

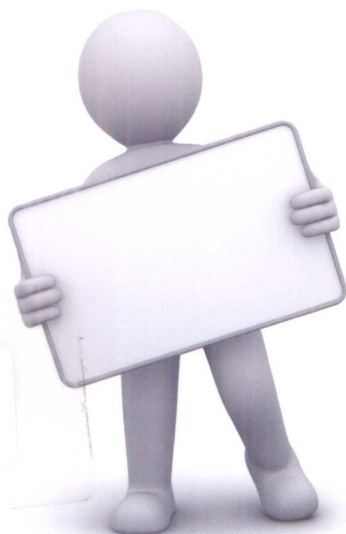
● 中等职业技术学校规划教材



Mechanical processing and training

机械加工与实训

曾益民 蓝日采◎主编



- 以国家相关职业标准为依据
- 从生产实际出发，合理安排教材的知识
- 引入新技术、新工艺内容，反映行业的新标准



本书配有电子教学参考资料包



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中等职业技术学校规划教材

内容简介

本书是根据教育部《中等职业学校机械类教学大纲》的要求，结合中等职业学校机械类专业的实际情况，参照国外先进教材编写而成的。本书可作为中等职业学校机械类专业的教材，也可供从事机械工作的工程技术人员参考。

机械加工与实训

主 编	曾益民	蓝日采		
副主编	伍奇玲	梁和福	腾满高	
	罗逸先	周华荣	吴 强	
参 编	郭鹏飞	钟 珊	潘立新	

责任编辑：(CIP) 曾益民

另含曾益民、伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强、郭鹏飞、钟珊、潘立新等编著的《机械加工与实训》一书，由机械工业出版社出版，书号为：ISBN 7-111-08232-2。

……曾益民、伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强、郭鹏飞、钟珊、潘立新等编著的《机械加工与实训》一书，由机械工业出版社出版，书号为：ISBN 7-111-08232-2。

……曾益民、伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强、郭鹏飞、钟珊、潘立新等编著的《机械加工与实训》一书，由机械工业出版社出版，书号为：ISBN 7-111-08232-2。

……曾益民、伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强、郭鹏飞、钟珊、潘立新等编著的《机械加工与实训》一书，由机械工业出版社出版，书号为：ISBN 7-111-08232-2。

……曾益民、伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强、郭鹏飞、钟珊、潘立新等编著的《机械加工与实训》一书，由机械工业出版社出版，书号为：ISBN 7-111-08232-2。

……曾益民、伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强、郭鹏飞、钟珊、潘立新等编著的《机械加工与实训》一书，由机械工业出版社出版，书号为：ISBN 7-111-08232-2。

……曾益民、伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强、郭鹏飞、钟珊、潘立新等编著的《机械加工与实训》一书，由机械工业出版社出版，书号为：ISBN 7-111-08232-2。

……曾益民、伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强、郭鹏飞、钟珊、潘立新等编著的《机械加工与实训》一书，由机械工业出版社出版，书号为：ISBN 7-111-08232-2。

……曾益民、伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强、郭鹏飞、钟珊、潘立新等编著的《机械加工与实训》一书，由机械工业出版社出版，书号为：ISBN 7-111-08232-2。

……曾益民、伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强、郭鹏飞、钟珊、潘立新等编著的《机械加工与实训》一书，由机械工业出版社出版，书号为：ISBN 7-111-08232-2。

……曾益民、伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强、郭鹏飞、钟珊、潘立新等编著的《机械加工与实训》一书，由机械工业出版社出版，书号为：ISBN 7-111-08232-2。

……曾益民、伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强、郭鹏飞、钟珊、潘立新等编著的《机械加工与实训》一书，由机械工业出版社出版，书号为：ISBN 7-111-08232-2。

……曾益民、伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强、郭鹏飞、钟珊、潘立新等编著的《机械加工与实训》一书，由机械工业出版社出版，书号为：ISBN 7-111-08232-2。

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书立足于应用,在内容组织和编排上图文并茂、书中大量实例多数来自生产实际和教学实践。本书围绕车工工艺、铣工工艺等核心内容,还包含了机械加工常用的刨削工艺、磨削工艺、孔的加工工艺及齿轮加工工艺。实训方面,包括了车削和铣削加工的常见零件的加工工艺和加工方法。

本书教学内容面向企业、立足岗位,学生就业导向明确。本书可作为中等职业学校机械类相关专业学生教学用书及上岗前培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工与实训 / 曾益民, 蓝日采主编. —北京: 电子工业出版社, 2010. 9

中等职业技术学校规划教材

ISBN 978-7-121-10853-2

I. ①机… II. ①曾… ②蓝… III. ①机械加工—专业学校—教材 IV. ①TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 084978 号

策划编辑: 白楠

责任编辑: 白楠

印刷: 北京建筑工业出版社

装订: 北京建筑工业出版社

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 15.5 字数: 396.8 千字

印次: 2010 年 9 月第 1 次印刷

印数: 3000 册 定价: 27.50 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010)88258888。

前 言

机械加工工艺与操作实训是机械类专业的主修课。然而,目前中等职业学校存在专业技能培训配套教材较少、适应面窄的状况。编者在进行深入调查研究的基础上,根据相关专业国家职业资格认证的教学大纲的要求,把机械加工工艺和技能培训理论进行整合而编写出《机械加工与实训》教材。本教材兼顾了各职业学校的实训条件,总结了几年来职业技术教育课程改革的经验,突出职业教育的特色,紧密联系生产实际,注重基本理论、基本知识和操作技能的叙述,编写了形式多样的例题和思考题,内容通俗易懂,方便教学,具有广泛的实用性。

本教材立足于应用,在内容组织和编排上图文并茂,书中大量实例多数来自生产实际和教学实践。本书围绕车工工艺、铣工工艺等核心内容,还包含了机械加工常用的刨削工艺、磨削工艺、孔的加工工艺及齿轮加工工艺。实训方面,包括了车削和铣削加工的常见零件的加工工艺和加工方法。其教学内容面向企业、立足岗位,学生就业导向明确,可作为中等职业学校相关专业学生教学用书及上岗前培训教材。

本教材由曾益民、蓝日采担任主编,伍奇玲、梁和福、腾满高、罗逸先、周华荣、吴强担任副主编。参加本书编写的还有郭鹏飞、钟珊、潘立新。

本教材参考了部分相关教材、资料和文献,部分资料来源于网络,并得到了很多专家和同事的支持和帮助,在此表示衷心感谢!

限于编者的水平和经验,书中疏漏和错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

为了方便教师教学,本教材还配有电子教学参考资料包,请有需要的读者登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册后进行下载,有问题时请在网站留言或与电子工业出版社联系(E-mail: hxedu@phei.com.cn)。

编 者

2010年7月



目 录

绪论	(1)
第1章 金属切削的基本知识	(3)
1.1 金属切削过程的基本概念	(3)
1.2 车刀切削部分的几何参数	(6)
1.3 常用刀具材料	(14)
1.4 金属切削过程的物理现象	(17)
1.5 刀具的磨损与刀具耐用度	(27)
1.6 刀具几何角度与切削用量选择	(29)
复习思考题	(37)
第2章 工件定位原理与工装夹具	(40)
2.1 工件定位的原理和方式	(40)
2.2 基准的选择	(43)
2.3 机床夹具介绍	(46)
复习思考题	(53)
第3章 机械加工工艺规程的编制	(54)
3.1 工艺规程概述	(54)
3.2 机械加工工艺规程	(57)
3.3 零件的工艺分析	(62)
3.4 零件毛坯的选择	(64)
3.5 工艺路线的拟定	(66)
3.6 工艺设备和工艺装备的选择	(71)
3.7 轴类零件工艺规程设计实例	(72)
复习思考题	(75)
第4章 车削加工工艺	(77)
4.1 车床概述	(77)
4.2 车削加工方法	(83)
4.3 车工实训	(99)
本章小结	(121)
复习思考题	(121)
第5章 铣削加工工艺	(123)
5.1 铣床概述	(123)
5.2 铣削方法	(130)
5.3 铣工实训	(143)
复习思考题	(172)

第6章 其他切削加工方法简介	(173)
6.1 刨削加工	(173)
6.2 磨削加工	(183)
6.3 磨削方法	(191)
6.4 钻削加工	(198)
6.5 镗削加工	(201)
6.6 齿面加工	(205)
复习思考题	(209)
第7章 典型零件加工与加工工艺分析	(210)
7.1 台阶轴的加工工艺实例	(210)
7.2 套筒类零件的加工工艺实例	(217)
7.3 轮盘类零件的加工工艺实例	(222)
7.4 箱体类零件的加工工艺实例	(225)
复习思考题	(238)
参考文献	(239)

绪论

一、零件的种类及表面的形成

机器或机械装置，都是由许多零件组合装配而成的。组成机械设备的零件大小不一，形状各异，其中最常见零件有三类：1) 轴类零件，如机床主轴、传动轴、齿轮轴、螺栓等；2) 盘类零件，如齿轮、端盖、挡环、法兰盘、套筒等；3) 支架箱体类零件，如机床主轴箱和支架等。

各种机械零件上常见的表面有以下几种（如图0-1所示）。

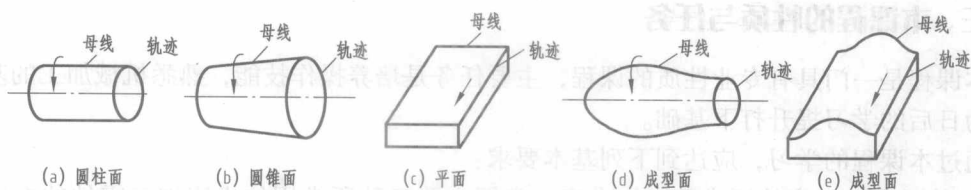


图0-1 表面的形成

圆柱面——以与一固定轴线相平行的直线为母线，该母线绕固定轴线作圆周运动的轨迹所形成的表面，如图0-1（a）所示。

圆锥面——以与一固定轴线相交成一定角度的直线为母线，该母线绕固定轴线作圆周运动的轨迹所形成的表面，如图0-1（b）所示。

平面——以直线为母线，以另一直线为轨迹作平移运动所形成的表面，如图0-1（c）所示。

成形面——以曲线为母线，以圆为轨迹作旋转运动或以直线为轨迹作平移运动所形成的表面，如图0-1（d）、（e）所示。

此外，根据使用或制造上的要求，零件上还有各种沟槽。沟槽实际上是平面或曲面所组成的，常用沟槽的断面形状如图0-2所示。

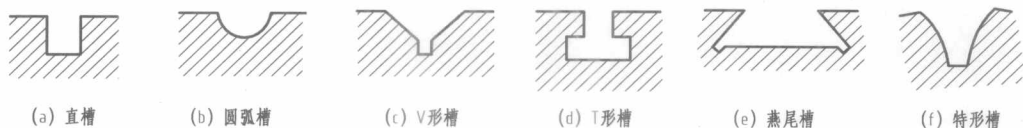


图0-2 常用沟槽的断面形状



上述各种表面,可通过相应的加工方法来获得。加工零件,就是要按一定的顺序,合理地加工出各个表面。

二、切削加工及其分类

任何机械或部件都由许多零件按照一定的设计要求制造和装配而成。机械制造过程一般是:

金属材料(经铸造、锻造或焊接)→毛坯(经机械加工和热处理)→零件(经装配)→机器或机械装置。

切削加工是用切削工具从毛坯(如锻件、铸件、条料或板料)上切去多余的材料,使零件的几何形状、尺寸以及表面粗糙度等方面均符合图样要求。切削加工主要用于金属的加工,如各种碳钢、铸铁和有色金属等,也可用于某些非金属材料的加工,如工程塑料、合成橡胶等。

切削加工分为钳工和机械加工两大部分。钳工一般是由工人手持工具对工件进行切削加工,机械加工是由工人操作机床进行的切削加工。切削加工按其所用切削工具的类型不同又可分为刀具切削加工和磨料切削加工。刀具切削加工的主要方式有车削、钻削、镗削、铣削、刨削等;磨料切削加工的方式有磨削、珩磨、研磨、超精加工等。

三、本课程的性质与任务

本课程是一门具有专业性质的课程,主要任务是培养操作技能,熟悉机械加工的基本知识,为日后的学习提升打下基础。

通过本课程的学习,应达到下列基本要求:

1. 熟悉常见机床的组成及工作内容,掌握主要工种所常用的机床加工零件的方法及其加工质量问题的分析方法。
2. 了解金属切削过程及基本规律,掌握刀具几何角度、切削用量的基本选择方法。
3. 了解工件定位、夹紧的基本原理,了解工艺过程概论及其组成,掌握简单的轴、套、支架零件工艺卡的制定方法。
4. 掌握一般零件的加工操作方法。

本课程的特点:一是对学生在教学实习中要求以懂得的基本知识为依据而设置的,它为后继专业课打基础;二是实践性强,教学过程与教学实习紧密配合,按教学实习进度完成教学内容;三是理论教学内容覆盖面广,通俗易懂,适应中等职业学校机械类专业教学。



第 1 章

附录 6 常用材料性能数据 (二)

附录 7 常用材料性能数据

(1-1 图) 附录 8

金属切削的基本知识

【本章学习目标】

1. 了解金属的切削原理;
2. 懂得车刀的结构;
3. 懂得金属切削时切削用量的选择方法。

【教学重点】

金属切削时切削用量的选择方法。

【教学方法】

读书指导法、分析法、练习法。

切削加工是指工人利用切削机床和切削工具从毛坯 (如铸件、锻件、棒料或板料) 上切去多余的材料, 使工件的几何形状、尺寸以及表面粗糙度等方面均符合图样要求的机械加工方法。其主要方式有车削、钻削、镗削、铣削、刨削、磨削和超精加工等。

机械加工虽有多种不同的方式, 但是它们在很多方面 (如切削的运动、切削工具以及切削过程的实质等) 都有着共同的现象和规律, 这些现象和规律是学习各种切削加工方法共同的基础。

1.1 金属切削过程的基本概念

一、切削运动和切削表面

(一) 切削运动

(1) 主运动 它是切下切屑形成工件表面形状所需要的基本的运动, 也是切削加工中速度最高、消耗功率最多的运动。如图 1-1 所示, 车削时工件的旋转, 钻削、镗削和铣削时刀具的旋转, 磨削时砂轮的旋转, 牛头刨床刨削时刀具的直线往复运动等, 都是主运动。

(2) 进给运动 它是使切削工具不断切下切屑所需要的运动。如图 1-1 所示, 车削和钻削中的刀具移动, 镗削、刨削和铣削中的工件移动, 磨削中的工件转动和移动等, 都是进

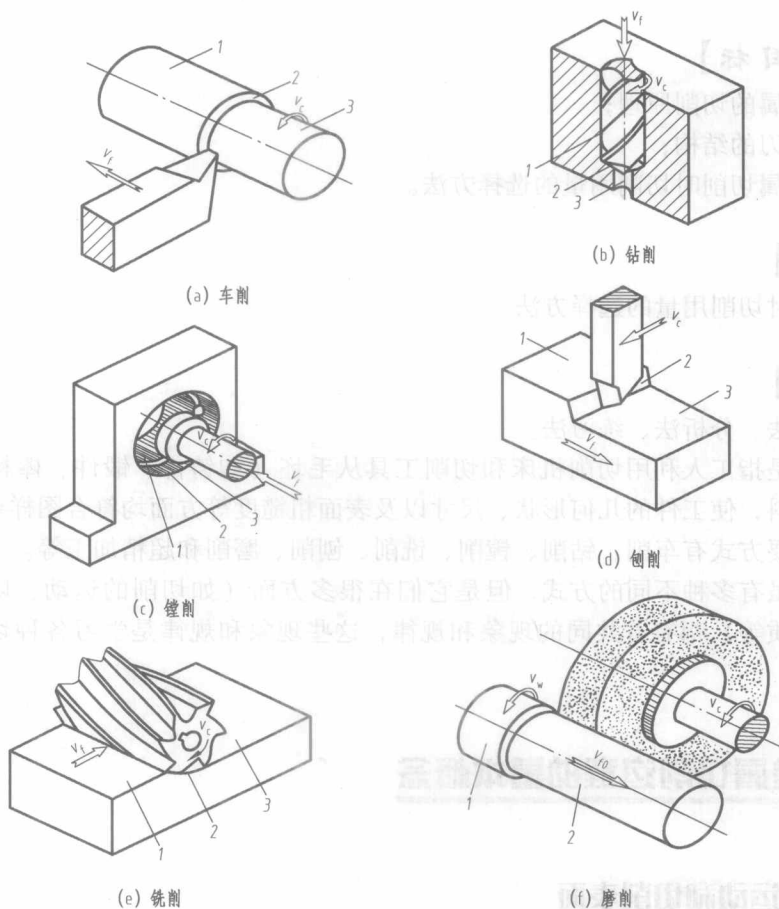


给运动。

各种切削加工机床都是为了加工某些表面而发展起来的，因此都有特定的切削运动。在切削加工时，主运动一般只有一个，进给运动可以是一个或多个，如图 1-1 (f) 中就有两个进给运动。

(二) 切削时工作的表面

切削时，刀具沿着进给方向运动，工件上的多余金属层不断被切去而成为切屑，从而加工出所需要的表面。此时，工件上有三个不断变化着的表面（图 1-1）。



1—待加工表面；2—过渡表面；3—已加工表面；

V_c —主运动； v_f 、 v_{fa} 、 v_w —进给运动

图 1-1 切削运动及加工表面

(1) 待加工表面 工件上即将切去切屑的表面。

(2) 过渡表面 工件上切削刀正在切削着的表面。

(3) 已加工表面 工件上已切去切屑的表面。



二、切削要素

(一) 切削用量要素

切削用量要素是指切削过程中的切削速度、进给量和吃刀量这三个要素，它们被称为切削用量三要素。

1. 切削速度 v_c

主运动的线速度称为切削速度，以 v_c 表示。若主运动为旋转运动，则切削速度为其最大的线速度，其计算公式为

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

式中： v_c ——切削速度 (m/min 或 m/s)；

d ——工件待加工表面直径 (mm)；

n ——工件或刀具的转速 (r/min 或 r/s)。

若主运动为往复直线运动，如刨削、插削等，则常以其平均速度为切削速度。其公式为

$$v_c = 2Ln_r / 1000 \quad (1-2)$$

式中： L ——刀具或工件作往复直线运动的行程长度 (mm)；

n_r ——刀具或工件每分钟 (或每秒钟) 往复的次数 (次/min 或次/s)。

2. 进给量 f

工件或刀具每转一周或往复一次，刀具与工件之间沿进给运动方向相对移动的距离，称为进给量，用 f 表示。如图 1-2 所示，车削时的 f (mm/r) 为工件每转一周时，车刀沿进给方向移动的距离 CB ；刨削时的 f (mm/行程) 为刨刀 (或工件) 每往复一次后，工件 (刨刀) 沿进给方向移动的距离。

3. 背吃刀量 α_p

背吃刀量是指在通过切削刃基点并垂直于工作平面上测量的吃刀量，用 α_p (mm) 表示 (图 1-2)。

(二) 切削层要素

车削外圆时，工件转一周主切削刃相邻两位置间被切削的一层金属层次称为切削层。它是工件上正被切削刃切削着的一层金属 (图 1-2 中四边形 $AB-CD$)。切削层要素有：切削层厚度 h_D 、切削层宽度 b_D 、切削层面积 A_D 。

(1) 切削层厚度 h_D 切削层中 AB 边与 CD 边的垂直距离即是切削层厚度 h_D (mm)。它在切削层中垂直于加工表面的截面内测量 (见图 1-2)，其计算式为

$$h_D = f \cdot \sin \kappa_r \quad (1-3)$$

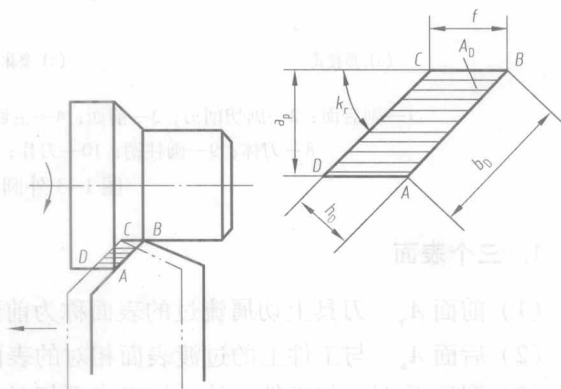


图 1-2 切削层参数



式中 κ_r ——刀具主偏角。

(2) 切削层宽度 b_D 刀具主切削刃与工件的接触长度即切削层宽度 b_D (mm)。它在切削层中垂直于主运动方向上的截面内测量 (见图 1-2), 其计算公式为

$$b_D = \alpha_p / \sin \kappa_r \quad (1-4)$$

(3) 切削层面积 A_D 切削层面积 A_D 等于切削层厚度和切削层宽度的乘积或等于背吃刀量与进给量的乘积。单位: (mm²)。其计算公式为

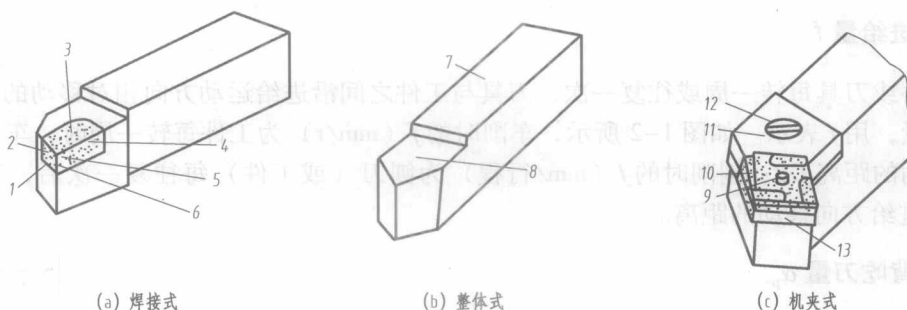
$$A_D = h_D \cdot b_D = \alpha_p \cdot f \quad (1-5)$$

1.2 车刀切削部分的几何参数

一、车刀的组成

(一) 车刀的主要部分

外圆车刀是最基本、最典型的刀具。如图 1-3 所示, 它由刀体 8 和刀柄 7 组成。刀体用来切削, 又称切削部分; 刀柄用来将车刀夹固在车床刀架上。车刀切削部分一般由三个表面、两个切削刃和一个刀尖组成。



1—副后面; 2—副切削刃; 3—前面; 4—主切削刃; 5—刀尖; 6—后面; 7—刀柄
8—刀体; 9—圆柱销; 10—刀片; 11—楔块; 12—夹紧螺钉

图 1-3 外圆车刀

1. 三个表面

(1) 前面 A_f 刀具上切屑流过的表面称为前面, 也称为前刀面。

(2) 后面 A_a 与工件上的过渡表面相对的表面称后面, 也称主后面。

(3) 副后面 A'_a 与工件上的已加工表面相对的表面称副后面。

2. 两个切削刃

(1) 主切削刃 S 前面与后面的交线为主切削刃。它承担着主要的切削工作。

(2) 副切削刃 S' 前面与副后面的交线为副切削刃。通常, 靠近刀尖处的副切削刃起微量切削作用, 在大进给量切时, 副切削刃也起主要的切削作用。



3. 刀尖

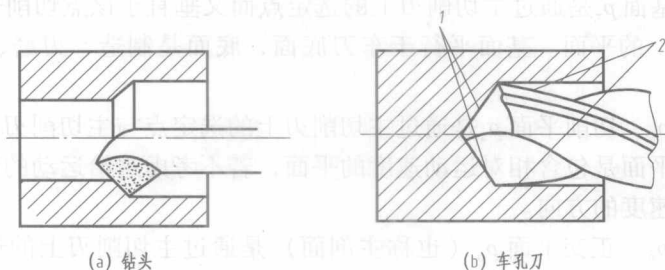
刀尖是主、副切削刃的交点。通常，刀尖用短直线或圆弧取代它，以提高刀具的使用寿命。

不同类型的刀具，其刀面、切削刃的数量不完全相同。例如，车床上常用的切断刀就有两个副切削刃。

(二) 常用车刀的结构

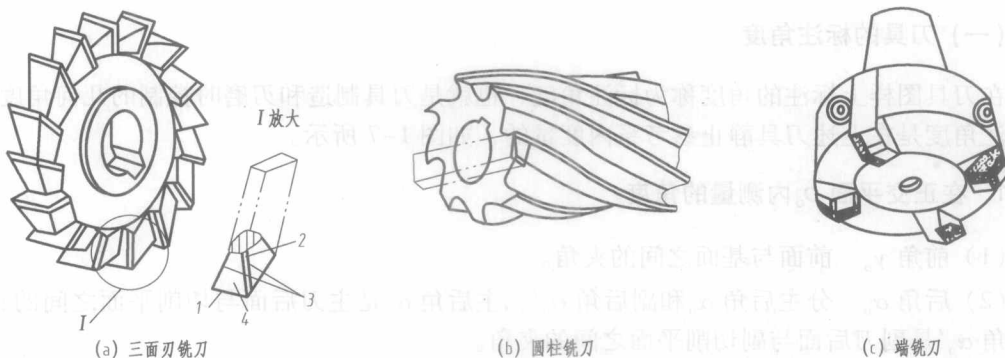
图1-3所示为车刀常用结构。图1-3(a)是硬质合金刀片焊接式车刀；图1-3(b)为高速钢整体式车刀，刀体切削部分靠刀磨成形；图1-3(c)是将具有若干个切削刃的硬质合金刀片紧固在刀体上，称机械夹固（简称“机夹”）式车刀。

金属切削刀具的种类很多，形状和结构较复杂，且各不相同。但对各种复杂刀具或多齿刀具，其主要切削部分的几何形状都相当于一把车刀的切削部分。如图1-4所示，钻头可看作两把一正一反对称装夹后，同时车削孔壁两侧的车刀；图1-5所示的铣刀虽然形状复杂，实际上是由多把车刀组合而成，一个刀齿可看作一把车刀。因此，本书将车刀作为研究的主要对象。



1—主切削刃；2—副切削刃

图1-4 钻头与车孔刀的对比



1—主切削刃；2—副后面；3—副切削刃；4—前面

图1-5 铣刀和车刀对比



二、确定车刀几何角度的辅助平面

尖刀 8

为了便于设计时在图样上标注和制造以及刃磨时测量刀具的几何角度，需要假定三个辅助平面作为基准，即基面、切削平面和正交平面，它们共同构成刀具静止参考系，如图 1-6 所示。

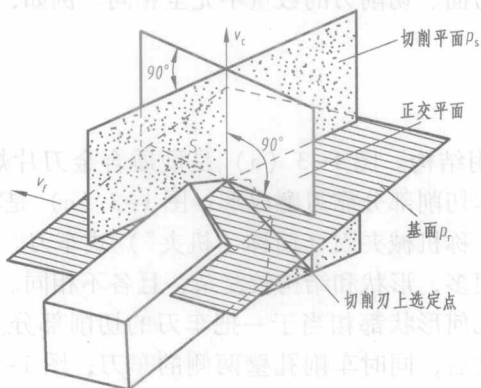


图 1-6 刀具静止参考系

(1) 基面 p_r 。基面 p_r 是通过主切削刃上的选定点而又垂直于该点切削速度（不考虑进给运动时的切削速度）的平面。基面平行于车刀底面，底面是制造、刃磨、测量和装夹车刀的基准面。

(2) 切削平面 p_s 。切削平面 p_s 是通过主切削刃上的选定点与主切削刃 S 相切并垂直于基面 p_r 的平面。切削平面是包含相对运动速度的平面，若不考虑进给运动的影响，相对运动速度的方向就是切削速度的方向。

(3) 正交平面 p_o 。正交平面 p_o （也称主剖面）是通过主切削刃上的选定点并同时垂直于基面 p_r 和切削平面 p_s 的平面。

三、车刀的几何角度

刀具几何角度有标注角度（或称刃磨角度）和工作角度（或称实际切削角度）。

（一）刀具的标注角度

在刀具图样上标注的角度称为标注角度，也就是刀具制造和刃磨时控制的几何角度。刀具标注角度是在上述刀具静止参考系内度量的，如图 1-7 所示。

1. 在正交平面 p_o 内测量的角度

(1) 前角 γ 。前面与基面之间的夹角。

(2) 后角 α 。分主后角 α_o 和副后角 α_o' ，主后角 α_o 是主刀后面与切削平面之间的夹角，副后角 α_o' 是副刀后面与副切削平面之间的夹角。

(3) 楔角 β 。前面与主后面之间的夹角。

2. 在基面 p_r 内测量的角度

(1) 主偏角 K_r 。主切削刃 S 与进给速度 v_f 之间的夹角。



(2) 副偏角 K_r' 副切削刃 S' 与进给速度 v_f 反方向之间的夹角。

(3) 刀尖角 ε_γ 主切削刃 S 与副切削刃 S' 之间的夹角。其公式为

$$\varepsilon_\gamma = 180^\circ - (K_r + K_r') \quad (1-6)$$

3. 在切削平面 p_s 内测量的角度

刃倾角 λ_s 主切削刃 S 与基面 p_r 之间的夹角。前角和刃倾角均可为正、负或零。在正交平面 p_o 中, 前面与基面重合时前角为零, 车刀刀尖处于主切削刃上最高点时, 刃倾角为正; 刀尖处于主切削刃上最低点时, 刃倾角为负值 (图 1-7)。图 1-8 所示为车刀刃倾角的三种不同情况。

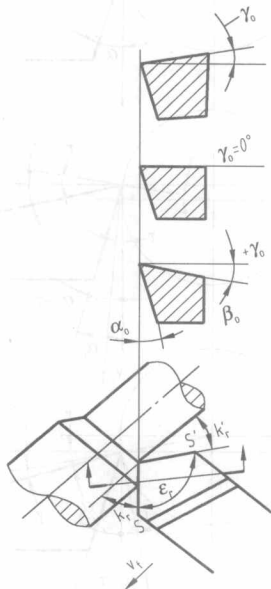


图 1-7 车刀的标注角度

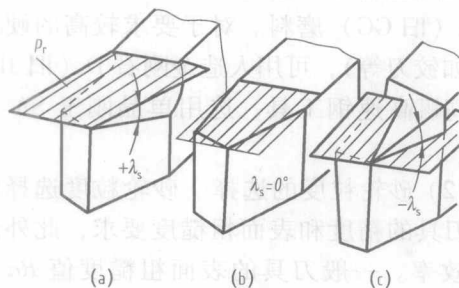


图 1-8 车刀的刃倾角

车刀有六个基本角度: 前角 γ_o 、主后面 α_o 、副后面 α_o' 、主偏角 K_r 、副偏角 K_r' 、刃倾角 λ_s , 两个派生角度: 楔角 β_o 和刀尖角 ε_γ 。

(二) 刀具的工作角度

刀具的工作角度是考虑实际装夹条件和进给运动的影响而确定的角度。当考虑实际装夹和进给运动的影响时, 刀具标注角度的静止参考系将发生变化而称为刀具工作参考系。因此, 刀具工作时的角度也随之变化而称为工作角度。

(1) 装夹对刀具工作角度的影响 如图 1-9 (a) 所示, 刀尖对准工件中心安装时, 设切削平面 (包含切削速度 v_c 的平面) 与车刀底面相垂直, 则基面与车刀底面平行, 刀具切削角度无变化; 图 1-9 (b) 为刀尖装夹得高于工件中心时, 切削速度 v_c 所在平面 (即切削平面) 倾斜一个角度 τ , 则基面也随之倾斜一个角度 τ , 从而使前角 γ_o 增大了一个角度 τ ; 后角 α_o 减小了一个角度 τ 。反之, 当刀尖装夹得低于工件中心时, 则前角 γ_o 减小, 后角 α_o 增大, 如图 1-9 (c) 所示。

(2) 进给运动对工作角度的影响 如图 1-10 所示, 切削时若考虑进给运动, 包含合成

切削速度 v 。切削平面（称工作切削平面）倾斜一个角度，而垂直于工作切削平面的基面（称工作基面）则随之倾斜，从而导致刀具工作角度变化。实际车削的外圆表面是一个螺旋面，通过切削刃选定点的工作基面和工作切削平面都要倾斜一个螺旋升角 ψ ，使前角 γ_0 增大一个角度 ψ ，则后角 α_0 减小一个角度 ψ 。一般车削时，由于进给量比工件直径小得多， ψ 值很小，所以对车刀工作前、后角的影响可忽略不计。但车削导程较大的螺纹时，如梯形螺纹，矩形螺纹和多线螺纹，则必须考虑螺纹升角 ψ 对加工的影响。

四、车刀的刃磨与几何角度的测量

（一）车刀几何角度的刃磨方法

1. 砂轮的选用

（1）磨料的选择 磨料选择的主要依据是刀具的材料和热处理方法。除手动工具外，大部分刀具材料用高速钢淬火后硬度在 65HRC 左右。刃磨硬质合金刀具通常选用绿色碳化硅磨料 GC（旧 TL），刃磨淬火高速钢刀具选用白刚玉 WA（旧 GB）或铬刚玉 PA（旧 GG）磨料。对于要求较高的硬质合金刀具（如铰刀等），可用人造金刚石 D（旧 JR）磨料。对于高钒高速钢工具，选用单晶刚玉 SA（旧 GD）磨料。

（2）砂轮粒度的选择 砂轮粒度选择的主要依据是刀具的精度和表面粗糙度要求，此外还要考虑磨削效率。一般刀具的表面粗糙度值 R_a 为 0.4 ~ 0.1 μm 时，若分粗、精磨，则从磨削效率考虑，粗磨时应选粒度为 46# ~ 60# 的砂轮，精磨时应选粒度为 80# ~ 120# 的砂轮。

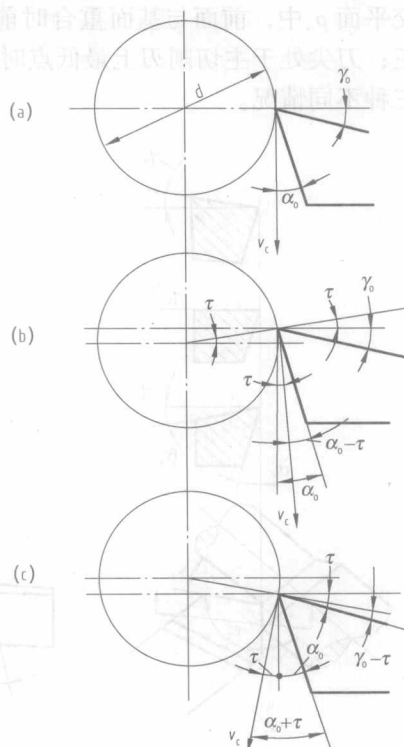


图 1-9 车刀刀尖装夹高度对工作角度的影响

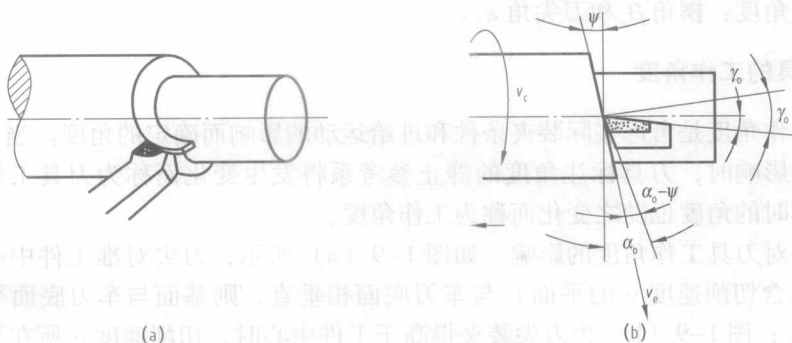


图 1-10 进给运动对工作前、后角的影响

（3）砂轮硬度选择 刃磨刀具时，砂轮硬度应选得软些。一般刃磨硬质合金刀具，硬度选用 H（旧 R_2 ）、J（旧 R_3 ）；刃磨高速钢刀具，硬度选用 H（旧 R_2 ）、K（旧 ZR_1 ）。



2. 车刀几何角度的刃磨方法

(1) 刃磨方法 如图 1-11 所示, 刀尖角 ε_r 为 80° 的外圆车刀, 采用手工刃磨的方法。简述如下:

- 1) 人站立在砂轮侧面, 以防砂轮碎裂时, 其碎片飞出伤人。
- 2) 两手握刀的距离拉开, 两肘夹紧腰部, 可减小磨刀时手的抖动。
- 3) 磨刀时, 车刀应放在砂轮的水平中心, 刀尖略微上翘约 $3^\circ \sim 8^\circ$, 车刀接触砂轮后应作左右方向的水平移动。当车刀离开砂轮时, 刀尖应向上抬起, 以防磨好的刀刃被砂轮碰伤。
- 4) 磨主后面时, 刀柄尾部向左偏一个主偏角的角度, 如图 1-11 (a) 所示; 磨副后面时, 刀柄尾部向右偏过一个副偏角的角度, 如图 1-11 (b) 所示。

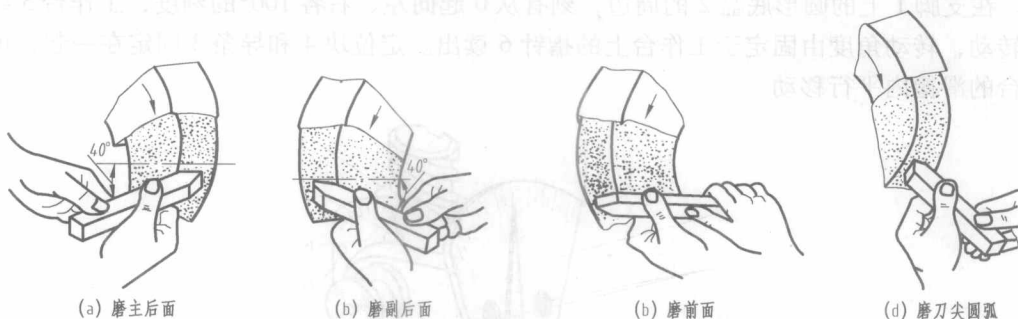


图 1-11 车刀的刃磨

5) 修磨刀尖圆弧时, 通常以左手握车刀前端为支点, 用右手转动车刀尾部, 如图 1-11 (d) 所示。

6) 刃磨步骤: 粗磨主后面和副后面, 粗、精磨前面, 精磨主后面和副后面, 磨刀尖圆弧, 角度测量, 用油石手工研磨负倒棱及刀尖圆弧。

(2) 注意事项

- 1) 车刀刃磨时, 不能用力过大, 以防打滑伤手。
- 2) 车刀的高低必须控制在砂轮水平中心, 使刀具头部略向上翘, 否则会出现负后角或后角过大等弊端。
- 3) 车刀刃磨时应作水平的左右移动, 以免砂轮表面出现凹坑。
- 4) 在平形砂轮上磨刀时, 应避免在砂轮侧面上磨。
- 5) 砂轮磨削表面必须经常修整, 使砂轮没有明显的跳动。对平形砂轮一般可用砂轮刀在砂轮上来回修整, 如图 1-12 所示。
- 6) 磨刀时要求戴防护镜。
- 7) 刃磨硬质合金车刀时, 不可把刀体部分放入水中冷却, 以防刀片突然冷却而碎裂。刃磨高速钢车刀时, 应随时用水冷却, 以防车刀过热退火而降低硬度。

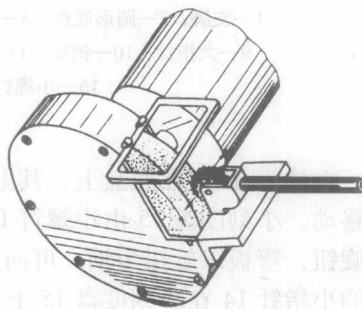


图 1-12 用砂轮刀修整砂轮