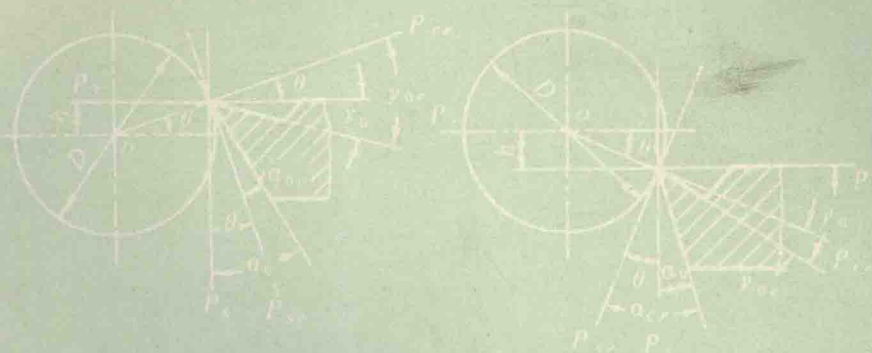


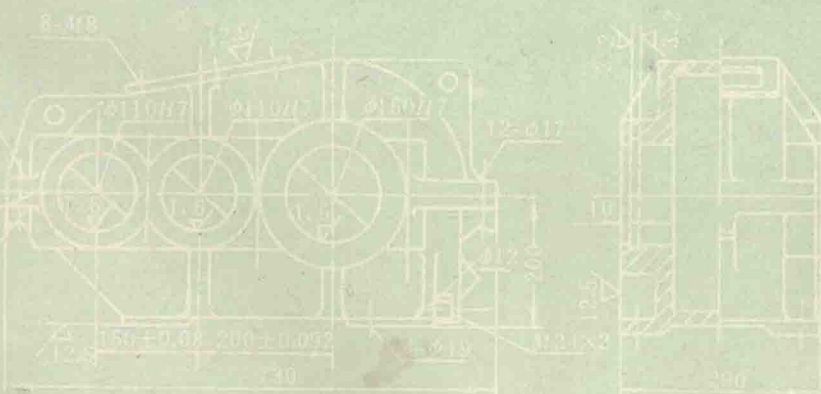
高等学校教学用书



徐庆莘 张引霞 主编

机械加工工艺基础

机械加工工艺基础

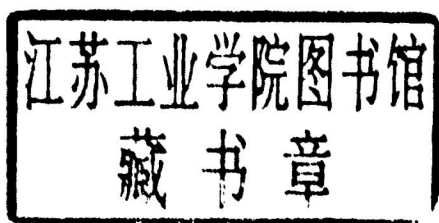


中国矿业大学出版社

高等学校教学用书

机械加工工艺基础

徐庆莘 张引霞 主编



中国矿业大学出版社

(苏)新登字第010号

内 容 提 要

本书系根据国家教委 1986 年批准的《高等工业学校工程材料及机械制造基础课程教学基本要求》中“机械加工工艺基础”部分的要求编写而成。

本书内容包括有金属切削加工的基本理论、金属切削机床的基本知识、各种表面的加工方法、特种加工、零件结构工艺性、机械加工工艺的经济效益分析及表面技术等。本书备有附表介绍了表面粗糙度、切削用量、辅助平面及刀具几何角度新旧对照。

教材为煤炭系统高等工业学校机械类、矿机类、工企管理各专业使用,也可各类成人高校、职工大学机械类专业教学用书,以及有关工程技术人员参考。

责任编辑 安乃隽

技术设计 关湘雯

高等学校教学用书

机械加工工艺基础

徐庆莘 张引霞 主编

中国矿业大学出版社出版

新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷

开本 787×1092毫米 1/16 印张 11 字数 265千字

1991年11月第一版 1991年11月第一次印刷

印数: 1—5200 册

ISBN 7-81021-537-X

TH·9

定价: 2.90元

前 言

本书是根据国家教委 1986 年审定的高等工业学校《工程材料及机械制造基础课程教学基本要求》，在总结煤炭系统十几所高等工科院校多年教学和实践经验的基础上，并结合矿业机械设备的特点，汲取了国内外同类教材中的优点而编写。

本书是《工程材料及机械制造基础》教材的第二册。《热加工工艺基础》、《机械加工工艺基础》和《金工实习》是各自独立而又互相联系的一套教材。本书充分注意了与金工实习教材的分工与配合，删略了一些传统的繁琐枝节内容，在金工实习的感性认识基础上，重点是工艺理论的阐述、工艺方案的比较和实例对比，将内容给予适度的加深和拓宽，注意培养学生的逻辑思维能力和解决实际问题的能力。本书采用了新的国家标准，更新了大部分图表，全书既反映了技术上的先进性，又强调了机械加工的工艺性。在贯彻经济观点和质量第一的基础上，将生产率、成本、质量作为统一体来考虑。本书还增编了反映材料表面性能优化、改善材料表面性能、提高产品质量、延长其使用寿命的“表面技术”一章。

本书从矿山机械等专业学生实际需要出发，扼要讲述了金属切削加工原理、金属切削加工机床、机械加工工艺及零件结构工艺性等基本内容外，还对各种表面的加工方法、特种加工、机械加工经济效益分析及表面技术也作了重点讲述。在书末附有表面粗糙度、切削用量、辅助平面及刀具几何角度新旧标准对照等附表，以供读者参考。

本教材以突出矿业机械的特点和煤炭生产的需要，具有以下特色：加强横向联系及综合分析，以表面加工工艺为主线形成体系，加强综合比较和经济分析；以制造为主兼顾修理，以单件、小批为主兼顾大批量生产；结合矿山机械零部件进行举例分析讲述。如以单体液压支柱油缸（直径 $\phi 100$ 毫米、长 1040 毫米、壁厚 7 毫米）作为孔加工例子分析讲述。

本书作为煤炭系统高等工科院校机械类、矿机类、矿山机电类、工企管理类各专业教材使用，也可作为煤炭系统职工大学、各类成人高校等机类专业用教材，及有关工程技术人员参考。本书安排在金工实习之后讲授，需用 30~32 学时。

本书由徐庆莘、张引霞主编，前言和第八章由山东矿业学院徐庆莘编写；第一、七章由山东矿业学院程宁编写；第二、五章由山西矿业学院孙琳如编写；第三章由河北煤炭建筑工程学院陈玲编写；第四、六章由中国矿业大学张引霞编写。

本书由中国矿业大学安乃隽主审。焦作矿业学院曾华、高幼玲描图，在此表示衷心感谢。

由于水平有限，时间仓促，某些探索改革很不成熟，书中难免存在不少缺点和错误，敬请读者指正。

编 者

一九九〇年九月

目 录

★第一章 金属切削加工的基本原理.....	(1)
第一节 基本概念.....	(1)
第二节 金属切削刀具.....	(4)
第三节 金属切削过程.....	(18)
第四节 工件材料的切削加工性.....	(28)
★第二章 金属切削机床.....	(32)
第一节 机床的分类与编号.....	(32)
★第二节 机床的机械传动.....	(33)
★第三节 机床的传动系统.....	(38)
第四节 机电一体化技术在机床上的应用.....	(43)
★第三章 各种表面的加工方法.....	(47)
第一节 外圆表面的加工.....	(47)
第二节 内圆表面的加工.....	(55)
第三节 平面的加工.....	(67)
第四节 成形面加工.....	(72)
第五节 齿轮加工.....	(80)
第四章 特种加工.....	(95)
第一节 电火花加工.....	(95)
第二节 电解加工.....	(97)
第三节 超声波加工.....	(99)
第四节 激光加工.....	(101)
★第五章 零件的结构工艺性.....	(103)
★第六章 机械加工工艺基本知识.....	(112)
第一节 基本概念.....	(112)
第二节 工件的安装与定位.....	(117)
第三节 机械加工工艺规程的制订.....	(123)
第四节 典型零件加工实例.....	(128)
第五节 成组技术简介.....	(135)
第七章 机械加工技术经济分析.....	(142)
第一节 机器结构的标准化、系列化、通用化.....	(142)
第二节 提高劳动生产率的途径.....	(144)
第三节 工艺过程经济分析.....	(146)
第八章 表面技术.....	(149)
第一节 概述.....	(149)

第二节 表面腐蚀的防护.....	(150)
第三节 表面强化技术概述.....	(155)
第四节 表面强化技术及其应用.....	(157)
附录	(167)
附表 I	(167)
附表 II	(167)
参考文献	(168)

第一章 金属切削加工的基本原理

用刀具借助刀具与工件的相对运动,从工件上切除一层多余的金属变为切屑,而加工后的工件,其形状、尺寸和表面质量均符合图纸规定要求的加工,称为金属切削加工。

由于机械的类型和性能千差万别,因此对被切削零件的材料、形状、尺寸及加工精度的要求就各不相同,而相应的金属切削加工的方法也是多种多样。但是各种切削加工方法在切削运动、切削刀具和切削过程的物理实质、基础理论等方面,却具有共同的现象和规律。这些现象和规律是认识各种切削加工方法的实质的共同基础。

第一节 基本概念

一、工件上的三个加工表面

图 1-1 是外圆车削示意图。从切削加工过程的角度看,工件表面可以分为三个不断变化着的表面。

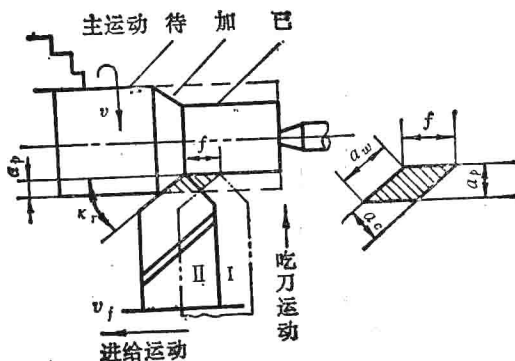


图1-1 外圆车刀示意图

(一) 已加工表面 通过刀具切削所产生的合乎要求的表面,即工件上已经切去多余金属的表面。

(二) 待加工表面 工件上即将被切除金属的表面。

(三) 加工表面 切削刀正在工件上加工的表面。这个表面是已加工表面和待加工表面之间的过渡表面。

§2. 二、切削运动分析及切削要素

要切除工件表面的金属,刀具和工件之间必须有相对运动,如图 1-2 所示。根据在切削过程中所起的作用,切削运动可分为主运动和进给运动。

(一) 主运动

主运动是从工件上把切屑切下来所必需的运动,也是速度最高、消耗功率最大的运

表面形状	加工方式	主运动	进给运动	表面形状	加工方式	主运动	进给运动
外圆柱面	车削	工件旋转	刀具连续移动	平面	刨削	刀具往复移动	工件间歇移动
端平面				键槽	插削	刀具垂直往复移动	工件间歇移动
平面	铣削	刀具旋转	工件连续移动	内圆柱面	拉削	刀具直线移动	
台阶面				齿廓表面	滚削	刀具旋转	工件旋转
成形面							
内圆柱面	钻镗削	刀具旋转	刀具(或工件)移动	外圆柱面	磨削	砂轮旋转	工件纵向移动
				平面		砂轮旋转	工件横向移动

图 1-2 典型加工方式

动。对每种加工方法而言，主运动只有一个。^{形式多样}主运动可以是旋转运动，如车削时工件的旋转运动和钻削时钻头的旋转运动；也可以是直线运动，如刨削时刀具的直线往复运动。主运动方向为刀具切削刃上选定点相对于工件的瞬时运动方向。[?]

(二) 进给运动

进给运动是使切削工作连续进行下去，从而加工出完整表面的运动。进给运动可能有一个或几个。根据具体情况，进给运动可以是连续的或间断的，运动方向可以是直线、圆周或曲线。

三、切削要素

切削用量和切削层参数合称为切削要素。

(一) 切削用量

1. 切削速度(v)

主运动的线速度称为切削速度。它表示在单位时间内工件和刀具沿主运动方向相对移动的距离，其单位是 m/s 。

主运动为旋转运动时，切削速度的计算公式

$$v = \frac{\pi d n}{1000 \times 60} \quad (\text{m/s})$$

式中 d ——工件直径 d_w 或刀具(铣刀、砂轮等)直径 d_o (mm)；

n ——工件或刀具(钻头、铣刀、砂轮等)的转速(rpm)。

主运动为往复运动时，工件(或刀具)的平均切削速度的计算公式

$$v = \frac{2Ln_r}{1000 \times 60} \quad (\text{m/s})$$

式中 L ——往复运动行程长度(mm)；

n_r ——主运动每分钟的往复次数(str/min)。

2. 进给量(f)

工件(或刀具)每旋转一周，^{进给一个运动循环}刀具(或工件)沿进给运动方向的相对位移量称为进给量，单位为 mm/r 。

对于刨削等主运动为往复直线运动的加工，规定其间隙进给量的单位为 $\text{mm/d} \cdot \text{str}$ ($\text{d} \cdot \text{str}$ ——双行程)。

3. 切削深度(a_p)

切削刃切入工件的深度称为切削深度。它表示工件上已加工表面与待加工表面之间的垂直距离，单位为 mm 。外圆车削时，切削深度可用下式计算

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (\text{mm})$$

$f \uparrow \rightarrow a_p \uparrow$
 $a_p \uparrow \rightarrow a_w \uparrow$

式中 d_w ——工件待加工表面的直径，mm；

d_m ——工件已加工表面的直径，mm。

切削速度 v 、进给量 f 和切削深度 a_p 称为切削用量三要素。

(二) 切削层参数

切削层是指工件上正被刀刃切削着的一层金属，亦即相邻的两个加工表面之间所夹着的一层金属。如图 1-1 所示，当工件旋转一圈时，车刀的主切削刃沿工件的轴线方向移

动一个进给量 f 后,车刀由位置 I 行进到位置 II,位置 I 与位置 II 之间的一层金属即为切削层。通常规定切削层的剖面形状和尺寸在垂直于切削速度的基面内观察和度量。切削层的尺寸称为切削层参数,它包括切削厚度 a_c 、切削宽度 a_w 和切削面积 A_c 。

1. 切削厚度(a_c)

切削层的厚度简称切削厚度、它是两相邻的加工表面之间的垂直距离。在外圆纵车时,它与进给量之间有如下关系

$$a_c = f \cdot \sin \kappa_r \quad (\text{mm})$$

切削厚度对切削层变形、切削力、切削热和刀具磨损等有着明显的影响。

2. 切削宽度(a_w)

切削层的宽度简称切削宽度。它是沿主切削刃量得的待加工表面与已加工表面间的距离,也就是主切削刀的工作长度。在外圆纵车时,它与切削深度之间有如下关系

$$a_w = \frac{a_p}{\sin \kappa_r} \quad (\text{mm})$$

切削宽度愈大,生产率愈高。一般情况下,切削宽度对切削过程的影响较小。

3. 切削面积(A_c)

切削层的面积简称切削面积,它是基面中切削层的截面面积。其计算公式为

$$A_c = a_c \cdot a_w = f \cdot a_p \quad (\text{mm}^2)$$

第二节 金属切削刀具

一、刀具材料

(一) 对刀具材料性能的要求

在切削过程中,刀具要受到切削力、摩擦和切削热的作用,因此刀具材料必须具备以下几项性能:

1. 硬度 硬度是刀具材料所具备的基本特性。刀具材料的硬度至少要高于被切削材料的 1.3~1.5 倍以上,一般常温硬度都在 HRC60 以上。

2. 强度和韧性 由于刀具在切削过程中受到很大的压力、冲击和振动,因此刀具材料必须具有足够的强度和韧性,以减少刀刃和刀齿的破损。

3. 耐磨性 刀具材料应具有良好的耐磨性。耐磨性取决于硬度、化学成分和显微组织。

4. 耐热性 它是刀具材料在高温下保持硬度、耐磨性、强度和韧性的主要指标。一般用温度表示刀具材料的耐热性。

5. 工艺性 刀具应易于制造。因此刀具材料应具有较好的被切削性能、可磨性、高温塑性、焊接性能及热处理性能等。

(二) 常用的刀具材料

刀具材料的种类很多,常用的金属材料有碳素工具钢、合金工具钢、高速钢和硬质合金;非金属材料有陶瓷、金刚石和立方氮化硼等。各种材料的主要性能及应用,见表 1-1 所示。

由于碳素工具钢,合金工具钢的热硬性等性能较差,允许的切削速度低,仅用于手动

和低速刀具,因此,目前工业生产中应用最广的两种金属材料是高速钢和硬质合金。

表 1-1 常用刀具材料主要性能比较

种 类	常用牌号 ✓	机 械 性 能				相对 价格 (高 速钢 = 1)	工 艺 性 能	★ 用 途
		室温硬度	抗弯强度 σ_{bb} (GPa)	耐热性 ($^{\circ}\text{C}$)	冲击韧性 a_k MJ/m ²			
✓ 碳素工具钢	T10A T12A	HRC60~64	2.35	200	/	0.3	可冷热加工成型,磨削性能好,易磨出锋利刃口,需热处理	用于手动工具,如丝锥、板牙、铰刀、锯条、锉刀等 <i>低速用</i>
合金工具钢	CrWMn 9SiCr	HRC60~65	2.35	300	/		同上	用于手动或低速机动工具,如机用丝锥、板牙、拉刀等
高 速 钢	W15Cr4V	HRC62~70 (HRA82~87)	3.43	600	0.294	1	同上	主要用于形状较复杂的刀具,如钻头、铣刀、拉刀、齿轮刀具,也可用于车刀、刨刀
硬 质 合 金	YG3 <i>钴钨类</i>	HRA89	1.47	800~1000	/	10	不能冷热加工,多做为镶片使用,刃磨困难,无需热处理	适用于铸铁、青铜等脆性金属
	YT15 <i>钴钨钨类</i>	HRA91	1.13	800~1000	/	10		适用于碳钢,合金钢等塑性金属
金 属 陶 瓷	AM	HRA91~94	0.39~0.49	1200~1450	/	15	同上	适用于高速切削,可加工高硬度(如淬火钢),高精度零件
金 刚 石		HV10000	0.2~0.48	700~800	/	/	刃磨极困难	主要用于制造磨具与磨料和有色金属的高精度、低粗糙度切削
立方氮化硼	CBN	HV8000~9000	0.29	1400~1500	/	/	压制烧结而成,要用金刚石砂轮刃磨	可用于加工淬火钢、高温合金

1. 高速钢 是含钨(W)、铬(Cr)、钒(V)等合金元素较多的工具钢。高速钢具有较高的强度。在所有的刀具材料中,高速钢材料的抗弯强度和冲击韧性最高。高速钢的红硬性远高于合金工具钢,所以切削速度可以比合金工具钢高出1~2倍。但在近代工业中,它仍难于承受高速切削时的高温,所以目前主要用于制造中等切削速度及形状复杂的刀具,例如刨刀、铣刀及齿轮刀具等,而且常做成整体结构。

由于生产中不断出现各种高强度钢、高硬度钢、高温合金及钛合金等新型难加工材料,原有高速钢已不能胜任切削工作,因此又研制出一些高性能高速钢,例如铝高速钢、粉末冶金高速钢等。使其硬度,热硬性得到提高。

2. 硬质合金 硬质合金是以钨的碳化物(WC),钛的碳化物(TiC)粉末为主要成分,以钴(Co)、钼(Mo),或镍(Ni)为粘结剂在真空炉或氢气还原炉中烧结而成的粉末冶金制品。硬质合金的耐热性较高,允许的切削速度为高速钢的4~10倍,但其抗弯强度和冲击韧性较高速钢低。目前许多刀具如车刀、端面铣刀和铰刀等都以硬质合金做为主要刀具材料。随着硬质合金性能的不断提提高,应用范围在不断扩大。

硬质合金的种类和牌号很多,我国把常用的硬质合金分为三类:

(1) 钨钴类(WC—Co) 这类硬质合金的硬质相是WC,粘结剂相为Co。代号为YG。其抗弯强度较高,韧性较好,主要用于加工铸铁和有色金属。

(2) 钨钛钴类(WC—TiC—Co) 这类硬质合金的硬质相除WC外,还有TiC5~30%,代号为YT。由于含有TiC,提高了与钢的粘结温度及防扩散性能,耐磨性和热硬性高于YG类硬质合金,但抗弯强度较低,主要用于加工钢件。

(3) 钨钛钽(铌)钴类(WC—TiC—TaC(Nb)—Co) 这类硬质合金是在钨钛钴类硬质合金成分中添加了TaC(NbC)而成的,代号为YW。因此,它高温硬度和强度大大提高,耐热性和耐磨性也有所提高,既可用于加工铸铁和有色金属及合金,又可加工钢,故又称通用硬质合金。

3. 非金属材料

(1) 陶瓷刀具材料

目前常用的是 Al_2O_3 基陶瓷刀具材料,是用高纯度 Al_2O_3 加微量添加剂经压制烧结而成。其硬度高,热硬性好,在高温下也不易起化学反应,在高速切削钢与铸铁时,刀具的磨损很少,特别适用于高速切削。但它的抗弯强度低,对机械冲击极为敏感。目前常采用增加金属粘结剂的方法提高 Al_2O_3 陶瓷材料的抗弯强度。

(2) 金刚石 金刚石有天然及人造金刚石两种。生产中常用的是采用人工合成金刚石的高温高压工艺,将金刚石的粉末聚晶成大颗粒聚晶金刚石。金刚石的硬度和耐磨性能比其它任何刀具材料性能高出1~2数量级。但由于韧性较差,与铁的亲和作用大,因而主要用于铁族金属以外的金属及非金属材料的切削。

(3) 立方氮化硼(CBN) 立方氮化硼是由软的六方氮化硼(白石墨)在高温高压下加入催化剂转变而成的。其热稳定性高,以及与铁族元素的化学惰性大,故多用切削淬火钢,冷硬铸铁等,并可代替磨削而使加工效率大大提高,是一种前途广泛的刀具材料。

刀具材料虽然种类繁多,根据统计资料,主要使用的刀具材料仍是高速钢和硬质合金,占刀具总产值的97~98%;陶瓷刀具材料占0.3%左右;金刚石及立方氮化硼占0.2~0.3%;碳素工具钢和合金工具钢占1~2%。但从发展趋势看,金刚石及立方氮化硼所占比例逐年增加,而碳素工具钢及合金工具钢所占比例逐年下降。

二、刀具构造

车刀、刨刀均属单刃刀具,而钻头、铣刀和砂轮等为多刃刀具,虽然它们形状不同,但其切削部分的几何形状与参数都具有共性。不论刀具构造如何复杂,就切削部分来说,都可以近似地看成是外圆车刀切削部分的演变。即外圆车刀的切削部分是各种刀具切削部分的基本形态,如图1-3所示。因而我们以车刀为重点,分析其切削部分的几何形状,以确立刀具的一般性的基本定义。

★ (一) 单刃刀具切削部分的基本定义及其几何角度

1. 车刀切削部分的表面与切削刃

车刀上直接参加切削的刀头,称为车刀的切削部分。如图1-4所示。可以看出车刀切削部分由三面二刃一尖组成。

1) 前刀面(A_f)——切屑在其上部流出的表面。前刀面直接作用于被切削的金属层。

2) 主后刀面(A_s)——在切削过程中,刀具与工件上的加工表面相对的面。

3) 副后刀面(A'_s)——在切削过程中,刀具上与工件上的已加工表面相对的面。

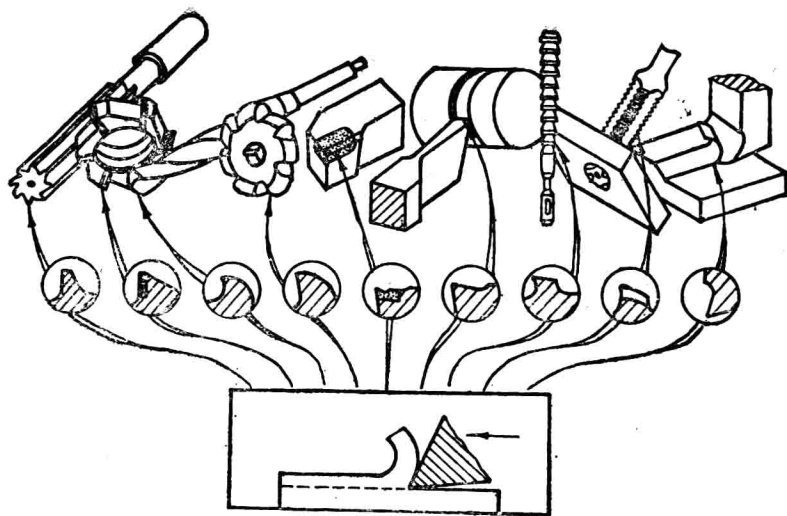


图1-3 各种刀具切削部分的形状

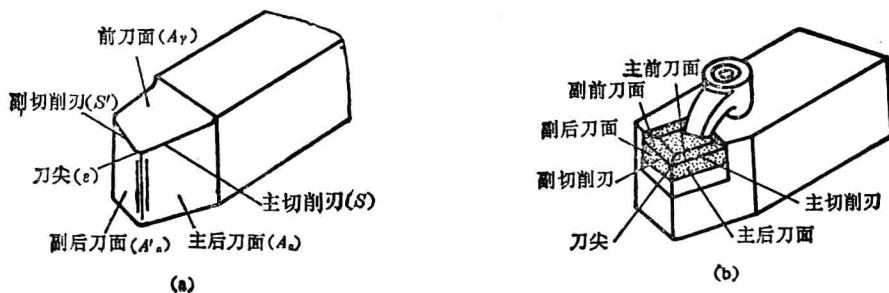


图1-4 刀具切削部分的结构要素

a—具有公共前刀面车刀； b—分别具有主前刀面和副前刀面车刀

- 4) 主切削刃(S)——前刀面与主后刀面的交线。切削时,它担任主要的切削工作。
- 5) 副切削刃(S')——前刀面与副后刀面的交线。副切削刃邻近刀尖的部分配合主切削刃参加材料的切除工作,并且最终完成已加工表面的形成工作。

6) 刀尖(e)——主切削刃与副切削刃相交的部位。它可以是一个实际交点;也可以是把两条切削刃连接起来的一段圆弧或一段直线,称为过渡刃。

很多刀具由于切削工作的需要,原则上每条切削刃都可以有单独的前刀面和后刀面,但为了设计、制造和刃磨的方便,经常是各切削刃在一个公共前刀面上,如图1-4a所示。

2. 车刀的几何角度

1) 刀具角度的参考系

为确定刀具各表面的空间位置,必须有一个坐标平面参考系。这个参考系必须与切削过程的运动相联系,并能以其为基准,用角度值来反映刀面与切削刃的空间方位,此方位角称为刀具标注角度。它是画刀具图时所标注的角度,也是刀具制造、刃磨和测量所用的角度。为使参考系中的坐标平面与刀具刃磨和测量基准面一致,此参考系是在如下的假定条件下制定的。

两个假设 1) $V_f = 0$ 2) 理想安装

(1) 假设运动条件 刀具标注角度均忽略进给运动(即 $v_f = 0$),以主运动矢量 v 代

替合成主运动矢量 $\vec{v}_s$;

(2) 假设安装条件 规定刀杆的中心线与进给运动方向垂直,刀尖与工件中心等高。

于是参考系中的坐标平面可分别定义如下:

切削平面 P_s ——切削刀上被选点的切削平面,是通过这一点并与这一点的加工表面相切的平面(也是包含这一点的切削速度矢量的平面)。 $\therefore P_s \perp \vec{v}_s$

基面 P_r ——切削刀上被选点的基面,是通过这一点并与这一点的切削速度矢量相垂直的平面。 $\therefore P_r \perp \vec{v}_s$

显然,切削平面与基面相互垂直。在假定安装条件下,车刀的基面为一与刀具底面平行的水平面,而切削平面为一铅垂面。

有了切削平面和基面这个坐标平面参考系后,还必须有测量平面。

主剖面 P_0 ——通过切削刀被选点,且同时垂直于基面和切削平面的平面,即是垂直于主切削刃在基面上投影的平面。 $\perp P_{rj}, P_{rj} S.$

切削平面、基面和主剖面组成刀具标注角度参考系。也称主剖面参考系,如图1-5所示。车刀角度就是在这个参考系中测量。

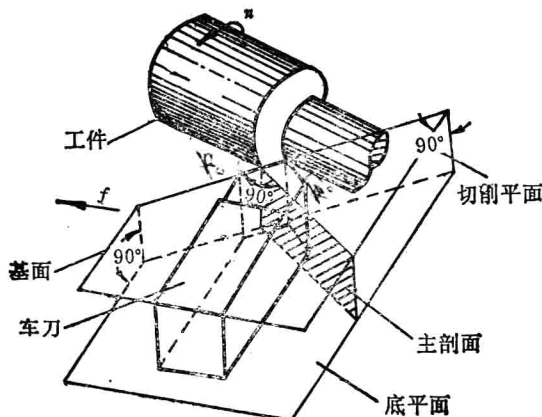


图1-5 确定车刀几何角度的辅助平面

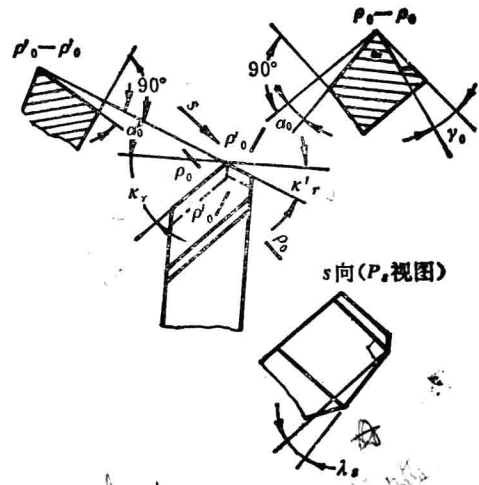


图1-6 车刀的标注角度

2) 车刀的标注角度

车刀在主剖面参考系中测量的主要角度有五个,如图1-6所示。

(1) 前角 γ_0 ——前刀面与基面之间的夹角。前角是一个很重要的角度。它影响切屑力、切屑变形和刀头强度。前角越大,刀刃也就越锐利,切削时就越省力。但前角的增加对刀刃的强度和散热性有不利影响。前角可在 $-5^\circ \sim 35^\circ$ 之间选用,精加工或加工塑性好的材料时,宜选用较大值;粗加工、断续切削或加工强度、硬度高的材料时,可取较小值。

(2) 后角 α_0 ——后刀面与切削平面之间的夹角。后角表示后刀面相对于加工表面的位置。后角大则后刀面和加工表面之间的摩擦小,但后角过大又影响刀刃的强度。后角可在 $2^\circ \sim 12^\circ$ 之间选用,精加工时取大值;粗加工、强力切削时取小值。

前角和后角是在主剖面中测量的角度。

2.1 $A_{2.5}$ 2.4 度增大

(3) 主偏角 κ_r ——进给方向与主切削刃在基面上的投影之间的夹角。主偏角能改变径向切削力与轴向切削力的比例,改变切削厚度与切削宽度的比例,改变切削刃参加工作的长度。主偏角可在 $30^\circ \sim 90^\circ$ 之间选用,对于刚性好的工件,选用较小值,反之取较大值。

(4) 副偏角 κ'_r ——进给方向与副切削刃在基面上的投影之间的夹角。副偏角影响已加工表面的粗糙度,并影响副切削刃与工件已加工表面的摩擦。副偏角可在 $5^\circ \sim 20^\circ$ 之间选用,精加工或工件刚性好时选用较小值,反之取较大值。

(主偏角和副偏角是在基面中测量的角度。)

(5) 刃倾角 λ_s ——主切削刃与基面的夹角。当刀尖是切削刃最低点时, λ_s 为负值;当刀尖是切削刃上最高点时, λ_s 为正值。刃倾角有增强刀尖,延缓切入时的冲击和控制切屑流动方向及卷曲等作用。刃倾角可在 $-10^\circ \sim +5^\circ$ 之间选用。粗加工时宜选用小值,反之取大值。

(刃倾角是在切削平面内测量的角度。)

3) 刀具的工作角度

上述的刀具标注角度是在不考虑进给速度及安装完全符合假定条件下确定的,其参考系是静态角度参考系。如果考虑进给运动和实际安装的情况,参考系将发生变化。根据实际切削工作所确定的参考系称为工作参考系。在此参考系中确定的刀具几何角度,称为刀具的工作角度。这时的切削平面和基面应以合成速度 v_s 作为分析依据。

(1) 进给运动对工作角度的影响

图1-7所示是切断刀加工的情况。在不考虑进给运动时,切断刀的刀刃上被选点的轨迹为圆,切削平面 P_s 为通过被选点的切平面,基面 P_r 为过该选点与切削平面垂直的面,标注前角及后角为 γ_0 及 α_0 。考虑进给运动后,被选点的轨迹为阿基米德线,从而切削平面 P_s 变为通过切削刃上被选点切于螺旋面的工作切削平面 P_{se} ,基面也相应倾斜为工作基面 P_{re} 。工作切削平面 P_{se} 与切削平面 P_s 之间的角度为 η ,而主剖面 P_{oe} 不变。

工作参考系 $[P_{re}P_{se}P_{oe}]$ 内工作角度 γ_{oe} 和 α_{oe} 为

$$\left. \begin{aligned} \gamma_{oe} &= \gamma_0 + \eta \\ \alpha_{oe} &= \alpha_0 - \eta \end{aligned} \right\} \quad (1-7)$$

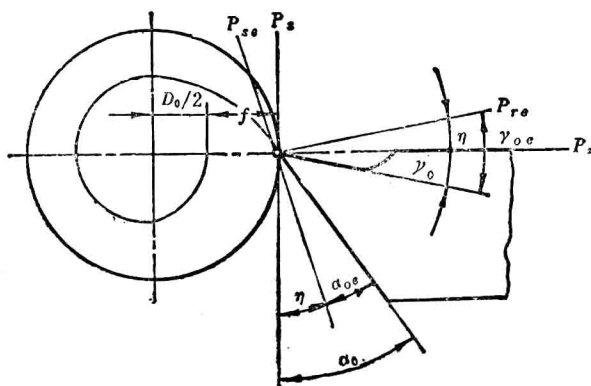


图1-7 横向进给运动对工作角度的影响

(2) 刀尖安装高低对工作角度的影响

在生产中往往通过适当调整刀具的高低来改变刀具的角度,以获得合理的数值,如图1-8所示。对外圆车刀来说,当刀尖安装得高于工件中心线时,切削平面将变为 P_{re} ,基面变为 P_{re} ,因此其工作前角增大,工作后角减小。内孔车刀角度变化则恰好相反。若切削刃低于工件中心线,则工作前角减小,工作后角增大。即

$$\left. \begin{aligned} \gamma_{oe} &= \gamma_0 \pm \theta \\ \alpha_{oe} &= \alpha_0 \mp \theta \end{aligned} \right\}$$

θ 值可由图1-8得出下列关系式

$$\sin \theta = \frac{2h}{D}$$

式中 h ——切削刃高于或低于工件中心的距离(mm);

L ——工件加工表面的直径(mm)。

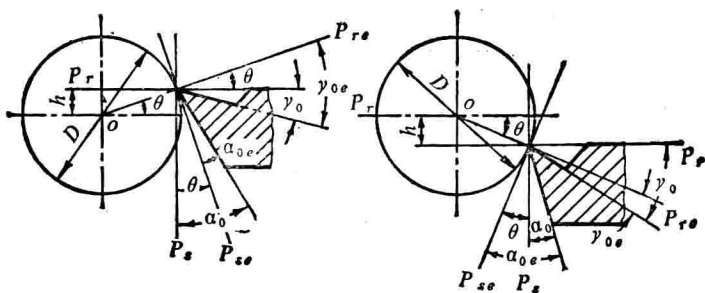


图1-8 刀尖安装高低对工作角度的影响

(3) 刀杆中心线与进给方向不垂直的影响

安装车刀时,若车刀的刀杆与进给方向不垂直,则车刀的工作主、副偏角将发生变化。当刀杆向右偏装时,则工作主偏角 κ_{re} 增大,工作副偏角 κ'_{re} 减小。若将刀杆向左偏装,则工作主偏角 κ_{re} 减小,工作副偏角 κ'_{re} 增大(图1-9所示)。

即

$$\left. \begin{aligned} \kappa_{re} &= \kappa_r \pm G \\ \kappa'_{re} &= \kappa'_r \mp G \end{aligned} \right\}$$

式中 G ——进给运动方向的垂直线与刀杆中心线间的夹角。

在普通机床上,为了适应机床、工件的刚度,避免振动的发生,有时可将刀架旋转,使

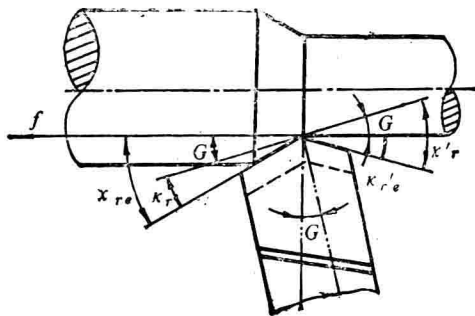


图1-9 刀杆中心线不垂直对进给方向的影响

刀杆偏斜,以改变主偏角 κ_r 。

(二) 多刃刀具

1. 钻头

钻头是一种使用量很大的孔加工刀具。它用来在实体材料上钻孔或扩大已有孔的直径,通常作为粗加工。钻出孔的精度一般在IT11级以下,表面粗糙度 $Ra = 20 \sim 10 \mu m$ 。钻头的种类虽然很多,但使用较多且较典型的是高速钢麻花钻。在图1-10上开两个螺旋槽。

1) 麻花钻的结构

如图1-10所示,麻花钻的结构可分为三部分: $\left\{ \begin{array}{l} \text{装夹部分} \\ \text{导向部分} \\ \text{切削部分} \end{array} \right\}$ 工作部分。

(1) 尾部 它是钻头的夹持部分,并用以传递动力。根据钻头直径的大小,可分为直柄和锥柄两种。钻头直径 $\leq 12mm$ 以下时可用直柄;直径 $> 12mm$ 以上时可用莫氏锥柄。

(2) 颈部 它联接工作部和尾部。磨制尾部时供砂轮退刀用,并供钻头打印标记用。

(3) 工作部 工作部又分为导向部分和切削部分:

导向部分是由两个对称的螺旋形刃瓣所组成,用来保持钻头工作时方向。为了减少导向部分与孔壁的摩擦,导向部分的外径由钻尖向尾部逐渐减小,每100mm长度上直径相差 $0.04 \sim 0.08mm$ 。此外在刃瓣上有凸出的棱带,以减少摩擦面积。另外,导向部分又是切削部分的后备部分。为了提高钻头的强度和刚度,其工作部分的钻芯做成正锥体,从切削部分向尾部逐渐增大,增大量每100mm长度上为 $1.4 \sim 1.8mm$ 。

切削部分担负主要的切削工作。它由两个螺旋槽表面即前刀面、两个经刃磨而成的三面刃磨而成。

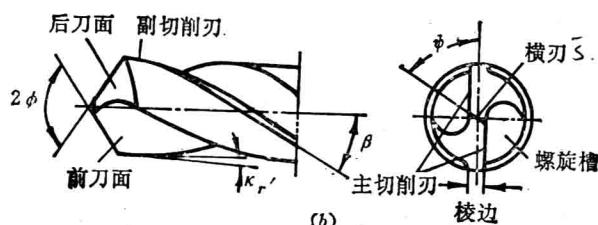
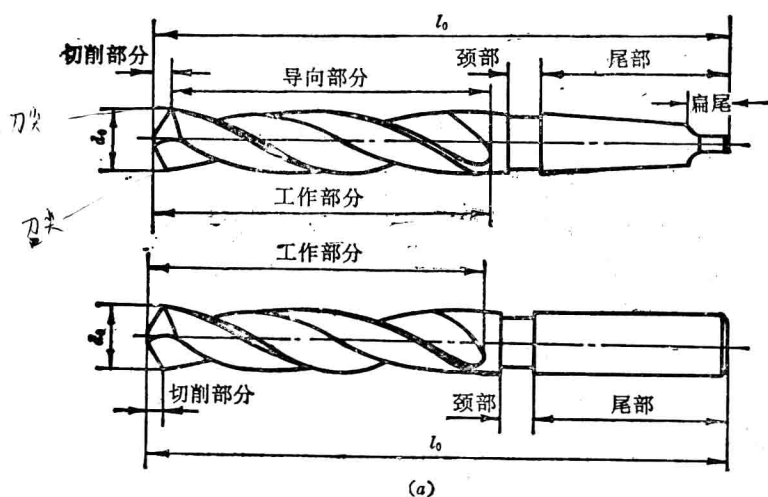


图1-10 麻花钻的组成及切削部分