

双元制培训机械专业理论教材

机械工人专业工艺

——机械切削工分册

双元制培训机械专业理论教材编委会 编



afz



机械工业出版社

本书是技工学校推行双元制办学体制的机械专业理论教材之一。其内容包括：切削加工基础知识；切削加工方法；材料检验；机床夹具；机械零件；金属切削机床：车、铣、刨、插、磨等机床的种类、构成和传动系统，数控机床原理和编程简介，气动、液压、电气控制原理及其在机床上的应用和现代机床的常用安全装置。

图书在版编目（CIP）数据

机械工人专业工艺：机械切削工分册/双元制培训机械专业理论教材编委会编. —北京：机械工业出版社，1997.8

双元制培训机械专业理论教材

ISBN 7-111-05642-6

I. 机… II. 双… III. ①金属加工-工艺-技工学校-教材②金属切削-工艺-技工学校-教材 IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字（97）第 09424 号

出版人：马九荣（北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037）

责任编辑：吴天培 版式设计：王 颖 责任校对：韩 晶

封面设计：姚 毅 责任印制：路琳

机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1997 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·16.5 印张·398 千字

0 001—4 000 册

定价：24.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页、由本社发行部调换

双元制培训机械专业理论教材编委会

主 任 孙宝源 李李炫

副主任 董无岸 王昌平 钱鸣皋

委 员(按姓氏笔划排列)

上官家桂 王山平 吴天培

张松文 贾文鹏 蒋建华

顾 问 [德] 海因茨—京特尔·克莱姆 (H—G. klem)

本 书 主 编 上官家桂 贾文鹏

参加编写人员 陈隆华 吕桂玲

主 审 李国强

前 言

“双元制”是德国等发达国家发展职业技术教育的一种先进的办学体制，被誉为二战后德国经济腾飞的“秘密武器”，其特点是企业与职业学校合作共同完成培养人才的任务。培训以企业为主，因此培养出来的人才能满足企业的要求；学习理论与学习技能，以技能为主，既注重基础技能的培养，更注重专业技能的训练，培养出来的是复合型实用人才；同时注重对学生解决问题的能力 and 社交能力的培养，以适应现代化大生产共同合作完成培训任务的要求。

改革开放以来，我国许多省、市和企业先后引进或借鉴“双元制”办学经验，培养出了一大批受企业欢迎的、掌握现代科技技能的复合型技工。这株由日尔曼民族培育出的美丽奇葩，一经移栽到华夏大地的沃土之上即开放出鲜艳夺目的花朵。实践证明“双元制”基本适合我国的国情，并具有强大的生命力。但是，由于多年来没有完整的、系统的、既能反映“双元制”的特点，又适合我国国情的培训教材，已成为阻碍“双元制”在我国推广和发展的原因之一。为此天津中德培训中心和上海大众汽车有限公司在机械工业出版社的支持下编写了这套双元制机械专业理论课培训教材。它包括《机械工人专业计算》、《机械工人专业制图》、《机械工人专业制图习题集》和《机械工人专业工艺》（包括五个分册：“基础分册”、“机械切削工分册”、“工模具制造工分册”、“机械维修工分册”和“汽车机械工分册”）。在编写中我们特别注重保持“双元制”教材的特点，既保持教材内容的先进性、适用性、多样性以及形式的直观性，又特别注重结合我国的国情；注重专业理论为专业技能服务的基本原则和注重对学生专业能力、解决问题的能力 and 社交能力的培养。但是，由于我们实践的时间较短，对教材内容的选择、内容的深度和广度的把握缺乏经验，难免会详略不当、深浅不宜，对形式的选用也会有欠妥之处。因此，希望读者能提出宝贵意见，使其日趋正确、不断完善和适合读者的需要，以期为国家培养出更多、更好的复合型实用人才。

双元制培训机械专业理论教材编委会

1994 年 12 月

目 录

前言

1 切削加工的基本知识	1	4.3 夹紧装置	142
1.1 切削运动和加工中的工作表面	1	4.4 夹具的典型结构	148
1.2 切削用量和切削层参数	2	5 机械零件	153
1.3 切削刀具	6	5.1 轴	153
1.4 金属切削过程的物理现象	12	5.2 导轨	156
1.5 切削用量的选择	20	5.3 轴承	158
2 切削加工方法	24	5.4 联轴器和离合器	173
2.1 车削加工	24	6 金属切削机床	180
2.2 铣削加工	80	6.1 通用机床型号	180
2.3 磨削加工	112	6.2 车床	189
3 材料检验	126	6.3 铣床	204
3.1 材料力学性能的检验	126	6.4 刨床和插床	215
3.2 金属材料的成分分析及其组织 结构缺陷分析	129	6.5 磨床	219
3.3 金属材料的切削加工性能	133	6.6 数控机床的组成、原理及编 程简介	223
4 机床夹具	135	6.7 气动、液压、电气控制原理 及其在机床上的应用	237
4.1 夹具的作用和构成	135	6.8 数控机床常用安全装置	250
4.2 定位元件	136	6.9 柔性制造技术知识简介	253

1 切削加工的基本知识

1.1 切削运动和加工中的工作表面

1.1.1 切削运动

在金属切削机床上要加工出所需要的表面（例如圆柱面、圆锥面和平面），刀具与工件之间必须有适当的相对运动，即所谓切削运动。切削运动分主运动、进给运动和合成切削运动。

主运动是由机床或人力提供的主要运动，它促使刀具和工件之间产生相对运动，从而使刀具表面进入工件，导致切削层转变为切屑。

进给运动是由机床或人力提供的运动，它使刀具与工件之间产生附加的相对运动，加上主运动，即可不断地或连续地切除切屑，并得到具有所需几何特性的已加工表面。

主运动是速度最高、消耗功率最多的运动，主运动只有一个，且必须有一个；而进给运动可以只有一个（如钻削）、多于一个（如车削），也可以没有（如拉削）。

合成切削运动是由主运动和进给运动合成的运动，见图 1-1。典型金属切削机床的切削运动见表 1-1。

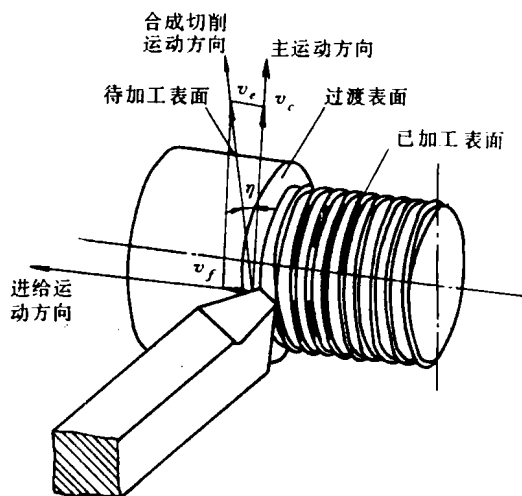


图 1-1 切削运动与工件表面

表 1-1 典型金属切削机床的切削运动

加工方法	车削	钻削	铣削	牛头刨削	外圆磨削	平面磨削
主运动	工件旋转运动	钻头旋转运动	铣刀旋转运动	刨刀往复运动	砂轮高速旋转运动	砂轮高速旋转运动
进给运动	车刀纵向、横向、斜向直线移动	钻头轴向移动	工件纵向、横向直线移动（有时也作垂向移动）	工件横向间歇移动或刨刀垂向、斜向间歇移动	工件转动，同时工件往复移动或砂轮横向移动	工件往复移动，砂轮横向、垂向往复移动

1.1.2 加工中的工件表面

在切削加工中，工件上的切削层不断被刀具切除，从而在工件上形成三个不断变化的表面，见图 1-1。

- 1. 待加工表面 工件上待切除的表面。
- 2. 已加工表面 工件上经刀具切削后产生的表面。
- 3. 过渡表面 工件上由切削刃形成的那部分表面，它在下一切削行程，刀具或工件的下一转里被切除，或者由下一切削刃切除。

1.2 切削用量和切削层参数

1.2.1 切削用量

切削用量是在切削过程中的切削速度、进给量和吃刀量的总称，是调整机床必需的参量。

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叫切削速度。它的计算公式如下

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} (\text{m/min})$$

式中 d ——工件或切削刃上选定点的直径 (mm)；
 n ——工件或刀具的转速 (r/min)。

切削刃上不同选定点的切削速度不等，由于切削速度大的部位，切削时产生的热量多、刀具磨损快，因此如无特殊说明，切削速度系指作用在主切削刃上的最大切削速度。

如果知道了切削速度 v_c (从表 1-2 中查得) 和工件的加工直径 d ，可以用

$$n = \frac{1000 v_c}{\pi d}$$

计算出转速 n ，然后选择和 n 相接近的机床转速。也可根据工件直径和从表 1-2 中查得的切削速度，再从图 1-2 中查出机床的转速。

表 1-2 车削速度参考值 (m/min) ($\kappa_r=45^\circ$)

工件材料				碳素钢		合金钢		灰铸铁		黄 铜	
刀 具				高速钢	YT15	高速钢	YT14	高速钢	Y _{w1}	高速钢	YG6
进 给 量 $f/\text{mm} \cdot \text{r}^{-1}$	0.1	寿 命 T/min	60		280		190		150		1320
			240		236		150		106		600
			480		212		132		90		400
	0.2		60	40	250	24	150	32	125	125	1180
			240	38	200	17	118	22	90	95	530
			480	24	180	14	106	19	75	80	355
	0.4		60	31	212	17	118	18	106	85	1000
			240	21	170	12	95	13	75	63	450
			480	18	150	10	85	11	63	53	300
	0.8		60	22	180	12	95	13	40	43	355
			240	16	140	8.5	75	9.5	63	32	200

(续)

工件材料				碳素钢		合金钢		灰铸铁		黄铜	
刀 具				高速钢	YT15	高速钢	YT14	高速钢	Y _{w1}	高速钢	YG6
进 给 量 <i>f</i> /mm·r ⁻¹	0.8	寿 命 <i>T</i> /min	480	13	125	7.1	67	8	53	27	150
	1.6		60	17	90	8.5		9.5	75	36	800
			240	12	71	6		6.7	53	27	355
			480	10	63	5		5.6	45	22	236

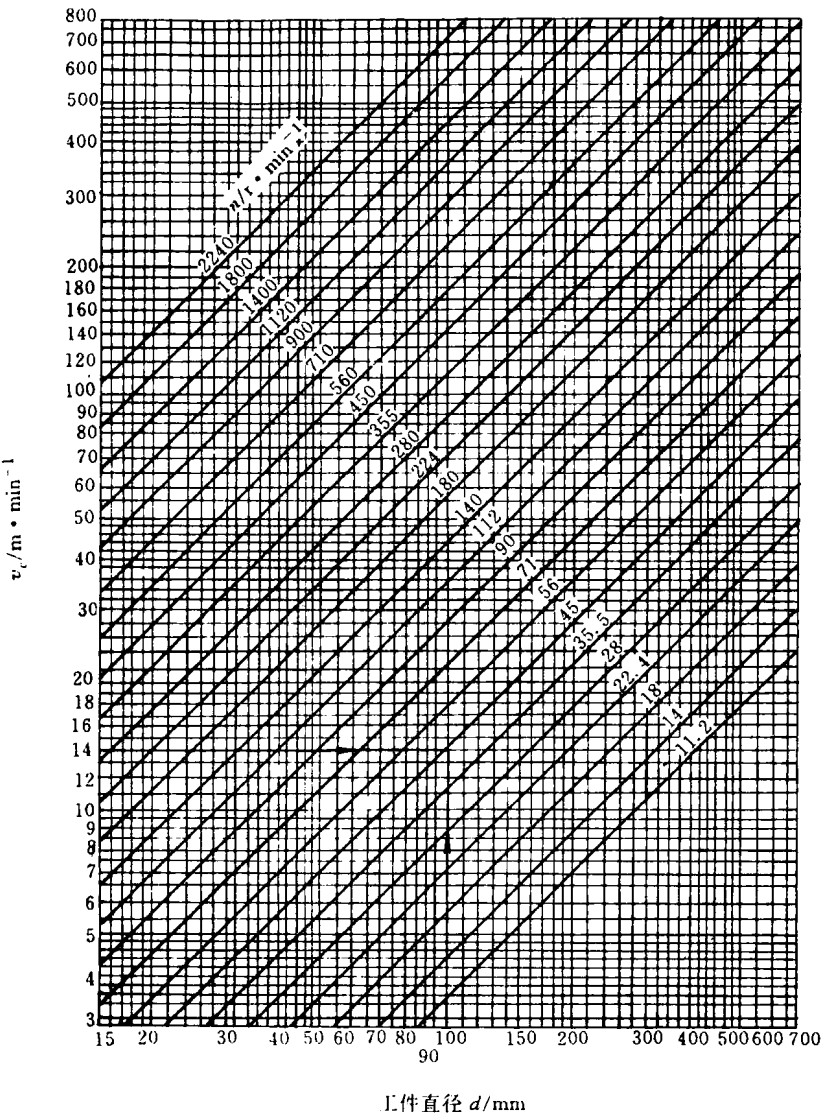


图 1-2 v_c 、 d 、 n 关系图

2. 进给量 f 它是刀具在进给运动方向上相对工件的位移量，可用刀具或工件每转或每行程的位移量来表述和度量，单位是 mm/r 。它与进给速度 v_f 之间的关系在车削时为

$$v_f = nf(\text{mm/min})$$

在多齿刀具中, 还经常使用每齿进给量, 其定义为多齿刀具每转过一个齿相对于工件在进给运动方向上的位移量, 用 f_z 表示, 单位为 mm/z , 它与 v_f 之间的关系为

$$v_f = nf = nzf_z(\text{mm/min})$$

式中 z ——多齿刀具的齿数。

3. 吃刀量 a (a_i) 它是两平面间的距离, 该两平面均垂直于所选定的测量方向, 并分别通过作用切削刃上两个使上述两平面间的距离为最大的点。

吃刀量分为背吃刀量、进给吃刀量和侧吃刀量三种。

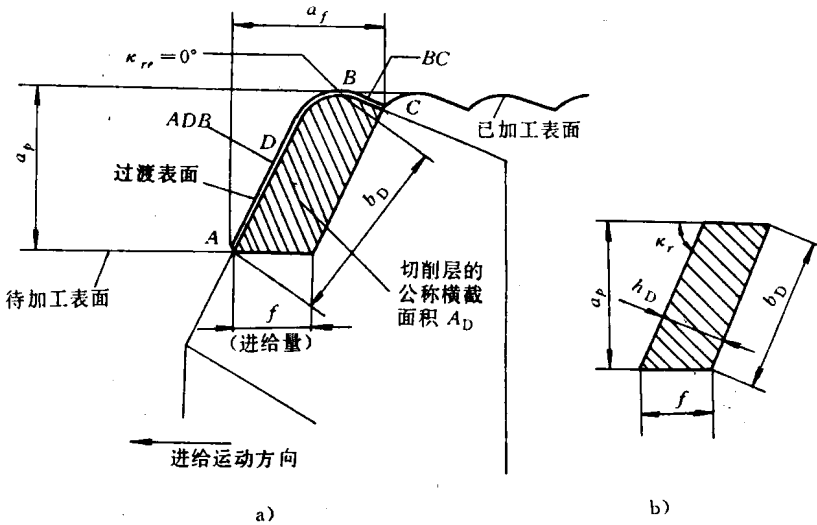


图 1-3 车削时的切削层尺寸

1) 切削刃基点 D 作用在主切削刃[⊖]上的特定参考点, 用以确定如作用切削刃截形和切削层尺寸等基本几何参数, 通常将其定在将作用切削刃分成两相等长度的点上, 见图 1-3a。

2) 背吃刀量 a_p (a_{rp}) 在通过切削刃基点并垂直于工作平面的方向上测量的吃刀量, 见图 1-3。

3) 进给吃刀量 a_f 在切削刃基点的进给运动方向上测量的吃刀量, 见图 1-3a。

4) 侧吃刀量 a_e 在平行于工作平面并垂直于切削刃基点的进给运动方向上测量的吃刀量, 见图 1-4。

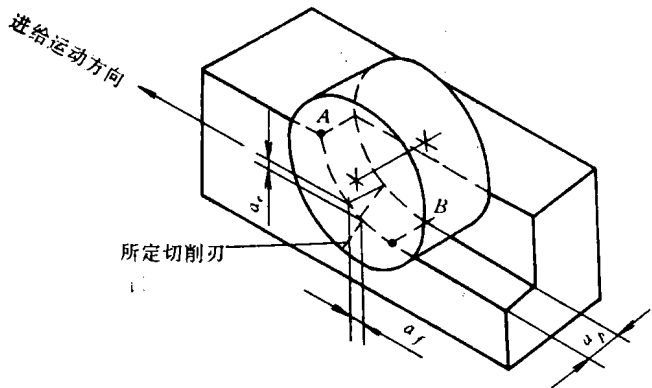


图 1-4 铣削时的吃刀量

车削圆柱面时的背吃刀量 a_p 为该次切除余量的一半; 铣削和刨削时则为该次的切除余

⊖ 主切削刃定义见 1.3.2 节。

量, 见图 1-5。

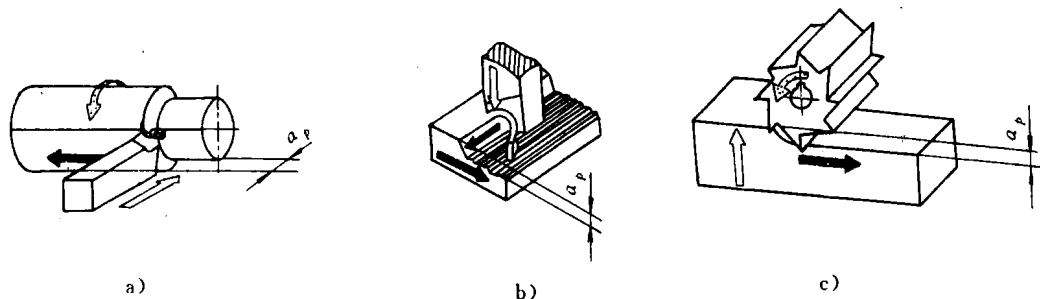


图 1-5 背吃刀量
a) 车削 b) 刨削 c) 铣削

1.2.2 切削层参数

切削层是由切削部分的一个单一动作(指切削部分切过工件的一个单程, 或指只产生一圈过渡表面的动作)所切除的工件材料层。把通过切削刃基点并垂直于该点主运动方向的平面称为切削层尺寸平面, 亦即基点的基面, 用 P_D 表示。该平面是切削层参数的测量平面。作用切削刃在切削层尺寸平面上的投影所形成的曲线称为作用切削刃截形。切削层参数包括

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内的实际横截面积。称为切削层面积或切削面积, 单位为 mm^2 , 见图 1-3b。

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 , 见图 1-3b。

3. 切削层公称厚度 h_D 在同一瞬间的切削层横截面积与其公称切削层宽度之比, 单位为 mm , 见图 1-3b。

如果车刀刀尖为主, 副切削刃的实际交点, 且 $\kappa_r = 0^\circ$, $\lambda_s = 0^\circ$, 则切削层公称横截面积为图 1-3b 所示的平行四边形。由图中可以得出切削层参数之间的关系为

$$h_D = f \sin \kappa_r \quad (\text{mm})$$

$$b_D = a_p / \sin \kappa_r \quad (\text{mm})$$

$$A_D = h_D b_D \text{ 或 } f a_p \quad (\text{mm})$$

1.2.3 自由切削和非自由切削

一般情况下, 切削过程都是由主切削刃和副切削刃共同完成的, 这种切削条件叫作非自由切削。当只有主

切削刃参加切削, 而副切削刃不参加切削时, 这种切削条件叫自由切削。例如图 1-6 所示的宽刃刨刀刨窄平面, 切削刃长度大于工件宽度时, 即谓自由切削。外圆车刀纵向车管子, 当刀尖不参加切削时, 也是自由切削。

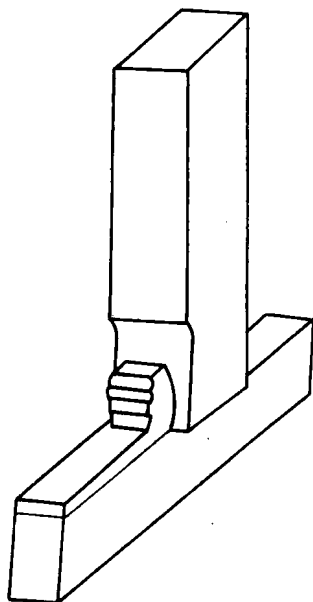


图 1-6 自由切削

1.3 切削刀具

在切削时，切削刀具要承受很大的压力、摩擦力、冲击力和很高的温度，因此刀具切削部分应具有高的硬度，常温下应在 60HRC 以上；高的耐磨性；足够的强度和韧性（主要指抗弯强度 σ_{bb} 和冲击韧度 α_K ）；高的耐热性（是指刀具在高温下仍能保持硬度、强度、韧度和耐磨等性能）以及一定的工艺性能。

1.3.1 刀具材料的种类

1.3.1.1 工具钢 包括碳素工具钢和合金工具钢。

碳素工具钢的耐热性差，在 200~250℃时硬度即开始降低。用于制造锉刀、刮刀和手用锯条等。常用的牌号有 T10A、T12A 等。

合金工具钢的耐热温度为 350~400℃，用于制造丝锥、板牙等形状复杂、切削速度在 10m/min 以下的刀具。常用的牌号有 CrWMn、9CrSi 等。

1.3.1.2 高速钢 高速钢在 550~600℃时仍能保持常温下的硬度和耐磨性，具有较高的抗弯强度和冲击韧度。适宜于制造钻头、丝锥、铣刀、拉刀和齿轮刀具等。常用的牌号有 W18Cr4V 和 W6Mo5 Cr4V2。

1.3.1.3 硬质合金 它能耐 850~1000℃的高温，允许的切削速度达 100~300m/min，因此，得到了广泛的应用。但因其抗弯强度低、冲击韧度差，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、钨钛钴类和通用类，其类别、牌号、力学性能和用途见表 1-3。

表 1-3 常用硬质合金的牌号、用途及力学性能

ISO 类	类别	牌 号	力学性能		用 途	切削性 能规律
			σ_{bb}/GPa ≥	HRA ≥		
P01	钨 钴 类	YT30	0.88	92.5	碳素钢、合金钢的精加工	↑ 硬度、切削速度 ↓ 抗弯强度、韧性
P10		YT15	1.13	91	碳素钢、合金钢连续切削的粗加工、半精加工、断续 切削的精加工	
P20		YT14	1.18	90.5		
P30		YT5	1.28	89.5	碳素钢、合金钢的粗加工	
M10	通用 类	YW1	1.23	92	用于耐热钢、高锰钢、不锈钢等难加工材料的加工及 普通钢、铸铁、有色金属及其合金的精加工和半精加工	
M20		YW2	1.47	91	用于上述材料的粗加工和半精加工	
K01、K05	钨 钛 钴 类	YG3	1.08	91	铸铁、有色金属及其合金的精加工、半精加工	
K20、K15		YG6	1.37	89.5	铸铁、有色金属及其合金的半精加工、粗加工	
K30		YG8	1.47	89	铸铁、有色金属及其合金的粗加工	

1.3.1.4 陶瓷材料 耐热温度高达 1300℃，硬度达 90~95HRA，因此能采用比硬质合金更高的切削速度，但它的抗弯强度低、冲击韧度差，适用于加工高硬度、高强度材料，不宜于断续切削。

1.3.1.5 金刚石 耐热温度为 900℃，它不仅可以加工硬度很高的硬质合金、陶瓷、玻璃等材料，而且可以加工有色金属及其合金。加工时只能选用极小的进给量（ $f=0.02\sim0.06$

mm/r) 和极小的背吃刀量, 但却可选用很高的切削速度 (700m/min)。

工具钢、高速钢、硬质合金和陶瓷材料的硬度随切削温度的变化情况, 见图 1-7。

1.3.2 刀具的组成和刀具的角度

1.3.2.1 刀具的组成 刀具的种类繁多, 形状各异, 但无论何种刀具其切削部分都是由刀楔组成。外圆车刀是最基本、最典型的切削刀具, 其他刀具, 例如三面刃铣刀和麻花钻, 可以看成是由车刀演变和组合而成。所以以车刀为例来研究刀具的组成和几何角度。

任何一种切削刀具都是由刀柄和刀体组成。刀柄系指刀体上的夹持部分; 刀体是刀具上夹持刀条或刀片的部分, 或由它形成切削刃的部分。有些刀具 (例如外圆车刀、直柄单角铣刀等) 其刀体就是刀具的切削部分, 通常也称刀头; 另一些刀具 (例如麻花钻), 其刀体包含了切削部分外, 还包括导向部分。

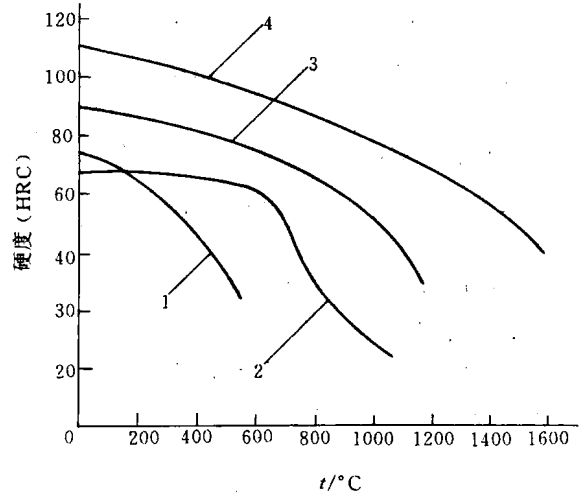


图 1-7 常用刀具材料的硬度
变化与切削温度的关系

1—工具钢 2—高速钢 3—硬质合金 4—陶瓷材料

1. 刀具表面 (图 1-8)

(1) 前面 (前刀面) A_f 刀具上切屑流经的表面。

1) 第一前面 A_{f1} 当刀具前刀面是由若干个彼此相交的面所组成时, 离切削刃最近的面称为第一前面, 又称倒棱, 其宽度称为倒棱宽, 用 b_f 表示。

2) 第二前面 A_{f2} 从切削刃处数起的第二个面称为第二前面。

(2) 后面 (后刀面、主后面) A_a 与工件上切削中产生的表面相对的表面。

1) 第一后面 A_{a1} 当刀具后面是由若干彼此相交的面组成时, 离切削刃最近的面称为第一后面, 又称刃带, 其宽度用 b_a 表示。

2) 第二后面 A_{a2} 从切削刃数起第二个面称为第二后面。

(3) 副后面 $A_{a'}$ 与工件已加工表面相对的表面。

2. 切削刃与刀具 (图 1-9)

刀具前刀面上拟作切削用的刃称为切削刃, 它分为:

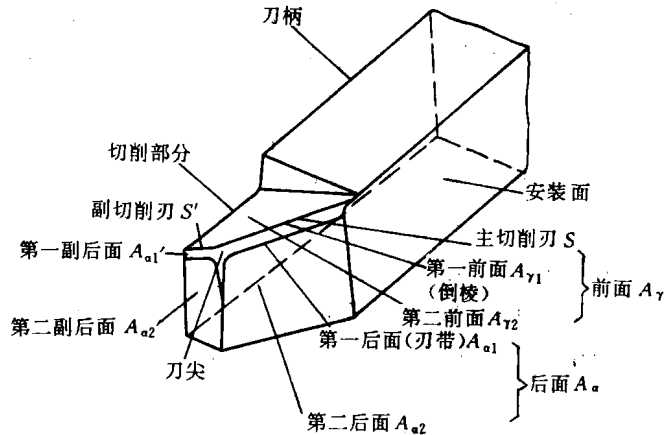


图 1-8 车刀切削部分的切削刃和表面

(1) 主切削刃 S 起始于切削刃上主偏角为零的点, 并拟用来在工件上切出过渡表面的那段圆弧。

(2) 副切削刃 S' 切削刃除主切削刃以外的刃, 即起始于主偏角为零的点, 但它向背离主切削刃的方向延伸。

(3) 刀尖 主切削刃和副切削刃相连接处的切削刃, 一般是指主、副切削刃的实际交点, 见图 1-9a。

(4) 修圆刀尖 具有曲线状切削刃的刀尖, 见图 1-9b。

(5) 倒角刀尖 具有线状切削刃的刀尖, 见图 1-9c。

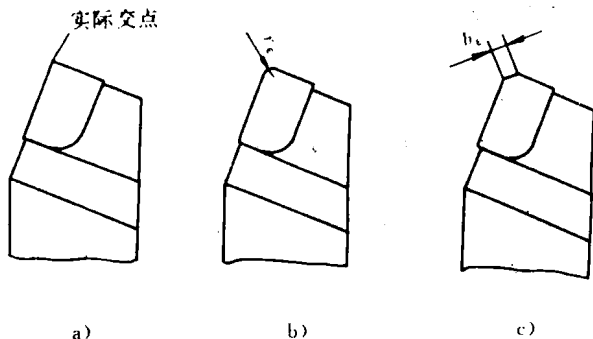


图 1-9 刀尖在基面上的视图

a) 切削刃的实际交点 b) 修圆刀尖 c) 倒角刀尖

1.3.2.2 刀具的标注角度

1. 确定刀具角度的辅助平面

为了测量刀具的角度, 需要引出三个互相垂直的平面, 见图 1-10。

(1) 基面 P_r 通过切削刃上的选定点垂直于假定主运动方向的平面。一般基面应平行或垂直于刀具在制造、刃磨和测量的某一安装定位平面或轴线。

(2) 切削平面 P_s 通过切削刃选定点与切削刃相切并垂直于基面的平面。

(3) 正交平面 P_o 通过切削刃选定并同时垂直于基面和切削平面的平面。

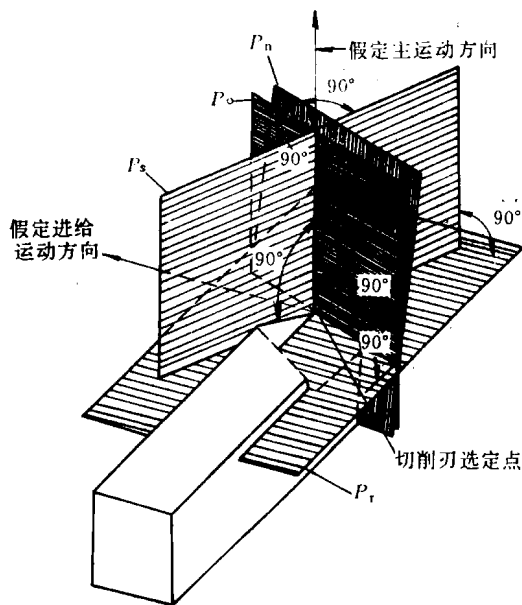


图 1-10 刀具静止参考系的平面

2. 刀具的标注角度 刀具的标注角度有五个, 即前角 γ_o 、后角 α_o 、主偏角 κ_r 、副偏角 κ'_r 和刃倾角 λ_s , 见图 1-11。

(1) 前角 γ_o 在正交平面中测量, 前面与基面间的夹角。前面与主切削平面间的夹角为锐角时, 前角为正值; 夹角为钝角时, 前角为负值。前角增大, 切削锋利, 并可以减少切削力和切削热, 但若前角过大, 将降低刀具工作部分的强度。工件的强度、硬度低, 宜选择大一些的前角, 反之, 则应选择小一些的前角; 刀具材料的韧性好宜选择大些的前角, 反之, 则应选择小一些的前角; 精加工时宜选择大一些前角, 粗加工时宜选择小一些前角。车刀前角的参考值, 见表 1-4。

(2) 后角 α_o 在正交平面中测量的、后面与切削平面间的夹角。它的作用是为了减小后面与工件之间的摩擦。粗加工时宜取较小值, 一般取 $5^\circ \sim 8^\circ$, 精加工时宜取较大值, 一般取 8°

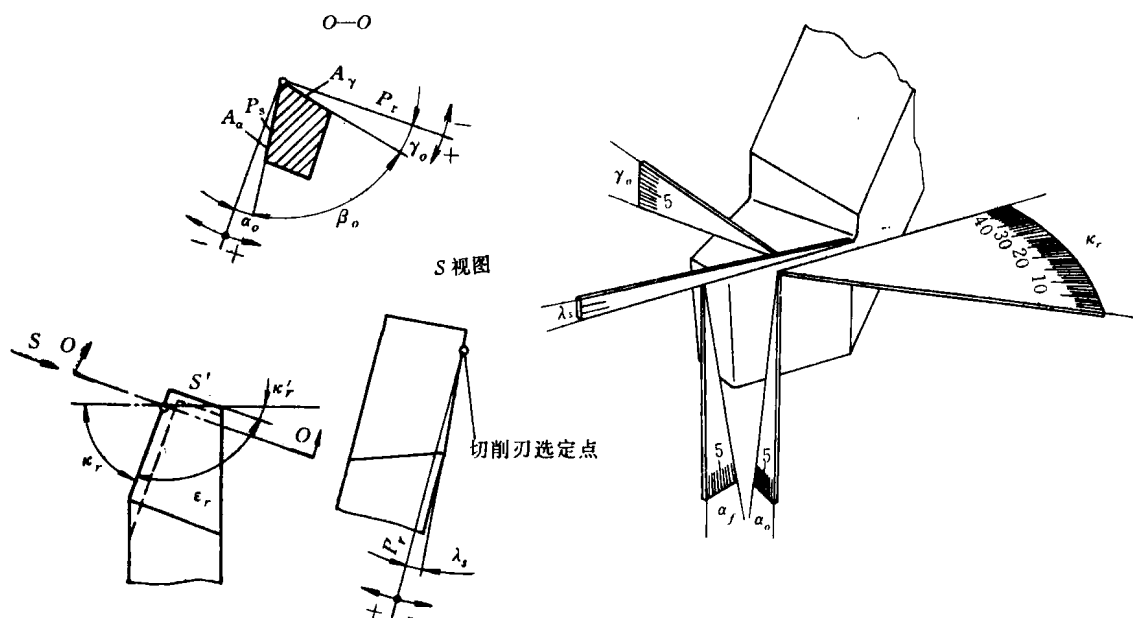


图 1-11 刀具的标注角度

表 1-4 车刀前角参考值

工 件 材 料		前 角 γ_o	
		高速钢刀具	硬质合金刀具
铝和铝合金		25°~30°	25°~30°
纯铜和铜合金 (软)		25°~30°	25°~30°
铜合金 (脆性)	粗 加 工	5°~10°	5°~10°
	精 加 工	10°~15°	10°~15°
结构钢	$\sigma_b \leq 800\text{MPa}$	20°~25°	15°~20°
	$\sigma_b = 800 \sim 1000\text{MPa}$	15°~20°	10°~15°
灰铸铁及可锻铸铁	HBS > 220	20°~25°	15°~20°
	HBS > 220	10°	8°
铸、锻件及断续切削灰铸铁		10°~15°	5°~10°

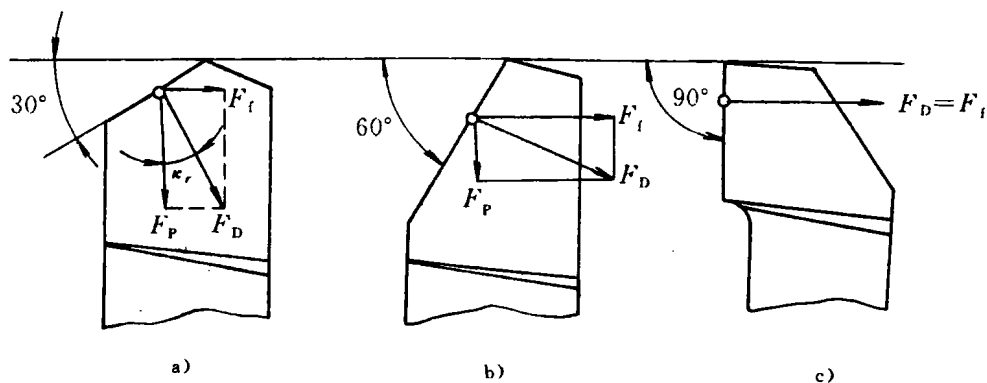
注：表列硬质合金车刀的前角数值指刃口磨有倒棱的情况。

~12°；工件材料硬度低时宜取较大值，反之，则取较小值。

(3) 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。主偏角影响切削力的分配，如图 1-12 所示。在切削力同样大小的情况下，增大主偏角、垂直于主轴轴线的切削分力减小。当工件的刚性较差时，为减少工件的变形和振动应选择较大的主偏角。主偏角还影响切削条件和刀具的寿命，减小主偏角，可使参加切削的切削刃长度增加，切屑变薄，使单位长度切削刃上的负荷减小，如图 1-13 所示。车刀的主偏角有 45°、60°、75°和 90°几种。

(4) 副偏角 κ'_r 在基面中测量，是副切削平面与假定工作平面间的夹角。

副偏角影响工件表面粗糙度，在吃刀量、进给量和主偏角相同的情况下，减小副偏角可

图 1-12 主偏角对 F_p 和 F_f 的影响

以使已加工表面的残留面积减小,即表面粗糙度值变小,如图 1-14 所示。副偏角的大小主要依据工件表面粗糙度选取,表面粗糙度数值大取大值,表面粗糙度数值小取小值,取值范围在 $5^\circ \sim 15^\circ$ 之间。

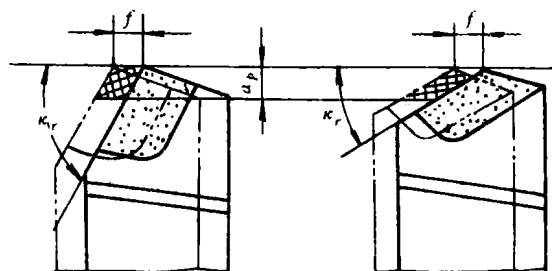


图 1-13 主偏角对切削宽度和厚度的影响

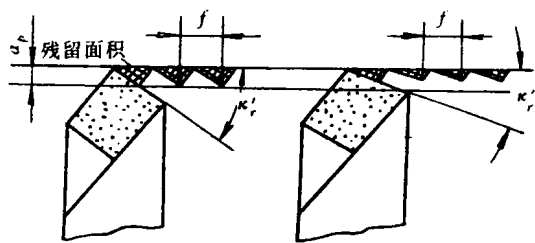


图 1-14 副偏角对残留面积的影响

(5) 刃倾角 λ 在切削平面中测量,是主切削刃与基面间的夹角。刃倾角的作用是控制切屑流向与影响刀头强度。当刃倾角为零度时,切屑沿着与主切削刃垂直的方向流动;当刃倾角为正值时,切屑流向待加工表面,当刃倾角为负值时,切屑流向已加工表面,如图 1-15 所示。它的取值范围为 $-5^\circ \sim 5^\circ$ 。负的刃倾角可以提高刀具的耐冲击力。

(6) 刀具的其他标注角度

1) 楔角 β 。在正交平面内测量,是前刀面与后刀面之间的夹角,见图 1-11。楔角大,刀头的强度高,反之则低。它的大小可以用下式计算

$$\beta_0 = 90^\circ - (\gamma_0 + \alpha_0)$$

2) 刀尖角 ϵ 。在基面内测量,是主切削平面与副切削平面间的夹角,见图 1-11。

刀尖角大,刀头强度高,散热性好,它的大小可以用下式计算

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

3. 刀具的工作角度 在切削加工中,由于车刀的安装位置和进给运动的影响,刀具的标注角度将发生一定的变化,这是由于基面、切削平面和正交平面的实际位置发生变化而造成的。

(1) 刀具的安装高度对工作角度的影响 为了说明刀具的安装高度对工作角度产生的影响,特作以下实验:

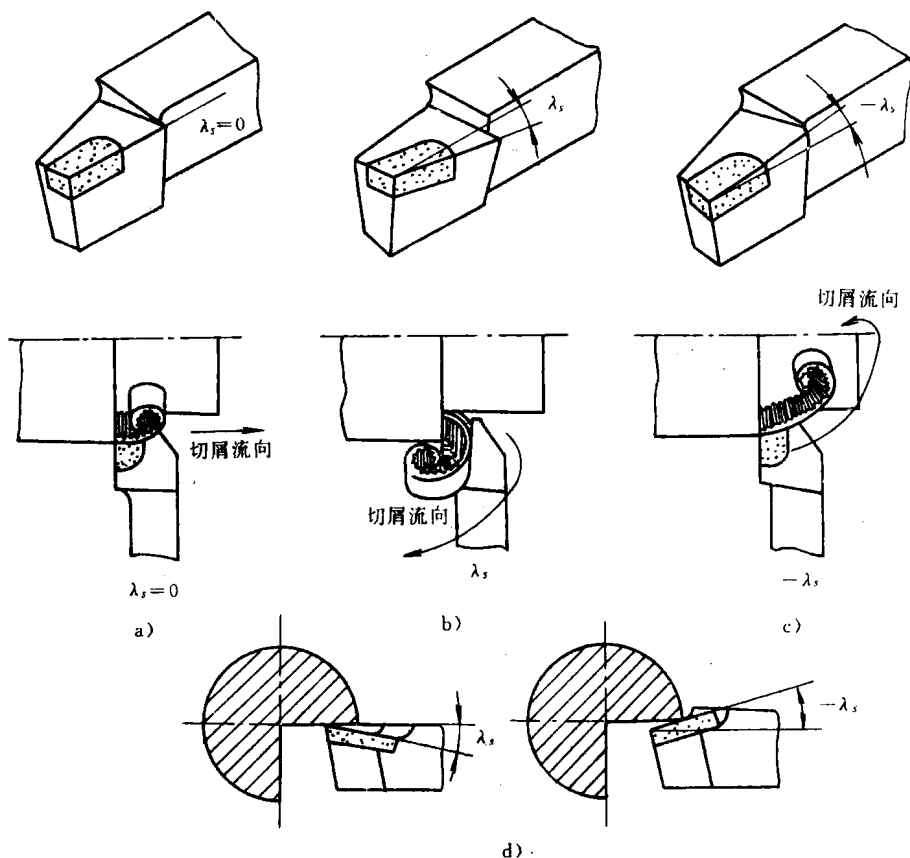


图 1-15 刃倾角的作用

a)、b)、c) 控制排屑方向 d) 车刀受冲击时保护刀尖

磨一把 $\gamma_o=15^\circ$ 、 $\alpha_o=10^\circ$ 、 $\beta_o=65^\circ$ 的车刀，将其靠在直径 $d=100\text{mm}$ 的工件上，使刀尖对准、高于或低于工件的轴心线，并随时测量前角 γ_o 、后角 α_o 的值，作出图 1-16。

由图 1-16a 可知：

1) 当刀尖与工件轴心线等高时，刀具的工作前角 $\gamma_{oe}=\gamma_o=15^\circ$ ，刀具的工作后角 $\alpha_{oe}=\alpha_o=10^\circ$ ；

2) 当刀尖高于工件轴心线时，刀具的工作前角 $\gamma_{oe}>\gamma_o$ ，工作后角 $\alpha_{oe}<\alpha_o$ 。

3) 当刀尖低于工件轴心线时，刀具的工作前角 $\gamma_{oe}<\gamma_o$ ，工作后角 $\alpha_{oe}>\alpha_o$ 。

车内孔的情况与图 1-16a 所示情况相反，见图 1-16b。

(2) 进给运动对工作角度的影响 切削过程中，由于进给运动的存在，加工表面实际上是一个螺旋面，见图 1-17a，实际的切削平面和基面都要偏转一个螺旋面升角 ψ ，从而引起工作前角 γ_{oe} 增大，工作后角 α_{oe} 减小，见图 1-17b。

一般情况下的车削，由于进给量相对于工件直径是很小的，所以螺旋升角 ψ 也很小，它对车刀工作前、后角的影响可以忽略不计，但车削导程较大的螺纹时必须考虑螺旋升角的影响，否则切削将无法顺利进行。

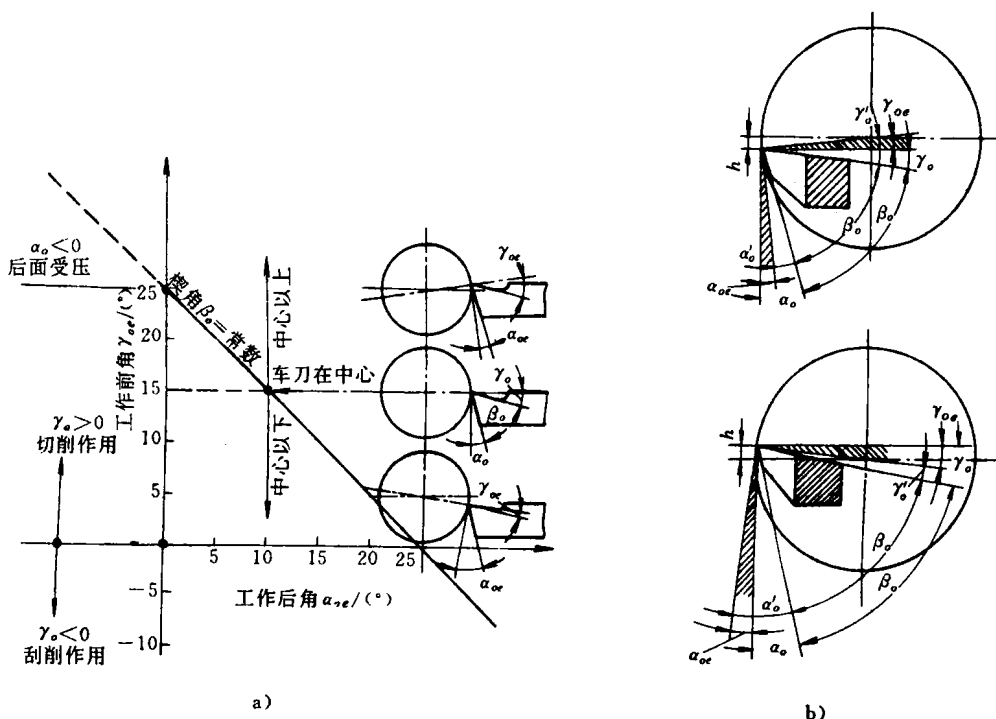
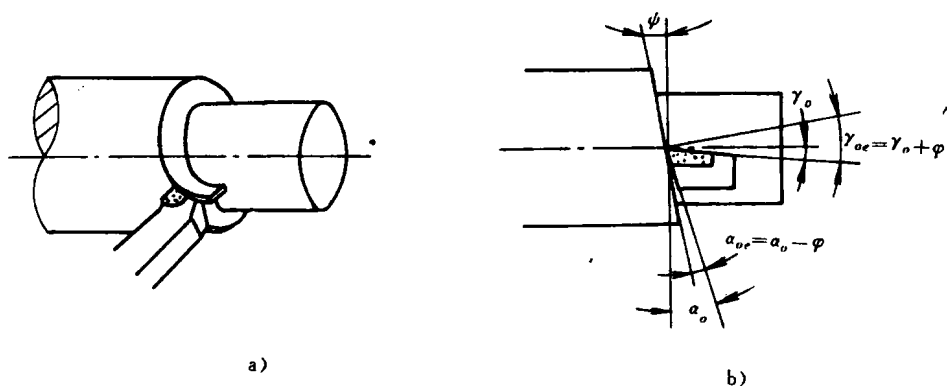


图 1-16 车刀的安装高度对工作角度的影响

a) 车外圆 b) 车内孔

图 1-17 进给运动对 γ_{oe} 和 α_{oe} 的影响

1.4 金属切削过程的物理现象

金属切削过程实质上是一种挤压过程，是切削刃通过外力的作用挤入工件材料内部克服材料强度、消除材料的结合力的过程。研究由于切削层金属受刀具的挤压而产生的切削变形、切削力、切削热和刀具磨损等物理现象及其变化规律有助于刀具的刃磨和合理使用，有助于合理选择切削用量，从而有利于提高加工质量和生产率。