数控车工操作技能实训图解

崔兆华 著

山东科学技术出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

书　　名：数控车工操作技能实训图解
作　　者：崔兆华
出 版 社：山东科学技术出版社
出版日期：2006年1月
ISBN：　7-5331-4369-8/TG
定价:28.00元

目　录 contents

第一章　车削基础知识…… 1
第一节　车削运动及切削用量…… 1
第二节　车刀…… 4
第三节　切削过程与控制 …… 29
第四节　三爪自定卡盘的安装和拆卸 …… 34
第五节　工件的安装 …… 37
第六节　切削液 …… 42
第七节　常用量具 …… 46
训练题 …… 58
第二章　数控车床基础知识 …… 59
第一节　数控车床的组成及其原理 …… 59
第二节　数控车床的特点及分类 …… 63
第三节　数控车削加工概述 …… 71
第四节　数控加工工艺文件 …… 75
第五节　数控车削加工工艺分析 …… 80
第六节　数控车削加工工艺路线的拟定 …… 91
第七节　数控车削用刀具系统简价…… 103
训练题…… 113
第三章　数控车床编程…… 115
第一节　数控车床编程基础知识…… 115
第二节　数控车床的编程规则…… 122
第三节　常用术语及指令代码…… 124
第四节　数控加工程序的格式与组成…… 133
第五节　手工编程的数学处理…… 137

第六节　刀具补偿功能…… 142
训练题…… 151
第四章　FANUC 系统数控车床的编程与操作 …… 152
第一节　概述…… 152
第二节　直线插补的应用…… 156
第三节　圆弧插补的应用…… 166
第四节　循环功能的应用…… 171
第五节　螺纹加工…… 180
第六节　典型零件的编程…… 188
第七节　数控车床的操作…… 200
训练题…… 217
第五章　SIEMENS802D 系统数控车床的编程与操作 …… 220
第一节　一般工件的编程…… 220
第二节　螺纹程序的编程…… 241
第三节　综合编程实例…… 245
第四节　SIEMENS802D 系统数控车床的操作 …… 257
训练题…… 267
第六章　数控车床的检验与保养…… 269
第一节　数控车床的安装与调试…… 269
第二节　数控车床精度检验…… 282
第三节　数控车床的维护与保养…… 296
训练题…… 305
数控车床中级鉴定考试题库…… 306
第一部分　应知试题…… 306
第二部分　应会题…… 340
模拟试题…… 344
应知试题参考答案…… 351
应会题参考答案…… 359
模拟试题参考答案…… 367
参考资料…… 368

第一章　车削基础知识

第一节　车削运动及切削用量

一、车削运动

车床的运动按功用来分，可分为表面成形运动和辅助运动。

1. 表面成形运动　表面成形运动是车床为形成工件表面的刀具与工件的相对运动。它可以由刀具或工件单独完成，也可由刀具和工件共同完成。车床的表面成形运动分为主运动和进给运动，如图 1 - 1 所示。

(1) 主运动　车床的主运动就是工件的旋转运动，其转速以 n(r/min) 表示。主运动是实现切削最基本的运动，它的运动速度

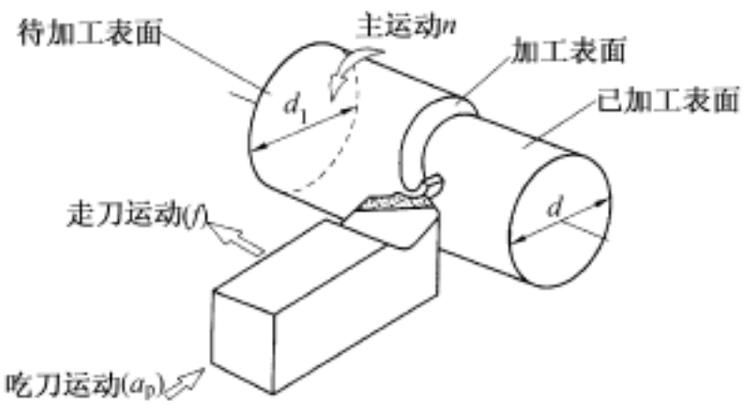


图 1 - 1　车削运动和工件上的表面

需要全本请访问 www.ertongbook.com

较高,消耗功率较大。

(2)进给运动　车床的进给运动就是刀具的移动。刀具作平行于工件旋转轴线的纵向进给运动(车圆柱表面)或作垂直与工件旋转轴线的横向进给运动(车端面),刀具也可作与工件旋转轴线成一定角度方向的斜向运动(车圆锥表面)或作曲线运动(车成形回转表面)。进给量常以 f(mm/r)表示。进给运动的速度较低,所消耗的功率也较少。

2. 辅助运动　为实现机床的辅助工作而必需的运动称为辅助运动。辅助运动包括刀具的移近、退回、工件的夹紧等。在卧式车床上这些运动通常由操作者用手工操作来完成。

为了减轻操作者的劳动强度和节省移动刀架所耗费的时间,CA6140 车床还具有单独电机驱动的刀架,以便实现纵向及横向的快速移动。

二、切削加工时工件上形成的表面

工件在切削过程中形成了三个不断变化着的表面,如图 1-1 所示。

1. 待加工表面　即将被切去金属层的表面。

2. 过渡(加工)表面　刀刃正在切削的表面。

3. 已加工表面　工件上经切削后产生的新表面。

三、切削用量

切削用量是度量主运动和进给运动大小的参数,它包括背吃刀量、进给量和切削速度。

1. 背吃刀量 a_p　是工件上已加工表面和待加工表面之间的垂直距离,单位为 mm,如图 1-2 所示。

车削外圆时如图 1 - 2a) 所示。切断、车槽时的背吃刀量等于车刀主切削刃的宽度, 如图 1 - 2c) 所示。车削外圆时的计算公式为

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

式中　a_p——背吃刀量(mm) ;

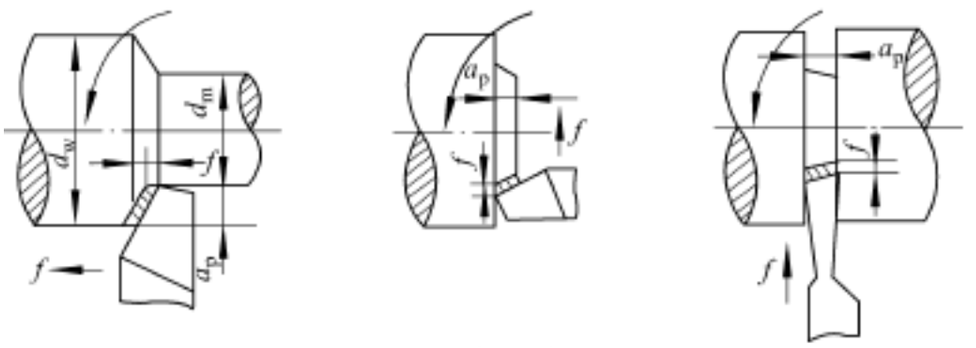
d_w——待加工表面直径(mm) ;

d_m——已加工表面直径(mm) 。

2. 进给量 f　进给量是工件或刀具每转一转, 工件与刀具在进给方向上的相对位移。车削时, 进给量为工件每转一转, 车刀沿进给方向移动的距离, 其单位为 mm/r, 如图 1 - 2 所示。车削时的进给速度 v_f(mm/s) 为

$$v_f = nf$$

式中　n——工件转速(r/min) 。



a)车外圆　　b)车端面　　c)切断

图 1 - 2　背吃刀量和进给量

3. 切削速度 v_c　是指切削刃上的选定点相对于工件主运动的瞬时速度, 它是衡量主运动大小的参数。其单位为 m/s 或 m/min。当主运动为旋转运动时(如车削加工) , 切削速度的计算公式为

$$v_c = \frac{\pi dn}{1\,000}$$

式中　v_c——切削速度(m/min) ;

n——工件转速(r/min) ;

d——工件待加工表面直径(mm)。

第二节　车刀

一、刀具材料及其选用

在车削加工过程中,刀具切削性能的好坏取决于刀具切削部分的材料,它直接影响着刀具寿命、刀具消耗、加工精度、已加工表面的质量和加工效率等。正确选择刀具材料是设计和选用刀具的重要内容之一。

1. 刀具材料应具备的基本性能　刀具材料是指刀具切削部分的材料。金属切削时,刀具切削部分直接与工件及切屑相接触,承受着很大的切削压力和冲击,并受到工件及切屑的剧烈摩擦,产生很高的切削温度,也就是说刀具切削部分是在高温、高压及剧烈摩擦的恶劣条件下工作的。因此,刀具材料应具备以下基本性能:

(1)高硬度　刀具材料的硬度必须高于被加工工件材料的硬度。否则,在高温高压下,就不能保持刀具锋利的几何形状,这是刀具材料应具备的最基本的性能。

(2)足够的强度和韧性　刀具切削部分的材料在切削时要承受很大的切削力和冲击力。例如,车削45号钢时,当背吃刀量a_p=4mm,进给量为f=0.5mm/r时,刀片要承受约4 000N的切削力。因此,刀具材料必须要有足够的强度和韧性。

(3)高的耐磨性和耐热性　刀具材料的耐磨性是指抵抗磨损的能力。一般来说,刀具材料硬度越高,耐磨性也越好。刀具材料的耐磨性和耐热性也有着密切的关系。耐热性通常用它在高温下保持较高硬度的性能来衡量,即高温硬度,或叫"红硬性"。高温硬度越高,表示耐热性越好,刀具材料在高温时抗塑变的能力和耐

磨损的能力也就越强。耐热性差的刀具材料，由于高温下硬度显著下降而会很快磨损乃至发生塑性变形，丧失其切削能力。

(4) 良好的导热性　导热性好，切削时产生的热量就容易传导出去，从而降低切削部分的温度，减轻刀具磨损。导热性好的刀具材料，其耐热冲击和抗热龟裂的性能也都能增强，这种性能对于采用脆性刀具材料进行断续切削，特别是在加工导热性能差的工件时显得非常重要。

(5) 良好的工艺性　为了便于制造，要求刀具材料有较好的可加工性，包括锻压、焊接、切削加工、热处理和可磨性等。

(6) 较好的经济性　经济性是评价新型刀具材料的重要指标之一，也是正确选用刀具材料、降低产品成本的主要依据之一。刀具材料的选用应结合我国资源状况，以降低刀具的制造成本。

(7) 抗粘接性和化学稳定性　刀具的抗粘接性是指工件与刀具材料分子间在高温高压作用下，抵抗互相吸附而产生粘接的能力。刀具的化学稳定性指刀具材料在高温下，不易与周围介质发生化学反应的能力。刀具材料应具备较高的抗粘接性和化学稳定性。

2. 车刀切削部分的常用材料　目前，车刀切削部分的常用材料有高速钢和硬质合金两大类。

(1) 高速钢　高速钢是一种含有 W(钨)、Mo(钼)、Cr(铬)、V(钒) 等合金元素较多的合金工具钢。它是综合性能比较好的一种刀具材料，可以承受较大的切削力和冲击力，并且具有热处理变形小、能锻造、易磨出较锋利的刃口等优点，特别适合于制造各种小型及形状复杂的刀具，如成形车刀、各种钻头等。但高速钢的耐热性较差，不能用于高速切削。

高速钢的品种繁多，品种不同，其性质及应用场合也不相同。表 1 - 1 列举了常用高速钢的牌号、性质及应用等内容。

(2) 硬质合金　硬质合金是用高硬度、难熔的金属化合物 (WC、TiC、TaC、NbC 等) 微米数量级的粉末与 Co(钴)、Mo、Ni 等

表 1 - 1　　常用高速钢的牌号、性质及应用

类别	常用牌号	性质	应　用
钨系	W18Cr4V 18 - 4 - 1	优点是性能稳定，刃磨及热处理工艺控制较方便；缺点是碳化物分布不均匀，热塑性较差，不宜制作大截面的刀具	因金属钨的价格较高，国内使用逐渐减少，国外也已很少采用
钨钼系	W6Mo5Cr4V2 6 - 5 - 4 - 2	由于用 1% 的钼可以代替 2% 的钨，钼的加入还可以使钢中的合金元素减少，从而降低了碳化物的数量及分布的不均匀性，有利于提高热塑性、抗弯强度与韧度，其高温塑性及韧性胜过 W18Cr4V；其主要缺点是淬火温度范围窄，脱碳和过热敏感性大	主要用于制造热轧刀具，如扭槽麻花钻等
	W9Mo3Cr4V 9 - 3 - 4 - 1	根据我国资源研制的钢种，其抗弯强度和韧性均高于 W6Mo5Cr4V2，具有较好的硬度和热塑性。由于含钒量少，磨削加工性能也比 W6Mo5Cr4V2 好	可用于制造各种刀具（锯条、钻头、拉刀、铣刀、齿轮刀具等）

金属粘接剂烧结而成的粉末冶金制品。常用的粘结剂是 Co，碳化钛基硬质合金的粘接剂则是 Mo、Ni。硬质合金高温碳化物的含量超过高速钢，具有硬度高、熔点高、化学稳定性好和热稳定性好等特点，切削效率是高速钢刀具的 5 ～10 倍。但硬质合金韧性差、脆性大，承受冲击和振动的能力低。现在硬质合金仍是主要的刀具材料。

切削用硬质合金按其切屑排出形式和加工对象的范围可分为三个主要类别，分别以字母 K、P、M 表示。表 1 - 2 列举了这三类硬质合金的成分、用途、性能等内容。

表 1 - 2　　K、P、M 三类硬质合金

类别	成分	用　途	常用代号	相当于旧代号	性　能		适用加工阶段
					耐磨性	韧性	
K 类(钨钴类)	WC + Co	主要用于加工铸铁、有色金属等脆性材料或冲击性较大的场合，但在切削难加工材料或振动较大(如断续切削塑性金属)的特殊情况时也比较适合	K01	YG3	↑	↓	精加工
			K10	YG6			半精加工
			K20	YG8			粗加工
P 类(钨钛钴类)	WC + Co + TiC	此类硬质合金硬度、耐磨性、耐热性都明显提高，但其韧性、抗冲击振动性能差，适用于加工钢或其他韧性较大的塑性金属，不适宜于加工脆性金属	P01	YT30	↑	↓	精加工
			P10	YT15			半精加工
			P30	YT5			粗加工
M 类[钨钛钽(铌)钴类]	WC + Co + TiC + TaC (NbC)	既可以加工铸铁、有色金属，又可以加工碳素钢、合金钢，故又称通用合金，主要用于加工高温合金、高锰钢、不锈钢以及可锻铸铁、球墨铸铁、合金铸铁等难加工材料	M10	YW1	↑	↓	精加工、半精加工
			M20	YW2			粗加工、半精加工

二、车刀的结构形式

车刀在结构上可分为整体式、焊接式、机夹式、可转位式车刀四种形式，如图 1 - 3 所示。其结构特点及适用场合见表 1 - 3。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

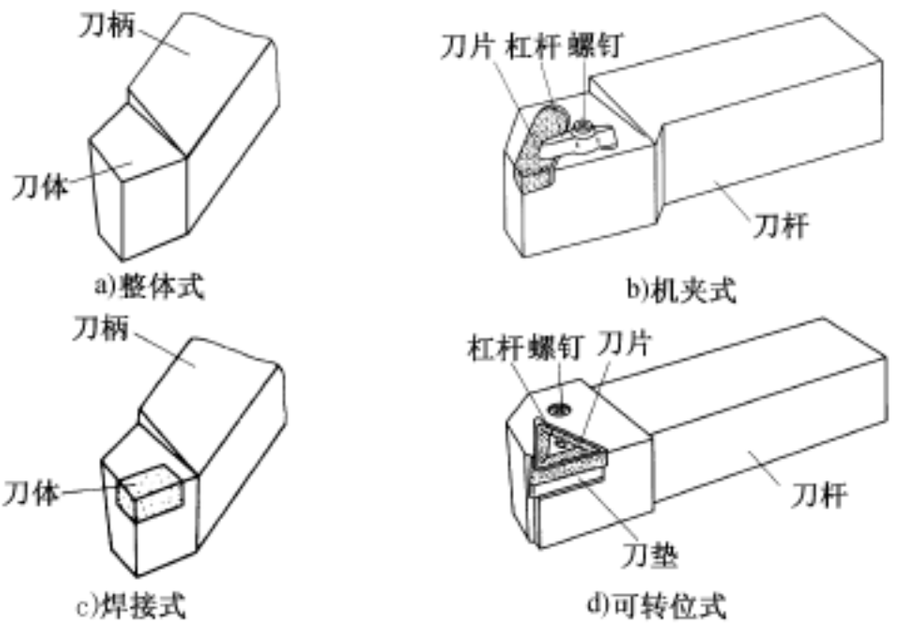


图 1 - 3　车刀的结构

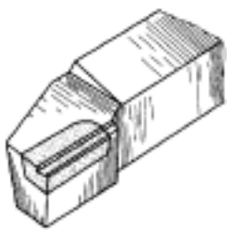
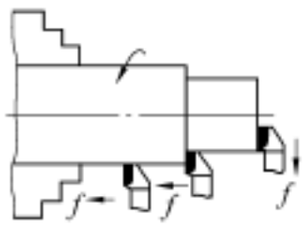
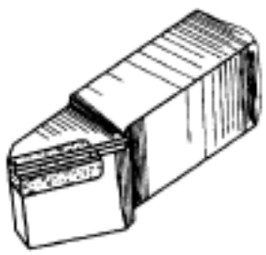
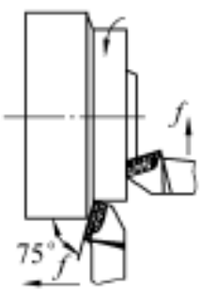
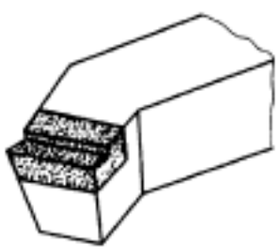
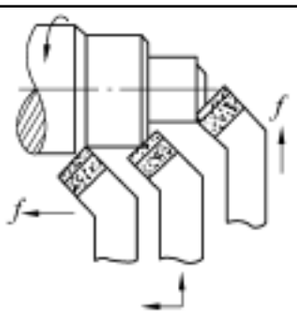
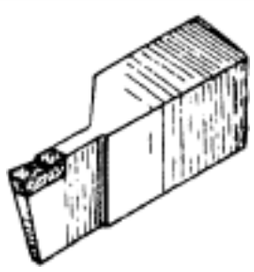
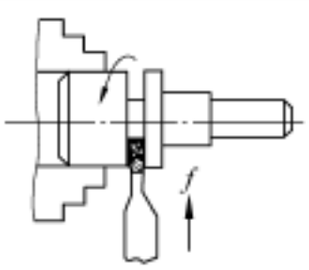
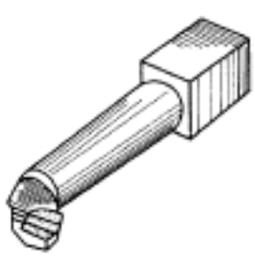
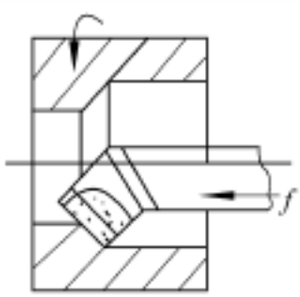
表 1 - 3　　车刀结构类型特点及用途

名　称	特　点	适 用 场 合
整体式	用整体高速钢制造，刃口可磨得较锋利	小型车床或加工非铁金属
焊接式	焊接硬质合金或高速钢刀片，结构紧凑，使用灵活	各类车刀特别是小刀具
机夹式	避免了焊接产生的应力、裂纹等缺陷，刀杆利用率高；刀片可集中刃磨获得所需参数；使用灵活方便	外圆、端面、镗孔、切断、螺纹车刀等
可转位式	避免了焊接刀的缺点，刀片可快换转位；生产率高；断屑稳定；可使用涂层刀片	大中型车床加工外圆、端面、镗孔，特别适用于自动线、数控机床

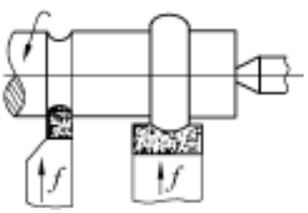
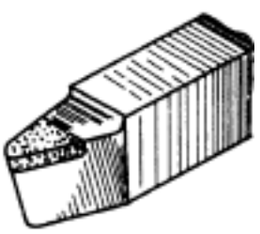
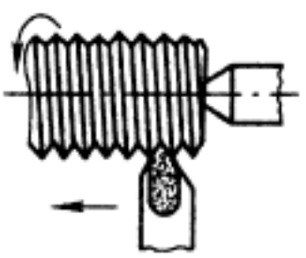
三、常用车刀的种类及用途

根据车刀的形状及车削加工内容，常用车刀有外圆车刀、端面车刀、切断刀、内孔车刀、圆头车刀和螺纹刀等，其形状和用途见表 1 - 4。

表 1 - 4　　常用车刀的种类及用途

车刀种类	车刀的外形图	用途	车削示意图
90°车刀（偏刀）		车削工件的外圆、台阶和端面	
75°车刀		车削工件的外圆和端面	
45°车刀（弯头车刀）		车削工件的外圆、端面和倒角	
切断刀		切断工件或在工件上车槽	
内孔车刀		车削工件上的内孔	

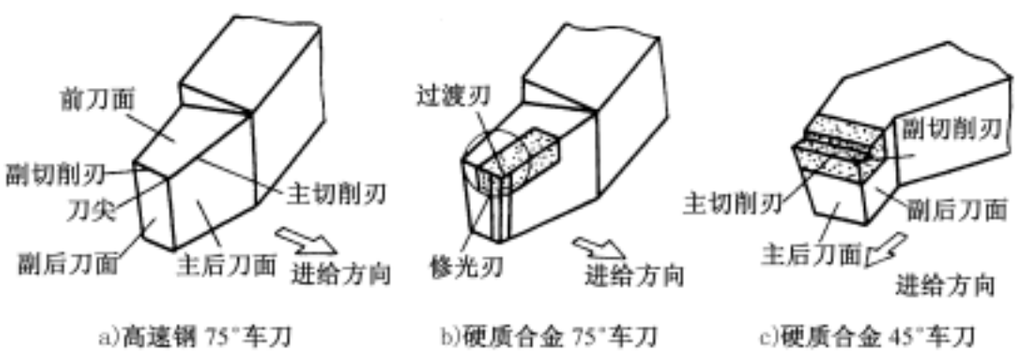
（续表）

车刀种类	车刀的外形图	用途	车削示意图
圆头车刀		车削工件的圆弧面或成形面	
螺纹车刀		车削螺纹	

四、车刀切削部分的几何参数

任何车刀都是由刀头（或刀片）和刀杆两部分组成。刀头担负切削工作，刀杆用来将刀具装夹在刀架上，起支承和传力作用。

1. 刀具切削部分的表面与刀刃　从图 1 - 4 可以看出，车刀的切削部分由“三面两刃一尖”（即前刀面、主后刀面、副后刀面、主切削刃、副切削刃、刀尖）组成。



a）高速钢 75°车刀　b）硬质合金 75°车刀　c）硬质合金 45°车刀

图 1 - 4　车刀的组成

(1) 前刀面　切屑流出时所流经的面。

(2) 主后刀面　与工件上过渡表面相对的刀面。

(3) 副后刀面　与工件上已加工表面相对的刀面。

(4) 主切削刃　前刀面与主后刀面相交的部位，担负主要切削工作。

(5) 副切削刃　前刀面与副后刀面相交的部位，它协同主切削刃完成金属的切除工作，以最终形成工件的已加工表面。

(6) 刀尖　主、副切削刃连接处的那一小部分切削刃。为了提高刀尖的强度，延长车刀寿命，通常将刀尖磨成圆弧形或直线形的过渡刃，如图 1 - 4b) 所示。

(7) 修光刃　通常称副切削刃前段接近刀尖处的一段平直刀刃为修光刃，如图 1 - 4b) 所示。装刀时必须使修光刃与进给方向平行，且修光刃长度要大于进给量，才能起到修光的作用。

所有车刀都有上述组成部分，但数量并不一样。如典型的外圆车刀是由三个刀面、两条刃和一个刀尖组成，如图 1 - 4a) 所示；45 °车刀则由四个刀面(两个副后刀面)、三条刃和两个刀尖组成，如图 1 - 4c) 所示。

2. 确定刀具角度的参考系　用来确定刀具几何角度的参考坐标系有两大类：一类称为标注参考系(静态参考系)，它是刀具设计计算、绘图标注、制造与刃磨及测量时用来确定刀刃、刀面空间几何角度的定位基准，用它定义的角度称为刀具的标注角度(静态角度)；另一类称为工作参考系(动态参考系)，它是确定刀具切削刃、刀面在切削过程中相对于工件的几何位置的基准，用它来定义的角度称为刀具的工作角度。

下面以外圆车刀为例来说明标注参考系。

(1) 标注参考系的假定条件

1) 假定没有进给运动，只考虑主运动，并且限定主运动垂直水平面，方向向上。

2) 假定刀具的刃磨和安装基准面垂直于切削速度方向(或平行于基面),对于车刀来说,规定其刀尖安装在工件中心高度上,刀杆中心线垂直于工件的回转轴线。

(2) 刀具标注参考系　刀具的标注参考系有三个坐标平面:基面、切削平面、刃截面(当讨论主切削刃时称为主切削刃截面,简称主截面。同理,在讨论副切削刃时,称为副切削刃剖面,简称副截面)。

1) 基面 P_r　是垂直主运动方向并通过切削刃上选定点(即要研究的点。如果切削刃是直线,并平行于水平面,切削刃上的各点均符合这个条件)的平面。根据假设条件,只考虑主运动方向和刀尖恰在工件中心线上的假设,可以认为基面就是由工件中心线和刀尖规定的一个平面。如果刀尖安装得过高或过低,根据主运动垂直向上的假设,该点不在刀尖上,而是在刀刃上的某一点,此时并不会改变基面的位置,如果刀刃是直线,也不会影响其测量的角度,如图 1 - 5 所示。

2) 切削平面 P_s　是指切削刃上选定点与主切削刃相切并垂直于基面的平面,如图 1 - 5 所示。一般情况下切削平面就是指主切削平面。

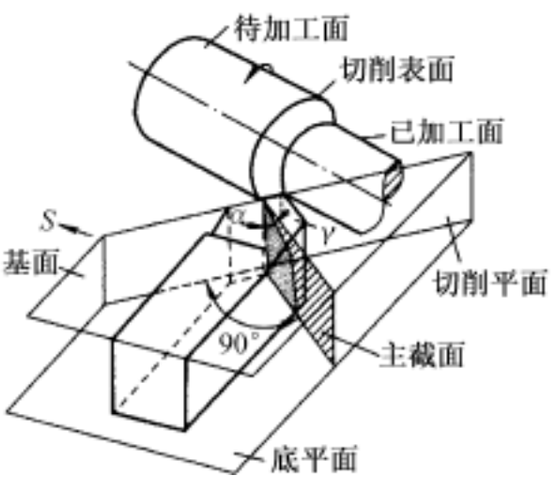


图 1 - 5　切削时的几个面

3) 主截面 P_o　是指通过切削刃上某选定点同时垂直于基面和切削平面的平面。

必须指出,以上刀具各标注角度参考系均适用于选定点选在主切削刃上,如果选定点选在副切削刃上,则所定义的是副切削刃标注参考系的坐标平面,应在相应的符号右上角加标“′”以示区别,如副截面 P'_o。

3. 刀具标注角度　下面以外圆车刀为例,介绍刀具的标注角度,如图 1 - 6 所示。

(1) 在主截面内测量的角度

1) 前角 γ_o　前角是前刀面与基面之间的夹角。当前刀面与切削平面夹角小于 90°时,前角为正值;大于 90°时,前角为负值。

2) 后角 α　后角是主后刀面与切削平面间的夹角。当主后刀面与基面夹角小于 90°时,后角为正值;当主后刀面与基面夹角大于 90°时,后角为负值。

在副截面 P'_o 内测量的角度是副后角(α'_o)及副前角(γ'_o)。

3) 楔角 β_o　楔角是前刀面与主后刀面之间的夹角。它是由

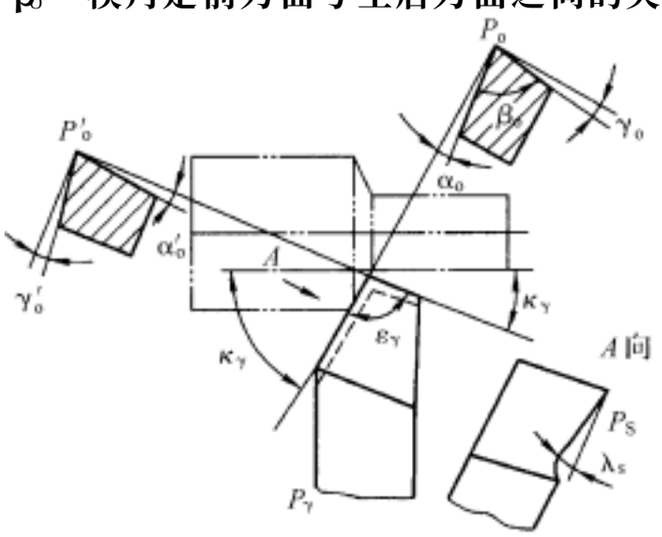


图 1 - 6　车刀的标注角度

需要全本请访问 www.ertongbook.com