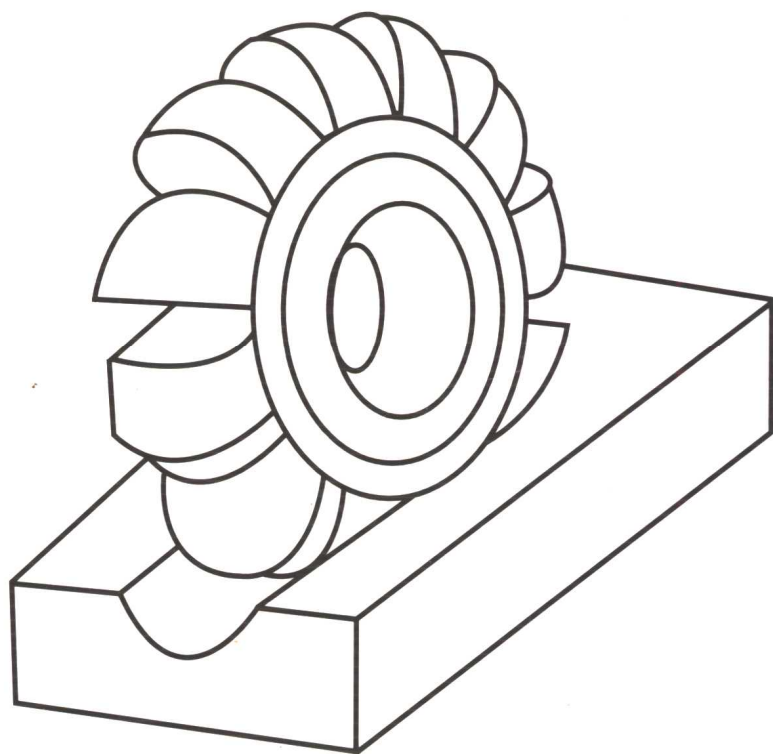


# CAXA

## 数控车削加工

杨士军 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

# CAXA 数控车削加工

杨士军 主编

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

数控车削加工是现代制造技术的典型代表,在制造业的各个领域如航空航天、汽车、模具、精密机械、家用电器等各个行业有着日益广泛的应用,已成为这些行业中不可缺少的加工手段。本书首先介绍了车削加工所需的基本理论和数控技术的基础知识,然后重点阐述了CAXA数控车XP软件的具体使用方法,包括总体概述、轮廓建模方法以及数控车削加工的实现等。最后,通过三个典型零件车削加工实例,系统地说明了CAXA数控车XP软件的综合应用。本书旨在使读者通过本书的讲解与学习,能够初步应用CAXA数控车软件来进行实际加工。

本书的编写从实用性出发,注意理论和实际的结合,重点培养读者对软件的实际应用能力。本书的读者应具备基本的机械加工工程基础知识。本书可以作为各类工科技术院校或数控车技术培训的教材和教学参考用书,也可供相关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

CAXA 数控车削加工/杨士军主编. —北京:国防工业出版社, 2006.4

ISBN 7-118-04451-2

I. C... II. 杨... III. 数控机床:车床 - 车削 - 计算机辅助设计 - 软件包, CAXA IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 019340 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 18½ 字数 427 千字

2006 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 32.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

# 前 言

自从加入世界贸易组织后,中国这个世界制造加工中心的地位越来越显示出来。如何在激烈的国际竞争中保持优势,中国制造业的技术进步将成为参与国际化竞争的必备条件,制造业的信息化水平是衡量技术水平的重要标志之一。CAD/CAM技术在工业领域的应用被认为是提升机械制造竞争力的主要手段,CAD/CAM技术的研究、开发、推广及应用水平已是衡量一个国家科技现代化和工业现代化的重要标志之一。

数控加工是现代制造技术的典型代表,在制造业的各个领域如航空航天、汽车、模具、精密机械、家用电器等行业有着日益广泛的应用,已成为这些行业中不可缺少的加工手段。伴随着全球制造业向我国逐步转移的发展趋势,对数控加工的需求必将呈现出高速、持续的增长。数控编程是数控加工应用技术的主要内容,同时它也是计算机辅助制造(CAM)技术的核心。随着计算机应用技术的发展,数控编程目前基本采用基于CAD/CAM软件的交互式图形编程技术,它是包含了数控加工与编程、金属加工工艺、CAD/CAM软件操作等多方面知识与经验的专业技能。

在国内制造业对数控加工高速增长的需求形势下,数控编程技术人才出现了严重短缺,该方向已成为就业市场的热点,对该项技术的培训需求也不断增长。

本教程就是在这种背景下结合作者近年来从事数控加工与数控教学工作的经验编写的。力求做到理论联系实际,着重于应用,并结合实例深入浅出地加以介绍。希望通过本教程的学习,能够初步掌握数控车床基本操作的目标。

由于作者水平有限,加之编写时间仓促,书中难免有错误和不当之处,恳请广大读者和专家批评指正。

# 目 录

<b>第 1 章 车削加工基础知识</b> .....	1
1.1 车削运动和车削要素 .....	1
1.2 刀具材料及其几何参数 .....	3
1.3 车刀主要角度的选择.....	12
1.4 金属车削的基本过程.....	15
1.5 车削用量和切削液的选用.....	22
1.6 车削精度.....	25
1.7 断屑.....	26
<b>第 2 章 数控技术基础</b> .....	30
2.1 数控技术与数控机床的基本概念.....	30
2.1.1 数控技术与机床数控技术.....	30
2.1.2 数控技术的产生.....	30
2.1.3 数控技术在我国的研究与发展.....	32
2.1.4 数控技术的发展趋势.....	32
2.2 数控机床的系统组成及其各部分功能.....	35
2.2.1 数控机床的组成.....	35
2.2.2 数控机床的加工过程.....	36
2.2.3 数控机床的分类.....	38
2.3 数控机床的特点及适用范围.....	41
2.3.1 数控机床的特点.....	41
2.3.2 数控机床的适用范围.....	41
2.4 数控技术常用术语.....	42
<b>第 3 章 数控车床的机械结构与数控系统</b> .....	45
3.1 数控车床的机械结构.....	45
3.1.1 数控车床的主轴系统(主传动系统).....	46
3.1.2 数控车床的进给系统(进给传动系统).....	47
3.1.3 数控车床的其他辅助性装置.....	51
3.2 数控车床的数控系统.....	54
3.2.1 计算机数控 CNC 装置 .....	54
3.2.2 数控车床的检测装置.....	60
3.2.3 伺服驱动装置.....	66
3.2.4 PLC 与接口技术 .....	73

3.2.5	典型数控系统	80
<b>第4章</b>	<b>CAXA 数控车系统概述</b>	<b>86</b>
4.1	CAXA 数控车 XP 的用户界面	86
4.1.1	主窗口	86
4.1.2	绘图区	86
4.1.3	菜单	86
4.1.4	工具条	87
4.1.5	状态显示与提示	89
4.2	CAXA 数控车 XP 的基本操作	89
4.2.1	常用键含义和功能热键	89
4.2.2	用户的自定义	90
4.2.3	系统的交互方式	90
<b>第5章</b>	<b>曲线的绘制和编辑</b>	<b>96</b>
5.1	曲线的绘制	96
5.1.1	点	96
5.1.2	直线	98
5.1.3	圆和圆弧	100
5.1.4	其他曲线	102
5.2	曲线的编辑	108
5.2.1	曲线的裁剪	109
5.2.2	曲线的过渡	112
5.2.3	曲线的打断	115
5.2.4	曲线的组合	115
5.2.5	曲线的拉伸	116
5.3	曲线的几何变换	117
5.3.1	平面镜像	117
5.3.2	平面旋转	118
5.3.3	镜像	119
5.3.4	平移	119
5.3.5	缩放	120
5.3.6	旋转	120
5.3.7	阵列	121
5.4	绘制图形实例	123
5.5	DAT 数据文件	126
<b>第6章</b>	<b>数控车床加工工艺</b>	<b>129</b>
6.1	数控车床加工工艺概述	129
6.1.1	数控车床加工的主要对象	129
6.1.2	数控车床加工工艺的基本特点	130
6.1.3	数控车床加工工艺的主要内容	130

6.2	数控车床加工工艺分析 .....	130
6.2.1	数控车床加工零件的工艺性分析 .....	131
6.2.2	数控车床加工工艺路线的拟订 .....	132
6.3	数控车床上工件的定位与装夹 .....	136
6.3.1	定位 .....	136
6.3.2	装夹 .....	138
6.4	数控车床加工工序的设计 .....	144
6.4.1	刀具进给路线的确定 .....	144
6.4.2	定位与夹紧方案的确定 .....	147
6.4.3	夹具、刀具的选用 .....	148
6.4.4	切削用量的选择 .....	151
6.5	典型零件数控车床加工工艺分析 .....	154
6.5.1	轴类零件数控车削加工工艺分析 .....	154
6.5.2	盘类零件数控车削加工工艺分析 .....	158
6.5.3	复杂零件数控车削加工工艺分析 .....	162
<b>第7章</b>	<b>数控车编程技术</b> .....	<b>166</b>
7.1	数控编程概述 .....	166
7.1.1	数控机床的坐标系 .....	166
7.1.2	数控编程的内容与方法 .....	169
7.1.3	数控编程的分类 .....	172
7.1.4	数控车床的编程特点 .....	172
7.1.5	程序结构与格式 .....	174
7.1.6	典型数控系统的指令代码 .....	177
7.2	常用指令的编程 .....	179
7.2.1	坐标指令的编程 .....	179
7.2.2	尺寸系统的编程 .....	180
7.2.3	刀具功能的编程 .....	182
7.2.4	主轴功能的编程 .....	183
7.2.5	辅助功能的编程 .....	184
7.2.6	运动路径控制指令的编程 .....	184
7.3	刀具补偿指令及其编程 .....	191
7.4	计算参数 R .....	195
7.5	循环、跳转与子程序 .....	196
7.5.1	循环 .....	196
7.5.2	跳转 .....	198
7.5.3	子程序 .....	199
<b>第8章</b>	<b>数控车加工功能的实现</b> .....	<b>201</b>
8.1	刀具库管理 .....	201
8.1.1	具体操作方法 .....	201

8.1.2	参数说明 .....	202
8.2	轮廓粗车 .....	205
8.2.1	操作步骤 .....	205
8.2.2	参数说明 .....	206
8.2.3	加工实例 .....	209
8.3	轮廓精车 .....	211
8.3.1	操作步骤 .....	211
8.3.2	参数说明 .....	212
8.3.3	加工实例 .....	216
8.4	切槽 .....	217
8.4.1	操作步骤 .....	217
8.4.2	参数说明 .....	218
8.4.3	加工实例 .....	219
8.5	钻中心孔 .....	221
8.5.1	操作步骤 .....	221
8.5.2	参数说明 .....	221
8.5.3	加工实例 .....	223
8.6	螺纹固定循环 .....	224
8.6.1	操作步骤 .....	224
8.6.2	参数说明 .....	225
8.6.3	加工实例 .....	225
8.7	车螺纹 .....	226
8.7.1	操作步骤 .....	227
8.7.2	参数说明 .....	227
8.7.3	加工实例 .....	230
8.8	代码生成 .....	231
8.9	查看代码 .....	233
8.10	代码反读 .....	233
8.11	参数修改 .....	234
8.12	轨迹仿真 .....	235
8.13	机床设置 .....	236
8.14	后置处理设置 .....	240
<b>第9章</b>	<b>数控车削加工实例 .....</b>	<b>243</b>
9.1	车削自动编程综合实例1——外轮廓加工 .....	243
9.2	车削自动编程综合实例2——拉手零件的加工 .....	263
9.3	车削自动编程综合实例3——镗孔加工 .....	277
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>288</b>



# 第 1 章 车削加工基础知识

## 1.1 车削运动和车削要素

金属车削加工就是在车床上用车削刀具把工件毛坯上预留的金属材料(统称余量)切除,获得图样所要求的零件。在车削过程中,为了切除多余的金属,必须使工件和刀具作相对的工作运动,这种相对运动称为车削运动。按其作用,车削运动可分为主运动和进给运动两种。

### 一、主运动和进给运动

(1)主运动:形成机床切削速度或消耗主要动力的工作运动,由机床提供,它使刀具和工件之间产生相对运动,从而使刀具前刀面接近工件并切除切削层。车削时,工件的旋转运动是主运动。(通常主运动的速度较高),如图 1-1 所示。

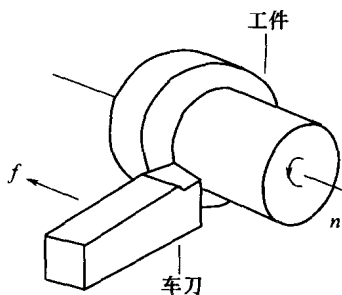


图 1-1 车削运动

(2)进给运动:由机床提供的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待加工表面,并形成具有所需几何特性的已加工表面。进给运动可以是连续运动,也可以是间歇运动。如车外圆时的纵向进给是连续运动,控制切削刃切入深度的横向进给是间歇运动,如图 1-1 所示。其特点是消耗的功率比主运动小得多。

### 二、工件上形成的表面

切削过程中,工件上多余的材料不断地被刀具切除而转变为切屑。因此工件在切削过程中形成了三个不断变化着的表面:已加工表面、加工表面和待加工表面(图 1-2)。

- (1)已加工表面:已经切去多余金属而形成的表面。
- (2)加工表面:车刀切削刃正在切削的表面。
- (3)待加工表面:即将被切去金属层的表面。

### 三、车削用量

车削用量是用来表示切削运动及调整机床用的参量,并且可用它对主运动和进给运动进行定量的表述。车削用量包括切削深度、进给量和切削速度三个要素。合理选择切

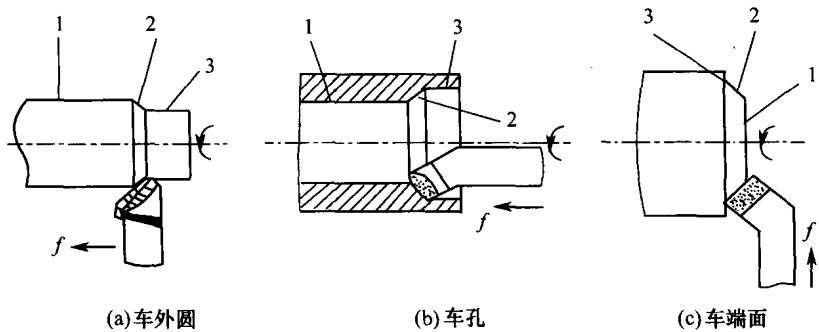


图 1-2 工件上的三个表面

1—待加工表面;2—加工表面;3—已加工表面。

削用量与提高生产效率有着密切的关系。

(1) 切削深度(背吃刀量)( $a_p$ ):工件上已加工表面和待加工表面间的垂直距离(图 1-3),也就是每次进给时车刀切入工件的深度(单位:mm)。车外圆时的切削深度( $a_p$ )可按式计算:

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (1-1)$$

式中  $a_p$ ——切削深度(mm);  
 $d_w$ ——工件待加工表面直径(mm);  
 $d_m$ ——工件已加工表面直径(mm)。

(2) 进给量( $f$ ):即工件每转一周,车刀沿进给方向移动的距离(图 1-3)。它是衡量进给运动大小的参数(单位:mm/r)。

进给量又分为纵进给量和横进给量两种。

- ① 纵进给量:沿车床床身导轨方向的进给量。
- ② 横进给量:垂直于车床床身导轨方向的进给量。

(3) 切削速度( $v$ ):在进行切削加工时,刀具切削刃上的某一点相对于待加工表面在主运动方向上的瞬时速度。也可以理解为车刀在 1min 内车削工件表面的理论展开直线长度(但必须假定切削屑没有变形或收缩)(图 1-4)。它是衡量主运动大小的参数(单位:m/min)。

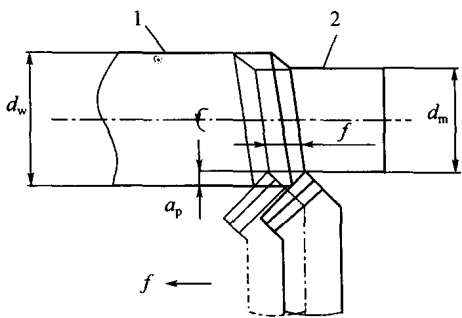


图 1-3 切削深度和进给量  
1—待加工表面;2—已加工表面。

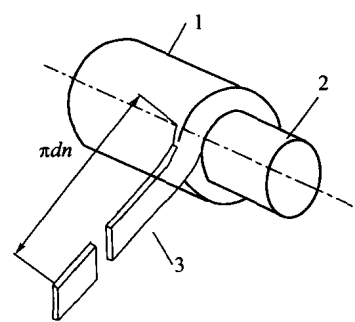


图 1-4 切削速度示意图  
1—待加工表面;2—已加工表面;3—切屑。

切削速度( $v$ )的计算公式为

$$v = \frac{\pi dn}{1000} \quad (1-2)$$

或

$$v \approx \frac{dn}{318} \quad (1-3)$$

式中  $v$ ——切削速度(m/min);

$d$ ——工件直径(mm);

$n$ ——车床主轴每分钟的转数(r/min)。

在实际生产中,往往是已知工件直径,并根据工件材料、刀具材料和加工要求等因素选定切削速度,再将切削速度换算成车床主轴转速,以便调整机床,这时可把式(1-2)或式(1-3)改写为

$$n = \frac{1000v}{\pi d} \quad (1-4)$$

或

$$n \approx \frac{318v}{d} \quad (1-5)$$

计算所得的车床主轴转速,应选取铭牌上与之接近的转速。

## 1.2 刀具材料及其几何参数

### 一、常用车刀的种类和用途

(1) 车刀的种类:根据不同的车削加工内容,常用的车刀有外圆车刀、端面车刀、切断刀、内孔车刀、回头刀和螺纹车刀等。

(2) 车刀的用途:常用车刀的基本用途如图 1-5 所示。

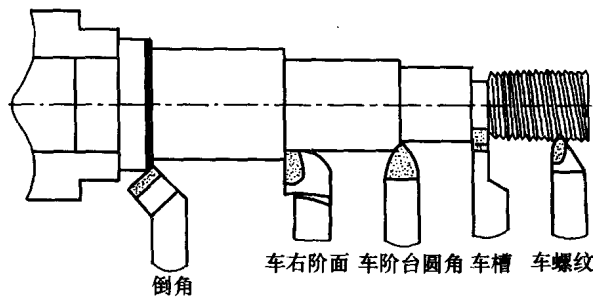


图 1-5 常用车刀的用途示意图

- ① 90°车刀(偏刀):用来车削工件的外圆、阶台和端面。
- ② 45°车刀(弯头车刀):用来车削工件的外圆、端面和倒角。
- ③ 切断刀:用来切断工件或在工件上切槽。
- ④ 内孔车刀:用来车削工件的内孔。
- ⑤ 圆头刀:用来车削工件的圆弧面或成形面。
- ⑥ 螺纹车刀:用来车削螺纹。

(3) 硬质合金可转位(不重磨)车刀:这是近年来国内外大力发展和广泛应用的先进刀具之一。刀片用机械夹固方式装夹在刀杆上。当刀片上一个切削刃磨钝后,只需将刀片转过一个角度,即可用新的切削刃继续切削,从而大大缩短了换刀和磨刀的时间,并提高了刀杆的利用率。

硬质合金可转位车刀有各种不同形状和角度的刀片,可分别用来车外圆、车端面、切断、车孔和车螺纹等。

## 二、常用的车刀材料

车刀材料主要是指刀具切削部分的材料。刀具切削性能的优劣,首先决定于切削部分的材料;其次取决于切削部分的几何参数及刀具结构的选择和设计是否合理。

车刀切削部分在很高的切削温度下工作,连续经受强烈的摩擦,并承受很大的切削力和冲击,所以车刀切削部分的材料必须具备某些基本性能,即硬度、耐磨性、强度和韧性、耐热性、工艺性(可磨削加工性、较好的热处理工艺性、较好的焊接工艺性等)与经济性(如资源丰富、价格低廉)等。

① 高的硬度和耐磨性:刀具材料的硬度必须高于被加工材料的硬度,否则在高温高压下就不能保持刀具锋利的几何形状。通常刀具材料的硬度都在 60 HRC 以上。

刀具材料的耐磨性是指抵抗磨损的能力。一般说来,刀具材料硬度越高,耐磨性越好。此外,刀具材料组织中碳化物越多、颗粒越细、分布越均匀,其耐磨性越好。

② 足够的强度与韧性: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。因此,刀具材料必须要有足够的强度和韧性。一般用刀具材料的抗弯强度表示它的强度大小;用冲击韧性表示其韧性的大小。它反映刀具材料抗脆性断裂和崩刃的能力。

③ 良好的耐热性和导热性:刀具材料的耐热性是指刀具材料在高温下保持其切削性能的能力。耐热性越好,刀具材料在高温时的抗塑性变形能力和抗磨损的能力也越强。

刀具材料的导热性越好,切削时产生的热量越容易传导出,从而降低切削部分的温度,减轻刀具磨损。

④ 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、热处理和可磨性等加工。

⑤ 经济性:选择刀具材料时,应注意经济效益,力求价格低廉。

### 1. 刀具材料的种类

目前最常用的刀具材料有高速钢和硬质合金两大类。陶瓷材料和超硬刀具材料(聚晶金刚石 PCD 和立方氮化硼 CBN)仅应用于有限场合,但它们的硬度很高,具有优良的抗磨损性能,刀具耐用度高,能保证高的加工精度。

#### 1) 高速钢

高速钢是含有较多的钨、铬、钴、钒等合金元素的高合金工具钢。按用途不同分为通用型高速钢和高性能高速钢,这些钢材具有如下性能。

(1) 通用型高速钢。具有一定的硬度(63HRC ~ 68HRC)、耐磨性、高的强度和韧性,切削速度(加工钢料时)一般不高于 50m/min ~ 60m/min,不适合高速切削和硬质材料切削。常用牌号有 W18Cr4V 和 W6Mo5Cr4V2。其中, W18Cr4V 具有较好的综合性能, W6Mo5Cr4V2 的强度和韧性高于 W18Cr4V,并具有好的热塑性和磨削性,但热稳定性低于 W18Cr4V。

(2) 高性能高速钢。它是在通用型高速钢的基础上,通过增加碳、钒的含量或添加钴、铝等合金元素而得到的耐热性、耐磨性更高的新钢种。在 630℃ ~ 650℃ 时仍可保持 60HRC 的硬度,其耐用度是通用型高速钢的 1.5 倍 ~ 3 倍。适用于加工奥氏体不锈钢、高温合金、钛合金、超高强度钢等难加工材料。但这类钢的综合性能不如通用型高速钢,不同的牌号只有在各自规定的切削条件下,才能达到良好的加工效果,因此,其使用范围受到限制。常用的高性能高速钢牌号有 9W18Cr4V、9W6Mo5Cr4V2、W6Mo5Cr4V3、W6Mo5Cr4V2Co8 及 W6Mo5Cr4V2Al 等。

## 2) 硬质合金

硬质合金是由硬度和熔点都很高的碳化物(如 WC、TiC、TaC、NbC 等)用黏结剂(如 Co、Mo、Ni 等)制成的粉末冶金制品。其常温硬度可达 78HRC ~ 82HRC,能耐 800℃ ~ 1000℃ 的高温,允许的切削速度是高速钢的 4 倍 ~ 10 倍。但其冲击韧性与抗弯强度远比高速钢低。因此,很少做成整体式刀具。在实际使用中,一般将硬质合金刀块用焊接或机械夹固的方式固定在刀体上。常用的硬质合金有三大类:钨钴类硬质合金(YG)、钨钛钴类硬质合金(YT)和钨钛钽(铌)类硬质合金(YW),具体选用见表 1-1。

表 1-1 常用各种牌号硬质合金的选用

合金类别	牌号	用途	相当 ISO
钨钛钴类硬质合金	YT30	适于碳素钢与合金钢工件的精加工,如小断面精车、精镗、精扩等	P01
	YT15	适于碳素钢与合金钢加工中,连续切削时的粗车、半精车及精车,车断切削时的小断面精车,旋风车螺纹、连续面的半精铣与精铣、孔的粗扩与精扩	P10
	YT14	适于碳素钢与合金钢加工中,不平整断面和连续切削时的粗车,间断切削时的半精车与精车,连续面的半精铣、铸孔的扩钻与粗扩	P20
	YT5	适于碳素钢与合金钢(包括钢锻件、冲压件及铸件的表皮)加工中,不平整断面与间断切削时的粗车、粗刨、半精刨,非连续面的粗铣及钻孔	P30
碳化钛基合金	YN05	适于钢、铸钢件和合金铸铁的高速精加工,及机床-工件-刀具系统刚性特别好的细长件加工	P01
	YN10	适于碳素钢、各种合金钢、工具钢、淬火钢等钢材的连续精加工	P01 P05
通用合金	YW1	适于耐热钢、高锰钢、不锈钢等难加工钢材及普通钢和铸铁的加工	M10
	YW2	适于耐热钢、高锰钢、不锈钢及高级合金钢等特殊难加工钢材的加工、半精加工,以及通钢钢材和铸铁的加工	M20
钨钴类硬质合金	YG3X	适于铸铁、有色金属及其合金的精镗、精车等,亦可用于合金钢、淬火钢的精加工	K01
	YG6A	适于硬铸铁、有色金属及其合金的半精加工,亦适于高锰钢、合金钢、淬火钢的半精加工及精加工	K10
	YG6X	经生产使用证明,该合金加工冷硬合金铸铁与耐热合金钢可获得良好的效果,亦适于普通铸铁的精加工	K10
	YG3	用于无冲击和切削断面均匀的外圆精加工及半精加工、钻孔、扩孔、螺纹车削等	K01

(续)

合金类别	牌号	用途	相当ISO
钨钴类硬质合金	YG6	适于铸铁、有色金属及其合金与非金属材料连续切削时的粗车,间断切削时的半精车、精车,小断面精车、粗车螺纹、旋风车螺纹,连续断面的半精铣与精铣,孔的粗扩与精扩	K20
	YG8N	适于硬铸铁、球墨铸铁、白口铁及有色金属的粗加工,亦适于不锈钢的粗加工和半精加工	K20 K30
	YG8	适于铸铁、有色金属及其合金与非金属材料加工,不平整断面和间断切削时的粗车、粗刨、粗铣,以及一般孔和深孔的钻孔、扩孔	K30
	YG8C	适于镶制冲击回转凿岩和旋转冲击凿岩钎头的中硬、坚硬岩层,含有坚硬夹石煤层切割用的截煤机齿,以及油井钻头,凿进坚硬岩石的冲击式钻头和高硬度石料加工等	-
	YG11C	适于镶制重型凿岩机凿坚硬岩层的片状或柱齿钎头,各类牙轮钻头,也适于镶制建筑安装工程用的石壁、混凝土钻孔钻头	G20
	YG15	适于镶制重型、中型凿岩机凿坚硬和极坚硬岩层用钻头	G30
	YG20	适于制作冲压模具,如冲压手表零件、小尺寸钢球、螺钉、螺母等,以及热轧麻花钻头的压板	G40
钢结硬质合金	GT35	适于制作冷墩、冷冲、冷挤、冷拉模具,镗杆、轧辊液压工件,以及夹具、量具、机器零件、耐磨件等	-
	R5	适于制作中温热模具,以及抗氧化、抗腐蚀、耐磨零件,如刮片、密封环等	-
	R8	适于制作在有腐蚀性环境中工作的零件,如泵的密封环、阀座、轴承套等	-
	D1	适于制作有色金属及其合金、耐热合金,不锈钢等加工用的多刃刀具,如麻花钻、铣刀、滚刀、丝锥挤扩孔钻等	-
	ST60	适于制作热挤压模及在磁场中工作的工具和模具	-
	T1	适于制作有色金属及其合金、耐热合金,不锈钢等加工用的多刃刀具,如麻花钻、铣刀、滚刀、丝锥挤扩孔钻等	-
<p>牌号说明: Y——表示硬质合金(“硬”的汉语拼音第一个字母);  G——钴,其后数字表示合金中的含钴量;  X——细颗粒合金;  A——含 TaC(NbC)的钨钴类合金(在牌号后表示加钽元素);  T——碳化钛,其后的数字表示合金中 TiC 的含量;  W——通用合金;  N——不含钴的、以镍、钼作黏结剂的合金(在牌号后表示加铌元素)</p> <p>例如: YG6X——细颗粒含钴量 6%(化学成分)钨钴类硬质合金</p>			

(1) 钨钴类硬质合金(YG):该合金由碳化钨和钴组成。这类硬质合金韧性较好,但硬度和耐磨性较差,适用于加工脆性材料(铸铁等)。钨钴类硬质合金中含 Co 越多,则其韧性越好。常用的牌号有:YG8、YG6 和 YG3,由此制造的刀具依次适用于粗加工、半精加工和精加工。

(2) 钨钛钴类硬质合金(YT):该合金由碳化钨、碳化钛和钴组成。这类硬质合金耐热性和耐磨性较好,但抗冲击韧性较差,适用于切屑呈带状的钢料等塑性材料。常用的牌

号有 YT5、YT15 和 YT30 等,其中的数字表示碳化钛的含量。碳化钛的含量越高则其耐磨性越好,韧性越低。这三种牌号的钨钛钴类硬质合金制造的刀具分别适用于粗加工、半精加工和精加工。

(3) 钨钛钽(铌)类硬质合金(YW):该合金是在钨钛钴类硬质合金中加入少量的碳化钽(TaC)或碳化铌(NbC)而形成的。它具有上述两类硬质合金的优点,用其制造的刀具既能加工钢、铸铁、有色金属,也能加工高温合金、耐热合金及合金铸铁等难加工材料。常用的牌号有 YW1 和 YW2。

### 3) 其他刀具材料

(1) 涂层刀具材料:这种材料是在韧性较好的硬质合金基体上或高速钢基体上,采用化学气相沉积(CVD)法或物理气相沉积(PVD)法涂覆一薄层(硬质和耐磨性极高的难熔金属化合物,一般为  $4\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ )而得到的刀具材料。通过这种方法,使刀具既具有基体材料的强度和韧性,又具有很高的耐磨性。常用的涂层材料有 TiC、TiN、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  等。TiC 的硬度和耐磨性好;TiN 的抗氧化、抗黏结性好; $\text{Al}_2\text{O}_3$  耐热性好。使用时可根据不同的需要选择涂层材料。

(2) 陶瓷:陶瓷的主要成分是  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,刀片硬度可达 78HRC 以上,能耐  $1200^\circ\text{C} \sim 1450^\circ\text{C}$  高温,故能承受较高的切削速度,加之  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的价格低廉,原料丰富,因此很有发展前途。但陶瓷材料抗弯强度低,怕冲击,切削时易崩刃,所以,如何提高其抗弯强度,已成为各国研究工作的重点。近十年来,各国先后研究成功“金属陶瓷”。如我国研制成的 AM、AMF、AMT、AMMC 等牌号的金属陶瓷,其成分除  $\text{Al}_2\text{O}_3$  外,还有各种金属元素,抗弯强度比普通陶瓷刀片高。陶瓷材料刀具主要用于钢、铸铁、高硬度材料及高精度零件的精加工。

(3) 金刚石:金刚石分为人造和天然两种。作为切削刀具材料,大多是人造金刚石,粒度一般在  $0.5\text{mm}$  以内,硬度极高,可达 10000 HV(硬质合金仅为 1300HV ~ 1800HV),其耐磨性是硬质合金的 80 倍 ~ 120 倍。但韧性差,对铁族材料亲和力大,易产生黏结作用而加快刀具的磨损。因此,一般不适宜加工黑色金属,主要用于有色金属以及非金属材料的高速精加工。

(4) 立方氮化硼(CBN):这是人工合成的又一种高硬度材料,其硬度(7300HV ~ 9000 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。可耐  $1300^\circ\text{C} \sim 1500^\circ\text{C}$  高温,与铁族元素亲和力小,因此,它的切削性能好。但其强度低,焊接性差。目前主要用于加工淬硬钢、冷硬铸铁、高温合金和一些难加工材料。

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。

## 2. 刀具的几何参数

(1) 车刀的组成:任何车刀都是由刀头(或刀片)和刀体(或刀柄)两部分组成的。刀头担负切削工作,又叫切削部分。刀体是车刀在车床上定位和夹持的部分。

刀头是由若干刀面和切削刃组成的,如图 1-6 所示。

① 前刀面:切屑沿着它排出的刀面。

② 后刀面:分主后刀面和副后刀面。与工件上加工表面相对的刀面称主后刀面;与工件上已加工表面相对的刀面称副后刀面。

③ 主切削刃:前刀面和主后刀面的相交部位,用于切出工件上的过渡表面,完成主要

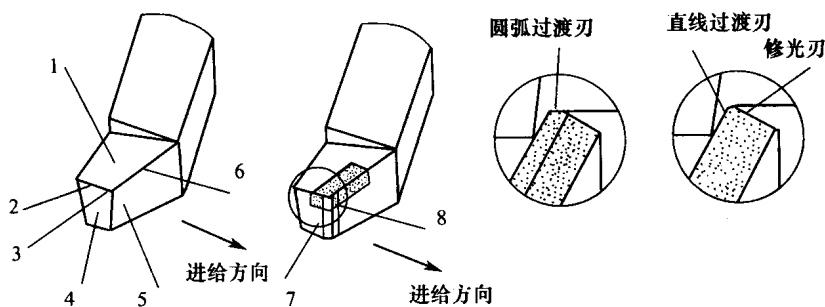


图 1-6 车刀的组成

1—前刀面;2—副切削刃;3—刀尖;4—副后刀面;5—主后刀面;  
6—主切削刃;7—修光刃;8—过渡刃。

的金属切除工作。

④ 副切削刃:前刀面和副后刀面的相交部位,它配合主切削刃完成少量的切削工作,负责最终形成工件已加工表面。

⑤ 刀尖:主切削刃和副切削刃的连接部位。为了提高刀尖强度,延长车刀寿命,很多刀具将刀尖磨成圆弧型或直线型过渡刃(图 1-6),圆弧型过渡刃又称刀尖圆弧。一般硬质合金车刀的刀尖圆弧半径  $r_0 = 0.5\text{mm} \sim 1\text{mm}$ 。

⑥ 修光刃:副切削刃近刀尖处一小段平直的切削刃称修光刃。装刀时必须使修光刃与进给方向平行,且修光刃长度必须大于进给量,才能起修光作用。

所有的车刀都有上述组成部分,但数量并不相同。例如典型的外圆车刀是由三个刀面、两条切削刃和一个刀尖组成(图 1-6)。45°车刀就有四个刀面(两个副后刀面,因 45°车刀用于车削端面时又有一个副后刀面)、三条切削刃和两个刀尖。此外,切削刃可以是直线,也可以是曲线。如成型刀就是曲线切削刃。

(2) 切削部分的几何角度:为了确定和测量刀具切削部分的几何参数,需要以一定的参考坐标系和参考坐标平面为基准。刀具静止参考系是用于定义刀具设计、制造、刃磨和测量时刀具几何参数的参考系,在刀具静止参考系中定义的角度称为刀具标注角度。下面主要介绍刀具静止参考系中常用的正交平面参考系。

正交平面参考系,如图 1-7 所示。

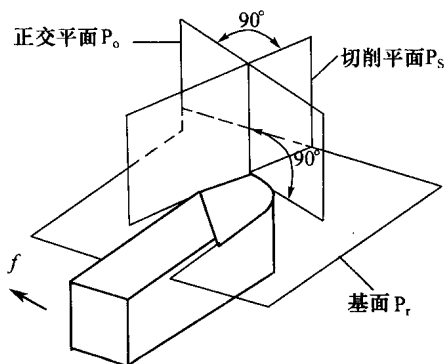


图 1-7 正交平面参考系



① 基面( $P_r$ ):基面为通过切削刃选定点,垂直于主运动方向的平面。通常它平行或垂直于刀具在制造、刃磨及测量时适合于安装或定位的一个平面或轴线。对车刀而言,就是过切削刃选定点和刀柄安装平面平行的平面。

② 切削平面( $P_s$ ):切削平面为通过切削刃选定点与切削刃相切并垂直于基面的平面。当切削刃为直线刃时,过切削刃选定点的切削平面,即是包含切削刃并垂直于基面的平面。

③ 正交平面( $P_o$ ):正交平面是指通过切削刃选定点并同时垂直于基面和切削平面的平面。也可以看成是通过切削刃选定点并垂直于切削刃在基面上投影的平面。

刀具的角度标注,如图 1-8 所示。

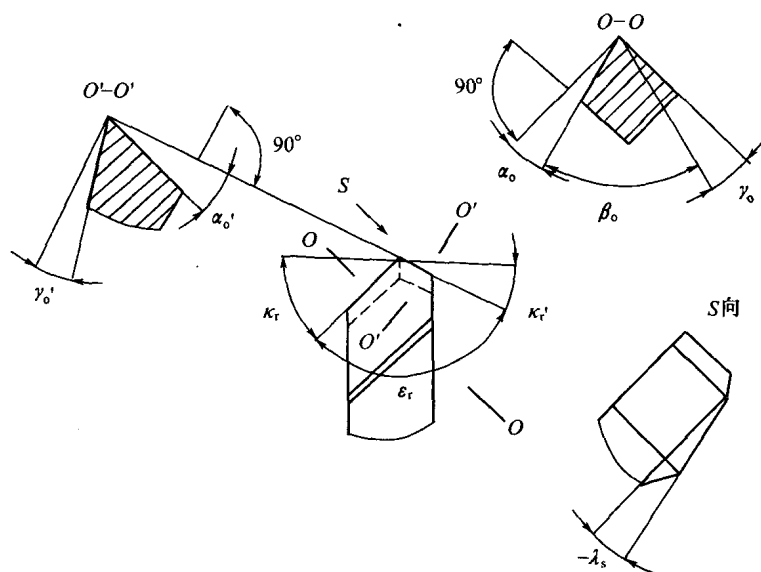


图 1-8 刀具的角度标注

在正交平面中测量的角度:

前角( $\gamma_o$ ):为前刀面与基面间的夹角,表示前刀面的倾斜程度。当前刀面与切削平面夹角小于  $90^\circ$  时,前角为正值;大于  $90^\circ$  时,前角为负值。前角的作用主要影响切屑变形和切削力的大小及刀具耐用度和加工表面质量的高低。增大前角,使切削变形和摩擦减小,从而切削力小、切削热少,加工表面质量高。但前角过大,刀具强度降低,散热体积减小,刀具耐用度下降。减小前角,刀具强度提高,切屑变形增大,易断屑。但前角过小,会使切削力和切削热增加,刀具耐用度降低。

后角( $\alpha_o$ ):为后刀面与切削平面间的夹角,表示后刀面的倾斜程度。当后刀面与基面夹角小于  $90^\circ$ ,后角为正值;大于  $90^\circ$  时,后角为负值。后角的主要功用是减小主后刀面与过渡表面的弹性恢复层之间的摩擦,减轻刀具磨损。后角减小,使主后刀面与工件表面间的摩擦加剧,刀具磨损加大,工件冷硬程度增加,加工表面质量差;尤其是切削厚度较小时,由于刀口钝圆半径的影响,上述情况更为严重。后角增大,摩擦减小,也减小了刃口钝圆半径,这对切削厚度较小的情况有利,但使刀刃强度和散热情况变差。

楔角( $\beta_o$ ):为前刀面与后刀面的夹角。