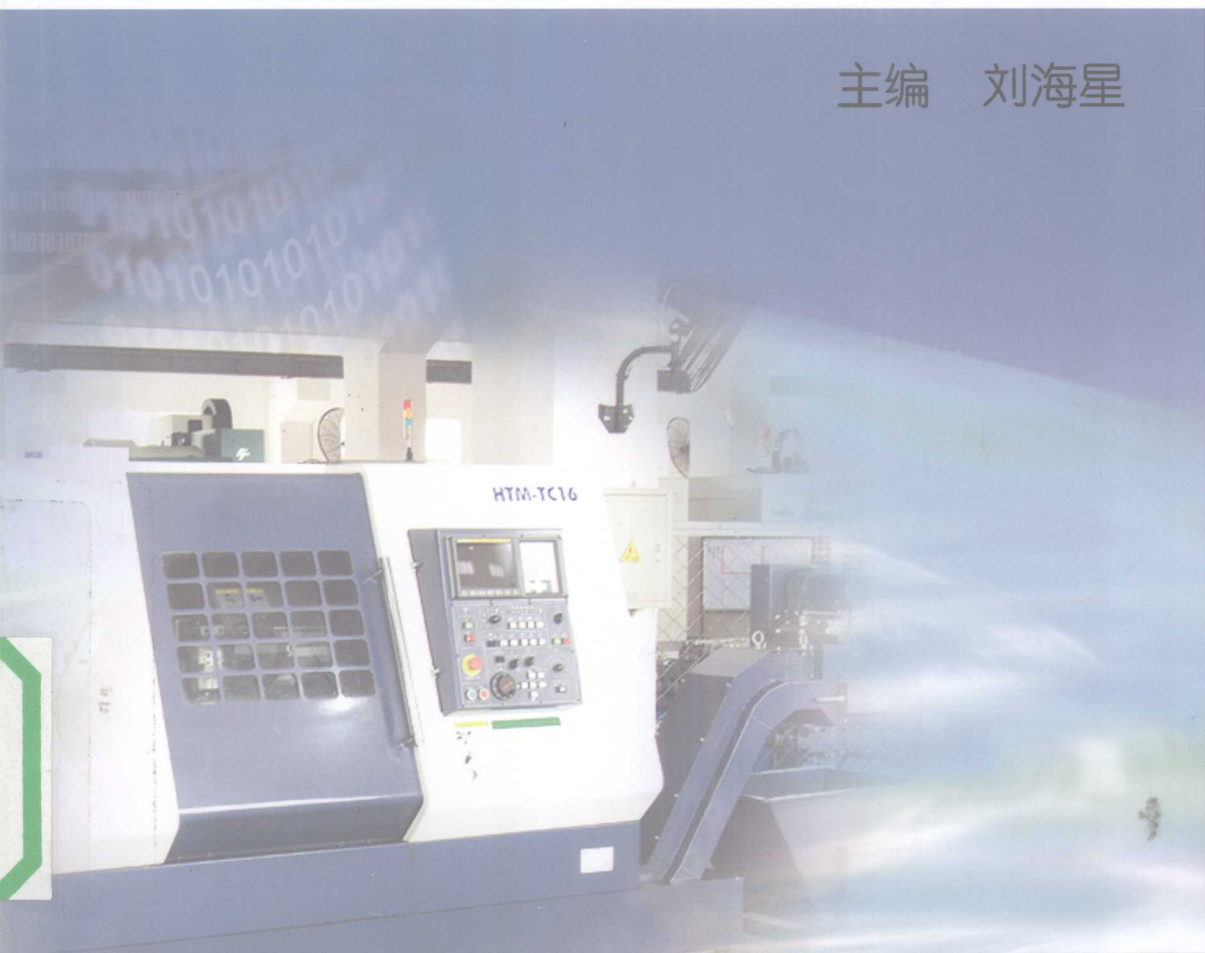


21 世纪高校规划教材

# 数控加工工艺

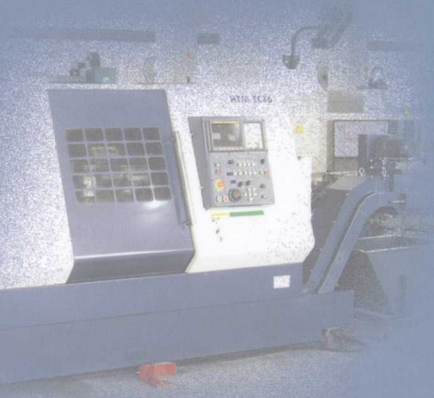
主编 刘海星



江西高校出版社

责任编辑 虞汝珍

封面设计 天虹珊尔



## 21 世纪高校规划教材(机电类)书目

- 《机械制图与计算机绘图》(第三版)  
(“十一五”国家级规划教材、省级优秀教材)
- 《机械制图与计算机绘图(习题集)》
- 《机械制造基础》
- 《机械制造技术》(第二版)
- 《机械设计基础》(第二版)
- 《机械设计基础课程设计指导书》
- 《冷冲模设计》
- 《模具设计》
- 《Pro/ENGINEER 野火版实训教程》
- 《数控加工实训教程》
- 《数控编程与加工》(第二版)
- 《数控机床维修与维护》
- 《数控加工工艺》
- 《模拟电子技术基础》(“十一五”国家级规划教材)
- 《电工与电子技术》(非电类适用)
- 《电工电子技术基础》(非电类适用)
- 《电路基础》(第二版)(省级优秀教材)
- 《Mastercam 应用教程》
- 《数字电子技术》
- 《Multisim7 仿真设计》
- 《单片机原理及其应用》

ISBN 978-7-81132-290-3



9 787811 322903 >

定价:18.60 元



21 世纪高校规划教材

# 数控加工工艺

主 编 刘海星  
副主编 赵晓东 张 琦 曹昌林

江西高校出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

数控加工工艺/刘海星主编. —南昌:江西高校出版社, 2008.8

ISBN 978-7-81132-290-3

I. 数... II. 刘... III. 数控机床-加工工艺-高等学校:技术学校-教学参考资料 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 123445 号

|         |                        |
|---------|------------------------|
| 出版发行    | 江西高校出版社                |
| 社 址     | 江西省南昌市洪都北大道 96 号       |
| 邮 政 编 码 | 330046                 |
| 总编室电话   | (0791)8504319          |
| 销 售 电 话 | (0791)8511423          |
| 网 址     | www.juacp.com          |
| 印 刷     | 南昌市光华印刷有限责任公司印刷        |
| 照 排     | 江西太元科技有限公司照排部          |
| 经 销     | 各地新华书店                 |
| 开 本     | 787mm × 1092mm 1/16    |
| 印 张     | 11.125                 |
| 字 数     | 270 千字                 |
| 版 次     | 2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 |
| 印 数     | 1 ~ 3000 册             |
| 书 号     | ISBN 978-7-81132-290-3 |
| 定 价     | 18.60 元                |

版权所有 侵权必究

# 前 言

随着数控技术在机械制造领域的广泛应用,现代机械制造技术发生了巨大的变化,大力发展数控加工技术成为全体机械制造业的共识。与此同时,随着数控机床用量的剧增,急需培养大批熟悉数控加工工艺、能熟练掌握数控机床编程、操作和维护的应用型高级技术人才,为了适应高等职业技术教育发展和培养应用型技术人材的需要,我们根据多年理论教学与实践教学的经验,编写了这本教材。

数控加工工艺是数控机床编程与操作的基础,合理的工艺是保证数控加工质量、发挥数控机床效能的前提条件。本书以掌握数控加工工艺为目标,结合数控加工实际生产,在系统介绍数控加工切削基础、数控加工的定位与装夹以及数控加工工艺基础的前提下,具体分析介绍了数控车削、数控铣削、加工中心等加工工艺。

本书选用了大量典型实例,在注重介绍基本理论和基本技能的同时,也注意反映数控加工中的新技术、新工艺的应用。本书可作为高职高专院校数控技术专业 and 机械类其他专业的教材,也可供有关工程技术人员参考。

本书由江西工业工程职业技术学院刘海星主编,江西现代职业技术学院赵晓东、江西应用职业技术学院张琦、江西旅游商贸职业学院曹昌林为副主编,参与本书编写的人员还有:江西环境工程职业技术学院的熊杰、江西现代职业技术学院的吕刚、江西工业工程职业技术学院的谢燕琴。

本书在编写过程中,得到了有关学院领导的关心与支持,编者在此一并表示感谢。由于编者水平有限,书中难免有不足之处,欢迎广大读者提出宝贵意见。

编 者  
2008年7月

# 目 录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| <b>第一章 数控加工的切削基础</b> .....    | 1  |
| <b>第一节 金属切削要素与刀具参数</b> .....  | 1  |
| 一、切削运动要素 .....                | 1  |
| 二、切削层 .....                   | 3  |
| 三、刀具切削部分的几何形状 .....           | 3  |
| 四、刀具的角度 .....                 | 4  |
| <b>第二节 金属切削的基本理论及规律</b> ..... | 7  |
| 一、切削变形 .....                  | 7  |
| 二、切削力与切削功率 .....              | 9  |
| 三、切削温度 .....                  | 11 |
| 四、刀具的磨损和耐用度 .....             | 12 |
| <b>第三节 金属切削基本规律的应用</b> .....  | 14 |
| 一、切屑的种类及控制 .....              | 14 |
| 二、金属材料的切削加工性 .....            | 16 |
| 三、切削用量的选择 .....               | 17 |
| 四、刀具参数的选择 .....               | 19 |
| <b>第四节 数控机床的刀具</b> .....      | 24 |
| 一、刀具材料及选用 .....               | 24 |
| 二、数控机床刀具的种类 .....             | 26 |
| 三、可转位刀片及代码 .....              | 30 |
| 四、数控刀具的选择 .....               | 32 |
| 五、数控刀具管理系统 .....              | 34 |
| <b>思考题与习题</b> .....           | 35 |
| <b>第二章 数控加工的定位与装夹</b> .....   | 36 |
| <b>第一节 工件定位的基本概念</b> .....    | 36 |
| 一、六点定位原理 .....                | 36 |
| 二、六点定位原理的应用 .....             | 37 |
| 三、定位与夹紧的关系 .....              | 39 |
| <b>第二节 定位基准的选择</b> .....      | 40 |
| 一、粗基准的选择 .....                | 40 |
| 二、精基准的选择 .....                | 41 |
| 三、辅助基准的选择 .....               | 42 |
| <b>第三节 工件定位的方式</b> .....      | 43 |
| 一、机床夹具的类型 .....               | 43 |
| 二、机床夹具的功用 .....               | 44 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 三、常见的定位方式与定位元件·····       | 44 |
| 四、定位分析·····               | 46 |
| 五、定位误差·····               | 51 |
| 第四节 数控加工中工件的装夹·····       | 55 |
| 一、工件的夹紧·····              | 55 |
| 二、数控机床典型夹具简介·····         | 58 |
| 思考题与习题·····               | 60 |
| <b>第三章 数控加工工艺基础</b> ····· | 61 |
| 第一节 机械加工工艺基本概念·····       | 61 |
| 一、机械加工工艺过程·····           | 61 |
| 二、生产类型·····               | 63 |
| 第二节 数控加工工艺分析·····         | 64 |
| 一、选择适合数控加工的零件·····        | 64 |
| 二、确定数控加工的内容·····          | 65 |
| 三、数控加工零件的工艺性分析·····       | 65 |
| 第三节 数控加工工艺路线设计·····       | 67 |
| 一、加工方法的选择·····            | 67 |
| 二、加工阶段的划分·····            | 71 |
| 三、工序的划分及顺序安排·····         | 72 |
| 第四节 数控加工工序的设计·····        | 73 |
| 一、走刀路线和工步顺序的确定·····       | 74 |
| 二、定位与夹紧方案的确定·····         | 75 |
| 三、刀具与量具的选择·····           | 75 |
| 四、工序加工余量的确定·····          | 75 |
| 五、工序尺寸及其偏差的确定·····        | 77 |
| 六、数控加工工艺文件的填写·····        | 80 |
| 第五节 机械加工精度及表面质量·····      | 80 |
| 一、加工精度和表面质量的基本概念·····     | 80 |
| 二、提高工件加工精度的措施·····        | 81 |
| 三、提高工件表面质量的措施·····        | 82 |
| 思考题与习题·····               | 83 |
| <b>第四章 数控车削加工工艺</b> ····· | 84 |
| 第一节 数控车削加工工艺概述·····       | 84 |
| 一、加工的主要对象·····            | 84 |
| 二、加工工艺的特点·····            | 85 |
| 三、加工工艺的主要内容·····          | 85 |
| 第二节 数控车削加工工艺分析·····       | 87 |
| 一、加工零件的工艺性分析·····         | 87 |
| 二、加工工艺路线的拟定·····          | 89 |
| 三、加工工序的设计·····            | 90 |



|                 |     |
|-----------------|-----|
| 四、加工中的装刀与对刀     | 97  |
| 第三节 典型零件的加工工艺分析 | 106 |
| 一、轴类零件          | 106 |
| 二、轴套类零件         | 107 |
| 思考题与习题          | 114 |
| 第五章 数控铣削加工工艺    | 116 |
| 第一节 数控铣削加工工艺概述  | 116 |
| 一、加工的主要对象       | 116 |
| 二、加工工艺的特点       | 118 |
| 三、加工工艺的主要内容     | 119 |
| 第二节 数控铣削加工工艺分析  | 120 |
| 一、加工部位及内容的选择    | 120 |
| 二、加工零件的工艺性分析    | 120 |
| 三、加工工艺路线的拟定     | 122 |
| 四、加工工序的设计       | 125 |
| 五、刀具与夹具的选择      | 127 |
| 六、加工中的装刀与对刀     | 135 |
| 第三节 典型零件的加工工艺分析 | 137 |
| 一、平面槽形零件        | 137 |
| 二、端盖类零件         | 140 |
| 三、箱盖类零件         | 146 |
| 思考题与习题          | 149 |
| 第六章 加工中心加工工艺    | 150 |
| 第一节 加工中心加工工艺概述  | 150 |
| 一、加工工艺的特点       | 150 |
| 二、加工的主要对象       | 150 |
| 三、加工内容的选择       | 152 |
| 第二节 加工中心工艺分析    | 152 |
| 一、加工零件的工艺性分析    | 152 |
| 二、加工工艺路线的拟定     | 154 |
| 三、加工工序的设计       | 156 |
| 四、刀具预调与换刀点      | 159 |
| 第三节 典型零件的加工工艺分析 | 159 |
| 一、多孔盖板零件        | 159 |
| 二、支承套零件         | 163 |
| 三、座盒零件          | 166 |
| 思考题与习题          | 169 |
| 参考文献            | 170 |

# 第一章 数控加工的切削基础

数控加工过程是在一个由数控机床、刀具、夹具和工件构成的数控加工工艺系统中完成的。数控机床是零件加工的工作机械,刀具直接对零件进行切削,夹具用来固定被加工零件并使之占有正确的位置,加工程序控制刀具运动轨迹。工艺系统的各个环节都直接影响零件的加工精度和表面质量。本章通过对金属切削要素与刀具参数、金属切削基本规律应用及数控机床刀具的介绍,为在数控加工中正确选用刀具、优化切削用量等方面奠定基础。

## 第一节 金属切削要素与刀具参数

### 一、切削运动要素

#### (一) 切削运动

金属切削加工是用切削刀具把工件毛坯上预留的金属材料(统称余量)切除,以获得图样所要求的零件。在切削过程,刀具和工件之间必须有相对运动,这类相对运动分为主运动和进给运动,由金属切削机床完成。

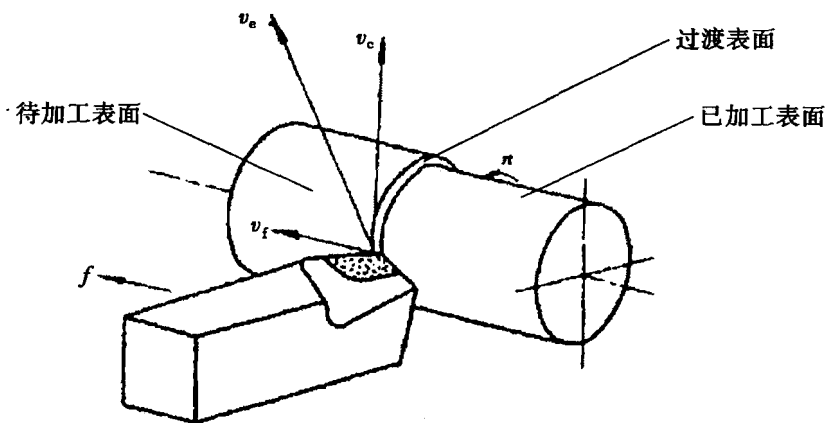


图 1-1 切削运动与工件表面

#### 1. 主运动

主运动是机床提供的主要运动,它使刀具的前面接近工件并切除切削层。如车削时工件的旋转运动  $n$ ,刨削时刀具或工件的往复运动等。

#### 2. 进给运动

进给运动是机床提供的附加运动,进给运动加上主运动,即可不断地切除切削层,得到所需形状的加工表面。进给运动可以是连续的运动,如车削外圆时车刀平行于工件轴线的纵向运动  $f$ ,也可以是间断运动,如刨削时刀具的横向运动。

#### 3. 合成切削运动

当主运动和进给运动同时进行时,由主运动和进给运动合成的运动称为合成切削运动。合

成切削速度  $v_c$  等于主运动速度  $v_c$  和进给运动速度  $v_f$  的矢量和,方向与过渡表面相切。

## (二) 工件表面

切削加工过程中,工件上形成了下列三个不断变化着的表面:

1. 已加工表面:工件上经刀具切削后产生的表面。
2. 待加工表面:工件上有待切除切削层的表面。
3. 过渡表面:工件上由切削刃形成的那部分表面,它在下一切削行程将被切除。

## (三) 切削用量

切削用量是用来表示切削运动、调整机床加工的参数,要用它对主运动和进给运动进行定量表述。切削用量包括切削速度、进给量和背吃刀量三个要素。

### 1. 切削速度 $v_c$

指切削刃上选定点相对于工件主运动的瞬时线速度。回转主运动的线速度  $v_c$ (m/min) 计算公式如下:

$$v_c = \pi dn / 1000 \quad (1-1)$$

式中:  $d$ — 切削刃上选定点处所对应的工件或刀具的回转直径, mm;

$n$ — 工件或刀具的转速, r/min。

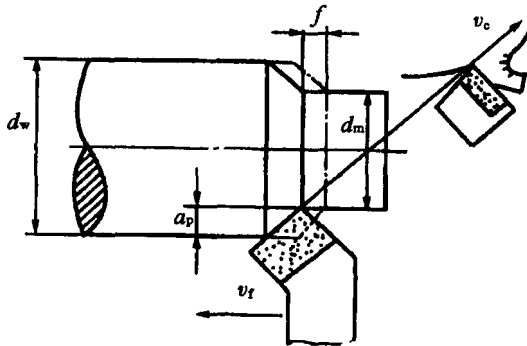


图 1-2 切削用量

### 2. 进给量 $f$

指刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量,用工件或刀具每转对应的位移量  $f$ (mm/r) 表示。

数控编程通常采用进给速度  $v_f$ ( $F$  指令) 表示刀具与工件的相对运动速度,单位是 mm/min。车削时的进给速度为

$$v_f = nf \quad (1-2)$$

对于铣刀等多齿刀具,通常规定每齿进给量  $f_z$ (mm),其含义是刀具每转过一个齿,刀具相对于工件在进给运动方向上的位移量。铣削时的进给速度为

$$v_f = nZfz \quad (1-3)$$

式中:  $Z$ — 刀齿数。

### 3. 背吃刀量 $a_p$

指已加工表面与待加工表面之间的垂直距离,单位是 mm。车削外圆时:

$$a_p = (d_w - d_m) / 2 \quad (1-4)$$

式中:  $d_w$ — 待加工表面直径, mm;

$d_m$ —已加工表面直径,mm。

镗孔时将式(1-4)中的  $d_w$  和  $d_m$  的位置互换。钻孔加工的背吃刀量为钻头的半径。

## 二、切削层

### (一) 切削层参数

在切削过程中,刀具或工件沿进给运动方向每移动一个  $f$ (或  $f_z$ ) 所切除的金属层,称为切削层。切削层的尺寸称为切削层参数,通常在基面内测量。图 1-3 所示为车削加工的切削层。

#### 1. 切削厚度 $h_D$

指在垂直于切削刃方向度量的切削层截面的尺寸。主切削刃为直线时,切削厚度为:

$$h_D = f \sin k_r \quad (1-5)$$

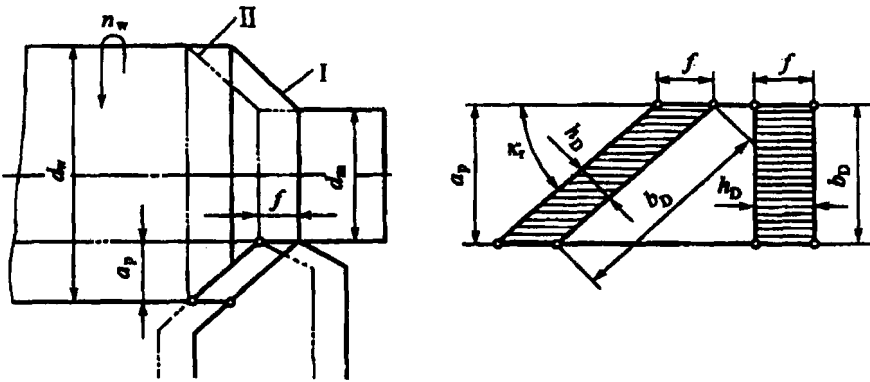


图 1-3 切削层参数

#### 2. 切削宽度 $b_D$

指沿切削刃方向度量的切削层截面的尺寸,反映了主切削刃参与切削工作的长度。主切削刃为直线时,切削宽度为:

$$b_D = a_p / \sin k_r \quad (1-6)$$

#### 3. 切削面积 $A_D$

指切削层的横截面积。车削时按下式计算:

$$A_D = a_p f = b_D h_D \quad (1-7)$$

### (二) 材料切除率 $Q$

指在单位时间里被刀具切除的工件材料体积,反映切削效率的高低,其计算公式为:

$$Q = 1000 v_c a_p f \quad (1-8)$$

## 三、刀具切削部分的几何形状

金属切削刀具由刀柄和切削部分组成,切削部分剖面的基本形状都是刀楔形,以外圆车刀为例(见图 1-4),由三个刀面组成的主、副两组刀楔,其组成要素如下:

1. 前刀面  $A_\gamma$ :切屑流过的表面。
2. 主后刀面  $A_\alpha$ :与过渡表面相对的表面。
3. 副后刀面  $A'_\alpha$ :与已加工表面相对的表面。
4. 主切削刃  $S$ :前刀面与主后刀面的交线,担负主要切削工作。

- 5. 副切削刃  $S'$ : 前刀面与副后刀面相交得到的刃边。
- 6. 刀尖: 主、副切削刃连接处的一小部分切削刃, 刀尖类型如图 1-5 所示。

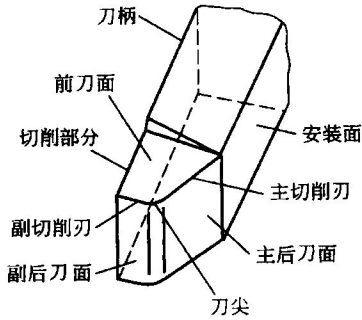


图 1-4 刀具切削部分的几何形状

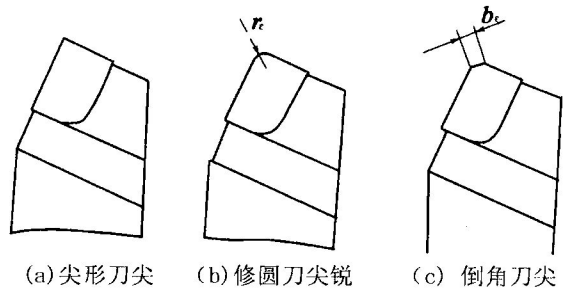


图 1-5 刀尖类型

### 四、刀具的角度

#### (一) 刀具静止参考系

为了确定刀具前面、后面及切削刃在空间的位置, 先建立一空间坐标系——刀具静止参考系, 它是一组用于定义和规定刀具角度的各基准坐标平面。用刀具前面、后面及切削刃相对各基准坐标平面的夹角来表示它们在空间的位置, 这些夹角就是刀具的标注角度。

刀具静止参考系如图 1-6 所示, 主要由以下基准坐标平面组成。

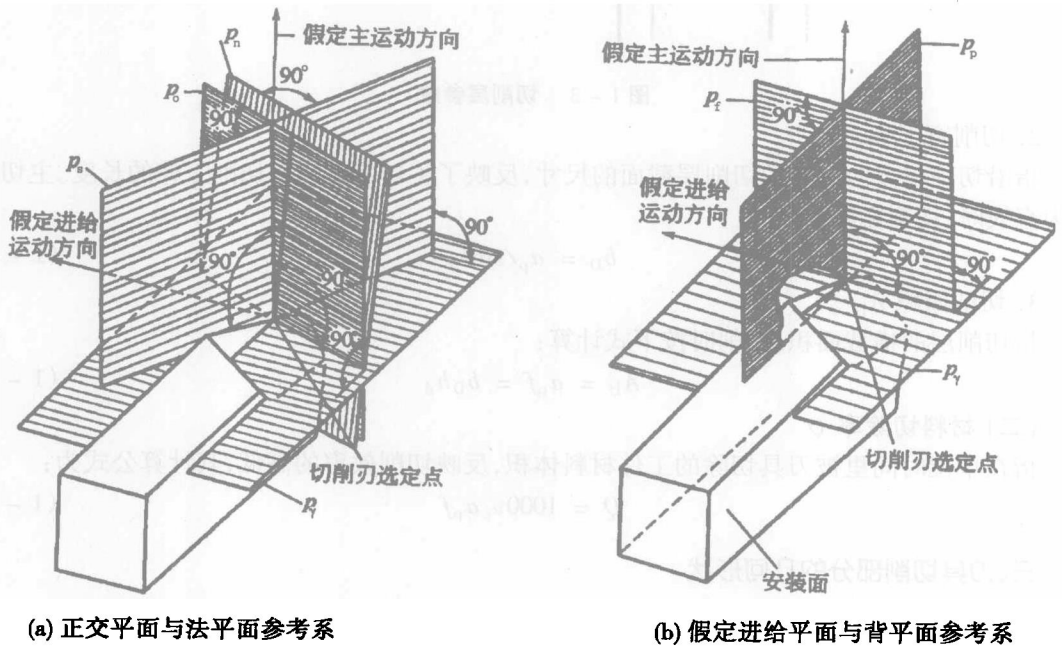


图 1-6 刀具静止参考系

#### 1. 基面 $p_y$

基面是通过切削刃选定点并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, 其方位一般垂直于假定的主运动方向。对于车刀, 就是过切削刃选定点并与刀柄

安装面平行的平面。对于铣刀等旋转刀具,就是过切削刃选定点并通过刀具轴线的平面。

2. 切削平面  $p_s$

切削平面是指通过切削刃选定点、与切削刃相切并垂直于基面的平面。当切削刃为直线时,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。

4. 法平面  $p_n$

法平面是指通过切削刃选定点并垂直于主切削刃的平面。

5. 假定工作平面  $p_f$

假定工作平面是指通过切削刃选定点并垂直于基面的平面,其方位一般要平行于假定的进给运动方向。

6. 背平面  $p_p$

背平面是指通过切削刃选定点并垂直于基面和假定工作平面的平面。

图 1-7 以车刀为例表示各基准平面及几何角度的相互位置关系。

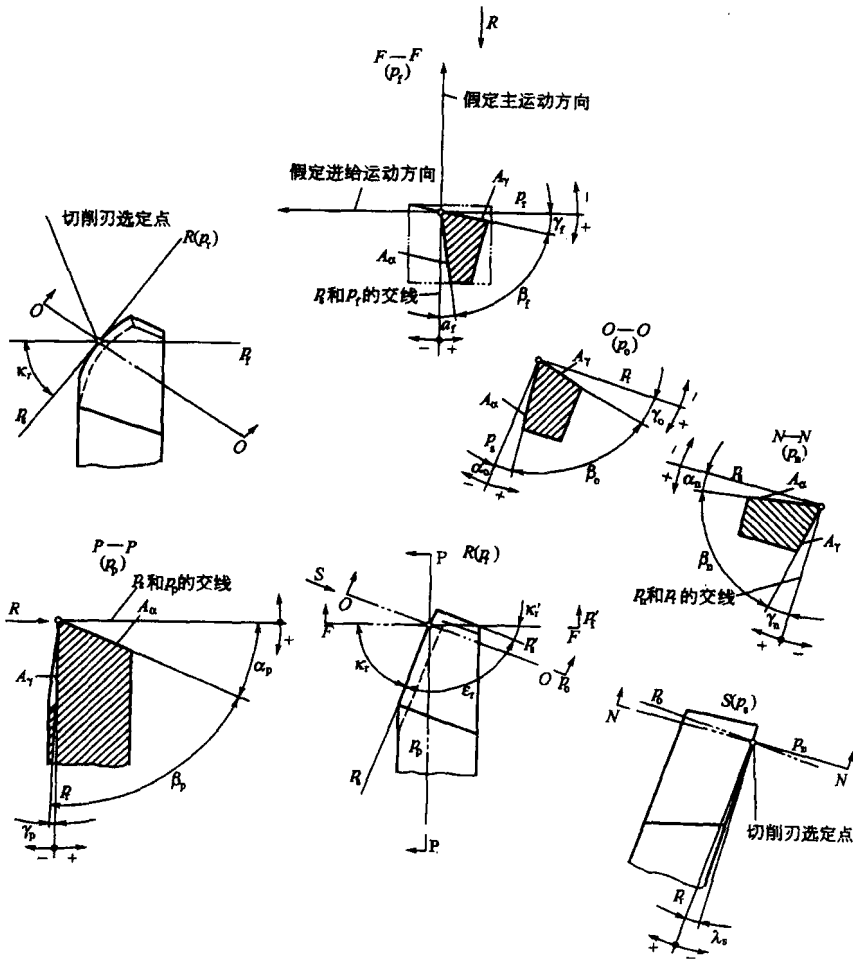


图 1-7 刀具的标注角度

### (二) 刀具的标注角度

#### 1. 在正交平面中测量的角度

(1) 前角  $\gamma_o$ : 是前面  $A_\gamma$  与基面  $p_\gamma$  之间的夹角, 其大小影响刀具的切削性能。当前面与切削平面的夹角小于  $90^\circ$  时, 前角为正值; 大于  $90^\circ$  时, 前角为负值。

(2) 后角  $\alpha_o$ : 是后面  $A_o$  与切削平面  $p_s$  之间的夹角, 其作用是减小后刀面与过渡表面之间的摩擦。当后面与基面的夹角小于  $90^\circ$  时, 后角为正值; 大于  $90^\circ$  时, 后角为负值。

(3) 楔角  $\beta_o$ : 是前面  $A_\gamma$  与后面  $A_o$  之间的夹角, 反映刀体强度和散热能力的大小。

#### 2. 在基面中测量的角度

(1) 主偏角  $k_\gamma$ : 是主切削平面  $p_s$  与假定工作平面  $p_f$  之间的夹角。

(2) 副偏角  $k'_\gamma$ : 是副切削平面  $p'_s$  与假定工作平面  $p_f$  之间的夹角。

#### 3. 在切削平面中测量的角度

在切削平面中测量的角度有刃倾角  $\lambda_s$ , 是主切削刃与基面之间的夹角。当刀尖相对于车刀刀柄安装面处于最高点时, 刃倾角为正值; 刀尖处于最低点时, 刃倾角为负值。当主切削刃平行于刀柄安装面时, 刃倾角为零, 这时主切削刃在基面内。

在上述角度中, 前角和刃倾角  $\lambda_s$  确定前面的方位, 主偏角  $k_\gamma$  和后角确定前面的方位。随之, 主偏角  $k_\gamma$  和刃倾角  $\lambda_s$  就确定了主切削刃的方位。可见前角、后角、主偏角和刃倾角是常用的四个基本角度。

#### 4. 法平面参考系中测量的角度

在法平面内中测量的角度有法前角、法后角和法楔角。对于某些大刃倾角刀具, 为表明其刀齿强度, 常要求标注法平面参考系中的角度。

#### 5. 在假定工作平面和背平面参考系中测量的角度

为了刃磨刀具或分析问题, 有时需要在假定工作平面中测得侧前角  $\gamma_f$  和侧后角  $\alpha_f$ ; 在背平面中测得背前角  $\gamma_p$  和背后角  $\alpha_p$ 。

### (三) 刀具的工作角度

刀具的使用性能不仅与标注角度有关, 还与刀具的安装位置以及合成切削速度有关。当刀具相对于工件或机床的安装位置发生变化, 或受进给运动的影响, 常常使刀具实际切削的角度发生变化, 我们称它为工作角度。工作角度是在刀具工作参考系中定义的刀具角度。

#### 1. 刀具工作参考系

(1) 工作基面: 指过切削刃上选定点并与合成切削速度垂直的平面。

(2) 工作切削平面: 指过切削刃上选定点、与切削刃相切并垂直于工作基面的平面。

(3) 工作正交平面: 指过切削刃上选定点并同时与工作基面和工作切削平面垂直的平面。

#### 2. 刀具工作角度

(1) 工作前角: 指在工作正交平面中测量的工作基面与前面间的夹角。

(2) 工作后角: 指在工作正交平面中测量的工作切削平面与后面间的夹角。

在通常的切削加工过程中, 由于进给运动速度远小于主运动线速度, 刀具的工作角度近似等于标注角度,

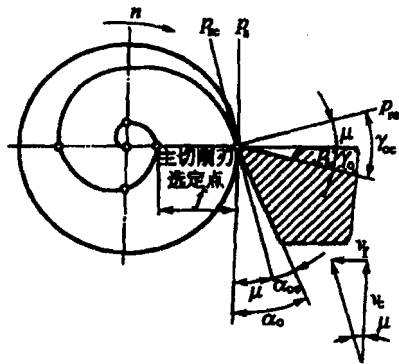


图 1-8 车削切断对工作角度的影响

所以不必计算工作角度。但是,在车削切断、车螺纹、车凸轮或刀具位置装高、装低、左右倾斜等情况下,必须考察工作角度。下面以车削切断为例,说明工作角度对切削加工过程的影响。

以主偏角为  $90^\circ$  的切断刀为例,受进给速度的影响,刀具工作角度发生了变化,与标注角度关系为:

$$\begin{aligned} \gamma_{oe} &= \gamma_o + \mu \\ \alpha_{oe} &= \alpha_o - \mu \\ \tan &= v_f/v_c = f/\pi d \end{aligned} \tag{1-9}$$

由上式可知,横车时切削刃上选定点愈接近工件回转中心,即  $d$  值越小时,  $\mu$  值越大,工作后角  $\alpha_{oe}$  越小,甚至为负值,使刀具后面和过渡表面间产生剧烈摩擦,甚至出现抗刀现象而无法进行。切削刃为平行于工作轴线的切断刀,切断时最后实际是挤断,在工件上留下尾巴。将切断刀主切削刃制成倾斜,同时适当减少进给量  $f$ ,情况会有所改善。

## 第二节 金属切削的基本理论及规律

### 一、切削变形

#### (一) 切削过程中的变形

实验研究证明,金属切削过程实质上是切削金属层在刀具偏挤压作用下产生剪切滑移的塑性变形过程,通常把切削过程的塑性变形分为三个变形区,如图 1-9 所示。

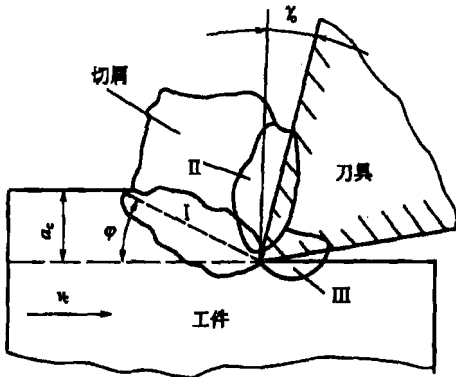


图 1-9 三个变形区的划分

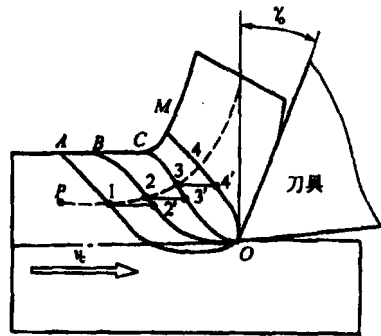


图 1-10 金属的剪切滑移

#### 1. 第一变形区(I区)的剪切变形

被切削金属层在刀具前面的挤压力作用下,产生弹性变形,当最大切应力达到材料的屈服极限时,沿图 1-10 中的  $OA$  曲线发生剪切滑移。随着刀具前面的逐渐趋近,塑性变形逐渐增大,直至  $OM$  曲线滑移终止,被切削金属层与母体脱离成为切屑沿前面流出。曲线  $OAMO$  所包围的区域是剪切滑移区,又称第一变形区,是切削过程中的主要变形区,消耗大部分功率并产生大量的切削热。由于曲线  $OA$  与  $OM$  间的宽度仅为  $0.02 \sim 0.2\text{mm}$ ,用一个平面  $OM$  代替该区域,平面  $OM$  称为剪切平面,剪切平面与切削滑速度之间的夹角称为剪切角  $\phi$ 。

#### 2. 第二变形区(II区)的挤压摩擦和变形

经第一变形区剪切滑移而形成的切屑,在沿前面流出的过程中,靠近前面处的金属受到前



面的挤压而产生剧烈摩擦,再次产生剪切变形,使切屑底层一薄层金属流动滞缓。这一流动滞缓的金属层称为滞流层。滞流层的变形程度比切屑上层大几倍到几十倍。

### 3. 第三变形区(Ⅲ区)的变形

在工件过渡表面和已加工表面上,金属层受到切削刃钝圆部分和后面的挤压、摩擦而产生塑性变形,造成表层金属的纤维化和加工硬化,产生一定的残余应力的区域称为第三变形区。第三变形区的金属变形,将影响到工件的表面质量和使用性能。

必须指出,以上三个变形区是互相联系而又互相影响的,研究切削过程中的变形,是掌握金属切削加工技术的基础。

## (二) 积屑瘤与鳞刺

### 1. 积屑瘤的特征

切削塑性金属材料时,常在切削刃口附近黏结一硬度很高的楔状金属块,它包围着切削刃且覆盖部分前面,这种楔状金属块称之为积屑瘤,如图 1-11 所示。积屑瘤能代替刀尖担负实际切削工作,因此可减轻刀具磨损。同时积屑瘤使实际前角增大,刀和屑的接触面积减小,从而使切屑变形和切削力减少。另一方面,积屑瘤顶部和被切削金属界限不清,不断发生着长大和破裂脱离的过程。脱落的碎片会损伤刀具表面,或嵌入已加工表面造成刀具磨损和已加工表面的表面粗糙度增大,因此精加工时必须设法抑制积屑瘤的形成。

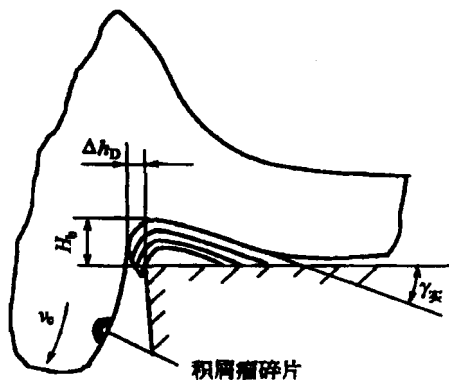


图 1-11 积屑瘤

### 2. 积屑瘤的抑制措施

影响积屑瘤的因素很多,主要有工件材料、切削速度、切削液、刀具表面质量和前角以及刀具材料等。工件材料塑性高、强度低时,切屑与前面摩擦大,切屑变形大,容易产生粘刀而产生积屑瘤,而切削脆性金属材料时,切屑呈崩碎状,摩擦较大,切削温度较低,不易产生积屑瘤。实际生产中可采取下列措施抑制积屑瘤的生成。

(1) 切削速度:实验证明,切削速度越大则切削温度越高,控制切削速度使切削温度在 300℃ 以下或 500℃ 以上,可以减少积屑瘤的生成。具体措施是在粗加工时采用较低的切削速度,在精加工时采用高速切削。

(2) 进给量:进给量增大,则切削厚度增大,刀、屑的接触长度越长,越容易生成积屑瘤,适当降低进给量则可减少积屑瘤的生成。

(3) 前角:若增大刀具前角,切削变形减小,从而使前刀面上的摩擦减小,减少了积屑瘤的生成。实践证明,当前角大于 35°,一般不产生积屑瘤。

(4) 切削液:采用润滑性能良好的切削液可以减少或消除积屑瘤的生成。

### 3. 鳞刺

鳞刺是已加工表面上出现的鳞片状反刺,如图 1-12(a) 所示。它是在较低的速度切削塑性金属时出现的一种现象,使已加工表面质量恶化,表面粗糙度值增大。

鳞刺生成的原因是由于部分金属材料的黏结层积,而导致即将切离的切屑根部发生断裂,在已加工表面层留下金属被撕裂的痕迹(见图 1-12(b))。与积屑瘤相比,鳞刺产生的频率较高。避免产生鳞刺的措施与积屑瘤类似。