

机械加工 工艺基础

金问楷 主编

清华大学出版社

机械加工工艺基础

金问楷 主编

清华大学出版社

内 容 简 介

本书是按国家教委有关课程的要求编写的。作者改变了按工种加工的传统编写方法,采用按型面加工方法编写。其内容分别为:金属切削加工的基础知识;外圆、内圆和平面加工;锥面、螺旋纹和齿形加工;零件的机械加工工艺;零件结构工艺性;新技术新工艺。为便于教学,各章均有复习思考题。

本书是清华大学内部讲义经修改而成的。它经过多年教学实践的提炼,文字叙述畅达,条理清晰、易懂,插图标准、明确,编排形式新颖,内容详实得当。

本书是机械类和近机类专业《机械加工工艺基础》的讲课教材(即原《金属工艺学冷加工部分》)。可供工科高等院校有关专业的师生使用,也可供电视大学、职工大学、函授大学选用,还可供有关专业的工程技术人员和技术工人参考。

机械加工工艺基础

金 刚 楷 主 编

责任编辑 魏荣桥

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

北京昌平环球科技印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

☆

开本: 787×1092 1/16 印张: 10.75 字数: 275 千字

1990年9月第1版 1990年9月第1次印刷

印数: 0001—15000

ISBN 7-302-00643-1/TH·27

定价: 2.40 元

前 言

本书于1982年编写,根据国家教委1987年颁布的课程基本要求以及我校教学实践的效果于1988年进行了改编,在多次使用的基础上又作了进一步的修改。修改时内容作了一定的增减和调整,插图也作了较多的更新。

为了使本书与《金属工艺学实习教材》较好地配合,讲课与实习有机地衔接,因此对机床、附件等内容一般不再介绍。书中以三类常见典型零件加工为例,分析零件的基本加工工艺过程,使加工方法选用得到进一步的加强。为了扩大学生的知识面,开阔视野,本书充实了新技术新工艺的内容。

参加本书编写的教师有清华大学金属工艺学教研室黄德胜(第一章)、金问楷(第二、三章)、张学政(第四、五、六章)。全书由金问楷主编。

本书由北京科技大学陈端树教授审阅,一些兄弟院校的同志亦提了许多宝贵意见,在此谨致衷心地感谢。

由于编者水平有限,书中错误与不妥之处在所难免,希望读者予以批评指正。

编者 1989年10月

目 录

第一章 金属切削加工的基础知识	1
§1-1 切削加工概述.....	1
一、切削加工及其分类.....	1
二、零件的种类及其表面的形成.....	2
三、机床的切削运动.....	2
四、切削要素.....	3
§1-2 金属切削刀具.....	3
一、刀具结构.....	4
二、刀具材料.....	5
三、刀具几何角度.....	7
§1-3 金属切削过程及其物理现象.....	11
一、切削过程及切屑种类.....	11
二、积屑瘤.....	13
三、切削力.....	14
四、切削热.....	15
五、加工硬化与残余应力.....	17
六、刀具的磨损.....	17
§1-4 磨料切削与磨具.....	18
一、磨具.....	19
二、磨削原理.....	22
三、磨削过程中的物理现象.....	23
§1-5 材料切削加工性和切削用量选择.....	24
一、工件材料的切削加工性.....	24
二、切削用量的选择.....	25
复习思考题.....	26
第二章 外圆、内圆和平面加工	27
§2-1 外圆表面加工.....	27
一、外圆车削.....	27
二、外圆磨削.....	28
三、外圆研磨.....	32
四、外圆超精加工.....	33
五、外圆加工方法的选择.....	34
§2-2 内圆表面加工.....	35
一、钻孔.....	35
二、扩孔.....	37
三、铰孔.....	38
四、镗孔.....	40
五、镗孔.....	40
六、拉孔.....	44
七、磨孔.....	46
八、研磨孔.....	46

九、珩磨孔	47
十、孔加工方法的选择	48
§2-3 平面加工	50
一、平面车削	50
二、平面铣削	50
三、平面刨削	55
四、平面磨削	58
五、平面刮削	59
六、平面研磨	60
七、平面加工方法的选择	60
复习思考题	61
第三章 锥面、螺纹和齿形加工	63
§3-1 锥面加工	63
一、锥面车削	63
二、锥面磨削	65
三、锥孔铰削	66
§3-2 螺纹加工	67
一、螺纹车削	68
二、攻丝和套扣	73
三、螺纹铣削	74
四、螺纹滚压	74
五、螺纹磨削	75
六、螺纹加工方法的选择	75
§3-3 齿形加工	76
一、渐开线齿轮概述	77
二、圆柱齿轮齿形加工	80
三、圆柱齿轮齿形精加工	90
四、圆柱齿轮齿形加工方法选择	93
复习思考题	93
第四章 零件的机械加工工艺	95
§4-1 制定机械加工工艺的基本知识	95
一、生产纲领和生产类型	95
二、机械加工工艺过程及组成	96
三、工件的安装	97
四、定位原理和定位基准	99
五、零件机械加工工艺的制定	104
§4-2 轴类零件加工工艺	106
一、概述	106
二、阶梯轴的加工	108
三、带孔阶梯轴的加工特点	111
§4-3 盘套类零件加工工艺	112
一、概述	112
二、盘套零件的加工	113
三、其他盘套零件的加工特点	117
§4-4 支架箱体类零件加工工艺	119
一、概述	119
二、支架的加工	121

三、箱体的加工特点	122
四、剖分式箱体的加工特点	125
复习思考题	125
第五章 零件结构工艺性	127
§5-1 零件结构工艺性的概念	127
§5-2 零件结构的切削加工工艺性举例	128
一、尽量采用标准化参数	128
二、便于在机床或夹具上安装	129
三、便于加工、提高切削效率	132
四、便于度量	139
§5-3 零件结构的装配工艺性举例	140
一、便于装配	140
二、便于维修	142
三、应有正确的装配基面	142
四、应有合适的调整补偿环	142
五、机器部件应尽可能分解成独立装配单元	143
复习思考题	144
第六章 新技术和新工艺	145
§6-1 数字控制机床加工	145
一、数控机床的工作原理	145
二、数控机床加工的特点和应用	146
三、经济型微机控制机床简介	147
§6-2 金属少无切削加工	148
一、零件冷轧加工	148
二、零件滚压加工	148
三、零件挤压加工	150
四、粉末冶金	150
§6-3 特种加工	151
一、电火花加工	151
二、电解加工	154
三、电解磨削	156
四、超声波加工	156
五、激光加工	157
六、电子束加工	158
七、离子束加工	159
§6-4 成组工艺简介	159
一、成组工艺的基本原理	160
二、零件分类编码	160
三、成组加工的工艺准备	162
四、成组加工的特点	163
复习思考题	163
附表 1 金属切削机床类组型划分表摘录	164
附表 2 表面粗糙度 R_a、R_z 允许值及加工方法	165

第一章 金属切削加工的基础知识

§ 1-1 切削加工概述

一、切削加工及其分类

切削加工是用切削工具从毛坯（如铸件、锻件、条料或板料）上切去多余的材料，使零件的几何形状、尺寸以及表面粗糙度等方面均符合图纸要求。切削加工主要用于金属的加工，如各种碳钢、合金钢、铸铁和有色金属等，也可用于某些非金属材料的加工，如工程塑料和合成橡胶等。

切削加工分为钳工和机械加工（简称机工）两大部分。钳工一般是由工人手持工具对工件进行切削加工的，机工是由工人操纵机床进行切削加工的。切削加工按其所用切削工具的类型又可分为刀具切削加工和磨料切削加工。刀具切削加工的主要方式有车削、钻削、镗削、铣削、刨削等；磨料切削加工的方式有磨削、珩磨、研磨、超精加工等。

随着现代工业的发展，对机器、仪器设备的精度和性能要求愈来愈高。为了适应这一要

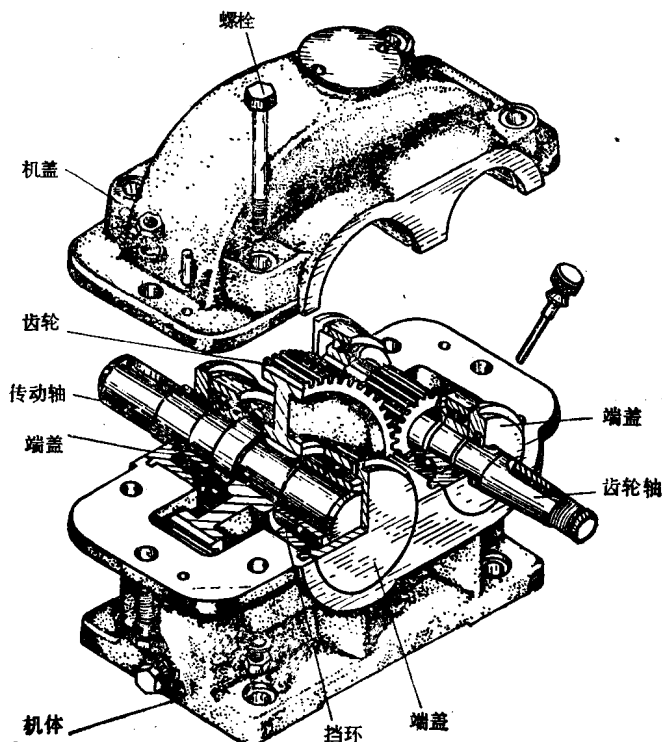


图 1-1 减速器

求, 提高生产率和加工质量, 降低加工成本, 人们在生产中不断地总结经验, 推陈出新, 创造出新的加工方法, 研制出高精度、高效率的加工设备。

二、零件的种类及其表面的形成

机器或机械装置, 都是由许多零件组合装配而成的。组成机械设备的零件大小不一, 形状各异, 其中最常见零件有三类(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。

各种机械零件上常见的表面有以下几种(图1-2):

圆柱面——是以直线为母线, 以和它相垂直的平面上的圆为轨迹, 作旋转运动所形成的表面〔图1-2a)〕。

圆锥面——是以直线为母线, 以圆为轨迹, 且母线与轨迹平面相交成一定角度作旋转运动所形成的表面〔图1-2b)〕。

平面——是以直线为母线, 以另一直线为轨迹作平移运动所形成的表面〔图1-2c)〕。

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所形成的表面〔图1-2d)和e)〕。

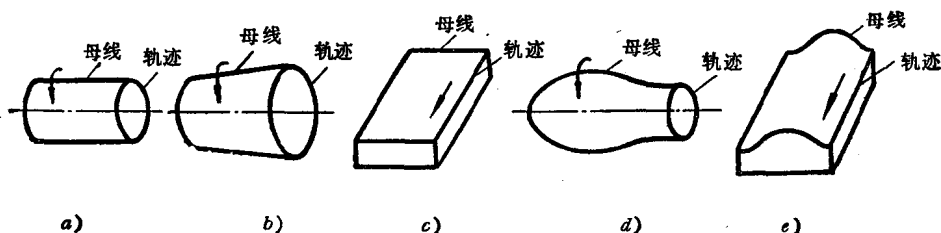


图 1-2 表面的形成

此外, 根据使用或制造上的要求, 零件上还常有各种沟槽。沟槽实际上是由平面或曲面所组成的, 常用沟槽的断面形状如图 1-3 所示。

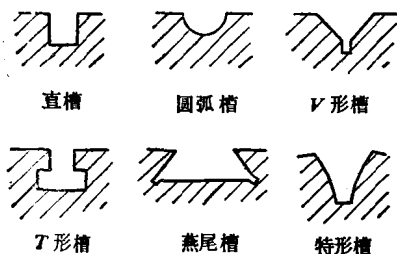


图 1-3 常用沟槽的断面形状

上述各种表面, 可用相应的加工方法来获得。加工零件, 就是要按一定的顺序, 合理地加工出各个表面。

三、机床的切削运动

各种表面均可视为母线沿轨迹运动而形成的, 因此在机床上加工各种表面时, 刀具与工件之间必须要有适当的相对运动, 即所谓切削运动。切削运动的形式很多, 有旋转的, 也有平移的; 有连续的, 也有间歇的。根据在切削加工中所起的作用将切削运动分为主运动和进给运动。

主运动 是切下切屑所需要的最基本的运动, 也是切削加工中速度最高、消耗功率最多的运动。如车削时工件的旋转, 钻削和铣削时刀具的旋转, 牛头刨床刨削时刀具的直线往复运动。

进给运动 是使切削工具不断切下切屑所需要的运动。如车削外圆时刀具沿工件轴向的连续直线移动, 牛头刨床刨水平面时工件的横向间歇移动。

各种切削加工机床都是为了加工某些表面而发展起来的, 因此都有特定的切削运动。在切削加工时, 主运动只有一个, 进给运动可以是一个或多个。

四、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。切削用量三要素是指切削速度 v 、进给量 f (或进给速度 v_f) 和切削深度 a_p ; 切削层的几何参数有切削宽度 a_w 、切削厚度 a_e 和切削面积 A_c (图1-4)。

1. 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。如主运动为旋转运动, 切削速度的计算公式如下:

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

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)。

(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。例如, 车削的 f 为工件每转一转时, 车刀沿进给运动方向移动的距离 (mm/r)。

(3) 切削深度 a_p 工件上待加工表面和已加工表面间的垂直距离 (mm)。如切削圆柱面, a_p 为该次切除余量的一半; 切削平面, a_p 为该次的切除余量。

2. 切削层参数

(1) 切削宽度 a_w 是刀具主切削刃与工件的接触长度 (mm)。车削时, 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_e 刀具或工件每移动一个进给量 f 时, 刀具主切削刃相邻两个位置间的垂直距离 (mm)。车外圆时

$$a_e = f \cdot \sin \kappa_r$$

(3) 切削面积 A_c 工件被切下的金属层在垂直于主运动方向上的截面面积 (mm²)。即切削深度和进给量的乘积, 或切削宽度和切削厚度的乘积。

$$A_c = a_p \cdot f = a_w \cdot a_e$$

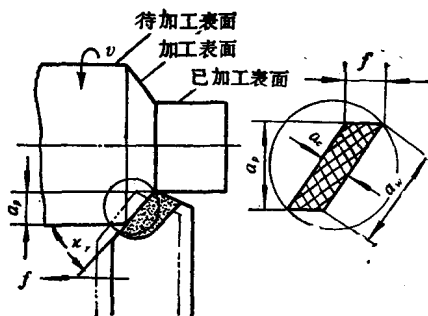


图 1-4 车削外圆的切削要素

§ 1-2 金属切削刀具

在切削加工中, 刀具是保证加工质量、提高生产效率的一个重要因素。因此, 车削、钻削、镗削、刨削、铣削等加工方法均需根据不同的加工对象来选择合理的刀具结构、合适的刀具材料及刀具角度。

一、刀具结构

切削刀具的种类很多，形状多种多样，但其结构却具有共性。外圆车刀（图1-5）是最基本、最典型的刀具，由刀头和刀体组成，其各部分名称如图1-5a所示。车刀常用的结构形式有：将硬质合金刀片焊在刀体上的焊接式车刀〔图1-5a〕；靠刃磨形成刀头的高速钢整体式车刀〔图1-5b〕；将具有若干个刀刃的硬质合金刀片紧固在刀体上的机械夹固式车刀〔图1-5c〕。

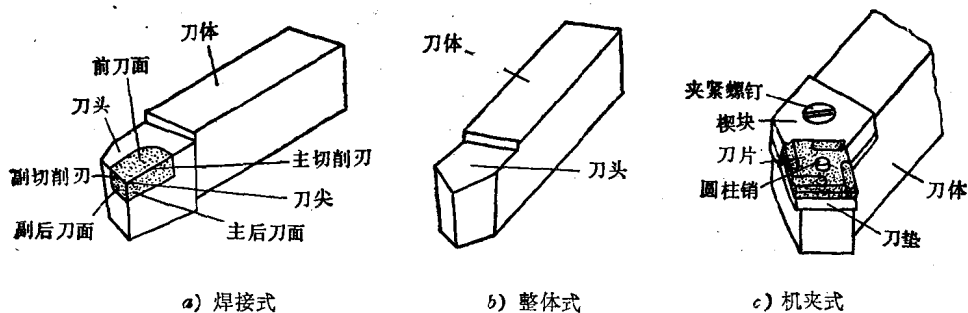


图 1-5 车刀的组成和形式

刨刀、钻头和铣刀等其他种类的切削刀具都可以看作是车刀的演变或组合。刨刀切削部分的形状与车刀基本相同（图1-6）；钻头可看作是两把一正一反对称安装同时镗削孔壁两侧的镗刀（图1-7）；铣刀虽然形状复杂，实际上是由多把车刀组合而成的，一个刀齿可看作是一把车刀（图1-8）。



图 1-6 刨刀的结构

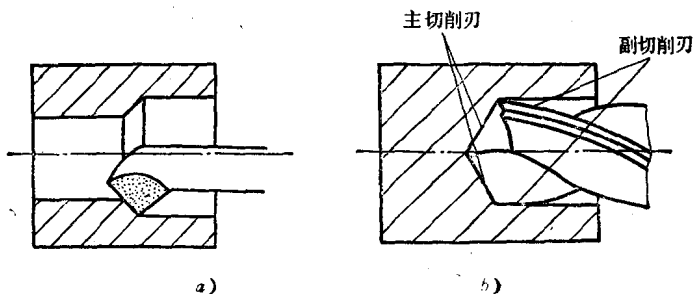


图 1-7 钻头与镗刀的对比

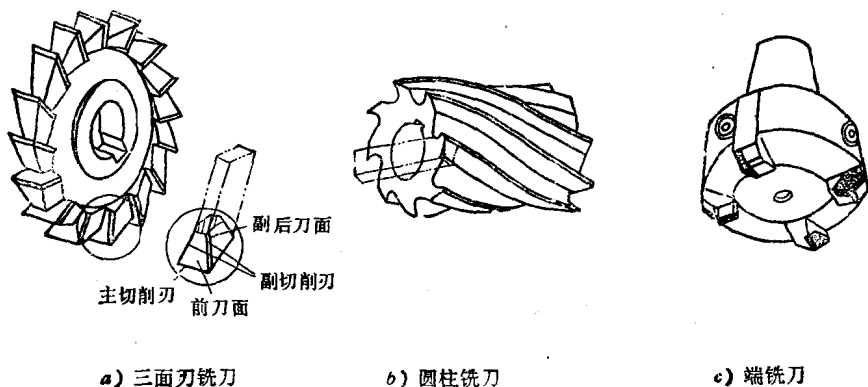


图 1-8 铣刀和车刀对比

二、刀具材料

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, 因此选用的材料必须具备以下性能: 刀具材料的硬度必须高于工件材料的硬度, 常温下的硬度应在HRC60以上; 要有良好的耐磨性, 即抵抗磨损的能力; 要有足够的强度和韧性, 以承受切削力和切削时产生的振动和冲击; 要有良好的耐热性, 即在高温时仍能保持硬度、强度和耐磨等性能; 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, 以便于刀具本身的制造。

刀具材料的种类很多, 有碳素工具钢、合金工具钢、高速钢、硬质合金、陶瓷材料、人造金刚石和立方氮化硼等, 各类刀具材料的基本性能见表1-1。目前在切削加工中使用最多的刀具材料是高速钢和硬质合金。

1. 高速钢

高速钢俗称锋钢、白钢, 是以钨、铬、钒、钼为主要合金元素的高合金钢。高速钢淬火后的硬度可达HRC62~67, 与合金工具钢相比, 耐热性有较大的提高, 在550~600℃时仍能进行切削。1900年高速钢的出现使切削速度大幅度提高, 高速钢由此而得名, 并被沿用至今。由于高速钢的抗弯强度和冲击韧性比硬质合金高, 并且具有铸造、锻造、焊接、热处理和切削加工工艺性能以及良好的磨削工艺性能, 因此目前在复杂刀具的应用中, 高速钢仍占主要地位。它多用来制造钻头、丝锥、铣刀、拉刀、齿轮刀具等, 其允许切速一般为 $v < 30$ m/min。常用的高速钢牌号为W18Cr14V(钨系高速钢)和W6Mo5Cr4V2(钼系高速钢)。

在高速钢中加入一些其他合金元素(如钴、钒、铝等)以进一步提高其耐磨性和耐热性, 称之为高性能高速钢。W2Mo9Cr4VCo8(钴高速钢)和W6Mo5Cr4V2Al(铝高速钢)是两种常用的高性能高速钢。这类高速钢主要用于加工高温合金、钛合金、奥氏体不锈钢、高强度钢等难加工材料。

2. 硬质合金

硬质合金是用具有高耐磨性和高耐热性的WC(碳化钨)、TiC(碳化钛)等金属碳化物, 以Co(钴)作粘结剂, 经粉末冶金法制成的。常用硬质合金的硬度为HRA89~93(相当于HRC74~82), 能耐800~1000℃的高温。硬质合金刀具的切速比高速钢可高4~10倍, 但抗弯强度低, 冲击韧性差。由于硬质合金不能用于刀具进行切削加工, 只能压制、烧结、焊接和磨削, 因而很少制成整体刀具, 一般制成各种形状的刀片焊接或夹固在刀体上使用。常用的硬质合金有钨钴类、钨钛钴类和通用硬质合金等, 其牌号、成分、机械性能及用途如表1-2所示。在以WC为基体的硬质合金中加入TiC可以提高硬质合金的硬度、耐热性和耐磨性。加入TaC(碳化钽)或NbC(碳化铌)后, 不仅提高了耐磨性和抗弯强度, 而且提高了韧性。

为改善硬质合金的性能, 近年来又研制出了一些新型硬质合金, 简介如下:

超细晶粒硬质合金 普通硬质合金中WC晶粒尺寸为几 μm , 细晶粒硬质合金(如YG3X、YG6X)中WC晶粒的平均尺寸在1.5 μm 左右, 而超细晶粒硬质合金WC晶粒的平均尺寸在0.5 μm 以下。硬质合金晶粒的尺寸愈小, 其硬度、耐磨性和韧性愈高。超细晶粒硬质合金用于加工耐热合金、高强度合金等难加工材料。

碳化钛基硬质合金 是以TiC为主要成分, 以Ni和Mo为粘结剂的硬质合金, 其牌号用

表 1-1 刀具材料的基本性能

种 类	硬度	耐热性 (°C)	抗弯强度 σ_{bb} $\times 10^3$ (MPa)	工艺性能	应用范围
碳素工具钢	HRC60~64 (HV713~825)	200~250	2.5~2.8	可冷热加工成形, 切削加工性较好, 磨削工艺性好, 需热处理	仅用于少数手动刀具, 如锉刀、手用铰刀、丝锥、板牙等
合金工具钢	HRC60~65 (HV713~856)	300~350	2.5~2.8	同上	用于低速刀具, 如手用铰刀、丝锥、板牙等
高速钢	HRC62~70 (HV766~1037)	600~700	2.5~4.5	可冷热加工成形, 切削加工性较好, 磨削工艺性好 (高钒类差), 需热处理	用于各种刀具, 特别是复杂、精密、成形刀具, 如钻头、铣刀、拉刀、螺纹刀具和齿轮刀具等
硬质合金	HRA89~94 (HV1300~1800)	800~1100	0.9~2.5	压制烧结后使用, 只能磨削加工, 不需热处理, 一般作刀片使用	大部分车刀、刨刀和镶齿端铣刀的刀片
陶 瓷	HRA92~95 (HV1500~2100)	1200~1300	0.45~1.1	同上	多用于车刀, 适宜连续切削
立方氮化硼	HV3400~7000	1400~1500	0.57~0.81	经高温高压烧结而成, 不能用刀具切削加工, 可用金刚石砂轮磨削, 使用复合刀片	用于高硬度、高强度材料 (特别是铁族材料) 的精加工
金刚石	人 造 HV6000~8000	700~800	0.42~1.0	用天然金刚石砂轮磨削, 刃磨很困难	用于有色金属的高精度低粗糙度切削, 如镜面车削; 也用于非铁族难加工材料的切削
	天 然 HV10000		0.3	只能经研磨后使用	

注: 维氏硬度HV试验原理和HB基本相同。其压头用锥面夹角为 136° 的金刚石四方角锥体, 在载荷 F (一般选用 $5 \sim 100\text{kgf}$) 的作用下, 将试样表面上压出一个正方形的压痕。先计算出压痕的面积 A_V , 再根据公式 $HV=F/A_V$, 即可求出维氏硬度值HV。

YN及数字表示。这种合金的优点是硬度高, 具有较好的耐磨性、耐热性和抗氧化能力, 切削速度可达 $300 \sim 400\text{m/min}$ 。YN05用于低碳钢、中碳钢、铸钢和合金铸铁的精加工; YN10用于碳钢、合金钢、工具钢及淬硬钢的连续表面的精加工。

表面涂层硬质合金 是在韧性较好的钨钴类硬质合金的基体表面涂覆 $5 \sim 10\mu\text{m}$ 厚的一层硬度和耐磨性很高的TiC或TiN, 以解决刀具的硬度、耐磨性与强度、韧性之间的矛盾。因为涂层极薄, 只用于制作车削和端面铣削用的不重磨刀片。

工件材料的发展促进了刀具材料的发展, 很多新型钢种及航天工业中使用的特种难加工

表 1-2 常用硬质合金的牌号、成分、机械性能及用途

类别	牌 号	化学成份 (%)				机 械 性 能		用 途
		WC	TiC	TaC (NbC)	Co	$\sigma_{bb} \geq$ $\times 10^3 (\text{MPa})$	HRA	
钨 钴 类	YG3	97	—	—	3	1.08	91	铸铁、有色金属及其合金的精加工和半精加工
	YG6	94	—	—	6	1.37	89.5	铸铁、有色金属及其合金的半精加工和粗加工
	YG8	92	—	—	8	1.47	89	铸铁、有色金属及其合金的粗加工，也可用于断续切削
	YG3X	97	—	—	3	0.981	92	铸铁、有色金属及其合金的精加工，也可用于合金钢、淬火钢的精加工
	YG6X	94	—	—	6	1.32	91	冷硬铸铁、耐热合金的精加工和半精加工，也可用于普通铸铁的精加工
钨 钨 钴 类	YT5	85	5	—	10	1.28	89.5	碳素钢、合金钢的粗加工，也用于断续切削
	YT14	78	14	—	8	1.18	90.5	碳素钢、合金钢连续切削时的粗加工、半精加工，断续切削时的精加工
	YT15	79	15	—	6	1.13	91	
	YT30	66	30	—	4	0.883	92.5	碳素钢、合金钢的精加工
通用 硬质 合金	YW1	84	6	4	6	1.23	91.5	用于耐热钢、高锰钢、不锈钢等难加工材料及普通钢、铸铁、有色金属及其合金的半精加工和精加工
	YW2	82	6	4	8	1.47	90.5	用于上述材料的粗加工和半精加工

注：表中Y——硬质合金；G——钴，其后数字表示含钴量；X——细晶粒合金；T——碳化钨，其后数字表示含TiC量；W——通用合金

材料要求提供切削性能更好的刀具材料；同时，刀具材料的发展使新型材料的切削加工成为可能，又促进了新型材料的应用与发展。各类刀具材料的性能差别很大，但任何一种刀具材料都难以具备所有的最佳性能。硬度高、耐磨性和耐热性好的刀具材料往往韧性和工艺性能较差，并且各类刀具材料的成本与价格也有很大的差别。因此，应根据切削加工的实际情况综合分析，合理地选用刀具材料。

三、刀具几何角度

刀具几何角度有标注角度(或称刃磨角度)和工作角度(或称实际角度)。标注角度是指在刀具图样上标注的角度，工作角度是按照切削工作的实际情况所确定的角度。由于刀具角度沿切削刃各点可能是变化的，因此刀具角度实际上是切削刃某一选定点处的角度，通常指邻近刀尖处的角度。

1. 刀具标注角度的参考系

为了便于设计和制造刀具，预先得假定刀具的运动条件和安装条件，以此确定刀具标注角度的参考系。例如，要确定外圆车刀的标注角度，首先要假定切削刃上选定点的主运动方向与刀具底面垂直，进给方向与刀体中心线垂直，该选定点与要加工的工件轴线等高。表示车刀标注角度最常用的是主剖面参考系，由基面、切削平面和主剖面构成，如图 1-9 所示。

基面 P ，通过切削刃选定点，与假定主运动方向相垂直的平面。车刀的基面 P ，平行于刀

具底面。

切削平面 P_s 通过切削刃选定点,与切削刃 S 相切,且垂直于基面 P_r 的平面。

主剖面 P_o 通过切削刃选定点,且垂直于 P_s 和 P_r 的平面。 P_s — P_o — P_r 即为一个正交的主剖面参考系。

2. 刀具的标注角度

刀具的标注角度是在假定运动条件和安装条件下,在刀具标注角度的参考系中确定的。

车刀的五个主要标注角度是前角、后角、主偏角、副偏角和刃倾角(图1-10)。

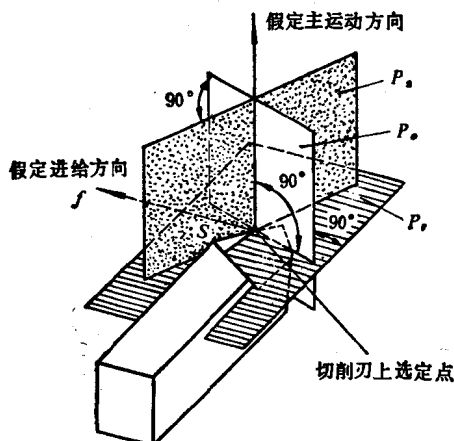


图 1-9 车刀的主剖面参考系

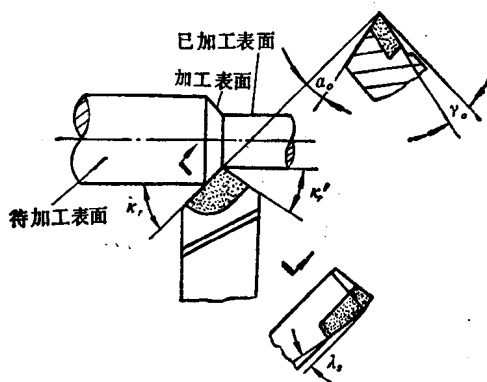


图 1-10 车刀的主要角度

(1) 前角 γ 。在主剖面中测量,是前刀面与基面的夹角。通过选定点的基面位于刀头实体之外时 γ 定为正值;位于刀头实体之内时则 γ 定为负值。前角 γ 对切削难易程度有很大影响。增大前角可使刀具锋利,切削轻快。但前角过大,刀刃和刀尖的强度下降,刀具导热体积减小,影响刀具使用寿命。

前角大小的选择与工件材料、加工要求及刀具材料有关。加工塑性材料时前角应选得大些,加工脆性材料时应选得小些;工件材料的强度低、硬度低,前角应选得大些,反之应选得小些,甚至选零度或负值;精加工时前角应选得大些,粗加工时应选得小些;刀具材料韧性好(如高速钢),前角可选得大些,而刀具材料韧性差(如硬质合金),应选得小些。例如,用硬质合金车刀切削钢件, γ 可取 $10^\circ \sim 20^\circ$;切削灰铸铁, γ 可取 $5^\circ \sim 15^\circ$;切削铝及铝合金, γ 可取 $25^\circ \sim 35^\circ$;切削高强度钢 γ 需取 -5° 左右。

(2) 后角 α 。在主剖面中测量,是主后刀面与切削平面的夹角。

后角的作用是为了减小主后刀面与工件之间的摩擦以及主后刀面的磨损。但后角过大,刀刃强度下降,刀具导热体积减小,反而会加快主后刀面的磨损。

粗加工和承受冲击载荷的刀具,为了使刀刃有足够的强度,后角可选得小些,一般为 $4^\circ \sim 6^\circ$;精加工时切深较小,刀刃不易损坏,为保证加工的表面质量,后角可选得大些,一般为 $8^\circ \sim 12^\circ$ 。

(3) 主偏角 κ 。在基面中测量,是主切削刃在基面上的投影与假定进给方向的夹角。

主偏角 κ 的大小影响刀具寿命和切削分力的大小。如图1-11所示,在切深和进给量相同的情况下,改变主偏角的大小可以改变切削厚度和切削宽度。减小主偏角使主切削刃参加切削的长度增加,切屑变薄,刀刃单位长度上的切削负荷减轻,同时加强了刀尖,增大了散热

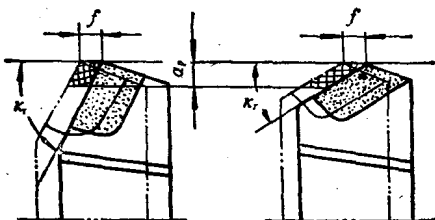


图 1-11 主偏角对切削宽度和厚度的影响

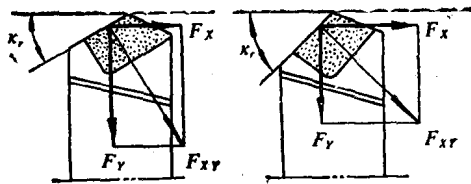


图 1-12 主偏角对切深抗力的影响

面积, 因而使刀具寿命提高。如图1-12所示, 主偏角 κ_r 的大小还影响切削分力的大小。减小主偏角会使刀具作用在工件上的切深抗力增大, 当加工刚性较弱的工件时, 容易引起工件的变形和振动。

主偏角的大小应根据加工对象正确选取, 车刀常用的主偏角有 45° 、 60° 、 75° 、 90° 几种。

(4) 副偏角 κ'_r 在基面中测量, 是副切削刃在基面上的投影与假定进给反方向的夹角。

副偏角 κ'_r 的作用是为了减小副切削刃与工件已加工表面之间的摩擦, 以防止切削时产生振动。副偏角的大小影响刀尖强度和表面粗糙度。如图1-13所示, 在切深、进给量和主偏角相同的情况下, 减小副偏角可使残留面积减小, 表面粗糙度降低。

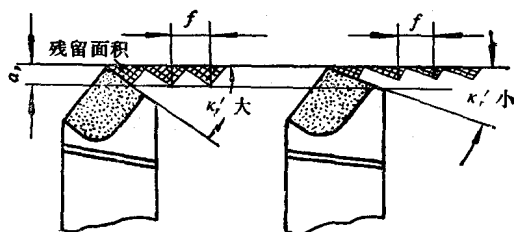


图 1-13 副偏角对残留面积的影响

副偏角 κ'_r 的大小在不产生摩擦和振动的条件下主要依据表面粗糙度的要求来选取, 一般为 $5^\circ \sim 15^\circ$, 粗加工 κ'_r 取较大值, 精加工 κ'_r 取较小值。

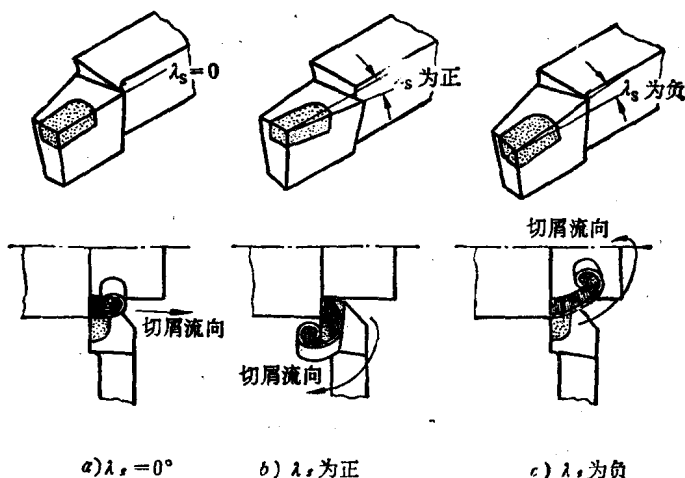


图 1-14 刃倾角对排屑方向的影响

(5) 刃倾角 λ 在切削平面中测量, 是主切削刃与基面的夹角。当刀尖是切削刃上最高点时, λ 定为正值; 刀尖是切削刃上最低点时, λ 定为负值。

刃倾角 λ ,主要影响刀尖的强度和切屑流动的方向。如图1-14所示, λ 为零度,切屑向着与主切削刃垂直的方向流动; λ 为正值,切屑向着待加工表面方向流动; λ 为负值,切屑向着已加工表面方向流动。

粗加工时为了增强刀尖强度, λ 常取负值;精加工时为了防止切屑划伤已加工表面, λ 常取正值或零度。车刀的刃倾角 λ ,一般在 $-5^\circ \sim +5^\circ$ 之间选取。断续切削时,为了提高刀具的耐冲击能力, λ 可取 $-5^\circ \sim -15^\circ$ 。

3. 刀具的工作角度

刀具的工作角度是考虑安装条件和进给运动的影响而确定的。考虑实际安装和进给运动的影响,刀具角度的参考系将发生变化,因此刀具工作时的角度也随之发生变化。

(1) 车刀的安装对工作角度的影响

当车刀刀尖与工件中心等高时,若不考虑进给运动,车刀的工作前后角 γ_{oe} 、 α_{oe} 等于标注前后角 γ_o 、 α_o 。若将刀尖安装得高于或低于工件中心,工作基面和工作切削平面的位置将有所改变,则工作前后角 γ_{oe} 、 α_{oe} 不等于标注前后角 γ_o 、 α_o 。(见图1-15)。

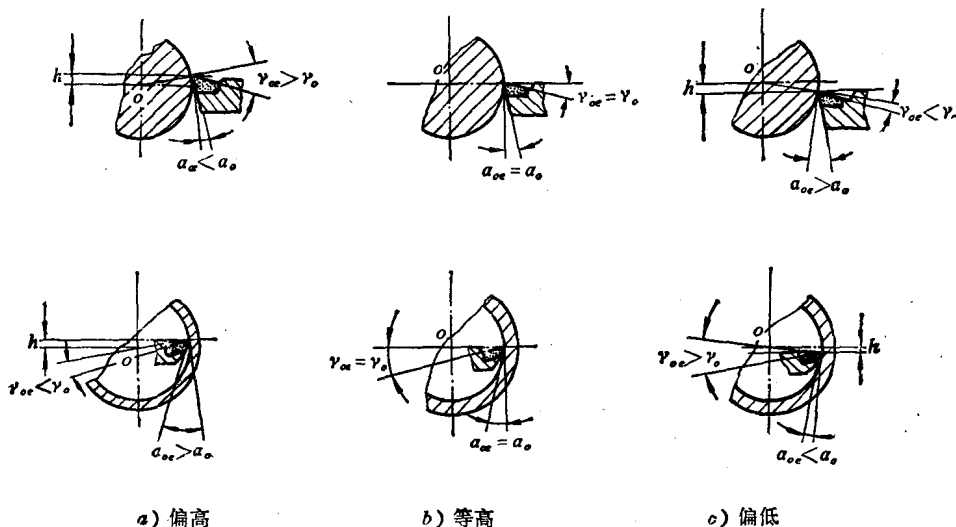


图 1-15 车刀安装的高度对工作前、后角的影响

车外圆时,若刀杆中心线与进给方向不垂直,则工作主偏角 κ_{re} 和工作副偏角 κ'_{re} 不等于标注主偏角 κ_r 和标注副偏角 κ'_r ,如图1-16所示。

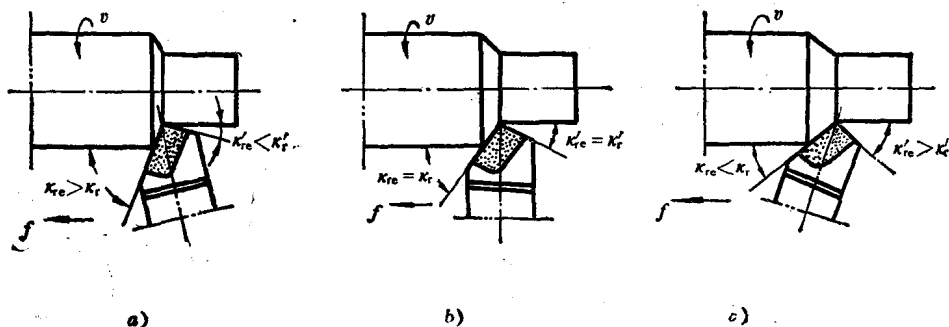


图 1-16 刀杆安装偏斜对工作主、副偏角的影响