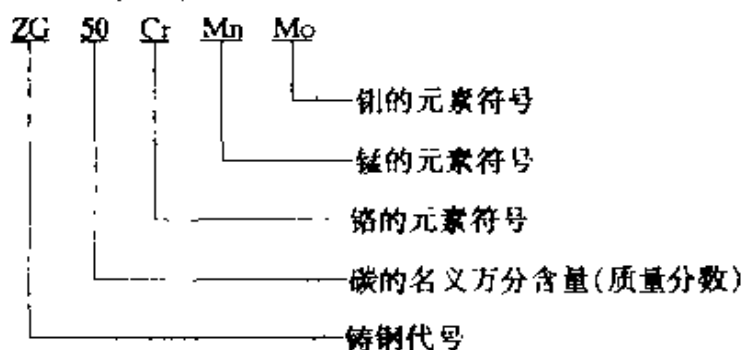
3. 炉前检测: 勤观察炉况变化, 用化学分析法与直读式光谱仪分析钢的化学成分, 炉前浇注圆杯试样检查脱氧情况, 用热电偶测温仪测量钢液温度, 出钢温度 1540~1580°C, 浇注温度 1380~1420°C。

4. 力学性能检测结果: 经淬火、回火后, 抗拉强度  $\sigma_b$  456MPa, 断后伸长率  $\delta_5$  14%, 硬度 42HRC。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 适合本钢种配料的铸件还有轧辊、导卫板、车轮垫板等。

7. ZG50CrMnMo 的主要含义如下:



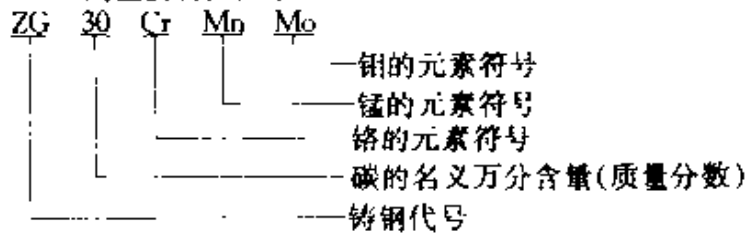


配料实例 759

表 2.2-22 铸造铬锰钼钢配料

| 钢号          | ZG30CrMnMo          | ZG50CrMnMo  | ZG60CrMnMo  |
|-------------|---------------------|-------------|-------------|
| 规格 C (%)    | 0.25 - 0.35         | 0.50 - 0.60 | 0.55 - 0.65 |
| 规格 Si (%)   | 0.17 - 0.45         | 0.25 - 0.60 | 0.25 - 0.40 |
| 规格 Mn (%)   | 0.90 - 1.20         | 1.20 - 1.60 | 0.70 - 1.00 |
| 规格 Cr (%)   | 0.90 - 1.20         | 0.60 - 0.90 | 0.80 - 1.20 |
| 规格 Mo (%)   | 0.20 - 0.30         | 0.15 - 0.30 | 0.20 - 0.30 |
| 规格 P, S (%) | ≤0.04               | ≤0.04       | ≤0.04       |
| 配料          | 参见配料实例 741 或表 2.2-4 |             |             |
| 工艺要求        |                     |             |             |

- 注: 1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。  
 2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 3. ZG30CrMnMo 的主要含义如下:



### 13. 铸造铬钼钒钢配料(配料实例 760)

铸造铬钼钒钢的常用钢号有: ZG20CrMnV, ZG15Cr1Mo1V 等。

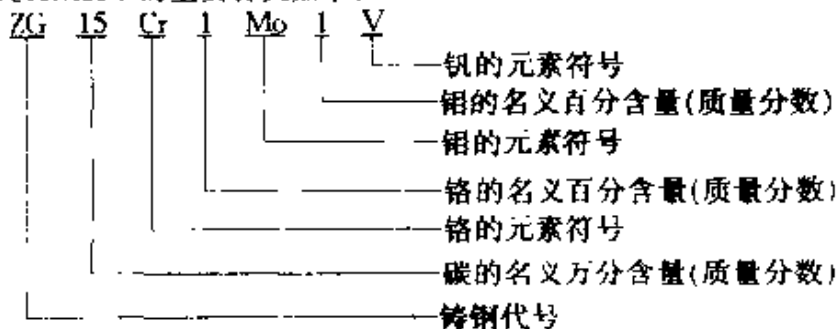
对于铸造铬钼钒钢的配料, 可查配料实例 760 或表 2.2-23。

配料实例 760

表 2.2-23 铸造铬钼钒钢配料

| 钢号          | ZG20CrMoV           | ZG15Cr1Mo1V |
|-------------|---------------------|-------------|
| 规格 C (%)    | 0.18 - 0.25         | 0.10 - 0.20 |
| 规格 Si (%)   | 0.17 - 0.37         | 0.17 - 0.37 |
| 规格 Mn (%)   | 0.40 - 0.70         | 0.40 - 0.70 |
| 规格 Cr (%)   | 0.90 - 1.20         | 1.20 - 1.70 |
| 规格 Mo (%)   | 0.50 - 0.70         | 0.90 - 1.20 |
| 规格 V (%)    | 0.20 - 0.30         | 0.20 - 0.30 |
| 规格 P, S (%) | ≤0.03               | ≤0.03       |
| 配料          | 参见配料实例 741 或表 2.2-4 |             |
| 工艺要求        |                     |             |

- 注: 1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。  
 2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 3. ZG15Cr1Mo1V 的主要含义如下:



## 14. 铸造铬铜钢配料(配料实例 761)

铸造铬铜钢的常用钢号有:ZG14Cr5Cu。等。

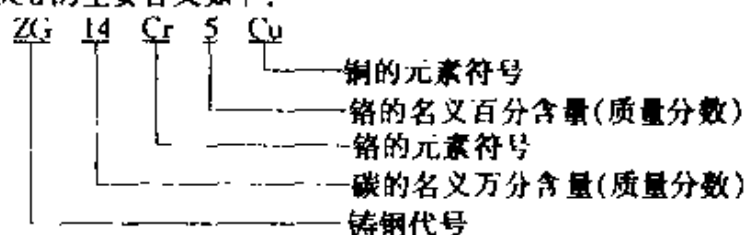
对于铸造铬铜钢的配料,可查配料实例 761 或表 2.2-24。

配料实例 761

表 2.2-24 铸造铬铜钢配料

|           |                     |
|-----------|---------------------|
| 钢号        | ZG14Cr5Cu           |
| 规格 C(%)   | 0.10~0.18           |
| 规格 Si(%)  | 0.17~0.37           |
| 规格 Mn(%)  | ≤0.5                |
| 规格 Cr(%)  | 4.5~5.5             |
| 规格 Cu(%)  | 0.9~1.1             |
| 规格 P,S(%) | ≤0.03               |
| 配料        | 参见配料实例 741 或表 2.2-4 |
| 工艺要求      |                     |

- 注:1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
3. ZG14Cr5Cu 的主要含义如下:



## 15. 铸造钼铜配料(配料实例 762)

铸造钼铜的常用钢号有:ZG20Mo、ZG22Mo 等。

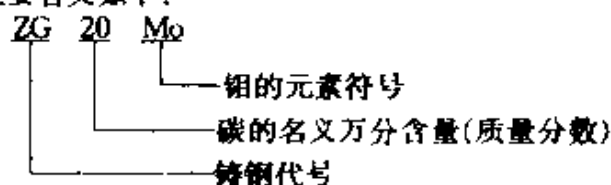
对于铸造钼铜的配料,可查配料实例 762 或表 2.2-25

配料实例 762

表 2.2-25 铸造钼钢配料

| 钢号        | ZG20Mo              | ZG22Mo    |
|-----------|---------------------|-----------|
| 规格 C(%)   | 0.15~0.25           | 0.18~0.23 |
| 规格 Si(%)  | 0.20~0.50           | 0.30~0.60 |
| 规格 Mn(%)  | 0.50~0.80           | 0.50~0.80 |
| 规格 Mo(%)  | 0.40~0.60           | 0.35~0.45 |
| 规格 P,S(%) | ≤0.04               | ≤0.035    |
| 配料        | 参见配料实例 741 或表 2.2-4 |           |
| 工艺要求      |                     |           |

- 注:1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
3. ZG20Mo 的主要含义如下:



## 16. 铸造铬镍钢配料(配料实例 763、764)

铸造铬镍钢的常用钢号有:ZG20CrNi3等。

对于铸造铬镍钢的配料,可查配料实例 763 和配料实例 764 或表 2.2-26 和表 2.2-27。

配料实例 763

表 2.2-26 铸造铬镍钢配料

| 问题提出                  | 采用碱性电弧炉氧化法冶炼铸造铬镍结构钢时,应该怎样进行配料计算?  |       |          |      |            |       |            |      |            |                       |   |      |       |    |      |      |   |      |       |       |      |      |      |      |       |    |      |      |   |   |       |
|-----------------------|---|-------|----------|------|------------|-------|------------|------|------------|-----------------------|---|------|-------|----|------|------|---|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|----|------|------|---|---|-------|
| 已知条件                  | <p>铸造铬镍结构钢的预定化学成分(%)为: C 0.17 - 0.25, Si ≤ 0.40, Mn 0.25 - 0.60, S 和 P ≤ 0.030, Cr 0.50 - 0.95, Ni 2.65 - 3.25</p> <p>炉料由废钢料、铬镍废钢料和生铁组成,其成分如下(%):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>炉料组成</th> <th>C</th> <th>Mn</th> <th>Cr</th> <th>Ni</th> <th>P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>小块废钢</td> <td>0.25</td> <td>0.45</td> <td>—</td> <td>0.12</td> <td>0.040</td> </tr> <tr> <td>铁道</td> <td>0.45</td> <td>0.57</td> <td>—</td> <td>0.05</td> <td>0.050</td> </tr> <tr> <td>铬镍钢废料</td> <td>0.20</td> <td>0.50</td> <td>0.80</td> <td>3.00</td> <td>0.025</td> </tr> <tr> <td>生铁</td> <td>3.60</td> <td>1.50</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>0.120</td> </tr> </tbody> </table>   | 炉料组成  | C        | Mn   | Cr         | Ni    | P          | 小块废钢 | 0.25       | 0.45                  | — | 0.12 | 0.040 | 铁道 | 0.45 | 0.57 | — | 0.05 | 0.050 | 铬镍钢废料 | 0.20 | 0.50 | 0.80 | 3.00 | 0.025 | 生铁 | 3.60 | 1.50 | — | — | 0.120 |
| 炉料组成                  | C   | Mn    | Cr       | Ni   | P          |       |            |      |            |                       |   |      |       |    |      |      |   |      |       |       |      |      |      |      |       |    |      |      |   |   |       |
| 小块废钢                  | 0.25  | 0.45  | —        | 0.12 | 0.040      |       |            |      |            |                       |   |      |       |    |      |      |   |      |       |       |      |      |      |      |       |    |      |      |   |   |       |
| 铁道                    | 0.45  | 0.57  | —        | 0.05 | 0.050      |       |            |      |            |                       |   |      |       |    |      |      |   |      |       |       |      |      |      |      |       |    |      |      |   |   |       |
| 铬镍钢废料                 | 0.20  | 0.50  | 0.80     | 3.00 | 0.025      |       |            |      |            |                       |   |      |       |    |      |      |   |      |       |       |      |      |      |      |       |    |      |      |   |   |       |
| 生铁                    | 3.60  | 1.50  | —        | —    | 0.120      |       |            |      |            |                       |   |      |       |    |      |      |   |      |       |       |      |      |      |      |       |    |      |      |   |   |       |
| 配料计算                  | <p>为了保证装料适当紧密,提出炉料组成成分如下:</p> <p>铬镍钢废料……33%      铁道……30%</p> <p>小块废钢料……20%      生铁……12%</p> <p>炉料中碳量不够靠加入生铁来补足。钢料熔化后,化学成分(%)须如下: C 0.7 - 0.8, Mn 0.6 - 0.8, P 和 S ≤ 0.080, Cr 0.3, Ni 2.65</p> <p>计算炉料中的碳。采用 15t 碱性电弧炉冶炼,装料重 15t,为了熔化后钢液能含碳 0.75%,必须在炉料中含有碳:</p> $\frac{15000 \times 0.75}{100} \text{kg} = 112.5 \text{kg}$ <p>20% 小块废钢料带人碳:</p> $\frac{15000 \times 0.2 \times 0.25}{100} \text{kg} = 7.5 \text{kg}$ <p>35% 铁道带人碳:</p> $\frac{15000 \times 0.35 \times 0.45}{100} \text{kg} = 23.4 \text{kg}$ <p>38% 铬镍钢废料带人碳:</p> $\frac{15000 \times 0.33 \times 0.2}{100} \text{kg} = 10 \text{kg}$ <p>炉料总含碳量为 (7.5 + 23.4 + 10) kg = 40.9 kg</p> <p>生铁含碳 3.6% 时,需用生铁:</p> $\frac{(112.5 - 40.9) \times 100}{3.6} \text{kg} = 2000 \text{kg}$ <p>因此,为了保证熔化后钢中含 <math>w_c</math> 量为 0.75%,炉料须配成(用整数):</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>小块废钢料</td> <td>3t 或 20%</td> </tr> <tr> <td>铁道</td> <td>5t 或 33.3%</td> </tr> <tr> <td>铬镍钢废料</td> <td>5t 或 33.3%</td> </tr> <tr> <td>生铁</td> <td>2t 或 13.3%</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">总计 15t 或 99.9% ≈ 100%</td> </tr> </tbody> </table> | 小块废钢料 | 3t 或 20% | 铁道   | 5t 或 33.3% | 铬镍钢废料 | 5t 或 33.3% | 生铁   | 2t 或 13.3% | 总计 15t 或 99.9% ≈ 100% |   |      |       |    |      |      |   |      |       |       |      |      |      |      |       |    |      |      |   |   |       |
| 小块废钢料                 | 3t 或 20%  |       |          |      |            |       |            |      |            |                       |   |      |       |    |      |      |   |      |       |       |      |      |      |      |       |    |      |      |   |   |       |
| 铁道                    | 5t 或 33.3%  |       |          |      |            |       |            |      |            |                       |   |      |       |    |      |      |   |      |       |       |      |      |      |      |       |    |      |      |   |   |       |
| 铬镍钢废料                 | 5t 或 33.3%  |       |          |      |            |       |            |      |            |                       |   |      |       |    |      |      |   |      |       |       |      |      |      |      |       |    |      |      |   |   |       |
| 生铁                    | 2t 或 13.3%  |       |          |      |            |       |            |      |            |                       |   |      |       |    |      |      |   |      |       |       |      |      |      |      |       |    |      |      |   |   |       |
| 总计 15t 或 99.9% ≈ 100% |   |       |          |      |            |       |            |      |            |                       |   |      |       |    |      |      |   |      |       |       |      |      |      |      |       |    |      |      |   |   |       |

(续)

配料计算

这样的炉料组成带人的锰量为:

$$\text{由小块废钢料带人} \frac{3000 \times 0.45}{100} \text{kg} = 13.5 \text{kg}$$

$$\text{由铁道带人} \frac{5000 \times 0.57}{100} \text{kg} = 28.5 \text{kg}$$

$$\text{由铬镍钢废料带人} \frac{5000 \times 0.50}{100} \text{kg} = 25.0 \text{kg}$$

$$\text{由生铁带人} \frac{2000 \times 1.5}{100} \text{kg} = 30 \text{kg}$$

炉料中总共含 Mn 为:

$$(13.5 + 28.5 + 25.0 + 30) \text{kg} = 97 \text{kg} \text{ 或 } \frac{97 \times 100}{15000} = 0.65\%$$

铬铁只加入已预先脱氧的钢液中,因此不包括在炉料计算中。金属镍通常加入装料中,按获得预定成分的下限计算,并计入它在炉料中的含量。熔炼过程中将镍追加到成品钢的平均含镍量是在沸腾时期(电解镍)或在精炼时期进行

计算装料中的镍:

炉料含镍量:

$$\text{铬镍钢废料中有} \frac{15000 \times 0.33 \times 3.0}{100} \text{kg} = 148.5 \text{kg}$$

$$\text{小块废钢料中有} \frac{15000 \times 0.2 \times 0.12}{100} \text{kg} = 3.6 \text{kg}$$

$$\text{铁道中有} \frac{15000 \times 0.35 \times 0.05}{100} \text{kg} = 2.57 \text{kg}$$

炉料中总共含 Ni 为:

$$(148.5 + 3.6 + 2.57) \text{kg} = 154.6 \text{kg}$$

为了在钢中得到 2.65% 的 Ni(预定的成品钢成分的下限),总共须加入 Ni:

$$\frac{15000 \times 2.65}{100} \text{kg} = 397.5 \text{kg}$$

因为炉料中含有 154.6kg,那么须要加入新镍  $(397.5 - 154.6) \text{kg} = 242.9 \text{kg}$

- 注: 1. 上述计算没有考虑熔化过程中元素的氧化。可认为铬会烧损 20%, 锰会烧损 30%, 镍的烧损可不考虑。
2. 碳的烧损未列入计算中, 电极局部破损时, 可能使钢的碳含量增加。计入锰的烧损时(约 30%), 熔化后钢的锰含量将低于 0.65%, 因此, 须要用高炉锰铁代替部分生铁, 以便补充  $0.65 \times 0.30 = 0.195 \text{kg}$  的 Mn。
3. 计算所得的炉料成分应能保证进行强烈沸腾。沸腾时碳含量(质量分数)将降低至 0.12% (已把加入的铬铁所带人的碳计入), 或降低了  $0.75\% - 0.12\% = 0.63\%$  的 C。当平均脱碳速度为每小时 0.50% 时, 沸腾时间约为 1h15min。
4. 应该指出, 在计算碱性电弧炉氧化法炼钢的配料中, 通常应遵照下述见解: ① 熔化后的碳含量须保证磷的完全除去和沸腾过程中钢液的除气, 对碳钢来说, 当脱碳速度为每小时 0.5%~0.6% 时沸腾时间应不少于 50min, 合金结构钢须不少于 1h10min; ② 熔炼时的硅含量须不超过 0.10%, 更高的硅含量会使沸腾难于开始; ③ 磷含量(质量分数)须不超过 0.05~0.06%; ④ 炉料只能含极少量的铬, 因为铬在沸腾时期氧化后形成溶于炉渣、部分地溶于钢液的难还原氧化物, 另外, 铬的存在推迟了磷的氧化过程, 氧化铬使炉渣粘稠而活度又小; ⑤ 按炉料的块度, 装料须由 20%~30% 小块, 30% 大块和 40%~50% 中块组成, 此外, 还可以采用 5%~10% 的切屑。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 配料实例 764

表 2.2-27 铸造铬镍钢配料

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | <p>炉料中有：30%的 20CrNiA 牌号钢的废钢、60%的低碳废钢，8%的 L10 牌号的炼钢生铁以及 2%的高炉锰铁。求：①炉料中铬的残余量？②可能会使炉料中的镍含量提高到 3%的 3 号镍的电解镍的数量？</p>   |
| 配料计算 | <p>设铬的含量（质量分数）如下：在 20CrNiA 牌号钢的废钢中铬含量为 0.6%，在低碳废钢中铬含量为 0.4%</p> <p>镍的含量（质量分数）如下：在 20CrNiA 牌号钢的废钢中镍含量为 1.2%，在低碳废钢中镍含量为 0.3%，在 3 号镍的电解镍中镍含量为 99.2%</p> <p>炼钢生铁和高炉锰铁中的镍含量极微，可忽略不计</p> <p>在不附加镍时，炉料中铬的残余量等于：</p> $30\% \times 0.6\% + 60\% \times 0.4\% = 0.42\%$ <p>在这种情况下下的镍含量为：</p> $30\% \times 1.2\% + 60\% \times 0.3\% = 0.54\%$ <p>现用 <math>a</math> 代表需要加入炉料中的电解镍的数量，并计算炉料中应该有多少公斤镍。假如在不附加电解镍时炉料的重量等于 100kg</p> <p>炉料中镍的数量应等于：</p> $3\% \times (100 + a) \text{ kg}$ <p>这一数量等于在附加电解镍以前炉料中原有的镍含量（每 100kg 炉料有 0.54% 或 0.54kg 镍）和附加于炉料中的电解镍的镍含量（99.2% <math>\times a</math>）的总和</p> <p>写成方程式：</p> $3\% \times (100 + a) = 0.54 + 99.2\% \times a$ <p>由此求得：</p> $a = 2.56 \text{ kg}$ <p>这样一来加入电解镍以后的炉料总重为：</p> $(100.00 + 2.56) \text{ kg} = 102.56 \text{ kg}$ <p>现在来求炉料中的平均镍含量（质量分数）（%）：</p> $\frac{0.54 + 99.2\% \times 2.56}{102.56} = 3.03\%$ <p>所得的值基本符合要求</p> <p>现在再计算一下炉料中的铬含量，因为炉料数量由于附加了电解镍而增加了。在炉料重量增加时，平均铬含量（质量分数）为：</p> $\frac{0.42\% \times 100}{102.56} = 0.41\%$ <p>这时铬含量的差别极微，可忽略不计。然而，要是镍的附加量在全部炉料中所占的比重大，那么差别也可能十分显著</p> |

注：1. 炉料中，合金元素通常是含于废钢中或含于合金钢的废料中，或以特种附加物（铁合金或纯金属）的形式加入。用氧化法冶炼时，通常要计算合金元素的含量，这就要计算铬的残余量，或者计算那些实际上在熔化期或氧化期内不会烧失的元素量（经常是镍和钼）。

2. 所谓铬的残余量（或其他元素的残余量），是指炉料中原有的而不是特种附加物带的铬含量，它的波动范围很大。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 17. 铸造铸铬镍钼钢配料 (配料实例 765)

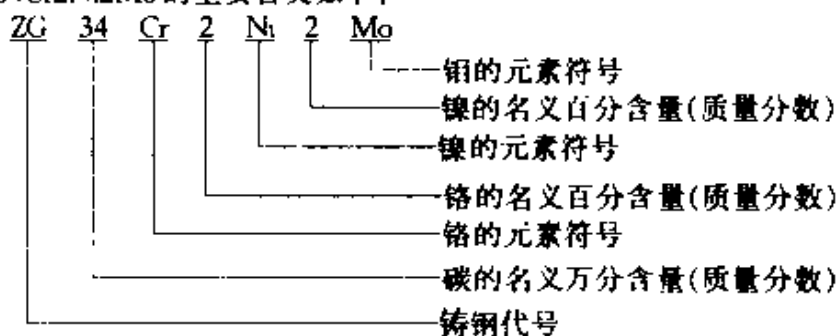
铸造铬镍钼钢的常用钢号有: ZG34Cr2Ni2Mo (ZG34CrNiMo) 等。

对于铸造铬镍钼的配料, 可查配料实例 765 或表 2.2-28。

配料实例 765 表 2.2-28 铸造铬镍钼钢配料

|          |  |
|----------|--|
| 钢号       | ZG34Cr2Ni2Mo (ZG34CrNiMo)  |
| 规格成分 (%) | C0.30~0.37, S0.30~0.60, Mn0.60~1.00, Cr1.40~1.70, Mo0.15~0.35, Ni1.40~1.70, P, S≤0.035 |
| 配料       | 参见配料实例 741 或表 2.2-4  |
| 工艺要求     |  |

- 注: 1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。  
2. 括号内钢号为传统钢号。  
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
4. ZG34Cr2Ni2Mo 的主要含义如下:



## 18. 铸造铜钼钢配料 (配料实例 766)

铸造铜钢的常用钢号有: ZG10Cu1NiCrMo、ZG35Cu1NiCrMo、ZG20Cu1Si1Mn1 等。

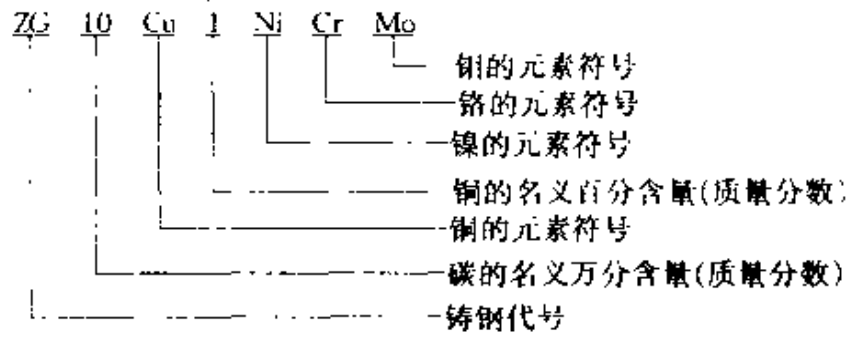
对于铸造铜钢配料, 可查配料实例 766 或表 2.2-29。

配料实例 766 表 2.2-29 铸造铜钢配料

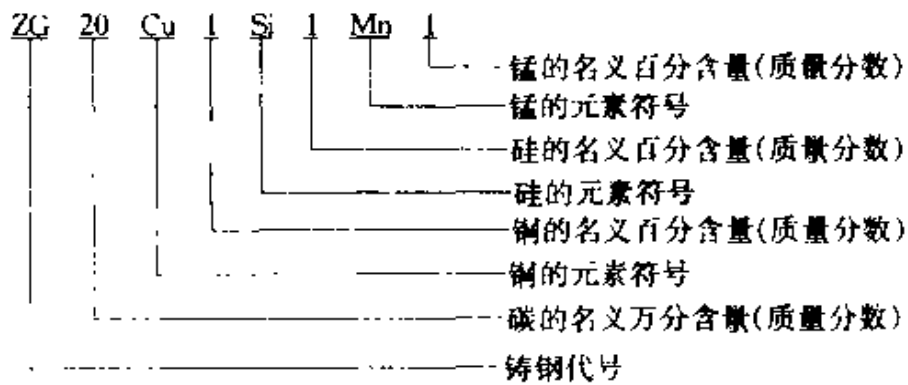
| 钢号        | ZG10Cu1NiCrMo       | ZG35Cu1NiCrMo | ZG20Cu1Si1Mn1 |
|-----------|---------------------|---------------|---------------|
| 规格 C (%)  | 0.08~0.10           | 0.35          | 0.20          |
| 规格 Si (%) | 0.20~0.35           | 0.85          | 0.85~1.50     |
| 规格 Mn (%) | 1.60~1.90           | 1.50          | 0.90~1.50     |
| 规格 Cu (%) | 1.10~1.30           | 0.85~1.30     | 1.50~1.80     |
| 规格 Ni (%) | 0.85~1.00           | 0.50          | —             |
| 规格 Cr (%) | 0.40~0.65           | 0.35          | —             |
| 规格 Mo (%) | 0.16~0.20           | 0.20          | —             |
| 配料        | 参见配料实例 741 或表 2.2-4 |               |               |
| 工艺要求      |                     |               |               |

- 注: 1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

3. ZG10Cu1NiCrMo 的主要含义如下:



4. ZG20Cu1Si1Mn1 的主要含义如下:



### 第3章 铸造耐磨钢配料

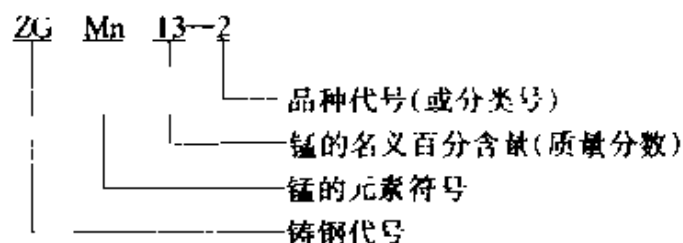
什么是铸造耐磨钢 (wear resisting cast steel)? 铸造耐磨钢是指具有良好耐磨性能的铸钢。

根据国家标准 GB/T 5680—1998《高锰钢铸件》的规定, 铸造高锰钢按化学成分分为 5 种牌号: ZGMn13—1<sup>①</sup>、ZGMn13—2、ZGMn13—3、ZGMn13—4、ZGMn13—5。

常用的铸造耐磨钢有: 铸造高锰钢、铸造奥氏体中锰钢、铸造多元低合金耐磨钢、铸造中铬合金耐磨钢、铸造高铬合金耐磨钢、铸造高合金耐热耐磨钢等。

#### 1. ZGMn13—2 的铸造高锰钢配料 (配料实例 767~770)

ZGMn13—2 的主要含义如下:



对于冶金机械等类铸件的 ZGMn13—2 的铸造高锰钢配料, 可查配料实例 767 至配料实例 770 或表 2.3-1 至表 2.3-4。

配料实例 767 表 2.3-1 ZGMn13—2 的铸造高锰钢配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 球磨机衬板 (冶金机械类 $\phi 2400\text{mm} \times 7000\text{mm}$ 球磨机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 $494\text{mm} \times 308\text{mm}$ , 主要壁厚 $40\text{mm}$ , 铸件毛重 $40\text{kg}$ , 要求铸件具有良好的韧性和耐磨性能, 安装面光滑无毛刺。采用有机酯水玻璃自硬砂造型, 铸件须经水韧处理<br>要求铸钢牌号: 铸造高锰钢 ZGMn13—2。抗拉强度 $\sigma_b \geq 685\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\sigma_5 \geq 25\%$ , 硬度 $\leq 300\text{HBS}$ |
| 合金成分控制 (%) | C0.90~0.35, Si0.30~1.00, Mn11.00~14.00, P $\leq$ 0.070, S $\leq$ 0.040  |

① ZGMn13 系铸造高锰钢, “—” 后阿拉伯数字表示品种代号。



(续)

| 材料名称   |          | 配 料      |       |       |       |       |       |
|--------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        |          | 炉料成分 (%) |       |       |       |       |       |
|        |          | C        | Si    | Mn    | P     | S     |       |
| 废锰钢    |          | 1.25     | 0.56  | 13.2  | 0.058 | 0.040 |       |
| 废 钢    |          | 0.22     | 0.28  | 0.64  | 0.030 | 0.028 |       |
| 高碳锰铁   |          | 7.0      | 2.0   | 70.0  | 0.38  | 0.03  |       |
| 硅 铁    |          | 0.10     | 75.0  | 0.5   | 0.04  | 0.02  |       |
| 材料名称   | 配料比例 (%) | 配料成分 (%) |       |       |       |       | 配料/kg |
|        |          | C        | Si    | Mn    | P     | S     |       |
| 废锰钢    | 80       | 1.00     | 0.45  | 10.56 | 0.046 | 0.032 | 400   |
| 废 钢    | 15       | 0.007    | 0.042 | 0.096 | 0.005 | 0.004 | 75    |
| 高碳锰铁   | 5        | 0.35     | 0.10  | 3.50  | 0.019 | 0.002 | 25    |
| 硅 铁    | 0.4      |          | 0.30  | 0.002 |       |       | 2     |
| 合 计    |          | 1.357    | 0.892 | 14.58 | 0.07  | 0.038 |       |
| 炉内熔化增减 |          | -0.23    | -0.35 | -1.13 | -0.05 | -0.12 |       |
| 成 品    |          | 1.12     | 0.54  | 13.03 | 0.065 | 0.026 |       |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 炉前操作                                 | 一、熔化期  |
|                                      | 1. 开始通电时供给60%的功率，待电流冲击停止后，逐渐将功率增至最大值                                       |
|                                      | 2. 随着坩埚下部炉料的熔化，应及时捣料，防止“搭桥”，并继续添加炉料  |
|                                      | 3. 大部分炉料熔化后，加入渣料造渣并覆盖钢液，渣料比例为石灰粉：萤石粉=2:1，渣料加入量为1.0~1.5%                    |
|                                      | 4. 待炉料化清后，取钢样全分析。将功率降至40%~50%，倾炉扒渣，加渣料另造新渣                                 |
|                                      | 二、还原期  |
|                                      | 1. 渣料化清后，往渣面上加脱氧剂进行扩散脱氧，脱氧剂的比例为石灰粉：铝粉=1:2。脱氧过程中用石灰粉和萤石粉调整炉渣的粘度，使炉渣具有良好的流动性 |
|                                      | 2. 根据化学成分分析结果，调整钢液化学成分，含硅量在出钢前5~10min内调整                                   |
|                                      | 3. 测量钢液温度，要求出钢温度1500~1520℃。并作圆杯试样，检查钢液脱氧情况                                 |
|                                      | 三、出钢、浇注  |
| 1. 当钢液温度、化学成分、脱氧情况符合要求时，插铝终脱氧，停电倾炉出钢 |  |
| 2. 钢液出炉后，在包内钢液面上加覆盖剂，镇静3~5min后浇注     |  |

- 注：1. 采用熔炼炉型：GW—0.5碱性中频感应加热电炉，不氧化法冶炼。
2. 配料时，应保证炉料含碳量在规格成分的下限，含磷量应控制在0.075%以下，含硫量应控制在0.05%以下。铁合金应烘烤至暗红色，渣料应烘干去除水分。
3. 炉前检测：勤观察炉况变化，用化学分析法与直读式光谱仪分析钢的化学成分，炉前浇注圆杯试样检查脱氧情况，用热电偶测温仪测量钢液温度，出钢温度1500~1520℃，浇注温度1400~1420℃。
4. 力学性能检测结果：经水韧处理后，抗拉强度 $\sigma_b$ 750MPa，断后伸长率 $\delta_5$ 30%，硬度225HBS。
5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
6. 适合本钢种配料的铸件还有隔仓板，防梯衬板，边护板，锤头等。

配料实例 768 表 2.3-2 ZGMn13—2 的铸造高锰钢配料

| 钢号  |             | 铸造高锰钢 ZGMn13—2   |                                     |  |       |       |      |      |
|---|-------------|--|-------------------------------------|--|-------|-------|------|------|
| 合金成分控制 (%)  | 元素名称        | C  | Mn                                  | Si   | P     | S     | Cr   | Ni   |
|   | 规格成分        | 0.9~1.3  | 11.0~14.0                           | 0.3~0.8  | ≤0.10 | ≤0.05 | ≤0.5 | ≤0.5 |
|   | 控制成分        | 0.9~1.1  | 12.0~14.0                           | 0.3~0.5  | ≤0.06 | ≤0.05 | ≤0.5 | ≤0.5 |
| 注：高锰钢系奥氏体耐磨钢，为保证钢的耐磨性和避免铸件产生裂纹，在炼钢中应严格控制钢的碳含量和磷含量。韧性特别重要时，碳含量应控制在下限，耐磨性特别重要时，碳含量宜较高，磷含量主要是锰铁带人的。由于硅降低碳在奥氏体中的溶解度，促使碳化物析出，因此应将硅含量控制在规格成分的下限。高锰钢中的铬和镍属于杂质元素，是由炉料或炉衬带人的 |             |  |                                     |  |       |       |      |      |
| 配料  |             | <p>1. 炉料主要由碳素废钢组成，炉料熔清时钢液碳含量应大于 0.5%，以保证氧化脱碳量在 0.3% 以上</p> <p>2. 炉料的平均磷含量应不超过 0.04%</p> <p>3. 锰铁在还原期中加入。由于 ZGMn13 钢的规格碳含量较高，可以将高碳锰铁、中碳锰铁和低碳锰铁配合使用。应注意的是，低碳锰铁的价格较高碳锰铁贵得多，应尽量减少其用量</p> |                                     |  |       |       |      |      |
| 工艺要点  | 时期          | 序号   | I. 序                                | 工艺要点说明   |       |       |      |      |
|   | 熔<br>化<br>期 | 1  | 通电熔化                                | 用允许的最大功率供电、熔化炉料  |       |       |      |      |
|   |             | 2  | 助 熔                                 | 推料助熔。熔化后期加入适量渣料及矿石。炉料熔化至 60%~80% 时，可吹氧助熔，熔化末期适当减小供电功率                |       |       |      |      |
|   |             | 3  | 取样、扒渣                               | 炉料全熔后，充分搅拌钢液，取 1 号钢样，分析 C、P。根据磷含量的高低，确定扒除全部或大部分炉渣，并另造新渣              |       |       |      |      |
|   | 氧<br>化<br>期 | 4  | 氧化脱碳                                | 钢液温度在 1560°C 以上，炉渣流动性良好时，可吹氧脱碳，吹氧压力 0.6~0.8MPa                       |       |       |      |      |
|   |             | 5  | 估碳，取样                               | 估计钢液碳含量降至 0.22% 左右时，停止吹氧。充分搅拌钢液，取 2 号钢样，分析 C、P（要求 P≤0.015%，才可以扒除氧化渣） |       |       |      |      |
|   | 还<br>原<br>期 | 6  | 预脱氧                                 | 扒除全部氧化渣，加入预脱氧剂锰铁 5~10kg/t <sub>钢</sub> ，加入稀薄渣料                       |       |       |      |      |
|   |             | 7  | 加锰铁、还原                              | 稀薄渣形或后，加入烤红的锰铁，随即造电石渣还原，钢液在电石渣下还原 15min 后，将电石渣变为白渣                   |       |       |      |      |
|   |             | 8  | 取样                                  | 锰铁熔清后，经过充分搅拌钢渣，取 3 号钢样，作全分析，并继续还原。取渣样分析，要求 (FeO) ≤0.5%               |       |       |      |      |
| 9   |             | 调整成分   | 根据钢样的分析结果，调整化学成分（硅含量在出钢前 10min 内调整） |  |       |       |      |      |

(续)

|      | 时期  | 序号 | 工 序   | 工艺要点说明   |
|------|-----|----|-------|--|
| 工艺要点 | 还原期 | 10 | 作弯曲试样 | 取钢液浇注弯曲试样, 进行检验, 如不合格, 须继续还原一段时间, 重作试验, 直至合格为止                   |
|      |     | 11 | 测温    | 测量钢液温度, 要求出炉温度 1470~1490°C, 并作圆杯试样, 进一步检验脱氧情况                    |
|      | 出钢  | 12 | 出钢    | 钢液温度符合要求, 圆杯试样收缩良好时, 停止供电, 升高电极, 插铝 0.7kg/t <sub>钢</sub> 终脱氧, 出钢 |

- 注: 1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。
2. 装料前应检查炉体、炉盖、冷却系统以及电器设备和机械装置是否正常, 如有故障, 应先排除故障后再装料。
3. 为保证炉底, 减轻加料时炉底受炉料的冲击, 并提前造渣脱磷, 可在炉底和炉坡处先铺上约占炉料质量 2% 的石灰, 然后再装料。
4. 用开底式装料罐加料时的布料原则是: 在料罐底部装一部分小料垫炉底, 其上装大块料和中块料, 最上部装小块料(及钢屑等薄料); 在料罐中对应于炉子高温区的位置装大块料和难熔的炉料; 增碳用的电极碎块应装在料罐的下部, 以减少在熔化过程中的烧损, 保证配碳的准确性。料罐应力求装得紧密, 以利于导电和导热。
5. 为避免开始送电时电流不稳, 电流冲击过大, 可在装料后, 在炉料上面电极下的部位放焦炭数块。
6. 装料量应与电弧炉变压器的功率相匹配, 应避免经常性地大幅度超载装料, 以免因延长炼钢时间而降低钢液质量和增加单位电耗 (kW·h/t<sub>钢</sub>)。
7. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 769 表 2.3-3 ZGMn13-2 的铸造高锰钢配料

| 钢 号      | 要 求   | 化 学 成 分 (%)  |  |   |       |       |      |      |
|----------|-------|--|--|---|-------|-------|------|------|
|          |       | C  | Mn   | Si  | P     | S     | Cr   | Ni   |
| ZGMn13-2 | 规格成分  | 0.9~1.3  | 11.0~14.0  | 0.3~0.8   | ≤0.10 | ≤0.05 | ≤0.5 | ≤0.5 |
|          | 控制成分  | 0.9~1.1  | 12.0~14.0  | 0.3~0.5   | ≤0.06 | ≤0.05 | ≤0.5 | ≤0.5 |
| 配 料      |       | 1. 炉料应主要由高锰钢返回料(配入量可达 70%~100%)和低磷碳素废钢组成, 不足的锰含量用锰铁补足<br>2. 碳含量应按规格成分下限配入; 锰含量按规格中限或下限配入; 磷含量 ≤0.08% |  |   |       |       |      |      |
| 工艺要点     | 时期    | 序号   | 工 序  | 工 艺 要 点 说 明   |       |       |      |      |
|          | 熔 化 期 | 1  | 通电熔化<br>助熔   | 用允许的最大功率供电, 熔化炉料  |       |       |      |      |
|          |       | 2  |  | 推料助熔。熔化后期加入适量渣料, 并调整炉渣, 使炉渣流动性良好。熔化末期, 适当减小供电功率   |       |       |      |      |
|          |       | 3  | 取 样  | 炉料熔清后, 充分搅拌钢液, 取 1 号钢样, 分析 C、P、Mn。钢液温度达到 $t \geq 1500^\circ\text{C}$ 以上时, 可根据钢液磷含量情况, 扒除部分或大部分炉渣, 并加入适量渣料 |       |       |      |      |
| 4        |       | 沸 腾  | 在炉料条件差的情况下, 在扒除炉渣后, 不加渣料, 而加入 1% 氟石, 造稀薄渣。然后分批加入总量为 2% 的石灰石, 以形成钢液沸腾, 必要时可进行低压吹氧沸腾。耗氧量约 $6\text{m}^3/\text{t}_{\text{钢}}$ 。沸腾结束后加入适量渣料 |   |       |       |      |      |

(续)

| 时期          | 序号 | 工 序  | 工 艺 要 点 说 明  |
|-------------|----|------|--|
| 还<br>原<br>期 | 5  | 还原   | 加炭粉造电石渣还原(造渣材料为石灰 5~10kg/t <sub>钢</sub> , 氟石 2~3kg/t <sub>钢</sub> , 炭粉 4~5kg/t <sub>钢</sub> )。钢液在电石渣下还原 15min 后, 将电石渣变为白渣。取渣样分析, 要求 (FeO) ≤ 0.5%, 并作弯曲试验(参看高锰钢氧化法冶炼工艺) |
|             | 6  | 取样   | 搅拌钢液, 取 2 号钢样, 分析 C, Si, Mn, P, S  |
|             | 7  | 调整成分 | 根据钢样的分析结果, 调整钢液化学成分(硅含量在出钢前 10min 以内调整)  |
|             | 8  | 测温   | 测量钢液温度, 要求出炉温度 $t = 1470 \sim 1490^{\circ}\text{C}$ , 并作圆杯试样, 检查钢液脱氧情况。  |
| 出钢          | 9  | 出 钢  | 钢液温度符合要求, 钢液脱氧良好时, 停电, 升高电极, 插 A10.5kg/t <sub>钢</sub> , 出钢   |

注: 1. 采用碱性电弧炉不氧化冶炼。

2. 要求炉衬情况良好。

3. 装料前应先于炉底、炉坡处加 1% 左右的石灰(必要时再加入 1%~2% 的石灰石), 然后再装炉料。

4. 按照合理布料原则装料。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 配料实例 770 表 2.3-4 ZGMn13—2 的铸造高锰钢配料

|      |  |
|------|--|
| 问题提出 | 采用碱性电弧炉氧化法冶炼铸造高锰钢 ZGMn13—2 时, 应如何进行配料(出钢量 2000kg)?<br>控制成分 (%): C1.2, Mn12.5, Cr1.5, Si0.5, P≤0.07, S≤0.04   |
| 配料计算 | 配料计算 (%):<br>锰铁 (Mn75, C6.3, P0.17, Si1.2) 350kg<br>带 Mn12.5<br>带 C1.1<br>带 Si0.19<br>带 P0.03<br>不锈钢废料 (Cr12.5, C0.2) 245kg<br>带 Cr1.5<br>带 C0.2<br>碳素废钢 (C0.3%) 1500kg (综合收得率 95%)<br>废钢 (1500kg) 配碳 0.6%, 熔毕碳 0.50%~0.55%, 氧化末期碳控制在 0.25%, 静沸腾后控制在 0.2% 左右。则成品碳为:<br>$\frac{1500\text{kg} \times 0.2\%}{2000\text{kg}} + \frac{350\text{kg} \times 6.3\%}{2000\text{kg}} + \frac{245\text{kg} \times 0.2\%}{2000\text{kg}} \approx 1.27\%$ |

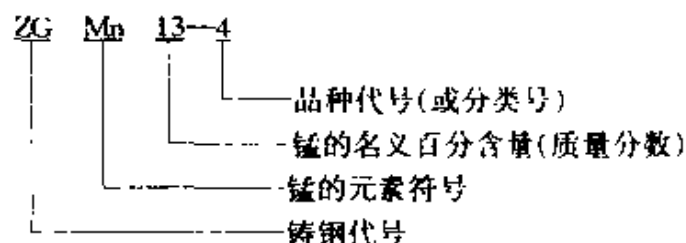
(续)

|      |  |
|------|--|
| 配料计算 | <p>配碳：<br/>废钢 1500kg，综合碳含量按 0.3% 计，需补碳 0.3%<br/>增碳剂选用碎焦炭屑，因用生铁增碳会导致增磷，焦炭屑能少量增硫，高锰钢锰含量高，不易生成 (FeS)，硫含量高不了<br/>增碳 0.3%，焦炭屑收得率按 50% 计，则：<br/><math display="block">\frac{1500\text{kg} \times 0.3\%}{50\%} = 9\text{kg}</math><br/>配料单：碳素废钢 1500kg<br/>焦炭屑 9kg<br/>不锈钢 (2Cr13) 245kg<br/>高碳锰铁 350kg<br/>硅：还原后期根据分析结果调整<br/>碳、锰：也在还原后期调整</p> |
|------|--|

- 注：1. 采用 1.5t 碱性电弧炉 (最大输出功率为：电压 210V，电流强度 3500A)
2. 采用氧化法冶炼，工艺流程如下：扒炉、补炉 → 装料 (炉底铺石灰 20kg，焦炭屑 9kg，高碳锰铁 4kg，上加碳素废钢 1500kg) → (清理修补出钢槽，堵好出钢口，筑假炉门坎，调整或加接电极) → 检查机械电气设备，检查水冷系统) → (接入电抗器) → (起弧，121V/3000A) → (电极穿井到底后，121V/2500A)  $\xrightarrow{15\text{min}}$  (熔池形成，210V/3500A)  $\xrightarrow{15\text{min}}$  炉料熔化约 50%，造渣：石灰 30kg，氟石 6kg，碎矿 25kg)  $\xrightarrow{20\text{min}}$  (炉料基本化清 (90%)，造渣：石灰 30kg，氟石 6kg，121V/2500A) → (推料助熔，炉料全部化清撤电抗器) → (搅拌钢液，渣液，取熔毕样 No1 分析 C、Mn、Si) → (升温等分析熔毕样，C ≈ 0.55%，如 C 不足则增 C) → (扒掉 70% 熔毕渣) → (停电测温 ≥ 1540°C，[结膜时间] ≥ 35s，造新渣：石灰 35kg，氟石 7kg，进入氧化期) → (炉门倾至炉门刚能流出渣液，210V/3500A) → 加第一批矿石：矿石 21kg，石灰 10kg，流渣，计时)  $\xrightarrow{7\text{min}}$  (加第二批矿石：矿石 21kg，石灰 10kg，流渣)  $\xrightarrow{7\text{min}}$  (加第三批矿石：矿石 12kg，石灰 6kg)  $\xrightarrow{5\text{min}}$  (炉体复位，停电测温 ≥ 1600°C) → (取氧化末期样 No2，分析 C、P，计算脱 C 速度及量)  $\xrightarrow{\text{静沸腾开始}}$  (扒掉 80% 炉渣，加氟石造稀渣，121V/2500A)  $\xrightarrow{8\text{min}}$  (加石灰使渣变稠，扒掉全部氧化渣) → (进入还原期) → (造新渣：40kg 石灰，10kg 氟石，10kg 耐火砖块，210V/3000A) → (预脱氧，先加炭粉 4kg，再加锰铁 9kg，硅铁 3kg) → (加不锈钢废料) → (造电石渣，C 粉 6kg，电石 2kg，封炉门、电极圈)  $\xrightarrow{20\text{min}}$  (期间看渣样，20min 后液变白，不白加耐火砖块) → (加高碳锰铁 300kg) → (搅拌钢液取样 No3，分析 C、Mn、Si、Cr) → (保持白渣：石灰 12kg，氟石 3kg，炭粉 3kg，硅铁粉 3kg，121V/2500A)  $\xrightarrow{7\text{min}}$  (石灰 12kg，氟石 3kg，炭粉 3kg，硅铁粉 3kg)  $\xrightarrow{7\text{min}}$  (石灰 12kg，氟石 3kg，炭粉 3kg，硅铁粉 3kg，调整化学成分)  $\xrightarrow{7\text{min}}$  (石灰 12kg，氟石 3kg，炭粉 3kg，硅铁粉 3kg，停电测温 [≥ 1560°C])  $\xrightarrow{5\text{min}}$  (打开出钢口，终脱氧)  $\xrightarrow{\text{出钢}}$  (钢液混出) → (包内取成品样)。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 2. ZGMn13—4 的铸造高锰钢配料 (配料实例 771—777)

ZGMn13—4 的主要含义如下:



对于矿山机械等类铸件的 ZGMn13—4 的铸造高锰钢配料, 可查配料实例 771—配料实例 777 或表 2.3-5—表 2.3-11。

配料实例 771 表 2.3-5 ZGMn13—4 的铸造高锰钢配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 活动颧板 (矿山机械类颧式破碎机零件)   |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 1075mm×955mm×150mm, 主要壁厚为 120mm, 铸件毛重 950kg, 安装面机械加工, 是颧式破碎机易损件, 要求具有良好的韧性和耐磨性能。采用有机脂水玻璃自硬砂造型, 铸件须经水韧处理<br>要求铸钢牌号: 铸造高锰钢 ZGMn13—4。抗拉强度 $\sigma_b \geq 735\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 20\%$ , 硬度 $\leq 300\text{HBS}$ |
| 合金成分控制 (%) | C0.90—1.30, Si0.30—0.80, Mn11.00—14.00, Cr1.50—2.50, P $\leq$ 0.070, S $\leq$ 0.040   |

## 配 料

| 材料名称 | 炉料成分 (%) |      |      |    |       |       |
|------|----------|------|------|----|-------|-------|
|      | C        | Si   | Mn   | Cr | P     | S     |
| 废 钢  | 0.46     | 0.26 | 0.58 |    | 0.035 | 0.035 |
| 高碳锰铁 | 7.0      | 2.0  | 70   |    | 0.38  | 0.03  |
| 中碳锰铁 | 2.0      | 2.5  | 75   |    | 0.20  | 0.03  |
| 高碳铬铁 | 9.5      | 3.0  |      | 65 | 0.06  | 0.06  |
| 硅 铁  | 0.10     | 75   | 0.50 |    | 0.04  | 0.02  |
| 碎电极块 | 98       |      |      |    |       |       |

| 材料名称 | 配料比例 (%) | 配料成分 (%) |       |        |      |       |       | 配料/kg |
|------|----------|----------|-------|--------|------|-------|-------|-------|
|      |          | C        | Si    | Mn     | Cr   | P     | S     |       |
| 废 钢  | 80       | 0.368    | 0.208 | 0.464  |      | 0.028 | 0.028 | 2400  |
| 高碳锰铁 | 5        | 0.35     | 0.10  | 3.5    |      | 0.019 | 0.002 | 150   |
| 中碳锰铁 | 13       | 0.26     | 0.325 | 9.75   |      | 0.026 | 0.004 | 390   |
| 高碳铬铁 | 3        | 0.285    | 0.09  |        | 1.95 | 0.002 | 0.002 | 90    |
| 硅 铁  | 0.6      |          | 0.45  | 0.003  |      |       |       | 18    |
| 碎电极块 | 0.3      | 0.294    |       |        |      |       |       | 9     |
| 合 计  |          | 1.557    | 1.173 | 13.717 | 1.95 | 0.075 | 0.035 |       |

(续)

|      | 配料成分 (%) |       |        |        |        |        | 配料/kg |
|------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
|      | C        | Si    | Mn     | Cr     | P      | S      |       |
| 元素增减 | -0.365   | -0.25 | -0.914 | -0.059 | -0.015 | -0.011 |       |
| 成品   | 1.193    | 0.648 | 12.803 | 1.89   | 0.060  | 0.024  |       |

- 炉前操作
- 一、熔化期
    1. 用允许的最大功率通电熔化炉料，当钢液熔池形成后，推料助熔，炉料熔化 60%~80%时，吹氧助熔
    2. 炉料熔清后，充分搅拌钢液，取 1 号钢样分析 C、P。根据含磷量的高低扒除全部或大部分炉渣
  - 二、氧化期
    1. 钢液温度在 1560°C 以上，炉渣流动性良好，开始吹氧脱碳
    2. 估计含碳量降至 0.24% 左右时，停止吹氧，充分搅拌钢液，取 2 号钢样分析 C、P，当含磷量小于 0.015% 时，扒除全部炉渣
  - 三、还原期
    1. 加锰铁预脱氧，另造稀薄渣，分批加入锰铁，随后造电石渣还原 15min
    2. 锰铁熔清后，充分搅拌钢液，取 3 号钢样作全分析，待炉渣变白，取渣样分析，要求  $(\text{FeO}) \leq 0.5\%$
    3. 根据钢液分析结果调整化学成分。含硅量在出钢前 10min 内调整
    4. 测量钢液温度，要求出钢温度 1470~1490°C。并作圆杯试样，检查钢液脱氧情况
  - 四、出钢、浇注
    1. 当钢液温度、化学成分、脱氧情况符合要求时，停止供电升高电极，插铝终脱氧出钢
    2. 钢液出炉后在钢包中镇静 5min 后浇注

注：1. 采用熔炼炉型：HGX—1.5 型三相碱性电弧炉，氧化法冶炼。

2. 配料时，应保证脱碳量 0.30%~0.40%，炉料平均含磷量应控制在 0.04% 以下。铁合金应烘烤至暗红色，渣料应烘干去除水分。

3. 炉前检测：勤观察炉况变化，用化学分析法与直读式光谱仪分析钢的化学成分，炉前浇注圆杯试样检查脱氧情况，用热电偶测温仪测量钢液温度，出钢温度 1470~1490°C，浇注温度 1370~1390°C。

4. 力学性能检测结果：经水韧处理后，抗拉强度  $\sigma_b$  820MPa，断后伸长率  $\delta_5$  25%，硬度 245HBS。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 适合本钢种配料的铸件还有固定颚板、斗齿、轧白壁、碱碎壁等。

配料实例 772 表 2.3-6 ZGMn13—4 的铸造高锰钢配料

|  |  |          |      |      |       |      |       |       |
|--|--|----------|------|------|-------|------|-------|-------|
| 问题提出   | 采用碱性电弧炉矿石氧化法冶炼铸造高锰钢 ZGMn13—4 时, 应如何进行配料? (出钢量 2500kg)<br>规格成分控制 (%): C: 1.15 ~ 1.25, Mn: 11.5 ~ 12.5, Si: 0.3 ~ 0.8, Cr: 1.5 ~ 2.5, P ≤ 0.07 |          |      |      |       |      |       |       |
| 已知条件   | 所用废钢及铁合金成分如下表:   |          |      |      |       |      |       |       |
|  | 废钢及铁合金   | 化学成分 (%) |      |      |       |      |       |       |
|  |  | C        | Si   | Mn   | Cr    | Ni   | Mo    | P     |
|  | 碳素废钢   | 0.20     | 0.25 | 0.60 | —     | —    | —     | 0.035 |
|  | 4# 炼钢生铁  | 4.50     | 0.80 | 1.00 | —     | —    | —     | 0.100 |
|  | 不锈钢废料  | 0.12     | 0.30 | 0.60 | 18.50 | 8.50 | —     | 0.035 |
|  | 不锈钢(Cr13)  | 0.15     | 0.30 | 0.60 | 12.50 | —    | —     | 0.035 |
|  | 中碳锰铁   | 1.48     | 0.60 | 75   | —     | —    | —     | 0.210 |
| 高碳锰铁   | 6.35   | 0.60     | 75   | —    | —     | —    | 0.170 |       |
| 硅 铁  | —  | 73       | —    | —    | —     | —    | —     |       |
|  | 增铬以不锈钢 (Cr13) 废钢加入, 主要合金元素锰以高碳锰铁加入, 并以部分中碳锰铁调整成品钢碳含量。按工艺要求熔毕碳 ≈ 0.6%, 氧化期脱碳量 ≥ 0.3%, 纯沸腾后钢中碳 ≈ 0.15%、磷 ≤ 0.02%                               |          |      |      |       |      |       |       |
| 配料计算   | 出钢量 2500kg, 考虑综合收得率 95%, 则加入炉料量为 $2500\text{kg} \div 0.95 \approx 2630\text{kg}$   |          |      |      |       |      |       |       |
|  | Mn: 12%, 高碳锰铁加入量 (kg) = $\frac{2500\text{kg} \times 12\%}{75\% \times 0.95} = 420\text{kg}$  |          |      |      |       |      |       |       |
|  | 带碳 C% = $\frac{420\text{kg} \times 6.35\%}{2500\text{kg}} = 1.07\%$  |          |      |      |       |      |       |       |
|  | 增磷 P% = $\frac{420\text{kg} \times 0.17\%}{2500\text{kg}} = 0.029\%$   |          |      |      |       |      |       |       |
|  | Cr: 2%, 以不锈钢 (Cr13) 加入, Cr13 加入量 (kg) = $\frac{2500\text{kg} \times 2\%}{12.5\% \times 0.95} = 420\text{kg}$                                 |          |      |      |       |      |       |       |
|  | 生铁熔毕增碳。生铁加入量 (kg) = $\frac{(2500 - 420 - 420)\text{kg} \times (0.6 - 0.2)\%}{4.5\% - 0.2\%} = 154\text{kg}$                                  |          |      |      |       |      |       |       |
| 氧化期铁矿石还原铁约 50kg<br>则碳素废钢加入量 = $(2630 - 420 - 420 - 154)\text{kg} = 1600\text{kg}$<br>Si 元素可通过熔前分析, 出钢前调整<br>配料中: 碳素废钢 1600kg<br>炼钢生铁 154kg<br>不锈钢 (Cr13) 420kg<br>高碳锰铁 420kg |  |          |      |      |       |      |       |       |

注: 1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。

2. 出钢前调整化学成分, 如碳量不足, 则以生铁增碳, 但增碳量不要超过 0.05%。

$$\text{增碳生铁量} = \frac{2500\text{kg} (1.2\% - \text{钢液中碳含量}\%) }{4.5\% - 1.2\%}$$

3. 如增碳量较大 (>0.05%), 则改用碎电极粉增碳, 收得率按 70% 计。

4. 如碳含量过高, 出钢前调整成分时, 以中 (低) 碳锰铁代高碳锰铁, 并增加一定数量的碳素废钢。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 773 表 2.3-7 ZGMn13—4 的铸造高锰钢配料

|      |  |
|------|--|
| 问题提出 | 采用碱性电弧炉返回法冶炼铸造高锰钢 ZGMn13—4 时, 应如何进行配料?<br>(出钢量 2500kg)<br>规格成分控制 (%): C1.15~1.25, Mn11.5~12.5, Cr1.5~2.5, Si0.3~0.8, P≤0.07  |
| 已知条件 | 基本炉料采用本厂废高锰钢铸件、浇口、冒口及外收同钢种废钢 (见表 2.3-5)<br>实际控制成分 (%): C1.2, Mn12, Cr1.5, Si0.5, P≤0.07<br>化清后成分要求: C1.05~1.20, Mn10.5~12.0, Cr>0.8, P≤0.065   |
| 配料计算 | 出钢量 2500kg, 则装入炉料总量为 $2500\text{kg} \div 0.95 = 2630\text{kg}$<br>本厂废锰钢 60%, $2500\text{kg} \times 0.6 = 1500\text{kg}$<br>外收废锰钢 40%, $2500\text{kg} \times 0.4 = 1000\text{kg}$<br>本厂废锰钢化清时带入的 Mn、Cr、C、P:<br>Mn: $\frac{1500\text{kg} \times 12\%}{2500\text{kg}} \times 0.95 = 6.84\%$<br>C: $\frac{1500\text{kg} \times 1.2\%}{2500\text{kg}} = 0.72\%$<br>Cr: $\frac{1500\text{kg} \times 1.5\%}{2500\text{kg}} \times 0.98 = 0.88\%$<br>P: $\frac{1500\text{kg} \times 0.063\%}{2500\text{kg}} = 0.038\%$<br>外收购废锰钢带入的 Mn、C、P<br>Mn: $\frac{1000\text{kg} \times 11\%}{2500\text{kg}} \times 0.95 = 4.18\%$<br>C: $\frac{1000\text{kg} \times 1.25\%}{2500\text{kg}} = 0.50\%$<br>P: $\frac{1000\text{kg} \times 0.07\%}{2500\text{kg}} = 0.028\%$<br>合计: C: 熔毕烧损按 0.05% 计, 则 $0.72 + 0.50 - 0.05\% = 1.17\%$<br>Mn: 已计算烧损, 则 $6.84\% + 4.18\% = 11.02\%$<br>P: 熔化期造高碱度流动性良好渣, 可少量脱 P≈0.005%~0.01%, 则 $0.038\% + 0.028\% - 0.005\% = 0.061\%$<br>Cr: 0.88%, 则需另加铬。根据当炉冶炼实际情况, 可用不锈钢 (Cr13) 及铬铁补铬。根据 C、Mn 补量情况可用高、中碳锰铁补锰同时可调整碳。如碳含量偏低, 也可用高碳铬铁在补铬同时调整碳含量<br>Si: 出钢前用硅铁调整 |

注: 1. 采用碱性电弧炉返回法冶炼。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 774 表 2.3-8 ZGMn13—4 的铸造高锰钢配料

|      |  |
|------|--|
| 问题提出 | 采用碱性电弧炉和碳素废钢与锰铁共装不氧化法冶炼铸造高锰钢 ZGMn13—4 时, 应如何进行配料? (出钢量 2500kg)<br>规格成分控制 (%): C1.15~1.25, Mn11.5~12.5, Cr1.5~2.5, Si0.3~0.8, P≤0.07      |
| 已知条件 | 要求熔毕成分 (%): C1.1~1.2, Mn11~12, Cr1.5~1.8, P≤0.065<br>出钢量仍为 2500kg, 装料量 $2500\text{kg} \div 0.95 = 2630\text{kg}$<br>所用废钢及铁合金成分可参见表 2.3-6 |

(续)

配料计算

配料计算:

Cr: 用不锈钢 (Cr13) 配制,  $\frac{2500\text{kg} \times 1.7\%}{12.5\% \times 0.98} = 350\text{kg}$ 

带碳 0.021%

带磷 0.005%

Mn: 用高碳 Mn-Fe 配制,  $\frac{2500\text{kg} \times 12\%}{75\% \times 0.95} = 420\text{kg}$ 带碳  $\frac{420\text{kg} \times 6.35\%}{2500\text{kg}} = 1.07\%$ 带磷  $\frac{420\text{kg} \times 0.17\%}{2500\text{kg}} = 0.029\%$ 碳素废钢:  $2630\text{kg} - 350\text{kg} - 420\text{kg} = 1860\text{kg}$ 带碳  $\frac{1860\text{kg} \times 0.2\%}{2500\text{kg}} = 0.15\%$ 带磷  $\frac{1860\text{kg} \times 0.035\%}{2500\text{kg}} = 0.026\%$ 

则全部加入其化清成分约为:

C:  $0.021\% + 1.07\% + 0.15\% - 0.05\% = 1.19\%$ 

Mn: 12%

Cr: 1.7%

P:  $0.005\% + 0.029\% + 0.026\% - 0.005\% = 0.055\%$ 

在还原末期进行成分调整

配料单: 碳素废钢 1860kg

不锈钢 (Cr13) 350kg

高碳锰铁 420kg

注: 1. 采用碱性电弧炉和碳素废钢与锰铁共装不氧化法冶炼。

2. 装料操作对炉料的熔化时间、合金元素烧损、炉衬寿命以及电能、电极的消耗等都有重要影响, 应给予足够的重视。

3. 装料方法: 一般采用机械化装料, 即先将炉料布置在料框中, 用天车吊起在炉顶 (开启盖后) 一次加入炉内。

4. 布料顺序: 将料框下部软链收紧, 用钢丝绳索拴在料框桶壁插入圆钢销上。装料入炉时, 主钩吊起料框, 副钩吊圆钢销。为使装料密实, 炉料应由大、中、小料组成, 应尽可能一次装完, 一般小料占 15%~20%, 中料占 40%~50%, 大料占 40%。炉料在料框内分布: ①小料总量的一半装在料框的底部, 在小料上部中心区装大料和难熔炉料, 在大料之间填充中、小料, 中料装在大料上面及四周; ②料框的最上部装入剩余的小型料和少量切屑, 以便通电后电弧稳定且能很快穿并埋入料中, 减轻电弧对炉盖的辐射。粘有造型材料的浇冒口等不易导电的炉料, 不准装在电极下面, 应装在大料四周近炉壁处。这样可防止不起弧, 电极折断和延长熔料时间; ③配碳电极块应砸成 50~100mm 左右块度, 装在炉料底部, 但要防止从料框中漏出。如果用生铁增碳, 生铁应装在大料上面, 并在电极下面, 生铁优先熔化将能加速大料熔化; ④在炉料中配入铁合金应装在靠近炉坡处, 以防止电弧直接点燃引起的烧损和挥发。

5. 装料注意事项: ①为了缓和炉料对炉底的强烈冲击, 防止料框粘上残渣, 炉底应先填铺上石灰 1%, 以提前造渣, 利于早期脱磷, 防止钢液吸气和加速钢液升温; ②料框入炉时要对中, 防止料框拉坏炉坡。料框与炉底相距约 200~300mm 时才允许打开料框下料。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 775 表 2.3-9 ZGMn13—4 的铸造高锰钢配料

|      |   |           |       |      |       |     |
|------|---|-----------|-------|------|-------|-----|
| 问题提出 | 采用碱性电弧炉不氧化法冶炼铸造高锰钢 ZGMn13—4 时, 如果用全部新料, 即全部由废钢和铁合金配料, 试问应如何进行配料? (出钢量 3000kg)<br>控制成分 (%): C1.25 (上限可达 1.3), Mn12.5 (下限 11.5), Si0.5, P<0.07, S<0.04, Cr1.5 |           |       |      |       |     |
| 配 料  |   |           |       |      |       |     |
| 炉料名称 | 含量 (%)  |           |       |      |       |     |
|      | C   | Mn        | Si    | P    |       |     |
| 高碳锰铁 | 6.3   | 75        | 1.2   | 0.17 |       |     |
| 不锈钢  | 0.2   | Cr12.5    | —     | —    |       |     |
| 废 钢  | 0.25  | 0.6       | 0.3   | 0.03 |       |     |
| 炉料名称 | 加入量 /kg   | 带入钢中量 (%) |       |      |       |     |
|      |   | C         | Mn    | Si   | P     | Cr  |
| 高碳锰铁 | 545   | 1.14      | 12.50 | 0.20 | 0.031 | —   |
| 不锈钢  | 380   | 0.03      | —     | —    | —     | 1.5 |
| 废 钢  | 2175  | 0.18      | 0.15  | 0.07 | 0.022 | —   |
| Σ≈   |   | 1.35      | 12.65 | 0.27 | 0.053 | 1.5 |

- 注: 1. 采用碱性电弧炉不氧化法冶炼。  
 2. 出钢量 3000kg, 综合收得率 97%, 配料量 3100kg。  
 3. 装炉时应少装 100kg 高碳锰铁, 在还原时调整成分加入。如碳高, 可以用中碳锰铁调整。此外, 碳还应考虑熔化时烧损, 还原时增碳, 此处可按烧损碳 0.05% 和增碳 0.05% 抵消而论。  
 4. 采用不氧化法冶炼的工艺流程如下: (扒炉、补炉) <sup>装料</sup> [炉底铺石灰 30kg 及增碳剂, 上盖, 加金属炉料 (扣 100kg 锰铁了)] → (清理、修补出钢槽, 筑假炉门坎, 增出钢口, 调整或加接电极) → (检查机电设备) → (起弧, 121V/3000A) → (穿井, 三电极穿井到底后 15min, 形成熔池, 210V/3500A) → (约 90min 炉料熔化, 造渣: 石灰 60kg, 氟石 12kg) → (炉料全部化清, 进入小还原) → (封电极孔, 加炭粉 10kg, 石灰 10kg, 封炉门) <sup>7min</sup> → (扒部分还原渣 [70%], 造渣: 石灰 30kg, 氟石 8kg, 炭粉 3kg) <sup>5min</sup> → (加不锈钢, 造渣: 石灰 30kg, 氟石 8kg, 炭粉 3kg) <sup>5min</sup> → (充分搅拌熔池, 取样 No1, 分析 C、Mn、Si、Cr, 进入还原期) → (造电石渣, 炭粉 15kg, 氟石 7.5kg, 121V/3500A, 封炉门) <sup>20min</sup> → (根据分析, 补加锰铁, 造第 2 次电石渣: 石灰 20kg, 氟石 5kg, 炭粉 10kg, 取样 No2, 分析 C、Mn、Si, 封炉门) <sup>20min</sup> → (期间沾棒检查电石渣, 20min 后渣变白, 如不白加耐火砖块 20kg) <sup>保白渣</sup> → (扒部分炉渣, 加 15kg 石灰, 7kg 硅铁粉, 1kg 炭粉, 4kg 氟石) <sup>8min</sup> → (调整化学成分, 加 15kg 碳, 4kg 氟石, 7kg 硅铁粉, 1kg 炭粉) <sup>8min</sup> → (搅拌钢液, 停电测温 [≥1580°C], 加炭粉 2kg) → (清炉顶, 清出钢槽, 打出钢口) <sup>出钢</sup> → (钢渣温出, 包中加 Al: 7.5kg) → (包内取成品样)。  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 776 表 2.3-10 ZGMn13—4 的铸造高锰钢配料

|      |   |           |       |       |       |      |
|------|---|-----------|-------|-------|-------|------|
| 问题提出 | 采用碱性电弧炉不氧化法冶炼铸造高锰钢 ZGMn13—4 时, 如果用部分返回料和部分新料配料, 试问应如何进行配料? (出钢量 3000kg)<br>控制成分 (%): C1.25 (上限可达 1.3), Mn12.5 (下限 11.5), Si0.5, P<0.07, S<0.04, Cr1.5 |           |       |       |       |      |
| 配 料  |   |           |       |       |       |      |
| 炉料名称 | 含量 (%)  |           |       |       |       |      |
|      | C   | Mn        | Si    | P     | Cr    |      |
| 返回料  | 1.25  | 12.0      | 0.4   | 0.065 | 1.2   |      |
| 不锈钢  | 0.20  | —         | —     | 0.030 | 12.5  |      |
| 高碳锰铁 | 6.30  | 75        | 1.2   | 0.17  | —     |      |
| 碳素废钢 | 0.25  | 0.5       | 0.3   | 0.03  | —     |      |
| 炉料名称 | 加入量<br>/kg  | 带入钢中量 (%) |       |       |       |      |
|      |   | C         | Mn    | Si    | P     | Cr   |
| 返回料  | 1500  | 0.63      | 5.52  | 0.16  | 0.033 | 0.57 |
| 不锈钢  | 230   | 0.02      | —     | —     | 0.002 | 0.93 |
| 高碳锰铁 | 300   | 0.63      | 6.90  | 0.10  | 0.017 | —    |
| 碳素废钢 | 1070  | 0.09      | 0.15  | 0.05  | 0.011 | —    |
| Σ≈   |   | 1.37      | 12.57 | 0.31  | 0.063 | 1.50 |

注: 1. 采用碱性电弧炉不氧化法冶炼。

2. 出钢量 3000kg, 综合收得率 97%, 配料量 3100kg。

3. 装炉时应少装 100kg 高碳锰铁 (这样可少带 C0.12%, 少带 Mn2.3%), 在还原期调整。熔化时碳烧损量与还原期增碳量可视为等同。

4. 采用不氧化法冶炼的工艺流程如下: (扒炉、补炉)  $\xrightarrow{\text{装料}}$  (炉底铺石灰 30kg 及增碳剂, 上盖, 加金属炉料 [扣 100kg 锰铁])  $\rightarrow$  (清理、修补出钢槽, 筑假炉门坎, 堵出钢口, 调整或加接电极)  $\rightarrow$  (检查机电设备)  $\rightarrow$  (起弧, 121V/3000A)  $\rightarrow$  (穿井, 三电极穿井到底后 15min, 形成熔池, 210V/3500A)  $\rightarrow$  (约 90min 炉料熔化, 造渣: 石灰 60kg, 氟石 12kg)  $\rightarrow$  (炉料全部化清, 进入小还原)  $\rightarrow$  (封电极孔, 加炭粉 10kg, 石灰 10kg, 封炉门)  $\xrightarrow{7\text{min}}$  (扒部分还原渣 [70%], 造渣: 石灰 30kg, 氟石 8kg, 炭粉 3kg)  $\xrightarrow{5\text{min}}$  (加不锈钢, 造渣: 石灰 30kg, 氟石 8kg, 炭粉 3kg)  $\xrightarrow{5\text{min}}$  (充分搅拌熔池, 取样 No1, 分析 C、Mn、Si、Cr, 进入还原期)  $\rightarrow$  (造电石渣, 炭粉 15kg, 氟石 7.5kg, 121V/3500A, 封炉门)  $\xrightarrow{20\text{min}}$  (根据分析, 补加锰铁, 造第二次电石渣: 石灰 20kg, 氟石 5kg, 炭粉 10kg, 取样 No2, 分析 C、Mn、Si, 封炉门)  $\xrightarrow{20\text{min}}$  (期间沾棒检查电石渣, 20min 后渣变白, 如不白加耐火砖块 20kg)  $\xrightarrow{\text{保白渣}}$  (扒部分炉渣, 加 15kg 石灰, 7kg 硅铁粉, 1kg 炭粉, 4kg 氟石)  $\xrightarrow{8\text{min}}$  (调整化学成分, 加 15kg 石灰, 4kg 氟石, 7kg 硅铁粉, 1kg 炭粉)  $\xrightarrow{8\text{min}}$  (搅拌钢液, 停电测温 ( $\geq 1580^{\circ}\text{C}$ ), 加炭粉 2kg)  $\rightarrow$  (清炉顶, 清出钢槽, 打出钢口)  $\xrightarrow{\text{出钢}}$  (钢渣温出, 包中加 Al 为 7.5kg)  $\rightarrow$  (包内取或品样)。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 777 表 2.3-11 ZGMn13—4 的铸造高锰钢配料

| 问题提出 | 采用碱性中频感应电热电炉冶炼铸造高锰钢 ZGMn13—4 时, 如果用全部新材料配料, 试问应如何进行配料? (出钢量 500kg)<br>控制成分 (%): C1.25, Mn12.5, Cr1.8, Si0.5, P<0.07 |             |      |                    |     |       |
|------|---|-------------|------|--------------------|-----|-------|
| 配 料  |   |             |      |                    |     |       |
| 炉料名称 | 加入量<br>/kg  | 带入合金元素量 (%) |      |                    |     |       |
|      |   | C           | Si   | Mn                 | Cr  | P     |
| 不锈钢  | 73  | 0.02        | —    | —                  | 1.8 | 0.005 |
| 高碳锰铁 | 89  | 1.13        | 0.16 | 12.28 <sup>①</sup> | —   | 0.030 |
| 废 钢  | 360   | 0.15        | 0.10 | 0.20               | —   | 0.025 |
| 硅 铁  | 1.8   | —           | 0.24 | —                  | —   | —     |
| 脱氧铝  | 1 <sup>②</sup>  | —           | —    | —                  | —   | —     |
| 合 计  | 524.8   | 1.30        | 0.50 | 12.48              | 1.8 | 0.060 |

全新材料, 出钢量 500kg, 综合收得率 95%

为了保证最终成分, 尤其是碳含量 (废钢、不锈钢碳含量是估计的), 留下 30kg 高碳锰铁作调整成分用

取炉前样 (炉中钢液 470kg), 假定其成分 (%) 分析结果为:

(C)0.98, Mn8.35, Si0.45, Cr1.79, P0.05

计算:

$$\text{锰铁加入量 (kg)} = \frac{470\text{kg} \times (12.5\% - 8.35\%)}{(75\% - 12.5\%) \times 0.92} = 34\text{kg}$$

如全补高碳锰铁, 带 C =  $\frac{34\text{kg} \times 6.35\%}{500\text{kg}} = 0.43\%$

炉前分析 C 为 0.98%, 到出钢时约为 0.96%, 则全加高碳锰铁中 C 为 1.39%, 因此需用中碳锰铁调碳

$$\begin{aligned} \text{中碳锰铁调碳加入量} &= \frac{(\text{计算碳量}\% - \text{控制碳量}\%) \times \text{出钢量 kg}}{(\text{高碳锰铁含碳量}\% - \text{中碳锰铁含碳量}\%)} \\ &= \frac{(1.39\% - 1.25\%) \times 500\text{kg}}{(6.35\% - 1.48\%)} \\ &\approx 15\text{kg} \end{aligned}$$

则出钢前补高碳锰铁 19kg, 补中碳锰铁 15kg。这样计算出钢时钢液碳含量为 1.25%

注: 1. 采用碱性中频感应电炉冶炼。

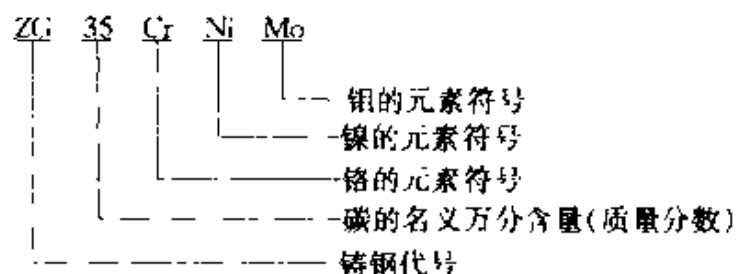
2. 成分含量与加入量和配料比例皆指质量分数。

① 随炉料加入, 收得率按 92% 计。

② 铸造高锰钢终脱氧铝的加入量为 0.2%。

## 3. ZG35CrNiMo 的铸造耐磨钢配料 (配料实例 778)

ZG35CrNiMo 的主要含义如下:



对于 ZG35CrNiMo 的铸造耐磨钢配料, 可查配料实例 778 或表 2.3-12。

配料实例 778 表 2.3-12 ZG35CrNiMo 的铸造耐磨钢配料

| 问题提出                | <p>采用碱性电弧炉矿石氧化法冶炼铸造耐磨钢 ZG35CrNiMo 时, 应如何进行配料? (出钢量 2000kg)</p> <p>规格成分 (%) 要求: C0.3~0.4, Si0.2~0.4, Mn0.4~0.8, Cr0.8~1.2, Ni0.7~0.9, Mo0.15~0.30, P, S≤0.04</p>  |        |          |      |      |    |       |  |  |   |    |    |    |    |    |   |      |      |      |      |   |   |   |       |                     |      |      |      |   |   |   |       |       |      |      |      |      |      |   |       |           |      |      |      |      |   |   |       |     |   |   |   |   |      |   |   |     |   |    |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
|---------------------|--|--------|----------|------|------|----|-------|--|--|---|----|----|----|----|----|---|------|------|------|------|---|---|---|-------|---------------------|------|------|------|---|---|---|-------|-------|------|------|------|------|------|---|-------|-----------|------|------|------|------|---|---|-------|-----|---|---|---|---|------|---|---|-----|---|----|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|----|---|
| 已知条件                | <p>所用废钢及铁合金成分如下表:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">废钢及铁合金</th> <th colspan="7">化学成分 (%)</th> </tr> <tr> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>Cr</th> <th>Ni</th> <th>Mo</th> <th>P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>碳素废钢</td> <td>0.20</td> <td>0.25</td> <td>0.60</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>0.035</td> </tr> <tr> <td>4<sup>#</sup>炼钢生铁</td> <td>4.50</td> <td>0.80</td> <td>1.00</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>0.100</td> </tr> <tr> <td>不锈钢废料</td> <td>0.12</td> <td>0.30</td> <td>0.60</td> <td>18.5</td> <td>8.50</td> <td>—</td> <td>0.035</td> </tr> <tr> <td>不锈钢(Cr13)</td> <td>0.15</td> <td>0.30</td> <td>0.60</td> <td>12.5</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>0.035</td> </tr> <tr> <td>电解镍</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>99.9</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>硅 铁</td> <td>—</td> <td>73</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>钼 铁</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>55</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> | 废钢及铁合金 | 化学成分 (%) |      |      |    |       |  |  | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | P | 碳素废钢 | 0.20 | 0.25 | 0.60 | — | — | — | 0.035 | 4 <sup>#</sup> 炼钢生铁 | 4.50 | 0.80 | 1.00 | — | — | — | 0.100 | 不锈钢废料 | 0.12 | 0.30 | 0.60 | 18.5 | 8.50 | — | 0.035 | 不锈钢(Cr13) | 0.15 | 0.30 | 0.60 | 12.5 | — | — | 0.035 | 电解镍 | — | — | — | — | 99.9 | — | — | 硅 铁 | — | 73 | — | — | — | — | — | 钼 铁 | — | — | — | — | — | 55 | — |
| 废钢及铁合金              | 化学成分 (%)   |        |          |      |      |    |       |  |  |   |    |    |    |    |    |   |      |      |      |      |   |   |   |       |                     |      |      |      |   |   |   |       |       |      |      |      |      |      |   |       |           |      |      |      |      |   |   |       |     |   |   |   |   |      |   |   |     |   |    |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
|                     | C  | Si     | Mn       | Cr   | Ni   | Mo | P     |  |  |   |    |    |    |    |    |   |      |      |      |      |   |   |   |       |                     |      |      |      |   |   |   |       |       |      |      |      |      |      |   |       |           |      |      |      |      |   |   |       |     |   |   |   |   |      |   |   |     |   |    |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 碳素废钢                | 0.20   | 0.25   | 0.60     | —    | —    | —  | 0.035 |  |  |   |    |    |    |    |    |   |      |      |      |      |   |   |   |       |                     |      |      |      |   |   |   |       |       |      |      |      |      |      |   |       |           |      |      |      |      |   |   |       |     |   |   |   |   |      |   |   |     |   |    |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 4 <sup>#</sup> 炼钢生铁 | 4.50   | 0.80   | 1.00     | —    | —    | —  | 0.100 |  |  |   |    |    |    |    |    |   |      |      |      |      |   |   |   |       |                     |      |      |      |   |   |   |       |       |      |      |      |      |      |   |       |           |      |      |      |      |   |   |       |     |   |   |   |   |      |   |   |     |   |    |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 不锈钢废料               | 0.12   | 0.30   | 0.60     | 18.5 | 8.50 | —  | 0.035 |  |  |   |    |    |    |    |    |   |      |      |      |      |   |   |   |       |                     |      |      |      |   |   |   |       |       |      |      |      |      |      |   |       |           |      |      |      |      |   |   |       |     |   |   |   |   |      |   |   |     |   |    |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 不锈钢(Cr13)           | 0.15   | 0.30   | 0.60     | 12.5 | —    | —  | 0.035 |  |  |   |    |    |    |    |    |   |      |      |      |      |   |   |   |       |                     |      |      |      |   |   |   |       |       |      |      |      |      |      |   |       |           |      |      |      |      |   |   |       |     |   |   |   |   |      |   |   |     |   |    |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 电解镍                 | —  | —      | —        | —    | 99.9 | —  | —     |  |  |   |    |    |    |    |    |   |      |      |      |      |   |   |   |       |                     |      |      |      |   |   |   |       |       |      |      |      |      |      |   |       |           |      |      |      |      |   |   |       |     |   |   |   |   |      |   |   |     |   |    |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 硅 铁                 | —  | 73     | —        | —    | —    | —  | —     |  |  |   |    |    |    |    |    |   |      |      |      |      |   |   |   |       |                     |      |      |      |   |   |   |       |       |      |      |      |      |      |   |       |           |      |      |      |      |   |   |       |     |   |   |   |   |      |   |   |     |   |    |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 钼 铁                 | —  | —      | —        | —    | —    | 55 | —     |  |  |   |    |    |    |    |    |   |      |      |      |      |   |   |   |       |                     |      |      |      |   |   |   |       |       |      |      |      |      |      |   |       |           |      |      |      |      |   |   |       |     |   |   |   |   |      |   |   |     |   |    |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 配料计算                | <p>出钢量 2000kg, 考虑综合收得率 95%, 则加入炉料量为 <math>2000\text{kg} \div 0.95 = 2100\text{kg}</math></p> <p>控制成分 (kg) (%): C0.35, Cr0.9, Ni0.85, Si0.3, Mn0.6, Mo0.2, P, S≤0.04</p> <p>Cr: 0.9%, 以不锈钢废料加入增铬, 则不锈钢废料加入量 (kg) - <math>\frac{2000\text{kg} \times 0.9\%}{18.5\% \times 0.95} = 102.5\text{kg}</math></p> <p>带入 Ni = <math>\frac{102.5\text{kg} \times 8.5\%}{2000\text{kg}} \times 0.98 = 0.42\%</math></p> <p>此外, 需补金属 Ni = <math>\frac{2000\text{kg} (0.85\% - 0.42\%)}{99.9\% \times 0.98} = 8.8\text{kg}</math></p> <p>配 C: 熔毕碳 0.3% (规格下限) + 0.35% (增碳量) = 0.65%</p> <p>增碳生铁加入量 = <math>\frac{(2000\text{kg} - 102.5\text{kg}) \times (0.65\% - 0.20\%)}{4.5\% - 0.20\%} = 200\text{kg}</math></p>   |        |          |      |      |    |       |  |  |   |    |    |    |    |    |   |      |      |      |      |   |   |   |       |                     |      |      |      |   |   |   |       |       |      |      |      |      |      |   |       |           |      |      |      |      |   |   |       |     |   |   |   |   |      |   |   |     |   |    |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |

(续)

|      |  |
|------|--|
| 配料计算 | 氧化期加入矿石总重约 80kg, 矿石中铁含量 50%, 则还原后进入钢液铁为:<br>$80\text{kg} \times 50\% = 40\text{kg}$<br>装料时装入碳素废钢量为: $2100\text{kg} - 102.5\text{kg} - 200\text{kg} - 40\text{kg} = 1760\text{kg}$<br>其他除 Si、Mn 得分析后调整, 加入量不多, 对成分, 出钢量影响甚微<br>配料单: 碳素废钢 1796kg<br>炼钢生铁 200kg<br>不锈钢废料 102.5kg<br>电解镍 8.8kg<br>钼铁 7.7kg |
|      | 还原期增碳: 如还原期碳不足, 可用生铁增碳, 按下述公式计算:<br>$\text{增碳生铁加入量 (kg)} = \frac{2000\text{kg} (0.35\% - \text{钢液中 C 量})}{45\% - 0.35\%}$<br>根据配料计算得: 碳素废钢 1760kg, 生铁 200kg, 不锈钢废钢 102kg, 电解镍 8.8kg, 钼铁 7.7kg  |

注: 1. 采用碱性电弧炉矿石氧化法冶炼。

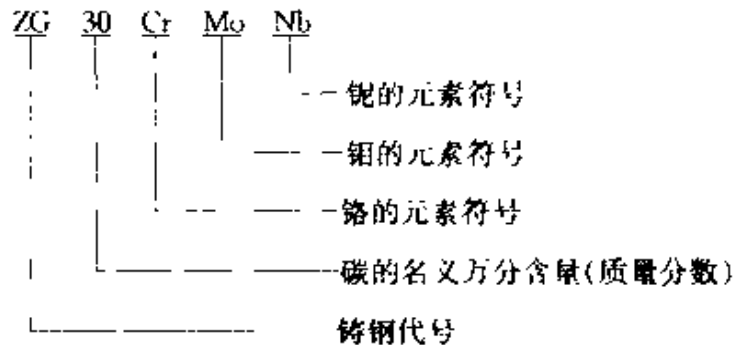
2. 采用矿石氧化法冶炼的工艺流程如下:

扒炉、补炉 → 装料 (炉底铺石灰 20kg) → (高碳锰铁 4kg, 上装废钢 1760kg, 生铁 200kg) → (清理修补出钢槽、假炉门坎; 增好出钢口; 调整或加接电极) → (检查机械电气设备; 水冷却系统) → (接入电抗器) → (起弧 210V/3000A) → (电极穿井到底 121V/2500A)  $\xrightarrow{15\text{min后}}$  (熔池形成 210V/3500A)  $\xrightarrow{20\text{min后}}$  (炉料熔化近 50%后造渣, 石灰 30kg, 氟石 6kg, 碎矿石 25kg)  $\xrightarrow{20\text{min后}}$  (炉料基本化清 [90%] 造渣: 石灰 20kg, 氟石 6kg, 121V/2500A) → (推料助熔, 炉料化清, 撤电抗器, 加钼铁) → (搅拌钢液, 渣液, 取熔毕样 No1, 分析 C、Mn、Si) → (熔毕样成分 C=0.65%, Mn=0.2%, 加不足补 C、补 Mn) → (扒掉 70%熔毕渣) → (造新渣: 石灰 35kg, 氟石 7kg) → (停电测温  $\geq 1540^\circ\text{C}$  [结晶时间]  $\geq 35\text{s}$ ), 进入氧化期 → (炉体前倾至炉门刚能流出清液, 210V/3500A) → (加第一批矿石, 矿石 30kg、石灰 15kg, 流渣、计时)  $\xrightarrow{7\text{min}}$  (第二批矿石, 矿石 30kg, 石灰 15kg)  $\xrightarrow{7\text{min}}$  (第三批矿石, 矿石 15kg, 石灰 10kg)  $\xrightarrow{5\text{min}}$  (炉体恢复正常, 停电测温  $\geq 1630^\circ\text{C}$ ) → (取氧化末期样分析 C、P 计时, 计算脱 C 速度及量)  $\xrightarrow{\text{静沸腾开始}}$  (扒 80%炉渣, 加氟石造稀渣, 121V/2500A)  $\xrightarrow{8\text{min}}$  (加石灰使渣变稠, 扒掉全部氧化渣 [停电扒渣], 进入还原期) → (造新渣: 40kg 石灰, 氟石 10kg, 耐火砖块 10kg, 210V/3000A) → (预脱氧: 先加 C 粉 4kg, 加锰铁 9kg, 硅铁 3kg) → (加入不锈钢, 不锈钢废料) → (造电石渣: C 粉 6kg, 电石 2kg, 封炉门, 电极圈, 121V/3500A)  $\xrightarrow{20\text{min}}$  (期间看渣样, 20min 后渣变白, 如不白加少量耐火砖块) → (搅拌熔池, 取样分析 No3, C、Si、Mn、Cr、Ni、Mo) → (保持白渣, 石灰 12kg、氟石 3kg, 炭粉 3kg, 硅铁粉 3kg, 121V/2500A)  $\xrightarrow{7\text{min}}$  (石灰 12kg, 氟石 3kg, 炭粉 3kg, 硅铁粉 3kg)  $\xrightarrow{7\text{min}}$  (石灰 12kg, 氟石 3kg, 炭粉 3kg, 硅铁粉 3kg, 调整化学成分)  $\xrightarrow{7\text{min}}$  (石灰 12kg, 氟石 3kg, 炭粉 3kg, 硅铁粉 3kg, 停电测温 [ $\geq 1600^\circ\text{C}$ ])  $\xrightarrow{5\text{min}}$  (终脱氧, 打开出钢口, 清炉盖)  $\xrightarrow{\text{出钢}}$  (钢液混出, 加加稀土, 出钢时可分批加入) → (包内取成品样)。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 4. ZG30CrMoNb 的铸造耐磨钢配料 (配料实例 779)

ZG30CrMoNb 的主要含义如下:



对于 ZG30CrMoNb 的铸造耐磨钢配料, 可查配料实例 779 或表 2.3-13。

配料实例 779 表 2.3-13 ZG30CrMoNb 的铸造耐磨钢配料

| 问题提出      | <p>采用酸性中频感应加热电炉冶炼铸造耐磨钢 ZG30CrMoNb 时, 如果采用以废钢为主的配料, 试问应如何进行配料? (出钢量 500kg)</p> <p>规格成分要求 (%): C0.27 ~ 0.35, Si0.5 ~ 0.8, Mn0.8 ~ 1.2, Cr1.0 ~ 1.5, Mo0.2 ~ 0.4, Nb0.10 ~ 0.15, P, S ≤ 0.04</p>  |        |          |    |    |    |       |  |  |   |    |    |    |    |    |   |     |      |      |      |   |   |   |       |           |      |      |      |    |   |   |       |     |      |    |   |   |   |   |   |      |      |      |    |   |   |   |       |      |      |      |    |   |   |   |       |     |      |      |   |   |    |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
|-----------|--|--------|----------|----|----|----|-------|--|--|---|----|----|----|----|----|---|-----|------|------|------|---|---|---|-------|-----------|------|------|------|----|---|---|-------|-----|------|----|---|---|---|---|---|------|------|------|----|---|---|---|-------|------|------|------|----|---|---|---|-------|-----|------|------|---|---|----|---|---|-----|---|---|---|---|---|----|---|
| 已知条件      | <p>规格成分控制 (%) C0.30, Si0.65, Mn1.0, Cr1.2, Mo1.3, Nb0.12, P, S ≤ 0.04</p> <p>Si: 酸性炉会出现 Si 还原, Si 应配低 0.05%</p> <p>钢液综合收得率为 95%</p> <p>现有废钢及铁合金成分见下表:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">废钢及铁合金</th> <th colspan="7">化学成分 (%)</th> </tr> <tr> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>Cr</th> <th>Mo</th> <th>Nb</th> <th>P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>废 钢</td> <td>0.20</td> <td>0.25</td> <td>0.60</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.035</td> </tr> <tr> <td>不锈钢(Cr13)</td> <td>0.15</td> <td>0.30</td> <td>0.60</td> <td>13</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.035</td> </tr> <tr> <td>硅 铁</td> <td>0.12</td> <td>73</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>中碳锰铁</td> <td>1.48</td> <td>1.25</td> <td>75</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.210</td> </tr> <tr> <td>高碳锰铁</td> <td>6.35</td> <td>1.05</td> <td>75</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.170</td> </tr> <tr> <td>钼 铁</td> <td>0.20</td> <td>1.00</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>55</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>铌 铁</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>40</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> | 废钢及铁合金 | 化学成分 (%) |    |    |    |       |  |  | C | Si | Mn | Cr | Mo | Nb | P | 废 钢 | 0.20 | 0.25 | 0.60 | - | - | - | 0.035 | 不锈钢(Cr13) | 0.15 | 0.30 | 0.60 | 13 | - | - | 0.035 | 硅 铁 | 0.12 | 73 | - | - | - | - | - | 中碳锰铁 | 1.48 | 1.25 | 75 | - | - | - | 0.210 | 高碳锰铁 | 6.35 | 1.05 | 75 | - | - | - | 0.170 | 钼 铁 | 0.20 | 1.00 | - | - | 55 | - | - | 铌 铁 | - | - | - | - | - | 40 | - |
| 废钢及铁合金    | 化学成分 (%)   |        |          |    |    |    |       |  |  |   |    |    |    |    |    |   |     |      |      |      |   |   |   |       |           |      |      |      |    |   |   |       |     |      |    |   |   |   |   |   |      |      |      |    |   |   |   |       |      |      |      |    |   |   |   |       |     |      |      |   |   |    |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
|           | C  | Si     | Mn       | Cr | Mo | Nb | P     |  |  |   |    |    |    |    |    |   |     |      |      |      |   |   |   |       |           |      |      |      |    |   |   |       |     |      |    |   |   |   |   |   |      |      |      |    |   |   |   |       |      |      |      |    |   |   |   |       |     |      |      |   |   |    |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 废 钢       | 0.20   | 0.25   | 0.60     | -  | -  | -  | 0.035 |  |  |   |    |    |    |    |    |   |     |      |      |      |   |   |   |       |           |      |      |      |    |   |   |       |     |      |    |   |   |   |   |   |      |      |      |    |   |   |   |       |      |      |      |    |   |   |   |       |     |      |      |   |   |    |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 不锈钢(Cr13) | 0.15   | 0.30   | 0.60     | 13 | -  | -  | 0.035 |  |  |   |    |    |    |    |    |   |     |      |      |      |   |   |   |       |           |      |      |      |    |   |   |       |     |      |    |   |   |   |   |   |      |      |      |    |   |   |   |       |      |      |      |    |   |   |   |       |     |      |      |   |   |    |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 硅 铁       | 0.12   | 73     | -        | -  | -  | -  | -     |  |  |   |    |    |    |    |    |   |     |      |      |      |   |   |   |       |           |      |      |      |    |   |   |       |     |      |    |   |   |   |   |   |      |      |      |    |   |   |   |       |      |      |      |    |   |   |   |       |     |      |      |   |   |    |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 中碳锰铁      | 1.48   | 1.25   | 75       | -  | -  | -  | 0.210 |  |  |   |    |    |    |    |    |   |     |      |      |      |   |   |   |       |           |      |      |      |    |   |   |       |     |      |    |   |   |   |   |   |      |      |      |    |   |   |   |       |      |      |      |    |   |   |   |       |     |      |      |   |   |    |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 高碳锰铁      | 6.35   | 1.05   | 75       | -  | -  | -  | 0.170 |  |  |   |    |    |    |    |    |   |     |      |      |      |   |   |   |       |           |      |      |      |    |   |   |       |     |      |    |   |   |   |   |   |      |      |      |    |   |   |   |       |      |      |      |    |   |   |   |       |     |      |      |   |   |    |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 钼 铁       | 0.20   | 1.00   | -        | -  | 55 | -  | -     |  |  |   |    |    |    |    |    |   |     |      |      |      |   |   |   |       |           |      |      |      |    |   |   |       |     |      |    |   |   |   |   |   |      |      |      |    |   |   |   |       |      |      |      |    |   |   |   |       |     |      |      |   |   |    |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |
| 铌 铁       | -  | -      | -        | -  | -  | 40 | -     |  |  |   |    |    |    |    |    |   |     |      |      |      |   |   |   |       |           |      |      |      |    |   |   |       |     |      |    |   |   |   |   |   |      |      |      |    |   |   |   |       |      |      |      |    |   |   |   |       |     |      |      |   |   |    |   |   |     |   |   |   |   |   |    |   |



(续)

|           |            | 配 料         |      |      |      |      |      |       |
|-----------|------------|-------------|------|------|------|------|------|-------|
| 炉料名称      | 加入量<br>/kg | 带入合金元素量 (%) |      |      |      |      |      |       |
|           |            | C           | Si   | Mn   | Cr   | Mo   | Nb   | P     |
| 不锈钢(Cr13) | 50         | 0.02        | 0.03 | —    | 1.23 | —    | —    | 0.004 |
| 高碳锰铁      | 7.1        | 0.09        | —    | 0.85 | —    | —    | —    | 0.002 |
| 钼 铁       | 2.9        | —           | —    | —    | —    | 0.30 | —    | —     |
| 铌 铁       | 1.8        | —           | —    | —    | —    | —    | 0.12 | —     |
| 硅 铁       | 2.3        | —           | 0.35 | —    | —    | —    | —    | —     |
| 废 钢       | 460        | 0.18        | 0.23 | 0.13 | —    | —    | —    | 0.031 |
| 焦炭粉       | 0.34       | 0.05        | —    | —    | —    | —    | —    | —     |
| 脱氧铝       | 0.6        | —           | —    | —    | —    | —    | —    | —     |
| 合 计       | 525        | 0.34        | 0.61 | 0.98 | 1.23 | 0.30 | 0.12 | 0.369 |

配料计算举例：钢中补 Mn0.85%，需加多少高碳锰铁？

$$\text{高碳锰铁加入量 (kg)} = \frac{500\text{kg} \times 0.85\%}{75\% \times 0.8} \approx 7.1\text{kg}$$

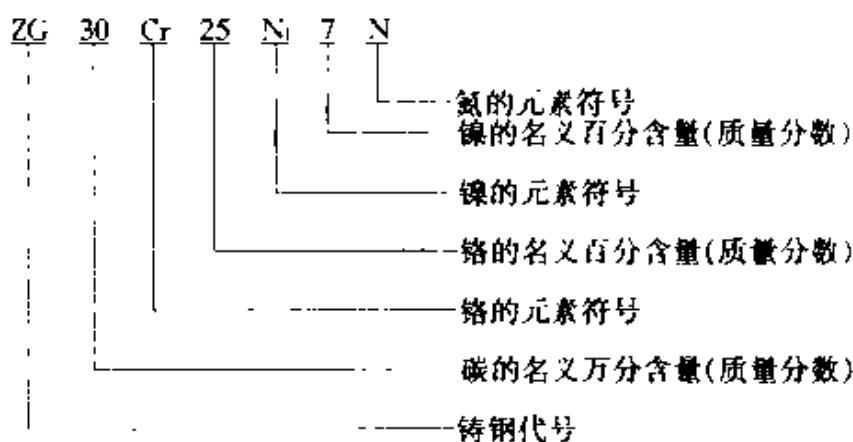
$$\text{带 C (\%)} = \frac{7.1\text{kg} \times 6.35\%}{500\text{kg}} = 0.09\%$$

$$\text{带 P (\%)} = \frac{7.1\text{kg} \times 0.17\%}{500\text{kg}} = 0.002\%$$

- 注：1. 采用酸性中频感应加热电炉冶炼。  
 2. 金属炉料总加入量 525kg 为钢液综合收得率 95% 所需。  
 3. 碳配到 0.34%，其中 0.04% 是考虑冶炼烧损量。  
 4. 锰铁、焦炭粉在取样后出钢前加入，可用焦炭粉调整出钢时碳含量。  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 5. ZG30Cr25Ni7N 的铸造耐磨钢配料 (配料实例 780)

ZG30Cr25Ni7N 的主要含义如下：



对于 ZG30Cr25Ni7N 的铸造耐磨钢配料，可查配料实例 780 或表 2.3-14。

配料实例 780 表 2.3-14 ZG30Cr25Ni7N 的铸造耐磨钢配料

|                          |   |          |      |      |      |     |   |
|--------------------------|---|----------|------|------|------|-----|---|
| 问题提出                     | 采用碱性中频感应加热电炉冶炼铸造耐磨钢 ZG30Cr25Ni7N 时, 如果主要采用不锈钢、火冶炼、低碳铬铁和氮化铬等配料, 试问应如何进行配料? (出钢量 500kg) |          |      |      |      |     |   |
| 已知条件                     | 规格成分 (%) 控制: C0.3, Mn0.8, Si0.6, Cr25, Ni7, N0.22<br>金属炉料成分见下表:                       |          |      |      |      |     |   |
|                          | 金属炉料  | 化学成分 (%) |      |      |      |     |   |
|                          |   | C        | Si   | Mn   | Cr   | Ni  | N |
|                          | 不锈钢   | 0.10     | 0.30 | 0.60 | 18.5 | 8.5 | — |
|                          | 火冶炼   | 0.10     | —    | —    | —    | 98  | — |
| 低碳铬铁                     | 0.30  | 1.50     | —    | 63   | —    | —   |   |
| 氮化铬                      | 0.40  | —        | —    | 60   | —    | 8.5 |   |
| 金属炉料氧化锈蚀少, 钢液收得率可按 97% 计 |   |          |      |      |      |     |   |

## 配 料

| 炉料名称   | 加入量 /kg | 带入合金元素量 (%) |      |      |       |      |      |
|--------|---------|-------------|------|------|-------|------|------|
|        |         | C           | Si   | Mn   | Cr    | Ni   | N    |
| 不锈钢    | 415     | 0.08        | 0.15 | 0.30 | 14.60 | 7.05 | —    |
| 氮化铬    | 15.3    | 0.01        | —    | —    | 1.80  | —    | 0.22 |
| 低碳铬铁   | 70      | 0.04        | 0.20 | —    | 8.65  | —    | —    |
| 中碳锰铁   | 3.5     | 0.01        | —    | 0.50 | —     | —    | —    |
| 稀土硅铁合金 | 3.5     | —           | 0.28 | —    | —     | —    | —    |
| 焦炭粉    | 0.93    | 0.15        | —    | —    | —     | —    | —    |
| 废 钢    | 7       | 0.00        | —    | —    | —     | —    | —    |
| 脱氧铝    | 0.75    | —           | —    | —    | —     | —    | —    |
| 合 计    | 516     | 0.29        | 0.63 | 0.80 | 25.05 | 7.05 | 0.22 |

主要采用不锈钢、火冶炼、低碳铬铁、氮化铬配料

除焦炭粉 (增碳剂)、稀土硅铁合金 (冲包)、终脱氧铝未加外, 其他炉料均已入炉, 取样分析成分为 (炉中钢液按 500kg 计): C0.16%, Cr23.5%, Ni6.5%, Si0.28%, Mn0.81%, 因此, 需

$$\text{补低碳铬铁} = \frac{500\text{kg}(25\% - 23.5\%)}{(63\% - 25\%) \times 0.98} = 20\text{kg}$$

$$\text{补火冶炼} = \frac{500\text{kg}(7\% - 6.5\%)}{(98\% - 7\%)} = 2.75\text{kg}$$

$$\text{加增碳焦炭粉} = \frac{520\text{kg}(0.30\% - 0.16\%)}{80\%} = 0.91\text{kg}$$

由于补加了铁合金, 钢液量达 520kg 左右

注: 1. 采用碱性中频感应加热电炉冶炼。

2. 由于钢液综合收得率按 97% 计, 出钢量为 500kg, 所以配料量约为 515kg, 在补加铁合金后的钢液量可达 520kg 左右。

3. 氮化铬在出钢前加入, 氮收得率约 85%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 第 4 章 铸造耐热钢配料

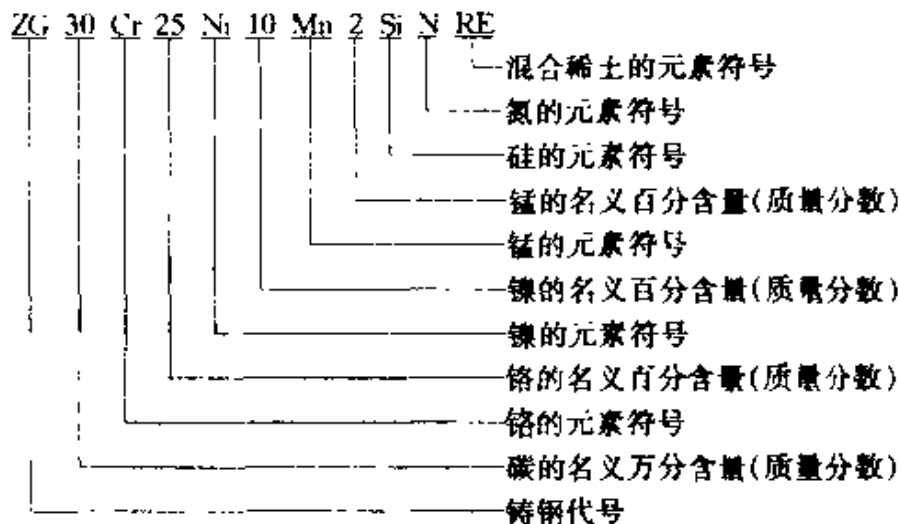
什么是铸造耐热钢 (heat resisting cast steel)? 铸造耐热钢是指在超过 500°C 的高温下工作, 具有较好抗氧化性的铸钢。

根据国家标准 GB/T 8492—2002<sup>①</sup>《一般用途耐热钢和合金铸件》的规定, 铸造耐热钢和合金按化学成分分为 26 种牌号: ZG30Cr7Si2、ZG40Cr13Si2、ZG40Cr17Si2、ZG40Cr24Si2、ZG40Cr28Si2、ZGCr29Si2、ZG25Cr18Ni9Si2、ZG25Cr20Ni14Si2、ZG40Cr22Ni10Si2、ZG40Cr24Ni24Si2Nb、ZG40Cr25Ni12Si2、ZG40Cr25Ni20Si2、ZG40Cr27Ni4Si2、ZG45Cr20Co20Ni20Mo3W3、ZG10Ni31Cr20Nb1、ZG40Ni35Cr17Si2、ZG40Ni35Cr26Si2、ZG40Ni35Cr26Si2Nb1、ZG40Ni38Cr19Si2、ZG40Ni38Cr19Si2Nb1、ZNiCr28Fe17W5Si2Co4、ZNiCr50Nb1CO.1、ZNiCr19Fe18Si1CO.5、ZNiFe18Cr15Si1CO.5、ZNiCr25Fe20Co15W5Si1CO.46、ZCoCr28Fe18CO.3。

常用的铸造耐热钢有: 铸造高铬耐热钢、铸造高铬镍耐热钢、铸造高镍铬耐热钢、铸造铬锰氮耐热钢、铸造铝锰耐热钢、镍基合金等。

### 1. ZG30Cr25Ni10Mn2SiNRE 的铸造耐热钢配料 (配料实例 781)

ZG30Cr25Ni10Mn2SiNRE 的主要含义如下:



① 新的国家标准 GB/T 8492—2002 与原 GB8492—1987 有很大变化 新国家标准等效采用 ISO 11973: 1999。

对于工艺装备等类铸件的 ZG30Cr25Ni10Mn2SiNRE 的铸造耐热钢配料, 可查配料实例 781 或表 2.4-1

**配料实例 781 表 2.4-1 ZG30Cr25Ni10Mn2SiNRE 的铸造耐热钢配料**

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 耐热托盘 (工艺装备类热处理用工装零件)   |
| 铸件特点       | <p>铸件轮廓尺寸为 760mm×610mm×50mm, 铸件单重为 22kg, 铸件结构属于网状薄壁形。铸件主要的技术要求: 尺寸精度要高 (应达到国标 CT6 级), 铸件要有足够的强度, 特别是铸件要有较好耐热性, 在热处理炉中的高温状态下, 不发生变形和损坏, 铸件要有较高的耐用性、寿命要高</p> <p>要求铸钢牌号: 铸造耐热钢 ZG30Cr25Ni10Mn2SiNRE。抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 490\text{MPa}</math>, 屈服强度 <math>\sigma_{0.2} \geq 240\text{MPa}</math>, 断后伸长率 <math>\delta \geq 22\%</math></p> |
| 合金成分控制 (%) | 合金成分 (%) 控制: C0.2~0.40, Cr24~26, Ni9~11, Si1.3~2.0, Mn $\leq$ 2.0, S $\leq$ 0.03, P $\leq$ 0.01, N 适量  |

#### 配 料

| 炉料名称     | 铬铁  | 镍板   | 锰铁  | 氮化铬铁    | 废钢    | 回炉料   | 硅铁      |
|----------|-----|------|-----|---------|-------|-------|---------|
| 配料比例 (%) | 3~4 | 8~11 | 2~3 | 1.5~2.5 | 3~4.5 | 40~50 | 0.3~0.4 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 中频感应加热电炉熔炼, 熔化率为 0.3t/h。

2. 对炉料质量要求:

炉料如锈蚀、油污、氧化皮严重, 要用滚筒清理干净。

回炉料、浇冒口必须用滚筒清理干净。

炉料如潮湿, 要烘干后再用。

化学成分不明确或不符合要求的炉料不准使用

各种炉料必须称量, 保证称量准确。

3. 碱性炉衬的加料顺序为: 镍板、铬铁、回炉料、废钢、锰铁、硅铁。

4. 熔化过程中, 及时的捣料, 加料, 调整功率, 炉料熔化后加入珍珠岩造渣。

5. 钢液温度达到 1450~1520°C 加入锰铁和硅铁脱氧, 钢液温度达到 1480~1540°C 加入稀土硅铁脱氧, 然后加入珍珠岩造渣静止 1~2min。

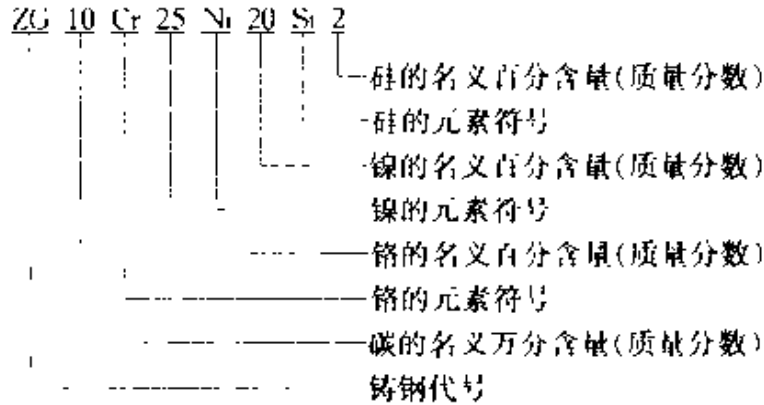
6. 钢液出炉温度为 1470~1540°C, 浇注温度为 1420~1490°C。

7. 热壳浇注: 模壳温度一般应大于 300°C。

8. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 2. ZG10Cr25Ni20Si2 的铸造耐热钢配料 (配料实例 782)

ZG10Cr25Ni20Si2 的主要含义如下:



对于 ZG10Cr25Ni20Si2 的铸造耐热钢配料, 可查配料实例 782 或表 2.4-2

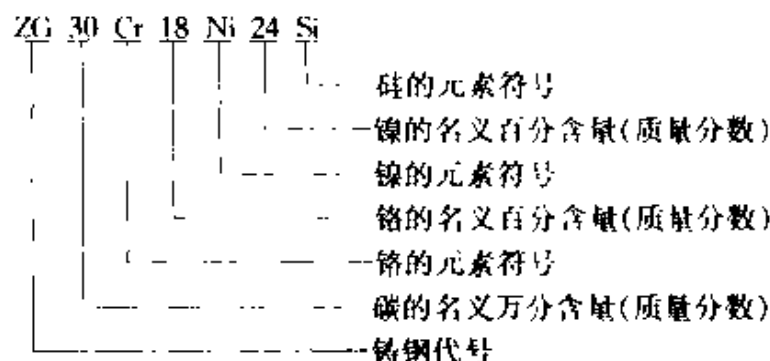
配料实例 782 表 2.4-2 ZG10Cr25Ni20Si2 的铸造耐热钢配料

| 钢号              | 化学成分 (%)   |             |  |             |             |       |       |
|-----------------|--|-------------|--|-------------|-------------|-------|-------|
|                 | C  | Si          | Mn   | Cr          | Ni          | P     | S     |
| ZG10Cr25Ni20Si2 | ≤0.10  | 1.50 ~ 2.50 | ≤1.50  | 23.0 ~ 27.0 | 19.0 ~ 22.0 | ≤0.04 | ≤0.04 |
| 配料              | 1. 炉料主要由本钢种返回料、低磷、硫碳素废钢及铬铁和金属镍<br>2. 炉料的平均碳含量按规格成分下限配入; 炉料的平均磷含量和硫含量均比规格成分的限量低 0.005% - 0.010%; 炉料的铬含量和镍含量按规格成分的中限配入 |             |  |             |             |       |       |
| 时期              | 序号   | 工 序         | 要 点 说 明  |             |             |       |       |
| 熔<br>化<br>期     | 1  | 通电熔化        | 开始通电时, 供给 60% 左右的功率, 待电流冲击停止后, 逐渐将功率增至最大值                |             |             |       |       |
|                 | 2  | 捣料助熔        | 随着坩埚下部炉料熔化, 经常注意捣料, 防止“搭桥”, 并陆续添加炉料                      |             |             |       |       |
|                 | 3  | 造渣          | 大部分炉料熔化后, 加入造渣材料(一般用碎玻璃)造渣, 其加入量约为 1.5%                  |             |             |       |       |
|                 | 4  | 取样扒渣        | 炉料基本上化清时, 取钢样进行全分析, 并将其余的炉料加入炉内。炉料全熔后, 减小功率, 倾炉扒渣, 并另造新渣 |             |             |       |       |
| 还<br>原<br>期     | 5  | 脱氧及调整成分     | 加入低碳锰铁和硅铁脱氧, 并调整硅、锰含量, 然后加入低碳铬铁调整铬含量                     |             |             |       |       |
|                 | 6  | 测温、作圆杯试样    | 测量钢液温度(要求达到 1550°C 以上), 并作圆杯试样, 检查钢液脱氧情况                 |             |             |       |       |
| 出<br>钢          | 7  | 终脱氧、出钢      | 钢液化学成分及温度符合要求, 脱氧情况良好时, 插铝 1kg/t 终脱氧, 停电、倾炉出钢            |             |             |       |       |

- 注: 1. 采用酸性感应加热电炉冶炼。  
 2. 合理布料原则是: 在坩埚底部加小块料; 小块料上加铁合金, 上面加中块料。坩埚边缘部位加大块料, 并在大块料的缝隙中填塞小块料。炉料应装得紧, 以利于透磁和导电。  
 3. 对于大容量的感应电炉, 特别是在连续生产的条件下, 适宜于采用料斗装料。料斗用钢板焊制而成, 其形状与尺寸应与坩埚内衬的轮廓一致。预先装好炉料。料斗随炉料一同装入坩埚内, 一起被熔化。这种加料方法能提高电炉的利用率, 并改善加料操作的劳动条件。  
 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 3. ZG30Cr18Ni24Si 的铸造耐热钢配料 (配料实例 783)

ZG30Cr18Ni24Si 的主要含义如下:



对于 ZG30Cr18Ni24Si 的铸造耐热钢配料, 可查配料实例 783 或表 2.4-3。

配料实例 783 表 2.4-3 ZG30Cr18Ni24Si 的铸造耐热钢配料

| 钢号             | 化学成分 (%)   |           |   |   |             |        |       |
|----------------|--|-----------|---|---|-------------|--------|-------|
|                | C  | Si        | Mn  | Cr  | Ni          | P      | S     |
| ZG30Cr18Ni24Si | 0.30 ~ 0.40  | 2.0 ~ 3.0 | ≤1.5  | 17.0 ~ 20.0   | 23.0 ~ 26.0 | ≤0.035 | ≤0.03 |
| 配料             | 1. 炉料主要由低磷碳素废钢、本钢种返回料及铬铁组成<br>2. 炉料平均碳含量按钢的规格成分下限配入; 要求炉料平均磷含量 ≤0.025%; 铬含量和镍含量按钢的规格成分中限配入 |           |   |   |             |        |       |
| 时期             | 序号   | 工 序       | 要 点 说 明   |   |             |        |       |
| 工 艺 要 点        | 熔 化 期  | 1         | 通电熔化  | 用允许的最大功率供电, 熔化炉料  |             |        |       |
|                |  | 2         | 助熔  | 推料助熔。熔化后期, 加入适量渣料。熔化末期适当减小供电功率  |             |        |       |
|                |  | 3         | 取样  | 炉料熔清后, 充分搅拌钢液, 取 1 号钢样, 分析 C、P、Cr、Ni、Mn、Si。钢液温度达到 1540°C 时, 根据钢液含磷情况, 扒除部分成大部分炉渣。加入适量渣料   |             |        |       |
|                |  | 4         | 沸腾  | 在炉料条件差的情况下, 在扒除炉渣后, 不加渣料, 而加入 1% 氟石, 造稀薄渣。然后分批加入总量为 2% 的石灰石, 以形成钢液沸腾, 必要时可进行低压吹氧沸腾, 耗氧量约 6m <sup>3</sup> /t <sub>钢</sub> 。沸腾结束后, 加入适量渣料 |             |        |       |
| 还 原 期          | 5  | 预脱氧       | 加入硅铁预脱氧, 硅铁加入量按成品钢规格硅含量的下限计算                                  |   |             |        |       |
|                | 6  | 还原        | 加入碳粉造弱电石渣还原。在弱电石渣下保持 10min 后, 将电石渣变为白渣, 取渣样分析, 要求 (FeO) ≤0.8% |   |             |        |       |
|                | 7  | 取样        | 搅拌钢液, 取 2 号钢样, 分析 C、Si、Cr、Ni                                  |   |             |        |       |

(续)

| 时期               | 序号          | 工 序    | 要 点 说 明  |
|------------------|-------------|--------|--|
| 工<br>艺<br>要<br>点 | 还<br>原<br>期 | 8 调整成分 | 根据钢样的分析结果, 调整钢液化学成分  |
|                  |             | 9 测温   | 测量钢液温度, 要求出炉温度 $t = 1540 - 1560^{\circ}\text{C}$ , 并作圆杯试样, 检查钢液脱氧情况              |
|                  | 出<br>钢      | 10 出钢  | 钢液温度符合要求, 钢液脱氧良好时, 停电, 升高电极, 插 $\text{Al} 0.5\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ , 出钢 |

注: 1. 采用碱性电弧炉不氧化法冶炼。

2. 不氧化法炼钢要求用干补炉材料补炉。采用湿补炉材料补炉时, 补炉后须空炉烘烤 15min 以上, 才可以装料。

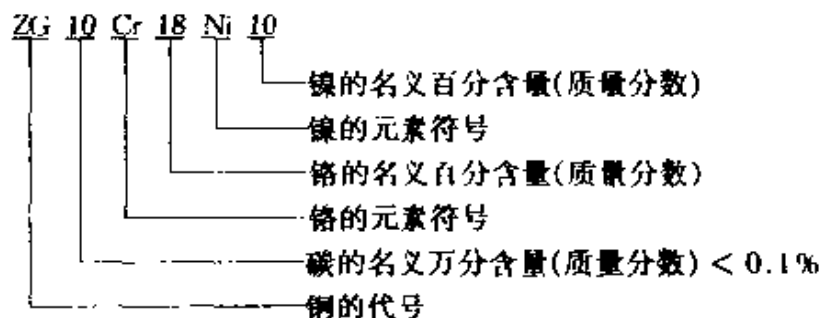
3. 装料前先于炉底、炉坡处加 1% 左右的石灰 (如需要造成沸腾时, 再加入 1% ~ 2% 的石灰石), 以后再装料。

4. 按照合理布料原则装料。随炉料装入的铬铁应装在底部, 并应避免开电极, 以减少烧损。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

#### 4. ZG10Cr18Ni10 的铸造耐热钢配料 (配料实例 784)

ZG10Cr18Ni10 的主要含义如下:



对于汽轮机类等铸件的 ZG10Cr18Ni10 的铸造耐热钢配料, 可查配料实例 784 或表 2.4-4。

配料实例 784 表 2.4-4 ZG10Cr18Ni10 的铸造耐热钢配料

|      |  |
|------|--|
| 铸件名称 | 末级焊接隔板叶片 (汽轮机类引进 30 万 kW 汽轮机零件)  |
| 铸件特点 | <p>铸件为简单的板状弯曲形件, 上下端相差一倍, 最厚处为 56mm, 出气边最小只有 3mm。铸造采用小余量, 经手工抛、磨成型, 供焊接成隔板。在蒸汽下工作, 对每片叶片都不允许有任何铸造缺陷, 并对内外弧面分 A、B、C 三区 11 个截面进行漏光抽查, 公差控制在 0.5 ~ 1.00mm 内。铸件采用有机酯水玻璃自硬砂造型。毛重 60kg</p> <p>要求铸钢牌号: ZG10Cr18Ni10 材质属于耐热奥氏体不锈钢, 焊接性能良好, 并具有较高的力学性能, 按 JB/T 3073.5—1993 标准其力学性能要求为抗拉强度 <math>\sigma_b &gt; 458\text{MPa}</math>, 屈服点 <math>\sigma_s &gt; 190\text{MPa}</math>, 断后伸长率 <math>\delta_5 &gt; 33\%</math></p> |

(续)

|            |  |
|------------|--|
| 合金成分控制 (%) | C: 0.09, Cr: 17.75 ~ 21.25, Ni: 7.75 ~ 11.25, Mn: 2.0, Si: 2.0, S, P: 0.04 |
|------------|--|

配 料

| 材料名称 | 炉料成分 (%) |      |      |      |       | 配料比例 (%) | 配料成分 (%) |       |      |       |       | 配料 /kg |
|------|----------|------|------|------|-------|----------|----------|-------|------|-------|-------|--------|
|      | Cr       | Ni   | Mn   | Si   | C     |          | Cr       | Ni    | Mn   | Si    | C     |        |
| 回炉料  | 19.3     | 10.8 | 1.52 | 1.57 | 0.075 | 50       | 9.65     | 5.40  | 0.76 | 0.785 | 0.037 | 125    |
| 软钢   |          |      |      |      | <0.03 | 30       |          |       |      |       | 0.009 | 75     |
| 微碳铬铁 | >65      |      |      |      | 0.15  | 15       | 9.75     |       |      |       | 0.023 | 37.5   |
| 镍    |          | 100  |      |      |       | 5        |          | 5.00  |      |       |       | 12.5   |
| 硅铁   |          |      |      | >75  |       | 1.5      |          |       |      | 1.125 |       | 2.5    |
| 低碳锰铁 |          |      | >85  |      | 0.7   | 1        |          |       | 0.85 |       | 0.007 | 3.75   |
|      |          |      |      |      |       | 成品       | 18.91    | 10.20 | 1.44 | 1.76  | 0.070 |        |

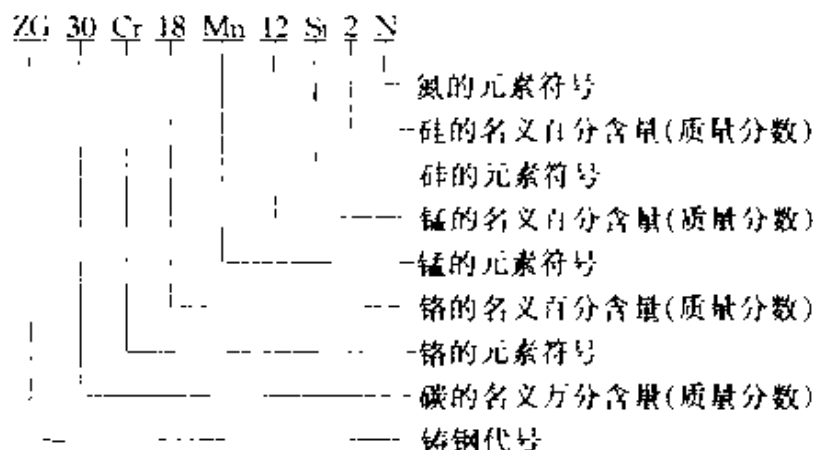
- 炉前操作
1. 装小料通电熔化: 开始熔化时为 50%~60% 的功率逐渐增大
  2. 随坩埚下部熔化, 随时注意揭料, 并陆续加入炉料
  3. 待大部分炉料熔化后, 加入造渣料 (外购) 约 1.5%, 造渣覆盖
  4. 约 95% 的炉料熔清时, 取样分析, 加入余料, 全部化渣后另造新渣 (加入量 1.5%)
  5. 待渣料化清, 再加上脱氧剂 (Si-Ca0.3%), 进行扩散脱氧, 并使渣具有良好流动性, 易于扒去
  6. 依据分析调整成分, 其硅量应在出炉前 10min 内调整
  7. 测量温度达 1630°C 以上, 再加 Si-Ca0.2% 进行脱氧
  8. 出钢温度 1660~1680°C, 浇注温度 1580~1600°C

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 250kg 无心感应加热电炉。
2. 炉前控制熔化, 测温、化清后取样化验成分, 按实际情况调正到规范。出炉 1660~1680°C, 浇注温度 1600~1580°C。
  3. 检测结果: 试样随铸件进行正、回火处理  
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_t$  241MPa, 屈服点  $\sigma_s$  241MPa, 断后伸长率  $\delta_5$  54.6%;  
化学成分 (%): C0.089, Cr18.91, Ni10.20, Mn1.44, Si1.76, S0.06, P0.020。
  4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
  5. 本配料只适用于同牌号的汽轮机的叶片。

## 5. ZG30Cr18Mn12Si2N 的铸造耐热钢配料 (配料实例 785)

ZG30Cr18Mn12Si2N 的主要含义如下:





对于冶金机械等类铸件的 ZG30Cr18Mn12Si2N 的铸造耐热钢配料, 可查配料实例 785 或表 2.4-5

配料实例 785 表 2.4-5 ZG30Cr18Mn12Si2N 的铸造耐热钢配料

|            |  |       |       |       |      |       |       |
|------------|--|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 铸件名称       | 热筛板 (冶金机械类烧结矿振动筛零件)  |       |       |       |      |       |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 1200mm × 760mm, 平均壁厚 18mm, 板面均布细小密集的腰形铸孔, 总孔数 570 个, 四个侧面和肋板处机械加工, 属耐热钢, 要求铸孔内壁光洁, 尺寸精确、平整光滑, 不得有裂纹、缩孔等缺陷。在 700~800°C 温度下能够长期保持较高的载荷能力和耐磨性。铸件毛重 150kg, 采用有机酯水玻璃自硬砂造型, 铸件铸态交货使用。<br>要求铸钢牌号: 铸造耐热钢 ZG30Cr18Mn12Si2N。抗拉强度 $\sigma_b \geq 490\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 8\%$ |       |       |       |      |       |       |
| 合金成分控制 (%) | C: 0.26~0.36, Si: 1.60~2.40, Mn: 11.00~13.00, Cr: 17.00~20.00, N: 0.22~0.28, P: $\leq 0.060$ , S: $\leq 0.040$   |       |       |       |      |       |       |
| 配 料        |  |       |       |       |      |       |       |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |       |       |       |      |       |       |
|            | C  | Si    | Mn    | Cr    | N    | P     | S     |
| 废钢         | 0.22   | 0.26  | 0.58  |       |      | 0.035 | 0.035 |
| 返回料        | 0.32   | 1.96  | 12.30 | 17.60 | 0.24 | 0.047 | 0.023 |
| 电解锰        | 0.08   |       | 99.5  |       |      | 0.01  | 0.10  |
| 低碳铬铁       | 0.50   | 1.50  |       | 65.00 |      | 0.04  | 0.03  |
| 氮化锰        | 0.50   | 2.00  | 8.00  |       | 4.00 | 0.30  | 0.03  |
| 氮化铬        | 0.10   | 2.50  |       | 60.00 | 5.00 | 0.03  | 0.04  |
| 硅铁         | 0.10   | 75.00 | 0.50  |       |      | 0.04  | 0.02  |
| 硅钙合金       | 0.80   | 60.00 |       |       |      | 0.04  | 0.04  |

(续)

| 炉料名称   | 配料比例 (%) | 配料成分 (%) |        |        |        |       |        |        | 配料 /kg |
|--------|----------|----------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
|        |          | C        | Si     | Mn     | Cr     | N     | P      | S      |        |
| 废钢     | 35       | 0.077    | 0.091  | 0.203  |        |       | 0.012  | 0.012  | 1050   |
| 返回料    | 30       | 0.096    | 0.588  | 3.69   | 5.28   | 0.072 | 0.014  | 0.007  | 900    |
| 电解锰    | 10       | 0.08     |        | 9.95   |        |       | 0.001  | 0.01   | 300    |
| 低碳铬铁   | 20       | 0.10     | 0.30   |        | 13.00  |       | 0.008  | 0.006  | 600    |
| 氮化锰    | 2        | 0.01     | 0.04   | 0.16   |        | 0.08  | 0.006  | 0.001  | 60     |
| 氮化铬    | 3        | 0.003    | 0.187  |        | 1.80   | 0.15  |        |        | 90     |
| 硅铁     | 1.2      | 0.001    | 0.90   | 0.006  |        |       |        |        | 36     |
| 硅钙合金   | 0.6      | 0.005    | 0.36   |        |        |       |        |        | 18     |
| 合计     |          | 0.300    | 2.466  | 14.249 | 20.08  | 0.302 | 0.041  | 0.036  |        |
| 炉内熔化增减 |          | +0.02    | -0.680 | -1.710 | -1.205 | -0.07 | +0.015 | -0.012 |        |
| 成品     |          | 0.32     | 1.786  | 12.540 | 18.875 | 0.232 | 0.056  | 0.024  |        |

炉前操作

## 一、熔化期

1. 用允许的最大功率供电熔化炉料。当钢液熔池形成后，推料助熔，并加入适量的渣料造渣

2. 炉料熔化后，充分搅拌钢液，取1号钢样，分析C、P、Cr、Mn、N。钢液温度达到1540℃时，根据钢液中含磷量高低，扒除一部分炉渣，另加渣料造稀薄渣

## 二、还原期

1. 加硅铁粉、硅钙粉、铝粉预脱氧

2. 分批加入混合还原剂造电石渣还原，在电石渣下保持15min，待炉渣变白后，取渣样分析，要求 $(FeO) \leq 0.80\%$

3. 充分搅拌钢液，取2号钢样全分析。根据钢样的分析结果，调整钢的化学成分

4. 测量钢液温度，要求出钢温度1540~1560℃。并作圆杯试样，检查钢液脱氧情况

## 三、出钢、浇注

1. 当钢液温度、化学成分、脱氧情况符合要求时，停止供电，升高电插铝终脱氧出钢，先渣后钢，钢渣混冲

2. 钢液出炉后在钢包中镇静5min后浇注

注：1. 采用熔炼炉型：HGX—1.5型；相碱性电弧炉，不氧化法冶炼。

2. 配料时，应保证炉料含碳量0.26%~0.30%，炉料平均含磷量应控制在0.045%以下。铁合金应烘烤至暗红色，渣料应烘干去除水分。

3. 炉前检测：勤观察炉况变化，用化学分析法与直读式光谱仪分析钢的化学成分，炉前浇注圆杯试样检查脱氧情况，用热电偶测温仪测量钢液温度，出钢温度1540~1560℃，浇注温度1480~1500℃。

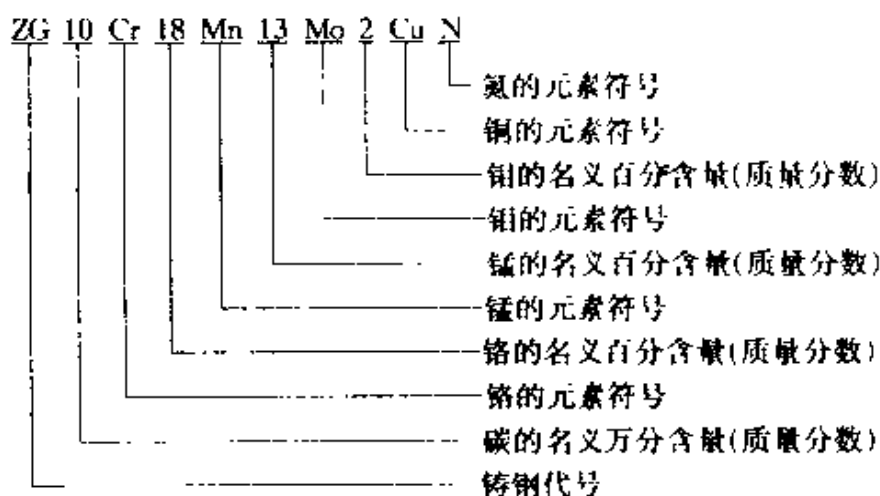
4. 力学性能检测结果：抗拉强度 $\sigma_b 560\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta_5 10\%$ 。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 适合本钢种配料的铸件还有算板体、耐磨衬板、炉底板等。

### 6. ZG10Cr18Mn13Mo2CuN 的铸造耐热钢配料(配料实例 786)

ZG10Cr18Mn13Mo2CuN 的主要含义如下:



对于 ZG10Cr18Mn13Mo2CuN 的铸造耐热钢配料, 可查配料实例 786 或表 2.4.6.

配料实例 786 表 2.4-6 ZG10Cr18Mn13Mo2Cu2N 的铸造耐热钢配料

| 钢号                 | 化学成分 (%)   |      |  |   |        |           |    |         |         |           |
|--------------------|--|------|--|---|--------|-----------|----|---------|---------|-----------|
|                    | C  | Si   | Mn   | P   | S      | Cr        | Ni | Mo      | Cu      | N         |
| ZG10Cr18Mn13Mo2CuN | ≤0.12  | ≤1.5 | 12.0~14.0  | ≤0.06   | ≤0.035 | 17.0~19.0 | —  | 1.5~2.0 | 1.0~1.5 | 0.20~0.30 |
| 配料                 | 1. 炉料可由本钢种返回料或同类钢种的合金钢返回料、低磷碳素废钢和铬铁组成<br>2. 熔清成分应满足: C=0.30%~0.50%; Cr≤16%<br>3. 在配料时应注意到, 为了使钢能溶解较多的氮, 应控制铬、锰的含量, 使之与氮含量相对应。在一般情况下, 可将氮含量控制在 0.20%~0.22%。而相应地将铬和锰按照规格含量的中限控制。如氮含量偏高, 则须相应提高铬、锰的含量 |      |  |   |        |           |    |         |         |           |
| 工艺要点               | 时期   | 序号   | 工 序  | 要 点 说 明   |        |           |    |         |         |           |
|                    | 熔 化 期  | 1    | 通电熔化   | 用允许的最大功率供电, 熔化炉料                                  |        |           |    |         |         |           |
|                    |  | 2    | 助熔   | 推料助熔。熔化后期, 加入适量的石灰造渣, 并适当减小供电功率。炉料熔化 90% 左右, 吹氧助熔 |        |           |    |         |         |           |
|                    |  | 3    | 加钼铁  | 熔化末期, 加入钼铁  |        |           |    |         |         |           |
| 4                  |  | 取样   | 炉料熔清后, 充分搅拌钢液, 取 1 号钢样, 分析 C、P、Cr、Mo、Cu, 要求 C=0.30%~0.50%。吹氧脱碳前要求渣量 2% 左右, 如渣量过多, 可扒除部分炉渣, 以保证吹氧脱碳在薄渣下进行 |   |        |           |    |         |         |           |

(续)

| 时期  | 序号 | 工 序     | 要 点 说 明   |
|-----|----|---------|---|
| 氧化期 | 5  | 吹氧脱碳    | 要求钢液温度 $t > 1600^{\circ}\text{C}$ ，炉渣流动性良好。符合要求时，加入 $3 \sim 5\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ 硅铁，即行吹氧脱碳，氧气压力 $1.2 \sim 1.5\text{MPa}$ 。当火焰从炉口大量冒出时，升高电极，停电，继续吹氧。      |
|     | 6  | 估碳取样    | 估计碳含量降至 $0.05\%$ 左右时，停止吹氧，搅拌钢液，取 2 号钢样，分析 C、Cr、P、Mn、N。  |
| 还原期 | 7  | 预脱氧、加铬铁 | 停止吹氧后，加入预脱氧剂：硅钙块 $2 \sim 3\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ ，随即加入红热的铬铁。然后用混合还原剂（硅铁粉：硅钙粉 $1:2$ ） $4 \sim 6\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ 还原，随即恢复通电（先用高电压，5min 后，换用低电压）。 |
|     | 8  | 扒渣      | 铬铁熔清后，炉渣转色，扒除大部分炉渣，加入渣料。  |
|     | 9  | 加合金     | 加入红热的金属锰、氮化铬、氮化锰，并继续用 $4 \sim 6\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ 的混合还原剂还原。   |
|     | 10 | 取样      | 合金熔清后，炉渣转淡绿色，取 3 号钢样，作全分析。过 10min 后，取 4 号钢样，分析 C、Cr、Mn、N。并取渣样分析，要求 $(\text{FeO}) \leq 0.5\%$ 。  |
|     | 11 | 测温      | 测量钢液温度，要求钢液温度 $t = 1550 \sim 1570^{\circ}\text{C}$ ，并作圆杯试样，检查钢液脱氧情况。  |
| 出钢  | 12 | 出钢      | 钢液温度和脱氧情况符合要求时，插硅钙 $1.5 \sim 2\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ ，停电，升起电极，出钢。出钢时，在出钢槽中冲硅钙 $0.5\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ 。  |

1. 艺 要 点

注：1. 采用碱性电弧炉返回法冶炼。

2. 要求炉衬情况良好，争取前一炉维护好炉衬，本炉次不补炉。

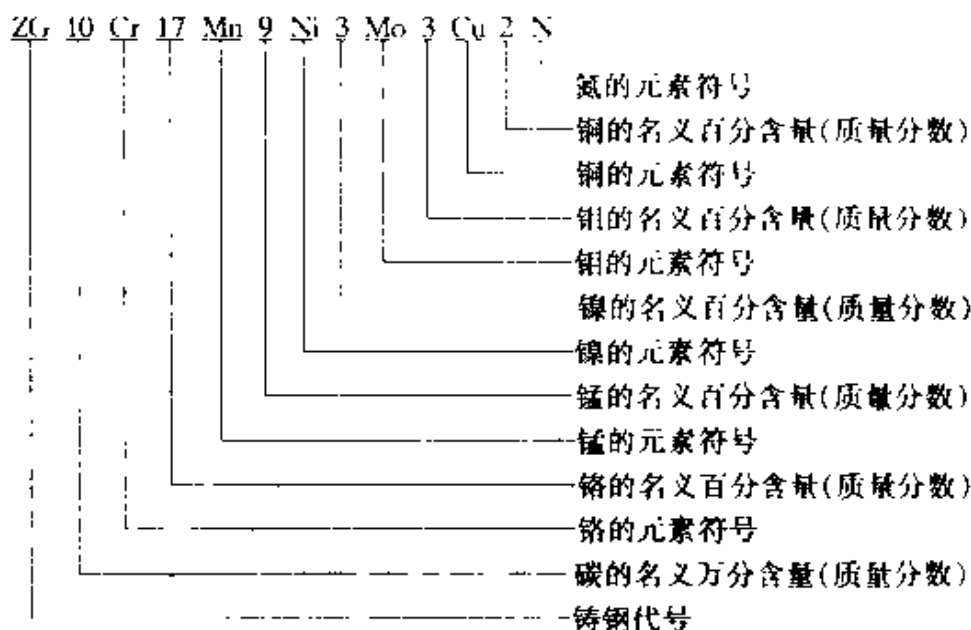
3. 装炉前，于炉底、炉坡处加  $1\%$  的石灰。

4. 应按照合理布料原则装料。钢以及随炉装入的铬铁和增碳用的电极碎块加于炉底，并应避免开电极，以减少烧损。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 7. ZG10Cr17Mn9Ni3Mo3Cu2N 的铸造耐热钢配料（配料实例 787）

ZG10Cr17Mn9Ni3Mo3Cu2N 的主要含义如下：



对于 ZG10Cr17Mn9Ni3Mo3Cu2N 的铸造耐热钢配料，可查配料实例 787 或表 2.4-7。

配料实例 787 表 2.4-7 ZG10Cr17Mn9Ni3Mo3Cu2N 的铸造耐热钢配料

| 钢号                    | 化学成分 (%)   |      |   |   |        |           |         |         |         |           |
|-----------------------|--|------|---|---|--------|-----------|---------|---------|---------|-----------|
|                       | C  | Si   | Mn  | P   | S      | Cr        | Ni      | Mo      | Cu      | N         |
| ZG10Cr17Mn9Ni3Mo3Cu2N | ≤0.12  | ≤1.5 | 8.0~11.0  | ≤0.06   | ≤0.035 | 16.0~18.0 | 3.0~4.0 | 3.0~3.5 | 2.0~2.5 | 0.18~0.26 |
| 配料                    | 1. 炉料可由本钢种返回料或同类钢种的合金钢返回料、低磷碳素废钢和铬铁组成<br>2. 熔清成分应满足：C=0.30%~0.50%；Cr≤16%<br>3. 在配料时应注意到，为了使钢能溶解较多的氮，应控制铬、锰的含量，使之与氮含量相对应，在一般情况下，可将氮含量控制在0.20%~0.22%。而相应地将铬和锰按照规格含量的中限控制。如氮含量偏高，则须相应提高铬、锰的含量 |      |   |   |        |           |         |         |         |           |
| I. 工艺要点               | 时期   | 序号   | 工 序   | 要 点 说 明                                       |        |           |         |         |         |           |
|                       | 熔 化 期  | 1    | 通电熔化  | 用允许的最大功率供电，熔化炉料                               |        |           |         |         |         |           |
|                       |  | 2    | 助熔  | 推料助熔，熔化后期，加入适量的石灰渣，并适当减小供电功率。炉料熔化 90% 左右，吹氧助熔 |        |           |         |         |         |           |
|                       |  | 3    | 加钼铁   | 熔化末期，加入钼铁                                     |        |           |         |         |         |           |
| 4                     |  | 取样   | 炉料熔清后，充分搅拌钢液，取 1 号钢样，分析 C、P、Cr、Mo、Cu，要求 C=0.30%~0.50%。吹氧脱碳前要求渣量 2% 左右，如渣量过多，可扒除部分炉渣，以保证吹氧脱碳在薄渣下进行 |   |        |           |         |         |         |           |

(续)

| 时期            | 序号 | 工 序     | 要 点 说 明   |
|---------------|----|---------|---|
| 氧化期           | 5  | 吹氧脱碳    | 要求钢液温度 $t > 1600^{\circ}\text{C}$ , 炉渣流动性良好。符合要求时, 加入 $3 \sim 5\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ 硅铁, 即行吹氧脱碳。氧气压力 $1.2 \sim 1.5\text{MPa}$ 。当火焰从炉口大量冒出时, 升高电极, 停电, 继续吹氧。        |
|               | 6  | 估碳取样    | 估计碳含量降至 $0.05\%$ 左右时, 停止吹氧。搅拌钢液, 取 2 号钢样, 分析 C、Cr、P、Mn、N。   |
| 1. 艺要点<br>还原期 | 7  | 预脱氧、加铬铁 | 停止吹氧后, 加入预脱氧剂: 硅钙块 $2 \sim 3\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ , 随即加入红热的铬铁。然后用混合还原剂 (硅铁粉: 硅钙粉 = 1:2) $4 \sim 6\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ 还原, 随即恢复通电 (先用高电压, 5min 后, 换用低电压)。 |
|               | 8  | 扒渣      | 铬铁熔清后, 炉渣转色, 扒除大部分炉渣, 加入渣料。   |
|               | 9  | 加合金     | 加入红热的金属锰、氯化铬、氯化锰, 并继续用 $4 \sim 6\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ 的混合还原剂还原。  |
|               | 10 | 取样      | 合金熔清后, 炉渣转淡绿色, 取 3 号钢样, 作全分析。过 10min 后, 取 4 号钢样, 分析 C、Cr、Mn、N。并取渣样分析, 要求 $(\text{FeO}) \leq 0.5\%$ 。  |
|               | 11 | 测温      | 测量钢液温度, 要求钢液温度 $t = 1550 \sim 1570^{\circ}\text{C}$ (ZG1Cr18Mn-13Mo2CuN 钢); $t = 1530 \sim 1550^{\circ}\text{C}$ (ZG1Cr17Mn9Mo3Cu2N 钢), 并作圆杯试样, 检查钢液脱氧情况。                   |
| 出钢            | 12 | 出钢      | 钢液温度和脱氧情况符合要求时, 插硅钙 $1.5 \sim 2\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ , 停电, 升起电极, 出钢。出钢时, 在出钢槽中冲硅钙 $0.5\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ 。   |

注: 1. 采用碱性电弧炉返回法冶炼。

2. 要求炉衬情况良好, 争取前一炉维护好炉衬, 本炉次不补炉。

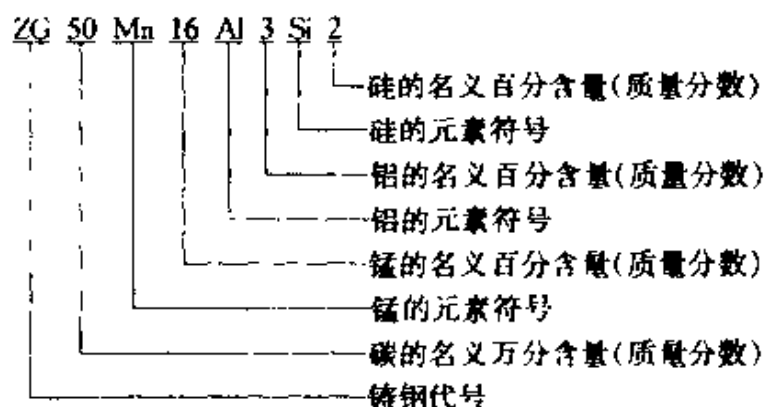
3. 装炉前, 于炉底、炉坡处加 1% 的石灰。

4. 应按照合理布料原则装料, 镍、钢以及随炉装入的铬铁和增碳用的电极碎块加于炉底, 并应避开电极, 以减少烧损。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 8. ZG50Mn16Al3Si2 的铸造耐热钢配料 (配料实例 788)

ZG50Mn16Al3Si2 的主要含义如下:



对于 ZG50Mn16Al3Si2 的铸造耐热钢配料, 可查配料实例 788 或表 2.4-8。

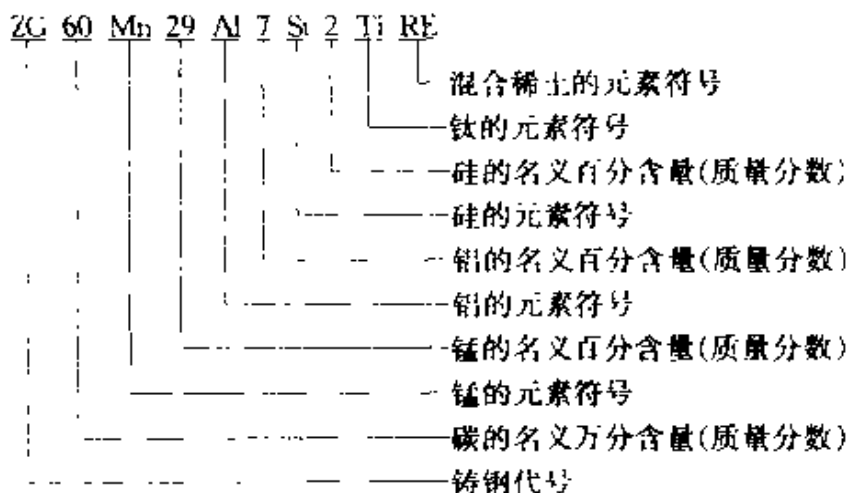
配料实例 788 表 2.4-8 ZG50Mn16Al3Si2 的铸造耐热钢配料

| 钢号               | 化学成分 (%)  |         |                   |  |       |           |
|------------------|---|---------|-------------------|--|-------|-----------|
|                  | C   | Si      | Mn                | S  | P     | Al        |
| ZG50Mn16Al3Si2   | 0.55~0.65   | 2.0~2.5 | 15.5~16.5         | ≤0.035   | ≤0.05 | 2.70~3.30 |
| 配料               | 1. 炉料主要由洁净无锈的碳素废钢、中碳或低碳锰铁和金属铝组成<br>2. 炉料的平均碳含量按钢规格成分的下限配入, 含锰量按钢规格成分的中限配入, 铝含量按钢规格上限配入, 硫含量不应超过 0.035%, 磷含量不应超过 0.05% |         |                   |  |       |           |
| 工<br>艺<br>要<br>点 | 时期  | 序号      | 工 序               | 要 点 说 明  |       |           |
|                  | 熔<br>化<br>期   | 1       | 通电熔化              | 开始通电 6~8min 内供给 60% 的功率, 待电流冲击停止后, 逐渐将功率增至最大值                              |       |           |
|                  |   | 2       | 捣料助熔              | 随着坩埚下部炉料熔化, 随时注意捣料, 防止“搭桥”, 并继续添加炉料  |       |           |
|                  |   | 3       | 造渣                | 大部分炉料熔化后, 加入造渣材料 (石灰粉: 氟石粉 = 2:1) 造渣覆盖钢液, 造渣材料加入量为 1%~1.5%                 |       |           |
|                  |   | 4       | 取样扒渣              | 约 95% 的炉料熔清时, 取钢样作全分析, 并将其余 5% 的炉料加入炉内。全部炉料熔清后, 将功率降至 40%~60%, 倾炉扒渣, 另造新渣  |       |           |
|                  | 还<br>原<br>期   | 5       | 脱氧                | 渣料化清后, 往炉渣面上加脱氧剂 (石灰粉: 铝粉 = 1:2) 进行扩散脱氧。脱氧过程中可用石灰粉和氟石粉调整炉渣的粘度, 使炉渣具有良好的流动性 |       |           |
|                  |   | 6       | 调整成分              | 根据化学分析结果, 调整钢液化学成分, 其中硅含量应在出钢前 10min 内调整                                   |       |           |
|                  |   | 7       | 测温、作圆杯试样          | 测量钢液温度, 并作圆杯试样, 检查钢液脱氧情况   |       |           |
|                  |   | 8       | 插硅钙               | 钢液温度达到 1560°C 以上, 圆杯试样收缩良好时, 插入 0.2% 的硅钙进一步脱氧, 然后往渣面上再加一次石灰粉-铝粉脱氧剂         |       |           |
|                  |   | 9       | 插铝                | 钢液温度达到 1580°C 以上时, 除去全部炉渣, 随即加入 0.07% 的冰晶石粉并进行插铝 (垂直插入炉底)                  |       |           |
| 出钢               | 10  | 出钢      | 插铝后, 搅拌钢液, 停电倾炉出钢 |  |       |           |

- 注: 1. 采用碱性感应加热电炉不氧化法冶炼。  
 2. 合理布料原则是: 在坩埚底部加小块料, 小块料上加铁合金, 上面加中块料。坩埚边缘部位加大块料, 并在大块料的缝隙中填塞小块料。炉料应装得紧, 以利于透磁和导电。  
 3. 对于大容量的感应加热电炉, 特别是在连续生产的条件下, 适宜于采用料斗装料。料斗用钢板焊制而成, 其形状与尺寸应与坩埚内衬的轮廓一致。预先装好炉料, 料斗随炉料一同装入坩埚内, 一起被熔化。这种加料方法能提高电炉的利用率, 并改善加料操作的劳动条件。  
 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 9. ZG60Mn29Al7Si2TiRE 的铸造耐热钢配料(配料实例 789)

ZG60Mn29Al7Si2TiRE 的主要含义如下:



对于 ZG60Mn29Al7Si2TiRE 的铸造耐热钢配料, 可查配料实例 789 或表 2.4-9

配料实例 789 表 2.4-9 ZG60Mn29Al7Si2TiRE 的铸造耐热钢配料

| 钢号               | 化学成分(质量分数)(%)  |         |                      |   |         |       |       |         |
|------------------|--|---------|----------------------|---|---------|-------|-------|---------|
|                  | C  | Si      | Mn                   | Al  | Ti      | P     | S     | RE(加入量) |
| ZG60Mn29Al7Si2RE | 0.5~0.7  | 1.2~2.2 | 28.0~30.0            | 6.0~8.0   | 0.3~0.5 | ≤0.10 | ≤0.03 | 0.2     |
| 配料               | 1. 炉料应主要由洁净无锈的碳素废钢、中碳或低碳锰铁和金属铝组成<br>2. 炉料的平均碳含量按钢的规格成分下限配入, 锰含量按规格中限配入, 铝含量按规格上限配入 |         |                      |   |         |       |       |         |
| 工艺要点             | 时期   | 序号      | 工 序                  | 要 点 说 明   |         |       |       |         |
|                  | 熔 化 期  | 1       | 通电熔化                 | 用允许的最大功率供电, 熔化炉料  |         |       |       |         |
|                  |  | 2       | 助熔                   | 推料助熔。熔化后期, 加入适量渣料。熔化末期适当减小供电功率                            |         |       |       |         |
|                  |  | 3       | 取样                   | 炉料熔清后, 充分搅拌钢液, 取 1 号钢样, 作全分析。并调整炉渣, 要求炉渣流动性良好             |         |       |       |         |
|                  | 还 原 期  | 4       | 还原                   | 加炭粉造弱电石渣还原  |         |       |       |         |
|                  |  | 5       | 取样                   | 钢液在良好的弱电石渣下还原 20min 后, 取 2 号钢样, 分析 C、Mn、Al、P, 并加入少量炭粉继续还原 |         |       |       |         |
| 6                |  | 调整成分    | 根据钢样的分析结果, 调整钢液的化学成分 |   |         |       |       |         |



(续)

| 时期   | 序号 | 序      | 要点说明  |
|------|----|--------|---|
| 工艺要点 | 7  | 测温     | 测量钢液温度, 要求出炉温度 $t = 1540 \sim 1560^{\circ}\text{C}$ |
|      | 8  | 加钛铁    | 钢液温度符合要求时, 推开炉渣, 加入经过烘烤的钛铁, 用肥将钛铁压入钢液中, 并搅拌钢液       |
|      | 9  | 加稀土、出钢 | 加钛铁 5min 后, 加入稀土合金, 充分搅拌钢液, 停电, 升高电极, 出钢            |

注: 1. 采用碱性电弧炉不氧化法冶炼。

2. 应在炉衬良好的条件下冶炼。如需要补炉时, 应采用干补炉材料修补

3. 装料前应先在炉底、炉坡处加 2% 左右的石灰

4. 装料时, 应将铝锭装在炉底部, 锰铁装在铝锭上面, 最后装钢料, 铝锭和锰铁应避免电极, 以减少烧损。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 第 5 章 铸造耐蚀钢配料

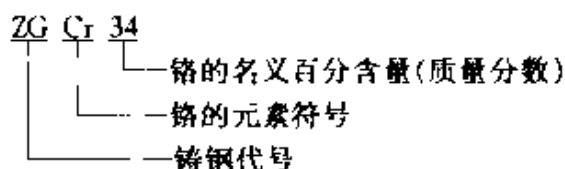
什么是铸造耐蚀钢 (corrosion resisting cast steel)? 铸造耐蚀钢是指在特点的腐蚀性介质中能抵抗腐蚀的铸钢。

根据国家标准 GB/T 2100—2002<sup>①</sup>《一般用途耐蚀钢铸件》的规定, 铸造耐蚀钢按化学成分分为 19 种牌号: ZG15Cr12、ZG20Cr13、ZG10Cr12NiMo、ZG06Cr12Ni4 (QT1 和 QT2)、ZG06Cr16Ni5Mo、ZG03Cr18Ni10、ZG03Cr18Ni10N、ZG07Cr19Ni9、ZG08Cr19Ni10Nb、ZG03Cr19Ni11Mo2、ZG03Cr19Ni11Mo2N、ZG07Cr19Ni11Mo2、ZG08Cr19Ni11Mo2Nb、ZG03Cr19Ni11Mo3、ZG03Cr19Ni11Mo3N、ZG07Cr19Ni11Mo3、ZG03Cr26Ni5Cu3Mo3N、ZG03Cr26Ni5Mo3N、ZG03Cr14Ni14Si4。

常用的铸造耐蚀钢有: 铸造高铬耐蚀钢、铸造高铬镍耐蚀钢等。

### 1. ZGCr34 的铸造耐蚀钢配料(配料实例 790)

ZGCr34 的主要含义如下:



对于 ZGCr34 的铸造耐蚀钢配料, 可查配料实例 790 成表 2.5-1。

配料实例 790 表 2.5-1 ZGCr34 的铸造耐蚀钢配料

| 钢 号     | 化学成分(质量分数)(%)  |         |         |                                 |       |       | RE<br>(加入量) |
|---------|--|---------|---------|---------------------------------|-------|-------|-------------|
|         | C  | Si      | Mn      | Cr                              | P     | S     |             |
| ZGCr34  | 1.5~2.2  | 1.3~1.7 | 0.5~0.8 | 32.0~36.0                       | ≤0.10 | ≤0.10 | 0.25        |
| 配 料     | 1. 炉料主要由碳素废钢、本钢种返回料及碳素铬铁组成<br>2. 炉料碳含量按钢的规格成分下限配入; 铬含量按钢的规格中限配入; 要求磷含量≤0.08% |         |         |                                 |       |       |             |
| 工 艺 要 点 | 时 期  | 序 号     | 工 序     | 要 点 说 明                         |       |       |             |
|         | 熔 化 期  | 1       | 通 电     | 用允许的最大功率供电                      |       |       |             |
|         |  | 2       | 推料助熔    | 推料助熔。熔化后期, 加入适量渣料。熔化末期, 换较低电压供电 |       |       |             |

① 新的国家标准 GB/T 2100—2002 与原 GB 2100—1980 有很大变化, 新国家标准等效采用 ISO 11972: 1998。

(续)

| 时期          | 序号 | 工序   | 要 点 说 明   |
|-------------|----|------|---|
| 熔<br>化<br>期 | 3  | 取样   | 炉料熔清后,充分搅拌钢液,取钢样①,分析C、Cr、Mn、Si<br>钢液温度达到: $t = 1470^{\circ}\text{C}$ 时,扒除大部分炉渣,加入1%氟<br>石,造稀薄渣                            |
|             | 4  | 沸腾   | 稀薄渣形成后,分批加入2%的石灰石,作石灰石沸腾,必<br>要时可进行低压吹氧沸腾,吹氧压力 $\leq 0.4\text{MPa}$ ,耗氧量约<br>$6\text{m}^3/\text{t}$                       |
| 还<br>原<br>期 | 5  | 预脱氧  | 加硅铁 $2\text{kg}/\text{t}$ 预脱氧   |
|             | 6  | 还原   | 加碳粉造电石渣还原。在电石渣下保持 $15\text{min}$ 后,变白渣。<br>取渣样分析,要求 $(\text{FeO}) \leq 0.5\%$   |
|             | 7  | 取样   | 搅拌钢液,取钢样②,分析C、Cr、Si、Mn  |
|             | 8  | 调整成分 | 根据钢样②的分析结果,调整钢液化学成分   |
|             | 9  | 测温   | 测量钢液温度,要求出钢温度: $t = 1450 \sim 1470^{\circ}\text{C}$   |
|             | 10 | 加稀土  | 钢液温度符合要求时,加硅钙块 $0.5\text{kg}/\text{t}$ ,并插铝 $1\text{kg}/\text{t}$ ,进<br>行脱氧,然后插入稀土 $2.5\text{kg}/\text{t}$ ,并作圆杯试样,检查脱氧情况 |
| 出<br>钢      | 11 | 出钢   | 钢液温度符合要求,圆杯试样收缩良好时,停电,升高电极,<br>插硅钙 $0.5\text{kg}/\text{t}$ 和铝 $0.5\text{kg}/\text{t}$ ,出钢。要求大口出钢,钢液同流                     |

注: 1. 采用碱性电弧炉不氧化法冶炼。

2. 要求用干镁砂补炉。

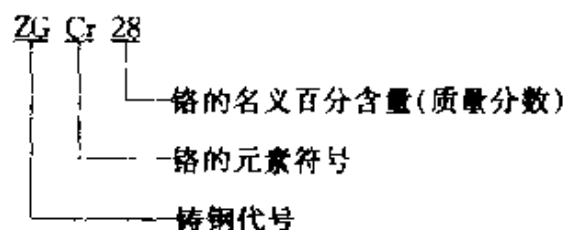
3. 装料前先往炉底、炉坡处加1%左右的石灰,再加入1%~2%的石灰石,然后再装料。

4. 按照合理布料原则装料。随料装入的铬铁应装在下部,以减少烧损。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 2. ZGCr28 的铸造耐蚀钢配料(配料实例 791)

ZGCr28 的主要含义如下:



对于 ZGCr28 的铸造耐蚀钢配料,可查配料实例 791 或表 2.5-2。

配料实例 791 表 2.5-2 ZGCr28 的铸造耐蚀钢配料

| 钢号               | 化学成分(%)  |         |  |   |       |       | RE<br>(加入量) |
|------------------|--|---------|--|---|-------|-------|-------------|
|                  | C  | Si      | Mn   | Cr  | P     | S     |             |
| ZGCr28           | 0.5~1.0  | 0.5~1.3 | 0.5~0.8  | 26.0~30.0   | ≤0.10 | ≤0.08 | 0.25        |
| 配料               | 1. 炉料主要由碳素废钢、本钢种返回料及碳素铬铁组成<br>2. 炉料碳含量按钢的规格成分下限配入;铬含量按钢的规格中限配入;要求磷含量≤0.08% |         |  |   |       |       |             |
| 工<br>艺<br>要<br>点 | 时期   | 序号      | 工序   | 要 点 说 明   |       |       |             |
|                  | 熔<br>化<br>期  | 1       | 通电   | 用允许的最大功率供电  |       |       |             |
|                  |  | 2       | 推料助熔   | 推料助熔。熔化后期,加入适量渣料。熔化末期,换较低电压供电   |       |       |             |
|                  |  | 3       | 取样   | 炉料熔清后,充分搅拌钢液,取钢样①,分析C、Cr、Mn、Si。钢液温度达到: $t = 1520^{\circ}\text{C}$ 时,扒除大部分炉渣,加入1%氟石,造稀薄渣 |       |       |             |
|                  |  | 4       | 沸腾   | 稀薄渣形成后,分批加入2%的石灰石,作石灰石沸腾。必要时可进行低压吹氧沸腾,吹氧压力≤0.4MPa,耗氧量约 $6\text{m}^3/\text{t}$           |       |       |             |
|                  | 还<br>原<br>期  | 5       | 预脱氧  | 加硅铁 2kg/t 预脱氧   |       |       |             |
|                  |  | 6       | 还原   | 加碳粉造电石渣还原。在电石渣下保持 15min 后,变白渣。取渣样分析,要求 $(\text{FeO}) \leq 0.5\%$                        |       |       |             |
|                  |  | 7       | 取样   | 搅拌钢液,取钢样②,分析C、Cr、Si、Mn  |       |       |             |
|                  |  | 8       | 调整成分   | 根据钢样②的分析结果,调整钢液化学成分   |       |       |             |
|                  |  | 9       | 测温   | 测量钢液温度,要求出钢温度: $t = 1540 \sim 1560^{\circ}\text{C}$                                     |       |       |             |
|                  |  | 10      | 加稀土  | 钢液温度符合要求时,加硅钙块 0.5kg/t,并插铝 1kg/t,进行脱氧,然后插入稀土 2.5kg/t,并作圆杯试样,检查脱氧情况                      |       |       |             |
| 出<br>钢           | 11   | 出钢      | 钢液温度符合要求,圆杯试样收缩良好时,停电,升高电极,插硅钙 0.5kg/t 和铝 0.5kg/t,出钢。要求大口出钢,钢渣同流 |   |       |       |             |

注: 1. 采用碱性电弧炉不氧化法冶炼。

2. 要求用干镁砂补炉。

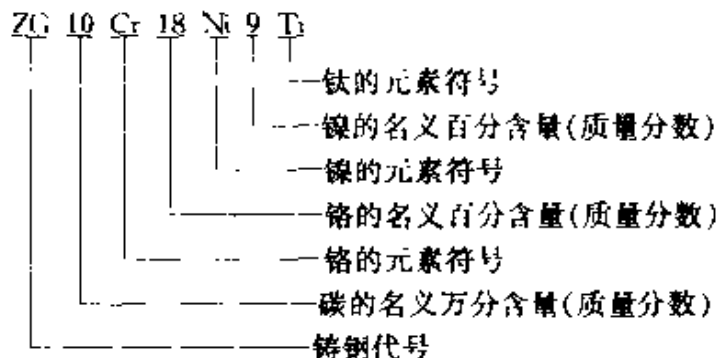
3. 装料前先往炉底、炉坡处加 1% 左右的石灰,再加入 1%~2% 的石灰石,然后再装料。

4. 按照合理布料原则装料。随料装入的铬铁应装在下部,以减少烧损

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 3. ZG10Cr18Ni9Ti 的铸造耐蚀钢配料(配料实例 792~795)

ZG10Cr18Ni9Ti 的主要含义如下:



对于 ZG10Cr18Ni9Ti 的铸造耐蚀钢配料, 可查配料实例 792~配料实例 795 或表 2.5-3~表 2.5-7。

配料实例 792 表 2.5-3 ZG10Cr18Ni9Ti 的铸造耐蚀钢配料

| 钢 号  |   | 铸造耐蚀钢 ZG10Cr18Ni9Ti |             |  |               |              |               |        |        |
|------|---|---------------------|-------------|--|---------------|--------------|---------------|--------|--------|
| 化学成分 | 元素名称  | C                   | Si          | Mn   | Cr            | Ni           | Ti            | P      | S      |
|      | 规格成分  | ≤0.08               | ≤1.5        | 0.8~<br>2.0  | 17.0~<br>20.0 | 8.0~<br>11.0 | C×0.5~<br>0.8 | ≤0.040 | ≤0.030 |
|      | 控制成分  | 0.06                | 0.5~<br>0.7 | 1.4~<br>1.8  | 17.5~<br>18.5 | 9.0~<br>10.0 | 0.5~<br>0.7   | ≤0.030 | ≤0.025 |
| 配料   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 炉料主要由无油少锈的低磷废钢和低磷生铁组成,不用或尽量少用钢屑</li> <li>2. 炉料熔清时,钢液碳含量应大于 0.35%</li> <li>3. 镍在装料时加入,其加入量按规格成分的中值配入,以避免在还原期中大幅度调整镍含量,因电解镍中含有较多的氢</li> <li>4. 铬铁在还原期加入,为尽量减少钢液增碳,应采用微碳铬铁</li> <li>5. 锰铁在还原期加入,为减少钢液增碳,应采用低碳锰铁成金属锰</li> <li>6. 钛铁在出钢前 5~10min 加入,钛的收得率按 60% 计,按规格成分的中值配入</li> </ol> |                     |             |  |               |              |               |        |        |
| 工艺要点 | 时期  | 序号                  | 工序          | 要 点 说 明  |               |              |               |        |        |
|      | 熔化期   | 1                   | 通电熔化        | 用允许的最大功率通电,熔化炉料  |               |              |               |        |        |
|      |   | 2                   | 助熔          | 推料助熔。熔化后期,加入 2%~3% 的渣料,及适量的矿石(加入量视炉料含磷量而定)。炉料熔化至 60%~80% 可吹氧助熔。并加 1% 的矿石。熔化末期可适当减小送电功率 |               |              |               |        |        |

(续)

| 时期               | 序号 | 工序      | 要 点 说 明  |
|------------------|----|---------|--|
| 工<br>艺<br>要<br>点 | 3  | 取样、扒渣   | 炉料熔清时,搅拌钢液,取1号钢样,分析C、P、Ni(要求C 0.25%~0.45%, P≤0.010%),扒除全部炉渣,补入2%的渣料                              |
|                  | 4  | 脱碳      | 测钢液温度,送1560°C以上时,即可吹氧脱碳。氧气压力0.6~0.8MPa,耗氧量12~18m <sup>3</sup> /t <sub>钢</sub>                    |
|                  | 5  | 估碳取样    | 当钢液碳含量降至C≤0.1%时,升高电极,停止供电,继续吹氧。估计碳含量降至0.04%时,停止吹氧。搅拌钢液,取2号钢样,分析C、P                               |
|                  | 6  | 预脱氧,加铬铁 | 加入低碳锰铁和硅钙预脱氧,快速加入烤红的铬铁(全部加入量的2/3),并加硅钙粉还原。恢复通电,用大功率熔化铬铁。待铬铁熔清时,再加剩余部分铬铁,继续加硅钙粉还原,适当减小电功率         |
|                  | 7  | 取样、扒渣   | 全部铬铁熔清,炉渣颜色由黑变绿时,取3号钢样,分析C、P、Si、Mn,扒除绝大部分炉渣,补入新渣料,用混合还原剂进行还原。炉渣变白时,取样分析(FeO),要求(FeO)<0.5%。测量钢液温度 |
|                  | 8  | 调整成分    | 根据钢样的分析结果,调整成分,继续用混合还原剂进行还原  |
|                  | 9  | 加钛铁     | 测量钢液温度。当钢液温度达到1640~1660°C时,作圆杯试样。当试样收缩良好时,即可升高电极,停电,插铝0.5kg/t <sub>钢</sub> ,推开渣,加入钛铁             |
|                  | 10 | 出钢      | 钢液化学成分和温度符合要求时,插铝0.8kg/t <sub>钢</sub> ,进行终脱氧,随即出钢  |

注: 1. 采用碱性电弧炉氧化法冶炼。

2. 冶炼铬镍不锈钢所用的炉衬材料和修补炉衬用的镁砂,以用卤水作粘结剂较为适宜。

3. 冶炼不锈钢必须在炉衬良好的条件下进行。为尽量减少钢液从炉衬中吸收气体,一般规定在大修炉衬后的前5炉不冶炼不锈钢。

4. 冶炼本钢种的前一炉不宜冶炼含高碳和高磷的钢种(加ZGMn13)。

5. 装料前于炉底和炉坡处加1%的石灰。按合理布料原则装料,镍加在炉底,并应避免电极。

6. 成分含量和配料比钢皆指质量分数。

配料实例 793 表 2.5-4 ZG10Cr18Ni9Ti 的铸造耐蚀钢配料

| 元素名称      |  | C     | Mn      | Si   | S      | P      | Cr        | Ni       | Ti            | 钢种            |
|-----------|--|-------|---------|------|--------|--------|-----------|----------|---------------|---------------|
| 规格化学成分(%) |  | ≤0.12 | 0.8~2.0 | ≤1.5 | ≤0.030 | ≤0.040 | 17.0~20.0 | 8.0~11.0 | 5(C-0.02)~0.7 | ZG10Cr18Ni9Ti |
| 控制化学成分(%) |  | ≤0.08 | 0.8~2.0 | ≤1.0 | ≤0.010 | ≤0.040 | 17.0~20.0 | 8.0~11.0 | 5(C-0.02)~0.7 | 冶炼方法<br>返回吹氧  |

| 材料牌号    | 材料名称    | 化 学 成 分 ( % )                      |       |        |        |       |       |       |       |    |              | 每 100kg<br>钢液需要<br>材料/kg | 配 入 成 分 ( % ) |        |        |       |         | 加 入 时 机 |      |     |   |  |  |
|---------|---------|------------------------------------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|----|--------------|--------------------------|---------------|--------|--------|-------|---------|---------|------|-----|---|--|--|
|         |         | C                                  | Mn    | Si     | S      | P     | Cr    | Ni    | Ti    | Al | C            |                          | Mn            | Si     | S      | P     | Cr      |         | Ni   | Ti  |   |  |  |
|         | 本钢返回料   | 0.08                               | 1.40  | 0.80   | 0.0100 | 0.035 | 17.50 | 8.50  | 0.40  |    |              | 50.00                    | 0.840         | 4.80   | 0.060  | 0.02  | 110     | 505     | 100  | 24  | 装料  |  |  |
|         | 本钢刨花压块  | 0.08                               | 1.40  | 0.80   | 0.0100 | 0.035 | 17.50 | 8.50  | 0.40  |    | 10.00        | 0.05                     |               |        |        |       |         |         |      |     | 装料  |  |  |
| Ni 2    | 电解镍     |                                    |       |        |        |       |       | 99.80 |       |    | 4.20         |                          |               |        |        |       |         |         | 4.19 |     | 装料  |  |  |
|         | 低磷小废钢   | 0.15                               | 0.50  | 0.30   | 0.0200 | 0.010 |       |       |       |    | 20.22        | 0.03                     | 0.100         | 0.060  | 0.0040 | 0.002 |         |         |      |     | 装料  |  |  |
| Cr-0000 | 微碳铬铁    | 0.05                               | 0.30  | 0.50   | 0.0400 | 0.030 | 62.00 |       |       |    | 16.50        | 0.01                     | 0.050         | 0.080  | 0.0070 | 0.005 | 10      | 20      |      |     | 吹氧结束                                      |  |  |
| Mn 0    | 低碳锰铁    | 0.40                               | 83.00 | 1.50   | 0.0200 | 0.150 |       |       |       |    | 1.60         | 0.01                     | 1.330         | 0.02   | 0.002  |       |         |         |      |     | 吹氧结束                                      |  |  |
| Ti 27   | 钛铁      | 0.06                               |       | 5.00   | 0.0400 | 0.035 |       | 30.0  |       |    | 2.60         |                          | 0.130         | 0.0010 | 0.001  |       |         |         | 0.78 |     | 出钢前 10min 左右                              |  |  |
| SiCa 24 | 硅钙块/硅钙粉 |                                    |       | 65.0   |        |       |       |       |       |    | 0.2/<br>1.5  |                          | 0.13          |        |        |       |         |         |      |     | 预脱氧/还原                                    |  |  |
| Si 75   | 硅铁      |                                    |       | 75.000 | 0.0100 | 0.030 |       |       |       |    | 0.5          |                          | 0.38          |        |        |       |         |         |      |     | 吹氧升温                                      |  |  |
| Al 2 粉  | 铝块/铝粉   |                                    |       |        |        |       |       |       | 99.80 |    | 0.18/<br>0.8 |                          |               |        |        |       |         |         |      |     | 预脱氧 0.05%<br>终脱氧 0.08%<br>加钛前 0.05%<br>还原 |  |  |
| 备注:     |         |                                    |       |        |        |       |       |       |       |    |              | 106.0                    | 0.10          | 2.321  | 2.80   | 0.180 | 0.03120 | 709     | 291  | 0.2 |   |  |  |
|         |         | 1. 加料时炉底加炭粉 3~4kg/t<br>2. 熔毕成分(%): |       |        |        |       |       |       |       |    |              | 100.0                    | ≤0.08         | 1.500  | 0.800  | 0.100 | 0.035   | 18      | 509  | 100 | 50  |  |  |
|         |         | 0.3~0.35 0.030 12.4 11.3           |       |        |        |       |       |       |       |    |              | 成品预计                     |               |        |        |       |         |         |      |     |   |  |  |

注: 1. 采用碱性电炉返回吹氧冶炼, 冶炼的工艺要点见表 2.5-5。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

表 2.5-5 ZG10Cr18Ni9Ti 的碱性电弧炉氧化法冶炼的工艺特点

| 钢种               | ZG10Cr18Ni9Ti    | C           |  | Mn                         |                            | Si                   |              | S                                  |                              | P |  | Cr |  | Ni |  | Mo |  | Ti                  |  |
|------------------|------------------|-------------|--|----------------------------|----------------------------|----------------------|--------------|------------------------------------|------------------------------|---|--|----|--|----|--|----|--|---------------------|--|
| 名称               | 1Cr18Ni9Ti<br>铸钢 | 化学成分 (%)    | $\leq 0.12$  | 0.8 ~<br>2.0               | $\leq 1.5$                 | $\leq 0.030$         | $\leq 0.040$ | 17.0 ~<br>20.0                     | 8.0 ~<br>11.0                |   |  |    |  |    |  |    |  | 5(C<br>0.02)<br>0.7 |  |
| 冶炼方法             | 返回吹氧             | 力学性能 $\geq$ | 屈服点<br>$\sigma_s$<br>/MPa  | 抗拉强度<br>$\sigma_b$<br>/MPa | 断裂伸长率<br>$\delta_5$<br>(%) | 收缩率<br>$\psi$<br>(%) | 布氏硬度<br>HBS  | 冲击值<br>$a_K$<br>/J·cm <sup>2</sup> | 热处理方法<br>1050 -<br>1100°C 水淬 |   |  |    |  |    |  |    |  |                     |  |
| 时期               | 序号               | 操作摘要        | I. 艺 要 点   |                            |                            |                      |              |                                    |                              |   |  |    |  |    |  |    |  |                     |  |
| 补<br>炉<br>装<br>料 | 1                | 补炉          | 扒除残钢渣,快速进行干砂或少量湿砂补炉。干炉底、炉坡加入1%石灰。前一炉不准炼高磷钢、高锰钢等  |                            |                            |                      |              |                                    |                              |   |  |    |  |    |  |    |  |                     |  |
|                  | 2                | 装料          | 按合理布料原则装料。镍加在炉底或料斗底。增碳用电极块或碳粉加于炉底。返回料一般用40-80%   |                            |                            |                      |              |                                    |                              |   |  |    |  |    |  |    |  |                     |  |
|                  | 3                | 准备通电        | 调整电极长度,检查电极、电器、机械传动和冷却系统。定期吹扫炉盖  |                            |                            |                      |              |                                    |                              |   |  |    |  |    |  |    |  |                     |  |
| 熔<br>化           | 4                | 通电          | 用允许最大功率供电  |                            |                            |                      |              |                                    |                              |   |  |    |  |    |  |    |  |                     |  |
|                  | 5                | 推料助熔        | 推料助熔,熔化后期加入少量的石灰,并换较低电压供电  |                            |                            |                      |              |                                    |                              |   |  |    |  |    |  |    |  |                     |  |
|                  | 6                | 吹氧助熔        | 熔至90%左右,吹氧助熔。助熔后加0.3%硅钙粉还原初渣   |                            |                            |                      |              |                                    |                              |   |  |    |  |    |  |    |  |                     |  |
| 氧<br>化           | 7                | 取样          | 全熔后充分搅拌,取1号钢样分析C、P、Cr、Ni。要求:C=0.30%~0.50%, $P\leq 0.03\%$ 。若渣量过多( $>2\%$ ),可酌情扒去部分炉渣,以保证吹氧脱碳在薄渣下进行   |                            |                            |                      |              |                                    |                              |   |  |    |  |    |  |    |  |                     |  |
|                  | 8                | 吹氧脱碳        | 测温达1520°C以上,加入0.3%~0.5%硅铁,即行吹氧脱碳。吹氧压力:1.0~1.5MPa,耗氧24~30m <sup>3</sup> /t。火焰大量冒出时,升高电极停电吹氧。吹氧应连续进行,不得中断  |                            |                            |                      |              |                                    |                              |   |  |    |  |    |  |    |  |                     |  |
| 还<br>原           | 9                | 估碳取样        | 估碳降至 $\leq 0.06\%$ 左右,停止吹氧。搅拌,取2号钢样分析C、(P)、Cr、(Ni)   |                            |                            |                      |              |                                    |                              |   |  |    |  |    |  |    |  |                     |  |
|                  | 10               | 预脱氧加铬铁      | 加入预脱氧剂:Al0.05%,Si-Ca块0.2%。低碳锰铁加至中下限,快速加入经烘烤红的铬铁,压入钢液中后,分批加Si-Ca粉0.5%~0.7%还原。随即复电(用高档电压,5min后用低档电压)   |                            |                            |                      |              |                                    |                              |   |  |    |  |    |  |    |  |                     |  |
|                  | 11               | 取样扒渣        | 铬铁熔清,渣转色,充分搅拌,取3号钢样分析C、(P)、Cr、Ni、Mn、(Si)。扒除绝大部分炉渣(扒渣时升高电极停电,新渣加好后复电),补入2%的断渣(石灰:氟石=3.5:1)。渣化后续用硅钙粉与铝粉(比例:1:3)的混合剂还原。渣白取渣样分析(FeO),要求(FeO) $\leq 0.5\%$ 。白渣保持15min以上 |                            |                            |                      |              |                                    |                              |   |  |    |  |    |  |    |  |                     |  |



(续)

| 时期 | 序号 | 操作摘要  | 工 艺 要 点  |
|----|----|-------|--|
| 还  | 12 | 调整成分  | 据3号钢样可靠的分析结果调整成分。调匀炉渣,控制好钢液温度。续用混合剂还原,保持白渣   |
| 原  | 13 | 测温加钛铁 | 测温两次,温度达到1580~1600°C(20~30s),取样观察钢液凝固收缩良好,即可升高电极停电,插铝0.05%,推开渣加入经烘烤干的钛铁,并用扒将其压入钢液中,充分搅拌。加钛后10min左右出钢 |
| 出钢 | 14 | 出钢    | 一切符合要求,出钢。冲加0.08%铝块,包内取样并测温。出钢时要求钢渣同流,大口出钢   |

- 注: 1. 加钛铁时, 钢液温度不得过高过低, 渣量不准超过3%; 钢中Si<0.5%; 渣中(FeO)≤0.5%, 否则应扒渣后加钛铁。
2. 如果浇注形状复杂的铸件或小铸件, 出钢和浇注温度应适当提高
3. 表中所指温度, 均为光学高温计(WGG<sub>2</sub>-201型)直接读数。
4. 成分含量皆指质量分数。

配料实例 794 表 2.5-6 ZG10Cr18Ni9Ti 的铸造耐蚀钢配料

| 钢 号              | 要求          | 化 学 成 分 (%)   |   |  |           |          |           |        |        |
|------------------|-------------|---|---|--|-----------|----------|-----------|--------|--------|
|                  |             | C   | Si  | Mn   | Cr        | Ni       | Ti        | P      | S      |
| ZG10Cr18Ni9Ti    | 规格成分        | ≤0.08   | ≤1.5  | 0.2~2.0  | 17.0~20.0 | 8.0~11.0 | C×0.5~0.8 | ≤0.040 | ≤0.030 |
|                  | 控制成分        | 0.06  | 0.5~0.7   | 1.4~1.8  | 17.5~18.5 | 9.0~10.0 | C×0.5~0.7 | ≤0.030 | ≤0.025 |
| 配料               |             | 1. 炉料主要由本钢种返回料、低磷、硫碳素废钢及格铁和金属镍等组成<br>2. 炉料平均碳含量按控制成分配入; 炉料的平均磷含量不应超过0.030%; 炉料的平均硫含量不应超过0.025%; 炉料的铬含量和镍含量应按控制成分的中限配入 |   |  |           |          |           |        |        |
| 工<br>艺<br>要<br>点 | 时期          | 序号  | 工 序   | 要 点 说 明  |           |          |           |        |        |
|                  | 熔<br>化<br>期 | 1   | 通电熔化  | 开始通电6~8min内供给60%的功率,待电流冲击停止后,逐渐将功率增至最大值            |           |          |           |        |        |
|                  |             | 2   | 捣料助熔  | 随着坩埚下部炉料熔化,随时注意捣料,防止“搭桥”,并陆续添加炉料                   |           |          |           |        |        |
|                  |             | 3   | 造渣  | 大部分炉料熔化后,加入造渣材料(石灰粉:氟石粉=2:1)造渣覆盖钢液,造渣材料加入量为1%~1.5% |           |          |           |        |        |
| 4                |             | 取样扒渣  | 约95%的炉料熔清时,取钢样作全分析,并将其余5%的炉料加入炉内。全部炉料熔清后,将功率降至40%~60%倾炉扒渣,并另造新渣 |  |           |          |           |        |        |

(续)

| 工<br>艺<br>要<br>点 | 时期 | 序号     | 工 序   | 要 点 说 明  |
|------------------|----|--------|---|--|
|                  | 还  | 5      | 脱氧  | 渣料化清后,往炉渣面上加脱氧剂(石灰粉:铝粉1:2)进行扩散脱氧。脱氧过程中可用石灰粉和氟石粉调整炉渣的粘度,使炉渣具有良好的流动性 |
|                  | 原  | 6      | 调整成分  | 根据化学分析结果调整钢液化学成分,其中硅含量应在出钢前10min以内进行调整                             |
|                  | 期  | 7      | 测温、作圆杯试样  | 测量钢液温度,并作圆杯试样,检查钢液脱氧情况   |
|                  |    | 8      | 加钛铁   | 钢液温度达到1630~1650°C,圆杯试样收缩良好时,扒除一半炉渣后,加入钛铁,并将钛铁压入钢液内                 |
| 出<br>钢           | 9  | 终脱氧、出钢 | 钛铁熔清后,插铝1kg/t <sub>钢</sub> 进行终脱氧,插铝后2~3min以内停电、倾炉出钢 |  |

注:1. 采用碱性感应加热电炉不氧化法冶炼。

2. 合理布料原则是:在坩埚底部加小块料,小块料上加铁合金,上面加中块料。坩埚边缘部位加大块料,并在大块料的缝隙中填塞小块料。炉料应装得紧,以利于透磁和导电。

3. 对于大容量的感应电炉,特别是在连续生产的条件下,适宜于采用料斗装料。料斗用钢板焊制而成,其形状与尺寸应与坩埚内衬的轮廓一致。预先装好炉料。料斗随炉料一同装入坩埚内,一起被熔化。这种加料方法能提高电炉的利用率,并改善加料操作的劳动条件。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 795 表 2.5-7 ZG10Cr18Ni9Ti 的铸造耐蚀钢配料

| 钢 号           | 化 学 成 分 (%)  |      |         |           |          |               |        |        |
|---------------|--|------|---------|-----------|----------|---------------|--------|--------|
|               | C  | Si   | Mn      | Cr        | Ni       | Ti            | P      | S      |
| ZG10Cr18Ni9Ti | ≤0.8   | ≤1.5 | 0.2~2.0 | 17.0~20.0 | 8.0~11.0 | C×0.5~<br>0.8 | ≤0.040 | ≤0.030 |
| 配料            | 炉料由本钢种返回料(或高铬钢返回料)   |      |         |           |          |               |        |        |
| 工艺要点          | <p>在碱性平炉中采用返回法重炼高铬钢废料以及铬镍钢废料时,最大的困难是如何防止铬的大量烧损以及如何成品钢中得到低的碳含量(0.10%~0.12%)。废料中的镍在熔炼时并不氧化,但如果废料中有钛时,就会全部被烧掉</p> <p>在碱性平炉中重炼高铬钢废料,尤其是废铸件时,熔炼后第一个试样的含碳量往往显著地超过了它在炉料中的平均含量,这是因为平炉火焰中的煤烟炭被炉料中的铬吸收而形成碳化物</p> |      |         |           |          |               |        |        |

(续)

工艺要点

为了在成品钢中获得预定的碳含量，必须进行碳的氧化，同时要防止铬的过分氧化，主要工艺要点是：

1. 当炉子升到高温时（从连续操作时间开始的16~200炉）才进行高铬废料的熔炼

2. 为了尽量减少空气的吸入，炉砖要严密，并消除任何侵蚀和缝隙

3. 对出钢口的准备须特别注意，因为这种钢液在出钢时，不是“侵蚀”而是“涂敷”出钢口，所以出钢口沿整个长度须作得宽些。为了不使出钢口“烧糊”，出钢口堵好后即快些开始装料

4. 轻的废料（板料，锻压切头及其他）捆成重10~15kg的一束，尽量靠近炉旁放置

5. 在炉底装上为炉料总重10%~15%的轻废料，并很好地加热，然后装入3~4批重废料（板坯，浇口，废钢），接着装入剩下的轻废钢，每装入一份炉料后，加热10~15min

6. 采用炉子的最大热功率，强化地进行熔化过程

7. 到熔化末期就开始用直径19.1~25.4mm（3/4"~1"）的铁管将压缩空气（或氧气（压力0.4~0.6MPa）送入炉渣下面，对炉膛钢液进行吹炼。吹炼继续进行到钢的碳含量比成品钢的上限低0.01%~0.02%。

8. 吹炼完毕和钢中的碳达到要求含量后，即着手向炉渣中加入粉碎的75%硅铁和焙烧得很好的块状石灰，使炉渣强烈地脱氧

将炉渣用碎硅铁处理，使空气吹钢之后在渣中 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 的含量达到30%~45%，熔炼末期则降低到5%~10%

在铬还原的同时炉渣变稀，到熔炼末期获得正常的粘度

9. 出炉的钢液必须加热到不低于1480~1500°C未校正光学高温计的温度

10. 为了确定铬由炉渣中还原的强度和计算出追加铬铁的数量，出炉前1.5~2.0h 要作几个钢中含铬量的炉前分析

11. 在出钢槽中加含硅45%的FeSi，在钢液包中则用铝使钢液补充脱氧

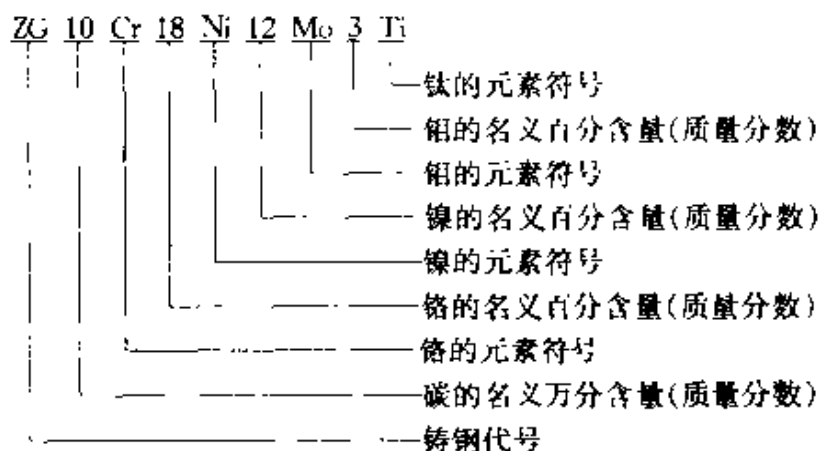
12. 钛铁（对于ZG10Cr18Ni9Ti）按钛烧损50%计算加入包中，应该指出：  
①在这个方法中，废料中铬烧损约有20%~25%；②如果炉料由约60%~70%含铬废料和40%~30%低碳钢废料（ $C \leq 0.12\%$ ）所配成，则高铬废料的熔炼过程就大大地容易了，在这种情况下的熔炼时间和铬的烧损量均能显著地缩短和减小，自然，为了达到成品钢含铬量的预定限度所需的铬铁量却增加；③采用氧气代替压缩空气来吹炼炉膛，可加速碳的烧损，提高钢液温度和减少炉料中铬的烧损率

注：1. 采用碱性平炉返回法冶炼。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 4. ZG10Cr18Ni12Mo3Ti 的铸造耐蚀铸配料 (配料实例 796)

ZG10Cr18Ni12Mo3Ti 的主要含义如下:



对于 ZG10Cr18Ni12Mo3Ti 的铸造耐蚀钢配料, 可查配料 796 或表 2.5-8。

配料实例 796 表 2.5-8 ZG10Cr18Ni12Mo3Ti 的铸造耐蚀钢配料

| 钢 号               | 化 学 成 分 (%)  |      |             |  |        |               |               |             |             |
|-------------------|--|------|-------------|--|--------|---------------|---------------|-------------|-------------|
|                   | C  | Si   | Mn          | P  | S      | Cr            | Ni            | Mo          | Ti          |
| ZG10Cr18Ni12Mo3Ti | ≤0.12  | ≤1.5 | 0.8~<br>2.0 | ≤0.040   | ≤0.030 | 16.0~<br>19.0 | 11.0~<br>13.0 | 3.0~<br>4.0 | 0.3~<br>0.7 |
| 配 料               | 1. 炉料可由本钢种返回料, 低磷碳素废钢和金属镍组成<br>2. 在全部炉料中, 本钢种返回料所占比例为 60%~90%<br>3. 熔清成分应满足 C=0.30%~0.40%; Cr=12~16%<br>4. 磷含量: 包括炉料中磷含量及还原期中补加的铬铁和锰铁所带人的磷含量, 即总配磷量≤0.037% |      |             |  |        |               |               |             |             |
| 工<br>艺<br>要<br>点  | 时 期  | 序 号  | 工 序         | 要 点 说 明  |        |               |               |             |             |
|                   | 熔 化 期  | 1    | 通 电 熔 化     | 用允许的最大功率供电, 熔化炉料<br>推料助熔。熔化后期加入适量的石灰造渣, 并适当减小供电功率。炉料熔化 90% 左右, 吹氧助熔。助熔后加 3kg/t <sub>熔</sub> 的硅钙粉还原初渣<br>熔化末期加入钼铁 |        |               |               |             |             |
|                   |  | 3    | 取 样         | 炉料熔清后, 充分搅拌钢液, 取 1 号钢样, 分析 C、P、Cr、Mo, 要求 C>0.30%, P≤0.030%。吹氧脱碳前要求渣量 2% 左右, 如渣量过多, 可扒除部分炉渣, 以保证吹氧脱碳在薄渣下进行        |        |               |               |             |             |

(续)

| 时期  | 序号 | 工 序     | 要 点 说 明   |
|-----|----|---------|---|
| 氧化期 | 4  | 吹氧脱碳    | 要求钢液温度 $t \geq 1600^{\circ}\text{C}$ ，炉渣流动性良好。符合要求时，加入 $3 \sim 5\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ 的硅铁，即行吹氧脱碳，氧气压力 $1.2 \sim 1.5\text{MPa}$ ，耗氧量 $24 \sim 30\text{m}^3/\text{t}_{\text{钢}}$ 。当火焰大量冒出时，升高电极，停电吹氧，吹氧应连续进行，不应中断。 |
|     | 5  | 估碳取样    | 估计碳含量降至 $0.05\%$ 左右时，停止吹氧。搅拌钢液，取 2 号钢样，分析 C、P、Cr、Ni。  |
| 还原期 | 6  | 预脱氧、加铬铁 | 停止吹氧后，加入预脱氧剂：Al $0.5\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ ，硅钙块 $2\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ 和低碳锰铁。快速加入红热的铬铁，加硅钙粉 $5 \sim 7\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ 还原，随即恢复供电（先用高电压，5min 后换用低电压）。                                       |
|     | 7  | 取样扒渣    | 铬铁熔清，炉渣转色，充分搅拌钢液，取 3 号钢样，分析 C、P、Cr、Ni、Mo。扒除大部分炉渣，补入渣料，保持渣量在 $3\%$ 左右。   |
|     | 8  | 调整成分    | 根据第 3 号钢样的分析结果调整成分，用混合还原剂继续进行还原。  |
|     | 9  | 测温、加钛铁  | 测量钢液温度（要求出炉温度 $t = 1650 \sim 1670^{\circ}\text{C}$ ），并作圆杯试样，检查钢液脱氧情况。当钢液温度符合要求，脱氧情况良好时，即可停电，升高电极，插 Al $0.5\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ ，推开炉渣，加入经过烘烤的钛铁，并用耙将钛铁压入钢液中，充分搅拌。  |
| 出钢  | 10 | 出钢      | 加钛铁 10min 后，插 Al $0.8\text{kg}/\text{t}_{\text{钢}}$ 终脱氧，出钢。   |

工艺要点

注：1. 采用碱性电弧炉返回法冶炼。

2. 由于冶炼过程中不脱磷，应注意避免炉衬使钢液增磷，因此要求前一炉钢必须是低磷钢，其成品钢磷含量应低于  $0.02\%$ 。

3. 装料前于炉底、炉坡处加  $1\%$  的石灰，按合理布料原则装料，镍和增碳用的电极碎块装在炉底，并应避免开电极。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 第 6 章 铸造中、高强度不锈钢配料

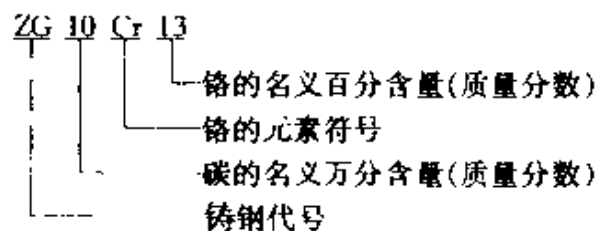
什么是铸造中、高强度不锈钢 (medium and high strength stainless cast steel)? 铸造中、高强度不锈钢是指具有能抵抗大气、酸、碱、盐等腐蚀作用,且抗拉强度  $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$  的合金钢。

根据国家标准 GB/T 6967—1986《工程结构用中、高强度不锈钢铸件》的规定,铸造中、高强度不锈钢按化学成分分为 7 种牌号: ZG10Cr13、ZG20Cr13、ZG10Cr13Ni1、ZG10Cr13Ni1Mo、ZG06Cr13Ni4Mo、ZG06Cr13Ni6Mo、ZG06Cr13Ni5Mo。

常用的铸造中、高强度不锈钢有: 马氏体型不锈钢和沉淀硬化型不锈钢。在工程应用中,是以力学性能为主要目的,其腐蚀性能往往不作为检验项目。

### 1. ZG10Cr13 的铸造中、高强度不锈钢配料(配料实例 797~799)

ZG10Cr13 的主要含义如下:



对于汽轮机等类铸件的 ZG10Cr13 的铸造中、高强度不锈钢配料,可查配料实例 797~配料实例 799 或表 2.6-1~表 2.6-3。

**配料实例 797 表 2.6-1 ZG10Cr13 的铸造中、高强度不锈钢配料**

|      |  |
|------|--|
| 铸件名称 | 低压缸末级隔板的变扭联合气动成形静叶片,俗称马刀型叶片(汽轮机类国产 12.5 万 kW 汽轮机零件)  |
| 铸件特点 | <p>铸件形状呈马刀状上大下小,由各个不同截面的弯、扭联合而成。在 20 世纪 60 年代由我国学者首先研究成功的。经过多年的试验,改进,逐渐应用于生产。据说用该叶片铸造成次末级、末级隔板后,可提高汽轮机的效率达 3% 左右,经济效益显著,可节约上千吨煤炭。对叶片表面不允许有任何铸造缺陷。并对内、外弧面型线需进行漏光检查,要求控制在 0.5mm 左右。采用有机酯水玻璃自硬砂造型。由于形状弯扭,无法在机床上加工,因此全部采取小余量,然后用手工抛、磨成型,完全能达到设计要求。最厚的部位为 51mm,最小为 R3.0mm,毛重 50kg</p> <p>要求铸钢牌号:ZG10Cr13,属于马氏体型不锈钢,按本公司标准(SQC—49.73)的力学性能要求:抗拉强度 <math>\sigma_b &gt; 549\text{MPa}</math>,屈服点, <math>\sigma_s &gt; 392\text{MPa}</math>,断后伸长率 <math>\delta_5 &gt; 15\%</math>,断面收缩率 <math>\psi &gt; 40\%</math>,硬度 187~235HBS</p> |

(续)

| 合金成分控制(%) | C0.10~0.15, Cr12.00~14.00, Si≤0.60, Mn≤0.60, Ni0.60, S≤0.030, P≤0.035   |      |      |      |         |         |      |      |       |       |       |       |
|-----------|---|------|------|------|---------|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 配 料       |   |      |      |      |         |         |      |      |       |       |       |       |
| 材料名称      | 炉料成分(%)   |      |      |      | 配料比例(%) | 配料成分(%) |      |      |       |       |       | 配料/kg |
|           | Cr  | Si   | Mn   | C    |         | Cr      | Si   | Mn   | C     | S     | P     |       |
| 本厂回炉      | 13.60   | 0.28 | 0.30 | 0.17 | 50      | 6.80    | 0.14 | 0.15 | 0.085 |       |       | 125   |
| 软钢        |   |      |      | 0.06 | 40      |         |      |      | 0.024 |       |       | 100   |
| 微碳铬铁      | >65   |      |      |      | 10      | 6.50    |      |      |       |       |       | 25    |
| 硅铁        |   | >75  |      |      | 0.6     |         | 0.45 |      |       |       |       | 1.5   |
| 低碳锰铁      |   |      | >80  |      | 0.6     |         |      | 0.5  |       |       |       | 1.5   |
|           |   |      |      |      | 100     | 13.30   |      |      |       |       |       | 250   |
|           |   |      |      |      | 成品      | 12.57   | 0.42 | 0.6  | 0.12  | 0.012 | 0.020 |       |
| 炉前操作      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 装小料通电熔化:开始熔化时为50%~60%的功率逐渐增大</li> <li>2. 随坩埚下部熔化,随时注意掏料,并陆续加入炉料</li> <li>3. 待大部分炉料熔化后,加入造渣料(外购)1.5%,造渣覆盖</li> <li>4. 约95%的炉料熔清时,取样分析,加入余料,全部化渣后另造新渣(加入量1.5%)</li> <li>5. 待渣料化清,再加上脱氧剂(Si-Ca0.3%),进行扩散脱氧,并使渣具有良好流动性,易于扒去</li> <li>6. 依据分析调整成分,其硅量应在出炉前10min内调整</li> <li>7. 测量温度达1630°C以上,加铝0.2%进行脱氧2~3min内停电,出钢,浇包内覆盖保温剂浇注</li> <li>8. 出钢温度1650°C,浇注温度1600~1570°C</li> </ol> |      |      |      |         |         |      |      |       |       |       |       |

注:1. 采用熔炼炉类型:250kg中频无心感应加热电炉。

2. 炉前检测:控制熔化,测温、化清后抽样化验,调正成分,浇注炉前梅花试样。出炉温度1650~1630°C,浇注温度1600~1570°C。

3. 检测结果:试样随铸件进行正、回火热处理后所得的力学性能为:抗拉强度 $\sigma_b$ 680MPa,屈服点 $\sigma_s$ 496MPa,断后伸长率 $\delta_5$ 24.2%,断面收缩率 $\psi$ 63.5%,硬度215HBS;

化学成分(%):C0.12, Cr12.57, Si0.42, Mn0.6, S0.012, P0.020。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料适用于同牌号的汽轮机零件,静叶、喷嘴等。

配料实例 798 表 2.6-2 ZG10Cr13 的铸造中、高强度不锈钢配料

| 钢号                | 化学成分(%)   |      |  |  |        |        |
|-------------------|---|------|--|--|--------|--------|
|                   | C   | Si   | Mn   | Cr   | P      | S      |
| ZG10Cr13          | ≤0.15   | ≤1.0 | ≤0.60  | 12.0-14.0  | ≤0.040 | ≤0.030 |
| 配 料               | 配料有两种方案:<br>第一种方案:炉料由碳素废钢、碳钢返回料以及碳素铬铁组成,配料时应使熔清成分(%)满足:C-0.4-0.6;P≤0.030;Cr>10<br>第二种方案:炉料由本钢种返回料(或高铬钢返回料)、低碳废钢和少量铬铁组成,配料时应使熔清成分(%)满足:C-0.3-0.4;P≤0.030;Cr>13 |      |  |  |        |        |
| I.<br>乙<br>要<br>点 | 时期  | 序号   | 工 序  | 要 点 说 明  |        |        |
|                   | 熔化期   | 1    | 通电熔化   | 用允许的最大功率供电,熔化炉料  |        |        |
|                   |   | 2    | 助熔   | 推料助熔,熔化后期,加入适量的石灰造渣,并适当减小供电功率,炉料熔化90%左右时,吹氧助熔,助熔后加入3kg/t <sub>熔</sub> 的硅钙粉还原初渣   |        |        |
|                   |   | 3    | 取样   | 炉料熔清后,充分搅拌钢液:取1号钢样,分析C、P、Cr,吹氧前要求渣量2%左右,如渣量过多,可扒除部分炉渣,以保证吹氧脱碳在薄渣下进行  |        |        |
|                   | 氧化期   | 4    | 吹氧脱碳   | 要求开始吹氧脱碳的钢液温度: $t \geq 1550^{\circ}\text{C}$ ,并要求炉渣的流动性良好,符合上述条件时,加入硅铁3-5kg/t <sub>熔</sub> ,即行吹氧脱碳,吹氧压力0.8-1.2MPa,耗氧量18-24m <sup>3</sup> /t <sub>熔</sub> |        |        |
|                   |   | 5    | 估碳取样   | 估计碳含量降至C<0.1%时,停止吹氧,取2号钢样,分析C、P、Cr   |        |        |
|                   | 还原期   | 6    | 预脱氧、加铬铁  | 停止吹氧后,加入预脱氧剂(Al 0.5kg/t <sub>熔</sub> 和硅钙块2kg/t <sub>熔</sub> )。随即加入经过烤红的铬铁。然后用5-7kg/t <sub>熔</sub> 的混合还原剂(硅铁粉:硅钙粉=1.2)还原                                  |        |        |
|                   |   | 7    | 取样扒渣   | 铬铁熔清后,炉渣转色,充分搅拌钢液,取3号钢样,进行全分析。然后扒除部分炉渣,补加渣料,保持渣量在3%左右,渣料熔化后,继续用3-4kg/t <sub>熔</sub> 的混合还原剂进行还原。炉渣变白后,取渣样分析,要求(FeO)≤0.5%                                  |        |        |
|                   |   | 8    | 调整成分   | 根据钢样的分析结果,调整钢液成分   |        |        |
|                   |   | 9    | 测温   | 测量钢液温度,要求出炉温度为 $t = 1610-1620^{\circ}\text{C}$ ,并作圆杯试样,检查钢液脱氧情况  |        |        |
| 出钢                | 10  | 出钢   | 钢液温度和成分符合要求时,停止供电,升高电极,插Al0.8kg/t <sub>熔</sub> ,出钢 |  |        |        |

注:1. 采用碱性电弧炉返回法冶炼。

2. 要求炉衬条件良好,应尽量不补炉或少修薄补。

3. 装料前于炉底炉坡处加石灰1%,按合理布料原则装料,随炉料装入的铬铁应避免开电极,以减少烧损。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



配料实例 799 表 2.6-3 ZG10Cr13 的铸造中、高强度不锈钢配料

| 钢 号              | 化学成分(%)   |      |       |           |        |        |
|------------------|---|------|-------|-----------|--------|--------|
|                  | C   | Si   | Mn    | Cr        | P      | S      |
| ZG10Cr13         | ≤0.15   | ≤1.0 | ≤0.60 | 12.0-14.0 | ≤0.040 | ≤0.030 |
| 配 料              | 炉料由本钢种返回料(或高铬钢返回料)  |      |       |           |        |        |
| 工<br>艺<br>要<br>点 | <p>在碱性平炉中采用返回法重炼高铬钢废料时,最大的困难是如何防止铬的大量烧损以及如何在成品钢中得到低的碳含量(0.10%~0.12%)</p> <p>在碱性平炉中重炼高铬钢废料,尤其是废铸件时,熔炼后第一个试样的含碳量往往显著地超过了它在炉料中的平均含量,这是因为平炉火焰中的煤烟炭被炉料中的铬吸收而形成碳化物</p> <p>为了在成品钢中获得预定的碳含量,必须进行碳的氧化,同时要防止铬的过分氧化,主要工艺要点是:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 当炉子升到高温时(从连续操作时间开始的16~200炉)才进行高铬废料的重炼</li> <li>2. 为了尽量减少空气的吸入,炉砖要严密,并消除任何侵蚀和缝隙</li> <li>3. 对出钢口的准备须特别注意。因为这种钢液在出钢时,不是“侵蚀”而是“涂敷”出钢口,所以出钢口沿整个长度须作得宽些。为了不使出钢口“烧糊”,出钢口堵好后即快些开始装料</li> <li>4. 轻的废料(板料,锻压切头及其他)捆成重10~15kg的一束,尽量靠近炉旁放置</li> <li>5. 在炉底装上为炉料总重10%~15%的轻废料,并很好地加热,然后装入3~4批重废料(板坯,浇口,废钢),接着装入剩下的轻废钢,每装入一份炉料后,加热10~15min</li> <li>6. 采用炉子的最大热功率,强化地进行熔化过程</li> <li>7. 到熔化末期就开始用直径19.1~25.4mm(3/4~1")的铁管将压缩空气(或氧气(压力0.4~0.6MPa))送入炉渣下面,对炉膛钢液进行吹炼。吹炼继续进行到钢的碳含量比成品钢的上限低0.01%~0.02%</li> <li>8. 吹炼完毕和钢中的碳达到要求含量后,即着手向炉渣中加入粉碎的75%硅铁和焙烧得很好的块状石灰,使炉渣强烈地脱氧</li> </ol> <p>将炉渣用碎硅铁处理,使空气吹钢之后在渣中<math>Cr_2O_3</math>的含量达到30%~45%,熔炼末期则降低到5%~10%</p> <p>在铬还原的同时炉渣变稀,到熔炼末期获得正常的粘度</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. 出炉的钢液必须加热到不低于1480~1500°C未校正光学高温计的温度</li> <li>10. 为了确定铬由炉渣中还原的强度和计算出追加铬铁的数量,出炉前1.5~2.0h要作几个钢中含铬量的炉前分析</li> </ol> |      |       |           |        |        |

(续)

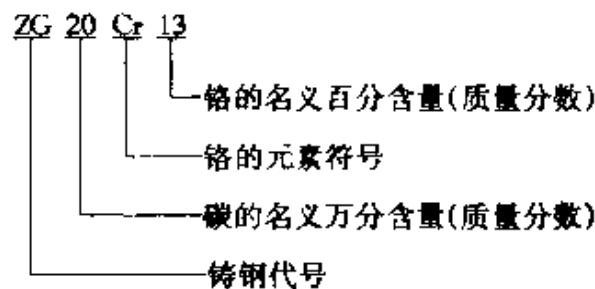
|                  |  |
|------------------|--|
| 工<br>艺<br>要<br>点 | <p>11. 在出钢槽中加含硅 45% 的 FeSi, 在钢液包中则用铝使钢液补充脱氧</p> <p>12. 应该指出: ①在这个方法中, 废料中铬烧损约有 20% ~ 25%; ②如果炉料由约 60% ~ 70% 含铬废料和 40% ~ 30% 低碳钢废料 (<math>C \leq 0.12\%</math>) 所配成, 则高铬废料的重炼过程就大大地容易了, 在这种情况下的熔炼时间和铬的烧损量均能显著地缩短和减小, 自然, 为了达到成品钢含铬量的预定限度所需的铬铁量却增加; ③采用氧气代替压缩空气来吹炼炉膛, 可加速碳的烧损, 提高钢液温度和减少炉料中铬的烧损率</p> |
|------------------|--|

注: 1. 采用碱性平炉返回法冶炼。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 2. ZG20Cr13 的铸造中、高强度不锈钢配料(配料实例 800 ~ 802)

ZG20Cr13 的主要含义如下:



对于汽轮机等类铸件的 ZG20Cr13 的铸造中、高强度不锈钢配料, 可查配料实例 800 ~ 配料实例 802 或表 2.6-4 ~ 表 2.6-6。

**配料实例 800** 表 2.6-4 ZG20Cr13 的铸造中、高强度不锈钢配料

| 铸件名称 | 主油泵叶轮(汽轮机类国产 30 万 kW 汽轮机零件)   |
|------|---|
| 铸件特点 | <p>铸件叶轮是汽轮机油路调节系统中的关键零件: ①提供高压油供给调节, 控制汽轮机的安全运行。②供润滑系统去润滑转动部件, 其油泵压力可达 1 ~ 4MPa。叶轮安装在主轴端部, 转速同主轴为 3000r/min, 需承受高压、高速和耐磨的工况下工作。叶轮为双流道、扭曲叶片。壁厚为 6 ~ 20mm, 铸件毛重为 60kg, 采用失蜡熔模铸造, 硅酸乙脂刚玉粉结壳, 确保流道光洁</p> <p>要求铸钢牌号: 铸造中、高强度不锈钢 ZG20Cr13。材质属于耐腐油, 耐磨的马氏体型不锈钢。按本公司标准(SQC-40.73)的力学性能要求: 抗拉强度 <math>\sigma_b &gt; 588\text{MPa}</math>。屈服点 <math>\sigma_s &gt; 440\text{MPa}</math>, 断后伸长率 <math>\delta_5 &gt; 12\%</math>, 断面收缩率 <math>\psi &gt; 35\%</math>, 硬度 207 ~ 255HBS</p> |

(续)

| 合金成分控制(%) |         | C: 0.16~0.24, Cr: 12.00~14.00, Si≤0.60, Mn≤0.60, Ni≤0.60, S≤0.030, P≤0.035 |      |      |         |         |      |       |       |       |       |       |
|-----------|---------|--|------|------|---------|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 配 料       |         |  |      |      |         |         |      |       |       |       |       |       |
| 材料名称      | 炉料成分(%) |  |      |      | 配料比例(%) | 配料成分(%) |      |       |       |       |       | 配料/kg |
|           | Cr      | Si   | Mn   | C    |         | Cr      | Si   | Mn    | C     | S     | P     |       |
| 本厂回炉      | 13.6    | 0.28   | 0.30 | 0.18 | 50      | 6.8     | 0.14 | 0.15  | 0.09  |       |       | 125   |
| 软钢        |         |  |      | 0.06 | 40      |         |      |       | 0.024 |       |       | 100   |
| 微碳铬铁      | >65     |  |      |      | 10      | 6.5     |      |       |       |       |       | 25    |
| 硅铁        |         | >75  |      |      |         |         | 0.60 |       |       |       |       | 2     |
| 锰铁        |         |  | >76  | 7.0  |         |         |      | 0.195 | 0.021 |       |       | 0.75  |
|           |         |  |      |      | 100     |         |      |       |       |       |       | 250   |
|           |         |  |      |      | 成品      | 13.38   | 0.25 | 0.33  | 0.17  | 0.015 | 0.018 |       |

|      |  |
|------|--|
| 炉前操作 | 1. 装小料通电熔化;开始熔化时为 50%~60% 的功率逐渐增大                        |
|      | 2. 随坩埚下部熔化,随时注意掏料,并陆续加入炉料                                |
|      | 3. 待大部分炉料熔化后,加入造渣料(外购)1.5%,造渣覆盖                          |
|      | 4. 约 95% 的炉料熔清时,取样分析,加入余料,全部化渣后另造新渣(加入量 1.5%)            |
|      | 5. 待渣料化清,再加上脱氧剂(Si-Ca0.3%),进行扩散脱氧,并使渣具有良好流动性,易于扒去        |
|      | 6. 依据分析调整成分,其硅量应在出炉前 10min 内调整                           |
|      | 7. 测量温度达 1630°C 以上,加铝 0.2% 进行脱氧 2~3min 内停电,出钢,浇包内覆盖保温剂浇注 |
|      | 8. 出钢温度 1650°C,浇注温度 1600~1570°C                          |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 250kg 中频无心感应加热电炉。

2. 炉前检测: 测温, 化清后抽样化验, 调整成分、浇注梅花试样。浇注温度 1580~1600°C。

3. 检测结果: 炉前试样随铸件进炉作正、回火热处理所得的力学性能, 抗拉强度  $\sigma_b$  752MPa, 屈服点  $\sigma_s$  580MPa, 断后伸长率  $\delta_5$  22.4%, 断面收缩率  $\psi$  59.4%, 硬度 234HBS;

化学成分(%): C: 0.17, Cr: 13.38, Si: 0.25, Mn: 0.33, S: 0.015, P: 0.018。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料适合于同牌号的汽轮机零件, 静叶。

配料实例 801 表 2.6-5 ZG20Cr13 的铸造中、高强度不锈钢配料

| 钢号               | 化学成分(%)   |      |  |  |        |        |
|------------------|---|------|--|--|--------|--------|
|                  | C   | Si   | Mn   | Cr   | P      | S      |
| ZG20Cr13         | 0.16~0.24   | ≤1.0 | ≤0.60  | 12.0~14.0  | ≤0.040 | ≤0.030 |
| 配料               | 配料有两种方案:<br>第一种方案:炉料由碳素废钢、碳钢返回料以及碳素铬铁组成。配料时应使熔清成分(%)满足:C=0.4~0.6;P≤0.030;Cr=10<br>第二种方案:炉料由本钢种返回料(或高铬钢返回料)、低碳废钢和少量铬铁组成。配料时应使熔清成分(%)满足:C=0.4~0.5;P≤0.030;Cr=13 |      |  |  |        |        |
| I<br>艺<br>要<br>点 | 时期  | 序号   | 工 序  | 要 点 说 明  |        |        |
|                  | 熔化期   | 1    | 通电熔化   | 用允许的最大功率供电,熔化炉料  |        |        |
|                  |   | 2    | 助熔   | 推料助熔。熔化后期,加入适量的石灰造渣,并适当减小供电功率。炉料熔化90%左右时,吹氧助熔。助熔后加入3kg/t <sub>熔</sub> 的硅钙粉还原初渣   |        |        |
|                  |   | 3    | 取样   | 炉料熔清后,充分搅拌钢液;取1号钢样,分析C、P、Cr。吹氧前要求渣量2%左右,如渣量过多,可扒除部分炉渣,以保证吹氧脱碳在薄渣下进行  |        |        |
|                  | 氧化期   | 4    | 吹氧脱碳   | 要求开始吹氧脱碳的钢液温度:ZG2Cr13钢,t≥1520°C,并要求炉渣的流动性良好。符合上述条件时,加入硅铁3~5kg/t <sub>熔</sub> ,即行吹氧脱碳,吹氧压力0.8~1.2MPa,耗氧量18~24m <sup>3</sup> /t <sub>熔</sub> |        |        |
|                  |   | 5    | 估碳取样   | 估计碳含量降至C<0.14%时,停止吹氧,取2号钢样,分析C、P、Cr  |        |        |
|                  | 还原期   | 6    | 预脱氧、加铬铁  | 停止吹氧后,加入预脱氧剂(Al 0.5kg/t <sub>熔</sub> 和硅钙块2kg/t <sub>熔</sub> )。随即加入经过烤红的铬铁。然后用5~7kg/t <sub>熔</sub> 的混合还原剂(硅铁粉·硅钙粉=1:2)还原                    |        |        |
|                  |   | 7    | 取样扒渣   | 铬铁熔清后,炉渣转色,充分搅拌钢液,取3号钢样,进行全分析。然后扒除部分炉渣,补加渣料,保持渣量在3%左右,渣料熔化后,继续用3~4kg/t <sub>熔</sub> 的混合还原剂进行还原。炉渣变白后,取渣样分析,要求(FeO)≤0.5%                    |        |        |
|                  |   | 8    | 调整成分   | 根据钢样的分析结果,调整钢液成分   |        |        |
|                  |   | 9    | 测温   | 测量钢液温度,要求出炉温度为t=1600~1610°C,并作圆杯试样,检查钢液脱氧情况  |        |        |
| 出钢               | 10  | 出钢   | 钢液温度和成分符合要求时,停止供电,升高电极,插Al0.8kg/t <sub>熔</sub> ,出钢 |  |        |        |

注:1. 采用碱性电弧炉返回法冶炼。

2. 要求炉衬条件良好,应尽量不补炉或少修薄补。

3. 装料前于炉底炉坡处加石灰1%,按合理布料原则装料,随炉料装入的铬铁应避开电极,以减少烧损。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 802 表 2.6-6 ZG20Cr13 的铸造中、高强度不锈钢配料

| 钢号       | 化学成分(%)   |      |       |           |        |        |
|----------|---|------|-------|-----------|--------|--------|
|          | C   | Si   | Mn    | Cr        | P      | S      |
| ZG20Cr13 | 0.16~0.24   | ≤1.0 | ≤0.60 | 12.0~14.0 | ≤0.040 | ≤0.030 |
| 配料       | 炉料由本钢种返回料(或高铬钢返回料)  |      |       |           |        |        |
| 工艺要点     | <p>在碱性平炉中采用返回法重炼高铬钢废料时,最大的困难是如何防止铬的大量烧损以及如何在成品钢中得到低的碳含量(0.10%~0.12%)</p> <p>在碱性平炉中重炼高铬钢废料,尤其是废铸件时,熔炼后第一个试样的含碳量往往显著地超过了它在炉料中的平均含量,这是因为平炉火焰中的煤烟炭被炉料中的铬吸收而形成碳化物</p> <p>为了在成品钢中获得预定的碳含量,必须进行碳的氧化,同时要防止铬的过分氧化,主要工艺要点是:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 当炉子升到高温时(从连续操作时间开始的 16~200 炉)才进行高铬废料的熔炼</li> <li>2. 为了尽量减少空气的吸入,炉砖要严密,并消除任何侵蚀和缝隙</li> <li>3. 对出钢口的准备须特别注意。因为这种钢液在出钢时,不是“侵蚀”而是“涂敷”出钢口,所以出钢口沿整个长度须作得宽些。为了不使出钢口“烧糊”,出钢口堵好后即快些开始装料</li> <li>4. 轻的废料(板料,锻压切头及其他)捆成重 10~15kg 的一束,尽量靠近炉旁放置</li> <li>5. 在炉底装上为炉料总重 10%~15% 的轻废料,并很好地加热,然后装入 3~4 批重废料(板坯,浇口,废钢),接着装入剩下的轻废钢,每装入一份炉料后,加热 10~15min</li> <li>6. 采用炉子的最大热功率,强化地进行熔炼过程</li> <li>7. 到熔炼末期就开始用直径 19.1~25.4mm(3/4"~1") 的铁管将压缩空气或氧气(压力 0.4~0.6MPa)送入炉渣下面,对炉膛钢液进行吹炼。吹炼继续进行到钢的碳含量比成品钢的上限低 0.01%~0.02%</li> <li>8. 吹炼完毕和钢中的碳达到要求含量后,即着手向炉渣中加入粉碎的 75% 硅铁和焙烧得很好的块状石灰,使炉渣强烈地脱氧</li> </ol> <p>将炉渣用碎硅铁处理,使空气吹钢之后在渣中 <math>Cr_2O_3</math> 的含量达到 30%~45%,熔炼末期则降低到 5%~10%</p> <p>在铬还原的同时炉渣变稀,到熔炼末期获得正常的粘度</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. 出炉的钢液必须加热到不低于 1480~1500°C 未校正光学高温计的温度</li> <li>10. 为了确定铬由炉渣中还原的强度和计算出追加铬铁的数量,出炉前 1.5~2.0h 要作几个钢中含铬量的炉前分析</li> </ol> |      |       |           |        |        |

(续)

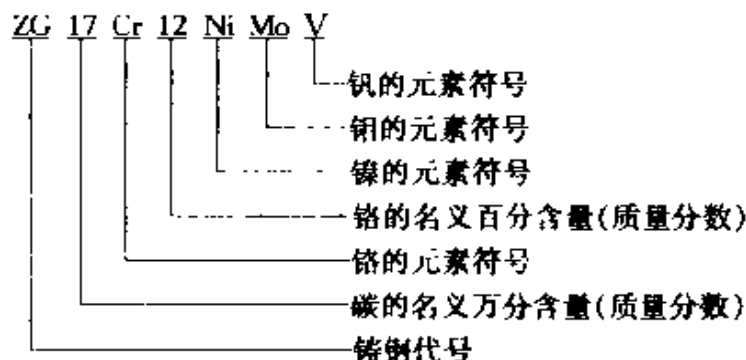
|                  |  |
|------------------|--|
| 工<br>艺<br>要<br>点 | <p>11. 在出钢槽中加含硅 45% 的 <math>\text{FeSi}</math>, 在钢液包中则用铝使钢液补充脱氧</p> <p>12. 应该指出: ①在这个方法中, 废料中铬烧损约有 20% - 25%; ②如果炉料由约 60% - 70% 含铬废料和 40% - 30% 低碳钢废料 (<math>C \leq 0.12\%</math>) 所配成, 则高铬废料的重炼过程就大大地容易了, 在这种情况下的熔炼时间和铬的烧损量均能显著地缩短和减小, 自然, 为了达到成品钢含铬量的预定限度所需的铬铁量却增加; ③采用氧气代替压缩空气来吹炼炉膛, 可加速碳的烧损, 提高钢液温度和减少炉料中铬的烧损率</p> |
|------------------|--|

注: 1. 采用碱性平炉返回法冶炼。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 3. ZG17Cr12NiMoV 的铸造中、高强度不锈钢配料(配料实例 803)

ZG17Cr12NiMoV 的主要含义如下:



对于冶金机械等类铸件的 ZG17Cr12NiMoV 的铸造中、高强不锈钢配料, 可查配料实例 803 或表 2.6-7。

**配料实例 803** 表 2.6-7 ZG17Cr12NiMoV 的铸造中、高强度不锈钢配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | KRC 型板坯输送辊 (冶金机械类板坯连铸机零件)   |
| 铸件特点       | <p>铸件轮廓尺寸为 <math>\phi 130\text{mm} \times 1003\text{mm}</math>, 铸件毛重 150kg。全部机械加工, 应进行渗透探伤或超声波探伤, 判别标准为 U 级以上。采用有机脂水玻璃自硬砂造型, 铸件须经调质处理</p> <p>要求铸钢牌号: 铸造中、高强度不锈钢 ZG17Cr12NiMoV。抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 883\text{MPa}</math>, 断后伸长率 <math>\delta_5 \geq 15\%</math>, 冲击韧度 <math>a_K \geq 20\text{J}/\text{cm}^2</math>, 硬度 <math>\geq 248\text{HBS}</math></p> |
| 合金成分控制 (%) | $C 0.15 \sim 0.20$ , $Si 0.20 \sim 0.35$ , $Mn 0.50 \sim 0.60$ , $Cr 11.00 \sim 12.00$ , $Ni 0.80 \sim 1.00$ , $Mo 0.40 \sim 0.60$ , $V 0.20 \sim 0.25$ , $P \leq 0.035$ , $S \leq 0.025$   |

(续)

| 配 料    |         |         |       |        |        |        |        |        |       |
|--------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 材料名称   | 炉料成分(%) |         |       |        |        |        |        |        | 配料/kg |
|        | C       | Si      | Mn    | Cr     | Ni     | Mo     | V      |        |       |
| 废钢     | 0.26    | 0.26    | 0.58  |        |        |        |        |        |       |
| 回炉料    | 0.18    | 0.32    | 0.58  | 11.68  | 0.92   | 0.52   | 0.22   |        |       |
| 中碳铬铁   | 2.0     | 3.0     |       | 75     |        |        |        |        |       |
| 低碳铬铁   | 0.5     | 2.5     |       | 78     |        |        |        |        |       |
| 高碳锰铁   | 7.0     | 2.0     | 70    |        |        |        |        |        |       |
| 钼铁     | 0.25    | 1.5     |       |        |        | 55     |        |        |       |
| 金属镍    |         |         |       |        | 100    |        |        |        |       |
| 钒铁     | 0.75    | 2.5     | 0.5   |        |        |        |        | 50     |       |
| 硅铁     | 0.1     | 75      | 0.5   |        |        |        |        |        |       |
| 材料名称   | 配料比例(%) | 配料成分(%) |       |        |        |        |        |        | 配料/kg |
|        |         | C       | Si    | Mn     | Cr     | Ni     | Mo     | V      |       |
| 废钢     | 60      | 0.154   | 0.156 | 0.348  |        |        |        |        | 1800  |
| 回炉料    | 30      | 0.054   | 0.096 | 0.174  | 3.504  | 0.276  | 0.156  | 0.066  | 900   |
| 中碳铬铁   | 11      | 0.22    | 0.33  |        | 8.25   |        |        |        | 330   |
| 低碳铬铁   | 3       | 0.015   |       |        | 2.35   |        |        |        | 90    |
| 高碳锰铁   | 0.4     | 0.028   | 0.008 | 0.28   |        |        |        |        | 12    |
| 钼铁     | 0.6     | 0.002   |       |        |        |        | 0.33   |        | 18    |
| 金属镍    | 0.6     |         |       |        |        | 0.6    |        |        | 18    |
| 钒铁     | 0.4     | 0.003   |       |        |        |        |        | 0.20   | 12    |
| 硅铁     | 0.5     | 0.001   | 0.375 | 0.003  |        |        |        |        | 15    |
| 合计     |         | 0.477   | 0.965 | 0.802  | 14.104 | 0.876  | 0.486  | 0.266  |       |
| 炉内熔化增减 |         | -0.317  | -0.68 | -0.274 | -2.754 | -0.006 | -0.014 | -0.052 |       |
| 成品     |         | 0.167   | 0.311 | 0.528  | 11.35  | 0.870  | 0.472  | 0.213  |       |

(续)

|      |  |
|------|--|
| 炉前操作 | <p>一、熔化期</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 用允许的最大功率通电熔化炉料，当钢液熔池形成后，推料助熔，并加入适量渣料造渣。炉料熔化 70%~80% 时，吹氧助熔。熔化末期加入铝铁。</li> <li>2. 炉料熔清后，充分搅拌钢液。取 1 号钢样分析 C、P、Cr，若渣量过多，可扒去部分炉渣，保持渣量 3% 左右。</li> </ol> <p>二、氧化期</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 当钢液温度达到 1560°C 时，加入 0.3%~0.5% 硅铁，吹氧脱碳，吹氧压力 0.6~0.8MPa，耗氧量 6~8m<sup>3</sup>/t。</li> <li>2. 估计钢液含碳量降至 0.11%~0.13% 时，停止吹氧，充分搅拌钢液，取 2 号钢样，分析 C、P、Cr、Ni。</li> </ol> <p>三、还原期</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 停止吹氧，加预脱氧剂，随后加入铬铁。</li> <li>2. 加混合还原剂还原，待铬铁熔清，炉渣转色，充分搅拌钢液，取 3 号钢样全分析。炉渣变白后，取渣样分析，要求 (FeO) ≤ 0.8%。</li> <li>3. 调整钢液化学成分，出钢前 8~10min 加入钒铁，含硅量于出钢前 10min 内调整。</li> <li>4. 测量钢液温度，要求出钢温度 1610~1630°C，作圆杯试样检验钢液脱氧情况。</li> </ol> <p>四、出钢、浇注</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 当钢液温度、化学成分、脱氧情况符合要求时，停止供电，升高电极，插铝终脱氧出钢。</li> <li>2. 钢液出炉后在钢包中镇静 5min 后浇注。</li> </ol> |
|------|--|

- 注：1. 采用熔炼炉型：HGX-1.5 型三相碱性电弧炉，返回法冶炼。
2. 配料时，应保证脱碳量 0.20%~0.40%，炉料平均含磷量应控制在 0.03% 以下。铁合金应烘烤至暗红色，渣料应烘干除去水分。
  3. 炉前检测：观察炉况变化，用化学分析法与直读式光谱仪分析钢的化学成分，炉前浇注圆杯试样检查脱氧情况，用热电偶测温仪测量钢液温度，出钢温度 1610~1630°C，浇注温度 1540~1560°C。
  4. 力学性能检测结果：经调质后，抗拉强度  $\sigma_b$  960MPa，断后伸长率  $\delta_5$  18%，冲击韧性  $a_k$  25J/cm<sup>2</sup>，硬度 285HBS。
  5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

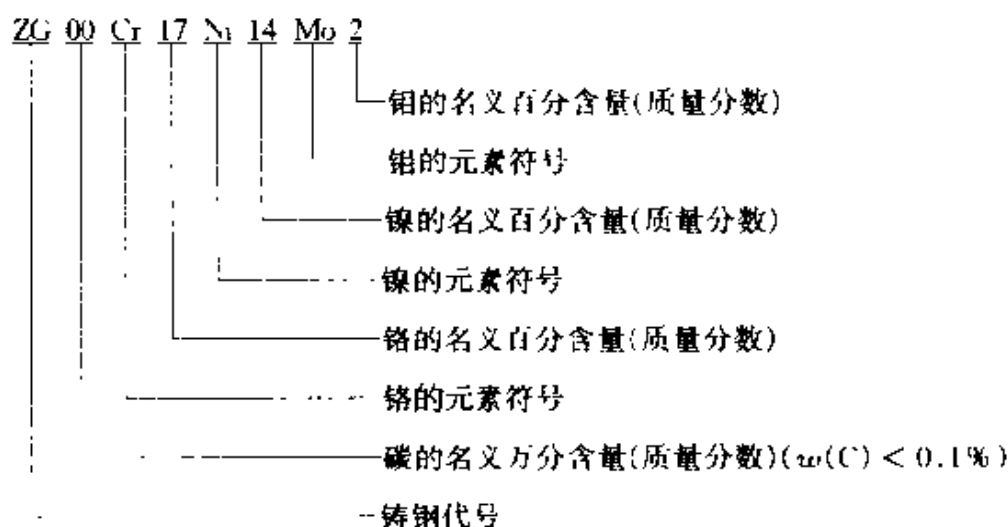


## 第 7 章 铸造超低碳不锈钢配料

什么是铸造超低碳不锈钢 (ultra low carbon stainless cast steel)? 铸造超低碳不锈钢是指碳含量 (质量分数) 一般小于 0.10% 的铸造不锈钢。

### 1. ZG00Cr17Ni14Mo2 的铸造超低碳不锈钢配料 (配料实例 804)

ZG00Cr17Ni14Mo2 的主要含义如下:



对于 ZG00Cr17Ni14Mo2 的铸造超低碳不锈钢配料, 可查配料实例 804 或表 2.7-1 和图 2.7-1。

配料实例 804 表 2.7-1 ZG00Cr17Ni14Mo2 的铸造超低碳不锈钢

| 钢 号             | 要求                                    | 化学成分 (%) |         |        |        |       |       |           |       |
|-----------------|---------------------------------------|----------|---------|--------|--------|-------|-------|-----------|-------|
|                 |                                       | C        | Mn      | S      | P      | Si    | Cr    | Ni        | Mo    |
| ZG00Cr17Ni14Mo2 | 标准                                    | ≤0.03    | ≤2.00   | ≤0.020 | ≤0.035 | ≤1.00 | 16/18 | 12/16     | 2/3   |
|                 | 控制                                    | ≤0.025   | 1.4/1.7 | ≤0.010 | ≤0.025 | ≤0.60 | 16/17 | 14.5/15.5 | 2/2.5 |
| 配料              | 1. Ni、Mo 二元素按产量配至控制成分中限, 其余成分按下表要求配入: |          |         |        |        |       |       |           |       |
|                 | 元素                                    |          | C       | Cr     | Si     | P     |       |           |       |
| 配入量 (%)         |                                       | 0.3~0.35 | 8.5~9.5 | 1.00   | ≤0.025 |       |       |           |       |

(续)

2. 配料时, 炉料中配碳过高, 氧化期时间长, 铬烧损比较大, 不利于延长炉底寿命; 配碳过低, 则钢液达不到良好的沸腾, 不利于排出气体和夹杂。通常, 配碳在 0.3% 左右为宜, 能够保证去碳, 沸腾, 排出气体和夹杂, 且有利于铬的回收

3. 装料配入的金属炉料可不受碳含量的严格控制, 但还原期补加的主要铁合金要求含碳量低, 并在使用前经过仔细烘干。吹氧结束时, 加入炉内的金属铬应烘烤至赤热状态。此外, 金属炉料的磷含量均应  $\leq 0.025\%$ 。金属炉料的实际使用情况如下表:

| 使用时间  | 金属炉料名称 | 碳含量 (%)        |             |
|-------|--------|----------------|-------------|
| 配料    | 装料配入   | 1Cr18Ni9Ti 返回钢 | $\leq 0.08$ |
|       |        | 本钢和类似本钢返回料     | $< 0.08$    |
|       |        | 高碳铬铁           | 8           |
|       |        | 镍板             | $< 0.03$    |
|       |        | 钼板             | 0.075       |
|       |        | 低碳低磷碳素返回钢      | 0.25        |
|       |        | 中碳低磷碳素返回钢      | 0.39        |
|       |        | 纯铁             | 0.057       |
|       |        | 硅铁             | $< 0.10$    |
| 还原期补加 | 金属铬    | 0.015          |             |
|       | 电解锰    | 0.03           |             |
|       | 金属钼    | $< 0.004$      |             |
|       | 镍球     | 0.08           |             |
|       | 低碳钼铁   | 0.18           |             |
|       | 硅铬合金   | 0.22           |             |
|       | 镍板     | $< 0.03$       |             |

注: 1. 采用碱性电弧炉返回法冶炼, 返回法冶炼铸造超低碳不锈钢的工艺要点见图 2.7-1。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



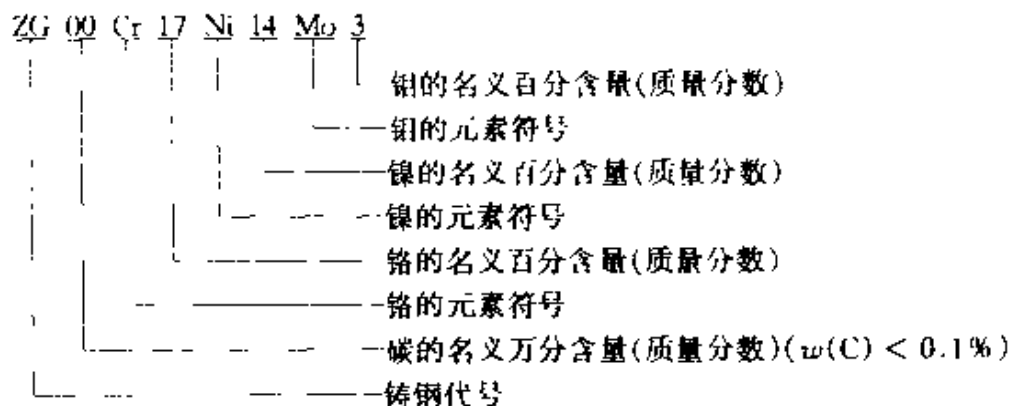
图 2.7-1 碱性电弧炉返回法冶炼超低碳不锈钢的工艺要点

注: 1. 采用公称容量为 5t 的碱性电弧炉冶炼。变压器容量为 3000kVA, 二次电压为四级: 220V, 180V, 127V, 104V。炉体采用碳炉衬, 炉盖采用三级高铝砖

2. 采用氧管供气, 冶炼时吹氧管双管齐下连续吹氧降碳。吹氧管内径为 22mm, 外涂耐火泥, 吹氧压力为 0.8-1.0MPa

## 2. ZG00Cr17Ni14Mo3 的铸造超低碳不锈钢配料 (配料实例 805)

ZG00Cr17Ni14Mo3 的主要含义如下:



对于 ZG00Cr17Ni14Mo3 的铸造超低碳不锈钢配料, 可查配料实例 805 或表 2.7-2。

**配料实例 805** 表 2.7-2 ZG00Cr17Ni14Mo3 的铸造超低碳不锈钢配料

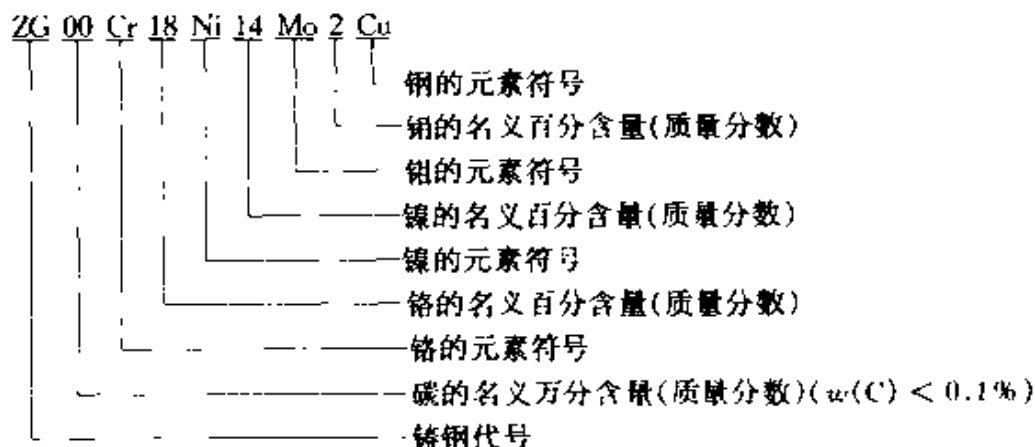
| 钢 号             | 要求 | 化学成分 (%)            |         |        |        |       |       |           |       |
|-----------------|----|---------------------|---------|--------|--------|-------|-------|-----------|-------|
|                 |    | C                   | Mn      | S      | P      | Si    | Cr    | Ni        | Mo    |
| ZG00Cr17Ni14Mo3 | 标准 | ≤0.03               | ≤2.00   | ≤0.020 | ≤0.035 | ≤1.00 | 16/18 | 12/16     | 3/4   |
|                 | 控制 | ≤0.025              | 1.4/1.7 | ≤0.010 | ≤0.025 | ≤0.60 | 16/17 | 14.5/15.5 | 3/3.5 |
| 配料              |    | 参见配料实例 804 或表 2.7-1 |         |        |        |       |       |           |       |

注: 1. 采用碱性电弧炉返回法冶炼, 返回法冶炼铸造超低碳不锈钢的工艺要点见图 2.7-1。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 3. ZG00Cr18Ni14Mo2Cu 的铸造超低碳不锈钢配料 (配料实例 806)

ZG00Cr18Ni14Mo2Cu 的主要含义如下:



对于 ZG00Cr18Ni14Mo2Cu 的铸造超低碳不锈钢配料, 可查配料实例 806 或表 2.7-3。

配料实例 806 表 2.7-3 ZG00Cr18Ni14Mo2Cu 的铸造超低碳不锈钢配料

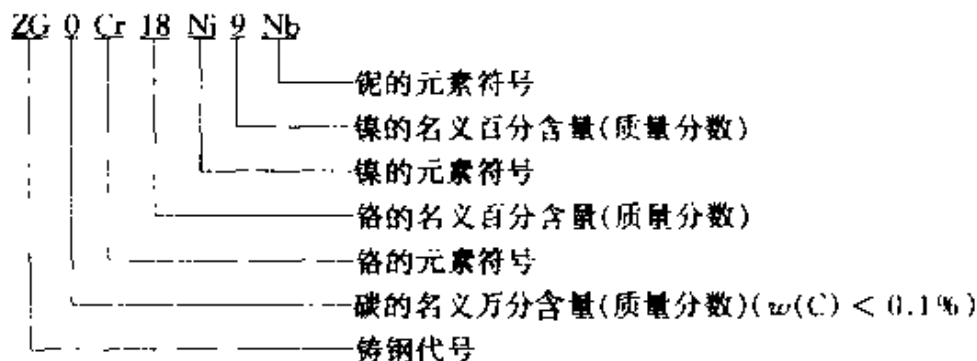
| 钢号                | 要求  | 化学成分 (%) |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|-------------------|---|----------|---------|--------|--------|------|-------|-------|---------|---------|----|---|----|----|---|---------|----------|---------|------|--------|------|--------|---------|------|----------------|-------|------------|-------|------|---|----|-------|----|-------|----|---|-----------|------|-----------|------|----|-------|----|-------|-------|-----|-------|-----|------|-----|--------|----|------|------|------|------|------|----|-------|----|---|
|                   |   | C        | Mn      | S      | P      | Si   | Cr    | Ni    | Mo      | Cu      |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
| ZG00Cr18Ni14Mo2Cu | 标准  | ≤0.03    | ≤2.00   | ≤0.020 | ≤0.035 | 1.00 | 16/19 | 12/16 | 2/2.75  | 1/2.5   |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 控制  | ≤0.025   | 1.4/1.7 | ≤0.010 | ≤0.025 | 0.60 | 16/18 | 14/15 | 1.6/2.2 | 1.4/2.0 |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
| 配料                | <p>1. Ni、Mo、Cu 三元素按产量配至控制成分中限, 其余成分按下表要求配入:</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th>元素</th> <th>C</th> <th>Cr</th> <th>Si</th> <th>P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>配入量 (%)</td> <td>0.3~0.35</td> <td>8.5~9.5</td> <td>1.00</td> <td>≤0.025</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. 配料时, 炉料中配碳过高, 氧化期时间长, 铬烧损比较大, 不利于延长炉底寿命; 配碳过低, 则钢液达不到良好的沸腾, 不利于排出气体和夹杂。通常, 配碳在 0.3% 左右为宜, 能够保证去碳, 沸腾, 排出气体和夹杂, 且有利于铬的回收</p> <p>3. 装料配入的金属炉料可不受碳含量的严格控制, 但还原期补加的主要铁合金要求含碳量低, 并在使用前经过仔细烘干。吹氧结束时, 加入炉内的金属铬应烘烤至赤热状态。此外, 金属炉料的磷含量均应 ≤0.025%。金属炉料的实际使用情况如下表:</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th>使用时间</th> <th>金属炉料名称</th> <th>碳含量 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">装料配入</td> <td>1Cr18Ni9Ti 返回钢</td> <td>≤0.08</td> </tr> <tr> <td>本钢和类似本钢返回料</td> <td>&lt;0.08</td> </tr> <tr> <td>高碳铬铁</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>镍板</td> <td>&lt;0.03</td> </tr> <tr> <td>铜板</td> <td>0.075</td> </tr> <tr> <td>钢板</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>低碳低磷碳素返回钢</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>中碳低磷碳素返回钢</td> <td>0.39</td> </tr> <tr> <td>纯铁</td> <td>0.057</td> </tr> <tr> <td>硅铁</td> <td>&lt;0.10</td> </tr> <tr> <td rowspan="8">还原期补加</td> <td>金属铬</td> <td>0.015</td> </tr> <tr> <td>电解锰</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>金属铜</td> <td>&lt;0.004</td> </tr> <tr> <td>镍球</td> <td>0.08</td> </tr> <tr> <td>低碳铜铁</td> <td>0.18</td> </tr> <tr> <td>硅铬合金</td> <td>0.22</td> </tr> <tr> <td>镍板</td> <td>&lt;0.03</td> </tr> <tr> <td>铜板</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> |          |         |        |        |      |       |       |         |         | 元素 | C | Cr | Si | P | 配入量 (%) | 0.3~0.35 | 8.5~9.5 | 1.00 | ≤0.025 | 使用时间 | 金属炉料名称 | 碳含量 (%) | 装料配入 | 1Cr18Ni9Ti 返回钢 | ≤0.08 | 本钢和类似本钢返回料 | <0.08 | 高碳铬铁 | 8 | 镍板 | <0.03 | 铜板 | 0.075 | 钢板 | — | 低碳低磷碳素返回钢 | 0.25 | 中碳低磷碳素返回钢 | 0.39 | 纯铁 | 0.057 | 硅铁 | <0.10 | 还原期补加 | 金属铬 | 0.015 | 电解锰 | 0.03 | 金属铜 | <0.004 | 镍球 | 0.08 | 低碳铜铁 | 0.18 | 硅铬合金 | 0.22 | 镍板 | <0.03 | 铜板 | — |
|                   | 元素  | C        | Cr      | Si     | P      |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
| 配入量 (%)           | 0.3~0.35  | 8.5~9.5  | 1.00    | ≤0.025 |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
| 使用时间              | 金属炉料名称  | 碳含量 (%)  |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
| 装料配入              | 1Cr18Ni9Ti 返回钢  | ≤0.08    |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 本钢和类似本钢返回料  | <0.08    |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 高碳铬铁  | 8        |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 镍板  | <0.03    |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 铜板  | 0.075    |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 钢板  | —        |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 低碳低磷碳素返回钢   | 0.25     |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 中碳低磷碳素返回钢   | 0.39     |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 纯铁  | 0.057    |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 硅铁  | <0.10    |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
| 还原期补加             | 金属铬   | 0.015    |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 电解锰   | 0.03     |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 金属铜   | <0.004   |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 镍球  | 0.08     |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 低碳铜铁  | 0.18     |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 硅铬合金  | 0.22     |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 镍板  | <0.03    |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |
|                   | 铜板  | —        |         |        |        |      |       |       |         |         |    |   |    |    |   |         |          |         |      |        |      |        |         |      |                |       |            |       |      |   |    |       |    |       |    |   |           |      |           |      |    |       |    |       |       |     |       |     |      |     |        |    |      |      |      |      |      |    |       |    |   |

注: 1. 采用碱性电弧炉返回法冶炼, 返回法冶炼铸造超低碳不锈钢的工艺要点见图 2.7-1。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

#### 4. ZG0Cr18Ni9Nb 的铸造超低碳不锈钢配料 (配料实例 807)

ZG0Cr18Ni9Nb 的主要含义如下:



对于 ZG0Cr18Ni9Nb 的铸造超低碳不锈钢配料, 可查配料实例 807 或表 2.7-4。

**配料实例 807** 表 2.7-4 ZG0Cr18Ni9Nb 的铸造超低碳不锈钢配料

| 问题提出         | 在容量为 500kg 的碱性感应加热电炉中, 冶炼 ZG0Cr18Ni9Nb 的铸造超低碳不锈钢, 浇注成品为 3 只直径为 $\phi 125\text{mm}$ , 重量为 140kg 的长电极, 供电渣熔铸使用, 试计算每炉的炉料组成   |              |             |             |             |                |              |             |  |  |   |    |    |   |   |    |    |    |      |             |            |     |             |             |               |              |             |      |             |            |             |             |             |                |              |            |      |             |     |     |       |       |      |      |            |
|--------------|--|--------------|-------------|-------------|-------------|----------------|--------------|-------------|--|--|---|----|----|---|---|----|----|----|------|-------------|------------|-----|-------------|-------------|---------------|--------------|-------------|------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|----------------|--------------|------------|------|-------------|-----|-----|-------|-------|------|------|------------|
| 配料计算         | <p>计算过程如下:</p> <p>1. 炉料的装入量: 3 只长电极的重量为 <math>140 \times 3 = 420\text{kg}</math>。如果采用上注法, 考虑钢液在冶炼及浇注过程损失率为 5%, 则炉料的装入量应有 <math>420 \times 1.05 = 441\text{kg}</math></p> <p>2. 确定计算成分: 查钢号手册, 确定 ZG0Cr18Ni9Nb 的标准成分和最佳成分范围, 然后确定计算成分, 见下表:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ZG0Cr18Ni9Nb</th> <th colspan="8">成分 (%)</th> </tr> <tr> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>S</th> <th>P</th> <th>Cr</th> <th>Ni</th> <th>Nb</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>标准成分</td> <td><math>\leq 0.06</math></td> <td><math>\leq 1.0</math></td> <td>1~2</td> <td><math>\leq 0.03</math></td> <td><math>\leq 0.03</math></td> <td>18.5~<br/>20.5</td> <td>8.5~<br/>10.5</td> <td><math>\geq 0.48</math></td> </tr> <tr> <td>最佳成分</td> <td><math>\leq 0.05</math></td> <td><math>\leq 0.8</math></td> <td>1.2~<br/>1.8</td> <td><math>\leq 0.02</math></td> <td><math>\leq 0.02</math></td> <td>19.0~<br/>20.09</td> <td>9.5~<br/>10.0</td> <td><math>\geq 0.5</math></td> </tr> <tr> <td>计算成分</td> <td><math>\leq 0.04</math></td> <td>0.6</td> <td>1.5</td> <td>0.015</td> <td>0.015</td> <td>19.0</td> <td>10.0</td> <td><math>\geq 0.5</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>3. 以 100kg 炉料为基准进行配料计算: 根据冶炼工艺特点和实践经验确定元素的回收率 <math>p</math> 列于下表中。在 100kg 炉料中, 合金元素的需要量 <math>m</math> 为:</p> $m = \frac{100A}{p}$ <p>式中 <math>A</math> 为计算成分。计算结果一并列于下表中:</p> | ZG0Cr18Ni9Nb | 成分 (%)      |             |             |                |              |             |  |  | C | Si | Mn | S | P | Cr | Ni | Nb | 标准成分 | $\leq 0.06$ | $\leq 1.0$ | 1~2 | $\leq 0.03$ | $\leq 0.03$ | 18.5~<br>20.5 | 8.5~<br>10.5 | $\geq 0.48$ | 最佳成分 | $\leq 0.05$ | $\leq 0.8$ | 1.2~<br>1.8 | $\leq 0.02$ | $\leq 0.02$ | 19.0~<br>20.09 | 9.5~<br>10.0 | $\geq 0.5$ | 计算成分 | $\leq 0.04$ | 0.6 | 1.5 | 0.015 | 0.015 | 19.0 | 10.0 | $\geq 0.5$ |
| ZG0Cr18Ni9Nb | 成分 (%)   |              |             |             |             |                |              |             |  |  |   |    |    |   |   |    |    |    |      |             |            |     |             |             |               |              |             |      |             |            |             |             |             |                |              |            |      |             |     |     |       |       |      |      |            |
|              | C  | Si           | Mn          | S           | P           | Cr             | Ni           | Nb          |  |  |   |    |    |   |   |    |    |    |      |             |            |     |             |             |               |              |             |      |             |            |             |             |             |                |              |            |      |             |     |     |       |       |      |      |            |
| 标准成分         | $\leq 0.06$  | $\leq 1.0$   | 1~2         | $\leq 0.03$ | $\leq 0.03$ | 18.5~<br>20.5  | 8.5~<br>10.5 | $\geq 0.48$ |  |  |   |    |    |   |   |    |    |    |      |             |            |     |             |             |               |              |             |      |             |            |             |             |             |                |              |            |      |             |     |     |       |       |      |      |            |
| 最佳成分         | $\leq 0.05$  | $\leq 0.8$   | 1.2~<br>1.8 | $\leq 0.02$ | $\leq 0.02$ | 19.0~<br>20.09 | 9.5~<br>10.0 | $\geq 0.5$  |  |  |   |    |    |   |   |    |    |    |      |             |            |     |             |             |               |              |             |      |             |            |             |             |             |                |              |            |      |             |     |     |       |       |      |      |            |
| 计算成分         | $\leq 0.04$  | 0.6          | 1.5         | 0.015       | 0.015       | 19.0           | 10.0         | $\geq 0.5$  |  |  |   |    |    |   |   |    |    |    |      |             |            |     |             |             |               |              |             |      |             |            |             |             |             |                |              |            |      |             |     |     |       |       |      |      |            |

(续)

| 计算内容             | 成分 (%) |      |      |       |       |       |      |      |
|------------------|--------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
|                  | C      | Si   | Mn   | S     | P     | Cr    | Ni   | Nb   |
| 元素回收率 $\rho$ (%) | 100    | 90   | 95   | 100   | 100   | 98    | 100  | 95   |
| 元素需要量 $m$ /kg    | 0.04   | 0.67 | 1.58 | 0.015 | 0.015 | 19.39 | 10.0 | 0.52 |

根据用户的要求及钢种成分选用炉料，炉料的种类及其成分列于下表中：

| 炉料   | 成分 (%) |      |       |       |       |      |      |      |      |
|------|--------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
|      | C      | Si   | Mn    | S     | P     | Cr   | Ni   | Nb   | Al   |
| 电解镍  | 0.03   | —    | —     | 0.010 | 0.001 | —    | 99.9 | —    | —    |
| 电解锰  | 0.03   | —    | 99.38 | 0.013 | 0.001 | —    | —    | —    | —    |
| 硅铁   | 0.05   | 44.5 | 0.33  | 0.04  | 0.025 | —    | —    | —    | —    |
| 铌铁   | 0.02   | —    | —     | —     | —     | —    | —    | 49.6 | —    |
| 铬铁   | 0.06   | 0.39 | —     | 0.003 | 0.054 | 69.8 | —    | —    | —    |
| 工业纯铁 | 0.03   | 0.03 | 0.10  | 0.015 | 0.011 | —    | —    | —    | —    |
| 铝    | —      | 0.18 | —     | —     | —     | —    | —    | —    | 99.6 |
| 铝粉   | —      | 0.25 | —     | —     | —     | —    | —    | —    | 99.0 |

配料计算

各种炉料需要量计算如下：

$$\text{铌铁量: } \frac{0.52}{49.6\%} = 1.05\text{kg}$$

$$\text{由铌铁带入的碳量为: } C \quad 1.05 \times 0.02\% = 0.0002\text{kg}$$

$$\text{电解镍量: } \frac{10}{99.9\%} = 10.1\text{kg}$$

由电解镍带入的碳、硫、磷量为：

$$C \quad 10.1 \times 0.03\% = 0.003\text{kg}$$

$$S \quad 10.1 \times 0.01\% = 0.001\text{kg}$$

$$P \quad 10.1 \times 0.001\% = 0.0001\text{kg}$$

$$\text{铬铁量: } \frac{19.39}{69.8\%} = 27.78\text{kg}$$

由铬铁带入的碳、硅、硫、磷量为：

$$C \quad 27.78 \times 0.06\% = 0.0157\text{kg}$$

$$Si \quad 27.78 \times 0.39\% = 0.110\text{kg}$$

$$S \quad 27.78 \times 0.003\% = 0.0008\text{kg}$$

$$P \quad 27.78 \times 0.054\% = 0.015\text{kg}$$

(续)

硅铁量：(据上表，炉料中的铬铁、工业纯铁和硅铁都含有硅，如忽略铝和铝粉中的硅含量，则硅铁量为：)

$$\frac{0.67 - 0.11 - (100 - 1.05 - 10.1 - 27.78) \times 0.3\%}{44.5\%} = 1.22\text{kg}$$

由硅铁带入的碳、锰、硫、磷量为：

$$\text{C} \quad 1.22 \times 0.05\% = 0.0006\text{kg}$$

$$\text{Mn} \quad 1.22 \times 0.33\% = 0.004\text{kg}$$

$$\text{S} \quad 1.22 \times 0.04\% = 0.0005\text{kg}$$

$$\text{P} \quad 1.22 \times 0.025\% = 0.0004\text{kg}$$

电解锰量：(据上表，炉料中的硅铁、工业纯铁和电解锰中都含有锰，则电解锰量为：)

$$\frac{1.58 - 0.004 - (100 - 0.22 - 1.05 - 10.1 - 27.78) \times 0.1\%}{99.38\%} = 1.53\text{kg}$$

由电解锰带入的碳、硫、磷量为：

$$\text{C} \quad 1.53 \times 0.03\% = 0.0004\text{kg}$$

$$\text{S} \quad 1.53 \times 0.013\% = 0.0002\text{kg}$$

$$\text{P} \quad 1.53 \times 0.001\% = 0.00002\text{kg}$$

工业纯铁量： $100 - 1.05 - 1.22 - 10.1 - 27.78 - 1.53 = 58.32\text{kg}$

由工业纯铁带入的碳、硅、锰、硫、磷量为：

$$\text{C} \quad 58.32 \times 0.03\% = 0.0175\text{kg}$$

$$\text{Si} \quad 58.32 \times 0.03\% = 0.0175\text{kg}$$

$$\text{Mn} \quad 58.32 \times 0.10\% = 0.058\text{kg}$$

$$\text{S} \quad 58.32 \times 0.011\% = 0.0006\text{kg}$$

$$\text{P} \quad 58.32 \times 0.015\% = 0.0009\text{kg}$$

铝量：以铝终脱氧加入量为0.10%计，则铝量：

$$0.10\% \times 100 = 0.10\text{kg}$$

将以上计算内容和结果逐项填入下面的配料平衡表中：

100kg 炉料的配料计算平衡表

| 炉料   | 装入量/kg | 成分/kg  |        |       |        |        |       |      |      |      |
|------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|------|------|------|
|      |        | C      | Si     | Mn    | S      | P      | Cr    | Ni   | Nb   | Al   |
| 钼铁   | 1.05   | 0.0002 | —      | —     | —      | —      | —     | —    | 0.52 | —    |
| 电解镍  | 10.10  | 0.003  | —      | —     | 0.001  | 0.0001 | —     | 10.0 | —    | —    |
| 铬铁   | 27.78  | 0.0167 | 0.11   | —     | 0.0008 | 0.015  | 19.39 | —    | —    | —    |
| 硅铁   | 1.22   | 0.0006 | 0.54   | 0.004 | 0.0005 | 0.0003 | —     | —    | —    | —    |
| 电解锰  | 1.53   | 0.0004 | —      | 1.53  | 0.0002 | 0.0002 | —     | —    | —    | —    |
| 工业纯铁 | 58.32  | 0.0175 | 0.0175 | 0.058 | 0.0009 | 0.0006 | —     | —    | —    | —    |
| 铝    | 0.10   | —      | —      | —     | —      | —      | —     | —    | —    | 0.10 |
| 总计   | 100    | 0.0384 | 0.6675 | 1.592 | 0.0034 | 0.0064 | 19.39 | 10.0 | 0.52 | 0.10 |

配料计算



(续)

|      |  |
|------|--|
| 配料计算 | <p>从表中可以看出：C、S、P没有超标，其他合金元素都满足要求</p> <p>4. 当装入量为441kg时，配料计算平衡表中的各种炉料装入量均应乘以4.41系数，即各种炉料量为：镍铁4.63kg，电解镍44.54kg，铬铁122.1kg，硅铁5.3kg，电解锰6.75kg，工业纯铁257.19kg，铝块0.44kg，总计441.44kg</p> |
|------|--|

注：1. 根据以上计算结果进行配料和冶炼，一般能满足ZG0Cr18Ni9Nb铸造超低碳不锈钢成分的要求。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 第 3 篇 铸造非铁合金配料

什么是铸造非铁合金〔铸造有色合金〕(nonferrous cast alloy)? 铸造非铁合金是指铁元素不是作为基体元素,而是作为合金元素或杂质存在的铸造合金。

本篇中的铸造非铁合金配料,主要涉及到铸造铝合金、铸造镁合金、铸造锌合金、铸造铜与铜合金、铸造轴承合金、压铸合金等方面的配料。

### 第 1 章 铸造铝合金配料

什么是铸造铝合金 (cast aluminum alloy)? 铸造铝合金是指以铝为基的铸造合金。

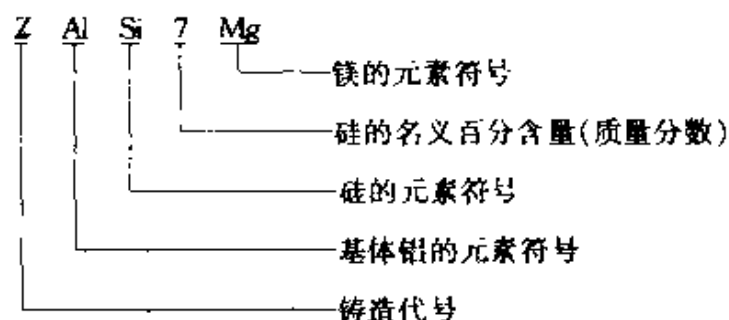
根据国家标准 GB/T 1173—1995《铸造铝合金》的规定,铸造铝合金按化学成分分为 26 种牌号: ZAlSi7Mg (ZL101)<sup>○</sup>、ZAlSi7MgA (ZL101A)、ZAlSi12 (ZL102)、ZAlSi9Mg (ZL104)、ZAlSi5Cu1Mg (ZL105)、ZAlSi5Cu1MgA (ZL105A)、ZAlSi8Cu1Mg (ZL106)、ZAlSi7Cu4 (ZL107)、ZAlSi12Cu2Mg1 (ZL108)、ZAlSi12Cu1Mg1Ni1 (ZL109)、ZAlSi5Cu6Mg (ZL110)、ZAlSi9Cu2Mg (ZL111)、ZAlSi7Mg1A (ZL114A)、ZAlSi5Zn1Mg (ZL115)、ZAlSi8MgBe (ZL116)、ZAlCu5Mn (ZL201)、ZAlCu5MnA (ZL201A)、ZAlCu4 (ZL203)、ZAlCu5MnCdA (ZL204A)、ZAlCu5MnCdVA (ZL205A)、ZAlRE5Cu3Si2 (ZL207)、ZAlMg10 (ZL301)、ZAlMg5Si1 (ZL3030)、ZAlMg8Zn1 (ZL305)、ZAlZn11Si7 (ZL401)、ZAlZn6Mg (ZL402)。

常用的铸造铝合金有:铸造铝硅合金、铸造铝铜合金、铸造铝镁合金、铸造铝锌合金、铸造铝锂合金等。

#### 1. ZAlSi7Mg 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 808~818)

ZAlSi7Mg 的主要含义如下:

○ 括号内为铸造铝合金代号。



ZAlSi7Mg 的合金代号为 ZL101。

对于泵、风机等类铸件的 ZAlSi7Mg 的铸造铝硅合金配料，可查配料实例 808~配料实例 818 或表 3.1-1~表 3.1-3。

配料实例 808~812 表 3.1-1 ZAlSi7Mg 的铸造铝硅合金配料

| 铸件名称       | 泵体 (泵类 WX20—24 泵零件)  |       |         |      |          |                        |
|------------|--|-------|---------|------|----------|------------------------|
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 230mm×330mm，为泵壳类铸件，壁厚 11mm，局部壁厚 35mm，毛坯重量 35kg。采用干芯湿型铸造<br>要求铸铝牌号：铸造铝硅合金 ZAlSi7Mg (ZL101)。铸态力学性能为：抗拉强度 $\sigma_b > 153\text{MPa}$ ，断裂伸长率 $\delta_5 > 2\%$ ，布氏硬度 $> 50$ (5/250/30) HBS |       |         |      |          |                        |
| 合金成分控制 (%) | Si6.5~7.5, Mg0.25~0.45, 余量为 Al   |       |         |      |          |                        |
| 配 料        |  |       |         |      |          |                        |
| 序 号        | 炉料名称及加入量/kg  |       |         |      |          | 备 注                    |
|            | 铝锭   | 铝硅合金  | 镁       | 回炉料  | 回炉料补加镁   |                        |
| 配料实例 808   | 48   | 20.8  | 0.29    |      |          | 铝硅合金 Al:<br>Si = 75:25 |
| 配料实例 809   | 32   | 13.9  | 0.198   | 23.9 | 0.000084 |                        |
| 配料实例 810   | 16   | 6.93  | 0.099   | 46   | 0.000016 |                        |
| 配料实例 811   | 2  | 0.867 | 0.01238 |      |          |                        |
| 配料实例 812   | 1  | 0.433 | 0.00619 |      |          |                        |

注：1. 采用熔炼炉类型：采用地坑式焦炭坩埚炉熔化，坩埚为 200<sup>#</sup>，炉内烧损为 (%) Al1.5、Si1、Mg7。

2. 合金熔化后搅拌均匀，进行除气精炼，至浇注温度用变质剂进行变质处理，做炉前含气及变质效果检验。合格后出炉浇注。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：Si7.35, Mg0.37；

力学性能： $\sigma_b$ 155MPa,  $\delta$ 2.3%, 53HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 此配料还适用于同牌号其他泵体、泵盖、中间盖、端盖等铸件。

配料实例 813~817 表 3.1-2 ZAlSi7Mg 的铸造铝硅合金配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 叶片支杆 (风机类 9226 零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 1305mm×250mm×50mm, 为长杆状铸件, 铸件壁厚差较大, 所有热节处都必需放置冷铁 毛坯重 29kg, 采用金属型干芯铸造<br>要求铸铝牌号: 铸造铝硅合金 ZAlSi7Mg (ZL101) 抗拉强度 $\sigma_b > 153\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 2\%$ , 布氏硬度 $> 50 (5/250/30) \text{HBS}$ (铸态) |
| 合金成分控制 (%) | Si6.5 - 7.5, Mg0.25 - 0.45, Al 余量   |

## 配 料

| 序 号      | 炉料名称及加入量/kg |       |         |        |         | 备 注                   |
|----------|-------------|-------|---------|--------|---------|-----------------------|
|          | 铝锭          | 铝硅合金  | 镁       | 同牌号回炉料 | 回炉料补镁量  |                       |
| 配料实例 813 | 96          | 41.6  | 0.58    | —      | —       | 铝硅合金<br>Al:Si = 75:25 |
| 配料实例 814 | 48          | 20.8  | 0.29    | 80     | 0.00028 |                       |
| 配料实例 815 | 32          | 13.9  | 0.198   | 103    | 0.00036 |                       |
| 配料实例 816 | 16          | 6.93  | 0.099   | —      | —       |                       |
| 配料实例 817 | 1           | 0.433 | 0.00619 | —      | —       |                       |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用铸铁坩埚, 煤气鼓风燃烧炉熔炼, 坩埚容铝量为 150kg, 炉内烧损为铝 1%、硅 1%、镁 5%、增铁 0.05%。
2. 合金熔化后搅拌均匀, 在熔剂覆盖下进行脱气精炼, 至浇注温度进行变质处理, 做炉前含气及变质效果检验, 观察折角断口颜色及结晶组织情况。合格后出炉浇注, 如不合格, 将合金铸锭重熔, 重新进行处理。
3. 检验结果:  
化学成分 (%): Si7.17, Mg0.36, Fe0.83;  
力学性能:  $\sigma_b 155\text{MPa}$ ,  $\delta_5 2.8\%$ , 58HBS。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于其他同牌号补板、叶片等铸件。

配料实例 818 表 3.1-3 ZAlSi7Mg 的铸造铝硅合金配料

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | 由原来的二次熔炼法改为一次熔炼法熔炼铸造铝硅合金 ZAlSi7Mg (ZL101) 时, 应如何进行配料?   |
| 已知条件 | 原材料为:<br>铝锭 AL-2 以上<br>结晶硅 Si-2 以上, 块度为 20-40mm<br>镁锭 Mg-3 以上, 块度以所用钟罩能正好装下为准, 约 60-80mm<br>六氯乙烷 三元变质剂<br>SRJ12 综合精炼处理剂<br>回炉料为 ZL101 的废铸件、浇冒口, 块度 80-100mm |

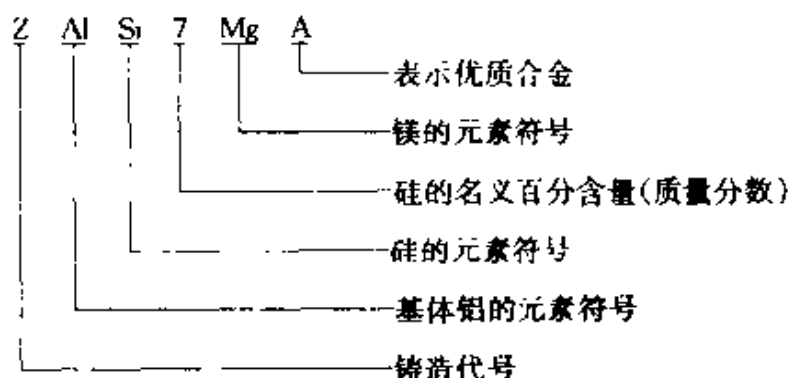
(续)

|             |  |
|-------------|--|
| 配料比例<br>(%) | 炉料的配比为: Si7~7.8, Mg0.4, 其余为 Al 新旧料比例为: (6~7):(4~8) |
|-------------|--|

- 注: 1. 采用 45kW 铸铁坩埚电阻炉熔炼, PY-23 型面板式数字测温仪测温。
2. 加料顺序: 回炉料—结晶硅—回炉料 (也可加小块铝)—铝锭—镁锭。具体为: 先将炉料总重的 20% 回炉料, 均匀薄薄地铺于坩埚底部及周围, 再将结晶硅一次加入, 填平、捣实, 在结晶硅上覆盖剩余回炉料, 保证结晶硅不裸露, 然后插入铝锭。开始升温, 在 820°C 以下熔化铝锭, 熔化结束, 并在炉内温度降至 (690 ± 10)°C 时, 压入金属镁。
3. 变质处理工艺: 首先用六氯乙烷三元变质剂处理, 加入量 0.4%。方法是, 当温度在 (740 ± 10)°C 时, 用钟罩将变质剂压入合金液下面, 距坩埚底部 100~150mm 处, 缓慢移动, 反应结束后略加静置, 扒渣, 然后再用 SRJB2 综合精炼处理剂, 即在 (730 ± 10)°C 时, 将 1%~1.3% 的处理剂用钟罩压入合金液面下 2/3 处作缓慢移动, 使铝液均匀翻滚, 反应 10~15min 后, 扒渣, 静置并调温, 5~10min 后进行扒渣、浇注。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 2. ZAlSi7MgA 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 819、820)

ZAlSi7MgA 的主要含义如下:



ZAlSi7MgA 的合金代号为 ZL101A。

对于工业电器、航空航天等类铸件的 ZAlSi7MgA 的铸造铝硅合金配料, 可查配料实例 819 和配料实例 820 或表 3.1-4 和表 3.1-5。

**配料实例 819 表 3.1-4 ZAlSi7MgA 的铸造铝硅合金配料**

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 触指座 (工业电器类封闭式组合电器 (ZF <sub>1</sub> -550) 零件)  |
| 铸件特点 | 铸件主要轮廓尺寸 $\phi 166\text{mm} \times \phi 126\text{mm} \times 193\text{mm}$ , 主要壁厚 20mm, 铸件重量 3.9kg, 为圆筒形件。顶部导电, 需要保证导电面积, 所以不能有任何针孔、夹渣、缩松等缺陷。采用金属型铸造。控制浇注温度, 避免气体融入铝液<br>要求铸铝牌号: 铸造铝硅合金 ZAlSi7MgA (ZL101A)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 290\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 3\%$ , 硬度 $\geq 90\text{HBS}$ |

(续)

| 合金成分控制(%) |  | Si6.5~7.5, Mg0.25~0.45, Ti0.08~0.2, 余为Al |     |    |         |           |     |      |     |
|-----------|--|--|-----|----|---------|-----------|-----|------|-----|
| 配 料       |  |  |     |    |         |           |     |      |     |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |  |     |    | 配料比例(%) | 炉料计算成分(%) |     |      |     |
|           | Al   | Si                                       | Mg  | Ti |         | Al        | Si  | Mg   | Ti  |
| 纯铝锭       | 100  |  |     |    | 70.55   | 70.55     |     |      |     |
| 铝硅中间料     | 70   | 30                                       |     |    | 25      | 17.5      | 7.5 |      |     |
| 铝钛中间料     | 95   |  |     | 5  | 3.8     | 3.8       |     |      | 0.2 |
| 镁锭        |  |  | 100 |    | 0.45    |           |     | 0.45 |     |
| 合 计       |  |  |     |    |         | 91.85     | 7.5 | 0.45 | 0.2 |
| 炉前操作      | 1. 元素烧损以下限来调整, 总炉耗以5%计算<br>2. 去渣后精炼<br>3. 精炼剂加入1%, 1kg<br>4. 出炉温度720°C<br>5. 浇注温度700°C |  |     |    |         |           |     |      |     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 燃气坩埚炉。

2. 炉前浇注试样做气体含量检验, 光谱分析。

3. 检测结果:

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$ 297MPa, 断后伸长率  $\delta_5$ 4.2%, 硬度 96HBS;

化学成分(%): Si7.1, Mg0.35, Ti0.12, 余为Al。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求本牌号的各种壳体零件, 飞机的泵体、汽车变速箱、燃油精的弯管及其他承受大载荷的零件。

配料实例 820 表 3.1-5 ZAlSi7MgA 的铸造铝硅合金配料

| 铸件名称 | 旋翼 (航空航天类飞行器部件零件)  |
|------|--|
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 $\phi 196\text{mm} \times 36\text{mm}$ , 毛坯重 0.5kg, 主要壁厚 6mm。该铸件形状复杂, 故采用熔模精密铸造<br>要求铸铝牌号: 铸造铝硅合金 ZAlSi7MgA。该合金具有很好的气密性, 流动性和抗热裂性能, 有较好的力学性能、焊接性能、抗蚀性能, 成分简单, 用于铸造, 用于形状复杂, 承受静载荷的零件。力学性能要求: 砂型 T <sub>5</sub> 热处理状态, 抗拉强度 $\sigma_b$ 230MPa, 断后伸长率 $\delta_5$ 4%, 硬度 80HBS |

(续)

| 合金成分控制(%) |         | Si6.5~7.5, Mg0.25~0.45, Ti0.08~0.20, Fe≤0.2, 余为Al |      |         |         |      |       |        |
|-----------|---------|---|------|---------|---------|------|-------|--------|
| 配 料       |         |   |      |         |         |      |       |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%) |   |      | 配料比例(%) | 配料成分(%) |      |       | 加入量/kg |
|           | Si      | Mg  | Ti   |         | Si      | Mg   | Ti    |        |
| 回炉料       | 7       | 0.46  | 0.15 | 50      | 3.5     | 0.23 | 0.075 | 150    |
| 铝钛        |         |   | 5    | 1.5     |         |      | 0.075 | 4.5    |
| 硅         | 100     |   |      | 3.5     | 3.5     |      |       | 10.5   |
| 镁         |         | 100   |      | 0.23    |         | 0.23 |       | 0.69   |
| 纯铝        |         |   |      | 44.73   |         |      |       | 134.3  |
| 合 计       |         |   |      |         | 7.0     | 0.46 | 0.15  | 300    |

注：1. 采用熔炼炉类型：120A—300kg 电阻坩埚炉。

2. 炉前操作：①装炉熔化顺序：回炉料—纯铝—硅—铝钛，熔化后搅拌均匀，680—700℃时加镁；②精炼、变质处理、静置、撇渣；③按铸件工艺要求调整温度浇注。

3. 检测结果：

力学性能：砂型 T<sub>3</sub> 热处理状态，抗拉强度  $\sigma_b$  260MPa，断后伸长率  $\delta_5$  5%，硬度 85HBS；

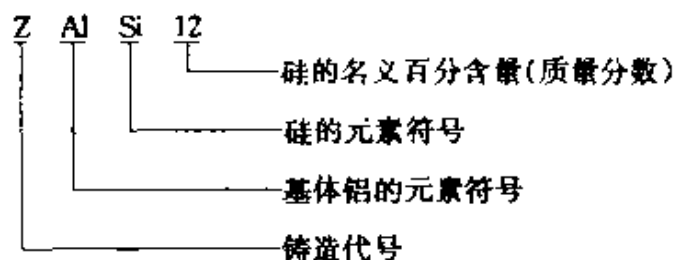
化学成分(%)：Si7.0%，Mg0.34，Ti0.14，Fe0.085。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 该合金用途广泛，可铸造承受中等负荷的复杂零件，如飞机零件、仪器、仪表附件、发动机零件、汽车及船舶零件。

### 3. ZAlSi12 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 821~828)

ZAlSi12 的主要含义如下：



ZAlSi12 的合金代号为 ZL102。

对于风机、塑料机械、线路器材等类铸件的 ZAlSi12 的铸造铝硅合金配料，可查配料实例 821~配料实例 828 或表 3.1-6~表 3.1-8。

配料实例 821~823 表 3.1-6 ZAlSi12 的铸造铝硅合金配料

|           |   |      |     |
|-----------|---|------|-----|
| 铸件名称      | 密封(风机类零件)   |      |     |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 254\text{mm} \times 40\text{mm}$ , 为半圆环状铸件, 铸件不允许有气孔、砂眼等缺陷, 毛坯重量为 1.2kg 采用湿型铸造<br>要求铸铝牌号: 铸造铝硅合金 ZAlSi12 (ZL102)。抗拉强度 $\sigma_b > 143\text{MPa}$ ; 断后伸长率 $\delta_5 > 4\%$ , 布氏硬度 $> 50 (5/250/30) \text{HBS}$ |      |     |
| 合金成分控制(%) | Si10.0~13.0, Al 余量  |      |     |
| 配 料       |   |      |     |
| 序 号       | 炉料名称及加入量/kg   |      | 备 注 |
|           | 铝锭  | 结晶硅  |     |
| 配料实例 821  | 48  | 6.55 |     |
| 配料实例 822  | 2   | 0.27 |     |
| 配料实例 823  | 1   | 0.14 |     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 鼓风式地坑焦炭坩埚炉, 坩埚为 200#, 炉内烧损为铝 2%、硅 3%, 采用不用中间合金, 一次性熔炼工艺。

2. 炉内加两条铝锭, 熔化后加覆盖剂, 预热至  $850^\circ\text{C}$  以上, 将破碎 20~50mm 的结晶硅压入铝液中搅拌, 全部熔化后, 将剩余的一条预热的铝下入坩埚内调温, 熔化后进行脱气精炼, 精炼后进行变质处理, 至浇注温度出炉。

3. 检测结果:

化学成分 (%): Si11.89;

力学性能:  $\sigma_b 162\text{MPa}$ ,  $\delta_5 5.2\%$ , 59HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 此配料还适用于其他同牌号铸件如: 顶盖、油封、阻油环等。

配料实例 824~827 表 3.1-7 ZAlSi12 的铸造铝硅合金配料

|           |  |  |
|-----------|--|--|
| 铸件名称      | 护罩(风机类零件)  |  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $460\text{mm} \times 230\text{mm} \times 595\text{mm}$ , 为罩壳类铸件, 最薄壁厚 15mm。毛坯重量 23kg, 采用干型铸造<br>要求铸铝牌号: 铸造铝硅合金 ZAlSi12 (ZL102)。抗拉强度 $\sigma_b > 143\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 4\%$ , 布氏硬度 $> 50 (5/250/30) \text{HBS}$ |  |
| 合金成分控制(%) | Si10.0~13.0, Al 余量   |  |



(续)

| 配 料      |             |       |        |                    |
|----------|-------------|-------|--------|--------------------|
| 序 号      | 炉料名称及加入量/kg |       |        | 备 注                |
|          | 铝锭          | 铝硅合金  | 同牌号回炉料 |                    |
| 配料实例 824 | 32          | 29.54 | 8.46   | 铝硅合金 Al:Si = 75:25 |
| 配料实例 825 | 16          | 14.77 | 39.23  |                    |
| 配料实例 826 | 2           | 1.846 | —      |                    |
| 配料实例 827 | 1           | 0.923 | —      |                    |

注：1. 采用熔炼炉类型：采用地坑式焦炭坩埚炉熔化，坩埚为200<sup>#</sup>，炉内烧损为铝1%、硅1%。

2. 合金见液体后即覆盖剂覆盖，全部熔化后，进行精炼脱气处理，达到温度后，进行变质处理，处理完做炉前含气检验和变质效果检验。合格后清渣出炉浇注。

3. 检测结果：

化学成分(%)：Si11.87；

力学性能： $\sigma_b$ 152MPa， $\delta_5$ 4.8%，61HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 配料实例 828 表 3.1-8 ZAlSi12 的铸造铝硅合金配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 机筒加热器铸铝壳(塑料机械类塑料挤出机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件是各种类型规格塑料挤出机的机筒加热装置，系由铸铝壳及铸入壳内的电加热器组成。铸铝壳大多数呈半圆弧形，两半壳组成一个整圆，分段装在机筒的外围。铸铝壳壁厚只有20~22mm，要求均匀完整地将加热器的钢管包熔其内。采用专用铁模生产<br>要求铸铝牌号：铸造铝硅合金 ZAlSi12 (ZL102) |
| 合金成分控制(%) | 合金成分(%)控制：国标成分(%)：Si10~13，杂质总和<2.2，其余为Al；配料控制(%)：Si12(取中上限，不计烧损)  |

#### 配 料

配料：

1. 配制铝硅中间合金，成分(%)：Si25，其余为Al，熔点700℃左右

2. 计算(以100kg合金为基数)

铝硅中间合金量(kg)： $12 \div 25\% = 48$

纯Al量(kg)： $100 - 48 = 52$

3. 相当每kg纯Al加入铝硅中间合金量(kg)： $48 \div 52 = 0.923$  取0.93

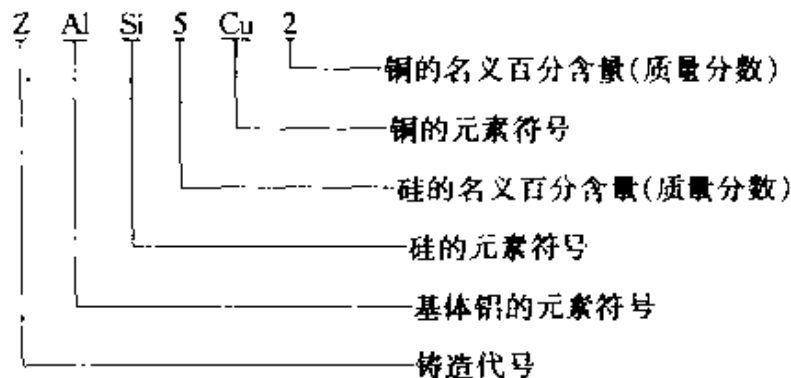
即按每kg纯Al加入0.93kg铝硅中间合金进行配料

注：1. 采用熔炼炉类型：坩埚炉或电阻炉。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 4. ZAlSi5Cu2 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 829)

ZAlSi5Cu2 的主要含义如下:



ZAlSi5Cu2 的合金代号为 ZL103。

对于 ZAlSi5Cu2 的铸造铝硅合金配料, 可查配料实例 829 或表 3.1-9。

**配料实例 829** 表 3.1-9 ZAlSi5Cu2 的铸造铝硅合金配料

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | <p>为在火焰反射炉中熔制 3000kg 铸造铝合金 ZAlSi5Cu2 (ZL103), 其成分 (%) 如下: Si5、Cu2、Mn0.8%、Mg0.5、其余为 Al。原料用铝锭, 硅铝明锭、铜中间合金 (Al50)、锰中间合金 (Al90)、一级镁锭、二次合金 (900kg)、重熔废料 (900kg) (废料重熔前应除掉各种杂质)。试计算炉料各部分组成 (kg)?</p>  |
| 配料计算 | <p>配料计算如下:</p> <p>合金的可能熔损率以 3% 计算, 炉料的总重量应为</p> $\frac{3000 \times 100}{(100 - 3)} \approx 3093 \text{kg}$ <p>因此, 合金中各组分的需要量为:</p> $\text{Si} \quad \frac{3093 \times 5}{100} = 154.65 \text{kg}$ $\text{Cu} \quad \frac{3093 \times 2}{100} = 61.86 \text{kg}$ $\text{Mn} \quad \frac{3093 \times 0.8}{100} = 24.7 \text{kg}$ $\text{Mg} \quad \frac{3093 \times 0.5}{100} = 15.46 \text{kg}$ <p>最后确定铝的用量, 其重量等于炉料总重量与废料、中间合金、二次合金和镁重量总和的差数。同时, 在计算炉料时不考虑杂质铁。二次合金中 (%) 含 Si6、Cu1.5、Mg0.5 和 Mn0.8。因此, 900kg 的二次合金中含有:</p> |

(续)

$$\text{Si} \quad \frac{900 \times 6}{100} = 54.01 \text{kg}$$

$$\text{Cu} \quad \frac{900 \times 1.5}{100} = 13.5 \text{kg}$$

$$\text{Mg} \quad \frac{900 \times 0.5}{100} = 4.5 \text{kg}$$

$$\text{Mn} \quad \frac{900 \times 0.8}{100} = 7.2 \text{kg}$$

废料块的成分 (%) 是: Si10、Cu1、Mg0.3、Mn0.5。因此, 900kg 的废料中含有:

$$\text{Si} \quad \frac{900 \times 10}{100} = 90 \text{kg}$$

$$\text{Cu} \quad \frac{900 \times 1}{100} = 9 \text{kg}$$

$$\text{Mg} \quad \frac{900 \times 0.3}{100} = 2.7 \text{kg}$$

$$\text{Mn} \quad \frac{900 \times 0.5}{100} = 4.5 \text{kg}$$

由废料和二次合金得到的合金各组分的总和为:

$$\text{Si} \quad 54 + 90 = 144 \text{kg}$$

$$\text{Cu} \quad 13.5 + 9 = 22.5 \text{kg}$$

$$\text{Mg} \quad 4.5 + 2.7 = 7.2 \text{kg}$$

$$\text{Mn} \quad 7.2 + 4.5 = 11.7 \text{kg}$$

因此, 尚需要加入的合金组分总量为:

$$\text{Si} \quad 154.65 - 144 = 10.65 \text{kg}$$

$$\text{Cu} \quad 61.86 - 22.5 = 39.36 \text{kg}$$

$$\text{Mg} \quad 15.46 - 7.2 = 8.26 \approx 8 \text{kg}$$

$$\text{Mn} \quad 24.7 - 11.7 = 13.0 \text{kg}$$

Si 以硅铝明形态加入:

$$\frac{10.65 \times 100}{12} \approx 89 \text{kg}$$

Cu 以中间合金形态加入:

$$\frac{39.36 \times 100}{50} \approx 78.72 \approx 79 \text{kg}$$

Mn 以中间合金形态加入:

$$\frac{13 \times 100}{10} = 130 \text{kg}$$

Al 是以纯金属——铝锭形态加入的。原铝的数量由差数决定

$$3093 - (900 + 900 + 89 + 79 + 130 + 8) = 987 \text{kg}$$

配料计算

(续)

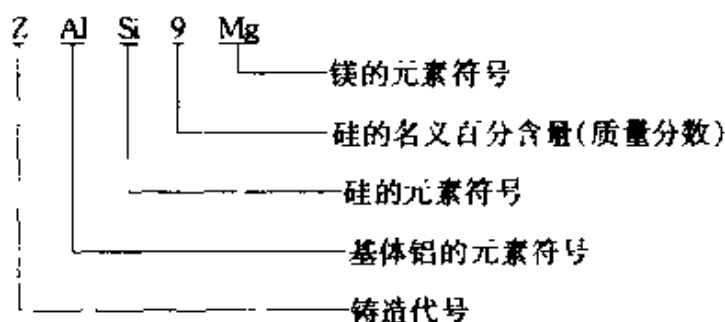
|      |                    |       |
|------|--------------------|-------|
| 配料计算 | 这样, 炉料最后应由下列各部分组成: |       |
|      | 铝锭                 | 987kg |
|      | 硅铝明                | 89kg  |
|      | 铝铜中间合金 (50/50)     | 79kg  |
|      | 铝锰中间合金 (90/10)     | 130kg |
|      | 二次合金               | 900kg |
|      | 废料块                | 900kg |
|      | 镁锭                 | 8kg   |
|      | 共 3093kg           |       |

注: 1. 采用火焰反射炉熔炼。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 5. ZAlSi9Mg 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 830~841)

ZAlSi9Mg 的主要含义如下:



ZAlSi9Mg 的合金代号为 ZL104。

对于制冷机、纺织机械、工业电器、石油机械、大中型柴油机、航空航天等类铸件的 ZAlSi9Mg 的铸造铝硅合金配料, 可查配料实例 830~配料实例 841 或表 3.1-10~表 3.1-17。

配料实例 830~835 表 3.1-10 ZAlSi9Mg 的铸造铝硅合金配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 叶轮(制冷机类 317、21Z 零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 560\text{mm} \times 199\text{mm}$ , 壁厚不均匀, 最薄处 5mm, 最厚处约 100mm, 为轮状铸件。毛坯重 45kg, 采用油砂芯, 金属型低压铸造<br>要求铸铝牌号: 铸造铝硅合金 ZAlSi9Mg (ZL104)。抗拉强度 $\sigma_b > 143\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 2\%$ , 布氏硬度 $> 50$ (5/250/30) HBS |
| 合金成分控制(%) | Si8.0~10.5, Mg0.17~0.3, Mn0.2~0.5, Al 余量  |

(续)

| 序 号      | 配 料         |       |       |        |     |         | 备 注         |
|----------|-------------|-------|-------|--------|-----|---------|-------------|
|          | 炉料名称及加入量/kg |       |       |        |     |         |             |
|          | 铝锭          | 铝硅合金  | 铝硅锰合金 | 镁      | 回炉料 | 补镁量     |             |
| 配料实例 830 | 64          | 31.94 | 6.15  | 0.3072 | —   | —       |             |
| 配料实例 831 | 48          | 23.95 | 4.61  | 0.2304 | 23  | 0.00345 |             |
| 配料实例 832 | 32          | 15.97 | 3.07  | 0.1536 | 48  | 0.0072  | Al:Si=75:25 |
| 配料实例 833 | 16          | 7.99  | 1.54  | 0.0768 | 82  | 0.0123  | Al:Si:Mn=   |
| 配料实例 834 | 2           | 0.998 | 0.192 | 0.0096 | —   | —       | 75:20:5     |
| 配料实例 835 | 1           | 0.499 | 0.096 | 0.0048 | —   | —       |             |

注：1. 采用熔炼炉类型：采用地坑坩埚炉熔炼，坩埚为 300<sup>#</sup>，炉内烧损 (%) 为铝 1、硅 1、镁 5、锰 0.7。

2. 合金熔化后进行搅拌，清渣后合入电阻坩埚炉中（铸铁坩埚应刷涂料），重新在覆盖剂下进行脱气精炼，后进行变质处理，处理后做炉前含气及变质效果检验，合格后放入预热的升液管、铸型、下芯、压上盖、进行低压铸造。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：Si8.97, Mg0.23, Mn0.31。

力学性能： $\sigma_b$ 155MPa,  $\delta_5$ 2.5%, 63HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 此配料还适用于其他同牌号泵盖、顶盖、叶轮、鼓架、过滤器体等铸件，如不加回炉料也不用补加镁。

配料实例 836 表 3.1-11 ZAlSi9Mg 的铸造铝硅合金配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 大型铝叶轮(纺织机械类印染机械零件)  |
| 铸件特点       | <p>铸件轮廓尺寸为 <math>\phi 1140\text{mm} \times 180\text{mm}</math>，有 20 个叶片，叶片为流线型，呈重叠状；叶片在不同尺寸线位置，有不同的形状尺寸参数；叶轮的叶片较薄（3~16mm），而其他部位较厚实（40~45mm）。该铸件是印染机械上的关键件，不仅结构复杂、叶片多，而且尺寸精度要求高，还需进行超速（转速为额定转速的 110%，持续 2min）和动平衡检测。要求叶轮的叶片光洁，任意三个相邻叶片外圆的两弦长之差不超过 5mm，叶片的扭曲角偏差在 1' 以内，不允许存在气孔、裂纹等缺陷。采用三箱造型、复合铸造，组芯生产，顶注式雨淋浇道与扁平内浇道相结合的浇注系统</p> <p>要求铸铝牌号：铸造铝硅合金 ZAlSi9Mg (ZL104)</p> |
| 合金成分控制 (%) | Si8.0~10.5, Mg0.17~0.3, Al 余量   |

(续)

| 配 料      |          |     |
|----------|----------|-----|
| 炉料名称     | ZLD104 锭 | 回炉料 |
| 配料比例 (%) | 90       | 10  |

注：1. 采用 RG—150 型电阻炉熔炼。

2. 铝液在 730~750°C 下进行精炼变质处理后，扒渣、升温、浇注。浇注温度以 740~760°C 为宜。在浇注过程中，开始要快浇，以保证叶轮的叶片能快速充满，防止产生浇不到，冷隔缺陷；浇注后期要慢浇，浇完后要补浇，使叶轮厚实部位得到补缩。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 837 表 3.1-12 ZAlSi9Mg 的铸造铝硅合金配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 法兰(工业电器类封闭式组合电器 ZF <sub>1</sub> -550 零件)  |
| 铸件特点       | 铸件主要轮廓尺寸 $\phi 680\text{mm} \times \phi 503\text{mm} \times 361\text{mm}$ ，主要壁厚 35mm，铸件重量 48kg，该铸件体积大，法兰面有气密性要求，不能有任何针孔、夹渣类缺陷。另一端需要焊接，必须没有任何气孔。采用金属型、树脂砂芯铸造<br>要求铸铝牌号：铸造铝硅合金 ZAlSi9Mg (ZL104)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 230\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta_5 \geq 2\%$ ，硬度 $\geq 70\text{HBS}$ |
| 合金成分控制 (%) | Si8.0~10.5, Mg0.17~0.3, Mn0.2~0.5, Al 余量  |

## 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分 (%) |    |     |    | 配料比例 (%) | 炉料计算成分 (%) |      |     |     |
|-------|----------|----|-----|----|----------|------------|------|-----|-----|
|       | Al       | Si | Mg  | Mn |          | Al         | Si   | Mg  | Mo  |
| 纯铝锭   | 100      |    |     |    | 59.7     | 59.7       |      |     |     |
| 铝硅中间料 | 70       | 30 |     |    | 35       | 24.5       | 10.5 |     |     |
| 铝锰中间料 | 90       |    |     | 10 | 5        | 4.5        |      |     | 0.5 |
| 镁锭    |          |    | 100 |    | 0.3      |            |      | 0.3 |     |
| 合 计   |          |    |     |    |          | 88.7       | 10.5 | 0.3 | 0.5 |

炉前操作

1. 元素烧损以下限来调整，总炉耗以 5% 计算
2. 去渣后精炼
3. 精炼剂加入 1%，1kg
4. 出炉温度 720°C
5. 浇注温度 700°C

注：1. 采用熔炼炉类型：燃气坩埚炉。

2. 炉前浇注试样做气体含量检验，光谱分析。

3. 检测结果：

力学性能：抗拉强度  $\sigma_b 282\text{MPa}$ ，断后伸长率  $\delta_5 3.17\%$ ，硬度 88HBS；

化学成分 (%)：Si10.2, Mg2.2, Mn4.1, Al 余量。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求相同铸造铝硅合金 ZL104 牌号的铸造传动机匣、气缸体、带轮、大型罐体、法兰类承受高载荷的大型零件，和要求焊接性能的零件。

配料实例 838 表 3.1-13 ZAlSi9Mg 的铸造铝硅合金配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 外压圈(石油机械类安装于修井机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件为圆环形铸件,其轮廓尺寸是 $\phi 680\text{mm} \times 42\text{mm}$ ,内孔为 $\phi 572\text{mm}$ ,毛坯重 24.08kg,平均壁厚 42mm,该铸件是修井机上卷扬系统中的部件,工作于刹车系统的离合装置,单侧受力,为摩擦力,温度变化较大,全部加工,需人工时效处理,采用干型砂模铸造<br>要求铸铝牌号:铸造铝硅合金 ZAlSi9Mg (ZL104) |
| 合金成分控制(%) | Si8~10.5, Mg0.17~0.3, Mn0.2~0.5, Fe $\leq$ 0.6, Al91.03~88.1  |

## 配 料

| 合金成分 | 目标含量       |       | 烧 损 |        | 炉料中含量  |       | 回炉料 30kg |       | 应加元素重量/kg | 加 Al-Mn 合金量<br>加 Al-Si 合金量<br>加 Al-Mg 合金量<br>/kg | 中间合金带人铝/kg |
|------|------------|-------|-----|--------|--------|-------|----------|-------|-----------|--|------------|
|      | (%)        | /kg   | (%) | /kg    | /kg    | (%)   | (%)      | /kg   |           |  |            |
| Si   | 9          | 9     | 1   | 0.09   | 9.09   | 8.96  | 9.2      | 2.76  | 6.33      | 52.75(Si)  | 46.42      |
| Mg   | 0.27       | 0.27  | 20  | 0.054  | 0.324  | 0.32  | 0.27     | 0.081 | 0.243     | 0.244(Mg)  | —          |
| Mn   | 0.4        | 0.4   | 0.8 | 0.0032 | 0.4032 | 0.4   | 0.4      | 0.12  | 0.283     | 2.83(Mn)   | 2.547      |
| Al   | 90.33      | 90.33 | 1.5 | 1.355  | 91.685 | 90.33 | 89.73    | 26.92 | 64.765    | —  | —          |
| Fe   | $\leq 0.6$ |       |     |        |        |       |          |       |           |  |            |
| 计    |            |       |     |        |        |       |          |       |           |  |            |

注: 1. 采用 200 号石墨质坩埚炉(焦炭)熔炼。

2. 加入铝量:  $91.685 - 26.92 - 46.42 - 2.547 = 15.798\text{kg}$ 。

3. 炉料总重:  $15.798 + 52.75 + 0.244 + 2.83 + 30 = 101.622\text{kg}$  (熔炼 100kg)。

4. 总含铁重:  $52.75 \times 0.4\% + 2.83 \times 0.3\% + 64.765 \times 0.3\% + 30 \times 0.4\% = 0.54\% \leq 0.6\%$

5. Al-Si 中间合金: Si1.2%、Fe0.4%; Al-Mn 中间合金: Mn10%、Fe0.3%; Mg 锭: Mg = 99.8%; Al 锭: Al99.5%, Fe0.3%; 回炉料: Si9.2%, Mg0.27%, Mn0.4%, Fe0.4%。

6. 炉前: 首先将石墨坩埚预热到暗红色,炉料加热到 350°C 左右,镁锭加热到 700°C 左右迅速压入合金熔液中,用  $\text{C}_2\text{Cl}_6$  精炼,四元变质剂处理,并且即时观察,分析,掌握好炉况,合格后,出炉浇注。

7. 检测结果:

力学性能:  $\sigma_b 147\text{MPa}$ , 51HBS。

8. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

9. 适合本配料的还有: 推盘、固盘、转金等。

配料实例 839 表 3.1-14 ZAlSi9Mg 的铸造铝硅合金配料

|           |  |      |      |    |             |         |       |       |       |      |            |
|-----------|--|------|------|----|-------------|---------|-------|-------|-------|------|------------|
| 铸件名称      | 废汽蜗壳(大中型柴油机类 2200kW(3000 匹马力)船用柴油机零件)  |      |      |    |             |         |       |       |       |      |            |
| 铸件特点      | <p>铸件特点: 要求体轻, 强度高, 在一定温度下工作的重要零件。具有冷却水夹层的内腔, 需经 0.4MPa 的水压试验, 不允许有渗漏。其形成蜗壳状, 上、下交替旋转, 流道狭隘。铸件一般壁厚为 8~10mm, 法兰为 20~30mm 对造型要求较高, 铸件不允许存在有砂眼、裂纹等缺陷。加工面关键处需作低倍检查针孔度。铸件毛重 56kg, 采用有机酯水玻璃白硬砂造型, 泥芯最小处为 8~10mm, 通气要畅, 用细火药线来保证</p> <p>要求铸铝牌号: ZAlSi9Mg (ZL104) 材质为铝硅系合金, 具有良好的铸造性能、致密性好, 经变质处理和热处理之后力学性能好、具有耐热强度, 可用于工作温度 85°C, 较适合于船用零件。铸件经 T<sub>1</sub> 热处理。力学性能要求: 抗拉强度 <math>\sigma_b &gt; 186\text{MPa}</math>, 断后伸长率 <math>\delta_5 &gt; 1.5\%</math>, 硬度 <math>&gt; 65\text{HBS}</math>。以砂型浇注的 <math>\phi 12\text{mm}</math> 试样测定</p> |      |      |    |             |         |       |       |       |      |            |
| 合金成分控制(%) | Si 8.0~10.5, Mg 0.17~0.3, Mn 0.2~0.5, Al 余量, Fe < 0.6, Cu < 0.1, Zn < 0.25, ……杂质总和 < 1.1   |      |      |    |             |         |       |       |       |      |            |
| 配 料       |  |      |      |    |             |         |       |       |       |      |            |
| 材料名称      | 炉料成分(%)  |      |      |    | 配料比例<br>(%) | 配料成分(%) |       |       |       |      | 加入量<br>/kg |
|           | Si   | Mg   | Mn   | Al |             | Si      | Mg    | Mn    | Al    | Fe   |            |
| ZL104 回炉  | 9.25   | 0.33 | 0.3  | 余  | 80          | 7.4     | 0.264 | 0.24  | 72.1  |      | 120        |
| Si-Al     | 11.2   |      |      | 余  | 14.29       | 1.6     | 11.5  |       | 12.69 |      | 21.44      |
| Al-Mn     |  |      | 9.87 | 余  | 0.729       |         |       | 0.072 | 0.65  |      | 1.094      |
| Mg        |  | 100  |      |    | 0.046       |         | 0.046 |       | 0.17  |      | 0.069      |
| 2Al(A00)  |  |      | 100  |    | 4.94        |         |       |       | 4.94  |      | 7.41       |
| 合 计       |  |      |      |    | 100         | 9.0     | 0.31  | 0.312 | 90.38 |      | 150.01     |
|           |  |      |      |    | 成品          | 9.51    | 0.27  | 0.25  |       | 0.37 |            |
| 炉前操作      | <ol style="list-style-type: none"> <li>各元素的烧损以上、下限调整, 简化计算</li> <li>总炉耗损失以 5% 计入</li> <li>待大料熔化后, 约 680°C 左右加入镁料</li> <li>在 680~780°C 加除气剂 1kg 除气, 然后在 &lt; 740°C 加变质剂 1.5kg (1%) 外购</li> <li>浇注试样</li> <li>浇注温度为 730°C</li> </ol>   |      |      |    |             |         |       |       |       |      |            |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 燃油反射炉。

2. 炉前检查: ①对熔炼过程加强控制, 定时测温。②在变质处理后浇注之前, 需浇注  $\phi 80\text{mm} \times 20\text{mm}$  的圆饼形试样, 作凝固过程规定表面气泡析出情况, 以判断精炼效果。③断口检查, 在砂型中浇注  $\phi 30\text{mm} \times 150\text{mm}$  试样, 以判别其断口呈银色组织细小致密为佳, 浇注温度为 750~760°C。

3. 检测结果:

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 320\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta_5 4\%$ , 硬度 95HBS;

化学成分(%): Si 9.5%, Mg 0.27%, Mn 0.25%, Fe 0.37%, Al 89.6%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料适合于同类牌号柴油机泵体等铸件。



配料实例 840 表 3.1-15 ZAlSi9Mg 的铸造铝硅合金配料

| 问题提出   |   |
|--|---|
| 为熔制 80kg 铸造铝硅合金 ZAlSi9Mg (ZL104), 应如何进行配料计算?                             |   |
| 配 料  |   |
| 计算程序   | 举 例   |
| 1. 明确熔炼任务<br>①合金牌号<br>②所需合金液重量<br>③所用炉料 (各种中间合金成分, 回炉料用量等)               | 1. 熔制 ZL104, 80kg. 根据具体情况选定的配料计算成分 (%) $a$ 为: Si9, Mg0.27, Mn0.4, Al90.33. 杂质铁按技术条件不应大于 0.6, 其他杂质从略<br>炉料: 中间合金, 各种新金属料, 回炉料 (%)<br>Al-Si 中间合金: Si12, Fe0.4<br>Al-Mn 中间合金: Mn10, Fe0.3<br>Mg 锭: Mg99.8, Al 锭: Al99.5, Fe0.3<br>回炉料 $p = 24\text{kg}$ (占总炉料重 30%), 其成分 (%) 为: Si9.2, Mg0.27, Mn0.4%, Fe0.4%  |
| 2. 明确元素的烧损量 $E$  | 2. 各元素的烧损量 (%): $E_{\text{Si}}1$ , $E_{\text{Mg}}20$ , $E_{\text{Mn}}0.8$ , $E_{\text{Al}}1.5$  |
| 3. 计算包括烧损在内的 100kg 炉料内各元素的需要量 $Q$ :<br><br>$Q = \frac{a}{1 - E}$         | 3. 100kg 炉料中, 各元素的需要量 $Q$ :<br><br>$Q_{\text{Si}} = \frac{9}{1 - E_{\text{Si}}} \approx 9.09\text{kg}$ $Q_{\text{Mn}} = \frac{0.4}{1 - E_{\text{Mn}}} = \frac{0.4}{1 - \frac{0.8}{100}} \text{kg} \approx 0.40\text{kg}$ $Q_{\text{Mg}} = \frac{0.27}{1 - E_{\text{Mg}}} = \frac{0.27}{1 - \frac{20}{100}} \text{kg} = 0.34\text{kg}$ $Q_{\text{Al}} = \frac{90.33}{1 - E_{\text{Al}}} = \frac{90.33}{1 - \frac{1.5}{100}} \text{kg} = 91.7\text{kg}$                                 |
| 4. 根据熔制合金的实际重量 $W$ , 计算各元素的需要量 $A$ :<br><br>$A = \frac{W}{100} \times Q$ | 4. 熔制 80kg 合金实际所需元素量 $A$ :<br><br>$A_{\text{Si}} = \frac{80}{100} \times Q_{\text{Si}} = \frac{80}{100} \times 9.09\text{kg} = 7.27\text{kg}$ $A_{\text{Mg}} = \frac{80}{100} \times Q_{\text{Mg}} = \frac{80}{100} \times 0.338\text{kg} = 0.27\text{kg}$ $A_{\text{Mn}} = \frac{80}{100} \times Q_{\text{Mn}} = \frac{80}{100} \times 0.403\text{kg} = 0.32\text{kg}$ $A_{\text{Al}} = \frac{80}{100} \times Q_{\text{Al}} = \frac{80}{100} \times 91.71\text{kg} = 73.37\text{kg}$ |

(续)

| 计算程序   | 举 例  |
|--|--|
| 5. 计算在回炉料中各元素的含有量 $B$ ;<br>$B$ :   | 5. 24kg 回炉料中所有的元素重量 $B$ :<br>$B_{Si} = 24\text{kg} \times 9.2\% = 2.21\text{kg}$<br>$B_{Mg} = 24\text{kg} \times 0.27\% = 0.07\text{kg}$<br>$B_{Mn} = 24\text{kg} \times 0.4\% = 0.1\text{kg}$<br>$B_{Al} = 24\text{kg} \times 90.16\% = 21.64\text{kg}$   |
| 6. 计算应补加的新元素重量 $C$ :<br>$C = A - B$  | 6. 应补加的新元素重量 $C$ :<br>$C_{Si} = A_{Si} - B_{Si} = (7.27 - 2.21)\text{kg} = 5.06\text{kg}$<br>$C_{Mg} = A_{Mg} - B_{Mg} = (0.27 - 0.07)\text{kg} = 0.20\text{kg}$<br>$C_{Mn} = A_{Mn} - B_{Mn} = (0.32 - 0.1)\text{kg} = 0.22\text{kg}$   |
| 7. 计算中间合金需要量 $D$ :<br>$D = \frac{C}{F}$<br>( $F$ 为中间合金中元素的百分含量)<br>中间合金中所带人的铝量<br>$M_{Al}$ :<br>$M_{Al} = D - C$ | 7. 相应于新加入的元素量所应补加的中间合金量:<br>$D_{Al-Si} = \frac{C_{Si}}{\frac{12}{100}} = \left(5.06 \times \frac{100}{12}\right)\text{kg} = 42.17\text{kg}$<br>$D_{Al-Mn} = \frac{C_{Mn}}{\frac{10}{100}} = \left(0.22 \times \frac{100}{10}\right)\text{kg} = 2.2\text{kg}$<br>中间合金中所带人的铝:<br>$D_{Al-Si} = (42.17 - 5.06)\text{kg} = 37.11\text{kg}$<br>$D_{Al-Mn} = (2.2 - 0.22)\text{kg} = 2.08\text{kg}$ |
| 8. 计算应补加的铝 $C_{Al}$  | 8. 应补加的新铝量:<br>$C_{Al} = A_{Al} - (B_{Al} + D_{Al-Si} + D_{Al-Mn})$<br>$= 73.37 - (21.64 + 37.11 + 2.08) = 12.54\text{kg}$   |
| 9. 计算实际的炉料总量 $W$   | 9. 实际的炉料总量:<br>$W = C_{Al} + D_{Al-Si} + D_{Al-Mn} + C_{Mg} + \text{回炉料}$<br>$= 12.54 + 42.17 + 2.2 + 0.22 + 24 = 81.11\text{kg}$  |

(续)

| 计算程序                   | 举 例  |
|------------------------|--|
| 10. 复核杂质的含量 $U$ (以铁为例) | 10. 炉料中铁含量:<br>炉料中总的铁量 = $C_{Al} + 0.3\% + D_{Al-Si} \times 0.4\%$<br>$+ D_{Al-Mn} \times 0.3\% + P \times 0.4\%$<br>$= (12.54 \times 0.3\% + 42.17 \times 0.4\% + 2.3 \times 0.3\%$<br>$+ 24 \times 0.4\%) \text{kg} = 0.309 \text{kg}$<br>炉料铁的百分含量 $U_{Fe} = \frac{0.309}{80} \times 100\% = 0.39\%$ |

注: 1. 本表举例为一种较复杂的情况, 如果炉料单一计算, 就可以大为简化, 但程序大致相同。此外, 在实际配料时, 应逐一填写配料单, 以便复查核实。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 配料实例 841 表 3.1-16 ZAlSi9Mg 的铸造铝硅合金配料

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | 欲配制 150kg ZAlSi9Mg 的铸造铝硅合金, 所用的原材料为: 回炉料 50%, 铝-硅中间合金 ( $w_S 12\%$ ), 铝-锰中间合金 ( $w_{Mn} 10\%$ ), 铝锭和镁锭, 怎样用查表法 (见表 3.1-17) 进行配料计算?  |
| 查表   | 查表 3.1-17 铸造铝硅合金 ZAlSi9Mg (ZL104) 的配料表可知: 当回炉料用量为 50% 时, 100kg 炉料所需的铝-硅中间合金为 39.99kg, 铝-锰中间合金为 2.10kg, 镁锭为 0.165kg  |
| 计算   | 配制 150kg 炉料实际用量为: $102.3 \times \frac{150}{100} \text{kg} = 153.45 \text{kg}$<br>(其中回炉料为 75kg)<br>铝-硅中间合金用量为: $39.99 \times \frac{150}{100} \text{kg} \approx 60 \text{kg}$<br>铝-锰中间合金用量为: $2.10 \times \frac{150}{100} \text{kg} \approx 3.2 \text{kg}$<br>镁锭用量为: $0.165 \times \frac{150}{100} \text{kg} \approx 0.25 \text{kg}$<br>铝锭用量为: $[153.45 - (60 + 3.2 + 0.25 + 75)] \text{kg} = 15 \text{kg}$ |

表 3.1-17 铸造铝硅合金 ZAlSi9Mg (ZL104) 的配料表

| 化学元素       | Si     | Mn       | Mg        | Al |
|------------|--------|----------|-----------|----|
| 标准成分 (%)   | 8~10.5 | 0.25~0.5 | 0.17~0.30 | 余量 |
| 配料计算成分 (%) | 9      | 0.4      | 0.27      | 余量 |
| 元素烧损 (%)   | 4      | 2.5      | 10~20     | 2  |

## 铝-硅中间合金配入量

铝-硅中间合金成分 [ $w_{Si}$ (%)]

| 回炉料<br>加人量<br>(%) | 铝-硅中间合金配入量 (硅的烧损以4%计) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 11.0                  | 11.1  | 11.2  | 11.3  | 11.4  | 11.5  | 11.6  | 11.7  | 11.8  | 11.9  | 12.0  | 12.1  | 12.2  | 12.3  | 12.4  | 12.5  |
| 0                 | 85.21                 | 84.45 | 83.70 | 82.94 | 82.22 | 81.51 | 80.72 | 80.11 | 79.43 | 78.79 | 78.11 | 77.47 | 76.83 | 76.21 | 75.60 | 74.99 |
| 15                | 72.68                 | 72.03 | 71.39 | 70.75 | 70.13 | 69.52 | 68.73 | 68.33 | 67.75 | 67.22 | 66.62 | 66.08 | 65.53 | 65.0  | 64.48 | 63.96 |
| 30                | 60.15                 | 59.61 | 59.07 | 58.55 | 58.03 | 57.53 | 57.03 | 56.54 | 56.07 | 55.66 | 55.17 | 54.68 | 54.23 | 53.79 | 53.35 | 52.93 |
| 40                | 51.78                 | 51.42 | 50.87 | 50.41 | 49.96 | 49.53 | 49.10 | 48.68 | 48.27 | 47.90 | 47.46 | 47.08 | 46.68 | 46.31 | 45.93 | 45.57 |
| 50                | 43.41                 | 43.22 | 42.64 | 42.26 | 41.89 | 41.53 | 41.16 | 40.87 | 40.47 | 40.14 | 39.99 | 39.47 | 38.83 | 38.51 | 38.20 |       |
| 60                | 35.05                 | 34.83 | 34.42 | 34.12 | 33.82 | 33.53 | 33.23 | 32.95 | 32.67 | 32.41 | 32.12 | 31.86 | 31.59 | 31.35 | 31.09 | 30.84 |
| 70                | 26.68                 | 26.44 | 26.20 | 25.92 | 25.74 | 25.52 | 25.30 | 25.08 | 24.87 | 24.67 | 24.45 | 24.25 | 24.05 | 23.86 | 23.67 | 23.48 |

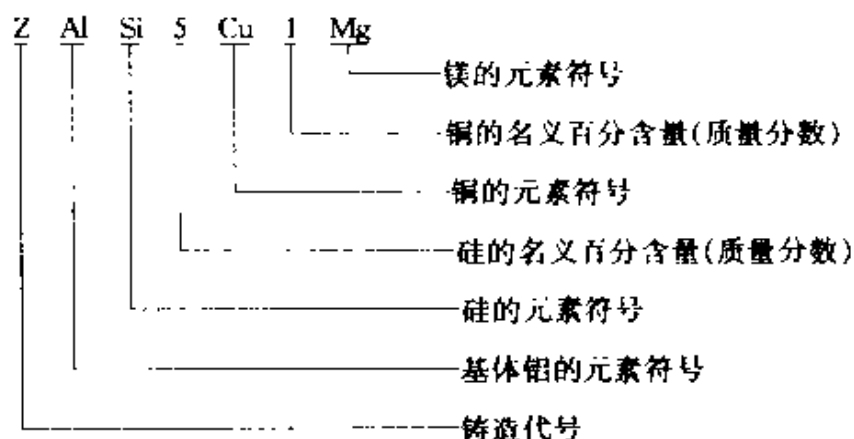
(续)

| 铝-锰中间合金配入量               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 铝-锰中间合金成分[ $w_{Mn}$ (%)] |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 回炉料加入量 (%)               | 9.5   | 9.6   | 9.7   | 9.8   | 9.9   | 10.0  | 10.1  | 10.2  | 10.3  | 10.4  | 10.5  | 10.6  | 10.7  | 10.8  | 10.9  | 11.0  |
| 铝-锰中间合金配入量 (锰的烧损以 2.5%计) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 0                        | 4.318 | 4.273 | 4.229 | 4.186 | 4.144 | 4.102 | 4.058 | 4.022 | 3.983 | 3.945 | 3.906 | 3.870 | 3.835 | 3.798 | 3.753 | 3.729 |
| 15                       | 3.689 | 3.648 | 3.610 | 3.574 | 3.543 | 3.502 | 3.466 | 3.434 | 3.401 | 3.368 | 3.340 | 3.304 | 3.274 | 3.241 | 3.208 | 3.184 |
| 30                       | 3.060 | 3.023 | 2.991 | 2.961 | 2.942 | 2.902 | 2.874 | 2.845 | 2.818 | 2.790 | 2.764 | 2.738 | 2.712 | 2.683 | 2.663 | 2.638 |
| 40                       | 2.368 | 2.606 | 2.579 | 2.533 | 2.533 | 2.502 | 2.478 | 2.453 | 2.430 | 2.406 | 2.383 | 2.365 | 2.338 | 2.315 | 2.296 | 2.275 |
| 50                       | 2.216 | 2.190 | 2.167 | 2.145 | 2.123 | 2.102 | 2.081 | 2.061 | 2.041 | 2.021 | 2.001 | 1.983 | 1.964 | 1.946 | 1.929 | 1.911 |
| 60                       | 1.795 | 1.773 | 1.755 | 1.737 | 1.719 | 1.702 | 1.685 | 1.669 | 1.563 | 1.637 | 1.621 | 1.606 | 1.595 | 1.576 | 1.562 | 1.547 |
| 70                       | 1.373 | 1.356 | 1.343 | 1.328 | 1.315 | 1.302 | 1.289 | 1.276 | 1.264 | 1.252 | 1.240 | 1.228 | 1.217 | 1.206 | 1.195 | 1.184 |
| 镁锭配入量和炉料实际总量             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 回炉料加入量 (%)               | 0     | 15    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 100   |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 镁锭配入量 (%)                | 0.338 | 0.297 | 0.258 | 0.230 | 0.165 | 0.138 | 0.111 | 0.030 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 炉料实际总质量/kg               | 102.3 | 102.3 | 102.3 | 102.3 | 102.3 | 102.3 | 102.3 | 102.3 |       |       |       |       |       |       |       |       |

- 注：1. 铸造铝硅合金 ZAlSi9Mg (ZL104) 的配料表是针对一定生产条件，通过配料计算所编制出的  
 2. 本表适用于元素烧损大致恒定的情况，在变动回炉料的使用量和中间合金的成分时，可以任意配料  
 3. 表中数据为 100kg (新料 + 回炉料) 炉料所需原材料质量。  
 4. 镁的烧损：当回炉料为 50% 时，取 20%；当回炉料为 50% 以上时，取 10%。  
 5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 6. ZAlSi5Cu1Mg 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 842、843)

ZAlSi5Cu1Mg 的主要含义如下:



ZAlSi5Cu1Mg 的合金代号为 ZL105。

对于大中型柴油机类等铸件的 ZAlSi5Cu1Mg 的铸造铝硅合金配料, 可查配料实例 842 和配料实例 843 或表 3.1-18 和表 3.1-19。

**配料实例 842 表 3.1-18 ZAlSi5Cu1Mg 的铸造铝硅合金配料**

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 中间壳体(大中型柴油机类 2220kW(3000 匹马力)船用柴油机零件)   |
| 铸件特点      | <p>铸件特点: 为一锥形件, 分上下半铸造, 内腔具有冷却水通道夹层, 其腔室需经 0.4MPa 的水压试验, 并在一定的温度下工作, 需具有足够的强度。铸件不允许存在有砂眼、裂纹等缺陷。铸件需经 T<sub>1</sub> 时效处理。壁厚在 9~25mm, 上下半毛重各为 30kg。采用有机酯水玻璃砂制芯, 外模为石墨型组合而成。确保致密, 表面光洁, 满足舰、船用铸件的要求</p> <p>要求铸铝牌号: ZAlSi5Cu1Mg (ZL105) 材质为铝硅系合金, 具有良好的力学性能, 可在 -195~120°C 下工作。铸件经 T<sub>1</sub> 时效处理。力学性能: 抗拉强度 <math>\sigma_b &gt; 153\text{MPa}</math>, 断后伸长率 <math>\delta_5 &gt; 0.5\%</math>, 硬度 <math>&gt; 65\text{HBS}</math></p> |
| 合金成分控制(%) | Si: 4.5~5.5, Cu: 1.0~1.5, Mg 0.4~0.6, Al 余量, Fe < 1.0 (石墨型), 杂质总和 < 1.4   |

配 料

| 材料名称 | 炉料成分(%) |      |      |      | 配料比例 (%) | 配料成分(%) |      |      |       |    | 加入量 /kg |
|------|---------|------|------|------|----------|---------|------|------|-------|----|---------|
|      | Si      | Cu   | Mg   | Al   |          | Si      | Cu   | Mg   | Al    | Fe |         |
| 回炉   | 4.85    | 1.20 | 0.45 |      | 56.2     | 2.73    | 0.67 | 0.25 | 52.55 |    | 225     |
| 硅铝   | 11.5    |      |      | 88.5 | 18.9     | 2.17    |      |      | 16.73 |    | 75.60   |
| 铝铜   |         | 50   |      | 50   | 0.85     |         | 0.43 |      | 0.43  |    | 3.45    |

(续)

| 材料名称 | 炉料成分(%)   |    |     |     | 配料比例<br>(%) | 配料成分(%) |      |      |       |      | 加入量<br>/kg |
|------|---|----|-----|-----|-------------|---------|------|------|-------|------|------------|
|      | Si  | Cu | Mg  | Al  |             | Si      | Cu   | Mg   | Al    | Fe   |            |
| 镁    |   |    | 100 |     | 0.237       |         |      | 0.24 |       |      | 0.95       |
| 铝    |   |    |     | 100 | 23.82       |         |      |      | 23.80 |      | 95         |
| 合 计  |   |    |     |     | 100         | 5.0     | 1.1  | 0.49 | 93.51 |      | 400        |
|      |   |    |     |     | 成品          | 4.65    | 1.36 | 0.41 |       | 0.19 |            |
| 炉前操作 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 各元素之烧损以上, 下限调整, 简化计算</li> <li>2. 总炉耗以 5% 计入</li> <li>3. 待大料熔化后的 680~690°C 加入镁料</li> <li>4. 在 710~740°C 加除气剂 2kg (0.5%) 外购、搅拌除气</li> <li>5. 浇注试样</li> <li>6. 浇注温度: 730°C 浇注</li> </ol> |    |     |     |             |         |      |      |       |      |            |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 燃油反射炉。

2. 炉前检查: ①对熔炼过程加强控制, 定时测温。②在变质处理后浇注之前, 需浇注  $\phi 80\text{mm} \times 20\text{mm}$  的圆饼形试样, 作凝固过程规定表面气泡析出情况, 以判断精炼效果。③断口检查, 在砂型中浇注  $\phi 30\text{mm} \times 150\text{mm}$  试样, 以判别其断口呈银色组织细小致密为佳, 浇注温度为 750~760°C。

3. 检测结果:

力学性能: 抗拉强度 269.5MPa, 断后伸长率  $\delta_5$  1.6%, 硬度 97HBS;

化学成分 (%): Si 4.65, Cu 1.36, Mg 0.41, Al 93.58, Fe 0.19。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料适合于同类牌号的柴油机的零件, 接管、阀体等。

### 配料实例 843 表 3.1-19 ZAlSi5Cu1Mg 的铸造铝硅合金配料

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | 为熔制铸造铝硅合金 ZAlSi5Cu1Mg (ZL105), 在考虑包括夹杂物和熔损量之炉料成分 (%) 是: Si 5.2、Cu 1.25、Mg 0.5, 其余是 Al, 试计算所需炉料重量?   |
| 已知条件 | <p>铝的熔损量在这种情况下不作规定, 因为它可以从规定的化学成分中得到满足</p> <p>熔化 1t 合金所需炉料的数量如下: Si 52kg, Cu 12.5kg, Mg 5kg, Al 930.5kg</p> <p>Mg 以纯金属或含 <math>w_{\text{Mg}} 10\%</math> 的中间合金形态加入; <math>w_{\text{Si}}</math> 通常是以含 <math>w_{\text{Si}} 11\% \sim 13\%</math> 的硅铝明形态加入; <math>w_{\text{Cu}}</math> 是以含 <math>w_{\text{Cu}} 50\%</math> 的二元中间合金形态加入</p> |

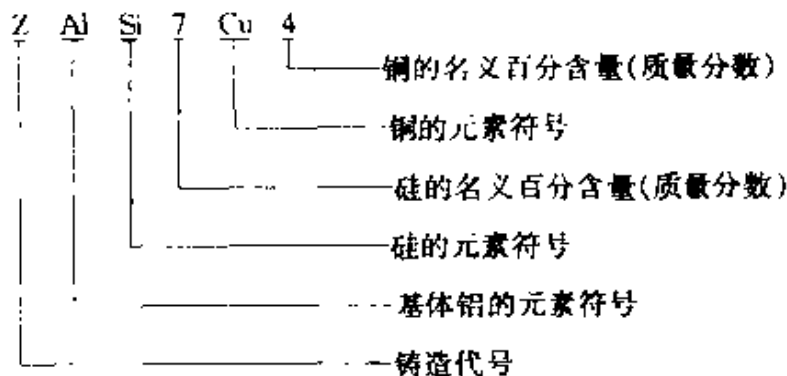
(续)

|      |   |   |
|------|---|---|
| 炉料计算 | 炉料计算如下:                                     |   |
|      | 铜中间合金                                       | $\frac{1000 \times 1.25}{50} = 25\text{kg}$ |
|      | 硅铝明   | $\frac{1000 \times 5.2}{12} = 433\text{kg}$ |
|      | 镁中间合金                                       | $\frac{1000 \times 0.5}{10} = 50\text{kg}$  |
|      | 这样, 中间合金的总量应为:                              | $25 + 50 + 433 = 508\text{kg}$              |
|      | 因此, 炉料中需要加入 $1000 - 508 = 492\text{kg}$ 铝锭。 |   |

- 注: 1. 若炉料中的新铝锭占全重 40% ~ 60%, 而其余为重熔废料块 (报废零件、冒口、浇道等), 则在计算炉料时, 回炉料中的各组分应加上必需的熔损率。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 7. ZAISi7Cu4 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 844 ~ 851)

ZAISi7Cu4 的主要含义如下:



ZAISi7Cu4 的合金代号为 ZL107。

对于橡胶机械、消防器材等类铸件的 ZAISi7Cu4 的铸造铝硅合金配料, 可查配料实例 844 ~ 配料实例 851 或表 3.1-20 和表 3.1-21。

#### 配料实例 844 表 3.1-20 ZAISi7Cu4 的铸造铝硅合金配料

|      |  |
|------|--|
| 铸件名称 | 支座(橡胶机械类硫化机零件)   |
| 铸件特点 | 铸件形状简单, 壁厚均匀的长条形小型铸铝件。它是一种要求具有一定结构强度的调整机构支座。采用湿型铸造<br>要求铸铝牌号: 铸造铝硅合金 ZAISi7Cu4 (ZL107) |



(续)

|           |  |
|-----------|--|
| 合金成分控制(%) | 合金成分控制: 国标成分(%): Si6.5~7.5, Cu3.5~4.5; 配料选择(%): Si7, Cu4 (不再计烧损)   |
| 配料        | <p>配料:</p> <p>(1) 配制铝硅中间合金, 成分(%): Si25, 其余为 Al<br/>配制铝铜中间合金, 成分(%): Cu50, 其余为 Al</p> <p>(2) 计算(以 100kg 合金为基数)<br/>Al-Si 中间合金量(kg): <math>7 \div 25\% = 28</math><br/>Al-Cu 中间合金量(kg): <math>4 \div 50\% = 8</math><br/>纯 Al 量(kg): <math>100 - (28 + 8) = 64</math></p> <p>(3) 相当每 kg 纯 Al 加入中间合金量(kg):<br/>Al-Si <math>28 \div 64 = 0.438</math> 取 0.44<br/>Al-Cu <math>8 \div 64 = 0.125</math> 取 0.13<br/>即按每 kg 纯 Al 加入 Al-Si 中间合金 0.44kg, Al-Cu 中间合金 0.13kg 进行配料</p> |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 坩埚炉或电阻炉。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 845~851 表 3.1-21 ZAlSi7Cu4 的铸造铝硅合金配料

|           |  |      |      |     |  |
|-----------|--|------|------|-----|--|
| 铸件名称      | 接管(消防器材类零件)  |      |      |     |  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 120\text{mm} \times 200\text{mm}$ , 内径 $\phi 80\text{mm}$ , 为管状铸件, 壁厚较均匀, 毛坯重为 1.9kg, 采用金属型砂芯铸造<br>要求铸铝牌号: 铸造铝硅合金 ZAlSi7Cu4 (ZL107)。抗拉强度 $\sigma_b > 163\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 2\%$ , 布氏硬度 $> 65\text{HBS}$ |      |      |     |  |
| 合金成分控制(%) | Si6.5~7.5, Cu3.5~4.5, Al 余量  |      |      |     |  |
| 配 料       |  |      |      |     |  |
| 序 号       | 炉料名称及加入量/kg  |      |      |     | 备 注                                      |
|           | 铝锭   | 铝硅合金 | 铝铜合金 | 回炉料 |  |
| 配料实例 845  | 96   | 42   | 12   | —   | 铝硅合金 Al:Si = 75:25<br>铝铜合金 Al:Cu = 50:50 |
| 配料实例 846  | 64   | 28   | 8    | 50  |  |
| 配料实例 847  | 48   | 21   | 6    | 75  |  |
| 配料实例 848  | 32   | 14   | 4    | 100 |  |

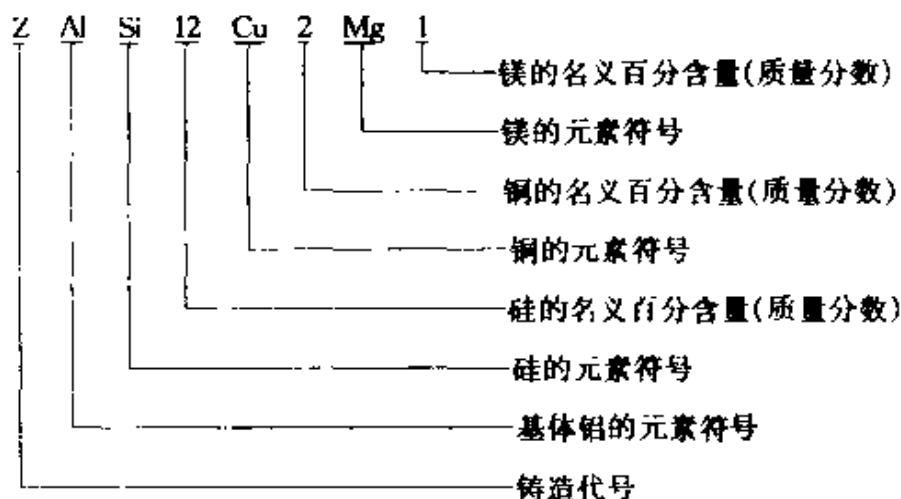
(续)

| 序号       | 炉料名称及加入量/kg |        |       |     | 备注                                       |
|----------|-------------|--------|-------|-----|--|
|          | 铝锭          | 铝硅合金   | 铝铜合金  | 回炉料 |  |
| 配料实例 849 | 16          | 7      | 2     | —   | 铝硅合金 Al:Si = 75:25<br>铝铜合金 Al:Cu = 50:50 |
| 配料实例 850 | 2           | 0.875  | 0.250 | —   |  |
| 配料实例 851 | 1           | 0.4375 | 0.125 | —   |  |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：采用喷油非铁金属熔炼炉，铸铁坩埚，坩埚熔化为 150kg，炉内烧损为铝 1%、铜 1%、硅 1%。
2. 炉料熔化后搅拌，加覆盖剂，进行脱气精炼，清渣后进行变质处理，做炉前含气及变质处理检验，合格后升温至浇注温度。
3. 检测结果：  
化学成分 (%)：Si5.96，Cu4.13；  
力学性能： $\sigma_b$ 172MPa， $\delta_2$ 2.3%，71HBS。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于铸造其他同牌号铸件如管头、表壳、散热罩等。

## 8. ZAlSi12Cu2Mg1 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 852 ~ 856)

ZAlSi12Cu2Mg1 的主要含义如下：



ZAlSi12Cu2Mg1 的合金代号为 ZL108。

对于压缩机等类铸件的 ZAlSi12Cu2Mg1 的铸造铝硅合金配料，可查配料实例 852 ~ 配料实例 856 或表 3.1-22。

配料实例 852~856 表 3.1-22 ZAlSi12Cu2Mg1 的铸造铝硅合金配料

|            |   |
|------------|---|
| 铸件名称       | 活塞(压缩机类零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 750\text{mm} \times 285\text{mm}$ , 为圆形密闭式箱体类铸件, 中心轴头最粗为 $\phi 120\text{mm}$ , 最薄壁为支撑肋板为 $10\text{mm}$ 。铸件毛坯重量 $95\text{kg}$ , 采用金属型低压铸造<br>要求铸铝牌号: 铸造铝硅合金 ZAlSi12Cu2Mg1 (ZL108), 抗拉强度 $\sigma_t > 192\text{MPa}$ , 布氏硬度 $> 85 (5/250/30) \text{HBS}$ |
| 合金成分控制 (%) | Si11.0~13.0, Cu1.0~2.0, Mg0.4~1.0, Mn0.3~0.9, Al余量  |

## 配 料

| 序 号      | 炉料名称及加入量/kg |       |       |        |       |     |        | 备 注   |
|----------|-------------|-------|-------|--------|-------|-----|--------|---|
|          | 铝锭          | 铝硅合金  | 铝铜合金  | 铝硅锰合金  | 镁     | 回炉料 | 补镁量    |   |
| 配料实例 852 | 48          | 39.08 | 3.186 | 14.868 | 0.956 | —   | —      | Al:Si = 75:25<br>A:Cu = 50:50<br>Al:Si:Mn = 75:20:5 |
| 配料实例 853 | 32          | 26.05 | 2.124 | 9.912  | 0.637 | 29  | 0.0118 |   |
| 配料实例 854 | 16          | 13.03 | 1.062 | 4.956  | 0.314 | 64  | 0.0259 |   |
| 配料实例 855 | 2           | 1.628 | 0.133 | 0.619  | 0.040 | —   | —      |   |
| 配料实例 856 | 1           | 0.814 | 0.066 | 0.309  | 0.020 | —   | —      |   |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用地坑式焦炭坩埚炉熔炼, 坩埚为  $300^{\circ}$ 。炉内烧损为铝 1%、硅 1%、铜 1%、镁 5%、锰 1.0%。

2. 在地坑坩埚中在覆盖剂下将合金熔化好以后, 清渣合入电阻炉中, 在覆盖剂下进行脱气精炼, 做变质处理, 清渣后放升液管、金属型、下芯合型进行低压铸造。

3. 检测结果:

化学成分 (%): Si11.87, Cu1.53, Mg0.87, Mn0.69;

力学性能:  $\sigma_t 201\text{MPa}$ ; 89.8HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 此配料还适用于其他同牌号铝活塞, 螺杆泵泵套等铸件。

## 9. ZAlSi12Cu1Mg1Ni1 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 857~863)

ZAlSi12Cu1Mg1Ni1 的主要含义如下:



ZAlSi12Cu1Mg1Ni1 的合金代号为 ZL109。

对于压缩机、中型载重汽车、船用机械等类铸件的 ZAlSi12Cu1Mg1Ni1 的铸造铝硅合金配料，可查配料实例 857—配料实例 863 或表 3.1-23—表 3.1-25。

配料实例 857~861 表 3.1-23 ZAlSi12Cu1Mg1Ni1 的铸造铝硅合金配料

| 铸件名称       | 活塞(压缩机类零件)  |       |       |       |        |     |        |  |
|------------|---|-------|-------|-------|--------|-----|--------|--|
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 155 \times 222\text{mm}$ ，为圆形一头封闭的形状复杂、壁厚不均匀铸件，肋处 5mm，最厚处 40mm。毛坯重量 5kg，采用金属型低压铸造要求铸铝牌号：铸造铝硅合金 ZAlSi12Cu1Mg1Ni1 (ZL109)。抗拉强度 $\sigma_b > 192\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta_5 > 0.5\%$ ，布氏硬度 90 (5/250/30) HBS |       |       |       |        |     |        |  |
| 合金成分控制 (%) | Si11.0~13.0, Cu0.5~1.5, Mg0.8~1.3, Ni0.8~1.5, Al 余量   |       |       |       |        |     |        |  |
| 配 料        |   |       |       |       |        |     |        |  |
| 序 号        | 炉料名称及加入量/kg   |       |       |       |        |     | 备 注    |  |
|            | 铝锭  | 铝硅合金  | 铝铜合金  | 铝镍合金  | 镁      | 回炉料 |        |  |
| 配料实例 857   | 32  | 41.51 | 1.72  | 10.38 | 1.0378 | —   | —      | 铝硅合金 Al:Si = 75:25<br>铝铜合金 Al:Cu = 50:50<br>铝镍合金 Al:Ni = 90:10 |
| 配料实例 858   | 16  | 20.76 | 0.86  | 5.19  | 0.5189 | 56  | 0.0392 |  |
| 配料实例 859   | 5   | 6.485 | 0.270 | 1.622 | 0.1622 | —   | —      |  |
| 配料实例 860   | 2   | 2.594 | 0.108 | 0.648 | 0.0648 | —   | —      |  |
| 配料实例 861   | 1   | 1.297 | 0.054 | 0.324 | 0.0324 | —   | —      |  |

注：1. 采用熔炼炉类型：采用地坑坩埚炉熔炼，坩埚为 300<sup>#</sup>，炉内烧损为铝 1%、硅 1%、铜 1%、镁 7%、镍 0.6%。

2. 炉料在覆盖剂覆盖下熔化，熔化后进行除气精炼，最后进行变质处理，变质后加入镁。做炉前含气及变质处理检验，合格后清渣，合入电阻坩埚炉中进行低压铸造。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：Si12.13, Cu1.12, Mg1.02, Ni1.05；

力学性能： $\sigma_b 195\text{MPa}$ ， $\delta_5 0.8\%$ ，95HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于其他同牌号铝活塞及缸体等铸件的金属型低压铸造，也适用于砂型铸造。

配料实例 862 表 3.1-24 ZAlSi12Cu1Mg1Ni1 的铸造铝硅合金配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 活塞(中型载重汽车类零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 103.6mm×103.6mm×106.5mm, 铸件重 1.19kg, 采用液态模锻<br>要求铸铝牌号: 铸造铝硅合金 ZAlSi12Cu1Mg1Ni1 (SAE321), 抗拉强度 $\sigma_b \geq 275\text{MPa}$ , 硬度 100-130HBS |
| 合金成分控制(%) | Si11-13, Cu0.5-1.5, Mg0.9-1.3, Ni1-1.6, 杂质 Fe $\leq$ 0.5, Mn $\leq$ 0.6, Zn $\leq$ 0.2, Sn $\leq$ 0.01, Pb $\leq$ 0.05, 杂质总和 $\leq$ 1.2, Al余量      |

## 配 料

| 炉料名称       | 炉料成分(%)  | 配料比例(%) | 配料成分(%) |     |       |      |      |
|------------|--|---------|---------|-----|-------|------|------|
|            |  |         | Si      | Cu  | Al    | Mg   | Ni   |
| Al-Ni 中间合金 | Ni9-11, 其余 Al, Fe $\leq$ 0.3, 杂质总和 $\leq$ 0.8  | 6.5     | —       | —   | 5.85  | —    | 0.65 |
| Al-Cu 中间合金 | Cu50, Al50, Fe $<$ 0.5                         | 1       | —       | 0.5 | 0.5   | —    | —    |
| Al-Si 中间合金 | Si19-21, 其余 Al, Fe $\leq$ 0.4, 杂质总和 $\leq$ 0.7 | 30      | 6       | —   | 24    | —    | —    |
| 铝锭         | Al-1   | 11.85   | —       | —   | 11.85 | —    | —    |
| 镁锭         | Mg-3   | 0.65    | —       | —   | —     | 0.65 | —    |
| 返回料        | 本牌号  | 30      | 3.6     | 0.3 | 25.32 | 0.39 | 0.39 |
| 再生锭        | 本牌号  | 20      | 2.4     | 0.2 | 16.88 | 0.26 | 0.26 |
| 合 计        |  | 100     | 12.0    | 1.0 | 84.4  | 1.3  | 1.3  |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 1t 无心工频加热熔炼炉。

2. 炉前: 取样分析 Si、Mg、Cu、Ni、Fe, 根据分析报告调整成分。

3. 检测结果:

化学成分(%): Mg0.90, Si11.08, Cu1.07, Fe0.42, Ni1.39;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 300\text{MPa}$ , 硬度 120HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于同牌号的其他要求耐磨、耐热的液态模锻铸铝件。

配料实例 863 表 3.1-25 ZAlSi12Cu1Mg1Ni1 的铸造铝硅合金配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 大导轮(船用机械类零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 1200\text{mm} \times 150\text{mm}$ , 毛坯重 350kg, 采用树脂砂型铸造<br>要求铸铝牌号: 铸造铝硅合金 ZAlSi12Cu1Mg1Ni1 (ZL109) 该合金具有流动性好、热裂倾向小、气密性好、线收缩小、导热、耐磨、耐腐蚀性好。力学性能要求: 金属型, $T_1$ 断后伸长率 $\delta_5 0.5\%$ , 抗拉强度 $\sigma_b 192\text{MPa}$ , 硬度 90HBS |
| 合金成分控制(%) | Si11.0-13.0, Cu0.5-1.5, Mg0.8-1.3, Ni0.8-1.5, Al余量  |

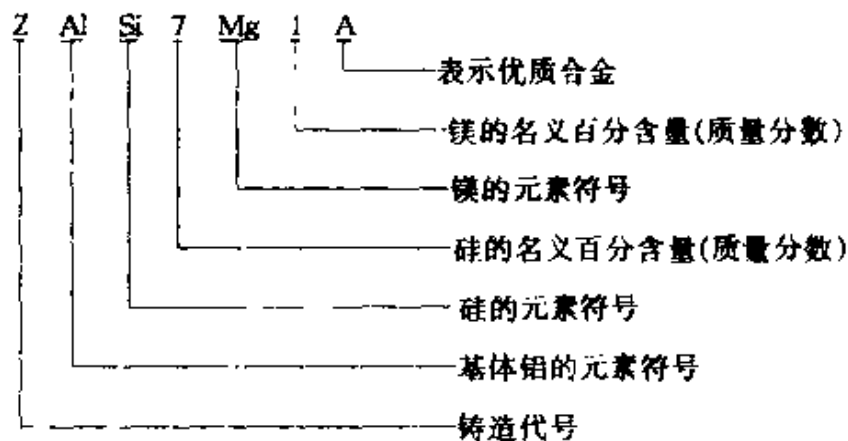
(续)

| 配 料  |         |     |    |    |             |         |      |     |     |            |
|------|---------|-----|----|----|-------------|---------|------|-----|-----|------------|
| 炉料名称 | 炉料成分(%) |     |    |    | 配料比例<br>(%) | 配料成分(%) |      |     |     | 加入量<br>/kg |
|      | Si      | Mg  | Cu | Ni |             | Si      | Mg   | Cu  | Ni  |            |
| 回炉料  | 12      | 1.3 | 1  | 1  | 50          | 6       | 0.65 | 0.5 | 0.5 | 250        |
| 硅    | 100     |     |    |    | 6           | 6       |      |     |     | 30         |
| 铝-铜  |         |     | 50 |    | 1           |         |      | 0.5 |     | 5          |
| 镁    |         | 100 |    |    | 0.65        |         | 0.65 |     |     | 3.25       |
| 铝-镍  |         |     |    | 10 | 5           |         |      |     | 0.5 | 25         |
| 铝    |         |     |    |    | 37.35       |         |      |     |     | 186.75     |
| 合 计  |         |     |    |    | 100         | 12      | 1.3  | 1.0 | 1.0 | 500        |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：220A—500kg 电阻坩埚炉。
2. 炉前操作：①装炉熔化顺序：回炉料—纯铝—硅—铝铜—铝镍，熔化后搅拌均匀，680~700°C时加镁；②精炼、变质处理、静置、撇渣；③按铸件工艺要求调整温度，浇注。
3. 检测结果：  
力学性能：金属型，T<sub>1</sub>，抗拉强度  $\sigma_b$  210MPa，断后伸长率  $\delta_5$  1.0%，硬度 96HBS；  
化学成分(%)：Si 11.8，Cu 1.0，Mg 0.9，Ni 1.0，Fe 0.4。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 该合金用来铸造在较高温度下工作以及要求热膨胀系数小、强度高、耐磨性能良好的零件，如内燃发动机活塞、起重滑轮等。

### 10. ZAlSi7Mg1A 的铸造铝硅合金配料 (配料实例 864)

ZAlSi7Mg1A 的主要含义如下：



ZAlSi7Mg1A 的合金代号为 ZL114A。

对于航空航天等类铸件的 ZAlSi7Mg1A 的铸造铝硅合金配料, 可查配料实例 864 或表 3.1-26。

**配料实例 864** 表 3.1-26 ZAlSi7Mg1A 的铸造铝硅合金配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 内环框架(航空航天类发射台部件零件)   |
| 铸件特点      | <p>铸件为方环状框形, 轮廓尺寸为 520mm×510mm×200mm, 毛坯重为 40kg, 主要壁厚 15mm 左右, 该部件要求高强度、韧性好, 此件形状比较复杂, 采用树脂砂铸造</p> <p>要求铸铝牌号: 铸造铝硅合金 ZAlSi7Mg1A (ZL114A)。该合金具有很高的力学性能和很好的铸造性能相结合, 即很高的强度、好的韧度和很好的流动性、气密性相抗热裂性, 能铸造复杂形状的高强度铸件</p> <p>力学性能要求: 砂型, T<sub>5</sub> 热处理状态, 抗拉强度 <math>\sigma_b</math> 290MPa, 断后伸长率 <math>\delta_5</math> 2%, 硬度 85HBS</p> |
| 合金成分控制(%) | Si6.5~7.5, Mg0.45~0.60, Ti0.10~0.20, Be0.04~0.07, Al 余量  |

配 料

| 炉料名称 | 炉料成分(%) |      |      | 配料比例(%) | 配料成分(%) |       |       | 加入量/kg |
|------|---------|------|------|---------|---------|-------|-------|--------|
|      | Si      | Mg   | Ti   |         | Si      | Mg    | Ti    |        |
| 回炉料  | 7.0     | 0.65 | 0.15 | 50      | 3.5     | 0.325 | 0.075 | 150    |
| 铝-钛  |         |      | 5    | 1.5     |         |       | 0.075 | 4.5    |
| 硅    | 100     |      |      | 3.5     | 3.5     |       |       | 10.5   |
| 镁    |         | 100  |      | 0.325   |         | 0.325 |       | 0.975  |
| 纯铝   |         |      |      | 44.7    |         |       |       | 134    |
| 合 计  |         |      |      | 100     | 7.0     | 0.65  | 0.15  | 300    |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 120A-300kg 电阻坩埚炉。

2. 炉前操作: 装炉熔化顺序: 回炉料和纯铝熔清后加入 Si、Ti、Mg。

3. Be 也可以不加。

4. 检测结果:

力学性能: 砂型, T<sub>5</sub> 热处理状态, 抗拉强度  $\sigma_b$  300MPa, 断后伸长率  $\delta_5$  3%, 硬度 90HBS;

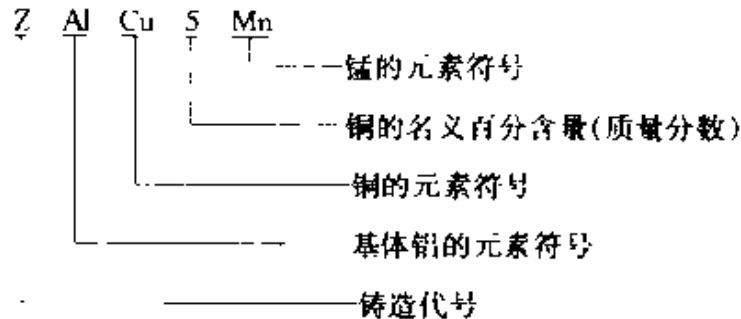
化学成分(%): Si6.9, Mg0.49, Ti0.15, Fe0.09。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

6. 主要用来获得高强度优质铸件, 适合于硬模和砂型铸造, 可用于飞机和导弹承受高负荷的零件。

## 11. ZAlCu5Mn 的铸造铝铜合金配料 (配料实例 865)

ZAlCu5Mn 的主要含义如下:



ZAlCu5Mn 的合金代号为 ZL201。

对于航空航天等类铸件的 ZAlCu5Mn 的铸造铝铜合金配料, 可查配料实例 865 或表 3.1-27。

配料实例 865 表 3.1-27 ZAlCu5Mn 的铸造铝铜合金配料

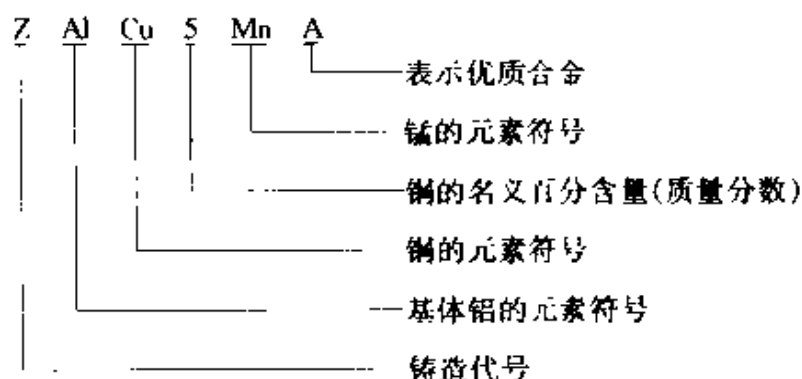
|           |   |    |    |    |          |           |     |      |     |
|-----------|---|----|----|----|----------|-----------|-----|------|-----|
| 铸件名称      | 框架(航空航天类航天器逃逸舱零件)   |    |    |    |          |           |     |      |     |
| 铸件特点      | 铸件主要轮廓尺寸 440mm×210mm×210mm, 主要壁厚 12×8mm, 铸件重量 3.2kg。外形成长方体, 左右端平面厚度仅 3mm, 其余是细杆连接。整体尺寸大, 但全是薄壁细杆结构。机加工后, 进行发黑处理, 对内部质量要求也很高。采用粘土砂型, 树脂砂芯<br>要求铸铝牌号: 铸造铝铜合金 ZAlCu5Mn (ZL201)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 330\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 4\%$ , 硬度 $\geq 90\text{HBS}$ , 适用承受高强度铸件 |    |    |    |          |           |     |      |     |
| 合金成分控制(%) | Cu4.5~5.3, Ti0.15~0.35, Mn0.6~1.0, Al 余量  |    |    |    |          |           |     |      |     |
| 配 料       |   |    |    |    |          |           |     |      |     |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)   |    |    |    | 配料比例 (%) | 炉料计算成分(%) |     |      |     |
|           | Al  | Cu | Ti | Mn |          | Al        | Cu  | Ti   | Mn  |
| 纯铝锭       | 100   |    |    |    | 79.4     | 79.4      |     |      |     |
| 铝铜钛中间料    | 48  | 50 | 2  |    | 10.6     | 5.09      | 5.3 | 0.21 |     |
| 铝锰中间料     | 90  |    |    | 10 | 10       | 9.0       |     |      | 1.0 |
| 合 计       |   |    |    |    | 100      | 93.49     | 5.3 | 0.21 | 1.0 |
| 炉前操作      | 1. 元素烧损以下限来调整, 总炉耗以 5% 计算<br>2. 去渣后精炼<br>3. 精炼剂加入 1.5%, 1.5kg<br>4. 出炉温度 730°C<br>5. 浇注温度 700°C   |    |    |    |          |           |     |      |     |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 燃气坩埚炉。  
 2. 炉前浇注试样做气体含量检验, 光谱分析。  
 3. 检测结果:  
 力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 352\text{MPa}$ , 断后伸长率 4.3%, 硬度 95HBS;  
 化学成分(%): Cu5.0, Ti0.3, Mn0.8。  
 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 5. 本配料还适用于铸造飞机零件, 高强度的其他附件。如支臂、副油箱和弹射架梁等。



## 12. ZAlCu5MnA 的铸造铝铜合金配料 (配料实例 866)

ZAlCu5MnA 的主要含义如下:



ZAlCu5MnA 的合金代号为 ZL201A。

对于航空航天等类铸件的 ZAlCu5MnA 的铸造铝铜合金配料, 可查配料实例 866 或表 3.1-28。

配料实例 866 表 3.1-28 ZAlCu5MnA 的铸造铝铜合金配料

| 铸件名称      | 前盖(航空航天类飞行器部件零件)   |     |      |    |         |         |     |       |    |        |
|-----------|--|-----|------|----|---------|---------|-----|-------|----|--------|
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 400\text{mm} \times 95\text{mm}$ , 主要壁厚 10mm 左右, 毛坯重为 15kg, 为圆状盖形, 盖内有加强肋。该部件在室温和高温下需有好的拉伸、塑性及冲击韧度。采用砂型铸造<br>要求铸铝牌号: 铸造铝硅合金 ZAlCu5MnA (ZL201A)。该合金是在铝-铜系基础上加入一些合金元素组成的铝-铜-锰-钛系多元合金, 加入锰可以强化固溶体和产生新的强化相, 能提高力学性能, 此外, 还能提高合金的耐蚀性, 加入钛可以细化晶粒, 提高力学性能。该合金的室温和高温力学性能较高, 可用于制造飞行器零件。力学性能要求: 砂型, $T_5$ 热处理状态, 抗拉强度 $\sigma_b \geq 390\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 8\%$ , 硬度 110HBS |     |      |    |         |         |     |       |    |        |
| 合金成分控制(%) | Cu4.0~5.3, Mn0.6~1.0, Ti0.15~0.35, Fe<0.15, Al余量   |     |      |    |         |         |     |       |    |        |
| 配 料       |  |     |      |    |         |         |     |       |    |        |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |     |      |    | 配料比例(%) | 配料成分(%) |     |       |    | 加入量/kg |
|           | Cu   | Mn  | Ti   | Al |         | Cu      | Mn  | Ti    | Al |        |
| 回炉料       | 5  | 0.8 | 0.25 | 余量 | 50      | 2.5     | 0.4 | 0.125 |    | 150    |
| 铝锰        |  | 10  |      |    | 4       |         | 0.4 |       |    | 12     |
| 铝钛        |  |     | 5    |    | 2.5     |         |     | 0.125 |    | 7.5    |
| 铝铜        | 50   |     |      |    | 5       | 2.5     |     |       |    | 15     |

(续)

| 炉料名称 | 炉料成分(%) |    |    |       | 配料比例<br>(%) | 配料成分(%) |     |      |    | 加入量<br>/kg |
|------|---------|----|----|-------|-------------|---------|-----|------|----|------------|
|      | Cu      | Mn | Ti | Al    |             | Cu      | Mn  | Ti   | Al |            |
| 纯铝   |         |    |    | 99.99 | 38.5        |         |     |      |    | 115.5      |
| 合 计  |         |    |    |       | 100         | 5       | 0.8 | 0.25 | 余量 | 300        |

注：1. 采用熔炼炉类型：120A—300kg 电阻坩埚炉

2. 炉前操作：①装炉熔化顺序：铝待熔清后加入铝-锰、铝-钛，在铝液达到 700—720°C 时加入铝-铜，搅拌均匀；②进行精炼；③按工艺要求调整温度、扒渣、浇注。

3. 检测结果：

力学性能：砂型，T<sub>5</sub> 热处理状态，抗拉强度  $\sigma_b$  418MPa，断后伸长率  $\delta_5$  10%，硬度 110HBS；

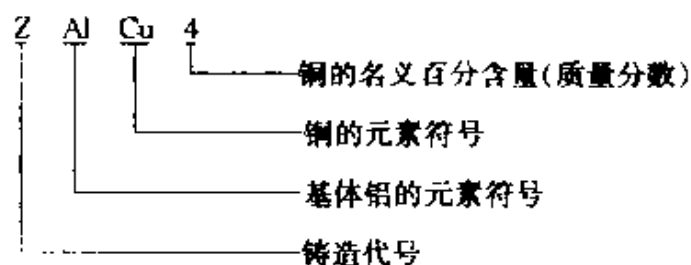
化学成分(%)：Cu5.0，Mn0.79，Ti0.24，Fe0.09，Al 余量。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于室温承受高载荷零件和在 175—300°C 下工作的飞机和发动机零件，如支臂、副油箱、弹射内梁和特设挂架梁等。

### 13. ZAlCu4 的铸造铝铜合金配料 (配料实例 867~871)

ZAlCu4 的主要含义如下：



ZAlCu4 的合金代号为 ZL203。

对于消防器材等类铸件的 ZAlCu4 的铸造铝铜合金配料，可查配料实例 867~配料实例 871 或表 3.1-29。

配料实例 867~871 表 3.1-29 ZAlCu4 的铸造铝铜合金配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 手轮(消防器材类零件)   |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 200\text{mm} \times 45\text{mm}$ ，三个肋与中间轴头，铸件重为 2kg，采用湿型铸造<br>要求铸铝牌号：铸造铝铜合金 ZAlCu4 (ZL203)。抗拉强度 $\sigma_b > 192\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta_5 > 6\%$ ，布氏硬度 $> 60\text{HBS}$ |

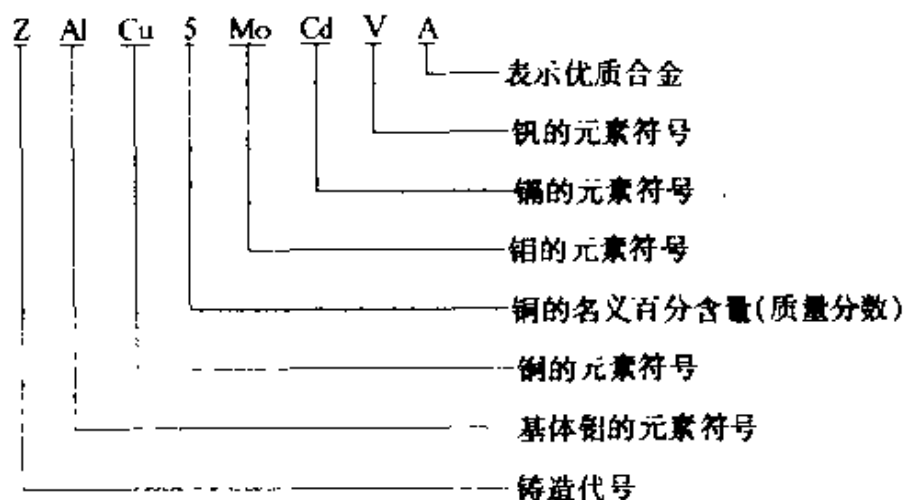
(续)

| 合金成分控制(%) |             | Cu4.0~5.0, Al余量 |        |        |     |  |
|-----------|-------------|-----------------|--------|--------|-----|--|
| 配 料       |             |                 |        |        |     |  |
| 序 号       | 炉料名称及加入量/kg |                 |        |        | 备 注 |  |
|           | 铝           | 锭               | 铝铜合金   | 铝硅合金   |     | 回炉料  |
| 配料实例 867  | 48          |                 | 5.01   | 2.67   | 14  | 铝铜合金 Al:Cu = 50:<br>50<br>铝硅合金 Al:Si = 75:<br>25 |
| 配料实例 868  | 32          |                 | 3.34   | 1.78   | 32  |  |
| 配料实例 869  | 16          |                 | 1.67   | 0.89   | —   |  |
| 配料实例 870  | 2           |                 | 0.2088 | 0.1114 | —   |  |
| 配料实例 871  | 1           |                 | 0.1044 | 0.0557 | —   |  |

- 注：1. 采用熔炼炉类型：采用地坑坩埚炉熔化，坩埚为200<sup>#</sup>，熔铝70kg，炉内烧损为铝1%、铜1%。
2. 为改善铸造性能减少热裂和缩松，合金中加入1.2%的硅。合金熔化后，用覆盖剂覆盖液面，进行除气精炼，升温至浇注温度，清渣出炉。
3. 检测结果：  
化学成分(%)：Cu4.49, Al余量；  
力学性能： $\sigma_b$ 195MPa,  $\delta_5$ 7, 71HBS。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用其他同牌号铸件。

#### 14. ZAlCu5MoCdVA 的铸造铝铜合金配料 (配料实例 872)

ZAlCu5MoCdVA 的主要含义如下：



ZAlCu5MoCdVA 的合金代号为 ZL205A。

对于航空航天等类铸件的 ZAlCu5MnCdVA 的铸造铝硅合金配料, 可查配料实例 872 或表 3.1-30。

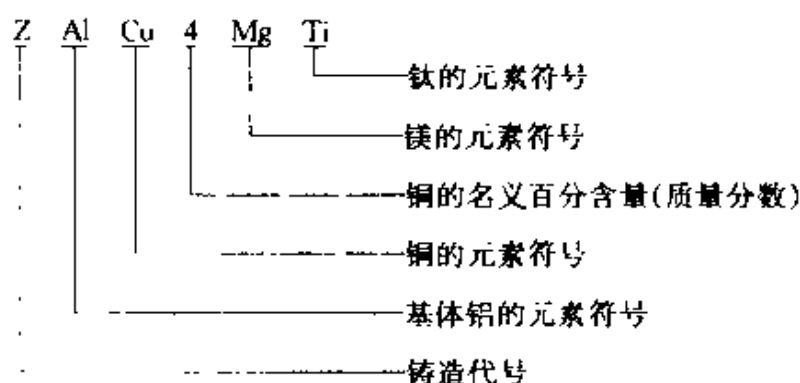
配料实例 872 表 3.1-30 ZAlCu5MnCdA 的铸造铝硅合金配料

| 铸件名称 | 齿轮箱体(航空航天类发射系统部件零件)   |  |      |     |      |          |            |                  |     |       |       |         |      |        |  |
|------|---|--|------|-----|------|----------|------------|------------------|-----|-------|-------|---------|------|--------|--|
| 铸件特点 | 铸件为圆状形, 轮廓尺寸为 $\phi 203\text{mm} \times 96\text{mm}$ , 毛坯重 20kg, 主要壁厚 8mm 左右, 该部件要求强度、塑性、韧性、抗蚀性要好<br>要求铸铝牌号: 铸造铝铜合金 ZAlCu5MnCdA (ZL205A)。该合金是一种高强度的铸造铝合金, 是目前世界上使用强度最高的合金, 具有好的塑性、韧性和抗蚀性能, 易焊接, 切削加工性能特别好, 但铸造性能较差, 适合砂型和熔模铸造。力学性能要求: 砂型, $T_6$ 热处理状态, 抗拉强度 $\sigma_b 465\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 3\%$ , 硬度 140HBS |  |      |     |      |          |            |                  |     |       |       |         |      |        |  |
|      | 合金成分控制(%)   | Cu4.6~5.3, Mn0.3~0.5, Ti0.15~0.35, Cd0.15~0.25, V0.05~0.3, Zr0.05~0.2, B0.005~0.06, Fe $\leq$ 0.15 |      |     |      |          |            |                  |     |       |       |         |      |        |  |
| 配 料  |   |  |      |     |      |          |            |                  |     |       |       |         |      |        |  |
| 炉料名称 | 炉料成分(%)   |  |      |     |      | 配料比例 (%) | 配料成分(%)    |                  |     |       |       | 加入量 /kg |      |        |  |
|      | Cu  | Mn   | Ti   | V   | Cd   |          | $K_2ZrF_6$ | KBF <sub>4</sub> | Cu  | Mn    | Ti    |         | V    | Cd     |  |
| 回炉料  | 5   | 0.4  | 0.25 | 0.2 | 0.24 | 50       | 0.25       | 0.2              | 2.5 | 0.2   | 0.125 | 0.1     | 0.12 | 150    |  |
| 铝锰   |   | 10   |      |     |      | 2        |            |                  |     | 0.2   |       |         |      | 6      |  |
| 铝钛   |   |  | 5    |     |      | 2.5      |            |                  |     | 0.125 |       |         |      | 7.5    |  |
| 铝铜   | 50  |  |      |     |      | 5        |            |                  | 2.5 |       |       |         |      | 15     |  |
| 氟锆酸钾 |   |  |      |     |      | 0.25     | 0.25       |                  |     |       |       |         |      | 0.75   |  |
| 氟硼酸钾 |   |  |      |     |      | 0.2      |            | 0.2              |     |       |       |         |      | 0.6    |  |
| 纯铝   |   |  |      |     |      | 37.43    |            |                  |     |       |       |         |      | 112.29 |  |
| 铝钒   |   |  |      | 4   |      | 2.5      |            |                  |     |       |       | 0.1     |      | 7.5    |  |
| 镉    |   |  |      |     | 100  | 0.12     |            |                  |     |       |       |         | 0.12 | 0.36   |  |
| 合 计  |   |  |      |     |      | 100      | 0.5        | 0.4              | 5.0 | 0.4   | 0.25  | 0.2     | 0.24 | 300    |  |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 120A—300kg 电阻坩埚炉。  
 2. 炉前操作: ①装炉熔化顺序: 回炉料、纯铝、铝锰、铝钒熔化后加入铝铜、铝钛、金属镉。锆和硼以盐的形式在精炼后加入; ②进行精炼、静置, 按工艺要求调整温度; ③浇注前轻微搅拌, 按铸件工艺要求浇注。  
 3. 检测结果:  
 力学性能: 砂型,  $T_6$  热处理状态, 抗拉强度  $\sigma_b 470\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta_5 3.5\%$ , 硬度 145HBS;  
 化学成分 (%): Cu5.05, Mn0.39, V0.18, Ti0.24, Cd0.20, Zr0.12, B0.02, Fe0.07。  
 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 5. 该合金主要用于承受高载荷零件, 如各种挂梁、轮毂、框架、肋、支臂、叶轮、架线滑轮、导弹舱面及某些气密性零件。

## 15. ZAlCu4MgTi 的铸造铝铜合金配料 (配料实例 873)

ZAlCu4MgTi 的主要含义如下:



ZAlCu4MgTi 的合金代号为 206.0。

对于工业电器等类铸件的 ZAlCu4MgTi 的铸造铝铜合金配料, 可速查配料实例 873 或表 3.1-31。

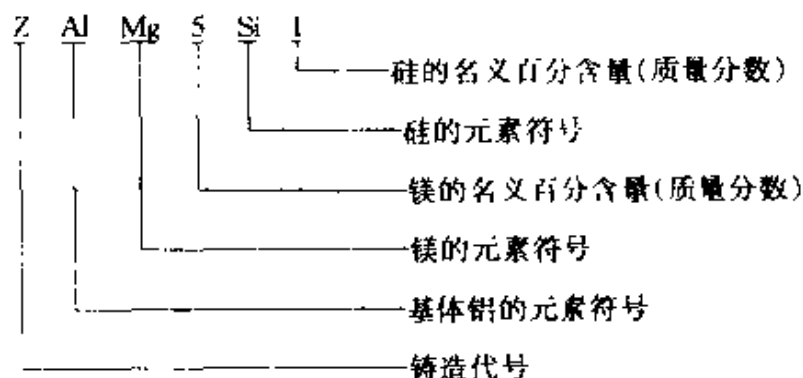
**配料实例 873**      **表 3.1-31 ZAlCu4MgTi 的铸造铝铜合金配料**

|           |  |    |    |     |          |           |     |     |      |
|-----------|--|----|----|-----|----------|-----------|-----|-----|------|
| 铸件名称      | 支撑件(工业电器类 SF <sub>6</sub> 敞开式断路器 LW <sub>12</sub> -220 零件)   |    |    |     |          |           |     |     |      |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 $\phi 176\text{mm} \times 478\text{mm} \times 395\text{mm}$ , 主要壁厚 55mm, 铸件重量 9.6kg。该件为薄壁筒类件, 两端法兰可用冒口补缩, 中部的斜圆柱端面要求镀银。侧面不加工。无法放置冒口, 所以采用冷铁补缩<br>要求铸铝牌号: 铸造铝铜合金 ZAlCu4MgTi (206.0)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 340\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 7\%$ , 硬度 $\geq 90\text{HBS}$ 。适用于承受大载荷的铸件, 并可满足导电性的要求 |    |    |     |          |           |     |     |      |
| 合金成分控制(%) | Cu4.2~5.0, Ti0.15~0.35, Mg0.15~0.35, Al 余量   |    |    |     |          |           |     |     |      |
| 配 料       |  |    |    |     |          |           |     |     |      |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  |    |    |     | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |     |     |      |
|           | Al   | Cu | Ti | Mg  |          | Al        | Cu  | Ti  | Mg   |
| 纯铝锭       | 100  |    |    |     | 89.65    | 89.65     |     |     |      |
| 铝铜钛中间料    | 48   | 50 | 2  |     | 10       | 4.8       | 5.0 | 0.2 |      |
| 镁锭        |  |    |    | 100 | 0.35     |           |     |     | 0.35 |
|           | 合 计  |    |    |     | 100      | 94.45     | 5.0 | 0.2 | 0.35 |
| 炉前操作      | 1. 元素烧损以下限来调整, 总炉耗以 5% 计算<br>2. 去渣后精炼<br>3. 精炼剂加入 1.5%, 1.5kg<br>4. 出炉温度 730°C<br>5. 浇注温度 700°C  |    |    |     |          |           |     |     |      |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 燃气坩埚炉。  
 2. 炉前浇注试样做气体含量检验, 光谱分析。  
 3. 检测结果:  
 力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 363\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta_5 7.6\%$ , 硬度 104HBS;  
 化学成分(%): Cu4.7, Ti0.24, Mg0.26。  
 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 5. 本配料还适用于室温和高温具有高强度的铸件。

## 16. ZAlMg5Si1 的铸造铝镁合金配料 (配料实例 874~879)

ZAlMg5Si1 的主要含义如下:



ZAlMg5Si1 的合金代号为 ZL303。

对于风机、石油机械等类铸件的 ZAlMg5Si1 的铸造铝镁合金配料, 可查配料实例 874~配料实例 879 或表 3.1-32 和表 3.1-33。

配料实例 874~878 表 3.1-32 ZAlMg5Si1 的铸造铝镁合金配料

| 铸件名称       | 密封(风机类零件)  |       |       |     |       |                           |
|------------|--|-------|-------|-----|-------|---------------------------|
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 ( $\phi 185 \times 38$ ) mm 半圆形铸件, 铸件要求不得有气孔夹渣等铸造缺陷, 毛坯重量 0.58kg, 采用湿型铸造<br>要求铸铝牌号: 铸造铝镁合金 ZAlMg5Si1 (ZL303), 抗拉强度 $\sigma_b > 143$ MPa, 断后伸长率 $\delta_5 > 1\%$ , 布氏硬度 $> 55$ (5/250/30) HBS |       |       |     |       |                           |
| 合金成分控制 (%) | Si 0.8~1.3, Mg 4.5~5.5, Mn 0.1~0.4, Al 余量  |       |       |     |       |                           |
| 配 料        |  |       |       |     |       |                           |
| 序 号        | 炉料名称及加入量/kg  |       |       |     |       | 备 注                       |
|            | 铝锭   | 镁     | 铝硅锰合金 | 回炉料 | 补镁量   |                           |
| 配料实例 874   | 48   | 2.976 | 3.247 | —   | —     | 铝硅锰 Al:Si:Mn<br>= 75:20:5 |
| 配料实例 875   | 32   | 1.984 | 2.165 | 18  | 0.045 |                           |
| 配料实例 876   | 16   | 0.992 | 1.082 | 36  | 0.091 |                           |
| 配料实例 877   | 2  | 0.124 | 0.135 | —   | —     |                           |
| 配料实例 878   | 1  | 0.062 | 0.068 | —   | —     |                           |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用地坑坩埚炉熔化, 坩埚为 200#, 炉内烧损为铝 1%、硅 1%、镁 5%、锰 0.7%。

2. 铝锭与铝硅锰中间合金熔化后用覆盖剂覆盖, 然后加入回炉料, 熔化后压入预热的镁。除气精炼可用炉料重量 0.15%~0.2% 的氯化锰于 690~720°C, 静置 5~10min, 扒渣出炉浇注。

3. 检测结果:

化学成分 (%): Si 1.02, Mg 4.98, Mn 0.31;

力学性能:  $\sigma_b 145$ MPa,  $\delta_5 1.3\%$ , 57HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 此配料还适用于其他同牌号铸件, 如耐海水的泵体、泵盖、叶轮及轴衬、填料套、填料垫等。

配料实例 879 表 3.1-33 ZAlMg5Si1 的铸造铝镁合金配料

|            |  |     |     |          |         |      |      |         |
|------------|--|-----|-----|----------|---------|------|------|---------|
| 铸件名称       | 刮板(石油机械类石油流量泵部件零件)   |     |     |          |         |      |      |         |
| 铸件特点       | 铸件为工字板状形, 轮廓尺寸 165mm×141mm, 毛坯重 7kg, 主要壁厚 6.5mm 左右, 采用树脂砂型铸造<br>要求铸铝牌号: 铸造铝镁合金 ZAlMg5Si1 (ZL303)。该合金热裂倾向较 ZL301 小, 耐蚀性接近 ZL301。力学性能要求: 铸态, 抗拉强度 $\sigma_b$ 145MPa, 断后伸长率 $\delta_5$ 1%, 硬度 55HBS |     |     |          |         |      |      |         |
| 合金成分控制 (%) | Si0.8~1.3, Mg4.5~5.5, Mn0.1~0.4, Al 余量   |     |     |          |         |      |      |         |
| 配 料        |  |     |     |          |         |      |      |         |
| 炉料名称       | 炉料成分(%)  |     |     | 配料比例 (%) | 配料成分(%) |      |      | 加入量 /kg |
|            | Si   | Mg  | Mn  |          | Si      | Mg   | Mn   |         |
| 回炉料        | 1.2  | 5.5 | 0.3 | 50       | 0.6     | 2.75 | 0.15 | 150     |
| 硅          | 100  |     |     | 0.6      | 0.6     |      |      | 1.8     |
| 镁          |  | 100 |     | 2.75     |         | 2.75 |      | 8.25    |
| 铝-锰        |  |     | 10  | 1.5      |         |      | 0.15 | 4.5     |
| 铝          |  |     |     | 45.15    |         |      |      | 135.45  |
| 合 计        |  |     |     | 100      | 1.2     | 5.5  | 0.3  | 300     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 120A—300kg 电阻坩埚炉。

2. 炉前操作: ①先装入铝锭、铝-锰中间合金, 熔化后加覆盖剂, 加回炉料, 加镁; ②除气精炼; ③扒渣, 调温, 浇注。

3. 检测结果:

力学性能: 砂型, 铸态, 抗拉强度  $\sigma_b$ 150MPa, 断后伸长率  $\delta_5$ 1.5, 硬度 60HBS;

化学成分 (%): Si1.15, Mg5.0%, Mn0.29%, Al 余量。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 该合金用来铸造同腐蚀介质接触和在较高温度下工作的承受中等载荷的零件。

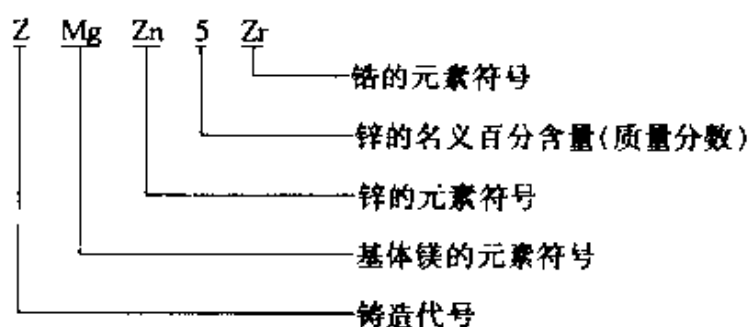
## 第 2 章 铸造镁合金配料

什么是铸造镁合金(cast magnesium alloy)? 铸造镁合金是指以镁为基的铸造合金。

根据国家标准 GB/T 1177—1991《铸造镁合金》的规定, 铸造镁合金按化学成分分为 8 种标准: ZMgZn5Zr (ZM1)<sup>⊖</sup>、ZMgZn4RE1Zr (ZM2)、ZMgRE3ZnZr (ZM3)、ZMgRE3Zn2Zr (ZM4)、ZMgAl8Zn (ZM5)、ZMgRE2ZnZr (ZM6)、ZMgZn8AgZr (ZM7)、ZMgAl10Zn (ZM10)。

### 1. ZMgZn5Zr 的铸造镁合金配料 (配料实例 880)

ZMgZn5Zr 的主要含义如下:



ZMgZn5Zr 的合金代号为 ZM1。

对于 ZMgZn5Zr 的铸造镁合金配料, 可查配料实例 880 或表 3.2-1。

**配料实例 880**      表 3.2-1 ZMgZn5Zr 的铸造镁合金配料

| ZMgZn5Zr | 化学成分(%)   |         |       |       |
|----------|---|---------|-------|-------|
|          | Zn  | Zr      | Mg    |       |
| 规格要求     | 3.5~5.5   | 0.5~1.0 | 余量    |       |
| 配料控制     | 4.5   | 0.75    | 余量    |       |
| 配 料      | 炉料的组成(%):   |         |       |       |
|          | 新 料   | 一级回炉料   | 二级回炉料 | 三级回炉料 |
|          | 20~40   | 40~80   | 0~30  | 0~20  |
|          | 注: 1. 同时采用二级和三级回炉料时, 其总和不应超过整个炉料的 30%                 |         |       |       |
|          | 2. 为减少镁合金的氧化燃烧, 配料中允许加入不大于 0.002% 的铍                  |         |       |       |
|          | 3. 配料中的镁-铍中间合金的加入量, 可根据生产经验: 新料按 7%~10%, 回炉料按 3.5%~5% |         |       |       |

⊖ 括号内为铸造镁合金代号。



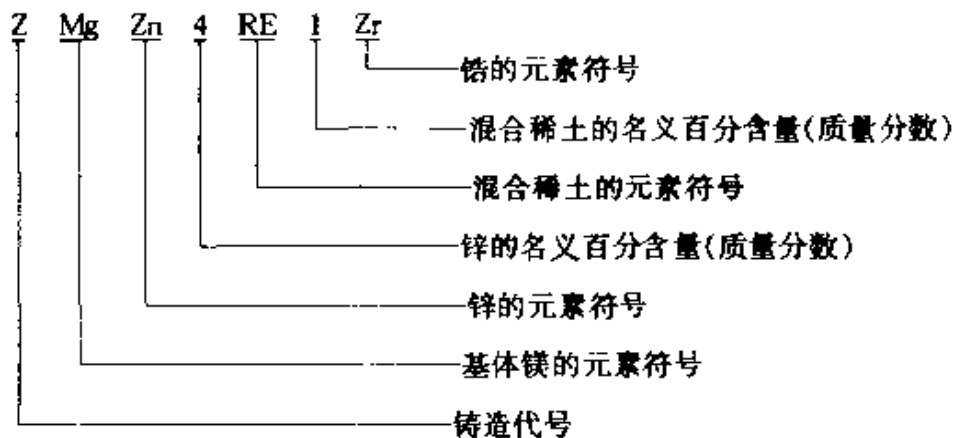
(续)

| 熔炼操作要点 |       |   |  |
|--------|-------|---|--|
| 序号     | 工序名称  | 操作要点  | 备注   |
| 1      | 装料、熔化 | 1. 将坩埚预热至暗红色, 在坩埚壁和底部撒上适量的熔剂<br>2. 加入预热的镁锭、回炉料, 升温熔化<br>3. 在炉料上撒上适量的熔剂                        |  |
| 2      | 合金化   | 1. 升温至 720~740°C 后加入锌<br>2. 继续升温至 780~810°C, 分批而缓慢地加入镁-锆中间合金<br>3. 全部熔化后, 捞底搅拌 2~5min, 使合金均匀化 | 镁-锆中间合金应预热至 300~400°C<br>搅拌时尽量不要破坏金属液表面, 以减少氧化 |
| 3      | 断口检查  | 1. 浇注断口试样<br>2. 检查断口晶粒度   | 如断口的晶粒度不合格, 可酌情补加 1%~3% 的镁-锆中间合金, 再自工序 2 重复    |
| 4      | 精 炼   | 1. 将合金液温度调整至 750~760°C<br>2. 精炼 4~8min  |  |
| 5      | 浇 注   | 1. 将合金液升温至 780~810°C<br>2. 静止 10~20min, 必要时再一次检查断口<br>3. 降至浇注温度进行浇注                           |  |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 2. ZMgZn4RE1Zr 的铸造镁合金配料 (配料实例 881)

ZMgZn4RE1Zr 的主要含义如下:



ZMgZn4RE1Zr 的合金代号为 ZM2。

对于 ZMgZn4RE1Zr 的铸造镁合金配料, 可查配料实例 881 或表 3.2-2。

配料实例 881 表 3.2-2 ZMgZn4RE1Zr 的铸造镁合金配料

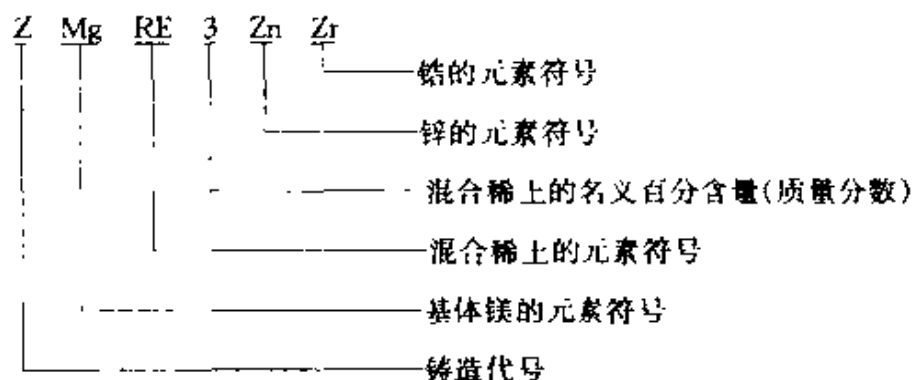
| ZMgZn4RE1Zr   | 化学成分(%)   |   |         |  |
|---|-----------|---|---------|--|
|   | Zn        | RE <sup>①</sup>   | Zr      | Mg   |
| 规格要求  | 3.5~5.0   | 0.75~1.75   | 0.5~1.0 | 余量   |
| 配料控制  | 4.5       | 1.2   | 0.75    | 余量   |
| 配 料   | 炉料的组成(%): |   |         |  |
|   | 新 料       | 一级回炉料   | 二级回炉料   | 三级回炉料  |
|   | 20~40     | 40~80   | 0~30    | 0~20   |
| 注: 1. 同时采用二级和三级回炉料时, 其总和不应超过整个炉料的 30%                 |           |   |         |  |
| 2. 为减少镁合金的氧化燃烧, 配料中允许加入不大于 0.002% 的铍                  |           |   |         |  |
| 3. 配料中的镁-锆中间合金的加入量, 可根据生产经验: 新料按 7%~10%, 回炉料按 3.5%~5% |           |   |         |  |
| 熔炼操作要点  |           |   |         |  |
| 序号  | 工序名称      | 操 作 要 点   |         | 备 注  |
| 1   | 装料、熔化     | 1. 将坩埚预热至暗红色, 在坩埚壁和底部撒上适量的熔剂<br>2. 加入预热的镁锭、回炉料, 升温熔化<br>3. 在炉料上撒上适量的熔剂  |         |  |
| 2   | 合金化       | 1. 升温至 720~740°C 后加入锌<br>2. 继续升温至 780~810°C, 分批而缓慢地加入镁-锆中间合金和稀土金属 (指含稀土的镁合金)<br>3. 全部熔化后, 捞底搅拌 2~5min, 使合金均匀化 |         | 镁-锆中间合金应预热至 300~400°C<br>搅拌时尽量不要破坏金属液表面, 以减少氧化 |
| 3   | 断口检查      | 1. 浇注断口试样<br>2. 检查断口晶粒度   |         | 如断口的晶粒度不合格, 可酌情补加 1%~3% 的镁-锆中间合金, 再自工序 2 重复    |
| 4   | 精 炼       | 1. 将合金液温度调整至 750~760°C<br>2. 精炼 4~8min  |         |  |
| 5   | 浇 注       | 1. 将合金液升温至 780~810°C<br>2. 静止 10~20min, 必要时再一次检查断口<br>3. 降至浇注温度进行浇注   |         |  |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

① RE 为铈含量不小于 45% 的铈混合稀土金属, 其中的稀土总量不少于 98%

### 3. ZMgRE3ZnZr 的铸造镁合金配料 (配料实例 882)

ZMgRE3ZnZr 的主要含义如下:



ZMgRE3ZnZr 的合金代号为 ZM3。

对于 ZMgRE3ZnZr 的铸造镁合金配料, 可查配料实例 882 或表 3.2-3。

配料实例 882 表 3.2-3 ZMgRE3ZnZr 的铸造镁合金配料

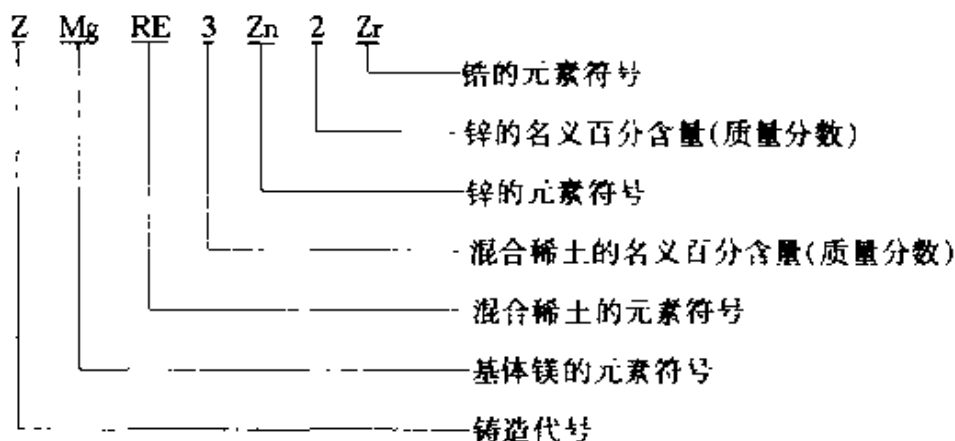
| ZMgRE3ZnZr  | 化学成分(%)   |                 |         |       |
|---|-----------|-----------------|---------|-------|
|   | Zn        | RE <sup>1</sup> | Zr      | Mg    |
| 规格要求  | 0.2~0.7   | 2.5~4.0         | 0.4~1.0 | 余量    |
| 配料控制  | 0.4       | 3.2             | 0.7     | 余量    |
| 配 料   | 炉料的组成(%): |                 |         |       |
|   | 新 料       | 一级回炉料           | 二级回炉料   | 三级回炉料 |
|   | 20~40     | 40~80           | 0~30    | 0~20  |
| 注: 1. 同时采用二级和三级回炉料时, 其总和不应超过整个炉料的 30%                 |           |                 |         |       |
| 2. 为减少镁合金的氧化燃烧, 配料中允许加入不大于 0.002% 的铍                  |           |                 |         |       |
| 3. 配料中的镁-铈中间合金的加入量, 可根据生产经验; 新料按 7%~10%, 回炉料按 3.5%~5% |           |                 |         |       |
| 熔炼操作要点 (参见配料实例 881 或表 3.2-2)                          |           |                 |         |       |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

① RE 为铈含量不小于 45% 的铈混合稀土金属, 其中的稀土总量不少于 98%。

### 4. ZMgRE3Zn2Zr 的铸造镁合金配料 (配料实例 883)

ZMgRE3Zn2Zr 的主要含义如下:



ZMgRE3Zn2Zr 的合金代号 ZM4。

对于 ZMgRE3Zn2Zr 的铸造镁合金配料, 可查配料实例 883 或表 3.2-4。

配料实例 883 表 3.2-4 ZMgRE3Zn2Zr 的铸造镁合金配料

| ZMgRE3Zn2Zr   | 化学成分(%)   |                 |         |       |
|---|-----------|-----------------|---------|-------|
|   | Zn        | RE <sup>①</sup> | Zr      | Mg    |
| 规格要求  | 2.0~3.0   | 2.5~4.0         | 0.5~1.0 | 余量    |
| 配料控制  | 2.5       | 3.2             | 0.7     | 余量    |
| 配 料   | 炉料的组成(%): |                 |         |       |
|   | 新 料       | 一级回炉料           | 二级回炉料   | 三级回炉料 |
|   | 20~40     | 40~80           | 0~30    | 0~20  |
| 注: 1. 同时采用二级和三级回炉料时, 其总和不应超过整个炉料的 30%                 |           |                 |         |       |
| 2. 为减少镁合金的氧化燃烧, 配料中允许加入不大于 0.002% 的铍。                 |           |                 |         |       |
| 3. 配料中的镁-锆中间合金的加入量, 可根据生产经验, 新料按 7%~10%, 回炉料按 3.5%~5% |           |                 |         |       |

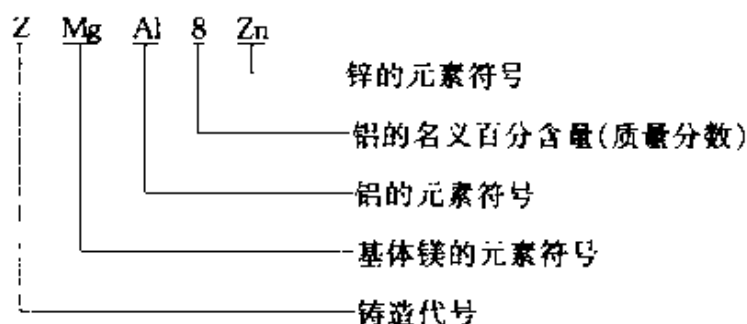
熔炼操作要点 (参见配料实例 881 或表 3.2-2)

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

① RE 为铈含量不小于 45% 的铈混合稀土金属, 其中的稀土总量不少于 98%

## 5. ZMgAl8Zn 的铸造镁合金配料 (配料实例 884、885)

ZMgAl8Zn 的主要含义如下:



ZMgAl8Zn 的合金代号为 ZM5。

对于 ZMgAl8Zn 的铸造镁合金配料，可查配料实例 884 和配料实例 885 或表 3.2-5 和表 3.2-6。

配料实例 884 表 3.2-5 ZMgAl8Zn 的铸造镁合金配料

| ZMgAl8Zn                                   | 化学成分(%)   |   |          |                          |
|--|-----------|---|----------|--------------------------|
|  | Al        | Zn  | Mn       | Mg                       |
| 规格要求                                       | 7.5~9.0   | 0.2~0.8   | 0.15~0.5 | 余量                       |
| 配料控制                                       | 8~8.5     | 0.5   | 0.3      | 余量                       |
| 配 料  | 炉料的组成(%): |   |          |                          |
|  | 新 料       | 一级回炉料   | 二级回炉料    | 三级回炉料                    |
|  | 20~40     | 40~80   | 0~30     | 0~20                     |
| 注: 1. 同时采用二级和三级回炉料时, 其总和不应超过整个炉料的 30%      |           |   |          |                          |
| 2. 为减少镁合金的氧化燃烧, 配料中允许加入不大于 0.002% 的铍       |           |   |          |                          |
| 3. ZM5 合金中铝的配料成分: 对于大型厚壁铸件应取下限; 对于薄壁铸件应取上限 |           |   |          |                          |
| 熔炼操作要点                                     |           |   |          |                          |
| 序号   | 工序名称      | 操 作 要 点   |          | 备 注                      |
| 1  | 装料、熔化     | 1. 将坩埚预热至暗红色, 在坩埚壁和底部撒上适量的 RJ-2 熔剂<br>2. 加入预热的回炉料、镁锭、铝锭, 升温熔化 |          |                          |
| 2  | 合金化       | 1. 升温至 700~720°C<br>2. 加入中间合金和锌, 熔化后搅拌均匀                      |          |                          |
| 3  | 炉前成分分析    | 1. 浇注光谱分析试样<br>2. 进行炉前光谱分析                                    |          | 成分不合格时, 可以在调整成分后, 重新取样分析 |

(续)

| 序号 | 工序名称 | 操作要点  | 备注   |
|----|------|---|--|
| 4  | 变质处理 | 1. 将合金液升温至变质处理温度<br>2. 变质处理                                 |  |
| 5  | 精炼处理 | 1. 除渣后调整合金液温度至 710 ~ 740°C<br>2. 精炼 5 ~ 8min                |  |
| 6  | 断口检查 | 1. 合金液升温至 760 ~ 780°C 静止 10 ~ 20min<br>2. 浇注断口试样<br>3. 检查断口 | 断口如不合格, 允许重新进行变质和精炼                                  |
| 7  | 浇注   | 降至浇注温度进行浇注  | 应在 1h 内浇完, 否则重新检查断口, 合格后方可继续浇注。如断口不合格, 允许重新进行变质和精炼处理 |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

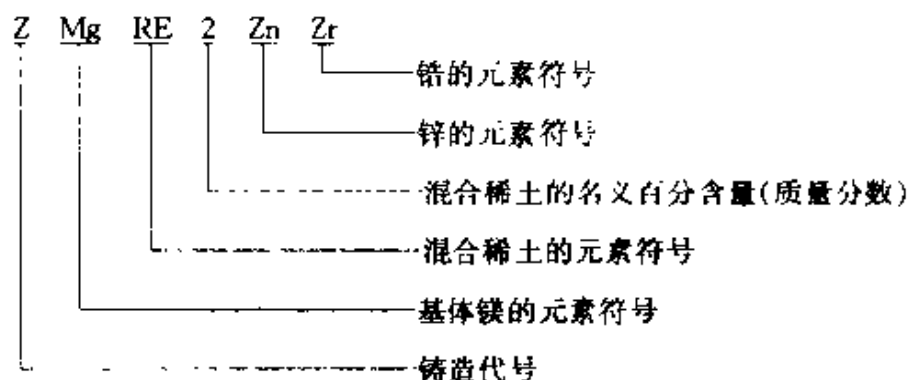
## 配料实例 885 表 3.2-6 ZMgAl8Zn 的铸造镁合金配料

| 问题提出                                    | 为熔制 250kg 铸造镁合金 ZMgAl8Zn (ZM5), 应怎样进行配料计算?<br>配制成分 (%) 控制为: Al8, Zn0.5, Mn0.4, Al 余量 |        |        |        |        |        |        |         |
|---|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 配料计算                                    |  |        |        |        |        |        |        |         |
| 计算程序                                    | 炉料中各元素的成分和含量   |        |        |        |        |        |        |         |
|   | Al   |        | Zn     |        | Mn     |        | Mg     |         |
|   | 成分 (%)   | 含量 /kg | 成分 (%) | 含量 /kg | 成分 (%) | 含量 /kg | 成分 (%) | 含量 /kg  |
| 1. 计算 250kg ZM5 合金炉料中各元素的含量             | 8  | 20     | 0.5    | 1.25   | 0.4    | 1.0    | 91.1   | 227.75  |
| 2. 计算各级回炉料中各元素的含量                       |  |        |        |        |        |        |        |         |
| 加入 20% (50kg) 一级回炉料                     | 8  | 4      | 0.4    | 0.2    | 0.35   | 0.175  | 91.25  | 45.625  |
| 加入 20% (50kg) 二级回炉料                     | 8.4  | 4.2    | 0.45   | 0.225  | 0.4    | 0.2    | 90.75  | 45.375  |
| 加入 10% (25kg) 三级回炉料                     | 8.5  | 2.125  | 0.5    | 0.125  | 0.45   | 0.113  | 90.55  | 22.638  |
| 三种回炉料中各元素合计含量                           | —  | 10.325 | —      | 0.550  | —      | 0.488  | —      | 113.638 |
| 3. 计算铝-锰中间合金 (含 w <sub>Mn</sub> 10%) 含量 | —  | 4.608  | —      | —      | —      | 0.512  | —      | —       |
| 4. 计算炉料中应补加各元素含量                        | —  | 5.067  | —      | 0.713  | —      | —      | —      | 114.11  |
| 合金中的锌由加入纯锌补充                            | —  | —      | —      | 0.713  | —      | —      | —      | —       |
| 不足的铝由加入纯铝补充                             | —  | 5.067  | —      | —      | —      | —      | —      | —       |
| 不足的镁由加入纯镁补充                             | —  | —      | —      | —      | —      | —      | —      | 114.11  |
| 5. 验算结果                                 | —  | 20     | —      | 1.25   | —      | 1.0    | —      | 227.75  |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 6. ZMgRE2ZnZr 的铸造铸合金配料 (配料实例 886)

ZMgRE2ZnZr 的主要含义如下:



ZMgRE2ZnZr 的合金代号为 ZM6。

对于 ZMgRE2ZnZr 的铸造镁合金配料, 可查配料实例 886 或表 3.2.7。

配料实例 886 表 3.2-7 ZMgRE2ZnZr 的铸造镁合金配料

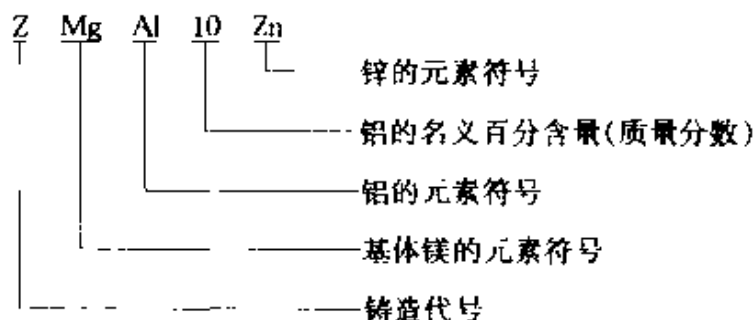
| ZMgRE2ZnZr   | 化学成分(%) |         |         |    |    |       |       |       |       |       |      |      |
|--|---------|---------|---------|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|  | Zn      | RE      | Zr      | Mg |    |       |       |       |       |       |      |      |
| 规格要求   | 0.2~0.7 | 2.0~2.8 | 0.4~1.0 | 余量 |    |       |       |       |       |       |      |      |
| 配料控制   | 0.4     | 2.6     | 0.7     | 余量 |    |       |       |       |       |       |      |      |
| 炉料的组成(质量分数)(%):  |         |         |         |    |    |       |       |       |       |       |      |      |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>新料</th> <th>一级回炉料</th> <th>二级回炉料</th> <th>三级回炉料</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20~40</td> <td>40~80</td> <td>0~30</td> <td>0~20</td> </tr> </tbody> </table>                 |         |         |         |    | 新料 | 一级回炉料 | 二级回炉料 | 三级回炉料 | 20~40 | 40~80 | 0~30 | 0~20 |
| 新料   | 一级回炉料   | 二级回炉料   | 三级回炉料   |    |    |       |       |       |       |       |      |      |
| 20~40  | 40~80   | 0~30    | 0~20    |    |    |       |       |       |       |       |      |      |
| 注: 1. 同时采用二级和三级回炉料时, 其总和不应超过整个炉料的 30%<br>2. 为减少镁合金的氧化燃烧, 配料中允许加入不大于 0.002% 的铍<br>3. 配料中的镁-锆中间合金的加入量, 可根据生产经验, 新料按 7%~10%, 回炉料按 3.5%~5%<br>4. RE 为铈含量不小于 85% 的铈混合稀土金属, 其中的铈加锆不少于 95%<br>5. 铈以镁-铈中间合金的形式加入, 铈含量为 25%~40% |         |         |         |    |    |       |       |       |       |       |      |      |

熔炼操作要点 (参见配料实例 881 或表 3.2-2)

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 7. ZMgAl10Zn 的铸造镁合金配料 (配料实例 887)

ZMgAl10Zn 的主要含义如下:



ZMgAl10Zn 的合金代号为 ZM10。

对于 ZMgAl10Zn 的铸造镁合金配料, 可查配料实例 887 或表 3.2-8。

**配料实例 887** 表 3.2-8 ZMgAl10Zn 的铸造镁合金配料

| ZMgAl10Zn                             | 化学成分(%)   |         |         |       |
|---------------------------------------|-----------|---------|---------|-------|
|                                       | Al        | Zn      | Mn      | Mg    |
| 规格要求                                  | 9.0~10.2  | 0.6~1.2 | 0.1~0.5 | 余量    |
| 配料控制                                  | 9.5       | 0.9     | 0.3     | 余量    |
| 配 料                                   | 炉料的组成(%): |         |         |       |
|                                       | 新 料       | 一级回炉料   | 二级回炉料   | 三级回炉料 |
|                                       | 20~40     | 40~80   | 0~30    | 0~20  |
| 注: 1. 同时采用二级和三级回炉料时, 其总和不应超过整个炉料的 30% |           |         |         |       |
| 2. 为减少镁合金的氧化燃烧, 配料中允许加入不大于 0.002% 的铍  |           |         |         |       |

熔炼操作要点: (参见配料实例 884 或表 3.2-5)

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。



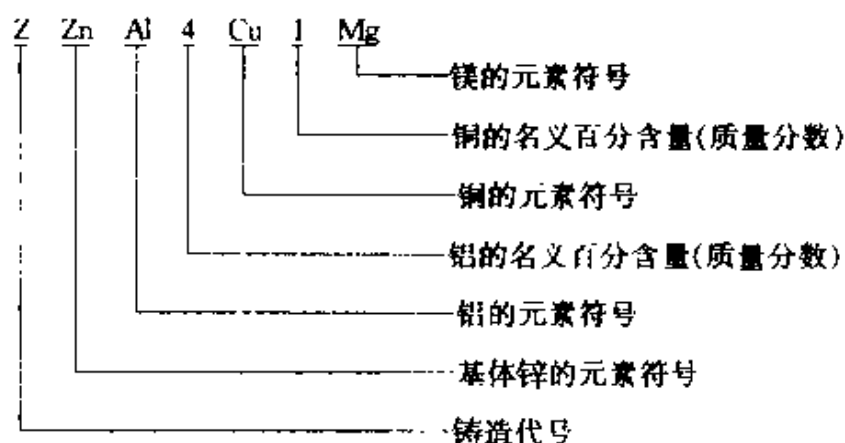
### 第 3 章 铸造锌合金配料

什么是铸造锌合金 (cast zinc alloy)? 铸造锌合金是指以锌为基体元素, 铝为主要合金元素的铸造合金。

根据国家标准 GB/T 1175—1997《铸造锌合金》的规定, 铸造锌合金按化学成分分为 8 种牌号: ZZnAl4Cu1Mg (ZA4—1)<sup>⊙</sup>、ZZnAl4Cu3Mg (ZA4—3)、ZZnAl6Cu1 (ZA6—1)、ZZnAl8Cu1Mg (ZA8—1)、ZZnAl8Cu1Mg (ZA8—1)、ZZnAl9Cu2Mg (ZA9—2)、ZZnAl11Cu1Mg (ZA11—1)、ZZnAl11Cu5Mg (ZA11—5)、ZZnAl27Cu2Mg (ZA27—2)。

#### 1. ZZnAl4Cu1Mg 的铸造锌合金配料 (配料实例 888)

ZZnAl4Cu1Mg 的主要含义如下:



ZZnAl4Cu1Mg 的合金代号为 ZA4-1。

对于 ZZnAl4Cu1Mg 的铸造锌合金配料, 可查配料实例 888 或表 3.3-1。

配料实例 888 表 3.3-1 ZZnAl4Cu1Mg 的铸造锌合金配料

| ZZnAl4Cu1Mg | 化学成分(%) |           |           |    |
|-------------|---------|-----------|-----------|----|
|             | Al      | Cu        | Mg        | Zn |
| 规格要求        | 3.5~4.5 | 0.75~1.25 | 0.03~0.08 | 余量 |
| 配料控制        | 4.0     | 1.0       | 0.05      | 余量 |

⊙ 括号内为铸造锌合金代号。

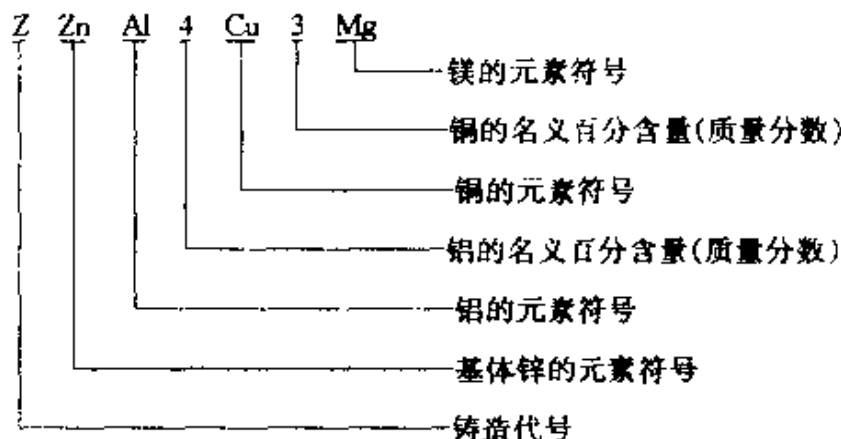
(续)

| 配 料        |                    |             |           |      |      |       |
|------------|--------------------|-------------|-----------|------|------|-------|
| 炉料名称       | 炉料成分(%)            | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |      |      |       |
|            |                    |             | Zn        | Al   | Cu   | Mg    |
| 锌锭         | Zn—2               | 45.576      | 45.576    | —    | —    | —     |
| 铝锭         | Al—1               | 1.44        | —         | 1.44 | —    | —     |
| 镁锭         | Mg—3               | 0.024       | —         | —    | —    | 0.024 |
| Al-Cu 中间合金 | Cu50, Al50, Fe<0.5 | 0.96        | —         | 0.48 | 0.48 | —     |
| 回炉料        | 本牌号                | 52          | 49.374    | 2.08 | 0.52 | 0.026 |
| 合 计        |                    | 100         | 94.95     | 4.0  | 1.0  | 0.05  |

- 注：1. 铸造锌合金对有害杂质的作用极为敏感，为了确保合金的质量，必须采用纯度较高的原材料（炉料）。
2. 所有原材料（炉料）均应消除油污和脏物。并根据熔炼设备情况，制成一定块度，经预热后才可装入炉内。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 2. ZZnAl4Cu3Mg 的铸造锌合金配料（配料实例 889）

ZZnAl4Cu3Mg 的主要含义如下：



ZZnAl4Cu3Mg 的合金代号为 ZA4—3。

对于 ZZnAl4Cu3Mg 的铸造铸合金配料，可查配料实例 889 或表 3.3-2

配料实例 889 表 3.3-2 ZZnAl4Cu3Mg 的铸造锌合金配料

| ZZnAl4Cu3Mg | 化学成分(%) |         |           |    |
|-------------|---------|---------|-----------|----|
|             | Al      | Cu      | Mg        | Zn |
| 规格要求        | 3.5~4.5 | 2.5~3.2 | 0.03~0.06 | 余量 |
| 配料控制        | 4.0     | 3.0     | 0.045     | 余量 |

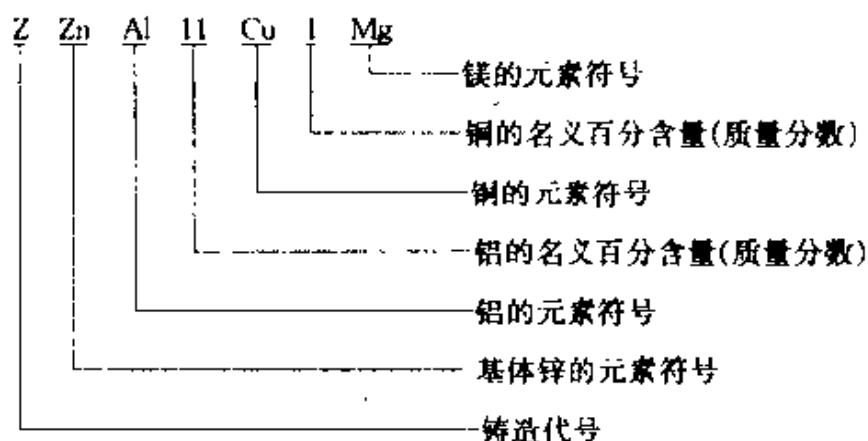
(续)

| 配 料       |                    |             |           |     |     |       |
|-----------|--------------------|-------------|-----------|-----|-----|-------|
| 炉料名称      | 炉料成分(%)            | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |     |     |       |
|           |                    |             | Zn        | Al  | Cu  | Mg    |
| 锌锭        | Zn-1               | 37.182      | 37.182    | —   | —   | —     |
| 铝锭        | Al-1               | 0.4         | —         | 0.4 | —   | —     |
| 镁锭        | Mg-3               | 0.018       | —         | —   | —   | 0.018 |
| Al-Cu中间合金 | Cu50, Al50, Fe<0.5 | 2.4         | —         | 1.2 | 1.2 | —     |
| 回炉料       | 本牌号                | 60          | 55.773    | 2.4 | 1.8 | 0.027 |
| 合 计       |                    | 100         | 92.955    | 4.0 | 3.0 | 0.045 |

- 注：1. 铸造锌合金对有害杂质的作用极为敏感，为了确保合金的质量，必须采用纯度较高的原材料（炉料）。
2. 所有原材料（炉料）均应消除油污和脏物，并根据熔炼设备情况，制成一定块度，经预热后才可装入炉内。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 3. ZZnAl11Cu1Mg 的铸造锌合金配料（配料实例 890）

ZZnAl11Cu1Mg 的主要含义如下：



ZZnAl11Cu1Mg 的合金代号为 ZA11-1。

对于 ZZnAl11Cu1Mg 的铸造锌合金配料，可查配料实例 890 或表 3.3-3。

配料实例 890 表 3.3-3 ZZnAl11Cu1Mg 的铸造铸合金配料

| ZZnAl11Cu1Mg | 化学成分(%)   |         |             |    |
|--------------|-----------|---------|-------------|----|
|              | Al        | Cu      | Mg          | Zn |
| 规格要求         | 10.5~11.5 | 0.5~1.2 | 0.015~0.030 | 余量 |

(续)

| ZZnAl11Cu1Mg | 化学成分(%) |     |       |    |
|--------------|---------|-----|-------|----|
|              | Al      | Cu  | Mg    | Zn |
| 配料控制         | 11.0    | 1.0 | 0.023 | 余量 |

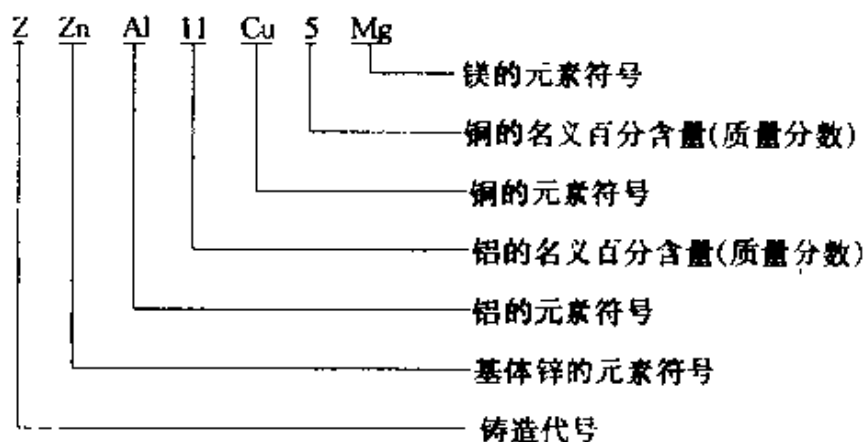
  

| 配 料        |                    |             |           |      |     |        |
|------------|--------------------|-------------|-----------|------|-----|--------|
| 炉料名称       | 炉料成分(%)            | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |      |     |        |
|            |                    |             | Zn        | Al   | Cu  | Mg     |
| 锌锭         | Zn—1               | 52.7862     | 52.7862   | —    | —   | —      |
| 铝锭         | Al—1               | 6.0         | —         | 6.0  | —   | —      |
| 镁锭         | Mg—3               | 0.0138      | —         | —    | —   | 0.0138 |
| Al-Cu 中间合金 | Cu50, Al50, Fe<0.5 | 1.2         | —         | 0.6  | 0.6 | —      |
| 回炉料        | 本牌号                | 40          | 35.1908   | 4.4  | 0.4 | 0.0092 |
| 合 计        |                    | 100         | 87.977    | 11.0 | 1.0 | 0.023  |

- 注：1. 铸造锌合金对有害杂质的作用极为敏感，为了确保合金的质量，必须采用纯度较高的原材料（炉料）。
2. 所有原材料（炉料）均应消除油污和脏物。并根据熔炼设备情况，制成一定块度，经预热后才可装入炉内。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

#### 4. ZZnAl11Cu5Mg 的铸造锌合金配料（配料实例 891、892）

ZZnAl11Cu5Mg 的主要含义如下：



ZZnAl11Cu5Mg 的合金代号为 ZA11—5。

对于 ZZnAl11Cu5Mg 的铸造锌合金配料，可查配料实例 891 和配料实例 892 或

表 3.3-4 和表 3.3-5。

配料实例 891 表 3.3-4 ZZnAl11Cu5Mg 的铸造锌合金配料

| ZZnAl11Cu5Mg | 化学成分(%)  |             |           |      |     |        |
|--------------|--|-------------|-----------|------|-----|--------|
|              | Al   | Cu          | Mg        | Zn   |     |        |
| 规格要求         | 10.0~12.0  | 4.0~5.5     | 0.03~0.06 | 余量   |     |        |
| 配料控制         | 11.0   | 5.0         | 0.045     | 余量   |     |        |
| 配 料          |  |             |           |      |     |        |
| 炉料名称         | 炉料成分(%)  | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |      |     |        |
|              |  |             | Zn        | Al   | Cu  | Mg     |
| 锌锭           | Zn-1   | 41.9775     | 41.9775   | —    | —   | —      |
| 铝锭           | Al-1   | 3.0         | —         | 3.0  | —   | —      |
| 镁锭           | Mg-3   | 0.0225      | —         | —    | —   | 0.0225 |
| Al-Cu 中间合金   | Cu50, Al50, Fe<0.5   | 5           | —         | 2.5  | 2.5 | —      |
| 回炉料          | 本牌号  | 50          | 41.9775   | 5.5  | 2.5 | 0.0225 |
| 合 计          |  | 100         | 83.955    | 11.0 | 5.0 | 0.045  |
| 熔炼工艺         | <p>采用两步熔炼法：<br/>           第一步，熔炼 Al-Cu 中间合金，即含 Al50% 和 Cu50；<br/>           第二步，而后配料熔炼铸造锌合金<br/>           熔炼铸造锌合金 ZZnAl11Cu5Mg 的工艺要点：<br/>           (1) 将坩埚预热至暗红色，加入 90% 左右的锌和回炉料，再加入中间合金<br/>           (2) 加热熔化。待金属液温度达到 650°C 以上时，加入所需镁量<br/>           (3) 必要时加入 ZnCl<sub>2</sub>0.1%~0.15% 或 C<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub>0.2%~0.3% 进行精炼<br/>           (4) 加入剩余的锌和回炉料，搅拌、扒液<br/>           (5) 取样检验、测温。合金成分合格、温度合适时即可出炉浇注</p> |             |           |      |     |        |

注：1. 铸造锌合金对有害杂质的作用极为敏感，为了确保合金的质量，必须采用纯度较高的原材料（炉料）。

2. 所有原材料（炉料）均应消除油污和脏物。并根据熔炼设备情况制成一定块度，经预热后才可装入炉内。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 892 表 3.3-5 Z<sub>70</sub>Al<sub>11</sub>Cu<sub>5</sub>Mg 的铸造锌合金配料

| Z <sub>70</sub> Al <sub>11</sub> Cu <sub>5</sub> Mg | 化学成分(%)   |         |           |    |
|---|-----------|---------|-----------|----|
|   | Al        | Cu      | Mg        | Zn |
| 规格要求  | 10.0~12.0 | 4.0~5.5 | 0.03~0.06 | 余量 |
| 配料控制  | 11.0      | 5.0     | 0.045     | 余量 |

| 配 料  |         |         |           |      |     |        |
|------|---------|---------|-----------|------|-----|--------|
| 炉料名称 | 炉料成分(%) | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |      |     |        |
|      |         |         | Zn        | Al   | Cu  | Mg     |
| 锌锭   | Zn-1    | 41.9775 | 41.9775   | —    | —   | —      |
| 铝锭   | Al-1    | 5.5     | —         | 5.5  | —   | —      |
| 镁锭   | Mg-3    | 0.0225  | —         | —    | —   | 0.0225 |
| 铜锭   | Cu-1    | 2.5     | —         | —    | 2.5 | —      |
| 回炉料  | 本牌号     | 50      | 41.9775   | 5.5  | 2.5 | 0.0225 |
| 合 计  |         | 100     | 83.955    | 11.0 | 5.0 | 0.045  |

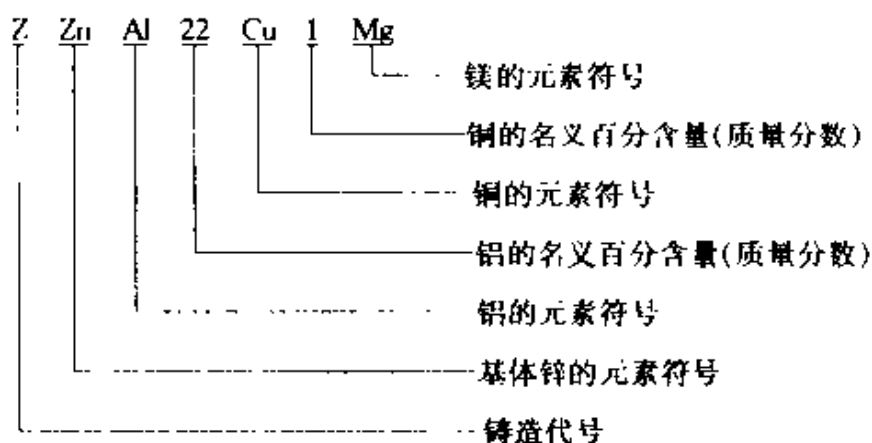
  

| 熔炼工艺 | 说明  |
|------|---|
|      | <p>采用直接熔炼法；即不做 Al-Cu 中间合金，而是将 Zn、Al、Cu 一起装入炉内熔化，其熔炼工艺要点如下：</p> <p>(1) 将石墨坩埚预热至暗红色并加入一铲本炭作为覆盖剂（电炉熔化时可以不加）；</p> <p>(2) 加入电解铜并加热熔化，用占铜量 1.5%~2.0% 的磷铜（P8%~10%）脱氧；</p> <p>(3) 加入全部铝；</p> <p>(4) 铝熔清后加入锌量的 90% 及回炉料；</p> <p>(5) 待金属液温度达到 650°C 以上时，用钟罩压入所需的镁量；</p> <p>(6) 当回炉料用量较大时，可压入六氟乙烷（用量 0.2%~0.3%）或氯化锌（用量 0.1%~0.15%）进行精炼，待反应停止后扒渣并静置 5~10min；</p> <p>(7) 取出坩埚，加入剩余的锌降温，搅拌，扒渣并测温。当温度符合要求时即可浇注</p> |

- 注：1. 铸造锌合金对有害杂质的作用极为敏感，为了确保合金的质量，必须采用纯度高的原材料（炉料）。
2. 所有原材料（炉料）均应消除油污和脏物。并根据熔炼设备情况，制成一定块度，经预热后才可装入炉内。
3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 5. ZZnAl22Cu1Mg 的铸造锌合金配料 (配料实例 893)

ZZnAl22Cu1Mg 的主要含义如下:



ZZnAl22Cu1Mg 为新型铸造锌合金。

对于 ZZnAl22Cu1Mg 的铸造锌合金配料, 可查配料实例 893 或表 3.3-6。

配料实例 893 表 3.3-6 ZZnAl22Cu1Mg 的铸造锌合金配料

| ZZnAl22Cu1Mg | 化学成分(%)   |         |           |    |
|--------------|-----------|---------|-----------|----|
|              | Al        | Cu      | Mg        | Zn |
| 规格要求         | 18.0~24.0 | 0.5~2.0 | 0.03~0.06 | 余量 |
| 配料控制         | 22.0      | 1.0     | 0.045     | 余量 |

| 配 料  |         |             |           |      |     |       |
|------|---------|-------------|-----------|------|-----|-------|
| 炉料名称 | 炉料成分(%) | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |      |     |       |
|      |         |             | Zn        | Al   | Cu  | Mg    |
| 锌锭   | Zn-1    | 76.955      | 76.955    | —    | —   | —     |
| 铝锭   | Al-0    | 22          | —         | 22.0 | —   | —     |
| 镁锭   | Mg-2    | 0.045       | —         | —    | —   | 0.045 |
| 铜锭   | Cu-1    | 1           | —         | —    | 1.0 | —     |
| 合 计  |         | 100         | 76.955    | 22.0 | 1.0 | 0.045 |

注: 1. 全部采用纯金属配制。

2. 所有原材料(炉料)均应消除油污和脏物。并根据熔炼设备情况, 制成一定块度, 经预热后才可装入炉内。

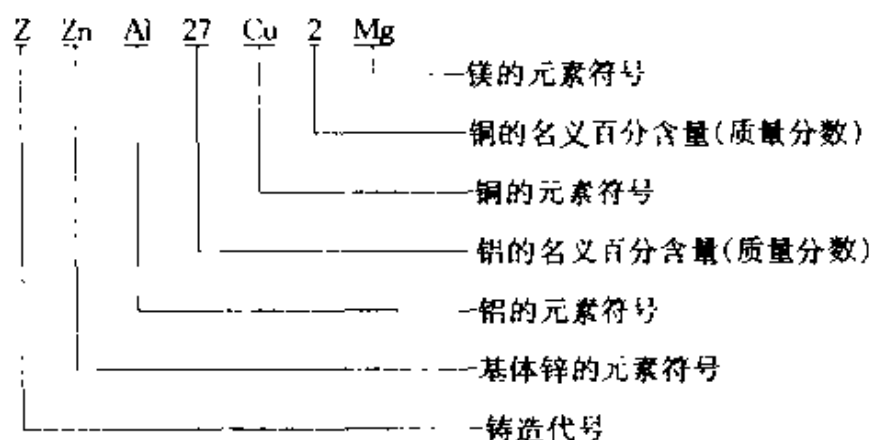
3. 装炉时, 先在坩埚底部加入部分锌块, 再依次加入铜块、铝块和余下的锌块, 待化清后加入镁块。

4. 熔池全部化清后, 静置数分钟, 撇去浮渣, 即可进行浇注。在一般情况下, 熔池无需任何除气、精炼等处理, 也无需使用熔剂覆盖。合金的熔化温度为 520~620°C。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 6. ZZnAl27Cu2Mg 的铸造铸合金配料 (配料实例 894)

ZZnAl27Cu2Mg 的主要含义如下:



ZZnAl27Cu2Mg 的合金代号为 ZA27—2。

对于 ZZnAl27Cu2Mg 的铸造锌合金配料, 可查配料实例 894 或表 3.3-7。

配料实例 894 表 3.3-7 ZZnAl27Cu2Mg 的铸造锌合金配料

| ZZnAl27Cu2Mg | 化学成分(%)  |         |             |    |
|--------------|--|---------|-------------|----|
|              | Al   | Cu      | Mg          | Zn |
| 规格要求         | 25.0~28.0  | 2.0~2.5 | 0.010~0.020 | 余量 |
| 配料控制         | 27.0   | 2.0     | 0.015       | 余量 |
| 配料与操作要点      | 1. 炉料由纯金属、中间合金以及回炉料等组成<br>纯金属的要求如下:<br>Zn: 选用 Zn-1<br>Al: 选用 Al-00 (0)<br>Cu: 选用 Cu-1 (2)<br>Mg: 选用 Mg-2 (3)<br>2. 三种配制工艺<br>①全部采用纯金属配制: 坩埚底部加入部分锌块, 再依次加入 Cu、Al 和余下 Zn, 待化净后, 加入 Mg<br>②使用部分回炉料: 回炉料的量以 30%~60% 为宜, 先加入部分回炉料, 再加入 Zn、Cu、Al 和余料回炉料, 化净后, 加入所需 Mg 量<br>③以中间合金配制: 以 Al-Cu 中间合金方式加入 Cu, 在大炉情况下, 为正确控制成分, Mg 量也宜以 Al-Mg 中间合金方式加入<br>3. 熔池全部化净后, 静置数分钟, 撇去浮渣, 即可进行浇注。在一般情况下, 熔池无需任何除气、精炼等处理, 也无需使用熔剂覆盖。合金的熔化温度为 530~650°C |         |             |    |

注: 1. 所有原材料(炉料)均应消除油污和脏物。并根据熔炼设备情况, 制成一定块度, 经预热后才可装入炉内。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



## 第 4 章 铸造铜和铜合金配料

什么是铸造铜和铜合金 (cast copper and copper alloy)。铸造铜和铜合金是指以纯铜和以铜为基的铸造合金。

根据国家标准 GB/T 1176—1987《铸造铜合金技术条件》的规定,铸造铜合金按其化学成分分为 28 种牌号: ZCuSn3Zn8Pb6Ni1 (3—8—6—1 锡青铜)、(ZCuSn3Zn11Pb4 (3—11—4 锡青铜)、ZCuSn5Pb5Zn5 (5—5—5 锡青铜)、ZCuSn10P1 (10-1 锡青铜)》ZCuSn10Pb5 (10—5 锡青铜)、ZCuSn10Zn2 (10—2 锡青铜)、ZCuPb10Sn10 (10—10 铅青铜)、ZCuPb15Sn8 (15—8 铅青铜)、ZCuPb17Sn4Zn4 (17—4—4 铅青铜)、ZCuPb20Sn5 (20—5 铅青铜)、ZCuPb30 (30 铅青铜)、ZCuAl18Mn13Fe3 (8—13—3 铝青铜)、ZCuAl8Mn13Fe3Ni2 (8—13—3—2 铝青铜)、ZCuAl19Mn2 (19—2 铝青铜)、ZCuAl9Fe4Ni4Mn2 (9—4—4—2 铝青铜)、ZCuAl10Fe3 (10—3 铝青铜)、ZCuAl10Fe3Mn2 (10—3—2 铝青铜)、ZCuZn38 (38 黄铜)、ZCuZn25Al6Fe3Mn3 (25—6—3—3 铝黄铜)、ZCuZn26Al4Fe3Mn3 (26—4—3—3 铝黄铜)、ZCuZn31Al2 (31—2 铝黄铜)、ZCuZn35Al2Mn2Fe1 (35—2—2—1 铝黄铜)、ZCuZn38Mn2Pb2 (38—2—2 锰黄铜)、ZCuZn40Mn2 (40—2 锰黄铜)、ZCuZn40Mn3Fe1 (40—3—1 锰黄铜)、ZCuZn33Pb2 (33—2 铅黄铜)、ZCuZn40Pb2 (40—2 铅黄铜)、ZCuZn16Si4 (16—4 硅黄铜)。

常用的铸造铜合金有:铸造青铜(包括铸造锡青铜、铸造铅青铜、铸造铝青铜)和铸造黄铜(包括铸造黄铜、铸造铝黄铜、铸造锰黄铜、铸造铅黄铜、铸造硅黄铜)。

此外,为满足用户需要,有些铸造工厂还生产铸造铬青铜、铸造白铜、铸造锌白铜、铸造铝白铜等铸件。

### 1. IACS13415AA 的铸造铜配料 (配料实例 895)

IACS13415AA 系国际铜标准。

对于汽轮机等类铸件的 IACS13415AA 的铸造铜配料,可查配料实例 895 成表 3.4-1。

配料实例 895 表 3.4-1 IACS13415AA 的铸造铜配料

|           |   |    |       |   |             |       |      |       |
|-----------|---|----|-------|---|-------------|-------|------|-------|
| 铸件名称      | 大型轴瓦(汽轮机类引进 30 万 kW 汽轮机零件)  |    |       |   |             |       |      |       |
| 铸件特点      | <p>铸件特点:整个轴瓦是由四块组合而成。每块毛重 100kg,要求具有良好的导热、导电性能和高强度。不允许有任何铸造缺陷。由于是采用纯铜铸造,其流动性好,体收缩大,约 4.5%,易形成集中缩孔、裂纹且氧化倾向大;在熔炼过程中易吸收气体,产生气孔、氢脆;故在非铁金属铸造中是具有较高的难度。采用石墨型组合铸造</p> <p>要求铸铜牌号:铸造纯铜按国际铜标准 IACS13415AA。</p> <p>力学性能要求:抗拉强度<math>\geq 159\text{MPa}</math>,电导率<math>&gt;46.4\text{m}/(\Omega\cdot\text{mm}^2)</math></p>                                |    |       |   |             |       |      |       |
| 合金成分控制(%) | $\text{Cu}>99.9$ ,P 等杂质 $\leq 0.04$   |    |       |   |             |       |      |       |
| 配 料       |   |    |       |   |             |       |      |       |
| 材料名称      | 炉料成分(%)   |    |       |   | 配料比例<br>(%) | 配料成分% |      | 配料/kg |
|           | Sn  | Ni | Cu    | P |             | Cu    | P    |       |
| 电解铜       |   |    | 99.99 |   | 100         | 99.99 |      | 175   |
|           |   |    |       |   | 成品          | 99.96 | 0.06 |       |
| 炉前操作      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 电解铜要求剪小些,装料一次完成</li> <li>2. 使用新的坩埚,先预热坩埚后才可加料</li> <li>3. 电解铜必需先经 300°C 加热 8h 去氢处理</li> <li>4. 在坩埚炉中先加入米糠和木炭后加铜</li> <li>5. 鼓风熔化,严格控制炉内气氛为氧化性</li> <li>6. 熔清后控制温度在 1180~1200°C,出炉入浇包</li> <li>7. 浇包必需预热透,扒去木炭加入脱氧剂</li> <li>8. 先加入 0.06% 的磷铜搅拌至反应毕,再加 0.03% 磷钙合金,再充分搅拌,扒清即可浇注,浇注温度为 1050°C</li> </ol> |    |       |   |             |       |      |       |

注:1. 采用熔炼炉类型:燃油回转坩埚炉。

2. 检测结果:

力学性能:抗拉强度  $\sigma_b 187\text{MPa}$ ,断后伸长率  $\delta_5 48.3\%$ ,硬度 54HBS;

化学成分(%):Cu99.96%,P0.006;

电导率:58m/( $\Omega\cdot\text{mm}^2$ )。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料只适用纯铜轴瓦件。

## 2. TP2 的铸造铜配料(配料实例 896)

TP2 的成分要求为 Cu99.85%。

对于工业电器等类铸件的 TP2 的铸造铜配料,可查配料实例 896 或表 3.4-2。

配料实例 896

表 3.4-2 TP2 的铸造铜配料

|           |  |         |
|-----------|--|---------|
| 铸件名称      | 法兰(工业电器类 SF <sub>6</sub> 敞开式断路器 LW <sub>11</sub> -220 零件)  |         |
| 铸件特点      | 该件是大型纯铜铸件,浇注温度高,生产中易出现气孔、砂眼等缺陷,所以采用干砂型,表面刷涂料。在顶端设置冒口。熔炼时注意木炭保护<br>要求铸铜牌号:纯铜 TP2。抗拉强度 $\sigma_b \geq 178\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta_5 \geq 53\%$ ,硬度 $\geq 45\text{HBW}$ |         |
| 合金成分控制(%) | Cu99.85  |         |
| 配 料       |  |         |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  | 配料比例(%) |
|           | Cu   | Cu      |
| 电解铜       | 100  | 100     |
| 炉前操作      | 1. 去渣后加入磷铜精炼<br>2. 出炉温度 1250°C<br>3. 浇注温度 1150°C   |         |

注:1. 采用熔炼炉类型:工频感应加热电炉。

2. 炉前浇注试样做气体含量检验。

3. 检测结果:

力学性能:抗拉强度  $\sigma_b 206\text{MPa}$ ,断后伸长率  $\delta_5 60\%$ ,硬度 48HBW;

化学成分(%):Cu99.92%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于高导电性,高导热性铸件。在电器产品上用作导电材料;也可用于高炉风口。

## 3. T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 的铸造铜配料(配料实例 897)

T<sub>2</sub> 的铜品号为二号铜,代号为 Cu-2。

T<sub>3</sub> 的铜品号为三号铜,代号为 Cu-3。

T<sub>4</sub> 的铜品号为四号铜,代号为 Cu-4。

对于 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 的铸造铜配料,可查配料实例 897 或表 3.4-3。

配料实例 897

表 3.4-3 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 的铸造铜配料

| 铜号             | 规格成分要求(%) |          |
|----------------|-----------|----------|
|                | Cu 不小于    | 杂质总和 不大于 |
| T <sub>2</sub> | 99.90     | 0.1      |
| T <sub>3</sub> | 99.70     | 0.3      |
| T <sub>4</sub> | 99.50     | 0.5      |

| 配料及<br>原材料   | 熔<br>炉      | 熔炼工艺要点  | 熔化温度          | 浇注温度          | 备 注   |
|--|-------------|---|---------------|---------------|---|
|  |             |   | /°C           | /°C           |   |
| 全部<br>为: 电解<br>铜边角余<br>料<br>废块<br>废棒<br>(电解<br>铜及边<br>料、废料<br>均须符合<br>T <sub>2</sub> 或 T <sub>3</sub><br>化学成分<br>规定) | 反<br>射<br>炉 | <p>一、装料</p> <p>1. 第一次使用的新炉子, 在装料前应向炉内装入适量的木柴或木炭(连续使用的炉子可以不加)</p> <p>2. 加料顺序: 先装边角余料、残料、废块和废棒, 然后装电解铜, 如无边角余料则先装一层电解铜或残料, 然后再装废块或废料</p> <p>3. 装料的同时堵液口(须堵严实), 堵液口材料为 80# 以上耐火粘土 50% 左右, 60~80# 焦粉 50% 左右和适量水调匀</p> <p>二、熔化</p> <p>1. 熔化阶段炉内温度应有 1300~1400°C, 并保持微氧化性气氛</p> <p>2. 温度在 1200~1220°C 时铜液沸腾, 熔化阶段以铜液沸腾彻底而告终。沸腾彻底的标志: 铜液表面全部冒泡</p> <p>三、氧化</p> <p>1. 先将风管在炉膛内预热 2min 左右, 然后插入铜液内吹入压缩空气, 风管插入深度为铜液深度的 2/3</p> | 1200~<br>1220 | 1100~<br>1150 | <p>1. 风管为 25.4mm (1") 直径和适当长度的铁管, 将一端 0.6~1.2m 处弯曲成 60°~80°, 其表面涂一层耐火粘土加水玻璃的混合物, 厚度为 8~10mm, 打制好的风管放在炉顶上烘烤</p> <p>2. 出炉时铜液表面应保持盖满木炭</p> <p>3. 试样表面呈凸形表示还原过度, 呈凹形则表示还原不足</p> |

(续)

| 配料及原材料  | 熔炉  | 熔炼工艺要点  | 熔化温度<br>/°C | 浇注温度<br>/°C | 备注   |
|---|-----|---|-------------|-------------|--|
| 全部为: 电解铜边角余料<br>废块<br>废棒<br>(电解铜及边角料、废料均须符合T2或T3化学成分规定) | 反射炉 | <p>2. 氧化时风压最低不得小于0.08MPa, 并应保持氧化性气氛</p> <p>3. 氧化阶段铜液温度的变化如下: 氧化开始 1200~1220°C; 氧化終了 1150~1170°C</p> <p>4. 氧化末期取样观察断口以判断氧化终点, 氧化终点的标志为:<br/>           原材料为电解铜时试样断口须见砖红色 10% 以上<br/>           原材料为 T2 旧料时试样断口须见砖红色 30% 以上<br/>           原材料为 T3 旧料或废电线、杂铜时试样断口须见砖红色 80% 以上</p> <p>5. 氧化达终点, 温度符合要求时除净熔渣, 放下装料炉门, 并用湿黄泥封死</p> <p>四、还原</p> <p>1. 向炉内投入能覆盖全部铜液表面的木炭, 然后将还原用青木用吊车或卷扬机卷起放入炉内, 停止片刻后插入铜液中进行还原</p> <p>2. 还原阶段炉内应保持强还原性气氛</p> <p>3. 还原末期应勤取试样进行肉眼观察, 至试样凝固表面平整且呈细皱纹时还原即告结束</p> | 1200~1220   | 1100~1150   | <p>1. 风管为 25.4mm(1") 直径和适当长度的铁管, 将一端 0.6~1.2m 处弯曲成 60°~80°, 其表面涂一层耐火粘土加水玻璃的混合物, 厚度为 8~10mm, 打制好的风管放在炉顶上烘烤</p> <p>2. 出炉时铜液表面应保持盖满木炭</p> <p>3. 试样表面呈凸形表示还原过度, 呈凹形则表示还原不足</p> |

注: 成分含量和配料皆指质量分数。

#### 4. ZCuSn3Zn8Pb6Ni1 的铸造铸青铜配料(配料实例 898)

ZCuSn3Zn8Pb6Ni1 的主要含义如下:



ZCuSn3Zn8Pb6Ni1 的合金代号为 3—8—6—1 锡青铜。

对于 ZCuSn3Zn8Pb6Ni1 的铸造锡青铜配料,可查配料实例 898 或表 3.4-4。

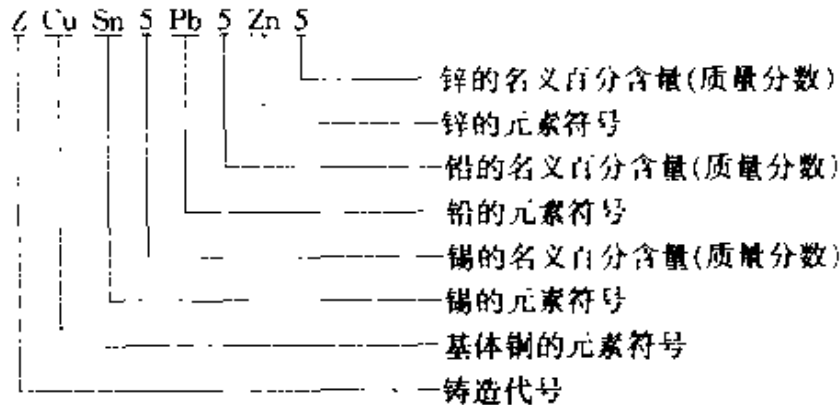
配料实例 898 表 3.4-4 ZCuSn3Zn8Pb6Ni1 的铸造锡青铜配料

| ZCuSn3Zn8Pb6Ni1   | 化学成分(%) |  |         |           |           |                |
|---|---------|--|---------|-----------|-----------|----------------|
|   | Sn      | Zn   | Pb      | Ni        | Cu        | 杂质总和≤          |
| 规格要求  | 2.0~4.0 | 6.0~9.0  | 4.0~7.0 | 0.5~1.5   | 余量        | 1.0            |
| 配料控制(%)   | 3.7     | 9  | 4       | 1         | 余量        | 1.0            |
| 配料及原材料  | 熔炉      | 熔炼工艺要点   |         | 熔化温度/°C   | 浇注温度/°C   | 备注             |
| 配料(%):<br>Sn3.7<br>Zn9<br>Pb4<br>Ni1<br>Cu82.3<br>原材料:<br>Cu—3 以上<br>Sn—2 以上<br>Zn—3 以上<br>Pb—6 以上<br>Ni—3 以上 | 坩埚炉     | 1. 将熔剂(氧化铜:硼砂:硅砂=1:1:1)放入坩埚内,预热坩埚至暗红色,熔剂加入量约为炉料重量的 3%<br>2. 同时装入铜和镍,加速熔化,温度达 1150~1200°C 时除渣,加入铜液所需磷铜的 1/2,仔细搅拌脱氧。磷铜加入总量为铜料重量的 1.5% (含 P15%)<br>3. 除渣后加入经预热的锌,约在 1200°C 加入锡和铅<br>4. 将合金加热到 1200~1250°C,加入剩余 1/2 磷铜,并加搅拌<br>5. 静置 5min 后做炉前试验,进行浇注(一般只做含气试验和断口检查) |         | 1200~1250 | 1100~1190 | 因用氧化熔剂,故磷铜用量较多 |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 5. ZCuSn5Pb5Zn5 的铸造锡青铜配料(配料实例 899 ~ 902)

ZCuSn5Pb5Zn5 的主要含义如下:



ZCuSn5Pb5Zn5 的合金代号为 5—5—5 锡青铜。

对于橡胶机械、建材机械等类铸件的 ZCuSn5Pb5Zn5 的铸造锡青铜配料,可在配料实例 899 ~ 配料实例 902 或表 3.4-5 ~ 表 3.4-8。

**配料实例 899** 表 3.4-5 ZCuSn5Pb5Zn5 的铸造锡青铜配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 铜套(橡胶机械类压延机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件是镶装于铁质轴承内的普通小型滑动轴承铜瓦。采用离心铸造<br>要求铸铜牌号:铸造锡青铜 ZCuSn5Pb5Zn5                           |
| 合金成分控制(%) | 合金成分控制: Sn4.0 - 6.0, Pb4.0 - 6.0, Zn4.0 - 6.0, Cu 余量<br>配料成分选择: Sn5, Pb5, Zn5, Cu 余量 |
| 配料        | 不需配制中间合金,当坩埚内的木炭、废料、紫铜熔化后,先后直接按比例加入 Zn 块、Sn 块、Pb 块即可                                 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型:坩埚炉或中频感应加热电炉  
 2. 生产用的 Zn、Sn、Pb 锭的含量均分别在 99.5% 以上。  
 3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

**配料实例 900** 表 3.4-6 ZCuSn5Pb5Zn5 的铸造锡青铜配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 轴瓦(建材机械类零件)   |
| 铸件特点 | 铸件特点:为瓦形类铸件,轮廓尺寸为 R250mm × 570mm,半圆筒状,铸件壁厚较均匀。毛坯重量为 93kg。采用干型铸造<br>要求铸铜牌号:铸造锡青铜 ZCuSn5Pb5Zn5。抗拉强度 $\sigma_b > 200\text{MPa}$ , 断裂伸长率 $\delta_5 13\%$ , 布氏硬度 $> 590\text{HBW}$ |

(续)

|             |  |    |      |      |     |    |
|-------------|--|----|------|------|-----|----|
| 铸件名称        | 轴瓦(建材机械类零件)                            |    |      |      |     |    |
| 合金成分控制(%)   | Sn4.0~6.0, Pb4.0~6.0, Zn4.0~6.0, 余量为Cu |    |      |      |     |    |
| 配 料         |  |    |      |      |     |    |
| 炉料重量<br>/kg | 各种料重/kg                                |    |      |      |     | 备注 |
|             | 电解铜                                    | 锡锭 | 铅锭   | 锌锭   | 磷铜  |    |
| 300         | 254.3                                  | 15 | 15.2 | 15.5 | 0.3 |    |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用地坑式自然通风焦炭坩埚炉熔炼, 熔化过程中各元素烧损为铜1%, 锡1%, 铅1.5%, 锌3%。
2. 铜熔化后加锌, 最后加锡和铅, 搅拌均匀, 以磷铜脱氧测温, 做炉前含气及折角试验, 观察折角断面颜色及组织结晶情况, 合格后出炉。
3. 检测结果:  
化学成分(%): Sn5.03, Pb5.12, Zn4.98;  
力学性能:  $\sigma_1$ 220MPa,  $\delta_5$ 13%, 615HBW。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于其他轴瓦、轴套及齿轮等锡青铜铸件。

配料实例 901 表 3.4-7 ZCuSn5Pb5Zn5 的铸造锡青铜配料

|           |   |     |     |       |         |      |                |     |       |
|-----------|---|-----|-----|-------|---------|------|----------------|-----|-------|
| 铸件名称      | 连杆孔衬套(船用机械类船用 6250 系列柴油机零件)   |     |     |       |         |      |                |     |       |
| 铸件特点      | 铸件为圆筒状, 轮廓尺寸为 $\phi 120\text{mm} \times 110\text{mm}$ , 铸件毛重 3.75kg, 内外圆及上下平面均需加工。铸造工艺采用湿型铸造, 压边式浇口<br>要求铸铜牌号: 铸造锡青铜 ZCuSn5Pb5Zn5 |     |     |       |         |      |                |     |       |
| 合金成分控制(%) | Sn4.0~6.0, Pb4.0~6.0, Zn4.0~6.0, 其余为Cu  |     |     |       |         |      |                |     |       |
| 配 料       |   |     |     |       |         |      |                |     |       |
| 合金成分      | 标准含量  |     | 烧损量 |       | 炉料中应有含量 |      | 添加 20kg 同牌号回炉料 |     | 斯加金属锭 |
|           | (%)   | /kg | (%) | /kg   | (%)     | /kg  | (%)            | /kg | /kg   |
| Cu        | 85  | 85  | 1.5 | 1.275 | 84.8    | 86.3 | 85             | 17  | 69.30 |



(续)

| 合金成分 | 标准含量 |     | 烧损量 |       | 炉料中应有含量 |        | 添加 20kg 同<br>牌号回炉料 |     | 新加金属锭 |
|------|------|-----|-----|-------|---------|--------|--------------------|-----|-------|
|      | (%)  | /kg | (%) | /kg   | (%)     | /kg    | (%)                | /kg | /kg   |
| Sn   | 5    | 5   | 1.5 | 0.075 | 5.0     | 5.08   | 5                  | 1   | 4.08  |
| Zn   | 5    | 5   | 5   | 0.25  | 5.2     | 5.25   | 5                  | 1   | 4.25  |
| Pb   | 5    | 5   | 2   | 0.10  | 5       | 5.1    | 5                  | 1   | 4.10  |
| 合计   | 100  | 100 |     | 1.70  | 100     | 101.73 | 100                | 20  | 81.73 |

注: 1. 采用熔炉类型: 焦炭坩埚炉, 每炉熔化 100kg, 炉内 Cu 烧损 1.5%、Sn 烧损 1.5%、Zn 烧损 5%、Pb 烧损 2%。

2. 配料采用 80% 的新金属锭料和 20% 的同牌号回炉料。

3. 炉前, 由于采用炉底加锌新工艺熔炼, 因而只用少量磷铜 (含 P17%) 进行脱氧处理, 加入量 0.1%~0.2%。

4. 炉前, 熔炼完毕后先浇一个工艺断口试样, 冷却后敲断, 观察断面组织, 断面组织应晶粒细小, 组织均匀, 无气孔, 无杂质为合格。不合格时, 对青铜补加磷铜再脱氧。

5. 炉前, 在断口试样检验合格后, 再浇两个弯曲试样, 冷却后用虎钳夹紧, 打断观其折断角, 弯角  $\alpha \geq 50^\circ$  为合格。

6. 检测结果:

化学成分: Sn4.83%、P5.15%、Zn4.77%, Cu 含量不作化验, 即余量;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b \geq 200\text{MPa}$ , 屈服强度  $\sigma_{0.2} \geq 100\text{MPa}$ , 硬度  $\geq 60\text{HBS}$ , 断后伸长率  $\delta_5 \geq 13\%$ 。

7. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

8. 此外, 传动齿轮也用铸造锡青铜 ZCuSn5Pb5Zn5 铸造。

配料实例 902 表 3.4-8 ZCuSn5Pb5Zn5 的铸造锡青铜配料

| ZCuSn5Pb5Zn5 | 化学成分 (%) |         |         |    |             |
|--------------|----------|---------|---------|----|-------------|
|              | Sn       | Zn      | Pb      | Cu | 杂质总和 $\leq$ |
| 规格要求         | 4.0~6.0  | 4.0~6.0 | 4.0~6.0 | 余量 | 1.0         |
| 配料控制         | 5        | 6       | 5       | 余量 | 1.0         |

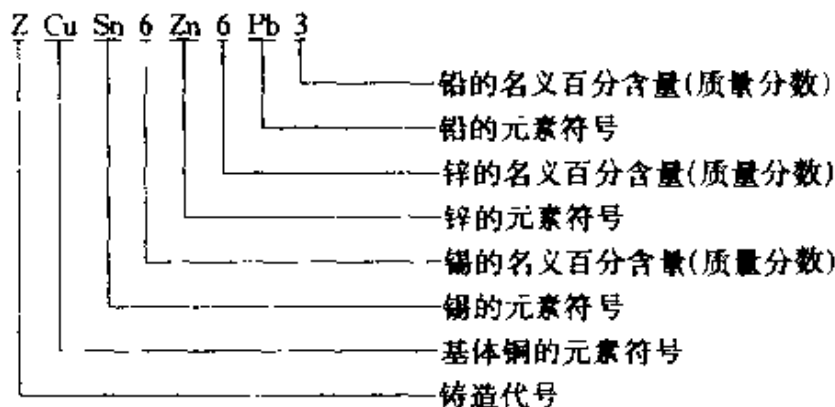
(续)

| 配料及原材料  | 熔炉  | 熔炼工艺要点   | 熔化温度<br>/°C | 浇注温度<br>/°C                   | 备注   |
|---|-----|--|-------------|-------------------------------|--|
| 配料(%):<br>Sn5<br>Zn5<br>Pb5<br>Cu85<br>原材料:<br>Cu—4<br>Sn—5<br>Zn—5<br>Pb—6 | 电弧炉 | 1. 先在炉内装入木炭(400kg 炉料装 3~5kg 木炭), 通电预热炉膛, 20min 约达 800°C<br>2. 分三批将铜加完, 全部熔化约需 1~1.5h<br>3. 铜液温度达 1150°C(不粘搅棒为度)时, 加入该炉合金所需磷铜的 1/2~2/3, 搅拌以脱氧。磷铜(含 P8%~12%)加入量为炉料重量的 0.5%~0.75%<br>4. 脱氧后加入经预热的锌, 然后加入锡和铅, 并仔细搅拌<br>5. 约在 1050~1080°C 进行吸铸, 400kg 吸铸约需 1h(在吸铸过程中将剩余磷铜分 2~3 批加入) | 1200~1250   | 吸铸<br>1150~1180<br>砂型<br>1120 | 1. 连续送电, 预热时电流小, 加料后要大<br>2. 尽量快速熔化<br>3. 只做锌的化学分析 |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 6. ZCuSn6Zn6Pb3 的铸造锡青铜配料(配料实例 903~908)

ZCuSn6Zn6Pb3 的主要含义如下:



ZCuSn6Zn6Pb3的合金代号为6—6—3锡青铜。

对于煤矿机械、石油机械等类铸件的ZCuSn6Zn6Pb3的铸造锡青铜配料,可查配料实例903—配料实例908或表3.4-9—表3.4-14。

配料实例903 表3.4-9 ZCuSn6Zn6Pb3的铸造锡青铜配料

|  |  |           |           |            |
|--|--|-----------|-----------|------------|
| 铸件名称   | 转臂(煤矿机械类 CD×T2.5—12t 防爆型电机车零件)   |           |           |            |
| 铸件特点   | 铸件轮廓尺寸为 33mm×13mm×5mm, 主要壁厚 10mm, 为小钩状, 形状简单, 铸件毛重 0.11kg, 属小型铸铜件<br>造型方法: 精密铸造<br>要求铸铜牌号: 铸造锡青铜 ZCuSn6Zn6Pb3 (电器铜)。σ <sub>b</sub> ≥200MPa, σ <sub>s</sub> ≥100MPa, δ10%, 650HBW |           |           |            |
| 合金成分控制(%)  | Sn5.0~7.0, Zn5.0~7.0, Pb2.0~4.0, 杂质含量≤1.0。磷铜脱氧   |           |           |            |
| 配料及原材料   | 熔炉   | 熔化温度/°C   | 浇注温度/°C   | 备注         |
| 配料(%):<br>Sn6.3<br>Zn6.5<br>Pb3<br>Cu84.2<br>原材料(%):<br>Sn≥98.4<br>Zn≥98.7<br>Pb≥99.5<br>Cu≥99.5 | 0.15t<br>工频感应加<br>热电炉  | 1200—1250 | 1100—1190 | 做弯曲试验及断口检查 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 0.15t 工频感应加热电炉, 酸性炉衬。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

3. 本配料还适用于各种电机元件。

配料实例904 表3.4-10 ZCuSn6Zn6Pb3的铸造锡青铜配料

|           |  |  |  |  |
|-----------|--|--|--|--|
| 铸件名称      | 刷盒(煤矿机械类 CD×T2.5—12t 防爆型电机车零件)   |  |  |  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 61mm×30.5mm, 为盒体结构, 内腔窄而深, 主要壁厚 3mm。铸件毛重 0.15kg。属小型铸铜件<br>造型方法: 精密铸造<br>要求铸铜牌号: 铸造锡青铜 ZCuSn6Zn6Pb3 (电器铜)。σ <sub>b</sub> ≥200MPa, σ <sub>s</sub> ≥100MPa, δ≥10%, ≥650HBW |  |  |  |
| 合金成分控制(%) | Sn5.0~7.0, Zn5.0~7.0, Pb2.0~4.0, 杂质含量≤1.0。磷铜脱氧   |  |  |  |

(续)

| 配料及原材料   | 熔炉                    | 熔化温度/°C   | 浇注温度/°C   | 备注                 |
|--|-----------------------|-----------|-----------|--------------------|
| 配料(%):<br>Sn6.3<br>Zn6.5<br>Pb3<br>Cu84.2<br>原材料(%):<br>Sn≥98.4<br>Zn≥98.7<br>Pb≥99.5<br>Cu≥99.5 | 0.15t<br>工频感应加<br>热电炉 | 1200~1250 | 1100~1190 | 做弯曲试<br>验及断口检<br>查 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 0.15t 工频感应加热电炉, 酸性炉衬。  
 2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 3. 本配料还适用于各种电器元件。

### 配料实例 905 表 3.4-11 ZCuSn6Zn6Pb3 的铸造锡青铜配料

|           |  |  |  |  |
|-----------|--|--|--|--|
| 铸件名称      | 支座(煤矿机械类 CD×T2.5—12t 防爆型电机车零件)   |  |  |  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸为 57mm×28mm, 为箱体结构, 内腔窄小, 主要壁厚 3mm。铸件毛重 0.4kg。属小型铸件<br>造型方法: 精密铸造<br>要求铸钢牌号: 铸造锡青铜 ZCuSn6Zn6Pb3 (电器铜)。σ <sub>b</sub> ≥200MPa, σ <sub>s</sub> ≥100MPa, δ≥10%, ≥650HBW |  |  |  |
| 合金成分控制(%) | Sn5.0~7.0, Zn5.0~7.0, Pb2.0~4.0, 杂质含量≤1.0  |  |  |  |

#### 配 料

| 配料及原材料   | 熔炉                    | 熔化温度/°C   | 浇注温度/°C   | 备注                 |
|--|-----------------------|-----------|-----------|--------------------|
| 配料(%):<br>Sn6.3<br>Zn6.5<br>Pb3<br>Cu84.2<br>原材料(%):<br>Sn≥98.4<br>Zn≥98.7<br>Pb≥99.5<br>Cu≥99.5 | 0.15t<br>工频感应加<br>热电炉 | 1200~1250 | 1100~1190 | 做弯曲试<br>验及断口检<br>查 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 0.15t 工频感应加热电炉, 酸性炉衬, 磷铜脱氧。  
 2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 3. 本配料还适用于各种电器元件。

配料实例 906 表 3.4-12 ZCuSn6Zn6Pb3 的铸造锡青铜配料

|  |   |           |           |                    |
|--|---|-----------|-----------|--------------------|
| 铸件名称   | 触头支持件(煤矿机械类 CD×T2.5—12t 防爆型电机车零件)   |           |           |                    |
| 铸件特点   | 铸件特点:铸件结构简单,仅有一 14mm×20mm×10mm 深的小槽,轮廓尺寸 (33+25.5)mm×20mm,毛重 0.11kg。属小型铸铜件<br>造型方法:精密铸造<br>要求铸铜牌号:铸造锡青铜 ZCuSn6Zn6Pb3 (电器铜), $\sigma_b \geq 200\text{MPa}$ , $\sigma_s \geq 100\text{MPa}$ , $\delta \geq 10\%$ , $\geq 650\text{HBW}$ |           |           |                    |
| 合金成分控制(%)  | Sn5.0~7.0, Zn5.0~7.0, Pb2.0~4.0, 杂质含量 $\leq 1.0$  |           |           |                    |
| 配 料  |   |           |           |                    |
| 配料及原材料   | 熔炉  | 熔化温度/°C   | 浇注温度/°C   | 备 注                |
| 配料(%):<br>Sn6.3<br>Zn6.5<br>Pb3<br>Cu84.2<br>原材料(%):<br>Sn $\geq 98.4$<br>Zn $\geq 98.7$<br>Pb $\geq 99.5$<br>Cu $\geq 99.5$ | 0.15t<br>工频感应加<br>热电炉   | 1200~1250 | 1100~1190 | 做弯曲试<br>验及断口检<br>查 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 0.15t 工频感应加热电炉, 酸性炉衬, 磷铜脱氧。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
3. 本配料还适用于各种电器元件。

配料实例 907 表 3.4-13 ZCuSn6Zn6Pb3 的铸造锡青铜配料

|           |   |  |  |  |
|-----------|---|--|--|--|
| 铸件名称      | 铜套(石油机械类安装于修井机液压系统零件)   |  |  |  |
| 铸件特点      | 铸件为圆环形, 其轮廓尺寸为 $\phi 96\text{mm} \times 100\text{mm}$ , 内孔为 $\phi 40\text{mm}$ , 毛坯重 5.58kg, 平均壁厚 28mm, 此铸件是修井机井架起升液压缸内部件, 全部加工, 离心铸造<br>要求铸铜牌号: 铸造锡青铜 ZCuSn6Zn6Pb3 |  |  |  |
| 合金成分控制(%) | Sn5~7, Zn5~7, Pb2~4, 杂质和 $\leq 1.0$ , Cu87~81   |  |  |  |

(续)

| 合金元素 | 配 料  |      |     |       |         |      |                 |       |          |                         |
|------|------|------|-----|-------|---------|------|-----------------|-------|----------|-------------------------|
|      | 目标含量 |      | 烧损量 |       | 炉料中应含量  |      | 回炉料 20kg<br>同牌号 |       | 元素<br>总和 | 应加元素量/kg                |
|      | (%)  | /kg  | (%) | /kg   | /kg     | (%)  | (%)             | /kg   | /kg      |                         |
| Sn   | 6.3  | 6.3  | 1.5 | 0.095 | 6.395   | 6.29 | 6.3             | 1.26  | 1.26     | 6.395 - 1.26 = 5.135    |
| Zn   | 6.5  | 6.5  | 5   | 0.325 | 6.825   | 6.71 | 6.5             | 1.3   | 1.3      | 6.825 - 1.3 = 5.525     |
| Pb   | 3    | 3    | 2   | 0.06  | 3.06    | 3    | 3               | 0.6   | 0.6      | 3.06 - 0.6 = 2.46       |
| Cu   | 84.2 | 84.2 | 1.5 | 1.263 | 85.463  | 84   | 84.2            | 16.84 | 16.84    | 85.463 - 16.84 = 68.623 |
| 合计   | 100  | 100  |     | 1.743 | 101.743 | 100  | 100             | 20    | 20       | 81.743                  |

注：1. 炉型：用 100 号石墨质坩埚焦炭炉和所用必要工具进行熔炼。熔炼 100kgZCuSn6Zn6Pb3。

2. 炉料由金属料、回炉料、熔剂及辅助料等组成。除回炉料来自本厂外，其余均由外厂、矿部门供给。其成分如下：Sn98.35%，Zn98.7%，Pb99.5%，Cu99.5%。

3. 炉料总重 101.743kg，其中：加 Sn 锭 5.135kg，锌锭 5.525kg，铅锭 2.46kg，铜锭 68.623kg，回炉料 20kg。

4. 炉前：首先对石墨坩埚及其炉料均需加热，预热到所需要的温度，然后按顺序入炉，并且要迅速压入坩内合金熔液之中，而且在冶炼过程中观察，调剂，分析，掌握好炉况，均合格后，出炉浇注。

5. 检测结果：

力学性能： $\sigma_b$ 210MPa，650HBW；

杂质总和为  $0.512 \leq 1\%$ 。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

7. 适合本配料的还有石油机械类的填料、轴承、轴套等。

## 配料实例 908

表 3.4-14 ZCuSn6Zn6Pb3 的铸造青铜配料

| ZCuSn6Zn6Pb3 | 化学成分(%) |         |         |    |             |
|--------------|---------|---------|---------|----|-------------|
|              | Sn      | Zn      | Pb      | Cu | 杂质总和 $\leq$ |
| 规格要求         | 5.0~7.0 | 5.0~7.0 | 2.0~4.0 | 余量 | 1.0         |
| 配料控制(%)      | 6.3     | 6.5     | 3.0     | 余量 | 1.0         |

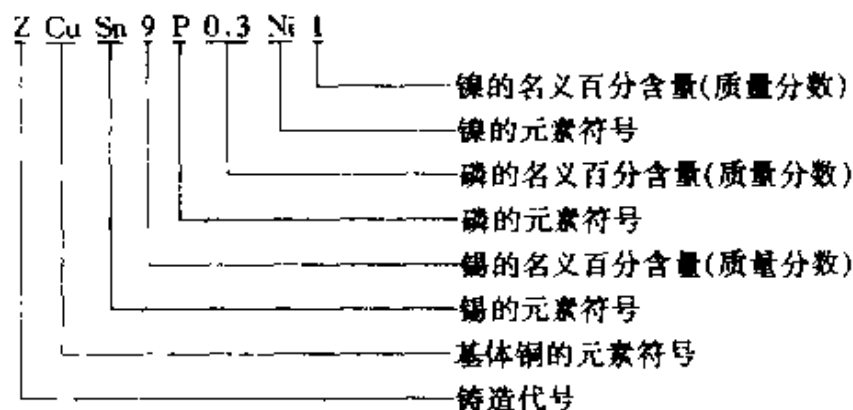
(续)

| 配料及原材料  | 熔炉  | 熔炼工艺要点  | 熔化温度<br>/°C | 浇注温度<br>/°C | 备注   |
|---|-----|---|-------------|-------------|--|
| 配料(%):<br>Sn6.3<br>Zn6.5<br>Pb3<br>Cu84.2<br>原材料(%):<br>Sn≥98.35<br>Zn≥98.7<br>Pb≥99.5<br>Cu≥99.5 | 坩埚炉 | 1. 将铜装入已预热至暗红色的坩埚中(应装紧些),在微氧化性气氛下加速熔化<br>2. 铜全部熔化温度达1150°C时加入该炉合金所需要的一半磷铜,均匀搅拌以脱氧。磷铜加入量,以磷占铜液重量的0.04% - 0.06%计算<br>3. 铜液脱氧后加入经预热的旧料,继续加热。如一次装不完可随熔随加,但力求减少加料次数,且旧料不应伸出坩埚外。旧料熔化后须搅拌均匀<br>4. 在1200°C以下加入经预热的锌,锌熔化后加锡和铅,最后加入剩余的磷铜,并仔细搅拌,净置5-10min后进行浇注 | 1200 - 1250 | 1100 - 1190 | 1. 用石墨搅棒<br>2. 锌、锡、铅三者须先加锌<br>3. 加锌时铜液温度须低于1200°C<br>4. 较大件或重要件须做弯曲试验和断口检查<br>5. 炉前检验不合格时可加入少量磷铜精炼合金 |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 7. ZCuSn9P0.3Ni1 的铸造锡青铜配料(配料实例 909)

ZCuSn9P0.3Ni1 的主要含义如下:



ZCuSn9P0.3Ni1 为非标准铸造锡青铜。

对于 ZCuSn9P0.3Ni1 的铸造锡青铜配料,可查配料实例 909 或表 3.4-15。

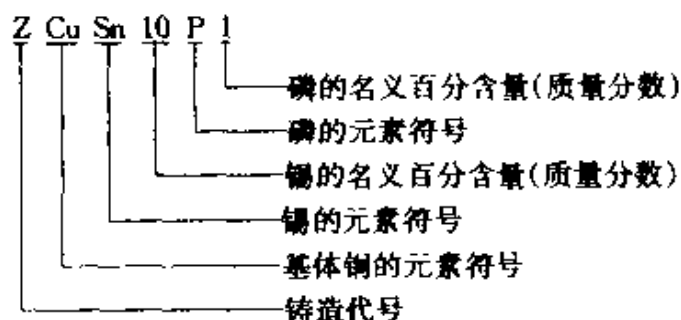
配料实例 909 表 3.4-15 ZCuSn9P0.3Ni1 的铸造锡青铜配料

| ZCuSn9P0.3Ni1  | 化学成分(%) |   |               |               |  |
|--|---------|---|---------------|---------------|--|
|  | Sn      | P   | Ni            | Cu            |  |
| 配料控制   | 9.0     | 0.4   | 1.0           | 余量            |  |
| 配料及原材料   | 熔炉      | 熔炼工艺要求  | 熔化温度<br>/°C   | 浇注温度<br>/°C   | 备注   |
| 配料(%):<br>Sn9<br>P0.4<br>Ni1<br>Cu89.6<br>原材料:<br>Cu—4<br>Sn—5<br>铜镍<br>磷铜 | 坩埚炉     | 1. 将铜与铜镍中间合金同时装入已预热的坩埚中迅速熔化<br>2. 待全部炉料熔化温度达 1150 ~ 1200°C 时停止加热,均匀搅拌<br>3. 加入经预热的全部磷铜,并充分搅拌<br>4. 如有旧料应将磷铜分两批加入,即铜与镍熔化后先用 1/3 磷铜脱氧,然后加入旧料,旧料熔化后再加入余下的 2/3 磷铜。含磷量与浇注温度的关系如下:<br>含 P(%)0.05 浇注温度(°C)1200<br>0.1                   1150<br>0.2~0.3           1100<br>0.4~0.5           1080<br>0.6~1.0           980~1080 | 1150~<br>1200 | 1050~<br>1130 | 1. 磷青铜极易吸气,可用氧化熔剂处理铜液<br>2. 浇注温度不宜高<br>3. 用石墨搅拌棒 |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 8. ZCuSn10P1 的铸造锡青铜配料(配料实例 910~913)

ZCuSn10P1 的主要含义如下:





ZCuSn10P1 的合金代号为 10—1 锡青铜。

对于泵、橡胶机械、建材机械等类铸件的 ZCuSn10P1 的铸造锡青铜配料,可查配料实例 910~配料实例 913 或表 3.4-16~表 3.4-19。

配料实例 910 表 3.4-16 ZCuSn10P1 的铸造铸青铜配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 泵套(泵类 3V80D—25 泵零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 190\text{mm} \times 360\text{mm}$ , 为椭圆形筒状铸件。毛坯重量为 85kg, 采用下型铸造<br>要求铸铜牌号: 铸造锡青铜 ZCuSn10P1。抗拉强度 $\sigma_b > 220\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 3\%$ , 布氏硬度 $> 785\text{HBW}$ |
| 合金成分控制(%) | Sn9.0~11.5, P0.5~1.0, Cu 余量  |

配 料

| 合金成分 | 一 次 熔 炼 |      |     |       |        |        | 采用回炉料及中间合金熔炼      |              |             | 备 注 |
|------|---------|------|-----|-------|--------|--------|-------------------|--------------|-------------|-----|
|      | 标准含量    |      | 烧损量 |       | 应有量    |        | 30%同牌号回炉料各成分含量/kg | 10%磷铜合金含量/kg | 应补加新金属含量/kg |     |
|      | (%)     | /kg  | (%) | /kg   | (%)    | /kg    |                   |              |             |     |
| Cu   | 89      | 445  | 1   | 4.45  | 89.89  | 449.5  | 133.5             | 22.43        | 293.6       |     |
| Sn   | 10.3    | 51.5 | 1   | 0.515 | 10.403 | 52.015 | 15.45             | —            | 36.57       |     |
| P    | 0.7     | 3.5  | 6   | 0.21  | 0.742  | 3.71   | 1.05              | 2.02         | 0.64        |     |
| 总计   | 100     | 500  | —   | 5.175 | —      | 505.2  | 150               | 24.45        | 330.81      |     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 用 500kg 工频感应加热电炉熔炼。熔化过程中烧损为 Cu1%, Sn1%, P6%。

2. 合金熔化后, 加入磷铜, 测温, 做炉前含气及折角试验, 观察断口颜色及组织结晶情况, 合格后出炉。

3. 检测结果:

化学成分(%): Sn10.32, P0.69;

力学性能:  $\sigma_b 233$ ,  $\delta_5 3.2\%$ , 820HBW。

4. 成分百分含量皆指质量分数。

5. 此配料还适用于同牌号的各种衬套、止推垫、定位套、主杆衬套、从杆衬套等螺杆泵配件。

配料实例 911 表 3.4-17 ZCuSn10P1 的铸造锡青铜配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 轴瓦(橡胶机械类开炼机零件)   |
| 铸件特点      | 各种开炼机的辊筒轴瓦均是这种一端带法兰的圆筒形,是受力较重的轴瓦,是开炼机的关键零部件。采用离心铸造<br>要求铸铜牌号:铸造锡青铜 ZCuSn10P1   |
| 合金成分控制(%) | 合金成分控制:Sn9.0~11.5,P0.5~1.0,Cu 余量<br>配料成分选择:Sn10,P1,Cu 余量   |
| 配料        | <p>配料:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 配制磷铜中间合金,成分(%):P12,其余为 Cu</li> <li>2. 计算(以 100kg 合金为基数)<br/>磷铜中间合金量(kg):<math>1 \div 12\% = 8.34</math><br/>加 Sn 量(kg):10<br/>纯 Cu 量(kg):<math>100 - (8.34 + 10) = 81.66</math></li> <li>3. 相当每 kg 纯 Cu 加入合金量(kg):<br/>磷铜中间合金:<math>8.34 \div 81.66 = 0.102</math><br/>Sn:<math>10 \div 81.66 = 0.122</math></li> </ol> <p>即按每 kg 纯铜加入磷铜中间合金 0.102kg,纯 Sn0.122kg 进行配料</p> |

注:1. 采用熔炼炉类型:坩埚炉或中频感应加热电炉。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 912 表 3.4-18 ZCuSn10P1 的铸造锡青铜配料

|             |  |    |    |     |     |
|-------------|--|----|----|-----|-----|
| 铸件名称        | 蜗轮(建材机械类 6703-3-2 零件)  |    |    |     |     |
| 铸件特点        | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 965\text{mm} \times 180\text{mm}$ ,最薄壁厚 45mm,为轮状铸件。毛坯重量 550kg。采用金属型铸造<br>要求铸铜牌号:铸造锡青铜 ZCuSn10P1。抗拉强度 $\sigma_b > 310\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta_5 > 2\%$ ,布氏硬度 $> 88\text{HBW}$ |    |    |     |     |
| 合金成分控制(%)   | Sn9.0~11.5,P0.5~1.0,余量为 Cu   |    |    |     |     |
| 配 料         |  |    |    |     |     |
| 炉料总重        | 其中/kg  |    |    |     | 备 注 |
| /kg         | 电解铜  | 锡锭 | 磷铜 | 回炉料 |     |
| 200         | 113  | 14 | 13 | 60  |     |
| P:Cu=1.08:1 |  |    |    |     |     |

注:1. 采用熔炼炉类型:用三个自然通风式焦炭燃烧地坑坩埚炉同时熔化。炉内烧损为铜 0.7%、锡 1%、磷 5%~10%。

2. 合金熔化后搅拌均匀,测温做炉前含气及折角试验,并观察断口组织及颜色,合格后出炉合为一浇包浇注。

3. 检测结果:

化学成分(%):Sn9.89,P0.92;

力学性能: $\sigma_b 323\text{MPa}$ , $\delta_5 2.2\%$ ,915HBW。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于其他同牌号铸件,如蜗轮、轴瓦、轴套、大头瓦等。

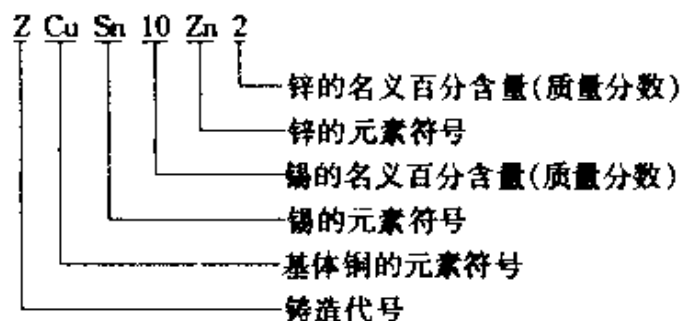
配料实例 913 表 3.4-19 ZCuSn10P1 的铸造锡青铜配料

| ZCuSn10P1  | 化学成分(%)  |   |             |            |   |
|--|----------|---|-------------|------------|---|
|  | Sn       | P   | Cu          |            |   |
| 规格要求   | 9.0~11.5 | 0.5~1.0   | 余量          |            |   |
| 配料控制   | 10       | 1   | 余量          |            |   |
| 配料及原材料   | 熔炉       | 熔炼工艺要求  | 熔化温度<br>/°C | 浇注温度<br>°C | 备注  |
| 配料(%):<br>Sn10<br>P1<br>Cu89<br>原材料:<br>Cu—4<br>Sn—4<br>磷铜: 含<br>P8%~12%,<br>杂质≤0.8% | 坩埚炉      | 1. 将铜装入已预热的坩埚中加速熔化<br>2. 温度达 1150°C 左右时加入该炉合金所需的 1/5 磷铜, 仔细搅拌脱氧<br>3. 除渣后装入经预热的旧料, 继续加热。如一次装不完可随熔随加, 但力求减少加料次数<br>4. 旧料全部熔化温度达 1100~1150°C 时仔细搅拌, 除去表面熔渣, 然后加入磷铜(其余 4/5), 并加搅拌, 最后加入经预热的锡<br>5. 在 1100~1150°C 取样进行炉前试验(含气、弯曲及断口检验), 试验合格后出炉 | 1100~1150   | 980~1050   | 1. 磷青铜极易吸气, 可用氧化熔剂处理铜液<br>2. 浇注温度不宜高<br>3. 用石墨搅拌棒 |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 9. ZCuSn10Zn2 的铸造铸青铜配料(配料实例 914~916)

ZCuSn10Zn2 的主要含义如下:



ZCuSn10Zn2 的合金代号为 10—2 锡青铜。

对于泵、石油机械等类铸件的 ZCuSn10Zn2 的铸造锡青铜配料, 可查配料实例 914~配料实例 916 或表 3.4-20~表 3.4-22。

配料实例 914 表 3.4-20 ZCuSn10Zn2 的铸造锡青铜配料

|             |  |    |     |     |
|-------------|--|----|-----|-----|
| 铸件名称        | 叶轮(泵类)   |    |     |     |
| 铸件特点        | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 180\text{mm} \times 68\text{mm}$ , 壁厚不均匀, 最薄叶片 5mm。毛坯重量为 12kg, 采用树脂砂(呋喃 II 型)铸造<br>要求铸铜牌号: 铸造锡青铜 ZCuSn10Zn2, 抗拉强度 $\sigma_b > 240\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 12\%$ , 布氏硬度 $> 68\text{HBW}$ |    |     |     |
| 合金成分控制(%)   | 合金成分控制: Sn9.0~11.0, Zn1.0~3.0, Cu 余量<br>配料选择: Sn10, Zn2.2, Cu 余量   |    |     |     |
| 配 料         |  |    |     |     |
| 炉料总重<br>/kg | 其中/kg  |    |     | 备 注 |
|             | 电解铜  | 锡锭 | 锌锭  |     |
| 200         | 175.8  | 20 | 4.2 |     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用地坑式焦炭炉坩埚熔炼, 坩埚为 200<sup>#</sup>。炉内烧损为 Cu1%、Sn1%、Zn3%。

2. 合金熔化后, 用 0.5kg 磷铜脱氧, 做含气及折角试验, 并观察断口组织结晶情况。升温至浇注温度后出炉。

3. 检测结果:

化学成分(%): Sn10.21, Zn2.23, Cu 余量;

力学性能:  $\sigma_b 263\text{MPa}$ ,  $\delta_5 13.5\%$ , 693HBW。

4. 本配料还适用于其他同牌号泵体、泵盖、轴套、挡套等铸件。

配料实例 915 表 3.4-21 ZCuSn10Zn2 的铸造锡青铜配料

|           |  |  |  |
|-----------|--|--|--|
| 铸件名称      | 轴套(石油机械类, 用于抽油机游梁系统之中零件)   |  |  |
| 铸件特点      | 铸件为圆环形, 其轮廓尺寸为 $\phi 100\text{mm} \times 64\text{mm}$ , 内孔尺寸 $\phi 56\text{mm}$ , 该部件壁 22mm, 毛坯重 3.1kg。金属型、离心铸造。是抽油机游梁系统中轴套件, 全部进行加工, 退火处理<br>要求铸铜牌号: 铸造锡青铜 ZCuSn10Zn2 |  |  |
| 合金成分控制(%) | Sn9~11.0, Zn1.0~3.0, 杂质 $\leq 1.5$ , Cu 余量   |  |  |

(续)

| 配 料  |      |     |     |      |        |       |             |      |      |                      |
|------|------|-----|-----|------|--------|-------|-------------|------|------|----------------------|
| 合金元素 | 目标含量 |     | 烧损量 |      | 炉料应有量  |       | 回炉料同牌号 30kg |      | 元素总和 | 应加元素量                |
|      | (%)  | /kg | (%) | /kg  | /kg    | (%)   | (%)         | /kg  | /kg  | /kg                  |
| Sn   | 10   | 10  | 1.5 | 0.15 | 10.15  | 9.99  | 10          | 3    | 3.0  | 10.15 - 3 = 7.15     |
| Zn   | 2    | 2   | 5   | 0.1  | 2.1    | 2.07  | 2           | 0.6  | 0.6  | 2.1 - 0.6 = 1.5      |
| Cu   | 88   | 88  | 1.5 | 1.32 | 89.32  | 87.94 | 88          | 26.4 | 26.4 | 89.32 - 26.4 = 62.92 |
| 计    | 100  | 100 |     | 1.57 | 101.57 | 100   | 100         | 30   | 30   | 71.57                |

- 注：1. 炉型：用 100 号石墨质坩埚焦炭炉和所需工具进行熔炼。熔炼 100kgZCuSn10Zn2。
2. 配料：炉料由金属料、回炉料、熔剂、辅助材料等组成，除回炉料来自本厂外，其余均由外单位、外部门供给，成分 (%) 如下：Sn98.35%，Zn98.7%，Cu99.5%。
3. 炉料总和重 101.57kg，其中：  
加锡锭 7.15kg，锌锭 1.5kg，铜锭 62.92kg，回炉料 30kg。
4. 炉前：首先，石墨坩埚及其炉料均需加热到要求温度，且按入坩顺序加料，同时迅速压入炉内的合金熔液之中，冶炼过程中要观察，掌握好炉况，均合格后，出炉浇注。
5. 检测结果：  
力学性能： $\sigma_b$ 260MPa，800HBW；  
杂质总和为 0.45% ≤ 1.5%。
6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
7. 适合本配料的石油机械类的还有旋塞、泵、阀、齿轮、叶轮、轴套等。

配料实例 916 表 3.4-22 ZCuSn10Zn2 的铸造锡青铜配料

| ZCuSn10Zn2 | 化学成分 (%) |         |    |
|------------|----------|---------|----|
|            | Sn       | Zn      | Cu |
| 规格要求       | 9.0~11.0 | 1.0~3.0 | 余量 |
| 配料控制       | 10.0     | 2.2     | 余量 |

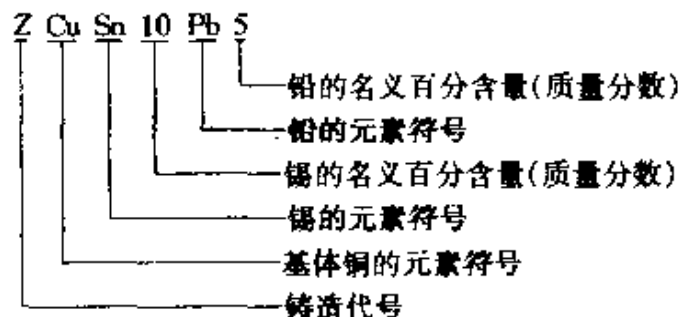
(续)

| 配料及原材料  | 熔炉  | 熔炼工艺要求   | 熔化温度<br>/°C | 浇注温度<br>/°C | 备注   |
|---|-----|--|-------------|-------------|--|
| 配料(%):<br>Sn10<br>Zn2.2<br>Cu87.8<br>原材料:<br>Cu—4<br>Sn—2<br>Zn—2 | 坩埚炉 | 1. 将铜装入已预热到暗红色(600~700°C)的石墨坩埚中加速熔化<br>2. 铜液温度达1150°C时加入炉料重量的0.1%~0.3%磷铜和1%脱氧造渣剂(氟石粉:食盐=7:3),仔细搅拌以脱氧<br>3. 在1150~1200°C除去熔渣,加入旧料<br>4. 旧料熔化后温度达1150~1200°C时加入经预热的锌,锌须压入铜液内以免烧损过大,禁止在1200°C以上加锌<br>5. 锌熔化后加锡,加热到1200~1250°C保持5min,然后除渣加入磷铜和脱氧造渣剂各0.1%和1%,并仔细搅拌<br>6. 做炉前试验:含气、弯曲及断口检验 | 1200~1250   | 1050~1200   | 1. 炉前试验不合格时再加入0.2%磷铜和1%脱氧造渣剂处理合金<br>2. 金属型浇注温度可提高30~50°C |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 10. ZCuSn10Pb5 的铸造锡青铜配料(配料实例 917)

ZCuSn10Pb5 的主要含义如下:



ZCuSn10Pb5 的合金代号为 10—5 锡青铜。

对于冶金机械等类的 ZCuSn10Pb5 的铸造锡青铜配料,可查配料实例 917 或表 3.4-23。

配料实例 917 表 3.4-23 ZCuSn10Pb5 的铸造锡青铜配料

|             |   |    |    |     |     |
|-------------|---|----|----|-----|-----|
| 铸件名称        | 锥形套(冶金机械类 K1417 零件)   |    |    |     |     |
| 铸件特点        | 铸件为回转形筒状,轮廓尺寸为 $\phi 235\text{mm} \times 675\text{mm}$ ,铸件毛坯重量为 75kg。采用干型倾斜旋转铸造<br>要求铸铜牌号:铸造锡青铜 ZCuSn10Pb5。抗拉强度 $\sigma_b > 195\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta_5 > 10\%$ ,布氏硬度 $> 685\text{HBW}$ |    |    |     |     |
| 合金成分控制(%)   | Sn9.0~11.0,Pb4.0~6.0,余量为 Cu   |    |    |     |     |
| 配 料         |   |    |    |     |     |
| 炉料总重<br>/kg | 各种炉料重/kg  |    |    |     | 备 注 |
|             | 电解铜   | 锡锭 | 铅锭 | 磷铜  |     |
| 200         | 169.5   | 20 | 10 | 0.5 |     |

- 注: 1. 采用熔化炉类型:地坑式自然通风地坑坩埚炉熔炼,坩埚为 200<sup>#</sup>。炉内烧损为铜 1%、锡 1%、铅 1.5%。  
 2. 电解铜熔化后,加入锡锭、铅锭,以磷铜脱氧,做炉前含气及折角试验,观察断口组织结晶情况,升温至浇注温度。  
 3. 检测结果:  
 化学成分(%):Sn10.25,Pb4.98。  
 力学性能: $\sigma_b 201\text{MPa}$ , $\delta_5 11\%$ ,723HBW。  
 4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 5. 本配料还适用于同牌号的轴套、轴瓦、衬套、导轴承等铸件。

### 11. WZQSn10—0 的铸造锡青铜配料(配料实例 918)

WZQSn10—0 为美国铸造铜合金牌号。

对于汽轮机类等铸件的 WZQSn10—0 的铸造锡青铜配料,可查配料实例 918 或表 3.4—24。

配料实例 918 表 3.4-24 WZQSn10—0 的铸造锡青铜配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 主轴泵叶轮(汽轮机类引进 30 万 kW 汽轮机零件)   |
| 铸件特点 | <p>铸件特点:叶轮是汽轮机油路调节系统中的主要零件。调节系统由油泵、油管路组合而成,其功能有:①提供高压油给调节、控制汽轮机的安全运行。②供润滑系统去润滑转动件。它的油泵压力可达 1~4MPa,其叶轮安装在汽轮机的主轴上,其转速同主轴为 3000r/min。需承受高压、高速、耐磨的工况下工作</p> <p>叶轮铸件的结构为双流道、扭曲叶片,对材质要求不允许有任何缺陷,不许焊补</p> <p>采用酯水玻璃自硬砂铸造,毛重 80kg,壁厚 6~20mm</p> <p>要求铸铜牌号:铸造锡青铜 WZQSn10—0,该牌号为美国引进牌号,含锡 10% 的青铜,其凝固范围宽,自 415~227<sup>o</sup>C 间隔 188<sup>o</sup>C,易产生晶间疏松,也易产生裂纹。拟在锡青铜的基础上加 Ni 以提高力学性能,可提高冲击韧性,改善耐磨性,提高断后伸长率,流动性有利于铸造</p> <p>性能要求:屈服点 <math>\sigma_s \geq 158\text{MPa}</math>;抗拉强度 <math>\sigma_b \geq 216.8\text{MPa}</math>,断后伸长率 <math>\delta_4 \geq 10\%</math>,硬度 <math>\geq 700\text{HBW}</math></p> |

(续)

| 铸件名称      | 主 轴泵叶轮(汽轮机类引进 30 万 kW 汽轮机零件)  |    |       |    |         |         |       |      |      |       |
|-----------|---|----|-------|----|---------|---------|-------|------|------|-------|
| 合金成分控制(%) | Cu88~90, Sn10.0~12.0, Ni0.3~0.6, P≤0.3, Zn, Pb, ……杂质≤0.5  |    |       |    |         |         |       |      |      |       |
| 配 料       |   |    |       |    |         |         |       |      |      |       |
| 材料名称      | 炉料成分(%)   |    |       |    | 配料比例(%) | 配料成分(%) |       |      |      | 配料/kg |
|           | Sn  | Ni | Cu    | P  |         | Cu      | Sn    | Ni   | P    |       |
| 电解铜       |   |    | 99.99 |    | 83.96   | 83.96   |       |      |      | 117.6 |
| Sn 锭      | 100   |    |       |    | 11.50   |         | 11.5  |      |      | 16.1  |
| 镍铜皮       |   | 18 | 82    |    | 3.30    | 2.70    |       | 0.6  |      | 4.62  |
| P-Cu      |   |    | 86    | 14 | 1.21    | 1.04    |       |      | 0.17 | 1.69  |
|           |   |    |       |    | 100     | 87.7    | 11.5  | 0.6  | 0.17 | 140   |
|           |   |    |       |    | 成品      | 88.71   | 10.97 | 0.46 | 0.06 |       |
| 炉前操作      | 1. 元素烧损以上、下限来调整,简化计算,总炉耗 5%计<br>2. 待大料熔化后,加熔剂,保护熔化<br>3. 加入氧化铜 1.5kg,氟化钠 0.9kg,硅砂 1.35kg(加入量数为 2.5%)<br>4. 测温控制<br>5. 扒渣、测温,出炉温度 1180~1150°C<br>6. 浇注试样:铸件浇注温度(1000±20)°C |    |       |    |         |         |       |      |      |       |

注: 1. 采用熔炼炉类型:燃油回转坩埚炉。

2. 炉前作熔液测温,试样作含气量检验,断口检验。

3. 检测结果:

力学性能:屈服点  $\sigma_s$ 182MPa, 抗拉强度  $\sigma_b$ 272MPa, 断后伸长率 14.0%, 硬度 892HBW;

化学成分(%): Sn10.97, Ni0.46, P0.06, Cu88.71。

无损探伤:在叶轮二端加工处进行表面着色探伤,不允许有夹渣、裂纹、砂眼等铸造缺陷。

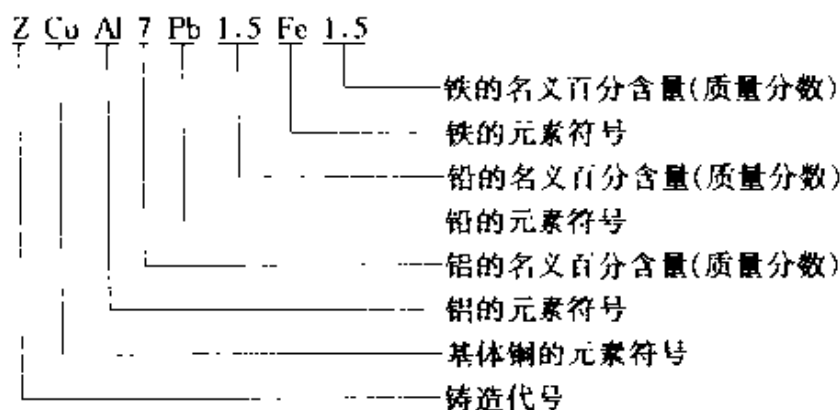
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料适用于该牌号的叶轮件。

## 12. ZCuAl7Pb1.5Fe1.5 的铸造铝青铜配料(配料实例 919)

ZCuAl7Pb1.5Fe1.5 的主要含义如下:





对于 ZCuAl7Pb1.5Fe1.5 的铸造铝青铜配料,可查配料实例 919 或表 3.4-25。

配料实例 919 表 3.4-25 ZCuAl7Pb1.5Fe1.5 的铸造铝青铜配料

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | 为熔制 (%) 含有 Cu90、Al7、Pb1.5 和 Fe1.5 的铸造铝青铜 ZCuAl7Pb1.5Fe1.5, 应怎样进行配料?   |
| 已知条件 | 炉的容量为 600kg。在料库里存有以下几种炉料:块铜、Cu-Fe(Cu92% 和 Fe8%) 中间合金、Cu-Al(Cu50% 和 Al50%) 中间合金、块状铅。铅的烧损为 2%   |
| 配料计算 | <p>计算:</p> <p>① 不包括烧损之 600kg 配料的炉料成分为:</p> <p>Cu ..... <math>\frac{90 \times 600}{100} \text{kg} = 540 \text{kg}</math></p> <p>Al ..... <math>\frac{7 \times 600}{100} \text{kg} = 42 \text{kg}</math></p> <p>Fe ..... <math>\frac{1.5 \times 600}{100} \text{kg} = 9 \text{kg}</math></p> <p>Pb ..... <math>\frac{1.5 \times 600}{100} \text{kg} = 9 \text{kg}</math></p> <p>② 中间合金的必要数量:</p> <p>Cu-Al 中间合金需要 ..... <math>\frac{42 \times 100}{50} \text{kg} = 84 \text{kg}</math></p> <p>Cu-Fe 中间合金需要 ..... <math>\frac{9 \times 100}{8} \text{kg} = 112.5 \text{kg}</math></p> <p>根据 Al 需要量为 42kg 算出第一种中间合金的数量,而第二种中间合金的数量是根据 Fe 的需要量为 9kg 来计算的。</p> <p>③ 中间合金带入的金属数量:</p> <p>Cu-Al 中间合金带入: Cu42kg, Al42kg</p> <p>Cu-Fe 中间合金带入: Fe9kg, Cu(112.5 - 9)kg = 103.5kg</p> |

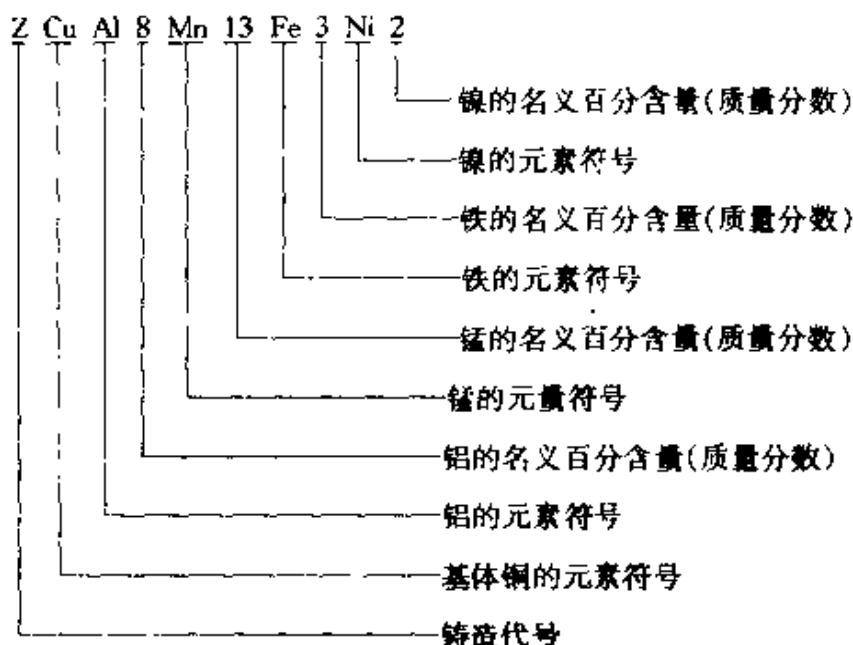
(续)

|   |             |                           |
|---|-------------|---------------------------|
| 配料计算  | 全部中间合金共带入:  |                           |
|   | Cu .....    | (42 + 103.5)kg 145.5kg    |
|   | Al .....    | 42kg                      |
|   | Fe .....    | 9kg                       |
|   | ④应加入的新金属数量: |                           |
|   | Cu .....    | (540 - 145.5)kg = 394.5kg |
| Pb .....  | 9kg         |                           |
| 为了要补偿烧损量, Pb量应增加为:                                  |             |                           |
| $\frac{9 \times 100}{98} \text{kg} = 9.2 \text{kg}$ |             |                           |

- 注: 1. 在实际配料中, 常常由一些废料所组成, 尤其是当所熔制出的铸造铜合金没有重要的用途时, 更是如此, 因为新金属的价格大大超过废料的价格。  
在这种情况下, 当配料只要用一些废料组成, 而不加入新金属时, 首先必须计算用现有的废料是否可得到需要的合金。
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 13. ZCuAl8Mn13Fe3Ni2 的铸造铝青铜配料 (配料实例 920、921)

ZCuAl8Mn13Fe3Ni2 的主要含义如下:



ZCuAl8Mn13Fe3Ni2 的合金代号为 8—13—3—2 铝青铜。

对于 ZCuAl8Mn13Fe3Ni2 的铸造铝青铜配料, 可查配料实例 920 和配料实例 921 或表 3.4-26 和表 3.4-27。

配料实例 920 表 3.4-26 ZCuAl8Mn13Fe3Ni2 的铸造铝青铜配料

| ZCuAl8Mn13Fe3Ni2   | 化学成分(%)                         |   |         |               |               |   |
|--|---------------------------------|---|---------|---------------|---------------|---|
|  | Al                              | Mn  | Fe      | Ni            | Cu            |   |
| 规格要求   | 7.0~8.5                         | 11.5~14.0   | 2.5~4.0 | 1.8~2.5       | 余量            |   |
| 配料控制   | 8.5                             | 13.0  | 3.0     | 1.8           | 余量            |   |
| 配料及<br>原材料   | 熔<br>炉                          | 熔炼工艺要点  |         | 熔化温度<br>/°C   | 浇注温度<br>/°C   | 备 注   |
| 配料(%):<br>Mn13.0<br>Al8.5<br>Fe3<br>Ni1.8<br>Cu 其余<br>原材料:<br>Cu—4<br>Cu—Fe<br>(Fe10%)<br>Cu—Mn<br>(Mn35%)<br>Cu—Al<br>(Al50%)<br>Cu—Ni<br>(Ni15%~33%) | 坩<br>埚<br>炉<br>或<br>反<br>射<br>炉 | 加料顺序:铜、铜铁、铜镍、<br>铜锰、铜铝<br>1. 按加料顺序先在预热的<br>坩埚中同时装入铜、铜铁、铜<br>镍及铜锰,在微氧化性气氛下<br>加速熔化<br>2. 合金熔化后加入铜铝中<br>间合金(或铝),并充分搅拌<br>3. 合金全部熔化温度超过<br>1200°C 时进行除气精炼处理:<br>用坩埚炉熔化的场合,钟罩压<br>入 0.2%~0.4% 六氟乙烷或<br>脱水氯化锌,用反射炉熔化的<br>场合;吹氮去气或真空处理<br>(将浇包放入真空罐内停放约<br>10min)<br>4. 进行炉前试验,除渣浇<br>注 |         | 1200~<br>1250 | 1100~<br>1150 | 1. 用反<br>射炉熔炼<br>时,合金不<br>要过热很<br>多,以免吸<br>气过多<br>2. 用纯<br>金属熔炼<br>时,合金应<br>有足够的<br>过热度(><br>1300°C),<br>以保证锰<br>的熔化,成<br>分均匀 |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 921 表 3.4-27 ZCuAl8Mn13Fe3Ni2 的铸造铝青铜配料

| ZCuAl8Mn13Fe3Ni2 | 化学成分(%) |           |         |         |    |
|------------------|---------|-----------|---------|---------|----|
|                  | Al      | Mn        | Fe      | Ni      | Cu |
| 规格要求             | 7.0~8.5 | 11.5~14.0 | 2.5~4.0 | 1.8~2.5 | 余量 |
| 配料选择             | 8.0     | 14.8      | 3.0     | 2.0     | 余量 |

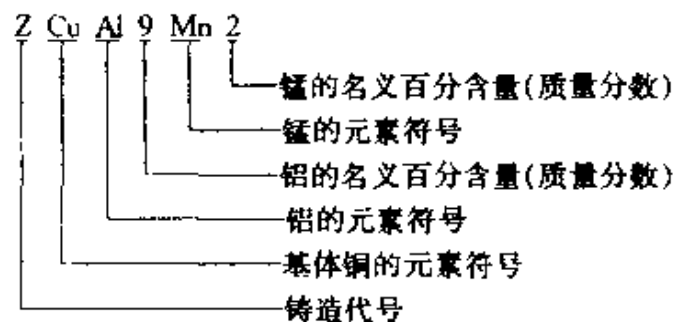
(续)

| 配料及原材料  | 熔炉  | 熔炼工艺要点  | 熔化温度<br>/°C   | 浇注温度<br>/°C   | 备注                       |
|---|-----|---|---------------|---------------|--------------------------|
| 配料(%):<br>Mn14.8<br>Al8.0<br>Fe2.8~3<br>Ni2<br>Cu 其余<br>原材料:<br>Cu—4<br>JMn—3<br>Al(2号)<br>Ni—3<br>Fe(铁钉) | 坩埚炉 | 加料顺序:镍、铁、锰、铜、铝<br>1. 将铜、锰、铁和镍同时装入经预热的坩埚中加速熔化。炉料在坩埚中的装入次序:先铺一层铜,然后装镍,其上为铁,再上为锰,最后装铜,炉料应装紧些,并不伸出坩埚外。装料时留出约10%铜,待后调温用<br>2. 炉料尚未完全熔化时加入经预热的Al,仔细搅拌使难熔成分(特别是Mn)完全熔化<br>3. 用余下5%~10%铜调整合金温度,充分搅拌<br>4. 用钟罩压入0.2%~0.4%六氯乙烷(C <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub> )除气精炼合金(也可用氯气处理,处理时间约10min)<br>5. 做炉前试验,合格后除渣浇注 | 1200~<br>1250 | 1100~<br>1150 | 除气处理后含气问题不严重;均匀搅拌防止偏析为关键 |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

#### 14. ZCuAl9Mn2 的铸造铝青铜配料(配料实例 922~925)

ZCuAl9Mn2 的主要含义如下:



ZCuAl9Mn2 的合金代号为 9—2 铝青铜。

对于汽轮机类等铸件的 ZCuAl9Mn2 的铸造铝青铜配料,可查配料实例 922~配料实例 925 或表 3.4-28~表 3.4-31。

配料实例 922 表 3.4-28 ZCuAl9Mn2 的铸造铝青铜配料

|           |  |      |       |    |         |         |      |      |      |       |
|-----------|--|------|-------|----|---------|---------|------|------|------|-------|
| 铸件名称      | 收缩管(汽轮机类 12.5 万 kW 汽轮机零件)  |      |       |    |         |         |      |      |      |       |
| 铸件特点      | <p>铸件在 250°C 以下的蒸汽中工作,需具有耐冲击,耐腐蚀,不允许有铸造缺陷存在于内壁</p> <p>要求铸铜牌号:铸造铝青铜 ZCuAl9Mn2</p> <p>该牌号的结晶温度范围小,约 30°C 左右属于层状凝固,流动性好,体积收缩大,容易形成集中缩孔;疏松枝晶偏析倾向小易氧化形成 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 悬浮性的夹渣;浇注过程中也易形成二次氧化渣,以及吸气倾向大易产生气孔。为此采用离心铸造,取得较好的效果。毛重为 150kg</p> <p>力学性能要求:抗拉强度 <math>\sigma_b</math>390MPa,断后伸长率 <math>\delta_5</math>20%,硬度 850HBW</p> |      |       |    |         |         |      |      |      |       |
| 合金成分控制(%) | Al8.0~10.0, Mn1.5~2.5, Cu 余量, 杂质总和 $\leq$ 1.0  |      |       |    |         |         |      |      |      |       |
| 配 料       |  |      |       |    |         |         |      |      |      |       |
| 原材料       | 炉料成分(%)  |      |       |    | 配料比例(%) | 配料成分(%) |      |      |      | 配料/kg |
|           | Al   | Mn   | Cu    | Fe |         | Al      | Mn   | Cu   | Fe   |       |
| 回炉        | 8.77   | 2.27 | 88.96 |    | 90      | 7.83    | 2.04 | 80.1 |      | 234   |
| 锰铁        |  | 80   |       | 20 | 0.5     |         | 0.4  |      | 0.10 | 1.3   |
| 铝锭        | 99.5   |      |       |    | 1.5     | 1.5     |      | 0.6  |      | 3.9   |
| 电解铜       |  |      | 99.9  |    | 8.00    |         |      |      |      | 20.8  |
|           |  |      |       |    | 100     |         |      |      |      | 260   |
|           |  |      |       |    | 成品      | 9.17    | 2.18 |      | 0.15 |       |
| 炉前操作      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 元素烧损以上、下限来调整,简化计算,总炉耗 5%计</li> <li>2. HGTJ-1 铜合金精炼剂于 900~1180°C,出炉前加入(0.5%)</li> <li>3. 测温控制</li> <li>4. 扒渣,出炉温度控制在 1180~1200°C</li> <li>5. 浇注试样:浇注温度 1050°C</li> </ol>  |      |       |    |         |         |      |      |      |       |

注:1. 采用熔炼炉类型:燃油回转坩埚炉。

2. 检测结果:

力学性能:抗拉强度  $\sigma_b$ 509MPa,断后伸长率  $\delta_5$ 41.4%,1490HBS;

化学成分(%):Al9.17, Mn2.18, Cu 余量。

3. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

4. 本配料适用于直接接触蒸汽的汽轮机零件,加收缩管,盖、喷嘴、导流板等同牌号零件。

配料实例 923

表 3.4-29 ZCuAl9Mn2 的铸造铝青铜配料

| ZCuAl9Mn2 | 化学成分(%)    |           |    |
|-----------|------------|-----------|----|
|           | Al         | Mn        | Cu |
| 规格要求      | 8.0 - 10.0 | 1.5 - 2.5 | 余量 |
| 配料控制      | 9.5        | 2.5       | 余量 |

| 配料及原材料  | 熔炉  | 熔炼工艺要点   | 熔化温度  | 浇注温度      | 备注   |
|---|-----|--|-------|-----------|--|
|   |     |  | /°C   | /°C       |  |
| 配料(%):<br>Al10<br>Mn2.5<br>Cu余量<br>原材料:<br>Cu—4<br>Al:2号以上<br>JMn—3 | 坩埚炉 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 将铜与锰同时装入预热至暗红色的坩埚中(坩埚底铺一层铜,中间放锰,锰上面再加入铜,留出10%~15%铜待后调温用),装料应稍紧些,且不应伸出坩埚外</li> <li>2. 铜全部熔化后锰还不能全熔,用搅棒搅锰使其快速熔化</li> <li>3. 锰全部熔化后温度过高,故加入余下10%~15%铜(预热)使合金温度降到1100°C左右,然后加入经预热的铝(分两批加入,压入合金液内充分搅拌)</li> <li>4. 加入铝后合金温度升至1200°C左右,这时加入2%~2.5%熔剂(冰晶石:氟化钠:食盐:氯化钾=30:10:50:10),搅拌除渣,做含气试验</li> <li>5. 如含气试验不合格,则加入0.2%~0.4%脱水氯化锌除气精炼合金,然后除液浇注</li> </ol> | >1200 | 1100~1150 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加铝后均匀搅拌,但不应过分搅动</li> <li>2. 某厂单独熔化旧料,熔化后补加0.2%~0.4%铝,然后加入熔剂搅拌除渣即可</li> </ol> |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 924

表 3.4-30 ZCuAl9Mn2 的铸造铝青铜配料

| ZCuAl9Mn2 | 化学成分(%)  |         |    |
|-----------|----------|---------|----|
|           | Al       | Mn      | Cu |
| 规格要求      | 8.0~10.0 | 1.5~2.5 | 余量 |
| 配料成分      | 9.5      | 2.5     | 余量 |

(续)

| 配料及原材料  | 熔炉  | 熔炼工艺要点  | 熔化温度<br>/°C | 浇注温度<br>/°C | 备注  |
|---|-----|---|-------------|-------------|---|
| 配料(%):<br>Al9.5<br>Mn2.5<br>Cu其余<br>原材料:<br>Cu—4<br>Cu—Mn<br>(Mn28—32)<br>Cu—Al<br>(Al50) | 坩埚炉 | 1. 将铜和铜锰中间合金同时装入已预热的坩埚内加速熔化<br>2. 铜和锰全部熔化温度达 1100~1180°C 时压入经预热的铜铝中间合金, 并加搅拌<br>3. 温度达 1200°C 时加入 2% 左右精炼熔剂(冰晶石:食盐=40:60), 搅拌除渣, 做炉前试验<br>4. 如合金含气, 则用钟罩压入 0.2%—0.4% 脱水氯化锌(或六氟乙烷)除气精炼, 然后除渣浇注 | >1200       | 1100—1150   | 有的厂配制铝:锰=9:2的中间合金, 专供熔炼 ZCuAl9Mn2 合金, 简化了熔炼工艺 |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 925 表 3.4-31 ZCuAl9Mn2 的铸造铝青铜配料

| 问题提出 |       | 欲熔炼 100kg 铸造铝青铜 ZCuAl9Mn2, 应怎样进行配料计算? |     |      |         |      |                                   |                                    |                                    |                           |                     |              |
|------|-------|---------------------------------------|-----|------|---------|------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------|--------------|
| 配料计算 |       |                                       |     |      |         |      |                                   |                                    |                                    |                           |                     |              |
| 合金成分 | 一次熔炼时 |                                       |     |      |         |      | 采用回炉料和中间合金熔炼时                     |                                    |                                    |                           |                     | 尚需补充的纯金属量/kg |
|      | 目标含量  |                                       | 烧损量 |      | 炉料中应有含量 |      | 20kg 本厂同牌号回炉料中各成分的含量/kg           | Cu-Al (50:50) 中间合金中各成分的含量/kg       | Cu-Mn (70:30) 中间合金中各成分的含量/kg       | 回炉料和中间合金中各成分的总含量/kg       |                     |              |
|      | (%)   | /kg                                   | (%) | /kg  | /kg     | (%)  |                                   |                                    |                                    |                           |                     |              |
| Cu   | 89    | 89                                    | 1   | 0.89 | 89.89   | 88.9 | $20 \times \frac{89}{100} = 17.8$ | $7.38 \times \frac{50}{50} = 7.38$ | $1.65 \times \frac{70}{30} = 3.85$ | $17.8 + 7.38 + 3.85 = 29$ | $89.89 - 29 = 60.9$ |              |
| Al   | 9     | 9                                     | 2   | 0.18 | 9.18    | 9.1  | $20 \times \frac{9}{100} = 1.8$   | $9.18 - 1.8 = 7.38$                | —                                  | $1.8 - 7.38 = -9.18$      | $9.18 - 9.18 = 0$   |              |

(续)

| 合金成分 | 一次熔炼时 |     |     |      | 采用回炉料和中间合金熔炼时 |     |                                 |                               |                               |                      |                 |
|------|-------|-----|-----|------|---------------|-----|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------|
|      | 目标含量  |     | 烧损量 |      | 炉料中应有含量       |     | 20kg 本厂同牌号回炉料中各成分的含量 /kg        | Cu-Al (50:50) 中间合金中各成分的含量 /kg | Cu-Mn (70:30) 中间合金中各成分的含量 /kg | 回炉料和中间合金中各成分的总含量 /kg | 尚需补充的纯金属量 /kg   |
|      | (%)   | /kg | (%) | /kg  | /kg           | (%) |                                 |                               |                               |                      |                 |
| Mn   | 2     | 2   | 2.5 | 0.05 | 2.05          | 2   | $20 \times \frac{2}{100} - 0.4$ | —                             | 2.05 - 0.4 = 1.65             | 0.4 + 1.65 = 2.05    | 2.05 - 2.05 = 0 |
| 总计   | 100   | 100 | 1.2 |      | 101.2         | 100 | 20                              | 14.76                         | 5.5                           | 40.3                 | 60.9            |

配料:

1. 一次熔炼时

Cu 89.9(kg) 质量分数 88.9%

Al 9.2(kg) 质量分数 9.1%

Mn 2.1(kg) 质量分数 2%

101.2kg 100%

2. 采用回炉料和中间合金时

Cu 60.9(kg) 质量分数 60.1%

Cu-Al 14.8(kg) 质量分数 14.6%

Cu-Mn 5.5(kg) 质量分数 5.5%

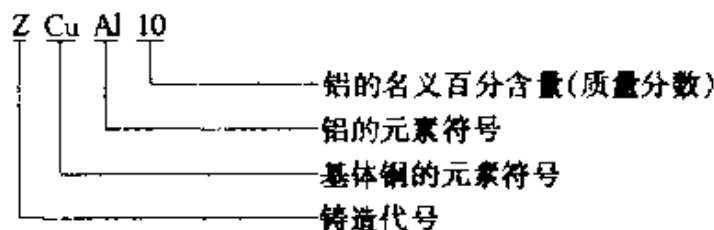
回炉料 20(kg) 质量分数 19.8%

101.2kg 100%

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 15. ZCuAl10 的铸造铝青铜配料(配料实例 926)

ZCuAl10 的主要含义如下:



ZCuAl10 的合金代号为 10 铝青铜。

对于 ZCuAl10 的铸造铝青铜配料, 可查配料实例 926 或表 3.4-32。

配料实例 926 表 3.4-32 ZCuAl10 的铸造铝青铜配料

|      |  |
|------|--|
| 问题提出 | 欲熔制含有 Cu90% (质量分数, 余同) 和 Al10% 的铸造铝青铜 ZCuAl10, 应怎样进行配料计算?  |
| 已知条件 | 炉料的重量为 100kg, 在调制配料时应采用: ① 成分为 Cu95% 和 Al5% 的铸造铝青铜 ZCuAl5 的废料 20kg; ② 成分为 Cu50% 和 Al50% 的 Cu-Al 中间合金; ③ 电解铜。铝的烧损为 3% |



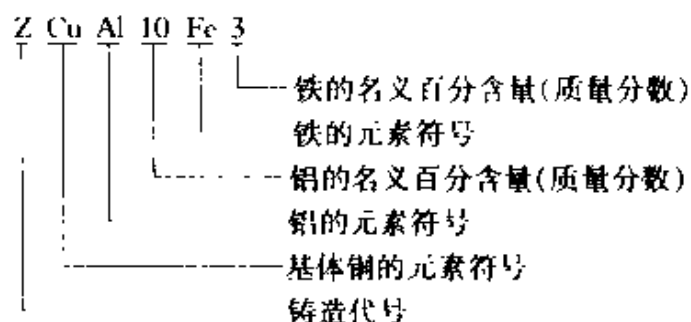
(续)

|   |   |
|---|---|
| 配料计算  | 计算:   |
|   | ①包括 Al 烧损的 100kg 铸造铝青铜 ZCuAl10 的炉料成分为:  |
|   | Al ..... $\left(10 + \frac{3}{100} \times 10\right) \text{kg} = 10.3 \text{kg}$ |
|   | Cu ..... 90kg   |
|   | -----   |
|   | 总共 ..... 100.3kg  |
|   | ②100kg 配料中 Cu 和 Al 的数量:   |
|   | Cu ..... $\frac{90 \times 100}{100.3} \text{kg} = 89.73 \text{kg}$              |
|   | Al ..... $\frac{10.3 \times 100}{100.3} \text{kg} = 10.27 \text{kg}$            |
|   | ③采用铸造铝青铜 ZCuAl5 的 20kg 废料加入:  |
|   | Al ..... $\frac{5 \times 20}{100} \text{kg} = 1 \text{kg}$                      |
|   | Cu ..... $\frac{95 \times 20}{100} \text{kg} = 19 \text{kg}$                    |
| ④根据须加入之 Al 的数量, 计算加在合金中的中间合金之数量, 中间合金数量应是:                          |   |
| $(10.27 - 1) \text{kg} = 9.27 \text{kg}$                            |   |
| Cu-Al 中间合金 $\frac{9.27 \times 100}{50} \text{kg} = 18.54 \text{kg}$ |   |
| ⑤中间合金带人之 Cu 的数量 ..... 9.27kg  |   |
| 废料带人之 Cu 的数量 ..... 19kg   |   |
| } 28.27kg   |   |
| ⑥必须加入新铜 $(89.73 - 28.27) \text{kg} = 61.46 \text{kg}$               |   |
| 配料组成  | 因此, 配料的组成应是:  |
|   | 铸造铝青铜 ZCuAl5 的废料 ..... 20kg   |
|   | Cu-Al 中间合金 ..... 18.54kg  |
|   | 电解铜 ..... 61.46kg   |
|   | -----   |
| 总共 ..... 100.00kg   |   |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 16. ZCuAl10Fe3 的铸造铝青铜配料(配料实例 927-932)

ZCuAl10Fe3 的主要含义如下:



ZCuAl10Fe3 的合金代号为 10—3 铝青铜。

对于泵、橡胶机械、冶金机械、石油机械等类铸件的 ZCuAl10Fe3 的铸造铝青铜配料, 可查配料实例 927~配料实例 932 或表 3.4-33~表 3.4-38。

**配料实例 927**      **表 3.4-33**      **ZCuAl10Fe3 的铸造铝青铜配料**

|             |   |      |     |     |
|-------------|---|------|-----|-----|
| 铸件名称        | 诱导轮(泵类 12NL—125 泵零件)  |      |     |     |
| 铸件特点        | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 250\text{mm} \times 210\text{mm}$ , 为蛟龙式轮状结构, 最薄壁厚 3mm, 中柱 $\phi 80\text{mm}$ 。采用低熔点合金做叶片实样, F 型铸造, 毛坯重 23kg<br>要求铸钢牌号: 铸造铝青铜 ZCuAl10Fe3。抗拉强度 $\sigma_b > 490\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 13\%$ , 布氏硬度 $> 980\text{HBW}$ |      |     |     |
| 合金成分控制(%)   | Al 8.5~11.0, Fe 2.0~4.0, Cu 余量  |      |     |     |
| 配 料         |   |      |     |     |
| 炉料总重<br>/kg | 其中/kg   |      |     | 备 注 |
|             | 电解铜   | 铝锭   | 低碳钢 |     |
| 180         | 158.1   | 16.5 | 5.4 |     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用自然通风式焦炭地坑坩埚炉熔化, 坩埚为  $200^\circ$ , 熔化过程中烧损(质量分数)为 Fe+0.5%、Cu-1.5%、Al-3%。

2. 合金熔化后测温, 做炉前含气及折角试验, 如含气得进行精炼脱气。并观察折角断口组织结晶情况, 合格后出炉。

3. 检测结果:

化学成分(%): Al 9.25, Fe 3.32;

力学性能:  $\sigma_b 502\text{MPa}$ ,  $\delta_5 15\%$ , 硬度 1200HBW。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于水泵叶轮, 阀瓣, 螺杆泵泵套及其他配件。

配料实例 928 表 3.4-34 ZCuAl10Fe3 的铸造铝青铜配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 蜗轮冠(橡胶机械类硫化机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件特点:该件与钢质蜗轮毅配装后加工成大型蜗轮,在蜗轮冠处铣成蜗轮轮齿。毛坯为壁厚均匀的轴套型件。采用离心铸造<br>要求铸铜牌号:铸造铝青铜 ZCuAl10Fe3   |
| 合金成分控制(%) | 规格要求:Al8.5~11.0,Fe2.0~4.0,Cu 余量<br>配料控制:Al10,Fe3,Cu 余量   |
| 配料        | 配料:<br>1. 配制铝铁中间合金,成分(%):Fe33,其余为 Al<br>2. 计算(以 100kg 合金为基数)<br>Al-Fe 中间合金量(kg): $3 \div 33\% = 9.09$ 取 9.1<br>9.1kg 中间合金中 Al 含量(kg): $9.1 \times 67\% = 6.09$ 取 6.1<br>差 Al 量(kg): $10 - 6.1 = 3.9$<br>补加纯 Al 量(kg): $3.9 \div 98\% = 3.98$<br>纯 Cu 量(kg): $100 - (9.1 + 3.98) = 86.92$<br>3. 相当每 kg 纯 Cu 加入合金量(kg):<br>Al-Fe 中间合金: $9.1 \div 86.92 = 0.104$<br>纯 Al: $3.98 \div 86.92 = 0.046$<br>即按每 kg 纯 Cu 加入 Al-Fe 中间合金 0.104kg,纯 Al0.046kg 进行配料 |

注:1. 采用熔炼炉类型:坩埚炉或中频感应加热电炉。

2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 929 表 3.4-35 ZCuAl10Fe3 的铸造铝青铜配料

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 压下螺母(冶金机械类 WW97048/2-2 零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 1040\text{mm} \times \phi 540\text{mm} \times 940\text{mm}$ ,壁厚为 250mm,为回转体筒状铸件,毛坯重 450kg。采用金属型离心铸造<br>要求铸铜牌号:铸造铝青铜 ZCuAl10Fe3。抗拉强度 $\sigma_b > 540\text{MPa}$ ,断裂伸长率 $\delta_5 > 15\%$ ,布氏硬度 $> 1080\text{HBW}$ |
| 合金成分控制(%) | Al8.5~11.0,Fe2.0~4.0,Cu 余量   |

(续)

| 配 料         |        |      |      |        |             |
|-------------|--------|------|------|--------|-------------|
| 炉料总重<br>/kg | 其中/kg  |      |      |        | 备 注         |
|             | 电解铜    | 铝锭   | 铝铁合金 | 同牌号回炉料 |             |
| 4800        | 2887.5 | 82.5 | 330  | 1500   | Al:Fe 70:30 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用火焰反射炉熔炼, 投炉 4800kg 炉料, 炉内烧损为 2%、铝 3.5%、铁 0.2%。

2. 下料顺序: 炉内先放入铝锭, (预留一条铝, 最后调料用), 其上放回炉料及铝铁中间合金, 最上铺电解铜。待全部熔化后, 由观察口将液体金属搅拌均匀, 取样做炉前快速分析, 用预留的铝调整成分。做炉前含气及折角试验, 观察断口组织结晶情况, 进行调整及脱气精炼, 合格后出炉。

3. 检测结果:

化学成分(%): Al9.58, Fe3.23;

力学性能:  $\sigma_b$ 567MPa,  $\delta_5$ 15.5%, 1302HBW。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 930 表 3.4-36 ZCuAl10Fe3 的铸造铝青铜配料

| 铸件名称      |      | 导向环(石油机械类安装于修井机中零件)  |     |      |       |       |             |      |                                       |  |                                   |                          |
|-----------|------|--|-----|------|-------|-------|-------------|------|---------------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------------|
| 铸件特点      |      | 铸件为圆矮筒形状, 其轮廓尺寸为 $\phi 240\text{mm} \times 90\text{mm}$ , 内孔 $\phi 192\text{mm}$ , 毛坯重 11.65kg, 平均壁厚 24mm, 为修井机液压缸内活塞的导向装置, 内圆与活塞杆相接触, 受摩擦力较大, 全部加工, 淬火后, 回火处理, 离心浇注<br>要求铸钢牌号: 铸造铝青铜 ZCuAl10Fe3 |     |      |       |       |             |      |                                       |  |                                   |                          |
| 合金成分控制(%) |      | Al8.5~11.0, Fe2.0~4.0, 杂质总和 < 1, Cu 余量   |     |      |       |       |             |      |                                       |  |                                   |                          |
| 配 料       |      |  |     |      |       |       |             |      |                                       |  |                                   |                          |
| 合金成分      | 目标含量 |  | 烧损量 |      | 炉料中含量 |       | 同牌号回炉料 20kg |      | Cu-Al 合金 (50:50) 元素含量 /kg             | Cu-Fe 合金 (90:10) 元素含量 /kg              | 炉料各元素总和 /kg                       | 补充金属量 /kg                |
|           | (%)  | /kg  | (%) | /kg  | /kg   | (%)   | (%)         | /kg  | /kg                                   | /kg                                    |                                   |                          |
| Cu        | 88   | 88   | 1   | 0.88 | 88.88 | 87.87 | 88          | 17.6 | $7.38 \times \frac{50}{50}$<br>= 7.38 | $2.49 \times \frac{90}{10}$<br>= 22.41 | 17.6 + 7.38<br>+ 22.41<br>= 47.39 | 88.88 - 47.39<br>= 41.49 |

(续)

| 合金成分 | 目标含量 |     | 烧损量 |      | 炉料中含量  |      | 同牌号回炉料<br>20kg |     | Cu-Al<br>合金<br>(50:50)<br>元素含量 | Cu-Fe<br>合金<br>(90:10)<br>元素含量 | 炉料各<br>元素总和          | 补充金属量              |
|------|------|-----|-----|------|--------|------|----------------|-----|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------|
|      | (%)  | /kg | (%) | /kg  | /kg    | (%)  | (%)            | /kg | /kg                            | /kg                            | /kg                  | /kg                |
| Al   | 9    | 9   | 2   | 0.18 | 9.18   | 9.08 | 9              | 1.8 | 9.18 - 1.8<br>- 7.38           |                                | 7.38 + 1.8<br>- 9.18 | 9.18 - 9.18<br>= 0 |
| Fe   | 3    | 3   | 3   | 0.09 | 3.09   | 3.05 | 3              | 0.6 | —                              | 3.09 - 0.6<br>- 2.49           | 2.49 + 0.6<br>= 3.09 | 3.09 - 3.09<br>= 0 |
| 合计   | 100  | 100 |     | 1.15 | 101.15 | 100  | 100            | 20  | 14.76                          | 24.90                          | 59.66                | 41.49              |

- 注：1. 炉型：100号石墨质坩埚焦炭炉和所用工具进行熔炼，熔炼 100kgZCuAl10Fe3。  
 2. 配料：炉料除回炉料，均由外单位供应。铜铝合金为 Cu:Al = 50:50，铜铁合金为 Cu:Fe = 90:10。  
 3. 炉料总重为 101.15kg，加入铜量为 41.49kg。  
 4. 炉前：石墨坩埚及工具均需加热，炉料也如此，炉料加入坩埚时的顺序是由高熔点到低熔点，对少数难熔的金属元素应以中间合金形式加入，吸气性大的金属冶炼要在氧化性气氛下进行，并快速冶炼，同时控制好温度和化学成分，合格后出炉浇注。  
 5. 检测结果：  
 力学性能： $\sigma_b$ 402MPa，硬度 103HRS。  
 6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
 7. 适合本配料的石油机械类非铁金属铸件还有蜗轮衬套、导向套、固定套等。

配料实例 931 表 3.4-37 ZCuAl10Fe3 的铸造铝青铜配料

| ZCuAl10Fe3 | 化学成分(%)    |           |    |
|------------|------------|-----------|----|
|            | Al         | Fe        | Cu |
| 规格要求       | 8.5 - 11.0 | 2.0 - 4.0 | 余量 |
| 配料控制       | 9.5        | 3.0       | 余量 |

(续)

| 配料及原材料   | 熔炉  | 熔炼工艺要点   | 熔化温度<br>/°C   | 浇注温度<br>/°C   | 备注   |
|--|-----|--|---------------|---------------|--|
| 配料(%):<br>Al9.5<br>Fe3<br>Cu87.5<br>原材料:<br>Cu≥<br>99.5%<br>Al-Fe<br>(含 Fe28-<br>32) | 坩埚炉 | 1. 将铜装入预热至暗红色的坩埚中加速熔化<br>2. 待铜全部熔化温度达 1150°C 时加入占铜液重量的 0.05%~0.07%、P 折合成的磷铜, 仔细搅拌以脱氧<br>3. 铜液脱氧后加入经预热的铝铁中间合金, 边加边搅拌, 铝铁中间合金须压入铜液内搅拌, 防止在液面熔化大量吸气<br>4. 中间合金全部熔化后加入旧料, 仔细搅拌<br>5. 加热到 1160~1250°C 后做炉前试验。如果合金含气, 则用钟罩压入 0.1% 脱水氯化锌, 如仍然含气可再重复一次<br>6. 炉前试验(含气、弯曲及断口检查)合格后立刻出炉, 除去浮渣, 撒入一层冰晶石(0.2%~0.3%)清渣合金, 进行浇注 | 1180~<br>1250 | 1100~<br>1180 | 1. 熔化速度必须快, 特别是自中间合金加入到旧料加入时间不能拖长<br>2. P 为铝青铜的有害杂质, 建议用锰铜代替磷铜 |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 932 表 3.4-38 ZCuAl10Fe3 的铸造铝青铜配料

| ZCuAl10Fe3 | 化学成分(%)  |         |    |
|------------|----------|---------|----|
|            | Al       | Fe      | Cu |
| 规格要求       | 8.5~11.0 | 2.0~4.0 | 余量 |
| 配料控制       | 10.0     | 3.0     | 余量 |

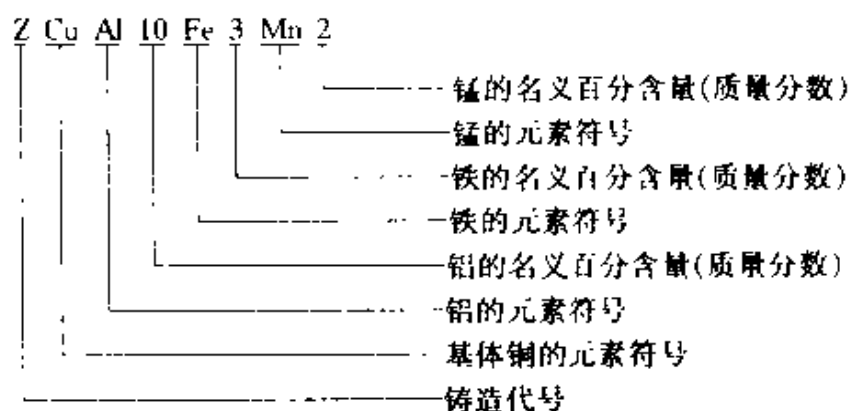
  

| 配料及原材料  | 熔炉  | 熔炼工艺要点   | 熔化温度<br>/°C   | 浇注温度<br>/°C   | 备注   |
|---|-----|--|---------------|---------------|--|
| 配料(%):<br>Al10<br>Fe3<br>Cu87<br>原材料:<br>Cu—4<br>Al: 2号以上<br>Fe: 工业用低碳钢 | 坩埚炉 | 1. 将铜与铁同时装入预热过的坩埚中加速熔化(铁装下面)<br>2. 铜熔化后铁将浮到铜液表面, 铁化开约 2/3 时加入经预热的铝, 这时因放热反应铁很快化开, 并且合金温度升至 1200°C 以上<br>3. 加入预先留下的 5%~10% 铜, 以调整温度, 然后加入 2%~2.5% 精炼剂, 搅拌除渣<br>4. 进行炉前试验, 如含气试验不合格, 则用钟罩压入 0.2%~0.4% 脱水氯化锌(或六氟乙烷)去气精炼 | 1180~<br>1250 | 1100~<br>1150 | 使用的熔剂为:<br>冰晶石 30%<br>氯化钠 10%<br>食盐 50%<br>氯化钾 10% |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 17. ZCuAl10Fe3Mn2 的铸造铝青铜配料(配料实例 933)

ZCuAl10Fe3Mn2 的主要含义如下:



ZCuAl10Fe3Mn2 的合金代号为 10—3—2 铝青铜。

对于压缩机等类铸件的 ZCuAl10Fe3Mn2 的铸造铝青铜配料,可查配料实例 933 或表 3.4-39。

配料实例 933 表 3.4-39 ZCuAl10Fe3Mn2 的铸造铝青铜配料

|           |   |    |     |     |     |
|-----------|---|----|-----|-----|-----|
| 铸件名称      | 阀座(压缩机类零件)  |    |     |     |     |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 175\text{mm} \times 25\text{mm}$ , 铸件壁厚为 6mm, 毛坯重 3.5kg, 为轮状铸件。采用营城砂干型铸造<br>要求铸铜牌号: 铸造铝青铜 ZCuAl10Fe3Mn2。抗拉强度 $\sigma_b > 400\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 15\%$ , 布氏硬度 $> 1080\text{HBW}$ |    |     |     |     |
| 合金成分控制(%) | Al9.0~11.0, Fe2.0~4.0, Mn1.0~2.0, Cu 余量   |    |     |     |     |
| 配 料       |   |    |     |     |     |
| 炉料总重      | 其中/kg   |    |     |     | 备 注 |
| /kg       | 电解铜   | 铝锭 | 金属锰 | 低碳铜 |     |
| 180       | 153.9   | 18 | 2.7 | 5.4 |     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用地坑式自然通风坩埚炉熔炼, 坩埚为 200#, 炉内烧损为铜 1%、铝 2%、铁 0.5%、锰 1.5%。

2. 合金熔化后, 搅拌均匀, 做炉前含气及折角试验, 并观察断口颜色及组织结晶情况, 升温到浇注温度出炉。

3. 检测结果:

化学成分(%): Al9.78, Fe3.12, Mn1.52;

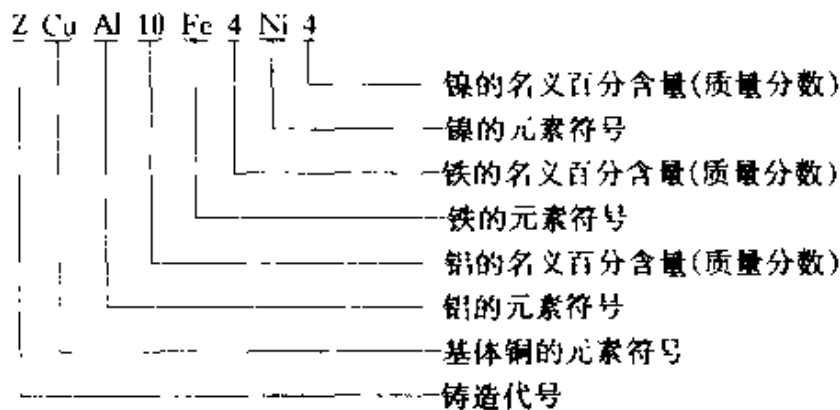
力学性能:  $\sigma_b 530\text{MPa}$ ,  $\delta_5 18\%$ , 硬度 1200HBW。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于同牌号的阀板, 螺母, 蜗轮, 丝杠等铸件。

## 18. ZCuAl10Fe4Ni4 的铸造铝青铜配料(配料实例 934、935)

ZCuAl10Fe4Ni4 的主要含义如下:



ZCuAl10Fe4Ni4 的合金代号为 10—4—4 铝青铜。

对于 ZCuAl10Fe4Ni4 的铸造铝青铜配料,可查配料实例 934 和配料实例 935 或表 3.4-40 和表 3.4-41。

**配料实例 934**      **表 3.4-40 ZCuAl10Fe4Ni4 的铸造铝青铜配料**

| ZCuAl10Fe4Ni4   | 化学成分(%)  |  |             |             |              |
|---|----------|--|-------------|-------------|--------------|
|   | Al       | Fe   | Ni          | Cu          |              |
| 规格要求  | 8.5~11.0 | 3.5~5.0  | 4.0~5.0     | 余量          |              |
| 配料成分  | 10       | 3.5  | 4.0         | 余量          |              |
| 配料及原材料  | 熔炉       | 熔炼工艺要点   | 熔化温度<br>/°C | 浇注温度<br>/°C | 备注           |
| 配料(%):<br>Al10<br>Fe3.5<br>Ni4<br>Cu82.5<br>原材料:<br>Cu—4<br>Al:2号以上<br>Ni—3<br>Fe:低碳钢片或铁钉 | 坩埚炉      | 加料顺序:铜、铁、镍、铝<br>1. 将铜、铁和镍同时装入预热至暗红色的坩埚中加速熔化;炉料在坩埚内的装入次序:下面铺一层铜,其上装镍,再上放铁,最后装满铜,应装紧些<br>2. 合金熔化后加以搅拌,在铁和镍刚熔化,合金液还较稠时加入经预热之铝,并加搅拌。加入铝后合金温度迅速升高,铁和镍完全熔解而变稀(加 Al 时须注意压入合金液内)<br>3. 合金温度达 1200~1250°C 时用钟罩压入 0.1%~0.2% 脱水氯化锌<br>4. 做炉前试验,进行浇注 | 1220~1250   | 1130~1200   | 需要充分搅拌,以防止偏析 |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。



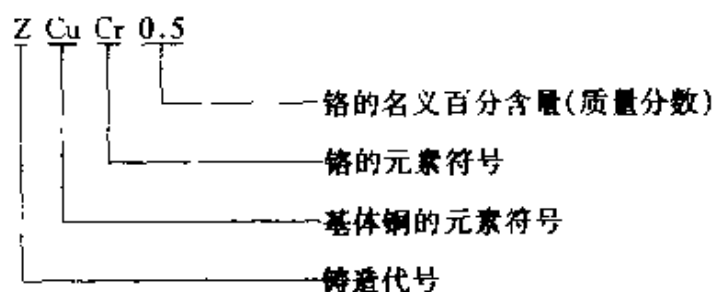
配料实例 935 表 3.4-41 ZCuAl10Fe4Ni4 的铸造铝青铜配料

| ZCuAl10Fe4Ni4  | 化学成分(%)     |  |               |               |              |
|--|-------------|--|---------------|---------------|--------------|
|  | Al          | Fe   | Ni            | Cu            |              |
| 规格要求   | 8.5~11.0    | 3.5~5.0  | 4.0~5.0       | 余量            |              |
| 配料控制   | 100         | 3.5  | 4.0           | 余量            |              |
| 配料及原材料   | 熔炉          | 熔炼工艺要点   | 熔化温度<br>/°C   | 浇注温度<br>/°C   | 备注           |
| 配料(%):<br>Al10<br>Fe3.5<br>Ni4<br>Cu其余<br>原材料:<br>同上 | 坩<br>埚<br>炉 | 加料顺序:<br>1. 将铜和铜镍中间合金同时装入坩埚中加速熔化<br>2. 合金熔化后加入1%~2%冰晶石,在较低的温度下加入经预热的铝铁中间合金,并加搅拌(在加入铝铁中间合金之前,如果合金温度过高可加入若干旧料或纯铜块降温)<br>3. 温度超过1200°C时做炉前试验,如合金含气,则用钟罩压入0.1%~0.2%六氟乙烷或脱水氯化锌除气精炼合金,然后除渣浇注 | 1220~<br>1250 | 1130~<br>1200 | 需要充分搅拌,以防止偏析 |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 19. ZCuCr0.5 的铸造铸青铜配料(配料实例 936)

ZCuCr0.5 的主要含义如下:



对于冶金机械等类铸件的 ZCuCr0.5 的铸造铬青铜配料,可查配料实例 936 或表 3.4-42。

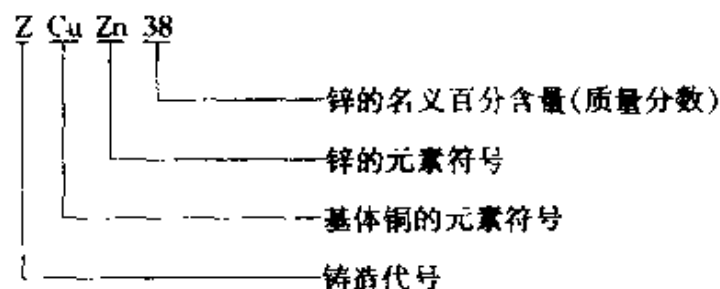
配料实例 936 表 3.4-42 ZCuCr0.5 的铸造铬青铜配料

|             |  |      |                   |
|-------------|--|------|-------------------|
| 铸件名称        | 铜筒(冶金机械类零件)  |      |                   |
| 铸件特点        | 铸件轮廓尺寸 $\phi 416\text{mm} \times 286\text{mm}$ , 内径为 $\phi 280\text{mm}$ , 壁厚均匀, 为短杆类铸件。毛坯重量为 191.5kg。采用金属型离心铸造<br>要求铸铜牌号: 铸造铬青铜 ZCuCr0.5 抗拉强度 $\delta_b > 250\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 22\%$ , 布氏硬度 $> 750\text{HBW}$ |      |                   |
| 合金成分控制(%)   | Cr0.5~1.0, Cu 余量   |      |                   |
| 配 料         |  |      |                   |
| 炉料总重<br>/kg | 其中 /kg   |      | 备 注               |
|             | 电解铜  | 铬铜合金 |                   |
| 200         | 158.8  | 41.2 | 铬铜合金 Cr:Cu = 5:95 |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用吹风式地坑焦炭坩埚炉, 坩埚为 200<sup>#</sup>, 炉内烧损为铜 1%、铬 3%
2. 炉内以木炭为覆盖剂, 铬铜合金下炉后再分批下电解铜, 在弱氧化气氛中快速熔化。至 1300<sup>o</sup>C 液体合金与坩埚一起出炉将液体合金倾入浇包内(浇包得烤成红色约 400<sup>o</sup>C), 浇注。
3. 检验结果:  
化学成分(%): Cr0.87;  
力学性能:  $\sigma_b 260\text{MPa}$ ,  $\delta 23\%$ , 820HBW。(铸态)
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 此配料还适用于引线接头、接线座等铬青铜铸件。

## 20. ZCuZn38 的铸造黄铜配料(配料实例 937~941)

ZCuZn38 的主要含义如下:



ZCuZn38 的合金代号为 38 黄铜。

对于阀等类铸件的 ZCuZn38 的铸造黄铜配料, 可查配料实例 937~配料实例 941

或表 3.4.43 ~ 表 3.4.47。

配料实例 937 表 3.4.43 ZCuZn38 的铸造黄铜配料

|             |   |    |        |     |
|-------------|---|----|--------|-----|
| 铸件名称        | 铜套(阀类阀门零件)  |    |        |     |
| 铸件特点        | 铸件轮廓尺寸 $\phi 180\text{mm} \times 300\text{mm}$ , 内径 $\phi 115\text{mm}$ , 为回转体套筒类铸件, 壁厚 32.5mm。毛坯重量 37.5kg, 采用金属型离心铸造<br>要求铸铜牌号: 铸造黄铜 ZCuZn38, 为普通黄铜。抗拉强度 $\sigma_b > 295\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 30\%$ , 布氏硬度 $> 685\text{HBW}$ |    |        |     |
| 合金成分控制(%)   | Cu60.0 - 63.0, Zn 余量  |    |        |     |
| 配 料         |   |    |        |     |
| 炉料总重<br>/kg | 各炉料重/kg   |    |        | 备 注 |
|             | 电解铜   | 锌锭 | 同牌号回炉料 |     |
| 450         | 154   | 96 | 200    |     |

注: 1. 采用熔化炉类型: 采用 500kg 工频感应加热电炉熔炼, 炉内烧损为 Cu1%、Zn3%。

2. 合金熔化后, 测温达到浇注温度出炉。

3. 检测结果:

化学成分(%): Cu62.35。

力学性能:  $\sigma_b 302\text{MPa}$ ,  $\delta_5 32\%$ , 725HBW。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于其他同牌号铸件, 如旋塞、小型阀体、接线头等。

配料实例 938 表 3.4.44 ZCuZn38 的铸造黄铜配料

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | 欲熔制成分(%)为 Cu62 和 Zn38 的铸造黄铜 ZCuZn38, 如果全部用新金属, 应怎样进行配料计算?   |
| 已知条件 | 炉料的重量为 300kg, 熔炼时锌的烧损为 2%   |
| 配料计算 | <p>①计算包括 Zn 的烧损的 100kg 铸造黄铜 ZCuZn38 的炉料之成分<br/>在 100kg 铸造黄铜 ZCuZn38 中包括: Cu62kg, Zn38kg<br/>为了补偿烧损, Zn 就要比其在合金中多 2%, 即</p> <p>38kgZn ..... 100%<br/>x kgZn ..... 2%</p> <p>由此得知 <math display="block">x = \frac{38 \times 2}{100} = 0.76\text{kg}</math></p> <p>因此, 需要 <math>(38 + 0.76)\text{kg} = 38.76\text{kgZn}</math></p> |

(续)

|      |   |
|------|---|
| 配料计算 | 这样一来,100kg 铸造黄铜 ZCuZn38 之炉料的成分为:<br>Cu ..... 62kg<br>Zn ..... 38.76kg                                       |
|      | 总共 ..... 100.76kg   |
|      | ②计算 100kg 配料中 Cu 和 Zn 的数量<br>在 100.76kg 配料里含 ..... 38.76kg 的 Zn<br>在 100kg 配料里含 ..... ykg 的 Zn<br>由此得知 Zn 量 |
|      | $y = \frac{38.76 \times 100}{100.76} = 38.47\text{kg}$  |
|      | 同样也可准确地计算出 Cu 的数量为:   |
|      | $z = \frac{62 \times 100}{100.76} = 61.53\text{kg}$   |
|      | ②按炉料重量计算所需的金属数量   |
|      | Cu ..... $61.53 \times 3 = 184.59\text{kg}$<br>Zn ..... $38.47 \times 3 = 115.41\text{kg}$                  |
|      | 总共 ..... 300.00kg   |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

**配料实例 939 表 3.4-45 ZCuZn38 的铸造黄铜配料**

|      |  |
|------|--|
| 问题提出 | 欲熔制成分(%)为 Cu62 和 Zn38 的铸造黄铜 ZCuZn38, 如果全部用新金属, 应怎样进行配料计算?  |
| 已知条件 | 炉料的重量为 300kg, 熔炼时锌的烧损为 2%  |
| 配料计算 | ①不计算烧损的 100kg 铸造黄铜 ZCuZn38 的炉料之成分: Cu62kg, Zn38kg<br>②换算 Zn 的烧损量<br>在配料实例 938 的计算方法里, 所采取的 Zn 烧损量是从 100kg 成品合金中所应有的数量中算出的。但是烧损的换算也可从欲制取 100kg 成品合金的配料中之含有量算出, 其比例如下:<br>38kgZn 为 ..... $(100 - 2)\% = 98\%$<br>xkgZn 为 ..... = 100%<br>由此得知 $x = \frac{38 \times 100}{98} \text{kg} = 38.78\text{kg}$<br>因此, 应补充烧损之数量为:<br>$(38.78 - 38)\text{kg} = 0.78\text{kg}$ |

(续)

|          |                             |   |
|----------|-----------------------------|---|
| 配料计算     | ③计算烧损量之炉料的成分为:              |   |
|          | Cu .....                    | 62kg  |
|          | Zn .....                    | 38.78kg   |
|          | 总共 .....                    | 100.78kg  |
|          | ④计算在 100kg 配料中 Cu 和 Zn 之数量: |   |
|          | Cu .....                    | $\frac{62 \times 100}{100.78} \text{kg} = 61.52 \text{kg}$    |
|          | Zn .....                    | $\frac{38.78 \times 100}{100.78} \text{kg} = 38.48 \text{kg}$ |
|          | ⑤按炉料重量计算所需的金属量为:            |   |
|          | Cu .....                    | $61.52 \times 3 \text{kg} = 184.56 \text{kg}$                 |
|          | Zn .....                    | $38.48 \times 3 \text{kg} = 115.44 \text{kg}$                 |
| 总共 ..... | 300.00kg                    |   |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 配料实例 940 表 3.4-46 ZCuZn38 的铸造黄铜配料

|          |   |   |
|----------|---|---|
| 问题提出     | 为制取(%)含 Cu62%和 Zn38%的铸造黄铜 ZCuZn38,应怎样进行配料计算?    |   |
| 已知条件     | 炉料重量为.625kg,Zn 之烧损量为 2%,配料应由 50%本合金废料及 50%新金属组成 |   |
| 配料计算     | 计算:   |   |
|          | ①包括烧损量之 100kg 铸造黄铜 ZCuZn38 的成分量:                |   |
|          | Cu .....  | 62kg  |
|          | Zn .....  | $\left(38 + \frac{2}{100} \times 38\right) \text{kg} = 38.76 \text{kg}$ |
|          | 总共 .....  | 100.76kg  |
|          | ②100kg 配料中 Cu 与 Zn 之数量:                         |   |
|          | Cu .....  | $\frac{62 \times 100}{100.76} \text{kg} = 61.53 \text{kg}$              |
|          | Zn .....  | $\frac{38.76 \times 100}{100.76} \text{kg} = 38.47 \text{kg}$           |
| 总共 ..... | 100kg   |   |

(续)

|      |                                    |  |   |
|------|------------------------------------|--|---|
| 配料计算 | ③100kg 配料中铸造黄铜 ZCuZn38 的废料带入的金属数量: |  |   |
|      | Cu                                 | .....  | $\frac{50 \times 62}{100} \text{kg} = 31 \text{kg}$ |
|      | Zn                                 | .....  | $\frac{50 \times 38}{100} \text{kg} = 19 \text{kg}$ |
|      | ④100kg 配料中应加入的新金属                  |  |   |
|      | Cu                                 | .....  | $(61.53 - 31) \text{kg} = 30.53 \text{kg}$          |
|      | Zn                                 | .....  | $(38.47 - 19) \text{kg} = 19.47 \text{kg}$          |
|      | ⑤按炉料重量计算所需要的配料组成成分量:               |  |   |
|      | 废料                                 | $50 \times 6.25 \text{kg} = 312.50 \text{kg}$    |   |
|      | Cu                                 | $30.53 \times 6.25 \text{kg} = 190.81 \text{kg}$ |   |
|      | Zn                                 | $19.47 \times 6.25 \text{kg} = 121.69 \text{kg}$ |   |
| 总共   | .....                              | 625.00kg   |   |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 配料实例 941 表 3.4-47 ZCuZn38 的铸造黄铜配料

|      |  |
|------|--|
| 问题提出 | 欲熔制 600kg 含 Cu62% (质量分数,下同)和 Zn38% 的铸造黄铜 ZCuZn38,应怎样进行配料计算?  |
| 已知条件 | 在配料中包括:①铸造黄铜 ZCuZn30 (Cu70% 和 Zn30%) 的废料——200kg; ②炮铜 (Cu90% 和 Zn10%) 的碎料——200kg; ③新金属。首先在炉内熔化了成分为 Cu66% 和 Zn34% 的铸造黄铜 ZCuZn34。锌的烧损量为 2%。在炉内原有沟槽中的金属重量为 150kg   |
| 配料计算 | <p>计算:</p> <p>①不计算烧损量之炉料的成分为:</p> <p>Cu ..... <math>\frac{750 \times 62}{100} \text{kg} = 465 \text{kg}</math></p> <p>Zn ..... <math>\frac{750 \times 38}{100} \text{kg} = 285 \text{kg}</math></p> <p>②废料带入:</p> <p>铸造黄铜 ZCuZn30 废料:</p> <p>Cu ..... <math>\frac{200 \times 70}{100} \text{kg} = 140 \text{kg}</math></p> <p>Zn ..... <math>\frac{200 \times 30}{100} \text{kg} = 60 \text{kg}</math></p> |

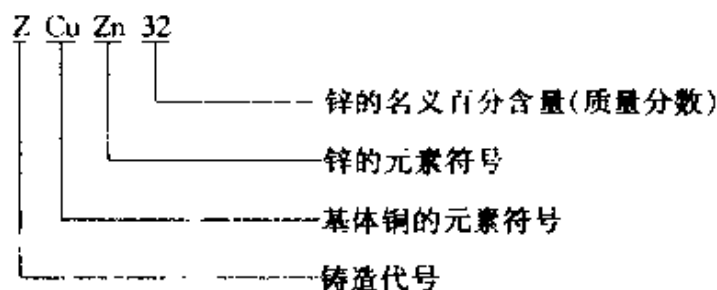
(续)

|  |   |   |
|--|---|---|
| 配料计算   | 炮铜(Cu90%和Zn10%)碎料:  |   |
|  | Cu .....  | $\frac{200 \times 90}{100} \text{kg} = 180 \text{kg}$ |
|  | Zn .....  | $\frac{200 \times 10}{100} \text{kg} = 20 \text{kg}$  |
|  | 炉内原有沟槽金属(铸造黄铜 ZCuZn34):   |   |
|  | Cu .....  | $\frac{150 \times 66}{100} \text{kg} = 99 \text{kg}$  |
|  | Zn .....  | $\frac{150 \times 34}{100} \text{kg} = 51 \text{kg}$  |
|  | 从废料中得到的总量:  |   |
|  | Cu .....  | $(140 + 180 + 99) \text{kg} = 419 \text{kg}$          |
|  | Zn .....  | $(60 + 20 + 51) \text{kg} = 131 \text{kg}$            |
|  | ③必须加入的新金属数量:  |   |
|  | Cu .....  | $(465 - 419) \text{kg} = 46 \text{kg}$                |
|  | Zn .....  | $(285 - 131) \text{kg} = 154 \text{kg}$               |
|  | ④计算 Zn 的烧损量:  |   |
|  | 全部 Zn 应为 $\frac{285 \times 100}{98} \text{kg} = 290.82 \text{kg}$ |   |
| 补加烧损量 $(290.82 - 258) \text{kg} = 32.82 \text{kg}$       |   |   |
| 新 Zn 的重量应等于 $(154 + 32.82) \text{kg} = 186.82 \text{kg}$ |   |   |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 21. ZCuZn32 的铸造黄铜配料(配料实例 942)

ZCuZn32 的主要含义如下:



ZCuZn32 的合金代号为 32 黄铜。

对于 ZCuZn32 的铸造黄铜配料,可查配料实例 942 或表 3.4-48。

配料实例 942 表 3.4-48 ZCuZn32 的铸造黄铜配料

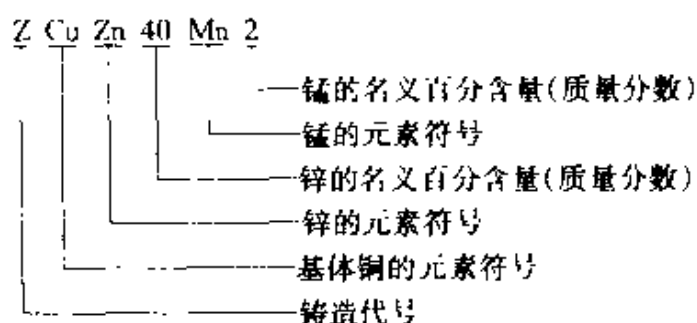
|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | 欲熔制 600kg 含 Cu68% 和 Zn32% 的铸造黄铜 ZCuZn32, 应怎样进行配料计算?   |
| 已知条件 | 在料库里的废料有: 炮铜废料 (Cu90% 和 Zn10%) 与铸造黄铜 ZCuZn38 废料, 锌在炉内的烧损量为 2%   |
| 配料计算 | <p>计算:</p> <p>配料中炮铜废料的数量以 <math>x\%</math> 表示, 则配料中铸造黄铜 ZCuZn38 废料的数量为 <math>(100-x)\%</math>。根据 100kg 合金需要 38kgZn 的算式算出:</p> <p>炮铜废料带人 ..... <math>\frac{10 \cdot x}{100}</math> kgZn</p> <p>铸造黄铜 ZCuZn38 废料带人 ..... <math>\frac{38(100-x)}{100}</math> kgZn</p> <p>包括 Zn 的烧损之公式的列式如下:</p> $\left[ \frac{10 \cdot x}{100} + \frac{38(100-x)}{100} \right] \times 0.98 = 32$ <p>由此得知 <math>x = 19.1</math></p> <p>因此, 配料应由 19.1% 的炮铜废料和 <math>(100 - 19.1)\% = 80.9\%</math> 的铸造黄铜 ZCuZn38 废料组成</p> <p>要熔制 600kg 的铸造黄铜 ZCuZn32, 配料组成应如下:</p> <p>炮铜废料 ..... <math>\frac{19.1 \times 600}{100}</math> kg = 114.6kg</p> <p>铸造黄铜 ZCuZn38 废料 ..... <math>\frac{80.9 \times 600}{100}</math> kg = 485.4kg</p> <p>炮铜废料带人:</p> <p>Cu ..... <math>\frac{90 \times 114.6}{100}</math> kg = 103.14kg</p> <p>Zn ..... <math>\frac{10 \times 114.6}{100}</math> kg = 11.46kg</p> <p>铸造黄铜 ZCuZn38 废料带人:</p> <p>Cu ..... <math>\frac{60 \times 485.4}{100}</math> kg = 300.95kg</p> <p>Zn ..... <math>\frac{38 \times 485.4}{100}</math> kg = 184.45kg</p> <p>共带人 Cu ..... <math>(103.14 + 300.95)</math> kg = 404.09kg</p> <p>Zn ..... <math>(11.46 + 184.45)</math> kg = 195.91kg</p> <hr/> <p>总共 ..... 600.00kg</p> |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。



## 22. ZCuZn40Mn2 的铸造锰黄铜配料(配料实例 943)

ZCuZn40Mn2 的主要含义如下:



ZCuZn40Mn2 的合金代号为 40-2 锰黄铜。

对于压缩机等类铸件的 ZCuZn40Mn2 的铸造锰黄铜配料, 可查配料实例 943 或表 3.4-49。

配料实例 943 表 3.4-49 ZCuZn40Mn2 的铸造锰黄铜配料

|             |  |     |      |     |
|-------------|--|-----|------|-----|
| 铸件名称        | 泵体(压缩机类 6610 压缩机零件)  |     |      |     |
| 铸件特点        | 铸件轮廓尺寸 200mm×170mm×65mm, 毛坯重 32kg, 为泵壳类铸件。采用湿型油砂芯铸造<br>要求铸铜牌号: 铸造锰黄铜 ZCuZn40Mn2。抗拉强度 $\sigma_b$ 345MPa, 断后伸长率 $\delta_5 > 20\%$ , 布氏硬度 $> 785\text{HBW}$ |     |      |     |
| 合金成分控制(%)   | Cu57.0~60.0, Mn1.0~2.0, Zn 余量  |     |      |     |
| 配 料         |  |     |      |     |
| 炉料总重<br>/kg | 各炉料重/kg  |     |      | 备 注 |
|             | 电解铜  | 金属锰 | 锌锭   |     |
| 180         | 102.9  | 3.6 | 73.5 |     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用地坑式焦炭坩埚炉, 坩埚为 200<sup>升</sup>, 炉内烧损为铜 1%; 锰 1.5%; 锌 4%。

2. 熔化后, 做折角试验, 并观察断口组织结晶情况, 升温至浇注温度。

3. 检测结果:

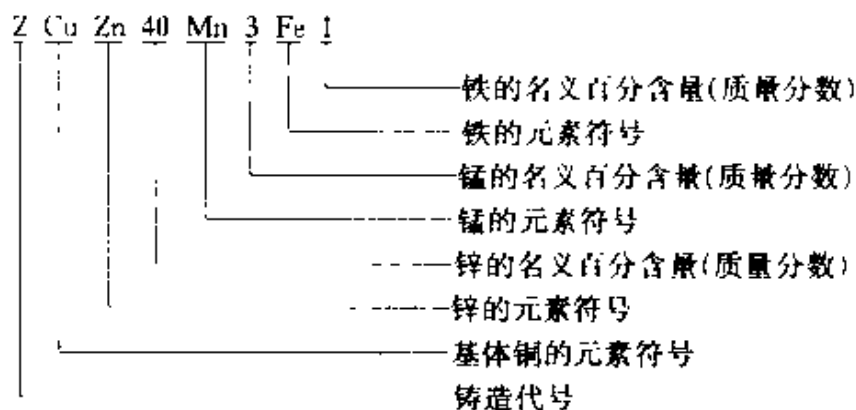
化学成分 (%): Cu57.83, Mn2.02;

力学性能:  $\sigma_b$  354MPa,  $\delta_5$  22%, 815HBW。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 23. ZCuZn40Mn3Fe1 的铸造锰黄铜配料(配料实例 944~946)

ZCuZn40Mn3Fe1 的主要含义如下:



ZCuZn40Mn3Fe1 的合金代号为 40—3—1 锰黄铜。

对于汽轮机类等铸件的 ZCuZn40Mn3Fe1 的铸造锰黄铜配料,可查配料实例 944~配料实例 946 或表 3.4-50~表 3.4-52。

**配料实例 944 表 3.4-50 ZCuZn40Mn3Fe1 的铸造锰黄铜配料**

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 冷油器进水管板(汽轮机类 30 万 kW 汽轮机零件)  |
| 铸件特点      | 铸件特点:形状简单,为 $\phi 670\text{mm} \times 46\text{mm}$ ,毛重 192kg 的圆平板,全部加工后在平面上需钻出 $\phi 16.3\text{mm} \times 168$ 个孔,孔内、外不允许存在任何气孔、夹渣、疏松等缺陷。故对熔炼、造型都需有特殊工艺和措施,才能达到比较高的技术条件。<br>采用砂型干模辅以大块冷铁铸造<br>要求铸铜牌号:铸造锰黄铜 ZCuZn40Mn3Fe1<br>适用于海水中工作的零件,使用温度宜低于 $300^{\circ}\text{C}$<br>力学性能要求:抗拉强度 $\sigma_b 440\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta_5 > 18\%$ ,硬度 $> 100\text{HBS}$ |
| 合金成分控制(%) | Mn3.0~4.0, Fe0.5~1.5, Cu53.0~58.0, Al $\leq$ 0.1, Sb $\leq$ 0.1, Sn $\leq$ 0.5, Pb $\leq$ 0.5, Zn 余量,杂质总和 $\leq$ 1.5   |

#### 配 料

| 炉料名称  | 炉料成分(%) |     |      |    | 配料比例(%) | 配料成分(%) |     |     |    | 配料/kg  |
|-------|---------|-----|------|----|---------|---------|-----|-----|----|--------|
|       | Cu      | Mn  | Fe   | Zn |         | Cu      | Mn  | Fe  | Zn |        |
| 电解铜   | 99.9    |     | 99.9 |    | 54.6    | 54.6    |     |     |    | 229.32 |
| 铁钉    |         |     | 100  |    | 0.4     |         |     | 0.4 |    | 1.68   |
| Mn-Fe |         | >80 | 20   |    | 5       | 2.70    | 4.0 | 1.0 |    | 21     |

(续)

| 炉料名称 | 炉料成分(%) |    |    |     | 配料比例<br>(%) | 配料成分(%) |      |     |       | 配料/kg |
|------|---------|----|----|-----|-------------|---------|------|-----|-------|-------|
|      | Cu      | Mn | Fe | Zn  |             | Cu      | Mn   | Fe  | Zn    |       |
| 锌锭   |         |    |    | 100 | 40          |         |      |     | 39.6  | 168   |
|      |         |    |    |     | 100         | 54.6    | 4.0  | 1.4 | 39.6  | 420   |
|      |         |    |    |     | 成品          | 55.21   | 3.75 | 1   | 40.04 |       |

炉前操作

1. 元素烧损以下限来调整,总炉耗以5%计算
2. 铜合金精炼剂加入0.5%2.1kg
3. 精炼结束后去渣
4. 出炉温度1180~1200°C,出炉
5. 浇注温度1050°C

注:1. 采用熔炼炉类型:燃油回转坩埚炉。

2. 炉前浇注试样作气含量检验,断口检验。

3. 检测结果:

力学性能:抗拉强度 $\sigma_b$ 606MPa,断后伸长率 $\delta_5$ 30.2%,硬度1750HBS;

化学成分(%):Cu55.21,Fe1,Mn3.75,Zn余量

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于海水中工作的阀门,滤网架管接等铸件,其使用温度低于300°C

### 配料实例 945 表 3.4-51 ZCuZn40Mn3Fe1 的铸造锰黄铜配料

| 问题提出    |             | 欲熔炼 100kg 铸造锰黄铜 ZCuZn40Mn3Fe1, 应怎样进行配料计算? |            |            |                    |                    |                                      |  |  |                                   |                         |                      |
|---------|-------------|---|------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--|--|-----------------------------------|-------------------------|----------------------|
| 配 料 计 算 |             |   |            |            |                    |                    |                                      |  |  |                                   |                         |                      |
| 合金成分    | 一次熔炼时       |   |            |            | 采用回炉料和中间合金熔炼时      |                    |                                      |  |  |                                   |                         | 尚需补充的<br>纯金属量<br>/kg |
|         | 目标含量<br>(%) | 烧损量<br>/kg                                | 烧损量<br>(%) | 烧损量<br>/kg | 炉料中<br>应有含量<br>/kg | 炉料中<br>应有含量<br>(%) | 30kg<br>同牌号回<br>炉料中各<br>成分的含量<br>/kg | Cu-Mn<br>(70:30)<br>中间合金中<br>各成分的<br>含量/kg | Cu-Fe<br>(90:10)<br>中间合金中<br>各成分的<br>含量/kg | 回炉料和各<br>中间合金中<br>的各成分的<br>总含量/kg |                         |                      |
| Cu      | 55          | 55  | 1          | 0.55       | 55.55              | 54.7               | $30 \times \frac{55}{100}$<br>= 16.5 | $2.2 \times \frac{70}{30}$<br>= 5.1        | $0.7 \times \frac{90}{10}$<br>= 6.3        | 16.5 + 5.1<br>+ 6.3<br>= 27.9     | 55.55 - 27.9<br>= 27.65 |                      |
| Zn      | 41          | 41  | 2.5        | 1.02       | 42.02              | 41.3               | $30 \times \frac{41}{100}$<br>= 12.3 | —  | —  | 12.3                              | 42.02 - 12.3<br>= 29.7  |                      |

(续)

| 合金成分 | 一次熔炼时 |     |     |       |         |     | 采用回炉料和中间合金熔炼时                        |  |  |                                  |                      |
|------|-------|-----|-----|-------|---------|-----|--------------------------------------|--|--|----------------------------------|----------------------|
|      | 目标含量  |     | 烧损量 |       | 炉料中应有含量 |     | 30kg<br>同牌号回<br>炉料中各<br>成分的含量<br>/kg | Cu-Mn<br>(70:30)<br>中间合金中<br>各成分的<br>含量/kg | Cu-Fe<br>(90:10)<br>中间合金中<br>各成分的<br>含量/kg | 回炉料和各<br>中间合金中<br>各成分的总<br>含量/kg | 尚需补充的<br>纯金属量<br>/kg |
|      | (%)   | /kg | (%) | /kg   | /kg     | (%) |                                      |  |  |                                  |                      |
| Mn   | 3     | 3   | 2.5 | 0.075 | 3.1     | 3   | $30 \times \frac{3}{100}$<br>0.9     | 3.1 - 0.9<br>- 2.2                         | —  | 0.9 + 2.2<br>- 3.1               | 3.1 - 3.1<br>- 0     |
| Fe   | 1     | 1   | 0   | 0     | 1       | 1   | $30 \times \frac{1}{100}$<br>= 0.3   | —  | 1 - 0.3<br>- 0.7                           | 0.3 + 0.7<br>- 1                 | 1 - 1 = 0            |
| 总计   | 100   | 100 |     | 1.65  | 101.7   | 100 | 30                                   | 7.3  | 7  | 44.3                             | 57.4                 |

配料:

## 1. 一次熔炼时

Cu 55.6(kg) 质量分数 54.7%

Zn 42(kg) 质量分数 41.3%

Mn 3.1(kg) 质量分数 3%

Fe 1(kg) 质量分数 1%

101.7kg 100%

## 2. 采用中间合金和回炉料时

Cu 27.7(kg) 质量分数 27.2%

Zn 29.7(kg) 质量分数 29.2%

回炉料 30(kg) 质量分数 29.5%

Cu-Mn 7.3(kg) 质量分数 7.2%

Cu-Fe 7(kg) 质量分数 6.9%

101.7kg 100%

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 946 表 3.4-52 ZCuZn40Mn3Fe1 的铸造锰黄铜配料

| ZCuZn40Mn3Fe1 | 化学成分(%)   |         |         |    |
|---------------|-----------|---------|---------|----|
|               | Cu        | Mn      | Fe      | Zn |
| 规格要求          | 53.0~58.0 | 3.0~4.0 | 0.5~1.5 | 其余 |
| 配料控制          | 55        | 3.5     | 1       | 其余 |

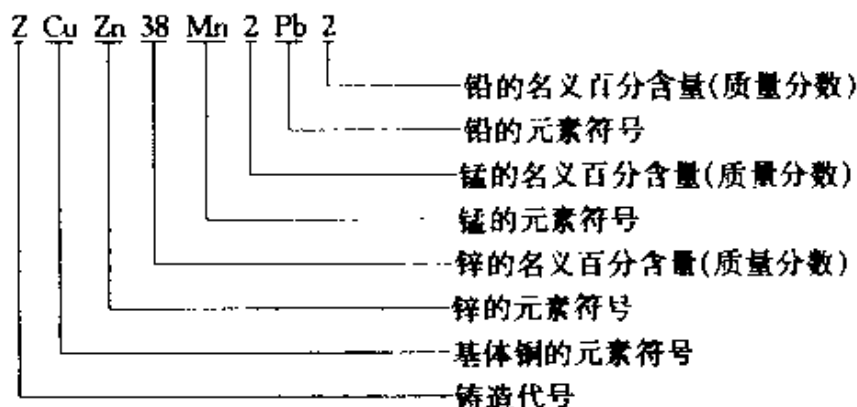
(续)

| 配料及原材料   | 熔炉  | 熔炼工艺要点  | 熔化温度<br>/°C | 浇注温度<br>/°C | 备注                           |
|--|-----|---|-------------|-------------|------------------------------|
| 配料(%):<br>Cu55<br>Mn3.5<br>Fe1<br>Zn41<br>原材料:<br>Cu—4 以上<br>JMn—3 以上<br>Zn—5 以上<br>Fe 低碳钢 | 坩埚炉 | 1. 将铜、铁和锰同时装入坩埚中,在微氧化性气氛下加速熔化。在坩埚中炉料装入次序:用少量铜铺底,然后放铁,其上放锰,最后装铜。留出少量铜以备调整合金温度<br>2. 合金熔化后仔细搅拌,以使合金成分均匀,然后加入留出的铜以适当降低合金温度<br>3. 合金温度在 1050~1100°C 时逐块加入经预热之锌,边加边搅拌,锌须压入合金液内部。然后升温至 1080~1120°C,停止加热,加入 0.3%~0.5% Al 以提高流动性及改善表面质量 | 1080~1120   | 980~1050    | 熔炼时加入少量 Ni,并采用低压铸造,可显著提高力学性能 |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 24. ZCuZn38Mn2Pb2 的铸造锰黄铜配料(配料实例 947~949)

ZCuZn38Mn2Pb2 的主要含义如下:



ZCuZn38Mn2Pb2 的合金代号为 38—2—2 锰黄铜。

对于压缩机、石油机械等类铸件的 ZCuZn38Mn2Pb2 的铸造锰黄铜配料,可查配料实例 947~配料实例 949 或表 3.4-53~表 3.4-55。

配料实例 947 表 3.4-53 ZCuZn38Mn2Pb2 的铸造锰黄铜配料

|           |  |     |     |    |     |
|-----------|--|-----|-----|----|-----|
| 铸件名称      | 塞体(压缩机类零件)   |     |     |    |     |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 80\text{mm} \times 70\text{mm}$ , 壁厚较均匀, 属于阀类铸件。毛坯重 5kg, 采用湿型铸造<br>要求铸铜牌号: 铸造锰黄铜 ZCuZn38Mn2Pb2, 抗拉强度 $\sigma_b > 215\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 10\%$ , 布氏硬度 $> 685\text{HBW}$ |     |     |    |     |
| 合金成分控制(%) | Cu57~60, Mn1.5~2.5, Pb1.5~2.5, Zn 余量   |     |     |    |     |
| 配 料       |  |     |     |    |     |
| 炉料总重 /kg  | 各炉料重/kg  |     |     |    | 备 注 |
|           | 电解铜  | 金属锰 | 铅锭  | 锌锭 |     |
| 180       | 102.8  | 3.6 | 3.6 | 70 |     |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用地坑坩埚炉熔炼, 坩埚为 200<sup>#</sup>。炉内烧损为铜 1%; 锰 2%; 铅 1.5%, 锌 4%。  
2. 合金熔化后测温、做折角并检查断口颜色及组织结晶情况, 合格后出炉浇注。  
3. 检测结果:  
化学成分 (%): Cu57.83, Mn2.25, Pb1.98;  
力学性能:  $\sigma_b 223\text{MPa}$ ,  $\delta_5 12.5\%$ , 720HBW。  
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
5. 本配料还适用于其他同牌号铸件, 如旋塞, 端盖, 小型轴瓦及轴套等。

配料实例 948 表 3.4-54 ZCuZn38Mn2Pb2 的铸造锰黄铜配料

|           |   |     |     |     |         |                   |            |      |                                   |                             |
|-----------|---|-----|-----|-----|---------|-------------------|------------|------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 铸件名称      | 套(石油机械类安装于修井机液压系统零件)  |     |     |     |         |                   |            |      |                                   |                             |
| 铸件特点      | 铸件为圆筒形, 其轮廓尺寸为 $\phi 70\text{mm} \times 70\text{mm}$ , 内孔为 $\phi 38\text{mm}$ 。毛坯重 2.09kg, 壁厚 8mm, 金属型离心铸造, 为液压系统液缸内部件, 全部加工, 退火处理<br>要求铸铜牌号: 铸造锰黄铜 ZCuZn38Mn2Pb2 |     |     |     |         |                   |            |      |                                   |                             |
| 合金成分控制(%) | Cu57~60, Pb1.5~2.5, Mn1.5~2.5, 杂质 $\leq 2$ , Zn38~33  |     |     |     |         |                   |            |      |                                   |                             |
| 配 料       |   |     |     |     |         |                   |            |      |                                   |                             |
| 合金元素      | 一次熔炼时   |     |     |     |         | 采用铜-锰(70:30)中间合金时 |            |      |                                   |                             |
|           | 目标含量  |     | 烧损量 |     | 炉料中应有含量 |                   | 同号回炉料 20kg |      | Cu-Mn 合金 (70:30) 元素含量/kg          | 应补充金属元素量/kg                 |
|           | (%)   | /kg | (%) | /kg | /kg     | (%)               | (%)        | /kg  |                                   |                             |
| Cu        | 58  | 58  | 0.7 | 0.4 | 58.41   | 57.6              | 58         | 11.6 | $2.0 \times \frac{70}{30} = 4.67$ | 58.41 - 11.6 - 4.67 = 42.14 |

(续)

| 合金元素 | 一次熔炼时 |     |     |      |         |      | 采用铜-锰(70:30)中间合金时 |     |                          |                     |
|------|-------|-----|-----|------|---------|------|-------------------|-----|--------------------------|---------------------|
|      | 目标含量  |     | 烧损量 |      | 炉料中应有含量 |      | 同号回炉料 20kg        |     | Cu-Mn 合金 (70:30) 元素含量/kg | 应补充金属元素量/kg         |
|      | (%)   | /kg | (%) | /kg  | /kg     | (%)  | (%)               | /kg |                          |                     |
| Zn   | 38    | 38  | 2.5 | 0.95 | 38.95   | 38.4 | 38                | 7.6 |                          | 38.95 - 7.6 = 31.35 |
| Mn   | 2     | 2   | 2.0 | 0.04 | 2.04    | 2    | 2                 | 0.4 |                          | 2.04 - 2 - 0.4 = 0  |
| Pb   | 2     | 2   | 1.0 | 0.02 | 2.02    | 2    | 2                 | 0.4 |                          | 2.02 - 0.4 - 1.62   |
| 计    | 100   | 100 |     | 1.42 | 101.42  | 100  | 100               | 20  |                          |                     |

注: 1. 炉型: 100号石墨质坩埚焦炭炉进行熔炼。熔炼 100kgZCuZn38Mn2Pb2 铸造锰黄铜合金

2. 配料: 炉料由金属料、回炉料、熔剂、辅助材料组成。除回炉料为本厂外, 其余均来自外厂、矿所供给。铅锭 99.5%, 锌锭 98.7%, 铜锰合金为 Cu:Mn=70:30。

3. 炉料总重为 101.42kg, 其中: 加入 Cu 量为 42.14kg, Zn31.35kg, Pb1.62kg。

4. 炉前: 首先, 石墨坩埚预热到暗红色, 炉料加热到 300°C 以上, 炉料的投入是由高熔点到低熔点的顺序加入, 即铜—铜锰—铅—回炉料—锌。为防止锌挥发、氧化, 而先加入覆盖剂, 对于加入的合金元素要充分搅拌, 并快速熔化, 出炉后去除熔渣, 放置一会, 再浇注。

5. 检测结果:

力学性能:  $\sigma_b$ 360MPa, 810HBW。

6. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 配料实例 949 表 3.4-55 ZCuZn38Mn2Pb2 的铸造锰黄铜配料

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | 欲熔炼 100kg 铸造锰黄铜 ZCuZn38Mn2Pb2, 应怎样进行配料计算? |
|------|---|

#### 配料计算

| 合金成分 | 一次熔炼时 |     |     |      |         |      | 采用铜-锰(70:30)中间合金时                  |                        |
|------|-------|-----|-----|------|---------|------|------------------------------------|------------------------|
|      | 目标含量  |     | 烧损量 |      | 炉料中应有含量 |      | 中间合金中各成分的含量/kg                     | 尚需补充的纯金属量/kg           |
|      | (%)   | /kg | (%) | /kg  | /kg     | (%)  |                                    |                        |
| Cu   | 58    | 58  | 0.7 | 0.41 | 58.41   | 57.6 | $2.04 \times \frac{70}{30} = 4.76$ | $58.41 - 4.76 = 53.65$ |
| Zn   | 38    | 38  | 2.5 | 0.95 | 38.95   | 38.4 | —                                  | 38.95                  |

(续)

| 合金成分 | 一次熔炼时 |     |     |      |         |     | 采用铜-锰(70:30)中间合金时 |                 |
|------|-------|-----|-----|------|---------|-----|-------------------|-----------------|
|      | 目标含量  |     | 烧损量 |      | 炉料中应有含量 |     | 中间合金中各成分的含量/kg    | 尚需补充的纯金属量/kg    |
|      | (%)   | /kg | (%) | /kg  | /kg     | (%) |                   |                 |
| Mn   | 2     | 2   | 2.0 | 0.04 | 2.04    | 2   | 2.04              | 2.04 - 2.04 = 0 |
| Pb   | 2     | 2   | 1.0 | 0.02 | 2.02    | 2   | —                 | 2.02            |
| 总计   | 100   | 100 |     | 1.42 | 101.42  | 100 | 6.8               | 94.62           |

配料:

1. 直接熔炼时

Cu 58.41kg 质量分数 57.6%

Zn 38.95kg 质量分数 38.4%

Mn 2.04kg 质量分数 2%

Pb 2.02kg 质量分数 2%

101.42kg

100%

2. 采用 Cu-Mn (质量比 70:30) 中间合金时

Cu 53.65kg 质量分数 52.9%

Zn 38.95kg 质量分数 38.4%

Pb 2.02kg 质量分数 2%

Cu-Mn 6.8kg 质量分数 6.7%

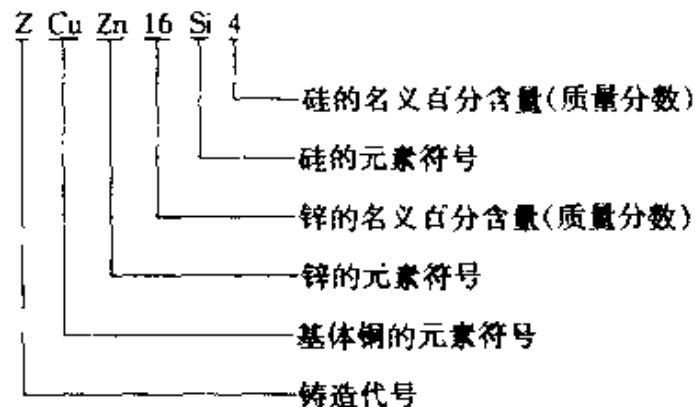
101.42kg

100%

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 25. ZCuZn16Si4 的铸造硅黄铜配料(配料实例 950—952)

ZCuZn16Si4 的主要含义如下:



ZCuZn16Si4 的合金代号为 16—4 硅黄铜。

对于泵等类铸件的 ZCuZn16Si4 的铸造硅黄铜配料, 可查配料实例 950—配料实例 952 或表 3.4-56~表 3.4-58。



配料实例 950 表 3.4-56 ZCuZn16Si4 的铸造硅黄铜配料

|            |  |
|------------|--|
| 铸件名称       | 叶轮 (泵类 2N6×2-0004 零件)  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 220\text{mm} \times 70\text{mm}$ , 为壁厚不均匀薄壁轮状件, 叶片厚度 5mm, 毛坯重量为 13kg, 采用油砂芯, 金属型离心铸造<br>要求铸制牌号: 铸造硅黄铜 ZCuZn16Si4, 抗拉强度 $\sigma_b > 345\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 15\%$ , 布氏硬度 $> 885\text{HBW}$ |
| 合金成分控制 (%) | Cu79.0~81.0, Si2.5~4.5, Zn 余量  |

## 配 料

| 炉料总重<br>/kg | 各炉料重/kg |     |      |        | 备 注 |
|-------------|---------|-----|------|--------|-----|
|             | 电解铜     | 结晶硅 | 锌锭   | 同牌号回炉料 |     |
| 180         | 104     | 3.9 | 22.5 | 50     |     |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用地坑式通风焦炭燃烧坩埚炉, 坩埚为 200#, 炉内烧损 (%) 为 Cu1; Si4; Zn6。  
2. 合金熔化好后测温, 并做炉前含气及折角试验, 观察断口组织情况, 合格后方可出炉。  
3. 检测结果:  
化学成分 (%): Cu79.82, Si3.34;  
力学性能:  $\sigma_b 395\text{MPa}$ ,  $\delta_5 21\%$ , 992HBW。  
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
5. 本配料还适用于其他同牌号叶轮及水泵配件。

配料实例 951 表 3.4-57 ZCuZn16Si4 的铸造硅黄铜配料

| ZCuZn16Si4   | 化学成分 (%)  |   |               |              |   |
|--|-----------|---|---------------|--------------|---|
|  | Cu        | Si  | Zn            |              |   |
| 规格要求   | 79.0~81.0 | 2.5~4.5   | 余量            |              |   |
| 配料控制   | 80        | 2.5~4.5   | 余量            |              |   |
| 配料及原材料   | 熔炉        | 熔炼工艺要点  | 熔化温度<br>/°C   | 浇注温度<br>/°C  | 备 注   |
| 配料 (%):<br>Cu80<br>Si2.5~4.5<br>Zn17<br>原材料:<br>Cu—3 以上<br>Zn—5 以上<br>Cu-Si<br>(Si14~18) | 坩埚炉       | 1. 将铜装入预热至暗红色的坩埚中, 在微氧化性气氛下快速熔化<br>2. 铜全部熔化, 温度达 1150~1200°C 时加入磷铜 (以 P 占铜液重量的 0.04%~0.06% 计算) 进行脱氧<br>3. 加入经预热的旧料, 继续加热, 熔化后再加入铜硅中间合金。旧料和中间合金的熔化时间要尽量短<br>4. 加热至 1100~1150°C 时逐块加入经预热的锌, 边加边搅拌<br>5. 加入全部锌后将合金迅速加热至锌沸腾, 进行炉前试验准备浇注 | 1150~<br>1200 | 980~<br>1050 | 本合金吸气倾向较大, 因此宜采用:<br>1. 1200~1280°C 沸腾去气<br>2. 用中性熔剂覆盖合金<br>3. 快速熔化, 低温浇注 |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

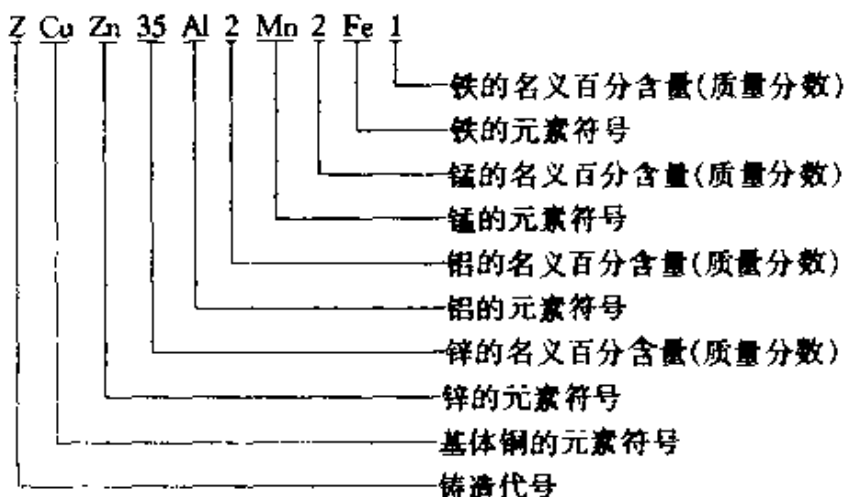
配料实例 952 表 3.4-58 ZCuZn16Si4 的铸造硅黄铜配料

| ZCuZn16Si4  | 化学成分 (%)  |   |             |             |                        |
|---|-----------|---|-------------|-------------|------------------------|
|   | Cu        | Si  | Zn          |             |                        |
| 规格要求  | 79.0~81.0 | 2.5~4.5   | 余量          |             |                        |
| 配料控制  | 79.7      | 3.8   | 余量          |             |                        |
| 配料及原材料  | 熔炉        | 熔炼工艺要点  | 熔化温度<br>/°C | 浇注温度<br>/°C | 备注                     |
| 配料 (%):<br>Cu 79.7<br>Si 3.8<br>Zn 16.5<br>原材料:<br>Cu—3 以上<br>Zn—5 以上<br>Si—3 | 坩埚炉       | 1. 将坩埚预热至 500~600°C, 即把炉料中的全部硅 (块度 10~15mm) 放入坩埚底部, 并把烘干好的木炭约 1.5kg 加在硅的上面 (其块度与硅相似), 在其上面装铜, 如铜一次装不完可边熔边加<br>2. 加料后开风快速熔化, 铜和硅全部熔化后继续升温至 1120~1150°C, 停风仔细搅拌<br>3. 分批加入经预热至 200~300°C 的锌, 每加入一批搅拌一次, 全部加完后再进行一次充分搅拌<br>4. 取样浇注收缩试样, 如呈凸形可用氮气吹炼, 如试样呈凹形即可出炉浇注。出炉温度: 1050~1150°C | 1120~1150   | 980~1040    | 一次熔炼的合金容易造成偏析, 应注意充分搅拌 |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 26. ZCuZn35Al2Mn2Fe1 的铸造铝黄铜配料 (配料实例 953、954)

ZCuZn35Al2Mn2Fe1 的主要含义如下:



ZCuZn35Al2Mn2Fe1 的合金代号为 35—2—2—1 铝黄铜。

对于空分制氧机、工业电器等类铸件的 ZCuZn35Al2Mn2Fe1 的铸造铝黄铜配料，可查配料实例 953 和至配料实例 954 或表 3.4-59 和表 3.4-60

**配料实例 953** 表 3.4-59 ZCuZn35Al2Mn2Fe1 的铸造铝黄铜配料

|            |  |      |     |      |     |             |
|------------|--|------|-----|------|-----|-------------|
| 铸件名称       | 管板（空分制氧机类零件）   |      |     |      |     |             |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 685\text{mm} \times 120\text{mm}$ ，为圆形板状铸件，壁厚为 50mm，最薄处为 20mm。毛坯重为 175kg，采用下雨淋浇口干型铸造<br>要求铸钢牌号：铸造铝黄铜 ZCuZn35Al2Mn2Fe1。抗拉强度 $\sigma_b > 450\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta_5 > 20\%$ ，布氏硬度 $< 980\text{HBW}$ |      |     |      |     |             |
| 合金成分控制 (%) | Cu57~65, Al0.5~2.5, Fe0.5~2.0, Mn0.1~3.0, Zn 余量  |      |     |      |     |             |
| 配 料        |  |      |     |      |     |             |
| 炉料总重       | 其中/kg  |      |     |      |     | 备 注         |
| /kg        | 电解铜  | 铝铜合金 | 金属锰 | 低碳钢  | 锌锭  |             |
| 450        | 257.45   | 15.3 | 4.5 | 6.75 | 166 | Al:Cu=50:50 |

注：1. 采用熔炼炉类型：用 500kg 工频感应加热电炉熔化，炉内烧损为铜 1%、铝 2%、锰 1%、铁增 0.5%、锌 3%。

2. 铝铜与金属锰、铁全部熔化后，加入铜，最后加锌，升温至浇注温度，做折角试验并观察断口结晶组织情况，合格后浇注。

3. 检测结果：

化学成分 (%)：Cu58.91, Al1.72, Fe1.53, Mn1.12。

力学性能： $\sigma_b 475\text{MPa}$ ， $\delta_5 22\%$ ，1010HBW。

4. 本配料还适用于其他同牌号管板，连接筒等管路配件。

5. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

**配料实例 954** 表 3.4-60 ZCuZn35Al2Mn2Fe1 的铸造铝黄铜配料

|            |  |  |  |  |  |  |
|------------|--|--|--|--|--|--|
| 铸件名称       | 支架(工业电器类 SF <sub>6</sub> 敞开式断路器 LW <sub>11</sub> -220 零件)  |  |  |  |  |  |
| 铸件特点       | 该件壁厚不均匀，热节分散，表面质量要求高。采用湿砂型铸造，表面烘干，机加工表面放置冷铁，砂芯在烘干窑内烘干<br>要求铸钢牌号：铸造铝黄铜 ZCuZn35Al2Mn2Fe1。抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\delta_5 \geq 20\%$ ，硬度 $\geq 490\text{HBW}$ |  |  |  |  |  |
| 合金成分控制 (%) | Cu57.0~65.0, Al0.5~2.5, Mn0.1~3.0, Fe0.5~2.0, Zn 余量  |  |  |  |  |  |

(续)

| 配 料   |   |     |     |    |    |             |           |    |    |     |     |
|-------|---|-----|-----|----|----|-------------|-----------|----|----|-----|-----|
| 炉料名称  | 炉料成分(%)   |     |     |    |    | 配料比例<br>(%) | 炉料计算成分(%) |    |    |     |     |
|       | Zn  | Fe  | Cu  | Mn | Al |             | Zn        | Fe | Cu | Mn  | Al  |
| 电解铜   |   |     | 100 |    |    | 60          |           |    | 60 |     |     |
| 锌锭    | 100   |     |     |    |    | 36          | 36        |    |    |     |     |
| 铝锰中间料 |   |     |     | 10 | 90 | 2           |           |    |    | 0.2 | 1.8 |
| 铝铁中间料 |   | 100 |     |    |    | 2           |           | 2  |    |     |     |
| 合计    |   |     |     |    |    |             | 36        | 2  | 60 | 0.2 | 1.8 |
| 炉前操作  | 1. 元素烧损以下限来调整,总炉耗以5%计<br>2. 去渣后精炼<br>3. 出炉温度1100°C<br>4. 浇注温度1000°C |     |     |    |    |             |           |    |    |     |     |

注: 1. 采用熔炼炉类型:工频感应加热电炉。

2. 炉前浇注试样做气体含量检验,光谱分析。

3. 检测结果:

力学性能:抗拉强度  $\sigma_b$ 193.5MPa,断后伸长率  $\delta_5$ 15.4%,硬度 521HBW;

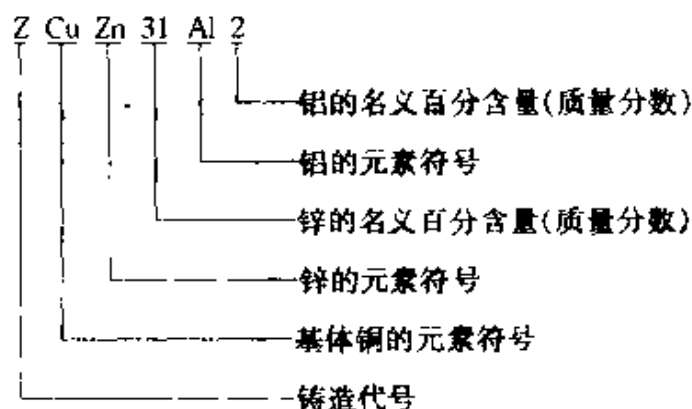
化学成分(%):Cu65,Al1.9。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求强度和韧性的铸件,如杠杆摇臂、阀门杆、齿轮、衬套、轴承等。

## 27. ZCuZn31Al2 的铸造铝黄铜配料(配料实例 955)

ZCuZn31Al2 的主要含义如下:



ZCuZn31Al2 的合金代号为 31—2 铝黄铜。

对于 ZCuZn31Al2 的铸造铝黄铜配料,可查配料 955 或表 3.4-61。

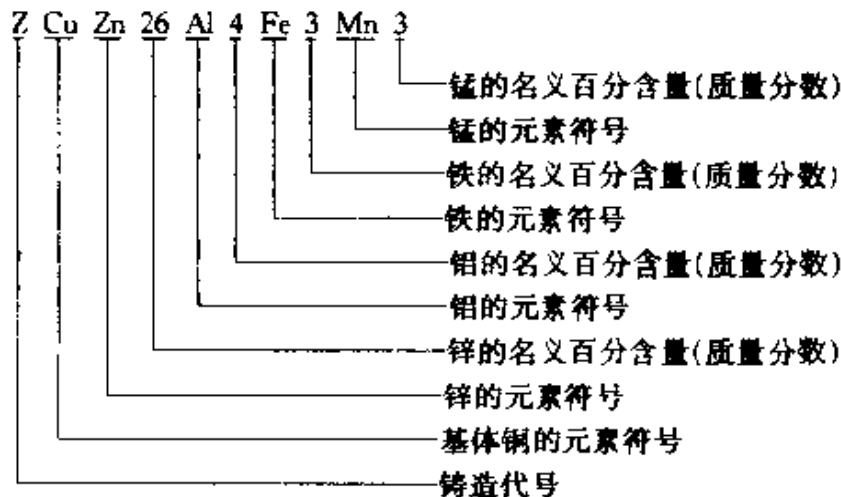
配料实例 955 表 3.4-61 ZCuZn31Al2 的铸造铝黄铜配料

| ZCuZn31Al2   | 化学成分 (%)       |   |             |             |   |
|--|----------------|---|-------------|-------------|---|
|  | Cu             | Al  | Zn          |             |   |
| 规格要求   | 66.0~68.0      | 2.0~3.0   | 余量          |             |   |
| 配料控制   | 67             | 2.5   | 余量          |             |   |
| 配料及原材料   | 熔炉             | 熔炼工艺要点  | 熔化温度<br>/°C | 浇注温度<br>/°C | 备注  |
| 配料 (%):<br>Cu67<br>Al2.5<br>Zn30.5<br>原材料:<br>Cu—4<br>Al: 2号<br>Zn—4<br>Cu—Al<br>(Al50%) | 电弧炉<br>(0.25t) | 1. 清理炉膛后将其预热至暗红色, 装入第一批铜料, 并撒入一层干木炭覆盖, 这时电流控制在1500~1750A。如铜料一次装不完可边熔边加, 但铜块须预热至300~400°C<br>2. 铜料全部熔化温度达1180~1200°C时加入铜料重量的0.5%磷铜进行脱氧<br>3. 扒去表面的木炭与熔渣, 加入经预热的旧料和铜铝中间合金(或铝锭), 并加搅拌<br>4. 在低于1200°C的温度下加入预热过的锌, 并充分搅拌<br>5. 全部炉料熔化后进行炉前试验和(含气、弯曲及断口检查)测温, 进行浇注 | 1150~1200   | 1080~1120   | 1. 熔化速度应尽量快<br>2. 建议进行精炼处理<br>3. 可在加Al前先加入少量经过预热的Zn代替磷铜脱氧 |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 28. ZCuZn26Al4Fe3Mn3 的铸造铝黄铜配料 (配料实例 956、957)

ZCuZn26Al4Fe3Mn3 的主要含义如下:



ZCuZn26Al4Fe3Mn3 的合金代号为 26—4—3—3 铝黄铜。

对于锻压设备等类铸件的 ZCuZn26Al4Fe3Mn3 的铸造铝黄铜配料, 可查配料实例 956 和配料实例 957 或表 3.4-62 和表 3.4-63。

**配料实例 956** 表 3.4-62 ZCuZn26Al4Fe3Mn3 的铸造铝黄铜配料

|            |  |    |     |     |     |     |
|------------|--|----|-----|-----|-----|-----|
| 铸件名称       | 螺母 (锻压设备类 J67—1800 零件)   |    |     |     |     |     |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 815\text{mm} \times \phi 370\text{mm} \times 1300\text{mm}$ , 为圆筒状回转体, 壁厚最大处 217.5mm, 最小处 132.5mm, 铸件毛坯重 2800kg, 采用金属型离心浇注<br>要求铸铜牌号: 铸造铝黄铜 ZCuZn26Al4Fe3Mn3。抗拉强度 $\sigma_b > 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 18\%$ , 布氏硬度 $> 1275\text{HBS}$ |    |     |     |     |     |
| 合金成分控制 (%) | Cu60.0~66.0, Al2.5~5.0, Fe1.5~4.0, Mn1.5~4.0, Zn 余量  |    |     |     |     |     |
| 配 料        |  |    |     |     |     |     |
| 炉料总重 /kg   | 其中 /kg   |    |     |     |     | 备 注 |
|            | 电解铜  | 铝锭 | 低碳钢 | 金属锰 | 锌锭  |     |
| 500        | 315  | 20 | 15  | 15  | 135 |     |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用 6 个地坑式焦炭燃烧通风式坩埚炉, 坩埚为 500#, 炉内烧损 (%) 为 Cu1、Al3、Fe0.5、Mn2.5、Zn4。

2. 合金熔化好后, 测温并做炉前含气及折角试验, 观察断口情况, 合格后出炉。

3. 检测结果:

化学成分 (%): Cu63.35, Al3.93, Fe3.12, Mn3.03;

力学性能:  $\sigma_b 720\text{MPa}$ ,  $\delta_5 19\%$ , 1560HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于其他牌号相同的铜螺母、耐磨滚筒等铸件。

**配料实例 957** 表 3.4-63 ZCuZn26Al4Fe3Mn3 的铸造铝黄铜配料

|            |  |  |  |  |  |
|------------|--|--|--|--|--|
| 铸件名称       | 螺母 (锻压设备 J67—1800 零件)  |  |  |  |  |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 815\text{mm} \times \phi 370\text{mm} \times 1300\text{mm}$ , 为圆筒状回转体, 壁厚最大处 217.5mm, 最小处 132.5mm, 铸件毛坯重 2800kg, 采用金属型离心浇注<br>要求铸铜牌号: 铸造铝黄铜 ZCuZn26Al4Fe3Mn3。抗拉强度 $\sigma_b > 600\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 18\%$ , 布氏硬度 $> 1275\text{HBW}$ |  |  |  |  |
| 合金成分控制 (%) | Cu60.0~66.0, Al2.5~5.0, Fe1.5~4.0, Mn1.5~4.0, Zn 余量  |  |  |  |  |

(续)

| 炉料总重<br>/kg | 配 料   |    |      |      |      |        | 备注 |
|-------------|-------|----|------|------|------|--------|----|
|             | 其中/kg |    |      |      |      |        |    |
|             | 电解铜   | 铝锭 | 低碳钢  | 金属锰  | 锌锭   | 同牌号回炉料 |    |
| 500         | 220.5 | 14 | 10.5 | 10.5 | 94.5 | 150    |    |

注：1. 采用熔炼炉类型：采用6个地坑式焦炭燃烧通风式坩埚炉，坩埚为500<sup>#</sup>，炉内烧损(%)为Cu1、Al3、Fe0.5、Mn2.5、Zn4

2. 合金熔化好后，测温并做炉前含气及折角试验，观察断口情况，合格后出炉。

3. 检测结果：

化学成分(%)：Cu63.5、Al3.93、Fe3.12、Mn3.03；

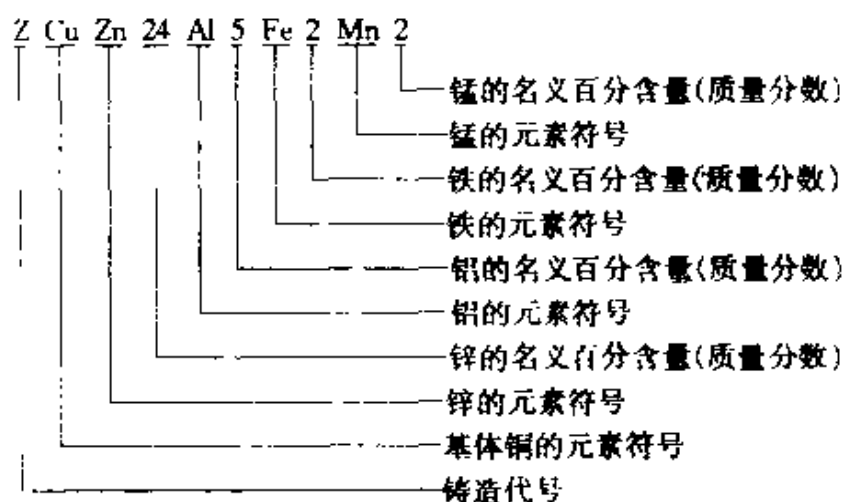
力学性能： $\sigma_b$ 720MPa， $\delta_5$ 19%，1560HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于其他相同牌号的铜螺母、耐磨滚筒等铸铜件。

## 29. ZCuZn24Al5Fe2Mn2 的铸造铝黄铜配料 (配料实例 958)

ZCuZn24Al5Fe2Mn2 的主要含义如下：



ZCuZn24Al5Fe2Mn2 的合金代号为 24—5—2—2 铝黄铜。

对于 ZCuZn24Al5Fe2Mn2 的铸造铝黄铜配料，可查配料实例 958 或表 3.4-64。

配料实例 958 表 3.4-64 ZCuZn24Al5Fe2Mn2 的铸造铝黄铜配料

| ZCuZn24Al5Fe2Mn2 | 化学成分 (%) |         |         |         |    |
|------------------|----------|---------|---------|---------|----|
|                  | Cu       | Al      | Fe      | Mn      | Zn |
| 规格要求             | 60~67    | 3.5~6.0 | 1.0~3.0 | 1.0~3.5 | 余量 |
| 配料控制             | 67       | 5.5     | 2       | 3.5     | 余量 |

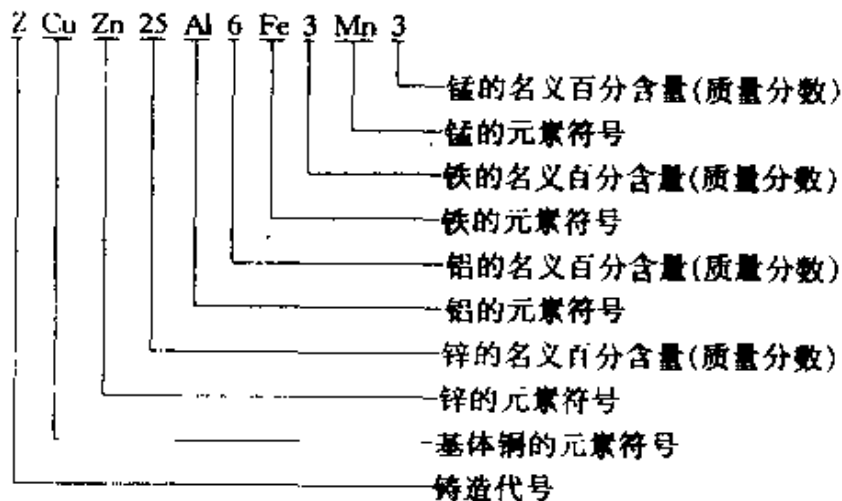
(续)

| 配料及原材料  | 熔炉  | 熔炼工艺要点   | 熔化温度<br>/°C                   | 浇注温度<br>/°C  | 备注   |
|---|-----|--|-------------------------------|--------------|--|
| 配料 (%):<br>Cu67<br>Al5.5<br>Fe2<br>Mn3.5<br>Zn22.5<br>原材料:<br>Cu—2<br>Al (1号)<br>Cu-Fe<br>(Fe10%)<br>Cu-Mn<br>(Mn35%) | 坩埚炉 | 加料顺序:<br>铜与钢铁+铜锰+氟化钠(或氟硅酸钠)+铝+锌<br>1. 将铜和钢铁中间合金同时装入预热至暗红色的坩埚中快速熔化<br>2. 铜和钢铁全部熔化温度达1150°C时加入铜锰中间合金(预热过), 并加搅拌<br>3. 铜锰中间合金熔化后, 因其吸热, 温度有所下降, 这时撒入已烘透的氟化钠(或氟硅酸钠)约1%~1.5%<br>4. 在熔剂覆盖下加入经预热的铝锭, 并仔细搅拌<br>5. 铝熔化后加入预热过的锌, 继续加热, 直到锌沸腾为止<br>6. 锌沸腾约1~2min后出炉, 镇静5~10min, 然后取样做炉前试验, 准备浇注(用旧料时熔剂应以钟罩压入) | 1150~<br>1180<br>出炉温度<br>1100 | 980~<br>1050 | 精炼结果力学性能稳定在<br>$\sigma_b = 64 \sim 70 \text{MPa}$<br>$\delta = 20\% \sim 30\%$<br>本合金验收标准为:<br>$\sigma_b \geq 62 \text{MPa}$<br>$\delta \geq 12\%$<br>即断后伸长率一般提高一倍以上 |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 30. ZCuZn25Al6Fe3Mn3 的铸造铝黄铜配料(配料实例 959~961)

ZCuZn25Al6Fe3Mn3 的主要含义如下:





ZCuZn25Al6Fe3Mn3 的合金代号为 25—6—3—3 铝黄铜。

对于锻压设备等类铸件的 ZCuZn25Al6Fe3Mn3 的铸造铝黄铜配料,可查配料实例 959 至配料实例 961 或表 3.4-65 至表 3.4-67。

配料实例 959 表 3.4-65 ZCuZn25Al6Fe3Mn3 的铸造铝黄铜配料

| 铸件名称      | 螺母(锻压设备类零件)   |        |       |      |       |      |                  |
|-----------|---|--------|-------|------|-------|------|------------------|
| 铸件特点      | 铸件特点:轮廓尺寸 $\phi 850\text{mm} \times 1130\text{mm}$ , 内径 $\phi 430\text{mm}$ , 壁厚均匀为回转套筒类铸件, 毛坯重 3700kg, 采用金属型离心铸造<br>要求铸铜牌号:铸造铝黄铜 ZCuZn25Al6Fe3Mn3。抗拉强度 $\sigma_b > 740\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 7\%$ , 布氏硬度 $> 1665\text{HBS}$ |        |       |      |       |      |                  |
| 合金成分控制(%) | Cu60.0~66.0, Al4.5~7.0, Fe2.0~4.0, Mn1.5~4.0, Zn 余量   |        |       |      |       |      |                  |
| 配 料       |   |        |       |      |       |      |                  |
| 成分        | 含量 (%)  | 加入量/kg |       |      |       |      | 备 注              |
|           |   | 电解铜    | 铜锰合金  | 钢铁合金 | 铝锭    | 锌锭   |                  |
| 铜         | 64  | 1279.5 | 250.6 | 1161 |       |      | 铜锰合金 Cu:Mn=70:30 |
| 铝         | 5.5   |        |       |      | 243.5 |      | 钢铁合金 Cu:Fe=90:10 |
| 铁         | 3   |        |       | 129  |       |      |                  |
| 锰         | 2.5   |        | 107.4 |      |       |      |                  |
| 锌         | 25  |        |       |      |       | 1129 |                  |
| 总计        | 100   | 1279.5 | 358   | 1290 | 243.5 | 1129 | 总加入量 4300kg      |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用反射炉熔炼。炉内烧损 (%) 为 Cu2、Al3、Fe0.5、Mn1.5、Zn5。

2. 炉内先放铝锭、锌锭(应预留 4~5 块锌锭最后调料用)。其上放铜锰, 钢铁中间合金, 最上放电解铜板。合金全部熔化后, 由观察孔进行充分搅拌, 取样做炉前快速分析, 用预留的锌锭调整成分。做折角试验, 并观察断口颜色及组织情况。升温至浇注温度。

3. 检测结果:

化学成分 (%): Cu63.67, Al5.67, Fe3.12, Mn2.58;

力学性能:  $\sigma_b 751\text{MPa}$ ,  $\delta_5 8.2\%$ , 1883HBW。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 960 表 3.4-66 ZCuZn25Al6Fe3Mn3 的铸造铝黄铜配料

| ZCuZn25Al6Fe3Mn3 | 化学成分 (%)  |         |         |         |    |
|------------------|-----------|---------|---------|---------|----|
|                  | Cu        | Al      | Fe      | Mn      | Zn |
| 规格要求             | 60.0~66.0 | 3.5~7.0 | 2.0~4.0 | 1.5~4.0 | 余量 |
| 配料控制             | 66.0      | 6.8     | 3.2     | 3.3     | 余量 |

| 配料及原材料  | 熔炉  | 熔炼工艺要点  | 熔化温度 /°C  | 浇注温度 /°C | 备注      |
|---|-----|---|-----------|----------|---------|
| 配料 (%):<br>Cu66<br>Al6.8<br>Fe3.2<br>Mn3.3<br>Zn22.5<br>原材料:<br>Cu—4<br>Zn—5<br>Cu-Fe<br>(Fe8%~12%)<br>Cu-Mn<br>(Mn28%~32%)<br>Cu-Al<br>(Al48%~52%) | 坩埚炉 | 加料顺序:<br>铜与铜锰+旧料+锌+铝铁<br>1. 将铜与铜铁中间合金装入预热过的坩埚中在微氧化性气氛下加速熔化, 炉料应装紧些, 并避免其伸出炉外<br>2. 合金熔化后加以搅拌, 然后加入经预热的旧料<br>3. 旧料熔化后在 1200°C 以下加入经预热的锌, 并加搅拌<br>4. 锌熔化后在 1150°C 以下(可再加若干旧料降温) 加入已预热的铝铁中间合金, 压入合金液内仔细搅拌<br>5. 取样做炉前试验, 如合金含气, 用钟罩压入 0.1% 脱水氯化锌或氯化锰除气精炼合金 | 1150~1180 | 980~1050 | 用溶剂精炼合金 |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

配料实例 961 表 3.4-67 ZCuZn25Al6Fe3Mn3 的铸造铝黄铜配料

| ZCuZn25Al6Fe3Mn3 | 化学成分 (%)  |         |         |         |    |
|------------------|-----------|---------|---------|---------|----|
|                  | Cu        | Al      | Fe      | Mn      | Zn |
| 规格要求             | 60.0~66.0 | 3.5~7.0 | 2.0~4.0 | 1.5~4.0 | 余量 |
| 配料控制             | 66.0      | 6.7     | 2.5     | 3.5     | 余量 |

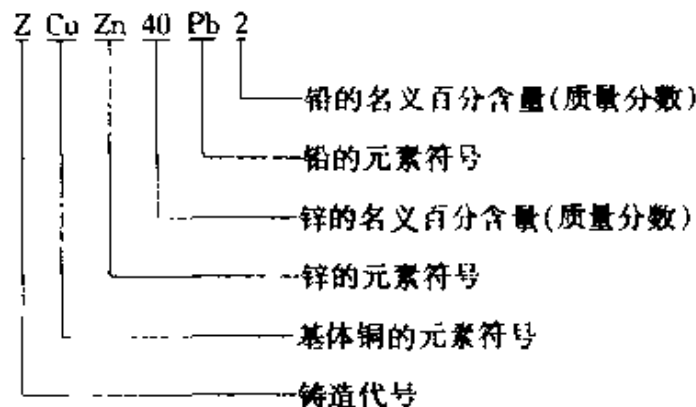
(续)

| 配料及原材料   | 熔炉  | 熔炼工艺要点  | 熔化温度<br>/°C               | 浇注温度<br>/°C | 备注   |
|--|-----|---|---------------------------|-------------|--|
| 配料(%):<br>Cu66<br>Al6.7<br>Fe2.5<br>Mn3.5<br>Zn21<br>原材料:<br>Cu—3以上<br>Al3号以上<br>JMn—3以上<br>Zn—5以上<br>Fe—低碳钢 | 坩埚炉 | 1. 将铜、铁及锰同时装入已预热至暗红色的坩埚中, 在微氧化性气氛下加速熔化, 铜、铁和锰在坩埚中的装入顺序: 用少量铜铺底, 然后放铁, 其上放锰, 最后装铜, 装料应紧些, 且不使炉料伸出坩埚外(留出少量铜, 如5%~10%以备调温)<br>2. 铜、铁和锰熔化后进行搅拌, 加入若干铜适当降低温度, 然后加入经预热之铝, 并仔细搅拌。铝须压入铜液内部<br>3. 铝熔化时自行升温, 应加入余下全部铜降低合金温度, 在合金液不发白时(1100°C~1180°C)加入经预热之锌<br>4. 锌熔化后继续加热, 直到锌沸腾为止, 锌的沸腾时间应尽量短<br>5. 加少量食盐清理合金, 做炉前试验后进行浇注 | 1150~1180<br>(需除气时加热至锌沸腾) | 950~1050    | 合金液中加锌时温度过高, 容易引起爆炸; 温度过低, 则在锌块周围形成一层铜壳, 也会引起爆炸。对本合金而言较合适的温度为1100~1180°C |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 31. ZCuZn40Pb2 的铸造铅黄铜配料(配料实例 962)

ZCuZn40Pb2 的主要含义如下:



ZCuZn40Pb2 的合金代号为 40—2 铅黄铜。

对于泵等类铸件的 ZCuZn40Pb2 的铸造铅黄铜配料, 可查配料实例 962 或表 3.4-68。

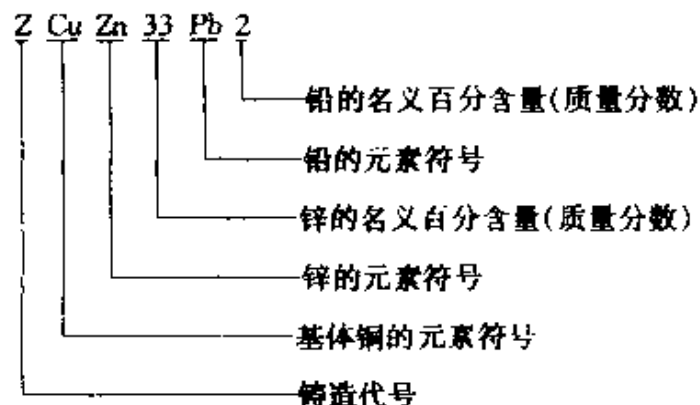
配料实例 962 表 3.4-68 ZCuZn40Pb2 的铸造铅黄铜配料

|            |   |     |     |      |               |
|------------|---|-----|-----|------|---------------|
| 铸件名称       | 橡胶轴承衬套 (泵类零件)   |     |     |      |               |
| 铸件特点       | 铸件特点: 轮廓尺寸为 $\phi 650\text{mm} \times 700\text{mm}$ , 内径 $\phi 580\text{mm}$ , 为回转体筒状铸件。毛坯重量为 370kg。采用离心机金属型铸造<br>要求铸铜牌号: ZCuZn40Pb2。抗拉强度 $\sigma_b > 280\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 20\%$ , 布氏硬度 $> 885\text{HBS}$ |     |     |      |               |
| 合金成分控制 (%) | Cu58.0~63.0, Al0.2~0.8, Pb0.5~2.5, Zn 余量  |     |     |      |               |
| 配 料        |   |     |     |      |               |
| 炉料总量 /kg   | 其中 /kg  |     |     |      | 备 注           |
|            | 电解铜   | 铅锭  | 锌锭  | 铅铜合金 |               |
| 450        | 260.1   | 5.4 | 180 | 4.5  | Al:Cu = 50:50 |

- 注: 1. 采用熔化炉类型: 采用 500kg 工频感应加热电炉熔化, 炉内烧损 (%) 为 Cu1、Al1.5、Pb1.5、Zn3。  
2. 合金完全熔化后, 测温, 折角观察断口颜色及结晶组织均匀, 搅拌均匀后出炉。  
3. 检测结果:  
化学成分 (%): Cu59.27, Al0.51, Pb1.26;  
力学性能:  $\sigma_b 309\text{MPa}$ ,  $\delta_5 22\%$ , 933HBW。  
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。  
5. 本配料还适用于同牌号的轴套, 轴承保持架, 齿轮等铸件。

### 32. ZCuZn33Pb2 的铸造铅黄铜配料(配料实例 963)

ZCuZn33Pb2 的主要含义如下:



ZCuZn33Pb2 的合金代号为 33—2 铅黄铜。

对于工业电器等类铸件的 ZCuZn33Pb2 的铸造铅黄铜配料, 可查配料实例 963 或表 3.4-69。

**配料实例 963 表 3.4-69 ZCuZn33Pb2 的铸造铅黄铜配料**

|            |  |     |     |          |            |    |    |
|------------|--|-----|-----|----------|------------|----|----|
| 铸件名称       | 活塞 (工业电器类 SF <sub>6</sub> 敞开式断路器 LW <sub>12</sub> -220 零件)   |     |     |          |            |    |    |
| 铸件特点       | 该件的内外圆距离小, 造成此处砂胎很薄, 在高温液流冲击下很容易掉砂。有些部分型砂三面处在金属液的包围下, 有时出现粘砂。采用砂型铸造, 干砂型, 在易粘砂的部分刷涂料<br>要求铸铜牌号: 铸造铅黄铜 ZCuZn33Pb2。抗拉强度 $\sigma_b \geq 180\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 12\%$ , 硬度 $\geq 490\text{HBW}$ |     |     |          |            |    |    |
| 合金成分控制 (%) | Cu63.0~67.0, Pb1.0~3.0   |     |     |          |            |    |    |
| 配 料        |  |     |     |          |            |    |    |
| 炉料名称       | 炉料成分 (%)   |     |     | 配料比例 (%) | 炉料计算成分 (%) |    |    |
|            | Zn   | Cu  | Pb  |          | Zn         | Cu | Pb |
| 电解铜        |  | 100 |     | 65       |            | 65 |    |
| 铅锭         |  |     | 100 | 2        |            |    | 2  |
| 锌锭         | 100  |     |     | 33       | 33         |    |    |
| 合计         |  |     |     | 100      | 33         | 65 | 2  |
| 炉前操作       | 1. 元素烧损以下限来调整, 总炉耗以 5% 计算<br>2. 去渣后精炼<br>3. 出炉温度 1100°C<br>4. 浇注温度 1000°C  |     |     |          |            |    |    |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 工频感应加热电炉。

2. 炉前浇注试样做气体含量检验, 光谱分析。

3. 检测结果:

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b 193.5\text{MPa}$ , 断后伸长率  $\delta_5 15.4\%$ , 硬度 521HBW;

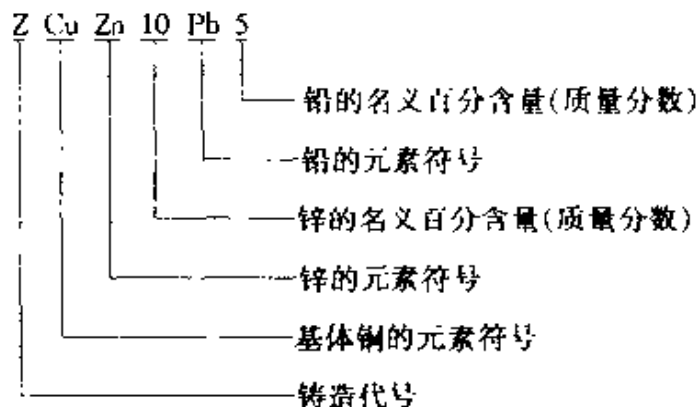
化学成分 (%): Cu65, Pb1.9。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于不承受高压的一般用途铸件, 如无线电接头、装饰铸铜件等。

### 33. ZCuZn10Pb5 的铸造铅黄铜配料(配料实例 964)

ZCuZn10Pb5 的主要含义如下:



ZCuZn10Pb5 的合金代号为 10—5 铅黄铜。

对于冶金机械等类铸件的 ZCuZn10Pb5 的铸造铅黄铜配料,可查配料实例 964 或表 3.4-70。

配料实例 964 表 3.4-70 ZCuZn10Pb5 的铸造铅黄铜配料

|           |   |    |    |     |     |
|-----------|---|----|----|-----|-----|
| 铸件名称      | 锥形套(冶金机械类 K1417 零件)   |    |    |     |     |
| 铸件特点      | 铸件为回转形筒状铸件。轮廓尺寸为 $\phi 235\text{mm} \times 675\text{mm}$ , 铸件毛坯重量为 75kg。采用干型倾斜旋转铸造<br>要求铸铜牌号: 铸造铅黄铜 ZCuSn10Pb5。抗拉强度 $\sigma_b > 195\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 10\%$ , 布氏硬度 $> 685\text{HBW}$ |    |    |     |     |
| 合金成分控制(%) | Sn9.0~11.0, Pb4.0~6.0, 余量为 Cu   |    |    |     |     |
| 配 料       |   |    |    |     |     |
| 炉料总重 /kg  | 其中/kg   |    |    |     | 备 注 |
|           | 电解铜   | 锡锭 | 铅锭 | 磷铜  |     |
| 200       | 169.5   | 20 | 10 | 0.5 |     |

注: 1. 采用熔化炉类型: 地坑式自然通风地坑坩埚炉熔炼, 坩埚为 200<sup>#</sup>。炉内烧损为铜 1%、锡 1%、铅 1.5%。

2. 电解铜熔化后, 加入锡锭、铅锭, 以磷铜脱氧, 做炉前含气及折角试验, 观察断口组织结晶情况, 升温至浇注温度。

3. 检测结果:

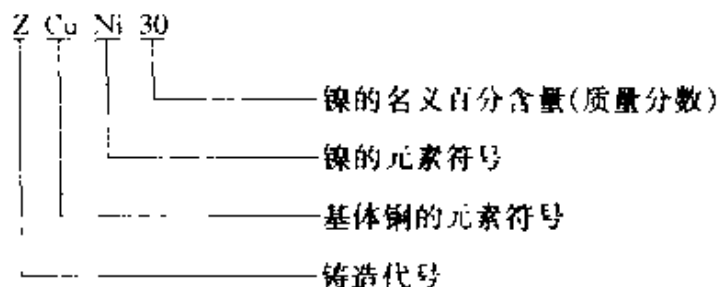
化学成分(%): Sn10.25, Pb4.98;

力学性能:  $\sigma_b 201\text{MPa}$ ,  $\delta_5 11\%$ , 723HBW。

4. 本配料还适用于同牌号的轴承, 轴瓦、轴套、导轴承等铸铜件。

## 34. ZCuNi30 的铸造白铜配料(配料实例 965)

ZCuNi30 的主要含义如下:



ZCuNi30 的合金代号为 30 白铜。

对于 ZCuNi30 的铸造白铜配料,可查配料实例 965 或表 3.4-71

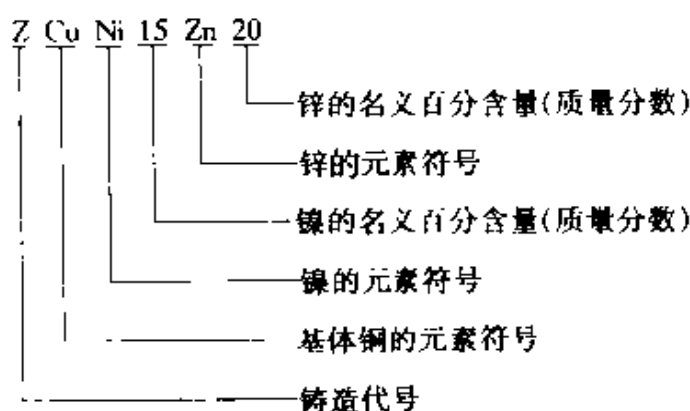
配料实例 965 表 3.4-71 ZCuNi30 的铸造白铜配料

|                   |  |   |
|-------------------|--|---|
| 问题提出              | 为熔制(%)含 Cu70 和 Ni30 的铸造白铜 ZCuNi30,应怎样进行配料计算? |   |
| 已知条件              | 在配料中利用 44.6% 本厂废料,炉料的重量为 636kg               |   |
| 配料计算              | 计算:  |   |
|                   | ①不计算烧损的炉料成分:                                 |   |
|                   | Cu .....                                     | $\frac{70 \times 636}{100} \text{kg} = 445.2 \text{kg}$     |
|                   | Ni .....                                     | $\frac{30 \times 636}{100} \text{kg} = 190.8 \text{kg}$     |
|                   | ②废料可带入:                                      |   |
|                   | Cu .....                                     | $\frac{44.6 \times 70}{100} \times 6.36 = 198.56 \text{kg}$ |
|                   | Ni .....                                     | $\frac{44.6 \times 30}{100} \times 6.36 = 85.10 \text{kg}$  |
|                   | 总共 .....                                     | 283.66kg  |
|                   | ③应加入新金属:                                     |   |
|                   | Cu .....                                     | $(445.2 - 198.56) \text{kg} = 246.64 \text{kg}$             |
|                   | Ni .....                                     | $(190.8 - 85.10) \text{kg} = 105.70 \text{kg}$              |
|                   | ④炉料的成分:                                      |   |
| ZCuNi30 的废料 ..... | 283.66kg                                     |   |
| 电解铜 .....         | 246.64kg                                     |   |
| 电解镍 .....         | 105.70kg                                     |   |
| 总共 .....          | 636.00kg                                     |   |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 35. ZCuNi15Zn20 的铸造铸白铜配料(配料实例 966)

ZCuNi15Zn20 的主要含义如下:



ZCuNi15Zn20 的合金代号为 15—20 锌白铜。

对于 ZCuNi15Zn20 的铸造铸白铜配料,可查配料实例 966 或表 3.4-72。

**配料实例 966** 表 3.4-72 ZCuNi15Zn20 的铸造铸白铜配料

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | 为熔制(%)含有 Ni15、Zn20% 和 Cu65 的铸造铸白铜 ZCuNi15Zn20, 应怎样进行配料计算?   |
| 已知条件 | 炉料的重量为 600kg, 炉料的成分(%)为: ① 铸造黄铜 ZCuZn20 的废料成分(%)为: Cu80, Zn20—100kg; ② 铸造白铜 ZCuNi20 的废料成分(%)为: Cu8, Ni20—120kg; ③ 电解铜; ④ 电解镍; ⑤ 电解锌。锌的烧损为 2.5%  |
| 配料计算 | <p>计算:</p> <p>① 不计算 Zn 烧损量之炉料的成分</p> <p>Cu ..... <math>\frac{65 \times 600}{100}</math> kg = 390kg</p> <p>Ni ..... <math>\frac{15 \times 600}{100}</math> kg = 90kg</p> <p>Zn ..... <math>\frac{20 \times 600}{100}</math> kg = 120kg</p> <p>② 废料带人:</p> <p>100kg 铸造黄铜 ZCuZn20</p> <p>带人 ..... Cu80kg 和 Zn20kg</p> <p>120kg 铸造白铜 ZCuNi20</p> <p>带人 ..... Cu <math>\frac{80 \times 120}{100}</math> kg = 96kg</p> <p>..... 及 Ni(120 - 96)kg = 24kg</p> <p>总共废料带人: Cu ..... (80 + 96)kg = 176kg</p> <p style="padding-left: 40px;">Zn ..... 20kg</p> <p style="padding-left: 40px;">Ni ..... 24kg</p> |



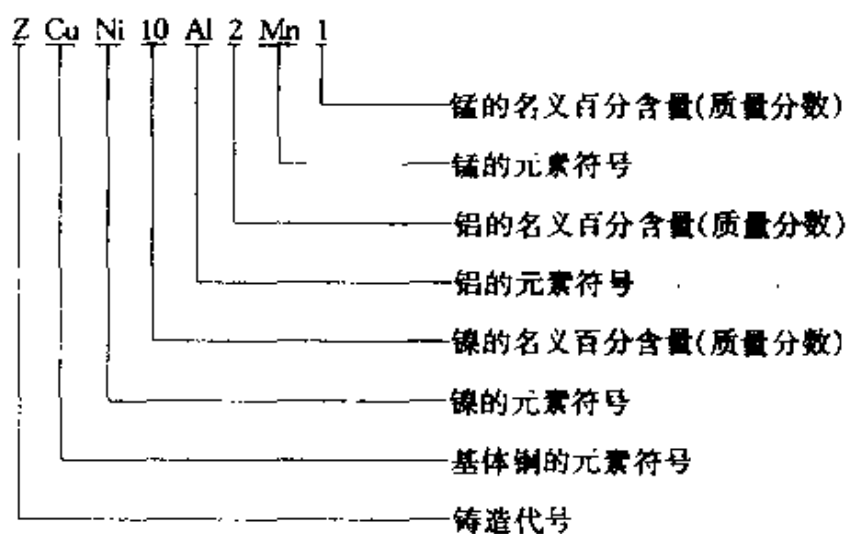
(续)

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 配料计算                        | ③必须加入新金属:   |
|                             | Cu ..... (390 - 176)kg = 214kg                          |
|                             | Zn ..... (120 - 20)kg = 100kg                           |
|                             | Ni ..... (90 - 24)kg = 66kg                             |
|                             | ④算进 Zn 的烧损量:  |
|                             | 包括烧损量之全部 Zn 应是:   |
|                             | $\frac{120 \times 100}{97.5} \text{kg} = 123 \text{kg}$ |
|                             | 应补充烧损量(123 - 120)kg = 3kg                               |
|                             | 纯 Zn 量为(100 + 3)kg = 103kg                              |
|                             | ⑤600kg 铸造锌白铜 ZCuNi15Zn20 的炉料组成为:                        |
| 铸造黄铜 ZCuZn20 的废料..... 100kg |   |
| 铸造白铜 ZCuNi20 的废料..... 120kg |   |
| 电解铜..... 214kg              |   |
| 电解镍..... 66kg               |   |
| 电解锌..... 103kg              |   |
| <hr/>                       |   |
| 603kg                       |   |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

### 36. ZCuNi10Al2Mn1Zn1 的铸造铝白铜配料(配料实例 967)

ZCuNi10Al2Mn1Zn1 的主要含义如下:



ZCuNi10Al2Mn1Zn1 的合金代号为 10—2—1—1 铝白铜。

对于汽轮机等类铸件的 ZCuNi10Al2Mn1Zn1 的铸造锌白铜配料,可查配料实例

967 或表 3.4-73。

配料实例 967 表 3.4-73 ZCuNi10Al2Mn1Zn1 的铸造锌白铜配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 排气室(汽轮机类零件)   |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸为 $\phi 178\text{mm} \times 78\text{mm}$ , 为罩壳类铸件, 壁厚较均匀, 多处为 6mm<br>采用油砂芯, 湿型铸造<br>要求铸铜牌号: 铸造锌白铜 ZCuNi10Al2Mn1Zn1。抗拉强度 $\sigma_b > 559\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta > 12\%$ , 布氏硬度 $> 180\text{HBS}$ |
| 合金成分控制(%) | Ni9.0 - 11.0, Al1.5 - 2.5, Mn0.5 - 1.5, Zn0.5 - 1.5   |

## 配 料

| 合金 | 配料比例 (%) | 加入量/kg |      |    |     |    | 备 注                 |
|----|----------|--------|------|----|-----|----|---------------------|
|    |          | 电解铜    | 镍铜合金 | 铝锭 | 电解锰 | 锌锭 |                     |
| 铜  | 86       | 92     | 80   |    |     |    | 镍铜合金<br>Ni/Cu 20:80 |
| 镍  | 10       |        | 20   |    |     |    |                     |
| 铝  | 2        |        |      | 4  |     |    |                     |
| 锰  | 1        |        |      |    | 2   |    |                     |
| 锌  | 1        |        |      |    |     | 2  |                     |
| 合计 | 100%     | 92     | 100  | 4  | 2   | 2  | 总加入量 200kg          |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用地坑焦炭坩埚炉熔炼, 坩埚为 200<sup>#</sup>, 熔剂为 60% 碎玻璃与 40% 硼砂覆盖。
2. 合金在覆盖剂下熔化, 熔化后以 10% 冰晶石精炼, 至浇注温度, 做炉前含气及折角试验, 并观察断口颜色及结晶情况, 合格后消除熔渣, 出炉浇注。
3. 检测结果:  
化学成分 (%): Ni10.73, Al1.98, Mn0.88, Zn0.97;  
力学性能:  $\sigma_b 607\text{MPa}$ ,  $\delta 14.3\%$ , 198HBS。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料表还适用于其他同牌号排气室。

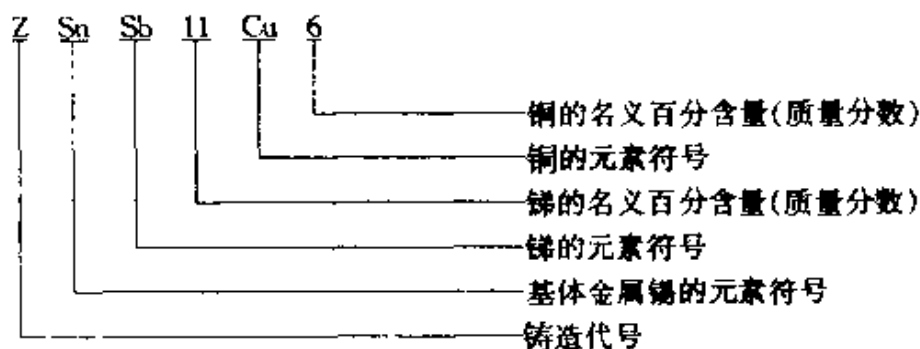
## 第 5 章 铸造轴承合金配料

什么是铸造轴承合金[减摩合金](cast antifrictional alloys, bearing alloys)? 铸造轴承合金是指具有良好耐磨和减摩性能,用于制造滑动轴承的铸造合金。

根据国家标准 GB/T 1174—1992《铸造轴承合金》的规定,铸造轴承合金按其化学成分分为锡基、铅基、铜基、铝基共计 18 种牌号:锡基的有 ZSnSb12Pb10Cu4、ZSnSb12Cu6Cd1、ZSnSb11Cu6、ZSnSb8Cu4、ZSnSb4Cu4;铅基的有 ZPbSb16Sn16Cu2、ZPbSb15Sn5Cu3Cd2、ZPbSb15Sn10、ZPbSb15Sn5、ZPbSb10Sn6;铜基的有 ZCuSn5Pb5Zn5、ZCuSn10P1、ZCuPb10Sn10、ZCuPb15Sn8、ZCuPb20Sn5、ZCuPb30、ZCuAl10Fe3;铝基的有 ZAlSn6Cu1Ni1。

### 1. ZSnSb11Cu6 的铸造锡基轴承合金配料(配料实例 968)

ZSnSb11Cu6 的主要含义如下:



对于 ZSnSb11Cu6 的铸造锡基轴承合金配料,可速查配料实例 968 或表 3.5-1。

**配料实例 968 表 3.5-1 ZSnSb11Cu6 的铸造锡基轴承合金配料**

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | 为熔炼铸造锡基轴承合金 ZSnSb11Cu6D,计算 6 个容量为 1500kg 熔炼炉之配料,应怎样进行配料计算?  |
| 已知条件 | 规格成分(%)要求:Sb 10.0~12.0,Cu 5.5~6.5,Sn 余量<br>配料成分(%)控制:Sb 11.8,Cu 6.0,Sn 余量   |
| 配料计算 | 计算:<br>①6 个熔炼炉之配料的全量为 $1500\text{kg} \times 6 = 9000\text{kg}$<br>②炉料的成分:<br>Sb ..... $9000\text{kg} \times 11.8\% = 1062\text{kg}$<br>Cu ..... $9000\text{kg} \times 6\% = 540\text{kg}$<br><hr/> 共计 ..... 1602kg<br>Sn ..... $(9000 - 1602)\text{kg} = 7398\text{kg}$ |

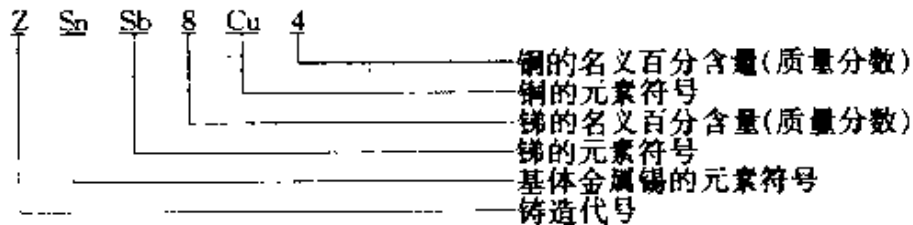
(续)

|      |  |               |
|------|--|---------------|
| 配料计算 | Cu 是以 Cu-Sb 中间合金状加入,其中含有 Cu50%,因此,中间合金需要 $540\text{kg} \times 2 = 1080\text{kg}$<br>中间合金带入 Cu540kg 和 Sb540kg<br>纯 Sb 需 $(1062 - 540)\text{kg} = 522\text{kg}$<br>炉料的组成为: |               |
|      | 6 个熔炼炉   | 1 个熔炼炉        |
|      | Sn .....   | 7398kg 1233kg |
|      | Sb .....   | 522kg 87kg    |
|      | Cu-Sb 中间合金.....  | 1080kg 180kg  |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 2. ZSnSb8Cu4 的铸造锡基轴承合金配料(配料实例 969)

ZSnSb8Cu4 的主要含义如下:



对于 ZSnSb8Cu4 的铸造锡基轴承合金配料,可查配料实例 969 或表 3.5-2。

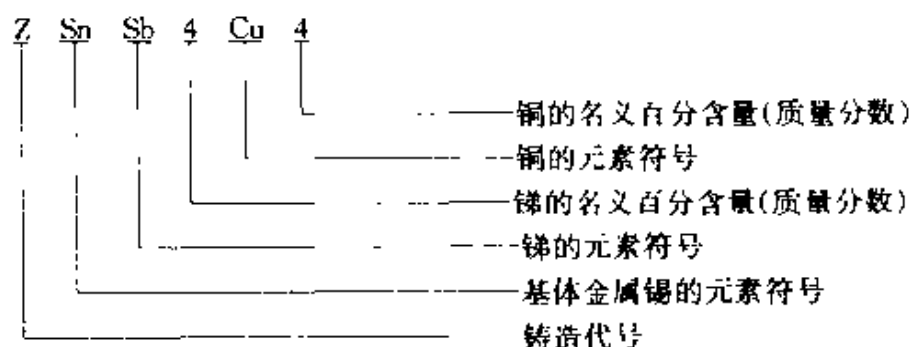
配料实例 969 表 3.5-2 ZSnSb8Cu4 的铸造锡基轴承合金配料

|      |   |
|------|---|
| 问题提出 | 为熔炼铸造锡基轴承合金 ZSnSb8Cu4,计算 4 个容量为 1000kg 熔炼炉之配料,应怎样进行配料计算?  |
| 已知条件 | 规格成分(%)要求:Sb 7.0~8.0,Cu 3.0~4.0,Sn 余量<br>配料成分(%)控制:Sb 7.5,Cu 3.5,Sn 余量  |
| 配料计算 | <p>计算:</p> <p>①4 个熔炼炉之配料的全量为 <math>1000\text{kg} \times 4 = 4000\text{kg}</math></p> <p>②炉料的成分:</p> <p>Sb ..... <math>4000\text{kg} \times 7.5\% = 300\text{kg}</math></p> <p>Cu ..... <math>4000\text{kg} \times 3.5\% = 140\text{kg}</math></p> <hr/> <p>共计..... 440kg</p> <p>Sn ..... <math>(4000 - 440)\text{kg} = 3560\text{kg}</math></p> <p>Cu 是以 Cu-Sb 中间合金状加入,其中含有 Cu50%,因此,中间合金需要 <math>140\text{kg} \times 2 = 280\text{kg}</math><br/>中间合金带入 Cu140kg 和 Sb140kg<br/>纯 Sb 需 <math>(300 - 140)\text{kg} = 160\text{kg}</math><br/>炉料的组成为:</p> <p>4 个熔炼炉 1 个熔炼炉</p> <p>Sn ..... 3560kg 890kg</p> <p>Sb ..... 160kg 40kg</p> <p>Cu-Sb 中间合金..... 280kg 70kg</p> |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 3. ZSnSb4Cu4 的铸造铸基轴承合金配料(配料实例 970)

ZSnSb4Cu4 的主要含义如下:



对于 ZSnSb4Cu4 的铸造锡基轴承合金配料,可查配料实例 970 或表 3.5-3。

配料实例 970 表 3.5-3 ZSnSb4Cu4 的铸造锡基轴承合金配料

| 问题提出     | 为熔炼铸造锡基轴承合金 ZSnSb4Cu4, 计算 2 个容量为 2000kg 熔炼炉之配料, 应怎样进行配料计算?   |        |        |        |          |        |        |          |       |       |
|----------|--|--------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|-------|-------|
| 已知条件     | 规格成分(%)要求: Sb 4.0~5.0, Cu 4.0~5.0, Sn 余量<br>配料成分(%)控制: Sb 4, Cu 4, Sn 余量   |        |        |        |          |        |        |          |       |       |
| 配料计算     | <p>计算:</p> <p>①2 个熔炼炉之配料的总量为 <math>2000\text{kg} \times 2 = 4000\text{kg}</math></p> <p>②炉料的成分:</p> <p>Sb ..... <math>4000\text{kg} \times 4\% = 160\text{kg}</math></p> <p>Cu ..... <math>4000\text{kg} \times 4\% = 160\text{kg}</math></p> <hr/> <p>共计 ..... 320kg</p> <p>Sn ..... <math>(4000 - 320)\text{kg} = 3680\text{kg}</math></p> <p>Cu 是以 Cu-Sb 中间合金状加入, 其中含有 Cu50%, 因此, 中间合金需要 <math>160\text{kg} \times 2 = 320\text{kg}</math></p> <p>中间合金带入 Cu160kg 和 Sb160kg</p> <p>纯 Sb 需 <math>(160 - 160)\text{kg} = 0</math>, 即不需加入纯 Sb</p> <p>炉料的组成为:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: right;">2 个熔炼炉</th> <th style="text-align: right;">1 个熔炼炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sn .....</td> <td style="text-align: right;">3680kg</td> <td style="text-align: right;">1840kg</td> </tr> <tr> <td>Sn .....</td> <td style="text-align: right;">320kg</td> <td style="text-align: right;">160kg</td> </tr> </tbody> </table> |        | 2 个熔炼炉 | 1 个熔炼炉 | Sn ..... | 3680kg | 1840kg | Sn ..... | 320kg | 160kg |
|          | 2 个熔炼炉   | 1 个熔炼炉 |        |        |          |        |        |          |       |       |
| Sn ..... | 3680kg   | 1840kg |        |        |          |        |        |          |       |       |
| Sn ..... | 320kg  | 160kg  |        |        |          |        |        |          |       |       |

注: 成分含量和配料比例皆指质量分数。

#### 4. ZCuPb17Sn4Zn4 的铸造铜基轴承合金配料(配料实例 971)

ZCuPb17Sn4Zn4 的主要含义如下:



对于 ZCuPb17Sn4Zn4 的铸造铜基轴承合金配料,可查配料实例 971 或表 3.5-4。

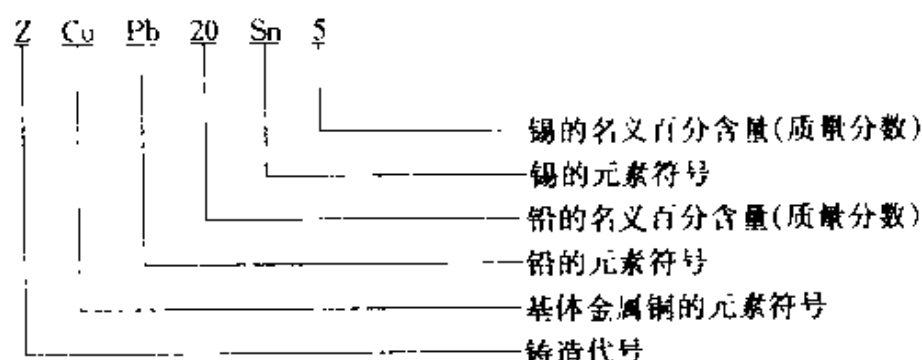
配料实例 971 表 3.5-4 ZCuPb17Sn4Zn4 的铸造铜基轴承合金配料

| ZCuPb17Sn4Zn4  | 化 学 成 分 (%) |  |               |               |   |
|--|-------------|--|---------------|---------------|---|
|  | Pb          | Sn   | Zn            | Cu            |   |
| 规格要求   | 16.0~18.0   | 3.0~5.0  | 3.0~5.0       | 其余            |   |
| 配料成分   | 17.0        | 4.0  | 5.0           | 其余            |   |
| 配料及原材料   | 熔炉          | 熔炼工艺要点   | 熔化温度<br>/°C   | 浇注温度<br>/°C   | 备 注   |
| 配料(%):<br>Sn—4<br>Zn—5<br>Pb—17<br>Cu—75<br>原材料:<br>Cu—4<br>Sn—5<br>Zn—5<br>Pb—6 | 坩<br>埚<br>炉 | 1. 先在氧化性气氛下化铜,温度达 1100~1150°C 时加入铜液重量的 0.1%~0.2% 磷铜,搅拌脱氧<br>2. 加入已预热的旧料,旧料熔化后加锌,继而加锡<br>3. 加热到温度达 1240~1260°C 时加入预热过的铅,立刻开始搅拌,一直搅拌到浇注前<br>4. 取样观察断面<br>晶粒细而均匀并呈灰色为合格<br>晶粒粗而带红色,则尚需进一步脱氧<br>晶粒细但带红色,则为含氢粒多,应进行去气处理 | 1240~<br>1260 | 1150~<br>1170 | 1. 用 Zn 或锰铜代替磷铜可减轻 Pb 的偏析<br>2. 用氧化熔剂处理铜液可防止合金含气和反偏析<br>3. 加入 S 0.03%~0.04% 可防止偏析 |

注:成分含量和配料比例皆指质量分数。

## 5. ZCuPb20Sn5 的铸造铜基轴承合金配料(配料实例 972)

ZCuPb20Sn5 的主要含义如下:



对于泵等类铸件的 ZCuPb20Sn5 的铸造铜基轴承合金配料,可查配料实例 972 或表 3.5-5。

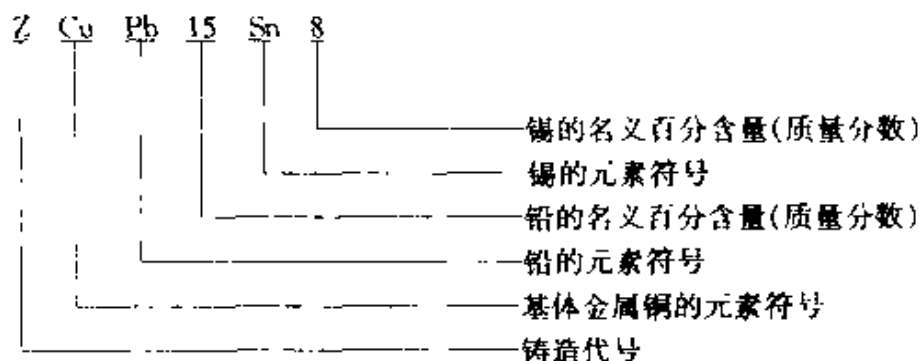
配料实例 972 表 3.5-5 ZCuPb20Sn5 的铸造铜基轴承合金配料

|             |   |    |      |     |
|-------------|---|----|------|-----|
| 铸件名称        | T 轴承(泵类 12NL125 泵零件)  |    |      |     |
| 铸件特点        | 铸件轮廓尺寸 $\phi 120\text{mm} \times 120\text{mm}$ , 内径 $\phi 80\text{mm}$ , 为回转筒状铸件。毛坯重 6.7kg。采用离心金属型铸造<br>要求铸铜牌号: 铸造铜基轴承合金 ZCuPb20Sn5。抗拉强度 $\sigma_b > 150\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 > 5\%$ , 布氏硬度 $> 560\text{HBW}$ |    |      |     |
| 合金成分控制(%)   | Pb 18.0~23.0, Sn 4.0~6.0, Cu 余量   |    |      |     |
| 配 料         |   |    |      |     |
| 炉料总重<br>/kg | 其中/kg   |    |      | 备 注 |
|             | 电解铜   | 锡锭 | 铅锭   |     |
| 200         | 149.5   | 10 | 40.5 |     |

- 注: 1. 采用熔炼炉类型: 采用地坑焦炭坩埚炉熔炼, 坩埚为 200<sup>#</sup>。炉内烧损(%)为 Cu 1, Sn 1, Pb 1.3。
2. 合金中电解铜熔化后以磷铜脱氧, 加入锡, 最后加铅, 熔化后充分搅拌, 做炉前含气及折角试验, 合格后升温至浇注温度。
3. 检测结果:  
化学成分(%): Pb 20.15, Sn 4.98;  
力学性能:  $\sigma_b$  163MPa,  $\delta_5$  5.7%, 556HBW。
4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。
5. 本配料还适用于同牌号的其他铸件如衬瓦, 轴承, 轴套等。

## 6. ZCuPb15Sn8 的铸造铜基轴承合金配料(配料实例 973)

ZCuPb15Sn8 的主要含义如下:



对于橡胶机械等类铸件的 ZCuPb15Sn8 的铸造铜基轴承合金配料,可查配料实例 973 或表 3.5-6。

**配料实例 973 表 3.5-6 ZCuPb15Sn8 的铸造铜基轴承合金配料**

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件名称      | 滑动轴承(橡胶机械类开炼机零件)   |
| 铸件特点      | 铸件特点:各种开炼机的辊筒轴瓦均是这种一端带法兰的圆筒型,是受力较重的轴承,是开炼机的关键零部件。采用离心铸造<br>要求铸钢牌号:铸造铜基轴承合金 ZCuPb15Sn8        |
| 合金成分控制(%) | 规格要求(%):Pb 13.0~17.0,Sn 7.0~9.0,Cu 余量<br>配料控制(%):Pb 15.0,Sn 8.0,Cu 余量                        |
| 配料        | 配料:<br>不需配制中间合金,当坩埚内的木炭、废料、紫铜熔化后,先后直接按比例加入 Sn 块、Pb 块熔化后即可。充分搅拌。为防止离心铸造产生比重偏析,再加入 S 0.2%~0.4% |

注: 1. 采用熔炼炉类型:坩埚炉或中频感应加热电炉。  
2. 成分含量和配料比例皆指质量分数。



## 第 6 章 压铸合金配料

什么是压铸合金(diecast alloy)? 压铸合金是指用于压力铸造的合金。具有熔化温度低,流动性好,结晶温度窄,收缩率及热脆性小等特性。

常用的压铸合金有:压铸铝合金,压铸锌合金,压铸镁合金,压铸铜合金和压铸铅锡合金等。

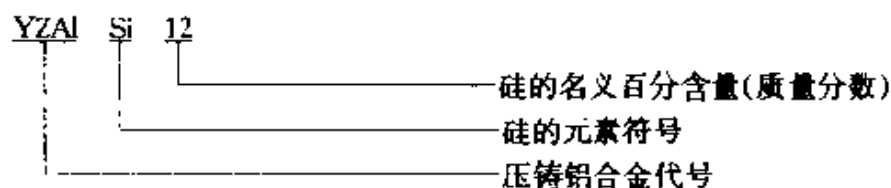
根据国家标准 GB/T 15115—1994《压铸铝合金》的规定,压铸铝合金按化学成分分为 7 种牌号:YZAlSi12(YL102)、YZAlSi10Mg(YL104)、YZAlSi12Cu2(YL108)、YZAlSi9Cu4(YL112)、YZAlSi11Cu3(YL113)、YZAlSi17Cu5Mg(YL117)、YZAlMg5Si1(YL302)。

根据国家标准 GB/T 13818—1992《压铸锌合金》的规定,压铸锌合金按化学成分分为 3 种牌号:YZZnAl4(YX040)、YZZnAl4Cu1(YX041)、YZZnAl4Cu3(YX043)。

根据国家标准 GB/T 15116—1994《压铸铜合金》的规定,压铸铜合金按化学成分分为 4 种牌号:YZCuZn40Pb(YT40—1 铅黄铜)、YZCuZn16Si4(YT16—4 硅黄铜)、YZCuZn30Al3(YZ30—3 铝黄铜)、YZCuZn35Al2Mn2Fe(YT35—2—2—1 铝锰铁黄铜)。

### 1. YZAlSi12 的压铸铝合金配料(配料实例 974)

YZAlSi12 的主要含义如下:



YZAlSi12 的合金代号为 YL102。

对于线路器材等类铸件的 YZAlSi12 的压铸铝合金配料,可查配料实例 974 或表 3.6-1。

#### 配料实例 974

表 3.6-1 YZAlSi12 的压铸铝合金配料

|      |   |
|------|---|
| 铸件名称 | 间隔棒(线路器材类高压架线部件零件)  |
| 铸件特点 | 铸件轮廓尺寸 406mm × 406mm × 24mm, 毛坯重 3kg, 主要壁厚 8mm 左右, 该部件形状复杂, 故采用压力铸造 |

(续)

|           |  |
|-----------|--|
| 铸件特点      | 要求压铸铝牌号:压铸铝合金 YZAlSi12(YL102)。该合金具有最好的抗热裂性能和很好的气密性,以及最好的流动性,不能热处理强化,拉伸强度低,适用浇注大的薄壁复杂零件,主要适合于压铸。力学性能要求:砂型,变质处理,铸态,抗拉强度 $\sigma_b$ 145MPa,断后伸长率 $\delta_5$ 4%,硬度 50HBS |
| 合金成分控制(%) | Si 10.0~13.0, Fe 0.7, Al 余量  |

## 配 料

| 炉料名称 | 炉料成分(%) |  | 配料比例<br>(%) | 配料成分(%) |  | 加入量<br>(kg) |
|------|---------|--|-------------|---------|--|-------------|
|      | Si      |  |             | Si      |  |             |
| 回炉料  | 11.8    |  | 50          | 5.9     |  | 150         |
| 硅    | 100     |  | 5.9         | 5.9     |  | 17.7        |
| 纯铝   |         |  | 44.1        |         |  | 132.3       |
| 合计   |         |  |             | 11.8    |  | 300         |

注: 1. 采用熔炼炉类型:120A—300kg 井式电阻坩埚炉。

2. 炉前操作:①装炉熔化顺序:Al 待熔清后加入 Si, Si 熔清后搅拌均匀;②进行熔化精炼、变质处理;③按铸件工艺要求,调整铝液温度、扒渣、浇注。

3. 检测结果:

力学性能:砂型,铸态,抗拉强度  $\sigma_b$  156MPa,断后伸长率  $\delta_5$  6%,硬度 54HBS。

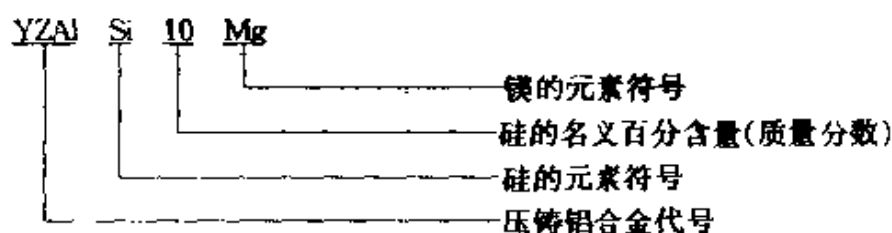
化学成分:Si 11.6%, Fe 0.2%。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于承受低负荷形状复杂的飞机和发动机薄壁铸件、仪表壳体、抽水机壳体、活塞及在200°C以下工作的其他薄壁铸件。

## 2. YZAlSi10Mg 的压铸铸合金配料(配料实例 975、976)

YZAlSi10Mg 的主要含义如下:



YZAlSi10Mg 的合金代号为 YL104。

对于中型载重汽车、航空航天等类铸件的 YZAlSi10Mg 的压铸铝合金配料, 可在配料实例 975 和配料实例 976 或表 3.6-2 和表 3.6-3。

配料实例 975 表 3.6-2 YZAlSi10Mg 的压铸铝合金配料

| 铸件名称       | 散热器出水弯管(中型载重汽车类零件)  |         |           |      |       |        |
|------------|---|---------|-----------|------|-------|--------|
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 93.5mm×93.5mm×47mm, 最小壁厚 2.5mm, 铸件重 0.21kg, 采用压力铸造<br>要求压铸铝牌号: 压铸铝合金 YZAlSi10Mg(YL104) 抗拉强度 $\sigma_b \geq 220\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 2\%$ , 硬度 $\geq 70\text{HBS}$ |         |           |      |       |        |
| 合金成分控制(%)  | Si 8.0~10.50, Mn 0.20~0.50, Mg 0.17~0.30, Cu < 0.30, Fe < 1.0, Zn < 0.30, Pb < 0.05, Sn < 0.01, Al 余量   |         |           |      |       |        |
| 配 料        |   |         |           |      |       |        |
| 炉料名称       | 炉料成分(%)   | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |      |       |        |
|            |   |         | Si        | Mn   | Mg    | Al     |
| Al-Si 中间合金 | Si 19~21, 其余 Al, 杂质 Fe $\leq 0.4$ , 杂质总和 $\leq 0.7$   | 23.75   | 4.75      | —    | —     | 19     |
| Al-Mn 中间合金 | Mn 9~11, 其余 Al, 杂质 Fe $\leq 0.7$ , 杂质总和 $\leq 1$  | 2.5     | —         | 0.25 | —     | 2.25   |
| Al 锭       | Al-2  | 23.625  | —         | —    | —     | 23.623 |
| Mg 锭       | Mg-3  | 0.125   | —         | —    | 0.125 | —      |
| 返回料        | 本牌号   | 50      | 4.75      | 0.25 | 0.125 | 44.875 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 1t 无心工频加热熔炼炉。

2. 炉前: 取样分析 Si、Mn、Mg、Fe, 根据分析报告调整成分。

3. 检测结果:

化学成分(%): Mg 0.25, Si 10.10, Fe 0.41, Mn 0.26, Cu 0.40。

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  245MPa, 断后伸长率  $\delta$  2%, 硬度 85HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于汽车零件气缸盖-罩盖、挺杆室盖板等同牌号的薄壁铝压铸件。

配料实例 976 表 3.6-3 YZAlSi10Mg 的压铸铝合金配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 引信机壳(航空航天类飞行器部件零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸 270mm×130mm×80mm, 毛坯重为 0.5kg, 主要壁厚 4mm 左右, 采用压力铸造<br>要求压铸铝牌号: 压铸铝合金 YZAlSi10Mg(YL104)。该合金是典型的铝-硅-镁-锰系合金, 铝-硅系合金具有优良的铸造性能, 流动性好, 气密性好, 收缩率小和抗热裂倾向小, 该合金力学性能较好, 在潮湿的大气中有很好的耐蚀性, 并且有良好的力学性能, 它多用于制造承受较大载荷且形状比较复杂的零件。力学性能要求: 砂型, T6 热处理状态, 抗拉强度 $\sigma_b$ 220MPa, 断后伸长率 $\delta_5$ 2%, 硬度 70HBS |
| 合金成分控制(%) | Si 8.0~10.5, Mg 0.17~0.30, Mn 0.2~0.5, Fe 0.6, Al 余量  |

## 配 料

| 炉料名称 | 炉料成分(%) |      |      | 配料比例<br>(%) | 配料成分(%) |      |       | 加入量<br>/kg |
|------|---------|------|------|-------------|---------|------|-------|------------|
|      | Si      | Mg   | Mn   |             | Si      | Mg   | Mn    |            |
| 回炉料  | 9.5     | 0.36 | 0.35 | 50          | 4.75    | 0.18 | 0.175 | 150        |
| 铝锰   |         |      | 10   | 1.75        |         |      | 0.175 | 5.25       |
| 硅    | 100     |      |      | 4.75        | 4.75    |      |       | 14.25      |
| 镁    |         | 100  |      | 0.18        |         | 0.18 |       | 0.54       |
| 纯铝   |         |      |      | 43.32       |         |      |       | 129.96     |
| 合计   |         |      |      | 100         | 9.5     | 0.36 | 0.35  | 300        |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 120A—300kg 电阻坩埚炉。

2. 炉前操作: ①装炉熔化顺序: 回炉料—纯铝—硅—铝锰, 熔化后搅拌均匀, 680~700°C时加镁; ②进行熔化精炼、变质处理; ③浇注前轻微搅拌, 按铸件工艺要求调整温度浇注。

3. 检测结果:

力学性能: 砂型, T6 热处理状态, 抗拉强度  $\sigma_b$  260MPa, 断后伸长率  $\delta_5$  3.5%, 硬度 75HBS;

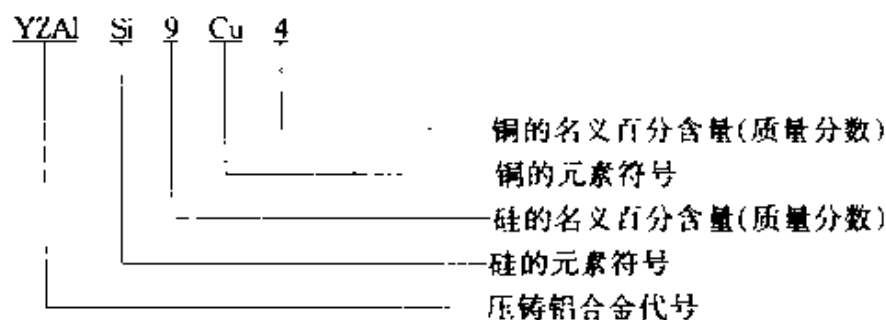
化学成分(%): Si 9.2, Mg 0.24, Mn 0.34, Fe 0.20, Al 余量。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于要求压铸铝合金 YZAl10Mg(YL—104)的承受高负荷的大尺寸的砂型和金属型铸件, 如传动机匣、气缸体、气缸盖、阀门、带轮、盖板、工具箱等飞机、船舶和汽车的其他零件。

## 3. YZAlSi9Cu4 的压铸铝合金配料(配料实例 977)

YZAlSi9Cu4 的主要含义如下:



YZAlSi9Cu4 的合金代号为 YL112。

对于中型载重汽车等类铸件的 YZAlSi9Cu4 的压铸铝合金配料,可查配料实例 977 或表 3.6-4。

配料实例 977 表 3.6-4 YZAlSi9Cu4 的压铸铝合金配料

| 铸件名称       | 后油封座一曲轴(中型载重汽车类零件)  |         |           |     |      |    |    |
|------------|---|---------|-----------|-----|------|----|----|
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 154mm×143mm×32.3mm,最小壁厚 2.5mm,铸件重 0.24kg,采用压力铸造<br>要求压铸铝牌号:压铸铝合金 YZAlSi9Cu4(YL112),抗拉强度 $\sigma_b \geq 240\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta \geq 1\%$ ,硬度 $\geq 85\text{HPS}$ |         |           |     |      |    |    |
| 合金成分控制(%)  | Si 7.5~9.5, Cu 3.0~4.0, Mg 0.1~0.3, Mn 0.2~0.5, Fe < 1.20, Ni < 0.50, Zn < 1.20, Pb < 0.10, Sn < 0.10, Al 余量  |         |           |     |      |    |    |
| 配 料        |   |         |           |     |      |    |    |
| 炉料名称       | 炉料成分(%)   | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |     |      |    |    |
|            |   |         | Si        | Mn  | Al   | Mg | Cu |
| Al-Si 中间合金 | Si 19~21, 其余 Al, 杂质 Fe $\leq 0.4$ , 杂质总和 $\leq 0.7$   | 19.125  | 3.825     | —   | 15.3 | —  | —  |
| Al-Mn 中间合金 | Mn 9~11, 其余 Al, 杂质 Fe $\leq 0.7$ , 杂质总和 $\leq 1$  | 1.8     | —         | 1.8 | 1.62 | —  | —  |

(续)

|            |                        | 配 料         |           |     |       |       |      |
|------------|------------------------|-------------|-----------|-----|-------|-------|------|
| 炉料名称       | 炉料成分(%)                | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |     |       |       |      |
|            |                        |             | Si        | Mn  | Al    | Mg    | Cu   |
| Al 锭       | Al-2                   | 20.79       | —         | —   | 20.79 | —     | —    |
| Mg 锭       | Mg-1                   | 0.135       | —         | —   | —     | 0.135 | —    |
| Al-Cu 中间合金 | Al 50, Cu 50, Fe < 0.5 | 3.15        | —         | —   | 1.58  | —     | 1.58 |
| 返回料        | 本牌号                    | 55          | 4.675     | 0.2 | 48.09 | 0.165 | 0.22 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 1t 无心工频加热熔炼炉。

2. 炉前: 取样分析 Si, Cu, Mg, Mn, Fe, 根据分析报告调整成分。

3. 检测结果:

化学成分(%): Si 8.77, Cu 3.46, Mg 0.23, Mn 0.39, Fe 0.20;

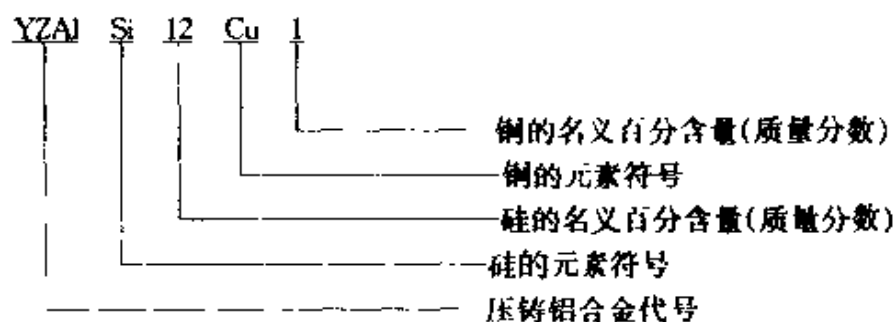
力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  255MPa, 断后伸长率  $\delta$  1%, 硬度 90HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于汽车零件离合器外壳、防护块等以及要求气密性较高的同牌号铝压铸件。

#### 4. YZAlSi12Cu1 的压铸铝合金配料(配料实例 978)

YZAlSi12Cu1 的主要含义如下:



YZAlSi12Cu1 的合金代号为 YL108。

对于中型载重汽车等类铸件的 YZAlSi12Cu1 的压铸铝合金配料, 可查配料实例 978 或表 3.6-5。

配料实例 978 表 3.6-5 YZAlSi12Cu1 的压铸铝合金配料

|           |   |
|-----------|---|
| 铸件名称      | 发动机左右悬置支架(中型载重汽车类零件)  |
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸(155×88×170)mm,最小壁厚5mm,铸件重0.55kg,采用压力铸造<br>要求压铸牌号:压铸铝合金YZAlSi12Cu1(YL108) 抗拉强度 $\sigma_b \geq 220\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta \geq 0.5\%$ ,硬度 $\geq 80\text{HBS}$ ,密度 $\leq 2.75\text{kg/dm}^3$ |
| 合金成分控制(%) | Si 10.50~13.5, Mn 0.10~0.50, Cu < 1.2, Mg < 0.40, Fe < 1.2, Ni < 0.20, Pb < 0.20, Sn < 0.10, Ti < 0.15, Zn < 0.50, Al 余量  |

## 配 料

| 炉料名称       | 炉料成分(%)   | 配料比(%) | 配料计算成分(%) |      |       |
|------------|---|--------|-----------|------|-------|
|            |   |        | Si        | Mn   | Al    |
| Al-Si 中间合金 | Si 19~21,其余Al,杂质 $\text{Fe} \leq 0.4$ ,杂质总和 $\leq 0.7$  | 34.5   | 6.9       | —    | 27.6  |
| Al-Mn 中间合金 | Mn 9~11, Al 余量,杂质 $\text{Fe} \leq 0.7$ ,杂质总和 $\leq 1\%$ | 1.8    | —         | 0.18 | 1.62  |
| Al锭        | Al-2  | 23.70  | —         | —    | 23.7  |
| 返回料        | 本牌号   | 40     | 4.6       | 0.12 | 35.28 |

注:1. 采用熔炼炉类型:1t 无心工频加热熔炼炉。

2. 炉前:取样分析 Si、Mn、Cu、Fe,根据分析报告调整成分。

3. 检测结果:

化学成分(%): Si 11.03, Mg 0.037, Cu 0.94, Fe 0.16, Pb < 0.03, Mn 0.28, Sn 0.017, Zn < 0.04, Ti 0.017, Ni < 0.08;

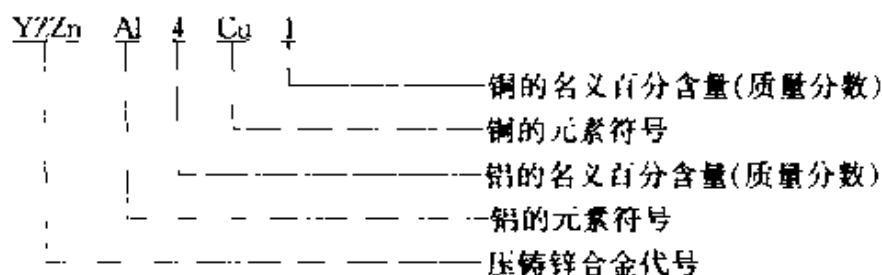
力学性能:抗拉强度 $\sigma_b$  240MPa,断后伸长率 $\delta$  0.5%,硬度 90HBS,密度 $2.8\text{kg/dm}^3$ 。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于汽车零件变速箱前壳、变速箱后壳等内部质量要求较高的同牌号铝铸件。

## 5. YZnAl4Cu1 的压铸锌合金配料(配料实例 979)

YZnAl4Cu1 的主要含义如下:



YZnAl4Cu1 的合金代号为 YX041。

对于中型载重汽车等类铸件的 YZnAl4Cu1 的压铸锌合金配料,可查配料实例 979 或表 3.6-6。

配料实例 979 表 3.6-6 YZnAl4Cu1 的压铸铝合金配料

|            |  |          |           |      |       |      |
|------------|--|----------|-----------|------|-------|------|
| 铸件名称       | 压块(中型载重汽车类零件)  |          |           |      |       |      |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 34mm×34mm×35.6mm, 最小壁厚 1.9mm, 铸件重 0.05kg, 采用压力铸造<br>要求压铸锌牌号: 压铸锌合金 YZnAl4Cu1(YX401)。抗拉强度 $\sigma_b \geq 280\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 2\%$ , 硬度 $\geq 85\text{HRS}$ , 密度约 $6.7\text{kg/dm}^3$ |          |           |      |       |      |
| 合金成分控制(%)  | Al 3.5~4.5, Cu 0.4~1.1, Mg 0.02~0.06, Zn 为其余; 杂质 $\text{Fe} \leq 0.05$ , $\text{Ni} \leq 0.02$ , $\text{Pb} + \text{Cd} \leq 0.008$ , $\text{Sn} \leq 0.002$   |          |           |      |       |      |
| 配 料        |  |          |           |      |       |      |
| 炉料名称       | 炉料成分(%)  | 配料比例 (%) | 配料计算成分(%) |      |       |      |
|            |  |          | Zn        | Al   | Mg    | Cu   |
| 锌锭         | Zn-2   | 38.104   | 38.104    | —    | —     | —    |
| 铝锭         | Al-1   | 1.24     | —         | 1.24 | —     | —    |
| 镁锭         | Mg-3   | 0.016    | —         | —    | 0.016 | —    |
| Al-Cu 中间合金 | Cu 50, Al 50, Fe < 0.5   | 0.64     | —         | 0.32 | —     | 0.32 |
| 返回料        | 本牌号  | 60       | 57.156    | 2.34 | 0.024 | 0.48 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 煤气坩埚炉。

2. 熔炼工艺要点:

①将坩埚清理干净并予以预热; ②把约 2/3~3/4 的回炉料和锌锭, 及全部的铝锭和中间合金依次加入炉内熔化; ③当炉料熔化至  $600^\circ\text{C}$  左右时, 搅拌扒渣; ④把剩余的炉料分批加入, 并适当控制不要使合金过热; ⑤用钟罩压入镁块, 等镁全部熔化后方可取出钟罩; ⑥用钟罩压入干燥的  $\text{ZnCl}_2$  进行精炼, 这时的合金温度不超过  $450^\circ\text{C}$ ,  $\text{ZnCl}_2$  的加入量为每 100kg 合金加 50g; ⑦用  $\text{ZnCl}_2$  处理后, 使合金镇静 5~7min, 扒除渣物; ⑧取样分析, Cu、Al、Mg、Fe, 根据分析报告调整成分, 待合金成分合格后方可出炉铸锭。出炉温度为  $400\sim 450^\circ\text{C}$ 。

3. 检测结果:

化学成分(%): Al 3.98, Mg 0.054, Cu 0.68;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  330~350MPa, 断后伸长率  $\delta_5$  2%, 硬度 95~110HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于开关支架、仪表板等复杂壁薄的同牌号压铸锌合金件。



## 6. 2<sup>#</sup>的压铸锌合金配料(配料实例 980)

2<sup>#</sup>为工厂自定的非标准压铸锌合金。

对于中型载重汽车等类铸件的2<sup>#</sup>的压铸锌合金配料,可查配料实例 980 或表 3.6-7。

配料实例 980

表 3.6-7 2<sup>#</sup>的压铸锌合金配料

| 铸件名称       | 左外手柄(中型载重汽车类零件)  |             |           |      |       |      |
|------------|--|-------------|-----------|------|-------|------|
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 190mm × 50mm × 50mm, 最小壁厚 2mm, 铸件重 0.34kg, 采用压力铸造<br>要求压铸锌牌号: 压铸锌合金 2 <sup>#</sup> 。抗拉强度 $\sigma_b \geq 275\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 2\%$ , 硬度 $\geq 90\text{HBS}$ |             |           |      |       |      |
| 合金成分控制(%)  | Cu 0.5~0.9, Al 3.5~4.5, Mg 0.08~0.15, 其余 Zn; 杂质 Fe $\leq 0.1$<br>Pb $\leq 0.015$ , Sn $\leq 0.005$ , Cd $\leq 0.01$ , 杂质总和 $\leq 0.15$   |             |           |      |       |      |
| 配 料        |  |             |           |      |       |      |
| 炉料名称       | 炉料成分(%)  | 配料比例<br>(%) | 配料计算成分(%) |      |       |      |
|            |  |             | Zn        | Al   | Mg    | Cu   |
| 锌锭         | Zn-1   | 38.072      | 38.07     | —    | —     | —    |
| 铝锭         | Al-1   | 1.32        | —         | 1.32 | —     | —    |
| 镁锭         | Mg-3   | 0.048       | —         | —    | 0.048 | —    |
| Al-Cu 中间合金 | Al 50, Cu 50, Fe < 0.5   | 0.56        | —         | 0.28 | —     | 0.28 |
| 返回料        | 本牌号  | 60          | 57.11     | 2.4  | 0.072 | 0.42 |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 煤气坩埚炉。

2. 炉前, 取样分析 Cu、Al、Mg、Fe, 根据分析报告调整成分。

3. 检测结果:

化学成分(%): Mg 0.11, Al 3.72, Cu 0.76;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  320~345MPa, 断后伸长率  $\delta_5$  2%, 硬度 96~102HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于同牌号的传统轴玻璃升降器、右外手柄等表面无需电镀的压铸锌合金件。

## 7. 0<sup>#</sup>的压铸锌合金配料(配料实例 981)

0<sup>#</sup>为工厂自定的非标准压铸锌合金。

对于中型载重汽车等类铸件的0<sup>#</sup>的压铸锌合金配料,可查配料实例981或表3.6-8。

配料实例981 表3.6-8 0<sup>#</sup>的压铸锌合金配料

| 铸件名称      | 手柄(中型载重汽车类零件)  |         |           |     |      |     |
|-----------|--|---------|-----------|-----|------|-----|
| 铸件特点      | 铸件轮廓尺寸131mm×38mm×38mm,最小壁厚3.25mm,铸件重0.075kg,采用压力铸造<br>要求压铸锌牌号:压铸锌合金0 <sup>#</sup> 。抗拉强度 $\sigma_b \geq 275\text{MPa}$ ,断后伸长率 $\delta_5 \geq 2\%$ ,硬度 $\geq 90\text{HBS}$ |         |           |     |      |     |
| 合金成分控制(%) | Cu 0.5~0.9, Al 3.5~4.5, Mg 0.03~0.08, 其余Zn; 杂质Fe $\leq 0.075$ , Pb $\leq 0.007$ , Sn $\leq 0.005$ , Cd $\leq 0.005$ , 杂质总和 $\leq 0.11$                                   |         |           |     |      |     |
| 配 料       |  |         |           |     |      |     |
| 炉料名称      | 炉料成分(%)  | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |     |      |     |
|           |  |         | Zn        | Al  | Mg   | Cu  |
| Zn锭       | Zn-1   | 95.24   | 95.24     | —   | —    | —   |
| Al锭       | Al-1   | 3.3     | —         | 3.3 | —    | —   |
| Mg锭       | Mg-3   | 0.06    | —         | —   | 0.06 | —   |
| Al-Cu中间合金 | Al 50%, Cu 50%,<br>Fe $< 0.5\%$  | 1.4     | —         | 0.7 | —    | 0.7 |

注:1. 采用熔炼炉类型:煤气坩埚炉。

2. 炉前:取样分析Cu、Al、Mg、Fe,根据分析报告调整成分。

3. 检测结果:

化学成分(%):Mg 0.08, Al 4.21, Cu 0.78;

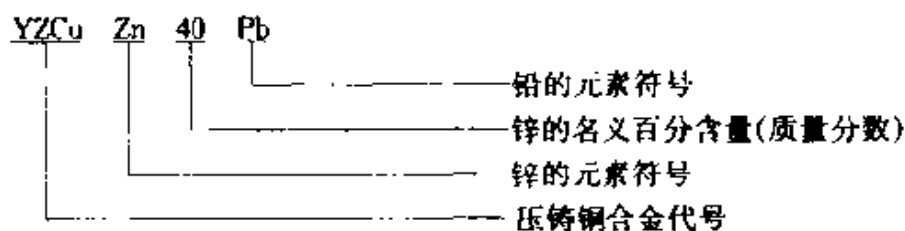
力学性能:抗拉强度 $\sigma_b$  330~345MPa,断后伸长率 $\delta_5$  2%,硬度95~103HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于同牌号的其他表面需电镀的各类压铸锌合金件。

## 8. YZCuZn40Pb的压铸铜合金配料(配料实例982)

YZCuZn40Pb的主要含义如下:



YZCuZn40Pb 的合金代号 YF40—1 铅黄铜。

对于中型载重汽车等类的 YZCuZn40Pb 的压铸铜合金配料, 可查配料实例 982 或表 3.6-9。

配料实例 982 表 3.6-9 YZCuZn40Pb 的压铸铜合金配料

|            |   |         |           |       |      |       |
|------------|---|---------|-----------|-------|------|-------|
| 铸件名称       | 弯管接头—手动阀空气管(中型载重汽车类零件)  |         |           |       |      |       |
| 铸件特点       | 铸件轮廓尺寸 54mm×28.5mm×18.3mm, 最小壁厚 2.25mm, 铸件重 0.08kg, 采用压力铸造<br>要求压铸铜牌号: 压铸铜合金 YZCuZn40Pb(YZ40—1 铅黄铜)<br>抗拉强度 $\sigma_b \geq 315\text{MPa}$ , 断后伸长率 $\delta_5 \geq 8\%$ , 硬度 $\geq 100\text{HPS}$ |         |           |       |      |       |
| 合金成分控制(%)  | Zn 35.5~40.5, Pb 0.8~1.9, Al 0.3~0.5, 其余 Cu; 杂质 Fe $\leq 0.8$ , Sb $\leq 0.05$ , 杂质总含量 $\leq 1.0$   |         |           |       |      |       |
| 配 料        |   |         |           |       |      |       |
| 炉料名称       | 炉料成分(%)   | 配料比例(%) | 配料计算成分(%) |       |      |       |
|            |   |         | Pb        | Zn    | Al   | Cu    |
| 电解铜        | Cu-3  | 29.75   | —         | —     | —    | 29.75 |
| 铅锭         | Pb-5  | 0.5     | 0.5       | —     | —    | —     |
| 锌锭         | Zn-2  | 19.25   | —         | 19.25 | —    | —     |
| Al-Cu 中间合金 | Al 50, Cu 50, Fe < 0.5%   | 0.5     | —         | —     | 0.25 | 0.25  |
| 返回料        | 本牌号   | 50      | 0.5       | 19.25 | 0.25 | 30    |

注: 1. 采用熔炼炉类型: 500kg 有心感应加热熔铜炉。

2. 炉前: 取样分析 Zn、Pb、Al, 根据分析报告调整成分。

3. 检测结果:

化学成分(%): Al 0.33, Zn 37.79, Pb 1.14;

力学性能: 抗拉强度  $\sigma_b$  330MPa, 断后伸长率  $\delta$  8%, 硬度 105HBS。

4. 成分含量和配料比例皆指质量分数。

5. 本配料还适用于同牌号的三通管接头、四通管接头等要求气密性较高的各类铜铸件。