



21世纪高职高专规划教材·机械系列



机械制造基础

孙美霞 主 编
辛会珍 副主编

国防科技大学出版社

21 世纪高职高专规划教材

机械系列·机械设计与制造类

机械制造基础

孙美霞 主 编

辛会珍 副主编

国防科技大学出版社

【内容简介】本书是为高职高专机械类专业编写的教材。

书中介绍了机械制造的相关内容,主要包括金属材料与非金属材料的基础知识及成形技术,钢的热处理,金属切削的原理及加工,机械加工工艺规程,机械加工的零件质量,典型零件的加工,机械的装配工艺,现代制造技术简介等。本教材力求内容系统完整,讲解深入浅出,通过相应模块的练习,使学生很好地掌握所学知识。

本书适合高职高专学生及教师使用,也可供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/孙美霞主编. —长沙:国防科技大学出版社,
2009.2

ISBN 978-7-81099-588-7

I. 机… II. 孙… III. 机械制造—高等学校—教材
IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 205253 号

出版发行:国防科技大学出版社

网 址: <http://www.gfkdcbs.com>

责任编辑:文 慧 特约编辑:张丹丹

印 刷 者:北京振兴源印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:19.5

字 数:486千字

印 次:2010年1月第1版第1次印刷

定 价:30.00元

教师服务登记表

尊敬的老师：

您好！

感谢您选用我们的《机械制造基础》教材。

为加强 with 高校教师的联系与沟通,更好地提供服务,请您协助填写此表,以便我们及时为您寄送最新的图书出版信息,尽可能为您的教学及著作出版等提供帮助。同时,欢迎您对我们的教材及服务提出宝贵的意见和建议,对您的支持及帮助致以诚挚的谢意!

通信地址:北京 100080—067 信箱

21 世纪高职高专规划教材编审委员会 华腾教育出版中心

邮编:100080

E-mail:gaozhigaozhuan@huatengedu.com

※ 基本信息

姓名:_____ 性别:_____ 年龄:_____ 职务:_____ 职称:_____

学校:_____ 学院/系别:_____

通信地址:_____ 邮编:_____

电话(办公):_____ 手机/小灵通:_____

E-mail:_____ 个人主页:_____

※ 授课情况及使用的教材

1. 教授课程:_____ 学生人数/学期:_____ 开课时间:□春 □秋

现在使用的教材:_____ 作者:_____ 出版社:_____

2. 教授课程:_____ 学生人数/学期:_____ 开课时间:□春 □秋

现在使用的教材:_____ 作者:_____ 出版社:_____

3. 教授课程:_____ 学生人数/学期:_____ 开课时间:□春 □秋

现在使用的教材:_____ 作者:_____ 出版社:_____

※ 您对本教材的知识体系、栏目设置、版式及封面设计有何意见或建议?

※ 您认为同类教材中哪些比较优秀? 它们各有什么优点?

※ 您是否计划或正在编著教材? 计划什么时间与哪家出版社合作出版?

教学服务说明

为建设立体化精品教材,支持相应课程的教学,欢迎广大教师登录华腾教育网(www.huatengedu.com.cn)获取更多教学资源。同时,我们制作了与教材配套的教学资料包(光盘),免费提供给采用本书作为教材的教师。

教学资料包内容丰富,具体包含以下栏目:

- **教学参考** 包含课程说明、教学大纲、教学重难点、课时安排等
- **教学检测** 包含期末试卷等
- **教学课件** 与教材配套的 PPT 课件
- **教学资源推荐** 包含推荐阅读材料、推荐网络资源、教材内容扩充等
- **课后习题答案** 每章后的习题参考答案

为保证该教学资料包仅为教师获得,烦请授课教师通过以下方式获取:

方式一:教材订购处索取。

方式二:网站下载。请授课教师登录华腾教育网(www.huatengedu.com.cn),进入“教师服务”专区填写相关信息之后即可下载。

方式三:邮寄。请授课教师填写如下开课证明并邮寄给我们,我们将及时为您寄送。

通信地址:北京 100080-067 信箱

21 世纪高职高专规划教材编审委员会 华腾教育出版中心

邮编:100080

证 明

兹证明_____大学_____院/系第_____学年
开设的_____课程,采用华腾教育的《机械制造基础》作为
本课程教材,授课教师为_____。

地址:_____

邮编:_____

电话:_____

E-mail:_____

院/系主任:_____ (签字)

(院/系办公室盖章)

20__年__月__日

21 世纪高职高专规划教材·机械系列

编审委员会

主 任 李文珍 清华大学机械工程系
中国铸造学会学术工作委员会委员

副 主 任 冯国明 西安交通大学机械工程学院
中国工程图学会全国理事
霍忠义 长安大学理学院

委 员 (以姓氏笔画为序)

王 艳	尹 楠	吕 勇	朱 磊	刘良瑞
刘品潇	吴志强	苏 辉	杨一平	李河水
李爱敏	连晓峰	辛会珍	陈建刚	苟向锋
苟维杰	赵晓东	贾 敏	浦艳敏	陶春生
常建啟	鲁昌国	穆亚辉		

课程审定 周 岩 哈尔滨工业大学机电工程学院
王 娜 兰州交通大学机电工程学院

内容审定 汪 净 兰州交通大学机电工程学院
陈智刚 江西现代职业技术学院机械学院
宗 琳 沈阳化工学院机械工程学院

出版说明

高职高专教育作为我国高等教育的重要组成部分,承担着培养高素质技术、技能型人才的重任。近年来,在国家和社会的支持下,我国的高职高专教育取得了不小的成就,但随着我国经济的腾飞,高技能人才的缺乏越来越成为影响我国经济进一步快速健康发展的瓶颈。这一现状对于我国高职高专教育的改革和发展而言,既是挑战,更是机遇。

要加快高职高专教育改革的步伐,就必须对课程体系和教学模式等问题进行探索。在这个过程中,教材的建设与改革无疑起着至关重要的基础性作用,高质量的教材是培养高素质人才的保证。高职高专教材作为体现高职高专教育特色的知识载体和教学的基本工具,直接关系到高职高专教育能否为社会培养并输送符合要求的高技能人才。

为促进高职高专教育的发展,加强教材建设,教育部在《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中,提出了“重点建设好3 000种左右国家规划教材”的建议和要求,并对高职高专教材的修订提出了一定的标准。为了顺应当前我国高职高专教育的发展潮流,推动高职高专教材的建设,我们精心组织了一批具有丰富教学和科研经验的人员成立了21世纪高职高专规划教材编审委员会。

编审委员会依据教育部高教司制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》,调研了百余所具有代表性的高等职业技术学院和高等专科学校,广泛而深入地了解了高职高专的专业和课程设置,系统地研究了课程的体系结构,同时充分汲取各院校在探索培养应用型人才方面取得的成功经验,并在教材出版的各个环节设置专业的审定人员进行严格审查,从而确保了整套教材“突出行业需求,突出职业的核心能力”的特色。

本套教材的编写遵循以下原则:

(1) 成立教材编审委员会,由编审委员会进行教材的规划与评审。

(2) 按照人才培养方案以及教学大纲的需要,严格遵循高职高专院校各学科的专业规范,同时最大程度地体现高职高专教育的特点及时代发展的要求。因此,本套教材非常注重培养学生的实践技能,力避传统教材“全而深”的教学模式,将“教、学、做”有机地融为一体,在教给学生知识的同时,强化了对学生实际操作能力的培养。

(3) 教材的定位更加强调“以就业为导向”,因此也更为科学。教育部对我国的高职高专教育提出了“以应用为目的,以必需、够用为度”的原则。根据这一原则,本套教材在编写过程中,力求从实际应用的需要出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论灌输,充分体现出“以行业为导向,以能力为本,以学生为中心”的风格,从而使本套教材更具实用性和前瞻性,与就业市场结合也更为紧密。

(4) 采用“以案例导入教学”的编写模式。本套教材力图突破陈旧的教育理念,在讲解的过程中,援引大量鲜明实用的案例进行分析,紧密结合实际,以达到编写实训教材的

目标。这些精心设计的案例不但可以方便教师授课,同时又可以启发学生思考,加快对学生实践能力的培养,改革人才的培养模式。

本套教材涵盖了公共基础课系列、财经管理系列、物流管理系列、电子商务系列、计算机系列、电子信息系列、机械系列、汽车系列和化学化工系列的主要课程。目前已经规划的教材系列名称如下:

财经管理系列

- 财经管理基础课
- 工商管理类
- 财务会计类
- 经济贸易类
- 财政金融类
- 市场营销类

机械系列

- 机械基础课
- 机械设计与制造类
- 数控技术类
- 模具设计与制造类
- 机电一体化类

计算机系列

- 公共基础课
- 计算机专业基础课
- 计算机网络技术类
- 计算机软件技术类
- 计算机应用技术类

公共基础课系列

物流管理系列

电子商务系列

电子信息系列

化学化工系列

汽车系列

对于教材出版及使用过程中遇到的各种问题,欢迎您通过电子邮件及时与我们取得联系(联系方式详见“教师服务登记表”)。同时,我们希望有更多经验丰富的教师加入到我们的行列当中,编写出更多符合高职高专教学需要的高质量教材,为我国的高职高专教育做出积极的贡献。

21 世纪高职高专规划教材编审委员会

序

21 世纪是科技和经济高速发展的重要时期,随着我国经济持续快速健康的发展,各行各业对高技能专业型人才的需求量迅速增加,对人才素质的要求也越来越高。高职高专教育作为我国高等教育的重要组成部分,在加快培养高技能专业型人才方面发挥着重要的作用。

与国外相比,我国高职高专教育起步时间短,这种状况与我国经济发展对人才大量需求的现状是很不协调的。因此,必须加快高职高专教育的发展步伐,提高应用型人才的培养水平。

高职高专教育水平的提高,离不开课程体系的完善。相关领域人才的培养需要一批兼具前瞻性和实践性的优秀教材。教育部高教司针对高职高专教育人才培养模式提出了“以就业为导向”的指导思想,这也正是本套高职高专教材的编写宗旨和依据。

如何使高职高专教材既突出行业的需求特点,又突出职业的核心能力?这是教材在编写过程中必须首先解决的问题。本系列教材编委会深入研究了高职高专教育的课程和专业设置,并对以往的教材进行了详细分析和认真考察,力图在不破坏教材系统性的前提下,加强教材的创新和实践性内容,从而确保学生在学习专业知识的同时多动手,增强自己的实践能力,以加强“知”与“行”的结合。

本系列教材根据高职高专教育的要求,注重学生能力的培养,使学生在理论学习的同时更主要的是理论结合实践。本系列教材设置了“本章小结”和“习题”模块,方便学生学习并掌握所学知识点;而且根据科目的不同配有实践环节和实验环节等。通过这些栏目的设计,使本系列教材的内容更加丰富、条理更为清晰,为老师的讲授和学生的学习都提供了很大的便利。

经过辛勤努力,本系列教材终于顺利出版了。我们相信本系列教材一定能够很好地适应现代高职高专教育的教学需求,也一定能够在高职高专教育机械课程的改革中发挥积极的推动作用,为社会培养更多优秀的应用型人才。

清华大学机械工程系材料加工技术研究所副所长
中国铸造学会学术工作委员会委员



前 言

本书是根据教育部制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育培养专业人才培养目标及规格》，以及当前教学改革发展的要求编写的。本书从高职高专教育培养应用型人才的总目标出发，遵循“以应用为目的，以必需、够用为度”的原则，将传统机械制造类课程以能力为中心进行了重新整合。本书介绍的内容既是机械类专业的重要技术基础，又是可独立应用的技术，我们在编写本书时力图处理好这两者的关系，但作为教材不可能面面俱到。读者若在生产中应用本书介绍的内容时，还应参考相关的技术手册。

本书遵循“以掌握概念、强化应用、培养技能为重点”的原则，与工程实际紧密结合，将课程内容的组织与实际技能的训练有机地融合在一起，培养学生建立工程概念，掌握机械制造的基础知识及分析工程问题的基本方法和机械制造的基本操作技能，为学习后续课程和从事机械制造、数控技术、汽车技术等相关岗位的工作奠定必要的基础。

在编写本书的过程中，编者从培养生产一线技术应用型人才的需要出发，不片面追求理论的系统性，注意增强应用性，强化解决实际问题的能力培养，同时对新技术在生产中的应用也作了介绍。

全书共12章，主要介绍了金属材料与非金属材料、钢的热处理、金属材料与非金属材料的成形、快速成形技术、金属切削原理、金属切削加工、机械加工工艺规程的制定、机械加工的零件质量、机床夹具基础、典型零件的加工、机械装配工艺和先进制造技术等内容。

在编写本书的过程中，得到了天津大学机械工程学院满佳博士的热情帮助和指导。我们还参考了同行业众多工程师、专家的著作以及论文，在此谨致谢意！

由于编者水平有限，书中难免有欠妥之处，欢迎广大教师和读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 金属材料与非金属材料	1
1.1 金属材料的力学性能	1
1.1.1 强度和塑性	1
1.1.2 硬度	4
1.1.3 韧性疲劳	6
1.2 金属材料的其他性能	8
1.2.1 金属材料的物理性能	8
1.2.2 金属的化学性能	10
1.2.3 金属的工艺性能	11
1.3 非金属材料的基本知识	12
1.3.1 高分子材料	12
1.3.2 陶瓷材料	14
1.3.3 复合材料	16
本章小结	17
习题 1	18
第 2 章 钢的热处理	19
2.1 金属的晶体结构	19
2.1.1 常见的晶格类型	19
2.1.2 金属的实际晶体结构	21
2.1.3 金属的晶体缺陷	21
2.1.4 金属的结晶	23
2.1.5 合金的结晶	25
2.1.6 铁碳合金	29
2.2 钢在热处理时的组织转变	34
2.2.1 钢在加热时的组织转变	34
2.2.2 钢在冷却时的组织转变	36
2.3 钢的退火与正火	40
2.3.1 钢的退火	40
2.3.2 钢的正火	41
2.4 钢的淬火与回火	41
2.4.1 钢的淬火	42

2.4.2 钢的回火	44
2.5 钢的表面淬火和化学热处理	45
2.5.1 钢的表面淬火	45
2.5.2 钢的化学热处理	46
本章小结	49
习题 2	49
第 3 章 金属材料与非金属材料的成形	50
3.1 金属的凝固成形	50
3.1.1 铸造的特点、分类及性能	50
3.1.2 砂型铸造	53
3.1.3 铸造工艺设计	58
3.1.4 特种铸造	62
3.2 金属的塑性成形	63
3.2.1 金属的塑性变形	63
3.2.2 锻造工艺过程	70
3.2.3 锻造技术	71
3.2.4 板料冲压	76
3.3 焊接成形	80
3.3.1 焊接概述	80
3.3.2 焊条电弧焊	81
3.3.3 其他焊接方法	87
3.4 非金属材料的成形工艺	90
3.4.1 高分子材料成形	90
3.4.2 陶瓷材料的成形	94
3.4.3 复合材料成形	96
本章小结	98
习题 3	98
第 4 章 快速成形技术	100
4.1 快速成形技术概述	100
4.2 快速成形技术的软件系统和工艺过程	101
4.2.1 快速成形技术的软件系统	101
4.2.2 快速成形技术的工艺过程	102
4.3 几种常用快速成形技术的原理	103
4.3.1 立体印刷	103
4.3.2 选择性激光烧结	104
4.3.3 分层实体制造	105

4.3.4 熔融沉积成形	105
4.4 快速成形技术的广泛应用	106
本章小结	108
习题 4	108
第 5 章 金属切削原理	109
5.1 金属切削的基本知识	109
5.1.1 金属切削机床的分类	109
5.1.2 机床的运动	110
5.1.3 零件表面的形成	111
5.1.4 切削加工的质量	112
5.2 金属切削的要素	113
5.2.1 切削要素	113
5.2.2 切削用量的选择原则	115
5.3 刀具的几何参数	117
5.3.1 刀具结构	117
5.3.2 刀具的角度	118
5.4 金属切削过程	121
5.4.1 切屑的形成过程	121
5.4.2 积屑瘤	123
5.4.3 切削力和切削功率	125
5.4.4 切削热、切削温度、切削液	126
5.4.5 刀具的磨损和耐用度	127
5.4.6 切削刀具的材料	129
本章小结	131
习题 5	131
第 6 章 金属切削加工	132
6.1 车削	132
6.1.1 车削的用途和车床种类	132
6.1.2 车削的加工运动	133
6.1.3 车削的工艺特点	133
6.1.4 车削加工中使用的刀具	134
6.1.5 工件在车床上的安装	135
6.1.6 车削加工	136
6.2 铣削	137
6.2.1 铣削的加工范围	137
6.2.2 铣削过程及其特点	138

6.2.3	铣削加工工艺特点	139
6.2.4	铣刀	139
6.2.5	铣削要素	140
6.2.6	铣削方式	142
6.2.7	铣削加工	143
6.3	钻削与镗削	145
6.3.1	钻削加工	145
6.3.2	镗削加工	150
6.4	磨削	151
6.4.1	磨削的加工范围	151
6.4.2	磨削运动和磨削过程	152
6.4.3	磨削加工的特点	152
6.4.4	磨削工具	153
6.4.5	磨削用量	154
6.4.6	磨削加工	154
6.5	刨削与拉削	156
6.5.1	刨削加工	156
6.5.2	拉削加工	157
	本章小结	158
	习题 6	158

第 7 章 机械加工工艺规程的制定 159

7.1	机械加工工艺规程概述	159
7.1.1	生产过程与机械加工工艺过程	159
7.1.2	机械加工工艺过程的组成	159
7.1.3	生产纲领与生产类型	161
7.1.4	机械加工工艺规程	162
7.2	零件的工艺分析与毛坯选择	166
7.2.1	零件的工艺分析	166
7.2.2	毛坯的选择	169
7.3	工艺路线的拟定	170
7.3.1	基准及其选择	170
7.3.2	表面加工方法的选择	174
7.3.3	加工阶段的划分	177
7.3.4	机械加工工序的安排	177
7.3.5	工序的划分	178
7.4	工序尺寸与公差的确	179
7.4.1	加工余量	179

7.4.2	工序尺寸及其公差的确	180
7.5	机械加工工艺方案的技术经济分析	181
7.5.1	机械加工时间定额的组成	181
7.5.2	提高机械加工生产率的工艺措施	182
7.5.3	工艺成本及其组成	184
7.5.4	工艺方案经济性的评比方法	184
	本章小结	185
	习题 7	186
第 8 章	机械加工的零件质量	187
8.1	机械加工精度	187
8.2	影响加工精度的因素	189
8.2.1	加工原理误差	189
8.2.2	调整误差	189
8.2.3	测量误差	191
8.2.4	机床的几何误差	191
8.2.5	刀具、夹具的误差	195
8.2.6	工艺系统的受力变形	196
8.2.7	工艺系统的热变形	198
8.2.8	工件内应力	200
8.3	机械加工表面质量对零件性能的影响	202
8.3.1	机械加工的表面质量概述	202
8.3.2	表面质量对零件使用性能的影响	203
8.4	影响机械加工表面质量的因素	205
8.4.1	影响表面粗糙度的因素	205
8.4.2	影响加工表面层物理力学性能的因素	206
	本章小结	208
	习题 8	208
第 9 章	机床夹具基础	210
9.1	机床夹具概述	210
9.2	工件的定位和定位元件	213
9.2.1	工件的装夹	213
9.2.2	工件定位的基本原理	215
9.2.3	定位方式和定位元件	217
9.3	工件的夹紧	224
9.3.1	工件夹紧的基本要求	224
9.3.2	夹紧装置的组成	224

9.3.3 夹紧力的确定	225
9.3.4 常用的夹紧机构	228
本章小结	232
习题 9	233

第 10 章 典型零件的加工

10.1 轴类零件的加工	234
10.1.1 轴类零件的加工概述	234
10.1.2 轴类零件加工的主要工艺问题	235
10.1.3 轴类零件外圆面的加工	238
10.1.4 车端面 and 车台阶	243
10.1.5 锥面的加工	244
10.1.6 轴类零件其他表面的加工	245
10.1.7 轴类零件的基本工艺过程	247
10.2 套筒类零件的加工	247
10.2.1 套筒类零件的加工概述	247
10.2.2 套筒类零件的加工工艺分析	249
10.3 箱体类零件的加工	250
10.3.1 箱体类零件的加工概述	250
10.3.2 箱体类零件定位基准的选择	251
10.3.3 箱体类零件的平面加工	252
10.3.4 箱体类零件孔系的加工	254
10.3.5 典型箱体类零件的加工工艺分析	256
10.4 齿轮的加工	259
10.4.1 齿轮的加工概述	259
10.4.2 圆柱齿轮加工的主要工艺问题	260
10.4.3 齿轮加工方法	260
10.4.4 齿形的精加工	263
10.4.5 齿轮的加工工艺过程	264
本章小结	266
习题 10	266

第 11 章 机械装配工艺

11.1 机械装配工艺概述	268
11.1.1 装配工作的基本内容	268
11.1.2 装配工作的组织形式	269
11.1.3 装配工艺的过程	270
11.2 机械装配方法	270

11.2.1	装配精度	270
11.2.2	装配精度与零件精度间的关系	272
11.2.3	装配精度与装配方法间的关系	272
11.2.4	产品的装配方法	273
11.2.5	装配方法的选择	275
11.3	装配工艺规程的制定	275
11.3.1	制定装配工艺规程的基本要求	275
11.3.2	制定装配工艺规程所需的原始资料	276
11.3.3	装配工艺规程制定的步骤	276
	本章小结	282
	习题 11	282
第 12 章	先进制造技术简介	283
12.1	先进制造技术概述	283
12.1.1	先进制造技术的特点	283
12.1.2	先进制造技术的体系结构	284
12.1.3	先进制造技术的发展趋势	286
12.2	计算机辅助工艺规程设计	287
12.2.1	计算机辅助工艺规程设计的分类	287
12.2.2	计算机辅助工艺规程设计系统的基本工作过程	289
12.2.3	计算机辅助工艺规程设计系统的设计步骤	290
	本章小结	291
	习题 12	291
	参考文献	292