

卓越工程师教育培养计划配套教材

工程基础系列

制造技术基础

赵中华 刘燕 主编

宋芳 张帆 副主编



清华大学出版社

卓越工程师教育培养计划配套教材

工程基础系列



制造技术基础

赵中华 刘燕 主编

宋芳 张帆 副主编

清华大学出版社
北京

卓越工程师教育培养计划配套教材——工程基础系列

制造技术基础

主 编 赵中华 刘 燕
副主编 宋 芳 张 帆

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书围绕卓越工程师的人才培养,围绕“培养具备扎实的工程基础理论、比较系统的专业知识、较强的工程实践能力、良好的工程素质和团队合作能力”等培养目标,让学生以产品制造技术为中心,掌握产品制造技术过程包含的主要环节与知识点,熟悉材料、成形原理(或机理)、成形工艺(包括工艺方法、工艺规程、零件结构三大部分)、制造工装夹具(或模具)及设备、零件热处理及质量缺陷与检测等,为未来的专业学习及工作打下坚实的基础。

本书可作为普通高等院校工科专业本科技术基础课程教材,也可作为工业工程、管理工程、工业设计等有关专业本科生的教学参考书,还可供制造企业的工程技术人员参考和自学。

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

制造技术基础/赵中华,刘燕主编.--北京:清华大学出版社,2013.2

(卓越工程师教育培养计划配套教材·工程基础系列)

ISBN 978-7-302-30967-3

I. ①制… II. ①赵… ②刘… III. ①机械制造工艺—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 294054 号

责任编辑:庄红权

封面设计:

责任校对:赵丽敏

责任印制:

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 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:

装 订 者:

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:22

字 数:532 千字

版 次:2013 年 2 月第 1 版

印 次:2013 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~ 000

定 价: .00 元

产品编号:

卓越工程师教育培养计划配套教材

总编委会名单

主 任：丁晓东 汪 泓

副主任：陈力华 鲁嘉华

委 员：（按姓氏笔画为序）

丁兴国	王岩松	王裕明	叶永青	刘晓民
匡江红	余 粟	吴训成	张子厚	张莉萍
李 毅	陆肖元	陈因达	徐宝纲	徐新成
徐滕岗	程武山	谢东来	魏 建	

卓越工程师教育培养计划配套教材

——工程基础系列编委会名单

主 任：徐新成 程武山

副主任：张子厚 刘晓民 余 粟

委 员：（按姓氏笔画为序）

王明衍 刘立厚 朱建军 汤 彬 吴建宝

张学山 张敏良 张朝民 李 路 陈建兵

林海鸥 范晓兰 胡义刚 胡浩民 唐觉民

徐红霞 徐滕岗



《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》明确指出“提高人才培养质量。牢固确立人才培养在高校工作中的中心地位,着力培养信念执著、品德优良、知识丰富、本领过硬的高素质专门人才和拔尖创新人才。……支持学生参与科学研究,强化实践教学环节。……创立高校与科研院所、行业、企业联合培养人才的新机制。全面实施‘高等学校本科教学质量与教学改革工程’。”教育部“卓越工程师教育培养计划”(简称“卓越计划”)是为贯彻落实党的“十七大”提出的走中国特色新型工业化道路、建设创新型国家、建设人力资源强国等战略部署,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》实施的高等教育重大计划。“卓越计划”对高等教育面向社会需求培养人才,调整人才培养结构,提高人才培养质量,推动教育教学改革,增强毕业生就业能力具有十分重要的示范和引导作用。

上海工程技术大学是一所具有鲜明办学特色的地方工科大学。长期以来,学校始终坚持培养应用型创新人才的办学定位,以现代产业发展对人才需求为导向,努力打造培养优秀工程师的摇篮。学校构建了以产学研战略联盟为平台,学科链、专业链对接产业链的办学模式,实施产学合作教育人才培养模式,造就了“产学合作、工学交替”的真实育人环境,培养有较强分析问题和解决问题能力,具有国际视野、创新意识和奉献精神的高素质应用型人才。

上海工程技术大学与上海汽车集团公司、上海航空公司、东方航空公司、上海地铁运营有限公司等大型企业集团联合创建了“汽车工程学院”、“航空运输学院”、“城市轨道交通学院”、“飞行学院”,校企联合成立了校务委员会和院务委员会,企业全过程参与学校相关专业的人才培养方案、课程体系和实践教学体系的建设,学校与企业实现了零距离的对接。产学合作教育使学生每年都能够到企业“顶岗工作”,学生对企业生产第一线有了深刻的了解,学生的实践能力和社会适应能力不断增强。这一系列举措都为“卓越工程师教育培养计划”的实施打下了坚实基础。

自2010年教育部“卓越工程师教育培养计划”实施以来,上海工程技术大学先后获批了第一批和第二批5个专业8个方向的试点专业。为此,学校组成了由企业领导、业务主管与学院主要领导组成的试点专业指导委员会,根据各专业工程实践能力形成的不同阶段的特点,围绕课内、课外培养和学校、企业培养两条互相交叉、互为支撑的培养主线,校企双方共同优化了试点专业的人才培养方案。试点专业指导委员会聘请了部分企业高级工程师、技术骨干和高层管理人员担任试点专业的教学工作,参与课程建设、教材建设、实验教学建设等教学改革工作。



“卓越工程师教育培养计划配套教材——工程基础系列”是根据培养卓越工程师“具备扎实的工程基础理论、比较系统的专业知识、较强的工程实践能力、良好的工程素质和团队合作能力”的目标进行编写的。本系列教材由公共基础类、计算机应用基础类、机械工程专业基础类和工程能力训练类组成,共 21 册,涵盖了“卓越计划”各试点专业公共基础及专业基础课程。

该系列教材以理论和实践相结合作为编写的理念和原则,具有基础性、系统性、应用性等特点。在借鉴国内外相关文献资料的基础上,加强基础理论,对基本概念、基础知识和基本技能进行清晰阐述,同时对实践训练和能力培养方面作了积极的探索,以满足卓越工程师各试点专业的教学目标和要求。如《高等数学》适当融入“卓越工程师教育培养计划”相关专业(车辆工程、飞行技术)的背景知识并进行应用案例的介绍。《大学物理学》注意处理物理理论的学习和技术应用介绍之间的关系,根据交通(车辆和飞行)专业特点,增加了流体力学简介等,设置了物理工程的实际应用案例。《C 语言程序设计》以编程应用为驱动,重点训练学生的编程思想,提高学生的编程能力,鼓励学生利用所学知识解决工程和专业问题。《现代工程图学》等 7 本机械工程专业基础类教材在介绍基础理论和知识的同时紧密结合各专业内容,开拓学生视野,提高学生实际应用能力。《现代制造技术实训习题集》是针对现代化制造加工技术——数控车床、数控铣床、数控雕刻、电火花线切割、现代测量等技术进行编写。该系列教材强调理论联系实际,体现“面向工业界、面向世界、面向未来”的工程教育理念,努力实践上海工程技术大学建设现代化特色大学的办学思想和特色。

这种把传统理论教学与行业实践相结合的教学理念和模式对培养学生的创新思维,增强学生的实践能力和就业能力会产生积极的影响。以实施卓越计划为突破口,一定能促进工程教育改革和创新,全面提高工程教育人才培养质量,对我国从工程教育大国走向工程教育强国起到积极的作用。



教育部基于高等工程教育要强化主动服务国家战略需求,提出了改革工程教育人才培养模式,提升学生的工程实践能力的要求。2011年,上海市卓越工程师培养计划中提出了“培养具备扎实的工程基础理论、比较系统的专业知识、较强的工程实践能力、良好的工程素质和团队合作能力”等培养目标。为了实现“注入式教学”向“启发式教学”转变,“教会学习”向“教给学习”转变,适应这种高素质工程师的培养计划,加强工程基础、系统的专业知识及实践性教学,需要对原教材进行修改补充。

我们原来使用的教材重点介绍各种成形方法,内容包括铸造成形、锻压成形、焊接成形、非金属材料成形及快速成形、切削加工、特种加工、数控加工等技术与工艺,强调基础与全面性,内容较庞杂。在实际的工程应用性上,内容比较欠缺,案例较少,同时部分成形方法缺少了对应用材料、工装夹具或模具及相关设备的介绍。

本书围绕卓越工程师的人才培养目标,其特色体现在以下几方面:

(1) 全书按照四大成形方法,即金属液态成形(铸造成形)、金属塑性成形、材料连接成形(焊接成形)、金属切削成形来编写,共4篇,体现了教材的系统性与全面性。

(2) 每种成形方法按照材料、原理(或机理)、工艺(包括工艺方法、工艺规程、零件结构等)、工装夹具(或模具)及设备、零件热处理及零件质量检测6个要素编写,体现了基础性与系统性。

(3) 每种成形方法增加一些案例分析或演示动画,以增加实践性、应用性或工程性。

总之,每种成形方法着重体现基础性、实践性和系统性。

本书的目的是让学生掌握制造技术、工艺及装备的基本知识、方法和技能,熟悉专业领域内的工程材料种类、性能,以及工件的后续处理。本书希望能成为适应于培养具有理论基础与实际应用能力的卓越工程师、适应于新形势要求的教材。

本书可作为普通高等院校机械类专业本科制造技术基础课程教材,也可作为工业工程、管理工程、工业设计等有关专业本科生的教学参考书,还可供制造企业的工程技术人员参考和自学。

本教材的部分录像请在课程中心下载,网址 http://ecourse.sues.edu.cn/course_center。

全书由赵中华、刘燕主编,宋芳、张帆副主编,胡义刚教授担任主审。本书在编写过程中



承蒙上海工程技术大学工程实训中心金工教研室许多指导教师的鼎力相助,谨此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加上制造技术的不断发展,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者指正。

编 者

2012 年 11 月



第一篇 铸造成形

第 1 章 铸造合金材料及其铸造性能·····	3
1.1 常用铸造合金·····	3
1.1.1 铸铁·····	3
1.1.2 铸钢·····	4
1.1.3 铸造有色合金·····	5
1.2 铸造合金的充型能力·····	5
1.3 合金的收缩、缩孔、缩松、应力、变形、裂纹·····	6
1.3.1 合金的收缩及影响因素·····	6
1.3.2 缩孔和缩松·····	7
1.3.3 铸造内应力·····	9
1.3.4 铸件的变形与防止·····	11
1.3.5 铸件的裂纹与防止·····	12
1.4 气孔和偏析·····	12
1.4.1 气孔·····	12
1.4.2 偏析·····	13
复习思考题·····	14
第 2 章 砂型铸造·····	15
2.1 浇注位置和分型面的确定·····	16
2.2 工艺参数的确定·····	19
2.3 浇注系统、冒口·····	21
2.4 铸件的结构设计·····	22
2.5 砂型铸造造型方法·····	24
2.6 典型铸件的砂型铸造工艺·····	28
复习思考题·····	30



第3章 特种铸造	31
3.1 熔模铸造	31
3.2 金属型铸造	32
3.3 压力铸造	35
3.4 低压铸造	37
3.5 离心铸造	39
3.6 陶瓷型铸造	40
3.7 常用铸造方法的比较	42
复习思考题	43
第4章 铸件热处理及质量检测	44
4.1 铸件的热处理	44
4.2 铸件质量及检测	45
复习思考题	46
第5章 其他先进铸造技术简介	47
5.1 消失模铸造	47
5.2 艺术铸造	48
复习思考题	49
第一篇拓展训练	50

第二篇 焊接成形

第6章 焊接金属材料及其焊接性能	53
6.1 焊接性的评定方法	53
6.2 常用金属材料的焊接性	55
复习思考题	58
第7章 焊接工艺基础	59
7.1 焊接电弧与冶金过程	59
7.2 焊接接头及其组织性能	61
7.3 焊接应力与变形	63
复习思考题	66
第8章 焊接工艺方法及设备	67
8.1 熔化焊	67
8.1.1 手工电弧焊	68



8.1.2 其他熔化焊方法	72
8.2 压力焊	77
8.2.1 电阻焊	77
8.2.2 摩擦焊	81
8.3 钎焊	81
8.4 焊接新技术简介	83
复习思考题	86
第9章 焊接结构设计	87
9.1 焊接结构件材料的选择	87
9.2 焊接方法的选择	88
9.3 焊接接头的工艺设计	89
9.3.1 焊缝的布置	89
9.3.2 接头形式的选择与设计	91
9.3.3 焊接结构工艺图	94
复习思考题	94
第10章 焊接缺陷及质量检验	96
10.1 焊接缺陷及防止措施	96
10.2 焊接件质量外观检查	98
10.3 焊接件质量内部检查	100
10.4 焊接件焊后热处理	102
复习思考题	103
第11章 综合案例	104
11.1 焊接件结构工艺设计实例——液化石油气瓶体的生产	104
11.2 铸铁件焊补实例——柴油机缸体裂纹的焊补	106
11.3 典型压力容器的焊接工艺	106
第二篇拓展训练	109

第三篇 金属塑性成形

第12章 金属塑性成形的物理基础	115
12.1 金属的晶体结构	115
12.2 单晶体的塑性变形实质	116
12.3 多晶体的塑性变形实质	117
12.4 冷塑性变形对金属组织和性能的影响	117
12.5 金属的塑性成形性能影响因素	120



复习思考题	121
第 13 章 锻造成形	123
13.1 锻造用原材料及锻前加热	123
13.2 锻造工艺、模具与设备	127
13.2.1 自由锻工艺、模具与设备	127
13.2.2 模锻工艺、模具与设备	133
13.2.3 胎模锻工艺、设备及模具	141
13.2.4 常用锻造方法的比较	141
13.3 锻件锻后冷却与锻件热处理	142
13.4 锻件质量缺陷与检验	144
13.5 锻造工艺实例	146
复习思考题	149
第 14 章 冲压成形	150
14.1 冲压常用的金属材料及其性能	150
14.2 冲压工艺、模具与设备	152
14.2.1 冲压基本工艺方法	152
14.2.2 冲压工艺规程	153
14.2.3 冲压件结构设计	154
14.2.4 冲压模具与设备	157
14.3 冲压件质量分析	162
14.4 冲压应用案例	165
复习思考题	167
第 15 章 特种塑性成形	168
15.1 挤压	168
15.1.1 挤压基本方法	168
15.1.2 挤压工艺应用举例	169
15.2 轧制	171
15.3 拉拔	173
15.4 超塑性成形	174
15.5 多向模锻	175
15.6 液态模锻	175
复习思考题	176
第三篇拓展训练	177



第四篇 切削加工

第 16 章 金属切削加工基础知识	181
16.1 切削运动及切削要素	181
16.1.1 切削运动	181
16.1.2 切削要素	182
16.2 刀具材料与结构	184
16.2.1 刀具几何参数	184
16.2.2 刀具结构	189
16.2.3 刀具材料	190
16.3 金属切削过程的一般规律	194
16.3.1 切屑形成过程及切屑种类	194
16.3.2 积屑瘤	195
16.3.3 切削力和切削功率	196
16.3.4 切削热、切削温度及切削液	199
16.3.5 刀具磨损与刀具耐用度	200
16.4 金属切削加工质量及切削用量的选用	202
16.4.1 材料的切削加工性	202
16.4.2 产品质量	204
16.4.3 生产率	205
16.4.4 切削用量的合理选择	205
复习思考题	207
第 17 章 金属切削机床基础知识	208
17.1 机床的分类与型号	208
17.1.1 机床的分类	208
17.1.2 机床型号的编制方法	209
17.2 车床与车削加工	212
17.2.1 车床分类	212
17.2.2 车床的基本构造	214
17.2.3 车削加工的工艺	216
17.3 钻床、镗床及孔加工	220
17.3.1 钻削加工	220
17.3.2 扩孔	224
17.3.3 铰孔	225
17.3.4 镗孔	226
17.4 刨床和拉床加工	228
17.4.1 刨削	228



17.4.2	拉削	229
17.5	铣床及铣削加工	232
17.5.1	铣床的种类	232
17.5.2	铣削加工的范围及运动	232
17.5.3	铣刀的种类	233
17.5.4	工件的装夹	235
17.5.5	铣削方式	235
17.5.6	铣削的工艺特点	237
17.6	磨床和磨削加工	238
17.6.1	砂轮	239
17.6.2	磨削过程	239
17.6.3	磨削的工艺特点	240
17.6.4	磨削的应用	241
17.7	齿轮加工机床	245
17.8	数控机床及数控加工工艺	249
17.8.1	数控机床的基本结构	249
17.8.2	数控机床的特点与应用	251
17.8.3	数控机床编程基础	252
17.8.4	数控机床编程应用举例	256
17.8.5	数控机床仿真技术	258
	复习思考题	258
第 18 章	精密加工与特种加工	259
18.1	精整和光整加工	259
18.2	特种加工	261
18.2.1	电火花成形加工	262
18.2.2	电火花线切割加工	265
18.2.3	电解加工	268
18.2.4	超声加工	270
18.2.5	高能束加工简介	271
	复习思考题	276
第 19 章	机械加工工艺过程	277
19.1	概述	277
19.2	加工方法的选择	279
19.3	工件的安装与定位、夹紧	281
19.3.1	工件的安装方式	281
19.3.2	夹具简介	282
19.3.3	定位原理	283



19.3.4 常用定位元件限制的自由度	285
19.4 基准和定位基准的选择	288
19.4.1 基准的分类	288
19.4.2 粗基准的选择	289
19.4.3 精基准的选择	290
19.5 尺寸链简介	291
19.6 工艺路线的制订	293
复习思考题	298
第 20 章 零件结构工艺性	299
20.1 切削加工零件结构工艺性	299
20.1.1 尽量采用标准化参数	299
20.1.2 便于装夹	300
20.1.3 便于加工	300
20.1.4 便于提高生产效率	303
20.1.5 便于测量	305
20.2 装配结构工艺性	305
复习思考题	307
第 21 章 典型零件的加工方案案例	309
21.1 轴类零件加工工艺	309
21.1.1 轴类零件的主要技术要求	309
21.1.2 轴的材料及毛坯	309
21.1.3 工艺分析	310
21.1.4 典型轴类零件加工方案案例	310
21.2 套类零件加工工艺	314
21.2.1 套类工件的结构特点及功用	314
21.2.2 套类工件的技术要求	314
21.2.3 工艺规程分析	315
21.2.4 典型套类零件加工方案案例	317
21.3 齿轮类零件加工工艺	319
21.3.1 齿轮的主要技术要求	319
21.3.2 齿轮的材料及毛坯	319
21.3.3 工艺分析	319
21.3.4 齿轮类零件加工方案案例	321
21.4 丝杠(螺纹)类零件的加工工艺	322
21.4.1 工艺分析	322
21.4.2 丝杠加工方案的案例	323
21.5 箱体类零件加工工艺	325