



高职高专机电类  
工学结合模式教材

# 典型机械零件 制造工艺与实践

金建华 黄万友 编著

清华大学出版社



高职高专机电类  
工学结合模式教材

# 典型机械零件 制造工艺与实践

金建华 黄万友 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书根据高等职业教育改革要求,将机电类专业传统的《机械制造技术》、《金工实习》、《机械制造工艺课程设计》等专业基础课程进行合并,按照项目导向,任务驱动,教、学、做一体化的要求重新编写工学结合的教材。

本书分为上篇和下篇两部分,上篇为机械加工技术基础,主要介绍机械加工技术基础知识;下篇为典型零件的加工工艺,选取企业的典型机械零件或部件作为加工工艺编制、机床夹具设计的工作任务,包括轴类、套类、盘盖类、偏心及叉架类、圆柱齿轮、箱体及泵体类、铝合金压铸件箱及盖类零件和机械装配工艺 8 个单元,每个单元包含一个或若干个学习任务。

本书按照学生认知规律,从加工实践任务到工艺技术设计任务,从简单工作任务到较复杂工作任务,从单一工作任务到综合工作任务进行内容序化,将企业生产案例有机地融入教材案例和工作任务中,并根据完成每个学习任务的需要,将相关知识点融入每个学习项目,做到了理论与实践的有机结合。

本书可作为高职高专院校机电专业教材,也可作为机械行业工程技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

## 图书在版编目(CIP)数据

典型机械零件制造工艺与实践/金建华,黄万友编著. —北京:清华大学出版社,2011.10  
(高职高专机电类工学结合模式教材)

ISBN 978-7-302-26360-9

I. ①典… II. ①金… ②黄… III. ①机械元件—生产工艺—高等教育—教材  
IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 156659 号

责任编辑:朱怀永

责任校对:刘 静

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:27.5 字 数:626 千字

版 次:2011 年 10 月第 1 版 印 次:2011 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:45.00 元

---

产品编号:039656-01

根据高职机械类专业的人才培养目标和机械加工工艺相关职业能力要求,以及项目导向,任务驱动,教、学、做一体化的教学要求,我们组织了具有丰富教学、实践经验的教师和企业工程技术人员共同编写了本教材。本教材具有以下特点。

### 1. 以典型工作任务为主导,专业知识融合在工作任务完成过程中

根据机械制造企业机床操作人员、工艺技术人员等职业岗位能力的要求,以典型工作任务为主线,以工作任务的相关性原则整合机械加工知识和技能体系,把与工作任务内容关联程度比较高的知识内容和操作技能训练、工艺工装设计工作技能训练融合在一起,通过典型零件的加工任务和工艺工装设计等任务的完成,来获取专业知识,锻炼职业能力。

### 2. 校企合作,案例真实,资料翔实,内容新颖

本教材的编写体现了校企合作的精神,教材中大部分典型零件、任务案例、典型零件加工工艺和夹具设计示范案例全部来自企业的生产实际,许多资料属首次公开,具有典型性、实用性、先进性、新颖性。典型零件以二维图纸、三维造型图、实物照片等方式表达,具有直观性、真实性、美观性,可有效提高学生的学习兴趣。

### 3. 操作性训练和工艺技术工作性训练交叉融合,按认知规律多维序化

按照岗位能力成长规律,全书从加工实践任务到工艺技术设计任务,从简单工作任务到较复杂工作任务,从单一工作任务到综合工作任务,从知识点到知识面(不同类型典型零件),按认知规律进行深度和广度的多维序化,使学生能够循序渐进地掌握知识和技能,在应会中得到应知。

本教材是浙江省“十一五”重点教材建设项目,由台州职业技术学院金建华、黄万友主编。金建华负责下篇单元6~单元13的编写,黄万友负责上篇单元1~单元5的编写,全书由金建华负责统稿。参加编写的还有台州职业技术学院徐彩玲、王国栋、李子法、林海波、张立欣、蒋明安等老师。在编写过程中,得到了浙江真空设备集团有限公司、浙江安露清洗机有限公司、台州市双辉机械设备有限公司、浙江海门机床厂、浙江金龙电机有限公司、浙江王野动力有限公司、浙江金浪动力有限公司等企业的热

情支持,并得到王琴斐、齐幼明、蔡文辉、林仁辉等企业技术专家的鼎力相助,他们为本教材提供了丰富的现场工艺技术素材,并对教材进行了审稿,在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2011年6月



## 上篇 机械加工技术基础

<b>单元 1 金属切削原理与刀具</b> .....	3
一、金属切削的基本概念 .....	6
二、切削用量三要素与切削层参数 .....	8
三、刀具切削部分的几何角度 .....	9
四、切削刀具材料及其选择 .....	16
五、金属切削的基本规律及应用 .....	22
六、切削力 .....	28
七、切削热和切削温度 .....	30
八、刀具磨损与刀具耐用度 .....	32
九、切削参数及切削液的选择 .....	35
单元小结 .....	40
思考题 .....	40
<b>单元 2 金属切削机床基础知识</b> .....	42
一、金属切削机床的分类和型号的编制 .....	43
二、金属切削机床的传动基础 .....	48
单元小结 .....	52
思考题 .....	52
<b>单元 3 机械加工工艺基础知识</b> .....	53
一、概论 .....	55
二、零件图样的分析 .....	63
三、毛坯的选择 .....	65
四、工艺过程设计 .....	68
五、工序内容的确定 .....	83
六、工艺尺寸链 .....	91
七、工艺过程技术经济分析 .....	99
单元小结 .....	103

思考题 .....	103
<b>单元 4 机床夹具设计基础 .....</b>	<b>106</b>
一、机床夹具概述 .....	107
二、工件的装夹和定位 .....	110
三、工件的夹紧和夹紧装置 .....	134
四、分度装置与夹具体 .....	149
五、专用夹具设计方法 .....	157
单元小结 .....	162
思考题 .....	162
<b>单元 5 机械加工精度与表面质量的分析与控制 .....</b>	<b>167</b>
一、机械加工精度概述 .....	168
二、工艺系统原始误差 .....	171
三、加工误差的综合统计分析 .....	189
四、机械加工表面质量 .....	192
单元小结 .....	204
思考题 .....	205

## 下篇 典型零件的加工工艺

<b>单元 6 轴类零件的加工 .....</b>	<b>209</b>
一、轴类零件加工 .....	211
二、轴类零件加工实践 .....	235
三、轴类零件加工工艺案例 .....	236
四、拓展学习 .....	241
单元小结 .....	244
思考题 .....	244
<b>单元 7 套类零件的加工 .....</b>	<b>245</b>
一、轴承套加工工艺编制 .....	246
二、轴套车削加工实践 .....	257
三、套类零件的工艺编制示例 .....	257
四、拓展学习 .....	260
单元小结 .....	261
思考题 .....	262

<b>单元 8 盘盖类零件的加工</b> .....	263
一、侧盖的加工工艺编制 .....	263
二、侧盖的车床夹具设计 .....	282
三、侧盖零件的钻模设计 .....	289
四、拓展学习 .....	299
单元小结 .....	301
思考题 .....	301
<b>单元 9 偏心及叉架类零件的工艺工装设计</b> .....	302
一、偏心轮的加工工艺编制 .....	302
二、铣偏心轮两端面铣床夹具设计 .....	327
三、拓展学习 .....	331
单元小结 .....	333
思考题 .....	333
<b>单元 10 圆柱齿轮的加工</b> .....	334
一、圆柱斜齿轮加工工艺编制 .....	334
二、典型齿轮加工工艺案例 .....	349
三、拓展学习 .....	352
单元小结 .....	355
思考题 .....	355
<b>单元 11 箱体、泵体类零件的加工工艺编制和镗床夹具设计</b> .....	356
一、罗茨泵泵体的加工工艺编制 .....	356
二、泵体镗模夹具设计 .....	369
三、拓展学习 .....	375
单元小结 .....	379
思考题 .....	379
<b>单元 12 铝合金压铸件箱、盖类零件加工工艺编制与数控加工气动夹具设计</b> ..	380
一、168 发动机铝合金箱体的加工工艺编制 .....	381
二、加工中心气动夹具设计 .....	389
三、检验规程的编制 .....	392
单元小结 .....	402
思考题 .....	402



<b>单元 13 机械装配工艺编制</b> .....	403
一、多线切割机主轴部件装配工艺编制 .....	403
二、装配工艺规程编制示例 .....	419
三、拓展学习 .....	426
单元小结 .....	427
思考题 .....	427
<b>参考文献</b> .....	429

# 机械加工技术基础

- 单元 1 金属切削原理与刀具
- 单元 2 金属切削机床基础知识
- 单元 3 机械加工工艺基础知识
- 单元 4 机床夹具设计基础
- 单元 5 机械加工精度与表面质量的分析与控制



# 金属切削原理与刀具

## 知识目标：

- 了解金属切削的基本原理与过程。
- 掌握刀具切削部分的几何要素,了解刀具角度的定义。
- 掌握切削加工的基本概念。
- 掌握切削用量的选择原则及对加工质量和切削效率的影响。
- 掌握各种刀具的选用方法。
- 了解改善刀具切削性能的方法。

## 技能目标：

- 能根据具体的加工条件,正确地选用刀具材料及合理的刀具角度。
- 能根据具体的加工条件,正确地选用合理的切削参数。
- 能手工刃磨常用的车刀。

学习表 1-1 和表 1-2 所列任务书,了解切削原理,合理地选用切削刀具和切削参数。

表 1-1 金属切削原理与刀具学习任务书

项 目	内 容
任务名称	了解切削原理,合理地选用切削刀具和切削参数
完成条件	视频、图片等多媒体学习材料,刀具体,教学模型,实训基地具有的车床、铣床、钻床、镗床、加工中心等设备及其刀具
任务内容	分小组进行学习,通过教材、图片、视频、实体模型等学习材料,结合在机床上的实际加工,进行分析、比较,了解金属切削的基本原理与过程,掌握刀具角度的定义、常用刀具材料特点及其适用场合,掌握切削用量的选择原则及对加工质量和切削效率的影响,能根据具体的加工条件,正确地选用合理的切削参数

续表

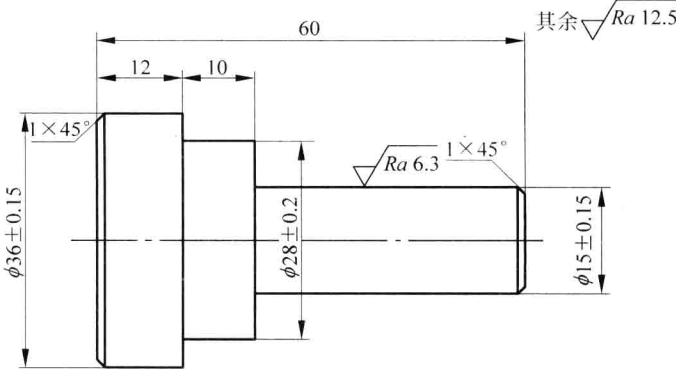
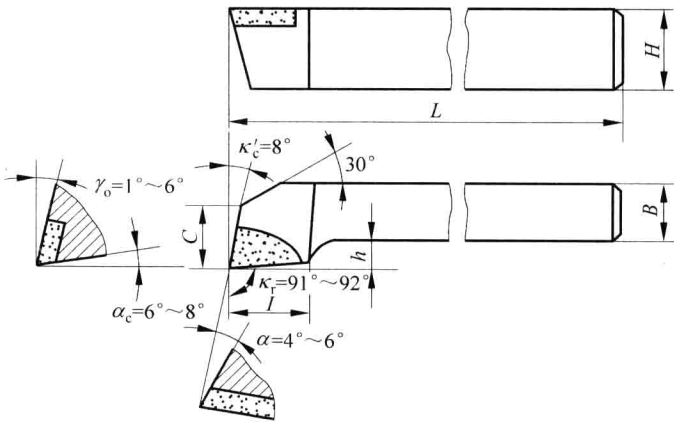
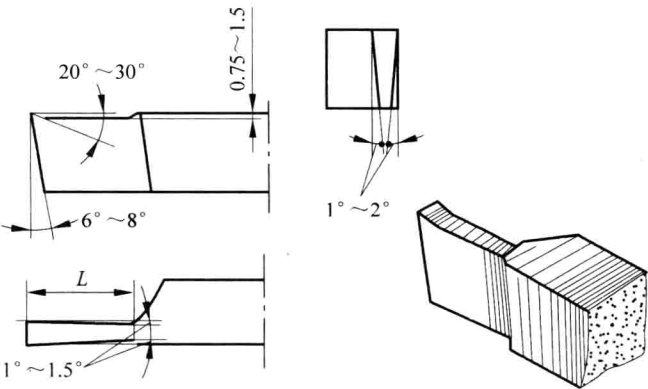
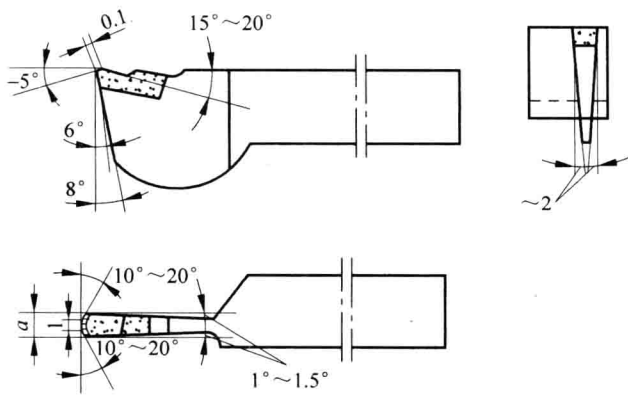
项 目	内 容
学习任务要求	<p>案例：图示零件为一个短轴，材料为 45# 钢，小批量生产</p>  <p>① 试确定该零件在车床上加工时都需要些什么刀具          ② 试确定加工时的切削用量和加工参数          ③ 操作机床,使用刃磨出的车刀,按确定的加工参数加工出该零件          ④ 就加工过程和加工成果进行分析总结</p>

表 1-2 普通车刀的手工刃磨学习任务书

项 目	内 容
任务名称	手工刃磨外圆车刀、切槽刀
完成条件	熟悉刀具材料的种类和选用；掌握车刀的基本几何角度的定义和测量方法，掌握外圆车刀、切槽刀的刃磨步骤；了解砂轮的选用和使用的安全知识
任务内容	以 2~3 人为小组，要求每人至少刃磨一把 90° 外圆车刀及 1 把切断刀，每小组最终提交一份电子文档（刃磨及试切体会）
刀具要求 1	<p>90° 外圆车刀：</p> 

续表

项 目	内 容
<p>刀具 要求 2</p>	<p>高速钢切断刀：</p> 
<p>刀具 要求 3</p>	<p>硬质合金切断刀：</p> 

问题引导：

- ① 分析零件，明确其材料，分析其结构尺寸加工精度和要求，确定加工方案。
- ② 掌握常见刀具的加工应用范围，选用合适的刀具。
- ③ 选用刀具的材料时，主要考虑哪些问题？
- ④ 刀具的角度都和哪些因素有关？
- ⑤ 如何手工刃磨常用的车刀？刃磨刀具时应该注意哪些问题？
- ⑥ 刀具的六个基本角度如何测量？

## 一、金属切削的基本概念

### 1. 零件表面的形成

机器零件的形状主要由下列几种表面组成。

① 外圆面。

② 内圆面(孔)：外圆面和内圆面(孔)是以某一直线为母线，以圆为轨迹，作旋转运动所形成的表面。

③ 平面：平面是以一直线为母线，以另一直线为轨迹，作平移运动所形成的表面。

④ 成形面：成形面是以曲线为母线，以圆或直线为轨迹，作旋转或平移运动所形成的表面。上述各种表面可分别用图 1-1 所示的加工方法来获得。

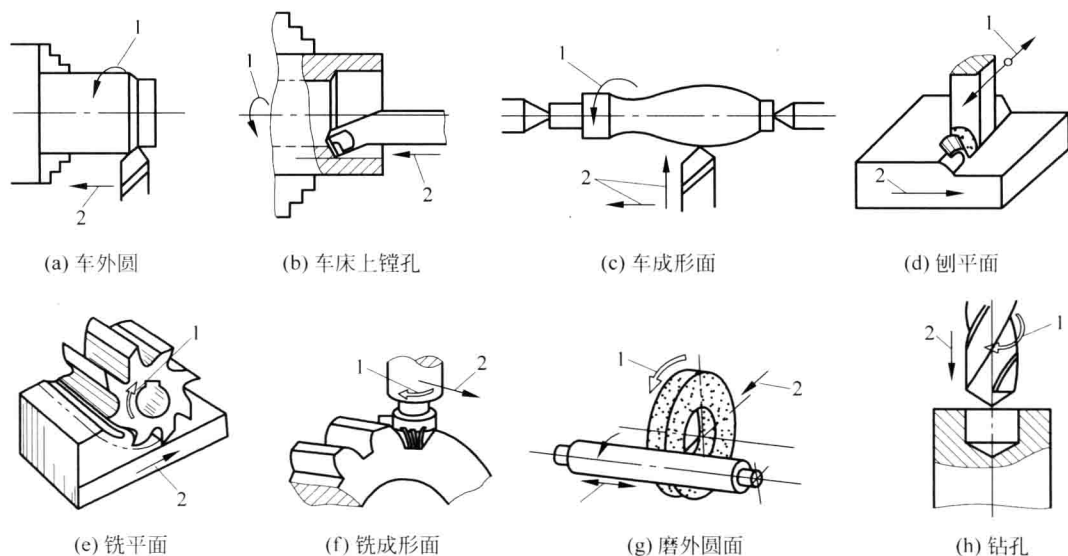


图 1-1 零件不同表面加工时的切削运动

由图 1-1 可知,要对这些表面进行加工,刀具与工件之间必须有一定的相对运动,即切削运动。切削运动包括主运动(见图 1-1 中的“1”)和进给运动(见图 1-1 中的“2”)。

### 2. 切削运动

金属切削加工就是用金属切削刀具切除工件上多余的金属材料,使其形状、尺寸精度及表面质量达到预定要求的一种机械加工方法。在金属切削加工过程中,刀具和工件之间必须有相对运动,该运动被称为切削运动(即表面成形运动)。按照切削运动在切削加工中所起的作用不同,分为主运动和进给运动。

### (1) 主运动

主运动是由机床提供的, 刀具和工件之间的主要相对运动, 它使刀具的切削刃及其邻近的表面切入工件材料, 使被切除层变为切屑。主运动的特点是速度最高、消耗功率最大。通常主运动只有一个, 它可由工件完成, 也可由刀具完成。图 1-1 所示的车削时工件的旋转运动、钻削和铣削时刀具的旋转运动、磨削时砂轮的旋转运动、刨削时工件或刀具的往复运动等都是主运动。

### (2) 进给运动

进给运动一般是由机床或人力提供的运动, 它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多余金属, 从而得到具有几何特性的已加工表面。进给运动的特点是切削加工中速度较低、消耗功率较小。进给运动可以是连续的运动(如车削), 也可以是断续运动(如刨削)。

各种切削加工方法(车削、钻削、刨削、铣削、磨削和齿轮加工等)都是为了加工某种表面而发展起来的, 因此, 也都有其特定的切削运动。切削运动有旋转的, 也有直行的; 有连续的, 也有间歇的。

切削运动可以由刀具或刀具与工件同时完成。当主运动和进给运动同时进行时, 可合成为合成切削运动。合成切削运动速度 $\vec{v}_c$ 等于主运动速度 $\vec{v}_c$ 与进给运动速度 $\vec{v}_f$ 的矢量和, 如图 1-2 所示。

$$\vec{v}_c = \vec{v}_c + \vec{v}_f \quad (1-1)$$

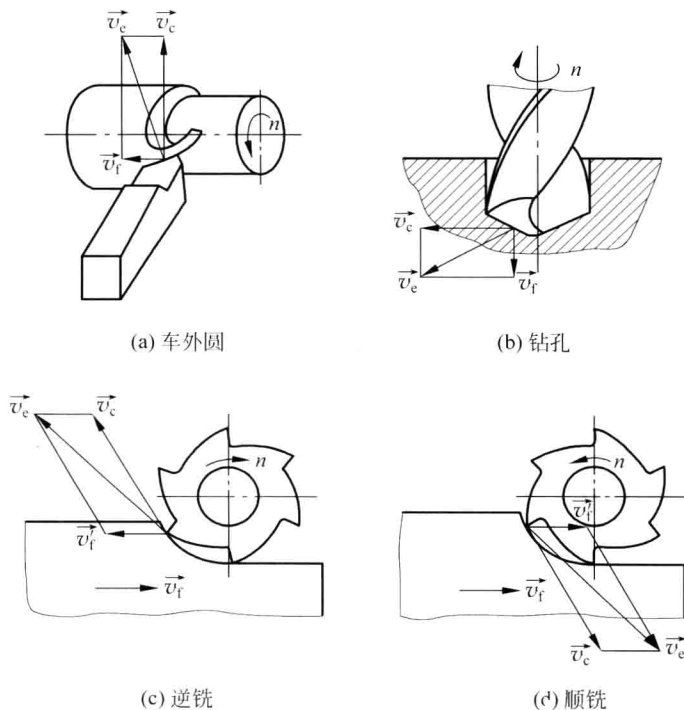


图 1-2 切削运动的合成运动



## 二、切削用量三要素与切削层参数

### 1. 切削用量三要素

#### (1) 切削速度 $v_c$

切削速度  $v_c$  是刀具切削刃上选定点相对于工件的主运动瞬时线速度。由于切削刃上各点的切削速度可能不同,计算时常用最大切削速度代表刀具的切削速度。当主运动为回转运动时,

$$v_c = \frac{\pi d_w n}{1000} \quad (1-2)$$

式中,  $d_w$ ——切削刃上选定点的回转直径, mm;

$n$ ——主运动的转速, r/s 或 r/min。

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,即

$$v_c = \frac{2Ln_r}{1000} \quad (1-3)$$

式中,  $L$ ——往复行程长度, mm;

$n_r$ ——主运动每秒钟或每分钟的往复次数, st/s 或 str/min。

#### (2) 进给速度 $v_f$ 、进给量 $f$

进给速度  $v_f$ : 切削刃上选定点相对于工件的进给运动瞬时速度, 单位: mm/s 或 mm/min。

进给量  $f$ : 刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量称为进给量, 用单齿刀具(如车刀、刨刀等)加工时, 进给量常用刀具或工件每转或每行程刀具在进给运动方向上相对工件的位移量来度量, 称为每转进给量或每行程进给量, 以  $f$  表示, 单位为 mm/r 或 mm/行程。

$$v_f = nf \quad (1-4)$$

用多齿刀具(如铣刀、钻头等)加工时, 进给运动的瞬时速度称进给速度, 以  $v_f$  表示, 单位为 mm/s 或 mm/min。

刀具每转或每行程中每齿相对工件在进给运动方向上的位移量称每齿进给量, 以  $f_z$  表示, 单位为 mm/z。

每齿进给量、进给量和进给速度之间有如下关系:

$$v_f = fn = f_z zn \quad (1-5)$$

式中,  $n$ ——刀具或工件转速, r/s 或 r/min;

$z$ ——刀具的齿数。

#### (3) 背吃刀量(切削深度) $a_p$

在通过切削刃上选定点并垂直于该点主运动方向的切削层尺寸平面中, 垂直于进给运动方向测量的切削层尺寸, 称为背吃刀量(切削深度)  $a_p$ , 单位为 mm。对于车削和刨削加工来说, 背吃刀量(切削深度)  $a_p$  是在与主运动和进给运动方向相垂直的方向上度量的已加工表面与待加工表面之间的距离, 单位为 mm。

车削时, 背吃刀量可用下式计算: