



普通高等教育“十五”国家级规划教材
面向21世纪课程教材

21世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材

材料成形工艺基础

(第三版)

沈其文 主编

傅水根 主审

华中科技大学出版社

<http://press.hust.edu.cn>

材料成形工艺基础

(第三版)

主 编 沈其文
主 审 傅水根
副主编 周世权
参 编 龚文权 褚 衡 安 萍
彭江英 李远才

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

材料成形工艺基础(第三版)/沈其文 主编
武汉:华中科技大学出版社,2003年9月
ISBN 7-5609-1970-7

I. 材…
I. ①沈… ②周…
Ⅲ. 材料-成形-工艺
IV. TH14

21世纪高等学校
机械设计制造及其自动化专业系列教材
材料成形工艺基础(第三版)

沈其文 主编

责任编辑:徐正达 李 德
责任校对:陈元玉

封面设计:潘 群
责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社
武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学出版社照排室
印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:26 插页:1 字数:540 000
版次:2003年9月第3版 印次:2006年8月第8次印刷 定价:29.80元
ISBN 7-5609-1970-7/TH·103

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)



普通高等教育“十五”国家级规划教材

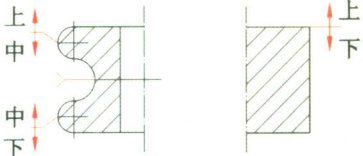
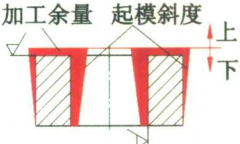
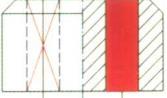
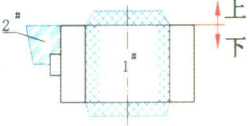
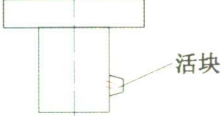
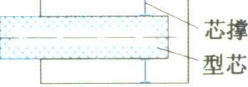
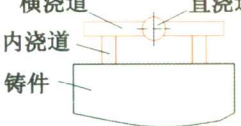
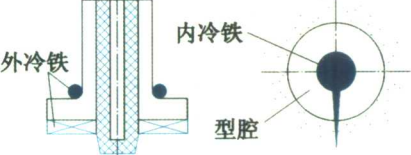


面向21世纪课程教材

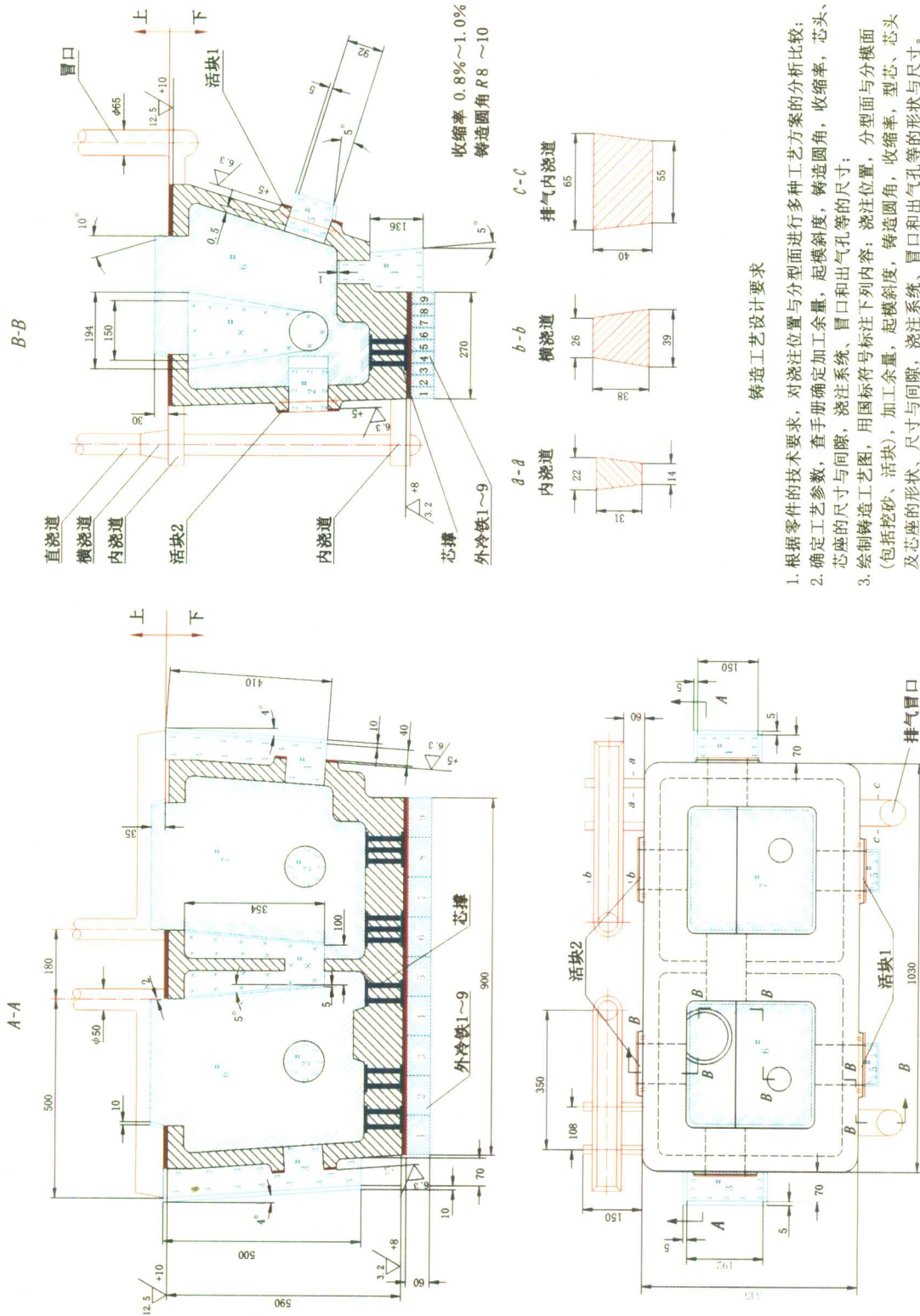


**21世纪高等学校机械设计制造
及其自动化专业系列教材**

表 4-1 铸造工艺图中符号及表示方法

名 称	符 号	说 明
浇注位置、分型面及分模面		用蓝线或红线和箭头表示,其中汉字及箭头表示浇注位置,曲、折及直线表示曲面分型面,直线尾端开叉表示分模面
机械加工余量和起模斜度		用红线绘出轮廓,剖面处涂以红色(或细网纹格);加工余量值用数字表示;有起模斜度时,一并绘出
不铸出的孔和槽		用红“×”表示,剖面涂以红色(或细网纹格表示)
型 芯		用蓝线绘出芯头,注明尺寸;不同型芯用不同的剖面线或数字序号表示;型芯应按下芯顺序编号
活 块		用红色斜短线表示,并注明“活块”
芯 撑		用红色或蓝色表示
浇注系统		用红色绘出,并注明主要尺寸
冷 铁		用绿色或蓝色绘出,并注明“冷铁”

注:型芯间隙、型芯通道等,本表从略



铸造工艺设计要求

1. 根据零件的技术要求，对浇注位置与分型面进行多种工艺方案的分析比较；
2. 确定工艺参数，查手册确定加工余量，起模斜度，铸造圆角，收缩率，芯头的尺寸与间隙，浇注系统、冒口和出气孔等的尺寸；
3. 绘制铸造工艺图，用国标符号标注下列内容：浇注位置，分型面与分模面（包括挖砂、活块），加工余量，起模斜度，铸造圆角，收缩率，型芯、芯头及芯座的形状、尺寸与间隙，浇注系统、冒口和出气孔等的形状与尺寸。

图 4-24 机床底架的铸造工艺图

内 容 简 介

本教材是 21 世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材之一,先后被列为教育部面向 21 世纪课程教材和普通高等教育国家级“十五”规划教材。本教材是在总结近几年我校实施教育部下达的“工程制图与机械基础系列课程教学内容与课程体系改革”的教改项目中所取得的经验,参考《金属工艺学》、《机械制造基础》等教材的基础上,以扩大知识面、提高起点、满足宽口径教学要求为原则重新编写而成的。

本教材对传统的金属工艺学的内容进行了精选,并以零件形体结构设计与成形工艺的可行性为主线贯穿全书,大幅度增加了新材料、新工艺、新技术的内容,包括反映当今最新高科技成果的快速成形技术等内容,还增加了塑料、橡胶、粉末冶金、陶瓷及复合材料等成形工艺章节。

本教材分为五篇(共二十二章):金属的铸造成形工艺,金属的塑性成形工艺,材料的焊接成形工艺,材料的其它成形工艺,材料成形工艺的选择。

本教材内容丰富,重点突出,语言生动、流畅;插图新颖、规范;复习思考题量大且难度不一,可供不同层次读者选做;在重点章节还编入了工艺设计参数的参考资料。

本教材可作为高等学校机电类本、专科学生的教材,也可供有关工程技术人员参考。

21 世纪高等学校
机械设计制造及其自动化专业系列教材

编审委员会

顾问： 姚福生 黄文虎 张启先
 (工程院院士) (工程院院士) (工程院院士)

 谢友柏 宋玉泉 艾 兴
 (工程院院士) (科学院院士) (工程院院士)

 熊有伦
 (科学院院士)

主任： 杨叔子 周 济
 (科学院院士) (工程院院士)

委员： (按姓氏笔画顺序排列)

于骏一	王明智	毛志远	左武炘	卢文祥
朱承高	师汉民	刘太林	李培根	吴昌林
吴宗泽	何玉林	陈康宁	陈心昭	张春林
张福润	张 策	张健民	冷增祥	范华汉
周祖德	洪迈生	姜 楷	黄纯颖	童秉枢
傅水根	傅祥志	廖效果	黎秋萍	戴 同

秘书： 钟小珉 徐正达

21 世纪高等学校 机械设计制造及其自动化专业系列教材

总 序

发展是硬道理,而改革是关键。唐代大诗人刘禹锡写得多么好:“请君莫奏前朝曲,听唱新翻《杨柳枝》”。这是这位改革派的伟大心声。

1998 年教育部颁布了新的普通高等学校专业目录。这是一大改革。为满足各高校开办“机械设计制造及其自动化”宽口径新专业教学的需要,华中科技大学出版社在世纪之交,千年之替,顺应时代潮流,努力推出了“机械设计制造及其自动化”专业系列教材。这套系列教材是在众多院士支持与指导下,由全国 20 余所院校数十位长期从事教学和教学改革工作的教师经多年辛勤劳动编写成的,它有特色,能满足机械类专业人才培养要求。

这套系列教材的特色在于,它紧密结合“机械类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究与实践”与“工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践”两个重大教学改革项目,集中反映了华中科技大学和国内众多兄弟院校自实施教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”以来,在改革机械类专业人才培养模式和课程内容体系方面所取得的成果。

这套系列教材,是完全按照两个重大教学改革项目的成果所提出的“机械设计制造及其自动化”宽口径专业培养方案中所设置的课程来编写的。这一培养方案的一个重要特点是:专业基础课按课群方式设置,即由力学系列课程,机械设计基础系列课程,计算机应用基础系列课程,电工、电子技术基础系列课程,机械制造技术基础系列课程,测控系列课程,经营管理系列课程等七大课群组成,有效地拓宽了专业口径和专业基础,体现了机械类专业人才培养模式的改革。

同时专业基础课按课群设置,也有利于加强课群内各门课程在内容上的衔接,有利于课程体系的进一步整合、优化及改革。专业基础课按七大课群设置,这得到了全国高校机械工程类专业教学指导委员会的充分赞同。

21世纪工程教育的一个基本特征就是“适应性”，就是坚持邓小平同志指出的教育的“三个面向”的战略思想。能适应，才能创业。要能多方适应科学技术的突飞猛进和社会的不断进步，就得进一步明确指导思想，进一步合适地拓宽专业口径与专业基础，构造现代化的人才知识结构、能力结构和素质结构，就得因史制宜、因地制宜、因势制宜，努力实现培养模式的多样化，切忌“千篇一律”、“千人一脸”，万紫千红方能有一个大好的春天。

这是一套具有较大改革力度的系列教材。教材的作者们认真贯彻了中央的教育方针与改革思想，体现出两个重大改革项目成果所提出的“以创新设计为核心，以机械技术与信息技术结合为龙头，以计算机辅助技术为主线，拓宽基础，强化实践”的总体改革思路，并本着整合、拓宽、更新和更加注重应用的原则，对课程的内容、体系进行了诸多重要改革，而且许多课程在开发电子教材方面也取得了长足进展。

按照减少学时、降低重心、拓宽面向、精选内容、更新知识的原则，对原机械专业三门主要专业课（机械制造工艺学、金属切削机床设计、金属切削原理与刀具）实行了整合和改造，编写出了供“机械设计及其自动化”宽口径专业学生学习的《机械制造技术基础》新教材。

改造了原电工技术、电子技术系列课程，将分散在几门课程中的强电知识整合为《机电传动控制》新课程，减少了重复，拓宽了基础，突出了“机电结合、电为机用”的特点。

使用自主版权软件改革传统工程制图内容体系，不仅实现了工程制图和计算机绘图内容的有机融合，也实现了制图课教学手段的现代化。

以设计为主线，重新规划了《机械设计》和《机械原理》课程体系结构，在内容上努力实现由注重学科的系统性向更加注重工程综合性的转化，在教学手段上全面引入多媒体技术，提升了课堂教学的效果和效率。

《金属材料及热处理》更名为《工程材料及应用》，除紧密结合现代科技成就，讲解金属材料的基本理论及应用外，还讲解了其他各类工程材料的有关知识。

《测试技术》更名为《工程测试与信息处理》，加强了与信息获取、传输、存贮、处理及应用有关的内容，并率先在国内建成网上测试技术虚拟实验室。

《液压传动》与《气压传动》整合为《液压传动与气压传动》，精简了内容，强化了应用，并制作出了相应的电子教案。

《材料成形工艺基础》在精选传统金属成形工艺内容的基础上，较大幅度地增

加了新材料、新工艺、新技术方面的知识。

编写出版了《现代设计方法》、《机构与机械零部件 CAD》、《柔性制造自动化概论》、《机电一体化控制技术与系统》及《机器人技术基础》等教材,反映了现代科技的新发展。

科学与工程既有联系又有区别。科学注重分析,工程注重综合。任何一项工程本身都是多学科的综合体。今天,工程技术专家的基本作用正是一种集成作用,工程技术专家的任务是构建整体。我们必须从我国国情出发,按照现代工程的特点和工程技术专家的基本作用来构建机械工程教育的内容和体系。

华中科技大学出版社依托全国高校机械工程类专业教学指导委员会、全国高校机械基础课程指导委员会,经过多年不懈的努力,使这套系列教材的出版达到了较高的质量水准。例如,目前已有九本被教育部批准为“面向 21 世纪课程教材”,有五本获得过国家级、省部级各种奖励,全套教材已被全国几十所高校采用,广泛受到教师和学生的欢迎。特别是其中一些教材(如《机械工程控制基础》、《数字控制机床》等),经长期使用,多次修订,已成为同类教材中的精品。

现在这套系列教材已经正式出版 20 多本,涵盖了“机械设计制造及其自动化”专业的所有主要专业基础课程和部分专业方向选修课程,能够较好地满足教学上的需要。我们深信,这套系列教材的出版发行和广泛使用,将不仅有利于加强各兄弟院校在教学改革方面的交流与合作,而且对机械类专业人才培养质量的提高也会起到积极的促进作用。

当然,由于编者学术水平有限,改革探索经验不足,组织工作还有缺陷,何况,形势总在不断发展,现在还远不能说系列教材已经完善,相反,还需要在改革的实践中不断检验,不断修改、锤炼,不断完善,永无休期。“嘤其鸣矣,求其友声。”我们殷切期望同行专家及读者们不吝赐教,多加批评与指正。

江泽民同志在 2000 年 6 月我国两院院士大会上号召我们:“创新,创新,再创新!”实践、探索、任重道远,只有努力开拓创新,才可能创造更美好的未来!

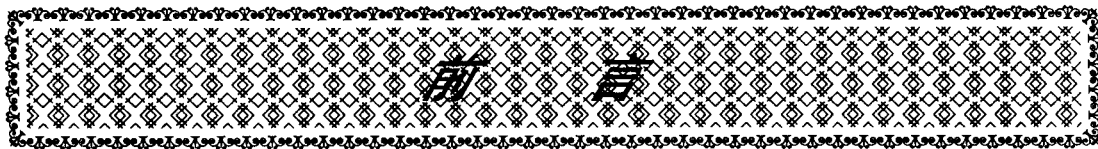
全国高校机械工程类专业教学指导委员会主任委员

中国科学院院士

华中科技大学教授

2000 年 6 月 6 日

杨叔子



本教材是一本以常用工程材料成形工艺原理为主要内容的技术基础课教材,自第一版1999年9月问世以来,先后被列为教育部面向21世纪课程教材和普通高等教育“十五”国家级规划教材,并多次再版和重印。这次出版的是第三版。

根据全国专业调整最新指导思想,我们总结了实施教育部“工程制图与机械基础系列课程教学与课程体系改革”教改项目的经验,在对原有教材中的结构体系进行了更新、对内容加以拓宽与加深的基础上编写了这本教材。它几乎涉及机械制造中除切削加工工艺以外的工程材料的所有成形工艺,包括金属的铸造成形,金属的塑性成形,材料的焊接、封接与粘接成形,粉末冶金成形,塑料、橡胶、陶瓷等非金属材料的成形,复合材料的成形,快速成形等成形工艺,还涉及常用材料成形工艺分析和材料成形工艺方案的选用等方面,是一本改革力度大、内容新、质量好的教材。

为了加强学生的综合素质及对市场经济的适应性,开阔学生在现代成形新技术发展方面的视野,本教材删除了传统成形工艺中的陈旧内容,突出了成形工艺方法及与之相关的主要设备的基本原理,而淡化了机械设备及工艺装备详细介绍,并以培养学生分析零件结构工艺性和选择成形工艺方法的基本素质为主线;同时,大幅度增加了新技术、新工艺的内容,特别是当今世界领先的相关高科技内容,并增加了材料成形工艺综合选择篇章,对各种材料的成形工艺方法进行了归纳总结,从而为学生学习后续课程、进行专业课程设计及今后的工作奠定较为扎实的基础。本教材考虑了与电化教学手段的配合,重点章节(如铸造、冲压及焊接等章节)中均附有综合性工艺设计作业题,并与相应的计算机工艺设计软件配套使用。学生可在计算机上完成工艺设计任务,能在有限的学时内生动、有效地应用教材中的知识。每章都附有难度不等的复习思考题,以满足不同课时教学的要求,供不同层次学生复习使用。

本教材考虑了与前后相关课程的衔接。在学习本教材之前应修完“工程制

图”、“工程实践”(或“金工实习”)、“工程材料”及“互换性与技术测量”等先行课程。凡在前期课程中已介绍的内容,除与材料成形密切相关的以外,本教材原则上不再赘述。而为了能让学生对材料成形工艺有一个完整的概念,对有些必要的内容(如钢铁生产的过程)做了相应的补充。

本教材已在全国几十所大专院校使用,得到同行专家和师生的充分肯定。他们认为:本教材在结构上突破了传统体系,以零件的结构与其成形工艺可行性的矛盾分析为核心,提高了学习的起点;内容丰富充实,深入浅出,有关新工艺、新材料的内容多,并有一定深度;体系完整、新颖,重点突出,主次分明,实践性强,避免了千篇一律式的陈式化叙述,通俗易懂;淡化了专业界限,完整地表达了相关知识之间的内在联系,加强了基础知识,拓宽了学生的视野;语言流畅,插图丰富规范。它可作为与机电类专业本、专科教学相适应的教材,对广大工程技术人员,也是一本很有价值的参考书。

本教材的主编为沈其文,副主编为周世权,参加编写人员有:沈其文(编写第一、二、三、四、五、十八、二十、二十一、二十二章),周世权(编写第十、十一、十二、十三、十四章),龚文权(编写第六、七、九章),褚衡(编写第十五、十六章),安萍(编写第八章),彭江英(编写第十七章),李远才(编写第十九章)。全书由沈其文统稿,王萍菊协助打印及整理。

由于编者水平有限,在教学改革中探索的经验也还有待进一步完善,因此,本教材难免存在错误或疏漏之处。恳请读者指正。

编 者

2003年6月



材料成形工艺基础

第一篇 金属的铸造成形工艺

第一章 铸造成形工艺理论基础	(3)
第一节 铸造成形工艺的特点和分类	(3)
第二节 合金的铸造性能	(4)
第二章 常用铸造合金及其熔炼	(16)
第一节 钢铁的生产过程	(16)
第二节 工业中常用的铸造合金及其熔炼	(19)
第三章 金属的铸造成形工艺	(38)
第一节 重力作用下的铸造成形	(38)
第二节 外力作用下的铸造成形	(53)
第四章 铸造工艺设计	(62)
第一节 铸造工艺方案的确定	(62)
第二节 铸造工艺参数的确定	(67)
第三节 浇注系统和冒口	(71)
第四节 铸造工艺方案及工艺图示例	(76)
第五章 铸件的结构设计	(83)
第一节 铸件设计的内容	(83)
第二节 铸件结构设计应考虑的有关方面	(93)

第二篇 金属的塑性成形工艺

第六章 金属塑性成形的工艺理论基础	(101)
第一节 金属塑性成型的基本工艺	(101)
第二节 金属的塑性变形	(103)
第三节 塑性变形理论及假设	(105)
第四节 影响塑性变形的因素	(107)
第七章 锻压成型工艺	(110)
第一节 模膛锻造成形	(110)
第二节 锻模模膛及其功用	(111)
第三节 锤上模锻工艺设计	(114)
第四节 压力机上模锻	(118)
第八章 板料的冲压成型工艺	(123)
第一节 分离工序	(123)
第二节 成型工序	(128)
第三节 冲模的分类和构造	(135)
第四节 冲压工艺过程的制定	(136)
第九章 金属的其它塑性成型工艺	(146)
第一节 零件的挤压成型	(146)
第二节 零件的轧制成型	(148)
第三节 摆动辗压	(152)
第四节 冷墩与电墩	(154)
第五节 精密模锻	(155)
第六节 多向模锻	(156)
第七节 径向(旋转)锻造	(157)
第八节 液态模锻	(158)
第九节 粉末锻造	(159)
第十节 超塑性成型	(160)
第十一节 高能高速成型	(162)

第三篇 材料的焊接成形工艺

第十章 熔焊工艺	(169)
第一节 熔焊原理及过程	(170)
第二节 焊接接头的组织与性能	(177)
第三节 焊接变形和焊接应力	(179)
第四节 焊接缺陷	(183)
第五节 焊接检验	(185)
第六节 熔焊方法及工艺	(189)
第十一章 压焊工艺	(200)
第一节 电阻焊	(200)
第二节 摩擦焊	(204)
第三节 超声波焊	(206)
第四节 扩散焊	(207)
第五节 爆炸焊	(209)
第十二章 钎焊、封接与粘接工艺	(211)
第一节 钎焊	(211)
第二节 封接	(212)
第三节 粘接	(216)
第十三章 金属材料的焊接性	(221)
第一节 金属材料焊接性的概念及评估方法	(221)
第二节 碳钢的焊接	(223)
第三节 合金结构钢的焊接	(224)
第四节 铸铁的焊补	(226)
第五节 非铁金属的焊接	(227)
第六节 异种金属的焊接性分析	(229)
第十四章 焊接结构的设计	(232)
第一节 焊件材料及焊接方法的选择	(232)

第二节	焊接接头的工艺设计·····	(233)
第三节	典型焊件的工艺设计举例·····	(237)

第四篇 材料的其它成形工艺

第十五章	塑料的成形工艺·····	(243)
第一节	塑料的性能及选用·····	(243)
第二节	塑件的成形工艺·····	(251)
第三节	塑件结构的工艺性·····	(265)
第四节	浇注系统对塑件性能的影响·····	(270)
第十六章	橡胶及其模塑成形工艺·····	(281)
第一节	常用橡胶材料添加剂·····	(281)
第二节	橡胶材料的主要品种·····	(286)
第三节	橡胶模塑制品的成形·····	(287)
第十七章	粉末冶金成形工艺·····	(296)
第一节	粉末冶金成形工艺过程·····	(296)
第二节	粉末冶金成形的应用·····	(305)
第三节	粉末冶金制品的结构工艺性·····	(307)
第四节	粉末冶金制品的常见缺陷分析·····	(311)
第十八章	陶瓷材料的成形工艺·····	(315)
第一节	特种陶瓷粉体的性能及制备·····	(315)
第二节	特种陶瓷的成形方法·····	(318)
第三节	特种陶瓷的烧结·····	(326)
第十九章	复合材料的成形工艺·····	(329)
第一节	复合材料的分类·····	(329)
第二节	纤维增强塑料(树脂)的成形·····	(331)
第三节	陶瓷基复合材料的制备及成形·····	(336)
第四节	金属基复合材料的制备及成形·····	(340)