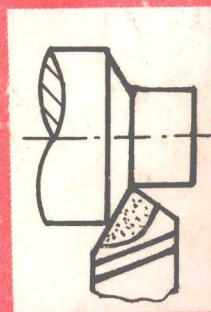
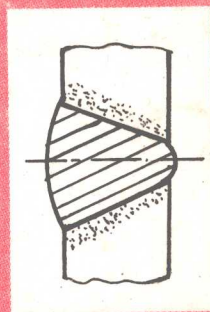
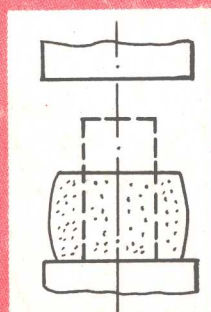
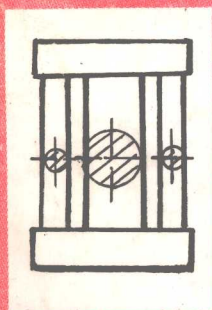


高等学校试用教材

机械加工工艺基础

工程材料及机械制造基础 Ⅲ

华垂统 王志海 主编



武汉工业大学出版社

内容提要

本书是根据国家教委批准印发的《工程材料及机械制造基础》Ⅲ——机械加工工艺基础课程教学基本要求编写的。

全书内容共包括:切削加工基础知识;切削机床的基本知识;车削加工;钻削和镗削加工;刨削、插削和拉削加工;铣削加工;磨削加工;齿轮加工;组合机床及数控机床简介,特种加工及零件机械加工工艺过程的基础知识等。书中附有大量的图表。全书共分六章,按 25 学时编写的。

本书可作为高等院校机械类、近机类、管理类各专业的教材,也可作为自修大学、夜大学、电大及函授等有关专业的教材,以及有关工程技术人员、管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工工艺基础/华垂统,王志海主编. —武汉:武汉工业大学出版社,1997. 8

工程材料及机械制造基础系列教材

ISBN 7-5629-1293-9

I. 机… I. ①华… ②王… III. 金属切削-教材 IV. TG5

武汉工业大学出版社出版发行

(武昌珞狮路 14 号 邮政编码 430070)

湖北省地质图印刷厂

*

开本:787×1092 1/16 印张:10.25 字数:260 千字

1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—2000

定价:14.00 元

前 言

本书是根据国家教委批准发印发的《工程材料及机械制造基础》Ⅲ——机械加工工艺基础课程教学基本要求编写的。编写的指导思想是以课程教学要求为基础,总结国内各院校教学改革的实践经验,吸收国内外同类教材的优点,既注意学生基础知识的掌握,又注重学生实际工作能力的培养。

全书系统地综合地介绍了各种切削加工方法的特点及应用,并通过典型零件、典型工艺的分析,力求使理论与实际、原理与工艺密切结合。

书中各种加工方法自成体系,并与其它加工方法有着密切的联系,如各种加工方法的结构工艺性问题就是如此。

本书由华垂统和王志海主编。参加编写人员及分工是:吕素敏参加编写第一章;王志海参加编写第二章,第四章;华垂统参加编写绪论、第三章的第1节,第2节及第3节;华剑参加编写第三章的第4节及第5节和第五章的第1节及第2节;王玉伏参加编写第五章的第3节及第六章。在编写本材料过程中得到了武汉汽车工业大学教务处、材料科学与工程系的领导以及金工教研室全体老师的大力支持。在此谨表示衷心的感谢。

在编写过程中,邓楚南、李启友对文字图表进行了审阅,徐红对图表的处理作了大量的工作,在此一并表示致谢。

由于我们水平有限,编写时虽然在教材体系上和内容上有较大探索性的变动,但由于经验不足,缺点和错误在所难免,恳切希望广大读者提出改进意见。

编 者

1997年元月28日于武汉汽车工业大学

目 录

绪论	(1)
第一章 金属切削的基础知识	(2)
§ 1-1 切削运动及切削要素	(2)
§ 1-2 刀具材料及构造	(4)
§ 1-3 金属切削过程	(12)
§ 1-4 产品质量、生产率和经济性的概念	(18)
§ 1-5 提高切削加工技术经济效益的途径	(20)
习题	(28)
第二章 金属切削机床的基础知识	(29)
§ 2-1 金属切削机床的分类及编号	(29)
§ 2-2 机床的基本传动方法	(32)
§ 2-3 机床的变速机构	(36)
§ 2-4 普通车床的传动系统分析	(38)
§ 2-5 牛头刨床的传动系统简介	(40)
§ 2-6 磨床的液压系统简介	(43)
§ 2-7 高效机床及自动线简介	(45)
习题	(47)
第三章 各种加工方法综述	(48)
§ 3-1 车削加工	(48)
§ 3-2 钻镗加工	(64)
§ 3-3 刨削、插削和拉削加工	(76)
§ 3-4 铣削加工	(84)
§ 3-5 磨削加工	(96)
习题	(105)
第四章 齿轮齿形的加工	(107)
§ 4-1 渐开线齿轮概述	(107)
§ 4-2 成形法加工圆柱齿轮齿形	(112)
§ 4-3 展成法加工圆柱齿轮齿形	(115)
§ 4-4 齿轮齿形的精加工	(119)
习题	(123)
第五章 机械加工工艺过程	(124)
§ 5-1 主要表面加工方法选择	(124)
§ 5-2 机械加工工艺过程的基本知识	(129)
§ 5-3 典型零件工艺过程举例	(139)
习题	(149)
第六章 数控机床和特种加工	(150)
§ 6-1 数控机床简介	(150)
§ 6-2 特种加工	(154)
习题	(160)

绪 论

现代机器中,大多数零件的精度和粗糙度是靠机械加工来保证的,由此可知,机械加工在工业生产中的重要地位。

机械加工大都是在机床上利用刀具进行切削来实现的。常见机床的主要工作(加工方法)是本书的中心内容。首先要了解切削加工和切削机床的有关基础知识,以便在懂得它们的基本原理和共同规律的基础上,逐步掌握常见机床的主要工作。

本教材着重介绍车床、铣床、刨床、插床、拉床、磨床、镗床等的加工特点及应用,同时还介绍各种机床加工零件时的结构工艺性问题。

一个机器零件的加工,往往要在不同的机床上,经过多种加工方法来完成。机械加工工艺过程则是各种加工方法的综合运用。

本书的基本要求:

1. 初步掌握各种主要切削加工方法的基本原理、工艺特点及应用。同时重点掌握各种加工方法对零件的要求,即结构工艺性问题。还应通过学习具有选择零件加工方法的基础知识;

2. 了解各种切削加工方法所用设备、工具的工作原理、与加工方法有关的结构和应用范围;

3. 了解零件的机械加工工艺过程,并对中等复杂程度的机械零件制定加工工艺规程。

分析机床加工方法时,可从刀具和工件的安装以及产生需要的相对运动两方面进行。先通过车床的主要工作,了解刀具和工件的具体安装方法及相对运动的组合,从而具体理解在机床上加工工件,必须解决刀具和工件的安装以及产生所需的相对运动。这对学习钻、刨、铣、磨等类型的机床的主要工作原理将有很大帮助。

随着现代化工业的迅猛发展,机械加工在机器制造领域中占有相当重要的地位。在各类型机器制造厂中,切削加工一般都占全部工艺劳动量的很大比重。可以说,从日常生活中的简单器具到工业生产中的复杂机器设备,都离不开切削加工,因此切削加工在工农业生产、国防科技各部门中有着重要的地位和作用。

第一章 金属切削的基础知识

金属切削加工的形式多种多样,但它们的切削过程有着共同的现象和规律。这些现象和规律是学习和应用各种切削加工方法的共同基础。本章将扼要的介绍这些基础知识。

§ 1-1 切削运动及切削要素

一、切削运动

各种切削加工的切削运动,都是由一些简单的运动单元组合而成的。直线运动和回转运动是切削加工的两个基本运动单元。按照运动单元在切削过程中所起的作用不同,可以分为主运动和进给运动。

1. 主运动

主运动是切下切屑最基本的运动(如图 1-1 中 I)。在切削加工中主运动只有一个,它可由刀具完成也可由工件来完成。

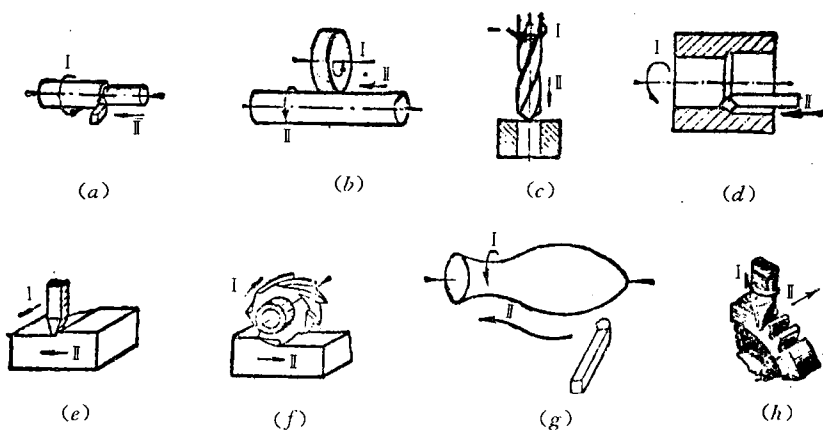


图 1-1 切削运动和加工表面

(a)车外圆面;(b)磨外圆面;(c)钻孔;(d)车床上钻孔;
(e)刨平面;(f)铣平面;(g)车成形面;(h)铣成形面

2. 进给运动

进给运动是使金属层不断投入切削,从而加工出完整表面所需的运动(如图 1-1 中 II)。它可以是一个,也可以是几个,可由刀具完成也可由工件完成,可以是连续进行也可以是间歇进行。

在切削运动中,工件上的切削层不断地被切离并转变为切屑,从而加工出所需要的工件新表面。在这个过程中,工件上有三个不断变化着的表面(图 1-2)。

- 1)待加工表面:即将被切去金属层的表面;
- 2)加工表面:主切削刃正在切削的表面;

3)已加工表面:已经切去多余金属而形成的新表面。

二、切削要素

切削要素分切削用量要素和切削层剖面要素两大类。

1. 切削用量要素(简称切削用量)

在一般切削加工中,切削用量包括切削速度、进给量和切削深度三个要素。

1) 切削速度

切削刃上选定点相对于工件的主运动的瞬时速度。

单位为 m/s。

、若主运动为旋转运动(如图 1-1 中的车削、外圆磨削、铣削等),切削速度为其最大的线速度,其计算公式如下:

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

式中 d ——工件上待加工表面 d_w 或刀具直径 d_0 (mm);

n ——工件或刀具的转速(r/s)。

若主运动为直线运动(如刨削、插削等),则常以其平均速度为切削速度,

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

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。

2) 进给量

在一个工作循环(或单位时间)内,刀具与工件之间沿进给运动方向的相对位移。用进给速度 v_f (mm/s)或每转进给量 f (mm/r)或每齿进给量 a_f (mm/z)表示。显而易见

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

3) 切削深度

切削深度为工件上已加工表面和待加工表面间的垂直距离,用 a_p 表示,单位为(mm),对

外圆车削来说 $a_p = \frac{d_w - d_m}{2}$ (mm);对于钻孔 $a_p = \frac{d_m}{2}$ (mm)。

式中 d_w ——工件待加工表面直径
(mm);

d_m ——工件已加工表面直径
(mm)。

2. 切削层剖面要素

切削层是指工件上正被切削刃切削的一层金属,即两个相邻加工表面之间的那层金属(图 1-3),切削层的大小和形状直接决定了车刀切削部分所承受的负荷大小及切下切屑的形状

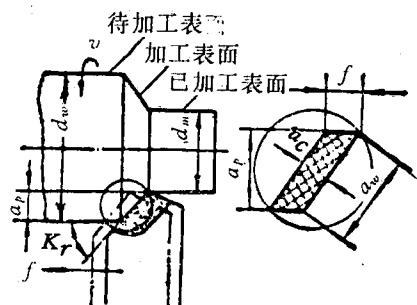


图 1-2 车外圆的切削要素

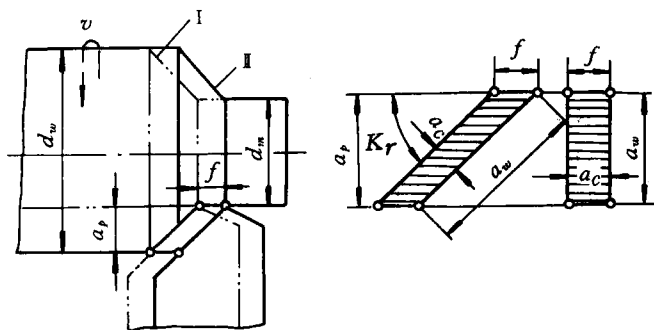


图 1-3 外圆纵车时切削层的参数

和尺寸。切削层剖面的尺寸称为切削层的几何参数。为了简化计算工作,切削层的几何参数一般在垂直于切削速度的平面内观察和度量,它包括切削厚度、切削宽度、切削面积。

1) 切削厚度 a_c

相邻加工表面间的垂直距离,单位为 mm。

$$a_c = f \cdot \sin K_r \text{ (当 } \lambda_r = 0 \text{ 时, } \lambda_r \text{ 为刃倾角)}$$

2) 切削宽度 a_w

沿主切削刃度量的切削层尺寸。单位为 mm。

$$a_w = a_p / \sin K_r \text{ (当 } \lambda_r = 0 \text{ 时)}$$

3) 切削面积 A_c

切削层在垂直于切削速度平面内截形的面积。单位 mm^2 ,

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

这里计算的为名义切削面积(图 1-4 中的 ABCD),实际切削面积 $A_{c'}$ 等于名义切削面积减去残留面积 ΔA_c ($\Delta A_c = \triangle ABE$ 的面积) 所得之差。

$$\Delta A_{c'} = A_c - \Delta A_c$$

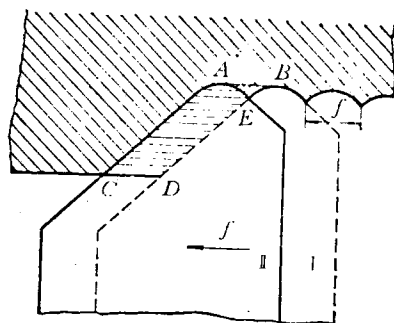


图 1-4 残留面积

§ 1-2 刀具材料及构造

刀具一般都是由夹持部分和工作部分组成的,夹持部分主要是传递运动和动力的,工作部分是直接完成切削工作的,刀具切削性能的优劣,主要取决于工作部分的材料是否具备应有的性能、工作部分的形状、结构是否合理。

一、刀具材料

1. 对刀具材料的基本要求

刀具材料一般是指工作部分的材料,刀具对工件进行切削时,工作部分不仅要承受较高切削温度的作用,还要承受较大的压力、摩擦、冲击和振动的作用,因此,刀具材料必须具备以下的基本要求:

1) 较高的硬度

刀具材料的硬度必须高于工件材料的硬度,常温硬度要求在 HRC60 以上。

2) 足够的强度和韧性

较高的强度能承受较大的切削力,一般以抗弯强度 σ_w 来衡量。足够的韧性使刀具在切削时能承受较大的冲击载荷和振动,一般以冲击值 a_k 衡量韧性的大小。

3) 有较好的耐磨性

好的耐磨性可以抵抗切削过程中的磨损维持一定的切削时间。

4) 较高的耐热性

所谓耐热性是指在高温下仍能保持较高硬度的性能,又称红硬性或热硬性。各种刀具材料切削性能的好坏主要显示在高温下。

5) 较好的工艺性

为便于刀具的制造、要求刀具材料要有良好的可加工性(锻、焊、切削加工)、可磨削性及好

的热处理性能(如热处理变形小、脱碳层薄和淬透性好等)。

目前还没有一种刀具材料的上述性能都是最佳的,而是各有所长。因此我们应根据工件材料、加工要求选择合适的刀具材料。为此,必须了解常用刀具材料的性能和特点。

2. 常用的刀具材料

在切削加工中常用的刀具材料有工具钢(碳素工具钢、合金工具钢、高速钢)、硬质合金和其他高硬度的刀具材料(如陶瓷、金刚石、立方氮化硼等)三大类。工具钢中的碳素工具钢和合金工具钢由于耐热性较低基本上被淘汰了,有时用来制造一些切削速度不高或手工工具,如锉刀、锯条等。高硬度的刀具材料由于受其工艺性的限制,其大量的开发利用还在进行着进一步地探讨。目前生产中应用最广的刀具材料是高速钢和硬质合金。

1) 高速钢

它是含 W、Cr、V 等合金元素较多的合金工具钢,它的耐热性、耐磨性和硬度虽比硬质合金低(耐 600℃ 温度,切削速度 $v \leq 30 \text{ m/min}$ 仍可满足一般工程材料的加工)但其强度和韧性高于硬质合金(见表 1-1),可磨的很锋利,再加上工艺性较好特别是热处理不易变形等特点可制造形状复杂的刀具,而且价格也低廉,故生产中应用较为广泛。普通高速钢 W18Cr4V 是我国使用较为普遍的刀具材料,常用于制造麻花钻、铣刀、铰刀、拉刀、齿轮刀具等。

通过调整化学成分和添加其他合金元素,使其性能在普通高速钢的基础上进一步提高,出现了高性能高速钢,如钴高速钢 M42 (110W1.5Mo9.5Cr4VCo8)、铝高速钢 (W6Mo5Cr4V2Al) 等。后者是立足于我国资源研制成功的无钴高速钢,性能好,生产成本较低,已推广使用。

上述均为熔炼高速钢,它的质量受多方面因素的影响,其中对性能影响较大而又难以改善的因素是碳化物分布的均匀性及其大小的控制。于是出现了粉末冶金高速钢。粉末冶金法完全消除了碳化物偏析。其基本原理是将高频感应炉熔炼的钢液用高压惰性气体(氩气)雾化成粉末,再经过冷压和热压(同时进行烧结)制成致密钢坯,然后用一般的方法轧制或锻造成材。粉末冶金高速钢与熔炼高速钢相比,有很多优点:如韧性大、硬度高、材质均匀,热处理变形小,质量稳定可靠,故刀具耐用度较高。

2) 硬质合金

它是以高硬度、难熔的金属碳化物 WC、TiC 微米数量级的粉末,用 Co、Mo、Ni 等作粘结剂烧结而成的粉末冶金制品。它的硬度高,耐磨性好,耐热性高,允许的切削速度比高速钢高数倍,但其强度和韧性均较高速钢低,见(表 1-1),工艺性也不如高速钢。因此,硬质合金常制成

表 1-1 常用刀具材料

刀具材料	代表牌号	基 本 性 能			
		硬度 HRA (HRC)	抗弯强度 σ_b GPa (kgf/mm ²)	冲击韧性 a_k kJ/m ² (kgf·m/cm ²)	耐热性 ℃
高速钢	W18Cr4V	82~87 (62~69)	3.43~4.41 (350~450)	98~490 (1~5)	540~650
硬质合金	YG8 YT15	89.5~91	1.08~1.47 (110~150)	19.6~39.2 (0.2~0.4)	800~900
		89.5~92.5	0.88~1.27 (90~130)	2.9~6.8 (0.03~0.07)	900~1000

各种形式的刀片,焊接或机械夹固在刀体(刀杆)上使用。国产的硬质合金有钨钴类(YG类)和钨钛钴类(YT),YG类的主要成分是WC+Co,YT类的主要成分是WC+TiC+Co。它们的性能主要取决于金属碳化物的种类、性能、数量、粒度和粘结剂的份量。表1-2列出了几种碳化物的性能。

表 1-2 金属碳化物的某些性质

性 质 碳化物	熔点 ℃	硬度 HV	弹性模数 GPa (kgf/mm ²)	导热系数 W/(m·℃) (cal/(cm·s·℃))	对钢的粘 附温度
WC	2900	1780	706 (72000)	29.3 (0.07)	较低
TiC	3200~3250	3000~3200	315 (32100)	24.3 (0.058)	较高

钨钴类(YG类)主要适合于加工铸铁、有色金属及其合金等脆性材料。这是因为切削这类材料时易形成崩碎切屑,切削力集中在切削刃近旁的很小面积上,局部压力很大,并具有一定的冲击性,所以宜选用抗弯强度和韧性较好的YG类。试验证明,YG类与钢摩擦时,其耐磨性较YT类差。因此,一般情况下不推荐高速切削普通钢材。然而,对于高温合金、不锈钢等难加工材料,情况又有所不同。这类材料韧性大导热系数低,粘附性强,切削时消耗的能量多,切削力较大,切削温度也较高,因而对刀具材料抗弯强度和韧性的要求比耐磨性更为突出,同时要求刀具具有较好的导热性,以便降低切削温度,这就说明对于上述难加工材料选用YG类低速切削较为合适。钨钴类(YG类)硬质合金中常用的牌号有YG3、YG6、YG8,其中数字表示含Co量的百分数。

钨钛钴类硬质合金(YT类)比YG类硬度高,耐热性好,较耐磨,故适合于加工钢件。常用的牌号有YT5、YT15、YT30等,其中数字表示TiC含量的百分数。

正确选用适当牌号的硬质合金对于发挥其效能具有重要意义。表1-3列出了其应用范围。

表 1-3 各种硬质合金应用范围

牌 号	应 用 范 围	
YG3	硬度、耐磨性、切削速度、抗弯强度、韧性、进给量	铸铁、有色金属及其合金的精加工、半精加工、要求切削断面均匀、无冲击
YG6		铸铁、有色金属及其合金的半精加工和粗加工
YG8		铸铁、有色金属及其合金、非金属材料的粗加工、也可用于断续切削
YT30	硬度、切削速度、抗弯强度、韧性、进给量	碳素钢、合金钢、淬硬钢的精加工
YT15		碳素钢、合金钢在连续切削时的粗加工、半精加工、也可用于断续切削时的精加工
YT5		碳素钢、合金钢的粗加工、可用于断续切削

硬质合金的主要缺点是强度和韧性低,对冲击和振动敏感,近年来发展了涂层硬质合金,它是在韧性较好的 YG 类硬质合金基体表面涂敷 $4\sim 5\ \mu\text{m}$ 厚的一层 TiC 或 TiN(其硬度和耐磨性极高)。它既具有韧性较好的基体又具有硬度,耐磨性极高的表层,切削性能良好。

随着科学技术和工业的发展,出现一些高强度、高硬度的难加工材料,需要性能更好的刀具去加工,所以国内外对新型刀具材料进行了大量研究和探索。如人造金刚石、立方氮化硼等就是大有前途的刀具材料。

二、刀具构造

切削刀具种类繁多(图 1-5),但它们切削部分的几何形状与参数都有着共性,即它们的切削部分都是近似地以外圆车刀切削部分为基本形态。国际标准化组织(ISO)在确定刀具工作部分几何形状一般术语时就是以车刀切削部分为基础的,下面就以车刀为例进行分析和研究。

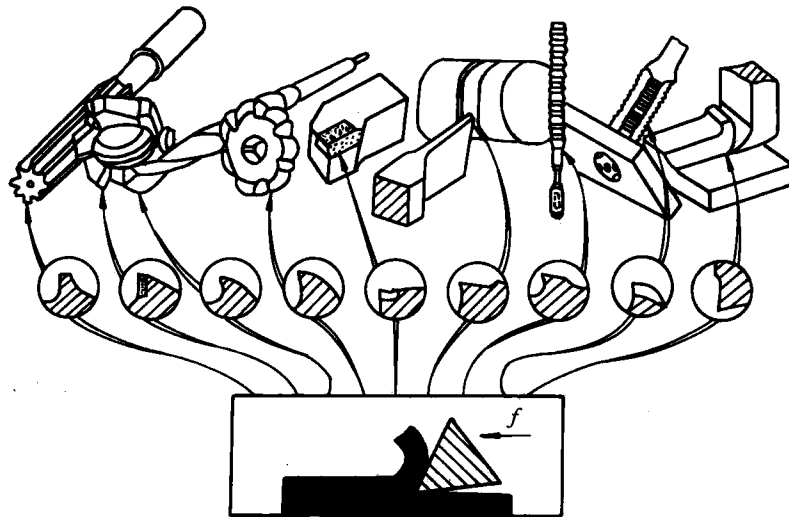


图 1-5 刀具的切削部分

1. 车刀切削部分的组成

典型的外圆车刀(图 1-6)切削部分是由三个刀面,二个刀刃、一个刀尖组成的。

前刀面:切屑流出时所经过的刀面。

主后刀面:在切削过程中,刀具上与工件的加工表面相对的刀面。

副后刀面:在切削过程中,刀具上与工件的已加工表面相对的刀面。

主切削刃:前刀面与主后刀面的交线,它担负着主要的切削工作。

副切削刃:前刀面与副后刀面的交线,它也起一定的切削作用。

刀尖:主切削刃和副切削刃相交的地方。实际上

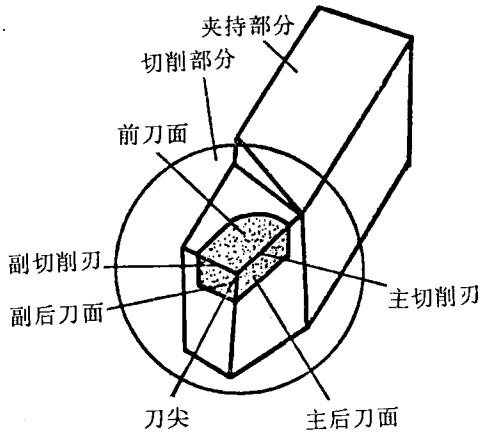


图 1-6 外圆车刀

刀尖并非绝对尖锐,而是一段过渡圆弧或直线。

2. 车刀切削部分的主要角度

为了便于切削,刀具切削部分要有一定几何形状,这几何形状由刀具标注角度来体现,也就是说,刀具标注角度确定了刀面和刀刃的空间位置。要确定刀具标注角度大小,就要有一个基准,基准不一样,角度的大小就不同。标注角度的基准是由三个辅助平面组成的标注角度参考系。

1) 标注角度参考系

a. 基面(P_r)

通过主切削刃上某一选定点,与该点切削速度方向相垂直的平面(图1-7),通常基面平行或垂直于刀具上便于制造、刃磨和测量的某一安装定位平面或轴线。普通车刀,刨刀的基面平行于刀具底面。钻头、铣刀等旋转类刀具其基面就是刀具的轴向剖面。

b. 切削平面(P_s)

通过切削刃某一选定点,与切削刃 S 相切,并垂直于基面 P_r 的平面,它与该点加工表面相切。

c. 主剖面(P_o)

通过主切削刃上某一选定点,与主切削刃在基面上的投影相垂直的平面。

P_r 、 P_s 、 P_o 组成一个正交的主剖面参考系,这是目前生产中最常用的刀具标注角度参考系。

2) 刀具标注角度

在刀具标注角度参考系中确定的切削刃和刀面的方位角度,称为刀具标注角度。它是刀具制造、刃磨和测量的依据。车刀的主要标注角度有以下几个(图1-8)。

a. 前角 γ_o

在主剖面中前刀面与基面的夹角。根据前刀面和基面相对位置的不同,其大小有正、负和零值之分(图1-9)

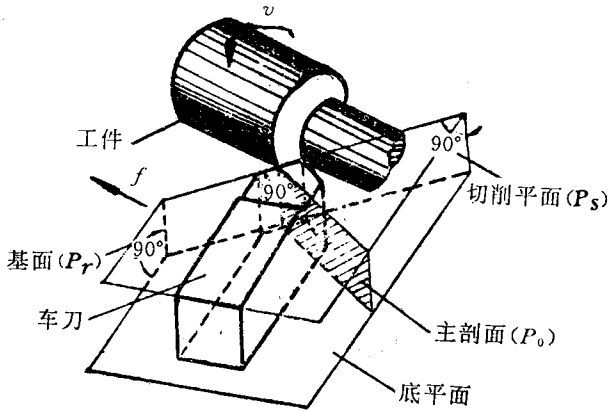


图 1-7 辅助平面

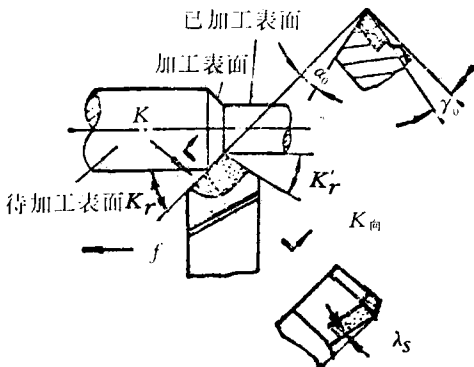


图 1-8 车刀的主要标注角度

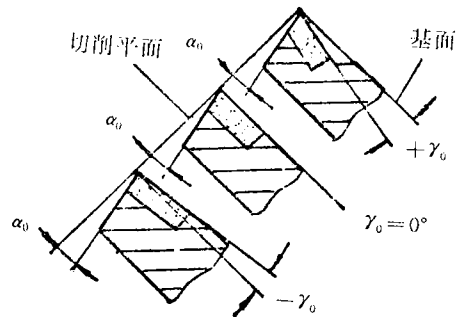


图 1-9 前角的正与负

b. 后角 α_0

在主剖面中,主后刀面与切削平面的夹角。

c. 主偏角 K_r

在基面上,主切削刃的投影与进给方向的夹角。

d. 副偏角 K_r'

在基面上,副切削刃的投影与进给反方向的夹角。

e. 刃倾角 λ

在切削平面中,主切削刃与基面的夹角。它亦有正、负和零值之分(图 1-10)。

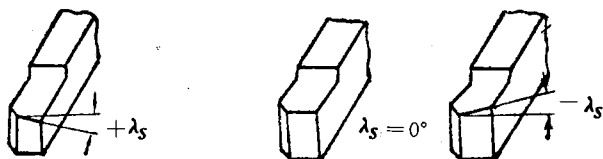


图 1-10 刃倾角的正与负

3) 工作角度

上述车刀的标注角度,是在假定运动条件和假定安装条件下确定的,即假定进给速度值很小,不考虑进给运动的影响;假定车刀刀尖与工件回转轴线等高以及刀杆纵向轴线垂直于进给方向等条件下确定的。实际切削时,上述条件可能被改变,坐标系中三个辅助平面的空间方位将发生变化(三个辅助平面始终正交),于是,刀具在切削过程中的实际切削角度不同于标注角度(图 1-11)。刀具在切削过程中的实际切削角度,称为工作角度。

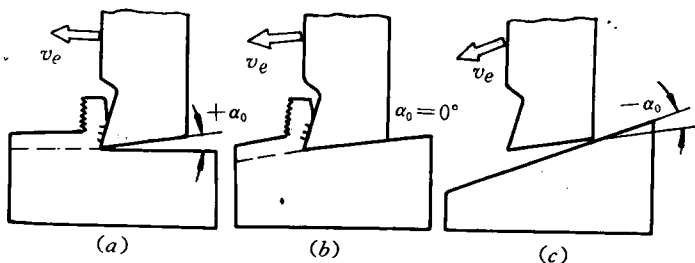


图 1-11 刀具工作角度示意图

工作角度是在工作角度参考系中度量的。确定工作角度参考系时考虑了进给运动的影响。即用合成切削速度 v 替换了标注角度参考系中的主运动速度 v ,同时考虑了刀具实际安装位置。图 1-12 考虑了进给运动对工作角度的影响。图 1-13 和图 1-14 考虑了刀具的安装对工作角度的影响。

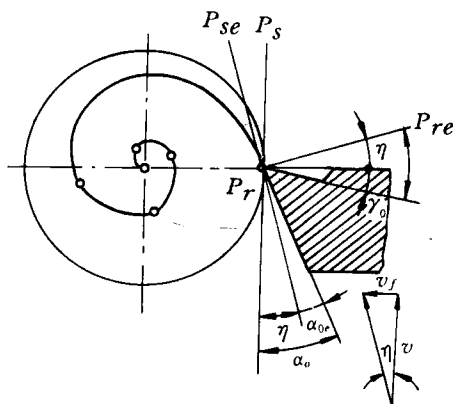


图 1-12 横向进给运动对工作角度的影响

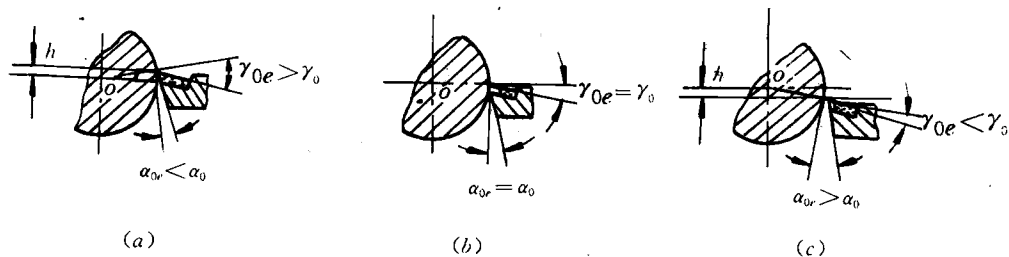


图 1-13 车刀安装高度对前角和后角的影响

(a) 偏高; (b) 等高; (c) 偏低

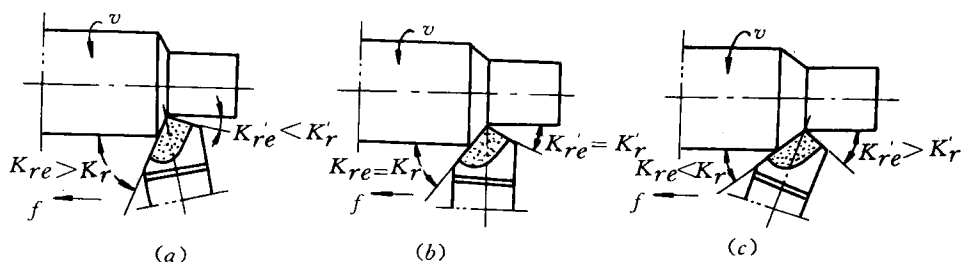


图 1-14 车刀安装偏斜对主偏角和副偏角的影响

由于通常的进给速度远小于主运动速度,且一般的安装与假定的安装条件误差不算太大,所以大多数场合下(如普通车削、镗孔、铣削)不必进行工作角度的计算,只有在角度值变化较大时(如车螺纹或丝杠、铲背或刀具安装特殊时)才需要计算工作角度。

3. 刀具的结构

刀具的结构形式,对刀具的切削性能、切削加工的生产效率和经济效益有着重要影响,下面仍以车刀为例,说明刀具结构的演变和改进。

车刀的结构形式有整体式、焊接式(图 1-15)、机夹重磨式(图 1-16)和机夹可转位式(图 1-17)等几种。

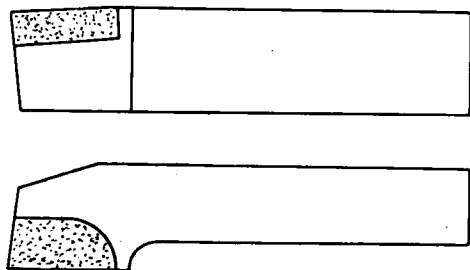


图 1-15 焊接车刀

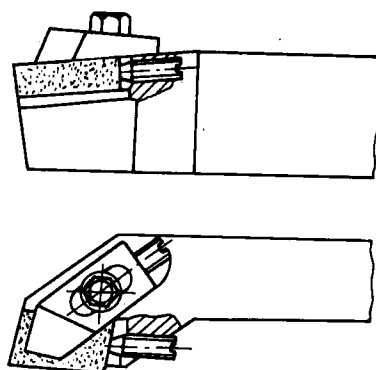


图 1-16 机夹车刀

整体式车刀其切削部分与刀体是一块整体材料。高速钢车刀多做整体式,截面为正方形或矩形,使用时可根据不同用途进行修磨。

焊接式车刀是在普通碳钢刀杆上镶焊硬质合金刀片,经刃磨而成,其结构简单、制造方便、刚性好、灵活性大,可根据不同加工条件和加工要求较方便地磨出所需角度,目前在车刀中仍占相当比例。

硬质合金焊接式车刀有不少缺点,主要是其切削性能主要取决于工人刃磨的技术水平,与现代化生产不相适应;此外,刀杆不能重复使用;刀片经过高温焊接和刃磨后易产生内应力和裂纹,使切削性能下降。

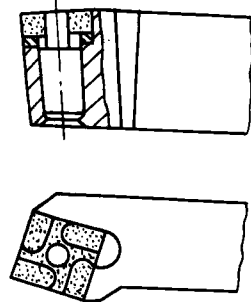


图 1-17 可转位车刀

机夹车刀(亦称机夹重磨式车刀)是将硬质合金刀片用机械夹固的方法安装在刀杆上的。它只有一个主切削刃,用钝后必须修磨。其主要特点是刀片与刀杆是

两个可拆开的独立元件,工作时靠夹紧元件把它们紧固在一起。它克服了高温焊接带来的缺陷,提高了刀具的切削性能。同时刀杆可以多次重复使用。常用的刀片夹固方式有上压式(图 1-18)和侧压式(图 1-19)。

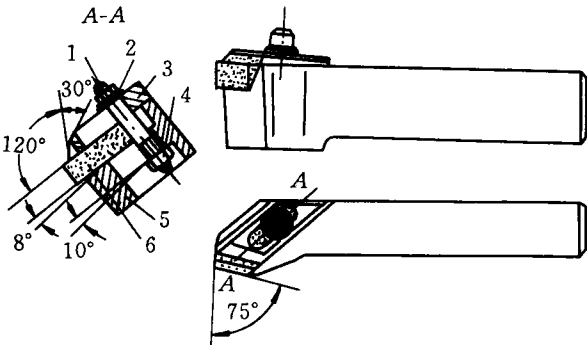


图 1-18 上压式机夹外圆车刀
1—螺钉;2—垫圈;3—压板;
4—螺母;5—刀杆;6—刀片

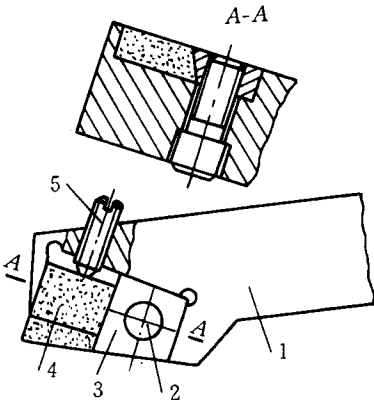


图 1-19 侧压式机夹车刀
1—刀杆;2—螺钉;3—楔块;
4—刀片;5—调整螺钉

可转位车刀也是机夹车刀的一类,它与普通机夹车刀的不同点在于刀片为多边形,每一边都可作为切削刃,用钝后只需将刀片转位即可重新投入切削。该刀结构稍复杂,它是由刀杆、刀片、刀垫和夹固元件组成的(图 1-20),其特点是刀片可以转位使用,当几个切削刃都用钝后再更换新的刀片。刀片夹固的典型结构有偏心式夹固(图 1-21),杠杆式夹固(图 1-22)等。

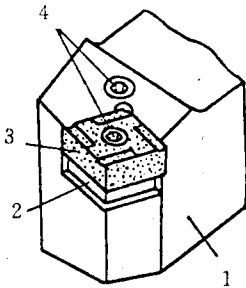


图 1-20 可转位车刀的组成
1—刀杆;2—刀垫;3—刀片;4—夹固元件

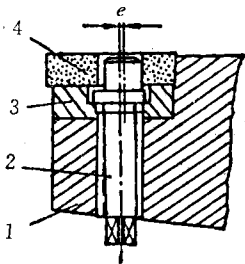


图 1-21 偏心式夹固结构
1—刀杆;2—偏心螺钉销;3—刀垫;4—刀片

可转位车刀除具有机夹车刀的优点外,其最大特点是车刀几何参数完全由刀片和刀槽保证,不受工人技术水平的影响。其次克服了磨刀、换刀、调刀等造成停机时间损失的缺点。因此,能够满足自动机床、数控机床和机械加工自动线等现代化大批量生产的需要,是当前车刀发展的主要方向。但它也有缺点,主要是其几何角度不能随切削条件的改变而任意变动。

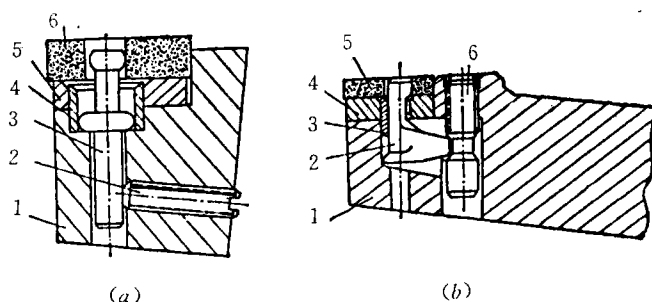


图 1-22 杠杆式夹固结构

(a) 直杆式

1—刀杆; 2—螺钉; 3—杠杆;
4—弹簧套; 5—刀垫; 6—刀片

(b) 曲杆式

1—刀杆; 2—曲杆; 3—半圆弹簧片;
4—刀垫; 5—刀片; 6—螺钉

§ 1-3 金属切削过程

所谓金属切削过程是指工件上一层多余的金属被刀具切除的过程和已加工表面的形成过程。在这个过程中始终存在着刀具与工件之间切削和抗切削的矛盾,并产生一系列的重要物理现象,如切屑变形、积屑瘤、切削力、切削热、刀具磨损等。它们的变化规律就是金属切削过程的基本规律。学习这些理论对于设计、选用与革新刀具、对于设计机床与夹具以及分析和解决金属切削加工中的一些工艺技术问题具有重要的意义。这些理论是通过科学实验和总结生产实践经验逐步建立起来的,其中有些问题还需要进行更深入的实验研究工作。

一、切屑形成过程及切屑种类

图 1-23 中(a)(b)是材料力学实验中金属的挤压实验示意图。当金属试件受压时,内部产生剪切应力与应变,剪切面 OM 、 AB 与作用力 R 的方向(最大剪应力与主应力的方向)大致成 45° 。偏挤压时(图 1-23(b)),试件上只有一部分金属(OB 线以上)受到挤压, OB 线以下由于有母体金属的阻碍,使金属不能沿 AB 滑移,而只能沿 OM 滑移。

图 1-23 中(c)是金属切削示意图。由图可知它与偏挤压很类似。(实际切削情况要比偏挤压复杂得多),位于刀具前方的切削层受到刀具对它的挤压作用力 R 的作用后,开始发生弹性变形,随着刀具的继续切入,金属内部的应力、应变继续增大,当应力达到材料屈服点时产生塑性变形,塑性变形的表现是切削层里的金属沿着倾斜的剪切面滑移。在很低的切削速度下切削

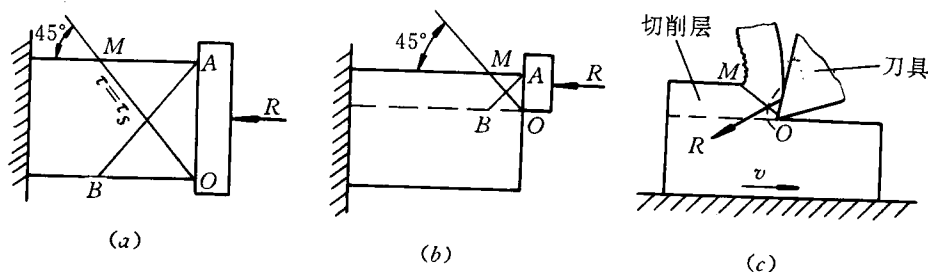


图 1-23 金属的挤压与切削

塑性金属时剪切面不是一个平面,而是由许多曲面构成的剪切区(图 1-24),图中 OA 表示始剪

切面, OE 表示终剪切面。金属进入 OA 以后沿一系列剪切面滑移, 并不断增强其抗塑性变形的强度(称加工硬化), 当达到 OE 面后滑移基本结束, 这个区域称第一变形区。实际生产中采用的切削速度是比较高的, OA 与 OE 很接近, 为了便于分析研究, 一般近似地用一个 OM 剪切面予以表示。切削层的滑移过程可用图 1-25 示意说明, 图中把切削层看成是由许多平行四边形的金属薄层组成的, 在前刀面挤压作用下, 这些金属薄层沿剪切面滑移, 如 $OBDM$ 滑移至 $OB'D'M$ 。金属层经第一变形区剪切变形后要沿前刀面流出, 还要受到前刀面的挤压与摩擦, 进一步发生变形, 这就是第二变形区的变形, 该变形主要集中在和前刀面摩擦的一薄层金属里, 其晶粒纤维化的方向和前刀面平行。切削层的金属经第一、第二变形区的变形后即转变为切屑沿着前刀面流出。第一变形区扩展到切削层下方的金属及与之相连的部分金属在后刀面的挤压、摩擦作用下也要进一步发生塑性变形(进一步纤维化), 这就是第三变形区。第三变形区的金属将成为已加工表面的表层。

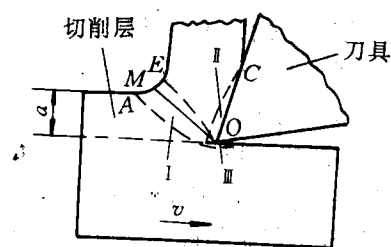


图 1-24 三个变形区(低速自由切削)

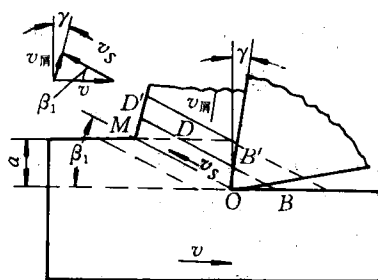


图 1-25 滑移过程示意图

上述三个变形区在刃口前方汇合, 使刃前区的应力、应变十分复杂。

由切屑形成过程可知, 其外形尺寸要比原来的切削层短而厚(宽度基本不变), 即 $L_m < L$, $a_m > a$ (图 1-26), 这种现象称为切屑收缩, 其收缩程度可用收缩系数(或叫变形系数) ξ 表示。

$\xi = \frac{L}{L_m} = \frac{a_m}{a}$, ξ 可以粗略的反映出切削过程中的变形程度。 ξ 愈大, 说明切削过程中的变形程度愈大。

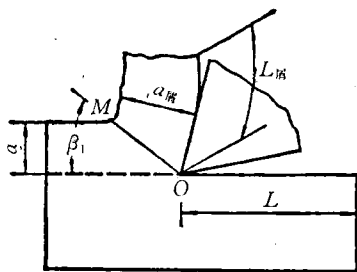


图 1-26 切屑收缩

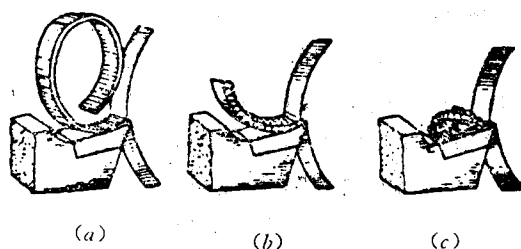


图 1-27 切屑的种类

工件材料不同, 切削条件不同, 形成的切屑类型也多种多样, 归纳起来有下述三类(图 1-27)。

a. 带状屑

一般加工塑性金属材料、切削速度较高进给量较小、刀具前角较大时往往得到这类切屑。