



普通高校“十二五”规划教材

陈志英 陈 光 编著

航空发动机维修性工程



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

014001007

V263. 6
07

普通高校“十二五”规划教材

航空发动机维修性工程

陈志英 陈 光 编著



北京航空航天大学出版社



北航

C1687809

V263.6
07

内 容 简 介

本书紧密结合航空发动机的结构特点,介绍航空维修原理、维修大纲的制订、维修性参数体系与模型构建、定性维修性设计与分析、视情维修与健康管理方法等内容。

本书可作为高等院校飞行器动力工程专业和交通运输专业本科生的教材,也可作为航空工程专业硕士研究生教材,同时可供从事航空发动机设计与维修工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

航空发动机维修性工程 / 陈志英, 陈光编著. --北

京: 北京航空航天大学出版社, 2013. 9

ISBN 978-7-5124-1256-9

I. ①航… II. ①陈… ②陈… III. ①航空发动机—
故障修复—教材 IV. ①V263.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 216801 号

版权所有,侵权必究。

航空发动机维修性工程

陈志英 陈 光 编著

责任编辑 王 实

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

北京兴华昌盛印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:11.75 字数:263 千字

2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷 印数:2 000 册

ISBN 978-7-5124-1256-9 定价:39.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前言

航空发动机是一个复杂的旋转机械,在承受高载荷与高温的同时,还要求在质量和尺寸限定条件下追求高性能指标,同时要保证高可靠性、长寿命、易维修。因此,航空发动机是受多目标、多约束、多因素影响的设计过程,其结构设计是一个非常繁杂的系统工程,一旦在设计阶段某影响因素未考虑周全,其所产生的问题就会在运行阶段暴露出来,影响发动机的正常工作。

20 世纪 80 年代中期,我国从欧美国家大量购进飞机,为使国内民航维修企业从定期维修转为以视情维修为主的维修策略,1985 年由当年的中国民航总局立项,开展民用发动机状态监视与故障诊断课题研究。当年参加该项目的有中国民用航空学院(即现在的中国民航大学)、北京航空学院(即现在的北京航空航天大学)、北京飞机维修基地(即现在的北京飞机维修工程有限公司 AMECO),主要针对波音公司的 B767 和 B747 飞机使用的普惠公司 JT9D 系列发动机开展监视手段和诊断方法研究,后期为扩展到空客机型使用的 GE 公司 CF6—80 系列发动机,东方航空公司机务部也加入了项目组。作者陈志英教授在多年该项目研究中有幸接触并深入了解了民航维修企业的运营与管理,并开始不断地跟踪民航维修技术与管理工作。2000 年,学校获批“交通运输工程”一级学科博士学位授予权。2001 年,学校增设了本科生“交通运输(民航机务维修)”专业,开始成规模地为民航机务维修方向培养高级专门人才。为适应对民航专门人才的需求,学校组织编写系列讲义,作者开设了“航空发动机维修性工程”必修课,同时编写了讲义供课堂教学使用。经过十多年的试用,作者跟踪并收集了国内外有关发动机维修方面的资料,参考已经出版的航空维修工程方面的相关书籍,紧密结合航空发动机的特点,经过修改、补充、完善了本教材。

作者陈光教授从事航空发动机结构设计的教学和科研工作近 60 年,曾担任航空工业部门重点发动机型号研制的咨询顾问工作,多次参与民用发动机故障分析,积累了丰富的知识与经验。本教材的部分案例选自陈光教授出版的专著和学

术论文。

随着我国大飞机国家重大专项立项,中国商用飞机有限责任公司与中航商用发动机有限责任公司相继成立,大飞机与民用航空发动机的研制工作使相关人才更加紧缺;同时也对航空发动机的研制人员提出了更高、更具体的要求,即需要一批从事航空发动机设计特别是融入维修性要求的结构设计人员,这就要求有相应的教材与专著。

本书系统介绍维修性设计原理和方法,紧密结合航空发动机的特点,介绍航空维修原理、维修大纲的制订、维修性参数体系与模型构建、定性维修性设计与分析、视情维修与健康管理办法等内容。

本书可作为高等院校飞行器动力工程专业和交通运输专业本科生的教材,也可作为航空工程专业硕士研究生的教材,同时还可供从事航空发动机设计与维修工作的工程技术人员参考。

陈志英 陈 光

2013年7月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 基本概念	1
1.1.1 定 义	1
1.1.2 特 点	2
1.2 航空维修原理	3
1.2.1 传统维修思想	3
1.2.2 现代航空维修思想的形成	4
1.2.3 航空维修技术	6
1.2.4 航空维修管理	6
1.2.5 航空维修设计	7
1.3 航空维修组织机构	7
1.3.1 三级维修	7
1.3.2 航线维修	9
1.3.3 机库维修	10
1.3.4 大修车间维修	12
思考题	15
第 2 章 维修大纲的制订	16
2.1 维修大纲的构成	16
2.1.1 持续适航的基本概念	16
2.1.2 维修大纲的概念及研制过程	17
2.1.3 维修大纲的主要内容	18
2.1.4 维修大纲在运行中的作用	19
2.1.5 维修大纲的特点	19
2.2 以可靠性为中心的维修	20
2.2.1 定义与内容	20
2.2.2 维修工作的四种基本类型	21
2.2.3 故障及其后果	22
2.2.4 维修方式	24
2.2.5 初始 RCM 大纲的制定	26
2.2.6 以可靠性为中心的逻辑决断图	27

2.3 MSG-3 法制定维修大纲	29
2.3.1 MSG-3 与维修大纲	29
2.3.2 MSG-3 分析法	31
2.3.3 MSG-3 法的应用	36
2.3.4 MSG 维修思想	37
2.3.5 确定维修间隔	38
2.4 航空公司维修方案	42
2.4.1 目的和作用	42
2.4.2 维修计划文件	43
2.4.3 维修方案的内容	44
思考题	46
第3章 维修性参数体系与模型构建	47
3.1 维修性参数	47
3.1.1 维修时间参数	47
3.1.2 维修工时参数	48
3.1.3 检测率参数	49
3.1.4 维修费用参数	50
3.2 参数的选择	51
3.2.1 参数选择的依据	51
3.2.2 军用发动机维修性参数	52
3.2.3 民用发动机维修性参数	53
3.3 指标的确定	55
3.3.1 指标确定的依据与要求	55
3.3.2 军用发动机维修性指标	56
3.3.3 民用发动机维修性指标	58
3.4 维修性模型	61
3.4.1 物理模型和数学模型	62
3.4.2 发动机维修性模型	65
3.4.3 可用度模型	67
3.4.4 战备完好率模型	69
3.4.5 系统效能模型	70
3.5 维修性指标分配	70
3.5.1 目的	70
3.5.2 因素分析	71
3.5.3 步骤	71

3.5.4 分配方法	71
3.6 维修性预计方法	73
3.6.1 预计目的	73
3.6.2 时间累加法	74
3.6.3 加权因子法	75
3.6.4 线性回归法	77
思考题	77
第4章 定性的维修性设计与分析	78
4.1 设计要求	78
4.1.1 维修性设计通则	78
4.1.2 设计准则的制定	79
4.2 设计准则	81
4.2.1 可达性	82
4.2.2 简捷性	83
4.2.3 标准化	84
4.2.4 防错性	86
4.2.5 可测试性	87
4.2.6 可修复性	87
4.2.7 战场抢修	88
4.3 设计措施与案例	89
4.3.1 良好的可达性	89
4.3.2 结构单元体化	95
4.3.3 航线可更换组件	100
4.3.4 提高快速换发和装配能力	105
4.3.5 可测试性	107
4.3.6 可修复性	114
4.3.7 防错及安全性	117
4.3.8 可运输性	118
4.3.9 简化维修的其他措施	121
4.4 设计分析	123
4.4.1 定性的维修性分析	123
4.4.2 可用度综合权衡	127
4.4.3 预防性维修与修复性维修的权衡	129
4.4.4 人机工程学分析	129
思考题	134

第 5 章 视情维修与健康管理	135
5.1 监视系统的功能与组成	135
5.1.1 视情维修的作用	135
5.1.2 EHM 系统的功能	137
5.1.3 EHM 系统的组成	140
5.2 性能监视和故障诊断	142
5.2.1 目的和功能	142
5.2.2 测量参数选择和数据采集准则	143
5.2.3 基线模型和偏差量计算	146
5.2.4 状态监视	147
5.2.5 稳态性能故障诊断方法	150
5.2.6 过渡态性能分析	152
5.3 使用寿命监视和零件寿命管理	155
5.3.1 使用寿命监视	155
5.3.2 零件寿命管理	157
5.3.3 故障报告、分析和纠正措施系统	159
5.4 振动监视和故障诊断	161
5.4.1 测量参数和监视参数	161
5.4.2 机载振动监视系统	161
5.4.3 振动监视方法及功能	163
5.4.4 振动分析与故障诊断	165
5.5 滑油系统的监视和故障诊断	165
5.5.1 目的和功能	165
5.5.2 滑油系统工作状态监视	166
5.5.3 屑末监视	170
5.5.4 滑油理化性能监视	176
5.5.5 滑油监视系统的设计考虑	176
思考题	177
附 录 英文缩写词	178
参考文献	180

第 1 章 绪 论

1.1 基本概念

在航空发动机设计阶段就要考虑发动机投入使用后的安全使用与维修成本,维修性设计是既要减少维修的需求,也要避免造成维修的困难程度。发动机结构必须满足维修人员尽可能快速并低成本完成维修工作的要求。

1.1.1 定 义

1. 维修性

定 义 某一系统(产品)在预定的维修级别上,由具有规定的技术水平的人员,利用规定的程序和资源进行维修时,保持或恢复到规定的状况的能力。

维修性关心的重点是使设计出来的系统在发生故障时能尽快地加以修复。它是一个设计特性,设计目标是维修人员能以低的费用,快速而方便地进行维修。

航空发动机的维修性是指对发动机维修的难易程度。由于航空发动机的结构日益复杂,在设计中考虑维修的方便性和经济性,已成为保证发动机使用的可靠性,提高发动机的出勤率,以及降低总寿命周期费用的重要手段。

2. 维 修

定 义 维持系统(或产品)正常使用状态,或发生故障后将它恢复到正常使用状态而采取的各种活动。

维修是与系统使用相关的各种活动,如技术保养、维护、修理、改进、更换、更新、改装、翻修、检查及健康监视与故障诊断等。

负责波音 B777 飞机设计的前总机械师杰克·赫斯布尔格也给维修下了一个定义:“维修师保持或恢复飞机完整性和性能所必需的措施。”

维修根据其目的与时机通常可以分为修复性维修和预防性维修。维修的目的和时机不但包括了产品在使用过程中发生故障时进行修复,以恢复其规定状态,而且包括在故障前,预防故障以保持规定状态所进行的活动。

航空发动机维修的目的就是要恢复其应有的性能,恢复其可靠性,符合新发动机出厂要求,达到延长寿命的目的。由此可见,在维修时间、条件、程序、方法和成本等约束条件下,如何

实现高效益的维修,是在设计之初需要考虑的。

3. 维修性工程

定义 为了达到产品的维修性要求所进行的一系列设计、研制、生产和试验工作。

在产品的研制过程中,对于产品维修性的设计、分析与验证。它的主要工作是在设计研制部门及其人员中进行的,涉及可测试性、可达性、可见性等。

维修性工程是产品研制系统工程的重要部分。维修性工作要与产品整个论证、设计、试制、试验等一起计划和实施。维修性工程活动中除了管理性工作和某些高层次产品的建模、分配、预计及建立设计准则等主要由专门的维修性工程人员完成外,各层次产品的维修性设计与分析工作主要靠各层次产品的工程设计人员来完成。

维修性工程与可靠性工程有最为紧密的关系,与综合保障工程也有密切关系,还与人机工程、安全性工程等有关。

4. 维修工程

定义 运用各种工程及管理技术来保证产品能够进行有效而经济的维修的一门学科。它代表用户的需要,保证对产品进行及时、充分而经济的维修。

它的特点表现在与其有关的领域中,包括:可靠性工程、维修性工程、人机工程、安全性工程、质量保证与质量控制、标准化技术、系统工程和配置管理等。

维修级别包括使用现场级、中间级和维修基地级。军用可分为外场、野战和后方。民航可分为航线、机库和维修车间。

1.1.2 特点

面临现代航空发动机设计采用更多的新材料、新结构、新工艺,航空发动机结构设计并不是趋于复杂,而是要求维修技术趋于简便,使飞机具有安全性、适航性和可维修性;并且随着每一种新型号或现有型号的改型发动机的产生,都要制订相应详细的维修大纲。对于航空公司需根据初始的维修大纲制订出自己的维修计划,以适应各种运营的需要,从而保证各种情况下的持续适航能力。

产品的设计不仅受到客观条件限制,而且还受其他人为条件的限制。同样,设计航空发动机及其部件,设计工程师要使设计完美,可能会受到现代科学技术的限制,或受到经济上的限制。特别是面对市场的竞争,当要投入批量生产时,成本因素使得近乎完美的产品要进行重新设计,这就意味着,重新设计可能放宽了公差等要求,或采用更便宜的材料,而这样需要的维修工作量就越多。

随着航空发动机及其部件的使用,其性能会出现衰变。有时操作者的使用不当,也会引起发动机及其部件的性能过早变差,甚至直接造成损坏。这种变坏标志着系统的总熵在增大,设计工程师的工作是在设计工程中尽量减少系统的熵,而机务工程师的工作是在系统使用寿命

期内努力降低该系统熵值的持续增长。

当性能劣化到一定程度时,就要采取一些纠正措施,诸如对发动机进行调整、润滑、清洗、修复,甚至换件,以便使其性能恢复到原来设计的水平。这就是预防性维修,通常按定期间隔进行,阻止系统性能降低到不能使用的水平,并保持系统处于可使用的状态。这也称为计划性维修,可以是每天、每次飞行、每200个循环,或者每300飞行小时。当在未预料的时间间隔发生故障时,需要对零部件进行更换、翻修或大修,排除故障所采用的维修措施称为非计划性维修。

通俗地讲,制定维修方案涉及的主要方面可以从5W+1H角度考虑,即:

➤ What 何部件需要维修?

➤ When 什么时间维修?

➤ Where 在哪儿维修?

➤ Who 谁来维修?

➤ Why 为什么维修?

➤ How 怎么维修?

有关维修性的国家军用标准如下:

GJB 368B—2009《装备维修性工作通用要求》;

GJB 2072—1994《维修性试验与评定》;

GJB 1378—1992《装备预防性维修大纲的制定要求与方法》;

GJB 450A—2004《装备可靠性工作通用要求》;

GJB 451A—2005《可靠性维修性保障性术语》;

GJB 841—1990《故障报告分析与纠正措施系统》;

GJB 241—1987《航空涡轮喷气和涡轮风扇发动机通用规范》;

GJB 242—1987《航空涡轴和涡桨发动机通用规范》;

GJB 312.3—1987《航空发动机维修品质的一般要求》;

GJB 1909.1—1994《装备可靠性维修性参数选择和指标确定要求(总则)》;

GJB 1909.5—1994《装备可靠性维修性参数选择和指标确定要求(军用飞机)》;

GJB 1909A—2009《装备可靠性维修性保障性要求论证》。

1.2 航空维修原理

1.2.1 传统维修思想

早期的飞机比较简单,通常只有很少几种故障模式,又没有余度保护。于是,人们对飞机及其机件产生了“机件要工作,工作必然磨损,磨损引起故障,故障危及安全”的直观认识。当时的检测手段也局限于对机件进行离位检测,即需将机件由飞机上拆下送往车间进行分解检

测,从此产生了以定期全面翻修为主的传统预防维修思想。西方国家称为“翻修期控制”思想,认为必须通过按使用时间进行的预防性维修工作,即通过经常检查、定期修理或定期报废来控制飞机的可靠性。这种思想的可靠性物理模型就是著名的浴盆曲线。这种传统的维修思想的要点是:

- ① 故障的发生、发展都与时间有关;
- ② 任何一个机件出了故障都可能直接影响安全;
- ③ 通过多做维修工作可以预防故障;
- ④ 每个机件(产品)都存在耗损区,采用单一的定期维修方式和离位拆卸的办法可排除和预防故障。

20 世纪 50 年代中后期,一些生产和使用飞机的主要国家,几乎同时在飞机维修上遇到了麻烦。主要是:由于经常从飞机上拆卸机件并进行大量不恰当的修理工作,使机件的利用率很低;绝大多数机件的单独寿命没有被充分利用;机件修理后的故障率反而增高,对可靠性产生不利影响。随着新型飞机性能优越,安全性和可靠性也有所改进,飞机的复杂性也大为提高,导致原有的维修人员和维修手段在数量和质量上都不能满足要求,人力物力的增加又受到种种限制,从而迫使各国航空维修部门从改革中寻找出路。美、苏两国空军大都从维修作业的组织体制上进行改革,而美国民用航空部门走了一条完全不同的道路,研究和发展的航空维修理论,其影响波及了全球各国的民用与军用航空部门。

1.2.2 现代航空维修思想的形成

20 世纪 50 年代后期,民用航空公司的机队已经发展到相当的规模,有了充分的数据资料来对预防活动的有效性进行研究,而且高昂的维修费用促使航空公司寻求节支的途径。经验表明,航空公司用预定翻修方针的任何可行的改善来控制某些型别发动机的故障是不可能的。因此,在 1960 年组成了包括美国联邦航空局(FAA)和各航空公司代表的工作组来调查预定维修的能力。经研究,惊人地发现了以下现象并得出结论:

- ① 除非存在一种起支配作用的故障模式,否则定期翻修措施对复杂设备的翻修没有什么作用;
- ② 有许多机件,没有一种预定维修方式对它是有效的。

美国联合航空公司为了论证翻修时限的延长不会使飞机的总可靠性降低,绘制了许多部件的故障率曲线,发现航空机件的故障率曲线有 6 种形式,如图 1-1 所示。

包括浴盆曲线在内,有耗损期的三种类型曲线仅占 11%,活塞式发动机、单体机件、简单机件符合这种特性。无耗损期的故障类型占 89%,如发动机的某些部件、附件以及电子设备在内的复杂设备符合这种类型,由于无耗损期,因而也不需要规定使用期限,对这类机件进行定期维修是不必要的。其结论是:多数类型的发动机只有早期故障的偶然故障期,而无耗损的故障期。复杂设备无耗损期这一种规律的发现,推翻了浴盆曲线适用于一切情况的假设,是对

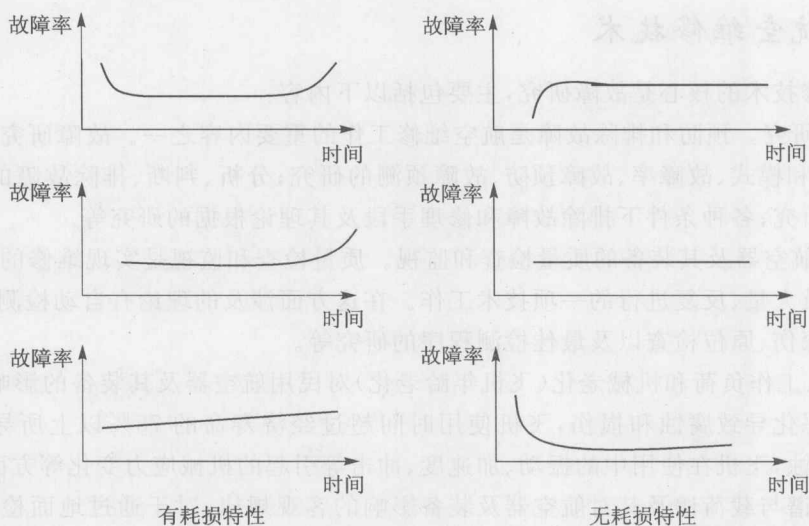


图 1-1 故障率与时间的关系曲线

浴盆曲线的重要发现,从根本上动摇了传统的全面定期翻修的做法,并得出以下结论:

① 可靠性是由设计制造所决定的固有性能,有效的维修能恢复其固有可靠性,但不能使其提高。

② 设备中零件何时出现故障是偶然的,零件数目愈多,偶然性就愈大。为保证飞行安全,设计部门需采用余度技术或故障防护措施以防止重要项目发生功能故障。

③ 复杂装备故障是偶发的,因此浴盆曲线并不适用,只要把将出故障的零组件及时换下,装备的整体可靠性就不会受到影响。所以对复杂装备作定期翻修是不必要的。

航空维修原理反映了航空维修工作的客观规律,是研究飞机以最高的使用可靠性、最低的消耗,为保障安全、正常地完成飞行任务提供有关航空维修技术、维修管理以及维修设计等的应用科学,其理论体系如图 1-2 所示。

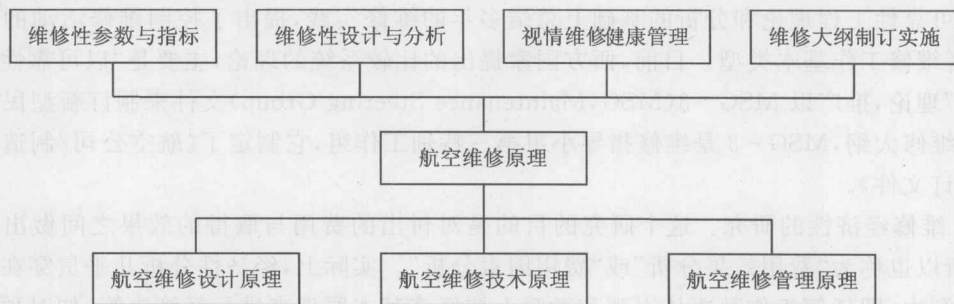


图 1-2 航空维修原理及应用体系

1.2.3 航空维修技术

航空维修技术的核心是故障研究,主要包括以下内容:

① 故障研究。预防和排除故障是航空维修工作的重要内容之一。故障研究包括:故障机理、故障规律和模式、故障率、故障预防、故障预测的研究;分析、判断、排除故障的理论根据和最佳程序的研究;各种条件下排除故障和修理手段及其理论根据的研究等。

② 民用航空器及其装备的质量检查和监视。质量检查和监视是实现维修的重要手段,是外场维修人员大量、反复进行的一项技术工作。在这方面涉及的理论有自动检测与监视、无损检验与无损探伤、原位检查以及最佳检测程序的研究等。

③ 环境、工作负荷和机械老化(飞机年龄老化)对民用航空器及其装备的影响的研究。包括由于环境恶化导致腐蚀和损伤,飞机使用时间超过经济寿命的 75% 以上所导致的疲劳裂纹、磨损和磨蚀,飞机在使用中的振动、加速度、冲击等引起的机械应力变化等方面的影响。因此,研究环境谱与载荷谱及其对航空器及装备影响的客观规律,对于通过地面检查,做好故障预防工作有着重要的作用。

④ 维修规程(或方案)的研究。根据航空器及其装备的固有可靠性、故障规律、环境影响等条件,选取最佳的维修工艺、维修周期、维修程序的理论根据和实施方法的研究,对于指导维修技术工作,取得最佳维修效果,实现维修目的具有重要的意义。

1.2.4 航空维修管理

航空维修管理的研究对象,主要有以下 6 个方面:

① 维修管理的决策分析。维修工作中,从一些重大决策问题,如制订整个维修工作方针原则,确定维修组织机构的设置和布局,研究与发展规划等,直到一些具体问题,如飞机维护、修理和使用的安排,维修方案(或持续适航性维修大纲、翻修的方针、损坏的结构或机件是修复还是报废)等,都需要改变只凭直接经验做出决策的状况,而代之以运筹学决策。

② 维修方式或工作类型的研究。维修方式是国外民航界在 20 世纪 60 年代提出的问题。它是在可靠性工程理论和分析的基础上总结多年的维修实践,提出了控制维修活动的基本方式,或者维修工作基本类型。目前,西方国家提出的比较系统的理论,主要是“以可靠性为中心的维修”理论,推广以 MSG-3(MSG, Maintenance Steering Group)文件来制订新型民用飞机的初始维修大纲,MSG-3 是维修指导小组第三特别工作组,它制定了《航空公司/制造厂维修大纲制订文件》。

③ 维修经济性的研究。这个研究的目的是对付出的费用与取得的效果之间做出最佳的权衡,所以也称为“费用效果分析”或“费用因素分析”。实际上,经济性分析几乎贯穿在一切决策与权衡中,即任何工作都要从宏观和微观上按经济基本原理来进行经济决策,如对预防性维修费用估算、飞机经济寿命费用估算、飞机或机件的翻修费用等。

④ 维修组织的研究。结合现代民航的特点,研究采取何种维修结构形式和体制,把人力、资金和设施进行最合理的安排,充分发挥各级组织的职能。

⑤ 维修工效的研究。这个研究是以维修人员在维修作业中的操作活动为主要研究对象,以提高操作效率为目的。它不仅涉及人的生理、心理特点,还包括环境对人的活动的影响。它的理论属于行为科学的范畴,是现代管理理论的一个重要分支,称为“管理行为学”或“工效学”。

⑥ 维修信息系统的研究。航空维修方面的信息,主要是组织实施维修工作所需的各种数据资料。维修信息不仅用于指导维修实践,同时也是维修理论研究(包括维修技术理论、维修组织方面的理论和维修设计理论)必不可少的依据。为了保证及时、准确和可靠的信息,必须建立以应用电子计算机为管理手段的、完整的信息系统,包括数据收集和处理系统以及管理情报系统。

1.2.5 航空维修设计

航空维修设计主要是指有关发动机维修性能的设计理论。发动机的可维修性(如可达性、易装性、易修性、互换性、维修安全性等)是发动机全面质量指标之一,是制造条件赋予发动机的一种客观属性,是决定维修工作量与维修经济性的物质条件。维修人员是在这一物质条件下,发挥其主观能动性的,如检查手段的改进,检查仪器的改装与研制,提高发动机维修性的加装、改装以及向制造厂家提出改进维修性的建议等。

发动机的维修性与可靠性密切相关。为了从根本上改变维修工作面貌,实现维修现代化,很重要的问题就是从根本上改进发动机的固有可靠性和维修性。作为航空器及其装备的使用单位,应及时向制造厂家提出可靠性、维修性的要求。因此,维修设计理论自然就成为航空维修原理的组成部分之一。

1.3 航空维修组织机构

1.3.1 三级维修

20世纪50年代,我国民用航空维修组织分外勤和内勤车间。外勤指在停机坪的维护,包括:航线飞行100 h以下的维修工作、排故及例行勤务保证。内勤指在内场的修理工作,包括:本航线飞机的高级检修,即飞行200 h后的定期检查工作、更换发动机及部附件修理。

20世纪60年代中期,我国民航维修组织常见模式通常为三级层次,即:

① 外场:负责航线维修及短时定期检查(100 h以下)的外场机务大队或中队。

② 航修厂:负责高级定期检查(200 h以上)、部附件修理检验以及机械加工的內场修理中队、基地修理厂。

③ 大修厂：负责飞机、发动机、部附件翻修，加、改装，标准件制造等的飞机修理厂。

这段时期基本是采用单一的定期维修方式，维修方法主要靠拆卸分解和大量的离位检查。这种维修方式赖以产生的理论基础是浴盆曲线描述的可靠性模型，并根据一种直观的设想，认为机械零件在使用过程中会产生耗损，故任何一种装备的可靠性都与其使用时限有关；检修的间隔时间越短，检修的次数越频繁，拆卸分解的范围越广越深，似乎预防故障的可能性就越大。

到了 20 世纪 70 年代，特别是 80 年代开始，我国引进欧美飞机，在维修方式上使用制造厂家推荐的维修大纲。同时，以可靠性为中心的维修理论在我国维修界传播，推动了维修方式和维修管理体制的改革。1980 年民航局在北京首都机场组建了我国第一个维修基地，将原来的机务大队、航修厂、大修厂、航材处、机务处合并，从组织结构上实现了外场维护、内场修理的合一，变内外场分割的管理形式为系统管理，特别为适应现代维修管理的要求，强化了信息管理。其组织形式的基本构架是：航班飞机内外场保证统一指挥协调的基地职能机关和实施维修生产的维修部门。1989 年合资成立北京飞机维修工程有限公司，使这种组织形式得以完善和深化。

由此可见，一个有效的维修工程机构随着部门的规模与类型而有所不同，而且也会随着航空公司的管理理念不同而不同，但组织机构是为公司实现其目标和目的而设置的。一个中型航空公司的基本组织机构如图 1-3 所示。

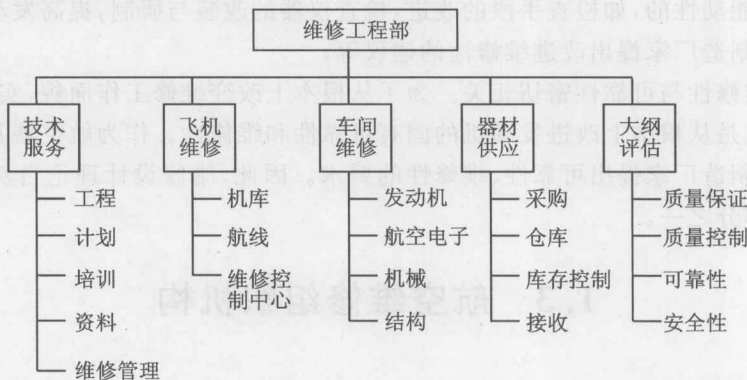


图 1-3 航空维修工程组织机构

图 1-3 所示的组织机构的构建，除具有一般企业公司的职责分类作法外，还具有航空业独特的管理理念，即维修工程性的生产业务要与检查、控制和监视的监督职责分开，以实现质量保证、质量控制、可靠性和安全性的特殊要求。

军用航空维修的目标是向指挥员保证执行任务飞机的最大可用性。航空维修分队通过对所有的航空产品实施维修来完成这个目标，这些航空产品包括配置的军用飞机和武器系统。

航空维修系统由三个级别组成，即基层级维修(AVUM)、中继级维修(AVIM)和基地级