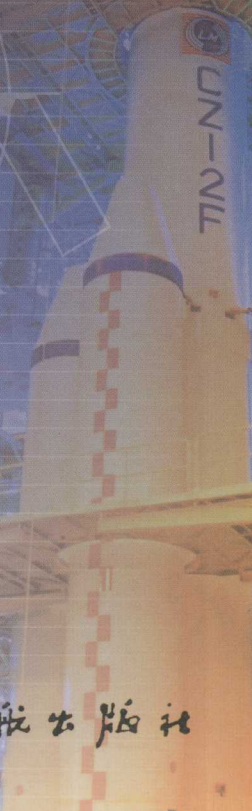
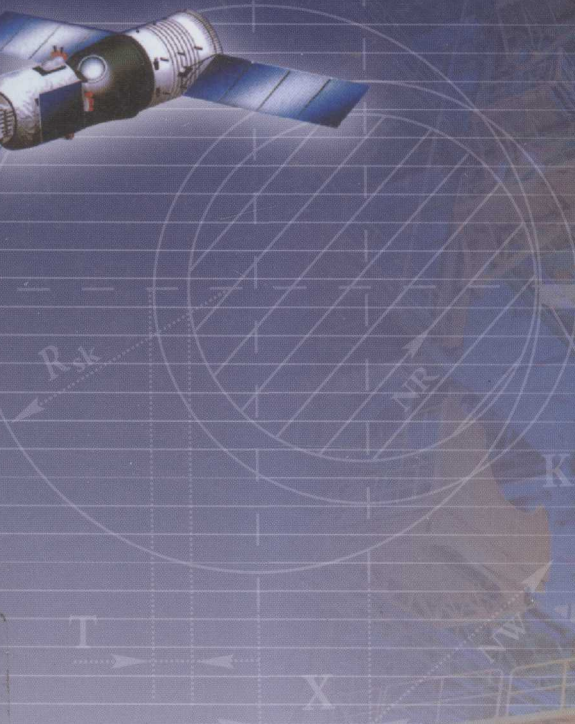


HANGTIAN GONGYI JICHU
ZHISHI PEIXUN JIAOCAI

航天工艺基础知识 培训教材

[下]



中国宇航出版社

V46
1004-B



NUAA2009026605

V46
1004-B/

航天工艺基础知识 培训教材 (下)

主 编 尚育如

副主编 富大欣 李川生 陈宝定



中国宇航出版社

· 北京 ·

2009026605

《航天工艺基础知识培训教材》

编 审 委 员 会

主 任 栾恩杰

副主任 吴伟仁 许达哲 承 文

委 员 (以姓氏笔画为序)

于 滨	王国庆	李川生	李泉宝
李 锋	邵锦成	陈宝定	尚育如
易维坤	林英苏	侯秀峰	胡 毅
徐乃明	谈凤奎	郭玉明	富大欣
彭艳萍			

《航天工艺基础知识培训教材》

编辑部

顾问	徐乃明	李泉宝	易维坤	林英苏
主任	尚育如			
副主任	富大欣	李川生	陈宝定	
成员	郭俊宏	张铁军	李 华	张孟平
	刘春飞	吴文珂	罗 巍	罗 焱
	李燕勇			

编写人员

主 编	尚育如				
副主编	富大欣	李川生	陈宝定		
编 者	(以姓氏笔划为序)				
	王中阳	王至尧	王秉义	孔淑英	由文堂
	白书清	冯德才	朱正长	朱复盛	朱 健
	任华征	华 苇	刘春飞	刘显彬	刘晋春
	许奔荣	李世维	李自学	李树德	杨明纬
	杨鸿昌	吴文珂	吴列东	吴孝俭	吴敏镜
	肖国珍	何双起	何明花	陈公显	赵国琪
	赵炳均	易维坤	周世平	周向军	季伯林
	郑世才	修成山	贾建民	顾兆梅	倪金荣
	徐丽生	郭君强	谈凤奎	崔可俊	崔敬忠
	盛 磊	蒲德茂	谭建安	樊顺田	黎小荣

序

科学技术是生产力。工艺技术是科学技术生产力的重要组成部分。工艺技术是将设计图纸物化为真实产品的一门工程科学,是先进制造技术的核心。随着世界高新技术的发展和全球经济一体化进程的加快,国家与国家之间、企业与企业之间展开全方位和各层次竞争的态势日趋激烈,工艺和制造技术越来越显示出其在提高国家综合实力与企业竞争能力方面的支柱作用。美国、俄罗斯、日本、德国等国家把先进制造技术放在十分重要的位置,大力发展军工制造业,保持了世界领先的工艺技术水平,确立了其在军工技术和军事装备方面的明显优势。同时,这些国家将工艺技术作为核心机密严格进行管理,特别是对一些关键、前沿的工艺技术和工艺诀窍,更是严密封锁,限制输出。

当前,我国国防科技工业进入了新的历史发展时期。国防科工委提出了“强化基础,提高能力,军民结合,跨越发展”的战略方针,并明确了实现“设计上水平、工艺上台阶、试验验证上规模”和“企业信息化、工艺现代化、工人高技能化”的发展目标。先进工艺技术是完成高新武器装备研制和批生产的重要基础,是实现国防科学技术发展和国防现代化建设的强大动力,同时也是实现国防科技工业可持续发展的基本保证。加强工艺工作势在必行。

近五十年来,我国航天科技工业发展取得了巨大成就,从研究和试验逐步走向成熟和应用,并迅速向产业化方向发展。航天制造技术已经成为航天高技术 and 产业发展的重要支撑。为了适应世界新军事变革,研制和生产高性能、高质量、低成本的航天武器装备和宇航产品,建设国际一流宇航公司,保持航天科技工业的可持续发展,不仅要具备先进的研究开发能力,还要具备强大的研制生产能力。提高工艺水平,培养和造就一支高素质、高水平的工艺队伍是必须要下力气抓好的一件大事。

目前,航天型号研制队伍正面临新老交替,许多年轻的技术人员和管理人

员加入到工艺战线中来。传承航天工艺多年来积累的宝贵知识和经验,实现航天工艺的创新和发展,是当前一项十分重要而又非常迫切的任务。在此形势下,国防科工委组织编写了这套《航天工艺基础知识教材》(以下简称《教材》)。《教材》系统总结了我国航天工艺技术与管理四十多年的宝贵经验,充分吸收了现代管理理念和先进制造技术的发展成就,紧密结合当前航天工艺工作的实际情况,内容翔实、新颖,体现了航天工艺技术与管理特色,并具有一定的创新性。《教材》可以帮助年轻一代工艺工作者和从事工艺工作的相关人员了解和掌握航天工艺实践的具体作法、经验和教训,也可作为型号两总、设计师以及各级管理人员了解和开展工艺工作的参考读物。

这套《教材》的作者多是长期从事航天工艺工作的老同志,他们的工程实践经验对广大工艺工作者了解航天工艺发展、做好工艺工作具有重要的启迪作用。我希望,通过这套《教材》的出版,可以促进航天工艺水平的提高和航天科技工业的发展,同时也为提高军工制造业工艺水平,培养工艺人才发挥更大作用。

A stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to Zhang Li, positioned above the date.

二〇〇五年九月二十八日

前 言

我国航天工业经过 40 多年的艰苦奋斗,已经具备较为强大的物质基础和技术基础。近年来我国政府对航天工业的发展极为重视,航天工业面临前所未有的良好发展环境。在的大好形势面前,我们应当保持清醒的头脑,要看到机遇与危机并存,发展与风险同在。当代国外航天制造技术发展迅速,竞争日益激烈。我国航天工业虽然取得了巨大成绩,但与国外先进水平相比还有一定差距。为了适应 21 世纪中国航天工业快速发展的需要,必须对担负重任的年轻一代工艺人员和相关的技术人员提出更高的要求,而加快培养年轻一代航天工艺技术队伍显得尤为迫切和重要。为此,国防科学技术工业委员会、中国航天科技集团公司与中国航天科工集团公司提出编写出版一套《航天工艺基础知识培训教材》(以下简称教材),作为年轻工艺技术人员的上岗培训教材。这是关系到航天工艺工作能否在新时期持续、健康、快速发展,顺利完成新老交替的大事。这对落实国防科工委“三工”发展纲要、促进军工制造业发展、完善工艺技术体系、加强人才队伍建设,以及提高航天系统其他各级管理人员对工艺工作的认识都具有重要的战略意义。国防科学技术工业委员会领导,尤其是原副主任栾恩杰同志和吴伟仁司长亲自部署这项工作,并多次听取汇报,及时给予了指导和帮助。中国航天科技集团公司和中国航天科工集团公司有关领导也非常重视这项工作,他们亲自组织了教材编委会,并对教材的组织与编写给予了指导,保证了此项工作的顺利进行。

本教材主要概括介绍了航天产品研制生产有关的专业工艺技术和型号系统工艺管理方法,以传统与现代结合的形式论述了相关内容,全书分为上、下两册。编写工作贯彻了“系统、实用、先进”的原则,突出了航天特色,总结吸收航天制造技术 40 多年来工艺技术与管理的实践经验,具有较强的行业特色和实用性。

本书由 50 多位长期从事航天产品制造工作、有丰富实践经验的专家和科技

人员集体编写。在编写过程中,谈凤奎、徐乃明、邵锦成、林英苏等专家,以及宋森尧、蒲德茂、陈英香等 30 多位审稿者先后为各章审稿,并提出宝贵意见。李泉宝、易维坤两位老专家对编写工作进行了全面指导。

本书在编写过程中,得到了国防科学技术工业委员会、中国航天科技集团公司和中国航天科工集团公司领导和机关有关同志的支持和帮助,也得到了 703 所、211 厂、航天制造技术编辑部、699 厂等单位的大力支持。除此之外,还有不少同志提供了具有重要价值的素材,他们是张益坤、谢美蓉、王君平、孟松、李善慧、倪金荣、马欣新等。我们对上述领导、专家、各级机关及各单位相关人员一并表示衷心感谢。

本书是新参加航天工艺工作的技术人员和管理人员的必读教材,也可作为从事航天工作的科技人员、管理人员及高等院校有关专业人员的参考读物。

由于作者水平有限,时间仓促,书中难免有错误之处,敬请广大读者给予指正。

编 者

目 录

第 12 章 典型航天产品的制造工艺	李川生
12.1 运载火箭(战略导弹)的制造工艺	(191)
12.1.1 运载火箭(战略导弹)零(部)件的制造	(191)
12.1.2 运载火箭(战略导弹)的总装与检测	(192)
12.2 航天器的制造特点与工艺	(193)
12.2.1 航天器的制造特点	(193)
12.2.2 航天器的制造工艺	(193)
12.3 战术导弹的制造工艺	(194)
12.3.1 战术导弹零(部)件的制造工艺	(194)
12.3.2 战术导弹的总装调试工艺	(195)
12.4 发动机的制造工艺	(196)
12.4.1 液体燃料发动机的制造工艺	(196)
12.4.2 固体火箭发动机的制造工艺	(197)
12.5 制导与控制设备的制造工艺	(198)
12.5.1 惯性器件与光学元件的制造工艺	(198)
12.5.2 伺服机构的制造工艺	(199)
12.5.3 电子设备的制造工艺	(199)
12.6 发射装置的制造工艺	(200)
12.6.1 运载火箭与战略导弹发射装置的制造工艺	(200)
12.6.2 战术导弹发射装置的制造工艺	(201)
第 13 章 互换协调及工艺装备设计技术	赵炳均 冯德才
13.1 概述	(203)
13.2 航天产品制造的互换协调方法	(204)
13.2.1 模线样板工作法	(204)
13.2.2 模线样板-标准样件工作法	(207)
13.2.3 模线样板-局部标准样件工作法	(208)
13.2.4 CAD/CAM 工作法	(208)
13.2.5 综合协调工作法	(209)
13.2.6 互换协调方法的发展	(210)
13.2.7 导弹互换协调方案和互换协调图表的编制	(210)

13.3 航天产品常用工艺装备的设计与制造	(211)
13.3.1 标准工艺装备	(211)
13.3.2 钣金成形工艺装备	(214)
13.3.3 铸造成形工艺装备	(220)
13.3.4 胶接成形工艺设备	(222)
13.3.5 装配型架(夹具)	(224)
13.3.6 精加工工艺装备	(227)
13.3.7 装配检验工艺装备	(227)

第 14 章 金属热成形技术

赵国琪 朱健 谭建安

14.1 概述	(230)
14.2 铸造技术	(230)
14.2.1 常用铸造工艺	(230)
14.2.2 常用铸造合金	(236)
14.2.3 有色合金熔炼与浇注	(238)
14.2.4 铸件质量检验	(240)
14.2.5 铸造在航天产品中应用实例	(241)
14.3 锻造技术	(243)
14.3.1 自由锻造	(243)
14.3.2 模锻	(245)
14.3.3 等温模锻	(246)
14.3.4 精密模锻	(246)
14.3.5 特种锻造	(247)
14.3.6 锻造用材	(248)
14.3.7 锻件质量检验	(249)
14.4 粉末冶金技术	(250)
14.4.1 粉末冶金基本原理及工艺特点	(250)
14.4.2 固体火箭发动机钨-铜合金喉衬的制造	(251)
14.4.3 铌合金发动机喷管材料的制造	(251)
14.4.4 粉末冶金在航天产品中的其他应用	(252)
14.5 金属热成形技术展望	(252)
14.5.1 国外发展概况	(252)
14.5.2 航天系统金属热成形技术展望	(253)

第 15 章 钣金成形技术

王秉义 朱复盛

15.1 概述	(256)
15.2 钣金(冲压)成形工艺	(256)
15.2.1 下料	(256)
15.2.2 冲压	(258)

15.2.3 板材的压弯、滚弯和拉形	(260)
15.2.4 型材的弯曲成形	(261)
15.2.5 橡皮成形	(263)
15.2.6 落压	(263)
15.2.7 旋压	(264)
15.2.8 板材加热压力成形	(265)
15.2.9 超塑成形	(265)
15.2.10 管子弯曲成形与端口加工	(266)
15.2.11 局部成形	(269)
15.2.12 高能成形	(270)
15.3 航天产品典型结构件的钣金成形工艺	(271)
15.3.1 整体壁板的成形	(271)
15.3.2 贮箱箱壁和箱底的成形	(272)
15.3.3 发动机推力室喷管扩散段内、外壁和波纹板的成形	(274)
15.3.4 冲压发动机燃烧室隔热屏的黏性介质压力成形	(276)
15.4 钣金零件成形质量的控制	(277)
15.4.1 钣金零件的质量要求	(277)
15.4.2 外在质量的控制	(277)
15.4.3 内在质量的控制	(278)
15.5 钣金成形技术的发展趋势	(279)
第 16 章 切削加工技术	吴敏镜
16.1 概述	(281)
16.2 切削加工要素	(282)
16.2.1 机床是切削加工的重要基础	(282)
16.2.2 切削工具是生产中最活跃的因素	(285)
16.2.3 切削参数是提高加工效率和质量的保证	(287)
16.2.4 切削冷却润滑液与绿色制造	(288)
16.2.5 工夹具是提供机床、刀具与工件间的有效可靠的连接	(289)
16.2.6 计量检测是保证产品质量的依据	(290)
16.3 航天材料和结构的特殊要求	(291)
16.4 航天产品难加工材料的切削加工	(292)
16.4.1 高温合金的切削加工	(292)
16.4.2 超高强度钢的切削加工	(294)
16.4.3 不锈钢的切削加工	(294)
16.4.4 钛合金切削加工	(295)
16.4.5 难熔合金的切削加工	(296)
16.4.6 硬脆材料切削加工	(297)

16.4.7	复合材料的切削加工	(298)
16.5	危及生产安全性材料的切削加工	(299)
16.6	低刚性零件的切削加工	(300)
16.7	切削加工方法的创新	(302)
16.7.1	旋风切削	(302)
16.7.2	从动式回转切削工具	(303)
16.7.3	硬切削	(304)
16.7.4	高速切削(HSC)	(304)
16.7.5	复合切削加工	(305)
16.8	磨削加工	(308)
第 17 章	精密和超精密加工技术	易维坤
17.1	概述	(311)
17.2	精加工技术在航天产品中的应用	(314)
17.2.1	典型产品	(314)
17.2.2	典型结构件	(317)
17.3	精密切削加工条件	(327)
17.3.1	精密切削机床	(327)
17.3.2	精密切削工具	(329)
17.3.3	精密定位工具	(332)
17.3.4	精密计量技术及设备	(332)
17.3.5	精密加工的环境	(334)
17.4	精密和超精密加工的工艺技术	(335)
17.4.1	精密加工的工艺准则	(335)
17.4.2	软金属构件的切削加工	(335)
17.4.3	硬、脆材料的切削加工	(336)
17.4.4	特种加工技术的应用	(337)
17.5	微纳米加工技术	(340)
17.5.1	微纳米加工的概念	(340)
17.5.2	扫描探针显微镜技术	(342)
17.5.3	微加工技术的应用	(344)
17.5.4	精密加工的极限	(345)
第 18 章	特种加工技术	刘晋春 王至尧
18.1	概述	(347)
18.1.1	特种加工的分类	(347)
18.1.2	特种加工对材料可加工性和结构工艺性的影响	(348)
18.2	电火花加工(EDM)	(349)
18.2.1	电火花加工的基本原理及其分类	(349)

18.2.2 电火花加工的特点及其应用	(350)
18.2.3 电火花加工工艺方法分类	(350)
18.2.4 电火花加工中的一些基本规律	(351)
18.2.5 电火花加工机床	(353)
18.2.6 电火花穿孔成形加工在航天工业中的应用	(354)
18.3 电火花线切割加工(WEDM)	(356)
18.3.1 电火花线切割加工原理及特点	(356)
18.3.2 电火花线切割加工设备	(357)
18.3.3 线切割加工的应用	(358)
18.4 电化学加工(ECM)	(360)
18.4.1 电化学加工原理及分类	(360)
18.4.2 电解加工	(361)
18.5 激光加工	(364)
18.5.1 激光加工的原理和特点	(364)
18.5.2 激光加工的基本设备	(365)
18.5.3 激光加工工艺及应用	(365)
18.6 电子束和离子束加工	(365)
18.6.1 电子束加工	(366)
18.6.2 离子束加工	(367)
18.7 超声加工	(370)
18.7.1 超声加工的基本原理和特点	(370)
18.7.2 超声加工设备及其组成部分	(371)
18.7.3 超声加工的应用	(372)
18.8 快速成形技术(Rapid Prototype, RP)	(372)
18.8.1 选择性光敏树脂液相固化成形(SL)	(373)
18.8.2 选择性粉末烧结成形(SLS)	(373)
18.8.3 纸张分层叠加成形(LOM)	(373)
18.8.4 熔丝堆积成形(FDW)	(374)
18.8.5 快速成形技术的工程应用	(374)
18.9 其他特种加工方法	(376)
18.9.1 化学加工(CHM)	(376)
18.9.2 等离子体加工(PAM)	(376)
18.9.3 挤压珩磨(AFM)	(377)
18.9.4 水射流切割(WJC)	(378)
18.9.5 磁性磨料研磨加工和磁性磨料电解研磨加工	(378)
18.9.6 铝及铝合金表面微弧氧化处理形成陶瓷层的新技术	(379)
18.10 特种加工技术在航天产品制造中的展望	(379)

第 19 章 计算机辅助制造技术

周世平 王中阳 白书清

19.1 概述	(380)
19.1.1 计算机辅助制造技术的内涵	(380)
19.1.2 计算机辅助制造技术的特点	(381)
19.1.3 计算机辅助制造技术现状与发展趋势	(382)
19.2 计算机辅助设计和计算机建模	(383)
19.2.1 计算机辅助设计和计算机辅助工程分析	(383)
19.2.2 计算机建模	(384)
19.2.3 数字化预装配和装配工艺仿真	(385)
19.2.4 产品设计的工艺性分析	(386)
19.3 数控加工技术	(386)
19.3.1 数控机床	(386)
19.3.2 数控加工程序	(388)
19.3.3 数控程序仿真和虚拟加工	(391)
19.3.4 数控测量与坐标测量机	(392)
19.3.5 数控加工技术的扩展	(392)
19.3.6 航天产品结构件数控加工实例	(395)
19.4 计算机辅助工艺设计	(397)
19.4.1 CAPP 分类与组成	(397)
19.4.2 基于成组技术的 CAPP	(398)
19.4.3 基于特征识别技术的 CAPP	(400)
19.4.4 计算机辅助工艺管理	(402)
19.4.5 航天产品制造中的 CAPP 应用实例	(402)
19.5 制造自动化与柔性制造系统	(403)
19.5.1 制造自动化	(403)
19.5.2 柔性制造系统(Flexible Manufacturing System, FMS)	(405)
19.5.3 柔性制造单元和分布式数控	(406)
19.5.4 柔性制造系统的应用技术	(407)
19.5.5 柔性制造系统的发展趋势	(407)
19.5.6 柔性制造系统在航天企业中的应用	(408)
19.6 集成制造系统	(410)
19.6.1 计算机集成制造系统	(410)
19.6.2 CAD/CAPP/CAM 集成的关键技术	(411)
19.6.3 产品数据管理	(412)
19.6.4 制造资源计划与企业资源计划	(413)
19.6.5 制造系统的集成环境	(414)
19.6.6 航天制造中的集成系统研究实例	(415)

19.7 航天制造业 CAM 与信息化发展进程	(416)
第 20 章 金属材料热处理技术	朱正长 季伯林 孔淑英 许奔荣
20.1 概述	(418)
20.2 金属材料热处理工艺	(419)
20.2.1 结构钢的热处理	(419)
20.2.2 不锈钢的热处理	(422)
20.2.3 高温合金热处理	(424)
20.2.4 铝合金热处理	(425)
20.2.5 镁合金热处理	(427)
20.2.6 钛合金热处理	(428)
20.2.7 铜及铜合金热处理	(430)
20.2.8 精密合金热处理	(432)
20.3 热处理质量控制技术	(435)
20.3.1 影响工件热处理质量的主要因素	(435)
20.3.2 热处理设备的质量技术要求	(435)
20.3.3 温度控制技术	(436)
20.4 热处理产品质量检验技术	(436)
20.5 典型航天工件的热处理工艺	(437)
20.5.1 承力支架调质热处理	(437)
20.5.2 高温合金浮动环座热处理	(438)
20.5.3 铸造铝合金舱体热处理	(438)
20.5.4 钛合金工件真空热处理	(438)
20.5.5 软磁合金工件热处理	(439)
20.6 先进热处理技术及其展望	(440)
第 21 章 表面工程技术	李川生 崔敬忠
21.1 概述	(442)
21.2 表面预处理	(442)
21.3 电镀与化学镀	(443)
21.3.1 电镀	(443)
21.3.2 化学镀	(447)
21.4 金属表面转化处理	(448)
21.4.1 化学转化处理	(448)
21.4.2 化学钝化处理	(450)
21.4.3 电化学转化处理	(450)
21.5 镀覆工艺纯水制备与清洁生产技术	(452)
21.5.1 工艺纯水制备	(452)
21.5.2 镀覆的清洁生产技术	(453)

21.6 涂层涂装技术	(454)
21.6.1 涂装的基本施工方法	(454)
21.6.2 电泳涂装	(454)
21.6.3 粉末涂装	(455)
21.6.4 特种功能涂层技术	(455)
21.7 薄膜技术与离子注入技术	(456)
21.7.1 物理气相沉积	(456)
21.7.2 化学气相沉积	(458)
21.7.3 离子注入技术	(459)
21.8 金属件镀(涂)覆的其他工艺	(460)
21.8.1 热喷涂	(460)
21.8.2 粉末渗锌	(461)
21.8.3 机械镀	(461)
21.9 表面涂(镀)层质量检测	(462)
21.9.1 质量检测项目	(462)
21.9.2 厚度测量	(462)
21.9.3 硬度测量	(463)
21.9.4 附着力测量	(463)
21.9.5 耐蚀性测量	(463)
21.9.6 氢脆性测量	(464)
21.10 零件防锈封存技术	(464)
21.10.1 工序间防锈工艺	(464)
21.10.2 油封包装	(464)
21.11 表面工程新技术	(465)
21.11.1 非电解法片状锌粉涂层工艺	(465)
21.11.2 微弧氧化	(466)
21.11.3 脉冲电解技术	(466)
21.11.4 协合含氟聚合物涂层技术	(467)

第 22 章 复合材料成型与加工技术

盛磊 杨鸿昌 顾兆梅

22.1 概述	(468)
22.1.1 复合材料的分类	(468)
22.1.2 复合材料的特点	(468)
22.1.3 复合材料与航天技术发展	(469)
22.2 复合材料成型工艺	(470)
22.2.1 复合材料成型工艺的特点与分类	(470)
22.2.2 铺层剪裁与铺贴	(471)
22.2.3 手糊成型	(472)

22.2.4 纤维预浸渍成型	(472)
22.2.5 纤维(在线)预浸铺放成型	(478)
22.2.6 纤维预成型件树脂注射与熔浸成型工艺	(484)
22.2.7 金属基复合材料成型工艺方法	(486)
22.2.8 陶瓷基复合材料制造工艺	(488)
22.2.9 复合材料成型模具	(489)
22.3 复合材料加工工艺	(491)
22.3.1 复合材料切削加工工艺	(491)
22.3.2 复合材料的磨削加工	(493)
22.3.3 复合材料制孔工艺	(494)
22.4 复合材料结构件质量控制	(495)
22.4.1 复合材料原材料半成品的质量控制	(495)
22.4.2 复合材料成型过程中的质量控制	(496)
22.4.3 复合材料结构件的检测	(497)
22.5 复合材料构件缺陷/损伤修补技术	(498)
22.5.1 缺陷与损伤的类型	(498)
22.5.2 缺陷/损伤修补方法	(498)
22.6 复合材料成型加工技术展望	(501)
第 23 章 连接技术	崔可俊 由文堂 顾兆梅 倪金荣 刘春飞
23.1 概述	(504)
23.2 焊接技术	(504)
23.2.1 手工电弧焊	(504)
23.2.2 钨极惰性气体保护电弧焊(TIG)	(506)
23.2.3 熔化极惰性气体保护焊(MIG)	(508)
23.2.4 电子束焊接(EBW)	(509)
23.2.5 激光焊接	(511)
23.2.6 等离子弧焊接	(514)
23.2.7 钎焊	(516)
23.2.8 点焊与缝焊	(518)
23.2.9 航天产品主要结构材料的焊接技术	(520)
23.2.10 焊接质量控制	(524)
23.2.11 典型航天产品结构的焊接技术	(524)
23.2.12 焊接技术展望	(532)
23.3 胶接技术	(533)
23.3.1 胶接结构的特点与连接形式	(533)
23.3.2 胶黏剂及其选用	(534)
23.3.3 胶接工艺	(536)