



高等学校教材

机械科学系列

机械制造技术基础

主 编 宋绪丁

*Mechanical
Science*

西北工业大学出版社



高等学校教材

机械制造技术基础

主编 宋绪丁

西北工业大学出版社

2000年7月 西安

(陕)新登字 009 号

【内容简介】 本书主要阐述了机械制造的各种加工方法及工艺过程的基本问题,内容包括切削加工的基本知识,机械制造工艺的基本知识。

本书可作为高等院校机械类专业的教材,亦可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/宋绪丁主编;刘敏嘉,刘建柱,张帆编. —西安:西北工业大学出版社, 2000.7

ISBN 7-5612-1249-6

I. 机… II. ①宋… ②刘… ③刘… ④张… III. 金属加工-工艺 IV. TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 27226 号

西北工业大学出版社出版发行

(邮编:710072 西安市友谊西路 127 号 电话:88493844)

全国各地新华书店经销

陕西省兴平市印刷厂

*

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16 印张:12.625 字数:304 千字

2000 年 7 月第 1 版

2004 年 7 月第 2 次印刷

印数:3 101~5 000 册 定价:15.00 元

购买本社出版的图书,如有缺页、错页的,本社发行部负责调换。

前 言



本书是根据国家教委 1995 年“关于组织实施《面向 21 世纪高等工程教学内容的课程体系改革计划》的通知”精神,结合多年教学实践经验及课程建设和改革的探索编写而成的。本书被长安大学列为 2000 年重点课程建设和改革项目的系列教材之一。在编写中突出以下特点:

(1) 将“切削加工工艺学”和“机械制造工艺学”两门课程有机地结合在一起,做到了少而精,以少学时多信息来保证教学质量。

(2) 本书突出了机械制造基础知识和基本理论与生产实践的结合,使学生在打好坚实的理论基础的同时,提高解决实际问题的能力。

(3) 充实了新技术、新工艺等内容,在一定程度上反映了本学科最新成就,以适应当前科技发展的需要。

参加本教材编写的有长安大学刘敏嘉(第 1 章,第 4 章,第 7 章),刘建柱(第 3 章,第 8 章),张帆(第 6 章),宋绪丁(第 2 章,第 3 章,第 5 章,第 7 章),全书由宋绪丁主编,长安大学冯忠绪教授审阅。

在编写过程中,得到长安大学教务处、教材供应中心、机械系的大力支持,在此一并致谢!

由于水平有限,编写时间仓促,加上本书属于课程改革的探索性教材,因此书中难免会有不妥之处,恳请批评指正。

编 者

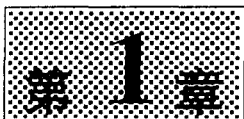
2000 年 3 月

目 录



第 1 章 金属切削加工的基础知识	1
1.1 切削运动和切削要素	1
1.2 金属切削刀具	4
1.3 金属的切削过程	11
1.4 加工质量和生产率	18
1.5 材料的切削加工性	19
第 2 章 机床的基础知识	22
2.1 机床的分类和型号	22
2.2 机床的机械传动	23
2.3 普通车床传动系统分析	28
2.4 机床的液压传动	32
2.5 数控机床简介	34
第 3 章 切削加工方法	40
3.1 车削加工	40
3.2 钻镗加工	42
3.3 刨削、插削和拉削加工	50
3.4 铣削加工	53
3.5 磨料切削加工	58
3.6 光整加工	67
3.7 特种加工	69
第 4 章 齿轮齿形的加工	79
4.1 渐开线齿轮概述	80
4.2 圆柱齿轮齿形的成形法加工	83
4.3 圆柱齿轮齿形的展成法加工	84
4.4 圆柱齿轮齿形的精加工	87

第 5 章 机械加工精度	90
5.1 概述	90
5.2 工艺系统的几何误差	92
5.3 工艺系统力效应产生的误差	99
5.4 工艺系统热变形产生的误差	106
5.5 加工误差分析	109
第 6 章 尺寸链	125
6.1 尺寸链的基本概念	125
6.2 尺寸链的解算	130
6.3 工艺尺寸链的计算	146
第 7 章 机械加工工艺过程	155
7.1 主要表面加工方法的选择	155
7.2 机械加工工艺过程的基本概念	158
7.3 工件的安装和夹具	160
7.4 工艺规程的拟定	162
7.5 典型零件工艺过程	175
第 8 章 零件的结构工艺性	186
8.1 零件的结构工艺性的基本概念及要求	186
8.2 零件的机械加工结构工艺性示例	186
参考文献	195



金属切削加工的基础知识

切削加工是用切削工具从毛坯上切除多余的材料,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械加工所代替,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。例如,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。

机械加工是通过工人操作机床进行切削加工的,其主要的加工方法有车、铣、刨、钻、磨及齿轮加工等。

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压成形等方法直接获得零件外,绝大多数零件的外形、精度和表面质量还需依靠切削加工方法来保证。因此,切削加工在机械制造业中占有重要的地位。

金属切削加工虽有各种不同的形式,但它们在切削运动、切削工具及切削过程的物理实质方面却存在着共同的现象和规律,这些现象和规律是研究各种切削加工方法的共同基础。

1.1 切削运动和切削要素

1.1.1 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,但分析起来,主要由以下四种表面所组成,如图 1-1 所示。

(1) 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时所形成的表面,如图 1-1(a)所示。

(2) 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如图 1-1(b)所示。

(3) 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,如图 1-1(c)所示。

(4) 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,如图 1-1(d)和图 1-1(e)所示。

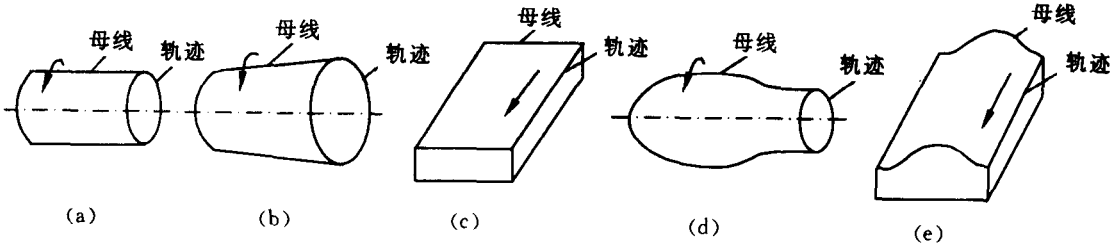


图 1-1 表面的形成

上述各种表面,可分别用如图 1-2 所示的相应的加工方法获得。

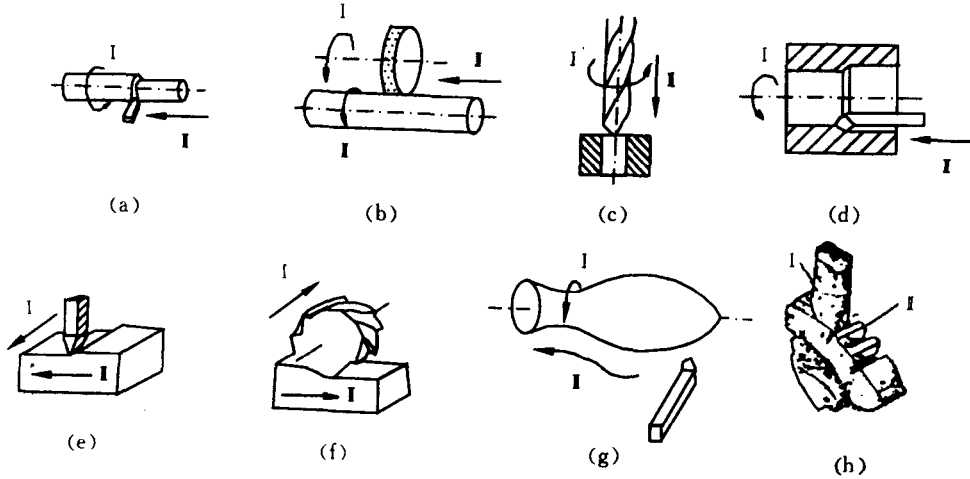


图 1-2 零件不同表面加工时的切削运动

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

1.1.2 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。

(1) 主运动 主运动是切下切屑所需要的最基本的运动。在各种切削方法中,其主运动只有一个。图 1-2 中的 I 表示出了各种加工方法的主运动。

(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。进给运动可以一个或几个,各种加工方法的进给运动,如图 1-2 中的 II。

1.1.3 工件上的几个表面

在切削加工过程中,随着刀具的不断切入,在工件上自然地形成了三个不断变化着的表面:待加工表面、加工表面和已加工表面,如图 1-3 所示。

待加工表面:指工件即将被切除切屑的表面,随着切削过程的进行,它将逐渐减小直至全部消失。

加工表面:指正在被刀刃切削的工件表面。

已加工表面:刀具从工件上切除切屑后所形成的新表面。

1.1.4 切削用量

切削用量是指切削速度、进给量和切削深度三个要素的总称。

(1) 切削速度 v 指在单位时间内,工件和刀具沿主运动方向的相对位移。

若主运动为旋转运动,以车削外圆为例,在图 1-3 中,切削速度可按下式计算

$$v = \frac{\pi d_w n}{1\,000 \times 60} \quad \text{m/s}$$

式中 d_w —— 待加工表面直径,mm;

n —— 工件的转速,r/min。

若主运动为往复直线运动(如刨削),常用其平均速度作为切削速度

$$v = \frac{2Ln_r}{1\,000 \times 60} \quad \text{m/s}$$

式中 L —— 往复直线运动的行程长度,mm;

n_r —— 主运动每分钟的往复次数,次/min。

(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的相对位移。如车削时,工件每转一转,刀具相对于工件沿进给运动方向移动的距离,即为进给量 f ,单位为 mm/r;又如牛头刨床上刨平面时,刀具往复一次,工件移动的距离,即为进给量 f ,单位为 mm/次。

单位时间的进给量又称进给速度 v_f ,单位为 mm/s。

进给量与进给速度之间的关系为

$$v_f = f \cdot n / 60 \quad \text{mm/s}$$

(3) 切削深度 a_p 待加工表面与已加工表面之间的垂直距离。车削外圆时

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

式中, d_m 为已加工表面直径,mm。

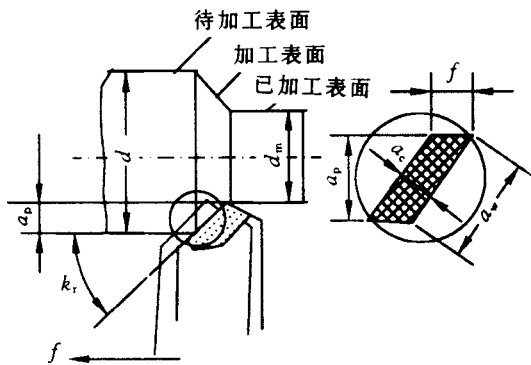


图 1-3 车削外圆时的切削要素及加工表面

1.1.5 切削层的几何参数

切削层是指工件正在被刀具切削的一层金属,即两个相邻加工表面之间的那层材料。以车

削外圆为例(如图 1-3 所示),切削层就是工件每转一转,刀具从工件上切下的那一层材料。

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、切削宽度和切削面积。

- (1) 切削厚度 a_c 两相邻加工表面间的垂直距离,如图 1-3 所示。车外圆时

$$a_c = f \cdot \sin k_r \quad \text{mm}$$

- (2) 切削宽度 a_w 沿主切削刃度量的切削层尺寸,如图 1-3 所示。车外圆时

$$a_w = a_p / \sin k_r \quad \text{mm}$$

- (3) 切削面积 A_0 切削层垂直于切削速度截面内的面积,如图 1-3 所示。车外圆时

$$A_0 = a_c \cdot a_w = f \cdot a_p \quad \text{mm}^2$$

1.2 金属切削刀具

切削过程中,直接完成切削工作的是刀具。无论哪种刀具,一般都是由工作部分和夹持部分组成。夹持部分是用来将刀具夹持在机床上的部分,要求它能保证刀具正确的工作位置,传递所需要的运动和动力,并且夹持可靠,装卸方便。一般夹持部分选用优质碳素结构钢制成。工作部分是刀具上直接参加切削工作的部分,它必须选用专门的刀具材料制作,刀具切削性能的优劣,取决于工作部分的材料、角度和结构。

1.2.1 刀具材料

1. 基本要求

刀具材料一般是指工作部分的材料,它在高温下进行切削工作,还要承受较大的压力、摩擦、冲击和振动等,因此应具备以下基本要求:

- (1) 较高的硬度 硬度必须高于工件材料的硬度,金属切削刀具材料的常温硬度,一般要求在 HRC60 以上。

- (2) 有足够的强度和韧性 以承受切削力、冲击和振动。

- (3) 有较好的耐磨性 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 即在高温下仍能保持较高硬度的性能,又称红硬性或热硬性。

- (5) 有较好的工艺性 以便于制造各种刀具。工艺性包括锻、轧、焊、切削加工、磨削加工和热处理性能等。

目前尚没有一种刀具材料能全面满足上述要求。因此,必须了解各种刀具材料的性能,合理的选用刀具材料。

2. 常用的材料

目前在切削加工中常用的刀具材料有:碳素工具钢、合金工具钢、高速钢和硬质合金等。各种刀具材料的特性,如表 1-1 所示。

- (1) 碳素工具钢与合金工具钢 碳素工具钢是含碳质量分数较高的优质钢(w_c 为 0.007~0.012),如 T10A。碳素工具钢淬火后具有较高的硬度,而且价格低廉,但这种材料的耐热性较差,当温度达到 200℃ 时即失去它原有的硬度,并且淬火时容易产生变形和裂纹。

合金工具钢是在碳素工具钢中加入少量的 Cr, W, Mn, Si 等合金元素形成的刀具材料(如 9SiCr, CrWMn 等),由于合金元素的加入,与碳素工具钢相比,热处理变形有所减小,耐

热性也有所提高(达 300℃)。

表 1-1 常用刀具材料特性

种类	牌号	开始应用年	物理机构性能						相对价格(高速钢=1)	用途
			硬度	抗弯强度 $\frac{\sigma_{bb}}{\text{GPa}}$	冲击韧性 $\frac{a_k}{\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}}$	耐热性 ℃	导热系数 $\frac{W}{\text{m} \cdot \text{C}^\circ}$	切削速度之比		
碳素工具钢	T10A	1900 年以前	HRA 81~83	2.35		200	41.8	0.2~0.4	0.3	用于制造锉刀、刮刀等手工工具
合金工具钢	9SiCr	1868	HRA 80	2.35		300	41.8	0.5~0.6		用于制造薄刃刀具,如丝锥、板牙、铰刀等
高速钢	W18Cr4V	1900	HRA 82~84	3.43	0.294	600	16.8~25	1.0	1.0	用途广泛,主要用于制造钻头、铣刀、铰刀、拉刀、丝锥、齿轮刀具等
硬质合金	YG8	1923~1925	HRA 89	1.47		800~1 000	75.4	6	10	适用于铸铁、有色金属及其合金、非金属材料粗加工和间断切削时的粗刨
硬质合金	YT15	1929~1931	HRA 91	1.13		800~1 000	33.5	6	10	适用于碳钢、合金钢连续切削时的粗车、半精车及精车,间断切削时的半精车与精车
陶瓷	AM	1954	HRA >92	0.39~0.49		>1 000	4.2~21	12~14	15	适用于高速切削,可加工高硬度(淬火钢)、高精度零件

以上两种刀具材料因其耐热性都比较差,所以,常用于制造一些形状较简单的低速切削刀

具,如锉刀、锯条、铰刀等。

(2) 高速钢 它是含有较多 W, Cr, V 等合金元素的高合金工具钢。如 W18Cr4V。又称锋钢或风钢。与碳素工具钢和合金工具钢相比,它具有较高的耐热性,温度达 600℃ 时,仍能正常切削,其许用切削速度为 30~50 m/min,是碳素工具钢的 5~6 倍,而且它的强度、韧性和工艺性能都较好,广泛用于制造中切削形状复杂的刀具,如麻花钻、铣刀、拉力、各种齿轮加工刀具等。

(3) 硬质合金 它是以高硬度、高熔点的金属碳化物(WC, TiC)为基体,以金属 Co, Ni 等为粘结剂,用粉末冶金方法制成的一种合金。它的硬度高、耐磨性好、耐热性好。其许用切削速度是高速钢的 6 倍。但其强度和韧性比高速钢低,工艺性差。因此硬质合金常用于制造形状简单的高速切削刀片,将其焊接或机械夹固在车刀、刨刀、端铣刀、钻头等的刀体(刀杆)上使用。

国产的硬质合金一般分为两大类:一类是由 WC 和 Co 组成的钨钴类(YG 类);另一类是 WC, TiC 和 Co 组成的钨钛钴类(YT 类)。

YG 类硬质合金的韧性较好,但切削韧性材料时,耐磨性较差。因此,它适用于加工铸铁、青铜等脆性材料。常用的牌号有 YG3, YG6, YG8 等,其中数字表示 Co 的百分含量。

YT 类硬质合金比 YG 类硬度高、耐热性好,在切削韧性材料时的耐磨性较好,但韧性较差,一般适用于加工钢件。常用牌号有 YT5, YT15, YT30 等,其中数字表示 TiC 的百分含量。

3. 新型刀具材料简介

近年来,随着高硬度难加工材料的出现,给刀具材料提出了更高的要求,这就推动了新刀具材料的不断开发。

(1) 高速钢的改造 为了提高高速钢的硬度和耐磨性常采用如下措施。

① 在高速钢中增添新的元素,如我国制成的铝高速钢,增添加铝元素,使其硬度达 HRC70,耐热性超过了 600℃,称之为高性能高速钢或超高速钢。

② 改进刀具制造的工艺方法,即用粉末冶金法制造的高速钢称为粉末冶金高速钢。它可消除碳化物的偏析并细化晶粒,提高了材料的韧性、硬度,并减小了热处理变形,适用于制造各种高精度刀具。

(2) 硬质合金的改进 为了克服常用硬质合金强度和韧性低、脆性大、易崩刃的缺点,常采用如下措施。

① 调整化学成分,增添少量的碳化钽(TaC)、碳化铌(NbC),使硬质合金既有高硬度又有较好的韧性。

② 改进工艺方法,即细化合金的晶粒,如超细晶粒硬质合金,硬度可达 HRA90~HRA93,抗弯强度可达 2.0 GPa。

③ 采用涂层刀片,即在韧性较好的硬质合金(如 YG 类)基本表面,涂敷 5~10 μm 厚的一层 TiC 或 TiN,以提高其表层的耐磨性。

(3) 非金属刀具材料 陶瓷、天然及人造金刚石、立方氮化硼等的硬度和耐磨性比上述各种金属刀具材料高,可用于切削淬火钢、有色金属及硬质合金等材料。由于它们脆性大,抗弯强度又极低,另外金刚石和立方氮化硼两种材料价格又昂贵,所以很少应用。

1.2.2 刀具的几何形状

刀具切削部分直接担负切削工作,其几何形状对加工质量和生产率都有直接影响,因此,

一把好的刀具除适用的材料外,还必须具有合理的几何形状。所用的切削刀具虽然多种多样,但它们切削部分的结构要素和几何角度却有许多共同的特征,各种多齿刀具或复杂刀具,就其一个刀齿而言,都相当于一把车刀的刀头。下面以车刀为例,分析并研究刀具的几何形状。

1. 车刀切削部分的组成

车刀的切削部分由三个刀面、两个切削刃(刀刃)和一个刀尖组成,如图 1-4 所示。

(1) 前刀面(前面) 切削时,切屑流出所经过的表面。

(2) 主后刀面(主后面) 切削时,刀具上与工件的加工表面相对的表面。

(3) 副后刀面(副后面) 切削时,刀具上与工件的已加工表面相对的表面。

(4) 主切削刃(主刀刃) 它是前刀面和主后刀面的交线,在切削时,它担负着主要的切削工作。

(5) 副切削刃(副刀刃) 它是前刀面和副后刀面的交线,在切削时,一般担负少量的切削工作。

(6) 刀尖 它是主切削刃和副切削刃的交点。实际上,刀尖并非绝对尖点,而是一小段过渡圆弧或一小段直线,以减小刀尖的磨损。

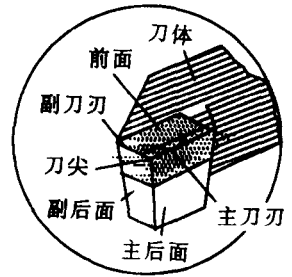


图 1-4 车刀的组成

2. 车刀切削部分的主要角度

为了确定刀面和切削刃的空间位置,首先要建立起由三个辅助平面组成的坐标参考系。以它为基准,用角度值来反映刀面和切削刃的空间位置。

(1) 辅助平面 包括基面、切削平面和主剖面,如图 1-5 所示。

为了简化分析,假设切削时只有主运动,刀柄安装成与工件中心线相垂直,且刀尖与工件中心线等高的位置。这种假设的状态,称为“静止状态”。静止状态下确定的辅助平面是刀具标注角度的基准。

① 基面:过主切削刃上某一选定点,并与该点切削速度方向垂直的平面。

② 切削平面:过主切削刃上某一选定点,并与该点的加工表面相切的平面。

③ 主剖面: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。

如图 1-5 所示,三个辅助平面相互垂直,构成一个空间坐标参考系。

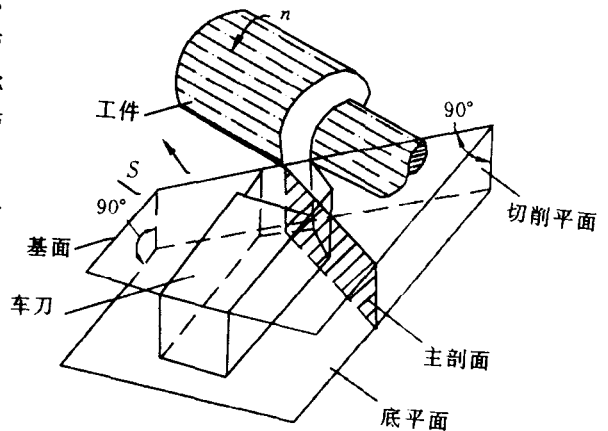


图 1-5 辅助平面

(2) 车刀的标注角度 即在刀具图纸上标注的角度,是刀具制造和刃磨的依据。下面介绍车刀的几个主要标注角度,如图 1-6 所示。

① 前角 γ_0 :在主剖面内,前刀面与基面之间的夹角。根据前刀面与基面相对位置的不同又可分为正前角、零前角和负前角,如图 1-7 所示。

前角的大小对切屑变形、切削力、刀具的磨损、切削刃的强度都有直接影响。前角增大,可减小切削力,减小前刀面与切屑之间摩擦,使切削轻快,降低切削温度,减小刀具的磨损。但前

角过大时,切削刃的强度降低,导热体积减小,散热条件变差,导致切削温度升高,反而加剧刀具磨损,降低刀具寿命。

一般,加工塑性大的材料时,切削变形大,应取较大的前角。加工脆性材料时,应取较小的前角。通常硬质合金车刀的前角为 $-5^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。

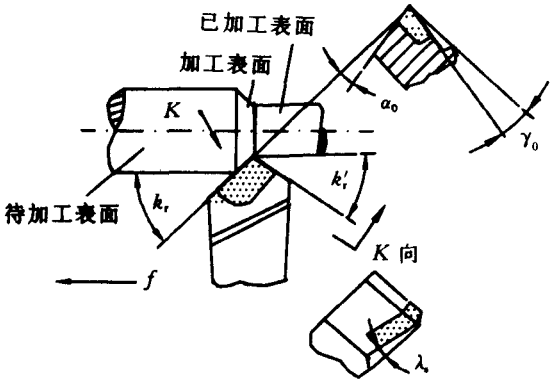


图 1-6 车刀的主要标注角度

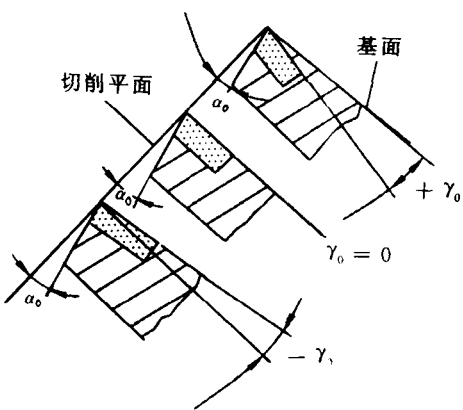


图 1-7 前角的正与负

② 后角 α_0 : 在主剖面内,主后刀面与切削平面之间的夹角。

后角对刀具的主后刀面与加工表面的摩擦、刀具的锋利程度、刀刃强度有直接影响。较大的后角,可使切削刃锋利,摩擦减小,但若后角过大,将会削弱切削刃的强度,减小导热体积而增大刀具磨损。后角的选择一般依据加工性质进行。粗加工时,主要考虑刀刃的强度,应取较小的后角值,一般为 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$;精加工时,主要考虑减小主后刀面和加工表面之间的摩擦,提高工件的表面质量,应取较大的后角,一般为 $6^{\circ}\sim 12^{\circ}$ 。

③ 主偏角 k_r : 在基面内,主切削刃的投影与进给方向之间的夹角。

主偏角的大小主要影响切削层的几何参数和刀具寿命,影响切削力径向分力 F_r 的大小,影响已加工表面的粗糙度。

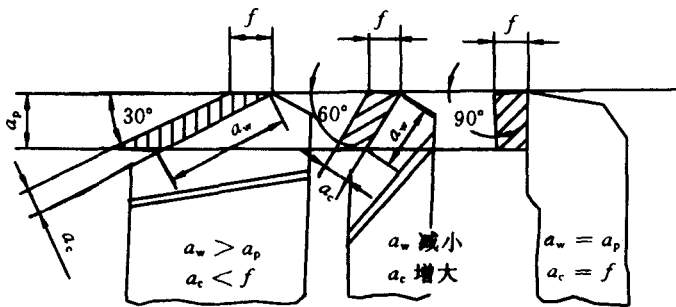


图 1-8 主偏角对切削层的影响

如图 1-8 所示,当切削深度和进给量一定时,主偏角愈小,切下的切屑形状薄而宽,主切削刃单位长度上的负荷减轻,散热条件较好,有利于提高刀具的使用寿命。主偏角减小则切削

力的径向分力 F_r 增大,如图 1-9 所示。当加工刚性较差的工件时,为避免工件变形和振动,应选用较大的主偏角。车刀常用的主偏角有 45° , 60° , 75° , 90° 四种。

④ 副偏角 k'_r :在基面内,副切削刃的投影与进给相反方向之间的夹角。

副偏角主要影响工件已加工表面的粗糙度,减小副偏角可减小已加工表面残留面积的高度,如图 1-10 所示,降低表面粗糙度 R_a 的值。车刀的副偏角 k'_r ,一般取 $5^\circ \sim 15^\circ$ 。

⑤ 刃倾角 λ :在切削平面内,主切削刃与基面之间的夹角。与前角类似,刃倾角也有正、负和零值之分,如图 1-11 所示。

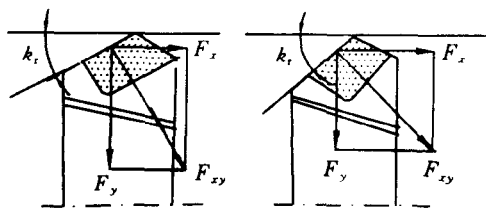


图 1-9 主偏角对切削分力的影响

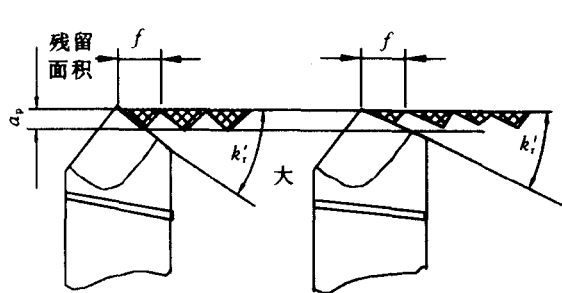


图 1-10 副偏角对残留面积的影响

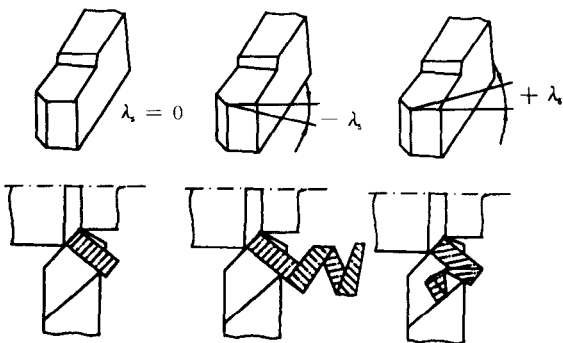


图 1-11 刃倾角及其影响

刃倾角的主要影响刀尖的强度和排屑方向。负的刃倾角可使刀尖强度增加,但切屑排向已加工表面,可能会划伤或拉毛已加工表面。因此,在粗加工时,考虑增加刀尖的强度应选用较小值;在精加工时,为保证加工质量,常取正值。车刀的刃倾角一般取 $-5^\circ \sim 5^\circ$ 之间。

(3) 车刀的工作角度 上述车刀的标注角度是在不考虑进给运动的影响,刀尖与工件回转中心等高,刀杆的纵向轴线垂直于进给方向,车刀的底面与基面平行等条件下确定的。

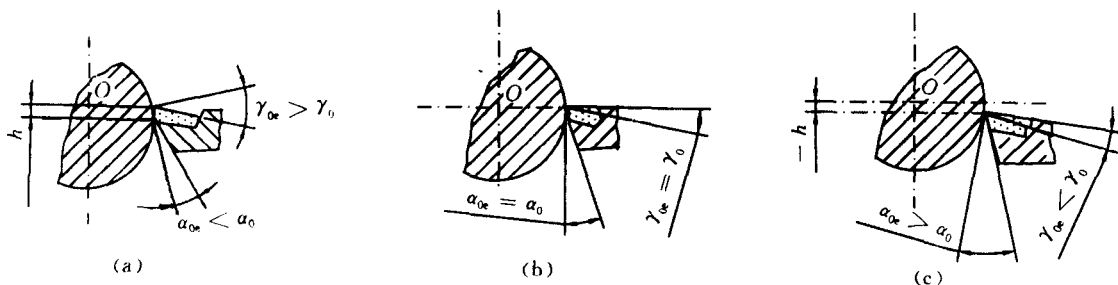


图 1-12 车刀安装高度对前角和后角的影响

(a) 偏高; (b) 等高; (c) 偏低

实际切削时,上述条件若发生了变化,辅助平面的位置将会随之发生变化,导致刀具的实际切削角度不等于标注角度。刀具在切削过程中的实际切削角度称为工作角度。如在图 1-12 中,若刀尖高于工件回转中心,则工作前角 $\gamma_{we} > \gamma_0$, 而工作后角 $\alpha_{we} < \alpha_0$; 若刀尖低于工件的回转中心,则 $\gamma_{we} < \gamma_0$, $\alpha_{we} > \alpha_0$ 。镗孔时的情况正好与此相反。

当车刀刀杆的纵向轴线与进给方向不垂直时,将会引起主偏角和副偏角的变化,如图 1-13 所示。

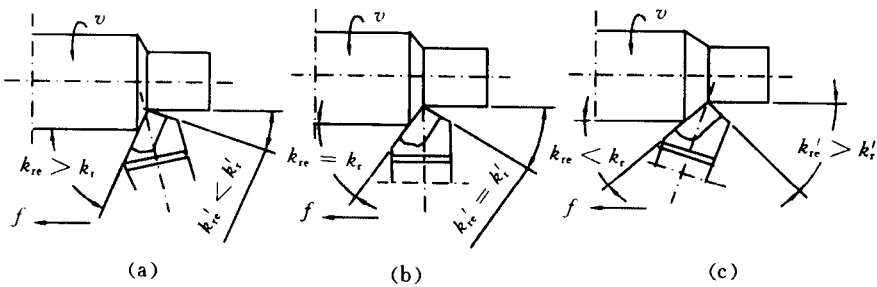
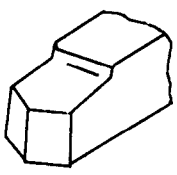
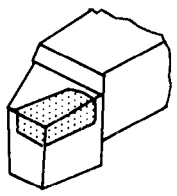
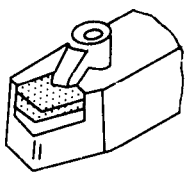


图 1-13 车刀安装偏斜对主偏角和副偏角的影响

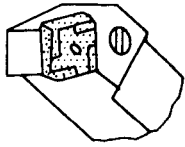
1.2.3 车刀的几种结构形式

刀具的结构形式,对刀具的切削性能、切削加工的生产率和经济效益有着重要的影响。常用的车刀结构形式有整体式、焊接式、机夹重磨式和机夹可转位式四种,如表 1-2 所示。

表 1-2 常用车刀的结构与特点

车刀名称	结 构 简 图	特 点
整体式		刀头刀杆用同一种材料制成,为一整体,因此对贵重的刀具材料消耗较大
焊接式		刀头为优质刀具材料,刀杆为一般钢材,二者焊为一体,结构简单,紧凑,刚性好,刃磨方便。但硬质合金刀片在较大的焊接应力作用下,易产生裂纹
机夹重磨式		它是将刀片用机械夹固法夹紧在刀杆上,刃磨时把刀片卸下。刀杆可重复使用,节约了大量刀杆材料

续 表

车刀名称	结 构 简 图	特 点
机夹可 转位式		它是将具有一定几何参数的正多边形刀片,用机械夹固法装夹在标准刀杆上。刀片上的一个刀刃用钝后,只需将夹紧元件松开,将刀片转位,换成另一个新刀刃便可继续使用,不需重新对刀,特别适用于自动化生产线

1.3 金属的切削过程

金属切削过程实质上是一种挤压过程。切削金属受刀具的挤压而产生变形是切削过程中的基本问题。金属切削过程中产生的积屑瘤、切削力,加工硬化和刀具磨损等物理现象,都是由切削过程的变形和摩擦所引起的。

1.3.1 切削过程及切屑种类

1. 切屑形成过程

金属的切削过程实际上与金属的挤压过程很相似。在切削塑性材料时,材料受到刀具的作用以后,开始产生弹性变形;随着刀具的继续切入,金属内部的应力、应变继续加大,当应力达到材料的屈服点时,开始产生塑性变形;刀具再继续向前推进,应力进而达到材料的断裂强度,这时金属材料被挤裂,并沿着刀具的前刀面流出而形成切屑。

在金属切削过程中,经过塑性变形的切屑其外形与原来的切削层不同,其表现是:切屑的厚度 a_{ch} 通常都大于切削层厚度 a_c ,而切屑的长度 L_{ch} 却小于切削层长度 L_c ,如图 1-14 所示。这种现象称为切屑收缩,切屑的变形程度可用变形因数表示。

切屑层长度 L_c 与切屑长度 L_{ch} 之比,称为变形因数(或收缩因数) ζ ,即

$$\zeta = \frac{L_c}{L_{ch}} > 1$$

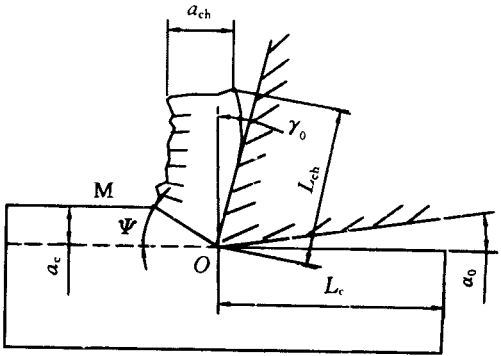


图 1-14 切屑收缩

变形因数对切削力、切削温度和表面粗糙度影响较大,在其它条件不变时,切屑变形因数愈大,切削力愈大,切削温度愈高,表面愈粗糙。

影响切屑变形因数的因素主要有:刀具前角、切削速度、切削厚度、切屑与刀具之间的摩擦因数和被切材料的塑性等几个方面。增大刀具前角,提高切削速度,加大切削厚度,减小切屑与刀具之间的摩擦因数,降低被切材料的塑性都能减小切屑变形因数。因此,在切削加工中,可根据情况,采取相应的措施,减小切屑变形因数,改善切削过程。如切削塑性高的低碳钢时,为减小切屑变形,提高表面质量,一般在切削加工之前都将材料进行正火处理,以降低其塑性,提高