



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 工程材料与机械制造基础

上册 第3版

孙康宁 张景德 主编  
傅水根 审阅

高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 工程材料与机械 制造基础 上册

Gongcheng Cailiao yu Jixie Zhizao Jichu

## 第3版

孙康宁 张景德 主编

王 昕 莫德秀 副主编

毕见强 范润华 谭训彦 龚红宇 李爱菊 参 编

傅水根 审 阅

高等教育出版社·北京

http://book.hep.com.cn/1238993

部 料 出

## 内容简介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在第2版基础上修订而成的。

本书基于新工科的要求,按照教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会工程材料与机械制造基础课程指导小组制定的最新课程知识体系和教学基本要求修订而成,内容力求与国外先进教材接轨,体现工程材料与机械制造基础课程知识体系的完整性与系统性。横向上不仅涵盖了常规机械制造基础知识,还充分体现了与材料科学、先进制造技术、现代信息技术和现代管理科学等学科的交叉与融合;纵向上不仅涉及现有工程材料成形和制造技术,还体现了工程材料和制造技术的历史传承和未来发展趋势。

全书分为上、下两册。上册由10章组成,包括工程材料与制造技术简论、工程材料的性能及应用基础、热处理与表面工程技术、材料的液态成形工艺、材料的塑性成形工艺、材料的连接技术、粉末冶金与陶瓷材料的成形工艺、高分子材料的成形工艺、复合材料的成形工艺、增材制造技术。各章均附有本章学习指南和复习思考题。

本书内容较传统的金属工艺学更为丰富,特别注意了按照成形工艺和不同工程材料种类的成形方法加以分类,并据此进行了模块化编写。

本书可以作为高等学校工科各专业获取制造基础知识的教材,也可以供从事材料科学与工程、机械工程、工业管理等工作的人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程材料与机械制造基础.上册/孙康宁,张景德  
主编.--3版.--北京:高等教育出版社,2019.10  
ISBN 978-7-04-052521-2

I. ①工… II. ①孙… ②张… III. ①工程材料-高等学校-教材②机械制造工艺-高等学校-教材 IV.  
①TB3②TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第181710号

策划编辑 宋晓 责任编辑 宋晓 封面设计 张志 版式设计 张杰  
插图绘制 于博 责任校对 陈杨 责任印制 赵义民

出版发行	高等教育出版社	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
社 址	北京市西城区德外大街4号		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
邮政编码	100120	网上订购	<a href="http://www.hepmall.com.cn">http://www.hepmall.com.cn</a>
印 刷	大厂益利印刷有限公司		<a href="http://www.hepmall.com">http://www.hepmall.com</a>
开 本	787mm×960mm 1/16		<a href="http://www.hepmall.cn">http://www.hepmall.cn</a>
印 张	30.25	版 次	2004年3月第1版
字 数	560千字		2019年10月第3版
购书热线	010-58581118	印 次	2019年10月第1次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	57.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 52521-00

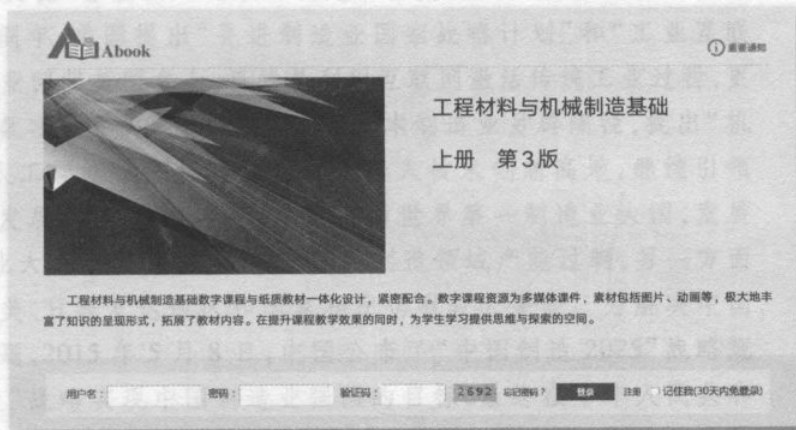
需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

# 工程材料与机械制造基础

上册 第3版

孙康宁 张景德 主编

- 1 计算机访问<http://abook.hep.com.cn/1238993>, 或手机扫描二维码、下载并安装Abook应用。
- 2 注册并登录, 进入“我的课程”。
- 3 输入封底数字课程账号(20位密码, 刮开涂层可见), 或通过Abook应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
- 4 单击“进入课程”按钮, 开始本数字课程的学习。



课程绑定后一年为数字课程使用有效期。受硬件限制, 部分内容无法在手机端显示, 请按提示通过计算机访问学习。

如有使用问题, 请发邮件至[abook@hep.com.cn](mailto:abook@hep.com.cn)。



扫描二维码  
下载 Abook 应用

<http://abook.hep.com.cn/1238993>

## 第3版前言

制造技术发展迅速,制造业作为最重要的实体经济和工业基础,在国家发展战略中意义重大。为此,各国围绕先进制造技术的发展提出了各种引人注目的发展规划。比如,2012年德国政府率先提出了“工业4.0”的发展战略,其本质是基于“信息物理系统”实现“智能工厂”,从而构建一个高度灵活的个性化和数字化的智能制造模式。同年,美国提出“先进制造业国家战略计划”和“工业互联网”战略,鼓励制造企业回归美国本土,目的是利用互联网激活传统工业过程,更好地促进物理世界和数字世界的融合。2015年,日本制造业另辟蹊径,提出“机器人新战略”,专攻“人工智能”,积极建立世界机器人技术创新高地,继续引领物联网时代机器人的发展。从2010年起,中国成为世界第一制造业大国,发展迅速,但是中国制造业大而不强,一方面在中低端制造领域产能过剩,另一方面在高端制造业,跟欧、美、日等发达地区和国家相比仍有较大差距。为解决中国制造业面临的两难问题,2015年5月8日,中国公布了“中国制造2025”战略规划,力争通过“三步走”战略实现中国制造业强国的目标,最终在中华人民共和国成立一百年时,综合实力进入世界制造强国前列。毫无疑问,先进制造技术的快速发展给新经济、新业态、新型工程人才培养乃至制造类课程的发展建设带来了挑战,也带来了机遇。2017年,教育部基于新经济和新型工程人才培养的发展要求,适时推出了新工科建设计划,试图通过新理念、新结构、新模式、新质量、新体系,结合理工和多学科融合、产学研融合、校企融合、教研学融合等多重融合创新,实现能满足新经济要求人才的培养。这对制造类基础课和教材的发展建设无疑是一个难得的机遇。

本书特有的工程材料及其制造知识体系(而不是金属材料及其制造知识体系)成为“推进基础课与实践教学协同创新、致力于知识向能力有效转化”教学成果的重要组成部分,该教学成果荣获2018年国家级教学成果一等奖。同时,编写组有幸与教育部机械基础课程教学指导委员会、高等教育出版社、数家企业共同承担了有关该课程改革的教育部新工科研究项目,根据新工科项目建设的要求,编写组计划进一步修订该书。大家认为:鉴于中国制造业的现状和发展要求,无论是新工科还是传统意义上的工科,优秀人才培养都离不开坚实的基础知识、突出的实践能力和创新能力。因此,我们的整体修订思路是坚持教育的本真,保持基本核心知识点与能力要求不动摇,对基础课和教材改革一定要遵循教

学规律、采取循序渐进的原则,结合目前基础课程存在的问题,以及新工科的要求;在原有基础上重构课程知识体系,补充新材料新工艺、增材制造、互联网及智能制造技术等与先进制造技术有关的内容,充分体现知识的交叉融合。使教材更好地适应新工科人才的培养和中国工程教育专业认证需求。

本书是根据教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会工程材料与机械制造基础课程指导小组制定的最新课程知识体系和教学基本要求(基于新工科版)修订而成。除保持了第2版的编写特点外,还在第一章工程材料与制造技术简论中,按照本书整体内容变化情况进行了部分修改调整,重点介绍了有关新材料、新技术、新工艺。鉴于增材制造与各种制造技术的交叉融合及重要性,在上册增加了第十章增材制造。鉴于智能制造、大数据、工业互联网在先进制造技术中的广泛应用,在下册第七章先进制造技术中增加了智能制造、大数据、工业互联网一节。考虑到学时限制,下册原第六章不再予以保留。

因此,再次修订后,本书不仅可作为工科各专业学习现代制造工艺技术的专业基础教材,也可作为培养复合型人才、新工科人才,以及为理、医、管、文、艺术等不同学科学生获取基础制造知识的特色教材。

本书分上、下两册,是普通高等教育国家级“十五”“十一五”规划教材,并于2008年荣获山东省优秀教材一等奖,被评为2011年度普通高等教育精品教材,由山东大学孙康宁、李爱菊、张景德组织编写。上册由孙康宁、张景德主编,王昕、莫德秀任副主编。修订分工如下:山东大学孙康宁编写第一章、第二章,以及第三章第三、四节,第七章第六节,第八章第四节,第九章第一节;山东大学张景德与中国海洋大学王昕编写第三章其他节与第四章;山东理工大学莫德秀编写第五章及第八章其他节;山东大学李爱菊、范润华编写第六章;景德镇陶瓷大学谭训彦、山东大学龚红宇编写第七章其他节;山东大学张景德编写第十章。

下册由李爱菊主编,付平、龚红宇任副主编。修订分工如下:山东大学李爱菊编写第二章,同时与合肥工业大学王瑞芳编写第一章,与青岛科技大学的周桂莲编写第四章,与山东大学龚红宇编写第五章,与福州大学林钦平编写第六章、第七章;青岛科技大学付平编写第三章,同时与周桂莲编写第九章,合肥工业大学王瑞芳编写第八章。

全书由清华大学傅水根教授审阅。在编写过程中得到《现代工程材料成形与机械制造基础》编写人员提供的一些宝贵资料,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,本书难免存在不当之处,诚请读者提出宝贵意见。

编者

2019年3月

## 第2版前言

随着知识更新的加快、学科间的相互渗透和现代工业结构的变化,“工程材料及机械制造基础”作为高等院校学生了解、认知现代工业的窗口课程和应当具备的制造技术基础,其原来的知识体系与内容构成已远远滞后于时代的发展。为充分体现各学科的交叉、融合与现代工业的“综合性”特点,全面拓宽课程的知识体系,使理论、实践、素质教育、创新和现代教育技术有机地结合在一起,编者认为,新的课程内容横向上不仅应涵盖常规机械制造技术,还应充分体现与现代制造技术、材料科学、现代信息技术和现代管理科学等学科的密切交叉与融合;纵向上不仅应涵盖现有工程材料成形和制造技术,还要体现工程材料和制造技术的历史传承和未来发展趋势。事实上,我国作为制造业大国,各学科、各行业对制造技术均有涉及,使本课程成为不同专业共同的工业基础知识平台。再加上该课程兼有基础性、实用性、知识性、实践性与创新性等特点,使其在一定程度上成为理、工、医、文、管理、艺术等不同学科之间交叉的“点”,成为当前培养复合型人才的重要基础之一。

本书是根据教育部机械基础课程教学指导分委员会有关“重点院校金属工艺学课程改革指南”精神,借鉴国外教材的内容、结构特点,并结合作者多年来取得的教学改革经验和成果编写而成的。编写指导思想是:继承教材原有的基础性、综合性、实践性特点,力求实现两个基本转变,即将金属材料制造工艺为主的课程内容向工程材料制造工艺为主的课程内容转变,实现将机械制造工艺为主向制造工艺为主的知识体系转变;展现新材料制备与制造技术在跨学科领域中的交叉渗透和通道作用,力求与国际最新教材知识体系接轨。

本书有以下主要特点:

(1) 力求处理好常规工艺与现代新技术的关系。对于仍广泛用于现代机械制造业的常规工艺精选保留;对于过时的内容予以淘汰;对于技术上较成熟、应用范围较宽或发展前景看好的新材料、新技术、新工艺(即“三新”)作为基本内容引入,使“三新”内容在本课程理论教学中占 1/3 以上。例如,在新的教材中增加了材料及制造技术发展史与研究进展;制造类企业的特点与组织结构;在传统金属材料及热处理的基础上增加了部分常用工程材料的性能、材料学基础知识以及表面工程技术和非金属材料热处理的内容;增加了粉末冶金与陶瓷材料的成形工艺、高分子材料的成形工艺、复合材料的成形工艺三章;把材料与制

造技术有机地联系起来,体现了将金属制造工艺为主向工程材料制造工艺为主的课程内容的转变。

(2) 全面体现先进制造工艺技术的特点,并重点增加或增强了数控加工技术、快速成形技术、非金属材料的加工、计算机集成制造技术等先进制造工艺和应用实例,以体现现代制造技术的特征。首次增加了电子设备制造技术基础,包括集成电路制造技术、插接件制造技术、壳体制造技术和装配技术,增加了工业管理与可持续发展对制造技术的影响等相关内容,比如质量与成本、管理与效益、产品生产的可行性分析、机械制造技术与环境保护等。从而使本课程与信息技术、市场经济融为一体,体现了现代制造技术与有关学科的相互交叉与渗透。

(3) 教材内容既系统丰富又重点突出,为学生预留了足够的自学与思考的空间,每章附有学习指南和与其他章节相互关联的提示。各个章节既相互联系,又相对独立,力图建立起柔性较大的模块化教材体系,以适应培养复合型、创新型人才的需求,并方便不同专业、不同学习背景、不同学时、不同层次的学生选用。

因此,本书既是适用于工科各专业学习现代制造技术的专业基础教材,也是培养复合型人才,为理、医、文、管理、艺术等不同学科之间提供快速工业知识渗透的特色基础教材。

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,由山东大学孙康宁、李爱菊、张景德负责组织编写。全书分为上、下两册,上册由山东大学孙康宁、张景德主编,王昕、莫德秀任副主编。其中:第一章、第二章由孙康宁编写,同时参与了第三章第三节、第四节,第七章第六节,第八章第四节,第九章第一节的编写;第三章其他节与第四章由山东大学张景德与王昕编写;第五章与第八章其他节由山东理工大学莫德秀编写;第六章由山东大学李爱菊、范润华编写;第七章其他节由景德镇陶瓷学院谭训彦、山东大学龚红宇编写;第九章其他节由山东大学毕见强编写。

下册由山东大学李爱菊主编,付平、龚红宇任副主编。李爱菊编写了第二章,同时与青岛科技大学的周桂莲编写第四章、与山东大学的龚红宇编写第五章,与石油大学的甄玉花编写第六章;青岛科技大学的付平编写了第三章,同时与合肥工业大学王瑞芳编写了第一章,与福州大学的林钦平编写了第七章、第八章,与周桂莲编写了第十章;第八章由合肥工业大学王瑞芳编写。

本书由清华大学傅水根教授审阅。在教材编写中得到原《现代工程材料成形与制造技术基础》编写人员提供的一些宝贵资料。在此一并表示感谢!

由于编者水平所限,本书难免存在不当之处,诚请各位读者提出宝贵意见。

# 目 录

第一节 特种铸造	56
一、金属型铸造	57
二、砂型铸造	58
三、压力铸造	59
四、压铸铸造	60
<b>第一章 工程材料与制造技术简论</b>	<b>1</b>
第一节 工程材料的发展简述	2
一、金属材料的发展简述	2
二、无机非金属材料(陶瓷)的发展简述	8
三、工程塑料的发展简述	12
四、复合材料的发展简述	14
五、材料的发展趋势及典型先进材料简介	18
第二节 制造(工艺)技术发展史、现状与发展趋势	26
一、制造技术的发展史	27
二、制造技术的现状	28
三、材料成形技术发展史	29
四、制造业及先进制造技术的发展趋势	34
五、智能制造、互联网、大数据	35
第三节 制造类企业的组织结构与运行模式	38
一、近代企业的组织结构与运行模式	38
二、现代企业的组织结构与运行模式	39
第四节 产品制造的过程简介	45
一、产品与零部件设计	45
二、产品或零件的选材与制造	47
第五节 课程的性质、任务和学习要求	49
复习思考题	50
<b>第二章 工程材料的性能及应用基础</b>	<b>51</b>
第一节 工程材料的力学性能	51
一、强度	52
二、塑性	56
三、冲击韧度	57
四、疲劳强度	58
五、硬度	59
六、断裂韧度	61
七、材料的高温性能	61
八、高弹性和黏流动性	63

第二节 材料学基础 .....	63
一、金属学基础 .....	63
二、陶瓷材料学简介 .....	83
三、高分子材料学简介 .....	88
第三节 工程材料的分类、编号及用途 .....	89
一、金属材料 .....	89
二、高分子材料 .....	100
三、无机非金属材料 .....	104
四、复合材料 .....	106
复习思考题 .....	107
<b>第三章 热处理与表面工程技术</b> .....	108
第一节 钢的热处理 .....	109
一、钢在加热和冷却时的组织转变 .....	109
二、钢的热处理工艺 .....	112
三、其他热处理 .....	116
第二节 金属间化合物材料的热处理 .....	118
第三节 非金属材料的热处理 .....	121
一、玻璃的热处理 .....	121
二、陶瓷的热处理 .....	123
第四节 表面工程技术 .....	125
一、表面工程技术分类 .....	126
二、表面工程技术简介 .....	126
复习思考题 .....	138
<b>第四章 材料的液态成形工艺</b> .....	139
第一节 金属铸造工艺简介 .....	139
第二节 铸造工艺基础知识 .....	141
一、液态金属的充型能力 .....	141
二、合金的凝固特性 .....	143
三、合金的收缩性 .....	145
四、合金的吸气性及气孔 .....	149
五、常用铸造合金的铸造性能特点 .....	149
六、新型材料——金属间化合物及其铸造性能特点 .....	151
第三节 砂型铸造 .....	152
一、造型方法的选择 .....	153
二、砂型铸造常见缺陷 .....	155

第四节 特种铸造 .....	156
一、金属型铸造 .....	157
二、熔模铸造 .....	158
三、压力铸造 .....	159
四、低压铸造 .....	160
五、离心铸造 .....	161
六、消失模铸造 .....	161
七、铸造方法的选择 .....	163
第五节 铸件结构工艺性 .....	165
一、铸件结构应利于避免或减少铸件缺陷 .....	165
二、铸件结构应利于简化铸造工艺 .....	167
三、铸件结构要便于后续加工 .....	170
第六节 计算机在铸造生产中的应用简介 .....	171
一、系统组成 .....	172
二、测试系统的工作过程 .....	173
三、控制系统 .....	173
复习思考题 .....	174
<b>第五章 材料的塑性成形工艺 .....</b>	<b>175</b>
第一节 塑性成形理论基础 .....	176
一、塑性变形机理 .....	177
二、加工硬化、回复和再结晶 .....	177
三、冷变形、热变形、温变形 .....	178
四、锻造比与锻造流线 .....	179
五、塑性成形基本定律 .....	179
六、材料的塑性成形性 .....	182
第二节 金属塑性成形方法 .....	183
一、自由锻 .....	184
二、模型锻造 .....	193
三、板材冲压成形 .....	200
第三节 锻压件结构工艺性 .....	215
一、自由锻件的结构工艺性 .....	215
二、模锻件的结构工艺性 .....	216
三、冲压件的结构工艺性 .....	217
第四节 先进塑性成形方法 .....	222
一、精密模锻 .....	222
二、摆动碾压 .....	223

三、液态模锻 .....	224
四、径向锻造 .....	225
五、粉末锻造 .....	226
六、超塑性成形 .....	227
七、高能成形 .....	229
复习思考题 .....	230
<b>第六章 材料的连接技术</b> .....	<b>234</b>
<b>第一节 焊接理论</b> .....	<b>235</b>
一、焊接热过程及焊接热源 .....	235
二、焊接化学冶金 .....	237
三、焊接接头的金属组织和性能 .....	239
四、焊接应力与变形 .....	241
<b>第二节 常用焊接方法</b> .....	<b>244</b>
一、熔焊 .....	244
二、压焊 .....	249
三、钎焊 .....	251
四、焊接新工艺的发展 .....	252
五、各种焊接方法的比较 .....	253
<b>第三节 各种材料的焊接</b> .....	<b>255</b>
一、金属材料的焊接 .....	255
二、塑料的焊接 .....	260
三、异种材料的连接 .....	262
<b>第四节 焊接结构及工艺性</b> .....	<b>263</b>
一、焊接结构材料的选择 .....	263
二、焊缝的布置 .....	264
三、焊接接头及其设计 .....	267
<b>第五节 焊接质量检测</b> .....	<b>269</b>
一、常见焊接缺陷及其分析 .....	269
二、焊接缺陷常用检验方法 .....	271
<b>第六节 材料的其他连接方法</b> .....	<b>274</b>
一、铆接 .....	274
二、胶接 .....	275
复习思考题 .....	279
<b>第七章 粉末冶金与陶瓷材料的成形工艺</b> .....	<b>281</b>
<b>第一节 粉体成形原理</b> .....	<b>281</b>

188	一、粉料的基本物理性能 .....	282
288	二、压制成形原理 .....	284
348	三、可塑泥团的成形原理 .....	286
248	四、泥浆/粉浆的成形原理 .....	289
048	第二节 粉体制备技术 .....	291
248	一、粉碎与机械合金化方法 .....	292
748	二、合成法 .....	293
848	第三节 粉末冶金的成形工艺 .....	300
038	一、压制成形 .....	300
338	二、粉浆浇注成形 .....	302
238	三、楔形压制 .....	303
278	第四节 陶瓷材料的成形工艺 .....	304
328	一、普通日用陶瓷的成形工艺 .....	304
728	二、高技术陶瓷的成形工艺 .....	308
828	第五节 烧结 .....	313
188	一、烧结工艺 .....	313
888	二、烧结方法 .....	314
	第六节 陶瓷与粉末快速成形工艺 .....	315
388	一、快速成形原理 .....	315
288	二、快速原型技术的发展现状 .....	316
388	三、快速成形技术的加工特点 .....	317
388	四、粉体的分层实体制造技术 .....	318
378	五、选择性激光烧结工艺 .....	319
378	六、三维打印法 .....	319
378	复习思考题 .....	320
378	.....	.....
	<b>第八章 高分子材料的成形工艺</b> .....	<b>321</b>
	第一节 高分子材料成形原理 .....	322
378	一、高分子材料的结构 .....	322
378	二、高分子链内旋转构象及其柔顺性 .....	323
378	三、高聚物的聚集态和物理状态 .....	323
380	四、聚合物的成形性能 .....	325
381	五、高聚物的类型 .....	326
	第二节 塑料成形工艺 .....	326
888	一、塑料的组成 .....	326
384	二、塑料的性能 .....	327
382	三、塑料的分类 .....	330

四、塑料成形工艺 .....	331
五、典型模具结构 .....	335
六、塑料件的结构工艺性 .....	341
七、常用零件的塑料选材 .....	345
第三节 橡胶成形工艺 .....	346
一、橡胶的组成 .....	346
二、橡胶的成形性能 .....	347
三、橡胶加工的工艺过程 .....	348
四、橡胶成形方法 .....	350
五、常用橡胶材料 .....	353
第四节 薄膜成形技术简介 .....	355
一、薄膜的成形工艺 .....	355
二、拉幅薄膜的成形 .....	357
第五节 高分子材料快速成形方法 .....	357
一、常用高分子快速成形技术 .....	358
二、快速成形技术的应用 .....	361
复习思考题 .....	363
<b>第九章 复合材料的成形工艺 .....</b>	<b>365</b>
第一节 复合材料简介 .....	365
一、复合材料基本概念 .....	365
二、复合材料使用的原材料 .....	367
三、复合材料的增强机制和复合原则 .....	370
四、复合材料的失效 .....	372
第二节 金属基复合材料成形工艺 .....	372
一、固态法 .....	373
二、液态法 .....	375
三、其他方法 .....	378
第三节 树脂基复合材料成形工艺 .....	378
一、手糊成形工艺 .....	378
二、喷射成形工艺 .....	379
三、袋压成形工艺 .....	380
四、层压成形工艺 .....	381
五、模压成形工艺 .....	381
六、缠绕成形工艺 .....	383
七、拉挤成形工艺 .....	384
第四节 陶瓷基复合材料成形工艺 .....	385

一、模压成形 .....	385
二、等静压成形 .....	385
三、注浆成形 .....	386
四、热压铸成形 .....	386
五、注射成形 .....	387
六、直接氧化法 .....	387
七、化学气相渗透工艺 .....	387
复习思考题 .....	388
<b>第十章 增材制造技术</b> .....	<b>390</b>
<b>第一节 增材制造工艺原理</b> .....	<b>391</b>
一、激光光固化工艺 .....	391
二、粉末烧结成形 .....	397
三、三维喷涂黏结成形 .....	401
四、喷墨技术工艺 .....	403
五、熔融挤压堆积成形 .....	404
六、箔材黏结工艺 .....	412
<b>第二节 增材制造技术的应用</b> .....	<b>416</b>
一、在汽车领域的应用 .....	419
二、在国防、航空航天领域的应用 .....	433
三、在电子电气领域的应用 .....	445
四、在光伏领域的应用 .....	451
五、在其他领域的应用 .....	456
<b>第三节 增材制造技术的发展现状与趋势</b> .....	<b>462</b>
一、国外发展现状 .....	462
二、国内发展现状与趋势 .....	462
复习思考题 .....	464
<b>参考文献</b> .....	<b>465</b>

# 第一章 工程材料与制造技术简论

## 本章学习指南

本章内容主要是为了拓宽读者的知识面,所涉及内容十分丰富。从横向看,包括工程材料、材料成形、机械加工、计算机技术、自动化技术、工业管理等系列知识;从纵向看,则包括了材料与制造技术的发展历程和相关学科发展对制造技术的积极渗透。可以说本章是工科低年级同学进入本课程学习以及进入专业学习的起点。建议在学习中能跳出本课程,站在技术和社会发展的高度,理解该课程的基础地位和重要性。

建议本章学习重在从纵向了解材料与制造技术的发展历程与趋势,从横向了解学科之间的交叉与渗透,从总体上把握工程材料、制造技术与相关专业知识之间的密切联系,不断拓展自己的知识面。本章学习无须记忆过多的概念,有些概念可以在后续章节的学习中加以深入理解。在时间允许的情况下,建议在本课程学习结束后重新阅读本章内容,并参考有关文献,这对本课程的融会贯通,为后续课程学习与专业选择将会有大的帮助或启示。

人类为了自身的生存与发展,在各种生产活动中逐渐形成了不同的产业,这些产业包括大家熟悉的第一产业——农业,第二产业——工业,第三产业——信息与服务业。由于工业在国民经济和社会发展中的重要地位,工业化进程一直被认为是现代化的标志。现代工业门类繁多,但概括起来可分为材料工业、能源工业、建筑业和制造工业等。其中材料工业与制造工业密切相关。材料工业是将自然资源制备成具有各种性能或功能、能满足各种要求的材料;制造工业则是将材料加工制造成各种产品,以满足人类生活、生产和社会的需求。因此就本课程而言,要想获得所需要的各种制造技术知识,除要了解制造技术的历史和现状、制造类企业的组织结构和产品生产过程外,还需要对工程材料的发展和制备技术有一个基本的了解。为此,本章将重点介绍工程材料和制造技术的历史、现状和发展以及制造类企业的组织结构和产品生产过程,希望读者能在进入现代工程材料成形与机械制造基础的学习之前,对工程材料和制造技术的背景有一

个比较完整的了解,以利于本课程和后续相关知识的学习。

## 第一节 工程材料的发展简述

材料是人类用以制作有用物件的物质,而新材料主要是指最近发展起来或正在发展之中的具有特殊功能和效用的材料。人类历史证明,材料是人类社会进步的物质基础和先导。

世界各国对材料的分类虽然不尽相同,但按照传统的分类方法可以分为金属材料、无机非金属材料(陶瓷)、有机高分子材料和复合材料四大类。这四类工程材料虽然都有漫长的发展历史,但其在不同历史阶段所具有的相对重要性却是不断变化的。在图 1-1 中对上述四类材料在不同历史年代的相对重要性进行了描述。

现代工程材料的种类更是千差万别,例如按照材料的使用功能,可以将材料分为结构材料、功能材料、生物材料、智能材料、生态环境材料、信息功能材料等。按照材料的维度,又可以将材料分为三维块体材料、二维薄膜材料、一维纤维材料和零维纳米颗粒材料等。按照组成材料的尺度,还可将材料分为毫米级材料、微米级材料、纳米级材料、分子和原子级材料等。材料种类不同,不仅用途不同,性能差异巨大,而且制备工艺与材料成形技术也各不相同,但是不管哪种材料,它们在自己的应用领域都起着十分重要的作用。本节将结合部分材料的发展现状加以介绍。

### 一、金属材料的发展简述

众所周知,金属材料具有其他材料体系不可能完全取代的独特性质和使用性能,这是由于金属材料主要通过金属键结合而成,这种键合特点使得金属有比高分子材料高得多的模量、比陶瓷高得多的韧性、可加工性、磁性和导电性。正是具有上述特点,使金属材料迄今为止不仅难以被快速发展的其他材料体系所替代,而且不断地推陈出新,在工程材料中占有十分重要的地位。

#### 1. 金属材料的发展史

早在公元前 4000 年,人类就已发现并开始使用金属材料,青铜是最早发现和使用的材料之一,历史上称之为青铜器时代。中国早在公元前 2500 年就开始使用铁,公元前 1500—1200 年为铁器时代,以后随着铁和钢冶炼方法的不断发现和改进,人类社会生产力水平不断提高,社会不断进步,到了 18 世纪英国产业革命期间,钢铁工业开始迅猛发展,成为产业革命的主要潮流和物质基础,其他金属材料也得到相应的快速发展。到 20 世纪中叶,金属材料一直在材料工业中