



21世纪高职系列教材

SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

# 机械加工实训指导

主编/熊承刚 朱金鑫 主审/崔西武

哈尔滨工程大学出版社



21世纪高职系列教材  
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

# 机械加工实训指导

主编/熊承刚 朱金鑫 主审/崔西武

哈尔滨工程大学出版社

## 内 容 简 介

本书为机械加工实训教材,内容包括金属切削加工实训的基础知识、机械加工常用量具实训、车削加工实训、铣削加工实训、刨削加工实训和磨削加工实训等。每章有加工实训的基础知识,并且随后附有技能实训,目的是提高学生的机械加工技能。

本书适合于高等职业院校机械类、近机械类专业本、专科师生教学使用。对于非机械类专业,可根据专业特点和教学条件,有针对性地选择其中的实训内容组织教学,同时还可以作为企业工人的培训教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械加工实训指导/熊承刚,朱金鑫主编. —哈尔滨:  
哈尔滨工程大学出版社,2008.2  
ISBN 978-7-81133-164-6

I. 机… II. ①熊…②朱… III. 机械加工-高等学校-  
材料 IV. TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 015662 号

---

出版发行 哈尔滨工程大学出版社  
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号  
邮政编码 150001  
发行电话 0451-82519328  
传 真 0451-82519699  
经 销 新华书店  
印 刷 肇东粮食印刷厂  
开 本 787mm×1 092mm 1/16  
印 张 9.5  
字 数 200 千字  
版 次 2008 年 2 月第 1 版  
印 次 2008 年 2 月第 1 次印刷  
定 价 17.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: [heupress@hrbeu.edu.cn](mailto:heupress@hrbeu.edu.cn)

---

# 高等职业教育系列教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任委员	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	李长禄	张亦丁	张学库	杨永明
委 员	季永青	罗东明	施祝斌	唐汝元
	曹志平	蒋耀伟	熊仕涛	
	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	刘义菊	刘国范	闫世杰	李长禄
	杨永明	张亦丁	张学库	陈良政
	肖锦清	林文华	季永青	罗东明
	胡启祥	施祝斌	钟继雷	唐永刚
	唐汝元	郭江平	晏初宏	曹志平
	蒋耀伟	熊仕涛	潘汝良	

# 前言

本书是为了贯彻和落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件的精神,紧紧围绕高素质技能型专门人才培养目标而编写的。编写中结合高职高专院校培养高素质技能型专门人才的目标以及实践教学特点进行,本着“淡化理论,够用为度,内容丰富,培养技能,重在实用”的原则,体现了理论联系实际、教学联系企业生产现场的指导思想。

本书重点列举了各种类型的机械加工工种现场典型零件的操作方法和加工的全过程,让读者有身临其境的感受,文字叙述力求做到简明扼要、通俗易懂。该教材是机械制造、数控技术应用和模具制造专业学生专业基本技能培训教材之一,也可作为其他相关专业机械工种实训的参考书和技术工人岗位培训用书。

本书在内容组织上采取先基础知识后实践教学的方式,共分为五章,系统全面地介绍了机械加工基础知识、车削加工实训、铣削加工实训、刨削加工实训和磨削加工实训知识与方法。本书的编写有以下特点:

- (1)内容图文并茂、形象直观,文字简明扼要、通俗易懂;
- (2)让学生理论联系实际,由浅入深地逐步掌握机械加工的基本操作技能及相关的工艺知识;
- (3)有效地把实训中的基础知识与操作技能进行了融合,学生只要按照要求实训,技能就会得到提高;
- (4)让学生在实训教学过程中,掌握完成简单生产任务的技能,并能独立分析和解决生产现场的一般问题。

本书由武汉船舶职业技术学院熊承刚副教授、朱金鑫高级实验师任主编,崔西武教授主审。其中熊承刚编写第一章,朱金鑫编写第二章、第三章、第四章,蒋幸幸、黄峰编写第五章。在本书编写过程中,得到了武汉船舶职业技术学院工程训练中心张学忠、吴隽琼两位工程师的大力帮助,在此表示感谢!

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在一些缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编者

# 目 录

第1章 金属切削加工实训基础知识 .....	1
1.1 金属切削加工的基本概念 .....	1
1.2 刀具的切削角度 .....	3
1.3 切削用量及切削力 .....	7
1.4 切削热和切削液 .....	9
1.5 常用的金属切削刀具及其寿命 .....	10
1.6 机械加工中常用测量工具 .....	11
第2章 车削加工实训 .....	18
2.1 卧式车床 .....	18
2.2 车刀的结构、种类及其用途 .....	23
2.3 车刀的刃磨与安装 .....	25
2.4 车外圆、端面和台阶 .....	29
2.5 切槽、切断、车成形面和滚花 .....	37
2.6 车圆锥面 .....	44
2.7 孔加工 .....	47
2.8 车螺纹 .....	49
2.9 车床附件及其使用方法 .....	54
第3章 铣削加工实训 .....	61
3.1 常用的铣床 .....	62
3.2 铣刀及其安装 .....	64
3.3 铣床附件 .....	67
3.4 工件的安装 .....	73
3.5 铣削方式 .....	75
3.6 铣平面 .....	77
3.7 铣台阶面 .....	82
3.8 铣斜面 .....	86
3.9 铣沟槽 .....	92
3.10 铣键槽 .....	103
第4章 磨削加工实训 .....	110
4.1 砂轮 .....	110
4.2 外圆磨床及其磨削加工 .....	117
4.3 平面磨床及其磨削加工 .....	122
第5章 刨削加工实训 .....	127
5.1 牛头刨床 .....	127
5.2 刨刀和工件的安装 .....	131
5.3 典型表面的刨削 .....	133
参考文献 .....	144

# 第 1 章 金属切削加工实训基础知识

## 1.1 金属切削加工的基本概念

### 1.1.1 概述

金属切削加工是用机床及刀具从毛坯或工件上切除多余的金属层,使其符合图样要求的加工方法。

在现代机械制造技术中,绝大多数的零件都要通过切削加工才能获得,以保证零件的精度和表面粗糙度的要求。因此,金属切削加工在机械制造技术中占有十分重要的地位。

金属切削加工分为机械加工和钳工加工两部分。机械加工是通过工人操作机床进行的切削加工,按所用切削机床的类型不同可将其分为:车削加工、铣削加工、刨削加工和磨削加工等,如图 1-1 所示。钳工加工大多是用手工工具,并经常在台虎钳上对工件进行加工的工种,钳工加工的主要内容有:划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、铰孔和螺纹加工等。

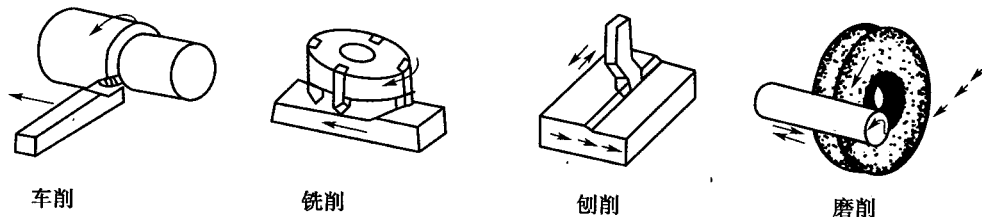


图 1-1 机械加工的主要方式

使用机床进行加工时,要有一定的切削工具,有机床提供工件与切削刀具间所需的相对运动,这种相对运动应与工件各种表面的形成规律和几何特性相适应。本章主要介绍:切削运动、切削加工所形成的表面、切削用量、切削力、切削热、切削液、刀具切削部分的形状和材料、刀具的磨损和寿命等一般概念。

### 1.1.2 切削运动

切削运动是指在切削加工时,刀具和工件之间的相对运动。通常把切削运动分为主运动和进给运动。

#### 1. 主运动

直接切除工件上的切削层,使之转变为切屑,从而形成已加工表面的运动称为主运动。主运动的特征是速度最高、消耗功率最大,切削加工只有一个主运动。主运动可由工件完成,也可由刀具完成;可以是直线运动,也可以是旋转运动。

#### 2. 进给运动

配合主运动使新的切削层不断投入切削的运动称为进给运动,进给运动可以是连续的,也可以是步进的,还可以是一个或几个进给运动,其速度较低,消耗功率较小。



这两种运动在不同的加工形式中是不同的。主运动和进给运动可以由刀具和工件分别完成,也可以由刀具单独完成。主运动和进给运动可以是旋转运动,也可以是直线运动;有连续的,也有间歇的。例如,车削时,工件的旋转是主运动,刀具的纵向或横向运动是进给运动,如图1-2(a)所示。铣削时,铣刀的旋转是主运动,工件的移动是进给运动,如图1-2(b)所示。刨削时有两种情况:在牛头刨床上,刨刀的直线往复运动是主运动,工件的移动是进给运动,如图1-2(c)所示;在龙门刨床上,工件的直线往复运动是主运动,刨刀的移动是进给运动。磨削外圆时,砂轮的旋转是主运动,工件的轴向移动和旋转运动都是进给运动,如图1-2(d)所示;磨削平面时,砂轮的旋转是主运动,工件的纵向运动和砂轮的横向运动都是进给运动,如图1-2(e)所示。

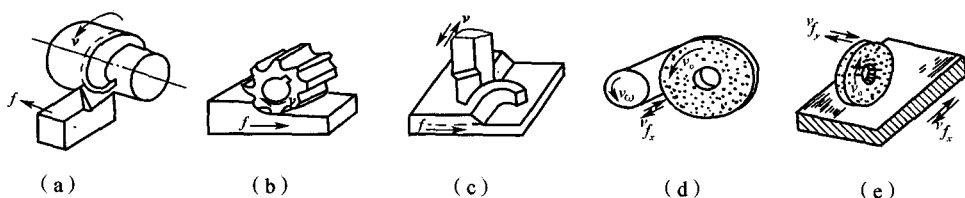


图1-2 几种切削加工运动  
(a)车削;(b)铣削;(c)刨削;(d)外圆磨削;(e)平面磨削

### 1.1.3 切削加工中的表面

切削加工过程中,工件上会形成三个位置不断变化的表面,即待加工表面、过渡表面和已加工表面,统称为工件表面。如图1-3所示,以车削、铣削和刨削加工为例说明三个加工表面的变化形成。

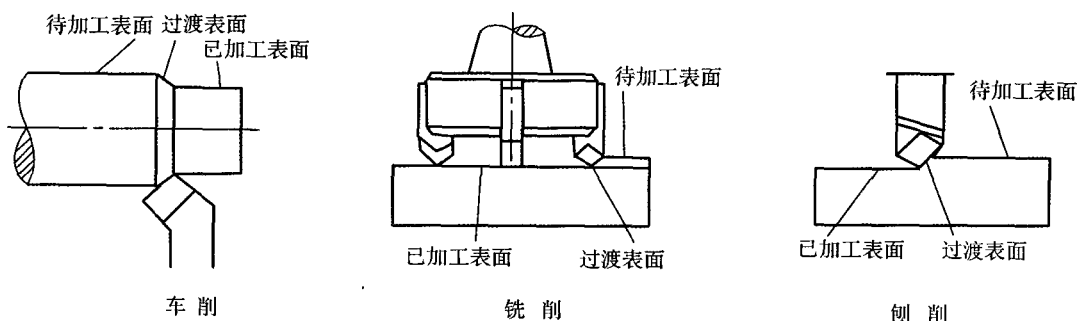


图1-3 切削加工中的三个表面的形成

- (1) 待加工表面。工件上有待切除的表面。
- (2) 过渡表面。工件上由切削刀形成的那部分表面,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。
- (3) 已加工表面。工件上经刀具切削后产生的表面。



## 1.2 刀具的切削角度

金属切削刀具的种类很多,其中车刀比较典型,其他各种刀具的切削部分都是以车刀为基本形态演变而形成的。下面以外圆车刀为例分析刀具切削部分的结构。

### 1.2.1 刀具切削部分的组成

各种刀具都是由切削部分、刀体和刀柄两部分组成,如图 1-4 所示。

- (1)前刀面(前面)。刀具上切屑流过的表面。
- (2)后刀面(后面)。与过渡表面相对的刀面。
- (3)副后面(副后刀面)。与已加工表面相对的刀面。
- (4)主切削刃。与过渡表面接触的刀刃。
- (5)副切削刃。与已加工表面相对的刀刃。
- (6)刀尖。主、副切削刃汇交的一小段切削刃称为刀尖。

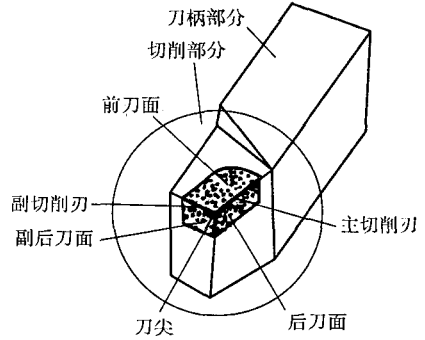


图 1-4 外圆车刀的组成

### 1.2.2 刀具的辅助平面

为了确定刀具切削部分的几何角度,需要确定一系列辅助平面,然后在这些辅助平面投影图中标注刀具的几何角度。这些辅助平面是进行刀具几何角度设计、制造、刃磨及测量时的基准。

由于刀具工作的角度与切削时的工作状况有关,所以在刀具的设计、制造等工作中都以静止角度为准,不考虑进给运动。规定刀具(以车刀为例)刀尖安装应与工件轴线等高,刀杆中心线垂直于进给方向等简化条件下得到的辅助平面为基面( $P_r$ )、切削平面( $P_s$ )和正交平面( $P_o$ )等,如图 1-5 所示。

- (1)基面( $P_r$ )。通过切削刃上选定点,垂直于该点主运动方向的平面。
- (2)切削平面( $P_s$ )。通过切削刃上选定点,与主切削刃相切并且垂直于基面的平面。
- (3)正交平面( $P_o$ )。通过切削刃上选定点,并同时垂直于基面和切削平面的平面。

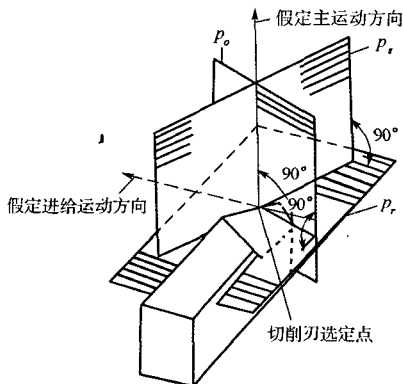


图 1-5 刀具静止参考系辅助平面

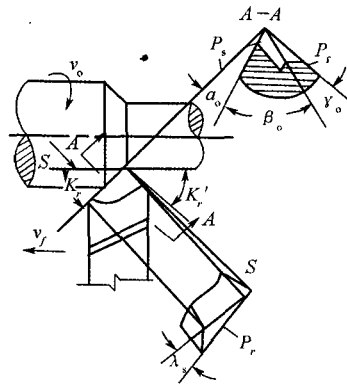


图 1-6 刀具静止几何角度

### 1.2.3 刀具切削部分的几何角度和作用

图1-6所示为刀具的静止几何角度。在正交平面内测得如下角度。

- (1)前角( $\gamma_o$ )。前面与基面间的夹角,其作用是使切削刃锋利,切削省力,易排屑。
- (2)后角( $\alpha_o$ )。前面与切削平面间的夹角,它可以改变车刀后面与工件间的摩擦状况。
- (3)楔角( $\beta_o$ )。前面与后面间的夹角。

前角、后角与楔角之间的关系为

$$\gamma_o + \alpha_o + \beta_o = 90^\circ$$

在基面内测得如下角度。

(1)主偏角( $K_r$ )。主切削平面与假定工作平面间的夹角,它能改变主切削刃与刀头的受力及散热情况。

(2)副偏角( $K'_r$ )。副切削平面与假定工作平面间的夹角,它可改变副切削刃与工件已加工表面之间的摩擦状况。

(3)刀尖角( $\varepsilon_r$ )。主切削平面与副切削平面间的夹角,它影响刀尖强度及散热情况。

主偏角、副偏角与刀尖角之间的关系为

$$K_r + K'_r + \varepsilon_r = 180^\circ$$

在切削平面内测得如下角度。

刃倾角( $\lambda_s$ )。主切削刃与基面之间的夹角,它影响刀尖的强度并控制切屑流出的方向。

### 1.2.4 技能实训1——75°车刀几何角度测量

#### 1. 技能训练目标

- (1)通过对车刀几何角度的测量,掌握测量刀具几何角度的方法。
- (2)进一步加深理解刀具各角度及各参考平面的含义。

#### 2. 车刀角度测量训练图

图1-7所示是车刀的基面、切削平面和正交平面的角度标注,要求同学们把它们各角度数值测量出来。

				测量角度	测量数值
				$K_r$	
				$K'_r$	
				$\lambda_s$	
				$\gamma_o$	
				$\alpha_o$	
练习内容	练习课时数/h	材料	毛坯尺寸	件数	工时/min
车刀角度的测量	2	高速钢		1	120

图1-7 75°车刀角度测量图

### 3. 训练设备与器材

(1) 车刀几何角度测量仪,如图 1-8 所示。

一台

(2) 外圆车刀。

一把

### 4. 车刀几何角度测量步骤

常用的车刀有直头外圆车刀、弯头外圆车刀、偏刀、切断刀等。测量车刀几何角度时需在工作台上面准备万能车刀量角台和需测量的车刀。

#### (1) 万能车刀量角台的结构及使用方法

图 1-8 所示的车刀量角台能较方便地测量车刀几何角度。它主要由底座、立柱、测量台、定位块、大小刻度盘、大小指度片、螺母等组成。其中底座和立柱是支撑整个结构的主体。刀具放在测量台上,靠紧定位块,可随测量台一起顺时针或逆时针方向旋转,并能在测量台上沿定位块左右移动。

旋转大螺母可使滑体上下移动,从而使两刻度盘及指度片达到需要的高度。用时,可通过旋转测量台或大指度片的前面或底面使量角台与刀具被测量要素紧密贴合,即可从底座或刻度盘上读出被测量的角度数值。

#### (2) 测量外圆车刀的几何角度

①原始位置调整。将量角台的大小指度片及测量台全部调至零位,并把刀具放在测量台上,使车刀贴紧定位块、刀尖贴紧大指度片的大面。此时,大指度片的底面与基面平行,刀杆的轴线与大指度片的大面垂直,如图 1-9 所示。

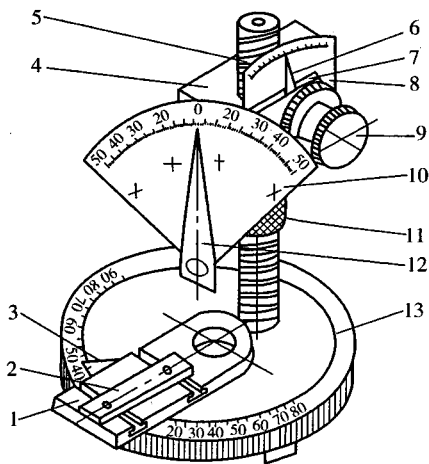


图 1-8 万能车刀量角台

1—测量台;2—定位块;3—指度片;4—滑体;5—立柱;  
6—小指度片;7—弯板;8—小刻度板;9—旋钮;10—大  
刻度;11—大螺母;12—大指度片;13—底座

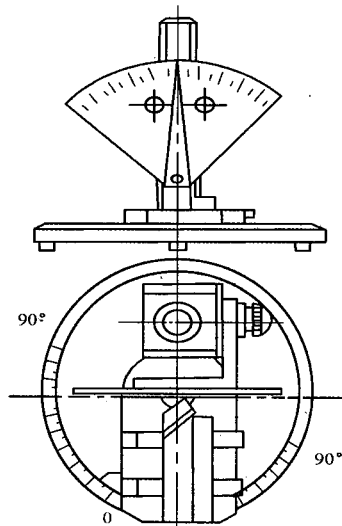


图 1-9 原始位置调整

②在基面  $P_r$  内测量主偏角  $K_r$ 、副偏角  $K'_r$ , 旋转测量台,使主切削刃与大指度片的大面贴合,如图 1-10 所示,根据主偏角的定义,即可直接在底座上读出主偏角  $K_r$  的数值。同理,旋转测量台,使副切削刃与大指度片的大面贴合,即可直接在底座上读出副偏角  $K'_r$  的数值。

③在切削平面  $P_s$  内测量刃倾角  $\lambda_s$ 。旋转测量台,使主切削刃与大指度片的大面贴合,此时,大指度片与切于车刀主切削刃的切削平面重合。再根据刃倾角的定义,使大指度片底面与

主切削刃贴合,如图 1-11 所示,即可在大刻度板上读出刃倾角  $\lambda_s$  的数值(注意  $\lambda_s$  的正负)。

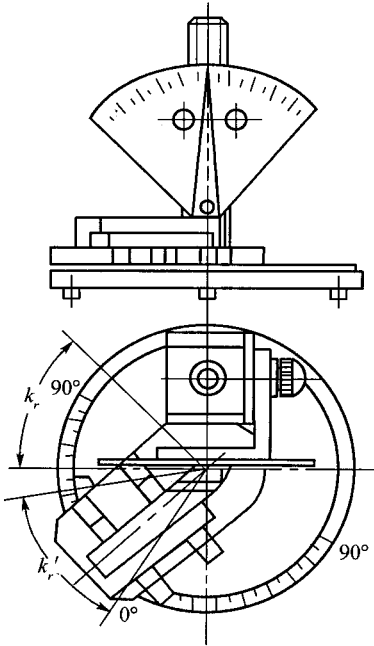


图1-10 在基面内测量主偏角与副偏角

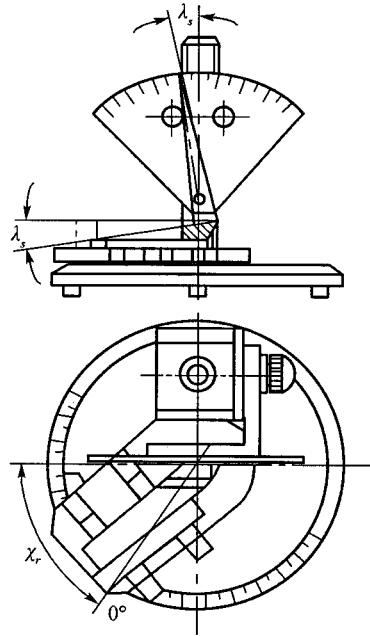


图1-11 在切削平面测量刃倾角

④在主剖面  $P_o$  内测量前角  $\gamma_o$ 、后角  $\alpha_o$ 。将测量台从原始位置逆时针旋转  $(90^\circ - K'_r)$ , 此时大指度片所在的平面即为车刀主切削刃上的主剖面。根据前角的定义,调节大螺母,使大指度片底面与前刀面贴合,如图 1-12 所示,即可在大刻度上读出前角  $\gamma_o$  的数值。测量后角时,量角台处于上述同一位置,根据后角的定义,调节大螺母,使大指度片侧面与后刀面贴合,如图 1-13 所示,即可在大刻度盘上读出后角  $\alpha_o$  的数值。

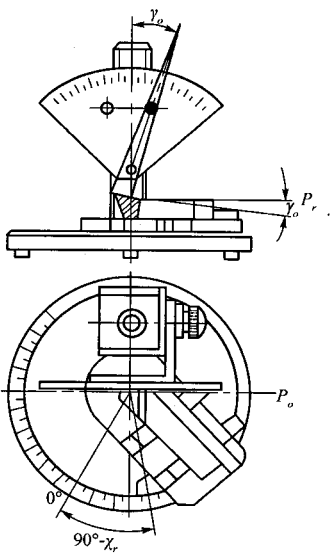


图1-12 在主剖面内测量前角

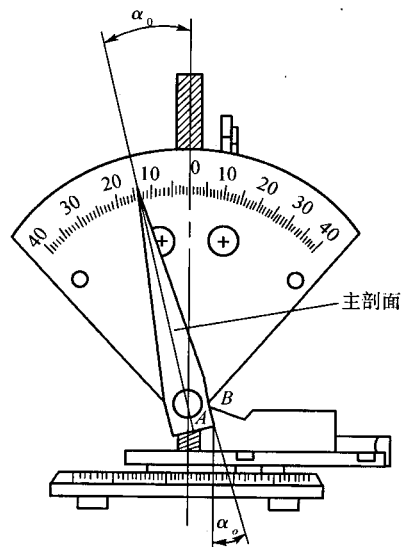


图1-13 在主剖面内测量后角

## 5. 操作注意事项

- (1) 严格按照顺序测量车刀的五个基本角度,首先明确基本概念后再测量。
- (2) 测量时防止测量刀口与工作台面撞击,以免降低精度。
- (3) 测量完毕后必须将测量角还原,摆放整齐,上好防锈油。

## 1.3 切削用量及切削力

### 1.3.1 切削用量

在切削加工中,仅仅定性地了解主运动和进给运动的形式是远远不够的,还必须准确地对切削运动进行定量表示,这样才能更好地指导实践。

切削速度 $v_c$ 、进给量 $f$ 或进给速度 $\alpha_f$ 统称为切削用量三要素,是切削加工技术中十分重要的工艺参数,如图1-6所示。这些参数的选取是否合理,直接影响产品质量及生产效益。

#### 1. 切削速度 $v_c$

主运动量化后得到的参数是切削速度 $v_c$ ,指单位时间内工件或刀具沿主运动方向相对位移的距离,单位是m/s或者m/min。

当主运动为回转运动(如车削、铣削或磨削)时,其切削速度按下式计算

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

式中 $D$ 为工件或刀具上的最大直径(单位为mm), $n$ 为工件或刀具的转速,单位为r/s或r/min。

当主运动为往复直线运动(如刨削)时,切削速度按下式计算

$$v_c = \frac{2L n_r}{1000}$$

式中 $L$ 为刀具往复运动行程长度,单位为mm; $n_r$ 为刀具每分钟往复次数,单位为次/mm。

#### 2. 进给量 $f$

进给运动量化后得到的参数是进给量 $f$ 。在车削和铣削中,进给量指的是执行主运动的工件(如车削)或者刀(如铣削)旋转一圈的过程中,执行进给运动的刀具或者工件沿进给方向的位移量,单位是mm/r;在刨削中,进给量指的是执行主运动的刀具每往复一次,工件沿进给方向间隙移动的位移量,单位是mm(双行程)。

进给速度 $v_f$ 指进给运动在单位时间内移动的量,单位是mm/s或者mm/min。进给速度和进给量是对于相同物理过程的表示,因此两者一般可以按如下关系换算

$$v_f = n \cdot f$$

#### 3. 切削深度 $a_p$

切削深度指工件上待加工表面与已加工表面之间的垂直距离,单位是mm。它会影响加工质量、切削效率、刀具磨损、切削力和切削热等诸多方面。

车削加工时切削深度又称背吃刀量,可以按下式计算

$$a_p = \frac{D - d}{2}$$

式中 $D$ ——待加工表面直径,单位为mm;

$d$ ——已加工表面直径,单位为 mm。

### 1.3.2 总切削力

在切削加工时,刀具上所有参与切削的各切削部分产生的总切削力的合力称为刀具总切削力。

一个切削部分切削工件时产生的全部切削力称为一个切削部分总切削力,用  $F$  表示。在切削加工时,工件材料抵抗刀具切削产生的阻力称为切削抗力。在切削抗力与切削力之间的力  $F$  是一对作用力与反作用力,它们大小相等、方向相反,分别作用于刀具与工件上。

在切削过程中,工件上的切削层和已加工表面都要产生弹性变形和塑性变形,因而有变形阻力作用于刀具上;工件与刀具间、切屑与刀具间的摩擦阻力也作用在刀具上。切削力  $F$  就是抵抗这些阻力的合力。

切削力及其反作用力作用在刀具、工件和机床上,对切削加工有很大影响。

#### 1. 切削力的分解

为了分析切削力对工件、刀具和机床的影响,通常把切削力分解为三个力,如图 1-14 所示。

(1) 主切削力( $F_c$ )。它是总切削力  $F$  在主运动方向上的正投影,是分力中最大的力,占总切削力的 90% 左右,是计算切削所需功率、刀具强度和选择切削用量的主要依据。

(2) 背向力( $F_p$ )。它是总切削力  $F$  在垂直于工作平面上的分力。它使工件在水平面内弯曲,容易引起振动,因而影响工件精度。增大主偏角可减小背向力。

(3) 进给力( $F_f$ )。它是总切削力  $F$  在进给方向上的投影,是计算机床进给机构强度的依据。

由图 1-14 可知,切削力总的合力为

$$F = \sqrt{F_c^2 + F_f^2 + F_p^2}$$

#### 2. 影响切削力的因素

凡能影响变形和摩擦的因素都能影响切削力,主要因素有工件材料、刀具角度、切削用量和切削液等。

(1) 工件材料。工件材料的强度和硬度愈大,切削力就愈大。当两种材料强度相同时,塑性和韧性大的材料切削力大;反之,切削力小。

(2) 切削用量。切削用量愈大,切削力愈大。其中背吃刀量对切削力影响最大,当背吃刀量增大一倍时,切削力也增大一倍。进给量增大一倍时,切削力只增大 70% 左右。切削速度对切削力影响较小。

(3) 刀具角度。对切削力影响较大的是前角和主偏角。

前角对切削力影响较大,当前角增大时,切屑容易从前面流出,切屑变形小,因此切削力降低;主偏角对主切削力影响较小,对进给力和背向力的影响较大,当主偏角增大时,背向力减小,进给力增大。

(4) 切削液。合理选择切削液可以减小塑性变形,以及刀具与工件间的摩擦,使切削力减小。

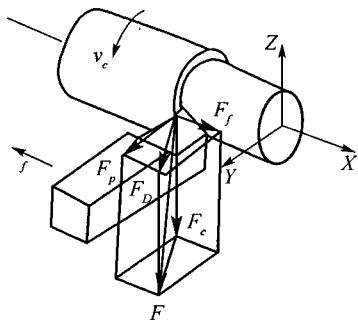


图 1-14 切削力的分解



## 1.4 切削热和切削液

### 1.4.1 切削热

#### 1. 切削热的产生和传导

在切削加工过程中,由于被切削金属层的变形、分离及刀具和被切削材料间的摩擦而产生的热量称为切削热。

切削热主要通过切屑、刀具、工件、切削液和周围空气传出去。如果切削加工时不加切削液,则大部分切削热就会由切屑传出。

#### 2. 切削热对切削过程的影响

切削热通过对切削温度的影响而影响切削过程。切削热传给刀具后,使刀具温度升高。切削热当超过刀具材料所能承受的温度时,刀具材料硬度降低,刀具迅速丧失切削性能,使得刀具磨损加快,寿命缩短。切削热传入工件后,工件温度会升高并产生热变形,影响工件的加工精度和表面质量。所以,必须对刀具和工件的温度升高加以控制。

#### 3. 切削温度及其控制措施

切削过程中切削区域的温度称为切削温度。切削温度的高低,取决于产生热量的多少和热传导的快慢。具体受工件材料的性质(塑性、强度和硬度等)、切削用量、刀具角度和切削液等因素的影响。

为了控制切削温度的升高,可采用以下措施:合理选择刀具材料和刀具几何角度,提高刀具的刃磨质量;合理选择切削用量;适当选择和使用切削液。

### 1.4.2 切削液

为了提高切削加工效果而使用的液体称为切削液。切削液有如下作用。

- (1)冷却作用。能带走大量切削热,降低切削温度,延长刀具寿命和提高生产效率。
- (2)润滑作用。能减小摩擦,降低切削力和切削热,减少刀具磨损,提高加工表面质量。
- (3)清洗作用。能及时冲洗掉切削过程中产生的细小铁屑,以免影响工件表面质量和机床精度。

切削液的种类有水基和油基两大类。常用的水基切削液有合成切削液和乳化液,常用的油基切削液即切削油。

(1)合成切削液。以水为主要成分,加入适量的水溶性防锈添加剂制成,俗称水溶液,主要起冷却作用。

(2)乳化液。用乳化油加水(体积分数为95%~98%)稀释而成,起冷却兼润滑作用。

(3)油基切削液。即切削油,分矿物油、动物油和复合油三种,主要起润滑作用。

切削液应根据工件材料、刀具材料、加工方法、加工要求、机床类别等情况综合考虑,合理选用。



## 1.5 常用的金属切削刀具及其寿命

### 1.5.1 刀具切削部分的材料

刀具的切削部分和刀体可以采用同种材料制成一体,也可以采用不同种类材料分别制造,然后用焊接或机械夹持的方法将两者连接成一体。

#### 1. 刀具切削部分材料的基本要求

在切削过程中,刀具切削部分要承受很大的切削力和冲击力,并且在很高的温度下进行工作,经受连续和强烈的摩擦。因此,刀具切削部分材料必须具备以下基本要求。

(1)高硬度。刀具切削部分材料硬度必须高于工件材料硬度,其常温硬度一般要求在60HRC以上。

(2)良好的耐磨性。耐磨性是指抵抗磨损的能力。耐磨性除了与切削部分材料的硬度有关,还与材料组织结构中碳化物的种类、数量、大小及分布情况有关。

(3)足够的强度和韧性。主要是指刀具切削部分材料承受切削力、冲击力和振动而不破碎的能力。

(4)高热硬性。高热硬性是指刀具切削部分材料在高温下仍能保证切削正常进行所需的硬度、耐磨性、强度和韧性的能力。

(5)良好的工艺性。一般指材料的可锻性、焊接性、切削加工性、可磨性、高温塑性和热处理性能等。工艺性越好,越便于刀具的制造。

#### 2. 常用刀具材料

(1)碳素工具钢。淬火后有较高的硬度(60~64HRC),容易刃磨,成本低,但热硬性差。一般用于制造低速、尺寸小的手工工具。常用的牌号有T10、T10A、T12、T12A等。

(2)合金工具钢。其热硬性、韧性较碳素工具钢好。一般用于制造形状复杂的低速刀具。常用的牌号有9SiCr等。

(3)高速工具钢。是含有较多钨、钼等合金元素的高合金工具钢。其热硬性高,强度、韧性和制造工艺性好,应用广泛。常用的牌号有W6Mo5Cr4V2、W18Cr4V、W12Cr4V5Co5等。

(4)硬质合金。其热硬性、耐磨性好,温度达1000℃时硬度也无明显下降,但韧性差。一般用于加工脆性材料。常用的牌号有YT5、YT14、YT15、YT30等。

### 1.5.2 刀具的磨损及寿命

在切削过程中,刀具在切除多余金属层的同时,也逐渐被工件和切屑磨损。当刀具磨损到一定程度,失去切削性能时,称为刀具钝化。刀具钝化的方式有卷刃、崩刃和磨损三种。卷刃和崩刃是非正常钝化。在正常条件下,磨损是钝化的主要原因。

#### 1. 刀具的磨损类型

(1)机械磨损。在低速和低温(200℃)的条件下切削时,刀具由于前面与切屑、后面与工件接触摩擦而磨损;刀具材料的微粒互相黏结而被带走的现象也称为机械磨损。

(2)热效应磨损。当切削温度过高时,刀具材料的金相组织或化学成分发生变化,使刀具硬度降低而引起的磨损称为热效应磨损。

#### 2. 刀具磨损的形式和过程

(1) 刀具磨损的形式。刀具的磨损形式可分为三种,即刀具后面磨损、前面磨损,以及前、后面同时磨损。

(2) 磨损的过程。根据实验,刀具的磨损过程分为三个阶段,如图 1-15 所示。

① 初期磨损阶段( $OA$  线段)。刀具刃磨后开始切削时,由于后面微观不平及刃磨后的表层组织不耐磨,磨损较快。

② 正常磨损阶段( $AB$  线段)。刀具经过初期磨损阶段后,后面的高低不平及不耐磨表层组织已被磨去,而使接触面积增大,单位压力减小,磨损速度较以前缓慢。

③ 急剧磨损阶段( $BC$  线段)。正常磨损后,由于刀具和工件接触情况恶化,摩擦加剧,温度上升,磨损迅速增大。

(3) 刀具磨钝标准。表明刀具已经磨钝的标志称为磨钝标准。

当刀具磨损到一定程度时,会出现工件表面质量明显下降、不正常的振动或响声等现象。通常都是以刀具后面磨损量  $AB$  作为磨钝标准。

在粗加工时,应取磨损过程曲线中正常磨损阶段终点处的磨损量(图 1-15 中  $B$  点对应的磨损量  $AB$ )作为磨钝标准,称为合理磨钝标准。

精加工时,必须保证工件表面粗糙度和尺寸精度,因此要根据表面粗糙度和尺寸精度要求来制定磨钝标准,称为工艺磨钝标准。工艺磨钝标准小于合理磨钝标准。

### 3. 刀具的寿命

实际生产中不可能经常停机来测量磨损量,通常用机动时间来表示刀具磨损限度。刃磨后的刀具自开始切削,直到磨损量达到磨钝标准为止的纯切削时间称为刀具寿命(不包括对刀、测量、快进、回程等时间)。刀具寿命的单位为分钟( $\text{min}$ )。

当磨钝标准相同时,刀具寿命越长,刀具的磨损越慢。因此,影响刀具寿命的因素和影响刀具磨损快慢的因素相同。如工件材料的强度、硬度、塑性越大时,刀具寿命越低;切削用量中对刀具寿命影响最大的是切削速度,其次是进给量,影响最小的是背吃刀量;刀具的前角、主后角和主偏角对刀具寿命也有一定影响;合理选择切削液也能延长刀具寿命。

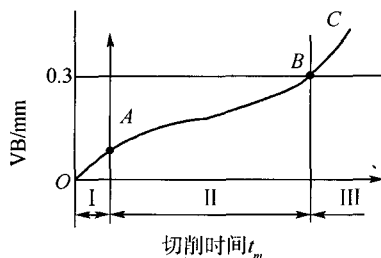


图 1-15 刀具磨损过程

## 1.6 机械加工中常用测量工具

### 1.6.1 长度量具

(1) 钢直尺。钢直尺是一种不可卷的钢质板状量尺。它是通过与被测尺寸比较,由刻度标尺直接读数的一种通用长度量具。它结构简单,价格低廉,被广泛使用。生产中常用的是量程为 150mm、300mm 和 1000mm 的三种,如图 1-16 所示。使用钢直尺时,应以工作端边作测量基准,这样不仅便于找正测量基准,而且便于读数。

(2) 卡钳。卡钳是一种间接量具,其本身没有刻度所以要与其他刻度的量具配合使用。卡钳根据用途可分为外卡钳和内卡钳两种,用以测量圆环或圆筒的内径和外径,如图 1-17 所示。卡钳常用于测量精度不高的工件。