



中航工业首席专家
技术丛书

“十二五”国家重点图书出版规划项目
中航工业科技与信息化部组织编写

李文正 编著

飞机设计流程解析

ELABORATION ON
AIRCRAFT DESIGN PROCESS

航空工业出版社

中航工业首席专家技术丛书

“十二五”国家重点图书出版规划项目

飞机设计流程解析

李文正 编著

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

本书以当代装备的先进战斗机研制经验为背景,对飞机研制中的设计流程进行了系统、完整的解析,其内容涵盖了飞机可行性论证、方案论证、技术设计、工程设计与试制,以及飞机首飞各阶段必须开展的设计工作项目和内容,是先进战斗机研制经验整理、总结和提升的结晶,内容翔实,符合工程实际。本书可供飞机设计和管理相关人员借鉴、参考,也可供高等院校编写飞机设计教材参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

飞机设计流程解析 / 李文正编著. --北京:航空工业出版社, 2013. 12

(中航工业首席专家技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 5165 - 0315 - 7

I. ①飞… II. ①李… III. ①飞机 - 设计 IV. ①V22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 285328 号

飞机设计流程解析

Feiji Sheji Liucheng Jiexi

航空工业出版社出版发行

(北京市朝阳区北苑路 2 号院 100012)

发行部电话: 010 - 84936555 010 - 64978486

北京印刷学院实习工厂印刷

全国各地新华书店经售

2013 年 12 月第 1 版

2013 年 12 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 42

字数: 1073 千字

印数: 1—2000

定价: 208.00 元

总 序

航空工业被誉为“现代工业之花”，是国家战略性高技术产业，同时也是技术密集、知识密集、人才密集的行业。中国是世界航空产业格局中的后来者，而中航工业作为支撑中国航空工业发展的核心力量，履行国家使命，必须大力推进自主创新，必须在科技创新和知识创新上有所作为。

从 2009 年开始，中航工业按照航空技术体系，在科研一线技术人才中陆续遴选出近百位集团公司级“首席技术专家”。此举既是集团公司对这些技术人才技术水平和能力的肯定，也意味着集团公司赋予了他们更大的责任和使命。我们希望这些技术专家在今后的工作中，要继续发挥科研技术带头人的作用，更加注重学习和创新，不断攀登航空科技新的高峰；要坚持潜心科研，踏实工作，不断推动航空科技进步；要带队伍、育人才，打造高水平的科研队伍，努力培养更多的高层次专业技术人才，为中航工业的发展做出更大的贡献。

21 世纪企业的成功，越来越依赖于企业所拥有知识的质量，利用企业所拥有的知识为企业创造竞争优势和持续竞争优势，这对企业来说始终是一个挑战。正因如此，“知识管理”在航空工业等高科技产业领域得以快速推广和应用。依照这个思路，将首席技术专家们所积淀和升华出来的显性或隐性知识纳入知识管理体系，是进一步发挥其人才效益的重要方式，也是快速提升中航工业自主创新能力的重要途径。

知识管理理论的核心要义，就是把知识作为一种重要资产来进行管理，正如知识管理的创始人斯威比所说：“知识资本是企业的一种以相对无限的知识为基础的无形资产，是企业核心竞争能力的源泉。”如果专家们把其掌握的各类显性或隐性知识，用书面文字的形式呈现出来，就相当于构建了一个公共资料库，提供了一个交流平台，可以让更多的人从中受益——这就是出版这套“中航工业首席专家技术丛书”的初衷。

集团公司的这近百位“首席技术专家”，基本覆盖了航空工业的所有专业。每位专家撰写一部专著，集合起来，就相当于一个航空工业的“四库全书”，很有意义。在此，我要特别感谢这些专家们，他们在繁重的科研生产任务中，不辞辛劳地撰写出了自己的专著，无私地将自己的宝贵经验呈现给大家，担当起了传承技术、传承历史的责任。

相信这套丛书的出版，会使更多的航空科技工作者从中获益，也希望在一定程度上能助力中航工业的自主创新，对我国航空工业的科技进步产生积极影响。

A stylized, handwritten signature in black ink, reading '林右鸣' (Lin Youming).

中国航空工业集团公司董事长

前 言

进入 21 世纪，飞机作为飞行器已在人类社会活动中广泛应用，在航空运输方面已是不可或缺的交通运输工具，在现代战争中军用飞机也成为越来越重要的作战武器装备。随着科学技术的发展，飞机的性能和应用水平也在不断提高，为满足民用和军用各个领域日益增长的需求，将会不断研制出更多的新型飞机。

飞机设计从技术上来说是多学科技术的综合应用。一种现代新型飞机的设计，需要集成相关学科的最新技术成就，加之研制周期长、耗资巨大，在研制中分阶段控制就尤为重要。该过程也凸显了飞机研制是一项复杂的系统工程。

我国已积累成功的飞机设计经验，但对设计程序无系统的著述。国内外飞机研制经验表明，严格按照设计流程开展飞机设计工作，是保证新机研制成功的重要条件。遵循设计程序办事，可以减少技术上的盲目性，减少和避免管理工作的失误或人为的干扰，从而有利于新机研制质量的保障，有利于新机技术水平的提高，有利于研制成本的降低，也有利于管理人员和技术人员素质的提高。

本书对军用飞机研制的设计流程进行详细解析并附带一些设计经验。按飞机设计流程，系统、完整地阐述从飞机可行性论证直到完成工程设计和试制，实现飞机首飞的各阶段设计工作内容。本书内容是对当代装备的先进战斗机研制经验的整理、总结和提升，内容翔实、符合工程实际。可供飞机设计和管理相关人员借鉴、参考，也可供高等院校编写飞机设计教材参考。

在本书编写过程中，成都飞机设计研究所飞机设计专家吕松堂研究员（原科研副所长、总质量师、副总设计师）协助做了大量整理工作，给予了真诚、可贵的帮助和支持；吕剑研究员对全文做了校改；许多同事提供了大量的素材；罗辉同志参与了校对。在此表示诚挚的感谢。书中不当之处，望不吝赐教。

成都飞机设计研究所 李之西

2013 年 4 月

概 述

设计一架全新的飞机，是一个复杂的系统工程。飞机设计是多学科技术的综合应用，一种先进的飞机要集成当代相关学科最先进的技术成就，是多种技术集成的综合应用。同时，飞机设计将会受技术、经济和研制周期的制约，是按目标要求对各种矛盾对立统一的综合权衡。因此，必须对飞机的性能、成本和研制周期进行综合论证。

我国已研制了多种型号的飞机，有关设计部门也都积累了丰富的设计经验，但缺乏按照飞机设计流程和程序，系统地阐述飞机设计过程主要设计工作的著述。

本书对军用飞机研制的设计流程进行了详细解析，按飞机设计流程系统、完整地阐述了从飞机可行性论证直到完成工程设计和试制，实现飞机首飞的全部设计工作内容。书中内容是当代装备的先进战斗机研制经验整理、总结和提升的结晶。提请读着注意的是，本书之所以称为设计流程解析，是因为主要阐述的是飞机研制过程中的飞机总体（主机）设计工作内容，对飞机研制的试制、工艺、成品和材料研制工作并未做专题叙述。本书流程解析的重点是飞机研制中必须开展的设计工作项目和内容，并不给出设计使用的具体计算方法、计算程序和公式。本书所述的基本设计工作内容是完整的，符合工程实际。但随着航空新技术的发展，飞机系统组成也需要重构，工作内容也应做相应调整。对固定翼无人机的设计来说，除了无飞行员和无线信息传输涉及的相关问题外，其他工作内容也是适用的。

为了使读者了解飞机研制过程的全貌，在第1篇中给出了飞机研制阶段的划分，以及每一阶段要实现的目标、主要工作内容和本阶段结束完成的标志。从第2篇到第5篇，按照飞机设计流程逐个阶段介绍飞机设计各专业的主要设计工作内容。在第6篇中对飞机的可靠性、维修性、测试性设计和科研管理、标准化及质量控制做了简要阐述。最后给出了英文缩略语汇总表。

目 录

第 1 篇 飞机研制流程和控制

第 1 章 飞机研制阶段划分	(3)
第 2 章 飞机各研制阶段的主要工作内容	(4)
2.1 可行性论证阶段	(4)
2.1.1 主要工作内容	(4)
2.1.2 完成标志	(5)
2.2 方案论证阶段	(5)
2.2.1 主要工作内容	(5)
2.2.2 完成标志	(6)
2.3 技术设计阶段	(6)
2.3.1 主要工作内容	(6)
2.3.2 完成标志	(7)
2.4 工程设计和试制阶段	(7)
2.4.1 主要工作内容	(7)
2.4.2 完成标志	(8)
2.5 试飞和设计定型阶段	(8)
2.5.1 主要工作内容	(8)
2.5.2 完成标志	(9)
2.6 生产定型阶段	(9)
2.6.1 主要工作内容	(9)
2.6.2 完成标志	(9)
第 3 章 研制流程的控制	(10)
3.1 制定飞机研制程序, 实施分阶段的研制质量控制	(10)
3.2 通过飞机研制项目管理, 落实研制流程控制	(10)
3.3 加强研制流程中并行工作的控制	(10)

第 2 篇 飞机研制的可行性论证

第 4 章 飞机可行性论证的要求	(13)
4.1 飞机可行性论证的输入	(13)
4.2 飞机可行性论证的要求	(13)
第 5 章 飞机的使命任务和主要技术指标论证	(15)
5.1 作战使命、任务分析	(15)

5.1.1	战略需求分析	(15)
5.1.2	战术需求分析	(15)
5.1.3	确定使命任务	(16)
5.2	主要技术指标初步论证	(16)
5.3	装机主要航电武器系统初步论证	(17)
第 6 章	飞机总体方案概念设计	(18)
6.1	总体设计部门的工作	(18)
6.1.1	气动布局初步设计	(18)
6.1.2	总体初步方案设计	(21)
6.1.3	性能初步计算和论证	(32)
6.1.4	全机重量、重心转动惯量初步估算	(37)
6.1.5	载荷计算顶层设计	(38)
6.1.6	飞机外形及隐身初步设计和论证	(38)
6.1.7	飞机进排气方案初步设计	(39)
6.2	结构及强度设计部门的工作	(42)
6.2.1	参加总体结构布局设计	(42)
6.2.2	参加总体布局设计进行结构布置	(43)
6.2.3	设计结构部件的总体传力方案及确定传力路线	(43)
6.2.4	提出结构重大技术关键和新技术项目清单	(43)
6.2.5	提出结构设计所需新标准项目	(44)
6.2.6	提出结构设计所需新材料	(44)
6.2.7	飞机结构强度验证试验所需整机及部件结构试验件数量的论证	(45)
6.3	机电系统设计部门的工作	(45)
6.3.1	机电综合系统方案设想可行性论证	(46)
6.3.2	供配电系统方案设想可行性论证	(46)
6.3.3	环控系统方案设想可行性论证	(48)
6.3.4	氧气系统方案设想可行性论证	(48)
6.3.5	弹射救生系统方案设想可行性论证	(49)
6.3.6	座舱盖系统方案设想可行性论证	(49)
6.3.7	液压、气压及刹车系统初步方案论证	(50)
6.3.8	燃油系统设想方案可行性论证	(51)
6.3.9	动力安装系统设想方案可行性论证	(51)
6.3.10	辅助/应急动力系统方案设想可行性论证	(52)
6.4	飞控系统设计部门的工作	(52)
6.5	航电武器系统设计部门的工作	(54)
6.6	综合保障系统设计部门的工作	(58)
第 7 章	飞机研制的可行性评估	(59)
7.1	设想飞机总体技术方案	(59)
7.2	汇总对飞机战术技术要求的修改意见	(60)

7.3 编写飞机研制可行性论证报告	(60)
-------------------------	--------

第3篇 飞机方案论证

第8章 气动布局设计	(63)
8.1 气动布局形式选择	(63)
8.2 机翼平面形状和参数选择	(63)
8.3 机身外形和参数选择	(64)
8.4 翼身组合体研究与选择	(64)
8.5 尾翼(含前翼)的位置、平面形状和参数选择	(65)
8.6 确定外挂布局	(65)
8.7 确定和匹配全机气动力焦点和重心后极限	(65)
8.8 气动布局优化和一体化综合设计	(66)
8.9 CFD 气动布局计算分析	(66)
8.10 风洞试验	(67)
8.11 建立气动力数据库	(69)
8.12 编写方案论证阶段气动布局分析报告	(70)
8.13 转阶段评审冻结气动布局准备工作	(70)
第9章 总体方案设计	(72)
9.1 确定飞机系统和设备配套	(72)
9.2 总体协调和布置设计	(80)
9.3 编制总体方案设计资料	(84)
9.4 总体方案设计评审准备	(87)
第10章 战术性能设计与计算	(89)
10.1 协调确定总体、气动布局参数	(89)
10.2 更新性能数据库	(89)
10.3 初步确定飞行包线	(90)
10.4 进行典型任务剖面设计及计算	(90)
10.5 编写性能计算及分析报告	(90)
10.6 落实悬挂物挂载方案	(91)
10.7 深入进行战术技术论证与协调	(91)
10.8 进行飞机作战效能评估	(91)
10.9 确定飞机强度设计条件	(92)
10.10 完成方案论证阶段性能汇总	(92)
10.11 协助完成方案论证报告	(93)
第11章 重量与平衡方案设计	(94)
11.1 进行正常起飞总重第二轮估算	(94)
11.2 进行目标重量初步分配	(95)
11.3 全机重量、重心计算	(95)

11.4	外挂构型全机重量、重心计算	(95)
11.5	重心调整计算	(95)
11.6	确定全机重量与平衡计算坐标系	(95)
11.7	发出方案论证阶段全机重量、重心、转动惯量计算要求	(96)
11.8	建立方案论证阶段重量、重心、转动惯量数据库	(96)
11.9	进行全机重量、重心、转动惯量计算	(96)
11.10	进行外挂构型重量、重心、转动惯量计算	(96)
11.11	为载荷需求进行方案论证阶段质量分布计算	(97)
11.12	为耗油曲线设计提供重量、重心要求	(97)
11.13	进行方案论证阶段重量与平衡技术总结	(97)
第 12 章	飞机方案载荷估算和技术设计用载荷计算	(99)
12.1	方案载荷估算	(99)
12.2	协调确定舵面分割	(99)
12.3	最大铰链力矩估算	(100)
12.4	舵面铰链力矩特性 CFD 计算	(100)
12.5	全机气动系数/导数静气动弹性修正估算	(100)
12.6	建立载荷模型	(101)
12.7	计算全机压力分布	(101)
12.8	编制载荷计算所需质量分布计算任务书	(101)
12.9	建立技术设计用载荷数据库	(101)
12.10	技术设计用载荷计算	(102)
第 13 章	飞机方案外形和隐身设计	(103)
13.1	布局选型外形设计	(103)
13.2	选定布局外形设计	(104)
13.3	面积律设计	(105)
13.4	进气道管道修形设计	(105)
13.5	确定隐身设计技术要求	(105)
第 14 章	飞机方案进排气设计	(106)
14.1	进气道设计	(106)
14.2	进气道风洞试验	(109)
14.3	进气道优化设计	(110)
14.4	初步冻结进气道方案	(112)
14.5	初步提供进气道载荷	(114)
14.6	参与总体协调	(114)
14.7	与发动机协调确认进气道/发动机匹配参数	(115)
第 15 章	结构方案设计	(116)
15.1	结构方案设计	(116)
15.2	结构方案工艺评审	(124)
15.3	结构方案设计评审准备	(124)

15.4	材料管理与控制方案设计	(124)
第 16 章	结构总体方案强度评估	(129)
16.1	飞机总体结构布置方案的强度评估	(129)
16.2	飞机结构布局的动力学评估	(130)
16.3	编制飞机结构强度型号规范方案	(130)
16.4	编制关于新材料、新工艺、新结构的主要强度、颤振研究项目方案	(131)
16.5	参加结构方案评审准备	(131)
第 17 章	机电系统方案设计	(132)
17.1	机电综合系统方案设计	(132)
17.2	供配电系统方案设计	(133)
17.3	机电控制系统方案设计	(135)
17.4	环控系统方案设计	(136)
17.5	供氧系统方案设计	(137)
17.6	弹射救生系统方案设计	(140)
17.7	座舱盖系统方案设计	(142)
17.8	液压、气压及刹车系统方案设计	(144)
17.8.1	液压系统方案设计	(144)
17.8.2	气压系统方案设计	(148)
17.8.3	刹车系统方案设计	(150)
17.9	燃油系统方案设计	(152)
17.10	动力装置安装系统方案设计	(155)
第 18 章	飞控系统方案设计	(160)
18.1	飞控系统方案顶层设计	(160)
18.2	飞行品质与控制律方案设计	(160)
18.3	飞控系统方案设计	(164)
18.4	飞控软件方案设计	(167)
18.5	飞控子系统方案设计与试验	(169)
18.6	飞控系统方案设计评审准备	(171)
第 19 章	航电武器系统方案设计	(173)
19.1	确定航电系统方案	(173)
19.2	确定武器外挂系统方案	(174)
19.3	确定全机天线布局方案	(175)
19.4	确定航电子系统技术要求	(176)
19.5	航电武器系统“五性”设计与分析	(176)
19.6	确定全机电磁兼容设计要求	(176)
19.7	航电系统总体技术协调	(177)
19.8	航电武器系统任务模式分析与验证	(177)
19.9	座舱布局人机功效分析与验证	(178)
19.10	航电系统关键技术研究验证	(179)

19.11	确定航电系统研制需要的标准化文件	(179)
19.12	配合航电武器系统新成品研制	(179)
19.13	确定惯导系统方案	(180)
19.14	确定航姿系统方案	(180)
19.15	确定大气数据系统方案	(181)
19.16	确定数据管理及综合记录系统方案	(181)
19.17	航电武器系统方案评审准备	(182)
第 20 章	综合保障系统方案设计	(183)
20.1	综合保障系统方案论证	(183)
20.2	预定使用情况分析研究	(184)
20.3	综合保障系统方案设计评审准备	(185)
20.4	保障性方案论证	(186)
20.5	试飞方案论证	(186)
第 21 章	飞机方案论证阶段完成的结果	(189)
21.1	编写和报审飞机总体研制方案报告	(189)
21.2	方案论证阶段设计评审	(189)
21.3	协调完善飞机研制总要求	(189)
21.4	明确飞机研制组织及其职责	(190)

第 4 篇 飞机技术设计

第 22 章	总体方案协调与调整	(193)
22.1	协调解决转阶段评审中提出的重大问题	(193)
22.2	协调确定各系统的原理方案	(193)
22.3	控制成品技术参数	(194)
22.4	编制总体初步设计文件	(194)
22.5	数字样机技术协调	(196)
22.6	编写总体详细初步设计文件	(197)
第 23 章	气动布局详细设计	(200)
23.1	气动布局详细设计	(200)
23.2	风洞试验	(200)
23.3	确定飞机大迎角飞行构型	(201)
23.4	建立气动力数据库	(201)
23.5	气动力分析设计总结和转阶段评审准备	(203)
第 24 章	战术技术指标修改与协调	(204)
24.1	飞机性能计算与分析	(204)
24.2	配合飞机技术设计, 发出有关性能文件	(204)
24.3	战术技术指标的修改与协调	(205)
24.4	初步提出性能试飞大纲	(206)

24.5	协助订购方编制研制总要求初稿	(206)
24.6	编写战术性能设计总结报告	(206)
第 25 章	重量与平衡技术设计和控制	(207)
25.1	发出技术设计阶段全机重量、重心与转动惯量计算要求	(207)
25.2	制定重量控制文件	(207)
25.3	进行目标重量调整分配	(208)
25.4	进行技术设计阶段重量审签	(208)
25.5	计算重量、重心与转动惯量	(208)
25.6	进行技术设计阶段重量设计技术总结	(209)
第 26 章	工程设计用载荷计算	(210)
26.1	确定发图载荷计算内容	(210)
26.2	全机静气动弹性计算	(211)
26.3	全机测压风洞试验	(211)
26.4	发图载荷计算	(211)
26.5	外挂测力风洞试验	(214)
26.6	铰链力矩风洞试验	(214)
26.7	飞机部件测力风洞试验	(215)
26.8	其他风洞试验	(216)
26.9	外挂载荷计算	(216)
26.10	风挡及座舱盖载荷计算	(216)
26.11	发出机身与发动机交点载荷计算用参数	(217)
26.12	零件、小部件载荷计算	(217)
26.13	全机疲劳载荷计算	(218)
26.14	动载荷计算	(219)
第 27 章	全机几何外形和隐身技术设计	(220)
27.1	完善全机几何外形控制曲线	(220)
27.2	进行工程设计用全机几何外形设计	(220)
27.3	完善全机几何外形数据库	(221)
27.4	发出工程设计用几何外形数据库发放说明	(221)
27.5	进气道管道修形设计	(221)
27.6	进行面积律设计	(221)
27.7	编写工程设计用几何外形设计报告	(222)
27.8	确定隐身技术实施方案	(222)
第 28 章	进排气系统技术设计	(223)
28.1	进气道风洞试验	(223)
28.2	进气道技术设计	(224)
28.3	提供进气道载荷	(226)
28.4	参与总体协调	(226)
28.5	与发动机协调评估起飞、着陆的安全性	(227)

28.6	冻结进气道技术状态	(227)
28.7	研讨进气道与发动机地面联合试验问题	(227)
第 29 章	全机结构技术设计	(228)
29.1	提出结构疲劳、耐久性及损伤容限设计要求	(228)
29.2	参加总体分区协调	(228)
29.3	制定结构设计的一般规定	(229)
29.4	机体结构技术设计	(229)
29.4.1	前机身结构技术设计	(229)
29.4.2	中机身结构技术设计	(231)
29.4.3	后机身结构技术设计	(232)
29.4.4	机翼结构技术设计	(233)
29.4.5	尾翼结构技术设计	(234)
29.4.6	主起落装置结构技术设计	(235)
29.4.7	前起落装置结构技术设计	(237)
29.5	对全机结构进行质量分布初步计算	(239)
29.6	参加制定飞机结构完整性大纲	(239)
29.7	完善结构设计用成品目录, 进行成品技术协调	(240)
29.8	进行结构关键件和重要件试验	(240)
29.9	材料管理与控制技术设计	(240)
29.10	结构技术设计评审准备	(243)
第 30 章	结构、系统技术设计强度计算	(244)
30.1	强度综合技术设计	(244)
30.1.1	制定强度综合技术设计要求	(244)
30.1.2	飞机结构温度计算	(246)
30.1.3	飞机各部件结构初步设计方案的强度评估	(247)
30.1.4	结构强度研制性试验	(247)
30.1.5	结构详细初步设计(打样)主要强度计算项目的确定	(248)
30.1.6	编制结构强度设计技术设计阶段转阶段评审文件	(249)
30.2	翼面技术设计强度计算	(249)
30.2.1	翼面技术设计载荷计算	(249)
30.2.2	翼面技术设计结构有限元分析	(250)
30.2.3	翼面结构研制试验	(251)
30.2.4	翼面结构技术设计强度计算	(253)
30.3	机身技术设计强度计算	(253)
30.3.1	机身技术设计载荷计算与分析	(254)
30.3.2	机身结构(金属、复合材料)强度研制试验	(255)
30.3.3	详细初步设计(打样)的机身结构有限元分析	(255)
30.3.4	详细初步设计(打样)的机身主要结构部分的强度计算	(255)
30.3.5	详细初步设计(打样)的机身结构刚度计算	(256)

30.3.6 配合样机设计与制造	(256)
30.4 系统技术设计强度计算	(256)
30.4.1 座舱盖技术设计载荷、强度计算与分析评估	(256)
30.4.2 系统技术设计载荷计算	(257)
30.4.3 发出成品力学环境条件	(258)
30.4.4 编制载荷谱	(259)
30.4.5 详细初步设计的系统强度计算	(260)
30.5 起落架技术设计强度计算	(260)
30.5.1 起落架技术设计载荷计算	(260)
30.5.2 起落架技术设计强度计算与分析	(261)
30.5.3 参加 S—N 曲线补充试验	(262)
30.6 气动弹性技术设计、试验与分析	(262)
30.6.1 编写模型振动特性试验任务书及试验	(262)
30.6.2 风洞颤振试验	(262)
30.6.3 编写风洞模型非定常压力测量试验任务书及试验	(263)
30.6.4 编写外挂物系统地面振动试验任务书及试验	(263)
30.6.5 详细初步设计颤振分析模型建模	(263)
30.6.6 发出详细初步设计颤振分析质量分布要求	(263)
30.6.7 详细初步设计飞机颤振分析	(264)
30.7 疲劳强度技术设计与试验	(264)
30.7.1 制定疲劳、耐久性及损伤容限控制计划	(264)
30.7.2 疲劳强度研制试验	(265)
30.7.3 编制飞机基本机动载荷谱	(266)
30.7.4 编制疲劳、耐久性及损伤容限部件设计载荷谱	(266)
30.7.5 编制疲劳、耐久性及损伤容限试验谱	(267)
30.7.6 耐久性设计控制应力水平试验	(267)
30.7.7 编制疲劳及断裂的初步关键件清单	(267)
第 31 章 机电系统技术设计	(268)
31.1 机电综合系统技术设计	(268)
31.1.1 机电综合系统原理设计	(268)
31.1.2 机电综合系统原理验证试验	(268)
31.1.3 机电综合系统电路图设计	(269)
31.1.4 机电综合系统安装设计	(269)
31.1.5 机电综合系统软硬件顶层设计	(269)
31.1.6 编写机电综合系统技术规范	(269)
31.1.7 机电综合系统技术设计评审准备	(270)
31.2 供电系统技术设计	(270)
31.2.1 供电系统原理设计	(270)
31.2.2 供电系统“五性”设计分析	(270)

31.2.3	供配电系统新成品研制	(271)
31.2.4	供配电系统及子系统原理验证试验	(272)
31.2.5	编写全机电气元器件选用规范	(272)
31.2.6	全机电网地面模拟试验准备	(272)
31.2.7	供配电系统技术设计评审准备	(272)
31.3	机电控制系统技术设计	(272)
31.3.1	用电系统电气原理验证试验	(273)
31.3.2	供配电系统总体分区协调	(273)
31.3.3	电路图设计	(273)
31.3.4	电气线束及电气设备安装设计	(273)
31.3.5	电气线束图设计	(274)
31.4	环控系统技术设计	(274)
31.4.1	编写环控系统需求报告	(274)
31.4.2	环控系统性能计算	(274)
31.4.3	环控系统技术协调	(275)
31.4.4	配合环控系统成品研制	(275)
31.4.5	环控系统原理方案试验	(275)
31.4.6	编写环控系统模拟试验要求	(276)
31.4.7	环控系统“五性”初步分析	(276)
31.4.8	环控系统地面设备、工具和场站设备项目需求分析	(277)
31.4.9	环控系统“五新”技术攻关	(277)
31.4.10	环控系统仿真计算	(277)
31.4.11	编写环控系统技术设计资料	(278)
31.4.12	环控系统技术设计评审准备	(278)
31.5	供氧系统技术设计	(279)
31.5.1	编写氧气系统需求报告	(279)
31.5.2	氧气系统计算	(279)
31.5.3	氧气系统技术协调	(280)
31.5.4	氧气系统重量、重心与惯性矩估算	(280)
31.5.5	配合氧气系统成品研制	(281)
31.5.6	氧气系统打样设计	(281)
31.5.7	氧气系统和子系统原理方案试验	(281)
31.5.8	氧气系统“五性”初步分析	(282)
31.5.9	氧气系统保障资源需求分析	(282)
31.5.10	编写氧气系统技术设计资料	(283)
31.5.11	氧气系统技术设计阶段设计评审准备	(283)
31.6	弹射救生系统技术设计	(283)
31.6.1	弹射救生系统初步设计	(283)
31.6.2	配合弹射救生系统成品研制	(284)