

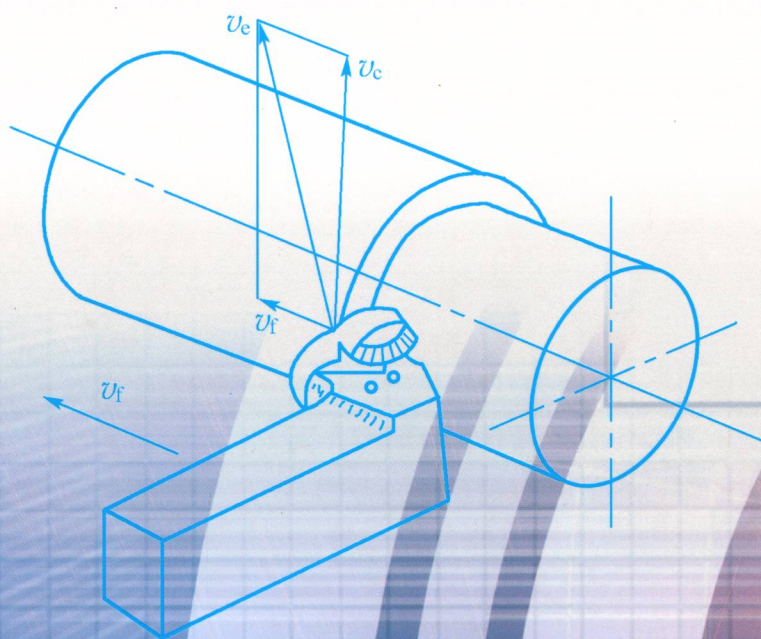


高职高专“十二五”规划教材

机械专业系列

机械制造技术

主 编 李增平



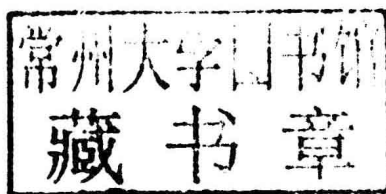


高职高专“十二五”规划教材

机械专业系列

机械制造技术

主 编 李增平
副主编 付荣利 陆 唐 何世松
参 编 刘 欣 缪燕平 薛 飞



内 容 提 要

本书是由机械工程类专业的多门专业基础课中核心的实用性内容综合而成,内容覆盖了切削原理、机械制造技术和装备,较系统地构建了机械制造技术的基础知识体系。本书内容精简易学,实用性强。全书共分8章,包括金属切削的基本知识、金属切削加工方法与设备、机械加工工艺规程的制订、机械加工质量、工件的定位与夹紧、机床夹具设计及其设计方法、现代机械制造技术简介和机械装配工艺基础。

本书是高等职业教育机械类和近机械类专业的教材,也可供相关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术 / 李增平主编. —南京:南京大学出版社, 2011. 8

高职高专“十二五”规划教材·机械专业系列

ISBN 978 - 7 - 305 - 08639 - 7

I. ① 机… II. ① 李… III. ① 机械制造—高等职业教育—教材 IV. ① TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 144154 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093

网 址 <http://www.NjupCo.com>

出版人 左 健

丛 书 名 高职高专“十二五”规划教材·机械专业系列

书 名 机械制造技术

主 编 李增平

责任编辑 何永国 编辑热线 025 - 83597482

照 排 南京玄武湖印刷照排中心

印 刷 宜兴市盛世文化印刷有限公司

开 本 787×1 092 1/16 印张 16.5 字数 412 千

版 次 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 305 - 08639 - 7

定 价 32.00 元

发行热线 025-83594756

电子邮箱 Press@NjupCo.com

Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购
图书销售部门联系调换

前 言

机械制造技术是高职教育机械类专业或近机类专业学生必修的一门主干课程。本教材是根据近年来高职教学改革的经验,综合了金属切削原理与刀具、金属切削机床、机械制造工艺学、机床夹具设计等课程的实用性内容编写而成。在编写过程中,特别注重培养学生运用理论知识解决实际问题的能力。

本教材主要特点:一是注重实用性,围绕高职制造类专业人才的培养目标,突出了职业性和岗位能力的要求,对实用性的内容进行了较详尽的叙述,摒弃了要求较高的、陈旧的、纯理论性的、实用性不大的内容,突出培养学生的职业能力;二是内容浅显,删除了理论推导和数学计算,尽量做到浅显易懂,且做到内容少而精;三是体现先进性,为适应制造技术的迅速发展,本书加强了对先进制造技术和机械制造技术发展趋势的介绍。

通过本课程的学习,要求学生掌握机械制造技术的基本知识及其在生产实际中的应用,为做好机械设计、制造、维修及相关领域的技术和管理工作的打好基础。

本教材适用于机械类和近机类高职教育有关专业教学使用,也可供相关专业的工程技术人员参考。

本教材由江西制造职业技术学院李增平任主编,江西制造职业技术学院付荣利、江西交通职业技术学院何世松、潇湘职业技术学院陆唐任副主编,江西制造职业技术学院刘欣、江西制造职业技术学院缪燕平、永城职业学院薛飞参加了编写。付荣利编写第1章和第2章,李增平编写第3章,陆唐编写第4章,刘欣编写第5章的第1节和第2节,薛飞编写第5章的第3节,缪燕平编写第6章,何世松编写第7章和第8章。

由于编者水平有限,书中难免有错漏和不当之处,敬请各兄弟院校师生和广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 金属切削的基本知识	1
1.1 概述	1
1.2 刀具的几何角度及刀具材料	3
1.2.1 刀具的几何角度	3
1.2.2 刀具的材料	5
1.3 金属切削过程	9
1.3.1 变形系数、切屑和积屑瘤	9
1.3.2 切削力	11
1.3.3 切削热与切削温度	13
1.3.4 刀具磨损与刀具耐用度	14
1.3.5 切削液的合理选择	16
1.3.6 刀具几何参数的合理选择	17
习题	23
第 2 章 金属切削加工方法与设备	24
2.1 金属切削机床基本知识	24
2.1.1 机床的分类	24
2.1.2 机床型号的编制方法	24
2.1.3 机床的运动及传动	26
2.2 外圆表面加工	29
2.2.1 外圆表面常用加工方法	29
2.2.2 外圆表面的车削加工	29
2.2.3 细长轴加工	31
2.2.4 车床	32
2.2.5 外圆磨削	35
2.2.6 外圆表面的精密加工	37
2.3 内圆面加工	39
2.3.1 内圆面加工方法	39
2.3.2 钻孔与扩孔	40
2.3.3 镗孔	43
2.3.4 拉孔	46

2.3.5	铰孔	48
2.3.6	磨孔与孔的精密加工	50
2.4	平面加工	54
2.4.1	平面加工方法	54
2.4.2	刨削与插削	54
2.4.3	铣削	57
2.4.4	平面的精密加工	64
2.5	圆柱齿轮加工	66
2.5.1	圆柱齿轮加工的特点和应用	67
2.5.2	滚齿加工	67
2.5.3	插齿加工	71
2.5.4	剃齿加工	73
2.5.5	磨齿加工	74
2.5.6	珩齿加工	75
2.6	磨削加工	76
2.6.1	磨削的特点与应用	76
2.6.2	磨床	77
2.6.3	砂轮	80
	习题	84
第3章	机械加工工艺规程的制订	86
3.1	基本概念	86
3.1.1	生产过程和工艺过程	86
3.1.2	工艺过程的组成	86
3.1.3	生产纲领与生产类型及其工艺特征	89
3.1.4	获得加工精度的方法	91
3.1.5	机械加工工艺规程	92
3.2	零件图的分析	95
3.3	毛坯的选择	97
3.4	定位基准的选择	100
3.4.1	基准的概念及其分类	101
3.4.2	定位基准的选择	102
3.5	工艺路线的拟定	103
3.5.1	表面加工方法的选择	103
3.5.2	加工顺序的安排	108
3.5.3	工序的集中与分散	110
3.6	加工余量的确定	111
3.6.1	加工余量的概念	111

3.6.2 加工余量的确定	112
3.7 工序尺寸及其公差确定	113
3.7.1 余量法	113
3.7.2 工艺尺寸链法	115
3.8 机械加工生产率和技术经济分析	121
3.8.1 机械加工劳动生产率分析	122
3.8.2 工艺过程的技术经济分析	124
3.9 零件工艺规程制订实例	126
3.9.1 轴类零件的工艺规程制订	126
3.9.2 轮盘类零件的工艺规程制订	130
习题	132
第4章 机械加工质量	137
4.1 机械加工精度	137
4.1.1 概述	137
4.1.2 加工原理误差	138
4.1.3 机床的几何误差	138
4.1.4 工艺系统的受力变形引起的误差	140
4.1.5 工艺系统热变形对加工精度的影响	142
4.1.6 加工过程中的其他误差	144
4.1.7 加工误差综合分析	146
4.2 机械加工表面质量	152
4.2.1 机械加工表面质量的概念	152
4.2.2 表面质量对零件使用性能的影响	153
4.2.3 影响机械加工表面质量的因素	153
习题	157
第5章 工件的定位与夹紧	158
5.1 工件的定位	158
5.1.1 工件定位的基本原理	158
5.1.2 定位方式及定位元件	161
5.2 定位误差的分析与计算	172
5.2.1 定位误差及其产生原因	172
5.2.2 常见定位方式的定位误差计算	172
5.3 工件的夹紧	177
5.3.1 夹紧装置的组成和基本要求	177
5.3.2 夹紧力的确定	177
5.3.3 基本夹紧机构	180
习题	190

第6章 机床夹具及其设计方法	194
6.1 概述	194
6.1.1 机床夹具的原理	194
6.1.2 机床夹具的作用	194
6.1.3 机床夹具的分类	195
6.1.4 机床夹具的组成	196
6.2 车床夹具	197
6.3 铣床夹具	199
6.4 钻床夹具	202
6.5 镗床夹具	206
6.6 专用夹具设计方法	206
习题	209
第7章 现代机械制造技术简介	210
7.1 数控加工技术	210
7.1.1 数控机床的概念及组成	210
7.1.2 数控加工的工序设计	214
7.1.3 数控系统	221
7.2 精密加工和超精密加工	221
7.2.1 概述	221
7.2.2 精密加工	222
7.2.3 超精密加工	227
7.3 特种加工方法	228
7.3.1 电火花加工	228
7.3.2 电解加工	231
7.3.3 超声波加工	232
7.3.4 激光加工	233
7.4 计算机辅助工艺规程设计(CAPP)	235
习题	238
第8章 机械装配工艺基础	240
8.1 概述	240
8.2 装配工作内容	240
8.3 保证装配精度的方法	241
8.4 装配工艺规程的制订	251
习题	253
参考文献	255

第 1 章 金属切削的基本知识

1.1 概述

金属切削加工是利用金属切削工具,在工件上切除多余金属的一种机械加工方法。与其他金属加工方法相比,金属切削加工具有以下特点:

- (1) 可获得较复杂的工件形状。
- (2) 可获得较小的表面粗糙度值。
- (3) 可获得较高的尺寸精度、表面几何形状精度和位置精度。

1. 切削运动

金属切削加工时,刀具与工件之间具有相对运动,即切削运动。切削运动按其作用可分为主运动和进给运动,如图 1-1 所示。

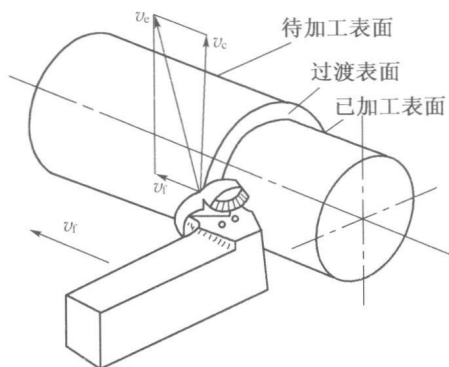


图 1-1 外圆车削运动、工件表面

(1) 主运动。主运动是切除工件上多余金属,形成工件新表面所需的运动,它是由机床提供的主要运动。主运动的特征是速度最高,消耗功率最多。切削加工中只有一个主运动,它可由工件完成,也可以由刀具完成。如车削时工件的旋转运动、铣削和钻削时铣刀和钻头的旋转运动等都是主运动。

(2) 进给运动。进给运动是被切削金属层间断或连续投入切削的一种运动。加上主运动即可不断地切除金属层,从而得到需要的表面。进给运动速度小,消耗功率少。切削加工中进给运动可以是一个、两个或多个。它可以是连续的运动,如车削外圆时,车刀平行于工件轴线的纵向运动;也可以是间断运动,如刨削时工件或刀具的横向运动。

2. 工件的表面

在切削过程中,工件上的金属层不断地被刀具切除而变为切屑,同时在工件上形成新表面。在新表面的形成过程中,工件上有三个不断变化着的表面,如图 1-1 所示。

- (1) 待加工表面。工件上等待切除的表面称为待加工表面。
- (2) 已加工表面。工件上经刀具切削后产生的表面称为已加工表面。
- (3) 过渡表面(加工表面)。主切削刃正在切削的表面称为过渡表面,它是待加工表面

与加工表面的连接表面。

3. 切削用量

切削用量是切削加工过程中的切削速度、进给量、背吃刀量的总称。

(1) 切削速度(v_c)。切削速度是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。车外圆时,计算公式如下:

$$v_c = (\pi d_w n) / 1000$$

式中, v_c 为切削速度,单位为 m/min 或 m/s ; d_w 为工件待加工表面直径,单位为 mm ; n 为工件转速,单位为 r/min 或 r/s 。

切削刃上各点的切削速度是不同的,在计算时,应以最大的切削速度为准。如车削外圆时以待加工表面直径的数值进行计算,因为此处速度高,刀具磨损快。

(2) 进给量(f)。进给量是刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量。可用刀具或工件每转或每行程的位移量来表示。当主运动是旋转运动时, f 的单位为 mm/r 。对于铣刀、铰刀等多齿刀具,还规定每齿进给量 f_z ,即多齿刀具每转或每行程中每齿相对于工件在进给运动方向上的相对位移,单位为 mm/z 。还可使用进给速度 v_f ,即单位时间内的进给量表示,单位为 mm/min 。

$$v_f = f \cdot n = f_z \cdot Z \cdot n$$

式中, Z 为齿数。

(3) 背吃刀量(a_p)。背吃刀量一般指工件上已加工表面和待加工表面间的垂直距离。车外圆时:

$$a_p = (d_w - d_m) / 2$$

式中, d_w 为待加工表面直径,单位为 mm ; d_m 为已加工表面直径,单位为 mm 。

4. 切削层参数

刀具切削刃在一次进给中,从工件待加工表面上切下来的金属层称为切削层。外圆车削时,工件转一转,车刀从位置 I 移到位置 II,前进了一个进给量,图 1-2 中阴影部分即为切削层。其截面尺寸的大小即为切削层参数,它决定了刀具所受负荷的大小及切削层尺寸,还影响切削力和刀具磨损、表面质量和生产率。

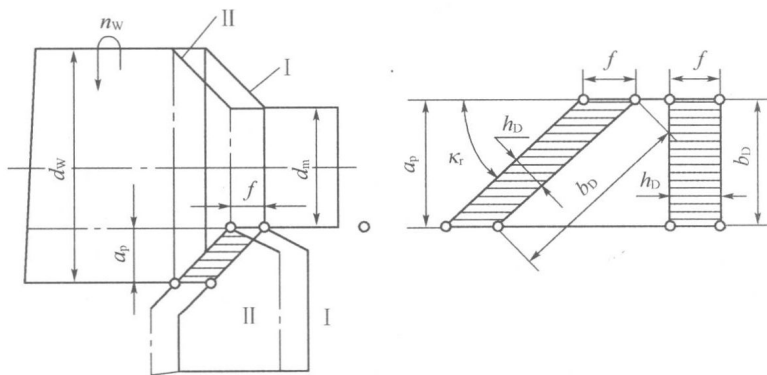


图 1-2 车外圆时切削层参数

切削层尺寸可用以下三个参数表示:

- (1) 切削层厚度(h_D)。切削层厚度是切削刃两瞬时位置过渡表面间的距离。
- (2) 切削层宽度(b_D)。切削层宽度是沿过渡表面测量的切削层尺寸。
- (3) 切削层横截面面积(A_D)。切削层横截面面积是切削层横截面的面积。

1.2 刀具的几何角度及刀具材料

1.2.1 刀具的几何角度

金属切削的刀具种类繁多、形状各异,但就其切削部分而言,都可以视为从外圆车刀切削部分演变而来的。因此,以外圆车刀的切削部分为例来介绍刀具工作部分的一般术语,这些术语也适用于其他金属切削刀具。

1. 车刀的组成

车刀由刀柄和刀头组成,刀柄是刀具上的夹持部分,刀头则用于切削,也称为切削部分。如图1-3所示,刀头由以下几部分构成:

- (1) 前刀面(A_γ)。切屑流出时经过的刀面称为前刀面。
- (2) 后刀面(A_α)。与加工表面相对的刀面称为后刀面(也称主后刀面)。
- (3) 副后刀面(A'_α)。与已加工表面相对的刀面称为副后刀面。
- (4) 主切削刃(S)。前刀面与主后刀面的交线称为主切削刃。在切削加工过程中,它承担主要的切削任务。
- (5) 副切削刃(S')。前刀面与副后刀面的交线称为副切削刃。它配合主切削刃完成切削工作。

(6) 刀尖。刀尖是主、副切削刃的连接部位,或者是主、副切削刃的交点。大多数刀具在刀尖处磨成一小段直线刃或圆弧刃,也有一些刀具主、副切削刃直接相交,并形成尖刀尖,如图1-4所示。

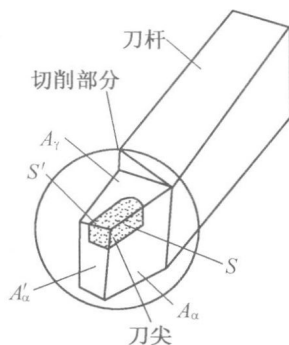


图 1-3 车刀切削部分的构成

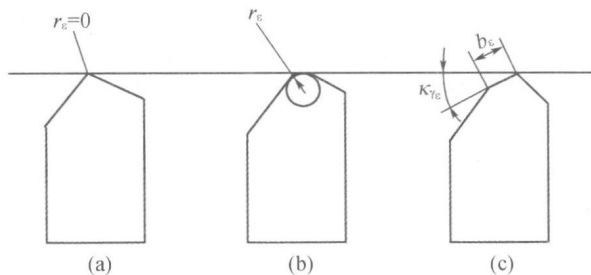


图 1-4 刀尖的结构

不同类型的刀具,其刀面、切削刃的数量可能不同,但组成刀具切削部分最基本的结构是两个刀面(A_γ 、 A_α)和一条主切削刃。也可以认为它们是组成刀具切削部分的基本单元。任何一把多刃复杂刀具都可以将其分解为一个个的基本单元进行分析。

2. 刀具的静止角度参考系

刀具的静止参考系是用于设计、制造、刃磨和测量刀具几何角度的参考系。由于刀具的

几何角度是在切削过程中起作用的角度,因此,静止参考系中坐标平面的建立应以切削运动为依据。首先给出假定工作条件,即只考虑主运动,不考虑进给运动的大小,同时刀具安装绝对正确。在该参考系中确定的刀具几何角度,称为刀具的静止角度,即标注角度。

这样便可近似地用平行或垂直于主运动方向的平面构成坐标平面,即参考系。由此可见,静止参考系是简化了切削运动和设立标准刀具位置条件下建立的参考系。下面介绍常用的正交平面静止参考系。

(1) 参考系的建立。正交平面参考系由相互垂直的三个坐标平面(p_r 、 p_s 、 p_o)组成,如图 1-5 所示。

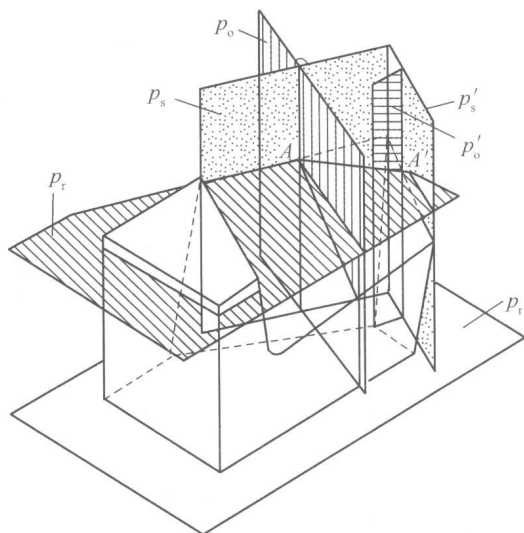


图 1-5 正交平面静止参考系坐标平面

基面(p_r)。通过切削刃选定点,垂直于主运动方向的平面称为基面。对于车刀,基面平行于车刀刀杆底面。

切削平面(p_s)。通过切削刃选定点,与主切削刃相切并垂直于基面的平面称为切削平面。

正交平面(p_o)。通过切削刃选定点,同时垂直于基面与切削平面的平面称为正交平面。

(2) 静止角度的标注。在该参考系中可标注出以下几个角度,如图 1-6 所示:

前角(γ_o)。正交平面中测量的前刀面与基面之间的夹角称为前角。

后角(α_o)。正交平面中测量的后刀面与切削平面之间的夹角称为后角。

主偏角(κ_r)。基面中测量的主切削刃与进给运动方向之间的夹角称为主偏角。

刃倾角(λ_s)。切削平面中测量的主切削刃与过刀尖所作基面之间的夹角称为刃倾角。

用上述四个角度就可以确定车刀前、后刀面及主切削刃的方位。其中 γ_o 与 λ_s 确定了前刀面的方位, κ_r 与 α_o 确定了后刀面的方位, κ_r 与 λ_s 确定了主切削刃的方位。

同理,对副切削刃也可建立副基面 P'_r 、副切削平面 P'_s 和副正交平面 P'_o ,用 κ'_r 、 λ'_s 、 γ'_o 、 α'_o 定出其相应的前刀面、副后刀面的方位。由于副切削刃和主切削刃共同处于同一前刀面中,因此,当 γ_o 与 λ_s 两角确定后,前刀面的方位已经确定, γ'_o 与 λ'_s 两个角度也同时被确定。因此副切削刃通常只需确定副偏角 κ'_r 和副后角 α'_o 。

副偏角(κ'_r)。基面中测量的副切削刃与进给运动反方向之间的夹角称为副偏角。

副后角(α'_o)。副正交平面中测量的副后刀面与副切削平面之间的夹角称为副后角。

因此,图 1-6 所示外圆车刀有三个刀面,两条切削刃,所需标注的独立角度只有六个。

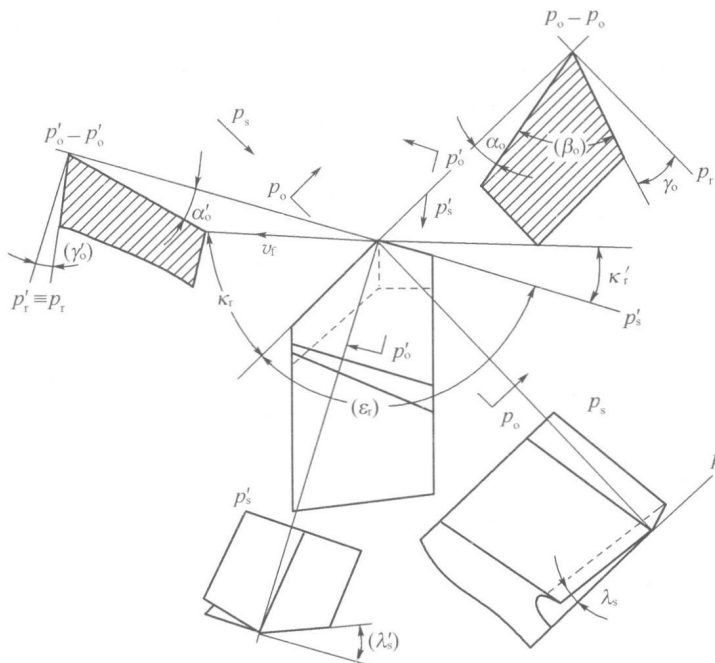


图 1-6 正交平面静止参考系标注的角度

此外,分析刀具时还需给定以下两个派生角度(图 1-6 中用括号括起来的角)。

楔角(β_o)。正交平面中测量的前、后刀面之间的夹角称为楔角。 $\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o)$ 。

刀尖角(ϵ_r)。基面中测量的主、副切削刃之间的夹角称为刀尖角。 $\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r)$ 。

(3) 角度正负的规定。如图 1-7(a)所示,在正交平面中,若前刀面在基面之上时前角为负,前刀面在基面之下时前角为正,前刀面与基面相重合时前角为零。后角也有正负之分,但切削加工中一般后角只有正值,无零值及负值。

如图 1-7(b)所示,刀尖处于切削刃最高点时刃倾角为正,刀尖处于切削刃最低点时刃倾角为负,切削刃与基面相重合时刃倾角为零。

1.2.2 刀具的材料

在金属切削过程中,刀具切削部分承担切削工作,因此,刀具材料性能的优劣,将是影响加工表面质量、切削效率、刀具寿命的基本因素。

1. 刀具材料必须具备的性能

在金属切削过程中,刀具切削部分承受着较大的压力、较高的温度和剧烈的摩擦,有时还要受到强烈的冲击,因此刀具材料必须具有下列性能:

(1) 高的硬度。刀具要从工件上切除金属层,因此,其切削部分的硬度必须大于工件材料的硬度。一般刀具材料的常温硬度应高于 60HRC。

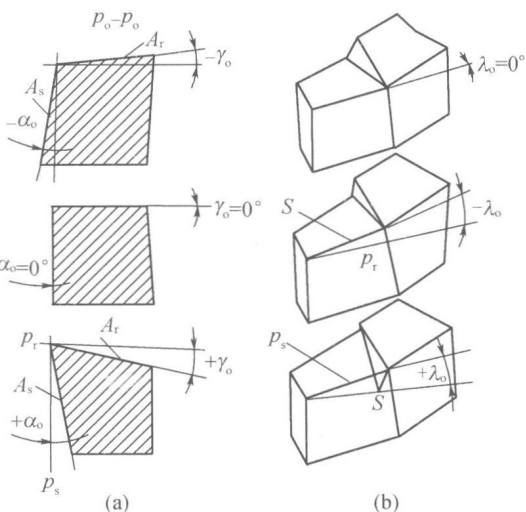


图 1-7 车刀角度正负的规定方法

(2) 高的耐磨性。刀具材料应具有较高的耐磨性,以抵抗工件对刀具的磨损。刀具耐磨性一方面取决于它的硬度,另一方面还与其化学成分、显微组织有关。刀具材料硬度越高,耐磨性就越好;刀具材料中含有耐磨的合金碳化物越多,晶粒越细,分布越均匀,耐磨性也越好。

(3) 足够的强度与韧性。切削时刀具承受着各种应力和冲击,为了防止刀具崩刃和碎裂,要求切削部分的材料必须具有足够的强度和韧性。通常用材料的抗弯强度和冲击韧性表示。

(4) 高的耐热性。耐热性是在高温条件下,刀具切削部分的材料保持常温时硬度的性能,也可用红硬性或高温硬度表示。耐热性越好,材料允许的切削速度就越高。

(5) 良好的工艺性。为了便于制造,刀具切削部分的材料应具有良好的工艺性能,如锻造、焊接、热处理、磨削加工等性能。同时,在满足要求的前提下还应尽可能采用资源丰富和价格低廉的刀具材料。

2. 刀具材料的种类

刀具切削部分材料主要有碳素工具钢、合金工具钢、高速钢、硬质合金、陶瓷和超硬刀具材料等,它们的主要物理力学性能如表 1-1 所示。

表 1-1 各类刀具材料的物理力学性能

材料性能 材料种类		硬度	抗弯强度 /GPa	冲击韧度 /(kJ/m ²)	热导率 W/(m·K)	耐热性 /℃
碳素工具钢		60~66HRC 81.2~83.9HRA	2.45~2.74		67.2	200~250
高速钢		63~70HRC 83~86.6HRA	1.96~5.88	98~588	1.67~25	600~700
合金工具钢		63~66HRC	2.4		41.8	300~400
硬质合金	YG6	89.5HRA	1.45	30	79.6	900
	YT14	90.5HRA	1.2	7	33.5	900
陶瓷	Al ₂ O ₃	>91HRA	0.45~0.55	5	19.2	1 200
	Al ₂ O ₃ +TiC T8	93~94HRA	0.55~0.65			
	Si ₃ N ₄	91~93HRA	0.75~0.85	4	38.2	1 300
金刚石	天然金刚石	10 000HV	0.21~0.49		146.5	700~800
	聚晶金刚石 复合刀片	6 500~8 000HV	2.8		100~108.7	700~800
立方氮化硼	烧结体	6 000~8 000HV	1.0		41.8	1 000~1 200
	立方氮化硼 复合刀片 FD	≥5 000HV	1.5			>1 000

(1) 高速钢。高速钢是在合金工具钢中加入了较多的 W、Mo、Cr、V 等合金元素的高合金工具钢,是综合性能较好,应用范围最广泛的一种刀具材料。其抗弯强度较高,韧性较好,热处理后硬度为 63~66HRC,易磨出较锋利的切削刃,故生产中常称为“锋钢”。其耐热性

约为 600~660℃左右,可用于制造丝锥、成形刀具、拉刀和齿轮刀具等。可以加工碳钢、合金钢、有色金属和铸铁等多种材料。

高速钢按化学成分可分为钨系、钨钼系;按切削性能可分为普通高速钢和高性能高速钢。

① 普通高速钢。普通高速钢可分为钨系高速钢和钨钼系高速钢二类。

钨系高速钢中较常见的牌号是 W18Cr14V,它具有较好的综合性能和可磨削性,可制造各种复杂刀具的精加工刀具。

钨钼系高速钢中最常见的牌号是 W6Mo5Cr4V2,具有较好的综合性能,其抗弯强度和冲击韧性都高于钨系高速钢,并且有较好的热塑性,适于制作热轧工具。但这种材料脱碳敏感性大,淬火温度窄,较难掌握热处理工艺等缺点。

② 高性能高速钢。高性能高速钢是在普通高速钢的基础上,通过调整化学成分和添加其他合金元素,使其性能比普通高速钢提高一步的新型高速钢,此类高速钢主要用于高温合金、钛合金、高强度钢和不锈钢等难加工材料的切削加工。高性能高速钢包括高碳高速钢、高钒高速钢、钴高速钢和铝高速钢等几种。高性能高速钢的典型牌号为 W6Mo5Cr4V3、W2Mo9Cr4VCo8 和 W6Mo5Cr4V2A1 等。

(2) 硬质合金。硬质合金是用粉末冶金的方法制成的一种刀具材料。它是由硬度和熔点很高的金属碳化物(WC、TiC 等)微粉和金属粘结剂(Co、Ni、Mo 等),经高压成形,并在 1 500℃左右的高温下烧结而成。

硬质合金的硬度高达 89~94HRA,耐磨性很好,耐热性为 800~1 000℃,切削速度可达 100m/min 以上,能切削淬火钢等硬材料。但其抗弯强度低、韧性差、怕冲击和振动,制造工艺性差。

硬质合金的发展很快,现已成为主要的刀具材料之一。目前车削刀具大都采用硬质合金,其他刀具采用硬质合金的也日益增多,如硬合金面铣刀、拉刀、铰刀等。

下面介绍几种常用的硬质合金:

① 钨钴类硬质合金(YG)。它由碳化钨和钴构成,其硬度为 89~91.5HRA,耐热性为 800~900℃,主要用于加工铸铁、有色金属及非金属材料。常用牌号有 YG3、YG6、YG8 等,G 后面的数字为 Co 的百分含量。硬质合金中含钴量越多,韧性越好,适合于粗加工,含钴量少者用于精加工。

② 钨钛钴类硬质合金(YT)。它是由碳化钨、碳化钛和钴构成,其硬度为 89.5~92.5HRA,耐热性为 900~1 000℃,主要用于加工塑性材料。常用牌号有 YT5、YT14、YT15、YT30,T 后面的数字代表 TiC 的质量分数百分含量。当 TiC 的含量较多、Co 的含量较少时,硬度和耐磨性提高,但抗弯强度有所下降。它不适合加工含 Ti 元素的不锈钢,因为两者的 Ti 元素亲和作用较强,会发生严重的粘结,使刀具磨损加剧。

③ 钨钽(铌)钴类硬质合金(YA)。它是由碳化钨、碳化钽(碳化铌)和钴构成,有较高的常温硬度、耐磨性、高温强度和抗氧化能力。常用牌号为 YA6,适合于对冷硬铸铁、有色金属及其合金进行半精加工,也可对高锰钢、淬火钢等材料进行半精加工和精加工。

④ 钨钛钽(铌)钴类硬质合金(YW)。它是由碳化钨、碳化钛、碳化钽(碳化铌)和钴构成,其抗弯强度、疲劳强度、耐热性、高温硬度和抗氧化能力都有很大的提高。常用牌号有 YW1、YW2,既能加工钢材,又能加工铸件、有色金属及其合金,是通用性较好的刀具材料。

⑤ 碳化钛基类硬质合金(YN)。它是由碳化钛、钼和镍构成,其抗氧化能力、耐磨性、耐热性较高。常用牌号有 YN05、YN10,主要用于对碳钢、合金钢、工具钢、淬火钢等进行精加工。

表 1-2 列出了几个国家硬质合金近似对照及其用途。

表 1-2 几个国家硬质合金近似对照及其用途

牌号					性能比较	用途
中国	美国	日本		瑞典		
	统一 牌号	ADamas	住友电工	三菱金属 矿业	Sandvik Caromant	
YG3	C4 AAA		H3 HTi03	TH3	HIP H05	铸铁、有色金属及其合金的精加工、半精加工,要求无冲击
YG6X	C3 ACM	CA310	H1 G1	G2F	GC015 GC315	铸铁、冷硬铸铁高温合金的精加工、半精加工
YG6	C2 A	CA310	G2 G2K	G2	GC015 H20	铸铁、有色金属及其合金的半精加工与粗加工
YG8	B C1	CAS	G3 G3K	G3	H20 HX	铸铁、有色金属及其合金的精加工,也可用于断续切削
YT30	C-8 490	T8 CA100	ST05E FT1	ST:03	F02 SIP	碳钢、合金钢的精加工
YT15	C-7 495	548 CA606	ST10E ST1	ST:03	GC015 GC105	碳钢、合金钢连续切削时粗加工、半精加工、精加工,也可用于 断续切削时精加工
YT14	C-6 495	548 CA610	ST20E CS30	S12	GC015 GC135	碳钢、合金钢的粗加工。可用于断续切削
YT5	C-5 435	499 CA610	ST3 ST30E	S23	GC015 S4	不锈钢、高强度钢与铸铁的半精加工与精加工
YW1	C7 548	CAS10	u10E u1	uTi10		不锈钢、高强度钢与铸铁的粗加工与半精加工
YW2	C6 548	CAS10	u2 uTi20	Tu20		低碳钢、中碳钢、合金钢的高速精车
YN05	C-8	T8	ST05E			碳钢、合金钢、工具钢、淬硬钢连续表面的精加工
YN10	490	CA100	FT1	STi03	F02 SIP	冷硬铸铁、有色金属及其合金的半精加工,也可用于合金钢的 半精加工
YA6	C3 ACM	CA310	H1 G1	G2F	GC015 GC315	

(3) 其他刀具材料。

① 陶瓷。陶瓷刀具材料是以人造的化合物为原料,在高压下成形和高温下烧结而形成的,硬度为 91~95HRA,耐热性高达 1 200℃,化学稳定性好,与金属的亲和能力小,与硬质合金相比提高切削速度 3~5 倍。但其最大的缺点是抗弯强度低,冲击韧性差。主要用于对钢、铸铁、高硬度材料(如淬硬钢)进行连续切削时的半精加工和精加工。

② 金刚石。金刚石分天然和人造两种,都是碳的同素异形体。天然金刚石由于价格昂贵而用得很少。人造金刚石是在高温、高压条件下由石墨转化而成的,硬度为 10 000HV。金刚石刀具能精密切削有色金属及合金、陶瓷等高硬度、高耐磨材料。但它不适合加工钢铁材料,因当温度达到 800℃时,在空气中金刚石易发生氧化、碳化,与铁发生化学发应,产生急剧磨损。

③ 立方氮化硼。立方氮化硼是由六方氮化硼在高温、高压条件下加入催化剂转变而成的,其硬度为 8 000~9 000HV,耐热性为 1 400℃。主要用于对高温合金、淬硬钢、冷硬铸铁等材料进行半精加工和精加工。

④ 刀具材料的表面涂层。刀具材料的表面涂层是在高速钢和韧性较好的硬质合金等材料制成的刀具上,通过化学和物理的方法,使刀具表面上沉积极薄(5~12μm)的一层高硬度、高耐磨性和难熔的金属化合物碳化钛(TiC)或氮化钛(TiN),形成金黄色的表面涂层,使刀具的表面耐磨性提高,具有抗氧化和抗粘结的特点,延迟了刀具的磨损,同时保持刀具较好的韧性。

刀具柄部是刀具的夹持部分,在切削过程中承受着弯矩和扭矩的作用,因此,应具备足够的强度和刚度。通常选用优质碳素结构钢或优质合金结构钢,如 45 钢或 40Cr。必要时也可选用合金工具钢,如 9SiCr。

1.3 金属切削过程

金属切削过程中将产生一系列的现象,如形成切屑、切削力、切削热与切削温度、刀具磨损等。下面在介绍这一系列现象的基础上,分析切削加工中一些具体问题,如切削液的选择、刀具几何参数的选择等。

1.3.1 变形系数、切屑和积屑瘤

切削变形本质上是工件切削层金属受刀具的作用后,产生弹性变形和塑性变形,使切削层金属分离变为切屑的过程。

1. 变形系数

切削层金属经过切削加工形成的切屑,其长度较切削层长度缩短,厚度较切削层厚度增加,说明切削层金属发生了变形,如图 1-8 所示。其变形程度的大小,可近似地用变形系数 ξ 来衡量。变形系数等于切屑的厚度与切削层金属的厚度之比,也等于切屑层金属的长度与切屑的长度之比。

变形系数值的大小可用来判断切削变形的严重程度,一般变形系数值越大,说明切削变形越严重。

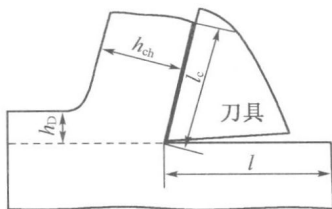


图 1-8 切削层金属的变形