



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

金属工艺学

下册 第五版

邓文英 宋力宏 主编



高等教育出版社

TG/6=4

:2

2008



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

金属工艺学

下册 第五版

邓文英 宋力宏 主编



高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

金属工艺学. 下册 / 邓文英, 宋力宏主编. —5 版. —北京: 高等教育出版社, 2008. 4
ISBN 978 - 7 - 04 - 022999 - 8

I. 金… II. ①邓…②宋… III. 金属加工 - 工艺学 - 高等学校 - 教材 IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 015453 号

策划编辑 宋 晓 责任编辑 薛立华 封面设计 王 隼 责任绘图 尹 莉
版式设计 范晓红 责任校对 杨凤玲 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 高等教育出版社印刷厂

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 10
字 数 240 000

版 次 1964 年 10 月第 1 版
2008 年 4 月第 5 版
印 次 2008 年 4 月第 1 次印刷
定 价 13.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22999 - 00

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话:(010) 58581897/58581896/58581879

传 真:(010) 82086060

E - mail:dd@hep.com.cn

通信地址:北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编:100011

购书请拨打电话:(010)58581118

目 录

第五篇 切削加工

第一章 金属切削的基础知识	3	第一节 精整和光整加工	86
第一节 切削运动及切削要素	3	第二节 特种加工	92
第二节 刀具材料及刀具构造	6	复习和思考题	100
第三节 金属切削过程	15	第五章 典型表面加工分析	101
第四节 切削加工技术经济简析	22	第一节 外圆面的加工	101
复习题	30	第二节 孔的加工	103
思考和练习题	30	第三节 平面的加工	104
第二章 金属切削机床的基本知识	32	第四节 成形面的加工	106
第一节 切削机床的类型和基本构造	32	第五节 螺纹的加工	107
第二节 机床的传动	35	第六节 齿轮齿形的加工	110
第三节 自动机床和数控机床简介	45	复习题	118
第四节 柔性制造系统和计算机 辅助设计与制造概述	50	思考和练习题	118
复习题	55	第六章 工艺过程的基本知识	119
思考和练习题	55	第一节 基本概念	119
第三章 常用切削加工方法综述	57	第二节 工件的安装和夹具	121
第一节 车削的工艺特点及其应用	57	第三节 工艺规程的拟订	124
第二节 钻、镗削的工艺特点及其应用	59	第四节 典型零件工艺过程	132
第三节 刨、拉削的工艺特点及其应用	66	复习题	141
第四节 铣削的工艺特点及其应用	69	思考和练习题	141
第五节 磨削的工艺特点及其应用	74	第七章 零件结构的工艺性	144
复习题	85	第一节 概述	144
思考和练习题	85	第二节 一般原则及实例分析	145
第四章 精密加工和特种加工简介	86	复习题	152
		思考和练习题	153
参考文献	154		

第五篇 切 削 加 工

切削加工是使用切削工具(包括刀具、磨具和磨料),在工具和工件的相对运动中,把工件上多余的材料层切除,使工件获得规定的几何参数(形状、尺寸、位置)和表面质量的加工方法。

切削加工可分为机械加工(简称机工)和钳工两部分。

机工是通过工人操纵机床来完成切削加工的,主要加工方法有车、钻、刨、铣、磨及齿轮加工等,所用机床相应为车床、钻床、刨床、铣床、磨床及齿轮加工机床等。

钳工一般是通过工人手持工具来进行加工的。钳工常用的加工方法有錾、锯、锉、刮、研、钻孔、铰孔、攻螺纹(攻丝)和套螺纹(套扣)等。为了减轻劳动强度和提高生产效率,钳工中的某些工作已逐渐被机工代替,实现了机械化。在某些场合下,钳工加工是非常经济和方便的,如在机器的装配和修理中某些配件的锉修、导轨面的刮研、笨重机件上的攻丝等。因此,钳工有其独特的价值,尤其在装配和修理等工作中占有一定的地位。

由于现代机器的精度和性能都要求较高,因而对组成机器的大部分零件的加工质量也相应的提出了较高的要求。为了满足这些要求,目前绝大多数零件的质量还要靠切削加工的方法来保证。因此,如何正确地进行切削加工以保证产品质量、提高生产效率和降低成本,就有着重要的意义。

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY

ASTOR LENOX TILDEN FOUNDATION
455 FIFTH AVENUE
NEW YORK 17, N. Y.
The following books are on deposit
with the Library of the
New York Public Library
for the use of the
public.
They are the property of
the donor and are not
to be sold or otherwise
disposed of without the
consent of the donor.
The books are to be
kept in the Library
and are to be available
for the use of the
public.
The books are to be
kept in the Library
and are to be available
for the use of the
public.

第一章 金属切削的基础知识

金属切削加工虽有多种不同的形式,但在很多方面,如切削运动、切削工具以及切削过程的物理实质等都有着共同的现象和规律。这些现象和规律是学习各种切削加工方法的共同基础。

第一节 切削运动及切削要素

一、零件表面的形成及切削运动

机器零件的形状虽然很多,但分析起来,主要由下列几种表面组成,即外圆面、内圆面(孔)、平面和成形面。因此,只要能对这几种表面进行加工,就基本上能完成所有机器零件的加工。

外圆面和孔可认为是以某一直线为母线、以圆为轨迹作旋转运动所形成的表面。

平面是以一直线为母线、以另一直线为轨迹作平移运动所形成的表面。

成形面可认为是以曲线为母线、以圆或直线为轨迹作旋转或平移运动所形成的表面。

上述几种表面可分别用图 1-1 所示的相应的加工方法来获得。由图可知,要对这些表面进行加工,刀具与工件之间必须有一定的相对运动,即切削运动。

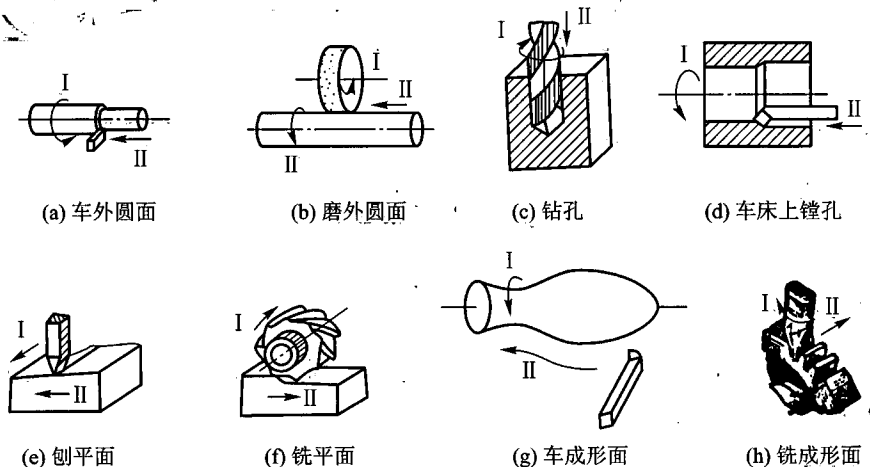


图 1-1 零件不同表面加工时的切削运动

切削运动包括主运动(图中 I)和进给运动(图中 II)。主运动使刀具和工件之间产生相对运动,促使刀具前刀面接近工件而实现切削。它的速度最高,消耗功率最大。进给运动使刀具与工件之间产生附加的相对运动,与主运动配合,即可连续地切除切屑,获得具有所需几何特性的

已加工表面。各种切削加工方法(如车削、钻削、刨削、磨削和齿轮齿形加工等)都是为了加工某种表面而发展起来的,因此也都有其特定的切削运动。如图 1-1 所示,切削运动有旋转的,也有直行的;有连续的,也有间歇的。

切削时,实际的切削运动是一个合成运动(图 1-2),其方向是由合成切削速度角 η 确定的。

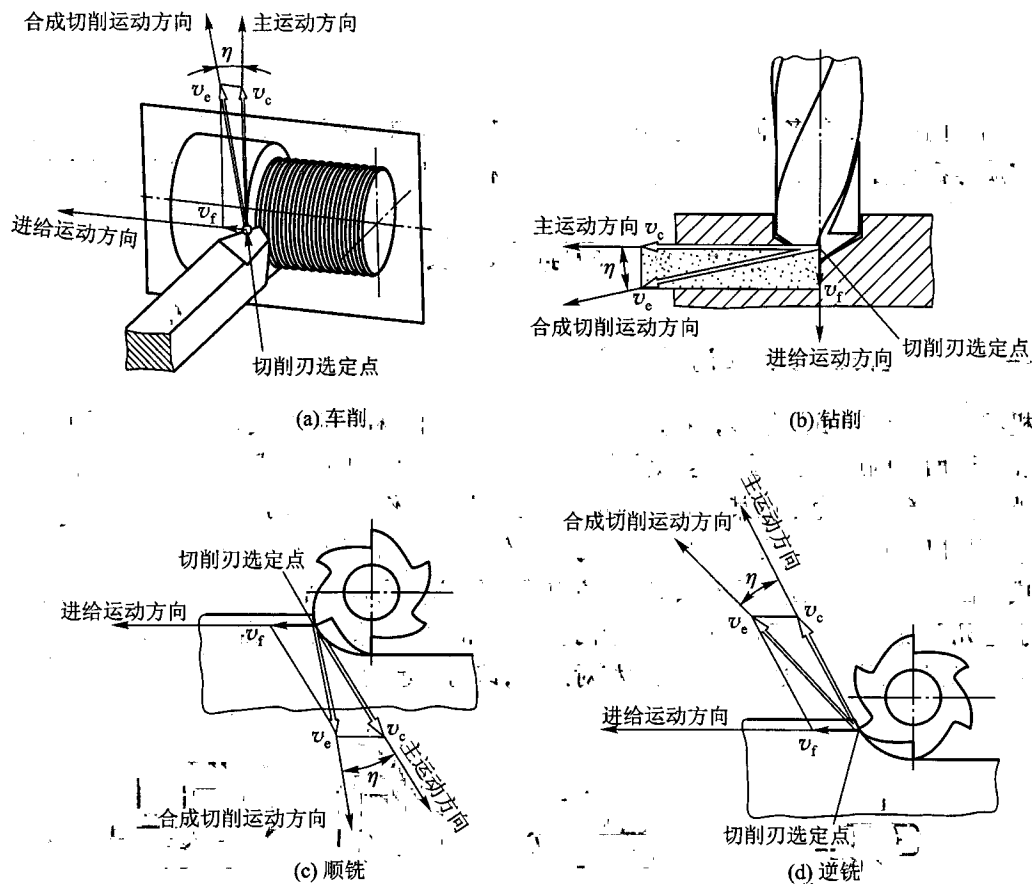


图 1-2 切削运动

二、切削用量

切削用量用来衡量切削运动量的大小。在一般的切削加工中,切削用量包括切削速度、进给量和背吃刀量三要素。

1. 切削速度 v_c

切削刃上选定点相对于工件主运动的瞬时速度称为切削速度,以 v_c 表示,单位为 m/s 或 m/min ^①。

^① 在法定计量单位中,速度 v_c 的基本单位应为 m/s 。但在当前生产中,除磨削的切削速度单位用 m/s 外,其他切削加工中仍习惯用 m/min 。

若主运动为旋转运动,切削速度一般为其最大线速度, v_c 按下式计算:

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} \quad \text{m/s 或 m/min}$$

式中: d ——工件或刀具的直径,mm;

n ——工件或刀具的转速,r/s 或 r/min。

若主运动为往复直线运动(如刨削、插削等),则常以其平均速度为切削速度, v_c 按下式计算:

$$v_c = \frac{2Ln_r}{1000} \quad \text{m/s 或 m/min}$$

式中: L ——往复行程长度,mm;

n_r ——主运动每秒或每分钟的往复次数,st/s^① 或 st/min。

2. 进给量

刀具在进给运动方向上相对工件的位移量称为进给量。不同的加工方法,由于所用刀具和切削运动形式不同,进给量的表述和度量方法也不相同。

用单齿刀具(如车刀、刨刀等)加工时,进给量常用刀具或工件每转或每行程,刀具在进给运动方向上相对工件的位移量来度量,称为每转进给量或每行程进给量,以 f 表示,单位为 mm/r 或 mm/st(图 1-3)。

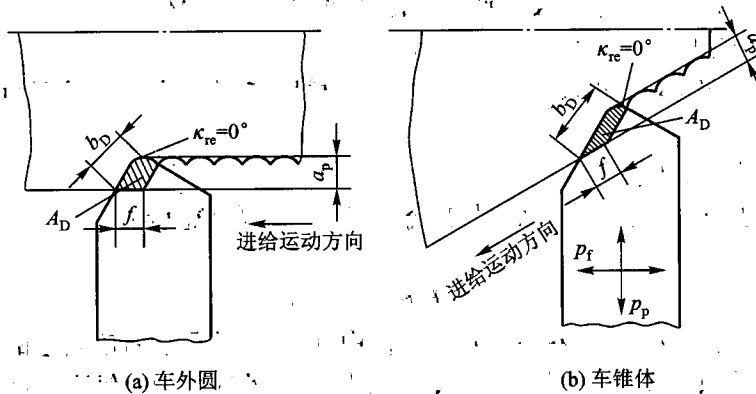


图 1-3 车削时切削层尺寸

用多齿刀具(如铣刀、钻头等)加工时,进给运动的瞬时速度称进给速度,以 v_f 表示,单位为 mm/s 或 mm/min。刀具每转或每行程中每齿相对工件在进给运动方向上的位移量,称为每齿进给量,以 f_z 表示,单位为 mm/z。

f_z 、 f 、 v_f 之间有如下关系:

$$v_f = f n = f_z z n \quad \text{mm/s 或 mm/min}$$

式中: n ——刀具或工件转速,r/s 或 r/min;

① st 为习惯用法,代表行程,虽非法定计量单位符号,但考虑习惯,仍沿用之。

z ——刀具的齿数。

3. 背吃刀量 a_p

在通过切削刃上选定点并垂直于该点主运动方向的切削层尺寸平面中,垂直于进给运动方向测量的切削层尺寸,称为背吃刀量,以 a_p 表示(图 1-3),单位为 mm。车外圆时, a_p 可用下式计算:

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

式中: d_w ——工件待加工表面(图 1-4)直径, mm;

d_m ——工件已加工表面直径, mm。

三、切削层参数

切削层是指切削过程中,由刀具切削部分的一个单一动作(如车削时工件转一圈,车刀主切削刃移动一段距离)所切除的工件材料层。它决定了切屑的尺寸及刀具切削部分的载荷。切削层的尺寸和形状,通常是在切削层尺寸平面中测量的(图 1-3)。

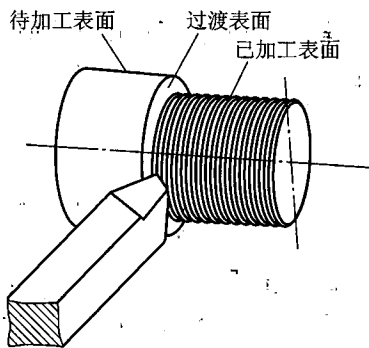


图 1-4 工件表面

1. 切削层公称横截面积 A_D

在给定瞬间,切削层在切削层尺寸平面里的实际横截面积,单位为 mm^2 。

2. 切削层公称宽度 b_D

在给定瞬间,作用主切削刃截形上两个极限点间的距离,在切削层尺寸平面中测量,单位为 mm。

3. 切削层公称厚度 h_D

在同一瞬间的切削层公称横截面积与其公称宽度之比,单位为 mm。

由定义可知

$$A_D = b_D h_D \quad \text{mm}^2$$

因 A_D 不包括残留面积,而且在各种加工方法中 A_D 与进给量和背吃刀量的关系不同,所以 A_D 不等于 f 和 a_p 的积。只有在车削加工中,当残留面积很小时才能近似地认为它们相等,即

$$A_D \approx f a_p \quad \text{mm}^2$$

这时也可近似地认为:

$$b_D \approx a_p / \sin \kappa_r \quad \text{mm}$$

$$h_D \approx f \sin \kappa_r \quad \text{mm}$$

第二节 刀具材料及刀具构造

切削过程中,直接完成切削工作的是刀具。无论哪种刀具,一般都由切削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,并且夹固可靠,装卸方便。切削部分是刀具上直接参加切削工作的部分,刀具切削性能的优劣,取决于切削部分的材料、角度和结构。

一、刀具材料

1. 对刀具材料的基本要求

刀具材料是指切削部分的材料。它在高温下工作,并要承受较大的压力、摩擦、冲击和振动等,因此应具备以下基本性能。

- (1) 较高的硬度。刀具材料的硬度必须高于工件材料的硬度,常温硬度一般在 60 HRC 以上。
- (2) 足够的强度和韧度,以承受切削力、冲击和振动。
- (3) 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,以便在高温下仍能保持较高硬度,又称为红硬性或热硬性。

(5) 较好的工艺性,以便于制造各种刀具。工艺性包括锻造、轧制、焊接、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,必须了解常用刀具材料的性能和特点,以便根据工件材料的性能和切削要求,选用合适的刀具材料。同时,应进行新型刀具材料的研制。

2. 常用的刀具材料

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、硬质合金及陶瓷材料等。

碳素工具钢是含碳量较高的优质钢(含碳量为 0.7% ~ 1.2%,如 T10A 等),淬火后硬度较高、价廉,但耐热性较差(表 1-1)。在碳素工具钢中加入少量的 Cr、W、Mn、Si 等元素,形成合金工具钢(如 9SiCr 等),可适当减少热处理变形和提高耐热性(表 1-1)。由于这两种刀具材料的耐热性较低,常用来制造一些切削速度不高的手工工具,如锉刀、锯条、铰刀等,较少用于制造其他刀具。目前生产中应用最广的刀具材料是高速钢和硬质合金,而陶瓷刀具主要用于精加工。

表 1-1 常用刀具材料的基本性能

刀具材料	代表牌号	硬度 HRA(HRC)	抗弯强度 σ_{bb} /GPa	冲击韧度 a_k /(kJ/m ²)	耐热性 /°C	切削速度 之比
碳素工具钢	T10A	81 ~ 83 (60 ~ 64)	2.45 ~ 2.75	—	≈ 200	0.2 ~ 0.4
合金工具钢	9SiCr	81 ~ 83.5 (60 ~ 64)	2.45 ~ 2.75	—	200 ~ 300	0.5 ~ 0.6
高 速 钢	W18Cr4V	82 ~ 87 (62 ~ 69)	2.94 ~ 3.33	176 ~ 314	540 ~ 650	1.0
	W6Mo5Cr4V2A1	81 ~ 83 (67 ~ 69)	2.84 ~ 3.82	225 ~ 294	540 ~ 650	—
硬 质 合 金	K01 (YG3)	≈ 91	≈ 1.2	—	≈ 900	—
	K20 (YG6)	89.5 ~ 91	≈ 1.42	19.2 ~ 39.2	800 ~ 900	≈ 4
	K30 (YG8)	≈ 89	≈ 1.5	—	≈ 800	—
	P01 (YT30)	≈ 92.5	≈ 1.15	—	≈ 1000	—
	P10 (YT15)	89.5 ~ 92.5	≈ 1.20	2.9 ~ 6.8	900 ~ 1000	≈ 4.4
	P30 (YT5)	≈ 89	≈ 1.4	—	≈ 900	—
陶 瓷	Al ₂ O ₃ 系 LT35	93.5 ~ 94.5	0.9 ~ 1.1	—	> 1 200	≈ 10
	Si ₃ N ₄ 系 HDM2	≈ 93	≈ 0.98	—	—	—

注:① 硬质合金牌号中括号外为 GB/T 18376.1—2001 规定的牌号;括号内为 YS/T 400—1994 规定的牌号;

② 陶瓷的牌号摘自“Jiesen. 陶瓷刀具的发展与应用. [2006-7-9]. http://www.cutinfo.cn/jishu_view.asp?id=3326”。

(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、硬度和耐磨性虽低于硬质合金,但强度和韧性却高于硬质合金(表 1-1),工艺性较硬质合金好,而且价格也比硬质合金低。普通高速钢如 W18Cr4V 是国内使用最为普遍的刀具材料,广泛地用于制造形状较为复杂的各种刀具,如麻花钻、铣刀、拉刀、齿轮刀具和其他成形刀具等。

(2) 硬质合金 它是以高硬度、高熔点的金属碳化物(WC、TiC 等)作基体,以金属 Co 等作粘结剂,用粉末冶金的方法制成的一种合金。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(表 1-1),工艺性也不如高速钢。因此,硬质合金常制成各种型式的刀片,焊接或机械夹固在车刀、刨刀、端铣刀等的刀柄(刀体)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(K 类),一类是由 WC、TiC 和 Co 组成的钨钛钴类(P 类)。

K 类硬质合金塑性较好,但切削塑性材料时,耐磨性较差,因此它适于加工铸铁、青铜等脆性材料。常用的牌号有 K01、K20、K30 等,其中数字大的表示 Co 含量的百分率高。Co 的含量低者,较脆、较耐磨。

P 类硬质合金比 K 类硬度高、耐热性好,并且在切削韧性材料时较耐磨,但韧性较小,适于加工钢件。常用的牌号有 P01、P10、P30 等,其中数字大的表示 TiC 含量的百分率低。TiC 的含量越高,韧性越小,而耐磨性和耐热性越高。

(3) 陶瓷材料 目前世界上生产的陶瓷刀具材料大致可分为氧化铝(Al_2O_3)系和氮化硅(Si_3N_4)系两大类,而且大部分属于前者。它的主要成分是 Al_2O_3 。陶瓷刀片的硬度高,耐磨性好,耐热性高(表 1-1),允许用较高的切削速度,加之 Al_2O_3 的价格低廉,原料丰富,因此很有发展前途。但陶瓷材料性脆怕冲击,切削时容易崩刃,所以,如何提高其抗弯强度已成为各国研究工作的重点。近年来,各国已先后研究成功多种“金属陶瓷”。如我国制成的 SG4、DT35、HDM4、P2、T2 等牌号的陶瓷材料,其成分除 Al_2O_3 外,还含有各种金属元素,抗弯强度比普通陶瓷刀片为高。

3. 其他新型刀具材料简介

随着科学技术和工业的发展,出现了一些高强度、高硬度的难加工材料,需要性能更好的刀具,所以国内外对新型刀具材料进行了大量的研究和探索。

(1) 高速钢的改进 为了提高高速钢的硬度和耐热性,可在高速钢中增添新的元素。如我国制成的铝高速钢(如 W6Mo5Cr4V2Al 等),即增添了 Al 等元素,它的硬度达到 70 HRC,耐热性超过 600℃,属于高性能高速钢,又称超高速钢;也可以用粉末冶金法细化晶粒(碳化物晶粒 2~5 μm),消除碳化物的偏析,致使韧性大、硬度高,热处理时变形小,适于制造各种高精度的刀具。

(2) 硬质合金的改进 硬质合金的缺点是强度和韧性低,对冲击和振动敏感。改进的方法是增添合金元素和细化晶粒,例如加入碳化钽(TaC)或碳化铌(NbC)形成万能型硬质合金 M10(YW1)和 M20(YW2),既适于加工铸铁等脆性材料,又适于加工钢等塑性材料。

近年来还发展了涂层刀片,就是在韧性较好的硬质合金(K 类)基体表面,涂敷约 5 μm 厚的一层 TiC 或 TiN(氮化钛)或二者的复合,以提高其表层的耐磨性。

(3) 人造金刚石 人造金刚石硬度极高(接近 10 000 HV,而硬质合金仅达 1 000~2 000 HV),耐热性为 700~800℃。聚晶金刚石大颗粒可制成一般切削工具,单晶微粒主要制成砂轮或作研磨剂用。金刚石除可以加工高硬度而且耐磨的硬质合金、陶瓷、玻璃等外,还可以加工有

色金属及其合金。但不宜于加工铁族金属,这是由于铁和碳原子的亲和力较强,易产生粘结作用加快刀具磨损。

(4) 立方氮化硼(CBN) 是人工合成的又一种高硬度材料,硬度(7 300 ~ 9 000 HV),仅次于金刚石。但它的耐热性和化学稳定性都大大高于金刚石,能耐 1 300 ~ 1 500 °C 的高温,并且与铁族金属的亲和力小。因此,它的切削性能好,不但适于非铁族难加工材料的加工,也适于铁族材料的加工。

CBN 和金刚石刀具脆性大,故使用时机床刚性要好,主要用于连续切削,尽量避免冲击和振动。

二、刀具角度

切削刀具的种类虽然很多,但它们切削部分的结构要素和几何角度有着许多共同的特征。如图 1-5 所示,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。下面从车刀入手,进行分析和研究。

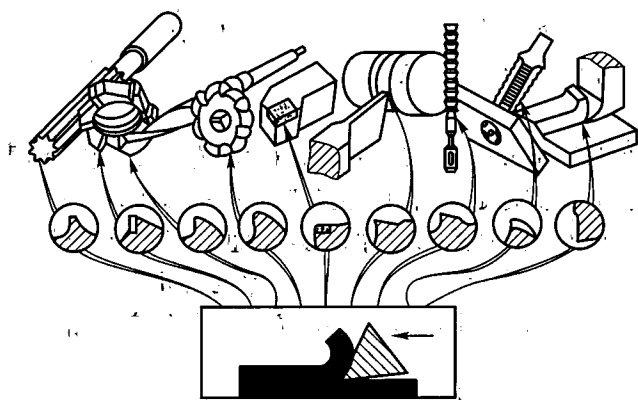


图 1-5 刀具的切削部分

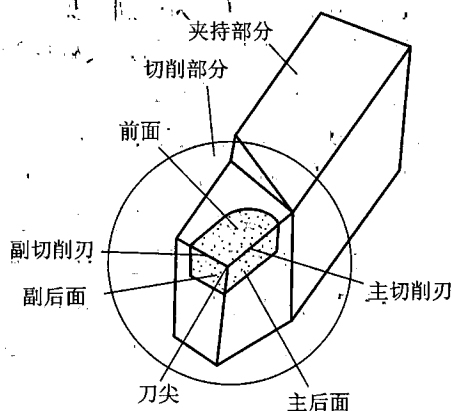


图 1-6 外圆车刀

1. 车刀切削部分的组成

车刀切削部分由三个面组成,即前面、主后面和副后面(图 1-6)。

(1) 前面 刀具上切屑流过的表面。

(2) 后面 刀具上,与工件上切削中产生的表面相对的表面。与前面相交形成主切削刃的后面称主后面;与前面相交形成副切削刃的后面称副后面。

(3) 切削刃(图 1-7) 切削刃是指刀具前面上拟作切削用的刃,有主切削刃和副切削刃之分。主切削刃是起始于切削刃上主偏角为零的点,并至少有一段切削刃拟用来在工件上切出过渡表面的那个整段切削刃。切削时,主要的切削工作由它来负担。副切削刃是指切削刃上除主切削刃以外的刃,亦起始于主偏角为零的点,但它向背离主切削刃的方向延伸。切削过程中,它也起一定的切削作用,但不很明显。

当刀具切削部分参与切削时,又把切削刃分为工作切削刃(刀具上拟作切削用的刃)和作用

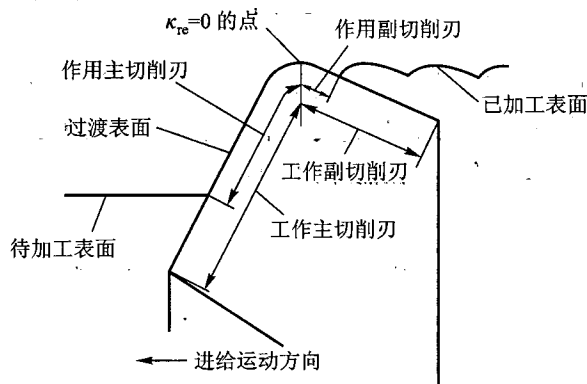


图 1-7 切削刃

切削刃。作用切削刃是指在特定瞬间,工作切削刃上实际参与切削,并在工件上产生过渡表面和已加工表面的那段刃。为区别起见,分别在主、副切削刃前冠以“工作”或“作用”二字。

主切削刃与副切削刃的连接处相当少的一部分切削刃,称为刀尖。实际刀具的刀尖并非绝对尖锐,而是一小段曲线或直线,分别称为修圆刀尖和倒角刀尖。

2. 车刀切削部分的主要角度

刀具要从工件上切除余量,就必须使它的切削部分具有一定的切削角度。为定义、规定不同角度,适应刀具在设计、制造及工作时的多种需要,需选定适当组合的基准坐标平面作为参考系。其中用于定义刀具设计、制造、刃磨和测量时几何参数的参考系,称为刀具静止参考系;用于规定刀具进行切削加工时几何参数的参考系,称为刀具工作参考系。工作参考系与静止参考系的区别在于用实际的合成运动方向取代假定主运动方向,用实际的进给运动方向取代假定进给运动方向。

(1) 刀具静止参考系 它主要包括基面、切削平面、正交平面和假定工作平面等(图 1-8)。

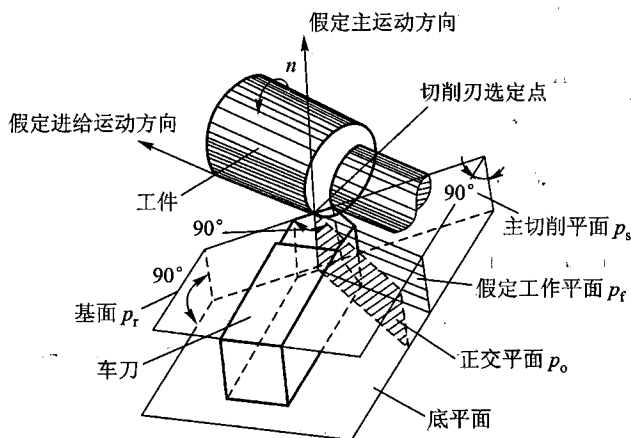


图 1-8 刀具静止参考系的平面

- 1) 基面 过切削刃选定点,垂直于该点假定主运动方向的平面,以 p_r 表示。
- 2) 切削平面 过切削刃选定点,与切削刃相切,并垂直于基面的平面,主切削平面以 p_s 表示;副切削平面以 p'_s 表示。
- 3) 正交平面 过切削刃选定点,并同时垂直于基面和切削平面的平面,以 p_o 表示。
- 4) 假定工作平面 过切削刃选定点,垂直于基面并平行于假定进给运动方向的平面,以 p_f 表示。

(2) 车刀的主要角度 在车刀设计、制造、刃磨及测量时,必需的主要角度有以下几个(图 1-9):

- 1) 主偏角 κ_r 在基面中测量的主切削平面与假定工作平面间的夹角。
- 2) 副偏角 κ'_r 在基面中测量的副切削平面与假定工作平面间的夹角。

主偏角主要影响切削层截面的形状和参数,影响切削分力的变化,并和副偏角一起影响已加工表面的粗糙度;副偏角还有减小副后面与已加工表面间摩擦的作用。

如图 1-10 所示,当背吃刀量和进给量一定时,主偏角愈小,切削层公称宽度愈大而公称厚度愈小,即切下宽而薄的切屑。这时,主切削刃单位长度上的负荷较小,并且散热条件较好,有利于刀具耐用度的提高。

由图 1-11 可以看出,当主、副偏角小时,已加工表面残留面积的高度 h_c 亦小,因而可减小表面粗糙度的值,并且刀尖强度和散热条件较好,有利于提高刀具耐用度。但是,当主偏角减小时,背向力将增大,若加工刚度较差的工件(如车细长轴),则容易引起工件变形,并可能产生振动。

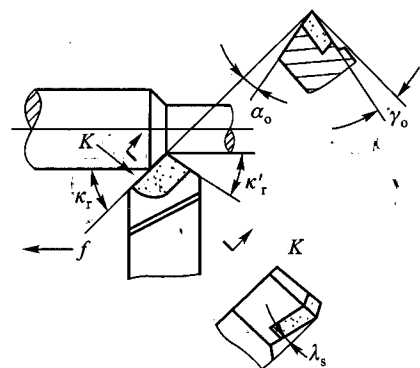


图 1-9 车刀的主要角度

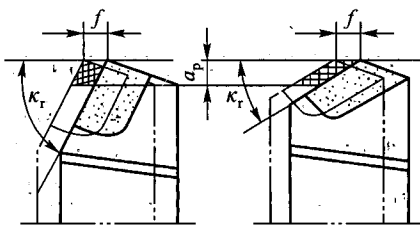
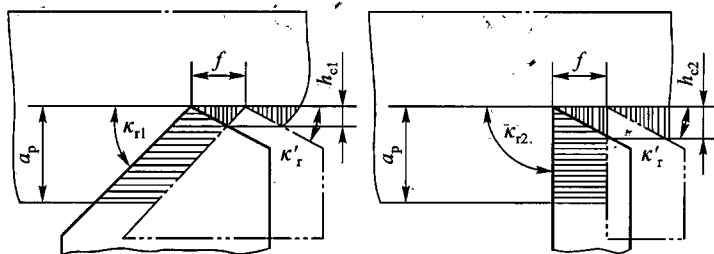
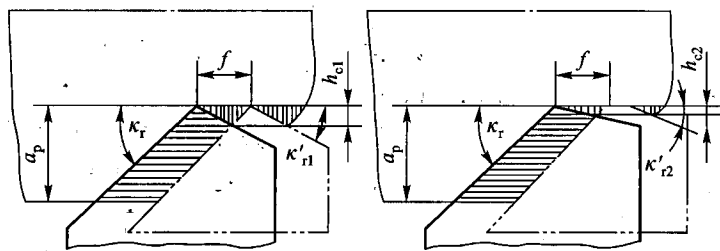


图 1-10 主偏角对切削层参数的影响



(a) 主偏角对残留面积的影响



(b) 副偏角对残留面积的影响

图 1-11 主、副偏角对残留面积的影响

主、副偏角应根据工件的刚度及加工要求选取合理的数值。一般车刀常用的主偏角有 45° 、 60° 、 75° 、 90° 等几种;副偏角为 $5^\circ \sim 15^\circ$,粗加工时取较大值。

3) 前角 γ 。在正交平面中测量的前面与基面间的夹角。根据前面和基面相对位置的不同,又分别规定为正前角、零度前角和负前角(图 1-12)。

当取较大的前角时,切削刃锋利,切削轻快,即切削层材料变形小,切削力也小。但当前角过大时,切削刃和刀头的强度、散热条件和受力状况变差(图 1-13),将使刀具磨损加快,耐用度降低。甚至崩刃损坏。若取较小的前角,虽切削刃和刀头较强固,散热条件和受力状况也较好,但切削刃变钝,对切削加工也不利。

前角的大小常根据工件材料、刀具材料和加工性质来选择。当工件材料塑性大、强度和硬度低或刀具材料的强度和韧性好或精加工时,取大的前角;反之取较小的前角。例如,用硬质合金车刀切削结构钢件, γ_0 可取 $10^\circ \sim 20^\circ$;切削灰铸铁件, γ_0 可取 $5^\circ \sim 15^\circ$ 等。

4) 后角 α 。在正交平面中测量的刀具后面与切削平面间的夹角。

后角的主要作用是减少刀具后面与工件表面间的摩擦,并配合前角改变切削刃的锋利与强度。后角大,摩擦小,切削刃锋利。但后角过大,将使切削刃变弱,散热条件变差,加速刀具磨损。反之,后角过小,虽切削刃强度增加,散热条件变好,但摩擦加剧。

后角的大小常根据加工的种类和性质来选择。例如,粗加工或工件材料较硬时,要求切削刃强固,后角取较小值: $\alpha_0 = 6^\circ \sim 8^\circ$ 。反之,对切削刃强度要求不高,主要希望减小摩擦和已加工表面的粗糙度值,后角可取稍大的值: $\alpha_0 = 8^\circ \sim 12^\circ$ 。

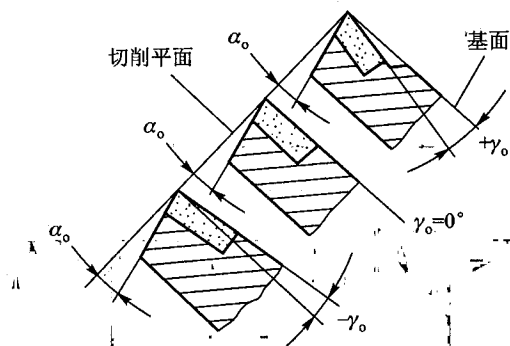


图 1-12 前角的正与负

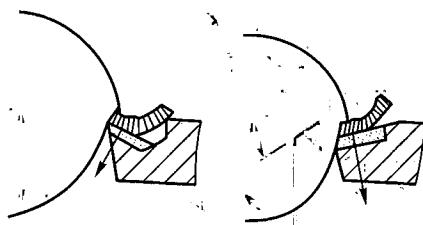


图 1-13 前角的作用

5) 刃倾角 λ 。在主切削平面中测量的主切削刃与基面间的夹角。与前角类似,刃倾角也有正、负和零值之分(图 1-14)。

刃倾角主要影响刀头的强度、切削分力和排屑方向。负的刃倾角可起到增强刀头的作用,但会使背向力增大,有可能引起振动,而且还会使切屑排向已加工表面,可能划伤和拉毛已加工表面。因此,粗加工时为了增强刀头, λ 常取负值;精加工时为了保护已加工表面, λ 常取正值或零度。车刀的刃倾角一般在 $-5^\circ \sim +5^\circ$ 之间选取。有时为了提高刀具耐冲击的能力, λ 可取较大的负值。

在实际生产中,先进生产者通过改变车刀的几何参数,创造了不少先进车刀。例如高速车削细长轴的银白屑车刀,表面粗糙度 Ra 值可达 $1.6 \sim 3.2 \mu\text{m}$,切削效率比一般外圆车刀提高两倍以上。刀片材料粗加工时用 P10,精加工时采用 P01。银白屑车刀的几何形状如图 1-15 所示。