



高职高专先进制造技术规划教材

机械制造技术

教材编委会

胡志新 胡津民 主 编

许 晶 王 洋 副主编

高职示范性院校建设教材

教学资源在线下载

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



清华大学出版社



教育部 2019 年 12 月 1 日 10 时 10 分

机械制造技术

机械工业出版社
机械工业出版社
机械工业出版社

机械工业出版社
机械工业出版社
机械工业出版社

机械工业出版社

高职高专先进制造技术规划教材

机械制造技术

教材编委会

胡志新 胡津民 主 编

许 晶 王 洋 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书分4大部分内容：(1)工程材料的成形技术，包括金属材料的铸造成形、锻压成形、焊接成形以及常用的非金属材料成形。(2)普通切削加工与超精密加工原理、机床、刀具及机床夹具，包括金属切削加工技术，机床、刀具及机床夹具精密加工、超精密加工与特种加工。(3)机械加工质量分析与控制，包括机械加工质量、机械制造工艺规程制定、典型零件加工工艺及装配工艺分析。(4)现代机械制造技术，包括快速成形技术、计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)、计算机辅助工艺规程设计(CAPP)、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)等。

本书适合作为高职高专机电一体化专业、模具设计与制造专业及其他机械类专业教材，也可供相应专业的工程技术人员参考。

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

机械制造技术/胡志新，胡津民主编. —北京：清华大学出版社，2009.8
(高职高专先进制造技术规划教材)

ISBN 978-7-302-20213-4

I. 机… II. ①胡… ②胡… III. 机械制造工艺-高等学校：技术学校-教材 IV. TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第078931号

责任编辑：许存权 张丽萍

封面设计：刘 超

版式设计：牛瑞瑞

责任校对：王 云

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 刷 者：北京市人民文学印刷厂

装 订 者：三河市溧源装订厂

经 销：全国新华书店

开 本：185×260 印 张：14.25 字 数：323千字

版 次：2009年8月第1版 印 次：2009年8月第1次印刷

印 数：1~4000

定 价：24.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题，请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话：(010)62770177 转 3103 产品编号：030595-01

出版说明

时代背景

随着我国经济社会的发展、机械自动化程度的提高和数控技术的进一步更新,企业和用人单位对技能型人才的数量和结构提出了更高的要求,同时也对毕业生提出了更高的要求,这对高职教育在新的历史条件下的发展提出了新挑战。为适应形势的发展,进一步提高我国高等职业教育的质量,增强高等职业院校服务经济社会发展的能力,强化职业院校学生实践能力和职业技能的培养,切实加强学生的生产实习和社会实践,大力推行“工学结合、校企合作”的人才培养模式,加速技能型人才的培养,实现“国家 653 工程”,为我国制造业输送先进的制造技术人才,尽快使我国成为制造业强国,这一切都要求我们推出一套与时俱进的系列教材。

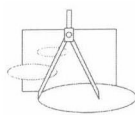
编写目的

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。教学改革以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,真正具有高职高专教育特色、符合目前技术发展要求的教材极其匮乏,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,根据教育部要求,通过推荐、招标及遴选,我们组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师以及相关行业的工程师,成立了“高职高专先进制造技术规划教材”编写队伍,充分吸取高职、高专和企业培训方面取得的成功经验和教学成果,结合“工学结合、校企合作”的人才培养模式,以“任务驱动”的方式,推出这批切合当前教育改革需要的、高质量的、面向就业实用技术的“高职高专先进制造技术规划教材”。

系列教材

本系列教材主要书目:

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| ● 《机械制造技术》 | ● 《数控机床维修与维护》 |
| ● 《机械设计技术》 | ● 《FANUC 数控车床编程与实训》 |
| ● 《机械制图》 | ● 《FANUC 数控铣床编程与实训》 |
| ● 《数控加工工艺与编程》 | ● 《SIEMENS 数控车床编程与实训》 |
| ● 《Mastercam 数控编程》 | ● 《SIEMENS 数控铣床编程与实训》 |



- 《模具 CAD/CAM (UG)》
- 《模具 CAD/CAM (Pro/E)》
- 《数控机床操作技能及实训》
- 《塑料材料与成型加工》
- 《冷冲压工艺与模具设计》
-
- 《UG NX5 中文版编程基础与实践教程》
- 《UG NX5 中文版设计基础与实践教程》
- 《UG NX6 基础教程》
- 《Pro/E Wildfire4 基础教程》
- 《计算机绘图——AutoCAD 2008 应用教程》
-

教材特点

1. 按照“工学结合、任务驱动”的要求进行教材结构与内容的安排,符合当前职业教育的改革方向。
2. 在教材结构上打破传统教材以知识体系编排的方式,真正做到“必需、够用”。
3. 内容实用,容易上手,操作性强。有“任务分析”、“相关知识”、“任务实施”、“任务总结”、“课堂训练”、“知识拓展”等特色内容。在关键处还有“注意”、“技巧”等提示内容。
4. 实训实例的讲解以 Step by Step 方式,使学生学得会、学得快、学得通、学得精。
5. 配有助学课件,辅助教学。

读者定位

本套教材是依据教育部最新教改要求编写而成的,可作为高职高专机械、机电、模具、数控等相关专业的教学用书,独立院校、中职院校教学也可参照选用,也可供相关行业的工程技术人员参考。

教材编委会 于清华园



前言

1. 机械制造技术的发展趋势

机械制造业为人类的生存、生产、生活提供各种设备，是国民经济中极其重要的基础产业，是国家经济实力和科技水平的综合体现，是反映一个国家综合国力的重要方面。

机械工业的发展和进步，在很大程度上取决于机械制造技术的发展。机械制造技术是研究制造生产装备过程中的基本原理、技术和方法的一门工程技术。在科学技术高度发展的今天，现代工业对机械制造技术提出了越来越高的要求，如要求达到纳米（ 10^{-6}mm ）的超精密加工，大规模集成电路硅片的超微细加工重型装备超大型件的加工，难加工材料和具有特殊物理性能材料的加工等，诸如此类，给现代机械制造提出了许多新的课题和机遇。要提高产品质量和劳动生产率，降低成本，提高市场的竞争力，采用先进的制造技术是关键。

现代科学技术的迅猛发展，特别是微电子技术、计算机技术的迅猛发展，促使常规技术与精密检测技术、数控技术、传感技术、系统技术、伺服技术等相互结合，给机械制造技术的发展提供了新技术和新观念，使机械制造业发生了深刻的变化。

机械制造技术向高精度、高效率、高柔性化和自动化方向发展。计算机辅助设计与制造（CAD/CAM）、柔性制造系统（FMS）、计算机集成制造系统（CIMS）的应用越来越广泛，整个生产过程在计算机的控制下，实现自动化、柔性化、智能化、集成化，使产品质量和生产效率大大提高，缩短生产周期，提高经济效益。

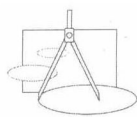
机械制造技术向精密加工和超精密加工方向发展。随着生产的发展和科学实验的需求，许多零件的形状越来越复杂，精度要求越来越高，表面粗糙度要求越来越低。相继出现了化学机械加工、电化学加工、超声波加工、激光加工、超精密研磨与抛光、纳米加工等特种加工、超精密加工技术和复合加工技术。实现精密和超精密加工，必须具有与之相适应的加工设备、工具、仪器以及加工环境与检测技术。

发展高速切削、强力切削，提高切削加工效率也是机械制造技术发展的一个方向。要实现高速切削与强力切削，必须有与之相适应的机床和切削刀具。目前数控车床主轴转速已达 5000r/min ，加工中心主轴转速已达 20000r/min ，磨削速度已达 $40\sim 60\text{r/s}$ ，高的可达 $80\sim 120\text{r/s}$ 。

2. 机械制造工程师的主要任务

（1）保证产品质量，制造优质的装备

制造合格的产品是机械制造工程师的首要任务。产品的质量包括零件的尺寸精度，形状、位置精度和表面粗糙度；零件材料的组织和性能要求；部件、机器的各项技术条件、



使用性能和寿命要求等。

(2) 提高劳动生产率

提高劳动生产率是人类不断追求的目标,只有提高劳动生产率社会才能进步,提高生产率也是机械制造业永恒的课题。人们不断应用先进的工艺装备,采用自动化加工生产线,采用数控机床、加工中心等;不断采用新刀具材料,改进刀具结构与角色,改善切削条件,减少辅助时间;通过 FMC 或 FMS 等来提高劳动生产率。这都是机械制造工程师的日常工作。

(3) 降低生产成本,提高经济效益

在生产技术上,采用新材料、新工艺、新技术等可有效地降低成本。

(4) 降低工人劳动强度,保证安全生产

机械工程师在设计和制造工艺装备、生产准备和制造过程中,都应把降低工人劳动者强度和保证安全生产作为首要目标。以人为本、安全第一。

(5) 环境保护

在机械制造的全过程中,要减少对环境的污染,不能只搞生产,不管环境。机械工程师要对切屑、粉尘、废切削液、油雾等采取适当措施,避免环境污染。

3. 本课程的任务和特点

本课程是以机械产品的加工原理、制造方法及设备和工艺装备为主要研究对象,是一门量大面广、内容丰富且紧密结合机械制造企业实践的专业技术课程。通过本课程的学习,要求学生掌握机械加工和机械制造工艺的基本原理和基础知识,熟悉各种加工方法和常用设备,了解现代制造技术,为将来担任机械制造工程师奠定理论基础。

机械制造技术是一门综合性、实践性强、灵活性大的专业课程。学习本课程时,应注意以下几点:

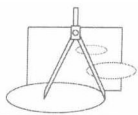
(1) 机械制造技术与生产实际密切相关,其源于生产实际,是长期生产实践的总结。学习本课程时,要重视实践性教学环节,如金工实习、生产实习,通过深入生产实际,提高对知识的应用能力。

(2) 本课程综合性强,知识面广、内容丰富,在学习时,要善于将已学过的有关知识有机结合起来,合理地综合应用。

(3) 在实际生产过程中,机械制造技术的应用具有很大的灵活性,生产的产品不同,批量不同,现场生产条件不同,其制造方法也可能不同,其工艺规程制定及工艺装备设计可以有许许多多不同的方案。学习本课程时,要熟练掌握其基本理论和基本知识,在实践中才能更好地对具体的问题进行具体分析,灵活应用,制定出最佳的工艺方案。

4. 本书的特点

本书是根据国家教委批准的机制专业改革方案,参照高等职业技术教育机电专业教学基本要求,从培养技术应用能力出发,注重体现高职高专教学的实用性、针对性,并有适当的广度和深度。以任务驱动式、工作过程为导向,便于工学结合模式教学,编写时在文中适当加入“任务分析”、“相关知识”、“任务实施”、“任务总结”、“关键”、“警



告”、“提示”、“技巧”、“要点”等信息内容，且每一章都作小结，重申一下各小节的概念及要点。为加强本课程的实践性、应用性和能力的培养，每章均附有理论联系实际的复习思考题。

本书由胡志新、胡津民主编，许晶、王洋副主编。参加编写的还有胡茗、曾敏、程键、章波、何苗、徐冬等。

本书参考兄弟院校有关教材和图片，在此对有关作者表示感谢！

本书在编写过程中得到有关学校和同行们的大力支持，在此表示衷心的感谢！

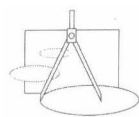
由于编者水平所限，编写时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，敬请各兄弟院校师生和读者批评指正。

编 者

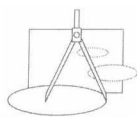


目 录

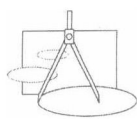
第 1 章 金属材料的成形	1
1.1 铸造成形	2
任务 1-1 砂型铸造工艺	2
1.1.1 砂型铸造工艺	2
任务 1-2 合金的铸造性能	5
1.1.2 合金的铸造性能	5
任务 1-3 铸造工艺设计	7
1.1.3 铸造工艺设计	7
任务 1-4 铸造结构工艺性	9
1.1.4 铸造结构工艺性	10
1.1.5 铸造技术的发展	11
1.2 锻压成形	12
任务 1-5 金属的塑性变形	12
1.2.1 金属的塑性变形	12
任务 1-6 锻造	14
1.2.2 锻造	14
任务 1-7 冲压	19
1.2.3 冲压	19
1.2.4 锻压成形新技术	22
1.3 焊接成形	23
1.3.1 概述	23
任务 1-8 手弧焊	23
1.3.2 手弧焊	24
任务 1-9 其他焊接方法	26
1.3.3 其他焊接方法	27
任务 1-10 常用金属材料的焊接	30
1.3.4 常用金属材料的焊接	31
1.3.5 焊接技术的发展	33
1.4 小结	34



第2章 非金属材料的成形	37
2.1 塑料的成形与加工	38
任务 2-1 塑料的成形	38
2.1.1 塑料的组成	38
2.1.2 塑料的特性	38
2.1.3 塑料成形的方法	39
2.2 橡胶的成形与加工	41
2.2.1 橡胶制品的组成	41
2.2.2 橡胶的性能特点	42
2.2.3 橡胶的成形与加工	42
2.3 陶瓷的成形与加工	43
任务 2-2 陶瓷的成形	43
2.3.1 陶瓷材料的分类	43
2.3.2 陶瓷的成形与加工	44
2.4 复合材料的成形与加工	45
2.4.1 复合材料的性能特点	45
2.4.2 树脂基复合材料成形	46
2.4.3 金属基复合材料成形	49
2.4.4 陶瓷基复合材料成形	51
2.5 小结	51
第3章 金属切削加工	53
3.1 金属切削基础知识	54
任务 3-1 金属切削基础知识	54
3.1.1 金属切削的基本概念	54
3.1.2 切削刀具	56
3.1.3 金属切削过程的现象与规律	60
3.2 车削加工	65
任务 3-2 车削加工的范围及工艺特点	65
3.2.1 车削加工的范围	65
3.2.2 车床	65
3.2.3 车刀的种类	67
3.2.4 车削基本工艺	68
3.3 铣削加工	71
任务 3-3 铣削加工的范围及工艺特点	71
3.3.1 铣削加工的范围	71
3.3.2 铣床	72
3.3.3 铣刀	73

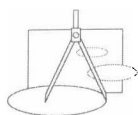


3.3.4 铣削基本工艺	74
3.4 刨、插与拉削加工	75
任务 3-4 刨、插与拉削加工的范围及方法	75
3.4.1 刨、插削加工	76
3.4.2 拉削加工	78
3.5 钻削与镗削加工	79
任务 3-5 钻削与镗削加工的范围及工艺特点	79
3.5.1 钻削加工	80
3.5.2 镗削加工	84
3.6 磨削加工	87
任务 3-6 磨削加工范围及工艺特点	87
3.6.1 砂轮	87
3.6.2 磨床及磨削加工工艺	89
3.6.3 先进磨削方法	91
3.7 齿轮加工	93
任务 3-7 齿轮加工的方法	93
3.7.1 齿轮齿形的加工方法	94
3.7.2 齿轮加工机床	95
3.8 特种加工	97
任务 3-8 特种加工的类型、方法及优点	97
3.8.1 电火花加工	97
3.8.2 电解加工	99
3.8.3 激光加工	101
3.8.4 超声波加工	102
3.9 小结	104
第 4 章 零件加工工艺	105
4.1 基本概念	106
任务 4-1 生产过程以及生产加工工艺过程的组成	106
4.1.1 生产过程与工艺过程	106
4.1.2 生产加工工艺过程的组成	107
任务 4-2 生产纲领与生产类型	109
4.1.3 生产纲领与生产类型	109
4.2 工件的装夹与获得加工精度的方法	111
任务 4-3 工件装夹与如何获得加工精度	111
4.2.1 工件装夹的概念和装夹方式	112
4.2.2 获得加工精度的方法	112
4.3 基准	114

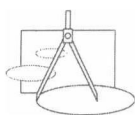


任务 4-4	基准及其分类.....	114
4.3.1	基准及其分类.....	114
任务 4-5	定位基准的选择.....	115
4.3.2	定位基准的选择.....	115
4.4	尺寸链.....	118
任务 4-6	工艺尺寸链	118
4.4.1	尺寸链的基本概念	118
4.4.2	尺寸链的计算.....	119
4.4.3	工艺尺寸链计算举例	121
4.5	零件加工工艺规程的制定	123
任务 4-7	零件加工工艺规程的制定.....	123
4.6	零件的结构工艺性	127
任务 4-8	零件的结构工艺性.....	127
4.7	轴类零件的加工.....	129
任务 4-9	轴的特征、选材以及加工工艺特点.....	129
4.7.1	轴的特征及选材.....	129
4.7.2	轴的加工工艺特点.....	130
任务 4-10	轴的加工工艺过程举例.....	131
4.7.3	轴的加工工艺过程举例.....	131
4.8	小结.....	133
第 5 章	机床夹具	135
5.1	概述.....	136
5.1.1	夹具的定义及组成.....	136
5.1.2	夹具的分类.....	137
5.1.3	机床夹具的作用	137
5.2	工件在夹具中的定位.....	138
任务 5-1	工件定位的基本原理及常见的定位方式.....	138
5.2.1	工件定位的基本原理	138
5.2.2	常见的定位方式和定位元件.....	141
5.3	工件在夹具中的夹紧	148
任务 5-2	夹紧装置的组成及基本要求.....	148
5.3.1	夹紧装置的组成及基本要求	148
任务 5-3	夹具夹紧力的确定.....	149
5.3.2	夹紧力的确定	149
5.3.3	夹紧动力装置.....	152
5.4	普通机床夹具简介	153
任务 5-4	普通机床夹具.....	153





5.4.1 钻床夹具	154
5.4.2 铣床夹具	156
5.4.3 车床夹具	158
5.4.4 镗床夹具	162
5.5 现代机床夹具	164
5.5.1 组合夹具	164
5.5.2 模块化夹具	165
5.5.3 自动线夹具	166
5.6 小结	167
第 6 章 机械装配工艺	168
6.1 概述	169
6.1.1 装配的概念	169
6.1.2 装配工作的基本内容	169
6.1.3 装配的组织形式	170
6.1.4 装配结构的工艺性	171
6.2 装配精度	171
6.2.1 装配精度的概念	171
6.2.2 装配精度与零件精度的关系	172
6.3 装配尺寸链及其计算	173
任务 6-1 装配尺寸链及其计算	173
6.3.1 装配尺寸链的基本概念	173
6.3.2 装配尺寸链的建立	174
6.3.3 装配尺寸的计算方法	175
6.4 装配工艺规程的制定	188
任务 6-2 装配工艺规程的制定	188
6.4.1 制定装配工艺规程的技术要求及主要依据	188
6.4.2 制定装配工艺规程的步骤	190
6.4.3 编写装配工艺文件	191
6.4.4 制定产品检测和试验规范	191
6.5 机械手的概述	192
6.5.1 机械手的定义及其组成	192
6.5.2 机械手的分类	193
6.5.3 机械手的主要参数	194
6.6 小结	194
第 7 章 现代机械制造技术	196
7.1 快速成形技术	197
任务 7-1 快速成形技术	197



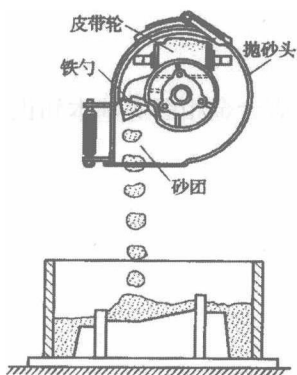
7.1.1	快速成形技术的工艺过程	197
7.1.2	常用几种快速成形技术的工艺原理	197
7.2	计算机辅助设计与制造	200
7.2.1	计算机辅助设计概述	200
7.2.2	计算机辅助制造概述	200
7.2.3	CAD/CAM 集成系统概述	200
7.3	计算机辅助工艺规程设计	201
任务 7-2	计算机辅助工艺规程设计	201
7.3.1	计算机辅助工艺规程设计的基本原理	201
7.3.2	各种类型计算机辅助工艺规程设计系统的适用范围	202
7.4	柔性制造系统	203
任务 7-3	柔性制造系统	203
7.4.1	柔性制造单元	203
7.4.2	柔性制造系统	203
7.4.3	柔性制造系统的构成	203
7.5	计算机集成制造系统	205
7.5.1	计算机集成制造系统概述	205
7.5.2	计算机集成制造系统的组成	205
7.6	几种先进制造生产模式	206
任务 7-4	几种先进制造生产模式	206
7.6.1	精益生产	206
7.6.2	敏捷制造	206
7.6.3	并行工程	206
7.7	小结	207
参考文献		209

第1章 金属材料的成形

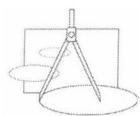


本章要点

- 📖 铸造成形
- 📖 锻压成形
- 📖 焊接成形



本章介绍金属材料的成形技术，主要包括铸造成形、锻压成形和焊接成形3部分。重点介绍了砂型铸造工艺、自由锻和冲压工艺以及手弧焊工艺。每一部分分别从工艺、结构设计等方面对金属材料的铸造、锻压、焊接成形进行了阐述。同时对金属材料的成形技术的发展方向作了简单的介绍。



1.1 铸造成形

任务 1-1

砂型铸造工艺



任务分析

铸造是将液态金属注入铸型中，待其冷凝获得零件或毛坯的方法。铸造成本低，铸件重量一般在机器中占 40%~80%。铸造作为制造毛坯的基本方法之一，在各类机器制造中应用极为广泛。而在铸造生产的各种方法中，最基本的是砂型铸造。



相关知识

学习本节应具备有关金属材料的性能与结构、铁碳合金相图等基本知识，以及生产实践或实习的基本知识，将有助于对本节的理解和学习。



任务实施

1.1.1 砂型铸造工艺

砂型铸造是用型砂紧实成铸型的铸造方法，其铸型为一次性的，应用最为普遍。工艺过程如图 1-1 所示。

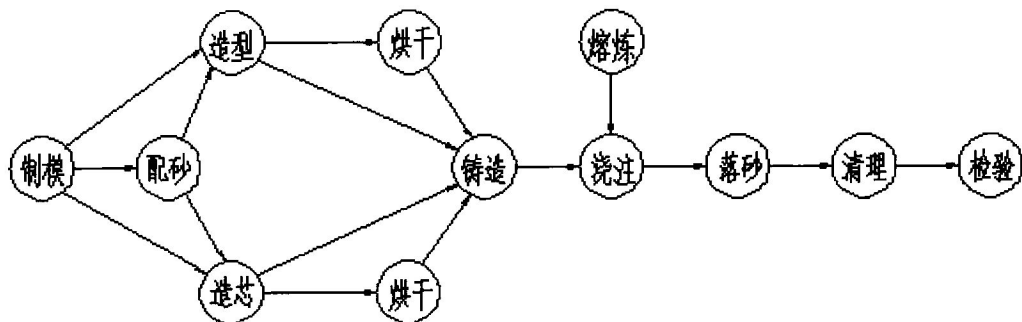


图 1-1 砂型铸造生产过程

1. 造型材料

制造铸型和型芯（芯子）用的材料称为造型材料。用于制造砂型的材料称为型砂，用于制造型芯的材料称为芯砂，它们由原砂、黏结剂（黏土、水玻璃、树脂等）、水和附加