

# 机械设计手册

单行本

成大先 主编 ●

## 轴及其联接



化学工业出版社

# 机械设计手册

单行本

## 轴及其联接

主编单位 中国有色工程设计研究总院

- 主 编 成大先
- 副主编 王德夫  
姬奎生  
韩学铨  
姜 勇  
李长顺

化学工业出版社  
· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计手册. 单行本. 轴及其联接/成大先主编.  
北京: 化学工业出版社, 2004.1  
ISBN 7-5025-4954-4

I. 机… II. 成… III. ①机械设计-技术手册  
②机械元件-机械设计-技术手册 IV. TH122-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 104933 号

---

机械设计手册

单行本

轴及其联接

成大先 主编

责任编辑: 周国庆 张红兵

任文斗 张兴辉

责任校对: 陈 静

封面设计: 蒋艳君

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 22 1/2 字数 766 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4954-4/TH·161

定 价: 42.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换  
京工商广临字 2003—31 号

## 撰 稿 人 员

- |     |               |     |               |
|-----|---------------|-----|---------------|
| 成大先 | 中国有色工程设计研究总院  | 邹舜卿 | 中国有色工程设计研究总院  |
| 王德夫 | 中国有色工程设计研究总院  | 邓述慈 | 西安理工大学        |
| 姬奎生 | 中国有色工程设计研究总院  | 秦毅  | 中国有色工程设计研究总院  |
| 韩学铨 | 北京石油化工工程公司    | 周凤香 | 中国有色工程设计研究总院  |
| 余梦生 | 北京科技大学        | 朴树襄 | 中国有色工程设计研究总院  |
| 高淑之 | 北京化工大学        | 杜子英 | 中国有色工程设计研究总院  |
| 柯蕊珍 | 中国有色工程设计研究总院  | 汪德涛 | 广州机床研究所       |
| 陶兆荣 | 中国有色工程设计研究总院  | 王鸿翔 | 中国有色工程设计研究总院  |
| 孙东辉 | 中国有色工程设计研究总院  | 段慧文 | 中国有色工程设计研究总院  |
| 李福君 | 中国有色工程设计研究总院  | 姜勇  | 中国有色工程设计研究总院  |
| 阮忠唐 | 西安理工大学        | 徐永年 | 郑州机械研究所       |
| 熊绮华 | 西安理工大学        | 梁桂明 | 洛阳工学院         |
| 雷淑存 | 西安理工大学        | 张光辉 | 重庆大学          |
| 田惠民 | 西安理工大学        | 罗文军 | 重庆大学          |
| 殷鸿樾 | 上海工业大学        | 沙树明 | 中国有色工程设计研究总院  |
| 齐维浩 | 西安理工大学        | 谢佩娟 | 太原理工大学        |
| 曹惟庆 | 西安理工大学        | 余铭  | 无锡市万向轴厂       |
| 关天池 | 中国有色工程设计研究总院  | 陈祖元 | 广东工业大学        |
| 房庆久 | 中国有色工程设计研究总院  | 陈仕贤 | 北京航空航天大学      |
| 李安民 | 机械科学研究院       | 王春和 | 北方工业大学        |
| 李维荣 | 机械科学研究院       | 周朗晴 | 中国有色工程设计研究总院  |
| 丁宝平 | 机械科学研究院       | 孙夏明 | 北方工业大学        |
| 梁全贵 | 中国有色工程设计研究总院  | 季泉生 | 济南钢铁集团        |
| 王淑兰 | 中国有色工程设计研究总院  | 马敬勋 | 济南钢铁集团        |
| 林基明 | 中国有色工程设计研究总院  | 蔡学熙 | 连云港化工矿山设计研究院  |
| 童祖樵 | 上海交通大学        | 姚光义 | 连云港化工矿山设计研究院  |
| 刘清廉 | 中国有色工程设计研究总院  | 沈益新 | 连云港化工矿山设计研究院  |
| 许文元 | 天津工程机械研究所     | 钱亦清 | 连云港化工矿山设计研究院  |
| 孔庆堂 | 北京新兴超越离合器有限公司 | 于琴  | 连云港化工矿山设计研究院  |
| 孔炜  | 北京新兴超越离合器有限公司 | 蔡学坚 | 邢台地区经济委员会     |
| 朱春梅 | 北京机械工业学院      | 虞培清 | 浙江长城减速机有限公司   |
| 丘大谋 | 西安交通大学        | 项建忠 | 浙江通力减速机有限公司   |
| 诸文俊 | 西安交通大学        | 阮劲松 | 宝鸡市广环机床责任有限公司 |
| 徐华  | 西安交通大学        | 纪盛青 | 东北大学          |
| 陈立群 | 西北轻工业学院       | 黄效国 | 北京科技大学        |
| 肖治彭 | 中国有色工程设计研究总院  | 陈新华 | 北京科技大学        |

李长顺 中国有色工程设计研究总院  
 崔桂芝 北方工业大学  
 张若青 北方工业大学  
 王 侃 北方工业大学  
 张常年 北方工业大学  
 朱宏军 北方工业大学  
 佟 新 中国有色工程设计研究总院  
 禰有雄 天津大学  
 林少芬 集美大学  
 卢长耿 集美大学  
 吴根茂 浙江大学

钟荣龙 厦门海特液压机械工程有限公司  
 黄 睿 北京科技大学  
 彭光正 北京理工大学  
 张百海 北京理工大学  
 王 涛 北京理工大学  
 陈金兵 北京理工大学  
 包 钢 哈尔滨工业大学  
 王雄耀 费斯托 (FESTO) (中国) 有限公司  
 蒋友谅 北京理工大学  
 刘福祐 中国有色工程设计研究总院  
 史习先 中国有色工程设计研究总院

## 审 稿 人 员

余梦生	成大先	王德夫	强 毅	房庆久	李福君
钟云杰	郭可谦	姬奎生	王春九	韩学铨	段慧文
邹舜卿	汪德涛	陈应斗	刘清廉	李继和	徐 智
郭长生	吴宗泽	李长顺	陈谋闻	饶振纲	季泉生
林 鹤	黄靖远	武其俭	洪允楣	蔡学熙	张红兵
朱天仕	唐铁城	卢长耿	宋京其	黄效国	吴 筠
徐文灿	史习先				

## 编 辑 人 员

周国庆	张红兵	任文斗	张兴辉	刘 哲	武志怡
段志兵	辛 田				

# 《机械设计手册》单行本 出版说明

在我国机械设计界享有盛名的《机械设计手册》，自1969年第一版出版发行以来，已经修订了四版，累计销售量超过113万套，成为新中国成立以来，在国内影响力最强、销售量最大的机械设计工具书。作为国家级的重点科技图书，《机械设计手册》多次获得国家和省部级奖励。其中，1978年获全国科学大会科技成果奖，1983年获化工部优秀科技图书奖，1995年获全国优秀科技图书二等奖，1999年获全国化工科技进步二等奖，2002年获石油和化学工业优秀科技图书一等奖，2003年获中国石油和化学工业科技进步二等奖。1986年至2002年，连续被评为全国优秀畅销书。

《机械设计手册》第四版（5卷本），以其技术性和实用性强、标准和数据可靠、思路和方法可行、使用和核查方便等特点，受到广大机械设计工作者和工程技术人员的首肯和厚爱。自2002年初出版发行以来，已累计销售24000多套，收到读者来信数千封。山西省太原重型机器厂设计院的一位工程技术人员在来信中说，“《机械设计手册》（第四版）赢得了我们机械设计者的好评。特别是推荐了许多实用的新技术、新产品、新材料和新工艺，扩大了相应产品的品种和规格范围，内容齐全，实用、可靠，是我们设计工作者不可缺少的好助手。”江苏省南通市的一位退休工程师说，“我从事机械设计工作40余年，最初用的是1969年的《机械设计手册》第一版，后来陆续使用第二版、第三版，现在已经退休。近来逛书店，突然发现《机械设计手册》新出的第四版，爱不释手，自己买了一套收藏，它是我一生事业中最亲密、最忠诚的伴侣。”湖南省湘潭市江麓机械集团有限公司、辽宁省鞍山焦化耐火材料设计总院的读者认为，“《机械设计手册》第四版资料全面、新颖、准确、可靠，突出了实用性，从机械人员的角度出发，反映先进性，设计方法、公式选择、参数选用都采用最新标准，实用便查。”广大读者在对《机械设计手册》第四版的内容给予充分肯定的同时，也指出了《机械设计手册》第四版（5卷本）装帧太厚、太重，不便携带和翻阅，希望出版篇幅小些的单行本。其中武汉钢铁设计研究总院、重庆钢铁设计研究总院、内蒙古包头钢铁设计研究院、哈尔滨重型机器厂研究所、沈阳铁路分局沈东机械总厂、兰州铁道学院、天津工程机械研究院等众多单位的读者都纷纷来函、来电，建议将《机械设计手册》第四版以篇为单位改编为多卷本。

根据广大读者的反映和建议，化学工业出版社组织编辑出版人员深入设计科研院所、大中专院校、机械企业和有一定影响的新华书店进行调研，广泛征求和听取各方面的意见，在与主编单位协商一致的基础上，决定编辑出版《机械设计手册》单行本。

《机械设计手册》单行本，保留了《机械设计手册》第四版（5卷本）的优势和特色，从设计工作的实际出发，结合机械设计专业的具体情况，将原来的5卷23篇调整为15分册22篇，分别为：《常用设计资料》、《机械制图、极限与配合》、《常用工程材料》、《联接与紧固》、《轴及其联接》、《轴承》、《弹簧·起重运输件·五金件》、《润滑与密封》、《机械传动》、《减（变）速器·电机与电器》、《机械振动·机架设计》、《机构》、《液压传动》、《液压控制》、《气压传动》。原第5卷第23篇中“中外金属材料、滚动轴承、液压介质等牌号对照”内容，分别编入《常用工程材料》、《轴承》、《润滑与密封》、《液压传动》、《气压传动》等单行本中。这样，全套书查阅和携带更加方便，各分册篇幅适中，利于设计人员和读者根据各自需要灵活选购。

《机械设计手册》单行本，是为了适应机械设计事业发展和广大读者的需要而编辑出版的，将与《机械设计手册》第四版（5卷本）一起，成为机械设计工作者、工程技术人员和广大读者的良师益友。

借《机械设计手册》单行本出版之际，再次向热情支持和积极参加编写工作的单位和人员表示诚挚的敬意！向长期关心、支持《机械设计手册》的广大热心读者表示衷心感谢！

由于编辑出版单行本的工作量较大，时间较紧，难免存在疏漏和缺点，恳请广大读者给予指正。

化学工业出版社  
2004年1月

## 第四版前言

《机械设计手册》第一版于1969年问世，30多年来，共修订了三版，发行110余万套，受到了广大读者的欢迎和厚爱。

《机械设计手册》第三版于1994年出版发行，至今已有8年的时间。在这期间，我国的改革开放取得了举世瞩目的成就，以信息技术为代表的高新技术产业迅猛发展，经济建设日新月异。作为世界贸易组织的新成员，我国在进一步加强对外开放，顺应经济全球化潮流，主动参与国际竞争与合作的同时，也必将面对更为激烈的竞争和更加严峻的挑战。作为机械设计工作者，要参与激烈的竞争，迎接严峻的挑战，就必须积极快速地开发具有国际先进水平、形成自身特色的高质量的新产品。

《机械设计手册》第四版修订就是以满足新产品开发设计的需要为宗旨而进行的。因此，本版除了继续发扬前三版“实用可靠、内容齐全、简明便查”的特点外，首先着重推荐了许多实用的新技术、新产品、新材料和新工艺，并扩大了相应产品的品种和规格范围，同时全面采用了最新标准。调整了部分篇章，修改删节了不足和错误之处。全书仍分五卷出版，修订情况如下。

### 1. 采用新技术方面：

(1) 为便于设计人员充分利用通用的、先进的数字仿真软件，快速地进行液压伺服系统的数字仿真与动态分析，专门撰写了MATLAB仿真软件及其在液压控制系统仿真中的应用。气压传动进行了全面更新，包括了现代气压传动最新技术的各主要方面，推荐了阀岛技术、导杆气缸、仿生气动肌腱（一种能卷折起来的便于携带的新型气动驱动器）和模块化气动机械手等。

(2) 传动方面增加了“新型非零变位锥齿轮及双曲齿轮技术”和活齿传动。新型非零变位锥齿轮及双曲齿轮技术突破了零传动设计的制约，创立了非零传动设计。用此设计制造出的齿轮，在轴交角保持不变的条件下，具有高强度、长寿命、低噪声、小体积、大速比、少齿数等优点。该技术具有国际先进或领先水平，适用于高强度正传动设计，小体积小型设计，低噪声负传动设计等，并便于引进产品国产化，新产品开发创优和老产品改进，已在国内许多产品上推广使用。

(3) 介绍了金属-橡胶复合弹簧的设计计算。

(4) 介绍了几种新型热处理和新型表面处理工艺。

### 2. 采用新材料、新产品方面：

(1) 材料全面采用最新国家标准、行业标准，并推荐了许多新型材料品种，扩大了相应的规格范围。

(2) 联接与紧固、传动零部件、滚动轴承以及大部分或全部液压、气压传动和控制零部件都采用了最新标准及新产品，同时新增加了空气轴承、电磁轴承、膜片联轴器、膜片弹簧、盘形制动器、惯性制动器、电液推杆等，大大丰富了机械零部件的品种和规格范围。

(3) 在同类手册中首次编入了锚固联接一章，锚固联接技术有利于改善和加快设备的安装。

3. 补充了多点柔性传动的动力计算，从而完善了多点柔性传动的设计内容。

4. 为引起读者在新产品开发设计中重视产品的造型设计，特别在第1篇中增加了结构设计应与造型设计相结合的内容。

5. 扩大了几种常用设计资料的中外对照范围，更加方便于今后的中外交流和产品开发中的国内外产品选择和配套。



6. 应广大读者的要求, 在介绍产品时, 在备注中增加了产品生产厂名。由于市场经济的实际变化较快, 读者必须结合当时的实际情况, 进一步作深入调查, 了解产品实际生产品种、规格及尺寸, 以及产品质量和用户的实际反映, 再作选择。

7. 目前国家各级标准修订工作正处在向国际标准接轨时期, 加之组织机构的调整, 使各类标准工作未能同步进行, 因此, 手册中的一些名词、术语以及单位等, 未能完全统一。同时, 手册在引用各种标准时, 也都是根据设计需要进行摘编的, 请读者在使用中注意。

8. 对篇章结构作了部分调整。将第 1 篇原第 12 章通用技术条件及说明, 分散到该篇相关工艺性及结构要素各章, 更便于查阅, 原第 11 章变为第 12 章, 并增加了结构设计应与造型设计相结合的内容 (第 11 章)。第 5 篇联接与紧固增加了锚固联接一章。考虑机电一体化产品发展很快, 原第 22 篇内容已无法满足产品开发设计的需要, 若继续更新扩大, 则手册篇幅过大, 使用不便, 故第四版未再将此内容编入手册, 而是单独组织编写了《光机电一体化产品设计手册》一书。

为了满足新产品开发设计的需要, 我们还陆续组织编写了《机械设计图册》(已出版)、《光机电一体化产品设计使用手册》(已出版)、《现代设计方法实用手册》、《新产品开发设计指南》、《技术创新专利申请策划基础》等新书目。这几套书既各自独立, 又有内在联系, 但其共同点都是有助于新产品的开发, 强调实用性、启发性、开拓性和先进性相结合, 构成一套比较系统的、风格独特的机械新产品开发设计系列工具书。

《机械设计手册》第四版是在前几版基础上重新编写而成的。借《机械设计手册》第四版出版之际, 再次向参加每版编写的单位和个人表示衷心地感谢! 同时也感谢给我们提供大力支持和热忱帮助的单位 and 各界朋友们!

由于水平有限, 调查研究工作不够全面, 《机械设计手册》第四版中难免存在疏漏和缺点, 恳请广大读者继续给予指正。

主 编  
2001 年 11 月

## 内 容 提 要

《机械设计手册》单行本共 15 分册 22 篇，涵盖了机械常规设计的所有内容。各分册分别为：《常用设计资料》、《机械制图、极限与配合》、《常用工程材料》、《联接与紧固》、《轴及其联接》、《轴承》、《弹簧·起重运输件·五金件》、《润滑与密封》、《机械传动》、《减（变）速器·电机与电器》、《机械振动·机架设计》、《机构》、《液压传动》、《液压控制》、《气压传动》。

本书为《轴及其联接》，共 4 章。第 1 章为轴和软轴，主要介绍轴的材料、结构设计、强度计算、刚度校核、零件转速校核等，以及软轴的组成、规格、结构设计等；第 2 章为联轴器，主要介绍各种联轴器类型、特点、选用、性能参数和尺寸等；第 3 章为离合器，主要介绍常用离合器的型式、特点、计算和选用、性能参数和尺寸等；第 4 章为制动器，主要介绍常用制动器的类型、特点、计算和选用、性能参数和尺寸等。

本书可作为机械设计人员和有关工程技术人员的工具书，也可供大专院校有关专业师生参考。

# 目 录

## 第 5 篇 轴及其联接

<b>第 1 章 轴和软轴</b> .....	5-3	2.1.4 软管接头 .....	5-44
1 轴 .....	5-3	2.2 常用软轴的典型结构 .....	5-45
1.1 轴的常用材料 .....	5-3	2.3 防逆转装置 .....	5-46
1.2 轴的结构设计 .....	5-6	2.4 软轴的选择 .....	5-47
1.2.1 零件在轴上的定位和固定 .....	5-7	<b>第 2 章 联轴器</b> .....	5-48
1.2.2 提高轴疲劳强度的结构措施 .....	5-10	1 联轴器的分类、特点及应用 .....	5-48
1.2.3 滑动轴承的轴颈结构尺寸及轴 端润滑油孔 .....	5-11	2 机械式联轴器选用计算 (JB/T 7511—1994) .....	5-54
1.2.4 旋转电机圆柱形轴伸 (GB/T 756— 1990) .....	5-12	3 联轴器的性能、参数和尺寸 .....	5-57
1.2.5 旋转电机圆锥形轴伸 (GB/T 757— 1993) .....	5-13	3.1 联轴器轴孔和联结型式与尺寸 (GB/T 3852—1997) .....	5-57
1.2.6 圆柱形轴伸 (GB/T 1569—1990) .....	5-13	3.1.1 圆柱形轴孔和键槽型式及尺寸 .....	5-57
1.2.7 圆锥形轴伸 (GB/T 1570—1990) .....	5-14	3.1.2 圆锥形轴孔和键槽型式及尺寸 .....	5-60
1.2.8 轴的加工和装配工艺性 .....	5-18	3.1.3 其他联结型式 .....	5-62
1.2.9 轴的典型结构示例 .....	5-19	3.2 凸缘联轴器 (GB/T 5843—1986) .....	5-63
1.3 轴的强度计算 .....	5-19	YL 型—基本型、YLD 型—对中榫型联 轴器的基本参数和主要尺寸 .....	5-63
1.3.1 按扭转强度或刚度计算 .....	5-19	3.3 G II Cl 型鼓形齿式联轴器 (JB/T 8854. 2—1999) .....	5-65
1.3.2 按弯扭合成强度计算 .....	5-20	联轴器的基本参数和主要尺寸 .....	5-65
1.4 精确强度校核计算 .....	5-21	3.4 GCLD 型电机轴伸鼓形齿式联轴器 (JB/T 8854.1—1999) .....	5-69
1.4.1 疲劳强度安全系数校核 .....	5-21	联轴器的基本参数和主要尺寸 .....	5-69
1.4.2 静强度安全系数校核 .....	5-28	3.5 鼓形齿式联轴器的选用计算 (JB/ZQ 4381—1997) .....	5-71
1.5 轴的刚度校核 .....	5-28	3.5.1 鼓形齿式联轴器的选用计算 .....	5-71
1.5.1 轴的扭转刚度 .....	5-28	3.5.2 联轴器许用补偿量 .....	5-72
1.5.2 轴的弯曲刚度 .....	5-29	3.6 滚子链联轴器 (GB/T 6069—1985) .....	5-73
1.6 轴的临界转速校核 .....	5-31	3.6.1 GL 型联轴器的基本参数和主要 尺寸 .....	5-73
1.6.1 不带圆盘的均匀质量轴的临界 转速 .....	5-32	3.6.2 联轴器许用补偿量 .....	5-75
1.6.2 带圆盘的轴的临界转速 .....	5-32	3.7 十字轴式万向联轴器 .....	5-75
1.6.3 轴的临界转速计算举例 .....	5-33	3.7.1 SWP 型剖分轴承座十字轴式方向 联轴器 (JB/T 3241—1991) .....	5-75
1.6.4 光轴的一阶临界转速计算 .....	5-34	3.7.2 SWC-I 型和 SWC 型整体叉头十 字轴式万向联轴器 .....	5-81
1.7 轴的工作图及举例 .....	5-36	3.8 轮胎式联轴器 (GB/T 5844—1986) .....	5-91
1.8 键销校核 .....	5-41	3.8.1 UL 型联轴器的基本参数和主要 尺寸 .....	5-91
2 软轴 .....	5-41		
2.1 软轴的结构组成和规格 .....	5-42		
2.1.1 软轴 .....	5-42		
2.1.2 软管 .....	5-42		
2.1.3 软轴接头 .....	5-44		

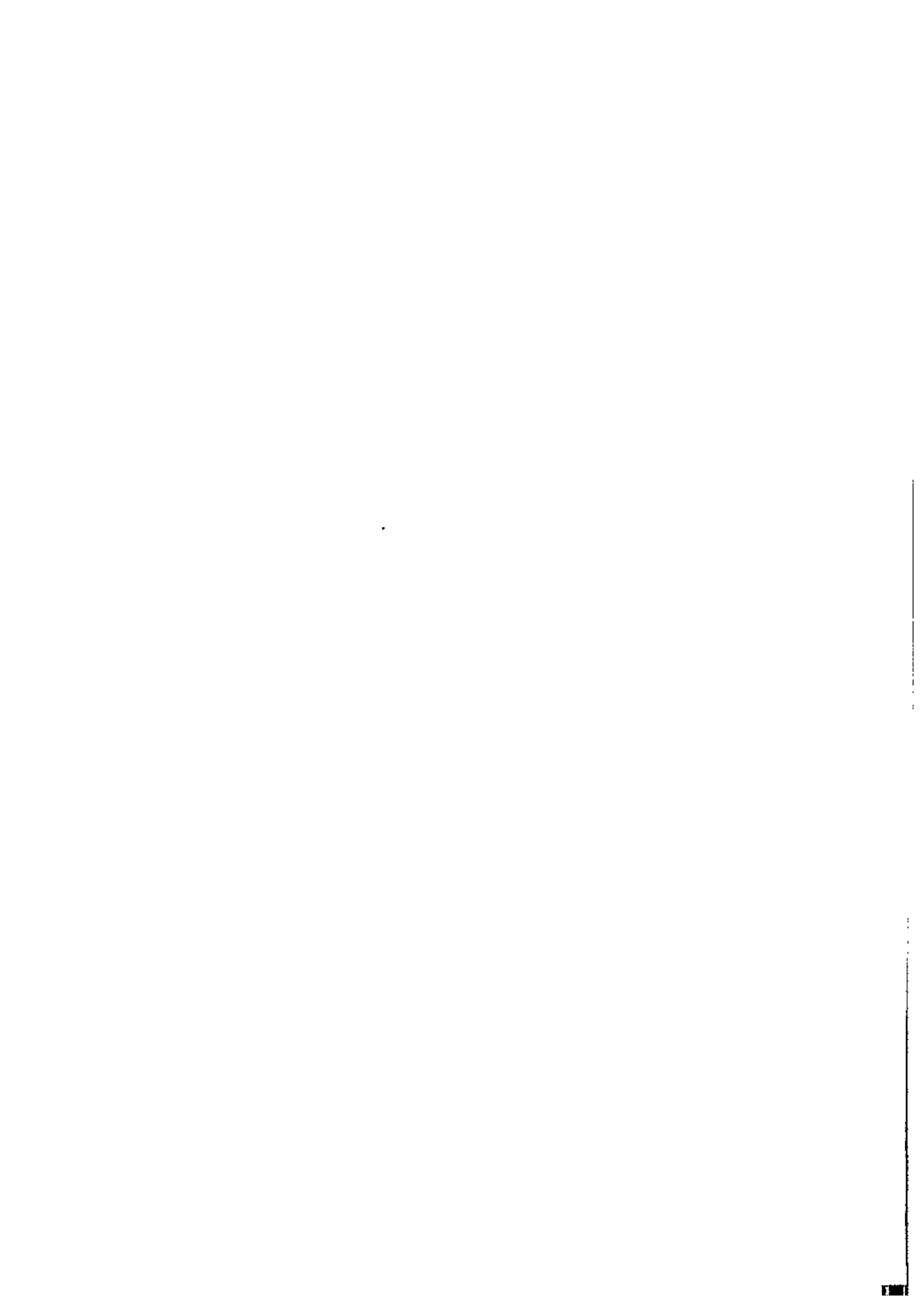
3.8.2	联轴器许用补偿量	5-93			
3.9	梅花形弹性联轴器 (GB/T 5272—1985)	5-94			
3.9.1	LM 型—基本型、LMD 型—单凸缘型、LMS 型—双凸缘型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-94			
3.9.2	LMZ- I 型分体式制动轮、LMZ- II 型整体式制动轮的基本参数和主要尺寸	5-98			
3.9.3	联轴器的许用补偿量	5-101			
3.10	弹性套柱销联轴器 (GB/T 4323—1984)	5-102			
3.10.1	LT 型—基本型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-102			
3.10.2	LTZ 型—带制动轮型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-103			
3.10.3	联轴器许用补偿量	5-104			
3.11	弹性柱销齿式联轴器 (GB/T 5015—1985)	5-105			
3.11.1	ZL 型—基本型、ZLD 型—圆锥轴孔型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-105			
3.11.2	ZLZ 型—接中间轴型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-108			
3.11.3	ZLL 型—带制动轮联轴器的基本参数和主要尺寸 (JB/ZQ 4375—1997)	5-111			
3.11.4	联轴器许用补偿量	5-112			
3.12	弹性块联轴器 (JB/T 9148—1999)	5-113			
3.12.1	LK 型—基本型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-113			
3.12.2	联轴器许用补偿量	5-114			
3.13	膜片联轴器 (JB/T 9147—1999)	5-115			
3.13.1	JM I 型—带沉孔基本型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-115			
3.13.2	JM I J 型—带沉孔接中间轴型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-117			
3.13.3	JM II 型—无沉孔基本型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-119			
3.13.4	JM II J 型—无沉孔接中间轴型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-122			
3.13.5	联轴器许用补偿量	5-126			
3.13.6	联轴器的选用计算	5-126			
3.14	蛇形弹簧联轴器 (JB/T 8869—2000)	5-126			
3.14.1	JS 型—罩壳径向安装型 (基本型) 联轴器的基本参数和主要尺寸	5-126			
3.14.2	JSB 型—罩壳轴向安装型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-128			
3.14.3	JSS 型—双法兰联接型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-129			
3.14.4	JSD 型—单法兰联接型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-131			
3.14.5	JSJ 型—接中间轴型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-134			
3.14.6	JSJ 型中间轴长度的选择	5-134			
3.14.7	JSG 型—高速型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-135			
3.14.8	JSZ 型—带制动轮型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-136			
3.14.9	JSP 型—带制动盘型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-138			
3.14.10	JSA 型—安全型联轴器的基本参数和主要尺寸	5-139			
3.14.11	联轴器许用补偿量	5-141			
4	液力偶合器	5-142			
4.1	分类	5-142			
4.2	传动原理	5-142			
4.3	基本关系和特性	5-143			
4.4	设计原始参数及其分析	5-147			
4.5	流道选型设计	5-149			
4.6	轴向推力计算	5-152			
4.7	叶轮断面设计与强度计算	5-154			
4.8	结构设计	5-156			
4.9	偶合器的典型产品及其选择	5-157			
4.10	带偶合器传动系统启动特性计算	5-187			
4.11	传动系统采用偶合器的节能计算	5-190			
4.12	发热与散热计算	5-194			
4.13	试验	5-196			
第 3 章	离合器	5-197			
1	常用离合器的型式、特点及应用	5-197			
2	离合器的选择计算	5-200			
3	刚性离合器	5-200			
3.1	牙嵌离合器	5-200			
3.1.1	牙嵌离合器的牙型、特点与使用条件	5-200			
3.1.2	牙嵌离合器的材料与许用应力	5-202			
3.1.3	牙嵌离合器的计算	5-202			
3.1.4	牙嵌离合器尺寸的标注示例	5-204			

3.1.5 牙嵌离合器的结构尺寸 .....	5-204	5.5 DLM、DLY、DLZ 系列电磁离合器用 电刷 .....	5-240
3.2 齿轮、转键、滑键、拉键离合器 .....	5-206	6 磁粉离合器 .....	5-242
3.2.1 齿轮、转键、滑键、拉键离合 器的特点及使用条件 .....	5-206	6.1 磁粉离合器的构造、原理及特性 .....	5-242
3.2.2 齿轮离合器 .....	5-206	6.2 磁粉离合器的计算 .....	5-243
3.2.3 转键离合器 .....	5-208	6.3 磁粉离合器的性能结构尺寸 (JB/T 5988—1992) .....	5-244
4 摩擦离合器 .....	5-209	6.4 磁粉离合器的支撑、联接、安装和 尺寸 .....	5-245
4.1 摩擦离合器的型式、特点和应用 .....	5-209	7 液压离合器 .....	5-247
4.2 摩擦副材料性能及适用范围 .....	5-210	7.1 液压离合器型式与特点 .....	5-247
4.3 摩擦盘的型式与特点 .....	5-211	7.2 液压离合器的计算 .....	5-248
4.4 摩擦离合器的计算 .....	5-213	7.3 活塞式多盘液压离合器的性能及主 要尺寸 .....	5-248
4.5 摩擦离合器的摩滑功和发热计算 .....	5-217	8 气动离合器 .....	5-249
4.6 摩擦离合器结构尺寸 .....	5-218	8.1 气动离合器型式及特点 .....	5-249
5 电磁离合器 .....	5-220	8.2 气动离合器的计算 .....	5-251
5.1 电磁离合器的型式、特点与应用 .....	5-220	8.3 气动离合器结构尺寸 .....	5-252
5.2 电磁离合器选择计算 .....	5-222	8.4 QPI 型气动盘式离合器 .....	5-255
5.3 电磁离合器的性能、结构尺寸 .....	5-222	9 离心离合器 .....	5-257
5.3.1 DLM0 系列有滑环湿式多片电磁 离合器 .....	5-222	9.1 离心离合器型式与特点 .....	5-257
5.3.2 DLM3 系列无滑环湿式多片电磁 离合器 .....	5-223	9.2 离心离合器的计算 .....	5-258
5.3.3 DLM5 系列有滑环湿式多片电磁 离合器 .....	5-224	9.3 离心离合器结构尺寸 .....	5-260
5.3.4 DLM9 (ERD) 系列无滑环湿式 多片电磁离合器 .....	5-226	9.3.1 AS 系列钢砂式离心离合器 (安全 联轴器) (JB/T 5986—1992) .....	5-260
5.3.5 DLM10 (EKE) 系列有滑环多片 电磁离合器 .....	5-227	9.3.2 ASD 系列 V 带轮钢砂式离心离 合器 (安全联轴器) (JB/T 5986— 1992) .....	5-262
5.3.6 DLK1 系列无滑环干式多片快速 电磁离合器 .....	5-228	9.3.3 AQ 系列钢球式离心离合器 (节 能安全联轴器) (JB/T 5987— 1992) .....	5-263
5.3.7 DLM2 系列大型有滑环干式多片 电磁离合器 (JB/T 8808—1998) .....	5-229	9.3.4 AQZ 系列带制动轮钢球式离心 离合器 (节能安全联轴器) (JB/T 5987—1992) .....	5-267
5.3.8 DLY0 系列牙嵌式有滑环电磁 离合器 .....	5-232	9.3.5 AQD 系列 V 带轮钢球式离心离 合器 (节能安全联轴器) (JB/T 5987—1992) .....	5-271
5.3.9 DLY3 系列牙嵌式无滑环电磁 离合器 .....	5-233	10 超越离合器 .....	5-275
5.3.10 DLY5 系列牙嵌式有滑环电磁 离合器 .....	5-234	10.1 超越离合器的型式、特点及适用 范围 .....	5-275
5.3.11 DLY9 系列牙嵌式有滑环电磁 离合器 .....	5-235	10.2 超越离合器主要零件的材料和热 处理 .....	5-277
5.4 电磁离合制动器的性能、结构尺寸 .....	5-236	10.3 超越离合器材料的许用接触应力 .....	5-278
5.4.1 DLZ1 系列电磁离合制动器 .....	5-236	10.4 超越离合器的计算 .....	5-278
5.4.2 DLZ2 系列电磁离合制动器 .....	5-237	10.5 超越离合器结构尺寸和性能参数 .....	5-280
5.4.3 DLZ4 系列电磁离合制动器 .....	5-238	10.6 单向楔块超越离合器 .....	5-282
5.4.4 DLZ5 系列电磁离合制动器 .....	5-239		
5.4.5 DLZ6 系列电磁离合制动器 .....	5-240		

10.6.1 单向楔块超越离合器的选择 计算 .....	5-282	3.1 瓦块式制动器的分类、特点和应用 .....	5-304
10.6.2 单向楔块超越离合器的联接 型式 .....	5-282	3.2 块式制动器的设计计算 .....	5-304
10.7 单向楔块超越离合器的性能、规格 及尺寸 .....	5-283	3.2.1 弹簧紧闸长行程块式制动器 .....	5-304
10.7.1 CKA 系列单向楔块超越离合器 .....	5-283	3.2.2 弹簧紧闸短行程块式制动器 .....	5-307
10.7.2 CKB 系列单向楔块超越离合器 .....	5-284	3.3 常用块式制动器的主要性能与尺寸 .....	5-308
10.7.3 CKF 系列单向楔块超越离合器 .....	5-285	3.3.1 电力液压块式制动器 .....	5-308
10.7.4 CKZ 系列单向楔块超越离合器 .....	5-287	3.3.2 Ed 电力液压推动器 .....	5-313
10.8 滚柱式超越离合器 .....	5-289	3.3.3 电磁块式制动器 .....	5-316
10.8.1 CY0 系列滚柱式超越离合器 .....	5-289	3.3.4 制动轮 (JB/ZQ 4389—1997) .....	5-322
10.8.2 CY1 系列滚柱式超越离合器 .....	5-289	4 带式制动器 .....	5-323
10.8.3 CY1B 系列滚柱式超越离合器 .....	5-290	4.1 普通型带式制动器 .....	5-323
10.8.4 CY2 系列滚柱式超越离合器 .....	5-291	4.1.1 普通型带式制动器结构 .....	5-323
11 安全离合器 .....	5-292	4.1.2 普通型带式制动器的计算 .....	5-324
11.1 安全离合器的型式与特点 .....	5-292	4.2 短行程带式制动器 .....	5-326
11.2 安全离合器的计算 .....	5-293	4.2.1 短行程带式制动器结构 .....	5-326
11.3 安全离合器结构尺寸 .....	5-295	4.2.2 短行程带式制动器计算 .....	5-327
11.3.1 多盘安全离合器结构尺寸 .....	5-295	5 盘式制动器 .....	5-328
11.3.2 牙嵌安全离合器结构尺寸 .....	5-296	5.1 盘式制动器的结构及应用 .....	5-328
11.3.3 钢球安全离合器结构尺寸 .....	5-297	5.1.1 点盘式制动器结构及产品 .....	5-328
<b>第 4 章 制动器</b> .....	5-298	5.1.2 全盘式制动器结构及产品 .....	5-333
1 制动器的分类、特点及应用 .....	5-298	5.1.3 锥盘式制动器 .....	5-336
2 制动器的选择与设计 .....	5-298	5.2 盘式制动器的设计计算 .....	5-336
2.1 制动器的选择与设计步骤 .....	5-298	6 其他制动器 .....	5-337
2.2 制动转矩的确定 .....	5-299	6.1 磁粉制动器 .....	5-337
2.3 制动器的发热验算 .....	5-301	6.1.1 磁粉制动器的结构及工作原理 .....	5-337
2.3.1 热平衡通式 .....	5-301	6.1.2 磁粉制动器产品的性能参数及 尺寸 .....	5-338
2.3.2 提升设备和平移机构制动器的发 热量 .....	5-302	6.2 电磁制动器和电磁离合制动器 .....	5-341
2.4 摩擦材料 .....	5-302	6.3 人力操纵制动器 .....	5-341
摩擦材料的种类 .....	5-303	6.4 QGZ-P 型惯性常闭 (盘式) 制动器 (Q/OKQH001—2001) .....	5-343
摩擦副计算用数据 (推荐值) .....	5-303	6.4.1 使用范围及特点 .....	5-343
3 瓦块式制动器 .....	5-304	6.4.2 工作原理 .....	5-343
		6.4.3 QGZ-PC2F 型与 QGZ-PC2Y 型制动 器的安装尺寸及性能参数 .....	5-344
		6.4.4 产品标记 .....	5-346
		<b>参考文献</b> .....	5-347

# 第 5 篇 轴及其联接

主要撰稿 关天池 王淑兰 林基明 章祖楹 刘清廉 王德夫  
审 稿 王春九 韩学铨 段慧文 邹舜卿





# 第1章 轴和软轴

## 1 轴

轴是组成机械的重要零件之一。它用来安装各种传动零件，使之绕其轴线转动，传递转矩或回转运动，并通过轴承与机架或机座相联结。轴与其上的零件组成一个组合体——轴系部件，在轴的设计时，不能只考虑轴本身，必须和轴系零、部件的整个结构密切联系起来。

轴按受载情况分为：

(1) 转轴：支承传动机件又传递转矩，即同时承受弯矩和扭矩的作用。

(2) 心轴：只支承旋转机件而不传递转矩，即只承受弯矩作用。心轴又可分为固定心轴（工作时轴不转动）和转动心轴（工作时轴转动）两种。

(3) 传动轴：主要传递转矩，即主要承受扭矩，不承受或承受较小的弯矩。

按结构形状分为：光轴和阶梯轴；实心轴和空心轴。

按几何轴线分为：直轴、曲轴和钢丝软轴。

按截面分为：圆形截面和非圆形截面。

本节重点介绍常用的圆形截面阶梯轴的设计。

轴的设计应满足下列几方面的要求：在结构上要受力合理、尽量避免或减少应力集中，足够的强度（静强度和疲劳强度），必要的刚度，特殊情况下的耐腐蚀性和耐高温性，高速轴的振动稳定性及良好的加工工艺性，并使零件在轴上定位可靠、装配适当和装拆方便等。通常设计程序为：

- ① 根据机械传动方案的整体布局，拟定轴上零件的布置和装配方案；
- ② 选择轴的材料；
- ③ 初步估算轴的直径；
- ④ 进行轴的结构设计，校核轴键联接强度及轴的弯扭强度；
- ⑤ 对于重要的轴，应进行强度的精确校核计算；
- ⑥ 必要时校核轴的刚度和临界转速；
- ⑦ 根据上述计算结果修改设计；
- ⑧ 绘制轴的工作图（零件图）。

### 1.1 轴的常用材料

应用于轴的材料种类很多，主要根据轴的使用条件，对轴的强度、刚度和其他机械性能等的要求，采用的热处理方式，同时考虑制造加工工艺，并力求经济合理，通过设计计算来选择轴的材料。

轴的材料一般是经过轧制或锻造经切削加工的碳素钢或合金钢。对于直径较小的轴，可用圆钢制造；有条件的可直接用冷拔钢材；对于重要的，大直径或阶梯直径变化较大的轴，采用锻坯。为节约金属和提高工艺性，直径大的轴还可以制成空心的，并且带有焊接的或锻造的凸缘。

轴常用的材料是优质碳素结构钢，如35、45和50，其中以45号钢最为常用。不太重要及受载较小的轴可用Q235、Q275等普通碳素结构钢；对于受力较大，轴的尺寸受限制，以及某些有特殊要求的轴可用合金结构钢。当采用合金钢时，应优先选用符合我国资源情况的硅锰钢、硼钢等。对于结构复杂的轴（例如花键轴、空心轴等），为保持尺寸稳定性和减少热处理变形可选用铬钢；对于大截面非常重要的轴可选用铬镍钢；对于高温或腐蚀条件下工作的轴可选用耐热钢或不锈钢。

在一般工作温度下，合金结构钢的弹性模量与碳素结构钢相近，所以只为了提高轴的刚度而选用合金结构钢是不合适的。

球墨铸铁和一些高强度铸铁，铸造性能好，容易铸成复杂形状，吸振性能较好，应力集中敏感性较低，支点位移的影响小，常用于制造外形复杂的轴（如曲轴和凸轮轴等）。

我国研制的稀土-球墨铸铁，冲击韧性好，同时具有减摩、吸振和对应力集中敏感性低等优点，已用于制造



汽车、拖拉机和机床上的重要轴类零件。

同样的材料，在热处理工艺不同时，所得到的静强度、硬度和疲劳极限等也会不同，所以在选择材料时，还应确定其热处理方法。一般碳素钢依其毛坯供应的热处理状态，作为材料的热处理的要求，图纸上不再做任何要求。例如热轧圆钢一般为退火状态，锻件毛坯为正火状态，其金相组织为珠光体和铁素体的混合物，其力学性能见表 5-1-1。受载荷大的轴一般用调质钢，大多数是含碳量在 0.30% ~ 0.60% 范围内的碳素结构钢和合金结构钢，调质钢能进行调质处理。调质处理后得到的是索氏体组织，它比正火或退火所得到的铁素体混合组织，具有更好的综合力学性能，例如有更高的强度，较高的冲击韧度，较低的脆性转变温度和较高的疲劳强度。调质钢的钢种很多，常用的有 35、45、40Cr、45Mn2、40MnB、35CrMo、30CrMnSi 和 40CrNiMo 等。调质钢回火时的回火温度不同，得到的力学性能也不同。回火温度高，硬度和强度低，但冲击韧度提高。因此可以通过控制回火温度来控制力学性能，以满足设计要求。由于轴类零件在淬透情况相同时，调质后的硬度可以反映轴的屈服强度和抗拉强度，因此在技术条件中只需规定硬度值即可，只是某些很重要的轴还需规定其他力学性能。调质后硬度确定，必须考虑制造工艺和载荷条件。

表 5-1-1

轴的常用材料及其主要力学性能

材料牌号	热处理	毛坯直径 /mm	硬度 HB	抗拉强度	屈服点	弯曲疲	扭转疲	许用	许用疲	备 注
				$\sigma_b$	$\sigma_s$	劳极限 $\sigma_{-1}$	劳极限 $\tau_{-1}$	静应力 $\sigma_{+1p}$	劳应力 $\sigma_{-1p}$	
				MPa 不小于				MPa	MPa	
Q235, Q235F				440	240	180	105	176	120 ~ 138	用于不重要或载荷不大的轴
20	正火	25	$\leq 156$	420	250	180	100	168	120 ~ 138	用于载荷不大，要求韧性较高的轴
		$\leq 100$		400	220	165	95	160	110 ~ 127	
	回火	> 100 ~ 300	103 ~ 156	380	200	155	90	152	103 ~ 119	
		> 300 ~ 500		370	190	150	85	148	100 ~ 115	
	回火	> 500 ~ 700		360	180	145	80	144	96 ~ 111	
35	正火	25	$\leq 187$	540	320	230	130	216	153 ~ 176	应用较广泛
	正火	$\leq 100$	149 ~ 187	520	270	210	120	208	140 ~ 161	
		> 100 ~ 300		500	260	205	115	200	136 ~ 158	
	回火	> 300 ~ 500	143 ~ 187	480	240	190	110	192	126 ~ 146	
		> 500 ~ 750	137 ~ 187	460	230	185	105	184	123 ~ 142	
		回火	> 750 ~ 1000		440	220	175	100	176	
	调质	$\leq 100$	156 ~ 207	560	300	230	130	224	153 ~ 177	
		> 100 ~ 300		540	280	220	125	216	146 ~ 169	
45	正火	25	$\leq 241$	610	360	260	150	244	173 ~ 200	应用最广泛
	正火	$\leq 100$	170 ~ 217	600	300	240	140	240	160 ~ 184	
		> 100 ~ 300		580	290	235	135	238	156 ~ 180	
	回火	> 300 ~ 500	162 ~ 217	560	280	225	130	224	150 ~ 173	
		> 500 ~ 750	156 ~ 217	540	270	215	125	216	143 ~ 165	
	调质	$\leq 200$	217 ~ 255	650	360	270	155	260	180 ~ 207	
40Cr	调质	25		1000	800	485	280	400	269 ~ 323	用于载荷较大，而无很大冲击的重要轴
		$\leq 100$	241 ~ 286	750	550	350	200	300	194 ~ 233	
		> 100 ~ 300	229 ~ 269	700	500	320	185	280	177 ~ 213	
		> 300 ~ 500		650	450	295	170	260	163 ~ 196	
		> 500 ~ 800	217 ~ 255	600	350	255	145	240	170 ~ 196	

续表

材料牌号	热处理	毛坯直径 /mm	硬度 HB	抗拉强度	屈服点	弯曲疲 劳极限	扭转疲 劳极限	许用 静应力	许用疲 劳应力	备 注	
				$\sigma_b$	$\sigma_s$	$\sigma_{-1}$	$\tau_{-1}$	$\sigma_{+1p}$	$\sigma_{-1p}$		
				MPa 不小于				MPa	MPa		
35SiMn (42SiMn)	调质	25		900	750	445	255	360	178 ~ 247	性能接近于 40Cr, 用于中小型轴	
		≤100	229 ~ 286	800	520	355	205	320	197 ~ 236		
		>100 ~ 300	217 ~ 269	750	450	320	185	300	213 ~ 246		
		>300 ~ 400	217 ~ 255	700	400	295	170	280	196 ~ 227		
		>400 ~ 500	196 ~ 255	650	380	275	160	260	183 ~ 211		
40MnB	调质	25		1000	800	485	280	400	269 ~ 323	性能接近于 40Cr, 用于重要的轴	
		≤200	241 ~ 286	750	500	335	195	300	186 ~ 223		
40CrNi	调质	25		1000	800	485	280	400	269 ~ 323	用于很重要的轴	
35CrMo	调质	25		1000	850	50	285	400	200 ~ 277	性能接近于 40CrNi, 用于重载荷的轴	
		≤100		750	550	350	200	300	194 ~ 233		
		>100 ~ 300	207 ~ 269	700	500	320	185	280	177 ~ 213		
		>300 ~ 500		650	450	295	170	260	163 ~ 196		
		>500 ~ 800		600	400	270	155	240	150 ~ 180		
38SiMnMo	调质	≤100	229 ~ 286	750	600	360	210	300	200 ~ 240	性能接近于 35CrMo	
		>100 ~ 300	217 ~ 269	700	550	335	195	280	186 ~ 223		
		>300 ~ 500	196 ~ 241	650	500	310	175	260	172 ~ 206		
		>500 ~ 800	187 ~ 241	600	400	270	155	240	150 ~ 180		
37SiMn2MoV	调质	25		1000	850	495	285	400	198 ~ 275	用于高强度, 大尺 寸及重载荷的轴	
		≤200	269 ~ 302	880	700	425	245	352	236 ~ 283		
		>200 ~ 400	241 ~ 286	830	650	395	230	332	219 ~ 263		
		>400 ~ 600	241 ~ 269	780	600	370	215	312	205 ~ 246		
38CrMoAlA	调质	30	229	1000	850	495	285	400	198 ~ 275	用于要求高耐磨 性、高强度且热处理 变形很小的(氮化) 轴	
20Cr	渗碳 淬火 回火	15	表面	850	550	375	215	340	208 ~ 250	用于要求强度和韧 性均较高的轴(如某 些齿轮轴、蜗杆等)	
		30	56 ~ 62	650	400	280	160	260	155 ~ 186		
		≤60	HRC	650	400	280	160	260	155 ~ 186		
20CrMnTi	渗碳 淬火 回火	15	表面	1100	850	525	300	440	291 ~ 350		
			HRC								
1Cr13	调质	≤60	187 ~ 217	600	420	275	155	240	152 ~ 183	用于在腐蚀条件下 工作的轴	
2Cr13	调质	≤100	197 ~ 248	660	450	295	170	264	163 ~ 196		
1Cr18Ni9Ti	淬火	≤60		550	220	205	120	220	136 ~ 157	用于在高、低温及 强腐蚀条件下工作的 轴	
		>60 ~ 180	≤192	540	200	195	115	216	130 ~ 150		
		>100 ~ 200		500	200	185	105	200	123 ~ 142		
QT400-15			156 ~ 197	400	300	145	125	100		用于结构形状复杂 的轴	
QT450-10			170 ~ 207	450	330	160	140	112			
QT500-7			187 ~ 255	500	380	180	155	125			
QT600-3			197 ~ 269	600	420	215	185	150			

注: 1. 表中所列疲劳极限数值, 均按下式计算  $\sigma_{-1} = 0.27(\sigma_b + \sigma_s)$ ,  $\tau_{-1} = 0.156(\sigma_b + \sigma_s)$ 。

2. 其他性能, 一般可取  $\tau_{-1} = (0.55 \sim 0.62)\sigma_{-1}$ ,  $\sigma_0 = 1.4\sigma_{-1}$ ,  $\tau_0 = 1.5\tau_{-1}$ 。

3. 球墨铸铁  $\sigma_{-1} = 0.36\sigma_s$ ,  $\tau_{-1} = 0.31\sigma_b$ 。

4. 许用静应力  $\sigma_{+1p} = \sigma_b/n_{1p}$ , 许用疲劳应力  $\sigma_{-1p} = \sigma_{-1}/n_{-1p}$ ,  $n_{1p}$  为以抗拉强度为基准的许用安全系数,  $n_{-1p} = \sigma_b/\sigma_{-1}$ ,  $n_{-1p}$  为对称循环应力时的许用安全系数,  $n_{-1p} = \sigma_{-1}/\sigma_0$ 。有关疲劳计算中的许用安全系数参见《机械设计手册》(机工版)第2版第19篇第5章(疲劳强度设计)。

5. 选用  $\sigma_{-1p}$  值时, 重要零件取较小值, 一般零件取较大值。

轴受载荷时, 表面应力最高, 同时轴的表面还直接受到冲击和摩擦等作用。因此重载或表面受到摩擦的轴, 常要求进行表面热处理。其方法很多, 主要有表面淬火和化学处理两类。表面淬火只对轴的表面层进行加热、冷却, 使组织转变, 有硬度的表面层和有利的残余应力分布。一般适用于含碳量为 0.4% 以上的中碳结构钢。化学处理改变了轴表面的化学成分, 从而提高了疲劳强度、耐磨性或耐腐蚀等性能。轴类零件常用的方法有渗碳淬火、渗氮、碳氮共渗和低温氮碳共渗 (软氮化) 等。有时为了提高轴的强度和抗疲劳能力, 将轴调质处理后, 再在相应的表面上进行表面处理。有的轴各部位的要求不同, 或不需将轴的各个表面都处理, 就可以采用表面处理或局部淬火处理的方法。轴的表面淬火处理淬硬层见表 5-1-2、轴用化学处理方法见表 5-1-3。

表 5-1-2 轴的表面淬火处理淬硬层

性能要求	工作条件	淬硬层深度 /mm	备注	性能要求	工作条件	淬硬层深度 /mm	备注
耐 磨	载荷不大	0.5 ~ 1.5		抗疲劳	周期性弯曲或扭转	3.0 ~ 12	中小型轴淬硬层深度可按轴径的 10% ~ 20% 计算 (直径 40mm 以上轴取上限)
	载荷较大, 或有冲击载荷作用	2.0 ~ 6.5					

表 5-1-3 轴的化学热处理方法

渗入元素	工艺方法	常用钢材	渗层组织	渗层深度 /mm	表面硬度	作用与特点
C	渗 碳	低碳钢, 低碳合金钢	淬火后为碳化物 + 马氏体 + 残余奥氏体	0.3 ~ 1.6 (一般为 0.8 ~ 1.2)	57 ~ 63HRC (一般为 58 ~ 62)	渗碳淬火能提高表面硬度、耐磨性、疲劳强度、能承受重载荷。但处理温度较高, 工件变形较大
N	渗 氮 (氮化)	含铝低和中合金钢, 中碳含铬合金钢, 奥氏体不锈钢等	合金氮化物 + 含氮固溶体	0.1 ~ 0.6 (一般为 0.2 ~ 0.3)	700 ~ 900 HV	提高表面硬度、耐磨性、抗胶合能力、疲劳强度、耐腐蚀性 (不锈钢例外), 以及抗回火软化能力。硬度和耐磨性比渗碳者高, 费用也较高, 但渗氮温度低, 工件变形小。但渗氮时间长, 渗层脆性较大
C, N	氮碳共渗	低、中碳钢, 低、中碳合金钢	淬火后为碳氮化合物 + 含氮马氏体 + 残余奥氏体	0.25 ~ 0.6 (一般为 0.3 ~ 0.4)	58 ~ 63 HRC	提高表面硬度、耐磨性和疲劳强度。共渗温度比渗碳低, 工件变形小。要渗层厚时较困难
	低温氮碳共渗 (软氮化)	碳钢, 合金钢, 铸铁, 不锈钢	碳氮化合物 + 含氮固溶体	0.007 ~ 0.02	50 ~ 68 HRC	提高表面硬度、耐磨性、疲劳强度。温度低, 工件变形小。硬度较一般渗氮低

冷作硬化也可以用来改善轴的表面质量, 提高疲劳强度, 其方法有喷丸和滚压等。喷丸表面产生薄层塑性变形和残余压缩应力, 能消除微裂纹和其他加工方法造成的残余应力, 多用于热处理或锻压后不需要精加工的表面。滚压使表面产生薄层塑性变形, 并大大降低表面粗糙度, 硬化表层, 也能消除微裂纹, 使表面产生残余压缩应力。

## 1.2 轴的结构设计

轴的结构设计是确定轴的合理外形和全部结构尺寸, 为轴设计的重要步骤。它与轴上安装的零件类型、尺寸及其位置、零件的固定方式, 载荷的性质、方向、大小及分布情况, 轴承的类型与尺寸, 轴的毛坯、制造和装配工艺、安装及运输, 对轴的变形等因素有关。设计者可根据轴的具体要求进行设计, 必要时可做几个方案进行比较, 以便选出最佳设计方案。以下是一般轴结构设计原则:

(1) 节约材料, 减轻重量, 尽量采用等强度外形尺寸或大的截面系数的截面形状;

- (2) 易于轴上零件的精确定位、稳固、装配、拆卸和调整；  
 (3) 采用各种减少应力集中和提高强度的结构措施；  
 (4) 便于加工制造和保证精度。

### 1.2.1 零件在轴上的定位和固定

零件在轴上的定位和固定是保证其正常工作的关键，不同的零件有不同的定位和固定方式。见表 5-1-4 ~ 表 5-1-6。

表 5-1-4 轴向定位与固定方法

方法	简 图	特 点 与 应 用
轴肩、轴环	<p style="text-align: center;">轴肩                      轴环</p>	<p>结构简单、定位可靠，可承受较大轴向力。常用于齿轮、带轮、链轮、联轴器、轴承等的轴向定位</p> <p>为保证零件紧靠定位面，应使 <math>r &lt; c</math> 或 <math>r &lt; R</math></p> <p>轴肩高度 <math>a</math> 应大于 <math>R</math> 或 <math>c</math>，通常可取</p> $a = (0.07 \sim 0.1) d$ <p>轴环宽度 <math>b \approx 1.4a</math></p> <p>与滚动轴承相配合处的 <math>a</math> 与 <math>r</math> 值应根据滚动轴承的类型与尺寸确定（见本卷滚动轴承章），圆柱轴伸见 GB/T 1569—1990</p>
套筒		<p>结构简单、定位可靠、轴上不需开槽、钻孔和切制螺纹，因而不影响轴的疲劳强度。一般用于零件间距离较小的场合，以免增加结构重量。轴的转速很高时不宜采用</p>
轴端挡板		<p>适用于心轴的轴端固定，见 GB/T 892—1986（单孔）及 JB/ZQ 4348—1997（双孔）</p>
弹性挡圈		<p>结构简单紧凑，只能承受很小的轴向力，常用于固定滚动轴承用弹性挡圈的结构尺寸见 GB/T 894.1—1986</p>
紧定螺钉		<p>适用于轴向力很小、转速很低或仅为防止零件偶然沿轴向滑动的场合。为防止螺钉松动，可加锁圈</p> <p>紧定螺钉同时亦可起周向固定作用</p> <p>紧定螺钉用孔的结构尺寸见 GB/T 71—1985</p>
锁紧挡圈		<p>结构简单，但不能承受大的轴向力。常用于光轴上零件的固定螺钉锁紧挡圈的结构尺寸见 GB/T 884—1986</p>
圆锥面		<p>能消除轴与轮毂间的径向间隙，装拆较方便、可兼作周向固定，能承受冲击载荷。大多用于轴端零件固定，常与轴端压板或螺母联合使用，使零件获得双向轴向固定</p> <p>圆锥形轴伸见 GB/T 1570—1990</p>

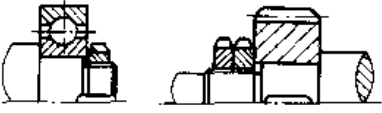
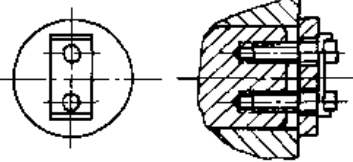
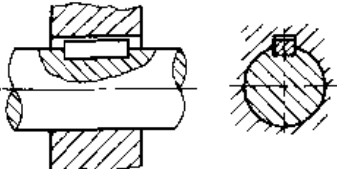
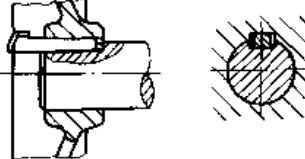
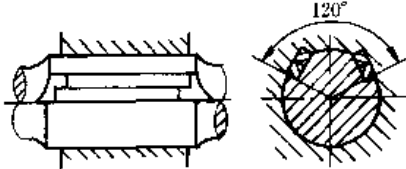
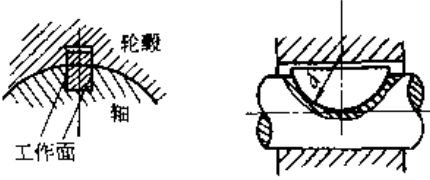
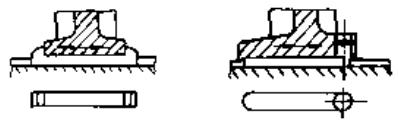
方法	简图	特点与应用
圆螺母		固定可靠, 装拆方便, 可承受较大的轴向力。由于轴上切削螺纹, 使轴的疲劳强度有所降低。常用双圆螺母或圆螺母与止动垫圈固定轴端零件, 当零件间距离较大时, 亦可采用圆螺母代替套筒, 以减小结构重量, 见 GB/T 810—1988、GB/T 812—1988 及 GB/T 858—1988
轴端挡圈		适用于固定轴端零件。可以承受剧烈的振动和冲击载荷 螺栓紧固轴端挡圈的结构尺寸见 GB/T 892—1986 (单孔) 及 JB/ZQ 4349—1997 (双孔)

表 5-1-5

周向定位与固定方法

方法	简图	特点与应用
平键		制造简单, 装拆方便, 对中心性好。可用于较高精度、高转速及受冲击或变载荷作用下的固定联接中, 还可用于一般要求的导向联接中 齿轮、蜗轮、带轮与轴的联接常用此形式 平键剖面及键槽见 GB/T 1096—1979, 导向平键见 GB/T 1097—1979
楔键		在传递扭矩的同时, 还能承受单向的轴向力。由于装配后造成轴上零件的偏心或偏斜, 故不适用于要求严格对中、有冲击载荷及高速传动的联接 楔键及键槽见 GB/T 1563—GB/T 1565—1979
切向键		可传递较大的扭矩, 但对中性较差, 对轴的削弱较大, 常用于重型机械中 一个切向键只能传递一个方向的扭矩, 传递双向扭矩时, 要用两个, 互成 120°, 见 GB/T 1974—1980
半圆键		键在轴上键槽中能绕其几何中心摆动, 故便于轮毂往轴上装配, 但轴上键槽很深, 削弱了轴的强度 用于载荷较小的联接或作为辅助性联接, 也用于锥形轴及轮毂联接, 见 GB/T 1098—GB/T 1099—1979
滑键		键固定在轮毂上, 键随轮毂一同沿轴上键槽作轴向移动 常用于轴向移动距离较大的场合

续表

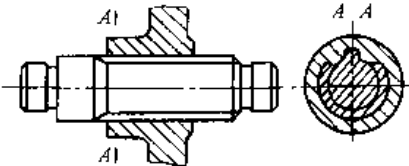
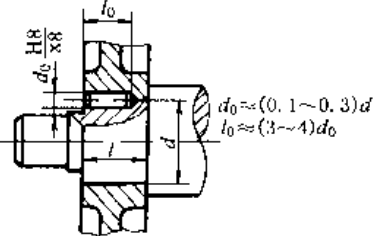
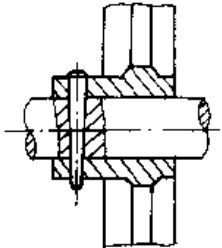
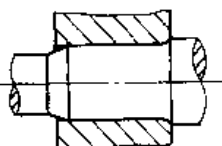
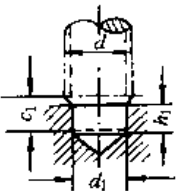
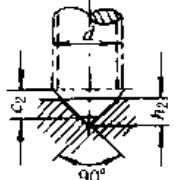
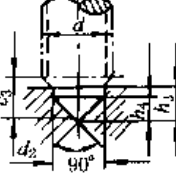
方法	简图	特点与应用
花键		有矩形、渐开线及三角形花键之分 承载能力高, 定心性 & 导向性好, 但制造困难, 成本较高。适用于载荷较大和对定心精度要求较高的滑动联接或固定联接 三角形齿细小, 适于轴径小、轻载或薄壁套筒的联接见 GB/T 1144—1987
圆柱销		适用于轮毂宽度较小 (例如 $l/d < 0.6$ ), 用键联接难以保证轮毂和轴可靠固定的场合。这种联接一般采用过盈配合, 并可同时采用几个圆柱销。为避免钻孔时钻头偏斜, 要求轴和轮毂的硬度差不能太大
圆锥销		用于固定不太重要、受力不大但同时需要轴向固定的零件, 或作安全装置用。由于在轴上钻孔, 对强度削弱较大, 故对重载的轴不宜采用。有冲击或振动时, 可采用开尾圆锥销
过盈配合		结构简单, 对中性好, 承载能力高, 可同时起周向和轴向固定作用, 但不宜用于经常拆卸的场合。对于过盈量在中等以下的配合 (例如 $\frac{H7}{r6}$ 、 $\frac{H7}{r6}$ 等) 常与平键联接同时采用, 以承受较大的交变、振动和冲击载荷 过盈配合轴的倒角尺寸见本卷过盈联接章

表 5-1-6

轴上固定螺钉用孔 (JB/ZQ 4251—1997)

/mm

	螺钉	d	3	4	6	8	10	12	16	20	24	说 明
	GB/T 75—1985	$d_1$				4.5	6	7	9	12	15	
GB/T 85—1988	$h_1 \geq$				4	5	6	7	8	10	12	
GB/T 79—1985	$r_1$				4	5	6	7	8	10	12	
	GB/T 71—1985	$h_2$	1.5	2	3	3	3.5	4	5	6		用于侧向力较小、轴径较小处
	GB/T 78—2000	$c_2$	1.5	2	3	3	3.5	4	5	6		
	GB/T 86—1988	$d_2$					7	9	12	15		
		$h_3 \leq$					6	7	8	10		
		$h_4$					3.5	4.5	6	7.5		
		$c_3$					6	7	8	10		

### 1.2.2 提高轴疲劳强度的结构措施

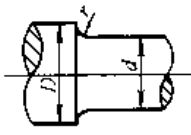
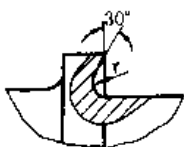
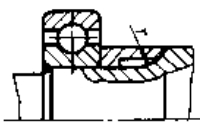
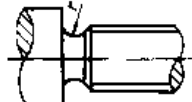
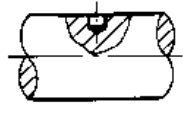
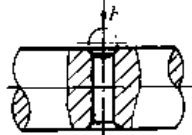
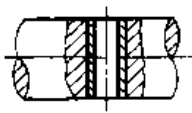
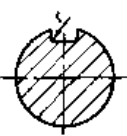
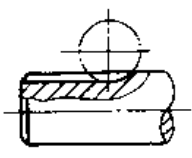
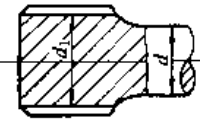
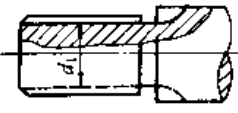
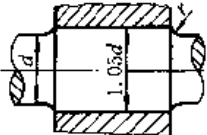
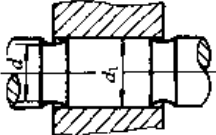
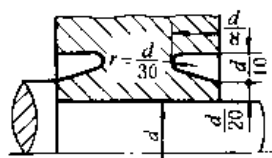
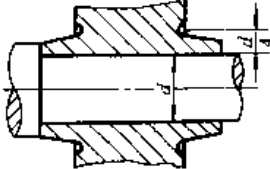
轴有各种破坏形式，如疲劳、腐蚀、磨损、撞击、微动和蠕变等，但轴的破坏多数属于疲劳破坏，据统计，机器零件的破坏中有 80% 的损坏是属于疲劳破坏，而轴类零件的破坏的比例则更高一些。疲劳破坏分高周（高循环）疲劳、低周（低循环）疲劳、微动疲劳和表面疲劳等。

高周疲劳属于低应力（低于材料屈服限，甚至弹性极限）、长寿命（循环次数一般大于  $10^4$  或  $10^5$ ）的情况下的疲劳破坏，是最常见的一种。通常简称为疲劳。轴的疲劳破坏多属此类。

轴的截面变化处（如轴肩、键槽和环槽等），会产生应力集中，疲劳破坏往往在此发生，轴的工作表面应力最大，也会出现疲劳破坏，在轴的结构设计中，应力求降低应力集中和提高轴的表面质量。降低应力集中的主要措施见表 5-1-7。提高轴的表面质量包括降低轴的表面粗糙度，对轴表面进行处理，如热处理，机械处理和化学处理等。

表 5-1-7

降低轴上应力集中的主要措施举例

结构名称	措 施			
圆角	 加大圆角半径 $r/d > 0.1$ ， 减小直径差 $D/d < 1.15 \sim 1.2$	 加内凹圆角	 加大圆角半径，设中间环	 加退刀圆角
横孔	 盲孔改成通孔	$K_s$ 减小约 30%	 孔上倒角或滚珠碾压	 压入弹性小的衬套
键槽 花键	 底部加圆角	 用圆盘铣刀	 $d_1 = (1.1 \sim 1.3) d$ 增大花键直径	 花键加退刀槽
过盈配合	$K_s$ 减小约 30% ~ 40%  $r \geq (0.1 \sim 0.2) d$ 增大配合处直径	$K_s$ 减小约 40%  $d_1 = (1.06 \sim 1.08) d$ 轴上开卸载槽并滚压	$K_s$ 减小约 15% ~ 25%  轮毂上开卸载槽	$K_s$ 减小约 15% ~ 25%  减小轮毂端部厚度

注： $K_s$  系有效应力集中系数，其减小值系概略值，仅供参考。



1.2.3 滑动轴承的轴颈结构尺寸及轴端润滑油孔

向 心 轴 颈

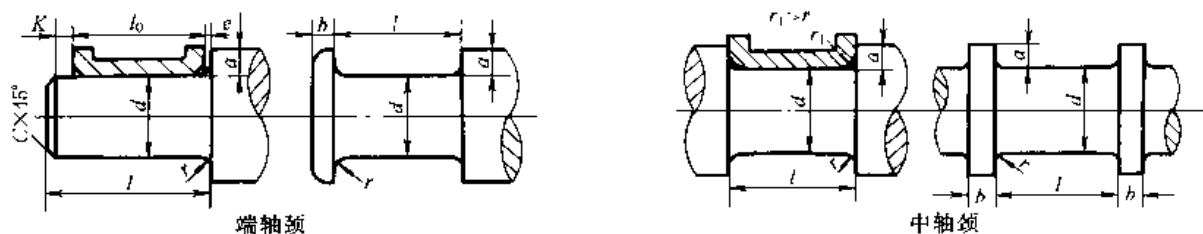


表 5-1-8

代 号	名 称	说 明
$d$	轴颈直径	由计算确定, 并按标准尺寸 GB/T 2822—1981 圆整为标准直径
$a$	轴肩 (环) 高度	$a \approx (0.07 \sim 0.1)d$ , $d + 2a$ 最好圆整为整数值
$b$	轴环宽度	$b \approx 1.4a$ , 圆整为整数
$r, r_1$	圆角半径	见第 I 卷零件的倒圆与倒角 (GB/T 6403.4—1986)
$l$	轴颈长度	$l = l_0 + K + e + C$ , $l_0$ 由轴承工作能力的需要确定, $e$ 和 $K$ 分别由热膨胀量和安装误差确定, $C$ 按 GB/T 6403.4—1986 选取。对于固定轴的轴颈 $l = l_0$

止 推 轴 颈

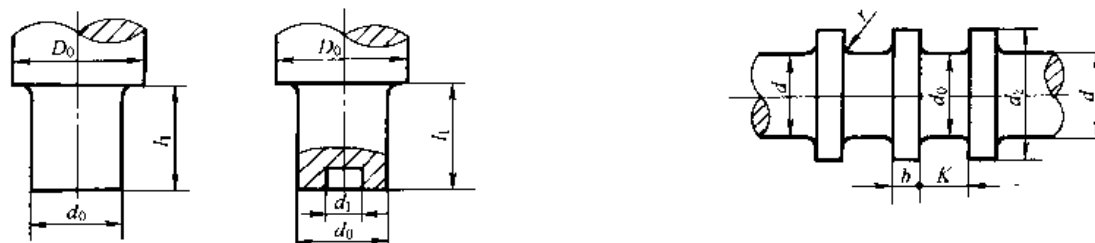


表 5-1-9

代号	名 称	说 明	代号	名 称	说 明
$D_0$	轴直径	由计算确定	$b$	轴环宽度	$b = (0.1 \sim 0.15)d$
$d$	轴直径	由计算确定	$K$	轴环距离	$K = (2 \sim 3)b$
$d_0$	止推轴颈直径	由计算确定, 并按标准尺寸 GB/T 2822—1981 圆整为标准直径	$l_1$	止推轴颈长度	由计算和止推轴承结构确定
$d_1$	空心轴颈内径	$d_1 = (0.4 \sim 0.6)d_0$	$n$	轴环数	$n \geq 1$ , 由计算和止推轴承结构确定
$d_2$	轴环外径	$d_2 = (1.2 \sim 1.6)d$	$r$	轴环根部圆角半径	按 GB/T 6403.4—1986 选取

表 5-1-10

轴端润滑油孔

/mm

	螺纹直径 $d$	$d_1$	$d_2$	$L_{max}$	$L_{1min}$	$L_{2min}$	$C$
	M6-7H	5	5	100	10	15	0.5
M10 × 1-7H	9		150	12			
M14 × 1.5-7H	12.5	10	400	20	25	1	
M20 × 1.5-7H	18.5	12	800	25	30		

1.2.4 旋转电机圆柱形轴伸 (GB/T 756—1990)

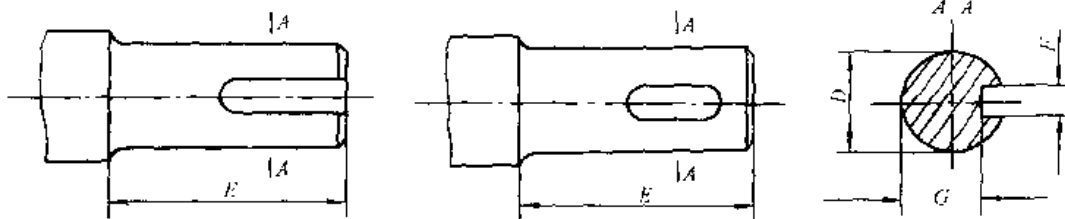


表 5-1-11

/mm

基本尺寸	极限偏差	E		F		G		D		E		F		G	
		基本尺寸	基本尺寸	极限偏差		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸		极限偏差		基本尺寸	极限偏差
				一般键连接	较紧键连接					长系列	短系列	一般键连接	较紧键连接		
6	+0.006	16		2	-0.004	-0.006	4.8	0	70	+0.030	140	105	20	62.5	0
7	-0.002						5.8		75						
8	+0.007	20		3	-0.029	-0.031	6.8	-0.1	80	+0.035	170	130	22	71.0	-0.2
9	-0.002						7.2		85						
(10)	+0.008	23	20	4	0	-0.042	8.2	0	90	+0.013	210	165	25	81.0	0
11							-0.003		8.5						
(12)	+0.008	30	25	5	-0.030	-0.042	9.5	-0.1	100	+0.046	250	200	28	90.0	-0.3
14							-0.003		11.0						
16	+0.008	40	28	6	0	-0.042	13.0	-0.2	120	+0.015	300	240	32	109	0
18	-0.003						14.5		130						
19	+0.009	50	36	8	-0.036	-0.051	15.5	-0.2	140	+0.017	350	280	36	128	-0.3
(20)							-0.004		16.5						
22	+0.009	60	42	10	0	-0.051	18.5	-0.2	160	+0.020	410	330	40	147	0
24							-0.004		20.0						
(25)	+0.018	80	58	12	-0.043	-0.061	21.0	-0.2	180	+0.021	470	380	45	165	-0.3
28							-0.004		24.0						
(30)	+0.018	110	82	14	0	-0.061	26.0	-0.2	200	+0.021	550	450	50	185	0
32							-0.004		27.0						
(35)	+0.018	140	105	16	-0.043	-0.061	30.0	-0.2	240	+0.021	650	540	56	220	-0.3
38							-0.004		33.0						
(40)	+0.018	110	82	14	0	-0.061	35.0	-0.2	260	+0.021	70	-0.074	-0.100	240	0
42							+0.002		37.0						
(45)	+0.030	140	105	18	0	-0.061	39.5	-0.2	300	+0.021	550	450	63	278	-0.3
48							-0.002		42.5						
(50)	+0.030	140	105	18	0	-0.061	44.5	-0.2	340	+0.021	550	450	70	315	0
55							-0.002		49.0						
60	+0.030	140	105	18	0	-0.061	53.0	-0.2	380	+0.021	650	540	80	355	0
65	+0.011						58.0		400						

注：1. 本表未摘录标准中轴伸直径 (D) 420~630mm 部分，带括号的直径应尽量不用。

2. 轴伸直径大于 500mm 者，键槽尺寸及其公差由用户与制造厂协商确定。

3. 轴伸键槽的对称度公差值应不超过下表规定

/mm

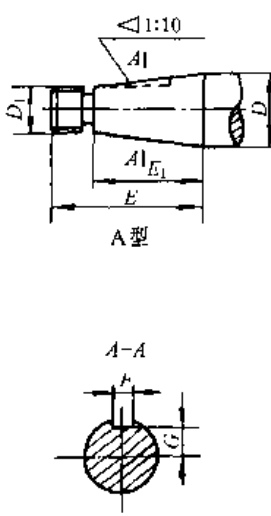
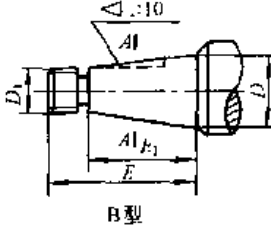
键槽宽 F	公差值	键槽宽 F	公差值	键槽宽 F	公差值	键槽宽 F	公差值
> 1~3	0.020	> 6~10	0.030	> 18~30	0.050	> 50~100	0.080
> 3~6	0.025	> 10~18	0.040	> 30~50	0.060		

4. 轴伸长度 E 一般应采用长系列尺寸。当电机专与某种指定机械配套或有特殊使用要求时，允许采用短系列尺寸，但应在电机的标准中作出规定。

5. 轴伸键槽宽 F 的极限偏差一般应采用一般键联接。当对传动有特殊要求时，如频繁启动或经常承受冲击负载，允许采用较紧键联接，但应在电机的标准中作出规定。

1.2.5 旋转电机圆锥形轴伸 (GB/T 757—1993)

表 5-1-12

		/mm													
	D	E	E <sub>1</sub>	F	G		D <sub>1</sub>	D	E	E <sub>1</sub>	F	G		D <sub>1</sub>	
					尺寸	偏差						尺寸	偏差		
 <p>A型</p>	16			3	5.5			70	140	105	18	25.4		M48 × 3	
	18	40	28		5.8		M10 × 1.25	75				27.9			
	19				6.3			80			20	29.2		M56 × 4	
	20			4	6.6			85	170	130		31.7			
	22	50	36		7.6		M12 × 1.25	90			22	32.7		M64 × 4	
	24				8.1	0		95				35.2	0		
	25				8.4	-0.1		100			25	36.9	-0.2	M72 × 4	
	28	60	42	5	9.9		M16 × 1.5	110	210	165		41.9		M80 × 4	
	30				10.5			120			28	45.9		M90 × 4	
	32				11.0		M20 × 1.5	130				50		M100 × 4	
35	80	58	6	12.5			140	250	200	32	54		M110 × 4		
38				14.0			150				59		M110 × 4		
 <p>B型</p>	40			10	12.9			160			36	62		M125 × 4	
	42				13.9		M24 × 2	170	300	240		67			
	45	110	82	12	15.4			180				71	0		
	48				16.9	0	M30 × 2	190			40	75	-0.3	M140 × 6	
	50			14	17.9	-0.2	M36 × 3	200	350	280		80			
	55				19.9			220			45	88		M160 × 6	
	60	140	105	16	21.4		M42 × 3								
	65				23.9										

注：1. 当电机专与某种指定机械配套或有特殊使用要求时，轴伸长度 E 允许缩短，但应符合 GB/T 1570—1990《圆锥形轴伸》所规定的短系列的数值。  
 2. 尺寸 E 和 F 的偏差应符合 GB/T 756—1990《电机圆柱形轴伸》的规定。

1.2.6 圆柱形轴伸 (GB/T 1569—1990)

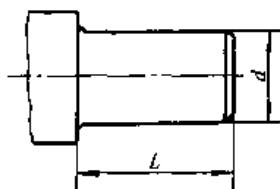


表 5-1-13

d		L		d		L		d		L	
基本尺寸	极限偏差	长系列	短系列	基本尺寸	极限偏差	长系列	短系列	基本尺寸	极限偏差	长系列	短系列
6	+0.006 -0.002	16	—	10	+0.007 -0.002	23	20	18	+0.008 -0.003	40	28
7	+0.007 -0.002			11	+0.008 -0.003			19			
8		12	30	25		20	+0.009 -0.004	50	36		
9		14				40				28	24
		20		16							

续表

d		L		d		L		d		L		
基本尺寸	极限偏差	长系列	短系列	基本尺寸	极限偏差	长系列	短系列	基本尺寸	极限偏差	长系列	短系列	
25	+0.009 -0.004	j6	60	42	80	+0.030 +0.011	170	130	240	+0.046 +0.017	410	330
28			80	58	85				260			
30	+0.018 +0.002	k6	110	82	90	+0.035 +0.013	210	165	280	+0.052 +0.020	470	380
32					95				300			
35					100				320			
38					110				340			
40					120				360			
42	+0.030 +0.001	m6	140	105	125	+0.040 +0.015	250	200	380	+0.057 +0.021	550	450
45					130				400			
48					140				420			
50					150				440			
55					160				450			
56	+0.030 +0.001	m6	140	105	170	+0.046 +0.017	300	240	460	+0.063 +0.023	650	540
60					180				480			
63					190				500			
65					200				530			
70					220				560			
71	+0.030 +0.001	m6	140	105	200	+0.046 +0.017	350	280	600	+0.070 +0.026	800	680
75					220				630			

注：1. 直径大于 630 ~ 1250mm 的轴伸直径和长度系列可参见原标准附录 A，本表未摘录。  
2. 本表适用于一般机器之间的联接并传递转矩的场合。

1.2.7 圆锥形轴伸 (GB/T 1570—1990)

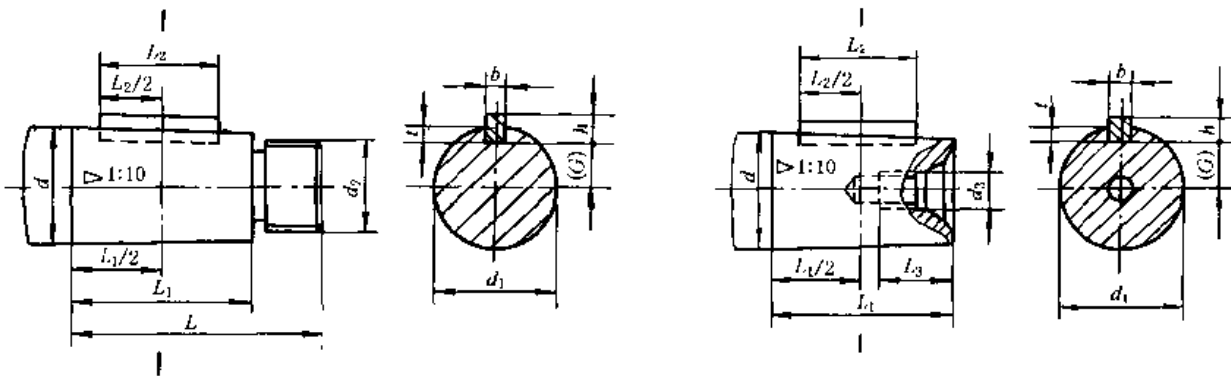


表 5-1-14

直径为 220 以下的轴伸型式与尺寸

/mm

d	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	b	h	d <sub>1</sub>	s	(G)	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	L <sub>3</sub>
长 系 列											
6	16	10	6	—	—	5.5	—	—	M4	—	—
7						6.5					
8	20	12	8	—	—	7.4	—	—	M6	—	—
9						8.4					
10						9.25					
11	23	15	12	2	2	10.25	1.2	3.9			

续表

$d$	$L$	$l_1$	$l_2$	$b$	$h$	$d_1$	$t$	$(G)$	$d_2$	$d_3$	$L_3$
长 系 列											
12	30	18	16	2	2	11.1	1.2	4.3	M8 × 1	M4	10
14				3	3	13.1	1.8	4.7			
16	40	28	25	4	4	14.6	2.5	5.5	M10 × 1.25	M5	13
18						16.6		5.8			
19						17.6		6.3			
20	50	36	32	5	5	18.2	3	6.6	M12 × 1.25	M6	16
22						20.2		7.6			
24						22.2		8.1			
25	60	42	36	6	6	22.9	3.5	8.4	M16 × 1.5	M8	19
28						25.9		9.9			
30						27.1		10.5			
32	80	58	50	10	8	29.1	5	11.0	M20 × 1.5	M10	22
35						32.1		12.5			
38						35.1		14.0			
40	110	82	70	12	8	35.9	5.5	12.9	M24 × 2	M12	28
42						37.9		13.9			
45						40.9		15.4			
48	140	105	100	14	9	43.9	6	16.9	M30 × 2	M16	36
50						45.9		17.9			
55						50.9		19.9			
56	170	130	110	16	10	51.9	7	20.4	M36 × 3	M20	42
60						54.75		21.4			
63						57.75		22.9			
65	210	165	140	18	11	59.75	7.5	23.9	M42 × 3	M24	50
70						64.75		25.4			
71						65.75		25.9			
75	250	200	180	20	12	69.75	9	27.9	M48 × 3	M30	60
80						73.5		29.2			
85						78.5		31.7			
90	300	240	220	22	14	83.5	10	32.7	M56 × 4	---	---
95						88.5		35.2			
100						91.75		36.9			
110	350	280	250	25	14	101.75	11	41.9	M64 × 4	---	---
120						111.75		45.9			
125						116.75		48.3			
130	400	320	300	28	16	120	12	50	M72 × 4	---	---
140						130		54			
150						140		59			
160	450	360	350	32	18	148	13	62	M80 × 4	---	---
170						158		67			
180						168		71			

$d$	$L$	$L_1$	$L_2$	$b$	$h$	$d_1$	$t$	( $G$ )	$d_2$	$d_3$	$L_1$
长 系 列											
190	350	280	250	40	22	176	13	75	M140 × 6	—	—
200						186		80			
220				206	88	45	25	206	15		
短 系 列											
16	28	16	14	3	3	15.2	1.8	5.8	M10 × 1.25	M4	10
18						17.2		6.1		M5	13
19				18.2	6.6						
20	36	22	20	4	4	18.9	2.5	6.9	M12 × 1.25	M6	16
22						20.9		7.9			
24				22.9	8.4						
25	42	24	22	5	5	23.8	3	8.9	M16 × 1.5	M8	19
28						26.8		10.4			
30				28.2	11.1						
32	58	36	32	6	6	30.2	3.5	11.6	M20 × 1.5	M10	22
35						33.2		13.1			
38				36.2	14.6						
40	82	54	50	10	8	37.3	5	13.6	M24 × 2	M12	28
42						39.3		14.6			
45				42.3	16.1						
48	82	54	50	12	8	45.3	7	17.6	M30 × 2	M16	36
50						47.3		18.6			
55				52.3	20.6						
56	53.3	21.1	14	9	53.3	5.5	21.1	M36 × 3	M20	42	
60	105	70	63	16	10	56.5	6	22.2			
63						59.5		23.7			
65				61.5	24.7						
70	105	70	63	18	11	66.5	7	26.2	M48 × 3	M24	50
71						67.5		26.7			
75				71.5	28.7						
80	130	90	80	20	12	75.5	7.5	30.2	M56 × 4	—	—
85						80.5		32.7			
90				85.5	33.7						
95	165	120	110	22	14	90.5	9	36.2	M64 × 4	—	—
100						94		38			
110				104	43						
120	165	120	110	25	14	114	10	47	M72 × 4	—	—
125						119		49.5			
130				122.5	51.2						
140	200	150	125	28	16	132.5	11	55.2	M80 × 4	—	—
150						142.5		60.2			
160				151	63.5						
170	240	180	160	36	20	161	12	68.5	M90 × 4	—	—
180						171		72.5			
180	40	22	171	13	72.5	M110 × 4					
180	240	180	160	36	20	161	12	68.5	M125 × 4	—	—
180	240	180	160	40	22	171	13	72.5	M140 × 6	—	—

续表

$d$	$L$	$L_1$	$L_2$	$b$	$h$	$d_1$	$t$	(C)	$d_2$	$d_3$	$L_3$
短 系 列											
190				40	22	179.5	13	76.7	M140 × 6		
200	280	210	180			189.5		81.7			
220				45	25	209.5	15	89.7	M160 × 6		

注：1. 键槽深度  $t$ ，可用测量  $G$  来代替，或按表 5-1-16 的规定。

2.  $L_2$  可根据需要选取小于表中的数值。

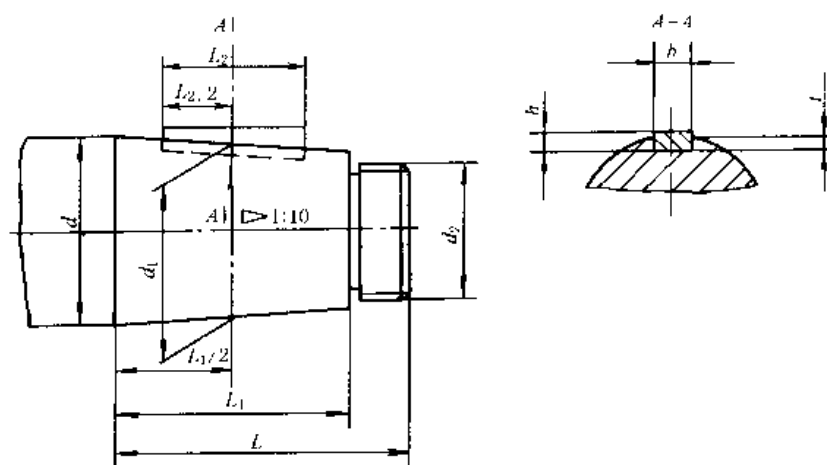


表 5-1-15

直径为 220 以上的轴伸型式与尺寸

/mm

$d$	$L$	$L_1$	$L_2$	$b$	$h$	$d_1$	$t$	$d_2$
240						223.5		
250	410	330	280	50	28	233.5	17	M180 × 6
260						243.5		M200 × 6
280				56		261		
300	470	380	320	63	32	281	20	M220 × 6
320						301		M250 × 6
340						317.5		
360	550	450	400	70	36	337.5	22	M280 × 6
380						357.5		M300 × 6
400						373		
420				80	40	393	25	M320 × 6
440						413		
450	650	540	450			423		M350 × 6
460						433		
480				90	45	453	28	M380 × 6
500						473		
530						496		M420 × 6
560	800	680	500	100	50	526	31	M450 × 6
600						566		M500 × 6
630						596		M550 × 6

注：1.  $L_2$  可根据需要选取小于表中的数值。

2. 本标准规定了 1:10 圆锥形轴伸的型式和尺寸，适用于一般机器之间的连接并传递转矩的场合。

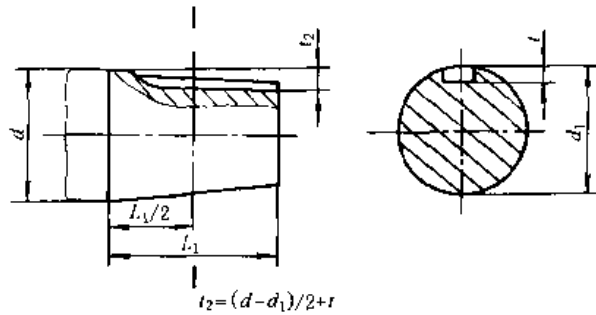


表 5-1-16

圆锥形轴伸大端处键槽深度尺寸 (参考)

/mm

d	t <sub>2</sub>		d	t <sub>2</sub>		d	t <sub>2</sub>	
	长系列	短系列		长系列	短系列		长系列	短系列
11	1.6	—	40	7.1	6.4	95	12.3	11.3
12	1.7	—	42	7.1	6.4	100	13.1	12.0
14	2.3	—	45	7.1	6.4	110	13.1	12.0
16	2.5	2.2	48	7.1	6.4	120	14.1	13.0
18	3.2	2.9	50	7.1	6.4	125	14.1	13.0
19	3.2	2.9	55	7.6	6.9	130	15.0	13.8
20	3.4	3.1	56	7.6	6.9	140	16.0	14.8
22	3.4	3.1	60	8.6	7.8	150	16.0	14.8
24	3.9	3.6	65	8.6	7.8	160	18.0	16.5
25	4.1	3.6	70	9.6	8.8	170	18.0	16.5
28	4.1	3.6	71	9.6	8.8	180	19.0	17.5
30	4.5	3.9	75	9.6	8.8	190	20.0	18.3
32	5.0	4.4	80	10.8	9.8	200	20.0	18.3
35	5.0	4.4	85	10.8	9.8	220	22.0	20.3
38	5.0	4.4	90	12.3	11.3			

注:  $t_2$  的极限偏差与  $t$  的极限偏差相同, 按大端直径检验键槽深度时, 表 5-1-14 中的  $t$  作为参考尺寸。

表 5-1-17

圆锥形轴伸  $L_1$  的偏差及圆锥角公差

/mm

直径 $d$	$L_1$ 的轴向极限偏差	直径 $d$	$L_1$ 的轴向极限偏差	直径 $d$	$L_1$ 的轴向极限偏差
6 ~ 10	0 -0.22	55 ~ 80	0 -0.46	260 ~ 300	0 -0.81
11 ~ 18	0 -0.27	85 ~ 120	0 -0.54	320 ~ 400	0 -0.89
19 ~ 30	0 -0.33	125 ~ 180	0 -0.63	420 ~ 500	0 -0.97
32 ~ 50	0 -0.39	190 ~ 250	0 -0.72	530 ~ 630	0 -1.10

注: 1. 基本直径  $d$  的公差选用 GB/T 1800.1 及 GB/T 1800.2 中的 IT 8。

2. 1:10 的圆锥角公差选用 GB/T 11334 中的 AT6。

### 1.2.8 轴的加工和装配工艺性

进行轴的结构设计时, 除考虑前面的各种因素外, 同时还应考虑便于轴的加工、测量、装配和维修。通常要注意以下几个方面:

- (1) 考虑加工工艺所必须的结构要素 (如中心孔、螺尾退刀槽、砂轮越程槽等);
- (2) 合理确定轴与零件的配合性质、加工精度和表面粗糙度;
- (3) 配合直径一般应按 GB/T 2822—1981 圆整为标准值;
- (4) 确定各轴段长度时应尽可能使结构紧凑, 同时还应保证零件所需的滑动距离、装拆或调整所需空间, 并



注意转动零件不得与其他零件相碰，与轮毂装配的轴段长度一般应略小于轮毂 2 ~ 3mm，以保证轴向定位可靠；

(5) 除特殊要求者外，一般轴上所有零件都应无过盈地到达配合部位；

(6) 为便于导向和避免擦伤配合面，轴的两端及有过盈配合的台阶处应制成倒角；

(7) 为了减少加工刀具的种类和提高劳动生产率，轴上的倒角、圆角、键槽等应尽可能取相同尺寸，或尽量减少不同尺寸的倒角、圆角、键槽的数量。

### 1.2.9 轴的典型结构示例

图 5-1-1 为滚动轴承支承的轴的典型结构，各部分结构尺寸及公差等的确定请参阅本卷滚动轴承章有关部分。滑动轴承支承的轴的结构与此相仿，仅轴颈结构不同。滑动轴承的轴颈结构尺寸见表 5-1-8 和表 5-1-9。

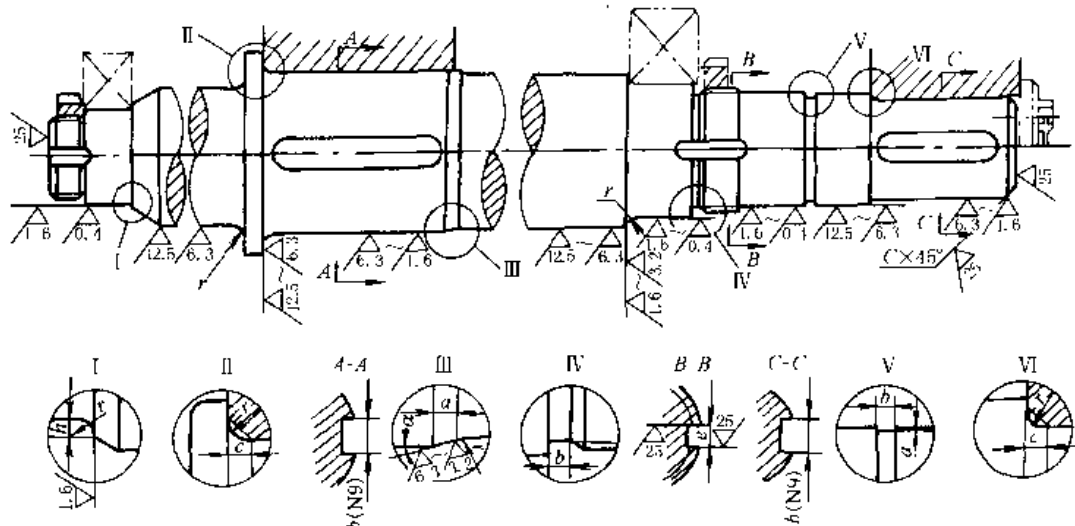


图 5-1-1 滚动轴承支承的轴的典型结构

## 1.3 轴的强度计算

轴的强度计算一般可分为三种：①按扭转强度或刚度计算；②按弯扭合成强度计算；③精确强度校核计算。

### 1.3.1 按扭转强度或刚度计算

此法用于计算传递扭矩，不受弯矩或仅受较小弯矩的轴；但当轴的长度及跨度未定，支点反力及弯矩无法求得时，可按此法进行初步计算。一般情况下，按扭转强度计算出所需轴端直径；当对轴的扭转变形限制较严时，亦可按扭转刚度计算确定轴端直径。其计算公式列于表 5-1-18。

表 5-1-18 按扭转强度及刚度计算轴径的公式

轴的类型	按扭转强度计算	按扭转刚度计算
实心轴	$d = 17.2 \sqrt[3]{\frac{T}{\tau_p}} = A \sqrt[3]{\frac{P}{n}}$	$d = 9.3 \sqrt[4]{\frac{T}{\phi_p}} = B \sqrt[4]{\frac{P}{n}}$
空心轴	$d = 17.2 \sqrt[3]{\frac{T}{\tau_p}} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{1-\alpha^4}} = A \sqrt[3]{\frac{P}{n}} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{1-\alpha^4}}$	$d = 9.3 \sqrt[4]{\frac{T}{\phi_p}} \cdot \frac{1}{\sqrt[4]{1-\alpha^4}} = B \sqrt[4]{\frac{P}{n}} \cdot \frac{1}{\sqrt[4]{1-\alpha^4}}$
说明	<p><math>d</math> —— 轴端直径, mm</p> <p><math>T</math> —— 轴所传递的扭矩, N·m</p> <p><math>P</math> —— 轴所传递的功率, kW</p> <p><math>n</math> —— 轴的工作转速, r/min</p> <p><math>\tau_p</math> —— 许用扭转剪应力, MPa, 按表 5-1-19 选取</p> <p><math>\phi_p</math> —— 许用扭转角, (°)/m, 按表 5-1-20 选取</p>	<p><math>A</math> —— 系数, 按表 5-1-19 选取</p> <p><math>B</math> —— 系数, 按表 5-1-20 选取</p> <p><math>\alpha</math> —— 空心轴的内径 <math>d_1</math> 与外径 <math>d</math> 之比</p> <p><math display="block">\alpha = \frac{d_1}{d}</math></p>

注：当截面上有键槽时，应将求得的轴径增大，其增大值见表 5-1-22。

表 5-1-19 几种常用轴材料的  $\tau_p$  及  $A$  值

轴的材料	Q235-A、20	Q275、35 (1Cr18Ni9Ti)	45	40Cr、35SiMn、42SiMn 40MnB、38SiMnMo、3Cr13
$\tau_p$ /MPa	15 ~ 25	20 ~ 35	25 ~ 45	35 ~ 55
$A$	149 ~ 126	135 ~ 112	126 ~ 103	112 ~ 97

注：1. 表中所给出的  $\tau_p$  值是考虑了弯曲影响而降低了的许用扭转剪应力。  
 2. 在下列情况下  $\tau_p$  取较大值、 $A$  取较小值：弯矩较小或只受扭矩作用、载荷较平稳、无轴向载荷或只有较小的轴向载荷、减速器的低速轴、轴单向旋转。反之， $\tau_p$  取较小值、 $A$  取较大值。  
 3. 在计算减速器中间轴的危险截面处（安装小齿轮处）的直径时，若轴的材料为 45 号钢，可取  $A = 130 \sim 165$ ，其中二级减速器的中间轴及三级减速器的高速中间轴取  $A = 155 \sim 165$ ，二级减速器的低速中间轴取  $A = 130$ 。

表 5-1-20 剪切弹性模量  $G = 79.4\text{GPa}$  时的  $B$  值

$\phi_p$ (°)/m	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5
$B$	129	109	91.5	82.7	77	72.8

注：1. 表中  $\phi_p$  值为每米轴长允许的扭转角。  
 2. 许用扭转角的选用，应按实际情况而定。推荐供参考的范围如下：对于要求精密、稳定的传动，可取  $\phi_p = 0.25 \sim 0.5$  (°)/m；对于一般传动，可取  $\phi_p = 0.5 \sim 1$  (°)/m；对于要求不高的传动，可取  $\phi_p$  大于 1 (°)/m，起重机传动轴， $\phi_p = 15' \sim 20'/m$ ；重型机床走刀轴， $\phi_p = 5'/m$ 。

1.3.2 按弯扭合成强度计算

当轴的支承位置和轴所载荷大小、方向、作用点及载荷种类均已确定，支点反力及弯矩可以求得时，可按弯曲及扭转合成强度进行轴的强度计算。

作用在轴上的载荷，一般按集中载荷考虑。这些载荷主要是齿轮或蜗轮的啮合力，或为带传动及链传动中带、链的拉力，其作用点通常取为零件轮缘宽度中点。轴上转矩则从轮毅宽度中点算起。有关这些力的计算见第 5 卷有关章节。如果作用在轴上的各载荷，不在同一平面内时，可将其分解到两个互相垂直的平面内，然后分别求出每个平面内的弯矩，再按矢量法求得合成弯矩，以此弯矩来确定轴径。当轴上的轴向力较大时，还应计算由此引起的正应力。

计算时，通常把轴当作置于铰链支座上的双支点梁。轴的铰链支点位置按图 5-1-2 确定，一般轴的支点间距较轴承宽大得多，支点可近似取为轴承宽度的中点；其中向心推力轴承  $a$  值见本卷滚动轴承章部分。

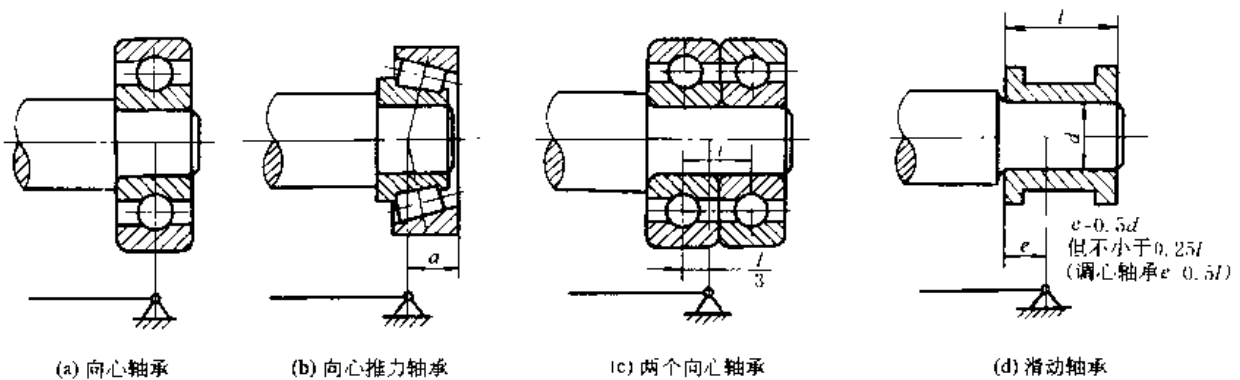


图 5-1-2 轴承支座支点位置的确定

轴的弯扭合成强度计算公式见表 5-1-21。当零件用紧配合装于轴上时，轴径应较计算值增大 8% ~ 10%；当零件用键装在轴上时，轴径较计算值的增大值见表 5-1-22。

表 5-1-21

按弯扭合成强度计算轴径的公式

计算公式		心 轴		转 轴		
		实 心 轴	$d = 21.68 \sqrt[3]{\frac{M}{\sigma_p}}$	实 心 轴	$d = 21.68 \sqrt[3]{\frac{\sqrt{M^2 + (\psi T)^2}}{\sigma_{+1p}}}$	
许用应力 $\sigma_p$		转动心轴	$\sigma_p = \sigma_{-1p}$	校正系数 $\psi$	单向旋转	$\psi = 0.65$ 或 $\psi = 0.7$
		固定心轴	载荷平稳: $\sigma_p = \sigma_{+1p}$ 载荷变化: $\sigma_p = \sigma_{0p}$		双向旋转	$\psi = 1$
说明		$d$ ——轴的直径, mm		$\alpha$ ——空心轴内径 $d_1$ 外径 $d$ 之比, $\alpha = \frac{d_1}{d}$		
		$M$ ——轴在计算截面所受弯矩, N·m				
		$T$ ——轴在计算截面所受扭矩, N·m				
		$\sigma_{+1p}, \sigma_{0p}, \sigma_{-1p}$ ——轴的许用弯曲应力, MPa, $\sigma_{+1p}, \sigma_{-1p}$				
		按表 5-1-1 查取, $\sigma_{0p} \approx 1.6\sigma_{-1p}$				

注: 校正系数  $\psi$  值是由扭应力的变化来决定的: 扭应力不变时,  $\psi = \frac{\sigma_{-1p}}{\sigma_{+1p}} \approx 0.65$ ; 扭应力按脉动循环变化时,  $\psi = \frac{\sigma_{-1p}}{\sigma_{0p}} \approx 0.7$ ; 扭应力按对称循环变化时,  $\psi = 1$

如果截面上有键槽时, 应将求得的轴径增大, 其增大值见表 5-1-22。

如果轴端装有补偿式联轴器或弹性联轴器, 由于安装误差和弹性元件的不均匀磨损, 将会使轴及轴承受到附加载荷, 附加载荷的方向不定。附加载荷计算公式见表 5-1-23。

表 5-1-22

有键槽时轴的增大值

轴的直径 / mm	< 30	30 ~ 100	> 100
有一个键槽时的增大值 / %	7	5	3
有两个相隔 180° 键槽时的增大值 / %	15	10	7

表 5-1-23

附加载荷计算公式

联轴器名称	计算公式	说 明
齿轮联轴器	$M' = K'T$	$M'$ ——附加弯矩, N·m $T$ ——传递扭矩, N·m
十字滑块联轴器	$F_r' = (0.2 \sim 0.4) \frac{2000T}{D}$	$K'$ ——系数, 按下述原则选取: 用稀油或清洁的干油润滑 $K' = 0.07$ 用脏十油润滑 $K' = 0.13$ 不能保证及时润滑 $K' = 0.3$
NZ 挠性爪型联轴器	$F_r' = (0.1 \sim 0.3) \frac{2000T}{D}$	$F_r'$ ——附加径向力, N
弹性圆柱销联轴器	$F_r' = (0.2 \sim 0.35) \frac{2000T}{D_0}$	$D$ ——联轴器外径, mm $D_0$ ——柱销中心圆直径, mm

## 1.4 精确强度校核计算

轴强度的精确校核是在轴的结构及尺寸确定后进行的, 通常采用安全系数校核法。轴的安全系数校核计算包括两个方面: 疲劳强度安全系数和静强度安全系数校核。

### 1.4.1 疲劳强度安全系数校核

疲劳强度安全系数校核的目的是校核轴对疲劳破坏的抵抗能力, 它是在经过轴的初步计算和结构设计后, 根据其实际尺寸, 承受的弯矩、转矩图, 考虑应力集中, 表面状态, 尺寸影响等因素及轴材料的疲劳极限, 计算轴的危险截面处的安全系数值是否满足许用安全系数值。轴的疲劳强度是根据长期作用在轴上的最大变载荷 (具载

荷循环次数不小于  $10^4$ ) 来计算的, 危险截面应是受力较大, 截面较小及应力集中较严重的即实际应力较大的若干个截面。同一个截面上有几个应力集中源, 计算时应选取对轴影响最大的应力源。校核公式见表 5-1-24。

当轴的强度不能满足要求时, 应尽可能采取改进轴的结构, 通过降低应力集中的方法解决, 降低应力集中的主要措施见表 5-1-7, 或采用不同的热处理及表面强化处理等工艺措施, 或加大轴径, 改变轴的材料来解决。

轴的材料内部可能存在不同程度的裂纹或其他缺陷。一般裂纹的尺寸小于临界值时, 暂时影响不大, 但在长期交变应力作用下, 裂纹会作稳态扩展, 直至达到临界值时, 发生脆性破坏。所有对于重要的轴, 除了进行上述计算和检查表面质量外, 还应对内部进行无损探伤。如发现缺陷, 应根据断裂力学计算或经验判断其寿命, 决定其是否可用。具体方法见《机械工程手册》第二版第 1 卷第 5 篇第 14 章(断裂力学)。

表 5-1-24 危险截面安全系数  $S$  的校核公式

公	$S = \frac{S_o S_\tau}{\sqrt{S_o^2 + S_\tau^2}} \geq S_p$	
式	$S_o = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{\beta \epsilon_\sigma} \sigma_a + \psi_\sigma \sigma_m}$	$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau}{\beta \epsilon_\tau} \tau_a + \psi_\tau \tau_m}$
说	$S_o$ ——只考虑弯矩作用时的安全系数	$S_\tau$ ——只考虑扭矩作用时的安全系数
明	$S_p$ ——按疲劳强度计算的许用安全系数, 见表 5-1-26	$\epsilon_\sigma$ 、 $\epsilon_\tau$ ——弯曲和扭转时的尺寸影响系数, 见表 5-1-34
	$\sigma_{-1}$ ——对称循环应力下的材料弯曲疲劳极限, MPa, 见表 5-1-1	$\psi_\sigma$ 、 $\psi_\tau$ ——材料拉伸和扭转的平均应力折算系数, 见表 5-1-33
	$\tau_{-1}$ ——对称循环应力下的材料扭转疲劳极限, MPa, 见表 5-1-1	$\sigma_a$ 、 $\sigma_m$ ——弯曲应力的应力幅和平均应力, MPa, 见表 5-1-25
	$K_\sigma$ 、 $K_\tau$ ——弯曲和扭转时的有效应力集中系数, 见表 5-1-30~表 5-1-32	$\tau_a$ 、 $\tau_m$ ——扭转应力的应力幅和平均应力, MPa, 见表 5-1-25
	$\beta$ ——表面质量系数, 一般用表 5-1-36; 轴表面强化处理后用表 5-1-38; 有腐蚀情况时用表 5-1-35 或表 5-1-37	

表 5-1-25 应力幅及平均应力计算公式

循环特性	应力名称	弯曲应力	扭转应力
对称循环	应力幅	$\sigma_a = \sigma_{max} = \frac{M}{Z}$	$\tau_a = \tau_{max} = \frac{T}{Z_p}$
	平均应力	$\sigma_m = 0$	$\tau_m = 0$
脉动循环	应力幅	$\sigma_a = \frac{\sigma_{max}}{2} = \frac{M}{2Z}$	$\tau_a = \frac{\tau_{max}}{2} = \frac{T}{2Z_p}$
	平均应力	$\sigma_m = \sigma_a$	$\tau_m = \tau_a$
说 明	$M$ 、 $T$ ——轴危险截面上的弯矩和扭矩, N·m $Z$ 、 $Z_p$ ——轴危险截面的抗弯和抗扭的截面系数, $cm^3$ , 见表 5-1-27~表 5-1-29		

表 5-1-26 许用安全系数  $S_p$


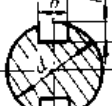


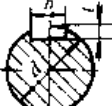
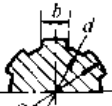
条 件	$S_p$
材料的力学性能符合标准规定(或有实验数据), 加工质量能满足设计要求	1.3~1.5
载荷确定精确, 应力计算准确	1.5~1.8
载荷确定不够精确, 应力计算较近似	1.8~2.5
载荷确定不精确, 应力计算较粗略或轴径较大( $d > 200mm$ )	2.5~3
脆性材料制造的轴	2.5~3

注: 如果轴的损坏会引起严重事故,  $S_p$  值应适当加大。

表 5-1-27

截面模数计算公式

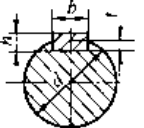
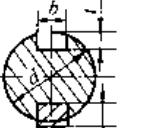
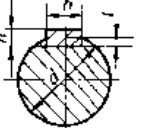
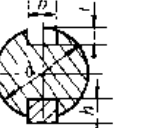
/cm<sup>3</sup>

截面	Z	Z <sub>p</sub>	截面	Z	Z <sub>p</sub>
	$Z = \frac{\pi d^3}{32}$	$Z_p = \frac{\pi d^3}{16} = 2Z$		$Z = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bt(d-t)^2}{d}$	$Z_p = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt(d-t)^2}{d}$
	$Z = \frac{\pi d^3}{32}(1 - \alpha^4)$ $\alpha = d_1/d$	$Z_p = \frac{\pi d^3}{16}(1 - \alpha^4) = 2Z$		$Z = \frac{\pi d^3}{32} \left(1 - 1.54 \frac{d_0}{d}\right)$	$Z_p = \frac{\pi d^3}{16} \left(1 - \frac{d_0}{d}\right)$
	$Z = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bt(d-t)^2}{2d}$	$Z_p = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt(d-t)^2}{2d}$		$Z = \frac{\pi d^3 + bz(D-d)(D+d)^2}{32D}$ (z - 花键齿数)	$Z_p = \frac{\pi d^3 + bz(D-d)(D+d)^2}{16D} = 2Z$

注：公式中各几何尺寸均以 cm 计。

表 5-1-28

带有平键槽轴的截面模数 Z、Z<sub>p</sub>

d /mm	b × h /mm					d /mm	b × h /mm					
		Z	Z <sub>p</sub>	Z	Z <sub>p</sub>			Z	Z <sub>p</sub>	Z	Z <sub>p</sub>	
						/cm <sup>3</sup>						
20	6 × 6	0.642	1.43	0.499	1.28	75	20 × 12	36.9	78.3	32.3	73.7	
21		0.756	1.66	0.603	1.51	78		22 × 14	40.5	87.1	34.5	81.1
22		0.882	1.92	0.718	1.76	80			44.0	94.3	37.8	88.1
23	8 × 7	0.943	2.14	0.692	1.87	82	25 × 14		47.7	102	41.3	95.4
24		1.09	2.45	0.824	2.18	85		53.6	114	46.8	107	
25		1.25	2.78	0.970	2.50	88		58.9	126	50.9	118	
26		1.43	3.15	1.13	2.85	90	63.4	135	55.2	127		
28		1.83	3.98	1.50	3.65	92	68.0	144	59.6	136		
30		2.29	4.94	1.93	4.58	95	75.4	160	66.7	151		
32	10 × 8	2.65	5.86	2.08	5.29	98	28 × 16	81.3	174	70.3	163	
34		3.24	7.10	2.62	6.48	100		86.8	185	75.5	174	
35		3.57	7.78	2.92	7.13	105		102	215	89.6	203	
36		3.91	8.49	3.25	7.83	110	118	249	105	236		
38		5.39	11.5	4.67	10.8	115	133	282	116	266		
40		5.36	11.6	4.45	10.7	120	32 × 18	152	322	135	304	
42	6.30	13.6	5.32	12.6	125	173		365	155	347		
44	8.36	17.8	7.33	16.7	130	197		412	177	393		
45	14 × 9	7.61	16.6	6.28	15.2	135	36 × 20	217	459	193	435	
46		8.18	17.7	6.81	16.4	140		244	514	219	488	
47		8.78	19.0	7.37	17.6	145		273	572	247	546	
48		9.41	20.3	7.96	18.8	150	304	635	276	608		
50		12.3	26.1	10.7	24.5	155	332	697	298	664		
52		11.9	25.7	9.90	23.7	160	40 × 22	367	769	332	734	
55	14.2	30.6	12.1	28.5	165	405		846	368	809		
58	19.2	40.5	16.9	38.3	170	445		927	407	889		
60	18 × 11	18.3	39.5	15.3	36.5	175	45 × 25	477	1003	427	954	
62		20.3	43.7	17.3	40.6	180		522	1094	470	1043	
65		23.7	50.7	20.4	47.4	185		569	1190	516	1138	
68		26.8	57.7	22.8	53.6	190		619	1292	565	1238	
70	20 × 12	29.5	63.2	25.3	59.0	195	672	1340	616	1344		
72		32.3	69.0	28.0	64.6	200	728	1513	670	1455		

注：表内数据适用于 GB/T 1095—1979 规定的平键、导向平键的键槽剖面尺寸。

表 5-1-29

矩形花键轴的抗弯及抗扭截面模数  $Z$ 、 $Z_p$  ( $Z_p = 2Z$ )

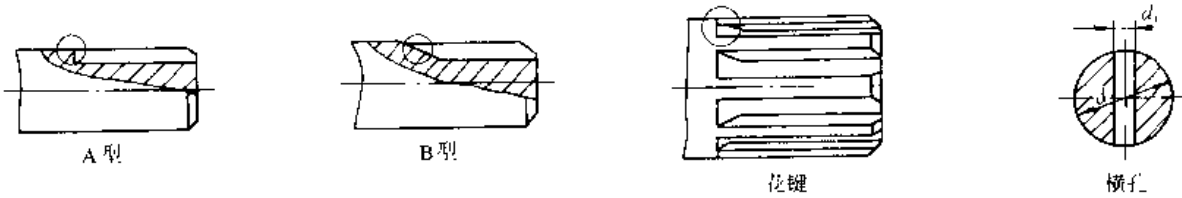


公称尺寸/mm $z \cdot D \times d \times b$	$Z/cm^3$		公称尺寸/mm $z \cdot D \times d \times b$	$Z/cm^3$	
	按 $D$ 定心	按 $d$ 定心		按 $D$ 定心	按 $d$ 定心
轻 系 列			重 系 列		
4-20 × 17 × 6	0.529	0.564	10-102 × 92 × 14	78.5	85.1
4-22 × 19 × 8	0.774	0.811	10-112 × 102 × 16	108	115
6-26 × 23 × 6	1.28	1.37	10-125 × 112 × 18	145	156
6-30 × 26 × 6	1.79	1.97	重 系 列		
6-32 × 28 × 7	2.30	2.48	10-26 × 21 × 3	0.968	1.13
8-36 × 32 × 6	3.34	3.63	10-29 × 23 × 4	1.48	1.65
8-40 × 36 × 7	4.79	5.13	10-32 × 26 × 4	1.92	2.19
8-46 × 42 × 8	7.53	7.99	10-35 × 28 × 4	2.32	2.72
8-50 × 46 × 9	9.94	10.5	10-40 × 32 × 5	3.68	4.19
8-58 × 52 × 10	14.4	15.5	10-45 × 36 × 5	4.86	5.71
8-62 × 56 × 10	17.5	18.9	10-52 × 42 × 6	7.77	9.06
8-68 × 62 × 12	24.3	25.8	10-56 × 46 × 7	10.5	11.9
10-78 × 72 × 12	38.3	40.3	16-60 × 52 × 5	14.2	16.1
10-88 × 82 × 12	54.5	57.8	16-65 × 56 × 5	17.3	19.9
10-98 × 92 × 14	77.8	81.4	16-72 × 62 × 6	24.2	27.6
10-108 × 102 × 16	106	111	16-82 × 72 × 7	37.5	42.3
10-120 × 112 × 18	142	149	20-92 × 82 × 6	53.3	60.6
10-140 × 125 × 20	202	218	20-102 × 92 × 7	76.8	85.1
10-160 × 145 × 22	306	331	补 充 系 列		
10-180 × 160 × 24	413	454	6-35 × 30 × 10	3.27	3.40
10-200 × 180 × 30	608	651	6-38 × 33 × 10	4.10	4.30
10-220 × 200 × 30	800	864	6-40 × 35 × 10	4.77	5.00
10-240 × 220 × 35	1084	1151	6-42 × 36 × 10	5.20	5.55
10-260 × 240 × 35	1363	1463	6-45 × 40 × 12	7.10	7.39
中 系 列			6-48 × 42 × 12	8.28	8.64
6-16 × 13 × 3.5	0.254	0.279	6-50 × 45 × 12	9.61	10.0
6-20 × 16 × 4	0.462	0.516	6-55 × 50 × 14	13.2	13.7
6-22 × 18 × 5	0.682	0.741	6-60 × 54 × 14	16.4	17.3
6-25 × 21 × 5	0.976	1.08	6-65 × 58 × 16	20.9	21.9
6-28 × 23 × 6	1.37	1.50	6-70 × 62 × 16	25.1	26.7
6-32 × 26 × 6	1.86	2.11	6-75 × 65 × 16	28.7	31.2
6-34 × 28 × 7	2.41	2.67	6-80 × 70 × 20	37.9	40.0
8-38 × 32 × 6	3.47	3.87	6-90 × 80 × 20	53.2	56.7
8-42 × 36 × 7	4.95	5.45	10-30 × 26 × 4	1.81	2.01
8-48 × 42 × 8	7.67	8.39	10-32 × 28 × 5	2.40	2.58
8-54 × 46 × 9	10.4	11.5	10-35 × 30 × 5	2.92	3.21
8-60 × 52 × 10	14.7	16.1	10-38 × 33 × 6	4.00	4.30
8-65 × 56 × 10	17.9	19.9	10-40 × 35 × 6	4.63	5.00
8-72 × 62 × 12	25.1	27.6	10-42 × 36 × 6	5.06	5.55
10-82 × 72 × 12	39.6	43.0	10-45 × 40 × 7	6.85	7.34
10-92 × 82 × 12	55.0	60.6	16-38 × 33 × 3.5	3.80	4.22
			16-50 × 43 × 5	8.91	9.74

注：表内数据适用于 GB/T 1144—1987 规定的矩形花键。

表 5-1-30

螺纹、键、花键、横孔处及配合的边缘处的有效应力集中系数



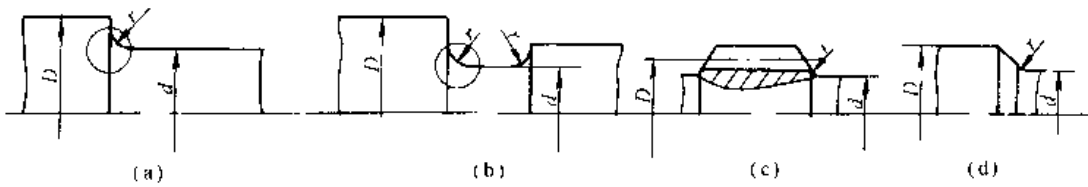
$\sigma_b$ /MPa	螺纹 ( $K_r=1$ ) $K_r$	键 槽			花 键			横 孔			配 合									
		$K_a$		$K_r$	$K_r$	$K_r$	$K_r$	$K_r$	$K_r$	H7/r6		H7/k6		H7/h6						
		A 型	B 型	A、R 型						矩形	渐开线形	$\frac{d_0}{d}$ = 0.05 ~ 0.15	$\frac{d_0}{d}$ = 0.15 ~ 0.25	$\frac{d_0}{d}$ = 0.05 ~ 0.25	$K_a$	$K_r$	$K_r$	$K_r$	$K_a$	$K_r$
400	1.45	1.51	1.30	1.20	1.35	2.10	1.40	1.90	1.70	1.70	2.05	1.55	1.55	1.25	1.33	1.14				
500	1.78	1.64	1.38	1.37	1.45	2.25	1.43	1.95	1.75	1.75	2.30	1.69	1.72	1.36	1.49	1.23				
600	1.96	1.76	1.46	1.54	1.55	2.35	1.46	2.00	1.80	1.80	2.52	1.82	1.89	1.46	1.64	1.31				
700	2.20	1.89	1.54	1.71	1.60	2.45	1.49	2.05	1.85	1.80	2.73	1.96	2.05	1.56	1.77	1.40				
800	2.32	2.01	1.62	1.88	1.65	2.55	1.52	2.10	1.90	1.85	2.96	2.09	2.22	1.65	1.92	1.49				
900	2.47	2.14	1.69	2.05	1.70	2.65	1.55	2.15	1.95	1.90	3.18	2.22	2.39	1.76	2.08	1.57				
1000	2.61	2.26	1.77	2.22	1.72	2.70	1.58	2.20	2.00	1.90	3.41	2.36	2.56	1.86	2.22	1.66				
1200	2.90	2.50	1.92	2.39	1.75	2.80	1.60	2.30	2.10	2.00	3.87	2.62	2.90	2.05	2.5	1.83				

注：1. 滚动轴承与轴的配合按 H7/r6 配合选择系数。

2. 蜗杆螺旋根部有效应力集中系数可取  $K_a=2.3 \sim 2.5$ ;  $K_r=1.7 \sim 1.9$ 。

表 5-1-31

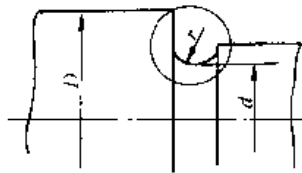
圆角处的有效应力集中系数



$\frac{D-d}{r}$	$\frac{r}{d}$	$K_a$								$K_r$							
		$\sigma_b$ /MPa															
		400	500	600	700	800	900	1000	1200	400	500	600	700	800	900	1000	1200
2	0.01	1.34	1.36	1.38	1.40	1.41	1.43	1.45	1.49	1.26	1.28	1.29	1.29	1.30	1.30	1.31	1.32
	0.02	1.41	1.44	1.47	1.49	1.52	1.54	1.57	1.62	1.33	1.35	1.36	1.37	1.37	1.38	1.39	1.42
	0.03	1.59	1.63	1.67	1.71	1.76	1.80	1.84	1.92	1.39	1.40	1.42	1.44	1.45	1.47	1.48	1.52
	0.05	1.54	1.59	1.64	1.69	1.73	1.78	1.83	1.93	1.42	1.43	1.44	1.46	1.47	1.50	1.51	1.54
	0.10	1.38	1.44	1.50	1.55	1.61	1.66	1.72	1.83	1.37	1.38	1.39	1.42	1.43	1.45	1.46	1.50
4	0.01	1.51	1.54	1.57	1.59	1.62	1.64	1.67	1.72	1.37	1.39	1.40	1.42	1.43	1.44	1.46	1.47
	0.02	1.76	1.81	1.86	1.91	1.96	2.01	2.06	2.16	1.53	1.55	1.58	1.59	1.61	1.62	1.65	1.68
	0.03	1.76	1.82	1.88	1.94	1.99	2.05	2.11	2.23	1.52	1.54	1.57	1.59	1.61	1.64	1.66	1.71
	0.05	1.70	1.76	1.82	1.88	1.95	2.01	2.07	2.19	1.50	1.53	1.57	1.59	1.62	1.65	1.68	1.74
6	0.01	1.86	1.90	1.94	1.99	2.03	2.08	2.12	2.21	1.54	1.57	1.59	1.61	1.64	1.66	1.68	1.73
	0.02	1.90	1.96	2.02	2.08	2.13	2.19	2.25	2.37	1.59	1.62	1.66	1.69	1.72	1.75	1.79	1.86
	0.03	1.89	1.96	2.03	2.10	2.16	2.23	2.30	2.44	1.61	1.65	1.68	1.72	1.74	1.77	1.81	1.88
10	0.01	2.07	2.12	2.17	2.23	2.28	2.34	2.39	2.50	2.12	2.18	2.24	2.30	2.37	2.42	2.48	2.60
	0.02	2.09	2.16	2.23	2.30	2.38	2.45	2.52	2.66	2.03	2.08	2.12	2.17	2.22	2.26	2.31	2.40

表 5-1-32

环槽处的有效应力集中系数



系数 $\frac{D-d}{r}$		$\frac{r}{d}$	$\sigma_b/\text{MPa}$							
			400	500	600	700	800	900	1000	1200
$K_t$	1	0.01	1.88	1.93	1.98	2.04	2.09	2.15	2.20	2.31
		0.02	1.79	1.84	1.89	1.95	2.00	2.06	2.11	2.22
		0.03	1.72	1.77	1.82	1.87	1.92	1.97	2.02	2.12
		0.05	1.61	1.66	1.71	1.77	1.82	1.88	1.93	2.04
		0.10	1.44	1.48	1.52	1.55	1.59	1.62	1.66	1.73
	2	0.01	2.09	2.15	2.21	2.27	2.37	2.39	2.45	2.57
		0.02	1.99	2.05	2.11	2.17	2.23	2.28	2.35	2.49
		0.03	1.91	1.97	2.03	2.08	2.14	2.19	2.25	2.36
		0.05	1.79	1.85	1.91	1.97	2.03	2.09	2.15	2.27
	4	0.01	2.29	2.36	2.43	2.50	2.56	2.63	2.70	2.84
		0.02	2.18	2.25	2.32	2.38	2.45	2.51	2.58	2.71
		0.03	2.10	2.16	2.22	2.28	2.35	2.41	2.47	2.59
	6	0.01	2.38	2.47	2.56	2.64	2.73	2.81	2.90	3.07
		0.02	2.28	2.35	2.42	2.49	2.56	2.63	2.70	2.84
$K_t$	任何比值	0.01	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.40
		0.02	1.51	1.60	1.69	1.77	1.86	1.94	2.03	2.20
		0.03	1.44	1.52	1.60	1.67	1.75	1.82	1.90	2.05
		0.05	1.34	1.40	1.46	1.52	1.57	1.63	1.69	1.81
		0.10	1.17	1.20	1.23	1.26	1.28	1.31	1.34	1.40

表 5-1-33

钢的平均应力折算系数  $\psi_\sigma$  及  $\psi_\tau$  值

应力种类	系数	表面状态				
		抛光	磨光	车削	热轧	锻造
弯曲	$\psi_\sigma$	0.50	0.43	0.34	0.215	0.14
拉压	$\psi_\sigma$	0.41	0.36	0.30	0.18	0.10
扭转	$\psi_\tau$	0.33	0.29	0.21	0.11	

表 5-1-34

绝对尺寸影响系数  $\epsilon_\sigma$ 、 $\epsilon_\tau$ 

直径 $d/\text{mm}$		> 20 ~ 30	> 30 ~ 40	> 40 ~ 50	> 50 ~ 60	> 60 ~ 70	> 70 ~ 80	> 80 ~ 100	> 100 ~ 120	> 120 ~ 150	> 150 ~ 500
$\epsilon_\sigma$	碳钢	0.91	0.88	0.84	0.81	0.78	0.75	0.73	0.70	0.68	0.60
	合金钢	0.83	0.77	0.73	0.70	0.68	0.66	0.64	0.62	0.60	0.54
$\epsilon_\tau$	各种钢	0.89	0.81	0.78	0.76	0.74	0.73	0.72	0.70	0.68	0.60



表 5-1-35

表面有防腐层轴的表面状态系数  $\beta$ 

材 料	表面处理方法	表层厚度/ $\mu\text{m}$	腐蚀介质	试验应力循环数 $N$ 及转速 $n/r \cdot \text{min}^{-1}$	$\beta$
碳 钢 (0.3% ~ 0.5% C)	电镀铬或镍	5 ~ 15	3% NaCl 溶液	$N = 10^7$	0.25 ~ 0.45
		15 ~ 30		$n = 1500$	0.8 ~ 0.95
	喷 铝	50	$N = 2 \times 10^7, n = 2200$	0.8	
	滚子滚压	—	$N = 10^7, n = 1500$	1	
渗氮钢 ( $\sigma_b = 700 \sim 1200\text{N/mm}^2$ )	渗 氮	—	淡 水	$N = 10^7 \sim 10^8$	1.2 ~ 1.4

注：1. 表中数据为小直径 ( $d = 8 \sim 10\text{mm}$ ) 试样的试验数据。

2. 电镀铬和镍的轴，在空气中的疲劳极限将降低， $\beta = 0.65 \sim 0.9$ 。

表 5-1-36

不同表面粗糙度的表面质量系数  $\beta$ 

加 工 方 法	轴表面粗糙度/ $\mu\text{m}$	$\sigma_b/\text{MPa}$		
		400	800	1200
磨 削	$R_a$ 0.4 ~ 0.2	1	1	1
车 削	$R_a$ 3.2 ~ 0.8	0.95	0.90	0.80
粗 车	$R_a$ 25 ~ 6.3	0.85	0.80	0.65
未加工的表面		0.75	0.65	0.45

表 5-1-37

各种腐蚀情况的表面质量系数  $\beta$ 

工 作 条 件	抗拉强度 $\sigma_b/\text{MPa}$										
	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
淡水中,有应力集中	0.7	0.63	0.56	0.52	0.46	0.43	0.40	0.38	0.36	0.35	0.33
淡水中,无应力集中	0.58	0.50	0.44	0.37	0.33	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19
海水中,有应力集中											
海水中,无应力集中	0.37	0.30	0.26	0.23	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.12

表 5-1-38

各种强化方法的表面质量系数  $\beta$ 

强 化 方 法	心 部 强 度 $\sigma_b/\text{MPa}$	$\beta$		
		光 轴	低应力集中的轴 $K_s \leq 1.5$	高应力集中的轴 $K_s \geq 1.8 \sim 2$
高频淬火	600 ~ 800	1.5 ~ 1.7	1.6 ~ 1.7	2.4 ~ 2.8
	800 ~ 1000	1.3 ~ 1.5		
氮 化	900 ~ 1200	1.1 ~ 1.25	1.5 ~ 1.7	1.7 ~ 2.1
渗 碳	400 ~ 600	1.8 ~ 2.0	3	
	700 ~ 800	1.4 ~ 1.5		
	1000 ~ 1200	1.2 ~ 1.3		
喷丸硬化	600 ~ 1500	1.1 ~ 1.25	1.5 ~ 1.6	1.7 ~ 2.1
滚子滚压	600 ~ 1500	1.1 ~ 1.3	1.3 ~ 1.5	1.6 ~ 2.0

注：1. 高频淬火系根据直径为 10 ~ 20mm，淬硬层厚度为 (0.05 ~ 0.20) $d$  的试件实验求得的数据；对大尺寸的试件强化系数的值会有某些降低。

2. 氮化层厚度为 0.01 $d$  时用小值；在 (0.03 ~ 0.04) $d$  时用大值。

3. 喷丸硬化系根据 8 ~ 40mm 的试件求得的数据，喷丸速度低时用小值；速度高时用大值。

4. 滚子滚压系根据 17 ~ 130mm 的试件求得的数据。

### 1.4.2 静强度安全系数校核

本方法的目的是校验轴对塑性变形的抵抗能力,即校核危险截面的静强度安全系数。轴的静强度是根据轴上作用的最大瞬时载荷(包括动载荷和冲击载荷)来计算的。一般,对于没有特殊安全保护装置的传动,最大瞬时载荷可按电机最大过载能力确定。危险截面应是受力较大、截面较小即静应力较大的若干截面。校核公式见表 5-1-39。

表 5-1-39 危险截面安全系数  $S_s$  的校核公式

公	$S_s = \frac{S_{sc} S_{sb}}{\sqrt{S_{sc}^2 + S_{sb}^2}} \geq S_{sp}$	
式	$S_{sb} = \frac{\sigma_s}{\frac{M_{\max}}{Z}}$	$S_{sc} = \frac{\tau_s}{\frac{T_{\max}}{Z_p}}$
说	$S_{sc}$ ——只考虑弯曲时的安全系数	$\sigma_s$ ——材料的拉伸屈服点,见表 5-1-1
明	$S_{sb}$ ——只考虑扭转时的安全系数	$\tau_s$ ——材料的扭转屈服点,一般取 $\tau_s \approx (0.55 - 0.62)\sigma_s$
	$Z, Z_p$ ——轴危险截面的抗弯和抗扭截面模数,见表 5-1-27 ~ 表 5-1-29, $\text{cm}^3$	$M_{\max}, T_{\max}$ ——轴危险截面上的最大弯矩和最大扭矩, $\text{N}\cdot\text{m}$
	$S_{sp}$ ——静强度的许用安全系数,见表 5-1-40,如轴的损坏会引起严重事故,该值应当加大	

表 5-1-40 静强度的许用安全系数  $S_{sp}$

$c_v/\sigma_b$	0.45 ~ 0.55	0.55 ~ 0.7	0.7 ~ 0.9	铸造轴
$S_{sp}$	1.2 ~ 1.5	1.4 ~ 1.8	1.7 ~ 2.2	1.6 ~ 2.5

如最大载荷只能近似求得及应力无法准确计算时,上述  $S_{sp}$  之值应增大 20% ~ 50%。

如果校核计算结果表明安全系数太低,可通过增大轴径尺寸及改用较好的材料等措施,以提高轴的静强度安全系数。

## 1.5 轴的刚度校核

轴在载荷的作用下会产生弯曲和扭转变形,当这些变形超过某个允许值时,会使机器的零部件工作状态恶化,甚至使机器无法正常工作,故对精密机器的传动和对刚度要求高的轴,要进行刚度校核,以保证轴的工作。轴的刚度分为扭转刚度和弯曲刚度两种,前者是用扭转角  $\phi$  来度量,后者以挠度  $y$  和偏转角  $\theta$  来度量。

### 1.5.1 轴的扭转刚度

轴的扭转刚度校核是计算轴的在工作时的扭转变形量,是用每米轴长的扭转角  $\phi$  度量的。轴的扭转变形会影响机器的性能和工作精度,如内燃机凸轮轴的扭转角过大,会影响气门的正确启闭时间;龙门式起重机运行机构传动轴的扭转角会影响驱动轮的同步性;对有发生扭转振动危险的轴以及操纵系统中的轴,都需具有较大的扭转刚度。轴的扭转角  $\phi$  的计算公式列于表 5-1-41,每米轴长允许的扭转角按表 5-1-20 注 2 选择。

表 5-1-41 圆轴扭转角  $\phi$  的计算公式  $/(^\circ)\cdot\text{m}^{-1}$

轴的类型	实 心 轴	空 心 轴
光 轴	$\phi = 7350 \frac{T}{d^4}$	$\phi = 7350 \frac{T}{d^4(1 - \alpha^4)}$
阶梯轴	$\phi = \frac{7350}{l} \sum \frac{T l_i}{d_i^4}$	$\phi = \frac{7350}{l} \sum \frac{T l_i}{d_i^4(1 - \alpha^4)}$

续表

轴的类型	实 心 轴	空 心 轴
说 明	$T$ ——轴所传递的转矩, N·m $l$ ——轴受扭矩作用部分的长度, mm $\alpha$ ——空心轴的内径 $d_1$ (或 $d_{1i}$ ) 与外径 $d$ (或 $d_i$ ) 之比, $\alpha = \frac{d_1}{d}$ (或 $\alpha = \frac{d_{1i}}{d_i}$ )	$d$ ——轴的直径, mm $d_1$ ——空心轴内径, mm $l_i, d_i, d_{1i}$ ——第 $i$ 段轴的长度、直径、空心轴内径, mm $T_i$ ——第 $i$ 段轴所受扭矩, N·m

注: 本表公式适用于剪切弹性模量  $G = 79.4 \text{ GPa}$  的钢轴。

### 1.5.2 轴的弯曲刚度

轴在受载的情况下会产生弯曲变形, 过大的弯曲变形也会影响轴上零件的正常工作。对于工作要求高的精密机械如机床等, 如安装齿轮的轴, 会因轴的变形影响齿轮的啮合正确性及工作平稳性; 轴的偏转角  $\theta$  会使滚动轴承的内外圈相互倾斜, 如偏转角超过滚动轴承的允许的转角, 就显著降低滚动轴承的寿命; 会使滑动轴承所受的压力集中在轴承的一侧, 使轴径和轴承发生边缘接触, 加剧磨损和导致胶合; 轴的变形还会使高速轴回转时产生振动和噪音, 影响机器的正常工作。又如机床的进给机构中的轴, 过大的弯曲变形将使运动部件产生爬行, 不能均匀进给, 影响加工质量。对传动精度有严格要求的机床 (如齿轮机床、螺纹机床、刻线机等), 轴的过大的扭转变形会严重影响机床的工作精度。在电机中, 轴的过大挠度会改变电机转子和定子间的间隙, 使电机性能恶化。

因此, 对于精密机器的轴要进行弯曲刚度的校核, 它用弯曲变形时所产生的挠度和偏转角来度量。轴的弯曲变形的精确计算较复杂, 除受载荷的影响外, 轴承以及各种轴上零件刚度, 轴的局部削弱等因素对轴的变形都有影响。

光轴的挠度和偏转角一般按双支点梁计算, 计算公式列于表 5-1-44。对于阶梯轴, 可近似按当量直径为  $d_e$  的光轴计算,  $d_e$  值按表 5-1-43 所列公式计算。按当量直径法计算阶梯轴的挠度  $y$  与偏转角  $\theta$  时, 误差可能达到 +20%, 所以对于十分重要的轴应采用更准确的算法, 详见材料力学。

在计算有过盈配合轴段的挠度时, 应将该轴段与轮毂当作一整体来考虑, 即取轴上零件轮毂的外径作为轴的直径。

如果轴上作用的载荷不在同一平面内, 则应将载荷分解为两两互相垂直平面上的分量, 分别计算出两个平面内各截面的挠度 ( $y_x, y_y$ ) 和偏转角 ( $\theta_x, \theta_y$ ), 然后用几何法相加 (即  $y = \sqrt{y_x^2 + y_y^2}$ ,  $\theta = \sqrt{\theta_x^2 + \theta_y^2}$ )。如果在同一平面内作用有几个载荷, 其任一截面的挠度和偏转角等于各载荷分别作用时该截面的挠度和偏转角的代数和 (即  $y = \sum y, \theta = \sum \theta_i$ )。

一般机械中轴的允许挠度  $y_p$  及偏转角  $\theta_p$  可按表 5-1-42 选取。

表 5-1-42 轴的允许挠度  $y_p$  及偏转角  $\theta_p$

条 件	$y_p$	条 件	$\theta_p / \text{rad}$
一般用途的轴	$y_{\max} = (0.0003 \sim 0.0005) l$	滑动轴承处	$\theta_p = 0.001$
金属切削机床主轴	$y_{\max} = 0.0002 l$ ( $l$ ——跨距)	向心球轴承处	$\theta_p = 0.005$
安装齿轮处	$y_p = (0.01 \sim 0.03) m_n$	向心球面轴承处	$\theta_p = 0.05$
安装蜗轮处	$y_p = (0.02 \sim 0.05) m_1$ ( $m_n, m_1$ ——法面及端面模数)	圆柱滚子轴承处	$\theta_p = 0.0025$
		圆锥滚子轴承处	$\theta_p = 0.0016$
		安装齿轮处	$\theta_p = 0.001 \sim 0.002$

表 5-1-43 阶梯轴的当量直径  $d_e$  计算公式

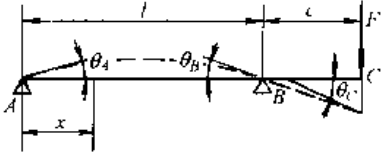
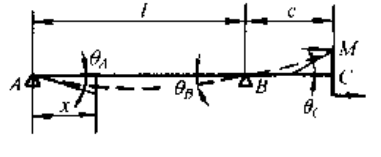
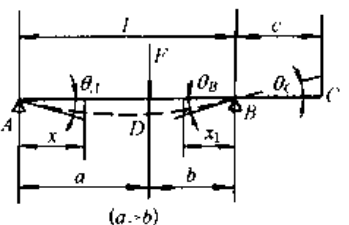
/mm

位置 (参见表 5-1-44 简图)	载荷作用于支点间时	载荷作用于外伸端时
$d_e$ 计算公式	$d_{e1}^4 = \frac{l}{\sum_{i=1}^n \frac{l_i}{d_i^4}}$	$d_{e2}^4 = \frac{c+l}{\sum_{i=1}^n \frac{l_i}{d_i^4}}$

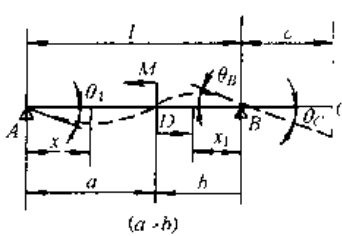
位置(参见表 5-1-44 简图)	载荷作用于支点间时	载荷作用于外伸端时
说 明	$l$ —— 支点间距离, mm $c$ —— 外伸端长度, mm $l_i, d_i$ —— 轴上第 $i$ 段的长度和直径, mm	

注: 为计算方便, 当量直径以  $d_2^4$  形式保留不必开方 (见表 5-1-44 中的公式)。

表 5-1-44 轴的挠度及偏转角计算公式

梁的类型及载荷简图	偏转角 $\theta/\text{rad}$	挠度 $y/\text{mm}$
	$\theta_A = \frac{Fcl}{6 \times 10^4 d_2^4}$ $\theta_B = -\frac{Fcl}{3 \times 10^4 d_2^4} = -2\theta_A$ $\theta_C = \theta_B - \frac{Fc^2}{2 \times 10^4 d_2^4}$ $\theta_x = \theta_A \left[ 1 - 3 \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right] \quad (\text{在 } A-B \text{ 段})$	$y_C = \theta_B c - \frac{Fc^3}{3 \times 10^4 d_2^4}$ $y_x = \theta_A x \left[ 1 - \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right] \quad (\text{在 } A-B \text{ 段})$ $y_{\max} = \frac{Fcl^2}{9\sqrt{3} \times 10^4 d_2^4} \approx 0.384 \theta_A$ <p>(在 <math>x = \frac{l}{\sqrt{3}} \approx 0.577l</math> 处)</p>
	$\theta_A = -\frac{Ml}{6 \times 10^4 d_2^4}$ $\theta_B = \frac{Ml}{3 \times 10^4 d_2^4} = -2\theta_A$ $\theta_C = \theta_B + \frac{Mc}{10^4 d_2^4}$ $\theta_x = \theta_A \left[ 1 - 3 \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right] \quad (\text{在 } A-B \text{ 段})$	$y_C = \theta_B c + \frac{Mc^2}{2 \times 10^4 d_2^4}$ $y_x = \theta_A x \left[ 1 - \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right] \quad (\text{在 } A-B \text{ 段})$ $y_{\max} = -\frac{Ml^2}{9\sqrt{3} \times 10^4 d_2^4} \approx 0.384 \theta_A$ <p>(在 <math>x = \frac{l}{\sqrt{3}} \approx 0.577l</math> 处)</p>
 <p>(a &gt; b)</p>	$\theta_A = -\frac{Fab}{6 \times 10^4 d_{d1}^4} \left( 1 + \frac{b}{l} \right)$ $\theta_B = \frac{Fab}{6 \times 10^4 d_{d1}^4} \left( 1 + \frac{a}{l} \right)$ $\theta_C = \theta_B$ $\theta_D = -\frac{Fab}{3 \times 10^4 d_{d1}^4} \left( 1 - 2 \frac{a}{l} \right)$ $\theta_x = -\frac{Fbl}{6 \times 10^4 d_{d1}^4} \left[ 1 - \left( \frac{b}{l} \right)^2 - 3 \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right]$ $y_{x1} = \frac{Fal}{6 \times 10^4 d_{d1}^4} \left[ 1 - \left( \frac{a}{l} \right)^2 - 3 \left( \frac{x_1}{l} \right)^2 \right]$ <p>(在 A-D 段)</p> <p>(在 B-D 段)</p>	$y_C = \theta_B c$ $y_x = -\frac{Fblx}{6 \times 10^4 d_{d1}^4} \left[ 1 - \left( \frac{b}{l} \right)^2 - \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right]$ <p>(在 A-D 段)</p> $y_{x1} = -\frac{Fbx_1}{6 \times 10^4 d_{d1}^4} \left[ 1 - \left( \frac{a}{l} \right)^2 - \left( \frac{x_1}{l} \right)^2 \right]$ <p>(在 B-D 段)</p> $y_B = -\frac{Fa^2 b^2}{3 \times 10^4 l d_{d1}^4}$ $y_{\max} = -\frac{Fbl^2}{9\sqrt{3} \times 10^4 d_{d1}^4} \left[ 1 - \left( \frac{b}{l} \right)^2 \right]^{1/2}$ $\approx 0.384 \theta_A \sqrt{1 - \left( \frac{b}{l} \right)^2}$ <p>(在 <math>x = \sqrt{\frac{l^2 - b^2}{3}} \approx 0.577 \sqrt{l^2 - b^2}</math> 处)</p>

续表

梁的类型及载荷简图	偏转角 $\theta/\text{rad}$	挠度 $y/\text{mm}$
	$\theta_A = -\frac{Ml}{6 \times 10^4 d_{v1}^4} \left[ 1 - 3 \left( \frac{b}{l} \right)^2 \right]$ $\theta_B = -\frac{Ml}{6 \times 10^4 d_{v1}^4} \left[ 1 - 3 \left( \frac{a}{l} \right)^2 \right]$ $\theta_C = \theta_B$ $\theta_D = \frac{Ml}{3 \times 10^4 d_{v1}^4} \left[ 1 - 3 \left( \frac{a}{l} \right) + 3 \left( \frac{a}{l} \right)^2 \right]$ $\theta_x = -\frac{Ml}{6 \times 10^4 d_{v1}^4} \left[ 1 - 3 \left( \frac{b}{l} \right)^2 - 3 \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right]$ <p style="text-align: center;">(在 A-D 段)</p> $\theta_{x1} = -\frac{Ml}{6 \times 10^4 d_{v1}^4} \left[ 1 - 3 \left( \frac{a}{l} \right)^2 - 3 \left( \frac{x_1}{l} \right)^2 \right]$ <p style="text-align: center;">(在 B-D 段)</p>	$y_c = \theta_B c$ $y_x = -\frac{Mlx}{6 \times 10^4 d_{v1}^4} \left[ 1 - 3 \left( \frac{b}{l} \right)^2 - \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right]$ <p style="text-align: center;">(在 A-D 段)</p> $y_{x1} = \frac{Mlx_1}{6 \times 10^4 d_{v1}^4} \left[ 1 - 3 \left( \frac{a}{l} \right)^2 - \left( \frac{x_1}{l} \right)^2 \right]$ <p style="text-align: center;">(在 B-D 段)</p> $y_D = -\frac{Mab}{3 \times 10^4 d_{v1}^4} \left( 1 - 2 \frac{b}{l} \right)$ $y_{\max}^* = -\frac{Ml^2}{9\sqrt{3} \times 10^4 d_{v1}^4} \left[ 1 - 3 \left( \frac{b}{l} \right)^2 \right]^{3/2}$ $\approx 0.384 \theta_A \sqrt{1 - 3 \left( \frac{b}{l} \right)^2}$ <p style="text-align: center;">(在 <math>x = \sqrt{\frac{l^2 - 3b^2}{3}} \approx 0.577 \sqrt{l^2 - 3b^2}</math> 处)</p>
说 明		
<p><math>F</math> —— 集中载荷, N</p> <p><math>M</math> —— 外力矩, N·mm</p> <p><math>a, b</math> —— 载荷至左及右支点的距离, mm</p> <p><math>x, x_1</math> —— 截面至左及右支点的距离, mm</p> <p><math>d_{v2}</math> —— 载荷作用于外伸端时的当量直径, mm</p>		<p><math>l</math> —— 支点间距, mm</p> <p><math>c</math> —— 外伸端长度, mm</p> <p><math>d_{v1}</math> —— 载荷作用于支点间时的当量直径, mm</p> <p>注脚: A、B、C、D、x、x<sub>1</sub> 等表示各该截面</p>

注: 1. 如果实际作用载荷的方向与图示相反, 则公式中的正负号应相应改变。

2. 表中公式适用于弹性模量  $E = 206 \times 10^3 \text{ MPa}$ 。

3. 标有“\*”的  $y_{\max}$  计算公式适用于  $a > b$  的场合,  $y_{\max}$  产生在 A-D 段。当  $a < b$  时,  $y_{\max}$  产生在 B-D 段, 计算时应将式中的  $b$  换成  $a$ ,  $x$  换成  $x_1$ ,  $\theta_A$  换成  $\theta_B$ 。

4. 表中所列的受载情况为较典型的几种, 其他轴受载情况下的偏转角及挠度计算见有关材料力学。

## 1.6 轴的临界转速校核

轴系(轴和轴上零件)是一个弹性体, 当其回转时, 一方面由于本身的质量(或转动惯量)和弹性产生自然振动; 另一方面由于轴系各零件的材料组织不均匀、制造误差及安装误差等原因造成轴系重心偏移; 导致回转时产生离心力, 从而产生以离心力为周期性干扰外力所引起的强迫振动。当强迫振动的频率与轴的自振频率接近或相同时, 就会产生共振现象, 严重时会造成轴系甚至整台机器的破坏。产生共振现象时轴的转速称为轴的临界转速。临界转速的校核就是计算出轴的临界转速, 以便使工作转速避开临界转速。

轴的振动的主要类型有横向振动(弯曲振动)、扭转振动和纵向振动。一般轴最常见的是横向振动, 故本节仅介绍横向振动临界转速的校核。

临界转速在数值上与轴横向振动的固有频率相同。一个轴在理论上无穷多个临界转速。按其数值由小到大分别称一阶、二阶、三阶……临界转速。为避免轴在运转中产生共振现象, 所设计的轴不得与任何一阶临界转速相接近, 也不能与一阶临界转速的简单倍数或分数重合。

转速低于一阶临界转速的轴一般称为刚性轴, 高于一阶临界转速的轴称为挠性轴, 机械中多采用刚性轴; 但转速很高的某些轴(如离心机、汽轮机的轴), 如采用刚性轴, 则所需直径可能过大, 使结构过于笨重, 故常用挠性轴。

对转速较高、跨度较大而刚性较小, 或外伸端较长的轴, 一般应进行临界转速的校核计算。对于刚性轴, 应使  $n < 0.75n_{crl}$ , 对于挠性轴, 应使  $n > 1.4n_{crl}$  且  $n < 0.7n_{crl2}$  ( $n$  为轴的工作转速;  $n_{crl}$  为轴一阶临界转速;  $n_{crl2}$  为轴二阶临界转速)。

轴临界转速大小与材料的弹性特性, 轴的形状和尺寸, 轴的支承形式和轴上零件的质量等有关, 与轴的空间

位置（垂直、水平或倾斜）无关。

阶梯轴临界转速的精确计算比较复杂，作为近似计算，可将阶梯轴视为当量直径为  $d_e$  的光轴进行计算，当量直径  $d_e$  按下式计算：

$$d_e = \xi \frac{\sum d_i \Delta l_i}{\sum \Delta l_i} \quad (\text{mm}) \quad (5-1-1)$$

式中  $d_i$  ——第  $i$  段轴的直径，mm；

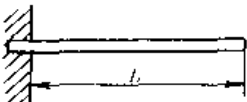
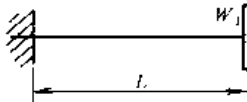
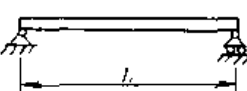
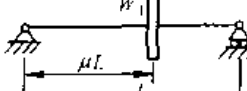
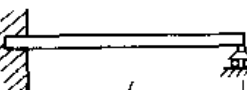
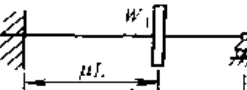
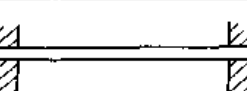
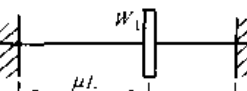
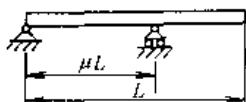

$\Delta l_i$  ——第  $i$  段轴的长度，mm；

$\xi$  ——经验修正系数。若阶梯轴最粗一段或几段的轴段长度超过轴全长的 50% 时，可取  $\xi = 1$ ；小于 15% 时，此段当作轴环，另按次粗轴段来考虑。在一般情况下，最好按照同系列机器的计算对象，选取有准确解的轴试算几例，从中找出  $\xi$  值。例如一般的压缩机、离心机、鼓风机转子可取  $\xi = 1.094$

### 1.6.1 不带圆盘的均匀质量轴的临界转速

各种支座情况下，等直径轴在横向振动时的第一、二、三阶临界转速计算公式见表 5-1-45。

表 5-1-45 横向振动时轴的临界转速  $n_{cr}$  /r·min<sup>-1</sup>

均匀质量轴的临界转速		带圆盘但不计轴自重时轴的一阶临界转速	
$n_{crk} = 946 \lambda_k \sqrt{\frac{EI}{W_0 L^3}}, (k=1,2,3 \text{ 为临界转速阶数})$		$n_{cr1} = 946 \sqrt{\frac{K}{W_1}}$	
	$\lambda_1 = 3.52$ $\lambda_2 = 22.43$ $\lambda_3 = 61.83$		$K = \frac{3EI}{L^3}$
	$\lambda_1 = 9.87$ $\lambda_2 = 39.48$ $\lambda_3 = 88.83$		$K = \frac{3EI}{\mu^2(1-\mu)^2 L^3}$
	$\lambda_1 = 15.42$ $\lambda_2 = 49.97$ $\lambda_3 = 104.2$		$K = \frac{12EI}{\mu^3(1-\mu)^2(4-\mu)L^3}$
	$\lambda_1 = 22.37$ $\lambda_2 = 61.67$ $\lambda_3 = 120.9$		$K = \frac{3EI}{\mu^3(1-\mu)^3 L^3}$
均匀质量轴的临界转速		带圆盘但不计轴自重时轴的一阶临界转速	
$n_{crk} = 946 \lambda_k \sqrt{\frac{EI}{W_0 L^3}}, (k=1,2,3)$		$n_{cr1} = 946 \sqrt{\frac{K}{W_1}}$	
			
$\mu$	0.5    0.55    0.6    0.65    0.7    0.75	$K = \frac{3EI}{(1-\mu)^2 L^3}$	
$\lambda_1$	8.716    9.983    11.50    13.13    14.57    15.06		
$\mu$	0.8    0.85    0.9    0.95    1.0		
$\lambda_1$	14.44    13.34    12.11    10.92    9.87		

注： $W_0$  ——轴自重，N； $W_1$  ——圆盘所受的重力，N； $L$  ——轴的长度，mm； $\lambda_k$  ——支座形式系数； $E$  ——轴材料的弹性模量，对钢， $E = 206 \times 10^3 \text{ MPa}$ ； $I$  ——轴截面的惯性矩， $\text{mm}^4$ ， $I = \frac{\pi d^4}{64}$ ； $\mu$  ——支承间距离或圆盘处轴段长度  $\mu L$  与轴总长度  $L$  之比； $K$  ——轴的刚度系数，N/mm。

### 1.6.2 带圆盘的轴的临界转速

带单个圆盘但不计轴自重时轴的一阶临界转速  $n_{cr1}$  的计算公式见表 5-1-45。

带多个圆盘并须计及轴自重时，可按邓柯莱 (Dunkerley) 公式计算  $n_{crit}$

$$\frac{1}{n_{crit}^2} \approx \frac{1}{n_0^2} + \frac{1}{n_{01}^2} + \frac{1}{n_{02}^2} + \dots + \frac{1}{n_{0i}^2} + \dots \quad (5-1-2)$$

式中,  $n_0$  为只考虑轴自重时轴的一阶临界转速,  $n_{01}, n_{02}, \dots, n_{0i}$  分别表示轴上只装一个圆盘 (盘 1, 2, ... 或  $i$ ) 且不计轴自重时的一阶临界转速, 均可按表 5-1-45 所列公式分别计算。

对双铰支多圆盘钢轴 (图 5-1-3), 式 (5-1-2) 按表 5-1-45 中所列算式简化为下式:

$$\frac{1}{n_{crit}^2} \approx \frac{W_0 l^3}{9.04 \times 10^9 \lambda_1^2 d_1^4} + \frac{\sum W_i a_i^2 b_i^2}{27.14 \times 10^9 l d_1^4} + \frac{\sum G_j c_j^2 (l + c_j)}{27.14 \times 10^9 d_1^4} \quad (5-1-3)$$

式中  $\lambda_1$  ——一阶临界转速时的支座形式系数, 查表 5-1-45;

$W_0$  ——轴所受的重力, N;

$W_i$  ——支承间的圆盘所受的重力, N;

$G_j$  ——外伸端的圆盘所受的重力, N;

$d_1$  ——轴的当量直径, mm。

带多个圆盘的轴 (包括阶梯轴), 如果在各个圆盘重力的作用下, 轴的挠度曲线或轴上各圆盘处的挠度值已知时, 也可用雷利 (Rayleigh) 公式近似求其一阶临界转速

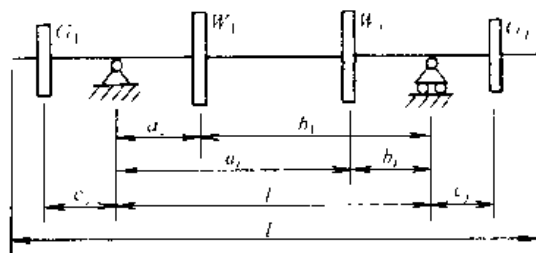


图 5-1-3 双铰支多圆盘轴

$$n_{crit} = 946 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i y_i}{\sum_{i=1}^n W_i y_i^2}}$$

式中  $W_i$  ——轴上所装各个零件或阶梯轴各个轴段的重力, N;

$y_i$  ——在  $W_i$  作用的截面内, 由全部载荷引起的轴的挠度, mm。

### 1.6.3 轴的临界转速计算举例

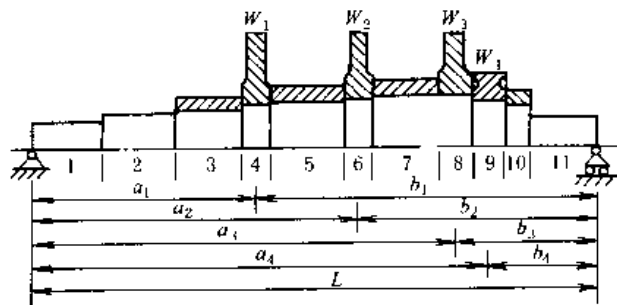


图 5-1-4 鼓风机转子

图 5-1-4 所示为由两个轴承支承的鼓风机的转子, 其各段的直径与长度尺寸, 以及四个圆盘所受  $W_1 \sim W_4$  重力均列于表 5-1-46。试计算转子的一阶临界转速  $n_{crit}$ 。

解 由于  $W_1 \sim W_4$  四个盘所受的重力远大于轴上其他零件所受的重力, 故其他零件都不作为盘来考虑, 而只将其重力加在相应的轴段上。

本例可利用表 5-1-45 所列公式分别算出只考虑轴自重及每个圆盘时的临界转速, 然后用式 (5-1-2) 或式 (5-1-3) 计算转子的临界转速。阶梯轴的当量直径  $d_1$  用式 (5-1-1) 计算。计算过程及结果列于表 5-1-46。

表 5-1-46

计算内容	轴段号及结果											$\Sigma$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
$d_i/\text{mm}$	65	85	90	105	110	115	120	120	110	100	70	
$l_i/\text{mm}$	160	168	155	60	180	60	150	77	80	50	160	$l = 1300$
$d_i l_i/\text{mm}^2$	10400	14280	13950	6300	19800	6900	18000	9240	8800	5000	11200	123870
$W_{0i}/\text{N}$	41.6	74.8	77.4	40.7	134.2	48.9	133.2	68.4	59.7	30.8	48.3	$W_0 = 885.6$
			+13.7		+48.9		+54.3			+10.7		
			=91.1		=183.1		=187.5			=41.5		
$W_i/\text{N}$				500.4		490.3		499.5	147.3			
$a_i/\text{mm}$				513		753		971.5	1050			
$b_i/\text{mm}$				787		547		328.5	250			
$W_i a_i^2 b_i^2$				81.56		83.16		50.87	10.15			225.74
$/\text{N} \cdot \text{mm}^4$				$\times 10^{12}$		$\times 10^{12}$		$\times 10^{12}$	$\times 10^{12}$			$\times 10^{12}$

计算内容	轴段号及结果											Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
$d_c/\text{mm}$	最粗轴段长 $l_c = 150 + 77 = 227$ (7、8 二段)											
	$\frac{l_c}{L} = \frac{227}{1300} = 0.1746 < 0.5$											
	取 $\xi = 1.094$											
	由式(5-1-1)得											
	$d_c = \xi \frac{\sum d_i l_i}{\sum l_i} = 104.2$											
$n_{\text{crit}}/\text{r}\cdot\text{mm}^{-1}$	由表 5-1-45, $\lambda_1 = 9.87$											
	由式(5-1-3)得											
	$\frac{1}{n_{\text{crit}}^2} \approx \frac{W_0 L^3}{9.04 \times 10^9 \lambda_1^2 d_c^4} + \frac{\sum W_i a_i^2 b_i^2}{27.14 \times 10^9 L d_c^4} = \frac{885.6 \times 1300^3}{9.04 \times 10^9 \times 9.87^2 \times 104.2^4} + \frac{225.74 \times 10^{12}}{27.14 \times 10^9 \times 1300 \times 104.2^3}$ $\approx 1.874 \times 10^{-8} + 5.427 \times 10^{-8} = 7.301 \times 10^{-8}$											
	$n_{\text{crit}} \approx 3701$											
	此值和该转子的精确解 $n_{\text{crit}} = 3584$ 比较, 误差为 3.3%											

### 1.6.4 光轴的一阶临界转速计算

机器中有各种型式的轴, 在计算时视其具体型式按上述公式进行。为简化计算, 现将几种光轴典型的简化型式及一阶临界转速的简化计算公式列在表 5-1-47 中, 供设计者参考。

表 5-1-47 光轴的一阶临界转速计算公式

简图	临界转速 $n_{\text{crit}}/\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$
	$n_{\text{crit}} \approx \frac{3.35 \times 10^5 d^2}{\sqrt{W_0 l^3 + 4.12 \sum c_i^3 G_i}}$
	$n_{\text{crit}} \approx \frac{9.36 \times 10^5 d^2}{\sqrt{W_0 l^3 + \frac{32.47}{l} \sum a_i^2 b_i^2 W_i}}$
	$n_{\text{crit}} \approx \frac{14.65 \times 10^5 d^2}{\sqrt{W_0 l^3 + \frac{19.82}{l^3} \sum a_i^3 b_i^2 (3a_i + 4b_i) W_i}}$
	$n_{\text{crit}} \approx \frac{21.26 \times 10^5 d^2}{\sqrt{W_0 l^3 + \frac{166.3}{l^3} \sum a_i^3 b_i^3 W_i}}$



续表

简 图	临界转速 $n_{cr1}/r \cdot \text{min}^{-1}$
	$n_{cr1} = \frac{9.52 \times 10^4 \lambda_1 d^2}{\sqrt{W_1 l^3 + \frac{\lambda_1^2}{3} \left[ \frac{1}{l_0} \sum W_i a_i^2 b_i^2 + \sum G_j c_j^2 (l_0 + c_j) \right]}}$ <p>一端外伸轴的系数 <math>\lambda_1</math> 值见表 5-1-48                  两端外伸轴的系数 <math>\lambda_1</math> 值见表 5-1-49</p>

说 明

- $W_i$  —— 支承间第  $i$  个圆盘重力, N
- $G_j$  —— 外伸端第  $j$  个圆盘重力, N
- $W_0$  —— 轴的重力  $\lambda_1$  对实心钢轴  $W_0 = 60.5 \times 10^{-6} d^2 l$   
对端空心钢轴应乘以  $1 - \alpha^2$
- $a$  —— 空心轴的内径  $d_0$  与外径  $d$  之比
- $d$  —— 轴的直径, mm
- $l$  —— 轴的全长, mm
- $l_0$  —— 支承间距离, mm
- $\mu_1, \mu_2$  —— 外伸端长度与轴长  $l$  之比
- $a_i, b_i$  —— 支承间第  $i$  个圆盘至左及右支承的距离, mm
- $c_j$  —— 外伸端第  $j$  圆盘至支承间的距离, mm

注: 1. 表列公式适用于弹性模量  $E = 206 \times 10^3 \text{MPa}$  的钢轴。  
 2. 当计算空心轴的临界转速时, 应将表列公式乘以  $\sqrt{1 - \alpha^2}$ 。

表 5-1-48 一端外伸轴的系数  $\lambda_1$  值

$\mu$	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1
$\lambda_1$	9.87	10.9	12.1	13.3	14.4	15.1	14.6	13.1	11.5	10	8.7	7.7	6.9	6.2	5.6	5.2	4.8	4.4	4	3.7	3.5

表 5-1-49 两端外伸轴的系数  $\lambda_1$  值

$\mu_2$	$\mu_1$									
	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
0.05	12.15	13.58	15.06	16.41	17.06	16.32	14.52	12.52	10.80	9.37
0.10	13.58	15.22	16.94	18.41	18.82	17.55	15.26	13.05	11.17	9.70
0.15	15.06	16.94	18.90	20.41	20.54	18.66	15.96	13.54	11.58	10.02
0.20	16.41	18.41	20.41	21.89	21.76	19.56	16.65	14.07	12.03	10.39
0.25	17.06	18.82	20.54	21.76	21.70	20.05	17.18	14.61	12.48	10.80
0.30	16.32	17.55	18.66	19.56	20.05	19.56	17.55	15.10	12.97	11.29
0.35	14.52	15.26	15.96	16.65	17.18	17.55	17.18	15.51	13.54	11.78
0.40	12.52	13.05	13.54	14.07	14.61	15.10	15.51	15.46	14.11	12.41
0.45	10.80	11.17	11.58	12.03	12.48	12.97	13.54	14.11	14.43	13.15
0.50	9.37	9.70	10.02	10.39	10.80	11.29	11.78	12.41	13.15	14.06

## 1.7 轴的工作图及举例

当轴经过必要的强度、刚度或临界转速校核之后,即可修改和细化轴系部件的结构和尺寸,在完成装配图的基础上绘制轴的工作图。绘制轴工作图的主要要求是:

(1) 图面清晰,表达完整,符合机械制图标准规定。

(2) 轴向尺寸的标注应便于加工工序的安排和测量。

1) 设计基准(标注尺寸的基准)应与测量基准相一致,避免加工时进行不必要的换算。

2) 不允许形成封闭尺寸链,一般选择最次要轴段(对长度公差没有要求的轴段)为尺寸链的缺口。

(3) 根据轴的用途,标注必要的形位公差。具体标注要求,见国家标准 GB/T 1182—1996, GB/T 1183—1996, GB/T 1184—1996 中的有关规定。

(4) 对于重要的轴,为了保证其加工精度和在检修时获得与制造时相同的基准,必须在轴两端制出中心孔,并予以保留,在图中应画出中心孔的形状和尺寸(或标注标准号);当成品不允许保留中心孔时,应在“技术要求”中加以说明;对中心孔无特殊要求时,图中可不标注。

(5) 热处理方式、热处理后的硬度要求及图面未表达清楚的其他要求,可列入“技术要求”中。

(6) 对于重要的轴,应根据有关要求对轴进行无损探伤,具体方法可参阅有关标准和资料。

轴的工作图示例见图 5-1-7。

轴的设计计算举例如下。

设计链式输送机传动装置中装有大齿轮的低速轴,其简图见图 5-1-5

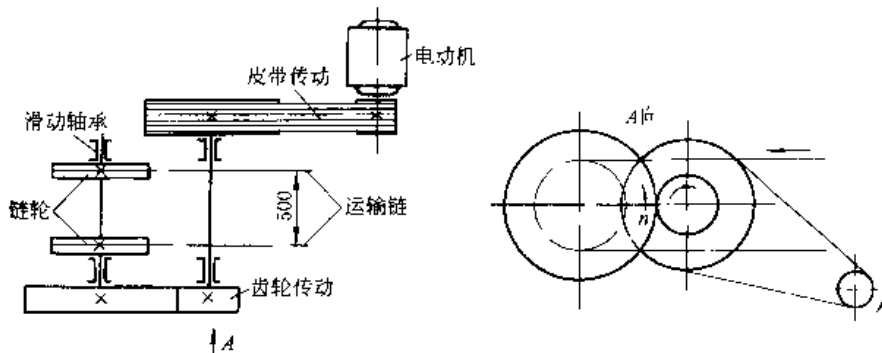


图 5-1-5 链式输送机传动装置简图

已知: 1) 大齿轮的输入功率  $P = 4.25\text{kW}$ ; 2) 链轮轴的转速  $n = 33\text{r/min}$ ; 3) 每根运输链的张力  $S = 4650\text{N}$ ; 4) 齿轮的圆周力  $F_t = 4790\text{N}$ ; 5) 齿轮的径向力  $F_r = 1740\text{N}$ ; 6) 短时过载为正常工作载荷的两倍。

解: (1) 选择轴的材料

选择轴的材料为 45 钢, 调质处理。由表 5-1-1 查得:  $\sigma_b = 590\text{MPa}$ ,  $\sigma_s = 295\text{MPa}$ ,  $\sigma_{-1} = 255\text{MPa}$ ,  $\tau_{-1} = 140\text{MPa}$

(2) 初步确定轴端直径

取  $A = 103$  (按表 5-1-19 选取, 因转速低且单向旋转故取小值)。

轴的输入端直径

$$d = A \sqrt[3]{\frac{P}{n}} = 103 \sqrt[3]{\frac{4.25}{33}} = 52 \text{ mm}$$

考虑轴端有键槽, 轴径应增大 4% ~ 5%, 取  $d = 55\text{mm}$ 。

(3) 轴的结构设计

取轴颈处的直径为 60mm, 与标准轴承 H2060 (JB/T 2561—1991) 的孔径相同; 其余各直径均按 5mm 放大。

各轴段配合及表面粗糙度选择如下: 轴颈处为  $\frac{\text{H9}}{\text{f9}}$ ,  $R_a 0.8\mu\text{m}$ ; 链轮配合处为 H8/t7,  $R_a 3.2\mu\text{m}$ ; 齿轮配合处为 H9/h8,  $R_a 3.2\mu\text{m}$ 。

齿轮的轴向固定采用轴肩和双孔轴端挡圈 JB/ZQ 4349—1997。

轴的结构草图见图 5-1-6a。

(4) 键联接的强度校核

选用 A 型平键 (GB/T 1096—1979), 与齿轮联接处键的尺寸  $b \times h \times L = 16 \times 10 \times 90$  与链轮联接处键的尺寸  $b \times h \times L = 18 \times 11 \times 90$ 。

因与齿轮联接处键的尺寸及轴径均较小且受载大, 故只需校验此键。链轮处键也可与齿轮处相同, 以便于统一加工键的刀具。键联接强度校核按表 4-3-16 公式计算, 式中各参数为:  $\sigma_{pp} = 120\text{N/mm}^2$ ,  $k \approx 0.5h = 0.5 \times 10 = 5\text{mm}$ ,  $l = L - b = 90 - 16 = 74\text{mm}$ 。

键联接传递转矩  $T$  为:

$$T = 9550 \frac{P}{n} = 9550 \times \frac{4.25}{33} \approx 1230 \text{ N} \cdot \text{m}$$

键工作面的压强  $p$  为:

$$p = \frac{2000T}{dkl} = \frac{2000 \times 1230}{55 \times 5 \times 74} = 120.9 \text{ MPa} \approx \sigma_{pp}$$

键联接强度通过。

(5) 计算支承反力、弯矩及扭矩

轴的受力简图、水平面及垂直面受力简图见图 5-1-6b、c 及 e。

1) 支承反力

作用点	水平面	垂直面	合成
A	$R_{Ax} = \frac{s \cdot c + s(d+c) + F_t \cdot a}{l}$ $= \frac{4650 \times 100 + 4650 \times 600 + 1740 \times 90}{700}$ $= 4870$	$R_{Ay} = \frac{F_t \cdot a}{l}$ $= \frac{4790 \times 90}{700}$ $= 620$	$R_A = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2}$ $= \sqrt{4870^2 + 620^2}$ $= 4900$
B	$R_{Bx} = 2s - R_{Ax} - F_t$ $= 2 \times 4650 - 4870 - 1740$ $= 2690$	$R_{By} = R_{Ay} + F_t$ $= 620 + 4790$ $= 5410$	$R_B = \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2}$ $= \sqrt{2690^2 + 5410^2}$ $= 6040$

2) 弯矩

作用点	水平面	垂直面	合成
B	$M_{Bx} = \frac{F_t \cdot a}{1000} = \frac{1740 \times 90}{1000} = 157$	$M_{By} = \frac{F_t \cdot a}{1000} = \frac{4790 \times 90}{1000} = 430$	$M_B = \sqrt{M_{Bx}^2 + M_{By}^2} = \sqrt{157^2 + 430^2}$ $= 458$
D	$M_{Dx} = \frac{R_{Ax} \cdot b}{1000} = \frac{4870 \times 100}{1000} = 487$	$M_{Dy} = \frac{R_{Ay} \cdot b}{1000} = \frac{620 \times 100}{1000} = 62$	$M_D = \sqrt{M_{Dx}^2 + M_{Dy}^2} = \sqrt{487^2 + 62^2}$ $= 490$
E	$M_{Ex} = \frac{F_t(a+c) + R_{Bx} \cdot c}{1000}$ $= \frac{1740 \times 190 + 2690 \times 100}{1000} = 600$	$M_{Ey} = \frac{R_{Ay}(b+d)}{1000}$ $= \frac{620 \times 600}{1000} = 372$	$M_E = \sqrt{M_{Ex}^2 + M_{Ey}^2} = \sqrt{600^2 + 372^2}$ $= 706$

水平面、垂直面及合成弯矩图见图 5-1-6d、f 及 g。

3) 扭矩

大齿轮传递的转矩  $T = 1230\text{N} \cdot \text{m}$ , 每个链轮按  $\frac{1}{2}T$  计算, 转矩图见图 5-1-6h。

(6) 轴的疲劳强度校核

1) 确定危险截面

根据载荷分布及应力集中部位, 选取轴上八个截面 (I ~ VIII) 进行分析 (见图 5-1-6a)。

截面 I、II、III 分别与 VI、V、IV 相比, 二者有相同的截面尺寸和应力集中状态, 但前者载荷较小, 故截面 I、II、III 不予考虑。截面 V 与 IV 相比, 二者截面尺寸相同, 弯矩相差不大, 虽然截面 V 的转矩较大, 但应力集中不如截面 IV 严重, 故截面 V 不予考虑。截面 VII 与 VI 相比, 截面尺寸相同而 VII 载荷较小, 故截面 VII 不予考虑。

最后确定截面 IV、VI、VIII 为危险截面。

2) 校核危险截面的安全系数 (见下表)

由表计算说明取许用安全系数  $S_p = 1.8$ , 计算安全系数均大于许用值, 故轴的疲劳强度足够。

计算内容及公式	计算值或数据			说明
	截面 IV	截面 VI	截面 VII	
$T/N \cdot m$	61.5	1230	1230	
$M/N \cdot m$	$M_{IV} \approx M_D + (M_L - M_D) \frac{500 - 50}{500}$ $= 490 + (706 - 490) \frac{450}{500}$ $= 684$	$M_{VI} \approx M_D + (M_G - M_D) \frac{50}{100}$ $= 458 + (706 - 458) \frac{50}{100}$ $= 582$	$M_{VII} \approx M_D \frac{50}{90}$ $= 458 \frac{50}{90}$ $= 254$	
$Z/cm^3$	23.7	21.2	14.2	由表 5-1-28 查得
$Z_p/cm^3$	50.7	42.4	30.6	
$\sigma_{-1}, \tau_{-1}/MPa$	$\sigma_{-1} = 255, \tau_{-1} = 140$	$\sigma_{-1} = 255, \tau_{-1} = 140$	$\sigma_{-1} = 255, \tau_{-1} = 140$	由表 5-1-1 查得
$\psi_\sigma, \psi_\tau$	$\psi_\sigma = 0.34, \psi_\tau = 0.21$	$\psi_\sigma = 0.34, \psi_\tau = 0.21$	$\psi_\sigma = 0.34, \psi_\tau = 0.21$	由表 5-1-33 查得
$K_\sigma, K_\tau$	$\text{圆角 } \frac{r}{d} = \frac{1}{65} \approx 0.02, \frac{D-d}{r} = \frac{5}{1} = 5$ $K_\sigma = 1.94, K_\tau = 1.62$	$\text{圆角 } \frac{r}{d} = \frac{2}{60} \approx 0.03, \frac{D-d}{r} = \frac{5}{2} \approx 3$ $K_\sigma \approx 1.8, K_\tau \approx 1.5$	$\text{圆角 } \frac{r}{d} = \frac{1}{55} \approx 0.02, \frac{D-d}{r} = \frac{5}{1} = 5$ $K_\sigma \approx 1.94, K_\tau \approx 1.62$	由表 5-1-31 查得
	配合 $K_\sigma = 2.52, K_\tau = 1.82$	配合 $K_\sigma \approx 1.64, K_\tau \approx 1.31$	配合 $K_\sigma = 1.89, K_\tau = 1.54$	由表 5-1-30 查得
	键槽 $K_\sigma = 1.76, K_\tau = 1.54$		键槽 $K_\sigma = 1.76, K_\tau = 1.54$	由表 5-1-30 查得
$\beta$	$\beta = 0.93$	$\beta = 0.93$	$\beta = 0.93$	由表 5-1-36 查得

续表

计算内容及公式	计算值或数据			说明
	截面 IV	截面 VI	截面 VII	
$\epsilon_s, \epsilon_t$	$\epsilon_s = 0.78, \epsilon_t = 0.74$	$\epsilon_s = 0.81, \epsilon_t = 0.76$	$\epsilon_s = 0.81, \epsilon_t = 0.76$	由表 5-1-34 查得
$\sigma_s, \sigma_m / \text{MPa}$	$\sigma_s = \frac{M}{Z} = \frac{684}{23.7} = 28.9, \sigma_m = 0$ (对称)	$\sigma_s = \frac{M}{Z} = \frac{582}{21.2} = 27.5, \sigma_m = 0$	$\sigma_s = \frac{M}{Z} = \frac{254}{14.2} = 17.9, \sigma_m = 0$	表 5-1-25
$S_s = \frac{\sigma_s}{\frac{K_s}{\beta \epsilon_s} \sigma_s + \psi_s \sigma_m}$	$S_s = \frac{255}{\frac{2.52}{0.93 \times 0.78} \times 28.9 + 0} = 2.54$	$S_s = \frac{255}{\frac{1.8}{0.93 \times 0.81} \times 27.5 + 0} = 3.88$	$S_s = \frac{255}{\frac{2}{0.93 \times 0.81} \times 17.9 + 0} = 5.37$	表 5-1-24
$\tau_s, \tau_m / \text{MPa}$	$\tau_s = \tau_m = \frac{T}{2Z_p} = \frac{615}{2 \times 50.7} = 6.1$ (脉动)	$\tau_s = \tau_m = \frac{T}{2Z_p} = \frac{1230}{2 \times 42.4} = 14.5$	$\tau_s = \tau_m = \frac{T}{2Z_p} = \frac{1230}{2 \times 30.6} = 20.1$	表 5-1-25
$S_t = \frac{\tau_s}{\frac{K_t}{\beta \epsilon_t} \tau_s + \psi_t \tau_m}$	$S_t = \frac{140}{\frac{1.82}{0.93 \times 0.74} \times 6.1 + 0.21 \times 6.1} = 8.1$	$S_t = \frac{140}{\frac{1.5}{0.93 \times 0.76} \times 14.5 + 0.21 \times 14.5} = 4.14$	$S_t = \frac{140}{\frac{1.66}{0.93 \times 0.76} \times 20.1 + 0.21 \times 20.1} = 2.72$	表 5-1-24
$S = \frac{S_s S_t}{\sqrt{S_s^2 + S_t^2}}$	$S = \frac{2.54 \times 8.1}{\sqrt{2.54^2 + 8.1^2}} = 2.42$	$S_{VI} = \frac{3.88 \times 4.14}{\sqrt{3.88^2 + 4.14^2}} = 2.83$	$S_{VII} = \frac{5.37 \times 2.72}{\sqrt{5.37^2 + 2.72^2}} = 2.72$	表 5-1-24

注：当系数无法从各表中直接查出时，可采用插入法求出

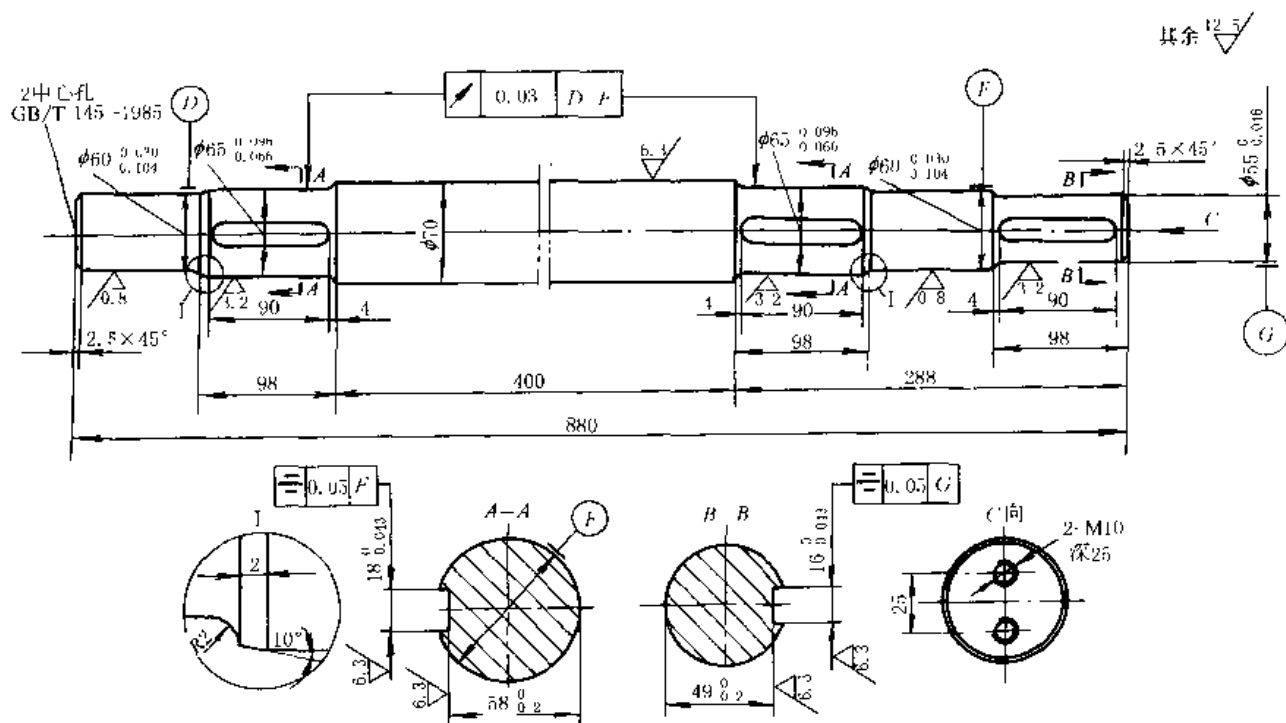


## (7) 轴的静强度校核

- 1) 确定危险截面根据载荷较大及截面较小的原则选取截面 V、VI、Ⅶ为危险截面。
- 2) 校核危险截面的安全系数

计算内容及公式		$T_{\max} = 2T, \text{ N}\cdot\text{m}$	$M_{\max} = 2M, \text{ N}\cdot\text{m}$	$Z, \text{ cm}^3$	$Z_p, \text{ cm}^3$	
计算值 或数据	截面 V	$T_{V\max} = 1230 \times 2 = 2460$	$M_{V\max} = 2 \times 706 = 1412$	23.7	50.7	
	截面 VI	$T_{VI\max} = 2460$	$M_{VI\max} = 2 \times 582 = 1164$	21.2	42.4	
	截面 Ⅶ	$T_{VII\max} = 2460$	$M_{VII\max} = 2 \times 254 = 508$	14.2	30.6	
计算内容及公式		$\sigma_s$	$\tau_s$	$S_{\sigma} = \frac{\sigma_s}{M_{\max}/Z}$	$S_{\tau} = \frac{\tau_s}{T_{\max}/Z_p}$	$S_s = \frac{S_{\sigma} S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}}$
计算值 或数据	截面 V	295	171	4.95	3.52	2.87
	截面 VI	295	171	5.4	2.94	2.58
	截面 Ⅶ	295	171	8.24	2.12	2.05

取许用安全系数  $S_s = 1.5$ , 计算安全系数均大于许用值, 故轴的静强度足够。上述计算中取  $\tau_s = 0.58\sigma_s = 0.58 \times 295 = 171\text{MPa}$ 。轴的工作图见图 5-1-7。本例中截面 A—A 处的键槽尺寸可以和截面 B—B 处的键槽尺寸一致, 以便统一加工刀具。



## 技术要求

1. 热处理: 调质硬度 230~250HB。
2. 未注明的圆角半径为  $R=1\text{mm}$ 。

图 5-1-7

## 1.8 键销校核

- (1) 一般键的校核见表 4-3-16。
- (2) 花键的校核见第 4 篇第 3 章第 3 节。
- (3) 销联接的校核见表 4-3-2。

## 2 软 轴

软轴主要用于两个传动机件的轴线不在同一直线上, 或工作时彼此要求有相对运动的空间传动。它可以弯曲

地绕过各种障碍物, 远距离传递回转运动。适合于受连续振动的场合以缓和冲击, 也适用于高转速、小转矩场合。软轴有钢丝绕线式、联轴器式和钢丝弹簧式三种。本节仅涉及钢丝绕线式软轴。

软轴安装简便, 结构紧凑、工作适应性强。但当转速低、转矩大时, 从动轴的转速往往不均匀, 且扭转刚度也不易保证。

软轴传递功率范围一般不超过 5.5kW, 转速可达 20000r/min。

它的应用范围是: 可移动式机械工具, 主轴可调位的机床、混凝土振动器、砂轮机、医疗器械、以及里程表、遥控仪等传动中。

## 2.1 软轴的结构组成和规格

软轴通常由钢丝软轴、软管、软轴接头和软管接头四个主要部分组成。

### 2.1.1 软 轴

软轴由几层紧密缠在一起的弹簧钢丝层构成, 相邻钢丝层的缠绕方向相反。由软轴传递扭矩时, 相邻两层钢丝中一层趋于拧紧, 另一层趋于拧松, 以使各层钢丝间趋于压紧。轴的旋转方向应使表层钢丝趋于拧紧为合理, 见图 5-1-8。

软轴结构按表层钢丝缠绕方向分为左旋和右旋。按用途分为动力传动用软轴“G型”和控制传动用软轴“K型”。“G型”软轴多数无芯棒, 钢丝直径较大, 层数较少, 耐磨性好。“K型”软

轴有芯棒, 每层钢丝根数较多, 钢丝直径较小, 层数亦多, 因而扭矩刚度大。

常用软轴尺寸规格见表 5-1-50。

表 5-1-50

软轴的尺寸规格

/mm

型号	公称直径	允许偏差	端头允许偏差	轴芯直径	每层钢丝头数 × 钢丝直径								
					1	2	3	4	5	6	7	8	
G型 动力 传动用	10	±0.10	+0.4	1.2	4×0.8	4×1.0	4×1.2	5×1.4					
	12	±0.15	+0.6	1.2	4×0.8	4×0.8	4×1.0	5×1.3	5×1.5				
	13	±0.15	+0.6	1.2	4×0.8	4×1.0	4×1.2	5×1.3	5×1.6				
	16	±0.15	+0.7	1.6	4×1.0	4×1.2	4×1.4	5×1.6	5×2.0				
	20	±0.20	+1.0	1.6	4×1.0	4×1.2	4×1.4	5×1.6	6×1.8	6×2.2			
	25	±0.5	+1.5	1.6	4×1.0	4×1.2	4×1.4	5×1.6	6×1.8	6×2.2	6×2.6		
	30	±1.0	+2.5	1.8	4×1.0	4×1.4	5×1.8	5×2.0	6×2.4	6×2.6	6×3.0		
40	±1.5	+3.0	2.0	4×1.2	5×1.0	5×2.0	6×2.4	6×2.6	6×2.8	6×3.0	6×3.5		
K型 控制 传动用	4	±0.2	+0.4	0.6	4×0.3	6×0.3	8×0.3	8×0.4	10×0.4				
	5	±0.2	+0.4	0.6	4×0.3	6×0.3	6×0.3	8×0.4	10×0.4	10×0.4			
	6	±0.25	+0.5	0.6	4×0.4	6×0.4	6×0.4	8×0.5	8×0.5	10×0.5			
	6.5	±0.25	+0.5	0.7	4×0.4	6×0.4	6×0.4	8×0.5	8×0.5	10×0.6			
	8	±0.3	+0.6	0.8	4×0.4	6×0.4	6×0.4	8×0.5	8×0.6	10×0.6			

注: 1. 长度可按需要订购。2. 外层钢丝系左旋, 右旋时应注明。3. 规格系沈阳震捣器厂软轴产品。

### 2.1.2 软 管

软管用来保护并支承软轴在其中工作, 以避免与外界零件直接接触; 保存轴表面的润滑油, 并防止污物侵入轴内; 使操作安全, 防止软轴损坏。

软管尺寸的选择取决于软轴直径。一般软管的内径较软轴外径大 20%~30%, 其配对尺寸见表 5-1-51。常用软管的结构型式与规格尺寸见表 5-1-52。



表 5-1-51

软轴和软管选配尺寸


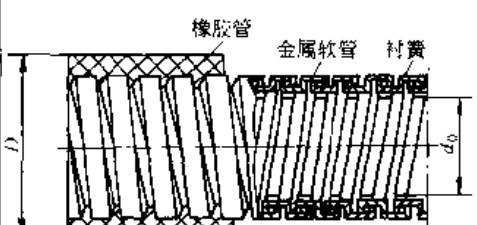
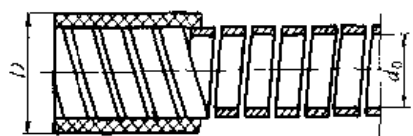
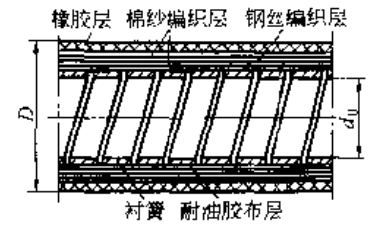
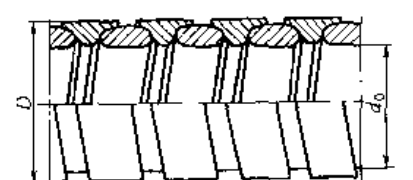
/mm

软轴直径	3.3 <sup>①</sup>	4	5	6	8	10	12; 13 <sup>②</sup>	16	20	25	30
软管直径	5.5	6	8	9	11	15	18~20	22	28	32	38

① 用于里程表; ② 用于振动器。

表 5-1-52

常用软管的结构型式与规格尺寸

类型	结构简图	软管主要尺寸/mm				特点
		钢丝软轴直径 $d$	软管内径 $d_0$	软管外径 $D$	最小弯曲半径 $R_{min}$	
金属软管		13 16 19	20 ± 0.5 25 ± 0.5 32 ± 0.5	25 ± 0.5 32 ± 0.5 38 ± 0.5	270 300 375	由镀锌的低碳钢带卷成, 钢带接口内填以石棉或棉纱绳, 结构较简单、重量轻、外径小, 但强度和耐磨性较差
橡胶金属软管		13	19 ± 0.5 21 ± 0.5	36 <sup>+1</sup> <sub>0</sub> 40 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	300 325	在上一种软管内衬以衬簧, 外面包上橡胶保护层, 耐磨性及密封性均较上一种好
衬簧橡胶软管		8 10 13 16	14 <sup>+0.5</sup> <sub>0</sub> 16 <sup>+0.5</sup> <sub>0</sub> 20 <sup>+0.5</sup> <sub>0</sub> 24 <sup>+0.5</sup> <sub>0</sub>	22 <sup>+1</sup> <sub>0</sub> 30 <sup>+1</sup> <sub>0</sub> 36 <sup>+1</sup> <sub>0</sub> 40 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	225 320 360 400	在橡胶管内衬以衬簧, 比上一种结构简单。混凝土振动器多用此种软管
衬簧编织软管		13	20 <sup>+0.5</sup> <sub>0</sub>	36 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	360	衬簧由弹簧钢带卷成, 外面依次包上耐油胶布层, 棉纱、钢丝编织层和耐磨橡胶。强度、挠度、耐磨性、密封性均较好
小金属软管		3.3 5	5.5 ± 0.1 8 ± 0.2	8 ± 0.1 10.5 ± 0.2	150 175	由两层成型钢带卷成, 挠性较好, 密封性较差。用于控制型软轴

注: 表中所列软管规格为广东省建软轴钢窗厂、上海公利建筑机械厂、沈阳市金属软轴软管厂、上海金属软管厂的部分产品。由于目前尚未制订软管的统一标准, 各家生产的规格尺寸不尽相同, 设计选用时应以各厂的产品样本为准。

### 2.1.3 软轴接头

软轴接头用于联接软轴与动力输出轴及被传动部件。联接的方式有固定式和滑动式两种。固定式联接比较可靠,但当软轴工作中弯曲半径较小时容易磨损。滑动式联接允许软轴在软管内有较大的窜动,但当弯曲半径太小时接头有可能滑脱。为便于软轴的拆卸检查和润滑,软轴接头的外径尺寸要保证有一头小于软管和软管接头的内径。

常用软轴接头的结构型式见表 5-1-53,软轴接头与轴端联接方式见表 5-1-54。

表 5-1-53 常用钢丝软轴接头的结构型式

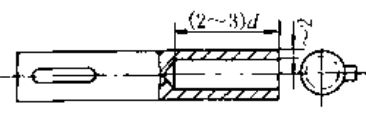
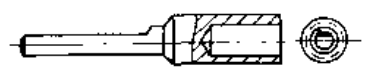
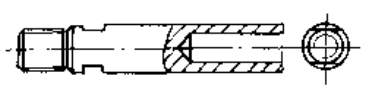
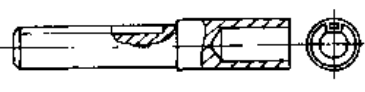
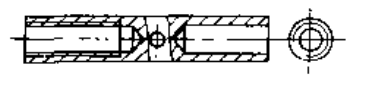
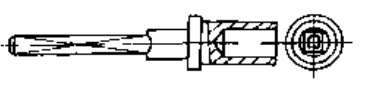
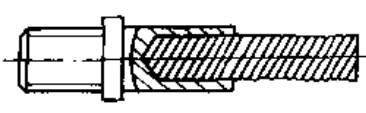
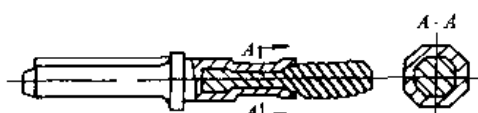
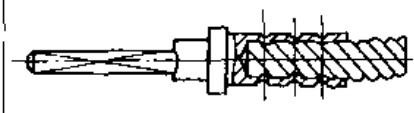
固定式		滑动式	
	端部用键或螺钉联接,装拆较方便		端部制成平向,制造简易,装拆方便
	端部用外螺纹联接,装拆较费时		端部用键联接,装拆较方便
	端部用内螺纹联接,装拆较费时		端部呈方形,装拆方便

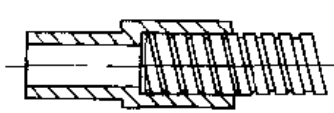
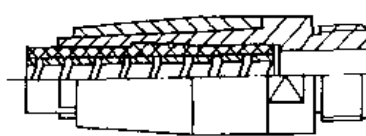
表 5-1-54 常用钢丝软轴接头与轴端联接方式

焊 接	碾 压	滚 压
		
常用锡焊,接头可重复使用,但费工费料,使用渐少	工艺简单,应用广泛	工艺简单,应用广泛

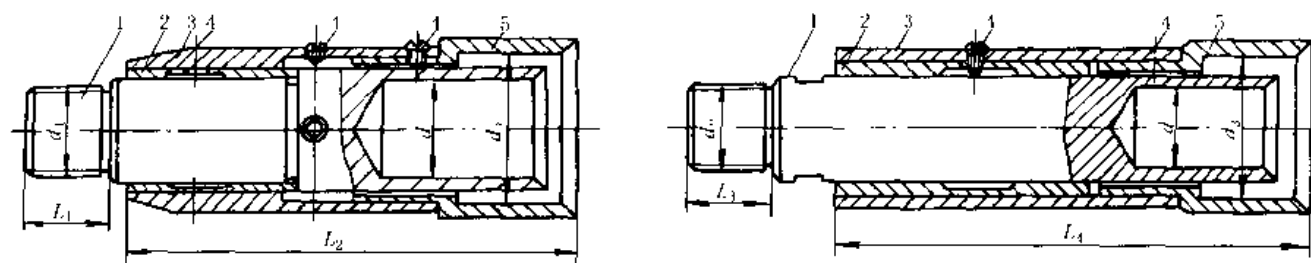
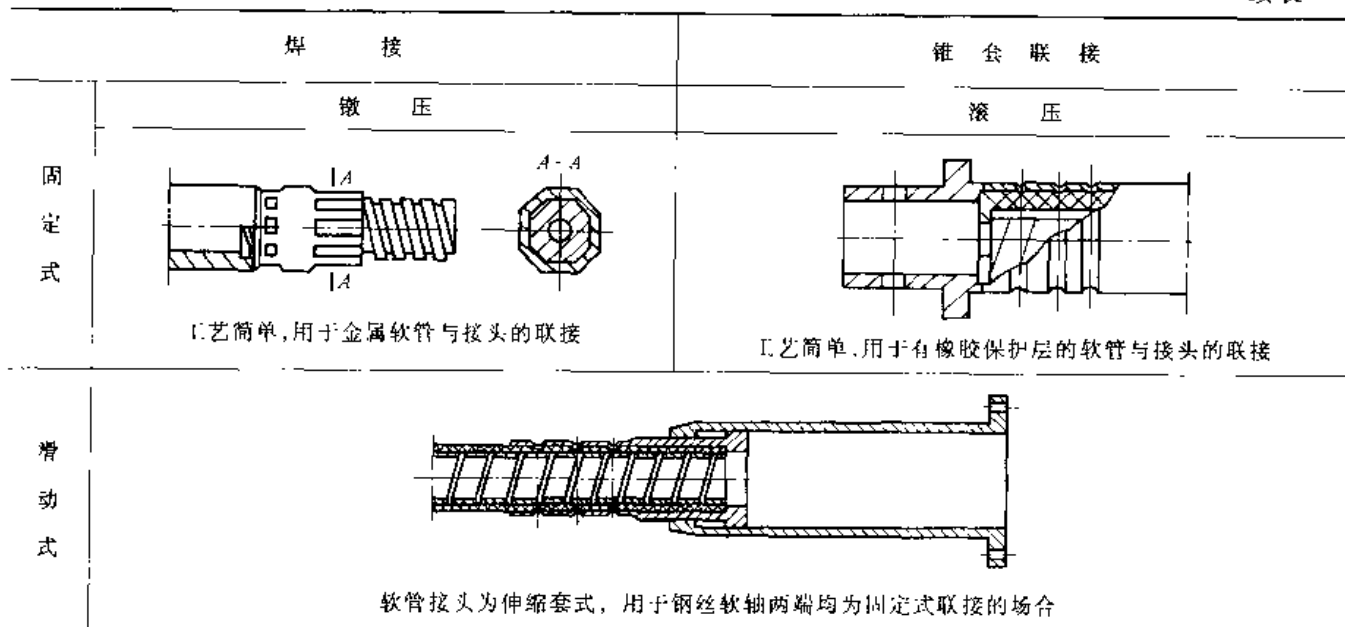
### 2.1.4 软管接头

软管接头用于联接软管和传动装置及工作部件,它也是软轴接头的轴承座。软管接头有带滑动轴承及带滚动轴承的两种。带滑动轴承的管接头外形尺寸较小,但维护调整不如后者方便。软管及软管接头的联接方式有焊接、滚压、碾压联接及锥套联接,以焊接应用最多,见表 5-1-55。带滑动轴承的软管、软轴接头结构尺寸见表 5-1-56。

表 5-1-55 常用软管接头型式及联接方式

	焊 接	锥 套 联 接
固 定 式	 用锡焊,用于金属软管与接头的联接	 装拆较方便,但结构较复杂。用于有橡胶保护层的软管与接头的联接

续表



1—轴接头; 2—青铜衬套; 3—外壳; 4—螺钉; 5—软管接头

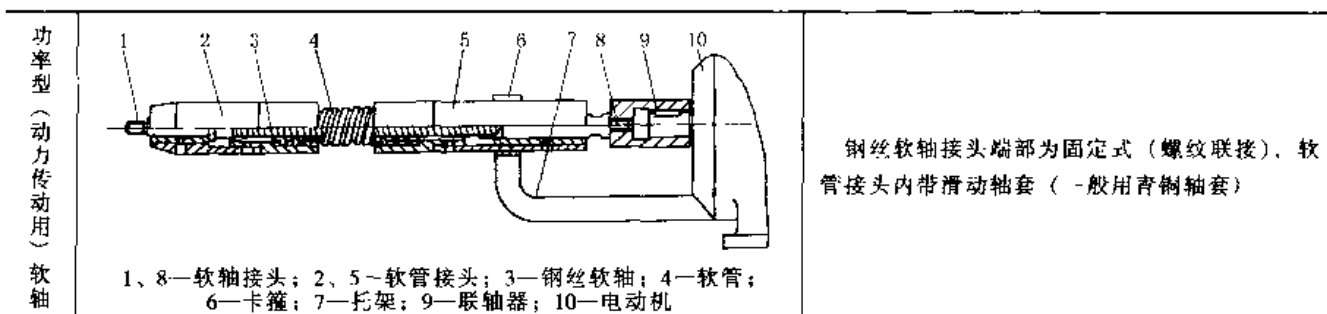
表 5-1-56 带滑动轴承的软管、软管接头结构尺寸

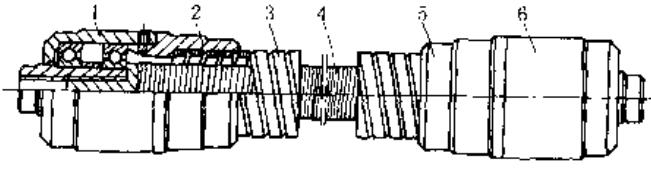
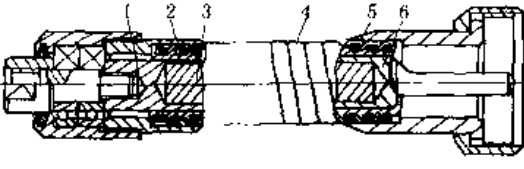
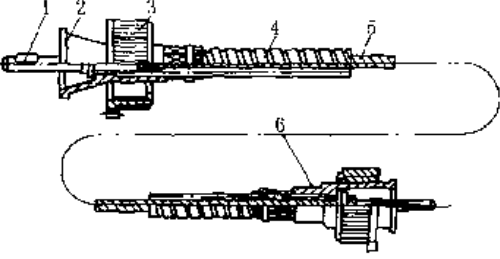
轴直径	$d_1$	$L_1$	$L_2$	$d_2$	$L_3$	$L_4$	$d_1$	$d$
8	M8	10	80	M8	10	80	$19.5^{+0.5}$	$8^{+0.4}_{+0.3}$
10	M10	13	83	M10	15	80	$21.5^{+0.5}$	$10^{+0.4}_{+0.3}$
12	M10	15	86	M12	18	84	$26.0^{+0.5}$	$12^{+0.5}_{+0.4}$
16	M12	18	96	M16	18	96	$31.5^{+0.5}$	$16^{+0.5}_{+0.4}$
20	M16	23	108	M20	22	108	$35.5^{+0.5}$	$20^{+0.5}_{+0.4}$
25	M20	23	130	M25	25	132	$42.5^{+0.5}$	$25^{+0.5}_{+0.4}$
30	M25	25	146	M28	25	150	$49.0^{+0.5}$	$30^{+0.3}_{+0.6}$

注: 青铜衬套材料牌号 QSn6-6-3 或 ZCuAl10Fe3Mn2。

## 2.2 常用软轴的典型结构

表 5-1-57



<p>功率型 (动力传动用) 软管</p>	 <p>1、6—软管接头；2、5—软管接头；3—软管；4—钢丝软轴</p>	<p>钢丝软轴接头端部为固定式（螺纹联接），软管接头内带有滚动轴承</p>
<p>功率型 (动力传动用) 软管</p>	 <p>1、6—软管接头；2、5—软管接头；3—钢丝软轴；4—软管</p>	<p>钢丝软轴接头端部，一端为固定式，一端为滑动式，软管接头内带有滚动轴承</p>
<p>控制型 (控制仪器传动用) 软管</p>	 <p>1—软管接头；2、6—软管接头；3—联接螺母；4—软管；5—钢丝软轴</p>	<p>钢丝软轴接头端部为滑动式，软管接头为锻压联接（用于解放牌汽车里程表）</p>

### 2.3 防逆转装置

对于传递动力的软管，一般装有防逆转装置，以保证软管单向转动。防逆转装置可采用各种超越离合器，图 5-1-9 为 S<sub>3</sub>SRD-150 多速软管砂轮机所采用的防逆转装置。

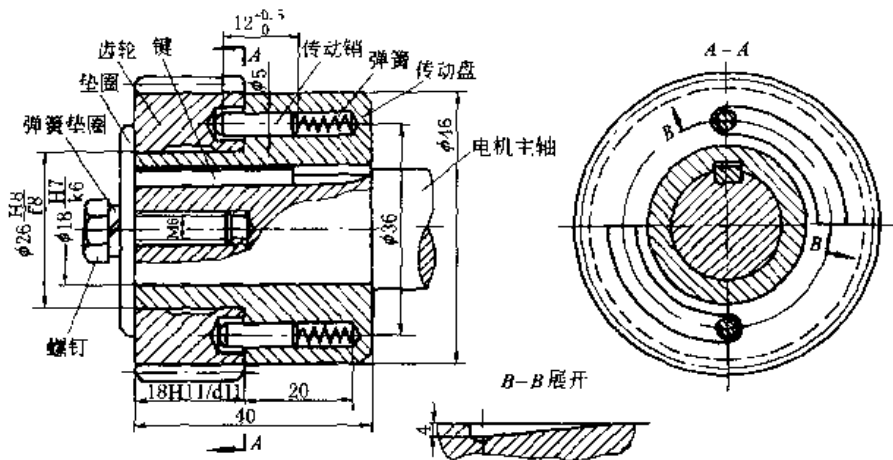


图 5-1-9 防逆转装置示例

## 2.4 软轴的选择

软轴直径可按计算转矩  $T_c$  及软轴工作时的弯曲半径确定,  $T_c$  应不超过表 5-1-58 所规定的  $T_0$ 。计算转矩  $T_c$  按下式计算:

$$T_c = \frac{K_1 K_2 K_3}{\eta} \frac{n}{n_0} T \leq T_0$$

式中  $T_c$  ——软轴传递的计算转矩,  $N \cdot cm$ ;

$T$  ——软轴从动端所需传递的转矩,  $N \cdot cm$ ;

$n$  ——软轴工作转速,  $r/min$ , 当  $n < n_0$  时, 用额定转速  $n_0$  代入;

$K_1$  ——过载系数, 当瞬时最大载荷不超过软轴无弯曲时允许的最大转矩时, 取  $K_1 = 1$ ; 当大于允许的最大转矩时, 取  $K_1$  为二者之比;

$K_2$  ——转向系数, 软轴旋转时外层钢丝趋于拧紧时, 取  $K_2 = 1$ ; 当软轴必须正反转时取  $K_2 = 1.5$ ;

$K_3$  ——跨距系数, 当软轴在软管内的支承跨距与软轴直径之比小于 50 时取  $K_3 = 1$ ; 大于 150 时取  $K_3 = 1.25$ ;

$\eta$  ——软轴的传动效率, 通常  $\eta = 1 \sim 0.7$ 。当软轴无弯曲工作时  $\eta = 1$ ; 弯曲半径愈小、弯曲段愈多  $\eta$  值愈低。

表 5-1-58

软轴在额定转速时能传递的最大转矩  $T_0$ 

软轴直径 /mm	无弯曲时	工作中弯曲半径为下列值时/mm									额定转速 $n_0$ /r·min <sup>-1</sup>	最高转速 $n_{max}$ /r·min <sup>-1</sup>
		1000	750	600	450	350	250	200	150	120		
		$T_0/N \cdot cm$										
6	150	140	130	120	100	80	60	50	40	30	3200	13000
8	240	220	200	180	160	140	120	90	60	—	2500	10000
10	400	360	330	300	260	230	190	150	—	—	2100	8000
13	700	600	520	460	400	340	280	—	—	—	1750	6000
16	1300	1200	1000	800	600	450	—	—	—	—	1350	4000
19	2000	1700	1400	1100	800	550	—	—	—	—	1150	3000
25	3300	2600	1900	1300	900	—	—	—	—	—	950	2000
30	5000	3800	2500	1650	1000	—	—	—	—	—	800	1600

软轴通常用在传动系统中转速较高的一级, 并使其工作转速尽可能接近额定转速。传动的长度一般是几米到十几米; 如更长时, 建议只在弯曲处采用软轴。

使用软轴时应注意以下几点。

(1) 钢丝软轴必须定期涂润滑脂。润滑脂品种按工作温度选择。软管应定期清洗。

(2) 切勿把控制型软轴与功率型软轴相互替代, 因两者特性显著不同。

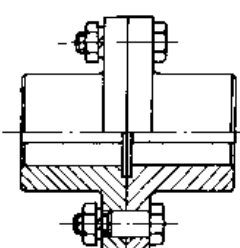
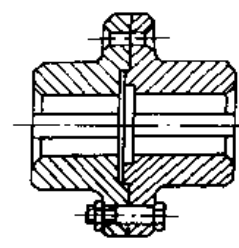
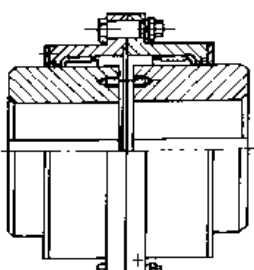
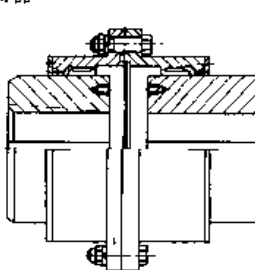
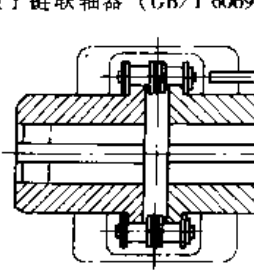
(3) 在运输和安装过程中, 不得使软轴的弯曲半径小于允许最小半径 (一般为钢丝软轴直径的 15~20 倍)。运转时应尽可能使软管定位, 并使其在靠近接头部分伸直。

(4) 钢丝软轴和软管要分别与接头牢固联接。当工作中弯曲半径变化较大时, 应使钢丝软轴或软管的接头有一端可以滑动, 以补偿软轴弯曲时的长度变化。

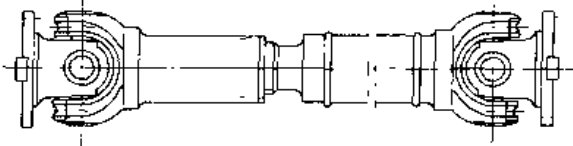
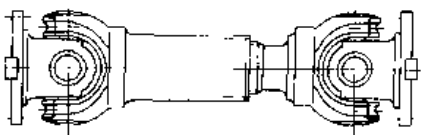
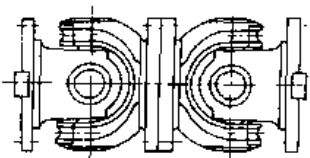
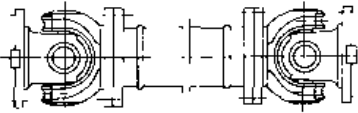
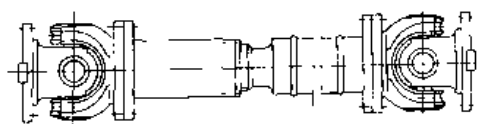
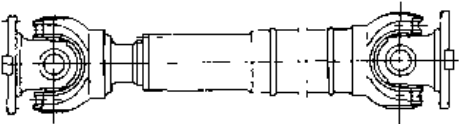
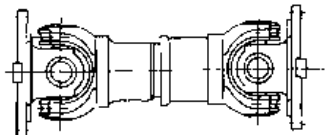
## 第2章 联轴器

### 1 联轴器的分类、特点及应用

表 5-2-1

类别	刚性联轴器																														
名称、简图	凸缘联轴器																														
	 YL型—基本型	 YLD型—对中槽型																													
技术性能	公称转矩: 10 ~ 20000 N·m, 许用转速: 13000 ~ 2300 r/min. 轴径范围: 10 ~ 180 mm																														
特点、应用	结构简单, 成本低, 无补偿性能, 不能缓冲减振, 对两轴安装精度要求较高 用于振动很小的工况条件, 联接中、高速和刚性不大的且要求对中性较高的两轴																														
类别	挠性联轴器																														
名称、简图	 GJCI型 (JB/T 8854.2—1999)	 GCLD型 (JB/T 8854.1—1999)	 GI型 (GB/T 6069—1985)																												
	技术性能	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>公称转矩</td> <td>/N·m</td> <td>400 ~ 5 × 10<sup>6</sup></td> <td>1120 ~ 50000</td> <td>40 ~ 25000</td> </tr> <tr> <td>许用转速</td> <td>/r·min<sup>-1</sup></td> <td>4000 ~ 460</td> <td>4000 ~ 2100</td> <td>4500 ~ 900</td> </tr> <tr> <td>轴径范围</td> <td></td> <td>16 ~ 1000</td> <td>22 ~ 200</td> <td>16 ~ 190</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="writing-mode: vertical-rl;">许用补偿量</td> <td>Δx</td> <td>/mm</td> <td>—</td> <td>1.4 ~ 9.5</td> </tr> <tr> <td>Δy</td> <td></td> <td>1.0 ~ 8.5</td> <td>0.19 ~ 1.27</td> </tr> <tr> <td>Δα</td> <td>/ (°)</td> <td></td> <td>3°</td> </tr> </table>	公称转矩	/N·m	400 ~ 5 × 10 <sup>6</sup>	1120 ~ 50000	40 ~ 25000	许用转速	/r·min <sup>-1</sup>	4000 ~ 460	4000 ~ 2100	4500 ~ 900	轴径范围		16 ~ 1000	22 ~ 200	16 ~ 190	许用补偿量	Δx	/mm	—	1.4 ~ 9.5	Δy		1.0 ~ 8.5	0.19 ~ 1.27	Δα	/ (°)		3°	
公称转矩	/N·m	400 ~ 5 × 10 <sup>6</sup>	1120 ~ 50000	40 ~ 25000																											
许用转速	/r·min <sup>-1</sup>	4000 ~ 460	4000 ~ 2100	4500 ~ 900																											
轴径范围		16 ~ 1000	22 ~ 200	16 ~ 190																											
许用补偿量	Δx	/mm	—	1.4 ~ 9.5																											
	Δy		1.0 ~ 8.5	0.19 ~ 1.27																											
	Δα	/ (°)		3°																											
特点、应用	工作可靠、承载能力大, 具备少量补偿性能。与其他类型联轴器相比, 尺寸相同时传递转矩最大。但构造复杂、制造困难、成本高、有噪声、不能缓冲减振 结构简单, 重量轻, 工作可靠, 寿命长, 装拆方便, 且有少量补偿两轴相对偏移性能 用于潮湿、多尘、高温场合, 不宜用于启动频繁、经常正反转以及较剧烈冲击载荷和扭振的场合																														

续表

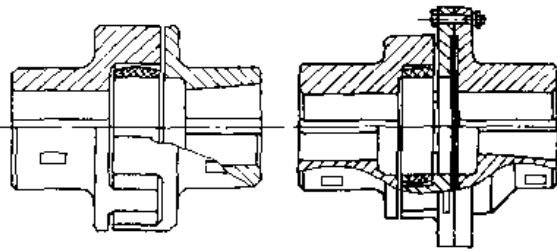
类别	挠性联轴器					
名称、简图	SWP 型剖分轴承座十字轴式万向联轴器 (JB/T 3241—1991)					
						
	A 型—有伸增长型					
						
	B 型—有伸缩短型		C 型—无伸缩短型			
						
	D 型—无伸增长型		E 型—有伸缩双法兰型			
						
F 型—大伸增长型		G 型—有伸缩超短型				
技术性能	公称转矩	/N·m	16 × 10 <sup>3</sup> ~ 1250 × 10 <sup>3</sup>	G 型 18 × 10 <sup>3</sup> ~ 71 × 10 <sup>3</sup>		
	许用转速	/r·min <sup>-1</sup>				
	回转直径	/mm	160 ~ 640	G 型 225 ~ 350		
	轴线折角	/(°)	≤ 10°	G 型 ≤ 5°		
特点、应用	轴承为易损件, 故做成剖分式, 便于更换。可在 β = 5° ~ 10° 下工作, 但不能缓冲和减振 适用于轧制机械、起重运输机械、工程、矿山、石油以及其他重型机械					
类别	挠性联轴器					
名称、简图	轮胎式联轴器 (GB/T 5844—1986)	技术性能	公称转矩	/N·m	10 ~ 25000	
			许用转速	/r·min <sup>-1</sup>	5000 ~ 800	
			轴径范围		11 ~ 180	
			许用补偿量	Δx	/mm	1 ~ 8
				Δy		1 ~ 5
Δα	/(°)	1° ~ 1°30'				
特点、应用	具有补偿两轴相对偏移和较好的减振、缓冲、电绝缘性能, 寿命较长, 不需润滑, 装拆方便, 径向尺寸大 用于有冲击、振动、启动频繁、经常正反转以及潮湿、多尘的场合 工作温度 - 20 ~ 80℃					



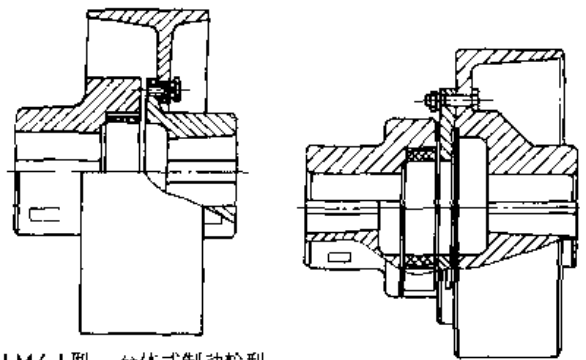
类别 挠性联轴器

梅花形弹性联轴器 (GB/T 5272—1985)

名称  
简图

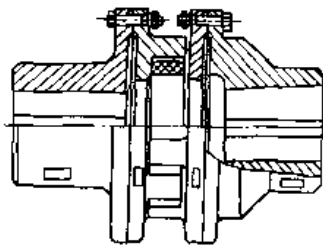


(a) LM型—基本型 (b) LMD型—单凸缘型



LMZ-I型—分体式制动轮型

LMZ-II型—整体式制动轮型



(c) LMS型—双凸缘型

技术性能	公称转矩	/N·m	45 ~ 25000	400 ~ 25000	
	许用转速	/r·min <sup>-1</sup>	(a) 15300 ~ 1900 (b) (c) 8500 ~ 1500	4750 ~ 950	
	轴径范围		12 ~ 160	25 ~ 160	
	许用补偿量	$\Delta x$	/mm	1.2 ~ 5.0	
		$\Delta y$		0.5 ~ 1.8	
$\Delta \alpha$		/ (°)	1° ~ 2°		

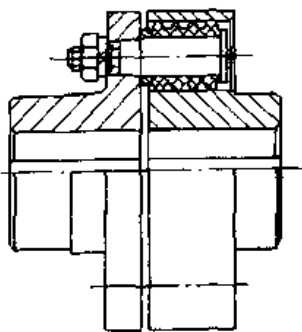
特点、应用

结构简单, 安全可靠, 具有减振、缓冲以及补偿等性能  
用于启动频繁经常正反转的高、中、低速轴, 以及工作可靠性要求高的场合, 不宜用于重载场合, 工作温度为 -35 ~ 80℃

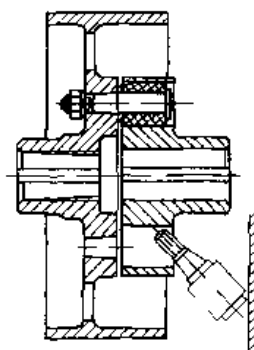
类别 挠性联轴器

弹性套柱销联轴器 (GB/T 4323—1984)

名称  
简图



LT型—基本型



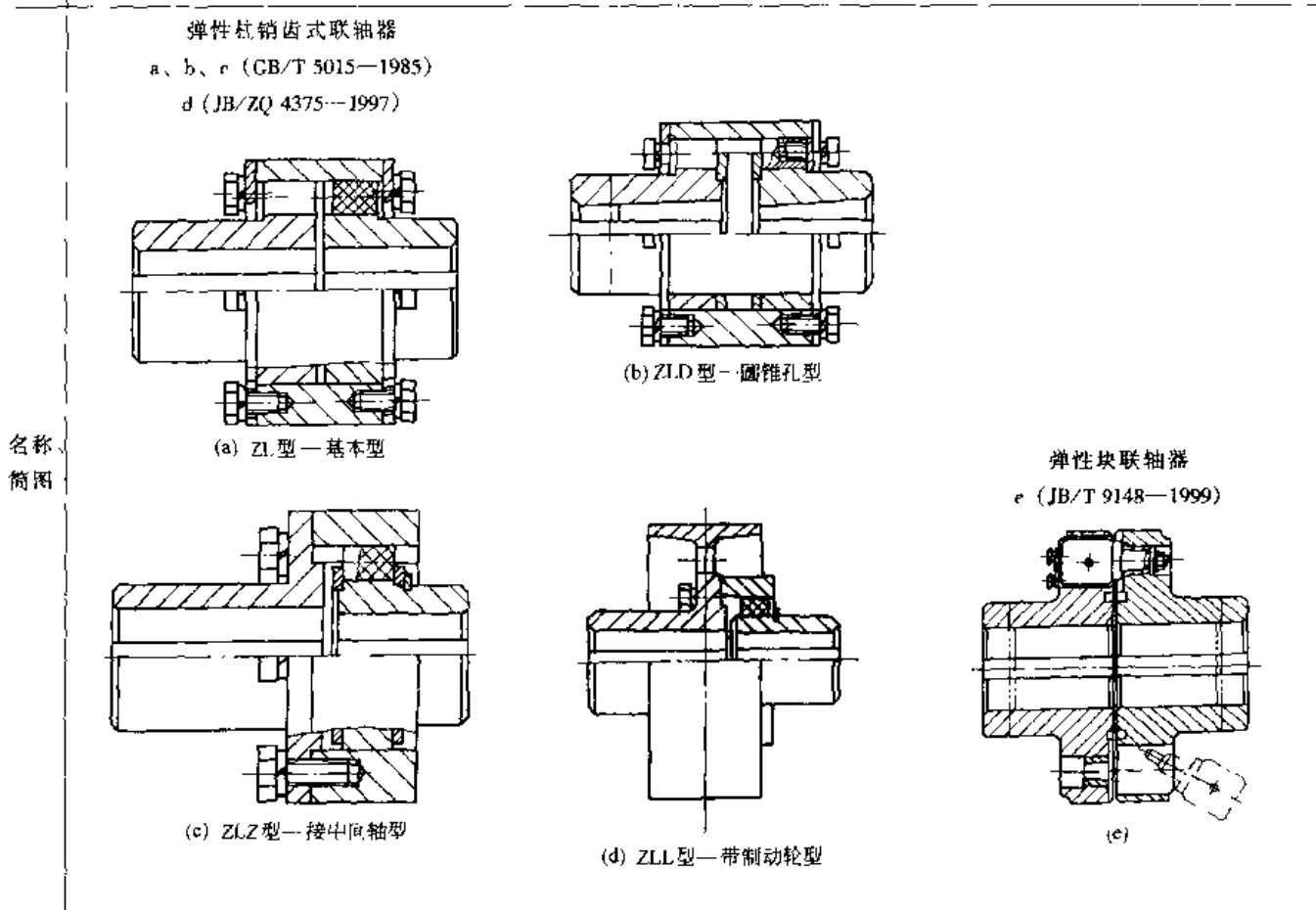
LTZ型—制动轮型



续表

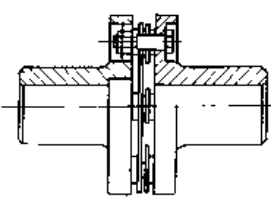
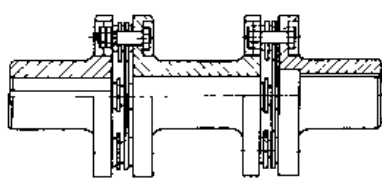
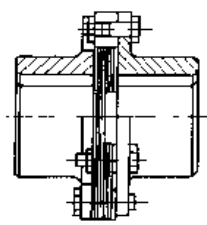
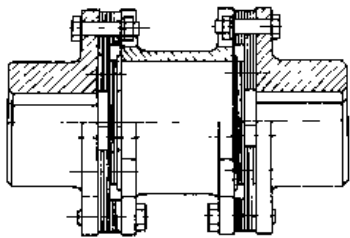
类别		挠性联轴器			
技术性能	公称转矩	$/N \cdot m$	63 ~ 16000	125 ~ 16000	
	许用转速	$/r \cdot min^{-1}$	8800 ~ 800	3800 ~ 1000	
	轴径范围	$/mm$	9 ~ 170	25 ~ 170	
	许用补偿量	$\Delta y$	$/mm$	0.2 ~ 0.6	0.3 ~ 0.6
		$\Delta \alpha$	$/ (^{\circ})$	$1^{\circ}30' \sim 0^{\circ}30'$	$1^{\circ}30' \sim 0^{\circ}30'$
特点	具有定量补偿两轴相对偏移和一般减振、缓冲、电绝缘性能。外形尺寸较小、重量较轻, 承载能力较大, 要求安装精度较高				
用途	用于正反转变换较多、启动较频繁的高、中速轴传动。不适用于负载变化很大以及有强烈冲击和扭振的场合 工作温度: $-20 \sim 70^{\circ}C$				

## 类别 挠性联轴器



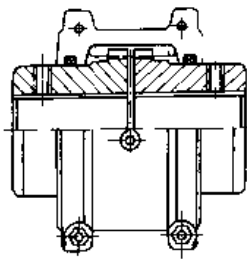
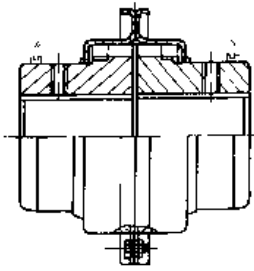
名称		(a)					(b)	(c)	(d)	(e)
技术性能	公称转矩	$/N \cdot m$	100 ~ 2500000	100 ~ 100000	100 ~ 2500000	250 ~ 31500	10000 ~ 3150000			
	许用转速	$/r \cdot min^{-1}$	4000 ~ 460	4000 ~ 1500	4000 ~ 420	4000 ~ 950	1950 ~ 380			
	轴径范围	$/mm$	12 ~ 850	12 ~ 220	12 ~ 850	16 ~ 170	85 ~ 850			
	许用补偿量	$\Delta x$	$/mm$	$\pm 1.5 \sim \pm 5$	$\pm 1.5 \sim \pm 2.5$	$+1 \sim +20$	$+1 \sim +10$	$\pm 1.5 \sim \pm 3$		
		$\Delta y$	$/mm$	$\pm 0.3 \sim 1.5$	0.3 ~ 0.6	0.15 ~ 0.75	0.15 ~ 0.3	0.5 ~ 1		
	$\Delta \alpha$	$/ (^{\circ})$	$0^{\circ}30'$		$0^{\circ}30' \sim 2^{\circ}30'$	$0^{\circ}30'$	$0^{\circ}30' \sim 0^{\circ}15'$			

类别	挠性联轴器
特点、应用	<p>图 a、b、c、d，结构简单，维修方便，寿命长，传动转矩大。具有一定补偿两轴相对偏移和一般减振性能，可部分代替齿式联轴器，但噪声大，工作温度：<math>-20 \sim 70^{\circ}\text{C}</math></p> <p>对于减振、噪声要求很高的场合不宜使用</p> <p>图 e，节能，无噪声，不需润滑，安装维修简单，寿命长并具有补偿两轴相对偏移，减振，缓冲性能可用于连接同轴线的大、中功率、振动冲击较大的轴承传动</p>

类别	挠性联轴器
名称、简图	<p>膜片联轴器 (JB/T 9167—1999)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(a) JM I 型—带沉孔基本型</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(b) JM I J 型—带沉孔接中间轴型</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>(c) JM II 型—无沉孔基本型</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(d) JM II J 型—无沉孔接中间轴型</p> </div> </div>

技术性能			(a)	(b)	(c)	(d)
	公称转矩	$/\text{N}\cdot\text{m}$	25 ~ 160000	25 ~ 6300	40 ~ 180000	$63 \sim 1 \times 10^7$
	许用转速	$/\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	6000 ~ 710	6000 ~ 1600	10700 ~ 1050	9300 ~ 350
	轴径范围	$/\text{mm}$	14 ~ 320	14 ~ 125	14 ~ 340	20 ~ 950
	许用补偿量	$\Delta x$	1 ~ 2	2 ~ 4	1 ~ 6	2 ~ 12
	$\Delta \alpha$	$/(^{\circ})$	$30' \sim 1^{\circ}$	$1^{\circ} \sim 2^{\circ}$	$1^{\circ}$	$2^{\circ}$

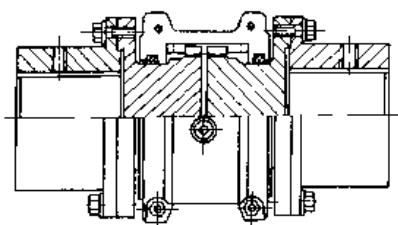
特点、应用 结构简单，尺寸小，重量轻，承载能力大，强度高，传动效率高，精度高  
 可用于高、低温，高、中速，大转矩和有油、水的场合，可部分代替齿式联轴器，工作温度  $-20 \sim 250^{\circ}\text{C}$

类别	挠性联轴器
名称、简图	<p>蛇形弹簧联轴器 (JB/T 8869—2000)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(a) 基本型</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(b) SR 型—罩壳轴向安装型</p> </div> </div>

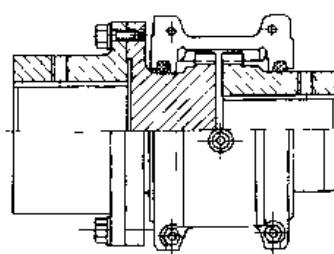
类别

挠性联轴器

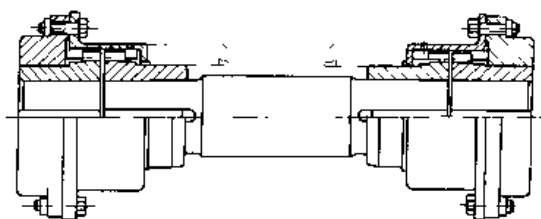
蛇形弹簧联轴器 (JB/T 8869—2000)



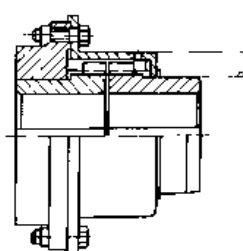
(c) JSS 型—双法兰联接型



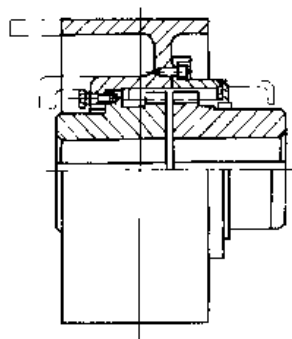
(d) JSD 型—单法兰联接型



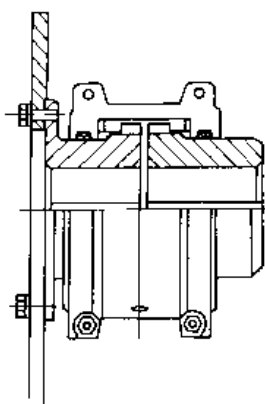
(e) JSJ 型—接中间轴型



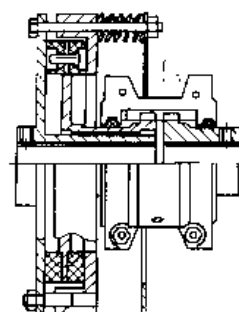
(f) JSG 型—高速型



(g) JSZ 型—带制动轮型



(h) JSP 型—带制动盘型

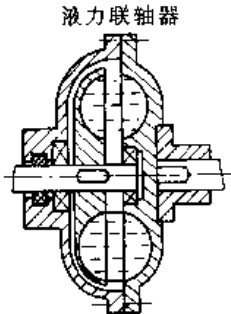


(i) JSA 型—安全型

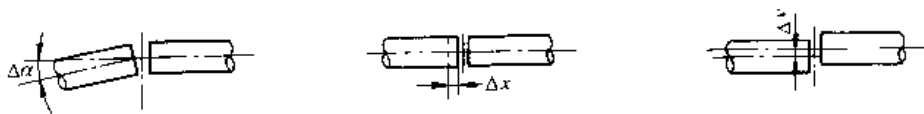
名称  
简图

技术  
性能

		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
公称转矩	/N·m	45 ~ 8 × 10 <sup>3</sup>	45 ~ 63000	45 ~ 16 × 10 <sup>4</sup>		140 ~ 16 × 10 <sup>4</sup>	140 ~ 25000
许用转速	/r·min <sup>-1</sup>	4500 × 540	6000 ~ 1600	3600 ~ 900			1 × 10 <sup>4</sup> ~ 3300
轴径范围		18 × 500	18 ~ 260	18 ~ 380		22 ~ 360	12 ~ 200
许用补 偿量	Δx	±0.3 ~ ±1.3	±0.3 ~ ±0.6	±0.5 ~ ±1		±0.3 ~ ±0.6	
	Δy	0.31 ~ 1.02	0.31 ~ 0.61	0.31 ~ 0.76			0.15 ~ 0.3
		(g)		(h)		(i)	
公称转矩	/N·m	125 ~ 9000		200 ~ 16 × 10 <sup>3</sup>		转矩调节范围(4 ~ 35.5) ~ 14000 ~ 1 × 10 <sup>5</sup>	
许用转速	/r·min <sup>-1</sup>	3820 ~ 820		3800 ~ 1300		3600 ~ 670	
轴径范围	/mm	12 ~ 200		20 ~ 220		20 ~ 320	

类别	挠性联轴器	
特点、应用	有JS(恒刚度)与JSB(变刚度)两大系列以适应转矩变化,但结构复杂,加工难度大 可用于有油、水经常正、反转变转矩的场合,工作温度-30~150℃	
名称、 简图	 <p>液力联轴器</p>	<p>特点、应用</p> <p>传动平稳,能隔离扭转振动,防护动力过载,可以方便地实现空载启动、离合和调速,能够均匀多台原动机之间的载荷分配,但传动中有功率损失,尺寸、重量较大,对于大功率的联轴器需要辅助设备</p> <p>用于联接原动机与负载之间的传动,还可用于离合和调速</p>

注:许用补偿量符号的意义如下图所示:



## 2 机械式联轴器选用计算 (JB/T 7511—1994)

联轴器的计算转矩:

$$T_c = TK_w KK_2 K_1 = 9550 \frac{P_w}{n} K_w KK_2 K_1 \leq T_n \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \quad (5-2-1)$$

式中  $T_c$  ——理论转矩, N·m;

$P_w$  ——驱动功率, kW;

$n$  ——工作转速, r/min;

$K_w$ ——动力机系数:	动力机名称	电动机、透平	四缸及四缸以上内燃机	二缸内燃机	单缸内燃机
	$K_w$	1.0	1.2	1.4	1.6

$K$  ——工况系数, 见表 5-2-2;

$K_1$ ——启动系数:	启动频率	$\leq 120$	$> 120 \sim 240$	$> 240$
	$K_1$	1.0	1.3	由制造厂确定

$K_2$  ——温度系数, 见表 5-2-3;

$T_n$  ——公称转矩, N·m, 见各联轴器基本参数表。

表 5-2-2 工况系数  $K$

工作机名称	载荷类别	$K$	工作机名称	载荷类别	$K$	工作机名称	载荷类别	$K$
转向机构	均匀载荷	1.00	离心泵	均匀载荷	1.00	酿造和蒸馏设备	装瓶机械	1.00
加煤机					1.50		过滤桶	1.25
风筛					1.25	均匀加载运输机	组装运输机	1.00
装罐机械			1.50		带式运输机			
鼓风机			离心式		1.00		斗式运输机	
			轴流式		1.50		板式运输机	
风扇			离心式		1.00		链条式运输机	
			轴流式		1.50	链板式运输机		

① 在配有制动器的传动系统中,当制动器的理论转矩大于动力机的理论转矩时,应按制动器的理论转矩计算选择联轴器。

续表

工作机名称		载荷类别	K	工作机名称		载荷类别	K	工作机名称		载荷类别	K
均匀加载运输机	箱式运输机	均	1.25	机纺织机械	卷取机	均	1.50	造纸设备	烘干机	中	1.75
	螺旋式运输机				棉花精整机 (清洗、拉幅、 磁压机等)				吸入滚轧机		
	绳装运输机				漂白机				液片式剥皮机		
	带式运输机				校平机				机械式剥皮机		
不均匀加载运输机	斗式运输机	均	1.50	造纸设备	卷取机	均	1.50	造纸设备	压光机	中	2.00
	链条式运输机				清洗机				切断机		
	链板式运输机				流动水进料网滤器				打捆机		
	箱式运输机				其他机床				圆木拖运机		
给料机	板式给料机	均	1.25	食品机械	辅助传动装置	均	1.25	食品机械	压力机	中	2.25
	带式给料机				主动传动装置				压皮滚筒		
	圆盘给料机				瓶装罐装机械				甜菜切割机		
	螺旋给料机				谷类脱粒机				搅面机		
提升机械	自动升降机	均	1.50	石油机械	冷却装置	均	1.25	食品机械	绞肉机	中	2.00
	重力卸料提升机				石油机械冷却装置				甘蔗切割机		
废水处理设备	网筛	均	1.25	通风机械	印刷机械	均	1.50	木材加工机械	分料机	中	1.50
	化学处理设备				冷却塔式				板坯运输机		
	环形集尘器				引风机 (无风门控制)				刨床进给装置		
	脱水筛				三缸或多缸 单动活塞泵				刨面传动装置		
	砂粒集尘器				双动活塞泵				剪切机进给装置		
	废渣破碎机				单缸或双缸 单动活塞泵				剥皮机(筒形)		
	快、慢搅拌机				往复多缸式压缩机				修边机		
	污泥收集器								传动辊装置		
	浓缩机								拖木机(倾斜式)		
真空过滤器		拖木机(竖式)									
机纺织机械	开清棉机	均	1.00	搅拌机	筒形搅拌机	均	1.50	工具机	刨床	中	1.50
	定量给料机				混凝土搅拌机				送料辊装置		
	印花机	均	1.25	不均匀加载运输机	板式运输机	均	1.50	工具机	弯曲机	中	2.00
	浆纱机				螺旋运输机				冲压机 (齿轮驱动装置)		
	染色机				往复式运输机				攻丝机		
	压光机	均	1.50	提升机械	离心式卸料机	均	1.50	石油机械	攻丝机	中	2.50
	起毛机				料斗式提升机				石蜡过滤机		
	压榨机				普通货车 用提升机				油井泵		
	轧光机				卷绕机				旋转窑		
	黄化机	均	1.50	造纸设备	搅拌器和破碎机	均	1.75	轧制设备	纵剪切机	中	1.50
	罐蒸机				叠层机				绕线机		
	织布机				卷筒装置				拉拔机小车架		
	梳理机								拉拔机主传动		

续表

工作机名称		载荷类别	K	工作机名称		载荷类别	K	工作机名称		载荷类别	K
轧制设备	成型机	中等冲击载荷	2.00	起重机和卷扬机	吊钩起重机	中等冲击载荷	1.75	挖泥机	夹具传动装置	中等冲击载荷	2.25
	拉线机和压延机				桥式起重机			可逆式洗衣机			
	不可逆输送辊道		2.25		主卷扬机		洗衣机	2.00	滚筒式洗衣机		
水泥窑	2.00		可逆式卷扬机		锤式粉碎机						
干燥机和冷却机			绞车 (纺织绞车)	1.75	旋转式筛石机		1.50				
旋转式粉碎机	烘干机		2.00	粘土加工机械	摆动运输机		重冲击载荷	2.50			
	砂石粉碎机			球团机 (压坯机械)	2.00				破碎机		碎砂机
	棒式粉碎机		拖拉式卸货机 (间断负载)	1.50	往复给料机			碎石机			
	滚筒式粉碎机							球磨机	2.25		可逆输送辊道
	橡胶压延机		2.00	运输机	重型机械			初轧机			
	压片机	通用绞车		1.75		中厚板轧机					
橡胶机械	胶料粉碎机	2.25	机动绞车			机架辊					
密闭式冷冻机	2.50	泵	网筛传动装置	剪切机							
轮胎式成型机	1.50	堆积机	切割机								
起重机和卷扬机		斜坡式卷扬机	1.75	冲压机							
抓斗起重机	1.75	切割头传动装置	2.25								

注：表中所列 K 值是传动系统在不同工作状态下的平均值，根据实际情况可适当增加。

表 5-2-3 温度系数 K<sub>t</sub>

环境温度 / °C	天然橡胶 (NR)	聚氨基甲酸乙酯弹性体 (PUR)	丙烯酸烷基氢-丁二烯-生橡胶 (NBR) (丁腈橡胶 N)	环境温度 / °C	天然橡胶 (NR)	聚氨基甲酸乙酯弹性体 (PUR)	丙烯酸烷基氢-丁二烯-生橡胶 (NBR) (丁腈橡胶 N)
-20 ~ 30	1.0	1.0	1.0	> 40 ~ 60	1.4	1.5	1.0
> 30 ~ 40	1.1	1.2	1.0	> 60 ~ 80	1.8	不允许	1.2

当需要减振、缓冲、改善传动系统对中性能时，应选用弹性联轴器，机组系统中联轴器为惟一弹性部件，主从动机可简化为两个质量系统，此时计算请见标准中有关章节，本手册从略。



直径 $d$		长度		沉孔尺寸		A型、B型、B <sub>1</sub> 型键槽						B型键槽	D型键槽											
公称尺寸	极限偏差 H7	$L$		$L_1$	$d_1$	$R$	$b$		$t$		$t_1$	$T$	$t_2$	$b_1$										
		Y型	J <sub>1</sub> 、J型	J型		公称尺寸	极限偏差 P9	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差	位置度公差	公称尺寸		极限偏差									
22	+0.021 0	52	38	52	38	1.5	6	-0.012 -0.042	24.8	+0.1 0	27.6	+0.2 0	0.03											
24													27.3		30.6									
25														28.3		31.6								
28														31.3		34.6								
30														33.3		36.6	0.04							
32	+0.025 0	82	60	82	55	2	10	-0.015 -0.051				0.04												
35																			35.3		38.6			
38																				38.3		41.6		
40																				41.3		44.6		
42																				43.3		46.6		
45																				45.3		48.6		
48																				48.8		52.6		
50	+0.030 0	112	84	112	80	2.5	14	-0.018 -0.061				0.05												
55																			51.8		55.6			
56																				53.8		57.6		
60																				59.3		63.6		
63																				60.3	+0.2 0	64.6	+0.4 0	
65																				64.4		68.8		19.3
70																				67.4		71.8		19.8
71																				69.4		73.8		20.1
75																				74.9		79.8		21.0
80																				75.9		80.8		22.4
85	+0.035 0	172	132	172	140	3.0	20	-0.022 -0.074				0.06												
85																			79.9		84.8		23.2	
90																				85.4		90.8		24.0
95																				90.4		95.8		24.8
100																				95.4		100.8		25.6
110																				100.4		105.8		27.8
120																				106.4		112.8		28.6
125																				116.4		122.8		30.1
130																				127.4		134.8		33.2
140													+0.040 0	252	202	252	235	4.0	32	-0.026 -0.088				0.08
140							132.4		139.8		33.9													
150								137.4		144.8		34.6												
160								148.4		156.8		37.7												
170								158.4	+0.3 0	166.8	+0.6 0	39.1												
170								169.4		178.8		42.1												
170								179.4		188.8		43.5												





续表

直径 $d$		长度			沉孔尺寸		A 型、B 型、B <sub>1</sub> 型键槽						B 型键槽	D 型键槽		
公称尺寸	极限偏差 H7	$L$		$L_1$	$d_1$	$R$	$b$		$t$		$t_1$		$T$	$t_2$		$b_1$
		Y 型	J <sub>1</sub> 、J 型	J 型		公称尺寸	极限偏差 P9	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差	位置度公差	公称尺寸	极限偏差		
1120	+0.150 0	—	1200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1180																
1250																

- 注：1 轴孔长度推荐选用 J 型和 J<sub>1</sub> 型，Y 型限于长圆柱形轴伸电机端。  
 2.  $b$  的极限偏差，也可采用 GB 1095（平键、键和键槽的剖面尺寸）中规定的 JS9。  
 3. 沉孔亦可制成  $d_1$  为小端直径，锥度为 30° 的锥形孔。  
 4. 单键槽与 180° 布置的双键槽对轴孔轴线的对称度按 GB/T 1184—1996 中对称度 7~9 级选用。  
 5.  $d > 1000\text{mm}$  的键联结尺寸由设计者自定。

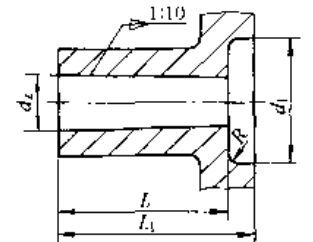
表 5-2-5 圆柱形轴孔与轴伸的配合

直径 $d/\text{mm}$	6 ~ 30	> 30 ~ 50	> 50
配合代号	H7/j6	H7/k6	H7/m6

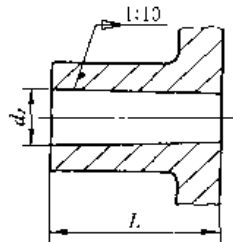
- 注：1. 根据使用要求，也可采用 H7/p6、H7/p6 和 H7/r6。  
 2. 选用过盈大于表中规定的配合时，应验算联轴器轮毂强度。

3.1.2 圆锥形轴孔和键槽型式及尺寸

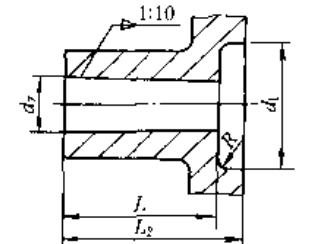
轴孔型式



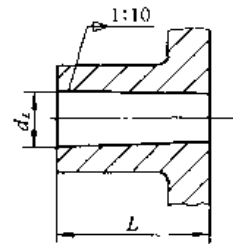
Z<sub>1</sub> 型—有沉孔的长圆锥形轴孔



Z<sub>1</sub> 型—无沉孔的长圆锥形轴孔

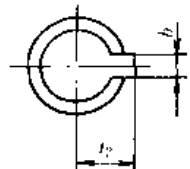


Z<sub>2</sub> 型—有沉孔的短圆锥形轴孔



Z<sub>2</sub> 型—无沉孔的短圆锥形轴孔

键槽型式



C 型—平键单键槽

表 5-2-6

/mm

直径 $d_1$		长度				沉孔尺寸		C 型键槽				
公称尺寸	极限偏差 H8	$L$		$L_1$	$L_2$	$d_1$	$R$	$b$		$t_2$		
		Z、Z <sub>1</sub> 型	Z <sub>2</sub> 、Z <sub>3</sub> 型					公称尺寸	极限偏差 P9	Z、Z <sub>1</sub> 型	Z <sub>2</sub> 、Z <sub>3</sub> 型	极限偏差
6	+0.022 0	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7												
8												

续表

直径 $d_e$		长度				沉孔尺寸		C 型 键 槽				
公称尺寸	极限偏差 H8	$L$		$L_1$	$L_2$	$d_1$	$R$	$b$		$t_2$		
		Z、Z <sub>1</sub> 型	Z <sub>2</sub> 、Z <sub>3</sub> 型					公称尺寸	极限偏差 P9	Z、Z <sub>1</sub> 型	Z <sub>2</sub> 、Z <sub>3</sub> 型	极限偏差
9	+0.022 0	14										
10		17										
11	+0.027 0							2	-0.006 -0.031	6.1		
12		20		32						6.5		
14								3		7.9		
16										8.7	9.0	
18			30	18	42	30				10.1	10.4	
19							38		4		10.6	10.9
20	+0.033 0						1.5			10.9	11.2	
22		38	24	52	38					11.9	12.2	+0.1 0
24										13.4	13.7	
25								5	-0.012 -0.042	13.7	14.2	
28		44	26	62	44	48					15.2	15.7
30										15.8	16.4	
32	+0.039 0					55	2.0			17.3	17.9	
35		60	38	82	60				6		18.8	19.4
38										20.3	20.9	
40						65		10	-0.015 0.051	21.2	21.9	+0.2 0
42											22.2	
45										23.7	24.4	
48		84	56	112	84	80	12		25.2	25.9		
50									26.2	26.9		
55						95	14		29.2	29.9		
56	+0.046 0								-0.018 -0.061	29.7	30.4	+0.2 0
60											31.7	
63						105		16		32.2	34.0	
65										34.2	35.0	
70			107	72	142	107				36.8	37.6	
71							120	18		37.3	38.1	
75									39.3	40.1		
80	+0.054 0						3.0			41.6	42.6	+0.2 0
85						140			20		44.1	
90			132	92	172	132			-0.022 -0.074	47.1	48.1	
95						160		22			49.6	
100			167	122	212	167	180	25		51.3	52.4	

直径 $d_s$		长度				沉孔尺寸		C 型 键 槽											
公称尺寸	极限偏差 H8	$L$		$L_1$	$L_2$	$d_1$	$R$	$b$		$t_2$									
		$Z_1, Z_2$ 型	$Z_2, Z_3$ 型					公称尺寸	极限偏差 P9	$Z_1, Z_2$ 型	$Z_2, Z_3$ 型	极限偏差							
110	+0.054 0	167	122	212	167	180	3.0	25	-0.022 -0.074	56.3	57.4	+0.2 0							
120						210		28		62.3	63.4								
125	+0.063 0	202	152	252	202	235	4.0	32	-0.026 -0.088	64.8	65.9	+0.3 0							
130										265	36		66.4	67.6					
140										242	182		302	242	265	5.0	40	72.4	73.6
150																		77.4	78.6
160																		82.4	83.9
170	+0.072 0	282	212	352	282	330	5.0	45	87.4	88.9	+0.3 0								
180									93.4	94.9									
190									97.4	99.9									
200									102.4	104.1									
220									113.4	115.1									

注:  $b$  的极限偏差, 也可采用 GB 1095 (平键、键和键槽的剖面尺寸) 中规定的 JS 9。

表 5-2-7 圆锥形轴孔配合及轴向尺寸偏差

圆锥孔直径 $d_s$	配合代号	$L$ 轴向 极限偏差	圆锥孔直径 $d_s$	配合代号	$L$ 轴向 极限偏差
6 ~ 10	H8/k8	0 -0.22	55 ~ 80	H8/k8	0 -0.46
11 ~ 18		0 -0.27	85 ~ 120		0 -0.54
19 ~ 30		0 -0.33	125 ~ 180		0 -0.63
32 ~ 50		0 -0.39	190 ~ 220		0 -0.72

注: 锥度公差应符合 GB/T 11334—1989 圆锥公差中 AT6 级的规定。

3.1.3 其他联结型式

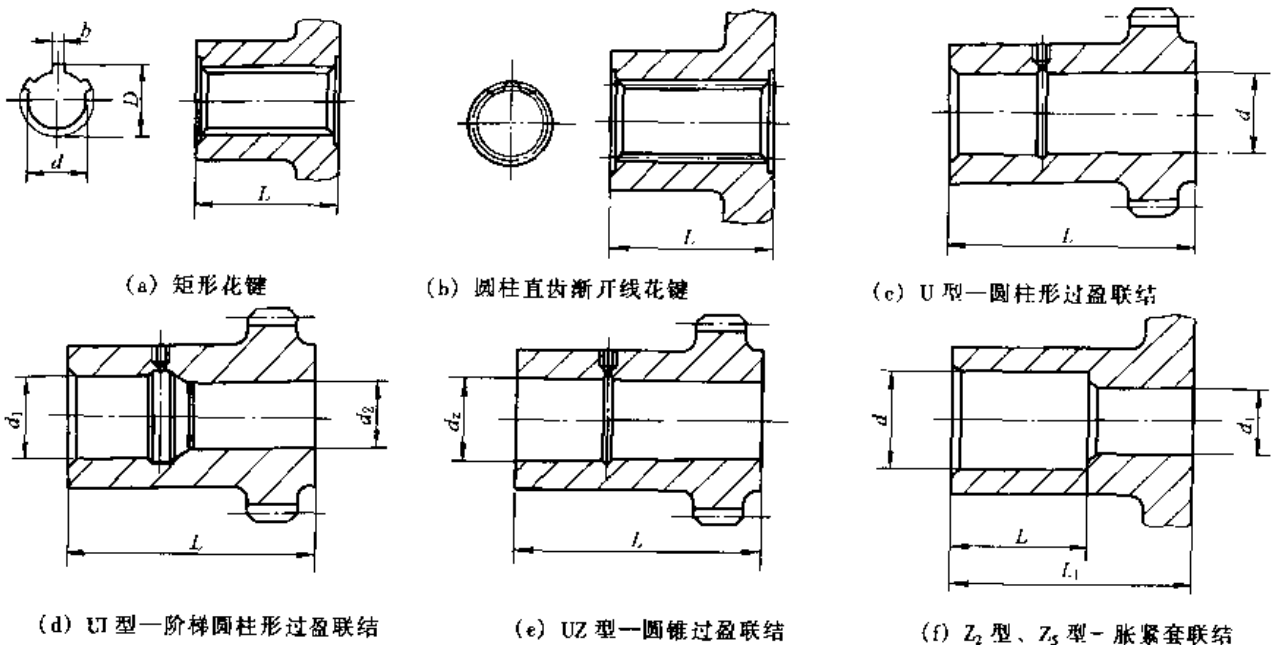
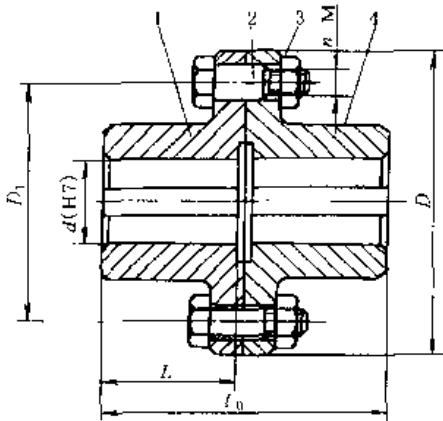


图 5-2-1 其他联结型式

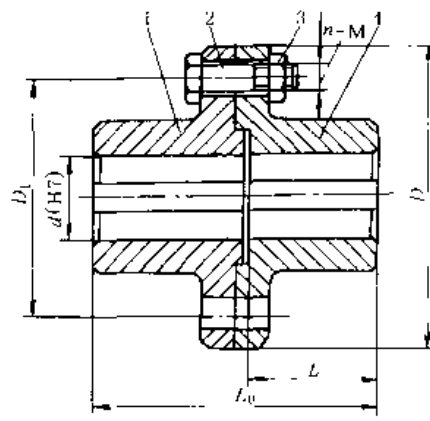
- (1) 矩形花键尺寸应符合 GB/T 1144—1987 中的有关规定。
- (2) 圆柱直齿渐开线花键尺寸应符合 GB/T 3478.1 ~ 3478.4—1995 的规定。
- (3) 过盈配合油压装卸轴孔直径, 油槽数量及尺寸应符合 JB/T 6136—1992 的有关规定。
- (4) 圆锥过盈联结轴孔 (UZ 型) 锥度应符合 JB/T 6136—1992 的规定。
- (5) 胀紧套联结轴孔应符合 JB/T 7934—1999 的规定。
- (6) 花键、过盈配合油压装卸及胀紧套联结的轴孔长度  $L$ , 一般应符合表 5-2-6 中  $Z_2$ 、 $Z_3$  型轴孔长度的规定。

### 3.2 凸缘联轴器 (GB/T 5843—1986)

#### YL 型—基本型、YLD 型—对中棒型联轴器的基本参数和主要尺寸



YL 型—基本型



YLD 型—对中棒型

件号	名称	材料
1	半联轴器	HT 200
4		ZG 270—500
		35
2	螺栓	性能等级 4.8、8.8 级
3	非金属嵌件锁紧螺母 GB/T 889—1986	性能等级 5、8 级

标记示例:

例 1 YL5 凸缘联轴器

主动端: J 型轴孔、A 型键槽,  $d = 30$ ,  $L = 60$   
 从动端: J<sub>1</sub> 型轴孔、B 型键槽,  $d = 28$ ,  $L = 44$

YL5 联轴器  $\frac{J30 \times 60}{J_1 B28 \times 44}$  GB/T 5843—1986

例 2 YLD8 凸缘联轴器

主动端: Y 型轴孔、A 型键槽,  $d = 45$ ,  $L = 112$   
 从动端: Y 型轴孔、A 型键槽,  $d = 45$ ,  $L = 112$

YLD8 联轴器 45 × 112 GB/T 5843—1986

表 5-2-8

型号	公称 转矩 $T_n$ /N·m	许用转速 $n_p$ /r·min <sup>-1</sup>		轴孔直径 $d$ (H7)		轴孔长度 $L$		$D$	$D_1$	螺栓		$L_0$		转动 惯量 $J$ /kg·m <sup>2</sup>	重量 /kg		
		铁	钢	铁	钢	Y 型	J、J <sub>1</sub> 型			数量	直径	Y 型	J、J <sub>1</sub> 型				
		/r·min <sup>-1</sup>		/mm		/mm				$n$	M	/mm					
YL1 YLD1	10	8100	13000	10、11	25	22	71	53 $\times$	3 (3)	M6	54	48	0.0018	0.94			
				12、14	32	27										68	58
				16、18、19	42	30										88	64
				20	20、22	52					38					108	80
YL2 YLD2	16	7200	12000	12、14	32	27	80	64	4 (4)	M6	68	58	0.0035	1.50			
				16、18、19	42	30										88	64
				20	20、22	52					38					108	80

型号	公称 转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$		轴孔直径 $d(H7)$		轴孔长度 $L$		$D$	$D_1$	螺 栓		$L_0$		转动 惯量 $J$	重量 $/kg$
		铁	钢	铁	钢	Y 型	J、J <sub>1</sub> 型			数量 $n$	直径 M	Y 型	J、J <sub>1</sub> 型		
YL3 YLD3	25	6400	10000	14		32	27	90	69	3 (3)	M8	68	58	0.0060	1.99
16, 18, 19				42	30	88	64								
20, 22				20, 22, 24	52	38	108					80			
—				25	62	44	128					92			
YL4 YLD4	40	5700	9500	18, 19		42	30	100	80	4 (4)	M8	88	64	0.0093	2.47
20, 22, 24				52	38	108	80								
25				25, 28	62	44	128					92			
YL5 YLD5	63	5500	9000	22, 24		52	38	105	85	4 (4)	M10	108	80	0.013	3.19
25, 28				62	44	128	92								
30				30, 32	82	60	168					124			
YL6 YLD6	100	5200	8000	24		52	38	110	90	4 (4)	M10	108	80	0.017	3.99
25, 28				62	44	128	92								
30, 32				30, 32, 35	82	60	168					124			
YL7 YLD7	160	4800	7600	28		62	44	120	95	4 (3)	M10	128	92	0.029	5.66
30, 32, 35, 38				82	60	168	124								
—				40	112	82	228					172			
YL8 YLD8	250	4300	7000	32, 35, 38		82	60	130	105	6 (3)	M10	169	125	0.043	7.29
40, 42				40, 42, 45	112	84	229					173			
YL9 YLD9	400	4100	6800	38		82	60	140	115	6 (3)	M12	169	125	0.064	9.53
40, 42, 45				112	84	229	173								
48												48, 50			
YL10 YLD10	630	3600	6000	45, 48, 50				142	107	160	130	6 (4)	M12	289	219
55, 55, 56				229	173										
—						60									
YL11 YLD11	1000	3200	5300	50, 55, 56		112	84	180	150	8 (4)	M12	229	173	0.205	17.97
60, 63, 65				142	107	289	219								
—												70			
YL12 YLD12	1600	2900	4700	60, 63, 65, 70, 71, 75				172	132	200	170	12 (6)	M16	349	269
—				80	0.463	29.52									
YL13 YLD13	2500	2600	4300	70, 71, 75		142	107	220	185	8 (6)	M16	289	219	0.646	35.58
80, 85				80, 85, 90	172	132	349					269			
YL14 YLD14	4000	2300	4800	80, 85, 90, 95		212	167	250	215	12 (8)	M20	350	270	1.353	57.13
100				100, 110	430							340			
YL15 YLD15	6300	2000	3400	—	90, 95	172	132	290	250	12 (6)	M20	350	270	2.845	89.59

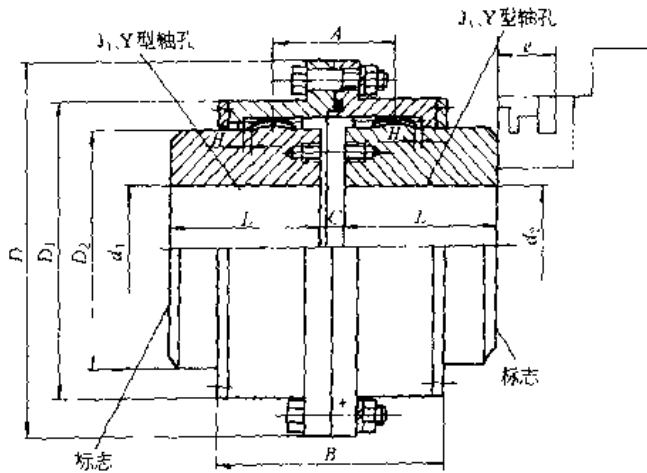
续表

型号	公称转矩 $T_g$ /N·m	许用转速 $n_p$ /r·min <sup>-1</sup>		轴孔直径 $d$ (H7)		轴孔长度 $L$		$D$	$D_1$	螺栓		$L_0$		转动惯量 $J$ /kg·m <sup>2</sup>	重量 /kg
		铁	钢	铁	钢	Y型	J、J <sub>1</sub> 型			数量 $n$	直径 M	Y型	J、J <sub>1</sub> 型		
												/mm			
YL15 YLD15	6300	2000	3400	100, 110 120, 125	212	167	290	250	12 (6)	M20	430	340	2.845	89.59	
YL16 YLD16	10000	1800	3000	100, 110 120, 125	212	167	340	290		M24	510	410	5.271	119.57	
				130, 140, 150	252	202	380	330			430	340			
YL17 YLD17	14000	1600	2600	130, 140, 150 160	252	202	380	330			510	410	9.139	171.71	
YL18 YLD18	20000	1400	2300	140, 150 160, 170, 180	252	202	420	360		M30	510	410	(17.883)	(263.85)	
				160, 170, 180	302	242					610	490			

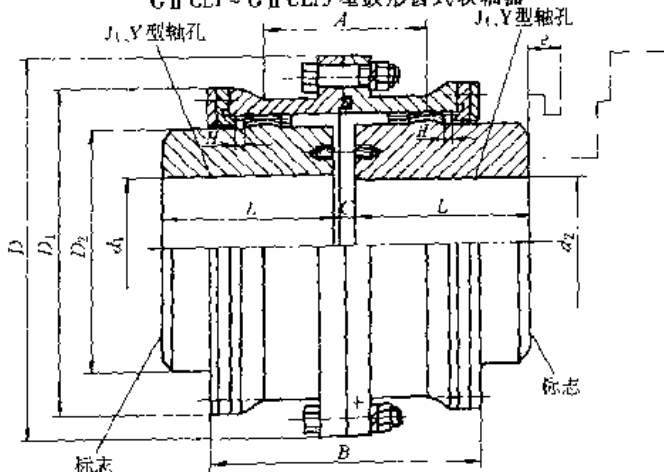
- 注：1. 联轴器的轴孔和键槽型式及尺寸见表 5-2-4，轴孔与轴的配合见表 5-2-5。  
 2. 联轴器组装时，两半联轴器一端轴孔对另一端轴孔的同轴度按 GB/T 1184—1996 中的 9 级公差的规定。  
 3. 联轴器许用转速是按材料为铸铁、许用线速度为 30m/s；钢许用线速度为 50m/s 的近似值。  
 4. 括号内螺栓数量表示全部采用铰制孔螺栓。  
 5. 联轴器重量和转动惯量是按材料为铸铁，最小轴孔、最大轴伸长度的近似计算值，带括号的是按铸钢计算的。  
 6. 凸缘联轴器应具有安全防护装置，由选用者自行设计。  
 7. 联轴器选用计算见本章第 2 节。  
 8. 生产厂：江苏联大集团有限公司（江苏省扬州市丰裕镇）。

### 3.3 G II CL 型鼓形齿式联轴器 (JB/T 8854.2—1999)

#### 联轴器的基本参数和主要尺寸



G II CL1 ~ G II CL13 型鼓形齿式联轴器



G II CL14 ~ G II CL25 型鼓形齿式联轴器

标记示例：

例 1 G II CL14 型鼓形齿式联轴器

主动端：Y 型轴孔，A 型键槽， $d_1 = 55\text{mm}$ 、

$L = 112\text{mm}$

从动端：Y 型轴孔，A 型键槽， $d_2 = 60\text{mm}$ 、

$L = 142\text{mm}$

G II CL14 联轴器  $\frac{55 \times 112}{60 \times 142}$  JB/T 8854.2—1999

例 2 G II CL10 型鼓形齿式联轴器

主动端：Y 型轴孔，A 型键槽， $d_1 = 75\text{mm}$ 、

$L = 142\text{mm}$

从动端：Y 型轴孔，A 型键槽， $d_2 = 75\text{mm}$ 、

$L = 142\text{mm}$

G II CL10 联轴器  $75 \times 142$  JB/T 8854.2—1999

表 5-2-9

型号	公称转矩	许用转速	轴孔直径		轴孔长度 $L$		$D$	$D_1$	$D_2$	$C$	$H$	$A$	$B$	$e$	润滑脂 用量	重量	转动惯量 $J$	
	$T_n$	$n_p$	$d_1, d_2$		Y	$J_1$												
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm															/mL
G II CL1	400	4000	16, 18, 19	42	—	103	71	50	8	2	36	76	38	51			5.1	0.014
			20, 22, 24	52	38												3	0.014
			25, 28	62	44												3.1	0.014
			30, 32, 35	82	60												3.6	0.015
G II CL2	710	4000	20, 22, 24	52	38	115	83	60	8	2	42	88	42	70			4.9	0.023
			25, 28	62	44												4.5	0.022
			30, 32, 35, 38	82	60												5.1	0.024
			40, 42, 45	112	84												6.2	0.027
G II CL3	1120	4000	22, 24	52	38	127	95	75	8	2	44	90	42	68			7.5	0.042
			25, 28	62	44												7	0.040
			30, 32, 35, 38	82	60												6.9	0.040
			40, 42, 45, 48, 50, 55	112	84												8.6	0.045
G II CL4	1800	4000	38	82	60	149	116	90	8	2	49	98	42	87			10.1	0.08
			40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	112	84												12.2	0.089
			60, 63, 65	142	107												14.5	0.098
G II CL5	3150	4000	40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	112	84	167	134	105	10	25	55	108	42	125			16.4	0.151
			60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107												19.6	0.173
G II CL6	5000	4000	45, 48, 50, 55, 56	112	84	187	153	125	10	2.5	56	110	42	148			22.1	0.265
			60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107												26.5	0.30
			80, 85, 90	172	132												31.2	0.337
G II CL7	7100	3750	50, 55, 56	112	84	204	170	140	10	3.5	60	118	42	175			27.6	0.405
			60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107												33.1	0.46
			80, 85, 90, 95	172	132												39.2	0.52
			100, (105)	212	167												47.5	0.602
G II CL8	10000	3300	55, 56	112	84	230	186	155	12	3	67	142	47	268			35.5	0.668
			60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107												42.3	0.75
			80, 85, 90, 95	172	132												49.7	0.839
			100, 110, (115)	212	167												60.2	0.964
G II CL9	16000	3000	60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107	256	212	180	12	3	69	146	47	310			55.6	1.264
			80, 85, 90, 95	172	132												65.6	1.425
			100, 110, 120, 125	212	167												79.6	1.652
			130, (135)	252	202												95.8	1.878
G II CL10	22400	2650	65, 70, 71, 75	142	107	287	239	200	14	3.5	78	164	47	472			72	2.05
			80, 85, 90, 95	172	132												84.4	2.3



续表

型号	公称转矩	许用转速	轴孔直径 $d_1, d_2$	轴孔长度 $L$		$D$	$D_1$	$D_2$	$C$	$H$	$A$	$B$	$e$	润滑油 用量	重量	转动惯量 $J$
	$T_n$	$n_p$		Y	$J_1$											
	$/N \cdot m$	$/r \cdot \min^{-1}$	$/mm$											$/ml$	$/kg$	$/kg \cdot m^2$
G II CL10	22400	2650	100, 110, 120, 125	212	167	287	239	200	14	3.5	78	164	47	472	101	2.64
			130, 140, 150	252	202										119	2.98
G II CL11	35500	2350	70, 71, 75	142	107	325	276	235	14	3.5	81	170	47	550	97	5.81
			80, 85, 90, 95	172	132										114	4.94
			100, 110, 120, 125	212	167										138	4.94
			130, 140, 150	252	202										161	5.6
			160, 170(175)	302	242										189	6.35
C II CL12	50000	2100	75	142	107	362	313	270	16	4	89	190	49	695	128	6.49
			80, 85, 90, 95	172	132										150	7.31
			100, 110, 120, 125	212	167										205	8.45
			130, 140, 150	252	202										213	9.6
			160, 170, 180	302	242										248	10.91
			190, 200	352	282										285	12.22
G II CL13	71000	1850	150	252	202	412	350	300	18	4.5	98	208	49	1019	269	15.7
			160, 170, 180, (185)	302	242										315	17.7
			190, 200, 220(225)	352	282										360	19.67
G II CL14	112000	1650	170, 180, (185)	302	242	462	420	335	22	5.5	172	296	63	3900	421	32.1
			190, 200, 220	352	282										476	35.2
			240, 250	410	330										544	38.9
C II CL15	180000	1500	190, 200, 220	352	282	512	470	380	22	5.5	182	316	63	3700	608	57.2
			240, 250, 260	410	330										696	63.4
			280, (285)	470	380										786	69.8
G II CL16	25000	1300	220	352	282	580	522	430	28	7	209	354	67	4500	799	95.7
			240, 250, 260	410	330										913	105.8
			280, 300, 320	470	380										1027	116.4
G II CL17	355000	1200	250, 260	410	330	644	582	490	28	7	198	364	67	4900	1176	172.3
			280, (290), 300, 320	470	380										1322	190.1
			340, 360, (365)	550	450										1532	214.9
G II CL18	500000	1050	280, (290), 300, 320	470	380	726	658	540	28	8	222	430	75	7000	1698	314.1
			340, 360, 380	550	450										1948	351
			400	650	540										2278	398
G II CL19	710000	950	300, 320	470	380	818	748	630	32	8	232	440	75	8900	2249	547
			340, (350), 360, 380, (390)	550	450										2591	615
			400, 420, 440, 450, 460	650	540										3026	702

续表

型号	公称转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径 $d_1, d_2$	轴孔长度 $L$		$D$	$D_1$	$D_2$	$C$	$H$	$A$	$B$	$e$	润滑脂 用量	重量	转动惯量 $J$
				Y	$J_1$											
				/mm												
G II CL20	100000	800	360, 380, (390)	550	450	928	838	720	32	10.5	247	470	75	11000	3384	1047
			400, 420, 440, 450, 460	650	540										3984	1196
			480, 500	800	680										4430	1443
			530, (540)													
G II CL21	1400000	750	400, 420, 440, 450, 460	650	540	1022	928	810	40	11.5	255	490	75	13000	4977	1875
			480, 500	800	680										6152	2246
			530, 560, 600	900	780										7738	3619
670, (680)																
G II CL22	1800000	650	450, 460, 480, 500	650	540	1134	1036	915	40	13	262	510	75	16000	6318	3015
			530, 560, 600, 630	800	680										7738	3619
			670, (680)	900	780											
G II CL23	2500000	600	530, 560, 600, 630	800	680	1282	1178	1035	50	14.5	299	580	80	28000	10013	6068
			670, (700), 710, 750, (770)	900	780										11553	6900
G II CL24	3550000	550	560, 600, 630	800	680	1428	1322	1175	50	16.5	317	610	80	33000	12915	9944
			670, (700), 710, 750	900	780										15015	11353
			800, 850	1000	880										16615	12527
G II CL25	5000000	460	670, (700), 710, 750	900	780	1644	1538	1390	50	19	325	620	80	43000	19837	20697
			800, 850	1000	880										22381	23346
			900, 950	—	980										24765	25652
			1000, (1040)	—	1100										27797	28793

注: 1. 转动惯量与质量按  $J_1$  型计算。2. 轴孔长度推荐  $J_1$  型。

3. 带括号的轴孔直径新设计时不应选用。

4. 联轴器轴孔和联结型式与尺寸, 见表 5-2-4, 轴孔与轴的配合见表 5-2-5。

5.  $e$  为更换密封所需的尺寸。

6. 生产厂: 二重基础件厂(四川省德阳市)、沈阳重矿机械厂(沈阳浑河民族经济技术开发区族昌路5号)、浙江乐清市重型传动轴厂(电话: 0577-62312811)。

## 3.4 GCLD 型电机轴伸鼓形齿式联轴器 (JB/T 8854.1—1999)

## 联轴器的基本参数和主要尺寸

标记示例:

例 1 GCLD5 型鼓形齿式联轴器

主动端:Y 型轴孔, A 型键槽,  $d_1 = 55\text{mm}$ ,  $L = 112\text{mm}$ 从动端:J<sub>1</sub> 型轴孔, C 型键槽,  $d_2 = 60\text{mm}$ ,  $L = 107\text{mm}$ GCLD5 联轴器  $\frac{55 \times 112}{J_1 C 60 \times 107}$  JB/T 8854.1—1999

例 2 GCLD9 型鼓形齿式联轴器

主动端:Z<sub>1</sub> 型轴孔, C 型键槽,  $d_1 = 100\text{mm}$ ,  $L = 167\text{mm}$ 从动端:J<sub>1</sub> 型轴孔, A 型键槽,  $d_2 = 120\text{mm}$ ,  $L = 167\text{mm}$ GCLD9 联轴器  $\frac{Z_1 C 100 \times 167}{J_1 120 \times 167}$  JB/T 8854.1—1999

例 3 GCLD2 型鼓形齿式联轴器

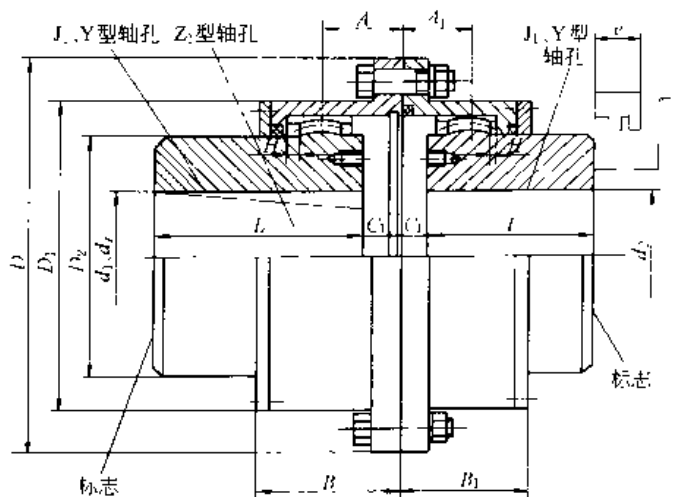
主动端:Y 型轴孔, A 型键槽,  $d_1 = 50\text{mm}$ ,  $L = 112\text{mm}$ 从动端:Y 型轴孔, A 型键槽,  $d_2 = 50\text{mm}$ ,  $L = 112\text{mm}$ GCLD2 联轴器  $50 \times 112$  JB/T 8854.1—1999

表 5-2-10

型号	公称转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径 $d_1, d_2, d_3$	轴孔长度 L		D	$D_1$	$D_2$	$C_1$	H	A	$A_1$	B	$B_1$	e	润滑油 用量	重量	转动惯量 J	
				Y	J <sub>1</sub> Z <sub>1</sub>														
				/mm													/mL	/kg	/kg·m <sup>2</sup>
GCLD1	1120	4000	22, 24	52	38	127	95	75	6	2	43	22	66	45	42	107		6.2	0.035
			25, 28	62	44													7.2	0.041
			30, 32, 35, 38	82	60													7.8	0.044
			40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	112	84													9.6	0.047
GCLD2	1800	4000	38	82	60	149	116	90	6.5	2	44.5	24.5	70	49	42	137		11.2	0.085
			40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	112	84													14	0.097
			60, 63, 65	142	107													16.4	0.106
GCLD3	3150	4000	40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	112	84	167	134	105	7	2.5	53.5	27.5	80	54	42	238		17.2	0.16
			60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107													22.4	0.19
GCLD4	5000	4000	45, 48, 50, 55, 56	112	84	187	153	125	7.5	2.5	54	28	81	55	42	238		25.2	0.29
			60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107													26.4	0.33
			80, 85, 90	172	132													35.6	0.38

续表

型号	公称转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径 $d_1, d_2, d_z$	轴孔长度 度 $L$		$D$	$D_1$	$D_2$	$C_1$	$H$	$A$	$A_1$	$B$	$B$	$e$	润滑脂 用量	重量	转动惯量 $J$
				Y	$J_1$ $Z_1$													
		$/N \cdot m$	$/r \cdot \min^{-1}$	$/mm$												$/ml$	$/kg$	$/kg \cdot m^2$
GCLD5	7100	3750	50, 55	112	84	204	170	140	7.5	2.5	60	30	89	59	42	298	31.6	0.45
			60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107												38	0.51
			80, 85, 90, 95	172	132												44.6	0.58
			100, (105)	212	167												53.9	0.69
GCLD6	10000	3300	55, 56	112	84	230	186	155	8.5	3	68.5	33.5	106	71	47	465	40.5	0.75
			60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107												49.8	0.84
			80, 85, 90, 95	172	132												56.3	0.94
			100, 110, (115)	212	167												67.5	1.07
GCLD7	16000	3000	60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107	256	212	180	6	3	73.5	34.5	112	73	47	561	63.9	1.43
			80, 85, 90, 95	172	132												74.7	1.6
			100, 110, 120, 125	212	167												88	1.85
			130, (135)	252	202												106.7	2.11
GCLD8	22400	2650	65, 70, 71, 75	142	107	287	239	200	8.5	3.5	69	39	112	82	47	734	81.7	2.24
			80, 85, 90, 95	172	132												95.5	2.51
			100, 110, 120, 125	212	167												114	2.88
			130, 140, 150	252	202												123	3.25
GCLD9	355000	2350	70, 71, 75	142	107	325	276	235	9.5	3.5	80.5	40.5	125	85	47	956	112	4.31
			80, 85, 90, 95	172	132												130	4.83
			100, 110, 120, 125	212	167												156	5.53
			130, 140, 150	252	202												181	6.74
			160, 170, (175)	302	242												212	7.08
GCLD10	50000	2100	75	142	107	362	313	270	11	4	98.5	44.5	149	95	49	1320	161	7.88
			80, 85, 90, 95	172	132												172	8.29
			100, 110, 120, 125	212	167												206	9.52
			130, 140, 150	252	202												239	10.25
			160, 170, 180	302	242												280	12.22
			190, 200	352	282												319	13.69

注: 1. 质量与转动惯量包括轴伸在内。

2. 联轴器轴孔和联结型式与尺寸见表 5-2-4 和表 5-2-6。轴孔与轴的配合见表 5-2-5 和表 5-2-7。

3. 其他见表 5-2-9 注中的 3、5 及 6。

### 3.5 鼓形齿式联轴器的选用计算 (JB/ZQ 4381—1997)

#### 3.5.1 鼓形齿式联轴器的选用计算

(1) 联轴器的计算转矩

$$T_c = K \cdot T = K \cdot 9550 \frac{P_w}{n} \leq T_n \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \quad (5-2-2)$$

式中  $T$ ——理论转矩,  $\text{N} \cdot \text{m}$ ;

$P_w$ ——驱动功率,  $\text{kW}$ ;

$n$ ——工作转速,  $\text{r}/\text{min}$ ;

$K$ ——工况系数, 见表 5-2-11;

$T_n$ ——公称转矩,  $\text{N} \cdot \text{m}$ , 见表 5-2-9 或表 5-2-10。

表 5-2-11

工况系数

工 作 机 械	工况系数 $K$	工 作 机 械	工况系数 $K$	工 作 机 械	工况系数 $K$
挖掘设备		发电机及转换器		棒磨机	2.0
斗轮式挖掘机	2.0	变频器	2.24	挤压粉碎机	2.0
履带式移动链	1.8	发电机	1.4	食品加工机械	
轨道式移动链	1.6	焊接发动机	2.24	装罐机	1.25
空吸泵	1.6	橡胶及塑料加工设备		搅拌机	1.4
铲斗轮	1.8	挤压机	1.6	包装机	1.25
刀 盘	2.0	压光机	1.6	甘蔗压榨机	1.6
回转齿轮机构	1.4	揉合机	1.8	甘蔗切断机	1.6
绞 盘	1.6	混合机	1.8	甘蔗粉碎机	1.8
采矿、碎石设备		滚压机	1.8	甜菜切割机	1.6
破碎机	2.24	木材加工设备		甜菜清洗机	1.6
回转窑	1.8	剥皮机	1.8	造纸机械	
矿井通风机	2.0	刨床	1.4	多层纸板机	1.8
振动器	1.6	锯床	1.4	上光滚筒	2.0
化工设备		炼钢设备		卷筒	1.8
搅拌机(稀液体)	1.25	高炉鼓风机	1.4	搅浆机	1.6
搅拌机(粘液体)	1.6	转炉	2.0	压光机	1.6
离心机(轻载)	1.4	倾斜式高炉升降机	1.8	湿纸滚压机	1.8
离心机(重载)	1.8	炉渣破碎机	1.8	纸浆切碎机	1.8
输送设备		起重设备		搅拌机	1.8
输送机	1.8	吊杆起落机构	1.25	吸水滚压机	1.6
平板输送机	1.6	行走机构	1.6	吸水辊	1.8
皮带输送机(散装材料)	1.4	提升机构	1.4	干燥滚筒	2.0
小型皮带输送机	1.25	回转机构	1.4	压力机械	
斗链式输送机	1.4	卷扬机	1.25	折叠压力机	1.8
旋转输送机	1.4	金属加工设备		压块机	2.5
升降机	1.4	动力轴	1.6	曲柄压力机	2.0
铲斗式升降机(粉状物)	1.25	板材矫直机	1.8	锻造压力机	2.25
提升机	1.8	锻锤	1.8	压砖机	2.5
螺旋输送机	1.4	剪切机	1.6	泵 类	
钢带输送机	1.4	锻造机	1.8	离心泵(稀液体)	1.25
鼓风、通风设备		冲压机	1.8	离心泵(粘液体)	1.4
螺旋活塞式鼓风机	1.4	研磨、粉碎设备		往复式活塞泵	1.8
鼓风机(轴向和径向)	1.5	锤式粉碎机	2.0	柱塞泵	2.0
冷却塔风扇	1.4	球磨机	2.0	泥浆泵	1.4
引风机	1.4	悬挂式滚压机	2.0	真空泵	1.5
涡轮鼓风机	1.25	冲击式粉碎机	2.0		

续表

工作机械	工况系数 K	工作机械	工况系数 K	工作机械	工况系数 K
纺织机械		板材剪断机	1.8	钢坯剪断机	1.8
绕线机	1.6	翻板机	1.6	冷床	1.4
印花及烘干机	1.6	板坯机	2.0	输送导辊	1.4
精制桶	1.6	坯料输送机	1.8	辊道(轻载)	1.4
碾光机	1.6	板坯推料机	2.0	辊道(重载)	1.8
切断机	1.6	带材及线材卷取机	1.4	辊式矫直机	1.6
织布机	1.6	除鳞机	1.6	切边机	1.4
压缩机		薄板轧机	1.8	切头机	1.8
往复式压缩机	2.0	中厚板轧机	2.0	活套升降机	1.4
涡轮式压缩机	1.6	冷轧机	2.0	轧辊调整装置	1.4
轧制设备		复带式牵引机	1.6		

(2) 转矩与转速修正

联轴器计算转矩按下式修正：

$$T_c \leq K_1 \cdot T_n \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \quad (5-2-3)$$

式中  $K_1$  —— 转矩修正系数，见图 5-2-2。

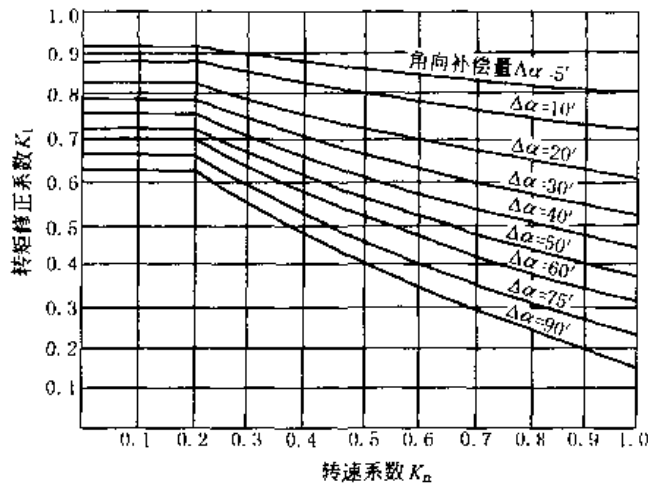


图 5-2-2 转矩修正系数

$$K_n = \frac{n}{n_p} \quad (5-2-4)$$

式中  $n_p$  —— 许用转速，见表 5-2-9 或表 5-2-10，r/min。

3.5.2 联轴器许用补偿量

(1) 当两轴线无径向位移时，许用角向补偿量  $\Delta\alpha$ ：

- 1) 联轴器每一对内外齿啮合许用角向补偿量  $\Delta\alpha = 1^\circ 30'$ ，见图 5-2-3；
- 2) 联轴器两对内外齿啮合许用角向补偿量  $2\Delta\alpha = 2 \times 1^\circ 30' = 3^\circ$ ，见图 5-2-3。

(2) 当两轴线无角向位移时，许用径向补偿量  $\Delta y$ ，见表 5-2-12。

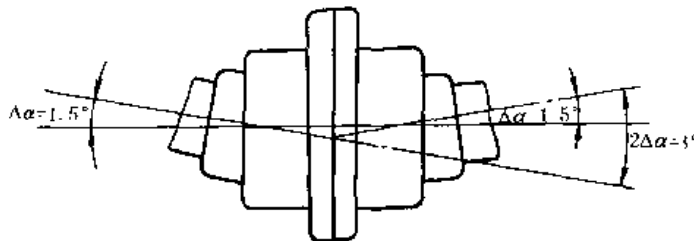
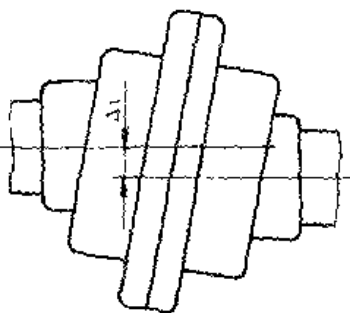


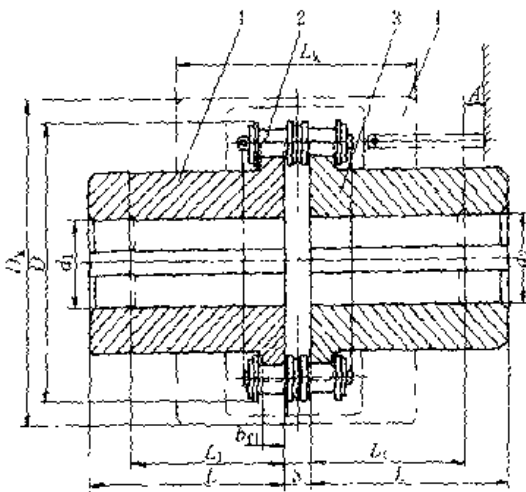
图 5-2-3

表 5-2-12

		/mm					
	联轴器型号	G II CL1 G II CL2	G II CL3 GCLD1	G II CL4 GCLD2	G II CL5, G II CL6 GCLD3, GCLD4	G II CL7 GCLD5	
	许用径向补偿量 Δy	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	
	联轴器型号	G II CL8 GCLD6	G II CL9 GCLD7	G II CL10 GCLD8	G II CL11 GCLD9	G II CL12 GCLD10	G II CL13
	许用径向补偿量 Δy	1.7	1.8	2.0	2.1	2.3	2.6
	联轴器型号	G II CL14	G II CL15	G II CL16	G II CL17	G II CL18	G II CL19
	许用径向补偿量 Δy	4.5	4.8	5.3	5.4	5.8	6
联轴器型号	G II CL20	G II CL21	G II CL22	G II CL23	G II CL24	G II CL25	
许用径向补偿量 Δy	6.4	6.6	6.8	8.0	8.4	8.5	

### 3.6 滚子链联轴器 (GB/T 6069—1985)

#### 3.6.1 GL型联轴器的基本参数和主要尺寸



标记示例:

例 1 GL7 型滚子链联轴器

主动端: J<sub>1</sub> 型孔, B 型键槽  $d_1 = 45\text{mm}$ ,  $L_1 = 84\text{mm}$

从动端: J<sub>1</sub> 型孔, B<sub>1</sub> 型键槽  $d_2 = 50\text{mm}$ ,  $L_1 = 84\text{mm}$

GL7 联轴器  $\frac{J_1 B45 \times 84}{J_1 B_1 50 \times 84}$  GB/T 6069 - 1985

例 2 GL3 型滚子链联轴器, 有罩壳

主动端: J<sub>1</sub> 型孔, A 型键槽  $d_1 = 25\text{mm}$ ,  $L_1 = 44\text{mm}$

从动端: J<sub>1</sub> 型孔, A 型键槽  $d_2 = 25\text{mm}$ ,  $L_1 = 44\text{mm}$

GL3F 联轴器 J<sub>1</sub>25 × 44 GB/T 6069—1985

件号	名称
1	半联轴器
2	双排滚子链 (GB/T 1243—1997)
3	半联轴器
4	罩壳

表 5-2-13

型号	公称 转矩 $T_n$	许用转速		轴孔直径 $d_1, d_2$	轴孔长度		链条 节距 $P$	齿数 $z$	$D$	$b_0$	$s$	$A$ $\geq$	$D_x$ (最大)	$L_x$ (最大)	转动惯量 $J$	重量		
		$n_p$	不装 罩壳		安装 罩壳	Y 型											J <sub>1</sub> 型	链号
		$/\text{N}\cdot\text{m}$	$/\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	$/\text{mm}$		$/\text{mm}$	$/\text{mm}$			$/\text{kg}\cdot\text{m}^2$	$/\text{kg}$							
GL1	40	1400	4500	16, 18, 19	42	—	06B	9.525	14	51.06	5.3	4.9	—	70	0.00010	0.40		
				20	52	38							4					
GL2	63	1250	4500	19	42	—	06B	9.525	16	57.08	5.3	4.9	—	75	0.00020	0.70		
				20, 22, 24	52	38							4					
GL3	100	1000	4000	25	62	44	08B	12.7	14	68.88	7.2	6.7	12	85	80	0.00038	1.1	
				24	52	—							6					
GL4	160	1000	4000	25, 28	62	44	08B	12.7	16	76.91	7.2	6.7	6	95	88	0.00086	1.8	
				30, 32	82	60							—					

续表

型号	公称 转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$		轴孔直径 $d_1, d_2$		轴孔长度		链号	链条 节距 $p$	齿数 $z$	$D$	$b_n$	$S$	$A$ $\geq$	$D_k$ (最大)	$L_k$ (最大)	转动惯量 $J$	重量
		不装 罩壳	安装 罩壳			Y型J <sub>1</sub> 型												
						$L$	$L_1$											
/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm		/mm		/mm		/mm		/kg·m <sup>2</sup>	/kg							
GL5	250	800	3150	28	62	—	10A	15.875	16	94.46	8.9	9.2	—	112	100	0.0025	3.2	
				30, 32, 35, 38	82	60												
				40	112	84												
GL6	400	630	2500	32, 35, 38	82	60	12A	19.05	18	127.78	11.9	10.9	—	140	105	0.0058	5.0	
				40, 42, 45, 48, 50	112	84												
GL7	630			40, 42, 45, 48, 50, 55	142	107								150	122	0.012	7.4	
GL8	1000	500	2240	45, 48, 50, 55	112	84	16A	25.40	16	154.33	15.0	14.3	12	180	135	0.025	11.1	
				60, 65, 70	142	107							—					
GL9	1600	400	2000	50, 55	112	84	20A	31.75	18	213.02	18.0	17.8	6	215	145	0.061	20.0	
				60, 65, 70, 75	142	107							—					
				80	172	132							—					
GL10	2500	315	1600	60, 65, 70, 75	142	107	24A	38.1	16	231.49	24.0	21.5	35	270	195	0.188	39.2	
				80, 85, 90	172	132							10					
GL11	4000	250	1500	75	142	107	28A	44.45	16	270.08	24.0	24.9	20	310	205	0.380	59.4	
				80, 85, 90, 95	172	132							—					
				100	212	167							—					
GL12	6300	250	1250	85, 90, 95	172	132	32A	50.8	18	340.80	30.0	28.6	14	380	230	0.869	86.5	
				100, 110, 120	212	167							—					
GL13	10000	1120	1000	100, 110, 120, 125	212	167	40A	63.5	20	466.25	36.0	35.6	18	450	250	2.06	150.8	
				130, 140	252	202							—					
				120, 125	212	167							—					
GL14	16000	200	900	130, 140, 150	252	202	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
				160	302	242												
GL15	25000	900	—	140, 150	252	202	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
				160, 170, 180	302	242												
				190	352	282												

- 注：1. 联轴器的重量和转动惯量为近似值。  
 2. 联轴器轴孔和键槽型式及尺寸应符合表 5-2-4 的规定。  
 3. 润滑对联轴器的性能有重大影响，无论有无罩壳，均应保证必要的润滑。  
 4. 有罩壳时，在型号后加“F”，例 GL5 型联轴器，有罩壳时为 GL5F。  
 5. 联轴器选用计算见本章第 2 节，轴孔与轴配合见表 5-2-5。  
 6. 生产厂：诸暨链条总厂（浙江省诸暨市牌头镇五一路 1 号）、沈阳重矿机械厂（辽宁省沈阳浑河民族经济技术开发区族昌路 5 号）。



### 3.6.2 联轴器许用补偿量

表 5-2-14

项 目	型 号									
	GL1、GL2	GL3、GL4	GL5、GL6	GL7	GL8、GL9	GL10	GL11	GL12	GL13、GL14	GL15
轴向 $\Delta x$	1.4	1.9	2.3	2.8	3.8	4.7	5.7	6.6	7.6	9.5
径向 $\Delta y$	0.19	0.25	0.32	0.38	0.50	0.63	0.76	0.88	1.0	1.27
角向 $\Delta \alpha$	1°									

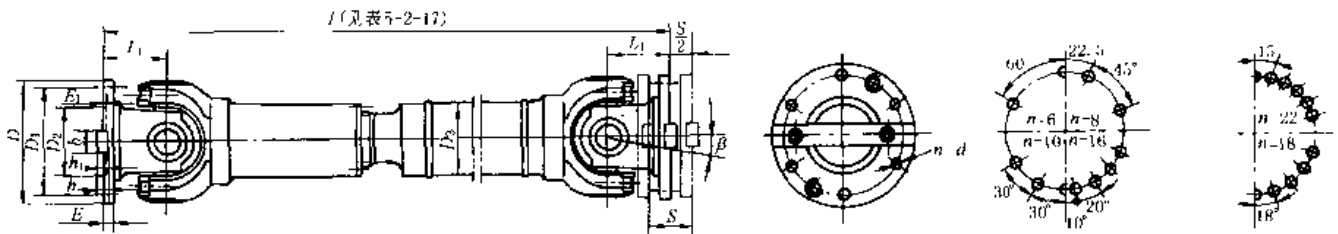
注：1. 径向补偿量的测量部位在半联轴器轮毂外圆宽度的  $\frac{1}{2}$  处。

2. 表中所列补偿量是指由于安装误差、冲击、振动、变形、温度变化等因素而形成的两轴相对偏移量。

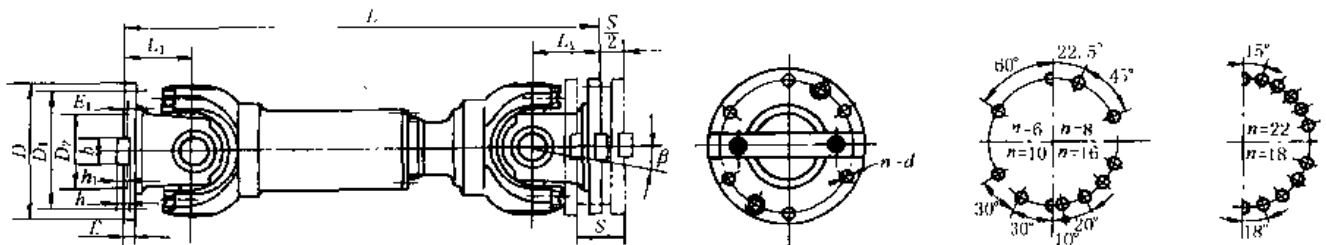
### 3.7 十字轴式万向联轴器

#### 3.7.1 SWP 型剖分轴承座十字轴式万向联轴器 (JB/T 3241—1991)

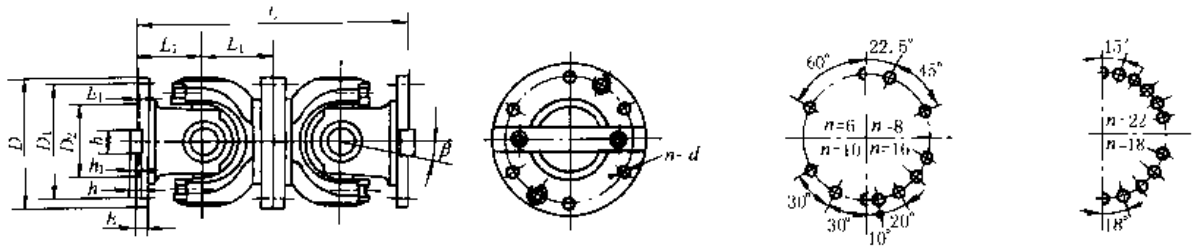
A 型、B 型、……、F 型的基本参数和主要尺寸



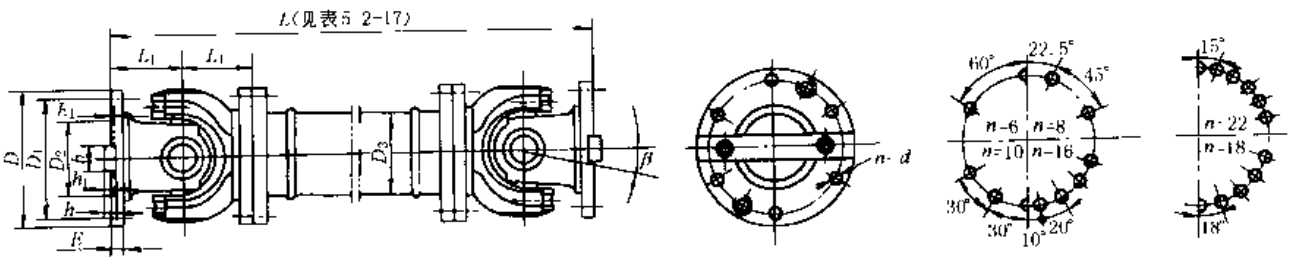
(a) A 型—有伸增长型



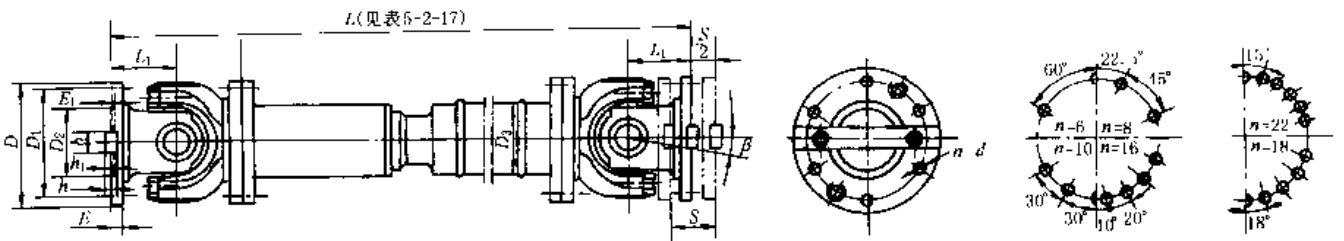
(b) B 型—有伸缩短型



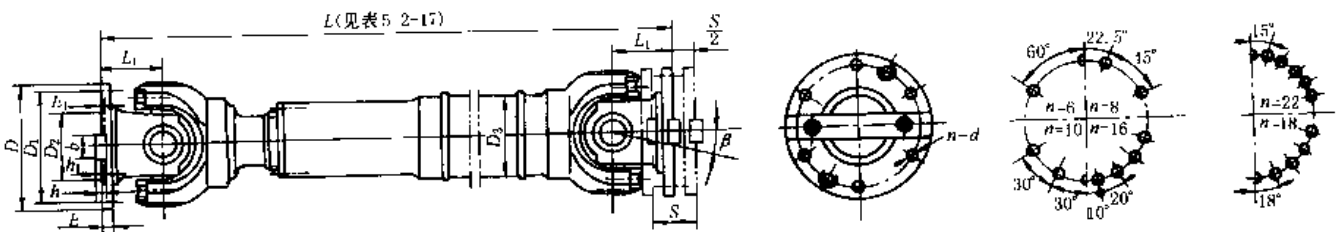
(c) C型—无伸缩短型



(d) D型—无伸缩长型



(e) E型—有伸缩双法兰长型



(f) F型—大伸缩长型

标记方法: SWP 回转直径 型式代号 × 安装长度 标准号

表 5-2-15

型 号		SWP														
		160	180	200	225	250	285	315	350	390	435	480	550	600	640	
A、B、C、D、 E、F(B、C 无 D <sub>3</sub> 尺寸)	回转直径 D	/mm														
	公称转矩 T <sub>0</sub>	/KN·m														
	疲劳转矩 T <sub>f</sub>	/KN·m														
	轴线折角 β	/ (°)														
A、B、E	D <sub>1</sub> (JS11)	140	155	175	196	218	245	280	310	345	385	425	492	544	575	
	D <sub>2</sub> (H7)	95	105	125	135	150	170	185	210	235	255	275	320	380	385	
	D <sub>3</sub>	114	121	127	152	168	194	219	245	273	299	351	402	450	480	
	E	15	15	17	20	25	27	32	35	40	42	47	50	55	60	
	E <sub>1</sub>	4	4	5	5	5	7	7	8	8	10	12	15	15	15	
	b × h	20 × 12	24 × 14	28 × 16	32 × 18	40 × 25	40 × 30	40 × 30	40 × 30	50 × 32	70 × 36	80 × 40	90 × 45	100 × 45	90 × 55	100 × 60
	h <sub>1</sub>	6	7	8	9	12.5	15	15	16	18	20	22.5	27.5	27.5	30	30
	L <sub>1</sub>	85	95	110	130	135	150	170	185	205	235	265	290	360	385	385
	n-d	6-13	6-15	8-15	8-17	8-19	8-21	10-23	10-23	10-23	16-28	16-31	16-31	22-34	22-34	18-38
	伸缩量 S	50	60	70	76	80	100	110	120	150	170	190	210	230	230	230
A(※项 D、E、F 与 A 相同)	转动惯量 /kg·m <sup>2</sup>	I <sub>max</sub>	660	752	823	933	978	1133	1250	1380	1495	1710	1910	2135	2580	2685
		增长 <sup>※</sup> 100	0.13	0.22	0.37	0.63	1.02	2.17	3.86	6.66	11.53	21.81	38.04	61.28	98.63	167.67
	重量 /kg	L <sub>max</sub>	0.0059	0.0072	0.0114	0.0290	0.0407	0.0702	0.1144	0.1663	0.2695	0.3645	0.7028	1.1842	1.7159	2.3080
		增长 <sup>※</sup> 100	40	60	81	109	147	241	322	428	566	932	1294	1744	2330	3153

续表

型号		SWP														
		160	180	200	225	250	285	315	350	390	435	480	550	600	640	
B	$L$	585	640	730	830	860	1000	1120	1230	1310	1555	1740	1905	2600	2780	
	转动惯量 /kg·m <sup>2</sup>	0.14	0.23	0.36	0.61	0.98	2.12	3.80	6.60	10.50	22.39	38.21	61.00	99.13	170.21	
	重量 /kg	44	56	75	108	138	229	309	408	539	903	1243	1643	2335	2720	
C	$L$	340	380	440	520	540	600	680	740	820	940	1060	1160	1440	1540	
	转动惯量 /kg·m <sup>2</sup>	0.11	0.17	0.29	0.51	0.93	1.88	2.88	4.59	8.64	17.41	28.25	49.49	87.17	152.76	
	重量 /kg	31	42	59	80	119	179	232	300	432	688	904	1309	1377	2635	
D	$L_{min}$	430	474	544	636	690	760	860	940	1060	1180	1360	1460	1840	1980	
	转动惯量/kg·m <sup>2</sup>	0.09	0.16	0.28	0.53	0.91	1.91	3.39	5.35	10.54	18.56	31.69	51.45	83.53	135.60	
	重量/kg	35	47	67	94	140	206	271	355	501	825	1144	1589	2243	3140	
E	$L_{min}$	715	800	880	1000	1055	1210	1345	1480	1623	1860	2122	2338	2930	3170	
	转动惯量/kg·m <sup>2</sup>	0.15	0.25	0.42	0.75	1.26	2.67	4.38	7.42	13.27	24.62	42.81	68.81	110.60	177.77	
	重量/kg	49	69	81	108	179	285	375	488	662	1107	1302	2140	2703	3719	
F	$L_{min}$	770	830	950	1070	1110	1270	1410	1540	1680	1880	2080	2230	2800	2920	
	转动惯量/kg·m <sup>2</sup>	0.14	0.23	0.40	0.66	1.06	2.24	3.99	6.90	11.90	22.41	39.09	62.12	100.48	168.28	
	重量/kg	51	64	88	120	158	255	344	460	600	985	1356	1785	2403	3207	
伸缩量 S/mm		150	170	190	210	220	240	270	290	315	335	350	360	370	380	

注：生产厂：沈阳重矿机械厂（沈阳浑河民族经济技术开发区族昌路5号）、四川省德阳市二重基础件厂、浙江省乐清市乐清重型机械配件厂、浙江省乐清市重机传动轴厂（浙江省乐清市北白象镇樟湾工业区）。

G 型—有伸缩超短型联轴器的基本参数和主要尺寸

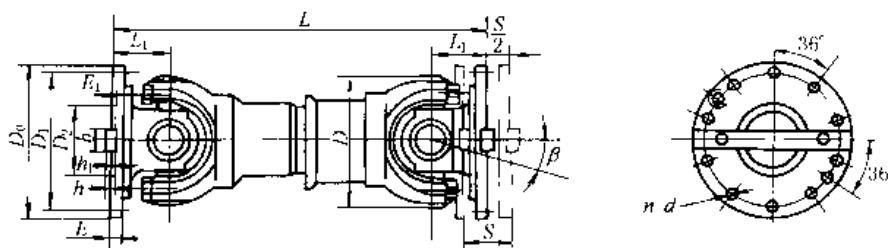


表 5-2-16

型号	回转直径 $D$	公称转矩 $T_n$	疲劳转矩 $T_f$	轴线折角 $\beta$	伸缩量 $S$	$L$	$D_0$	$D_1$ (JS11)	$D_2$ (H7)	$E$	$E_1$	$b \times h$	$h_1$	$L_1$	$n-d$	转动惯量	重量
	/mm	/kN·m	/kN·m	/ (°)	/mm											/kg·m <sup>2</sup>	/kg
SWP 225G	225	18	8	≦5	40	435	275	248	135	15	5	32 × 18	9	68	10-15	0.331	60
SWP 250G	250	25	11.2	≦5	40	515	305	275	150	15	5	40 × 25	12.5	80	10-17	0.624	97
SWP 285G	285	35.5	16	≦5	40	565	348	314	170	18	7	40 × 30	15	90	10-19	1.182	120
SWP 315G	315	50	25	≦5	40	620	360	328	185	18	7	40 × 30	15	100	10-19	2.291	170
SWP 350G	350	71	35.5	≦5	55	715	405	370	210	22	8	50 × 32	16	108	10-21	3.793	256

注：见表 5-2-15 注。

A 型、D 型、E 型、F 型联轴器的安装长度

表 5-2-17

/mm

型号	安装长度 $L$																		
SWP 160□	800	1000	1250	1400	1600														
SWP 180□			1000	1250	1400	1600	1800												
SWP 200□			1000	1250	1400	1600	1800	2000											
SWP 225□				1250	1400	1600	1800	2000	2240										
SWP 250□				1250	1400	1600	1800	2000	2240	2500									
SWP 285□					1400	1600	1800	2000	2240	2500	2800								
SWP 315□						1600	1800	2000	2240	2500	2800	3150							
SWP 350□							1600	1800	2000	2240	2500	2800	3150	3550					
SWP 390□								1800	2000	2240	2500	2800	3150	3550	4000				
SWP 435□									2000	2240	2500	2800	3150	3550	4000	4500			
SWP 480□										2240	2500	2800	3150	3550	4000	4500	5000		
SWP 550□											2500	2800	3150	3550	4000	4500	5000	5600	
SWP 600□												3150	3550	4000	4500	5000	5600	6300	
SWP 640□													3550	4000	4500	5000	5600	6300	

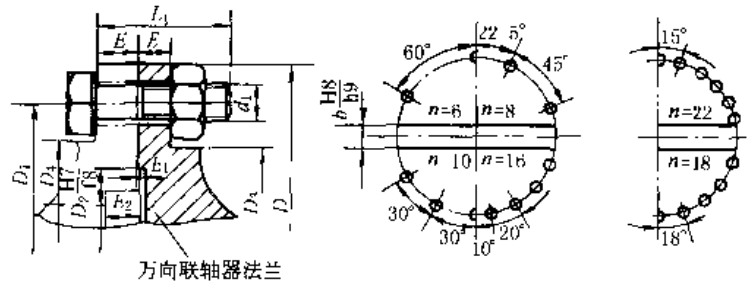
注：1. □表示 A、D、E、F 中任意一个型式。

2. 安装长度  $L$  包括  $S/2$ 。

3. 选用表列以外的安装长度时，可与制造厂商定。

万向联轴器的联接及螺栓预紧力矩

万向联轴器是用高强度螺栓及自锁螺母把两端的法兰联接在机械的构件上。其螺栓的机械性能应符合 GB/T 3098.1—1982 中 10.9 级，螺母的机械性能应符合 GB/T 3098.4—1986 中 10 级的规定。



万向联轴器法兰

表 5-2-18

型 号	回转直径	螺栓数	螺栓规格 $d_1 \times L_1$	预紧力矩 $M_n$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	E	$E_1$	$E_2$	b (H8)
	D				(JS11)	(H7)						
	/mm	n	/mm	/N·m								
SWP 160□	160	6	M12 × 1.5 × 50	110	140	95	118	121	15	3.5	12	20
SWP 180□	180	6	M14 × 1.5 × 50	180	155	105	128	133	15	3.5	13	24
SWP 200□	200	8	M14 × 1.5 × 55	180	175	125	146	153	17	4.5	15	28
SWP 225□	225	8	M16 × 1.5 × 65	275	196	135	162	171	20	4.5	16	32
SWP 250□	250	8	M18 × 1.5 × 75	400	218	150	180	190	25	4.5	20	40
SWP 285□	285	8	M20 × 1.5 × 85	570	245	170	205	214	27	6.0	23	40
SWP 315□	315	10	M22 × 1.5 × 95	735	280	185	235	245	32	6.0	23	40
SWP 350□	350	10	M22 × 1.5 × 100	735	310	210	260	280	35	7.0	25	50
SWP 390□	390	10	M24 × 2 × 110	912	345	235	290	308	40	7.0	28	70
SWP 435□	435	16	M27 × 2 × 120	1340	385	255	325	342	42	9.0	32	80
SWP 480□	480	16	M30 × 2 × 130	1820	425	275	370	377	47	11	36	90
SWP 550□	550	16	M30 × 2 × 140	1820	492	320	435	444	50	11	36	100
SWP 600□	600	22	M33 × 2 × 150	2440	544	380	480	492	55	13	43	90
SWP 640□	640	18	M36 × 3 × 165	3170	575	385	505	518	60	13	45	100

注：□表示 A、B、C、D、E、F、G 中任意一个型式。

万向联轴器的选用计算

万向联轴器的计算转矩：

$$T_c = TK_n K_h K_\beta K_s \leq T_n \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \quad (5-2-5)$$

交变载荷时：

$$T_c \leq T_f \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \quad (5-2-6)$$

式中  $T_n$ ——万向联轴器的公称转矩，N·m，见表 5-2-15 ~ 表 5-2-16（它是在给定条件下的理论计算数值，即联轴器转速， $n \approx 10r/\text{min}$ 。轴承寿命  $L_h = 5000h$ 、轴线折角  $\beta = 3^\circ$ 、载荷平稳时的数值）；

$T_f$ ——万向联轴器的疲劳转矩，N·m，见表 5-2-15 ~ 表 5-2-16；

$T$ ——万向联轴器的理论转矩，N·m；

$$T = 9550 \frac{P_n}{n}$$

$P_n$ ——驱动功率，kW；

$n$ ——万向联轴器转速，r/min；

$K_n$ ——万向联轴器的转速修正系数，见图 5-2-4a；

$K_H$  一万向联轴器的轴承寿命修正系数, 见图 5-2-4b;

$K_\beta$  一万向联轴器的两轴线折角修正系数, 见图 5-2-4c;

$K_a$  一载荷修正系数。载荷均匀, 工作平稳时,  $K_a = 1.0$ ; 载荷不均匀, 中等冲击时,  $K_a = 1.1 \sim 1.3$ ; 较大冲击载荷和频繁正反转时,  $K_a = 1.3 \sim 1.5$ ; 特大冲击载荷和频繁正反转时,  $K_a > 1.5$ 。

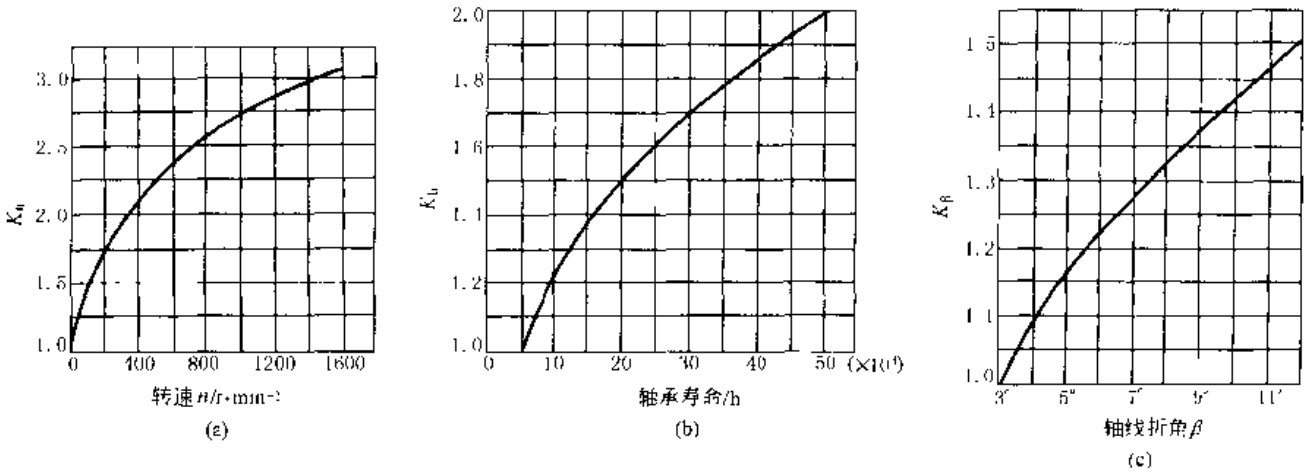


图 5-2-4 万向联轴器的转速、轴承寿命和轴线折角修正系数

对于转速高、折角大或其长度超出表 5-2-17 规定的万向联轴器, 除按上述计算外, 还必须验算其转动灵活性, 转动灵活性用  $n\beta$  表示, 一般情况下:

$$n\beta < 18000 \quad (5-2-7)$$

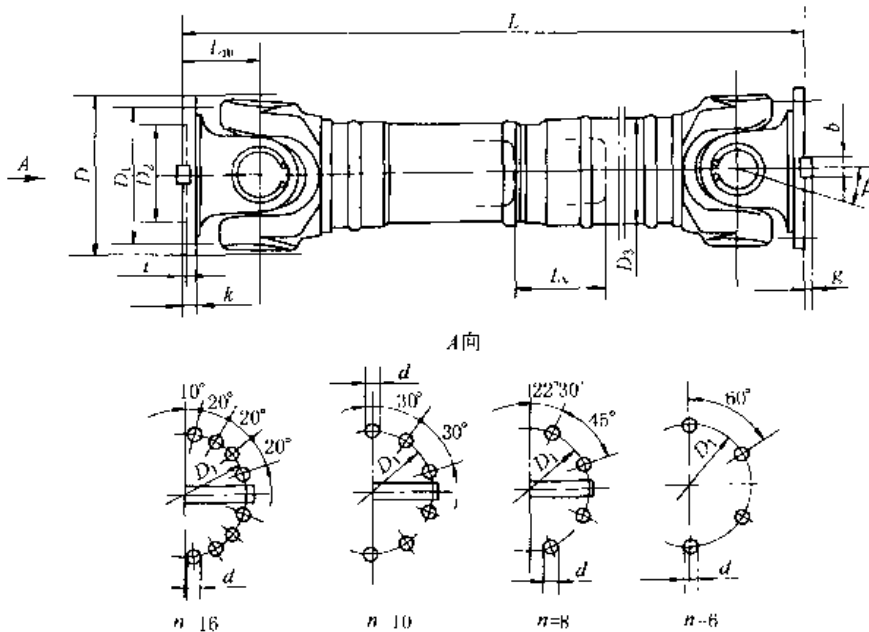
式中  $\beta$  ——万向联轴器的轴线折角, ( $^\circ$ );

$n$  ——万向联轴器的转速,  $r/\text{min}$ 。

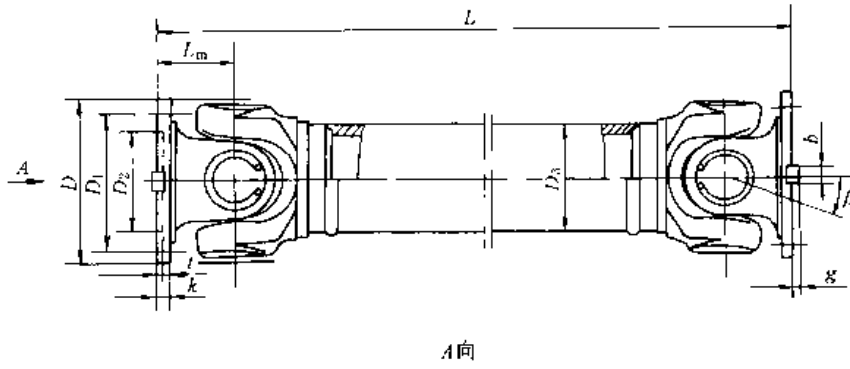
万向联轴器的布置及其传动效果等问题详见标准全文。

### 3.7.2 SWC-I 型和 SWC 型整体叉头十字轴式万向联轴器

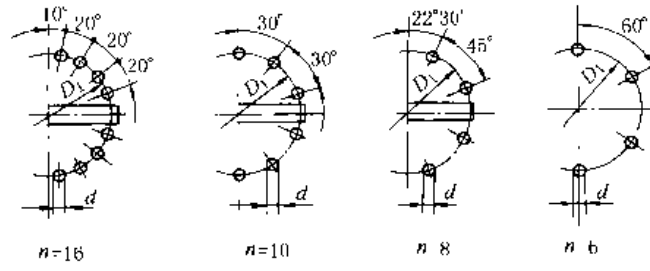
#### A 型、B 型、……、E 型的基本参数与主要尺寸



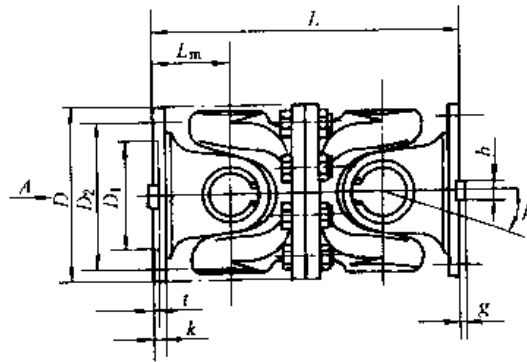
(a) A 型 可伸缩焊接型



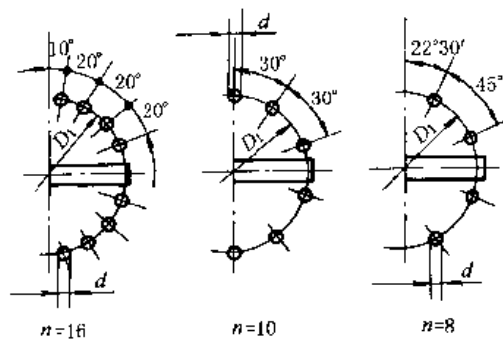
A向



(b) B型—无伸缩焊接型

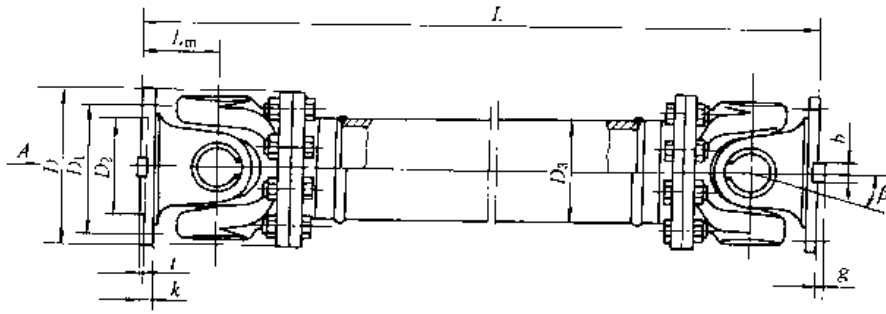


A向

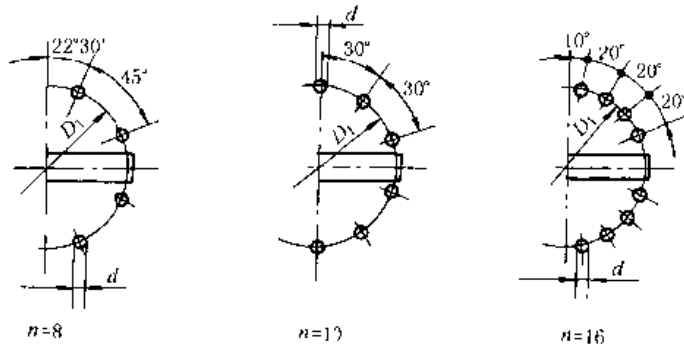


(c) C型—无伸缩单元结构短型

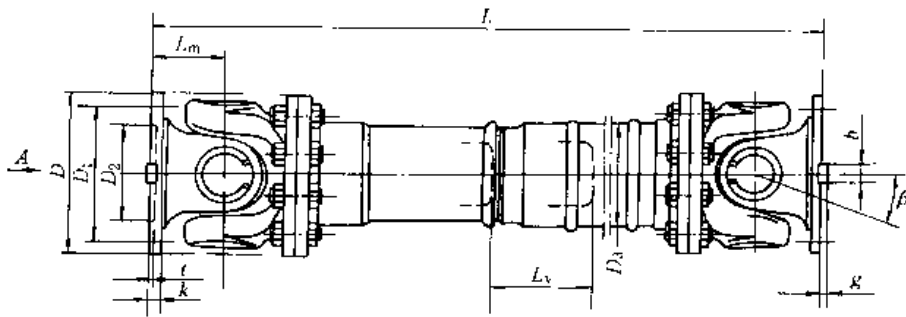




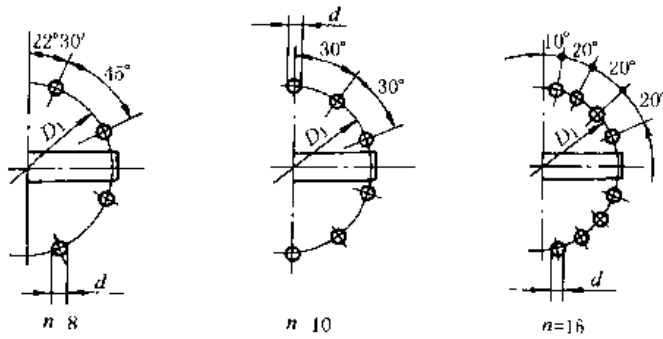
A向



(d) D型—无伸缩单元结构长型

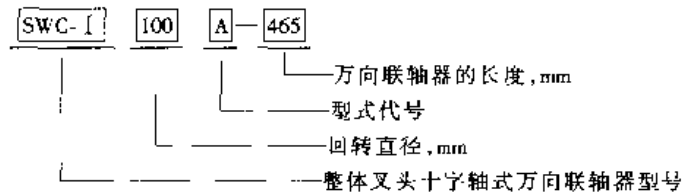


A向



(c) E型 可伸缩单元结构短型

## 标记方法



## 标记示例:

例 1 回转直径为 100mm, 长度为 465mm 的可伸缩焊接型万向联轴器标记为:

SWC-I 100A-465 联轴器 Q/320211AKA02

例 2 回转直径为 315mm, 长度为 2500mm 的可伸缩焊接型万向联轴器标记为:

SWC315A-2500 联轴器 Q/320211AKA02

表 5-2-19

型式	项 目		型号及其参数										
			SWC-I	SWC-I	SWC-I	SWC-I	SWC-I	SWC-I	SWC-I	SWC-I	SWC-I	SWC-I	
			58	65	75	90	100	120	150	180	200	225	
	标准回转直径 $D/mm$		58	65	75	90	100	120	150	180	200	225	
	公称转矩 $T_0/N \cdot m$		150	250	400	750	1250	2500	5000	12500	15000	18000	
	疲劳转矩 $T_f/N \cdot m$		75	125	200	375	625	1250	2500	6250	7500	9000	
	标准法兰直径 $D_f/mm$		58	65	75	90	100	120	150	180	200	225	
A、 B、 C、 D、 E 型	mm	$D_1 (\pm 0.1)$	47	52	62	74.5	84	101.5	130	155.5	174	196	
		$D_2 (H7)$	30	35	42	47	57	75	90	110	125	140	
		$D_3$	38	42	50	54	63.5	76	95	114	133	133	
		$l_m$	35	40	45	50	55	70	85	110	120	135	
		$k$	3.5	4.5	5.5	6.0	7.0	8.0	10.0	17.0	20.0	25.0	
		$t$	1.5	1.7	2.0	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	4.0	5.0	
		$n$	4	4	6	4	6	8	8	8	8	8	
		$d (C12)$	5	6	6	8	8	10	12	14	14	16	
		$\beta / (^\circ)$		35	35	35	35	35	35	35	25	25	25
		法兰 螺栓	规 格	M5	M6	M6	M8	M8	M10	M12	M16	M16	M16
拧紧力矩/ $N \cdot m$	7		13	13	32	32	64	111	270	270	270		
A 型	长度 $L/mm$		325	360	395	435	465	550	610	840	920	1025	
	伸长量 $L_s/mm$		35	40	40	45	55	80	80	100	120	140	
	重量/kg		2.2	3.0	5.0	6.6	9.5	15.7	26	56.7	81	101	
B 型	长度 $L/mm$		225	245	265	290	300	350	390	550	590	650	
	重量/kg		1.7	2.4	3.8	5.7	7.7	13.1	23.6	55	75	103	
C 型	长度 $L/mm$		140	160	180	200	220	280	340	440	480	540	
	重量/kg		1.3	1.95	3.1	5.0	7.0	12.3	22.6	54.9	74.3	107.0	
D 型	长度 $L/mm$		280	310	340	380	395	470	530	690	750	830	
	重量/kg		1.9	2.8	4.6	6.8	9.2	15.4	28.1	65.2	90.2	128.4	
E 型	长度 $L/mm$		385	430	470	525	560	670	750	980	1075	1205	
	伸长量 $L_s/mm$		35	40	40	45	55	80	80	100	120	140	
	重量/kg		3.1	4.4	7.3	10.2	14.5	24.1	41.6	93.0	132.3	176.2	

续表

形式	项 目	型号及其参数														
		SWC 160	SWC 180	SWC 200	SWC 225	SWC 250	SWC 265	SWC 285	SWC 315	SWC 350	SWC 390	SWC 440	SWC 490	SWC 550	SWC 620	
A、 B、 C、 D、 E 型	回转直径 $D/mm$	160	180	200	225	250	265	285	315	350	390	440	490	550	620	
	公称转矩 $T_n/kN \cdot m$	18	25	35.5	40	63	80	90	125	180	250	355	500	710	1000	
	疲劳转矩 $T_f/kN \cdot m$	9	12.5	18	20	31.5	40	45	63	90	125	180	250	355	500	
	轴线折角 $\beta/(^\circ)$	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	$D_1(js11)$	137	155	170	196	218	233	245	280	310	345	390	435	492	555	
	$D_2(H7)$	100	105	120	135	150	160	170	185	210	235	255	275	320	380	
	$D_3$	108	114	140	152	168	168	194	219	245	273	299	325	426	426	
	$L_m$	90	100	110	120	140	150	160	180	194	215	260	270	305	340	
	$n-d$	mm	8-15	8-17	8-17	8-17	8-19	8-19	8-21	10-23	10-23	10-25	16-28	16-31	16-31	10-38
	$k$		16	17	18	20	25	25	27	32	35	40	42	47	50	55
	$t$		4	5	5	5	6	6	7	8	8	8	10	12	12	12
$b(b9)$	20		24	28	32	40	40	40	40	50	70	80	90	100	100	
$g$	6.0	7.0	8.0	9.0	12.5	12.5	15.0	15.0	16.0	18.0	20.0	22.5	22.5	25		
增长 100mm 重量/kg	3.0	3.7	5.0	6.2	7.7	8.7	9.9	13.5	17.5	21	25	28	35	44		
A 型	长度 $L$	mm	940	980	1020	1060	1170	1220	1285	1380	1406	1570	1735	1885	1955	2215
	伸长量 $L_s$		100	100	120	140	140	140	140	140	150	170	190	190	240	250
	重量/kg	65	83	115	152	219	260	311	432	610	804	1122	1468	2154	2830	
B 型	长度 $L/mm$	660	700	740	770	840	840	920	990	1040	1110	1290	1320	1450	1580	
	重量/kg	44	60	85	110	160	180	226	320	440	590	820	1090	1560	2100	
C 型	长度 $L/mm$	360	400	440	480	560	600	640	720	776	860	1040	1080	1220	1560	
	重量/kg	35	48	66	90	130	160	189	270	355	510	690	970	1330	1865	
D 型	长度 $L/mm$	660	700	740	790	870	870	960	1070	1155	1270	1470	1530	1700	2070	
	重量/kg	48	65	90	120	173	220	250	355	485	665	920	1240	1765	2390	
E 型	长度 $L$	mm	910	960	1000	1070	1190	1190	1310	1445	1520	1740	1940	2110	2285	2590
	伸长量 $L_s$		100	100	120	140	140	140	140	140	150	170	190	190	240	250
	重量/kg	70	92	126	168	238	280	340	472	660	886	1230	1625	2368	3135	

注: 1.  $T_f$ ——在交变载荷下按疲劳强度确定的许用转矩; $L$ ——对可伸缩型而言, 长度  $L$  系最小长度。

2. 生产厂: 无锡市方向轴厂, 本节的全部资料摘自该厂的企业标准 Q/320211AKA02—2001; 浙江省乐清市重型传动轴厂; 沈阳重矿机械厂。

万向联轴器相配件的联接尺寸及螺栓预紧力矩

万向联轴器通过高强度螺栓及螺母把两端的法兰联接在其他相配件上，其相配件的联接尺寸及螺栓预紧力矩按表 5-2-20 的规定。

联接螺栓从相配件的法兰侧装入，螺母由另一侧预紧，其螺栓的机械性能为 8.8 级；螺母的机械性能为 8 级。

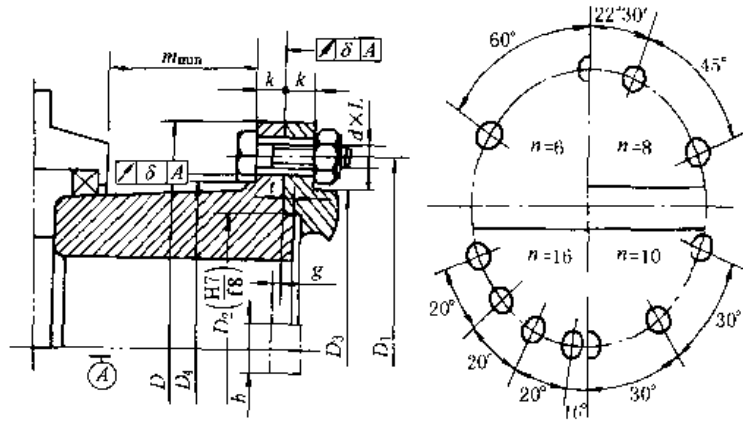


表 5-2-20

型 号	回转直径 D /mm	螺栓数 n	螺栓规格 d × L /mm	预紧力矩 T <sub>0</sub> /N·m	尺 寸 /mm									
					D <sub>1</sub> (js11)	D <sub>2</sub> (f8)	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub> ( <sup>0</sup> / <sub>-0.3</sub> )	k	b (js8)	g( <sup>-0.5</sup> / <sub>0</sub> )	t	δ	m <sub>min</sub>
SWC- I 58	58	4	M5 × 12	7	47	30	38	38.2	3.5	—	—	1.5	0.03	14
SWC- I 65	65	4	M6 × 16	13	52	35	42	41	4.5	—	—	1.7	0.03	18
SWC- I 75	75	6	M6 × 16	13	62	42	50	51	5.5	—	—	2.0	0.03	22
SWC- I 90	90	4	M8 × 20	32	74.5	47	54	60.5	6.0	—	—	2.5	0.03	24
SWC- I 100	100	6	M8 × 25	32	84	57	63.5	70.5	7.0	—	—	2.5	0.03	31
SWC- I 120	120	8	M10 × 30	64	101.5	75	76	84	8.0	—	—	2.5	0.03	37
SWC- I 150	150	8	M12 × 35	111	130	90	95	91	10	—	—	3.0	0.03	41
SWC 160	160	8	M12 × 40	191	140	95	110	112	15	20	6.5	4 <sup>0</sup> / <sub>-0.2</sub>	0.05	62.8
SWC 180	180	8	M16 × 60	270	155	105	128	130.5	17	24	7.5	4 <sup>0</sup> / <sub>-0.2</sub>	0.06	70.5
SWC 200	200	8	M16 × 65	270	170	120	140	144	18	28	8.5	4 <sup>0</sup> / <sub>-0.2</sub>	0.06	72.5
SWC 225	225	8	M16 × 65	270	196	135	159	171	20	32	9.5	4 <sup>0</sup> / <sub>-0.2</sub>	0.06	75.5
SWC 250	250	8	M18 × 75	372	218	150	176	190	25	40	13.0	5 <sup>0</sup> / <sub>-0.2</sub>	0.06	87.0
SWC 285	285	8	M20 × 80	526	245	170	199	214	27	40	15.5	6 <sup>0</sup> / <sub>-0.5</sub>	0.06	93.0
SWC 315	315	10	M22 × 95	710	280	185	231	247	32	40	15.5	7 <sup>0</sup> / <sub>-0.5</sub>	0.06	109.5

续表

型号	回转直径 $D$ /mm	螺栓数 $n$	螺栓规格 $d \times L$ /mm	预紧力矩 $T_e$ /N·m	尺寸 /mm									
					$D_1$ (js11)	$D_2$ (f8)	$D_3$	$D_4$ (-0.5)	$k$	$b$ (js8)	$g(-0.5)$	$t$	$\delta$	$m_{\min}$
SWC 350	350	10	M22 × 100	710	310	210	261	277	35	50	16.5	$7_{-0.5}^0$	0.06	114.5
SWC 390	390	10	M24 × 120	906	345	235	290	308	40	70	18.5	$7_{-0.5}^0$	0.06	135.5
SWC 440	440	16	M27 × 120	1340	390	255	325	347	42	80	20.5	$9_{-0.5}^0$	0.1	137.5
SWC 490	490	16	M30 × 140	1820	435	275	360	387	47	90	23.0	$11_{-0.5}^0$	0.1	159.5
SWC 550	550	16	M30 × 140	1820	492	320	420	444	50	100	23.0	$11_{-0.5}^0$	0.1	159.5
SWC 620	620	10	M36 × 160	3170	555	380	468	498	55	100	25.5	$11_{-0.5}^0$	0.1	183.0

## 万向联轴器端面齿联接的端面齿齿形尺寸

当万向联轴器是通过端面齿、高强度螺栓及螺母把两端的法兰联接在其他相配件上时，其相配件的端面齿尺寸按表 5-2-21。

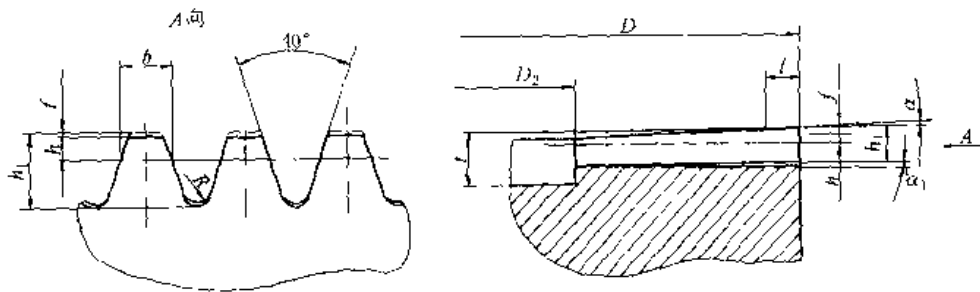


表 5-2-21

法兰直径 $D$ mm	$D_1$	$D_2$	$K$	螺栓数 $n$	螺栓规格	齿数 $z$	齿形尺寸 /mm							
							$b$	$h$	$h_1$	$f$	$R$	$l$	$t$	$a = a_1$
160	138	120	20	6	M12	36	6.981	3.828	10.170	0.60	2	5	9	6°50'10"
180	158	140	25	6	M12	36	7.854	5.026	12.567	0.60	2	5	12	6°50'10"
200	178	160	25	6	M12	36	8.727	6.225	14.965	0.60	2	5	14	6°50'10"
225	200	180	25	6	M12	48	7.363	4.502	11.219	0.45	2	5	11	5°8'16"
250	225	205	25	6	M12	48	8.181	5.626	13.467	0.45	2	5	13	5°8'16"
265	240	220	25	6	M12	48	8.672	6.030	14.815	0.72	2	8	14	5°8'16"
285	250	235	27	6	M16	60	7.461	4.511	11.489	0.58	2	8	13	4°6'51"

法兰直径 <i>D</i>	<i>D</i> <sub>1</sub>	<i>D</i> <sub>2</sub>	<i>K</i>	螺栓数 <i>n</i>	螺栓规格	齿数 <i>z</i>	齿形尺寸 /mm							
							<i>b</i>	<i>h</i>	<i>h</i> <sub>1</sub>	<i>f</i>	<i>R</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>α = α</i> <sub>1</sub>
315	285	260	32	6	M16	60	8.247	5.590	13.646	0.58	2	8	13	4°6'51"
350	320	280	35	6	M16	72	7.636	4.847	11.968	0.48	2	8	11	3°25'49"
390	360	335	40	8	M16	72	8.508	4.754	12.113	0.48	2.5	8	11	3°25'49"
440	400	360	45	8	M20	90	7.679	3.616	9.835	0.48	2.5	10	9	2°44'43"
490	445	405	47	12	M24	90	8.552	4.814	12.233	0.48	2.5	10	11	2°44'43"
550	505	465	50	12	M24	120	7.199	3.076	8.517	0.36	2.5	10	8	2°3'35"
620	575	535	55	16	M24	120	8.116	4.335	11.034	0.36	2.5	10	11	2°3'35"

注：1. *D*<sub>1</sub> 为法兰孔分布圆直径，*K* 为法兰厚度；  
2. 特殊情况可根据顾客要求确定齿形尺寸。

整体叉头十字轴式万向联轴器选用计算

整体叉头十字轴式万向联轴器由两个方向节和一根中间轴所构成，如图 5-2-5。为使主、从动轴的角速度相等，即  $\omega_1 = \omega_2$ ，须满足下列三个条件：

中间轴与主、从动轴间的节点倾角相等，即  $\beta_1 = \beta_2$ ；

中间轴两端的叉头位于同一相位；

主、从动轴与中间轴的中心线在同一平面内。

万向联轴器的安装型式按其轴线相互位置一般为 Z 型（如图 5-2-5a）和 W 型（如图 5-2-5b）。

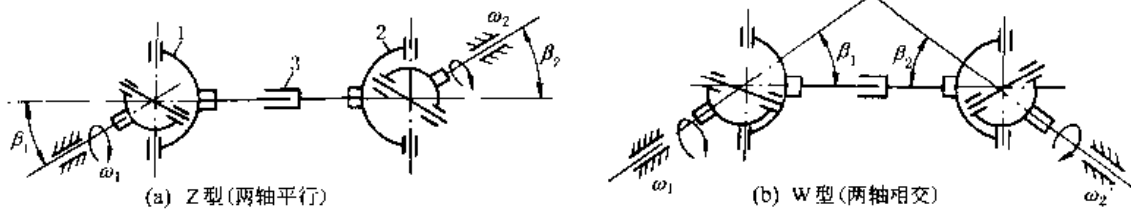


图 5-2-5

1、2—万向节；3—中间轴

万向联轴器应根据载荷特性、计算转矩、轴承寿命及工作转速选用。

(1) 计算转矩由式 (5-2-8)、式 (5-2-9) 和式 (5-2-10) 求出：

$$T_c = KT \tag{5-2-8}$$

$$T = 9550 \frac{P_w}{n} \tag{5-2-9}$$

$$T = 7020 \frac{P_n}{n} \tag{5-2-10}$$

- 式中 *T* ——理论转矩，N·m；
- T<sub>c</sub>* ——计算转矩，N·m；
- P<sub>w</sub>* ——驱动功率，kW；
- P<sub>n</sub>* ——驱动功率，马力；
- n* ——工作转速，r/min；
- K* ——工作情况系数。

表 5-2-22

工作情况系数  $K$ 

载荷性质	设备名称	$K$	载荷性质	设备名称	$K$
轻冲击载荷	发电机 离心泵 通风机 木工机床 皮带运输机 造纸机	1.1~1.3	重冲击载荷	压缩机(单缸) 活塞泵(单柱塞) 搅拌机 扒力机 矫直机 起重機主传动 球磨机	2~3
中冲击载荷	压缩机(多缸) 活塞泵(多柱塞) 小型型钢轧机 连续线材轧机 运输机械主传动	1.3~1.8	特重冲击载荷	起重機辅助传动 破碎机 可逆工作辊道 卷取机 破鳞机 初轧机	3~5
重冲击载荷	船舶驱动 运输辊道 连续管轧机 连续工作辊道 中型型钢轧机	2~3	极重冲击载荷	机架辊道 厚板剪切机	6~15

(2) 一般情况下按传递转矩和轴承寿命选择万向联轴器, 但也可根据机械设备的具体使用要求, 只校核强度或轴承寿命。

a. 强度校核

按式 (5-2-11) 进行强度校核。

$$T_c \leq T_n \quad \text{或} \quad T_c \leq T_f \quad \text{或} \quad T_c \leq T_p \quad (5-2-11)$$

式中  $T_c$  —— 计算转矩,  $N \cdot m$ ;

$T_n$  —— 公称转矩,  $N \cdot m$ ;

$T_f$  —— 在交变载荷下按疲劳强度所允许的转矩,  $N \cdot m$ ;

$T_p$  —— 在脉动载荷下按疲劳强度所允许的转矩,  $N \cdot m$ ;

$$T_p = 1.45 T_f$$

b. 轴承寿命校核

按式 (5-2-12) 进行轴承寿命校核。

$$L_N = \frac{K_L}{K_1 n \beta T_f^{10/3}} \times 10^{10} \geq L_{\min} \quad (5-2-12)$$

式中  $L_N$  —— 使用寿命,  $h$ ;

$n$  —— 工作转速,  $r/min$ ;

$\beta$  —— 工作时的节点倾角,  $(^\circ)$ ;

$T_f$  —— 疲劳转矩,  $kN \cdot m$ ;

$K_1$  —— 原动机系数;

电动机:  $K_1 = 1$ ;

柴油机:  $K_1 = 1.2$ ;

$K_L$  —— 轴承容量系数, 见表 5-2-23;

$L_{\min}$  —— 轴承最小寿命,  $h$ 。

表 5-2-23

轴承容量系数  $K_L$ 

型号	$K_L$	型号	$K_L$	型号	$K_L$
SWC-I 58	$0.022 \times 10^{-5}$	SWC-I 200	1.03	SWC 285	35.90
SWC-I 65	$0.012 \times 10^{-4}$	SWC-I 225	1.89	SWC 315	108
SWC-I 75	$0.058 \times 10^{-4}$	SWC 160	0.14	SWC 350	370
SWC-I 90	$0.048 \times 10^{-3}$	SWC 180	0.66	SWC 390	1010
SWC-I 100	$0.26 \times 10^{-3}$	SWC 200	1.40	SWC 440	3010
SWC-I 120	$0.26 \times 10^{-2}$	SWC 225	1.99	SWC 490	$8.58 \times 10^3$
SWC-I 150	$2.65 \times 10^{-2}$	SWC 250	9.97	SWC 550	$23.68 \times 10^3$
SWC-I 180	0.56	SWC 265	20.05	SWC 620	$77.68 \times 10^3$

(3) 当水平、垂直面间同时有节点倾角时, 其合成节点倾角按式 (5-2-13) 计算:

$$\tan \beta = \sqrt{\tan^2 \beta_1 + \tan^2 \beta_2} \quad (5-2-13)$$

式中  $\beta$  ——合成节点倾角, ( $^\circ$ );

$\beta_1$  ——水平面的节点倾角, ( $^\circ$ );

$\beta_2$  ——垂直面的节点倾角, ( $^\circ$ ).

(4) 万向联轴器除按转矩、寿命选择外, 当回转直径小于 (或等于) 390mm 时, 还应按式 (5-2-14)、式 (5-2-15) 校核最大转速:

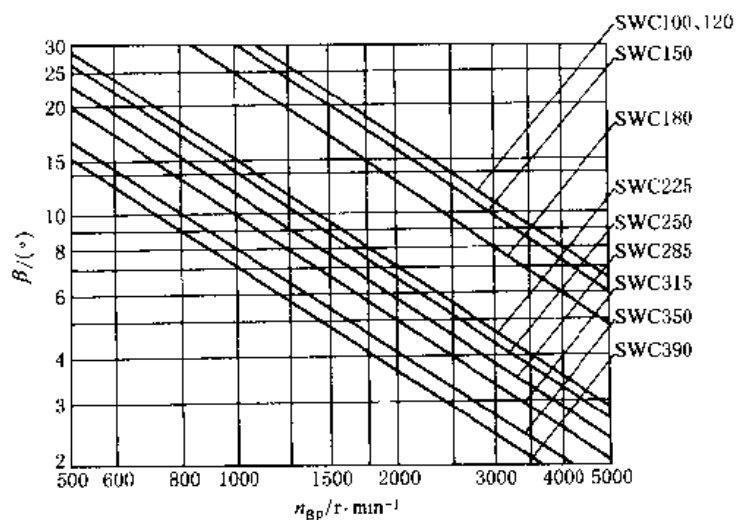
$$n_{\max} \leq n_{\beta\beta} \quad (5-2-14)$$

$$n_{\max} \leq n_{Lp} \quad (5-2-15)$$

式中  $n_{\max}$  ——最大工作转速, r/min;

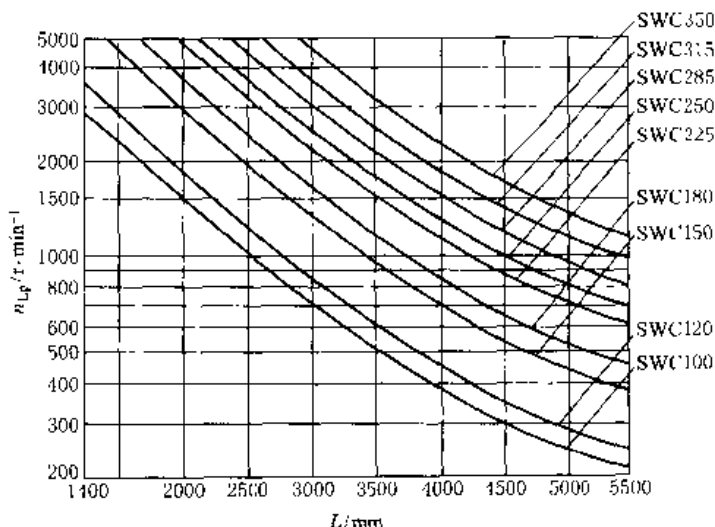
$n_{\beta\beta}$  ——与工作倾角有关的最大许用转速 (见图 5-2-6a), r/min;

$n_{Lp}$  ——与工作长度有关的最大许用转速 (见图 5-2-6b), r/min。



(a) 与工作倾角有关的最大许用转速



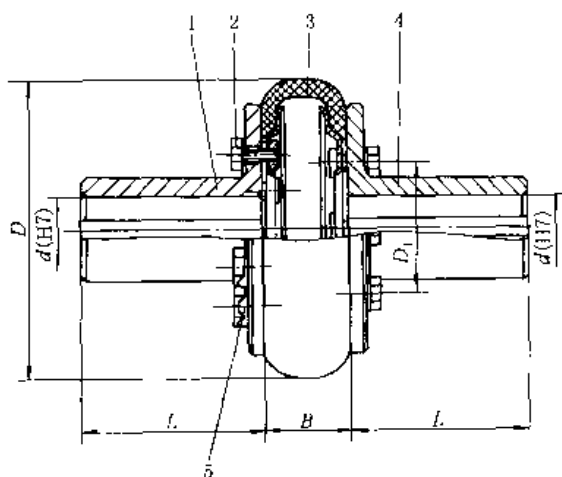


(b) 与工作长度有关的最大许用转速

图 5-2-6 与工作倾角和工作长度有关的最大许用转速

### 3.8 轮胎式联轴器 (GB/T 5844—1986)

#### 3.8.1 UL 型联轴器的基本参数和主要尺寸



工作温度: -20 ~ 80℃

标记示例:

例 1 UL5 轮胎式联轴器

主动端: Y 型轴孔、A 型键槽,  $d = 28\text{mm}$ ,  $L = 62\text{mm}$

从动端: J<sub>1</sub> 型轴孔、B 型键槽,  $d = 32\text{mm}$ ,  $L = 60\text{mm}$

UL5 联轴器  $\frac{28 \times 62}{J_1 B 32 \times 60}$  GB/T 5844—1986

例 2 UL8 轮胎式联轴器

主动端: Y 型轴孔、A 型键槽,  $d = 40\text{mm}$ ,  $L = 112\text{mm}$

从动端: Y 型轴孔、A 型键槽,  $d = 40\text{mm}$ ,  $L = 112\text{mm}$

UL8 联轴器 40 × 112 GB/T 5844—1986

件号	名称	材料	件号	名称	材料
1、4	半联轴器	HT200	2	螺栓	性能等级 4.8, 8.8 级
		ZG270 500	3	轮胎环	组合件
		35	5	止退垫板	Q235

表 5-2-24

型号	公称转矩 $T_n$	瞬时最大转矩 $T_{max}$	许用转速 $n_p$		轴孔直径 $d(H7)$		轴孔长度 $L$		$D$	$B$	$D_1$	转动惯量 $J$	重量
			铁	钢	铁	钢	Y型	J, J <sub>1</sub> 型					
	/N·m		/r·min <sup>-1</sup>	/mm						/kg·m <sup>2</sup>	/kg		
UL1	10	31.5	3500	5000	11		25	22	80	20	42	0.0003	0.7
					12, 14		32	27					
					16	16, 18	42	30					
UL2	25	80	3000	5000	14		32	27	100	26	51	0.0008	1.2
					16, 18, 19		42	30					
					20	20, 22	52	38					
UL3	63	180	3000	4300	18, 19		42	30	120	32	62	0.0022	1.8
					20, 22	20, 22, 24	52	38					
					—	25	62	44					
UL4	100	315	3000	4500	20, 22, 24		52	38	140	38	69	0.0044	3
					25	25, 28	62	44					
					—	30	82	60					
UL5	160	500	3000	4000	24		52	38	160	45	80	0.0084	4.6
					25, 28		62	44					
					30	30, 32, 35	82	60					
UL6	250	710	2500	3600	28		62	44	180	50	90	0.0164	7.1
					30, 32, 35		82	60					
					—	38	112	84					
					—	40	112	84					
UL7	315	900	2500	3200	32, 35, 38		82	60	200	56	104	0.029	10.9
					40, 42	40, 42, 45, 48	112	84					
UL8	400	1250	2000	3000	38		82	60	220	63	110	0.0448	13
					40, 42, 45		112	84					
					—	48, 50							
UL9	630	1800	2000	2800	42, 45, 48, 50, 55		112	84	250	71	130	0.0898	20
					—	56							
					—	60	142	107					
UL10	800	2240	1600	2400	45°, 48°, 50, 55, 56		112	84	280	80	148	0.1596	30.6
					60, 63, 65		142	107					
					—	70							
UL11	1000	2500	1600	2100	50°, 55°, 56°		112	84	320	90	165	0.2792	39
					60, 63, 65		142	107					
					—	70, 71, 75							

续表

型号	公称转矩 $T_n$	瞬时最大转矩 $T_{max}$	许用转速 $n_p$		轴孔直径 $d(H7)$		轴孔长度 $L$		$D$	$B$	$D_1$	转动惯量 $J$	重量
			铁	钢	铁	钢	Y型	J、J <sub>1</sub> 型					
			/r·min <sup>-1</sup>		/mm								
UL12	1600	4000	1600	2000	55°, 56°		112	84	360	100	188	0.5356	59
					60°, 63°, 65°, 70, 71, 75		142	107					
					80	80, 85	172	132					
UL13	2500	6300	1600	1800	63°, 65°, 70°, 71°, 75°		142	107	400	110	210	0.896	81
					80, 85, 90, 95		172	132					
UL14	4000	10000	1400	1600	75°		142	107	480	130	254	2.2616	145
					80°, 85°, 90°, 95°		172	132					
					100, 110		212	167					
UL15	6300	14000	1120	1200	— 85°		172	132	560	150	300	4.6456	222
					90°, 95°		212	167					
					100°, 110°, 120°, 125°		212	167					
UL16	10000	20000	1000		130, 140		252	202	630	180	335	8.0924	302
UL17	16000	31500	350	900	— 120°, 125°		212	167	750	210	405	20.0176	561
					130°, 140°, 150°		252	202					
					160°		302	242					
UL18	25000	59000	750	800	— 140°, 150°		252	202	900	250	490	43.053	818
					160°, 170°, 180°		302	242					

注：1. 轴孔直径带°者，结构允许制成J型轴孔。

2. 联轴器重量和转动惯量是各型号中最大值的近似计算值。

3. 联轴器轴孔和联结型式与尺寸见表5-2-4，轴孔与轴的配合见表5-2-5。

4. 联轴器选用计算见本章第2节。

5. 生产厂：冀州市联轴器厂（河北省冀州市刘杨180号）。

扬中联轴器厂（江苏省镇江市扬中县丰裕镇）。

### 3.8.2 联轴器许用补偿量

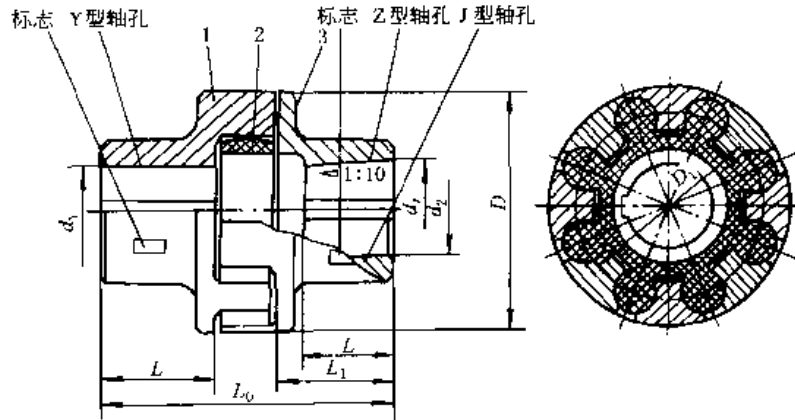
表 5-2-25

许用补偿量		联轴器型号								
		UL1	UL2	UL3	UL4	UL5	UL6	UL7	UL8	UL9
径向 $\Delta y$	/mm	1.0		1.6			2.0	2.5		
轴向 $\Delta x$				2.0			2.5	3.0		
角向 $\Delta \alpha$		1°00'						1°30'		
许用补偿量		联轴器型号								
		UL10	UL11	UL12	UL13	UL14	UL15	UL16	UL17	UL18
径向 $\Delta y$	/mm	3.0		3.6	4.0		5.0			
轴向 $\Delta x$		3.6		4.0	4.5	5.0	5.6	6.0	6.7	8.0
角向 $\Delta \alpha$		1°30'								

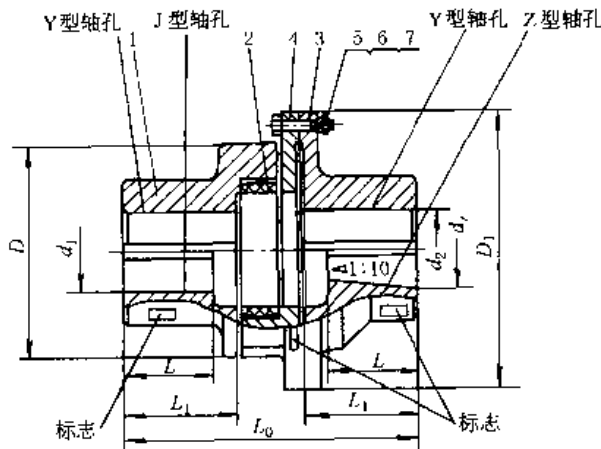
注：表中所列许用补偿量，是指因制造、安装误差、冲击、振动、变形、温度变化等因素形成的两轴相对偏移量。

### 3.9 梅花形弹性联轴器 (GB/T 5272—1985)

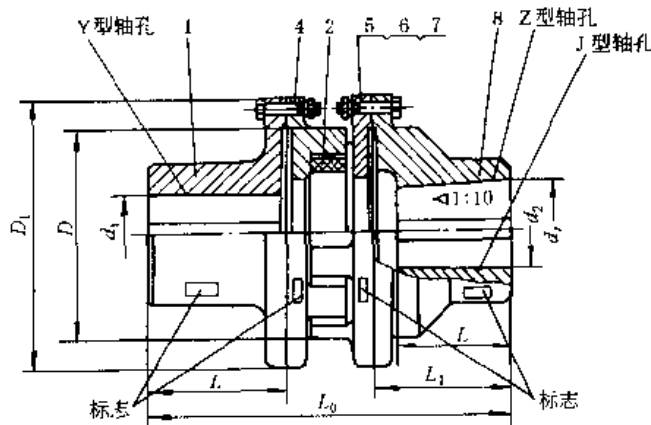
#### 3.9.1 LM型—基本型、LMD型—单凸缘型、LMS型—双凸缘型联轴器的基本参数和主要尺寸



LM型—基本型



LMD型—单凸缘型



LMS型—双凸缘型

图中件号内容与表 5-2-27 的明细表相同。

工作温度：-35 ~ 85℃

标记方法：

联轴器型号 联轴器

轴孔型式代号 键槽型式代号 轴孔直径×轴孔长度(主动端) 弹性件型号 标准号  
 轴孔型式代号 键槽型式代号 轴孔直径×轴孔长度(从动端)

Y型轴孔、A型键槽的代号标记中可省略。

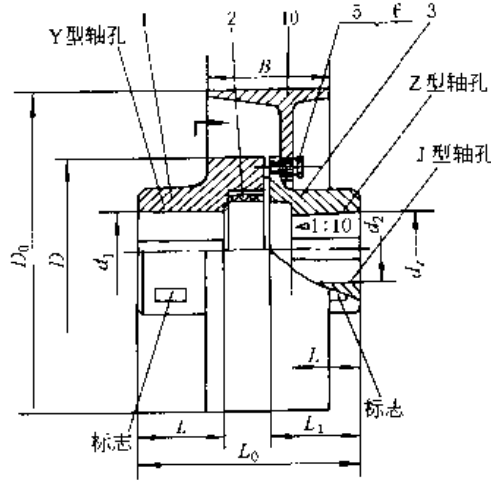
联轴器主、从动端联结型式与尺寸相同时，只标记一端，另一端省略。



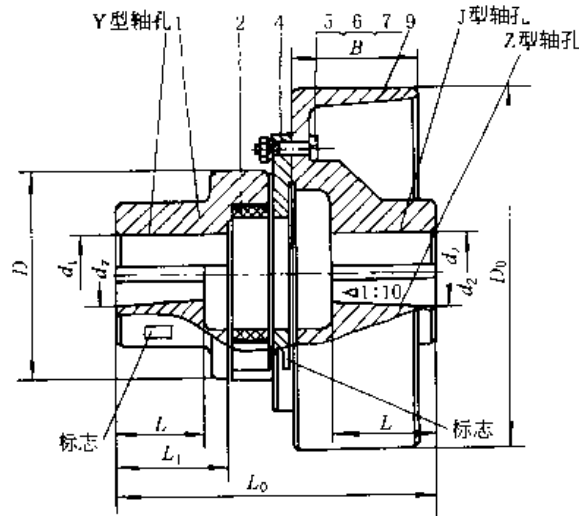




3.9.2 LMZ- I 型分体式制动轮、LMZ- II 型整体式制动轮的基本参数和主要尺寸



LMZ- I 型一分体式制动轮型



LMZ- II 型一整体式制动轮型

件号	零件名称	材料	备注
1、3	半联轴器	45 ZG 270-500	GB/T 700 GB/T 11352
4	凸缘联接件		
8	凸缘半联轴器		
2	梅花形弹性件	a 热塑橡胶 (TPE)	蓝色
		b 聚酯形聚氨酯 (UR)	橙色
		c 铸型尼龙 (PA)	红色
5	螺栓	8.8 级	GB/T 3098.1
6	螺母	8 级	GB/T 3098.2
7	垫圈	65Mn	GB/T 93
9	制动轮半联轴器	45、55	GB/T 700
10	制动轮		

工作温度：-35 ~ 85℃。  
标记方法见表 5-2-26。





续表

型号	公称转矩 $T_n / N \cdot m$			许用转速 $n_p / r \cdot min^{-1}$	轴孔直径 $d_1, d_2, d_z$	轴孔长度 / mm				$L_0$ 轴孔		D	重量		弹性件型号	转动惯量 J / kg·m <sup>2</sup>	
	弹性件硬度 HA					Y型	J、Z型	$L_{弹性件}$	LMZ-I	LMZ-II	LMZ-I		LMZ-II	/kg			/kg·m <sup>2</sup>
	a	b	c														
	70 ± 5	80 ± 5	90 ± 5														
LMZ10-I-500 LMZ10-II-500	1800	2800	5600	1500	60°, 63°, 65°, 70°, 71°, 75°	142	107	90	230	423	500	230	64.14	3.472	3.0039		
						172	132										
						212	167										
LMZ11-I-500 LMZ11-II-500	2800	4500	9000	1500	70°, 71°, 75°	142	107	100	260	448	260	121.7	81.745	3.715	3.1957		
						172	132										
						212	167										
LMZ12-I-630 LMZ12-II-630	4000	6300	12500	1200	80°, 85°, 90°, 95°	172	132	115	297	523	300	213.7	133.8	10.24	9.0441		
						212	167										
						252	202										
LMZ13-I-710 LMZ13-II-710	7100	11200	20000	1050	90°, 95°	172	132	125	323	583	360	341.6	195.93	19.99	16.4898		
						212	167										
						252	202										
LMZ14-I-800 LMZ14-II-800	8000	12500	25000	950	100°, 110°, 120°, 125°	212	167	135	333	633	400	510.1	294.51	39.36	37.985		
						252	202										
						302	242										

注：1. 制动轮定位尺寸请向生产厂家咨询。

2. LMZ-I型制动轮与半联轴器联接螺栓的预紧力矩：

螺栓规格/mm	M8	M10	M12	M16	M20
	26	45	80	200	400

3. 其他同表 5-2-26 的注。

## 3.9.3 联轴器的许用补偿量

表 5-2-28

公称转矩 $T_n$		型 号				允许最大安装误差		允许最大运转补偿量		轴向间隙 $\Delta x$	
弹性件硬度 HA						径向 $\Delta y$	角向 $\Delta \alpha$	径向 $\Delta y$	角向 $\Delta \alpha$		
a	b					/mm	/°	/mm	/°	/mm	
/N·m						/mm	/°	/mm	/°	/mm	
16	25	LM1	LMD1	LMS1	—	0.2	1	0.5	2	1.2	
31.5	50	LM2	LMD2	LMS2	—	0.3		0.6		1.3	
63	100	LM3	LMD3	LMS3	—	0.4		0.8		1.5	
90	140	LM4	LMD4	LMS4	—					2	
140	250	LM5	LMD5	LMS5	LMZ5					2.5	
250	400	LM6	LMD6	LMS6	LMZ6	0.5	1	1.5	3		
400	630	LM7	LMD7	LMS7	LMZ7					0.7	3.5
710	1120	LM8	LMD8	LMS8	LMZ8					4	
1120	1800	LM9	LMD9	LMS9	LMZ9	0.7	1.5	1	4.5		
1800	2800	LM10	LMD10	LMS10	LMZ10					0.7	
2800	4500	LM11	LMD11	LMS11	LMZ11					0.5	5
4000	6300	LM12	LMD12	LMS12	LMZ12	0.8	1.8	1	5		
7100	11200	LM13	LMD13	LMS13	LMZ13					0.8	
8000	12500	LM14	LMD14	LMS14	LMZ14						

注：最大运转补偿量是指在工作状态允许的由于制造误差、安装误差、工作载荷变化引起的振动、冲击、变形、温度变化等综合因素形成的两轴相对偏移量。

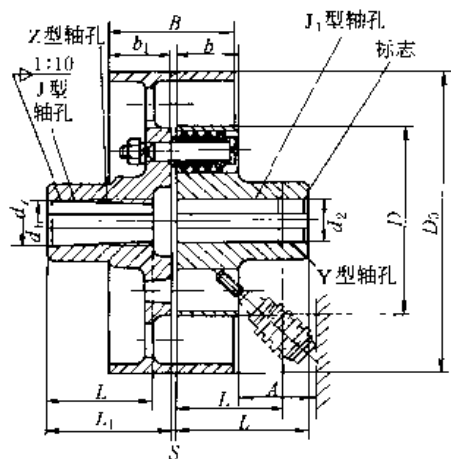


续表

型号	公称 转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$		轴孔直径 $d_1, d_2, d_s$		轴孔长度			$D_0$	$D$	$B$	$b$	$b_1$	$S$	$A$	重量	转动惯量 $J$
		铁	铜	铁	铜	Y型	J, J <sub>1</sub> , Z型	$L_{推荐}$									
	$/N \cdot m$	$/r \cdot min^{-1}$	$/mm$													$/kg$	$/kg \cdot m^2$
LT10	2000	1700	2300	63, 65, 70, 71, 75		142	107	142	100	315	58	8	80	50.3517	0.57998		
				80, 85	80, 85, 90, 95		172	132								172	
LT11	4000	1350	1800	80, 85, 90, 95		212	167	212	115	400	73	10	100	103.646	1.91546		
				100, 110													
LT12	8000	1100	1450	100, 110, 120, 125		252	202	252	135	475	90	12	130	182.386	4.88792		
				—	130												
LT13	16000	800	1150	120, 125		212	167	212	160	600	110	14	180	362.704	15.86008		
				130, 140, 150		252	202	252									
				160	160, 170	302	242	302									

- 注：1. 优先选用  $L_{推荐}$  轴孔长度。如选用其他尺寸，请与生产厂联系。  
 2. 重量、转动惯量按材料为铸钢、最大轴孔、 $L_{推荐}$  计算的近似值。  
 3. 联轴器选用计算见本章第2节。  
 4. 联轴器轴孔和联结型式与尺寸应符合表 5-2-4 和表 5-2-6 的规定，轴孔与轴的配合见表 5-2-5 和表 5-2-7。  
 5. 尺寸  $b, s$  摘自重型机械标准。  
 6. 生产厂：宁波大元压缩机有限公司（浙江省宁波市长春路 25 号）、乐清市联轴器厂（浙江省乐清市柳市镇土金垟）、浙江省乐清市重型传动轴厂（浙江省乐清市白象镇樟湾工业区）。

### 3.10.2 LTZ 型一带制动轮型联轴器的基本参数和主要尺寸



工作温度：-20 ~ 70℃。

标记示例：

LTZ6 带制动轮弹性套柱销联轴器

主动端：J 型轴孔，B 型键槽， $d_1 = 65mm, L = 107mm$ ；

从动端：J<sub>1</sub> 型轴孔，B 型键槽， $d_2 = 70mm, L = 107mm$ 。

LTZ6 联轴器  $\frac{JB65 \times 107}{J_1 B70 \times 107}$  GB/T 4323—1984

表 5-2-30

型号	公称 转矩 $T_n$	许用 转速 $n_p$	轴孔直径 $d_1, d_2, d_s$	轴孔长度			$D_0$	$D$	$B$	$b$	$b_1$	$S$	$A$	重量	转动惯量 $J$	
				Y型	J, J <sub>1</sub> , Z型	$L_{推荐}$										
	$/N \cdot m$	$/r \cdot min^{-1}$	$/mm$													$/kg$
LTZ1	125	3800	25, 28	62	44	62	50	200	130	85	42	5	45	12.50651	0.04097	
			30, 32, 35	82	60	82										
LTZ2	250	3000	32, 35, 38	112	84	112	55	250	160	105	62	5	45	19.88027	0.1037	
			40, 42													

续表

型号	公称转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径 $d_1, d_2, d_3$		轴孔长度			$D_0$	$D$	$B$	$b$	$b_1$	$S$	$A$ $\geq$	重量	转动惯量 $J$
					Y型	J、J <sub>1</sub> 、Z型										
					$L$	$L_1$										
					/mm										/kg	/kg·m <sup>2</sup>
LTZ3	500	2400	40, 42, 45, 48	112	84	112	65	315	190	132	38	89	5	45	32.92667	0.24964
LTZ4	710		45, 48, 50, 55, 56	142	107	142	70		224							
LTZ5	1000		60, 63	112	84	112	80		250							
			50, 55, 56	142	107	142										
LTZ6	2000	1900	63, 65, 70, 71, 75	172	132	172	100	400	315	58	102	8	80	88.02848	1.26898	
		80, 85, 90, 95														
LTZ7	4000	1500	80, 85, 90, 95	212	167	212	115	500	400	210	73	127	10	100	179.4569	4.23087
			100, 110													
LTZ8	8000	1200	100, 110, 120, 125	252	202	252	135	630	475	265	90	163	12	130	338.71	12.2353
			130													
LTZ9	16000	1000	120, 125	212	167	212	160	710	600	298	110	174	14	180	576.6871	29.7103
			130, 140, 150	252	202	252										
			160, 170	302	242	302										

注：1. 尺寸  $b, b_1$  及  $S$  摘自重型机械标准。  
2. 其他见表 5-2-29 注中的 1, 2, 3, 4, 6。

### 3.10.3 联轴器许用补偿量

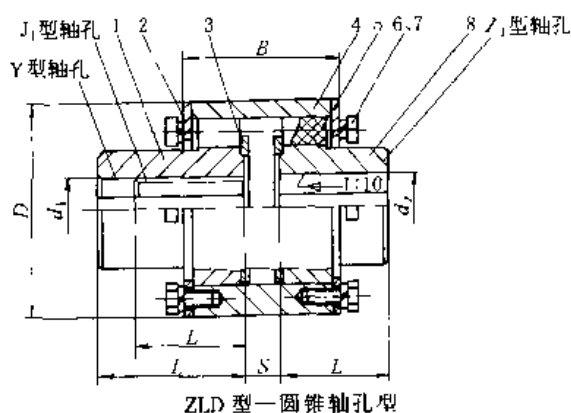
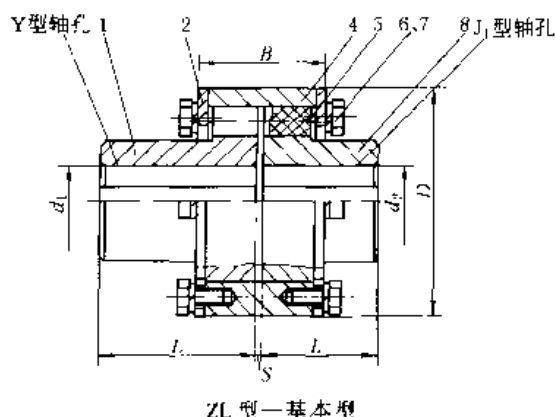
表 5-2-31

公称转矩 $T_n$ /N·m	型 号		允许最大安装误差		允许最大运转补偿量	
			径 向 $\Delta y$ /mm	角 向 $\Delta \alpha$	径 向 $\Delta y$ /mm	角 向 $\Delta \alpha$
6.3		LT1	0.1	45'	0.2	1°30'
16		LT2				
31.5		LT3				
63		LT4				
125	LTZ1	LT5	0.15	30'	0.3	1°
250	LTZ2	LT6				
500	LTZ3	LT7				
710	LTZ4	LT8				
1000	LTZ5	LT9	0.2	30'	0.4	1°
2000	LTZ6	LT10				
4000	LTZ7	LT11	0.25	15'	0.5	30'
8000	LTZ8	LT12				
16000	LTZ9	LT13				
			0.3		0.6	

注：最大运转补偿量是指在工作状态允许的由于制造误差、安装误差、工作载荷变化引起的振动、冲击、变形、温度变化等综合因素形成的两轴相对偏移量。

### 3.11 弹性柱销齿式联轴器 (GB/T 5015—1985)

#### 3.11.1 ZL 型—基本型、ZLD 型—圆锥轴孔型联轴器的基本参数和主要尺寸



ZL、ZLD 型任一端均可主动或从动  
工作温度 -20 ~ 70℃

件号	名称	材料
1	半联轴器	45
2	外挡板	Q235
3	内挡板	Q235
4	外套	45
5	柱销	MC 尼龙 6
6	螺栓	GB/T 5782, 4.8 级
7	垫圈	GB/T 93, 65Mn
8	Y 联轴器	45

标记示例:

ZL3 弹性柱销齿式联轴器  
主动轴: Y 型轴孔, B 型键槽,  $d_1 = 32\text{mm}$ ,  $L = 82\text{mm}$   
从动轴: J<sub>1</sub> 型轴孔, D 型键槽,  $d_2 = 35\text{mm}$ ,  $L = 60\text{mm}$

ZL3 联轴器  $\frac{\text{YB32} \times 82}{\text{J}_1\text{D35} \times 60}$  GB/T 5015—1985

表 5-2-32

型号	公称 转矩 $T_n$	许用 转速 $n_p$	轴孔直径 $d_1, d_2, d_3$		轴孔长度		$D$	$B$		$S$		转动惯量 $J$		重量	
			Y 型	J <sub>1</sub> 、Z <sub>1</sub> 型	$L$	$D$		ZL	ZLD	ZL	ZLD	ZL	ZLD	ZL	ZLD
/N·m		/r·min <sup>-1</sup>		/mm						/kg·m <sup>2</sup>		/kg			
ZL1 ZLD1	100	4000	12, 14	32	27 (ZL) 20 (ZLD)	76	42	56	2.5	13	0.0004	0.0007	0.86	0.73	
			16, 18, 19	42	30										
			20, 22, 24	52	38										
ZL2 ZLD2	250	4000	16, 18, 19	42	30	92 (ZL) 90 (ZLD)	50	66	2.5	13	0.003	0.004	3.23	3.9	
			20, 22, 24	52	38										
			25, 28	62	44										
			30, 32	82	60										
ZL3 ZLD3	630	4000	25, 28	62	44	118	69	94	3	20	0.011	0.015	6.57	8.6	
			30, 32, 35, 38	82	60										
			40, 42	112	84										

型号	公称 转矩 $T_n$	许用 转速 $n_n$	轴孔直径		轴孔长度		$D$	$B$		$S$		转动惯量 $J$		重量	
			$d_1, d_2, d_3$	Y型	$J_1, Z_1$ 型	$L$		ZL	ZLD	ZL	ZLD	ZL	ZLD	ZL	ZLD
ZL4 ZLD4	1600	4000	40, 42, 45, 48 50, 55, 56	112	84	158	89	124	4	30	0.046	0.057	14.8	18.1	
			60	142	107			131		37					
ZL5 ZLD5	4000	4000	50, 55, 56	112	84	192	89	124	4	30	0.114	0.14	24.8	29.2	
			60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107			131		37					
			80	172	132			136		42					
ZL6 ZLD6	6300	3300	60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107	230	111	151	5	37	0.28	0.31	42.5	47.2	
			80, 85, 90, 95 (ZL)	172	132			156		42					
ZL7 ZLD7	10000	2900	70, 71, 75	142	107	260	113	153		5					37
			80, 85, 90, 95	172	132			158	42						
			100, 110	212	167			163	47						
ZL8 ZLD8	16000	2500	80, 85, 90, 95	172	132	300	136	177	6	44	1.21	1.29	107.3	115	
			100, 110, 120, 125	212	167			182		49					
			130	252	202			187		54					
ZL9 ZLD9	25000	2300	90, 95	172	132	335	149	197	7	44	1.98	2.1	140.9	151	
			100, 110, 120, 125	212	167			202		49					
			130, 140, 150	252	202			207		54					
ZL10 ZLD10	31500	2100	100, 110, 120, 125	212	167	355	151	202	8	49	2.85	3.1	180.9	196	
			130, 140, 150	252	202			207		54					
			160, 170	302	242			217		64					
ZL11 ZLD11	40000	2000	110, 120, 125	212	167	380	170	222	8	49	3.9	4.3	219.3	237	
			130, 140, 150	252	202			227		54					
			160, 170, 180	302	242			237		64					
ZL12 ZLD12	63000	1700	130, 140, 150	252	202	445	183	247	8	54	9.2	9.9	371.4	399	
			160, 170, 180	302	242			247		64					
			190, 200	352	282			257		74					
ZL13 ZLD13	100000	1500	150	252	202	515	218	276	8	54	15.6	16.6	470	502	
			160, 170, 180	302	242			286		64					
			190, 200, 220	352	282			296		74					
			240 (ZL)	410	330			—		—					
ZL14	125000	1400	170, 180	302	242	560	—	—	8	—	27.8	—	708	—	
			190, 200, 220	352	282			—		—					
			240, 250, 260	410	330			—		—					



续表

型号	公称 转矩 $T_a$	许用 转速 $n_p$	轴孔直径 $d_1, d_2, d_3$	轴孔长度		$D$	$B$		$S$		转动惯量 $J$		重量	
				Y型	$J_1, Z_1$ 型		ZL	ZLD	ZL	ZLD	ZL	ZLD	ZL	ZLD
				$L$										
/N·m		/r·min <sup>-1</sup>												
ZL15	160000	1300	190, 200, 220	352	282	590	238	—	—	—	33.4	—	768	—
			240, 250, 260	410	330									
			280, 300	470	380									
ZL16	250000	1000	220	352	282	695	262	—	10	—	69.9	—	1169	—
			240, 250, 260	410	330									
			280, 300, 320	470	380									
			340	550	450									
ZL17	315000	950	240, 250, 260	410	330	768	282	—	—	—	122.7	—	1664	—
			280, 300, 320	470	380									
			340, 360, 380	550	450									
ZL18	$4 \times 10^5$	850	250, 260	410	330	860	300	—	13	—	202.7	—	2193	—
			280, 300, 320	470	380									
			340, 360, 380	550	450									
			400, 420	650	540									
ZL19	$63 \times 10^4$	750	280, 300, 320	470	380	970	320	—	14	—	341.2	—	2901	—
			340, 360, 380	550	450									
			400, 420, 440, 450	650	540									
ZL20	$1 \times 10^6$	650	320	470	380	1156	351	—	15	—	710	—	4251	—
			340, 360, 380	550	450									
			400, 420, 440, 450, 460, 480, 500	650	540									
ZL21	$16 \times 10^5$	530	380	550	450	1440	355	—	18	—	1948	—	7514	—
			400, 420, 440, 450, 460, 480, 500	650	540									
			530, 560, 600, 630	800	680									
ZL22	$2 \times 10^6$	500	420, 440, 450, 460, 480, 500	650	540	1520	396	—	19	—	2931	—	10148	—
			530, 560, 600, 630	800	680									
			670, 710, 750	900	780									

续表

型号	公称 转矩 $T_n$	许用 转速 $n_p$	轴孔直径		轴孔长度		D	B		S		转动惯量 J		重量	
			$d_1, d_2, d_3$	Y型	$J_1, Z_1$ 型	ZL		ZLD	ZL	ZLD	ZL	ZLD	ZL	ZLD	
				L	L										
			/mm						/kg·m <sup>2</sup>		/kg				
ZL23	$25 \times 10^5$	460	480, 500	650	540	1638	430	—	20	—	4379	—	13026	—	
			530, 560, 600, 630	800	680										
			670, 710, 750	900	780										
			800, 850	1000	880										

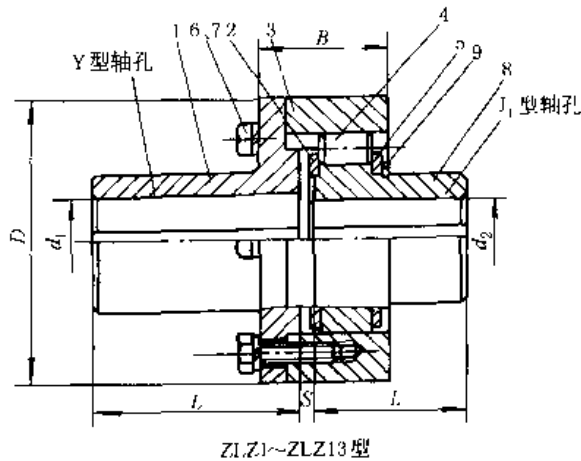
- 注：1. 联轴器轴孔和联结型式与尺寸应符合表 5-2-4 和表 5-2-6 的规定，轴孔与轴的配合见表 5-2-5 和表 5-2-7。  
 2. 联轴器的重量、转动惯量为近似值。  
 3. 短时过载不得超过公称转矩  $T_n$  的 2 倍。  
 4. 联轴器轴孔组合型式：

联轴器型式	ZL 型		ZLD 型	
主动端	Y	$J_1$	Y	$J_1$
从动端	Y	$J_1$	Y	$Z_1$

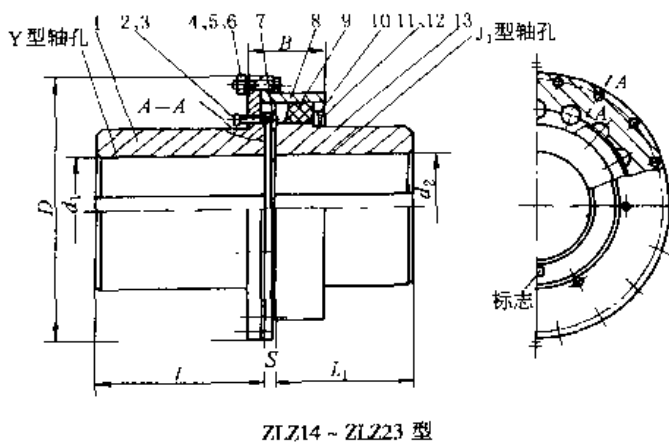
5. 联轴器的选用计算见本章第 2 节。  
 6. 生产厂：冀州市联轴器厂（河北省冀州市刘杨 180 号）、江苏联大集团有限公司（江苏省扬中市丰裕镇）。

### 3.11.2 ZLZ 型一接中间轴型联轴器的基本参数和主要尺寸

ZLZ 型联轴器无柱销端为主动，有柱销端为从动  
 工作温度： $-20 \sim 70^\circ\text{C}$



件号	名称	材料
1	半联轴器	45
2	内挡板	Q235
3	外套	45
4	柱销	MC 尼龙 6
5	外挡板	Q235
6	螺栓	GB/T 5782—1986, 4.8 级
7	垫圈	GB/T 93—1987, 65Mn
8	半联轴器	45
9	挡圈	GB/T 894.1—1986, 65Mn



件号	名称	材料
1	半联轴器	45
2	螺钉	GB/T 85—1988, 33H
3	铁丝	
4	螺栓	GB/T 27—1988, 8.8 级
5	螺母	
6	垫圈	
7	内挡板	Q235
8	外套	45
9	柱销	MC 尼龙 6
10	外挡板	Q235
11	螺栓	
12	垫圈	GB/T 93
13	半联轴器	45

表 5-2-33

型号	公称 转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径		轴孔长度		$D$	$B$	$S$	转动惯量 $J$	重量
			$d_1$	$d_2$	Y 型	J <sub>1</sub> 型					
					$L$						
	$/N \cdot m$	$/r \cdot \min^{-1}$	$/mm$						$/kg \cdot m^2$	$/kg$	
ZLZ1	100		12, 14		32	27	84	38		0.0013	1.5
			16, 18, 19		42	30					
			20, 22, 24		52	38					
			25, 28	—	62	44					
ZLZ2	250	4000	16, 18, 19		42	30	98	42	4.5	0.0058	4.1
			20, 22, 24		52	38					
			25, 28		62	44					
			30, 32		82	60					
			35, 38	—							
ZLZ3	630		25, 28		62	44	124	53	6	0.02	8
			30, 32, 35, 38		82	60					
			40, 42		112	84					
			45, 48	—							
ZLZ4	1600	4000	40, 42, 45, 48		112	84	166	73	7	0.08	21.2
			50, 55, 56								
			60		142	107					
			63, 65, 70	—							
ZLZ5	4000	3600	50, 55, 56		112	84	214	78		0.2	34.6
			60, 63, 65, 70, 71, 75		142	107					
			80		175	132					
			85, 90	—							
ZLZ6	6300	3200	60, 63, 65, 70, 71, 75		142	107	240	89	8	0.35	48.9
			80, 85, 90, 95		175	132					
ZLZ7	10000	2700	70, 71, 75		142	107	280	100	9	0.75	76.2
			80, 85, 90, 95		175	132					
			100, 110		212	167					
			120	—							
ZLZ8	16000	2300	80, 85, 90, 95		172	132	330	113	10	1.6	119
			100, 110, 120, 125		212	167					
			130		252	202					
ZLZ9	25000	2100	90, 95		172	132	370	133	13	2.7	160
			100, 110, 120, 125		212	167					
			130, 140, 150		252	202					
ZLZ10	31500	2000	100, 110, 120, 125		212	169	384	133		3.8	208
			130, 140, 150		252	202					
			160, 170		302	242					

续表

型号	公称 转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径		轴孔长度		D	B	S	转动惯量 J	重量
			$d_1$	$d_2$	Y型	J <sub>1</sub> 型					
					L						
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm						/kg·m <sup>2</sup>	/kg	
ZLZ11	40000	1900	110, 120		212	167	404	121	15	4.9	239
			130, 140, 150		252	202					
			160, 170, 180		302	242					
ZLZ12	63000	1600	130, 140, 150		252	202	480	165	15	11.1	385
			160, 170, 180		302	242					
			190, 200		352	282					
ZLZ13	100000	1400	150		252	202	545	185	17	19.6	527
			160, 170, 180		302	242					
			190, 200, 220		352	282					
			240, 250	240	410	330					
ZLZ14	125000	1200	170, 180		302	242	648	186	19	36.2	689
			190, 200, 220		352	282					
			240, 250, 260		410	330					
ZLZ15	160000	1100	190, 200, 220		352	282	678	196	24	44.4	773
			240, 250, 260		410	330					
			280, 300		470	380					
ZLZ16	250000	960	220		352	282	800	227	29	93.4	1168
			240, 250, 260		410	330					
			280, 300, 320		470	380					
			340		550	450					
ZLZ17	315000	880	240, 250, 260		410	330	876	244	34	160	1671
			280, 300, 320		470	380					
			340, 360, 380		550	450					
ZLZ18	400000	780	250, 260		410	330	980	251	39	282	2352
			280, 300, 320		470	380					
			340, 360, 380		550	450					
			400, 420		650	540					
ZLZ19	630000	700	280, 300, 320		470	380	1100	274	44	438	2895
			340, 360, 380		550	450					
			400, 420, 440, 450		650	540					
ZLZ20	1000000	580	320		470	380	1288	303	49	1024	4936
			340, 360, 380		550	450					
			400, 420, 440		650	540					
			450, 460, 480, 500		650	540					
			530, 560, 600	—	800	680					

续表

型号	公称转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径		轴孔长度		D	B	S	转动惯量 J	重量
			$d_1$	$d_2$	Y 型	J <sub>1</sub> 型					
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm						/kg·m <sup>2</sup>	/kg	
ZLZ21	1600000	480	380		550	450	1596	324	39	2400	7540
			400, 420, 440, 450, 460, 480, 500		650	540					
			530, 560, 600, 630		800	680					
			670, 710	—	900	780					
ZLZ22	2000000	450	420, 440, 450, 460, 480, 500		650	540	1680	353	45	3552	10068
			530, 560, 600, 630		800	680					
			670, 710, 750		900	780					
ZLZ23	2500000	420	450, 480, 500		650	540	1810	380	47	5334	13025
			530, 560, 600, 630		800	680					
			670, 710, 750		900	780					
			800, 850		1000	880					

注：1. 联轴器轴孔和联结型式与尺寸应符合表 5-2-4 的规定，轴孔与轴的配合见表 5-2-5。

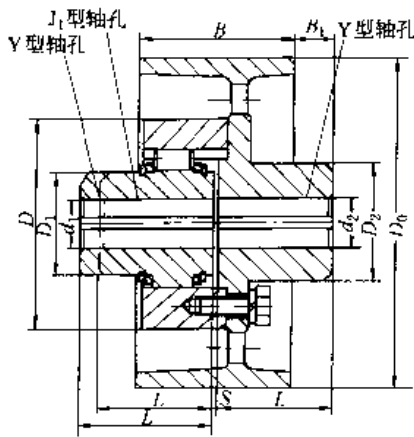
2. 联轴器轴孔组合型式：

主动端	Y	Y	J <sub>1</sub>
从动端	Y	J <sub>1</sub>	Y

3. 本联轴器中间轴的长度、结构由设计者自行决定。

4. 其他见表 5-2-32 注中的 2、3、5 和 6。

### 3.11.3 ZLL 型一带制动轮联轴器的基本参数和主要尺寸 (JB/ZQ 4375—1997)



工作温度：-20 ~ 70℃。

标记示例：

ZLL4 带制动轮弹性柱销内式联轴器

主动端：J<sub>1</sub> 型轴孔，B 型键槽， $d_1 = 50\text{mm}$ ， $L = 84\text{mm}$

从动端：Y 型轴孔，A 型键槽， $d_2 = 60\text{mm}$ ， $L = 142\text{mm}$

ZLL4 联轴器  $\frac{J_1 B50 \times 84}{60 \times 142}$  JB/ZQ 4375—1997

表 5-2-34

型号	公称转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径		轴孔长度		$D_0$	D	$D_1$	$D_2$	B	$B_1$	S	转动惯量 J	重量
			$d_1$	$d_2$	Y 型	J <sub>1</sub> 型									
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm						/kg·m <sup>2</sup>	/kg					
ZLL1	250	4000	16, 18, 19		42	—	160	102	50	56	70	9	2	0.018	5.823
			20, 22, 24		52	38									6.047
			25, 28		62	44									6.174
			30, 32	30, 32, 35, 38	82	60									6.643

续表

型号	公称 转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径		轴孔长度		$D_0$	$D$	$D_1$	$D_2$	$B$	$B_1$	$S$	转动惯量 $J$	重量	
			$d_1$	$d_2$	Y型	$J_1$ 型										
					$L$											
/N·m		/r·min <sup>-1</sup>		/mm										/kg·m <sup>2</sup>	/kg	
ZLL2	630	3800	25, 28		62	—	200	128	60	70	85	30	2	0.053	11.151	
			30, 32, 35, 38		82	60						50			11.768	
			40, 42	40, 42, 45, 48	112	84						80			0.054	12.040
40, 42, 45, 48, 50, 55, 56		142	107	48.5			0.181	28.094								
ZLL3	1600	3000	60	60, 63, 65, 70	142	107	250	178	90	105	78.5	3	0.183	27.539		
			50, 55, 56								112			84	40	0.534
ZLL4	4000	2400	60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107	315	225	120	130	135	70	3	0.543	51.690		
			80								80, 85, 90			172	132	100
			60, 63, 65, 70, 71, 75		142						107			44	1.404	76.506
ZLL5	6300	1900	80, 85, 90	80, 85, 90, 95	172	132	400	245	130	145	170	74	4	1.413	76.251	
			70, 71, 75		142	107						40			3.812	124.645
			80, 85, 90, 95		172	132						70			3.841	129.732
ZLL6	10000	1500	100, 110	100, 110, 120	212	167	500	290	160	170	210	110	4	3.865	130.605	
			80, 85, 90, 95		172	132						42			10.674	216.432
			100, 110, 120, 125		212	167						82			10.742	222.632
ZLL7	16000	1200	130		252	202	630	345	190	200	265	122	4	10.753	215.027	
			90, 95		172	132						5			18.960	293.012
			100, 110, 120, 125		212	167						45			19.089	307.925
ZLL8	25000	1050	130, 140, 150		252	202	710	380	220	300	85	5	19.156	305.423		
			100, 110, 120, 125		212	167					40			33.258	403.842	
			130, 140, 150		252	202					80			33.385	405.879	
ZLL9	31500	950	160, 170		302	242	800	400	240	340	130	5	33.446	398.574		
			100, 110, 120, 125		212	167					40			33.258	403.842	
			130, 140, 150		252	202					80			33.385	405.879	

注：1. 转动惯量及质量是按最小轴孔计算的。

2. 联轴器轴孔和联结型式与尺寸应符合表 5-2-4 的规定, 其键槽型式有 A、B、B<sub>1</sub> 型。轴孔组合型式为  $\frac{J_1}{Y}$ , 轴孔与轴的配合见表 5-2-5。
3. 制动轮应安装在从动端。
4. 其他见表 5-2-32 注中的 3 和 5。
5. 生产厂: 乐清市联轴器厂(浙江省乐清市柳市镇上金垟); 冀州市联轴器厂(河北省冀州市刘杨 180 号)。

### 3.11.4 联轴器许用补偿量

表 5-2-35 ZL 型、ZLD 型、ZLZ 型联轴器 (GB/T 5015—1985)

项 目	联 轴 器 型 号						
	ZLZ1 ~ ZLZ3	ZL1 ~ ZL3 ZLD1 ~ ZLD3	ZL4 ~ ZL7 ZLD4 ~ ZLD7	ZL8 ~ ZL13 ZLD8 ~ ZLD13	ZL14 ~ ZL17	ZL18 ~ ZL21	ZL22 ~ ZL23
轴向 $\Delta x$	+1	±1.5		±2.5		±5.0	
径向 $\Delta y$	0.15	0.3	0.4	0.6	1.0		1.5
角向 $\Delta \alpha$	0°30'						

续表

项 目	联 轴 器 型 号					
	ZLZ4 ~ ZLZ6	ZLZ7 ~ ZLZ8	ZLZ9 ~ ZLZ10	ZLZ11 ~ ZLZ15	ZLZ16 ~ ZLZ19	ZLZ20 ~ ZLZ23
轴向 $\Delta x$	+3	+5	+10	+15		+20
径向 $\Delta y$	0.2		0.3		0.5	0.75
角向 $\Delta \alpha$	1°	1°30'	2°		2°30'	

注：1. 径向补偿量的测量部位在半联轴器最大外圆宽度的 1/2 处。

2. 表中所列补偿量是指由于安装误差、冲击、振动、变形、温度变化等因素所形成的两轴相对偏移量。

表 5-2-36 ZLL 型带制动轮联轴器 (JB/ZQ 4375—1997)

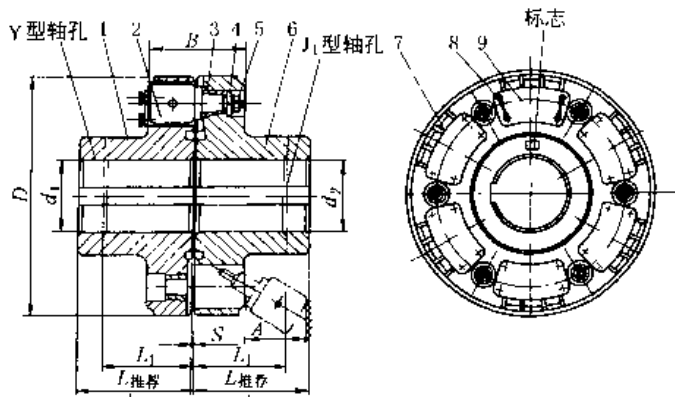
项 目	型 号			
	ZLL1 ~ ZLL2	ZLL3 ~ ZLL5	ZLL6 ~ ZLL7	ZLL8 ~ ZLL9
轴向 $\Delta x$	+1	+3	+5	+10
径向 $\Delta y$	0.15	0.20		0.30
角向 $\Delta \alpha$	0°30'			

注：1. 径向补偿的测量部位在半联轴器最大外圆宽度的  $\frac{1}{2}$  处。

2. 表中所列补偿量是指由于冲击、振动、机座变形、热膨胀等因素而形成的两轴线相对偏移量，不是允许的安装误差，安装误差应小于表中的数值。

### 3.12 弹性块联轴器 (JB/T 9148—1999)

#### 3.12.1 LK 型—基本型联轴器的基本参数和主要尺寸



1,6—半联轴器；2—传力臂；3—锥套；4—垫圈；5—螺母；

7—弹性块；8—螺栓；9—压板

工作温度：-30 ~ 120℃

标记示例：

主动端：Y 型轴孔、A 型键槽， $d_1 = 220\text{mm}$ ，

$L = 352\text{mm}$

从动端：J<sub>1</sub> 型轴孔、B 型键槽， $d_2 = 230\text{mm}$ ，

$L_1 = 330\text{mm}$

LK7 联轴器  $\frac{220 \times 352}{J_1 B 230 \times 330}$  JB/T 9148—1999

表 5-2-37

型号	公称 转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径 $d_1, d_2$	轴孔长度			$D$	$B$	$S$	$A$ $\geq$	重量	转动 惯量 $J$
				Y 型	J <sub>1</sub> 型	$L_{推荐}$						
				$L$	$L_1$							
LK1	10000	1950	85, 90, 95	172	132	150	370	190	5	40	125	4
			100, 110, 120	212	167					75		
LK2	16000	1750	95	172	132	170	415	208	5	31	200	5.2
			100, 110, 120, 125	212	167					66		
			130	252	202					101		
LK3	25000	1600	110, 120, 125	212	167	185	450	225	5	57	265	6.3
			130, 140, 150	252	202					92		
LK4	40000	1400	130, 140, 150	252	202	210	520	260	5	75	338	21.5
			160, 170, 180	302	242					115		

续表

型号	公称转矩 $T_1$	许用转速 $n_f$	轴孔直径 $d_1, d_2$	轴孔长度			D	B	S	A ≥	重量	转动惯量 J
				Y型	J <sub>1</sub> 型	L <sub>槽形</sub>						
				L	L <sub>1</sub>							
/N·m		/r·min <sup>-1</sup>		/mm							/kg	/kg·m <sup>2</sup>
LK5	63000	1200	160, 170, 180	302	242	230	600	275	6	108	580	26.6
			190, 200, 220	352	282					148		
LK6	100000	1170	190, 200, 220	410	330	260	620	285	6	143	625	29.3
			240, 250, 260							410		
LK7	125000	1080	220	352	282	280	670	295	6	138	780	55
			240, 250, 260	410	330					186		
			280	470	380					236		
LK8	160000	990	240, 250, 260	410	330	300	730	305	6	181	880	80
			280, 300, 320	470	380					231		
LK9	200000	950	260	410	330	320	760	315	6	176	1075	100
			280, 300, 320	470	380					226		
			340	550	450					296		
LK10	250000	920	280, 300, 320	470	380	345	790	345	7	211	1270	120
			340, 360	550	450					281		
LK11	315000	820	300, 320	470	380	360	850	380	7	194	1545	192
			340, 360, 380	550	450					264		
LK12	400000	790	320	470	380	380	910	420	7	174	1820	255
			340, 360, 380	550	450					244		
			400	650	540					334		
LK13	500000	750	360, 380	550	450	400	960	460	8	224	2245	332
			400, 420, 440	650	540					314		
LK14	630000	690	400, 420, 440, 450, 460, 480	650	540	450	1050	505	8	292	2670	520
LK15	900000	600	440, 450, 460, 480, 500	800	680	500	1200	550	10	270	4401	708
			530							800		
LK16	1250000	535	460, 480, 500	650	540	520	1350	570	10	260	4870	1248
			530, 560	650	540					400		
LK17	1600000	480	530, 560, 600, 630	800	680	600	1500	650	10	361	5900	1930
LK18	2000000	450	560, 600, 630	900	780	650	1600	730	12	321	7000	2650
			670							900		
LK19	2500000	420	630	800	680	680	1700	780	12	296	8850	4080
			670, 710, 750	900	780					396		
LK20	3150000	380	710, 750	1000	880	750	1900	820	12	376	12060	5500
			800, 850	1000	880					476		

- 注：1. 质量、转动惯量是近似值。  
 2. 瞬时最大转矩不得超过公称转矩  $T_1$  的 1.5 倍。  
 3. 轴孔和键槽型式见表 5-2-4, 轴孔与轴的配合见表 5-2-5。  
 4. 联轴器选用计算见本章第 2 节。  
 5. 生产厂：成都新星机械有限责任公司(成都市长顺中街 154 号)。

### 3.12.2 联轴器许用补偿量

表 5-2-38

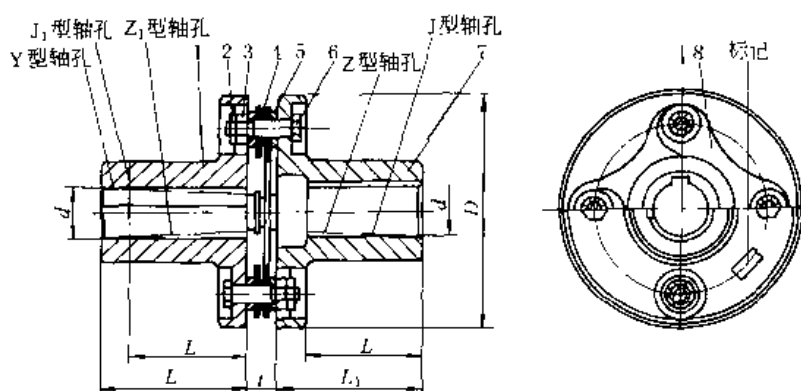
许用补偿量	型 号			
	LK1 ~ LK4	LK5 ~ LK15	LK16 ~ LK18	LK19 ~ LK20
轴向 $\Delta x$ /mm	± 1.5	± 2	± 2.5	± 3
径向 $\Delta y$ /mm	0.5	0.8		1
角向 $\Delta \alpha$	0°30'		0°15'	

注：表中所示许用补偿量是指工作状态允许的由于制造误差、安装误差、工作载荷变化所引起的冲击、振动、机座变形、温度变化等综合因素所形成的两轴相对偏移的补偿能力。



## 3.13 膜片联轴器 (JB/T 9147—1999)

## 3.13.1 JM I型一带沉孔基本型联轴器的基本参数和主要尺寸



件号	零件名称	材料	件号	零件名称	材料
1、7	半联轴器	45 ZG 310-570	5	支承圈	45
2	扣紧螺母	GB/T 805, 65Mn	6	六角头铰制孔用螺栓	GB/T 27, 8.8级
3	六角螺母	GB/T 6170, 8级	8	膜片	1Cr18Ni9 1Cr18Ni9Ti
4	隔圈	45			

工作温度:  $-20 \sim 250^{\circ}\text{C}$ 。

标记方法:

联轴器型号 联轴器 轴孔型式代号 键槽型式代号 轴孔直径 × 轴孔长度 (主动端) 标准号  
轴孔型式代号 键槽型式代号 轴孔直径 × 轴孔长度 (从动端)

Y型轴孔、A型键槽的代号, 标记中可予省略

联轴器主、从动端联接型式与尺寸相同时, 只标记一端, 另一端省略

表 5-2-39

型号	公称 转矩 $T_n$	瞬时最 大转矩 $T_{max}$	许用 转速 $n_p$	轴孔直径 $d$	轴孔长度				$D$	$t$	扭转刚度 $C$	重量	转动 惯量 $J$
					Y型 $L$	J、J <sub>1</sub> 、Z、Z <sub>1</sub> 型		$L_{槽宽}$					
						$L_1$	$L$						
	/N·m	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm						/(N·m/rad)	/kg	/kg·m <sup>2</sup>	
JM I 1	25	80	6000	14	32	J、J <sub>1</sub> 型 27 Z、Z <sub>1</sub> 型 20		35	90	8.8	$1 \times 10^4$	1	0.0007
				16, 18, 19	42	30							
				20, 22	52	38							
JM I 2	63	180	5000	18, 19	42	30		45	100	9.5	$1.4 \times 10^4$	2.3	0.001
				20, 22, 24	52	38							
				25	62	44							

型号	公称转矩 $T_n$	瞬时最大转矩 $T_{max}$	许用转速 $n_p$	轴孔直径 $d$	轴孔长度			$D$	$t$	扭转刚度 $C$	重量	转动惯量 $J$	
					Y型	J、J <sub>1</sub> 、Z、Z <sub>1</sub> 型							
					$L$	$L_1$	$L$						
/mm													
/(N·m/rad)													
/kg													
/(N·m/rad)													
/kg·m <sup>2</sup>													
JM I 3	100	315	5000	20, 22, 24	52	—	38	50	120	11	$1.87 \times 10^4$	2.3	0.0024
				25, 28	62		44						
				30	82		60						
JM I 4	160	500	4500	24	52	—	38	55	130	12.5	$3.12 \times 10^4$	3.3	0.0024
				25, 28	62		44						
				30, 32, 35	82		60						
JM I 5	250	710	4000	28	62	—	44	60	150	14	$4.32 \times 10^4$	5.3	0.0083
				30, 32, 35, 38	82		60						
				40	112		84						
JM I 6	400	1120	3600	32, 35, 38	82	82	60	65	170	15.5	$6.88 \times 10^4$	8.7	0.0159
				40, 42, 45, 48, 50	112		84						
JM I 7	630	1800	3000	40, 42, 45, 48	112	112	107	70	210	19	$10.35 \times 10^4$	14.3	0.0432
				50, 55, 56, 60	142		—						
JM I 8	1000	2500	2800	45, 48, 50, 55, 56	112	112	84	80	240	22.5	$16.11 \times 10^4$	22	0.0879
				60, 63, 65, 70	142		107						
JM I 9	1600	4000	2500	55, 56	112	112	84	85	260	24	$26.17 \times 10^4$	29	0.1415
				60, 63, 70, 71, 75	142		107						
				80	172		132						
JM I 10	2500	6300	2000	63, 65, 70, 71, 75	142	142	107	90	280	17	$7.88 \times 10^4$	52	0.2974
				80, 85, 90, 95	172		—						
JM I 11	4000	9000	1800	75	142	142	107	95	300	19.5	$10.49 \times 10^4$	69	0.4782
				80, 85, 90, 95	172		132						
				100, 110	212		167						
JM I 12	6300	12500	1600	90, 95	172	—	132	120	340	23	$14.07 \times 10^4$	94	0.8067
				100, 110, 120, 125	212		167						
JM I 13	10000	18000	1400	100, 110, 120, 125	212	—	167	135	380	28	$19.2 \times 10^4$	128	1.7053
				130, 140	252		202						

续表

型号	公称转矩 $T_n$	瞬时最大转矩 $T_{max}$	许用转速 $n_p$	轴孔直径 $d$		轴孔长度				$D$	$t$	扭转刚度 $C$	重量	转动惯量 $J$
				Y型 $L$	J、J <sub>1</sub> 、Z、Z <sub>1</sub> 型		$L_{推荐}$	$D$	$t$					
					$L_1$	$L$								
				/mm				/(N·m/rad)		/kg	/kg·m <sup>2</sup>			
JM I 14	16000	28000	1200	120, 125	212	150	420	31	167	30.0 × 10 <sup>4</sup>	184	2.6832		
				130, 140, 150	252				202					
				160	302				242					
JM I 15	25000	40000	1120	140, 150	252	180	480	37.5	202	47.46 × 10 <sup>4</sup>	262	4.8015		
				160, 170, 180	302				242					
JM I 16	40000	56000	1000	160, 170, 180	352	200	560	41	282	48.09 × 10 <sup>4</sup>	384	9.4118		
				190, 200					410				330	
JM I 17	63000	80000	900	190, 200, 220	410	220	630	47	330	10.13 × 10 <sup>4</sup>	561	18.3753		
				140					352				282	
JM I 18	100000	125000	800	220	410	250	710	54.5	330	16.14 × 10 <sup>4</sup>	723	28.2033		
				240, 250, 260					470				380	
JM I 19	160000	200000	710	250, 260	470	280	800	48	380	79.8 × 10 <sup>4</sup>	1267	66.5813		
				280, 300, 320					470				380	

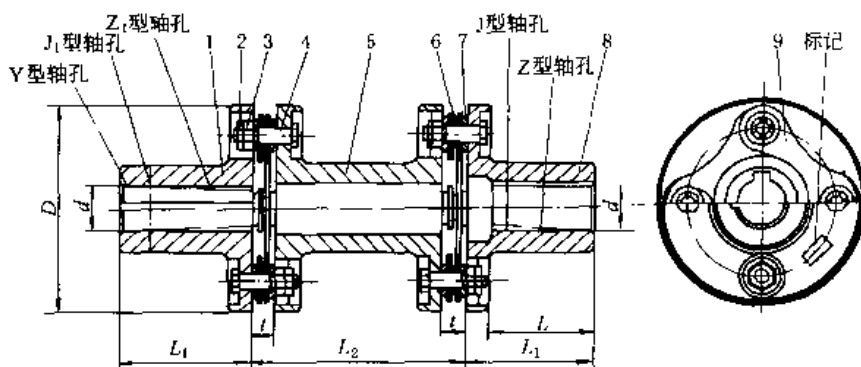
注：1. 重量、转动惯量是计算近似值。

2. 联轴器的轴孔和联结型式与尺寸应符合表 5-2-4 和表 5-2-6 的规定。轴孔与轴的配合见表 5-2-5 和表 5-2-6。

3. 表中  $L_{推荐}$  为优选轴孔长度。

4. 生产厂：二重基础件厂（四川省德阳市）；太矿联轴器分厂（山西省太原市解放北路 75 号）。

### 3.13.2 JM I J型一带沉孔接中间轴型联轴器的基本参数和主要尺寸



件号	零件名称	材料	件号	零件名称	材料
1、8	半联轴器	45	5	中间轴	45
		ZG 310-570	6	隔圈	
2	扣紧螺母	GB/T 805, 65Mn	7	支承圈	1Cr18Ni9 1Cr18Ni9Ti
3	六角螺母	GB/T 6170, 8级	9	膜片	
4	六角头铰制孔用螺栓	GB/T 27, 8.8级			

工作温度：-20 ~ 250℃。

标记方法：见表 5-2-39。

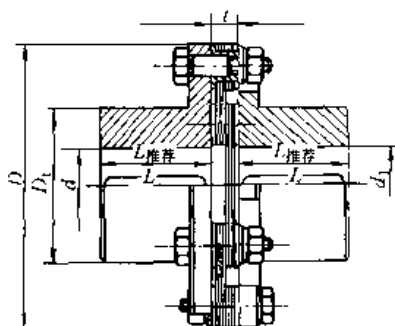
表 5-2-40

型号	公称 转矩 $T_n$	瞬时最 大转矩 $T_{max}$	许用 转速 $n_p$	轴孔直径 $d$	轴孔长度			$D$	$t$	$L_2$ min	重量	转动 惯量 $J$	
					Y型	J、J <sub>1</sub> 、Z、Z <sub>1</sub> 型							$L_{总长}$
					$L$	$L_1$	$L$						
/N·m			/r·min <sup>-1</sup>			/mm					/kg	/kg·m <sup>2</sup>	
JM I J1	25	80	6000	14	32	—	J、J <sub>1</sub> 、Z、Z <sub>1</sub> 、27、20	35	90	8.8	100	1.8	0.0013
				16, 18, 19	42		30						
				20, 22	52		38						
JM I J2	63	180	5000	18, 19	42	—	30	45	100	9.5	2.4	0.002	
				20, 22, 24	52		38						
				25	62		44						
JM I J3	100	315	4500	20, 22, 24	54	—	38	50	120	11	4.1	0.0047	
				25, 28	62		44						
				30	82		60						
JM I J4	160	500	4500	24	52	—	38	55	130	12.5	5.4	0.0069	
				25, 28	62		44						
				30, 32, 35	82		60						
JM I J5	250	710	4000	28	62	—	44	60	150	14	8.8	0.0281	
				30, 32, 35, 38	82		60						
				40	112		84						
JM I J6	400	1120	3600	32, 35, 38	82	82	60	65	170	15.5	13.4	0.0281	
				40, 42, 45, 48, 50	112	112	84						
JM I J7	630	1800	3000	40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	112	112	84	70	210	19	150	22.3	0.076
				60	142	—	107						
JM I J8	1000	2500	2800	45, 48, 50, 55, 56	112	112	84	80	240	22.5	180	36	0.1602
				60, 63, 65, 70	142	—	107						
JM I J9	1600	4000	2500	55, 56	112	112	84	85	260	24	220	48	0.2509
				60, 63, 65, 70, 71, 75	142	—	107						
				80	172	—	132						
JM I J10	2500	6300	2000	63, 65, 70, 71, 75	142	142	107	90	280	17	250	85	0.5195
				80, 85, 90, 95	172	—	132						
JM I J11	4000	9000	1800	75	142	142	107	95	300	19.5	290	112	0.8223
				80, 85, 90, 95	172	172	132						
				100, 110	212	—	167						
JM I J12	6300	12500	1600	90, 95	172	—	132	120	340	23	300	152	1.4109
				100, 110, 120, 125	212	—	167						

注：1. 表中  $L_2$  也可与制造厂另行商定。

2. 其他见表 5-2-39 注。表中重量转动惯量包含  $L_{2min}$  值。

## 3.13.3 JM II型一无沉孔基本型联轴器的基本参数和主要尺寸



1. 作温度:  $-20 \sim 250^{\circ}\text{C}$ 。  
 标记方法: 见表 5-2-39。

表 5-2-41

型号	公称 转矩 $T_n$	瞬时最 大转矩 $T_{max}$	最大 转速 $n_{max}$	轴孔直径 $d, d_1$		轴孔长度			$D$	$D_1$	$t$	扭转刚度 $\times 10^6$	重量	转动 惯量 $J$
						J <sub>1</sub> 型	Y 型	$L_{推荐}$						
						$L$								
$/\text{N}\cdot\text{m}$	$/\text{N}\cdot\text{m}$	$/\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	$/\text{mm}$						$/(\text{N}\cdot\text{m}/\text{rad})$	$/\text{kg}$	$/\text{kg}\cdot\text{m}^2$			
JM II 1	40	63	10700	14	27	32	35	80	39	$8 \pm 0.2$	0.37	0.9	0.0005	
				16, 18, 19	30	42								
				20, 22, 24	38	52								
				25, 28	44	62								
JM II 2	63	100	9300	20, 22, 24	38	52	40	92	53	0.45	1.4	0.0011		
				25, 28	44	62								
				30, 32, 35, 38	60	82								
JM II 3	100	200	8400	25, 28	44	62	45	102	63	0.56	2.1	0.002		
				30, 32, 35, 38	60	82								
				40, 42, 45	84	112								
JM II 4	250	400	6700	30, 32, 35, 38	60	82	55	128	77	0.81	4.2	0.006		
				40, 42, 45, 48, 50, 55	84	112								
JM II 5	500	800	5900	35, 38	60	82	65	145	91	$11 \pm 0.3$	1.2	6.4	0.012	
				40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	84	112								
				60, 63, 65	107	142								
JM II 6	800	1250	5100	40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	84	112	75	168	105	$14 \pm 0.3$	1.42	9.6	0.024	
				60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142								
JM II 7	1000	2000	4750	45, 48, 50, 55, 56	84	112	80	180	112	$15 \pm 0.4$	1.9	12.5	0.0365	
				60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142								
				80	132	172								
JM II 8	1600	3150	4300	50, 55, 56	84	112	80	200	120	2.35	15.5	0.057		
				60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142								
				80, 85	132	172								
JM II 9	2500	4000	4200	55, 56	84	112	80	205	$20 \pm 0.4$	2.7	16.5	0.065		
				60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142								
				80, 85	132	172								

续表

型号	公称 转矩 $T_n$	瞬时最 大转矩 $T_{max}$	最大 转速 $n_{max}$	轴孔直径 $d, d_1$	轴孔长度			$D$	$D_1$	$t$	扭转刚度 $\times 10^6$	重量	转动 惯量 $J$
					J <sub>1</sub> 型	Y 型	$L_{堆焊}$						
					$L$								
				/mm				/(N·m/rad)		/kg	/kg·m <sup>2</sup>		
JM II 10	3150	5000	4000	55, 56	84	112	90	215	128	20 ± 0.4	3.02	19.5	0.083
				60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142							
				80, 85, 90	132	172							
JM II 11	4000	6300	3650	60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142	100	235	132	23 ± 0.5	3.46	25	0.131
				80, 85, 90, 95	132	172							
JM II 12	5000	8000	3400	60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142	110	250	145	23 ± 0.5	3.67	30	0.174
				80, 85, 90, 95	132	172							
				100	167	212							
JM II 13	6300	10000	3200	63, 65, 70, 71, 75	107	142	110	270	155	23 ± 0.5	5.2	36	0.239
				80, 85, 90, 95	132	172							
				100, 110	167	212							
JM II 14	8000	12500	2850	65, 70, 71, 75	107	142	115	300	162	27 ± 0.6	7.8	45	0.38
				80, 85, 90, 95	132	172							
				100, 110	167	212							
JM II 15	10000	16000	2700	70, 71, 75	107	142	125	320	176	27 ± 0.6	8.43	55	0.5
				80, 85, 90, 95	132	172							
				100, 110, 120, 125	167	212							
JM II 16	12500	20000	2450	75	107	142	140	350	186	32 ± 0.7	10.23	75	0.85
				80, 85, 90, 95	132	172							
				100, 110, 120, 125	167	212							
				130	202	252							
JM II 17	16000	25000	2300	80, 85, 90, 95	132	172	145	370	203	32 ± 0.7	10.97	85	1.1
				100, 110, 120, 125	167	212							
				130, 140	202	252							
JM II 18	20000	31500	2150	90, 95	132	172	165	400	230	38 ± 0.9	13.07	115	1.65
				100, 110, 120, 125	167	212							
				130, 140, 150	202	252							
				160	242	302							
JM II 19	25000	40000	1950	100, 110, 120, 125	167	212	175	440	245	38 ± 0.9	14.26	150	2.69
				130, 140, 150	202	252							
				160, 170	242	302							
JM II 20	31500	50000	1850	110, 120, 125	167	212	185	460	260	38 ± 0.9	22.13	170	3.28
				130, 140, 150	202	252							
				160, 170, 180	242	302							

续表

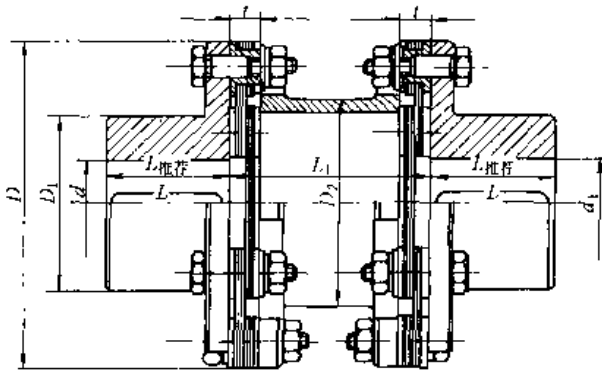
型号	公称 转矩 $T_n$	瞬时最 大转矩 $T_{max}$	最大 转速 $n_{max}$	轴孔直径 $d, d_1$	轴孔长度			$D$	$D_1$	$t$	扭转刚度 $\times 10^6$	重量	转动 惯量 $J$
					J <sub>1</sub> 型	Y型	$L_{推荐}$						
					L								
/N·m	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm						/(N·m/rad)	/kg	/kg·m <sup>2</sup>		
JM II 21	35500	56000	1800	120, 125	167	212	200	480	280	38 ± 0.9	23.7	200	4.28
				130, 140, 150	202	252							
				160, 170, 180	242	302							
				190, 200	282	352							
JM II 22	40000	63000	1700	130, 140, 150	202	252	210	500	295	24.6	230	5.18	
				160, 170, 180	242	302							
				190, 200	282	352							
JM II 23	50000	80000	1600	140, 150	202	252	220	540	310	44 ± 1	29.71	275	7.7
				160, 170, 180	242	302							
				190, 200, 220	282	352							
JM II 24	63000	100000	1450	150	202	252	240	600	335	32.64	380	9.3	
				160, 170, 180	242	302							
				190, 200, 220	282	352							
				240	330	410							
JM II 25	80000	125000	1400	160, 170, 180	242	302	255	620	350	50 ± 1.2	37.69	410	15.3
				190, 200, 220	282	352							
				240, 250	330	410							
JM II 26	90000	140000	1300	180	242	302	275	660	385	50.43	510	20.9	
				190, 200, 220	282	352							
				240, 250, 260	330	410							
JM II 27	112000	180000	1200	190, 200, 220	282	352	295	720	410	71.51	620	32.4	
				240, 250, 260	330	410							
				280	380	470							
JM II 28	140000	200000	1150	220	282	352	300	740	420	60 ± 1.4	93.37	680	36
				240, 250, 260	330	410							
				280, 300	380	470							
JM II 29	160000	224000	1100	240, 250, 260	330	410	320	770	450	114.53	780	43.9	
				280, 300, 320	380	470							
JM II 30	180000	280000	1050	250, 260	330	410	350	820	490	130.76	950	60.5	
				280, 300, 320	380	470							
				340	450	550							

注：1. 重量、转动惯量是按  $L_{推荐}$  计算近似值。

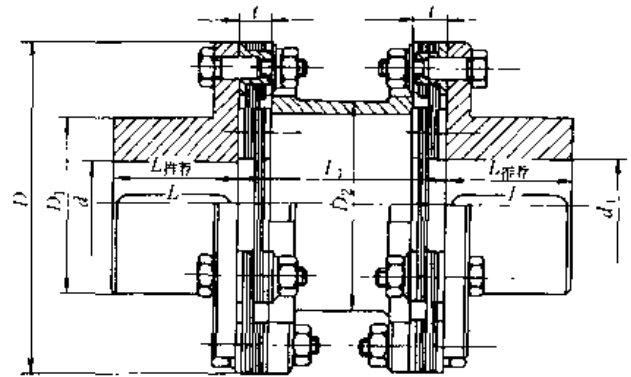
2. 联轴器轴孔和联结型式与尺寸应符合表 5-2-4 的规定，轴孔与轴的配合见表 5-2-5。

3. 其他见表 5-2-39 注中的 3 和 4。

3.13.4 JM II J型一无沉孔接中间轴型联轴器的基本参数和主要尺寸



JM II J1 ~ JM II J29



JM II J30 ~ JM II J42

工作温度：-20~250℃；标记方法：见表 5-2-39。

表 5-2-42

型 号	公称 转矩 $T_n$	瞬时最 大转矩 $T_{max}$	最大 转速 $n_{max}$	轴孔直径 $d, d_1$	轴孔长度			$D$	$D_1$	$D_2$	$L_1$ min	$t$	重量		转动 惯量 $J$		
					J <sub>1</sub> 型	Y 型	$L_{推荐}$						$L_1$ min 重量	每增加 1m 的重量			
					$L$												
				/mm											/kg		/kg·m <sup>2</sup>
JM II J1	63	100	9300	20, 22, 24	38	52	40	92	53	70	8 ± 0.2	2	4.1	0.002			
				25, 28	44	62											
				30, 32, 35, 38	60	82											
JM II J2	100	200	8400	25, 28	44	62	45	102	63	80	2.9	0.003					
				30, 32, 35, 38	60	82											
				40, 42, 45	84	112											
JM II J3	250	400	6700	30, 32, 35, 38	60	82	55	128	77	96	5.7	0.009					
				40, 42, 45, 48, 50, 55	84	112											
JM II J4	500	800	5900	35, 38	60	82	65	145	91	76	11 ± 0.3	8.5	8	0.017			
				40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	84	112											
				60, 63, 65	107	142											
JM II J5	800	1250	5100	40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	84	112	75	168	105	136	14 ± 0.3	12.5	0.034				
				60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142											
JM II J6	1250	2000	4750	45, 48, 50, 55, 56	84	112	80	180	112	102	15 ± 0.4	16.5	12	0.053			
				60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142											
				80	132	172											
JM II J7	2000	3150	4300	50, 55, 56	84	112	80	200	120	140	21	19	0.082				
				60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142											
				80, 85	132	172											
JM II J8	2500	4000	4200	55, 56	84	112	80	205	120	114	20 ± 0.4	23	0.092				
				60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142											
				80, 85	132	172											



续表

型号	公称 转矩 $T_n$	瞬时最 大转矩 $T_{max}$	最大 转速 $n_{max}$	轴孔直径 $d, d_1$	轴孔长度			$D$	$D_1$	$D_2$	$L_1$ mm	$t$	重量		转动 惯量 $J$	
					J <sub>1</sub> 型	Y型	$L_{连接}$						$L_1$ min	每增加 1m的 重量		
					$L$											/kg
				/mm										/kg		/kg·m <sup>2</sup>
JM IIJ9	3150	5000	4000	55, 56	84	112	90	215	128	127	160	20 ± 0.4	27	21	0.117	
				60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142										
				80, 85, 90	132	172										
JM IIJ10	4000	6300	3650	60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142	100	235	132	170	23 ± 0.5	36	26	0.191		
				80, 85, 90, 95	132	172										
JM IIJ11	5000	8000	3400	60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142	110	250	145	140	190	27 ± 0.6	42	26	0.252	
				80, 85, 90, 95	132	172										
				100	167	212										
JM IIJ12	6300	10000	3200	60, 63, 65, 70, 71, 75	107	142	115	270	155	165	200	27 ± 0.6	50	47	0.349	
				80, 85, 90, 95	132	172										
				100, 110	167	212										
JM IIJ13	8000	12500	2850	65, 70, 71, 75	107	142	125	300	162	165	220	27 ± 0.6	66	47	0.56	
				80, 85, 90, 95	132	172										
				100, 110	167	212										
JM IIJ14	10000	16000	2700	70, 71, 75	107	142	140	320	176	165	240	32 ± 0.7	78	51	1.26	
				80, 85, 90, 95	132	172										
				100, 110, 120, 125	167	212										
JM IIJ15	12500	20000	2450	75	107	142	145	350	186	165	250	32 ± 0.7	110	51	1.26	
				80, 85, 90, 95	132	172										
				100, 110, 120, 125	167	212										
				130	202	252										
JM IIJ16	16000	25000	2300	80, 85, 90, 95	132	172	165	370	203	219	290	32 ± 0.7	125	72	2.45	
				100, 110, 120, 125	167	212										
				130, 140	202	252										
JM IIJ17	20000	31500	2150	90, 95	132	172	175	400	230	219	290	38 ± 0.9	160	72	2.45	
				100, 110, 120, 125	167	212										
				130, 140, 150	202	252										
				160	242	302										
JM IIJ18	25000	40000	1950	100, 110, 120, 125	167	212	185	440	245	267	320	38 ± 0.9	220	89	4.98	
				130, 140, 150	202	252										
				160, 170	242	302										
JM IIJ19	31500	50000	1850	100, 110, 120, 125	167	212	185	460	260	267	320	38 ± 0.9	245	89	4.98	
				130, 140, 150	202	252										
				160, 170, 180	242	302										

续表

型 号	公称 转矩 $T_n$	瞬时最 大转矩 $T_{max}$	最大 转速 $n_{max}$	轴孔直径 $d, d_1$	轴孔长度			$D$	$D_1$	$D_2$	$L_1$ min	$t$	重量		转动 惯量 $J$
					J <sub>1</sub> 型	Y 型	$L_{槽}$						$L_1$ min 重量	每增加 1m的 重量	
					I.										
				/mm								/kg		/kg·m <sup>2</sup>	
JM IIJ20	35500	56000	1800	120, 125	167	212	200	480	280	267	350	38 ± 0.9	275	89	6.28
				130, 140, 150	202	252									
				160, 170, 180	242	302									
				190, 200	282	352									
JM IIJ21	40000	63000	1700	120, 125	167	212	210	500	295	370	320	320	89	7.68	
				130, 140, 150	202	252									
				160, 170, 180	242	302									
				190, 200	282	352									
JM IIJ22	50000	80000	1600	140, 150	202	252	220	540	310	299	380	44 ± 1	400	110	11.6
				160, 170, 180	242	302									
				190, 200, 220	282	352									
JM IIJ23	63000	100000	1450	140, 150	202	252	240	600	335	410	560	560	145	19.8	
				160, 170, 180	242	302									
				190, 200, 220	282	352									
				240	330	410									
JM IIJ24	80000	125000	1400	160, 170, 180	242	302	255	620	350	356	440	50 ± 1.2	620	145	23.6
				190, 200, 220	282	352									
				240, 250	330	410									
JM IIJ25	90000	140000	1300	180	242	302	275	660	385	480	740	740	190	31.9	
				190, 200, 220	282	352									
				240, 250, 260	330	410									
				280	380	470									
JM IIJ26	112000	180000	1200	180	242	302	295	720	410	510	970	970	190	50.4	
				190, 200, 220	282	352									
				240, 250, 260	330	410									
				280, 300	380	470									
JM IIJ27	140000	200000	1150	220	282	352	300	740	420	520	60 ± 1.4	1050	215	57	
				240, 250, 260	330	410									
				280, 300	380	470									
JM IIJ28	160000	224000	1100	240, 250, 260	330	410	320	770	450	560	1200	215	69.4		
				280, 300	380	470									
JM IIJ29	180000	280000	1050	250, 260	330	410	350	820	490	457	600	1400	215	95.5	
				280, 300, 320	380	470									
				340	450	550									

续表

型号	公称 转矩 $T_n$	瞬时最 大转矩 $T_{max}$	最大 转速 $n_{max}$	轴孔直径 $d, d_1$	轴孔长度			$D$	$D_1$	$D_2$	$L_1$ min	$t$	重量		转动 惯量 $J$		
					J <sub>1</sub> 型	Y型	$L_{推料}$						$L_1$ min 重量	每增加 1m的 重量			
					$L$												
	/N·m	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm								/kg	/kg·m <sup>2</sup>				
JM IIJ30	280000	450000	1000	280, 300, 320	380	470	350	875	480	559	620	50 ± 1.6	1400	235	96.5		
				340, 360	450	550			550						109.5		
JM IIJ31	400000	630000	930	300, 320	380	470	350	935	520	610	630	60 ± 1.0	1800	290	142		
				340, 360, 380	450	550			560						152		
				400	540	650			600						162		
JM IIJ32	450000	710000	880	320	380	470	380	1030	480	622	690	60 ± 1.0	2250	330	194		
				340, 360, 380	450	550			600						224		
				400, 420	540	650			640						240		
JM IIJ33	560000	900000	820	360, 380	450	550	400	1080	580	660	726	66 ± 2.2	2750	390	271		
				400, 420, 440, 450, 460					700						325		
JM IIJ34	1000000	1600000	740	400, 420, 440, 450	540	650	460	1160	620	750	836	70 ± 2.3	3500	450	387		
				460, 480, 500												750	465
				440, 450, 460, 480, 500												790	750
JM IIJ35	1400000	2240000	680	440, 450, 460, 480, 500	520	800	1290	790	820	946	82 ± 2.6	5000	570	750			
				530, 560				680						800	840	810	
JM IIJ36	2000000	3150000	620	480, 500	540	650	570	1410	760	900	1040	92 ± 2.8	6600	710	1050		
				530, 560, 600	680	800			920						1290		
JM IIJ37	2800000	4000000	570	450, 460, 480, 500	540	640	610	1530	810	1000	1100	105 ± 3	8400	880	1630		
				530, 560, 600, 630	680	800			980						1950		
JM IIJ38	4000000	6000000	520	560, 600, 630			670	1670	950	1100	1210	115 ± 3.4	11000	1050	2670		
				670, 710	780	—			1070						3030		
JM IIJ39	5000000	8000000	480	600, 630	680	800	730	1830	970	1200	1320	125 ± 3.7	14500	1350	4060		
				670, 710, 750	780				1170						4800		
JM IIJ40	6300000	10000000	430	670, 710, 750	780		800	2000	1140	1300	1450	130 ± 4	19000	1600	6600		
				800, 850	880				1290						7500		
JM IIJ41	8000000	12500000	400	750	780	—	800	2200	1260	1400	1600	140 ± 4.4	25000	1850	10400		
				800, 850	880				1420						11900		
JM IIJ42	10000000	16000000	350	800, 850			960	2400	1370	1500	1760	140 ± 4.4	32000	2100	15200		
				900, 950	980				1550						17400		

注：见表 5-2-41 的注。

### 3.13.5 联轴器许用补偿量

表 5-2-43

型号	JM I 1 ~ JM I 6	JM I 7 ~ JM I 10	JM I 11 ~ JM I 19	JM II 1 ~ JM II 8	JM II 9 ~ JM II 17	JM II 18 ~ JM II 26	JM II 27 ~ JM II 30
	JM I J1 ~ JM I J6	JM I J7 ~ JM I J10	JM I J11 ~ JM I J12	JM II J1 ~ JM II J8	JM II J9 ~ JM II J17	JM II J18 ~ JM II J26	JM II J27 ~ JM II J42
轴向 $\Delta x$ /mm	1 2	1.5 3	2 4	1 2	2.5 5	4 8	6 12
角向 $\Delta \alpha$	1° 2°		30' 1°	1° 2°			

注：1. 表中所列许用补偿量是指在工作状态下，允许的由于制造误差、安装误差、工作载荷变化引起的振动、冲击、变形、温度变化等综合因素形成的两轴相对偏移量。

2. 本联轴器最大允许安装角向偏差应不超过  $\pm 5'$ 。

### 3.13.6 联轴器的选用计算

(1) 联轴器的计算转矩：

$$T_c = TKK_1 = 9550 \frac{P_w}{n} KK_1 \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \quad (5-2-16)$$

式中  $K$  —— 工况系数，见表 5-2-2；

$K_1$  —— 轴线偏转对传递转矩的影响而考虑的偏差系数，见图 5-2-7；

$P_w$  —— 驱动功率，kW；

$n$  —— 工作转速，r/min。

(2) 当  $L_{\text{min}} > 10d$  或  $10d_1$  时，工作转速  $n$  不应接近临界转速  $n_c$ 。

$$\text{临界转速: } n_c = 1.195 \times 10^8 \times \frac{\sqrt{D_2^2 + D_3^2}}{L_1^2} \quad (\text{r/min}) \quad (5-2-17)$$

式中  $D_2$  —— 中间轴外径，mm；

$D_3$  —— 中间轴内径，mm；

$L_1$  —— 中间轴长度，mm。

在轴线偏角  $\alpha \leq 1.5^\circ$  工况下， $n \leq 0.85 n_c$ 。

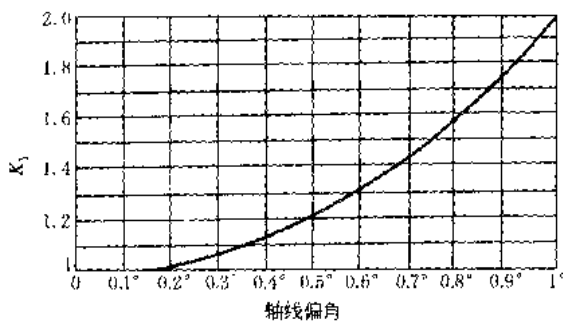
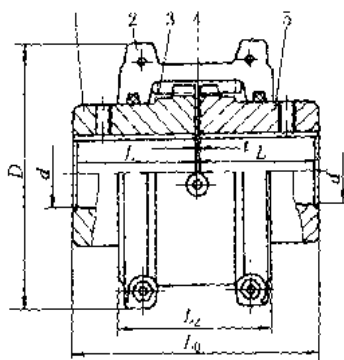


图 5-2-7

## 3.14 蛇形弹簧联轴器 (JB/T 8869—2000)

### 3.14.1 JS 型—罩壳径向安装型 (基本型) 联轴器的基本参数和主要尺寸



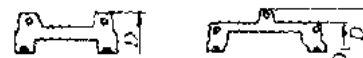
1.5—半联轴器；2—罩壳；3—蛇形弹簧；4—润滑孔

工作温度：-30 ~ 150℃。

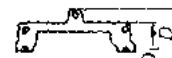
标记方法：

联轴器型号 联轴器 轴孔型式代号 键槽型式代号 轴孔直径 × 轴孔长度(主动端) 标准号  
轴孔型式代号 键槽型式代号 轴孔直径 × 轴孔长度(从动端)

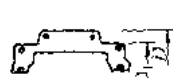
联轴器主、从动端联结型式与尺寸相同时，只标记一端，另一端省略。



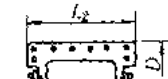
JS1型~JS13型



JS14型~JS19型



JS20型~JS22型



JS23型~JS25型

JS1型~JS22型的罩壳用铝合金制造

JS23型~JS25型的罩壳用钢制造

表 5-2-44

型号	公称转矩	许用转速	轴孔直径	轴孔长度	总长	$L_2$	$D$	$D_1$	间隙	重量	转动惯量	润滑油
	$T_n$	$n_p$	$d$	$L$	$L_0$	$L_2$	$D$	$D_1$	$t$			
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm							/kg	/kg·m <sup>2</sup>	/kg
JS1	45	4500	18, 19, 20, 22, 24, 25, 28	47	97	66	95	3	3	1.91	0.00141	0.0272
JS2	140		22, 24, 25, 28, 30, 32, 35			68	105			2.59	0.00223	0.0408
JS3	224		25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42	50	103	70	115			3.36	0.00327	0.0544
JS4	400		32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50	60	123	80	130			5.45	0.00727	0.068
JS5	630	4350	40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	63	129	92	150	7.26	0.0119	0.0862		
JS6	900	4125	48, 50, 55, 56, 60, 63, 65	76	155	95	160	10.44	0.0185	0.113		
JS7	1800	3600	55, 56, 60, 63, 65, 70, 71, 75, 80	89	181	116	190	17.7	0.0451	0.172		
JS8	3150		65, 70, 71, 75, 80, 85, 90, 95	98	199	122	210	25.42	0.0787	0.254		
JS9	5600	2440	75, 80, 85, 90, 95, 100, 110	120	245	155	250	42.22	0.178	0.426		
JS10	8000	2250	85, 90, 95, 100, 110, 120	127	259	162	270	54.45	0.27	0.508		
JS11	12500	2025	90, 95, 100, 110, 120, 125, 130, 140	149	304	192	310	81.27	0.514	0.735		
JS12	18000	1800	110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170	162	330	195	346	121	0.989	0.908		
JS13	25000	1650	120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200	184	374	201	384	178	1.85	1.135		
JS14	35500	1500	140, 150, 160, 170, 180, 190, 200	183	372	271	450	391	234.26	3.49	1.952	
JS15	50000	1350	160, 170, 180, 190, 200, 220, 240	198	402	279	500	431	316.89	5.92	2.815	
JS16	63000	1225	180, 190, 200, 220, 240, 250, 260, 280	216	438	304	566	487	448.1	10.4	3.496	
JS17	90000	1100	200, 220, 240, 250, 260, 280, 300	239	484	322	630	555	619.71	18.3	3.76	
JS18	125000	1050	240, 250, 260, 280, 300, 320	260	526	356	675	608	776.34	26.1	4.4	
JS19	160000	900	280, 300, 320, 340, 360	280	566	355	756	660	1058.27	43.5	5.63	
JS20	224000	820	300, 320, 340, 360, 380	305	623	432	845	751	1425.56	75.5	10.53	
JS21	315000	730	320, 340, 360, 380, 400, 420	325	663	490	920	822	1786.49	113	16.07	
JS22	400000	680	340, 360, 380, 400, 420, 440, 450	345	703	546	1000	905	2268.64	175	24.06	
JS23	500000	630	360, 380, 400, 420, 440, 450, 460, 480	368	749	648	1087	—	2950.82	339	33.82	
JS24	630000	580	400, 420, 440, 450, 460	401	815	698	1180	—	3836.3	524	50.17	
JS25	800000	540	420, 440, 450, 460, 480, 500	432	877	762	1260	—	4686.19	711	67.24	

注：1. 若选择表 5-2-4 和表 5-2-6 的轴孔型式，应与制造厂协商。

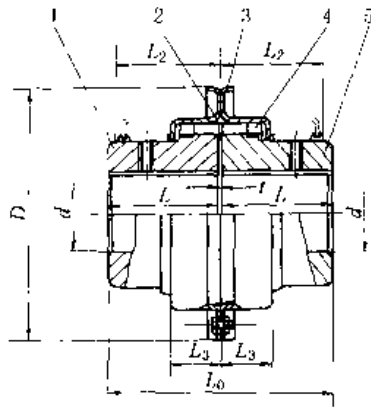
2. 重量、转动惯量按无孔计算。

3. 联轴器安装后应注入润滑油（脂），使用 5000h 后更换密封圈。在正常使用条件下，联轴器的可靠性在 10000h 内不应失效。

4. 联轴器选用计算见本章第 2 节。

5. 生产厂：沈阳一环机械厂（辽宁省沈阳市铁西区建设中路 32 号）、武汉数控集团股份有限公司（湖北省汉口市高雄路 2 号）。

## 3.14.2 JSB 型一罩壳轴向安装型联轴器的基本参数和主要尺寸

工作温度:  $-30 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 。

标记方法: 见表 5-2-44。

1、5—半联轴器; 2—润滑孔; 3—罩壳; 4—蛇形弹簧

表 5-2-45

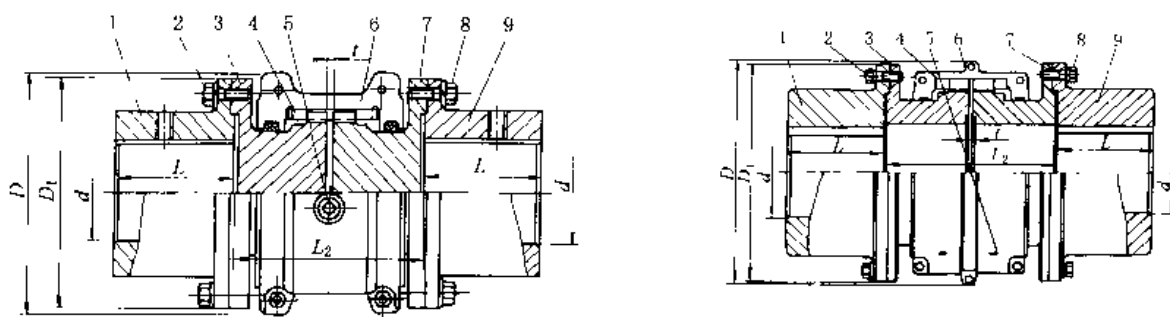
型号	公称转矩	许用转速	轴孔直径	轴孔长度	总长	$L_2$	$L_3$	$D$	间隙 $t$	重量	润滑油
	$T_n$	$n_p$	$d$	$L$	$L_0$	/mm					
JSB1	45	6000	18, 19, 20, 22, 24, 25, 28	47	97	48	24	112	3	1.95	0.0272
JSB2	140		22, 24, 25, 28, 30, 32, 35				25	122		2.59	0.048
JSB3	224		25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42	50	103	51	26	130		3.36	0.0544
JSB4	400		32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50	60	123	61	31	149		5.45	0.068
JSB5	630		40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	63	129	64	32	163		7.26	0.0862
JSB6	900	5500	48, 50, 55, 56, 60, 63, 65	76	155	67	34	174	10.44	0.113	
JSB7	1800	4750	55, 56, 60, 63, 65, 70, 71, 75, 80	89	181	89	44	200	17.7	0.172	
JSB8	3150	4000	65, 70, 71, 75, 80, 85, 90, 95	98	199	96	47	233	25.42	0.254	
JSB9	5600	3250	75, 80, 85, 90, 95, 100, 110	120	245	121	60	268	6	42.22	0.427
JSB10	8000	3000	80, 85, 90, 95, 100, 110, 120	127	259	124	63	287		54.48	0.508
JSB11	12500	2700	90, 95, 100, 110, 120, 125, 130, 140	149	304	143	74	320		81.72	0.735
JSB12	18000	2400	110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170	162	330	146	75	379		122.58	0.908
JSB13	25000	2200	120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200	184	374	156	78	411		180.24	1.135
JSB14	35500	2000	140, 150, 160, 170, 180, 190, 200	183	372	204	107	476		230.18	1.952
JSB15	50000	1750	160, 170, 180, 190, 200, 220, 240	216	438	216	115	533		321.43	2.815
JSB16	63000	1600	180, 190, 200, 220, 240, 250, 260			226	120	584	448.55	3.496	

注: 1. 重量按无孔计算。

2.  $L_2$  为罩壳安装时需要的尺寸。

3. 其他见表 5-2-44 注中的 1、3、4 和 5。

## 3.14.3 JSS 型—双法兰联接型联轴器的基本参数和主要尺寸



JSS1 型 ~ JSS13 型

JSS14 型 ~ JSS19 型

1、9—联接法兰；2、8—螺栓；3、7—半联轴器；4—蛇形弹簧；5—润滑孔；6—罩壳

工作温度：-30~150℃。

标记方法：见表 5-2-44。

表 5-2-46

型号	公称转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径 $d$	轴孔长度 $L$	两轴端距离 $L_2$		$D$	$D_1$	$t$	重量	润滑油	
					最小	最大						
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm						/kg			
JSS1	45	3600	18, 19, 20, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 35	35	89	203	97	86	5	3.86	0.0272	
JSS2	140		22, 24, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42	42		106	94	5.266		0.0408		
JSS3	224		25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	54	216	114	112	8.44		0.0544		
JSS4	400		32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 60, 63, 65	60		111	135	125		12.53	0.068	
JSS5	630		40, 42, 45, 48, 50, 55, 56, 60, 63, 65, 70, 71, 75, 80	73	127	300	148	144		19.61	0.0682	
JSS6	900		48, 50, 55, 56, 60, 63, 65, 70, 71, 75, 80, 85	80			159	152		24.65	0.1135	
JSS7	1800		55, 56, 60, 63, 65, 70, 71, 75, 80, 85, 90, 95	89	184	406	190	178		39.4	0.173	
JSS8	3150		65, 70, 71, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110	102			211	209		60.38	0.254	
JSS9	5600		2440	75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 125, 130	90	203	251	250		6	98.97	0.427
JSS10	8000		2250	80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 125, 130, 140, 150	104	210	270	276			137.58	0.508

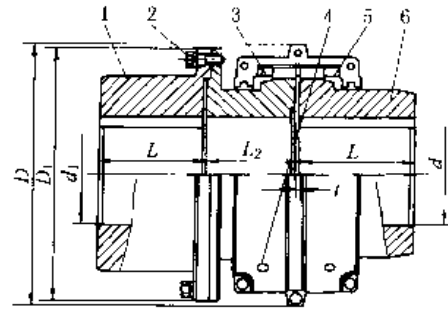
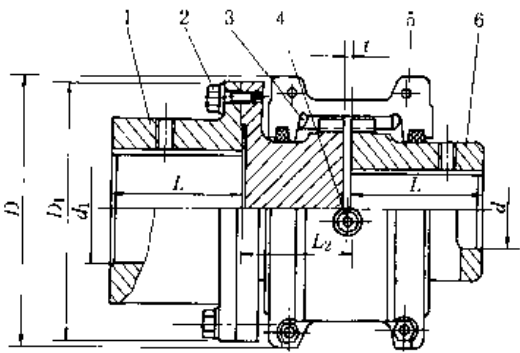
型号	公称转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径 $d$	轴孔长度 $L$	两轴端距离 $l_2$		$D$	$D_1$	$t$	重量	润滑油	
					最小	最大						
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm						/kg			
JSS11	12500	2025	90, 95, 100, 110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170	120	246	406	308	319	10	196.58	0.735	
JSS12	18000	1800	110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190	135	257		346	346		259.69	0.908	
JSS13	25000	1650	120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200	152	267		384	386		340.5	1.135	
JSS14	35500	1500	100, 110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 250	173	345		371	453		426	442.7	1.95
JSS15	50000	1350	110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 250, 260, 280	186	356		406	501		457	552.06	2.81
JSS16	63000	1220	125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 250, 260, 280, 300, 320	220	384		444	566		527	836.27	3.49
JSS17	90000	1100	100, 110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 250, 260, 280, 300, 320	249	400		491	630		591	1099.58	3.77
JSS18	125000	1050	110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 250, 260, 280, 300, 320, 340, 360	276	411		508	676		660	1479.59	4.4
JSS19	160000	900	110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 250, 260, 280, 300, 320, 340, 360, 380	305	444		576	757		711	1856.86	5.63

注：1. 重量按无孔计算。

2. 其他见表 5-2-44 注中的 1、3、4。



## 3.14.4 JSD 型一单法兰联接型联轴器的基本参数和主要尺寸



JSD1 型 ~ JSD13 型

JSD14 型 ~ JSD19 型

1—联接法兰；2—螺栓；3—蛇形弹簧；4—润滑孔；5—罩壳；6—半联轴器

工作温度：-30~150℃。

标记方法：见表 5-2-44。

表 5-2-47

型号	公称转矩 $T_c$	许用转速 $n_p$	轴孔直径		轴孔长度		两轴端距离 $L_2$		$D$	$D_1$	间隙 $t$	重量	润滑油
			法兰 $d_1$	半联轴器 $d$	法兰 $L$	半联轴器 $L$	最小	最大					
		$/N \cdot m$	$/r \cdot \min^{-1}$	$/mm$								$/kg$	
JSD1	45	3600	18, 19, 20, 22, 24		35	47	102	97	86	2.9	0.0272		
			25, 28										
			30, 32, 35	—									
JSD2	140	3600	22, 24, 25, 28		41	45	106	94	3.9	0.0408			
			30, 32, 35, 38	30, 32, 35									
			40, 42	—									
JSD3	224	3600	25, 28, 30, 32, 35, 38		54	50	109	114	113	5.9	0.0544		
			40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	40, 42									
JSD4	400	3600	32, 35, 38		60	60	56	135	125	8.98	0.068	3	
			40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	40, 42, 45, 48, 50									
			60, 63, 65	—									
JSD5	630	3600	40, 42, 45, 48		73	63	148	114	13.5	0.0862			
			50, 55, 56										
			60, 63, 65, 70, 71, 75, 80	—									
JSD6	900	3600	48, 50, 55, 56		79	76	159	152	17.5	0.113			
			60, 63, 65, 70, 71, 75	60, 63, 65									
			80, 85	—									

续表

型号	公称转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径		轴孔长度		两轴端距离 $L_2$		$D$	$D_1$	间隙 $t$	重量	润滑油
			法兰 $d_1$	半联轴器 $d$	法兰 $L$	半联轴器 $L$	最小	最大					
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm						/kg				
JSD7	1800	3600	55, 56, 60, 63, 65, 70, 71, 75		88	88	93	204	190	178	3	28.6	0.172
			80, 85, 90, 95	80									
JSD8	3150		65, 70, 71, 75, 80, 85, 90, 95		98	100			211	210		42.9	0.254
			100, 110	—									
JSD9	5600	2440	80, 85, 90, 95		120	90	103		251	251	5	70.8	0.426
			100, 110, 120, 125	100, 110									
			130	—									
JSD10	8000	2250	90, 95		127	104	106		270	276		95.7	0.508
			100, 110, 120, 125	100, 110, 120									
			130, 140, 150	—									
JSD11	12500	2025	95, 100, 110, 120, 125		150	120	125	205	308	319	6	139	0.735
			130, 140, 150	130, 140									
			160, 170	—									
JSD12	18000	1800	110, 120, 125, 130, 140, 150		162	134	130		346	346		190	0.907
			160, 170, 180	160, 170									
			190	—									
JSD13	25000	1650	120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200		152	184	135		384	359		259	1.13
JSD14	35500	1500	100, 110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180		173	183	175	185	453	426	10	342.77	1.95
			190, 200, 220	190, 200									
			240, 250	—									

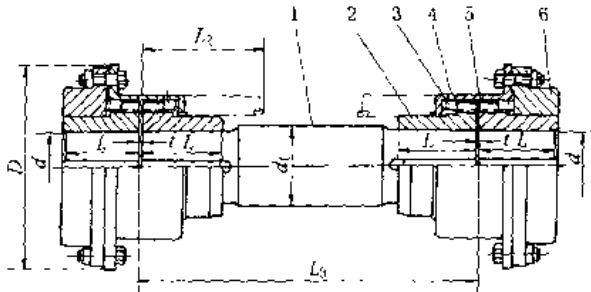
续表

型号	公称转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径		轴孔长度		两轴端距离 $L_2$		$D$	$D_1$	间隙 $l$	重量	润滑油
			法兰 $d_1$	半联轴器 $d$	法兰 $L$	半联轴器 $L$	最小	最大					
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm						/kg				
JSD15	50000	1350	110, 120, 125	120, 125	186	198	180	205	501	457	10	434.48	2.81
			130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220										
			240, 250, 260, 280	—									
JSD16	63000	1220	125	—	220	216	194	224	566	527	10	641.96	3.49
			130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220										
			240, 250, 260	240, 250									
			280, 300, 320	—									
JSD17	90000	1100	100, 110, 120, 125	—	249	239	202	247	630	590	10	859.88	3.77
			130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 250, 260										
			280, 300, 320	280									
JSD18	125000	1050	110, 120, 125	—	276	259	207	267	676	660	10	1127.71	4.4
			130, 140, 150	150									
			160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 250, 260										
			280, 300, 320	280, 300									
			340, 360	—									
JSD19	160000	900	110, 120, 125, 130, 140, 150	—	305	279	224	289	757	711	10	12.4	5.63
			160, 170, 180	170, 180									
			190, 200, 220, 240, 250, 260, 280, 300, 320										
			340, 360, 380	—									

注：1. 重量按无孔计算。

2. 其他见表 5-2-44 注中的 1、3、4。

## 3.14.5 JSJ 型一接中间轴型联轴器的基本参数和主要尺寸

工作温度:  $-30 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 。

标记方法: 见表 5-2-44。

1—中间轴; 2—半联轴器; 3—蛇形弹簧; 4—润滑孔; 5—罩壳; 6—联接法兰

表 5-2-48

型号	公称转矩	轴孔直径	中间轴	轴孔长度	中间轴	D	L <sub>2</sub>	间隙	重量	润滑油
	T <sub>n</sub>									
	/N·m									/kg
JSJ1	140	22, 24, 25, 28, 30, 32, 35	28	48	162	116	78	3	3.9	0.0408
JSJ2	400	32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50	35	60	195	158	94		8.85	0.068
JSJ3	900	48, 50, 55, 56, 60, 63, 65	50	76	213	183	103		15.62	0.113
JSJ4	1800	55, 56, 60, 63, 65, 70, 71, 75, 80	63	89	275	218	134		26.42	0.172
JSJ5	3150	65, 70, 71, 75, 80, 85	75	98	294	245	144		37.23	0.254
JSJ6	5600	75, 80, 85, 90, 95, 100, 110	90	120	372	286	182	5	63.11	0.427
JSJ7	8000	80, 85, 90, 95, 100, 110, 120	100	127	391	324	191		83.54	0.508
JSJ8	12500	90, 95, 100, 110, 120, 125, 130, 140	120	150	453	327	220	6	98	0.735
JSJ9	18000	110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170	130	162	463	365	225		140.29	0.908
JSJ10	25000	120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200	140	184	482	419	235		209.75	1.135
JSJ11	35500	140, 150, 160, 170, 180, 190, 200	160	183	549	478	268		276.94	1.952
JSJ12	50000	160, 170, 180, 190, 200, 220, 240	200	198	587	548	287		381.36	2.815
JSJ13	63000	180, 190, 200, 220, 240, 250		216	622	604	305		519.38	3.496
JSJ14	90000	200, 220, 240, 250, 260, 280	220	239	673	665	330		718.68	3.768
JSJ15	125000	240, 250, 260, 280, 300, 320	250	259	711	708	350		898.47	4.4
JSJ16	160000	280, 300, 320, 340, 360	280	289	744	782	366		1205.28	5.62

注: 1. 重量按无孔计算。

2. 中间轴最大长度计算见 3.14.6 节。

3. 其他见表 5-2-44 注中的 1、3 和 4。

## 3.14.6 JSJ 型中间轴长度的选择

(1) 按本章第 2 节计算, 在表 5-2-48 中选出联轴器型号并从表中查出中间轴直径  $d_1$  及中间轴长度的最小值 ( $L_{3min}$ )。

(2) 按中间轴轴径可从图 5-2-8 中找出中间轴最大长度: 当转速  $\leq 540\text{r/min}$  时, 对应轴径  $d_1$  的左侧数值即为中间轴的最大长度; 转速  $> 540\text{r/min}$  时, 对应轴径与图中的粗实线 ( $540\text{r/min}$ ) 相交的斜线和工作转速的交点所对应的右侧坐标轴上的数值即为中间轴的最大长度。

(3) 上述交点在图 5-2-8 中粗实线的右方时, 要求轴的结构对称, 在左方时, 不要求轴对称。

(4) 若需要更长的中间轴, 可降低转速或选用更大型号的联轴器, 亦可采用空心中间轴结构。

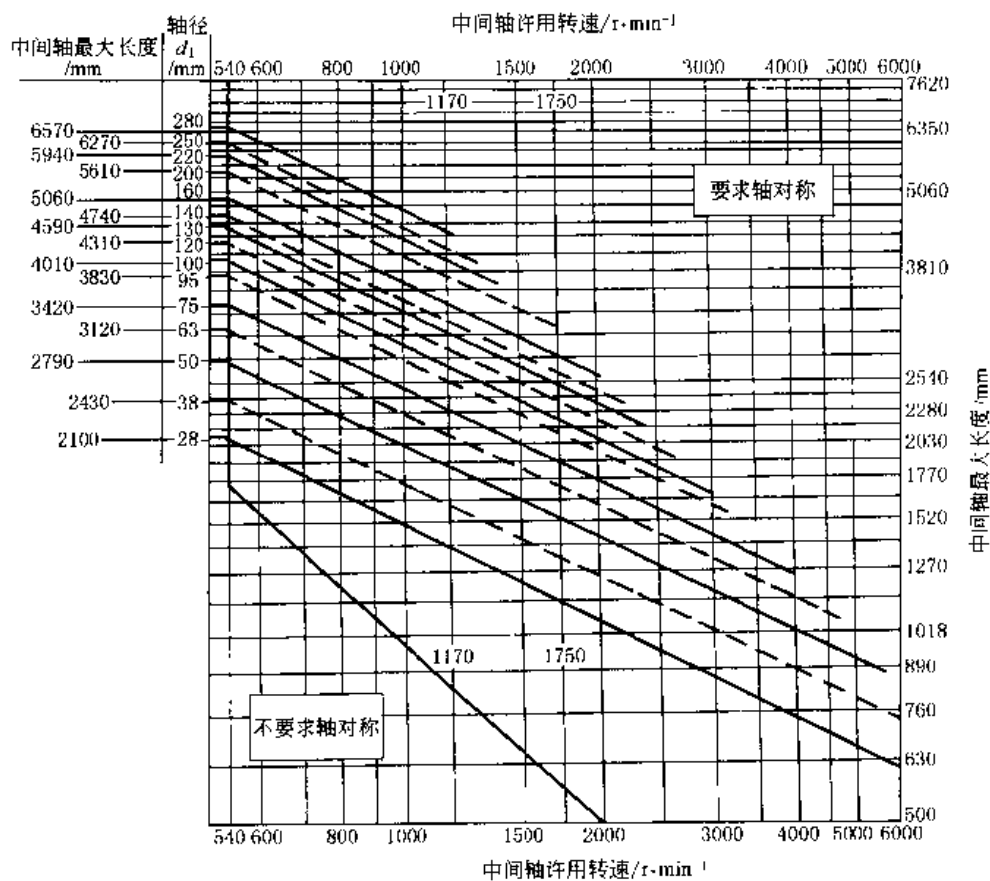
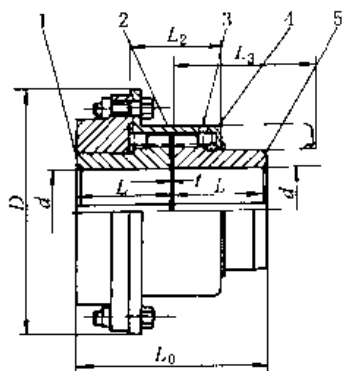


图 5-2-8 中间轴选择

3.14.7 JSG 型—高速型联轴器的基本参数和主要尺寸



工作温度：-30 ~ 150℃。  
 标记方法：见表 5-2-44。

1、5—半联轴器；2—罩壳；3—润滑孔；4—蛇形弹簧

表 5-2-49

型号	公称转矩	许用转速	轴孔直径	轴孔长度	总长	D	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	间隙	重量	润滑油
	T <sub>n</sub>	n <sub>p</sub>									
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm							/kg	
JSG1	140	10000	12, 14, 16, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 35	47	97	115	78	50	3	3.9	0.0408
JSG2	400	9000	16, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50	60	123	157	94	59		8.85	0.0675
JSG3	900	8200	19, 20, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 56, 60, 63, 65	76	155	182	103	86		15.62	0.1135

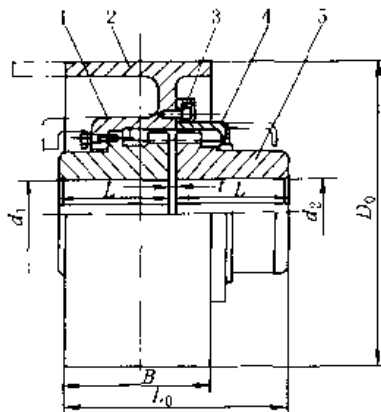
续表

型号	公称转矩	许用转速	轴孔直径 $d$	轴孔长度 $L$	总长 $L_0$	$D$	$L_2$	$L_3$	间隙 $t$	重量	润滑油
	$T_m$	$n_p$									
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>									
JSG4	1800	7100	28,30,32,35,38,40,42,45,48,50, 55,56,60,63,65,70,71,75,80	88	179	218	134	86	3	26.42	0.1725
JSG5	3150	6000	28,30,32,35,38,40,42,45,48,50, 55,56,60,63,65,70,71,75,80,85, 90,95	98	199	244	144	92		37.23	0.254
JSG6	5600	4900	42,45,48,50,55,56,60,63,65,70, 71,75,80,85,90,95,100,110	120	245	286	181	117	5	63.11	0.427
JSG7	8000	4500	42,45,48,50,55,56,60,63,65,70, 71,75,80,85,90,95,100,110,120	127	259	324	190	122		83.54	0.5085
JSG8	12500	4000	60,63,65,70,71,75,80,85,90,95, 100,110,120,125,130,140	149	304	327	220	146	6	98.06	0.735
JSG9	18000	3600	65,70,71,75,80,85,90,95,100, 110,120,125,130,140,150,160,170	162	330	365	225	150		140.29	0.908
JSG10	25000	3300	65,70,71,75,80,85,90,95,100, 110,120,125,130,140,150,160,170, 180,190,200	184	374	419	345	156		209.75	1.135

注：1 重量按无孔计算。

2 其他见表 5-2-44 注中的 1、3 和 4。

### 3.14.8 JSZ 型一带制动轮型联轴器的基本参数和主要尺寸



工作温度：-30 - 150℃。

标记方法：见表 5-2-44。

制动轮安装在从动端。

1、5—半联轴器；2—制动轮；3—罩壳；4—蛇形弹簧

表 5-2-50

型号	额定转矩	许用转速	制动轮		轴孔直径		轴孔长度 $L$	总长 $L_0$	间隙 $t$	重量	润滑油
	$T_m$	$n_p$	直径 $D_0$	宽度 $B$	$d_1$	$d_2$					
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm						/kg		
JSZ1	125	3820	160	65	—	12, 14, 16, 18, 19	54	111	3	10.44	0.085
					20, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50						
JSZ2	250	2870	200	70	—	16, 18, 19	76	155	3	23.61	0.142
					20, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 56						
					—	60, 63, 65					

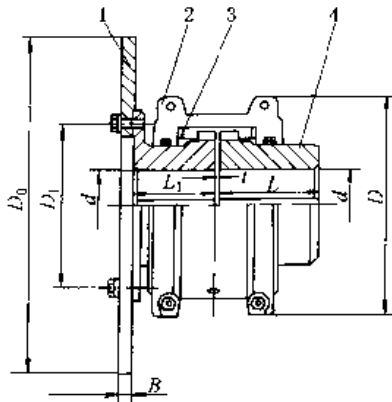
续表

型号	制动转矩 $T_m$	许用转速 $n_p$	制 动 轮		轴 孔 直 径		轴孔长度 $L$	总长 $L_0$	间隙 $t$	重量	润滑油
			直径 $D_0$	宽度 $B$	$d_1$	$d_2$					
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm						/kg		
JSZ3	355	2300	250	90	25, 28	—	82	167	3	28.6	0.17
					30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 56						
					60, 63	60, 63, 65, 70, 71					
JSZ4	1000	1730	315	110	25, 28	—	95	195	5	59.93	0.284
					30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 56, 60, 63, 65, 70, 71, 75						
					80, 85	80, 85, 90, 95					
JSZ5	1400	1350	400	140	25, 28, 30, 32, 35, 38	—	98	201	5	85.806	0.34
					40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	50, 55, 56					
					60, 63, 65, 70, 71, 75, 80, 85, 90, 95, 100						
JSZ6	2800	1145	500	180	40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	—	124	253	6	144.372	0.681
					60, 63, 65, 70, 71, 75, 80, 85, 90, 95						
					100, 110, 120	100, 110, 120, 125					
JSZ7	5600	915	630	225	60, 63, 65, 70, 71, 75	75	130	266	6	255.6	1.248
					80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 125, 130, 140						
					150, 160	150					
JSZ8	9000	820	710	255	75, 80, 85, 90, 95	—	190	386	6	485.326	3.632
					100, 110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180						
					190	190, 200					

注：1. 重量按无孔计算。

2. 其他见表 5-2-44 注中的 1、3 和 4。

## 3.14.9 JSP型一带制动盘型联轴器的基本参数和主要尺寸



工作温度：-30~150℃。

标记方法：见表 5-2-44。

制动盘安装在从动端。

1—制动盘；2—罩壳；3—蛇形弹簧；4—半联轴器

表 5-2-51

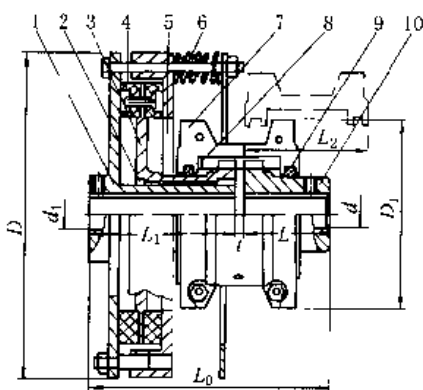
型号	制动转矩 $T_m$	许用转速 $n_p$	制 动 盘		轴 孔 直 径 $d$	轴 孔 长 度		$D$	$D_1$	间 隙 $t$	重 量	润 滑 油
			直径 $D_0$	宽 度 $B$		$L$	$L_1$					
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>			/mm							
JSP1	200	3800	315	30	20, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50	63	88	150	125	3	9.579	0.086
JSP2	315	3200			25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 56, 60, 63	76		162	133		12.349	0.1135
JSP3	630	2800			30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 56, 60, 63, 65, 70, 71, 75	88		193	152		19.794	0.1725
JSP4	1000	2700	400	30	35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 56, 60, 63, 65, 70, 71, 75, 80, 85	98	212	179	6	28.42	0.254	
JSP5	1800	2400			40, 42, 45, 48, 50, 55, 56, 60, 63, 65, 70, 71, 75, 80, 85, 90, 95, 100	120	119	250		216	47.76	0.427
JSP6	2800	2200	450	30	50, 55, 56, 60, 63, 65, 70, 71, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110	127	146	270	241	6	64.922	0.5085
JSP7	4500	2000			500	60, 63, 65, 70, 71, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 125	150	149	308		276	91.35
JSP8	6300	1800	560	30	70, 71, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 125, 130, 140, 150	162	152	346	295	6	131.66	0.908
JSP9	9000	1600			630	80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180	184	158	384		330	184.798
JSP10	12500	1500	800	30	90, 95, 100, 110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200	182	183	453	368	6	253.332	1.9068
JSP11	16000	1300			900	100, 110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220	198	198	500		400	336.414

注：1. 重量按无孔计算。

2. 其他见表 5-2-44 注中的 1、3 和 4。



## 3.14.10 JSA 型—安全型联轴器的基本参数和主要尺寸



工作温度：-30~150℃。

标记方法：见表 5-2-44。

摩擦盘安装在从动端。

1—摩擦盘轴套；2—内轴套；3—夹盘轴套；4—摩擦片；5—摩擦盘；  
6—压力调整装置；7—罩壳；8—蛇形弹簧；9—密封圈；10—半联轴器

表 5-2-52

型号	公称转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径		轴孔长度		总长 $L_0$	最大 外径 $D$	$D_1$	$L_2$	间隙 $t$	重量	润滑油	
			轴套 $d_{1max}$	半联轴器 $d$	轴套 $L_1$	半联轴器 $L$								
			/mm										/kg	
JSA1	4~35.5	3600	25	20,22,24,25,28	79	48	130	178	102	48	3	6.174	0.027	
JSA2	12.5~100		32	25,28,30,32,35		79		48	202	111		50	8.172	0.04
JSA3	20~160		35	25,28,30,32, 35,38,40	87	51	133	232	117	63		11.532	0.054	
JSA4	31.5~250		42	30,32,35,38, 40,42,45,48		60		150	270			138	16.435	0.068
JSA5	56~450		45	35,38,40,42, 45,48,50	97	63	163	301	151	76		21.974	0.086	
JSA6	80~630		56	40,42,45,48, 50,55,56,60,63	104	76	183	324	162	83		28.239	0.1135	
JSA7	140~1250	2800	65	45,48,50,55, 56,60,63,65,70, 71,75	114	89	206	362	194	92	41.042	0.172		
JSA8	250~2000	2500	75	50,55,56,60, 63,65,70,71,75, 80,85	129	99	231	414	213	109	62.652	0.254		
JSA9	450~3550	2100	90	70,71,75,80, 85,90,95,100	144	121	270	491	251	147	5	100.788	0.426	
JSA10	630~5600	1850	100	80,85,90,95, 100,110	156	127	288	543	270	152		128.028	0.499	
JSA11	1000~8000	1750	110	90,95,100,110, 120,125	185	149	340	590	308	178	6	182.962	0.726	

续表

型号	公称转矩 $T_n$	许用转速 $n_p$	轴孔直径		轴孔长度		总长 $L_0$	最大 外径 $D$	$D_1$	$L_2$	间隙 $\epsilon$	重量	润滑油
			轴套 $d_{1max}$	半联轴器 $d$	轴套 $L_1$	半联轴器 $L$							
	/N·m	/r·min <sup>-1</sup>	/mm						/kg				
JSA12	1400 ~ 11200	1450	130	100, 110, 120, 125, 130, 140, 150	193	162	361	684	346	185	6	260.142	0.908
JSA13	2000 ~ 16000	1300	160	120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180	199	184	389	767	384	213		375.912	1.135
JSA14	2800 ~ 22400	1100	170	130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200	245	183	434	864	453	254		502.124	1.907
JSA15	4000 ~ 31500	950	200	160, 170, 180, 190, 200, 220	250	198	454	989	501	267		652.398	2.815
JSA16	5600 ~ 45000	870	240	180, 190, 200, 220, 240, 250	268	216	490	1066	566	279		869.864	3.495
JSA17	7100 ~ 63000	760	280	200, 220, 240, 250, 260, 280	292	239	537	1161	630			1162.24	3.768
JSA18	10000 ~ 80000	720	300	240, 250, 260, 280, 300	297	259	562	1264	673			1426.922	4.404
JSA19	14000 ~ 100000	670	320	250, 260, 280, 300, 320	315	279	600	1377	757			1806.92	5.629

注：1. 重量按无孔计算。

2. 其他见表 5-2-44 注中的 1、3 和 4。

表 5-2-53

联轴器主要零件材料

序号	零件名称	材 料	序号	零件名称	材 料
1	半联轴器	45、40Cr	6	蛇形弹簧	65Mn、60Si2Mn、50CrVA
2	联接凸缘	ZG 270—500	7	螺 栓	8.8 级
3	中间轴	50Cr	8	螺 母	8 级
4	制动轮	ZG 310—570	9	内轴套	Z Cu 5Ph 5 Zn5
5	罩 壳	铸铝、15Mn			

## 3.14.11 联轴器许用补偿量

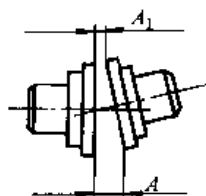
表 5-2-54

/mm

公称转矩 $T_0$ /N·m	最大允许安装误差				最大运转补偿量			轴向 $\Delta x$		
	径向 $\Delta y$			角向 $\Delta \alpha$ $\Delta \alpha = (0.25^\circ)$ 时 $A - A_1$	径向 $\Delta y$		角向 $\Delta \alpha$ $\Delta \alpha = (0.5^\circ)$ 时 $A - A_1$	JS 型、JSB 型 JSD 型、 JSJ 型、 JSG 型	JSS 型	
	JS 型、JSB 型 JSS 型、 JSD 型	JSJ 型	JSG 型		JS 型、JSB 型 JSS 型、 JSD 型	JSG 型				
45	0.15	—	—	0.076	0.31	—	0.25	$\pm 0.3$	$\pm 0.5$	
140		0.05	0.076			0.15	0.31			
224		—	—			—	0.33			
400	0.2	0.05	0.1	0.1	0.41	0.2	0.4	$\pm 0.3$	$\pm 0.5$	
630		—	—			0.127	—			0.45
900		0.05	0.1			0.15	0.2			0.5
1800		0.076				0.127				0.6
3150						0.18				0.7
5600	0.25	0.076	0.127	0.51	0.28	0.84	$\pm 0.5$	$\pm 0.6$		
8000			0.23			0.9				
12500	0.28	0.1	0.15	0.25	0.56	0.3	1	$\pm 0.6$	$\pm 1$	
18000							0.3			1.2
25000							0.33			1.35
35500	0.3	0.127	0.15	0.4	0.61	0.38	1.57	$\pm 0.6$	$\pm 1$	
50000							0.45			1.78
63000							0.5			2
90000	0.38	0.15	0.2	0.56	0.76	—	2.26	$\pm 0.6$	$\pm 1$	
125000							0.6			2.46
160000							0.68			2.72
224000	0.46	—	—	0.74	0.92	—	2.99	$\pm 1.3$	—	
315000							0.8			3.28
400000	0.48	—	—	0.89	0.97	—	3.6	$\pm 1.3$	—	
500000							0.96			3.9
630000							1.07			4.29
800000	0.5	—	—	1.77	1.02	—	4.65	—	—	

注：1. 最大运转补偿量是指工作状态允许的由于安装误差、振动、冲击、温度变化等综合因素所形成的两轴相对偏移量。

2. 角向补偿量  $\Delta \alpha = A - A_1$ 。



## 4 液力偶合器

液力偶合器是利用液体动能和势能来传递动力的一种液力传动设备。具有如下的优点。(1) 无级调速。在电机转速恒定下可以无级调节工作机的转速, 与传统的节流调节相比可以大量节省电能。(2) 轻载或空载启动电动机和逐步启动大惯量负载, 提高异步电机的启动能力。(3) 防护动力过载, 偶合器泵轮和涡轮之间没有机械联系, 转矩是通过油来传递的, 是一种柔性和有滑差的传动。当负载的阻力矩突然增大时, 其滑差可以增大, 甚至制动, 电机可继续运转而不致停车。(4) 均匀多台电机之间的负载分配。在多台电机驱动同一负载时, 允许各台电机的转速稍有差别, 使各台电机的负载分配均匀。(5) 可隔离振动, 缓和冲击。(6) 可方便实现离合。偶合器流道充油即接合, 将油排空即行脱离。(7) 除轴承外无磨损件, 工作可靠, 寿命长。因此, 在冶金、发电、矿山、市政工程、化工、运输、纺织和轻工等部门中, 得到了广泛的应用。

### 4.1 分类

表 5-2-55

名称		特性	结构特点
普通型		过载系数大, 一般为 6~7, 有的甚至高达 20 左右。具有平稳启动、隔离振动、缓和冲击的作用	结构简单, 无限矩和调速的结构, 工作腔容积大
限矩型	静压倾泄式 (牵引型)	提高原动机的启动能力, 平稳地启动大惯量工作机, 隔离振动, 缓和冲击, 协调多台原动机的载荷分配; 在运转中不能调速和脱离, 防护动力过载性能较差	涡轮出口处有挡板, 外侧有辅油室, 泵轮无支承结构, 流道内定量部分充油, 壳体风冷散热, 多带挠性联轴器, 有过热保护易熔塞
	动压倾泄式	提高原动机启动能力, 平稳地启动大惯量工作机, 隔离振动, 缓和冲击, 防护传动系统动力过载, 协调多台原动机间载荷分配; 不能调速和脱离	泵轮中心部分有内辅室, 泵轮无支承结构, 定量部分充油, 壳体风冷散热, 多带挠性联轴器或输出端装带轮, 有过热保护易熔塞
	延充式	用于启动困难的和大惯量的工作机时, 在启动过程中电动机可具有较低的载荷, 防护动力过载, 隔离振动, 缓和冲击, 协调多台原动机间载荷分配; 不能调速和脱离	有内辅室和外辅室, 泵轮无支承结构, 定量部分充油, 壳体风冷散热, 有过热防护易熔塞, 多带挠性联轴器
调速型	进口调节式	无载启动原动机, 逐步可控地启动大惯量工作机, 无级调速, 隔离振动, 缓和冲击, 协调多台原动机间载荷分配, 便于实现远操纵和电脑自动控制, 可以实现接合和脱离	勺管进口调节, 自带贮油用旋转油壳, 泵轮无支承结构, 偶合器重量有部分悬挂在原动机 (和工作机) 轴上, 小功率 (< 50kW) 时用壳体风冷散热, 功率较大时则有油外循环管路和冷却器, 带有挠性联轴器, 偶合器轴向尺寸较短, 安装时同心度要求较高
	出口调节式	无载启动原动机, 逐步可控或快速启动大惯量工作机, 无级调速, 隔离振动, 缓和冲击, 协调多台原动机的载荷分配, 便于实现远操纵和电脑自动控制, 可以实现接合和脱离, 适用于各种不同的特殊环境	勺管出口调节, 双支梁结构, 有支持轴承的箱体和底部油箱, 具有冷却供油系统和较为齐全的辅助设备 (供油泵、冷却器、滤油器等), 因有坚实的箱体支承, 运转中尤其在高速下较为稳定, 不易振动; 偶合器重量和轴向尺寸较大, 造价也较进口调节式略高
	进出口调节式	无载启动大功率异步电动机, 逐步可控地启动锅炉给水泵或高速鼓风机, 无级调速, 可在高转速大功率下进行可靠的运转, 实现远操纵和自动控制	勺管动作与进油控制阀联动, 勺管出口调节的同时, 也对进入偶合器流道的流量进行有规律控制, 以达调速的高度灵敏; 常带有增 (减) 速齿轮, 与偶合器一起组装于同一箱体内, 偶合器布置于传动齿轮的高速轴上, 悬臂梁结构, 滑动轴承

### 4.2 传动原理

液力偶合器 (图 5-2-9) 由主动轴, 泵轮 B, 涡轮 T, 从动轴和转动外壳等主要部件组成。泵轮和涡轮一般轴相对布置, 几何尺寸相同, 在轮内有许多径向辐射叶片。在偶合器内充以工作油。运转时, 主动轴带动泵轮旋转, 叶轮流道中的油在叶片带动下因离心力的作用, 由泵轮内侧 (进口) 流向外缘 (出口), 形成高压高速油流

冲击涡轮叶片，使涡轮跟随泵轮作同方向旋转。油在涡轮中由外缘（进口）流向内侧（出口）的流动过程中减压减速，然后再流入泵轮进口（如图中箭头所示），如此循环不已。在这种循环流动中，泵轮将输入的机械功转换为油的动能和势能，而涡轮则将油的动能和势能转换为输出的机械功，从而实现由主动轴到从动轴的动力传递。若用机构放去耦合器中的油，则叶轮就无法传递动力，因此，利用充油或放油，即可实现主、从动轴的接合和脱离。

泵轮和涡轮的内壁与叶片之间的空间为油循环流动的通道，称为流道。流道的最大直径  $D$  称为耦合器有效直径。

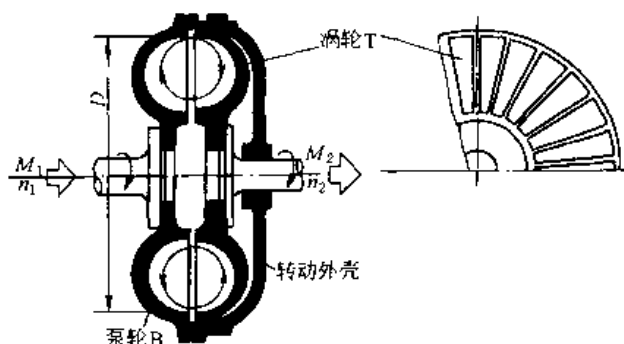


图 5-2-9 耦合器的结构原理图

### 4.3 基本关系和特性<sup>[5]</sup>

表 5-2-56

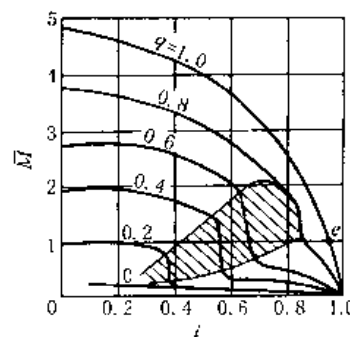
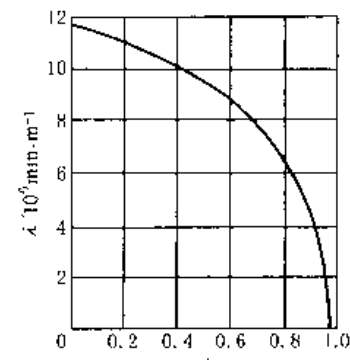
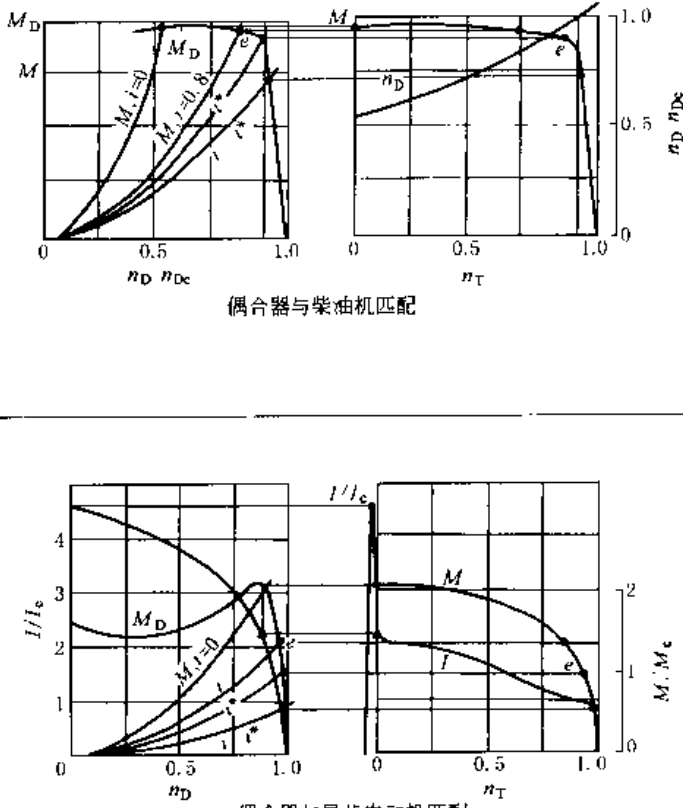
耦合器的基本关系

名称	公式	说明
稳定运转下各转矩之间的关系	$M_B = M_T = M$ $M_1 \approx M \approx M_2$	$M_1$ ——输入（主动）轴转矩 $M_2$ ——输出（从动）轴转矩 $M_B$ ——泵轮液力转矩 $M_T$ ——涡轮液力转矩 $M$ ——耦合器所传转矩 左关系中忽略了不大的外壳鼓风、轴承和油封的阻力转矩，工程上允许这种忽略
液力效率 $\eta_y$	$\eta_y = \frac{M_T n_2}{M_B n_1} = \frac{n_2}{n_1} = i$	$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_T}{n_B}$ ——转速比
滑差（转差率） $S$	$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 1 - i = 1 - \eta_y$	在传递额定扭矩时，耦合器的输出转速要比输入转速约低（2~5）%，即额定滑差 $S^* = 0.02 \sim 0.05$
耦合器效率 $\eta$	$\eta = i \left( 1 - \frac{\sum \Delta N}{N_1} \right) = \eta_y \eta_m$	$\sum \Delta N$ ——耦合器空转时功率损失 $N_1$ ——耦合器输入轴功率 $\eta_m$ ——机械效率
过载系数 $T_s$	$T_s = \frac{M_{\max}}{M_e}$	$M_{\max}$ ——耦合器最大扭矩，一般出现在 $i = 0$ 工况 $M_e$ ——耦合器所传的额定转矩

表 5-2-57

特 性

名称	图形及说明
外特性 $M = f(i)$	<p>在流道全充油，<math>n_B</math> 和油的密度 <math>\rho</math> 为定值下，耦合器转矩 <math>M</math> 随 <math>i</math> 的变化关系见图。</p> <p><math>\bar{M}</math>——转矩对额定点 <math>e</math> 的相对值</p> <p>当 <math>i</math> 由零到 1 变化时，<math>M</math> 由某一最大值逐步下降到零。具体曲线图形还随流道几何参数不同而异</p>

名称	图形及说明
部分充油特性 $M = f(i, q)$	在 $n_B$ 和 $\rho$ 不变下, $M$ 随流道中油充满程度 $q$ 和 $i$ 的变化关系见图。流道未充满 ( $q < 1.0$ ) 时, $M$ 均低于外特性曲线, 曲线具体形状随不同流道几何参数有所区别。有局部不稳定区 (阴影部分) 
无因次(原始)特性 $\lambda = f(i)$	转矩无因次系数, $\lambda = \frac{M}{\rho n_B^2 D^5}$ 转矩系数有因次 $\lambda = \frac{M}{\rho g n_B^2 D^5} = f(i)$ 称原始特性, 后者工程上通用。表示一系列流道几何相似偶合器的共性, 并忽略 $Re$ 数对 $\lambda$ 的不大影响。可以推算出某偶合器在不同 $n_B$ 和 $\rho$ 时的 $M$ 
与原动机的匹配特性 $M_D = M_l = M = \rho g \lambda n_B^2 D^5$ $n_D = n_B$ $\lambda$ 可取自原始特性 $\lambda = f(i)$ , 任选一 $i$ 必可得对应该 $i$ 的 $\lambda$ , 所选原动机特性由该原动机制造厂提供 $i^*$ 时抛物线应通过额定工况点 $e$ 原动机转矩 $M_D$ , 转速 $n_D$ , 电机电流 $I$ 和偶合器转矩 $M$ 随涡轮转速 $n_T$ (或输出转速 $n_2$ ) 的变化关系 可以看出 $n_T = 0$ 时, $n_D \neq 0$ , 且常可大于柴油机最低稳定转速 $n_{Dmin}$ , 柴油机可不致熄火 当 $kg$ 小于电动机的 $\frac{M_{Dmax}}{M_{De}}$ 时, 如果工作机突然发生卡住或动力过载 ( $n_T = 0$ ), 电动机可在最大转矩右侧附近运转, 不致失速 (或闷车)	 <p style="text-align: center;">偶合器与柴油机匹配</p> <p style="text-align: center;">偶合器与异步电动机匹配</p>

续表

名称	图形及说明
<p>调速特性</p> <p>部分充油特性与工作机(载荷)特性 <math>M_2 = f(n_2)</math> 相配合</p> <p>1—载荷转矩 <math>M_2 \propto n_2^2</math>, 调速范围 <math>i = 0.25 \sim 0.97</math>;</p> <p>2—恒转矩载荷 <math>i = 0.4 \sim 0.97</math>;</p> <p>3—减转矩载荷 <math>i \approx 0.68 \sim 0.97</math></p>	

表 5-2-58

调速原理

调速形式	调速原理及说明
<p>勺管, 出口调节</p>	<p>由外部油泵供应的进入偶合器流道的流量不变, 勺管排油能力大于供油, 流道内存油面(即充油度 <math>q</math>) 与勺管口齐平, 移动勺管于最内和最外缘两极限位置(即全充油和排空)之间任一位置, 可得对应充油度 <math>q</math> 和输出转速 <math>n_2</math>, 实现无级调速</p> <p>导管口调节原理</p> <p>1—泵轮; 2—涡轮; 3—流通孔; 4—排油; 5—导管; 6—副叶片; 7—转动外壳; 8—进油管; 9—旋转油环</p>
<p>勺管和喷嘴, 进口调节</p>	<p>流道外侧有数个喷嘴常开连续喷油, 流道的充满程度视勺管提供的油量而定。勺管伸入最下侧(外缘), 旋转油壳内存油几乎全出勺管勺取供应流道, 流道全充满, 输出轴全速; 勺管拉起至上限位置, 流道内油由喷嘴排入旋转油壳, 流道排空, 输出最低速, 勺管置于两极限位置之间, 即得对应流道充油度 <math>q</math> 和输出转速 <math>n_2</math> 实现无级调速</p> <p>(a) 输出全速</p> <p>(b) 输出最低速</p>

表 5-2-59

限 矩 原 理

名 称	工 作 原 理 图 及 说 明	
牵引型 (静压倾泄式)		<p>外壳与涡轮外侧有较大容积辅油室, 并在外缘与流道相通。涡轮停转或低速时, 辅油室油层厚度大, 贮油量, 流道内部分充油, 加上挡板阻流作用, 限制了低速工况的过大转矩。涡轮高速时, 因离心力加大, 辅油室油流向流道, 油层厚度与流道接近, 流道充满程度增加, 挡板阻流作用减弱, 传递额定转矩</p> <p>注入耦合器的油是定量的, 并使流道部分充油</p>
限矩型 (动压倾泄式)		<p>泵轮内缘设有内辅室, 流道内定量部分充油。涡轮高速时, 流道内油量变化不大, 接近全充油, 传递额定转矩。当涡轮转速降低到 <math>i \approx 0.8</math> 以下时, 反抗压头明显低于泵轮, 液流结构由小循环变为大循环, 冲向内辅室, 满后流道变为部分充油, 所传转矩降低, 达到限制过大转矩的目的</p>
限矩型 (延充式)		<p>泵轮内缘有内辅室, 外侧有外辅室。由静止启动时, 外辅室存油由孔 a 缓缓流入流道, 使所传转矩逐渐增加。反之, 当涡轮突然减速时, 内辅室的油一部分可经孔 b 流入外辅室, 降低涡轮低转速时转矩。如采取结构措施, 可减少特性中转矩跌落现象, 限矩性能好</p>
限矩型 (阀控延充式)		<p>泵轮内辅室上装有延充阀。泵轮 (即电动机) 开始启动时, 延充阀开, 涡轮环流冲向内辅室后, 经 b 孔大量流入外辅室, 流道内充油度减小, 扭矩大大减小, 使电机轻载快速启动。当泵轮 (电动机) 超过临界转速后, 因离心力作用关闭, 侧辅室油经 a 孔逐步进入流道, 使转矩缓慢增加。涡轮失速或制动时, 转矩特性与动压倾泄式类似, 限矩性能好</p>



## 4.4 设计原始参数及其分析

### (1) 功率与转速

偶合器所传功率和输入转速，一般等于原动机的额定功率和额定转速。对于原动机为异步电动机的工作机，使用偶合器后可解决电机的轻载启动问题，故以工作机的额定功率作为偶合器所传功率。功率和转速通常有如下几种组合（表 5-2-60）。

表 5-2-60 偶合器功率与转速常用组合

功率与转速组合	型 式	使用目的	应用实例	设计要点
小功率（< 100kW）与中速（1000 ~ 1500r/min）或高速（3000r/min）	牵引型限矩型 调速型	解决电动机轻载启动、工作机平稳启动、过载防护、无级调速、隔振防冲等问题	带式输送机、塔式起重机、刨煤机、破碎机、离心机、空调风机、供水泵等	除妥善解决启动、限矩和调速性能之外，应着重在结构简单、不用或简化冷却供油系统，减小尺寸重量和降低制造成本上多加研究，并应易于批量生产
中功率（300 ~ 3500kW）与低速（365 ~ 600r/min）或中速（750 ~ 1500r/min）	调速型（部分限矩型）	无级调速、无载或轻载启动，隔振防冲	水泵、泥浆泵、尾矿泵、转炉除尘风机、锅炉引风机、送风机、球磨机、挤压机等	应力求缩短轴向尺寸，简化冷却供油润滑系统
大功率（1600 ~ 20000kW）与高速（3000r/min）或超高速（4500 ~ 6000r/min）	调速型	无级调速、无载启动	电站锅炉给水泵、煤气鼓风机、舰船燃气轮机动力装置、高炉鼓风机	应着重解决高转速叶轮与转动外壳的过大应力问题，以及调速控制以及冷却供油润滑系统等。这类偶合器常带有增速齿轮，因此，高速齿轮传动和轴承、振动等问题也应加以重视

### (2) 滑差与效率的确定

偶合器在额定工况长期运转时的滑差  $S^*$  和对应的效率  $\eta^*$ ，可按不同情况参照表 5-2-61 加以确定。

表 5-2-61 额定工况下的滑差  $S^*$  与效率  $\eta^*$

型 式	功 率 /kW	额定工况滑差 $S^*$	机械效率 $\eta_m$	偶合器效率 $\eta^* = (1 - S^*) \eta_m$	说 明
牵引型和限矩型	$\leq 10$	0.05 ~ 0.07 (常取 0.05)	约为	$\geq 0.94$	$S^*$ 取得小，虽可提高传动效率，但有效直径增大，重量尺寸增加，造价也增加，还将使过载系数 $T_d$ 增大，偶合器启动和过载防护性能不易得到保证
	$> 10$	0.04	0.99	$\geq 0.95$	
调速型	$< 1600$ $> 1600$ (带增、减速齿轮)	0.03 ~ 0.02 常取 0.03	0.985 ~ 0.992 0.98 ~ 0.99	0.955 ~ 0.972 0.95 ~ 0.97	$S^*$ 取小，可提高传动效率，但有效直径增加，对叶轮和转动外壳的强度不利，重量尺寸增大，调速范围也将缩小
间歇工作偶合器		0.07 ~ 0.30			必须限制偶合器的重量尺寸或过载系数，又只供短期或间歇工作、经济性不重要的场合（例如塔吊走行轮驱动偶合器）， $S^*$ 可选取较大的值，可大大减小有效直径、重量和造价

### (3) 启动和过载防护的要求

为了有效地防护动力传动系统免于过载而破坏，和在工作机启动时充分利用异步电动机的最大扭矩，偶合器的过载系数应满足如表 5-2-62 的要求。

表 5-2-62 牵引型和限矩型耦合器的过载系数  $T_g$

功率范围	大中功率 ( > 500kW )	小功率 ( < 100kW )	不限
原动机类型	异步电动机	异步电动机	柴油机
过载系数 $T_g$	< 3.5	< 2.5 ~ 2.7	< 4

(4) 调速范围

调速型耦合器的调速范围，一般已能满足使用要求（见表 5-2-63）。如要超出这一范围，可采取某些结构措施达到，但在设计之前必须加以明确。

表 5-2-63 调 速 范 围

工作机转矩特性	调 速 范 围	应 用 实 例
恒转矩	$i = 0.40 \sim 0.97$	起重机，运输机，往复泵
二次抛物线转矩 ( $M_2 \propto n_2^2$ )	$i = 0.20 \sim 0.97$	离心风机，压气机，无背压水泵
减转矩	$i = 0.6 \sim 0.97$ (视管道静压头而异)	定背压锅炉给水泵，输油泵，离心水泵等

(5) 全程调速或离合时间

表 5-2-64

耦合器型式	全程调速时间/s	说 明
出口调节式（箱体式）	10 ~ 30	视泵轮转速、供油泵排量、有效直径和勺管管径大小等不同而有所差别
进口调节式（旋转油壳式）	升速 10 ~ 30 降速 60 ~ 180	

(6) 重量尺寸

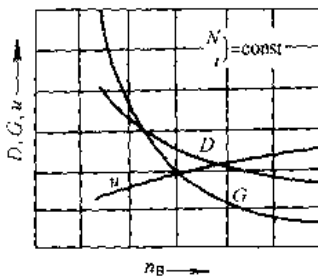


图 5-2-10 所传功率恒定下的相似规律  
D—有效直径；G—本体重量；u—叶轮圆周速度

指耦合器的本体以及与本体相联的辅助结构（如箱体）的重量和尺寸。在传递同一功率的情况下，有效直径  $D$  与泵轮转速  $n_B^{3/5}$  成反比，而耦合器本体重量  $G$  又与  $D^2$  成正比<sup>[7]</sup>。因此，为减小耦合器重量尺寸，设计时常将耦合器输入轴直接与原动机相联，或布置在转速更高的高速轴上。自然，随着输入转速增加，叶轮圆周速度  $u$  增大，应力也相应增加，见图 5-2-10。此外，耦合器重量尺寸在很大程度上与结构布置形式有关，在总体设计时应特别注意。

#### (7) 振动值

耦合器在流道全充油和额定转速下运转时，在整机轴承部位所测得的振幅值（包括垂直、水平和轴向方向），一般不应大于  $60 \sim 120 \mu\text{m}$ （全幅），高转速耦合器和出口调节式耦合器取小值，低转速耦合器和进口调节式耦合器取大值。

#### (8) 工作油

耦合器的工作油也作为润滑油，对油的要求是：粘度较低，润滑性适当，密度较大，无腐蚀性，闪点较高，不易产生泡沫。对于一般采用滚动轴承支承的各种耦合器，常用 20 号机械油；对带有增速（或减速）齿轮并采用滑动轴承的耦合器，为改善润滑，普遍应用 22 号透平油。

#### (9) 易熔塞与易熔合金

对于要求防护动力过载的耦合器，必须在流道外缘的转动外壳上安装 2~3 只易熔塞（内孔注有易熔合金的螺堵）。其目的是一旦工作机在运转中因阻力过大被卡住而停转时，仍在运转的原动机的全部功率将被耦合器吸收（此时  $S=1$ ，耦合器效率为零），使油温短期内剧烈上升，达某一值后易熔合金熔化，流道中油将通过易熔塞中的孔排出壳体外，流道排空，所传功率也随之切断。从而使传动系统得到了真正的保护。

易熔合金的熔点必须低于油的闪点，常取  $110 \sim 140^\circ\text{C}$ 。对于使用环境有防爆要求的场合，应视具体情况进行慎重的选择。

### 4.5 流道选型设计

耦合器流道的几何参数包括：流道在轴面上的几何形状、叶片数、厚度和角度，有无内环和挡板及它们的尺寸及辅油室的位置和容积等。不同耦合器流道、其原始特性各不相同。目前，国内外常用的几种流道和其由试验所得的原始特性列于表 5-2-65 中。

#### (1) 流道选型原则

1) 在额定工况滑差  $S^*$ （或  $i^*$ ）时，耦合器原始特性应具有尽可能大的扭矩系数  $\lambda^*$  值。

由  $M = \rho g \lambda^* n_B^2 D^5$  公式可见， $\lambda^*$ （对应滑差  $S^*$ ）愈大，在其他相同条件下， $D$  可愈小，或  $M$  可愈大，或  $S^*$  可愈小。因此， $\lambda^*$  大小是耦合器各种流道进行比较时的重要指标之一。对大多数流道， $S^* = 0.03$  时之  $\lambda^*$  值为  $(1.2 \sim 2.7) \times 10^{-6} \text{min}^2/\text{m}$ 。国标 GB 5837—86 中规定，对调速型耦合器， $S^* \leq 0.03$  时之  $\lambda^*$  应  $\geq 1.7 \times 10^{-6}$ ；限矩或牵引型耦合器， $S^* \leq 0.04$  时之  $\lambda^*$  应  $\geq 1.6 \times 10^{-6}$ 。

2) 对于限矩型耦合器，涡轮零速（ $S=1$ ）工况时的扭矩系数  $\lambda_0$  应尽可能小，或在规定的过载系数  $T_g$  之内，使耦合器有较好的过载防护性能。某些要求脱离的调速型耦合器也希望有较小的  $\lambda_0$ ，以减小在脱离状态下流道内部的空转损失，避免长期空转时，耦合器流道内温升过高而产生故障。

3) 对于限矩型耦合器，还希望特性曲线波动较小。这种波动常用凹陷系数  $e = \lambda_{\text{Lmax}}/\lambda_{\text{Lmin}}$  来表示，式中  $\lambda_{\text{Lmax}}$  和  $\lambda_{\text{Lmin}}$  为在  $d\lambda/di > 0$  区段上扭矩系数的局部最大值和最小值。 $e$  值愈大，性能愈差， $e=1.0$  最佳，一般  $e \leq 1.4$ 。当  $e > T_g$  时，在启动过程中耦合器就有可能不能加速到额定工况点，因而无法维持正常工作。

4) 对于绝大多数要求无级调速的工作机，一般调速耦合器无限矩要求，相反希望在  $S$  增加时  $M$  急剧增加，也即具有较“坚挺”的特性，以扩大耦合器的调速范围。

5) 为便于叶轮与轴、勺管装置以及辅油室等的结构布置，希望流道有较大的  $d_0/D$  值。对于用机械加工方法形成流道的还要求流道轴面形状简单。尽可能用径向直叶片使耦合器正反方向运转时性能相同。还应注意所选用的流道在运转中有较小的轴向推力。

上述几条原则仅供流道选型时分析比较之用，最佳的选择自然还视所设计耦合器的具体情况而定。例如将耦合器作为液力制动器（或减速器、水力测功器）时，就希望在设计工况  $S^* = 1$  时具有很大的  $\lambda_0$  以减小尺寸。这种特殊情况这里不加讨论。

表 5-2-65

序 列	流道名称	流道几何形状	原始特性	有效直径 $D/m$	几何参数	特性参数	叶片数 $z$	充油度	特 点	模 型 情 况
1	桃形			$D = \sqrt[5]{\frac{M_e}{\rho g \lambda^3 \cdot n_{De}^2}}$ $= \sqrt[5]{\frac{9555 N_e}{\rho g \lambda^3 \cdot n_{De}^2}}$ <p><math>M_e</math> —— 偶合器所传额定转矩, <math>N \cdot m</math>;  <math>N_e</math> —— 偶合器所传的额定功率, <math>kW</math>;  <math>\rho</math> —— 工作油密度, <math>kg/m^3</math>;  <math>g</math> —— 重力加速度, <math>g = 9.81 m/s^2</math>;  <math>\lambda^*</math> —— 额定工况转速比 <math>i^*</math> (或 <math>S^*</math>) 时的转矩系数。</p>	$d_0 = 0.525 D$ $r_1 = 0.16 D$ $r_2 = 0.104 D$ $S = 0.05 D$ $\Delta = 0.01 D$	$\lambda_{0.97} = (1.6 \sim 2.1) \times 10^{-6}$ $\lambda_{0.98} = (1.2 \sim 1.3) \times 10^{-6}$		全充油	普通用 于调速 型, $d_0/D$ 较大	$D = 0.4 m$ $n_B = 1400 r/min$
2	扁圆形			<p>本表中 <math>\lambda_{0.97}, \lambda_{0.98}</math> 和 <math>\lambda_{0.96}</math> 所对应的 <math>i^*</math> 各为 0.97, 0.98 和 0.96;  <math>n_{De}</math> —— 原动机或泵轮额定转速, <math>r/min</math></p>	$d_0 = 0.415 D$ $r = 0.1465 D$ $S = 0.0244 D$ $d_1 = 0.585 D$ $\Delta = 0.01 D$	$\lambda_{0.97} = (2.0 \sim 2.4) \times 10^{-6}$ $\lambda_{0.98} = (1.4 \sim 1.6) \times 10^{-6}$	$z_B = 8.65 D^{0.278}$ ( $D$ 用 $mm$ ) $z_1 = z_B \pm 2$	全充油	普通用 于调速 型, $d_0/D$ 较小, 但 $\lambda_{0.97}$ 较大	$D = 0.36 m$ $n_B = 1470 r/min$
3	牵引型 (静压倾泄式)				$d_0 = 0.32 D$ $d_2 = 0.53 D$ $d_1 = 0.60 D$ $r = 0.15 D$ $b = 0.30 D$ $\Delta = 0.01 D$	$\lambda_{0.96} \approx 1.6 \times 10^{-6}$ $\lambda_0 = 4.6 \times 10^{-6}$ $T_g = 2.87$ $T_{max} = 3.88$		定量 部分 充油	用于启 动大惯量 工作机	$D = 0.368 m$ $n_B = 1450 r/min$

续表

序号	流道名称	流道几何形状	原始特性	有效直径 $D/m$	几何参数	特性参数	叶片数目	充油度	特点	模型情况
4	限矩型 (动压倾泄式)			$D = \sqrt{\frac{M_e}{\rho g \lambda^3 n_{Te}^2}}$ $= \sqrt{\frac{9555 N_e}{\rho g \lambda^3 n_{Te}^2}}$ $M_e \text{ --- 偶合器所传额定转矩, N}\cdot\text{m;}$ $N_e \text{ --- 偶合器所传的额定功率, kW;}$ $\rho \text{ --- 工作油密度, kg/m}^3;$ $g \text{ --- 重力加速度, g = 9.81 m/s}^2;$ $\lambda \text{ --- 额定工况转速比 } i^* \text{ (或 } S^*) \text{ 时的转矩系数, min}^2/\text{m;}$ <p>本表中 <math>\lambda_{0.97}</math>, <math>\lambda_{0.98}</math> 和 <math>\lambda_{0.96}</math> 所对应的 <math>i^*</math> 各为 0.97, 0.98 和 0.96;</p> $n_{Te} \text{ --- 原动机或泵轮额定转速, r/min}$	$d_0 = 0.52D,$ $\rho = 0.12D,$ $b_1 = 0.10D,$ $b_2 = 0.07D,$ $b_3 = 0.055D,$ $b_4 = 0.158D,$ $d_1 = 0.516D,$ $d_2 = 0.376D,$ $\Delta = 0.01D$	$\lambda_{0.96} = (1.35 \sim 1.6) \times 10^{-6}$ $T_e = 2.5 \sim 3.4$			$D = 0.368m$ $n_B = 1450$ r/min	
5	限矩型 (延充式)			$z_N = 8.65 D^{0.279}$ ( $D$ 用 mm) $z_T = z_B \pm 2$	$\lambda_{0.96} = 1.4 \times 10^{-6}$ $\lambda_0 = 2.6 \times 10^{-6}$ $T_e = 1.84 \sim 2.04$			定轴部分充油度较小	$D = 0.65m$ $n_B = 980$ r/min $z_B = 82$ $z_T = 80$	

注: 1. 表中所列流道, 其叶片均为径向直叶片, 故正反转的特性相同。

2. 对序列 3、4、5 定量部分充油流道  $\lambda_{0.96}$ ,  $T_e = \frac{\lambda_0}{\lambda_{0.96}}$  和  $T_{gmax} = \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{0.96}}$  均是指最大充油度而言的。减小充油度, 则  $\lambda_{0.96}$  和  $T_e$  也有所降低<sup>[2]</sup>。

3. 序列 5 的延充式流道可加装延充阀。

4. 用表中公式计算有效直径  $D$  时, 未考虑偶合器模型和实物之间的不同而引起的不大影响。实际上这一影响还是存在的。具体表现为  $\lambda^*$  (如  $\lambda_{0.96}$ ) 有一变化范围, 当设计的偶合器泵轮转速  $n_B$  愈高,  $D$  愈大、流道加工有较高的精度和较低的粗糙度、油温较高和油的粘度愈小时, 则同一  $i$  下的  $\lambda^*$  值偏大 (以上任一因素均影响  $\lambda^*$  偏大), 反之则偏小。这一点在计算  $D$  时应按具体加以考虑。

5. 为了通用和便于选购定型产品, 由上表计算出来有效直径  $D$ , 必须向上圆整到国标 GB 5837-86 所规定的系列尺寸, 例如 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500, 560, 650, 750, 800, 875, 1000, 1150mm 等。由于向上圆整, 故在传递额定功率时偶合器实际滑差  $S^*$  (如  $S^* = 0.03$ ) 略小。

6) 偶合器叶轮的叶片厚度  $\delta$  见表 5-2-66。

表 5-2-66

有效直径 $D/\text{mm}$	叶轮制造工艺	叶片厚度 $\delta$ /mm	说明
250~500	钢板冲压轮壁, 铆接或焊接薄钢板叶片	1~1.5	适于大量生产
250~450 450~1000	铝合金铸造叶轮	2~3.5 4~8	金属模取低值 砂模取高值
450~700	铸造合金钢 铸钢轮壁, 焊接钢板叶片	5~6 3~5	
800~2000	铸钢轮壁, 焊接钢板叶片	4~6	

## (2) 实例

例 1 试确定一台调速型偶合器流道的主要尺寸。原动机为 1600kW, 2985r/min 异步电动机, 工作机为 1200kW 离心鼓风机, 额定滑差  $S^* \leq 0.03$ , 采用 20 号机械油, 油温 70℃ 时的密度  $\rho = 870\text{kg/m}^3$ 。

选用表 5-2-65 中的扁圆形流道, 并取  $S^* = 0.03$ , 此时其  $\lambda^* = 2.1 \times 10^{-6}$ 。因偶合器能协助电动机实现无载启动, 故以 1200kW 作为偶合器所传的额定功率  $N_e$ , 按表中公式计算流道几何参数, 有效直径为:

$$D = \sqrt[5]{\frac{9555 N_e}{\rho g \lambda^* n_{De}^3}} = \sqrt[5]{\frac{9555 \times 1200}{870 \times 9.81 \times 2.1 \times 10^{-6} \times 2985^3}} = 0.474\text{m}$$

按系列尺寸, 向上圆整到  $D = 0.5\text{m}$ 。由于这一圆整, 则在额定工况实际运转时,  $S^*$  必将小于 0.03。

流道其余几何尺寸为:

$$d_0 = 0.415 \times 0.5 = 0.2075\text{m}$$

$$\rho = 0.1465 \times 0.5 = 0.07325\text{m}$$

$$S = 0.0224 \times 0.5 = 0.0112\text{m}$$

$$d_1 = 0.585 \times 0.5 = 0.2925\text{m}$$

$$\Delta = 0.01 \times 0.5 = 0.005\text{m}$$

叶片数  $z$

$$z_B = 8.65 \times D^{0.279} = 8.65 \times 500^{0.279} = 8.65 \times 5.66 = 48.98$$

取泵轮叶片数  $z_B = 50$ , 涡轮叶片数  $z_T = 50 - 2 = 48$ 。叶片沿叶轮圆周均匀分布。

例 2 按如下条件确定限矩型偶合器有效直径, 并校验其过载防护性能。7.5kW、1470r/min 异步电动机经偶合器带动灰渣破碎机, 运转中要求动力过载保护,  $S^* \approx 0.04$ , 采用 20 号机械油, 70℃ 时之  $\rho = 870\text{kg/m}^3$ 。

选表 5-2-66 中的限矩型 (动压倾泄式) 流道, 取  $S^* = 0.04$  时之  $\lambda^* = \lambda_{0.96} = 1.45 \times 10^{-6}$ , 原始特性中最大转矩系数  $\lambda_0 = 3.8 \times 10^{-6}$  (在  $i = 0$  时)。有效直径为

$$D = \sqrt[5]{\frac{9555 N_e}{\rho g \lambda^* n_{De}^3}} = \sqrt[5]{\frac{9555 \times 7.5}{870 \times 9.81 \times 1.45 \times 10^{-6} \times 1470^3}} = 0.277\text{m}$$

按系列尺寸, 取  $D = 0.28\text{m}$ 。

该异步电动机之最大转矩和额定转矩的比值  $M_{D_{\max}}/M_{De} = 2.2$ , 最大转矩所对应的转速约为 1375r/min。当工作机突然因阻力增大而减速时, 偶合器所能出现的最大转矩 ( $i \approx 0$ ) 为

$$M_{\max} = \rho g \lambda_0 n_B^2 D^5 = 870 \times 9.81 \times 3.8 \times 10^{-6} \times 1375^2 \times 0.28^5 = 105.5\text{N} \cdot \text{m}$$

异步电动机额定转矩为:

$$M_{De} = 9555 \cdot \frac{N}{n} = 9555 \cdot \frac{7.5}{1470} = 48.75\text{N} \cdot \text{m}$$

异步电机所能产生的最大转矩

$$M_{D_{\max}} = 2.2 \cdot M_{De} = 2.2 \times 48.75 = 107.25\text{N} \cdot \text{m}$$

由于  $M_{D_{\max}} > M_{\max}$ , 故工作机被突然卡住不转时, 电动机仍可在稍高于最大转矩对应的转速运转, 不致停车。几分钟后因油过热易熔塞熔化, 将流道内油排空, 偶合器不再传递功率, 从而起过载防护作用。

## 4.6 轴向推力计算

偶合器运转时叶轮上的轴向推力由推力轴承承受。设计时必须算出轴向推力的大小及其方向, 以确定轴承的

承载能力。

作用在叶轮（以涡轮为例）上的轴向推力由三部分组成（图 5-2-11）：涡轮内外壁因油压力不等而产生的轴向力  $F_1$ ，方向使涡轮和泵轮靠近；因液流轴面流速  $v_m$  方向变化而引起的推力  $F_2$ ，其方向使涡轮与泵轮分开；以及因供油压力和不平衡面积而产生的推力  $F_3$ ，方向使两叶轮分开。轴向推力的计算可按表 5-2-67 进行。

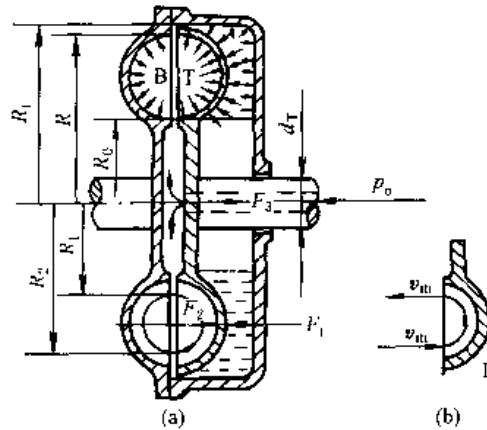


图 5-2-11 耦合器的轴向推力

(a) 耦合器中油压力；(b) 因液流方向变化而引起的轴向推力

表 5-2-67

名 称	计算公式或参数选择
转速比 $i$	按运转工况选择。一般选 $i = 0.97, 0.95$ 和 $0$ 三点
泵轮角速度 $\omega_B/s^{-1}$	$\omega_B = \frac{2\pi n_B}{60}$ $n_B$ ——泵轮转速, r/min
工作油密度 $\rho/kg \cdot m^{-3}$	按油种及油温确定。20号机械油 70℃时 $\rho = 870kg/m^3$
流道有效半径 $R/m$	$R = D/2$
最小油膜半径 $R_0/m$	全充油时常取 $R_0 = d_0/2$
泵轮最大浸油半径 $R/m$	视结构而定
涡轮内外壁因油压力不等而产生的轴向力 $F_1/N$	$F_1 = \frac{\rho \omega_B^2 \pi}{2} \frac{\pi}{2} (R_1^2 - R_0^2) \left[ \left( \frac{1+i}{2} \right)^2 - i^2 \right]$ 方向使两叶轮相互靠近, 设为“-”
流道内液流流动中心半径 $R_m/m$	$R_m = \sqrt{\frac{R^2 + R_0^2}{2}}$ 按匀速流流动模型计算
中央轴面流线内半径 $R_1/m$	$R_1 = \sqrt{\frac{R_m^2 + R_0^2}{2}}$ (说明同上)
中央轴面流线外半径 $R_2/m$	$R_2 = \sqrt{\frac{R^2 + R_m^2}{2}}$ (说明同上)
耦合器所传转矩 $M/N \cdot m$	$M = \rho g \lambda \cdot n_B^2 \cdot D^5$ $\lambda = f(i)$ 由原始特性求得
流道内循环流量 $Q/m^3 \cdot s^{-1}$	$\frac{M}{\rho \omega_B (R_2^2 - R_1^2 \cdot i)}$ $Q$ 将随 $i$ 不同而异
因液流方向变化而产生的推力 $F_2/N$	$F_2 = \rho Q^2 \frac{4}{\pi (R^2 - R_0^2)}$ 方向使两叶轮分开, 设为“+”
耦合器外供油压力 $p_0/Pa$	视供油系统而定, 通常 $p_0 = (0.5 \sim 2) \times 10^5 Pa$

名称	计算公式或参数选择
因不平衡面积而产生的推力 $F_1/N$	$F_1 = \rho_c \frac{\pi d_1^2}{4}$ 按图示结构, 该力方向为“+”
轴向力的合力 $F/N$	$F = -F_1 + F_2 + F_3$

注: 1. 通常选用  $i = 0.97 \sim 0.95$  工况计算轴向推力  $F$ , 以计算长期运转下推力轴承的使用寿命; 以  $i = 0$  工况计算最大推力, 以校核短期超载荷运转下轴承承载能力, 防止轴承破坏。  
 2. \* 项对于定量部分充油的牵引型和限矩型耦合器并不存在, 故  $F_1 = 0$ 。

对于小功率采用滚动轴承来承受推力的耦合器, 常采用估算法来确定推力, 从上表中  $F_1$  和  $F_2$  公式可以推出

$$F = K \rho g n_B^2 D^4 (N) \tag{5-2-18}$$

式中  $K$ ——轴向推力系数,  $\text{min}^2/\text{m}$ ;

$\rho$ ——油的密度,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$g$ ——重力加速度,  $\text{m}/\text{s}^2$ ;

$n_B$ ——泵轮转速,  $\text{r}/\text{min}$ ;

$D$ ——耦合器有效直径,  $\text{m}$ 。

对于流道几何相似耦合器, 在相同充油度下将具有相同的  $K = f(i)$  特性, 此特性由模型试验求得。在缺乏试验特性时, 可借用流道几何形状类似和结构相近耦合器的推力特性进行估算。对于大多数耦合器,  $i = 0.8 \sim 1.0$  范围内,  $K \rho \times 10^3 \leq 2 \sim 4$ ; 按此可确定滚动轴承的使用寿命;  $i = 0$  时,  $K \rho \times 10^3 = - (10 \sim 38)$ , 可以以此来校验轴承的最大承载能力。

应当指出, 耦合器泵轮和涡轮轴向推力大小相等, 方向相反, 运转中推力大小和方向都可能变化, 所选用轴承必须能承受左右两个方向的推力。

### 4.7 叶轮断面设计与强度计算<sup>[10]</sup>

#### (1) 受力分析

由图 5-2-12 可见, 涡轮 (指不带法兰的叶轮, 有时不一定作涡轮) 内侧有叶片, 起到加强筋的作用, 轮壁内外的油压力  $p_o$  可相互抵消, 因此它的强度条件最好, 所以在叶轮, 通常着重考虑转动外壳和泵轮的计算。

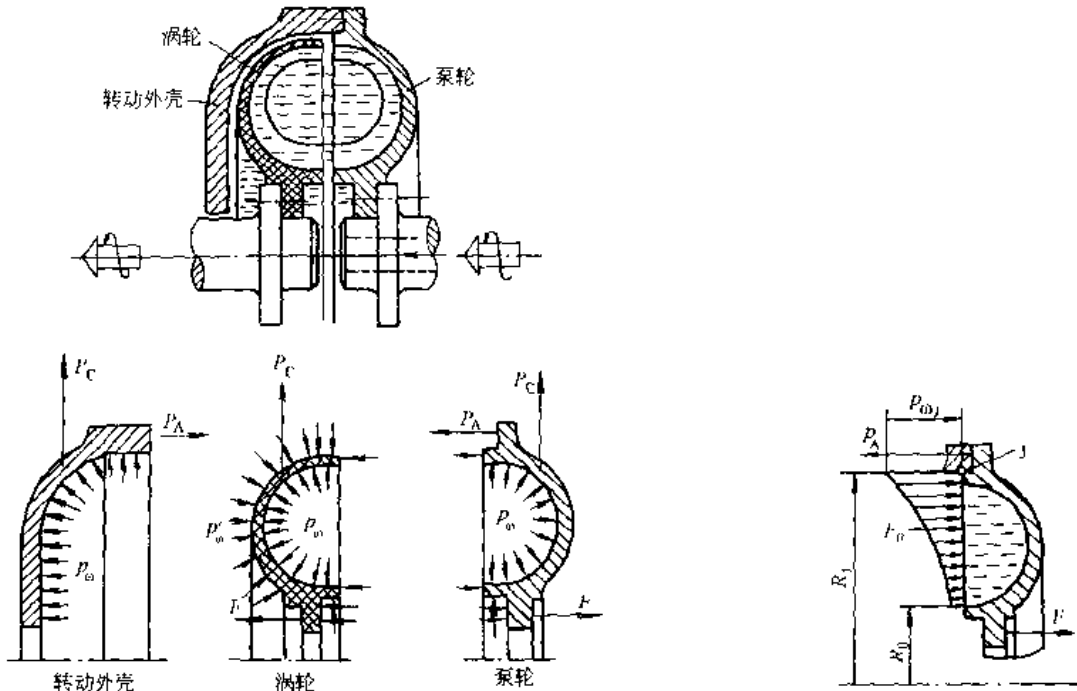


图 5-2-12 耦合器泵轮、涡轮和转动外壳上所作用的外力  
 $P_C$ —工作轮金属材料在旋转时的离心力;  $p_o$ —工作油的压力;  $P_A$ —泵轮和转动外壳彼此传给对方的轴向力;  $F$ —轴传给工作轮的轴向推力

图 5-2-13



在转速比  $i$  接近于 1 时, 流道中的油压力最高, 叶轮的应力最大。因此, 强度计算以  $i \approx 1$  的工况为准。

### (2) 偶合器外缘轴向力 $P_A$ 的确定

力  $P_A$  是流道内部油压力  $P_\omega$  所产生的, 使泵轮和转动外壳分离的力, 其值可按表 5-2-68 求得 (见图 5-2-13), 并由此确定外缘螺栓数目与直径。

表 5-2-68

名 称	公 式 或 参 数 选 择
泵轮最大浸油半径 $R_j/m$	视所设计结构而定 (见上图中 j 点)
泵轮最小浸油半径 $R_0/m$	全充油时常取 $d_0/2$ $d_0$ ——流道内径, m
油在 j 点的圆周速度 $u_j/m \cdot s^{-1}$	$u_j = \frac{2\pi R_j}{60} \cdot n_B$ $n_B$ ——泵轮额定转速, r/min
油在 $R_0$ 处圆周速度 $u_0/m \cdot s^{-1}$	$u_0 = \frac{2\pi R_0}{60} \cdot n_B$
泵轮最大浸油半径处的油压力 $p_\omega/Pa$	$p_\omega = p_0 + \frac{\rho}{2}(u_j^2 - u_0^2)$ $p_0$ ——偶合器供油压力, Pa $\rho$ ——油的密度, $kg/m^3$
因油压力而引起的泵轮侧向推力 $F_0/N$	$F_0 = p_0\pi(R_j^2 - R_0^2) + \frac{\rho\pi}{4} \times (R_j^2 u_j^2 - 2R_0^2 u_j^2 + R_0^2 u_0^2)$
偶合器的轴向推力 $F/N$	由表 5-2-67 计算确定 (按图示方向为“—”)
泵轮外缘的轴向力 $P_A/N$	$P_A = F_0 + F$
偶合器外缘每个螺栓的拉力 $P_f/N$	$P_f = \frac{(2.4 \sim 2.7)P_A}{z}$ $z$ ——外缘螺栓数目, 为保证在油压作用下不漏油, 螺栓应用紧联接

### (3) 叶轮轮壁断面的合理设计和材料的选择

轮壁断面的形状, 是以偶合器设计中所确定的流道尺寸 (对转动外壳, 则以涡轮外壁的形状和必要的间隙) 为基础, 在外面加上必要的最小厚度, 即基本厚度, 由此向应力较大的根部 (轮毂部分) 逐步加厚, 和向结构需要的加厚部分 (如法兰等) 圆滑过渡而成。叶轮在运转时轮壁断面应力的大小, 与偶合器所传功率和转速、叶轮圆周速度、所用材料和制造工艺、轮壁基本厚度和断面形状等有密切关系。

表 5-2-69 偶合器叶轮轮壁基本厚度

偶 合 器 型 式	有效直径/m	许用圆周速度 $/m \cdot s^{-1}$	材料和制造工艺	基本厚度/mm	
				泵 轮	转动外壳
小功率中速牵引型和限矩型	0.25 ~ 0.65	$\leq 60$	铝合金铸造叶轮	4 ~ 10	5 ~ 12
中功率中低速调速型	0.8 ~ 1.8	$\leq 60$	铸钢轮壁, 钢板焊接叶片, 铸钢转动外壳	10 ~ 14	12 ~ 16
中大功率高速调速型	0.4 ~ 0.7	$\leq 100$	铸钢精密铸造叶轮, 锻钢转动外壳, 或高强度铝合金铸造	10 ~ 15	12 ~ 16

保证偶合器叶轮强度的最简单方法, 是限制其圆周速度不超过表 5-2-69 所规定的许用值。一旦超过许用值, 则应进行叶轮强度计算, 同时在叶轮断面设计时, 注意如下几点:

1) 轮壁基本厚度应随叶轮圆周速度的增大而加厚。

2) 转动外壳的基本厚度大于泵轮; 泵轮基本厚度又大于涡轮。或在同样基本厚度下转动外壳采用强度更高的材料和制造工艺。

3) 叶轮最大应力一般出现在毂部, 因此, 轮壁厚度应由外缘逐步向毂部加厚; 转动外壳最大应力常发生在外缘或毂部, 这两处壁厚应适当增加。

4) 断面厚薄过渡处应尽量缓和, 防止应力集中。

5) 外缘螺栓处法兰, 承受着很大的螺栓拉力和弯矩, 必需适当加厚。外缘螺栓直径不宜过大, 但数量宜多。

6) 尽可能增大叶轮毂部的孔径, 以减小最大应力。对于超高速叶轮, 为减小毂部应力, 可采用实心叶轮。

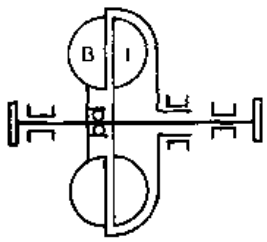
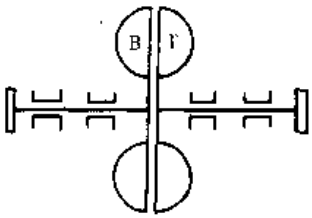
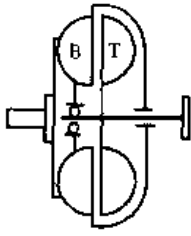
(4) 叶轮强度计算提要

对圆周速度显著超过许用值的偶合器叶轮 (包括转动外壳), 必须进行强度计算以确定最大应力值。常规计算法是将环状的偶合器叶轮作为一种曲率很大的梁来研究, 由此推导出一系列计算公式。用这种方法所得的叶轮应力最大值, 和实测的最大应力基本一致 (计算比实测大 27.8%), 可供实用。叶轮强度精确计算可应用有限元方法计算。

### 4.8 结构设计

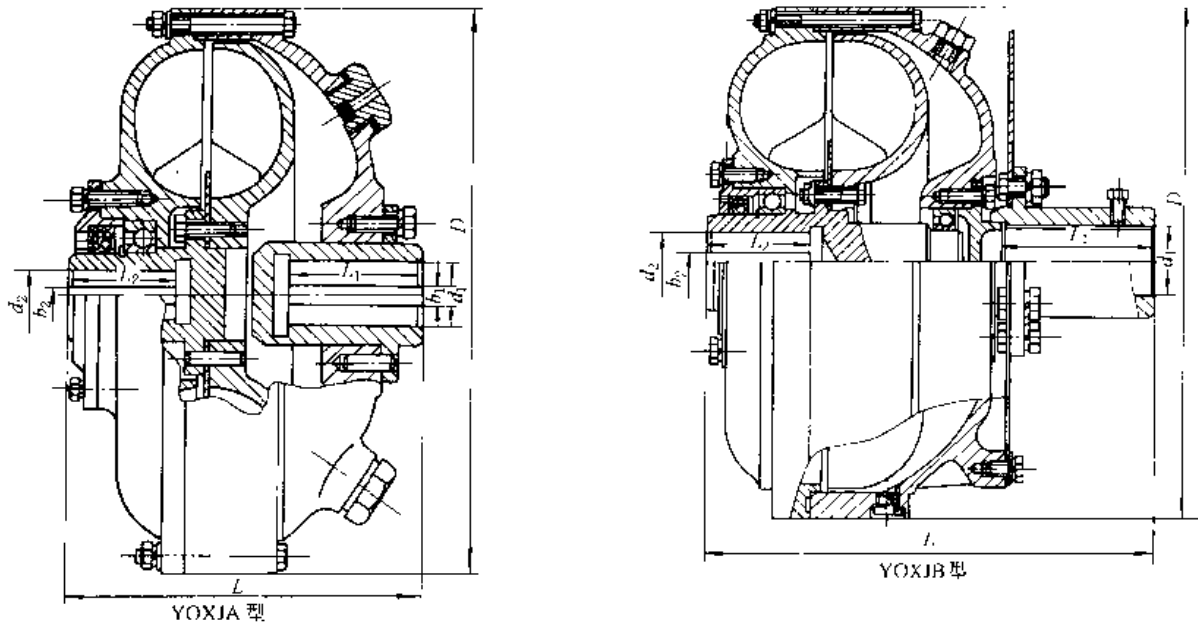
偶合器的支承结构设计随偶合器的型式、所传功率和转速、勺管调速机构的型式, 辅油室数及布置、散热方式 (风冷散热或外接冷却供油系统), 有效直径大小和叶轮的制造加工工艺等因素而有所不同。设计时应根据具体情况, 参考表 5-2-70 妥善处理。并比较同类的、成熟的偶合器支承结构型式决定。

表 5-2-70 偶合器的支承型式

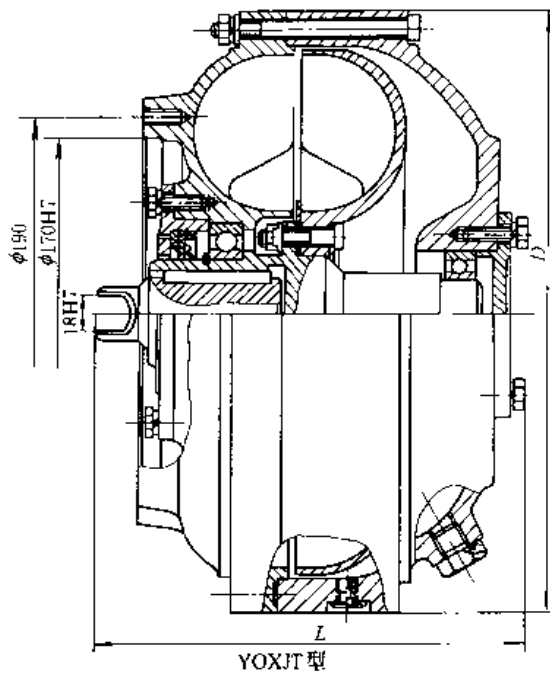
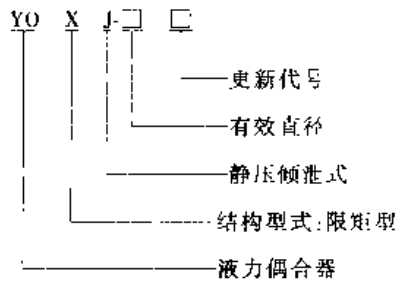
支承型式	结构示意图	说明	优点	缺点
双支梁结构 (箱体式)		泵轮轴在箱体两侧各有一个支承点, 涡轮轴一个支承点在泵轮中心 (轴) 上, 另一个支承点在箱体上适用于中大功率中高速偶合器	由坚实的箱体支持轴的支承点, 稳定可靠, 运转时不易振动, 旋转轴临界转速高	零件制造和装配的同心度要求高, 偶合器无油空转时, 中心轴承润滑困难, 必需具有箱体, 轴向尺寸较长, 重量大, 需有齐全的辅助设备
悬臂梁结构		泵轮轴两个支承点布置在偶合器一侧箱体轴承座上, 涡轮轴两个支承点布置在另一侧。适用于大功率高速偶合器。尤其是对有齿轮传动的	泵轮轴和涡轮轴之间无机械联系, 允许彼此之间有较大位移和安装误差, 零件制造和安装同心度要求不高, 可采用强度较高的实心叶轮	偶合器的轴向尺寸大, 旋转轴临界转速较低, 高速偶合器如两支支承点距离不足, 运转时易产生振动
泵轮无支承结构 (悬挂式)		泵轮支承在原动机的轴伸上, 涡轮轴支承在泵轮中心部位和转动外壳上, 牵引型、限矩型和进口调节式的调速型多用这种结构, 高速偶合器不宜采用	可免用箱体和油箱, 结构简单、紧凑, 轴向尺寸最小, 重量轻, 可利用壳体叶片风冷散热, 简化或不用辅助设备, 造价最低	偶合器重量实际上由原动机和工作机共同分担, 悬挂在原动机和工作机之间, 零件制造和安装时同心度要求最高, 为此偶合器上必须附带弹性联轴器, 运转中易产生振动

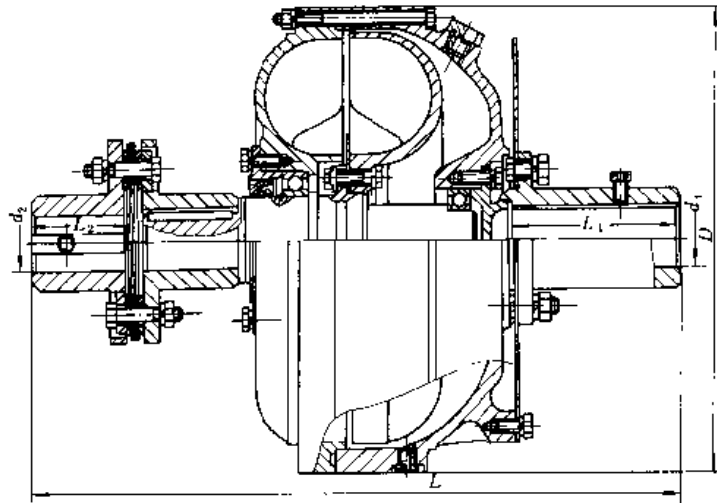
### 4.9 耦合器的典型产品及其选择

#### (1) 牵引型(静压倾泄式)



#### 型号说明





YOXC型

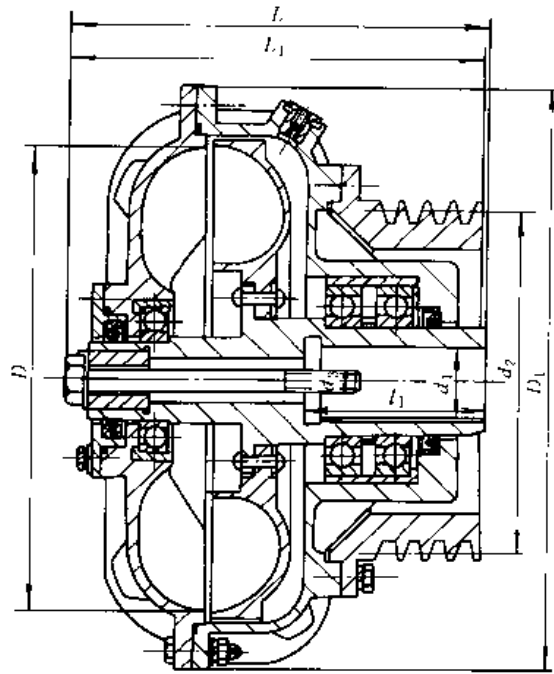
表 5-2-71 技术性能与外形尺寸

型 号	结构连接形式	输入转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$	传递功率 /kW	过载系数 $T_{\rho}$	效率 $\eta$		外形尺寸 $D \times L$ /mm	输入端/mm			输出端/mm			充油量 /kg		
					间隙 J作	连续 I.作		$d_1$ (G7)	键宽 $b_1$ (F9)	键长 $L_1$	$d_2$ (G7)	键宽 $b_2$ (F9)	键长 $L_2$			
YOXJ-200	A	1500	1.6 ~ 3.2	2 ~ 2.5	0.9 ~ 0.93	0.96	$\phi 230 \times 149$	28	8	60	22	6	45	1.35		
	B						$\phi 230 \times 149$									
YOXJ-224	A		3.2 ~ 4.8				$\phi 260 \times 170$	32	10	80	28	8	60		2.4	
YOXJ-250	A		4.8 ~ 9.0				$\phi 290 \times 190$	38	12	80	35	10	70		3	
	T						$\phi 290 \times 212$	190			35	10	66			
YOXJ-280	A		9.0 ~ 17.5				$\phi 320 \times 205$	42	12	110	38	12	65		4.75	
	B															$\phi 320 \times 300$
	C															$\phi 320 \times 440$
YOXJ-320	A		17.5 ~ 32.0				$\phi 360 \times 220$	48	14	110	42	12	75		6	
	B												$\phi 360 \times 315$			90
	C												$\phi 360 \times 455$			65
YOXJ-360	A		32.0 ~ 50.0				$\phi 400 \times 250$	60	18	140	55	16	90		9	
	B	$\phi 400 \times 368$		92												
	C	$\phi 400 \times 558$														

注：1. 生产厂：湖南省长沙第三机床厂。

2. 在1982年YOXJ系列耦合器技术鉴定会上，对200A、224A、250A、280A和320A的台架测试结果表明：当油温为63~72℃、输入转速 $n_B = 1430 r/min$ 和滑差 $S = 4\%$ 时， $\lambda_{0.96} = (2.03 \sim 2.67) \times 10^{-6}$ ， $T_{\rho} = 2.18 \sim 2.5$ ，凹陷系数 $e = 1.0 \sim 1.3$ ，性能较好。

## (2) 限矩型(动压倾泄式)



YI-280, YL-320P, YL-360P

表 5-2-72

技术性能

型号	有效直径 /mm	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	过载系数 $T_{\rho}$	额定滑差 $S^*/\%$	外形尺寸 $D_1 \times L$ /mm	连接尺寸/mm				输出方式 及规格	重量 /kg
							输入		输出			
							$d_1$	$l_1$	$d_2$	$d_3$		
YL-280P	280	1000	1.5 ~ 3.0	1.8 ~ 2	4	340 × 236	38	91	180	M16	V带 B型4根	23
		1500	3.0 ~ 7.5									
YL-320P	320	1000	4.0 ~ 5.5	1.6 ~ 2.1	4	400 × 280	48	115	235	M16	V带 B型4根	28
		1500	7.5 ~ 18.5									
YL-360P	360	1000	7.5 ~ 11	1.8 ~ 2.2	3.5	430 × 335	55	118	350	M20	V带 C型5根	87
		1500	15 ~ 30									

注：生产厂：张家口煤矿机械厂。

(3) 限矩型 (延充式)

1) YL 系列

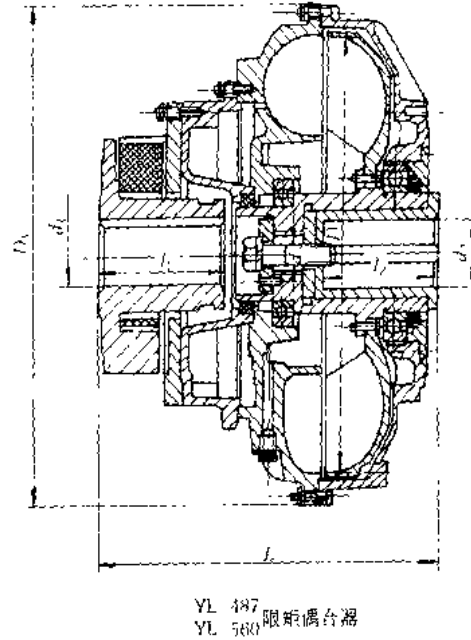
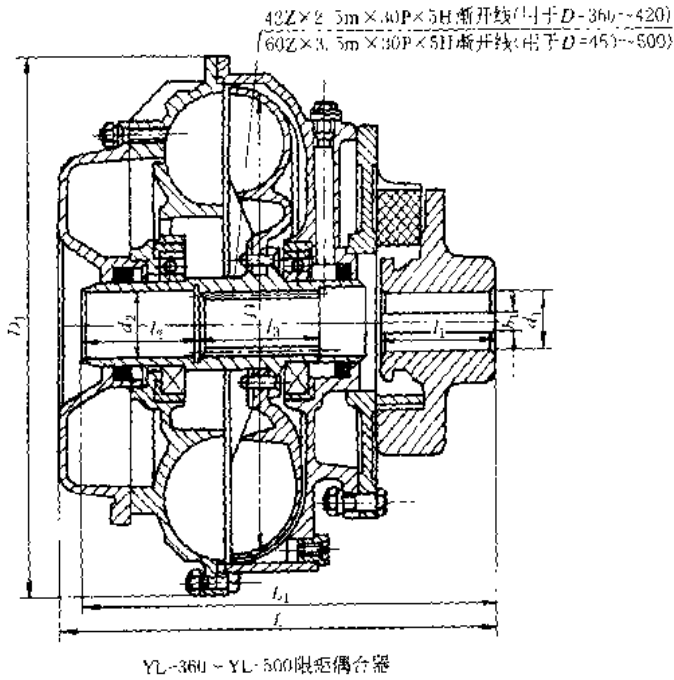


表 5-2-73

技术性能

型号	有效直径 /mm	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	过载系数 T <sub>φ</sub>	额定滑差 S <sup>*</sup> /%	外形尺寸 D <sub>1</sub> × L /mm	连接尺寸/mm				输出方式及规格	重量/kg
							输入		输出			
							d <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>		
YL-360	360	1000	7.5 ~ 11	1.8 ~ 2.2	4	431 × 359	42 ~ 55	110	45		渐开线花键 INT 42Z × 2.5m × 30P × 5H	59
		1500	15 ~ 30									
YL-400A <sup>③</sup>	400	1000	11 ~ 22	1.6 ~ 2.5	2.9 ~ 3.5	465 × 394 424	42 ~ 65	110 ~ 140	45		渐开线花键 INT 42Z × 2.5m × 30P × 5H	64
		1500	30 ~ 55									
YL-420	420	1000	11 ~ 22	1.8 ~ 2.4	4 ~ 5	490 × 380	42 ~ 65	70	50		渐开线花键 INT 42Z × 2.5m × 30P × 5H	69
		1500	17 ~ 55									
YL-450A <sup>①</sup>	450	1000	15 ~ 30	2 ~ 2.5	3 ~ 3.5	520 × 423 453	55 ~ 75	110 ~ 140	65		渐开线花键 INT 60Z × 3.5m × 30P × 5H	89
		1500	55 ~ 110									
YL-487	487	1000	15 ~ 37	1.8 ~ 2.4	3.5	556 × 378 438	55 ~ 80	110 ~ 170	65 ~ 80	M20 ~ M24	平键, 宽 18 ~ 22 l <sub>2</sub> = 135 ~ 158	96
		1500	55 ~ 110									
YL-500 <sup>②</sup>	500	1000	22 ~ 45	1.8 ~ 2.2	3.5 ~ 4	570 × 438 478	65 ~ 80	140 ~ 170	65		渐开线花键 INT 60Z × 3.5m × 30P × 5H	99
		1500	90 ~ 132									
YL-560	560	1000	45 ~ 90	1.5 ~ 2.2	2 ~ 3	634 × 455	75 ~ 90	140 ~ 170	60 ~ 90	M20 ~ M30	平键, 宽 18 ~ 25 l <sub>2</sub> = 140 ~ 155	148
		1500	132 ~ 250									

① 用于 2200r/min 柴油机上, 传递功率 160 马力。

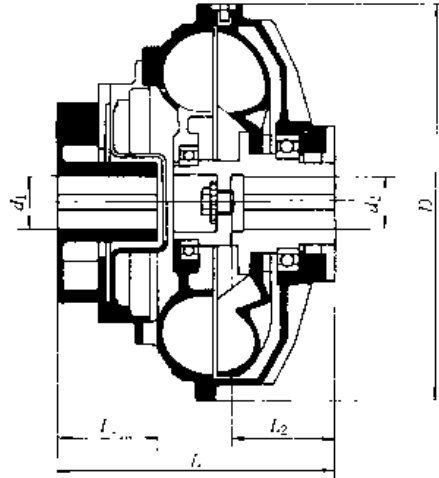
② 用于 2200r/min 柴油机上, 传递功率 240 马力。

③ 在 1984 年 9 月的鉴定会表明: 在油温为 70 ~ 80℃, 输入转速 1000 ~ 1500r/min 和滑差 S = 4% 时, λ<sub>φ 90</sub> = 1.85 × 10<sup>-6</sup>, T<sub>φ</sub> = 2.53, e = 1.083, 性能较好。

注: 1. 工作油为 20 号透平油。

2. 生产厂: 张家口煤矿机械厂。

## 2) YOX、TVA 型系列



YOX, TVA 型偶合器

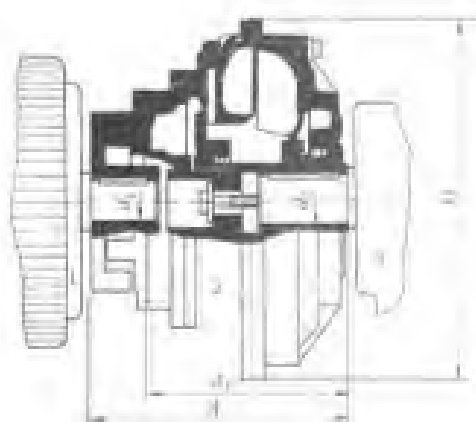
表 5-2-74

## 技术性能

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	过载系数 $T_R$	外形尺寸 $D \times L$ /mm	连接尺寸/mm				充油量/L	重量 (不包括油) /kg
					输入		输出			
					$d_1$	$L_1$	$d_2$	$L_2$		
YOX206	1000 1500	0.3 ~ 0.6 1.0 ~ 2.0	2 ~ 2.5	$\phi$ 254 × 210	28	60	30	55	0.8 ~ 0.4	10
YOX220	1000 1500	0.4 ~ 1.1 1.5 ~ 3	2 ~ 2.5	$\phi$ 272 × 190	28	60	30	55	1.28 ~ 0.64	12
YOX250	1000 1500	0.75 ~ 1.5 2.5 ~ 5.5	2 ~ 2.5	$\phi$ 300 × 215	38	80	35	60	1.8 ~ 0.9	15
YOX280	1000 1500	1.5 ~ 3 4.5 ~ 8.7	2 ~ 2.5	$\phi$ 345 × 246	38	80	40	100	2.8 ~ 1.4	18
YOX320	1000 1500	2.5 ~ 5.5 9 ~ 18.5	2 ~ 2.5	$\phi$ 388 × 304	48	110	45	110	5.2 ~ 2.6	28
YOX340	1000 1500	3 ~ 9 12 ~ 24	2 ~ 2.5	$\phi$ 390 × 278	48	110	45	95	5.8 ~ 2.9	25
YOX360	1000 1500	4.8 ~ 10 15 ~ 30	2 ~ 2.5	$\phi$ 420 × 310	55	110	55	110	7.5 ~ 3.55	49
YOX380	1000 1500	6 ~ 12 20 ~ 40	2 ~ 2.5	$\phi$ 450 × 320	60	140	60	140	8.4 ~ 4.2	58
YOX400	1000 1500	8 ~ 18.5 20 ~ 50	2 ~ 2.5	$\phi$ 480 × 356	60	140	60	150	9.3 ~ 4.65	65
YOX420	1000 1500	5 ~ 20 20 ~ 60	2 ~ 2.5	$\phi$ 495 × 368	60	140	60	160	12 ~ 6	70
YOX450	1000 1500	15 ~ 31 45 ~ 90	2 ~ 2.5	$\phi$ 530 × 397	75	140	70	140	13 ~ 6.5	70
YOX500	1000 1500	25 ~ 52 68 ~ 150	2 ~ 2.5	$\phi$ 590 × 411	85	170	85	145	19.0 ~ 9.5	105
YOX510	1000 1500	25 ~ 53 75 ~ 150	2 ~ 2.5	$\phi$ 590 × 426	85	170	85	160	19.2 ~ 9.6	119
YOX560	1000 1500	45 ~ 83 150 ~ 270	2 ~ 2.5	$\phi$ 650 × 459	90	170	100	180	27 ~ 13.5	140
YOX600	1000 1500	60 ~ 115 200 ~ 360	2 ~ 2.5	$\phi$ 695 × 474	90	170	100	180	36 ~ 18	160
YOX1000	750 1000	260 ~ 595 620 ~ 1100	2 ~ 2.5	$\phi$ 1120 × 722	160	210	160	280	144 ~ 72	600
TVA562	1000 1500	45 ~ 90 150 ~ 275	2 ~ 2.5	$\phi$ 634 × 449	100	170	110	170	30 ~ 15	131
TVA650	1000 1500	90 ~ 180 260 ~ 480	2 ~ 2.5	$\phi$ 740 × 536	125	225	130	200	46 ~ 23	219
TVA750	1000 1500	170 ~ 330 480 ~ 760	2 ~ 2.5	$\phi$ 842 × 603	140	245	150	240	68 ~ 34	332
TVA866	1000 1500	330 ~ 620 766 ~ 1100	2 ~ 2.5	$\phi$ 978 × 682	160	280	160	265	111 ~ 55.5	470

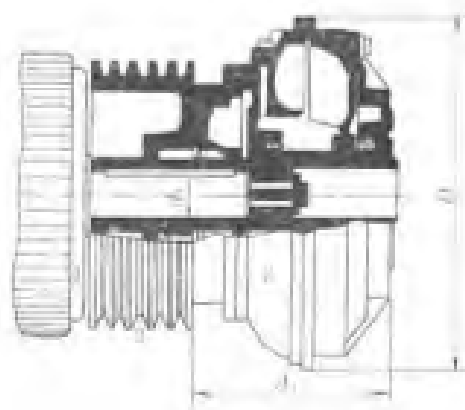
注: 1. 生产厂: 大连液力机械总厂。

2. TVA 型系引进德国 Voith 公司专有技术制造。

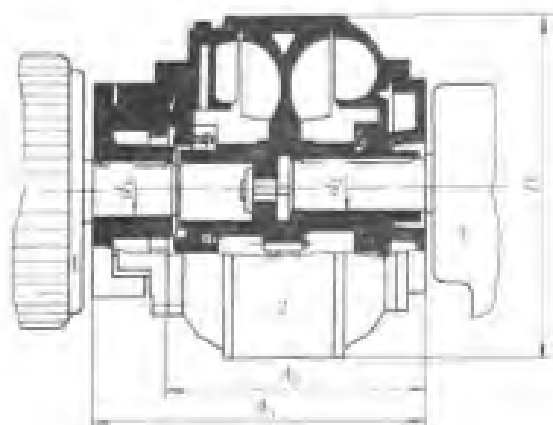
3) YOX(YOX<sub>1</sub>, YOX<sub>2</sub>, YOX<sub>3</sub>)型

YOX 型单腔外轮驱动

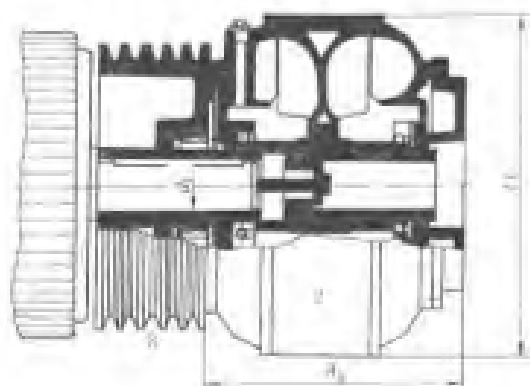
1—电动机; 2—液力耦合器; 3—减速器

YOX<sub>1</sub> 型单腔内轮驱动

1—电动机; 2—液力耦合器; 3—带轮

YOX<sub>2</sub> 型双腔外轮驱动

1—电动机; 2—液力耦合器; 3—减速器

YOX<sub>3</sub> 型双腔内轮驱动

1—电动机; 2—液力耦合器; 3—带轮

表 5-2-75

技术性能

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传动功率 /kW	过载系数 $T_s$	效率 $\eta$	外形尺寸/mm					连接尺寸/mm		充油量 /L	重量 (不包括油) /kg
					$D$	$A$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	输入 $\frac{d_1}{L_1}$	输出 $\frac{d_2}{L_2}$		
YOX150	1000 1500	0.05~0.2 0.2~0.55	2~2.7	0.97	φ195	175	115	140	222	$\frac{\phi 25}{40}$ $\frac{\phi 20}{40}$	$\frac{\phi 20}{40}$ $\frac{\phi 20}{40}$	0.42~0.3	6
YOX180	1000 1500	0.1~0.3 0.5~1.1	2~2.7	0.97	φ232	207	125	154	254	$\frac{\phi 30}{50}$ $\frac{\phi 25}{50}$	$\frac{\phi 25}{50}$ $\frac{\phi 25}{50}$	0.48~0.24	7
YOX200	1000 1500	0.2~0.55 0.8~2.2	2~2.7	0.97	φ254	1934	128	164	240	$\frac{\phi 35}{60}$ $\frac{\phi 30}{60}$	$\frac{\phi 30}{60}$ $\frac{\phi 30}{60}$	1.2~0.6	8.8
YOX220	1000 1500	0.4~1.1 1.5~3	2~2.7	0.97	φ278	225	136	177	257	$\frac{\phi 40}{80}$ $\frac{\phi 35}{80}$	$\frac{\phi 35}{80}$ $\frac{\phi 35}{80}$	15.2~0.76	13



续表

型号	输入 转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递 功率 /kW	过载 系数 T <sub>g</sub>	效率 η	外形尺寸/mm					连接尺寸/mm		充油量 /L	重量 (不包括油) /kg
					D	A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	输入 $\frac{d_1}{L_1}$	输出 $\frac{d_2}{L_2}$		
YOX250	1000 1500	0.8~1.5 2.5~5.5	2~2.7	0.97	φ 305	240	156	210	290	$\frac{\phi 45}{80}$	$\frac{\phi 40}{80}$	2.1~1.1	16
YOX280	1000 1500	1.5~3 4.5~8	2~2.7	0.97	φ 345	252	164	225	335	$\frac{\phi 50}{80}$	$\frac{\phi 45}{110}$	2.8~1.4	21
YOX320	1000 1500	2.5~5.5 9~18.5	2~2.7	0.97	φ 380	278	179	250	390	$\frac{\phi 55}{110}$	$\frac{\phi 45}{110}$	4.4~2.2	28
YOX340	1000 1500	3~9 12~22	2~2.7	0.97	φ 390	298	187	265	405	$\frac{\phi 55}{110}$	$\frac{\phi 50}{110}$	5.3~2.7	36.5
YOX360	1000 1500	5~10 16~30	2~2.5	0.96	φ 428	310	229	311	416	$\frac{\phi 60}{110}$	$\frac{\phi 55}{110}$	6.7~3.4	42
YOX400	1000 1500	8~18.5 28~48	2~2.5	0.96	φ 472	338 355	256	347	433	$\frac{\phi 70}{110/140}$	$\frac{\phi 65}{140}$	10.4~5.2	65
YOX450	1000 1500	15~30 50~90	2~2.5	0.96	φ 530	384	292	380	500	$\frac{\phi 75}{140}$	$\frac{\phi 70}{140}$	15~7.5	79.5
YOX500	1000 1500	25~50 68~144	2~2.5	0.96	φ 582	435	316	419	530	$\frac{\phi 90}{170}$	$\frac{\phi 90}{170}$	20.5~10.3	105.5
YOX560	1000 1500	40~80 120~270	2~2.5	0.96	φ 634	447 490	350	469	610	$\frac{\phi 100}{170/210}$	$\frac{\phi 100}{210}$	26.4~13.2	152
YOX600	1000 1500	60~115 200~360	2~2.5	0.96	φ 695	490 510	380	511	642	$\frac{\phi 100}{170/210}$	$\frac{\phi 115}{210}$	33.6~16.8	185
YOX650	1000 1500	90~176 260~480	2~2.5	0.96	φ 760	556	425	562	692	$\frac{\phi 130}{210}$	$\frac{\phi 130}{210}$	48~24	230
YOX750	1000 1500	170~330 480~760	2~2.5	0.96	φ 860	578	450	640	795	$\frac{\phi 140}{250}$	$\frac{\phi 150}{250}$	68~34	350
YOX875	750 1000	145~280 330~620	2~2.5	0.96	φ 992	705	514	730	890	$\frac{\phi 150}{250}$	$\frac{\phi 150}{250}$	112~56	495
YOX1000	600 750	160~300 260~590	2~2.5	0.96	φ 1138	733	577	849	1006	$\frac{\phi 150}{250}$	$\frac{\phi 150}{250}$	148~74	650
YOX1150	600 750	265~615 525~1195	2~2.5	0.96	φ 1312	850	669	971	1166	$\frac{\phi 170}{300}$	$\frac{\phi 170}{300}$	170~85	810

注: 1. L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub> 分别为输入、输出轴的连接长度。

2. 生产厂: 广东福伊特中兴液力传动有限公司。

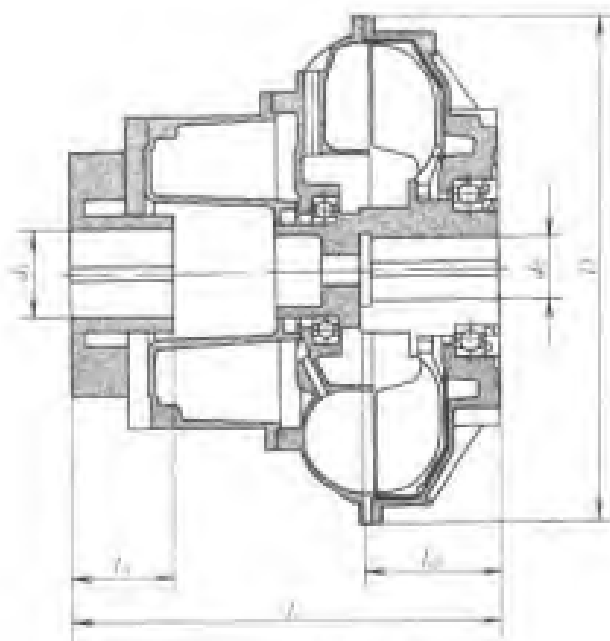
4) YOX<sub>V</sub>、YOX<sub>V</sub>型YOX<sub>V</sub>型偶合器

表 5-2-76

技 术 性 能

型 号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递 功率 /kW	过载 系数 T <sub>p</sub>	外形尺寸 D × L /mm	连接尺寸/mm				充油量/L	重量 (不包括油) /kg
					输 入		输 出			
					d <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	L <sub>2</sub>		
YOX <sub>V</sub> 360	1000 1500	4.8 - 10 15 - 20	1.2 - 2.35	φ 420 × 360	55	110	55	110	7.1 - 3.55	49
YOX <sub>V</sub> 400	1000 1500	8 - 18.5 20 - 50	1.2 - 2.35	φ 480 × 390	60	140	60	150	9.3 - 4.65	65
YOX <sub>V</sub> 450	1000 1500	15 - 31 45 - 90	1.2 - 2.35	φ 530 × 445	75	140	70	140	13 - 6.5	70
YOX <sub>V</sub> 500	1000 1500	25 - 52 68 - 150	1.2 - 2.35	φ 590 × 510	85	170	85	145	19.2 - 9.6	105
YOX <sub>V</sub> 562	1000 1500	45 - 90 150 - 275	1.2 - 2.35	φ 634 × 530	90	170	100	180	27 - 13.5	140
YOX <sub>V</sub> 600	1000 1500	60 - 115 200 - 360	1.2 - 2.35	φ 695 × 575	90	170	100	180	35 - 18	160
YOX <sub>V</sub> 650	1000 1500	90 - 180 260 - 480	1.2 - 2.35	φ 740 × 650	125	225	130	200	46 - 23	214
YOX <sub>V</sub> 750	1000	170 - 330 480 - 760	1.2 - 2.35	φ 842 × 680	140	245	150	240	68 - 34	332
YOX <sub>V</sub> 866	1000 1500	330 - 620 766 - 1100	1.2 - 2.35	φ 978 × 820	160	280	160	265	111 - 55.5	470
YOX <sub>V</sub> 1000	750 1000	260 - 395 620 - 1100	1.2 - 2.35	φ 1120 × 845	160	210	160	280	144 - 72	600
YOX <sub>V</sub> 1150	600 750	265 - 620 525 - 1200	1.2 - 2.35	φ 1205 × 960	180	220	180	300	220 - 110	910
YOX <sub>V</sub> 1320	600 750	570 - 1200 1100 - 2300	1.2 - 2.35	φ 1485 × 1075	200	240	200	350	328 - 164	1390

注: 1. 生产厂: 大连液力机械总厂。

2. 此类偶合器加长后转速, 启动时间比 YOX 型更长, 使启动力矩降低更低, 更适合胶浆机寿命的提高。

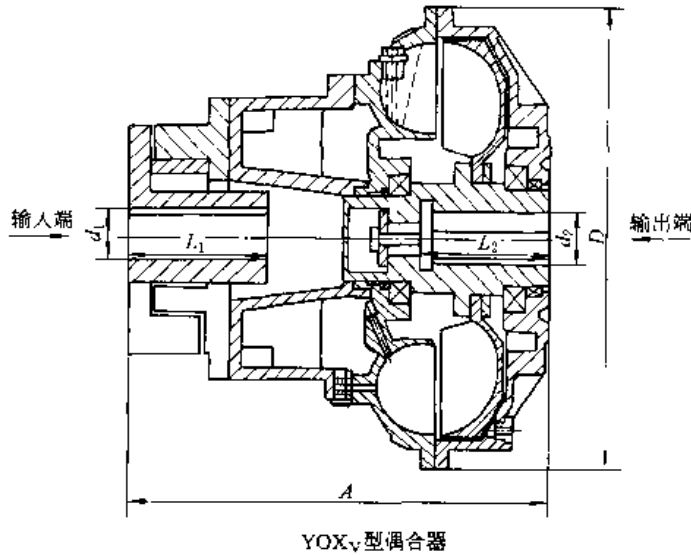


表 5-2-77

技术性能

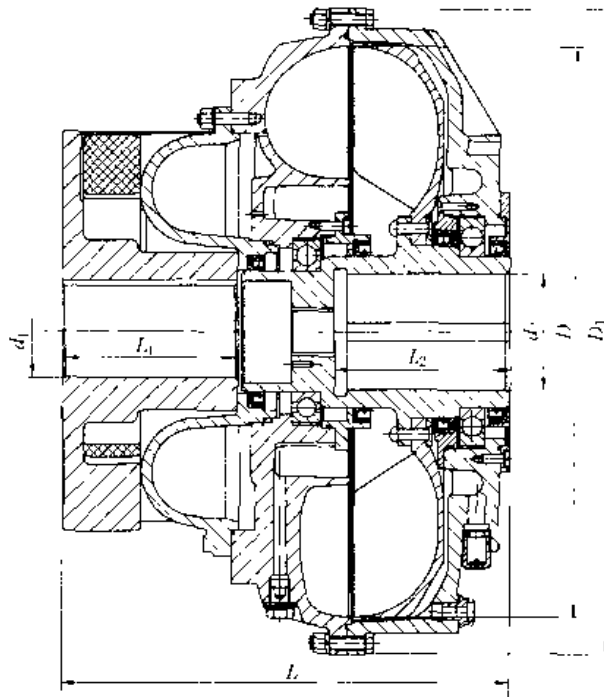
型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递 功率 /kW	过载系数 $T_k$		效率 $\eta$	外形尺寸 $D \times A$ /mm	连接尺寸/mm		充油量/L	重量 (不包括油) /kg
			启动	制动			输入 $\frac{d_1}{L_1}$	输出 $\frac{d_2}{L_2}$		
YOX <sub>v</sub> 360	1000 1500	5 ~ 10 16 ~ 30	1.2 ~ 1.37	2 ~ 2.38	0.96	$\phi 428 \times 360$	$\frac{60}{110}$	$\frac{55}{110}$	6.8 ~ 3.4	47
YOX <sub>v</sub> 400	1000 1500	8 ~ 18.5 28 ~ 48	1.2 ~ 1.37	2 ~ 2.35	0.96	$\phi 472 \times 390$	$\frac{70}{140}$	$\frac{65}{140}$	10.4 ~ 5.2	71
YOX <sub>v</sub> 450	1000 1500	15 ~ 30 50 ~ 90	1.2 ~ 1.37	2 ~ 2.35	0.96	$\phi 530 \times 445$	$\frac{75}{140}$	$\frac{70}{140}$	15 ~ 7.5	88
YOX <sub>v</sub> 500	1000 1500	25 ~ 50 168 ~ 144	1.2 ~ 1.37	2 ~ 2.35	0.96	$\phi 582 \times 510$	$\frac{90}{170}$	$\frac{90}{170}$	20.6 ~ 10.3	115
YOX <sub>v</sub> 560	1000 1500	40 ~ 80 120 ~ 270	1.2 ~ 1.37	2 ~ 2.35	0.96	$\phi 634 \times 530$	$\frac{1000}{210}$	$\frac{100}{210}$	26.4 ~ 13.2	164
YOX <sub>v</sub> 600	1000 1500	60 ~ 115 200 ~ 360	1.2 ~ 1.37	2 ~ 2.35	0.96	$\phi 695 \times 575$	$\frac{100}{210}$	$\frac{100}{210}$	33.6 ~ 16.8	200
YOX <sub>v</sub> 650	1000 1500	90 ~ 176 260 ~ 480	1.2 ~ 1.37	2 ~ 2.35	0.96	$\phi 760 \times 650$	$\frac{130}{210}$	$\frac{130}{210}$	48 ~ 24	240
YOX <sub>v</sub> 750	1000 1500	170 ~ 330 480 ~ 760	1.2 ~ 1.37	2 ~ 2.35	0.96	$\phi 860 \times 680$	$\frac{140}{250}$	$\frac{150}{250}$	68 ~ 34	375
YOX <sub>v</sub> 875	1000 1500	140 ~ 280 330 ~ 620	1.2 ~ 1.37	2 ~ 2.35	0.96	$\phi 992 \times 820$	$\frac{150}{250}$	$\frac{150}{250}$	112 ~ 56	530
YOX <sub>v</sub> 1000	600 750	160 ~ 300 260 ~ 590	1.2 ~ 1.37	2 ~ 2.35	0.96	$\phi 1138 \times 845$	$\frac{150}{250}$	$\frac{150}{250}$	148 ~ 74	710
YOX <sub>v</sub> 1150	600 750	265 ~ 615 252 ~ 1195	1.2 ~ 1.37	2 ~ 2.35	0.96	$\phi 1312 \times 960$	$\frac{170}{300}$	$\frac{170}{300}$	170 ~ 85	880

注：1. 生产厂：广东福伊特中兴液力传动有限公司。

2. 此类偶合器加长后辅室，启动时间比 YOX 型更长，一般为 22 ~ 30s，使启动力矩降得更低，更适合胶带机寿命的提高。

## (4) 限矩型 (水介质)

## 1) YOXD 型系列



YOXD型耦合器

表 5-2-78

技术性能

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递 功率 /kW	过载系数 $T_g$	额定滑差 /%	外形尺寸 $D \times L$ /mm	连接尺寸/mm				输出方式及规格	重量 /kg
						输入		输出			
						$d_1$	$L_1$	$d_2$	$L_2$		
YOXD360S	1500	17 ~ 40	2 ~ 2.5	4 ~ 5	$\phi 415 \times 380$	60	110	50	55	渐开线花键 INT42Z $\times 2.5m \times 30P \times 5H$	54
YOXD400S	1500	30 ~ 55	2.5 ~ 3	3 ~ 3.5	$\phi 465 \times 394$	55	110	45	96	渐开线花键 INT42Z $\times 2.5m \times 30P \times 5H$	70
YOXD450S	1500	55 ~ 110	2.5 ~ 3	3	$\phi 520 \times 508$	75	140	80		平键 22 $\times$ 160	106
YOXD500	1500	90 ~ 132	2 ~ 2.5	3	$\phi 570 \times 478$	80	170	65	120	渐开线花键 INT60Z $\times 3.5m \times 30P \times 5H$	104
YOXD500A	1500	90 ~ 160	2 ~ 2.5	3	$\phi 558 \times 432$	65 ~ 80	140 ~ 170	65 ~ 115		平键键宽 18 ~ 22 键长 150 ~ 170	129
YOXD560	1500	132 ~ 250	2.5 ~ 3	2 ~ 3	$\phi 634 \times 432$	80 ~ 100	170 ~ 210	75 ~ 115		平键键宽 18 ~ 28 键长 153 ~ 240	162
YOXD650	1500	315 ~ 525			$\phi 720 \times 669$	110	115	115	120	渐开线花键 INT60Z $\times 3.5m \times 30P \times 7H$	287

注: 1. 生产厂: 张家口煤矿机械厂。

2. 此类耦合器用水作工作介质, 具有防火防爆的特性。

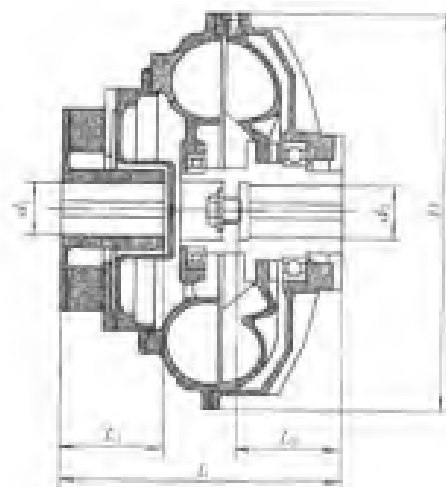
2) YOX<sub>3</sub>、TYA<sub>3</sub> 型系列YOX<sub>3</sub>、TYA<sub>3</sub> 型耦合器

表 5-2-79

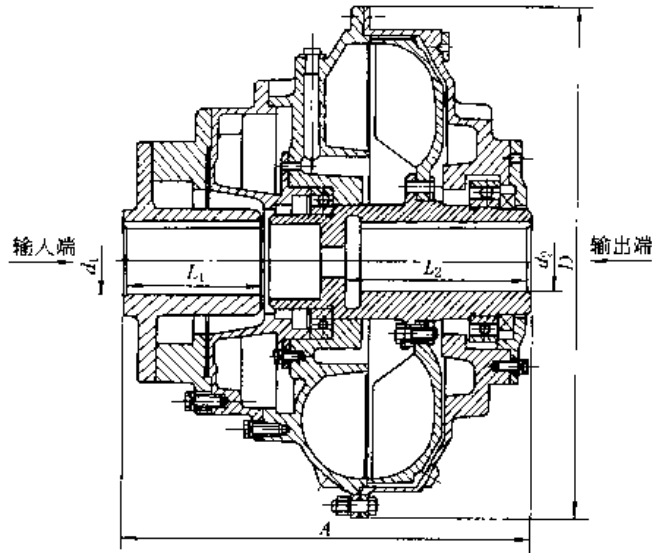
技术性能

型号	最高转速 /r·min <sup>-1</sup>	过载系数 T <sub>2</sub>	外形尺寸 D × L /mm	连接尺寸/mm				充水量/L	重量 (不包括水) /kg
				输入		输出			
				d <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	L <sub>2</sub>		
YOX <sub>3</sub> 400	1500	2~2.5	φ 480 × 356	60	140	60	150	9.6~4.8	65
YOX <sub>3</sub> 450	1500	2~2.5	φ 530 × 397	75	140	70	140	13.6~6.8	70
YOX <sub>3</sub> 500	1500	2~2.5	φ 590 × 411	85	170	85	145	19.0~9.5	105
YOX <sub>3</sub> 510	1500	2~2.5	φ 590 × 426	85	170	85	160	19.2~9.6	119
YOX <sub>3</sub> 560	1500	2~2.5	φ 650 × 459	90	170	100	180	27~13.5	140
YOX <sub>3</sub> 562	1500	2~2.5	φ 634 × 471	100	170	110	170	30~15	131
TYA <sub>3</sub> 562	1500	2~2.5	φ 634 × 467	100	170	110	170	30~15	131
YOX <sub>3</sub> 600	1500	2~2.5	φ 695 × 474	90	170	100	180	36~18	160
TYA <sub>3</sub> 650	1500	2~2.5	φ 740 × 536	125	225	130	200	46~23	219
TYA <sub>3</sub> 750	1500	2~2.5	φ 842 × 630	140	245	150	240	68~34	332

注：1. 生产厂：大连液力机械总厂。

2. 此类耦合器用水作介质，除具有 YOX、TYA 型的特点外，还具有防爆防漏、防油污染环境特性。

3) YOXS<sub>J</sub>型系列



YOXS<sub>J</sub>型偶合器

表 5-2-80

技术性能

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	过载系数 <i>T<sub>g</sub></i>	效率 <i>η</i>	外形尺寸/mm		连接尺寸/mm		充水量/L	重量 /kg
					<i>D</i> × <i>A</i>	输入 <i>d</i> <sub>1</sub> / <i>L</i> <sub>1</sub>	输出 <i>d</i> <sub>2</sub> / <i>L</i> <sub>2</sub>			
YOXS <sub>J</sub> 250	1000	1 ~ 1.75	2 ~ 2.7	0.97	φ 305 × 270	φ 45/80	φ 40/80	2.1 ~ 1.0	18	
	1500	3 ~ 6.5								
YOXS <sub>J</sub> 280	1000	1.5 ~ 3.5	2 ~ 2.7	0.97	φ 345 × 280	φ 50/80	φ 45/80	2.8 ~ 1.4	23	
	1500	5 ~ 9.0								
YOXS <sub>J</sub> 320	1000	3 ~ 6.5	2 ~ 2.7	0.97	φ 380 × 300	φ 55/110	φ 50/110	4.4 ~ 2.2	30	
	1500	10 ~ 22								
YOXS <sub>J</sub> 340	1000	3.5 ~ 10	2 ~ 2.7	0.97	φ 390 × 330	φ 55/110	φ 50/110	5.4 ~ 2.7	38	
	1500	14 ~ 26								
YOXS <sub>J</sub> 360	1000	6 ~ 12	2 ~ 2.5	0.96	φ 428 × 360	φ 60/140	φ 55/110	6.8 ~ 3.4	44	
	1500	17 ~ 37								
YOXS <sub>J</sub> 400	1000	10 ~ 22	2 ~ 2.5	0.96	φ 472 × 394	φ 70/140	φ 65/140	10.4 ~ 5.2	60	
	1500	30 ~ 56								
YOXS <sub>J</sub> 450	1000	17 ~ 35	2 ~ 2.5	0.96	φ 530 × 438	φ 75/140	φ 70/140	14 ~ 7	85	
	1500	55 ~ 110								
YOXS <sub>J</sub> 487	1000	23 ~ 50	2 ~ 2.5	0.96	φ 556 × 450	φ 75/140	φ 70/140	18.4 ~ 9.2	98	
	1500	60 ~ 150								
YOXS <sub>J</sub> 500	1000	27 ~ 58	2 ~ 2.5	0.96	φ 582 × 480	φ 90/170	φ 90/170	20.4 ~ 10.2	115	
	1500	70 ~ 170								
YOXS <sub>J</sub> 560	1000	45 ~ 100	2 ~ 2.5	0.96	φ 634 × 520	φ 100/210	φ 100/210	28 ~ 14	160	
	1500	140 ~ 315								
YOXS <sub>J</sub> 600	1000	70 ~ 135	2 ~ 2.5	0.96	φ 695 × 540	φ 115/210	φ 115/210	34 ~ 17	190	
	1500	230 ~ 418								
YOXS <sub>J</sub> 650	1000	100 ~ 205	2 ~ 2.5	0.96	φ 760 × 600	φ 130/210	φ 130/210	48 ~ 24	240	
	1500	300 ~ 560								

续表

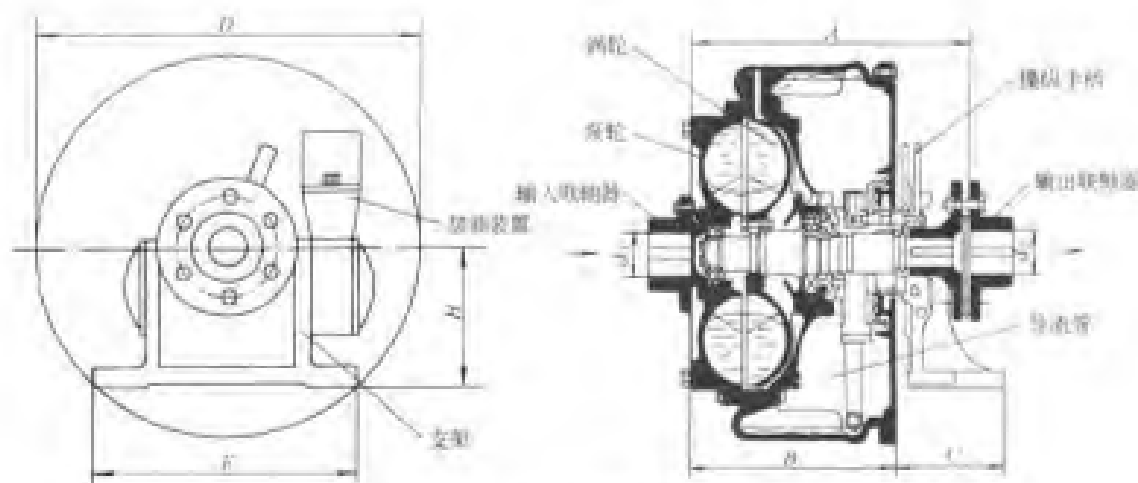
型号	输入转速 $n/\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	传递功率 $P/\text{kW}$	过载系数 $\lambda_s$	效率 $\eta$	外形尺寸/mm	连接尺寸/mm		充水量/L	重量 $G/\text{kg}$
					$D \times A$	输入 $d_1/l_1$	输出 $d_2/l_2$		
YQX <sub>q</sub> 750	1000	195 - 385	2 - 2.5	0.96	$\phi 860 \times 640/675$	$\phi 140/210/280$	$\phi 150/280$	68 - 34	360
	1500	550 - 685							
YQX <sub>q</sub> 875	750	168 - 325	2 - 2.5	0.96	$\phi 982 \times 740$	$\phi 150/250$	$\phi 150/250$	112 - 56	505
	1000	380 - 720							
YQX <sub>q</sub> 1000	600	185 - 350	2 - 2.5	0.96	$\phi 1138 \times 780$	$\phi 150/250$	$\phi 150/250$	148 - 74	665
	750	260 - 690							
YQX <sub>q</sub> 1150	600	300 - 715	2 - 2.5	0.96	$\phi 1312 \times 900$	$\phi 170/300$	$\phi 170/300$	170 - 85	825
	750	610 - 1390							

注: 1. 生产厂: 广东福伊特中兴威力传动有限公司。

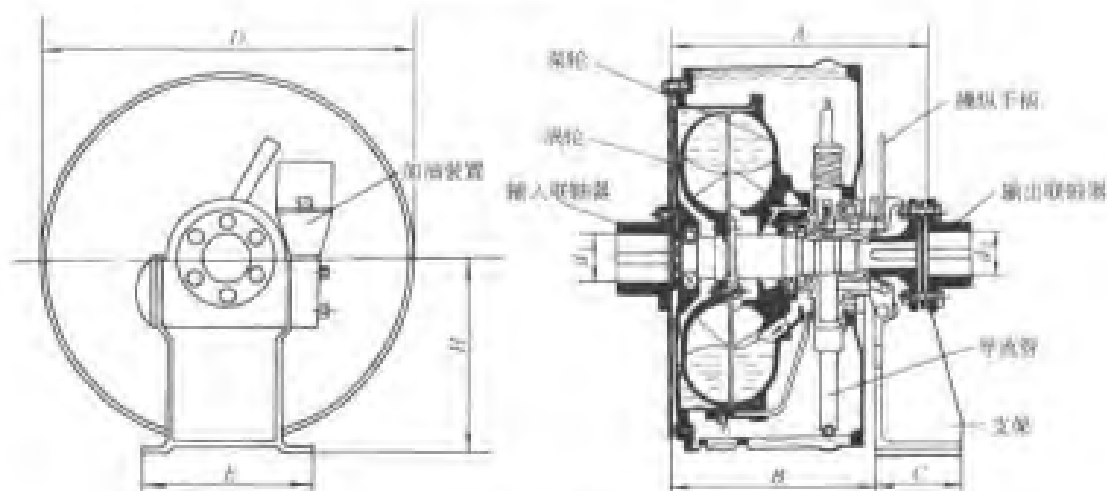
2. 此类耦合器以水作为工作介质, 具有防燃、防爆、耐污染工作环境的作用。

### (5) 调速型 (进口调节式)

#### 1) YOTJ 系列 (一)



YOTJ 320, 360, 400 型调速耦合器



YOTJ 450, 500, 560 型调速耦合器

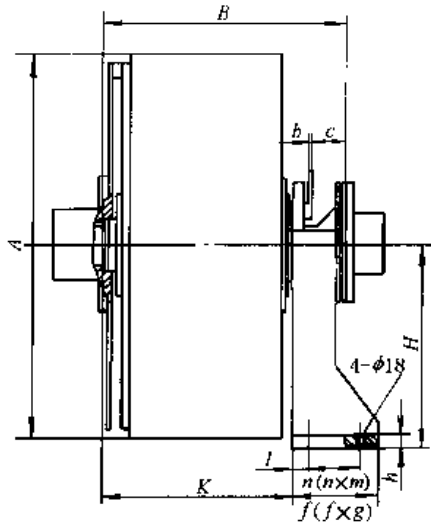
表 5-2-81

技术性能

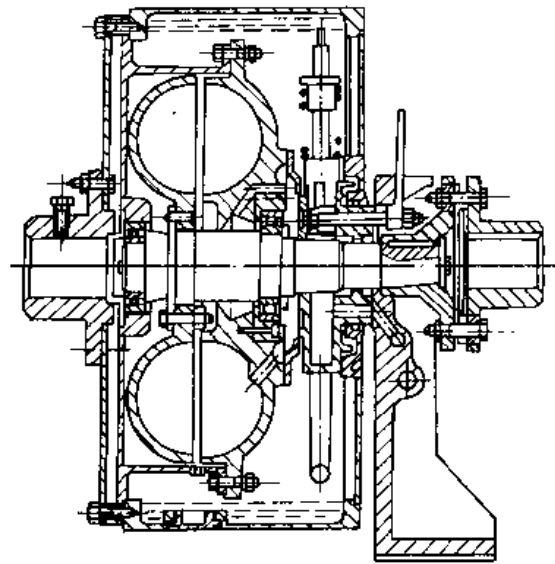
型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率范围 /kW	额定滑差 S/%	外形与联接尺寸/mm							
				A	B	C	D	F	H	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>
YOTJ320	1500	11 ~ 20	1.5 ~ 3	375	265	129	460	294	160	42	42
YOTJ360	1500	21 ~ 35	1.5 ~ 3	424	312	146	530	400	165	48	48
YOTJ400	1500	40 ~ 55	1.5 ~ 3	429	316	146	585	400	210	60	60
YOTJ450	1000	18.5 ~ 35	1.5 ~ 3	618	305	182	650	310	360	75	50
	1500	60 ~ 120									
YOTJ500	1000	40 ~ 55	1.5 ~ 3	674	327	196	700	336	360	85	50
	1500	130 ~ 200									
YOTJ560	1000	60 ~ 120	1.5 ~ 3	742	390	216	790	410	410	85	55
	1500	220 ~ 350									

注：生产厂：上海交通大学附属工厂。

2) YOTJ 系列 (二)



YOTJ360, 400, 450, 500, 560, 650  
调速耦合器的外形尺寸



YOTJ360, 400, 450, 500, 560, 650  
调速耦合器的结构

表 5-2-82

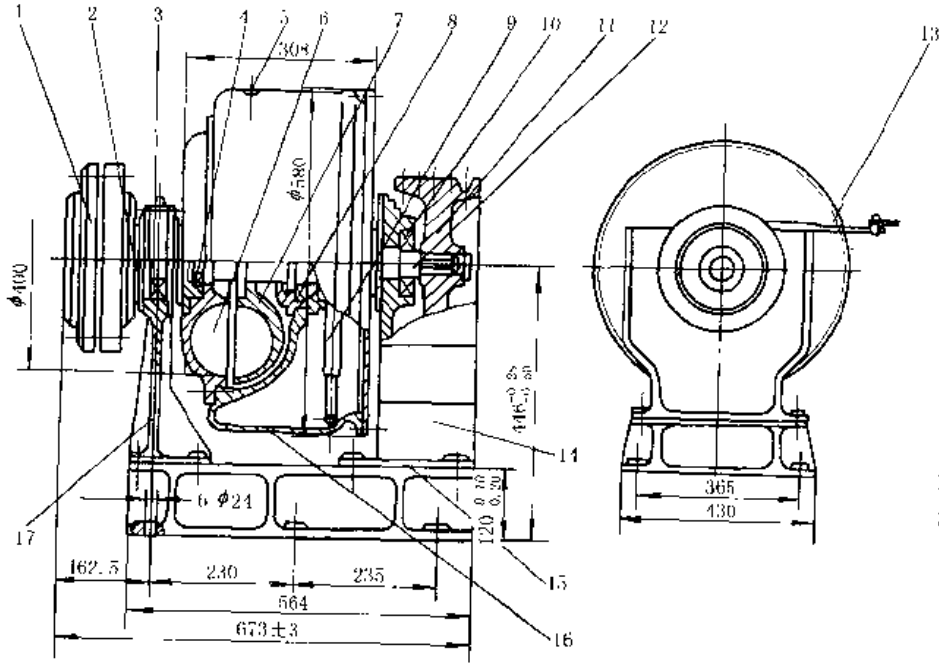
技术性能

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	最大传递功率 /kW	额定滑差 S*/%	注油量 /L	重量 /kg	外型及联接尺寸/mm											
						A	B	H	K	l	n	m	f	g	h	c	b
YOTJ-360	1500	35	3	10	130	540	398	285	299	25	70	260	120	300	22	8	71.5
	1000	10															
YOTJ-400	1500	55	3	15	169	570	408	285	309	25	70	260	120	300	22	8	71.5
	1000	15															
YOTJ-450	1500	100	3	25	200	630	444	360	334	25	100	300	150	340	25	8	76
	1000	30															
YOTJ-500	1500	160	3	30	238	690	460	360	350	25	100	300	150	340	25	8	76
	1000	50															
YOTJ-560	1500	300	3	33	374	770	549	440	412	20	130	320	170	360	25	10	104
	1000	90															
YOTJ-650 (YOTJ-630)	1500	500	3	46	469	880	583	440	446	20	130	320	170	360	25	10	104
	1000	1000															

注：生产厂：广东省韶关冶金机械厂。



3) YOT 系列



- 1—弹性联轴器；2—联接轴；
- 3—轴承 215；4—轴承 92210；
- 5—易熔塞；6—泵轮；
- 7—涡轮；8—轴承 213；
- 9—勺管机构；10—轴承 410；
- 11—带轮；12—主轴；
- 13—手摇机构；14—勺管支架；
- 15—底座；16—转动外壳；
- 17—轴承座

YOT400调速型偶合器

表 5-2-83

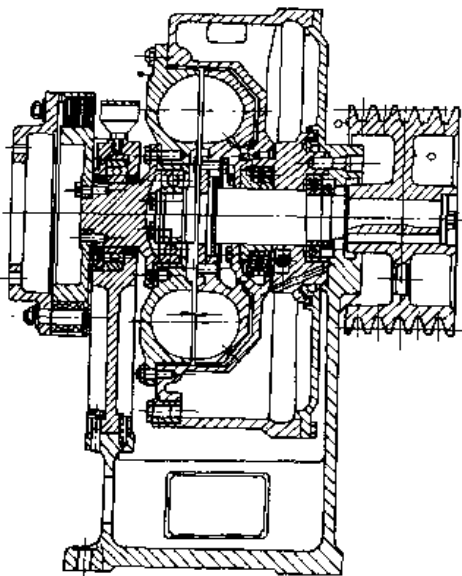
技术性能

型 号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率范围 /kW	额定滑差 S <sup>*</sup> /%	冷却方法	注油量/L	调速范围 <i>i</i>	外形尺寸/mm 长×宽×高
YOT400	1000 1500	12~21 40~70	1.5~3	壳体风冷 带冷却器	14	0.1~0.97	673×710×736

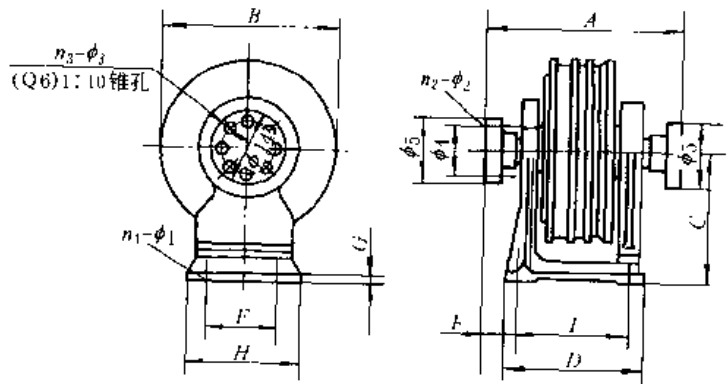
注：1. 该产品属进口调节式，但自带支承架，偶合器重量不再悬挂在原动机上，安装对中较为方便。输出为带轮，也可改为联轴器。

2. 生产厂：江苏南通机械厂。

4) YDTW 系列



YDTW系列调速偶合器的结构



YDTW 系列调速偶合器的外形尺寸

表 5-2-84

技术性能

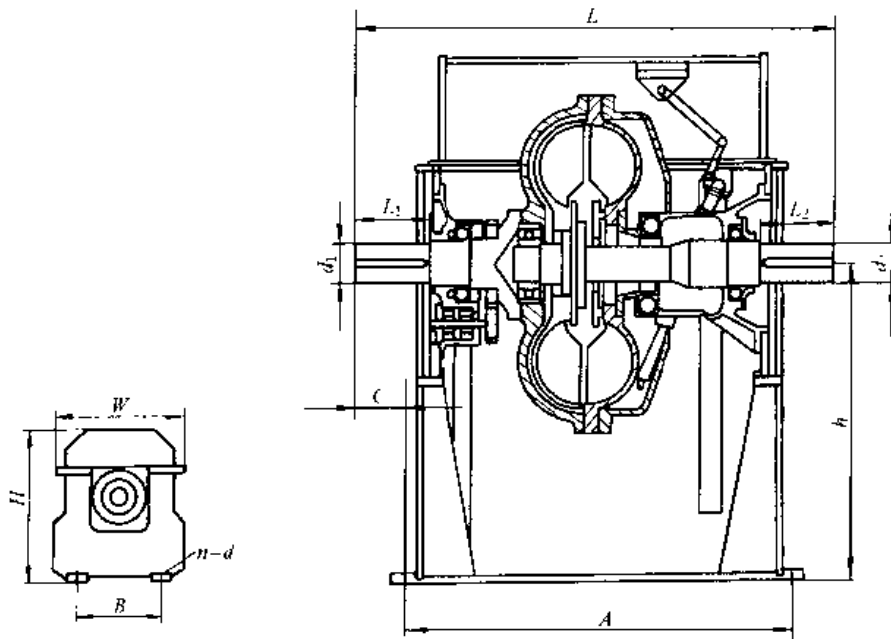
型 号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	所传功 率/kW	额定滑 差/%	外形及联接尺寸/mm											φ <sub>4</sub>	φ <sub>5</sub>	
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	n <sub>1</sub> -φ <sub>1</sub>	n <sub>2</sub> -φ <sub>2</sub>			n <sub>3</sub> -φ <sub>3</sub>
YDTW25/15	1470	3~6	3	500	360	320	226		400	10	430	190	4~16	6~36	6~18	120	170
YDTW28/15	1470	4~10	3	600	416	350	470	133	340	20	380	430	4~20	6~36	6~18	120	170
YDTW36/15	1470	15~35	3	560	550	448	345	100	390	30	450	280	4~18	6~36	6~18	170	220
YDTW40/15	1470	35~60	3	630	610	450	440	124	350	30	400	390	4~20	10~36	10~18	170	220
YDTW45/15	1470	50~100	3	742	660	450	525	120	410	25	450	475	4~20	10~36	10~18	190	240

注：1. 该系列产品也自带支承架，安装对中较为方便。

2. 生产厂：上海 711 研究所。

(6) 调速型 (出口调节式)

1) YOT<sub>CC</sub>、GST、GWT 型



YOT<sub>CC</sub>、GST、GWT 型耦合器结构与外形尺寸

表 5-2-85

技术性能

型 号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	外形及联接尺寸/mm										重 量 /kg
			L	W	H	h	A	B	C	n-d	d <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	L <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	
YOT <sub>CC</sub> 280	1500 3000	4~11 30~85	798	919	1144	500	636	484	81	4-φ27	φ40	110	480
YOT <sub>CC</sub> 320	1500 3000	7.5~21 60~165	798	919	1159	500	636	484	81	4-φ27	φ40	110	520
YOT <sub>CC</sub> 360	1500 3000	13~35 110~305	830	1207	940	560	652	680	91	4-φ27	φ60	120	580
YOT <sub>CC</sub> 400	1500 3000	30~65 240~500	830	1207	940	560	652	680	91	4-φ27	φ60	120	600
YOT <sub>CC</sub> 450	1500 3000	50~110 430~900	1020	1120	1375	635	940	865	38	4-φ27	φ75	145	790

续表

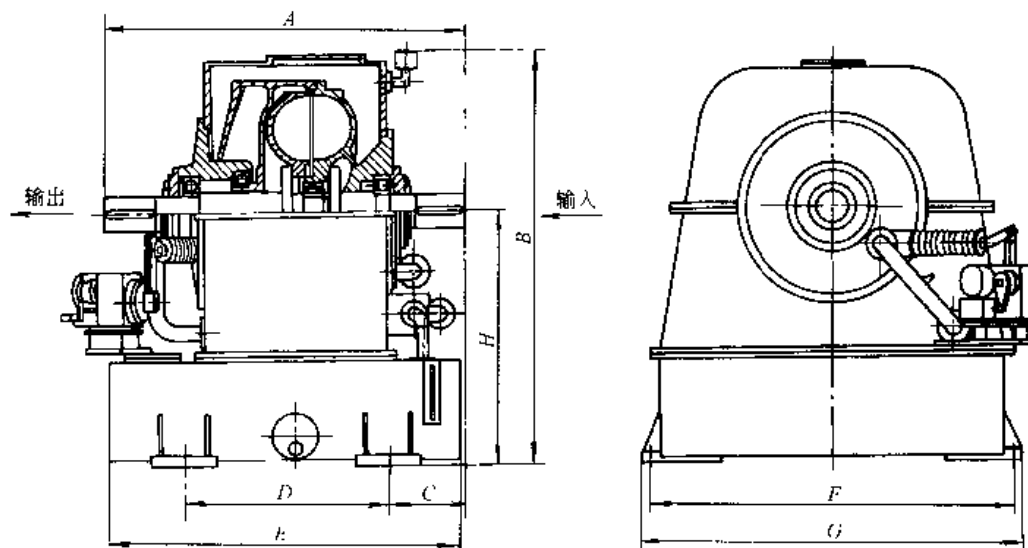
型 号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	外形及联接尺寸/mm										重 量 /kg
			L	W	H	h	A	B	C	n-d	d <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	L <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	
YOT <sub>CC</sub> 560	1000	35 ~ 100	1166	1310	1594	810	1080	920	30	4-φ27	φ85	170	1370
	1500	115 ~ 340											
YOT <sub>CC</sub> 650	1000	75 ~ 215	1300	1200	1500	840	1180	900	60	4-φ35	φ100	150	1920
	1500	250 ~ 730											
YOT <sub>CC</sub> 750	1000	150 ~ 440	1300	1200	1500	840	1180	900	60	4-φ35	φ100	150	2040
	1500	510 ~ 1480											
YOT <sub>CC</sub> 875	750	150 ~ 400	1720	1500	1570	880	1580	1200	70	4-φ45	φ130	250	3100
	1000	365 ~ 960											
YOT <sub>CC</sub> 1000	750	285 ~ 750	1930	1840	1810	1060	1810	1250	60	4-φ35	φ150	250	5100
	1000	640 ~ 1860											
YOT <sub>CC</sub> 1050	750	360 ~ 955	1930	1840	1810	1060	1810	1250	60	4-φ35	φ150	250	6150
	1000	815 ~ 2300											
YOT <sub>CC</sub> 1150	600	360 ~ 955	1930	1840	1810	1060	1810	1250	60	4-φ35	φ150	250	6200
	750	715 ~ 1865											
GST50	1500	70 ~ 200	1020	1120	1375	635	940	865	38	4-φ27	φ75	145	1100
	3000	560 ~ 1625											
CWT58	1500	140 ~ 400	1230	1310	1594	810	1080	920	30	4-φ27	φ95	165	2100
	3000	1125 ~ 3250											

注：1. 此型为固定箱体式，额定转差率为1.5%~3%。用于  $M \propto n^2$  的离心机械时，其调速范围为1~1/2；用于  $M = C$  的恒转矩机械时，其调速范围为1~1/3。

2. GST 50、CWT 58 为引进英国 Fluidrive 公司专有技术制造。

3. 生产厂：大连液力机械总厂。

## 2) YOTC 型



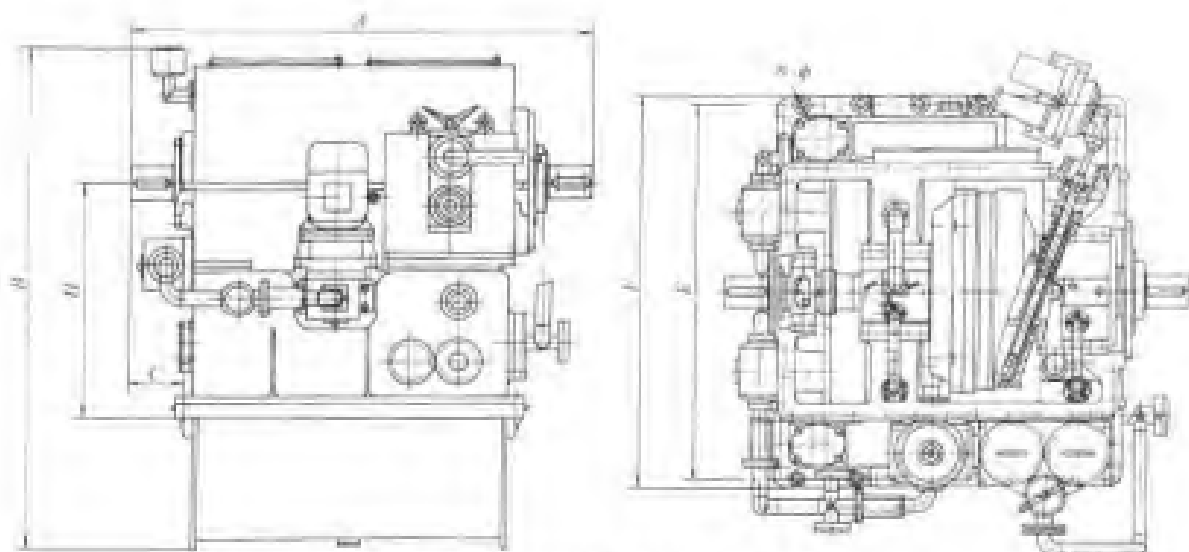
YOTC360B - YOTC1450B 型偶合器外形尺寸图

表 5-2-86

## 技 术 性 能

型 号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	额定转 差率/%	外 形 尺 寸/mm							
				A	B	C	D	E	F	G	H
YOTC360B	1500 3000	15 ~ 37 90 ~ 300	Ⅱ 3	820	910	235	430	694	740	800	550
YOTC400B	1500 3000	37 ~ 55 250 ~ 450	Ⅱ 3	1020	1100	280	420	940	900	1000	660
YOTC450B	1500 3000	55 ~ 110 425 ~ 900									
YOTC500B	1500 3000	110 ~ 200 850 ~ 1600	Ⅱ 3	1040	1120	235	520	980	980	1050	700
YOTC560B	1000 1500	55 ~ 110 200 ~ 355									
YOTC650B	1000 1500	110 ~ 220 355 ~ 750	Ⅱ 3	1120	1290	250	560	1080	1040	1140	750
YOTC710B	750 1000 1500	75 ~ 140 220 ~ 360 750 ~ 1250	Ⅱ 3	1455	1490	348	680	1370	1300	1380	915
YOTC800B	750 1000 1500	160 ~ 250 400 ~ 720 1250 ~ 1600									
YOTC875B	750 1000	250 ~ 460 670 ~ 1000	Ⅱ 3	1700	1770	398	840	1600	1550	1640	1110
YOTC1000B	600 750 1000	280 ~ 400 400 ~ 800 1000 ~ 1800									
YOTC1050B	600 750 1000	355 ~ 500 750 ~ 1000 1400 ~ 2240									
YOTC1150B	600 750	450 ~ 800 950 ~ 1600	Ⅱ 3	1800	2100	400	900	1760	1800	1880	1240
YOTC1250B	600 750	750 ~ 1250 1600 ~ 2240									
YOTC1320B	500 600 750	600 ~ 850 1000 ~ 1600 2000 ~ 3150	Ⅱ 3	2400	2350	550	1200	2350	2100	2200	1450
YOTC1450B	400 500 600	375 ~ 540 710 ~ 1250 1400 ~ 2240									

注：生产厂：上海交通大学附属工厂。



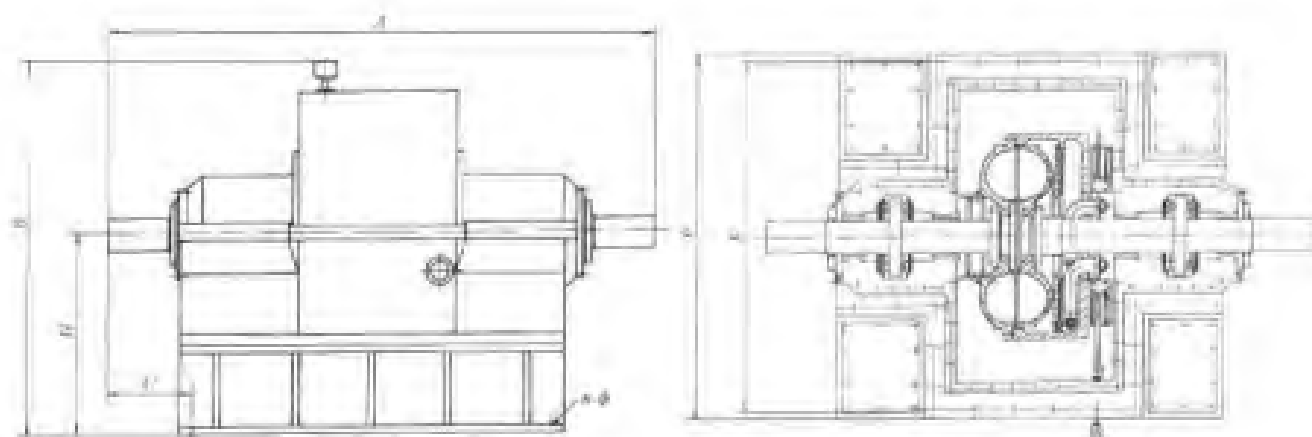
YOTC560H—YOTC650H 耦合器外形尺寸图

表 5-2-87

技术性能

型 号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	额定转 差率/%	外 形 尺 寸/mm						
				A	B	C	E	F	H	n-φ
YOTC560H	3000	1500—2800	≤3	1610	1710	267	1280	1340	800	12-φ35
YOTC600H	3000	2200—3200								
YOTC650H	3000	3200—4800								

注：生产厂：上海交通大学附属工厂。



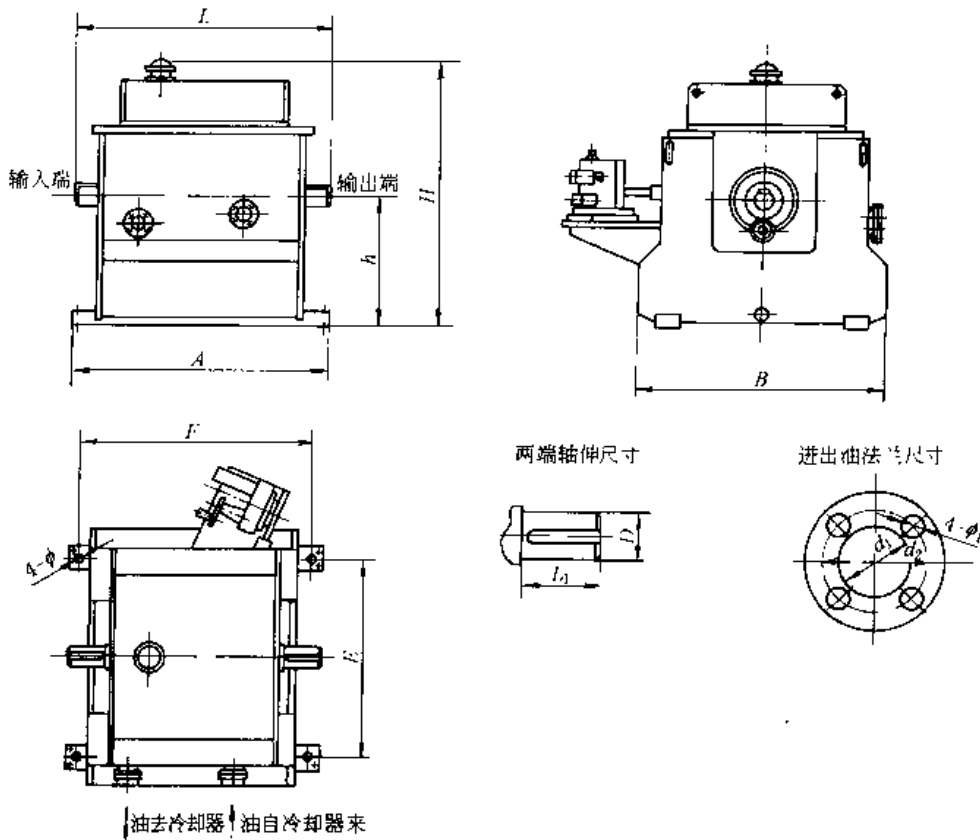
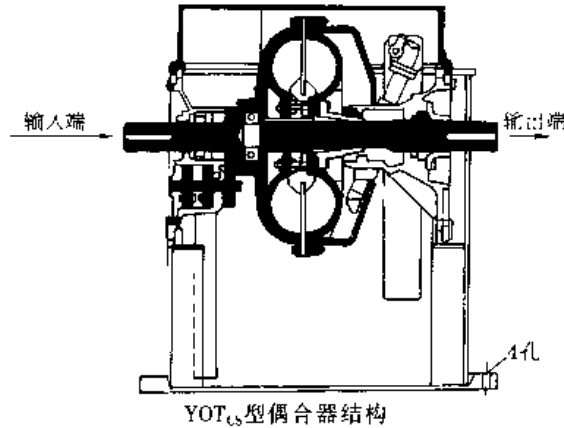
YOTC875H、YOTC1000H 耦合器外形尺寸图

表 5-2-88

型 号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	额定转 差率/%	外 形 尺 寸/mm						
				A	B	C	E	F	H	n-φ
YOTC875H	1500	1600—2800	≤3	2728	2250	450	1720	1800	1280	12-φ35
YOTC1000H	1500	2800—3600								

注：生产厂：上海交通大学附属工厂。

3) YOT<sub>CS</sub>型



YOT<sub>CS</sub>320 ~ 1250 偶合器外形尺寸图

表 5-2-89

技术性能

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	外形及联接尺寸/mm											重量 /kg
			A	B	E	F	L	h	4-φ	D/L <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	4-φ <sub>1</sub>	
YOT <sub>CS</sub> 320	1000	3 ~ 6.5	600	524	494	400	620	420	24	50/(入 100, 出 80)				450
	1500	7.5 ~ 22												
	3000	60 ~ 175												
YOT <sub>CS</sub> 360	1500	15 ~ 40	712	912	680	652	830	560	27	60/120	φ30	φ90	14	850
	3000	110 ~ 320												

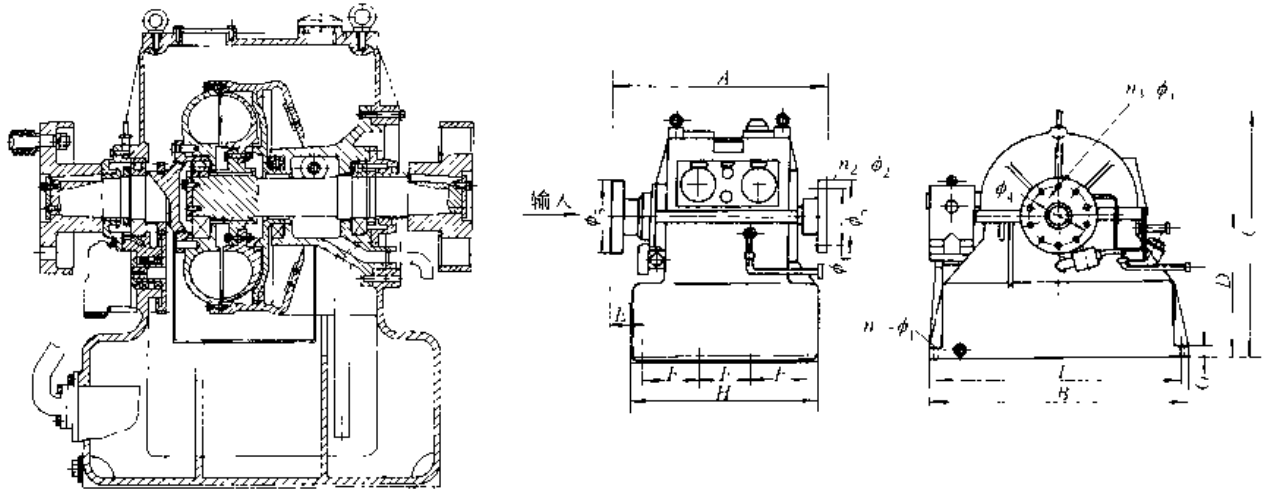
续表

型 号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	外形及联接尺寸/mm											重量 /kg
			A	B	E	F	L	h	4-φ	D/L <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	4-φ <sub>1</sub>	
YOT <sub>CS</sub> 400	1500 3000	30 ~ 70 220 ~ 540	712	912	680	652	830	560	27	60/120	φ30	φ90	14	950
YOT <sub>CS</sub> 450	1500 3000	55 ~ 120 390 ~ 970	1020	1120	865	940	1020	635	27	75/145	φ54	φ120	18	1350
YOT <sub>CS</sub> 500	1000 1500 3000	22 ~ 60 90 ~ 205 670 ~ 1640	1020	1120	865	940	1020	635	27	75/145	φ54	φ120	18	1500
YOT <sub>CS</sub> 560	1000 1500 3000	55 ~ 110 155 ~ 360 1180 ~ 2885	1020	1120	865	940	1020	635	27	75/145	φ54	φ120	18	2300
YOT <sub>CS</sub> 580	3000	1200 ~ 3440	1160	1310	920	1080	1230	810	27	95/170	φ76	φ140	M16	2350
YOT <sub>CS</sub> 620	3000	1675 ~ 4780	1170	2160	2060	1070	1485	900	35	120/200				2860
YOT <sub>CS</sub> 650	750 1000 1500	40 ~ 95 95 ~ 225 290 ~ 760	1300	1250	900	1180	1300	840	35	100/150	φ48	φ140	18	2400
YOT <sub>CS</sub> 750	750 1000 1500	80 ~ 195 185 ~ 460 510 ~ 1555	1300	1250	900	1180	1300	840	35	100/150	φ48	φ140	18	2650
YOT <sub>CS</sub> 875	750 1000 1500	155 ~ 420 390 ~ 995 1240 ~ 3360	1700	1500	1200	1580	1720	950	45	130/250	φ50	φ100	14	4200
YOT <sub>CS</sub> 1000	600 750 1000	170 ~ 420 330 ~ 820 750 ~ 1950	1930	1840	1250	1810	1930	1060	35	150/250	φ76	φ140	18	7600
YOT <sub>CS</sub> 1050	600 750 1000	175 ~ 535 360 ~ 1045 815 ~ 2480	1930	1840	1250	1810	1930	1060	35	150/250	φ76	φ140	18	7800
YOT <sub>CS</sub> 1150	600 750 1000	355 ~ 845 670 ~ 1650 1590 ~ 3905	1930	1840	1250	1810	1930	1060	35	150/250	φ76	φ140	18	8000
YOT <sub>CS</sub> 1250	500 600 750	400 ~ 740 500 ~ 1280 1150 ~ 2500	2250	2180	1600	1980	2250	1170	45	160/300	φ65	φ230	18	12500

注：1. 此型为固定箱式，额定转差率为1.5%~3%。用于 $M \propto n^2$ 的离心机械时，其调速范围为1~1/3；用于 $M = C$ 的恒转矩机械时，其调速范围为1~1/3。

2. 生产厂：广东福伊特中兴液力传动有限公司。

4) YDT 型系列



YDT 系列调速偶合器的外形尺寸

表 5-2-90

技术性能

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	所传功率 /kW	额定滑差 /%	外形及联接尺寸/mm													
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	n <sub>1</sub> -φ <sub>1</sub>	n <sub>2</sub> -φ <sub>2</sub>	n <sub>3</sub> -φ <sub>3</sub>	φ <sub>4</sub>	φ <sub>5</sub>
YDT28/30	2970	30 ~ 72	3	600	650	668	380	80	1-440	30	490	600	4-24	6-18	6-36	120	170
YDT32/30	2970	60 ~ 140	3	600	650	668	380	80	1-440	30	490	600	4-24	6-18	6-36	120	170
YDT36/30	2970	100 ~ 300	3	750	820	900	550	115	1-520	40	580	760	4-27	10-18	10-36	170	220
YDT40/30	2970	250 ~ 520	3	800	820	900	550	140	1-520	40	580	960	4-27	10-58			
YDT45/30	2970	350 ~ 800	3	960	1120	1088	635	131	3-240	50	800	1060	8-22	10-58	10-30	245	330
YDT50/30	2970	600 ~ 1600	3	1000	1120	1088	635	146	3-240	50	800	1060	8-22	10-58			
YDT56/30	2970	1300 ~ 2800	3	1310	1560	1329	810	103	3-350	60	1160	1480	8-32	12-46	12-24	285	350
YDT63/30	2970	2500 ~ 5000	3	1400	1560	1329	810	148	3-350	60	1160	1480	8-32	12-46			
YDT56/15	1470 970	200 ~ 400 50 ~ 100	3	930	1200	1184	700	93.5	3-225	50	750	1140	8-22	10-58			
YDT63/15	1470 970 730	380 ~ 620 90 ~ 220 50 ~ 80	3	970	1200	1184	700	113.5	3-225	50	750	1140	8-22	10-58	10-30	245	330
YDT71/15	1470 970 730	500 ~ 1100 200 ~ 380 70 ~ 140	3	1200	1510	1394	750	152.4	4-200	50	900	1450	10-22	10-72	10-38	310	410
YDT80/15	1470 970 730	700 ~ 1600 260 ~ 580 130 ~ 250	3	1300	1510	1394	750	202.5	4-200	50	900	1450	10-22				
YDT100/10	970 730	800 ~ 1800 350 ~ 760	3	1500	1710	1595	900	220	4-240	50	1065	1650	10-28	10-88	10-46	380	500
YDT112/10	970 730	2000 ~ 3500 850 ~ 1600	3	1750	1850	1850	1150	235	4-320	50	1065	1750	10-35				

注：生产厂：上海 711 研究所。



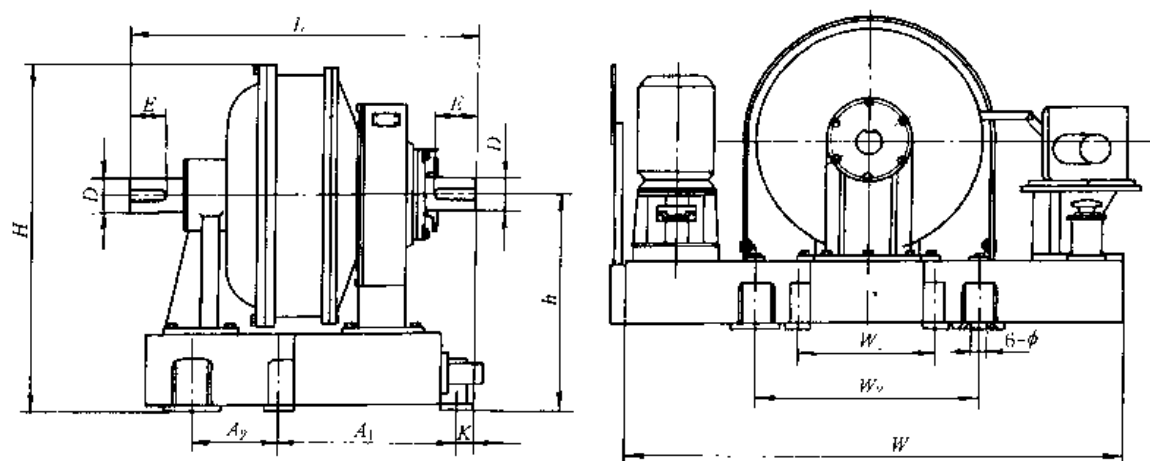
5) YOT<sub>HC</sub>型YOT<sub>HC</sub>型偶合器外形图

表 5-2-91

技 术 性 能

型 号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	外形及联接尺寸/mm											重量 /kg	
			L	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	W	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	h	H	K	6-φ	D		E
YOT <sub>HC</sub> 280	1500 3000	4 ~ 11 30 ~ 85	690	470		800		350	405	590	60	20	φ40	90	270
YOT <sub>HC</sub> 320	1500 3000	7.5 ~ 21 60 ~ 165	690	470		800		350	405	615	60	20	φ40	90	290
YOT <sub>HC</sub> 360	1500 3000	13 ~ 35 110 ~ 305	925	420	200	1170	450	600	500	730	90	22	φ60	115	330
YOT <sub>HC</sub> 400	1500 3000	30 ~ 65 240 ~ 500	925	420	200	1170	450	600	500	750	90	22	φ60	115	500
YOT <sub>HC</sub> 450	1000 1500	12 ~ 34 50 ~ 110	925	420	200	1170	450	600	500	780	90	22	φ60	115	570
YOT <sub>HC</sub> 500	1000 1500	20 ~ 57 70 ~ 200	1050	520	260	1200	500	700	550	855	37	22	φ75	140	800
YOT <sub>HC</sub> 560	1000 1500	35 ~ 100 115 ~ 340	1050	560	260	1370	500	700	650	995	37	22	φ85	160	830
YOT <sub>HC</sub> 650	1000 1500	75 ~ 215 290 ~ 620	1050	560	260	1440	500	700	650	1050	37	22	φ100	160	1070

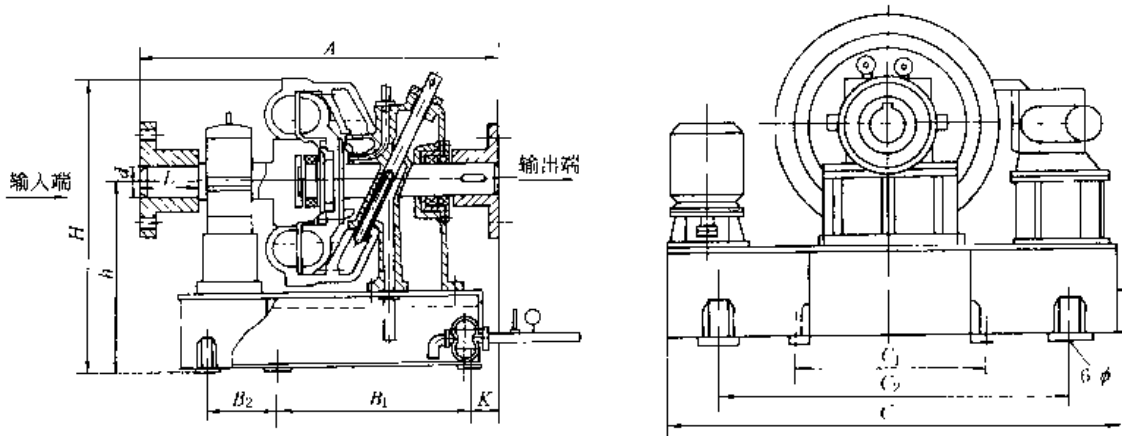
续表

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	外形及联接尺寸/mm											重量 /kg	
			L	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	W	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	h	H	K	6-φ	D		E
YOT <sub>HC</sub> 750	1000	150 ~ 440	1450	800	300	1620	700	1000	800	1250	80	35	φ100	210	1300
	1500	480 ~ 950													
YOT <sub>HC</sub> 875	750	150 ~ 400	1450	800	300	1620	700	1000	800	1320	80	35	φ130	210	1600
	1000	385 ~ 960													

注：1. 生产厂：大连液力机械总厂。

2. 此型为回转壳体箱座式，额定转差率为 1.5% ~ 3%。调速范围：对离心式机械为 1 ~ 1/3；对恒转矩机械为 1 ~ 1/5。

6) YOT<sub>CK</sub>型



YOT<sub>CK</sub>220 - 875 偶合器结构及外形尺寸

表 5-2-92

技术性能

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	外形及联接尺寸/mm										重量 /kg	
			A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	h	H	K	6-φ		d/l
YOT <sub>CK</sub> 220	1000	0.4 ~ 1	690	470		800		350	405	540	60	20	φ50/90	500
	1500	1.5 ~ 3.5												
YOT <sub>CK</sub> 250	1000	0.75 ~ 2	690	470		800		350	405	558	60	20	φ50/90	550
	1500	3 ~ 6.5												
YOT <sub>CK</sub> 280	1000	1.5 ~ 3.5	690	470		800		350	405	575	60	20	φ50/90	600
	1500	5.5 ~ 12												
YOT <sub>CK</sub> 320	1000	3 ~ 6.5	690	470		800		350	405	600	60	20	φ50/90	650
	1500	7.5 ~ 22												
YOT <sub>CK</sub> 360	1000	5.5 ~ 12	925	420	200	1170	450	600	500	722	90	22	φ70/115	750
	1500	15 ~ 40												
YOT <sub>CK</sub> 400	1000	7.5 ~ 20	925	420	200	1170	450	600	500	738	90	22	φ70/115	800
	1500	30 ~ 70												

续表

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	外形及取接尺寸 /mm											重量 /kg
			A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	h	H	K	6-φ	d/L	
YOT <sub>ck</sub> 450	1000 1500	15 ~ 36 55 ~ 120	925	420	200	1170	450	600	500	763	90	22	φ70/115	867
YOT <sub>ck</sub> 500	1000 1500	22 ~ 60 90 ~ 206	1050	520	260	1200	500	700	550	835	37	22	φ90/160	1230
YOT <sub>ck</sub> 560	1000 1500	55 ~ 110 155 ~ 360	1050	560	260	1370	500	700	650	965	37	22	φ90/160	1450
YOT <sub>ck</sub> 650	1000 1500	95 ~ 225 290 ~ 760	1050	560	260	1370	500	700	650	1015	37	22	φ90/160	1500
YOT <sub>ck</sub> 750	750 1000 1500	80 ~ 185 185 ~ 460 510 ~ 1555	1450	800	300	1620	700	1000	800	1223	80	35	φ130/210	2941
YOT <sub>ck</sub> 875	600 750 1000	85 ~ 215 155 ~ 420 390 ~ 995	1450	800	300	1620	700	1000	800	1293	80	35	φ130/210	3200

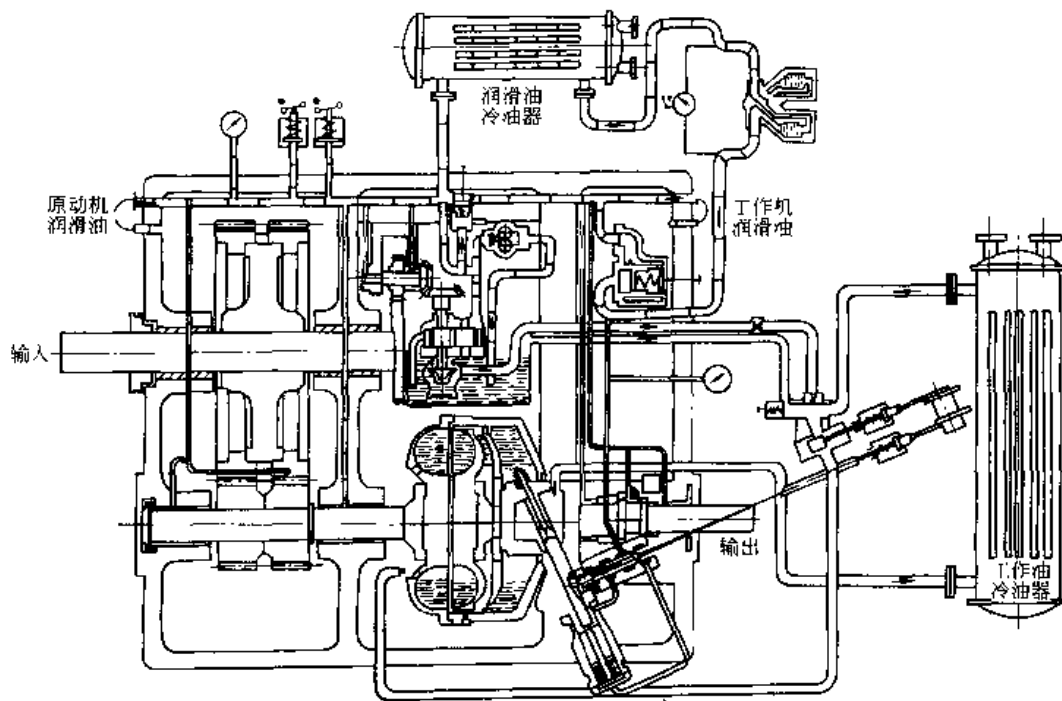
注：1. 额定转差率为 1.5% ~ 3%。调速范围：对于离心式机械为 1 ~ 1/2；对于恒转矩机械为 1 ~ 1/3。

2. 此型为箱座式，结构紧凑，价格便宜，适合中小功率工况（ $P < 500\text{kW}$  或  $n \leq 1500\text{r/min}$ ）。

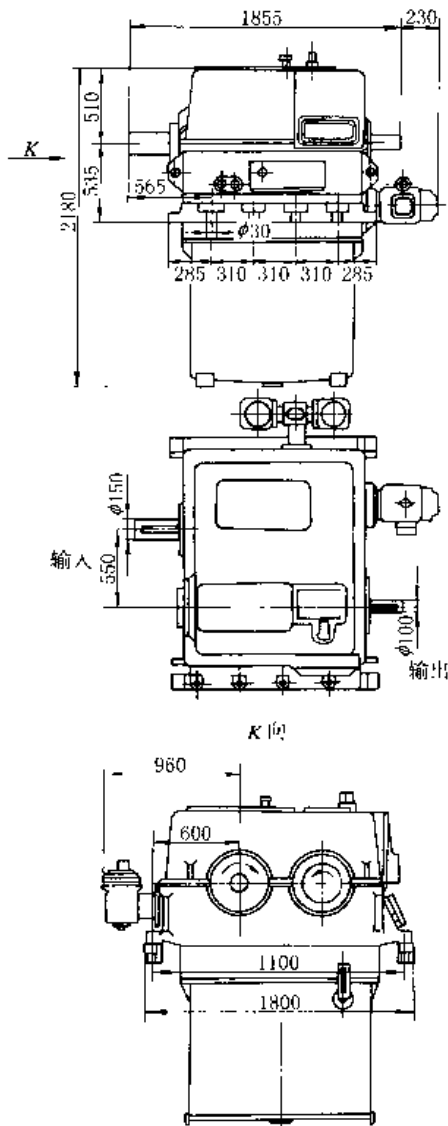
3. 生产厂：广东福伊特中兴液力传动有限公司。

(7) 调速型（进出口调节式）

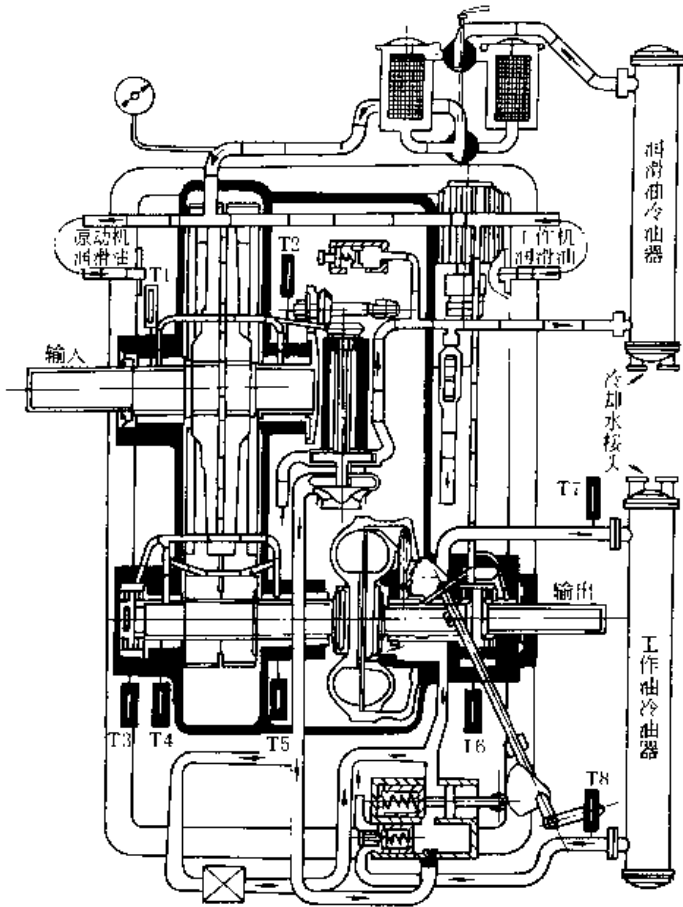
1) OH46 和 OY55



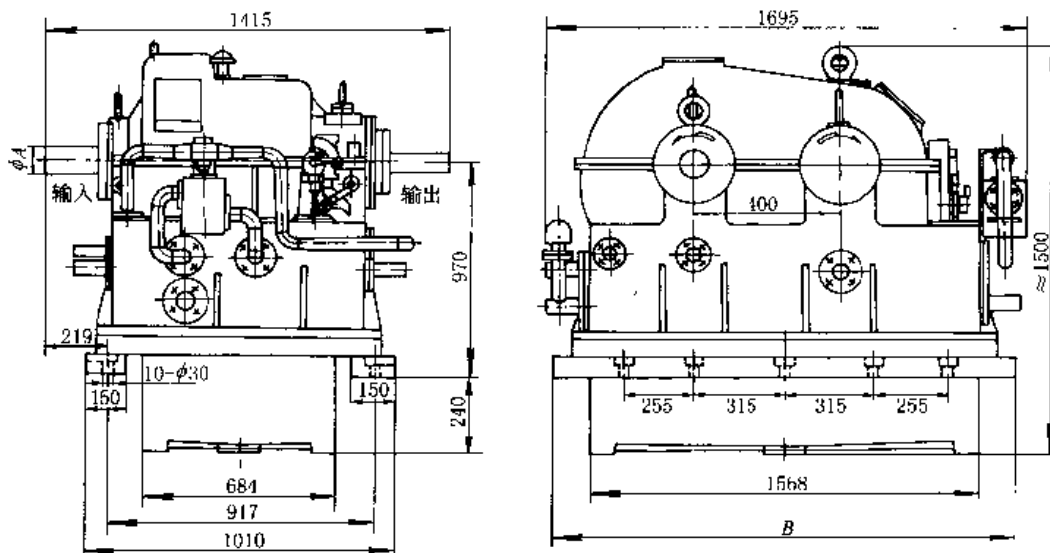
OY55型结构和油路



OY55 型外形尺寸



OH46 型结构及油路



OH46 型外形与安装尺寸图

表 5-2-93

## 技术性能

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	泵轮转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率范围 /kW	额定滑差 S <sup>*</sup> /%	调速范围 z	重量 /kg	有关尺寸/mm	
							φA	B
OH46	2985	4800	1600 ~ 3200	1.5 ~ 3	0.2 ~ 0.97	2900	φ100n6	1630
OH46/ I	2985	5450	1600 ~ 3200	1.5 ~ 3	0.2 ~ 0.97	2900	φ100n6	1630
OH46/ II	1470	5450	1600 ~ 3200	1.5 ~ 3	0.2 ~ 0.97	2900	φ120n6	1650
OY55	1492	6170	3100 ~ 5500	1.5 ~ 3	0.2 ~ 0.91	4600		

注：1. 因有增速齿轮，故泵轮转速高于输入转速。

2. 除本体外，还有辅助设备与仪表，包括辅助润滑油泵、润滑油冷却器、工作油冷却器、滤器、执行器、截止阀、压力表、压力开关和温度计等。

3. 生产厂：沈阳水泵厂。

## 2) CO46

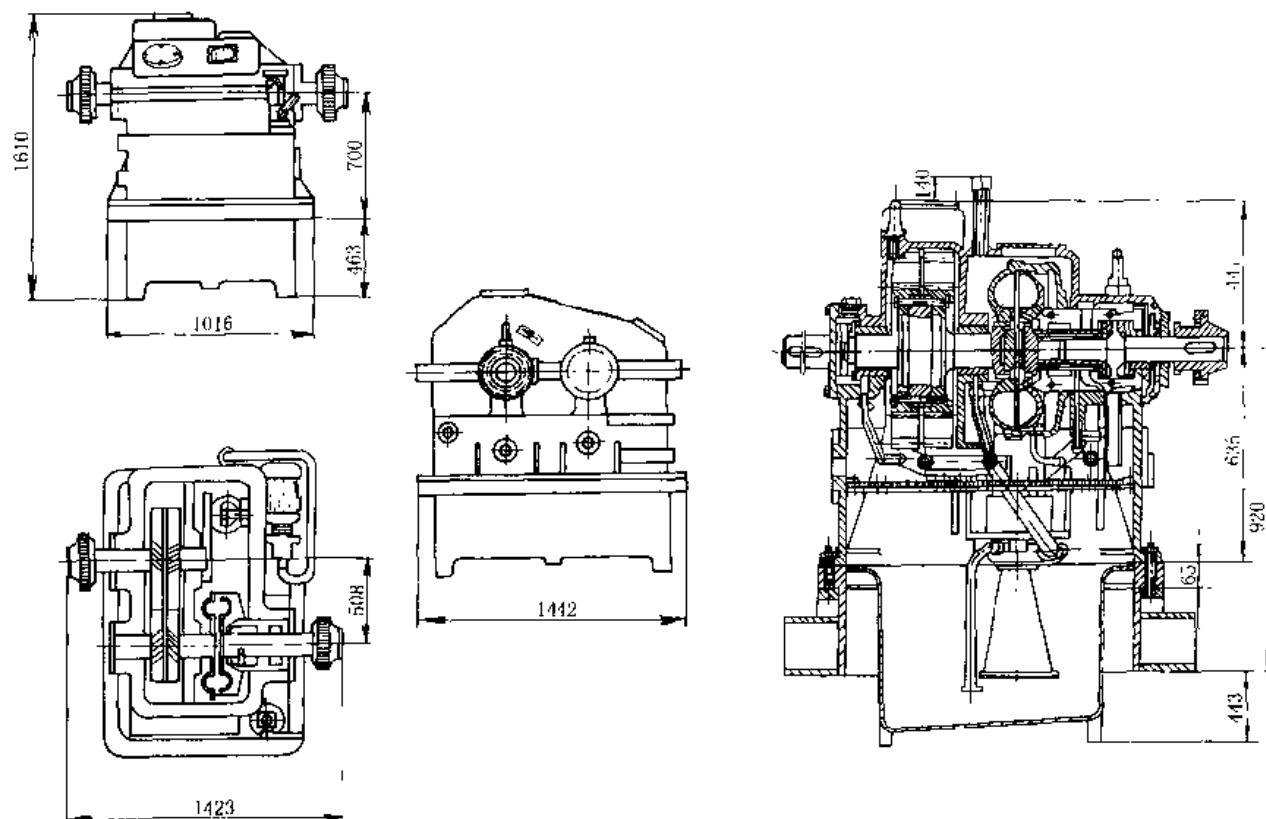


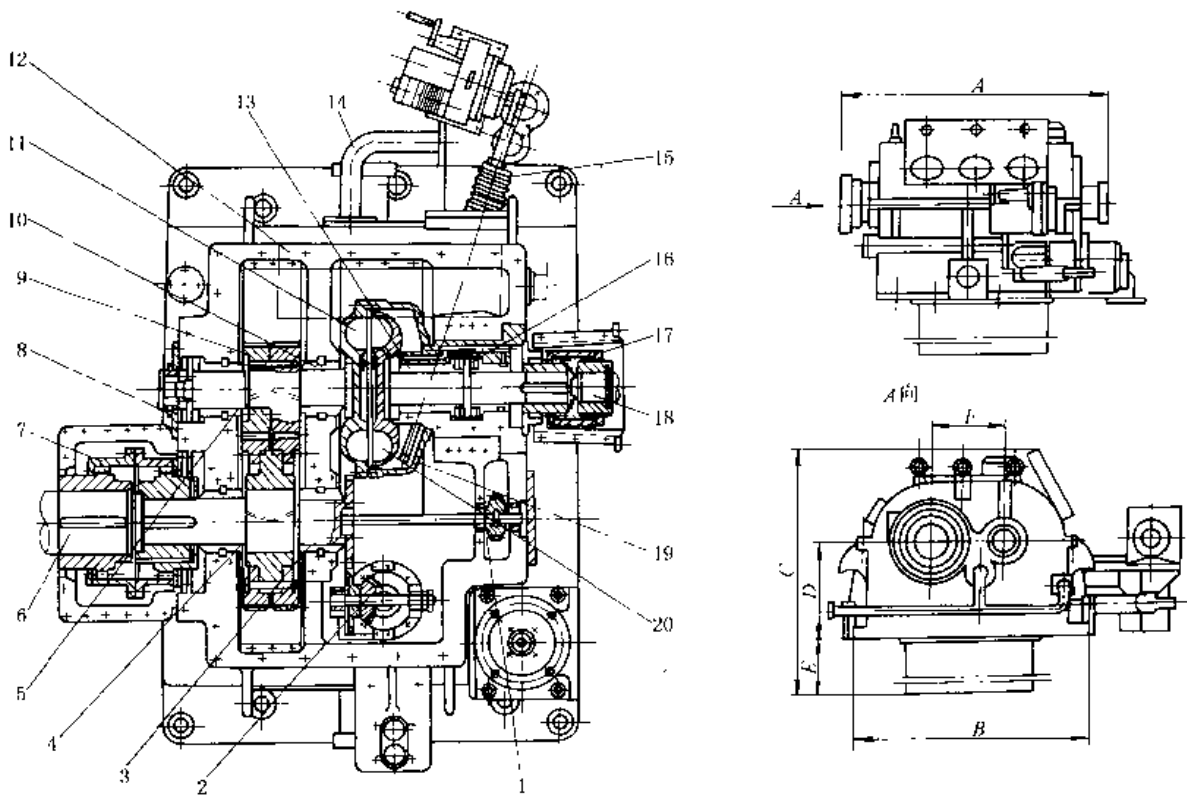
表 5-2-94

技术性能

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传动齿轮 增速比	泵轮转速 /r·min <sup>-1</sup>	有效直径 /mm	传递功率 范围/kW	额定滑差 S <sup>*</sup> /%	调速范围 i	总效率/%
CO46	2985	141:88 = 1.602	4782	463	~ 3200	≤ 3	0.25 - 0.97	95

- 注：1. 增速比可按原动机及工作机不同转速而变更。  
 2. 除本体外，还有辅助设备与仪表，与表 5-2-93 注 3 中所述类似。  
 3. 生产厂：上海电力修造总厂。

3) YDTZ 系列



- 1、3、4、5、10、13—滑动轴承；2—工作泵和润滑泵传动齿轮组；6—输入轴；  
 7、17—齿轮联轴器；8、16—滑动推力轴承；9—增速齿轮组；11—泵轮；  
 12—箱体；14—管系组件；15—调速机构组件；18—输出轴；19—壳体；20—涡轮

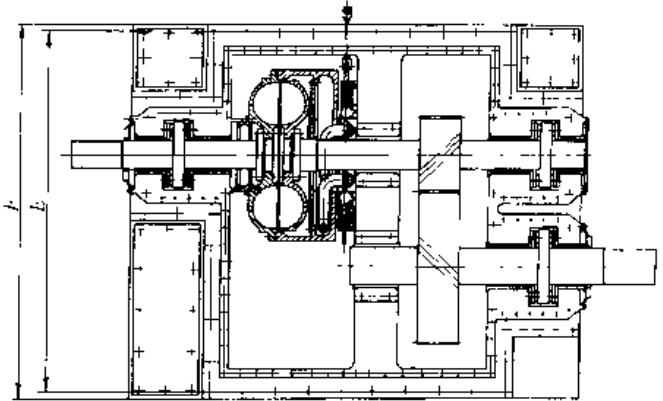
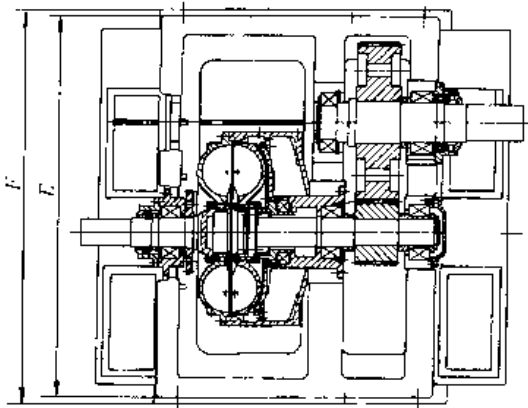
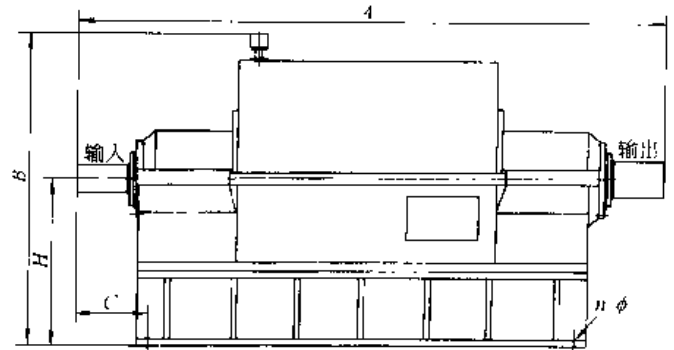
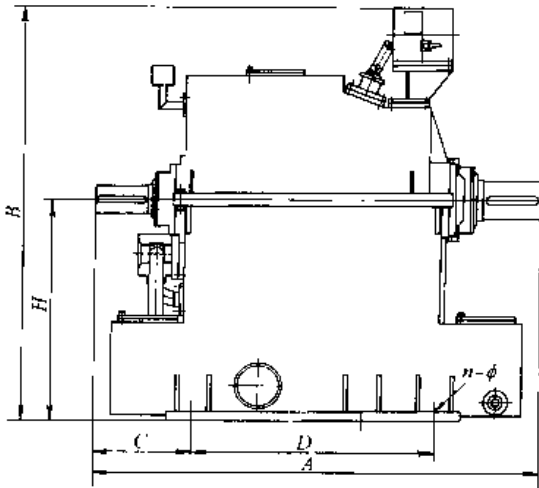
表 5-2-95

技术性能

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	泵轮转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率范围 /kW	额定滑差 S <sup>*</sup> /%	外形尺寸 /mm					
					A	B	C	D	E	F
YDTZ32/48	2970	4800	350 ~ 710	3	1030	810	1250	350	650	250
YDTZ36/55	2970	5500	800 ~ 1650	3	1200	980	1500	400	720	300
YDTZ40/55	2970	5500	1600 ~ 2800	3	1180	1520	1880	620	780	350
YDTZ43/52	2970	5200	2500 ~ 4000	3	1424	1226	940	500		350
YDTZ50/52	2970	5200	4200 ~ 6300	3	1395	1390	1105	550		450

注：生产厂：上海 711 研究所。

4) YOCH 型



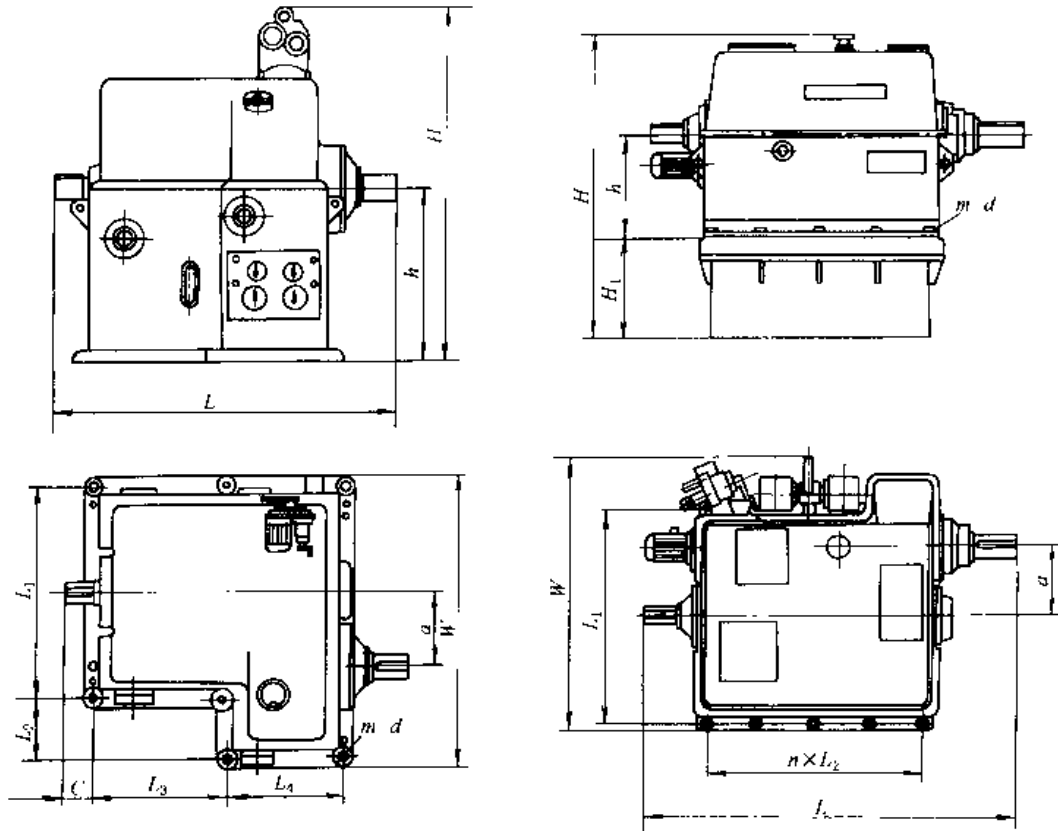
YOCH 560B ~ YOCH 800B 结构及外形

YOCH 875H、YOCH 1000H 结构及外形

表 S-2-96

型号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	额定转差率 /%	外形尺寸/mm							
				A	B	C	D	E	F	H	n-φ
YOCH 560 B	1500	200 ~ 355	≤ 3	1500	1230	290	860	1110	1190	700	6-40
YOCH 650 B	1500	355 ~ 750	≤ 3	1830	1680	410	1000	1565	1635	900	6-40
YOCH 710 B	1500	750 ~ 1250									
YOCH 750 B	1500	1150 ~ 1450	≤ 3	1850	1500	360	1040	1720	1800	950	6-45
YOCH 800 B	1500	1250 ~ 1600									
YOCH 875 H	1000	670 ~ 1000	≤ 3	3500	2170	440		2160	2260	1280	18-42
	1500	1600 ~ 2800									
YOCH 1000 H	1000	1000 ~ 1800	≤ 3								
	1500	2800 ~ 3600									

注：生产厂：上海交通大学附属工厂。

5) YOCH<sub>7</sub>型

YOCH<sub>7</sub>580/3000/\* , 750/1500/\* , 875/1500/\* ,  
1000/1500/\*

表 5-2-97

型 号	输入转速 /r·min <sup>-1</sup>	传递功率 /kW	外形尺寸/mm												
			L	H	W	h	a	H <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	C	L <sub>4</sub>	m-d	
YOCH <sub>7</sub> 500/*/*	1000 1500	20~60 70~200	1520	1452	1400	635	400			1010	315	570	40	590	9-φ35
YOCH <sub>7</sub> 500/3000/*	3000	560~1625	1520	1452	1400	700	400			1125		710	300		4-φ35
YOCH <sub>7</sub> 560/*/*	1000 1500	35~100 115~340	1600	1630	1400	810	400			1000	320	600	80	600	9-φ35
YOCH <sub>7</sub> 580/3000/*	3000	1125~3250	2625	2850	1875	750	450	1500	1400	4×400		354			10-φ39
YOCH <sub>7</sub> 650/*/*	1000 1500	75~215 250~730	1850	1532	1680	840	450			1200	400	730	100	700	9-φ35
YOCH <sub>7</sub> 750/1000/*	1000	150~440	1850	1532	1680	840	450			1200	400	730	100	700	9-φ35
YOCH <sub>7</sub> 750/1500/*	1500	510~1480	2390	2180	1815	650	450	830	1573	1512		297.5			10-φ39
YOCH <sub>7</sub> 875/1000/*	1000	300~850	2200	1650	1750	880	450			1360	210	900	200	800	9-φ39
YOCH <sub>7</sub> 875/1500/*	1500	1160~3260	2888	2520	2250	800	550	790	1750	4×435		449			10-φ39
YOCH <sub>7</sub> 1000/1500/*	1500	1250~3700	2988	2520	2250	800	550	1090	1750	4×460		449			10-φ39

注: 1. 标注示例: 输入转速为 1500r/min, 输出最高转速为 900 r/min 的 YOCH<sub>7</sub>650 型液力耦合器传动装置标注为 YOCH<sub>7</sub>650/1500/900。

2. 额定转差率为 1.5%~3%。其输出的最高转速(即型号中后一个\*处标注的转速)根据用户需要确定,一般最小为输入转速的 1/3。其最高总机效率 ≥ 95%。
3. 调速范围: 对离心式机械为 1~1/5; 对恒转矩机械为 1~1/3。
4. 生产厂: 大连液力机械总厂。



### (8) 耦合器的选择

1) 对于大惯量工作机, 只要求平稳启动的可选择牵引型; 在运转中有可能被卡住不转, 要求防护动力过载的可选用液压倾泄式限矩型; 对于既要防护动力过载, 又希望大惯量工作机在较长的启动过程中, 电机不会出现大负荷的可选用延充式限矩型; 当要求防爆、防燃、防油污染工作环境时, 可选用水介质限矩型。

2) 如要求耦合器进行无级调速, 当输入转速为 1000~1500r/min, 传递功率小于 200~300kW 时, 可選用结构紧凑、辅助设备简单、轴向尺寸小、重量轻、造价低的进口调节式; 当耦合器输入转速大于或等于 3000r/min 时, 或转速虽为 600~1500r/min, 但所传的功率大于 200~300kW, 有效直径较大时, 可選用带有坚实箱体支持、运转平衡可靠的出口调节式。

3) 已知或能计算出工作机的实际负载容量和转速时, 首先计算实际负载容量和转速, 再根据计算出的轴功率和转速在规格尺寸选择图(或称功率选择图)上直接选取。如无尺寸选择图可按下式确定耦合器的有效直径  $D$ 。

$$D = K \sqrt[3]{\frac{N_e}{n_B}} \quad (\text{m})$$

式中  $D$  ——耦合器的有效直径, m;

$K$  ——与耦合器性能有关的系数, 对调速型  $K = 14.7 \sim 13.8$ , 对限矩型  $K = 15.4 \sim 14.4$ ;

$N_e$  ——耦合器所配工作机的轴功率, kW;

$n_B$  ——泵轮转速, r/min。

把计算的  $D$  值用毫米表示, 从产品样本中选择一个比  $D$  值大者, 就是耦合器的规格。

4) 如不知道工作机的实际负载, 就可以用原动机的额定功率和转速, 按上面的方法来选择, 这样一般耦合器选择偏大。

5) 充分了解产品结构特点和加工制造质量, 尤其是产品实际生产使用的情况。

## 4.10 带耦合器传动系统启动特性计算

对于某些要求频繁启动的大惯量工作机, 例如离心分离机, 启动、停车等过渡过程时间占装置总使用时间达很大的比例, 有时需要计算启动过程中各参数随启动时间的变化关系。图 5-2-14 为带耦合器传动系统原理图。

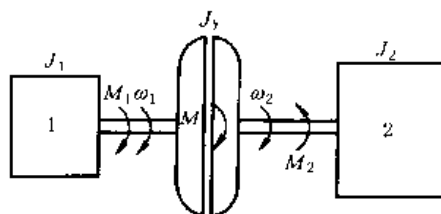


图 5-2-14 带耦合器传动系统原理图

1—异步电动机; 2—工作机;  $J_1$ —系统主动部分, 包括电动机、耦合器泵轮, 转动外壳等折算到耦合器输入轴上的转动惯量;

$J_2$ —系统从动部分转动惯量, 包括涡轮, 折算到耦合器输出轴上;  $\omega_1$  和  $M_1$ —电动机角速度和转矩;

$\omega_2$  和  $M_2$ —工作机的角速度和转矩;  $M$ —耦合器所传转矩;  $J_y$ —耦合器中液体相对于旋转轴的转动惯量

在计算启动特性之前, 必须具有该传动系统的异步电动机的负荷特性  $M_1 = M_1(\omega_1)$ ; 工作机的负荷特性  $M_2 = M_2(\omega_2)$  和耦合器的无因次特性  $\lambda = f(i)$ , 见图 5-2-15。并假定在启动特性计算中可利用上述三者的静态转矩特性。

表 5-2-98

带耦合器传动系统启动特性计算

序 列	参 数	计算公式或来源
1	主动部分的转动惯量(折算到耦合器输入轴上) $J_1$ , $\text{kg} \cdot \text{m}^2$	根据系统的具体情况, 按动力学基本公式计算
2	从动部分的转动惯量(折算到耦合器的输出轴上) $J_2$ , $\text{kg} \cdot \text{m}^2$	根据工作机和耦合器具体情况, 按动力学基本公式计算

序 列	参 数	计 算 公 式 或 来 源
3	偶合器叶轮内液体对旋转轴的转动惯量 $J$ , $\text{kg}\cdot\text{m}^2$	$J_y = \rho A_m r_0 \pi (R_m^2 - \frac{r_0^2}{z})$ 式中: $r_0 = \frac{(R_2 - R_1)}{2}$ , $m$ ; $A_m = \frac{(R^2 - R_0^2)\pi}{2}$ , $\text{m}^2$ ; $R, R_0, R_2, R_1$ 和 $R_m$ 的含义与计算 公式, 见表 5-2-67; $\rho$ —— 工作油密度, $\text{kg}/\text{m}^3$
4	某一步长的计算初始值 $t_1', \text{s}; \omega_1', \text{s}^{-1}; \omega_2', \text{s}^{-1}$	对传动系统由静止开始启动的, 取 $t_1' = 0, \omega_1' = 0, \omega_2' = 0$ 。如非静止开始启动, 则取另外值 $t_1', \omega_1'$ 和 $\omega_2'$ —— 某步长起始瞬间的时间, 主动部分角速度和从动部分角速度
5	经过很小时间间隔 $\Delta t$ 之后电动机的角速度增量 $\Delta\omega_1, \text{s}^{-1}$	根据具体情况取定。取得小, 计算精度高, 计算量大; 取得大, 精度低, 计算量少
6	电动机的平均角速度 $\bar{\omega}_1, \text{s}^{-1}$	$\bar{\omega}_1 = \omega_1' + \frac{\Delta\omega_1}{2}$
7	与 $\bar{\omega}_1$ 对应的电动机平均转矩 $\bar{M}_1, \text{N}\cdot\text{m}$	由电动机负荷特性 $M_1 = M_1(\omega_1)$ 查得, 见图 5-2-16
8	经过很小时间间隔 $\Delta t$ 之后工作机的角速度增量 $\Delta\omega_2, \text{s}^{-1}$	根据具体情况先取定, 经校核后再修正, 逐次接近
9	工作机的平均角速度 $\bar{\omega}_2, \text{s}^{-1}$	$\bar{\omega}_2 = \omega_2' + \frac{\Delta\omega_2}{z}$
10	与 $\bar{\omega}_2$ 对应的工作机平均转矩 $\bar{M}_2, \text{N}\cdot\text{m}$	由工作机负荷特性 $M_2 = M_2(\omega_2)$ 查得。与图 5-2-16 所示方法类似
11	偶合器平均转速比 $i$	$i = \omega_2 \sqrt{\omega_1}$
12	与 $i$ 对应的偶合器转矩系数 $\lambda$	由所用偶合器无因次特性 $\lambda = f(i)$ 查得
13	与 $i$ 对应的偶合器所传的平均转矩 $M, \text{N}\cdot\text{m}$	$\bar{M} = \rho \bar{\omega}_1^2 \lambda_0 D^5, \lambda = \frac{M}{\rho \bar{\omega}_1^2 D^5}$ 为无因次值, 其数值等于 $0.895 \times 10^3 \lambda_{\text{常用}} (\lambda_{\text{常用}} = \frac{M}{\rho g \alpha_0^2 D^5})$
14	校核传动系统的运动微分方程式	$\frac{M_1 - M}{M - M_2} = \left( \frac{J_1 + J_2}{J_2 + J_1} \right) \frac{\Delta\omega_1}{\Delta\omega_2}$ 等式两边必须相等, 如不等, 重新取 $\Delta\omega_2$ , 重复序列 8 到 13 计算, 到满意的相等为止。再往下计算
15	对应该步长的时间间隔 $\Delta t, \text{s}$	$\Delta t = \frac{J_1 + J_2}{M_1 - M} \Delta\omega_1$
16	平均时间 $\bar{t}, \text{s}$	$\bar{t} = t_1' + \frac{\Delta t}{2}$
17	该步长的终点参数 $t_1'', \text{s}; \omega_1'', \text{s}^{-1}; \omega_2'', \text{s}^{-1}$	$t_1'' = t_1' + \Delta t$ $\omega_1'' = \omega_1' + \Delta\omega_1$ $\omega_2'' = \omega_2' + \Delta\omega_2$ 作为下一个步长计算的初始值

续表

序列	参数	计算公式或来源
18	该时间间隔内耦合器的功率损失 $\dot{N}_s, \text{kW}$	$\bar{N}_s = \bar{M}(\omega_1 - \omega_2)$

注：1. 序列 4 到 18 为第一个时间间隔的计算结果，之后，以  $t_1''$ 、 $\omega_1''$  和  $\omega_2''$  作为初始值，重复由 4 到 18，算出第二时间间隔各参数。再重复上述算法，直到启动过程结束，传动系统稳定运转为止。最后作出  $\omega_1$ 、 $\omega_2$ 、 $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M$  和  $N_s$  随  $t$  的变化关系曲线图（图 5-2-17）。

2. 如果工作机的起始转矩（ $\omega_2 = 0$  时的  $M_{20}$ ）不等于零（图 5-2-15b 中的曲线 1 和 2），则在工作机转动之前， $\omega_2'$ 、 $\omega_2$  和  $i$  均等于零， $\bar{M} = \rho \lambda_0 \bar{\omega}_1^2 D^5$ （ $\lambda_0$  为  $i = 0$  时耦合器转矩系数），可按上表算出工作机转动之前的  $\bar{\omega}_1$ 、 $M_1$ 、 $M$ 、 $N_s$  和  $t$ 。与此阶段終了时相应的电动机角速度  $\omega_{10} = \sqrt{\frac{M_{20}}{\rho \lambda_0 D^5}}$ 。

3. 据  $N_s - f(t)$  的关系曲线，可以标出整个启动过程中转换成热量的功  $A_s = \int \dot{N}_s \cdot \Delta t$ （W·s）。

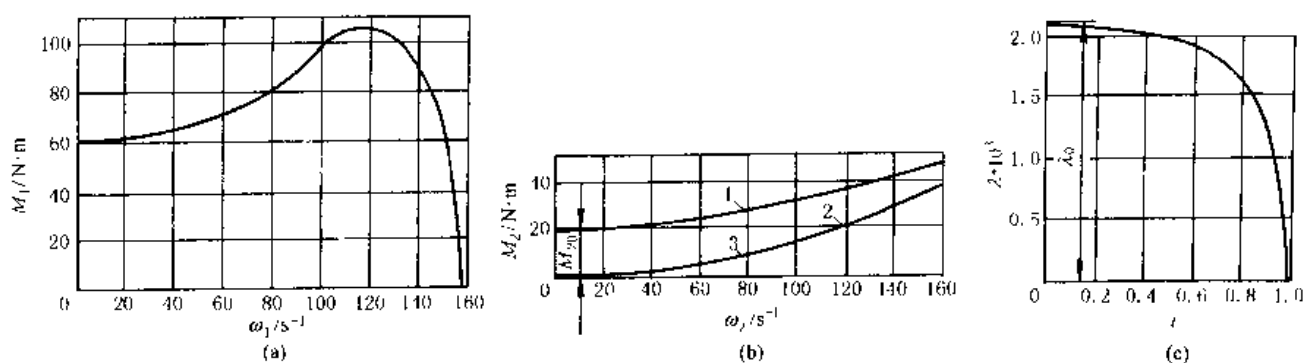


图 5-2-15 某带耦合器传动系统的一些原始特性

(a) 异步电动机；(b) 工作机；(c) 耦合器

图中计算的参数为： $J_1 = 20 \text{kg} \cdot \text{m}^2$ ， $J_2 = 200 \text{kg} \cdot \text{m}^2$ ； $D = 0.2 \text{m}$ ， $\rho = 900 \text{kg}/\text{m}^3$ ；异步电动机负荷特性为图 5-2-15a，工作机负荷特性为图 5-2-15b 中的曲线 1，耦合器无因次特性为图 5-2-15c，图 5-2-17 中还与异步电动机直接带动工作机（无耦合器）的启动特性作了比较。可以看出，在本例情况下，带耦合器的传动系统，在 5s 后电动机即可越过最大转矩，65s 已达到稳定运转工况；对于不带耦合器的，越过电动机最大转矩的时间为 52s，达到稳定运转工况则需更长的时间。

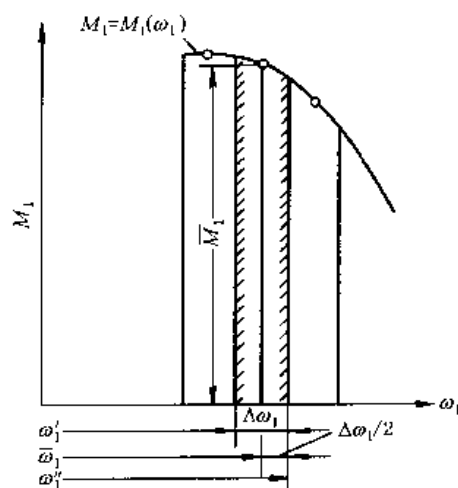


图 5-2-16

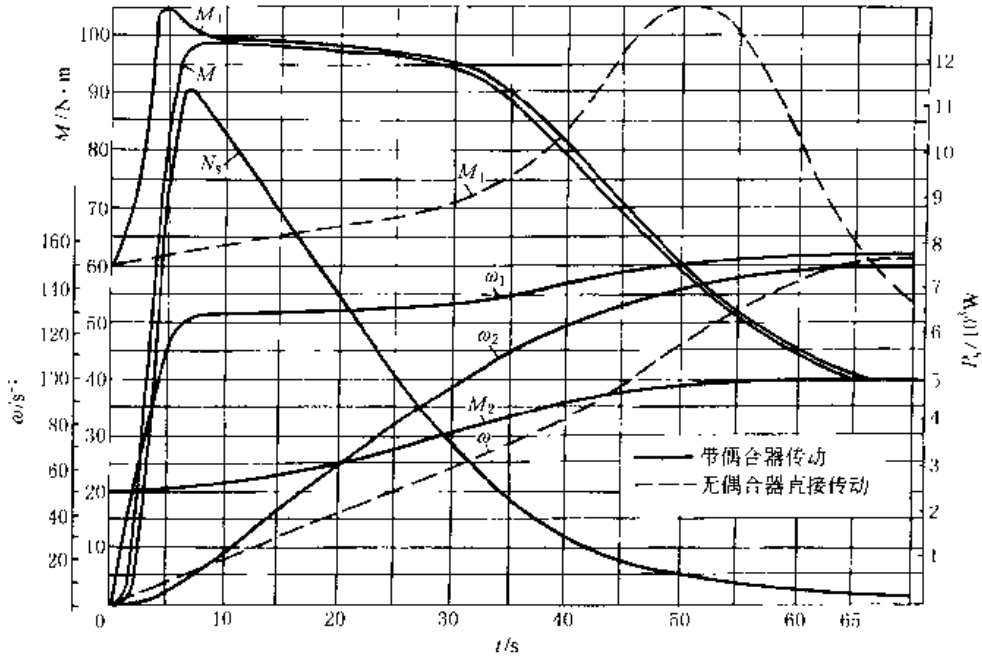


图 5-2-17 某带偶合器传动系统启动特性的计算结果

### 4.11 传动系统采用耦合器的节能计算<sup>[5]</sup>

异步电动机带动的离心泵和风机，如在两者之间安装液力偶合器进行无级调速，与目前普遍采用的节流调节或风机进口导叶调节相比，可以大量节能。另外，牵引型和限矩型偶合器在启动过程中也可节能。其计算方法如下。

#### (1) 无静压管路系统

对于泵或风机停止运转时，输送流量的管路系统的压力即行消失的即为无静压管路系统。离心通风机和大部分鼓风机属于这种类型，其管路阻力特性可用  $R = KQ^2$  表示，为一条通过原点 0 的二次抛物线。设它与  $n_1$  为定值的风机压头流量特性交于点 e (图 5-2-18)，对应的流量为额定流量  $Q_e$ ，效率为最高效率  $\eta^*$ ，风机（或泵）的轴功率为额定功率  $P_e$ 。如采用偶合器调速，试求任一流量  $Q_A$  时各特性参数 (表 5-2-99)。

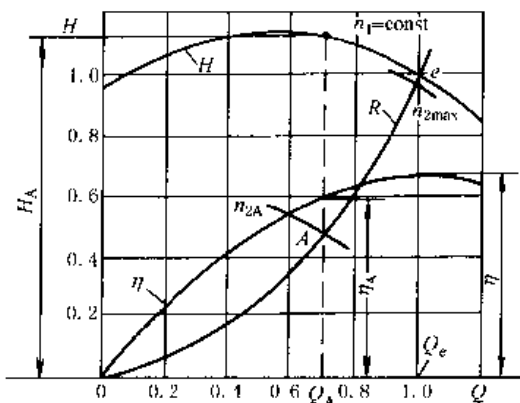


图 5-2-18 无静压时风机的调速特性

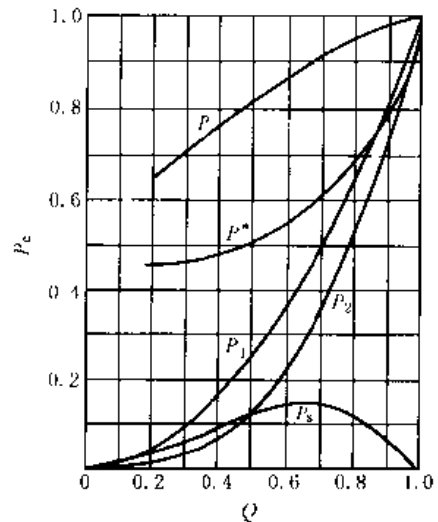


图 5-2-19 无静压时风机各功率随流量 Q 的变化关系  
 $P_2, P_1, P_s, P$  和  $P^*$ ——见表 5-2-99

表 5-2-99

序 列	名 称	计算公式或来源
1	$n_1$ 为定值时风机的压头流量特性	由风机制造厂提供 $H = f(Q)$ 曲线图
2	通风管路的阻力特性	由供风管路的沿程和局部阻力计算求得, $R = KQ^2$ 选用风机时一般使阻力特性曲线通过对应于风机最高效率点的额定工况点 $e$
3	任意流量 $Q_A$ 时的风机转速 $n_{2A}$ , r/min	$n_{2A} = \frac{Q_A}{Q_e} n_1$ $n_1$ —— 电动机的额定转速, r/min $Q_e$ —— 风机的额定流量, $m^3/s$
4	偶合器在 $A$ 点的转速比 $i_A$	$i_A = \frac{n_{2A}}{n_1}$
5	偶合器在 $A$ 点的液力效率 $\eta_{yA}$	$\eta_{yA} = i_A$
6	偶合器在 $A$ 点的滑差 $S_A$	$S_A = 1 - i_A$
7	在 $A$ 点运转的风机轴功率 $P_{2A}$ , kW	$P_{2A} = \left(\frac{n_{2A}}{n_1}\right)^3 P_e = i_A^3 P_e$ $P_e$ —— 风机在转速为 $n_1$ 时额定轴功率, kW
8	偶合器输入功率或电动机轴功率 $P_{1A}$ , kW	$P_{1A} = \frac{P_{2A}}{\eta_{yA}} = \frac{i_A^3 P_e}{i_A} = i_A^2 P_e$
9	偶合器的功率损失 $P_{5A}$ , kW	$P_{5A} = P_{1A} - P_{2A} = (i_A^2 - i_A^3) P_e$
10	风机由电动机直接带动, 并以 $n_1$ 恒速运转, 用节流调节得到流量 $Q_A$ 时风机(或电动机)轴功率 $P_A$ , kW	$P_A = \frac{\rho Q_A H_A'}{1000 \eta_A}$ $H_A'$ —— 对应于 $Q_A$ 的压头, kPa $\rho$ —— 流体密度, $kg/m^3$ $\eta_A$ —— 对应于 $Q_A$ 的风机效率
11	与节流调节对比, 风机用偶合器调速后所节约的功率 $\Delta P$ , kW	$\Delta P = P_A - P_{1A}$
12	在 $Q_A$ 工况运转 $h$ 小时后所节约的电能 $A$ , kW·h	$A = \Delta P \cdot h$

注: 1. 取若干个不同流量的点进行与上表同样顺序的计算, 即可得上述各参数随流量  $Q$  的变化关系曲线, 如图 5-2-19。图中还表示了风机采用进口导叶调节时电动机功率  $P^*$ , 以资比较。

2. 偶合器功率损失最大值  $P_{5max}$  发生在  $i = \frac{2}{3}$  处, 其值  $P_{5max} = \left[\left(\frac{2}{3}\right)^2 - \left(\frac{2}{3}\right)^3\right] P_e = 0.148 P_e$ 。

3. 偶合器在传递额定功率时有约 0.03 的滑差, 故风机最大转速  $n_{2max} \approx 0.97 n_1$ , 最大流量也将比电动机直接带动时略为减小 (约 3%)。

## (2) 有静压管路系统

在泵和风机停止运转时, 输送流量的管路系统仍具有恒定的静压头  $H_0$  (例如锅炉给水泵, 自来水供水系统, 煤气鼓风机供气系统)。绝大部分水泵属于这种类型, 其管路阻力特性可用  $R = H_0 + KQ^2$  表示。设它与  $n_1$  为定值的水泵压头流量特性交于点  $P$  (图 5-2-20), 对应的  $Q_{max}$  和  $\eta^*$  为泵的最大流量和最高效率。现求阻力特性上任一点  $A$  (对应流量和压头为  $Q_A$  和  $H_A$ ) 的各特性参数 (见表 5-2-100 及图 5-2-21)。

从图 5-2-19 和图 5-2-21 可以看出: 异步电动机带动的离心泵和风机采用偶合器调速, 可以大量节能, 例如, 当流量调节到  $0.4P_e$  时, 所能节约的功率约为电动机额定功率的 60% 和 20%。自然, 这一数值与泵或风机特性曲线形状以及管路系统静压头  $H_0$  大小有关, 但是, 总的趋势不变; 流量调节的幅度愈大, 泵和风机在小流量时

使用时间愈长, 节能效果也愈明显; 偶合器在调速过程中虽然也有功率损失  $P_s$ , 但与所能节约的功率  $\Delta P$  相比相对不大, 易为人们所接受。

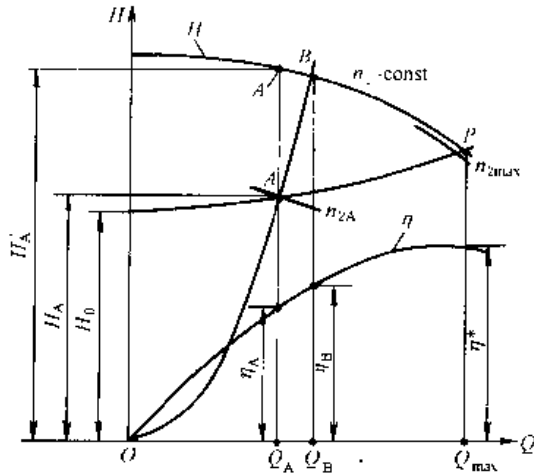


图 5-2-20 给水泵的调速特性

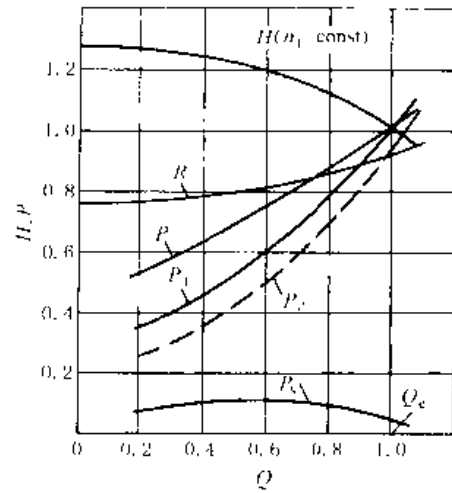


图 5-2-21 管路有静压时, 给水泵用偶合器调速, 各参数随流量  $Q$  的变化关系  
 $P_2$ 、 $P_1$ 、 $P$  和  $P_3$  ——见表 5-2-100;  
 $Q$  —— 流量,  $m^3/s$

表 5-2-100

序 列	名 称	计算公式或来源	说 明
1	$n_1$ 为定值时泵的压头(扬程)流量特性	由所选泵的制造厂提供 $H = f(Q)$ 曲线图	两者交点流量 $Q_{max}$ 一般大于额定流量 $Q_e$ , 以备长期运行后管路阻力增加时, 也能保证系统流量不低于 $Q_e$ , 不影响系统正常使用过 A 点作通过原点 O 的相似工况抛物线与 $n_1 = \text{const}$ 的 $H-Q$ 曲线交于点 B, 得对应于 B 点的 $Q_B$ 和 $\eta_B$
2	供水管路的阻力特性	由供水管路静压头, 管路沿程和局部阻力计算求得, $R = H_0 + KQ^2$	
3	任意流量 $Q_A$ 时的水泵转速 $n_{2A}$ , $r/min$	$n_{2A} = \frac{Q_A}{Q_B} \cdot n_1$	
4	偶合器在 A 点的转速比 $i_A$	$i_A = \frac{n_{2A}}{n_1}$	
5	偶合器在 A 点的液力效率 $\eta_{yA}$	$\eta_{yA} = i_A$	
6	偶合器在 A 点的滑差 $S_A$	$S_A = 1 - i_A$	
7	在 A 点运转的水泵轴功率 $P_{2A}$ , kW	$P_{2A} = \frac{\rho H_A Q_A}{1000 \eta_B}$ $\rho$ —— 水的密度, $kg/m^3$ $H_A$ —— A 点压头, kPa $Q_A$ —— A 点流量, $m^3/s$ $\eta_B$ —— 对应 B 点水泵效率	
8	偶合器输入功率或电动机轴功率 $P_{1A}$ , kW	$P_{1A} = \frac{P_{2A}}{\eta_{yA}} = \frac{P_{2A}}{i_A}$	
9	偶合器的功率损失 $P_{sA}$ , kW	$P_{sA} = P_{1A} - P_{2A}$	
10	水泵由电动机直接带动, 并以 $n_1$ 恒速运转, 用节流阀调节得到流量 $Q_A$ 时泵(或电动机)的轴功率 $P_A$ , kW	$P_A = \frac{\rho H'_A Q_A}{1000 \eta_A}$ $H'_A$ —— 对应 A 点的在 $n_1 = \text{const}$ 的 $H-Q$ 曲线上的压头, kPa $\eta_A$ —— 对应 A 点的水泵效率	
11	与节流调节相比, 水泵用偶合器调速后所节约功率 $\Delta P$ , kW	$\Delta P = P_A - P_{1A}$	

续表

序 列	名 称	计算公式或来源	说 明
12	在 $Q_A$ 工况运转 $h$ 小时后所节约的电能 $A, \text{kW}\cdot\text{h}$	$A = \Delta P \cdot h$	

注：1. 取若干个不同流量点进行与上表同样顺序的计算，即可得上述各参数随流量  $Q$  的变化关系曲线，见图 5-2-21。

2. 偶合器在传递额定功率时有约 0.03 的滑差，故泵最大转速  $n_{2\max} \approx 0.97n_1$ ，最大流量也将比电动机直接带动时小约 3%。

3. 当管路输送额定流量  $Q_e$  时，泵的压头一般选用比管路阻力高约 10% 作为储备，以备管路长期使用后阻力增加时，也能保证系统的额定流量。平时这种压力储备为节流阀所消耗，使用偶合器调速后可取消这一消耗，使泵在额定流量运转时也能达到节能目的。

当多台泵或风机并联运行时，可以对其中一台或几台进行调速，而其他几台仍定速运行。这种调速和定速的组合，可以达到流量的连续调节和明显的节能效果。有关并联运行中某些问题，读者可参考有关文献，这里不再讨论。

### (3) 牵引型和限矩型偶合器启动时节能计算

与电动机直接带动工作机的直接启动相比，牵引型和限矩型偶合器在启动过程中可以节能（图 5-2-22）。由于偶合器输入部分（泵轮）的惯量比工作机要小得多，加速过程中偶合器转矩  $M_1$  又小于电动机转矩  $M_D$ ，因此，

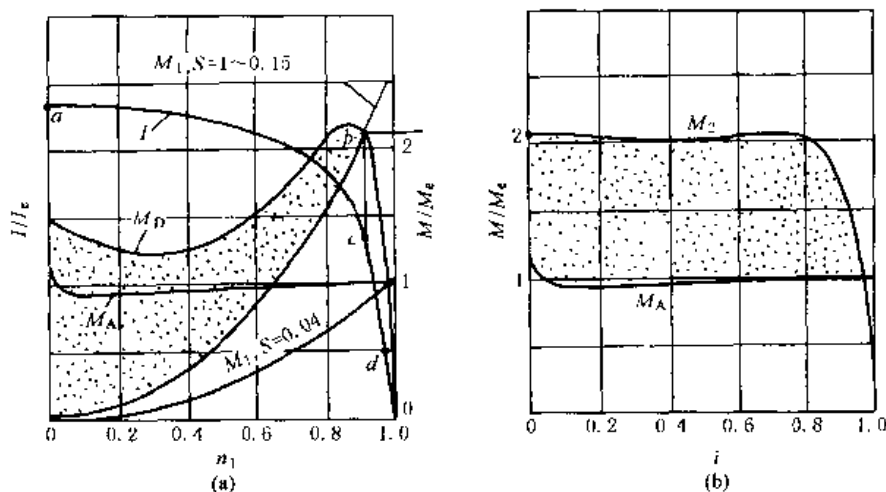


图 5-2-22 异步电动机用偶合器或直接带动工作机的启动特性

采用偶合器后，甚至在工作机保持不转 ( $S=0$ ) 的情况下，也可使电动机迅速启动并越过其最大转矩值，在  $b$  点稳定运转。而涡轮就以电动机的最大转矩  $M_2$  去推动工作机，克服其阻力转矩  $M_A$  并进行加速，到滑差  $S=0.15$  ( $i \approx 0.85$ ) 时  $M_2$  才逐步下降，最后与工作机阻力特性在  $S=0.04$  额定转矩值处相交，涡轮与工作机的启动加速过程才算完成如图 5-2-22b。由于  $M_2 - M_A$  要比  $M_D - M_A$  大，因此，与电动机直接带动工作机相比，能更迅速地启动工作机。图 5-2-22a 中还表示启动电流  $I$  随电动机转速  $n_1$  的变化关系。在电动机通电而转子尚未转动一刹那出现峰值电流之后， $I$  自  $a$  点的最大值经  $c$  点向等于额定值  $I_c$  的  $d$  点逐步下降。两种启动方式因电动机升速时间不同，启动电流随启动时间  $t$  的变化关系也各不相同，见图 5-2-23。图中两曲线之间的面积，就是采用偶合器在一次启动过程中所能节约的电能。

如果所选用的异步电动机负荷特性内还具有启动电流  $I$  随转速  $n_1$  的变化关系曲线，如图 5-2-22a，则根据表 5-2-98 所列的启动特性的计算方法，也可求出两种传动方式在启动过程中  $I$  随启动时间  $t$  的变化关系曲线，由此算出一次启动过程中所节约的电能值。

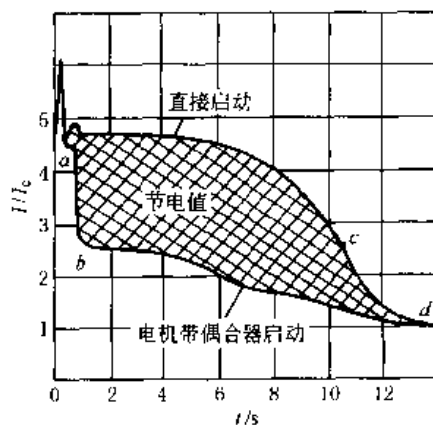


图 5-2-23 异步电动机用偶合器在一次启动过程中的节电值

工作机的惯量愈大，启动过程的时间愈长，启动的次数愈频繁，使用耦合器后的节电效果也愈明显。

### 4.12 发热与散热计算

#### (1) 耦合器运转时产生的热量

耦合器在运转中存在滑差和机械效率，因而有功率损失并转化为油的热量，其值为：

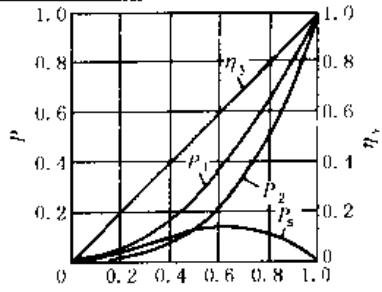
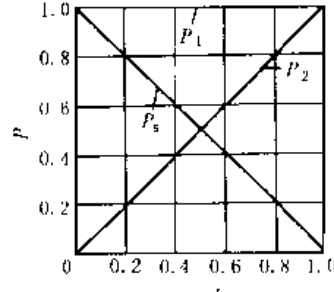
$$Q = 3600000 [P_s + P_e(1 - \eta_m)] \quad (\text{J/h}) \quad (5-2-19)$$

式中  $P_s$  —— 耦合器的功率损失，kW 可按表 5-2-101 选定；

$\eta_m$  —— 耦合器机械效率，按表 5-2-61 确定；

$P_e$  —— 耦合器所传的额定功率，kW。

表 5-2-101 功率损失  $P_s$  的确定

耦合器型式	牵引型, 限矩型	调速型	
负荷型式	长期运转于额定工况	负荷功率 $P_2$ 随转速 $n_2$ 的变化关系	
		$P_2 \propto n_2^3$ (或 $P_2 \propto i^3$ )	$P_2 \propto n_2$ (或 $P_2 \propto i$ )
负荷实例	运输机, 破碎机	离心泵, 离心鼓风机	往复机, 提升机
滑差损失值和计算公式	$P_s = S \cdot P_e$	$P_s = (i^2 - i^3) P_e$	$P_s = (1 - i) P_e$
$P_s$ 随 $i$ 的变化规律			
最大滑差损失 $P_{Smax}$		$P_{Smax} = 0.148 P_e$	$P_{Smax} = P_e$
与 $P_{Smax}$ 对应的耦合器转速比		$i = 0.666$	$i = 0$

注:  $P_e$  —— 原动机的额定功率, kW。

#### (2) 风冷散热及限制

对于功率损失不大的耦合器，可以通过旋转壳体向大气散热，但发散的功率不应超出图 5-2-24 的限制，否则油的温升将超过 65℃。

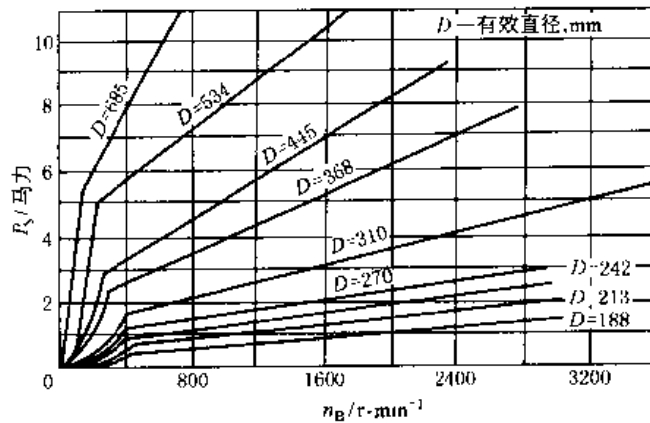


图 5-2-24 油的温升不超过 65℃ 时，风冷耦合器  $P_s$  许用值

风冷散热片面积，可由下式确定：



$$F = \frac{Q}{\xi(t - t_1)} \quad (\text{m}^2) \quad (5-2-20)$$

式中  $\xi$  ——油到空气的传热系数,  $\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ , 在壳体旋转和通风良好时,  $\xi$  可达  $2.93 \times 10^5 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ , 此时油温为  $90^\circ\text{C}$ ;

$Q$  ——耦合器的散热量,  $\text{J}/\text{h}$ , 由式 (5-2-19) 确定;

$t$  和  $t_1$  ——工作油温度和环境温度,  $^\circ\text{C}$ 。

### (3) 冷却供油系统与设备计算

中大功率耦合器必须有冷却供油系统, 其作用是: 带走耦合器因滑差和其他机械损失而产生的热量; 实现耦合器的无载或空载启动, 接合和脱离, 无级调速以及供油量的自动控制; 润滑耦合器各轴承和传动齿轮; 有时还供应电动机和工作机的润滑系统, 等等。

#### 1) 供油泵的排量 $q_c$ 与压头

$$q_c = \frac{Q}{c_p \Delta t \rho} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (5-2-21)$$

式中  $Q$  ——耦合器的散热量,  $\text{J}/\text{h}$ , 由式 (5-2-19) 确定;

$c_p$  ——工作油比热容,  $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ , 对 20 号机械油和 22 号透平油常数  $c_p = 1884 \sim 2303 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$\Delta t$  ——进出耦合器工作油温差,  $^\circ\text{C}$ , 常取  $\Delta t = 15 \sim 35^\circ\text{C}$ ;

$\rho$  ——工作油密度, 对 20 号机械油和 22 号透平油, 在油温  $70^\circ\text{C}$  时, 可取  $\rho = 860 \sim 870 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。

供油泵的压力, 应在耦合器进口处保证不低于  $(0.4 \sim 1) \times 10^5 \text{ Pa}$ , 过低进口压力会使耦合器供油不足, 滑差大大增加, 影响正常运转。

#### 2) 冷却器传热面积 $F$

$$F = \frac{Q}{K \left( \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{\tau_1 + \tau_2}{2} \right)} \quad (\text{m}^2) \quad (5-2-22)$$

式中  $Q$  ——耦合器运转中最大散热量,  $\text{J}/\text{h}$ , 由式 (5-2-19) 确定;

$K$  ——油到水之间的传热系数,  $\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ , 视冷却器的结构而定, 对管式结构  $K = (628 \sim 1047) \times 10^3 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ , 对板式结构  $K = (837 \sim 2930) \times 10^3 \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$t_1$  和  $t_2$  ——工作油进、出冷却器温度,  $^\circ\text{C}$ ;

$\tau_1$  和  $\tau_2$  ——冷却水进、出冷却器温度,  $^\circ\text{C}$ 。

耦合器的出口油温, 一般不超过  $70 \sim 75^\circ\text{C}$ 。对于大功率耦合器, 如果工作油和润滑油分别带有冷却器, 则对润滑油温限制在  $70^\circ\text{C}$  以下的同时, 工作油温可提高到  $85 \sim 100^\circ\text{C}$ , 以提高冷却效果和减小冷却器的传热面积。

#### 3) 冷却器所需的水量 $q_L$

$$q_L = \frac{Q}{c \Delta \tau \rho} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (5-2-23)$$

式中  $Q$  ——耦合器运转中最大散热量,  $\text{J}/\text{h}$ , 由式 (5-2-19) 确定;

$c$  ——水的比热容,  $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ,  $c = 4186.8 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$\Delta \tau$  ——冷却器进出口水的温差,  $^\circ\text{C}$ , 管式一般  $3 \sim 5^\circ\text{C}$ , 板式一般  $5 \sim 10^\circ\text{C}$ ;

$\rho$  ——水的密度,  $\rho = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。

#### (4) 匀管排油系统

耦合器设置匀管的目的是为了实现无级调速, 也是耦合器排 (或进) 油的一种可靠的办法, 目前普遍采用。

当耦合器辅油室中旋转油环自由液面与匀管进口截面中心一致时, 油的动能转变为位能, 在逆流孔口处所产生的压头为

$$H_x = \frac{u_x^2}{2g} \cdot 9.8 = \frac{u_x^2}{2} \quad (\text{kPa}) \quad (5-2-24)$$

当匀管孔口伸下油环自由液面之下时的压头为

$$H'_x = 9.8 \left( \frac{u_x^2}{g} - \frac{u_0^2}{2g} \right) = u_x^2 - \frac{u_0^2}{2} \quad (\text{kPa}) \quad (5-2-25)$$

式中  $u_x$  ——油环在匀管孔口处圆周速度,  $\text{m}/\text{s}$ ;

$u_0$  ——油环自由液面处的圆周速度,  $\text{m}/\text{s}$ ;

$H_x$  和  $H'_x$  ——距耦合器轴中心线距离为  $R_x$  时匀管孔口压头; 当  $u_x = u_0$  时,  $H'_x = H_x$ 。

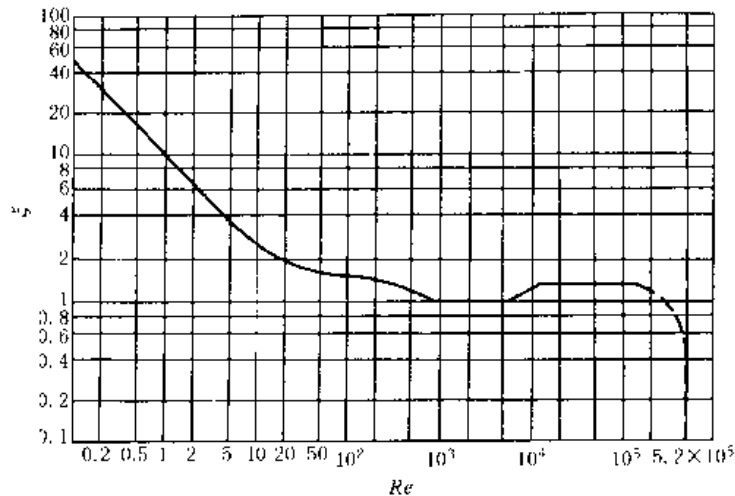
在这一压头作用下, 工作油经匀管、排油腔体内通道和管路流回油箱 (或进入耦合器流道), 并克服在流动

过程中所遇到的各种阻力损失。在设计中，应使勺管的排油能力不低于供油泵所能供应的能力（可按表 5-2-102 计算）。

表 5-2-102

勺管所耗功率和移动勺管之力的计算

名称	公式和参数选择
管头没在油环中的雷诺数 $Re$	$Re = \frac{u_s d_s}{\nu}$ $u_s$ ——半径为 $R_s$ 油环的圆周速度, m/s; $d_s$ ——勺管头外径, m; $\nu$ ——油的运动粘性系数, $m^2/s$
管头在油环中的摩擦阻力系数 $\xi$	$\xi = f(Re)$ 按 $Re$ 查图 5-2-25 中的曲线
管头在油环中的摩擦损失 $h_1$ , kPa	$h_1 = \xi \frac{u_s^2}{2}$
管头在油环中的摩擦阻力 $F_1$ , N	$F_1 = \rho h_1 f$ $\rho$ ——油的密度, $kg/m^3$ ; $f$ ——垂直于 $u_s$ 的管头横截面积
因勺出液体而在管头上产生的力 $F_2$ , N	$F_2 = \rho q_c u_s$ $q_c$ ——供油泵排量, $m^3/h$ , 见式 (5-2-8)
作用在勺管头上的力 $F$ , N	$F = F_1 + F_2$
原动机消耗在勺管上的功率 $N_1$ , kW	$N_1 = \frac{F \cdot u_s}{1000}$
执行机构移动勺管时所需的最大力 $P_{max}$ , N	$P_{max} = \left( \frac{2L+l}{L} \right) \mu F_{max}$ $F_{max}$ ——作用在管头上的最大力, 发生在 $Re_{max}$ 时, N; $L$ ——勺管伸出支座的长度, m; $l$ ——支座长度, m; $\mu$ ——摩擦系数, 常取 $\mu = 0.06$

图 5-2-25 勺管头摩擦阻力系数  $\xi$  随  $Re$  的变化关系

#### 4.13 试 验

液力耦合器的试验有三种类型：台架试验、工业试验和出厂试验。

台架试验是对新设计的耦合器样机进行的，目的是：考验整机的结构设计运转是否正常，排除研制过程中某些不可避免的故障，为整机承受全功率扫清障碍；运转跑合，外特性试验，调速特性试验（调速型），零速工况试验（牵引型和限矩型），以确定耦合器的承载能力（转矩系数）、额定滑差、机械效率、调速范围、过载系数等性能指标是否达到设计的预期要求。台架试验中也可测定在全速运转时的振动和噪声值（带有齿轮传动的）。一般，在台架试验合格之后，才可投入全负荷工业试验。

工业试验是将耦合器安装于现场进行全负荷和在各种工况下长期运行，以进一步考核耦合器的性能，制造和装配质量以及使用寿命等等。一般，对于调速型耦合器，无故障运行累计时间应大于 5000h，牵引型和限矩型则为 2000~4000h。

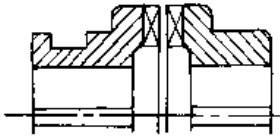
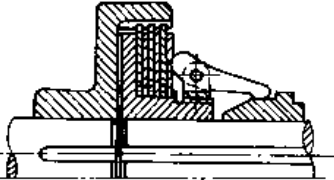
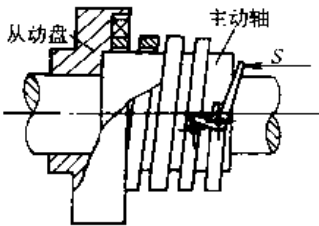
出厂试验是保证批量生产耦合器制造质量的重要环节，无论调速型或限矩型，必须逐台进行。其试验过程是：动车运转，排除制造或安装中因疏忽和某种偶然因素而引起的故障；然后在全速运转下检查渗漏情况，测定耦合器的振动、噪声，额定滑差值时的转矩系数等主要技术参数是否达到规定值，再进行运转跑合。出厂试验总的运转时间，一般不应少于 2~3h。

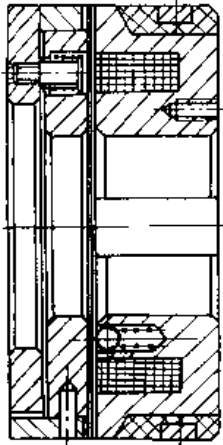
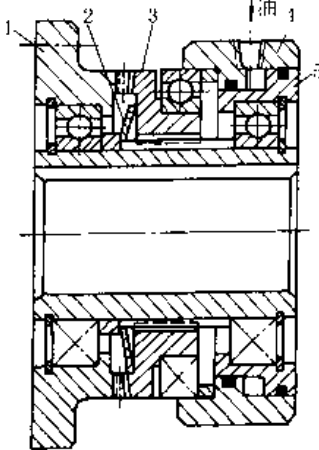
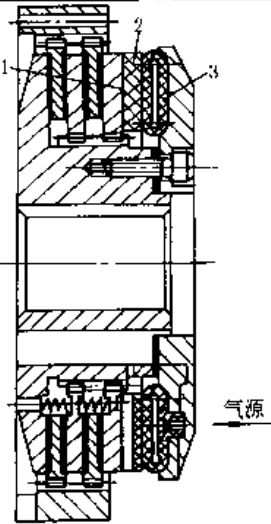
各项试验完成之后，必须作出相应的试验报告或记录。

# 第3章 离合器

## 1 常用离合器的型式、特点及应用

表 5-3-1

型 式		转矩范围 /N·m	简 图 及 特 点	应 用
操纵 方式	接合件的 接合方式			
刚 性	牙嵌	63 ~ 4100	 <p>牙嵌离合器</p>	<p>通常用手动杠杆操纵,靠主动件与被动件强制啮合传递转矩。结构简单,外形尺寸小,传递转矩大,传动比固定不变,不产生摩擦热,但结合时有冲击和振动,只能在静止或低速(对矩形牙转速差<math>\leq 10r/min</math>,其余牙形<math>\leq 300r/min</math>或线速度<math>&lt; 0.7 \sim 0.8m/s</math>)下结合。当工作机械载荷惯量很大时,要求原动机启动转矩大</p>
	齿轮			
	转键	100 ~ 3700		
	滑键			
	拉键			
机 械 式 摩 擦	单盘		 <p>多盘离合器</p>	<p>机械操纵压紧摩擦件,靠摩擦件间的摩擦力传递转矩。可在高转速差下平稳结合,接合过程中产生摩擦热,需要采取散热措施。过载时,离合器可打滑起安全保护作用。缺点是结构较复杂,需较大的轴向结合力,且要经常调整摩擦面间隙,以补偿磨损。摩擦面间有相对滑动,消耗功率。扭簧式通过操纵机构加力S使第一圈弹簧收缩,而后逐圈迅速收缩压紧主动轴,这种离合器只能传递单向转矩,且过载不能打滑</p>
	多盘	20 ~ 16000		
	锥盘	5000 ~ 286000		
	涨圈			
	扭簧			
			 <p>从动盘 主动轴 S</p>	
<p>机械离合器是利用杠杆等机构直接操纵接合元件,使离合器分离或结合,手柄操纵时,操纵力一般取 80 ~ 160N (最大不超过 400N) 动作行程一般<math>\leq 250mm</math>; 脚踏板操纵,操纵力一般取 100 ~ 200N,动作行程一般为 100 ~ 150mm (最大不超过 250mm)</p>				

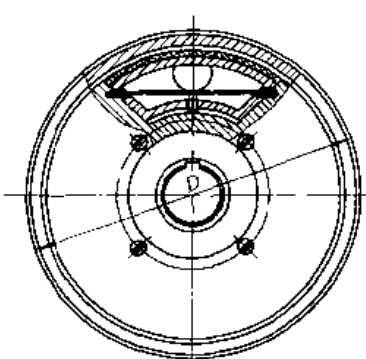
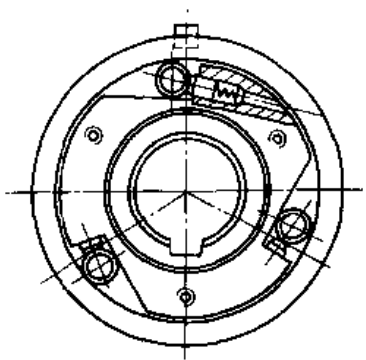
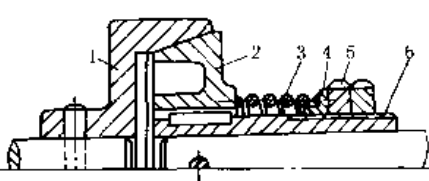
型式		转矩范围 /N·m	简图及特点	应用	
操纵方式	接合件的接合方式				
电 磁 式	刚性	牙嵌	 <p>牙嵌电磁离合器</p>	利用电磁原理,如磁场、磁粉、涡流等操纵离合器。最常用的是磁场产生的电磁吸引力使接合元件接合,可远距离操纵,且操纵方便,动作灵敏。对于摩擦元件离合器能吸收冲击,预防过载;能适应惯性很大的工作机械的启动;能在极短时间内准确结合且可自动控制。缺点是脱开时间较长(因剩磁和油的粘性作用),要有直流供电系统	
	摩擦	干式单盘			1 ~ 140000
		干式多盘			25 ~ 1200
		湿式多盘			1 ~ 12000
	磁力与机械力联合	磁粉			0.1 ~ 5000
涡流					
液 压 式	刚性	牙嵌	 <p>活塞缸牙嵌液压力离合器</p> <p>1—半离合器;2—膜片弹簧;3—半离合器;4—外缸套;5—活塞缸</p>	利用活塞缸或柱塞缸的油液压紧或啮合接合元件,达到传递转矩的目的。传递转矩大,相同尺寸条件下,传递转矩比电磁离合器大3倍,控制油压使之启动平稳并能换向。可以远距离控制或自动控制。摩擦接合式的元件一般为油浸式,并可以远距离控制或自动控制,但灵敏度比电磁和气动差。油压一般为0.1~0.25MPa,易于密封,油缸分为旋转式和固定式。缺点是需配备供油系统,漏油会污染环境	
	摩擦	湿式多盘			160 ~ 1600
气 动 式	刚性	牙嵌	 <p>双盘轴向气胎离合器</p> <p>1—内圆盘;2—隔热层;3—气胎</p>	利用压缩空气做操纵动力源,使接合件接合传递转矩 摩擦接合式: 与机械操纵相比,接合平稳,传递转矩大,离合迅速,使用寿命长,吸振,自动补偿磨损间隙。便于远距离控制和自动控制,转矩大小可调。与液压操纵相比,系统简单,工作安全,不会污染环境,灵敏度高;与电磁操纵相比,压紧力大,离合频率高,传递转矩大。接合元件多数为干式多盘,空气压力为0.4~1MPa 气动式离合器的缺点是需配备压缩空气系统,换气时有噪声	
	摩擦	干式单盘			隔膜式: 400 ~ 7100
		干式多盘			气胎式: 120 ~ 20570
		湿式多盘			
		涨圈			
		摩擦块			
		摩擦锥			

摩擦元件、磁粉、涡流离合器,常用于长期打滑、要求有转速差的条件下工作,或需要自动控制、远距离操作、防止过载的场合下,如数控机床、包装机械、纺织机械等频繁的离合操纵

用于接合较为频繁、传递转矩大、需要远距离控制或自动控制的场合。固定油缸式因进油简易,压力油不受离心力影响,排油快,应用较广;旋转油缸式结构紧凑,但增大转动惯量,进油复杂,油的离心力影响对接合件的作用力

常用于接合要求较频繁,需要传递大转矩的场合。摩擦接合式还适用于快速变换回转方向和远距离操纵或自动控制。必须用在有压缩空气气源的设备上,如船舶、石油钻井机械、大型机械压力机等

续表

型式		转矩范围 /N·m	简图及特点	应用	
操纵方式	接合件的接合方式				
离心式	摩擦	带弹簧闸块	 <p>带弹簧闸块离心离合器</p>	<p>传动轴达到一定转速时，离心块在离心力作用下，自动结合来传递转矩。它不需要另设一套操纵机构</p> <p>因为结合是逐步进行，工作十分平稳，过载时能起安全保护作用。主、从动件未达到同步转速前，摩擦副有磨损，传递转矩与转速平方成正比；传递功率与转速立方成正比</p>	<p>一般直接与电机轴相联以限制原动机启动转矩。用于原动机功率较小而启动惯性大的机械，以及转速较高、接合频率不大的场合</p>
		带弹簧楔块			
		自由闸块			
		钢珠			
超越式	刚性	棘轮棘爪	 <p>滚柱超越离合器</p>	<p>利用啮合元件或利用滚动体元件产生摩擦力来传递转矩。它是一种单向离合器，当从动轴转速超过主动轴时，离合器自动脱开。啮合式元件结构简单、制造容易，但外形尺寸大，有噪声；滚动体接合件体积小，传递转矩大，可达 200000N·m，接合平稳、无噪声，但制造精度要求高</p>	<p>用于速度转换、防止逆转、间歇运动等场合，啮合式元件适用于低速传动；滚动体元件适用于工作转速小于 3000r/min，特殊可达 4500r/min</p>
		牙嵌			
	摩擦	滚柱			
		楔块			
		扭簧			
安全式	刚性	牙嵌	 <p>单圆锥安全离合器 1、2—圆锥盘；3—弹簧；4—隔套； 5—螺母；6—螺套</p>	<p>接合件的压紧力靠弹簧调节。当过载时，接合件相对滑动；销钉式离合器在过载时，剪断销钉，中断传动，起到保护设备的作用</p>	
		销钉			
		钢珠			
	摩擦	单盘			
		多盘			
		单、双圆锥			
磁粉					

## 2 离合器的选择计算

表 5-3-2 计算转矩

类 型	计 算 公 式
嵌合式离合器	$T_c = KT$
摩擦式离合器	$T_c = \frac{KT}{K_m K_v}$

注:  $T_c$ ——离合器计算转矩;

$T$ ——离合器的理论转矩, 对于嵌合式离合器,  $T$  为稳定运转中的最大工作转矩或原动机的公称转矩; 对于摩擦式离合器, 可取运转中的最大工作转矩或接合过程中工作转矩与惯性转矩之和作为理论转矩;

$K$ ——工况系数, 见表 5-3-3, 对于干式摩擦离合器可取较大值, 对于湿式摩擦离合器可取较小值;

$K_m$ ——离合器接合频率系数, 见表 5-3-4;

$K_v$ ——离合器滑动速度系数, 见表 5-3-5。

表 5-3-3 离合器工况系数(概略值)  $K$ 

机 械 类 别	$K$	机 械 类 别	$K$
金属切削机床	1.3~1.5	曲柄式六力机械	1.1~1.3
汽车、车辆	1.2~3	拖拉机	1.5~3
船 舶	1.3~2.5	轻纺机械	1.2~2
起重运输机械		农业机械	2~3.5
在最大载荷下接合	1.35~1.5	挖掘机械	1.2~2.5
在空载下结合	1.25~1.35	钻探机械	2~4
活塞泵(多缸)、通风机(中等)、压力机	1.3	活塞泵(单缸)、大型通风机、	
冶金矿山机械	1.8~3.2	压缩机、木材加工机床	1.7

表 5-3-4 离合器接合频率系数  $K_m$ 

离合器每小时接合次数	≤100	120	180	240	300	≥350
$K_m$	1.00	0.96	0.84	0.72	0.60	0.50

表 5-3-5 离合器滑动速度系数  $K_v$ 

摩擦面平均圆周速度 $v_m/m \cdot s^{-1}$	1.0	1.5	2.0	2.5	3	4	5	6	8	10	13	15
$K_v$	1.35	1.19	1.08	1.00	0.94	0.86	0.80	0.75	0.68	0.63	0.59	0.55



注:  $v_m = \frac{\pi D_m n}{60000}$  (m/s);  $D_m = \frac{D_1 + D_2}{2}$  (mm);  $D_1$ 、 $D_2$ ——摩擦面的内、外径;  $n$ ——离合器的转速, r/min。

## 3 刚性离合器

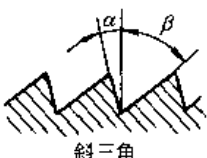
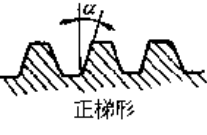




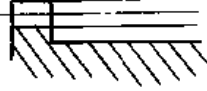


## 3.1 牙嵌离合器

## 3.1.1 牙嵌离合器的牙型、特点与使用条件

表 5-3-6

牙 形	角 度	牙 数	特 点	使 用 条 件
 矩形		3~15	传递转矩大, 制造容易, 结合、脱开较困难, 为便于结合常采用较大的牙间间隙	适用于重载, 可以传递双向转矩, 一般用于不经常离合的传动中, 需在静止或极低的转速下才能接合。常用于手动接合
 正三角形	$\alpha = 30^\circ \sim 45^\circ$	15~60	牙数多, 可用在接合较快的场合, 但牙的强度较弱	适用于轻载低速, 双向传递转矩。应在运转速度低时接合

续表

	牙形	角度	牙数	特点	使用条件
圆柱 截面 的 展 开 牙 型	 斜三角	$\alpha = 2^\circ \sim 8^\circ$ $\beta = 50^\circ \sim 70^\circ$	15 ~ 60	接合时间短牙数应选得多, 但牙数多, 各牙分担载荷不均匀	只能传递单向转矩, 其他同正三角形齿
	 正梯形	$\alpha = 2^\circ \sim 8^\circ$	3 ~ 15	脱开和接合比矩形齿容易, 接合后牙间间隙较小, 牙的强度较大	适用于较大速度和载荷, 能传递双向载荷。要在静止状态下接合, 能补偿牙的磨损和间隙, 能避免速度变化时因间隙而产生的冲击。常用于自动接合
	 尖梯形	$\alpha = 2^\circ \sim 8^\circ$ $\beta = 120^\circ$	3 ~ 15	接合较正梯形为容易, 强度较高	适用于较大速度和载荷, 能传递双向载荷。要在静止状态下接合, 能补偿牙的磨损和间隙, 能避免速度变化时因间隙而产生的冲击。常用于自动接合, 但接合比正梯形更容易。常用于自动接合
	 斜梯形	$\alpha = 2^\circ \sim 8^\circ$ $\beta = 50^\circ \sim 70^\circ$	3 ~ 15	接合比正梯形更容易, 强度较高	只能传递单向转矩, 其他同正梯形
	 锥齿形	$\alpha = 1^\circ \sim 1.5^\circ$	3 ~ 15	强度高, 接合容易, 可传递较大转矩	只能单向传动
	 螺旋形		2 ~ 3	接合迅速而且不用精确对中, 强度高, 接合平稳, 可以传递较大转矩	可以在较低速转动过程中接合。螺旋齿的数量决定于接合前的转差。转差大, 齿的数量要增加。螺旋齿的数量最少的有两个, 最多的有 30 个。只能单向传递转矩
径向 截面 牙 型				等高牙型, 啮合面与结合条件均较好, 但每一侧面都需分别加工	用于矩形和梯形牙啮合
				不等高牙型端面为平面。结合时的工作条件较好, 但牙的啮合面较小	用于三角形牙和梯形牙, 其凹槽两侧可一次加工制出
				不等高牙型, 端面为凹锥形, 接合时啮合面大	用于三角形牙和梯形牙, 其凹槽两侧可一次加工制出

## 3.1.2 牙嵌离合器的材料与许用应力

表 5-3-7 接合元件的材料及应用范围

材 料	热 处 理 规 范	应 用 范 围
HT200 HT300	170 ~ 240 HB	低速轻载牙嵌的牙及齿轮离合器的齿 轮
45	淬火 38 ~ 46 HRC 高频淬火 48 ~ 55 HRC	载荷不大、转数不高的离合器
20Cr, 20MnV 20Mn2B	渗炭 0.5 ~ 1.0mm 淬火、回火 56 ~ 62 HRC	中等尺寸的高速元件和中等压强的元 件
40Cr, 45MnB	高频淬火回火 48 ~ 58 HRC	重载, 压强高、冲击不大的牙嵌的牙 及齿轮、滑销
18CrMnTi, 12CrNi4A 12CrNi3	渗炭 0.8 ~ 1.2mm 淬火回火 58 ~ 62 HRC	高速冲击、大压强的牙嵌的牙, 齿轮
50CrNi, T7	淬火回火 40 ~ 50 HRC 淬火 52 ~ 57 HRC	转键、滑销

表 5-3-8 牙嵌离合器材料的许用应力 /N·mm<sup>-2</sup>

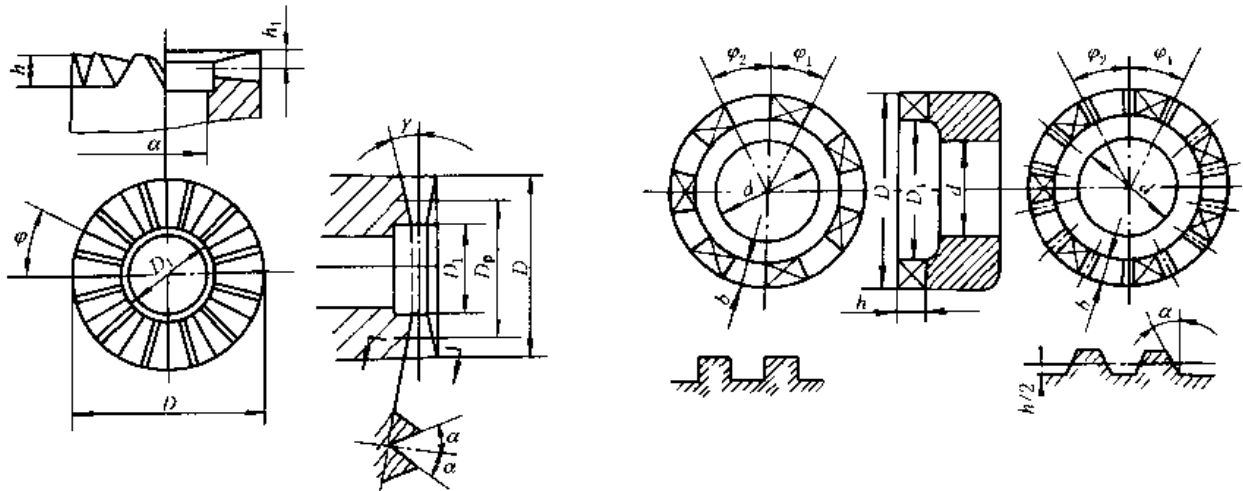
接 合 情 况	静 止 时 接 合	运 转 中 接 合	
		低 速	高 速
许用挤压应力 $\sigma_{pp}$	88 ~ 117	49 ~ 68	34 ~ 44
许用弯曲应力 $\sigma_{bp}$	$\sigma_s/1.5$	$\sigma_s/5.9 - 4.5$	

注: 1. 齿数多, 许用应力值取小值; 齿数少, 取大值。

2. 表中许用挤压应力适用于渗碳淬火钢, 硬度 56 ~ 62 HRC。

3. 表中高、低速是指许用接合圆周速度差 ( $\Delta v$ )。低速  $\Delta v \leq 0.7 \sim 0.8 \text{ m/s}$ ; 高速  $\Delta v = 0.8 \sim 1.5 \text{ m/s}$ 。

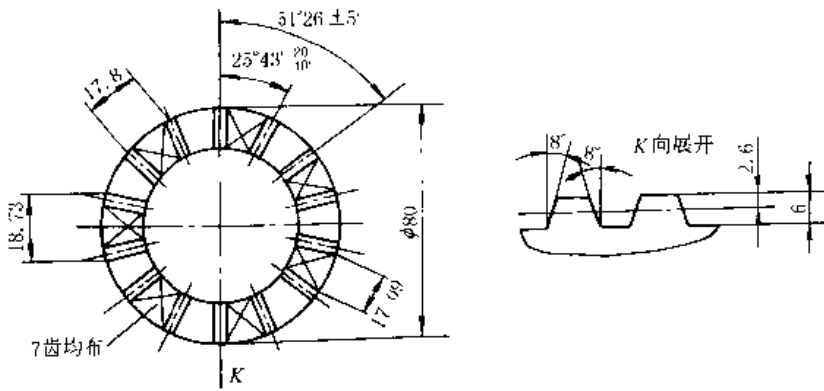
## 3.1.3 牙嵌离合器的计算







3.1.4 牙嵌离合器尺寸的标注示例



图中角度  $25^{\circ}43'$  控制齿厚,  $51^{\circ}26' \pm 5'$  控制齿内分布的均匀性, 弦长 17.09、17.8、18.73 提供加工者参考, 齿顶高小于齿根高, 保证齿顶与槽底有足够的轴向间隙, 以便消除侧隙。

图 5-3-1 牙嵌离合器标注方法

3.1.5 牙嵌离合器的结构尺寸

正三角形牙形爪齿结构尺寸

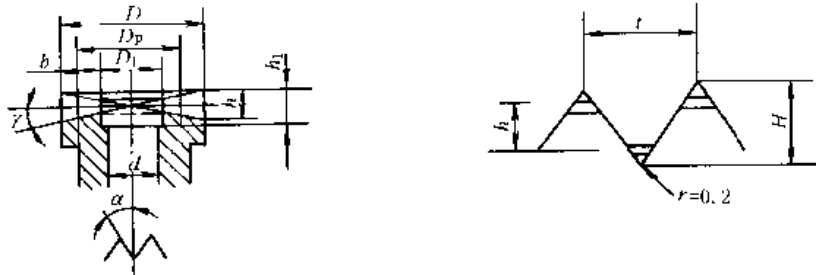


表 5-3-10

/mm

D	D <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	$\alpha = 30^{\circ} \quad (r = 0.2)$												
			z	$\gamma$	t	H	h	许用转矩 /N·m	z	$\gamma$	t	H	h	许用转矩 /N·m	
32	22	5	24	$6^{\circ}31'$	4.19	3.62	3.12	45	48	$3^{\circ}15'$	2.10	1.81	1.31	36	
40	28				5.24	4.53	4.03	90			2.62	2.27	1.77	76	
45	32				5.89	5.10	4.60	120			2.95	2.55	2.05	108	
55	40		36	$4^{\circ}20'$	4.80	4.15	3.65	210	72	$2^{\circ}10'$	2.40	2.07	1.57	150	
60	45				5.24	4.53	4.03	250			2.62	2.27	1.77	190	
65	50				5.67	4.91	4.51	305			2.84	2.45	1.95	227	
75	55	8	48	$3^{\circ}15'$	4.91	4.25	3.75	520	96	$1^{\circ}37'$	2.45	2.12	1.62	377	
85	60				5.56	4.81	4.31	830			2.78	2.40	1.90	620	
90	65				5.89	5.10	4.60	950			2.95	2.55	2.05	720	
100	70				6.54	5.66	5.16	1400			3.27	2.83	2.33	1070	
110	80				7.20	6.23	5.73	1440			3.60	3.12	2.62	1350	
120	90				5.24	4.53	4.03	1350			2.62	2.27	1.77	1000	
125	90	8	72	$2^{\circ}10'$	5.45	4.72	4.52	2170	144	$1^{\circ}05'$	2.73	2.36	1.86	1570	
140	100				6.11	5.28	4.78	3140			3.05	2.64	2.14	2320	
145	100				6.33	5.47	4.97	3750			3.16	2.74	2.24	2790	
160	120				6.98	6.05	5.55	4260			3.49	3.03	2.53	3200	
180	140				7.85	6.80	6.30	5540			3.93	3.39	2.89	4200	
200	150				96	$1^{\circ}37'$	6.54	5.66			5.16	8250	192	$0^{\circ}50'$	3.27
220	170	7.20	6.23	5.73			10220	3.60	3.12	2.92	7710				
250	190	8.18	7.08	6.58			15900	4.09	3.54	3.14	12140				
280	220	9.16	7.93	7.43			20440	4.58	3.97	3.47	15780				

续表

D	D <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	α = 45° (r = 0.2)											
			z	γ	t	H	h	许用转矩 /N·m	z	γ	t	H	h	许用转矩 /N·m
32	22	5	24	3°45'	4.19	2.10	1.88	26	48	1°52'	2.10	1.05	0.83	20
40	28				5.24	2.62	2.40	50			2.62	1.31	1.09	45
45	32				5.89	2.92	2.73	72			2.95	1.48	1.26	60
55	40	5	36	2°30'	4.80	2.40	2.18	120	72	1°15'	2.40	1.20	0.98	90
60	45				5.24	2.62	2.40	150			2.62	1.31	1.09	110
65	50				5.67	2.84	2.62	180			2.84	1.42	1.20	135
75	55	8	48	1°52'	4.91	2.46	2.24	305	96	0°57'	2.16	1.23	1.01	225
85	60				5.56	2.78	2.56	480			2.78	1.39	1.17	370
90	65				5.89	2.95	2.73	560			2.95	1.48	1.26	430
100	70				6.54	3.27	3.05	820			3.27	1.64	1.42	640
110	80				7.20	3.60	3.38	1020			3.60	1.80	1.58	800
120	90				5.24	2.62	2.40	790			2.62	1.31	1.09	600
125	90	8	72	1°15'	5.45	2.73	2.51	1270	144	0°37'	2.73	1.37	1.15	940
140	100				6.11	3.06	2.84	1840			3.06	1.53	1.31	1380
145	100				6.33	3.17	2.95	2200			3.17	1.58	1.35	1640
160	120				6.98	3.49	3.27	2480			3.49	1.75	1.53	1890
180	140				7.85	3.93	3.71	3230			3.93	1.97	1.75	2480
200	150				96	0°57'	6.54	3.27			3.05	4820	192	0°28'
220	170	7.20	3.60	3.38			5960	3.60	1.80	1.58	4530			
250	190	8.18	4.09	3.87			9260	4.09	2.15	1.93	1150			
280	220	9.16	4.58	4.36			11880	4.58	2.29	2.07	9230			

注：表中 z —— 齿数；D<sub>1</sub> —— 根据结构确定；牙齿平均直径  $D_p = \frac{D + D_1}{2}$ 。

梯形、矩形牙形齿爪结构尺寸

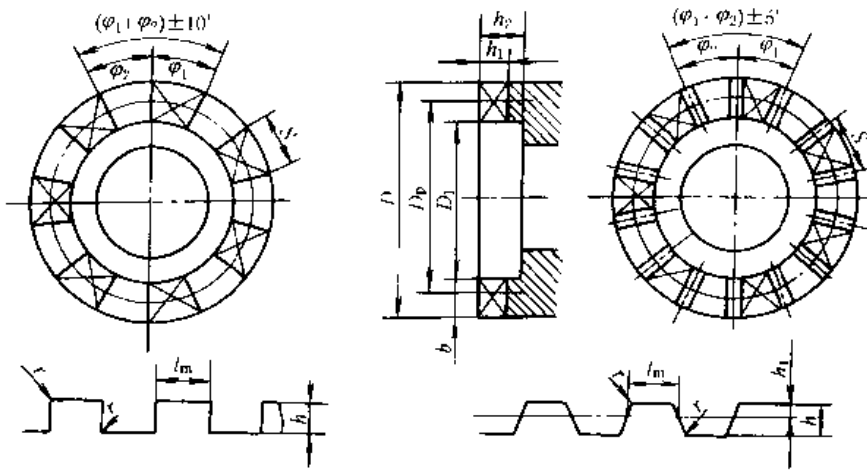


表 5-3-11

/mm

D	D <sub>1</sub>	齿数 z	矩形牙			梯形牙			h	h <sub>2</sub>	h <sub>1</sub>	r
			φ <sub>2</sub>	φ <sub>1</sub>	S	φ <sub>2</sub> - 40°/2α	φ <sub>1</sub>	S				
40	28	5	37°	35°	12.03	36°	36°	12.36	5	6	2.1	0.5
50	35				15.04							
60	45	7	26°43'	24°43'	12.84	25°43'	25°43'	13.35	6	8	2.6	0.8
70	50				14.98			13.57				
80	60				17.12			17.80				
90	65				19.26			20.03				
100	75			21.40			22.25					

续表

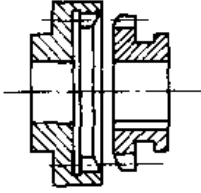
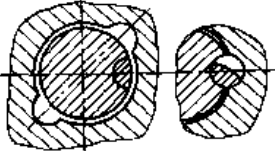
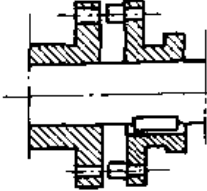
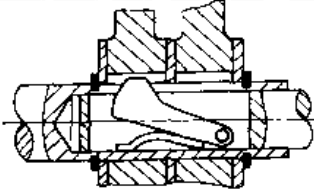
D	D <sub>1</sub>	齿数 z	矩形牙			梯形牙			h	h <sub>2</sub>	h <sub>1</sub>	r
			φ <sub>2</sub>	φ <sub>1</sub>	S	φ <sub>2</sub> <sup>-40</sup> <sub>-20</sub>	φ <sub>1</sub>	S				
120	90	9	21°30'	18°30'	19.29	20°	20°	20.84	8	10	3.6	1.0
140	100				22.50			24.31				
160	120	11	18°22'	14°22'	20.01	16°22'	16°22'	22.77	8	10	3.6	1.0
180	130				22.51			25.62				
200	150				25.01			28.47				

注：牙齿平均直径  $D_p = \frac{D + D_1}{2}$

### 3.2 齿轮、转键、滑键、拉键离合器

#### 3.2.1 齿轮、转键、滑键、拉键离合器的特点及使用条件

表 5-3-12

型式	简图及特点	使用条件
齿轮式	 <p>啮合齿按圆周布置，一个元件的齿插入另一个元件的内隙，产生自对中性接合。用标准模数刀具制造，能利用传动齿轮作半个离合器的齿轮，使得制造容易</p>	与牙嵌离合器使用条件相同。若低速接合通常有噪声，并且开始时齿顶部容易受到冲击
转键式	 <p>利用从动轴内的转动键转入主动件而传递运动，其结构简单紧凑，制造维修方便，但转键和中套刚性接触，产生较大的冲击力和较大的噪声</p>	可在 200 r/min 以下进行接合，传递单向转矩 由于构造简单、动作灵活，在 100 t 以下的曲柄压力机中得到普遍应用
滑键式	 <p>又称滑销离合器，结构与圆柱销联轴器相似，一只联接盘沿轴滑动，当轴销插入对盘孔槽时便可传递运动</p>	常用于曲轴式机械或离合较频繁的机械
拉键式	 <p>利用装于轴内的拉键对并列安装的多级齿轮有选择地接合</p>	用于转矩不太大的场合

#### 3.2.2 齿轮离合器

##### (1) 齿轮离合器材料与许用弯曲应力

表 5-3-13

	/N·mm <sup>-2</sup>						
外齿轮材料	HT 200	HT 300	45 调质	40Cr 调质	40Cr 淬火 46~50 HRC	20Cr 渗碳淬火 56~62 HRC	18CrMnTi 渗碳淬火 56~62 HRC
许用弯曲应力 $\sigma_{bp}$	51	68	161	196	343	274	343

注：如果要求离合器在运转中离合，轮齿硬度应不低于 56~62 HRC。

## (2) 齿轮离合器的计算

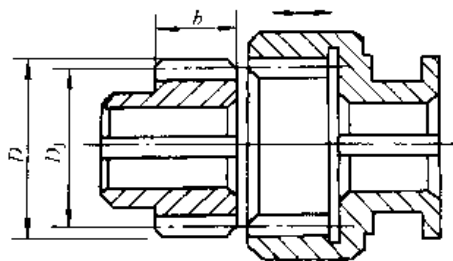


表 5-3-14

计算项目	计算公式	说明
齿轮的分度圆直径	$D_f = mz$	$T_c$ —— 离合器计算转矩, $N \cdot mm$ $z$ —— 齿数
内齿轮宽度	$b = (0.1 \sim 0.2) D_f$	$m$ —— 模数, $mm$ $\epsilon$ —— 载荷不均匀系数, $\epsilon = 0.7 \sim 0.8$
齿面压强	$p = \frac{2T_c}{1.5D_f z m \epsilon} \leq p_p$	$p_p$ —— 齿面许用压强, $N/mm^2$ 未经热处理 $p_p = 25 \sim 40$ 调质、淬火 $p_p = 47 \sim 70$

## (3) 齿轮离合器的防脱与接合的结构设计

为了使离合器接合容易, 进入接合侧的齿的顶端要加工出很大的倒角 ( $10^\circ \sim 15^\circ$ )。此外, 有的离合器, 将被联接的那个半离合器的齿设计成每隔一齿 (或几个齿) 齿长缩短一半。还有的离合器另一半的内齿每隔一齿取消一个齿。接合过程如图 5-3-2 所示。第一步, 离合器 2 的齿 (带阴影的齿) 进入 1 的长齿之间的宽间隔中, 离合器 1 和 2 的齿侧面互相冲击, 使它们的速度相等。第二步, 移动离合器, 使齿完全衔接。

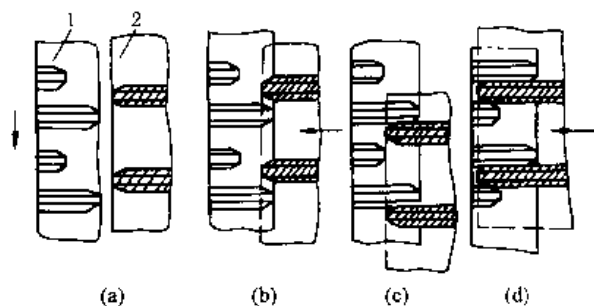


图 5-3-2 齿轮离合器接合简图

齿轮离合器在载荷运转过程中往往会因附加的轴向分力推动离合器向相反的方向滑移, 最后完全脱开。为了避免这种脱离, 在结构设计时要采取一定的措施。

a. 在外齿轮的前端加工出一个槽, 如图 5-3-3a 所示, 齿长被分做两部分, 将后面部分齿的厚度减薄, 减薄量一侧为  $0.2 \sim 0.5mm$ 。内齿的齿长小于外齿的齿长, 离合器受转矩之后, 因外齿两种齿厚形成一个小台阶, 被内齿端面卡住, 不会因轴向力而滑脱。

b. 将外齿轮的齿加工出一个锥度, 成为外大内小的形状, 如图 5-3-3b 所示。使离合器接合之后, 外齿受一个阻止滑脱的轴向力。半锥角约为  $3^\circ$  左右。

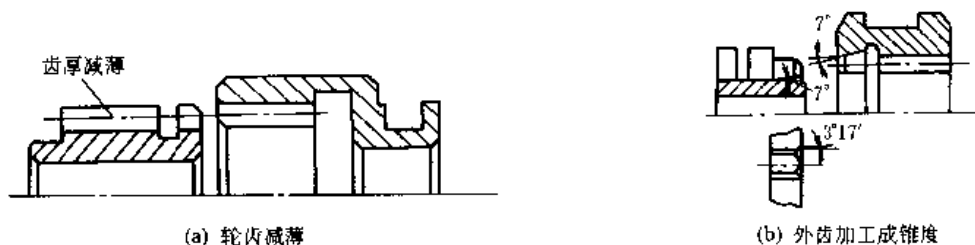


图 5-3-3 齿轮离合器的防脱结构

### 3.2.3 转键离合器

#### (1) 原理

转键离合器的旋转键有单键、双键等结构。

图 5-3-4 表示曲柄压力机上的双转键离合器。在齿轮轮毂中放有中套 4 和两个端套 6、7。在空转时齿轮轮轂通过滑动轴承 2 在左右端套 6、7 上滑动。在中套 4 的全长上开出四条半圆柱形的槽。工作转键 5 削去一个半月形的部分，其长度等于中套的长度。当键完全处在从动轴的槽中时，齿轮就能空转。在工作转键 5 的左端装有拨爪 8，在右端装有一套四连杆机构 11，把工作转键 5 与反冲转键 14 连接在一起，使两者作反向同步转动。弹簧 10 始终把转键旋入曲轴内，使离合器处于分离状态。当操纵块 12 将拨爪连同一对转键拨转 45° 时，离合器接合，撞块 9 每一转撞开操纵块一次，使离合器每一周离合一次。

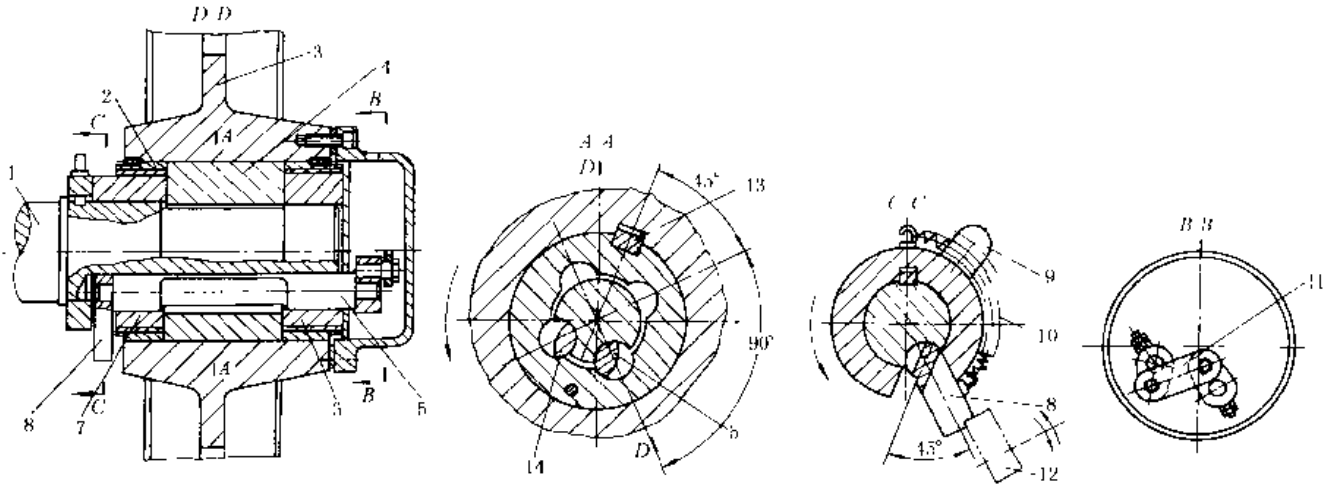


图 5-3-4 双转键离合器

- 1—曲轴；2—滑动轴承；3—输入齿轮；4—中套；5—工作转键；6—右端套；7—左端套；8—拨爪；9—撞块；10—弹簧；11—四连杆机构；12—操纵块；13—键；14—反冲转键

#### (2) 转键离合器的计算

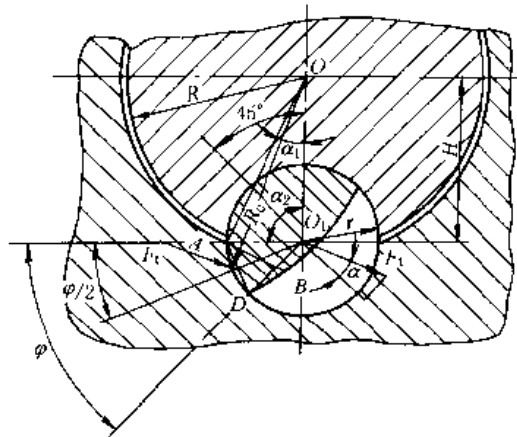


表 5-3-15

计算项目	计算公式	单位	说明
计算转矩	$T_c = \beta T_1$	N·mm	$\beta$ —— 工作储备系数 $\beta = 1.25$
作用在转键上的圆周力	$F_t = \frac{T_c}{R_c}$	N	$T_1$ —— 需传递转矩, N·mm
作用在转键上的正压力	$F_n = F_t \cos \alpha$	N	$r$ —— 转键工作半径, mm
转键挤压应力	$\sigma_p = \frac{F_n}{A_t} \leq \sigma_{pp}$	N/mm <sup>2</sup>	$\varphi$ —— 转键工作面的中心角, 一般小于 60°, 通常 $\varphi = 45^\circ$

续表

计算项目	计算公式	单位	说明
转键剪切应力	$\tau = \frac{F_1}{A_2} \leq \tau_p$	N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{pp}$ 许用挤压应力, N/mm <sup>2</sup> , 一般取
转键弯曲应力	$\sigma_b = \frac{ql^2 y_{max}}{8I} \leq \sigma_{bp}$	N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{pp} = \frac{\sigma_s}{1.3 \sim 2.6}$ $\tau_p$ 许用剪切应力, N/mm <sup>2</sup>
单位长度压力	$q = \frac{F_n}{l}$	N/mm	20 $\tau_p = 12 \sim 20$ , 45 $\tau_p = 30 \sim 40$ ,
挤压面积	$A_1 = 2rl \sin \frac{\varphi}{2}$	mm <sup>2</sup>	40Cr $\tau_p = 40 \sim 52$ , 1Cr18Ni9Ti $\tau_p = 15 \sim 25$
计算半径	$R_c = \sqrt{H^2 - 2Hr \cos(\alpha_2 + \frac{\alpha}{2}) + r^2}$	mm	$\sigma_{bp}$ 许用弯曲应力, N/mm <sup>2</sup>
压力角	$\alpha \approx \arccos(\frac{H}{R_c} \cos \frac{\varphi}{2})$	(°)	一般取 $\sigma_{bp} = \frac{\sigma_s}{1.4}$
曲轴直径	$d_1 = (1.12 \sim 1.2) d_0 = 2R$	mm	$A_2$ A-B 处截面积, mm <sup>2</sup>
转键有效长度	$l = (1.4 \sim 1.65) d_1$	mm	$I$ 转键截面惯性矩, mm <sup>4</sup>
转键直径	$d = (0.44 \sim 0.5) d_1$	mm	$d_0$ 曲轴相邻轴承直径, mm $y_{max}$ 外拉伸层至中性轴的最大距离, mm

### 4 摩擦离合器

#### 4.1 摩擦离合器的型式、特点和应用

表 5-3-16

型式	特点、应用	型式	特点、应用
<p>1—主动件；2—摩擦衬面； 3—被动盘；4—操纵套筒</p>	<p>结构简单，可平稳地接合，在相同直径及传递相同转矩条件下比盘式离合器要求的轴向接合力小。易散热，但启动惯性大，锥盘轴向移动困难。</p> <p>用于进给装置。在牵引设备中几乎完全被盘式离合器代替。</p>		<p>可增加摩擦盘来增加容量，不用加大直径。湿式多盘离合器摩擦片浸在密封箱体內的油液內，干式多盘离合器通常由循环的空气带走产生的热量，各种多盘离合器的差别，主要在于主动和被动片的夹紧方式不同。广泛用于机床、中心距受空间限制的一些齿轮箱传动装置，以及在推土机等工程机械的变速箱中。</p>
<p>1—主动件；2—摩擦片； 3—被动片；4—压紧弹簧；5—压力板</p>	<p>结构简单，在制动盘一侧或两侧嵌有摩擦衬面，主动与被动盘的接合通常由山弹簧提供压紧力。单盘离合器用于直径不受限制的地方。但离合器的直径会随离合器容量的增加很快地增加。</p> <p>广泛用于汽车与拖拉机等传动装置上。</p>	<p>1—销轴；2—涨圈</p>	<p>涨圈为筒形摩擦片。销轴转动，迫使涨圈外径扩大，压紧环槽內表面。涨圈转动时的离心力能增加接合功率。销轴复位，涨圈自身弹性收缩。用于低速和转矩不大的场合，如挖掘机等。</p>
<p>1—左旋扭簧；2—主动件； 3—被动件</p>	<p>用扭转弹簧与主、被动件的内表面相连接，1作时主动件使弹簧产生径向力带动被动件，可看作是超越型，即主动件只能一个方向驱动被动件。如果被动件的转速超过主动件的转速，则扭簧将放松，两轴脱开。扭簧主要受剪力。用于洗衣机中。</p>		

注：摩擦离合器可制成干式、湿式两种。干式比湿式具有结构简单、价格便宜、维修量小、空转力矩小（为额定力矩的0.05%）、换向时颤振小、惯量小、启动时间短的特点。通常用于要求瞬时脱开、过载保护的场合。  
湿式（一般浸在油中）能降低磨损，缓冲冲击载荷。需要注意结合件在油中摩擦因数减小，以及散热不足，需加强冷却。常用于小直径多盘离合器。

## 4.2 摩擦副材料性能及适用范围

表 5-3-17

摩擦副		摩擦因数 $\frac{f_1}{f_A}$		许用压强 $p_p / \text{N} \cdot \text{cm}^{-2}$		许用温度 / °C		特点和适用范围
摩擦材料	对偶材料	干式	湿式	干式	湿式	干式	湿式	
淬火钢 10 或 15 渗碳 0.5mm 淬火 56 ~ 62HRC 65Mn 淬火 35 ~ 45HRC	淬火钢	0.15 ~ 0.20	0.05 ~ 0.10	20 ~ 40	60 ~ 100	< 260	< 120	贴合紧密, 耐磨性好, 导热性好, 热变形小 常用于湿式多片摩擦离合器
青铜 QSn6-6-3 QSn10-1 QA19-4	钢 青铜 铸铁 HT200	0.15 ~ 0.20	0.06 ~ 0.12	20 ~ 40	60 ~ 100	< 150	< 120	动、静摩擦因数差较小, 成本较高 多用于湿式离合器
铜基粉末冶金	铸铁 HT200 钢 45、40Cr	0.25 ~ 0.45	0.10 ~ 0.12	100 ~ 300	120 ~ 400	< 560	< 120	易烧结, 耐高温, 耐磨性好, 许用压强高, 摩擦因数高而稳定, 导热性好, 抗胶合能力强, 但成本高, 密度大。适用于重载湿式, 如工程机械、重型汽车、压力机等离合器
铸 铁	钢 45 高频淬火 42 ~ 48HRC 20Mn2E 渗碳 淬火 53 ~ 58HRC 铸铁 HT200	0.15 ~ 0.20	0.05 ~ 0.10	20 ~ 40	60 ~ 100	< 250	< 120	具有较好的耐磨性和抗胶合能力, 但不能承受冲击 常用于圆锥式摩擦离合器
铁基粉末冶金	铸铁、钢	0.30 ~ 0.40	0.10 ~ 0.12	120 ~ 300	200 ~ 300	< 680	< 120	比铜基制造较难, 磨损量比铜基大, 在油中耐磨性差, 磨损后污染油, 耐高温, 接合时刚性大, 有较大的允许压强和静摩擦因数, 特别适用于重载干式离合器, 如拖拉机, 坦克
石棉有机摩擦材料	铸铁 钢	0.25 ~ 0.40	0.08 ~ 0.12	15 ~ 30	40 ~ 60	< 260	< 100	摩擦因数较高, 密度小, 有足够的机械强度, 价格便宜, 制造容易, 耐热性较好, 但导热性较差, 不耐高温, 摩擦因数随温度变化。常用于干式离合器如拖拉机、汽车等
纸基摩擦材料	铸铁 钢		0.08 ~ 0.12		100			生产工艺简单, 不耗钢, 价格低廉, 摩擦因数高, 动、静摩擦因数接近, 换向冲击小, 密度小, 转动惯量小; 耐磨性、耐热性较铜基和炭基差, 磨损量大, 使用时需保证良好冷却与润滑。常用于中小载荷汽车、拖拉机



续表

摩擦副		摩擦因数 $\frac{\mu_1}{\mu_0}$		许用压强 $p_p / \text{N} \cdot \text{cm}^{-2}$		许用温度 / °C		特点和适用范围
摩擦材料	对偶材料	干式	湿式	干式	湿式	干式	湿式	
石墨基摩擦材料	合金钢		0.10 ~ 0.15 0.08 ~ 0.12	—	300 ~ 600			
半金属摩擦材料	合金钢	0.26 ~ 0.37		168	—	< 350		随压强、速度、温度升高摩擦因数比较稳定, 对偶件的磨损较小, 转矩平稳性、对偶件磨损、制造成本均优于粉末冶金, 适于中高速高载荷干式条件使用
夹布胶木 皮革 软木	铸铁 钢 铸铁 钢 铸铁 钢	— 0.30 ~ 0.40 0.30 ~ 0.50	0.1 ~ 0.12 0.12 ~ 0.15 0.15 ~ 0.25	— 7 ~ 15 5 ~ 10	40 ~ 60 15 ~ 28 10 ~ 15	< 150 < 110 < 110	< 120	

注: 1. 表中  $\mu_1$  是静摩擦因数, 是指摩擦副将开始打滑前的摩擦因数的最大值;  $\mu_0$  是动摩擦因数。后面所有  $\mu$  符号, 未下脚标时系指静摩擦因数。

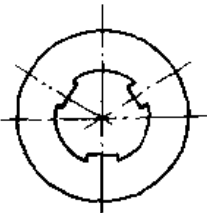
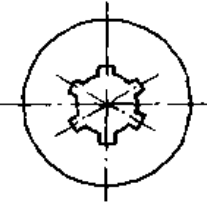
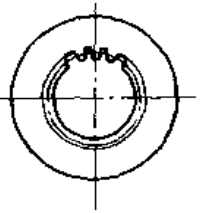
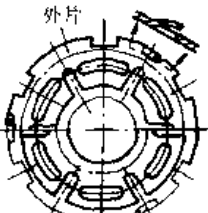
2. 摩擦片数少  $p_p$  值取上限, 摩擦片数多  $p_p$  取下限。

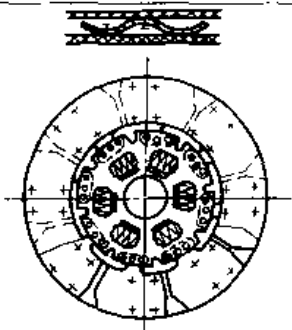
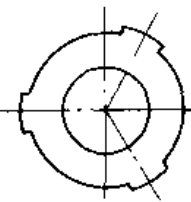
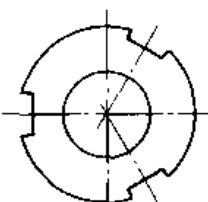
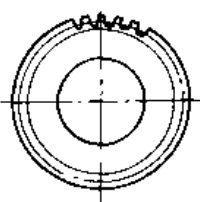
3. 摩擦片平均圆周速度大于 2.5m/s 时或每小时接合次数大于 100 次时,  $p_p$  值要适当降低。

### 4.3 摩擦盘的型式与特点

常见摩擦元件的结构形式, 以圆形摩擦盘应用最广, 典型圆形摩擦盘结构及主要特点示于表 5-3-18。摩擦盘分光盘和带衬面摩擦盘。光盘由金属制成。摩擦盘衬面材料种类很多, 可以粘、铆或烧结到金属盘上。按摩擦盘结构及散热要求, 可做成整体式或拼装式。

表 5-3-18

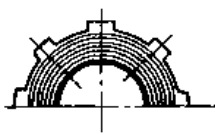
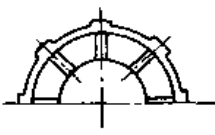
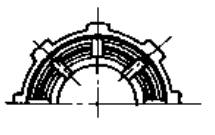
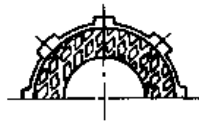
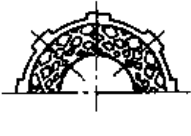

型式	内 盘			
	矩形齿内盘	花键孔内盘	渐开线齿内盘	卷边开槽内盘
简图				
特点	齿数 3 ~ 6, 用于低转矩或用于中型套装或轴装离合器	加工方便, 多用于中小型套装或轴装离合器	能传递较大转矩, 用于中型离合器	多用于电磁离合器

型 式	内 盘		外 盘		
	带扭转减振器的弹性片		矩形齿外盘	键槽式外盘	渐开线齿外盘
简 图					
特 点	用于汽车离合器		齿数 3 ~ 6。可与矩形齿内片或花键孔内盘配合	槽数 3 ~ 6。可与矩形齿片或花键孔内盘配对	能传递较大转矩, 与渐开线齿内盘配对

对于工作时需要散发很大热量的干式离合器盘常采用带散热翅的端部摩擦盘或带辐射筋的中空摩擦盘, 以加强通风或水冷。

摩擦盘上往往加工出沟槽, 如表 5-3-19 所示。沟槽可起到刮油、冷却和有效排出磨粒的作用。沟槽的刮油作用能降低摩擦副之间的油膜的厚度和压力, 从而提高动摩擦因数。同时沟槽还有把磨损脱落的小颗粒收集起来随油流排出到油池的作用, 防止这部分颗粒对摩擦表面产生磨粒磨损。充满润滑油的沟槽快速扫过摩擦表面时, 带走摩擦表面的摩擦热, 还能通过设计特殊形式的沟槽来实现磨粒排出。例如在外径一边开不通透的径向槽, 在脱开离合器时, 利用不通透的径向槽中油的压力把摩擦副顶开, 但这种沟槽可能造成油膜增厚, 摩擦因数下降。

表 5-3-19 常用沟槽型式和特点

型 式	同心圆或螺旋槽	辐 射 状	同心辐射状
简 图			
特 点	有利于排油, 有利于破坏油膜层, 使摩擦因数提高, 但冷却性能差	向摩擦表面供油好, 冷却效果好, 磨损减小, 能促使摩擦盘分离, 但多形成液体润滑, 使摩擦因数降低	摩擦因数较高, 冷却效果好, 制造较复杂
型 式	棱 状	放射棱状	方 格 状
简 图			
特 点	加工方便, 能通过足够的冷却油	有较高的摩擦因数, 能通过足够的油流, 冷却效果好, 制造也较简单	加工方便, 能保证足够的冷却油通过

沟槽的刮油能力与两个因素有关：沟槽与油流方向的夹角越小，刮油能力越大；沟槽边缘尖锐的比圆滑的刮油能力高。

沟槽的冷却能力与三个因素有关：沟槽与油流方向夹角越小冷却能力越小；浅而宽的沟槽比相同截面积的窄而深的沟槽冷却能力好，因为在宽而浅的沟槽中油流容易产生湍流，同时油流也更靠近摩擦表面，所以能更有效地发挥冷却作用；沟槽间距越小，冷却效果越好。沟槽加多，则实际承受摩擦的面积减少，有可能导致磨损提高。对烧结铜基摩擦材料来讲，沟槽面积高达摩擦总面积的 50% 时磨损率可以毫无影响，而纸基摩擦材料的磨损对沟槽面积所占的比例则十分敏感。

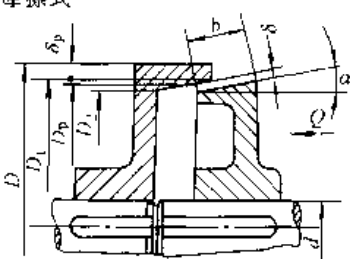
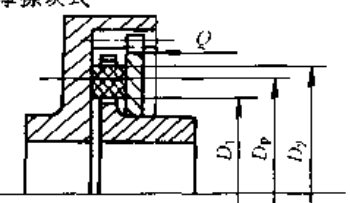
对非金属摩擦材料表面，开槽并不能使摩擦因数增加，相反增加了磨损值，所以在纸质和石墨树脂衬面上仅开冷却油槽。

### 4.4 摩擦离合器的计算

表 5-3-20

型 式	计算项目	计算公式	单 位
圆形摩擦盘式 	计算转矩	$T_c = \beta T_1$	N·cm
	摩擦盘工作面的平均直径	$D_p = \frac{1}{2} (D_1 + D_2) = (2.5 \sim 4) d$	cm
	摩擦盘工作面的外直径	$D_1 = 1.25 D_p$	cm
	摩擦盘工作面的内直径	$D_2 = 0.75 D_p$	cm
	摩擦盘宽度	$b = \frac{D_1 - D_2}{2}$	cm
	摩擦面对数	$m = z - 1 \geq \frac{8 T_c}{\pi (D_1^2 - D_2^2) D_p \mu p_p}$ (z 取奇数, m 取偶数)	
	摩擦片脱开时所需的间隙	湿式 $\delta = 0.2 \sim 0.5$ 干式 无衬层 $\delta = 0.4 \sim 1.0$ 有衬层 $\delta = 1.0 \sim 1.5$	mm
	许用传递转矩	$T_{\text{许}} = \frac{1}{8\beta} \pi (D_1^2 - D_2^2) D_p m \mu p_p K_1 K_v K_T \geq T_c$	N·cm
	压紧力	$Q = \frac{2 T_c}{D_p \mu m}$	N
	摩擦面压强	$p = \frac{4 Q}{\pi (D_1^2 - D_2^2)} \leq p_p$	N/cm <sup>2</sup>
	摩擦片与外壳接合处挤压应力	$\sigma_{p1} = \frac{8 T_{\text{许}}}{z_1 i_1 a_1 (D_3^2 - D_4^2)} \leq \sigma_{\text{许}}$	N/cm <sup>2</sup>
	摩擦片与内壳接合处挤压应力	$\sigma_{p2} = \frac{8 T_{\text{许}}}{z_2 i_2 a_2 (D_5^2 - D_6^2)} \leq \sigma_{\text{许}}$	N/cm <sup>2</sup>

- $T_1$  —— 需传递的转矩, N·cm
- $\beta$  —— 工作储备系数, 见表 5-3-21
- $i_1$  —— 外摩擦盘数
- $i_2$  —— 内摩擦盘数
- $m$  —— 摩擦面对数,  
通常, 湿式  $m = 5 \sim 15$ ,  
干式  $m = 1 \sim 6$
- $z$  —— 摩擦盘总数,  $z = i_1 + i_2 = m + 1$
- $\mu$  —— 摩擦因数, 查表 5-3-17
- $p_p$  —— 许用压强, N/cm<sup>2</sup>, 查表 5-3-17
- $z_1$  —— 外摩擦盘齿数
- $z_2$  —— 内摩擦盘齿数
- $a_1, a_2$  —— 外、内摩擦盘厚度, cm
- $K_1$  —— 摩擦片数修正系数, 见表 5-3-22
- $K_v$  —— 速度修正系数, 见表 5-3-22
- $K_T$  —— 接合次数修正系数, 见表 5-3-22
- $\sigma_{\text{许}}$  —— 许用挤压应力

型 式	计 算 项 目	计 算 公 式	单 位
<p><b>圆锥摩擦式</b></p>  <p><math>\mu</math> —— 摩擦因数, 见表 5-3-17  <math>p_p</math> —— 许用压强, <math>N/cm^2</math>, 见表 5-3-17  <math>\alpha</math> —— 半锥角, 一般大于摩擦角  <math>b</math> —— 圆锥母线宽度, <math>cm</math>  <math>\sigma_p</math> —— 许用应力, <math>N/cm^2</math>                      铸铁 <math>\sigma_p = 1960 \sim 2940 N/cm^2</math>,                      铸钢 <math>\sigma_p = 3920 \sim 7850 N/cm^2</math>,                      碳素钢 <math>\sigma_p = 7850 \sim 11770 N/cm^2</math>  <math>\varphi</math> —— 摩擦角  <math>\varphi = \arctan \mu</math>                      其他符号说明同上</p>	摩擦面平均直径	$D_p = (D_1 + D_2)/2 = (4 \sim 6)d$	$cm$
	摩擦面宽度	$b = (0.15 \sim 0.25) D_p$	$cm$
	摩擦锥的半锥角	金属-金属 $\alpha = 8^\circ \sim 15^\circ$ 木材-金属 $\alpha = 20^\circ \sim 25^\circ$ 皮革-金属 $\alpha = 12^\circ \sim 15^\circ$	
	离合器脱开间隙	无衬层 $\delta = 0.5 \sim 1.0$ 有衬层 $\delta = 1.5 \sim 2.0$	$mm$
	摩擦锥的行程	单锥 $x = \delta / \sin \alpha$	$mm$
	摩擦面上的平均圆周速度	$v = \frac{\pi D_p n}{6000}$	$m/s$
	许用传递转矩	$T_{cp} = \frac{1}{2\beta} \pi D_p^2 b \mu p_p \cdot K_v K_T \geq T_c$	$N \cdot cm$
	所需的轴向压力与脱开力	$Q = \frac{2T_c(\mu \cos \alpha \pm \sin \alpha)}{D_p \mu}$ 接合时压“+”, 脱开时用“-”	$N$
	摩擦面压强	$p = Q / \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2)$ $= \frac{8T_c(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}{\pi D_p \mu (D_1^2 - D_2^2)} \leq p_v$	$N/cm^2$
	外锥平均壁厚	$\delta_v \geq \frac{Q}{2b\pi\sigma_p \tan(\alpha + \varphi)}$	$cm$
<p><b>圆盘摩擦块式</b></p>  <p><math>D_p</math> —— 平均直径, <math>cm</math>  <math>F</math> —— 单个摩擦块单面面积, <math>cm^2</math>  <math>z</math> —— 摩擦块数量  <math>\mu</math> —— 摩擦因数 见表 5-3-17  <math>p_p</math> —— 许用压强, <math>N/cm^2</math>, 见表 5-3-17</p>	压紧力	$Q = \frac{T_c}{D_p \mu}$	$N$
	摩擦面压强	$p = \frac{T_c}{D_p \mu F z} \leq p_v$	$N/cm^2$

续表

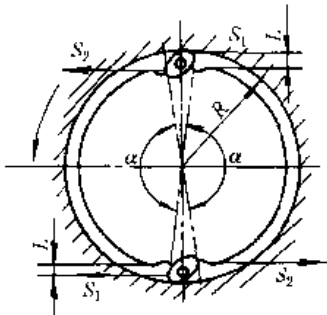
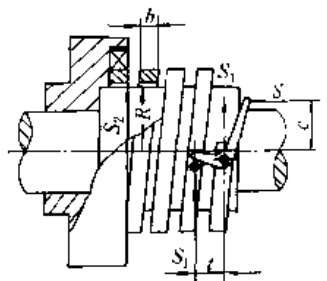
型 式	计算项目	计算公式	单 位
涨圈式  <p> <math>\alpha</math> —— 单根涨圈包角, rad, 结构设计定  <math>b</math> —— 涨圈宽度, cm, 结构设计定  <math>z</math> —— 涨圈数量  <math>\mu</math> —— 摩擦因数, 见表 5-3-17  <math>p_p</math> —— 许用压强, <math>N/cm^2</math>, 见表 5-3-17  <math>R</math> —— 环形槽半径, cm  <math>L</math> —— 转销上力臂, cm           </p>	始端张力	$S_1 = \frac{T_c}{R (e^{\mu\alpha} - 1) z}$	N
	终端张力	$S_2 = \frac{T_c e^{\mu\alpha}}{R (e^{\mu\alpha} - 1) z}$	N
	摩擦面压强	$p = \frac{T_c}{R^2 b \mu z} \leq p_p$	$N/cm^2$
	接合力矩	$M_0 = S_1 L + S_2 L$	$N \cdot cm$
	扭簧式	圆周力	$F = T_c / R$
 <p> <math>i</math> —— 弹簧工作圈数, 一般取 <math>i = 4.5 \sim 6</math>  <math>t, c</math> —— 杠杆臂长度, cm  <math>\mu</math> —— 摩擦因数, 见表 5-3-17  <math>b_m</math> —— 弹簧终端第一圈平均宽, cm  <math>R</math> —— 鼓轮半径, cm  <math>\sigma_{pp}</math> —— 许用挤压应力, <math>N/cm^2</math>  <math>\Delta</math> —— 弹簧与鼓轮径向间隙  <math>\Delta = 0.017 \sqrt{R}</math> </p>	终端张力	$S_2 = F / e^{2\mu\alpha}$	N
	操纵端张力	$S_1 = \frac{F}{e^{2\mu\alpha} (e^{2\mu\alpha} - 1)}$	N
	接合力	$S = S_1 t / c$	N
	鼓轮表层挤压应力	$\sigma_p = \frac{F}{R b_m} \leq \sigma_{pp}$	$N/cm^2$

表 5-3-21

摩擦离合器工作储备系数  $\beta$

机械类型			$\beta$ 值	机械类型			$\beta$ 值	
金属切削机床、带式输送机、鼓风机			1.3~1.5	往复式泵、往复式压缩机 球磨机破碎机、冲剪机			2.0~3.0	
曲柄式压力机械			1.1~1.3	船 舶			1.3~2.5	
汽 车			1.2~3.0	起重运输机械			1.2~1.5	
拖拉机			1.5~3.5	轻纺机械			1.2~2.0	
工 程 机 械	主离合器	干 式	2.5~3.5	钻探机械			2.0~4.0	
		湿 式	2.0~2.5	冶金矿山机械			1.8~3.2	
		变矩器后	1.1~2.0	木材加工机械			1.7	
	换挡离合器	干 式	2.0~3.0	坦 克	主 离 合 器 (干式、弹簧加 压)	轻 型	1.4~2.0	
		湿 式	2.0~2.5			中 型	1.6~2.3	
		变矩器后	1.1~2.0			重 型	1.8~2.5	
	转向离合器	干 式	1.5~2.5		换 挡 离 合 器 转 向 离 合 器			1.3~1.6
		湿 式	1.1~1.5					
		变矩器后	1.1~1.5					
	闭锁离合器	干 式	—	湿 式 液 压 加 压 离 合 器	闭锁离合器		1.4~1.8	
		湿 式	—		换向离合器 与转向离合器		1.1~1.3	
		变矩器后	1.4~1.8					

注： $\beta$  值过小，延长接合时间，使摩擦件过热，加速磨损； $\beta$  值过大，接合时冲击大。通常，对冲击载荷小，要求接合平稳，取较小的  $\beta$  值；冲击载荷大，要求迅速接合，取较大  $\beta$  值。

表 5-3-22

$K_1$ 、 $K_v$ 、 $K_T$  值

摩擦片数修正系数 $K_1$												
离合器主动摩擦片数 $i_1$	$\leq 3$	4	5	6	7	8	9	10	11			
$K_1$	1	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76			
圆周速度修正系数 $K_v$												
摩擦面平均圆周速度 $v/m \cdot s^{-1}$	1	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	13	15
$K_v$	1.35	1.19	1.08	1.0	0.94	0.86	0.80	0.75	0.68	0.63	0.59	0.55
结合次数修正系数 $K_T$												
离合器每小时结合次数 $T/次$	$\leq 100$	120		180		240		300		360 以上		
$K_T$	1.0	0.95		0.80		0.7		0.6		0.5		

注：1.  $v = \frac{\pi D_p n}{6000}$  (m/s)

式中  $D_p$  —— 摩擦盘工作面平均直径，cm；  
 $n$  —— 离合器传动轴转速，r/min。

2. 如果有足够的润滑油， $K_T$  值可稍增大。

## 4.5 摩擦离合器的摩滑功和发热计算

表 5-3-23

简 图	计算项目	计算公式
	摩擦元件的摩滑功	$A_m = \frac{J_1 J_2 (\omega_1 - \omega_2)^2}{2 \left[ J_1 \left( 1 - \frac{T_1}{T_c} \right) + J_2 \left( 1 - \frac{T_0}{T_c} \right) \right]}$
	摩擦时间	$t = \frac{J_1 J_2 (\omega_1 - \omega_2)}{J_2 (T_c - T_0) + J_1 (T_c - T_1)}$ 通常: $t < 7s$
	摩擦表面一次接合的单位摩滑功平均值	$A = \frac{A_m}{Fz} \leq A_p$
	一次结合終了时的平均温度	$t_p = t_0 + \Delta t = t_0 + \frac{\alpha_1 A_m}{mc}$
	一次结合終了时温升湿式多盘离合器接合时温升	$\Delta t = \frac{\alpha_1 A_m}{mc} \leq \Delta t_p$ 用油冷却的湿式离合器循环油的温升为 $\Delta t = \frac{\sum A_m}{60 \rho c q} \leq \Delta t_p$
符 号 意 义	$J_1, J_2$ ——主、从动轴的转动惯量, $kg \cdot m^2$ $\omega_1, \omega_2$ ——接合时主、从动轴的起始角速度, $rad/s$ $T_c$ ——摩擦元件所传递的计算转矩, $N \cdot m$ $T_1$ ——需传递的转矩, $N \cdot m$ $T_0$ ——原动机的驱动转矩, $N \cdot m$ $F$ ——一个摩擦副的工作面积, $m^2$ $z$ ——摩擦副对数 $A_p$ ——允许摩滑功平均值, $J/m^2$ , 见表 5-3-24 $A_m$ ——摩滑功, $J$ $t$ ——摩擦时间, $s$ $t_0$ ——接合开始时摩擦片的平均温度, $^{\circ}C$ $\Delta t$ ——当主、被动片热量和导热系数相同时, 所有摩滑功转化为热的一次接合温升, $^{\circ}C$ $m$ ——离合器吸收热量部分的零件质量, $kg$ $c$ ——主、被动片材料的比热容, 冷却油 $c = 1680 \sim 2100 J/(kg \cdot ^{\circ}C)$ ,	铸铁取 $c = 540 J/(kg \cdot ^{\circ}C)$ , 钢 取 $c = 490 J/(kg \cdot ^{\circ}C)$ $\Delta t_p$ ——一次结合終了时允许温升, $^{\circ}C$ , 见表 5-3-24 $\alpha_1$ ——热量分配系数, 即被计算零件所吸收的热量对总热量的比值, 石棉材料制成的衬面: 单盘离合器的压盘, $\alpha_1 = 0.5$ , 双盘离合器的中间盘, $\alpha_1 = 0.5$ , 压盘, $\alpha_1 = 0.25$ 铁基烧结材料制成的衬面: 单盘从动盘, $\alpha_1 = 0.5$ , 双盘中间盘, $\alpha_1 = 0.25$ $\sum A_m$ ——1小时内累积的滑摩功, $J$ $\rho$ ——冷却油的密度, 一般取 $850 \sim 900 kg/m^3$ $q$ ——冷却油的流量, $m^3/min$

注: 1. 表中计算公式是假定  $M_0, M_1$  为定值, 主、从动轴角速度的瞬时变化值随时间  $t$  呈直线比例关系。

2. 本表不适用于汽车和工程机械带变矩器和不带变矩器的变速箱中的离合器。

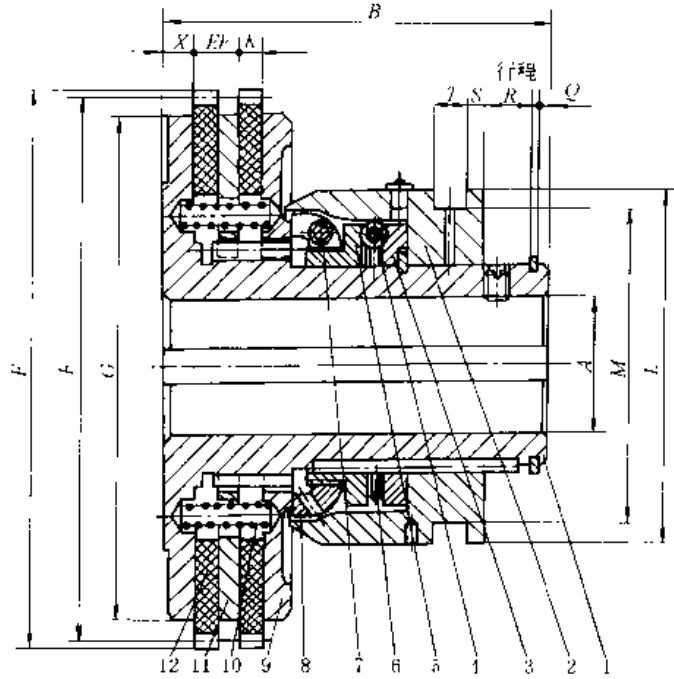
表 5-3-24

允许摩滑功  $A_p$  和允许温升  $\Delta t_p$ 

$A_p/(J/m^2)$	$\Delta t_p/^{\circ}C$		
干式离合器(衬面材料为钢丝石棉)	拖拉机(干式离合器)	3 ~ 5	
	推土机、叉车(干式离合器)	~ 3	
轻型坦克	(0.981 ~ 1.472) $\times 10^5$	履带车辆(坦克)	15 ~ 20
中型坦克	(1.472 ~ 2.452) $\times 10^5$	离心离合器	70 ~ 75
重型坦克	(2.452 ~ 3.924) $\times 10^5$	机 床	150

### 4.6 摩擦离合器结构尺寸

带轆子接合机构的双盘摩擦离合器结构尺寸



- 1—输入轴；2—接合子；3—固定支承盘；4—接合轆子；5—活动支承盘；6—保持弹簧；7—锁紧螺钉；  
8—可调接合环；9—加压盘；10—分离弹簧；11—中间盘；12—摩擦盘

表 5-3-25

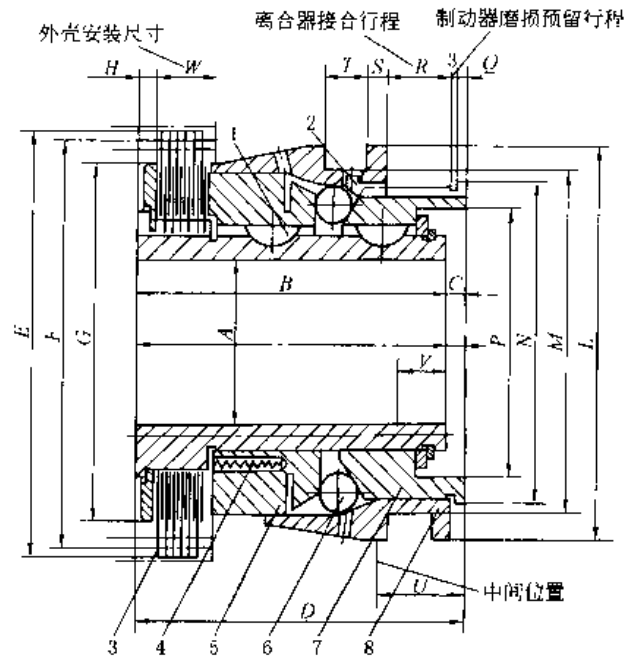
/mm

功率/kW		孔 A	B		E	F	G	齿数 z	模数 m	R	X	K	EE		L	M	Q	S	T
单盘	双盘		单盘	双盘									单盘	双盘					
0.7	1.4	19 ~ 32	97	110	125	120	112	48	2.5	19	8	6	0	6	88.9	76	2	5	13
1.1	2.2	22 ~ 35	130	143	150	144	120	48	3	27	10	6	0	6	118	98	2	7	16
1.8	3.6	25 ~ 41	135	135	176	168	154	42	4	27	11	8	0	8	130	111	2	7	16
2.6	5.2	35 ~ 51	154	173	220	210	190	42	5	27	13	10	0	10	152	133	2	8	18
6.0	12	43 ~ 64	170	189	270	258	240	43	6	33	16	10	0	10	178	152	2	8	19
11	22	57 ~ 83	202	227	318	306	290	51	6	37	18	13	0	13	210	184	2	10	22
16.8	33.6	64 ~ 94	221	247	372	360	340	60	6	43	22	13	0	13	235	206	2	13	22
21.3	42.6	64 ~ 94	221	247	414	402	380	67	6	43	22	13	0	13	235	206	2	13	22
25.7	51.4	64 ~ 114	262	293	462	450	430	75	6	48	22	16	0	16	235	206	2	13	22
34.2	68.4	70 ~ 127	262	293	534	522	500	87	6	48	24	16	0	16	254	219	2	13	25
48	96.0	89 ~ 152	326	364	606	594	570	99	6	57	32	19	0	19	305	267	2	16	32
71	142	89 ~ 152	329	367	678	666	645	111	6	57	35	19	0	19	305	267	2	16	32
81	162	114 ~ 178	383	427	750	738	720	123	6	70	35	22	0	22	350	305	2	16	38
118	236	127 ~ 178	395	440	894	882	860	147	6	70	40	22	0	22	350	305	2	16	38

注：表中功率值是指 100r/min 时的功率。



带辊子接合机构的多盘摩擦离合器结构尺寸



- 1—半月导向键；2—滑键；3—离合器摩擦副；4—分离弹簧；5—加压盘；6—球形滚子；  
7—固定套；8—接合子

表 5-3-26

/mm

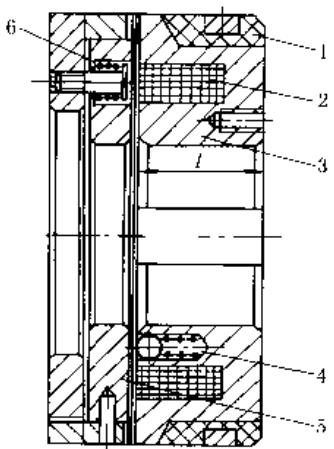
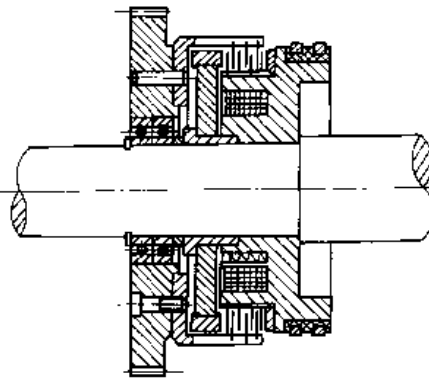
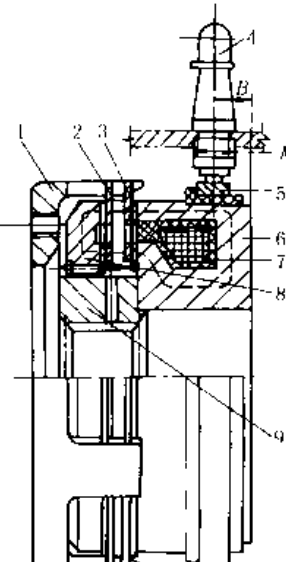
功率/ kW	每分钟最 高转数		孔 A		B	C	D	E	F	G	H	齿数 z	模数 m	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	V	W
	金属 盘	非金 属盘	最大	最小																				
0.44	3000	900	29	19	92	3	95	85	80	72	5	32	2.5	89	76	68	54	2.5	18	5	13	24	14	22
0.74	3000	850	32	19	92	3	95	95	90	82	5	36	2.5	99	83	75	60	2.5	18	5	13	24	14	22
1.47	3000	775	38	22	121	3	124	125	120	110	5	48	2.5	118	89	89	93	2.5	25	7	16	32	19	25
2.2	3000	700	45	25	121	3	124	136.5	130	120	5	40	3.25	131	111	100	83	2.5	25	7	16	32	19	25
3.7	2500	600	58	35	134	6	140	162.5	156	140	6	48	3.25	152	134	121	102	2.5	29	9	18	35	19	29
5.5	2000	500	75	38	146	10	156	176	168	155	6	42	4	180	152	141	114	3	32	9	19	38	21	29
8.1	1500	400	98	48	162	13	175	220	210	195	7	42	5	210	184	172	140	5	38	10	22	46	24	32

注：表中功率值是指 100r/min 时的功率。

## 5 电磁离合器

### 5.1 电磁离合器的型式、特点与应用

表 5-3-27

型式	牙嵌式	干式多盘式	湿式多盘式
简 图	 <p>(a)</p>	 <p>(b)</p>	 <p>(c)</p> <p>1—联接爪；2—外摩擦片； 3—内摩擦片；4—电刷； 5—滑环；6—磁轭； 7—线圈；8—衔铁； 9—齿轮套</p>

特点、应用

图 a 与机械扭簧离合器特点基本相同。磁轭 5 和线圈 4 安装后固定不动。扭簧 6 两端分别与主动盘 2 和衔铁 3 相连。通电后衔铁 3 和轴套 1 相接。主动盘 2 在转动中扭紧弹簧 6 并带动轴套 1，断电后衔铁和扭簧复位，离合器分离，轴套停止转动传递转矩为  $3 \sim 8 \text{ N}\cdot\text{m}$

结构简单、外形小、离合动作快，允许接合频率高，输出力矩与激磁电流无关。缺点是接合突然，只能传递单向转矩，过载不能打滑，适用于低速、低惯量的小型机械

图 b 动作灵敏，价格低，空转阻力小。摩擦面容易磨损。适用于快速接合、工作频度高的设备，在起重运输机包装机、纺织机、机床等设备中广泛应用

图 c 力矩大，寿命长，尺寸小，盘面磨损小，但有空转力矩，操作频度低于干式

续表

型式	扭簧式	磁粉式	涡流离合器(制动器)
简图	<p>(d)</p>	<p>(e)</p>	<p>(f)</p> <p>1—带有激磁线圈的定子; 2—转子; 3—冷却室</p>
特点、应用	<p>图 d 与机械式牙嵌离合器特点基本相同。离合器靠对磁轭内的线圈通入 110V (常用 24V) 的激磁电流产生磁场, 使磁轭和衔铁以及相连的牙啮合而传递转矩。滑环 1 向磁轭中的激磁线圈 2 输入电流, 磁轭 3 和衔铁 5 上带有牙齿。通电后磁铁吸动衔铁 5 压向磁轭, 离合器接合, 断电后分离, 衔铁靠弹簧 4 和 6 复位</p> <p>因用电磁力接合, 能用于远距操纵, 可用于机床、数控机床、包装机械等</p> <p>图 e 通过调节激磁电流控制传递转矩, 具有恒转矩特性, 能改变传递转矩的大小, 调节范围宽, 反应迅速, 可用于高频度操作磁粉易老化, 使运转费增加</p> <p>常应用于测力计、造纸机、船舶舵机等装置上</p> <p>图 f 利用高导磁率的材料制成转子和电枢, 电枢中装有励磁线圈。通电构成磁场, 转子的转动切割磁力线, 在电枢中感应出涡电流, 产生制动力矩, 电枢和转子间有间隙, 转动中保持有滑差。改变励磁电流能调节传递力矩大小。离合器结构有感应于式和盘式, 冷却方式有风冷和水冷。它启动转矩大, 无冲击, 力矩大小可以调节, 适用于纺织、造纸、印刷等机械中。把电枢制成固定式便成为制动器, 配以测量机构和仪表可以作为测扭设备</p>		

## 5.2 电磁离合器选择计算

表 5-3-28 盘式摩擦电磁离合器选择计算

计算项目	计算公式	说 明
按动摩擦转矩选择	$T_d \geq K(T_1 + T_2)$	$T_d$ ——离合器额定动转矩, N·m $T_1$ ——离合器额定静转矩, N·m $K$ ——安全系数, 见表 5-3-29 $T_1$ ——接合时的载荷转矩, N·m $T_2$ ——加速转矩, N·m $T_{max}$ ——运转时的最大载荷转矩, N·m
按静摩擦转矩选择	$T_1 \geq KT_{max}$	
按摩擦滑功选择	$A_p \geq \frac{Jn_x^2}{182} \times \frac{T_d}{T_d \mp T_1} m$ 减速时取正号	$A_p$ ——离合器的允许摩擦滑功, N·m $J$ ——离合器轴上的转动惯量, $kg \cdot m^2$ $n_x$ ——摩擦片相对转速, r/min $T_1$ ——离合器轴上的载荷转矩, N·m $m$ ——接合次数

注: 选择离合器需同时满足表中三项要求, 但目前我国电磁离合器尚无允许摩擦滑功的数据, 因此暂且只能按动摩擦转矩和静摩擦转矩选择, 需要计算摩擦滑功时, 可参考国外同类型离合器的数据。

表 5-3-29 电磁离合器的安全系数  $K$

工作机械种类	驱动机的类型	
	电动机以及前级由胶带驱动的动力	4~6缸的内燃发动机
载荷平稳的普通机床, 一般机械	1.5	2
大型机床, 纺织机械, 小型冲床, 小型绞车	2	2.5
运输机, 压气机, 泵, 中型冲床, 中型绞车, 刨床, 其他载荷变化大、惯性大、接合频繁的机床	2.5	3.5
搅拌机, 破碎机, 大型绞车, 大型冲床, 小型轧钢机	3.0~3.5	4~4.5

## 5.3 电磁离合器的性能、结构尺寸

### 5.3.1 DLM0 系列有滑环湿式多片电磁离合器

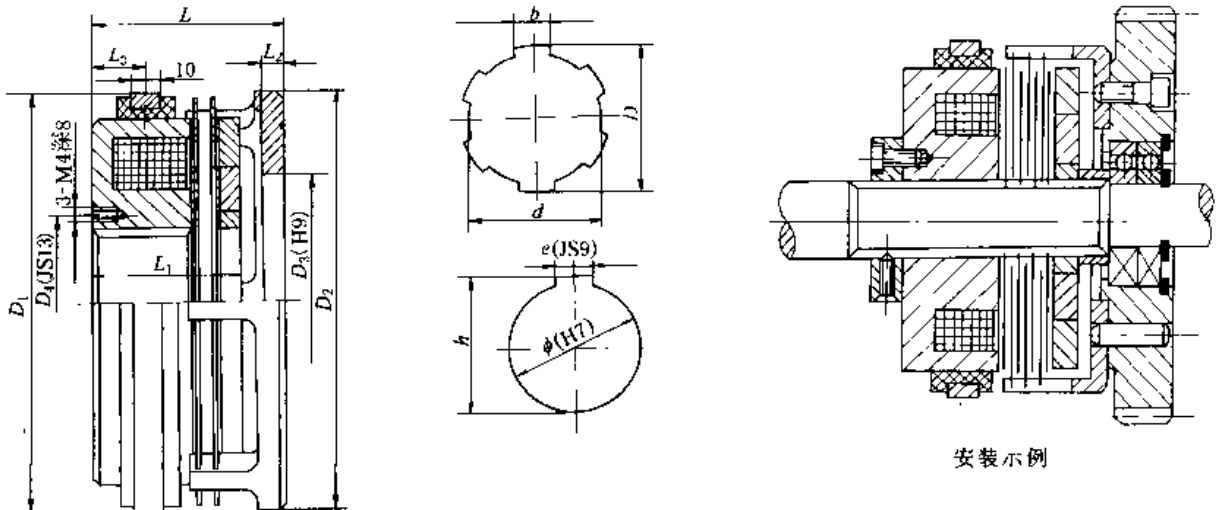


表 5-3-30

规格	额定动 转矩 /N·m	额定静 转矩 /N·m	空载转矩 /N·m ≤	接通时间 /s ≤	断开时间 /s ≤	额定电压 (DC)/V	线圈消耗 功率 (20℃) /W	允许最高 转速 /r·min <sup>-1</sup>	重量 /kg	供油量 /l·min <sup>-1</sup>	电刷型号			
	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D$	$d$	$b$	$L$	$L_1$	$L_2$		$L_3$	衔铁行程	$e$
2.5	12	25	0.4	0.28	0.10	24	13	3500	1.78	0.25	DS-0.01			
6.3	50	100	1	0.32	0.10	24	19	3000	2.8	0.40				
16	100	200	2	0.35	0.15	24	23	3000	4.66	0.65				
40	250	500	5	0.40	0.20	24	51	2000	9.0	1.00				
/mm														
2.5	94	92	50	42	$30^{+0.023}_0$	$26^{+0.28}_0$	$8^{+0.085}_{-0.035}$	56	46.6	5	18.5	2.2	8	$32.3^{+0.1}_0$
6.3	116	113	65	52	$40^{+0.027}_0$	$35^{+0.34}_0$	$10^{+0.085}_{-0.035}$	60	48.2	5	18.5	2.8	12	$42.3^{+0.1}_0$
16	142	142	85	60	$50^{+0.027}_0$	$45^{+0.34}_0$	$12^{+0.105}_{-0.045}$	65	49.2	7.5	18.5	3.5	14	$52.4^{+0.2}_0$
40	176	178	105	86	$65^{+0.35}_0$	$58^{+0.4}_0$	$16^{+0.105}_{-0.045}$	80	62	10	22	4	18	$69.4^{+0.2}_0$

- 注：1. 离合器工作时必须在摩擦片间加润滑油，供油方式为外浇油或油浴式，但其浸入油深为离合器外径的  $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$ 。高速或频繁动作时应采用轴心供油，其量见表。
2. 供货范围如左图所示及相应的电刷。
3. 安装示例为同轴安装齿轮输出，也可分轴安装，但主、从动轴都应轴向固定，不得窜动，且同轴度不低于9级。输出及安装方式由用户决定并实现。
4. 生产厂：天津机床电器有限公司。

### 5.3.2 DLM3 系列无滑环湿式多片电磁离合器

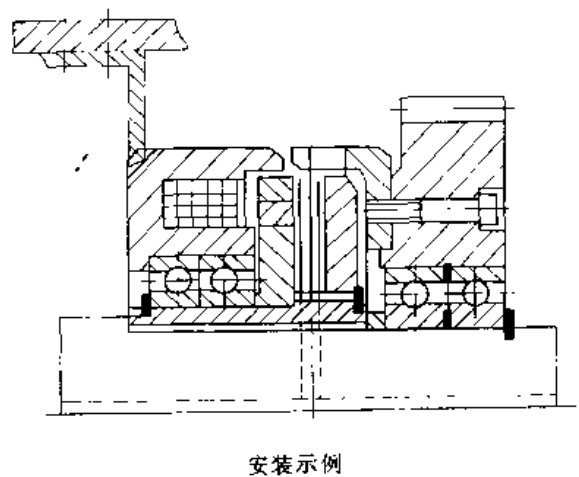
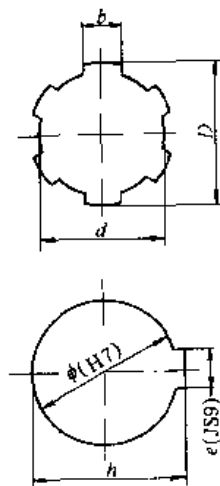
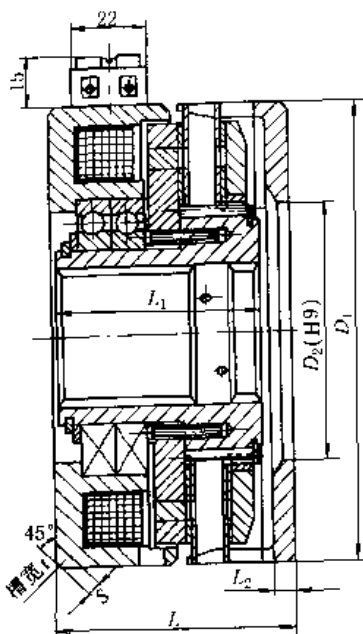


表 5-3-31

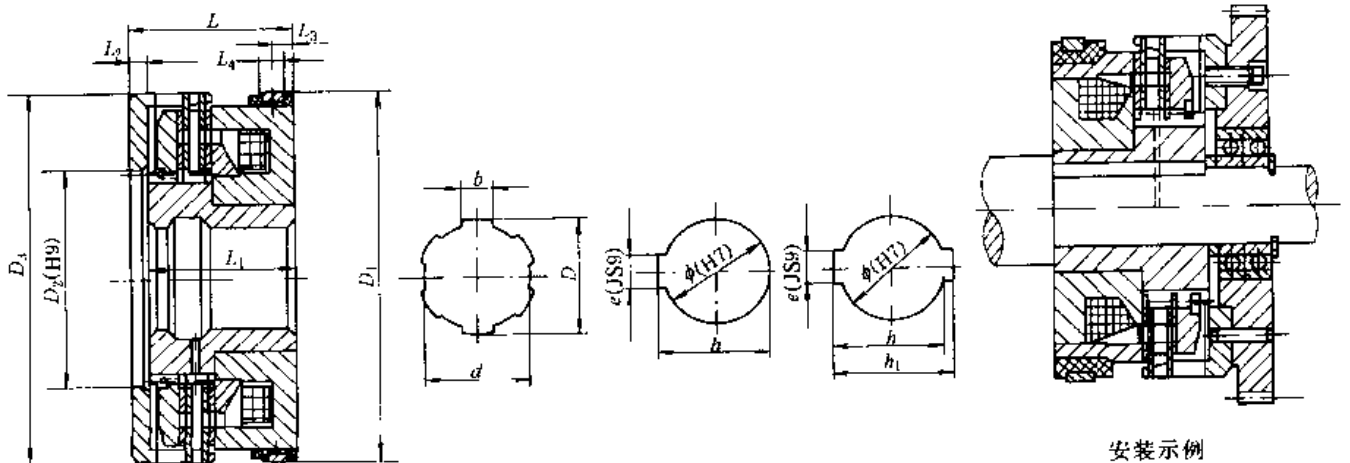
规格	额定动 转矩 /N·m	额定静 转矩 /N·m	空载转矩 /N·m ≦	接通时间 /s ≦	断开时间 /s ≦	额定电压 (DC)/V	线圈消耗 功率 (20℃) /W	允许最高 转速 /r·min <sup>-1</sup>	重量 /kg	供油量 /L·min <sup>-1</sup>		
	$D_1$	$D_2$	$D$	$d$	$b$	$\phi$	$e$	$h$	$L$	$L_1$	$L_2$	$S$
1.2	12	20	0.39	0.28	0.09	24	18	3500	1.6	0.2		
2.5	25	40	0.40	0.30	0.09	24	21	3500	2.3	0.25		
5	50	80	0.9	0.32	0.10	24	32	3000	3.4	0.40		
10	100	160	1.80	0.35	0.14	24	38	3000	5	0.65		
16	160	250	2.40	0.37	0.14	24	50	2500	6.6	0.65		
25	250	400	3.50	0.40	0.18	24	61	2200	8.6	1.0		
40	400	630	5.60	0.42	0.20	24	72	2000	14.7	1.0		
63	630	1000	9.00	0.45	0.25	24	83	1800	21	1.2		

规格	$D_1$	$D_2$	$D$	$d$	$b$	$\phi$	$e$	$h$	$L$	$L_1$	$L_2$	$S$	$t$
1.2	86	50	$20^{+0.023}_0$	$17^{+0.12}_0$	$6^{+0.065}_{-0.025}$	20	6	$21.8^{+0.1}_0$	51	44.5	5.5	3.5	6
2.5	96	56	$25^{+0.023}_0$	$22^{+0.14}_0$	$6^{+0.065}_{-0.025}$	25	8	$27.3^{+0.1}_0$	57	51.5	5.5	3.5	6
5	113	65	$30^{+0.023}_0$	$26^{+0.14}_0$	$8^{+0.065}_{-0.035}$	30	8	$32.3^{+0.1}_0$	63	56	5	3.5	8
10	133	75	$40^{+0.027}_0$	$35^{+0.17}_0$	$10^{+0.065}_{-0.035}$	40	12	$42.3^{+0.1}_0$	68	59	6.5	5.5	8
16	145	85	$45^{+0.027}_0$	$40^{+0.17}_0$	$12^{+0.105}_{-0.045}$	45	14	$47.4^{+0.2}_0$	70	61.5	6.5	5.5	10
25	166	110	$50^{+0.027}_0$	$45^{+0.17}_0$	$12^{+0.105}_{-0.045}$	50	14	$52.4^{+0.2}_0$	78.5	68	7.5	5.5	10
40	192	110	$60^{+0.07}_0$	$54^{+0.2}_0$	$14^{+0.105}_{-0.045}$	60	16	$62.2^{+0.2}_0$	91	79.5	8	6	10
63	212	125	$70^{+0.07}_0$	$62^{+0.2}_0$	$16^{+0.105}_{-0.045}$	70	20	$74.3^{+0.2}_0$	109	96.5	9.5	7	10

注：同表 5-3-30 的注。

### 5.3.3 DLMS 系列有滑环湿式多片电磁离合器



安装示例

表 5-3-32

规格	额定转矩 /N·m			空载转矩 /N·m	接通时间 /s ≤	断开时间 /s ≤	额定电压 (DC)/V	线圈消耗功率 (20℃) /W	允许最高转速 /r·min <sup>-1</sup>	重量 /kg	供油量 /L·min <sup>-1</sup>					
	额定动	额定静														
1.2/1.2C	12	20		0.39	0.28	0.09	24	10	3500	1.3	0.20					
2.5	25	40		0.40	0.30	0.09	24	17	3500	1.73	0.25					
5/5C	50	80		0.90	0.32	0.10	24	17	3000	2.9	0.40					
10/10C	100	160		1.80	0.35	0.14	24	19	3000	4.3	0.65					
16	160	250		2.40	0.37	0.14	24	26	2500	5.8	0.65					
25/25C	250	400		3.50	0.40	0.18	24	39	2200	7.7	1.00					
40	400	630		5.60	0.42	0.20	24	45	2000	12.2	1.00					
63	630	1000		9.00	0.45	0.25	24	66	1800	16.2	1.2					
100	1000	1600		15.0	0.65	0.35	24	81	1600	23.2	1.2					
160	1600	2500		24.0	0.90	0.45	24	87	1600	31.7	1.5					
250	2500	4000		37.5	1.20	0.60	24	100	1200	47.1	2.0					
400	4000	6300		60.0	1.50	0.80	24	134	1000	100.9	3.0					
规格	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D	d	b	φ	e	h	h <sub>1</sub>	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	电刷型号
	/mm															
1.2	86	50	86	20 <sup>+0.023</sup> <sub>0</sub>	17 <sup>+0.12</sup> <sub>0</sub>	6 <sup>+0.065</sup> <sub>+0.025</sub>	20	6	22.8 <sup>+0.1</sup> <sub>0</sub>		43.5	38	5.5	5	7	DS-002
2.5	96	56	96	25 <sup>+0.023</sup> <sub>0</sub>	21 <sup>+0.14</sup> <sub>0</sub>	6 <sup>+0.065</sup> <sub>+0.025</sub>	25	8	28.3 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>		48.5	43	5.5	7	7	
5	113	65	113	30 <sup>+0.023</sup> <sub>0</sub>	26 <sup>+0.14</sup> <sub>0</sub>	6 <sup>+0.065</sup> <sub>+0.025</sub>	30	8	33.3 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>		55.5	50	5.5	7	8	
10	133	75	133	40 <sup>+0.027</sup> <sub>0</sub>	35 <sup>+0.17</sup> <sub>0</sub>	10 <sup>+0.085</sup> <sub>+0.035</sub>	40	12	43.3 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>		61	54.5	6.5	8	10	
16	145	85	145	45 <sup>+0.027</sup> <sub>0</sub>	40 <sup>+0.17</sup> <sub>0</sub>	12 <sup>+0.105</sup> <sub>+0.045</sub>	45	14	48.8 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>		63.5	57	6.5	8	10	DS-001
25	166	95	166	50 <sup>+0.027</sup> <sub>0</sub>	45 <sup>+0.17</sup> <sub>0</sub>	12 <sup>+0.105</sup> <sub>+0.045</sub>	50	14	53.8 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>		72	64.5	7.5	10	10	
40	192	120	192	60 <sup>+0.02</sup> <sub>0</sub>	54 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	14 <sup>+0.105</sup> <sub>+0.045</sub>	60	18	64.4 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>		82.5	74.5	8	10	10	
63	212	125	212	70 <sup>+0.02</sup> <sub>0</sub>	62 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	16 <sup>+0.105</sup> <sub>+0.045</sub>	70	20	74.9 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>		91.5	82	9.5	12	10	
100	235	150	235				70	20	74.9 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>		105	96	10	15	10	
160	270	180	270				100	28	106.4 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>		118	104	14	15	10	
250	310	220	310				110	28	116.4 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	122.8 <sup>+0.4</sup> <sub>0</sub>	130	116	14	10	12	
400	415	235	415				120	32	127.4 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	134.8 <sup>+0.4</sup> <sub>0</sub>	150	132	18	10	12	
1.2C	94	50	86	30 <sup>+0.023</sup> <sub>0</sub>	26 <sup>+0.14</sup> <sub>0</sub>	8 <sup>+0.085</sup> <sub>+0.035</sub>					56	50.5	5.5	19	10	
5C	116	65	113	40 <sup>+0.027</sup> <sub>0</sub>	35 <sup>+0.17</sup> <sub>0</sub>	10 <sup>+0.085</sup> <sub>+0.035</sub>					59.5	54	5.5	19	10	
10C	142	85	133	50 <sup>+0.027</sup> <sub>0</sub>	45 <sup>+0.17</sup> <sub>0</sub>	12 <sup>+0.105</sup> <sub>+0.045</sub>					64.5	58	6.5	19	10	
25C	176	105	160	65 <sup>+0.03</sup> <sub>0</sub>	58 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	16 <sup>+0.105</sup> <sub>+0.045</sub>					81	73.5	7.5	21	10	

注：同表 5-3-30 的注。

5.3.4 DLM9 (ERD) 系列无滑环湿式多片电磁离合器

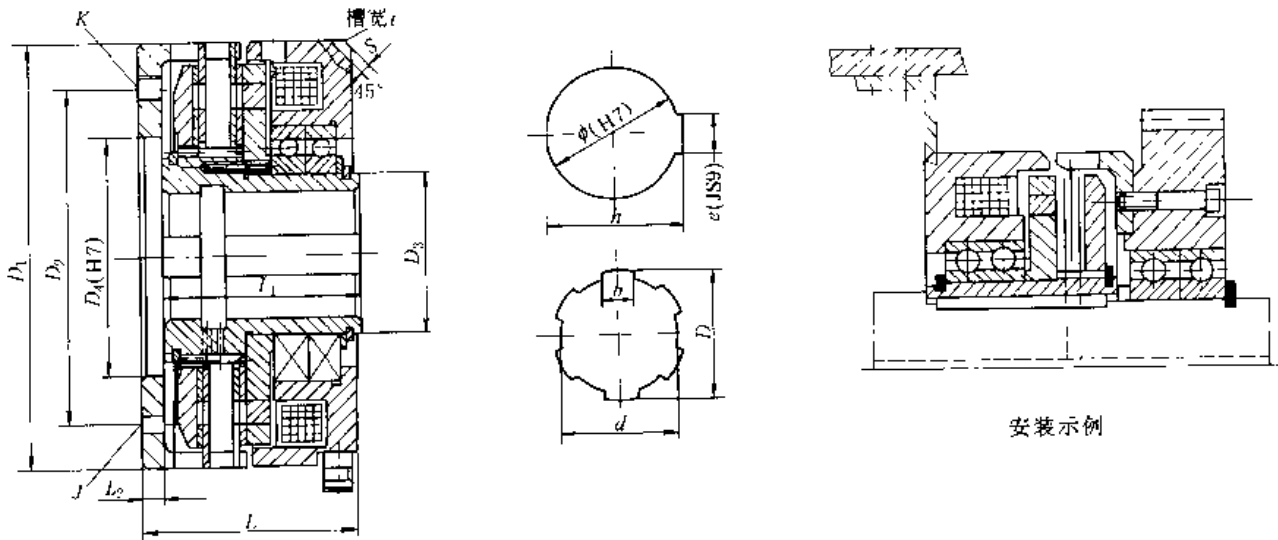


表 5-3-33

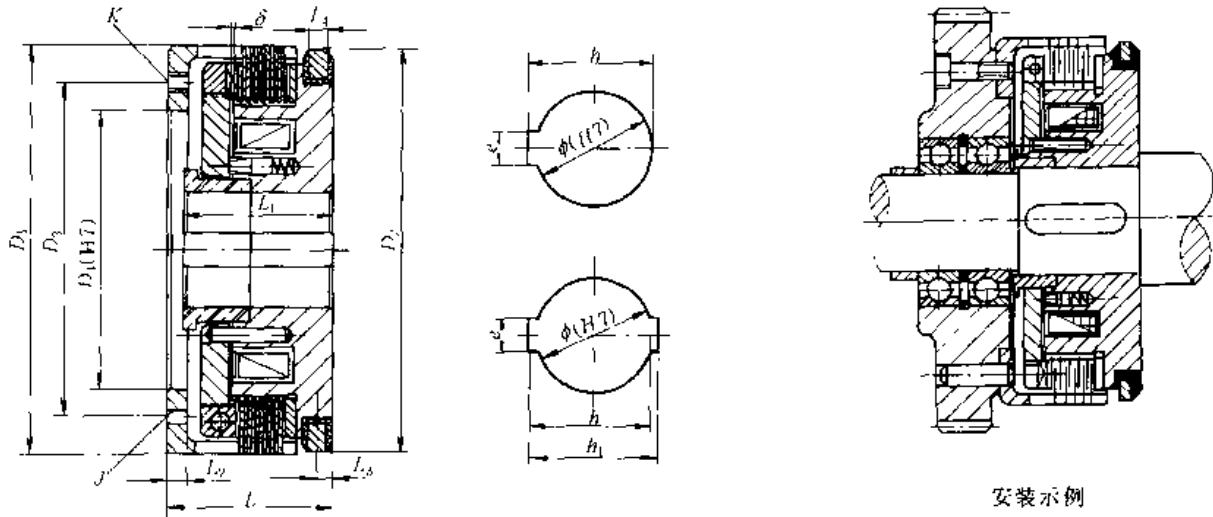
规格	额定 动转矩 /N·m	额定 静转矩 /N·m	空载 转矩 /N·m	接通 时间/s ≤	断开 时间/s ≤	额定 电压 (DC)/V	线圈消耗 功率(20℃) /W	允许最高 转速 /r·min <sup>-1</sup>	重量 /kg	供油量 /L·min <sup>-1</sup>				
DLM 9-2	16	25	0.48	0.28	0.09	24	24	3000	2.9	0.25				
DLM 9-5	50	80	0.85	0.30	0.10	24	37	3000	3.9	0.40				
DLM 9-10	100	160	1.80	0.32	0.14	24	50	3000	5.9	0.65				
DLM 9-16	160	250	2.40	0.36	0.16	24	56	2500	7.8	0.65				
DLM 9-25	250	400	3.80	0.40	0.18	24	76	2200	10.7	1.00				
DLM 9-40	400	630	6.00	0.60	0.22	24	86	2000	15	1.00				
DLM 9-63	630	1000	9.50	0.70	0.26	24	88	1800	22	1.20				
DLM 9-100	1000	1600	15.00	0.85	0.31	24	104	1600	33	1.20				
DLM 9-160	1600	2500	24.00	1.20	0.43	24	122	1500	51	1.50				
DLM 9-250	2500	4000	38.00	1.40	0.50	24	175.5	1200	67	2.00				
规格	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	φ	e	h	J	K	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	S	t
	/mm													
DLM 9-2	95	80	35	50	20	6	22.8 <sup>+0.1</sup> <sub>0</sub>	2-φ6	4-M6	55	50	5	4	8
DLM 9-5	110	90	45	65	30	8	33.3 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	3-φ6	4-M6	60	55	5	4	8
DLM 9-10	132	105	50	75	40	12	42.3 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	3-φ6	6-M8	67	60	7	5	10
DLM 9-16	147	120	55	85	45	14	47.4 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	3-φ8	6-M8	72	65	7	5	10
DLM 9-25	162	135	65	95	50	16	53.6 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	3-φ8	6-M8	82	75	7	6	12
DLM 9-40	182	155	75	120	60	18	64.4 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	3-φ10	6-M10	93	85	8	6	12
DLM 9-63	202	170	85	125	70	20	74.3 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	3-φ10	6-M10	109	100	9	8	14
DLM 9-100	235	200	100	150	70	20	74.9 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	3-φ14	6-M12	120	110	10	8	14
DLM 9-160	270	235	110	200	90	25	95.4 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	3-φ14	6-M12	142	130	12	10	16
DLM 9-250	310	260	140	220	110	28	116.4 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	3-φ16	6-M16	157	145	14	10	16

注：1. D<sub>2</sub>、J、K 为用户连接用尺寸，由用户自行加工，本表数据仅供参考。

2. 同表 5-3-30 的注。



5.3.5 DLM10 (EKE) 系列有滑环多片电磁离合器



安装示例

表 5-3-34

规格	额定动 转矩 /N·m	额定静 转矩 /N·m	空载 转矩 /N·m	接通时间 /s	断开时间 /s	额定电压 (DC) /V	线圈消耗 功率(20℃) /W	允许最高 转速 /r·min <sup>-1</sup>	重量 /kg	电刷型号					
1A/1AG	12.5	20/14	0.088/0.05	0.14/0.11	0.03/0.025	24	26	3000	2	湿式采 用 DS- 005、干式 采用 DS- 006					
2A/2AG	25	40/27.5	0.175/0.10	0.18/0.16	0.032/0.028		27	3000	2.6						
4A/4AG	40	63/44	0.280/0.16	0.20/0.18	0.04/0.03		33	3000	3.2						
6A/6AG	63	100/70	0.350/0.26	0.25/0.20	0.45/0.04		43	3000	4						
10A/10AG	100	160/110	0.500/0.35	0.28/0.25	0.06/0.045		43	3000	5.5						
16A/16AG	160	250/175	1.00/0.56	0.30/0.28	0.08/0.06		47	2500	7.8						
25A/25AG	250	400/280	1.50/0.88	0.35/0.30	0.11/0.08		55	2200	11						
40A/40AG	400	630/440	2.50/1.40	0.40/0.35	0.12/0.11		62	2000	15						
63A/63AG	630	1000/700	4.00/2.20	0.50/0.40	0.15/0.12		70	1750	21						
100A/100AG	1000	1600/1100	6.00/3.00	0.60/0.50	0.18/0.15		79	1600	32						
160A/160AG	1600	2500/1750	10/5.5	0.90/0.70	0.22/0.18		93	1350	50						
250A/250AG	2500	4000/2750	15/8.6	1.15/0.90	0.28/0.25		110	1200	77						
400A/400AG	4000	6300/4400	24/14	1.30/1.20	0.35/0.30		123	1000	122						
规格	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	φ		e	h	J		K	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
	/mm														
1A/1AG	100	100	85	50	18	5 <sup>+0.025</sup> <sub>0</sub>	19.9 <sup>+0.14</sup> <sub>0</sub>	2-φ6	4-M6	45	42	5	5.5	8	0.30
2A/2AG	110	110	90	55	20	6 <sup>+0.025</sup> <sub>0</sub>	22.3 <sup>+0.14</sup> <sub>0</sub>	2-φ6	4-M6	48	45	5	5.5	8	0.30
4A/4AG	120	120	100	60	25	8 <sup>+0.01</sup> <sub>0</sub>	27.6 <sup>+0.14</sup> <sub>0</sub>	3-φ6	6-M6	52	48	6	5.5	8	0.30
6A/6AG	132	132	105	65	30	8 <sup>+0.01</sup> <sub>0</sub>	32.6 <sup>+0.17</sup> <sub>0</sub>	3-φ6	6-M8	55	50	7	5.5	8	0.30
10A/10AG	147	145	120	75	40	12 <sup>+0.035</sup> <sub>0</sub>	42.9 <sup>+0.17</sup> <sub>0</sub>	3-φ8	6-M8	58	53	7	5.5	8	0.35
16A/16AG	162	160	135	85	45	14 <sup>+0.035</sup> <sub>0</sub>	48.3 <sup>+0.17</sup> <sub>0</sub>	3-φ8	6-M8	62	57	7	5.5	8	0.40
25A/25AG	182	180	155	95	50	16 <sup>+0.035</sup> <sub>0</sub>	53.6 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	3-φ10	6-M16	68	63	8	6	8	0.45
40A/40AG	202	200	170	120	60	18 <sup>+0.035</sup> <sub>0</sub>	64 <sup>+0.2</sup> <sub>0</sub>	3-φ10	6-M10	76	70	9	6.25	8	0.50

续表

规格	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$\phi$	$e$	$h$	$J$	$K$	$L$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$\delta$
	/mm														
63A/63AG	235	230	200	125	70	$20^{+0.045}_0$	$74.3^{+0.2}_0$	3- $\phi 14$	6-M12	86	80	10	6.25	8	0.60
100A/100AG	270	255	235	150	70	$20^{+0.045}_0$	$74.3^{+0.2}_0$	3- $\phi 14$	6-M16	100	92	12	8.5	10	0.70
160A/160AG	310	295	260	180	75	$20 \pm 0.026$	$81.1^{+0.2}_0$	3- $\phi 16$	6-M16	115	107	14	8	10	0.80
250A/250AG	360	340	305	200	100	$28 \pm 0.026$	$106.4^{+0.2}_0$	4- $\phi 16$	8-M16	132	122	15	8.5	10	0.90
400A/400AG	420	395	350	235	120	$32^{+0.05}_0$	$126.7^{+0.2}_0$	4- $\phi 20$	8-M16	150	138	17	8.5	10	1

- 注：1.  $D_3$ 、 $J$ 、 $K$  为用户连接用尺寸，由用户自行加，本表数据仅供参考。  
 2. 250A/250AG、400A/400AG 为双键孔，位置  $180^\circ$ ， $h_1$  为  $112.8^{+0.2}_0$ ， $133.4^{+0.52}_0$ 。  
 3. 同表 5-3-30 的注。  
 4. G 为干式多片电磁离合器。

5.3.6 DLK1 系列无滑环干式多片快速电磁离合器

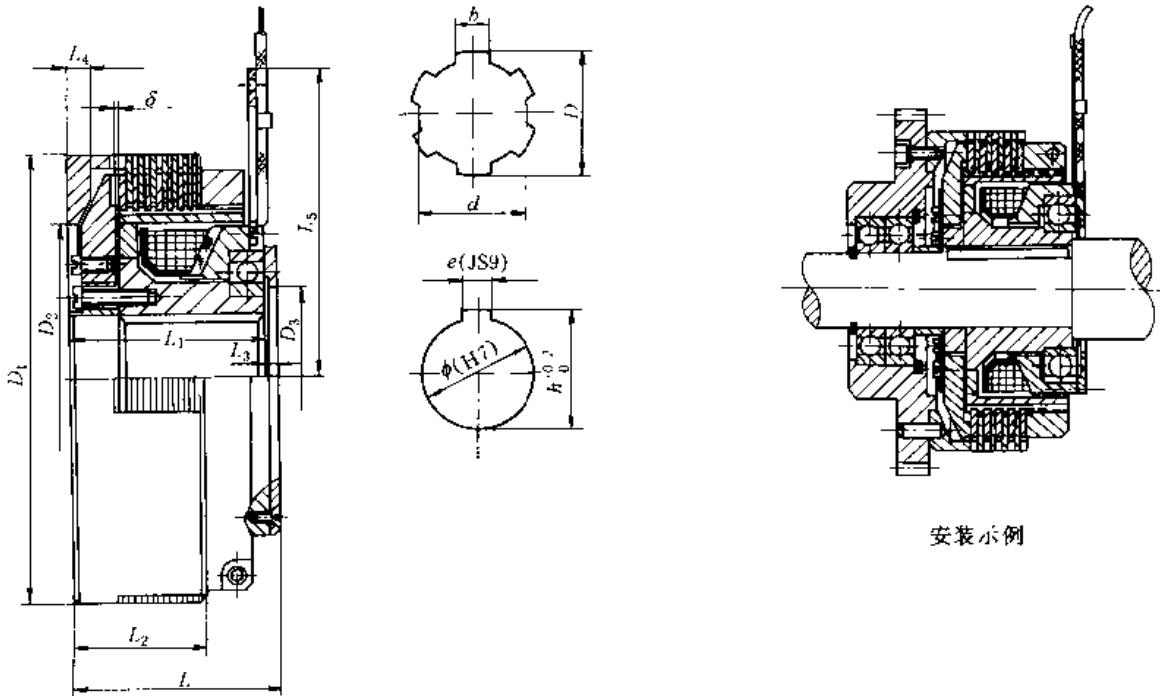


表 5-3-35

规格	额定 动转矩 /N·m	空载 转矩 /N·m	接通 时间/s ≤	断开 时间/s ≤	额定 电压 (DC)/V	线圈消耗 功率(20℃) /W	允许最高 转速 /r·min <sup>-1</sup>	重量 /kg
DLK 1-2.5	25	0.10	0.10	0.03	24	16.5	3500	2
DLK 1-5	50	0.20	0.14	0.04		20.5	3000	3
DLK 1-10	100	0.30	0.16	0.06		28.8	3000	4.5
DLK 1-16	160	0.8	0.20	0.10		48	2500	5.9
DLK 1-25	250	1.2	0.27	0.15		53	2200	8.95
DLK 1-40	400	2.0	0.35	0.20		62	2000	13.45
DLK 1-80	800	4.0				79		

续表

规格	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D$	$d$	$b$	$\phi$	$e$	$h$	$L$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$\delta$
/mm																
2.5	100	75H9	40	$25^{+0.023}_0$	$21^{+0.14}_0$	$5^{+0.065}_{-0.025}$	25	8	28.3	50	44.50	30	4	4	79	$0.20 \pm 0.05$
5	115	85H9	48	$30^{+0.021}_0$	$26^{+0.14}_0$	$6^{+0.065}_{-0.025}$	30	8	33.3	56	50.50	35	4	5	83	$0.25 \pm 0.05$
10	135	95H9	55	$40^{+0.027}_0$	$35^{+0.17}_0$	$10^{+0.085}_{-0.035}$	40	12	43.3	60	56	40	4	6	89	$0.30 \pm 0.05$
16	150	105H8	60	$45^{+0.027}_0$	$40^{+0.17}_0$	$12^{+0.105}_{-0.045}$	45	14	48.8	66	60.5	44	3	7	97	$0.30 \pm 0.05$
25	172	120H9	65	$50^{+0.027}_0$	$45^{+0.17}_0$	$12^{+0.105}_{-0.045}$	50	14	53.8	72	64	48	3.5	8	105	$0.35 \pm 0.05$
40	200	130H9	80	$60^{+0.03}_0$	$54^{+0.2}_0$	$14^{+0.105}_{-0.045}$	60	18	64.4	81	73	52	4.5	8	117.5	$0.35 \pm 0.05$
80	240	180H7					68	20	72.9	99	91	74		11	150	0.4

注：同表 5-3-30 的注。

5.3.7 DLM2 系列大型有滑环干式多片电磁离合器 (JB/T 8808—1998)

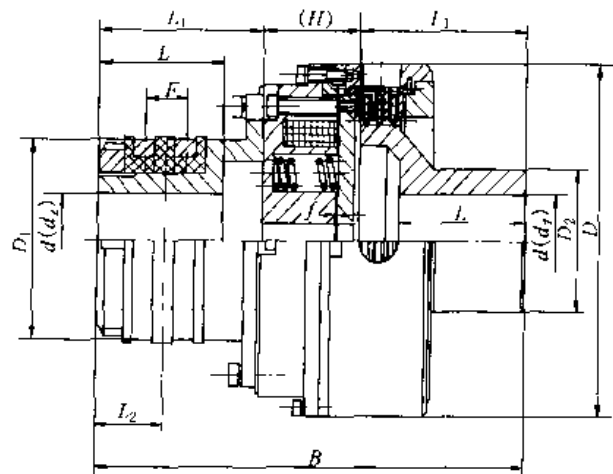


表 5-3-36

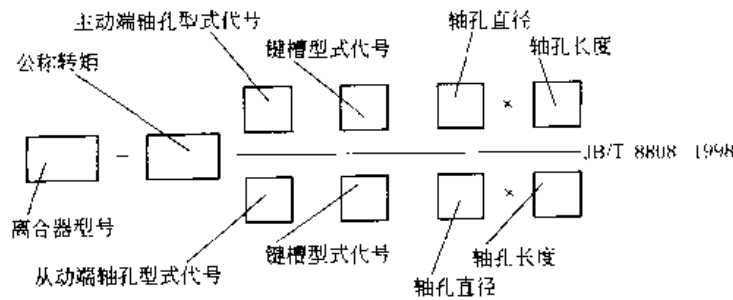
型号	公称 转矩 $T_n$ /N·m	许用 转速 $n_p$ /r·min <sup>-1</sup>	轴孔直径		轴孔长度 J、Z		$B$	$D$	$H$	集电环位 置尺寸/ 直径 $L_2/D_1$	$F$	$D_2$	气隙 $f$	通电 动作 时间	断电 动作 时间	转动惯量		重量 /kg	
			$d, (d_c)$		$L$	$L_1$										/kg·m <sup>2</sup>	主动端		从动端
			/mm																
DLM2-630	630	2 000	40, 42, 45, 48, 50, 55	84	112	290	210	$66^{+2}_0$	45/120		85	0.8 ~ 1.1	0.15	0.30	0.14	0.01	31.5		
DLM2-1000	1000	2000	45, 48, 50, 55	84	112	300	235	$76^{+2}_0$	45/130	27	95	0.8 ~ 1.1	0.15	0.30	0.26	0.03	45.2		
			60	107	142	360													
DLM2-1600	1600	2000	50, 55	84	112	310	260	$86^{+2}_0$	45/145		110	1.0 ~ 1.3	0.20	0.35	0.43	0.05	62.8		
			60, 63, 65, 70	107	142	370													

续表

型号	公称转矩 $T_n$ /N·m	许用转速 $n_p$ /r·min <sup>-1</sup>	轴孔直径		轴孔长度 J, Z		B	D	H	集电环位 置尺寸/ 直径 $L_2/D_1$	F	$D_2$	气隙 f	通电 动作 时间	断电 动作 时间	转动惯量 /kg·m <sup>2</sup>		重量 /kg	
			$d, (d_2)$	L	$L_1$	主动端										从动端			
																/mm		/s	
DLM2-2500	2500	1800	65, 70, 75	107	142	380	300	96 <sup>+3</sup> <sub>0</sub>	60/170	130	1.0 ~ 1.3	0.22	0.38	0.84	0.10	89.4			
			80, 85	132	172	440													
DLM2-4000	4000	1600	70, 75	107	142	390	340	106 <sup>+3</sup> <sub>0</sub>	60/195	145	1.0 ~ 1.3	0.22	0.38	1.59	0.18	132.1			
			80, 85, 90, 95	132	172	450													
DLM2-6300	6300	1400	80, 85, 90, 95	132	172	460	390	116 <sup>+3</sup> <sub>0</sub>	80/220	165	1.0 ~ 1.3	0.25	0.40	3.02	0.41	193.4			
			100, 110	167	212	540													
DLM2-10000	10000	1200	90, 95	132	172	480	440	136 <sup>+4</sup> <sub>0</sub>	80/250	190	1.2 ~ 1.5	0.30	0.42	5.53	0.73	278.6			
			100, 110, 120, 125	167	212	560													
DLM2-16000	16000	1100	100, 110, 120, 125	167	212	580	500	156 <sup>+4</sup> <sub>0</sub>	110/270	210	1.5 ~ 1.8	0.35	0.45	10.70	1.69	428.4			
			130, 140	202	252	660													
			130, 140, 150	202	252	670													
DLM2-25000	25000	1000	130, 140, 150	202	252	670	560	166 <sup>+4</sup> <sub>0</sub>	140/310	250	1.5 ~ 1.8	0.40	0.50	19.22	3.14	618.1			
			160, 170	242	302	770													

- 注：1. 公称转矩为标定的公称静摩擦转矩，选用时应考虑机器的工况系数及电机过载系数。  
 2. 离合器质量按表中最大轴孔直径计算。  
 3. 所需电刷配食供应。  
 4. 生产厂：黑龙江省齐齐哈尔市富拉尔基-重集团公司重型机械研究所。

(1) 标记方法



标记示例：

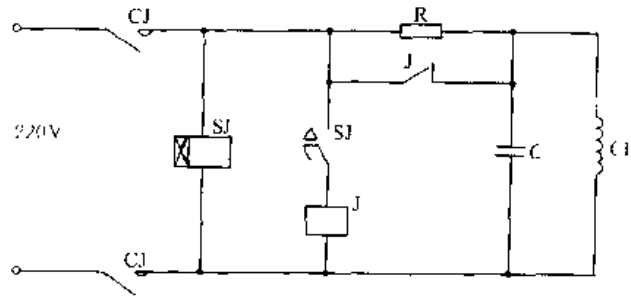
- 例 1 DLM2 型电磁离合器的公称转矩为 1000N·m；  
 主动端：J 型轴孔、A 型键槽、轴孔直径  $d = 55\text{mm}$ 、轴孔长度  $L = 84\text{mm}$ ；  
 从动端：Z 型轴孔、C 型键槽、轴孔直径  $d_2 = 48\text{mm}$ 、轴孔长度  $L = 84\text{mm}$ 。

DLM2-1000  $\frac{J55 \times 84}{ZC48 \times 84}$  JB/T 8808-1998

- 例 2 DLM2 型电磁离合器的公称转矩为 1000N·m；  
 主动端：J 型轴孔、A 型键槽、轴孔直径  $d = 50\text{mm}$ 、轴孔长度  $L = 84\text{mm}$ ；  
 从动端：J 型轴孔、A 型键槽、轴孔直径  $d = 50\text{mm}$ 、轴孔长度  $L = 84\text{mm}$ 。

DLM2-1000 J50 x 84 JB/T 8808-1998

(2) 离合器的控制电路



SJ—时间继电器（控制强励时间）；J—继电器（强励磁与额定励磁转换）；R—分压电阻；C—放电电容器；  
CJ—接触器（操作离合器）；CL—电磁离合器线圈时间继电器控制的强励磁时间为1~2s

表 5-3-37 电气元件参数

型 号	线圈 CL (75℃)				放电电容 C		分压电阻 R	
	保持功率 /W	电阻 /Ω	保持电流 /A	保持电压 /V	容量 /μF	额定电压 /V	功率 /W	阻值 /Ω
DLM2-630	34.7	37.3	0.96	36	6	630	178	190
DLM2-1000	35.4	36.6	0.98		6		181	187
DLM2-1600	45.1	28.7	1.25		12		232	146
DLM2-2500	51.6	25.2	1.43		16		263	129
DLM2-4000	59.1	21.9	1.64		16		302	112
DLM2-6300	68.7	18.9	1.91		16		352	96
DLM2-10000	73.3	17.7	2.03		36		376	90
DLM2-16000	73.3	17.7	2.04		50		376	90
DLM2-25000	80.1	16.2	2.22		50		412	82

注：1. 直流 220V 强励磁时，强励电流大约为保持电流的 6.1 倍，功率大约为 37.3 倍。  
2. 放电电容用直流电容器。  
3. 分压电阻消耗功率取决于阻值，选用时分压电阻阻值应充分留有余量。

(3) 离合器电刷架的型式及安装尺寸

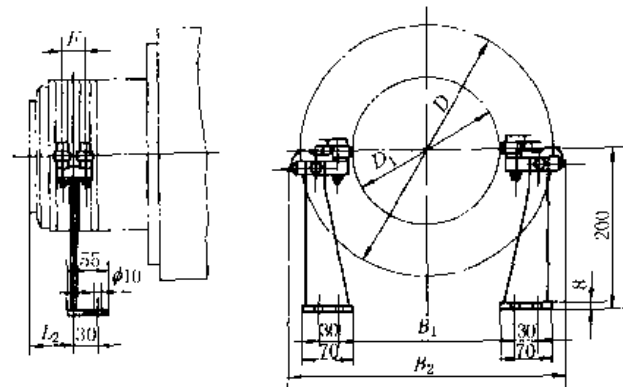


表 5-3-38

离合器型号	DLM2-630	DLM2-1000	DLM2-1600	DLM2-2500	DLM2-4000	DLM2-6300	DLM2-10000	DLM2-16000	DLM2-25000
$B_1$	160	170	185	210	235	260	290	310	350
$B_2$	296	306	321	346	371	396	426	446	486

注：D、D<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>、F 见表 5-3-36；电刷架为离合器的附属装置随离合器一同交货。

表 5-3-39

保护罩尺寸

/mm

离合器型号	$A_3$	$A_4$	$B_3$	$L_4$	$L_5$	$R$	$D_c$
DLM2-630	440	480	B-15	35	B-75	193	125
DLM2-1000	450	490				198	135
DLM2-1600	460	500				203	150
DLM2-2500	490	530				218	175
DLM2-4000	520	560				233	200
DLM2-6300	540	580	B-20	40	B-80	243	225
DLM2-10000	580	620				263	260
DLM2-16000	640	680				293	280
DLM2-25000	700	740				323	320

注：1.  $B$  见表 5-3-36。

2.  $H_1$  尺寸按实际需要，但不应小于 200mm。

5.3.8 DLY0 系列牙嵌式有滑环电磁离合器

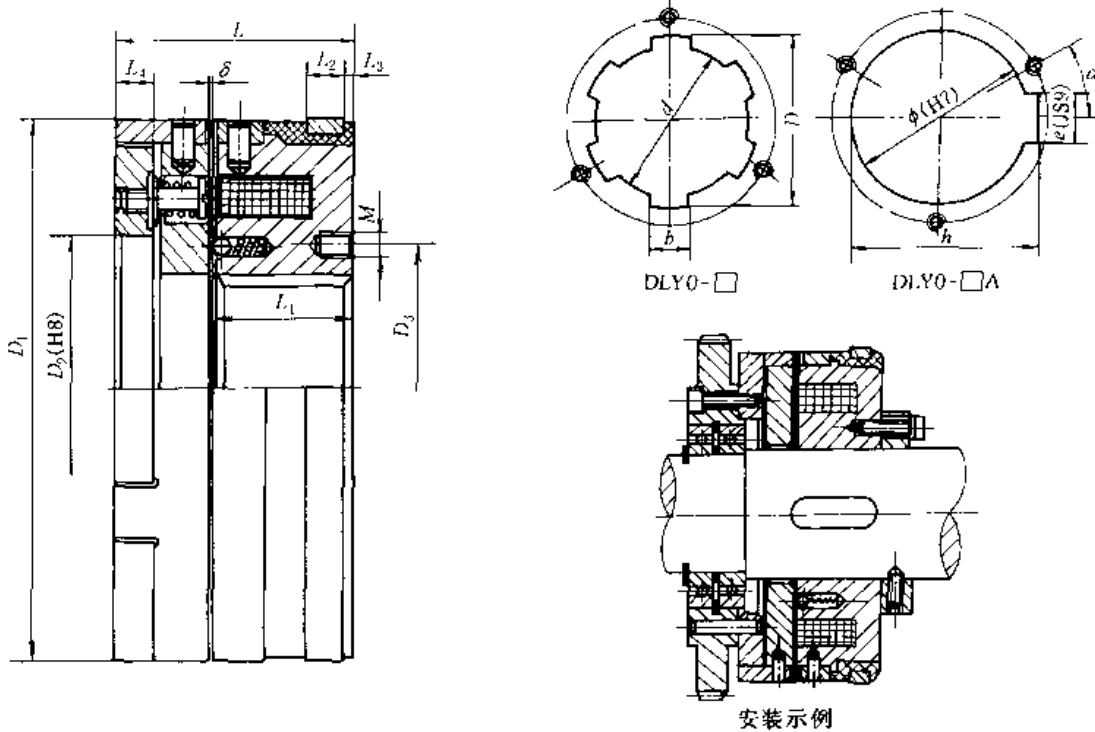


表 5-3-40

规格	额定转矩/N·m	额定电压(DC)/V	线圈消耗功率(20℃)/W	允许最高结合转速 /r·min <sup>-1</sup>	允许最高转速 /r·min <sup>-1</sup>	重量/kg
1.2	12	24	8	80	5500	0.57
2.5	25	24	8	65	5000	0.83
5	50	24	16	50	4500	1.42
10	100	24	21	35	4000	1.6
16	160	24	24	25	3500	2.1
25	250	24	32	20	3300	3.2
40	400	24	35	15	3000	5.3

续表

规格	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D$	$d$	$b$	$\phi$	$h$	$e$	$M$	$L$	$L_1$	$l_2$	$L_3$	$L_4$	$\alpha$	$\delta$	电刷 型号
	/mm																	
1.2	61	30	27.5	$20^{+0.023}_0$	$17^{+0.12}_0$	$6^{+0.065}_{-0.025}$	18	$19.9^{+0.14}_0$	5	3-M4 深 8	36	19.2	7	3	6	30°	0.2	DS-002
2.5	73	35	34	$25^{+0.023}_0$	$22^{+0.14}_0$	$6^{+0.065}_{-0.025}$	25	$27.6^{+0.17}_0$	8	3-M4 深 8	36	19.2	8	3	6	30°	0.3	
5	87	45	41	$28^{+0.023}_0$	$24^{+0.14}_0$	$6^{+0.065}_{-0.025}$	28	$30.6^{+0.17}_0$	8	3-M4 深 8	44	24.2	8	5	8	30°	0.3	
10	94	45	50	$40^{+0.027}_0$	$35^{+0.17}_0$	$10^{+0.085}_{-0.035}$	40	$42.9^{+0.17}_0$	12	3-M4 深 10	45	25.2	8	5	8	30°	0.5	
16	104	60	55	$45^{+0.027}_0$	$40^{+0.17}_0$	$12^{+0.105}_{-0.045}$	45	$47.9^{+0.17}_0$	12	3-M5 深 10	50	29.2	8	5	8	30°	0.5	
25	125	75	70	$50^{+0.027}_0$	$45^{+0.17}_0$	$12^{+0.105}_{-0.045}$	50	$53.8^{+0.2}_0$	14	3-M5 深 10	52.5	31	9	4	9	30°	0.5	DS-001
40	140	80	75	$60^{+0.03}_0$	$54^{+0.17}_0$	$14^{+0.105}_{-0.045}$	60	$64^{+0.2}_0$	18	3-M6 深 10	62	35	10	3	10	60°	0.8	

注：1. 牙嵌式电磁离合器可在有润滑或无润滑情况下工作。

2. 同表 5-3-30 的注。

### 5.3.9 DLY3 系列牙嵌式无滑环电磁离合器

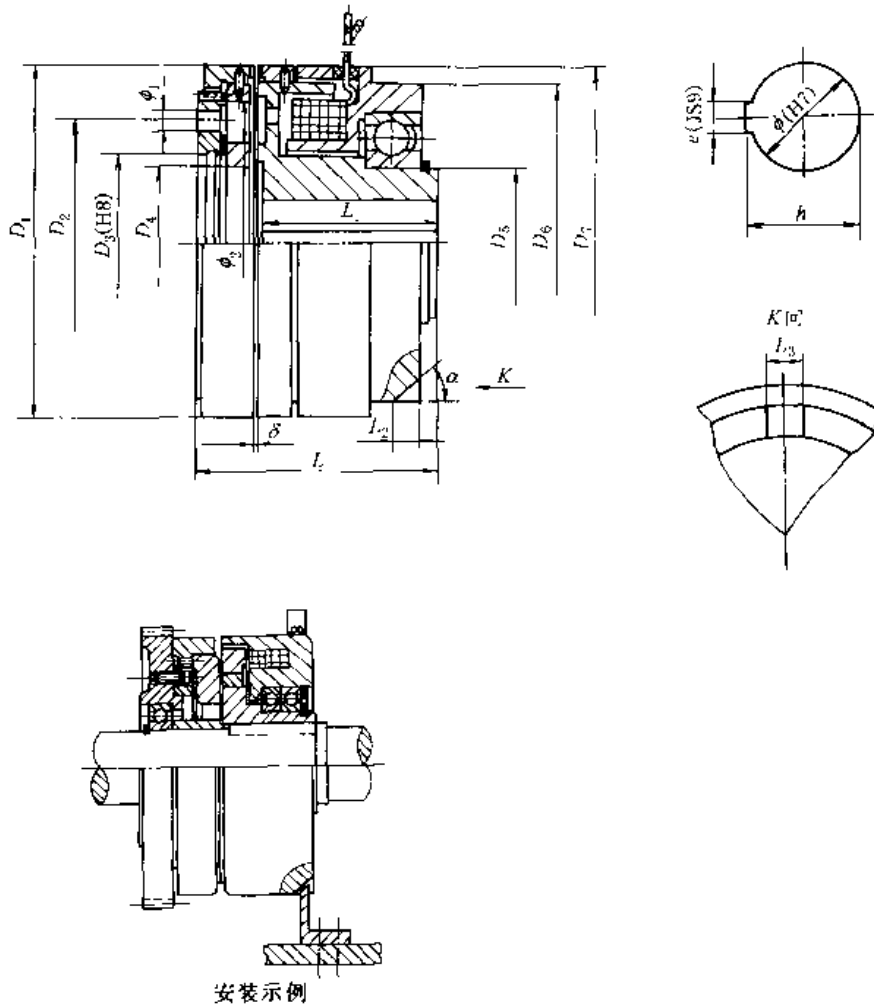


表 5-3-41

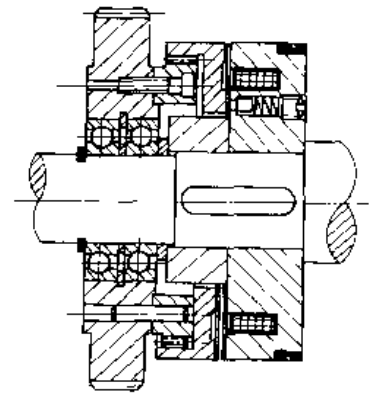
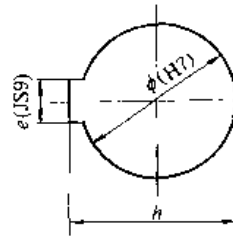
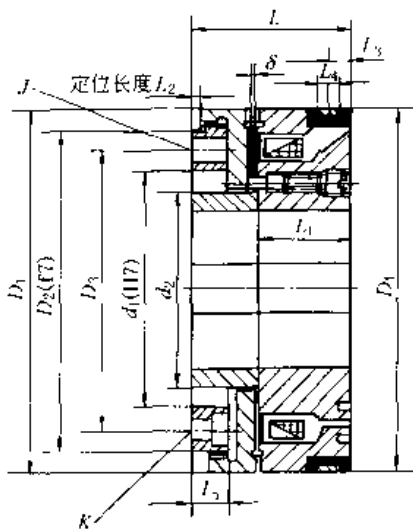
规格	额定转矩/N·m	额定电压(DC)/V	线圈消耗功率 (20℃)/W	允许最高结合转速 /r·min <sup>-1</sup>	允许最高转速 /r·min <sup>-1</sup>
5A	50	24	24	50	4500
25A	250	24	38	20	3300
41A	410	24	64	15	3000

续表

规格	额定转矩/N·m		额定电压(DC)/V		线圈消耗功率(20℃)/W		允许最高结合转速/r·min <sup>-1</sup>		允许最高转速/r·min <sup>-1</sup>									
63A	630		24		60		相对静止		2500									
100A	1000		24		80		相对静止		2200									
规格	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>	φ <sub>1</sub>	φ <sub>2</sub>	φ	h	e	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	α	δ
/mm																		
5A	82	58	42	36	35	75	82	3-φ4.5	3-φ10	20	22.8 <sup>+0.1</sup>	6	55	42	6	8	45°	0.3 ± 0.05
25A	115	80	62	55	55	105	115	3-φ6.5	3-φ12	40	43.3 <sup>+0.2</sup>	12	70	50.8	5	10	45°	0.4 ± 0.1
41A	134	95	72	68	70	127	134	6-φ8.5	6-φ15	45	48.8 <sup>+0.2</sup>	14	83	61	7	10	45°	0.4 ± 0.1
63A	145	95	72	65	65	127	145	3-φ8.5	3-φ15	40	43.3 <sup>+0.2</sup>	12	85.6	64.5	5	10	45°	0.7 ± 0.1
100A	166	120	90	80	85	152	166	6-φ8.5	6-φ14.5	60	64.4 <sup>+0.2</sup>	18	95	68	10	12	45°	0.7 ± 0.1

注：同表 5-3-40 的注。

### 5.3.10 DLYS 系列牙嵌式有滑环电磁离合器



安装示例

表 5-3-42

规格	额定转矩 /N·m	额定电压(DC) /V	线圈消耗功率(20℃) /W	允许最高结合转速 /r·min <sup>-1</sup>	允许最高转速 /r·min <sup>-1</sup>	重量 /kg
2A	20	24	17	60	5500	0.9
5A	50	24	22	50	4500	1.5
10A	100	24	28	30	4000	2.3
16A	160	24	32	30	3500	3.0
25A	250	24	44	20	3300	4.3
40A	400	24	58	10	3000	6.2
63A	630	24	60	相对静止	2500	8.9
100A	1000	24	73	相对静止	2200	14.0
160A	1600	24	87	相对静止	2000	20.0
250A	2500	24	85	相对静止	1700	34.0



续表

规格	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$d_1$	$d_2$	$\phi$	$h$	$e$	$J$	$K$	$L$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$\delta$	电刷型号
	/mm																		
2A	75	65	55	75	45	39.5	25	$27.6^{+0.14}_0$	8	2×4	4-M4	33	18.6	1.5	6.5	8	8	0.4	湿式使用 DS-005
5A	90	75	64	90	53	49	30	$32.6^{+0.17}_0$	8	2×5	4-M5	40	24.1	2	6.5	8	9	0.5	
10A	105	85	75	105	65	57	40	$42.9^{+0.17}_0$	12	2×5	4-M5	45	26.6	2	6.5	8	10.5	0.5	
16A	115	100	85	115	70	62	45	$43.8^{+0.17}_0$	14	2×6	4-M6	50	29.6	2	6.5	8	12.5	0.5	
25A	125	105	90	125	75	68	50	$53.6^{+0.2}_0$	16	2×8	4-M6	58	33.9	2.5	6.5	8	15.5	0.6	干式使用 DS-006
40A	140	115	100	140	85	74	60	$64^{+0.4}_0$	18	2×10	6-M6	67	40	2.5	7.5	10	17	0.6	
63A	160	130	115	160	95	85	70	$74.3^{+0.2}_0$	20	2×10	6-M8	75	42	3	7.5	10	19.5	0.7	
100A	185	155	135	182	115	97	70	$74.3^{+0.2}_0$	20	2×12	6-M8	85	49	3	7.5	10	21	0.7	
160A	215	180	158	215	130	114	85	$95.8^{+0.4}_0$	22	2×12	6-M10	100	58	3.5	8.5	10	25.5	0.9	DS-010
250A	250	210	190	250	150	130	85	$95.8^{+0.4}_0$	22	2×12	6-M12	115	66	3.5	8.5	10	26	0.9	

注：同表 5-3-40 的注。

### 5.3.11 DLY9 系列牙嵌式有滑环电磁离合器

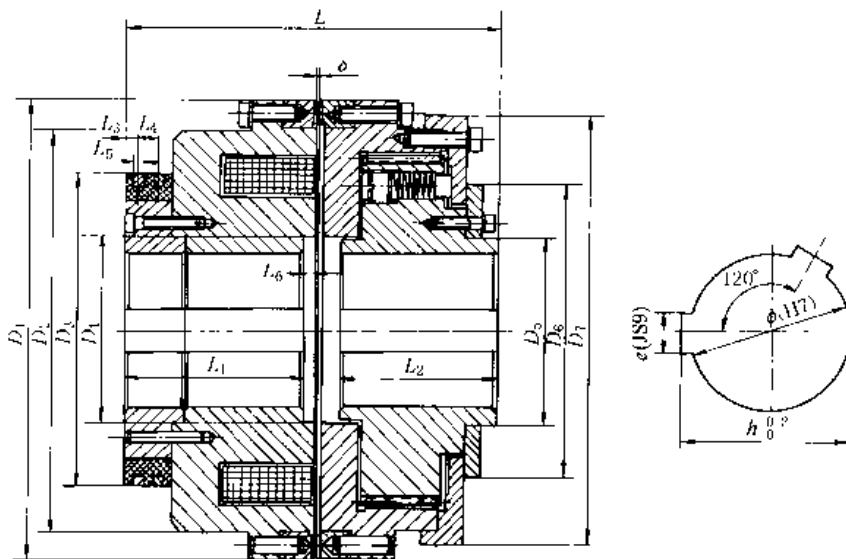


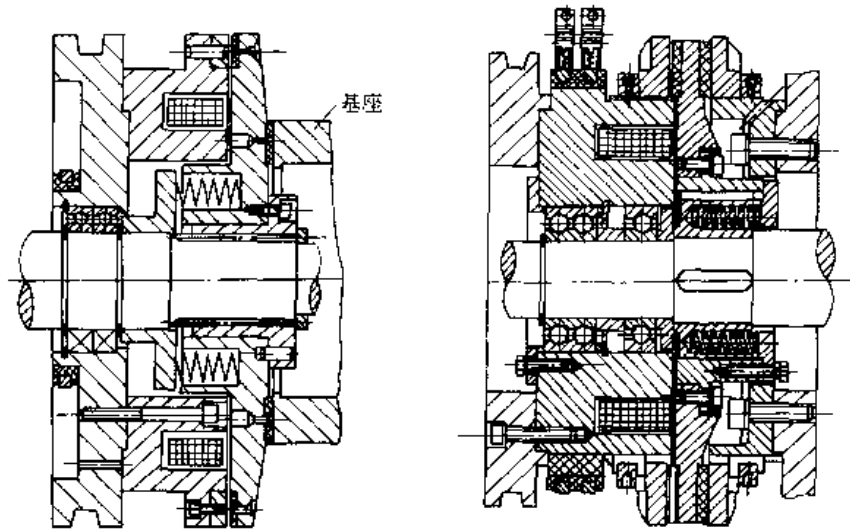
表 5-3-43

规格	额定转矩/N·m		额定电压(DC)/V		线圈消耗功率(20℃)/W		允许最高结合转速/r·min <sup>-1</sup>		允许最高转速/r·min <sup>-1</sup>										
	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$	$\phi$	$h$	$e$	$L$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_6$	$\delta$	电刷型号
500A	5000		110		117		相对静止		1300										
1000A	10000		110		143		相对静止		1000										
规格	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$	$\phi$	$h$	$e$	$L$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_6$	$\delta$	DS-010
500A	320	270	215	130	130	200	285	110	116.4	28	245	105	105	10	14.5	8	19	1	
1000A	420	350	255	140	160	230	370	110	116.4	28	310	135	135	12	20	10	23	1.5	

注：同表 5-3-40 的注。

### 5.4 电磁离合制动器的性能、结构尺寸

#### 5.4.1 DLZ1 系列电磁离合制动器



安装示例

表 5-3-44

规格	额定静转矩/N·m		额定电压 (DC)/V	线圈消耗功率(20℃)/W	允许最高转速/r·min <sup>-1</sup>
	离合器	制动器			
25	250	80	24	81	2500
40	400	120		115	2500
50	500	90		137	1500
80	800	120		131	1500

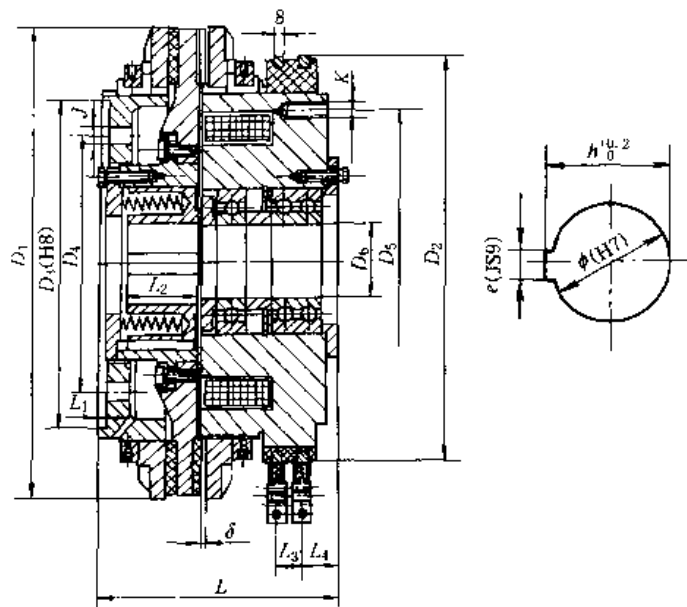


表 5-3-45

规格	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	J	K	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	δ	φ	e	h	电刷型号
	/mm																	
25	285	247	200	155	180	45	8-φ11	8-M10 深 25	147	5	45	16	20.7	0.5	50	14	53.8	DS-009
40	315	265	210	170	195	50	8-φ13	8-M12 深 25	166	6	51	16	20	0.7	55	16	59.4	DS-010

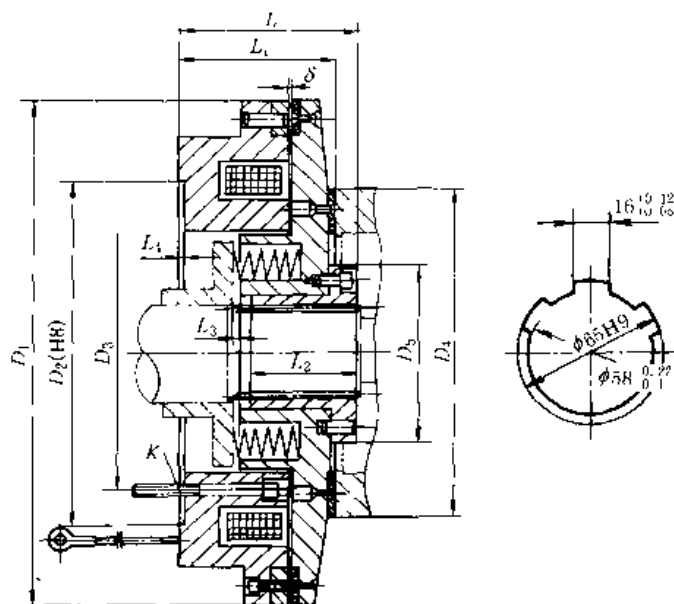
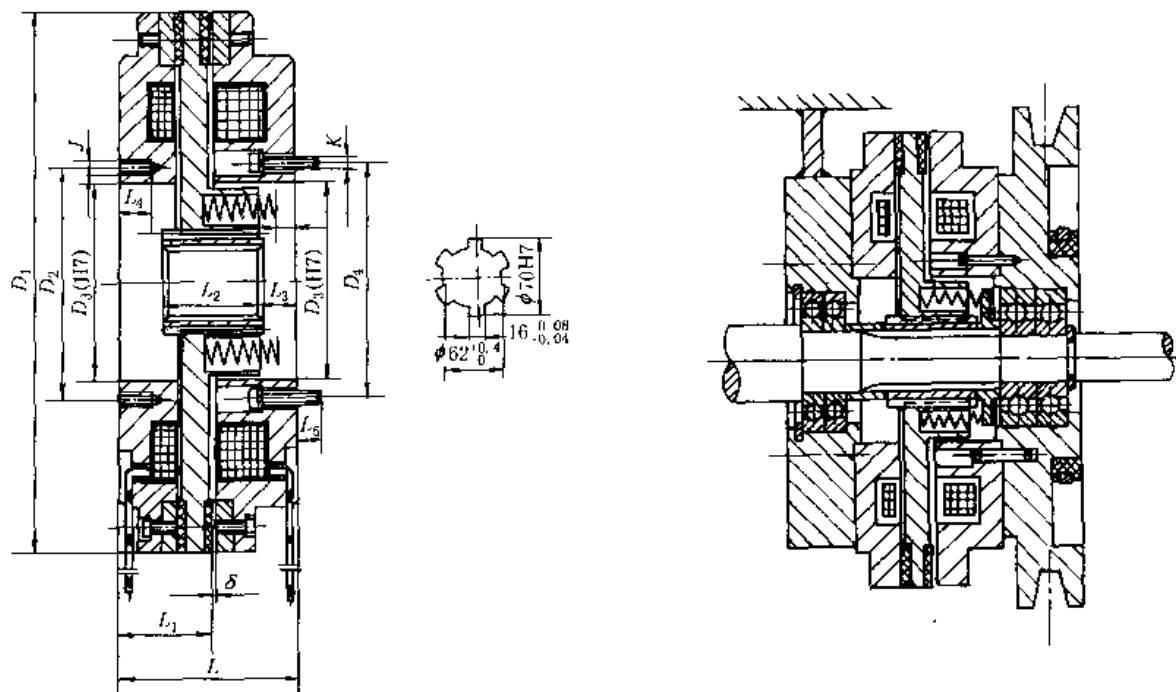


表 5-3-46

规格	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$K$	$L$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$\delta$	电刷型号
	/mm												
50	350	237	188	224	120	6- $\phi 12$	122	105	73	4	3	0.5	DS-10
80	402	242	194	280	165	6- $\phi 13.5$	138.5	115.5	94.5	4	6	0.6	

注：生产厂：天津机床电器有限公司。

5.4.2 DLZ2 系列电磁离合制动器



安装示例

表 5-3-47

规格	额定动转矩/N·m		静转矩/N·m		额定电压 (DC)/V	线圈消耗功率(20℃)/W		允许最高转速 /r·min <sup>-1</sup>
	离合器	制动器	离合器	制动器		离合器	制动器	
120	1200	400	1320	440	24	125	195	1500
180	1800	800	1980	880		200	120	1200

规格	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$J$	$K$	$L$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$\delta$
	/mm												
120	420	205	176	205	4-M12	6-M10	152.5	77	70	38	25	20	0.8
180	500	205	180	220	8-M12	8-M20	183.8	88	70	61	25	35	0.8

注：生产厂：天津机床电器有限公司。

### 5.4.3 DLZ4 系列电磁离合制动器

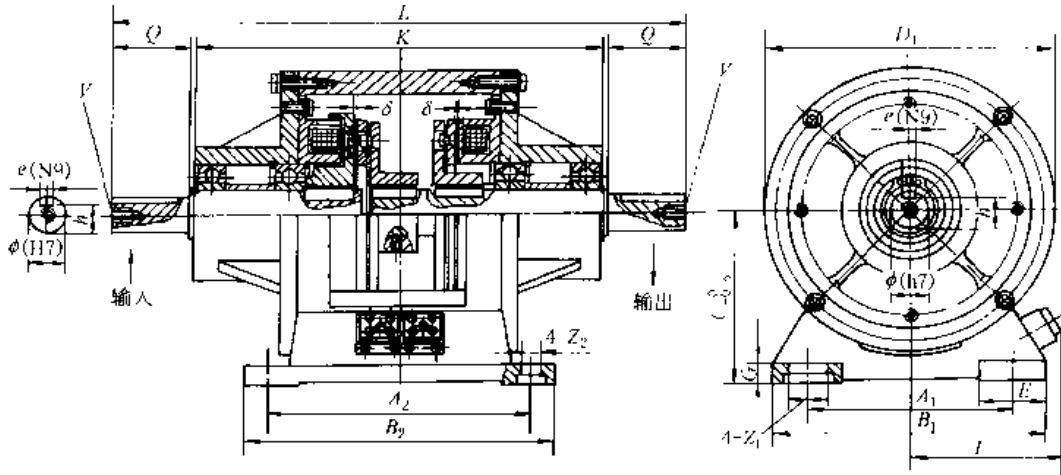


表 5-3-48

规格	额定动转矩/N·m		静转矩/N·m		额定电压 (DC)/V	线圈消耗功率(20℃)/W		允许最高转速 /r·min <sup>-1</sup>
	离合器	制动器	离合器	制动器		离合器	制动器	
0.5	5	5	5.5	5.5	24	12	12	4000
1	10	10	11	11		16	16	4000
2	20	20	22	22		20	20	4000
4	40	40	45	45		25	25	4000
8	80	80	90	90		36	38	3000
16	160	160	175	175		46	45	3000
25	250	250	275	275		50	49	2000
55	500	500	550	550	90	65	61	1500
100	1000	1000	1100	1100	24	66	31	1500

规格	$A_1$	$A_2$	$B_1$	$B_2$	$C$	$D_1$	$E$	$F$	$G$	$K$	$L$	$V$	$Z_1$	$Z_2$	$\phi$	$Q$	$h$	$e$	$\delta$
	/mm																		
0.5	65	90	90	105	65	100	27.5	58	10	132	187	M3 深 8	13.5	6.5	11	25	8.5 <sub>-0.1</sub>	4	0.3
1	80	110	110	130	80	125	30	66	12	171	236	M4 深 6	15	9	14	30	11 <sub>-0.1</sub>	5	
2	105	135	140	160	90	150	35	81	15	210	295	M6 深 11	20	11	19	40	15.5 <sub>-0.1</sub>	6	
4	135	160	175	185	112	190	42	98	15	270	376		24	11	24	50	20 <sub>-0.2</sub>	8	
8	155	200	200	230	132	230	45	110	18	362	490	M10 深 17	28	14	28	60	24 <sub>-0.2</sub>	8	0.5
16	195	240	240	270	160	290	47	129	20	448	616				38	80	33 <sub>-0.2</sub>	10	
25	240	290	290	320	185	340	60	155	22	490	684	M10 深 17	30	14	50	90	44.5 <sub>-0.2</sub>	14	
100	336	344	440	404	227	464	84	225	22	472	700	—	22	50	120	44.5 <sub>-0.2</sub>	14		

注：生产厂：天津机床电器有限公司。

5.4.4 DLZ5 系列电磁离合器制动器

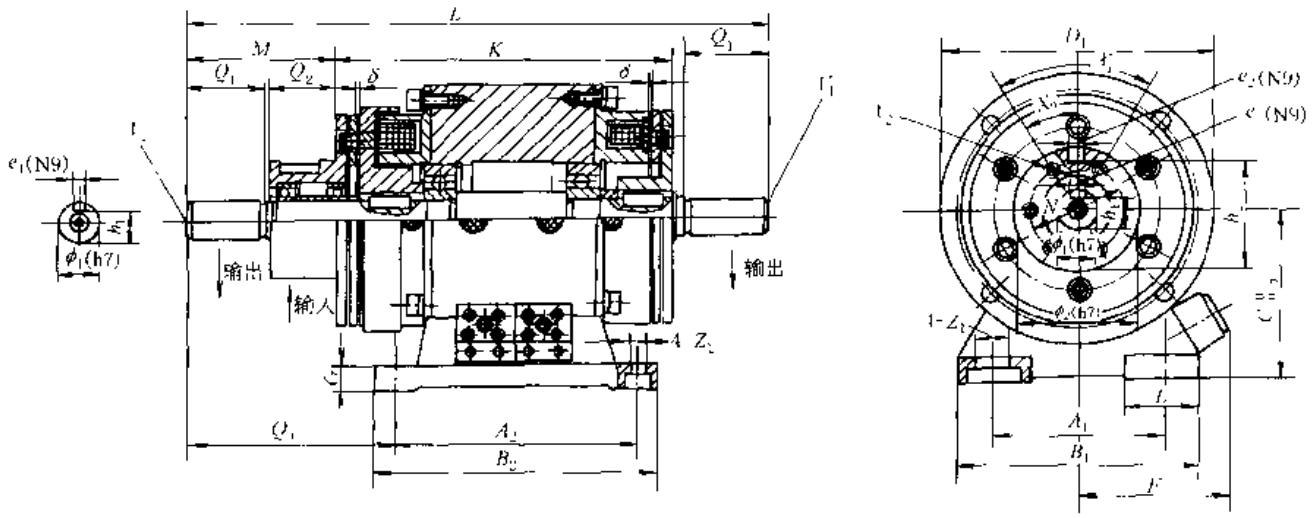


表 5-3-49

规格	额定动转矩/N·m		静转矩/N·m		额定电压 (DC)/V	线圈消耗功率(20℃)/W		允许最高转速 /r·min <sup>-1</sup>							
	离合器	制动器	离合器	制动器		离合器	制动器								
1	10	10	11	11	24	16	16	4000							
8	80	80	90	90		36	38	3000							
25	250	250	275	275		50	49	2000							
规格	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C	D <sub>1</sub>	E	F	G	K	I	M	N	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
	/mm														
1	65	90	90	105	65	100	27.5	58	10	126	217	57	37	M4 深 8	3-M4 深 6
8	135	160	175	185	112	190	42	97	15	221	399	113	62	M6 深 11	6-M5 深 8
25	180	225	225	255	160	280	45	126	20	315	611	179	100	M10 深 17	6-M6 深 12
规格	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	φ <sub>1</sub>	φ <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	δ	
	/mm														
1	3-120°	60°	13.5	6.5	14	45	30	25	78.5	11 <sup>0</sup> <sub>-0.1</sub>	42 <sup>0</sup> <sub>-0.1</sub>	5	5	0.2	
8	6-60°	30°	24	11	28	75	60	50	149	24 <sup>0</sup> <sub>0.2</sub>	71 <sup>0</sup> <sub>-0.1</sub>	8	8	0.3	
25	6-60°	30°	28	14	42	110	110	65	231	37 <sup>0</sup> <sub>-0.2</sub>	104 <sup>0</sup> <sub>0.2</sub>	12	16	0.5	

注：生产厂：天津机床电器有限公司。

### 5.4.5 DLZ6 系列电磁离合制动器

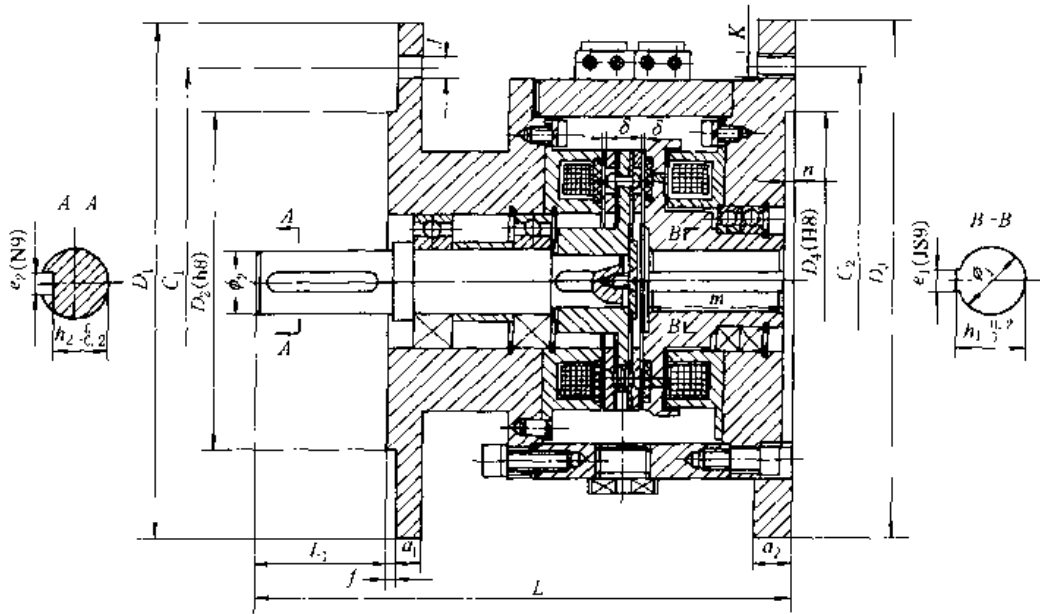
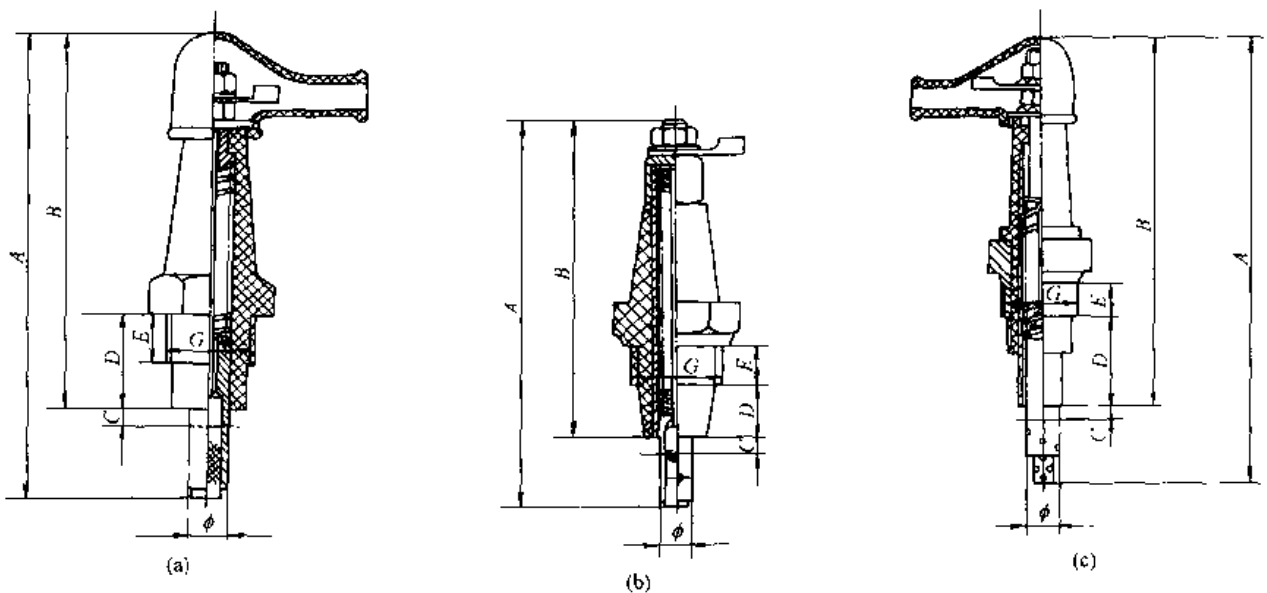


表 5-3-50

规格	额定动转矩/N·m		静转矩/N·m		额定电压 (DC)/V	线圈消耗功率(20℃)/W		允许最高转速 /r·min <sup>-1</sup>														
	离合器	制动器	离合器	制动器		离合器	制动器															
2	20	20	22	22	24	20	20	4000														
4	40	40	45	45		25	25	4000														
8	80	80	90	90		36	38	3000														
规格	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	J	K	L	L <sub>1</sub>	f	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	m	n	φ <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	e <sub>1</sub>	φ <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>	e <sub>2</sub>	δ
/mm																						
2	200	130	200	130	165	165	4-φ11	4-M10	217.5	50	3.5	10	14	52	4	24H7	27.3	8	24h6	20	8	0.2
4	250	180	250	180	215	215	4-φ15	4-M12	257	60	4	15	20	65	5	28H8	31.3	8	28h7	24	8	0.3
8	250	180	250	180	215	215	4-φ15	4-M12	292	60	4	20	25	59.5	5	28H8	31.3	8	28h7	24	8	0.4

注：生产厂：天津机床电器有限公司。

### 5.5 DLM、DLY、DLZ 系列电磁离合器用电刷



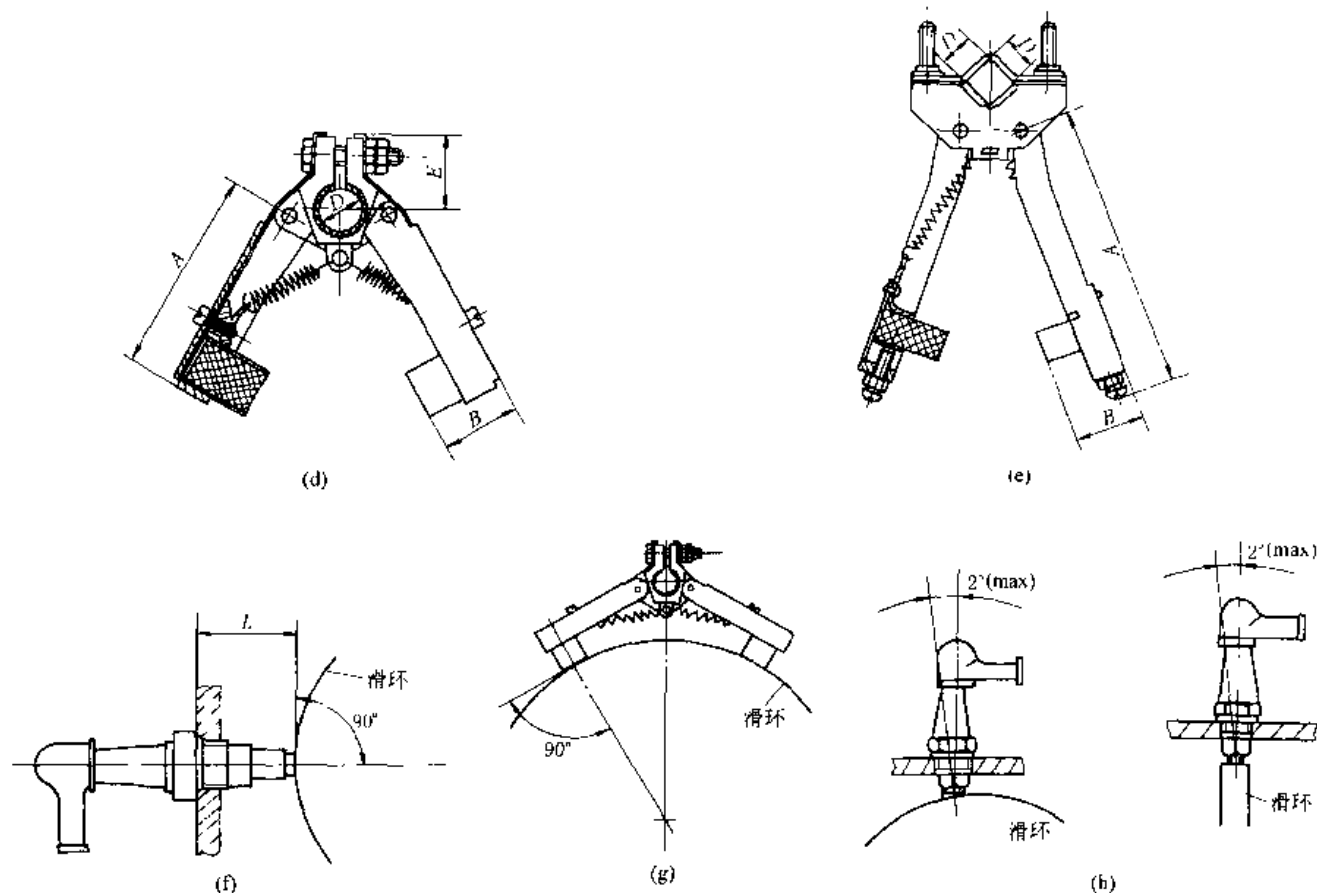


表 5-3-51

电刷型号	电流/A	工作条件	电刷头尺寸/mm	外形尺寸/mm						小图	适用产品举例
				A	B	C	D	E	G		
DS-001	4	湿式	φ8	< 100	78	3.5	19.5	10.5	M18 × 1.5	图 a	DLM0 DLM5 (C) DLY0 ~ 25 以上, DLM5 ~ 10 以上 DLY0 ~ 25 以下, DLM5 ~ 10 以下
DS-002	3	湿式	φ6	< 70	56	4	10	8	M16 × 1	图 a	DLM10A (EKE S) DLY5 (EZE) DLM10A·G (EKE T) DLY5 (EZE)
DS-003	4	干式	φ8	< 100	78	3.5	19.5	10.5	M18 × 1.5	图 a	DLM2
DS-004	4	湿式	φ8	< 143	118	3	43	8	M18 × 1.5	图 c	特殊订货
DS-005	3	湿式	φ6	< 80	65	3	11	8	M18 × 1.5	图 b	特殊订货
DS-006	3	干式	φ6	< 80	65	3	11	8	M18 × 1.5	图 b	特殊订货
DS-007	4	湿式	φ8	< 110	90	3	22	8	M18 × 1.5	图 c	特殊订货
DS-008	10	湿式	6 × 10	42	16		10	15		图 d	特殊订货
DS-009	10	干式	8 × 10	80	20		10	15		图 d	特殊订货
DS-010	10	干式	8 × 12.5	112	26		17			图 e	DLD1 DLT1 DLZ1
电刷型号	DS-001	DS-002	DS-003	DS-004	DS-005	DS-006	DS-007				
L/mm	23	14	23	57	22	22	33				

注: 1. 电刷为有滑环(线圈旋转)型电磁离合器用以接通电源, 将电流引入线圈使离合器可靠运行。

2. 电刷分湿式和干式两种, 其中又分单头和双头(图 e、图 f)。湿式电刷头由磷铜丝网卷制而成, 使用压力较大, 干式电刷头由石墨和铜混合材料制成, 使用压力较小。

3. 安装单头电刷时, 其中心线应垂直于接触点处离合器滑环外圆的切线, 并通过离合器的中心, 且相对于滑环的径向和轴向的倾斜度不大于 2° (见图 h)。

4. 安装双头电刷时, 电刷头长度方向的中心线应与离合器滑环外圆的切线垂直(见图 g)。

5. 单滑环离合器, 应将电源的正极接于电刷上。

6. 使用双头电刷时, 应将电刷安置于绝缘棒或带有绝缘层的金属棒上, 且两电刷之间也须绝缘以免电源短路。

## 6 磁粉离合器

### 6.1 磁粉离合器的构造、原理及特性

磁粉离合器的构造如图 5-3-5 所示，原理、特性如图 5-3-6 及表 5-3-52 所示。

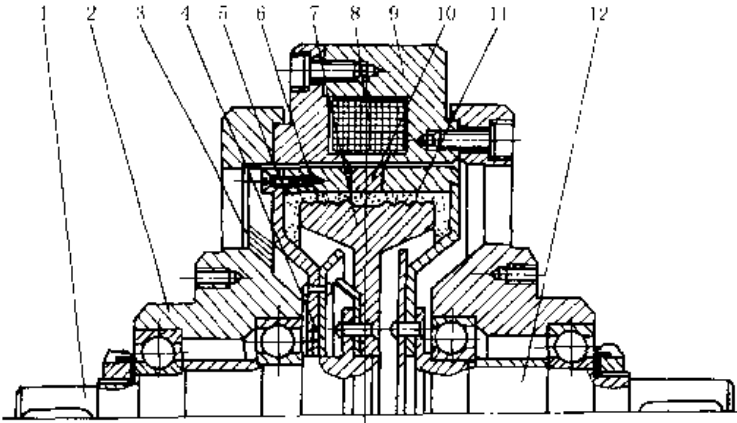


图 5-3-5 无集电环磁粉离合器

- 1—从动轴；2—从动轴支承盖；3—风扇；4—密封圈；5—转子端盖；  
6—磁粉；7—从动转子；8—线圈；9—定子；10—隔磁环；  
11—主动转子；12—主动轴

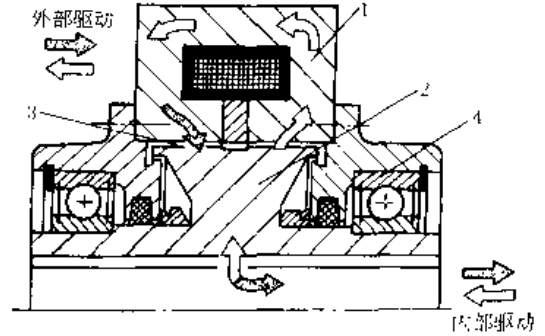


图 5-3-6 磁粉离合制动器

- 1—定子；2—转子；3—磁粉；4—滚动轴承

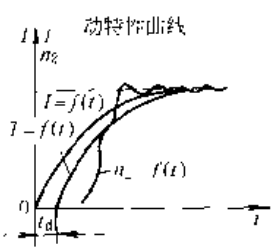
表 5-3-52

磁粉离合器的工作特性

特性内容	特性曲线	说明
静特性——主动侧转速为常数，从动侧被制动时，激磁电流与转矩的关系		<p>主动件转速 <math>n_1 = \text{常数}</math></p> <p>从动件转速 <math>n_2 = 0</math></p> <p><math>I</math> —— 激磁电流</p> <p><math>T</math> —— 负载转矩</p> <p>除弱激磁的非线性区和强激磁的饱和区外，其余区基本上为线性区，但由于磁性材料有剩磁，断电后，有微小的空转转矩，从图可知磁滞回路线的宽度对对称转矩影响较小，即离合器有较宽的转矩线性调节范围</p>
机械特性——主动侧转速和激磁电流为常数时，从动侧转速和能传递转矩的关系		<p>主动件转速 <math>n_1 = \text{常数}</math></p> <p>激磁电流 <math>I = \text{常数}</math></p> <p>当负载转矩小于某一 <math>T_b</math> 值，主、从动侧同步转动，当负载转矩在 <math>T_b</math> 与 <math>T_c</math> 之间，离合器在有滑差下工作，当负载转矩大于 <math>T_c</math> 时，从动侧转速为零，离合器处于制动状态，此图表明在一定的范围内，从动侧转速不随转矩而变</p>
调节特性——主动侧转速和传递转矩为常数时，从动侧转速与激磁电流之间的关系		<p>主动件转速 <math>n_1 = \text{常数}</math></p> <p>负载转矩 <math>T = \text{常数}</math></p> <p>当激磁电流小于 <math>I_a</math> 时从动侧不动，转速为零；当激磁电流大于 <math>I_a</math> 时，离合器从动侧开始转动，但有滑差；当激磁电流大于 <math>I_b</math> 时，离合器的主从动侧同步转动。即表明从动侧的转速可调，但调节范围不大</p>

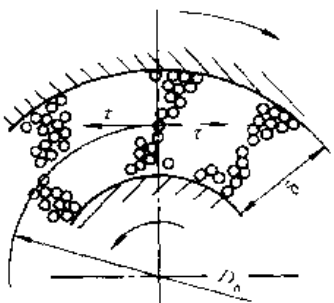
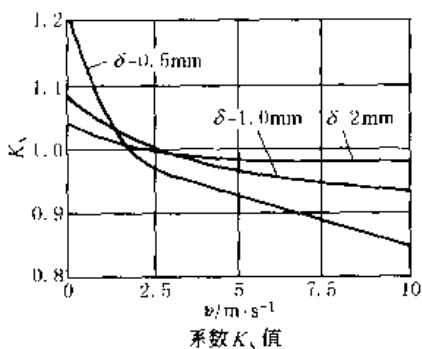
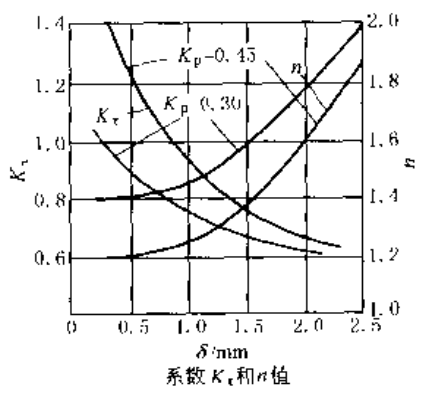


续表

特性内容	特性曲线	说明
动特性——主动侧转速和传递转矩为常数时，从动侧激磁电流、转速和转矩与时间的关系	 <p>动特性曲线</p> <p><math>I = f(t)</math></p> <p><math>T = f(t)</math></p> <p><math>n_2 = f(t)</math></p> <p><math>t</math>——时间</p>	在激磁线圈中加上电压后，电流逐渐增加至一额定值，但力矩要经过响应时间 $t_d$ 后才开始上升，而从动侧的转速 $n_2$ 则还要再经过一段时间才开始转动

## 6.2 磁粉离合器的计算

表 5-3-53

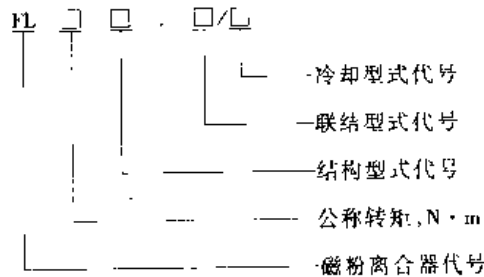
计算简图	计算内容	计算公式
	计算转矩 许用转矩 单位面积剪力	$T_c = K_g K_1 T_c \text{ (N} \cdot \text{mm)}$ $T_p = \frac{\pi}{2} K_2 K_3 K_4 m \pi \delta D_h^2 \text{ (N} \cdot \text{mm)}$ $\tau_c = 0.1 \times 10^8 K_m K_5 K_6 B_\delta^2 \text{ (MPa)}$ $\tau_c$ 一般取 0.5 ~ 1.0 MPa
 <p>系数 <math>K_1</math> 值</p>	$K_g$ ——过载系数，一般载荷时取 $K_g = 1.1 \sim 1.3$ ；重载时取 $K_g = 1.5 \sim 2$ $K_1$ ——磁粉老化系数， $K_1 = 1.3 \sim 1.5$ $T_c$ ——需传递的转矩，N·mm $m$ ——工作间隙数 $K_2$ ——工作间隙系数，当 $m = 1 \sim 4$ 时， $K_2 = 1 \sim 0.9$ $K_3$ ——工作状况系数，当同步时取 $K_3 = 1$ ，滑差时取 $K_3 = 0.6$ $K_4$ ——从动件工作面宽度与从动件工作间隙的平均直径之比，当传递转矩为 $10^4 \sim 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$ 时取 $K_4 = 0.12 \sim 0.008$ $D_h$ ——从动件沿工作间隙的平均直径，mm $K_m$ ——与磁粉松装密度有关的系数，对于不锈钢粉 $K_m = 1$ ；对于铁铝粉，铁硅铝粉 $K_m = 1.36$ ；对于铁钴镍粉 $K_m = 1.55$ $K_5$ ——与从动件相对运动速度 $v$ 及离合器工作间隙 $\delta$ 有关的系数 $K_6, n$ ——与磁粉的填充系数 $K_p$ 及工作间隙 $\delta$ 有关的系数； $K_p$ 为磁粉体积中铁（或其他导磁合金）所占体积的百分比 $B_\delta$ ——工作间隙平均磁通密度 (T)，一般取 $B_\delta = 0.5 \sim 1 \text{ T}$	
 <p>系数 <math>K_2</math> 和 <math>n</math> 值</p>		

### 6.3 磁粉离合器的性能结构尺寸 (JB/T 5988—1992)

表 5-3-54 离合器基本性能参数

型号	公称转矩 $T_n$ /N·m	75℃时线圈			许用同步转速 $n_p$ /r·min <sup>-1</sup>	飞轮矩 $GD^2$ /N·m <sup>2</sup>	自冷式		风冷式		液冷式		
		最大电压 $U_m$ /V	最大电流 $I_m$ /A	时间常数 $T_\sigma$ /s			许用滑差功率 $P_p$ /W	许用滑差功率 $P_p$ /W	风量 /m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup>	许用滑差功率 $P_p$ /W	液量 /L·min <sup>-1</sup>		
FL0.5□	0.5	24	≤0.40	≤0.035	1500	$4 \times 10^{-4}$	≥8						
FL1□	1		≤0.54	≤0.040		$1.7 \times 10^{-3}$	≥15						
FL2.5□	2.5		≤0.64	≤0.052		$4.4 \times 10^{-3}$	≥40						
FL5□	5		≤1.2	≤0.066		$10.8 \times 10^{-3}$	≥70						
FL10□	10		≤1.4	≤0.11		$2 \times 10^{-2}$	≥110	≥200	0.2				
FL25□.□/□	25		≤1.9	≤0.11		$7.8 \times 10^{-2}$	≥150	≥340	0.4				
FL50□.□/□	50		≤2.8	≤0.12		$2.3 \times 10^{-1}$	≥260	≥400	0.7	1200	3.0		
FL100□.□/□	100		≤3.6	≤0.23		$8.2 \times 10^{-1}$	≥420	≥800	1.2	2500	6.0		
FL200□.□/□	200		≤3.8	≤0.33		2.53	≥720	≥1400	1.6	3800	9.0		
FL400□.□/□	400		≤5.0	≤0.44		6.6	≥900	≥2100	2.0	5200	15		
FL630□.□/□	630	80	≤1.6	≤0.47	1000	15.4	≥1000	≥2300	2.4				
FL1000□.□/□	1000		≤1.8	≤0.57		31.9	≥1200	≥3900	3.2				
FL2000□.□/□	2000		≤2.2	≤0.80		94.6	≥2000	≥8300	5.0				

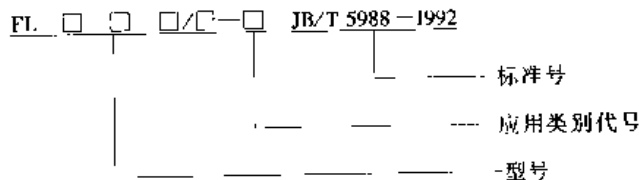
注：1. 型号表示方法及示例



型号示例：

- 例 1 公称转矩 50N·m，柱形转子，轴输入，轴输出，双止口支撑，自冷式离合器型号为：FL50
- 例 2 公称转矩 100N·m，柱形转子，轴输入，轴输出，双止口支撑，风冷式离合器型号为：FL100/F
- 例 3 公称转矩 25N·m，杯形转子，法兰盘输入，空心轴输出，空心轴（或单止口）支撑，自冷式离合器型号为：FL25B.K
- 例 4 公称转矩 200N·m，筒形转子，轴输入，轴输出，机座支撑，液冷式离合器型号为：FL200T.J/Y

2. 标记方法及示例：



标记示例：

- 例 1 公称转矩 12N·m，杯形转子，法兰盘输入，空心轴输出，空心轴（或单止口）支撑，自冷式离合器，用于一般联结，标记为：FL12B.K JB/T 5988—1992
- 例 2 公称转矩 200N·m，柱形转子，轴输入，轴输出，双止口支撑，自冷式离合器，用于快速离合，标记为：FL200—C JB/T 5988—1992



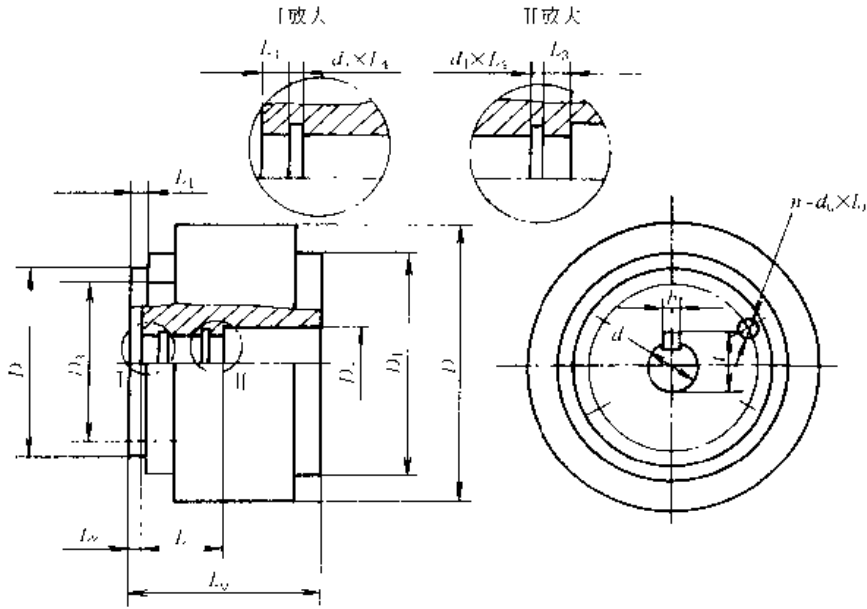


表 5-3-56 法兰盘输入、空心轴输出,空心轴(或单止口)支撑式离合器主要尺寸 /mm

型号	外形尺寸		输入端联结尺寸							输出端联结尺寸								
	$L_0$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$L_1$	$n$	$d_0$	$L_0$	$D_4$	$L$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$d$	$d_1$	$b$	$t$
FL10□.K	103	160	96	80	68	20	6	M6	15	24	30	2	4	1.1	18	19	6	20.8
FL25□.K	119	180	114	90	80	20	6	M6	15	27	38	2	4	1.1	20	21	6	22.8
FL50□.K	141	220	140	110	95	20	6	M8	20	—	60	3	5	1.3	30	31.4	8	33.3
FL100□.K	166	275	176	125	110	20	6	M10	25	—	60	4	5	1.7	35	37	10	38.3

①  $D$  为推荐尺寸。

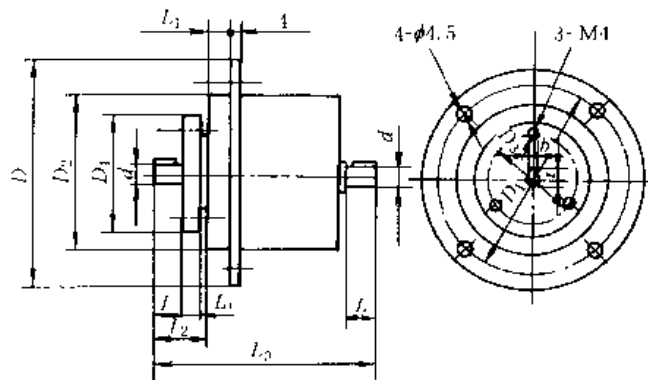


表 5-3-57 法兰盘输入、单侧或双侧轴输出,单止口支撑式离合器主要尺寸 /mm

型号	外形尺寸		安装尺寸				联结尺寸						
	$L_0$	$D$	$L_1$	$D_1$	$D_2$	$L$	$L_2$	$L_3$	$D_3$	$D_4$	$d$	$t$	$b$
FL0.5□.D	77	70	8.5	60	48	10.5	16.5	5	30	40	5	4.5	9
FL1□.D	83	76	8.5	66	54	12	18.5	5	34	42	7	6.5	10
FL2.5□.D	95	85	9.5	75	63	15	22.5	6	40	48	9	8.5	13
FL5□.D	111	100	12	90	78	18	25	6	50	60	12	11.5	16

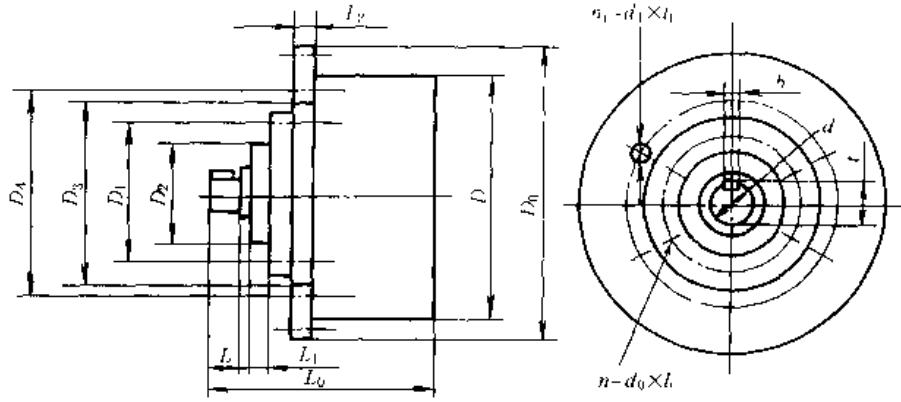


表 5-3-58 齿轮 (链轮、带轮) 输入, 轴输出, 单面止口支撑式磁粉离合器主要尺寸 /mm

型号	外形尺寸		联结尺寸			安装尺寸						齿轮安装尺寸					齿轮参数				
	$L_0$	$D^{\text{D}}$	$d$	$L$	$b$	$t$	$D_1$	$D_2$	$L_1$	$n$	$d_0$	$l_0$	$D_3$	$D_4$	$L_2$	$n_1$	$d_1$	$l_1$	外径 $D_0$	齿数 $Z$	模数 $m$
FL1□.C	60	56	4	7.5	—	—	19	13	4	3	3	4	—	—	—	—	—	—	61	120	0.5
FL2.5□.C	120	100	10	20	3	11.2	64	42	8	6	5	10	84	94	—	—	—	—	106	104	1
FL5□.C	136	134	12	25	4	13.5	64	42	10	6	5	10	105	118	18	6	M5	10	140	68	2
FL10□.C	160	152	14	28	5	16	64	42	13	6×2	6	10	132	142	18	6	M6	15	162	79	2
FL25□.C	175	182	20	36	6	22.5	78	55	15	6×2	6	10	156	166	20	6	M6	17	188	92	2

① 齿轮安装尺寸为推荐值。

## 7 液压离合器

### 7.1 液压离合器型式与特点

表 5-3-59

型式	活塞式多盘液压离合器	柱塞式多盘液压离合器
简图	<p>供离合器接合用的压力油入口</p>	<p>1—弹簧; 2—离合器片; 3—柱塞; 4—柱塞; 5—制动器片; 6—箱体; 7—轴</p>
特点 与应用	<p>活塞推力大, 动作灵敏, 利用供油调节能使离合器平稳结合, 但加工精度要求高。常用于机床、工程机械、军事车辆、船舶等</p>	<p>利用柱塞代替活塞, 一般用于中小型离合器, 如机床用离合器。图中左侧为离合器, 右侧为制动器。接合时由 A 处进油, 推动 12 个柱塞 3 压紧多盘 2, 分离时柱塞 3 卸压, 由弹簧 1 复位。多个柱塞 1 作、加压均匀, 但结构复杂。由 B 处进油推动另外 6 个柱塞 4, 压紧制动摩擦片 5, 使轴 7 受到制动</p>

### 7.2 液压离合器的计算



表 5-3-60

计算项目	计算公式	说明	
柱塞式	柱塞缸压紧力	$Q_s = \frac{\pi}{4} d^2 z (p_s - \Delta p) \times 100 > Q$	$p_s$ —— 油缸工作压力, 一般取 $p_s = 0.5 \sim 2 \text{ MPa}$ $\Delta p$ —— 压力损失, MPa, 一般取 $\Delta p = 0.05 \sim 0.1 \text{ MPa}$
	压力损失对柱塞的阻力	$Q_0 = \frac{\pi}{4} d^2 z \Delta p \times 100$	$Q$ —— 接合需要的压紧力, N
	复位弹簧力	$Q_r \geq Q_0$	$d$ —— 柱塞直径, cm $z$ —— 柱塞数目
活塞式	活塞缸压紧力	$Q_s = \pi (R_2^2 - R_1^2) (p_s - \Delta p) \times 100 - Q_r > Q$	$p_s$ —— 油液工作压力, MPa, 一般取 $p_s = 0.5 \sim 2.0 \text{ MPa}$
	密封圈摩擦阻力 对 O 形圈	$Q_f = 0.03 Q$	$\Delta p$ —— 排油需要的压力, MPa, 一般取 $\Delta p = 0.05 \sim 0.10 \text{ MPa}$ , 但需满足 $\Delta p \geq 7.85 \times 10^{-8} n^2 R_0^2$
	对 Y 形圈	$Q_f = \pi \mu p_s (R_2 + R_1) h \times 100$	$\mu$ —— 摩擦因数 $h$ —— 密封圈高度, cm
柱塞式	压力损失对活塞的阻力	$Q_0 = \pi (R_2^2 - R_1^2) \Delta p \times 100$	$n$ —— 油缸转速, r/min
	离心力对活塞的阻力	$Q_l = 7.85 \times 10^{-8} n^2 (R_2^2 - R_1^2) (R_2^2 + R_1^2 - 2R_0^2)$	$Q$ —— 接合需要的压紧力, N
	转动缸复位弹簧力	$Q_r = Q_0 + Q_l + Q_f$	$R_1, R_2, R_0$ —— 半径, cm
静止缸复位弹簧力	$Q_r = Q_0 + Q_f$		

注: 1. 本表仅列入多盘液压离合器中的液压部分的计算, 接合元件的计算详见表 5-3-20。  
2. 为了保证接合平稳, 应尽力采用动、静摩擦系数接近的摩擦盘材料。通常, 离合器接合时间为 0.4~1.0s, 选择适量的摩擦盘。摩擦盘数量太少, 会影响离合器的热容量; 过多, 会引起接合的冲击。

### 7.3 活塞式多盘液压离合器的性能及主要尺寸

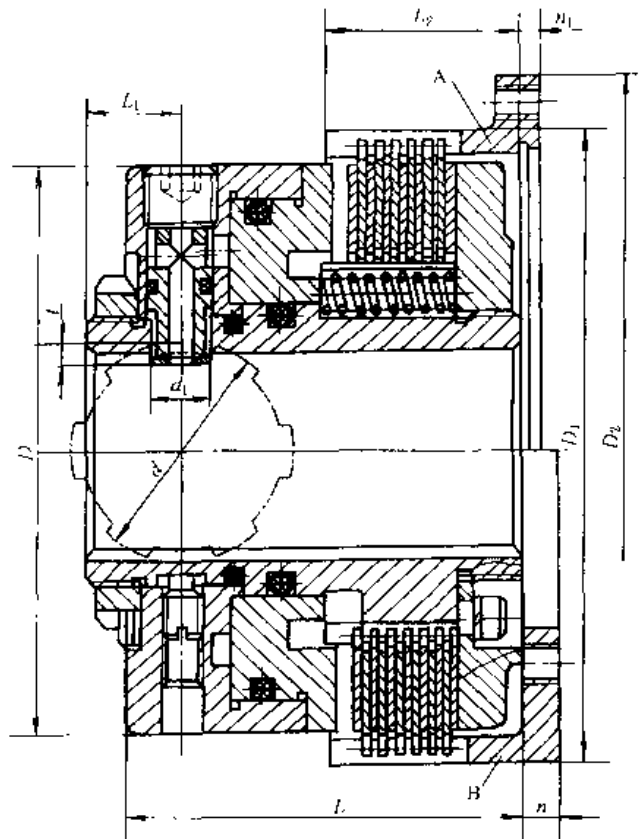


表 5-3-61

d	许用 动转矩 /N·m	许用 静转矩 /N·m	工 作 压力 /MPa	转动惯量 /kg·m <sup>2</sup>		缸容积 /cm <sup>3</sup>		允许相 对转速 /r·min <sup>-1</sup>	/mm										
				内侧	外侧	最小	最大		D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	f	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	n	n <sub>1</sub>		
35 × 30 × 10 40 × 35 × 10	160	250	2	0.008	0.003	20	33.5	3000	110	120	145		90	19	40		5		
40 × 35 × 10 45 × 40 × 12 50 × 45 × 12				250	400	0.013	0.005	25	45	2500	6			13.5					
50 × 45 × 12 55 × 50 × 14 60 × 54 × 14	400	630				0.021	0.010	30	53	2120	7.5	140	160	185		100	21		
60 × 54 × 14 65 × 58 × 16 70 × 62 × 16						630	1000	0.044	0.020	63	106	1800	10	160	180	210	15.5	115	
65 × 58 × 16 72 × 62 × 16 75 × 65 × 16	1000	1600		0.075	0.038			87	145	1600	7.5	180	210	240		24	52	10	
											10								

注：1. 许用动转矩是指在载荷下接合的许用转矩；许用静转矩是指在空载下接合的许用转矩。

2. 工作压力是指油泵输出油路中的表压值，油泵至离合器油缸间的管路压力损失 ≤ 0.25MPa。

3. 外片联接件可根据需要做 A、B 两种形式之一。

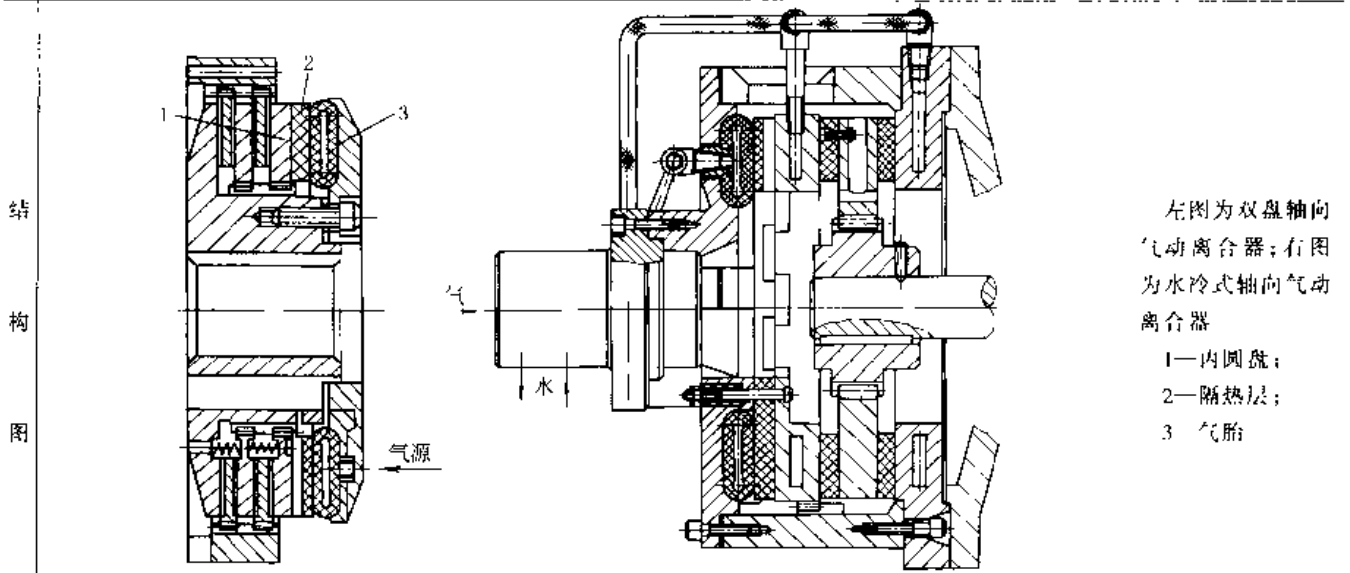
## 8 气动离合器

### 8.1 气动离合器型式及特点

表 5-3-62

型 式	气 胎 式	
结 构 图	<p>结合元件有摩擦盘、摩擦块、摩擦锥盘，常用材料为石棉或粉末冶金，一般为干式，传递转矩大，接合平稳，便于安装，能补偿主从动轴之间的少量角位移和径向位移。允许径向位移 3mm，轴向位移 15mm，角位移在 1m 长度上为 2mm。结构紧凑，密封性好，从动部分惯性小，使用寿命长，气胎变形阻力大，材料成本高，使用温度高于 60℃，会降低气胎寿命，低 1 - 20℃，气胎易变脆破裂。禁止用于油污场合</p> <p>(a) 内收式径向气胎离合器 1—鼓轮；2—矩形销；3—闸瓦；4—气胎；5—弹簧</p> <p>(b) 外胀式径向离合器</p>	

型式 气 胎 式



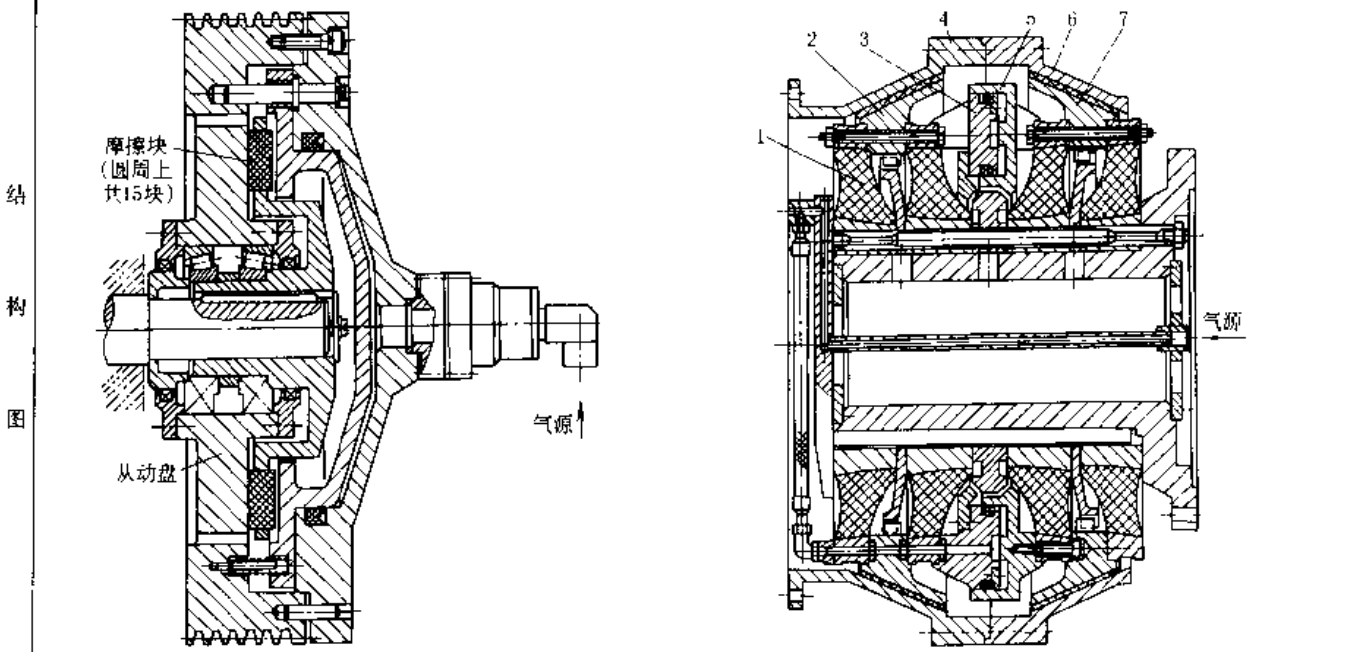
左图为双盘轴向气动离合器;右图为水冷式轴向气动离合器  
1—内圆盘;  
2—隔热层;  
3 气胎

(c) 轴向式气胎离合器

特点、应用  
图 a 内外鼓轮分别与主从动轴固定联接,气胎 4 固定在外轮上,内面有耐磨材料制成的瓦块 3,空转时瓦块与内鼓轮有 2~3mm 间隙,通入压缩空气时,瓦块向内鼓轮 1 压紧,传递转矩,泄压时,两轴分开  
图 b 气胎固定在内轮上,改善了散热条件,但因气胎向外扩张与转动时产生的离心力方向一致,因此在分离时会阻挠离合器脱开,所以没有前一种结构应用广泛  
图 c 气胎呈轴向分布,离心力对离合器的离、合都没有影响,且摩擦盘的尺寸较小,重量较轻,但补偿两轴的轴向位移性能不好,故应用不及径向式广泛

活 塞 式

活塞式气动离合器传动转矩大,使用寿命长,接合平稳,多制成大型离合器,但制造比较复杂,成本较高,重量较大,为防止接合元件的烧蚀和变形,设有良好的散热孔。功率大的要采用通风结构,工作负载大的还可以采用强制水冷却。活塞缸分整圆和环形两种,一般采用 0.4~0.6MPa 的气压;对于大型离合器为了减小尺寸和重量,可以采用 0.75~0.85MPa 气压,活塞式气动离合器在锻压机上应用较多,其他如钻机、造纸机等

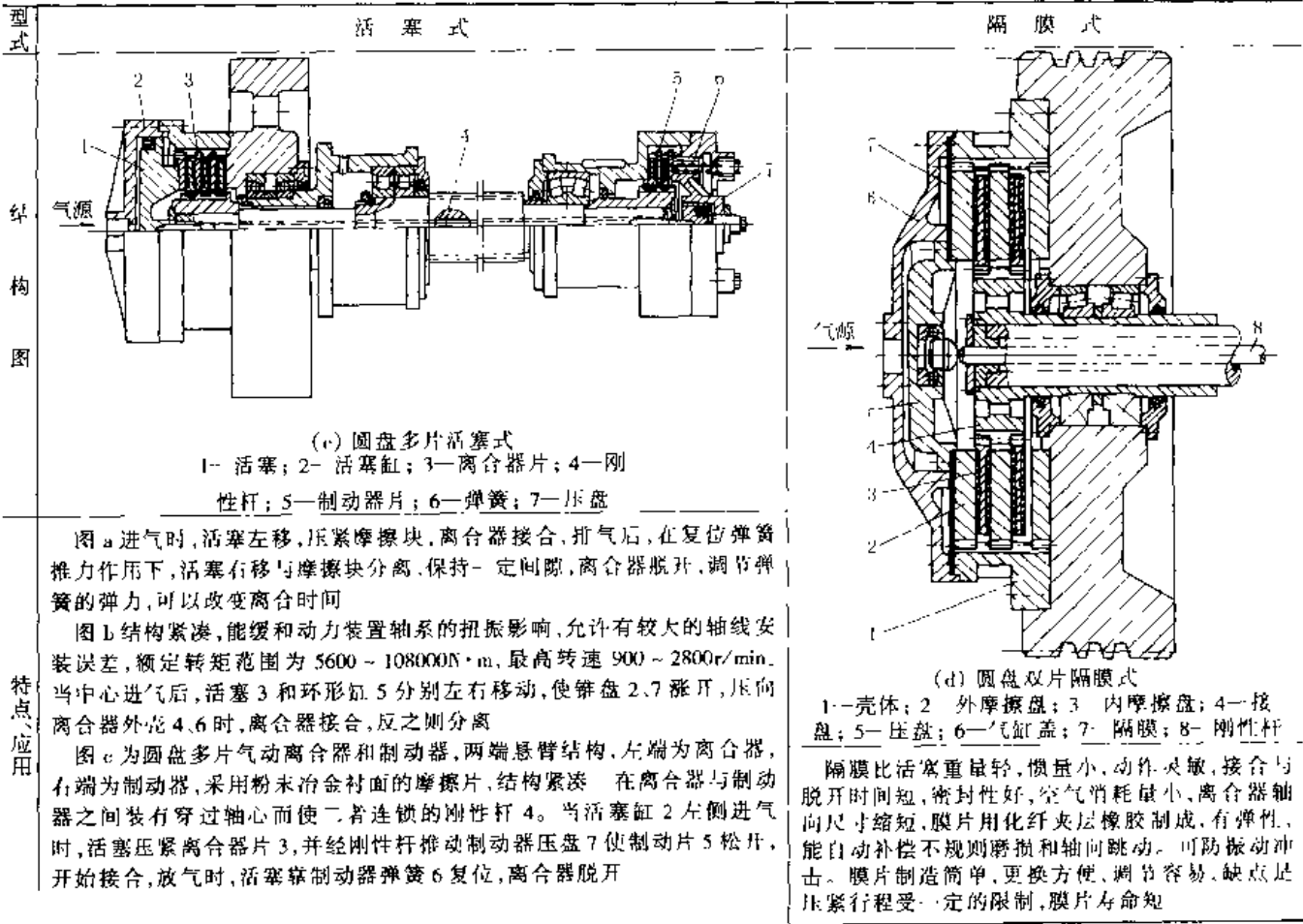


(a) 圆盘摩擦块活塞式

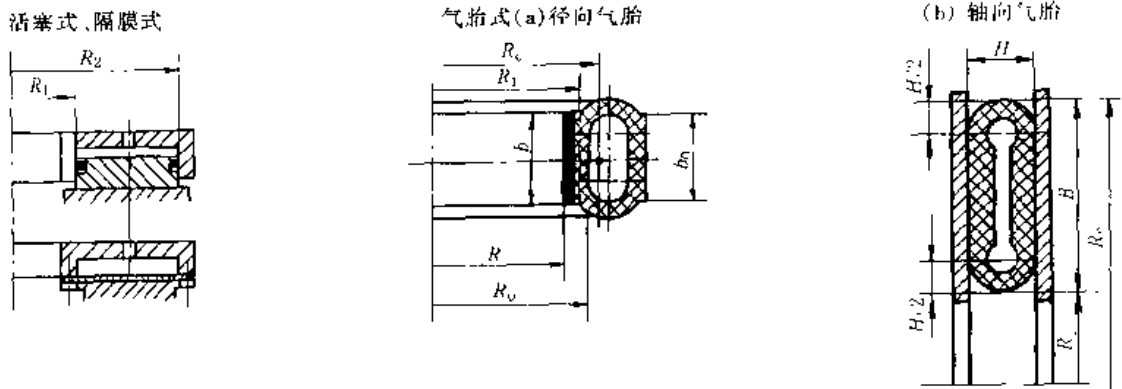
(b) 高弹性双锥式  
1—弹性元件; 2—锥盘; 3 活塞; 4、6—外壳; 5 环形缸; 7—锥盘

结  
构  
图





### 8.2 气动离合器的计算



$R_0$ —气胎内表面半径, 各图中尺寸, 单位均为 cm

表 5-3-63

型式	计算项目	计算公式	单位	说明
活 塞 式	气缸压紧力	$Q_f = \pi(p_k - \Delta p)(R_2^2 - R_1^2) \times 100 \geq Q$ 当 $R_1 = 0$ 时为整圆缸	N	$p_k$ —空气工作压力, MPa, 取 $p_k = 0.4 \sim 0.6$ MPa $\Delta p$ —压力损失, MPa, 取 $\Delta p = 0.03 \sim 0.07$ MPa $Q$ —接合需要的压紧力, N
隔 膜 式				

型式	计算项目	计算公式	单位	说明
气胎式	许用传递转矩	$T_p = (Q - F_c) \mu R \geq T_c$ $Q = 2\pi R_0 b_0 (p_g - \Delta p) \times 100$ $F_c = 2.8 \times 10^{-6} C_c R_c n^2$	N·cm N N	$Q$ ——气胎内腔充气压力作用在瓦块上的力, N $F_c$ ——作用于瓦块上的离心力, N $\mu$ ——摩擦因数, 见表 5-3-17 $b_0$ ——气胎内宽度, cm, $b_0 \approx b$ $b$ ——闸瓦宽度, cm, 般取 $b = (0.4 \sim 0.7) R$ $p_g$ ——空气工作压力, MPa, 般取 $p_g = 0.6 \sim 0.8$ MPa $C_c$ ——气胎闸瓦等部分的质量, kg $R_c$ ——气胎闸瓦等部分质心处半径, cm $n$ ——气胎转速, r/min $\tau_p$ ——气胎材料许用切应力, $\tau_p = 30 \sim 50$ N/cm <sup>2</sup>
	摩擦面压强	$p = \frac{T_c \times 100}{2\pi R^2 b \mu} \leq p_p$	N/cm <sup>2</sup>	$p_p$ ——许用压强, N/cm <sup>2</sup> , 见表 5-3-17
	由气胎强度条件确定许用传递转矩	$T_p = 2\pi b_0 R_0^2 \tau_p \geq T_c$	N·cm	$\tau_p$ ——气胎材料许用切应力, $\tau_p = 30 \sim 50$ N/cm <sup>2</sup>
轴向气胎式	气胎压紧力	$Q_g = 25\pi (p_g - \Delta p) [(2R_2 + H)^2 - (2R_1 + H)^2] - \alpha(h + \delta) \geq Q$	N	$c$ ——复位弹簧刚度, N/cm $z$ ——复位弹簧数量 $h$ ——复位弹簧顶压高度, cm $\delta$ ——摩擦片总间隙, cm $Q$ ——接合所需压紧力, N 其余同径向气胎

注: 1. 气动离合器的接合元件计算与摩擦离合器相同, 见表 5-3-20。

2. 气胎材料一般由耐油橡胶和尼龙或人造丝组合而成。气胎内腔表面覆有一层弹性橡胶, 以保证有良好的密封性能; 中间橡胶用尼龙等帘子线加强, 外壳为橡胶层, 用于保护中间层。

### 8.3 气动离合器结构尺寸

内收式径向气胎离合器系列的参数及尺寸之一

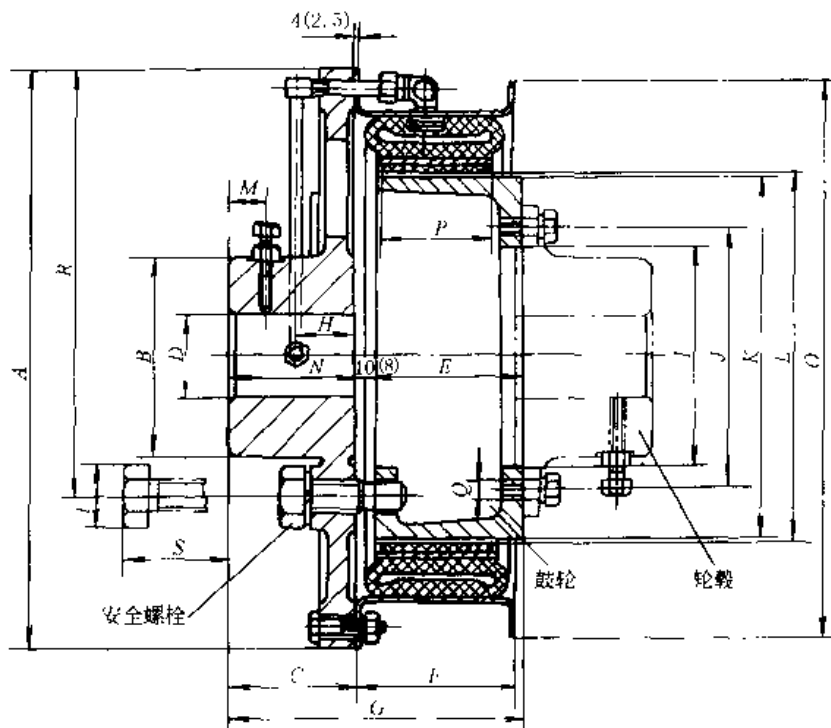


表 5-3-64

/mm

离合器 编号	可传递 转矩 /N·m	气胎容量 /cm <sup>3</sup>	GD <sup>2</sup> /N·m <sup>2</sup>			A	B	C	D	E	F	G	H	I
			气胎架	支持架	鼓轮									
1	120	0.6~1.2	0.3	0.7	0.2	194	70	47.5	20~40	65	67	140.5	29.5	
2	250	1.3~2.0	2	3.5	0.6	286	100	65	30~60	80	80	155	40	89
3	510	1.9~3.0	4.2	7.5	2.4	340	100	75	30~60	95	92	180	42	108
4	980	2.9~5.0	11	14	6	405	140	90	40~90	104	110	204	42	158
5	1590	4.3~7.1	21	25	14	460	160	100	55~95	123	125	233	44	185
6	2300	5.4~9.0	32	38	28	510	180	100	65~100	134	137	261	44	210

离合器 编号	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	重量/kg		
												气胎	支持架	鼓轮
1	—	101	104	18	47.5	151	50	—	—	—	—	1.6	3.85	3.06
2	108	152	157	25	65	273.1	50	8-M10	—	—	—	4.1	9.51	3.7
3	134	203	208	33	75	327	67	8-M12	156	28	40.4	5.8	14.0	7.6
4	186	254	258	25	90	390.5	80	6-M12	200	30	47.3	10.1	21.6	12.7
5	220	304	308	25	100	447.7	93	6-M12	244	25	47.3	13.9	29.7	18.5
6	240	355	359	25	110	498.5	105	6-M12	286	15	47.3	17.4	38.3	28.0

注：1. 可传递转矩是以工作气压 0.55MPa 为基准。

2. 编号 1、2 离合器无安全螺栓。编号 1 鼓轮和轮毂是整体的，轮毂外径 90mm，长度 50mm 尺寸 G 算至轮毂端部

### 内收式径向气胎离合器系列的参数和尺寸之二

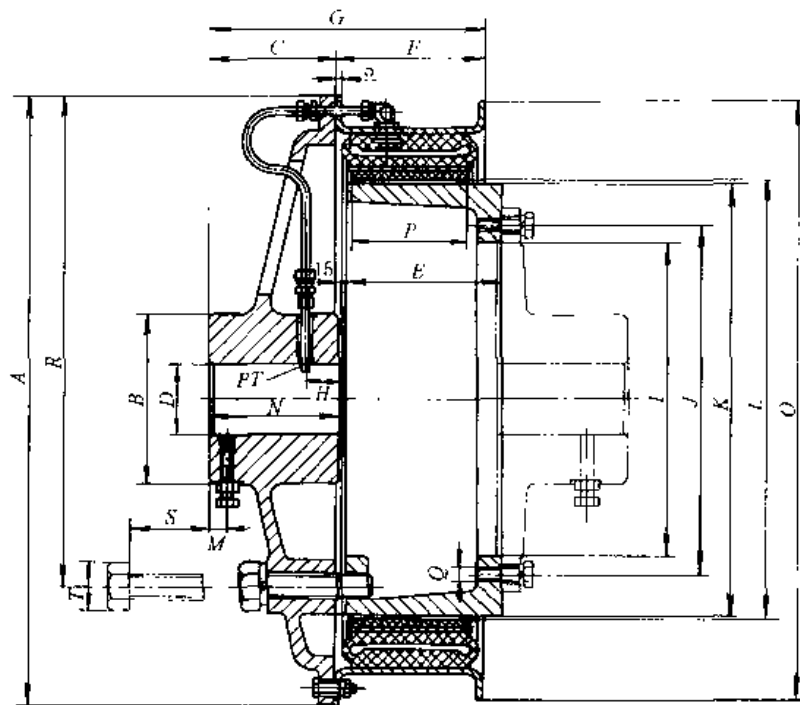


表 5-3-65

/mm

离合器 编号	额定 转矩 /N·m	气胎容量 /cm <sup>3</sup>	CD <sup>2</sup> /N·m <sup>2</sup>			A	B	C	D	E	F	G	H	I
			气胎架	支持架	鼓轮									
7	3110	9.3 ~ 15.2	54	65	30	570	180	135	75 ~ 100	180	170	330	48	240
8	4210	13.0 ~ 18.9	72	85	51	610	178	140	75 ~ 100	180	170	335	43	270
9	5260	14.4 ~ 20.9	97	112	79	660	200	140	85 ~ 115	180	170	335	43	305
10	6410	15.8 ~ 23.0	125	144	115	711	200	140	85 ~ 115	180	170	335	43	370
11	7450	17.1 ~ 25.0	156	233	151	762	220	160	95 ~ 130	180	170	335	48	425
12	8960	18.5 ~ 27.0	200	289	200	812	220	165	95 ~ 130	180	170	360	48	460
13	11050	20.7 ~ 30.7	269	436	269	880	230	165	100 ~ 140	185	180	365	53	495
14	12670	17.0 ~ 29.9	455	643	359	930	260	190	105 ~ 150	185	180	390	60	545
15	14470	18.1 ~ 31.9	544	759	511	981	280	190	110 ~ 160	185	180	390	60	585
16	16370	19.2 ~ 33.9	647	882	634	1032	280	190	110 ~ 160	205	180	410	60	635
17	20570	21.4 ~ 37.8	929	1530	1080	1151	300	250	110 ~ 170	205	180	470	75	730

离合器 编号	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	PT	重量/kg		
													气胎	支持架	鼓轮
7	280	375	380	15	140	560	128	6-M20	310	107	57.7	1/4"	24.8	54.2	27.0
8	310	406.4	411.2	20	145	597	128	6-M20	345	107	57.7	1/4"	28.7	60.8	35.1
9	345	457.2	462	20	145	647.7	128	8-M20	400	107	57.7	1/4"	32.0	71.4	44.8
10	410	508	512.8	20	145	698.5	128	8-M20	440	107	57.7	1/4"	34.6	76.3	50.9
11	470	558.8	563.6	20	165	749.3	128	10-M20	484	87	57.7	1/4"	37.7	103	55.0
12	510	609.6	614.4	20	170	800.2	128	12-M20	534	87	57.7	1/4"	40.6	112	61.2
13	545	660.4	665.2	30	170	863.6	138	16-M20	580	112	77.4	1/4"	47.2	136	71.5
14	595	711	716	30	195	914.4	138	16-M20	625	92	77.4	1/2"	68.7	188	80.3
15	630	762	767	30	195	965.2	138	18-M20	675	92	77.4	1/2"	72.9	206	100
16	685	813	818	30	195	1016	138	18-M20	720	92	77.4	1/2"	77.3	215	100
17	780	914.5	919.5	30	255	1133.5	138	20-M20	805	110	98.1	3/4"	89.1	320	145

注：额定转矩一样是以工作气压 0.55MPa 为基准。

隔膜式圆盘摩擦块离合器的参数和尺寸

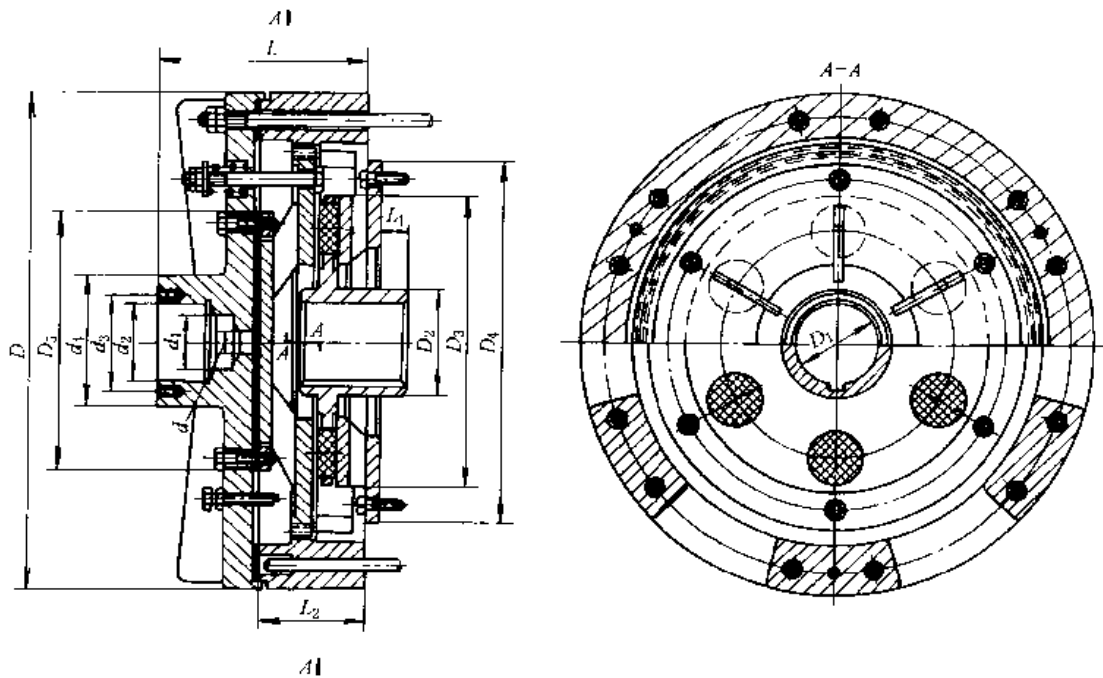


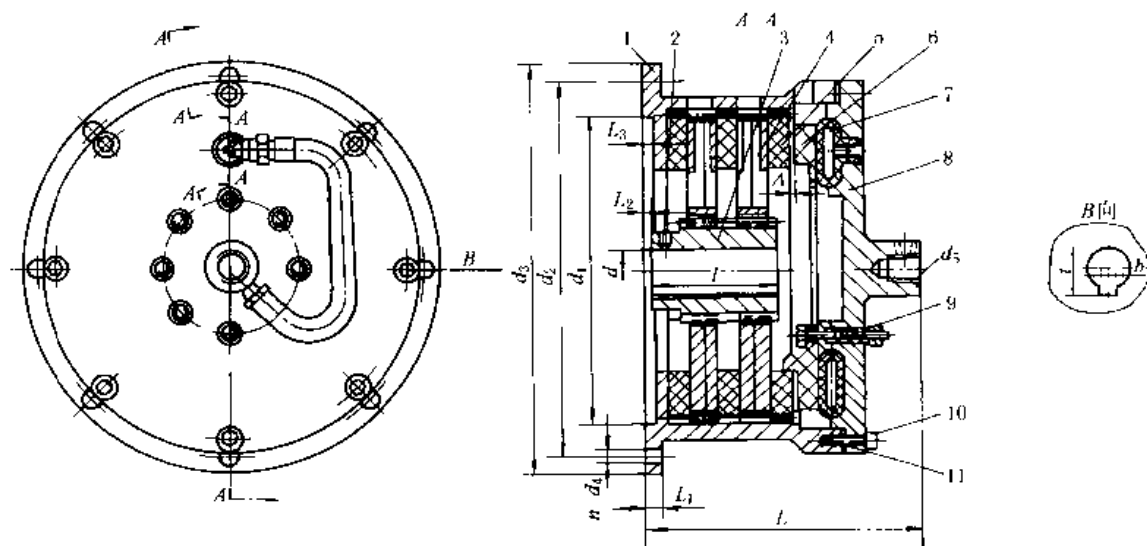
表 5-3-66

/mm

可传递转矩 /N·m	空气压力 /MPa	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$L$	$L_1$	$L_2$	$d$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	重量 /kg
392	0.31	440	60	90	260	330	230	220	39	85	20	50	72	85	120	75
785	0.29	490	70	100	280	350	300	230	49	85	20	50	72	85	120	84
1570	0.30	600	80	120	360	430	330	245	60	90	20	50	72	85	120	135
3090	0.33	650	90	130	450	520	440	285	60	110	25	52	80	95	140	195
6180	0.33	780	100	160	530	610	560	295	71	120	25	52	80	95	140	268
12263	0.34	930	125	180	650	700	680	335	76	140	25	52	80	95	140	435
17658	0.34	1020	140	210	730	810	750	355	96	140	25	52	80	95	140	525
24525	0.39	1120	160	240	830	920	810	425	118	165	42	75	110	130	160	737
34826	0.36	1250	180	260	900	1000	950	455	148	165	42	75	110	130	160	906
49050	0.35	1400	200	300	1020	1120	1060	525	178	190	42	75	110	130	160	1273
69651	0.39	1500	220	320	1160	1260	1110	545	198	190	42	75	110	130	160	1469

## 8.4 QPL 型气动盘式离合器

QPL 型气动盘式离合器 (JB/T 7005—1993)



- 1—壳体；2—紧固螺钉；3—轴套；4—内盘；5—摩擦盘；6—压板；7—气囊；8—端盖；  
9—复位弹簧；10—螺钉；11—半圆垫片

标记示例：

额定转矩为 4160N·m 的离合器

QPL5 离合器 JB/T 7005—1993

表 5-3-67

型号	转矩 $T$ /N·m		许用 转速 $n_p$ /r·min <sup>-1</sup>	$d$ (H7)	$l$	$d_1$ (H8)	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$L$	$L_1$	$l_2$	$l_1$	轴套内孔 键槽尺寸		$n$	转动惯量 /kg·m <sup>2</sup>		重量 /kg
	额定	动态													$b$	$t$		离合器	轴套 和内盘	
	QPL1	312	520	1800	45	82	190	203	220	9	Re 1/2	178	6	1.5	2	14	48.8	4	0.138	0.0141
QPL2	660	1100	1750	55	82	220	280	310	13.5	Re 3/4	192	13	6	8	16	59.3	6	0.357	0.0409	32
QPL3	1540	2560	1400	63	110	295	375	400	17.5	Re 3/4	235	16	10	6	18	67.4	6	1.42	0.175	75
QPL4	2680	4420	1200	80	114	370	445	470	17.5	Re 3/4	248	16	10	10	22	85.4	8	2.85	0.446	105
QPL5	4160	6900	1100	100	120	410	510	540	17.5	Re 1	260	16	10	10	28	106.4	12	5.25	0.761	148
QPL6	6320	10400	1000	120	120	470	560	590	17.5	Re 1	280	16	10	11	32	127.4	12	7.60	1.216	171
QPL7	8600	14300	900	130	130	540	648	685	17.5	Re 1	305	19	8	19	32	137.4	12	14.60	2.385	264
QPL8	15100	25000	700	150	130	620	730	760	17.5	Re 1 1/4	315	19	6	19	36	158.4	12	26.80	3.961	365
QPL9	16800	28000	650	160	175	700	800	830	17.5	Re 1 1/4	350	19	6	19	40	169.4	16	35.00	6.950	426
QPL10	32000	53000	600	180	180	775	900	940	22	Re 1 1/2	366	19	6	19	45	190.4	18	62.50	10.261	640
QPL11	49600	82000	500	220	230	925	1065	1105	22	Re 1 1/2	404	22	5	16	50	231.4	18	133	26.471	905

注：1. 动态转矩为离合器的全部传动能力，选用时按照额定转矩直接选用。  
 2. 平键只能传递部分转矩，对于平键不能传递的转矩应由过盈配合传递。  
 3. 表中转矩  $T$  系指气囊进口处压力为 0.5MPa 时的转矩。

整机装配前应消除各处异物，并用 GB1922 中的 NY-190 溶剂油清洗快速排气阀。各摩擦盘与内盘的接触面积不得小于 85%，摩擦盘的磨损性能应符合表 5-3-68 的规定并满足强度、硬度、冲击韧性的要求。

表 5-3-68 磨 损 性 能

项 目	指 标	
静摩擦因数 $\mu_s$	0.35 <sup>0</sup> <sub>0.06</sub>	
磨损率 10 <sup>-7</sup> cm <sup>3</sup> /J	100℃	
	150℃	≤ 0.17
	200℃	≤ 0.25

将转动惯量和内盘转速调到一定值，以每分钟 25 次离合频率，在气压为 0.5MPa 时连续离合，直到平衡温度为止，测量下列项目：

- ① 平衡温度；
- ② 从常温开始，每隔 20℃ 时的静摩擦因数。

静摩擦因数  $\mu_s$  的计算如下：

$$\mu_s = \frac{T}{nF_a R_f}$$

式中  $T$  ——实测离合器传递转矩，N·m；  
 $F_a$  ——轴向压紧力，N；  
 $n$  ——摩擦副数量；  
 $R_f$  ——有效摩擦半径，m。

$$R_f = \frac{2}{3} \times \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$$

式中  $R$  ——摩擦副外半径，m；  
 $r$  ——摩擦副内半径，m。

气囊由橡胶制成，其性能应符合以下要求。

扯断强度：内胶层不小于 19N/m<sup>2</sup>，外胶层不小于 15N/m<sup>2</sup>。

扯断伸长率：内、外胶层为 400% ~ 430%。

热空气老化试验：在 100℃ 温度时，24h，性能降低不得大于 30%。

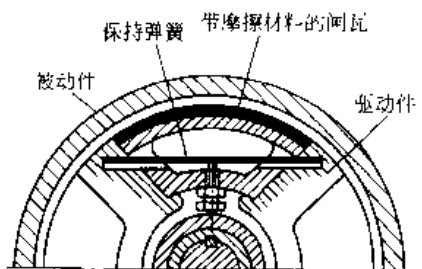
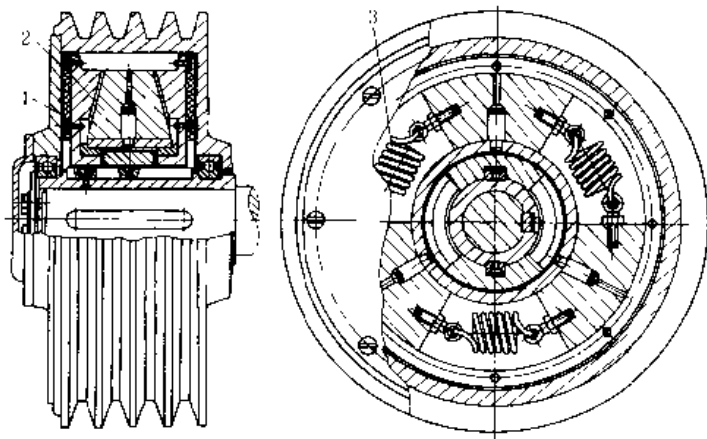
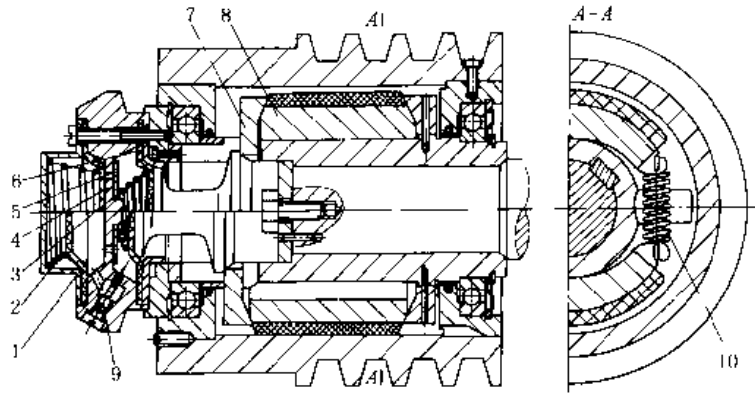
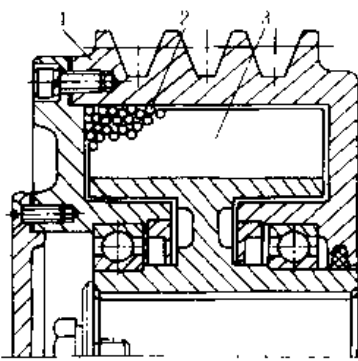
扯断永久变形：内、外胶层均不大于 25%。

邵尔 A 硬度，外胶层为 60 ± 5，内胶层为 45 ± 5。

## 9 离心离合器

## 9.1 离心离合器型式与特点

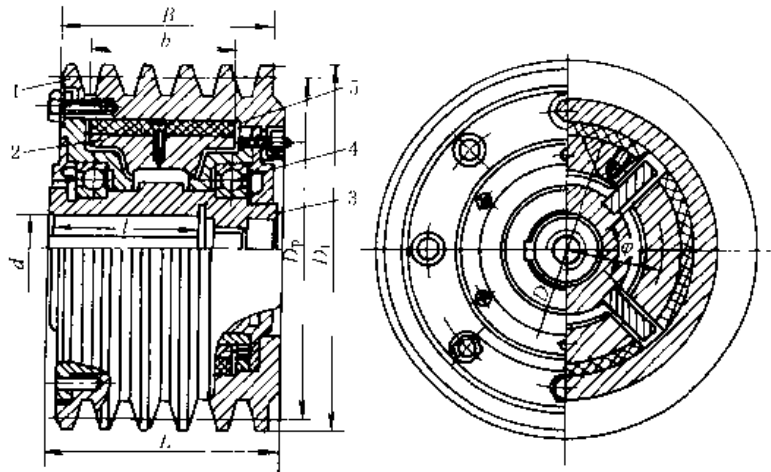
表 5-3-69

型式	带弹簧闸块式	带弹簧楔块式
结构简图		
特点	<p>离心体是闸块, 起动开始靠弹簧作用, 闸块不与壳体接触。当主动轴达到预定转速时, 离心力超过弹簧力, 闸块开始与壳体逐步接合传递转矩。一般两者开始接合时的转速为正常转速的 70% ~ 80%。</p> <p>离合器在接合过程中工作平稳, 但闸块的重量较大。</p>	<p>离心体 2 为楔块, 楔块之间装有拉紧弹簧 3, 起动时主轴达到一定初速度, 楔块撑开摩擦盘 1 使之与壳体压紧, 传递转矩。</p>
型式	液压调节带弹簧闸块式	钢珠离心式
结构简图		
特点	<p>可以通过液压系统来控制离合器的接合速度。</p>	<p>离心体为钢珠或钢杆, 接合性能好, 所传递的转矩大小, 可以通过钢珠的数量调节。结构简单, 制造比较容易。钢珠直径 4 ~ 6mm, 体积占总容量的 85% ~ 90%, 叶片数 1 ~ 6 片, 叶片外径与壳体内径间隙 0.5 ~ 1mm。</p>

型式

自由闸块式

结构简图及特点

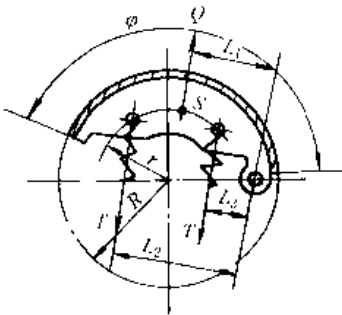


离合器无弹簧,从起动开始闸块就边滑磨边接合,压向离合器壳体,直到完全接合。其接合性能稍差  
结构简单,闸块轻,应用较广泛

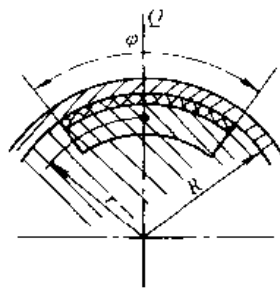
1—V带轮; 2—离心块; 3—十字轴; 4—轴承; 5—摩擦带

### 9.2 离心离合器的计算

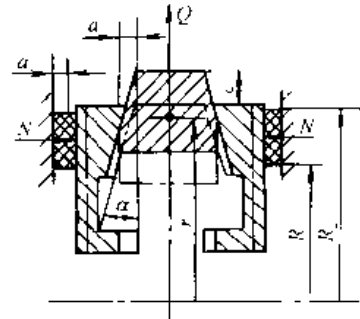
带弹簧闸块式拉簧



无弹簧闸块式



带拉簧楔块式

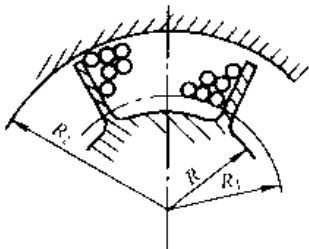


$$R = (2 \sim 3.5) d$$

$$b = (1 \sim 2) d$$

$$r = (0.7 \sim 0.9) R$$

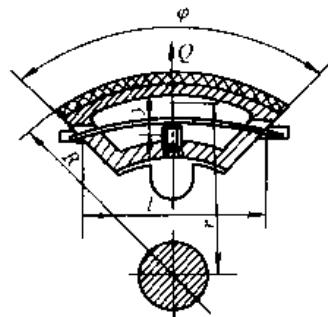
钢珠式



$$R_1 = (2 \sim 3.5) d$$

$$b = (1 \sim 2) d$$

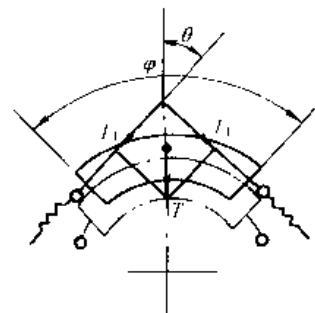
板簧



$$R = (2 \sim 3.5) d$$

$$b = (1 \sim 2) d$$

$$r = (0.6 \sim 0.9) R$$



$$R = (2 \sim 3.5) d$$

$$r = (0.6 \sim 0.8) R$$



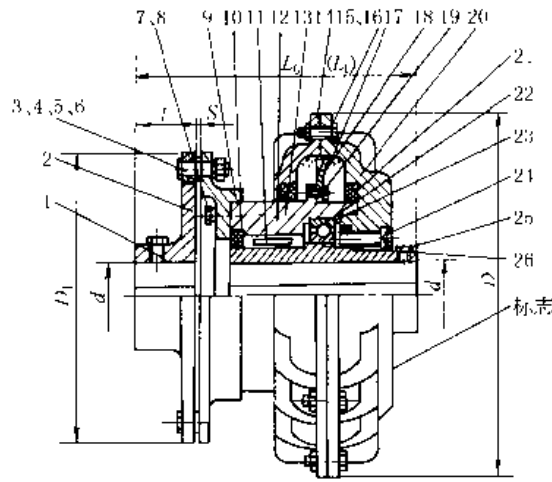
表 5-3-70

型式	计算项目	计 算 公 式	单 位	说 明
带弹簧(拉簧、板簧)闸块式	计算转矩	$T_c = \beta T_1$	N·cm	$\beta$ ——工作储备系数,一般取 $\beta = 1.5 \sim 2$ $T_1$ ——需传递的转矩, N·cm $R$ ——闸块外半径, cm $r$ ——闸块质心所处半径, cm $z$ ——闸块数量 $b$ ——闸块宽度, cm $d$ ——主动轴直径, cm $n$ ——正常工作转速, r/min $L_1, L_2, L_3$ ——长度, cm
	传递转矩所需离心力	$Q_1 = \frac{T_c}{R\mu z}$	N	
	闸块有效离心力	$Q = \frac{mr\pi^2(n^2 - n_0^2)}{90000} \geq Q_1$	N	
	摩擦面压强	$p = \frac{T_c}{R^2 b \mu z} \leq p_p$	N/cm <sup>2</sup>	
	预定弹簧力 拉簧 片簧	$T = \frac{L_1 m r \pi^2 n_0^2}{(L_2 + L_3) 90000}$ $T = \frac{m r \pi^2 n_0^2}{90000}$	N	
无弹簧闸块式	计算转矩	$T_c = \beta T_1$	N·cm	$n_0$ ——开始接合转速, r/min, 一般取 $n_0 = (0.7 \sim 0.8)n$ $m$ ——单个闸块质量, kg $R$ ——壳体内半径, 即闸块摩擦半径, cm $\mu$ ——摩擦面材料摩擦因数; 见表 5-3-17 $p_p$ ——摩擦面许用压强, N/cm <sup>2</sup> , 见表 5-3-17 $\varphi$ ——闸块所对角度, rad
	传递转矩所需离心力	$Q_1 = \frac{T_c}{R\mu z}$	N	
	闸块有效离心力	$Q = \frac{m r \pi^2 n^2}{90000} \geq Q_1$	N	
	摩擦面压强	$p = \frac{T_c}{R^2 b \mu z} \leq p_p$	N/cm <sup>2</sup>	
带拉簧楔块式	计算转矩	$T_c = \beta T_1$	N·cm	$r$ ——楔块质心所处半径, cm $z$ ——楔块数量 $b$ ——摩擦面宽度, cm $\alpha$ ——楔块倾斜角, (°) $d$ ——主动轴直径, cm $m$ ——单个楔块质量, kg $\rho$ ——摩擦角, $\tan \rho = \mu$ $\varphi$ ——闸块所对角度, rad 其他符号说明同前
	传递转矩所需离心力	$Q_1 = \frac{2T_c}{R_m \mu z} \tan(\alpha + \rho)$	N	
	楔块有效离心力	$Q = \frac{m r \pi^2 (n^2 - n_0^2)}{90000} \geq Q_1$	N	
	楔块脱开力	$F_1 = \frac{2T_c}{R_m \mu z} \tan(\alpha - \rho)$	N	
	预定弹簧力	$F = \frac{m r \pi^2 n_0^2}{90000} \geq T_1$	N	
	每根弹簧力	$F_1 = \frac{F}{2 \cos \theta}$	N	
	摩擦面压强	$p = \frac{T_c}{4\pi R_m^2 b \mu} \leq p_p$	N/cm <sup>2</sup>	
	摩擦面平均半径	$R_m = \frac{R_1 + R_2}{2}$	cm	
钢珠式	计算转矩	$T_c = \beta T_1$	N·cm	$\beta$ ——工作储备系数取 $\beta = 2$ $R_2$ ——壳体内半径, cm $b$ ——叶片宽度, cm $\mu$ ——摩擦因数, 钢珠对钢或铸铁 $\mu = 0.2 \sim 0.3$ $C$ ——比值, 一般取 $C = \frac{R_1}{R_2} = 0.7 \sim 0.8$ 其他符号说明同带弹簧闸块离心离合器
	圆周产生的摩擦转矩	$T_1 = 1.1 \times 10^{-6} R_2^4 b n^2 \mu (1 - C^3)$	N·cm	
	端面产生的摩擦转矩	$T_2 = 1.67 \times 10^{-7} R_2^5 n^2 \mu (1 - C^4)$	N·cm	
	许用转矩	$T_p = T_1 + T_2 \geq T_c$	N·cm	

注: 其他未注明的长度尺寸单位均为 cm。

### 9.3 离心离合器结构尺寸

#### 9.3.1 AS 系列钢砂式离心离合器（安全联轴器）（JB/T 5986—1992）



AS 型钢砂式离心离合器

- 1、25—紧定螺钉；2—半联轴器；3—鼓形弹性套；4—柱销；5、8—弹簧垫圈；6、16—螺母；  
 7、15、19—螺栓；9—法兰；10、13、21—密封圈；11—滚针轴承；12—从动转子；14、20—壳体；  
 17—钢砂；18—叶轮；22—滚动轴承；23—挡圈；24—内六角螺栓；26—主动轴套

表 5-3-71

型号	各种转速下的传递功率/kW				轴孔直径 <i>d</i> (H7)	轴孔长度			<i>L</i> <sub>0</sub>	<i>D</i> <sub>1</sub>	<i>D</i>	许用转速 /r·min <sup>-1</sup>	
	750	1000	1500	3000		Y 型 <i>L</i>	J、J <sub>1</sub> 、Z、Z <sub>1</sub> 型 <i>L</i>	<i>L</i> <sub>1</sub>				铸铁	铸钢
	/r·min <sup>-1</sup>					/mm							
AS1	—	0.075	0.185	1.5	14	32	20	32	100	80	105	5700	7600
					16	42	30	42	110				
AS2	0.2	0.48	1.1	4	19	52	38	52	136	95	160	3500	5000
					20								
					22								
					24								
AS3	0.5	1.3	3.5	8*	25	62	44	62	190	106	194	2860	3800
					28								
					180								

续表

型号	各种转速下的传递功率/kW				轴孔直径 $d$ (H7)	轴孔长度			$L_0$	$D_1$	$D$	许用转速 $/r \cdot \min^{-1}$	
	750	1000	1500	3000		Y型 $L$	J、J <sub>1</sub> 、Z、Z <sub>1</sub> 型 $L$	$L_1$				铸铁	铸钢
	$/r \cdot \min^{-1}$				$/mm$								
AS4	0.8	1.5	5.5	20°	30	82	60	82	218	130	214	2600	3470
AS5	2	3.7	10	28°	32								
					35								
					38								
					40								
AS6	4	7.5	22	—	42	112	84	112	262	160	293	1830	2240
					45								
					48								
					50								
					55								
AS7	10	15	55	—	56	142	107	142	295	224	340	1600	2240
					60								
					63								
					65								
AS8	30	45	100	—	70	172	132	172	317	315	432	1270	1600
					71								
					75								
					80								
					85								
AS9	100	170	260	—	90	212	167	212	393	400	560	1000	1360
					95								
					100								
					100								

注：带\*号的离合器材料为锻钢。

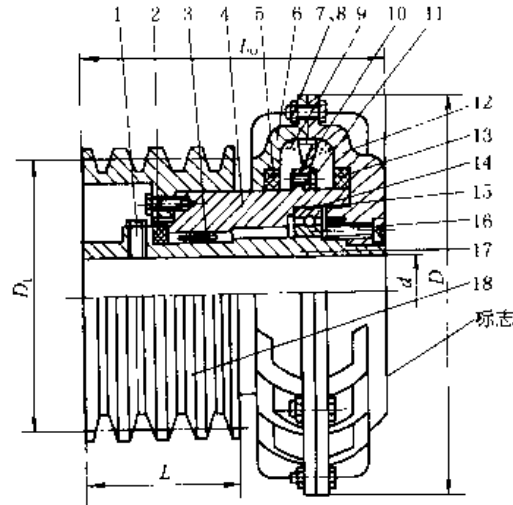
表 5-3-72

AS 型钢砂式离心离合器许用补偿量

许用补偿量	型 号	AS1、AS2、AS3、AS4	AS5	AS6、AS7、AS8	AS9
径向 $\Delta y/mm$		0.2	0.3	0.4	0.5
角向 $\Delta \alpha / (^\circ)$		1.5	1		0.5

注：生产厂：上海红星机械厂。

9.3.2 ASD 系列 V 带轮钢砂式离心离合器 (安全联轴器) (JB/T 5986—1992)



ASD 型 V 带轮钢砂式离心离合器

- 1—紧定螺钉; 2、5、13—密封圈; 3—滚针轴承; 4—从动转子; 6、12—壳体; 7、11—螺栓; 8—螺母;  
9—钢砂; 10—叶轮; 14—滚动轴承; 15—挡圈; 16—内六角螺栓; 17—主动轴套; 18—V 带轮

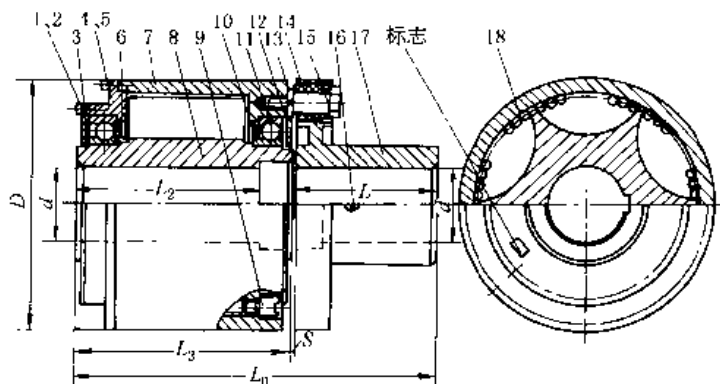
表 5-3-73

型 号	各种转速下的传递功率/kW				轴孔直径 $d$ (H7)	$D$	$D_1$	$L_0$	$L$	许用转速 /r·min <sup>-1</sup>	
	750	1000	1500	3000						铸铁	铸钢
	/r·min <sup>-1</sup>										
ASD2	0.2	0.48	1.1	4*	19	160	118	99	50	2860	3820
					20						
					22						
ASD3	0.5	1.3	3.5	8*	24	194	140	141	63	2860	3820
					25						
					28						
ASD4	0.8	1.5	5.5	20*	30	214	180	170	90	2600	3470
					32						
					35						
ASD5	2	3.7	10	28*	38	242	180	190	105	2290	3060
					40						
					42						
ASD6	4	7.5	22	—	45	290	200	215	117	1830	2240
					48						
					50						
ASD7	10	15	55	—	55	340	236	250	135	1600	2140
					56						
					60						
ASD8	30	45	100	—	63	432	250	245	145	1250	1600
					65						
					70						
					71						
					75						
80											
85											

注: 1. 带 \* 号的离合器材料为锻钢。

2. 生产厂: 上海红星机械厂。

9.3.3 AQ 系列钢球式离心离合器 (节能安全联轴器) (JB/T 5987—1992)



AQ 型钢球式离心离合器

1、2—螺栓；3、12—轴承盖；4、5、13—弹簧垫圈；6—端盖；7—壳体；8—转子；9—沉头螺塞；10—密封圈；11—滚动轴承；14—弹性套；15—弹性柱销；16—定位螺钉；17—半联轴器；18—钢球

表 5-3-74

型号	各种转速下所能传递的功率/kW					轴孔直径 d (H7)	主动端轴孔长度		从动端轴孔长度 J <sub>1</sub> 、Z <sub>1</sub> 型 L	D	L <sub>0</sub> ≈	S	许用转速 /r·min <sup>-1</sup>	
	600	750	1000	1500	3000		L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>					铸铁	铸钢
	/r·min <sup>-1</sup>						/mm							
AQ1	—	—	—	0.5	4	19	42	100	30	80	166	3~4	7160	9550
						24	52		38					
						28	62		44					
AQ2	—	—	—	1	7.5	19	42	110	30	100	176	3~4	5730	7640
						24	52		38					
						28	62		44					
						38	82		60					
AQ3	—	—	0.87	3	24	24	52	150	38	130	238	3~4	4410	5880
						28	62		44					
						38	82		60					
						42	112		84					
						45								
AQ4	—	—	1.3	4.5	36	28	62	150	44	150	238	3~4	3820	5090
						38	82		60					
						42	112		84					
						48								
						55								

型号	各种转速下所能传递的功率/kW					轴孔直径 d (H7)	主动端轴孔长度		从动端轴孔长度 J <sub>1</sub> 、Z <sub>1</sub> 型 L	D	L <sub>0</sub> ≤	S	许用转速 /r·min <sup>-1</sup>	
	600	750	1000	1500	3000		L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>					铸铁	铸钢
	/r·min <sup>-1</sup>						/mm							
AQ5	—	—	3.6	12	96	38	82	150	60	180	262	4~5	3180	4240
						42	112		84					
						48			107					
						55	142		107					
						60								
65														
AQ6	—	2.53	6	20	162	38	82	150	60	200	322	4~5	2860	3820
						42	112		84					
						48			142					
						55								
						60								
						65								
						70								
AQ7	—	65	14.6	49	393	42	112	210	84	220	347	4~5	2600	3470
						48								
						55			142					
						60								
						65								
						70								
						75								
AQ8	—	10	24	80	644	48	112	210	84	250	387	4~5	2290	3060
						55								
						60			142					
						65								
						70								
						75	172							
						80								
85														
AQ9	—	21	77	173	1380	60	142	250	107	280	387	4~5	2140	2850
						65								
						70								
						75								
						90	172		132					
						95								

续表

型 号	各种转速下所能传递的功率/kW					轴孔直径 $d$ (H7)	主动端轴孔长度		从动端轴孔长度 $J_1$ 、 $Z_1$ 型 $L$	$D$	$I_0$ $\leq$	$S$	许用转速 $/r \cdot \min^{-1}$	
	600	750	1000	1500	3000		$L_2$	$L_3$					铸铁	铸钢
AQ10	—	25	60	200	1600*	60	142	250	107	300	423		1830	2240
						65								
						70								
						75								
						80	172	132						
						85								
						90								
100	212	167												
AQ11	23	46	110	360	—	75	142	350	107	1600	2140			
						80	172		132					
						85								
						90								
						100	212		167					
						110								
AQ12	45	95	240	830		80	172	400	132	5~6	1400	1870		
						85								
						90								
						100	212		167					
						110								
						120								
						125								
130	252	202												
AQ13	58	113	267	902	—	80	172	300	132	508		1250	1660	
						85								
						90								
						95								
						100	212		167					
						110								
						120								
						125								
						130								
140	252	202												
150														

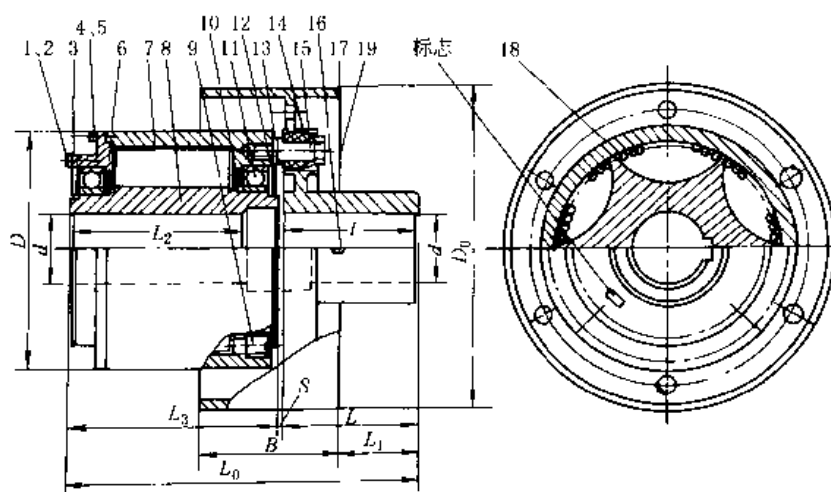
续表

型号	各种转速下所能传递的功率/kW					轴孔直径 d (H7)	主动端轴孔长度		从动端轴孔长度 J <sub>1</sub> 、Z <sub>1</sub> 型 L	D	L <sub>0</sub> ≦	S	许用转速 /r·min <sup>-1</sup>		
	600	750	1000	1500	3000		L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>					铸铁	铸钢	
	/r·min <sup>-1</sup>						/mm								
AQ14	126	247	585	1975	—	90	172	350	132	500	600				
						95			212						167
						100									
						110									
						120									
						125	252		202						
						130									
						140									
						150	302		242						
						160									
170															
AQ15	296	585	1372	4632*	—	110	212	450	167	550	700	6~8			
						120			252						202
						125									
						130									
						140									
						150	302		242						
						160									
						170									
AQ16	355	694	1645	5550*	—	125	212	167	600	740					
						130	252	202							
						140									
						150									
						160	302	242							
						170									
						180									
						190	352	282							
200															
AQ17	630	1230*	2916*	—	—	140	252	500	202	650	792	8~10	860	1150	
						150			302						242
						160									
						170									
						180									
						190	352		282						
						200									
220															

注：1. 表中带\*号的离合器材料为锻钢。2. 生产厂：上海红星机械厂。



## 9.3.4 AQZ 系列带制动轮钢球式离心离合器 (节能安全联轴器) (JB/T 5987—1992)



AQZ 型带制动轮钢球式离心离合器

1、2—螺栓；3、12—轴承盖；4、5、13—弹簧垫圈；6—端盖；7—壳体；8—转子；9—沉头螺塞；  
10—密封圈；11—滚动轴承；14—弹性套；15—弹性柱销；16—定位螺钉；17—半联轴器；18—钢球；19 制动轮

表 5-3-75

型号	各种转速下所能传递的功率/kW					轴孔直径 $d$ (H7)	主动端轴孔长度		从动端轴孔长度	$D$	$L_0$	$S$	$D_0$	$B$	$L_1$	许用转速 $/r \cdot \min^{-1}$	
	600	750	1000	1500	3000		$L_2$	$L_3$	$L$							铸铁	铸钢
$/r \cdot \min^{-1}$						$/mm$											
AQZ1	—	—	—	0.5	4	19	42	100	30	80	166						
						24	52		38								
						28	62		44								
AQZ2	—	—	—	1	7.5	19	42	110	30	100	176						30
						24	52		38								
						28	62		44								
						38	82		60								
AQZ3	—	—	0.87	3	24	24	52	150	38	130		3~4					
						28	62		44								
						38	82		60								
						42	112		84								
						45											
AQZ4	—	—	1.3	4.5	36	28	62	150	44	150							
						38	82		60								
						42			84								
						48	112										
						55											

续表

型号	各种转速下所能传递的功率/kW					轴孔直径 <i>d</i> (H7)	主动端轴孔长度		从动端轴孔长度 <i>J</i> <sub>1</sub> 、 <i>Z</i> <sub>1</sub> 型 <i>L</i>	<i>D</i>	<i>L</i> <sub>0</sub>	<i>S</i>	<i>D</i> <sub>0</sub>	<i>B</i>	<i>L</i> <sub>1</sub>	许用转速 /r·min <sup>-1</sup>				
	600	750	1000	1500	3000		<i>L</i> <sub>2</sub>	<i>L</i> <sub>3</sub>								铸铁	铸钢			
						/r·min <sup>-1</sup>														
AQZ5	—	—	3.6	12	96	38	82	180	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
						42	112		84											
						48														
						55														
						60													142	107
						65														
AQZ6	—	2.53	6	20	162	38	82	150	60	262	250	105	2290	3060						
						42	112	84	200	—	—	—	47							
						48														
						55														
						60								142	107					
						65														
70																				
AQZ7	—	6	14.6	49	393	42	112	210	84	220	327	4~5	250	105	57	2290	3060			
						48														
						55														
						60												142	107	
						65														
						70														
75																				
AQZ8	—	10	24	80	644	48	112	210	84	250	357	—	315	135	—	1820	2430			
						55														
						60												142	107	
						65														
						70														
						75														
80	172	132	72																	
85																				
AQZ9	—	21	77	173	1380	60	142	280	107	378	—	—	—	—	—	1430	1910			
						65														
						70														
						75														
						80												172	132	
						85														
90																				
95																				

续表

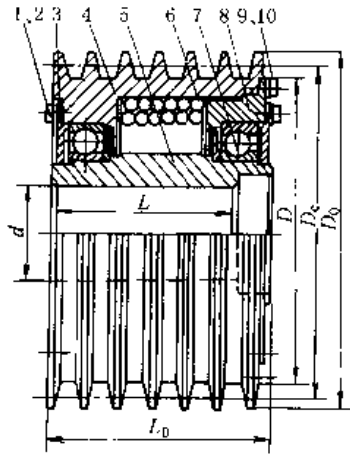
型 号	各种转速下所能传递的功率/kW					轴孔直径 $d$ (H7)	主动端轴 孔长度		从动端轴 孔长度 $J_1$ 、 $Z_1$ 型 $L$	$D$	$L_1$	$S$	$D_0$	$B$	$L_2$	许用转速 $n$ / $r \cdot \min^{-1}$													
	600	750	1000	1500	3000		$L_2$	$L_3$								铸铁	铸钢												
	$n$ / $r \cdot \min^{-1}$						$L$ / mm																						
AQZ10	—	25	60	200	1600*	60	142	107	300																				
						65																							
						70																							
						75																							
						80	172	132										423	400	170	97	1430	1910						
						85																							
						90																							
						95																							
100	250	167																											
AQZ11	23	46							110	360	—	75	142	107	350														
												80																	
												85																	
												90																	
												95																	
												100																	
												110																	
			110																										
AQZ12	45	95	240	830	—	80	172	132	400			5~6	558																
						85																							
						90																							
						95																							
						100	212	167																					
						110																							
						120																							
						125																							
130	252	202																											
AQZ13	58	113							267	902	—	80	172	132	450								508	500	210	102	1150	1530	
												85																	
												90																	
												95																	
												100	212	167															
												110																	
												120																	
			125																										
130	252	202																											
140																													

续表

型号	各种转速下所能传递的功率/kW					轴孔直径 $d$ (H7)	主动端轴孔长度		从动端轴孔长度 $J_1, Z_1$ 型 $L$	$D$	$L_0$	$S$	$D_0$	$B$	$L_1$	许用转速 $/r \cdot \min^{-1}$	
	600	750	1000	1500	3000		$L_2$	$L_3$								铸铁	铸钢
	$/r \cdot \min^{-1}$					$/mm$											
AQZ14	126	247	585	1975*	—	90	172	350	132	500	600	6~8	630	265	122	910	1210
						95			167								
						100			212								
						110											
						120											
						125	202										
						130											
						140	252		242								
						150											
						160	302										
170																	
AQZ15	296	585	1372	4632*	—	110	212	450	167	550	700	6~8	630	265	122	910	1210
						120			202								
						125			252								
						130											
						140	302		242								
						150											
						160	302										
						170											
180																	
AQZ16	355	694	1645*	5550*	—	125	212	500	167	600	740	8~10	810	720	950	1250	
						130			202								
						140			252								
						150											
						160	302		242								
						170											
						180	352		282								
						190											
AQZ17	630	1230*	2916*	—	—	140	252	500	202	650	792	8~10	800	180	720	1150	
						150			242								
						160			302								
						170											
						180	352		282								
						190											
						200	352										
						220											

注：1. 表中带\*号的离合器材料为锻钢。  
 2. 从动端轴孔型式按 GB 3852 的规定。  
 3. 生产厂：上海红星机械厂。

9.3.5 AQD 系列 V 带轮钢球式离心离合器 (节能安全联轴器) (JB/T 5987—1992)



AQD 型 V 带轮钢球式离心离合器

- 1、9—螺栓；2、10—弹簧垫圈；3—轴承盖；4—带轮式壳体；  
5—转子；6—密封盖；7—滚动轴承；8—端盖

表 5-3-76

型 号	各种转速下所能传递的功率 /kW					轴孔 直径 d (H7)	轴孔 长度 L	D	L <sub>0</sub>	D <sub>0</sub>	D <sub>c</sub>	许用转速 /r·min <sup>-1</sup>	
	600	750	1000	1500	3000							铸铁	铸钢
	/r·min <sup>-1</sup>												
AQD1	—	—	—	0.5	4	19	42	80	100	125	118	4580	6110
						24	52						
						28	62						
AQD2	—	—	—	1	7.5	19	42	100	110	130	125	4410	5880
						24	52						
						28	62						
						38	82						
AQD3	—	—	0.87	3	24	24	52	130	150	150	140	3825	5090
						28	62						
						38	82						
						42	112						
						45							
AQD4	—	—	1.3	4.5	36	28	62	150	150	190	180	3020	4020
						38	82						
						42	112						
						48							
						55							

型号	各种转速下所能传递的功率 /kW					轴孔 直径 <i>d</i> (H7)	轴孔 长度 <i>L</i>	<i>D</i>	<i>L<sub>0</sub></i>	<i>D<sub>0</sub></i>	<i>D<sub>1</sub></i>	许用转速 /r·min <sup>-1</sup>	
	600	750	1000	1500	3000							铸铁	铸钢
	/r·min <sup>-1</sup>												
AQD5	—	—	3.6	12	96	38	82	180	—	212	200	2700	3600
						42	112						
						48							
						55							
						60	142						
						65							
AQD6	—	2.53	6	20	162	38	82	200	150	248	236	2310	3080
						42	112						
						48							
						55							
						60	142						
						65							
70													
AQD7	—	6	14.6	49	393	42	112	220	—	262	250	2190	2920
						48							
						55							
						60	142						
						65							
						70							
75													
AQD8	—	10	24	80	644	48	112	250	210	292	280	1960	2620
						55							
						60							
						65	142						
						70							
						75	172						
80													
85													
AQD9	—	21	51	173	1380	60	142	280	250	332	315	1730	2300
						65							
						75	172						
						80							
90													

续表

型号	各种转速下所能传递的功率 /kW					轴孔 直径 <i>d</i> (H7)	轴孔 长度 <i>L</i>	<i>D</i>	<i>f</i> <sub>0</sub>	<i>D</i> <sub>0</sub>	<i>D</i> <sub>1</sub>	许用转速 /r·min <sup>-1</sup>	
	600	750	1000	1500	3000							铸铁	铸钢
						/r·min <sup>-1</sup>						/mm	
AQD10	—	25	60	200	1600	60	142	300	250	372	355	1540	2050
						65							
						75							
						80	172						
						85							
						90							
AQD11	23	46	110	360	—	100	212	350	250	417	400	1370	1830
						75	142						
						80	172						
						85							
						90							
						AQD12	45						
80													
85													
110	252												
120													
125													
AQD13	58	113	267	902	—	80	172	450	300	520	500	1100	1470
						85							
						90							
						95	212						
						100							
						110							
						120	252						
						125							
						130							
						140							

续表

型 号	各种转速下所能传递的功率					轴孔直径 <i>d</i> (H7)	轴孔长度 <i>L</i>	<i>D</i>	<i>L</i> <sub>0</sub>	<i>D</i> <sub>0</sub>	<i>D</i> <sub>e</sub>	许用转速 /r·min <sup>-1</sup>							
	/kW											/mm						铸铁	铸钢
	600	750	1000	1500	3000														
AQD14	126	247	585	1975	—	90	172	500	350	580	560	990	1320						
						95													
						100													
						110	212												
						120													
						125													
						130	252												
						140													
						150													
						160	302												
170																			
AQD15	296	585	1372	4632	—	110	212	550	450	620	600	920	1230						
						120													
						125													
						130	252												
						140													
						150													
						160	302												
						170													
180																			
AQD16	355	694	1645	5550*	—	125	212	600	450	690	670	830	1110						
						130	252												
						140													
						150													
						160	302												
						170													
						180													
190																			
AQD17	630	1230*	2910*	—	—	140	252	650	500	730	710	780	1050						
						150													
						160	302												
						170													
						180													
						190	352												
						200													
220																			

注：1. 带\*号的离合器材料为锻钢。

2. 生产厂：上海红星机械厂。



## 10 超越离合器

### 10.1 超越离合器的型式、特点及适用范围

表 5-3-77

型式	棘 轮 超 越 式	
结构简图	<p>内齿棘轮超越式</p> <p>1—钢球；2—弹簧；3—外圈；4—棘爪； 5—内圈；6—挡圈</p>	<p>外齿棘轮超越式</p>
	<p>当内圈逆时针旋转时,通过棘爪带动外圈输出转矩,内圈顺时针旋转时,棘爪与外圈的内齿呈分离状态,内圈空载旋转 常用于农业机械、自行车传动</p>	<p>轮子向一个方向(图中为逆时针)转动时,棘轮和棘爪处于分离状态,但棘爪将时刻预防棘轮的逆转 用于绞车提升和放下重物</p>
型式	滚 柱 超 越 式	
结构简图	<p>单向滚柱超越式</p> <p>1—外环；2—星轮；3—滚柱；4—弹簧</p>	<p>带拨爪单向滚柱式</p> <p>1—拨爪；2—滚柱</p>
	<p>滚柱3受弹簧4的弹力,始终与外环1和星轮2接触。滚柱在滚道内自由转动,磨损均匀,磨损后仍能保持圆柱形,短时过载滚柱打滑不会损坏离合器。星轮加工困难,装配精度要求较高。星轮与外环运动关系比较多样化 外环1主动时:当 <math>n_1 = n_2</math>, 离合器接合; 当 <math>n_1 &lt; n_2</math> 离合器超越 星轮2主动时:当 <math>-n_2 = -n_1</math>, 离合器接合; 当 <math> -n_2  &lt;  -n_1 </math> 离合器超越</p>	<p>外环和星轮不论哪一个做主动,都只能单向传递运动。如果用拨爪1拨动滚柱2,可以使运动中。拨爪与起操纵作用的另一条运动相联接,在运动中中断前和离合器一齐转动</p>
特点、应用		

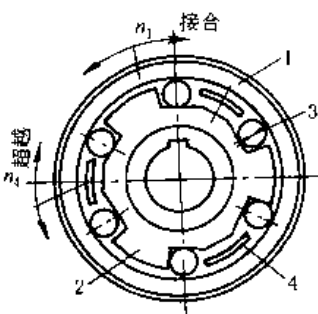
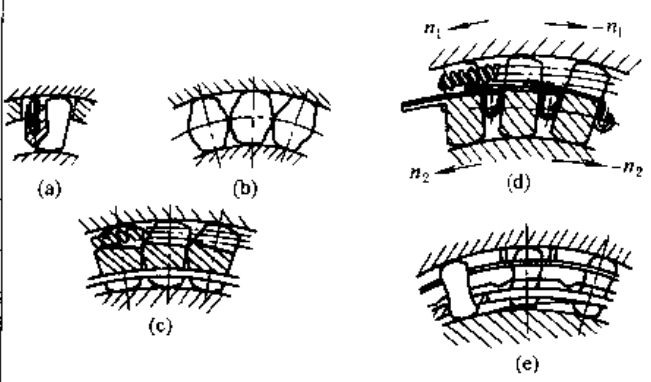
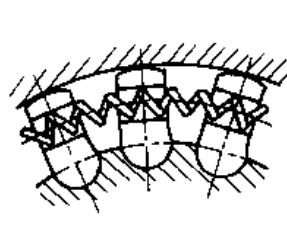
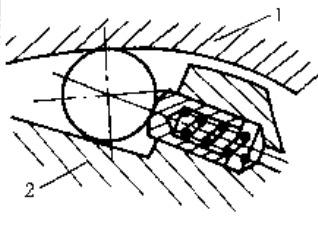
型式	滚柱超越式		
	带拨爪双向滚柱式		
结构简图及特点	 <p>1—外环；2—星轮；3—滚柱；4—拨爪</p> <p>与单向型滚柱超越离合器相比,工作面 and 滚柱由单向布置改为相邻对称布置。外环和星轮不论哪一个为主动,都能两个方向传递运动和转矩,而且可通过拨爪使运动中断,是一种可逆离合器</p>		
型式	模块超越式		
结构简图	<p>内环为椭圆模块超越式</p> 	<p>内环带凹圆槽模块超越式</p> 	<p>非接触型超越式</p>  <p>1—外环；2 内环(星轮)</p>
特点、应用	<p>模块有多种型式。离合器的内外环均为光滑柱面,为了保证工作时不打滑,模块的楔角不得超过模块与内外环之间的最小摩擦角。外环主动时,当 <math>n_1 = n_2</math> 接合,当 <math>n_1 &lt; n_2</math> 超越;内环主动时,当 <math>-n_1 = -n_2</math> 接合, <math> -n_2  &lt;  -n_1 </math> 超越</p> <p>常用于机床、升降机构等</p>	<p>内环具有与模块圆弧半径相同的凹圆槽,使两者成为面接触,改善了受力状态,提高了模块的承载能力和使用寿命</p> <p>模块的数量也因受结构影响而减少</p>	<p>利用滚柱或模块的离心作用,在高速运转到某限定值时,它们与内环间形成一微小间隙,于是避免了高速超越下的摩擦和磨损,当速度低于限定值时又重新楔合。其缺点是制造精度及内外环同心度要求高</p> <p>当 <math>n_1 &gt; n_2</math> 时,滚柱或模块与内环形成间隙,离合器超越;当 <math>n_1 &lt; n_2</math> 时,滚柱或模块楔紧,离合器接合,离合器一起低速转动</p> <p>适用于主动轴达到一定转速,使自动与从动轴脱开,从动轴转速可以继续提高超过主动轴,如高速燃气轮机和启动机之间的联接</p>

表 5-3-78

模块、滚柱超越离合器的比较

项 目	滚柱式离合器	模块式离合器
承载能力	相同滚道尺寸的情况下,放置的滚柱数目少,接触应力大,承载能力低	放置的模块数量多,模块与滚道接触的圆弧面之曲率半径大于滚柱的半径,即模块与滚道接触面积大,与内滚道接触应力虽然大,但因模块数量多,总承载能力比滚柱式高(一般为5~10倍)
自锁性能	比较可靠	可靠,反向解脱轻便
传动效率	0.95~0.99	0.94~0.98
超载时工作情况	极端超载情况下,滚柱趋于滑动而自锁失效,当转矩减小时,滚柱复位,滚柱可重新楔紧正常运转	极端超载情况下,可能有一个或几个模块转动超过最大的撑线范围,而使模块翻转,离合器两个方向都自锁不得转动,当转矩减小后模块也不能复位
零件磨损情况	滚柱能在滚道内自由转动,磨损后仍能保持圆形,滚柱与内、外圈的接触点在楔紧状态与分离状态时并不相同,磨损较均匀	模块由于不能自由转动,模块与内外滚道的接触部位仅局限在一小段工作圆弧上,容易磨损成小平面。但因传递转矩时模块式比滚柱式离合器直径小,圆周速度低而且模块数量多,因而使模块磨损量减小,使用寿命长
主动元件的选择	通常选择内圈。外圈空转时可以避免滚柱因离心力对外圈产生压力	通常选择外圈。内圈空转时工作表面的圆周速度低,减小空转时的磨损
动作准确度	溜滑角不超过2°,工作灵敏,准确度高	溜滑角一般在2°~7°,要提高工作灵敏度,需减小溜滑角
制造工艺	星轮加工较复杂,工艺性差,装配时要求高	模块采用冷拉异型钢。内外圈滚道均为圆柱面,加工容易。因此工艺性好,适于批量生产,容易装配

## 10.2 超越离合器主要零件的材料和热处理

超越离合器的材料要求具有较高的硬度和耐磨性。对于滚柱,还要求心部具有韧性,能承受冲击载荷而避免碎裂。

表 5-3-79

零 件	材 料	热 处 理		应 用 范 围	
外 啮 星 轮	20Cr 或 20MnVB, 20Mn2B	渗碳、淬火、回火 58~62HRC		中等载荷、冲击较大的、比较重要的场合	
	GCr15 或 GCr6	淬火、回火 58~64HRC			
	40Cr 或 40MnVB, 40MnB	高频淬火 48~55HRC		载荷较大、尺寸中等的场合	
	45			尺寸较大、载荷不大而重要的场合	
滚 柱 或 楔 块	GCr15 或 GCr12, GCr6	淬火回火 58~64HRC		载荷与冲击较大的重要场合	
	T8	淬火回火 56~62HRC			
	40Cr	淬火回火 48~52HRC		载荷不大,一般不太重要的场合	
注: 渗碳厚度要求:					
外环内径 2R/mm		30~40	50~65	80~125	160~200
内外环渗碳厚度/mm		0.8~1.0	1.0~1.2	1.2~1.5	1.5~1.8
星轮渗碳厚度/mm		1.0~1.2	1.2~1.5	1.5~1.8	1.8~2.0

### 10.3 超越离合器材料的许用接触应力

表 5-3-80

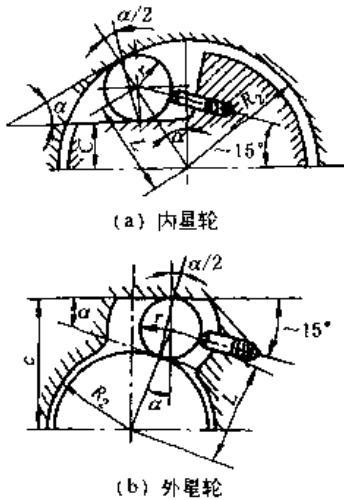
离合器需要的楔合次数	许用接触应力, $\sigma_{Hb}/N \cdot mm^{-2}$
$10^7$	1422 ~ 1766
$10^6$	3041 ~ 3237
$(0.5 \sim 1) \times 10^5$	4120

注: 1. 一般可取额定楔合次数为  $10^6$ 。

2. 离合器的楔合次数在  $10^7$  时, 通常许用接触应力  $\sigma_{Hb} = (25 \sim 30)HRC \quad N/mm^2$ 。

### 10.4 超越离合器的计算

滚柱超越离合器



楔块超越离合器

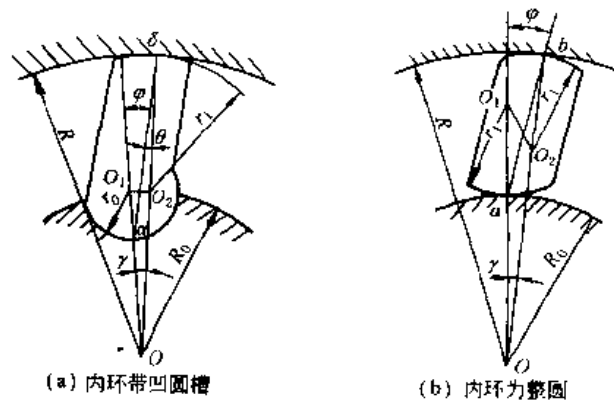


表 5-3-81

型式	计算项目	计算公式	说明
滚柱超越式	楔紧平面至轴心线距离	$e = (R_s \pm r) \cos \alpha \pm r$ 内星轮用“-”, 外星轮用“+”	$\beta$ —— 工作储备系数 $\beta = 1.4 \sim 5$ $T_1$ —— 需要传递的转矩, $N \cdot cm$ $R_s$ —— 滚柱离合器外环内半径, $cm, R_s = (4.5 \sim 15)r$ , 一般取 $R_s = 8r$
	计算转矩	$T_c = \beta T_1$	$b$ —— 滚柱长度, $cm, b = (2.5 \sim 8)r$ , 一般取 $b = (3 \sim 4)r$
	正压力	$N = \frac{T_c}{(L \pm r) \mu z}$ 内星轮用“+”, 外星轮用“-”	$E_v$ —— 当量弹性模数 钢对钢 $E_v = 2.06 \times 10^5 N/mm^2$
	接触应力	$\sigma_H = 0.042 \sqrt{\frac{NE_v}{b\rho}} \leq \sigma_{Hb}$	$\sigma_{Hb}$ —— 许用接触应力, $N/mm^2$ , 见表 5-3-80 $\mu$ —— 摩擦因数, 一般取 $\mu = 0.1$
	当量半径 内星轮 外星轮	$\rho_v = r$ $\rho_v = \frac{R_s r}{R_s + r}$	$m$ —— 滚柱质量, $kg$ $n$ —— 外环转速, $r/min$ $z$ —— 滚柱数目, 见表 5-3-82
	弹簧压力	$P_E \geq \frac{(a + \mu)(d_1 + r) m n^2}{18 \times 10^5}$	$R_0$ —— 内环外半径, $cm, R_0 = (4 \sim 4.5)r_1$ $l$ —— 楔块长度, $cm$ , 内环整圆 $l = (2.6 \sim 4)r_1$ , 内环凹槽 $l = (1.6 \sim 2)r_1$

续表

型式	计算项目	计算公式	说明
内环带凹圆槽楔块超越式	楔块偏心距	$e = O_1O_2 = R_0 \sin \gamma \approx R_0 \gamma$	<p><math>R</math> —— 楔块离合器外环内半径, cm, 内环整圆时 <math>R = (1.2 \sim 1.44) R_0</math>, 内环凹槽时 <math>R = (3.2 \sim 3.5) r_1</math></p> <p><math>\alpha</math> —— 楔角, (<math>^\circ</math>), <math>\alpha</math> 小, 楔合容易, 脱开力大; <math>\alpha</math> 大, 不易楔合或易打滑。为保证滚柱不打滑, 应使压力角 <math>\alpha/2</math> 小于滚柱对星轮或内外环接触面的最小摩擦角 <math>\rho_{\min}</math>, 即 <math>\alpha/2 &lt; \rho_{\min}</math>。当星轮工作面为平面时, 取 <math>\alpha = 6^\circ \sim 8^\circ</math>; 当工作面为对数螺旋面或偏心圆弧面时, 取 <math>\alpha = 8^\circ \sim 10^\circ</math>; 最大极限值 <math>\alpha_{\max} = 14^\circ \sim 17^\circ</math></p> <p><math>\varphi(\theta)</math> —— 内环(外环)压力角, (<math>^\circ</math>), 内环为整圆时:</p> <p><math>\varphi = \arccos \frac{R^2 - R_0^2 - ab^2}{2R_0 ab}</math> 为了保证工作时不打滑, 压力角 <math>\varphi</math> 不得超过与内外环之间的最小摩擦角, 一般取 <math>\varphi = 2^\circ 15' \sim 4^\circ 30'</math></p> <p><math>\theta, \varphi</math> 一般均取 <math>3^\circ</math></p> <p><math>r</math> —— 滚柱半径, cm</p>
	外环处压力角	$\theta = \arcsin \frac{(R_0 - r_0) \sin \varphi}{R}$	
	中心角	$\gamma = \varphi - \theta$	
	计算转矩	$T_c = \beta T_1$	
	b 点正压力	$N_b = \frac{T_c}{RZ \tan \theta}$	
	b 点接触应力	$\sigma_{bH} = 0.042 \sqrt{\frac{N_b E_v}{l \rho_v}} \leq \sigma_{Hb}$	
内环为整圆楔块超越式	楔块偏心距	$e = \sqrt{(R - r_1)^2 + (R_0 + r_1)^2 - 2(R - r_1)(R_0 + r_1) \cos \gamma}$ (一般 $\gamma < 1^\circ 30'$ , $\cos \gamma \approx 1$ , $e \approx R_0 + 2r_1 - R$ )	
	外环处楔角	$\theta = \arcsin \left( \frac{R_0}{R} \sin \varphi \right)$ $\theta = \angle abO_2$	
	中心角	$\gamma = \varphi - \theta$	
	计算转矩	$T_c = \beta M_1$	
	a 点正压力	$N_a = \frac{T_c}{R_0 Z \tan \varphi}$	
	a 点接触应力	$\sigma_{aH} = 0.042 \sqrt{\frac{N_a E_v}{l \rho_v}} \leq \sigma_{Ha}$	
当量曲率半径	$\rho_v = \frac{R_0 r_1}{R_0 + r_1}$		

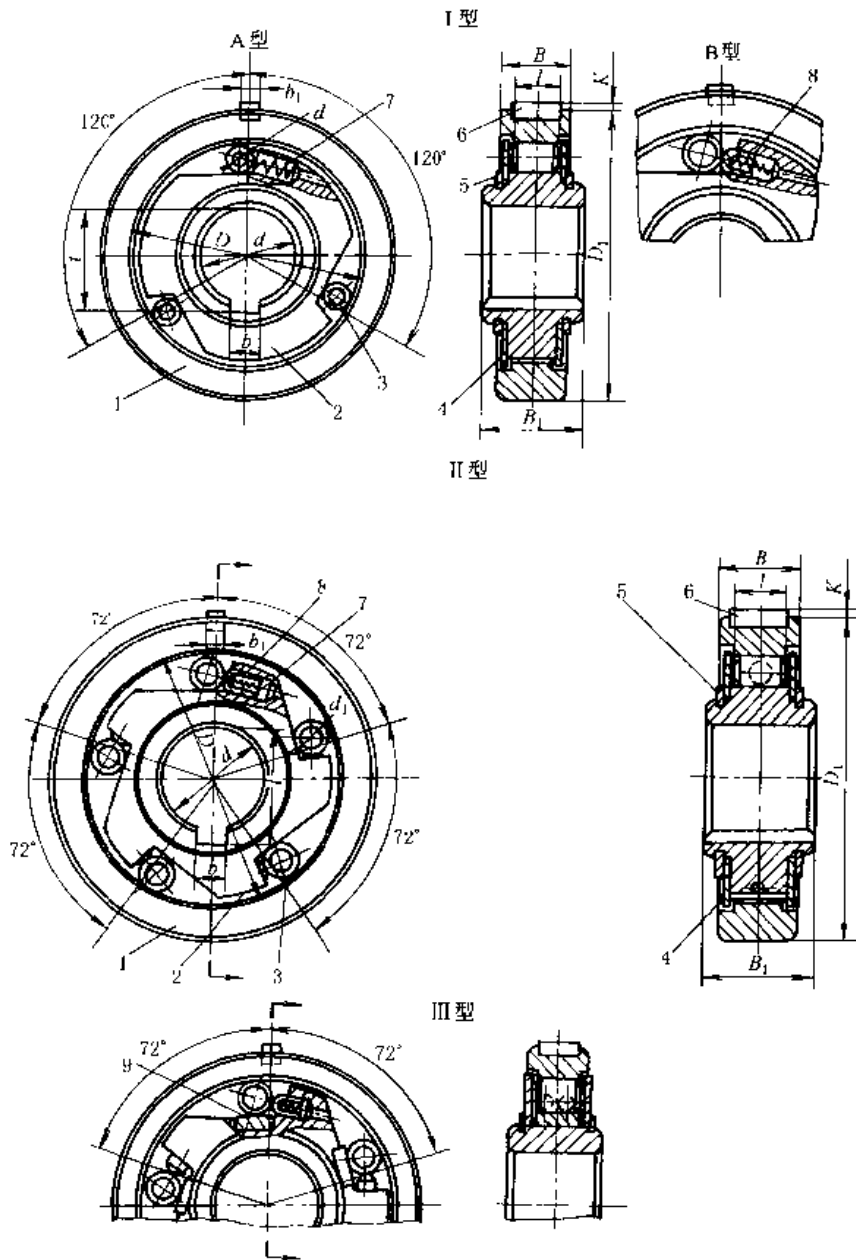
表 5-3-82 滚柱数及尺寸参数参考值

使用离合器的设备	滚柱数 $z$	$\frac{D}{d} \left( \frac{R}{r} \right)$	$b/d$
起升机构	4	8	1.25 ~ 1.50
汽车传动系	8 ~ 20	9 ~ 15	1.5 ~ 3.0
汽车起动机	4 ~ 5	4.5 ~ 6.0	1.25 ~ 1.50
自行车	5	4.5 ~ 6.0	2

注:  $D$ ——外环内表面直径;  $d$ ——滚柱直径;  $b$ ——滚柱长度。

### 10.5 超越离合器结构尺寸和性能参数

不带拨爪的单向超越离合器的结构尺寸



1—外环；2— 星轮；3—滚柱；4—盖板；5—挡圈；6—平键；7—弹簧；8—顶销；9—镶块

表 5-3-83

/mm

型式	$D$ (H7)	$d$ (H7)	$D_1$ (k6)	$d_1$ (h7)	$B$	$B_1$	$b$ (H9)	$t$ (H11)	$b_1$ (h9)	$l$ (d10)	$K$
I 型 A 型	32	10	45	4	$12 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.12 \end{smallmatrix}$	$18 \begin{smallmatrix} +0.24 \\ 0 \end{smallmatrix}$	3	11.1	3	8	1.2
		12					13.6				
	40	14	55	5	$15 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.12 \end{smallmatrix}$	$22 \begin{smallmatrix} +0.28 \\ 0 \end{smallmatrix}$	4	15.6	4	10	1.8
		16					17.9				
		18					19.9				

续表

型式	D (H7)	d (H7)	D <sub>1</sub> (k6)	d <sub>1</sub> (h7)	B	B <sub>1</sub>	b (H9)	t (H11)	b <sub>1</sub> (h9)	l (d10)	K		
I 型	A 型	50	16	70	6	18 <sub>-0.15</sub> <sup>0</sup>	25 <sub>0</sub> <sup>+0.28</sup>	5	17.9	5	12	2.3	
			18					19.9					
			20					22.3					
	65	16	85	8	20 <sub>-0.15</sub> <sup>0</sup>	28 <sub>0</sub> <sup>+0.28</sup>	5	17.9	8	27.6	14		
		20					22.3						
		25					27.6						
	B 型	80	20	105	10	25 <sub>-0.15</sub> <sup>0</sup>	35 <sub>0</sub> <sup>+0.34</sup>	6	22.3	6	18	2.6	
			25					27.6					
			30					32.6					
			35					37.9					
		100	25	130	13	30 <sub>-0.2</sub> <sup>0</sup>	45 <sub>0</sub> <sup>+0.34</sup>	8	27.6	8	24		3.2
			30					32.6					
35	37.9												
40	42.9												
II 型	80	25	105	10	25 <sub>-0.15</sub> <sup>0</sup>	35 <sub>0</sub> <sup>+0.34</sup>	8	27.6	6	18	2.6		
		30					32.6						
		35					37.9						
	100	30	130	13	30 <sub>-0.2</sub> <sup>0</sup>	45 <sub>0</sub> <sup>+0.34</sup>	8	27.6	8	24		3.2	
		35					32.6						
		40					37.9						
	125	35	160	16	35 <sub>-0.25</sub> <sup>0</sup>	55 <sub>0</sub> <sup>+0.4</sup>	10	37.9	8	28			
		40					42.9						
		45					48.3						
		14					48.3						
		16					53.6						
	III 型	160	70	200	20	40 <sub>-0.25</sub> <sup>0</sup>	60 <sub>0</sub> <sup>+0.4</sup>	20	74.3	12	32	3.8	
200		90	250	25	50 <sub>-0.3</sub> <sup>0</sup>	70 <sub>0</sub> <sup>+0.4</sup>	24	95.2	40				

注: 1. 键按 GB/T 1096—1979, 挡圈 (零件 5) 按 GB/T 894—1986 之规定。

2. 外觀和星輪根据结构要求, 可以和其他传动件做成一体。

表 5-3-84

超越离合器的性能参数

技术特性	直 径 D/mm										
	32	40	50	65	80	100	125	160	200		
	滚 柱 数 z										
	3			5	3	5					
传递的许用转矩, T <sub>p</sub> /N·cm	250	450	850	1650	3300	5500	7000	12000	21000	39000	77000
允许的载荷循环次数 (结合次数)	5 × 10 <sup>6</sup>										
推荐的载荷循环次数极限/r·min <sup>-1</sup>	250	200	160	125	100	80	65	50	40		
超越时, 推荐的转数极限/r·min <sup>-1</sup>	3000	2500	2000	1500	1250	1000	800	630	500		
超越时, 允许的最大摩擦转矩/N·cm	12	22	42	50	100	170	210	240	420	780	1600
结合时, 离合器的最大空转角度	3°		2°30'	2°	1°30'		1°		45'		30'

注: 1. 表中所列许用转矩 T<sub>p</sub> 为载荷循环次数极限和转数极限情况下的数值, 当载荷循环次数和转数低于此极限时, 许用转矩可以提高 20%。

2. 当主动件带动从动件一起转动时, 称为结合状态。当外套与星轮脱开、主动件和从动件各以自己的速度回转时, 称为超越状态。

## 10.6 单向楔块超越离合器

### 10.6.1 单向楔块超越离合器的选择计算

根据离合器的计算转矩或所配合的轴径选择离合器的型号，但应满足下式：

$$T_c = KT_{max} < T_n$$

式中  $T_c$  ——离合器的计算转矩， $N \cdot m$ ；

$K$  ——工况系数，见表 5-3-85；

$T_{max}$  ——传动系统需要传递的最大转矩， $N \cdot m$ ；

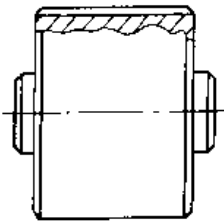
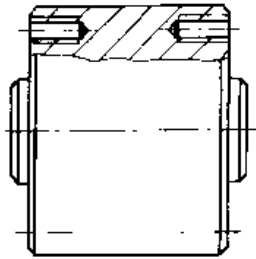
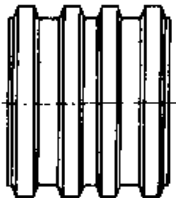
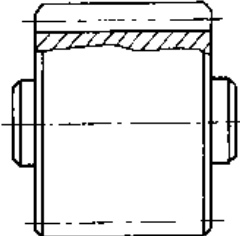
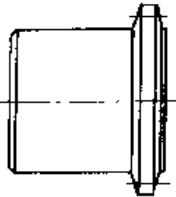
$T_n$  ——离合器的公称转矩， $N \cdot m$ 。

表 5-3-85

工况系数  $K$

工作机名称	$K$	工作机名称	$K$
金属切削机床	1.3~1.5	包装、印刷机械	1.2~2.0
汽车	1.2~3.0	轻纺机械	1.2~2.0
拖拉机	1.5~3.0	活塞泵、通风机	1.3~1.7
船舶	1.3~2.5	挖掘机	1.2~2.5
起重运输机械	1.5~2.5	冶金、矿山机械	1.8~3.2

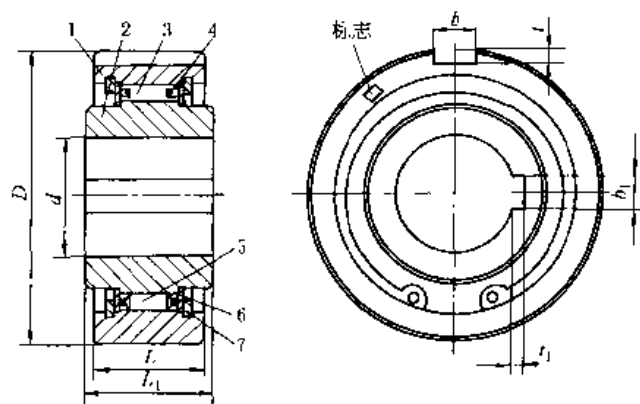
### 10.6.2 单向楔块超越离合器的联接型式

代号	联接型式	图 示	代号	联接型式	图 示
省略	键联接		L	螺栓联接	
D	带轮联接		Z	齿轮联接	
N	链轮联接				



## 10.7 单向楔块超越离合器的性能、规格及尺寸

## 10.7.1 CKA 系列单向楔块超越离合器



1—外环；2—内环；3—楔块；4—弹簧；5—滚柱；6—端盖；7—挡圈

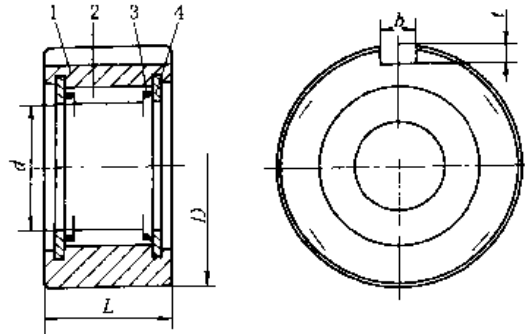
表 5-3-86 CKA (基本型) 单向楔块超越离合器基本参数和主要尺寸

型号	代号	公称转矩 $T_n$ /N·m	超越时的 极限转速 $n$ /r·min <sup>-1</sup>	外 环			内 环			重量 $m$ /kg
				$D$ (h7)/mm	键槽 $b \times t$ /mm	$L$ /mm	$d$ (H7)/mm	键槽 $b_1 \times t_1$ /mm	$L_1$ /mm	
CKA1	CKA1-50×24-12	31.5	2500	50	3×1.8	22	12	3×1.4	24	0.24
CKA2	CKA2-55×24-18	50	2250	55	4×2.5		18	4×1.8		0.28
CKA3	CKA3-60×24-20	63	2000	60	6×3.5		20	6×2.8		26
CKA4	CKA4-65×26-24	100	1800	65		24	24		0.38	
CKA5	CKA5-65×32-24	140				30	8×4.0		32	
CKA6	CKA6-70×32-25	180	70	28	0.63					
CKA7	CKA7-70×32-28			200	80			25		0.60
CKA8	CKA8-80×32-25	30	10×5.0			32	10×3.3	34	0.90	
CKA9	CKA9-80×32-30								35	0.87
CKA10	CKA10-100×34-35	315	1250	100	36	38	14×3.8	38	1.34	
CKA11	CKA11-100×34-38					40			1.28	
CKA12	CKA12-100×34-40					35			1.20	
CKA13	CKA13-110×34-35	400	1000	110	52	40	16×4.3	55	1.81	
CKA14	CKA14-110×34-40					45			1.94	
CKA15	CKA15-130×38-45	630	800	130	52	50	16×4.3	55	3.11	
CKA16	CKA16-130×38-50					55			3.02	
CKA17	CKA17-140×55-50	1250	800	140	52	55	16×4.3	55	5.27	
CKA18	CKA18-140×55-55								5.10	
CKA19	CKA19-160×55-55								2000	160

续表

型号	代 号	公称转矩 $T_n$ /N·m	超越时的 极限转速 $n$ /r·min <sup>-1</sup>	外 环			内 环			重量 $m$ /kg
				$D$ (h7)/mm	键槽 $b \times t$ /mm	$L$ /mm	$d$ (H7)/mm	键槽 $b_1 \times t_1$ /mm	$L_1$ /mm	
CKA20	CKA20-160×55-60	2000	800	160	18×7.0	52	60	18×4.4	55	6.78
CKA21	CKA21-170×55-60	2240		170			60			7.80
CKA22	CKA22-170×55-65			170			65			7.61
CKA23	CKA23-180×55-60	2500		180			60			8.87
CKA24	CKA24-180×55-65			180			65			8.69
CKA25	CKA25-200×55-65	2800		200	65	11.02				
CKA26	CKA26-200×55-70		200	20×7.5	70	20×4.9	10.82			

10.7.2 CKB 系列单向楔块超越离合器

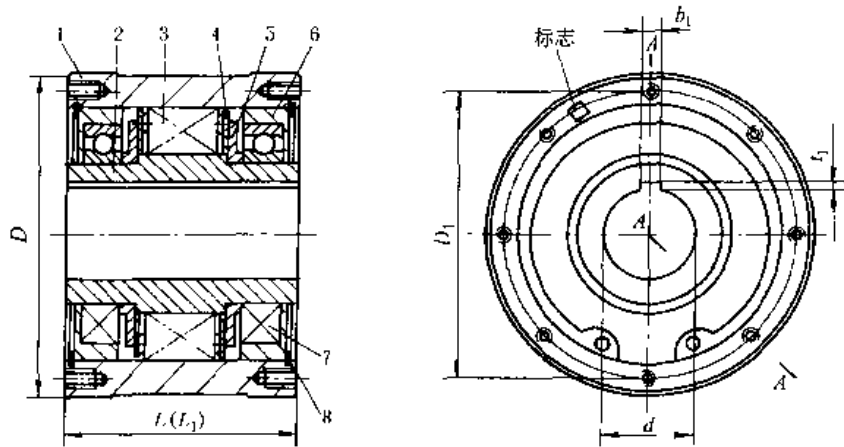


1—外环；2—楔块；3—弹簧；4—端盖

表 5-3-87 CKB 无内环的单向楔块超越离合器基本参数和主要尺寸

型号	代 号	公称转矩 $T_0$ /N·m	轴最高 超越转速 $n$ /r·min <sup>-1</sup>	外 环			轴径 $d$ ( <sup>0</sup> / <sub>-0.025</sub> ) /mm	同一外径 的 轴承型号	重量 $m$ /kg
				$D$ (h7)/mm	键槽 $b \times t$ /mm	$L$ /mm			
CKB1	CKB1-40×25-16	35.5	2000	40	4×2.5	25	16	6203	0.21
CKB2	CKB2-17×25-18	56	2000	47	5×3.0		18	6204	0.29
CKB3	CKB3-52×25-24	90	1800	52	5×3.0		24	6205	0.33
CKB4	CKB4-62×28-30	200	1800	62	6×3.5	28	30	6206	0.51
CKB5	CKB5-62×28-32						32		0.48
CKB6	CKB6-62×28-35						35		0.45
CKB7	CKB7-72×28-40	315	1600	72	8×4.0	32	40	6207	0.61
CKB8	CKB8-72×28-42						42		0.59
CKB9	CKB9-80×32-45	500	1200	80	10×5.0	32	45	6208	0.75
CKB10	CKB10-80×32-48						48		0.80
CKB11	CKB11-90×32-50	560	1000	90	10×5.0	42	50	6209	0.94
CKB12	CKB12-90×32-55	630					55	6210	1.00
CKB13	CKB13-100×42-60	710	1000	100	12×5.0	42	60	6211	1.26
CKB14	CKB14-110×42-65	1000					65	6212	2.04
CKB15	CKB15-120×42-70	1120	1000	120	12×5.0	42	70	6213	2.46
CKB16	CKB16-125×42-80	1250					80	6214	2.40

## 10.7.3 CKF 系列单向模块超越离合器



1—外环；2—内环；3—楔块；4—固定挡环；5—挡环；6—端盖；7—轴承；8—挡圈

表 5-3-88 CKF 型非接触式带轴承的单向模块超越离合器基本参数和主要尺寸

型号	代 号	公称 转矩 $T_n$ /N·m	螺钉 拧紧 力矩 /N·m	非接触 转速 /r·min <sup>-1</sup>	最高 转速 /r·min <sup>-1</sup>	外 环			内 环			重量 $m$ /kg								
						$D$ (h8) /mm	两端各螺 纹孔-直 径×深 /mm	螺 栓分 布直 径 $D_1$ /mm	宽 $L$ (js9) /mm	内径 $d$ (H7) /mm	键槽 $b_1 \times t_1$ /mm		宽 $L_1$ (js9) /mm							
CKF1	CKF1-165 × 125-25	400	10	480	1500	165	8-M8 × 20	145	125	8 × 3.3	125	20.51								
CKF2	CKF2-170 × 130-25	500	12	470		170		150	130		25	30	130	22.68						
CKF3	CKF3-170 × 130-25		470	170		150					22.46									
CKF4	CKF4-175 × 130-30	600	14	450		175		155	130		35	10 × 3.3	130	23.84						
CKF5	CKF5-175 × 130-35		450	175		155	23.58													
CKF6	CKF6-185 × 130-35	800	18	430		185	162	135	40	12 × 3.3	135	26.46								
CKF7	CKF7-185 × 130-40		430	185		162			26.16											
CKF8	CKF8-190 × 135-32	1000	22	420		190	8-M10 × 25	168	135	32	10 × 3.3	135	28.13							
CKF9	CKF9-190 × 135-38									38			27.79							
CKF10	CKF10-190 × 135-40									40	27.67									
CKF11	CKF11-190 × 135-42									42	27.54									
CKF12	CKF12-190 × 135-45									45	27.33									
CKF13	CKF13-190 × 135-50									50	26.95									
CKF14	CKF14-195 × 145-40									1250	25		400	195	172	145	40	12 × 3.3	145	32.59
CKF15	CKF15-195 × 145-45																45			32.21
CKF16	CKF16-195 × 145-50	50	31.78																	
CKF17	CKF17-195 × 145-55	55	31.31																	
CKF18	CKF18-205 × 145-40	1400	26	400	205	182	150	40	12 × 3.3	150	36.61									
CKF19	CKF19-205 × 145-45							45			35.78									
CKF20	CKF20-205 × 145-50							50	35.34											
CKF21	CKF21-205 × 145-55							55	34.81											
CKF22	CKF22-208 × 150-45	1600	27	400	208	185	150	45	14 × 3.8	150	38.16									
CKF23	CKF23-208 × 150-48							48			37.90									
CKF24	CKF24-208 × 150-50							50	37.72											
CKF25	CKF25-208 × 150-55							55	37.24											
CKF26	CKF26-208 × 150-60	60	36.71																	

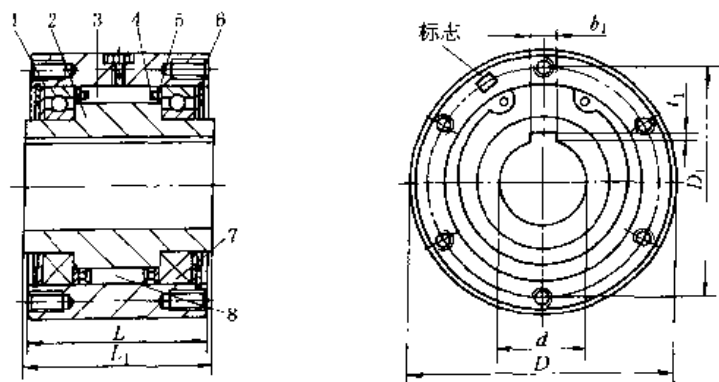
续表

型号	代 号	公称 转矩 $T_s$ /N·m	螺钉 拧紧 力矩 /N·m	非接触 转速 /r·min <sup>-1</sup>	最高 转速 /r·min <sup>-1</sup>	外 环				内 环			重量 $m$ /kg
						$D$ (h8) /mm	两端各螺纹 孔数-直径 × 深 /mm	螺栓分 布直径 $D_1$ /mm	宽 $L$ (js9) /mm	内径 $d$ (H7) /mm	键槽 $b_1 \times t_1$ /mm	宽 $L_1$ (js9) /mm	
CKF27	CKF27-220 × 150-50	2000	30	400	1500	220	10-M10 × 25	195	150	50	14 × 3.8	150	42.48
CKF28	CKF28-220 × 150-55									55	16 × 4.3		41.99
CKF29	CKF29-220 × 150-60									60	18 × 4.4		41.46
CKF30	CKF30-220 × 150-65									65			40.88
CKF31	CKF31-230 × 150-50	2500	32	390	1500	230	12-M10 × 25	205	150	50	18 × 3.8	150	46.65
CKF32	CKF32-230 × 150-55									55	16 × 4.3		46.16
CKF33	CKF33-230 × 150-60									60	18 × 4.4		45.63
CKF34	CKF34-230 × 150-65									65			45.05
CKF35	CKF35-230 × 150-70									70	20 × 4.9		44.42
CKF36	CKF36-245 × 160-60	4000	52	380	1500	245	12-M12 × 25	218	160	60	18 × 4.4	160	55.70
CKF37	CKF37-245 × 160-65									65			55.09
CKF38	CKF38-245 × 160-70									70	20 × 4.9		54.42
CKF39	CKF39-245 × 160-75									75			53.70
CKF40	CKF40-245 × 160-80									80	22 × 5.4		52.93
CKF41	CKF41-260 × 160-70	6300	95	370	1500	260	12-M14 × 25	230	160	70	20 × 4.9	170	61.90
CKF42	CKF42-260 × 160-75									75			61.18
CKF43	CKF43-260 × 160-80									80	22 × 5.4		60.42
CKF44	CKF44-260 × 160-85									85			59.60
CKF45	CKF45-260 × 160-90									90	58.74		
CKF46	CKF46-275 × 170-80	8000	110	370	1500	275	12-M14 × 25	245	170	80	22 × 5.4	170	72.61
CKF47	CKF47-275 × 170-85									85			71.75
CKF48	CKF48-275 × 170-90									90	28 × 6.4		70.83
CKF49	CKF49-275 × 170-95									95			69.86
CKF50	CKF50-275 × 170-100									100	68.33		
CKF51	CKF51-295 × 185-90	10000	140	350	1500	295	12-M16 × 30	260	185	90	25 × 5.4	185	90.09
CKF52	CKF52-295 × 185-95									95			89.03
CKF53	CKF53-295 × 185-100									100	28 × 6.4		87.92
CKF54	CKF54-295 × 185-110									110			85.46
CKF55	CKF55-330 × 200-100	12500	170	350	1500	330		295	200	100	200	121.95	

续表

型号	代 号	公称 转矩 $T_0$ /N·m	螺钉 拧紧 力矩 /N·m	非接触 转速 /r·min <sup>-1</sup>	最高 转速 /r·min <sup>-1</sup>	外 环				内 环			重量 $m$ /kg
						$D$ (h8) /mm	两端各螺纹 孔数-直径 × 深 /mm	螺栓分 布直径 $D_1$ /mm	宽 $L$ (js9) /mm	内径 $d$ (H7) /mm	键槽 $b_1 \times r_1$ /mm	宽 $L_1$ (js9) /mm	
CKF56	CKF56-330 × 200-110	12500	170	350	1500	330	12-M16 × 30	295	200	110	28 × 6.4	200	119.36
CKF57	CKF57-330 × 200-120									120	32 × 6.4		116.53
CKF58	CKF58-330 × 200-130									130			113.44
CKF59	CKF59-360 × 215-110	16000	215	350	1500	360	12-M18 × 30	320	215	110	28 × 6.4	215	155.75
CKF60	CKF60-360 × 215-120									120	32 × 7.4		152.70
CKF61	CKF61-360 × 215-130									130			149.39
CKF62	CKF62-360 × 215-140									140	36 × 8.4		145.81
CKF63	CKF63-410 × 225-120	20000	230	310	1000	410	16-M20 × 30	360	225	120	32 × 7.4	225	213.21
CKF64	CKF64-410 × 225-130									130	36 × 8.4		209.75
CKF65	CKF65-410 × 225-140									140			206.00
CKF66	CKF66-410 × 225-150									150	201.98		
CKF67	CKF67-440 × 235-130	25000	240	310	1000	440	16-M20 × 30	390	235	130	32 × 7.4	235	256.01
CKF68	CKF68-440 × 235-140									140	36 × 8.4		252.10
CKF69	CKF69-440 × 235-150									150			247.90
CKF70	CKF70-440 × 235-160									160	40 × 9.4		243.41

## 10.7.4 CKZ 系列单向楔块超越离合器



1—外环；2—内环；3—楔块；4—固定挡环；5—挡环；6—端盖；7—轴承；8—挡圈

表 5-3-89

CKZ 型带轴承的单向模块超越离合器基本参数和主要尺寸

型号	代 号	公称 转矩 $T_n$ /N·m	内环超越 时的极限 转速 $n$ /r·min <sup>-1</sup>	外 环				内 环			重量 $m$ /kg
				$D$ (h7) /mm	两端螺纹 孔数-直 径×深 /mm	螺柱分 布直径 $D_1$ /mm	宽 $L$ /mm	内径 $d$ (H7) /mm	键槽 $b_1 \times t_1$ /mm	$L_1$ /mm	
CKZ1	CKZ1-75 × 50-14	180	1500	75	4-M6 × 12	61	48	14	5 × 2.3	50	1.35
CKZ2	CKZ2-80 × 68-20	200		80		68	66	20		68	1.95
CKZ3	CKZ3-90 × 70-25	250	1300	90	6-M8 × 12	76	68	25	6 × 2.8	70	2.36
CKZ4	CKZ4-100 × 82-30	315	1200	100		88	80	30		10 × 3.3	82
CKZ5	CKZ5-110 × 90-35	400		110	8-M8 × 16	92	86	35	90		4.65
CKZ6	CKZ6-120 × 92-38	650	1200	120	105	90	38	12 × 3.3	92	5.64	
CKZ7	CKZ7-120 × 92-40						40			5.55	
CKZ8	CKZ8-120 × 92-42						42			5.47	
CKZ9	CKZ9-125 × 92-42	1000	1100	125	110	90	42	12 × 3.3	92	6.14	
CKZ10	CKZ10-125 × 92-45						45			6.02	
CKZ11	CKZ11-130 × 92-45	1200	1100	130	115	90	45	12 × 3.3	92	6.70	
CKZ12	CKZ12-130 × 92-48						48			6.55	
CKZ13	CKZ13-136 × 95-45	1500	1000	136	8-M8 × 20	120	92	14 × 3.8	95	8.06	
CKZ14	CKZ14-136 × 95-50						50			7.74	
CKZ15	CKZ15-150 × 102-48	2240	1000	150	130	100	48	16 × 4.3	102	11.12	
CKZ16	CKZ16-150 × 102-50						50			11.02	
CKZ17	CKZ17-150 × 102-55	2500	1000	155	140	100	55	16 × 4.3	102	10.43	
CKZ18	CKZ18-155 × 102-55						55			11.36	
CKZ19	CKZ19-155 × 102-60	2600	1000	155	140	100	60	18 × 4.4	112	11.01	
CKZ20	CKZ20-160 × 112-60						60			13.07	
CKZ21	CKZ21-160 × 112-65	2700	1000	160	145	110	65	18 × 4.4	112	12.65	
CKZ22	CKZ22-170 × 112-65						65			14.88	
CKZ23	CKZ23-170 × 112-70	2800	900	170	150	110	70	20 × 4.9	128	14.42	
CKZ24	CKZ24-180 × 128-55						70			18.80	
CKZ25	CKZ25-180 × 128-60	2850	800	180	170	124	55	16 × 4.3	128	18.46	
CKZ26	CKZ26-180 × 128-65						60			18.06	
CKZ27	CKZ27-180 × 128-70	2900	800	180	170	124	65	18 × 4.4	128	18.06	
CKZ28	CKZ28-190 × 128-65						65			22.73	
CKZ29	CKZ29-190 × 128-70	2900	800	190	175	124	70	20 × 4.9	128	20.01	
CKZ30	CKZ30-200 × 128-65						65			22.93	

注：1. 离合器的安装方向，应与主机要求的旋转方向一致。

2. 离合器的外环与机壳的配合，以及离合器的内环与轴的配合，均应是动配合。

3. 组装离合器时，应保证模块的正确装配方向，并注入适量润滑油或 2 号锂基润滑脂。

4. 离合器长期在高速状态下运行时，应有相应的冷却措施。

5. 离合器的内环与轴均采用键联接。

6. 生产厂：北京新兴超越离合器有限公司。

## 10.8 滚柱式超越离合器

## 10.8.1 CY0 系列滚柱式超越离合器

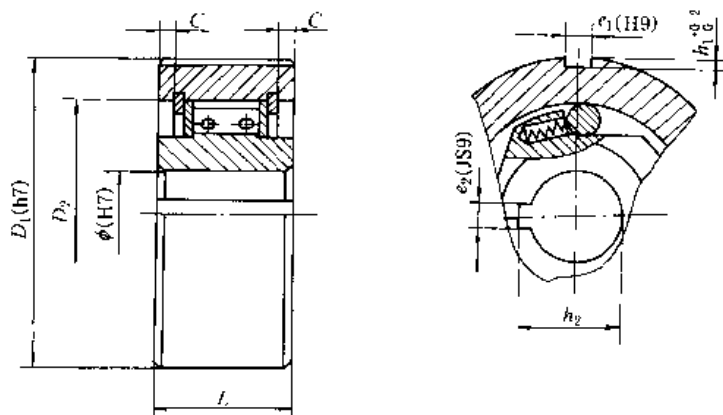


表 5-3-90

规格	许用转矩 /N·m	$D_1$	$D_2$	$\phi$	$L$	$C$	$e_2$	$h_2$	$e_1$	$h_1$
		/mm								
50	3	50	35	15	25	3	5	$17.3^{+0.15}_0$	8	3
60	4.5	60	40	20	26	3	6	$22.8^{+0.15}_0$	8	3
75	10	75	55	25	30	4	8	$28.3^{+0.2}_0$	8	3.5
90	16	90	68	30	40	4	8	$33.3^{+0.2}_0$	8	3.5
100	50	100	80	40	48	4	12	$43.3^{+0.2}_0$	10	3.5
120	100	120	95	50	56	4	14	$53.8^{+0.2}_0$	12	4
140	200	140	115	60	60	4	18	$64.4^{+0.2}_0$	12	4

注：生产厂：天津机床电器有限公司。

## 10.8.2 CY1 系列滚柱式超越离合器

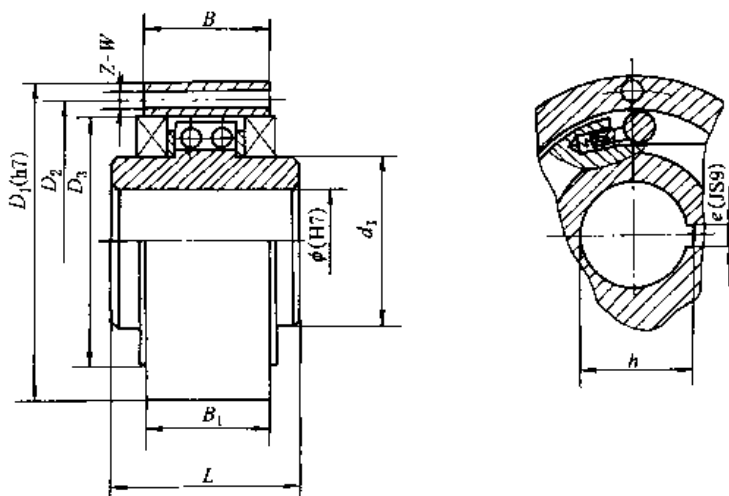


表 5-3-91

规格	许用转矩 /N·m	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$\phi$	Z-W	L	$B_1$	B	h	e	$d_1$	轴承型号
		/mm											
62	29	62	51	42	12	3-5.5	42	20.3	27	$14.3^{+0.1}_0$	5	20	7000104
68	50	68	56	47	15	3-5.5	52	30.3	34.1	$17.3^{+0.2}_0$	5	25	7000105
75A	70	75	65	55	25	4-5.5	54	44	30	$28.3^{+0.2}_0$	8	35	1000907
75	84	75	64	55	20	4-5.5	57	34.3	39.1	$22.8^{+0.2}_0$	6	30	7000106
90	124	90	78	68	25	6-6.6	60	37.3	42.1	$28.3^{+0.2}_0$	8	40	7000108
95A	150	95	81.5	68	25	6-6.6	62	40	46	$28.3^{+0.2}_0$	8	40	7000108
100	200	100	87	75	30	6-6.6	68	44.3	49.1	$33.3^{+0.2}_0$	8	45	7000109
110	290	110	96	80	35	6-6.6	74	48.3	54.1	$38.3^{+0.2}_0$	10	50	7000110
125	490	125	108	90	40	6-9	86	56.3	62.1	$43.3^{+0.2}_0$	12	55	7000111
130	670	130	112	95	45	8-9	86	56.3	62.1	$48.8^{+0.2}_0$	14	60	7000112
150	1100	150	132	110	50	8-9	92	63.3	69.1	$54.3^{+0.2}_0$	16	70	7000114
160	1250	160	138	115	55	8-11	104	67	73.1	$59.3^{+0.2}_0$	16	75	7000115
170	1800	170	150	125	60	10-11	114	78	84	$64.4^{+0.2}_0$	18	80	7000116
190	2650	190	165	140	70	10-11	158	95	103	$74.9^{+0.2}_0$	20	90	7000118
210	4000	210	185	160	80	10-11	182	100	108	$85.4^{+0.2}_0$	22	105	7000121

注：生产厂：天津机床电器有限公司。

### 10.8.3 CY1 B 系列滚柱式超越离合器

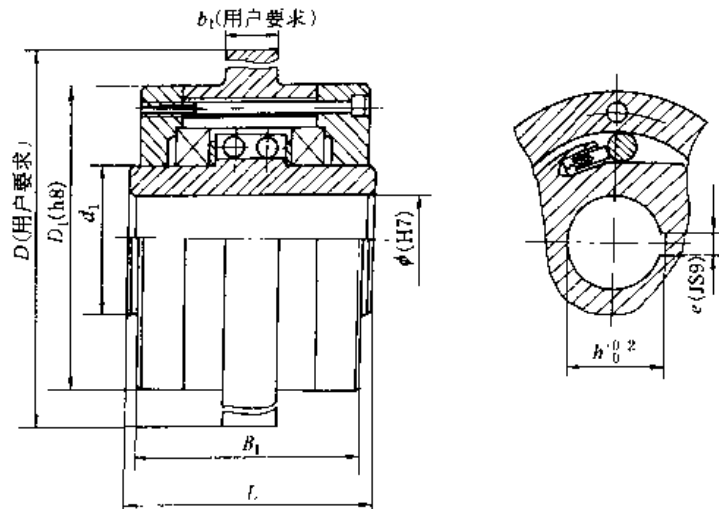




表 5-3-92

规格	许用转矩 /N·m	$D_1$	$\phi$	$d_1$	$e$	$h$	$L$	$B_1$	轴承型号
		/mm							
75B	16	75	25	35	8	28.3	54	50	1000907
95B	50	95	25	40	8	28.3	62	60	7000108
100B	250	100	30	45	8	33.3	68	64	7000109
110B	290	110	30	50	8	33.3	74	68	7000110
130B	670	130	45	80	14	48.8	86	76	7000112
150B	1250	150	50	75	14	53.8	88	80	7000115

注：生产厂：天津机床电器有限公司。

#### 10.8.4 CY2 系列滚柱式超越离合器

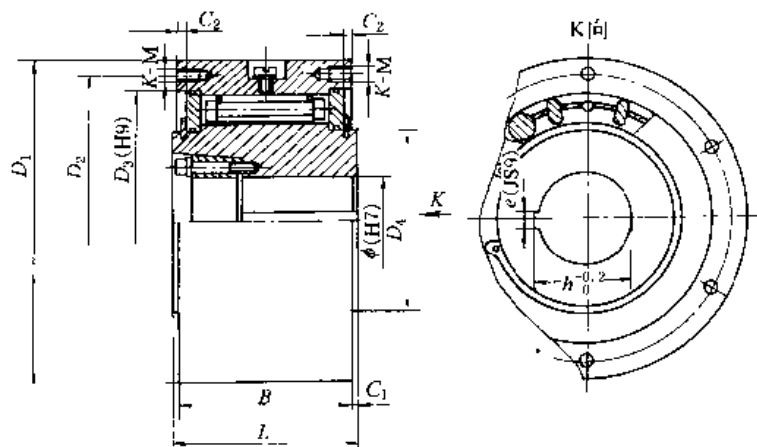


表 5-3-93

规格	许用转矩 /N·m	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$\phi$	$e$	$h$	$B$	$L$	$C_1$	$C_2$	$K-M$
		/mm											
120	160	120	105	90	56	40	10	43.3	57	60	1.5	2.5	4-M8 深 12
160	500	160	148	130	85	50	14	53.8	72	75	1.5	3.5	6-M8 深 15
210	1000	210	185	180	115	50	14	53.8	85	88	1.5	5.5	6-M8 深 15

注：生产厂：天津机床电器有限公司。

# 11 安全离合器

## 11.1 安全离合器的型式与特点

表 5-3-94

啮合式安全离合器		摩擦式安全离合器	
型式	简图	型式	简图
端面牙嵌安全式		干式单盘安全式	
销钉安全式	<p>1—外壳; 2—销钉; 3—星轮; 4—弹簧</p>	多盘安全式	<p>1—半离合器; 2—外片; 3—内片; 4—蝶簧; 5—螺母; 6—轴套</p>
钢珠安全式 (珠对槽)	<p>A-A B B A←→B</p>	单圆锥安全式	<p>1, 2—半离合器; 3—压缩弹簧; 4—垫; 5—螺母; 6—轴套</p>
钢珠安全式 (珠对珠)	<p>1、4—半离合器; 2—钢珠; 3—垫; 5—压缩弹簧; 6—螺母; 7—轴套</p>	双圆锥安全式	<p>1—轴套; 2—螺钉; 3, 9—蝶簧; 4, 7—半离合器; 5—锥面摩擦块; 6—收缩弹簧; 8—轴套</p>

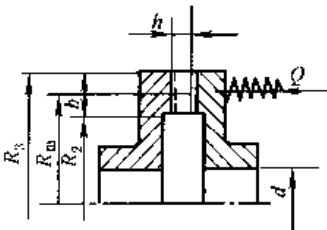
续表

	啮合式安全离合器	摩擦式安全离合器
特 点	接合时元件间的压紧力靠弹簧调节。当载荷超过弹簧的压紧力时，元件相对滑动	接合元件的压紧力靠弹簧调节，当载荷超过弹簧限定的极限转矩时，离合器主从动部分摩擦元件间即出现相对滑动，并因摩擦而耗掉一部分能量。该离合器工作平稳，只要散热好，可以用于离合器过载时转差大且不常作用的场合
	元件滑动，实际上是一种频繁的离合过程（由于压紧弹簧在离合器分离时吸收能量，重新接合时又将能量放回系统）这种反复作用就可能使被保护机件因附加动力过载受到损害，所以这种离合器不宜安装于过载时转差大的场合  钢球对槽式传递转矩一般在 $12.7 \sim 4780\text{N}\cdot\text{m}$	单盘单锥离合器在传递小转矩时使用，其结构比较简单，多盘安全离合器因盘数较多，径向尺寸较小，可传递较大的转矩，从 $0.098$ 至 $24500\text{N}\cdot\text{m}$ ；双锥安全离合器有两种推力弹簧，I 式用于传递中、小转矩，II 式用于传递较大转矩  锥式传递转矩 $58.8 \sim 23520\text{N}\cdot\text{m}$

### 11.2 安全离合器的计算

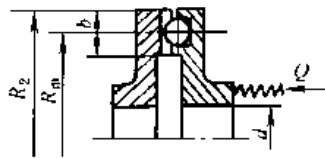
牙嵌安全离合器

(a) 端面牙 (牙盘：中心弹簧)

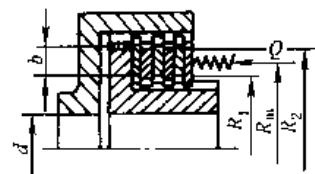


钢球安全离合器

(a) 端面钢珠 (钢珠对钢珠、钢珠对牙；中心弹簧、分散弹簧)



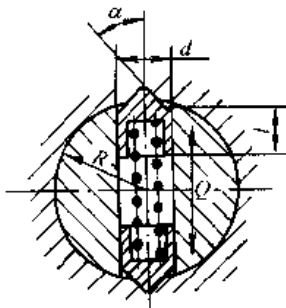
多盘安全离合器



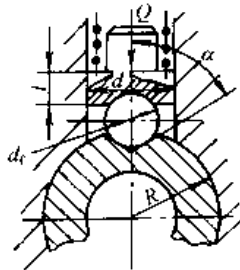
$$R_2 = (1.5 \sim 2) d$$

$$R_1 = (0.5 \sim 0.6) R_2$$

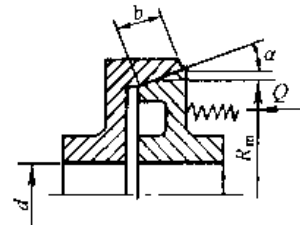
(b) 径向牙 (销钉，分散弹簧)



(b) 径向钢珠 (钢珠对牙；分散弹簧)



圆锥安全离合器



$$b = (0.15 \sim 0.25) R_m$$

表 5-3-95

型式	计算项目	计算公式	说明
	起动时离合器所受转矩	$T_c = T_2 + J_2 \epsilon = \frac{J_1 T_2 + J_2 T_1}{J_1 + J_2}$	$J_1, J_2$ —— 换算到离合器轴上的主动件和从动件的转动惯量, $\text{kg} \cdot \text{cm}^2$
	起动时没有有效阻力时的转矩	$T_c = \frac{J_2 T_1}{J_1 + J_2}$	$T_1, T_2$ —— 主动轴和从动轴相应的转矩, $\text{N} \cdot \text{cm}$
	等加速度起动时的转矩	$T_c = J_2 \frac{\omega}{t}$	$\omega$ —— 各转动件加速所能达到的角速度, $\text{rad/s}$ $t$ —— 加速的时间, $\text{s}$ $\epsilon$ —— 角加速度, $\text{rad/s}^2$
<p>如果按没有有效阻力设计离合器, 起动发生在有有效阻力的情况, 安全离合器上的力矩可能超过机器稳定运动时的力矩, 便会产生溜滑</p> <p>通常在离合器上设计有调节螺母, 以便调节弹簧的压缩程度, 达到工作力矩的大小</p>			$\mu_1$ —— 滑键式滑销的摩擦因数, $\mu_1 = 0.15 \sim 0.17$
牙嵌安全式	计算转矩	$T_c = \beta T_i$	$A_p$ —— 牙面挤压面积, $\text{cm}^2$
	弹簧终压紧力	$Q_2 = \frac{T_c}{R_m} \left[ \tan(\alpha - \rho) - \frac{2R_m}{d} \mu_1 \right]$	$\beta$ —— 安全系数, 一般取 $\beta = 1.35 \sim 1.40$
	端面牙	$Q_2 = \frac{T_c}{R_m z} \left[ \left( 1 + \frac{3\mu_1 d}{\pi l} \right) \tan(\alpha - \rho) - \frac{3\mu_1}{\pi} \left( 2 + \frac{d}{l \tan \alpha} \right) \right]$	$z$ —— 齿数
	径向牙	$Q_2 = \frac{T_c}{R_m z} \left[ \left( 1 + \frac{3\mu_1 d}{\pi l} \right) \tan(\alpha - \rho) - \frac{3\mu_1}{\pi} \left( 2 + \frac{d}{l \tan \alpha} \right) \right]$	$\rho$ —— 工作面摩擦角, $(^\circ)$ , 一般取 $\rho = 5^\circ \sim 6^\circ$
	弹簧初压紧力	$Q_1 = (0.85 \sim 0.90) Q_2$	$R_m$ —— 牙面平均半径, $\text{cm}$
	牙面挤压应力	$\sigma_p = \frac{T_c}{100 A_p R_m z} \leq \sigma_{pp}$	$z_j$ —— 计算齿数, $z_j = (1/2 \sim 1/4) z$ $\mu$ —— 工作面摩擦因数, $\mu = \tan \rho \approx 0.1$ $\alpha$ —— 牙面工作倾角, $\alpha = 30^\circ \sim 50^\circ$ , 一般取 $\alpha = 45^\circ$ $\sigma_{pp}$ —— 许用挤压应力, $\text{N/mm}^2$ , 见表 5-3-8
钢珠安全式	计算转矩	$T_c = \beta T_i$	$T_c$ —— 计算转矩, $\text{N} \cdot \text{cm}$
	弹簧终压紧力	$Q_2 = \frac{T_c}{R_m} \left[ \tan(\alpha - \rho) - \frac{2R_m}{d} \mu_1 \right]$	$z$ —— 钢珠数, 一般 $z = 6 \sim 8$
	端面钢珠(中心弹簧)	$Q_2 = \frac{T_c}{R_m z} \left[ \tan(\alpha - \rho) - \mu_1 \right]$	$\mu$ —— 工作面摩擦因数 $\mu = \tan \rho \approx 0.1$
	端面钢珠(分散弹簧)	$Q_2 = \frac{T_c}{R_m z} \left[ \left( 1 + \frac{3\mu_1 d}{\pi l} \right) \tan(\alpha - \rho) - \frac{3\mu_1}{\pi} \left( 2 + \frac{d}{l \tan \alpha} \right) \right]$	$P_{np}$ —— 钢珠许用正压力, $\text{N}$ , 见表 5-3-96
	径向钢珠	$Q_2 = \frac{T_c}{R_m z} \left[ \left( 1 + \frac{3\mu_1 d}{\pi l} \right) \tan(\alpha - \rho) - \frac{3\mu_1}{\pi} \left( 2 + \frac{d}{l \tan \alpha} \right) \right]$	$\beta$ —— 安全系数, 一般取 $\beta = 1.2 \sim 1.25$
	弹簧初压紧力	$Q_1 = (0.85 \sim 0.90) Q_2$	$R_m$ —— 工作面平均半径, $\text{cm}$
	钢珠数量	$Z = \frac{T_c \cos \rho}{P_{np} R_m \cos(\alpha - \rho)}$	$\rho$ —— 工作面摩擦角, 一般取 $\rho = 5^\circ \sim 6^\circ$ $\mu_1$ —— 滑键式钢珠的摩擦因数, $\mu_1 = 0.15 \sim 0.17$ $\alpha$ —— 工作面倾斜角, 直径相同的钢珠对钢珠, $\alpha = 30^\circ \sim 50^\circ$ ; 通常取 $45^\circ$ ; 钢珠对壳, $\alpha = 30^\circ \sim 45^\circ$
多盘安全式	计算转矩	$T_c = \beta T_i$	$T_i$ —— 计算转矩, $\text{N} \cdot \text{cm}$
	弹簧终压紧力	$Q = \frac{T_c}{R_m \mu m}$	$m$ —— 摩擦面对数, $m = i - 1$
	摩擦面压强	$p = \frac{T_c}{2\pi R_m^2 \mu m b} \leq p_p$	$p_p$ —— 许用压强, $\text{N/cm}^2$ , 见表 5-3-17
圆锥安全式	计算转矩	$T_c = \beta \cdot T_i$	$\beta$ —— 安全系数, 一般取 $\beta = 1.2 \sim 1.25$
	弹簧终压力	$Q = \frac{T_c}{R_m \mu} (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$	$i$ —— 摩擦片数
	摩擦面压强	$p = \frac{T_c}{2\pi R_m^2 b \mu} \leq p_p$	$\mu$ —— 摩擦因数, 见表 5-3-17
			$R_m \approx \frac{R_1 + R_2}{2}$
			$\alpha$ —— 锥角, 一般取 $\alpha = 20^\circ \sim 30^\circ$
			$b$ —— 摩擦面宽, $\text{cm}$
			$T_i$ —— 需要传递的转矩, $\text{N} \cdot \text{cm}$

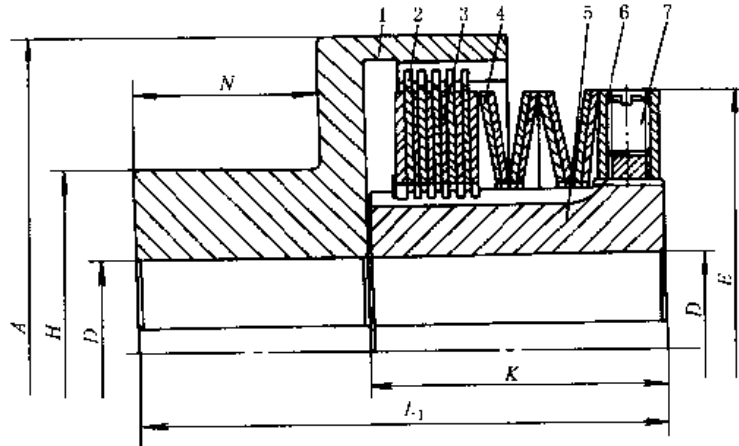
表 5-3-96

钢珠的许用正压力  $P_{np}$ 

钢珠直径 $d_0$ /mm	11	12	14	16	20	24	28	32
$P_{np}/N$	160	180	200	220	280	340	400	500

## 11.3 安全离合器结构尺寸

## 11.3.1 多盘安全离合器结构尺寸



1—半离合器；2—外片；3—内片；4—碟簧；5—轴套；6—螺母；7—螺钉

表 5-3-97

公称转矩 /N·m	A	D	E	H	K	L <sub>1</sub>	N
24.5 39.2 61.8	70	10 ~ 20	58	60	40	90	45
39.2 61.8 98.1	90	12 ~ 25	75	80	55	125	60
61.8 98.1 157.0	100	14 ~ 35	90	90	55	125	60
98.2 157.0 245.3	125	17 ~ 45	110	110	60	140	70
157.0 245.3 392.0	135	17 ~ 45	110	110	65	150	75
245.3 392.0 618.0	150	22 ~ 55	120	125	75	180	95
392.0 618.0 981.0	170	28 ~ 65	155	140	85	200	100
618.0 981.0	195	33 ~ 70	165	150	95	220	110
981.0 1570 2453	210	38 ~ 60	180	170	110	260	135

11.3.2 牙嵌安全离合器结构尺寸

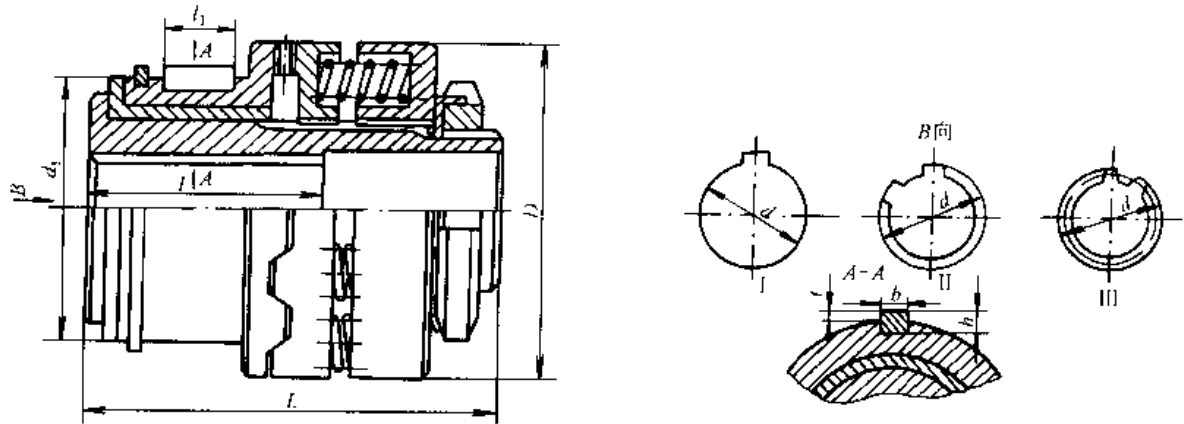


表 5-3-98

公称转矩 /N·m	d				$d_1$	D	L	l		$l_1$	b	h	r	最大转速 /r·min <sup>-1</sup>	重量 /kg
	I 型		II 型	III 型				I 型	II 和 III 型						
	第 1 系列	第 2 系列													
3.9	8	—	—	—	32	36	63	20	—	12	3	3	1.8	1600	0.32
	9	—	—	—				23	—						
	10	—	—	—				—	—						
6.2	9	—	—	—	38	48	75	20	—	14	4	4	2.5	1250	0.50
	10	—	—	—				23	—						
	11	—	—	—				—	—						
9.8	12	—	—	12	48	56	80	30	25	16	5	5	3.0	1000	0.86
	14	—	14	13				—	—						
	12	—	—	12				—	—						
15.7	14	—	14	13	56	71	85	40	28	18	6	6	3.5	800	1.60
	16	—	16	15				—	—						
	14	—	14	13				—	—						
24.5	14	—	14	13	65	85	110	30	25	21	8	7	4.0	630	2.50
	16	—	16	15				—	—						
	18	—	18	17				—	—						
39.2	18	—	18	17	80	100	140	40	28	24	10	8	5.0	500	5.00
	19	—	19	18				—	—						
	20	—	20	20				—	—						
61.8	20	—	20	20	90	125	160	50	36	28	12	9	5.5	315	16.00
	22	—	22	22				—	—						
	24	—	24	23				—	—						
98.1	24	—	24	23	105	180	190	60	42	32	14	9	5.5	315	16.00
	25	—	25	25				—	—						
	28	—	28	28				—	—						
157	28	—	28	28	105	180	190	60	42	36	14	9	5.5	315	16.00
	30	—	30	30				—	—						
	28	—	28	28				—	—						
245	32	—	32	32	105	180	190	80	58	42	14	9	5.5	315	16.00
	36	—	36	35				—	—						
	38	—	38	38				—	—						
392	40	—	40	40	105	180	190	80	58	48	14	9	5.5	315	16.00
	42	—	42	42				—	—						
	45	—	45	45				—	—						
392	48	—	48	48	105	180	190	110	82	48	14	9	5.5	315	16.00
	48	—	48	48				—	—						



# 第4章 制 动 器

## 1 制动器的分类、特点及应用

使机械设备（或某机构）减速、制动的的方法有机械式制动和电力制动。本章仅介绍机械式制动及其制动器。机械式制动器具有减速、停止（保持停止状态）和支持（制动时能支持重物）等功能。按工作状态分为常闭式和常开式。常闭式即靠弹簧或重力使其经常处于抱闸状态，机械设备工作时松闸（如卷扬机、起重机的起升和变幅机构等）。常开式制动器常处于松闸状态（如靠弹簧松闸）抱闸时需要施加外力（如运输车辆和起重机的运行机构与旋转机构等，这类机械需控制制动转矩的大小以便减速、停车）。为了缩小制动器的尺寸并以较小的制动转矩达到制动的目的，常将制动器安装在高速轴上。某些安全制动器则被装在低速轴的卷筒或绳轮上，可防止系统主轴至电动机间的各环节断轴时发生的意外事故（如矿井卷扬机）。制动器主要由制动架、制动元件（摩擦件）和驱动装置（松闸器）组成。制动器的分类、特点及应用见表 6-4-1。

表 6-4-1

分 类		特 点 及 应 用		
摩 擦 式 制 动 器	外抱块式	长行程块式 短行程块式	简单可靠，散热好。瓦块有充分和较均匀的退距，调整间隙方便，对于直形制动臂，制动转矩大小与转向无关，制动轮轴不受弯曲作用力。但包角和制动转矩小，制造比带式制动器复杂，杠杆系统复杂，外形尺寸大。应用较广，适于工作频繁及空间较大的场合	
	内张蹄式	双蹄式 多蹄式	两个内置的制动蹄在径向向外挤压制动鼓，产生制动转矩。结构紧凑，散热性好，密封容易。可用于安装空间受限制的场所，广泛用于轮式起重机，各种车辆如汽车、拖拉机等车轮中	
	带式	简单带式 差动带式 综合带式	构造简单紧凑，包角大（可超过 $2\pi$ ），制动转矩大。制动轮轴受较大的弯曲作用力，制动带的压强和磨损不均匀（按 $e^{\mu s}$ 规律进行），且受摩擦因数变化的影响较大，散热差。简单和差动带式制动器的制动转矩大小均与旋转方向有关，限制了应用范围。适于要求结构紧凑的场合，如用于移动式起重机中	
	盘式	点盘式（固定卡钳、浮动卡钳） 全盘式（单盘、多盘、载荷自制） 锥盘式（单盘、载荷自制）	利用轴向压力使圆盘或圆锥形摩擦表面压紧，实现制动。制动轮轴不受弯曲。构造紧凑。与带式制动器比较其磨损均匀。制动转矩大小与旋转方向无关，制成封闭式防尘防潮。摩擦面散热条件次于块式和带式，温度较高。可采用多组布置，又可控制液压，使制动转矩可调性好。适于应用在紧凑性要求高的场合，如车辆的车轮和电动葫芦中。大载荷自制盘式制动器靠重物自重机构中产生的内力制动，它能保证重物在升降过程中平稳下降和安全悬吊。主要用于提升设备及起重机械的起升机构中	
	非 摩 擦 式 制 动 器	磁粉式		利用磁粉磁化时所产生的剪力来制动。体积小，重量轻，励磁功率小且制动转矩与转动件的转速无关。磁粉会引起零件磨损。适用于自动控制及各种机器的驱动系统中
		磁涡流式		坚固耐用，维修方便，调速范围大。但低速时效率低，温升高，必须采取散热措施。常用于有垂直载荷的机械中（如起重机械的起升机构），吸收停车前的动能，以减轻停止式制动器的载荷

## 2 制动器的选择与设计

### 2.1 制动器的选择与设计步骤

制动器的选择，应根据使用要求与工作条件确定。选择时一般应考虑以下几点。

(1) 要考虑工作机械的工作性质和条件。对于起重机械的提升机构，必须采用常闭式制动器，对于水平行走



的车辆等设备,为了便于控制制动力矩的大小和准确停车,多采用常开式制动器。对于安全性有高度要求的机械,需设置双重制动器。如运送熔化金属或易燃、爆炸物品的起升机构,规定必须装两个制动器,每个制动器都能单独安全地支持铁水包等运送物品不致坠落。再如矿井提升机,除在高速轴上设置制动器外,还在卷筒或绳轮上设置安全制动器。对于重物下降制动(即滑摩式制动)则应考虑散热,它必须具有足够的散热面积,使其将重物位能所产生的热量散出去。

(2) 要考虑合理的制动转矩。用于起重机起升机构支持的制动器,或矿井提升机的安全制动器,制动转矩必须有足够的储备,即应有一定的安全系数;用于水平行走的机械车辆等,制动转矩以满足工作要求为宜(满足一定的制动距离或时间,或车辆不发生打滑),不可过大,以防止机械设备的振动或零件的损坏。

(3) 要考虑安装地点的空间大小。当安装地点有足够的空间,可选用外抱式制动器,空间受限制处,可采用内蹄式、带式或盘式制动器。

(4) 选用电磁式制动器时,应根据通电持续率(JC%)选用相应的制动转矩。

选用标准制动器,应以计算制动转矩  $T$  为依据,参照标准制动器的制动转矩  $T_s$ ,使  $T \leq T_s$ 。选出标准型号后,必要时进行些验算。

在设计工作中,有时需要自行设计制动器,其主要设计步骤如下:

(1) 根据机械的运转情况,计算出制动轴上的载荷转矩,再考虑安全系数的大小,以及对制动距离(时间)的要求等具体情况,算出制动轴上需要的计算制动转矩;

(2) 根据需要的计算制动转矩和工作条件,选定合适的制动器的类型和结构,并画出传动图;

(3) 按摩擦元件的退距求出松闸推力和行程,用以选择或设计松闸器;

(4) 对主要零件进行强度计算,其中制动臂和传力杠杆等还应进行刚度验算;

(5) 对摩擦元件进行发热验算。

## 2.2 制动转矩的确定

根据被制动对象的运动状态,可分为水平移动制动与垂直移动制动。计算制动转矩  $T$  的计算公式见表 5-4-2,常用旋转体转动惯量的计算公式见表 1-1-85。

表 5-4-2 制动转矩的计算

计算内容		计算公式	单位	说明
计算 制动 转矩	水平 制动	被制动的只是惯性质量,如车辆的制动 $T = T_1 - T_f$	N·m	$T_1$ ——载荷转矩,此处为换算到制动轴上的传动系统惯性转矩,N·m $T_f$ ——换算到制动轴上的总摩擦阻力转矩,N·m
	垂直 制动	被制动的有惯性质量和垂直载荷,而垂直载荷是主要的,惯性转矩可略去(因有较大的安全系数),如提升设备其制动应保证重物能可靠悬吊 $T = T_1 S$ $T_1 = \frac{T_1}{i} \eta$	N·m	$T_1$ ——换算到制动轴上的载荷转矩,N·m $T_f$ ——垂直载荷对载荷轴的转矩,N·m $i$ ——制动轴到载荷轴的传动比 $\eta$ ——从制动轴到载荷轴的机械效率 $S$ ——保证重物可靠悬吊的制动安全系数(见表 5-4-3)
载荷 转矩	水平 制动	$T_1 = \frac{E_p + E_k}{\varphi}$ $E_p = \frac{J_{\text{总}}(\omega_1^2 - \omega_0^2)}{2}$ $E_k = \frac{m(v_1^2 - v_0^2)}{2}$	N·m	$\varphi$ ——制动轴在制动时的转角,rad $E_p$ ——换算到制动轴上的所有旋转质量的动能与制动轴系旋转动能之和,N·m $E_k$ ——换算到制动轴上的所有直动质量的动能,N·m $J_{\text{总}}$ ——换算到制动轴上的及制动轴系本身的旋转质量的等效转动惯量,kg·m <sup>2</sup> $\omega$ ——制动轴角速度,rad/s $m$ ——直动部分质量,kg $v$ ——直动部分速度,m/s 下角 1 和 0 分别表示制动开始和终了

计算内容	计算公式	单位	说明
载荷转矩 垂直制动	$T_1 = \frac{mgD_0}{2ia\eta}$	N·m	$m$ ——重物质量与吊具质量之和, kg $D_0$ ——卷筒计算直径, m $a$ ——滑轮组倍率 $i$ ——制动轴到卷筒轴的传动比 $\eta$ ——制动轴到卷筒轴的机械效率 $g$ ——重力加速度, $m/s^2$
传动系统的等效转动惯量	<p>制动轴上的总等效转动惯量</p> $J_{eq} = J_{eqp} + J_{eqk}$ $J_{eqp} = \sum (J / i_{(1-j)}^2)$ $J_{eqk} = \frac{mv^2}{4\pi^2 n^2}$ <p>等效转动惯量计算图</p> <p>制动器装在高速轴上, 常用的近似公式</p> $J_{eqp} = (1.1 \sim 1.2) J_1$ <p>旋转轴线不通过旋转体的重心时</p> $J = J_0 + ml^2$	kg·m <sup>2</sup>	$J_{eqp}$ ——旋转部分的等效转动惯量, $kg \cdot m^2$ $J$ ——传动系统中任意轴 $j$ 的转动惯量, $kg \cdot m^2$ $i_{(1-j)}$ ——传动系统中制动轴 1 到轴 $j$ 的传动比, $i_{(1-j)} = n_1 / n_j$ $J_{eqk}$ ——直动部分的等效转动惯量, $kg \cdot m^2$ $m$ ——直动部分的质量, kg $v$ ——直动部分速度, m/min $n$ ——制动轴转速, r/min $J_1$ ——高速轴即制动轴上的总转动惯量, $kg \cdot m^2$ $J_0$ ——旋转体绕重心轴的转动惯量, $kg \cdot m^2$ $m$ ——旋转体质量, kg $l$ ——旋转体重心到旋转轴轴线的距离, m
给定条件下的载荷转矩	<p>给定制动时间</p> $T_1 = \frac{4gJ_{eq}(n_1 - n_0)}{375t}$ <p>对于水平移动车辆, 为保证制动时车轮不打滑, 应使</p> $ma < \mu m_1 g, \text{ 即 } a < \frac{m_1}{m} \mu g$ <p>则制动时间 <math>t = \frac{v_1 - v_0}{a}</math></p>	N·m	<p>在时间 <math>t</math> 秒内将制动轴的转速从 <math>n_1</math> 减至 <math>n_0</math> 要求完全制动时, <math>n_0 = 0</math></p> $n_1, n_0$ ——制动轴制动开始与结束的转速, r/min $m$ ——车辆总质量, kg $m_1$ ——车辆分配到制动轴上的质量, kg $\mu$ ——车轮与路面(或轨道)间的摩擦因数 $v_1, v_0$ ——车辆制动开始和结束的平移速度, m/s $a$ ——制动时的减速度, $m/s^2$ $g$ ——重力加速度, $g = 9.81 m/s^2$
	<p>给定制动轴转角</p> $T_1 = \frac{4gJ_{eq}(n_1^2 - n_0^2)}{7160\varphi}$	N·m	<p>在制动轴转角 <math>\varphi</math> 内将制动轴的转速从 <math>n_1</math> 减至 <math>n_0</math> 要求完全制动时 <math>n_0 = 0</math></p> $\varphi$ ——制动轴转角, rad
	<p>给定制动距离</p> $T_1 = \frac{4gJ_{eq}(n_1^2 - n_0^2)R}{7160Li}$ <p>如制动开始和结束了时的车速为 <math>v_1</math> 和 <math>v_0</math> (m/min), 则</p> $T_1 = \frac{4gJ_{eq}i(v_1^2 - v_0^2)}{283000LR}$ <p>当 <math>v_1, v_0</math> 的单位为 m/s 时, 则</p> $T_1 = \frac{4gJ_{eq}i(v_1 - v_0)}{78.6LR}$ <p>要求完全制动时, <math>n_0</math> 和 <math>v_0</math> 为零, 亦可用下式</p> $T_1 = \frac{4gJ_{eq}v_1 n_1}{45000L}$	N·m	<p>在车辆等行走 <math>L</math> 距离内将制动轴的转速从 <math>n_1</math> 减至 <math>n_0</math></p> $R$ ——车轮半径, m $i$ ——制动轴到车轮轴的传动比 $L$ ——给定制动距离, m

表 5-4-3

制动安全系数  $S$  推荐值<sup>[1]</sup>

设备类别		$S$	备注	
矿井提升机		3		
起重机械 的起升机构	驱动型式			
	人力驱动	$M_1$ (轻级)	1.5 JC 值 $\approx 15\%$	
	动力驱动	$M_1, M_2, M_3, M_4$ (轻级)	1.5	JC 值 $\approx 15\%$
		$M_5$ (中级)	1.75	JC 值 $\approx 25\%$
		$M_6, M_7$ (重级)	2.0	JC 值 $\approx 40\%$
		$M_8$ (特重级)	2.5	JC 值 $\approx 60\%$
双制动*中的每一台制动器		1.25	对运送易燃、爆炸、铁水包等物品的起升机构的制动器必须用两台制动器	

注: 1. \* 表示一套起升机构同时配备两台制动器的情况。如果一套起升机构同时配置两套彼此有刚性联系的驱动装置, 每套装置有两台制动器时, 每台制动安全系数不低于 1.1。

2. JC 值为 10min 内, 机构的工作时间与整个工作周期之比。即通电持续率。

## 2.3 制动器的发热验算<sup>[1]</sup>

对于停止式制动器和其他发热不大的制动器, 可按表 5-4-5 的推荐值校核其压强  $p$  和  $p_v$  值就可以; 对于下降制动(即滑摩式)或在较高环境温度下频繁工作的制动器需要进行发热验算, 主要是计算摩擦面在制动过程中的温度是否超过许用值。摩擦面温度过高时, 摩擦因数会降低, 不能保持稳定的制动转矩, 并加速摩擦元件的磨损。起重机工作级别为  $M_1 \sim M_6$  的机构, 按所需制动转矩选择的标准制动器, 当每小时制动次数不大于 150 次时, 不需进行发热计算。

### 2.3.1 热平衡通式

对于滑摩式制动器和高温频繁工作的制动器的热平衡计算如下:

$$Q \leq Q_1 + Q_2 + Q_3$$

式中  $Q$  —— 制动器工作 1 小时所产生的热量, kJ/h;

$Q_1$  —— 每小时辐射散热量,

$$Q_1 = (\beta_1 A_1 + \beta_2 A_2) \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \quad (\text{kJ/h});$$

$Q_2$  —— 每小时自然对流散热量,

$$Q_2 = \alpha_1 A_3 (t_1 - t_2) (1 - JC) \quad (\text{kJ/h});$$

$Q_3$  —— 每小时强迫对流散热量,

$$Q_3 = \alpha_2 A_4 (t_1 - t_2) JC \quad (\text{kJ/h});$$

$\beta_1$  —— 制动轮光亮表面的辐射系数, 通常可取

$$\beta_1 = 5.4 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C});$$

$\beta_2$  —— 制动轮暗黑表面的辐射系数, 通常取

$$\beta_2 = 18 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C});$$

$A_1$  —— 制动轮光亮表面的面积,  $\text{m}^2$ ;

$A_2$  —— 制动轮暗黑表面的面积,  $\text{m}^2$ ;

$T_1, T_2$  —— 热力学温度, K;

$$T_1 = 273 + t_1$$

$$T_2 = 273 + t_2$$

$t_1$  —— 摩擦材料的许用温度(表 5-4-5),  $^\circ\text{C}$ ;

$t_2$ ——周围环境温度的最高值，一般可取 30~35℃；

$\alpha_1$ ——自然对流系数， $\alpha_1 = 20.9 \text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{℃})$ ；

$\alpha_2$ ——强迫对流系数， $\alpha_2 = 25.7 v^{0.73} \text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{℃})$ ；

$v$ ——散热圆环面的圆周速度，m/s；

$A_3$ ——扣除制动带（块）遮盖后的制动轮外露面积， $\text{m}^2$ ；

$A_4$ ——散热圆环面的面积， $\text{m}^2$ ；

JC——工作率，见表 5-4-3 注 2。

### 2.3.2 提升设备和平移机构制动器的发热量

#### (1) 提升设备制动器的发热量

$$Q = \left( m_1 g s \eta + \frac{1.2 J n^2}{182.5} \right) Z_0 A \quad (\text{kJ/h})$$

#### (2) 平移机构制动器的发热量

$$Q = \left( \frac{m_2 v^2}{2} \eta + \frac{1.2 J n^2}{182.5} - \frac{F_r v}{2 t \eta} \right) Z_0 A \quad (\text{kJ/h})$$

式中  $m_1$ ——平均提升质量，kg；

$m_2$ ——直线运动部分的质量，kg；

$s$ ——平均制动行程，m；

$\eta$ ——机械效率；

$J$ ——换算到制动轴上的所有旋转质量的转动惯量， $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ；

$n$ ——电动机转速，r/min；

$A$ ——热功当量  $A = \frac{1}{1000} \text{kJ}/(\text{N} \cdot \text{m})$ ；

$Z_0$ ——制动器每小时的工作次数；

$F_r$ ——运行阻力，N；

$t$ ——制动时间，s；

$g$ ——重力加速度， $g = 9.8 \text{m/s}^2$ ；

$v$ ——运行速度，m/s。

(3) 对于某些设备，还应按下式校核制动轮一次制动的温升是否超过许用值。

即

$$t = \frac{T_1 \cdot \varphi}{1000 m c} \leq 15 \sim 50 \text{℃}$$

式中  $\varphi$ ——制动过程转角，rad；

$m$ ——制动轮质量，kg；

$T_1$ ——载荷转矩， $\text{N} \cdot \text{m}$ ；

$c$ ——制动轮材料的比热容，对钢和铸铁取  $c = 0.523 \text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{℃})$ ，对硅铝合金取  $c = 0.879 \text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{℃})$ 。

## 2.4 摩擦材料

用于制动器的摩擦材料，通常在很高的剪力和温度条件下工作。要求这类材料能吸收动能，并将动能转化为热散发到空气中。其工作温度和温升速度是影响性能的主要因素。制动器工作时，吸收的能量越大，完成的制动时间越短，则温升越高。摩擦材料的工作温度如超过其许用工作温度，性能会显著恶化。对摩擦材料的基本要求如下：

- 1) 摩擦因数高而稳定，具有良好的恢复性能；
- 2) 耐磨性好，允许压强大，又不损伤对偶材料；
- 3) 有一定的耐油、耐湿、抗腐蚀及抗胶合性能；
- 4) 有一定的机械强度和良好的制造工艺性。

在摩擦面上开槽可以贮集侵入的灰尘等脏物而减轻磨损。

摩擦材料的种类

表 5-4-4

类别	基材	粘合剂	硬度(HBS)		抗剪强度 /MPa	抗压强度 /MPa	摩擦因数 (十式)	线膨胀系数 20~500℃	主要特性及用途		
			20℃时	60℃时							
金属材料	铜基粉末	烧结	18~20	25~28	93~117	245~274	0.25~0.35	$17.6 \times 10^{-6} \sim 22 \times 10^{-6}$	高速、高温时摩擦因数稳定且较高,耐高温、耐磨,许用压强可达 2.74~3.92MPa。多用于重载荷的盘式制动器和重型汽车制动器		
	铁基粉末	烧结		50~150		294~686	0.2~0.6				
石棉制品及其牌号	100	石棉绒、石棉布、带	橡胶或树脂	布氏硬度/ $N \cdot cm^{-2}$	冲击强度/ $N \cdot m \cdot cm^{-1}$	吸水(油)率/%	工作温度 120℃/250℃/300℃	磨耗率/ $mm^3(30min)^{-1}$	布	绒	石棉纤维掺以一定的棉花,按需要在纺织时加入锌丝或铜丝织成布或带,再经粘合剂和充填物混合浸渍,干燥,热压制成。石棉绒的制法与石棉布类似,但不必织成布,是将绒经粘合,加添加剂经热压而成。这类制品各牌号分别制成轻、中、重型机械制动器
	274								0.05	0.16	
	307								0.04	0.07	
	507								0.04	0.07	
	513								0.04	0.09	
碳-碳摩擦材料	碳纤维	树脂烧结	是新型摩擦材料,以碳纤维做增强剂,用有机高分子化合物粘结后焙烧而成。耐热性能好(可达 800~1000℃)耐磨损,密度小,单位面积吸收功率高,在摩擦材料中性能最好						用于飞机制动器的摩擦材料		
烧结陶瓷	无机物	烧结							用于超音速飞机上、超重载荷制动器的摩擦材料		

摩擦副计算用数据 (推荐值)

表 5-4-5

摩擦材料	对摩擦材料	块式制动器				带式制动器				盘式制动器				摩擦因数 $\mu$		许用温度 $t/^\circ C$
		停止式		滑摩式 <sup>①</sup>		停止式		滑摩式		干式		湿式		干式	湿式	
		$p_p$	$(pv)_p$	$p_p$	$(pv)_p$	$p_p$	$(pv)_p$	$p_p$	$(pv)_p$	$p_p$	$(pv)_p$	$p_p$	$(pv)_p$			
铸铁	钢	2	5	1.5	2.5	1.5	2.5	1	1.5	0.2~0.3		0.6~0.8		0.17~0.2	0.06~0.08	260
钢	钢或铸铁	2		1.5		1.5		1		0.2~0.3		0.6~0.8		0.15~0.18	0.06~0.08	260
青铜	钢									0.2~0.3		0.6~0.8		0.15~0.2	0.06~0.11	150
石棉树脂 <sup>②</sup>	钢	0.6	5	0.3	2.5	0.6	2.5	0.3	2.5	0.2~0.3	1.4	0.6~0.8		0.35~0.4	0.10~0.12	250
石棉橡胶	钢		5		2.5	0.6	2.5	0.3	2.5		1.4			0.4~0.43	0.12~0.16	250
石棉铜丝	钢		5		2.5	0.6	2.5	0.3	2.5		1.4			0.33~0.35	—	—
石棉浸油	钢	0.6	5	0.3	2.5	0.6	2.5	0.3	2.5	0.2~0.3	1.4	0.6~0.8		0.3~0.35	0.08~0.12	250
石棉塑料	钢	0.6	5	0.4	2.5	0.6	2.5	0.4	2.5	0.4~0.6	1.4	1.0~1.2		0.35~0.45	0.15~0.20	

①此处为通称,垂直制动时称下降式。②即石棉树脂刹车带。  
注:  $p_p$  为许用压强,单位为 MPa;  $(pv)_p$  为许用值,其单位为  $MPa \cdot m/s$ 。

### 3 瓦块式制动器

#### 3.1 瓦块式制动器的分类、特点和应用

表 5-4-6

分 类	特 点	应 用 范 围
短行程交流电磁制动器 (如 TJ <sub>2</sub> )	结构简单,体积小、质量轻、动作快,冲击大,噪声大,易烧线圈,寿命短,有剩磁现象,电磁铁可靠性低,无防爆型	用于短时不频繁操作、工作载荷较低的情况,频繁制动、潮湿有灰尘的情况,怕噪声的情况不宜选用,现应用较少,逐步被电力液压块式与盘式制动器代替
短行程直流电磁制动器 (如 MW 原 GB 6334 的 ZWZ, A, C 型)	结构简单、质量轻、动作快,有冲击,稳定可靠,耐用性较好	用于频繁操作,连续点动和工作环境较恶劣的情况,要求工作可靠性高,如轧钢机械等
长行程交流电磁制动器 (如原 JB/ZQ 4387 的 JCZ)	制动较快,剩磁小,动作可靠,结构复杂,质量较大,效率低,冲击大,噪声大,可靠性低,耐用性差	用于中等工作载荷,操作不频繁的情况-怕振动、噪声、制动频繁的情况不宜选用,将逐步被淘汰,用电力液压块式制动器与盘式制动器代替
长行程直流电磁制动器 (如原 GB 6334 的 ZWZ, B 型)	冲击小,寿命长,可靠性高,制动平稳,动作慢,质量和尺寸均大,耗电量较大	用于平稳,操作不频繁、容量大的场合
液压推杆制动器(如 YW、YWZ 等)	动作稍慢、平稳,噪声小,寿命长,尺寸小,质量轻,不易漏油,省电,无直流型,防爆困难	用于不需快速制动的场合,是应用广泛的块式制动器,可用于操作 720~1200 次/h 的场合,在运输机械、轧钢机械、矿山机械、石油机械都有广泛的应用
液压电磁制动器(如 YDWZ 型)	动作平稳迅速,寿命长,噪声小,能自动补偿闸瓦的磨损,不需经常调整及维护,需配用硅管流器及控制器,要求维修工人技术水平较高,精度较高的场合,成本较高	用于频繁制动及工作要求较高的场合(按电次数每小时可达 900 次),部分已被电力液压块式制动器代替

#### 3.2 块式制动器的设计计算<sup>[1]</sup>

##### 3.2.1 弹簧紧闸长行程块式制动器

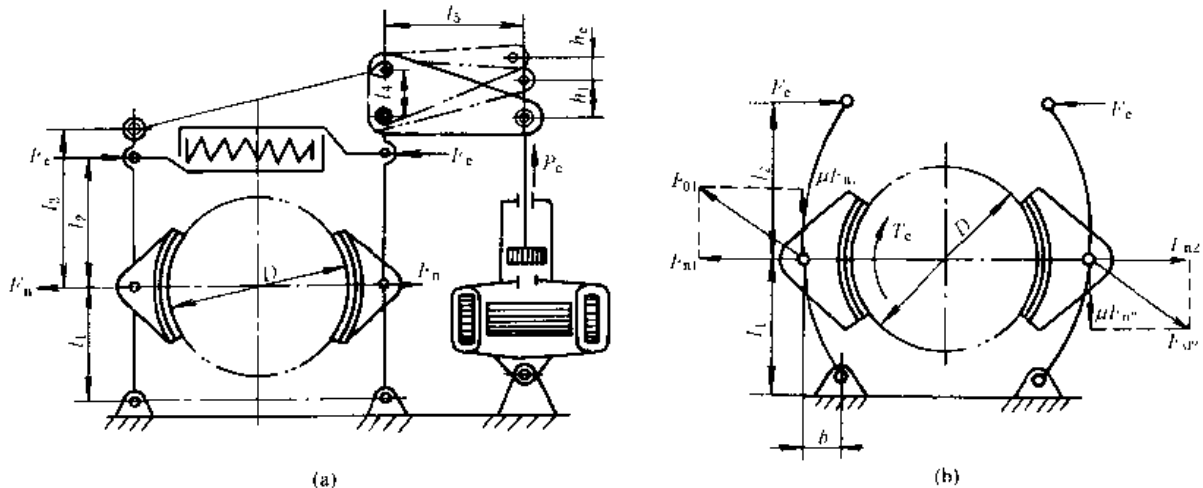


表 5-4-7 长行程块式制动器的设计计算

计算内容	公式或说明	计算内容	公式或说明
额定制动转矩 $T_e / N \cdot m$ (应等于计算制动转矩 $T$ )	给定值	摩擦副间的摩擦因数 $\mu$	见表 5-4-5
制动轮直径 $D / m$	参照现有产品选取	驱动装置到制动瓦的效率 $\eta$	0.9~0.95

续表

计算内容	公式或说明	计算内容	公式或说明
驱动装置额定推力 $P_d/N$	选定	制动瓦退距 $\epsilon/mm$	见表 5-4-8
驱动装置额定行程 $h_e/mm$	按选定的驱动装置定	制动瓦允许磨损量 $\Delta/mm$	根据要求
驱动装置补偿行程 $h_1/mm$	按选定的驱动装置定	制动瓦额定正压力 $F_n/N$	直形臂 (图 a) $F_n = \frac{T_e}{\mu D}$
总杠杆比 $i$	$i = \frac{l_1 + l_3}{l_1} \frac{l_2}{l_4}$		弯形臂 (图 b) $F_{n1} = \frac{T_e}{\mu D} \cdot \frac{l_1 + \mu b}{l_1}$
驱动装置到主弹簧的杠杆比 $i_1$	$i_1 = \frac{l_1 + l_3}{l_1 + l_2} \frac{l_2}{l_4}$	弯形臂使制动轮轴产生弯矩的作用力 $\Delta F_0/N$	$\Delta F_0 = \frac{2T_e b}{D l_1} \sqrt{1 + \mu^2}$
弹簧到闸瓦的杠杆比 $i_2$	$i_2 = \frac{l_1 + l_2}{l_1}$		

表 5-4-8

块式制动器的制动瓦退距和摩擦片厚度

/mm

制动轮直径 $D$	100	200	300	400	500	600	700	800
制动瓦退距 $\epsilon$	0.5~1.1	0.6~1.2	0.7~1.4	0.8~1.6	0.9~1.8	1.0~2.0	1.2~2.1	1.4~2.2
摩擦片厚度 $\delta$	8	8	8	10	10	10	12	12

注:  $\epsilon$  值中前一值是开始值, 后一值是最终值, 设计时应尽量靠近小值。

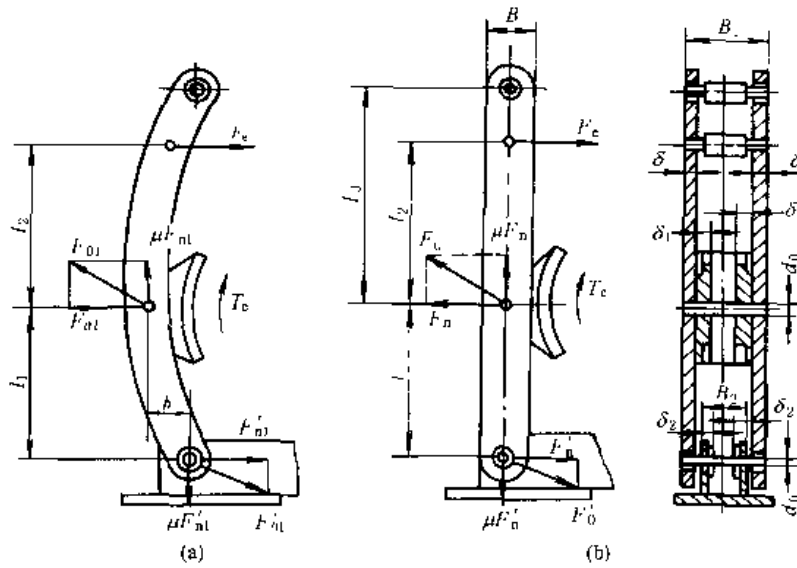
表 5-4-9

长行程块式制动器紧闸主弹簧的计算

计算内容	公式	说明
额定工作力 $F_e/N$	$F_e = \frac{F_n}{i_2 \eta'}$	$K_b$ ——行程利用系数, 对电磁液压推动器, $K_b = 1$ 对其他推动器 $K_b = 0.5 \sim 0.6$
与闸瓦磨损量对应的弹簧伸长量 $L'/mm$	当驱动装置有补偿行程时: $L' = 0.95 \frac{h_1}{i_1}$ 当利用额定行程 $h_e$ 的一部分作为补偿行程时: $L' = 0.95(1 - K_b) \frac{h_2}{i_1}$	$L_0$ ——主弹簧自由长度, mm $C$ ——主弹簧刚度, N/mm $\eta'$ ——弹簧到闸瓦间的机械效率 0.9~0.95 $i_1, i_2$ ——见表 5-4-7
安装长度 $L_1/mm$	$L_1 = L_0 - \left( \frac{F_e}{C} + L' \right)$	
安装力 $F_1/N$	$F_1 = F_e + CL'$	
最大工作力 $F_{emax}/N$	$F_{emax} = F_e + C \left( L' + \frac{K_b h_e}{i_1} \right)$	

表 5-4-10

长行程块式制动臂的计算



- $M_1$  —— 弯矩,  $N \cdot mm$
- $W_1$  —— 截面系数,  $mm^3$
- $K$  —— 动载系数(见表 5-4-12)
- $F_1$  —— 安装力(见表 5-4-9)
- $\delta$  —— 制动臂厚度,  $mm$
- $B$  —— 制动臂宽度,  $mm$
- $d_0$  —— 制动臂销轴孔径,  $mm$
- $l_1, l_2$  —— 长度,  $mm$
- $\sigma_p$  —— 许用弯曲应力,  
 $\sigma_p = 0.4\sigma_s$ ,  
 对于 Q235,  
 $\sigma_p = 88MPa$
- $p_{sp}$  —— 许用静压强,  
 对于 Q235,  
 $p_{sp} = 12 \sim 16MPa$
- $p_{dp}$  —— 许用动压强,  
 对于 Q235,  
 $p_{dp} = 8 \sim 9MPa$

计算内容	计算公式
制动臂弯曲应力 $\sigma$ , MPa(危险截面在制动瓦销轴孔处)	$\sigma = \frac{KM_1}{2W_1} = \frac{3KF_1 l_2 B}{\delta(B^3 - d_0^3)} \leq \sigma_p$
制动臂销轴孔压强 $p_1$ /MPa	$p_1 = \frac{KF_1 \sqrt{1 + \mu^2} \cdot (l_1 + l_2)}{2\delta d_0 l_1} \leq p_{sp}$
底座销轴孔压强 $p_2$ /MPa	$p_2 = \frac{Kp_1 \sqrt{\left(\frac{l_2}{l_1 + l_2}\right)^2 + \mu^2} \cdot (l_1 + l_2)}{2\delta d_0 l_1} \leq p_{dp}$

表 5-4-11

长行程块式制动器制动瓦的计算 (见表 5-4-10 图)

计算内容	计算公式	说 明
制动块摩擦面压强 $p_3$ /MPa	$p_3 = \frac{2F_1}{DB_2\beta} \frac{l_1 + l_2}{l_1} \leq p_p$	$D$ —— 制动轮直径, $mm$ $\delta_1$ —— 制动瓦销轴孔长, $mm$ $B_2$ —— 制动瓦宽, $mm$ $\beta$ —— 制动块包角, $rad$ 一般取 $\beta = 70^\circ$ 或 $88^\circ$ $p_p$ —— 许用压强(见表 5-4-5)
制动瓦销轴孔压强 $p_4$ /MPa	$p_4 = \frac{KF_1 \sqrt{1 + \mu^2} \cdot (l_1 + l_2)}{2\delta_1 d_0 l_1} \leq p_{sp}$	$p_{sp}$ —— 许用静压强, 见表 5-4-10 $d_{01}$ —— 制动臂销轴孔径, $mm$ $l_1, l_2$ —— 长度, $mm$

表 5-4-12

采用不同驱动装置时制动器的动载系数

驱动装置	短行程电磁铁	长行程电磁铁	直流电磁铁	电磁液压推杆	电力液压推杆
动载系数 $K$	2.5	2.0	1.5	1.25	1.0



表 5-4-13 弹簧紧闸长行程块式制动器驱动装置松闸力的计算 (见表 5-4-7、表 5-4-9、表 5-4-10)

计算内容	计算公式	说 明
启动力 $F_s/N$	$F_s = \frac{K_1 F_1}{i_1 \eta''} \leq P_e$	$P_e$ ——驱动装置额定推力 $K_1$ ——吸合安全系数, $K_1 = 1.1 \sim 1.2$ (松闸振动大者取大值) $K_2$ ——吸持安全系数, $K_2 = 1.3 \sim 2.5$ (振动大者取大值) $\eta''$ ——驱动装置到主弹簧的效率, $\eta'' = 0.94 \sim 0.97$ $e$ ——见表 5-4-8
保持力 $F_b/N$	$F_b = \frac{K_2 F_{cmax}}{i_1 \eta''}$	
行程 $h/mm$	$h = 2.2ei \leq K_h h_e$	

## 3.2.2 弹簧紧闸短行程块式制动器

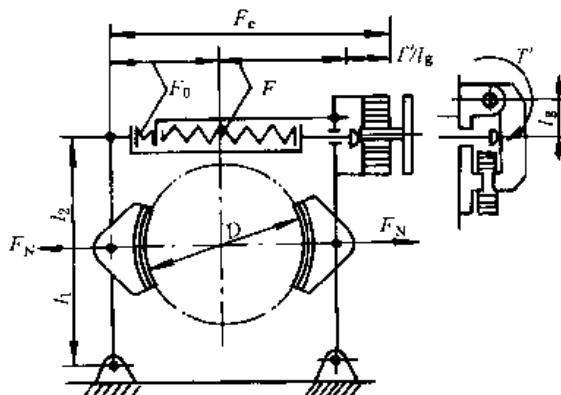


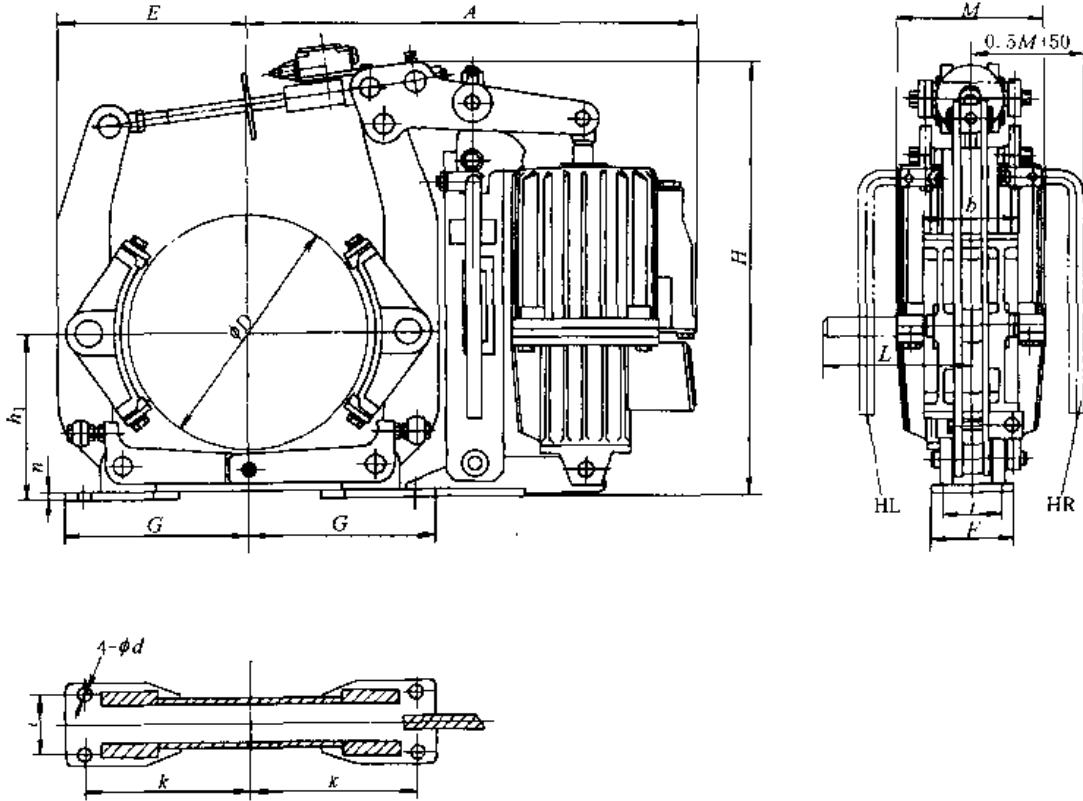
表 5-4-14

计算内容	计算公式	说 明	
主 弹 簧	杠杆比 $i$	$i = \frac{l_1 + l_2}{l_1}$	$F_0$ ——辅助弹簧工作力, 取 $F_0 = 20 \sim 80N$ $T'$ ——驱动装置转动部分质量产生的力矩, 见有关产 品目录, $N \cdot m$ $D$ ——制动轮直径, $m$ $l_g$ ——长度, $m$ $T'_g$ ——驱动装置额定力矩, $N \cdot m$ 应使 $T_g \leq T'_g, N \cdot m$ $C$ ——主弹簧刚度, $N/mm$ $h_e$ ——额定推杆行程, $mm$ $\varphi_e$ ——驱动装置额定转角, $rad$ $K_h$ ——行程利用系数, $0.5 \sim 0.6$ $F_d$ ——直动式电磁铁额定输出力, $N$ 应使 $F_g \leq F_d$ $K_1, K_2$ ——见表 5-4-13 $e$ ——见表 5-4-8 $T_e$ ——额定制动转矩, 是给定值, 见表 5-4-7
	机械效率 $\eta$	$\eta = 0.9 \sim 0.95$	
	紧闸力 $F/N$	$F = \frac{T_e}{\mu D \eta}$	
	额定工作力 $F_e/N$	$F_e = F + F_0 + \frac{T'}{l_g}$	
转 动 式 电 磁 铁	启动力矩 $T_g/N \cdot m$	$T_g = \frac{F_e + 0.95C(1 - K_h)h_e l_g}{\eta}$	
	转角 $\varphi/rad$	$\varphi = \frac{2.2e_1}{1000l_g} \leq K_h \varphi_e$	
直 动 电 磁 铁	启动力 $F_g/N$	$F_g = \frac{K_1 [F_e + 0.95C(1 - K_h)h_e]}{\eta}$	
	保持力 $F_b/N$	$F_b = K_2 [F_e + C(0.95h_e + 0.05K_h h_e)]$	
	行程 $h/mm$	$h = 2.2ei \leq K_h h_e$	

### 3.3 常用块式制动器的主要性能与尺寸

#### 3.3.1 电力液压块式制动器

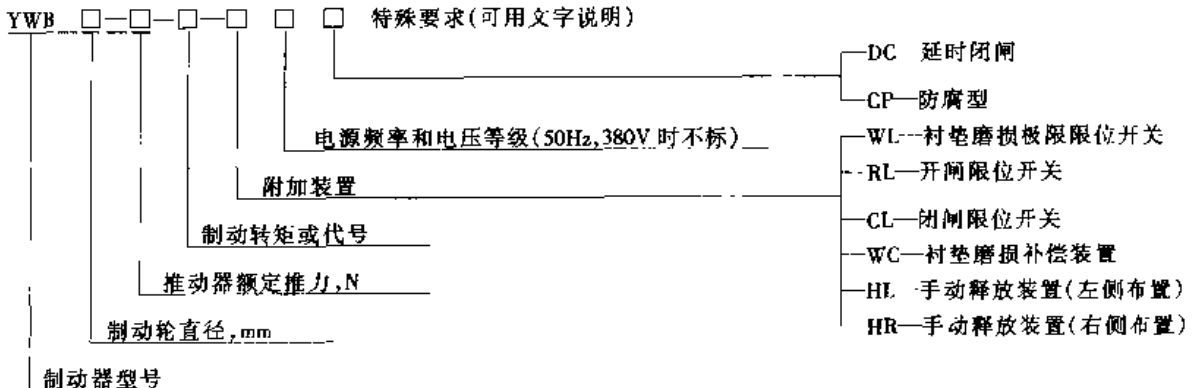
YW YWB/YWZS YWZE 系列电力液压块式制动器



**使用条件:**

- 1. 环境温度：一般为  $-25 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 。
- 2. 最湿月时，环境最高相对湿度： $< 90\%$ 。
- 3. 电源：三相交流  $50\text{Hz}$ 。
- 4. 电压等级： $380\text{V}$ 。
- 5. 适应工作制：连续 (S1) 和断续 (S3, 负载持续率为  $60\%$ )，操作频率  $< 1200$  次/h。
- 6. 应将制动转矩调整在  $(0.7 \sim 1.0)$  倍的额定值范围内使用。
- 7. 使用地点海拔高不超过  $2000\text{m}$ 。
- 8. 使用环境不得有易燃易爆及腐蚀性气体。

**型号意义:**



标记示例：YWB315-500-560-WC.WL.RL

表 5-4-15 技术参数与尺寸

制动器型号		制动器型号	制动转矩 /N·m	额定退距 /mm	安装及外形尺寸/mm											重量 /kg			
符合 JB/T 6406.1-1992	符合 GB/T 6333-1986				D	h <sub>1</sub>	k	i	d	n	b	F	G	F	H		A	M	L
YW/YWB 160-220	YWZS/YWZE-160/22	YTD/Ed 220-50	80 ~ 160	1.0	160	132	130				6	65	150	140	378	410	125	27	
YW/YWB 200-220	YWZS/YWZE-200/22	YTD/Ed 300-50	100 ~ 200		200	160	145	55	14			8	70	165	170	465	445	151	39
YW/YWB 200-300	YWZS/YWZE-200/30	YTD/Ed 220-50	140 ~ 280		250	190	180	65				10	90	200	205	475	510	180	42
YW/YWB 250-220	YWZS/YWZE-250/30	YTD/Ed 300-50	125 ~ 250	1.25	315	230	220	80	18						552	549	197	54	
YW/YWB 250-300	YWZS/YWZE-250/50	YTD/Ed 500-60	160 ~ 315		(225)	230	220	80							585	615	197	75	
YW/YWB 250-500	YWZS/YWZE-250/50	YTD/Ed 300-50	250 ~ 500		400	280	270	100	110	115	245		110	245	260	680	615	207	80
YW/YWB 315-300	YWZS/YWZE-315/30	YTD/Ed 500-60	200 ~ 400	1.6	500	340	325	130	22						790	680	240	82	
YW/YWB 315-500	YWZS/YWZE-315/50	YTD/Ed 800-60	315 ~ 630		400	280	270	100	140	140	300		140	300	315	665	680	197	98
YW/YWB 315-800	YWZS/YWZE-315/80	YTD/Ed 1250-60	500 ~ 1000		500	340	325	130								756	770	197	112
YW/YWB 400-500	YWZS/YWZE-400/50	YTD/Ed 800-60	400 ~ 800	1.25	630	420	400	170										168	
YW/YWB 400-800	YWZS/YWZE-400/80	YTD/Ed 1250-60	630 ~ 1250		630	420	400	170	225	220	450		225	450	460	968	860	240	281
YW/YWB 400-1250	YWZS/YWZE-400/125	YTD/Ed 2000-120	1000 ~ 2000		630	420	400	170											285
YW/YWB 500-800	YWZS/YWZE-500/80	YTD/Ed 3000-120	800 ~ 1600	1.6	710	470	450	190	27									468	
YW/YWB 500-1250	YWZS/YWZE-500/125	YTD/Ed 2000-120	1250 ~ 2500		710	470	450	190	240	240	500		240	500	520	1040	935	456	470
YW/YWB 500-2000	YWZS/YWZE-500/200	YTD/Ed 3000-120	2000 ~ 4000		800	530	520	210	280	280	570		280	570	598	1190	980	476	650
YW/YWB 630-1250	YWZS/YWZE-630/125	YTD/Ed 1250-120	1600 ~ 3150	1.6															
YW/YWB 630-2000	YWZS/YWZE-630/200	YTD/Ed 2000-120	2500 ~ 5000																
YW/YWB 630-3000	YWZS/YWZE-630/300	YTD/Ed 3000-120	3550 ~ 7100																
YW/YWB 710-2000	YWZS/YWZE-710/200	YTD/Ed 2000-120	2500 ~ 5000	1.6															
YW/YWB 710-3000	YWZS/YWZE-710/300	YTD/Ed 3000-120	4000 ~ 8000																
YW/YWB 800-3000	YWZS/YWZE-800/300	YTD/Ed 3000-120	5000 ~ 10000																

注：1. 图形和数据选自上海振华港机丰城制动器分公司（公司地址：江西丰城市第三工业小区）产品样本。

2. 生产厂家还有焦作制动器有限公司、上海伯瑞制动器有限公司（原上海丰城制动器厂）。

3. YW、YWB 型制动器的基本参数和主要安装尺寸符合 JB/T 6406.1，YWZS 和 YWZE 型符合 GB/T 6333。（该标准已废止，但维修仍使用该标准产品）。所有本表各型号制动器的技术条件均符合 JB/T 6406.2。

4. YW、YWZS 型采用的制动器为 YTD 型，符合 JB/T 6406.3；YWB、YWZE 型采用的制动器为 Fd 型符合德国 DIN 15430。

5. 表中带括号数据系 YWZS、YWZE 与 YW、YWB 不同的数据。

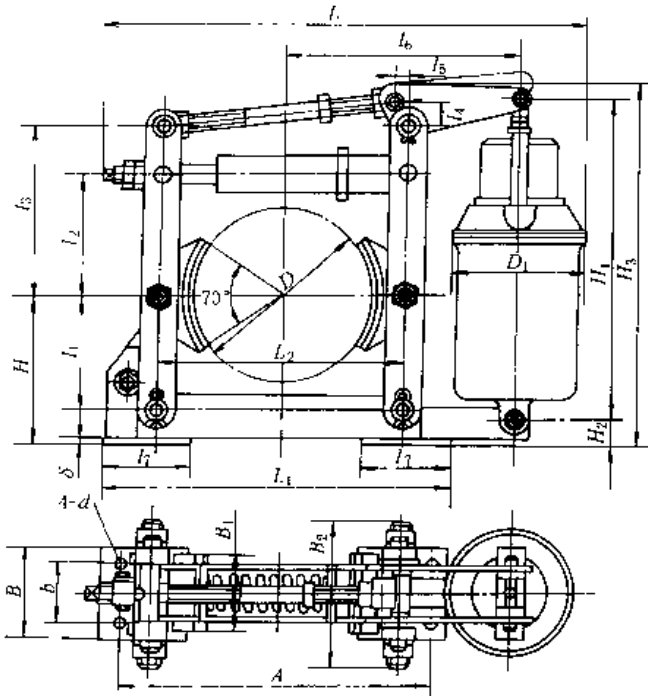
6. 表中 L 数据系焦作公司的数据。

7. 额定退距系 JB/T 6406.1 标准给出的数据，丰城公司未给出数据。

8. YWZS、YWZE 可代替 YWZ□、YWZ3 系列老产品。

9. 各厂家产品外形尺寸不尽相同，设计时应与厂家直接联系。

YWZ 100 - 800 电力液压块式制动器 (JB/ZQ 4388—1997)



使用条件:

1. 电流: 三相交流, 50Hz。
2. 环境温度: -40 ~ +50℃。
3. 环境空气相对湿度: < 90%。
4. 使用环境不能有易燃易爆和腐蚀性气体。

标记示例:

YWZ200/25 制动器 JB/ZQ 4388—1997

YWZ—电力液压推杆制动器;

200—制动轮直径, mm;

25—电力液压推动器推力 250N。

表 5-4-16

技术参数与尺寸

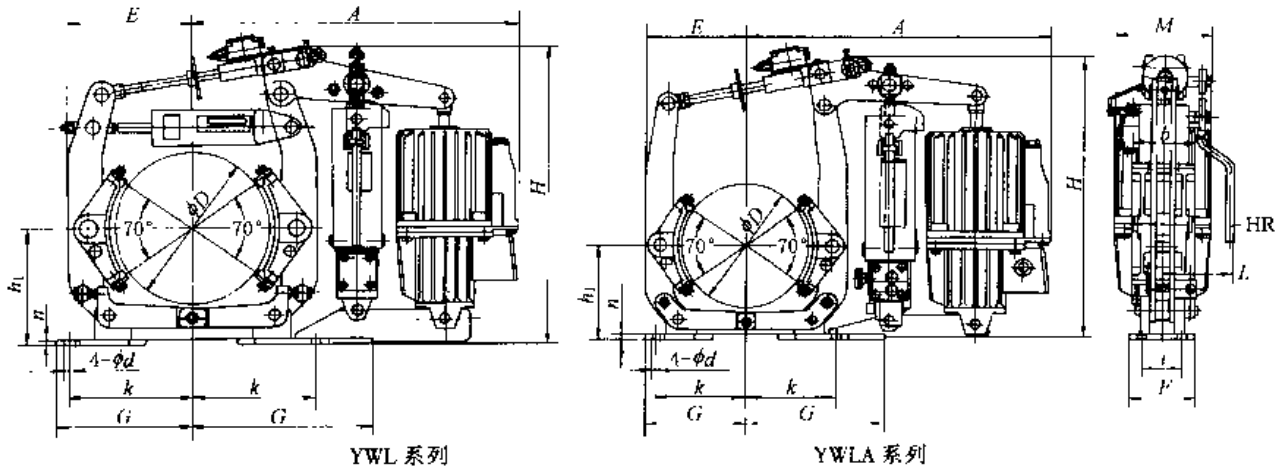
制动器型号	制动轮直径 D /mm	制动转矩 /N·m	制动瓦退距 /mm	电力液压推动器						重量 /kg
				型号	额定推力 /N	工作行程 /mm	补偿行程 /mm	电机功率 /kW	重量 /kg	
YWZ100/18	100	40	0.6	YT1-18	180	13	7	0.06	9.8	17.3
YWZ200/25	200	200	0.7	YT1-25	250	20	15	0.06	21	42.7
YWZ300/25	300	320	0.7	YT1-25	250	20	15	0.06	21	71.4
YWZ300/45	300	630	0.7	YT1-45	450	20	25	0.12	25	76.6
YWZ400/45	400	1000	0.8	YT1-45	450	20	25	0.12	25	127.3
YWZ400/90	400	1600	0.8	YT1-90	900	25	50	0.25	45	148.6
YWZ500/90	500	2500	0.8	YT1-90	900	25	50	0.25	45	201.6
YWZ600/180	600	5000	0.8	YT1-180	1800	42	70	0.40	75	415.7
YWZ700/180	700	8000	0.8	YT1-180	1800	40	72	0.40	75	558.7
YWZ800/180	800	10000	0.8	YT1-180	1800	56	58	0.40	75	618.8
YWZ800/320	800	12500	0.9	YT1-320	3200	48	65	1.10	150	885

制动器型号	尺寸 /mm																						
	D	H	A	b	d	δ	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	B	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>5</sub>	l <sub>6</sub>	l <sub>7</sub>	D <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>
YWZ100/18	100	100	220	40	13	6	372	250	160	75	70	110	70	110	150	30	5	175	75	137	282	18	225
YWZ200/25	200	170	350	60	17	8	545	390	280	100	90	126	135	145	200	25	10	270	100	154	380	25	440
YWZ300/25	300	240	500	80	22	10	725	550	400	130	140	165	190	210	280	30	17	370	150	154	380	170	586
YWZ300/45	300	240	500	80	22	10	740	550	400	130	140	165	190	210	280	30	17	370	150	178	490	60	592
YWZ400/45	400	320	650	130	22	12	920	700	530	180	180	210	245	260	340	35	20	475	160	178	490	205	735
YWZ400/90	400	320	650	130	22	12	935	700	530	180	180	210	245	260	340	35	20	475	160	210	610	85	740
YWZ500/90	500	400	760	150	22	16	1108	810	640	200	200	250	320	335	420	40	30	560	180	210	610	225	885
YWZ600/180	600	475	950	170	26	18	1330	1000	780	220	240	305	380	420	530	42	35	700	250	254	843	162	1110
YWZ700/180	700	550	1080	200	34	25	1662	1150	900	270	280	390	430	480	600	40	55	830	260	254	840	310	1225
YWZ800/180	800	600	1240	240	34	25	1816	1334	914	320	320	390	480	620	755	47	57	917	310	254	829	526	1464
YWZ800/320	800	600	1240	240	34	25	1876	1334	1034	320	320	436	480	545	680	47	57	917	310	375	887	380	1390

注: 1. 适用于老设备维修, 新设计不宜采用。

2. 生产厂家: 天水长城控制电器厂、上海振华港机丰城制动器分公司 (地址在: 江西丰城市第三工业小区)、焦作制动器有限公司、上海伯瑞制动器有限公司 (原上海奉城制动器厂) 均生产类似产品, 安装尺寸相同, 但外形尺寸各家有区别, 选用时请与厂家直接联系。

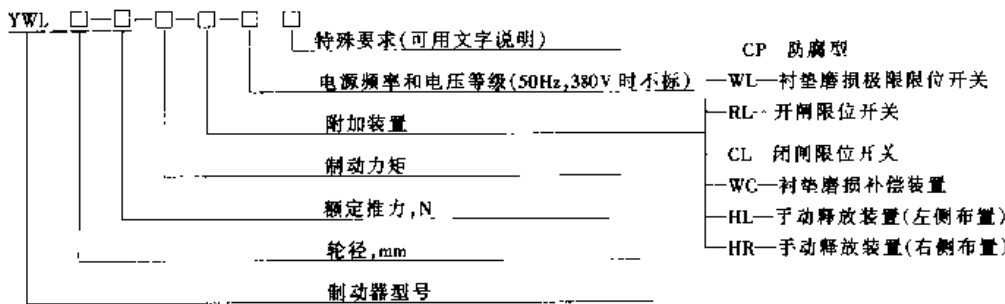
YWL 系列两步式和 YWLA 延时式电力液压块式制动器



YWL 系列

YWLA 系列

型号意义:



使用条件:

1. 环境温度:  $-25 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 。
2. 环境相对湿度:  $\leq 90\%$ 。
3. 电源: 三相交流 380V 50Hz。
4. 适用工作制: 连续(S1)和断续(S3)(载荷持续率为 60%, 操作频率  $\leq 1200$  次/h)。

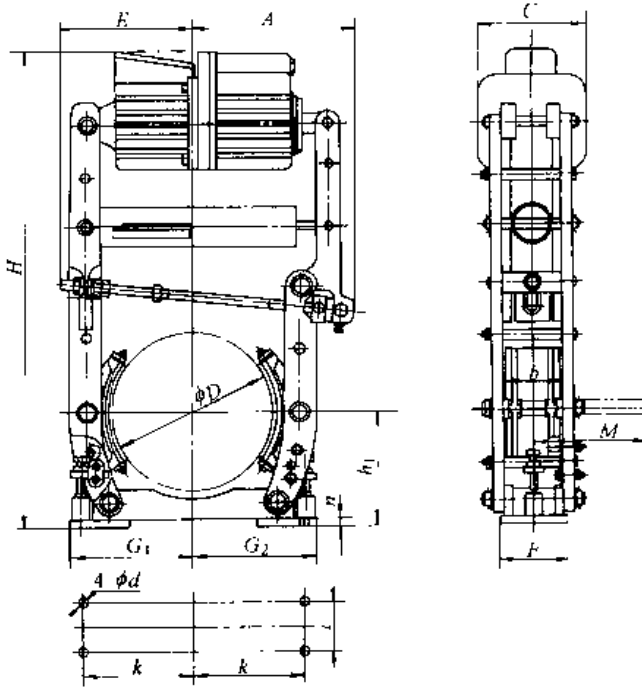
表 5-4-17

技术参数与尺寸

	制动器型号	推动器型号	制动转矩/ $\text{N}\cdot\text{m}$			安装及外形尺寸/mm												重量/kg									
			第一步	第二步	总转矩(最大)	D	$h_1$	k	i	b	d	n	F	G	E	A	H		L	M							
YWL 系列 两步式	YWL200-300	Ed300-50	80 ~ 160	80 ~ 155	315	200	160	145	55	70	14	8	90	165	170	495	490	115	160	49							
	YWL200-300A	Ed300-50					170	175	60	90	17			195													
	YWL200-500	Ed500-60	125 ~ 250	125 ~ 250	500		160	145	55	70	14			165													
	YWL200-500A	Ed500-60					170	175	60	90	17			195													
	YWL250-500	Ed500-60	160 ~ 315	160 ~ 315	630	250	190	180	65	90	18	100	200	210	660	550	135	195	75								
	YWL315-500	Ed500-60	200 ~ 400	200 ~ 400	800	315	230	220	80	110	18	115	245	260	660	580	135	195	95								
	YWL300-500A	Ed500-60				300	240	250	80	140	22	10	130							275							
	YWL315-800	Ed800-60	315 ~ 630	315 ~ 630	1260	315	230	220	80	110	18	115	245							130	275	130	275	101			
	YWL300-800A	Ed800-60				300	240	250	80	140	22	102															
YWLA 系列 延时式	制动器型号	推动器型号	制动转矩/ $\text{N}\cdot\text{m}$			安装及外形尺寸/mm												重量/kg									
	YWLA200-300	Ed300-50	160 ~ 315			200	160	145	55	70	14	8	90	165	170	495	490	115	160	48							
	YWLA200-300A	Ed300-50					170	175	60	90	17			195													
	YWLA200-500	Ed500-60	250 ~ 500				160	145	55	70	14			165													
	YWLA200-500A	Ed500-60					170	175	60	90	17			195													
	YWLA250-500	Ed500-60	315 ~ 630	315 ~ 630	1260	250	190	180	65	90	100	200	210	660	550	135	195	75									
	YWLA315-500	Ed500-60	400 ~ 800			315	230	220	80	110	18	10	115	245	260	660	580	135	195	86							
	YWLA300-500A	Ed500-60				300	225														125						
	YWLA315-800A	Ed800-60	630 ~ 1250			315	230	220	80	110											115	245	260	660	580	135	195
YWLA300-800A	Ed800-60	300				225	125																				

- 注: 1. 符合 JB/T 6406.1—1992、JB/T 6406.2—1992、JB/ZQ 4388 (带 A 型号) 及德国 DIN 15435 标准。  
 2. YWL 系列两步制动式的第一步制动时施加一个较小的制动转矩, 实现平稳减速制动, 机器停止运动后, 第二步制动开始, 增加一个制动转矩, 使机器牢固停稳或防风。多用于室外起重机或胶带输送机。  
 3. YWLA 系列为延时式, 制动转矩较大, 用于有变频调速或其他电气调速的运行机构的牢固停稳或防风, 也用于胶带输送机。可设置应急制动电磁阀, 实现不延时闭合, 以应付遭遇大风袭击时需要立即制动的情况。  
 4. 生产厂: 上海振华港机丰城制动器分公司 (地址: 江西丰城市第三工业小区)。

YWL 系列立式电力液压块式制动器



使用条件：一般同 YW 系列制动器，具体要求应与厂家联系。  
 标记示例：

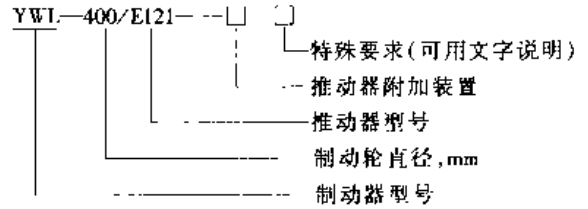


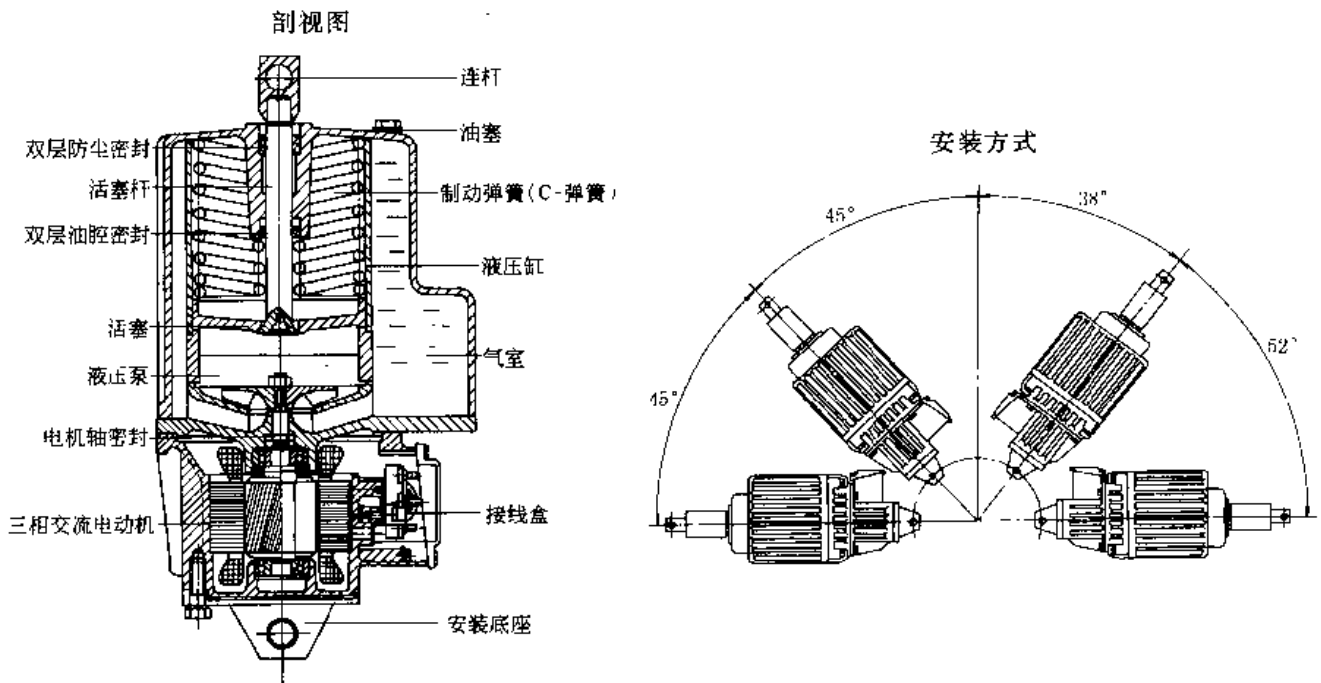
表 5-4-18 技术参数与尺寸

制动器型号	匹配推动器	制动转矩 /N·m	退距 /mm	A	b	C	D	d	E	F	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	H	h <sub>1</sub>	l	k	M	n	重量 /kg
YWL-200/E23	Ed23/5	210	0.8	255	70	160	200	14	171	105	180	180	710	160	55	145	165	8	46
YWL-200/E30	Ed30/5	300		255					171				707						52
YWL-250/E23	Ed23/5	260	0.8	320	90	160	250	18	200	115	205	205	801	190	65	180	225	10	53
YWL-250/E30	Ed30/5	380		315					200				798						61
YWL-250/E50	Ed50/6	700		320					200				861						69
YWL-315/E23	Ed23/5	290	1.1	322	110	160	315	18	247	135	245	245	891	230	80	220	255	15	72
YWL-315/E30	Ed30/5	410		322					247				888						78
YWL-315/E50	Ed50/6	720		322					247				946						81
YWL-315/E80	Ed80/6	1100		322					247				92						
YWL-400/E30	Ed30/5	390	1.25	370	140	195	400	18	304	155	310	310	960	280	100	270	280	12	98
YWL-400/E50	Ed50/6	750		430					304				1073						102
YWL-400/E80	Ed80/6	1250		430					304				1114						
YWL-400/E121	Ed121/6	1900		430					304				1064						132
YWL-500/E50	Ed50/6	890	1.25	440	180	195	500	22	368	195	365	365	1234	340	130	325	350	21	154
YWL-500/E80	Ed80/6	1600		440					368				159						
YWL-500/E121	Ed121/6	2300		440					368				176						
YWL-500/E201	Ed201/6	4100		440					368				181						

注：1. 本制动器系焦作制动器有限公司生产，符合德国标准 DIN 15435。

2. 上海振华港机丰城制动器分公司生产的型号为 YWH 系列，符合 JB/T 6406.1、JB/T 6406.2 及 DIN 15435 标准。各厂家生产的安装尺寸相同，外形尺寸不完全相同，表中数据选自焦作制动器有限公司产品样本。

## 3.3.2 Ed 电力液压推动器



## 使用条件:

1. 环境温度:  $-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$  使用 DB-25 液压油, 低于  $-20^{\circ}\text{C}$  时用 YH-10 航空液压油, 可不装加热器; 用 DB-25 液压油, 必须装加热器。
2. 工作制: 连续工作 S1, 断续工作 S3 (FC60%)。
3. 电压和频率: 三相交流 380V/50 (60) Hz。
4. 三相交流异步式电动机: 技术数据符合 GB 755—1987 绝缘等级: F 级。
5. 电缆: 电缆进线管口  $M30 \times 1.5$ , 导线截面最大可达  $4 \times 2.5\text{mm}^2$ 。

## 安装方式及说明:

1. 垂直安装: 活塞杆连接块朝上。
2. 水平安装和中间任意位置: 主参数标牌朝上, 如上图 (但 Ed630/12 仅用于垂直安装)。
3. 说明: 所有推动器的推杆连接块都可以旋转; Ed50-Ed301 固定座可作  $90^{\circ}$  旋转, Ed23 和 Ed30 的固定座可提供  $90^{\circ}$  旋转 (订货时说明); 无论何种安装位置, 活塞杆都不能承受径向力。

表 5-4-19

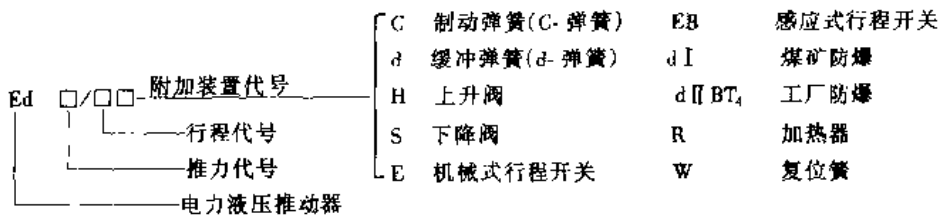
Ed 型推动器技术参数

型号	额定推力 /N	额定行程 /mm	制动弹簧力 /N	额定频率 /Hz	输入功率 /W	额定电压 /V	额定电流 /A	最大工作频率 /(次/h)	重量 /kg	
短行程推动器	Ed23/5	220	50	180	50	165	380	0.52	2000	10
	Ed30/5	300	50	270	50	200	380	0.46	2000	14
	Ed50/6	500	60	460	50	210	380	0.48	2000	21
	Ed80/6	800	60	750	50	330	380	1.42	2000	24
	Ed121/6	1250	60	1200	50	330	380	1.44	2000	39
	Ed201/6	2000	60	1900	50	450	380	1.45	2000	39
	Ed301/6	3000	60	2700	50	550	380	1.46	1500	40
长行程推动器	Ed50/12	500	120		50	210	380	0.48	1200	26
	Ed80/12	800	120		50	330	380	1.42	1200	27
	Ed121/12	1250	120		50	330	380	1.44	1200	39

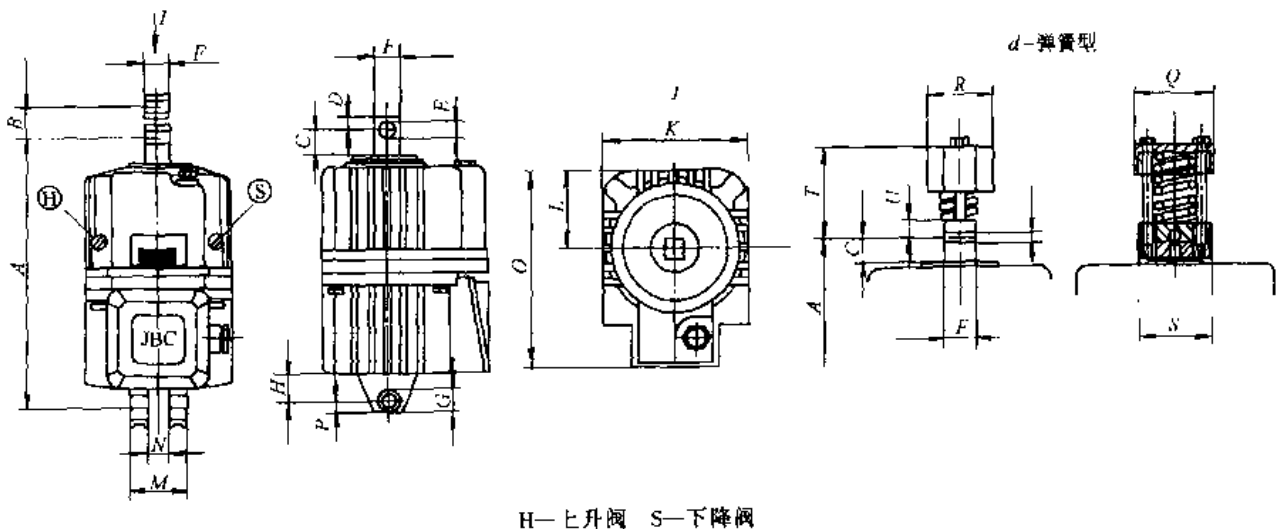
续表

型号	额定推力 /N	额定行程 /mm	制动弹簧力 /N	额定频率 /Hz	输入功率 /W	额定电压 /V	额定电流 /A	最大工作频率 /(次/h)	重量 /kg
长行程推动器	Ed201/12	2000	120	50	450	380	1.45	1200	39
	Ed301/12	3000	120	50	550	380	1.46	900	40
	Ed630/12	6300	120	50	1100	380	2.4	630	

注：1. 型号意义：



- 附加装置说明：①可同时设置上、下限位开关，上限位开关可指示制动器是否正常打开，下限位开关可指示制动器是否正常闭合。②上升、下降或上升下降延时时间，可使动作延时，可在额定动作时间至30s内进行调定，装有延时阀的推动器，当阀全开时，其上升下降时间将有所延长，短行程延长0.1~0.2s，长行程延长0.2~0.4s。③短行程推动器可设置制动弹簧C或复位弹簧W和缓冲弹簧d。表中所列制动弹簧C的弹簧力为上升行程1/3时的弹簧力。复位弹簧W工作原理同弹簧C但弹簧力较小。缓冲弹簧d可使制动平稳，它安装在活塞杆上(代替推杆连接块)，安装弹簧d的推动器不能安行程开关。④加热器分AC110V或AC220V两种电压，订货时应注明，温度的控制方法用户选择，接线盒进线口为M22×1.5。⑤行程开关分机械式与感应式，用户自己选择。⑥可采用快速下降电路，通过电机加电容，可使下降时间缩短15%，用户自己设置。
- 本表摘自焦作制动器有限公司的样本。该公司还生产Ed2型、YTD6型推动器，规格多少不尽相同，但他们的相应规格的基本性能与安装尺寸完全互换。Ed型符合德国标准DIN 15430，Ed2、YTD6型符合JB/T 6406.3—1992标准但不具备Ed型的附加功能。该公司还生产Ed隔爆型适用于煤矿井下及IIA、IIB温度组别为T<sub>1</sub>~T<sub>4</sub>组可燃气体与空气形成的爆炸性场所。
- 上海振华港机丰城制动器分公司也生产Ed型、YTD型推动器，基本性能及安装尺寸与焦作公司生产的相同，该公司还生产MYT2型推动器，连接尺寸符合Q/ZB 120标准，可取代(M)YT1型老产品。天水长城控制电器厂生产MYT型推动器，符合JB/T 6452和德国DIN 15430标准。上海伯瑞制动器有限公司(原上海奉城制动器厂)，也生产Ed型、YTD型推动器。各厂家产品性能与尺寸有可能不尽相同，选用时应与各厂家联系。

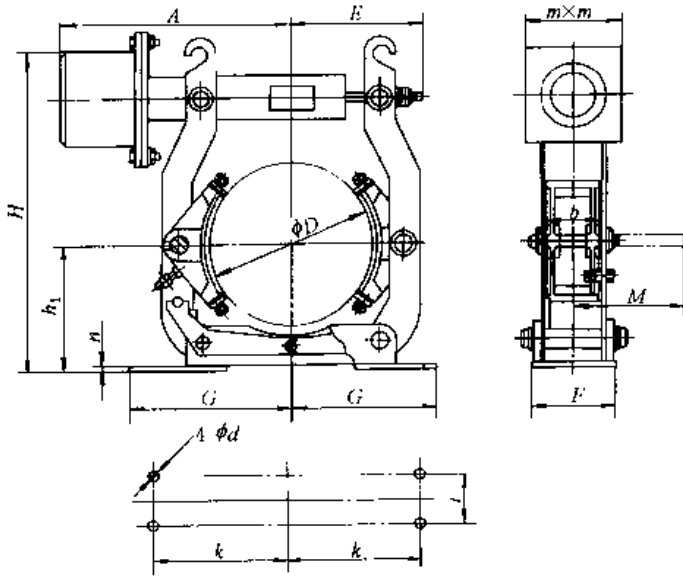






### 3.3.3 电磁块式制动器

#### MW (Z) 型电磁铁块式制动器



使用条件:

1. 环境温度 -20 - 70℃。
2. 交流 380V、50Hz 电源，电压允许波动上限不超过 10%，下限不低于额定电压 15%，如果 MWZ 产品为直流电源额定电压为 220V。如供电直流网络为 440V 时，将采用附加电阻与网络电压匹配，电源电压允许下浮 15%。
3. 使用地点的海拔高度不超过 2000m。
4. 使用地点空气相对湿度不大于 90%。
5. 制动器周围不得有易燃易爆及足以腐蚀金属和破坏绝缘的气体 and 导电尘埃。

型号意义:

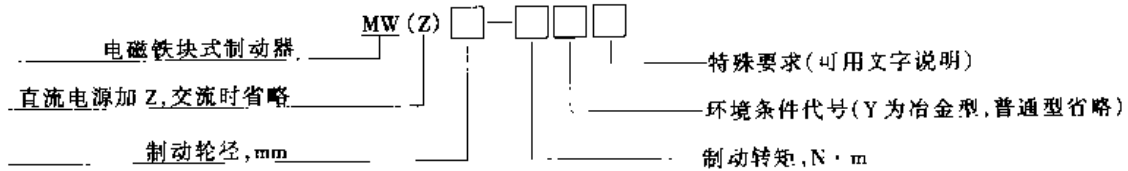


表 5-4-22

技术 参 数

型 号	制动转矩 /N·m	每侧瓦块 退距 /mm	配 用 电 磁 铁							总重量 /kg		
			型号	额定吸力 /N		最大行程 /初行程 /mm	额定电流 /A					
				通电持续率 25%	通电持续率 40%		重量 /kg	通电持续率 25%	通电持续率 40%			
直 流 型	MWZ160-80	80	0.50	MZZ1-200	1000	800	3	1.3	0.8	15	27.8	
	MWZ200-160	160	0.54	MZZ1-200	1000	800	3	1.3	0.8	15	34	
	MWZ315-630	630	0.55	MZZ1-300	2150	1800	4	2.3	1.4	33	110	
交 流 型	MW160-80	80	0.5	MZDJ-160	100%	250	6/3	1200	3.5	0.02	3.5	17
	MW200-160	160	0.6	MZDJ-200	100%	1250	6/3	1200	3.5	0.02	5	30
	MW250-315	315	0.6	MZDJ-250	100%	2500	7/3.2	1200	3	0.02	7	42
	MW315-630	630	0.8	MZDJ-315	100%	3150	8/4.5	900	5	0.025	12	90
	MW400-1250	1250	0.8	MZDJ-400	100%	5000	8/4	900	6	0.04	17	158
	MW500-2500	2500	1.0	MZDJ-500	100%	8000	9/5	900	8	0.03	36	204
	MW630-5000	5000	1.0	MZDJ-630	100%	12500	9/5	600	10	0.04	65	355
	MW710-8000	8000	1.25	MZDJ-710	100%	16000	11/6	600	12	0.04	100	419
MW800-10000	10000	1.25	MZDJ-800	100%	20000	11/6	600	15	0.04	135	685	

注: 1. 全部数据来自焦作制动器有限公司产品样本。  
 2. 产品符合 JB/T 7685—1995 标准。  
 3. 直流电磁铁时，产品不带直流电源。

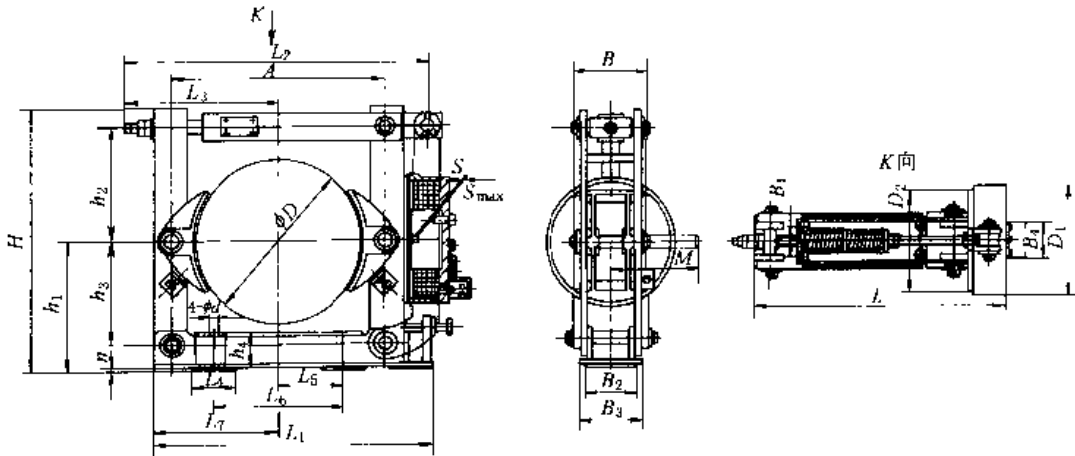
表 5-4-23

基本尺寸

/mm

型号	A	b	D	d	E	F	G	H	h <sub>1</sub>	i	k	M	m	n	
交 流 型	MW160-80	280	65	160	14	150	90	150	380	132	55	130	125	135	6
	MW200-160	280	70	200	14	215	90	165	432	160	55	145	125	135	10
	MW250-315	310	90	250	18	238	100	200	530	190	65	180	149	135	10
	MW315-630	360	110	315	18	255	115	245	615	230	80	220	176	150	15
	MW400-1250	478	140	400	22	358	140	300	750	280	100	270	232	200	18
	MW500-2500	586	180	500	22	434	180	365	888	340	130	325	270	250	20
	MW630-5000	715	225	630	27	460	220	450	995	420	170	400	320	300	23
	MW710-8000	771	255	710	27	630	240	500	1130	470	190	450	355	450	23
	MW800-10000	805	280	800	27	642	280	570	1320	530	210	520	410	610	28
直 流 型	MWZ160-80	280	65	160	14	153	90	150	361	132	55	130	125	168	6
	MWZ200-160	325	70	200	14	207	90	165	400	160	55	145	125	168	8
	MWZ315-630	350	110	315	18	265	115	245	630	230	80	220	176	220	15

ZWZ<sub>A</sub>型直流电磁铁块式制动器



- 使用条件：1. 相当标准 JB/ZQ 4386—1997 ZWZ 型，多用于旧设备维修。  
 2. 允许接电次数：720 次/h。  
 3. 允许周围介质温度：65℃。

标记示例：ZWZ<sub>A</sub>500-Ⅱ制动器 JB/ZQ 4386—1997；  
 ZWZ<sub>A</sub>—直流瓦块电磁铁制动器；500—制动轮直径；Ⅱ—第Ⅱ类线圈。

表 5-4-24

技术参数

制动器型号			ZWZ <sub>A</sub> 400	ZWZ <sub>A</sub> 500	ZWZ <sub>A</sub> 600	ZWZ <sub>A</sub> 700	ZWZ <sub>A</sub> 800		
制 动 转 矩 /N·m	通 电 持 续 率	JC 25%	线圈并联	1500	2500	5000	8000	12500	
			线圈串联	额定电流 60%	1500	2500	5000	8000	12500
		额定电流 40%		900	1500	3000	4800	7500	
		JC 40%	线圈并联	1200	1900	3550	5750	9100	
			线圈串联	额定电流 60%	1200	1900	3550	5750	9100
				额定电流 40%	550	1000	2050	3250	5550
	JC 100%	线圈并联	550	850	1550	2800	4400		
退距/mm			1.5	1.75	2.0	2.25	2.5		

主 弹 簧 安 装 要 求

ZWZ <sub>A</sub> 400			ZWZ <sub>A</sub> 500			ZWZ <sub>A</sub> 600			ZWZ <sub>A</sub> 700			ZWZ <sub>A</sub> 800		
制动 转矩 /N·m	安装力 /N	安装 长度 /mm	制动 转矩 /N·m	安装力 /N	安装 长度 /mm	制动 转矩 /N·m	安装力 /N	安装 长度 /mm	制动 转矩 /N·m	安装力 /N	安装 长度 /mm	制动 转矩 /N·m	安装力 /N	安装 长度 /mm
1500	4350	218	2500	6030	252	5000	11000	334	8000	14000	340	12500	18600	480
1200	3600	234	1900	4550	277	3550	7760	390	5750	10000	392	9100	13600	544
900	2700	253	1500	3600	293	3000	6560	410	4800	8400	413	7500	11200	574
550	1650	274	1000	2400	313	2050	4500	444	3250	5700	450	5550	8200	612
—	—	—	850	2040	319	1550	3400	462	2800	4900	460	4400	6550	634

型号		ZWZ <sub>A</sub> 400			ZWZ <sub>A</sub> 500			ZWZ <sub>A</sub> 600			ZWZ <sub>A</sub> 700			ZWZ <sub>A</sub> 800			
线圈与电压	名称 JC /%	电阻 20℃ /Ω	功率 /W	附加 电阻 型号	电阻 20℃ /Ω	功率 /W	附加 电阻 型号	电阻 20℃ /Ω	功率 /W	附加 电阻 型号	电阻 20℃ /Ω	功率 /W	附加 电阻 型号	电阻 20℃ /Ω	功率 /W	附加 电阻 型号	
		并联线圈技术数据	110V	25	900	—	1010	—	1330	—	1860	—	2400	—	14.15	12.6	9.6
40	630			ZF1-4	725	ZF1-4	940	ZF1-4	1370	ZF2-3	1740	ZF2-3					
100	870			ZF1-4	415	ZF1-4	540	ZF2-3	800	ZF2-3	1010	ZF2-3					
220V	25		1500	ZF2-6	1700	ZF2-6	2100	ZF2-6	3200	ZF3-1	3920	ZF3-1					
	40		1100	ZF2-6	1230	ZF2-6	1610	ZF2-6	2400	ZF3-1	2930	ZF3-1					
	100		660	ZF2-3	765	ZF2-3	990	ZF2-6	1420	ZF2-6	1710	ZF3-1					
440V	25		2680	ZF3-1	3010	ZF3-1	3950	ZF3-2	5700	ZF3-2	7170	ZF3-2					
	40		2070	ZF3-1	2300	ZF3-1	3010	ZF3-1	4400	ZF3-1	5460	ZF3-2					
	100		1270	ZF2-6	1420	ZF3-1	1840	ZF3-1	2890	ZF3-1	3320	ZF3-2					

型号		ZWZ400			ZWZ500			ZWZ600			ZWZ700			ZWZ800		
线圈种类	名称	额 定 电 流/A														
		通 电 持 续 率														
		15%	25%	40%	15%	25%	40%	15%	25%	40%	15%	25%	40%	15%	25%	40%
串联线圈技术数据	II	96.5	75	59	201	156	123	209	162	128	302	234	185	595	460	363
	III	139	108	85.5	316	245	193	300	233	184	715	555	438	1355	1050	830
	IV	192	149	118	495	383	302	510	395	312	1175	910	720	—	—	—
	V	231	179	141	—	—	—	630	490	387	—	—	—	—	—	—
	VI	268	208	164	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VII	346	268	212	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

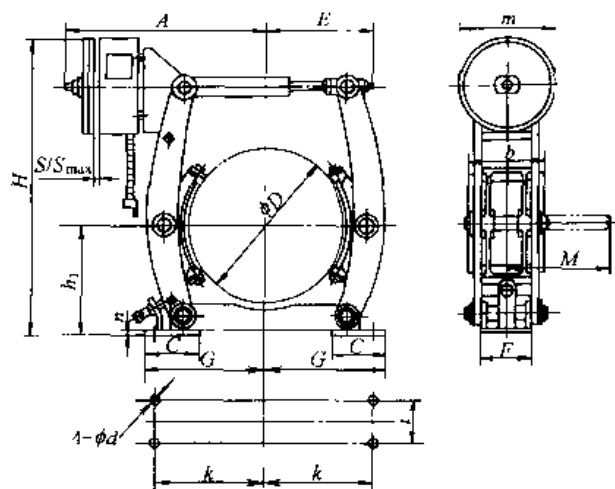
注：1. 生产厂：焦作制动器有限公司。2. 天水长城控制电器厂生产同类型产品，型号为 MW<sub>2</sub> 系列详细数据与厂家联系。

表 5-4-25

基本尺寸

/mm

制动器型号	A	B	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	D	D <sub>1</sub>	d	H	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>
ZWZ <sub>A</sub> -400	520	180	90	130	170	150	400	350	28	670	320	300	250	90
ZWZ <sub>A</sub> -500	640	200	100	172	190	150	500	410	28	825	400	375	315	115
ZWZ <sub>A</sub> -600	780	240	126	210	230	150	600	500	42	965	475	420	380	140
ZWZ <sub>A</sub> -700	890	280	150	248	270	150	700	577	42	1115	550	495	430	172
ZWZ <sub>A</sub> -800	1020	320	180	278	300	150	800	650	42	1250	600	580	480	176
制动器型号	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	M	n	S	S <sub>max</sub>	重量 /kg	
ZWZ <sub>A</sub> -400	915	720	830	388	100	170	340	315	320	4	2	3	168	
ZWZ <sub>A</sub> -500	1040	845	950	450	120	205	410	380	340	4	2.3	3.5	339	
ZWZ <sub>A</sub> -600	1263	1020	1153	560	160	250	500	465	420	4	2.7	4	500	
ZWZ <sub>A</sub> -700	1395	1140	1285	628	160	305	610	525	480	4	3	4.5	689	
ZWZ <sub>A</sub> -800	1555	1290	1445	690	160	350	700	600	540	4	3.3	5	881	

ZWZ<sub>2</sub>型直流电磁铁块式制动器

使用条件:

1. 安装地点的海拔高度不应超过 2000m。
2. 周围介质温度为 -25 ~ 40℃。
3. 空气相对湿度不应大于 90%。
4. 在无爆炸危险的介质中且无足以腐蚀金属和破坏绝缘的气体及导电尘埃的场合。
5. 额定电压为 220V 的直流电网。
6. 底座一般为水平安装。

型号意义:

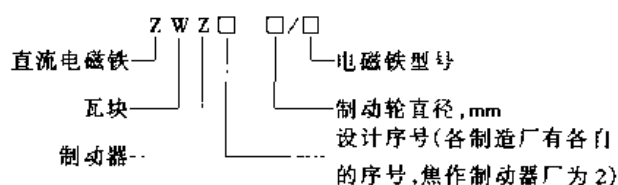


表 5-4-26

技术参数

制动器型号	制动轮直径 D /mm	额定制动转矩 /N·m		制动器型号	制动轮直径 D /mm	额定制动转矩 /N·m	
		并联				并联	
		通电持续率 JC				通电持续率 JC	
		25%	40%			25%	40%
ZWZ <sub>2</sub> -160/100	160	35.5	28	ZWZ <sub>2</sub> -250/200	250	200	160
ZWZ <sub>2</sub> -160/200		140	112	ZWZ <sub>2</sub> -250/300		450	355
ZWZ <sub>2</sub> -200/100	200	40	31.5	ZWZ <sub>2</sub> -315/200	315	250	200
ZWZ <sub>2</sub> -200/200		160	125	ZWZ <sub>2</sub> -315/300		500	450
ZWZ <sub>2</sub> -200/300		315	280				

注: 1. 技术性能和尺寸数据来自焦作制动器有限公司, 符合 GB 6334—1986 标准, 多用于旧设备维修。

2. 天水长城控制电器厂生产同类产品, 型号为 ZWZ10 系列, 详细数据与厂家联系。

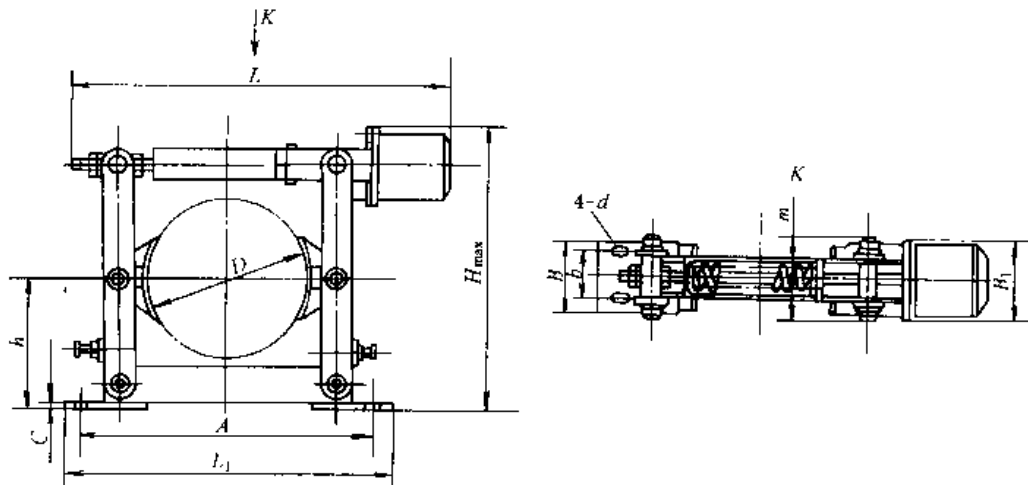
表 5-4-27

基本尺寸

/mm

制动器型号	制动轮直径 $D$	$h_1$	$m$	$G$	$F$	$i$	$k$	$C$	$n$	$d$	$b$	$M$	$E$	$S$	$S_{max}$	$H$	$A$		
ZWZ <sub>2</sub> -160/100	160	132	118	150	90	55	130	80	6	14	65	185	150	2	3	396	259		
ZWZ <sub>2</sub> -160/200			168											2.5	4			421	306
ZWZ <sub>2</sub> -200/100	200	160	118	165	90	55	145	80	8	14	80	185	180	2	3	444	299		
ZWZ <sub>2</sub> -200/200			168											2.5	4			469	346
ZWZ <sub>2</sub> -200/300			220											3	4.5				
ZWZ <sub>2</sub> -250/200	250	190	168	200	100	65	180	95	10	18	100	250	198	2.5	4	534	350		
ZWZ <sub>2</sub> -250/300			220											3	4.5			550	380
ZWZ <sub>2</sub> -315/200	315	225	168	245	120	80	220	120	10	18	125	298	250	2.5	4	604	376		
ZWZ <sub>2</sub> -315/300			220											3	4.5			630	426

TJ2A 型交流电磁铁块式制动器 (JB/ZQ 4715—1998)

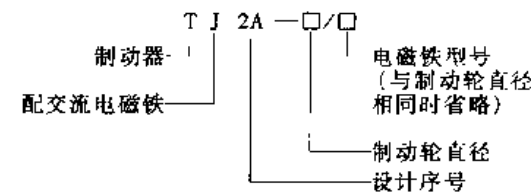


使用条件:

1. 周围介质温度 - 25 ~ 100℃。
2. 海拔高度 ≤ 2000m。
3. 空气相对湿度不大于 90%。
4. 适用于 50 ~ 60Hz, 380V 或 220V 交流电路。
5. 全方位安装。
6. 周围介质无足以腐蚀金属和破坏绝缘的气体。

型号意义:

制动器型号:



电磁铁型号:

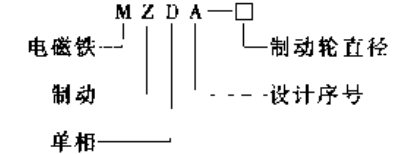


表 5-4-28

技术参数与尺寸

制动器型号	制动轮直径 /mm	瓦块退距 /mm	额定制动转矩 /N·m	配用电磁铁					
				型号	额定行程 /mm	吸持力/启动力 /N	启动电流/A 持续电流/mA	操作频率 / (次/h)	通电持续率/%
TJ2A-100	100	0.6	200	MZDA/100	3 ~ 5	320/250	3/20	1200	0 ~ 100
TJ2A-200/100	200	0.6	400	MZDA/100	3.2 ~ 7	320/250	3/20	1200	0 ~ 100
TJ2A-200	200	0.6	1600	MZDA/200	3.2 ~ 7	160/1250	3/20	1200	0 ~ 100
TJ2A-300/200	300	0.8	2400	MZDA/200	3.2 ~ 7	1600/1250	3/20	1200	0 ~ 100
TJ2A-300	300	0.8	5000	MZDA/300	3.2 ~ 7	3150/2500	3/20	1200	0 ~ 100

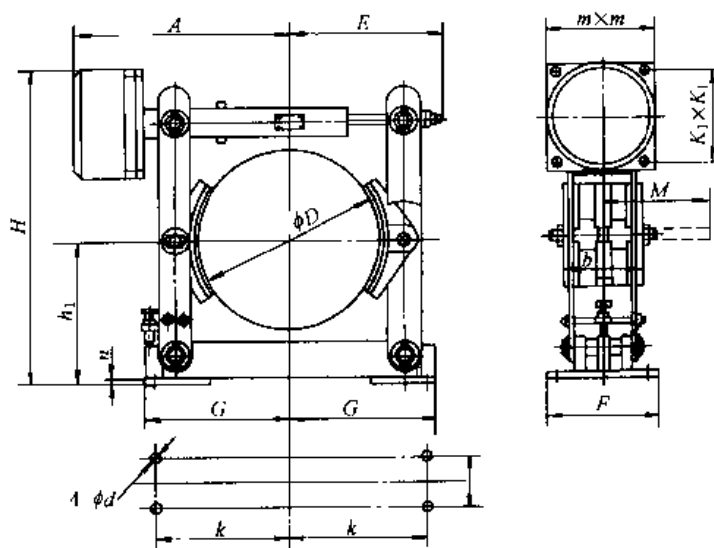
续表

制动器型号	基本尺寸/mm												重量/kg
	D	h	A	b	d	L	L <sub>1</sub>	B	B <sub>1</sub>	m	H <sub>max</sub>	C	
TJ2A-100	100	100	230	40	13	320	260	70	110	90	245	5	9.0
TJ2A-200/100	200	170	380	60	17	500	420	90	126	90	390	7	21
TJ2A-200	200	170	380	60	17	520	420	90	126	125	400	7	32
TJ2A-300/200	300	240	540	80	21	650	580	120	160	125	535	9	59
TJ2A-300	300	240	540	80	21	670	580	120	160	150	545	9	82

注: 1. 只用于旧设备维修、新设计中不得选用。

2. 生产厂: 焦作制动器有限公司。

## JZ型交流节能电磁铁块式制动器



使用条件:

1. 环境温度:  $-20 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 。
2. 交流 380V/50Hz 电源, 电压允许波动上限不超过 10%, 下限不低于额定电压 15%。
3. 作用地点的海拔高度不超过 2000m。
4. 使用地点空气相对湿度不大于 90%。
5. 制动器周围不得有易燃易爆及足以腐蚀金属和破坏绝缘的气体 and 导电尘埃。

型号意义:

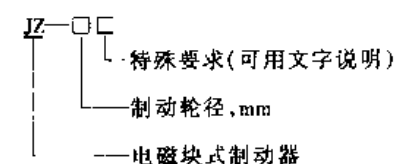


表 5-4-29

型号	制动轮直径/mm	制动转矩/ $\text{N}\cdot\text{m}$	退距/mm	重量/kg	配用电磁铁							总重量/kg	
					型号	额定推力/N	行程/mm		操作频率/(次/h)	电流/A			重量/kg
							初始	最大		起动	工作		
JZ-100	100	20	0.5	12.5	MZD JZ-100	320	3	5	1200	3	0.020	3.5	16
JZ-200	200	160	0.6	19	MZD JZ-200	1600	3	7	1200	3	0.020	7	26
JZ-300	300	500	0.8	52	MZD JZ-300	3150	3.5	7	1200	4	0.020	12	64
JZ-400	400	1250	0.8	100	MZD JZ-400	6300	4.5	8	900	6	0.025	17	117
JZ-500	500	2500	0.8	167	MZD JZ-500	10000	5	9	900	8	0.030	33	200
JZ-600	600	5000	1.0	345	MZD JZ-630	16000	5	9	600	10	0.040	72	417

型 号	基本尺寸 /mm														
	A	b	D	d	E	F	G	H	h <sub>1</sub>	i	K	K <sub>1</sub>	M	m	n
JZ-100	200	70	100	13	140	75	125	300	100	40	110	78	110	100	6
JZ-200	270	80	200	17	215	100	208	435	170	60	175 190	105 110	126	145	8
JZ-300	350	140	300	22	295	130	290	600	240	80	250 270	125	160	155	10
JZ-400	465	180	400	22	350	180	350	765	320	130	325	170	210	200	12
JZ-500	565	200	500	22	490	200	405	950	400	150	380	200	250	230	16
JZ-600	675	240	600	26	560	220	500	1160	475	170	475	230	305	270	18

注：1. 资料来自焦作制动器有限公司的样本。  
2. 安装尺寸符合 JB/ZQ 4388—1997 标准。

3.3.4 制动轮 (JB/ZQ 4389—1997)

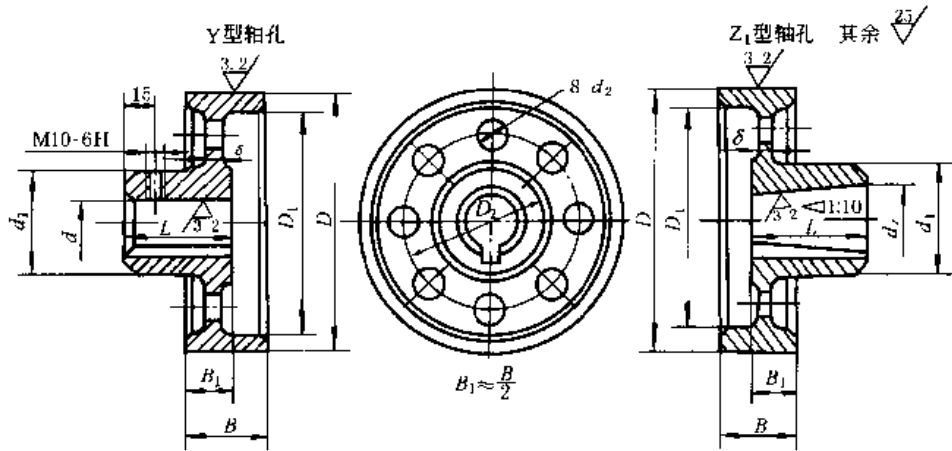


表 5-4-30

/mm

D	Y 型轴孔		Z <sub>1</sub> 型轴孔		B	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	δ	转动惯量 /kg·m <sup>2</sup>	重 量 /kg
	d	L	d <sub>2</sub>	L								
100	25, 28	62	25, 28	44	70	84	—	65	—	8	0.0075	3.0
	30, 32, 35	82	30, 32, 35	60								
160	25, 28	62	25, 28	44	70	145	105	65	30	8	0.03	5
	30, 32, 35	82	30, 32, 35	60								
200	25, 28	62	30, 32, 35, 38	60	85	180	140	100	30	8	0.20	10.0
	30, 32, 35, 38	82		84								
	40, 42, 45, 48, 50, 55	112		84								
250	30, 32, 35, 38	82	30, 32, 35, 38	60	105	220	168	115	40	8	0.28	18.0
	40, 42, 45, 48, 50, 55	112	40, 42, 45, 48, 50, 55	84								
	60	142	60	107								
315 (300)	40, 42, 45, 48, 50, 55	112	60, 65, 70, 75	107	135	290 (275)	200	120	55	8	0.60	24.5
	60, 65	142										



续表

D	Y型轴孔		Z <sub>1</sub> 型轴孔		B	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	δ	转动惯量 /kg·m <sup>2</sup>	重量 /kg
	d	L	d <sub>2</sub>	L								
400	60, 65, 70, 75	142	60, 65, 70, 75	107	170	370	275	175	70	12	0.75	60.7
	80, 85	172	80, 85, 90, 95	132								
				100, 110								
500	80, 85, 90, 95	172	75	107	210	465	340	210	90	14	2.0	100.6
				80, 85, 90, 95								
	100, 110	212	100, 110, 120	167								
			130	202								
630 (600)	90, 95	172	90, 95	132	265	595 (565)	390	210	120	16	5.0	132.1
	100, 110	212	100, 110, 120	167								
				130								
710 (700)	100, 110, 120	212	110, 120	167	300	670 (660)	435	210	130	18	10	183.4
	130	252	130	202								
800	130, 140, 150	252	130, 140, 150	202	340	760	495	230	140	18	16.75	230.9

注：1. 括号内的制动轮直径，不推荐使用。

2. 技术要求：(1) 轮缘表面淬火硬度 35~45HRC，深度为 2~3mm。

(2) 材料： $D \leq 200\text{mm}$  者为 45 碳钢； $D \geq 250\text{mm}$  者为 ZG 310-570。

(3) 键槽型式与尺寸应符合 GB/T 3852 的规定。

3. 标记示例：制动轮 200-Y60 JB/ZQ 4389-1997

200—制动轮直径，mm；Y—圆柱形轴孔；60—轴孔直径，mm。

## 4 带式制动器<sup>[2]</sup>

### 4.1 普通型带式制动器

#### 4.1.1 普通型带式制动器结构

这种制动器常用于中、小载荷的起重、运输机械中，结构型式有简单式、差动式和综合式，图 5-4-1 为简单式带式制动器的结构。紧闸用重锤 4（也可用弹簧），松闸用电磁铁 5（或液力、气力、人力等），缓冲器 6 用于减轻紧闸时的冲击，调节螺钉 8 用来保证松闸时带与制动轮间间隙均匀，也可调节间隙的大小。制动轮制成带轮缘或在挡板上装调节螺钉处焊接一些卡爪，可防止带从轮上滑脱，如图 5-4-2。制动带的联接如图 5-4-3。带式制动器目前无定型产品，只能根据需要自行设计。设计制动器时，制动带与制动杠杆的交角应接近于直角，以达到消除作用到杠杆心轴上的附加分力和减少带在杠杆上固定点所需的闭合行程。

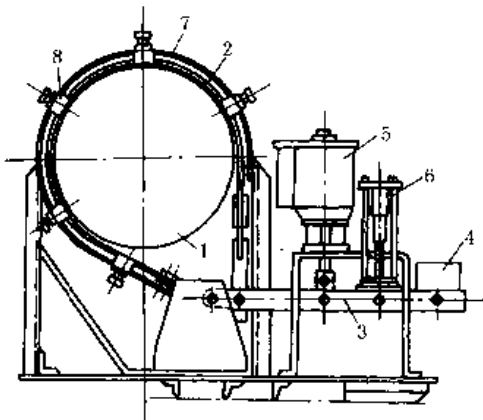


图 5-4-1 带式制动器结构图

1—制动轮；2—制动钢带；3—制动杠杆；4—重锤；  
5—电磁铁；6—缓冲器；7—挡板；8—调节螺钉

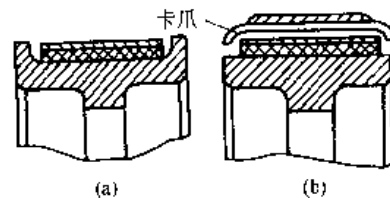


图 5-4-2 带式制动器的制动轮与制动带  
(a) 轮缘式；(b) 卡爪式

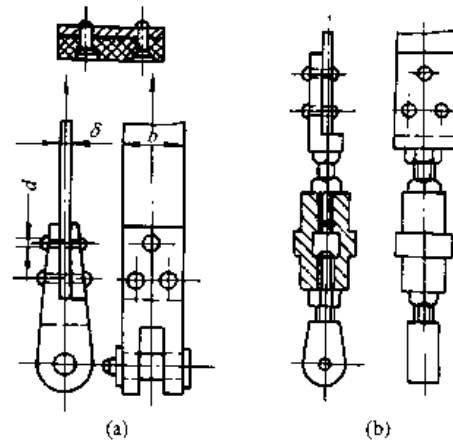
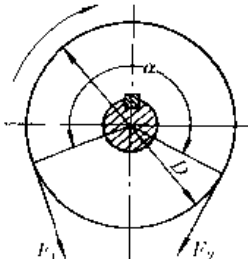
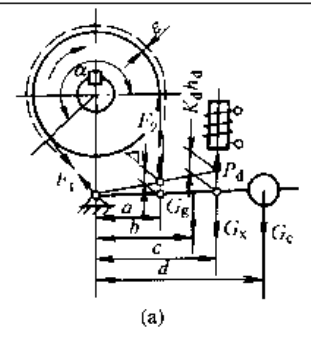
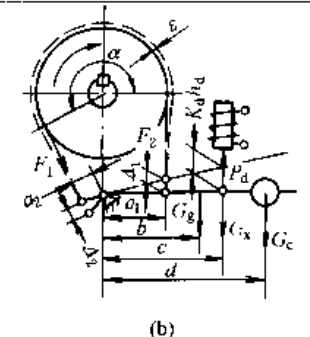
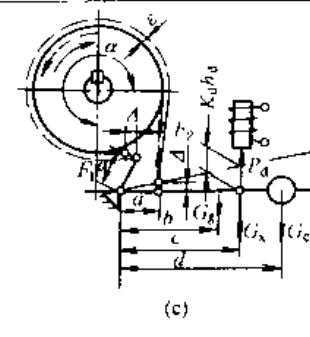


图 5-4-3 制动带的联接零件  
(a) 刚性联接; (b) 螺旋联接

4.1.2 普通型带式制动器的计算

表 5-4-31

普通型带式制动器操纵部分计算

项 目	计 算 公 式 与 说 明		
圆周力 $F$ 及带两端张力 $F_1$ (绕入端), $F_2$ (绕出端)	 $F = \frac{2T}{D} = F_1 - F_2$ $F_1 = \frac{F e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1}$ $F_2 = \frac{F}{e^{\mu\alpha} - 1}$ $F_1 = F_2 e^{\mu\alpha}$ <p> <math>T</math> —— 制动转矩, N·m  <math>\mu</math> —— 摩擦因数, 见表 5-4-5  <math>\alpha</math> —— 制动轮包角, 通常取为 <math>250^\circ \sim 270^\circ</math>, 复合带式的包角可达 <math>630^\circ</math>  <math>D</math> —— 制动轮直径, m, 可按表 5-4-32 选取                     </p>		
结构形式	简单带式制动器  <p>(a)</p>	差动带式制动器  <p>(b)</p>	综合带式制动器  <p>(c)</p>
产生制动转矩 $T$ 时, 所需重锤的重力 $G_c/N$	$G_c = \frac{F_2 a}{d\eta} - \frac{G_x b + G_x c}{d}$	$G_c = \frac{F_2 a_1}{d\eta} - \frac{F_1 a_2 + G_x b + G_x c}{d}$	$G_c = \frac{(F_1 + F_2) a}{d\eta} - \frac{G_x b + G_x c}{d}$
当带退距为 $\epsilon$ (m) 时, 连于杠杆上的带端位移 $\Delta/m$	$\Delta = \epsilon a$		
电磁铁所做的功 $P_d h_d / J$	$P_d h_d = \frac{F_2 \Delta}{\eta K_d}$ $= \frac{2T\epsilon a}{D(e^{\mu\alpha} - 1)\eta K_d}$	$P_d h_d = \frac{F_2 \Delta_1 - F_1 \Delta_2}{\eta K_d}$ $= \frac{2T(a_1 - a_2 e^{\mu\alpha})}{D\eta K_d (e^{\mu\alpha} - 1)} \times \frac{\epsilon a}{a_1 - a_2}$	$P_d h_d = \frac{(F_1 + F_2) \Delta}{\eta K_d}$ $= \frac{T\epsilon a (e^{\mu\alpha} + 1)}{D\eta K_d (e^{\mu\alpha} - 1)}$

续表

项目		计算公式与说明		
安装电磁铁的最大距离 $c_{max}/m$		$c_{max} = K_d h_d \frac{a}{\epsilon \alpha}$	$c_{max} = K_d h_d \frac{a_1 - a_2}{\epsilon \alpha}$	$c_{max} = K_d h_d \frac{2a}{\epsilon \alpha}$
产生的制动转矩 $T/N \cdot m$	顺时针	$T = (e^{\mu \alpha} - 1)(G_c d + G_g b + G_s c) \frac{D}{2a} \eta$	$T = \frac{e^{\mu \alpha} - 1}{a_1 - \eta a_2 e^{\mu \alpha}} (G_c d + G_g b + G_s c) \frac{D}{2} \eta$	$T = \frac{e^{\mu \alpha} - 1}{e^{\mu \alpha} + 1} (G_c d + G_g b + G_s c) \times \frac{D}{2a} \eta$
	逆时针	$T$ 减小到 $\frac{1}{e^{\mu \alpha}}$ 倍	$T$ 减小到 $\frac{a_1 - \eta a_2 e^{\mu \alpha}}{a_1 e^{\mu \alpha} - \eta a_2}$ 倍	$T$ 大小不变
说明		$a, b, c, d$ —— 长度尺寸, 见图 a, b, c, m 通常取 $\frac{d}{a} = 10 \sim 15$ $\eta$ —— 制动杠杆效率, 一般取 $\eta = 0.9 \sim 0.95$ $G_g$ —— 制动杠杆重量, N $G_s$ —— 电磁铁衔铁重量, N	$a_1, a_2$ —— 长度尺寸, 见图 b, m 为避免自锁现象, 应使 $a_1 > a_2 e^{\mu \alpha}$ 通常取 $a_1 = (2.5 \sim 3) a_2$ $a_2 = 30 \sim 50mm$	$P_d$ —— 电磁铁吸力, N $h_d$ —— 电磁铁行程, m $K_d$ —— 电磁铁行程利用系数 $K_d = 0.8 \sim 0.85$ $\epsilon$ —— 制动带退距, 见表 5-4-34
适用条件及特点		正反转制动转矩不同, 顺时针旋转时制动转矩大, 紧闸所需重锤的重量 $G_c$ 小, 用于起升机构及变幅机构, 一般很少采用, 有时用于单向手操纵制动		制动转矩大, 正反转制动转矩相同, 用于运行及旋转机构, 可用于双向制动

表 5-4-32 带式制动器的荐用制动轮尺寸

计算制动转矩 $T$ /N·m	制动轮尺寸/mm	
	直径 $D$	宽度 $B$
~ 100	100	30
100 ~ 300	100 ~ 150	40
400 ~ 600	150 ~ 200	60
700 ~ 860	200 ~ 250	70
1400 ~ 1600	300 ~ 350	90
1800 ~ 2100	400 ~ 450	90
2850 ~ 4000	500 ~ 700	110
6400 ~ 8000	800 ~ 1000	150

表 5-4-34 带式制动器荐用退距值 /mm

制动轮直径 $D$	退距 $\epsilon$						
	100	200	300	400	500	600	700 800
退距 $\epsilon$	0.8	1.0	1.25 ~ 1.5		1.5		

这种制动器的特点:  
1. 构造简单紧凑;  
2. 包角大(可超过  $2\pi$ ), 制动转矩大, 相同制动轮直径时, 带式为块式的 2 ~ 2.5 倍。  
其缺点为:

1. 在制动时, 制动轴附加相当大的弯曲作用力, 其值等于带张力  $F_1, F_2$  的向量和;  
2. 由于带的绕出端和绕入端的张力不等, 故带沿制动轮周围的压强也不等, 随着磨损也不均匀, 其差别为  $e^{\mu \alpha}$  倍(如  $\mu = 0.2 \sim 0.4, \alpha = 250^\circ \sim 270^\circ$  时,  $e^{\mu \alpha} = 2.4 \sim 6.6$  倍);  
3. 简单和差动带式制动器的制动转矩随转向而异。因而限制了它的应用范围。

这种制动器适于应用在转矩较大而又要求紧凑的场合, 如用于移动式起重机中。

表 5-4-33 制动钢带荐用尺寸及计算

带宽 $b/mm$	25	30	40	50	60	80	100	140	200	
	带厚 $t/mm$	3		3 ~ 4	4 ~ 6		4 ~ 7	6 ~ 10		
带和轮间的压强及带宽 $b$	带和轮间的实际压强式 $p = \frac{2S}{Db} \text{ (MPa)}$ $D$ —— 轮径 $S$ —— 带的变动张力, 其值由带的最小张力 $F_2$ 变到最大张力 $F_1$ , 其相应的最小压强 $p_{min}$ 和最大压强 $p_{max}$ 为 $p_{min} = \frac{2F_2}{Db}, p_{max} = \frac{2F_1}{Db}$ , 则带宽 $b \geq \frac{2F_1}{Dp_p}$ , mm, 按式算出的 $b$ 应比轮宽 $B$ 小 5 ~ 10mm $p_p$ —— 摩擦材料的许用压强, MPa 见表 5-4-5									
	覆盖面积上摩擦功率 $p_p$ 验算	$p_p \leq (p_p)_p$ $p$ —— 压强, 取上栏中 $p_{min}$ 与 $p_{max}$ 的平均值, MPa $v$ —— 制动轮圆周速度, $v = \frac{\pi D n_1}{60}$ , (m/s) $n_1$ —— 制动轮转速, r/min $(p_p)_p$ —— 覆盖单位面积上许用摩擦功率值, MPa·m/s 见表 5-4-5								
制带厚度 $t$	$t = \frac{F_1}{(b - md) \sigma_p} \text{ (mm)}$ $m$ —— 沿带宽每排最多的铆钉数 $d$ —— 联接钢带与联接件(摩擦材料)用的铆钉直径, mm, 一般取 $d = 4 \sim 10mm$ $\sigma_p$ —— 钢带的许用拉应力, MPa。钢带材料常用 Q235-A, Q275 和 45 钢。当具有覆盖材料时, 取 $\sigma_p = 80 \sim 100MPa$ , 无覆盖材料时, 取 $\sigma_p = 60MPa$									

为了保证带紧密地贴合到制动轮上, 当轮径小于 1m 时, 带宽不大于 100mm; 当轮径大于 1m 时, 带宽不应大于 150mm

## 4.2 短行程带式制动器

### 4.2.1 短行程带式制动器结构

短行程带式制动器如图 5-4-4 所示，制动带系由两条相同的镶有摩擦材料的钢带组合而成。右端用铰链联接

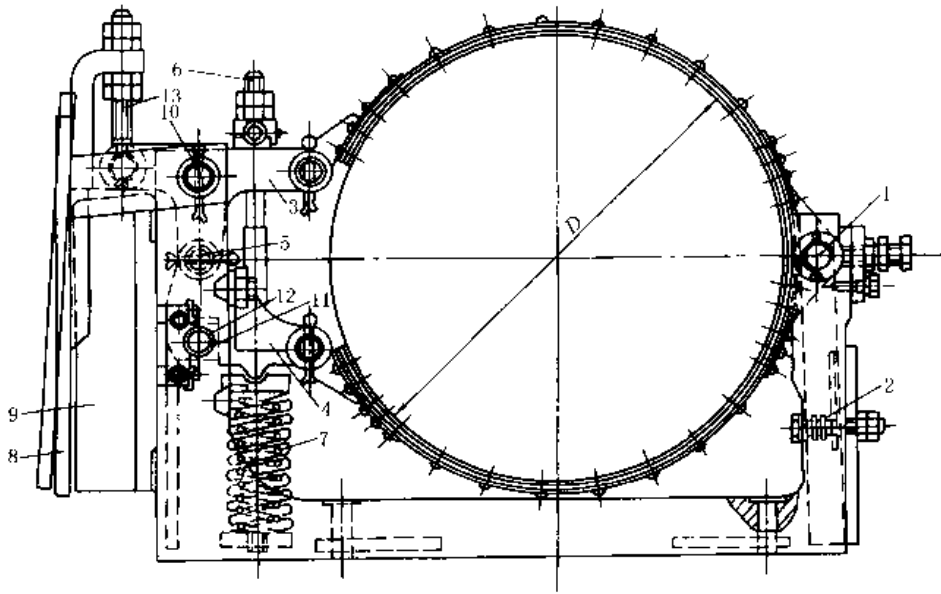


图 5-4-4 短行程带式制动器

到方柱 1 上，在弹簧 2 的作用下它在基架中可水平移动。带的左端用铰链联接到具有共同摆动轴心 5 的曲杆 3 和 4 的杠杆系中。由于弹簧 7 和拉杆 6 的作用使 3、4 两曲杆被拉紧，从而使制动带两端产生张力，使制动器紧闸。电磁铁 9 的衔铁 8 是装在曲杆 3 上。松闸时电磁铁通电，衔铁吸近铁心，曲杆 3、4 分别绕轴心 10 和 11 转动，从而两杆的端部分开，制动带离开制动轮，方柱 1 也同样退开，于是松闸。

随着制动带的磨损，曲杆 3、4 两端的行程及相应电磁铁的行程都将增大，而电磁铁的曳引力则随之减小。为确定衔铁的工作位置，可调整衔铁和曲杆 3 的螺钉 13。短行程直流电磁铁的行程为 2~6mm。衔铁对铁心的正常转角为  $6^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 。

这种类型的带式制动器实际上是两个普通带式制动器的综合。这种制动器多用于重型起重机。

这类制动器的优点：

- 1) 电磁铁行程较小，制动动作快；
- 2) 制动转矩与制动方向无关；
- 3) 围包角较大（约  $320^{\circ}$ ），从而降低带轮之间的压强，相应地延长覆面的使用寿命；
- 4) 由于包角大和联结带的铰链中具有支点作用，从而使弯曲制动轴力变小，但制动轴未能完全卸载。

带式制动器所有的其他缺点仍然存在，如带绕入端的磨损比绕出端的快 2~3 倍；很难使制动带均匀地离开制动轮，从而助长增加不均匀的磨损。

另外，这种带式制动器带的张力彼此无关，杠杆系统的结构难于调整制动器使带按计算张力工作。因此，制动带之一可能大大超过计算张力工作。实际使用中由于带的过载以致有被拉断的情况发生。这种制动器的另一缺点是由于力的作用不在中心，使压强局部增加，并增加制动带两端制动覆面的磨损。以致造成它的破坏。这样使其可靠性降低。此外在这种制动器的结构中弹簧作用力的利用不完全，因弹簧作用力  $P_n$  与带的张力  $F_1$ 、 $F_2$ （见表 5-4-35 中图）成一角度， $F_1$ 、 $F_2$  只是  $nP_n$  的一部分，所以电磁铁曳引力的利用也不够合理（固电磁铁是根据弹簧力选择），致使机构重量增加。

4.2.2 短行程带式制动器计算

表 5-4-35

项 目	计 算 公 式	说 明
力 图		
垂直力 $S_1, S_2$ (不计自重)/N	$S_1 = P_n \frac{ac + cb_2 - c^2}{b_1 b_2} - \frac{G_x d}{b_1}$ $S_2 = P_n \frac{c}{b_2}$	以上下曲杆的平衡条件求出 $S_1, S_2$ $P_n$ ——弹簧力, N $a, b_1, b_2, c, d$ ——长度尺寸, m, 见图 $G_x$ ——电磁铁衔铁的重力, N
铰链中的垂直力/N	$N = P_n \frac{b_2 - c}{b_2}$	在一般结构中, 带的两半的包角 $\alpha$ 互相相等, 角 $\beta$ 亦相等 $\eta$ ——制动器杠杆传动效率, 取 $\eta = 0.9 - 0.95$
带两端张力 $F_1, F_2$ /N	$F_1 = \frac{S_1}{\cos \beta} \quad F_2 = \frac{S_2}{\cos \beta}$	
上、下带的制动圆周力 $F_s, F_x$ /N	$F_s = F_1 \frac{e^{\mu\alpha} - 1}{e^{\mu\alpha}} \quad F_x = F_2 (e^{\mu\alpha} - 1)$	
总制动转矩 $T$ /N·m	$T = (F_s + F_x) \frac{D}{2} = \frac{D(e^{\mu\alpha} - 1)}{2\eta e^{\mu\alpha} \cos \beta} \left[ \frac{P_n}{b_1 b_2} (ac + cb_2 - c^2 + cb_1 e^{\mu\alpha}) - G_x \frac{d}{b_1} \right]$	
产生制动转矩所必需的弹簧力 $P_n$ /N	$P_n = \frac{b_1 b_2}{(ac + cb_2 - c^2 + cb_1 e^{\mu\alpha}) \eta} \left[ \frac{2T e^{\mu\alpha} \cos \beta}{D(e^{\mu\alpha} - 1)} + G_x \frac{d}{b_1} \right]$	
电磁铁的转矩 $T$ /N·m	$T = P_n a$	

表 5-4-36 短行程带式制动器的性能 (参考)

制动轮直径 /mm	制动轮宽度 /mm	制动转矩/N·m						制动器的重量 /kg
		磁铁串激使用			磁铁分激使用			
		JC15%	JC25%	JC40%	JC25%	JC40%	JC100%	
200	85	130	100	70	190	140	80	52
255	85	390	290	180	380	320	180	62
355	120	1230	850	540	1400	900	550	141
455	170	1620	1170	830	2250	1400	1050	235
535	190	2250	1470	1120	2950	2300	1450	325
610	190	3030	1980	1500	4150	3050	1950	365
760	210	5200	3780	3000	8850	5350	390	580

注: 摘自原苏联乌拉尔重型机械制造厂设计资料。

## 5 盘式制动器<sup>[1]</sup>

盘式制动器沿制动盘轴向施制动力，制动轴不受弯矩，径向尺寸小，制动性能稳定。常用的盘式制动器有点盘式、全盘式及锥盘式三种。

### 5.1 盘式制动器的结构及应用

#### 5.1.1 点盘式制动器结构及产品

点盘式又称钳盘式，其单个制动块与制动盘接触面很小，在盘中所占的中心角一般仅为  $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，因而称点盘式。为了不使制动轴受到径向力和弯矩，点盘式制动缸应成对布置，制动转矩较大时，可采用多对制动缸，如图 5-4-5，必要时可在制动盘中间开通风沟，如图 5-4-6，以降低摩擦副温升，还应采取隔热散热措施，以防止液压油高温变质。点盘式制动器体积小，重量轻，动作灵敏，通过调节油压可控制制动转矩的大小。这种制动器在矿井提升机和起重机械中已广泛应用。

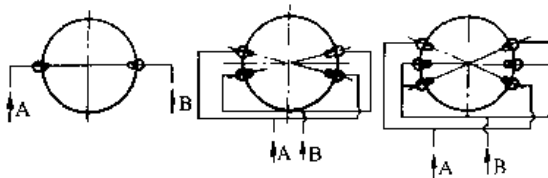


图 5-4-5 多对制动缸组合安装示意图

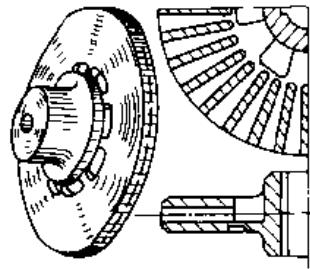


图 5-4-6 带有通风沟的制动盘

点盘式制动器按制动钳的结构型式分固定卡钳式和浮动卡钳式。固定卡钳式即制动钳固定不动，制动盘两侧均有油缸。制动时仅两侧油缸中的活塞驱使两侧制动块作相向移动。常闭固定卡钳式见图 5-4-7、图 5-4-8。常开固定卡钳式见图 5-4-9，摩擦元件底板 4 通过销轴 6、1 和平行杠杆组 5 固定在机架 2 上。弹簧 8 使制动器常开。制动时，将液压油通入油缸 7，同时压缩弹簧而紧闸。平行杠杆组 5 能使摩擦元件与制动盘 3 保持平行。

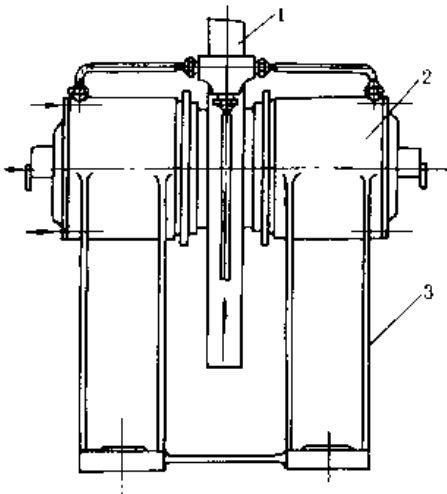


图 5-4-7 常闭固定钳式制动器

1—制动盘；2—制动缸；3—基架

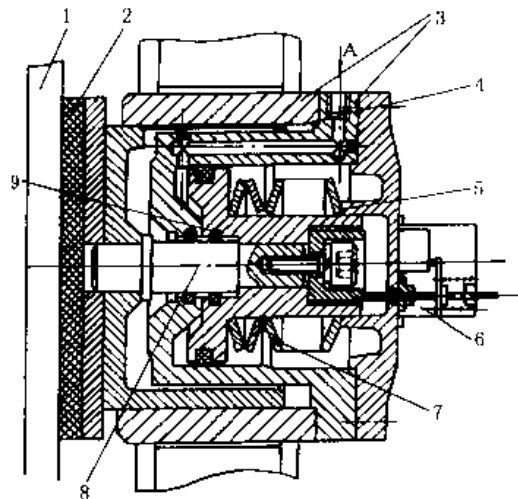


图 5-4-8 常闭固定钳式制动器制动缸结构

1—制动盘；2—摩擦块；3—缸体；4—导引部分；  
5—调整垫片；6—磨损量指示器；7—碟形弹簧；  
8—顶杆；9—活塞

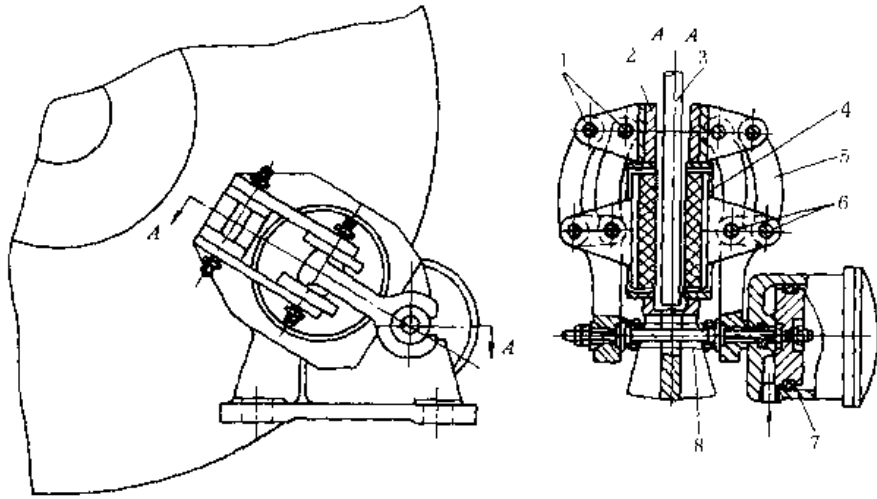


图 5-4-9 常开固定钳式制动器

1、6—销轴；2—基架；3—制动盘；4—摩擦块底板；5—平行杠杆组；7—油缸；8—弹簧

浮动卡钳式的制动缸是浮动的，有滑钳式与摆动钳式。图 5-4-10 为常开滑动钳式制动器，油缸进油后活塞 5 推动制动块 3 左移靠紧制动盘 2 后，制动钳体 4（制动缸）在支承板 9 中向右滑动，并带动制动块 1 右移压紧制动盘 2。

图 5-4-11 为常开摆动钳式制动器。制动缸 6 通过销轴 12 与固定基架 11 铰接，并借助螺栓 9 及弹簧 10 定位。制动时，液压油由孔 7 进入制动缸推动活塞 5 使摩擦块 4 压制动盘 3，由于制动缸是浮动的，故活塞 5 同时也使摩擦块 2 压向制动盘。制动缸卸压后，弹簧 10 使制动器松闸。

表 5-4-37 为 YPZ<sub>2</sub> 型电力液压推杆盘式制动器的产品数据。

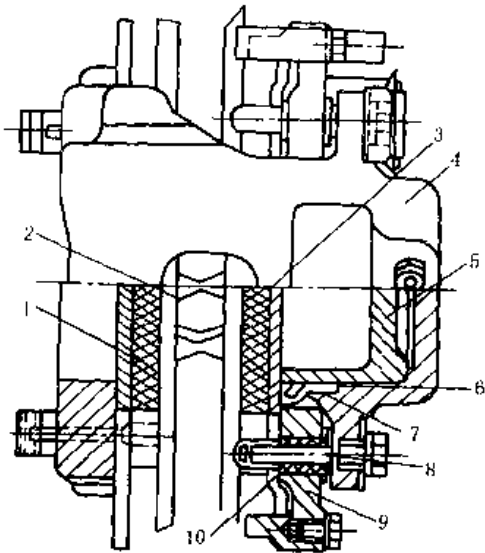


图 5-4-10 常开滑动钳式制动器

1—固定制动块；2—制动盘（通风型）；3—活动制动块；  
4—制动钳体；5—活塞；6—密封圈；7—防护罩；  
8—制动钳定位导向销；9—支承板；10—橡胶衬套

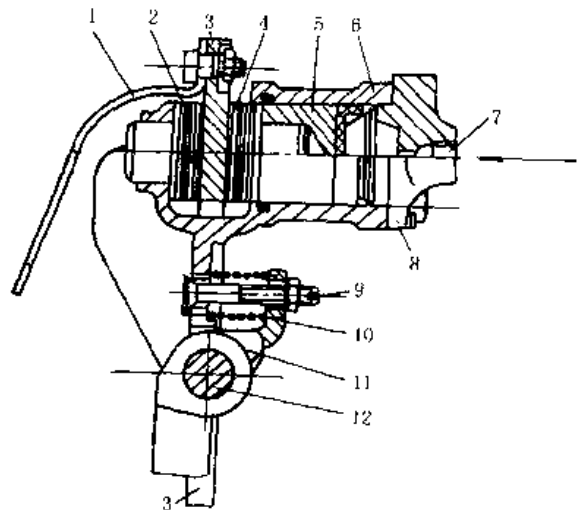
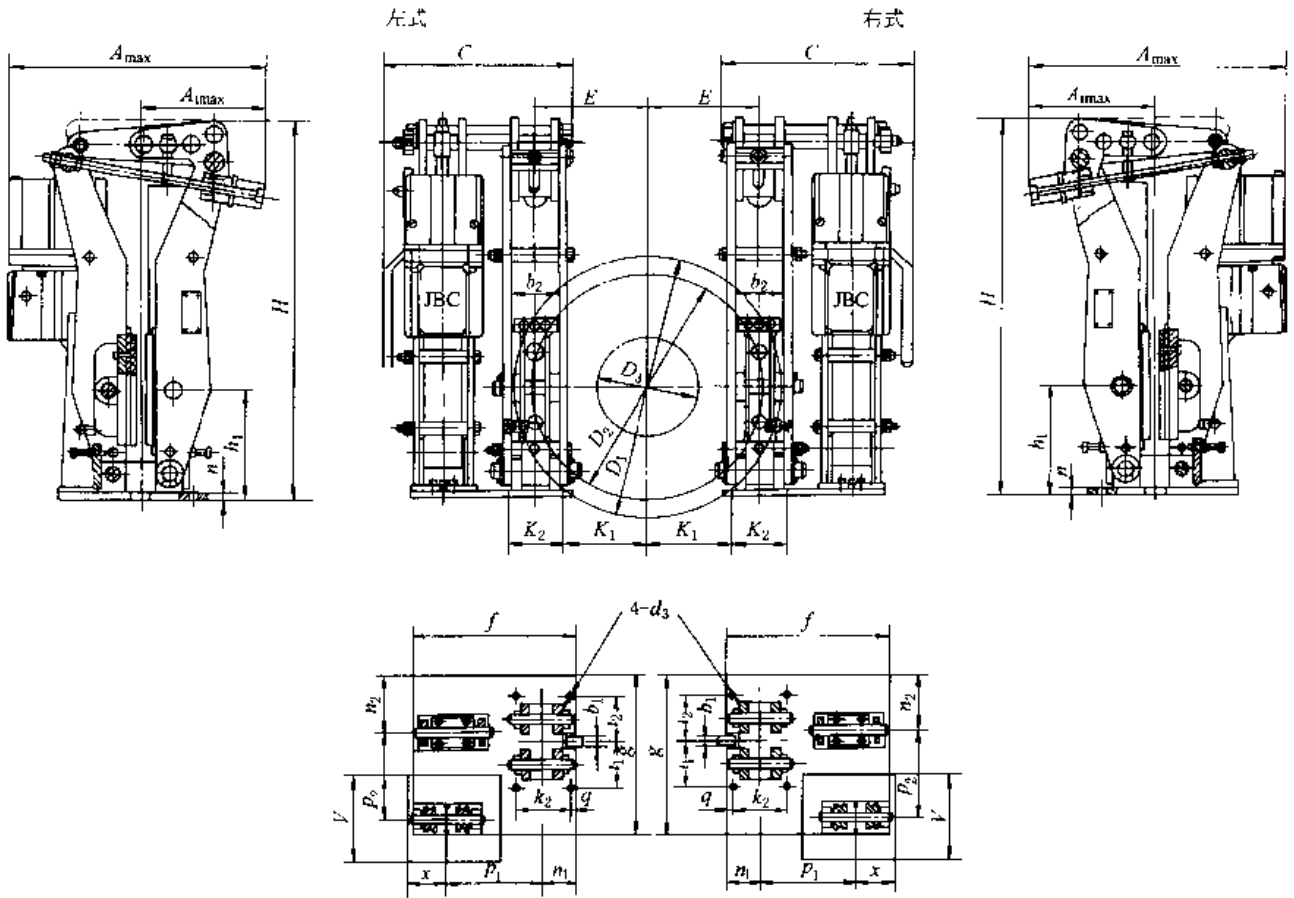


图 5-4-11 常开摆动钳式制动器

1—轮辐；2、4—摩擦块；3—制动盘；  
5—活塞；6—制动缸；7—进油孔；8—缸盖；  
9—螺栓；10—弹簧；11—基架；12—销轴

YPZ<sub>2</sub> 电力液压推杆盘式制动器



使用条件:

1. 环境温度: -40 ~ 50℃。
2. 空气相对湿度不大于 90%。
3. 一般用于三相交流电源 50Hz, 380V (根据需要也可生产 60Hz 或不同电压的, 请订货时事先说明)
4. 安装海拔高度符合 GB 755—1987 及德国 VDE 0530 标准。低于 -20℃时, 推动器工作液改用 YH-10 航空液压油或要求带加热器, 详情参考 Ed 推动器说明书。

型号意义:

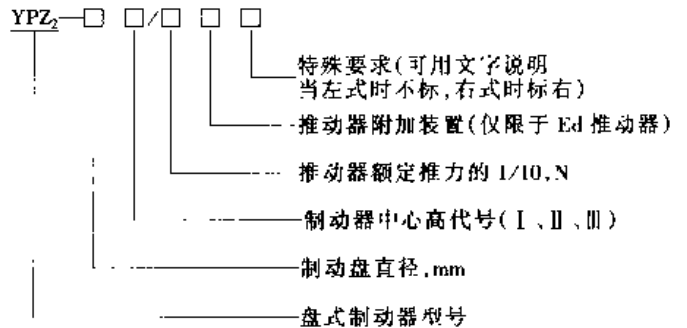


表 5-4-37

技术参数与尺寸

I 型													
盘径/mm	与制动盘相关的尺寸/mm					退距/mm	推动器型号						
	$b_1$	$D_2$	$D_3$	$E$	$k_1$		Ed 23/5	Ed 30/5	Fd 50/6	Ed 80/6			
$D_1$	30	235	140	118	58	1	额定制动转矩/N·m						
315		275	180	138	78		270	380	645	1030			
355		320	225	160	100		320	440	670	1150			
400		370	275	185	125		520	790	1350	1560			
450							910	1560					
其他尺寸/mm					根据推动器确定的尺寸/mm								
$H$	$b_2$	$d_3$	$f$	$g$	$h_1$	$i_1$	$i_2$	$C$	$A_{max}$	380	380	415	415
700	70	18	310	300	230	180	80			530	530	550	550
$k_2$	$A_{max}$	$n_1$	$n_2$	$p_1$	$p_2$	$q$	$n$	$x$		80	80	97	97
120	360	80	100	175	160	20	15	$v$		200	197	254	254
								$G/kg$		89	95	102	104



续表

II 型												
盘径/mm		与制动盘相关的尺寸/mm					退距/mm	推动器型号				
								Ed 50/6	Ed 80/6	Ed 121/6	Ed 201/6	
							Ed <sub>2</sub> 50/6					
							Ed <sub>2</sub> 80/6					
							Ed <sub>2</sub> 121/6					
							Ed <sub>2</sub> 201/6					
							额定制动转矩/N·m					
$D_1$	$b_1$	$D_2$	$D_3$	$E$	$k_1$							
450	30	350	180	175	105	I	1025	1720	2700	4195		
500		400	230	200	130		1175	1965	3085	4790		
560		460	290	230	160		1350	2260	3550	5510		
630		530	360	265	235			2605	4090	6350		
710		610	440	305	235				4665	7310		
其他尺寸/mm							根据推动器确定的尺寸/mm					
$H$	$b_2$	$d_3$	$f$	$g$	$h_1$	$i_1$	$i_2$	$C$	497	497	488	488
980	120	22	408	375	280	130	130	$A_{max}$	668	668	690	690
$k_2$	$A_{max}$	$n_1$	$n_2$	$p_1$	$p_2$	$q$	$n$	$x$	97	97	120	120
140	350	94	165	230	154	24	15	$v$	254	254	260	260
								$G/kg$	178	179	194	194

## III 型

III 型											
盘径/mm		与制动盘相关的尺寸/mm					退距/mm	推动器型号			
								Ed 201/6	Ed 301/6		
							Ed <sub>2</sub> 201/6				
							Ed <sub>2</sub> 301/6				
							额定制动转矩/N·m				
$D_1$	$b_1$	$D_2$	$D_3$	$E$	$k_1$						
630	30	500	310	250	170	I	6305	9170			
710		580	390	290	210		7315	10640			
800		670	480	335	255		9710	12290			
900		770	580	385	305		10970	14120			
1000		870	680	435	355		8450	15960			
1250		1120	930	560	480			20540			
其他尺寸/mm							根据推动器确定的尺寸/mm				
$H$	$b_2$	$d_3$	$f$	$g$	$h_1$	$i_1$	$i_2$	$C$	560	560	
1160	120	27	410	465	370	180	180	$A_{max}$	680	680	
$k_2$	$A_{max}$	$n_1$	$n_2$	$p_1$	$p_2$	$q$	$n$	$x$	120	120	
160	350	110	215	225	206	30	20	$v$	260	260	
								$G/kg$	294	295	

注：1. 图形及资料来自焦作制动器有限公司。

2. 根据需要推动器可附加下列装置：上升阀 H，下降阀 S，缓冲装置 d，显示器 E 及行程开关等，应与厂联系。

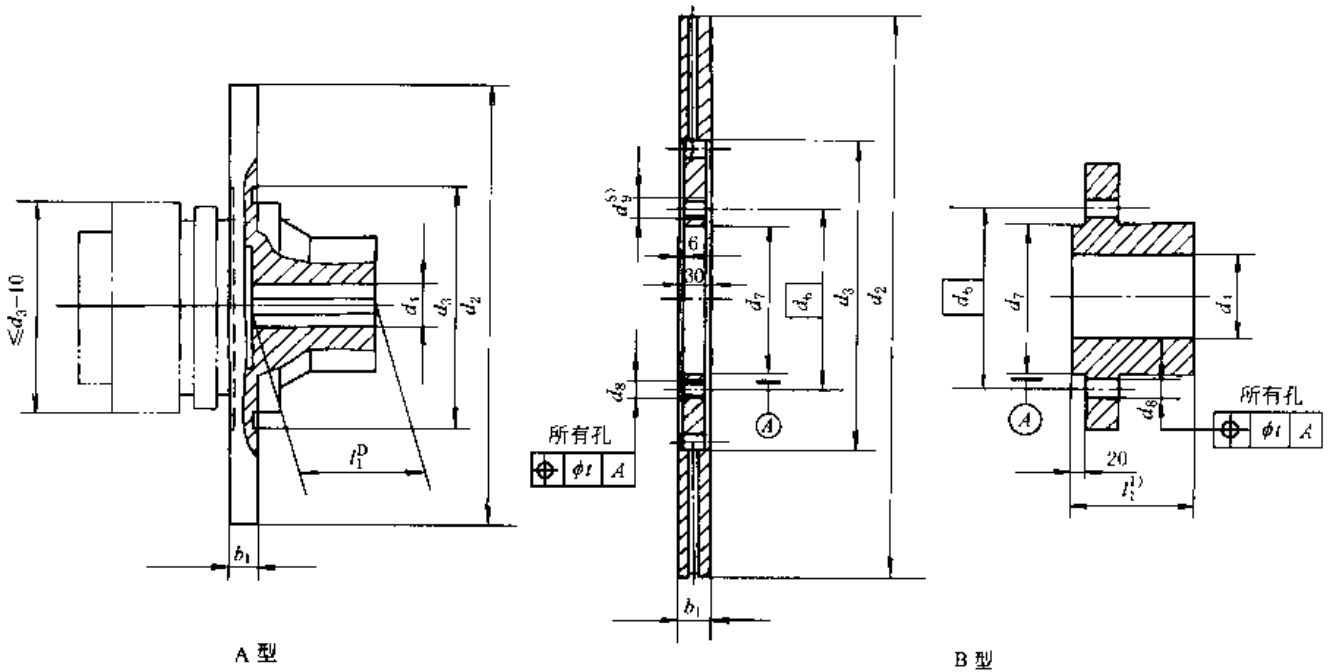
3. Ed 带显示装置时，不能带缓冲弹簧 d。

4.  $D_2$  为理论摩擦直径。

5. 上海振华港机丰城制动器分公司生产类似产品，其型号分 YP1、YP2 和 YP3 与表中 I、II、III 型对应，对应型号安装尺寸相同。

6. 两厂产品结构 with JB/T 7020 相同，但参数与尺寸与标准有差别。

制动盘 (JB/T 7019—1993)



型号意义:

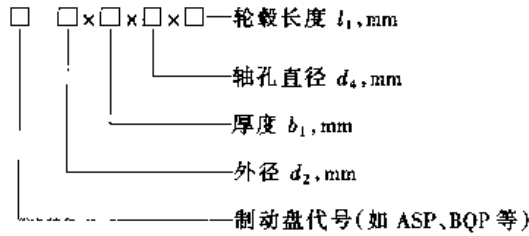


表 5.4-38

/mm

	$d_2^{2)}$	$b_1^{3)}$				$d_3$	$d_4$ (H7)			说明	
							max	min			max
A 型	基本尺寸					max	min		max	1. 图中 1) 轮毂长度 $l_1$ 按 GB1569 中的伸长系列确定, 键槽型式及尺寸按 GB 3852 中长圆柱形轴孔确定 2. 表中 2) 数值前带 ▲ 者应优先采用 3. 表中 3) $b_1 = 15\text{mm}$ 只有实体制动盘; $b_1 = 30\text{mm}$ 有实体制动盘和通风道制动盘; $b_1 = 42\text{mm}$ 、 $b_1 = 80\text{mm}$ 、 $b_1 = 112\text{mm}$ 无实体制动盘, 括号内的 $b_1$ 值推荐用于外径 $d_2$ 的线速度大于 $40\text{m/s}$ 的制动盘 4. 表中 4) 当 $d_2$ 大于 $1000\text{mm}$ 时推荐采用 R10 系列优先数, $b_1$ 等于 $30\text{mm}$ (线速度小于 $40\text{m/s}$ )	
	极限偏差										
	▲250	± 0.2	15	—	—	—	140	30	▲50		70
	280		15	—	—	—	155	30	▲50		70
	▲315		15	30	—	—	175	40	▲60		80
	355		15	30	—	—	200	50	▲60		80
	▲400	± 0.5	15	30	—	80	220	55	▲80		90
	450		15	30	—	—	250	60	▲80		100
	▲500		15	30	—	80	280	70	▲80		100
	560		15	30	—	—	310	80	▲100		125
▲630	15		30	—	112	350	80	▲100	125		
710	15		30	—	—	390	100	▲120	140		
▲800	15	30	(42)	112	440	100	▲120	140			
900	—	30	(42)	—	500	125	▲140	160			
▲1000 <sup>4)</sup>	—	30	(42)	—	560	125	▲140	160			

续表

基本尺寸	极限偏差	$b_1^{(3)}$		$d_6$	$\frac{d_7}{f_7}$	$d_8$			$d_9$	$t$	每个螺栓的拧紧力矩/ $N \cdot m^{(6)}$	说明
						孔径	螺孔个数	螺孔直径				
▲315	±0.2	30	—	105	85	10.5	9	M10	M10	0.3	51	1. 图中 1) 及表中 2) ~ 4) 以及尺寸 $d_7$ 和 $d_8$ 见 A 型 2. 图中 5) 为方便更换制动盘, 在制动盘 $d_6$ 圆周上设置了 3 个螺孔 $d_8$ , 与 $d_6$ 错开, 均匀分布 3. 表中 6) $d_8$ 孔用螺栓的强度等级不低于 GB 3098.1 《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》中的 8.8 级, 按表中给定的拧紧力矩拧紧
355				125	105	13	9	M12	M12		89	
▲400	±0.5	30	—	140	115	17	9	M16	M16	0.4	215	
450				146	120	17	12	M16	M16		215	
▲500	±0.5	30	—	190	160	21	12	M20	M20	0.5	420	
560				190	160	21	12	M20	M20		420	
▲630	±0.5	30	—	205	170	21	12	M20	M20	0.5	420	
710				230	190	25	12	M24	M24		725	
▲800	±0.5	30	(42)	260	220	25	12	M24	M24	0.5	725	
900				260	220	25	12	M24	M24		725	
▲1000 <sup>(4)</sup>				260	220	25	12	M24	M24		725	

注: 1. 本表只适用于单盘式盘式制动器的制动盘。

2. 制动盘按结构分为 A 型与 B 型。A 型是盘与轮毂为一体, 分为实体制动盘 (代号为 S)、直通风道制动盘 (代号为 Z) 和曲线通风道制动盘 (代号为 Q), 其代号分别为: ASP、AZP、AQP; B 型为盘与轮毂可拆卸连接, 盘也分实体、直通风道制动盘, 曲线通风道制动盘, 其代号分别为: BSP、BZP、BQP。

3. 制动盘不要求与图示结构完全相符, 但必须符合所给定的尺寸。

4. 制动盘的材料分铸造与锻造 (或钢板割制)。铸造时其牌号有: ZG310-570、ZG42CrMn、QT450-10、QT600-3; 锻造时其牌号有: 45、60、35CrMoV。

5.  $d_4$ 、 $d_7$  的圆度公差为其直径公差的 1/2, 盘摩擦面对轴孔中心线的全跳动为轴孔的公差。

6. 盘摩擦表面粗糙度  $R_a$  为  $3.2\mu m$ ,  $d_4$  和  $d_7$  表面粗糙度  $R_a$  为  $1.6\mu m$ ,  $d_8$  及其他部位表面  $R_a$  为  $6.3\mu m$ 。

7. 铸造和锻造的钢质材料制动盘进行调质处理时, 硬度为 273~302HRB。摩擦表面如需淬火, 淬硬层深度为 2~3mm, 硬度为 35~45HRC。

8. 制动盘需要作静平衡, 静平衡应使制动盘在其外径上的偏心残留量小于下列两值中的较大值:

a. 0.005kg; b. 制动盘和相匹配轮毂等附件重量的 0.2%。

### 5.1.2 全盘式制动器结构及产品

全盘式制动器结构紧凑, 摩擦面积大、制动转矩大, 但散热条件差, 装拆不如钳盘式方便, 采用扇形摩擦片 (图 5-4-13) 较全环摩擦片更换方便。改变垫片厚度可调节弹簧的压缩量, 可调节制动转矩。径向尺寸有限时, 可采用多盘式来增大制动转矩。多用于电动机上。

图 5-4-12 为常闭单盘式制动器, 动铁芯 5 兼作制动盘, 可沿柱销作轴向移动, 风扇 4 上装有摩擦环 3, 电机尾盖 1 上装有线圈 7 和弹簧 6, 线圈 7 通电后, 铁芯 5 被吸合而松闸, 转子运转。图 5-4-13 为采用扇形摩擦片的多盘式制动器, 当线圈 (图中未示出) 通电后, 弹簧 5 被压缩, 动片与定片间出现间隙, 松闸。

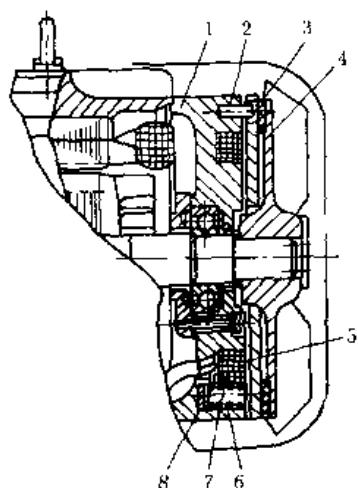


图 5-4-12 常闭单盘式制动器

1—尾盖; 2—柱销; 3—摩擦环; 4—风扇;  
5—动铁芯; 6—弹簧; 7—线圈; 8—垫片

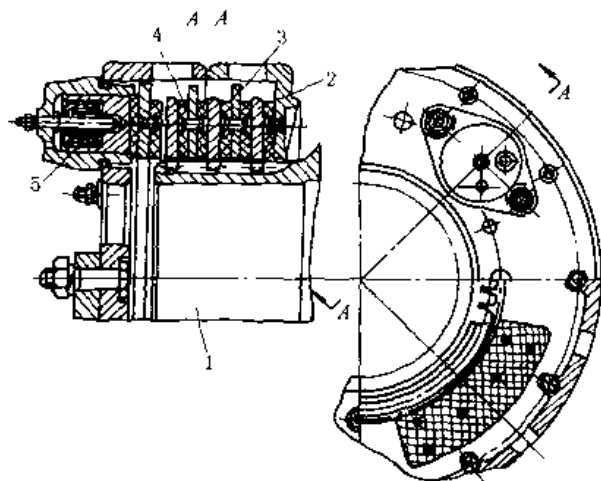
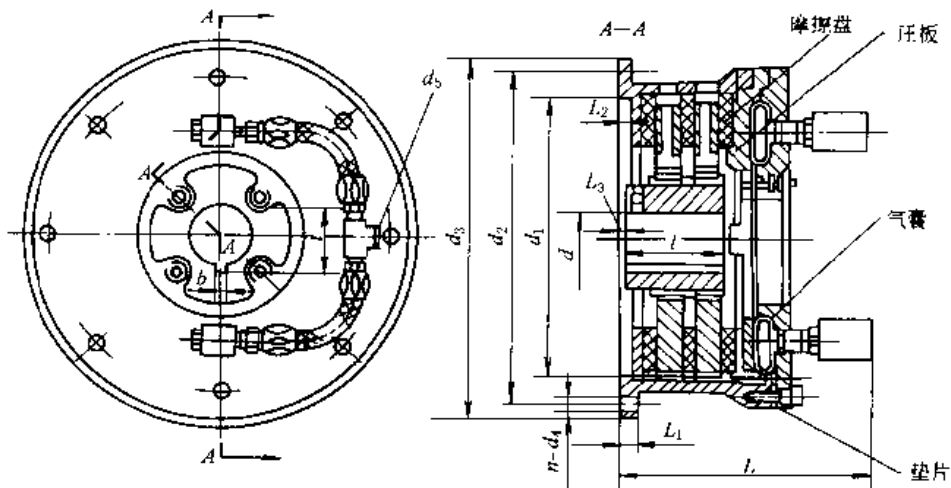


图 5-4-13 多盘式制动器

1—转动轴; 2—动盘; 3—定盘; 4—摩擦片; 5—弹簧

QPZ 型气动盘式制动器 (JB/ZQ 4076—1997)



标记示例:

额定制动转矩为 4160N·m, 型号为 QPZ5 的气动盘式制动器的标记为:

QPZ5 制动器 JB/ZQ 4076—1997

表 5-4-39

型号	额定制动转矩 /N·m	许用转速 $n_p$ /r·min <sup>-1</sup>	/mm													n	转动惯量 (轴套和内盘) /kg·m <sup>2</sup>	重量 /kg ≈
			d (H7)	l	d <sub>1</sub> (H8)	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	d <sub>5</sub>	L <sub>≈</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	b	t			
QPZ1	312	1800	45	82	190	203	220	9	M20×1.5	210	6	1.5	2	14	48.8	4	0.141	20
QPZ2	660	1750	55	82	220	280	310	13.5	M20×1.5	226	13	6	8	16	59.3	6	0.409	32
QPZ3	1540	1400	63	110	295	375	400	17.5	M20×1.5	262	16	10	6	18	67.4	6	0.1748	75
QPZ4	2680	1200	80	114	370	445	470	17.5	Rel/2	276	16	10	10	22	85.4	8	0.4458	105
QPZ5	4160	1100	100	120	410	510	540	17.5	Rel/2	284	16	10	10	28	106.4	12	0.7612	148
QPZ6	6320	1000	120	120	470	560	590	17.5	Rel/2	297	16	10	11	32	127.4	12	1.2159	171
QPZ7	8600	900	130	130	540	648	685	17.5	Rel/2	319	19	8	19	32	137.4	12	2.3849	264
QPZ8	15100	700	150	130	20	730	760	17.5	Rel/2	330	19	6	19	36	158.4	12	3.9608	365
QPZ9	16800	650	160	175	700	800	830	17.5	Rel/2	355	19	6	19	40	169.4	16	6.9500	426
QPZ10	32000	600	180	180	775	900	940	22	Rel/2	364	19	6	19	45	190.4	18	10.2606	640
QPZ11	49600	500	220	230	925	1065	1105	22	Rel/2	400	22	5	16	50	231.4	18	26.4713	905

注:1. 额定制动转矩系气囊压力 0.5MPa 时的转矩。

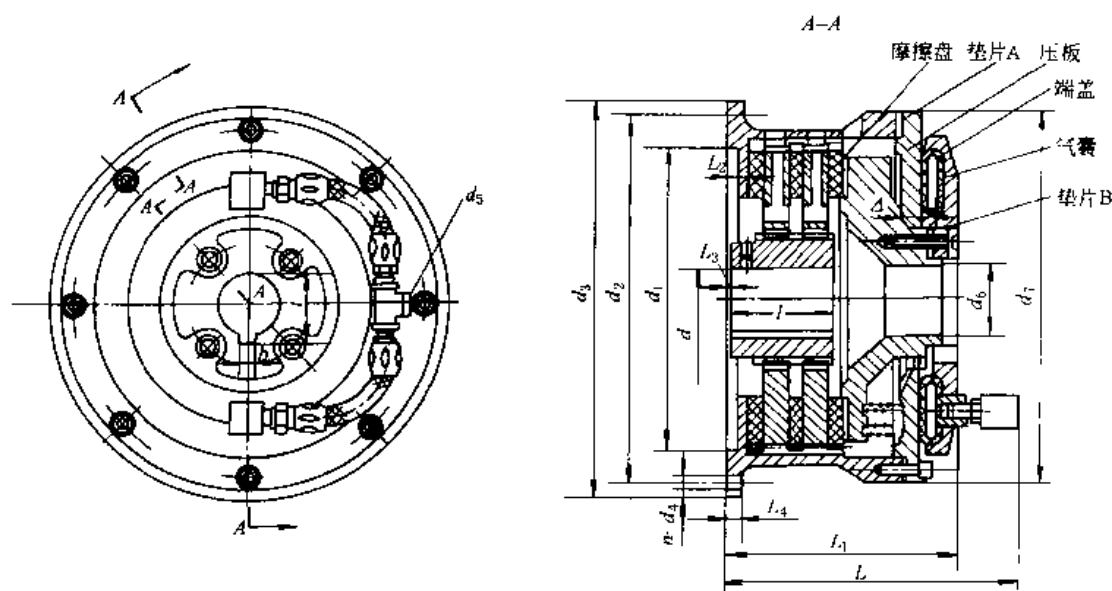
2. 工作环境温度 -20 ~ 80℃。

3. 制动器出厂和使用前,应调整各摩擦盘之间的最小总间隙。调整前,先测量压板的位置,然后给气囊进气,使各摩擦盘和内盘压紧。再测量压板的位置,两次测量值之差即为各盘之间的总间隙。最小总间隙见下表,所测量的最小总间隙不符合表中规定时,可增加或减少半圆形垫片数量,当由于磨损使间隙大于表中规定的最大值时应更换摩擦盘。

制动器型号	最小总间隙 /mm	最大总间隙 /mm	制动器型号	最小总间隙 /mm	最大总间隙 /mm
QPZ1 QPZ2	2.2	10	QPZ7 QPZ8 QPZ9 QPZ10	4.5	16
QPZ3 QPZ4 QPZ5 QPZ6	3.4	13	QPZ11	7.5	19

4. 生产厂:西安重型机械研究所试制厂。

QPZ 型气动盘式制动器(JB/ZQ 4149—1997)



标记示例:

额定制动转矩为  $2100\text{N}\cdot\text{m}$ , 型号为 QPBZ5 的气动盘式制动器的标记为:

QPZ5 制动器 JB/ZQ 4149—1997

表 5-4-40

型号	额定制动转矩 / $\text{N}\cdot\text{m}$	许用转速 $n_p$ / $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	$d$ (H7)	$l$	$d_1$ (H8)	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$d_6$	$d_7$	/mm										$n$	转动惯量(轴套和内盘) / $\text{kg}\cdot\text{m}^2$	重量 /kg $\approx$
												$L$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$b$	$t$						
QPZ1	260	2500	45	82	190	203	220	9	M20×1.5	50	224	244	163	1.5	2	6	14	48.8	4	0.0141	25			
QPZ2	420	1900	55	82	220	280	310	13.5	M20×1.5	50	283	272	191	6	8	13	16	59.3	6	0.0409	37			
QPZ3	700	1360	63	110	295	375	400	17.5	M20×1.5	77	375	298	218	10	6	16	18	67.4	6	0.175	95			
QPZ4	1700	1070	80	114	370	445	470	17.5	Re1/2	98	445	334	254	10	10	16	22	85.4	8	0.446	135			
QPZ5	2100	950	100	120	410	510	540	17.5	Re1/2	112	508	342	262	10	10	16	28	106.4	12	0.761	204			
QPZ6	3300	840	120	120	470	560	590	17.5	Re1/2	120	559	354	273	10	11	16	32	127.4	12	1.216	216			
QPZ7	5000	720	130	130	540	648	685	17.5	Re1/2	158	632	385	305	8	19	19	32	137.4	12	2.385	341			
QPZ8	8600	630	150	130	620	730	760	17.5	Re1/2	210	736	388	308	6	19	19	36	158.4	12	3.961	435			
QPZ9	11000	560	160	175	700	800	830	17.5	Re1/2	210	787	400	319	6	19	19	40	169.4	16	6.950	552			
QPZ10	15000	500	180	180	775	900	940	22	Re1/2	210	883	410	329	6	19	19	45	190.4	18	10.261	728			
QPZ11	25000	420	220	230	925	1065	1105	22	Re1/2	324	1042	468	388	6	16	22	50	231.4	18	26.471	1230			

注: 1. 制动器打开时, 气囊气压为  $0.5\text{MPa}$ , 气压的极限偏差  $^{+0.05}_{0}\text{MPa}$ 。

2. 工作环境温度  $-20\sim 80^\circ\text{C}$ 。

3. 制动器出厂前, 应调整压盖与压板之间的间隙  $\Delta$  (见图)。调整前, 先测量端盖在气囊进气前后的距离, 两次测量值之差即为  $\Delta$  间隙值, 该  $\Delta$  间隙值也就是各摩擦盘之间的总间隙。 $\Delta$  的最小值与最大值参见表 5-4-39 注 3 表中对对应型号的数值。当所测得的最小总间隙值不符合表中的规定时, 可增加或减少半圆形调整垫片 A 的数量。当由于磨损使间隙大于表中规定的最大值时应更换摩擦盘。

4. 通过垫片 B 调整时, 使气囊在未通气之前, 压板与端盖处于接触且不受力状态。

5. 生产厂: 西安重型机械研究所试制工厂。

### 5.1.3 锥盘式制动器

锥盘式是全盘式的变型, 图 5-4-14 为应用于电动机的锥盘式制动器结构。当电动机启动时, 产生一轴向磁力。推动锥形转子向右, 并压缩弹簧 5, 使得带风扇叶片的内锥盘 3 与电机壳后端盖的外锥盘 6 脱开接触, 于是松闸, 电机运转。反之, 紧闸, 电机停止。

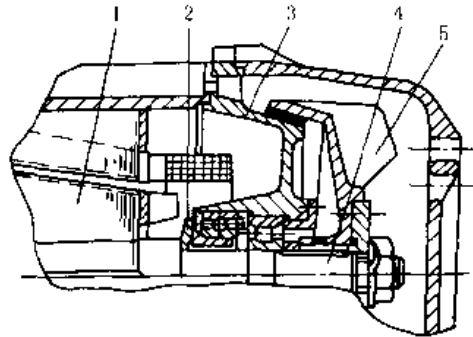


图 5-4-14 锥盘式制动器

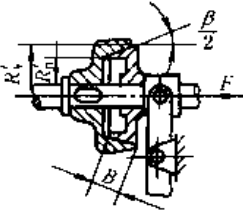
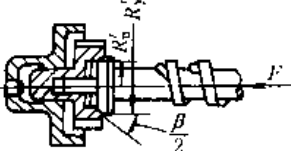
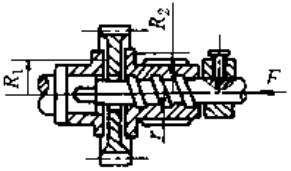
1—电动机; 2—弹簧; 3—电动机尾盖; 4—电动机轴; 5—电机风扇

## 5.2 盘式制动器的设计计算

表 5-4-41

计算简图	计算内容	计算公式	说明
<p>圆盘式</p>	<p>轴向推力 <math>F</math> 摩擦盘有效半径 <math>R_e</math></p>	$F = \frac{T}{\mu R_e} (N)$ $R_e = \frac{2}{3} \frac{R_o^3 - R_i^3}{R_o^2 - R_i^2} (mm)$ <p>当 <math>R_o \leq 1.8 R_i</math> 时, 可取</p> $R_e = \frac{R_o + R_i}{2} (mm)$ $m = \frac{4F}{p' \pi d^2}$	<p><math>T</math>——计算制动转矩, <math>N \cdot mm</math> <math>R_o, R_i</math>——有效摩擦面的外、内半径, <math>R_o</math> 取 <math>1.2 \sim 2.5 R_i</math>, <math>R_i</math> 取结构允许的最小值 <math>n</math>——摩擦副数目 <math>\mu</math>——摩擦因数, 见表 5-4-5 <math>p'</math>——工作油压, MPa <math>d</math>——活塞直径, mm</p>
<p>点盘常开式</p>	<p>总轴向推力 <math>F</math> 点盘装置的副数 <math>X</math> 摩擦块的压强 <math>p</math></p>	$F = \frac{T}{\mu R} (N)$ $X = \frac{F}{P}$ $P = p A' (N)$ $p = \frac{F}{A} \leq p_p (MPa)$	<p><math>R</math>——点盘中心到制动盘旋转中心的距离, mm <math>P</math>——每副点盘装置的推力, N <math>A'</math>——单缸的摩擦块面积, <math>mm^2</math> <math>A</math>——摩擦面积总和, <math>mm^2</math> <math>p_p</math>——许用压强, MPa, 见表 5-4-5 <math>m</math>——分泵或液压缸个数</p>
<p>点盘常闭式</p>	<p>总轴向推力 <math>F</math> 单缸正压力 <math>F_1</math> 松闸时作用在弹簧上的力 <math>F_2</math></p>	$F = S \frac{T}{\mu R} (N)$ $F_1 = \frac{F}{m} (N)$ $F_2 = F_1 + W_1 (N)$ $W_1 = \frac{C \epsilon}{n_1} + W$ $D = \sqrt{\frac{4 F_1}{\pi p'} + d_1^2} (mm)$ $p = \frac{F_1}{A'} \leq p_p (MPa)$	<p><math>S</math>——制动安全系数, 见表 5-4-3 <math>C</math>——弹簧刚度, <math>N/mm</math> <math>\epsilon</math>——退距, mm <math>n_1</math>——螺旋弹簧数目 <math>W</math>——缸内各运动部分的摩擦阻力, N</p>

续表

计算简图	计算内容	计算公式	说明
<p>锥盘式</p> 	轴向推力 $F$ 摩擦锥面有效宽度 $B$	$F = \frac{T \sin \frac{\beta}{2}}{\mu R_o} \quad (\text{N})$ $R_o = \frac{R'_y + R'_o}{2} \quad (\text{mm})$ $B \geq \frac{F}{2\pi R_o \sin \frac{\beta}{2} \rho} \quad (\text{mm})$	$d_1$ ——活塞轴径, mm $W_1$ ——弹簧外力, N $D$ ——液压缸内径, mm $R'_y, R'_o$ ——摩擦面的外、内半径, mm 取 $R'_y = (1.2 \sim 1.6) R'_o$ , $R'_o$ 由结构限制决定 $\rho$ ——摩擦角 $\frac{\beta}{2} > \rho + (2^\circ \sim 3^\circ)$ $T_1$ ——载荷力矩, N·mm $R_0$ ——蜗轮节圆半径, mm
<p>蜗杆式载荷自制</p> 	轴向推力 $F$	$F = \frac{T_t}{R_o} \quad (\text{N})$ (其他计算同锥盘式)	$r$ —— $\frac{1}{2}$ 螺纹中径, mm $\alpha$ ——螺纹角, ( $^\circ$ ) $\rho'$ ——螺纹副摩擦角润滑条件好时 $\rho = 2^\circ \sim 3^\circ$ $R_1$ ——摩擦盘 1 的平均半径, mm $R_2$ ——摩擦盘 2 的平均半径, mm $\eta_1, i_1$ ——由电动机到制动轴的效率和传动比 $T_1$ ——螺旋式载荷自制制动器摩擦面间的摩擦力矩 $T_1 = (0.15 \sim 0.5) T_t$ $T'$ ——螺旋副的摩擦阻力矩 通常 $T' = (0.1 \sim 0.3) T_t$ 通常 $T_0 = (0.3 \sim 0.6) T_t$
<p>螺旋式载荷自制</p> 	轴向推力 $F$ 保证重物悬吊条件 重物下降所需力矩 $T_0$	$F = \frac{T_t}{r \tan(\alpha + \rho') + \mu R_2} \quad (\text{N})$ $\mu(R_1 + R_2) \geq [r \tan(\alpha + \rho') + \mu R_1] \eta_1^2$ $T_0 = (T_1 - T') \frac{1}{i_1 \eta_1} \quad (\text{N} \cdot \text{mm})$	

## 6 其他制动器

### 6.1 磁粉制动器<sup>[1,3]</sup>

#### 6.1.1 磁粉制动器的结构及工作原理

磁粉制动器主要利用磁粉磁化时所产生的剪力来制动,其特点是磁粉链抗剪力与磁粉磁化程度成正比,即制动转矩的大小与绕组中的激磁电流的大小成正比。但电流大到使磁粉达到磁饱和时,转矩增长速度就会减慢,见图 5-4-15,此外,磁粉的装满程度也影响转矩的特性。

图 5-4-16 为一磁粉制动器。为了便于安装激磁绕组 3,固定部分做成装配式,由 2 及 5 组成。固定与转动部分 7 之间的间隙中填充磁粉。由转动部分薄壁圆筒 7 与非磁性铸铁套筒 1 铆接成被制动件。为了防止磁通短路,特装一非磁性圆盘 4。固定部分 2 上铸有散热片,由风扇 8 强迫通风冷却。

这种制动器体积小,质量轻,具有恒转矩性,制动平稳,激磁功率小且制动转矩与转动件的转速无关。但磁粉会引起零件磨损。用于机械设备的制动,张力控制和调节转矩等自动控制及各种机器的驱动系统中。

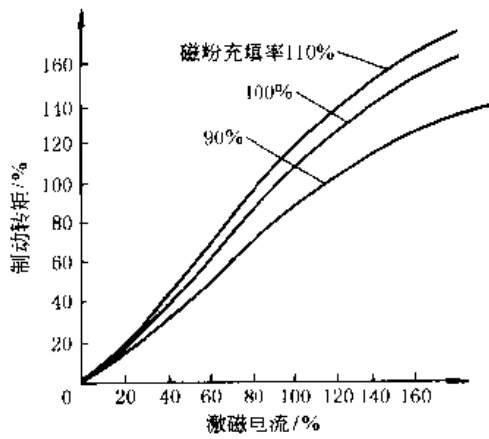


图 5-4-15 制动转矩与激磁电流特性

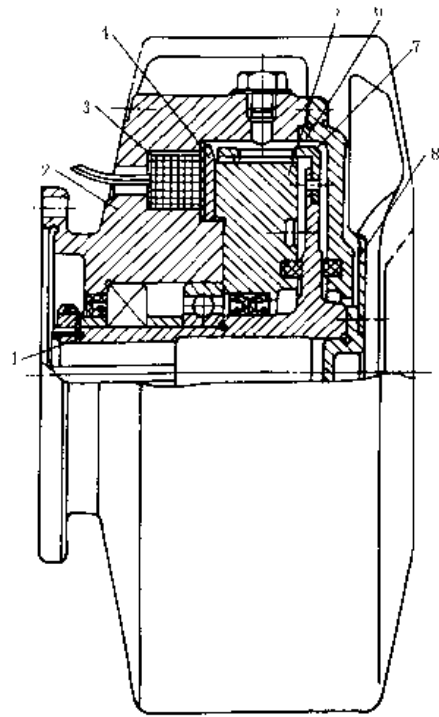


图 5-4-16 磁粉制动器

1—非磁性铸铁套筒；2、5—固定部分；3—激磁绕组；  
4—非磁性圆盘；6—磁粉；7—薄壁圆筒；8—风扇

6.1.2 磁粉制动器产品的性能参数及尺寸

表 5-4-42 磁粉制动器的基本性能参数 (JB/T 5989—1992)

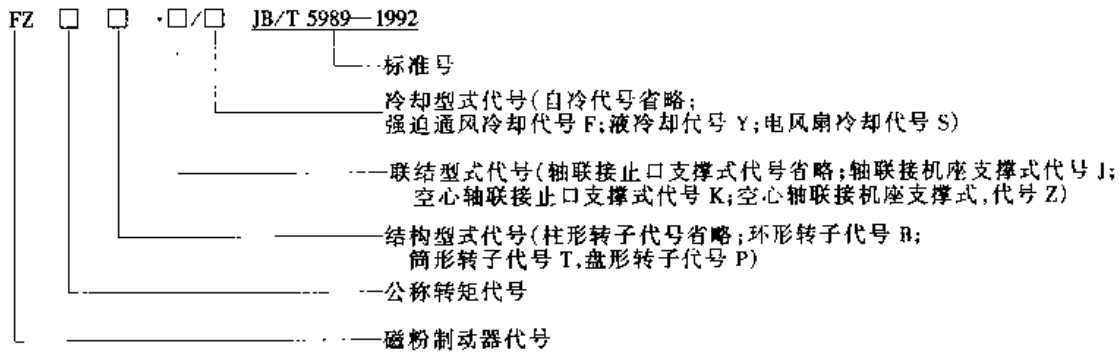
型 号	公称转矩 $T_n$ /N·m	75℃时线圈			许用同步 转速 $n_p$ /r·min <sup>-1</sup>	转动惯量 $J$ /kg·m <sup>2</sup>	自冷式			风冷式		液冷式	
		最大励磁 电压 $U_m$ /V	最大励磁 电流 $I_m$ /A	时间常 数 $T_a$ /s			许用滑 差功率 $P_v$ /W ≥	许用滑 差功率 $P_v$ /W ≥	风量 /m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup>	许用滑 差功率 $P_v$ /W	液量 /L·min <sup>-1</sup>		
FZ0.5□	0.5	24	≤0.40	≤0.035	1500	$6.6 \times 10^{-5}$	8	—	—	—	—	—	
FZ1□	1		≤0.54	≤0.04		$1.78 \times 10^{-4}$	15	—	—	—	—		
FZ2.5□	2.5		≤0.64	≤0.052		$3.4 \times 10^{-4}$	40	—	—	—	—		
FZ5□	5		≤1.2	≤0.066		$7.6 \times 10^{-4}$	70	—	—	—	—		
FZ10□	10		≤1.4	≤0.11		$1.43 \times 10^{-3}$	110	200	0.2	—	—		
FZ25□·□/□	25		≤1.9	≤0.11		$4.5 \times 10^{-3}$	150	340	0.4	—	—		
FZ50□·□/□	50		≤2.8	≤0.12		$1.2 \times 10^{-2}$	260	400	0.7	1200	3.0		
FZ100□·□/□	100		≤3.6	≤0.23	$4 \times 10^{-2}$	420	800	1.2	2500	6.0			
FZ200□·□/□	200		≤3.8	≤0.33	1000	0.104	720	1400	1.6	3800	9.0		
FZ400□·□/□	400	≤5.0	≤0.44	0.273		900	2100	2.0	5200	15			



续表

型号	公称转矩 $T_n$ /N·m	75℃时线圈			许用同步 转速 $n_p$ /r·min <sup>-1</sup>	转动惯量 $J$ /kg·m <sup>2</sup>	自冷式	风冷式		液冷式	
		最大励磁 电压 $U_m$ /V	最大励磁 电流 $I_m$ /A	时间常 数 $T_s$ /s			许用滑 差功率 $P_p$ /W ≥	许用滑 差功率 $P_p$ /W ≥	风量 /m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup>	许用滑 差功率 $P_p$ /W	液量 /L·min <sup>-1</sup>
FZ630□·□/□	630	80	≤1.6	≤0.47	1000	0.53	1000	2300	2.4	—	—
FZ1000□·□/□	1000		≤1.8	≤0.57	750	0.93	1200	3900	3.2	—	—
FZ2000□·□/□	2000		≤2.2	≤0.80		2000	6300	5.0	—	—	

- 注：1. 工作条件：环境温度 -5 ~ 40℃，空气最大相对湿度为 90%（平均温度为 25℃时），周围介质无爆炸危险，无腐蚀金属，无破坏绝缘的尘埃，无油雾；
2. 制动器的电源为：海拔高度不超过 2500m。用于制动或快速制动的产品采用直流稳压电源；用于调节转矩的产品推荐用直流可调恒流电源或专用的电子微控制品。
3. 产品的安全系数  $K_s$ ：工业产品  $K_s > 1.3$ ；调节产品  $K_s > 1.5$ ；快速产品  $K_s > 2.0$ （安全系数  $K_s$  是最大转矩与公称转矩之比）。
4. 磁粉制动器的轴伸按 GB/T 1569 的规定，键按 GB/T 1095 的规定，轴孔和键槽按 GB/T 3852 的规定。
5. 型号意义：



6. 生产厂：北京航空航天大学自动控制系统、武汉汉阳船厂磁粉离合器分厂。

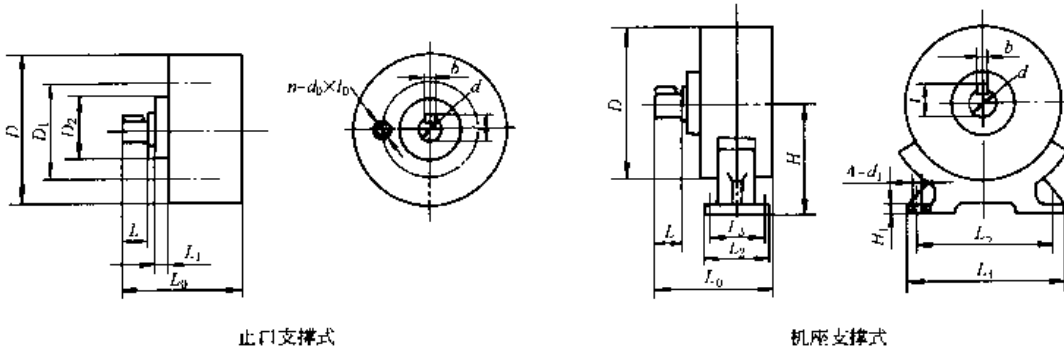
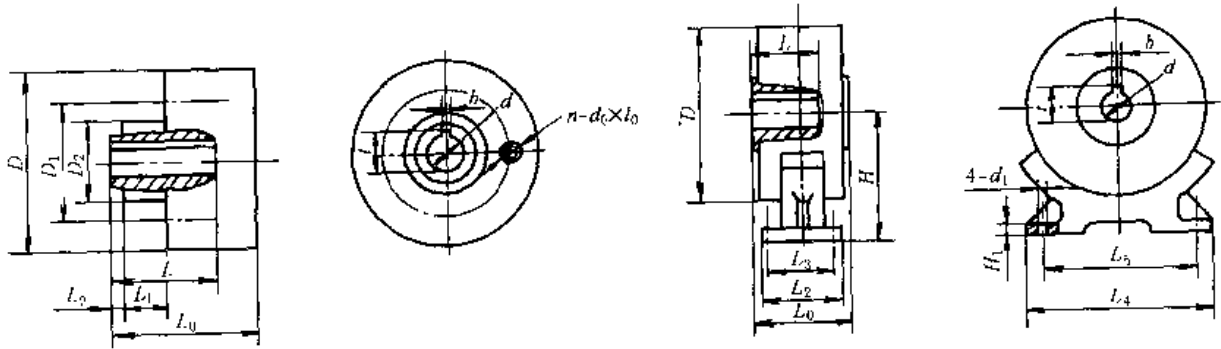


表 5-4-43 轴联接、止口支撑式和机座支撑式制动器主要尺寸 (JB/T 5989—1992) /mm

型号	外形尺寸	联结尺寸					止口式安装尺寸					机座支撑式安装尺寸								
		$L_0$	$D$	$d$ (h7)	$L$	$b$ (p7)	$t$	$D_1$	$D_2$ (g7)	$L_1$	$n$	$d_0$	$l_0$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$H$	$H_1$	$d_1$
FZ2.5□	FZ2.5□·J	104	120	10	20	3	11.2	64	42	8	6	M5	10	70	50	120	100	80	8	7
FZ5□	FZ5□·J	114	134	12	25	4	13.5	64	42	10	6	M5	10	70	50	140	120	90	10	7
FZ10□	FZ10□·J	129	152	14	25	5	16	64	42	13	6	M6	10	90	60	150	120	100	13	10
FZ25□	FZ25□·J	148	182	20	36	6	22.5	78	55	15	6	M6	10	100	70	180	150	120	15	12
FZ50□	FZ50□·J	182	219	25	42	8	28	100	74	23	6	M6	10	110	80	210	180	145	15	12

型 号		外形尺寸		联结尺寸				止口式安装尺寸					机座支撑式安装尺寸							
		$L_0$	$D$	$d$ (h7)	$L$	$b$ (p7)	$t$	$D_1$	$D_2$ (g7)	$L_1$	$n$	$d_0$	$l_0$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$H$	$H_1$	$d_1$
FZ100□	FZ100□.J	232	290	30	58	8	33	140	100	25	6	M10	15	140	100	290	250	185	20	12
FZ200□	FZ200□.J	267	335	35	58	10	38	150	110	25	6	M10	15	160	120	330	280	210	22	15
FZ400□	FZ400□.J	329	398	45	82	14	48.5	200	130	33	6	M10	20	180	130	390	330	250	27	19
FZ630□	FZ630□.J	395	480	60	105	18	64	410	460	35	6×2	M12	25	210	150	480	410	290	33	24
FZ1000□	FZ1000□.J	435	540	70	105	20	74.5	460	510	40	6×2	M12	25	220	160	540	470	330	38	24
FZ2000□	FZ2000□.J	525	660	80	130	22	85	560	630	40	6×2	M12	30	230	170	660	580	390	45	24

注：表中  $D$ 、 $L_0$ 、 $H_1$  为推荐尺寸。



止口支撑式

机座支撑式

表 5-4-44 空心轴联接、止口支撑式和机座支撑式制动器主要尺寸 (JB/T 5989—1992) /mm

型 号	外形尺寸		安 装 尺 寸							联 接 尺 寸				
	$L_0$	$D$	$D_1$	$D_2$	$L_1$	$L_2$	$n$	$d_0$	$l_0$	$d$ (H7)	$L$	$b$ (F7)	$t$	
止口支撑式	FZ5□.K	80	130	90	70	10	2	6	M5	10	12	27	4	13.8
	FZ10□.K	90	160	94	74	13	2	6	M6	10	13	30	6	20.8
	FZ25□.K	100	180	120	100	15	2	6	M6	10	20	38	6	22.8
	FZ50□.K	120	220	130	110	23	4	6	M6	10	30	60	8	33.3
	FZ100□.K	140	290	150	110	25	4	6	M10	15	35	60	10	38.3
	FZ200□.K	165	340	200	160	25	6	6	M10	15	45	84	14	48.8
	FZ400□.K	210	398	200	160	33	6	6	M12	20	50	84	14	53.8
型 号	外形尺寸		安 装 尺 寸							联 接 尺 寸				
	$L_0$	$D$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$H$	$H_1$	$d_1$	$d$ (H7)	$L$	$b$ (F7)	$t$	
机座支撑式	FZ5□.Z	72	130	70	50	140	120	90	10	7	12	27	4	13.8
	FZ10□.Z	79	160	90	60	150	120	100	13	10	18	30	6	20.8
	FZ25□.Z	87	180	100	70	180	150	120	15	12	20	38	6	22.8
	FZ50□.Z	101	220	110	80	210	180	145	15	12	30	60	8	33.3
	FZ100□.Z	119	290	140	100	290	250	185	20	12	35	60	10	38.3
	FZ200□.Z	146	340	160	120	330	280	210	22	15	45	84	14	48.8
	FZ400□.Z	183	398	180	130	390	330	250	27	19	50	84	14	53.8

- 注：1.  $L_0$ 、 $D$  为推荐尺寸。  
 2. 止口支撑式中空心轴配合长度不小于  $L$ 。  
 3. 止口支撑式中空心轴可为通孔，也可为不通孔。

## 6.2 电磁制动器和电磁离合制动器<sup>[3]</sup>

电磁制动器或电磁离合制动器的转矩是通过干摩擦面的摩擦产生，其电磁铁线圈由 24V 直流电控制。图 5-4-17 是制动器安装在轴上的一种典型结构，定子 4 安装在机架（图中未示出）上并固定之，轴与法兰轮毂 2 联接相对于定子 4 只能转动无轴向移动。当轴需要制动时，给定子线圈 5 通电，定子产生的磁力牵引衔铁盘 1 压向摩擦垫 3（预应力弹簧张紧），完成轴的制动过程。当需要松闸时，定子断电，磁力消失，衔铁盘 1 在预应力弹簧的牵引下复位，完成松闸。这种制动器应常检查摩擦副的间隙  $S$ 。制动器常用于包装机械、纺织机械、自动门等机械中。

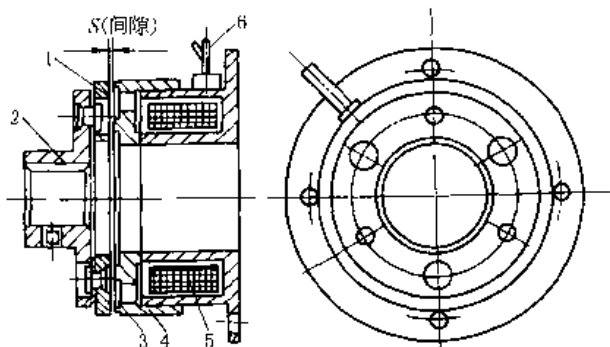


图 5-4-17 电磁制动器

1—衔铁盘；2—法兰轮毂；3—摩擦垫；  
4—定子；5—线圈；6—电线

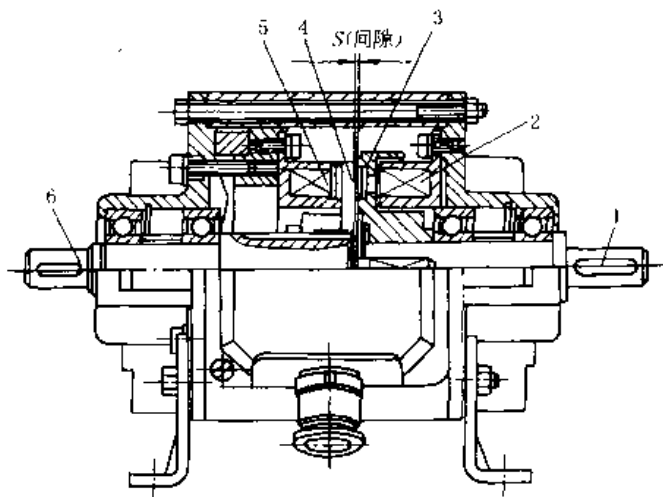


图 5-4-18 电磁离合制动器

1—输入轴；2—离合器定子；3—转子；  
4—衔铁盘；5—制动器定子；6—输出轴

图 5-4-18 为电磁离合制动器，它是由电磁离合器（右侧）和电磁制动器（左侧）组成。其输入轴 1 同电动机相联，使离合器转子 3 旋转；当离合器处于合的工作状态时，就可以通过被吸引的衔铁盘 4 带动输出轴 6 转动，此时，左侧制动器处于松闸状态。当制动器工作时，制动定子 5 吸引衔铁盘 4，使输出轴 6 制动，此时离合器处于离的工作状态。摩擦垫采用抗磨损无石棉的材料，衔铁盘的惯量很小，使装置有高的操作频率，能实现快速反应。可将三相异步电动机装在输入轴，或将减速器装在输出轴，实现模块式设计的多种传动型式。电磁制动器与电磁离合制动器在德国伦茨公司已有系列产品。

## 6.3 人力操纵制动器

人力操纵制动器主要通过杠杆操纵，其优点是结构简单，质量轻，工作可靠。缺点是增力范围小，一般用于小型机械和汽车手动制动器。图 5-4-19 为手动常闭带式制动器，重锤 1 使制动器紧闸，操纵手柄 2 使制动器松闸。

设计杠杆时，应尽量使杠杆受拉，按最大操纵力来设计杠杆传动比。一般手动杠杆操纵力取 160~200N，用脚踏板操纵取 250~300N。表 5-4-45 为 RWK 系列脚踏式常开块式制动器。

RWK 系列脚踏式制动器为人力操纵的常开式制动器，主要用于各种中、小型起重机大车运行机构的减速制动，也可用于其他机械用来减速用。

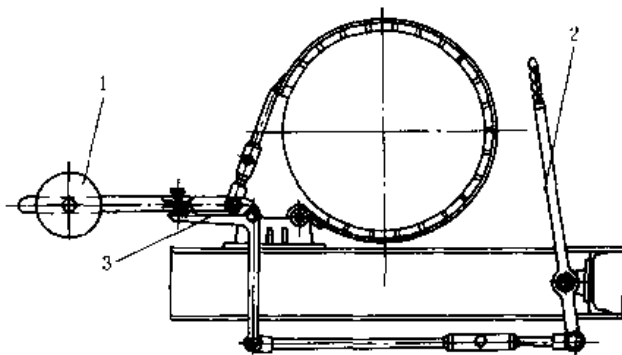
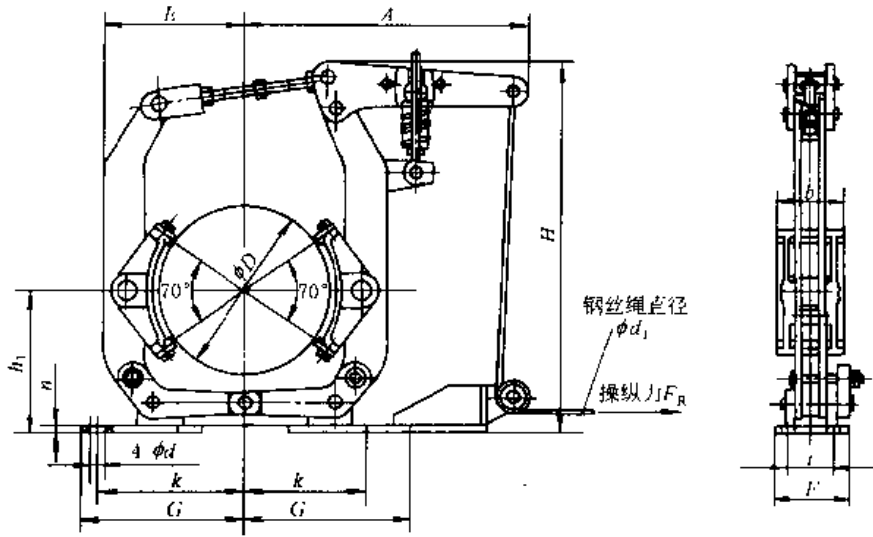


图 5-4-19 手动常闭带式制动器

1—重锤；2—手柄；3—弯杆



型号意义:

RWK200

特殊要求(可用文字说明)  
CP-防腐型

制动器型号

表 5-4-45 技术参数与尺寸

制动器型号	最大操纵力 $F_R$ /N	最大制动转矩 /N·m	安装及外形尺寸/mm													重量 /kg
			D	$h_1$	k	i	d	n	b	G	F	E	A	H	$d_1$	
RWK200	315	200	200	160	145	55	14	8	70	165	90	170	340	445	4	23
RWK200A				170	175	60	17		90	195	100					24
RWK315	400	500	315	230	220	80	18	10	110	245	115	260	520	585	4	62
RWK300A			300	240	250	80	22		140	275	130					63

注: 生产厂: 上海振华港机丰城制动器分公司 (地址: 江西丰城市第三工业小区)。

图 5-4-20 为脚踏操纵液体传力的常开内张蹄式制动器。这种制动器是脚踏操纵, 通过液体传力控制制动蹄 5 压紧制动鼓 7 产生制动转矩。由于结构紧凑, 人力控制方便, 广泛用于各种运输车辆。内张蹄式制动器的结构与计算可参阅有关书籍。

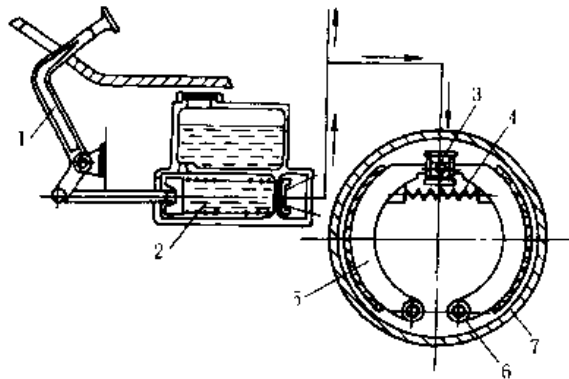


图 5-4-20 脚踏式常开内张蹄式制动器

1—脚踏杠杆; 2—液压制动泵; 3—制动分泵; 4—拉簧; 5—制动蹄; 6—支承销; 7—制动鼓

## 6.4 QGZ-P 型惯性常闭（盘式）制动器（Q/OKQH001—2001）

### 6.4.1 使用范围及特点

本制动器具有制动器和弹性联轴器两种功能。不用于制动时可单独作联轴器使用。广泛用于港口、冶金、矿山、铁路、建筑、起重运输等行业中有主动轴和从动轴传递转矩的各类机械的传动装置中。也可附着在外伸轴端作为安全制动装置。主要型号有卧式 QGZ-PC2F、QGZ-PC2Y、QGZ-PC2A 和立式 QGZ-PC2L。

QGZ-PC2F 型惯性制动器主要针对移动设备防风制动设计，具备动态防风、手动打开、作业打开保持、风力作用闭合等功能。其手动打开功能还可以在停电时手动解除制动，便于进行设备的滚动挪移、维修、调试等。

QGZ-PC2Y 型惯性制动器是针对轨道龙门吊、港口岸边桥式起重机、冶金桥式起重机、带式输送机等移动设备，不仅要求工作制动或防风制动，还要求延时缓冲制动而设计的。延时缓冲制动是通过速度反馈进行制动控制，延时装置设定在系统转速降低到某一适当值（一般为 200r/min，也可按照用户要求设计）时开始制动，从而减缓冲击。

QGZ-PC2A 型惯性安全制动器，可以安装在从动部分、电机后部、减速器高速轴端等带外伸轴的位置，其工作限速原理也是利用速度反馈实现限速安全制动，当外伸联接轴的转速超过设定值时实施制动，确保安全。惯性安全制动器在设备正常工作时时处于常开状态，不参与工作，只在超速时起安全制动作用。

QGZ-PC2L 型为 QGZ-PC2F 型和 QGZ-PC2Y 型的立式安装型式。

其主要性能特点如下。

- (1) 启动不带摩擦负荷，无滞后现象。
- (2) 操作频率不受限制，无能耗，不需电器和液压元件。
- (3) 同时具备非工作制动和防风制动功能。
- (4) 设有保开（保持打开）装置，能快捷地、安全地通过手动或点动使制动器实现由开到闭或由闭到开的转换，可实现动态防风和限速安全制动。也可设延时装置，能控制制动器在主机断电后速度降到设定值时才开始制动，使制动更趋平稳。
- (5) 手动打开装置能满足设备在停电状态下解除制动，便于滚动挪移，以防止损坏行走机构及轨道，方便检修和调试。
- (6) 点动打开装置能满足在作业过程中，通过拖动电机瞬时启动解除制动。

### 6.4.2 工作原理

(1) 制动原理 如图 5-4-21a、b，电机的驱动转矩，经花键轴带动花键套旋转，同时和花键套刚性连接的顶压盘与从动顶相互作用的凹凸螺旋面在产生相对角位移的同时产生相对轴向位移，压缩制动弹簧，消除了作用在内制动环和摩擦片之间的压紧力（即制动力），解除制动；同时两凹凸螺旋面紧密贴合，传递转矩，实现联轴器的传动联接功能。

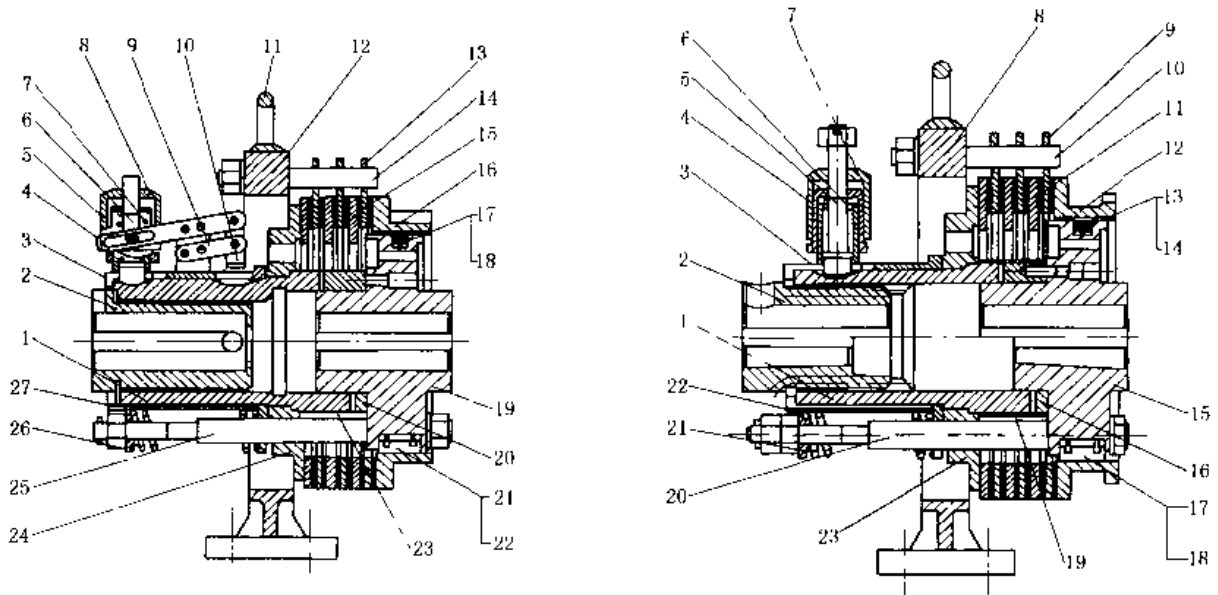
断电后，电机停止输出转矩，顶压盘与从动顶的凹凸螺旋面上的相互作用力消失，制动弹簧被压缩时储存的能量释放出来，压迫顶压盘复位，从而压紧内制动环和摩擦片，实现制动功能。

(2) 延时制动原理 如图 5-4-21a，当电机转速达到某一设定值时，配重砣的离心力克服插杆弹簧力，带动有头或无头前插杆径向向外移动，同时通过杠杆装置使有头后插杆插入花键套上的锁定槽内，限定顶压盘的轴向位移；断电后，电机转速还没有降下来，插杆弹簧力不足以克服配重砣的离心力，有头后插杆在杠杆装置的作用下仍然插在花键套的锁定槽内，限定顶压盘的轴向位移，使制动器处于打开状态，不能立即制动，当主机设备滑行一段距离，电机转速降到某一设定值时，插杆弹簧力克服配重砣的离心力，迫使有头或无头前插杆径向向内移动，同时通过杠杆装置将有头后插杆从锁定槽中拔出来，此时顶压盘的限位被解除，制动弹簧被压缩时储存的能量释放出来，压迫顶压盘复位，从而压紧内制动环和摩擦片，实现延时制动功能。

(3) 常闭向常开转换原理 制动器处于制动状态时，可点动电机（或扳转花键轴，即手动打开），则延时保开装置中的有头前插杆在弹簧力的作用下，因保开压筒与花键套筒的相对角位移而插入花键套筒上对应的锁定槽内，并使得这种角位移不能消除，从而使顶压盘产生的与之对应的轴向位移亦不能消除，同时主弹簧被压缩后的复位也被限定，这就解除了制动，并可以保持制动器处于常开状态，实现点动或手动打开功能。

(4) 常开向常闭转换原理 制动器处于打开状态时，当电机再次启动运行，或从动部分受外力作用（如风力）而使传动系统的运转速度（指制动器部分的旋转速度）超过设定值时，延时保开装置上的配重砣产生的离心力将克服有头前插杆上的弹簧力，使得拉杆弹簧可根据运行状态或继续被压缩（系统运行时），或复位（受外力

作用时), 制动器均自行恢复正常工作状态, 即电机停车时即可实现制动, 或在外力作用时将实现防风制动, 保证设备的安全, 即在动态作业过程中或无人操作时, 设备能自行实现动态防风。



(a) QGZ-PC2Y 型

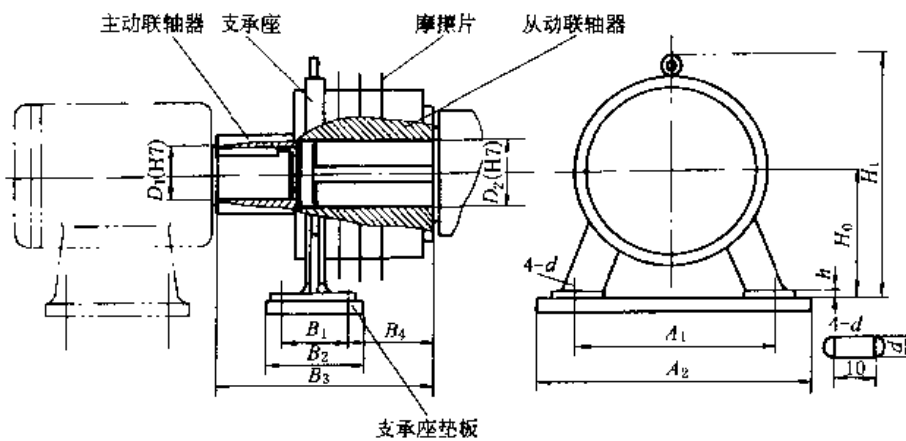
- 1—花键套; 2—花键轴; 3—保开压筒; 4—杠杆;
- 5—盖帽; 6—有头前插杆或无头前插杆; 7—插杆弹簧;
- 8—配重砣; 9—连杆; 10—有头后插杆; 11—吊环;
- 12—支承座; 13—摩擦片; 14—支撑杆; 15—内制动环;
- 16—外制动环; 17—补偿块; 18—补偿块弹簧;
- 19—从动联轴器; 20—从动顶; 21—调整键;
- 22—调整键弹簧; 23—铜套; 24—顶压盘;
- 25—拉杆; 26—弹簧座; 27—拉杆弹簧

(b) QGZ-PC2F 型

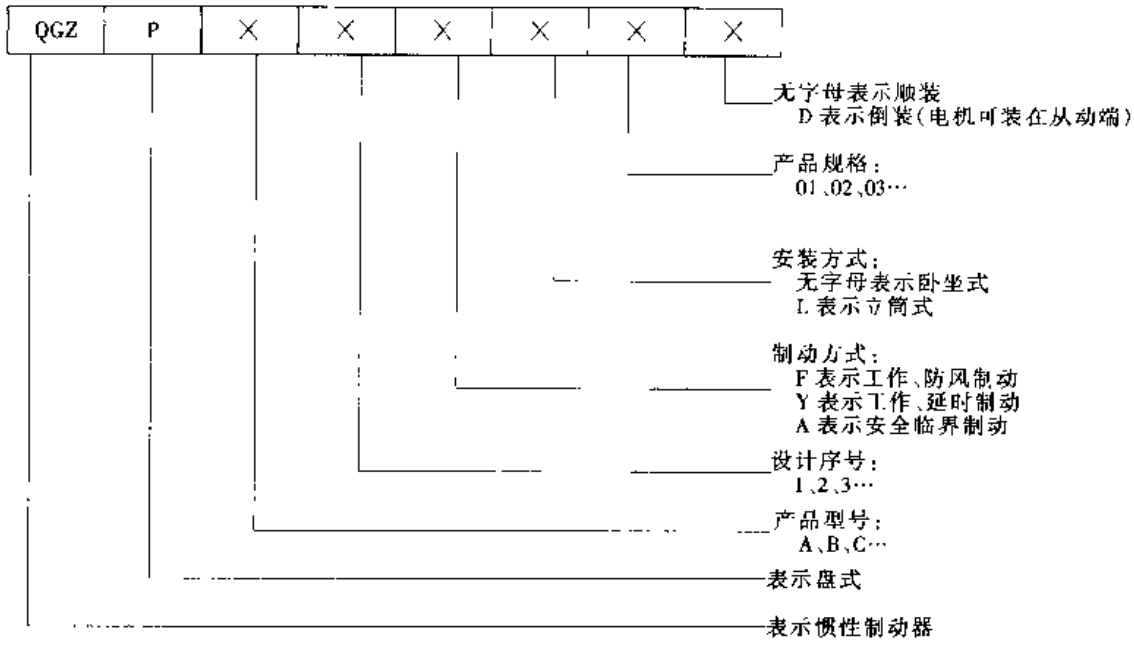
- 1—花键套; 2—花键轴; 3—保开卡环;
- 4—盖帽; 5—插杆; 6—插杆弹簧; 7—配重砣;
- 8—支承座; 9—摩擦片; 10—支撑杆; 11—内制动环;
- 12—外制动环; 13—补偿块; 14—补偿弹簧;
- 15—从动联轴器; 16—从动顶; 17—调整键;
- 18—键弹簧; 19—铜套; 20—拉杆;
- 21—弹簧座; 22—拉杆弹簧;
- 23—顶压盘

图 5-4-21 QGZ-P 型惯性制动器结构

### 6.4.3 QGZ-PC2F 型与 QGZ-PC2Y 型制动器的安装尺寸及性能参数



### 6.4.4 产 品 标 记



如 QGZ-PC2FL-03D 型号产品，表示产品型号为 C 型，产品设计序号为 2，制动方式为防风制动，安装方式为立式安装，产品规格为 03 号，倒装式的惯性常用（盘式）制动器。

## 参 考 文 献

## 第 1 章

- 1 余梦生, 吴宗泽主编. 机械零部件手册·造型设计指南. 北京: 机械工业出版社, 1996
- 2 徐灏主编. 机械设计手册. 第二版. 北京: 机械工业出版社, 2000
- 3 机械工程手册、电机工程手册编辑委员会. 机械工程手册·机械零部件设计. 第二版. 北京: 机械工业出版社, 1995
- 4 皮萨连科等著(苏). 材料力学手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1985

## 第 2 章

- 1 中国标准出版社全国机器轴与附件标准化技术委员会编. 中国机械工业标准汇编联轴器卷. 北京: 中国标准出版社, 1998
- 2 《重型机械标准》编写委员会编. 重型机械标准·第三卷. 北京: 中国标准出版社, 1998
- 3 周明衡主编. 联轴器选用手册. 北京: 化学工业出版社工业装备与信息工程出版中心, 2001
- 4 上海煤矿机械研究所吴中瑜执笔. 安全型液力联轴节. 北京: 燃料化学工业出版社, 1975
- 5 童祖楹等. 液力偶合器. 上海: 上海交通大学出版社, 1988
- 6 水泵技术, 1984. 第 2 期
- 7 VDI Reperit No. 73/1963

## 第 3 章

- 1 机械工程手册、电机工程手册编辑委员会. 机械工程手册. 第 5 卷. 第二版. 北京: 机械工业出版社, 1996
- 2 徐灏主编. 机械设计手册. 第二版. 北京: 机械工业出版社, 2000
- 3 机械传动装置选用手册编委会. 机械传动装置选用手册. 机械工业出版社, 1999
- 4 张展主编. 联轴器、离合器与制动器设计选用手册. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 1999
- 5 卜炎主编. 机械传动装置设计手册. 北京: 机械工业出版社, 1998
- 6 《实用机械设计手册》编写组. 实用机械设计手册. 第二版. 北京: 机械工业出版社, 1994

## 第 4 章

- 1 机械工程手册、电机工程手册编辑委员会. 机械工程手册. 第 5 卷. 第二版. 北京: 机械工业出版社, 1996
- 2 徐灏. 机械设计手册. 第 4 卷. 第 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2000
- 3 机械传动装置选用手册编委会. 机械传动装置选用手册. 北京: 机械工业出版社, 1999



## 参 考 文 献

## 第 1 章

- 1 余梦生, 吴宗泽主编. 机械零部件手册·造型设计指南. 北京: 机械工业出版社, 1996
- 2 徐灏主编. 机械设计手册. 第二版. 北京: 机械工业出版社, 2000
- 3 机械工程手册、电机工程手册编辑委员会. 机械工程手册·机械零部件设计. 第二版. 北京: 机械工业出版社, 1995
- 4 皮萨连科等著(苏). 材料力学手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1985

## 第 2 章

- 1 中国标准出版社全国机器轴与附件标准化技术委员会编. 中国机械工业标准汇编联轴器卷. 北京: 中国标准出版社, 1998
- 2 《重型机械标准》编写委员会编. 重型机械标准·第三卷. 北京: 中国标准出版社, 1998
- 3 周明衡主编. 联轴器选用手册. 北京: 化学工业出版社工业装备与信息工程出版中心, 2001
- 4 上海煤矿机械研究所吴中瑜执笔. 安全型液力联轴节. 北京: 燃料化学工业出版社, 1975
- 5 童祖楹等. 液力偶合器. 上海: 上海交通大学出版社, 1988
- 6 水泵技术, 1984. 第 2 期
- 7 VDI Reperit No. 73/1963

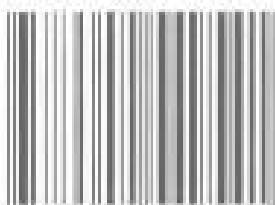
## 第 3 章

- 1 机械工程手册、电机工程手册编辑委员会. 机械工程手册. 第 5 卷. 第二版. 北京: 机械工业出版社, 1996
- 2 徐灏主编. 机械设计手册. 第二版. 北京: 机械工业出版社, 2000
- 3 机械传动装置选用手册编委会. 机械传动装置选用手册. 机械工业出版社, 1999
- 4 张展主编. 联轴器、离合器与制动器设计选用手册. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 1999
- 5 卜炎主编. 机械传动装置设计手册. 北京: 机械工业出版社, 1998
- 6 《实用机械设计手册》编写组. 实用机械设计手册. 第二版. 北京: 机械工业出版社, 1994

## 第 4 章

- 1 机械工程手册、电机工程手册编辑委员会. 机械工程手册. 第 5 卷. 第二版. 北京: 机械工业出版社, 1996
- 2 徐灏. 机械设计手册. 第 4 卷. 第 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2000
- 3 机械传动装置选用手册编委会. 机械传动装置选用手册. 北京: 机械工业出版社, 1999

ISBN 7-5025-4954-4



9 787502 549541 >

ISBN 7-5025-4954-4/TH·161 定价: 42.00元