



普通高等教育“九五”国家级重点教材

现代飞机制造技术

范玉青 编著



北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

现代飞机制造技术

范玉青 编著

北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

内 容 简 介

本书在论述传统飞机制造技术的基础上,以飞机产品数字化模型为主线,贯穿整个产品的设计制造过程。在详细描述这一过程的各环节中,说明产品的数字化建模、数据传递、拓延和控制技术,同时体现产品数据管理、工艺信息管理、企业资源计划、并行工程、精良生产、虚拟制造以及先进质量体系等一系列新思想。

本书是飞行器制造工程专业的教材,也可作为航空航天工业各工厂、研究所从事飞行器设计制造技术人员和管理人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代飞机制造技术/范玉青编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2001.5

ISBN 7-81012-475-7

I. 现… I. 范… III. 飞机 制造 IV. V262

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 84283 号

现代飞机制造技术

范玉青 编著

责任编辑 马广云

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市学院路 37 号 邮编:100083 发行部电话:(010)82317024

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail:pressell@publica.bj.cninfo.net

河北省涿州新华印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:38.75 字数:992千字

2001年6月第1版 2001年6月第1次印刷 印数:1500册

ISBN 7-81012-475-7/V·034 定价:44.00元

序

国家教委(现国家教育部)在1996年正式立项,将“航空航天类专业人才培养方案和教学内容体系改革”列入“面向21世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划”之内,且飞行器制造工程专业是其试点专业之一。教材建设是教学改革的一个重要方面,而飞行器制造工程专业现有的教材内容陈旧,且系统性差,难以体现现代航空制造技术的综合性、系统性和先进性;因此,教学内容体系的改革呼唤着一批高水平新教材的出现,《现代飞机制造技术》一书的编写则是一个良好的开端。

目前,我国航空工厂传统的飞机制造工艺正在向现代飞机制造技术过渡。在过渡阶段,两种体系兼顾并存,新老方法综合应用。《现代飞机制造技术》一书充分考虑了这一情况,符合我国国情。

近30年来,飞机制造技术发生了根本性的变革,特别是波音777飞机的问世,标志着飞机制造从过去使用模线—样板—量规—标准样件—零件成形模具与装配型架的模拟量传递体系,转变为全机外形数字化定义—飞机结构三维建模—数字化预装配—数控加工—数控检测的数字量传递体系。本书参考与借鉴了美国波音商用飞机公司的制造技术,对上述转变进行了全面、深刻的论述;考虑到设计、制造和管理三者之间密不可分的内在联系,阐述了产品数据管理和制造资源计划等相关技术;在以上基础上,勾画出了基于数字化产品定义、实施并行工程的现代飞行器制造体系,并阐述了它的主要内容。

本书是作者在深入调查研究、查阅大量材料的基础上写成的。全书内容丰富翔实,涉及面广,信息量大。其中有许多弥足珍贵的统计数字,它们涉及到许多技术人员共同或各自关注的问题。本书的另一个特色是面向工程应用,且原理与工程实践紧密结合。

航空宇航制造工程学科是航空宇航科学与技术的主干学科,是一门综合性很强的学科。飞行器本身的高性能、高要求决定了它必须采用先进的制造技术;因此,该学科本身既是航空航天这一高科技的重要组成部分,同时又汇集了许多当代杰出的工程技术成就(包括数字化技术、并行工程、虚拟制造、工业工程等)。该学科是研究、开发、应用和推广这些高新技术的最活跃、最有生气的领域之一,因此,与其他相关学科和相关工业部门(如汽车、船舶、机械、轻工等)也有密切的关系。本书的出版不仅对航空航天类专业人才的培养、航空航天工业的现代化建设有一定的现实意义,而且对相关专业和相关部门也有参考价值。

周儒荣

1999年2月于南京

前 言

飞机是一个庞大而复杂的、脱离地面的飞行器系统,是人类制造的一种最复杂的高技术产品。现代飞机具有外形气动要求严格、设计更改频繁、产品构型众多、零件材料和形状各异、内部结构复杂、空间十分紧凑、各类系统布置密集和零组件数量巨大等特点。因此,飞机制造技术是难度大、工程艰巨、协作面广、管理困难,并需要投入巨额资金的综合性高技术产业,长期以来飞机制造业总是反映着人类的最新科学技术成就。特别是近二三十年来,计算机技术尤其是数字化技术及其应用发展迅速,已渗透到制造技术的各个环节中,使传统的飞机制造技术发生了根本性变革。因此,在本书的编写过程中,力求反映制造技术的这一变革,同时注意到其他最新的制造技术、生产组织与管理方法等方面内容。这些通过下述编写思想体现出来。

- 飞机的制造过程实质上是对一个产品进行数字建模、数据传递、拓延和加工处理的过程。最终形成的飞机产品可以看做是数据的物质表现。
- 飞机产品的设计与制造、技术与管理等以及生产过程与质量控制彼此不可分割,通过并行工程的实施把它们综合、协调、集成起来。
- 在注意单项技术有一定深度的同时,扩大知识面,强调总体的全局观念,提倡创新思想,面向知识经济时代的挑战。
- 从我国经济发展需要出发,走改革开放之路,树立经济观念,加强市场意识,为提高企业参与竞争的能力服务。

基于上述思想,本书的内容大致安排如下:

- 首先讲述传统的飞机制造技术,特别是有关飞机产品定义的模拟量传递方法及其体系。它不仅在现阶段的飞机制造中有现实意义,而且是建立数字化飞机制造技术这一概念的基础。
- 全书以产品数字建模(包括产品的几何与结构、制造工艺与管理信息、数字测量、质量控制等内容)为主线,涉及到飞机制造中产品设计、制造、管理和质量等方面的技术人员共同关心的问题。
- 在有关章节中涉及到了制造技术的最新发展,包括一系列新思想和新概念,如虚拟制造技术、精益生产、并行工程、产品数据管理和制造资源计划等。
- 主要参考 Boeing Commercial Airplane Group (美国波音商用飞机公司,本书后面简称波音公司)的制造技术,结合我国飞机制造技术多年积累起来的经验及其实际应用情况,侧重新的飞机制造体系及其相关问题的描述,对单项技术仅作有选择的论述。

邀请了多方面专家和有关技术人员参与本书的编写,因此,本书是在集思广益的基础上,结合我们近几年的科研工作而完成的。全书分四篇,共十八章。各章编写的分工如下:第六章由李宁编写;第九、十三章由杨玺编写;第十章由林岗山编写;第十一、十二章由蒋辉编写;第十四章由林晓星编写;第十五章由梅中义编写;第十六章由关世伟编写;第十七、十八章由张微元

• 本书得到了航空预研项目 H48.4.2 和航空基础科学基金项目 99H51123 的资助。

编写;其余各章由范玉青编写,并负责全书内容的筹划和综合。范立工负责本书文字和图表的计算机输入。

在本书历时5年的编写过程中,作者对我国主要的飞机制造厂、设计和工艺研究所进行了调研,得到了许多同行专家的大力支持和帮助。这使作者方便地收集了我国飞机制造技术多年积累起来的经验和科研成果(如飞机制造厂提供的宝贵资料、技术文件、研究论文、产品信息和航空制造工程手册等),并参阅了兄弟院校的原教材。所参阅或借鉴内容的资料目录全部列入每章后的参考文献中。在此谨向所有提供资料的同行,特别是沈阳和上海飞机制造厂的有关领导、专家和技术人员表示衷心的感谢。唐荣锡教授对本书的编写给予了热情的关心和积极的指导;南京航空航天大学周儒荣教授详细地审阅了本书,并提出了宝贵的意见,在此表示谢意。

由于本书编写人员的时间、知识和经验有限,本书无论是在章节结构、内容编排、题材取舍方面,还是在技术水平和文字描述等方面,难免会有处理不妥、疏忽错漏之处;书中亦有概念衔接不紧、深浅程度不一的情况,甚至还会有谬误之处。恳请广大读者批评指正,以便于今后本书的修订。

本书是我校飞行器制造工程专业本科生和研究生的专业教材。对于从事飞行器设计、制造和管理工作的广大技术人员也有参考价值。

北京航空航天大学

范玉青

1999年2月

目 录

第一篇 飞机制造基本原理和方法

第一章 传统的飞机制造模式

- 1.1 飞机研制工作的一般过程 (3)
- 1.2 飞机制造技术的特殊要求 (6)
 - 1.2.1 制作实物模型样机 (7)
 - 1.2.2 飞机外形严格的气动要求和结构的互换协调 (9)
 - 1.2.3 严格控制飞机的结构重量 (10)
- 1.3 飞机制造的基本方法及其特点 (10)
 - 1.3.1 设计分离面与工艺分离面 (11)
 - 1.3.2 飞机装配准确度 (14)
 - 1.3.3 模线样板法工作原理 (21)
- 1.4 飞机装配过程 (22)
 - 1.4.1 工艺基准 (22)
 - 1.4.2 装配定位 (25)
 - 1.4.3 装配工艺过程 (28)
 - 1.4.4 装配工艺设计主要内容 (31)
- 1.5 飞机总装配及机车间工作 (33)
 - 1.5.1 飞机总装配 (33)
 - 1.5.2 机车间工作 (38)

思考题 (39)

参考文献 (39)

第二章 飞机制造中的尺寸传递体系及其实现

- 2.1 飞机制造的互换和协调 (40)
 - 2.1.1 互换和协调的基本概念 (40)
 - 2.1.2 飞机制造中的互换要求 (41)
 - 2.1.3 保证互换性的意义 (43)
- 2.2 保证互换协调的尺寸传递原理 (43)
 - 2.2.1 保证协调准确度的基本方法 (44)
 - 2.2.2 按独立制造原则进行协调 (44)
 - 2.2.3 按相互联系原则进行协调 (46)
 - 2.2.4 按相互修配原则进行协调 (47)

- 2.2.5 3种尺寸传递原则的应用 (48)
- 2.3 典型的尺寸传递体系 (49)
 - 2.3.1 对尺寸传递体系的设计要求 (49)
 - 2.3.2 模线样板-标准样件协调系统 (50)
 - 2.3.3 模线样板-局部标准样件协调系统 (51)
 - 2.3.4 以飞机外形的数学模型为基础的协调系统——数字量尺寸传递体系 (53)
- 2.4 模线样板技术 (56)
 - 2.4.1 模线样板技术的内容和作用 (56)
 - 2.4.2 我国模线样板技术的发展 (57)
 - 2.4.3 理论模线 (57)
 - 2.4.4 结构模线 (60)
 - 2.4.5 常用样板 (62)
 - 2.4.6 样板的分类和基本用途 (65)
- 2.5 CAD技术在模线设计中的应用 (70)
 - 2.5.1 建立数学模型和模线的自动绘制 (70)
 - 2.5.2 结构模线CAD软件分类及技术准备工作 (71)
 - 2.5.3 交互式图形设计 (72)
- 2.6 互换协调方法的典型实例及协调图表的设计 (73)
 - 2.6.1 飞机钣金零件的重点协调部位及协调方法 (74)
 - 2.6.2 典型飞机结构的协调路线 (78)
 - 2.6.3 互换协调图表的设计 (82)

思考题 (83)

参考文献 (83)

第三章 飞机制造工艺装备

- 3.1 工艺装备的作用和分类 (84)
 - 3.1.1 概述 (84)
 - 3.1.2 飞机工艺装备的作用 (84)
 - 3.1.3 飞机工艺装备的分类 (86)

3.1.4 选择工艺装备的原则	(88)	过程	(127)
3.2 标准工艺装备的设计和制造	(89)	4.2.3 基于产品数字模型的制造工程	(133)
3.2.1 标准工艺装备的定义、分类和 技术要求	(89)	4.2.4 工程设计数据的发放和管理	(138)
3.2.2 标准工艺装备设计的基本要求	(94)	4.3 基于数字化产品定义的制造工程 计算机系统	(140)
3.2.3 各类标准工艺装备的结构特点	(95)	思考题	(142)
3.2.4 标准工艺装备制造的协调方法	(97)	参考文献	(142)
3.2.5 确定标准工艺装备的因素	(99)		
3.2.6 标准工艺装备的结构设计	(101)		
3.2.7 标准工艺装备的制造	(102)		
3.3 装配工艺装备的设计和制造	(102)		
3.3.1 装配工艺装备的种类、结构和 功用	(102)		
3.3.2 装配工艺装备的设计原则	(104)		
3.3.3 装配型架设计的一般问题	(105)		
3.3.4 型架骨架的构造	(107)		
3.3.5 型架的外形定位件及夹紧件	(109)		
3.3.6 型架的接头定位件	(110)		
3.3.7 飞机装配型架的安装	(110)		
3.4 飞机生产准备技术的发展	(113)		
3.4.1 飞机装配定位的简化	(113)		
3.4.2 工艺装备结构和设计的改变	(113)		
3.4.3 工艺装备制造的改进	(114)		
思考题	(115)		
参考文献	(115)		

第二篇 飞机产品的数字建模及 并行工程的实施

第四章 飞机产品数字建模技术

4.1 产品数字模型在飞机设计和制造 过程中的地位和作用	(119)
4.1.1 产品几何形状和尺寸的正确 传递是制造工作的关键	(119)
4.1.2 波音公司对数字化产品定义的 试验过程	(120)
4.1.3 产品数字建模的内容及效果	(121)
4.2 产品数字建模技术及其应用	(125)
4.2.1 采用产品数字建模技术的企业 运行方式	(125)
4.2.2 基于产品数字建模的工程设计	

第五章 并行工程在飞机制造中的实施

5.1 并行产品定义 CPD	(144)
5.1.1 CPD 的主要内容和关键因素	(144)
5.1.2 综合设计评审	(146)
5.2 并行产品定义的组织方式	(147)
5.2.1 IPT 的组织方式	(148)
5.2.2 IPT 的运行环境和工作方式	(149)
5.2.3 CPD 执行过程	(156)
5.3 IPT 的结构、成员和任务	(157)
5.3.1 IPT 的层次结构和上层组织	(157)
5.3.2 IPT 的组织方法	(157)
5.3.3 IPT 的作用和职责	(158)
5.3.4 职能部门的作用	(160)
5.3.5 IPT 和职能部门的分工	(161)
5.3.6 IPT 运行环境中的管理	(162)
5.4 实施并行工程的几点启示	(163)
5.4.1 并行工程与企业文化的关系	(163)
5.4.2 改进过程是关键	(163)
5.4.3 实施并行工程是一个渐进过程	(163)
5.4.4 并行工程的实施关键在领导	(164)
思考题	(164)
参考文献	(164)

第六章 产品数据管理和制造资源计划

6.1 现代制造业的发展和面临的问题	(166)
6.2 产品数据管理技术 PDM 概述	(166)
6.2.1 PDM 的发展背景	(166)
6.2.2 实施 PDM 是企业发展的迫切 需要	(168)
6.2.3 有关 PDM 的基本概念	(169)
6.2.4 PDM 的应用范围与特点	(170)

6.2.5 PDM 的功能	(172)	6.16 MRP I 的实施	(208)
6.3 PDM 与信息集成的关系	(180)	6.16.1 MRP I 实施的关键	(208)
6.3.1 PDM 应该是 CAD/CAPP/CAM 的集成平台	(180)	6.16.2 MRP I 实施的过程	(209)
6.3.2 PDM 应该是产品信息传递的 桥梁	(181)	6.17 典型 MRP I /ERP 系统	(210)
6.3.3 PDM 能够支持并行工程的实施	(182)	思考题	(211)
6.4 PDM 技术的发展和应用	(183)	参考文献	(212)
6.4.1 PDM 的发展趋势	(183)	第七章 飞机构型定义、控制和制造 资源管理	
6.4.2 实施 PDM 须注意的地方	(186)	7.1 从产品数字化、并行定义到 PDM 技术应用	(213)
6.5 主要 PDM 软件	(186)	7.1.1 商业竞争形势	(213)
6.6 制造资源计划 MRP I 概述	(187)	7.1.2 突破性战略措施	(213)
6.6.1 MRP I 的发展	(187)	7.2 DCAC/MRM 系统结构及其软件 系统	(215)
6.6.2 什么是 MRP I	(188)	7.2.1 DCAC/MRM 系统结构	(215)
6.7 供应链	(190)	7.2.2 DCAC/MRM 采用的软件系统	(218)
6.8 MRP I 的基础数据	(191)	7.3 DCAC/MRM 系统关键要素	(220)
6.9 生产计划与主生产计划	(193)	7.3.1 DCAC/MRM 系统与精益生产	(220)
6.9.1 生产计划	(193)	7.3.2 精简作业流 TBS	(221)
6.9.2 主生产计划	(193)	7.3.3 简化构型管理 SCM	(222)
6.10 物料表和物料需求计划	(194)	7.3.4 单一产品数据源 SSPD	(228)
6.10.1 物料表	(195)	7.3.5 改进物料管理 TMM	(229)
6.10.2 物料需求计划	(197)	7.4 DCAC/MRM 工作原理	(230)
6.11 能力需求计划	(200)	7.4.1 DCAC/MRM 系统工作过程	(230)
6.11.1 工作中心	(200)	7.4.2 采办工作集中与分散相结合	(235)
6.11.2 粗能力计划	(201)	7.4.3 选型、模块和零部件	(235)
6.11.3 能力需求计划	(201)	7.4.4 简化有效性管理的实施	(238)
6.12 车间作业管理	(202)	7.4.5 预转换工作	(240)
6.13 库存管理	(202)	7.4.6 投产飞机	(245)
6.13.1 库存控制	(203)	7.4.7 确定预测需求	(246)
6.13.2 采购管理	(203)	7.4.8 供应商规范计划	(250)
6.14 成本管理	(204)	7.4.9 工艺装备产品	(250)
6.14.1 产品成本的构成	(204)	7.4.10 产品定义数据发放	(250)
6.14.2 MRP I 中的成本类型	(204)	7.4.11 供应商条码	(251)
6.14.3 MRP I 中的成本计算方法	(204)	7.5 DCAC/MRM 系统的实现措施和 步骤	(251)
6.14.4 成本差异分析	(205)	7.5.1 实现措施	(252)
6.15 企业资源计划和智能资源计划 系统简介	(205)	7.5.2 实施步骤	(253)
6.15.1 企业资源计划	(205)	思考题	(254)
6.15.2 智能资源计划	(208)		

参考文献	(254)	用表的 APL 先期图纸更改单	(291)
第三篇 飞机产品数据的生成、 传递、拓延和管理		9.4 APL 表输入说明	(291)
第八章 综合工作说明 IWS 的内容和作用		9.4.1 APL 封面页输入	(291)
8.1 有关数字化产品定义的几个问题	(257)	9.4.2 APL 应用表输入	(292)
8.1.1 飞机部件基准线图	(257)	9.4.3 APL 注释页输入	(293)
8.1.2 飞机设计制造中的编号规则	(259)	9.4.4 APL 零件表输入	(293)
8.1.3 区域控制码	(260)	9.5 APL 表中数据的关系	(294)
8.1.4 项目工艺总方案	(261)	9.5.1 APL 表与图纸页的关系	(294)
8.2 硬件可变性控制 HVC	(266)	9.5.2 APL 表内部的关系	(295)
8.2.1 关键特性	(266)	9.5.3 APL 表之间的关系	(296)
8.2.2 HVC 的内容	(267)	9.5.4 其他相关内容	(297)
8.2.3 HVC/AQS 产品定义	(268)	9.6 APL 表维护	(298)
8.2.4 HVC 测量点	(269)	9.6.1 更改的实施和行为代码	(298)
8.2.5 工艺装备定位计划	(269)	9.6.2 APL 应用表维护	(299)
8.2.6 协调单	(271)	9.6.3 APL 零件表维护	(299)
8.3 综合工作说明 IWS 的内容及其作用	(273)	9.6.4 装配件/装配件生成	(300)
8.3.1 IWS 的概念	(273)	9.6.5 整个 APL 表的生成、删除和恢复	(300)
8.3.2 IWS 的建立及演化过程	(273)	9.7 APL 表发放	(301)
8.3.3 IWS 的文档结构	(274)	9.7.1 标题	(301)
8.3.4 IWS 的作用	(276)	9.7.2 应用表	(301)
8.4 IWS 实例	(277)	9.7.3 更改段	(302)
思考题	(281)	9.7.4 零件应用索引	(303)
参考文献	(281)	9.7.5 装配件细目表	(303)
第九章 自动零件表 APL 的结构和内容		9.7.6 注释表	(305)
9.1 APL 系统和 APL 表	(283)	9.7.7 零件表索引	(305)
9.1.1 APL 系统和 APL 表概念	(283)	9.8 APL 在制造中的地位和应用	(306)
9.1.2 APL 相关词语说明	(283)	9.8.1 APL 系统的地位	(306)
9.1.3 飞机标识号说明	(285)	9.8.2 APL 表与 IWS 的关系	(308)
9.2 APL 系统的组成和工作步骤	(286)	9.8.3 APL 表与工程数据集的关系	(308)
9.2.1 APL 系统的组成	(286)	9.8.4 APL 表生成 E-BOM 的过程	(309)
9.2.2 APL 系统的工作步骤	(287)	9.8.5 APL 表与 SSPD 的关系	(310)
9.3 APL 输入表	(288)	9.8.6 APL 表与 PDM 的关系	(311)
9.3.1 APL 封面页	(288)	9.9 APL 表的新发展	(311)
9.3.2 APL 应用表	(288)	9.9.1 PDM 生成物料表	(312)
9.3.3 APL 注释页	(290)	9.9.2 零件表 PL	(314)
9.3.4 APL 零件表	(290)	9.9.3 制造零部件零件表 MPPL	(315)
9.3.5 APL 先期图纸更改单和带应		9.9.4 供应商计划零件表 SPPL	(315)
		9.9.5 供应商定制零件表 SCPL	(316)
		9.9.6 数据表	(317)

9.9.7 从 APL 到 PDM	(317)	10.6.6 CATIA 装配	(338)
思考题	(318)	10.6.7 CATIA 装配模拟	(339)
参考文献	(318)	10.6.8 CATIA 系统的工程分析	(339)
第十章 计算机辅助飞机设计制造支撑 软件——CATIA		10.6.9 运动机构模拟分析	(339)
10.1 CATIA 系统简介	(319)	10.6.10 CATIA NC 加工	(340)
10.2 CATIA 系统体系结构	(319)	10.7 CATIA 二次开发平台	(341)
10.2.1 面向虚拟产品的高度集成化体系	(319)	10.7.1 CATIA 二次开发平台简介	(341)
10.2.2 基于混合模型的造型方法	(320)	10.7.2 CATIA 几何接口	(341)
10.2.3 支持并行工程设计的系统结构	(320)	10.7.3 批处理程序	(342)
10.2.4 基于人工智能技术的知识工程 结构	(320)	10.7.4 IUA 编程	(343)
10.2.5 基于网络的协同工作环境	(321)	10.7.5 GII 开发平台简介	(346)
10.2.6 开放性的体系结构	(321)	10.8 CATIA 系统的应用	(351)
10.3 CATIA 系统有关概念	(322)	思考题	(351)
10.3.1 项目文件	(322)	参考文献	(351)
10.3.2 模型和 SESSION	(323)	第十一章 工程数据集的结构和管理	
10.3.3 工作空间	(323)	11.1 概 述	(352)
10.3.4 几何集	(324)	11.1.1 工程数据集	(352)
10.3.5 CATIA 模型的组织管理结构	(324)	11.1.2 工程数据集的分类	(353)
10.3.6 层及层过滤器	(324)	11.2 CATIA 数据集结构	(354)
10.3.7 工作模式	(326)	11.2.1 CATIA 模型	(354)
10.4 CATIA 有关几何元素的结构及 数学表示	(326)	11.2.2 模型和 CATIA 图页的划分	(355)
10.4.1 CATIA 线架元素的数学定义	(326)	11.2.3 层的管理	(355)
10.4.2 CATIA 曲面元素的结构及数学 表示	(326)	11.3 三维模型	(358)
10.4.3 CATIA 实体元素的结构及表示	(328)	11.3.1 三维模型结构	(358)
10.4.4 CATIA 二维工程绘图的基本 结构	(329)	11.3.2 模型内部的层次关系	(358)
10.5 应用 CATIA 系统进行数字化建模 的基本过程	(330)	11.3.3 参考模型	(359)
10.6 CATIA 软件主要功能	(331)	11.4 二维模型	(359)
10.6.1 CATIA 线架造型	(332)	11.4.1 二维模型结构	(359)
10.6.2 CATIA 曲面造型	(333)	11.4.2 种子模型	(360)
10.6.3 CATIA 实体造型	(335)	11.4.3 边 框	(361)
10.6.4 CATIA 三维参数化造型	(337)	11.4.4 保留区	(362)
10.6.5 CATIA 的特征造型	(338)	11.4.5 辅助视图	(362)
		11.5 工程数据集的命名	(363)
		11.5.1 基本命名法	(363)
		11.5.2 CATIA 数据集的命名	(364)
		11.6 应用实例	(367)
		11.6.1 实例 1——水平尾翼安定面	(367)
		11.6.2 实例 2——平尾翼肋	(372)
		思考题	(374)
		参考文献	(374)

第十二章 飞机结构件与工艺装备数字

建模方法

- 12.1 概述 (376)
 - 12.1.1 结构件建模 (376)
 - 12.1.2 CATIA 建模方法 (377)
- 12.2 建模规则 (377)
 - 12.2.1 坐标系 (377)
 - 12.2.2 坐标系的使用 (378)
 - 12.2.3 误差 (380)
 - 12.2.4 模型的合理性与“清洁”性 (380)
 - 12.2.5 模型的建立 (380)
- 12.3 建模中几何元素的使用 (381)
 - 12.3.1 点 (381)
 - 12.3.2 线 框 (382)
 - 12.3.3 曲 面 (384)
 - 12.3.4 实 体 (384)
- 12.4 典型模型或零件的建模方法及规定 (385)
 - 12.4.1 主尺寸表面模型 (385)
 - 12.4.2 管路装配/安装件建模方法 (390)
 - 12.4.3 钣金件建模方法 (391)
 - 12.4.4 机加件建模方法 (393)
 - 12.4.5 铸件和锻件建模方法 (393)
 - 12.4.6 复合材料建模方法 (393)
- 12.5 数字化预装配 (396)
- 12.6 在并行工程环境中的结构设计 (398)
 - 12.6.1 波音 737-700 项目并行工程的工作环境 (398)
 - 12.6.2 结构件设计过程 (398)
- 12.7 结构件数字建模实例 (402)
 - 12.7.1 实例 1 (402)
 - 12.7.2 实例 2 (404)
- 12.8 装配工艺装备数字建模实例 (405)
- 思考题 (409)
- 参考文献 (410)

第十三章 飞机制造工艺信息和工艺

流程设计

- 13.1 相关概念 (411)
 - 13.1.1 制造工艺信息 (411)
 - 13.1.2 飞机制造工艺流程 (413)
- 13.2 飞机制造工艺文件 (413)

- 13.2.1 制造工艺文件的分类和编制内容 (413)
- 13.2.2 制造工艺文件的编制依据 (414)
- 13.2.3 WBS 的拓延 (415)
- 13.2.4 SOW 的拓延 (416)
- 13.2.5 一号流程 (416)
- 13.2.6 承诺进度计划 (419)
- 13.2.7 制造工艺方案 (420)
- 13.2.8 工艺流程 (422)
- 13.2.9 工作指令 (424)
- 13.2.10 工作包文件 (426)
- 13.2.11 集成物料表 (426)
- 13.3 飞机制造工艺流程设计 (426)
 - 13.3.1 飞机制造工艺流程设计的步骤 (427)
 - 13.3.2 E-BOM 的内容和产品结构树 (429)
 - 13.3.3 按制造模块划分 ACC (431)
 - 13.3.4 装配工艺树的生成 (434)
 - 13.3.5 将 ACC 划分为 POS (437)
 - 13.3.6 在 POS 中定义 JOB (438)
 - 13.3.7 按 JOB 的顺序形成 STEP (440)
 - 13.3.8 生成工步描述 (440)
- 13.4 飞机制造工艺流程时间计算 (442)
 - 13.4.1 自顶向下估算 (442)
 - 13.4.2 自低向上计算 (444)
 - 13.4.3 批量生产周期计算 (446)
- 13.5 飞机制造工艺信息管理系统和装配流程设计系统 (448)
 - 13.5.1 飞机制造工艺信息管理系统 (448)
 - 13.5.2 飞机装配流程设计系统 (449)
- 思考题 (450)
- 参考文献 (450)

第四篇 飞机零件制造及质量控制方法

第十四章 基于特征的整体结构件数控加工

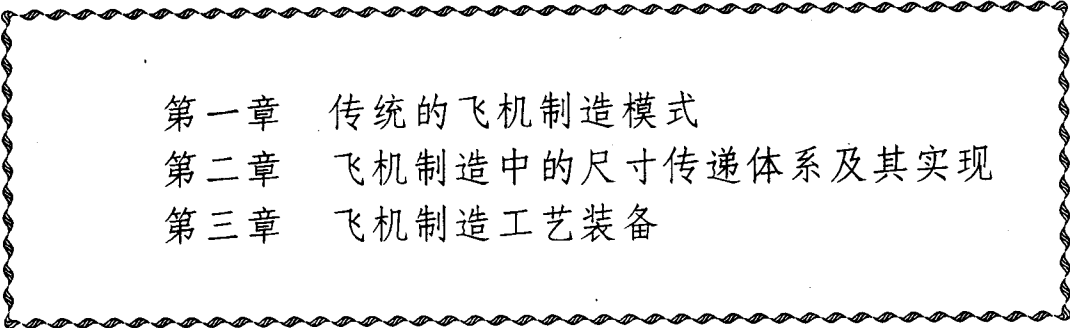
- 14.1 特征概念与飞机结构件特征分析 (453)
 - 14.1.1 特征概念 (453)
 - 14.1.2 飞机整体结构件数控加工的

工艺分析	(454)	15.3.7 钣金成形数值模拟的发展趋势	(489)
14.2 飞机整体结构件制造特征的归纳和表达	(456)	15.4 模具的计算机辅助设计与制造	(490)
14.2.1 特征归纳原则	(456)	15.4.1 模具 CAD/CAM 系统的配置、功能和效果	(490)
14.2.2 特征的表达	(458)	15.4.2 典型模具 CAD/CAM	(490)
14.3 特征信息模型及信息集成	(461)	15.5 钣金成形中的毛料展开	(495)
14.3.1 特征的描述方法	(461)	15.5.1 钣金件毛料展开概述	(495)
14.3.2 零件的特征信息模型	(461)	15.5.2 任意曲面的展开	(495)
14.3.3 特征信息在集成系统中的应用	(463)	15.5.3 旋转面的毛料展开	(496)
14.4 特征定义方法	(464)	15.5.4 展开毛料外轮廓的确定	(496)
14.5 特征与工艺决策	(465)	思考题	(497)
14.5.1 工艺知识处理	(465)	参考文献	(497)
14.5.2 工艺决策	(467)	第十六章 飞机结构胶接技术	
14.6 特征加工的刀位自动计算	(468)	16.1 胶接技术的发展与应用	(498)
14.7 CAD/CAPP/CAM 系统的应用效果与前景	(470)	16.1.1 胶接技术发展简史	(498)
思考题	(471)	16.1.2 胶粘剂的应用	(498)
参考文献	(471)	16.1.3 胶接技术的特点	(499)
第十五章 飞机钣金零件成形方法		16.2 胶接机理	(500)
15.1 飞机钣金零件分类	(472)	16.2.1 胶接接头的结构组织	(500)
15.1.1 分类原则及方法	(472)	16.2.2 胶接理论	(501)
15.1.2 飞机钣金零件分类图	(472)	16.3 胶接接头的设计	(502)
15.2 传统的钣金零件成形方法	(475)	16.3.1 胶接接头的受力分析	(502)
15.2.1 压 延	(475)	16.3.2 胶接接头的结构形式	(502)
15.2.2 局部成形	(477)	16.3.3 胶粘剂的选择	(506)
15.2.3 翻 边	(477)	16.3.4 被粘物的表面处理	(506)
15.2.4 弯 曲	(478)	16.4 胶接工艺过程	(508)
15.2.5 拉 形	(478)	16.4.1 预装配	(509)
15.2.6 胀 形	(479)	16.4.2 处理被粘物表面	(509)
15.2.7 旋压与旋薄	(480)	16.4.3 涂 胶	(509)
15.3 钣金成形的计算机模拟	(481)	16.4.4 装 配	(510)
15.3.1 钣金成形模拟的发展	(481)	16.4.5 固 化	(510)
15.3.2 模拟的意义	(482)	16.4.6 常用胶接工艺方案	(510)
15.3.3 模拟的主要方法和模拟软件系统的基本结构	(482)	16.5 胶接设备	(513)
15.3.4 现有的分析模拟软件系统	(484)	16.6 胶接工艺装备及协调线路	(515)
15.3.5 钣金成形过程计算机仿真技术路线	(486)	16.6.1 胶接工艺装备特点	(515)
15.3.6 网格重划技术	(488)	16.6.2 胶接工艺装备的技术要求	(515)
		16.6.3 胶接工艺装备的类别和用途	(515)
		16.6.4 协调依据及容差分配	(517)
		16.7 胶接质量检测和胶接性能测试	(518)

16.7.1 胶接质量检测	(518)	17.3.3 基于激光测量的逆向工程	(557)
16.7.2 胶接性能测试	(518)	17.3.4 注重测量软件的发展	(557)
16.8 胶接铝蜂窝夹层结构	(520)	思考题	(558)
16.8.1 蜂窝夹层结构简介	(520)	参考文献	(558)
16.8.2 蜂窝夹层结构的制造	(521)	第十八章 飞机制造业中的质量保证体系	
16.9 特种胶接结构简介	(523)	18.1 概 论	(559)
16.9.1 铝合金胶接复合层板	(523)	18.1.1 质量管理发展概况	(559)
16.9.2 纤维增强铝合金胶接层板	(524)	18.1.2 几个基本质量概念	(560)
16.9.3 芳纶纸蜂窝芯材的结构	(524)	18.1.3 质量管理和质量保证的标准化	(563)
16.9.4 消音蜂窝壁板的制造	(525)	18.1.4 制造过程质量控制的主要统计技术	(564)
思考题	(525)	18.2 飞机质量工程的几个重要环节	(570)
参考文献	(525)	18.2.1 制造过程	(570)
第十七章 数字测量技术及其应用		18.2.2 特种工艺控制	(570)
17.1 三坐标测量机系统	(526)	18.2.3 量具、设备的校准和控制	(570)
17.1.1 三坐标测量机的基本性能	(526)	18.2.4 工艺装备管理和控制	(571)
17.1.2 三坐标测量机的机械系统	(531)	18.2.5 不合格品审理控制系统	(572)
17.1.3 数控三坐标测量机 CNC 系统	(537)	18.2.6 印章与合格证控制	(573)
17.1.4 三坐标测量机的软件系统	(537)	18.2.7 架次记录控制	(573)
17.1.5 三坐标测量机的选用原则	(539)	18.3 质量体系	(574)
17.1.6 测量实例	(540)	18.3.1 基本质量体系	(575)
17.2 计算机辅助电子经纬仪 CAT 工业测量系统及其应用	(542)	18.3.2 先进质量体系	(575)
17.2.1 CAT 系统的组成和特点	(542)	18.3.3 先进质量概念	(575)
17.2.2 CAT 系统的建立	(546)	18.3.4 先进质量体系的实施过程	(579)
17.2.3 CAT 系统工作原理	(550)	18.3.5 先进质量体系的主要环节	(579)
17.2.4 对飞机装配型架设计的影响	(551)	18.3.6 关键特性——先进质量的第一步	(588)
17.2.5 型架制造	(552)	18.3.7 关键特性的符号表示方法	(588)
17.2.6 应用中发现的问题及其解决方法	(553)	18.3.8 风险分析	(590)
17.2.7 CAT 系统使用中应注意的基本问题	(554)	18.3.9 关键特性实例	(593)
17.2.8 CAT 系统的应用情况	(555)	18.3.10 先进质量体系的管理机构和实施步骤	(597)
17.3 数字测量技术及其应用的发展	(555)	思考题	(598)
17.3.1 数字测量技术的应用日益广泛	(556)	参考文献	(598)
17.3.2 非接触式测量的三坐标测量机	(556)	缩略语表	

第一篇

飞机制造基本原理和方法

- 
- 第一章 传统的飞机制造模式
 - 第二章 飞机制造中的尺寸传递体系及其实现
 - 第三章 飞机制造工艺装备

第一章 传统的飞机制造模式

飞机制造技术及其模式是随着一个国家的科学与技术的进步而不断发展的。社会的需求和市场的竞争也推动着飞机制造技术的不断更新和制造模式的不断改进。

1.1 飞机研制工作的一般过程

在航空技术高度发达的今天,研制一种新型飞机,从设计方案的提出、试制生产到投入使用,一般都要经过几年甚至十几年的时间,这是一个很复杂的过程。简单地归纳起来,飞机研制工作的一般过程大致如图 1.1 和图 1.2 所示。

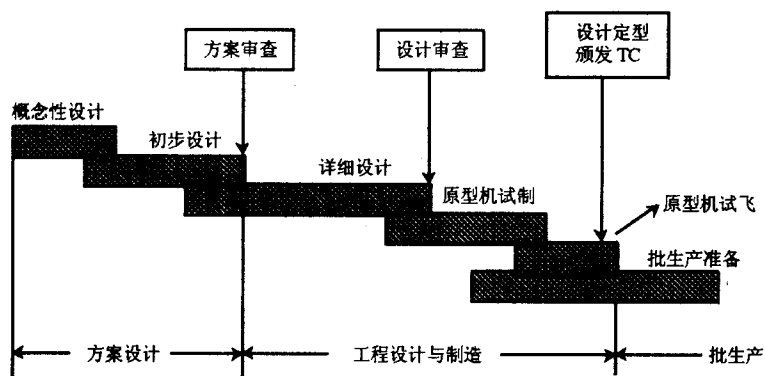


图 1.1 飞机研制工作的一般过程

按设计工作内容的粗细程度和先后次序来分,飞机设计工作可以划分为 3 个不同但又有内在联系的阶段:概念性设计阶段、初步设计阶段、详细设计阶段。

1) 概念性设计阶段

在飞机开始进行设计之前,首先由使用部门提出或由使用部门与设计部门共同拟定飞机的设计要求。在概念性设计阶段,应对飞机的设计要求进行充分的分析、研究和论证。有的文献把这部分工作称为外部设计。

概念性设计阶段的任务是根据飞机的设计要求,对所要设计的飞机进行全面的构思,形成粗略的关于飞机设计方案的基本概念,并草拟一个或几个能满足设计要求的初步设计方案。具体的工作内容主要包括:初步选定飞机的形式,进行气动外形布局;初步选择飞机的主要基本参数;选定发动机和主要的机载设备;初步选择各主要部件的主要几何参数;粗略绘制飞机的三面草图;初步考虑飞机的总体布置方案,并进行初步的性能估算,检查其是否符合飞机设计要求所给定的性能指标,然后对所拟定的初步方案进行修改整理,并进行专门的评比和论证,选定最合理的方案,经主管部门批准后,继续进行下一阶段的设计工作。

概念性设计阶段的工作通常多限于纸面上,不需要做很多实验,所需费用较少。为了缩短设计周期,可以用计算机进行辅助设计,采用已有的程序系统来选择参数,估算性能,以及修改