



航空制造工程手册

《航空制造工程手册》总编委会 主编

· 非金属材料工艺 ·

航空工业出版社

3 2 5 0 5 9 0 3

V26-62
03
V17

航空制造工程手册

非金属结构件工艺

《航空制造工程手册》总编委会 主编

11E17/04



C0292738

航空工业出版社

1996

内 容 提 要

本书是《航空制造工程手册》的一个分册,书中介绍了40多年来航空工业非金属结构件的生产实践和科研成果应用,同时吸收了一部分国外的有关资料。全书分两篇共30章,包括玻璃纤维增强塑料件和透明件两部分,分别介绍了两类制件用的材料与选材,制造工艺方法与工装模具及设备,机械加工方法,连接安装、密封与修补和表面修整技术,质量控制以及劳动卫生与安全技术安全等。编写力求贯彻“求实、求新、求是和求精”的精神,并按手册要求做到论述系统、叙述简明、数据可靠和实用方便。

本书是航空非金属结构件制造工程技术人员的实用工具书,可供从事产品设计、制造、检验和生产管理等各类人员及高等院校和中专有关专业师生参考,也可供其他行业中从事同类专业工作的技术人员借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

航空制造工程手册:非金属结构件工艺/《航空制造工程手册》总编委会主编;林敦仪分主编.-北京:航空工业出版社,1995.12

ISBN 7-80046-956-5

I. 航… I. ①航…②林… II. ①航空工程-制造业-手册②航空材料:非金属材料-零部件-制造-工艺 IV. ①V26-62②V254

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 13678 号

责任编辑 张和善

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

北京地质印刷厂印刷 全国各地新华书店经售

1996年1月第1版 1996年1月第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:30.75 字数:781千字

印数:1—1000

定价:70.00元

序

我国航空工业已走过了四十余年的历程,从飞机的修理、仿制到自行研制,航空制造工程得到很大的发展。在航空高科技产业的大系统中,航空制造工程是重要的组成部分之一。航空工业,就其行业性来讲,属于制造业范畴。航空制造工程的技术状况,是衡量一个国家科学技术发展综合水平的重要标志。航空制造工程的发展水平,对飞机的可靠性和使用寿命的提高、综合技术性能的改善、研制和生产成本的降低、甚至总体设计思想能否得到具体实现等均起着决定性作用。

航空制造工程已成为市场竞争的重要基础,要发展航空工业、并有效地占领市场,不仅要不断地更新设计,开发新产品,更重要的是要具备一个现代化的航空制造工程系统。在发达国家中,均优先发展航空制造工程,很多新工艺、新材料、新设备、新技术都是在航空制造工程中领先使用的,因此必须从战略高度予以重视,并采取实际而有效的措施加速它的发展。编写《航空制造工程手册》,就是为实现航空制造工程现代化的战略目标,在制造工程领域进行的基础性工作。

四十年来,我国航空工业积累了大量经验,取得了丰硕的成果,特别是改革开放以来,开扩了视野并有可能汲取更多的新科技信息。但是如何将这些容量浩繁、层次复杂、学科众多的科学技术和经验汇集起来,使之成为我国航空工业、乃至国家的珍贵财富,是一项具有重大实用价值和长远意义的任务,为此航空航天部决定组织全行业的力量,统一计划、统一部署完成这项极其复杂的规模巨大的系统工程。大家本着继往开来的历史责任感和紧迫感,从1989年开始组织航空工业全行业制造工程方面造诣至深的专家、教授、学者,经过几年的努力陆续编写出版了这套基本覆盖航空制造工程各专业各学科的包括三十二个分册、几千万字的《航空制造

工程手册》。

编好这套手册是一项十分艰巨的工作。大家始终坚持求实、求新、求精、求是的原则,在确保鲜明航空特色的前提下,在总体内容上强调实用性、综合性、成套性;在表达形式上,以技术数据、图形表格、曲线公式为主;阐述扼要,结论严谨,力求使手册成为一部概念准确、数据可靠、文字简洁、编排合理、查阅方便,能为广大从事航空制造工程的科技人员提供有益指导和参考的工具书。

首次组织编纂大型手册,缺乏经验,还由于过去资料积累基础比较薄弱,新技术发展迅速和深度广度不断增加,使这项工作带有相当程度的探索性,因之错误与不足之处实为难免,恳切希望广大读者给予指正。对在这套手册编写过程中给予支持的单位和付出辛勤劳动,提供资料,参与编写,评审,出版的同志们表示衷心感谢。由于我国航空制造工程与世界水平尚存在较大差距,这套手册出版之后,还有不断求新、完善的必要,《航空制造工程手册》总编委会及其办公室是常设机构,将努力收集新的科技信息及这套工具书使用的情况和意见,为今后的修订提供依据,以求进一步完善和提高。

何文治

1992年8月28日

《航空制造工程手册》

各分册名称

- | | |
|-------------|---------------|
| 《通用基础》 | 《非金属结构件工艺》 |
| 《热处理》 | 《飞机结构工艺性指南》 |
| 《特种加工》 | 《发动机机械加工》 |
| 《表面处理》 | 《发动机装配与试车》 |
| 《焊接》 | 《发动机叶片工艺》 |
| 《特种铸造》 | 《燃油泵与调节器装配试验》 |
| 《金属材料切削加工》 | 《弹性元件工艺》 |
| 《齿轮工艺》 | 《电连接器工艺》 |
| 《工艺检测》 | 《机载设备精密加工》 |
| 《计算机辅助制造工程》 | 《光学元件工艺》 |
| 《飞机钣金工艺》 | 《框架壳体工艺》 |
| 《飞机机械加工》 | 《武器系统装配》 |
| 《飞机装配》 | 《电机电器工艺》 |
| 《飞机工艺装备》 | 《救生装备工艺》 |
| 《飞机模线样板》 | 《电子设备装配》 |
| 《金属结构件胶接》 | 《机载设备环境试验》 |

《航空制造工程手册》

总编委会、顾问及办公室组成名单

总编委会主任 何文治

总编委会副主任(按姓氏笔划排列)

马业广	王云机	王敬堂	方裕成	刘多朴
朱伯贤	任家耕	李成功	李哲浩	李章由
吴复兴	易志斌	郑作棣	杨彭基	张 彤
张士元	张钟林	周家骐	周砥中	周晓青
金德琨	姚克佩	顾元杰	徐秉铨	徐培麟
郭景山	程宝渠	屠德彰		

总编委会常务副主任 马业广

总编委会顾问(按姓氏笔划排列)

马世英	于 欣	于志耕	于剑辉	王英儒
冯 旭	杨 埔	杨光中	陆颂善	枉云汉
罗时大	荣 科	邴少安	董德馨	程华明
廖宗懋	颜鸣皋	戴世然		

总编委会委员(按姓氏笔划排列)

马业广	王广生	王云机	王国成	王喜力
王敬堂	方学龄	方裕成	刘多朴	刘树桓
刘盛东	刘瑞新	关 桥	朱伯贤	孙国壁
任家耕	严世能	何文治	何恽晋	李成功
李秋娥	李哲浩	李章由	李德澄	杜昌年
沈昌治	陈于乐	陈 进	陈积懋	陈德厚
余承业	杨彭基	吴志恩	吴复兴	张 彤
张 夏	张士元	张幼桢	张灵雨	张纯正
张钟林	张增模	周家骐	周砥中	周晓青

易志斌	郑作棣	林更元	林泽宽	林敦仪
金慧根	金德琨	国 岩	赵仲英	胡四新
胡建国	姜淑芳	姚永义	姚克佩	郝命麒
顾元杰	郭景山	晏海瑞	唐荣锡	唐瑞润
徐秉铨	徐培麟	常荣福	戚道纬	崔连信
屠德彰	程宝渠	熊敦礼	戴 鼎	

总编委会常委(按姓氏笔划排列)

马业广	王云机	何恽晋	李成功	李哲浩
吴复兴	郑作棣	周家骐	戚道纬	崔连信
屠德彰	戴 鼎			

总编委会办公室主任

戚道纬

总编委会办公室副主任(按姓氏笔划排列)

刘树桓 姜淑芳 崔连信

总编委会办公室成员(按姓氏笔划排列)

丁立铭	王偲鹏	刘树桓	刘瑞麟	邵 箭
陈 刚	陈振荣	宋占意	张士霖	林 森
段文斌	贺开运	姜淑芳	莫龙生	徐晓风
戚道纬	崔正山	崔连信		

《非金属结构件工艺》分编委会组成名单

主 编 林敦仪
副主编 郭多祉 石定杜 王禹权
委 员 (按姓氏笔划排列)
王禹权 王敬国 石定杜 刘树桓 严子建
吴石民 陈尊虞 林敦仪 陶公德 郭多祉
钱玉林 夏治君 徐修成 梁淑琴

《非金属结构件工艺》其他编写和统稿人员名单

编写人员 (按姓氏笔划排列)
王世忠 白日强 陈祥宝 汪延本 周骥才
姜从典 张凤翻 张菊珍 傅为刚 傅立柏
蒋翌军
统稿人员 (按姓氏笔划排列)
林敦仪 郭多祉 陶公德

目 录

第 1 篇 玻璃纤维增强塑料件

第 1 章 概论

- 1.1 玻璃纤维增强塑料件的范围和特点 1
- 1.2 玻璃纤维增强塑料件的类型 3
- 1.3 玻璃纤维增强塑料件制造技术的内容 ... 4
- 1.4 玻璃纤维增强塑料件的制造工艺特点 ... 5
 - 1.4.1 成形工艺特点 5
 - 1.4.2 各种成形方法的特点与适用范围 5
 - 1.4.3 成形方法的选用原则 6
- 1.5 玻璃纤维增强塑料件制造发展技术
现状 7

第 2 章 材料

- 2.1 概述 9
 - 2.1.1 材料的范围 9
 - 2.1.2 材料的种类 9
 - 2.1.2.1 增强材料 9
 - 2.1.2.2 基体材料 9
 - 2.1.2.3 预浸料和夹芯材料 10
 - 2.1.2.4 工艺辅助材料 11
 - 2.1.3 材料的选择原则 11
- 2.2 玻璃纤维及其制品 12
 - 2.2.1 玻璃纤维及其制品的种类 12
 - 2.2.2 玻璃纤维及其制品的特点 14
 - 2.2.2.1 玻璃纤维的力学特征 14
 - 2.2.2.2 玻璃纤维的介电性能 14
 - 2.2.2.3 玻璃纤维的耐腐蚀性能 14
 - 2.2.2.4 玻璃纤维的吸湿性 15
 - 2.2.3 玻璃纤维及其制品的表面处理 15
 - 2.2.3.1 表面处理的方法 15
 - 2.2.3.2 浸润剂的去除方法 16
 - 2.2.3.3 常用的表面处理剂 16
 - 2.2.3.4 几种表面处理剂的配制及处理工艺
..... 17
 - 2.2.4 可供选用的玻璃纤维制品 18
 - 2.2.4.1 玻璃纤维纱的规格及其性能 18
 - 2.2.4.2 玻璃纤维织物的规格及其性能 19

- 2.3 树脂体系 26
 - 2.3.1 概述 26
 - 2.3.2 常用的树脂体系 28
 - 2.3.2.1 我国航空器上常用的树脂体系 28
 - 2.3.2.2 国外部分树脂体系 34
 - 2.3.3 固化剂 36
 - 2.3.3.1 不饱和聚酯树脂的固化剂 36
 - 2.3.3.2 酚醛树脂的固化剂 36
 - 2.3.3.3 环氧树脂的固化剂 36
 - 2.4 助剂 39
 - 2.4.1 稀释剂 39
 - 2.4.2 增韧剂 39
 - 2.4.3 阻燃剂 40
 - 2.4.4 填料 41
 - 2.5 工艺辅助材料 42
 - 2.5.1 脱模材料 42
 - 2.5.1.1 油膏、石蜡类脱模剂 42
 - 2.5.1.2 混合溶液类脱模材料 42
 - 2.5.1.3 薄膜类脱模材料 43
 - 2.5.2 真空袋材料 44
 - 2.5.3 导气材料 45
 - 2.5.4 吸胶材料 46
 - 2.5.5 隔离材料 47
 - 2.5.6 密封材料 48
 - 2.6 预浸料 49
 - 2.6.1 预浸料的类型与特点 49
 - 2.6.2 常用的预浸料及其主要性能 49
 - 2.7 非金属蜂窝芯材 50
 - 2.7.1 类型与特点 50
 - 2.7.2 蜂窝的尺寸形状表示法 51
 - 2.7.3 蜂窝芯材的性能 51
 - 2.7.3.1 Nomex 蜂窝芯材的性能 51
 - 2.7.3.2 玻璃布蜂窝芯材的性能 56
 - 2.7.4 制造蜂窝用的主要材料 58
 - 2.7.4.1 蜂窝骨架材料 58
 - 2.7.4.2 蜂窝芯条胶 59

2.7.4.3 蜂窝浸渍用树脂	59	3.5.2.2 返修规定	74
2.8 泡沫塑料	59	第4章 预浸料制造	
2.8.1 分类和特点	59	4.1 概述	60
2.8.2 典型的泡沫塑料配方和有关性能	59	4.2 原理与特点	61
第3章 模具		4.2.1 基本原理	61
3.1 类型与特点	62	4.2.2 预浸料的特点	62
3.1.1 分类	62	4.3 预浸料的原材料要求	63
3.1.2 各类模具的特点	64	4.3.1 对玻璃纤维及织物的要求	63
3.1.2.1 阳模	64	4.3.2 对树脂基体的要求	63
3.1.2.2 阴模	64	4.3.3 对离型纸的要求	63
3.1.2.3 对模	65	4.4 制造方法与专用设备	64
3.2 模具材料	67	4.4.1 分类、特点与适用范围	64
3.2.1 常用金属材料	67	4.4.2 专用设备	64
3.2.2 常用非金属材料	68	4.4.3 常用工艺方法	64
3.3 模具选用原则	68	4.4.3.1 溶液浸渍法	64
3.3.1 制件结构和外形要求	68	4.4.3.2 热熔法	64
3.3.1.1 制件外形要求	68	4.4.3.3 粉末法	64
3.3.1.2 制件结构要求	68	4.5 典型玻璃纤维织物预浸料的制造实例	64
3.3.2 制件成形工艺要求	68	4.5.1 原材料	64
3.3.2.1 成形工艺方法要求	68	4.5.2 工艺准备	64
3.3.2.2 成形压力要求	69	4.5.2.1 树脂体系溶液的配制	64
3.3.2.3 成形温度要求	69	4.5.2.2 设备准备	64
3.3.2.4 利于脱模	69	4.5.3 开车	64
3.3.3 经济性要求	69	4.5.4 质量控制和产品检验	64
3.3.3.1 模具材料成本	69	4.5.5 包装和贮存	64
3.3.3.2 制造成本	70	4.6 质量标准与检验方法	64
3.3.3.3 使用寿命	70	4.6.1 预浸料的质量标准	64
3.4 制造与检验	70	4.6.2 预浸料成品的检验方法	64
3.4.1 成形型腔的制造	70	4.7 常见质量问题、产生原因和预防措施	64
3.4.1.1 标准样件法	71	4.8 预浸料的质量控制	64
3.4.1.2 切面样板法	71	4.8.1 预浸料质量控制的基本内容	64
3.4.1.3 数字化程序控制加工法	71	4.8.2 预浸料质量监控程序	64
3.4.2 模具结构件制造	71	第5章 非金属蜂窝芯工艺	
3.4.2.1 模具定位件	71	5.1 概述	64
3.4.2.2 顶件机构	72	5.2 原理与特点	64
3.4.3 检验	73	5.2.1 基本原理	64
3.4.3.1 按图纸检验	73	5.2.2 工艺特点	64
3.4.3.2 按模压制件检验	73	5.2.3 工艺流程	64
3.5 使用与维护	74	5.3 设备	64
3.5.1 模具的正确使用与维护	74	5.3.1 涂胶机	64
3.5.1.1 脱模剂使用	74	5.3.2 蜂窝拉伸机	64
3.5.1.2 正常使用	74	5.3.3 固化设备	64
3.5.2 模具定期检验与返修	74		
3.5.2.1 定期检验	74		

5.3.4 芯条和蜂窝芯材分切设备	90	6.4.1.4 固化	110
5.4 制造方法	90	6.4.1.5 脱模	111
5.4.1 芯条涂印方法	90	6.4.1.6 检验	111
5.4.1.1 分类、特点与适用范围	91	6.4.1.7 蜂窝夹层结构件常见的缺陷与解 决办法	111
5.4.1.2 芯条胶的要求与选择	91	6.4.2 泡沫塑料夹层结构件成形工艺	111
5.4.1.3 工艺方法	91	6.4.2.1 预制粘结成形工艺	111
5.4.2 芯条叠合、固化与分切法	95	6.4.2.2 整体浇注成形工艺	112
5.4.2.1 芯条叠合	95	6.5 蜂窝夹层结构典型件制造实例	112
5.4.2.2 蜂窝叠层板固化	97	6.5.1 结构特点与尺寸	112
5.4.2.3 蜂窝叠层板分切	97	6.5.2 成形工艺方法及成形装置	113
5.4.3 蜂窝芯拉伸与定形法	97	6.5.3 材料、工装模具与设备	113
5.4.4 蜂窝块浸渍与固化法	98	6.5.3.1 材料	113
5.4.4.1 浸渍树脂的要求与选择	98	6.5.3.2 工装模具与设备	114
5.4.4.2 浸渍方法与固化方法	99	6.5.4 制造工艺过程	114
5.5 非金属蜂窝芯制造实例	99	6.5.4.1 工艺流程与结构组合	114
5.5.1 玻璃布蜂窝芯的制造(漏胶法)	99	6.5.4.2 成形前准备	114
5.5.2 芳纶纸蜂窝芯制造(横向印胶法)	100	6.5.4.3 雷达天线整流罩成形	114
5.6 质量标准与检验方法	101	6.5.4.4 制造工艺过程中的缺陷修补	118
5.6.1 蜂窝芯外观质量标准	101	6.6 泡沫塑料夹层结构典型件制造实例	118
5.6.2 蜂窝芯密度标准与检验方法	101	6.6.1 典型件简介	118
5.6.3 蜂窝芯块尺寸允差标准	102	6.6.2 成形工艺方法	119
5.6.4 蜂窝芯强度标准与试验方法	102	6.6.3 材料、工装模具与设备	119
5.7 影响蜂窝芯质量的因素及保证措施	102	6.6.3.1 材料	119
第6章 夹层结构工艺		6.6.3.2 工装模具与设备	119
6.1 概述	104	6.6.4 垂尾翼尖制造工艺流程	120
6.1.1 基本原理	104	6.6.5 垂尾翼尖成形	120
6.1.2 夹层结构制造工艺特点	104	第7章 手糊成形法	
6.1.2.1 蜂窝夹层结构各种成形方法的 特点和适用范围	104	7.1 特点与适用范围	122
6.1.2.2 蜂窝夹层结构分次成形的特点	105	7.1.1 原理	122
6.1.2.3 泡沫塑料夹层结构成形方法的特 点与适用范围	105	7.1.2 工艺特点	122
6.2 材料	105	7.1.3 适用范围	122
6.2.1 夹层结构面层和芯层材料的匹配关 系	106	7.2 材料要求与选择	122
6.2.2 夹层结构件常用的胶粘剂和发泡胶	106	7.2.1 增强材料的要求	122
6.3 设备、模具与工装	107	7.2.1.1 对增强材料的工艺性要求	122
6.4 夹层结构件成形工艺	107	7.2.1.2 适用的增强材料	123
6.4.1 蜂窝夹层结构件的成形工艺	107	7.2.2 树脂体系的要求	123
6.4.1.1 蜂窝夹层结构件制造工艺流程	107	7.2.2.1 对树脂的要求	123
6.4.1.2 工艺准备的程序和要点	109	7.2.2.2 对树脂体系的工艺性要求	123
6.4.1.3 蜂窝夹层结构的组合	110	7.2.3 脱模材料的要求	124
		7.3 设备与模具	124
		7.3.1 设备	124
		7.3.1.1 配胶设备	124
		7.3.1.2 加热设备	124

7.3.1.3 修整设备	124	8.3.1.1 加热设备	134
7.3.2 模具	124	8.3.1.2 真空设备	134
7.3.2.1 模具特点	125	8.3.1.3 加压设备	135
7.3.2.2 对模具的要求	125	8.3.2 模具	135
7.3.3 常用工具	125	8.3.2.1 技术要求	135
7.4 制造工艺	126	8.3.2.2 模具材料	135
7.4.1 工艺流程	126	8.3.2.3 模具的类型	135
7.4.2 工艺准备	126	8.3.2.4 模具结构	136
7.4.3 玻璃布剪裁方法	126	8.3.3 工具	136
7.4.4 树脂体系的配制方法	126	8.4 制造工艺	136
7.4.4.1 不饱和聚酯树脂体系	126	8.4.1 工艺流程	136
7.4.4.2 环氧树脂体系	127	8.4.2 工艺准备	137
7.4.4.3 配制时应注意的问题	127	8.4.3 铺贴坯件	137
7.4.5 糊制方法	127	8.4.4 装袋(工艺组合)	137
7.4.6 固化工艺及参数	127	8.4.5 固化	138
7.4.7 脱模与修整	128	8.4.6 脱模	139
7.4.7.1 脱模	128	8.5 质量标准与检验方法	139
7.4.7.2 修整	128	8.6 常见的质量问题与解决措施	139
7.5 质量标准与检验方法	128	8.7 典型件制造实例	140
7.6 常见的质量问题及预防措施	129	8.7.1 概述	140
7.7 典型件制造实例	129	8.7.2 技术要求	140
7.7.1 典型件	129	8.7.3 主要设备	140
7.7.2 对电缆罩性能的要求	130	8.7.4 主要原材料及工艺辅助材料	141
7.7.3 工艺准备	130	8.7.4.1 原材料	141
7.7.3.1 增强材料的准备	130	8.7.4.2 工艺材料	141
7.7.3.2 模具的准备	130	8.7.5 制造工艺	141
7.7.3.3 树脂体系配制	130	8.7.6 检验	143
7.7.4 糊制	130		
7.7.5 固化	130	第9章 热压罐成形法	
7.7.6 脱模与修整	130	9.1 原理和特点	144
7.7.7 制件检验	130	9.1.1 基本原理	144
第8章 袋压成形法		9.1.2 工艺特点	144
8.1 原理与特点	131	9.1.3 适用范围	144
8.1.1 基本原理	131	9.2 材料要求和选择	144
8.1.2 工艺特点	131	9.2.1 预浸料	144
8.1.3 分类	132	9.2.2 夹层结构用胶粘剂	145
8.1.4 适用范围	132	9.2.3 夹芯层	145
8.2 材料要求与选择	133	9.2.4 辅助材料	146
8.2.1 常用的增强材料	133	9.3 设备与工装	146
8.2.2 常用树脂类型	133	9.3.1 热压罐	146
8.2.3 树脂体系的使用状态	134	9.3.1.1 热压罐的构造	146
8.2.4 工艺材料	134	9.3.1.2 热压罐的技术要求	147
8.3 设备与工具	134	9.3.1.3 先进热压罐的技术特点	147
8.3.1 设备	134	9.3.1.4 热压罐应用现状	148
		9.3.2 成形模具	149

9.3.2.1 模具材料	149	11.1.1 基本原理	168
9.3.2.2 结构形式	149	11.1.2 工艺特点	168
9.3.2.3 技术要求	150	11.1.3 适用范围	169
9.4 制造工艺	151	11.2 材料要求	169
9.4.1 工艺流程与制造工艺	151	11.2.1 适用的增强材料	169
9.4.1.1 层压板制件制造工艺	151	11.2.2 适用的树脂基体	170
9.4.1.2 夹层制件制造工艺	152	11.3 专用设备与模具	171
9.4.2 典型件制造实例	153	11.3.1 专用设备	171
9.4.2.1 垂尾前缘制造	153	11.3.1.1 压力源	171
9.4.2.2 玻璃布蜂窝夹层水箱制造	154	11.3.1.2 真空系统	171
9.4.3 常见技术故障及处理方法	155	11.3.1.3 树脂配制系统	172
9.5 质量标准与检验方法	156	11.3.1.4 清洗系统	172
第10章 模压成形法		11.3.1.5 加热系统	172
10.1 原理与特点	157	11.3.1.6 测控系统	172
10.1.1 基本原理	157	11.3.2 模具	173
10.1.2 工艺特点	157	11.4 制造工艺	173
10.1.3 适用范围	158	11.4.1 制造工艺流程	173
10.2 材料要求与选择	158	11.4.2 模具的准备	173
10.2.1 材料的使用状态	158	11.4.3 增强材料的准备与铺置	173
10.2.2 常用的模压材料	158	11.4.4 树脂体系的配制	173
10.2.3 模压料工艺性能	159	11.4.5 合模	173
10.3 设备与工装	159	11.4.6 压注	174
10.3.1 加压设备	159	11.4.7 固化与后固化	175
10.3.1.1 液压机	160	11.4.8 脱模	175
10.3.1.2 机械加压设备	161	11.4.9 常见质量问题与预防措施	175
10.3.2 模具与工具	161	11.5 质量标准与检验方法	176
10.3.2.1 模压成形对模具的要求	161	11.6 典型件制造实例	176
10.3.2.2 工具	162	11.6.1 制件简介与工艺分析	176
10.4 模压工艺过程	162	11.6.2 原材料	176
10.4.1 模压成形工艺流程	162	11.6.3 制造工艺	177
10.4.2 工艺准备	162	11.6.3.1 工艺流程	177
10.4.2.1 模具准备	162	11.6.3.2 模具技术要求	177
10.4.2.2 制件压制表压的计算	163	11.6.3.3 铺放编织套	177
10.4.2.3 成形用坯件的准备	163	11.6.3.4 配制树脂体系	178
10.4.3 装模	163	11.6.3.5 压注成形	178
10.4.4 压制	164	11.6.4 质量检测	179
10.4.5 压制工艺参数	164	第12章 缠绕成形法	
10.4.6 脱模	166	12.1 原理与特点	180
10.4.7 后固化	166	12.1.1 基本原理	180
10.5 质量控制与检验	166	12.1.2 工艺特点	181
10.6 常见质量问题、产生原因及解决办法	166	12.1.3 分类与适用范围	181
第11章 压注成形法		12.2 材料要求与选择	182
11.1 原理与特点	168	12.2.1 纤维	182
		12.2.2 树脂体系	182

12.3 设备与工装	183
12.3.1 缠绕机	183
12.3.1.1 机械式	183
12.3.1.2 数控和微机控制	184
12.3.1.3 国内外生产的一些缠绕机	184
12.3.2 固化设备	185
12.3.2.1 技术要求	185
12.3.2.2 分类	185
12.3.3 模具	186
12.3.3.1 技术要求	186
12.3.3.2 模具的结构、材料与适用范围	186
12.3.4 脱模装置	186
12.3.4.1 技术要求	186
12.3.4.2 分类	186
12.4 缠绕工艺	187
12.4.1 线型参数	187
12.4.1.1 参数定义	187
12.4.1.2 参数计算	187
12.4.2 线型工艺参数及计算	190
12.4.3 线型设计与线型工艺参数计算步骤	190
12.4.4 缠绕工艺参数	192
12.4.4.1 树脂体系的粘度	192
12.4.4.2 张力	192
12.4.4.3 纤维的线速度	192
12.4.5 缠绕过程	193
12.4.5.1 模具准备	193
12.4.5.2 树脂体系配制	193
12.4.5.3 缠绕	193
12.4.6 固化工艺	193
12.4.6.1 工艺准备	193
12.4.6.2 固化工艺参数	193
12.4.6.3 固化	194
12.4.7 脱模	194
12.5 质量标准与检验方法	194
12.5.1 工艺过程中的质量控制与检验方法	194
12.5.2 产品的质量标准与检验方法	194
12.6 缠绕航空部件及典型制造实例	195
12.6.1 缠绕航空部件	195
12.6.2 运输机用 40 升氧气瓶	195
12.6.2.1 结构与主要指标	195
12.6.2.2 主要原材料	196

12.6.2.3 缠绕设备和主要参数	196
12.6.2.4 固化工艺及主要参数	197
12.6.2.5 检验	197
12.6.3 直升机旋翼毂夹板组件	197
12.6.3.1 结构与主要指标	197
12.6.3.2 主要原材料	197
12.6.3.3 缠绕设备和主要参数	197
12.6.3.4 固化工艺及主要参数	197
12.6.3.5 检验	197

第 13 章 其他成形法

13.1 拉挤成形法	20
13.1.1 概述	20
13.1.2 原理与特点	20
13.1.2.1 原理	20
13.1.2.2 工艺特点	20
13.1.2.3 分类	20
13.1.2.4 适用范围	20
13.1.3 拉挤制品用材料	20
13.1.3.1 拉挤制品用增强纤维	20
13.1.3.2 常用树脂基体	20
13.1.4 拉挤成形设备与模具	20
13.1.4.1 设备的组成和作用	20
13.1.4.2 对模具的要求	20
13.1.5 拉挤工艺过程	20
13.1.5.1 增强纤维集束	20
13.1.5.2 浸渍树脂	20
13.1.5.3 固化工艺	20
13.1.5.4 后固化	20
13.2 热膨胀模成形法	20
13.2.1 概述	20
13.2.2 基本原理	20
13.2.3 工艺特点	20
13.2.4 分类	20
13.2.5 适用范围	20
13.2.6 热膨胀材料	20
13.2.6.1 热膨胀材料的基本性能	20
13.2.6.2 常用热膨胀材料	21
13.2.7 工艺设备与模具	21
13.2.7.1 加热固化设备	21
13.2.7.2 模具	21
13.2.8 制造工艺	21
13.2.8.1 制件坯料的成形	21
13.2.8.2 装模	21
13.2.8.3 固化	21

13.2.8.4 脱模	213
-------------------	-----

第14章 机械加工

14.1 加工特点和种类	214
14.1.1 加工特点	214
14.1.2 加工种类	214
14.2 刀具材料与几何形状	214
14.2.1 刀具材料与选择	214
14.2.2 刀具的几何形状与参数选择	215
14.2.2.1 车刀	215
14.2.2.2 铣刀	215
14.2.2.3 孔加工刀具	216
14.3 车削	217
14.3.1 车削工艺方法	217
14.3.1.1 薄板的车削	217
14.3.1.2 螺纹的车削	217
14.3.2 车削工艺参数	218
14.4 铣削	218
14.4.1 铣切方法及特点	218
14.4.2 非金属蜂窝芯的铣切	219
14.4.2.1 拉伸前的切割	219
14.4.2.2 拉伸后铣切	219
14.5 钻削	221
14.5.1 制孔类型与刀具	221
14.5.1.1 制孔类型	221
14.5.1.2 制孔用刀具	221
14.5.2 层压板件制孔法及工艺参数	221
14.5.2.1 钻头制孔	221
14.5.2.2 定心钻制孔	221
14.5.2.3 套料刀制孔	222
14.5.2.4 特种形状刀具制孔	223
14.5.3 蜂窝夹层板件制孔	223
14.5.4 孔径尺寸变化量的计算与取值	224
14.5.5 制孔质量保证措施	224
14.6 锯切	225
14.6.1 锯切刀具	225
14.6.1.1 砂轮圆锯片	225
14.6.1.2 锯条	226
14.6.2 锯切工艺参数	226
14.6.3 锯切质量保证措施	227
14.7 高压水射流加工	227
14.7.1 加工工艺与参数	227
14.7.1.1 原理和特点	227
14.7.1.2 工艺过程	227
14.7.1.3 工艺参数	227

14.7.2 影响制件加工质量的因素	228
--------------------------	-----

第15章 质量控制

15.1 产品试制的质量控制	229
15.1.1 技术负责人的确定	229
15.1.2 明确技术要求	229
15.1.3 试制程序	229
15.1.4 方案评审	229
15.1.5 试制过程的质量控制	229
15.1.6 鉴定	230
15.2 人员控制	230
15.2.1 考核形式和内容	230
15.2.2 对不能上岗人员的控制	230
15.3 材料控制	231
15.3.1 一般控制要求	231
15.3.2 应控制的主要材料	231
15.3.3 主要原材料的质量检验	231
15.3.4 材料贮存要求	232
15.4 设备控制	232
15.4.1 一般控制要求	232
15.4.2 主要工艺设备的控制	232
15.4.3 量具和仪表的管理	232
15.4.4 模具控制	234
15.5 工作间的环境条件控制	234
15.6 工艺过程控制	234
15.6.1 一般控制要求	234
15.6.2 主要工序控制	235
15.6.2.1 树脂体系配制控制	235
15.6.2.2 预浸料剪裁控制	235
15.6.2.3 湿法手糊铺贴工艺控制	235
15.6.2.4 预浸料铺贴工艺控制	235
15.6.2.5 工艺组合控制	236
15.6.2.6 固化工艺控制	236
15.6.2.7 蜂窝芯制造工艺控制	236
15.6.2.8 预浸料制造工艺控制	236
15.7 成品件的质量控制	237
15.7.1 外观质量	237
15.7.2 外形尺寸及公差	237
15.7.3 内部缺陷及检测方法	237
15.7.3.1 内部缺陷	237
15.7.3.2 检验方法	238
15.7.4 随炉件	238
15.7.4.1 随炉件的基本要求	238
15.7.4.2 随炉件的种类与性能检测	238
15.7.5 使用性能控制	239

15.8 文件和资料控制	239		253
15.8.1 必备文件	239	17.2.2.3 常用易燃溶剂蒸气的闪点及爆炸 极限	254
15.8.2 建立档案	239	17.2.2.4 常用树脂及助剂的毒性	254
第16章 修补技术		17.3 安全和保健措施	256
16.1 概述	240	17.3.1 影响操作者安全及健康的因素	256
16.2 范围与要求	240	17.3.2 安全和劳动保护措施	256
16.2.1 可修补的缺陷类型	240	17.3.2.1 制定安全规程和加强宣传教育	256
16.2.2 修补质量要求	241	17.3.2.2 设备安全措施	256
16.3 修补用材料	242	17.3.2.3 防火防爆措施	257
16.4 修补用设备与工具	244	17.3.2.4 劳动保护措施	258
16.4.1 修补设备	244	17.3.2.5 其它措施	259
16.4.2 修补工具	244	17.4 废弃物的处理	260
16.5 修补方法与修补工艺	245	17.4.1 废弃物的种类	260
16.5.1 修补方法	245	17.4.2 废弃物的处理方法	260
16.5.2 修补工艺	245	第2篇 透明件	
16.5.2.1 树脂注射修补	245	第18章 概论	
16.5.2.2 树脂灌注和填充修补	245	18.1 我国航空透明件工艺发展简况	261
16.5.2.3 机械连接贴补	246	18.2 航空透明件的特点和要求	261
16.5.2.4 胶接贴补	246	18.3 透明件的类型	262
16.5.2.5 胶接挖补	247	18.4 透明件制造技术的范围	266
16.6 修补质量与检验	248	18.5 制造工艺对透明件质量与性能的影响	267
16.6.1 修补质量的影响因素	248	18.6 透明件制造技术的发展趋势	269
16.6.2 质量检验	248	第19章 材料	
16.6.2.1 外观检验	248	19.1 概述	270
16.6.2.2 无损检测	248	19.1.1 范围、分类及用途	270
16.6.2.3 功能试验检测	249	19.1.2 材料牌号和来源	271
16.6.3 质量跟踪	249	19.1.2.1 主要材料	271
16.7 典型修补事例	249	19.1.2.2 工艺辅助材料	275
第17章 劳动保护		19.2 刚性透明材料	276
17.1 作业环境	251	19.2.1 种类和应用	276
17.1.1 一般要求	251	19.2.2 透明塑料板的特性与性能数据	276
17.1.2 具体要求	251	19.2.2.1 有机玻璃	276
17.1.2.1 温度	251	19.2.2.2 定向有机玻璃	281
17.1.2.2 相对湿度	251	19.2.2.3 聚碳酸酯塑料板	283
17.1.2.3 通风	251	19.2.3 玻璃的特性与性能数据	284
17.1.2.4 照明	252	19.3 柔性中间层材料	284
17.1.2.5 噪声	252	19.3.1 种类与特性	284
17.1.2.6 工作地面	252	19.3.2 国内中间层材料的性能数据	285
17.2 安全卫生标准	252	19.3.3 国外中间层材料的性能数据	286
17.2.1 制定安全卫生标准的意义	252	19.4 边缘连接件材料	286
17.2.2 有关的安全卫生标准	252	19.4.1 类型和应用	286
17.2.2.1 车间空气中有害物质的最高允许 浓度	252		
17.2.2.2 车间空气中粉尘的最高允许浓度			