

中等职业技术教育规划教材

机械制造基础

模具专业适用

裘维涵 主编



机械工业出版社
China Machine Press

中等职业技术教育规划教材

机械制造基础

(模具专业适用)

裘维涵 主编



机械工业出版社

本书主要包括：金属切削原理和刀具的基础知识；金属切削概论；各种机械加工方法（除铸、锻、焊等热加工以外的各种切削加工和特种加工）的工作原理及其设备、工具的选择和应用。

本书是中等专业学校模具设计及制造专业的教材，亦可供相关专业学生、自学者和有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/裘维涵主编. —北京:机械工业出版社,
1999.10 重印
中等职业技术教育规划教材(模具专业适用)
ISBN 7-111-03492-9

I. 机… II. 裘… III. 金属加工-工艺-专业学校-教材
IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 69215 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:杨 燕 王霄飞 版式设计:冉晓华

责任校对:熊天荣 封面设计:方 芬 责任印制:路 琳

济南新华印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 3 月第 1 版第 11 次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·24 印张·587 千字

定价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据1986年11月原机械工业委员会中等专业学校“模具设计与制造”专业教学计划和“机械制造基础”教学大纲编写的,是中等专业学校模具设计及制造专业的教学用书。

“机械制造基础”是讨论除热加工(铸、锻、焊等)以外的各种机械加工方法的原理、工艺特点及其应用的一门技术基础课程,它将为后继课程(各种制造工艺学)及日后工作奠定必要的基础。

讨论机械加工方法的教材版本很多,但常见的多是适用于机械制造工艺专业的,由于各专业后继课程设置的不同,对于模具设计与制造专业而言,有必要较系统地学习有关金属切削机床的基本知识,为此在不改变课程大纲总原则的前提下,单独设置了金属切削机床基础的章节。另外,鉴于目前特种加工方法已不仅是模具制造中的重要加工手段,在其它行业制造领域中的应用也日益增多,故对该方面内容也作了适当的增加。这些尝试与努力,意在使读者学习过本教材后,对机械制造有较完整的认识。

本书由上海电机技术高等专科学校裘维涵主编,常州工业技术学院汤天民主审。全书共九章,其中第二、四、九章由裘维涵编写,第五、七、八章由北京汽车工业学校黄家骏编写,第一、三、六章由陕西第一工业学校赵国明编写。

在审稿过程中,重庆机器制造学校李云程、无锡无线电机学校钟志贤、咸阳机器制造学校周晓明、浙江机械工业学校谢康美、山东省机械工业学校何东等老师对本书提出了许多建设性意见。在编写过程中,上海重型机器厂王国栋、范培善,上海汽轮机厂唐炳华等高级工程师为本书提供的大量生产实践参考资料和建设性意见,使本书更具有实用性。上海电机制造技术专科学校刘桃源、杨秀荣等老师对本书提出了有益的建议,在此一并表示感谢。

限于编者的水平,缺点和错误在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

编者

1992.1

目 录

前言

第一章 金属切削理论基础 1

第一节 金属切削的基本概念 1

一、切削运动、加工表面和切削用量 1

二、刀具静态几何角度 3

三、刀具的工作角度 7

四、切削层横剖面参数 9

第二节 刀具材料 10

一、刀具材料应具备的性能 10

二、工具钢 11

三、硬质合金 13

四、其它刀具材料 16

五、刀具材料的表面涂覆层 17

第三节 金属切削过程 17

一、切屑的形成 17

二、切屑种类 21

三、积屑瘤 22

四、断屑 23

五、切削力和切削功率 24

六、切削热、切削温度 30

七、刀具磨损和刀具耐用度 32

第四节 提高加工质量与生产率的途径 36

一、改善工件材料的切削加工性 36

二、合理选择切削液 37

三、提高已加工表面质量 39

四、刀具几何参数的合理选择 42

五、切削用量的合理选择 47

第二章 金属切削机床基础 53

第一节 概述 53

一、机床的类型和编号 53

二、机床的运动 54

三、机床的组成 61

第二节 机床的传动 64

一、传动机构 64

二、传动系统 77

第三节 机床本体部件 84

一、主轴部件 84

二、工作台、刀架 87

三、床身、导轨 90

第四节 操纵、控制与其它机构 93

一、操纵机构 93

二、控制系统 98

三、其它机构 106

第五节 机床精度 111

一、影响机床精度的主要因素 111

二、机床精度检验 111

第三章 车削加工 115

第一节 车床 116

一、车床种类 116

二、CA6140型卧式车床 116

三、其它车床 123

第二节 工件装夹与车床附件 126

一、三爪自定心卡盘 126

二、四爪单动卡盘 126

三、顶尖及鸡心夹头 126

四、中心架与跟刀架 128

五、花盘 130

第三节 车刀 130

一、常用车刀的种类和加工范围 130

二、车刀设计 131

三、焊接车刀设计举例 138

第四节 车削工作 141

一、车细长轴 141

二、车圆锥体 142

三、车成形面 143

四、车偏心件 144

五、精细车 146

六、铲齿加工 146

第四章 铣削加工 148

第一节 铣床 148

一、铣床种类 148

二、X62W卧式万能铣床 152

三、X8126型万能工具铣床 156

第二节 铣床附件 157

一、立铣头	157	一、镗削加工的特点	236
二、平口虎钳	157	二、镗床	237
三、自定心虎钳	158	三、镗刀	245
四、回转工作盘	158	四、镗削加工	247
五、分度头	158	第七章 磨削加工	253
六、光学分度头	159	第一节 砂轮	254
第三节 铣刀	160	一、砂轮的构造和特性	254
一、铣刀种类	160	二、砂轮的标志	258
二、铣刀的几何参数	162	三、砂轮的装拆、平衡与修整	258
三、铣刀的刃磨	163	四、人造金刚石砂轮与立方氮化硼砂轮	261
四、铣刀的装夹	164	第二节 磨削运动和磨削用量	261
第四节 铣削	166	第三节 外圆表面的磨削	262
一、铣削方式	166	一、M1432A型万能外圆磨床	262
二、铣削要素	168	二、外圆表面的磨削	266
三、切削用量的选择	170	第四节 内圆表面的磨削加工	273
四、铣削工作	172	一、内圆磨削方式	273
第五章 刨、插、拉与锯削加工	187	二、内圆磨削工作	274
第一节 刨、插削加工	187	第五节 平面磨削	275
一、刨、插机床	187	一、平面磨削方式	275
二、刨削与插削工作	199	二、平面磨床	276
第二节 拉削加工	205	三、平面磨削工作、工件的装夹及 机床附件	276
一、拉削加工特点	205	第六节 成形磨削	278
二、拉床	206	一、成形磨削方式	278
三、拉刀	208	二、专用成形磨床	279
四、拉削的加工范围	209	三、成形磨削方法	281
第三节 锯削加工	210	第七节 光整加工	284
一、锯削加工的特点	210	一、精密磨削	284
二、锯削机床	210	二、超精加工	285
三、锯削工作及刀具	213	三、珩磨	286
第六章 钻、铰、镗削加工	216	四、研磨	286
第一节 钻削加工	216	五、抛光	287
一、钻床	216	六、挤压珩磨	288
二、麻花钻	218	第八章 齿轮、螺纹加工	290
三、钻削要素	222	第一节 齿轮加工	290
四、钻削力	223	一、成形法	290
五、钻孔方法	223	二、展成法	291
六、扩孔	226	第二节 螺纹加工	310
七、铰孔	226	一、螺纹的车削加工	310
第二节 铰孔	227	二、套螺纹与攻螺纹	313
一、铰刀	228	三、螺纹的铣削加工	315
二、铰孔方法	236	四、螺纹的磨削加工	316
第三节 镗削加工	236		

五、螺纹的其它加工方法	316	二、超声波加工应用	356
第九章 特种加工	319	三、超声波加工基本规律	356
第一节 电火花加工	319	四、超声波加工机床	358
一、电火花加工的基本原理、特点和 应用	320	第四节 激光加工	360
二、电火花加工的基本规律	322	一、激光加工的原理、特点和应用	360
三、电火花加工设备	324	二、激光加工设备	361
四、电火花成形加工及机床	326	第五节 其它特种加工方法简介	363
五、电火花线切割加工及机床	334	一、电子束加工	363
第二节 电解加工	343	二、电铸	364
一、电解成形加工	343	三、磨料喷射加工	365
二、电解磨削	351	附录 金属切削机床型号编制 方法(摘要)	366
第三节 超声波加工	355	参考文献	375
一、基本原理与特点	355		

第一章 金属切削理论基础

在机床上用金属切削刀具切除工件上多余的金属，从而使工件的形状、尺寸精度及表面质量都符合预定要求的加工，称为金属切削加工。由刀具切除的多余金属变为切屑而排离工件。在金属切削过程中，刀具与工件必须有相对的切削运动，它是由金属切削机床来完成的。切削过程中的各种现象和规律，都要根据刀具与工件之间的运动状态来观察和研究。

第一节 金属切削的基本概念

一、切削运动、加工表面和切削用量

现以图1-1所示常见的、典型的外圆车削为例来研究切削运动。

（一）切削运动

车削时，工件旋转，它是切除金属的基本运动；车刀作平行于工件轴线的直线运动，保证了切削连续进行，在上述两个运动组成的切削运动作用下形成了工件的外圆柱表面。当然，其它各种切削方法也必须有一定的切削运动。

按运动在切削中所起作用不同分为：主运动和进给运动两种。

（1）主运动 使刀具与工件作相对运动并切入工件材料，将被切削层转变为切屑，是进行切削的最基本的运动。它的速度最高，消耗功率也最大。主运动可以由刀具完成也可以由工件完成，其形式通常为旋转运动或直线运动，车削时的主运动是工件的旋转运动（图1-1）。

（2）进给运动 它是配合主运动使需除去的金属层不断被切除的运动，也是形成所需工件表面形状的运动。进给运动也由刀具或工件完成，其形式一般有直线、旋转或两者的合成运动，它可以是连续的或断续的，消耗功率比主运动要小得多。车削外圆时的进给运动是刀具的连续纵向直线运动（图1-1）。

（二）加工表面

在车削过程中，工件上有三个不断变化着的表面（图1-1）：

待加工表面：工件上有待切除之表面。

已加工表面：工件上经刀具切削后产生的表面。

加工表面：工件上由切削刃正在形成的那部分表面，它是待加工表面和已加工表面之间的过渡表面。

（三）切削用量

切削用量是指切削过程中切削速度、进给量和切削深度的总称（图1-2）。

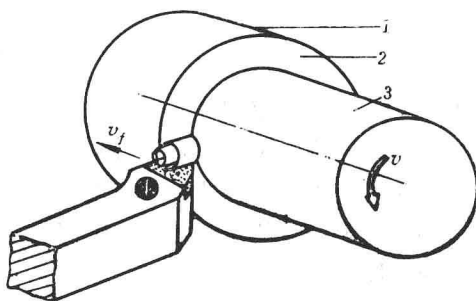


图1-1 车削运动和加工表面

1—待加工表面 2—加工表面 3—已加工表面

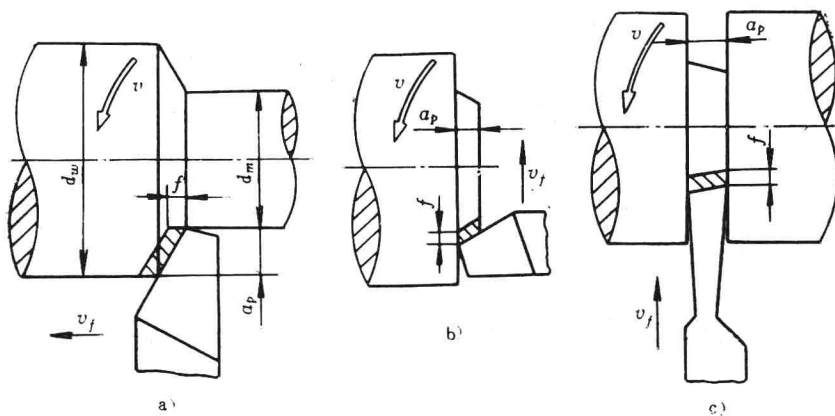


图1-2 切削用量

a) 车外圆 b) 车端面 c) 切槽

(1) 切削速度 v 刀具切削刃上选定点相对于工件的主运动速度。以旋转运动作主运动时 (如车外圆):

$$v = \frac{\pi d_w n}{1000}$$

式中 v —— 切削速度 (m/min 或 m/s);

d_w —— 待加工表面直径 (mm);

n —— 主运动件的旋转速度 (r/min 或 r/s)。

切削刃上各点的切削速度是不同的, 考虑到发热、刀具磨损等因素, 在计算时应取最大的切削速度。

在生产中, 除磨削速度单位用 m/s 外, 其它切削加工的切削速度单位习惯用 m/min。

(2) 进给量 f 工件或刀具每转一转或刀具往复一次, 刀具相对工件在进给运动方向上的位移, 用 mm/r (行程) 计量。

对于铣刀、铰刀、拉刀等多齿刀具, 还规定每个刀齿的进给量 f_z , 即每转或每行程中每齿相对工件在进给运动方向上的位移, 单位是 mm/z。若用进给速度 v_f , 即单位时间内的进给量表示, 则

$$v_f = f n \quad \text{或} \quad v_f = f_z z n$$

式中 z —— 齿数。

(3) 切削深度 a_p 一般指工件上已加工表面和待加工表面间的垂直距离, 车外圆时:

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2}$$

式中 d_m —— 已加工表面直径。

上述以外圆车削为例, 对切削运动、加工表面、切削用量所作的定义和分析, 也适用于其它各种切削加工 (见图1-2)。各种切削加工的目的都是为了形成合乎要求的工件表面, 从这个意义上来说, 切削刃相对于工件的切削运动过程, 就是表面形成过程。这一过程包含有两个要素, 一是切削刃形状, 二是切削运动。以不同形状的切削刃相对工件的不同切削运动所得到的轨迹面, 即是各种工件表面形状。

二、刀具静态几何角度

(一) 刀具切削部分的基本定义

金属切削刀具种类繁多,但切削部分的几何形状和参数都有着共性,无论刀具结构如何复杂,其基本形态都近似于外圆车刀的切削部分。国际标准化组织(ISO)在确定金属切削刀具切削部分几何形状的一般术语时,就是以车刀为基础的。车刀由切削部分和刀柄组成。刀具中起切削作用的部分称切削部分,夹持部分称刀柄,图1-3表示了车刀的组成部分和各部分名称。

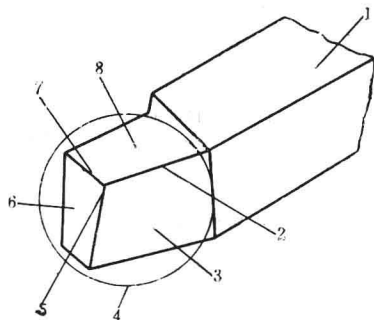


图1-3 车刀的组成部分和各部分名称

- 1—刀柄 2—主切削刃 S 3—后刀面 A_a
4—切削部分 5—刀尖 6—副后刀面 A'_a
7—副切削刃 S' 8—前刀面 A_f

切削部分由不同刀面和切削刃构成。定义如下:

前刀面 A_f : 切屑沿其流出的刀面。

后刀面 A_a : 刀具上同前刀面相交形成主切削刃的表面,它对着加工表面。

副后刀面 A'_a : 刀具上同前刀面相交形成副切削刃的表面,它对着已加工表面。

主切削刃 S : 前刀面与后刀面的交线。它担负着主要的切削工作。

副切削刃 S' : 前刀面与副后刀面的交线。它担负少量切削工作。

刀尖: 主、副切削刃连接处相当少的一部分切削刃。按其连接过渡部分形状不同,分为连接处圆弧半径 $r_s = 0$ 的点状刀尖、以一定圆弧半径 r_s 过渡的修圆刀尖及以长度为 b 短直线过渡的倒角刀尖(见图1-4)。

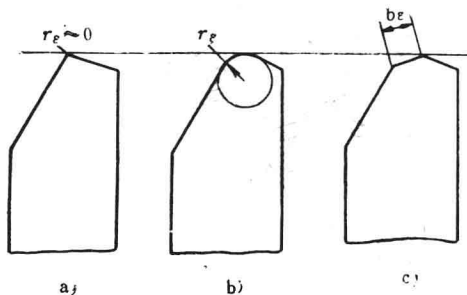


图1-4 刀尖形状

- a) $r_s = 0$ b) 修圆刀尖 c) 倒角刀尖

(二) 刀具标注角度的参考系

刀具的标注角度是制造、刃磨和测量刀具时的角度,即标注在刀具工作图上的角度。标注角度需有一定的基准面作为参考平面,如基面和切削平面。在标注和测量刀具的前、后刀面角度时,还需建立测量平面,即主剖面、法剖面、进给或切深剖面。由参考平面和测量平面组成了刀具标注角度参考系。目前世界各国选用的测量平面和基本术语不同,故采用的刀具标注角度参考系尚不统一。我国参照国际标准(ISO),采用主剖面参考系、法剖面参考系和进给、切深剖面参考系。其定义见表1-1和图1-5。

表1-1中定义是在假定条件下建立的。即假定运动条件:切削时只有主运动,不考虑进给运动的影响,以主运动方向代替主运动与进给运动合成的运动方向,假定安装条件:车刀刀柄底面与基面平行,刀尖对准工件中心,切削平面垂直于刀柄底面。这种假设状态的刀具角度,又称刀具静止状态的几何角度。

(三) 刀具的标注角度

1. 刀具在主剖面参考系中的标注角度

刀具有四个基本角度(见图1-6),它们的名称、符号和定义如下。

主偏角 κ_r : 主切削刃在基面上的投影与进给方向间的夹角。

表1-1 刀具标注角度参考系定义

参 考 系	参考平面	符号	定 义
主剖面	基 面	P_r	通过切削刃选定点，垂直于该点主运动方向的平面
	主(副)切削平面	P_s (P'_s)	通过主(副)切削刃选定点，切于切削刃并垂直该点基面的平面
	主(副)剖面	P_o (P'_o)	通过主(副)切削刃选定点，并垂直于切削平面和基面的平面
法剖面	基 面	P_r	通过切削刃选定点，并垂直于切削刃或其切线的平面
	切削平面	P_s	
	法 剖面	P_n	
切深进给剖面	基 面	P_r	通过切削刃选定点，同时平行于进给方向，并垂直于基面的平面
	进给剖面	P_f	
	切深剖面	P_p	通过切削刃选定点，垂直于进给方向和基面的平面

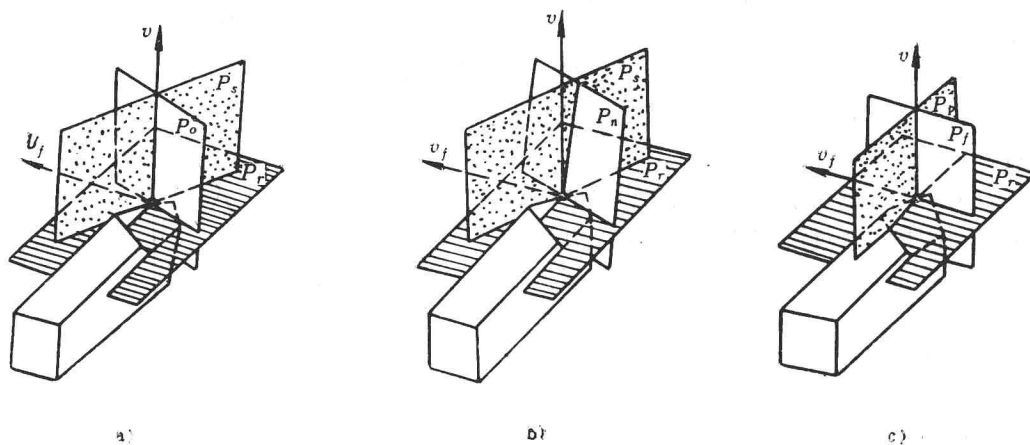


图1-5 刀具标注角度参考系

a) 主剖面参考系 b) 法剖面参考系 c) 切深、进给参考系

刃倾角 λ_s ：在切削平面中测量的主切削刃与基面间的夹角。当刀尖处于切削刃最高点时， λ_s 为正值，反之为负值，切削刃与基面平行 λ_s 为零。

前角 γ_s ：在主剖面中测量的前刀面与基面间夹角。前刀面与基面平行时前角为零，前刀面与切削平面间夹角小于 90° 时前角为正，大于 90° 时为负。

后角 α_s ：在主剖面内测量的后刀面与切削平面间夹角。

上述四个角度就确定了主切削刃及前、后刀面的方位。其中 γ_s 、 λ_s 确定前刀面方位， α_s 、 λ_s 确定后刀面方位， κ_r 、 λ_s 确定主切削刃的方位。

用同样的分析方法，可得到副切削刃上相应的四个角度，即副偏角 κ'_s 、副刃倾角 λ'_s 、副前角 γ'_s 和副后角 α'_s 。其定义与主切削刃上的四个角度类似。如果是平面型前刀面，车刀的主、副切削刃位于同一平面上。主切削刃及前刀面已由 κ_r 、 λ_s 、 γ_s 、 α_s 四个基本角度所确定，副切削刃的 λ'_s 和 γ'_s 随之确定，故在刀具工作图上只需标注 κ'_s 和 α'_s 即可确定副切削刃和副后刀面的方位。

以上是外圆车刀为确定三个刀面、两个切削刃方位所必需标注的六个独立的基本角度。此外, 还有以下派生角度 (见图1-6)。

楔角 β_o : 在主剖面内测量前、后刀面间的夹角, 即

$$\beta_o = 90^\circ - (\alpha_o + \gamma_o)$$

刀尖角 ε_r : 主副切削刃在基面上的投影的夹角, 即

$$\varepsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r)$$

2. 刀具在其它参考系的标注角度

刀具几何形状除用主剖面系表示外, 根据设计、工艺的需要如选用其它参考系时, 其标注角度可通过换算得到。

(1) 刀具在法剖面参考系中的标注角度及主、法系角度换算

刀具在法剖面参考系中的标注角度

基本上和主系相类似, 在基面和切削平面内测量的角度 κ_r 、 κ'_r 、 ε_r 和 λ_s 是相同的, 只需将主剖面的角度 γ_o 、 α_o 和 β_o , 改为法剖面内的法向前角 γ_n 、法向后角 α_n 和法向楔角 β_n , 见图1-7。

车刀主切削刃在主剖面 and 法剖面内的角度有以下换算关系:

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \gamma_o \cos \lambda_s \quad (1-1)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_n = \operatorname{ctg} \alpha_o \cos \lambda_s \quad (1-2)$$

前角公式 (1-1) 推导如下 (见图1-8):

过切削刃 S 上 O 点作参考平面 P_r 、 P_n 和测量平面 P_o 、 P_n 。 P_r 与 P_o 的交线及 P_r 与 P_n 的交线为直线 $\overline{Oa}$, P_o 与 A_r 的交线为 $\overline{Ob}$, P_n 与 A_r 的交线为 $\overline{Oc}$ 。因为 $P_n \perp S$, 前刀面上直线 $\overline{bc} \parallel S$, 所以 $\overline{ac} \perp \overline{bc}$ 。

从图中直角 $\triangle Oac$ 、 $\triangle Oab$ 、 $\triangle abc$ 看出:

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \frac{\overline{ac}}{\overline{Oa}} = \frac{\overline{abc} \cos \lambda_s}{\overline{Oa}}$$

$\therefore$

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \gamma_o \cos \lambda_s$$

后角公式 (1-2) 推导如下 (见图1-9):

图中 P_o 与 A_n 的交线为 $\overline{Oe}$, P_n 与 A_n 的交线为 $\overline{Of}$, P_o 与 P_r 的交线及 P_n 与 P_r 的交线为 $\overline{Od}$ 。

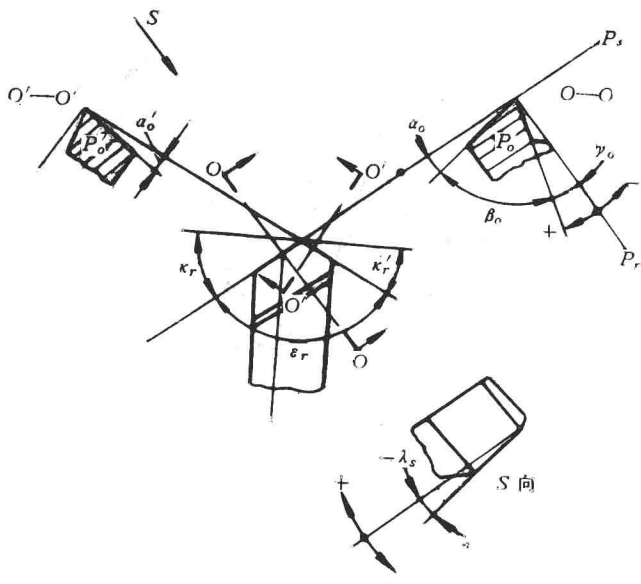


图1-6 外圆车刀主剖面参考系的标注角度

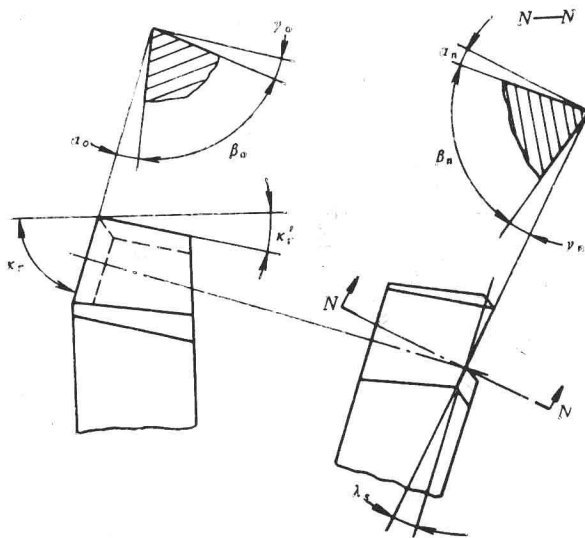


图1-7 外圆车刀法剖面参考系标注角度

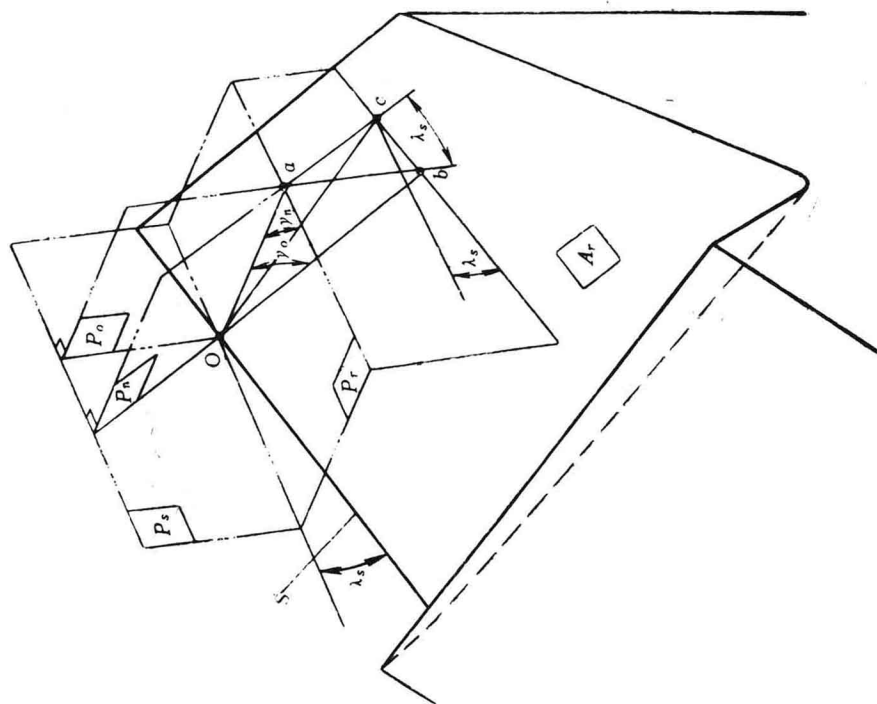


图1-8 主剖面 and 法剖面的前角换算

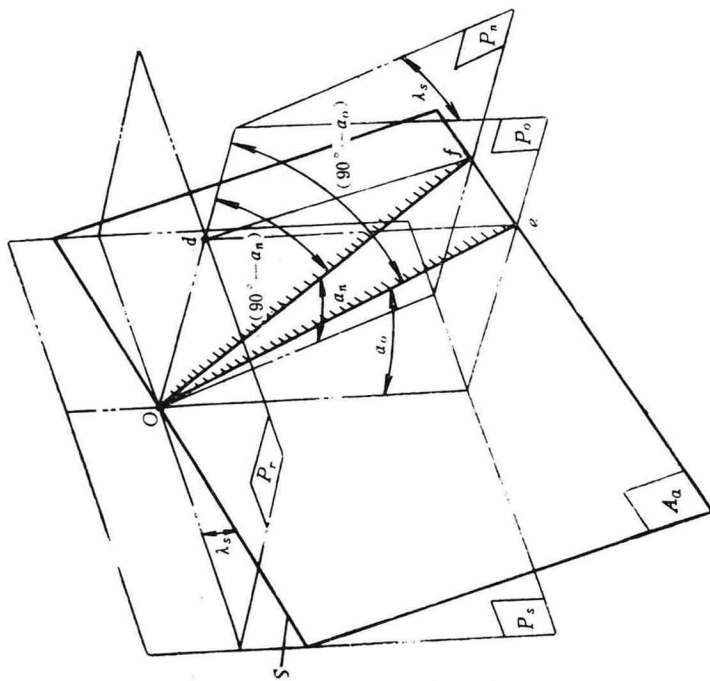


图1-9 主剖面 and 法剖面的后角换算

因为 $P_r \perp P_s$, 所以当 A_s 与 P_s 平面间夹角存在 α_o 、 α_n 时, A_s 与 P_r 平面间夹角必为 $(90^\circ - \alpha_o)$ 、 $(90^\circ - \alpha_n)$ 。即某一刀面与基面的夹角, 可当作该平面与切削平面夹角的余角。所以从图中得:

$$\operatorname{tg}(90^\circ - \alpha_n) = \frac{\overline{df}}{\overline{Od}} = \frac{\overline{de} \cos \lambda_s}{\overline{Od}} = \operatorname{tg}(90^\circ - \alpha_o) \cos \lambda_s$$

$$\therefore \operatorname{tg} \alpha_n = \frac{\operatorname{tg} \alpha_o}{\cos \lambda_s}$$

$$\text{即: } \operatorname{ctg} \alpha_n = \operatorname{ctg} \alpha_o \cos \lambda_s$$

(2) 刀具在切深、进给剖面参考系的标注角度 除在基面上测量的角度 κ_r 、 κ'_r 和 ϵ_r 与上述相同外, 前、后角和楔角分别在切深剖面 and 进给剖面内标出, 故有切深前角 γ_f 、切深后角 α_f 、切深楔角 β_f 和进给前角 γ_f 、进给后角 α_f 、进给楔角 β_f , 见图1-10。

三、刀具的工作角度

以上所述刀具的标注角度是在假定运动条件和假定安装条件下建立的角度, 而刀具在切削过程中, 不仅有主运动还有进给运动, 刀具在机床上安装位置也可能有变化, 则刀具的参考系将发生变化。为了较合理地表达在切削过程中起作用的刀具角度, 应按合成切削运动方向来定义和确定刀具的参考系及其角度, 即刀具工作参考系和工作角度。

通常进给速度远小于主运动速度, 在一般安装情况下, 刀具的工作角度近似地等于标注角度 (不超过1%), 因此在大多数情况下 (如普通车削、镗孔、端铣等) 不计算工作角度, 也不考虑其影响。

只有在一些特殊情况 (如车螺纹或丝杠、铲削加工等角度变化值较大时) 下, 才需计算工作角度。

(一) 进给运动对工作角度的影响

(1) 横车 以切断刀为例, 如图1-11所示。在不考虑进给运动时, 刀具的基面为 P_r , 切削平面为 P_s , 标注角度为 γ_o 和 α_o ; 而切断时由于进给量较大, 切削刃选定点相对于工件的主运动轨迹为一平面的阿基米德螺旋线, 切削平面变为通过切削刃切于螺旋面的工作切削平面 P_{rs} , 基面相应倾斜为工作基面 P_{ro} , 角度变化为 η , 工作主剖面 P_{ro} 仍为平面 P_{ro} , 此时工作参考系 (P_{ro} 、 P_{rs} 、 P_{ro}) 内的工作角度 γ_{ro} 和 α_{ro} 为:

$$\gamma_{ro} = \gamma_o + \eta$$

$$\alpha_{ro} = \alpha_o - \eta$$

η 称合成切削速度角。它是在工作进给剖面 P_{rf} 内测量的主运动方向与合成切削速度方向之间的夹角。

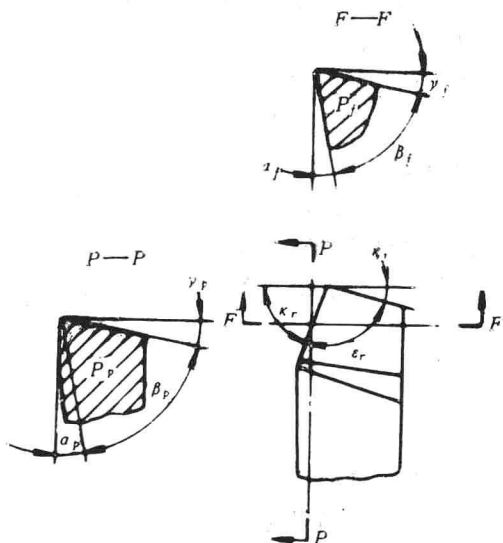


图1-10 外圆车刀切深、进给剖面参考系的标注角度

$$\operatorname{tg} \eta = \frac{v_f}{v} = \frac{f}{\pi d}$$

式中 v_f ——进给速度;
 v ——主运动速度;
 f ——进给量;
 d ——切削刃选定点处工件的旋转直径(变值)。

η 值随切削刃趋近工件中心而增大, 接近工件中心时, η 值急剧增大, α_{oe} 将变为负值; f 增大则 η 也增大, 也有可能使 α_{oe} 变为负值, 故横车时不宜采用大的进给量。

(2) 纵车 如图 1-12 所示, 假定 $\lambda_s = 0^\circ$, 在不考虑进给运动时, 切削平面 P_r 垂直于刀柄底面, 基面 P_s 平行于刀柄底面, 标注角度为 γ_o 和 α_o ; 考虑进给

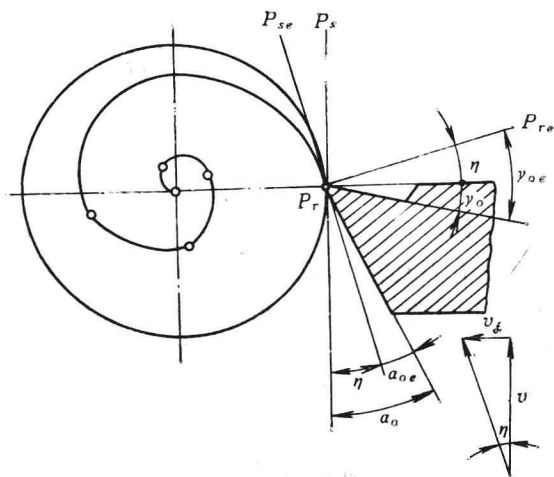


图1-11 横向进给运动对工作角度的影响

运动后, 工作切削平面 P_{re} 为切于螺旋面的平面, 刀具工作角度参考系 $[P_{re}, P_{se}]$ 倾斜了一个 η 角, 则在工作进给剖面 ($f-f$) 内测量的工作角度为:

$$\gamma_{fe} = \gamma_f + \eta$$

$$\alpha_{fe} = \alpha_f - \eta$$

$$\operatorname{tg} \eta = \frac{f}{\pi d_w} \quad (1-3)$$

式中 f ——进给量;
 d_w ——切削刃选定点在 A 点时工件待加工表面直径。
 换算至主剖面的工作角度为:

$$\gamma_{oe} = \gamma_o + \eta_o$$

$$\alpha_{oe} = \alpha_o - \eta_o$$

$$\operatorname{tg} \eta_o = \operatorname{tg} \eta \sin \kappa_r$$

由式 (1-3) 可知, η 值与 f 、 d_w 有关, d_w 越小角度变化值越大。实际上, 一般车削外圆 $\eta = 30' \sim 40'$, 故可忽略不计。但在车削螺纹, 尤其是多线螺纹时, η 值很大, 必须进行工作角度计算。

(二) 刀尖安装高低对工作角度的影响

如图 1-13 所示, 当刀尖安装高于工件中心时, 工作切削平面为 P_{re} , 工作基面为 P_{se} , 在工作切深剖面 ($P-P$) 内, 工作前角 γ_{pe} 增大, 工作后角 α_{pe} 减小, 角度变化值为 θ_p :

$$\operatorname{tg} \theta_p = h / \sqrt{(d_w/2)^2 - h^2}$$

式中 h ——刀尖高于工件中心线的数值;

d_w ——工件直径。

则工作角度为:

$$\gamma_{pe} = \gamma_p + \theta_p$$

$$\alpha_{pe} = \alpha_p - \theta_p$$

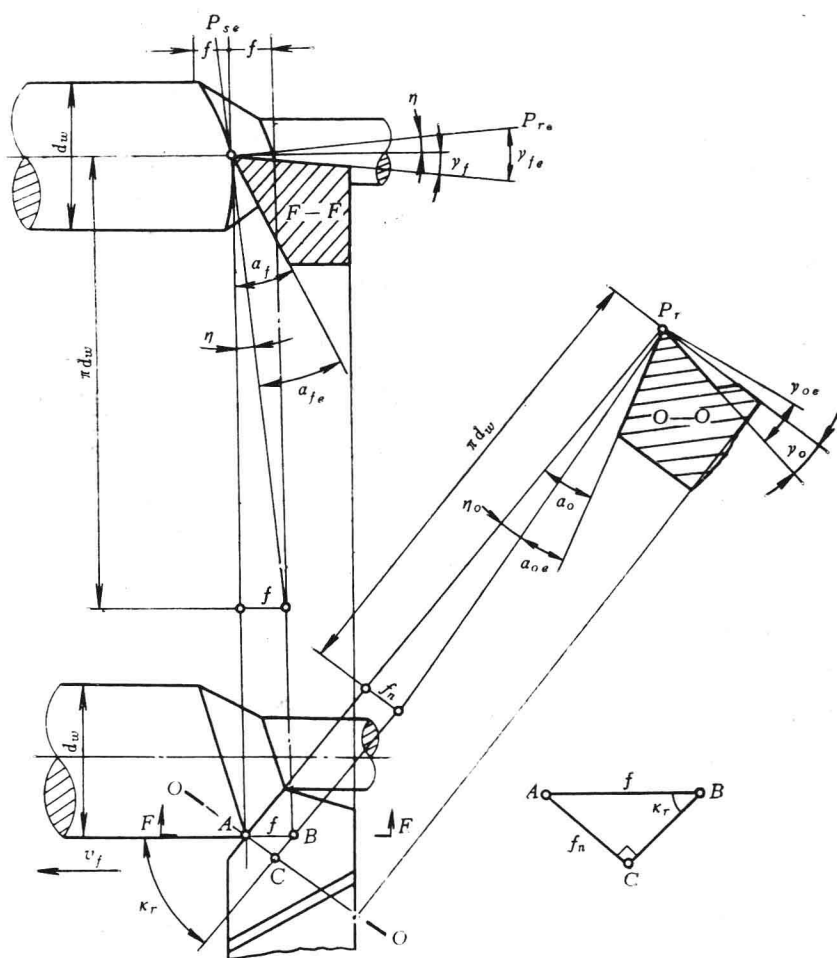


图1-12 纵向进给运动对工作角度的影响

当刀尖低于工件中心时，上述计算公式符号相反；镗孔时计算公式与外圆车削相反。转换至工作主剖面的工作角度为：

$$\gamma_{oe} = \gamma_o + \theta_o$$

$$\alpha_{oe} = \alpha_o - \theta_o$$

$$\tan \theta_o = \tan \theta_p \cos \kappa_r$$

此外，刀柄中心线与进给方向不垂直时，工作主、副偏角将发生变化；工件形状也影响刀具工作角度，如车削凸轮等。

四、切削层横剖面参数

切削时，切削刃沿进给方向移动一个进给量（车削或刨削时为 mm/r（行程）；多刃刀具为 mm/z）所切下的金属

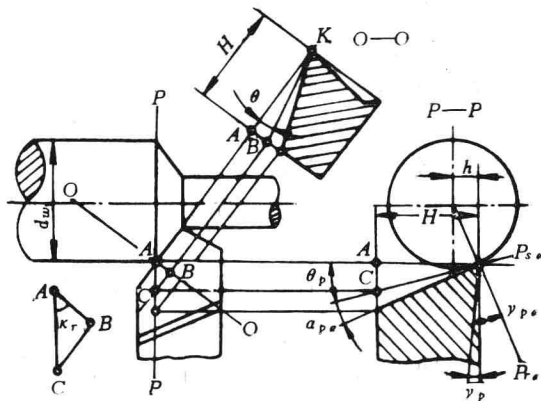


图1-13 刀尖安装高低对工作角度的影响

层称为切削层。切削层参数是指切削层在基面 P_r 内所截得的截面形状和尺寸。车削时的切削层参数如图1-14所示。纵

车外圆时,当 $0^\circ > \kappa_r < 90^\circ$ 、 $\lambda_s = 0^\circ$, 则切削层截面形状为一平行四边形;当 $\kappa_r = 90^\circ$ 时,截面形状为矩形,这时,

$$a_c = a_{c\max} = f$$

$$a_w = a_{w\min} = a_p$$

其定义如下:

切削厚度 a_c 在基面内,垂直于加工表面测量的切削层尺寸。车削时,若切削刃为直线,主偏角为 κ_r , 则:

$$a_c = f \sin \kappa_r$$

若切削刃为弧形,则各点切削厚度均不相等。

切削宽度 a_w 在基面内,沿加工表面度量切削层的尺寸,当 $\lambda_s = 0^\circ$ 时,则:

$$a_w = a_p / \sin \kappa_r$$

切削面积 A_c 切削层在基面内的面积。车削时:

$$A_c = a_c a_w = f a_p$$

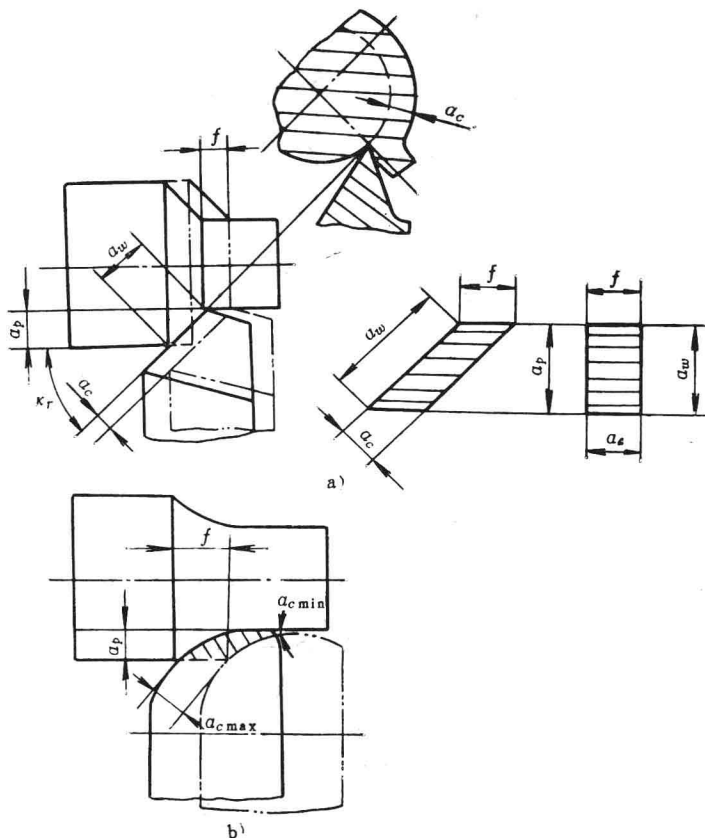


图1-14 切削层参数

a) 直线刃 b) 圆弧刃

第二节 刀 具 材 料

刀具切削性能的优劣,取决于构成刀具切削部分的材料、几何参数和刀具结构,通常刀具材料又列于首位,故在设计和选择刀具时必须合理选择刀具材料。

一、刀具材料应具备的性能

刀具是在较高温度、较大压力、剧烈摩擦、有时还承受冲击和振动的条件下工作的,因此刀具切削部分材料应具备以下基本要求:

(1) 硬度 刀具材料的硬度必须高于被切工件的硬度,常温硬度必须在 HRC62 以上。

(2) 耐磨性 刀具在切削时承受着剧烈的摩擦,因此刀具材料应具有较强的耐磨性,它取决于材料本身的硬度、化学成分和金相组织。

(3) 强度和韧性 刀具切削时要承受切削力、冲击和振动,所以应具有足够的强度和韧性。

(4) 耐热性 指在高温下保持材料硬度的性能,用高温硬度或红硬性表示。耐热性越