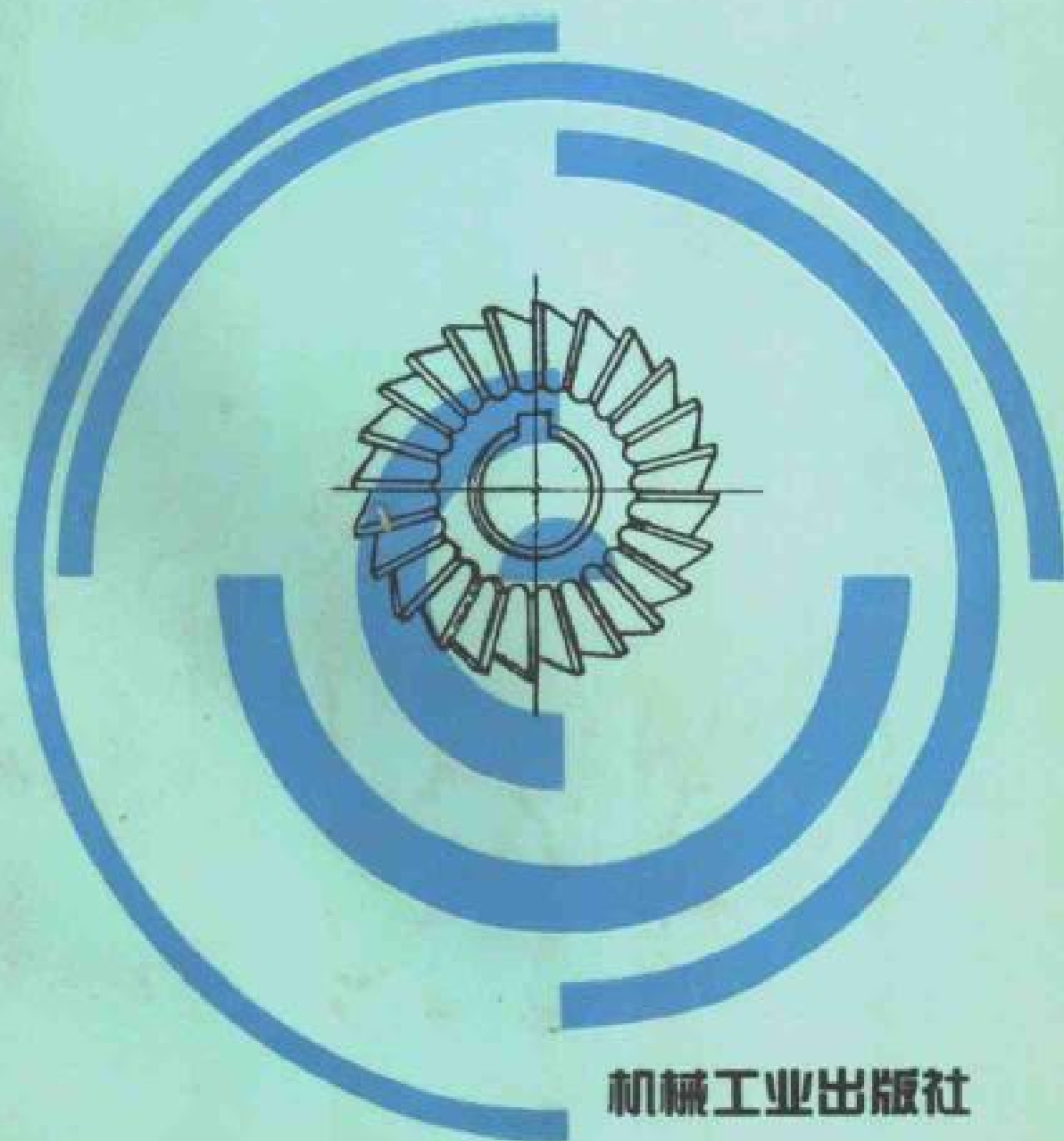


# 机械制造工艺设计 简明手册

哈尔滨工业大学 李益民 主编



机械工业出版社

# 机械制造工艺技术简明手册

哈尔滨工业大学 李益民 主编



机械工业出版社

(京)新登字054号

本书是根据高等学校机械制造工艺与设备专业教学指导委员会审定通过的“八五”教材编审规划编写的辅助教材。

本书提供了机械制造工艺与设备专业、机械设计与制造专业学生进行机械制造工艺课程设计时所必需的完整的参考资料，及进行工艺规程设计的一般指导原则和方法。

本书对成人高等工科院校中机械制造类专业学生及从事机械制造工艺工作的工程技术人员也有参考价值。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造工艺设计简明手册/李益民主编. —北京: 机械工业出版社, 1994. 7  
ISBN 7-111-04062-7

I. 机…

1. 李…

Ⅱ. ①机械制造-工艺学-设计-手册 ②工艺学-机械制造-设计-手册

Ⅲ. TH16-62

出版人: 马九荣 (北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑: 张一萍 版式设计: 王颖 责任校对: 肖新民

封面设计: 方芬 责任印制: 王国光

机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1994年7月第1版·1994年7月第1次印刷

787mm×1092mm<sup>1</sup>/16·16.25印张·392千字

0 001—8 500册

定价: 11.50元

## 前 言

本书是根据高等学校机械制造工艺与设备专业教学指导委员会审定通过的“八五”教材编审规划编写的辅助教材，是课程设计指导系列教材之一。

本书旨在为学生进行机械制造工艺课程设计时提供所需的参考资料，并通过实例，说明选用这些资料的一般原则与方法。

本书内容包括进行机械制造工艺课程设计时所必需的有关毛坯选择、加工余量确定、切削刀具、磨具、机床、量具选择及机动时间计算等方面资料，同时对制订机械加工工艺流程的方法也做了适当的论述。本书所选资料注意到贯彻最新国家标准及部颁标准。

根据教材编审委员会对本系列辅助教材的分工，有关切削用量选择内容已另单成册，本书没有编入。

本书可作为机械制造工艺与设备专业、机械设计与制造专业学生课程设计与毕业设计的参考资料，也可供成人高校的机械制造专业学生及从事机械制造的工艺人员参考。

本书由哈尔滨工业大学李益民主编，第一章、第二章、第六章由李益民编写，第三章、第五章由王启平、李益民编写，第四章、第七章由颜婉容编写。

全书由吉林工业大学于骏一主审。

限于编者水平，书中难免有缺点、错误，欢迎广大读者批评指正。

编 者  
1993年4月

DAG 8P/03

# 目 录

## 第 1 章 机械加工工艺流程的制订

1 基本概念 .....	1	4 工艺过程设计 .....	10
1.1 工艺过程及其组成 .....	1	4.1 定位基准的选择 .....	10
1.2 工艺规程及其制订 .....	1	4.2 零件表面加工方法的选择 .....	11
1.3 生产纲领与生产类型 .....	2	4.3 加工顺序的安排 .....	30
2 零件图样的工艺审查 .....	3	4.4 工序的组合 .....	30
2.1 零件图样工艺审查的内容 .....	3	5 工序设计 .....	31
2.2 零件图样的结构工艺性 .....	3	5.1 机床的选择 .....	31
3 毛坯的选择 .....	8	5.2 工艺装备的选择 .....	31
3.1 选择毛坯应考虑的因素 .....	8	5.3 工序图 .....	31
3.2 毛坯的制造方法与工艺特点 .....	8		

## 第 2 章 毛坯及机械加工余量

1 加工余量及其确定方法 .....	33	2.3 轧制件 .....	55
1.1 基本概念 .....	33	3 工序间加工余量 .....	62
1.2 工序尺寸、毛坯尺寸及总余量的 计算 .....	36	3.1 外圆柱表面的加工余量 .....	62
2 毛坯尺寸公差与加工余量 .....	37	3.2 内孔加工余量 .....	64
2.1 铸件尺寸公差与加工余量 .....	37	3.3 平面加工余量 .....	74
2.2 钢质模锻件公差与加工余量 .....	34	3.4 齿轮、蜗轮、花键精加工余量 .....	75

## 第 3 章 金属切削刀具与磨具

1 金属切削刀具 .....	77	1.6 渐开线圆柱齿轮刀具 .....	117
1.1 车刀 .....	77	2 磨具 .....	125
1.2 孔加工刀具 .....	82	2.1 磨具的结构和标志 .....	125
1.3 拉刀 .....	96	2.2 磨具的选择 .....	125
1.4 铣刀 .....	99	2.3 金刚石和立方氮化硼磨具 .....	131
1.5 丝锥和圆板牙 .....	111		

## 第 4 章 金属切削机床

1 金属切削机床型号 .....	135	表示方法 .....	136
1.1 机床型号的表示方法 .....	135	1.5 第二主参数的表示方法 .....	139
1.2 机床的类代号 .....	135	1.6 机床的重大改进顺序号 .....	140
1.3 机床的特性代号 .....	135	1.7 同一型号机床的变型代号 .....	140
1.4 机床的组、系代号及主参数的		1.8 通用机床的设计顺序号 .....	140

2 金属切削机床的主要技术参数 .....	140	2.6 刨床 .....	163
2.1 车床 .....	140	2.7 插床 .....	166
2.2 钻床 .....	147	2.8 拉床 .....	167
2.3 铣床 .....	151	2.9 铣端面钻中心孔机床 .....	167
2.4 磨床 .....	155	2.10 齿轮、花键加工机床 .....	168
2.5 铣床 .....	158	2.11 螺纹磨床 .....	173

## 第5章 常用量具与量仪

1 计量器具的选择方法 .....	175	2.1 量规 .....	178
1.1 按计量器具的不确定度选择 .....	175	2.2 游标量具 .....	181
1.2 按计量器具的测量方法极限误差选择 .....	177	2.3 测微器具 .....	185
2 常用计量器具的种类和规格 .....	178	2.4 量表和比较仪 .....	188
		2.5 其他测量工具 .....	190

## 第6章 机械加工时间定额

1 单件时间定额的组成 .....	192	2.7 螺纹加工机动时间的计算 .....	205
1.1 基本时间 $T_f$ .....	192	2.8 拉削机动时间的计算 .....	207
1.2 辅助时间 $T_f'$ .....	192	3 其他时间的数据表 .....	207
1.3 布置工作地时间 $T_{f,w}$ .....	192	3.1 卧式车床上其他时间数据表 .....	207
1.4 休息与生理需要时间 $T_r$ .....	192	3.2 铣床上其他时间数据表 .....	208
1.5 准备与终结时间 $T_s$ .....	192	3.3 钻床上其他时间数据表 .....	211
2 机动时间的计算 .....	192	3.4 磨床上其他时间数据表 .....	213
2.1 车削和镗削机动时间的计算 .....	192	3.5 自动与转塔车床上其他时间数据表 .....	215
2.2 刨削和插削机动时间的计算 .....	194	3.6 拉床上其他时间数据表 .....	218
2.3 钻削机动时间的计算 .....	195	3.7 齿轮机床上其他时间数据表 .....	220
2.4 铣削机动时间的计算 .....	197	3.8 布置工作地、休息和生理需要时间表 .....	221
2.5 磨削机动时间的计算 .....	199		
2.6 齿轮加工机动时间的计算 .....	203		

## 第7章 机械加工工艺流程制订实例

1 计算生产纲领, 确定生产类型 .....	222	6 工序设计 .....	227
2 审查零件图样的工艺性 .....	222	6.1 选择加工设备与工艺装备 .....	227
3 选择毛坯 .....	222	6.2 确定工序尺寸 .....	230
4 工艺过程设计 .....	222	7 确定切削用量及基本时间 .....	232
4.1 定位基准的选择 .....	222	7.1 工序 I 切削用量及基本时间的确定 .....	232
4.2 零件表面加工方法的选择 .....	224	7.2 工序 II 切削用量及基本时间的确定 .....	235
4.3 制订工艺路线 .....	224	7.3 工序 III 切削用量及基本时间的确定 .....	235
5 确定机械加工余量及毛坯尺寸, 设计毛坯图 .....	225	7.4 工序 IV 切削用量及基本时间的确定 .....	237
5.1 确定机械加工余量 .....	225	7.5 工序 V 切削用量及基本时间的确定 .....	237
5.2 确定毛坯尺寸 .....	225	7.6 工序 VI 切削用量及基本时间的确定 .....	238
5.3 设计毛坯图 .....	225	7.7 工序 VII 切削用量及基本时间的确定 .....	240

7.8 工序切削用量及基本时间的确定.....240

**附 录**

机械加工工序卡片 .....241

参考文献 .....251

# 第1章 机械加工工艺规程的制订

## 1 基本概念

### 1.1 工艺过程及其组成

1.1.1 工艺过程 改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使其成为成品或半成品的过程。

1.1.2 工艺过程的组成 工艺过程由若干个按着一定顺序排列的工序组成。工序是工艺过程的基本单元，也是生产组织和计划的基本单元。工序又可细分为若干个安装、工位及工步等，见图1.1-1。它们的含义见表1.1-1。

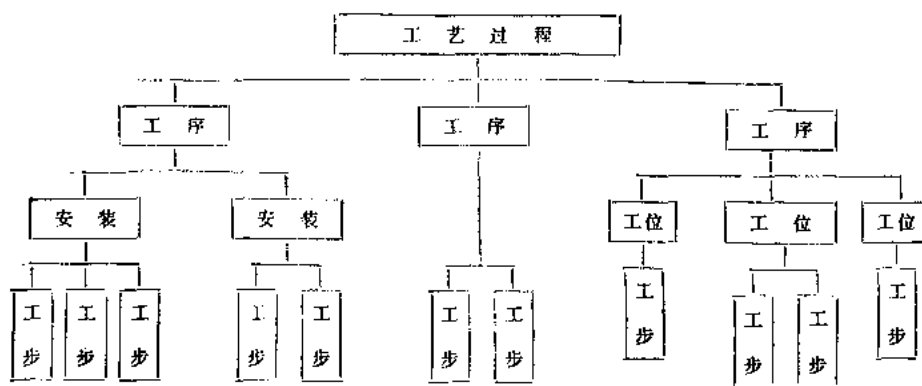


图1.1-1 工艺过程的组成

表1.1-1 工艺过程各组成部分的含义

名称	含义
工序	一个或一组工人，在一个工作地对同一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程
安装	工件经一次装夹后所完成的那一部分工序
工位	为了完成一定的工序部分，一次装夹工件后，工件与夹具或设备的可动部分相对刀具或设备的固定部分占据每一位置所完成的那部分工序
工步	在加工表面和加工工具不变的情况下所连续完成的那一部分工序
走刀	在一个工步内当被加工表面的切削余量较大，需分几次切削时，则每进行一次切削称为一次走刀

### 1.2 工艺规程及其制订

1.2.1 工艺规程 规定产品或零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件。

1.2.2 制订工艺规程的原则 保证图样上规定的各项技术要求，有较高的生产效率，技术先进，经济效益高，劳动条件良好。

1.2.3 制订工艺规程的原始资料 产品装配图及零件图；产品质量的验收标准；产品的生



产纲领及生产类型；原材料及毛坯的生产水平；现场生产条件（机床设备与工艺装备、工人技术水平等）；国内外有关工艺、技术发展状况。

1.2.4 制订工艺规程的程序 计算生产纲领，确定生产类型；分析产品装配图，对零件图样进行工艺审查；确定毛坯的种类、形状、尺寸及精度；拟定工艺路线（划分工艺过程的组成、选择定位基准、选择零件表面的加工方法、安排加工顺序、选择机床设备等）；进行工序设计（确定各工序加工余量、切削用量、工序尺寸及公差，选择工艺装备，计算时间定额等）；确定工序的技术要求及检验方法，填写工艺文件。

### 1.3 生产纲领与生产类型

1.3.1 生产纲领 企业在计划期内应当生产的产品产量和进度计划。年生产纲领是包括备品和废品在内的某产品的年产量。零件的生产纲领按下式计算：

$$N = Q n (1 + \alpha + \beta)$$

式中  $N$ ——零件的生产纲领（件/年）；  
 $Q$ ——机器产品的年产量（台/年）；  
 $n$ ——每台产品中该零件的数量（件/台）；  
 $\alpha$ ——备品百分率；  
 $\beta$ ——废品百分率。

1.3.2 生产类型 企业（或车间、工段、班组、工作地）生产专业化程度的分类。一般分为大量生产、成批生产或单件生产三种类型。

1.3.3 生产批量 一次投入或产出的同一产品（或零件）的数量。

生产类型与生产纲领的关系见表1.1-2；各种生产类型的特点见表1.1-3。

表1.1-2 生产类型与生产纲领的关系

生产类型		某类零件的年产量（件/年）		
		产 品 类 型		
		重 型 机 械	中 型 机 械	轻 型 机 械
单件生产		< 5	< 20	< 100
成批生产	小批	5~100	20~200	100~500
	中批	100~300	200~500	500~5000
	大批	200~1000	500~5000	5000~50000
大量生产		> 1000	> 5000	> 50000

表1.1-3 生产类型的工艺特征

比较项目	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
加工对象	经常变换，很少重复	周期性变换，重复	固定不变
零件互换性	钳工试配，互换性差	多数互换，保留某些试配	全部互换，高精度偶件配磨或选择装配
毛坯制造	木模造型，自由锻造，精度低、余量大	金属模造型或模锻，精度及余量中等	模锻、机器造型、压力铸造等高效方法，精度高、余量小
机床设备	通用设备	通用和专用、高效设备	自动、专用设备及自动线

(续)

比较项目	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
机床布置	按机群布置	按加工零件类别分工段排列	按工艺路线布置成流水线或自动线
工件尺寸获得方法	试切法, 划线找正	定程调整法, 部分试切、找正	调整法自动化加工
夹具	通用夹具, 组合夹具	通用、专用或成组夹具	高效专用夹具
刀具	通用标准刀具	专用或标准刀具	专用刀具
量具	通用量具	部分专用量具或量仪	专用量具, 量仪和自动检验装置
工艺文件	编制简单的工艺过程卡片	较详细的工艺规程及关键工序的操作卡	编制详细的工艺规程、工序卡片及调整卡片
产品成本	较高	中等	低
生产率	传统方法生产率低采用数控机床效率高	中等	高
工人技术水平	高	中	操作工人要求低, 调整工人要求高
发展趋势	采用成组工艺、数控机床、加工中心及柔性制造单元	采用成组工艺、柔性制造系统或柔性自动线	采用计算机控制的自动化系统、车回或无人工厂, 实现自适应控制

## 2 零件图样的工艺审查

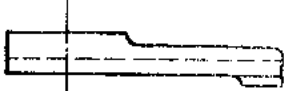
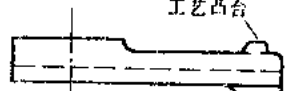
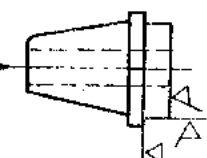
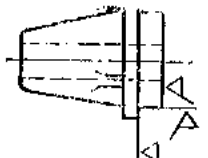
### 2.1 零件图样工艺审查的内容

根据生产、技术条件和对产品的使用要求, 从工艺的角度出发, 对零件图样进行如下内容的审查: 零件图样的视图、尺寸、公差和技术要求的完整性与正确性; 加工要求的合理性; 零件结构的工艺性等。

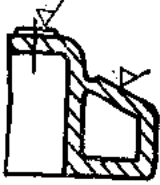
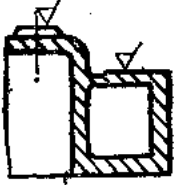

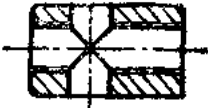
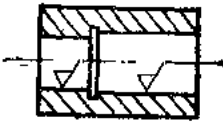
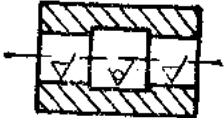
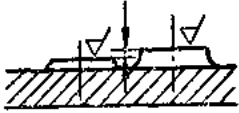
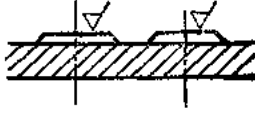
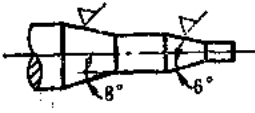
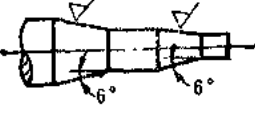
### 2.2 零件图样的结构工艺性

零件结构的工艺性是指所设计的零件在满足使用要求的前提下, 制造的可行性与经济性。零件结构工艺性审查实例参见表1.2-1。

表1.2-1 零件结构工艺性审查实例

序号	图 例		说 明
	改 进 前	改 进 后	
1			车床小刀架作出工艺凸台, 以便加工下部燕尾导轨面时装夹方便
2			锥形零件应作出装夹工艺面以便装夹

(续)

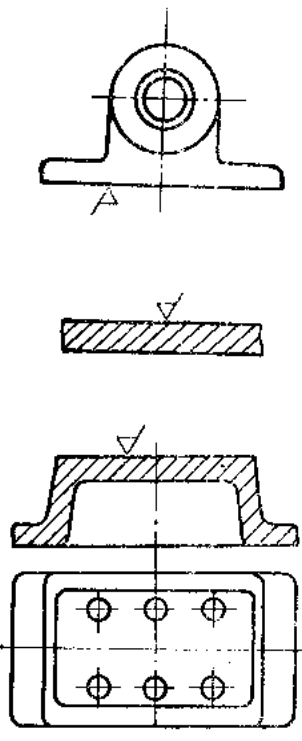
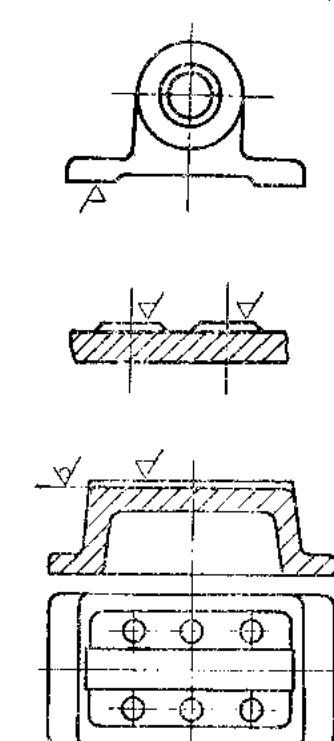
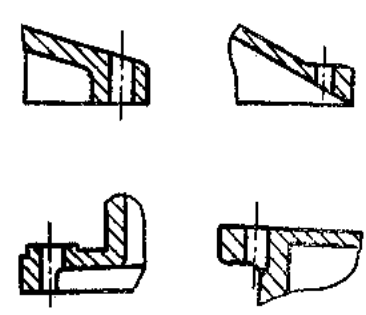
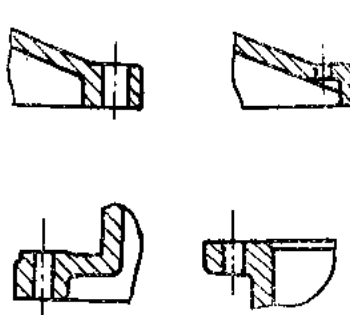
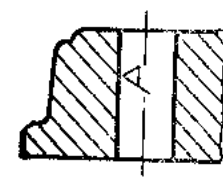
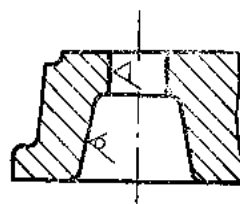
序号	图 例		说 明
	改 进 前	改 进 后	
3			避免设置倾斜的加工面，以便减少装夹次数
4		  	改为通孔或扩大中间孔可减少装夹次数，保证孔的同轴度
5			被加工表面设置在同一平面，可一次走刀加工。缩短调整时间
6			锥度相同只需作一次调整

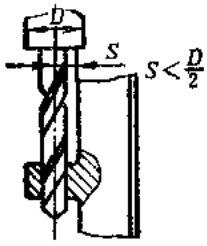
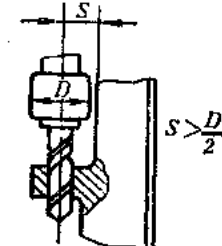
(续)

序号	图		说明
	改 进 前	改 进 后	
7			轴上的沉割槽、键槽或过渡圆角应尽量一致，以减少刀具种类
8			底部为圆弧形，只能单件垂直进刀加工，改为平面可多件连续加工
9			需多刀加工的零件，各段长度应相近 $l$ 的整数倍，车刀按间距 $l$ 设置，刀架移动 $l$ 即可
10			避免内表面、内凹面的加工，利于提高效率，保证精度

序号	图 例		说 明
	改 进 前	改 进 后	
11			<p>加工螺纹时应留有退刀槽或开透，或具有螺旋尾扣，以方便退刀</p>
12			<p>磨削时各表面间的过渡部分，应留有越程槽</p>
13			<p>加工多联齿轮或插键槽时应留有空刀</p>

(续)

序号	图		说明
	改进前	改进后	
14			<p>将支承面改为台阶式，将加工面铸出凸台，保留精加工面的必要长度，以减少加工面，提高效率，保证精度</p>
15			<p>避免在斜面上钻孔，避免钻头单刃切削，防止刀具损坏和孔中心偏斜</p>
16			<p>避免深孔加工，改善排屑和冷却条件</p>

序号	图 例		说 明
	改 进 前	改 进 后	
17			刀具应易于加工切削部位，避免采用接长钻头等非标准刀具

### 3 毛坯的选择

#### 3.1 选择毛坯应考虑的因素

1) 零件的力学性能要求 相同的材料采用不同的毛坯制造方法，其力学性能有所不同。铸铁件的强度，离心浇注、压力浇注的铸件，金属型浇注的铸件，砂型浇注的铸件依次递减；钢质零件的锻造毛坯，其力学性能高于钢质棒料和铸钢件。

2) 零件的结构形状和外廓尺寸 直径相差不大的阶梯轴宜采用棒料，相差较大时宜采用锻件。形状复杂、力学性能要求不高可采用铸钢件。形状复杂和薄壁的毛坯不宜采用金属型铸造。尺寸较大的毛坯，不宜采用模锻、压铸和精铸，多采用砂型铸造和自由锻造。外形复杂的小零件宜采用精密铸造方法，以避免机械加工。

3) 生产纲领和批量 生产纲领大时宜采用高精度与高生产率的毛坯制造方法，生产纲领小时，宜采用设备投资小的毛坯制造方法。

4) 现场生产条件和发展 应经过技术经济分析和论证。

#### 3.2 毛坯的制造方法与工艺特点

表1.3-1 常用毛坯的制造方法与工艺特点

毛坯制造方法	最大质量(kg)	最小壁厚(mm)	形状复杂程度	适用材料	生产类型	精度等级(CT)	毛坯尺寸公差(mm)	表面粗糙度(μm)	加工余量等级	生产率	其他
铸											
木模手工砂型	无限制	3~5	最复杂	铁碳合金 有色金属及其合金	单件及小批生产	11~13	1~8	▽	H	低	表面有气孔、砂眼，结砂，硬皮，废品率高
金属模机械砂型	至250	3~5	最复杂	铁碳合金 有色金属及其合金	大批大量生产	8~10	1~3	▽	G	高	设备复杂工人水平可降低
金属型浇注	至100	1.5	一般	铁碳合金 有色金属及其合金	大批大量生产	7~8	0.1~0.5	$R_a 12.5 \sim 6.3$	F	高	结构细密，能承受较大压力

(续)

毛坯制造方法	最大质量 (kg)	最小壁厚 (mm)	形状复杂程度	适用材料	生产类型	精度等级 (CT)	毛坯尺寸公差 (mm)	表面粗糙度 ( $\mu\text{m}$ )	加工余量等级	生产率	其他	
铸造	离心铸造	至 200	3~5	回转体	铁碳合金、有色金属及其合金	大批大量生产	1~8	$R_a 12.5$		高	力学性能好, 砂眼少, 壁厚均匀	
	压铸	10~16	0.5(铸) 10(其他合金)	取决于模具	有色金属合金	大批大量生产	6~8	$R_a 6.3 \sim 3.2$	E	最高	直接出成品, 设备昂贵	
	熔模铸造	小型零件	0.8	较复杂	难加工材料	单件及成批生产	5~7	$R_a 12.5 \sim 3.2$	F	一般	铸件性能好, 便于组织流水生产, 直接出成品	
	壳模铸造	至 200	1.5	复杂	铁和有色金属	小批至大批生产	8~10	$R_a 12.5 \sim 6.3$	G	一般		
锻造	自由锻造	不限制	不限制	简单	碳素钢合金钢	单件及小批生产	14~16	1.5~10		3~5	低	技术水平高
	模锻 (锤锻)	至 100	2.5	由锻模制造难易而定	碳素钢合金钢	成批及大量生产	12~14	$R_a 12.5$			高	锻件力学性能好, 强度高
	精密模锻	至 100	1.5	由锻模制造难易而定	碳素钢合金钢	成批及大量生产	11~12	$R_a 6.3 \sim 3.2$			高	要增加精压工序, 锻模精度高, 加热条件好, 变形小
冷挤压	小型零件		简单	碳钢合金钢有色金属	大批量	6~7	$R_a 1.6 \sim 0.8$			高	用于精度较高的小零件, 不需机械加工	
板料冷冲压	(板料厚度 0.2~6)		复杂	各种板材	大批量	9~12	$R_a 1.6 \sim 0.8$			高	有一定的尺寸、形状精度, 可满足一般的装配使用要求	
型材	热轧	(圆钢直径范围 $\phi 10 \sim \phi 250$ )	圆、方、扁、角、槽等形状	碳素钢、合金钢	各种批产	4~15	$R_a 12.5 \sim 6.3$			高	普通精度, 采用热轧	
	冷轧	(圆钢直径范围 $\phi 3 \sim \phi 60$ )	圆、方、扁、角、槽等形状	碳素钢、合金钢	大批量	3~12	$R_a 3.2 \sim 1.6$			高	精度高, 价格贵, 适于自动及转塔车床	
粉末冶金	(尺寸范围宽 5~120, 高 3~40)		简单	铁基、铜基	大批量	6~9	$R_a 0.4 \sim 0.1$				成形后不可切削, 设备简单, 成本高	



(续)

毛坯制造方法	最大质量 (kg)	最小壁厚 (mm)	形状复杂程度	适用材料	生产类型	精度等级 (CT)	毛坯尺寸公差 (mm)	表面粗糙度 (Ra)	加工余量等级	生产率	其他
焊接	熔化焊	不限	气焊 1 电弧焊 2 电渣焊 40	碳素钢 合金钢	单件及成 批生产	14~16	4~8	✓		一般	制造简单, 生产周期短, 结构轻便, 抗震性差, 热变形大, 需时效消除内应力
	压焊		≤12								

## 4 工艺过程设计

### 4.1 定位基准的选择

#### 4.1.1 基准的定义与分类

4.1.1.1 基准 用来确定生产对象上几何要素间的几何关系所依据的那些点、线、面。

4.1.1.2 基准的分类 见表1.4-1。

表1.4-1 基准的分类

类别	定义
设计基准	设计图样上所采用的基准
工艺基准	在工艺过程中采用的基准
工序基准	在工序图上用来确定本工序被加工表面尺寸的基准
定位基准	在加工中用作定位的基准
测量基准	测量时所采用的基准
装配基准	装配时用来确定零件或部件在产品中的相对位置所采用的基准

4.1.1.3 定位基准的分类 见表1.4-2。

表1.4-2 定位基准的分类

类别	定义
粗基准	采用未经加工过的铸造, 锻造或轧制得到的表面作为定位基准面
精基准	用加工过的表面作为定位基准面
辅助基准	为满足工艺需要, 在工件上专门设计的定位面

#### 4.1.2 粗基准的选择

(1) 如果必须首先保证工件上加工表面与不加工表面之间的位置要求, 应以不加工表面作为粗基准。如果在工件上有很多不需加工的表面, 则应以其中与加工面的位置精度要求较高的表面作粗基准。

(2) 如果必须首先保证工件某重要表面的加工余量均匀, 应选择该表面作粗基准。

(3) 如需保证各加工表面都有足够的加工余量, 应选加工余量较小的表面作粗基准。

(4) 选作粗基准的表面应平整, 没有浇口、冒口、飞边等缺陷, 以便定位可靠。

(5) 粗基准一般只能使用一次, 特别是主要定位基准, 以免产生较大的位置误差。

#### 4.1.3 精基准的选择

(1) 用设计基准作为定位基准, 实现“基准重合”, 以免产生基准不重合误差。

(2) 当工件以某一组精基准定位可以较方便地加工很多表面时, 应尽可能采用此组精基准定位, 实现“基准统一”, 以免产生基准转换误差。

(3) 当精加工或光整加工工序要求加工余量尽量小而均匀时, 应选择加工表面本身作为精基准, 即遵循“自为基准”原则。该加工表面与其他表面间的位置精度要求由先行工序保证。

(4) 为获得均匀的加工余量或较高的位置精度, 可遵循“互为基准”、反复加工的原则。

(5) 有多种方案可供选择时应选择定位准确、稳定、夹紧可靠, 可使夹具结构简单的表面作为精基准。

#### 4.1.4 定位与夹紧符号 (摘自JB/Z174—82)

定位、夹紧和装置符号的使用说明:

(1) 在专用工艺装备设计任务书中, 一般用定位、夹紧符号标注。

(2) 在工艺规程中一般使用装置符号标注。

(3) 在上述两种情况中, 允许只用一种符号标注或两种符号混合标注。

(4) 尽可能用最少的视图标全定位、夹紧或装置符号。

(5) 夹紧符号的标注方向应与夹紧力的实际方向一致。

(6) 当仅用符号表示不明确时, 可用文字补充说明。

定位、夹紧符号见表1.4-3, 定位夹紧元件及装置符号见表1.4-4, 定位、夹紧及装置符号综合标注示例见表1.4-5, 定位、夹紧符号的图形比例见图1.4-1~图1.4-3。

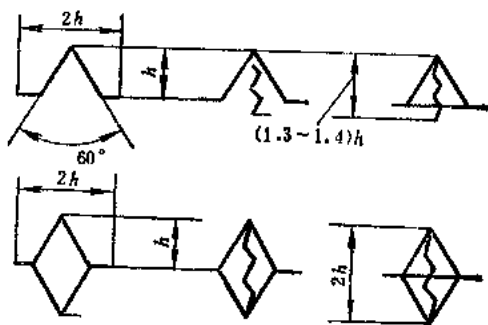


图1.4-1 定位符号

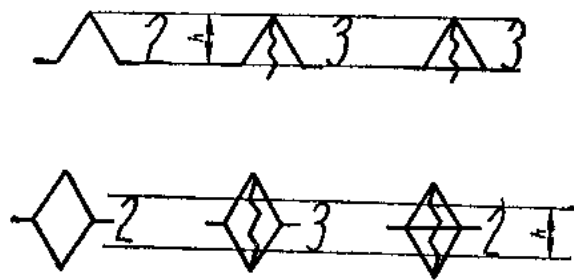


图1.4-2 定位点表示方法

定位、夹紧符号线条按机械制图规定的型线宽度  $b/2 \sim 2b/3$ , 符号高度  $h$  应和工艺图中数字高度一致。

## 4.2 零件表面加工方法的选择

### 4.2.1 零件表面加工方法选择应考虑的问题

(1) 零件表面的加工方法, 主要取决于加工表面的技术要求。这些技术要求还包括由

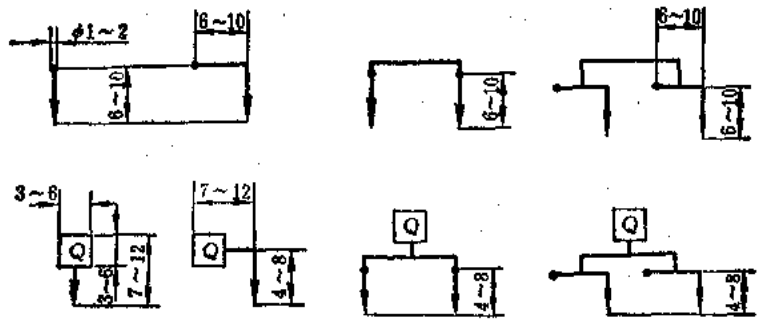


图1.4-3 夹紧符号

表1.4-3 定位、夹紧符号

标注位置	独 立		联 动		
	标注在视图轮廓线上	标注在视图正面上	标注在视图轮廓线上	标注在视图正面上	
主要定位点	固定式				
	活动式				
辅助定位点					
机械夹紧					
液压夹紧					
气动夹紧					
电磁夹紧					

表1.4-4 定位夹紧元件及装置符号

序号	符号	名称	定位夹紧元件及装置简图	序号	符号	名称	定位夹紧元件及装置简图
1		固定顶尖		8		圆柱心轴	
2		内圆尖		9		锥度心轴	
3		回转顶尖		10		螺纹心轴	
4		外圆尖		11		弹性心轴 (包括塑料心轴)	
5		内接顶尖		12		三爪自定心卡盘	
6		浮动顶尖		13		四爪卡盘	
7		伞形顶尖					


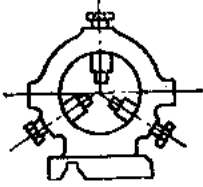
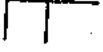
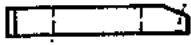

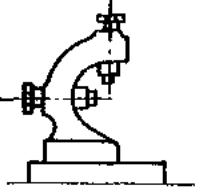









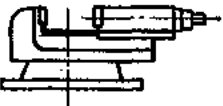

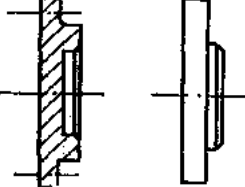

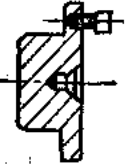

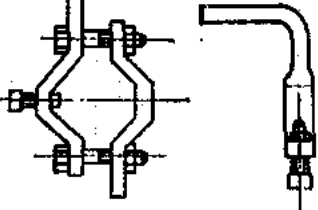






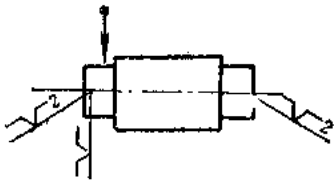
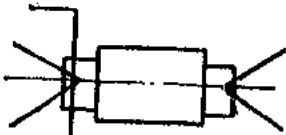
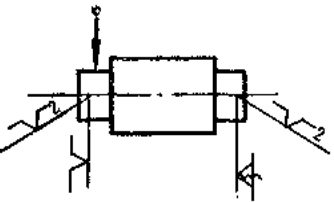
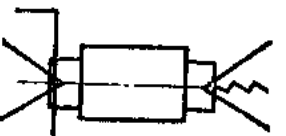
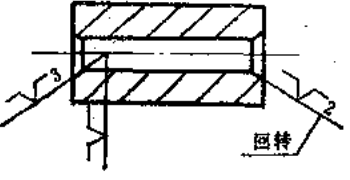
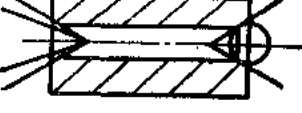
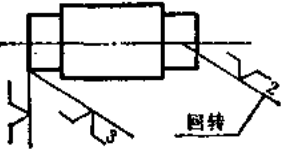
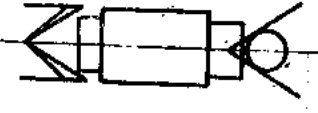
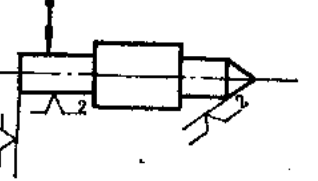
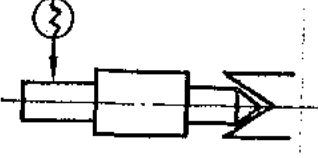
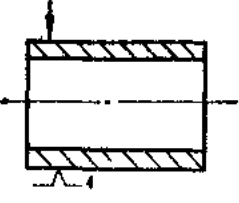
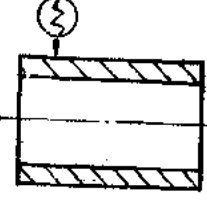
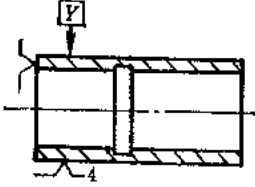
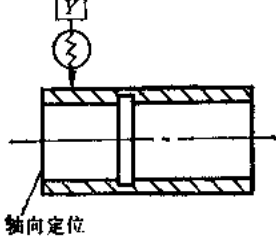

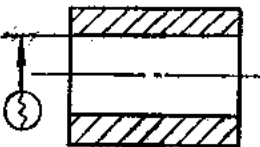
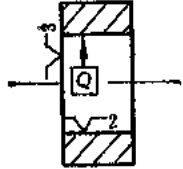
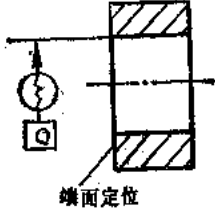
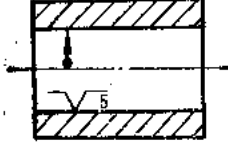
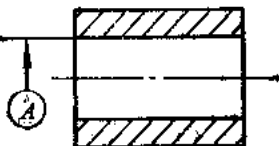
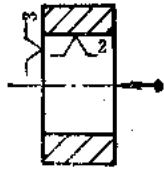
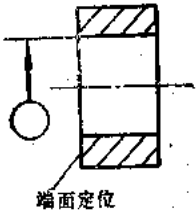
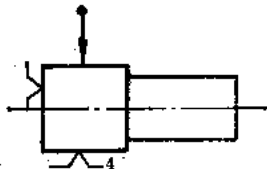
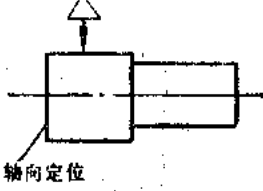
序号	符号	名称	定位夹紧元件及装置简图	序号	符号	名称	定位夹紧元件及装置简图
14		中心架		21		压板	
15		跟刀架		22		角铁	
16		圆柱衬套		23		可调支承	
17		圆筒衬套		24		平口钳	
18		止口盘		25		中心堵	
19		撑杆		26		V形架	
20		垫铁		27		铁爪	

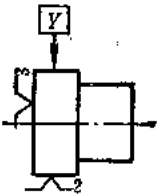
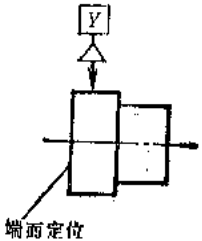
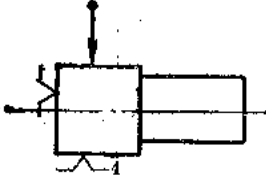
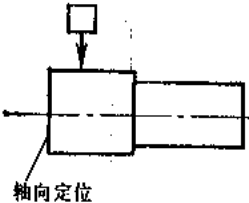
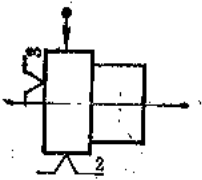
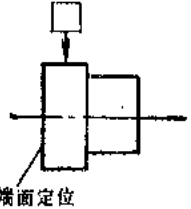
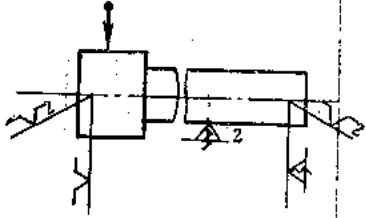
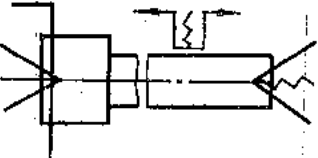
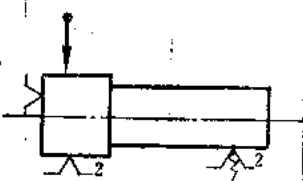
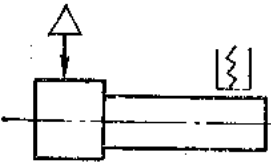
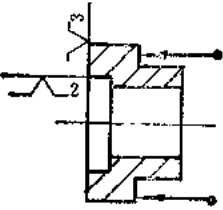
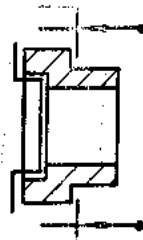
表1.4-5 定位、夹紧及装置符号综合标注示例

序号	说明	定位、夹紧符号标注示意图	装置符号标注示意图	备注
1	床头固定顶尖、床尾固定顶尖定位拔杆夹紧			
2	床头固定顶尖、床尾浮动顶尖定位拔杆夹紧			
3	床头内拔顶尖、床尾回转顶尖定位夹紧 (轴类零件)			
4	床头外拔顶尖、床尾回转顶尖定位夹紧 (轴类零件)			
5	床头弹簧夹头定位夹紧，夹头内带有轴向定位，床尾内顶尖定位 (轴类零件)			
6	弹簧夹头定位夹紧 (套类零件)			

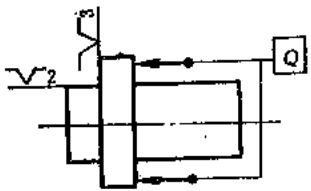
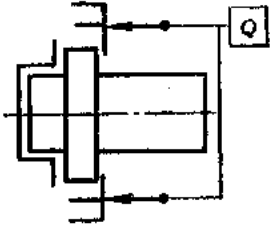
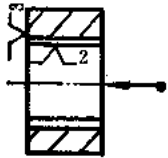
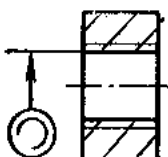
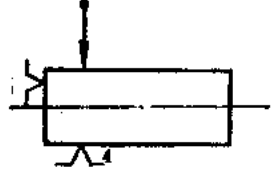
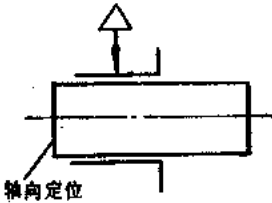
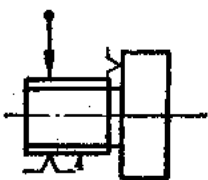
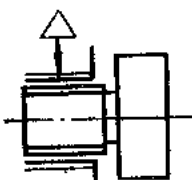
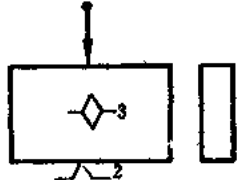
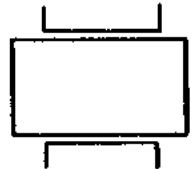
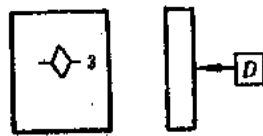
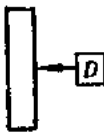
(续)

序号	说明	定位、夹紧符号标注示意图	装置符号标注示意图	备注
7	液压弹簧夹头定位夹紧, 夹头内带有轴向定位 (套类零件)			轴向定位 由一个定位 点控制
8	弹性心轴定位夹紧 (套类零件)			
9	气动弹性心轴定位夹紧, 带端面定位 (套类零件)			端面定位 由三个定位 点控制
10	锥度心轴定位夹紧 (套类零件)			
11	圆柱心轴定位夹紧、带端面定位 (套类零件)			
12	三爪自定心卡盘定位夹紧 (短轴类零件)			

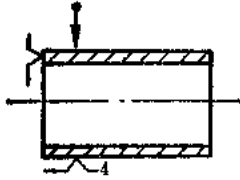
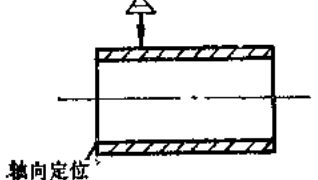
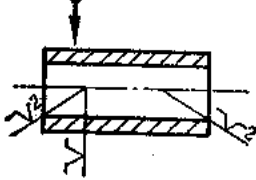
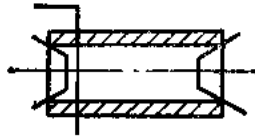
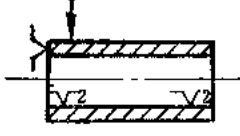
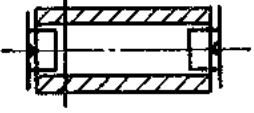
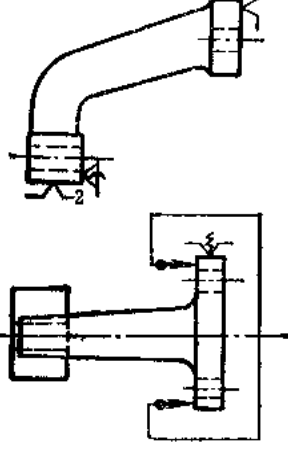
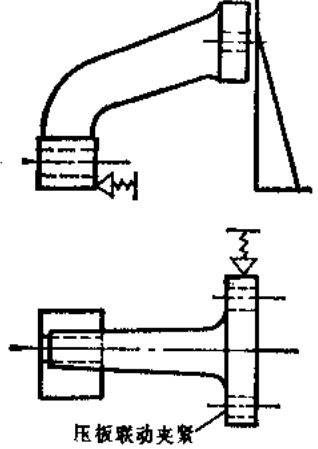
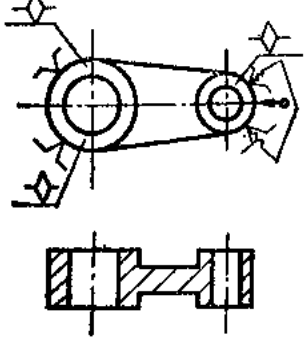
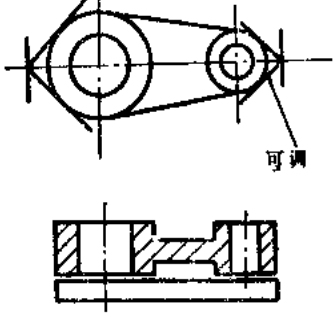
(续)

序号	说明	定位、夹紧符号标注示意图	装夹符号标注示意图	备注
13	液压三爪卡盘定位夹紧, 带端面定位 (盘类零件)		 <p>端面定位</p>	
14	四爪卡盘定位夹紧, 带轴向定位 (短轴类零件)		 <p>轴向定位</p>	
15	四爪卡盘定位夹紧, 带端面定位 (盘类零件)		 <p>端面定位</p>	
16	床头固定顶尖, 床尾浮动顶尖, 中部有跟刀架辅助支承定位, 拔杆夹紧 (细长轴类零件)			
17	床头三爪自定心卡盘定位夹紧, 床尾中心架支承定位 (长轴类零件)			
18	止口盘定位 螺栓压板夹紧			



序号	说明	定位、夹紧符号标注示意图	装置符号标注示意图	备注
19	止口盘定位 气动压板夹紧			
20	螺纹心轴定 位夹紧 (环类零件)			
21	圆柱衬套带 有轴向定位, 外用三爪自定 心卡盘夹紧 (轴类零件)		 <p>轴向定位</p>	
22	螺纹衬套定 位外用三爪自 定心卡盘卡紧			
23	平口钳定位 夹紧			
24	电葫芦定位 夹紧			

(续)

序号	说明	定位、夹紧符号标注示意图	装置符号标注示意图	备注
25	铁爪定位夹紧 (薄壁零件)			
26	床头伞形顶尖、床尾伞形顶尖定位，拨杆夹紧 (筒类零件)			
27	床头中心堵，床尾中心堵定位，拨杆夹紧 (筒类零件)			
28	角铁及可调支承定位，联动夹紧			
29	一端固定V形架，工件平面垫铁定位 一端可调V形架定位夹紧			

于基准不重合而提高了对作为精基准表面的技术要求。

(2) 选择加工方法应考虑每种加工方法的加工经济精度范围, 材料的性质及可加工性; 工件的结构形状和尺寸大小; 生产纲领及批量; 工厂现有设备条件等。

#### 4.2.2 典型表面加工方法及其加工经济精度

每种机械加工方法, 在正常生产条件下, 能较经济地达到的精度范围, 称为该加工方法的经济精度。

##### 4.2.2.1 各种加工方法能够达到的尺寸经济精度与表面粗糙度

表1.4-6 外圆表面加工的经济精度与表面粗糙度

序号	加工方法	经济精度 (IT)	表面粗糙度 $R_a(\mu m)$	适用范围
1	粗车	11~13	25~6.3	适用于淬火钢以外的各种金属
2	粗车→半精车	8~10	6.3~3.2	
3	粗车→半精车→精车	6~9	1.6~0.8	
4	粗车→半精车→精车→滚压(或抛光)	6~8	0.2~0.025	
5	粗车→半精车→磨削	6~8	0.8~0.4	适于淬火钢、未淬火钢
6	粗车→半精车→粗磨→精磨	5~7	0.4~0.1	
7	粗车→半精车→粗磨→精磨→超精加工	5~6	0.1~0.012	
8	粗车→半精车→精车→精磨→研磨	5级以上	<0.1	
9	粗车→半精车→粗磨→精磨→超精密(或镜面磨)	5级以上	<0.05	
10	粗车→半精车→精车→金刚石车	5~6	0.2~0.025	适于有色金属

表1.4-7 内圆表面加工的经济精度与表面粗糙度

序号	加工方法	经济精度 (IT)	表面粗糙度 $R_a(\mu m)$	适用范围
1	钻	12~13	12.5	加工未淬火钢及铸铁的实心毛坯, 也可用于加工有色金属(但表面粗糙度稍粗大), 孔径<15~20mm
2	钻→铰	8~10	3.2~1.6	
3	钻→粗铰→精铰	7~8	1.6~0.8	
4	钻→扩	10~11	12.5~6.3	同上, 但孔径>(15~20)mm
5	钻→扩→粗铰→精铰	7~8	1.6~0.8	
6	钻→扩→铰	8~9	3.2~1.6	
7	钻→扩→机铰→手铰	6~7	0.4~0.1	
8	钻→(扩)→拉	7~9	1.6~0.1	大批量生产, 精度视拉刀精度而定
9	粗镗(或扩孔)	11~13	12.5~6.3	毛坯有铸孔或锻孔的未淬火钢及铸件
10	粗镗(粗扩)→半精镗(精扩)	9~10	3.2~1.6	
11	扩(镗)→铰	9~10	3.2~1.6	
12	粗镗(扩)→半精镗(精扩)→精镗(铰)	7~8	1.6~0.8	

(续)

序号	加工方法	经济精度 (IT)	表面粗糙度 $R_a(\mu m)$	适用范围
13	镗→拉	7~9	1.6~0.1	毛坯有铸孔或锻孔的未淬火钢及铸件
14	粗镗(扩)→半精镗(精扩)→精镗→浮动镗刀块精镗	6~7	0.8~0.4	
15	粗镗→半精镗→磨孔	7~8	0.8~0.2	淬火钢或非淬火钢
16	粗镗(扩)→半精镗→粗磨→精磨	6~7	0.2~0.1	
17	粗镗→半精镗→精镗→金刚镗	6~7	0.4~0.05	有色金属精加工
18	钻→(扩)→粗绞→精绞→珩磨	6~7	0.2~0.025	黑色金属高精度大孔的加工
	钻→(扩)→拉→珩磨			
	粗镗→半精镗→精镗→珩磨			
19	以珩磨代替上述方案中的珩磨	6级以上	0.1以下	
20	钻(粗镗)→扩(半精镗)→精镗→金刚镗→脉冲滚挤	6~7	0.1	有色金属及铸件上的小孔

表1.4-8 平面加工的经济精度与表面粗糙度

序号	加工方法	经济精度 (IT)	表面粗糙度 $R_a(\mu m)$	适用范围
1	粗车	10~11	12.5~6.3	未淬硬钢、铸铁、有色金属端面加工
2	粗车→半精车	8~9	6.3~3.2	
3	粗车→半精车→精车	6~7	1.6~0.8	
4	粗车→半精车→磨削	7~9	0.8~0.2	钢、铸铁端面加工
5	粗刨(粗铣)	12~14	12.5~6.3	不淬硬的平面
6	粗刨(粗铣)→半精刨(半精铣)	11~12	6.3~1.6	
7	粗刨(粗铣)→精刨(精铣)	7~9	6.3~1.6	
8	粗刨(粗铣)→半精刨(半精铣)→精刨(精铣)	7~8	3.2~1.6	
9	粗铣→拉	6~9	0.8~0.2	大量生产未淬硬的小平面
10	粗刨(粗铣)→精刨(精铣)→宽刃刀精刨	6~7	0.8~0.2	未淬硬的钢件、铸铁件及有色金属件
11	粗刨(粗铣)→半精刨(半精铣)→精刨(精铣)→宽刃刀低速精刨	5	0.8~0.2	
12	粗刨(粗铣)→精刨(精铣)→刮研	5~6	0.8~0.1	
13	粗刨(粗铣)→半精刨(半精铣)→精刨(精铣)→刮研			
14	粗刨(粗铣)→精刨(精铣)→磨削	6~7	0.8~0.2	淬硬或未淬硬的黑色金属工件
15	粗刨(粗铣)→半精刨(半精铣)→精刨(精铣)→磨削	5~6	0.4~0.2	
16	粗铣→精铣→磨削→研磨	5级以上	<0.1	

## 4.2.2.2 各种加工方法能够达到的形状与位置精度

表1.4-9 直线度、平面度的经济精度

加工方法	超精密加工	精密加工		精加工	半精加工	粗加工
	超精密磨、精研、精密刮	精密磨、研磨、精刮	精密车、磨、刮	精车、铣、刨、拉、粗磨	半精车、铣削插	各种粗加工方法
公差等级	1~2	3~4	5~6	7~8	9~10	11~12

表1.4-10 圆度、圆柱度的经济精度

加工方法	超精密加工	精密加工	精加工	半精加工	粗加工
	研磨、精密磨、精密金刚轮	精密车、精密镗、精密磨、金刚轮、研磨、珩磨	精车、精镗、磨削、精铰	半精车、镗、铰、拉、粗磨	粗车及镗、钻
公差等级	1~2	3~4	5~6	7~8	9~10

表1.4-11 平行度、倾斜度、垂直度的经济精度

加工方法	超精密加工	精密加工	精加工	半精加工	粗加工
	超精研、精密磨、精密刮、金刚石加工	精密车、研磨、精磨、刮、珩	精车、镗、铣、刨、磨、刮、珩、坐标镗	半精车、镗、铣、刨、粗磨、导套钻、铰	各种粗加工方法
公差等级	1~2	3~4	5~7	8~10	11~12

表1.4-12 同轴度、圆跳动、全跳动的经济精度

加工方法	超精密加工	精密加工	精加工	半精加工	粗加工
	研磨、精密磨、精密金刚石加工、珩磨	精密车、精密磨、内圆磨(一次安装)、珩磨、研磨	精车、磨、内圆磨及镗(一次安装加工)	半精车、镗、铰、拉、粗磨	粗车、镗、钻
公差等级	1~2	3~4	5~6	7~9	10~12

4.2.2.3 复杂表面加工的经济精度

表1.4-13 型面加工的经济精度

加工方法	按样板手工加工	用机床加工	按划线刮或刨	按划线铣	用靠模铣床		靠模车	成形刀车	仿形磨	
					机械控制	随动系统				
径向形状误差	经济的	0.2	0.1	2	3	0.4	0.06	0.4	0.10	0.04
(mm)	可达到的	0.06	0.04	0.40	1.60	0.16	0.02	0.06	0.02	0.02

表1.4-14 米制螺纹加工的经济精度

加工方法		公差带 (GB197-81)	加工方法	公差带 (GB197-81)
车削螺纹	外螺纹	4h~6h	带径向或切向梳刀的自动张开式板牙头	6h
	内螺纹	5H、6H、7H		
用梳形刀车螺纹	外螺纹	4h~6h	旋风切削螺纹	6h~8h
	内螺纹	5H、6H、7H		
用丝锥攻内螺纹		4H、5H~7H	搓丝板搓螺纹	6h
用圆板牙加工外螺纹		6h~8h	滚丝模滚螺纹	4h~6h
带圆梳刀自动张开式板牙		4h~6h	单线或多线砂轮磨螺纹	4h以上
梳形螺纹铣刀		6h~8h	研磨螺纹	4h

表1.4-15 花键加工的经济精度

(mm)

花键的最大直径	轴				孔			
	用磨制的滚铣刀		成形磨		拉 削		推 削	
	花键宽	底圆直径	花键宽	底圆直径	花键宽	底圆直径	花键宽	底圆直径
18~30	0.025	0.05	0.013	0.027	0.013	0.018	0.008	0.012
>30~50	0.040	0.075	0.015	0.032	0.016	0.026	0.009	0.015
>50~80	0.050	0.10	0.017	0.042	0.016	0.030	0.012	0.019
>80~120	0.075	0.125	0.019	0.045	0.019	0.035	0.012	0.023

表1.4-16 齿形加工的经济精度

加 工 方 法		精度等级 GB10095-88
多头滚刀滚齿 ( $m = 1 \sim 20\text{mm}$ )		8~10
单头滚刀滚齿 ( $m = 1 \sim 20\text{mm}$ )	AAA	6
	AA	7
	A	8
	B	9
圆盘形插齿刀插齿 ( $m = 1 \sim 20\text{mm}$ )	AAA	6
	AA	7
	B	8
	C	10
圆盘形剃齿刀剃齿 ( $m = 1 \sim 20\text{mm}$ )	A	5
	B	6
	C	7
模数铣刀铣齿		9级以下
有齿		6~7
磨齿	成形砂轮仿形法	5~6
	盘形砂轮展成法	3~6
	两个盘形砂轮展成法 (马格法)	3~6
	蜗杆砂轮展成法	4~6
用铸铁研磨轮研齿		5~6
直齿圆锥齿轮刨齿		8
螺旋圆锥齿轮刀盘铣齿		8
蜗轮模数滚刀滚蜗轮		8
热轧齿轮 ( $m = 2 \sim 8\text{mm}$ )		8~9
热轧后冷校齿形 ( $m = 2 \sim 8\text{mm}$ )		7~8
冷轧齿轮 ( $m \leq 1.5\text{mm}$ )		7

表1.4-17 螺纹、齿轮、花键加工的表面粗糙度

加 工 方 法		表面粗糙度 $R_a(\mu\text{m})$
螺纹加工	切削	
	板牙、丝锥、自开式板牙头	3.2~0.8
	车刀或梳刀车、铣	6.3~0.8
	磨	0.8~0.2
滚轧	研磨	0.8~0.050
	滚丝模	1.6~0.8
齿轮及花键加工	滚轧	1.6~0.2
	粗滚	3.2~1.6
	精滚	1.6~0.8
	精插	1.6~0.8
	精刨	3.2~0.8
	拉	3.2~1.6
	剃	0.8~0.2
	磨	0.8~0.1
	研	0.4~0.2
	滚轧	热轧
冷轧		0.2~0.1

4.2.2.4 各种机床的形状、位置加工经济精度

表1.4-18 车床加工的经济精度

机床类型	最大加工直径 (mm)	圆 度 (mm)	圆 柱 度 (mm/mm长度)	平面度 (凹入) (mm/mm直径)
卧式车床	250	0.01	0.015/100	0.015/≤200
	320			0.02/≤300
	400			0.025/≤400
	500	0.015	0.025/300	0.03/≤500
	630			0.04/≤600
	800			0.05/≤700 0.06/≤800
精密车床	250 400 320 500	0.005	0.01/150	0.01/200
高精度车床	250 320 400	0.001	0.002/100	0.002/100
转塔车床	≤12	0.007	0.010/300	0.02/300
	>12~32	0.01	0.02/300	0.03/300
	>32~80	0.01	0.02/300	0.04/300
	>80	0.02	0.025/300	0.05/300
立式车床	≤1000	0.01	0.02	0.04
仿形车床	≥50	0.008	(仿形尺寸误差) 0.02	0.04
车床上钻孔		两孔轴心线的距离误差或自孔轴心线到平面的距离误差 (mm)		
按划线		1.0~3.0		
在角铁式夹具上		0.1~0.3		

表1.4-19 磨床加工的形状、位置经济精度

机床类型	加工直径 (mm)	圆 度 (mm)	圆 柱 度 (mm/mm长度)	平 面 度 (mm/mm直径)	
外圆磨床	≤200	卡盘上 0.005	顶尖间 —	0.01/300	
	≤320	0.005	0.003		
	>320	0.007	0.005		
内圆磨床	<100	0.003	0.003/50		
	>100	0.005	0.005/100		
无心磨床	≤30	0.002	砂轮 宽度 B	≤100 0.002	
	>30	0.003		>100~200 0.003	
				>200~300 0.004	
				>300 0.005	
机 床 类 型		平行度 (加工面对基面) (mm/mm长度)		垂 直 度 (加工面间)	
平面磨床	卧轴矩台		0.005/300 最大为0.03		—
	精密卧轴矩台		0.01/1000		0.005
	立轴矩台		0.015/1000		—
	卧轴圆台		工作台直径: ≤500 0.005		—
	立轴圆台		500~1000 0.010 1000~1600 0.015		—

表1.4-20 钻床加工的经济精度

(mm)

加工方法	加工精度		两平行孔轴心线的距离误差 或自孔轴心线到平面的距离误差	钻孔与端面的垂直度
	垂直孔轴心线的垂直度	垂直孔轴心线的位置度		
按划线钻孔	0.5~1.0/100	0.5~2	0.5~1.0	0.3/100
用钻模钻孔	0.1/100	0.5	0.1~0.2	0.1/100

表1.4-21 镗床加工的经济精度

机床类型	镗杆直径 (mm)	圆 度	圆 柱 度	平 面 度 (凹)	平 行 度 (孔系间)	垂 直 度 (孔与端面)
		(mm)	(mm/mm长度)	(mm/mm直径)	(mm/mm长度)	(mm/mm长度)
卧式镗床	≤100	外圆 0.025 内孔 0.02	0.03/200	0.04/300	—	—
	>100~160	外圆 0.025 内孔 0.025	0.03/300	0.05/500	0.05/300	0.05/300
	>160	外圆 0.03 内孔 0.025	0.035/400	—	—	—
立式金刚镗床		0.03	0.04/300	—	—	0.03/300
加 工 方 法		镗垂直孔轴心线垂直度 (mm)	镗垂直孔轴心线位置度 (mm)	镗平行孔轴心线距离误差 或自孔轴心线到平面的距离 误差 (mm)		
卧 式 镗 床 上 镗 孔	按划线	0.5~1.0/100	0.5~2	0.4~0.6		
	用钻模	0.01~0.2/100	0.02~0.06	0.05~0.08		
	回转工作台	0.06~0.3/100	0.03~0.08	—		
	带有百分表的回转工作台	0.05~0.15/100	0.05~0.10	—		
	用游标尺	—	—	0.2~0.4		
	用内径规或塞尺	—	—	0.05~0.25		
	按定位器的指示读数	—	—	0.04~0.06		
	用程序控制的坐标装置	—	—	0.04~0.05		
	按定位样板	—	—	0.08~0.20		
用块规	—	—	0.05~0.10			
坐标镗床上镗孔		—	—	0.004~0.015		
金刚镗床上镗孔		—	—	0.008~0.02		



表1.4-22 铣床加工的经济精度

机床类型	加工范围	平面度 (mm)	平行度		垂直度 (加工面相互间) (mm/mm)	
			(加工面对基面) (mm/mm)	(两侧加工面之间) (mm)		
升降台铣床	立式	0.02	0.03	—	0.02/100	
	卧式	0.02	0.03		0.02/100	
工作台不升降铣床	立式	0.02	0.03	—	0.02/100	
	卧式	0.02	0.03		0.02/100	
龙门铣床	加工长度 (m)	≤2	—	0.03	0.02	0.02/300
		>2~5	—	0.04	0.03	
		>5~10	—	0.05	0.05	
		>10	—	0.08	0.08	
摇臂铣床		0.02	0.03		0.02/100	
铣床上镗孔		镗垂直孔轴心线的垂直度 (mm)		镗垂直孔轴心线的位置度 (mm)		
回转工作台		0.02~0.05/100		0.1~0.2		
回转分度头		0.05~0.1/100		0.3~0.5		

表1.4-23 刨、插、拉床加工的经济精度

机床类型	加工长度 (mm)	平面度 (mm)	平行度 (加工面对基面) (mm/mm)	垂直度	
				加工面对基面 (mm/mm)	加工面相互间
牛头刨床	200~500	0.02	0.02	0.01	两侧加工面平行度 0.04
	500~800	0.025	0.03	0.02	0.05
	800~1000	0.03	0.04	0.03	0.06
龙门刨床		加工面直线度 0.02/2000	0.03/2000	—	0.02/300
插床	200	0.015		0.02	0.02
	320	0.015		0.02	0.02
	500	0.025		0.04	0.03
	630	0.025		0.04	0.03
	800	0.03		0.045	0.03
	1000	0.035		0.070	0.05
机床类型		垂直度 (mm/mm)			
		孔轴线对基面		拉削面对基面	
卧式内拉床		0.08/200		—	
立式拉床		0.06/200		0.04/300	

## 4.2.2.5 标准公差及形位公差 (见表1.4-24)

表1.4-24 标准公差值

基本尺寸		公差等级																			
		至																			
(mm)		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于		(μm)																			
3	0.3	0.5	0.8	1.2	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.0	1.4
6	0.4	0.6	1	1.6	2.5	4	5	8	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2	1.8
10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5	2.2
18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.8	2.7
30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.1	3.3
50	0.6	1	1.6	2.5	4	7	11	16	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.5	3.9
80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.0	4.6
120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.5	5.4
180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.0	6.3
250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.6	7.2
315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.2	8.1
400	3	5	7	9	13	18	25	36	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.7	8.9
500	4	6	8	10	15	20	27	40	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.3	9.7
630	4.5	6	9	11	16	22	30	44	44	70	110	175	280	440	0.70	1.10	1.75	2.80	4.40	7.0	11.0
800	5	7	10	13	18	25	35	50	50	80	125	200	320	500	0.80	1.25	2.00	3.20	5.00	8.0	12.5
1000	5.5	8	11	15	21	29	40	56	56	90	140	230	360	560	0.90	1.40	2.30	3.60	5.60	9.0	14.0
1250	6.5	9	13	18	24	34	46	66	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.60	4.20	6.60	10.5	16.5
1600	8	11	15	21	29	40	54	78	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.10	5.00	7.80	12.5	19.5
2000	9	13	18	25	35	48	65	92	92	150	230	370	600	920	1.50	2.30	3.70	6.00	9.20	15.0	23.0
2500	11	15	22	30	41	57	77	110	110	175	280	440	700	1100	1.75	2.80	4.40	7.00	11.00	17.5	28.0
3150	13	18	26	36	50	69	93	135	135	210	330	540	860	1350	2.10	3.30	5.40	8.60	13.50	21.0	33.0

注：基本尺寸小于1mm时，无IT14至IT18。

表1.4-25 平面度、直线度公差值

主 参 数 $L$ (mm)	公 差 等 级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	公 差 ( $\mu\text{m}$ )											
$\leq 10$	0.2	0.4	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	60
$> 10 \sim 16$	0.25	0.5	1	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	80
$> 16 \sim 25$	0.3	0.6	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	100
$> 25 \sim 40$	0.4	0.8	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	60	120
$> 40 \sim 63$	0.5	1	2	3	5	8	12	20	30	50	80	150
$> 63 \sim 100$	0.6	1.2	2.5	4	6	10	15	25	40	60	100	200
$> 100 \sim 160$	0.8	1.5	3	5	8	12	20	30	50	80	120	250
$> 160 \sim 250$	1	2	4	6	10	15	25	40	60	100	150	300
$> 250 \sim 400$	1.2	2.5	5	8	12	20	30	50	80	120	200	400
$> 400 \sim 630$	1.5	3	6	10	15	25	40	60	100	150	250	500
$> 630 \sim 1000$	2	4	8	12	20	30	50	80	120	200	300	600
$> 1000 \sim 1600$	2.5	5	10	15	25	40	60	100	150	250	400	800
$> 1600 \sim 2500$	3	6	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1000
$> 2500 \sim 4000$	4	8	15	25	40	60	100	150	250	400	600	1200
$> 4000 \sim 6300$	5	10	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1500
$> 6300 \sim 10000$	6	12	25	40	60	100	150	250	400	600	1000	2000

表1.4-26 圆度、圆柱度公差值

主 参 数 $d(D)$ (mm)	公 差 等 级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	公 差 ( $\mu\text{m}$ )											
$\leq 3$	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25
$> 3 \sim 6$	0.2	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30
$> 6 \sim 10$	0.25	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36
$> 10 \sim 18$	0.25	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43
$> 18 \sim 30$	0.3	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52
$> 30 \sim 50$	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62
$> 50 \sim 80$	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74
$> 80 \sim 120$	0.6	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87
$> 120 \sim 180$	1	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100
$> 180 \sim 250$	1.2	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115
$> 250 \sim 315$	1.6	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130
$> 315 \sim 400$	2	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140
$> 400 \sim 500$	2.5	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155

表1.4-27 平行度、垂直度、倾斜度公差值

主 参 数 $L, d(D)$ (mm)	公 差 等 级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	公 差 (μm)											
≤10	0.4	0.8	1.5	3	5	8	12	20	30	50	80	120
>10~16	0.5	1	2	4	6	10	15	25	40	60	100	150
>16~25	0.6	1.2	2.5	5	8	12	20	30	50	80	120	200
>25~40	0.8	1.5	3	6	10	15	25	40	60	100	150	250
>40~63	1	2	4	8	12	20	30	50	80	120	200	300
>63~100	1.2	2.5	5	10	15	25	40	60	100	150	250	400
>100~160	1.5	3	6	12	20	30	50	80	120	200	300	500
>160~250	2	4	8	15	25	40	60	100	150	250	400	600
>250~400	2.5	5	10	20	30	50	80	120	200	300	500	800
>400~630	3	6	12	25	40	60	100	150	250	400	600	1000
>630~1000	4	8	15	30	50	80	120	200	300	500	800	1200
>1000~1600	5	10	20	40	60	100	150	250	400	600	1000	1500
>1600~2500	6	12	25	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000
>2500~4000	8	15	30	60	100	150	250	400	600	1000	1500	2500
>4000~6300	10	20	40	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3000
>6300~10000	12	25	50	100	150	250	400	600	1000	1500	2500	4000

表1.4-28 同轴度、对称度、圆跳动、全跳动公差值

主 参 数 $d(D), B, L$ (mm)	公 差 等 级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	公 差 (μm)											
≤1	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	60
>1~3	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	10	20	40	60	120
>3~6	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	12	25	50	80	150
>6~10	0.6	1	1.5	2.5	4	6	10	15	30	60	100	200
>10~18	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	40	80	120	250
>18~30	1	1.5	2.5	4	6	10	15	25	50	100	150	300
>30~50	1.2	2	3	5	8	12	20	30	60	120	200	400
>50~120	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	80	150	250	500
>120~250	2	3	5	8	12	20	30	50	100	200	300	600
>250~500	2.5	4	6	10	15	25	40	60	120	250	400	800
>500~800	3	5	8	12	20	30	50	80	150	300	500	1000
>800~1250	4	6	10	15	25	40	60	100	200	400	600	1200
>1250~2000	5	8	12	20	30	50	80	120	250	500	800	1500
>2000~3150	6	10	15	25	40	60	100	150	300	600	1000	2000
>3150~5000	8	12	20	30	50	80	120	200	400	800	1200	2500
>5000~8000	10	15	25	40	60	100	150	250	500	1000	1500	3000
>8000~10000	12	20	30	50	80	120	200	300	600	1200	2000	4000

### 4.3 加工顺序的安排

#### 4.3.1 加工阶段的划分

按加工性质和作用的不同，工艺过程一般可划分如下加工阶段：粗加工阶段；半精加工阶段；精加工阶段，光整加工阶段。

下列情况可以不划分加工阶段：加工质量要求不高，工件刚度较高，毛坯质量高、加工余量小（如自动机上加的零件），装夹、运输不方便的重型零件。

#### 4.3.2 机械加工顺序的安排

(1) 对于形状复杂、尺寸较大的毛坯或尺寸偏差较大的毛坯，应首先安排划线工序，为精基准的加工提供找正基准。

(2) 按“先基准后其他”的顺序，首先加工精基准面。

(3) 在重要表面加工前应对精基准进行修正。

(4) 按“先主后次，先粗后精”的顺序，精度要求较高的各主要表面进行粗加工、半精加工和精加工。

(5) 对于和主要表面有位置精度要求的次要表面应安排在主要表面加工之后加工。

(6) 对于易出现废品的工序，精加工和光整加工可适当提前。一般情况主要表面的精加工和光整加工应放在最后阶段进行。

#### 4.3.3 热处理工序的安排

(1) 退火与正火：属于毛坯预备性热处理，应安排在机械加工之前进行。

(2) 时效：为了消除残余应力，对于尺寸大、结构复杂的铸件，需在粗加工前、后各安排一次时效处理；对于一般铸件在铸造后或粗加工后安排一次时效处理；对于精度要求高的铸件，在半精加工前、后各安排一次时效处理；对于精度高、刚度低的零件，在粗车、粗磨、半精磨后需各安排一次时效处理。

(3) 淬火：淬火后工件硬度提高且易变形，应安排在精加工阶段的磨削加工前进行。

(4) 渗碳：渗碳易产生变形，应安排在精加工前进行，为控制渗碳层厚度，渗碳前应安排精加工。

(5) 渗氮：一般安排在工艺过程的后部、该表面的最终加工之前。氮化处理前应调质。

#### 4.3.4 辅助工序的安排

(1) 中间检验：一般安排在粗加工全部结束之后，精加工之前；送往外车间加工的前后（特别是热处理前后）；化费工时较多或重要工序的前后。

(2) 特种检验：X射线、超声波探伤等多用于工件材料内部质量的检验，一般安排在工艺过程的开始；荧光检验、磁力探伤主要用于表面质量的检验，通常安排在精加工阶段。荧光检验如用于检查毛坯的裂纹，则安排在加工前。

(3) 表面处理：电镀、涂层、发蓝处理、氧化、阴极化等表面处理工序一般安排在工艺过程的最后进行。

### 4.4 工序的组合

工序的组合可采用工序的分散或工序集中的原则。

(1) 工序分散的特点：工序多，工艺过程长，每个工序所包含的加工内容很少，极端情况下每个工序只有一个工步；所使用的工艺设备与装备比较简单，易于调整和掌握；有利

于选用合理的切削用量，减少基本时间；设备数量多，生产面积大，设备投资少；易于更换产品。

(2) 工序集中的特点：零件各个表面的加工集中在少数几个工序内完成，每个工序的内容和工步较多，有利于采用高效的专用设备和工艺装备；生产面积和操作工人的数量减少，辅助时间缩短，加工表面间的位置精度易于保证；设备、工装投资大，调整、维护复杂，生产准备工作量大，更换新产品困难。

工序的分散和集中程度应根据生产规模、零件的结构特点和技术要求、工艺设备与装备等具体情况综合分析确定。

## 5 工序设计

工序设计包括机床与工艺装备的选择，加工余量的确定，工序尺寸的确定，切削用量的确定，时间定额的确定等。

### 5.1 机床的选择（详见第四章）

选择机床时应考虑以下几方面：

(1) 机床的加工尺寸范围应与零件的外廓尺寸相适应。

(2) 机床的工作精度应与工序的精度要求相适应。

(3) 机床的生产效率应与零件的生产类型相适应。

(4) 机床的选择应考虑车间现有设备条件，尽量采用现有设备或对现有设备进行改装。

### 5.2 工艺装备的选择

#### 5.2.1 夹具的选择

在单件小批生产中，应尽量选用通用夹具和组合夹具，在大批、大量生产中应按工序加工要求设计制造专用夹具。

#### 5.2.2 刀具的选择（详见第三章）

刀具的选择主要取决于工序所采用的加工方法、加工表面的尺寸、工件材料、加工精度和表面粗糙度要求、生产率和经济性等，一般应尽可能采用标准刀具，必要时采用高生产率的复合刀具及其他专用刀具。

#### 5.2.3 量具的选择（详见第五章）

量具的选择主要根据生产类型和加工精度。在单件、小批生产中，应尽量采用通用量具、量仪。在大批、大量生产中应采用各种量规和高效的检验仪器和检验夹具等。

### 5.3 工序图

#### 5.3.1 绘制工序图的要求

工序图是工艺卡片上附加的工艺简图。工序图的绘制应满足下列要求。

(1) 用粗实线表示本工序的各加工表面，其他部位用细实线表示。

(2) 加工表面上应标注加工表面的表面粗糙度符号。

(3) 工序图应标出本工序结束时应达到的尺寸、偏差及形状、位置公差。与本工序加工无关的技术要求一律不写。

(4) 工序图上应标明定位、夹紧符号。

(5) 工序图以适当的比例, 最少的视图, 表示出工件在加工时所处的位置状态, 与本工序加工无关的部位不应表示。

### 5.3.2 工序尺寸偏差的标注

(1) 中间工序的工序尺寸, 对于内孔、外圆、平面或沟槽, 应按“偏差入体原则”标注成单向偏差, 即对于外圆及外表面应标注成单向负的下偏差, 对于内孔及内表面应标注成单向正的上偏差。

(2) 中间工序尺寸, 若属于孔轴心距或孔到平面的距离, 应标注成双向对称偏差。

(3) 中间工序的公差可从相应的加工经济精度表中查得。

(4) 最后工序的工序尺寸, 应按图样要求标注。

### 5.3.3 工序尺寸的计算

(1) 基准不重合时的尺寸换算, 应用工艺尺寸链极值解法的基本计算公式计算。

(2) 无基准转换时同一表面多次加工的工序尺寸计算, 采用由最后工序逐步向前推算的办法, 后道工序的基本尺寸等于前道工序的基本尺寸加 (对于外表面) 或减 (对于内表面) 一单面 (对于平面或凹槽) 或双面 (对于外圆或内孔) 余量。

## 第2章 毛坯及机械加工余量

### 1 加工余量及其确定方法

#### 1.1 基本概念

##### 1.1.1 加工总余量和工序余量

1.1.1.1 加工总余量（毛坯余量  $z_{i0}$ ） 毛坯尺寸与零件图的设计尺寸之差。

1.1.1.2 工序余量（ $z_{bi}$ ） 相邻两工序的尺寸之差。

1.1.1.3 基本余量 毛坯基本尺寸与零件图上相应的基本尺寸之差，相邻两工序的基本尺寸之差，分别称为基本加工总余量（ $z_{b0i}$ ）与基本工序余量（ $z_{bi}$ ）。

1.1.1.4 加工总余量与工序余量的关系

$$z_{i0} = \sum_{j=1}^n z_{bi}$$

式中  $n$  ——工序或工步数目。

##### 1.1.2 单面余量与双面余量

（1）对于回转表面加工 单面余量系指相邻两工序的半径差，双面余量系指相邻两工序的直径差，以  $z_i$ 、 $2z_i$  表示。一般多采用双面（直径）余量。回转表面加工余量如图2.1-1所示。

对于外圆表面  $2z_i = d_s - d_b$

对于内孔表面  $2z_i = D_b - D_s$

式中  $d_s$ 、 $D_s$  ——上工序直径尺寸；

$d_b$ 、 $D_b$  ——本工序直径尺寸。

（2）对于平面加工 单面余量系指以一个表面为基准加工另一个表面时相邻两工序的尺寸差，双面余量系指以加工表面的对称平面为基准同时加工两表面时相邻两工序的尺寸差，如图2.1-2所示。

对于外表面 单面余量  $z_i = a - b$ （图2.1-2 a）

双面余量  $2z_i = a - b$ （图2.1-2 c）

对于内表面 单面余量  $z_i = b - a$ （图2.1-2 b）

双面余量  $2z_i = b - a$ （图2.1-2 d）

式中  $a$  ——上工序的工序尺寸；

$b$  ——下工序的工序尺寸。

##### 1.1.3 最大余量、最小余量、余量公差

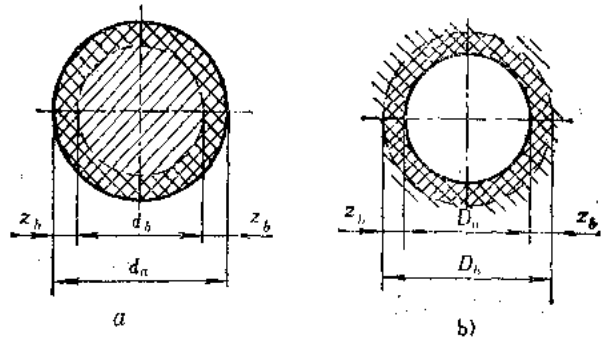


图2.1-1 回转表面加工余量



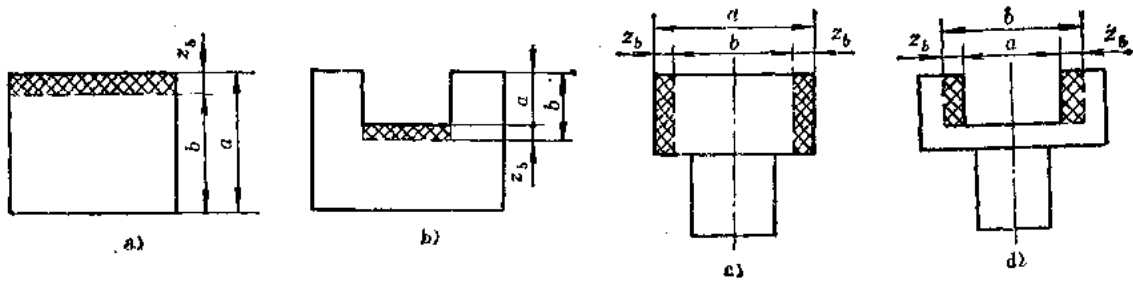


图2.1-2 平面加工余量

由于设计尺寸、毛坯尺寸、工序尺寸都有公差，所以加工余量不是一个固定值，有最大余量、最小余量之分，余量的变动范围亦称余量公差。

最大余量与最小余量的计算有“极值计算法”、“误差复映计算法”两种。调整法加工时采用“误差复映计算法”较适宜，通常均采用“极值计算法”。

1.1.3.1 极值计算法 根据极值法原理，对于外表面加工，最大余量是上工序的最大极限尺寸与本工序的最小极限尺寸之差；最小余量是上工序的最小极限尺寸与本工序的最大极限尺寸之差，如图2.1-3所示。内表面加工则相反。由于工序尺寸公差是按“偏差入体”原则标注的，即对于外表面最大极限尺寸就是基本尺寸，对于内表面最小极限尺寸就是基本尺寸，故最大、最小加工余量可分别表示如下。

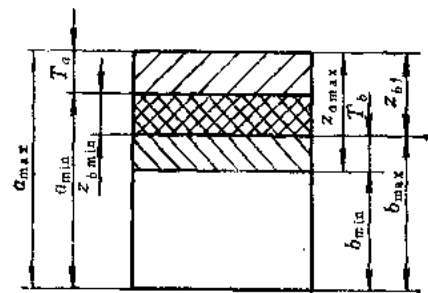


图2.1-3 极值法工序尺寸、余量关系图

对于外表面加工

$$z_{b_{max}} = a_{max} - b_{min} = z_{b_j} + T_b$$

$$z_{b_{min}} = a_{min} - b_{max} = z_{b_j} - T_a$$

$$Tz_b = z_{b_{max}} - z_{b_{min}} = a_{max} - a_{min} + b_{max} - b_{min} = T_a + T_b$$

对于外圆加工

$$2z_{d_{max}} = d_{e_{max}} - d_{b_{min}} = 2z_{d_j} + T_d$$

$$2z_{d_{min}} = d_{e_{min}} - d_{b_{max}} = 2z_{d_j} - T_e$$

$$2Tz_d = T_e + T_d$$

对于内表面加工

$$z_{b_{max}} = b_{max} - a_{min} = z_{b_j} + T_b$$

$$z_{b_{min}} = b_{min} - a_{max} = z_{b_j} - T_a$$

$$Tz_b = z_{b_{max}} - z_{b_{min}} = b_{max} - b_{min} + a_{max} - a_{min} = T_a + T_b$$

对于内圆加工

$$2z_{d_{max}} = D_{b_{max}} - D_{e_{min}} = 2z_{d_j} + T_b$$

$$2z_{d_{min}} = D_{b_{min}} - D_{e_{max}} = 2z_{d_j} - T_e$$

$$2Tz_b = T_e + T_b$$

式中  $z_{bmax}, z_{bmin}$ ——本工序最大、最小单面余量;  
 $Tz_b$ ——本工序单面余量公差;  
 $a_{max}, d_{omax}, D_{omax}$ ——上工序最大极限尺寸;  
 $a_{min}, d_{omin}, D_{omin}$ ——上工序最小极限尺寸;  
 $b_{max}, d_{bmax}, D_{bmax}$ ——本工序最大极限尺寸;  
 $b_{min}, d_{bmin}, D_{bmin}$ ——本工序最小极限尺寸;  
 $T_a, T_b$ ——上工序、本工序尺寸公差, 对于回转表面系指直径公差。

无论内、外表面, 余量公差均等于上工序尺寸公差与本工序尺寸公差之和。

1.1.3.2 误差复映计算法 根据误差复映规律, 当上工序的工序尺寸是最大时, 本工序亦将是最大尺寸, 反之亦然, 如图2.1-4、图2.1-5所示。图2.1-4、图2.1-5中  $C$  为工序调整尺寸,  $y_{max}, y_{min}$  为工艺系统最大、最小弹性变形量, 最大、最小加工余量可表示如下。

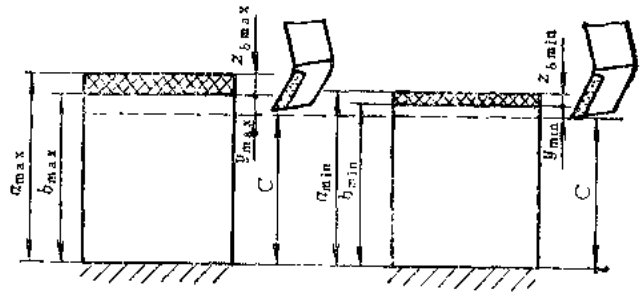


图2.1-4 加工外表面时的最大、最小余量

外表面加工

$$z_{bmax} = a_{max} - b_{max}$$

$$z_{bmin} = a_{min} - b_{min}$$

内表面加工

$$z_{bmax} = b_{min} - a_{min}$$

$$z_{bmin} = b_{max} - a_{max}$$

外圆加工

$$2z_{bmax} = d_{omax} - d_{bmax}$$

$$2z_{bmin} = d_{omin} - d_{bmin}$$

内孔加工

$$2z_{bmax} = D_{bmin} - D_{omin}$$

$$2z_{bmin} = D_{bmax} - D_{omax}$$

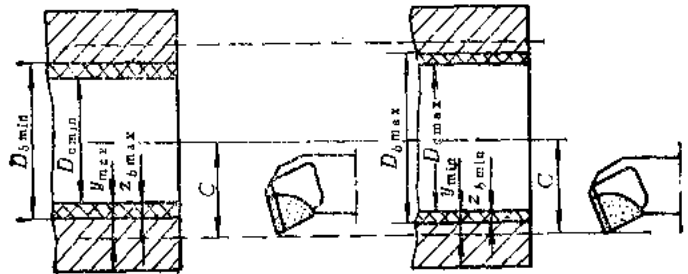


图2.1-5 加工内表面时的最大、最小余量

由于工序尺寸的偏差按“入体原则”标注, 故误差复映法计算的最大余量就是基本余量。余量公差与工序尺寸公差的关系为:

对于外表面加工

$$\begin{aligned} z_{bj} &= z_{bmax} = a_{max} - b_{max} \\ &= (a_{min} + T_a) - (b_{min} + T_b) = z_{bmin} + T_a - T_b \\ Tz_b &= z_{bmax} - z_{bmin} = T_a - T_b \end{aligned}$$

对于内表面加工

$$\begin{aligned} z_{bj} &= z_{bmax} = b_{min} - a_{min} \\ &= (b_{max} - T_b) - (a_{max} - T_a) = z_{bmin} + T_a - T_b \end{aligned}$$

$$Tz_b = z_{b_{max}} - z_{b_{min}} = T_a - T_b$$

对于外圆加工

$$2z_{b_j} = 2z_{b_{max}} = d_{a_{max}} - d_{b_{max}} = 2z_{b_{min}} + T_a - T_b$$

$$2Tz_b = T_a - T_b$$

对于内孔加工

$$2z_{b_j} = 2z_{b_{max}} = D_{b_{min}} - D_{a_{min}} = 2z_{b_{min}} + T_a - T_b$$

$$2Tz_b = T_a - T_b$$

1.1.3.3 加工余量、工序尺寸及公差关系图 以外表面加工为例，分别用极值计算法和误差复映计算时，加工余量、工序尺寸与公差间的关系如图2.1-6所示。

1.2 工序尺寸、毛坯尺寸及总余量的计算

计算每一工序（工步）的尺寸时，可根据图2.1-7所示的加工余量、工序尺寸及其公差分布图，由最终尺寸逐步向前推算，便可得到每一工序的工序尺寸，最后得到毛坯尺寸。

1.2.1 基本余量、最小余量的确定

图2.1-7中  $z_{b_{j1}}$ 、 $z_{b_{j2}}$ 、 $z_{b_{j3}}$ 为粗加工、半精加工、精加工的基本余量。对于极值计算法， $z_{b_j} = z_{b_{min}} + T_a$ ，对于误差复映计算法  $z_{b_j} = z_{b_{min}} + T_a - T_b$ 。最小加工余量可由查表法或分析计算法确定。

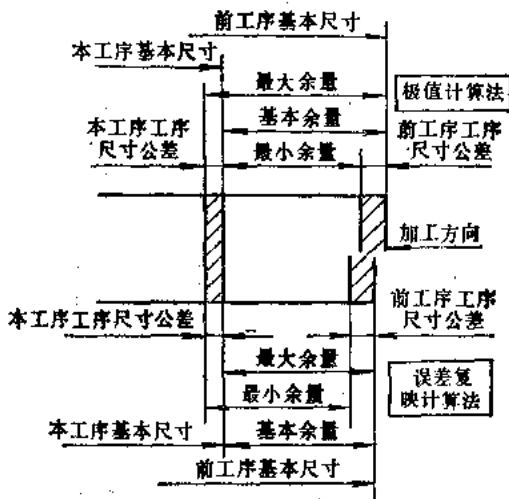


图2.1-6 加工余量、工序尺寸及公差关系图

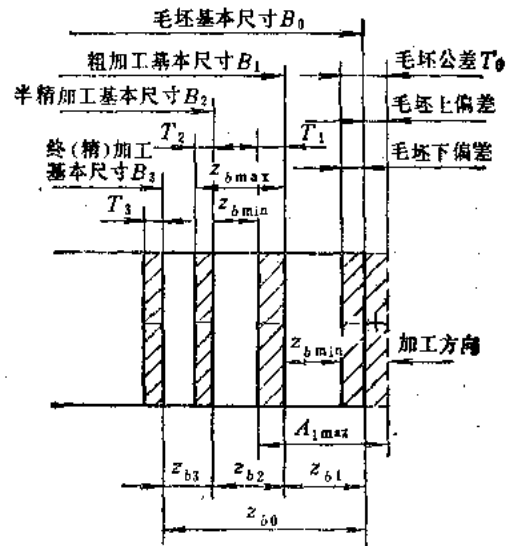


图2.1-7 加工余量、工序尺寸及公差分布图

分析计算法确定最小加工余量的公式如下：

对于平面加工

$$z_{b_{min}} = Rz_s + H_s + \sqrt{\rho_s^2 + e_s^2}$$

对于回转表面加工

$$2z_{b_{min}} = 2(Rz_s + H_s) + 2\sqrt{\rho_s^2 + e_s^2}$$

式中  $Rz_s$ ——上工序表面粗糙度数值；

$H_s$ ——上工序表面缺陷层深度；

$\rho_s$ ——上工序表面形状和位置误差；

$\epsilon_s$ ——本工序工件装夹（定位和夹紧）误差。

计算最小余量的特殊情况：试切法加工平面时不考虑  $\epsilon_s$ ；加工孔所用定位基准是用该孔定位加工时不考虑  $\rho_s$ ；用拉刀及浮动铰刀、浮动镗刀加工孔时，不考虑  $\rho_s$  和  $\epsilon_s$ ；研磨、超精加工时不考虑  $H_s$ 、 $\rho_s$ 、 $\epsilon_s$ ，抛光时仅考虑  $Rz_s$ 。

上述计算公式中没有计入热处理后的变形与扩张量。前者会造成形状误差，后者会造成尺寸误差，在计算最小加工余量时必须予以考虑。

### 1.2.2 工序尺寸公差确定

图2.1-7中  $T_1$ 、 $T_2$  为粗加工、半精加工的工序尺寸公差，通常根据各种加工方法的经济精度等级确定。 $T_3$  为精加工（终加工）尺寸公差，由零件图规定。 $T_0$  为毛坯尺寸公差。

### 1.2.3 第一道工序的最大余量

毛坯尺寸的偏差一般是双向的。第一道工序的基本余量是毛坯的基本尺寸与第一道工序的基本尺寸之差，不是最大余量。对于外表面加工，第一道工序的最大余量是其基本余量与毛坯尺寸上偏差之和，对于内表面加工则是其基本余量与毛坯尺寸下偏差绝对值之和。

### 1.2.4 工序尺寸及毛坯尺寸的计算

当各工序的基本余量和公差确定后，可按下述顺序计算各工序尺寸及毛坯尺寸：

终加工（精加工）工序尺寸  $B_3$ 、尺寸公差  $T_3$  由零件图规定。

半精加工的工序尺寸  $B_2 = B_3 + z_{bjs}$ ，尺寸公差为  $T_2$ 。

粗加工的工序尺寸  $B_1 = B_2 + z_{bjc} = B_3 + z_{bjc} + z_{bjb}$ ，尺寸公差为  $T_1$ 。

毛坯尺寸  $B_0 = B_1 + z_{bj1} = B_3 + z_{bjc} + z_{bjb} + z_{bj1}$ ，尺寸公差为  $T_0$ 。

加工总余量为  $z_{b0} = z_{bj1} + z_{bjc} + z_{bjb}$ 。

## 2 毛坯尺寸公差与加工余量

### 2.1 铸件尺寸公差与加工余量

#### 2.1.1 铸件的尺寸公差（GB6414—86）

铸件尺寸公差（代号“CT”）分为16级，见表2.2-1。壁厚尺寸公差可比一般尺寸公差降一级公差带应对称于铸件基本尺寸设置。

错型（错箱）值必须位于表2.2-1规定的公差之内，当需进一步限制错型值时，其值应从表2.2-2中选取。成批、大量生产的铸件尺寸公差等级见表2.2-3。

#### 2.1.2 铸件机械加工余量（GB/T11351—89）

铸件加工余量（代号“MA”）分为A、B、C、D、E、F、G、H和J 9个等级。加工余量的数值见表2.2-4。对成批和大量生产的铸件加工余量等级按表2.2-5选取。

选定铸件机械加工余量的说明：

（1）基本尺寸应按有加工要求的表面上最大基本尺寸和该表面距它的加工基准间尺寸中较大的尺寸确定。旋转体基本尺寸取其直径或高度（长度）中较大尺寸。

（2）表2.2-4中每栏有两个加工余量数值，上面的数值是以一侧为基准、进行单侧加工的加工余量值。下面的数值为进行双侧加工时每侧加工余量值。单、双侧加工示意图见图2.2-1、图2.2-2。

表2.2-1 铸件尺寸公差数值

(mm)

铸件基本尺寸		公差等级 CT															
大于	至	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
—	10	—	—	0.18	0.26	0.36	0.52	0.74	1.0	1.5	2.0	2.8	4.2	—	—	—	—
10	16	—	—	0.20	0.28	0.38	0.54	0.78	1.1	1.6	2.2	3.0	4.4	—	—	—	—
16	25	—	—	0.22	0.30	0.42	0.58	0.82	1.2	1.7	2.4	3.2	4.6	6	8	10	12
25	40	—	—	0.24	0.32	0.46	0.64	0.90	1.3	1.8	2.6	3.6	5.0	7	9	11	14
40	63	—	—	0.26	0.36	0.50	0.70	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8	10	12	16
63	100	—	—	0.28	0.40	0.56	0.78	1.1	1.6	2.2	3.2	4.4	6	9	11	14	18
100	160	—	—	0.30	0.44	0.62	0.88	1.2	1.8	2.5	3.6	5.0	7	10	12	16	20
160	250	—	—	0.34	0.50	0.70	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8	11	14	18	22
250	400	—	—	0.40	0.56	0.78	1.1	1.6	2.2	3.2	4.4	6.2	9	12	16	20	25
400	630	—	—	0.64	0.90	1.2	1.8	2.6	3.6	5	7	10	14	18	22	28	—
630	1000	—	—	—	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	6	8	11	16	20	25	32	—
1000	1600	—	—	—	—	—	1.6	2.2	3.2	4.6	7	9	13	18	23	29	37
1600	2500	—	—	—	—	—	—	2.6	3.8	5.4	8	10	15	21	28	33	42
2500	4000	—	—	—	—	—	—	—	4.4	6.2	9	12	17	24	30	38	49
4000	6300	—	—	—	—	—	—	—	—	7.0	10	14	20	28	35	44	56
6300	10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	16	23	32	40	50	64

注：1. 没有规定CT 1和CT 2级的公差值，是为将来可能要求更精密的公差保留的。

2. 表中CT13至CT16级小于16mm的铸件基本尺寸，其公差值需单独标注，可提高2~3级。

3. 表中数据适用于砂型铸造、金属型铸造、低压铸造、压力铸造和熔模铸造等铸造工艺方法生产的各种铸造金属及合金铸件。

表2.2-2 错型值

(mm)

公差等级 CT	错型值
3~4	表2.2-1的公差以内
5	0.3
6	0.5
7~8	0.7
9~10	1.0
11~13	1.5
14~16	2.5

表2.2-3 成批和大量生产铸件的尺寸公差等级

铸造方法	公差等级 CT								
	铸钢	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁	铜合金	铝合金	轻合金	钛合金	钴基合金
砂型手工造型	11~13	11~13	11~13	11~13	10~12	—	9~11	—	—
砂型机器造型及壳型	8~10	8~10	8~10	8~10	8~10	—	7~9	—	—
金属型	—	7~9	7~9	7~9	7~9	7~9	6~8	—	—
低压铸造	—	7~9	7~9	7~9	7~9	7~9	6~8	—	—
压力铸造	—	—	—	—	6~8	4~6	5~7	—	—
熔模铸造	5~7	5~7	5~7	—	4~6	—	4~6	5~7	5~7

表2.2-4 铸件机械加工余量

(mm)

尺寸公差等级 CT		1	2	3	4	5		6		
加工余量等级 MA		A	B	C	D	D	E	D	E	F
基本尺寸		加 工 余 量 数 值								
大于	至									
—	100	—	—	0.5	0.6	0.8	0.9	0.8	1.0	1.5
				0.4	0.5	0.6	0.8	0.6	0.8	1.5
100	160	—	—	0.6	0.9	1.0	1.5	1.0	1.5	2.0
				0.5	0.8	0.8	1.5	0.9	1.5	2.0
160	250	—	—	0.8	1.5	1.5	2.0	1.5	2.0	2.5
				0.7	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5
250	400	—	—	0.9	1.5	1.5	2.0	2.0	2.5	3.5
				0.8	1.5	1.5	2.0	1.5	2.0	3.0
400	630	—	—	—	2.0	2.0	2.5	2.0	2.5	4.0
					1.5	1.5	2.5	1.5	2.5	3.5
630	1000	—	—	—	—	2.5	3.0	2.5	3.0	4.5
						2.0	2.5	2.0	3.0	4.0
1000	1600	—	—	—	—	—	—	2.5	3.5	5.0
								2.0	3.0	4.5
尺寸公差等级 CT		7			8					
加工余量等级 MA		D	E	F	D	E	F	G	H	
基本尺寸		加 工 余 量 数 值								
大于	至									
—	100	1.0	1.5	2.0	1.5	1.5	2.0	2.5	3.0	
		0.7	0.9	1.5	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	
100	160	1.5	2.0	2.5	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	
		0.9	1.5	2.0	1.5	1.5	2.0	2.5	3.5	
160	250	1.5	2.0	3.0	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	
		1.5	2.0	2.5	1.5	2.0	2.5	3.5	4.5	
250	400	2.0	2.5	3.5	2.5	3.0	4.0	5.0	6.5	
		1.5	2.0	3.0	2.0	2.5	3.5	4.5	6.0	
400	630	2.5	3.0	4.0	2.5	3.5	4.5	5.5	7.5	
		2.0	2.5	3.5	2.0	2.5	4.0	5.0	7.0	
630	1000	2.5	3.5	4.5	3.0	4.0	5.0	6.5	8.5	
		2.0	3.0	4.0	2.5	3.0	4.5	6.0	8.0	
1000	1600	3.0	4.0	5.5	3.5	4.5	6.0	7.5	1.0	
		2.5	3.5	5.0	2.5	3.5	5.0	6.5	9.0	

(续)

尺寸公差等级 CT		9					10			
加工余量等级 MA		D	E	F	G	H	E	F	G	H
基本尺寸		加 工 余 量 数 值								
大 于	至									
—	100	1.5 1.0	2.0 1.5	2.5 2.0	3.0 2.5	3.5 3.0	2.5 1.5	3.0 2.0	3.5 2.5	4.0 3.0
100	160	2.0 1.5	2.5 2.0	3.0 2.5	3.5 3.0	4.5 4.0	3.0 2.0	3.5 2.5	4.0 3.0	5.0 4.0
160	250	2.5 1.5	3.0 2.0	3.5 3.0	4.5 4.0	5.5 5.0	3.5 2.5	4.0 3.0	5.0 4.0	6.0 5.0
250	400	3.0 2.0	3.5 2.5	4.5 3.5	5.5 4.5	7.0 6.0	4.0 3.0	5.0 4.0	6.0 5.0	7.5 6.5
400	630	3.0 2.5	4.0 3.0	5.0 4.0	6.0 5.0	7.5 7.0	4.5 3.5	5.5 4.5	6.5 5.5	8.5 7.5
630	1000	3.5 2.5	4.5 3.5	5.5 4.5	7.0 6.0	9.0 8.0	5.5 4.0	6.5 5.0	8.0 6.5	10 8.5
1000	1600	4.0 3.0	5.0 4.0	6.5 5.5	8.0 6.5	11 9.5	6.0 4.5	7.5 6.0	9.0 7.5	12 10
尺寸公差等级 CT		11				12				
加工余量等级 MA		E	F	G	H	F	G	H	J	
基本尺寸		加 工 余 量 数 值								
大 于	至									
—	100	3.0 2.0	3.5 2.5	4.0 3.0	4.5 3.5	4.0 2.5	4.5 3.0	5.0 3.5	6.0 4.5	
100	160	3.5 2.5	4.0 3.0	4.5 3.5	5.5 4.5	5.0 3.5	5.5 4.0	6.5 5.0	7.5 6.0	
160	250	4.5 3.0	5.0 3.5	6.0 4.5	7.0 5.5	6.0 4.0	7.0 5.0	8.0 6.0	9.5 7.5	
250	400	5.0 3.5	6.0 4.5	7.0 5.5	8.5 7.0	7.0 5.0	8.0 6.0	9.5 7.5	11 9.0	
400	630	5.5 4.0	6.5 5.0	7.5 6.0	9.5 8.0	8.0 5.5	9.0 6.5	11 8.5	14 11	
630	1000	6.5 4.5	7.5 5.5	9.0 7.0	11 9.0	9.0 6.5	11 8.0	13 10	16 13	
1000	1600	7.0 5.0	8.5 6.5	10 8.0	13 10	11 7.5	12 9.0	15 12	18 15	

(续)

尺寸公差等级 CT		13				14		15		16	
加工余量等级 MA		F	G	H	J	H	J	H	J	H	J
基本尺寸		加工余量数值									
大于	至										
—	100	5.5 3.5	6.0 4.0	6.5 4.5	7.5 5.5	7.5 5.0	8.5 6.0	9.0 5.5	10 6.5	11 6.5	12 7.5
100	160	6.5 4.0	7.0 4.5	8.0 5.5	9.0 6.5	9.0 6.0	10 7.0	11 7.0	12 8.0	13 8.0	14 9.0
160	250	7.5 5.0	8.5 6.0	9.5 7.0	11 8.5	11 7.5	13 9.0	13 8.5	15 10	15 9.5	17 11
250	400	8.5 5.5	9.5 6.5	11 8.0	13 10	13 9.0	15 11	15 10	17 12	18 12	20 14
400	630	10 6.5	11 7.5	13 9.5	16 12	15 11	18 13	17 12	20 14	20 13	23 16
630	1000	12 7.5	13 9	15 11	18 14	17 12	20 15	20 14	23 17	23 15	26 18
1000	1600	13 8.5	15 10	17 13	20 16	20 14	23 17	23 16	26 19	27 18	30 21

注：1.表中每栏有两个加工余量数值，上面的数值是以一侧为基准，进行单侧加工的加工余量值。下面的数值为双侧加工时，每侧的加工余量值。

2.表中略去基本尺寸大于1600~10000mm的加工余量数值。

表2.2-5 成批和大量生产的铸件机械加工余量等级

工艺方法 尺寸公差 加工余量		加工余量等级								
		铸 钢	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁	铜合金	铝合金	轻金属 合金	镍基合金	钴基合金
砂型手工造型	CT	11~13	11~13	11~13	10~12	10~12	—	9~11	—	—
	MA	J	H	H	H	H	—	H	—	—
砂型机器造型及壳型	CT	8~10	8~10	8~10	8~10	8~10	—	7~9	—	—
	MA	H	G	G	G	G	—	G	—	—
金属型	CT	—	7~9	7~9	7~9	7~9	7~9	6~8	—	—
	MA	—	F	F	F	F	F	F	—	—
低压铸造	CT	—	7~9	7~9	7~9	7~9	7~9	6~8	—	—
	MA	—	F	F	F	F	F	F	—	—
压力铸造	CT	—	—	—	—	6~8	4~6	5~7	—	—
	MA	—	—	—	—	E	E	E	—	—
熔模铸造	CT	5~7	5~7	5~7	—	4~6	—	4~6	5~7	5~7
	MA	E	E	E	—	E	—	E	E	E



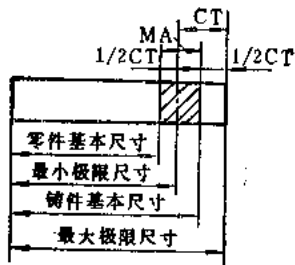


图2.2-1 单侧加工示意图

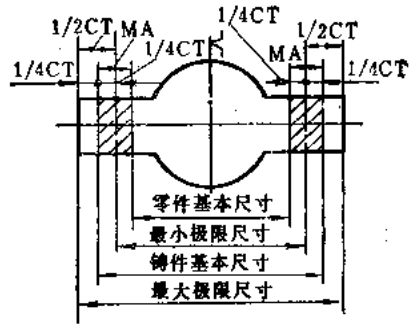


图2.2-2 双侧加工示意图

(3) 砂型铸造的铸件，顶面（相对浇注位置）的加工余量等级，比底、侧面的加工余量等级需降低一级选用。例：尺寸公差为CT10级，加工余量底、侧面为MA-G级，顶面则为MA-H级。

(4) 砂型铸造铸件的底、侧面所采用加工余量等级为选定的尺寸公差等级所对应的全部加工余量等级中最粗级时，其顶面的加工余量等级则需选用尺寸公差降一级所对应的与底、侧面相同的加工余量等级。例：底、侧面加工余量为CT10级，MA-H级，顶面加工余量则为CT11级、MA-H级。

(5) 砂型铸造孔的加工余量等级可选用与顶面相同的等级。

### 2.1.3 铸造毛坯图

铸造毛坯图一般包括以下内容：铸造毛坯的形状、尺寸及公差、加工余量与工艺余量、铸造斜度及圆角、分型面、浇冒口残根位置、工艺基准及其他有关技术要求。

铸造毛坯图上技术条件一般包括下列内容：

- (1) 合金牌号。
- (2) 铸造方法。
- (3) 铸造的精度等级。
- (4) 未注明的铸造斜度及圆角半径。
- (5) 铸件综合技术条件。
- (6) 铸件的检验等级。
- (7) 铸件交货状态：如允许浇冒口残根大小等。
- (8) 铸件是否进行气压或液压试验。
- (9) 热处理硬度。

铸造毛坯图实例见图2.2-3。

2.1.3.1 铸造孔的最小尺寸 在铸造工艺上为制造方便，一般当铸造孔径小于表2.2-6上尺寸时可不铸出，零件上的孔如难以机械加工，最小孔径也可放宽到表中特殊情况数值。

2.1.3.2 铸造壁的最小厚度 各种铸造方法铸件的最小壁厚见表2.2-7。

2.1.3.3 铸造斜度 对于砂型及硬型铸件常选用 $3^\circ$ ，压铸件常选用 $1^\circ 30' \sim 2^\circ$ 。待加工表面的斜度数值可以大一些，非加工表面斜度数值可适当减小。一般参照表2.2-8选取。为便于模具制造及造型，各面斜度数值应尽量一致。

2.1.3.4 圆角半径 各种铸造方法的铸造圆角计算公式及所允许的最小半径数值见表



表2.2-6 铸造孔的最小尺寸

(mm)

铸造方法	合金种类	一般最小孔径	特殊最小孔径
砂型及壳型铸造	全部	30	8~10
金属型铸造	有色	10~20	5
压力铸造	锌合金	5~10	1
	铝合金		2.5
	镁合金		2
	铜合金		3
熔模铸造	有色	5~10	2
	黑色		2.5

表2.2-7 各种铸造方法的铸件最小壁厚

铸件的表面积 (cm <sup>2</sup> )	铸件最小壁厚 (mm)															
	砂型铸造			金属型铸造				壳型铸造			压力铸造				熔模铸造	
	铝硅合金	ZM-5 ZL-201 ZL-301	铸铁	铝硅合金	ZM-5 ZL-201 ZL-301	铸铁	铝镁合金	铜合金	铸铁	钢	铝锡合金	锌合金	镁合金	铝合金	铜合金	铜
~25	2	3	2	2	3	2.5	2	2	2	2	0.6	0.8	1.3	1	1.5	1.2
25~100	2.5	3.5	2.5	2.5	3	2	2	2	2	2	0.7	1	1.8	1.5	2	1.6
100~225	3	4	3	3	4	3.5	2.5	3	2.5	4	1.1	1.5	2.5	2	3	2.2
225~400	3.5	4.5	4	4	5	4	3	3.5	3	4	1.5	2	3	2.5	3.5	3
400~1000	4	5	5	4	6	4.5	4	4	4	5	—	—	4	4	—	—
1000~1600	5	6	6	—	—	—	4	4	4	6	—	—	—	—	—	—
1600以上	6	7	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表2.2-8 各种铸造方法的最小铸造斜度

斜度位置	铸造方法			
	砂型	金属型	壳型	压铸
外表面积	0°30'	0°30'	0°20'	0°15'
内表面积	1°	1°	0°20'	0°30'

2.2-9. 算出数值后, 应选取与其接近的机械制造业常用的标准尺寸 (详见 GB2822—81)。为便于制造, 应取统一值。对于砂型及金属型铸件一般统一用R3或R5, 对压铸铸件用R1或R2。

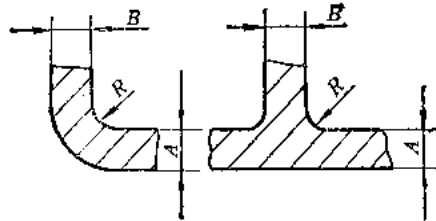
## 2.2 钢质模锻件公差与加工余量 (摘自JB3834—85, JB3835—85)

### 2.2.1 确定锻件公差与加工余量的主要因素

(1) 锻件重量 根据锻件图的基本尺寸进行计算。

(2) 锻件形状复杂系数S

表2.2-9 铸造圆角



铸造方法	铸 造 圆 角 计 算 公 式	最小圆角半径 (mm)				
		铝合金	钛合金	铜合金	锌合金	黑色金属
砂型铸造	$R = \frac{1}{5} \sim \frac{1}{10} (A + B) \text{ mm}$	2	3	3	2	3
金属型铸造	$R = \frac{1}{4} \sim \frac{1}{6} (A + B) \text{ mm}$	1	2	2	—	2
壳型铸造	$R = \frac{1}{3} \sim \frac{1}{5} (A + B) \text{ mm}$	1	1.5	1.5	—	2
压力铸造	$R = \frac{1}{3} \sim \frac{1}{4} (A + B) \text{ mm}$	1	1	1.5	1	2
熔模铸造	$R = \frac{1}{3} \sim \frac{1}{5} (A + B) \text{ mm}$	1	—	1	—	1

$$S = \frac{m_{\text{锻件}}}{m_{\text{外廓包容体}}}$$

式中  $m_{\text{锻件}}$ ——锻件重量；

$m_{\text{外廓包容体}}$ ——锻件外廓包容体的重量。

锻件形状复杂系数  $S$  分级见表2.2-10。

表2.2-10 锻件形状复杂系数  $S$  分级表

级 别	$S$ 数值范围	级 别	$S$ 数值范围
简 单	$S_1 > 0.63 \sim 1$	较 复 杂	$S_3 > 0.16 \sim 0.32$
一 般	$S_2 > 0.32 \sim 0.63$	复 杂	$S_4 \leq 0.16$

注：当锻件为薄形圆盘或法兰件，其厚度与直径之比  $\leq 0.2$  时，直接确定为复杂级。

(3) 分模线形状 分为两类：平直分模线 and 对称弯曲分模线；不对称弯曲分模线。

(4) 锻件的材质系数 分为  $M_1$  和  $M_2$  两级。

(5) 零件加工表面粗糙度 本标准适于机械加工表面粗糙度  $R_a \geq 1.6 \mu\text{m}$  的表面，当加工表面粗糙度  $R_a < 1.6 \mu\text{m}$  时，其余量要适当增大。

表2.2-11 锻件材质系数

级 别	钢的最高含碳量	合金钢的合金元素最高总含量
M <sub>1</sub>	<0.65%	<3.0%
M <sub>2</sub>	≥0.65%	≥3.0%

(6) 加热条件 见表2.2-12。

表2.2-12 加热条件与公差及余量值

加 热 条 件	公 差 及 余 量 值
油或煤气(含天然气)	标准规定数值
中频感应加热、接触电加热	提高一档
煤加热或二火加热	视实际条件适当增加

### 2.2.2 钢质模锻件公差

2.2.2.1 长度、宽度和高度公差 长度、宽度和高度公差是指在分模线一侧同一块模具上

沿长度、宽度、高度方向的尺寸公差。例如图2.2-4 a 为一块模具中的锻件长度方向尺寸；图2.2-4 b 为一块模具中的锻件宽度方向尺寸；图2.2-4 c 为一块模具中的锻件高度方向尺寸；h 为跨越分模线的厚度尺寸。

当锻件形状复杂系数为 S<sub>1</sub>级和 S<sub>2</sub>级，且长宽比小于3.5时，其公差可按最大外形尺寸查表确定同一公差值，以简化工作量。

长度、宽度、高度公差见表2.2-13和表2.2-14。偏差分配见表2.2-15。

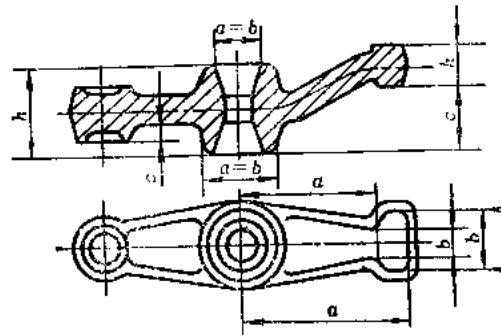


图2.2-4 锻件长、宽、高尺寸

落差公差是高度公差的一种形式，偏差值按± $\frac{1}{2}$ 比例分配。它应比高度公差放宽一档。

2.2.2.2 错差 模具上、下模的对应点间所容许不对准的范围(图2.2-5)，错差值由表2.2-13和表2.2-14查得，其应用与其他公差无关。

2.2.2.3 横向残留飞边公差及切入锻件深度 由于切边条件变化，在锻件四周可能存在横向残留飞边或切入锻件(图2.2-5)。横向残留飞边的允许值由表2.2-13和表2.2-14查得。切入深度取横向残留飞边允许值之半。其应用与其他公差无关。

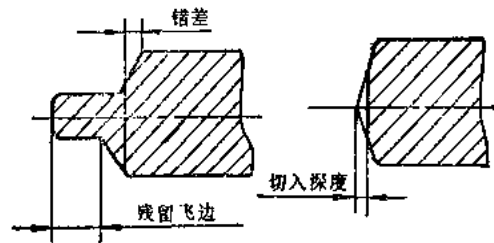


图2.2-5 错差、残留飞边及切入深度

2.2.2.4 冲孔公差 按孔径尺寸在表2.2-13或表2.2-14中查得偏差算出总公差。其上、下偏差按+ $\frac{1}{4}$ 和- $\frac{3}{4}$ 比例分配。若要更



表2.2-14 模锻件的长度、宽度、高度偏差及错差、残留飞边量(精密级)

同轴度	分模线	锻件重量 (kg)		锻件形状 复杂系数	锻件材 质系数	锻件轮廓尺寸																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		至				偏差																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		大于	至			0	30	80	120	180	315	500	800	1250																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
0.3	平直对称	0.3	0.4			+0.5	+0.5	+0.6	+0.7	+0.8	+0.9	+0.9	+1.0	+1.1	+1.2	+1.3	+1.4	+1.5	+1.6	+1.7	+1.8	+1.9	+2.0	+2.1	+2.2	+2.3	+2.4	+2.5	+2.6	+2.7	+2.8	+2.9	+3.0	+3.1	+3.2	+3.3	+3.4	+3.5	+3.6	+3.7	+3.8	+3.9	+4.0	+4.1	+4.2	+4.3	+4.4	+4.5	+4.6	+4.7	+4.8	+4.9	+5.0	+5.1	+5.2	+5.3	+5.4	+5.5	+5.6	+5.7	+5.8	+5.9	+6.0	+6.1	+6.2	+6.3	+6.4	+6.5	+6.6	+6.7	+6.8	+6.9	+7.0	+7.1	+7.2	+7.3	+7.4	+7.5	+7.6	+7.7	+7.8	+7.9	+8.0	+8.1	+8.2	+8.3	+8.4	+8.5	+8.6	+8.7	+8.8	+8.9	+9.0	+9.1	+9.2	+9.3	+9.4	+9.5	+9.6	+9.7	+9.8	+9.9	+10.0	+10.1	+10.2	+10.3	+10.4	+10.5	+10.6	+10.7	+10.8	+10.9	+11.0	+11.1	+11.2	+11.3	+11.4	+11.5	+11.6	+11.7	+11.8	+11.9	+12.0	+12.1	+12.2	+12.3	+12.4	+12.5	+12.6	+12.7	+12.8	+12.9	+13.0	+13.1	+13.2	+13.3	+13.4	+13.5	+13.6	+13.7	+13.8	+13.9	+14.0	+14.1	+14.2	+14.3	+14.4	+14.5	+14.6	+14.7	+14.8	+14.9	+15.0	+15.1	+15.2	+15.3	+15.4	+15.5	+15.6	+15.7	+15.8	+15.9	+16.0	+16.1	+16.2	+16.3	+16.4	+16.5	+16.6	+16.7	+16.8	+16.9	+17.0	+17.1	+17.2	+17.3	+17.4	+17.5	+17.6	+17.7	+17.8	+17.9	+18.0	+18.1	+18.2	+18.3	+18.4	+18.5	+18.6	+18.7	+18.8	+18.9	+19.0	+19.1	+19.2	+19.3	+19.4	+19.5	+19.6	+19.7	+19.8	+19.9	+20.0	+20.1	+20.2	+20.3	+20.4	+20.5	+20.6	+20.7	+20.8	+20.9	+21.0	+21.1	+21.2	+21.3	+21.4	+21.5	+21.6	+21.7	+21.8	+21.9	+22.0	+22.1	+22.2	+22.3	+22.4	+22.5	+22.6	+22.7	+22.8	+22.9	+23.0	+23.1	+23.2	+23.3	+23.4	+23.5	+23.6	+23.7	+23.8	+23.9	+24.0	+24.1	+24.2	+24.3	+24.4	+24.5	+24.6	+24.7	+24.8	+24.9	+25.0	+25.1	+25.2	+25.3	+25.4	+25.5	+25.6	+25.7	+25.8	+25.9	+26.0	+26.1	+26.2	+26.3	+26.4	+26.5	+26.6	+26.7	+26.8	+26.9	+27.0	+27.1	+27.2	+27.3	+27.4	+27.5	+27.6	+27.7	+27.8	+27.9	+28.0	+28.1	+28.2	+28.3	+28.4	+28.5	+28.6	+28.7	+28.8	+28.9	+29.0	+29.1	+29.2	+29.3	+29.4	+29.5	+29.6	+29.7	+29.8	+29.9	+30.0	+30.1	+30.2	+30.3	+30.4	+30.5	+30.6	+30.7	+30.8	+30.9	+31.0	+31.1	+31.2	+31.3	+31.4	+31.5	+31.6	+31.7	+31.8	+31.9	+32.0	+32.1	+32.2	+32.3	+32.4	+32.5	+32.6	+32.7	+32.8	+32.9	+33.0	+33.1	+33.2	+33.3	+33.4	+33.5	+33.6	+33.7	+33.8	+33.9	+34.0	+34.1	+34.2	+34.3	+34.4	+34.5	+34.6	+34.7	+34.8	+34.9	+35.0	+35.1	+35.2	+35.3	+35.4	+35.5	+35.6	+35.7	+35.8	+35.9	+36.0	+36.1	+36.2	+36.3	+36.4	+36.5	+36.6	+36.7	+36.8	+36.9	+37.0	+37.1	+37.2	+37.3	+37.4	+37.5	+37.6	+37.7	+37.8	+37.9	+38.0	+38.1	+38.2	+38.3	+38.4	+38.5	+38.6	+38.7	+38.8	+38.9	+39.0	+39.1	+39.2	+39.3	+39.4	+39.5	+39.6	+39.7	+39.8	+39.9	+40.0	+40.1	+40.2	+40.3	+40.4	+40.5	+40.6	+40.7	+40.8	+40.9	+41.0	+41.1	+41.2	+41.3	+41.4	+41.5	+41.6	+41.7	+41.8	+41.9	+42.0	+42.1	+42.2	+42.3	+42.4	+42.5	+42.6	+42.7	+42.8	+42.9	+43.0	+43.1	+43.2	+43.3	+43.4	+43.5	+43.6	+43.7	+43.8	+43.9	+44.0	+44.1	+44.2	+44.3	+44.4	+44.5	+44.6	+44.7	+44.8	+44.9	+45.0	+45.1	+45.2	+45.3	+45.4	+45.5	+45.6	+45.7	+45.8	+45.9	+46.0	+46.1	+46.2	+46.3	+46.4	+46.5	+46.6	+46.7	+46.8	+46.9	+47.0	+47.1	+47.2	+47.3	+47.4	+47.5	+47.6	+47.7	+47.8	+47.9	+48.0	+48.1	+48.2	+48.3	+48.4	+48.5	+48.6	+48.7	+48.8	+48.9	+49.0	+49.1	+49.2	+49.3	+49.4	+49.5	+49.6	+49.7	+49.8	+49.9	+50.0	+50.1	+50.2	+50.3	+50.4	+50.5	+50.6	+50.7	+50.8	+50.9	+51.0	+51.1	+51.2	+51.3	+51.4	+51.5	+51.6	+51.7	+51.8	+51.9	+52.0	+52.1	+52.2	+52.3	+52.4	+52.5	+52.6	+52.7	+52.8	+52.9	+53.0	+53.1	+53.2	+53.3	+53.4	+53.5	+53.6	+53.7	+53.8	+53.9	+54.0	+54.1	+54.2	+54.3	+54.4	+54.5	+54.6	+54.7	+54.8	+54.9	+55.0	+55.1	+55.2	+55.3	+55.4	+55.5	+55.6	+55.7	+55.8	+55.9	+56.0	+56.1	+56.2	+56.3	+56.4	+56.5	+56.6	+56.7	+56.8	+56.9	+57.0	+57.1	+57.2	+57.3	+57.4	+57.5	+57.6	+57.7	+57.8	+57.9	+58.0	+58.1	+58.2	+58.3	+58.4	+58.5	+58.6	+58.7	+58.8	+58.9	+59.0	+59.1	+59.2	+59.3	+59.4	+59.5	+59.6	+59.7	+59.8	+59.9	+60.0	+60.1	+60.2	+60.3	+60.4	+60.5	+60.6	+60.7	+60.8	+60.9	+61.0	+61.1	+61.2	+61.3	+61.4	+61.5	+61.6	+61.7	+61.8	+61.9	+62.0	+62.1	+62.2	+62.3	+62.4	+62.5	+62.6	+62.7	+62.8	+62.9	+63.0	+63.1	+63.2	+63.3	+63.4	+63.5	+63.6	+63.7	+63.8	+63.9	+64.0	+64.1	+64.2	+64.3	+64.4	+64.5	+64.6	+64.7	+64.8	+64.9	+65.0	+65.1	+65.2	+65.3	+65.4	+65.5	+65.6	+65.7	+65.8	+65.9	+66.0	+66.1	+66.2	+66.3	+66.4	+66.5	+66.6	+66.7	+66.8	+66.9	+67.0	+67.1	+67.2	+67.3	+67.4	+67.5	+67.6	+67.7	+67.8	+67.9	+68.0	+68.1	+68.2	+68.3	+68.4	+68.5	+68.6	+68.7	+68.8	+68.9	+69.0	+69.1	+69.2	+69.3	+69.4	+69.5	+69.6	+69.7	+69.8	+69.9	+70.0	+70.1	+70.2	+70.3	+70.4	+70.5	+70.6	+70.7	+70.8	+70.9	+71.0	+71.1	+71.2	+71.3	+71.4	+71.5	+71.6	+71.7	+71.8	+71.9	+72.0	+72.1	+72.2	+72.3	+72.4	+72.5	+72.6	+72.7	+72.8	+72.9	+73.0	+73.1	+73.2	+73.3	+73.4	+73.5	+73.6	+73.7	+73.8	+73.9	+74.0	+74.1	+74.2	+74.3	+74.4	+74.5	+74.6	+74.7	+74.8	+74.9	+75.0	+75.1	+75.2	+75.3	+75.4	+75.5	+75.6	+75.7	+75.8	+75.9	+76.0	+76.1	+76.2	+76.3	+76.4	+76.5	+76.6	+76.7	+76.8	+76.9	+77.0	+77.1	+77.2	+77.3	+77.4	+77.5	+77.6	+77.7	+77.8	+77.9	+78.0	+78.1	+78.2	+78.3	+78.4	+78.5	+78.6	+78.7	+78.8	+78.9	+79.0	+79.1	+79.2	+79.3	+79.4	+79.5	+79.6	+79.7	+79.8	+79.9	+80.0	+80.1	+80.2	+80.3	+80.4	+80.5	+80.6	+80.7	+80.8	+80.9	+81.0	+81.1	+81.2	+81.3	+81.4	+81.5	+81.6	+81.7	+81.8	+81.9	+82.0	+82.1	+82.2	+82.3	+82.4	+82.5	+82.6	+82.7	+82.8	+82.9	+83.0	+83.1	+83.2	+83.3	+83.4	+83.5	+83.6	+83.7	+83.8	+83.9	+84.0	+84.1	+84.2	+84.3	+84.4	+84.5	+84.6	+84.7	+84.8	+84.9	+85.0	+85.1	+85.2	+85.3	+85.4	+85.5	+85.6	+85.7	+85.8	+85.9	+86.0	+86.1	+86.2	+86.3	+86.4	+86.5	+86.6	+86.7	+86.8	+86.9	+87.0	+87.1	+87.2	+87.3	+87.4	+87.5	+87.6	+87.7	+87.8	+87.9	+88.0	+88.1	+88.2	+88.3	+88.4	+88.5	+88.6	+88.7	+88.8	+88.9	+89.0	+89.1	+89.2	+89.3	+89.4	+89.5	+89.6	+89.7	+89.8	+89.9	+90.0	+90.1	+90.2	+90.3	+90.4	+90.5	+90.6	+90.7	+90.8	+90.9	+91.0	+91.1	+91.2	+91.3	+91.4	+91.5	+91.6	+91.7	+91.8	+91.9	+92.0	+92.1	+92.2	+92.3	+92.4	+92.5	+92.6	+92.7	+92.8	+92.9	+93.0	+93.1	+93.2	+93.3	+93.4	+93.5	+93.6	+93.7	+93.8	+93.9	+94.0	+94.1	+94.2	+94.3	+94.4	+94.5	+94.6	+94.7	+94.8	+94.9	+95.0	+95.1	+95.2	+95.3	+95.4	+95.5	+95.6	+95.7	+95.8	+95.9	+96.0	+96.1	+96.2	+96.3	+96.4	+96.5	+96.6	+96.7	+96.8	+96.9	+97.0	+97.1	+97.2	+97.3	+97.4	+97.5	+97.6	+97.7	+97.8	+97.9	+98.0	+98.1	+98.2	+98.3	+98.4	+98.5	+98.6	+98.7	+98.8	+98.9	+99.0	+99.1	+99.2	+99.3	+99.4	+99.5	+99.6	+99.7	+99.8	+99.9	+100.0	+100.1	+100.2	+100.3	+100.4	+100.5	+100.6	+100.7	+100.8	+100.9	+101.0	+101.1	+101.2	+101.3	+101.4	+101.5	+101.6	+101.7	+101.8	+101.9	+102.0	+102.1	+102.2	+102.3	+102.4	+102.5	+102.6	+102.7	+102.8	+102.9	+103.0	+103.1	+103.2	+103.3	+103.4	+103.5	+103.6	+103.7	+103.8	+103.9	+104.0	+104.1	+104.2	+104.3	+104.4	+104.5	+104.6	+104.7	+104.8	+104.9	+105.0	+105.1	+105.2	+105.3	+105.4	+105.5	+105.6	+105.7	+105.8	+105.9	+106.0	+106.1	+106.2	+106.3	+106.4	+106.5	+106.6	+106.7	+106.8	+106.9	+107.0	+107.1	+107.2	+107.3	+107.4	+107.5	+107.6	+107.7	+107.8	+107.9	+108.0	+108.1	+108.2	+108.3	+108.4	+108.5	+108.6	+108.7	+108.8	+108.9	+109.0	+109.1	+109.2	+109.3	+109.4	+109.5	+109.6	+109.7	+109.8	+109.9	+110.0	+110.1	+110.2	+110.3	+110.4	+110.5	+110.6	+110.7	+110.8	+110.9	+111.0	+111.1	+111.2	+111.3	+111.4	+111.5	+111.6	+111.7	+111.8	+111.9	+112.0	+112.1	+112.2	+112.3	+112.4	+112.5	+112.6	+112.7	+112.8	+112.9	+113.0	+113.1	+113.2	+113.3	+113.4	+113.5	+113.6	+113.7	+113.8	+113.9	+114.0	+114.1	+114.2	+114.3	+114.4	+114.5	+114.6	+114.7	+114.8	+114.9	+115.0	+115.1	+115.2	+115.3	+115.4	+115.5	+115.6	+115.7	+115.8	+115.9	+116.0	+116.1	+116.2	+116.3	+116.4	+116.5	+116.6	+116.7	+116.8	+116.9	+117.0	+117.1	+117.2	+117.3	+117.4	+117.5	+117.6	+117.7	+117.8	+117.9	+118.0	+118.1	+118.2	+118.3	+118.4	+118.5	+118.6	+118.7	+118.8	+118.9	+1

表2.2-15 偏差分配表

尺寸分类	上、下偏差比例分配
外表面尺寸	+ 2/3和 - 1/3
内表面尺寸	+ 1/3和 - 2/3
高度台阶尺寸	$\pm \frac{1}{2}$
中心到边缘尺寸	$\pm \frac{1}{2}$ 总公差

严格地限制冲孔尺寸公差，则应作为特殊公差标注在锻件图的相应尺寸上。

2.2.2.5 厚度公差 跨越分模线的厚度尺寸的公差。其值按锻件的最大厚度尺寸在表2.2-16和表2.2-17中查得。其上、下偏差一般按+ 3/4、- 1/4或+ 2/3、- 1/3比例分配。

2.2.2.6 锻件顶料杆压痕公差 具有顶料机构的模具，在锻件上产生一定深度和高度的压痕，其公差由表2.2-16和表2.2-17中查得。压痕公差与其他公差无关。

2.2.2.7 表面缺陷深度 锻件的表面缺陷包括凹坑、麻点、碰伤、凹凸不平、折叠和裂纹等。其深度系指从锻件实际表面测量所得的局部凹陷或凸起的尺寸数值。表面缺陷深度允许值见表2.2-18。

2.2.2.8 直线度和平面度公差 见表2.2-19和表2.2-20。

2.2.2.9 中心距尺寸偏差 见表2.2-21。

2.2.2.10 内、外圆角半径的数值 锻件上内、外圆角半径的定义见图2.2-6。凸角圆角半径为外圆角半径  $r$ ，凹角圆角半径为内圆角半径  $R$ 。圆角半径通常按表2.2-22所示的公式计算。计算所得数值应考虑余量大小加以修正，并圆整为下列标准系列：1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、4.0、5.0…。为保证锻件凸角处的最小余量， $r_1 = \text{余量} + \text{零件的倒角值}$ ，若无倒角  $r_2 = \text{余量}$ （图2.2-7）。

2.2.2.11 内、外起模角的数值 锻件在冷缩时，趋向离开模壁的部分为外起模角，用  $\alpha$  表示；反之为内起模角，用  $\beta$  表示（见图2.2-6）。起模角的数值见表2.2-23。

### 2.2.3 模锻件机械加工余量

确定模锻件机械加工余量时，根据估算锻件重量、加工精度及锻件复杂系数由表2.2-24、表2.2-25查得。表中余量值为单面余量。

### 2.2.4 锻造毛坯图

2.2.4.1 锻造毛坯图的设计步骤 阅读零件图纸，了解零件材料、结构特点、使用要求；审核零件结构的模锻工艺性，协调基准，工艺凸台等冷、热加工工艺要求；选择锻造方法和分模位置；绘制图形，加放余量、确定起模角、圆角、孔腔形状；校核壁厚。

#### 2.2.4.2 锻件技术条件

- (1) 锻件热处理及硬度要求，测定硬度的位置。
- (2) 需要取样检查试件的金相组织和机械性能时，应注明取样位置。
- (3) 未注明的起模角、圆角半径、尺寸公差。



表2.2-16 滚珠件的厚度偏差及顶料杆压痕偏差 (普通级)

顶料杆压痕	滚珠重量 (kg)		滚珠材料 质系数		滚珠形状 复杂系数		滚珠厚度尺寸													
	大于 至		$M_1$ $M_2$		$S_1$ $S_2$ $S_3$ $S_4$		0		18		30		50		80		120		180	
	0	0.4	0.4	1.0	1.0	1.8	3.2	0	18	30	50	80	120	180	315	差				
-0.8/+0.3	0	0.4	+0.5 -0.1	+0.6 -0.2	+0.7 -0.3	+0.8 -0.4	+0.9 -0.5	+0.9 -0.5	+1.0 -0.4	+1.1 -0.5	+1.2 -0.6	+1.3 -0.7	+1.4 -0.8	+1.5 -0.9	+1.6 -1.0	+1.7 -1.1	+1.8 -1.2	+1.9 -1.3	+2.0 -1.4	+2.1 -1.5
-0.8/+0.4	0.4	1.0	+0.6 -0.2	+0.7 -0.3	+0.8 -0.4	+0.9 -0.5	+1.0 -0.6	+1.1 -0.7	+1.2 -0.8	+1.3 -0.9	+1.4 -1.0	+1.5 -1.1	+1.6 -1.2	+1.7 -1.3	+1.8 -1.4	+1.9 -1.5	+2.0 -1.6	+2.1 -1.7	+2.2 -1.8	+2.3 -1.9
-1.0/+0.5	1.0	1.8	+0.7 -0.3	+0.8 -0.4	+0.9 -0.5	+1.0 -0.6	+1.1 -0.7	+1.2 -0.8	+1.3 -0.9	+1.4 -1.0	+1.5 -1.1	+1.6 -1.2	+1.7 -1.3	+1.8 -1.4	+1.9 -1.5	+2.0 -1.6	+2.1 -1.7	+2.2 -1.8	+2.3 -1.9	+2.4 -2.0
-1.2*/+0.6*	1.8	3.2	+0.8 -0.4	+0.9 -0.5	+1.0 -0.6	+1.1 -0.7	+1.2 -0.8	+1.3 -0.9	+1.4 -1.0	+1.5 -1.1	+1.6 -1.2	+1.7 -1.3	+1.8 -1.4	+1.9 -1.5	+2.0 -1.6	+2.1 -1.7	+2.2 -1.8	+2.3 -1.9	+2.4 -2.0	+2.5 -2.1
-1.6/+0.8	3.2	5.0	+0.9 -0.5	+1.0 -0.6	+1.1 -0.7	+1.2 -0.8	+1.3 -0.9	+1.4 -1.0	+1.5 -1.1	+1.6 -1.2	+1.7 -1.3	+1.8 -1.4	+1.9 -1.5	+2.0 -1.6	+2.1 -1.7	+2.2 -1.8	+2.3 -1.9	+2.4 -2.0	+2.5 -2.1	+2.6 -2.2
-1.8/+1.0	5.0	10	+1.0 -0.6	+1.1 -0.7	+1.2 -0.8	+1.3 -0.9	+1.4 -1.0	+1.5 -1.1	+1.6 -1.2	+1.7 -1.3	+1.8 -1.4	+1.9 -1.5	+2.0 -1.6	+2.1 -1.7	+2.2 -1.8	+2.3 -1.9	+2.4 -2.0	+2.5 -2.1	+2.6 -2.2	+2.7 -2.3
-2.2/+1.2	10	20	+1.2 -0.8	+1.4 -1.0	+1.5 -1.1	+1.6 -1.2	+1.7 -1.3	+1.8 -1.4	+1.9 -1.5	+2.0 -1.6	+2.1 -1.7	+2.2 -1.8	+2.3 -1.9	+2.4 -2.0	+2.5 -2.1	+2.6 -2.2	+2.7 -2.3	+2.8 -2.4	+2.9 -2.5	+3.0 -2.6
-2.8/+1.5	20	50	+1.4 -1.0	+1.5 -1.1	+1.6 -1.2	+1.7 -1.3	+1.8 -1.4	+1.9 -1.5	+2.0 -1.6	+2.1 -1.7	+2.2 -1.8	+2.3 -1.9	+2.4 -2.0	+2.5 -2.1	+2.6 -2.2	+2.7 -2.3	+2.8 -2.4	+2.9 -2.5	+3.0 -2.6	+3.1 -2.7
-3.5/+2.0	50	120	+1.5 -1.1	+1.6 -1.2	+1.7 -1.3	+1.8 -1.4	+1.9 -1.5	+2.0 -1.6	+2.1 -1.7	+2.2 -1.8	+2.3 -1.9	+2.4 -2.0	+2.5 -2.1	+2.6 -2.2	+2.7 -2.3	+2.8 -2.4	+2.9 -2.5	+3.0 -2.6	+3.1 -2.7	+3.2 -2.8
-4.5/+2.5	120	250	+1.7 -1.3	+1.8 -1.4	+1.9 -1.5	+2.0 -1.6	+2.1 -1.7	+2.2 -1.8	+2.3 -1.9	+2.4 -2.0	+2.5 -2.1	+2.6 -2.2	+2.7 -2.3	+2.8 -2.4	+2.9 -2.5	+3.0 -2.6	+3.1 -2.7	+3.2 -2.8	+3.3 -2.9	+3.4 -3.0

(mm)

表2.2-17 横锻件的厚度偏差及顶料杆压痕偏差 (稍密级)

(mm)

顶料杆压痕	锻件重量 (kg)		锻件厚度尺寸									
	大于 至		精					差				
	大于	至	0	18	30	50	80	120	180	315		
-0.6/+0.4	0	0.4	+0.8 -0.2	+0.8 -0.3	+0.8 -0.3	+1.0 -0.4	+1.0 -0.4	+1.2 -0.4	+1.2 -0.4	+1.4 -0.5	+1.4 -0.5	+1.5 -0.5
-1.0/+0.5	0.4	1.0	+0.8 -0.3	+0.9 -0.3	+1.0 -0.3	+1.2 -0.4	+1.2 -0.4	+1.4 -0.5	+1.4 -0.5	+1.7 -0.5	+1.7 -0.5	+2.0 -0.5
-1.2/+0.6	1.0	1.8	+0.9 -0.3	+1.0 -0.4	+1.2 -0.4	+1.4 -0.5	+1.4 -0.5	+1.7 -0.5	+1.7 -0.5	+2.0 -0.5	+2.0 -0.5	+2.1 -0.7
-1.5*/+0.8*	1.8	3.2	+1.0 -0.1	+1.2 -0.4	+1.4 -0.4	+1.5 -0.5	+1.5 -0.5	+1.7 -0.5	+1.7 -0.5	+2.0 -0.5	+2.0 -0.5	+2.1 -0.7
-1.8/+0.9	3.2	5.0	+1.2 -0.4	+1.4 -0.4	+1.5 -0.5	+1.7 -0.5	+1.7 -0.5	+2.0 -0.5	+2.0 -0.5	+2.3 -0.6	+2.3 -0.6	+2.4 -0.8
-2.2/+1.2	5.0	10	+1.4 -0.4	+1.5 -0.5	+1.7* -0.5*	+2.0 -0.5	+2.0 -0.5	+2.4 -0.7	+2.4 -0.7	+2.7 -0.8	+2.7 -0.8	+3.0 -1.0
-2.8/+1.5	10	20	+1.5 -0.5	+1.7 -0.5	+2.0 -0.5	+2.1 -0.7	+2.1 -0.7	+2.4 -0.8	+2.4 -0.8	+2.7 -0.9	+2.7 -0.9	+3.0 -1.1
-3.5/+2.0	20	50	+1.7 -0.5	+2.0 -0.5	+2.1 -0.7	+2.4 -0.8	+2.4 -0.8	+2.7 -0.9	+2.7 -0.9	+3.0 -1.1	+3.0 -1.1	+3.4 -1.2
-4.5/+2.5	50	120	+2.0 -0.5	+2.1 -0.7	+2.4 -0.8	+2.7 -0.9	+2.7 -0.9	+3.0 -1.1	+3.0 -1.1	+3.4 -1.2	+3.4 -1.2	+3.8 -1.2
-6.0/+3.0	120	250	+2.1 -0.7	+2.4 -0.8	+2.7 -0.9	+3.0 -1.1	+3.0 -1.1	+3.4 -1.2	+3.4 -1.2	+3.8 -1.2	+3.8 -1.2	+4.2 -1.4
			+2.4 -0.8	+2.7 -0.9	+3.0 -1.1	+3.4 -1.2	+3.4 -1.2	+3.8 -1.2	+3.8 -1.2	+4.2 -1.4	+4.2 -1.4	+4.8 -1.5
			+2.7 -0.9	+3.0 -1.1	+3.4 -1.2	+3.8 -1.2	+3.8 -1.2	+4.2 -1.4	+4.2 -1.4	+4.8 -1.5	+4.8 -1.5	+5.3 -1.7
			+3.0 -1.1	+3.4 -1.2	+3.8 -1.2	+4.2 -1.4	+4.2 -1.4	+4.8 -1.5	+4.8 -1.5	+5.3 -1.7	+5.3 -1.7	+6.0 -2.0
			+3.4 -1.2	+3.8 -1.2	+4.2 -1.4	+4.8 -1.5	+4.8 -1.5	+5.3 -1.7	+5.3 -1.7	+6.0 -2.0	+6.0 -2.0	+6.8 -2.2
			+3.8 -1.2	+4.2 -1.4	+4.8 -1.5	+5.3 -1.7	+5.3 -1.7	+6.0 -2.0	+6.0 -2.0	+6.8 -2.2	+6.8 -2.2	+7.5 -2.5
			+4.2 -1.4	+4.8 -1.5	+5.3 -1.7	+6.0 -2.0	+6.0 -2.0	+6.8 -2.2	+6.8 -2.2	+7.5 -2.5	+7.5 -2.5	+8.3 -2.7
			+4.8 -1.5	+5.3 -1.7	+6.0 -2.0	+6.8 -2.2	+6.8 -2.2	+7.5 -2.5	+7.5 -2.5	+8.3 -2.7	+8.3 -2.7	+9.0 -2.8

表2.2-18 表面缺陷深度允许值

加工面缺陷深度 (不大于)		非加工面缺陷深度
锻件实际尺寸等于基本尺寸	锻件实际尺寸大于(或小于)基本尺寸	(不大于)
基本加工余量一半	基本加工余量/2+(-)单边实际偏差值	最大厚度公差1/3

表2.2-19 模锻件非加工面的直线度公差 (mm)

锻件长度 L		直 线 度 公 差
大 于	至	
0	120	0.7
120	250	1.1
250	400	1.4
400	630	1.8
630	1000	2.2
1000		0.22%

注：对中心线不是直线的锻件不采用本表数值，应当适当加大。

表2.2-20 模锻件加工面的直线度、平面度公差

中心距尺寸	大于 至	(mm)															
		0 30	30 80	80 120	120 180	180 250	250 315	315 400	400 500	500 630	630 800	800 1000	1000 1250	1250 1600	1600 2000	2000 2500	
一般锻件 N <sub>1</sub>		/															
有一道校正或压印工序 N <sub>2</sub>		/															
有时有校正和压印工序 N <sub>3</sub>		/															
锻件精度	普通级	±0.3	±0.4	±0.5	±0.6	±0.8	±1.0	±1.2	±1.6	±2.0	±2.5	±3.2	±4.0	±5.0	±6.0		
	精密级	±0.25	±0.3	±0.4	±0.5	±0.6	±0.8	±1.0	±1.2	±1.6	±2.0	±2.5	±3.2	±4.0	±5.0		

注：1.对带有落差和弯曲的锻件，直线度和平面度不能采用本表数值，应当适当放宽或由供需双方协商确定。

2.精密级不适用于平锻件。

例：锻件长度为240mm的调质件时，直线度和平面度的普通级为1.2mm，精密级为0.8mm。

表2.2-21 模锻件中心距尺寸偏差

轮廓尺寸	大于 至	(mm)															
		0 30	30 80	80 120	120 180	180 250	250 315	315 400	400 500	500 630	630 800	800 1000	1000 1250	1250 1600	1600 2000	2000 2500	
正火锻件 1		/															
调质锻件 2		/															
锻件精度	普通级	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.2		
	精密级	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0		

注：1.本表适用于在热模锻压力机、模锻锤、平锻机及螺旋压力机上生产的模锻件，但精密级不适用于平锻件。

例：当锻件长度尺寸为300mm，只有一道校正压印工序，其中心距尺寸的普通级公差为±1.0mm，精密级公差为±0.8mm。

2.本表数据仅适用于平面直线分模，并在同一半模具内的距离尺寸。

表2.2-22 圆角半径计算表

$H/B$	$r$	$R$
$\leq 2$	$0.05H + 0.5$	$2.5r + 0.5$
$> 2 \sim 4$	$0.06H + 0.5$	$3.0r + 0.5$
$> 4$	$0.07H + 0.5$	$3.5r + 0.5$

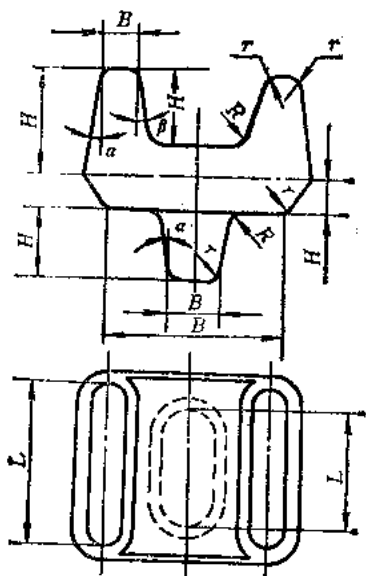


图2.2-6 内、外圆角半径

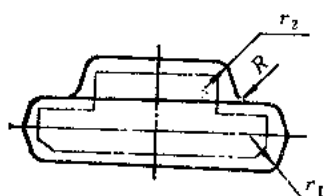


图2.2-7 圆角半径与余量

表2.2-23 锤上锻件外起模角 $\alpha$ 的数值

$L/B$	$H/B$					
	$\leq 1$	$> 1 \sim 3$	$> 3 \sim 4.5$	$> 4.5 \sim 6.5$	$> 6.5$	
$\leq 1.5$	$\alpha$	5°	7°	10°	12°	15°
$> 1.5$		5°	5°	7°	10°	12°

注：1. 内起模角 $\beta$ 可按表中数值加大2°或3°。

2. 在热模锻压力机和螺旋压力机上使用顶料机构时，起模角可比表中数值减少2°或3°。

3. 当上、下模膛深度不相等时，应按模膛较深一侧计算起模角。

表2.2-24 锻件内孔直径的机械加工余量

(mm)

孔 径		孔 深				
大于	到	大于0	63	100	140	200
		到63	100	140	200	280
	25	2.0	—	—	—	—
25	40	2.0	2.6	—	—	—
40	63	2.0	2.6	3.0	—	—
63	100	2.5	3.0	3.0	4.0	—
100	160	2.6	3.0	3.4	4.0	4.6
160	250	3.0	3.0	3.4	4.0	4.6

(4) 锻件表面质量要求，清理氧化皮方法，表面允许缺陷深度等。

(5) 锻件外形允许的偏差，分模面上，上、下模允许的错差，允许的残留飞边宽度，锻件允许的弯曲和翘曲量，允许的壁厚差等。

(6) 锻件重量。

(7) 锻件内在质量要求。

(8) 锻件检验等级及验收的技术条件。

(9) 打印零件号和熔批号的位置等。

锻件毛坯图实例见图2.2-8。其尺寸允许偏差见表2.2-26。

表2.2-25 模锻件内外表面加工余量

锻件重量 (kg)		一般加工精度 $F_1$	磨前加工精度 $F_2$	锻件形状复杂系数 $S_1, S_3$		锻件单边余量									
						厚度 (直径) 方向	水平方向								
							大于 0 至 315	315 400	400 630	630 800	800 1250	1250 1600	1600 2500		
0	0.4					1.0~1.5	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5						
0.4	1.0					1.5~2.0	1.5~2.0	1.5~2.0	2.0~2.5	2.0~3.0					
1.0	1.8					1.5~2.0	1.5~2.0	1.5~2.0	2.0~2.7	2.0~3.0					
1.8	3.2					1.7~2.2	1.7~2.2	2.0~2.5	2.0~2.7	2.0~3.0	2.5~3.5				
3.2	5.0					1.7~2.2	1.7~2.2	2.0~2.5	2.0~2.7	2.5~3.5	2.5~4.0				
5.0	10.0					2.0~2.5	2.0~2.5	2.0~2.5	2.3~3.0	2.5~3.5	2.7~4.0	3.0~4.5			
10.0	20.0					2.0~2.5	2.0~2.7	2.3~3.0	2.5~3.5	2.7~4.0	3.0~4.5	3.5~4.5			
20.0	50.0					2.3~3.0	2.5~3.0	2.5~3.5	2.7~4.0	3.0~4.5	3.5~4.5	4.0~5.5			
50.0	150.0					2.6~3.2	2.5~3.5	2.5~3.5	2.7~3.6	2.7~4.0	3.0~4.5	3.5~4.5	4.0~5.5		
150.0	250.0					3.0~4.0	2.5~3.5	2.5~3.5	2.7~4.0	3.0~4.5	3.0~4.5	3.5~5.0	4.0~5.5	4.5~6.0	
						3.5~4.5	2.7~3.5	2.7~3.5	3.0~4.0	3.0~4.5	3.5~5.0	4.0~5.0	4.5~6.0		
						4.0~5.5	2.7~4.0	3.0~4.0	3.0~4.5	3.5~4.5	3.5~5.0	4.0~5.5	4.5~6.0		

注：本表适用于在热模锻压力机、模锻锤、平锻机及螺旋压力机上生产的模锻件。  
 例：锻件重为 3 kg，在 1600 t 热模锻压力机上生产，零件无磨削精加工工序，锻件复杂系数为  $S_3$ ，长度为 480 mm 时，查出该零件余量是：厚度方向为 1.7~2.2 mm，水平方向为 2.0~2.7 mm。

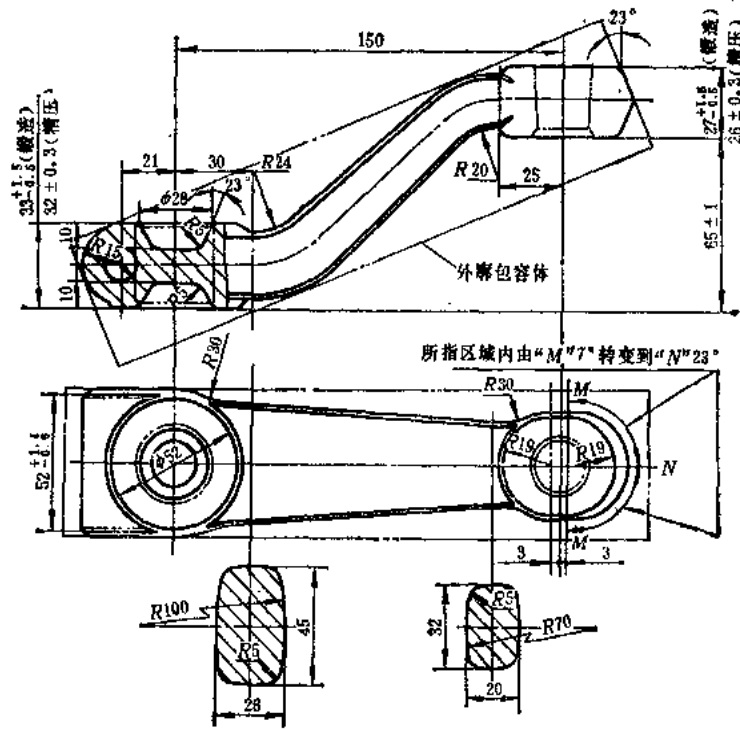


图2.2-8 转向垂臂锻造毛坯图

表2.2-26 转向垂臂锻件的尺寸允许偏差

锻件重量 (kg)	包容体重量 (kg)	复杂系数	材 质 系 数	精度等级
1.86	1.51	S <sub>2</sub>	40MnB	M <sub>1</sub>
尺寸种类 (mm)		允许偏差 (mm)	根 据	附 注
长 度	208	+1.9 -0.9	表2.2-13	
宽 度	52	+1.4 -0.6	表2.2-13	
厚 度	33	+1.5 -0.5	表2.2-16	
落 差	65	±1	表2.2-13	按表2.2-13公差值对称分布
错 差	—	1.0	表2.2-13	
残留飞边	—	1.0	表2.2-13	
余 量	—	0.5		精 压 件

## 2.3 轧制件

### 2.3.1 常用金属轧制件的尺寸与偏差

表2.2-27 热轧圆钢直径和方钢边长 (摘自GB702—86) (mm)

5.5	6	6.5	7	8	9	10	11①	12	13
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23①
24	25	26	27①	28	29①	30	31①	32	33①
34	35①	36	38	40	42	45	48	50	53
55①	56	58①	60	63	65①	68①	70	75	80
85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
140	150	160	170	180	190	200	220	250	

① 不推荐使用的直径和边长。

表2.2-28 热轧圆钢和方钢尺寸、外形的允许偏差 (摘自GB702—86)

(1) 圆钢直径和方钢边长允许偏差 (mm)

圆钢直径或方钢边长	精 度 组 别		
	1 组	2 组	3 组
5.5~7	±0.20	±0.30	±0.40
7~20	±0.25	±0.35	±0.40
20~30	±0.30	±0.40	±0.50
30~50	±0.40	±0.50	±0.60
50~80	±0.60	±0.70	±0.80
80~110	±0.90	±1.0	±1.1
110~150	±1.2	±1.3	±1.4
150~190	—	—	±2.0
190~250	—	—	±2.5

(续)

(2) 圆钢圆度			
圆钢直径 $d$ (mm)	圆 度		
$\leq 40$	$\leq$ 公称直径公差 的 50%		
$> 40 \sim 85$	$\leq$ 公称直径公差 的 70%		
85	$\leq$ 公称直径公差 的 75%		
(3) 方钢对角线长度			
方钢边长 $a$ (mm)	对角线长度		
$< 50$	$\geq$ 公称边长的 1.33 倍		
$\geq 50$	$\geq$ 公称边长的 1.29 倍		
工具钢全部规格	$\geq$ 公称边长的 1.29 倍		
(4) 方钢脱方度			
同一截面内任何两边长之差	$\leq$ 公称边长公差 的 50%		
同一截面内两对角线长度之差	$\leq$ 公称边长公差 的 70%		
(5) 钢材通常长度			
钢 类	圆钢直径或方钢边长 (mm)	钢材长度 (m)	
普通钢	$\leq 25$	4 ~ 10	
	$> 25$	3 ~ 9	
优质钢	全部规格	2 ~ 6	
	工具钢 $> 75$	1 ~ 6	
(6) 钢材短尺长度			
钢 类	圆钢直径或方钢边长 (mm)	短尺长度 (m)	
普通钢	全部规格	$\geq 2.5$	
优质钢	全部规格 (工具钢除外)		$\geq 1.5$
	碳素和合金工具钢	$\leq 75$	$\geq 1.0$
		$> 75$	$\geq 0.5$
	高速工具钢全部规格		$\geq 0.5$
(7) 直条圆钢和方钢的弯曲度			
组 别	弯 曲 度		
	每米弯曲度 (mm)	总 弯 曲 度	
1	$\leq 2.5$	$\leq$ 钢材长度的 0.25%	
2	$\leq 4$	$\leq$ 钢材长度的 0.4%	
3	$\leq 6$	$\leq$ 钢材长度的 0.6%	

注: 1. 未注明精度组别者按第 3 组精度执行。

2. 1 组弯曲度需在合同中注明。







(续)

(2) 银亮钢直径允许偏差				
圆 钢 直 径	允 许 偏 差 级 别			
	8 (h 8)	9 (h 9)	10 (h 10)	11 (h 11)
	允 许 偏 差			
0.20~0.30	0 -0.007	0 -0.010	0 -0.018	0 -0.028
0.30~0.60	0 -0.008	0 -0.014	0 -0.023	0 -0.035
0.60~1.00	0 -0.010	0 -0.020	0 -0.028	0 -0.042
1.00~3.00	0 -0.014	0 -0.024	0 -0.040	0 -0.060
>3.00~6.00	0 -0.018	0 -0.030	0 -0.048	0 -0.075
>6.00~10.0	0 -0.022	0 -0.036	0 -0.058	0 -0.090
>10~18	0 -0.027	0 -0.043	0 -0.070	0 -0.11
>18~30	0 -0.035	0 -0.052	0 -0.084	0 -0.13

表2.2-32 银亮钢的通常长度 (摘自GB3207-82)

圆钢直径 (mm)	通常长度 (m)	允许短尺长度 (m)
0.2~1	0.5~1	—
>1~3	1~2	≤0.7
>3~9	1.5~3	≤1
>9~30	1.5~4	≤1

表2.2-33 锻制圆钢和方钢尺寸及偏差 (摘自GB908-72)

(mm)

直径或边长	允许偏差	直径或边长	允许偏差
50	+2.0 -1.0	125	+3.5 -1.5
55		130	
60		140	
65	+2.5 -1.0	150	+4.2 -2.0
70		160	
75		170	
80		180	
85	+3.0 -1.0	190	+6.0 -2.0
90		200	
95		210	
100		220	
		225	
105	+3.0 -1.5	235	+7.0 -3.0
110		240	
115			
120			
		250	

## 2.3.2 轴类零件采用轧制材料时的机械加工余量

表2.2-34 轴类零件采用热精轧圆棒料时毛坯直径

(mm)

零件基本 尺 寸	零件长度与基本尺寸之比			
	≤4	>4~8	>8~12	>12~20
	毛 坯 直 径			
5	7	7	8	8
6	8	8	8	8
8	10	10	10	11
10	12	12	13	13
11	14	14	14	14
12	14	14	15	15
14	16	16	17	18
16	18	18	18	19
17	19	19	20	21
18	20	20	21	22
19	21	21	22	23
20	22	22	23	24
21	24	24	24	25
22	25	25	26	26
25	28	28	28	30
27	30	30	32	32
28	32	32	32	32
30	33	33	34	34
32	35	35	36	36
33	36	38	38	38
35	38	38	39	39
36	39	40	40	40
37	40	42	42	42
38	42	42	42	43
40	43	45	45	45
42	45	48	48	48
44	48	48	50	50
45	48	48	50	50
46	50	52	52	52
50	54	54	55	55
55	58	60	60	60
60	65	65	65	70
65	70	70	70	75
70	75	75	75	80
75	80	80	85	85
80	85	85	90	90
85	90	90	95	95
90	95	95	100	100
95	100	105	105	105
100	105	110	110	110
110	115	120	120	120
120	125	125	130	130
130	140	140	140	140
140	150	150	150	150

注：带台阶的轴如最大直径接近于中间部分，应按最大直径选择毛坯直径，如最大直径接近于端部，毛坯直径可以小些。

表2.2-35 轧制圆棒料切断和端面加工余量

(mm)

基本尺寸	切断后不加工时的余量				端面需加工时的余量			
	机械弓锯	切断机床上 用圆盘锯	车床上用 切断刀	铣床上用 圆盘铣刀	零件长度			
					≤300	>300~ 1000	>1000~ 5000	>5000
≤30	2	2	3	3	2	2	4	5
>30~50	2	—	4	4	2	4	5	7
>50~60	2	—	5	—	3	6	7	9
>60~80	2	6	7	—	3	7	8	10
>80~150	2	6	—	—	4	8	10	12

注：毛坯切断后不再进行加工的，只给切宽余量，还需加工的，则在加工面上附加补充余量。

表2.2-36 易切削钢棒料外圆直径的选用 (车后不磨)

(mm)

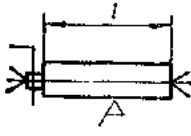
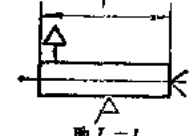
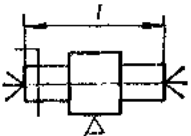
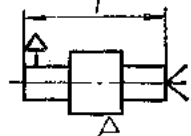
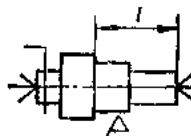
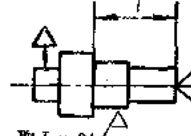
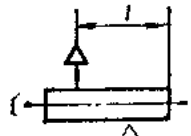
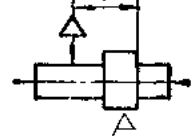
零件基 本尺寸	车削长度与基本尺寸之比					零件基 本尺寸	车削长度与基本尺寸之比				
	≤4	>4~8	>8~12	>12~16	>16~20		≤4	>4~8	>8~12	>12~16	>16~20
	毛 坯 直 径						毛 坯 直 径				
4	5	5	5	5	5	24	26	26	26	26	26
5	6	6	6	6	6	25	27	27	27	27	27
6	7	7	7	7	7.5	28	30	30	30	30	30
7	8	8	8	8	8.5	30	32	32	32	32	32
8	9	9	9	9.5	9.5	32	34	34	34	34	34
9	10	10	11	11	11	35	38	38	38	38	38
10	11	11	12	12	12	38	40	40	40	40	40
11	12	12	12.5	12.5	12.5	40	42	42	42	42	42
12	13	13	14	14	14	42	44	44	44	44	44
13	14	14	15	15	15	45	47	47	47	47	47
14	15	15	16	16	16	48	50	50	50	50	50
15	16	16	17	17	17	50	52	52	52	52	52
16	17	17	18	18	18	52	55	55	55	55	55
17	18	19	19	19	19	55	58	58	58	58	58
18	19	20	20	20	20	58	60	60	60	60	60
19	21	21	21	21	21	60	64	64	64	64	64
20	22	22	22	22	22	65	68	68	68	68	68
22	24	24	24	24	24	70	75	75	75	75	75
23	25	25	25	25	25	80	85	85	85	85	85

注：带台阶的轴如最大直径接近于中间部分，应按最大直径选择毛坯直径，如最大直径接近于端部，毛坯直径可以小些。

## 3 工序间加工余量

## 3.1 外圆柱表面的加工余量

表2.3-1 轴的折算长度 (确定半精车及磨削加工余量用)

光 轴	台 阶 轴	
  取 $L=l$ (1)	  取 $L=l$ (2)	  取 $L=2l$ (3)
 取 $L=2l$ (4)	 取 $L=2l$ (5)	

注: 轴类零件在加工中受力变形与其长度和装夹方式(顶尖或卡盘)有关。轴的折算长度可分为表中五种情形。(1)、(2)、(3)轴件装在顶尖间或装在卡盘与顶尖间, 相当二支梁。其中(2)为加工轴的中段。(3)为加工轴的边缘(靠近端部的两段), 轴的折算长度 $L$ 是轴的端面到加工部分最远一端之间距离的2倍。(4)、(5)轴件仅一端夹紧在卡盘内, 相当悬臂梁, 其折算长度是卡爪端面到加工部分最远一端之间距离的2倍。

表2.3-2 粗车外圆后半精车余量

(mm)

轴 径	长 度 ( $L$ )					
	$\leq 100$	$>100 \sim 250$	$>250 \sim 500$	$>500 \sim 800$	$>800 \sim 1200$	$>1200 \sim 2000$
$\leq 10$	0.8	0.9	1.0	—	—	—
$>10 \sim 18$	0.9	0.9	1.0	1.1	—	—
$>18 \sim 30$	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	—
$>30 \sim 50$	1.0	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7
$>50 \sim 80$	1.1	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8
$>80 \sim 120$	1.1	1.2	1.2	1.4	1.6	1.9
$>120 \sim 180$	1.2	1.2	1.3	1.5	1.7	2.0
$>180 \sim 260$	1.3	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0
$>260 \sim 360$	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9	2.1
$>360 \sim 500$	1.4	1.5	1.5	1.7	1.9	2.2

表2.3-3 用金刚石刀精车外圆加工余量

(mm)

零件材料	零件基本尺寸	直径加工余量
铝合金	≤100	0.3
	>100	0.5
青铜及铸铁	≤100	0.3
	>100	0.4
钢	≤100	0.2
	>100	0.3

注: 1. 如果采用两次车削(半精车及精车), 则精车的加工余量为0.1mm。

2. 精车前零件加工的公差按 h 9、h 8 决定。

3. 本表所列的加工余量适用于零件的长度为直径的3倍为限。超过此限时, 加工余量应适当加大。

表2.3-4 外圆磨削余量

(mm)

轴径	热处理状态	长度		
		≤100	>100~250	>250~500
≤10	未淬硬	0.2	0.2	0.3
	淬硬	0.3	0.3	0.4
>10~18	未淬硬	0.2	0.3	0.3
	淬硬	0.3	0.3	0.4
>18~30	未淬硬	0.3	0.3	0.3
	淬硬	0.3	0.4	0.4
>30~50	未淬硬	0.3	0.3	0.4
	淬硬	0.4	0.4	0.5
>50~80	未淬硬	0.3	0.4	0.4
	淬硬	0.4	0.5	0.5
>80~120	未淬硬	0.4	0.4	0.5
	淬硬	0.5	0.5	0.6
>120~180	未淬硬	0.5	0.5	0.6
	淬硬	0.5	0.6	0.7
>180~260	未淬硬	0.5	0.6	0.6
	淬硬	0.6	0.7	0.7

表2.3-5 端面精车及磨削余量

(mm)

轴径	零件全长											
	≤18		>18~50		>50~120		>120~260		>260~500		>500	
	精车	磨削	精车	磨削	精车	磨削	精车	磨削	精车	磨削	精车	磨削
≤30	0.5	0.2	0.6	0.3	0.7	0.3	0.8	0.4	1.0	0.5	1.2	0.6
>30~50	0.5	0.3	0.6	0.3	0.7	0.4	0.8	0.4	1.0	0.5	1.2	0.6
>50~120	0.7	0.3	0.7	0.3	0.8	0.4	1.0	0.5	1.2	0.6	1.2	0.6
>120~260	0.8	0.4	0.8	0.4	1.0	0.5	1.0	0.5	1.2	0.6	1.4	0.7
>260~500	1.0	0.5	1.0	0.5	1.2	0.5	1.2	0.6	1.4	0.7	1.5	0.7
>500	1.2	0.6	1.2	0.6	1.4	0.6	1.4	0.7	1.5	0.8	1.7	0.8

表2.3-6 研磨外圆加工余量

(mm)

零件基本尺寸	直径余量	零件基本尺寸	直径余量
≤10	0.005~0.008	>50~80	0.008~0.012
>10~18	0.006~0.009	>80~120	0.010~0.014
>18~30	0.007~0.010	>120~180	0.012~0.016
>30~50	0.008~0.011	>180~250	0.015~0.020

注：经过精磨的零件，其手工研磨余量为3~8 $\mu$ m，机械研磨余量为8~15 $\mu$ m。

表2.3-7 抛光外圆加工余量

(mm)

零件基本尺寸	≤100	>100~200	>200~700	>700
直径余量	0.1	0.3	0.4	0.5

注：抛光前的加工精度为IT 7级。

### 3.2 内孔加工余量

表2.3-8 基孔制7级精度(H7)孔的加工

(mm)

零件基本尺寸	直 径					
	钻		用车刀镗以后	扩孔钻	粗 铰	精 铰
	第一次	第二次				
3	2.9	—	—	—	—	3H7
4	3.9	—	—	—	—	4H7
5	4.8	—	—	—	—	5H7
6	5.8	—	—	—	—	6H7
8	7.8	—	—	—	7.96	8H7
10	9.8	—	—	—	9.96	10H7
12	11.0	—	—	11.85	11.95	12H7
13	12.0	—	—	12.85	12.95	13H7
14	13.0	—	—	13.85	13.95	14H7
15	14.0	—	—	14.85	14.95	15H7
16	15.0	—	—	15.85	15.95	16H7
18	17.0	—	—	17.85	17.94	18H7
20	18.0	—	19.8	19.8	19.94	20H7
22	20	—	21.8	21.8	21.94	22H7
24	22	—	23.8	23.8	23.94	24H7
25	23	—	24.8	24.8	24.94	25H7
26	24	—	25.8	25.8	25.94	26H7
28	26	—	27.8	27.8	27.94	28H7
30	15.0	28	29.8	29.8	29.93	30H7
32	15.0	30.0	31.7	31.75	31.93	32H7
35	20.0	33.0	34.7	34.75	34.93	35H7
38	20.0	36.0	37.7	37.75	37.93	38H7
40	25.0	38.0	39.7	39.75	39.93	40H7
42	25.0	40.0	41.7	41.75	41.93	42H7
45	25.0	43.0	44.7	44.75	44.93	45H7

(续)

零件基本尺寸	直 径					
	钻		用车刀镗以后	扩孔钻	粗 铰	精 铰
	第一次	第二次				
48	25.0	46.0	47.7	47.75	47.93	48H7
50	25.0	48.0	49.7	49.75	49.93	50H7
60	30	55.0	59.5	59.5	59.9	60H7
70	30	65.0	69.5	69.5	69.9	70H7
80	30	75.0	79.5	79.5	79.9	80H7
90	30	80.0	89.3	—	89.9	90H7
100	30	80.0	99.3	—	99.8	100H7
120	30	80.0	119.3	—	119.8	120H7
140	30	80.0	139.3	—	139.8	140H7
160	30	80.0	159.3	—	159.8	160H7
180	30	80.0	179.3	—	179.8	180H7

注：1.在铸铁上加工直径小于15mm的孔时，不用扩孔钻和铰孔。

2.在铸铁上加工直径为30mm与32mm的孔时，仅用直径为28mm与30mm的钻头各钻一次。

3.如仅用一次铰孔，则铰孔的加工余量为本表中粗铰与精铰的加工余量之和。

4.钻头直径大于75mm时采用环孔钻。

表2.3-9 基孔制8、9级精度(H8、H9)孔的加工

(mm)

零件基本尺寸	直 径					
	钻		用车刀镗以后	扩 孔 钻	铰	
	第一次	第二次				
3	2.9	—	—	—	—	3H8、H9
4	3.9	—	—	—	—	4H8、H9
5	4.8	—	—	—	—	5H8、H9
6	5.8	—	—	—	—	6H8、H9
8	7.8	—	—	—	—	8H8、H9
10	9.8	—	—	—	—	10H8、H9
12	11.8	—	—	—	—	12H8、H9
13	12.8	—	—	—	—	13H8、H9
14	13.8	—	—	—	—	14H8、H9
15	14.8	—	—	—	—	15H8、H9
16	15.0	—	—	15.85	—	16H8、H9
18	17.0	—	—	17.85	—	18H8、H9
20	18.0	—	19.8	19.8	—	20H8、H9
22	20.0	—	21.8	21.8	—	22H8、H9
24	22.0	—	23.8	23.8	—	24H8、H9
25	23.0	—	24.8	24.8	—	25H8、H9
26	24.0	—	25.8	25.8	—	26H8、H9
28	26.0	—	27.8	27.8	—	28H8、H9
30	15.0	28	29.8	29.85	—	30H8、H9
32	15.0	30	31.7	31.75	—	32H8、H9



(续)

零件基本尺寸	直 径				
	钻		用车刀镗以后	扩 孔 钻	铰
	第一次	第二次			
35	20.0	33	34.7	34.75	35H8、H9
38	20.0	36	37.7	37.75	38H8、H9
40	25.0	38	39.7	39.75	40H8、H9
42	25.0	40	41.7	41.75	42H8、H9
45	25.0	43	44.7	44.75	45H8、H9
48	25.0	46	47.7	47.75	48H8、H9
50	25.0	48	49.7	49.75	50H8、H9
60	30.0	55	59.5	—	60H8、H9
70	30.0	65	69.5	—	70H8、H9
80	30.0	75	79.5	—	80H8、H9
90	30.0	80.0	89.3	—	90H8、H9
100	30.0	80.0	99.3	—	100H8、H9
120	30.0	80.0	119.3	—	120H8、H9
140	30.0	80.0	139.3	—	140H8、H9
160	30.0	80.0	159.3	—	160H8、H9
180	30.0	80.0	179.3	—	180H8、H9

注：1. 在铸铁上加工直径为30mm与32mm的孔时，仅用直径为28mm与30mm的钻头各钻一次。

2. 钻头直径大于75mm时采用环孔钻。

表2.3-10 按照7级与8级精度加工预先铸出或热冲出的孔

(mm)

加工孔的直径	直 径					
	粗 镗		精 镗		粗 铰	精 铰
	第一次	第二次	镗后直径	按照H11公差		
30	—	28.0	29.8	+0.13	29.93	30
32	—	30.0	31.7	+0.16	31.93	32
35	—	33.0	34.7	+0.16	34.93	35
38	—	36.0	37.7	+0.16	37.93	38
40	—	38.0	39.7	+0.16	39.93	40
42	—	40.0	41.7	+0.16	41.93	42
45	—	43.0	44.7	+0.16	44.93	45
48	—	46.0	47.7	+0.16	47.93	48
50	45	48.0	49.7	+0.16	49.93	50
52	47	50.0	51.5	+0.19	51.92	52
55	51	53.0	54.5	+0.19	54.92	55
58	54	56.0	57.5	+0.19	57.92	58
60	56	58.0	59.5	+0.19	59.92	60
62	58	60.0	61.5	+0.19	61.92	62
65	61	63.0	64.5	+0.19	64.92	65
68	64	66.0	67.5	+0.19	67.90	68
70	66	68.0	69.5	+0.19	69.90	70
72	68	70.0	71.5	+0.19	71.90	72
75	71	73.0	74.5	+0.19	74.90	75
78	74	76.0	77.5	+0.19	77.90	78

(续)

加工孔的直径	直 径					
	粗 镗		精 镗		粗 铰	精 铰 H6或H8、H9
	第一次	第二次	镗后直径	按照H11公差		
80	75	78.0	79.5	+0.19	79.9	80
82	77	80.0	81.3	+0.22	81.85	82
85	80	83.0	84.3	+0.22	84.85	85
88	83	86.0	87.3	+0.22	87.85	88
90	85	88.0	89.3	+0.22	89.85	90
92	87	90.0	91.3	+0.22	91.85	92
95	90	93.0	94.3	+0.22	94.85	95
98	93	96.0	97.3	+0.22	97.85	98
100	95	98.0	99.3	+0.22	99.85	100
105	100	103.0	104.3	+0.22	104.8	105
110	105	108.0	109.3	+0.22	109.8	110
115	110	113.0	114.3	+0.22	114.8	115
120	115	118.0	119.3	+0.22	119.8	120
125	120	123.0	124.3	+0.25	124.8	125
130	125	128.0	129.3	+0.25	129.8	130
135	130	133.0	134.3	+0.25	134.8	135
140	135	138.0	139.3	+0.25	139.8	140
145	140	143.0	144.3	+0.25	144.8	145
150	145	148.0	149.3	+0.25	149.8	150
155	150	153.0	154.3	+0.25	154.8	155
160	155	158.0	159.3	+0.25	159.8	160
165	160	163.0	164.3	+0.25	164.8	165
170	165	168.0	169.3	+0.25	169.8	170
175	170	173.0	174.3	+0.25	174.8	175
180	175	178.0	179.3	+0.25	179.8	180
185	180	183.0	184.3	+0.29	184.8	185
190	185	188.0	189.3	+0.29	189.8	190
195	190	193.0	194.3	+0.29	194.8	195
200	194	197.0	199.3	+0.29	199.8	200
210	204	207.0	209.3	+0.29	209.8	210
220	214	217.0	219.3	+0.29	219.8	220
250	244	247.0	249.3	+0.29	249.8	250
280	274	277.0	279.3	+0.32	279.8	280
300	294	297.0	299.3	+0.32	299.8	300
320	314	317.0	319.3	+0.32	319.8	320
350	342	347.0	349.3	+0.32	349.8	350
380	372	377.0	379.2	+0.36	379.75	380
400	392	397.0	399.2	+0.36	399.75	400
420	412	417.0	419.2	+0.36	419.75	420
450	442	447.0	449.2	+0.36	449.75	450
480	472	477.0	479.2	+0.36	479.75	480
500	492	497.0	499.2	+0.36	499.75	500

注：1. 镗直径大于500mm的孔时，其工序间余量与直径500mm的孔的余量相同。

2. 如仅用一次铰孔时，则铰孔的加工余量为粗铰与精铰加工余量之和。

3. 如铸出的孔有很大加工余量时，则第一次粗铰可以分成两次或多次进行。

表2.3-11 磨孔余量

(mm)

孔 径	热处理状态	孔 的 长 度			
		≤50	>50~100	>100~200	>200~300
≤10	未淬硬 淬硬	0.2 0.2	—	—	—

(续)

孔 径	热处理状态	孔 的 长 度			
		≤50	>50~100	>100~200	>200~300
>10~18	未淬硬 淬硬	0.2 0.3	0.3 0.4	--	--
>18~30	未淬硬 淬硬	0.3 0.3	0.3 0.4	0.4 0.4	--
>30~50	未淬硬 淬硬	0.3 0.4	0.3 0.4	0.4 0.4	--
>50~80	未淬硬 淬硬	0.4 0.4	0.4 0.5	0.4 0.5	--
>80~120	未淬硬 淬硬	0.5 0.5	0.5 0.5	0.5 0.6	0.5 0.6
>120~180	未淬硬 淬硬	0.6 0.6	0.6 0.6	0.6 0.6	0.6 0.6
>180~260	未淬硬 淬硬	0.6 0.7	0.6 0.7	0.7 0.7	0.7 0.7

表2.3-12 用金刚石刀精镗孔加工余量

(mm)

孔基本尺寸	直 径 余 量								上 工 序 偏 差	
	轻合金		巴氏合金		青铜及铸铁		钢		镗孔前偏差(H10)	粗镗偏差(H8~H9)
	粗镗	精镗	粗镗	精镗	粗镗	精镗	粗镗	精镗		
≤30	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	+0.084	+0.033~+0.052
>30~50	0.3		0.4		0.3				+0.10	+0.039~+0.062
>50~80	0.4		0.5		+0.12				+0.046~+0.074	
>80~120	0.5		0.2	0.4	0.1	0.3	0.1	+0.14	+0.054~+0.087	
>120~180								+0.16	+0.063~+0.10	
>180~250	0.5		0.2	0.4	0.1	0.3	0.1	+0.185	+0.072~+0.115	
>250~315								+0.21	+0.081~+0.13	
>315~400								+0.23	+0.089~+0.14	

表2.3-13 珩磨孔加工余量

(mm)

孔基本尺寸	直 径 余 量						珩磨前偏差
	精 镗 后		半精镗后		磨 后		
	铸铁	钢	铸铁	钢	铸铁	钢	(H7)
≤50	0.09	0.06	0.09	0.07	0.08	0.05	+0.025
>50~80	0.10	0.07	0.10	0.08	0.09	0.05	+0.03
>80~120	0.11	0.08	0.11	0.09	0.10	0.06	+0.035
>120~180	0.12	0.09	0.12	--	0.11	0.07	+0.04
>180~260	0.12	0.09	--	--	0.12	0.08	+0.046

表2.3-14 研磨孔加工余量

(mm)

孔 基 本 尺 寸	铸 铁	钢
≤25	0.010~0.020	0.005~0.015
>25~125	0.020~0.100	0.010~0.040
>125~300	0.030~0.160	0.020~0.050
>300~500	0.120~0.200	0.040~0.060

注：经过精磨的零件，手工研磨余量为0.005~0.010mm。

表2.3-15 拉孔加工余量 (用于H7~H11级精度孔)

(mm)

孔基本尺寸	拉 孔 长 度			上工序偏差 (H11)
	16~25	25~45	45~120	
	直 径 余 量			
10~18	0.5	0.5	—	+0.11
>18~30	0.5	0.5	0.5	+0.13
>30~38	0.5	0.7	0.7	+0.16
>38~50	0.7	0.7	1.0	+0.16
>50~60	—	1.0	1.0	+0.19

表2.3-16 单刃钻后深孔加工余量

(mm)

孔基本尺寸	加工后经热处理						加工后不经热处理					
	钻 孔 深 度											
	≤1000	>1000 ~2000	>2000 ~3000	>3000 ~5000	>5000 ~7000	>7000 ~10000	≤1000	>1000 ~2000	>2000 ~3000	>3000 ~5000	>5000 ~7000	>7000 ~10000
	直 径 余 量											
>35~100	4	6	8	10	—	—	2	4	6	8	—	—
>100~180	4	6	8	10	12	14	2	4	6	8	10	12
>180~400	—	—	—	12	14	16	—	—	—	10	12	14

表2.3-17 刮孔加工余量

(mm)

孔基本尺寸	孔 长 度			
	≤100	>100~200	>200~300	>300
	直 径 余 量			
≤80	0.05	0.08	0.12	—
>80~180	0.10	0.15	0.20	0.30
>180~360	0.15	0.20	0.25	0.30
>360	0.20	0.25	0.30	0.35

注：1.刮孔前的加工精度为H7。

2.如两轴承相连，则刮孔前两轴承的公差均以大轴承的公差为准。

3.表中列举的刮孔加工余量，系根据正常加工条件而定的，当轴线有显著弯曲时，应将表中数值增大。

表2.3-18 多边形孔拉削余量

(mm)

孔内最大边长	余 量	预加工尺寸上偏差
10~18	0.8	+0.24
>18~30	1.0	+0.28
>30~50	1.2	+0.34
>50~80	1.5	+0.40
>80~120	1.8	+0.46

表2.3-19 花键孔拉削余量

(mm)

花 键 规 格		定 心 方 式	
键 数 $z$	外 径 $D$	外 径 定 心	内 径 定 心
6	35~42	0.4~0.5	0.7~0.8
6	45~50	0.5~0.6	0.8~0.9
6	55~90	0.6~0.7	0.9~1.0
10	30~42	0.4~0.5	0.7~0.8
10	45	0.5~0.6	0.8~0.9
16	38	0.4~0.5	0.7~0.8
16	50	0.5~0.6	0.8~0.9

表2.3-20 攻螺纹前钻孔用麻花钻直径 (摘自JB/Z228-85)

(mm)

(1) 粗牙普通螺纹

基本直径 $D$	螺 距 $P$	普 通 螺 纹				麻花钻直径 $d$
		内 螺 纹 小 径 $D_1$				
		5H max	6H max	7H max	5H、6H、7H min	
1.0	0.25	0.785	—	—	0.729	0.75
1.1		0.885			0.829	0.85
1.2		0.985			0.929	0.95
1.4	0.3	1.142	1.160	—	1.075	1.10
1.6	0.35	1.301	1.321		1.221	1.25
1.8		1.501	1.521		1.421	1.45
2.0	0.4	1.657	1.679	—	1.567	1.60
2.2	0.45	1.813	1.838		1.713	1.75
2.5		2.113	2.138		2.013	2.05
3.0	0.5	2.571	2.599	2.639	2.459	2.50
3.5	0.6	2.975	3.010	3.050	2.850	2.90
4.0	0.7	3.382	3.422	3.466	3.242	3.30
4.5	0.75	3.838	3.878	3.924	3.688	3.70
5.0	0.8	4.294	4.334	4.384	4.134	4.20
6.0	1	5.107	5.153	5.217	4.917	5.00
7.0	1	6.107	6.153	6.217	5.917	6.00
8.0	1.25	6.859	6.912	6.982	6.647	6.80
9.0		7.859	7.912	7.982	7.647	7.80
10.0	1.5	8.612	8.676	8.751	8.376	8.50
11.0		9.612	9.676	9.751	9.376	9.50
12.0	1.75	10.371	10.441	10.531	10.106	10.20

(续)

普通螺纹						麻花钻直径 $d$
基本直径 $D$	螺距 $P$	内螺纹小径 $D_1$				
		5H max	6H max	7H max	5H、6H、7H min	
14.0	2	12.135	12.210	12.310	11.835	12.00
16.0		14.135	14.210	14.310	13.835	14.00
18.0	2.5	15.649	15.744	15.854	15.294	15.50
20.0		17.649	17.744	17.854	17.294	17.50
22.0		19.649	19.744	19.854	19.294	19.50
24.0	3	21.152	21.252	21.382	20.752	21.00
27.0		24.152	24.252	24.382	23.752	24.00
30.0	3.5	26.661	26.771	26.921	26.211	26.50
33.0		29.661	29.771	29.921	29.211	29.50
36.0	4	32.145	32.270	32.420	31.670	32.00
39.0		35.145	35.270	35.420	34.670	35.00
42.0	4.5	37.659	37.799	37.979	37.129	37.50
45.0		40.659	40.799	40.979	40.129	40.50
48.0	5	43.147	43.297	43.487	42.587	43.00
52.0		47.147	47.297	47.487	46.587	47.00
56.0	5.5	50.646	50.796	50.996	50.046	50.50

## (2) 细牙普通螺纹

2.5	0.35	2.201	2.221	—	2.121	2.15
3.0		2.701	2.721		2.621	2.65
3.5		3.201	3.221		3.121	3.10
4.0	0.5	3.571	3.599	3.639	3.459	3.50
4.5		4.071	4.099	4.139	3.959	4.00
5.0		4.571	4.599	4.639	4.459	4.50
5.5		5.071	5.099	5.139	4.959	5.00
6.0	0.75	5.338	5.378	5.424	5.188	5.20
7.0		6.338	6.378	6.424	6.188	6.20
8.0		7.338	7.378	7.424	7.188	7.20
9.0		8.338	8.378	8.424	8.188	8.20
10.0		9.338	9.378	9.424	9.188	9.20
11.0		10.338	10.378	10.424	10.188	10.20

(续)

普通螺纹						麻花钻直径
基本直径 $D$	螺距 $P$	内螺纹小径 $D_1$				$d$
		5H max	6H max	7H max	5H、6H、7H min	
8.0	1	7.107	7.153	7.217	6.917	7.00
9.0		8.107	8.153	8.217	7.917	8.00
10.0		9.107	9.153	9.217	8.917	9.00
11.0		10.107	10.153	10.217	9.917	10.00
12.0		11.107	11.153	11.217	10.917	11.00
14.0		13.107	13.153	13.217	12.917	13.00
15.0		14.107	14.153	14.217	13.917	14.00
16.0		15.107	15.143	15.217	14.917	15.00
17.0		16.107	16.153	16.217	15.917	16.00
18.0		17.107	17.153	17.217	16.917	17.00
20.0		19.107	19.153	19.217	18.917	19.00
22.0		21.107	21.153	21.217	20.917	21.00
24.0		23.107	23.153	23.217	22.917	23.00
25.0		24.107	24.153	24.217	23.917	24.00
27.0		26.107	26.153	26.217	25.917	26.00
28.0		27.107	27.153	27.217	26.917	27.00
30.0		29.107	29.153	29.217	28.917	29.00
10.0	1.25	8.859	8.912	8.982	8.647	8.80
12.0		10.859	10.912	10.982	10.647	10.80
14.0		12.859	12.912	12.982	12.647	12.80
12.0	1.6	10.612	10.676	10.751	10.376	10.50
14.0		12.612	12.676	12.751	12.376	12.50
15.0		13.612	13.676	13.751	13.376	13.50
16.0		14.612	14.676	14.751	14.376	14.50
17.0		15.612	15.676	15.751	15.376	15.50
18.0		16.612	16.676	16.751	16.376	16.50
20.0		18.612	18.676	18.751	18.376	18.50
22.0		20.612	20.676	20.751	20.376	20.50
24.0		22.612	22.676	22.751	22.376	22.50
25.0		23.612	23.676	23.751	23.376	23.50
26.0		24.612	24.676	24.751	24.376	24.50
27.0	25.612	25.676	25.751	25.376	25.50	

(续)

基本直径 $D$	螺 距 $P$	普 通 螺 纹				麻花钻直径 $d$
		内 螺 纹 小 径 $D_1$				
		5 H max	6 H max	7 H max	5 H、6 H、7 H min	
28.0	1.5	26.612	26.676	26.751	26.376	26.50
30.0		28.612	28.676	28.751	28.376	28.50
32.0		30.612	30.676	30.751	30.376	30.50
33.0		31.612	31.676	31.751	31.376	31.50
35.0		33.612	33.676	33.751	33.376	33.50
36.0		34.612	34.676	34.751	34.376	34.50
38.0		36.612	36.676	36.751	36.376	36.50
39.0		37.612	37.676	37.751	37.376	37.50
40.0		38.612	38.676	38.751	38.376	38.50
42.0		40.612	40.676	40.751	40.376	40.50
45.0		43.612	43.676	43.751	43.376	43.50
48.0		46.612	46.676	46.751	46.376	46.50
50.0		48.612	48.676	48.751	48.376	48.50
52.0		50.612	50.676	50.751	50.376	50.50
18.0		2	16.135	16.210	16.310	15.835
20.0	18.135		18.210	18.310	17.835	18.00
22.0	20.135		20.210	20.310	19.835	20.00
24.0	22.135		22.210	22.310	21.835	22.00
25.0	23.135		23.210	23.310	22.835	23.00
27.0	25.135		25.210	25.310	24.835	25.00
28.0	26.135		26.210	26.310	25.835	26.00
30.0	28.135		28.210	28.310	27.835	28.00
32.0	30.135		30.210	30.310	29.835	30.00
33.0	31.135		31.210	31.310	30.835	31.00
36.0	34.135		34.210	34.310	33.835	34.00
39.0	37.135		37.210	37.310	36.835	37.00
40.0	38.135		38.210	38.310	37.835	38.00
42.0	40.135		40.210	40.310	39.835	40.00
45.0	43.135		43.210	43.310	42.835	43.00
48.0	46.135	46.210	46.310	45.835	46.00	
50.0	48.135	48.210	48.310	47.835	48.00	
52.0	50.135	50.210	50.310	49.835	50.00	



(续)

普通螺 纹						麻花钻直径 $d$
基本直径 $D$	螺 距 $P$	内 螺 纹 小 径 $D_1$				
		5 H max	6 H max	7 H max	5 H、6 H、7 H min	
30.0	3	27.152	27.252	27.382	26.752	27.00
33.0		30.152	30.252	30.382	29.752	30.00
36.0		33.152	33.252	33.382	32.752	33.00
39.0		36.152	36.252	36.382	35.752	36.00
40.0		37.152	37.252	37.382	36.752	37.00
42.0		39.152	39.252	39.382	38.752	39.00
45.0		42.152	42.252	42.382	41.752	42.00
48.0		45.152	45.252	45.382	44.752	45.00
50.0		47.152	47.252	47.382	46.752	47.00
52.0		49.152	49.252	49.382	48.752	49.00
42.0	4	38.145	38.270	38.420	37.670	38.00
45.0		41.145	41.270	41.420	40.670	41.00
48.0		44.145	44.270	44.420	43.670	44.00
52.0		48.145	48.270	48.420	47.670	48.00

注：本表所列麻花钻直径适用于一般生产条件下的钻孔。随生产条件的不同，可按实际需要选择麻花钻标准系列中相近的尺寸。在螺纹孔小径公差范围内，尽可能选用较大尺寸的麻花钻，以减轻攻螺纹工序的负荷，提高丝锥耐用度。

### 3.3 平面加工余量

表2.3-21 平面加工余量

(mm)

加 工 工 序	加工长度	加 工 宽 度		
		$\leq 100$	$> 100 \sim 300$	$> 300 \sim 1000$
粗加工后 精刨或精铣	$\leq 300$	1.0	1.5	2.0
	$> 300 \sim 1000$	1.5	2.0	2.5
	$> 1000 \sim 2000$	2.0	2.5	3.0
精铣或精刨后 磨削	$\leq 300$	0.2~0.3	0.25~0.4	—
	$> 300 \sim 1000$	0.25~0.4	0.3~0.5	0.4~0.6
	$> 1000 \sim 2000$	0.3~0.5	0.4~0.6	0.4~0.7
刮研	$\leq 300$	0.15	0.15	0.20
	$> 300 \sim 1000$	0.20	0.20	0.25
	$> 1000 \sim 2000$	0.25	0.25	0.30

表2.3-22 凹槽加工余量及偏差

(mm)

凹 槽 尺 寸			宽 度 余 量		宽 度 偏 差	
长	深	宽	粗铣后半精铣	半精铣后磨	粗铣(IT12~IT13)	半精铣(IT11)
≤80	≤60	>3~6	1.5	0.5	+0.12~+0.18	+0.075
		>6~10	2.0	0.7	+0.15~+0.22	+0.09
		>10~18	3.0	1.0	+0.18~+0.27	+0.11
		>18~30	3.0	1.0	+0.21~+0.33	+0.13
		>30~50	3.0	1.0	+0.25~+0.39	+0.16
		>50~80	4.0	1.0	+0.30~+0.46	+0.19
		>80~120	4.0	1.0	+0.35~+0.54	+0.22

注：1.半精铣后磨凹槽的加工余量，适用于半精铣后经热处理和未经热处理的零件。

2.宽度余量指双面余量（即每面余量是表中所列数值的二分之一）。

表2.3-23 研磨平面加工余量

(mm)

平 面 长 度	平 面 宽 度		
	≤25	>25~75	>75~150
≤25	0.005~0.007	0.007~0.010	0.010~0.014
>25~75	0.007~0.010	0.010~0.014	0.014~0.020
>75~150	0.010~0.014	0.014~0.020	0.020~0.024
>150~250	0.014~0.018	0.020~0.024	0.024~0.030

注：经过研磨的零件，手工研磨余量，每面0.003~0.005mm；机械研磨余量，每面0.005~0.010mm。

表2.3-24 外表面拉削余量

(mm)

工 件 状 态	单 面 余 量	
小件	铸 造	4~5
	模锻或精密铸造	2~3
	经预先加工	0.3~0.4
中件	铸 造	5~7
	模锻或精密铸造	3~4
	经预先加工	0.5~0.6

### 3.4 齿轮、蜗轮、花键精加工余量

表2.3-25 齿轮精加工余量

(mm)

模 数	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
精滚齿或精插齿	0.6	0.75	0.9	1.05	1.2	1.35	1.5	1.7	1.9	2.1	2.2
磨 齿	0.15	0.2	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35	0.38	0.4	0.45	0.5
剃 齿	≤50	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12					
	>50~100	0.09	0.10	0.11	0.12	0.14					
	>100~200	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16					

注：1.本表为双面余量。

2.D为齿轮直径。

表2.3-26 蜗杆和蜗轮的精加工余量

(mm)

模数	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
蜗 粗铣后精车	0.7~0.8	1.0~1.2	1.2~1.4	1.2~1.4	1.4~1.6	1.4~1.6	1.6~1.8	1.6~1.8	1.6~1.8	1.8~2.0	1.8~2.0
杆 淬火后磨削	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5	0.4~0.5	0.5~0.6	0.5~0.6	0.6~0.7	0.6~0.7	0.6~0.7	0.7~0.8	0.7~0.8
蜗 轮	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	3.0

表2.3-27 花键精加工余量

(mm)

精 铣					磨 削				
花键轴的 大 径	花 键 长 度				花键轴的 大 径	花 键 长 度			
	≤100	>100~200	>200~350	>350~500		≤100	>100~200	>200~350	>350~500
10~18	0.4~0.6	0.5~0.7	—	—	10~18	0.1~0.2	0.2~0.3	—	—
>18~30	0.5~0.7	0.6~0.8	0.7~0.9	—	>18~30	0.1~0.2	0.2~0.3	0.2~0.4	—
>30~50	0.6~0.8	0.7~0.9	0.8~1.0	—	>30~50	0.2~0.3	0.2~0.4	0.3~0.5	—
>50	0.7~0.9	0.8~1.0	0.9~1.2	1.2~1.5	>50	0.2~0.4	0.3~0.5	0.3~0.5	0.4~0.6

表2.3-28 切除渗碳层余量

(mm)

渗碳层深度	0.4~0.6	>0.6~0.8	>0.8~1.1	>1.1~1.4	>1.4~1.8
直径余量	1.5~1.7	2~2.2	2.5~3.0	3.2~4.0	4.0~4.5
端面、平面单面余量	1.0~1.2	1.2~1.5	1.5~2.0	2.0~2.3	2.3~2.7

# 第3章 金属切削刀具与磨具

## 1 金属切削刀具

在机械加工中常用的金属切削工具有车刀、中心钻、麻花钻、扩孔钻、铰刀、拉刀、丝锥、铣刀和齿轮、花键刀具等。在生产中，除大批大量生产和加工特殊形状零件有时采用高效专用刀具、组合刀具和特殊刀具外，一般均采用标准刀具。恰当合理地选用标准刀具是保证加工质量，提高生产效率的一个重要问题。

### 1.1 车刀

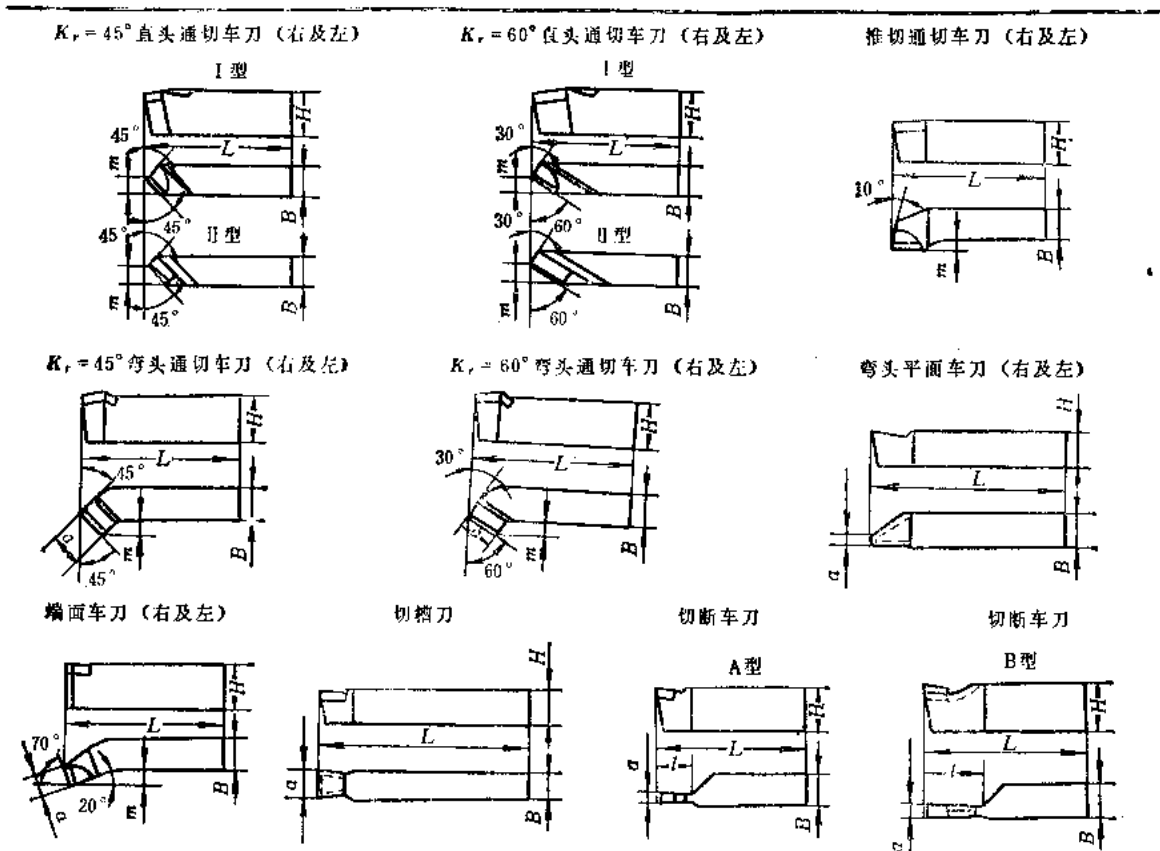
#### 1.1.1 普通车刀

普通车刀的类型及尺寸见表3.1-1。

#### 1.1.2 硬质合金可转位车刀



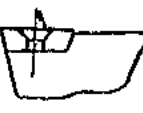











表3.1-1 普通车刀及其尺寸

(mm)



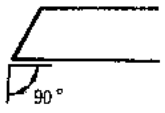
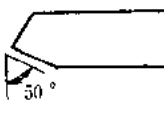
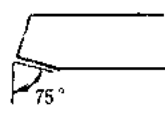
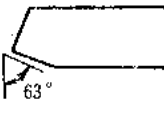

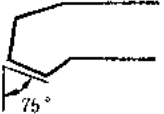
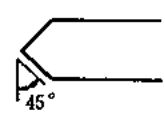
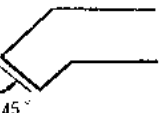
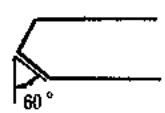
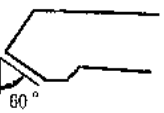
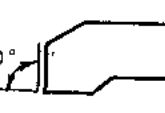
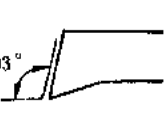
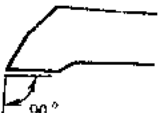
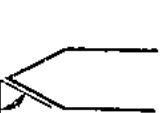
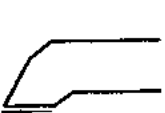
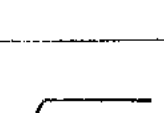
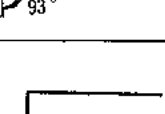
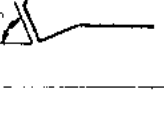
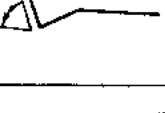
刀杆	B	10	12	16	20	25	30	40					
截面	H	16	20	16	25	20	30	25	40	30	45	40	60
长	L	100	125	125	125~200	125	150	150~250	150~300	150~300	150~400	200	400
		125	150	150		150	200					300	500

表3.1-2 可转位车刀型号表示规则 (GB5343.1—85)

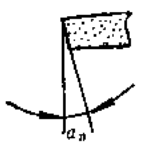
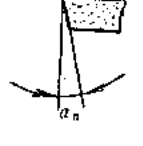
1. 刀片夹紧方式					
代号	车刀刀片夹紧方式		代号	车刀刀片夹紧方式	
C		装无孔刀片, 利用压板从刀片上方将刀片夹紧。如压板式	P		装圆孔刀片, 利用刀片孔将刀片夹紧。如机杆式、偏心式、拉垫式等
M		装圆孔刀片, 从刀片上方并利用刀片孔将刀片夹紧。如楔钩式	S		装沉孔刀片, 螺钉直接穿过刀片孔将刀片夹紧。如压孔式
2. 刀片形状					
代号	刀片形状		代号	刀片形状	
T		正三角形	V		35°菱形
W		凸三角形	D		55°菱形
F		偏8°三角形	E		75°菱形
S		正方形	C		80°菱形
P		五边形	M		86°菱形
H		六边形	K		55°平行四边形
O		八边形	B		82°平行四边形
L		矩形	A	85°平行四边形	
R		圆形			

(续)

3. 车刀头部形式

代号	车刀头部形式		代号	车刀头部形式	
A		90°直头外圆车刀	M		50°直头外圆车刀
B		75°直头外圆车刀	N		63°直头外圆车刀
C		90°直头端面车刀	R		75°偏头外圆车刀
D		45°直头外圆车刀	S		45°偏头外圆车刀
E		60°直头外圆车刀	T		60°偏头外圆车刀
F		90°偏头端面车刀	U		93°偏头端面车刀
G		90°偏头外圆车刀	V		72.5°直头外圆车刀
J		93°偏头外圆(仿形)车刀	W		60°偏头端面车刀
K		75°偏头端面车刀	Y		85°偏头端面车刀
L		95°偏头外圆(端面)车刀	注: D型和S型车刀也可以安装圆型(R型)刀片		

## 4. 刀片法后角大小

代号	刀片法后角		代号	刀片法后角		注
A		3°	F		25°	
B		6°	G		30°	
C		7°	N		0°	
D		15°	P		11°	
E		20°	O		其余的后角, 需专门说明	

## 5. 车刀切削方向

R, 右切车刀; L, 左切车刀; N, 左、右切通用车刀

## 6. 车刀刀尖高度

以车刀刀尖高度的数值为代号。例如, 刀尖高度为25mm的车刀, 则第六位代号为25

## 7. 车刀刀杆宽度

以车刀刀杆宽度的数值为代号。例如, 刀杆宽度为20mm的车刀, 则第七位代号为20。如果宽度的数值不足两位数字时, 则在该数前加“0”, 例如, 刀杆宽度为8mm, 则第七位代号为08

## 8. 车刀长度

1) 对于车刀长度符合GB5343.2—85规定的, 其第八位代号以符号“-”表示

2) 对于车刀长度不符合GB5343.2—85规定, 而该车刀的其他尺寸又都符合上述标准时, 其第八位代号按下列规定

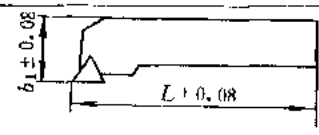
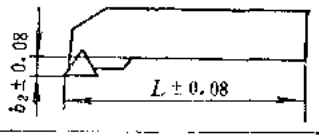
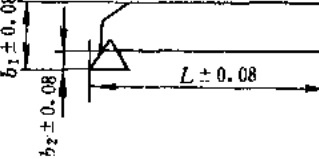
代号	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
车刀长度	32	40	50	60	70	80	90	100	110	125	140	150
代号	N	P	Q	R	S	T	U	V	W	X		Y
车刀长度	160	170	180	200	250	300	350	400	450	特殊尺寸		500

## 9. 刀片边长

选取舍去小数部分的刀片切削刃长度或理论边长值作为第九位代号。例如, 切削刃度长为16.5mm则第九位代号为16。如舍去小数部分后只剩下一位数字, 则必须在该数字前加“0”, 例如, 切削刃长度为9.525mm, 则第九位代号为09

(续)

10. 不同测量基准的精密级车刀

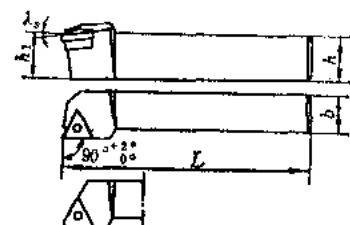
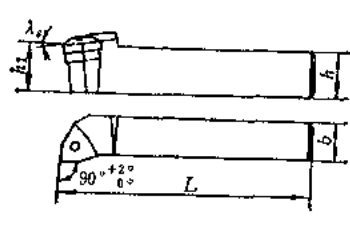
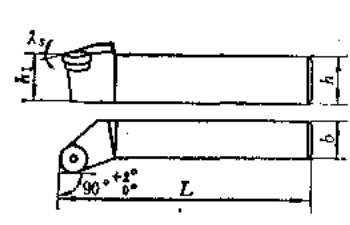
代 号	简 图	测 量 基 准 面
Q		外侧面和后端面
P		内侧面和后端面
B		内、外侧面和后端面

车刀型号示例:

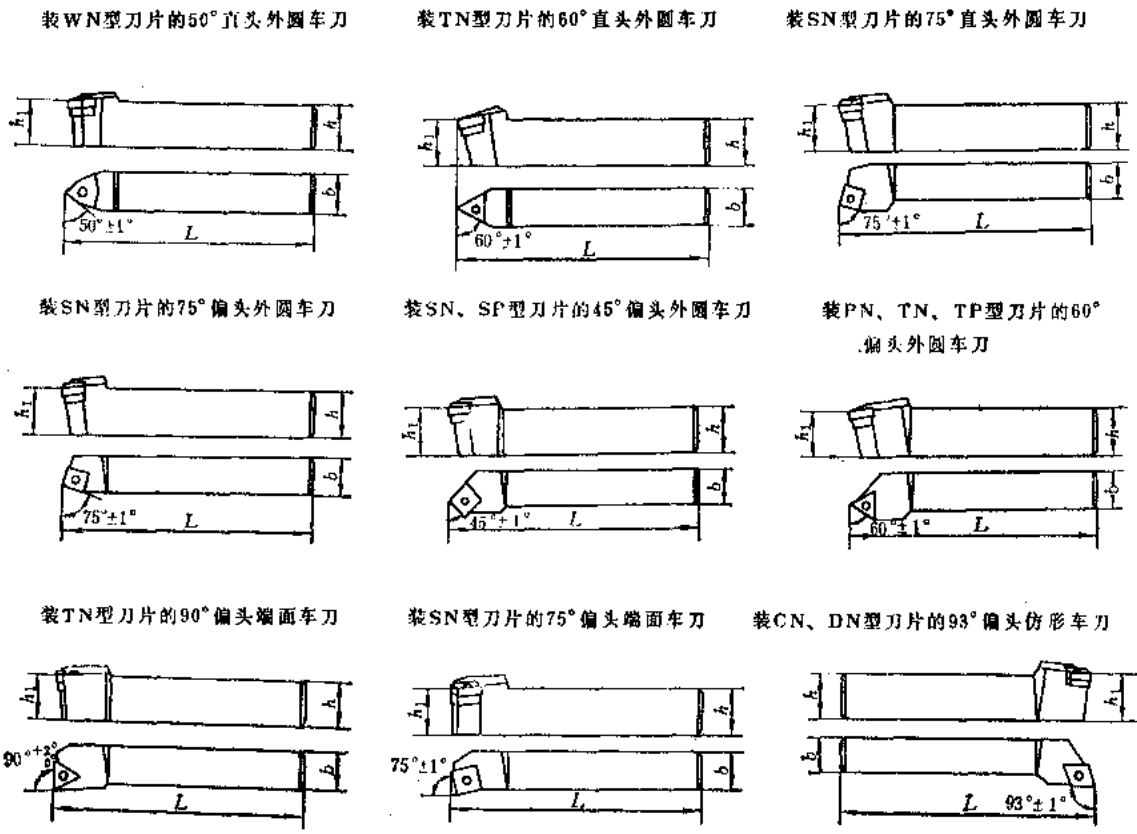
	P	T	G	N	R	20	20	-	16	Q
1. 车刀刀片夹紧方式为利用刀片孔将刀片夹紧										
2. 车刀刀片形状为正三角形刀片										
3. 车刀头部形式为G型(90°偏头外圆车刀)										
4. 车刀刀片法后角为0°										
5. 车刀切削方向为右切										
6. 车刀刀尖高度为20mm										
7. 车刀刀杆宽度为20mm										
8. 车刀长度为标准长度(L = 125mm)										
9. 车刀刀片边长为16.5mm										
10. 表示以车刀的外侧面和后端面为测量基准的精密车刀										

注: 等效ISO6608—1980。

表3.1-3 可转位车刀型式尺寸(GB5343.2—85)

装TN、FN、TP型刀片的90°偏头外圆车刀	装WN型刀片的90°偏头外圆车刀	装RN型刀片的90°偏头外圆车刀
		





主要尺寸

(mm)

$h, h_1$	16	20	25	32	40	50
$b$	16	20	20	25	32	40
$L$	100	125	150	170	200	250

注:  $h, h_1$ 基本尺寸相同, 只是偏差不一样。

## 1.2 孔加工刀具

### 1.2.1 中心钻

中心钻用于加工各种型的中心孔。根据 GB6078—85, 中心钻有三种类型: A型不带护锥的中心钻、B型带护锥的中心钻、R型弧形中心钻。

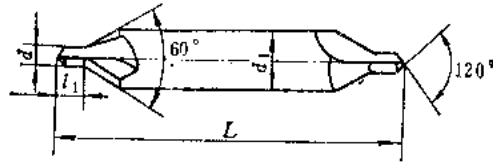
### 1.2.2 麻花钻头

麻花钻头用于加工  $\phi 0.1 \sim \phi 80\text{mm}$  的孔, 精度可达 IT11~IT13, 加工表面粗糙度参数值为  $R.6.3 \sim R.50\mu\text{m}$ 。

标准钻头有如下型式: 直柄小麻花钻(GB6134—85)、粗直柄小麻花钻(GB6135—85)、直柄短麻花钻(GB1435—85)、直柄麻花钻(GB1436—85)、直柄长麻花钻(GB1437—85)、锥柄麻花钻(GB1438—85)、锥柄长麻花钻(GB1439—85)、锥柄加长麻花钻(GB1440—85)、粗

表3.1-4 A型不带护锥的中心钻 (GB6078-85)

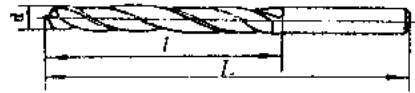
(mm)



d	d <sub>1</sub>	l	l <sub>1</sub>		d	d <sub>1</sub>	l	l <sub>1</sub>	
			max	min				max	min
1	3.15	31.5	1.5	1.1	3.75	8	50	4.9	3.9
1.6	4	35.6	2.8	2	4	10	56	6.2	5
2	5	40	3.3	2.6	6.3	16	71	9.2	8
2.5	6.3	45	4.1	3.1	10	25	100	14.2	12.8

表3.1-5 直柄麻花钻 (GB1436-85)

(mm)



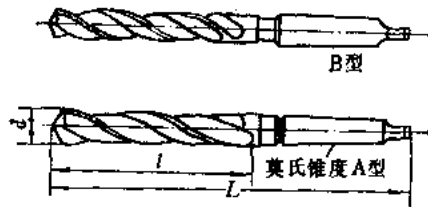
d	l	l <sub>1</sub>	d	l	l <sub>1</sub>	d	l	l <sub>1</sub>	d	l	l <sub>1</sub>
2	49	24	(3.6)	70	39	(6.1)	101	63	(8.6)	125	81
2.05			(3.7)			(8.7)					
2.1			3.8			8.8					
(2.15)	53	27	(3.9)	75	43	(6.4)	109	69	8.9	133	87
2.2			4			9					
(2.25)			(4.1)			(9.1)					
2.3			4.2			(9.2)					
2.35			(4.3)			(9.3)					
2.4	57	30	(4.4)	80	47	(6.9)	109	69	(9.4)	142	94
(2.45)			4.5			9.5					
2.5			(4.6)			(9.6)					
(2.55)			(4.7)			(9.7)					
2.6			4.8			(9.9)					
(2.65)			(4.9)			10					
2.7	61	33	5	86	52	7.5	117	75	(10.1)	142	94
(2.75)			5.1			10.2					
2.8			5.2			(10.3)					
2.85			(5.3)			(10.4)					
2.9			(5.4)			10.5					
(2.95)			5.5			(10.6)					
3			(5.6)			10.7					
(3.1)	(5.7)	10.8									
3.2	65	36	5.8	93	57	(8.1)	117	75	(10.9)	142	94
3.3			(5.9)			11					
(3.4)			6			(11.1)					
3.5			79			39			11.2		

(续)

d	l	l <sub>1</sub>	d	l	l <sub>1</sub>	d	l	l <sub>1</sub>	d	l	l <sub>1</sub>
(11.3)	142	94	(12.6)	151	101	14	169	114	(17.25)	191	130
(11.4)			12.7			(14.25)			17.5		
11.5			12.8			14.5			(17.75)		
(11.6)			(12.9)			15			18		
(11.7)			13			(15.25)			(18.25)		
11.8			(13.1)			15.5			18.5		
(11.9)	151	101	(13.2)	160	108	(15.75)	178	120	(18.75)	198	135
12			(13.3)			16			19		
(12.1)			(13.4)			(16.25)			(19.25)		
(12.2)			13.5			16.5			19.5		
(12.3)			(13.6)			(16.75)			(19.75)		
(12.4)			(13.7)			17			20		
12.5	(13.8)										
			(13.9)								

注：( ) 内的尺寸系第二系列。

表3.1-6 锥柄麻花钻 (GB1438—85) 硬质合金锥柄麻花钻 (GB10946—89)



d	l	l <sub>1</sub>	莫氏圆锥	d	l	l <sub>1</sub>	莫氏圆锥	d	l	l <sub>1</sub>	莫氏圆锥
3	114	33	1号	7.2	150	69	1号	11.8	175	94	1号
3.2	117	36		7.5				12			
3.5	120	39		7.8				(12.2)			
3.8	124	43	1号	8	156	75	1号	12.5	182	101	1号
4				8.2				12.8			
4.2				8.5				(13.2)			
4.5	128	47	1号	8.8	162	81	1号	13.5	189	108	1号
4.8	133	52		9				13.8			
5				9.2				14			
5.2			9.5	(14.25)							
5.5	138	57	1号	9.8	168	87	1号	14.5	212	114	2号
5.8				10				(14.75)			
6				10.2				15			
6.2	144	63	1号	10.5	175	94	1号	(15.25)	218	120	2号
6.5				10.8				(15.4)			
6.8				11				15.5			
7	150	69	1号	11.2							
				11.5							

(续)

$d$	$l$	$l_1$	莫氏圆锥	$d$	$l$	$l_1$	莫氏圆锥	$d$	$l$	$l_1$	莫氏圆锥
(15.75) 16	218	120	2号	(25.75) 26 (26.25) 26.5	286 (291)	165	3号	41.5 42 42.5	354	205	4号
(16.25) 16.5 (16.75) 17	223	125	2号	(26.75) 27 (27.25) 27.5 (27.75) 28	291 (319)	170	3号	43 43.5 44 44.5 45	359	210	4号
(17.25) (17.4) 17.5 (17.75) 18	228	130	2号	(28.25) 28.5 (28.75) 29 (29.25) 29.5 (29.75) 30	296 (324)	175	3号	45.5 46 46.5 47 47.5	364	215	4号
(18.25) 18.5 (18.75) 19	233 (256)	135	2号	(30.25) 30.5 (30.75) 31 (31.25) 31.5 (31.75) 32 32.5 33 33.5	301 306	180 185	3号 3号	48 48.5 49 49.5 50	369	220	4号
(19.25) (19.4) 19.5 (19.75) 20	238 (261)	140	2号	34 34.5 35 35.5	306 334	185 185	3号 4号	50.5 51 52 (53)	374	225	4号
(20.25) 20.5 20.75 21	243 (266)	145	2号	36 36.5 37 37.5	339 344	190 195	4号 4号	54 55 56 (57)	412	225	5号
(21.25) 21.5 (21.75) 22 (22.25)	248 (271)	150	2号	38 38.5 39 39.5 40	339 349	190 200	4号 4号	58 (59) 60 (61) 62 63	417	230	5号
22.5 (22.75) 23	253 (276)	155	2号	36 36.5 37 37.5	344 349	195 200	4号 4号	64 65 (66) (67)	422	235	5号
(23.25) 23.5	276	155	3号	38 38.5 39 39.5 40	349 354	200 205	4号 4号	68 (69) 70 (71) 72 (73) (74) 75	427	240	5号
(23.75) 24 24.25 24.5 24.75 25	281	160	3号	40.5 41	354	205	4号		432	245	5号
(25.25) 25.5	286 (291)	165	3号						437	250	5号

(续)

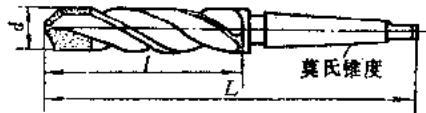
$d$	$l$	$l_1$	莫氏圆锥	$d$	$l$	$l_1$	莫氏圆锥	$d$	$l$	$l_1$	莫氏圆锥
(76)	447	260	5号	(86)				(94)	529	275	6号
(77)				(87)				(95)			
78	514	260	6号	(88)	524	270	6号	(96)			
(79)				(89)				(97)			
80				(90)				(98)	534	280	6号
(81)				(91)				(99)			
(82)				(92)	529	275	6号	(100)			
(83)	519	265	6号	(93)							
(84)											
(85)											

注: ( ) 内的数字为第二系列。

硬合金钻头  $d = 10 \sim 30\text{mm}$ , 其中 ( ) 内尺寸没有, 长度  $l$  为 ( ) 内尺寸, 其余尺寸相同

表3.1-7 镶硬质合金刀片钻头

(mm)



$d$	$L$		$l$		莫氏锥度	$d$	$L$		$l$		莫氏锥度
	长	短	长	短			长	短	长	短	
6~6.9	160	120	78	35	1号	19~19.6	265	220	145	95	3号
7~7.9	165	125	83	40		20~20.8	270	225	150	100	
8~8.9	170	130	88	45		21~21.9	275	225	155	100	
9.1~9.7	175	135	93	50		22~22.6	280	230	160	105	
10~10.8	180	140	98	55		23~23.5	285	230	165	105	
11~11.8	185	145	103	60		23.6~24.8	290	235	170	108	
12~12.8	205	165	110	63	2号	25~25.6	295	235	175	112	4号
13~13.8	210	170	115	68		26~26.7	300	240	180	112	
14~14.8	215	175	120	71		27	305	245	185	112	
15~15.8	220	180	125	76		27.6~27.9	335	260	195	112	
16~16.8	225	185	130	80		28~28.3	340	265	190	118	
17~17.8	230	190	135	85		29~29.6	345	265	195	118	
18~18.8	235	195	140	90	30	350	270	200	122		

锥柄麻花钻(GB1441—85)、直柄超长麻花钻(GB6136—85)、锥柄超长麻花钻(GB6137—85)、攻螺纹前钻孔用直柄阶梯麻花钻(GB6138—85)、攻螺纹前钻孔用锥柄阶梯麻花钻(GB6139—85)等。

### 1.2.3 扩孔钻、铤钻

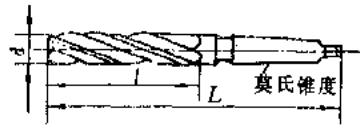
扩孔钻用于扩大已有孔径, 公差等级 IT10~IT11, 加工表面粗糙度  $R_{a} 6.3 \sim 3.2\mu\text{m}$ 。

标准扩孔钻有下列型式: 直柄扩孔钻(GB4256—84)、锥柄扩孔钻(GB1141—84)、套式扩孔钻(GB1142—84)等。

铤钻用于加工圆柱形沉头孔、锥形沉头孔以及工件上凸起的孔、端面。

标准铤钻有下列型式:  $60^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $120^\circ$  直柄锥面铤钻(GB4258—84)、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $120^\circ$  锥柄锥面铤钻(GB1148—84)、带导柱直柄平底铤钻(GB4260—84)、带可换导柱锥柄平底铤钻(GB4261—84)、带导柱直柄  $90^\circ$  锥面铤钻(GB4263—84)、带可换导柱锥柄  $90^\circ$  锥面铤钻(GB4264—84)等。

表3.1-8 锥柄扩孔钻 (GB1141—84)

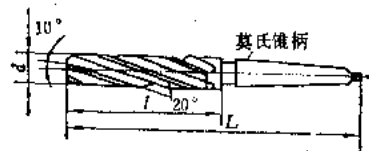


d		L	l	莫氏锥度	d		L	l	莫氏锥度	d		L	l	莫氏锥度			
推荐值	分级范围				推荐值	分级范围				推荐值	分级范围						
7.8 8	7.5~8.5	156	75	1号	19.7 20	19~20	238	140	2号	32 33.6	31.75 ~33.5	334	190				
8.8 9	8.5~9.5	162	81		20.7 21	20~21.2	243	145		34 34.6	33.5~ 35.5	339					
9.8 10	9.5~10	168	87		21.7 22	21.2~ 22.4	248	150		35 35.6	35.5~ 37.5	344			195		
10.75 11	10.6~ 11.8				175	94	22.7 23	22.4~ 23.02		253						155	36 37.6
11.75						23.02 ~23.6	276	38 39.6		37.5~40	349	200					
12 12.75 13	11.8~ 13.2	182	101		23.7 24	23.6~25	281	160		40 42	40~42.5	354			205		
13.76 14	13.2~14	189	108		24.7 25					25.7 26						286	165
14.75 15	14~15	212	114		2号	27.7 28	30.5~28	291		170	3号	14 15			42.5~45	364	215
15.75 16	15~16	218	120			29.7 30	28~30	296		175		14.6 15			45~47.5		
16.75 17	16~17	223	125			31.6	31.5~ 31.75	306		185		17.6 18			47.5~50		
17.75 18	17~18	228	130						19.6 20								

注：直径d“推荐值”系常备的扩孔钻规格，有特殊需要时也可供应“分级范围”内任一直径的扩孔钻。

表3.1-9 硬质合金锥柄扩孔钻

(mm)

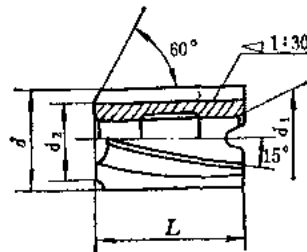


(续)

d	L	l	莫氏锥度	刀片型号	d	L	l	莫氏锥度	刀片型号	d	L	l	莫氏锥度	刀片型号
14	190	100	2号	E 401	21	240	130	3号	E 403	28	290	155	4	E 405
15					22					30	300	160		
16	200	110			23	250	140			32	310	170		
17					24					34	320	180		
18	210	120	2号	E 403	25	260	150	E 405	35	330	190	E 407		
19					26				36	340	200			
20	230	120			27	37	345		205					
						38	350		210					

表3.1-10 套式扩孔钻 (GB1142-84)

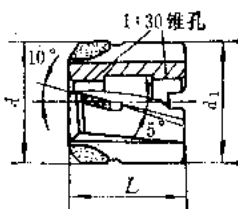
(mm)



d			L	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub> 最小	d			L	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub> 最小	d			L	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub> 最小
推荐值	大于	至				推荐值	大于	至				推荐值	大于	至			
25			45	13	20	38			50	16	32	60			63	22	51
26					21	39					33	62	53.0	63.0			53
27					22	40	35.5	45.0			34	65					54
28					23	42					36	70	63.0	75.0			59
29					24	44					38	72					61
30	23.6	35.5			25	45					39	75					64
31					26	46					38	80					67
32					27	47					39	85	75.0	90			72
32					28	48	45.0	53.0			40	90					77
34					29	50					42	95					80
35			30	52			44				85						
36	35.5	45.0	30	55	53.0	63.0	46	100	90.0	100		90	40				
37			31	58			49										

表3.1-11 硬质合金套式扩孔钻

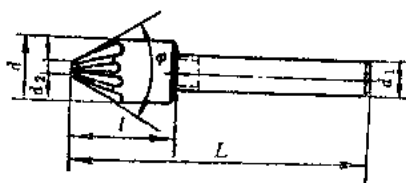
(mm)



$d$	$L$	$d_2$	刀片型号	$d$	$L$	$d_1$	刀片型号	$d$	$L$	$d_1$	刀片型号
40	45	16	E 405	50	55	22	E 407	60	60	27	E 407
42				52				65			
45				55				70			
48	50	19		58	60	27		65	65	32	E 409
								75			
								80			

表3.1-12 60°、90°、120°直柄锥面铰钻 (GB4258—84)

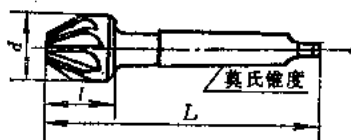
(mm)



$d$	$d_1$	$l$		$l$		$d_2$	齿数	$d$	$d_1$	$L$		$l$		$d_2$	齿数
		$\varphi = 60^\circ$	$\varphi = 90^\circ$ 120°	$\varphi = 60^\circ$	$\varphi = 90^\circ$ 120°					$\varphi = 60^\circ$	$\varphi = 90^\circ$ 120°	$\varphi = 60^\circ$	$\varphi = 90^\circ$ 120°		
8	8	48	44	16	12	1.6	4	16	10	60	56	24	20	3.2	6
10		50	46	18	14	2		20		64	60	28	24	4	
12.5		52	48	20	16	2.5		25		69	65	33	29	7	

表3.1-13 60°、90°、120°锥柄锥面铰钻 (GB1143—84)

(mm)



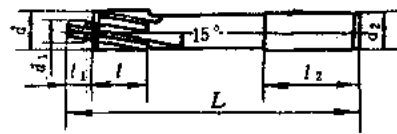


(续)

d	L		l		莫氏锥度	齿数
	$\varphi = 60^\circ$	$\varphi = 90^\circ, 120^\circ$	$\varphi = 60^\circ$	$\varphi = 90^\circ, 120^\circ$		
16	97	93	24	20	1	6
20	120	116	28	24	2	6
25	125	121	33	29	2	6
31.5	132	124	40	32	2	8
40	160	150	45	35	3	8
50	165	153	50	38	3	10
63	200	185	58	43	4	10
80	215	196	73	54	4	12

表3.1-14 带导柱直柄平底铰钻 (GB4260—84)

(mm)



d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	L	l	适用螺栓 或螺钉规格	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	齿数	d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	L	l	适用螺栓 或螺钉规格	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	齿数												
2.6	1.2	d <sub>2</sub> = d	46	7	M1	1.2	—	2	10	3.4	8	80	18	M3	3.4	35.5	2												
2.8	1.4				M1.2	1.4								M5	5.5														
3.2	1.6				M1.4	1.6								M4	4.5														
3.6	1.8				M1.8	1.8								M5	5.5														
4.5	2.4				M2	2.4								M6	6.5														
5	1.8	56	10	M1.6	1.8	—	2	15	9.0	8	8	100	22	M8	9.0	40.0	4												
	2.9			M2.5	2.9									M10	11.0														
6	2.4	71	14	M2	2.4	31.5	2	18	11.0	12.5	100	22	22	M10	11.0	40.0	4												
	3.4			M3	3.4									M8	9.0														
7.5	2.9	5	—	—	M2.5	2.9	—	2	20	9.0	—	—	—	—	—	—	—												
8.5	3.4				M3	3.4												35.5	20	11.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4.5				M4	4.5																							

1.2.4 铰刀

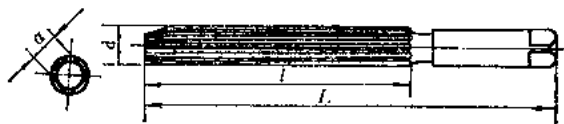
用于中、小孔的半精加工或精加工，公差等级 IT6~IT8，加工表面粗糙度参数值 R<sub>a</sub> 1.6~0.4μm。

常用标准铰刀有如下几种：手用铰刀(GB1131—84)、直柄机用铰刀(GE1132—84)、锥柄机用铰刀(GB1133—84)、锥柄长刃机用铰刀(GB4243—84)，带刃倾角直柄机用铰刀(GB 4244—84)、带刃倾角锥柄机用铰刀(GB1134—84)、套式机用铰刀(GB11354—81)、硬质合金直柄机用铰刀(GB4251—84)、硬质合金锥柄机用铰刀(GB4252—84)，手用1:50锥度销子铰刀(GB1136—84)，手用长刃1:50锥度销子铰刀(GB1137—84)，锥柄机用1:50锥度销子铰刀

(GB1138—84), 直柄莫氏圆锥和公制圆锥铰刀(GB1139—84), 锥柄莫氏圆锥和公制圆锥铰刀(GB1140—84)等。

表3.1-15 手用铰刀 (GB1131—84)

(mm)



d				L	l	$\alpha$	d				L	l	$\alpha$	d			
推荐值	分级范围						推荐值	分级范围						推荐值	分级范围		
1	>1~1.32	38	18	1.6	—	>10~10.6	133	66	8	(34)							
1.2	>1~1.32	41	20	1.6	11	>10.6~11.8	142	71	9	(35)	>33.5~37.5	284	147	28			
(1.5)	>1.32~1.5	41	20	1.6	12	>11.8~13.2	152	75	10	36							
1.6	>1.5~1.7	44	21	1.25	(13)					(38)							
1.8	>1.7~1.9	47	23	1.4	14	>13.2~15	163	81	11.2	40	>37.5~42.5	305	152	31.5			
2	>1.9~2.12	50	25	1.6	(15)					(42)							
2.2	>2.12~2.36	54	27	1.8	16	>15~17	175	87	12.5	45	>42.5~47.5	326	163	35.5			
2.5	>2.36~2.65	58	29	2	(17)					46							
2.8	>2.65~3	62	31	2.24	18	>17~19	188	93	14	(48)							
3					(19)					50	>17.5~53	347	174	40			
3.5	>3~3.75	71	35	2.8	20	>19~21.2	201	100	16	(52)							
4	>3.75~4.25	76	38	3.15	(21)					56	>53~60	367	184	15			
4.5	>4.25~4.75	81	41	3.55	22	>21.2~23.6	215	107	18	(55)							
5	>4.75~5.3	87	44	4	(23)					58							
5.5	>5.3~6	93	47	4.5	(24)					(58)							
6					25	>23.6~26.5	231	115	20	(60)							
—	>6~6.7	100	50	5	(26)					(62)							
7	>6.7~7.5	107	54	5.6	(27)					63	>60~67	387	194	50			
8	>7.5~8.5	115	58	6.3	28	>26.5~30	247	124	22.4	(67)							
9	>8.5~9.5	124	62	7.1	(30)					71	>67~75	406	203	56			
10	>9.5~10	133	66	8	32	>30~33.5	265	133	25								

表3.1-16 直柄机用铰刀 (GB1132—84)

(mm)



d		d <sub>1</sub>	L	l	d		d <sub>1</sub>	L	l	d		d <sub>1</sub>	L	l		
推荐值	分级范围				推荐值	分级范围				推荐值	分级范围					
1	>1~1.32	2	30	8	3.2	>3~3.35	5.6	66	16	10	>9.5~10	10	133	38		
1.2	>1~1.32		35		3.5	>3.35~3.75		70	18	—	>10~10.6		10	133	38	
1.4	>1.32~1.5		40		4	>3.75~4.25		75	19	11	>10.6~11.8		—	142	41	
(1.5)	>1.32~1.5		—		4.5	>4.25~4.75		80	21	12	>11.8~13.2		10	151	44	
1.6	>1.5~1.7	= d	43	9	5	>4.75~5.3	9	86	23	(13)	>11.8~13.2	12.5	151	44		
1.8	>1.7~1.9		46		5.5	>5.3~6		93	26	14	>13.2~14		—	160	47	
2	>1.9~2.12		49		6	>5.3~6		93	26	(15)	>14~15		—	162	50	
2.2	>2.12~2.36		53		—	>6~6.7		6.3	101	28	16		>15~16	—	170	52
2.5	>2.36~2.65		57		7	>6.7~7.5		7.1	109	31	(17)		>16~17	—	175	54
2.8	>2.65~3		61		8	>7.5~8.5		8	117	33	18		>17~18	14	182	56
3	>2.65~3		61		9	>8.5~9.5		9	125	36	(19)		>18~19	—	189	58
—	—		—		—	—		—	—	—	20		>19~20	16	195	60

表3.1-17 锥柄机用铰刀 (GB1133—84)

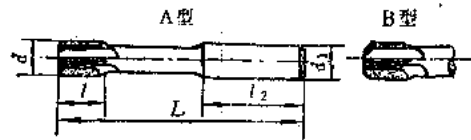
(mm)



d		L	l	莫氏 锥度	d		L	l	莫氏 锥度	d		L	l	莫氏 锥度	
推荐值	分级范围				推荐值	分级范围				推荐值	分级范围				
5.5	>5.3~6	138	26	1	(17)	>16~17	214	54	2	—	>31.5~ 31.75	290	77	3	
6	>5.3~6	138	26		18	>17~18	219	56		32	>31.75~ 33.5	317	77		—
—	>6~6.7	144	28		(19)	>18~19	223	58		(34)	>33.5~35.5	321	78		
7	>6.7~7.5	150	31		20	>19~20	228	60		(35)	>33.5~35.5	321	78	—	
8	>7.5~8.5	156	33		(21)	>20~21.2	232	62		36	>35.5~37.5	325	79		
9	>8.5~9.5	162	36		22	>21.2~22.4	237	64		(38)	>37.5~40	329	81	—	
10	>9.5~10	168	38		(23)	>22.4~ 23.02	241	66		40	>40~42.5	333	82		
—	>10~10.6	168	38		(24)	>23.02~ 24.6	264	66		(42)	>40~42.5	333	82	4	
11	>10.6~11.8	175	41		25	>24.6~25	268	68		(44)	>42.5~45	336	83		
12	>11.8~13.2	182	44		(26)	>25~26.5	273	70		45	>42.5~45	336	83	—	
(13)	>11.8~13.2	182	44		(27)	>26.5~28	277	71		3	(46)	>45~47.5	340		84
14	>13.2~14	189	47		28	>26.5~28	277	71		(48)	>47.5~50	344	86	—	
(15)	>14~15	204	50		(30)	>28~30	281	73		50	>47.5~50	344	86		
16	>15~16	210	52		2	—	>30~31.5	285		75	—	—	—	—	—

表3.1-18 硬质合金直柄机用铰刀 (GB4251—84)

(mm)

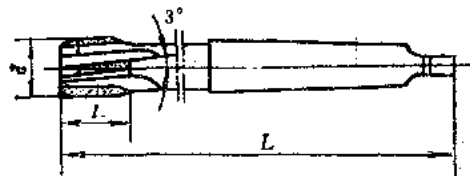


推荐值	d		d <sub>1</sub>	L	l	推荐值	d		d <sub>1</sub>	L	l
	分级范围						分级范围				
	大于	至					大于	至			
6	5.3	6	5.6	93	17	12	11.8	13.2	10	151	20
—	6	6.7	6.3	101		(13)	13.2	14	12.5	160	
7	6.7	7.5	7.1	109		14	14	15		162	
8	7.5	8.5	8	117		(15)	15	16	170		
9	8.5	9.5	9	125		16	16	17	14	175	25
10	9.5	10.0	10	133		(17)	17	18		182	
—	10.0	10.6				18	189				
11	10.6	11.8		142		19	19	20	16	195	

注：( ) 内尺寸尽可能不用。

表3.1-19 硬质合金锥柄机用铰刀 (GB4252—84)

(mm)



推荐值	d		L	l	莫氏号	推荐值	d		L	l	莫氏号	
	分级范围						分级范围					
	大于	至					大于	至				
8	7.5	8.5	156	17	1	12	11.8	13.2	182	20	1	
9	8.5	9.5	162			(13)	13.2	14				189
10	9.5	10.0	168			(15)	14	15				204
—	10.0	10.6				16	15	16	210	25	2	
11	10.6	11.8	175									

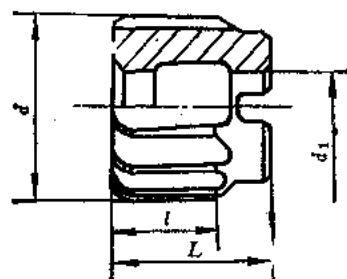
(续)

推荐值	d		L	l	莫氏号	推荐值	d		L	l	莫氏号
	分级范围						分级范围				
	大于	至					大于	至			
(17)	16	17	214	25	2	(26)	25	26.5	273	34	3
18	17	18	219			28	26.5	28	277		
(19)	18	19	223			(30)	28	30	281		
20	19	20	228			—	30	31.5	285		
21	20	21.2	232			32	31.5	33.5	317		
22	21.2	22.4	237	28	2	(34)	33.5	35.5	321	34	4
23	22.4	23.02	241			(35)	35.5	37.5	325		
—	23.02	23.6				36	35.5	37.5	325		
24	23.6	25.0	268			(38)	37.5	40	329		
25						40	37.5	40	329		

注：( ) 内尺寸尽可能不用。

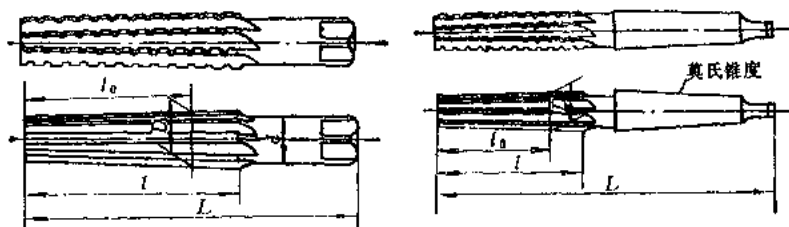
表3.1-20 套式机用铰刀 (GB1135-84)

(mm)



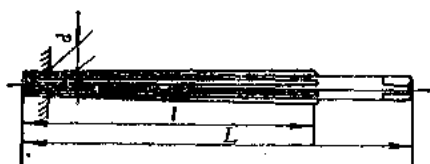
推荐值	d		L	l	d <sub>1</sub>	推荐值	d		L	l	d <sub>1</sub>	推荐值	d		L	l	d <sub>1</sub>
	分级范围	分级范围					分级范围	分级范围									
25	>23.6~30	45	32	12	12	40	>35.5~42.5	56	40	19	63	>60~71	80	56	32		
(26)						(42)	63	45	22	71							
(27)						45				(47)	(72)						
28						(48)				(75)							
(30)						50				(85)							
32	>30~35.5	60	36	16	16	56	>50.8~60	71	50	27	90	>71~85	90	63	40		
(34)	>35.5~42.5	56	40	19		(52)	71	50	27	(95)	100	100	>85~100	100	71	50	
(35)						56				(58)							(60)

表3.1-21 直柄莫氏圆锥和公制圆锥铰刀 (GB1139—84)  
锥柄莫氏圆锥和公制圆锥铰刀 (GB1140—84)



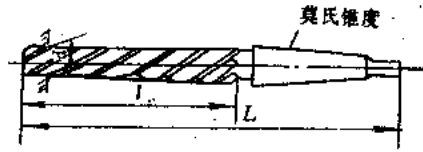
圆锥号		锥 度 值	$\beta$	$d$	$d_0$	$l_0$	直柄 $L$	锥柄 $L$	$l$	$d_1$	莫氏锥柄
公制	4	1:20 = 0.05	1°25'56"	4	2.9	22	48	106	30	4	1
	6			6	4.5	30	63	116	40	5	
莫氏	0	1:19.212 = 0.05205	1°29'27"	9.045	6.547	48	93	137	61	8	1
	1	1:20.047 = 0.04988	1°25'43"	12.065	9.571	56	102	142	66	10	
	2	1:20.02 = 0.04995	1°25'50"	17.78	14.733	61	121	173	79	14	2
	3	1:19.922 = 0.0502	1°26'16"	23.825	20.01	76	146	212	96	20	3
	4	1:19.254 = 0.05194	1°29'15"	31.267	26.229	97	179	263	119	25	4
	5	1:19.002 = 0.05263	1°30'26"	44.399	37.873	124	222	331	156	31.5	5
6	1:19.18 = 0.05214	1°29'36"	63.348	54.172	176	300	389	208	46	5	

表3.1-22 手用1:50锥度销子铰刀 (GB1136—84)



$d$	$L$	$l$	$c$	$d_1$	$d$	$L$	$l$	$c$	$d_1$	$d$	$L$	$l$	$c$	$d_1$
0.6	35	10			3	65	40		4	16	200	160		18
0.8	35	12			4	75	50		5	20	225	180	10	22.4
1	40	16			5	85	60		6.3	25	245	190		28
1.2	45	20	5	3.15	6	95	70		8	30	260	190		31.5
1.5	50	25			8	125	95		10	40	285	215	15	40
2	60	32			10	155	120		12.5	50	300	220		50
2.5	65	36			12	180	140	10	14					

表3.1-23 锥柄机用1:50锥度销子铰刀 (GB1138—84)



d	L	l	c	t <sub>0</sub>	d <sub>0</sub>	莫氏 锥柄	d	L	l	c	t <sub>0</sub>	d <sub>0</sub>	莫氏 锥柄	d	L	l	c	t <sub>0</sub>	d <sub>0</sub>	莫氏 锥柄	
5	155	73		65	6.2	I	12	315	210		190	15.6	2	30	475	320		275	35.2	4	
6	187	105	5	95	7.8		16	335	230	10	210	20		20	40	495	340	15	295	45.6	4
8	227	145		135	10.6		20	377	250		230	24.4	24.4	3	50	550	360		315	56	5
10	257	175		165	13.2		25	427	300	15	255	29.8	29.8								

1.3 拉刀

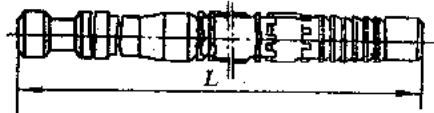
拉刀适于成批大量生产，加工公差等级IT6~IT8，加工表面粗糙度R<sub>a</sub>0.63~R<sub>a</sub>1.0μm。

拉刀有如下类型：圆孔拉刀、渐进切削圆孔拉刀、螺旋齿圆孔拉刀、方孔拉刀、键槽拉刀、花键拉刀、螺旋花键槽拉刀、成形轮廓拉刀、复合拉刀、挤压式拉刀等。

1.3.1 圆孔拉刀

表3.1-24 圆孔拉刀

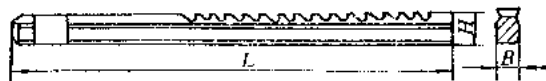
(mm)



直 径	拉削长度	拉刀总长 L	直 径	拉削长度	拉刀总长 L	直 径	拉削长度	拉刀总长 L
10、11、12	10~18	330	31	18~30	485	48、50	30~50	540
	18~30	440		30~50	560		50~80	640
13、14、15	10~18	385		50~80	660		80~120	770
	18~30	445		32	18~30	495	52、54、55	30~50
16、17、18 19、20	10~18	400	30~50		570	50~80		650
	18~30	480	50~80		660	80~120		770
30~50	555	34、35	18~30		500	58	30~50	540
21	10~18		410	30~50	560		50~80	670
	18~30		450	50~80	670		80~120	770
30~50	520		36、38	80~120	800	60、62	30~50	540
22、24	10~18	420		18~30	500		50~80	670
	18~30	460		30~50	570		80~120	810
30~50	550	40		50~80	680	65、70、75、80	30~50	550
50~80	660		80~120	800	50~80		680	
25、26	10~18		430	18~30	500		80~120	820
	18~30		480	30~50	580	85	30~50	560
30~50	550	50~80	670	50~80	680			
50~80	660	42、45	80~120	800	80~120		820	
28、30	18~30		480	30~50	570	85	30~50	560
	30~50		550	50~80	680		50~80	680
50~80	660		80~120	780	80~120		820	
80~120	750							

## 1.3.2 键槽拉刀

表3.1-25 键槽拉刀

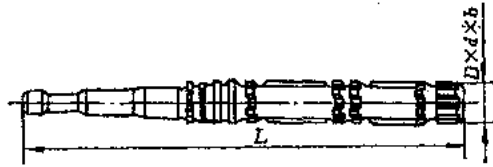


键槽宽度 $B$	拉削长度	$H$	$L$	键槽宽度 $B$	拉削长度	$H$	$L$		
3	18~30	7.56	520	18	30~50	42.87	720		
	>30~50		730		>50~80		910		
4	18~30	11.14	650		>80~120		840		
	>30~50		770		>120~180		1020		
5	18~30	13.48	630		20		30~50	48.04	750
	>30~50		750				>50~80		950
	>50~80		870	>80~120		1080			
6	18~30	17.93	610	>120~180		1060			
	>30~50		720	>180~260		1340			
	>50~80		830	24		30~50	53.67		830
8	18~30	21.41	660		>50~80	1060			
	>30~50		780		>80~120	960			
	>50~80		1000		>120~180	1020			
	>80~120		1140		>180~260	1280			
10	18~30	25.88	730		28	50~80		57.77	900
	>30~50		860	>80~120		1030			
	>50~80		1100	>120~180		1250			
	>80~120		1260	>180~260		1370			
12	18~30	32.05	730	>260~360		1460			
	>30~50		780	32		80~120	62.37		950
	>50~80		870		>120~180	1150			
	>80~120		890		>180~260	1210			
14	30~50	32.34	660		>260~360	1460			
	>50~80		820	36	80~120	62.86	1040		
	>80~120		940		>120~180		1090		
	>120~180		1140		>180~260		1240		
16	30~50	37.57	690		>260~360		1500		
	>50~80		870	40	80~120	62.96	1070		
	>80~120		990		>120~180		1150		
	>120~180		1200		>180~260		1210		
			>260~360		1460				

## 1.3.3 矩形齿花键拉刀



表3.1-26 矩形齿花键拉刀



齿数	花键孔尺寸			拉削长度	拉刀总长	齿数	花键孔尺寸			拉削长度	拉刀总长
	外径	内径	键宽				外径	内径	键宽		
4	15	12	4	10~18	430	38	33	10	10~18	460	
				>18~30	520				>18~30	555	
				>30~50	605*				>30~50	675	
									>50~80	910	
4	18	15	5	10~18	435	40	35	10	18~30	555	
				>18~30	525				>30~50	675	
				>30~50	530*				>50~80	840	
									>80~120	1070	
4	20	17	6	10~18	420	42	36	10	18~30	605	
				>18~30	525				>30~50	735	
				>30~50	675				>50~80	925	
				>50~80	700*				>80~120	1185	
4	22	19	8	10~18	420	45	40	12	18~30	555	
				>18~30	525				>30~50	675	
				>30~50	675				>50~80	840	
				>50~80	700*				>80~120	1070	
6	25	22	6	10~18	380	48	42	12	18~30	605	
				>18~30	450				>30~50	735	
				>30~50	540				>50~80	925	
				>50~80	760				>80~120	1185	
6	28	24	6	10~18	415	50	45	12	18~30	555	
				>18~30	500				>30~50	675	
				>30~50	600				>50~80	910	
				>50~80	880				>80~120	1040	
6	30	26	8	10~18	415	55	50	14	18~30	555	
				>18~30	500				>30~50	675	
				>30~50	600				>50~80	910	
				>50~80	795				>80~120	1040	
6	32	28	8	10~18	415	60	54	14	18~30	605	
				>18~30	500				>30~50	735	
				>30~50	600				>50~80	990	
				>50~80	795				>80~120	1135	
6	35	30	10	10~18	450	65	58	16	18~30	660	
				>18~30	545				>30~50	810	
				>30~50	665				>50~80	1105	
				>50~80	905				>80~120	1260	

(续)

齿数	花键孔尺寸			拉削长度	拉刀总长	齿数	花键孔尺寸			拉削长度	拉刀总长	
	外径	内径	键宽				外径	内径	键宽			
6	70	62	16	30~50	870	6	80	70	20	30~50	1010	
				>50~80	1190					>50~80	1365	
				>80~120	1360					>80~120	1495	
	75	65	16	30~50	1010		6	90	80	20	30~50	1030
				>50~80	1365						>50~80	1385
				>80~120	1495						>80~120	1510

注：有\*号者为每组有两根拉刀。

## 1.4 铣刀

表3.1-27 铣刀种类及应用范围

铣刀名称、种类	应用范围
圆柱形铣刀 粗齿圆柱形铣刀	粗、半精加工各种平面 粗铣 $a_p = 3 \sim 8\text{mm}$ ，半精铣 $a_p = 1 \sim 2\text{mm}$ （用于粗加工后不换铣刀），半精铣 $a_p = 3 \sim 4\text{mm}$ （不经预先粗加工）
细齿圆柱形铣刀	粗铣刚性差零件 $a_p = 3 \sim 5\text{mm}$ ，半精铣 $a_p = 1 \sim 2\text{mm}$ ，不经预先粗加工的半精铣 $a_p = 3 \sim 4\text{mm}$
组合圆柱形铣刀	在刚度高、功率大的专用机床上一次行程粗铣宽平面（ $\leq 150 \sim 200\text{mm}$ ）， $a_p = 5 \sim 12\text{mm}$
端铣刀或面铣刀 整体套式面铣刀 粗齿	粗、半精、精加工各种平面 粗铣 $a_p = 3 \sim 8\text{mm}$ ，半精铣 $a_p = 1 \sim 2\text{mm}$ ，用于粗加工后不换铣刀，不经预先粗加工的半精铣 $a_p = 3 \sim 4\text{mm}$
细齿	粗铣刚度低零件， $a_p = 3 \sim 5\text{mm}$ ，半精铣 $a_p = 1 \sim 2\text{mm}$ ，不经预先粗加工的半精铣 $a_p = 3 \sim 4\text{mm}$
镶齿套式面铣刀 高速钢	粗铣 $a_p = 3 \sim 8\text{mm}$ ，半精铣 $a_p = 1 \sim 2\text{mm}$ ，不经预先粗加工的半精铣 $a_p = 3 \sim 4\text{mm}$
硬质合金	粗、精铣钢及铸铁
立铣刀 粗齿立铣刀、中齿立铣刀、细齿立铣刀、套式立铣刀、模具立铣刀	粗铣、半精铣平面，加工沟槽表面，台阶表面、按靠模铣曲线表面
三面刃、两面刃铣刀 整体的直齿三面刃铣刀、锯齿三面刃铣刀	粗、半精、精加工沟槽表面 铣槽 $a_p = 6 \sim 16\text{mm}$ ， $a_c \leq 18\text{mm}$ ，铣侧面及凸台， $a_c \leq 20\text{mm}$
锯齿三面刃铣刀	铣槽 $a_p = 12 \sim 40\text{mm}$ ， $a_c \leq 40\text{mm}$ 铣侧面及凸台， $a_c \leq 60\text{mm}$
锯片铣刀 粗齿、中齿、细齿锯片铣刀	加工窄槽表面、切断，细齿加工钢及铸铁，粗齿加工轻合金及有色金属
螺钉槽铣刀	加工窄槽、螺钉槽表面
镶片圆锯	切断

(续)

铣刀名称、种类	应用范围
键槽铣刀 平键槽铣刀、半圆键槽铣刀	加工平键键槽, 半圆键键槽
T形槽铣刀	加工T型槽表面
燕尾槽铣刀	加工燕尾槽表面
角度铣刀 单角铣刀、对称及不对称双角铣刀	加工各种角度沟槽表面 (角度为 $18^\circ \sim 90^\circ$ )
成形铣刀 铲齿成形铣刀、尖齿成形铣刀、凸半圆铣刀、凹半圆铣刀、圆角铣刀	加工凸凹半圆曲面、圆角及各种成形表面
花键铣刀	铣花键及槽, 粗齿 $a_r \leq 15\text{mm}$ , 细齿 $a_r \leq 5\text{mm}$

表3.1-28 铣刀直径的选择

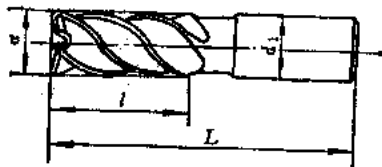
(mm)

圆柱形铣刀							
铣切深度	5		8		10		
铣切宽度	70		90		100		
铣刀直径	60~75		90~110		110~130		
套式面铣刀							
铣切深度	4	4	5	6	6	8	10
铣切宽度	40	60	90	120	180	260	350
铣刀直径	50~75	75~90	110~130	150~175	200~250	300~350	400~500
三面刃铣刀							
铣切深度	8		12		20		40
铣切宽度	20		25		35		50
铣刀直径	60~75		90~110		110~150		175~200
花键槽铣刀、槽铣刀及锯片铣刀							
铣切深度	5		10		12		25
铣切宽度	4		4		5		10
铣刀直径	40~60		60~75		75		110

1.4.1 立铣刀

1.4.1.1 直柄立铣刀

表3.1-29 直柄立铣刀 (GB1110—85) 削平型直柄立铣刀 (GB6116—85)

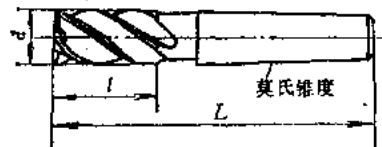


(续)

d	d <sub>1</sub>	d <sub>1</sub> 削平	L		L <sub>削平</sub>		l		齿 数		
			标准	长型	标准	长型	标准	长型	粗齿	中齿	细齿
2	4		39	42	51	54	7	10	3	4	5
2.5	4		40	44	52	56	8	12			
3	4		40	44	52	56	8	12			
3.5	4	6	42	47	54	59	10	15			
4	4		43	51	55	63	11	19			
5	5		47	58	57	68	13	24			
6	6		57	68	57	68	13	24			
7	8	10	60	74	66	80	16	30			
8	8	10	63	82	69	88	19	38			
9	10	10	69	88	69	88	19	38			
10	10	10	72	95	72	95	22	45			
11	12	12	79	102	79	102	22	45			
12	12	12	83	110	83	110	26	53			
14											
16	16	16	92	123	92	123	32	63			
18											
20	20	20	104	141	104	141	38	75			
22											
25	25	25	121	166	121	166	45	90			
28											
32	32	32	133	186	133	186	53	106			
36											
40	40	40	155	217	155	217	63	125			
45											
50	50	50	177	252	177	252	75	150			
56											
63	63	63	192	282	202	292	90	180			
71											
							4	6	8		
							6	8	10		

## 1.4.1.2 莫氏锥柄立铣刀

表3.1-30 莫氏锥柄立铣刀 (GB1106—85)



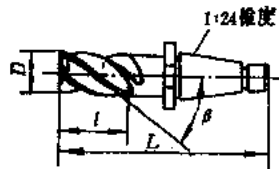
(续)

d	L				L		莫氏锥柄	齿数					
	标准		长型		标准	长型		粗齿	中齿	细齿			
	I	II	I	II									
6	83		94		13	24	1	3	4	—			
7	86		100		16	30							
8	89		108		19	38							
9	89		108		19	38							
10	92		115		22	45							
11	92		115		22	45							
12	96		123		26	53							
14	111		138		26	53							
16	117		148		32	63					2	—	—
18	117	—	148	—									
20	123		160										
22	140		177										
25	147		192										
28	147		192										
32	155		208		53	106	3	—	—				
	178	201	231	254									
36	155	—	208	—	63	125	4	4	6	8			
	178	201	231	254									
40	188	211	250	273	75	150	4	5	6	8			
	221	249	283	311									
45	188	211	250	273	90	180	4	5	6	8			
	221	249	283	311									
50	200	233	275	298	—	—	4	5	6	8			
	233	261	308	336									
56	200	233	275	298	—	—	4	5	6	8			
	233	261	308	336									
63	248	276	338	366	90	180	5	6	8	10			

1.4.1.3 7:24锥柄立铣刀

表3.1-31 7:24锥柄立铣刀 (GB6117-85)

(mm)



(续)

D	L		l		7:24 锥柄号	齿 数			D	L		l		7:24 锥柄号	齿 数		
	标准	长型	标准	长型		粗	中	细		标准	长型	标准	长型		粗	中	细
25	150	195	45	90	30	3	4	6	45	218	280	63	125	45	4	6	8
28										240	302						
32	158	211	53	106	40	4	6	8	50	210	285	75	150	40	6	8	10
	188	241			45					230	305			45			
	208	261			50					252	327			50			
36	158	211	63	125	30	4	6	8	56	210	285	90	180	40	8	10	12
	188	241			40					230	305			45			
	208	261			45					252	327			50			
40	198	260	63	125	40	4	6	8	63	245	335	90	180	45	8	10	12
	218	280			45					267	351			50			
	240	302			50					245	335			45			
45	198	260	63	125	40	4	6	8	71	267	357	106	212	50	8	10	12
										80	283						

1.4.2 键槽铣刀

1.4.2.1 直柄键槽铣刀

表3.1-32 直柄键槽铣刀 (GB1112-85)

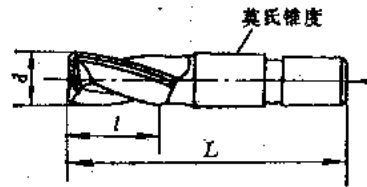
(mm)



d	L	l	d <sub>t</sub>	d	l	l	d <sub>1</sub>
2	30	4	3, 4	10	60	18	10
3	32	5	3, 4	12	65	22	12
4	36	7	4	14	70	24	14, 12
5	40	8	5	16	75	28	16
6	45	10	6	18	80	32	18, 16
8	50	11	8	20	85	36	20

1.4.2.2 锥柄键槽铣刀

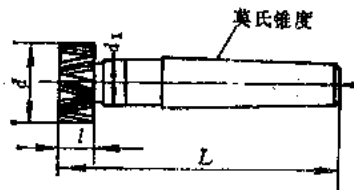
表3.1-33 锥柄键槽铣刀 (GB1113-81)



$d$	$L$	$l$	莫氏锥柄	$d$	$L$	$l$	莫氏锥柄
14	110	24	2	28	150	45	3
16	115	28		32	155	50	
18	120	32		36	185	55	
20	125	36		40	190	60	
22	125	36		45	195	65	
25	145	40	3	50	195	65	4

1.4.3 T形槽铣刀

表3.1-34 莫氏锥柄T形槽铣刀 (GB1126-85)  
硬质合金锥柄T形槽铣刀 (GB10949-89)



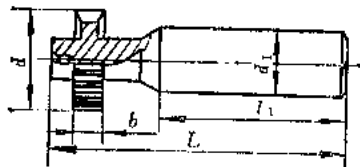
T形槽基本尺寸	$d$	$L$	$l$	$d_1$	莫氏锥柄	齿数
10	18	82	8	8	1	6
12	20	98	9	10		
14	25	103	11	12		
(16)	29	105	12.5	13		
18	32	111	14	15		
(20)	36	130	15.5	17	2	8
22	40	138	18	19		
(24)	45	140	20	21		
28	50	173	22	25	3	10
32	57	180	24	28		
36	60	188	28	30		
42	72	229	35	36	4	12
48	85	240	40	42		
54	95	251	44	44		

注：硬质合金锥柄T形槽铣刀的T形槽基本尺寸为12~54mm，其中32和( )内尺寸没有L尾数为5或0，其余尺寸相同

1.4.4 半圆键铣刀

表3.1-35 半圆键槽铣刀 (GB1127—85)

(mm)

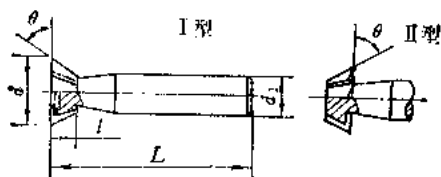


公称尺寸 宽×直径	d	b	L	d <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	公称尺寸 宽×直径	d	b	L	d <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>
1×4	4.25	1	48	6	36	5×16	16.9	5	60	12	40
1.5×7	7.4	1.5				4×19	20.1	4			
2×7	7.4	2				5×19	20.1	5			
2×10	10.6	2	50	10		5×22	23.2	5	65	12	45
2.5×10	10.6	2.5				6×22	23.2	6			
3×13	13.8	3	60	10		6×25	26.5	6	65	12	45
3×16	16.9	3				8×28	29.7	8			
4×16	16.9	4				10×32	33.9	10			

1.4.5 燕尾槽铣刀

表3.1-36 直柄燕尾槽铣刀和直柄反燕尾槽铣刀 (GB6338—86)

(mm)

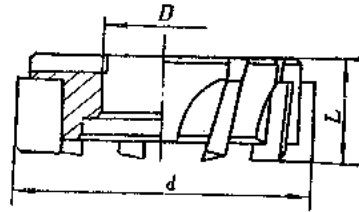


d	θ	l	L	d <sub>1</sub>	型式	齿数	d	θ	l	L	d <sub>1</sub>	型式	齿数
16	45°	4	60	12	I和II	6~8	16	55°	6.3	60	12	I	6~8
20		5	63			8~10	20		8	63			8~10
25		6.3	67			10~12	25		10	67			10~12
32		3	71			12~14	32		12.5	71			16
16	50°	5	60	12	I	6~8	16	60°	6.3	60	12	I和II	6~8
20		6.3	63			8~10	20		8	63			8~10
25		8	67			10~12	25		10	67			10~12
32		10	71			12~14	32		12.5	71			16

1.4.6 镶齿套式面铣刀



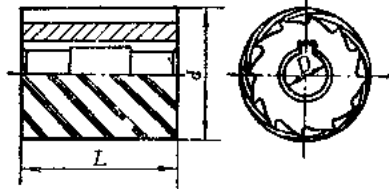
表3.1-37 镶齿套式面铣刀 (GB1129—85)



$d$	$D$	$L$	$z$	$d$	$D$	$L$	$z$	$d$	$D$	$L$	$z$
80	27	36		125	40	40	14	200	50	45	20
100	30	40	10	160	50	45	16	250	50	45	26

1.4.7 圆柱形铣刀

表3.1-38 圆柱形铣刀 (GB1115—85)

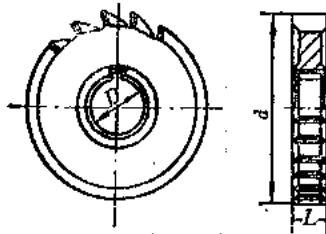


$d$	$D$	$L$				齿 数	
						粗 齿	细 齿
50	22	50	63	80	—	6	8
63	27	50	63	80	100	6	10
80	32	63	80	100	125	8	12
100	40	80	100	125	160	10	14

1.4.8 三面刃铣刀

1.4.8.1 直齿三面刃铣刀

表3.1-39 直齿三面刃铣刀 (GB1117—85)



(续)

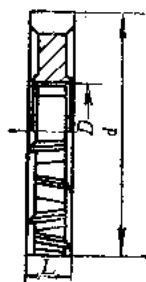
d	D	L	齿数		d	D	L	齿数	
			I	II				I	II
50	16	4~10	14	12	125	32	8~28	22	20
63	22	4~16	16	14	160	40	10~32	26	24
80	27	5~20	18	16	200	40	12~40	30	28
100	32	6~25	20	18					

L尺寸系列: 4、5、6、7、8、10、12、14、16、18、20、22、25、28、32、36、40

## 1.4.8.2 错齿三面刃铣刀

表3.1-40 错齿三面刃铣刀 (GB1128-85)

(mm)

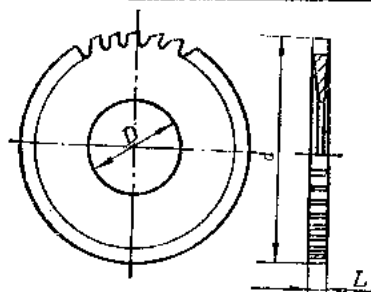


d	D	L	齿数
50	16	4、5、6、8、10	12
63	22	4、5、6、8、10 12、14、16	14 12
80	27	5、6、8、10、12 14、16、18、20	16 14
100	32	6、8、10、12、14 16、18、20、22、25	18 16
125	32	8、10、12、14 16、18、20、22、25、28	20 18
160	40	10、12、14、16、18 20、22、25、28、32	24 22
200	40	12、14、16、18 20、22、25、28、32、36、40	28 26

## 1.4.9 锯片铣刀

表3.1-41 锯片铣刀

粗齿 (GB1120-85)、中齿 (GB6120-85)、细齿 (GB1121-85)



(续)

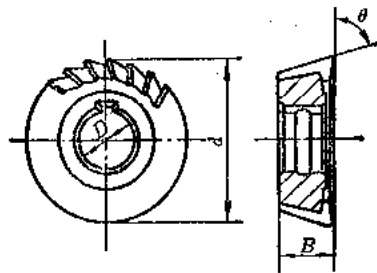
d	D	L	z			d	D	L	z		
			粗齿	中齿	细齿				粗齿	中齿	细齿
20	5	0.2	—	—	80	63	16	0.3, 0.4, 0.5	—	64	128
		0.25, 0.3, 0.4	—	—	64			0.6, 0.8, 1	32	48	100
		0.5, 0.6, 0.8	—	—	48			1.2, 1.6, 2	24	40	80
		1, 1.2, 1.6	—	—	42			2.5, 3, 4	20	32	60
		2	—	—	32			5, 6	16	24	48
25	8	0.2, 0.25, 0.3	—	—	80	80	22	0.5, 0.6, 0.8	40	64	128
		0.4, 0.5, 0.6	—	—	64			1, 1.2, 1.6	32	48	100
		0.8, 1, 1.2	—	—	48			2, 2.5, 3	24	40	80
		1.6, 2, 2.5	—	—	40			4, 5, 6	20	32	64
32	8	0.2, 0.25	—	—	100	100	22 (27)	0.6	—	—	160
		0.3, 0.4, 0.5	—	40	80			0.8, 1, 1.2	40	64	128
		0.6, 0.8, 1	—	32	64			1.6, 2, 2.5	32	48	100
		1.2, 1.6, 2	—	24	48			3, 4, 5	24	40	80
		2.5, 3	—	20	40			6	20	32	64
40	10 (13)	0.2	—	—	128	125	22 (27)	0.8, 1	48	80	160
		0.25, 0.3, 0.4	—	48	100			1.2, 1.6, 2	40	64	128
		0.5, 0.6, 0.8	—	40	80			2.5, 3, 4	32	48	100
		1, 1.2, 1.6	—	32	64	160	32	5, 6	24	40	80
		2, 2.5, 3	—	24	48			1.2, 1.6	48	80	160
		4	—	20	40			2, 2.5, 3	40	64	138
60	13	0.25, 0.3	—	64	128	200	32	1.6, 2, 2.5	48	80	160
		0.4, 0.5, 0.6	—	48	100			3, 4, 5	40	64	128
		0.8, 1, 1.2	24	40	80			6	32	48	100
		1.6, 2, 2.5	20	32	64	250	32	2	64	100	100
		3, 4, 5	16	24	48			2.5, 3, 4	48	80	260
								5, 6	40	64	128
					315	40	2.5, 3	64	100	200	
							4, 5, 6	48	80	160	

1.4.10 角铣刀

1.4.10.1 单角铣刀

表3.1-42 单角铣刀 (GB6126—85)

(mm)



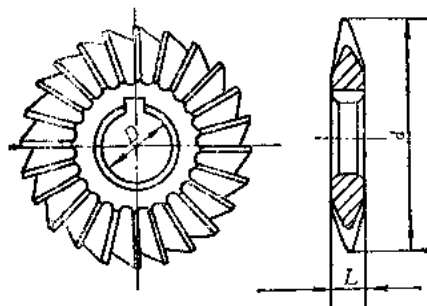
(续)

$d$	$\theta$	$B$	$D$	$z$	$d$	$\theta$	$B$	$D$	$z$	
40	45°, 50°, 55°, 60°	8	13	18	30	18°	10	22	22	
	65°, 70°, 75°, 80°, 85°, 90°	10				12				
50	45°, 50°, 55°, 60°, 65°, 70°, 75°, 80°, 85°, 90°	13	16	20		25°	13			
	30°, 40°	15								
63	18°	6	22	20		45°, 50°, 55°, 60°, 65°, 70°, 75°, 80°, 85°, 90°	22	27		22
	20°	7				24				
	25°	8			32	24				
	30°, 40°	9					18°	12		
	45°, 50°, 55°, 60°, 65°, 70°	16					22°	14		
	75°, 80°, 85°, 90°	20					25°	16		
			30°, 40°	18						

1.4.10.2 对称角度铣刀

表3.1-43 对称角度铣刀 (GB6128—85)

(mm)



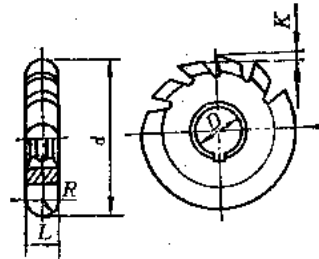
$d$	$\theta$	$L$	$D$	$z$	$d$	$\theta$	$L$	$D$	$z$
50	45°	8	16	20	80	18°	8	27	22
	60°	10				22°	10		
	90°	14				25°	11		
						30°	12		
			40°, 45°	12					
			60°	18					
63	18°	5	22	20	100	30°, 40°	14	32	24
	22°	6				18°	10		
	25°	7				22°	12		
	30°, 40°	8				25°	13		
	45°, 50°	10				45°	18		
	60°	14				60°	25		
		20	90°	32					

1.4.11 圆铣刀

1.4.11.1 凸半圆铣刀

表3.1-44 凸半圆铣刀 (GB1124-85)

(mm)

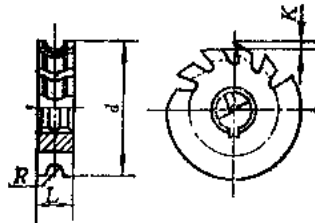


R	D	d	L	齿数	R	D	d	L	齿数	R	D	d	L	齿数	R	D	d	L	齿数
1	50	16	14	2	2.5	63	22	5	12	6	80	27	12	10	16	125	32	40	10
1.25				2.5	3			6		8			16						
1.6				3.2	4			8		10	20								
2				4	5			10		12	24								

1.4.11.2 凹半圆铣刀

表3.1-45 凹半圆铣刀 (GB1125-85)

(mm)

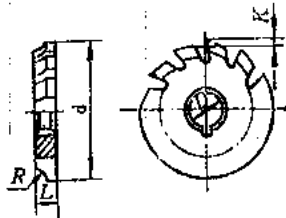


R	d	D	L	齿数	R	d	D	L	齿数	R	d	D	L	齿数	R	d	D	L	齿数
1	50	16	14	6	2.5	63	22	10	12	6	80	27	24	10	16	125	32	60	10
1.25				3	12			8		32									
1.6				8	16			10		36									
2				9	20			12		40									

1.4.11.3 圆角铣刀

表3.1-46 圆角铣刀 (GB6122-85)

(mm)



(续)

R	d	D	L	齿数	R	d	D	L	齿数	R	d	D	L	齿数	R	d	D	L	齿数
1	50	16	4	2.5	63	22	5	12	6	80	27	12	16	10	125	32	24	10	
1.25				3					8										16
1.6			4	10			18												
2			5	10			20												

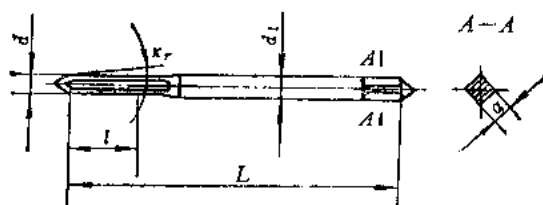
### 1.5 丝锥和圆板牙

丝锥和圆板牙是常用的加工内、外螺纹的标准刀具。丝锥有手用、机用丝锥(GB3464—83)、螺旋槽丝锥(GB3506—83)、长柄机用丝锥(GB3465—83)、短柄(GB967—83)和长柄(GB3466—83)螺母丝锥、管螺纹螺母丝锥、米制锥螺纹丝锥(GB1578—79)、粗牙及细牙普通螺纹用圆板牙(GB9703—83)。

#### 1.5.1 机用和手用丝锥

表3.1-47 粗柄机用和手用丝锥

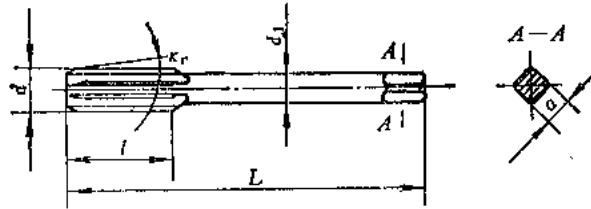
(mm)



粗牙普通螺纹用丝锥							细牙普通螺纹用丝锥						
代 号	d	螺距 P	d <sub>1</sub>	l	L	a	代 号	d	螺距 P	d <sub>1</sub>	l	L	a
M1	1	0.25	2.5	7	40	2	M1×0.2	1	0.2	2.5	7	40	2
M1.1	1.1	0.25					M1.1×0.2	1.1					
M1.2	1.2	0.25					M1.2×0.2	1.2					
M1.4	1.4	0.3	M1.4×0.2	1.4									
M1.6	1.6	0.35	8	41	41.5	2.24	M1.6×0.2	1.6	0.2	8	41		
M1.8	1.8	0.35					M1.8×0.2	1.8	0.2				
M2	2	0.4	2.8	9.5	44.5	2.24	M2×0.25	2	0.25				
M2.2	2.2	0.45					M2.2×0.25	2.2	0.25				
M2.5	2.5	0.45					M2.5×0.35	2.5	0.35				

表3.1-48 螺柄机用和手用丝锥 (GB3464-83)

(mm)



粗牙普通螺紋用丝锥							细牙普通螺紋用丝锥						
代 号	d	螺距 P	d <sub>1</sub>	l	L	α	代 号	d	螺距 P	d <sub>1</sub>	l	L	α
M3	3	0.5	2.24	11	48	1.8	M5×0.5	5	0.5	4	16	58	3.15
M3.5	3.5	(0.6)	2.5	13	50	2	M5.5×0.5	(5.5)	0.5	4	17	62	3.15
M4	4	0.7	3.15	13	53	2.5	M6×0.75	6	0.75	4.5	19	66	3.55
M4.5	4.5	(0.75)	3.55	13	53	2.8	M7×0.75	(7)	0.75	5.6	19	66	4.5
M5	5	0.8	4	16	58	3.15	M8×0.75	8	0.75	6.3	19	66	5
M6	6	1	4.5	19	66	3.55	M8×1	8	1	6.3	19	69	5
M7	(7)	1	5.6	19	66	4.5	M9×0.75	(9)	0.75	7.1	19	66	5.6
M8	8	1.25	6.3	22	72	5	M9×1	(9)	1	7.1	19	69	5.6
M9	(9)	1.25	7.1	22	2	5.6	M10×0.75	10	0.75	8	20	73	6.3
M10	10	1.5	8	24	80	6.3	M10×1	10	1	8	20	76	6.3
M11	(11)	1.5	8	25	85	6.3	M10×1.25	10	1.25	8	20	76	6.3
M12	12	1.75	9	29	89	7.1	M11×0.75	(11)	0.75	8	22	80	6.3
M14	14	2	11.2	30	95	9	M11×1	(11)	1	8	22	80	6.3
M16	16	2	12.5	32	102	10	M12×1	12	1	9	22	80	7.1
M18	18	2.5	14	37	112	11.2	M12×1.25	12	1.25	9	24	84	7.1
M20	20	2.5	14	37	112	11.2	M12×1.5	12	1.5	9	29	89	7.1
M22	22	2.5	16	38	118	12.5	M14×1	14	1	11.2	22	87	9
M24	24	3	18	45	130	14	M14×1.25	14	1.25	11.2	25	90	9
M27	27	3	20	45	135	16	M14×1.5	14	1.5	11.2	30	95	9
M30	30	3.5	20	48	138	16	M15×1.5	(15)	1.5	11.2	30	95	9
M33	33	3.5	22.4	51	151	18	M16×1	16	1	12.5	22	92	10
M36	36	4	25	57	162	20	M16×1.5	16	1.5	12.5	32	102	10
M39	39	4	28	60	170	22.4	M17×1.5	(17)	1.5	12.5	32	102	10
M42	42	4.5	28	60	170	22.4	M18×1	18	1	14	22	97	11.2
M45	45	4.5	31.5	67	187	25	M18×1.5		1.5		29, 33	104, 108	
M48	48	5	31.5	67	187	25	M18×2	18	2	14	37, 33	112, 108	11.2
M52	52	5	35.5	70	200	28	M20×1		1		22	102	
M56	56	5.5	35.5	70	200	28	M20×1.5	20	1.5	14	29, 33	104, 108	11.2
M60	60	5.5	40	76	221	31.5	M20×2		2		37, 33	112, 108	
M64	64	6	40	79	224	31.5	M22×1		1		24	109	
M68	68	6	45	79	234	35.5	M22×1.5	22	1.5	16	33, 35	113, 115	12.5
							M22×2		2		38, 35	118, 115	

(续)

细牙普通螺纹用丝锥													
代号	$d$	螺距 $P$	$d_1$	$l$	$L$	$a$	代号	$d$	螺距 $P$	$d_1$	$l$	$L$	$a$
M24×1	24	1	18	24	114	14	M48×1.5	48	1.5	31.5	45	165	25
M24×1.5		1.5		35	120		M48×2		2		67	187	
M24×2		2					M48×3		3				
M25×1.5	25	1.5	M48×4	(4)	45	165							
M25×2	25	2	67	187									
M26×1.5	26	1.5					M50×1.5	1.5					
M27×1	27	1	20	25	120	16	M50×2	(50)	2	35.5	45	175	26
M27×1.5		1.5		37	127		M50×3	3	67		187		
M27×2		2		37	127		M52×1.5	1.5	70		200		
M28×1	(28)	1	20	25	120	M52×2	2						
M28×1.5		1.5		37	127	M52×3	3						
M28×2		2		37	127	M52×4	4						
M30×1	30	1	20	25	120	16	M55×1.5	1.5	35.5	45	175	26	
M30×1.5		1.5		37	127		M55×2	2					
M30×2		2		37	127		M55×3	3					
M30×3		3		48	138		M55×4	4					
M32×1.5	(32)	1.5	22.4	37	137	18	M56×1.5	1.5	45	175	26		
M32×2		2					M56×2	2					
M33×1.5	33	1.5	22.4	51	151	18	M56×3	3	70	200	26		
M33×2		2					M56×4	4					
M33×3		3					M58×1.5	1.5					
M35×1.5	(35)	1.5	25	39	144	20	M58×2	2	40	76	193	31.5	
M36×1.5	36	1.5					M58×3	(3)					209
M36×2		2	M58×4	(4)									
M36×3		3	57	162	M60×1.5	1.5							
M38×1.5	38	1.5	28	39	149	22.4	M60×2	2	40	76	193	31.5	
M39×1.5	39	1.5					M60×3	3					209
M39×2		2					M60×4	4					
M39×3		3	60	170	M62×1.5	1.5							
M40×1.5	(40)	1.5	28	39	149	22.4	M62×2	2	40	76	193	31.5	
M40×2		2					M62×3	(3)					209
M40×3		3					M62×4	(4)					
M42×1.5	42	1.5	28	39	149	22.4	M64×1.5	1.5	40	79	193	31.5	
M42×2		2					M64×2	2					
M42×3		3					M64×3	3					
M42×4		(4)					M64×4	4					
M45×1.5	45	1.5	31.5	45	165	25	M65×1.5	1.5	40	79	209	35.5	
M45×2		2					M65×2	2					
M45×3		3					M65×3	(3)					203
M45×4		(4)					M65×4	(4)					
							M68×1.5	1.5	68	219	35.5		
							M68×2	2					
							M68×3	3					
							M68×4	4					



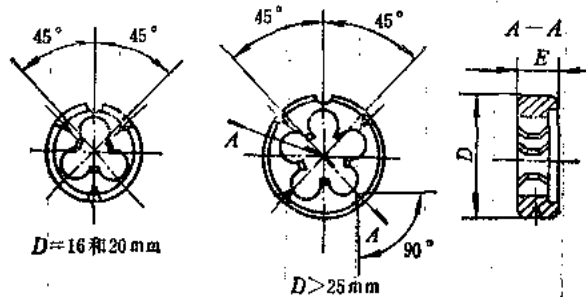
细牙普通螺纹用丝锥													
代号	$d$	螺距 $P$	$d_1$	$l$	$L$	$a$	代号	$d$	螺距 $P$	$d_1$	$l$	$L$	$a$
M70×1.5	70	1.5			203	35.5	M80×1.5	80	1.5	50	83	226	40
M70×2		2			219		M80×2		2			242	
M70×3		(3)			234		M80×3		3			258	
M70×4		(4)					M80×4		4				
M70×6		(6)					M80×6		6				
M72×1.5	72	1.5	45	79	203	35.5	M82×2	82	2	50	86	226	40
M72×2		2			219		M85×2		2			242	
M72×3		3			234		M85×3		3			261	
M72×4		4					M85×4		4				
M72×6		6					M85×6		6				
M75×1.5	75	1.5			203	35.5	M90×2	90	2	50	86	226	40
M75×2		2			219		M90×3		3			242	
M75×3		(3)			234		M90×4		4			242	
M75×4		(4)					M90×6		6			261	
M75×6		(6)											
M76×1.5	76	1.5	50	83	226	40	M95×2	95	2	56	89	244	45
M76×2		2			242		M95×3		3			260	
M76×3		3			258		M95×4		4			260	
M76×4		4					M95×6		6			279	
M76×6		6											
M78×2	78	2			226		M100×2	100	2	56	89	244	45
							M100×3		3			260	
							M100×4		4			260	
							M100×6		6			279	

- 注：1. 括号内尺寸，尽可能不用。  
 2. M14×1.25mm仅用于火花塞。  
 3. M35×1.5mm仅用于滚动轴承锁紧螺母。

1.5.2 圆板牙

表3.1-49 粗牙普通螺纹用圆板牙 (GB970—83)

(mm)



(续)

代 号	公称直径 $d$	螺 距 $P$	基本尺寸		代 号	公称直径 $d$	螺 距 $P$	基本尺寸	
			$D$	$E$				$D$	$E$
M1×0.25	1	0.25	16	5	M12×1.75	12	1.75	38	14
M1.1×0.25	1.1				M14×2	14	2		
M1.2×0.25	1.2				M16×2	16			
M1.4×0.03	1.4	0.3			2.5	M18×2.5	18	45	18
M1.6×0.36	1.6	0.35				M20×2.5	20		
M1.8×0.35	1.8				0.4	M22×2.5	22	55	22
M2×0.4	2	M24×3				24	3		
M2.2×0.45	2.2	0.45				M27×3			
M2.5×0.45	2.5				20	7	M30×3.5	30	65
M3×0.5	3	0.5					M33×3.5	33	
M3.5×0.6	3.5	(0.6)	M36×4	36			75	30	
M4×0.7	4	0.7	M39×4	39					4.5
M4.5×0.75	4.5	(0.75)	M42×4.5	42			90		
M5×0.8	5	0.8	M45×4.5	45				105	36
M6×1	6	1	M48×5	48			6		
M7×1	(7)	1	25	9				M52×5	52
M8×1.25	8	1.25					M56×5.5	56	5.5
M9×1.25	(9)	(1.25)					M60×5.5	60	
M10×1.5	10	1.5	30	11	M64×6	64	120		
M11×1.5	(11)	(1.5)			M68×6	68		6	

注：括号内螺距尺寸尽量不用。

表3.1-50 细牙普通螺纹用圆板牙 (GB970—83)

(mm)

代 号	公称直径 $d$	螺 距 $P$	基本尺寸		代 号	公称直径 $d$	螺 距 $P$	基本尺寸	
			$D$	$E$				$D$	$E$
M3×0.2	1	0.2	16	5	M2.5×0.35	2.5	0.35	16	5
M1.1×0.2	1.1				20				
M1.2×0.2	1.2								
M1.4×0.2	1.4				0.5	20	5		
M1.6×0.2	1.6								
M1.8×0.2	1.8								
M2×0.25	2	0.25	16	5	M5×0.5	5	(5.5)	7	
M2.2×0.25	2.2				M6×0.75	6			0.75

(续)

代 号	公称直径 <i>d</i>	螺 距 <i>P</i>	基本尺寸		代 号	公称直径 <i>d</i>	螺 距 <i>P</i>	基本尺寸	
			<i>D</i>	<i>E</i>				<i>D</i>	<i>E</i>
M7×0.75	(7)	0.75	25	9	M25×1.5	(25)	1.5	55	16
M8×0.75	8				1	M25×2	2		
M8×1		M27×1				1			
M9×0.75	(9)	0.75			M27×1.5	27	1.5		
M9×1	10	1	M27×2	2					
M10×0.75		0.75	30	11	M28×1	(28)	1	65	18
M10×1	1	M28×1.5			1.5				
M10×1.25	1.25	M28×2			2				
M11×0.75	(11)	0.75	M30×1	30	1				
M11×1		1	M30×1.5		1.5				
M12×1	12	1	M30×2	(32)	2				
M12×1.25		1.25	M30×3		(3)				
M12×1.5		1.5	M32×1.5		1.5				
M14×1	14	1	38	10	M32×2	2	18		
M14×1.25		1.25			M33×1.5	1.5			
M14×1.5		1.5			M33×2	33		2	
M15×1.5	(15)	1.5	M33×3	(3)	25				
M16×1	16	1	45	14	M35×1.5	(35)	1.5	18	
M16×1.5		1.5			M36×1.5	36	2		
M17×1.5	(17)	1			M36×2		3		25
M18×1	18	1.5			M39×1.5	39	1.5		20
M18×2		2			M39×2		2	30	
M20×1		10			M39×3		3		
M20×1.5	20	1.5	M40×1.5	(40)	1.5	20			
M20×2		2	M40×2		(2)				
M22×1	22	1	M40×3		(3)	75	30		
M22×1.5		1.5	M42×1.5		1.5				
M22×2		2	42	2					
M24×1	24	1		M42×2	2			20	
M24×1.5		1.5	M42×3	3	30				
M24×2		2							

(续)

代 号	公称直径 $d$	螺 距 $P$	基本尺寸		代 号	公称直径 $d$	螺 距 $P$	基本尺寸	
			$D$	$E$				$D$	$E$
M42×4	42	(4)	75	30	M52×1.5	52	1.5	90	22
M45×1.5	45	1.5	90	22	M52×2		2		
M45×2		2			M52×3		3		
M45×3		3			M52×4	(4)			
M45×4		(4)			M55×1.5	1.5			
M48×1.5		1.5			M55×2	2			
M48×2	2	M55×3	(3)	105	56	56	1.5	22	
M48×3	3	M55×4	(4)						
M48×4	(4)	M56×1.5	1.5						
M50×1.5	(50)	1.5	90	22	M56×2	2	105	36	
M50×2		(2)			M56×3	3			
M50×3		(3)			M56×4	4			
						36			

注：1.括号内螺距尺寸尽量不用。

2. M35×1.5mm仅用于滚动轴承锁紧螺母。

## 1.6 渐开线圆柱齿轮刀具

表3.1-51 圆柱齿轮刀具的类型及应用

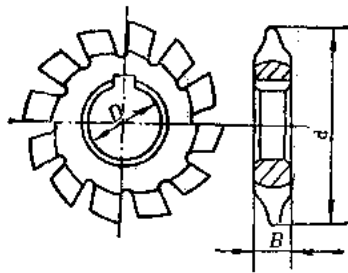
加工方法	刀 具 名 称	应 用
用仿形法和无瞬心包络法加工	盘形齿轮铣刀	可加工直齿、斜齿圆柱齿轮，也可加工内齿轮。刀具简单，可使用普通铣床，但加工精度和效率低，适于单件加工和修配工作
	指形齿轮铣刀，包括直齿、螺旋齿指形齿轮铣刀和等螺旋角指形齿轮铣刀	加工直齿、斜齿圆柱齿轮以及无空刀槽的人字齿轮、多曲人字齿轮。模数较大 ( $m=10\sim100$ )，加工精度和效率低
	注：加工直齿轮时是仿形法，加工斜齿轮时为无瞬心包络法	
用展成法加工	齿轮滚刀，包括硬齿面齿轮滚刀、硬质合金刮削滚刀、剃前滚刀、磨齿前用滚刀、小模数齿轮滚刀、整体硬质合金小模数齿轮滚刀	加工直齿、斜齿圆柱齿轮以及有空刀槽的人字齿轮。齿轮齿形可以是非变位的，也可以是变位的。模数从0.1到40均可加工，加工精度一般可达7~10级，个别情况可达4~6级（如透平机械中高精度齿轮），且生产效率高，因而应用普遍。硬质合金刮削滚刀可加工淬硬齿面
	插齿刀，包括盘形直齿插齿刀、碗形直齿插齿刀、锥柄直齿插齿刀、剃前插齿刀、斜齿轮插齿刀、人字齿轮插齿刀、小模数插齿刀、盘形渐开线花键孔插齿刀	外齿、内齿直齿圆柱齿轮，特别是小空刀的塔形齿轮、带凸肩的齿轮和内齿轮，目前主要由直齿插齿刀加工。加工齿轮齿形可为非变位的和变位的，斜齿插齿刀和人字齿插齿刀可加工斜齿轮（外齿、内齿），人字齿插齿刀还可加工无空刀槽的人字齿轮 插齿刀应用普遍，加工精度较高，可达6~8级，但生产效率不如滚齿高

加工方法	刀 具 名 称	应 用
用展成法加工	剃齿刀, 包括盘形剃齿刀 (螺旋角 $5^{\circ}$ 、 $10^{\circ}$ 、 $15^{\circ}$ )、小模数剃齿刀 (螺旋角 $10^{\circ}$ 、 $15^{\circ}$ )、齿条状剃齿刀、蜗杆状剃齿刀	是精加工齿轮刀具, 可加工未淬火的直齿、斜齿圆柱齿轮 (齿形可为变位和非变位), 还可加工鼓形齿轮和内齿轮。蜗杆状剃齿刀可加工蜗轮。剃齿的效率非常高, 刀具寿命长, 精度可达6~7级, 粗糙度达 $R_a = 0.32 \sim 1.25 \mu m$
	花键滚刀, 包括矩形花键滚刀、渐开线花键滚刀、三角形花键滚刀	加工矩形花键轴、渐开线花键轴和三角形花键轴

1.6.1 盘形齿轮铣刀

表3.1-52 盘形齿轮铣刀 (JB2498—78)

(mm)

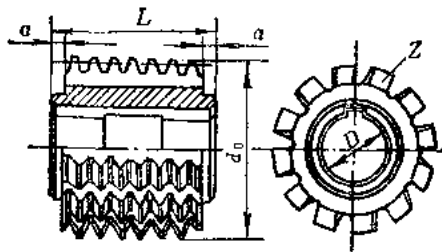


$m$	$d$	$D$	$z$	$m$	$d$	$D$	$z$	$m$	$d$	$D$	$z$	$m$	$d$	$D$	$z$
1	50	22	14	2.75	70	27	12	5	90	32	11	10	120	40	10
1.25	55			3	75			5.5	95			11	135		
1.5				3.25				6	100			12	145		
1.75	60			3.5	80			6.5	105			13	155		
2		3.75	7	110		14	160								
2.25		4	8	115		15	165								
2.5	65		4.5		9		10	16	170						

1.6.2 齿轮滚刀

表3.1-53 齿轮滚刀的基本型式和尺寸 (GB6083—85)

(mm)



(续)

模数系列		I 型					II 型														
1	2	$d_e$	$L$	$D$	$a_{min}$	$z$	$d_e$	$L$	$D$	$a_{min}$	$z$										
1	1.25 1.5 1.75 2 2.25 2.5 2.75 3 3.25 3.5 3.75 4 4.5	63	63	27	5	16	50	32	22	5	12										
1.25								71				71	32	63	40						
1.5																80	80	50			
2																			90	90	56
2.25																					
2.5		100	100	40		71	71	32													
2.75									90			80	32								
3		112	112	50		90	90	40													
3.25									100			100	60	118	118						
3.5																118	125	40			
3.75	125	132	60	140	150	50															
4							140	150	60												
4.5	150	170	60	170	170	50															
5							150	170	60												

注：1. 本标准等效采用国际标准ISO2490—75《带轴向键槽的单头整体齿轮滚刀的公称尺寸》。

2. 本标准滚刀用于加工基准齿轮按GB1356—78《渐开线圆柱齿轮基准齿形》规定的齿轮。

3. 滚刀 I 型适用于 JB3327—83《高精度齿轮滚刀通用技术条件》所规定的 A A A 级滚刀及 GB6084—85《齿轮滚刀通用技术条件》所规定的 A A 级滚刀。II 型适用于 GB6085—85 所规定的 A A、A、B、C 四种精度的滚刀。

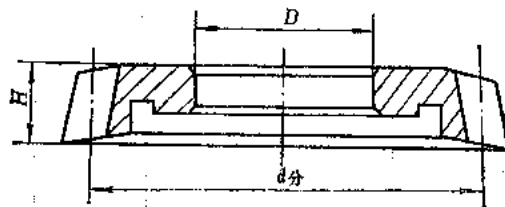
4. 滚刀为单头、右旋、容屑槽是平行于轴线的直槽。

### 1.6.3 插齿刀

#### 1.6.3.1 盘形直齿插齿刀

表 3.1-54 盘形直齿插齿刀 (GB6081—85)

(mm)



公称分圆直径  $\phi 75\text{mm}$ ,  $\alpha = 20^\circ$ 

$m$	$d_f$	$z$	$D$	$H$	$m$	$d_f$	$z$	$D$	$H$		
1	76	76	31.743	15	2.75	77	28	31.743	17		
1.25	75	60		17	3	75	20				
1.5	75	50			3.25	78			25		
1.75	75.25	43				77			24		
2	76	38							75	22	
2.25	76.5	34								76	20
2.5	75	30									19

公称分圆直径  $\phi 100\text{mm}$ ,  $\alpha = 20^\circ$ 

$m$	$d_f$	$z$	$D$	$H$	$m$	$d_f$	$z$	$D$	$H$		
1	100	100	31.743	18	3.25	100.75	31	31.743	22		
1.25	100	80		22	3.5	101.5	24				
1.5	102	68			4	101.25			29		
1.75	101.5	58				100			27		
2	100	50							99	25	
2.25	101.25	45								100	22
2.5	100	40									20
2.75	99	36	5.5	104.5	20						
3	102	34	6	108	19						
							18				

公称分圆直径  $\phi 125\text{mm}$ ,  $\alpha = 20^\circ$ 

$m$	$d_f$	$z$	$D$	$H$	$m$	$d_f$	$z$	$D$	$H$		
4	124	31	31.743	30	6	126	21	31.743	30		
4.5	126	28			6.5	123.5	19				
5	125	25				7	126			18	
5.5	126.5	23					8			128	16

公称分圆直径  $\phi 160\text{mm}$ ,  $\alpha = 20^\circ$ 

$m$	$d_f$	$z$	$D$	$H$	$m$	$d_f$	$z$	$D$	$H$
6	162	27	88.9	35	8	160	20	88.9	35
6.5	162.5	25			9	162	18		
7	161	23				10	160		

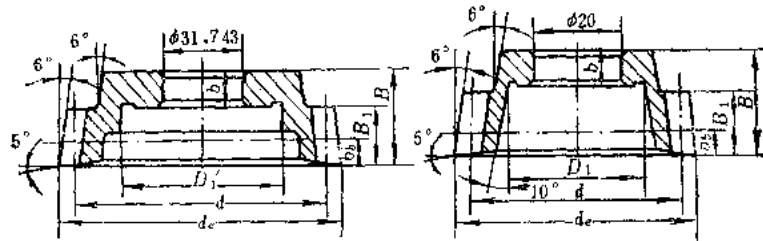
公称分圆直径  $\phi 200\text{mm}$ ,  $\alpha = 20^\circ$ 

$m$	$d_f$	$z$	$D$	$H$	$m$	$d_f$	$z$	$D$	$H$
8	200	25	101.6	40	11	198	18	101.6	40
9	198	22			12	204	17		
10	200	20							

## 1.6.3.2 碗形直齿插齿刀

表3.1-55 碗形直齿插齿刀 (GB6081-85)

(mm)



公称分度圆直径50mm  $\alpha = 20^\circ$

模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$D_1$	$B$	模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$D_1$	$B$
1.00	50	50.00	52.72	30	25	2.50	20	50.00	56.76	30	25
1.25	40	50.00	53.38			2.75	18	49.50	56.92		
1.50	34	51.00	55.04			3.00	17	51.00	59.10		
1.75	29	50.75	55.49			3.25	15	48.75	57.53		
2.00	25	50.00	56.40			3.50	14	49.00	58.44		
2.25	22	49.50	55.56								

公称分度圆直径75mm  $\alpha = 20^\circ$

模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$D_1$	$B$	模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$D_1$	$B$
1.00	76	76.00	78.72	50	30	2.75	28	77.00	84.42	50	32
1.25	60	75.00	78.38			3.00	25	75.00	83.10		
1.50	50	75.00	79.04			3.25	24	78.00	86.78		
1.75	43	75.25	79.99			3.50	22	77.00	86.44		
2.00	38	76.00	81.40			3.75	20	75.00	85.14		
2.25	34	76.50	82.56			4.00	19	76.00	85.80		
2.50	30	75.00	81.76								

公称分度圆直径100mm  $\alpha = 20^\circ$

模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$D_1$	$B$	模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$D_1$	$B$
1.00	100	100.00	102.62	63	32	3.25	31	100.75	110.71	63	36
1.25	80	100.00	103.94			3.50	29	101.50	112.08		
1.50	68	102.00	107.14			3.75	27	101.25	112.35		
1.75	58	101.50	107.62			4.00	25	100.00	111.46		
2.00	50	100.00	107.00			4.50	22	99.00	111.78		
2.25	45	101.25	109.09			5.00	20	100.00	113.90		
2.50	40	100.00	108.36			5.50	19	104.50	119.68		
2.75	36	99.00	107.86	6.00	18	108.00	124.56				
3.00	34	102.00	111.54								



公称分度圆直径125mm  $\alpha = 20^\circ$

模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$D_1$	$B$	模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$D_1$	$B$
4.0	31	124.00	136.80	70	40	6.0	21	126.00	143.52	70	40
4.5	28	126.00	140.14			6.5	19	123.50	141.96		
5.0	25	125.00	140.20			7.0	18	126.00	145.74		
5.5	23	126.50	143.00			8.0	16	128.00	149.92		

注：1. 碗形直齿插齿刀精度等级分 A A、A、B 三种。

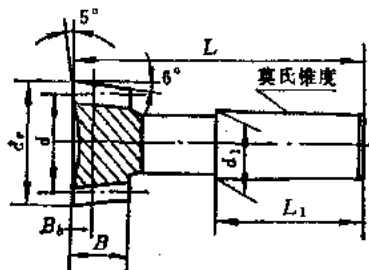
2. 公称分度圆直径为 50、75mm 的插齿刀，原始截面中齿顶高系数为 1.25，分度圆齿厚为  $\frac{m\pi}{2}$ ，公称分度圆直径为 125mm 的插齿刀，原始截面中齿顶高系数为 1.3，分度圆齿厚为  $\frac{m\pi}{2}$ ，公称分度圆直径为 100mm 的插齿刀， $m \leq 4$  时，原始截面中的齿顶高系数为 1.25， $m > 4$  时，齿顶高系数为 1.3，分度圆齿厚均为  $\frac{m\pi}{2}$ 。

3. 表中  $z$  为插齿刀齿数。

### 1.6.3.3 锥柄直齿插齿刀

表 3.1-56 锥柄直齿插齿刀 (GB6081—85)

(mm)



公称分度圆直径 25mm  $\alpha = 20^\circ$

模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$B$	$L$	莫氏锥度	模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$B$	$L$	莫氏锥度
1.00	26	26.00	28.72	10	75	2	2.00	13	26.00	31.24	12	80	2
1.25	20	25.00	28.38				2.25	12	27.00	32.90			
1.50	18	27.00	31.04				2.50	10	25.00	31.26			
1.75	15	26.25	30.89				2.75	10	27.50	34.48			

公称分度圆直径 38mm  $\alpha = 20^\circ$

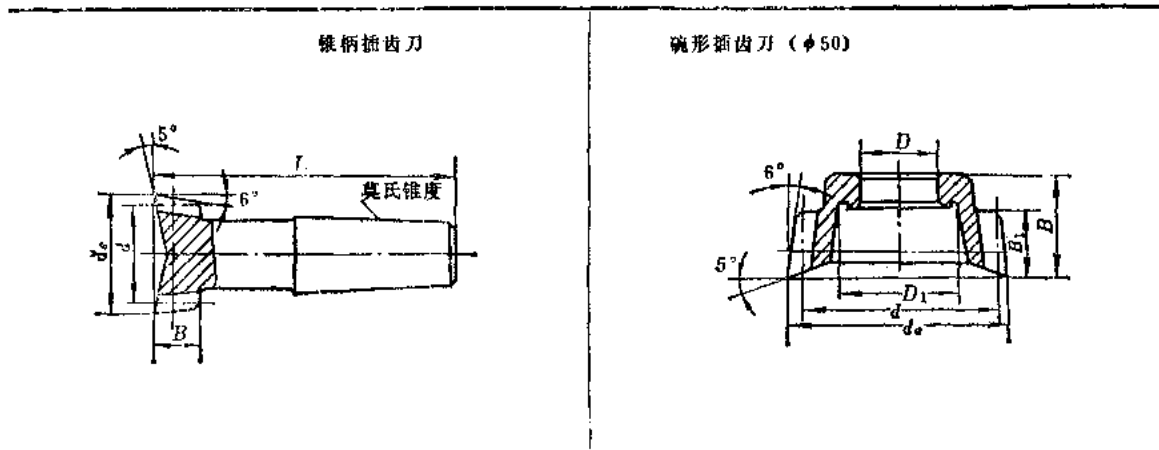
模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$B$	$L$	莫氏锥度	模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$B$	$L$	莫氏锥度
1.00	38	38.0	40.72	12	90	3	2.50	15	37.5	44.26	15	90	3
1.25	30	37.5	40.88				2.75	14	38.5	45.88			
1.50	25	37.5	41.54				3.00	12	36.0	43.74			
1.75	22	38.5	43.24				3.25	12	39.0	47.68			
2.00	19	38.0	43.40				3.50	11	38.5	47.62			
2.25	18	36.0	41.98				3.75	10	37.5	46.88			

注：在插齿刀的原始截面中，齿顶高系数等于 1.25，分度圆齿厚等于  $\frac{m\pi}{2}$ 。表中  $z$  为插齿刀齿数。

1.6.4 渐开线内花键插齿刀

表3.1-57 渐开线内花键插齿刀 (GB6341-86)

(mm)

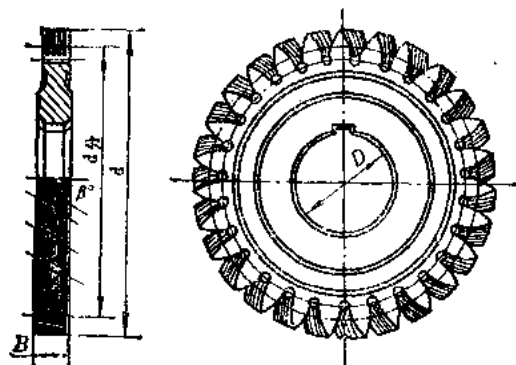


公称分圆直径25mm $\alpha = 30^\circ$							公称分圆直径38mm $\alpha = 30^\circ$							公称分圆直径50mm $\alpha = 30^\circ$						
模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$B$	$L$	莫氏 锥度	模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$B$	$L$	莫氏 锥度	模数 $m$	$z$	$d$	$d_e$	$D_1$	$B$	$B_1$
1	25	25.00	26.48	10	75		1.75	22	38.50	41.48	15	90	3	3	16	48.00	53.68	30	27	20
1.25	20	25.00	26.84				2	19	38.00	41.80				3.5	14	49.00	54.92			
1.5	16	24.00	26.22				2.5	15	37.50	42.22				4	13	52.00	59.52			
1.75	14	24.50	27.48	12	80	2	3	13	39.00	44.68				5	11	55.00	62.32			
2	12	24.00	27.40				3.5	11	38.50	43.64				4	13	52.00	59.52			
2.5	10	25.00	29.22				4	10	40.00	46.72										
3	10	30.00	35.06																	

1.6.5 盘形剃齿刀

表3.1-58 盘形剃齿刀 (JB2497-78)

(mm)



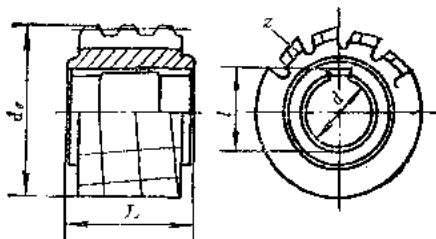
(续)

公称分圆直径 $\phi 85\text{mm}$ 、 $\alpha = 20^\circ$							
$m_n$	$z$	$\beta$	$d$	$d_f$	$D$	$B$	
1	86	$10^\circ$	89.53	87.327	31.743	16	
1.25	67		87.79	85.042			
1.5	58		91.64	88.342			
公称分圆直径 $\phi 180\text{mm}$ 、 $\alpha = 20^\circ$							
$m_n$	$z$	$\beta = 5^\circ$		$\beta = 15^\circ$		$D$	$B$
		$d$	$d_f$	$d$	$d_f$		
1.25	115	149.25	144.3	153.77	148.822	63.5	20
1.5	115	178.66	173.159	184.09	178.585		
1.75	100	181.73	175.67	187.23	181.174		
2	83	171.857	166.634	176.26	171.857		
2.25	73	170.51	164.878	174.59	170.045		
2.5	67	174.33	168.14	179.60	173.41		
2.75	61	175.13	168.391	180.41	173.668		
3	53	168.51	159.607	172.31	164.61		
3.25	53	181.96	172.908	186.58	178.327		
3.5	47	175.73	158.128	179.76	170.304		
3.75	43	174.01	161.866	178.16	166.939		
4	41	177.73	164.626	181.88	169.786		
4.5	37	182.14	167.136	186.40	172.374		
5	31	173.49	155.592	177.36	160.469		
5.5	29	179.71	160.109	183.82	165.172		
6	27	184.32	162.619	187.85	167.716		
公称分圆直径 $\phi 240\text{mm}$ 、 $\alpha = 20^\circ$							
$m_n$	$z$	$\beta = 5^\circ$		$\beta = 15^\circ$		$D$	$B$
		$d$	$d_f$	$d$	$d_f$		
2	115	245.82	230.877	243.05	238.114	63.5	25
2.5	91	234.56	228.369	241.71	235.526		
3	73	227.54	219.836	234.43	226.726		
3.5	61	223.11	214.315	229.83	221.031		
4	53	222.71	212.81	229.38	219.479		
4.5	51	241.38	230.377	248.60	237.596		
5	43	239.91	215.821	244.68	222.584		
5.5	41	241.91	226.361	246.65	233.455		
6	37	240.71	222.848	246.47	229.831		
6.5	35	248.00	228.369	253.89	235.525		
7	31	240.20	217.829	245.81	224.655		
8	27	243.45	216.825	249.05	223.05		

## 1.6.6 矩形花键滚刀

表3.1-59 花键滚刀

(mm)



花键规格 $N \times d \times D \times B$	$d_e$	$L$	$d$	$z$	花键规格 $N \times d \times D \times B$	$d_e$	$L$	$d$	$z$	花键规格 $N \times d \times D \times B$	$d_e$	$L$	$d$	$z$
轻 系 列					10×82×88×12	100				8×36×42×7				
6×23×26×6	63	56	22	12	10×92×98×14	80	40	14	12	8×42×48×8	90	63	32	12
6×26×30×6	71	63	10×102×108×16		112					8×46×54×9				
6×28×32×7			10×112×120×18			118	8×52×60×10							
8×32×36×6	56	中 系 列					8×56×65×10	100						
8×36×40×7	80	63	32		14	6×16×20×4	63	50		22	12	8×62×72×12	112	
8×42×46×8				6×18×22×5		71			27			10×72×82×12		
8×46×50×9	90	71	12	6×21×25×5	80		32	12		10×82×92×12	118			
8×52×58×10				6×23×28×6		10×92×102×14								
8×56×62×10				6×26×32×6		10×102×112×16								
8×62×68×12	80	40	14	6×28×34×7	80	32	12	10×112×125×18	125	90				
10×72×28×12	21			8×32×38×6										

注：标准规定A级滚刀用于加工GB1144《矩形花键尺寸公差和检验》，键宽公差为 $d_{10}$ 、 $f_9$ 、 $h_{10}$ ，定心直径留有磨量；B级用于加工键侧和定心直径都留有磨量的花键轴。

标记示例：

外径 $d_e=80\text{mm}$ ，孔径 $d=32\text{mm}$ ，用于加工 $8 \times 32 \times 38 \times 6$ 的花键轴的A级滚刀。

滚刀 $80 \times 32 \text{ A } 8 \times 32 \times 38 \times 6 \text{ GB10952-89}$

## 2 磨 具

### 2.1 磨具的结构和标志

磨具由磨料、结合剂和气孔三部分组成。GB2484—84规定磨具标志代号，按书写顺序依次表示磨具形状、尺寸、磨料、粒度、硬度、组织、结合剂、线速度。砂轮和磨头的尺寸是指外径×厚度×内径，油石和砂瓦的尺寸是指长度×宽度×高度。例如PSA400×100×127A60L5B35的含义是平形双面凹砂轮，外径、厚度和内径尺寸分别为400、100mm和127mm，磨料是棕刚玉，60号粒度，硬度是中软2级，结合剂是树脂，最高工作线速度是35m/s。

### 2.2 磨具的选择

#### 2.2.1 磨料的选择

磨料的特点和应用范围见表3.2-1。

表3.2-1 磨料的特点和应用范围

磨料名称	新代号	旧代号	特 点	应 用 范 围	
刚 玉	棕刚玉	A	GZ	棕褐色、硬度高、韧度大、价格便宜	磨削和研磨碳钢、合金钢、铸铁、硬青铜等
	白刚玉	WA	GB	白色，硬度比棕刚玉略高，韧度较棕刚玉低	磨削、研磨、珩磨和超精加工、淬火钢、高速钢、螺紋、齿轮及薄壁零件等
	单晶刚玉	SA	GD	浅黄色或白色，颗粒呈球状，硬度和韧度都比白刚玉高	磨削、研磨或珩磨不锈钢和高钎高速钢等高强度韧度大的材料
	微晶刚玉	MA	GW	颜色与棕刚玉近似，强度高，韧度和自励性能良好	磨削或研磨不锈钢、轴承钢、球墨铸铁、并适于高速磨削
	铬刚玉	PA	GG	玫瑰红或紫红色，硬度和韧度比白刚玉高，磨削表面粗糙度细小	磨削、研磨或珩磨淬火钢、高速钢轴承钢等表面粗糙度值要求小的量具，仪表零件和薄壁工件
	锆刚玉	ZA	GA	黑色，强度高，耐磨性好	磨削或研磨耐热合金、耐热钢、钛合金和奥氏体不锈钢
	锆钨刚玉	NA	GP	淡白色，硬度和韧度比白刚玉高，自励性能好	磨削球墨铸铁、高磷和铜锰铸铁、不锈钢及高钎、高速钢
	矾刚玉		GF	黑色颗粒状，抗压强度高，韧度大	重负荷磨削钢管
	烧结刚玉		GT	淡红色，硬度高，耐磨性好	磨削钟表，仪器仪表零件
	单晶白刚玉		GBD	性能近似单晶刚玉或白刚玉	磨削工具钢
碳 化 硅	黑碳化硅	C	TH	黑色有光泽，硬度比白刚玉高，韧度比白刚玉低，性脆而锋利，导热、导电性良好	磨削、研磨、切割铸铁、黄铜、铝和耐火材料及其他非金属
	绿碳化硅	GC	TL	绿色，硬度和脆性比黑碳化硅高，硬度仅次于碳化硼和金刚石，导热、电性能好	磨削、研磨、珩磨硬质合金、宝石、陶瓷和玻璃
	立方碳化硅	SC	TF	淡绿色，硬度比黑碳化硅高	磨削或超精加工不锈钢、轴承钢等硬而粘的材料
	碳化硼	BC	TP	灰黑色，硬度比黑、绿碳化硅高，耐磨性好	磨削、研磨或抛光硬质合金、拉丝模、宝石、陶瓷和半导体材料
	碳化硼		TSP	灰黑色，硬度比黑、绿碳化硅高	磨削或研磨硬质合金、宝石、玉石、陶瓷和半导体材料
高 硬 磨 料	人造金剛石	D	JR	具有高硬度、较高的强度、良好的导热性，磨粒表面粗糙与结合剂粘附牢固，自励性能好，磨削效率高	磨削、研磨、珩磨高硬度材料和难切材料，如硬质合金、光学玻璃、宝石、石材、陶瓷和半导体材料等
	天然金剛石	D	JT	硬度最高、较高的强度和良好的导热性，磨粒表面光滑与结合剂粘附力较差，磨削性能好、价格贵	磨削高硬度高脆性的材料和各种难加工的材料并可做各种修整工具和车刀
	立方氮化硼	CBN	JLD	硬度略低于金刚石，强度较高，导热性能好，热稳定性和对铁元素的化学惰性高，自励性能磨削性能好	磨削、研磨、珩磨硬而韧的淬火钢和高钎、高钎、高钎的高速钢以及各种难加工材料。如不锈钢、高强度钢和镍基合金钢等。聚晶立方氮化硼可制造车刀

### 2.2.2 粒度的选择

砂轮的粒度是指砂轮所含磨料颗粒尺寸的大小，通常以粒度号表示。磨料按其颗粒尺寸大小分为41个号，粒度号数越大颗粒越小。粒度号数的标志为：磨粒在数字的右上角加“\*”符号；磨粉直接以“Wxx”表示。GB2477—83规定磨料粒度号为：4\*、5\*、6\*、7\*、8\*、10\*、12\*、14\*、16\*、20\*、22\*、24\*、30\*、36\*、40\*、46\*、54\*、60\*、70\*、80\*、90\*、100\*、120\*、150\*、180\*、220\*、240\*；W63、W50、W40、W28、W14、W10、W7、W5、W3.5、W2.5、W1、W0.5。JB2808—70规定金刚石磨料粒度号为：36\*、46\*、60\*、70\*、80\*、100\*、120\*、150\*、180\*、240\*、280\*、W40、W28、W20、W14、W10、W7、W5、W3.5、W2.5、W1.5、W1、W0.5。

选择磨料粒度时应遵循以下原则：粗磨用粗粒度、精磨用细粒度；工件材料软、塑性大（如有色金属）和磨削面积大时，为避免砂轮堵塞，应选用粗粒度；成形磨削和高速磨削时粒度应选细一些；磨削淬火钢及硬质合金时，宜选用中等粒度的磨料；内磨应选用较外磨为粗的粒度；磨削大尺寸工件、薄板及薄壁工件应选用较粗的粒度。

不同粒度磨具的使用范围见表3.2-2。

表3.2-2 不同粒度磨具的使用范围

粒 度 号 数		使 用 范 围
非 金 刚 石 磨 具	22*~40*	磨钢锭、去铸件毛刺、切钢坯等
	46*~60*	一般外圆、内圆、平面、无心磨、工具磨等
	60*~90*	外圆、内圆、平面、无心磨等半精磨
	100*~240*	精磨、成形磨、珩磨、超精磨和刀具刃磨
	280*~W20 W20以下	精密磨、珩磨、螺纹磨等超精加工 研磨、精细磨、镜面磨等超精加工
金 刚 石 磨 具	80*~120*	粗磨
	>120*~180*	半精磨
	>180*~W40	精磨
	>W40~W1	研磨、抛光

加工表面粗糙度与磨料粒度的关系见表3.2-3。

表3.2-3 加工表面粗糙度与磨料粒度的关系

磨料粒度	加工表面粗糙度 $R_a[\mu m]$	金刚石磨具粒度	加工表面粗糙度 $R_a[\mu m]$	
			树脂结合剂	金属结合剂
24*~36*	$\leq 5$	80*~100*	—	2.5~0.63
>36*~46*	2.5~1.25	>100*~150*	0.63~0.32	1.25~0.32
>46*~60*	0.63~0.32	>150*~240*	0.32~0.16	0.63~0.32
80*~120*	0.16	W63~W20	0.16~0.08	—
		W14~W5	0.08~0.04	—
		W5~W3.5	0.04~0.02	—

### 2.2.3 硬度的选择

磨具硬度是指砂粒在磨削力作用下，从磨具表面脱落的难易程度。硬度高，表示磨粒难以脱落，硬度低则表示容易脱落。

表3.2-4 磨料粒度号及基本粒群尺寸范围 (GB2477—83)

(μm)

粒 度 号	基本粒群尺寸范围	粒 度 号	基本粒群尺寸范围
4	5600~4750	40	500~425
5	4750~4000	46	425~355
6	4000~3350	54	355~300
7	3350~2800	60	300~250
8	2800~2360	70	250~212
10	2360~2000	80	212~180
12	2000~1700	90	180~150
14	1700~1400	100	150~125
16	1400~1180	120	125~106
20	1180~1000	150	106~75
22	1000~850	180	90~63
24	850~710	220	75~53
30	710~600	240	75~53
36	600~500	280	—

磨具硬度等级名称及代号见表3.2-5。

表3.2-5 磨具硬度等级名称及代号 (GB2484—84)

硬 度 等 级	代 号
超 软	D
	E (CR)
	F
软	G (R <sub>1</sub> )
	H (R <sub>2</sub> )
	J (R <sub>3</sub> )
中软	K (ZR <sub>1</sub> )
	L (ZR <sub>2</sub> )
中	M (Z <sub>1</sub> )
	N (Z <sub>2</sub> )
中硬	P (ZY <sub>1</sub> )
	Q (ZY <sub>2</sub> )
	R (ZY <sub>3</sub> )
硬	S (Y <sub>1</sub> )
	T (Y <sub>2</sub> )
超硬	Y (CY)

注：括号中的符号为旧代号。

硬度选择的一般原则是：加工硬钢或淬硬钢时选择较软的磨具，加工软钢时选择较硬的磨具；加工青铜、铜黄铜时选软磨具；磨具与工件接触面积大时选择较软的磨具；磨削导热性差的材料时选择较软的磨具；精磨、精密磨、超精磨和成形磨时，应该选择较硬的磨具；磨平面时应选用较磨相同金属零件外圆时较软的砂轮；干磨时所用砂轮应较湿磨软些；镜面磨削、缓进深磨时宜选较软砂轮；采用宽砂轮大纵向进给磨外圆时应选较软砂轮；砂轮粒度

较细时，硬度应稍软些。机械加工中常用的砂轮硬度等级是H~N。

#### 2.2.4 组织的选择

磨具的组织表示砂粒体积、结合剂体积和孔隙体积三者之间的数量关系，组织号数越大，表示磨具中孔隙越大，砂粒彼此相隔越远。组织的松紧是用结合剂的数量来调整的，号数越大，磨具中结合剂就越多。单位时间磨去的切屑体积越大，被磨材料越韧，磨具应越疏松，磨具不易被磨屑堵塞，可减少磨具消耗，提高生产效率。通常多选用5号组织。

磨具组织号根据GB2484—84分为三类15种，各种组织的应用范围，见表3.2-6。

表3.2-6 各种组织磨具的应用范围

组织分类	紧 密 的	中 等 的	疏 松 的
组织号数	0 1 2 3	4 5 6 7	8 9 10 11 12 13 14
磨粒率(%)	62 60 58 56	54 52 50 48	46 44 42 40 38 36 34
应用范围	表面粗糙度要求细小的加工，特形面加工；磨硬而脆的金属；磨切削抗力大的材料	磨削淬硬钢、刃磨刀具；内外圆磨；用砂轮圆周磨平面	磨削软、韧金属；用砂轮端面磨平面；粗磨及手动磨削；磨削薄板、薄壁及导热性差的工作

注：磨粒率指磨粒占磨轮总体积的百分比。

#### 2.2.5 结合剂的选择

结合剂的分类及应用范围见表3.2-7。

表3.2-7 结合剂的分类及应用范围

名 称	新(旧)代号	特 性	应 用 范 围
陶瓷结合剂	V(A)	由粘土等配制，化学性质稳定，耐热、耐油、耐酸、耐碱，多用性好，耐用度高，强度高，成本低，但较脆。	适用于成形磨削，如磨蜗纹、齿轮、轴承滚道等，砂轮速度宜在35m/s以下
树脂结合剂	B(S)	强度高、弹性好，能在高速下工作，耐热性差，在200℃以上失去粘结作用，不耐酸碱	可作较厚的砂轮和石墨砂轮，用于粗粗精度、高精度磨削，用作切断和开槽用的薄片砂轮，修磨钢坯、铸件的粗粒度砂轮
橡胶结合剂	R(X)	弹性好、磨粒容易脱落，耐热、耐酸、耐油性均差，且有异味	可作切断、开槽用的薄砂轮及抛光砂轮、无心磨导轮，不适于粗磨
菱苦土结合剂	Mg(L)	结合能力比以上三种差	制造各种粗磨砂轮
金属结合剂	(J)	强度高、韧度和成形性好，但自动性差	常用的为青铜结合剂(Q)，主要用于金刚石砂轮，用于粗磨，半精磨硬质合金及切断光学玻璃、陶瓷、半导体等

#### 2.2.6 磨具形状及尺寸的选择

各种磨轮的形状及尺寸在《磨料、磨具标准》(GB2484~2495—84)中已有规定。

磨内圆的磨轮其直径 $d$ 根据磨孔直径 $D$ 确定， $d = (0.8 \sim 0.95)D$ 。内圆磨轮直径的选择见表3.2-8。

磨内圆的磨轮，其宽度应根据孔径及孔长、工件材料及冷却方法来选择。孔越短、孔径越小，磨轮的宽度应越小。内圆磨轮宽度与磨孔直径的关系见表3.2-9。



表3.2-8 内圆磨轮直径的选择


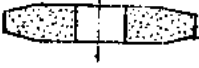



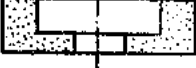
磨孔直径 $D$	磨轮直径 $d$	磨孔直径 $D$	磨轮直径 $d$
12~17	10	>55~70	50
>17~22	15	>70~80	65
>22~27	20	>80~100	75
>27~32	25	>100~130	90
>32~45	30	>130~150	115
>45~55	40	>150	125

表3.2-9 内圆磨轮宽度的选择

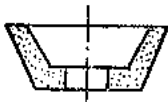

磨孔直径 $D$	15	30	60	150	>150
磨轮宽度 $B$	25~32	32~40	40~63	63~75	63~100

常用砂轮形状代号及其用途见表3.2-10。

表3.2-10 常用砂轮形状代号及其用途

砂轮名称	代号	断面简图	一般用途
平形砂轮	P		根据不同尺寸分别用于外圆磨、内圆磨、平面磨、无心磨、工具磨、螺纹磨和砂轮机上
双斜边一号砂轮	PSX <sub>1</sub>		用于磨齿轮齿面和磨单线螺纹
双圆凹砂轮	PSA		用于外圆磨(兼磨端面)和刃磨刀具, 还用作无心磨的砂轮和导轮
薄片砂轮	PB		用于切断和开槽等
筒形砂轮	N		用于立式平面磨床上
坯形砂轮	B		用其端面刃磨刀具, 也可用其圆面磨平面和内孔

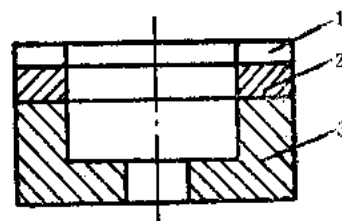
(续)

砂轮名称	代号	断面简图	一般用途
碗形砂轮	BW		用于刃磨刀具, 也可用于导轨磨床磨机床导轨
碗形一号砂轮	D <sub>1</sub>		适于磨铣刀、铰刀、拉刀等, 大尺寸的用于磨齿轮的齿面

## 2.3 金刚石和立方氮化硼磨具

### 2.3.1 金刚石和立方氮化硼磨具的结构和特征

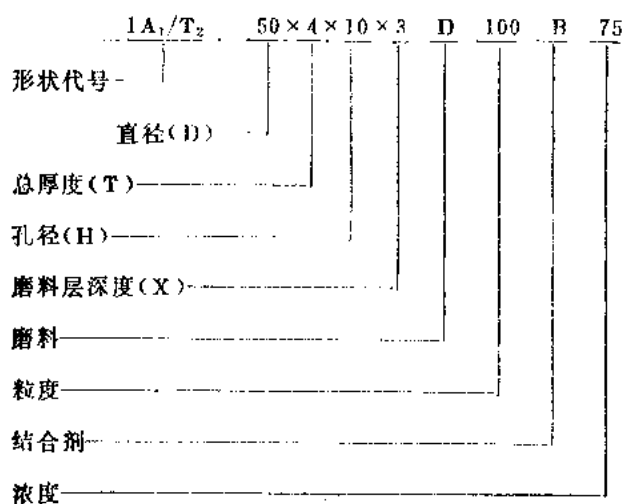
金刚石和立方氮化硼磨具的结构如图3.2-1所示。过渡层由结合剂和其他材料组成, 其作用是将金刚石工作层牢固地固定在基体上。一般金属结合剂磨具用钢或合金钢作基体, 树脂结合剂磨具用铝或电木等作基体。



GB6409.1—86 对金刚石和立方氮化硼磨具标记规定, 按书写顺序依次表示其形状、尺寸、磨料、粒度、结合剂和浓度。例如平形砂轮表示为

图3.2-1 金刚石和立方氮化硼磨具的结构

1—工作层 2—过渡层 3—基体



### 2.3.2 金刚石和立方氮化硼磨具的形状代号和适用范围

### 2.3.3 金刚石和立方氮化硼磨具的选择

金刚石和立方氮化硼磨具的磨料选择参见表3.2-11。人造金刚石和立方氮化硼品种及其适用范围见表3.2-12。使用金刚石磨具磨削时, 一般选用80~150粒度范围, 精磨时选用180~W50。磨削表面粗糙度参数值与金刚石磨具粒度的关系见表3.2-13。

表3.2-11 金刚石和立方氮化硼磨具的形状代号及适用范围

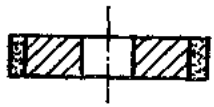


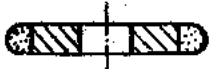
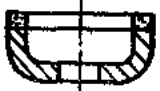




名称	断面形状	代号	适用范围
平形砂轮		1A <sub>1</sub> /T1 1A <sub>2</sub> /T2 (P) 1A <sub>3</sub> /T3	外圆、平面刃磨和砂轮机上磨削等
平形小砂轮		1A <sub>6</sub> (P)	内圆磨
平形加强砂轮		14E(PSX)	主要用于螺旋磨等
平形带弧砂轮		1F <sub>1</sub> (PH)	磨削圆弧成型面
杯形砂轮		6A <sub>2</sub> (B)	主要用于刃磨和平面磨等
碗形砂轮		11A <sub>2</sub> (DW <sub>1</sub> )	主要用于刃磨和平面磨等
碟形砂轮		12A <sub>2</sub> /45°(D <sub>2</sub> )	主要用于刃磨等
双面凹砂轮		9A <sub>2</sub> (PSA)	主要用于磨量具和砂轮机上磨削等
平形砂轮		4B <sub>1</sub> (PDX)	主要用于刃磨和仿形磨等

表3.2-12 人造金刚石和立方氮化硼品种及其适用范围 (GB6405-86)

品种系列	品种代号	适用范围		
		粒度		用途
		窄范围	宽范围	
人造金刚石	RVD	60/70~325/400	60/80~270/400	树脂、陶瓷结合剂磨具或研磨等
	MBD	50/60~325/400	60/80~270/400	金属结合剂磨具、电镀制品、钻探工具或研磨等
	SCD	60/70~325/400	60/80~270/400	钢或钢和硬质合金组合件等
	SMD	16/18~60/70	16/20~60/80	锯切、钻探及修正工具等
	DMD	16/18~40/45	16/20~40/50	修正工具或其它单粒工具等
立方氮化硼	CBN	20/25~325/400	20/30~270/400	树脂、陶瓷、金属结合剂磨具等

表3.2-13 磨削表面粗糙度与金刚石粒度的关系

金刚石粒度	树脂结合剂磨具	金属结合剂磨具
80~100	—	$1.6 \sim 0.4$ ( $\nabla 6 \sim 8$ )
100~150	$0.4 \sim 0.2$ ( $\nabla 8 \sim 9$ )	$0.8 \sim 0.3$ ( $\nabla 7 \sim 9$ )
150~240	$0.2 \sim 0.1$ ( $\nabla 9 \sim 10$ )	$0.4 \sim 0.2$ ( $\nabla 8 \sim 9$ )
W50~20	$0.1 \sim 0.05$ ( $\nabla 10 \sim 11$ )	—
W14~5	$0.05 \sim 0.025$ ( $\nabla 11 \sim 12$ )	—
W5~3.5	$0.025 \sim 0.012$ ( $\nabla 12 \sim 13$ )	—

磨具工作层单位体积中高硬磨料的含量称为浓度，它是金刚石和立方氮化硼磨具的重要特性之一。它表示磨具工作层每立方厘米体积中所具有的超硬磨料的含量。一般规定每立方厘米体积中含有4.4克拉(即0.88g)超硬磨料的磨具浓度为100%，其他浓度以每增(减)1.1克拉，浓度增(减)25%的比例确定之。浓度的选择参见表3.2-14。选择浓度时应考虑：

表3.2-14 浓度的选择

浓度	25%	50%	75%	100%	150%
代号	25	50	75	100	150
磨料含量 (克拉/cm <sup>3</sup> )	1.1	2.2	3.3	4.4	6.6
用途	研磨和抛光	半精密和精密		粗磨和小面积磨削	
制造的磨具	细粒度和树脂结合剂磨具，精磨、抛光和研磨磨具			青铜结合剂磨具，粗磨、磨槽、成形磨具及大负荷磨削的磨具	

(1) 按结合剂的结合能力选择。一般树脂结合剂磨具选用50%~75%，青铜结合剂磨具选用75%~150%，陶瓷结合剂磨具选用75%~100%，电镀结合剂的磨具通常不小于200%。

(2) 磨料粒度越细, 浓度越应偏低些。

(3) 成形磨削时要求磨具形状精度高, 浓度应选高些, 一般选100%~150%。

(4) 粗磨时用高浓度, 半精磨和精磨时用中等浓度, 细表面粗糙度磨削时用低浓度。

结合剂的选择见表3.2-15

表3.2-15 结合剂的选择

名 称	代 号	特 性	适 用 范 围
青铜结合剂	M(Q)	结合力强, 耐磨性好, 磨削时消耗少, 使用寿命长, 能承受较大负荷; 自锐性较差, 磨削效率较树脂结合剂低, 使用不当会造成发热和堵塞	粗磨、半精磨、成形磨、切割等
树脂结合剂	B(S)	磨削效率高, 表面粗糙度小, 应用范围广, 不易堵塞, 发热少, 易修整; 不能承受大负荷, 磨削时消耗大	半精磨、精磨、精密磨、研磨、抛光等
陶瓷结合剂	V(A)	磨削效率高, 不易堵塞, 发热少, 磨削时磨具消耗介于上述两种结合剂之间	粗磨、半精磨、成形磨等
电镀金属结合剂	M(D)	结合力强, 工作层很薄(因受镀层限制), 使用寿命较低, 适用于制造各种小型、特薄和异形磨具	半精磨、精磨。制造小型、特薄和异形磨具, 制造金刚石成形修整用滚轮

注: 括号内为旧标准代号。

# 第4章 金属切削机床

## 1 金属切削机床型号

我国JB1838—85标准适用于各类通用与专用的金属切削机床，不包括组合机床。

### 1.1 机床型号的表示方法 (见图4.1-1)

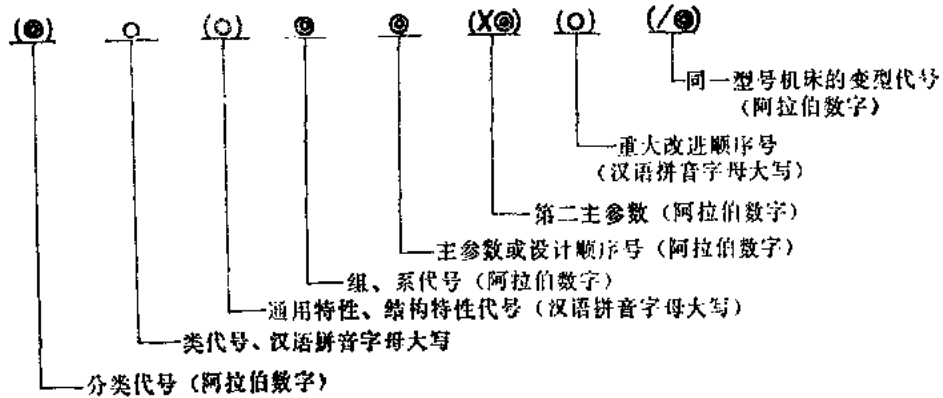


图 4.1-1

图中有“( )”的代号或数字，当无内容时，则不表示。若有内容则不带括号。

### 1.2 机床的类代号

机床的类代号用大写的汉语拼音字母表示 (表4.1-1)。当需要时，每类可分为若干分类。分类代号在类代号之前，作为型号的首位，用阿拉伯字母表示。但第一分类不写阿拉伯字母。

表4.1-1 机床的类和分类代号

类别	车床	钻床	镗床	磨床			齿轮加工机床	蜗轮加工机床	铣床	刨插床	拉床	特种加工机床	锯床	其他机床
代号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	D	G	Q
读音	车	钻	镗	磨	二磨	三磨	牙	丝	铣	刨	拉	电	锯	其

### 1.3 机床的特性代号

机床的特性代号，用大写的汉语拼音字母表示，位于类代号之后。

(1) 通用特性代号 当某类型机床，除有普通型式外，还有某种通用特性时，则在类代号之后加通用特性代号 (表4.1-2) 予以区分。如果某类型机床仅有某种通用特性，而无普通型式时，则通用特性不予表示。

(2) 结构特性代号 对主参数相同而结构、性能不同的机床，在型号中加结构特性代号予以区分。结构特性代号用汉语拼音字母表示。结构特性代号与通用特性代号不同，它在型号中没有统一的含义，只同类机床中起区分机床结构、性能不同的作用。当型号中有通用

表4.1-2 机床的通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	加工中心 (自动换刀)	仿形	轻型	加重型	筒式
代 号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	J
读 音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	筒

特性代号时，结构特性代号应排在通用特性代号之后。通用特性代号已用的字母和“I、O”两个字母，均不作为结构特性代号。因此，结构特性代号仅有字母A、D、E、L、N、P、R、S、T、U、V、W、X、Y。当上述字母不够用时，可以将两个字母组合起来使用，如AB、AD等。

#### 1.4 机床的组、系代号及主参数的表示方法

(1) 机床的组、系代号 机床的组、系用两位阿拉伯数字表示，位于类代号或特性代号之后。

(2) 主参数的表示方法 机床型号中的主参数用折算值表示，位于组、系代号之后。当折算数值大于1时，则取整数，前面不加“0”；当折算数值小于1时，则以主参数值表示，并在前面加“0”。

机床的统一名称和组、系划分，以及型号中主参数的表示方法，见表4.1-3。

表4.1-3 金属切削机床统一名称和类、组、系划分表

类别	组	系	机 床 名 称	主参数折 算系数	主 参 数	第二主参数
车 床 C	仪表 车床	03	转塔车床	1	最大棒料直径	最大工件长度
		04	卡盘车床	1/10	床身上最大回转直径	
		06	卧式车床	1/10	床身上最大回转直径	
	单 轴、半 自动 多轴 自 动 车 床	11	单轴纵切自动车床	1	最大棒料直径	轴数
		13	单轴转塔自动车床	1	最大棒料直径	
		20	多轴平行作业棒料 自动车床	1	最大棒料直径	
		21	多轴棒料自动车床	1	最大棒料直径	
		22	多轴卡盘自动车床	1/10	卡盘直径	
		26	立式多轴半自动车床	1/10	最大车削直径	
	回 转 车 床	30	回轮车床	1	最大棒料直径	轴数
		31	滑鞍转塔车床	1/10	最大车削直径	
		33	滑枕转塔车床	1/10	最大车削直径	
		37	立式转塔车床	1/10	最大车削直径	
	立 式 车 床	51	单柱立式车床	1/100	最大车削直径	最大工件高度
		52	双柱立式车床	1/100	最大车削直径	最大工件高度
		53	单柱移动立式车床	1/100	最大车削直径	最大工件高度
		54	双柱移动立式车床	1/100	最大车削直径	最大工件高度
	卧 式 车 床 及 地 盘 车 床	60	落地车床	1/100	最大工件回转直径	最大工件长度
		61	卧式车床	1/10	床身上最大回转直径	最大工件长度
		62	马鞍车床	1/10	床身上最大回转直径	最大工件长度
		63	无丝杠车床	1/10	床身上最大回转直径	最大工件长度
		64	卡盘车床	1/10	床身上最大回转直径	最大工件长度

(续)

类别	组	系	机 床 名 称	主参数折 算系数	主 参 数	第二主参数
车 床 C	仿 形 及 多 刀 车 床	71	仿形车床	1/10	刀架上最大车削直径	最大车削长度
		73	立式仿形车床	1/10	最大车削直径	最大车削长度
		75	多刀车床	1/10	刀架上最大车削直径	最大车削长度
		76	卡盘多刀车床	1/10	刀架上最大车削直径	最大车削长度
		77	立式多刀车床	1/10	刀架上最大车削直径	最大车削长度
		89	铲齿车床	1/10	最大工件直径	最大模数
		84	轧辊车床	1/10	最大工件直径	最大工件长度
	其它 车 床	90	落地镗车床	1/10	最大工件回转直径	最大镗孔直径
		91	多用车床	1/10	床身上最大工件回转直径	最大工件长度
		92	单能半自动车床	1/10	刀架上最大车削直径	
钻 床 Z	坐 标 钻 镗 床	10	台式坐标钻镗床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度
		13	立式坐标钻镗床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度
		14	转塔坐标钻镗床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度
	深 钻 孔 床	21	深孔钻床	1/10	最大钻孔直径	最大钻孔深度
	摇 臂 钻 床	30	摇臂钻床	1	最大钻孔直径	最大跨距
		31	万向摇臂钻床	1	最大钻孔直径	最大跨距
		32	车式摇臂钻床	1	最大钻孔直径	最大跨距
		33	滑座摇臂钻床	1	最大钻孔直径	最大跨距
	台 式 钻 床	40	台式钻床	1	最大钻孔直径	
		41	工作台式钻床	1	最大钻孔直径	
		43	转塔台式钻床	1	最大钻孔直径	
	立 式 钻 床	50	圆柱立式钻床	1	最大钻孔直径	
		51	方柱立式钻床	1	最大钻孔直径	
		53	转塔立式钻床	1	最大钻孔直径	
	齿 轮 加 工 机 床 Y	51	插齿机	1/10	最大工件直径	最大模数
58		齿条插齿机	1/10	最大工件长度	最大模数	
60		花键轴铣床	1/10	最大铣削直径	最大铣削长度	
62		万能花键轴铣床	1/10	最大铣削直径	最大铣削长度	
71		锥形砂轮磨齿机	1/10	最大工件直径	最大模数	
72		蜗杆砂轮磨齿机	1/10	最大工件直径	最大模数	
74		大平面砂轮磨齿机	1/10	最大工件直径	最大模数	
93		齿轮倒角机	1/10	最大工件直径	最大模数	
螺 纹 加 工 机 床 S	螺 纹 铣 床	61	螺纹铣床	1/10	最大铣削直径	最大铣削长度
		62	短螺纹铣床	1/10	最大铣削直径	最大铣削长度
		65	蜗杆铣床	1/10	最大工件直径	最大模数
	螺 纹 磨 车 床	73	螺纹磨床	1/10	最大工件直径	最大工件长度
		74	丝杠磨床	1/10	最大工件直径	最大工件长度
		75	万能螺纹磨床	1/10	最大工件直径	最大工件长度
		77	蜗杆磨床	1/10	最大工件直径	最大工件长度
		86	丝杠车床	1/100	最大工件长度	最大工件直径
铣 床 X	龙 门 铣 床	20	龙门铣床	1/100	工作台面宽度	工作台面长度
		21	龙门镗铣床	1/100	工作台面宽度	工作台面长度
		22	龙门磨铣床	1/100	工作台面宽度	工作台面长度



(续)

类别	组	系	机 床 名 称	主参数折算系数	主 参 数	第二主参数	
铣床	平面铣	31	立式平面铣床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度	
		33	单柱平面铣床	1/100	工作台面宽度	工作台面长度	
		34	双柱平面铣床	1/100	工作台面宽度	工作台面长度	
		35	端面铣床	1/100	工作台面宽度	工作台面长度	
		36	双端面铣床	1/100	工作台面宽度	工作台面长度	
		38	移动端面铣床	1/100	最大铣轴垂直移动距离	最大立柱纵向移动距离	
	仿形铣	43	平面仿形铣	1/10	最大铣削宽度		
		立式卧式升降台	50	立式升降台铣床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度
			51	立式升降台镗铣床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度
			52	摇臂铣床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度
			60	卧式升降台铣床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度
			61	万能升降台铣床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度
X	81	万能工具铣床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度		
	92	键槽铣床	1	最大键槽宽度			
刨床	悬臂	10	悬臂刨床	1/100	最大刨削宽度	最大刨削长度	
		17	单柱刨床	1/100	最大刨削宽度	最大刨削长度	
	龙门	20	龙门刨床	1/100	最大刨削宽度	最大刨削长度	
		23	龙门刨铣床	1/100	最大刨削宽度	最大刨削长度	
		27	双柱刨床	1/100	最大刨削宽度	最大刨削长度	
		50	插床	1/10	最大插削长度		
		52	键槽插床	1/10	最大插削长度	—	
		60	牛头刨床	1/10	最大刨削长度		
	拉床 L	21	侧拉床	1	额定拉力	最大行程	
		31	卧式外拉床	1	额定拉力	最大行程	
43		连续拉床	1/10	额定拉力	最大行程		
51		立式内拉床	1/10	额定拉力	最大行程		
55		双缸立式内拉床	1/10	额定拉力	最大行程		
61		卧式内拉床	1/10	额定拉力	最大行程		
71		立式外拉床	1/10	额定拉力	最大行程		
85		键槽拉床	1/10	额定拉力			
钻床 Z	中心孔	62	卧式钻床	1	最大钻孔直径		
		75	十字工作台立式钻床	1	最大钻孔直径		
	81	中心孔钻床	1/10	最大工件直径	最大工件长度		
	82	平端面中心孔钻床	1/10	最大工件直径	最大工件长度		
镗床 T	坐标	41	单柱坐标镗床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度	
		42	双柱坐标镗床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度	
		45	卧式坐标镗床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度	
	立式	51	立式镗床	1/10	最大镗孔直径	最大镗孔深度	
		54	坐标立式钻镗床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度	
	卧式	61	卧式铣镗床	1/10	镗轴直径		
		62	落地镗床	1/10	镗轴直径		
精镗	70	单面卧式精镗床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度		

(续)

类别	组	系	机床名称	主参数折算系数	主参数	第二主参数	
磨床	外圆	10	无心外圆磨床	1	最大磨削直径		
		13	外圆磨床	1/10	最大磨削直径	最大磨削长度	
		14	万能外圆磨床	1/10	最大磨削直径	最大磨削长度	
		16	端面外圆磨床	1/10	最大磨削直径	最大工件长度	
	内圆	21	内圆磨床	1/10	最大磨削孔径	最大磨削深度	
		26	深孔内圆磨床	1/10	最大磨削孔径	最大磨削深度	
		28	立式内圆磨床	1/10	最大磨削孔径	最大磨削深度	
		29	坐标磨床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度	
	M	平面及端面	30	落地砂轮机	1/10	最大砂轮直径	
			52	龙门导轨磨床	1/100	最大磨削宽度	最大磨削长度
60			万能工具磨床	1/10	最大回转直径	最大工件长度	
磨床	2M	71	卧轴矩台平面磨床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度	
		72	立轴矩台平面磨床	1/10	工作台面宽度	工作台面长度	
		73	卧轴圆台平面磨床	1/10	工作台面直径		
		74	立轴圆台平面磨床	1/10	工作台面直径		
		76	卧轴双端面磨床	1/10	最大砂轮直径		
		77	立轴双端面磨床	1/10	最大砂轮直径		
		84	乳辊磨床	1/10	最大磨削直径	最大磨削长度	
		86	花键轴磨床	1/10	最大磨削直径	最大磨削长度	
		90	工具曲线磨床	1/10	最大磨削长度		
磨床	Y	13	外圆超精机	1/10	最大磨削直径	最大磨削深度	
		17	平面超精机	1/10	最大磨削宽度		
		87	中心孔研磨机	1/10	最大工件直径	最大工件长度	
齿轮加工机床	Y	22	弧齿锥齿轮铣齿机	1/10	最大工件直径	最大模数	
		23	直齿锥齿轮刨齿机	1/10	最大工件直径	最大模数	
		31	滚齿机	1/10	最大工件直径	最大模数	
		32	摆线齿轮滚齿机	1/10	最大工件直径	最大偏心距	
		36	卧式滚齿机	1/10	最大工件直径	最大模数	
		41	立式剃齿机	1/10	最大工件直径	最大模数	
		42	剃齿机	1/10	最大工件直径	最大模数	
		46	珩齿机	1/10	最大工件直径	最大模数	
		47	蜗杆珩轮珩齿机	1/10	最大工件直径	最大模数	

### 1.5 第二主参数的表示方法

(1) 以长度单位表示的第二主参数 当机床的最大工件长度、最大车削长度、最大磨削长度、最大刨削长度、工作台面长度、最大跨距、最大磨削深度等以长度单位表示的第二参数的变化, 将引起机床结构、性能发生较大变化时, 可将第二主参数列入型号的后部以示区别, 并用“×”分开, 读作“乘”。凡属长度(包括跨距、行程等)的, 采用“ $\frac{1}{100}$ ”的折算系数; 凡属直径、深度、宽度的, 则采用“ $\frac{1}{10}$ ”的折算系数(出现小数时可以化整); 属于厚度时, 则以实际的数值列入型号。

(2) 以轴数和最大模数表示的第二主参数 表示方法与以长度单位表示的第二主参数

相同，并以实际的数值列入型号。

### 1.6 机床的重大改进顺序号

当机床的结构、性能有重大改进和提高，改进、提高后的产品与原型号的产品是一种取代关系时，应在原机床型号之后，按A、B、C等汉语拼音字母的顺序加入型号的尾部，以与原型号机床区别。

### 1.7 同一型号机床的变型代号

根据不同的加工需要，在基本型号机床的基础上，仅改变机床的部分性能结构时，则加变型代号。即在原机床型号之后，加1、2、3等阿拉伯数字的顺序号，并用“/”分开，读作“之”，以示与原型号机床的区别。

### 1.8 通用机床的设计顺序号

某些通用机床当无法用一个主参数表示时，则在型号中用设计顺序号表示。设计顺序号由1起始，当设计顺序号少于10位数时，则在设计顺序号之前加“0”。

举例如下：最大磨削直径为320mm的高精度外圆磨床，其型号为MG1432；工作台面宽度为400mm的数控立式升降台铣床，其型号为XK5040；工作台面宽度为500mm，基本结构和布局型式与卧式铣镗床相似的卧式铣镗加工中心，其型号为TH6150；最大棒料直径为50mm的六轴棒料自动车床，其型号为C2150×6；最大工件孔径为200mm的摆式轴承内圈沟磨床，其型号为3M1120；最大钻孔直径为40mm，最大跨距为1600mm的摇臂钻床，其型号为Z3040×16；工作台面宽度为630mm的单柱坐标镗床，其型号为T4163，经第一次重大改进后的型号为T4163A（即T4163A代替T4163），第二次重大改进后的型号为T4163B（即T4163B代替T4163A），依次类推；最大回转直径为400mm的半自动曲轴磨床的型号为MB8240，根据加工需要在此型号机床的基础上变换的第一种型式的半自动曲轴磨床型号为MB8240/1，变换的第二种型式的型号则为MB8420/2，依此类推。再如C620—1为中心高200mm第一次改进的卧式车床，CA6140为床身上最大回转直径400mm的卧式车床，C6140为床身上最大回转直径400mm的卧式车床，X62W为2号工作台卧式铣床，X6132为工作台面宽度320mm万能升降台铣床。

## 2 金属切削机床的主要技术参数

### 2.1 车床

#### 2.1.1 转塔式、回轮式车床

表4.2-1 转塔式、回轮式车床主要技术参数

技 术 规 格	型 号			
	C325	C336-1 [C336K-1]	C365L	C385L
加工最大直径 (mm):				
床身导轨上	—	420	440	550
横刀架上	—	—	350	450
棒料	25	36	65	85
中心高 (mm)	115	185	210	250

(续)

技 术 规 格	型 号			
	C325	C336-1 [C336K-1]	C365L	C385L
主轴孔径 (mm)	27	39	72	95
主轴转速 (见表4.2-2)(r/min)	140~1380	75~2000	44~1094	29~872
主轴端面至回转刀架工作面向的距离 (mm)	80~420	60~500	240~1117	230~1285
回转刀架进给量: (mm/r) (见表4.2-3)				
纵向	0.06~0.25	0.06~0.56	0.07~2.29	0.07~2.29
横向	—	0.04~0.39	—	—
横刀架行程: (mm)				
纵向	—	—	883	1075
横向	—	—	272	307
横刀架进给量: (mm/r) (见表4.2-4)				
纵向	—	—	0.07~2.29	0.07~2.29
横向	—	—	0.03~1.00	0.03~1.00
主轴端面至横刀架工作面向的距离 (mm)	—	—	37~920	0~1075
主轴电机功率 (kW)	2.2	4.5	10	13

注: 1. C325、C336-1、C336K-1为回轮式车床; C365L、C385L为转塔式车床。

2. C336K-1附有车内、外螺纹机构, 加工螺纹最大螺距3mm。

3. 方括号[ ]中的数字表示C336K-1的参数, 其它参数C336-1与C336K-1均相同。

表4.2-2 转塔式、回轮式车床主轴转速

型 号	转 速 (r/min)	
C325	140、220、355、545、855、1380	
C336-1 [C336K-1]	低速组	75、142、198、380、720、1000
	高速组	150、285、400、760、1450、2000
C365L	正转	44、58、78、100、136、183、238、322、430、550、745、1000
	反转	48、64、86、110、149、200、261、352、471、604、816、1094
C385L	正转	29、39、55、72、96、135、176、233、322、434、570、800
	反转	32、42、60、78、105、147、192、254、350、473、620、872

表4.2-3 转塔式、回轮式车床刀架进给量

型 号	进 给 量 (mm/r)	
C325回转刀架纵向	0.06、0.10、0.15、0.25	
C336-1 回转刀架 [C336K-1]	纵向	0.06、0.09、0.14、0.23、0.35、0.56
	横向	0.04、0.06、0.10、0.16、0.25、0.39

型 号		进 给 量 (mm/z)
C365L	回转刀架纵向	0.07、0.09、0.13、0.17、0.21、0.28、0.31、0.38、0.41、0.52、0.56、0.76、0.92、1.24、1.66、2.29
	纵向	0.07、0.09、0.13、0.17、0.21、0.28、0.31、0.38、0.41、0.52、0.56、0.76、0.92、1.24、1.68、2.29
C385L	横刀架	0.03、0.04、0.056、0.076、0.09、0.12、0.13、0.17、0.18、0.23、0.24、0.33、0.41、0.54、0.73、1.00

## 2.1.2 立式车床

表4.2-4 立式车床主要技术参数

技 术 规 格	型 号			
	C512A	C512-1A	C516A	C523
垂直刀架加工最大直径 (mm)	1250	1250	1600	2300
侧刀架加工最大直径 (mm)	1120	1120	1400	2100
工件最大高度 (mm)	900	1000	1000	1550
工件最大重量 (t)	2	2.5	5	6.3
工作台直径 (mm)	1030	1120	1400	2100
工作台转速 (见表4.2-5)	7.5~150	6.3~315	4.5~200	1.4~48
刀架数量: 水平	1	1	1	1
垂直	1	1	1	2
垂直刀架最大行程: (mm)				
水平	630	835	915	1190(左) 1300(右)
垂直	690	700	700	960(左) 865(右)
垂直刀架最大回转角	$\pm 40^\circ$	$\pm 40^\circ$	$-30^\circ, +40^\circ$	$\pm 40^\circ$ (左)
垂直刀架及侧刀架快速行程速度 (m/min)	1.78	2.33	2.5	2.5
垂直刀架及侧刀架进给量 (水平及垂直) (mm/z) (见表4.2-6)	0.23~8.4	3.15~180	0.045~16	0.08~28
侧刀架最大行程: (mm)				
水平	600	920	550	650
垂直	650	950	950	1480
横梁最大行程 (mm)		730	640	1340
横梁升降速度 (mm/min)	430	376	440	400
主电动机功率 (kW)	20	28	28	40

注: C523为双柱立式车床, 其余型号均为单柱立式车床。

表4.2-5 立式车床工作台转速

型 号	转 速 (r/min)
C512A	7.5、10、13、17、22、29、38、50、66、87、115、150

(续)

型 号	转 速 (r/min)
C512-1A	6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315
C516-A	4.5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200
C523	1.4, 1.7, 2.1, 2.7, 3.2, 4.0, 4.8, 6, 7.5, 9.3, 11, 14, 16, 20, 25, 32, 38, 48

表4.2-6 立式车床刀架进给量

型 号	进 给 量 (mm/r)
C512A	0.23, 0.40, 0.65, 1.1, 1.85, 3.1, 5.1, 8.4
C512-1A	3.15, 5.6, 10, 18, 31.5, 56, 100, 180
C516-A	0.045, 0.06, 0.09, 0.12, 0.18, 0.25, 0.36, 0.5, 0.72, 1, 1.47, 2, 2.8, 5.6, 8, 11.2, 16
C523	0.08, 0.11, 0.15, 0.22, 0.31, 0.44, 0.62, 0.88, 1.25, 1.75, 2.5, 3, 5, 7, 10, 14, 20, 28

## 2.1.3 卧式车床 (见表4.2-7)

表4.2-7 卧式车床的主要技术参数

(mm)

技术规格	型 号									
	CM6125	C6127	C616	C616A	C6132	C618K-1	C620-1	C620-3	CA6140	C630
加工最大直径: (mm)										
在床身上	250	270	320	320	320	360	400	400	400	615
在刀架上	140	150	175	175	160	220	210	220	210	345
棒料 (mm)	23	30	29	29	34	30	37	37	48	68
加工最大长度 (mm)	350	730	500 750	500 750	750	850	650 900 1300 1900	610 900 1300	750 1000 1500 2000	1210 2610
中心距 (mm)	350	800	500 750	500 750	750	850	750 1000 1400 2000	710 1000 1400	750 1000 1500 2000	1400 2800
主轴孔径 (mm)	26	32	30	30	30	32	38	38	48	70
主轴锥度	莫氏4号	1:20	莫氏5号	莫氏5号	莫氏5号	莫氏6号	莫氏5号	莫氏5号	莫氏6号	公制80号
主轴转速:(r/min)										
正转	25~3150	60~1150	45~1980	19~1400	22.4~1000	40~1200	12~1200	12.5~2000	10~1400	14~750
反转 (见表4.2-8)	—	60~1150	45~1980	19~1400	—	113~1370	18~1520	19~2420	14~1580	22~945
刀架最大纵向行程 (mm)	350	820	500 820	500 820	750	850	650 900 1300 1900	900	650 900 1400 1900	1310 2810

技术规格	型 号									
	CM6125	C6127	C616	C616A	C6132	C618K-1	C620-1	C620-3	CA6140	C630
刀架最大横向行程 (mm)	350	170	195	195	280	200	260	250	320	390
刀架最大回转角度	±60°	±90°	±45°	±45°	±60°	±45°	±45°	±90°	±90°	±60°
刀架进给量 (mm/r)	0.02~ 0.4	0.027~ 1.15	0.06~ 3.34	0.03~ 1.68	0.06~1.71	0.14~1.2	0.08~ 1.59	0.07~4.16	0.028~ 6.33	0.15~ 2.65
纵向								0.035~		
横向 (见表4.2-9)	0.01~ 0.2	0.018~ 0.74	0.04~ 3.34	0.02~ 1.2	0.03~0.85	0.09~0.77	0.027~ 0.52	2.08	0.014~ 8.16	0.05~ 0.9
车削螺纹:										
米制 (mm)	0.2~6	0.35~6	0.5~9	0.5~9	0.25~6	0.5~6	1~192	1~192	1~192	1~224
英制 (牙/in)	21~4	32~4	38~2	38~2	112~4	48~3 1/2	24~2	24~2	24~2	28~2
(见表4.2-10)										
尾座顶尖套最大移动量 (mm)	80	55	95	95	190	140	150	200	150	205
尾座横向最大移动量 (mm)	±10	±6	±10	±10	±6	±15	±15	±15	±15	±15
尾座顶尖套孔莫氏 锥度	3号	2号	4号	4号	3号	4号	4号	5号	5号	5号
主电动机功率 (kW)	1.5	1.5	4.5	2.8	3	4.5	7	10	7.5	10

表4.2-8 卧式车床主轴转速

型 号	转 速 (r/min)
CM6125	正转: 25、63、125、160、320、400、500、630、800、1000、1250、2000、2500、3150
C6127	正反转: 65、100、165、260、290、450、730、1150
C616	正反转: 45、66、94、120、173、248、360、530、958、1380、1980
C616A	正反转: 19、28、32、40、47、51、66、74、84、104、120、155、175、225、260、315、375、410、520、590、675、830、980、1400
C132	正转: 22.4、31.5、45、65、90、125、180、250、350、500、700、1000
C618K-1	正转: 40、52、72、101、131、183、260、381、447、660、860、1200 反转: 113、148、206、750、980、1370
C620-1	正转: 12、15、19、24、30、38、46、58、76、90、120、150、185、230、305、370、380、460、480、600、610、760、955、1200 反转: 18、30、48、73、121、190、295、485、590、760、970、1520
C620-3	正转: 12.5、16、20、25、31.5、40、50、63、80、100、125、160、200、250、315、400、500、630、800、1000、1250、1600、2000 反转: 19、30、48、75、121、190、302、475、755、950、1510、2420

(续)

型号	转 速 (r/min)
CA6140	正转: 10、12.5、16、20、25、32、40、50、63、80、100、125、160、200、250、320、400、450、500、560、710、900、1120、1400
	反转: 14、22、36、56、90、141、226、362、565、633、1018、1580
C630	反转: 14、18、24、30、37、47、57、72、95、119、149、188、229、288、380、478、595、750
	反转: 22、39、60、91、149、234、361、597、945

表4.2-9 卧式车床刀架进给量

型号	进 给 量 (mm/r)
CM6125	纵向: 0.02、0.04、0.08、0.10、0.20、0.40
	横向: 0.01、0.02、0.04、0.05、0.10、0.20
C617	纵向: 0.027、0.05、0.072、0.082、0.089、0.096、0.105、0.115、0.121、0.128、0.144、0.164、0.177、0.192、0.209、0.230、0.242、0.256、0.288、0.329、0.354、0.394、0.418、0.460、0.485、0.571、0.658、0.767、1.150
	横向: 0.018、0.032、0.047、0.053、0.057、0.062、0.068、0.074、0.078、0.083、0.093、0.106、0.115、0.124、0.135、0.149、0.157、0.165、0.186、0.203、0.229、0.248、0.271、0.298、0.313、0.331、0.372、0.452、0.476、0.74
C616	纵向: 0.06、0.07、0.08、0.84、0.09、0.10、0.11、0.12、0.13、0.14、0.15、0.154、0.16、0.17、0.18、0.19、0.20、0.21、0.22、0.23、0.24、0.25、0.27、0.28、0.30、0.31、0.32、0.33、0.34、0.36、0.37、0.38、0.40、0.41、0.42、0.43、0.45、0.46、0.47、0.48、0.51、0.53、0.54、0.55、0.56、0.58、0.6、0.62、0.63、0.65、0.67、0.68、0.70、0.71、0.72、0.74、0.75、0.76、0.80、0.82、0.83、0.86、0.9、0.93、0.95、0.96、0.97、1.0、1.07、1.08、1.11、1.11、1.12、1.17、1.2、1.23、1.3、1.37、1.4、1.43、1.49、1.50、1.51、1.54、1.64、1.67、1.81、1.86、1.92、1.94、2.24、2.46、2.6、3.34
	横向: 0.04、0.05、0.06、0.07、0.073、0.079、0.08、0.09、0.1、0.11、0.12、0.13、0.14、0.15、0.16、0.17、0.18、0.19、0.20、0.21、0.22、0.23、0.24、0.25、0.26、0.27、0.28、0.29、0.30、0.31、0.33、0.34、0.35、0.36、0.37、0.39、0.40、0.41、0.43、0.44、0.45、0.46、0.48、0.5、0.51、0.52、0.54、0.55、0.58、0.59、0.60、0.61、0.63、0.65、0.68、0.7、0.73、0.75、0.77、0.78、0.8、0.81、0.82、0.86、0.88、0.9、0.94、0.95、1.0、1.02、1.03、1.05、1.09、1.10、1.2、1.22、1.31、1.32、1.36、1.4、1.63、1.8、1.81、1.9、2.45
C616A	纵向: 0.03、0.04、0.05、0.06、0.07、0.08、0.09、0.10、0.11、0.12、0.14、0.15、0.16、0.18、0.20、0.21、0.22、0.24、0.28、0.30、0.32、0.36、0.40、0.42、0.46、0.48、0.51、0.56、0.60、0.64、0.72、0.80、0.84、0.88、0.96、1.12、1.20、1.28、1.68
	横向: 0.02、0.03、0.035、0.04、0.045、0.05、0.06、0.07、0.08、0.09、0.10、0.12、0.14、0.15、0.16、0.18、0.20、0.24、0.28、0.30、0.32、0.36、0.40、0.48、0.56、0.60、0.64、0.72、0.80、0.96、1.2
C6132	纵向: 0.06、0.07、0.08、0.09、0.10、0.11、0.12、0.13、0.15、0.16、0.17、0.18、0.20、0.23、0.25、0.27、0.29、0.32、0.34、0.36、0.40、0.46、0.49、0.53、0.58、0.64、0.67、0.71、0.80、0.91、0.98、1.07、1.16、1.28、1.35、1.42、1.60、1.71
	横向: 0.03、0.04、0.05、0.06、0.07、0.08、0.09、0.10、0.11、0.12、0.13、0.15、0.16、0.17、0.18、0.20、0.23、0.25、0.27、0.29、0.32、0.34、0.36、0.40、0.46、0.49、0.53、0.58、0.64、0.67、0.71、0.80、0.85



(续)

型 号	进 给 量 (mm/r)
C618K-1	纵向: 0.14, 0.17, 0.19, 0.20, 0.21, 0.22, 0.23, 0.25, 0.26, 0.29, 0.30, 0.33, 0.35, 0.37, 0.38, 0.39, 0.42, 0.44, 0.45, 0.47, 0.50, 0.52, 0.58, 0.60, 0.66, 0.70, 0.75, 0.76, 0.78, 0.83, 0.84, 0.88, 0.91, 0.93, 0.99, 1.0, 1.2
	横向: 0.09, 0.11, 0.12, 0.13, 0.14, 0.15, 0.16, 0.17, 0.19, 0.20, 0.21, 0.23, 0.24, 0.25, 0.27, 0.29, 0.30, 0.32, 0.34, 0.37, 0.39, 0.43, 0.45, 0.48, 0.49, 0.51, 0.54, 0.57, 0.59, 0.60, 0.64, 0.68, 0.77
C620-1	纵向: 0.08, 0.09, 0.10, 0.11, 0.12, 0.13, 0.14, 0.15, 0.16, 0.18, 0.20, 0.22, 0.24, 0.26, 0.28, 0.30, 0.33, 0.35, 0.40, 0.45, 0.48, 0.50, 0.55, 0.60, 0.65, 0.71, 0.81, 0.91, 0.96, 1.01, 1.11, 1.21, 1.28, 1.46, 1.59
	横向: 0.027, 0.029, 0.033, 0.038, 0.04, 0.042, 0.046, 0.05, 0.054, 0.058, 0.067, 0.075, 0.078, 0.084, 0.092, 0.10, 0.11, 0.12, 0.13, 0.15, 0.16, 0.17, 0.18, 0.20, 0.22, 0.23, 0.27, 0.30, 0.32, 0.33, 0.37, 0.40, 0.41, 0.48, 0.52
C620-3	纵向: 0.07, 0.074, 0.084, 0.097, 0.11, 0.12, 0.13, 0.14, 0.15, 0.17, 0.195, 0.21, 0.23, 0.26, 0.28, 0.30, 0.34, 0.39, 0.43, 0.47, 0.52, 0.57, 0.61, 0.70, 0.78, 0.87, 0.95, 1.04, 1.14, 1.21, 1.40, 1.56, 1.74, 1.90, 2.08, 2.28, 2.42, 2.80, 3.12, 3.48, 3.80, 4.16
	横向: 为纵向进给量的1/2
CA6140	纵向: 0.028, 0.032, 0.036, 0.039, 0.043, 0.046, 0.050, 0.054, 0.08, 0.09, 0.10, 0.11, 0.12, 0.13, 0.14, 0.15, 0.16, 0.18, 0.20, 0.23, 0.24, 0.26, 0.28, 0.30, 0.33, 0.36, 0.41, 0.46, 0.48, 0.51, 0.56, 0.61, 0.66, 0.71, 0.81, 0.91, 0.94, 0.96, 1.02, 1.03, 1.09, 1.12, 1.15, 1.22, 1.29, 1.47, 1.59, 1.71, 1.87, 2.05, 2.16, 2.28, 2.57, 2.93, 3.16, 3.42, 3.74, 4.11, 4.32, 4.56, 5.14, 5.87, 6.33
	横向: 0.014, 0.016, 0.018, 0.019, 0.021, 0.023, 0.025, 0.027, 0.040, 0.045, 0.050, 0.055, 0.060, 0.065, 0.070, 0.075, 0.08, 0.09, 0.10, 0.11, 0.12, 0.13, 0.14, 0.15, 0.16, 0.17, 0.20, 0.22, 0.24, 0.25, 0.28, 0.30, 0.33, 0.35, 0.40, 0.43, 0.45, 0.47, 0.48, 0.50, 0.51, 0.54, 0.56, 0.57, 0.61, 0.64, 0.73, 0.79, 0.86, 0.94, 1.02, 1.08, 1.14, 1.28, 1.46, 1.58, 1.72, 1.88, 2.04, 2.16, 2.28, 2.56, 2.92, 3.16
C630	纵向: 0.15, 0.17, 0.19, 0.21, 0.24, 0.27, 0.30, 0.33, 0.38, 0.42, 0.48, 0.54, 0.60, 0.65, 0.75, 0.84, 0.96, 1.07, 1.2, 1.33, 1.5, 1.7, 1.9, 2.15, 2.4, 2.65
	横向: 0.05, 0.06, 0.065, 0.07, 0.08, 0.09, 0.10, 0.11, 0.12, 0.14, 0.16, 0.18, 0.20, 0.22, 0.25, 0.28, 0.32, 0.36, 0.40, 0.45, 0.50, 0.56, 0.64, 0.72, 0.81, 0.9

表4.2-10 卧式车床车削螺纹螺距

型 号	螺 纹 螺 距 (mm) (牙/in)
CM6125	公制: 0.2, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.5, 0.6, 0.7, 0.75, 0.8, 0.9, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5, 5.5, 6
	英制: 21, 20, 19, 18, 16, 14, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4.5, 4
C616	公制: 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0, 2.25, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 6.0, 7.0, 9.0
	英制: 38, 36, 30, 28, 24, 22, 20, 19, 18, 16, 15, 14, 12, 11, 10, 9.5, 9.0, 8.0, 7.5, 7.0, 6.0, 5.5, 5.0, 4.75, 4.5, 4.0, 3.75, 3.5, 3.0, 2.75, 2.5, 2.0

(续)

型 号	螺 纹 螺 距 (mm) (牙/in)
C616A	公制: 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0, 2.25, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 6.0, 7.0, 9.0
	英制: 38, 36, 30, 28, 24, 22, 20, 19, 18, 16, 15, 14, 12, 11, 10, 9.5, 9.0, 8.0, 7.5, 7.0, 6.0, 5.5, 5.0, 4.75, 4.5, 4.0, 3.75, 3.5, 3.0, 2.75, 2.5, 2.0
C6132	公制: 0.25, 0.3, 0.35, 0.4, 0.45, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 6.0
	英制: 112, 104, 96, 88, 80, 76, 72, 64, 56, 52, 48, 44, 40, 38, 36, 32, 28, 26, 24, 22, 20, 19, 18, 16, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4.5, 4
C618K-1	公制: 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6
	英制: [48], [44], [40], [38], [36], [32], 28, 24, [22], 20, 19, 18, 16, 14, 12, 11, 10, $9\frac{1}{2}$ , 9.0, 8.0, 7.0, 6.0, $5\frac{1}{2}$ , 5.0, $4\frac{3}{4}$ , $4\frac{1}{2}$ , 4.0, $3\frac{1}{2}$ (括号内的数值尽量少用)
C620-1	公制: 1, 1.25, 1.5, 1.75, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 56, 64, 72, 80, 96, 112, 128, 144, 160, 176, 192
	英制: 24, 20, 19, 18, 16, 14, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, $3\frac{1}{2}$ , $3\frac{1}{4}$ , 3, 2
C620-3	公制: 同 C620-1
	英制: 24, 20, 19, 18, 16, 14, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, $4\frac{1}{4}$ , 4, $3\frac{1}{2}$ , $3\frac{1}{4}$ , 3, 2
CA6140	公制: 1, 1.25, 1.5, 1.75, 2, 2.25, 2.5, 3, 3.4, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 56, 64, 72, 80, 88, 96, 112, 128, 144, 160, 176, 192
	英制: 24, 20, 19, 18, 16, 14, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, $4\frac{1}{2}$ , 4, $3\frac{1}{2}$ , $3\frac{1}{4}$ , 3, 2
C630	公制: 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0, 2.25, 2.5, 2.75, 3.0, 3.5, 3.75, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 7.0, 7.5, 8.0, 9.0, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 28, 30, 32, 36, 40, 44, 48, 56, 60, 64, 72, 80, 88, 96, 112, 120, 128, 144, 160, 176, 192, 224
	英制: 28, 26, 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 16, 14, 13, 12, $11\frac{1}{2}$ , 11, $10\frac{1}{2}$ , 10, $9\frac{1}{2}$ , 9.0, 8.0, 7.0, $6\frac{1}{2}$ , 6.0, $5\frac{3}{4}$ , $5\frac{1}{2}$ , $5\frac{1}{4}$ , 5.0, $4\frac{3}{4}$ , $4\frac{1}{2}$ , 4.0, $3\frac{1}{2}$ , $3\frac{1}{4}$ , 3.0, $2\frac{7}{8}$ , $2\frac{3}{4}$ , $2\frac{5}{8}$ , $2\frac{1}{2}$ , $2\frac{3}{8}$ , $2\frac{1}{4}$ , 2.0

## 2.2 钻床

### 2.2.1 摇臂钻床

表4.2-11 摇臂钻床主要技术参数

技 术 规 格	型 号					
	Z3025	Z33S-1	Z35	Z37	Z32K	Z35K
最大钻孔直径 (mm)	25	35	50	75	25	50
主轴中心线至立柱表面距离 (mm)	280~900	350~1200	450~1600	500~2000	315~815	730~1500

(续)

技 术 规 格	型 号					
	Z 3025	Z 33 S-1	Z 35	Z 37	Z 32K	Z 35K
主轴端面至工作台面的距离 (mm)	0~550	0~880	0~1000	—	—	—
主轴端面至底座工作面的距离(mm)	250~1000	380~1380	470~1500	600~1750	25~870	—
主轴最大行程 (mm)	250	300	350	450	130	350
主轴孔莫氏锥度	3号	4号	5号	6号	3号	5号
主轴转速 (见表4.2-12) $r/min$	50~2500	50~1600	34~1700	11.2~1400	175~980	20~900
主轴进给量 (mm/r) (见表4.2-13)	0.05~1.6	0.06~1.2	0.03~1.2	0.037~2	—	0.1~0.8
主轴最大扭矩 (N·m)	196.2	—	735.75	1177.2	95.157	—
主轴最大进给力 (N)	7848	12262.5	19620	33354	—	12262.5(垂直位置) 19620(水平位置)
主轴箱水平移动距离 (mm)	630	850	1150	1500	500	—
横臂升降距离 (mm)	525	730	680	700	845	1500
横臂回转角度	360°	360°	360°	360°	360°	360°
主电机功率 (kW)	2.2	2.8	4.5	7	1.7	4.5

注: Z 32K、Z 35K为万向摇臂钻床, 主轴在三个方向都能回转360°。

表4.2-12 摇臂钻床主轴转速

型 号	转 速 ( $r/min$ )
Z 3025	50、80、125、200、250、315、400、500、630、1000、1600、2500
Z 33 S-1	50、100、200、400、800、1600
Z 35	34、42、53、67、85、105、132、170、265、335、420、530、670、850、1051、1320、1700
Z 37	11.2、14、18、22.4、28、35.5、45、56、71、90、112、140、180、224、280、355、450、560、710、900、1120、1400
Z 32K	175、432、693、980
Z 35K	20、28、40、56、80、112、160、224、315、450、630、900

表4.2-13 摇臂钻床主轴进给量

型 号	进 给 量 (mm/r)
Z 3052	0.05、0.08、0.12、0.16、0.2、0.25、0.3、0.4、0.5、0.63、1.00、1.60
Z 33 S-1	0.06、0.12、0.24、0.3、0.6、1.2
Z 35	0.03、0.04、0.05、0.07、0.09、0.12、0.14、0.15、0.19、0.20、0.25、0.26、0.32、0.40、0.56、0.67、0.90、1.2
Z 37	0.037、0.045、0.060、0.071、0.090、0.118、0.150、0.180、0.236、0.315、0.375、0.50、0.60、0.75、1.00、1.25、1.50、2.00
Z 35K	0.1、0.2、0.3、0.4、0.6、0.8

## 2.2.2 立式钻床

表4.2-14 立式钻床主要技术参数

技术规格	型			号		
	Z 518	Z 525	Z 525 B	Z 535	Z 550	Z 575
最大钻孔直径 (mm)	18	25	25	37	50	75
主轴端面至工作台面距离 (mm)	25~600	0~700	415	0~750	0~800	0~850
主轴端面至底座面距离 (mm)	—	750~1160	965	705~1130	650~1200	800~1300
主轴中心至导轨面距离 (mm)	200	250	315	300	350	400
主轴行程 (mm)	145	175	200	225	300	—
主轴孔莫氏锥度	2号	3号	3号	4号	5号	6号
主轴最大扭矩 (N·m)	—	245.25	—	392.4	784.8	1177.2
最大进给力 (N)	—	8829	—	15698	24525	39240
主轴转速 (见表4.2-15) (r/min)	330~3040	97~1360	85~1500	68~1100	32~1400	22~1018
主轴箱行程 (mm)	—	200	—	200	250	500
进给量 (mm/r) (见表4.2-16)	0.2	0.1~0.81	0.13~0.52	0.11~1.6	0.12~2.64	0.15~3.2
工作台行程 (mm)	375	325	385	325	325	350
工作台工作面积 (mm <sup>2</sup> )	350×350	500×375	φ400(直径)	450×500	500×600	600×750
主电动机功率 (kW)	1	2.8	2.2	4.5	7.5	10

注: Z 525 B 为圆柱立式钻床装有圆形立轴及圆形工作台。

表4.2-15 立式钻床主轴转速

型号	转 速 (r/min)
Z 525	97、140、195、272、392、545、680、960、1360
Z 525 B	85、150、265、475、850、1500
Z 535	68、100、140、195、275、400、530、750、1100
Z 550	32、47、63、89、125、185、250、351、500、735、996、1400
Z 575	22、31、44、64、88、122、173、251、354、491、697、1018

表4.2-16 立式钻床进给量

型号	进给量 (mm/r)
Z 525	0.10, 0.13, 0.17, 0.22, 0.28, 0.36, 0.48, 0.62, 0.81
Z 525 B	0.13, 0.21, 0.32, 0.52
Z 535	0.11, 0.15, 0.20, 0.25, 0.32, 0.43, 0.57, 0.72, 0.96, 1.22, 1.60
Z 550	0.12, 0.19, 0.28, 0.40, 0.62, 0.90, 1.17, 1.80, 2.64
Z 575	0.15, 0.23, 0.34, 0.48, 0.74, 1.09, 1.41, 2.18, 3.20

## 2.2.3 台式钻床

表4.2-17 台式钻床主要技术参数

技术规格	型号			
	Z 4002	Z 4006	Z 512 [Z 515]	Z 512-1 [Z 512-2]
最大钻孔直径 (mm)	2	6	12 [15]	13
主轴行程 (mm)	20	60	100	100
主轴中心线至立柱表面距离 (mm)	83	140	230	190 [193]
主轴端面至工作台面距离 (mm)	5~120	225	430	0~335
主轴孔莫氏锥度	—	1号	1号	2号
主轴转速 (见表4.2-18) r/min	3000~8700	1450~5800	460~4250 [320~2900]	480~4100
工作台面尺寸 (mm)	110×110	200×200	350×350	265×265
工作台绕立柱回转角度	—	—	—	360°
主电动机功率 (kW)	0.1	0.25	0.6	0.4

注: [ ] 内为 Z 515 与 Z 512-2 数据, 其余相同。

表4.2-18 台式钻床主轴转速

型号	转速 (r/min)
Z 4002	3000, 4950, 8700
Z 4006	1450, 2900, 5800
Z 512	460, 620, 850, 1220, 1610, 2280, 3150, 4250
Z 515	320, 430, 600, 835, 1100, 1540, 2150, 2900
Z 512-1 Z 512-2	480, 800, 1400, 2440, 4100

## 2.3 铣镗床

## 2.3.1 卧式镗床

表4.2-19 卧式铣镗床主要技术参数

技 术 规 格	型 号				
	T 616	T 68	T 611	T 612	T 611H
最大加工孔径: (mm)					
镗孔 (用镗杆)	240	240	240	550	240
(用平旋盘)	350	—	—	—	—
钻孔	50	65	80	60	80
用平旋盘最大加工外径 (mm)	350	450	—	700	—
用平旋盘最大加工端面 (mm)	400	450	—	800	—
用镗杆最大加工孔的深度 (mm)	—	600	600	1000	600
主轴直径 (mm)	63	85	110	125	110
主轴孔锥度	莫氏 4 号	莫氏 5 号	莫氏 6 号	米制 80 号	莫氏 6 号
主轴最大行程 (mm)	560	600	600	1000	600
主轴中心线至工作台面距离 (mm)	0~710	30~800	30~800	0~1400	1061~2661 (至底座面)
主轴转速 (见表4.2-20) ( $r/min$ )	13~1160	20~1090	20~1000	7.5~1200	20~1600
主轴进给量 (mm/r) (见表4.2-21)	0.026~4.5	0.05~16	0.05~16	0.04~14.4	0.05~16
主轴最大扭矩 (N·m)	392.4	107.91	107.91	3433.5	107.91
主轴最大抗力, 切削抗力 (N) 进给抗力	7848 9810	12753 12753	12753 12753	19620 29430	12753 12753
主轴箱最大升降行程 (mm)	710	755	755	1400	1600
主轴箱进给量 (mm/r) (见表4.2-22)	与主轴进 给量相同	0.025~8	0.025~8	0.025~8	0.015~5
工作台面尺寸 (mm)	900×700	1000×800	1000×800	1600×1250	—
工作台 T 型槽: 数目	5	7	7	7	—
宽度	22	22	22	28	—
中心距	120	115	115	170	—
工作台最大行程: (mm) 纵向	900	1140	1225	1600	—
横向	750	850	800	1400	—
工作台进给量 (mm/r) (见表4.2-23)	与主轴进 给量相同	与主轴进 给量相同	0.025~8	0.025~8	—
平旋盘 T 型槽: 数目	2	1	—	2	—
宽度	12	18	—	22	—
中心距	265	—	—	—	—
刀架沿平旋盘移动行程 (mm)	135	170	—	—	—
平旋盘刀架 T 型槽: 数目	2	1	—	—	—
宽度 (mm)	12	18	—	—	—
中心距 (mm)	112	—	—	—	—
平旋盘转速 ( $r/min$ )	13~134	10~200	—	4.5~250	—
平旋盘刀架进给量 (mm/r) (见表4.2-24)	与主轴进 给量相同	与主轴进 给量相同	—	0.025~8	—

(续)

技 术 规 格	型 号				
	T 616	T 68	T 611	T 612	T 611H
车削螺纹范围:					
米制 (mm)	—	1~10	1~10	1~10	1~10
英制 (牙/in)	—	20~4	20~4	20~4	20~4
主电动机功率 (kW)	4	6.5	5.2/7	10	6.5/7

注: T 611H为移动卧式铣镗床。

表4.2-20 卧式铣镗床主轴转速

型 号	转 速 (r/min)
T 616	13、19、28、43、64、93、113、134、168、245、370、550、810、1160
T 68 T 611 T 611H	20、25、32、40、50、64、80、100、125、160、200、250、315、400、500、630、800、1000
T 612	(正、反转) 7.5、9.5、12、15、19、24、30、38、48、60、75、96、128、160、205、250、320、414、460、600、750、950、1200

表4.2-21 卧式铣镗床主轴进给量

型 号	进 给 量 (mm/r)
T 616	0.026、0.037、0.053、0.072、0.1、0.145、0.2、0.28、0.41、0.58、0.8、1.13、1.6、2.25、3.25、4.5
T 68 T 611 T 611H	0.05、0.07、0.1、0.13、0.19、0.27、0.37、0.52、0.74、1.03、1.43、2.05、2.9、4.5、7.8、11.1、16
T 612	0.04、0.06、0.08、0.12、0.17、0.24、0.33、0.47、0.66、0.92、1.37、1.83、2.6、3.64、5.2、7.23、10.2、14.4

表4.2-22 卧式铣镗床主轴箱进给量

型 号	进 给 量 (mm/r)
T 68 T 611 T 612	0.025、0.035、0.05、0.07、0.09、0.13、0.19、0.26、0.37、0.52、0.72、1.03、1.42、2、2.9、4、5.6、8

表4.2-23 卧式铣镗床工作台进给量

型 号	进 给 量 (mm/r)
T 611 T 612	0.025、0.035、0.05、0.07、0.09、0.13、0.19、0.26、0.37、0.52、0.72、1.03、1.42、2、2.9、4、5.6、8

表4.2-24 卧式铣镗床平旋盘刀架进给量

型 号	进 给 量 (mm/r)
T 612	0.025、0.035、0.05、0.07、0.09、0.13、0.19、0.26、0.37、0.52、0.72、1.03、1.42、2、2.9、4、5.6、8

## 2.3.2 坐标镗床

表4.2-25 坐标镗床主要技术参数

技 术 规 格	型 号				
	TS4132	T4163	T4240	T42100	TA4280
最大加工孔径: (mm) 镗孔 钻孔	70	250	150	250	300
	钢16 铸铁25	40	钢20 铸铁25	60	40
主轴中心线至立柱表面距离 (mm)	320	700	—	—	—
主轴端面至工作台面距离 (mm)	100~500	260~740	10~510	1000	970
立柱间距离 (mm)	—	—	600	1450	1100
水平主轴中心线至工作台面距离 (mm)	—	—	—	80~880	—
最大铣刀直径 (mm)	—	—	—	—	180
主轴孔锥度	莫氏 2 号	特殊的	莫氏 3 号	3:20	莫氏 4 号
主轴最大行程 (mm)	100	250	145	300	300
主轴转速 (见表4.2-26) (r/min)	125~2500 (无级)	55~2000 (无级)	45~1250	垂直轴: 40~2000 水平轴: 40~1000	40~2000
主轴进给量 (mm/r) (见表4.2-27)	0.02~0.12	0.03~0.15 (无级)	0.02~0.18	0.025~0.3	0.0425~ 0.356
主轴箱最大行程 (mm):	—	240	350	垂直主轴箱 1020 水平主轴箱 800	800
主轴箱进给量 (mm/min) (无级)	—	—	—	垂直主轴箱 25~150 水平主轴箱 55~220	30~180
工作台尺寸 (mm)	450×320	1100×630	560×400	1600×1020	1100×840
工作台最大行程: (mm) 纵向 横向	350	1000	500	1420	950
	240	600	—	—	—
工作台移动速度 (mm/min)	—	36、1000	—	0~300 (无级)	0~1800 (无级)
工作台T型槽: 数目 宽度 槽距	—	—	—	10	8
	—	—	—	18	18
	—	—	—	—	106
横梁升降速度 (mm/min)	—	—	—	370	500
坐标读数精度 (mm)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
坐标定位精度 (mm)	0.004	0.006	0.004	0.008	0.005
主电动机功率 (kW)	1	4.5	1	3	3

表4.2-26 坐标镗床主轴转速

型 号	转 速 (r/min)
T4240	45、75、125、210、300、480、780、1250



(续)

型号	转 速 (r/min)
T42100	垂直主轴: 40、52、65、80、105、130、165、210、265、330、420、530、625、800、1000、1250、1600、2000
	水平主轴: 40、52、65、80、105、130、165、210、265、330、420、530、625、800、1000
TA4280	40、52、65、80、105、130、160、205、250、320、410、500、625、800、1000、1250、1600、2000

表4.2-27 坐标镗床主轴进给量

型号	进 给 量 (mm/r)
TS4132	0.02、0.05、0.12
T4240	0.02、0.04、0.06、0.09、0.12、0.18
T42100	0.025、0.045、0.06、0.10、0.15、0.20、0.25、0.30 (垂直主轴和水平主轴相同)
TA4280	0.0425、0.069、0.10、0.153、0.247、0.356

## 2.3.3 金刚镗床

表4.2-28 金刚镗床主要技术参数

技 术 规 格	型 号									
	T 740K					T 740				
镗孔直径 (mm)	10~200					10~200				
主轴头型号及主要尺寸:	(一般供应2°)					(一般供应2°)				
主轴头型号	0°	1°	2°	3°	4°	0°	1°	2°	3°	4°
每边安装主轴头数	4	4	3	3	2	4	4	3	3	2
主轴中心线至工作台面距离 (mm)	230	230	240	250	270	230	230	240	250	270
主轴头之间最小距离 (mm)	100	125	155	190	245	100	125	155	190	245
主轴头最大转速: (r/min)										
0°	5000					5000				
2°	1000					1000				
工作台面尺寸 (mm)	400×600					400×600				
工作台最大纵向行程 (mm)	275					400				
工作台快速移动速度 (m/min)	1~2					1~2				
工作台进给量 (无级) (mm/min)	10~500					10~300				
工作台面至床身底面距离 (mm)	890					890				
工作台T型槽: 数目	—					3				
槽宽	—					12				
主电动机功率 (kW)	2.8					2个各2.8				

## 2.4 磨床

## 2.4.1 外圆磨床

表4.2-29 外圆磨床主要技术参数

技术规格	型号			
	M120	M1331	MQ1350	MQM1350
磨削工件直径 (mm)	8~200	8~315	500	500
用中心架时磨削工件的直径 (mm)	8~60	8~60	25~200	25~200
磨削工件最大长度 (mm)	710, 1000	710, 1000, 1400	1400, 2000, 2800	1400, 2000, 2500
磨削工件最大重量 (kg)	150	150	1000	1000
中心高 (mm)	115	170	270	240
头架顶尖孔莫氏锥度	4号	5号	6号	6号
头架主轴转速 (r/min)	37, 64, 115, 212	37, 64, 115, 212	18, 36, 50, 70, 100, 140	15, 36, 50, 70, 100, 140
砂轮架最大移动量 (mm)	210	235	250	250
砂轮架快速移动量 (mm)	50	50	100	100
手轮每转砂轮架移动量 (mm)				
粗	2	2	4	4
精	0.5	0.5	0.4	0.5
手轮盘刻度值 (mm)				
粗	0.01	0.01	0.02	0.02
精	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
砂轮尺寸 (外径×宽×内径) (mm)	600×63×305	450~600×63×305	550~750×75×305	550~750×75×305
砂轮转速 (r/min)	1110	1110	890~1000	890~1000
工作台最大移动量 (mm)	830, 1110	830, 1100, 1540	1450, 2100, 2950	1450, 2100, 2950
工作台移动速度 (m/min)	0.1~6	0.1~6	0.1~2.5	0.1~5
工作台最大回转角度:				
顺时针	3°	3°	2°	2°
逆时针	9°, 6°	3°, 6°, 9°	4°, 7°, 9°	4°, 7°, 9°
尾座顶尖孔莫氏锥度	4号	4号	6号	6号
顶尖套移动量 (mm)	30	30	70	70
砂轮电动机功率 (kW)	7.5	4	13	14
头架电动机功率 (kW)	0.8	0.8	3	2

表4.2-30 万能外圆磨床主要技术参数

技 术 规 格	型 号				
	M114W	M115W	M120W	M131W	MBG1420
磨削工件直径 (mm)	4~140	150	7~200	8~315	200
用中心架时磨削工件的直径 (mm)	—	8~40	—	8~60	—
可磨内圆直径 (mm)	10~25	80	18~50	13~125	14~80
磨削外圆的最大长度 (mm)	180, 350	650	500	710, 1000, 1400	500
磨削内圆的最大长度 (mm)	50	75	75	125	—
磨削工件最大重量 (kg)	8, 10	18	40	150	20
中心高 (mm)	80	100	110	170	105
头架顶尖孔莫氏锥度	4号	3号	3号	4号	5号
头架主轴转速 ( $r/min$ )	200, 300, 400, 510, 600, 1020	45, 70, 115, 175, 275, 450	80, 165, 250, 330, 500	35, 70, 140, 280	50~630 (无级)
头架回转角度	90°	90°	+90°、-30°	+90°、-30°	+90°
砂轮架最大移动量 (mm)	125	165	215	270	纵向: 110 横向: 30
砂轮架快速移动量 (mm)	15	—	20	50	30
刻度每格砂轮进给量 (mm)	0.0025	0.005	0.005	0.0025	0.001
砂轮架回转角度	±180°	±180°	±180°	±30°	在上滑板: +5°、-18° 在下滑板: +45°、-5°
砂轮尺寸 (mm) (外径×宽度×内径)	(160~250) ×20×75	300×40×127	(220~300) ×40×127	(280~400) ×50×203	左端外圆: 300×(20~ 50)×127 右端外圆: 200×(10~ 16)×60
砂轮主轴转速 ( $r/min$ )	2667, 3340	2200	2200	1990, 2670	1220, 1775, 1925, 2200
内圆磨砂轮尺寸 (mm) (外径×宽度×内径)	—	(12~35)× (13~25)× (4~10)	(15~40)× (16~32)	(12~80)× (16~32)× (5~20)	—
内圆磨主轴转速 ( $r/min$ )	17000	10000	12500, 21600	10000, 20000	12600, 18900, 18650, 22400, 28000
工作台最大移动量 (mm)	300, 400	740	590	780, 1100, 1540	500
工作台移动速度 (mm/min)	200~6000 (无级)	500~5000 (无级)	100~6000 (无级)	100~6000	100~5000 (无级)
工作台最大回转角: 顺时针 逆时针	7° 5°	5° 5°	7° 6°	3° 3°, 6°, 9°	— 10°
顶尖孔莫氏锥度	2号	3号	3号	4号	2号
顶尖套移动量 (mm)	15	20	20	30	25
砂轮轴电动机功率 (kW)	1.5	2.8	3	4	2.2

(续)

技 术 规 格	型 号				
	M114W	M115W	M120W	M131W	MBG1420
头架电动机功率 (kW)	0.6	0.52	0.6	0.8	0.55

## 2.4.2 内圆磨床

表4.2-31 内圆磨床主要技术参数

技 术 规 格	型 号					
	M2110	M2120	M250A	M224	M228	
磨孔直径 (mm)	12~100	50~200	150~500	10~40	20~80	
装夹工件最大外径: (mm)	有罩	210	400	510	—	200
	无罩	500	650	725	—	400
磨孔最大长度 (mm)	130	200	450	80	125	
头架最大回转角度	8°	30°	20°	30°	30°	
头架主轴转速 (r/min)	200、300、600	低速: (无级) 120~320 高速: (无级) 220~650	26、32、50、 150、190、300	200~1000 (无级)	200~785	
砂轮轴转速 (r/min)	11000、18000	4000、6000、 7500、10000、 12500	2450、4200	15000、28000、 42000	10500~20000	
砂轮进给量 (mm/双行程)	0.002~0.006	0.001~0.002	0.002~0.01	—	—	
刻度盘每格刻度值 (mm)	0.002	0.002	0.002	0.005	0.005	
工作台最大行程 (mm)	320	600	725	290	400	
工作台移动速度 (m/min)	1.5~6	1.5~6	1~4	0.1~7	0.5~6	
砂轮轴电动机功率 (kW)	3	4.5	5.5	0.9~2.6	3	
头架电动机功率 (kW)	0.8	1.5	2.1	0.6	0.42	

## 2.4.3 平面磨床

## 2.4.3.1 卧轴矩台平面磨床

表4.2-32 卧轴矩台平面磨床主要技术参数

技 术 规 格	型 号					
	MM7112	M7120A	M7130	M7130K	M7140	
磨削工件最大尺寸: (mm)	长	350	630	1000	1600	2000
	宽	125	200	300	300	400
	高	300	320	400	400	600
磨头中心线至工作台面距离 (mm)	70~400	100~445	135~575	135~575	—	

(续)

技 术 规 格	型 号				
	MM7112	M7120A	M7130	M7130K	M7140
磨头最大移动量: (mm)					
横向	—	250	350	350	550
垂直	330	345	400	440	600
磨头横向连续进给量 (m/min)	—	0.3~3	0.5~4.5	0.5~4.5	0.5~5
磨头横向间歇进给量 (mm/单行程)	—	1~12	3~30	3~30	3~50
磨头主轴转速 (r/min)	2810	3000、3600	1500	1500	1440
手轮每转一格磨头进给量: (mm)					
垂直	0.005	0.005	0.01	0.01	0.005
横向	—	0.01	0.01	0.01	0.002
磨头垂直进给量 (mm)	—	0.005、0.010、 0.015、0.020、 0.025、0.030、 0.035、0.040、 0.045、0.050、 0.09	0.01、0.02、 0.03、0.04、 0.05、0.06、 0.07、0.08、 0.09	—	—
工作台面积 (长×宽) (mm)	350×125	630×200	1000×300	1600×300	2000×400
工作台纵向移动量 (mm)	380	780	200~1100	200~1650	800~2100
工作台纵向移动速度 (m/min)	2.5~18	1~18	3~18	2~20	5~30
手轮每转一格工作台纵向移动量 (mm)	0.02	—	—	—	—
工作台每一行程横向间歇进给量 (mm)	0~1.8	—	—	—	—
砂轮尺寸 (mm) (外径×宽度×内径)	(140~200) ×20×75	(170~250) ×25×75	(270~350) ×40×127	(270~350) ×40×127	(375~500)× (60~100)× 305
主电动机功率 (kW)	1.5	3	4.5	4.5	28

## 2.4.3.2 卧轴圆台平面磨床

表4.2-33 卧轴圆台平面磨床主要技术参数

技 术 规 格	型 号		
	M7331	M7350	M7350A
磨削工件最大直径 (mm)	315	500	500
磨削工件最大高度: (mm) 平面	140	200	200
锥面	100	160	180
工作台直径 (mm)	315	500	500
工作台最大移动量: (mm) 纵向	—	330	310
垂直	185	—	—
工作台往复运动速度 (液压无级) (m/min)	—	0.1~2.5	0.1~2.5
工作台最大倾斜度	±8°	±8°	±3°
工作台转速 (r/min)	60~180	12~120 (无级)	20~100 (无级)

(续)

技 术 规 格	型 号		
	M7331	M7350	M7350A
刻度 每转一格垂直进给量: (mm) 工作台 磨头	0.0025 —	— 0.0025	— 0.0025
机动垂直进给量: (mm) 工作台 磨头	0~0.03 —	— 0.0025~0.02	— 0.002~0.016
砂轮尺寸 (外径×宽度×内径) (mm)	(160~250)×25×75	(250~350)×40×127	400×40×127
砂轮转速 (r/min)	2660~3110	1900	1450
主电动机功率 (kW)	3	4	5.5

## 2.4.3.3 立轴平面磨床

表4.2-34 立轴平面磨床

技 术 规 格	型 号	
	M7232	M7475
磨削工件最大尺寸 (mm)	800×320×380 (长×宽×高)	750×350 (直径×高)
磨头垂直升降最大移动量 (mm)	380	350
磨头垂直快速移动速度 (m/min)	0.92	0.568
刻度盘每转一格磨头垂直进给量 (mm)	0.01	0.01
砂轮尺寸 (mm)	350 (外径)	450×(35~125)×350 (外径×宽度×内径)
砂轮转速 (r/min)	1460	975
工作台尺寸 (mm)	800×320 (长×宽)	750 (直径)
工作台纵向移动量 (mm)	200~1200	530
工作台运动速度	移动: 3~20 (m/min) (无级)	转速: 5、7、10、14、20、29 (r/min)
砂轮下端面至工作台面距离 (mm)	0~380	0~350
主电动机功率 (kW)	13	16

## 2.5 铣床

## 2.5.1 立式铣床

表4.2-35 立式铣床主要技术参数

技 术 规 格	型 号					
	X5012	X51	X52K	X53K	X53T	XS5040
主轴端面至工作台面距离 (mm)	0~250	30~380	30~400	30~500	0~500	30~500
主轴中心线至床身垂直导轨面距离 (mm)	150	270	350	450	450	450

(续)

技术规格	型 号					
	X5012	X51	X52K	X53K	X53T	XS5040
主轴孔锥度	莫氏3号	7:24	7:24	7:24	7:24	7:24
主轴孔径 (mm)	14	25	29	29	69.85	29
刀杆直径 (mm)	—	—	32~50	32~50	40	32.50
立床头最大回转角度	—	—	±45°	±45°	±45°	—
主轴转速 (见表4.2-36) (r/min)	130~2720	65~1800	30~1500	30~1500	18~1400	63~3150
主轴轴向移动量 (mm)	—	—	70	85	90	85
工作台面积 (长×宽) (mm)	500×125	1000×250	1250×320	1600×400	2000×425	1600×400
工作台最大行程: (mm)						
纵向						
手动		620	700	900	1260	900
机动	250	820	680	880	1250	880
横向						
手动	100	190	255	315	410	315
机动		170	240	300	400	300
升降						
手动	250	370	370	385	410	370
机动		350	350	365	400	365
工作台进给量: (mm/min)						
纵向	手动	35~980	23.5~1180	23.5~1180	10~1250	40~2000
横向	手动	25~765	15~786	15~786	10~1250	27~1330
升降	手动	12~380	8~394	8~394	2.5~315	13.5~665
(见表4.2-37)						
工作台快速移动速度: (mm/min)						
纵向	手动	2900	2300	2300	3200	4000
横向	手动	2300	1540	1540	3200	2665
升降	手动	1150	770	770	800	1330
工作台T型槽: 槽数	3	3	3	3	3	3
宽度	12	14	18	18	18	18
槽距	35	50	70	90	90	90
主电动机功率 (kW)	1.5	4.5	7.5	10	10	13

表4.2-36 立式铣床主轴转速

型 号	转 速 (r/min)
X5012	130、188、263、355、510、575、855、1180、1585、2720
X51	65、80、100、125、160、210、255、300、380、490、590、725、945、1225、1500、1800
X52K X53K	30、37.5、47.5、60、75、95、118、150、190、235、300、375、475、600、750、950、1180、1500
X53T	18、22、28、35、45、56、71、90、112、140、180、224、280、355、450、560、710、900、1120、1400

表4.2-37 立式铣床工作台进给量

型号	进给量 (mm/min)
X51	纵向: 35, 40, 50, 65, 85, 105, 125, 165, 205, 250, 300, 390, 510, 620, 755, 980
	横向: 25, 30, 40, 50, 65, 80, 100, 130, 150, 190, 230, 320, 400, 480, 585, 765
	升降: 12, 15, 20, 25, 33, 40, 50, 65, 80, 95, 115, 160, 200, 290, 380
X52K	纵向: 23.5, 30, 37.5, 47.5, 60, 75, 95, 118, 150, 190, 235, 300, 375, 475, 600, 750, 950, 1180
X53K	横向: 15, 20, 25, 31, 40, 50, 63, 78, 100, 126, 156, 200, 250, 316, 400, 500, 634, 786
	升降: 8, 10, 12.5, 15.5, 20, 25, 31.5, 39, 50, 63, 78, 100, 125, 158, 200, 250, 317, 394
X53T	纵向及横向: 10, 14, 20, 28, 40, 56, 80, 110, 160, 220, 315, 450, 630, 900, 1250
	升降: 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20, 27.5, 40, 55, 78.5, 112.5, 157.5, 225, 315

## 2.5.2 卧式万能铣床

表4.2-38 卧式(万能)铣床主要技术参数

技术规格	型号				
	X60 [X60W]	X61 [X61W]	X62 [X62W]	X63 [X63W]	X63T [X63WT]
主轴轴线至工作台面距离 (mm)	0~300	30~360 [30~330]	30~390 [30~350]	30~420 [30~380]	70~470 [70~450]
床身垂直导轨面至工作台面距离 (mm)	—	165~365	215~470	255~570	280~680 [300~660]
主轴轴线至悬梁下平面的距离 (mm)	140	150	155	190	180
主轴端面至支臂轴承端面的最大距离 (mm)	447	470	700	—	820
主轴孔锥度	7:24	7:24	7:24	7:24	7:24
主轴孔径 (mm)	—	—	29	29	69, 85
刀杆直径 (mm)	—	22, 27, 32, 40	22, 27, 32	32, 50	40
主轴转速 (见表4.2-39) (r/min)	50~2240	22~1800	30~1500	30~1500	18~1400
工作台面积 (长×宽) (mm)	800×200	1000×250	1250×320	1600×400	2000×425
工作台最大行程: (mm)					
纵向					
手动		620	700	900	
机动	500	620	680	880	1250[1200]
横向					
手动		190[185]	255	315	
机动	160	170	240	300	400[380]
升降					
手动		330	360[320]	390[350]	
机动	320	330[300]	340[300]	370[330]	400[380]
工作台进给量: (mm/min)					
纵向	22.4~1000	35~980	23.5~1180	23.5~1180	10~1250
横向	16~710	25~765	23.5~1180	23.5~1180	10~1250
升降	8~355	12~380	为纵向进给量的1/3	为纵向进给量的1/3	2.5~315
(见表4.2-40)					



(续)

技术规格	型 号				
	X60 〔X60W〕	X61 〔X61W〕	X62 〔X62W〕	X63 〔X63W〕	X63T 〔X63WT〕
工作台快速移动速度: (mm/min)					
纵向	2800	2900	2300	2300	3200
横向	2000	2300	2300	2300	3200
升降	1000	1150	770	770	800
工作台T型槽: 槽数	—	3	3	3	3
槽宽	—	14	18	18	18
槽距	—	50	70	90	90
工作台最大回转角度	无〔±45°〕	无〔±45°〕	无〔±45°〕	无〔±45°〕	无〔±45°〕
主电动机功率 (kW)	2.8	4	7.5	10	10

注: ( )内为卧式万能铣床与卧式铣床相应型号的数据, 其余相同。

表4.2-39 卧式〔万能〕铣床主轴转速

型 号	转 速 (r/min)
X60 X60W	50, 71, 100, 140, 200, 280, 400, 560, 800, 1120, 1600, 2240
X61 X61W	65, 80, 100, 125, 160, 210, 255, 300, 380, 490, 590, 725, 945, 1225, 1500, 1800
X62 X62W X63 X63W	30, 37.5, 47.5, 60, 75, 95, 118, 150, 190, 235, 300, 37.5, 475, 600, 750, 950, 1180, 1500
X63T X63WT	18, 22, 28, 35, 45, 56, 71, 90, 112, 140, 180, 224, 280, 355, 450, 560, 710, 900, 1120, 1400

表4.2-40 卧式〔万能〕铣床工作台进给量

型 号	进 给 量 (mm/min)
X60	纵向: 22.4, 31.5, 45, 63, 90, 125, 180, 250, 355, 500, 710, 1000
	横向: 16, 22.4, 31.5, 45, 63, 90, 125, 180, 250, 355, 500, 710
X60W	升降: 8, 11.2, 16, 22.4, 31.5, 45, 63, 90, 125, 180, 250, 355
X61	纵向: 35, 40, 50, 65, 85, 105, 125, 165, 205, 250, 300, 390, 510, 620, 755, 980
	横向: 25, 30, 40, 50, 65, 80, 100, 130, 150, 190, 230, 320, 400, 480, 585, 765
X61W	升降: 12, 15, 20, 25, 33, 40, 50, 65, 80, 95, 115, 160, 200, 240, 290, 380
X62 X62W X63 X63W	纵向及横向: 23.5, 30, 37.5, 47.5, 60, 75, 95, 118, 150, 190, 235, 300, 375, 475, 600, 750, 950, 1180
X63T	纵向及横向: 10, 14, 20, 28, 40, 56, 80, 110, 160, 220, 315, 450, 630, 900, 1250
X63WT	升降: 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20, 27.5, 40, 55, 78, 75, 112, 157.5, 225, 315

## 2.5.3 万能工具铣床

表4.2-41 万能工具铣床主要技术参数

技 术 规 格	型 号	
	X 8120W	X 8126
水平主轴轴线至工作台距离 (mm)	30~230	30~360
垂直主轴端面至工作台距离 (mm)	5~200	0~260
弹簧卡头最大夹持工件直径 (mm)	26	—
主轴孔莫氏锥度: 水平主轴 垂直主轴	4号 4号	4号 4号
主轴转速: (r/min) 水平主轴 垂直主轴	125~2100(12级) 153~2580(12级)	110、150、215、308、445、605、 865、1230、150、205、290、420、 600、815、1170、1660
主轴最大行程: (mm) 水平主轴 垂直主轴	— —	200 80
工作台面积 (长×宽) (mm)	450×200	700×270
工作台最大行程: (mm) 纵向 升降	150 200	300 330
工作台进给量 (mm/min)	6~284 (16级)	25、36、52、74、100、143、205、 285 (纵向、升降及水平主轴体横向)
主电动机功率 (kW)	1.5	2.8

## 2.6 刨床

## 2.6.1 龙门刨床

表4.2-42 龙门刨床主要技术参数

技 术 规 格	型 号			
	B 2010 A	B 2012 A	BX2012	B 2016 A
刨削最大长度 (mm)	3000	4000	4000	4000, 6000
刨削最大宽度 (mm)	1000	1250	1250	1600
刨削最大高度 (mm)	800	1000	1000	1250
刨削工件最大重量 (t)	5	8	8	10, 15
横梁下端至工作台面距离 (mm)	100~830	100~1050	100~1050	100~1300
两立柱间的空间距离 (mm)	1060	1350	1350	1700
工作台齿条上允许的最大拉力 (N) (当切削速度为10~25m/min时)	61803	61803	61803	78480
工作台面积 (长×宽) (mm)	3000×900	4000×1120	4000×1120	4000×140 6000×1400
工作台行程 (mm)	530~3150	530~4150	530~4150	530~6150 530~4150

(续)

技术规格	型 号			
	B2010A	B2012A	BX2012	B2016A
工作台T型槽, 槽数 方向 尺寸(槽宽×槽距) (mm)	5 纵向 28×170	5 纵向 28×210	5 纵向 28×210	7 纵向 28×200
工作台工作行程速度: (m/min)				
刨削: 高速	9~90 (无级)	9~90 (无级)	6~90	8~80 (无级)
低速	4.5~45 (无级)	4.5~45 (无级)	3~45	4~40 (无级)
铣削: 高速	—	—	0.2~3	—
低速	—	—	0.1~1.5	—
工作返回行程速度: (m/min)				
刨削: 高速	9~90 (无级)	9~90 (无级)	6~90	8~80 (无级)
低速	4.5~45 (无级)	4.5~45 (无级)	3~45	4~40 (无级)
铣削: 高速	—	—	0.2~3	—
低速	—	—	0.1~1.5	—
调整时工作台的最低速度 (m/min)	1	1	—	1
刀架数量: 上刀架 (在横梁上) 侧刀架 (在立柱上)	2 2	2 2	2 2	2 2
侧刀架及垂直刀架的最大伸出距离 (mm)	250	250	250	250
刀架最大回转角度: 上刀架 侧刀架	±60° ±60°	±60° ±60°	±60° ±60°	±60° ±60°
刀具最大截面尺寸(长×宽) (mm)	60×60	60×60	60×60	60×60
垂直刀架手动和机动的最大行程: (mm)				
水平	1460	1700	1700	2150
垂直	250	250	250	250
侧刀架手动和机动的最大行程: (mm)				
水平	250	250	250	250
垂直	560	750	750	1000
工作台往复一次垂直刀架的进给量: (mm) (无级)				
水平	0.2~20	0.2~20	0.2~20	0.2~20
垂直	0.15~7.5	0.15~7.5	0.15~7.5	0.15~7.5
工作台往复一次侧刀架的垂直进给量 (mm)	0.2~11.5	0.2~11.5	0.2~11.5	0.2~11.5
垂直刀架的快速移动速度: (m/min)				
水平	1.6	1.6	1.6	1.6
垂直	0.6	0.6	0.6	0.6
侧刀架的快速垂直移动速度 (m/min)	0.85	0.85	0.85	0.85
横梁升降速度 (m/min)	0.57	0.57	0.57	0.57
铣刀最大直径 (mm)	—	—	200	—
铣头主轴孔径 (mm)	—	—	27	—

(续)

技 术 规 格	型 号			
	B 2010 A	B 2012 A	BX2012	B 2016 A
铣头主轴孔锥度	—	—	7:24	—
铣头主轴轴向最大移动量 (mm)	—	—	160	—
铣头转速 (r/min)	—	—	75、95、120、 150、190、240、300、 375、475、600	—
铣头沿横梁导轨的进给速度 (mm/min)	—	—	80、115、160	—
铣头电机功率 (kW)	—	—	7	—
砂轮最大直径 (mm)	—	—	300	—
磨头主轴大头直径 (mm)	—	—	37	—
磨头主轴锥度	—	—	1:15	—
磨头最大旋转角	—	—	360°	—
砂轮轴向最大移动量 (mm)	—	—	120	—
磨头电机功率 (kW)	—	—	2.8	—
主电动机功率 (kW)	55	55	55	55

## 2.6.2 牛头刨床

表4.2-43 牛头刨床主要技术参数

技 术 规 格	型 号			
	B 635	B 650	B 6063	B 665
最大刨削长度 (mm)	350	500	630	650
滑枕底面至工作台面最大距离 (mm)	320	400	400	370
刨刀自床身前面伸出最大距离 (mm)	500	660	—	—
工作台面积 (长×宽) <sub>1</sub> (mm)				
顶面	305×250	455×405	580×400	650×450
侧面	305×270	455×355	—	450×415
工作台水平移动量 (mm)	380	500	630	600
工作台垂直移动量 (mm)	280	300	—	300
工作台最大回转角度	—	±90°	—	—
刀架前部最大回转角度	±20°	±20°	—	—
刀架转动角度	±60°	±60°	—	±60°
刀架最大垂直移动距离 (mm)	100	110	170	175
刨刀杆最大尺寸 (宽×高) (mm)	20×25	20×32	—	20×30
滑枕往复次数 (次/min)	30、46、63、78	11、17、23、35、 40、56、75、120	11.2、16、23、32、 45、63、90、125	12.5、17.9、25、 35.6、52.5、73

(续)

技 术 规 格	型 号			
	B 635	B 650	B 6063	B 665
滑枕往复一次工作台进给量 (mm)	0.2~0.8	0.35~2.13	0.3~3	0.33~3.33
水平			0.235~1.88	
垂直	—	—	—	—
滑枕往复一次刀架自动进给量 (mm)	—	—	0.235、0.47、 0.705、0.94、 1.175、1.41、 1.64、1.88	—
滑枕最大调整量 (由中间位置起) (mm)	±85	±200	—	—
主电动机功率 (kW)	1.1	4	4.5	3

## 2.7 插床

表4.2-44 插床主要技术参数

技 术 规 格	型 号			
	B 5020	B 5032	B 5050	B 50100
最大插削长度 (mm)	200	320	500	1000
工件最大尺寸 (长×高) (mm)	485×200	600×320	900×750	2000 (外径)
工件最大重量 (kg)	400	500	600	5000
刀具支承面至床身前壁间的距离 (mm)	485	600	1000	1120
工作台面至滑枕导轨下端的距离 (mm)	320	490	750	1140
滑枕行程 (mm)	25~220	50~340	125~580	300~1000
滑枕垂直调整量 (mm)	230	315	260	840
滑枕最大回转角度	8°	8°	10°	—
滑枕工作行程速度 (m/min)	1.7~27.5	1.9~21.2	5~22	4~30
插刀最大尺寸 (宽×高) (mm)	25×40	25×40	30×55	—
工作台直径 (mm)	500	630	800	1250
工作台最大移动量: (mm)				
纵向 (沿床身方向)	500	630	950	1200
横向 (沿滑座方向)	500	560	800	1000
工作台最大回转角度	360°	360°	360°	360°
滑枕每往复一次工作台进给量: (mm)				
纵向	0.08~1.24	0.08~1.24	0~1.5	0.2~5
横向	0.08~1.24	0.08~1.24	0~3	0.2~5
回转 (在φ700mm圆桌上)	—	—	—	0.4~10
回转角度	0.052°~0.783°	0.052°~0.783°	0~1°15'	—
主电动机功率 (kW)	3	4	10	30

## 2.8 拉床

表4.2-45 拉床主要技术参数

技 术 规 格	型 号			
	L 5120	L 5310	L 6110	L 6120
	名 称			
	立式内拉床	立式外拉床	卧式内拉床	卧式内拉床
额定拉力 (kN)	196.2	98.1	98.1	196.2
最大拉力 (kN)	255.06	137.34	137.34	255.06
工作台最大行程 (mm)	—	125	—	—
工作台面尺寸 (长×宽) (mm)	600×520	450×450	—	—
工作台 (或支承端板) 孔径 (mm)	200	—	150	200
花盘孔径 (mm)	130	—	100	130
溜板最大行程 (mm)	1250	1000	1250	1600
溜板工作行程速度 (无级) (m/min)	3~11	2~13	2~11	1.5~11
溜板返回行程速度 (无级) (m/min)	10~20	7~20	14~25	7~20
溜板工作面尺寸 (长×宽) (mm)	—	1500×400	—	—
溜板工作面至工作台端距离 (mm)	—	153~167	—	—
辅助溜板最大行程 (mm)	500	—	570	620
辅助溜板工作行程速度 (m/min)	0~14	—	2~10	2~10
由机床底面至工作台面 (或支承板孔中心) 距离 (mm)	1912	1310	900	900
主电动机功率 (kW)	22	17	17	22

## 2.9 铣端面钻中心孔机床

表4.2-46 铣端面钻中心孔机床主要技术参数

技 术 规 格	型 号		
	XZ21.4	XZ22.4	XZ23.4
加工毛坯直径 (mm)	25~150	25~150	25~150
加工毛坯长度: (mm) 单料架 双料架	180~400 400~700	180~400 400~1100	180~400 400~2000
料架沿床身横向行程 (mm) (可调整至180mm以下)	180	180	180
主轴孔径 (mm)	40	40	40
主轴孔锥度: 铣轴 钻轴	7:24 莫氏4号	7:24 莫氏4号	7:24 莫氏4号
主轴数: 铣轴 钻轴	2 2	2 2	2 2

(续)

技 术 规 格	型 号		
	XZ21.4	XZ22.4	XZ23.4
主轴轴线至床身面的高度 (mm)	255	255	255
钻轴与铣轴的中心距 (mm)	170	170	170
铣轴转速 (r/min)	三种型号相同 (见表4.2-47)		
钻轴转速 (r/min)			
铣削进给量 (mm/r)			
钻削进给量 (mm/r)			
钻轴行程 (mm) (可调整至50mm以下)	50	50	50
主电机功率 (kW)	14	14	14

表4.2-47 铣端面钻中心孔机床主轴转速及进给量

铣轴转速 (r/min)	56、72、98、130、162、215、290、378
钻轴转速 (r/min)	122、158、214、284、354、380、470、487、634、665、826、870、1090、1450、2000、2540
铣削进给量 (mm/r)	0.62、0.805、1.02、1.43、1.68、1.98、2.76、3.49、4.54
钻削进给量 (mm/r)	0.0185、0.024、0.0304、0.0425、0.05、0.056、0.0588、0.073、0.082、0.095、0.1034、0.129、0.135、0.152、0.178、0.25、0.316、0.41

## 2.10 齿轮、花键加工机床

### 2.10.1 花键铣床

表4.2-48 花键铣床主要技术参数

技 术 规 格	型 号		
	Y631K	YB6012	Y6110
	名 称		
	花键轴铣床	半自动花键轴铣床	螺旋花键铣床
最大加工直径 (mm)	80	125	100
最大加工长度 (mm)	600	900	600
加工键槽数	4~10	4~38	4~20
工件轴线至铣刀轴线的距离 (mm)	50~815	50~157	50~185
中心距 (mm)	650	1000	650
铣头主轴孔莫氏锥度	4号	4号	4号
最大安装铣刀直径 (mm)	140	125	140
最大安装铣刀长度 (mm)	140	125	140
铣刀杆直径 (mm)	22、27、32	27、32、40	—

(续)

技 术 规 格	型 号		
	Y 631 K	YB6012	Y 6110
	名 称		
	花键轴铣床	半自动花键轴铣床	螺旋花键铣床
铣头转速 (r/min)	60、100、125、 160、200、250	63、80、100、 125、160、200	80、100、125、 160、200、250
铣头轴向移动量 (mm)	30	30	—
刻度盘每转一格铣头移动量 (mm)	0.01	0.01	0.01
刻度盘每转一转铣头移动量 (mm)	2	2	2
工件主轴孔莫氏锥度	4号	4号	4号
工作台进给量 (mm/r)	—	0.33、0.5、0.75、 0.83、1.0、1.25、1.5、 1.88、2.5、3.75	0.6、1.0、1.25、 1.5、2、2.5、3.75、5
工作台快速移动速度 (m/min)	—	2	1
尾架套筒孔莫氏锥度	4号	4号	4号
尾架套筒最大移动量 (mm)	45	35	—
主电动机功率 (kW)	4.5	4	4.5

## 2.10.2 滚齿机

表4.2-49 滚齿机主要技术参数

技 术 规 格	型 号				
	YM3608	Y 32 B	Y 3150	Y 38	Y 31125
加工齿轮最大直径 (mm)					
用外支架时	—	—	350	450	—
不用外支架时	80	200	500	800	1250
加工斜齿轮最大直径 (mm)					
当螺旋角为30°时	—	180	370	500	—
当螺旋角为60°时	—	70	—	190	—
加工齿轮最大宽度 (mm)	50	180	240	240	550
加工齿轮最大模数 (mm)	1	4	6	8	12
加工齿轮的最大螺旋角	±20°	—	±45°	—	—
滚刀最大直径 (mm)	32	80	120	120	200
滚刀心轴直径 (mm)	8、13	22、27	22、27、32	22、27、32	27、32、40
主轴孔莫氏锥度	—	4号	—	5号	6号
主轴转速 (见表4.2-50) (r/min)	130~1200	63~318	50~275	47.5~192	29~174 (无级)
主轴中心线至工作台面距离 (mm)	—	100~310	最小 170	最小 205	325~865
主轴中心线至工作台中心线距离 (mm)	—	30~160	25~320	30~470	2~840



(续)

技 术 规 格	型 号				
	YM3608	Y 32 B	Y 3150	Y 38	Y 31125
刀架最大垂直行程 (mm)	—	210	260	270	120
刀架最大回转角度	—	$\pm 60^\circ$	—	$360^\circ$	—
工件每转滚刀进给量, (mm/r) (见表4.2-51) 垂直 径向 切向	0.075~0.8	0.26~3	0.24~4.25	0.5~3	0.45~6.6 (无级)
	—	—	—	0.24~1.44	—
	—	0.1~1.13	—	—	0.23~1.36 (无级)
工作台直径 (mm)	—	150	320	475	1075
工作台心轴直径 (mm)	—	25	30	35	200
主电动机功率 (kW)	0.8	1.7	3	2.8	4.4

表4.2-50 滚齿机主轴转速

型 号	转 速 (r/min)
YM3608	130, 200, 320, 480, 800, 1200
Y 32 B	68, 78, 100, 121, 165, 200, 258, 318
Y 3150	50, 65, 84, 103, 135, 165, 204, 275
Y 38	47.5, 64, 79, 87, 155, 192

表4.2-51 滚齿机滚刀进给量

型 号	进 给 量 (mm/r)
YM3608	0.075, 0.1, 0.125, 0.15, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8,
Y 32 B	垂直: 0.26, 0.5, 0.751, 1.25, 1.5, 1.75, 2, 2.5, 3
	切向: 0.1, 0.19, 0.28, 0.37, 0.47, 0.56, 0.66, 0.75, 0.94, 1.13
Y 3150	0.24, 0.30, 0.38, 0.47, 0.57, 0.70, 0.83, 1.0, 1.2, 1.45, 1.75, 2.15, 2.65, 3.4, 4.25
Y 38	垂直: 0.5, 1.15, 1.5, 2, 2.5, 3
	径向: 0.24, 0.55, 0.72, 0.92, 1.2, 1.44

## 2.10.3 插齿机

表4.2-52 插齿机主要技术参数

技 术 规 格	型 号			
	Y 5108	Y 5120 A	Y 54	Y 58
加工齿轮的最大直径: (mm)				
外齿轮	80	200	450	800
内齿轮	80	200	400	1000

(续)

技 术 规 格	型 号			
	Y 5108	Y 5120 A	Y 54	Y 58
加工齿轮的最大宽度 (mm)				
外齿轮	20	50	105	170
内齿轮	20	30	75	
加工齿轮模数 (mm)	0.2~1	1~4	2~6	12 (最大)
加工齿轮齿数	—	10~200	—	—
加工斜齿轮最大螺旋角	45°	—	23°	23°
插齿刀最大行程 (mm)	25	63	125	200
插齿刀中心线至工作台中心线最大距离 (mm)	—	150	350	750
插齿刀主轴端面至工作台面距离 (mm)	60	70~140	35~160	300
刀架最大纵向移动量 (mm)	—	250	510	—
插齿刀往复行程数 (次/min)	400、700、 1200、2000	200、315、 425、600	125、179、 253、359	25、45、60、75、 100、125、150
插齿刀往复行程一次的圆周进给量 (mm/双行程)	0.012~0.41	0.1、0.12、0.15、 0.19、0.24、0.3、 0.37、0.46	0.17、0.21、0.24、 0.3、0.35、0.44	0.17~1.5
插齿刀往复行程一次的径向进给量 (mm/双行程)	—	—	0.024、0.048、 0.096	—
插齿刀往复行程一次工作台径向进给量 (mm/双行程)	—	—	—	0.3~0.56
插齿刀回程时的让刀量 (mm)	—	—	—	0.65
插齿刀回程时工作台的让刀量 (mm)	0.07	0.5	—	—
主电动机功率 (kW)	0.6	1.7	2.8	7

## 2.10.4 剃齿机

表 4.2-53 剃齿机主要技术参数

技 术 规 格	型 号			
	Y 4232 B	Y 4236	Y 4245	Y 42125 (Y 42125 A)
加工齿轮直径 (mm) 外啮合	30~320	50~360	50~45	200~1250
内啮合	—	—	—	600
加工齿轮模数 (mm)	1~6	1.75~8	1.75~8	2~8 [12]
加工齿轮宽度 (mm)	125	100	100	200
剃齿刀直径 (mm)	180~240	200~250	200~250	300
剃齿刀宽度 (mm)	—	20~40	20~40	—
刀架最大回转角	±30°	±30°	±30°	±20°
工件与剃齿刀的中心距 (mm)	105~280	140~360	140~360	140~770
工作台最大行程 (mm)	135	150	150	—
工作台顶尖间的距离 (mm)	500	125~300	125~380	—

技 术 规 格	型 号		
			Y 42125

(续)

技 术 规 格	型 号				
	Y7063	Y7131	Y7125	Y7431	Y7215
	名 称				
	双 砂 轮 磨 齿 机	锥 形 砂 轮 磨 齿 机	大 平 面 砂 轮 磨 齿 机	大 平 面 砂 轮 磨 齿 机	蜗 杆 砂 轮 磨 齿 机
工件架最大滚展长度 (mm)	165	—	—	—	—
工件架滚展冲程 (次/min)	46~204	—	—	—	—
砂轮最大横向移动量 (mm)	120	170	—	—	—
砂轮升降最大行程 (mm)	—	120	—	—	—
工件架最大轴向行程 (mm)	—	—	—	—	110
工件每转轴向进给量 (mm)	—	—	—	—	0.029~0.197
工件架沿砂轮轴轴向上的水平移动量 (mm)	—	—	—	—	30
磨削速度 (m/s)	—	—	24~30	24~30	—
头架摆动次数 (次/min)	—	—	13、18、24、36	14、20、28、35	—
主电动机功率 (kW)	0.6	0.6	1.5	2.8	1.1

## 2.11 螺纹磨床

表4.2-55 螺纹磨床主要技术参数

技 术 规 格	型 号			
	SG7430	S7520K	S7520W	S7632
	名 称			
	丝 杠 磨 床	丝 杠 磨 床	万 能 螺 纹 磨 床	内 螺 纹 磨 床
磨削螺纹的直径 (mm)	20~150	20~150	2~150(外) 25~125(内)	40~320
磨削螺纹的最大长度 (mm)	750	1350	400(外) 75(内)	125
磨削螺纹的螺距:			0.25~24(外)	
三角形 (mm)	—	—	0.5~6(内)	1~24
梯 形 (mm)	3~8	1.5~24	2~24	—
英制 (牙/in)	8~4	14~3	28~3	24~3
模 数 (mm)	2~4	1~8	0.3~14	—
磨削螺纹形面的高度 (模制螺纹角40°时) (mm)	18	18	18	7
磨削螺纹的最大锥度	—	—	1:5(10°25'16")	1:4
磨削螺纹的头数	—	1~30及1~48		1~12
工件最大安装直径 (mm)	300	200	200(外) 160(内)	—
顶尖高 (mm)	155	105	105	—

(续)

技 术 规 格	型 号			
	SG7430	S7520K	S7520W	S7632
	名 称			
	丝杠磨床	丝杠磨床	万能螺纹磨床	内螺纹磨床
顶尖距 (mm)	1000	1500	500	—
砂轮主轴中心线与顶尖中心线距离 (mm)	210~330	160~275	150~275 (外) 0~105 (内)	—
工件转速: (r/min) 工作时 快速时	1~20(无级) 20	0.15~22.5(无级) 45	0.3~45(无级) 90	0.5~22.4 —
工作台最大纵向行程 (mm)	860	1415	425	500
砂轮架最大横向移动量 (手动) (mm)	120	125	125	380
砂轮架在垂直面上最大回转角	$\pm 9^\circ$	$\pm 15^\circ$	$\pm 15^\circ$ (外) $\pm 8^\circ$ (内)	$\pm 6^\circ$
砂轮外径 (mm)	400~500	300~400	300~400(外) 20~100(内)	—
砂轮转速 (r/min)	1320、1410、 1510、1650	1430、1670、 1905、2145	1430、1670、 1905、2145(外) 5745、8100、 14400、18400(内)	6000、 8700、 15000
铲磨值 (mm)	—	—	0.03~4	—
铲磨槽数	—	—	2、3、4、6、8、 9、10、12、14、 16、18	—
主电动机功率 (kW)	2.2	4	4	1.7

## 第5章 常用量具与量仪

### 1 计量器具的选择方法

选择计量器具时,应根据被测零件的精度要求,零件的形状、体积、重量、生产批量、表面状况、测量方法、经济性等进行全面衡量。

#### 1.1 按计量器具的不确定度选择

(1) 根据被测工件公差查表5.1-1,得安全裕度  $A$  和计量器具不确定度允许值  $U_1$ 。

(2) 根据被测件尺寸范围、量具使用寿命、费用、条件等,由表5.1-2、表5.1-3、表5.1-4选择符合  $U \leq U_1$  条件的计量器具。

表5.1-1 安全裕度及计量器具不确定度允许值

(mm)

工 件 公 差		安全裕度 $A$	计量器具不确定度 允许值 $U_1 = 0.9A$
大 于	至		
0.009	0.018	0.001	0.0009
0.018	0.032	0.002	0.0018
0.032	0.058	0.003	0.0027
0.058	0.100	0.006	0.0054
0.100	0.180	0.010	0.009
0.180	0.320	0.018	0.016
0.320	0.580	0.032	0.029
0.580	1.000	0.060	0.054
1.000	1.800	0.100	0.090
1.800	3.200	0.180	0.160

表5.1-2 百分尺、游标卡尺的不确定度数值  $U$

(mm)

尺寸范围		分度值0.01外径百分尺	分度值0.01内径百分尺	分度值0.02游标卡尺	分度值0.05游标卡尺
大 于	至	不 确 定 度 数 值			
0	50	0.004	0.008	0.020	0.050
50	100	0.005			
100	150	0.006			
150	200	0.007	0.013	0.020	0.100
200	250	0.008			
250	300	0.009			
300	350	0.010	0.020	0.020	0.100
350	400	0.011			
400	450	0.012			

(续)

尺寸范围		分度值0.01外径百分尺	分度值0.01内径百分尺	分度值0.02游标卡尺	分度值0.05游标卡尺
大于	至	不 确 定 度 数 值			
450	500	0.013	0.025		0.100
500	600	0.030			
600	700				
700	1000				

表5.1-3 比较仪的不确定度数值U

(mm)

尺寸范围		分度值为0.0005的比较仪	分度值为0.001的比较仪	分度值为0.002的比较仪	分度值为0.005的比较仪
大于	至	不 确 定 度 数 值			
25	25	0.0006	0.0010	0.0017	0.0030
	40	0.0007		0.0018	
40	65	0.0008	0.0011		
65	90	0.0009			
90	115	0.0010	0.0013		
115	165	0.0012		0.0014	
165	215	0.0014	0.0016		0.0020
215	265	0.0016		0.0017	
265	315	0.0016	0.0017		0.0022

表5.1-4 指示表的不确定度数值U

(mm)

尺寸范围		分度值为0.001的千分表(0级全程、1级在0.2mm内), 分度值为0.002的千分表(在1转内)	分度值为0.001(1级)、0.002、0.005的千分表(全程)	分度值为0.01的百分表(0级在1转内)	分度值为0.01的百分表(0级全程, 1级在1转内)	分度值为0.01的百分表(1级全程)
大于	至	不 确 定 度 数 值				
25	25	0.005	0.010	0.010	0.018	0.030
	40					
40	65					
65	90					
90	115					
115	165					
165	215	0.006				
215	265					
265	315					

## 1.2 按计量器具的测量方法极限误差选择

(1) 根据工件公差等级IT确定精度系数K, 见表5.1-5。

表5.1-5 精度系数K的确定

公差等级	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11~IT16
K (%)	32.5	30	27.5	25	20	15	10

(2) 按下式计算计量器具测量方法的极限误差  $\Delta_{lim}$ :

$$\Delta_{lim} = KT$$

(3) 查表5.1-6选取合适的计量器具。

表5.1-6 常用测量工具和测量方法的极限误差  $\Delta_{lim}$

量具及量仪名称	相对测量		被测尺寸分段 (mm)								
	法用	量块	1~10	10~50	50~80	80~120	120~180	180~260	260~360	360~500	
			测量的极限误差 ( $\mu\text{m}$ )								
刻度值为 0.001mm 的各式比较仪及测微表	3	0	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	1.8	
		4	1	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	2.0	2.5	3.0
		5	2	0.7	1.0	1.4	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5
		3	3	0.8	1.5	2.0	2.5	3.0	4.5	6.0	8.0
刻度值为 0.002mm 的各式比较仪及测微表	4	1	1.0	1.2	1.4	1.5	1.6	2.2	3.0	3.5	
		5	2	1.2	1.5	1.8	2.0	2.8	3.0	4.0	5.0
		3	3	1.4	1.8	2.5	3.0	3.5	5.0	6.5	8.0
刻度值为 0.005mm 的各式比较仪	5	2	2.0	2.2	2.5	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	
		3	3	2.2	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.5	8.0
刻度值为 0.001 mm 的千分表 (标准段内使用)	4	1	1.0	1.2	1.4	1.5	1.6	2.2	3.0	3.5	
		5	2	1.2	1.5	1.8	2.0	2.8	3.0	4.0	5.0
		3	3	1.4	1.8	2.5	3.0	3.5	5.0	6.5	8.0
刻度值为 0.002 mm 的千分表 (标准段内使用)	5	2	2.0	2.2	2.5		3.0	3.5	4.0	5.0	
		3	3	2.2	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.5	8.5
刻度值为 0.001 mm 的千分表 (在 0.1mm 内使用)	3	3	3.0	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.5	
一级杠杆式百分表 (在 0.1mm 内使用)	3	3	8	8	9	9	9	10	10	11	
二级杠杆式百分表 (在 0.1mm 内使用)*	3	3	10	10	10	11	11	12	12	13	
一级钟表式百分表 (在 0.1mm 内使用)	3	3	15	15	15	15	15	16	16	16	
二级钟表式百分表 (在任一转内使用)	3	3	20	20	20	20	22	22	22	22	
一级内径百分表 (在指针转动范围内使用)	3	3	16	16	17	17	18	19	19	20	
二级内径百分表 (在指针转动范围内使用)	3	3	22	22	26	26	28	28	32	36	



(续)

量具及量仪名称	相对测量		被测尺寸分段 (mm)							
	法用量块	等 级	1~10	10~50	50~80	80~120	120~180	180~260	260~360	360~500
			测量的极限误差 ( $\mu\text{m}$ )							
杆杠千分尺	绝 对 测 量 法		3	4	—	—	—	—	—	—
0级百分尺			4.5	5.6	6	7	8	10	12	15
1级百分尺			7	8	9	10	12	15	20	25
2级百分尺			12	13	14	15	18	20	25	30
1级测深百分尺			14	16	18	22	—	—	—	—
1级内测百分尺			22	25	30	35	—	—	—	—
2级内测百分尺			16	18	—	—	—	—	—	—
8级内测百分尺			24	30	—	—	—	—	—	—
内径百分尺			—	16	18	20	22	25	30	35
刻度值为0.02mm游标卡尺量外尺寸 量内尺寸			40 —	40 50	45 60	45 60	50 70	50 70	60 80	70 90
刻度值为0.05mm游标卡尺量外尺寸 量内尺寸			80 —	80 100	90 130	100 130	100 150	100 150	110 150	110 150
刻度值为0.10mm游标卡尺量外尺寸 量内尺寸			150 —	150 200	160 230	170 260	190 280	200 300	210 300	230 300
刻度值为0.02mm的游标深度尺及高度尺			60	60	60	60	60	60	70	80
刻度值为0.05mm的游标深度尺及高度尺			100	100	150	150	150	150	150	150
刻度值为0.10mm的游标深度尺及高度尺		200	250	300	300	300	300	300	300	

## 2 常用计量器具的种类和规格

在机械加工中,常用的计量器具有各种量规、游标卡尺、百分尺、千分尺、百分表、千分表、千分比较仪、90°角尺、方形平尺及正弦规等。在生产中,除大批大量生产和特殊形状零件采用高效专用量具和综合量具外,一般均采用通用量具。

### 2.1 量规

量规的种类有工作量规、验收量规和校对量规。检验工件最大实体尺寸(即孔为最小、轴为最大极限尺寸)的量规称通规,用代号T表示;检验工件最小实体尺寸(即孔为最大、轴为最小极限尺寸)的量规称止规,用代号Z表示。通规能通过,止规不能通过,则工件为合格品。

2.1.1 孔用极限量规型式和尺寸

表5.2-1 孔用极限量规型式和尺寸 (GB6322-86)

(mm)

类型	型式	基本尺寸 $D$	$L$	$L_1$	$L_2$
针式塞规		1~3	65	12	8
		3~6	80	15	10
锥形圆柱塞规		1~3	62	>14~18	114
		>3~6	74	>18~24	132
		>6~10	87	>24~30	136
		>10~14	99	>30~40	155
				>40~50	169
三牙嵌式圆柱塞规		$D$	双头塞规 $L$	单头通端塞规 $L_1$	单头止端塞规 $L_1$
		>40~50	164	148	141
		>50~65	169	153	141
		>65~80		173	165
		>80~90		173	165
		>90~95		173	165
		>95~100		173	165
		>100~110		173	165
三牙嵌式非全型塞规		>80~100	181	158	148
		>100~120	186	163	148
		>120~150		181	168
		>150~180		183	168

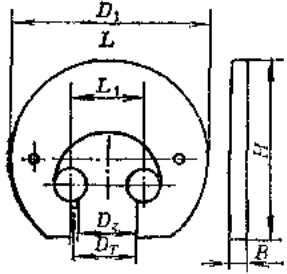
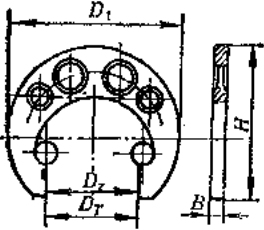
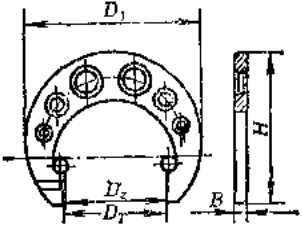
2.1.2 轴用极限量规型式和尺寸

表5.2-2 轴用极限量规型式和尺寸 (GB6322-86)

(mm)

名称	型 式	基本尺寸 $D$	$D_1$	$L_1$	$L_2$	$b$	基本尺寸 $D$	$D_1$	$L_1$	$L_2$	$b$	
圆柱 环规		1~2.5	16	4	6		>32~40	71	18	24	2	
		>2.5~5	22	5	10	1	>40~50	85	20	32		
		>5~10	32	8	12		>50~60	100	20	32		
		>10~15	38	10	14		>60~70	112	24	32		
		>15~20	45	12	16	2	>70~80	125	24	32	3	
		>20~25	53	14	18		>80~90	140	24	32		
		>25~32	63	16	20		>90~100	160	24	32		
名称	型 式	基本尺寸 $D$										
双头 组合 卡规		~3										
单头 双极 限组 合卡 规		~3										
双头 卡 规		$D$	$L$	$L$	$B$	$d$	$b$					
		>3~6	45	22.5	26	10	14					
		>6~10	52	26	30	12	20					

(续)

名称	型 式	基本尺寸 $D$	$D_1$	$H$	$B$	基本尺寸 $D$	$D_1$	$H$	$B$
单 头 双 极 限 卡 规		1~3	32	31	3	>30~40	82	72	8
		>3~6	32	31	4	>40~50	94	82	8
		>6~10	40	38	4	>50~65	116	100	10
		>10~18	50	46	5	>65~80	136	114	10
		>18~30	65	58	6				
名称	型 式	基本尺寸 $D$	$D_1$	$H$	$B$				
单 头 双 极 限 卡 规		80~90	150	128					
		>90~105	168	139.5				10	
		>105~120	186	153					
单 头 双 极 限 卡 规		>120~135	204	168.5				10	
		>135~150	222	178				10	
		>150~165	240	192.5				12	
		>165~180	258	202				12	
		>180~200	278	216.5				14	
		>200~220	298	227				14	
		>220~240	318	242.5				14	
>240~260	338	252				14			

### 2.1.3 螺纹塞规及螺纹环规

螺纹测量分综合测量和单项测量。综合测量用于成批生产，如用螺纹量规检验螺纹；单项测量则用于精密螺纹检验和废品原因分析。

螺纹的各单项元素，如中径、大径、小径和牙型半角，可用工具显微镜、投影仪、万能测长仪、卧式光学仪等测量。螺纹中径的检验常用三针量法，测量精度要求不高时，可用螺纹千分尺和螺纹样板测量（表5.2-3.4）。

### 2.1.4 量块

量块用以传递量值，作精密测量的基准件和校对量具。成套量块的组合尺寸见表5.2-5。

## 2.2 游标量具

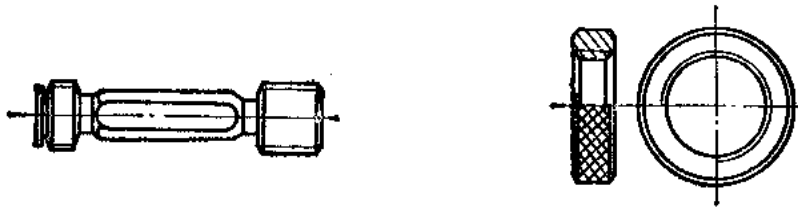
### 2.2.1 游标卡尺

表5.2-3 螺纹量规的功能特征 (JB3934—83)

螺纹量规名称	代号	功 能	特 征	使 用 规 则
通端螺纹塞规	T	检查工件内螺纹的作用中径和大径	完整的外螺纹牙型	应与工件内螺纹旋合通过
止端螺纹塞规	Z	检查工件内螺纹的单一中径	截短的外螺纹牙型	与工件两端内螺纹旋合, 旋合量不超过两个螺距, 对于等于或少于三个螺距者不应完全通过
通端螺纹环规	T	检查工件外螺纹的作用中径和小径	完整的内螺纹牙型	应与工件外螺纹旋合通过
止端螺纹环规	Z	检查工件外螺纹的单一中径	截短的内螺纹牙型	与工件两端外螺纹旋合, 旋合量不超过两个螺距, 对于等于或少于三个螺距者不应完全通过

表5.2-4 螺纹塞规及螺纹环规

(mm)



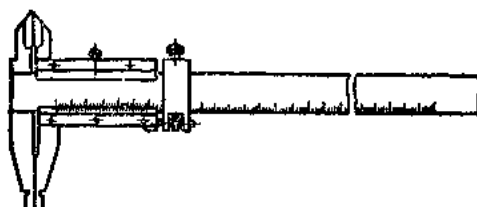
M	P	规格	M	P	规格	M	P	规格
5	0.8 0.5	1~3级	18	2.5 2 1.5 1 0.75 0.5	1~3级	35	1.5	1~3级
5.5	0.5		20	2.5 2 1.5 1 0.75 0.5		36	4 3 2 1.5 1	
6	1 0.75 0.5		22	2.5 2 1.5 1 0.75 0.5		38	1.5	
7	1 0.75 0.5		24	3 2 1 1.5 0.75		40	3 2 1.5	
8	1.25 1 0.75		25	2 1.5 1		42	4.5 4 3 2 1.5 1	
9	0.5		26	1.5		45	4.5 4 3 2 1.5 1	
10	1.5 1.25 1		27	3 2 1.5 1 0.75		48	5 4 3 2 1.5 1	
11	0.75 0.5		28	2 1.5 1		50	5 4 3 2 1.5	
12	1.75 1.5 1.25 1 0.75 0.5		30	3.5 3 2 1.5 1 0.75		52	5 4 3 2 1.5 1	
14	2 1.5 1.25 1 0.75 0.5		32	2 1.5		55	4 3 2 1.5	
15	1.5 1		33	3.5 3 2 1.5 1 0.75		56	5 4 3 2 1.5 1	
16	2 1.5 1 0.75 0.5					58	4 3 2 1.5	
17	1.5 1							

表5.2-5 成套量块组合尺寸 (GB6093—85)

总块数	公称尺寸系列 (mm)	间隔 (mm)	块数	精度等级
83	0.5	—	1	00, 0, 1, 2(3)
	1	—	1	
	1.005	—	1	
	1.01, 1.02, ..., 1.49	0.01	49	
	1.5, 1.6, ..., 1.9	0.1	5	
	2, 2.5, ..., 9.5	0.5	16	
	10, 20, ..., 100	10	10	
46	1	—	1	0, 1, 2
	1.001, 1.002, ..., 1.009	0.001	9	
	1.01, 1.02, ..., 1.09	0.01	9	
	1.1, 1.2, ..., 1.9	0.1	9	
	2, 3, ..., 9	1	8	
	10, 20, ..., 100	10	10	
38	1	—	1	0, 1, 2(3)
	1.005	—	1	
	1.01, 1.02, ..., 1.09	0.01	9	
	1.1, 1.2, ..., 1.9	0.1	9	
	2, 3, ..., 9	1	8	
	10, 20, ..., 100	10	10	
8	125, 150, 175	25	3	00, 0, 1, 2(3)
	200, 250, 300	50	3	
	400, 500	100	2	

表5.2-6 游标卡尺基本参数 (GB1214—85)

(mm)

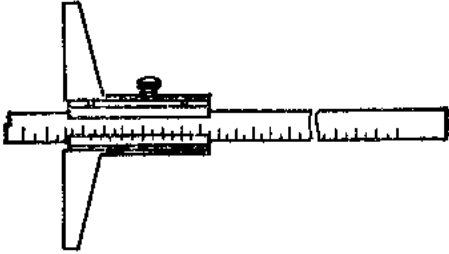


型式	测量范围	游标读数值		
		0.02 (工件公差低于IT11)	0.05 (工件公差低于IT12)	0.10 (工件公差低于IT14)
I	0~125, 0~150			
II	0~200, 0~300			
IV	0~500, 0~1000			
测量长度		示值误差		
0~150		±0.02	±0.05	
>150~200		±0.03	±0.05	
>200~300		±0.04	±0.08	±0.10
>300~500		±0.05	±0.08	
>500~1000		±0.07	±0.10	±0.15
测量深度为20mm		±0.02	±0.05	±0.10

2.2.2 游标深度卡尺

用于测量工件的深度尺寸，如阶梯长度、槽深、盲孔深度等。

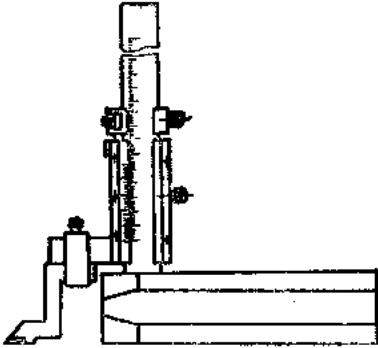
表5.2-7 游标深度尺 (GB1215—87) (mm)

	测量范围	游标读数		
		0.02	0.05	0.10
	示值误差			
0~200	±0.02	±0.05	±0.10	
0~300	±0.02	±0.05	±0.10	
0~500		±0.05	±0.10	

2.2.3 游标高度卡尺

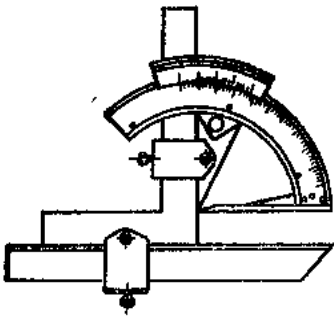
用于测量工件的高度尺寸、相对位置和精密刻线。

表5.2-8 游标高度尺 (JB1565—75) (mm)

	测量范围	游标读数		
		0.02	0.05	0.10
	示值误差			
0~200	±0.02	±0.05	—	
≥0~300	±0.03	±0.05	±0.10	
≥40~500	±0.04	±0.05	±0.10	
≥60~300	—	—	±0.10	
≥80~1000	—	—	±0.10	

2.2.4 万能角度尺

表5.2-9 万能角度尺的型式及参数 (GB6315—86)

	型式	测量范围	公称长度 (mm)	游标读数	示值误差	
					2'	5'
	I型	0~320°	≥150	2', 5'	±2'	±5'
II型	0~360°	200	—	5'	—	±5'
		300	—			

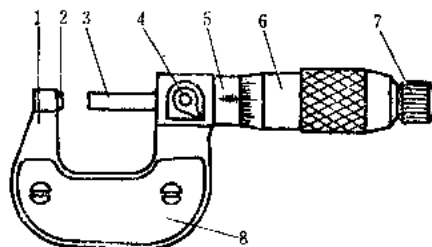
## 2.3 测微量具

### 2.3.1 外径千分尺

用于测量工件的各种外尺寸，如长度、厚度、外径及凸肩。被测工件公差等级一般为IT7~IT9，也可用于IT10~IT11级。

表5.2-10 外径千分尺基本参数 (GB1216—85)

(mm)



测砧固定式

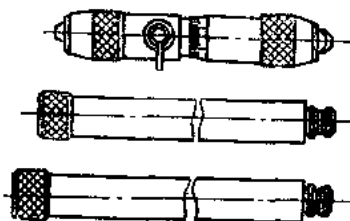
测量范围	分度值	示值误差 ( $\mu\text{m}$ )	测量范围	分度值	示值误差 ( $\mu\text{m}$ )
0~25, 25~50	0.01	4	300~325, 325~350	0.01	11
50~75, 75~100		5	350~375, 375~400		
100~125, 125~150		6	400~425, 425~450		13
150~175, 175~200		7	450~475, 475~500		
200~225, 225~250		8	500~600, 600~700		15, 16
250~275, 275~300		9	700~800, 800~900		18, 20
			900~1000		22

### 2.3.2 内径百分尺

用于测量50mm以上孔径、槽宽、两内端面间的距离及其他内尺寸，活动测头位移量13mm，适于测量尺寸公差等级为IT10~IT11的加工表面。

表5.2-11 内径百分尺基本参数 (GB8177—87)

(mm)



测量范围	分度值	示值误差	测量范围	分度值	示值误差
50~125	0.01	$\pm 0.006$	>325~500	0.01	$\pm 0.015$
>125~200		$\pm 0.009$	>500~800		$\pm 0.020$
>200~325		$\pm 0.012$	>800~1250		$\pm 0.025$

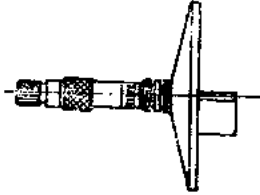


## 2.3.3 深度百分尺

用于测量通孔、盲孔、阶梯孔、槽的深度以及台阶的高度等，被测尺寸公差等级不高于IT10。

表5.2-12 深度百分尺基本参数 (GB148—87)

(mm)

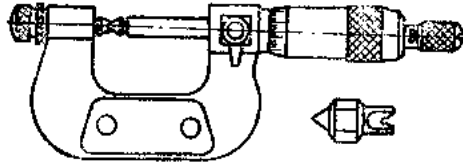
	测量范围	分度值	示值误差
	0~25	0.01	±0.001
	0~100		±0.005
	0~150		±0.005

## 2.3.4 螺纹百分尺

用于测量工件外螺纹的中径。

表5.2-13 螺纹百分尺的基本参数

(mm)



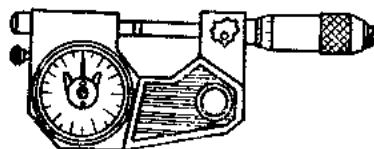
测量范围	分度值	螺 距						
		0.4~0.5	0.6~0.8	1~1.25	1.5~2	2.5~3	3.5~4.5	5~6
示 值 误 差								
0~25	0.01	0.010	0.010	0.012	0.014	0.016	0.020	—
25~50		—	0.013	0.015	0.017	0.019	0.020	—
50~75		—	—	0.017	0.019	0.022	0.023	0.025
75~100		—	—	0.017	0.019	0.022	0.023	0.025
100~125		—	—	—	0.019	0.022	0.023	0.025
125~150		—	—	—	0.022	0.025	0.028	0.030

## 2.3.5 杠杆千分尺

与外径千分尺相比，增加了一套杠杆测微机构，测砧可微动调节，适用于批量较大、精度较高的中小工件的外径测量。

表5.2-14 杠杆千分尺的基本参数 (JB1087—75)

(mm)



(续)

测量范围	分度值	示值误差	
		10格内	10格外
0~25	0.001	±0.0005	±0.001
25~50			
50~75	0.002	±0.001	±0.002
75~100			

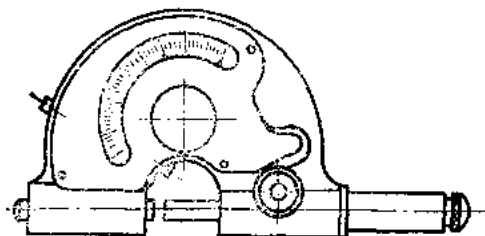
## 2.3.6 杠杆卡规

用于测外尺寸，也可用于测几何形状误差，如圆度、圆柱度等。

表5.2-15 杠杆卡规的基本参数 (JB3237-83)

(mm)

测量范围	分度值	示值误差	
		±10格内	±10格外
0~25	0.001	±0.00005	±0.0001
25~50			
0~25	0.002	±0.0001	±0.0002
25~50			
50~75	0.002	±0.0001	±0.0002
75~100			
100~125			
125~150			
100~125	0.005	±0.00025	±0.0005
125~150			
150~175			
175~200			

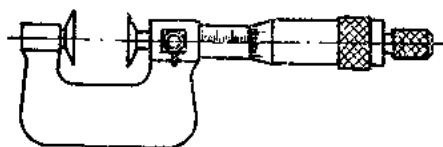


## 2.3.7 公法线百分尺

用于测量齿轮公法线长度及其变动量。

表5.2-16 公法线千分尺基本参数 (GB1217-86)

(mm)



分度值	测量范围	示值误差
0.01	0~25, 25~50	0.004
	50~75, 75~100	0.005
	100~125, 125~150	0.006

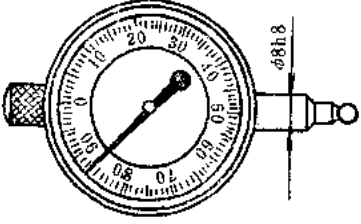
2.4 量表和比较仪

2.4.1 百分表

用于测量工件的几何形状误差和位置误差，直接或比较测量工件的长度尺寸。被测尺寸公差等级为IT7~IT10。

表5.2-17 百分表基本参数 (GB1219—85)

(mm)

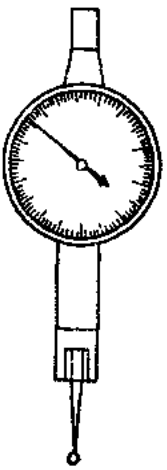
	测量范围	分度值	示值误差
	0~3	0.01	0.014
	0~5		0.016
	0~10		0.019

2.4.2 杠杆百分表

体积小巧，测杆可按需要转动，并能以正、反两个方向测量工件，除作一般工件的形状、位置误差测量外，还可测量小孔、凹槽、孔距等尺寸。

表5.2-18 杠杆百分表基本参数 (GB6310—86)

(mm)

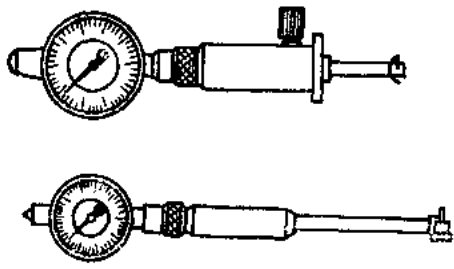
	测量范围	分度值	示值总误差
	0~0.8	0.01	0.008
	0~0.2	0.002	0.004

2.4.3 内径百分表

用于比较法测量内径或槽宽尺寸及其形状误差。

表5.2-19 内径百分表基本参数 (JB1081—75)

(mm)

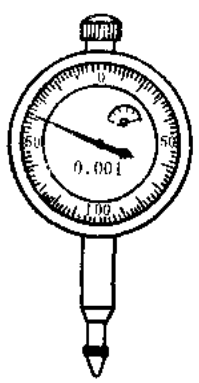
	测量范围	10~18	18~35	35~50	50~100	100~180	160~250	250~450
	测孔 I 型	≤70	≤80	≤90	≤100	≤150	≤200	≤250
		深度 II 型	>130	>135	>150	>200	>300	>400
	示值误差	0.012	0.016	0.015	0.020	0.020	0.020	0.020

#### 2.4.4 千分表

主要用途与百分表相同，因较百分表放大比大，分度值更小，测量精度更高。适用测量工件尺寸公差等级为IT6~IT10。

表5.2-20 千分表的基本参数 (GB6309—86)

(mm)

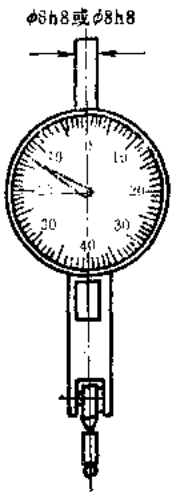
	测量范围	分度值	示值总误差
	0~1	0.001	0.001
0~2	0.006		
0~3	0.008		
0~5	0.009		

#### 2.4.5 杠杆千分表

主要用途与杠杆百分表相同，因放大比大，分度值小，测量精度较高，用于测量精度较高工件的几何形状和位置误差以及比较法测量尺寸。

表5.2-21 杠杆千分表基本参数 (JB1569—75)

(mm)

	测量范围	分度值	示值误差	
			全量程	任意10格内
0~0.2	0.001	0.001	0.003	0.002
			0.005	0.003

#### 2.4.6 扭簧比较仪

以比较测量法测量工件尺寸时用，也可在其他测量装置中作指示表用，测量高精度工件的几何形状及位置误差，特别适于测量工件的跳动。

表5.2-22 扭簧比较仪基本参数 (GB4755-84)

(mm)

分度值	示值范围与示值误差		
	±30分度	±60分度	±100分度
0.0001	±0.003	±0.006	±0.1
0.0002	±0.006	±0.012	±0.02
0.0005	±0.015	±0.030	±0.05
0.001	±0.03	±0.06	±0.1
0.002	±0.06		
0.005	±0.15		
0.01	±0.30		

## 2.4.7 杠杆齿轮比较仪

作用与扭簧比较仪相似,外形尺寸较大,一般要安装在支架或工作台上使用。用于测量外尺寸形状和位置误差,也可用量块作标准件进行长度尺寸的比较测量,或用于其他精密测量的指示表,示值稳定,误差较小。

表5.2-23 杠杆齿轮比较仪的基本参数 (GB6320-86)

(mm)

型 式	分 度 值			
	0.0005	0.001	0.002	0.005
大 型	±0.015	±0.025	±0.06	±0.15
	±0.05	±0.10		
小 型	±0.025	±0.05		
示值总误差	1.2	0.8	0.8	
		1.2		

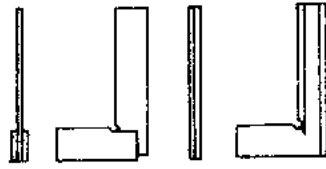
## 2.5 其他测量工具

## 2.5.1 宽座角尺及刀口形角尺

用于直角检测和划线的角度量具,也可检验工件的垂直度。

表5.2-24 90°角尺的基本参数 (GB6092—85)

(mm)



名称	长边×短边	精度等级	名称	长边×短边	精度等级
宽座角尺	63×40	0, 1, 2级	刀口形角尺	63×40	0.1级
	125×80			125×80	
	200×125			200×125	
	315×200				
	500×315				

2.5.2 四棱尺

用于测量工件表面的平面度和直线度,检测时可用光隙法和涂色法。

表5.2-25 四棱尺的基本参数 (GB6091—85)

(mm)

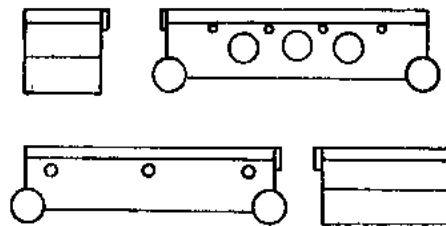
长度×宽度	精度等级及直线度公差	
	0级	1级
200×20	1.0	2.0
300×25	1.5	3.0
500×35	2.0	4.0

2.5.3 正弦规

用于精密测试内、外锥体的锥度以及孔中心线与平面之间的夹角等。

表5.2-26 正弦规基本参数 (GB4973—85)

(mm)



型式	中心距	宽度	高度	两中心距的偏差	
				0级	1级
窄型	100	25	35	±0.001	±0.002
	200	40	55	±0.0015	±0.003
宽型	100	80	30	±0.002	±0.003
	200	80	55	±0.002	±0.004

## 第6章 机械加工时间定额

### 1 单件时间定额的组成

完成一个零件加工的一个工序的时间定额称为单件时间定额。它由下列各部分时间组成。

#### 1.1 基本时间 $T_1$

直接用于改变工件的尺寸、形状和表面质量等所消耗的时间。它包括刀具的趋近、切入、切削和切出等时间。基本时间又称机动时间。

#### 1.2 辅助时间 $T_2$

为完成一个工件的加工所必须进行的各种辅助动作所消耗的时间。如装卸工件、启动和停止机床、改变切削用量、测量尺寸等所化费的时间。

基本时间和辅助时间之和又称作业时间。

#### 1.3 布置工作地时间 $T_3$

为使加工正常进行，工人照管工作地所消耗的时间。如检查、润滑机床，更换、修磨刀具，校对量具、检具，清理切屑等。

#### 1.4 休息与生理需要时间 $T_4$

工人在工作班内为恢复体力和满足生理需要所消耗的时间。

布置工作地时间和休息与生理需要时间有时很难精确估算，常用这两项时间占作业时间的百分比（ $K\%$ ）来表示。

#### 1.5 准备与终结时间 $T_5$

工人在加工一批工件的开始与结束时必须做的准备工作和结束工作所消耗的时间。如借、还、阅读工艺文件，借、还工、夹、量、刃具，领取毛坯，安装刀具和夹具，调整机床，首件检查，清点、下传工件等。

准备终结时间对一批工件只需要一次，工件批量 $N$ 越大，分摊到一个工件上的准备终结时间（ $T_5/N$ ）越少。大量生产时，该项时间可忽略不计。

成批生产时，单件时间定额（min）可用下式表示：

$$T_d = (T_1 + T_2)(1 + K\%) + T_3/N$$

### 2 机动时间的计算

#### 2.1 车削和镗削机动时间的计算

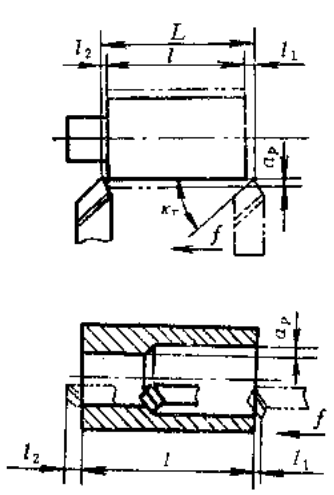
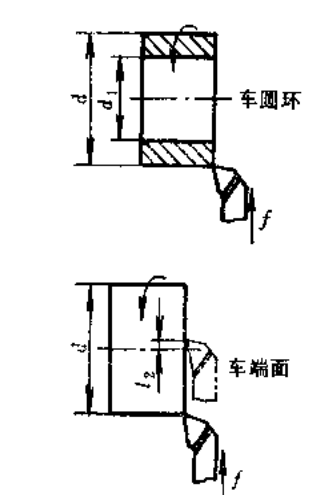
车削和镗削加工常用符号

$T_1$ ——机动时间（min）；

$L$ ——刀具或工作台行程长度（mm）；

- $l$  —— 切削加工长度 (mm);  
 $l_1$  —— 刀具切入长度 (mm);  
 $l_2$  —— 刀具切出长度 (mm);  
 $v$  —— 切削速度 (m/min 或 m/s);  
 $d$  —— 工件或刀具直径 (mm);  
 $n$  —— 机床主轴转速 (r/min);  
 $f$  —— 工件每转刀具进给量 (mm/r);  
 $a_p$  —— 切削深度 (mm);  
 $i$  —— 进给次数。

表6.2-1 车削和镗削机动时间计算公式

加工示意图	计算公式	备注
<p>① 车外圆和镗孔</p> 	$T_1 = \frac{L}{fn} \cdot i = \frac{l + l_1 + l_2 + l_3}{f \cdot n} \cdot i$ $l_1 = \frac{a_p}{12K_r} + (2 \sim 3)$ $l_2 = 3 \sim 5$ <p><math>l_3</math> — 单件小批生产时的试切附加长度</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 当加工到台阶时 <math>l_2 = 0</math></li> <li>2. <math>l_3</math> 的值见表6.2-2</li> <li>3. 主偏角 <math>\kappa_r = 90^\circ</math> 时 <math>l_1 = (2 \sim 3)</math></li> </ol>
<p>② 车端面、切断或车圆环端面、切槽</p> 	$T_1 = \frac{L}{fn} \cdot i$ $L = \frac{d - d_1}{2} + l_1 + l_2 + l_3$ <p><math>l_1</math>、<math>l_2</math>、<math>l_3</math> 同①</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 车槽时 <math>l_2 = l_3 = 0</math>, 切断时 <math>l_3 = 0</math></li> <li>2. <math>d_1</math> 为车圆环的内径或车槽后的底径 (mm)</li> <li>3. 车实体端面和切断时 <math>d_1 = 0</math></li> </ol>



(续)

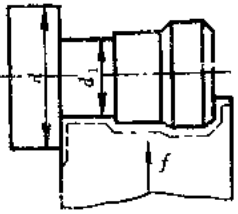
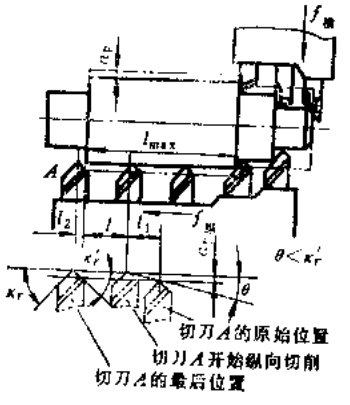
加工示意图	计算公式	备注
<p>③ 成型车削</p> 	$T_j = \frac{L}{fn}$ $L = \frac{d - d_1}{2} + l_1$ <p><math>l_1</math>同①</p>	<p><math>d_1</math>为车削后的最小直径(mm)</p>
<p>④ 多刀车削</p>  <p>切刀A的原始位置 切刀A开始纵向切削 切刀A的最后位置</p>	<p>每个台阶一把刀</p> $T_j = \frac{L}{fn}$ $L = l_{max} + l_1 + l_2$ $l_1 = \sigma_s \left( \frac{1}{10k} + \frac{1}{10\theta} \right) + (3 \sim 5)$ $l_2 = 1 \sim 3$ <hr/> <p>最长台阶用m把刀切</p> $T_j = \frac{L}{fn}$ <p>当 <math>\frac{l_{max}}{m}</math> 大于其余各台阶的加工长度时</p> $L = l + l_1 + l_2 = \frac{l_{max}}{m} + l_1 + l_2$ <p><math>l_1, l_2</math>同上</p>	<p><math>l_{max}</math>为最长台阶的切削加工长度</p> <hr/> <p>1. <math>l_{max}</math>同上 2. m为加工最长台阶的刀具数目</p>

表6.2-2 试切附加长度 $l_n$

(mm)

测量尺寸	测量工具	$l_n$
—	游标卡尺、直尺、卷尺、内卡钳、塞规、样规、深度尺	5
$\leq 250$	卡规、外卡钳、千分尺	3~5
$> 250$		5~10
$\leq 1000$	内径百分尺	5

## 2.2 刨削和插削机动时间的计算

刨削和插削加工常用符号

$B$ ——刨削或插削的宽度 (mm);

$f_d$ ——每双行程刀具进给量 (mm/双行程);

$n_d$ ——每分钟的双行程次数;

$$n_d = \frac{1000 v}{L(1+k)}$$

$k$ ——考虑刨削或插削空回行程快于工作行程的系数; 对于龙门刨床,  $k = 0.4 \sim 0.75$ ;

对于牛头刨床,  $k = 0.7 \sim 0.9$ ; 对于插床,  $k = 0.65 \sim 0.93$ ;

$l_1$ ——工作行程开始时刀具对工件的超出长度 (mm);

$l_2$ ——工作行程结束时刀具对工件的超出长度 (mm);

$h$ ——被加工槽的深度 (mm)。

表6.2-3 刨削和插削机动时间的计算公式

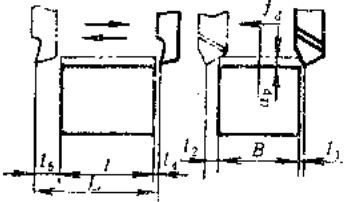
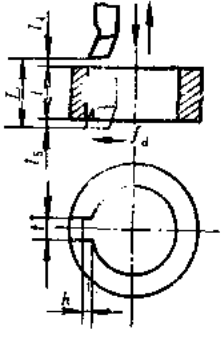
加工示意图	计算公式	备注
<p>刨平面或插平面</p> 	$T_f = \frac{B \cdot l_1 + l_2 + l_3}{f_d n_d} i$ $n_d = \frac{1000 v}{L(1+k)}$ $L = l + l_4 + l_5$	<p>1. <math>l_1</math>、<math>l_2</math>、<math>l_3</math> 的计算和确定 同车削</p> <p>2. <math>l_4</math>、<math>l_5</math> 值见表6.2-4</p>
<p>刨槽或插槽</p> 	$T_f = \frac{H}{f_d n_d}$ $n_d = \frac{1000 v}{L(1+k)}$ $L = l + l_4 + l_5$	<p>1. 手动进给时 <math>H = h</math>，机动进给时 <math>H = h + 1</math></p> <p>2. <math>l_4</math>、<math>l_5</math> 值见表6.2-4</p>

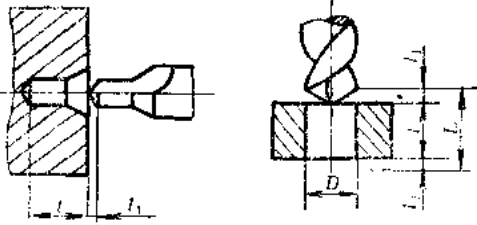
表6.2-4 刨床和插床的行程超出长度 ( $l_4 + l_5$ )

(mm)

龙门刨床		牛头刨床和插床	
刨削长度 $l$	$l_4 + l_5$	刨(插)削长度 $l$	$l_4 + l_5$
$\leq 2000$	100	$\leq 100$	35
$> 2000 \sim 4000$	266~325	$> 100 \sim 200$	50
$> 4000 \sim 6000$	330~375	$> 200 \sim 300$	60
$> 6000 \sim 10000$	390~475	$> 300$	75

2.3 钻削机动时间的计算

表6.2-5 钻削机动时间的计算公式

加工示意图	计算公式	备注
<p>钻孔和钻中心孔</p> 	$T_f = \frac{L}{f_n} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_n}$ $l_1 = \frac{D}{2} \text{ctg} \alpha_r + (1 \sim 2)$ $l_2 = 1 \sim 4$	<p>1. 钻中心孔和钻盲孔时 <math>l_2 = 0</math></p> <p>2. <math>D</math> 为孔径 (mm)</p>

(续)

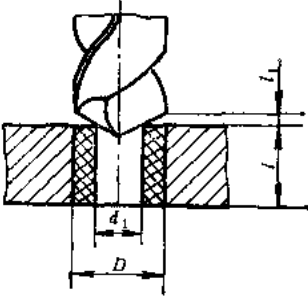
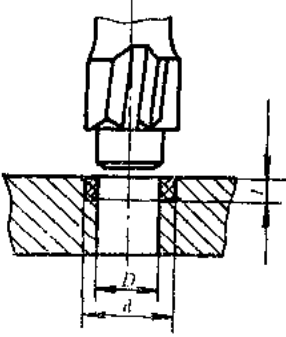
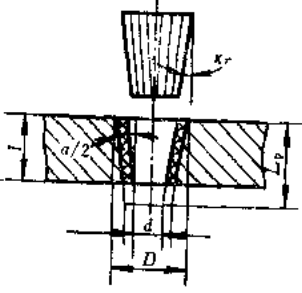
加工示意图	计算公式	备注
<p>扩钻、扩孔和铰圆柱孔</p> 	$T_j = \frac{L}{f_n} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_n}$ $l_1 = \frac{D - d_1}{2} \cot \kappa_r + (1 \sim 2)$	<p>1. 扩钻盲孔、扩盲孔和铰盲孔时 <math>l_2 = 0</math></p> <p>扩钻、扩孔时 <math>l_2 = 2 \sim 4</math>，铰圆柱孔时，<math>l_2</math> 见表 6.2-6</p> <p>2. <math>d_1</math> 为扩、铰前的孔径 (mm)，<math>D</math> 为扩、铰后的孔径 (mm)</p>
<p>铰倒角、铰埋头孔和铰凸台</p> 	$T_j = \frac{L}{f_n} = \frac{l + l_1}{f_n}$ $l_1 = 1 \sim 2$	
<p>扩和铰圆锥孔</p> 	$T_j = \frac{L}{f_n} = \frac{L_p + l_1}{f_n}$ $l_1 = 1 \sim 2$ $L_p = \frac{D - d}{2 \tan \kappa_r}$ $\kappa_r = \frac{\alpha}{2}$	<p>1. <math>L_p</math> 为行程计算长度 (mm)</p> <p>2. <math>\kappa_r</math> 为主偏角，<math>\alpha</math> 为圆锥角</p>

表 6.2-6 铰圆柱孔的超出长度  $l_2$

(mm)

$\alpha_p = \frac{D - d}{2}$	0.05	0.10	0.125	0.15	0.20	0.25	0.30
$l_2$	13	15	18	22	28	39	45

## 2.4 铣削机动时间的计算

铣削常用符号

$z$  —— 铣刀齿数;

$f_z$  —— 铣刀每齿的进给量 (mm/z);

$f_M$  —— 工作台的进给量 (mm/min);

$$f_M = f_z z n$$

$f_{Mx}$  —— 工作台的水平进给量 (mm/min);

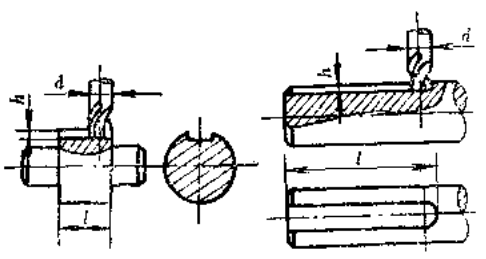
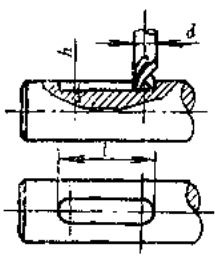
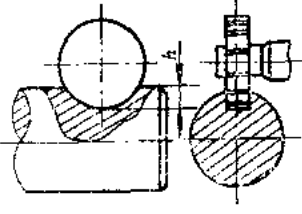
$f_{Mc}$  —— 工作台的垂直进给量 (mm/min);

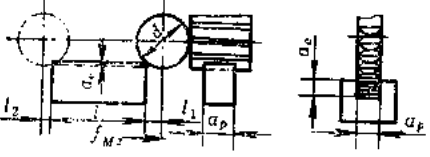
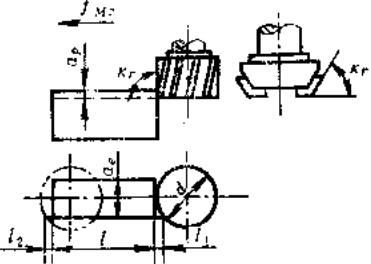
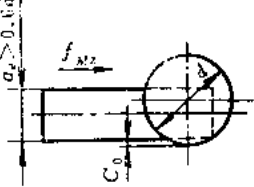
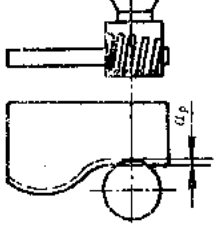
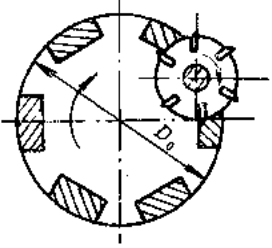
$a_c$  —— 铣削宽度 (垂直于铣刀轴线方向测量的切削层尺寸)(mm);

$a_p$  —— 铣削深度 (平行于铣刀轴线方向测量的切削层尺寸)(mm);

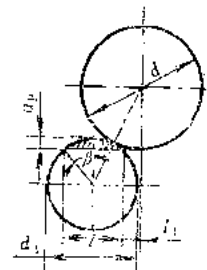
$d$  —— 铣刀直径 (mm)。

表6.2-7 铣削机动时间的计算公式

加工示意图	计算公式	备注
<p>铣键槽 (两端开口)</p> 	$T_j = \frac{l + l_1 + l_2}{f_{Mz}} \cdot i$ $l_1 = 0.5d + (1 \sim 2)$ $l_2 = 1 \sim 3$ $i = \frac{h}{a_p}$	<p>1. <math>h</math> 为键槽深度 2. 通常 <math>i = 1</math>, 即一次铣削到规定深度</p>
<p>铣键槽 (一端闭口)</p>	<p><math>l_2 = 0</math>, 其余计算同上</p>	
<p>铣键槽 (两端闭口)</p> 	$T_j = \frac{h + l_1}{f_{Mz}} + \frac{l - d}{f_{Mz}}$ $l_1 = 1 \sim 2$	
<p>铣半圆键槽</p> 	$T_j = \frac{l + l_1}{f_{Mc}} = \frac{h + l_1}{f_{Mc}}$ $l_1 = 1 \sim 2$	

加工示意图	计算公式	备注
<p>圆柱铣刀铣平面、三面刃铣刀铣端</p> 	$T_f = \frac{l + l_1 + l_2}{f_{Mz}} i$ $l_1 = \sqrt{a_e(d - a_e)} + (1 \sim 3)$ $l_2 = 2 \sim 5$	
<p>端面铣刀铣平面 (对称铣削)</p> 	$T_f = \frac{l + l_1 + l_2}{f_{Mz}}$ <p>当主偏角 <math>\kappa_r = 90^\circ</math> 时</p> $l_1 = 0.5(d - \sqrt{d^2 - a_p^2}) + (1 \sim 3)$ <p>当主偏角 <math>\kappa_r &lt; 90^\circ</math> 时</p> $l_1 = 0.5(d - \sqrt{d^2 - a_p^2}) + \frac{a_p}{\tan \kappa_r} + (1 \sim 2)$ $l_2 = 1 \sim 3$	
<p>端面铣刀铣平面 (不对称铣削)</p> 	$l_1 = 0.5d \cdot \sqrt{C_0 d - C_0} + (1 \sim 3)$ $C_0 = (0.03 \sim 0.05) d$ $l_2 = 3 \sim 5$	
<p>轮廓铣削和仿形铣削</p> 	$T_f = \frac{l + l_1 + l_2}{f_{Mz}} i$ $l_1 = a_p + (1 \sim 2)$ <p>封闭轮廓铣削时 <math>l_2 = 0</math></p> <p>非封闭轮廓铣削时 <math>l_2 = 1 \sim 3</math></p>	<p><math>l</math> 为铣削轮廓的实际长度 (mm)</p>
<p>回转铣削</p> 	$T_f = \frac{L}{f_M} = \frac{\pi D_0}{f_M}$	<p><math>D_0</math> 为工作台直径 (mm)</p>

(续)

加工示意图	计算公式	备注
圆柱铣刀、圆盘铣刀铣削圆形表面 	$T_j = \frac{l + l_1 + l_2}{f_M} i$ $l = \sqrt{d_1^2 - (d_1 - 2a_p)^2}$ $l_1 = \sqrt{(d_1 a_p - a_p^2) + d_1 a_p} - \sqrt{d_1 a_p \cdot a_p^2 + (1-3)}$ $l_2 = 2 \sim 5$	$d_1$ 为工件直径 (mm)

## 2.5 磨削机动时间的计算

磨削常用符号

$z_s$  —— 单面加工余量 (mm);

$B_M$  —— 砂轮宽度 (mm);

$f_s$  —— 轴 (纵) 向进给量 (mm/r);

$n$  —— 工件每分钟转速 (r/min);

$f_{rs}$  —— 单行程磨削深度 (或横向) 进给量 (mm/单行程);

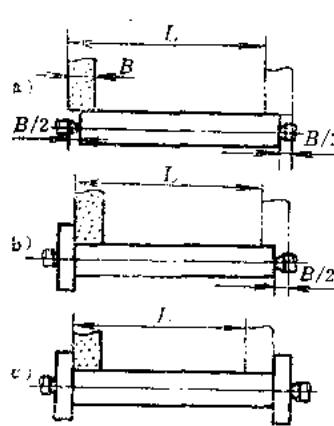
$f_{rs}$  —— 双行程磨削深度 (或横向) 进给量 (mm/双行程);

$f_s$  —— 切入法磨削进给量 (mm/min);

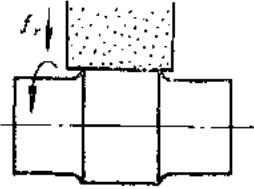
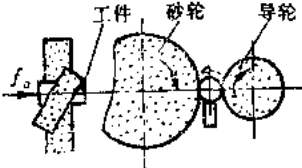
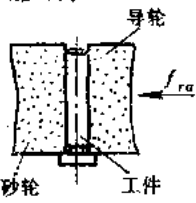
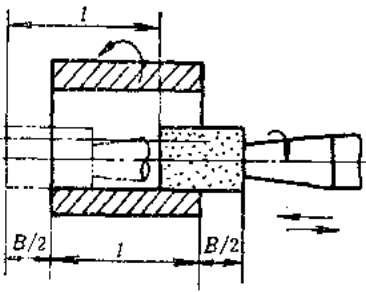
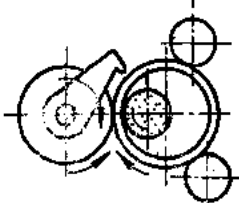
$f_{sa}$  —— 切入法磨削深度进给量 (mm/r);

$k$  —— 考虑磨削加工终了时的无火花磨削以及为消除加工面形状误差而进行局部修磨的系数, 其值见表6.2-9, 表6.2-10。

表6.2-8 磨削机动时间计算公式

加工示意图	计算公式	备注
纵进给法磨外圆 	砂轮按工作台单行程横向进给时, $T_j = \frac{L z_s k}{n f_s f_{rs}}$ 砂轮按工作台双行程横向进给时, $T_j = \frac{2L z_s k}{n f_s f_{rd}}$ 通常时 (图 a), $L = l$ 一面有端面 and 圆角时 (图 b) $L = l - \frac{B}{2}$ 两面都有端面 and 圆角时 (图 c) $L = l - B$	$L$ 为砂轮行程长度 (mm); $l$ 为加工面长度 (mm)

(续)

加工示意图	计算公式	备注
<p>切入法磨外圆</p> 	$T_j = \left( \frac{z_b A}{f_r} + l k_1 \right) k$	<p><math>l</math> 为光磨时间, 见表6.2-11;  <math>k_1</math> 为光磨时间的修正系数, 见表6.2-12; <math>A</math> 为切入次数</p>
<p>无心磨床磨外圆</p> <p>1) 通磨法</p>  <p>2) 切入法磨外圆</p> 	<p>通磨法:</p> $T_j = \frac{(lq + B_M) k}{f_a q}$ $f_a = 1000 v \sin \alpha = \pi d_g n_g \sin \alpha \eta$ $\eta = 0.85 \sim 0.90$ <p>切入法:</p> $T_j = \frac{z_b d k}{d_g n_g q f_{ra}}$	<p><math>l</math> 为工件磨削长度 (mm);  <math>q</math> 为每批工件数量; <math>d_g</math> 为导轮直径 (mm); <math>n_g</math> 为导轮每分钟转速 (r/min); <math>d</math> 为工件直径 (mm); <math>v</math> 为工件速度 (mm/min); <math>\alpha</math> 为导轮倾斜角 (<math>^\circ</math>, deg); 粗磨时 <math>\alpha = 3^\circ \sim 5^\circ</math>, 精磨时 <math>\alpha = 1^\circ \sim 3.5^\circ</math></p>
<p>磨内圆</p> 	$T_j = \frac{2 l z_b k}{n_d f_{ra}}$	
<p>无心磨床磨内圆</p> 	$T_j = \frac{z_b}{n_d f_{ra}}$	<p><math>n_d</math> 为磨轮每分钟双行程数</p>

(续)

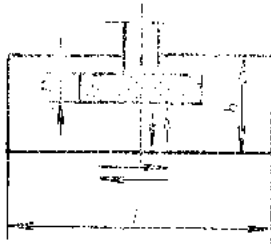
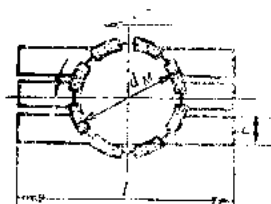
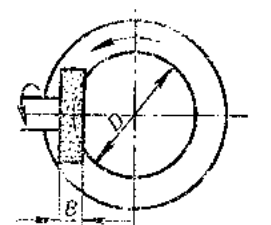
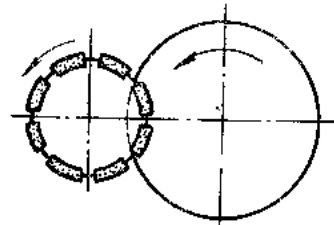
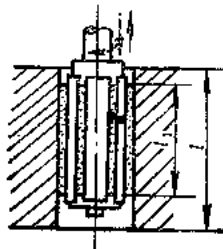
加工示意图	计算公式	备注
<p>在矩台磨基上用磨轮圆周磨平面</p> 	<p>单行程进给时,</p> $T_j = \frac{L^2 z_b k}{1600 v f_a f_r z}$ <p>双行程进给时,</p> $T_j = \frac{2L^2 z_b k}{1600 v f_a f_r z}$ $L = l + 20$	<p><math>L</math> 为磨削计算长度 (mm);  <math>z</math> 为同时磨削工件数量; <math>l</math> 为工件磨削面长度 (mm);  <math>v</math> 为工作台往复运动的速度 (m/min); <math>b</math> 为工件磨削宽度 (mm); <math>f_a</math> 为工作台往复一次砂轮轴向进给量</p>
<p>在矩台磨床上用砂轮端面磨平面</p> 	$T_j = \frac{L z_b k}{1600 v f_r z}$ $L = l + d_M + 10$	<p><math>d_M</math> 为砂轮直径 (mm); 其余符号意义同上</p>
<p>在圆台磨床上用磨轮圆周磨平面</p> 	$T_j = \frac{L z_b k}{n f_a f_r z}$ $L = B + b + 10$	<p><math>n</math> 为工作台每分钟转速 (r/min); <math>b</math> 为工件磨削面宽度 (mm); 其余符号意义同上</p>
<p>在圆台磨床上用磨轮端面磨平面</p> 	$T_j = \frac{z_b k}{n f_r z}$	
<p>珩磨</p> 	$T_j = \frac{2L n_d}{1000 v}$ $L = l + 2b - l_d$ $b = 15 \sim 25$	<p><math>v</math> 为珩磨头往复运动的速度 (m/min); <math>b</math> 为每面珩出量 (mm); <math>l_d</math> 为磨条的长度 (mm); <math>l</math> 为孔的长度 (mm); <math>n_d</math> 为除去余量所需的行程数; <math>L</math> 为珩磨头的行程 (mm)</p>



表6.2-9 外圆磨削的修整系数k

磨削方法	加工表面的形状	加工性质和表面粗糙度			
		粗磨	精磨		
			R <sub>a</sub> 0.8μm	R <sub>a</sub> 0.4μm	R <sub>a</sub> 0.2μm
纵磨	圆柱体	1.1	1.4	1.4	1.55
切入磨		圆柱体带一个圆角	1.3	1.3	1.3
	圆柱体带二个圆角	1.65	1.65	1.65	—
	端面	—	1.4	1.4	—

表6.2-10 无心磨、内圆磨和平面磨削的修整系数k

磨削方法	磨削精度 (mm)				
	≤0.1	0.10~0.07	0.07~0.05	0.05~0.03	0.03~0.02
无心磨 (通磨)	—	1.05	1.3	1.3	1.3
内圆磨	1.1	1.25	1.4	1.7	2.0
平面磨	1.0	1.07	1.2	1.44	1.7

表6.2-11 光整时间t

(min)

工件的磨削表面直径 D (mm)	表面粗糙度 R <sub>a</sub> 0.8μm										表面粗糙度 R <sub>a</sub> 0.4μm									
	工件的磨削表面长度 l (mm)										工件的磨削表面长度 l (mm)									
	20	30	40	50	60	80	100	120	150	20	30	40	50	60	80	100	120	150		
20	0.05	0.07	0.10	0.13	0.15	0.20	0.25	0.31	0.42	0.48	0.11	0.16	0.21	0.24	0.32	0.42	0.50	0.67		
30	0.06	0.09	0.12	0.15	0.19	0.25	0.32	0.38	0.52	0.16	0.14	0.19	0.24	0.30	0.40	0.51	0.66	0.83		
40	0.07	0.10	0.14	0.17	0.21	0.28	0.36	0.43	0.57	0.12	0.16	0.22	0.27	0.34	0.45	0.57	0.70	0.95		
50	0.08	0.12	0.16	0.19	0.24	0.32	0.41	0.50	0.67	0.14	0.19	0.25	0.30	0.38	0.51	0.64	0.81	1.08		
60	0.09	0.13	0.17	0.22	0.26	0.35	0.44	0.55	0.73	0.15	0.21	0.27	0.35	0.42	0.56	0.72	0.90	1.15		
80	0.10	0.15	0.19	0.25	0.30	0.40	0.51	0.63	0.84	0.16	0.23	0.30	0.41	0.48	0.64	0.82	1.00	1.35		
100	0.11	0.16	0.22	0.27	0.36	0.45	0.57	0.69	0.92	0.18	0.26	0.35	0.47	0.60	0.72	0.91	1.10	1.45		
120	0.12	0.18	0.25	0.31	0.40	0.51	0.65	0.80	1.05	0.19	0.29	0.40	0.51	0.64	0.80	1.05	1.30	1.70		
150	0.13	0.20	0.28	0.35	0.43	0.57	0.72	0.90	1.20	0.21	0.32	0.45	0.56	0.69	0.91	1.15	1.45	1.90		

表6.2-12 光整时间的修正系数k<sub>1</sub>

工件材料	公差等级IT5级和IT6级精度								公差等级IT7级和IT8级精度						
	直径余量 (mm)														
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	
耐热钢	0.9	1.10	1.30	1.40	1.55	1.75	2.00	1.10	1.30	1.50	1.75	1.90	2.20	2.50	
非淬硬钢及铸铁	0.8	0.95	1.11	1.25	1.36	1.58	1.76	1.00	1.20	1.40	1.60	1.70	2.00	2.20	
淬硬钢	0.6	0.77	0.89	1.00	1.09	1.26	1.41	0.80	0.95	1.11	1.20	1.36	1.58	1.76	

## 2.6 齿轮加工机动时间的计算

齿轮加工常用符号

$B$ ——齿轮宽度 (mm);

$\beta$ ——螺旋角 (deg);

$m$ ——齿轮模数 (mm);

$h$ ——全齿高 (mm);

$z$ ——齿轮的齿数;

$f_M$ ——每分钟进给量 (mm/min);

$n$ ——铣刀或滚刀每分钟转数 (r/min);

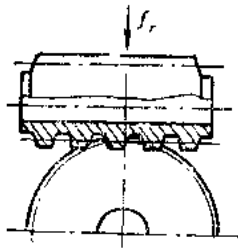
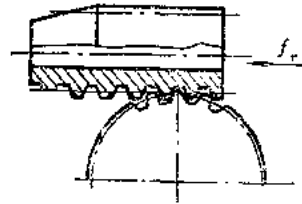
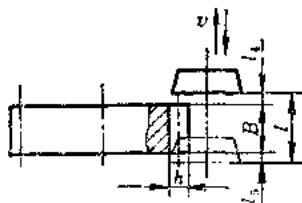
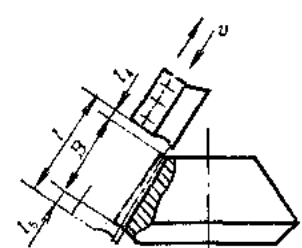
$q$ ——滚刀头数;

$D$ ——刀具直径 (mm)。

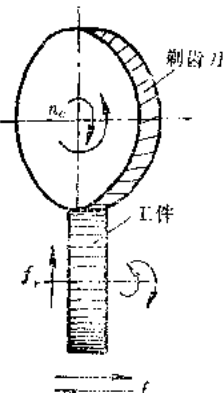
表6.2-13 齿轮加工机动时间的计算公式

加工示意图	计算公式	备注
<p>用模数盘铣刀铣圆柱齿轮</p>	$T_j = \frac{\left( \frac{B}{\cos \beta} + l_1 + l_2 \right) z}{f_M}$ $l_1 = \sqrt{h(D-h)} + (2 \sim 3)$ $l_2 = 2 \sim 4$	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\beta = 0</math> 为铣直齿齿轮</li> <li>同时加工多个齿轮时, <math>B</math> 为所有齿轮宽度之和, 算出之 <math>T_j</math> 应被齿数除</li> <li><math>h \leq 13</math> 时, 应一次切削</li> <li><math>h \geq 14 \sim 26</math> 时, 分两次切削, 第一次切深为 13mm, 第二次切至全深, 分两次计算 <math>l_1</math>, 取平均值代入 <math>T_j</math> 公式</li> <li><math>h \geq 27 \sim 36</math> 时, 分三次切削, <math>l_1</math> 与 <math>T_j</math> 的计算同上</li> </ol>
<p>用模数盘铣刀铣蜗轮</p>	$T_j = \frac{(h + l_1) z}{f_M}$ $h = 2.2 m$ $l_1 = 0.55 m$	
<p>用滚刀滚圆柱齿轮</p>	$T_j = \frac{\left( \frac{B}{\cos \beta} + l_1 + l_2 \right) z}{q n f_s}$ $l_1 = \sqrt{h(D-h)} + (2 \sim 3)$ $l_2 = 2 \sim 5$	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\beta</math>、<math>B</math> 意义同上</li> <li><math>h \leq 13</math> 时可一次切削</li> <li><math>h &gt; 13 \sim 36</math> 时分两次切削, 第一次 <math>h = 1.4 m</math>, 第二次 <math>h = 0.85 m</math>, 分别计算 <math>l_1</math>, 将其平均值代入 <math>T_j</math> 公式</li> <li><math>f_s</math> 为工件每转轴向进给量 (mm/r)</li> </ol>

(续)

加工示意图	计算公式	备注										
<p>用滚刀径向进给法滚蜗轮</p> 	$T_j = \frac{(h + l_1 + l_2) z}{q n f_r} = \frac{3 m z}{q n f_r}$ $n = 2.2 m$ $l_1 = 0.55 m$ $l_2 = 0.25 m$	<p><math>f_r</math> 为工件每转的径向进给量 (mm/r)</p>										
<p>用滚刀切线进给法滚蜗轮</p> 	$T_j = \frac{L z}{q n f_t}$ $L = 2.94 m \sqrt{z}$	<p><math>L</math> 为滚刀在切线方向的行程量 (mm)  <math>f_t</math> 为工件每转的滚刀切线进给量 (mm/r)</p>										
<p>用圆盘插齿刀插圆柱齿轮</p> 	$T_j = \frac{h}{f_r n_d} + \frac{\pi d i}{f_r n_d}$ $n_d = \frac{1000 v}{2 L}$ $L = B + l_4 + l_5$ <p>插直齿时: <math>l_4 + l_5 = 5 \sim 6</math>          插斜齿时  <math>\beta = 15^\circ, l_4 + l_5 = 5 \sim 10</math>  <math>\beta = 30^\circ, l_4 + l_5 = 6 \sim 12</math></p>	<p><math>f_r</math> 为插齿刀每双行程的径向进给量 (mm/双行程); <math>f_t</math> 为每双行程的圆周进给量 (mm/双行程); <math>n_d</math> 为插齿刀的每分钟双行程数; <math>d</math> 为工件分度圆直径 (mm); <math>L</math> 为插齿刀的行程 (mm); <math>l_4 + l_5</math> 大时取大值</p>										
<p>在刨齿机上刨圆锥齿轮</p> 	$T_j = t_0 z i = \frac{n_2 z i}{n_d}$ $n_d = \frac{1000 v}{2 L}$ $L = B + l_4 + l_5$ <table border="1" data-bbox="606 1556 1037 1904"> <thead> <tr> <th>m</th> <th><math>l_4 + l_5</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\leq 5</math></td> <td>10</td> </tr> <tr> <td><math>&gt; 5 \sim 10</math></td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><math>&gt; 10 \sim 15</math></td> <td>20</td> </tr> <tr> <td><math>&gt; 15 \sim 25</math></td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>	m	$l_4 + l_5$	$\leq 5$	10	$> 5 \sim 10$	15	$> 10 \sim 15$	20	$> 15 \sim 25$	25	<p><math>t_0</math> 为每齿的刨削时间 (min);  <math>n_2</math> 为加工一个齿的双行程数;  <math>n_d</math> 为刨刀每分钟的双行程数;  <math>L</math> 为刨刀的行程长度 (mm);  <math>l_4 + l_5</math> 为双面超出长度 (mm);  <math>B</math> 为齿长 (mm)</p>
m	$l_4 + l_5$											
$\leq 5$	10											
$> 5 \sim 10$	15											
$> 10 \sim 15$	20											
$> 15 \sim 25$	25											

(续)

加工示意图	计算公式	备注
<p>用盘形剃齿刀剃齿</p> 	$T_j = \frac{(B + l_1 + l_2) z}{f_a n_c z_c} \frac{z_b}{f_r}$ $l_1 + l_2 = 10$	<p><math>z_b</math> 为单面剃齿余量 (mm);  <math>f_a</math> 为工件每转工作台的纵向进给量 (mm/r); <math>n_c</math> 为剃齿刀每分钟转数 (r/min); <math>z_c</math> 为剃齿刀的齿数; <math>f_r</math> 为径向进给量 (mm/双行程)</p>

## 2.7 螺纹加工机动时间的计算

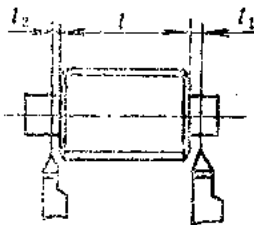
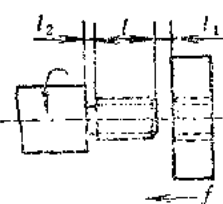
螺纹加工常用符号

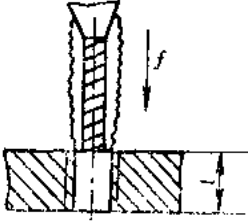
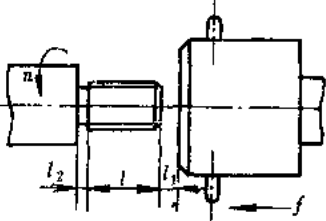
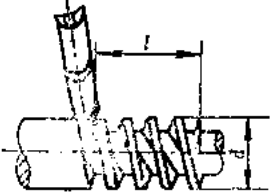
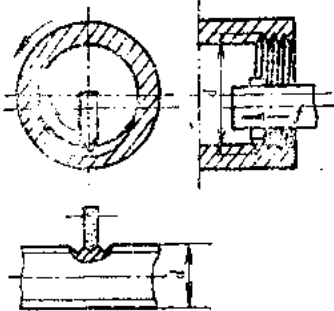
$d$  —— 螺纹大径 (mm);

$f$  —— 工件每转进给量 (mm/r), 等于工件螺纹的螺距  $P$ ;

$q$  —— 螺纹的线数。

表6.2-14 螺纹加工机动时间的计算公式

加工示意图	计算公式	备注
<p>在车床上车螺纹</p> 	$T_j = \frac{L}{f n} i q = \frac{l + l_1 + l_2}{f n} i q$ <p>通切螺纹 <math>l_1 = (2 \sim 3) P</math>          不通切螺纹 <math>l_1 = (1 \sim 2) P</math>  <math>l_2 = 2 \sim 5</math></p>	
<p>用板牙攻螺纹</p> 	$T_j = \left( \frac{l + l_1 + l_2}{f n} + \frac{l + l_1 + l_2}{f n_0} \right) i$ <p><math>l_1 = (1 \sim 3) P</math>  <math>l_2 = (0.5 \sim 2) P</math></p>	<p><math>n_0</math> 为工件回程的每分钟转数 (r/min); <math>i</math> 为使用板牙的次数</p>

加工示意图	计算公式	备注
<p>用丝锥攻螺纹</p> 	$T_f = \left( \frac{l + l_1 + l_2}{f n} + \frac{l + l_1 + l_2}{f n_0} \right) i$ $l_1 = (1 \sim 3) P$ $l_2 = (2 \sim 3) P$ <p>攻盲孔时 <math>l_2 = 0</math></p>	<p><math>n_0</math> 为丝锥或工件回程的每分钟转数 (r/min); <math>i</math> 为使用丝锥的数量; <math>n</math> 为工件或丝锥的每分钟转数 (r/min)</p>
<p>用自动张开的板板切削螺纹</p> 	$T_f = \frac{l + l_1 + l_2}{f n}$ $l_1 = (1 \sim 3) P$ $l_2 = (0.5 \sim 2) P$	
<p>用盘铣刀铣螺纹</p> 	$T_f = \frac{l + l_1 + l_2}{f} \frac{\pi d}{f_c \cos \beta} i g$ $l_1 = (1 \sim 3) P$ $l_2 = (0.5 \sim 2) P$ <p>用定位器时 <math>l_2 = 0</math></p> $f_c = f_z z n_c$	<p><math>f_c</math> 为螺纹铣刀沿螺旋展开线的进给量 (mm/min); <math>f_z</math> 为螺纹铣刀每齿进给量 (mm/z); <math>z</math> 为螺纹铣刀齿数; <math>n_c</math> 为螺纹铣刀每分钟转数 (r/min); <math>\beta</math> 为螺旋的螺旋角 (°, deg)</p>
<p>用旋风切削头切削螺纹和用单线砂轮磨螺纹</p> 	$T_f = \frac{L}{f n} i = \frac{l + l_1 + l_2}{f n} i$ $n = \frac{f_0 n_c z_0}{\pi d}$ $l_1 = (2 \sim 3) P$ $l_2 = (1 \sim 2) P$ <p>(用定位器磨削时 <math>l_2 = 0</math>)</p> <p>用单线砂轮磨螺纹时</p> $i = \frac{z_0}{a_p} + i_1$ <p>粗磨时 <math>i_1 = 0</math>; 精磨时 <math>i_1 = 1 \sim 2</math></p>	<p><math>f_n</math> 为旋风切削头或工件在刀具每转时的进给量 (mm/r); <math>n_c</math> 为刀具每分钟转数 (r/min); <math>z_0</math> 为旋风切削头的切刀数; <math>z_0</math> 为螺纹中径的单面磨削余量 (mm); <math>a_p</math> 为横向进给量 (切深) (mm); <math>i_1</math> 为停止横向进给后的行程次数</p>

## 2.8 拉削机动时间的计算

表6.2-15 拉削机动时间的计算公式

计 算 公 式	备 注
$T_j = \frac{l_p + l + l_1}{1000v} \cdot i$ $l_1 = 5 \sim 10; \quad l_p = (z_1 + z_0)P,$ $z_1 = \frac{z_k}{f_z}; \quad z_2 = \frac{l}{P} - 2; \quad P = A\sqrt{l}, \quad A = 1.5 \sim 2.5$ 当 $l_p$ 未知时 $T_j = \frac{z_b l \eta k}{1000v f_z z}$ $\eta = 1.17 \sim 1.25 \text{ (考虑校准部分长度的系数, 无校准部分时, } \eta = 1)$ $k = 1.14 \sim 1.5 \text{ (考虑机床返回行程的系数)}$ $z = \frac{l}{P}$	$l_p$ 为拉刀工作部分长度(mm); $l$ 为工件拉削表面长度(mm); $z_1$ 为切削刀齿的齿数; $z_2$ 为校准刀齿的齿数; $z_0$ 为单面加工余量 (mm); $f_z$ 为拉刀每齿进给量(mm/齿); $P$ 为拉刀的齿距 (mm); $A$ 为系数; $z$ 为拉刀同时工作的齿数

## 3 其他时间的数据表

## 3.1 卧式车床上其他时间数据表

表6.3-1 卧式车床上装夹工件时间

(min)

装 夹 方 式	加力方法	工 件 重 量 (kg)								
		0.5	1	2	3	5	8	15	25	100
三爪自定心卡盘	手动	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.13		
三爪自定心卡盘与顶尖	手动	0.09	0.10	0.11	0.12	0.14	0.18	0.26	0.37	
两个顶尖或三爪自定心卡盘与中心架	手动	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.10	0.15	0.22	1.10
专用夹具螺栓压板夹紧	手动				0.42	0.44	0.47	0.55	0.67	
两个顶尖、顶尖与卡盘或顶尖与制动钳	气动	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	
自动定心卡盘或可涨心轴	气动	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.08		

注: 1. 本表时间包括伸手取工件装到卡盘或顶尖间, 开动气阀或转动顶尖手轮或用扳手夹紧工件, 最后手离工件、扳  
手或手轮。

2. 长工件经主轴孔装入时加0.01min。

3. 需要装心轴的工件, 装夹时间加0.07min。

表6.3-2 卧式车床松开卸下工件时间

(min)

装 夹 方 式	加力方法	工 件 重 量 (kg)								
		0.5	1	2	3	5	8	15	25	100
三爪自定心卡盘	手动	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.10	0.14		
三爪自定心卡盘与顶尖	手动	0.07	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13	0.20	0.28	
两个顶尖或三爪自定心卡盘与中心架	手动	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.06	0.12	0.19	0.76
专用夹具螺栓压板夹紧	手动				0.12	0.19	0.22	0.30	0.42	
两个顶尖或顶尖与卡盘或顶尖与制动钳	气动	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.06	
自动定心卡盘或可涨心轴	气动	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07		

注: 1. 本表时间包括伸手向扳手或气阀, 取扳手, 松开夹具或开动气阀, 从夹具上取下工件、放下, 最后手离工件。

2. 长工件经主轴孔卸下时加0.01min。

3. 需要装心轴的工件, 松卸时间加0.05min。

4. 工件调头或松开转动一定角度的时间, 按一次装夹、一次松卸时间之和的60%计算。

表6.3-3 卧式车床上各种操作所需时间 (min)

操 作 名 称		时 间		操 作 名 称		时 间
使主轴回转	用按钮 用杠杆	0.01 0.02		对 刀 接通或停止走刀 转动刀架90°	0.02 0.01 0.02	
		纵向移动床鞍 (mm)	50		0.03	0.02
100	0.04		0.03	移动尾座	0.06	
200	0.06		0.05		尾座装刀或卸刀	0.04
300	0.08		0.07	主轴变速		0.04
横向移动中滑板 (mm)	20	0.03	0.02		变换进给量	0.03
	40	0.04	0.03			
	60	0.05	0.04			
	80	0.07	0.06			
	100	0.09	0.08			

表6.3-4 普通车床上测量工件时间 (min)

(1) 测 量 直 径							
直 径 (mm)		30	50	75	100	150	>150
测量方法	用卡规、塞规 (精度0.01~0.1)	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11
	用游标卡尺 (精度0.01~0.1)	0.08	0.09	0.10	0.11	0.15	0.18
(2) 测 量 螺 纹							
螺纹直径 (mm)	30	50	100	>100			
时 间	0.17	0.19	0.21	0.27			
(3) 测 量 长 度							
长 度 (mm)		30	50	75	100	150	>150
测量方法	用游标卡尺	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.14
	用样板	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	

注: 1. 测量工件包括伸手取量具, 测量, 放下工件、量具。

2. 本表是测量一次的时间, 单件定额的测量时间等于表中时间乘测量的百分比。

### 3.2 铣床上其他时间数据表

表6.3-5 万能卧式、立式铣床上装夹工件时间 (min)

定位方法	夹 紧 方 法	工 件 重 量 (kg)									
		0.5	1	2	3	5	8	15	25	50	75
平面	带拉杆的压板手动	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.10	0.16			
凸台	带拉杆的压板气动	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.15		
或V	带快换垫圈的压板手动	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.21	0.40	0.60	0.80
形架	带快换垫圈的压板气动	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.17			

(续)

定位方法	夹 紧 方 法	工 件 重 量 (kg)									
		0.5	1	2	3	5	8	15	25	50	75
销子	带拉杆的压板手动	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.18	0.30		
	带拉杆的压板气动	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.16	0.20	0.24	
	带快换垫圈的压板手动	0.12	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.22			
	带快换垫圈的压板气动	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.18	0.22		
平口钳三爪 自定心卡盘 顶尖孔或凹座	手动	0.05	0.06	0.07	0.09						
	气动	0.03	0.04	0.05							
	气动	0.04	0.05	0.06							
	手动		0.06	0.07	0.08	0.09	0.11				
	带拉杆的压板气动	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.18	0.22		
	不夹紧	0.03	0.03	0.04							
心轴	带快换垫圈的压板手动	0.12	0.12	0.13							
	带快换垫圈的压板气动	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10				

注: 1. 本表时间包括伸手取工件装到夹具上, 开动气阀或用扳手夹紧工件, 最后手离工件或扳手。

2. 需要定向的装夹, 增加0.01min。

3. 多件装夹的时间折算: 2~3件, 0.7; 4~6件, 0.6; 7~12件, 0.5。

表6.3-6 万能卧式、立式铣床上松开卸下工件时间

(min)

定位方法	夹 紧 方 法	工 件 重 量 (kg)									
		0.5	1	2	3	5	8	15	25	50	75
平面 凸台 或V 形架	带拉杆的压板手动	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.09	0.15			
	带拉杆的压板气动	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.09	0.12		
	带快换垫圈的压板手动	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.11	0.17	0.30	0.40	0.50
	带快换垫圈的压板气动	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.10	0.16			
销子	带拉杆的压板手动	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.17	0.28		
	带拉杆的压板气动	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.15	0.19	0.22	
	带快换垫圈的压板手动	0.06	0.06	0.07	0.08	0.11	0.17				
	带快换垫圈的压板气动	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.16	0.20		
平口钳	手动	0.04	0.05	0.06	0.08						
	气动	0.02	0.03	0.04							
三爪自定心 卡盘顶尖	气动	0.03	0.04	0.05							
	手动		0.05	0.06	0.07	0.08	0.10				
孔或 凹座	带拉杆的压板气动	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.17	0.21		
	不夹紧	0.02	0.02	0.03							
心轴	带快换垫圈的压板手动	0.06	0.06	0.07							
	带快换垫圈的压板气动	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09				

注: 1. 本表时间包括手伸向气阀或取扳手, 松开工件, 取出, 最后手离工件或扳手。

2. 多件拆卸的时间折算: 2~3件, 0.7; 4~6件, 0.6; 7~12件, 0.5。



表6.3-7 在万能卧式、立式铣床上各种操作所需时间

(min)

操 作 名 称		时 间		
开动、停止主轴回转	用按钮	0.01		
接通工作台移动	用按钮	0.01		
改变工作台移动方向	用手柄	0.01		
打开或关闭切削液开关		0.02		
纵向快速移动工作台 (mm)		靠近工件	离开工件	
	50	0.03	0.02	
	100	0.05	0.04	
	200	0.07	0.06	
	300	0.10	0.09	
横向手轮移动工作台 (mm)	25	0.04	0.03	
	50	0.06	0.05	
	100	0.09	0.08	
升降工作台 (mm)	10	0.02		
	20	0.03		
用刷子清除夹具上切屑	工件重量 (kg)	从平面上清除	从凹座内清除	
	≤5	0.03	0.04	
	~15	0.06	0.08	
	~25	0.10	0.12	
转动夹具	转动部分重量 (kg)	转45°	转90°	转180°
	30	0.02	0.02	0.03
	50	0.02	0.03	0.04
	100	0.03	0.04	0.05
转动工件	工件重量 (kg)	气动夹紧	手动夹紧	
	0.5	0.03	0.04	
	3	0.04	0.06	
	15	0.05	0.08	
	25	0.06	0.10	
	50	0.07	0.12	

注: 1. 多件加工的除屑时间折算: 2~3件, 0.7; 4~6件, 0.6; 7~12件, 0.5。

2. 转动夹具包括拔出定位销、转位、对定等。

3. 转动工件包括松开工件、翻转、重新装夹等。

表6.3-8 在万能立式、卧式铣床上测量工件的时间

(min)

测量长度 (mm)		30	50	75	100	150	300
测量方法 和位置	游标卡尺测平面	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
	样板测槽面	0.07	0.08	0.09			
	样板测平面	0.04	0.05	0.06			

## 3.3 钻床上其他时间数据表

表6.3-9 立式和摇臂钻床上装夹工件时间

(min)

定位方法	夹紧方法	加力方式	工 件 重 量 (kg)									
			0.5	1	2	3	5	8	15	25	35	50
平面或V形架	压板	手动	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.18	0.24	0.28
	带手轮螺杆	手动	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	0.15			
	平口钳	手动	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09			
	三爪自定心卡盘	手动	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.14	0.17			
	压板	气动	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09			
	三爪自定心卡盘或可涨心轴	气动	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08			
	不夹紧		0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07			
l < 100 mm 销子	压板	手动	0.05	0.05	0.06	0.06	0.08	0.09	0.11	0.20	0.26	0.30
	带手轮螺杆	手动	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13	0.17			
	压板或涨心轴	气动	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10			
	不夹紧		0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.08			
l > 100 mm 销子	压板	手动	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12			
	不夹紧		0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09			
孔 四座	带手轮螺杆	手动	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	0.15			
	不夹紧		0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07			
	压板	手动	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.10	0.10	0.18		

注: 1. 本表时间包括伸手取工件装到夹具上, 扳动手柄夹紧工件, 最后手离手柄。

2. 需要定向的装夹, 时间加0.01min。

3. 液压夹紧与气动夹紧时间相同。

表6.3-10 立式、摇臂钻床上松开卸下工件时间

(min)

定位方法	夹紧方法	加力方式	工 件 重 量 (kg)									
			0.5	1	2	3	5	8	15	25	35	50
平面或V形架	压板	手动	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.16	0.22	0.25
	带手轮螺杆	手动	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13			
	平口钳	手动	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10			
	三爪自定心卡盘	手动	0.05	0.06	0.07	0.08	0.11	0.13	0.15			
	压板	气动	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08			
	三爪自定心卡盘或涨心轴	气动	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07			
	不夹紧		0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06			
l < 100 mm 销子	压板	手动	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.18	0.24	0.27
	带手轮螺杆	手动	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	0.15			
	压板或涨心轴	气动	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09			
	不夹紧		0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.06	0.07			
l > 100 mm 销子	压板	手动	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11			
	不夹紧		0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08			
孔 四座	带手轮螺杆	手动	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13			
	不夹紧		0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06			
	压板	手动	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.16		

注: 本表时间包括手伸向手柄, 松开工件, 取出、放下, 最后手离工件。

表6.3-11 立式、摇臂钻床上各种操作所需时间

(min)

操 作 名 称		时 间		
使主轴回转或停止		0.02		
在摇臂上移动主轴箱 (mm)	100	0.01		
	200	0.02		
	300	0.03		
刀具快速下降接近工件 (mm)		$\phi 12\text{mm}$	$\phi 25\text{mm}$	$\phi 50\text{mm}$
	100	0.01	0.02	0.03
	200	0.02	0.03	0.04
使刀具对准孔位		0.02		
刀具快速上升离开工件 (mm)	100	0.01	0.01	0.02
	200	0.01	0.02	0.03
	300	0.02	0.03	0.04
快换卡头换刀 更换钻套		0.03	0.04	0.06
		0.04	0.05	0.07
移动工件 (包括夹具转动部分) 重量 (kg)	5	0.02		
	15	0.03		
	25	0.04		
	35	0.05		
	50	0.06		
移动夹具 (mm)	200	0.02		
	500	0.03		
回转摇臂 $45^\circ$		0.04		
变换进给量		0.02		
清除切屑	从平面	0.03		
	从凹座	0.05		
退钻屑 (深度mm)		$\phi 12$	$\phi 25$	$\phi 50$
	20	0.04	0.03	
	40	0.05	0.04	0.03
	60	0.06	0.05	0.04

注: 本表 $\phi 12$ 、 $\phi 25$ 、 $\phi 50$ 是指最大钻孔直径。

表6.3-12 立式、摇臂钻床上测量工件时间

(min)

孔 径 (mm)		25	35	50
测量方法	塞规测量孔径	0.04	0.05	0.06
	螺纹塞规测量螺纹	0.09	0.15	0.17

## 3.4 磨床上其他时间数据表

表6.3-13 外圆磨床装夹和拆卸工件时间

(min)

装夹方法		工 件 重 量 (kg)								
		0.5	1	2	3	5	8	15	25	35
装在两顶尖间、手柄或踏板液压(弹簧)夹紧	装	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.11	0.15	0.19
	卸	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.08	0.10
装在心轴上,用扳手固定,手柄或踏板液压(弹簧)夹紧	装	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18	0.21	0.27		
	卸	0.06	0.07	0.08	0.09	0.12	0.15	0.23		
装在带锥度心轴上,手柄或踏板液压(弹簧)夹紧	装	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07				
	卸	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06				
偏心夹装在带中心孔的工件上,手柄或踏板液压(弹簧)夹紧	装	0.06	0.08	0.09	0.11	0.15				
	卸	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09				
装在三爪自定心卡盘上手动夹紧	装	0.07	0.08	0.09						
	卸	0.06	0.07	0.08						

注: 1.装夹工件的内容包括伸手取工件,把工件装到夹具上、夹紧,最后手离工件。  
2.松开卸下工件的工作内容包括伸手向手柄或扳手松开工件,取下后手离工件。

表6.3-14 内圆磨床装夹和拆卸工件时间

(min)

装夹方法		工 件 重 量 (kg)						
		0.5	1	2	3	5	8	15
以外圆或齿形定位液压夹紧	装	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	
	卸	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	
装在三爪自定心卡盘上手动夹紧	装	0.10	0.10	0.12				
	卸	0.09	0.09	0.10				
齿轮齿上隔圈装在卡盘上液压夹紧	装	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11
	卸	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08
以柱销或钢球置于内上装入卡盘,手动夹紧	装	0.14	0.18	0.29	0.40			
	卸	0.09	0.10	0.11	0.12			

注: 本表时间所包括的工作内容同外圆磨床。

表6.3-15 磨床上各种操作所需时间

操 作 名 称	时 间 (min)		
开动或停止工件、砂轮转动、工作台往复运动	0.02		
接通砂轮快速引进或退出	0.02		
纵向引进或退出砂轮 (mm)	200	0.04	
	300	0.05	
	400	0.06	
横向引进或退出砂轮	M1631	引 进	0.03
		退 出	
	M1632 其他外圆磨 往复平面磨	引 进	0.03
		退 出	0.02

(续)

操 作 名 称	时 间 (min)
手动对刀 磨外圆	0.03
磨外圆和端面	0.05
磨有长度公差要求的端面	0.08
磨内圆	0.04
磨内圆和端面	0.07
往复平面磨磨平面	0.06
拉上防护罩	0.02
取下靠表	0.01
清除工作台切屑	0.18

注: 1. 放置靠表重合于工作进刀。  
2. 手动退刀重合于砂轮退出。  
3. 计算单件定额时, 清除工作台切屑时间除以同时磨削件数。

表6.3-16 磨床上测量工件时间

(min)

(1) 用卡规测量工件外圆							
直 径 (mm)		30	50	75			
测量精度 (mm)	0.01~0.05	0.05	0.06	0.07			
	0.06~0.15	0.04	0.05	0.06			
	0.16~0.30	0.03	0.04	0.05			
(2) 千分尺测量外圆							
直 径 (mm)		30	50	75			
测量精度 (mm)	0.01~0.05	0.07	0.08	0.09			
	0.06~0.15	0.06	0.07	0.08			
(3) 千分尺测量长度							
长 度 (mm)		30	50	75			
时间 (min)		0.06	0.07	0.08			
(4) 用卡规测量厚度							
厚 度 (mm)		10	30				
测量精度 (mm)	0.06~0.10	0.06	0.07				
	0.11~0.20	0.05	0.06				
(5) 用塞规测量孔							
孔 径 (mm)		25	35	50	65	80	100
测量精度 (mm)	0.01~0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.13	0.16
	0.06~0.15	0.06	0.07	0.08	0.09		
(6) 用内径千分尺测量孔 (测量精度0.01~0.05mm)							
孔 径 (mm)		35	50	65	80	100	
时间 (min)		0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	

## 3.5 自动与转塔车床上其他时间数据表

表6.3-17 单轴自动车床上装夹棒料时间

(min)

棒料直径 (mm) 至		8	12	20	30	40
操 作		时 间				
圆棒料	卸下余料	0.20	0.22	0.24	0.27	0.29
	装夹棒料	0.21	0.25	0.34	0.44	0.53
	切除料头	0.26	0.29	0.38	0.48	0.58
	每根棒料合计	0.67	0.76	0.96	1.19	1.30
其他截面棒料	卸下余料	0.20	0.22	0.24	0.27	0.29
	装夹棒料	0.23	0.27	0.35	0.46	0.57
	切除料头	0.26	0.29	0.38	0.48	0.58
	每根棒料合计	0.69	0.78	0.97	1.21	1.44

- 注：1. 卸下余料：从一根棒料加工最后一个工件，刀架退回原位起，松开弹簧夹头，余料掉下，至手离手柄或按钮。  
 2. 装夹棒料：操作者应利用机动时间将棒料放到料架上，装夹棒料是指卸下余料后，把将要加工的棒料从料管插入夹头，并操作手柄或按钮夹紧。  
 3. 切除料头：包括开动机床切除棒料料头，至开始正常工作循环止。  
 4. 圆截面棒料包括圆截面管料，直径按外圆计算。其他截面棒料包括六角形或半圆形等截面棒料。按截面距离最大的两点尺寸计算。

表6.3-18 多轴自动车床装夹棒料时间

(min)

直 径 (mm) 至		12	20	30	40	50	60
操 作		时 间					
圆棒料	卸下余料	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34
	装夹棒料	0.29	0.32	0.40	0.57	0.70	0.85
	切除料头	0.20	0.26	0.34	0.46	0.58	0.72
	每根棒料合计	0.73	0.84	1.02	1.33	1.60	1.91
其他截面棒料	卸下余料	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34
	装夹棒料	0.31	0.35	0.42	0.60	0.73	1.00
	切除料头	0.20	0.26	0.34	0.46	0.58	0.72
	每根棒料合计	0.75	0.87	1.04	1.36	1.63	2.06

注：多轴自动车床装夹棒料各操作内容与单轴自动车床相同。

表6.3-19 自动车床上各种操作所需时间

(min)

操 作 名 称	时 间
启动主轴	0.02
接通刀架进刀	0.07
停止刀架进刀	0.03
使主轴停止回转至完全停止	0.04
每根棒料共计	0.16

表6.3-20 转塔车床装夹拆卸工件时间

(min)

装夹方法	操作	工件质量 (kg)至						
		0.5	1	2	3	5	8	15
		时 间						
三爪自定心卡盘 气、液压夹紧	装夹		0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.12
	拆卸		0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10
三爪自定心卡盘定向装夹 气、液压夹紧	装夹	0.08	0.09	0.10	0.13	0.16	0.19	
	拆卸	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	
三爪自定心卡盘 手动夹紧	装夹	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.18
	拆卸	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.17
弹簧夹头	装夹	0.04	0.05	0.05				
	拆卸	0.03	0.04	0.04				

注：1.装夹工件工作内容包括从伸手取工件装到卡盘起，开动阀门或用扳手紧固工件至手离工件或扳手止。拆卸工件的工作内容包括从手伸向扳手向气、搬动开关起，松开、取下工件至手离工件止。

2.定向夹紧是指外形特殊的工件，装夹时需要对准位置。

表6.3-21 转塔车床装夹棒料时间

(min)

(1) 装棒料时间		
棒料直径 (mm)	20	40
松开夹头拿起一根棒料插入机床主轴孔的时间 (min)	0.20	0.30
(2) 棒料送料时间		
棒料直径 (mm)	20	40
松开夹头，伸手将棒料拉向限位挡块、夹紧至手离夹紧开闭时间 (min)	0.06	0.08

表6.3-22 转塔车床刀架移动时间

(min)

项 目		时 间	
		靠近工件	离开工件
转塔刀架快速进退 (mm) 至	100	0.04	0.03
	200	0.05	0.04
	300	0.06	0.05
	400	0.07	0.06
	500	0.08	0.07
回轮刀架快速进退 (mm) 至	100	0.02	0.01
	200	0.03	0.03
	300	0.05	0.04
	400	0.07	0.06
横刀架快速进退 (mm) 至	50	0.03	
	100	0.05	
	200	0.09	
刀架转位	60°	转塔刀架 0.04	回轮刀架 0.03
	90°	0.05	
	120°	0.06	
	180°	0.07	
	270°		0.05

表6.3-23 转塔车床操作机床时间

(min)

操 作 名 称	时 间
使主轴回转或改变主轴回转方向	用按钮 0.01
	用杠杆 0.02
接通或停止走刀	用手柄 0.02
变换主轴转速	用手柄 0.04
变换进给量	用手柄 0.03
使主轴完全停止回转	0.03
限位装置复位	0.01
打开或关闭切削液开关	0.01
在丝锥或板牙上刷润滑油	用刷子 0.03
打开或关上防護板	0.02

表6.3-24 多刀半自动车床和仿形车床上装夹工件时间

(min)

装 夹 方 法	加工方式	工 件 重 量 (kg)							
		1	3	5	8	12	18	25	80
		时 间							
双顶尖或一端顶尖一端凹座(凸台)	液气动	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.11	0.15	
双顶尖一端装压板	液气动			0.12	0.13	0.15	0.18	0.22	
一端顶尖一端装在销子或花键轴上	液气动	0.05	0.06	0.07					
可涨心轴	液气动	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12			
装快换垫圈的心轴	液气动	0.06	0.07	0.09	0.11				
三爪自定心卡盘	液气动	0.06	0.07	0.09	0.10	0.13	0.17	0.23	
一端顶尖、一端装在卡盘上	液气动	0.08	0.09	0.10					
一端顶尖、一端装在卡盘上	手 动	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.37	0.40	0.60

注：1.本表时间包括伸手取工件装到卡盘或顶尖间，开动气阀或用扳手夹紧工件，最后手离气阀手柄或扳手。

2.工件装在带中心孔的心轴上加工，按双顶尖装夹考虑，工件装到心轴上和从心轴上取下，利用自动进刀时间进行。

3.工件调头或松开转动一定角度的时间，按一次装夹、一次松卸时间之和的60%计算。

表6.3-25 多刀半自动车床和仿形车床上松开卸下工件时间

装 夹 方 法	加工方式	工 件 重 量 (kg)							
		1	3	5	8	12	18	25	80
		时 间 (min)							
双顶尖或一端顶尖一端凹座(凸台)	液气动	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.09	0.13	
双顶尖、一端装压板	液气动			0.05	0.06	0.08	0.10	0.14	
一端顶尖、一端装在销子或花键轴上	液气动	0.04	0.05	0.06					
可涨心轴	液气动	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08			
装快换垫圈的心轴	液气动	0.04	0.05	0.07	0.08				
三爪自定心卡盘	液气动	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.12	0.16	
一端顶尖、一端装在卡盘上	液气动	0.07	0.08	0.09					
一端顶尖、一端装在卡盘上	手 动	0.20	0.21	0.23	0.24	0.25	0.26	0.30	0.40



表6.3-26 多刀半自动车床和仿形车床上各种操作所需时间

操 作 名 称	时 间 (min)	
使主轴回转	用按钮	0.01
	用手柄	0.02
打开或合上挡板	0.02	
刀架快速移动 (mm)	50	0.03
	100	0.04
	150	0.05
	200	0.06
	300	0.07
	400	0.08
500	0.09	
停止主轴回转	0.05	
接通刀架快速移动	0.01	

表6.3-27 多刀半自动车床和仿形车床上测量工件时间

(min)

(1) 用卡规测量						
直径 (mm)	30	50	75	100	150	
时间 (min)	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	
(2) 用塞规、螺纹环规测量						
直径 (mm)	30		50			
时间 (min)	0.17		0.19			
(3) 用样板测量						
长度 (mm)	10		20		30	
时间 (min)	0.04		0.05		0.06	
(4) 用游标卡尺测量						
直径 (mm)	30	50	75	100	150	>150
时间 (min)	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.14

## 3.6 拉床上其他时间数据表

表6.3-28 立式和卧式拉床上装夹和松卸工件时间 (一)

(min)

工件重量 (kg)		1	3	5	8	15	25
拉刀直径 (mm) 至	工作内容	时 间					
30	装 夹	0.04	0.05	0.06	0.07		
	松 卸	0.03	0.04	0.05	0.06		
50	装 夹	0.05	0.06	0.08	0.11	0.13	
	松 卸	0.04	0.05	0.07	0.09	0.11	

(续)

工件重量(kg)		1	3	5	8	15	25
拉刀直径(mm)至	工作内容	时 间					
80	装 夹	0.06	0.07	0.09	0.12	0.14	0.16
	松 卸	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.13
100	装 夹		0.08	0.10	0.13	0.15	0.17
	松 卸		0.07	0.08	0.11	0.13	0.14

注：1.本表适用于自动定心拉孔或花键孔。

2.本表时间包括：伸手取工件，套在拉刀上，将拉刀插入卡盘，至手离拉刀（装夹）；伸手取下工件，至手离工件（松卸）。

3.用定位销或心轴定位时，装、卸各加0.01min。

4.一次装卸两件时乘0.8。

表6.3-29 立式和卧式拉床上装夹和松卸工件时间(二)

(min)

(1) 卧式拉床拉削						
工 件 重 量 (kg)		40	50	80	100	130
加工面	动作内容	时 间				
孔	装 夹	0.20	0.22	0.25		
	松 卸	0.17	0.20	0.23		
平面	装 夹	0.13	0.14	0.15	0.20	0.25
	松 卸	0.11	0.12	0.13	0.16	0.20

(2) 立式拉床外拉

工 件 重 量 (kg) 系		1	3	5	8	12
时 间 (min)	装 夹	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06
	松 卸	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05

注：1.本表适用于工件装在气(液)动夹具上拉削。

2.本表时间包括：伸手取工件装到夹具上，开动阀门，夹紧工件，至手离阀门手把（装夹）；伸手开动阀门，松开工件，取下，至手离工件。

表6.3-30 用塞规测量拉孔直径时间

(min)

孔 径 (mm)	25	35	50	65	80	100
测量精度 (mm)	时 间					
0.01~0.05	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.17
0.06~0.15	0.09	0.10	0.11	0.12	0.14	0.16
0.16~0.30	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15

注：花键塞规测量花键孔可用本标准，按花键外径查表。

表6.3-31 拉床上各种操作所需时间

(min)

操 作 名 称	时 间	
开动机床行程	0.01	
拉刀快速水平进退 (mm) 至	500	0.03
	750	0.04
	1000	0.05
	1500	0.06
	2000	0.07
拉刀快速升降 (mm) 至	500	0.04
	1000	0.05
	1500	0.07
	2000	0.08
立式拉床工作台引进或退出 (mm)	150	0.02
	200	0.03
消除拉刀、夹具上切屑	卧式拉床	0.08
	立式拉床 (外拉)	0.05
	立式拉床 (内拉)	0.03

## 3.7 齿轮机床上其他时间数据表

表6.3-32 滚齿机上装夹和拆卸工件时间

(min)

工 件 重 量 (kg)		0.5	1	2	3	5	8	15	20	
装 夹 方 法		时 间								
工件带鸡心安装到两顶尖间	液压夹紧	夹紧	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20	0.22	
		松卸	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.16	0.18	
装到心轴上, 顶尖支承	螺母快换轮盘, 扳手夹紧	夹紧	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32
		松卸	0.15	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25	0.28	0.30
	液压顶尖压板夹紧	夹紧	0.14	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27	
		松卸	0.11	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	
装在三爪自定心卡盘和顶尖间	手动夹紧	夹紧		0.21	0.23	0.25	0.27	0.29		
		松卸		0.19	0.21	0.23	0.25	0.27		

注: 1.装到心轴上, 顶尖支承, 液压顶尖压板压紧, 如果压板是固定的压头, 装卸时间各减少0.01min。

2.顶尖升降时间包括在装、卸时间内。

3.带中心架的装、卸各增加0.02min。

4.本表适用双轴滚齿机一个轴的装卸。

5.多件加工时, 工件之间的中间环每装一个0.03min, 每卸一个0.02min。

6.多件加工的装卸时间折算系数: 2件, 0.7; 3件, 0.6; 4~5件, 0.5。

表6.3-33 滚齿机上各种操作所需时间

(min)

操 作 名 称	时 间	操 作 名 称	时 间
使工件和铣刀回转或停止	用按钮 0.01		
工件快速靠近或离开刀架 (mm) 至	50	刀架快速垂直退回 (mm) 至	50
	100		100
		手动退、退刀	0.09
刀架快速靠近或离开工件 (mm) 至	50	清理夹具上切屑	用刷子
	100		

注: 计算单件时间, 应将本表时间除以同时加工件数。

表6.3-34 插齿机上装夹和松卸工件时间

(min)

工件重量 (kg)		0.5	1	3	8	15
装 夹 方 法		时 间				
装于心轴, 加垫圈或压板, 用扳手 拧紧螺帽	装夹	0.14	0.16	0.20	0.24	0.28
	松卸	0.12	0.14	0.18	0.22	0.26
装于心轴或销柱上, 加快换垫圈, 气(液)动压紧	装夹	0.09	0.11	0.13	0.16	0.19
	松卸	0.07	0.09	0.11	0.13	0.16
装于弹簧夹头或三爪自定心卡盘 上, 气(液)动夹紧	装夹		0.13	0.15	0.19	0.23
	松卸		0.12	0.14	0.18	0.22

注: 1.装夹工件包括: 伸手取工件, 装到夹具上, 扳动夹具开关或用扳手紧固工件, 最后手离开开关或扳手。

2.松卸工件包括: 手伸向扳手或开关, 松开工件, 取下垫圈、工件, 最后手离工件。

3.多件同时加工系数: 2件, 0.7; 3件, 0.6; 4~6件, 0.5; 7~8件, 0.4。

4.工件装在两个销子上时, 装、卸时间加0.01min。

表6.3-35 插齿机上各种操作所需时间

(min)

操 作 名 称		时 间	操 作 名 称		时 间
使插刀上下运动和工件回转	用按钮	0.01	使刀架离开工件	用摇把	0.05
	用摇把	0.02	刀具快速离开工件	用按钮	0.01
使刀架靠近工件	用摇把	0.07	消除夹具切屑	用刷子	0.04

注: 计算单件时间应除以同时加工件数。

### 3.8 布置工作地、休息和生理需要时间表

表6.3-36 布置工作地、休息和生理需要时间

(min)

机床名称	共占作业时间百分比 (K%)	机 床 名 称	共占作业时间百分比 (K%)
卧式车床	21.8%	立式圆工作台铣床	
转塔车床	15.9%	20%	
立式钻床	15.7%	单轴自动车床	一台 12.5%
摇臂钻床	17.4%	两台	16.5%
外圆磨床	18.5%	多轴自动车床	一台 22.4%
内圆磨床	15.7%	两台	28%
矩台平面磨床	15.4%	半自动车床	21.5%
圆台平面磨床	17.6%	卧式拉床	16.5%
无心磨床	17.9%	立式拉床	15.9%
卧式铣床	16.5%	金钢镗床	18.5%
立式铣床	15.9%	滚齿机	14%
		插齿机	9.1%

## 第7章 机械加工工艺流程制订实例

### 1 计算生产纲领, 确定生产类型

图7.1-1所示为某产品上的一个齿轮零件。该产品年产量为2000台, 设其备品率为10%, 机械加工废品率为1%, 现制订该齿轮零件的机械加工工艺流程。

$$\begin{aligned} N &= Q_n(1 + \alpha \% + \beta \%) \\ &= 2000 \times 1(1 + 10\% + 1\%) \text{件/年} \\ &= 2220 \text{件/年} \end{aligned}$$

齿轮零件的年产量为2220件, 现已知该产品属于轻型机械, 根据表1.1-2 生产类型与生产纲领的关系, 可确定其生产类型为中批生产。

### 2 审查零件图样的工艺性

齿轮零件图样的视图正确、完整, 尺寸、公差及技术要求齐全。但基准孔 $\phi 68 \text{ K7mm}$ 要求 $R.0.8\mu\text{m}$ 有些偏高。一般8级精度的齿轮, 其基准孔要求 $R.1.6\mu\text{m}$ 即可。本零件各表面的加工并不困难。关于4个 $\phi 5 \text{ mm}$ 的小孔, 其位置是在外圆柱面上 $6 \text{ mm} \times 1.5 \text{ mm}$ 的沟槽内, 孔中心线距沟槽一侧面的距离为 $3 \text{ mm}$ 。由于加工时, 不能选用沟槽的侧面为定位基准, 故要较精确地保证上述要求则比较困难。分析该小孔是做油孔之用, 位置精度不需要太高的要求, 只要钻到沟槽之内, 即能使油路通畅, 因此4个 $\phi 5 \text{ mm}$ 孔的加工亦不成问题。

### 3 选择毛坯

齿轮是最常用的传动件, 要求具有一定的强度。该零件的材料为45钢, 轮廓尺寸不大, 形状亦不复杂, 又属成批生产, 故毛坯可采用模锻成型。

零件形状并不复杂, 因此毛坯形状可以与零件的形状尽量接近。即外形做成台阶形, 内部孔锻出。

毛坯尺寸通过确定加工余量后决定。

### 4 工艺过程设计

#### 4.1 定位基准的选择

本零件是带孔的盘状齿轮, 孔是其设计基准 (亦是装配基准和测量基准), 为避免由于基准不重合而产生的误差, 应选孔为定位基准, 即遵循“基准重合”的原则。具体而言, 即选 $\phi 68 \text{ K7}$ 孔及一端面作为精基准。

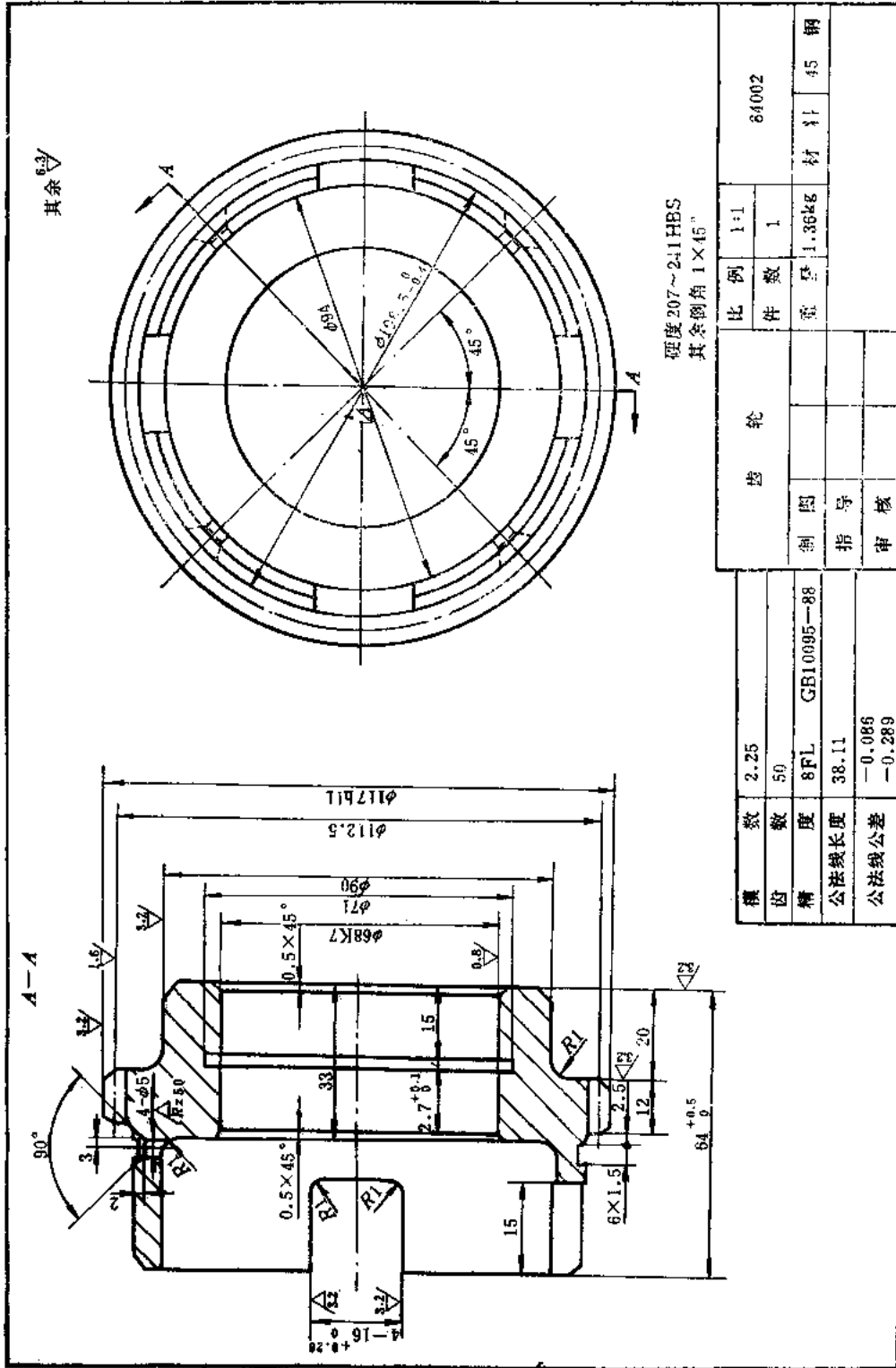


图7.1-1 零件图

由于本齿轮全部表面都需加工，而孔作为精基准应先进行加工，因此应选外圆及一端面为粗基准。外圆 $\phi 117\text{mm}$ 处为分模面，表面不平整有飞边等缺陷，定位不可靠，故不能选为粗基准。

#### 4.2 零件表面加工方法的选择

本零件的加工面有外圆、内孔、端面、齿面、槽及小孔等，材料为45钢。参考本手册有关资料，其加工方法选择如下：

(1)  $\phi 90\text{mm}$ 外圆面：为未注公差尺寸，根据GB1800—79规定其公差等级按IT14，表面粗糙度为 $R_{a}3.2\mu\text{m}$ ，需进行粗车及半精车（表1.4-6）。

(2) 齿圈外圆面：公差等级为IT11，表面粗糙度为 $R_{a}3.2\mu\text{m}$ ，经粗车、半精车（表1.4-6）。

(3)  $\phi 106.5_{-0.1}^0\text{mm}$ 外圆面：公差等级为IT12，表面粗糙度 $R_{a}6.3\mu\text{m}$ ，粗车即可（表1.4-6）。

(4)  $\phi 68\text{K}7\text{mm}$ 内孔：公差等级为IT7，表面粗糙度为 $R_{a}0.8\mu\text{m}$ ，毛坯孔已锻出，为未淬火钢，根据表1.4-7，加工方法可采取粗镗、半精镗之后用精镗、拉孔或磨孔等都能满足加工要求。由于拉孔适用于大批大量生产，磨孔适用于单件小批生产，故本零件宜采用粗镗、半精镗、精镗。

(5)  $\phi 94\text{mm}$ 内孔：为未注公差尺寸，公差等级按IT14，表面粗糙度为 $R_{a}6.3\mu\text{m}$ ，毛坯孔已锻出，只需粗镗即可（表1.4-7）。

(6) 端面：本零件的端面为回转体端面，尺寸精度都要求不高，表面粗糙度为 $R_{a}3.2\mu\text{m}$ 及 $R_{a}6.3\mu\text{m}$ 两种要求。要求 $R_{a}3.2\mu\text{m}$ 的端面经粗车和半精车，要求 $R_{a}6.3\mu\text{m}$ 的端面，经粗车即可（表1.4-8）。

(7) 齿面：齿轮模数为2.25，齿数为50，精度8FL，表面粗糙度为 $R_{a}1.6\mu\text{m}$ ，采用A级单头滚刀滚齿即能达到要求（表1.4-16、表1.4-17）。

(8) 槽：槽宽和槽深的公差等级分别为IT13和IT14，表面粗糙度分别为 $R_{a}3.2\mu\text{m}$ 和 $R_{a}6.3\mu\text{m}$ ，采用三面刃铣刀，经粗铣、半精铣（参考表1.4-8）。

(9)  $\phi 5\text{mm}$ 小孔：采用复合钻头一次钻出即成。

#### 4.3 制订工艺路线

齿轮的加工工艺路线一般是先进行齿坯的加工，再进行齿面加工。齿坯加工包括各圆柱表面及端面的加工。按照先加工基准面及先粗后精的原则，齿坯加工可按下述工艺路线进行：

工序Ⅰ：以 $\phi 106.5\text{mm}$ 处外圆及端面定位，粗车另一端面，粗车外圆 $\phi 90\text{mm}$ 及台阶面，粗车外圆 $\phi 117\text{mm}$ ，粗镗孔 $\phi 68\text{mm}$ 。

工序Ⅱ：以粗车后的 $\phi 90\text{mm}$ 外圆及端面定位，粗车另一端面，粗车外圆 $\phi 106.5_{-0.1}^0\text{mm}$ 及台阶面，车 $6\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ 沟槽，粗镗 $\phi 94\text{mm}$ 孔，倒角。

工序Ⅲ：以粗车后的 $\phi 106.5_{-0.1}^0\text{mm}$ 外圆及端面定位，半精车另一端面，半精车外圆 $\phi 90\text{mm}$ 及台阶面，半精车外圆 $\phi 117\text{mm}$ ，半精镗 $\phi 68\text{mm}$ 孔，倒角。

加工齿面是以孔 $\phi 68\text{K}7\text{mm}$ 为定位基准，为了更好地保证它们之间的位置精度，齿面加工之前，先精镗孔。

工序Ⅳ：以 $\phi 90\text{mm}$ 外圆及端面定位，精镗 $\phi 68\text{K}7$ 孔，镗孔内的沟槽，倒角。

工序V: 以 $\phi 68K7$ 孔及端面定位, 滚齿。

4个槽与4个小孔的加工安排在最后, 考虑定位方便, 应先铣槽后钻孔。

工序VI: 以 $\phi 68K7$ 孔及端面定位, 粗铣4个槽。

工序VII: 以 $\phi 68K7$ 孔、端面及粗铣后的一个槽定位, 半精铣4个槽。

工序VIII: 以 $\phi 68K7$ 孔、端面及一个槽定位, 钻4个小孔。

工序IX: 钳工去毛刺。

工序X: 终检。

## 5 确定机械加工余量及毛坯尺寸, 设计毛坯图

### 5.1 确定机械加工余量

钢质模锻件的机械加工余量按JB3835—85确定。确定时, 根据估算的锻件质量、加工精度及锻件形状复杂系数, 由表2.2-25可查得除孔以外各内外表面的加工余量。孔的加工余量由表2.2-24查得。表中余量值为单面余量。

(1) 锻件质量 根据零件成品重量1.36kg估算为2.2kg。

(2) 加工精度 零件除孔以外的各表面为一般加工精度 $F_1$ 。

(3) 锻件形状复杂系数 $S$

$$S = \frac{m_{\text{锻件}}}{m_{\text{外廓包壳体}}}$$

假设锻件的最大直径为 $\phi 121\text{mm}$ , 长68mm

$$m_{\text{外廓包壳体}} = \pi \left( \frac{121}{2} \right)^2 \times 68 \times 7.85 \text{ g} = 6138 \text{ g} = 6.138 \text{ kg}$$

$$m_{\text{锻件}} = 2.2 \text{ kg}$$

$$S = \frac{2.2}{6.138} = 0.358$$

按表2.2-10, 可定形状复杂系数为 $S_2$ , 属一般级别。

(4) 机械加工余量 根据锻件重量、 $F_1$ 、 $S_2$ 查表2.2-25。由于表中形状复杂系数只列有 $S_1$ 和 $S_3$ , 则 $S_2$ 参考 $S_1$ 定,  $S_4$ 参考 $S_3$ 定。由此查得直径方向为1.7~2.2mm, 水平方向亦为1.7~2.2mm。即锻件各外径的单面余量为1.7~2.2mm, 各轴向尺寸的单面余量亦为1.7~2.2mm。锻件中心两孔的单面余量按表2.2-24查得为2.5mm。

### 5.2 确定毛坯尺寸

上面查得的加工余量适用于机械加工表面粗糙度 $R_a \geq 1.6\mu\text{m}$ 。  $R_a < 1.6\mu\text{m}$ 的表面, 余量要适当增大。

分析本零件, 除 $\phi 68K7$ 孔为 $R_a 0.8\mu\text{m}$ 以外, 其余各表面皆 $R_a \geq 1.6\mu\text{m}$ , 因此这些表面的毛坯尺寸只需将零件的尺寸加上所查得的余量值即可 (由于有的表面只需粗加工, 这时可取所查数据中的小值。当表面需经粗加工和半精加工时, 可取其较大值)。 $\phi 68K7$ 孔采用精镗达到 $R_a 0.8\mu\text{m}$ , 故需增加精镗的加工余量。参考磨孔余量 (表2.3-11) 确定精镗孔单面余量为0.5mm, 则毛坯尺寸如表7.5-1所示。

### 5.3 设计毛坯图

#### 5.3.1 确定毛坯尺寸公差



表7.5-1 齿轮毛坯(锻件)尺寸

(mm)

零件尺寸	单面加工余量	锻件尺寸
$\phi 117.6_{-0.11}$	2	$\phi 121$
$\phi 106.5 - \frac{0.4}{-0.4}$	1.75	$\phi 110$
$\phi 90$	2	$\phi 94$
$\phi 94$	2.5	$\phi 89$
$\phi 68K7$	3	$\phi 62$
$64 + \frac{0.5}{-0.5}$	2及1.7	67.7
20	2及2	20
12	2及1.7	15.7
$\phi 94$ 孔深31	1.7及1.7	31

毛坯尺寸公差根据锻件重量、形状复杂系数、分模线形状种类及锻件精度等级从有关的表中查得。

本零件锻件重量2.2kg, 形状复杂系数为 $S_2$ , 45钢含碳量为0.42%~0.50%, 其最高含碳量为0.5%, 按表2.2-11, 锻件材质系数为 $M_1$ , 采取平直分模线, 锻件为普通精度等级, 则毛坯公差可从表2.2-13、表2.2-16查得。

本零件毛坯尺寸允许偏差如表7.5-2所列。毛坯同轴度错差允许值为0.8mm, 残留飞边为0.8mm(表2.2-13)。

表7.5-2 齿轮毛坯(锻件)尺寸允许偏差

(mm)

锻件尺寸	偏差	根据
$\phi 121$	+1.7 -0.8	表2.2-13
$\phi 110$	+1.5 -0.7	
$\phi 94$	+1.5 -0.7	
$\phi 89$	+0.7 -1.5	
$\phi 62$ ( $\phi 54$ )	+0.6 -1.4	
20	$\pm 0.9$	
31	$\pm 1.0$	
15.7	+1.2 -0.4	表2.2-16
67.7	+1.7 -0.5	

### 5.3.2 确定圆角半径

锻件的圆角半径按表2.2-22确定。本锻件各部分的 $H/B$ 皆小于2, 故可用下式计算:

外圆角半径

$$r = 0.05H + 0.5$$

内圆角半径

$$R = 2.5r + 0.5$$

为简化起见, 本锻件的内外圆角半径分别取相同数值。以最大的 $H$ 进行计算

$$r = (0.05 \times 32 + 0.5) \text{mm} = 2.1 \text{mm}$$

$r$ 圆整为2.5mm。

$$R = (2.5 \times 2.5 + 0.5) \text{mm} = 6.75 \text{mm}$$

$R$ 圆整为7 mm。

以上所取的圆角半径数值能保证各表面的加工余量。

### 5.3.3 确定拔模角

本锻件由于上、下模模膛深度不相等，起模角应以模膛较深的一侧计算。

$$\frac{L}{B} = \frac{110}{110} = 1, \quad \frac{H}{B} = \frac{32}{110} = 0.291$$

按表2.2-23，外起模角 $\alpha = 5^\circ$ ，内起模角 $\beta = 7^\circ$ 。

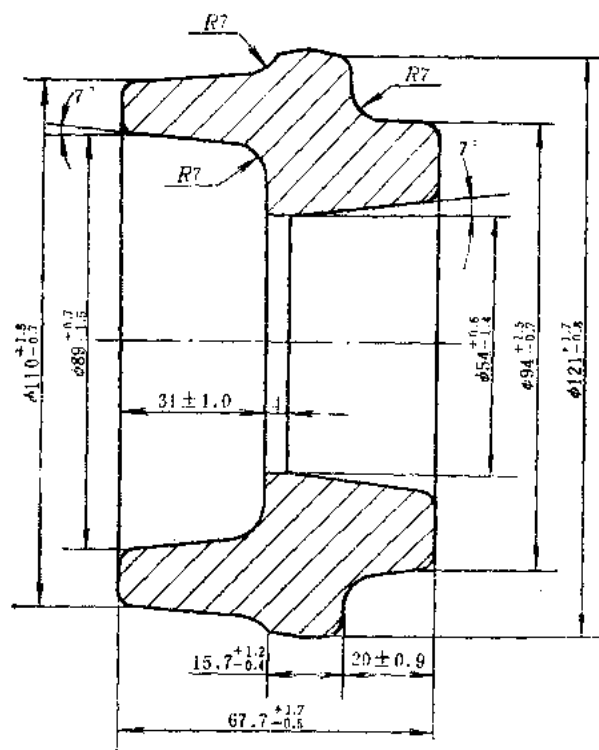
### 5.3.4 确定分模位置

由于毛坯是 $H < D$ 的圆盘类锻件，应采取轴向分模，这样可冲内孔，使材料利用率得到提高。为了便于起模及便于发现上、下模在模锻过程中错移，分模线位置选在最大外径的中部，分模线为直线。

### 5.3.5 确定毛坯的热处理

钢质齿轮毛坯经锻造后应安排正火，以消除残留的锻造应力，并使不均匀的金相组织通过重新结晶而得到细化而均匀的组织，从而改善了加工性。

图7.5-1所示为本零件的毛坯图。



#### 技术要求

1. 正火
2. 硬度207~241HBS
3. 未注圆角 $R2.5$
4. 外起模角 $5^\circ$

图7.5-1 毛坯图

## 6 工序设计

### 6.1 选择加工设备与工艺装备

#### 6.1.1 选择机床

(1) 工序 I、II、III 是粗车和半精车。各工序的工步数不多, 成批生产不要求很高的生产率, 故选用卧式车床就能满足要求。本零件外廓尺寸不大, 精度要求不是很高, 选用最常用的 C620-1 型卧式车床即可(表 4.2-7)。

(2) 工序 IV 为精镗孔。由于加工的零件外廓尺寸不大, 又是回转体, 故宜在车床上镗孔。由于要求的精度较高, 表面粗糙度较低, 必须选用较精密的车床才能满足要求。选 C616 A 型(表 4.2-7)。

(3) 工序 V 滚齿。从加工要求及尺寸大小考虑, 选 Y3150 型滚齿机较合适(表 4.2-49)。

(4) 工序 VI、VII 是用三面刃铣刀粗铣及半精铣槽, 应选卧式铣床。考虑本零件属成批生产, 所选机床使用范围较广为宜, 故选常用的 X62 型能满足加工要求(表 4.2-38)。

(5) 工序 VIII 钻 4 个  $\phi 5 \text{ mm}$  的小孔, 可采用专用的分度夹具在立式钻床上加工, 可选 Z518 型立式钻床(表 4.2-14)。

### 6.1.2 选择夹具

本零件除粗铣及半精铣槽、钻小孔等工序需要专用夹具外, 其它各工序使用通用夹具即可。前四道车床工序用三爪自定心卡盘, 滚齿工序用心轴。

### 6.1.3 选择刀具

(1) 在车床上加工的工序, 一般都选用硬质合金车刀和镗刀。加工钢质零件采用 YT 类硬质合金, 粗加工用 YT5, 半精加工用 YT15, 精加工用 YT30。为提高生产率及经济性, 可选用可转位车刀(GB5343.1-85, GB5343.2-85)。切槽刀宜选用高速钢。

(2) 滚齿根据表 1.4-16, 采用 A 级单头滚刀能达到 8 级精度。滚刀的选择按表 3.1-53, 选模数为 2.25 mm 的 II 型 A 级精度滚刀(GB6083-85)。

(3) 铣刀按表 3.1-40 选锯齿三面刃铣刀(GB1128-85)。零件要求铣切深度为 15 mm, 按表 3.1-28, 铣刀的直径应为 110~150 mm。因此所选铣刀: 半精铣工序为铣刀直径  $d = 125 \text{ mm}$ , 宽  $L = 16 \text{ mm}$ , 孔径  $D = 32 \text{ mm}$ , 齿数  $z = 20$ ; 粗铣由于留有双面余量 3 mm(表 2.3-22), 槽宽加工到 13 mm, 该标准铣刀无此宽度需特殊订制, 铣刀规格为  $d = 125 \text{ mm}$ ,  $L = 13 \text{ mm}$ ,  $D = 32 \text{ mm}$ ,  $z = 20$ 。

(4) 钻  $\phi 5 \text{ mm}$  小孔, 由于带有  $90^\circ$  的倒角, 可采用复合钻一次钻出。

### 6.1.4 选择量具

本零件属成批生产, 一般均采用通用量具。选择量具的方法有二种: 一是按计量器具的不确定度选择; 二是按计量器具的测量方法极限误差选择。选择时, 采用其中的一种方法即可。

6.1.4.1 选择各外圆加工面的量具 工序 III 中半精车外圆  $\phi 117 \text{ h} 11$  达到图纸要求, 现按计量器具的不确定度选择该表面加工时所用量具: 该尺寸公差  $T = 0.22 \text{ mm}$ 。按表 5.1-1, 计量器具不确定度允许值  $U_i = 0.016 \text{ mm}$ 。根据表 5.1-2, 分度值 0.02 mm 的游标卡尺, 其不确定度数值  $U = 0.02 \text{ mm}$ ,  $U > U_i$ , 不能选用。必须  $U \leq U_i$ , 故应选分度值 0.01 mm 的外径百分尺 ( $U = 0.006 \text{ mm}$ )。从表 5.2-9 中选择测量范围为 100~125 mm, 分度值为 0.01 mm 的外径百分尺(GB1216-85)即可满足要求。

按照上述方法选择本零件各外圆加工面的量具如表 7.6-1 所列。

加工  $\phi 91.5 \text{ mm}$  外圆面可用分度值 0.05 mm 的游标卡尺进行测量, 但由于与加工  $\phi 118.5 \text{ mm}$  外圆面是在同一工序中进行, 故用表中所列的一种量具即可。

6.1.4.2 选择加工孔用量具  $\phi 68 \text{ K} 7$  孔经粗镗、半精镗、精镗三次加工。粗镗至  $\phi 65^{+0.12}$

表7.6-1 外圆加工面所用量具

(mm)

工序	加工面尺寸	尺寸公差	量具
I	$\phi 118.5$	0.54	分度值0.02mm测量范围 0~150mm游标卡尺 (GB1214—85)
	$\phi 91.5$	0.87	
II	$\phi 106.5$	0.4	
III	$\phi 90$	0.87	分度值0.05mm测量范围 0~150mm游标卡尺 (GB1214—85)
	$\phi 117$	0.22	分度值0.01mm测量范围100mm~125mm外径百分尺

mm, 半精镗至  $\phi 67^{+0.00}_{-0.00}$  mm。现按计量器的测量方法极限误差选择其量具。

(1) 粗镗孔  $\phi 65^{+0.18}_{-0.00}$  mm 公差等级为 IT11, 按表5.1-5, 精度系数  $K = 10\%$ , 计量器具测量方法的极限误差  $\Delta_{lim} = KT = 0.1 \times 0.19 \text{ mm} = 0.019 \text{ mm}$ 。查表5.1-6, 可选内径百分尺, 从表3.2-10中选分度值0.01mm, 测量范围50~125mm的内径百分尺(GB8177—87)即可。

(2) 半精镗孔  $\phi 67^{+0.00}_{-0.00}$  mm 公差等级约为 IT9, 则  $K = 20\%$ ,  $\Delta_{lim} = KT = 0.2 \times 0.09 \text{ mm} = 0.018 \text{ mm}$ , 根据表5.1-6及表5.2-18, 可选测量范围为50~100mm, 测孔深度为I型的一级内径百分表(JB1081—75)。

(3) 精镗  $\phi 68K7$  孔, 由于精度要求高, 加工时每个工件都需进行测量, 故宜选用极限量规。按表5.2-1, 根据孔径可选三牙锁紧式圆柱塞规(GB6322—86)。

6.1.4.3 选择加工轴向尺寸所用量具 加工轴向尺寸所选量具如表7.6-2所示。

表7.6-2 加工轴向尺寸所选量具

(mm)

工序	尺寸及公差	量具
I	$66.4 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.34 \end{smallmatrix}$	分度值0.02mm测量范围 0~150mm游标卡尺 (GB1214—85)
	$20 \begin{smallmatrix} +0.21 \\ 0 \end{smallmatrix}$	
II	$64.7 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.34 \end{smallmatrix}$	
	$32 \begin{smallmatrix} +0.26 \\ 0 \end{smallmatrix}$	
	$31 \begin{smallmatrix} +0.52 \\ 0 \end{smallmatrix}$	
III	$20 \begin{smallmatrix} +0.08 \\ 0 \end{smallmatrix}$	分度值0.01mm测量范围 0~25mm深度百分尺 (GB148—87)
	$64 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.1 \end{smallmatrix}$	分度值0.01mm测量范围50~75mm外径百分尺 (GB1216—85)

6.1.4.4 选择加工槽所用量具 槽经粗铣、半精铣两次加工。槽宽及槽深的尺寸公差等级为: 粗铣时均为 IT14; 半精铣时, 槽宽为 IT13, 槽深为 IT14。均可选用分度值为 0.02mm, 测量范围 0~150mm 的游标卡尺 (GB1214—85) 进行测量。

6.1.4.5 选择滚齿工序所用量具 滚齿工序在加工时测量公法线长度即可。根据表 5.2-15, 选分度值0.01mm 测量范围25~50mm 公法线百分尺 (GB1217—86)。

## 6.2 确定工序尺寸

确定工序尺寸一般的方法是，由表面加工的最后工序往前推算，最后工序的工序尺寸按零件图样的要求标注。当无基准转换时，同一表面多次加工的工序尺寸只与工序（或工步）的加工余量有关。当基准不重合时，工序尺寸应用工艺尺寸链解算。

### 6.2.1 确定圆柱面的工序尺寸

圆柱表面多次加工的工序尺寸只与加工余量有关。前面根据有关资料已查出本零件各圆柱面的总加工余量（毛坯余量），应将总加工余量分为各工序加工余量，然后由后往前计算工序尺寸。中间工序尺寸的公差按加工方法的经济加工精度确定。

本零件各圆柱表面的工序加工余量、工序尺寸及公差、表面粗糙度如表7.6-3所列。

表7.6-3 圆柱表面的工序加工余量、工序尺寸公差及表面粗糙度 (mm)

加工表面	工序双边余量			工序尺寸及公差			表面粗糙度		
	粗	半精	精	粗	半精	精	粗	半精	精
$\phi 117$ h 11 外圆	2.5	1.5	—	$\phi 118.5_{-0.54}^0$	$\phi 117_{-0.22}^0$	—	$R_{a6.3\mu m}$	$R_{a3.2\mu m}$	
$\phi 106.5_{-0.4}^0$ 外圆	3.5	—	—	$\phi 106.5_{-0.4}^0$	—	—	$R_{a6.3\mu m}$		
$\phi 90$ 外圆	2.5	1.5	—	$\phi 91.5$	$\phi 90$	—	$R_{a6.3\mu m}$	$R_{a3.2\mu m}$	
$\phi 94$ 孔	5			$\phi 94$			$R_{a6.3\mu m}$		
$\phi 68$ K7 孔	3	2	1	$\phi 65_{-0}^{+0.10}$	$\phi 67_{-0}^{+0.074}$	$\phi 68_{-0.021}^{+0.010}$	$R_{a6.3\mu m}$	$R_{a1.6\mu m}$	$R_{a0.8\mu m}$

### 6.2.2 确定轴向工序尺寸

本零件各工序的轴向尺寸如图7.6-1所示。

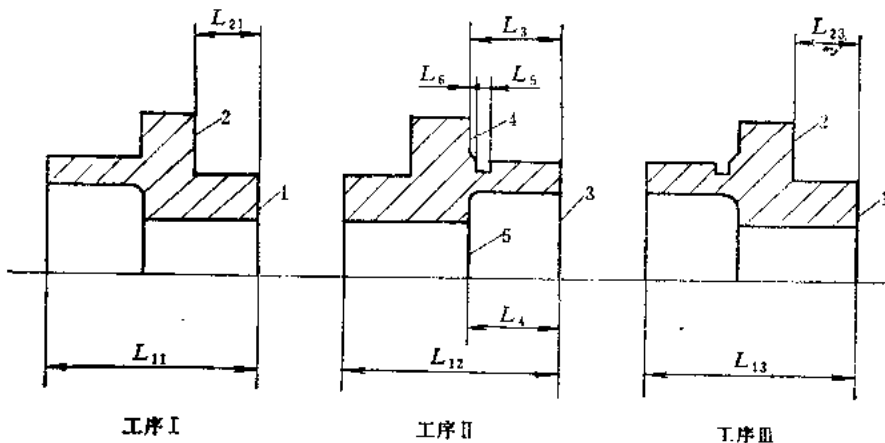


图7.6-1 工序轴向尺寸

6.2.2.1 确定各加工表面的工序加工余量 本零件各端面的工序加工余量如表7.6-4所示。

6.2.2.2 确定工序尺寸  $L_{12}$ 、 $L_{23}$ 、 $L_3$  及  $L_6$ 。该尺寸在工序 II、III 中应达到零件图样的要

表7.6-4 各端面的工序加工余量

(mm)

工序	加工表面	总加工余量	工序加工余量
I	1	2	$Z_{11} = 1.3$
	2	2	$Z_{21} = 1.3$
II	3	1.7	$Z_{32} = 1.7$
	4	1.7	$Z_{42} = 1.7$
	5	1.7	$Z_{52} = 1.7$
III	1	2	$Z_{13} = 0.7$
	2	2	$Z_{23} = 0.7$

求, 则  $L_{13} = 64^{+0.5} \text{mm}$  (尺寸公差暂定)

$$L_{23} = 20 \text{mm}, L_3 = 6 \text{mm}, L_6 = 2.5 \text{mm}$$

6.2.2.3 确定工序尺寸  $L_{12}$ 、 $L_{11}$  及  $L_{21}$  该尺寸只与加工余量有关, 则

$$L_{12} = L_{11} + z_{12} = (64 + 0.7) \text{mm} = 64.7 \text{mm}$$

$$L_{11} = L_{12} + z_{32} = (64.7 + 1.7) \text{mm} = 66.4 \text{mm}$$

$$L_{21} = L_{23} + z_{12} - z_{21} = (20 + 0.7 - 0.7) \text{mm} = 20 \text{mm}$$

6.2.2.4 确定工序尺寸  $L_8$  尺寸  $L_8$  需解工艺尺寸链才能确定。工艺尺寸链如图7.6-2所示。

图中  $L_7$  为零件图样上要求保证的尺寸12mm。 $L_7$  为未注公差尺寸, 其公差等级按 IT14, 查公差表得公差值为0.43mm, 则  $L_7 = 12_{-0.43}^0 \text{mm}$ 。

根据尺寸链计算公式:

$$L_7 = L_{13} - L_{23} - L_3$$

$$L_8 = L_{13} - L_{23} - L_7 = (64 - 20 - 12) \text{mm} = 32 \text{mm}$$

$$T_7 = T_{13} + T_{23} + T_3$$

按前面所定的公差  $T_{13} = 0.5 \text{mm}$ , 而  $T_7 = 0.43 \text{mm}$ , 不能满足尺寸公差的关系式, 必须缩小  $T_{13}$  的数值。现按加工方法的经济加工精度确定:

$$T_{13} = 0.1 \text{mm} \quad T_{23} = 0.08 \text{mm}$$

$$T_3 = 0.25 \text{mm}$$

则  $T_{13} + T_{23} + T_3 = (0.1 + 0.08 + 0.25) \text{mm} = 0.43 \text{mm} = T_7$

决定组成环的极限偏差时, 留  $L_8$  作为调整尺寸,  $L_{13}$  按外表面、 $L_{23}$  按内表面决定其极限偏差, 则

$$L_{13} = 64_{-0.1}^0 \text{mm} \quad L_{23} = 20_{+0.08}^0 \text{mm}$$

$L_7$ 、 $L_{13}$  及  $L_{23}$  的中间偏差为  $\Delta_7 = -0.215 \text{mm}$

$$\Delta_{13} = -0.05 \text{mm}; \quad \Delta_{23} = +0.04 \text{mm}。$$

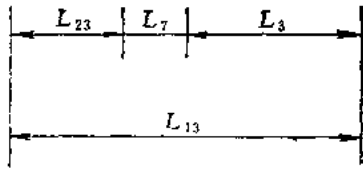
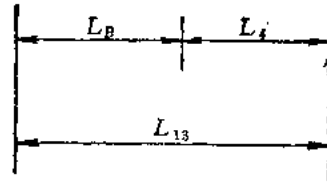
$L_8$  的中间偏差  $\Delta_8 = \Delta_{13} - \Delta_{23} - \Delta_7 = [(-0.05) - (0.04) - (-0.215)] \text{mm} = +0.125 \text{mm}$

$$ESL_8 = \Delta_8 + \frac{T_8}{2} = \left( 0.125 + \frac{0.25}{2} \right) \text{mm} = +0.25 \text{mm}$$

$$EIL_8 = \Delta_8 - \frac{T_8}{2} = \left( 0.125 - \frac{0.25}{2} \right) \text{mm} = 0 \text{mm}$$

$$L_8 = 32_{+0.25}^0 \text{mm}$$

6.2.2.5 确定工序尺寸  $L_4$  工序尺寸  $L_4$  亦需解工艺尺寸链才能确定。工艺尺寸链如图7.6-

图7.6-2 含尺寸 $L_3$ 的工艺尺寸链图7.6-3 含尺寸 $L_4$ 的工艺尺寸链

3 所示。

图中  $L_8$  为零件图样上要求保证的尺寸  $33\text{mm}$ 。其公差值按公差等级 IT14 查表为  $0.62\text{mm}$ 。则  $L_8 = 33_{-0.62}^0\text{mm}$ 。解工艺尺寸链得  $L_4 = 31_{-0.52}^{+0.52}\text{mm}$ 。

6.2.2.6 确定工序尺寸  $L_{11}$ 、 $L_{12}$ 、 $L_{21}$  按加工方法的经济精度及偏差入体原则，得  $L_{11} = 66.4_{-0.84}^0\text{mm}$ ， $L_{12} = 64.7_{-0.84}^0\text{mm}$ ， $L_{21} = 20_{-0.21}^{+0.21}\text{mm}$ 。

### 6.2.3 确定铣槽的工序尺寸

半精铣工序达零件图样的要求，则该工序尺寸：槽宽为  $16_{-0.28}^{+0.28}\text{mm}$ ，槽深  $15\text{mm}$ 。粗铣时，为半精铣留有加工余量：槽宽双边余量为  $3\text{mm}$ ；槽深余量为  $2\text{mm}$ 。则粗铣的工序尺寸：槽宽为  $13\text{mm}$ ；槽深  $13\text{mm}$ 。

## 7 确定切削用量及基本时间（机动时间）

切削用量一般包括切削深度、进给量及切削速度三项。确定方法是先确定切削深度、进给量，再确定切削速度。现根据《切削用量简明手册》（第3版，艾兴、肖诗纲编，1993年机械工业出版社出版）确定本零件各工序的切削用量所选用的表格均加以\*号，以与本手册表区别。

### 7.1 工序 I（车端面、外圆及镗孔）切削用量及基本时间的确定

#### 7.1.1 切削用量

本工序为粗车。已知加工材料为45钢， $\sigma_s = 670\text{MPa}$ ，锻件，有外皮；机床为C620-1型卧式车床，工件装卡在三爪自定心卡盘中。

7.1.1.1 确定粗车外圆  $\phi 118.5_{-0.84}^0\text{mm}$  的切削用量 所选刀具为YT5硬质合金可转位车刀。根据《切削用量简明手册》第一部分表1.1\*，由于C620-1机床的中心高为  $200\text{mm}$ （表1.30\*），故选刀杆尺寸  $B \times H = 16\text{mm} \times 25\text{mm}$ ，刀片厚度为  $4.5\text{mm}$ 。根据表1.3\*，选择车刀几何形状为卷屑槽带倒棱型前刀面，前角  $\gamma_r = 12^\circ$ ，后角  $\alpha_r = 6^\circ$ ，主偏角  $\kappa_r = 90^\circ$ ，副偏角  $\kappa'_r = 10^\circ$ ，刃倾角  $\lambda_r = 0^\circ$ ，刀尖圆弧半径  $r_r = 0.8\text{mm}$ 。

（1）确定切削深度  $a_p$ ，由于单边余量仅为  $1.25\text{mm}$ ，若要考虑模锻斜度及公差，其最大单边余量为  $2.8\text{mm}$ ，可在一次走刀内切完，故

$$a_p = \frac{121 - 118.5}{2} \text{mm} = 1.25\text{mm}$$

（2）确定进给量  $f$  根据表1.4\*，在粗车钢料、刀杆尺寸为  $16\text{mm} \times 25\text{mm}$ 、 $a_p \leq 3\text{mm}$ 、工件直径为  $100 \sim 400\text{mm}$  时，

$$f = 0.6 \sim 1.2\text{mm/r}$$

第  
二  
章

按 C 620-1 机床的进给量(表 4.2-9), 选择

$$f = 0.65 \text{ mm/r}$$

确定的进给量尚需满足机床进给机构强度的要求, 故需进行校验。

根据表 1.30\*, C 620-1 机床进给机构允许的进给力  $F_{max} = 3530 \text{ N}$ 。

根据表 1.21\*, 当钢的  $\sigma_s = 570 \sim 670 \text{ MPa}$ ,  $a_p \leq 2 \text{ mm}$ ,  $f \leq 0.75 \text{ mm/r}$ ,  $\kappa_r = 45^\circ$ ,  $v = 65 \text{ m/min}$  (预计) 时, 进给力  $F_f = 760 \text{ N}$ 。

$F_f$  的修正系数为  $k_{v,F_f} = 1.0$ ,  $k_{a,F_f} = 1.0$ ,  $k_{z,F_f} = 1.17$  (表 1.29-2\*), 故实际进给力为

$$F_f = 760 \times 1.17 \text{ N} = 889.2 \text{ N}$$

由于切削时的进给力小于机床进给机构允许的进给力, 故所选的  $f = 0.65 \text{ mm/r}$  可用。

(3) 选择车刀磨钝标准及耐用度 根据表 1.9\*, 车刀后刀面最大磨钝量取为  $1 \text{ mm}$ , 可转位车刀耐用度  $T = 30 \text{ min}$ 。

(4) 确定切削速度  $v$  切削速度  $v$  可根据公式计算, 也可直接由表中查出。现采用查表法确定切削速度。

根据表 1.10\*, 当用 YT15 硬质合金车刀加工  $\sigma_s = 600 \sim 700 \text{ MPa}$  钢料,  $a_p \leq 3 \text{ mm}$ ,  $f \leq 0.75 \text{ mm/r}$ , 切削速度  $v = 109 \text{ m/min}$ 。

切削速度的修正系数为  $k_{av} = 0.8$ ,  $k_{bv} = 0.65$ ,  $k_{cv} = 0.81$ ,  $k_{dv} = 1.15$ ,  $k_{sv} = k_{ev} = 1.0$  (均见表 1.28\*), 故

$$v = 109 \times 0.8 \times 0.65 \times 0.81 \times 1.15 \text{ m/min} = 52.8 \text{ m/min}$$

$$n = \frac{1000 v}{\pi d} = \frac{1000 \times 52.8}{\pi \times 121} \text{ r/min} = 138.9 \text{ r/min}$$

按 C 620-1 机床的转速(表 4.2-8), 选择

$$n = 120 \text{ r/min} = 2.0 \text{ r/s}$$

则实际切削速度  $v = 45.6 \text{ m/min}$ 。

(5) 校验机床功率 由表 1.24\*, 当  $\sigma_s = 580 \sim 970 \text{ MPa}$ ,  $\text{HBS} = 166 \sim 277$ ,  $a_p \leq 2.0 \text{ mm}$ ,  $f \leq 0.75 \text{ mm/r}$ ,  $v \leq 46 \text{ m/min}$  时,  $P_c = 1.7 \text{ kW}$ 。

切削功率的修正系数  $k_{s,P_c} = 1.17$ ,  $k_{v,P_c} = k_{M,P_c} = k_{K,P_c} = 1.0$ ,  $k_{T,P_c} = 1.13$ ,  $k_{S,P_c} = 0.8$ ,  $k_{IP_c} = 0.65$  (表 1.28\*), 故实际切削时的功率为

$$P_c = 0.72 \text{ kW}$$

根据表 1.30\*, 当  $n = 120 \text{ r/min}$  时, 机床主轴允许功率  $P_E = 5.9 \text{ kW}$ 。  $P_c < P_E$ , 故所选的切削用量可在 C 620-1 机床上进行。

最后决定的切削用量为

$$a_p = 1.25 \text{ mm}, f = 0.65 \text{ mm/r}, n = 2.0 \text{ r/s} = 120 \text{ r/min}, v = 0.76 \text{ m/s} = 45.6 \text{ m/min}$$

7.1.1.2 确定粗车外圆  $\phi 91.5 \text{ mm}$ 、端面及台阶面的切削用量 采用车外圆  $\phi 118.5 \text{ mm}$  的刀具加工这些表面。加工余量皆可一次走刀切除, 车外圆  $\phi 91.5 \text{ mm}$  的  $a_p = 1.25 \text{ mm}$ , 端面及台阶面的  $a_p = 1.3 \text{ mm}$ 。车外圆  $\phi 91.5 \text{ mm}$  的  $f = 0.65 \text{ mm/r}$ , 车端面及台阶面  $f = 0.52 \text{ mm/r}$ 。主轴转速与车外圆  $\phi 118.5 \text{ mm}$  相同。

7.1.1.3 确定粗镗孔  $\phi 65^{+0.19} \text{ mm}$  的切削用量 所选刀具为 YT5 硬质合金、直径为  $20 \text{ mm}$  的圆形镗刀。

(1) 确定切削深度  $a_p$



$$a_p = \frac{65-62}{2} \text{ mm} = 1.5 \text{ mm}$$

(2) 确定进给量  $f$

根据表1.5\*, 当粗镗钢料、镗刀直径为20mm、 $a_p \leq 2 \text{ mm}$ , 镗刀伸出长度为100mm时,

$$f = 0.15 \sim 0.30 \text{ mm/r}$$

按C620-1机床的进给量(表4.2-9), 选择

$$f = 0.20 \text{ mm/r}$$

(3) 确定切削速度  $v$

按表1.27\*的计算公式确定。

$$v = \frac{C_v}{T^m a_p^x f^y} k_v$$

式中  $C_v = 291$ ,  $m = 0.2$ ,  $x_v = 0.15$ ,  $y_v = 0.2$ ,  $T = 60 \text{ min}$ ,  $k_v = 0.9 \times 0.8 \times 0.65 = 0.468$ , 则

$$v = \frac{291}{60^{0.2} \times 1.5^{0.15} \times 0.2^{0.2}} \times 0.468 \text{ m/min} = 78 \text{ m/min}$$

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} = \frac{1000 \times 78}{\pi \times 65} \text{ r/min} = 382 \text{ r/min}$$

按C620-1机床上的转速, 选择

$$n = 370 \text{ r/min}$$

## 7.1.2 基本时间

7.1.2.1 确定粗车外圆  $\phi 91.5 \text{ mm}$  的基本时间 根据表6.2-1, 车外圆基本时间为

$$T_{j1} = \frac{L}{fn} i = \frac{l + l_1 + l_2 + l_3}{fn} i$$

式中

$$l = 20 \text{ mm}, l_1 = \frac{a_p}{\tan \kappa_r} + (2 \sim 3)$$

$$\kappa_r = 90^\circ, l_1 = 2 \text{ mm}, l_2 = 0, l_3 = 0$$

$$f = 0.65 \text{ mm/r}, n = 2.0 \text{ r/s}, i = 1$$

则

$$T_{j1} = \frac{20 + 2}{0.65 \times 2} \text{ s} = 17 \text{ s}$$

7.1.2.2 确定粗车外圆  $\phi 118.5_{-0.054}^0 \text{ mm}$  的基本时间

$$T_{j2} = \frac{l + l_1 + l_2 + l_3}{fn} i$$

式中  $l = 14.4 \text{ mm}$ ,  $l_1 = 0$ ,  $l_2 = 4 \text{ mm}$ ,

$$l_3 = 0, f = 9.65 \text{ mm/r}, n = 2.0 \text{ r/s}, i = 1$$

则

$$T_{j2} = \frac{14.4 + 4}{0.65 \times 2} \text{ s} = 15 \text{ s}$$

7.1.2.3 确定粗车端面的基本时间

$$T_{j3} = \frac{L}{fn} i, L = \frac{d - d_1}{2} + l_1 + l_2 + l_3$$

式中  $d = 94 \text{ mm}$ ,  $d_1 = 62 \text{ mm}$ ,  $l_1 = 2 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 4 \text{ mm}$ ,  $l_3 = 0$ ,  $f = 0.52 \text{ mm/r}$ ,

$$n = 2.0 \text{ r/s}, i = 1$$

则

$$T_{jz} = \frac{16 + 2 + 4}{0.52 \times 2} \text{ s} = 22 \text{ s}$$

#### 7.1.2.4 确定粗车台阶面的基本时间

$$T_{j4} = \frac{l}{fn} i, \quad L = \frac{d - d_1}{2} + l_1 + l_2 + l_3$$

式中  $d = 121 \text{ mm}$ ,  $d_1 = 91.5 \text{ mm}$ ,  $l_1 = 0$ ,  $l_2 = 4 \text{ mm}$ ,  $l_3 = 0$ ,  $f = 0.52 \text{ mm/r}$   
 $n = 2.0 \text{ r/s}$ ,  $i = 1$

则

$$T_{j4} = \frac{14.75 + 4}{0.52 \times 2} \text{ s} = 18 \text{ s}$$

#### 7.1.2.5 确定粗镗 $\phi 65^{+0.19} \text{ mm}$ 孔的基本时间 选镗刀的主偏角 $\kappa_r = 45^\circ$ , 则 $l_1 = 3.5 \text{ mm}$ ,

$l = 35.4 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 4 \text{ mm}$ ,  $l_3 = 0$ ,  $f = 0.2 \text{ mm/r}$ ,  $n = 6.17 \text{ r/s}$ ,  $i = 1$

$$T_{j5} = \frac{35.4 + 3.5 + 4}{0.2 \times 6.17} \text{ s} = 35 \text{ s}$$

#### 7.1.2.6 确定工序的基本时间

$$T_j = \sum_{i=1}^5 T_{ji} = (17 + 15 + 22 + 18 + 35) \text{ s} = 107 \text{ s}$$

### 7.2 工序 II (车端面、外圆、台阶面、镗孔、车沟槽及倒角) 切削用量及基本时间的确定

本工序仍为粗车。已知条件与工序 I 相同。车端面、外圆及台阶面可采用与工序 I 相同的可转位车刀。镗刀选 YT5 硬质合金、主偏角  $\kappa_r = 90^\circ$ 、直径为 20 mm 的圆形镗刀。车沟槽采用高速钢成形切槽刀。

采用工序 I 确定切削用量的方法, 得本工序的切削用量及基本时间如表 7.7-1 所列。

### 7.3 工序 III (车端面、外圆、镗孔及倒角) 切削用量及基本时间的确定

#### 7.3.1 切削用量

本工序为半精加工。已知条件与粗加工工序相同。

7.3.1.1 确定半精车外圆  $\phi 117_{-0.22} \text{ mm}$  的切削用量 所选刀具为 YT15 硬质合金可转位车刀。车刀形状、刀杆尺寸及刀片厚度均与粗车相同。根据表 1.3, 车刀几何形状为  $\gamma_o = 12^\circ$ ,  $\alpha_o = 8^\circ$ ,  $\kappa_r = 90^\circ$ ,  $\kappa'_r = 5^\circ$ ,  $\lambda_s = 0^\circ$ ,  $r_x = 0.5 \text{ mm}$ 。

表 7.7-1 工序 I 的切削用量及基本时间

工 步	$a_p(\text{mm})$	$f(\text{mm/r})$	$v(\text{m/s})$	$n(\text{r/s})$	$T_j(\text{s})$
粗车端面	1.7	0.52	0.69	2	16
粗车外圆 $\phi 106.5 \text{ mm}$	1.75	0.65	0.69	2	25
粗车台阶面	1.7	0.52	0.74	2	8
镗孔及台阶面	2.5及1.7	0.2	1.13	3.83	69
车沟槽		手动	0.17	0.5	
倒 角		手动	0.69	2	

#### (1) 确定切削深度 $a_p$

$$a_p = \frac{118.5 - 117}{2} \text{ mm} = 0.75 \text{ mm}$$

(2) 确定进给量  $f$ 

根据表1.6\*及C620-1机床进给量(表4.2-9),选择  $f = 0.3 \text{ mm/r}$ 。

由于是半精加工,切削力较小,故不须校核机床进给机构强度。

## (3) 选择车刀磨钝标准及耐用度

根据表1.9\*,选择车刀后刀面最大磨损量为  $0.4 \text{ mm}$ ,耐用度  $T = 30 \text{ min}$ 。

(4) 确定切削速度  $v$ 

根据表1.10\*,当用YT15硬质合金车刀加工  $\sigma_s = 630 \sim 700 \text{ MPa}$  钢料,  $a_p \leq 1.4 \text{ mm}$ ,  $f \leq 0.38 \text{ mm/r}$ ,切削速度  $v = 156 \text{ m/min}$ 。

切削速度的修正系数为  $k_{s,v} = 0.81$ ,  $k_{T,v} = 1.15$ ,其余的修正系数均为1(表1.28\*),故

$$v = 156 \times 0.81 \times 1.15 \text{ m/min} = 145.3 \text{ m/min}$$

$$n = \frac{1000 \times 145.3}{\pi \times 118.5} = 390 \text{ r/min}$$

按C620-1机床的转速(表4.2-8),选择

$$n = 380 \text{ r/min} = 6.33 \text{ r/s}$$

则实际切削速度  $v = 2.33 \text{ m/s}$ 。

半精加工,机床功率也可不校验。

最后决定的切削用量为

$$a_p = 0.75 \text{ mm}, f = 0.3 \text{ mm/r}, n = 6.33 \text{ r/s} = 380 \text{ r/min},$$

$$v = 2.33 \text{ m/s} = 141.6 \text{ m/min}$$

7.3.1.2 确定半精车外圆  $\phi 90 \text{ mm}$ 、端面、台阶面的切削用量 采用半精车外圆  $\phi 117 \text{ mm}$  的刀具加工这些表面。车外圆  $\phi 90$  的  $a_p = 0.75 \text{ mm}$ ,端面及台阶面的  $a_p = 0.7 \text{ mm}$ 。车外圆  $\phi 90 \text{ mm}$ 、端面及台阶面的  $f = 0.3 \text{ mm/r}$ ,  $n = 380 \text{ r/min} = 6.33 \text{ r/s}$ 。

7.3.1.3 确定半精镗孔  $\phi 67^{+0.074} \text{ mm}$  的切削用量 所选刀具为YT15硬质合金、主偏角  $\kappa_r = 45^\circ$ 、直径为  $20 \text{ mm}$  的圆形镗刀。其耐用度  $T = 60 \text{ min}$ 。

$$(1) a_p = \frac{67 - 65}{2} \text{ mm} = 1 \text{ mm}$$

$$(2) f = 0.1 \text{ mm/r}$$

$$(3) v = \frac{291}{60^{0.2} \times 1^{0.15} \times 0.1^{0.2}} \times 0.9 \text{ m/min} = 183 \text{ m/min}$$

$$n = \frac{1000 \times 183}{\pi \times 67} \text{ r/min} = 869.4 \text{ r/min}$$

选择C620-1机床的转速

$$n = 760 \text{ r/min} = 12.7 \text{ r/s}$$

实际切削速度  $v = 2.67 \text{ m/s}$

## 7.3.2 基本时间

7.3.2.1 确定半精车外圆  $\phi 117 \text{ mm}$  的基本时间

$$T_{j1} = \frac{12 + 4}{0.3 \times 6.33} \text{ s} = 9 \text{ s}$$

7.3.2.2 确定半精车外圆  $\phi 90 \text{ mm}$  的基本时间

$$T_{j2} = \frac{20 + 2}{0.3 \times 6.33} \text{ s} = 12 \text{ s}$$

### 7.3.2.3 确定半精车端面的基本时间

$$T_{j3} = \frac{13.25 + 2 + 4}{0.3 \times 6.33} \text{ s} = 11 \text{ s}$$

### 7.3.2.4 确定半精车台阶面的基本时间

$$T_{j4} = \frac{14.25 + 4}{0.3 \times 6.33} = 10 \text{ s}$$

### 7.3.2.5 确定半精镗 $\phi 67$ 孔的基本时间

$$T_{j5} = \frac{33 + 3.5 + 4}{0.1 \times 12.7} = 32.5$$

## 7.4 工序 IV (精镗 $\phi 68^{+0.000}_{-0.021}$ mm 孔, 镗沟槽及倒角) 切削用量及基本时间的确定

### 7.4.1 切削用量

7.4.1.1 确定精镗  $\phi 68$  mm 孔的切削用量 所选刀具为 YT30 硬质合金、主偏角  $\kappa_r = 45^\circ$ 、直径为 20 mm 的圆形镗刀。其耐用度  $T = 60 \text{ min}$ 。

$$(1) a_p = \frac{68 - 67}{2} \text{ mm} = 0.5 \text{ mm}$$

$$(2) f = 0.04 \text{ mm/r}$$

$$(3) v = \frac{291}{60^{0.2} \times 0.5^{0.15} \times 0.04^{0.2}} \times 0.9 \times 1.4 \text{ m/s} = 5.52 \text{ m/min}$$

$$n = \frac{1000 \times 5.52}{\pi \times 68} \text{ r/min} = 1598.6 \text{ r/min}$$

根据 C 616 A 机床的转速 (表 4.2-8), 选择

$$n = 1400 \text{ r/min} = 23.3 \text{ r/s}$$

实际切削速度  $v = 4.98 \text{ m/s}$

7.4.1.2 确定镗沟槽的切削用量 选用高速钢切槽刀, 采用手动进给, 主轴转速  $n = 40 \text{ r/min} = 0.67 \text{ r/s}$ , 切削速度  $v = 0.14 \text{ m/s}$ 。

### 7.4.2 基本时间

精镗  $\phi 68$  mm 孔的基本时间为

$$T_j = \frac{33 + 3.5 + 4}{0.04 \times 23.3} \text{ s} = 44 \text{ s}$$

## 7.5 工序 V (滚齿) 切削用量及基本时间的确定

### 7.5.1 切削用量

选用标准的高速钢单头滚刀, 模数  $m = 2.25 \text{ mm}$ , 直径  $\phi 63 \text{ mm}$ , 可以采用一次走刀切至全深。工件切齿表面要求表面粗糙度为  $R_a 1.6 \mu\text{m}$ , 根据《切削用量简明手册》第四部分表 4.2\*, 选择工件每转滚刀轴向进给量  $f_a = 0.8 \sim 1.0 \text{ mm/r}$ 。按 Y 3150 型滚齿机的进给量 (表 4.2-51), 选  $f_a = 0.83 \text{ mm/r}$ 。

按表 4.10\* 的计算公式确定齿轮滚刀的切削速度。

$$v = \frac{C_v}{T^{m_v} f_s^{y_v} m^{x_v}} k_v$$

式中  $C_v = 364$ ,  $T = 240 \text{ min}$ ,  $f_s = 0.83 \text{ mm/r}$ ,  $m = 2.25 \text{ mm}$ ,  $m_v = 0.5$ ,  $y_v = 0.35$ ,  $x_v = -0.5$ ,  $k_v = 0.8 \times 0.8 = 0.64$

$$v = \frac{364}{240^{0.5} \times 0.83^{0.35} \times 2.25^{-0.5}} \times 0.64 = 26.4 \text{ m/min}$$

$$n = \frac{1000 \times 26.4}{\pi \times 63} \text{ r/min} = 133 \text{ r/min}$$

根据 Y3150 型滚齿机主轴转速 (表 4.2-50), 选  $n = 135 \text{ r/min} = 2.25 \text{ r/s}$ 。实际切削速度为

$$v = 0.45 \text{ m/s}$$

加工时的切削功率按下式计算 (表 4.15\*):

$$P_c = \frac{C_{P_c} f^{y_{P_c}} m^{x_{P_c}} d^{z_{P_c}} z^{t_{P_c}} v}{10^3} k_{P_c}$$

式中  $C_{P_c} = 124$ ,  $y_{P_c} = 0.9$ ,  $x_{P_c} = 1.7$ ,  $z_{P_c} = -1.0$ ,  $t_{P_c} = 0$ ,  $f = 0.83 \text{ mm/r}$ ,  $m = 2.25 \text{ mm}$ ,  $d = 63 \text{ mm}$ ,  $z = 50$ ,  $v = 26.7 \text{ m/min}$ ,  $k_{P_c} = 1.2$ 。

$$P_c = \frac{124 \times 0.83^{0.9} \times 2.25^{1.7} \times 63^{-1.0} \times 50^0 \times 26.7}{10^3} \times 1.2 \text{ kW} = 0.21 \text{ kW}$$

Y3150 型滚齿机的主电动机功率  $P_E = 3 \text{ kW}$  (表 4.2-49)。因  $P_c < P_E$ , 故所选择的切削用量可在该机床上使用。

### 7.5.2 基本时间

根据表 6.2-13, 用滚刀滚圆柱齿轮的基本时间为

$$T_j = \frac{\left( \frac{B}{\cos \beta} + l_1 + l_2 \right) z}{q n f_s}$$

式中  $B = 12 \text{ mm}$ ,  $\beta = 0^\circ$ ,  $z = 50$ ,  $q = 1$ ,  $n = 1.72 \text{ r/s}$ ,  $f_s = 0.83 \text{ mm/r}$ ,

$l_1 = \sqrt{h(d-h)} + (2 \sim 3) \text{ mm} = [\sqrt{5.06 \times (63-5.06)} + 2] \text{ mm} = 19 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 3 \text{ mm}$ 。

$$T_j = \frac{(12 + 19 + 3) \times 50}{1.72 \times 0.83} \text{ s} = 1191 \text{ s}$$

## 7.6 工序 VI (粗铣槽) 切削用量及基本时间的确定

### 7.6.1 切削用量

所选刀具为高速钢错齿三面刃铣刀。铣刀直径  $d = 125 \text{ mm}$ , 宽度  $L = 13 \text{ mm}$ , 齿数  $z = 20$ 。根据《切削用量简明手册》第三部分表 3.2\* 选择铣刀的几何形状。由于加工钢料的  $\sigma_c$  在  $600 \sim 1000 \text{ MPa}$  范围内, 故选前角  $\gamma_c = 15^\circ$ , 后角  $\alpha_c = 12^\circ$  (周齿),  $\alpha_{c0} = 6^\circ$  (端齿)。

已知铣削宽度  $a_c = 13 \text{ mm}$ , 铣削深度  $a_p = 13 \text{ mm}$ 。机床选用 X62 型卧式铣床。共铣 4 个槽。

#### 7.6.1.1 决定每齿进给量 $f_z$

根据表 3.3\*, X62 型卧式铣床的功率为  $7.5 \text{ kW}$  (表 4.2-38), 工艺系统刚度为中等, 细齿盘铣刀加工钢料, 查得每齿进给量  $f_z = 0.06 \sim 0.1 \text{ mm/z}$ 。现取  $f_z = 0.07 \text{ mm/z}$ 。

7.6.1.2 选择铣刀磨钝标准及耐用度 根据表 3.7\*, 用高速钢盘铣刀粗加工钢料, 铣刀刀齿后刀面最大磨损量为  $0.6 \text{ mm}$ ; 铣刀直径  $d = 125 \text{ mm}$ , 耐用度  $T = 120 \text{ min}$  (表 3.8\*)。

7.6.1.3 决定切削速度  $v$  和工作台每分钟进给量  $f_{Mz}$ 。根据表3.27\*中公式计算:

$$v = \frac{C_v d^{q_v}}{T^m a_p^{x_v} f_z^{y_v} a_x^{u_v} z^{p_v}} k_v$$

式中  $C_v = 48$ ,  $q_v = 0.25$ ,  $x_v = 0.1$ ,  $y_v = 0.2$ ,  $u_v = 0.3$ ,  $p_v = 0.1$ ,  $m = 0.2$ ,  $T = 120 \text{ min}$ ,  
 $a_p = 13 \text{ mm}$ ,  $f_z = 0.07 \text{ mm/z}$ ,  $a_x = 13 \text{ mm}$ ,  $z = 20$ ,  $d = 125 \text{ mm}$ ,  $k_v = 1.0$ 。

$$v = \frac{48 \times 125^{0.25}}{120^{0.2} \times 13^{0.1} \times 0.07^{0.2} \times 13^{0.3} \times 20^{0.1}} \text{ m/min} = 27.86 \text{ m/min}$$

$$n = \frac{1000 \times 27.86}{\pi \times 125} \text{ r/min} = 70.9 \text{ r/min}$$

根据 X62 型卧式铣床主轴转速 (表4.2-39), 选择

$$n = 60 \text{ r/min} = 1 \text{ r/s}$$

实际切削速度  $v = 0.39 \text{ m/s}$

工作台每分钟进给量为

$$f_{Mz} = 0.07 \times 20 \times 60 \text{ mm/min} = 84 \text{ mm/min}$$

根据 X62 型铣床工作台进给量 (表4.2-40), 选择

$$f_{Mz} = 75 \text{ mm/min}$$

则实际的每齿进给量为  $f_z = \frac{75}{20 \times 60} \text{ mm/z} = 0.063 \text{ mm/z}$

7.6.1.4 校验机床功率 根据表3.28\*的计算公式, 铣削时的功率(单位kW)为

$$P_c = \frac{F_c v}{1000}$$

$$F_c = \frac{C_F a_p^{x_F} f_z^{y_F} a_x^{u_F} z^{p_F}}{d^{q_F} n^{W_F}} k_{F_c} N$$

式中  $C_F = 650$ ,  $x_F = 1.0$ ,  $y_F = 0.72$ ,  $u_F = 0.86$ ,  $W_F = 0$ ,  $q_F = 0.86$ ,  $a_p = 13 \text{ mm}$ ,  
 $f_z = 0.063 \text{ mm/z}$ ,  $a_x = 13 \text{ mm}$ ,  $z = 20$ ,  $d = 125 \text{ mm}$ ,  $n = 60 \text{ r/min}$ ,  $k_{F_c} = 0.63$

$$F_c = \frac{650 \times 13^{1.0} \times 0.063^{0.72} \times 13^{0.86} \times 20}{125^{0.86} \times 60^0} \times 0.63 \text{ N}$$

$$= 2076.8 \text{ N}$$

$$v = 0.39 \text{ m/s}$$

$$P_c = \frac{2076.8 \times 0.39}{1000} \text{ kW} = 0.81 \text{ kW}$$

X62 铣床主动电机的功率为 7.5 kW, 故所选切削用量可以采用。

所确定的切削用量为

$$f_z = 0.063 \text{ mm/z}, f_{Mz} = 75 \text{ mm/min}, n = 60 \text{ r/min} = 1 \text{ r/s}, v = 0.39 \text{ m/s}$$

7.6.2 基本时间

根据表6.2-7, 三面刃铣刀铣槽的基本时间为

$$T_1 = \frac{l + l_1 + l_2}{f_{Mz}} i$$

式中  $l = 7.5 \text{ mm}$ ,  $l_1 = \sqrt{a_x(d - a_x)} + (1 \sim 3)$ ,  $a_x = 13 \text{ mm}$ ,  $d = 125 \text{ mm}$ ,  $l_1 = 40 \text{ mm}$ ,  
 $l_2 = 4 \text{ mm}$ ,  $f_{Mz} = 75 \text{ mm/min}$ ,  $i = 4$

$$T_i = \frac{7.5 + 40 + 4}{75} \times 4 \text{ min} = 2.75 \text{ min} = 165 \text{ s}$$

## 7.7 工序Ⅶ（半精铣槽）切削用量及基本时间的确定

### 7.7.1 切削用量

所选刀具为高速钢锯齿三面刃铣刀。\$d = 125\text{mm}\$, \$L = 16\text{mm}\$, \$D = 32\text{mm}\$, \$z = 20\$。机床亦选用X62型卧式铣床。

7.7.1.1 确定每齿进给量\$f\_z\$。本工序要求保证的表面粗糙度为\$R\_a 3.2\mu\text{m}\$（槽侧面），根据表3.3\*，每转进给量\$f\_z = 0.5 \sim 1.2\text{mm/r}\$，现取\$f\_z = 0.6\text{mm/r}\$，则

$$f_z = \frac{0.6}{20} \text{ mm/z} = 0.03\text{mm/z}$$

7.7.1.2 选择铣刀磨钝标准及耐用度 根据表3.7\*，铣刀刀齿后刀面最大磨损量为\$0.25\text{mm}\$，耐用度\$T = 120\text{min}\$（表3.8\*）。

7.7.1.3 决定切削速度\$v\$和工作台每分钟进给量\$f\_{Mz}\$。按表3.27\*中公式计算，得

$$v = 0.97 \text{ m/s}$$

$$n = 2.47 \text{ r/s} = 148 \text{ r/min}$$

根据X62铣床主轴转速（表4.2-39），选择

$$n = 150 \text{ r/min} = 2.5 \text{ r/s}$$

实际切削速度\$v = 0.98 \text{ m/s}\$。

工作台每分钟进给量为

$$f_{Mz} = 90 \text{ mm/min}$$

根据X62铣床工作台进给量（表4.2-40），选择

$$f_{Mz} = 95 \text{ mm/min}$$

则实际的每齿进给量为\$f\_z = 0.032\text{mm/z}\$。

### 7.7.2 基本时间

$$T_i = \left( \frac{7.5 + 43 + 4}{95} \times 4 \right) \text{ min} = 2.3 \text{ min} = 138 \text{ s}$$

## 7.8 工序Ⅷ（钻孔）切削用量及基本时间的确定

### 7.8.1 切削用量

刀具选用高速钢复合钻头，直径\$d = 5\text{mm}\$。钻4个通孔。使用切削液。

7.8.1.1 确定进给量\$f\$ 由于孔径和深度均很小，宜采用手动进给。

7.8.1.2 选择钻头磨钝标准及耐用度 根据《切削用量简明手册》第二部分表2.12\*，钻头后刀面最大磨损量取为\$0.8\text{mm}\$；耐用度\$T = 15\text{min}\$。

7.8.1.3 确定切削速度\$v\$ 由表2.14\*，\$\sigma\_s = 670\text{MPa}\$的45钢加工性属5类。根据表2.7\*，暂定进给量\$f = 0.16\text{mm/r}\$。由表2.13\*，可查得\$v = 17\text{m/min}\$，\$n = 1082 \text{ r/min}\$。根据Z518立式钻床机床说明书选择主轴实际的转速即可。

将前面进行的工作所得的结果，填入机械加工工序卡片内，即得机械加工工艺规程。本零件的机械加工工艺规程如后所示。

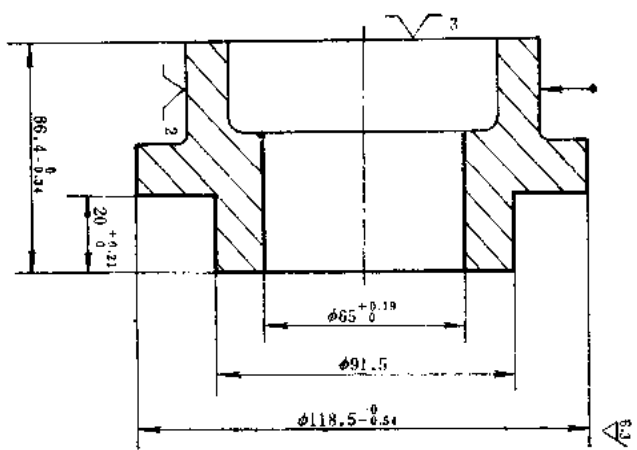
### 7.8.2 基本时间的确定

钻4个\$\phi 5\$深\$12\text{mm}\$的通孔，基本时间约为\$20 \text{ s}\$。

# 附录

# 目录

## 机加工工序卡片

工序名称		粗		半		精				
零件名称	齿 轮	零件号	零件重量	1.36kg	同时加工零件数	1	工 序 号			
材 料	45钢	牌 号	207~241HBS	模 锻 件	材 料	毛 坯	重 量			
设 备	卧式车床	型 号	C620-1	夹 具	三爪自定心卡盘	辅 助 工 具				
安 装 及 工 步 说 明										
工 步	安 装 及 工 步 说 明	刀 具	量 具	走 刀 长 度 (mm)	走 刀 次 数	切 削 深 度 (mm)	进 给 量 (mm/r)	主 轴 转 速 (r/s)	切 削 速 度 (m/s)	本 工 序 时 间 (s)
1	车端面, 保持尺寸 $66.4_{-0.04}^{0}$ mm	YT5 90°	游标卡尺	22	1	1.3	0.52	2.0	0.59	22
2	车外圆 $\phi 91.5$ mm	镗刀YT5	内径百分尺	22	1	1.25	0.65	2.0	0.59	17
3	车台阶面, 保持尺寸 $20_{0}^{+0.21}$ mm	刀		18.8	1	1.3	0.52	2.0	0.76	18
4	车外圆 $\phi 118.5_{-0.04}^{0}$ mm			18.4	1	1.25	0.65	2.0	0.76	15
5	镗孔 $\phi 65_{0}^{+0.16}$ mm			43	1	1.5	0.2	6.17	1.26	35

设计者

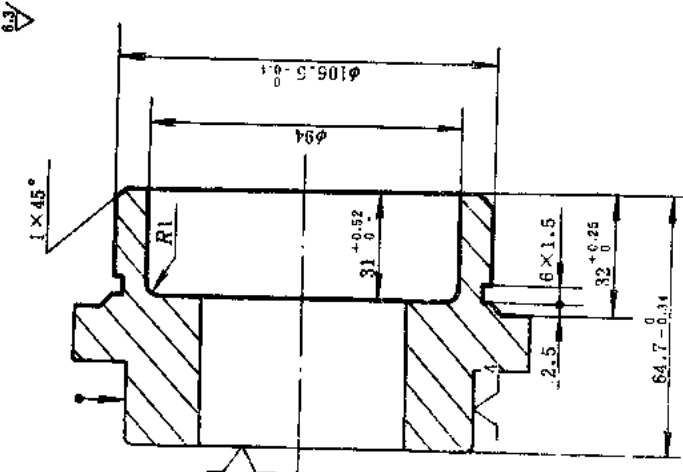
指导

共10页

第1页



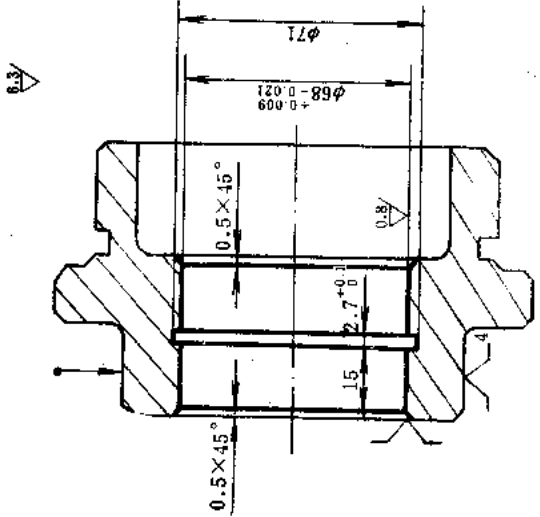
工序名称		粗 车		工 序 号		II				
零件名称		齿 轮		零件号						
零件重量		1.36kg		同时加工零件数		1				
材		料		毛 坯		坯				
牌 号		硬 度		型 式		重 量				
45钢		207~241HBS		模 锻 件						
设 备		夹 具		辅 助 工 具						
名 称		型 号		三爪自定心卡盘						
卧式车床		C620-1								
工 序	安 装 及 工 步 说 明	刀 具	量 具	走 刀 长 度 (mm)	走 刀 次 数	切 削 深 度 (mm)	进 给 量 (mm/r)	主 轴 转 速 (r/s)	切 削 速 度 (m/s)	单 小 工 时 (s)
1	车端面, 保持尺寸 $64.7_{-0.34}^0$ mm	YT5 90°偏	游标卡尺	16.5	1	1.7	0.52	2.0	0.69	16
2	车外圆 $\phi 106.5_{-0.4}^0$ mm	刀45° 外圆 车刀		32	1	1.75	0.65	2.0	0.69	25
3	车台阶面, 保持尺寸 $32_{+0.26}^0$ mm	YT5 钝刀		8	1	1.7	0.52	2.0	0.74	8
4	镗孔 $\phi 94$ mm 及台阶面, 保持尺寸 $31_{+0.56}^0$ mm	高速钢切槽 刀		31及18	1	2.5及1.7	0.2	3.83	1.13	69
5	车沟槽, 保持尺寸 $2.5$ 及 $6 \times 1.5$ mm				1		手动	0.5	0.17	
6	倒角 $1 \times 45^\circ$				1		手动	2.0	0.69	
设 计 者		指 导				共10页		第2页		



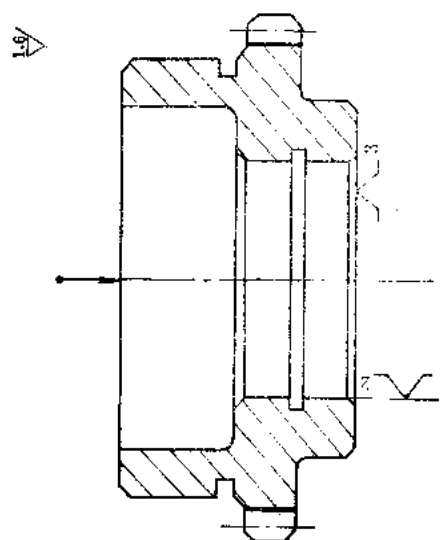
机械加工工艺卡片		工件名称	半精车	工序号	页
		零件名称	齿 轮	零件号	
		零件重量	1.36kg	同时加工零件数	1
		材 料	毛 坯		
牌 号	硬 度	型 式	重 量		
45钢	207~241HBS	模 锻 件			
设 备	夹 具	辅 助 工 具			
名 称	型 号				
卧式车床	C 620-1		三爪自定心卡盘		
安 装	工 步	安 装 及 工 步 说 明	刀 具	量 具	走 刀 长 度 (mm)
1	1	车端面、保持尺寸 $64_{-0.1}^0$ mm	YT15	游标卡尺	19.3
	2	车外圆 $\phi 90$ mm	90°偏刀	外径百分尺	22
	3	车台阶面、保持尺寸 $20_{-0.06}^0$ mm	角刀YT15	内径百分表	18.3
	4	车外圆 $\phi 117_{-0.22}^0$ mm	镗刀	深度百分尺	16
	5	镗孔 $\phi 67_{+0.024}^0$ mm			40.5
	6	倒角 $1 \times 45^\circ$			
走刀次数	切削深度 (mm)	进给量 (mm/r)	主轴转速 (r/s)	切削速度 (m/s)	基本工时 (s)
1	0.7	0.3	6.33	1.79	11
1	0.75	0.3	6.33	1.79	12
1	0.7	0.3	6.23	2.33	10
1	0.75	0.3	6.33	2.33	9
1	1	0.1	12.7	2.67	32
		手动	6.33		
设计	共10页	共3页			

机械加工工序卡片

工序名称		精 镗		工 序 号	IV						
零件名称		齿 轮		零件号							
零件重量		1.36kg		同时加工零件数	1						
材 料		毛 坯									
牌 号		硬 度		型 式 直 锥							
45钢		207~241HBS		模 锻 件							
设 备		夹 具		辅 助 工 具							
名 称		型 号		三爪自定心卡盘							
卧式车床		C 616A									
安 装	工 步	安 装 及 工 步 说 明	刀 具	辅 具	走 刀 长 度 (mm)	走 刀 次 数	切 削 深 度 (mm)	进 给 量 (mm/r)	主 轴 转 速 (r/s)	切 削 速 度 (m/s)	单 本 工 时 (s)
1	1	精镗孔 $\phi 68^{+0.009}_{-0.021}$ mm	YT30 精 速刀高速钢	圆柱塞规	40.5	1	0.5	0.04	23.3	4.58	14
	2	镗沟槽 $\phi 71$ mm, 保持宽 $2.7^{+0.1}_0$ mm	速刀高速钢			1		手动	0.67	6.14	
	3	倒角 $0.5 \times 45^\circ$	切槽刀倒角 刀					手动	0.67	0.14	
设 计 者			指 导								共 10 页
										第 4 页	

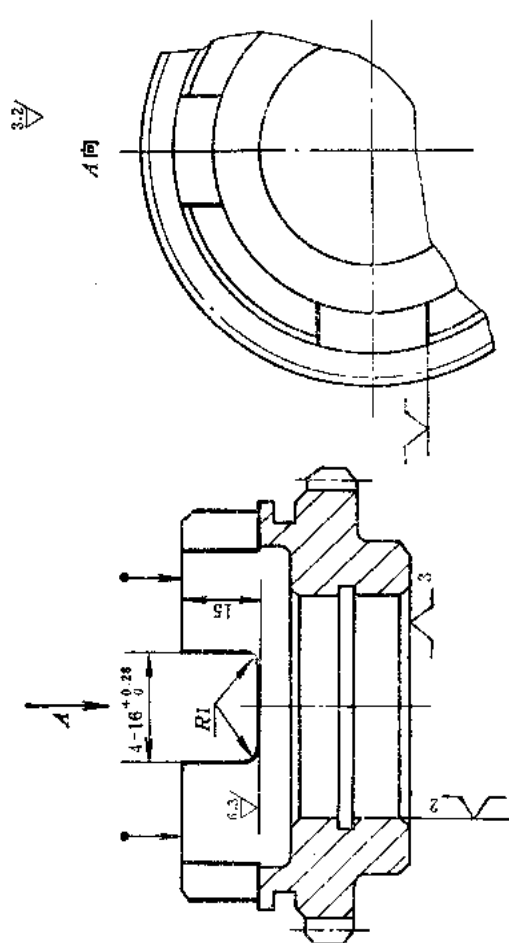


机械加工工序卡片		工序名称		齿		工序号		V	
模数	2.25	零件名称	齿	齿	轮	零件号			
齿数	50	零件重量	1.36kg	同时加工零件数			1		
精度	8FL GB10095-88	材料		毛		坯			
公法线长度	38.11	牌号	硬度	型式	重量				
公法线公差	-0.086 -0.259	45钢	207~241HBS	模锻件					
安装	I	设备	备	夹具	辅助工具				
工步	I	名称	型号	心	轴				
说明	安装及工步说明	滚齿机	Y3150						
刀具	齿条滚刀 m = 2.25	走刀次数	切削深度	进给量 (mm/r)	主切削速度 (m/s)	切削速度 (m/s)	基本工 时 (s)		
量具	公法线 百分尺	1		0.83	2.25	0.45	1191		
走刀长度 (mm)	34								
要求	滚齿达图样要求								
设计者		指导							
									共10页 第5页



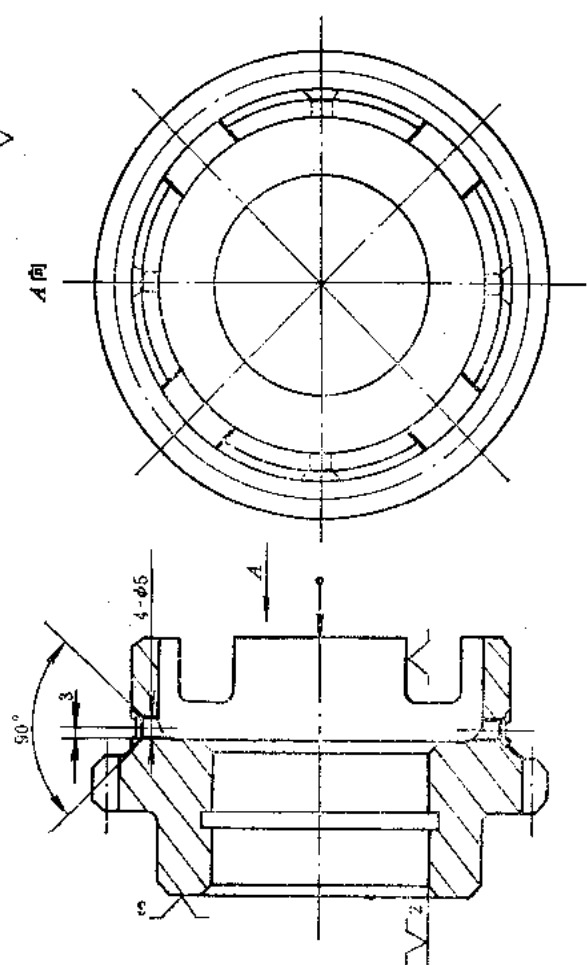


机械加工工序卡片		工序名称	半精铣	工序号	图		
		零件名称	齿 轮	零件号			
		零件重量	1.36kg	同时加工零件数	1		
		材 料	毛 坯				
		牌 号	硬 度	型 式	电 泵		
		45钢	207~241HBS	模 锻 件			
		设 备	夹 具	辅 助 工 具			
		名 称	型 号				
		卧式铣床	X 62	专用夹具			
安 装 工 步	安 装 及 工 步 说 明	走 刀 次 数	切 削 深 度 (mm)	进 给 量 (mm/z)	主 轴 转 速 (r/min)	切 削 速 度 (m/s)	基 本 工 时 (s)
1	在 4 个 工 位 上 铣 削，保 证 槽 宽 $16^{+0.28}_0$ mm， 深 15 mm	4	3	0.032	2.5	0.98	138
	刀 具 电 具	走 刀 长 度 (mm)					
	高 速 钢 斜 齿 三 面 刃 铣 刀 $\phi 125$ mm	游 标 卡 尺					
设 计 者	指 导						
				共 10 页	第 7 页		



机械加工工序卡片

工序名称		钻	孔	工序号	型
零件名称		齿	轮	零件号	
零件重量	1.36kg	同时加工零件数		1	
材	料	毛		坯	
牌	号	硬	度	型	式
45钢	207~241HBS	模		锻	件
设	备	夹		具	辅
名	称	型	号	号	
立式钻床	Z518	专		用	
走刀次数	4	切削深度 (mm)	2-5	进给量 (mm/r)	手动
走刀长度 (mm)		主轴转速 (r/s)	18	切削速度 (m/s)	28
刀具	复合钻	量具		基本工时 (s)	
说明	在4个工位上钻孔 $\phi 5mm$	刀具	$\phi 5mm$ 及 $90^\circ$ 角		
工步	1				
1					



设计者

指导

共10页

第8页

机械加工工艺工序卡片			工序名称		工序号		图				
			零件名称	内 轮	零件号						
			零件重量	1.36kg	同时加工零件数						
			材 料	毛 坯							
			牌 号	硬 度	型 式	重 量					
			45钢	207~241HBS	模 锻 件						
			设 备	备 具	夹 具	辅 助 工 具					
			名 称	型 号							
			钳工台								
安 装	工 步	安 装 及 工 步 说 明	刀 具	吊 具	走 刀 长 度	走 刀 进 给	切 削 深 度	进 给 量	主 轴 转 速	切 削 速 度	基 本 工 时
		去除全部毛刺									
设 计 者			指 导						共10页		第 9 页



机械加工工艺卡片		工序名称		装 夹		工序号		X			
		零件名称	齿 轮	同 时 加 工 零 件 数		零件号					
		零件重量	1.36kg								
		材 料	毛 坯								
		牌 号	硬 度	型 式	重 量						
		45钢	207~241HBS	模 锻 件							
		设 备	备 具	夹 具	辅 助 工 具						
		名 称	型 号								
安 装	工 步	安 装 及 工 步 说 明	刀 具	量 具	走 刀 长 度	走 刀 次 数	切 削 深 度	进 给 量	主 轴 转 速	切 削 速 度	基 本 工 时
		按零件图样要求检查									
设 计 者			指 导						共10页		第10页

### 参 考 文 献

- 1 王绍俊主编. 机械制造工艺设计手册. 北京: 机械工业出版社, 1984
- 2 孟少农主编. 机械加工工艺手册. 北京: 机械工业出版社, 1992
- 3 张耀宸主编. 机械加工工艺设计手册. 北京: 航空工业出版社, 1987
- 4 赵如福主编. 金属机械加工工艺人员手册. 上海: 上海科学技术出版社, 1992
- 5 李洪主编. 机械加工工艺手册. 北京: 北京出版社
- 6 艾兴, 肖诗纲编. 切削用量简明手册. 北京: 机械工业出版社, 1993