

TG-43
16:2

037930

金属工艺学

下 册

清华大学 金问楷 张学政主编

中央广播电视大学出版社

内 容 提 要

本书是根据中央广播电视大学《金属工艺学教学大纲》(草案)编写的。

全书分上、下两册出版,上册为热加工,下册为冷加工。下册内容包括金属切削加工基础知识、刀具切削加工、磨料切削加工、齿形加工、机械加工工艺过程、零件结构工艺性、数控机床和特种加工等七章。教材力求精选内容,尽量结合生产实际的工艺进行分析,注意与《金属工艺学实习教材》的分工和配合。第二、三、四章在实习教材基础上着重介绍主要加工方法及其特点、应用。各章前均有“学习指导”,以明确基本内容和要求,介绍学习方法。各章后都附有复习思考题。

本书可作为电视大学各专业金属工艺学课程的讲课教材,也可供全日制工科院校、职工大学、业余大学、函授大学选用及有关专业的工程技术人员和技术工人参考。

参加本书下册编写工作的教师有:清华大学黄德胜(第一章)、张学政(第二、七章)、金问楷(第三章)、马二恩(第五、六章)和中央广播电视大学罗世坤(第四章)。

本书下册由北京联合大学机械工程学院王华、北京工业大学王永波同志审阅。

金 属 工 艺 学

下 册

清华大学 金问楷 张学政主编

*

中央广播电视大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

*

国防科工委 印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 11 千字 253

1986年12月第1版 1987年4月第1次印刷

印数 1—31000

书号 15300·57 定价 1.85 元

目 录

切削加工概述.....	(1)
第一章 金属切削加工的基础知识.....	(2)
学习指导.....	(2)
§ 1-1 切削运动和切削要素.....	(2)
一、零件的种类及其表面的形成.....	(2)
二、机床的切削运动.....	(3)
三、切削要素.....	(4)
§ 1-2 加工精度和表面粗糙度.....	(5)
一、尺寸精度.....	(5)
二、形状精度.....	(6)
三、位置精度.....	(7)
四、表面粗糙度.....	(9)
§ 1-3 金属切削刀具.....	(11)
一、刀具材料.....	(11)
二、刀具角度.....	(13)
§ 1-4 金属切削过程及其物理现象.....	(17)
一、切削过程及切屑种类.....	(17)
二、积屑瘤.....	(19)
三、切削力.....	(20)
四、切削热.....	(22)
五、刀具的磨损.....	(23)
§ 1-5 生产率和切削加工性的概念.....	(24)
一、生产率.....	(24)
二、工件材料的切削加工性.....	(26)
复习思考题.....	(27)
第二章 刀具切削加工.....	(28)
学习指导.....	(28)
§ 2-1 车削加工.....	(28)
一、车外圆.....	(30)
二、车床镗孔.....	(31)
三、车成形面.....	(32)
四、车锥面.....	(33)
五、车螺纹.....	(34)
六、车削加工的工艺特点.....	(40)
§ 2-2 钻镗加工.....	(41)

一、钻床加工	(41)
二、镗床加工	(49)
§ 2-3 刨削、插削和拉削加工	(56)
一、刨削加工	(56)
二、插削加工	(59)
三、拉削加工	(61)
§ 2-4 铣削加工	(64)
一、铣削过程	(65)
二、铣削方式	(67)
三、铣削加工举例	(70)
四、铣削与刨削加工的分析比较	(74)
复习思考题	(75)
第三章 磨料切削加工	(77)
学习指导	(77)
§ 3-1 砂轮	(77)
§ 3-2 磨削过程及其物理现象	(81)
一、磨削原理	(81)
二、磨粒的切削厚度和磨削用量	(82)
三、磨削过程中的物理现象	(83)
§ 3-3 磨削方法	(84)
一、普通磨削方法	(84)
二、先进磨削方法简介	(88)
§ 3-4 光整加工简介	(91)
一、研磨	(91)
二、珩磨	(92)
三、超精加工	(93)
四、抛光	(94)
复习思考题	(94)
第四章 齿轮齿形的加工	(96)
学习指导	(96)
§ 4-1 渐开线齿轮概述	(96)
一、渐开线的形成及其特性	(96)
二、直齿圆柱齿轮各部分名称、基本参数和主要尺寸	(98)
三、圆柱齿轮精度简介	(99)
§ 4-2 圆柱齿轮齿形的成形法加工	(102)
一、铣削直齿圆柱齿轮	(102)
二、铣削螺旋齿圆柱齿轮	(103)
三、铣齿的工艺特点和应用	(105)
§ 4-3 圆柱齿轮齿形的展成法加工	(105)
一、插齿	(105)
二、滚齿	(107)

§ 4-4 圆柱齿轮齿形的精加工·····	(111)
一、剃齿·····	(111)
二、珩齿·····	(112)
三、磨齿·····	(112)
§ 4-5 圆柱齿轮齿形加工方案选择·····	(114)
一、齿形加工方案选择·····	(114)
二、圆柱齿轮加工过程举例·····	(114)
复习思考题·····	(115)
第五章 机械加工工艺过程 ·····	(117)
学习指导·····	(117)
§ 5-1 主要表面加工方法的选择·····	(117)
一、选择表面加工方法的依据·····	(117)
二、外圆加工方法的选择·····	(118)
三、孔加工方法的选择·····	(119)
四、平面加工方法的选择·····	(120)
五、螺纹加工方法的选择·····	(120)
§ 5-2 机械加工工艺过程的基本知识·····	(122)
一、工艺过程的有关概念·····	(122)
二、定位基准·····	(124)
三、制定零件机械加工工艺的要求和步骤·····	(129)
§ 5-3 轴类零件的加工·····	(131)
一、技术要求分析·····	(131)
二、工艺分析·····	(132)
三、拟定工艺过程·····	(134)
§ 5-4 盘套类零件的加工·····	(137)
一、法兰盘的加工·····	(137)
二、小直径套类零件的加工特点·····	(138)
三、无台阶盘套零件的加工特点·····	(141)
§ 5-5 支架箱体类零件加工简介·····	(142)
一、支架箱体类零件的功用及结构特点·····	(142)
二、拟定支架箱体类零件工艺过程的原则·····	(142)
三、单孔支架加工举例·····	(143)
复习思考题·····	(145)
第六章 零件的结构工艺性 ·····	(147)
学习指导·····	(147)
§ 6-1 零件结构工艺性的概念·····	(147)
§ 6-2 零件结构的切削加工工艺性举例·····	(149)
一、便于装夹·····	(149)
二、便于加工·····	(149)
三、便于测量·····	(149)
§ 6-3 零件结构的装配工艺性举例·····	(155)

一、便于装配.....	(155)
二、便于维修时拆卸.....	(156)
复习思考题.....	(157)
第七章 数控机床和特种加工.....	(159)
学习指导.....	(159)
§ 7-1 数控机床.....	(159)
一、数控机床的基本工作原理.....	(159)
二、数控机床的特点和应用.....	(160)
§ 7-2 特种加工.....	(162)
一、电火花加工.....	(162)
二、电解加工.....	(165)
三、超声波加工.....	(166)
四、激光加工.....	(168)
复习思考题.....	(168)

切削加工概述

切削加工是用切削工具从毛坯上切去多余的部分,获得几何形状、尺寸和表面粗糙度等方面符合图纸要求的零件的加工过程。

切削加工分为钳工和机械加工(简称机工)两部分。

钳工一般是由工人手持工具进行的切削加工,其主要内容有划线、錾削、锯削、锉削、刮研、钻孔和铰孔、攻丝和套扣等,机械装配和修理也属钳工范围。随着加工技术逐步发展,钳工的一些工作已由机工所代替,机械装配也在一定范围内不同程度地实现机械化、自动化。尽管如此,钳工作为切削加工的一部分仍是不可缺少的,在机械制造中仍占有独特的地位。因为在某些情况下钳工不仅方便、经济,而且质量也更易于保证。例如,某些配件和模具的修配以及中小批量生产中各种机件上许多小螺孔的攻丝,目前仍以钳工进行较为经济方便;又例如,精密机床和设备导轨面的刮研常被磨削或宽刀细刨所代替,但质量还是刮研的较好。

机工是通过工人操作机床进行的切削加工。切削加工按所用切削工具的类型又可分为两类:一类是利用刀具进行加工的,如车削、钻削、镗削、刨削、铣削等;另一类是用磨料进行加工的,如磨削、珩磨、研磨、超精加工等。

在现代机械制造中,除少数零件采用精密铸造、精密锻造以及粉末冶金和工程塑料压制等方法直接获得零件(有的仍需局部切削加工)外,绝大多数零件还要通过切削加工,以保证精度和表面粗糙度的要求。因此,切削加工在机械制造中占有十分重要的地位。在切削加工中,选择合理的加工方法,保证加工质量,提高生产率和降低成本是非常重要的。

随着科学技术发展而出现的电火花、电解、超声波、激光、电子束和离子束加工等特种加工方法,已突破传统的依靠机械能、切削力进行切削加工的范畴,可以加工各种难加工材料、复杂的型面和某些具有特殊要求的零件。电子技术和计算机技术的推广和应用,为进一步减轻劳动强度、提高生产率、降低成本和提高产品质量开辟了广阔的前景。

切削加工所用的机床种类很多,但最基本的形式是车床、钻床、刨床、铣床和磨床。掌握这几种机床的组成、运动和基本加工方法,不仅对其它各种机床的性能、加工方法易于理解,而且对改装或设计新型设备亦有重要意义。

第一章 金属切削加工的基础知识

学习指导

本章是金属切削加工的基础理论部分,为以后章节提供必要的基础知识。本章内容以“金属切削刀具”和“金属切削过程及其物理现象”两节为重点。

学习机床的切削运动,要搞清常见机床的主运动和进给运动。为了便于理解和记忆各种机床的加工范围,要分析工件和刀具之间的相对运动与几何表面形成之间的关系。有关零件的精度可参阅《机械制图》中“公差与配合”等内容。切削加工的复杂程度和零件的精度、表面粗糙度有极密切的关系,在以后各章的学习中,要注意从精度和粗糙度等方面理解各种加工方法的区别。

“金属切削刀具”的内容包括刀具材料和刀具角度两大部分。刀具材料中以最常用的高速钢和硬质合金为重点,要求掌握其性能特点及应用。刀具角度的定义是本书的难点,学习时首先要搞清确定刀具角度的三个相互垂直的辅助平面。刀具的各个角度都是以坐标平面为基准确定的,刀具的工作角度也是由于刀具在使用时,其坐标平面在空间的位置发生了变化,从而引起刀具角度的改变。“刀具角度”部分的重点是刀具各主要角度的作用及对切削加工的影响。

学习金属的切削过程及其物理现象要深刻理解切屑的形成与变形、摩擦之间的关系,因为切削过程中的一系列物理现象都与变形、摩擦密切相关。对各种物理现象的起因和影响因素要求有一定的了解,但不必深究机理,重点是这些现象对切削加工的影响。

工件材料的切削加工性要在理解其概念的基础上,着重熟悉常用材料切削加工性的好坏,以便在进行设计选择材料时,尽量选择切削加工性好的或比较好的材料。

§ 1-1 切削运动和切削要素

一、零件的种类及其表面的形成

任何机器或机械装置都是由多个零件组成的。组成机械设备的零件虽然多种多样,但最常见的有以下三种(见图 1-1 减速器):轴类零件,如传动轴、齿轮轴、螺栓等;盘套类零件,如齿轮、端盖、挡环等;支架箱体类零件,如减速器机体和机盖。

任何一个零件又是由若干个表面组成的,组成零件的表面主要有以下几种(见图 1-2):

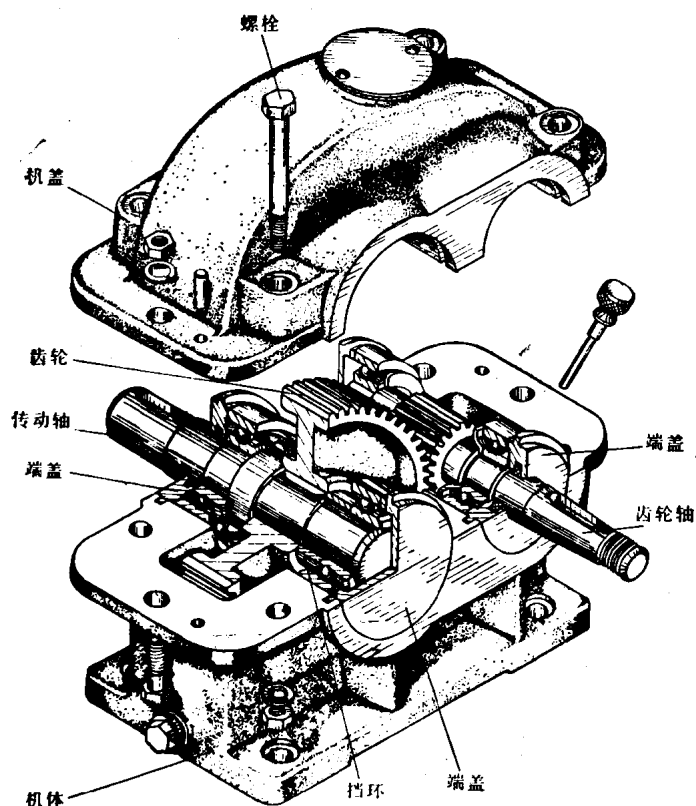


图 1-1 减速器

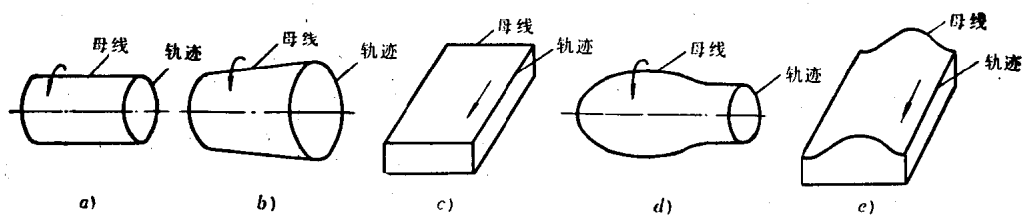


图 1-2 表面的形成

圆柱面——是以直线为母线,以圆为轨迹,且母线垂直于轨迹所在平面作旋转运动所形成的表面[图 a)]。

圆锥面——是以直线为母线,以圆为轨迹,且母线与轨迹所在平面相交成一定角度作旋转运动时所形成的表面[图 b)]。

平面——是以直线为母线,以另一直线为轨迹作平移运动时所形成的表面[图 c)]。

成形面——是以曲线为母线,以圆为轨迹作旋转运动或以直线为轨迹作平移运动时所形成的表面[图 d)和 e)]。

不同的表面需采用不同的加工方法,加工零件就是要按顺序、合理地加工出各个表面。

二、机床的切削运动

各种表面的形成都是母线沿轨迹运动的结果。在机床上要加工出各种表面,刀具与工件之

间必须要有适当的相对运动，即所谓的切削运动。切削运动又分主运动和进给运动。主运动是切下切屑所需要的最基本的运动；进给运动是使刀具能继续切下金属层所需要的运动。

各种切削加工机床都是为了实现某些表面的加工，因此都有特定的切削运动。切削运动的形式有旋转的、平移的；连续的、间歇的。一般主运动只有一个，进给运动可多于一个。几种典型机床的切削运动如表 1-1 所示。

表 1-1 典型机床的切削运动

机床名称	主 运 动	进 给 运 动	机床名称	主 运 动	进 给 运 动
普通车床	工 件 旋转运动	车刀纵向、横向、斜向 直线移动	龙门刨床	工 件 往复移动	刨刀横向、垂向、斜向 间歇移动
钻 床	钻 头 旋转运动	钻头轴向移动	外圆磨床	砂 轮 高速旋转	工件转动,同时工件往 复移动或砂轮横向移动
卧、立铣	铣 刀 旋转运动	工件纵向、横向直线移 动(有时也作垂向移动)	内圆磨床	砂 轮 高速旋转	工件转动,同时砂轮往 复移动或砂轮横向移动
牛头刨床	刨 刀 往复移动	工件横向间歇移动或 刨刀垂向、斜向间歇移动	平面磨床	砂 轮 高速旋转	工件往复移动,砂轮横 向、垂向移动

在机床加工方法的示意图中,常用符号表示各种机床的切削运动。例如, ↻ 表示旋转运动; ⇄ 表示直线往复移动; → 表示连续移动; →→ 表示间歇移动; ⊙ ⊗ 表示垂直于图面的直线往复移动。

三、切削要素

切削要素包括切削用量三要素和切削层的几何参数(参见图 1-3)。

1. 切削用量三要素

切削加工时, 需要根据加工条件选定适当的切削速度 v 、进给量 f (或进给速度 v_f) 和切削深度 a_p 的数值。 v 、 f 、 a_p 称之为切削用量三要素。

(1) 切削速度 v 在单位时间内, 工件和刀具沿主运动方向相对移动的距离 (m/min 或 m/s)。车、钻、镗、铣、磨的切削速度计算公式如下:

$$v = \pi d n / 1000 \quad (\text{m/min 或 m/s})$$

式中 d ——工件加工表面或刀具的最大直径(mm);

n ——工件或刀具的转速(r/min 或 r/s)。

刨、插的平均切削速度计算公式如下:

$$v = 2 L n_r / 1000 \quad (\text{m/min})$$

式中 L ——刀具或工件作往复直线运动的行程长度(mm);

n_r ——刀具或工件每分钟往复次数(str/min)。

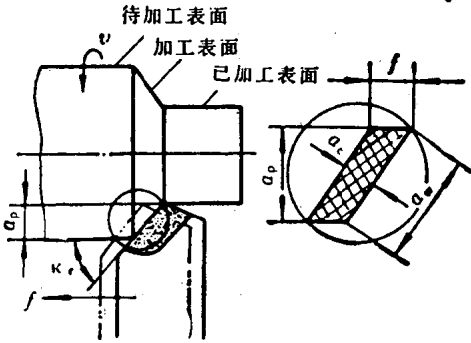


图 1-3 车削时的切削要素

(2) 进给量 f 在主运动的一个循环或单位时间内, 刀具和工件之间沿进给运动方向相对移动的距离。车削的 f 为工件每转一转, 车刀沿进给运动方向移动的距离 (mm/r); 刨削的 f 为刨刀 (或工件) 每往复一次, 工件 (或刨刀) 沿进给运动方向移动的距离 (mm/str); 铣削进给量的表示方法有每齿进给量 a_f (mm/Z)、每转进给量 f (mm/r) 和每分钟进给量即进给速度 v_f (mm/min) 三种。其含义分别为铣刀每转过一齿或一转或一分钟, 工件沿进给方向移动的距离。在实际操作中, 铣床的进给量是以 v_f 的数值进行调整的。若铣刀转速为 n (r/min), 铣刀齿数为 Z , 则

$$v_f = f \cdot n = a_f \cdot Z \cdot n \quad (\text{mm/min})$$

(3) 切削深度 a_p 对于车削和刨削来说, 切削深度 a_p 为工件上待加工表面和已加工表面间的垂直距离 (mm)。车削圆柱面的 a_p 为该次切除余量的一半; 刨削平面的 a_p 为该次的切削余量。

2. 切削层参数

如图 1-3 所示, 车削时工件转过一转, 车刀主切削刃移动一个 f 距离。车刀所切下来的金属层称为切削层。切削层的参数有切削宽度 a_w 、切削厚度 a_o 和切削面积 A_o 。

(1) 切削宽度 a_w 是刀具主切削刃与工件的接触长度 (mm)。若车刀主切削刃与工件轴线之间的夹角为 κ_r , 则

$$a_w = a_p / \sin \kappa_r$$

(2) 切削厚度 a_o 工件每转过一转, 车刀主切削刃相邻两个位置间的垂直距离 (mm)。

$$a_o = f \cdot \sin \kappa_r$$

(3) 切削面积 A_o 工件被切下的金属层沿垂直于主运动方向所截取的截面面积 (mm²)。车削时的切削面积为

$$A_o = a_p \cdot f = a_w \cdot a_o$$

§ 1-2 加工精度和表面粗糙度

切削加工的目的在于加工出符合设计要求的机械零件。设计零件时, 为了保证机械设备各零件之间的配合关系和互换性以及设备的精度和使用寿命, 应根据零件的不同作用提出合理的要求, 这些要求通称为零件的技术要求。零件的技术要求包括尺寸精度、形状精度、位置精度、表面粗糙度、零件的选材和热处理以及表面修饰 (如电镀、发蓝) 等。其中尺寸精度、形状精度和位置精度通称为加工精度。加工精度和表面粗糙度都是由切削加工来保证的。

一、尺寸精度

零件的尺寸要加工得绝对准确既不可能也不必要。在保证零件使用要求的前提下, 应给出尺寸允许的最大变动量, 即尺寸公差。精度愈高, 则公差愈小。《公差与配合》国家标准 (GB1800~1804-79, 简称新国标) 将确定尺寸精度的标准公差等级分为 20 级, 分别用 IT01、IT0、IT1、IT2... IT18 表示。IT01 的公差值最小, 精度最高。新国标的公差等级与旧国标 (GB159~174-59) 精

度等级的对照及应用见表 1-2。

表 1-2 新公差等级与旧精度等级的对照及应用

新公差等级	旧精度等级		加 工 方 法	应 用
	轴	孔		
IT01~IT2	无相应等级		研 磨	用于量块、量仪制造
IT3~IT4			研 磨	用于精密仪表、精密机件的光整加工
IT5			1	研磨、珩磨、精磨、精铰、 精拉
IT6	2	1		
IT7	3	2		
IT8	3~4			
IT9	4		车、镗、铣、刨、插	用于一般要求。主要用于长度尺寸 的配合处，如键和键槽的配合
IT10	5			
IT11	6		粗车、粗镗、粗铣、粗刨、 插、钻、冲压、压铸	用于不重要的配合。IT13~IT12 也 用于非配合尺寸
IT12~IT13	7			
IT14	8		冲压、压铸	用于非配合尺寸
IT15~IT18	9~12		铸造、锻造、焊接、气割	

切削加工的尺寸精度一般与使用的设备精度密切相关。不同种类的机床，采用不同的加工方法，可达到的公差等级也不同。通常所说某种加工方法所达到的精度，是指在正常操作情况下所达到的精度，故又称为经济精度。

零件的尺寸精度愈高，加工的工艺过程愈复杂，加工成本也愈高。因此设计零件时，在保证零件的使用性能和各尺寸的具体要求的前提下，应选用较低精度的公差等级。

二、形状精度

为了保证机械设备的精度和使用性能，只靠尺寸公差来保证零件的精度是不够的，还必须对零件表面的几何形状及相互位置提出必要的形状精度和位置精度的要求。

以图 1-4a) 所示的 $\phi 25_{-0.013}^0$ 轴为例，虽然尺寸同样控制在公差范围内，实际零件却可能加工

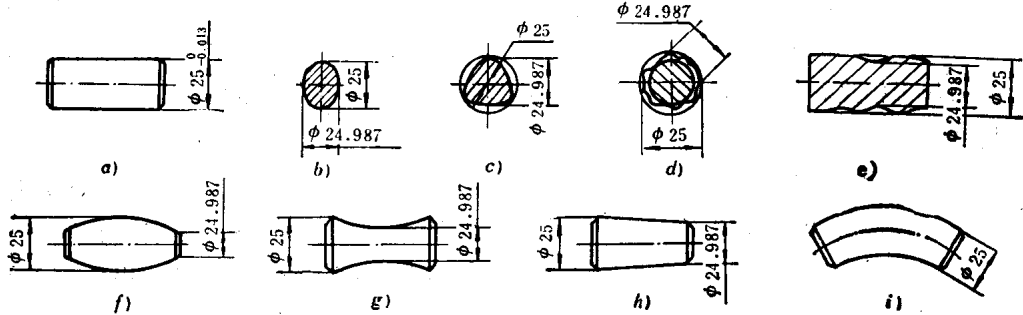
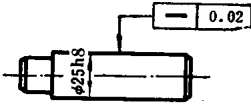
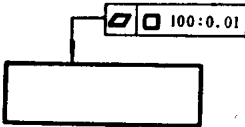
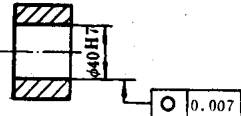
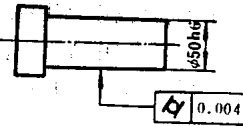
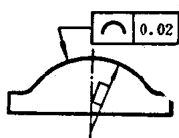
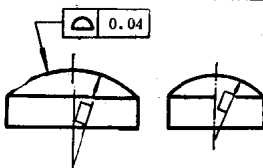


图 1-4 轴的形状误差

出八种形状。*b)*、*c)*、*d)*三种情况是横截面有形状误差，*e)*、*f)*、*g)*、*h)*、*i)*五种情况是纵截面有形状误差。用这八种不同形状的轴装在精密机械上，与相应的孔配合使用，效果显然会有很大差别。

形状精度是指零件上的线、面要素的实际形状相对于理想形状的准确程度。零件上的线、面要素的几何形状不可能做得绝对准确，只能控制在一定的误差范围内，即用形状公差来进行控制。为了适应各种不同的情况，国家标准(GB1182~1184-80)规定了六项形状公差，其项目名称、符号、含义简介及应用举例见表 1-3。

表 1-3 形状公差及应用举例

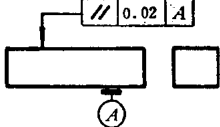
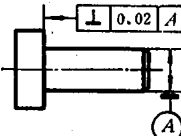
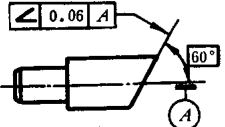
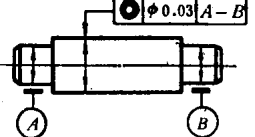
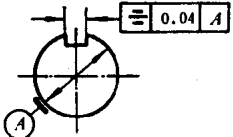
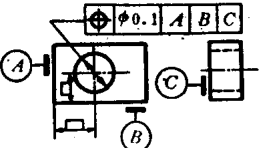
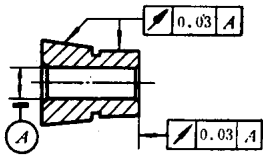
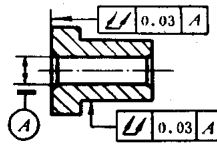
项 目	符 号	含 义 简 介	应 用 举 例
直线度	—	零件被测要素直线（如轴线、母线、平面的交线、平面内的直线）直的程度	 $\phi 25h8$ 圆柱面上任一母线的直线度公差为 0.02
平面度		零件被测要素平面平的程度	 被测表面上任意 100×100 的正方形的面积上平面度公差为 0.01
圆 度	○	零件的回转表面（圆柱面、圆锥面、球面等）横剖面上的实际轮廓圆的程度	 $\phi 40H7$ 孔轮廓表面的圆度公差为 0.007
圆柱度		零件上被测圆柱轮廓表面的实际形状对理想圆柱相差的程度	 $\phi 50h6$ 圆柱轮廓表面的圆柱度公差为 0.004
线轮廓度		零件上被测的实际轮廓线对理想轮廓线相差的程度	 外形轮廓的线轮廓度公差为 0.02
面轮廓度		零件上被测的实际轮廓面对理想轮廓面相差的程度	 椭球面轮廓的面轮廓度公差为 0.04

三、位置精度

位置精度是指零件上点、线、面要素的实际位置相对于理想位置的准确程度。国家标准(GB 1182~1184-80)规定了八项位置公差，其项目名称、符号、含义简介及应用举例见表 1-4。

形状公差和位置公差习惯称为形位公差。在图样上标注形位公差值时要根据零件的具体要

表 1-4 位置公差及应用举例

分类	项目	符 号	含 义 简 介	应 用 举 例
定向	平行度	//	零件上被测要素(面或直线)相对于基准要素(面或直线)平行的程度	 被测平面对基准平面 A 的平行度公差为 0.02
	垂直度	⊥	零件上被测要素(面或直线)相对于基准要素(面或直线)垂直的程度	 被测端面对基准轴线 A 的垂直度公差为 0.02
	倾斜度	<	零件上被测要素(面或直线)与相对于基准要素(面或直线)应倾斜的理想位置相差的程度	 被测斜面对基准轴线 A 的倾斜度公差为 0.06
定位	同轴度	◎	零件上被测回转表面的轴线相对于基准轴线同轴的程度	 被测圆柱面的轴线对基准 A、B 公共轴线的同轴度公差为 $\phi 0.03$
	对称度	≡	零件被测要素(中心平面、直线或轴线)相对于基准要素(中心平面、直线或轴线)对称的程度	 键槽的中心平面对基准轴线 A 的对称度公差为 0.04
	位置度	⊕	零件上被测要素(点、线、面)的实际位置相对于理想位置偏离的程度	 孔的轴线对基准 A、B、C 所确定的孔理想位置的位置度公差为 $\phi 0.1$
跳动	圆跳动	/	被测的回转表面相对于以基准轴线为轴线的理论回转面的偏离程度。根据测量方向的不同,有端面、径向、斜向圆跳动	 被测端面、外圆、锥面对基准轴线 A 的端面、径向、斜向圆跳动公差为 0.03
	全跳动	∥	含义与圆跳动相似,不同的是反映整个表面的跳动,有端面、径向全跳动	 被测端面、外圆对基准轴线 A 的端面、径向全跳动公差为 0.03

求,考虑加工的经济性,按 GB1184-80 形位公差数系表确定被测要素的公差值。若零件图样上未注出形位公差,则加工时应遵循 GB1184-80“形状和位置公差未注公差”的规定。

四、表面粗糙度

在切削加工中,由于刀痕、振动以及刀具和工件之间的摩擦,在工件的已加工表面上不可避免地要产生一些微小的峰谷。表面上微小峰谷的高低程度称为表面粗糙度,也称微观不平度。即使是光滑的磨削表面,放大后也会发现具有高低不平的微小峰谷。

1985年1月1日开始实施的表面粗糙度国家标准(GB3503-83、GB1031-83、GB131-83)规定了表面粗糙度的评定参数和评定参数允许值数系。常用的评定表面粗糙度的参数是轮廓算术平均偏差 R_a 和微观不平度十点高度 R_z 。

轮廓算术平均偏差 R_a 在取样长度 l 内,被测轮廓上各点至轮廓中线偏距绝对值的算术平均值(见图 1-5)。

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \quad \text{或近似为} \quad R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

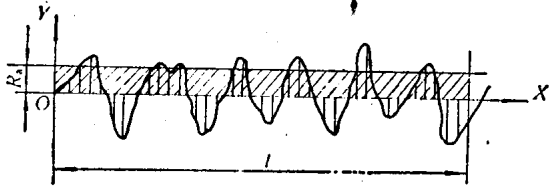


图 1-5 轮廓算术平均偏差

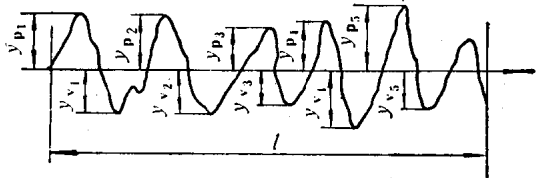


图 1-6 微观不平度十点高度

微观不平度十点高度 R_z 在取样长度 l 内,5个最大的轮廓峰高 y_{p_i} 的平均值与5个最大的轮廓谷深 y_{v_i} 的平均值之和(见图 1-6),谷深不取成负值。

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 y_{p_i} + \sum_{i=1}^5 y_{v_i} \right)$$

表面粗糙度对零件的尺寸精度和零件之间的配合性质、零件的接触刚度、耐腐蚀性以及磨损、密封等均有重要影响。在设计零件时,需要根据具体条件选择适当的评定参数及其允许值。表面粗糙度的允许值愈小,加工愈困难,成本愈高。表 1-5 为表面特征、表面粗糙度 R_a 、 R_z 允许值及相应的切削加工方法说明。

在常用数值范围内($R_a=0.025\sim6.3\mu\text{m}$, $R_z=0.1\sim25\mu\text{m}$),在图样上标注应优先选用 R_a 。在

表 1-5 表面粗糙度 R_a 、 R_z 允许值及加工方法表

表面要求	表面特征	$R_a(\mu\text{m})$		$R_z(\mu\text{m})$		加工方法	旧国标光洁度级别代号
		第1系列	第2系列	第1系列	第2系列		
不加工	毛坯表面清除毛刺	100		1600	1250		8
				800	1000		
				400	630 500		

续表 1-5

表面要求	表面特征	$R_a(\mu\text{m})$		$R_z(\mu\text{m})$		加工方法	旧国标光洁度 级别代号
		第1系列	第2系列	第1系列	第2系列		
粗加工	明显可见的刀纹	50	80 63	200	320 250	粗车 粗铣 粗刨 钻 粗铰	$\nabla 1$
	可见刀纹	25	40 32	100	160 125		$\nabla 2$
	微见刀纹	12.5	20 16.0	50	80 63		$\nabla 3$
半精加工	可见加工痕迹	6.3	10.0 8.0	25	40 32	半精车 精车 精铣 精刨 粗磨	$\nabla 4$
	微见加工痕迹	3.2	5.0 4.0	12.5	20 16.0		$\nabla 5$
	不见加工痕迹	1.60	2.5 2.0		10.0 8.0		$\nabla 6$
精加工	可辨加工痕迹的方向	0.80	1.25 1.00	6.3	5.0 4.0	精铰 刮 精拉 精磨	$\nabla 7$
	微辨加工痕迹的方向	0.40	0.63 0.50	3.2	2.5 2.0		$\nabla 8$
	不辨加工痕迹的方向	0.20	0.32 0.25	1.6	1.25 1.00		$\nabla 9$
精密加工	暗光泽面	0.100	0.160 0.125	0.80	0.63 0.50	精密磨削 珩磨 研磨 超精加工 抛光	$\nabla 10$
	亮光泽面	0.050	0.080 0.063	0.40	0.32 0.25		$\nabla 11$
	镜状光泽面	0.025	0.040 0.032	0.20	0.160 0.125		$\nabla 12$
	雾状光泽面	0.012	0.020 0.016	0.100	0.080 0.063		$\nabla 13$
	镜面		0.010 0.008	0.050 0.025	0.040 0.032	镜面磨削 研磨	$\nabla 14$

R_a 、 R_z 允许值的数系中,标注时应优先选用第一系列的允许值。旧国标光洁度的每一等级都有对应 R_a 、 R_z 的数值范围,本书转换为表面粗糙度时,选用 R_a 相应数值范围中的最小值。图 1-7 为表面粗糙度与表面光洁度在图样上的标注对比。

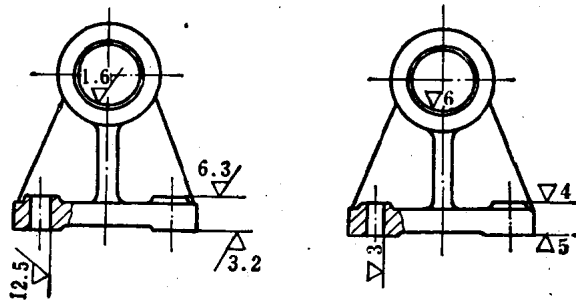


图 1-7 表面粗糙度与表面光洁度标注对比

§ 1-3 金属切削刀具

一、刀具材料

1. 刀具材料应具备的性能

切削过程中,刀具的切削部分要承受很大的压力、摩擦、冲击和很高的温度,因此刀具切削部分的材料应具备以下性能:

(1) 高的硬度 刀具材料的硬度必须高于工件材料的硬度,以便切入工件。在常温下,刀具材料的硬度一般应在 HRC60 以上。

(2) 足够的强度和韧性 强度主要指抗弯强度 σ_{bb} , 韧性是指冲击韧性 a_k 。只有具备足够的强度和韧性,才能承受切削力和切削时产生的振动,以防刀具脆性断裂和崩刃。

(3) 高的耐磨性 即抵抗磨损的能力。

(4) 高的耐热性 是指刀具在高温下仍能保持硬度、强度、韧性和耐磨等性能。

(5) 一定的工艺性能 为便于刀具本身的制造,刀具材料还应具有一定的工艺性能,如切削性能、磨削性能、焊接性能及热处理性能等。

2. 刀具材料的种类

(1) 工具钢 包括碳素工具钢和合金工具钢。

碳素工具钢淬火后的硬度为 HRC60~64,但耐热性差,在 200~250°C 即开始丧失原有的硬度。常用于制造低速 ($v < 8\text{m/min}$)、简单的手工工具,如锉刀、刮刀、手用锯条等。常用的牌号有 T10A、T12A 等。

合金工具钢含有适量的铬、钨、锰等合金元素,耐磨性比碳素工具钢有所提高,耐热温度约为 350~400°C,而且热处理变形小,淬透性较好。一般用来制造丝锥、板牙等形状较为复杂,切削速度不高的刀具 ($v < 10\text{m/min}$)。常用的牌号有 CrWMn、9CrSi 等。

(2) 高速钢 又称锋钢、白钢。是以钨、铬、钒、钼为主要合金元素的高合金钢。