

飞机维护



前言

飞机是航空兵和民航的主要技术装备。通常将飞机机体、发动机和机载设备及其附件称为飞机装备。飞机装备是一个“准单次系统”,现代飞机使用和维护时间比例约为 1:4;飞机的维修费用约是飞机价格的 10 倍或更高些;从这些数据可见飞机维护工作的重要性。而飞机维护工作的质量对保证飞行安全的重要性更是无需多言。

飞机的维护从早期参照一般的机器保养检查开始,经过多年发展,走过了从经验维修到以可靠性为中心的航空维修历程。其间主要经历了三个阶段。即早期的航空维修阶段、航空维修的发展阶段和以可靠性为中心的航空装备维修阶段。因此,现代飞机维护是以可靠性为中心的维护理论指导下的飞机维护实践和管理。其工作内容和过程是外场航线维护人员的日常工作。

本书在首先介绍飞机维护工作发展历史的基础上,简要介绍了飞机维护的基础知识和基本理论;详细讲解了飞机维护的基本技能、飞机维护的主要工作内容和实践过程;同时,还对飞机维护管理方面的内容进行了简要说明。

本书是国家软科学研究计划项目——《高等职业教育“工学四合”人才培养模式创新与实践》(项目编号 2010GXSH5D263)资助教材。该书既是高等职业院校航空机电设备维修专业核心课程飞机维护的教材,也是西安航空职业技术学院航空维修工程系在国家示范院校建设中,重点专业课程体系改革与建设的成果之一。

本书由西安航空职业技术学院李永刚、白冰如主编,马康民教授主审。具体分工是绪论和第 1 章由李永刚编写;第 2—10 章由白冰如编写;第 11、12 章由空军工程大学杨卓君编写;第 13、14 章由空军工程大学王长伟编写;第 15 章由空军工程大学刘冰编写。全书由白冰如统稿。

由于编者水平有限,编写的时间较短,错误或值得商榷的地方在所难免,希望使用的老师、学生和其他相关人员不吝指正。

编者

2011 年 1 月 20 日

目录

绪 论	/1
第一章 飞机维修概论	/5
1.1 维修与航空维修	/5
1.2 航空机务保障的主要指标	/13
第二章 飞机维护基本知识	/16
2.1 机场	/16
2.2 维修安全理论	/17
2.3 安全基本规定	/20
2.4 航空维修法规	/24
2.5 环境因素对飞机的影响	/28
2.6 机件防腐和处理	/30
2.7 复合材料的检查和维修	/33
第三章 飞机维护基本理论	/36
3.1 可靠性、维修性和保障性	/36
3.2 可靠性基础	/38
3.3 维修性基础	/42
3.4 保障性基础	/44
3.5 以可靠性为中心的维修理论	/47
3.6 航空维修管理概论	/51
3.7 航空维修计划管理	/63
3.8 航空维修控制	/68
3.9 航空维修质量控制	/71
3.10 航空维修信息化管理	/85

第四章 飞机维护技术资料	/94
4.1 飞机维护技术资料概论	/94
4.2 飞机维护技术资料的分类	/94
4.3 飞机维护技术资料的发展	/101
第五章 飞机维护的常见工具与使用技能	/103
5.1 飞机维护的常用工具	/103
5.2 常用工具的保管和使用要求	/107
5.3 常用地面设备介绍	/107
第六章 飞机维护的常用技能训练	/111
6.1 机件的连接与保险	/111
6.2 基本拆装技能	/121
第七章 飞机系统的维护与检查	/142
7.1 飞机系统油液的充填和排放	/142
7.2 气体的充填	/148
7.3 飞机系统维护与工作性能检查	/151
第八章 发动机维护	/162
8.1 滑油系统的维护	/162
8.2 发动机试车检查	/165
第九章 飞机检查方法及应用	/177
9.1 一般检查方法	/177
9.2 油液监控技术	/184
第十章 飞行准备	/189
10.1 飞行机务准备阶段的划分	/189

目录

10.2	机务准备的工作要求	/192
10.3	飞行后检查内容	/196
10.4	飞行前检查	/202
10.5	再次出动机务准备	/205
第十一章	周期工作和定期工作	/207
11.1	周期工作与定期工作概述	/207
11.2	飞机周期工作	/208
11.3	发动机周期工作	/216
11.4	定期工作	/216
第十二章	飞机停放工作	/220
12.1	概述	/220
12.2	停放准备	/220
12.3	没有油封的飞机和发动机停放保管期间应完成的工作	/221
12.4	油封的飞机和发动机停放保管期间应完成的工作	/221
12.5	停放飞机恢复飞行前应做的工作	/222
第十三章	航空维修经济性分析	/223
13.1	航空维修经济性分析概述	/223
13.2	价值工程及其应用	/224
13.3	寿命周期费用分析	/226
13.4	系统效能—费用分析	/228
13.5	航空维修效益及其评估	/230
第十四章	飞机故障与故障诊断	/233
14.1	飞机失效和故障的概念	/233

14.2	飞机常见失效与故障模式	/235
14.3	飞机故障诊断	/238
第十五章	航空发动机状态监控与故障诊断	/245
15.1	航空发动机简介	/245
15.2	发动机状态监控系统(EMS)	/247
参考文献		/263

绪 论

为了使任课教师和学生明确本门课程的地位、教学目的和要求,以便更好地搞好该课程的教学工作。此处与大家讨论三个问题。

一、本课程是航空机电设备维修专业示范建设中新开设的专业核心课程之一

2007 年 8 月,西安航空职业技术学院被教育部、财政部确定为国家示范院校建设立项单位,同时航空机电设备维修专业也被确定为中央财政重点支持建设的项目之一。其中航空机电设备维修专业课程体系改革是项目建设的重点和难点,也是研究经费投入较大的几个子项目之一。项目组在负责人马康民教授的带领下,制定了详尽的、切实可行的调研计划和课程体系改革研究方案。项目组先后调研了西安飞机工业(集团)有限责任公司、中国人民解放军第 5702 工厂、中航工业 5716 厂、西安航空发动机(集团)有限公司、厦门太古发动机服务有限公司等航空企业的岗位设置和人才需求,分析了空军工程大学工程学院、成都航空职业技术学院、西安航空技术高等专科学校、长沙航空职业技术学院等兄弟院校相关专业的课程设置,经过广泛地分析和研讨,运用现代高等职业教育理念和方法,结合本专业的特点和要求,提出了以培养学生真正维修能力为目标的课程体系重构指导思想。继而,运用系统分析的理论和方法,开展了大量的研究工作。确立了飞机修理技术、航空发动机修理技术、飞机维护、飞机及发动机附件修理技术和航空电气设备与维修为专业核心课程,按照专业通用课程支持核心课程、专业基础课程支持专业通用课程、公共文化课程支持专业基础课程的思路,重构了航空机电设备维修专业的课程体系。为了进一步完善新的课程体系,我们还对专业通用课程、专业基础课程、公共文化课程进行了补充、完善和整合,重新编写了与新课程体系配套的教材。并将研究成果贯彻在学院 2009 级航空机电设备维修专业教学计划中。

表 1 航空机电设备维修专业课程体系

课程层次	课程名称		备注
专业核心课程	1	飞机维护	新编 5 门专业核心课程的教材,即《飞机维护》《飞机修理技术》《航空发动机修理技术》《飞机及发动机附件修理技术》《航空电气设备与维修》
	2	飞机修理技术	
	3	航空发动机修理技术	
	4	飞机与发动机附件修理技术	
	5	航空电气设备与维修	
			↑↑

专业通用课程	1	航空工程与技术概论	新编《航空材料及应用》和《航空工程与技术概论》教材 整合工程热力学、航空发动机原理、航空发动机构造三门课为航空发动机原理与构造一门课程,重编教材 整合空气动力学、飞行原理和飞机构造三门课为飞机原理与构造一门课程,重编教材
	2	航空材料及应用	
	3	飞机原理与构造	
	4	航空发动机原理与构造	
	5	航空维护技术基础	
	6	无损检测及在航空维修中的应用	
	7	专业英语	
↑↑			
专业基础课	机械制图与航空识图、机械设计基础、液压与气动技术、机械制造技术、公差与技术测量、电工电子技术		机械制图课程增加航空识图内容变更为机械制图与航空识图
↑↑			
公共文化课	思想道德修养与法律基础、形势与政策、应用文写作、计算机应用基础、高等数学、毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论、体育、英语等		新增应用文写作课程,提高学生的公文写作能力

本项目研究制定的航空机电设备维修专业新的课程体系具有鲜明的职业教育特色。

1. 5 门专业核心课程,在航空职业教育中属于首创。

从表 1 可见,5 门专业核心课程,即飞机修理技术、航空发动机修理技术、飞机维护、飞机及发动机附件修理技术和航空电气设备与维修是根据飞机与发动机高等职业教育要求,落实本专业人才培养方案,满足飞机维护、飞机修理、航空发动机修理、航空电气设备与维修及飞机及发动机附件修理中对应的 11 个工作岗位的需求开设的课程。这 5 门课程填补了航空职业教育的空白,在国内属于首创。

2. 7 门专业通用课程及其配套教材,对航空类职业院校相关专业具有很好的辐射作用。

新课程体系中有 7 门专业通用课程,其中飞机原理与构造是原来空气动力学、飞行原理和飞机构造三门课整合的结果;航空发动机原理与构造是原来工程热力学、航空发动机原理、航空发动机构造三门课程整合的结果;航空工程与技术概论是原来航空航天概论课程整合的结果。这都充分体现了“理论够用、重在应用、强调技能培养”的高等职业教育理念,加强了飞机和发动机修理中需要的内容,而大幅度删减了飞机和发动机设计方面的内容。因为,本专业毕业生不搞飞机与发动机设计工作。充分体现了构建课程体系时,专业通用课程

必须大力支持专业核心课程的宗旨。上述三门课程的教材及我们编写的《航空材料及应用》,可以供航空类职业院校相关专业使用,很好的发挥了重点示范专业的辐射作用。

3. 在按照系统理论和方法指定的新课程体系中,优化和重构的专业基础课和文化基础课,有力的支持了本专业的全面建设。

新制定的6门专业基础课程,即机械制图与航空识图、机械设计基础、液压与气动技术、机械制造技术、公差与技术测量、电工电子技术。其中机械制图与航空识图、液压与气动技术、机械制造技术、公差与技术测量是新增加的,他们都是支持专业通用课程必不可少的。

新制定的课程体系列出了9门文化基础课。其中应用文写作是新增加的。由于在调研中发现高职院校毕业的毕业生普遍写作能力较差,调查对象业主动要求开设应用文写作课程,提高毕业生的公文写作能力。

综上所述,本课程体系使用系统的观点和方法认识该专业的所有课程,整合原有课程,创建新的课程体系,并对其进行最佳设计、管理与控制,使之处于最佳运行状态;同时采用新的理论和方法分析和评价课程体系。这种用系统工程的理论和方法作指导,使本专业所有课程形成有一定联系、相互依赖、相互影响,推动教学工作运行的系统成为课程体系。它是职业教育有模仿本科教育和中技教育的初级阶段,向具有专门理论和实践特色并向其深度发展的产物。课程体系是人才培养方案的主轴,是制定教学计划、进行师资培养、教学设施建设、实训室建设的依据。因此,搞好课程体系建设是航空机电设备维修专业在示范建设中的首要任务。

二、《飞机维护》教材的主要内容

《飞机维护》是按照以可靠性为中心的维修理论为主线,以培养学生航空维修职业能力为目的编写的教材。

本教材分为四个部分,即飞机维护基础知识和基本理论、飞机维护基本技能、飞机维护主要工作实践和飞机维护管理。

1. 飞机维护基础知识和基本理论

教材第一、二、三、四章主要介绍飞机维修的基本概念、飞机维护的基础知识、飞机维护基本理论和飞机维护技术资料。其重点是以可靠性为中心的维修理论,是学生今后做好飞机维护工作的理论基础。

2. 飞机维护基本技能

教材第五、六、七、八、九章主要介绍飞机维护常用的工具与使用、飞机维护常用技能训练、飞机系统的维护和检查、航空发动机的维护和飞机检查方法及应用。这部分内容是本课程的重点学习内容之一。

3. 飞机维护的主要工作内容和过程

教材第十、十一、十二章按照飞机航线维护的工作过程和主要工作内容编写,重点介绍飞行准备、飞机装备的周期工作和定期工作、飞机的停放工作等,这部分也是本课程重点内容之一,并注意在教学过程中紧密与外场实习结合进行。

4. 飞机维护管理

教材第十三、十四、十五章主要介绍航空维修的经济性分析、飞机故障与故障诊断、航空

发动机状态监控与故障诊断。

本课程的考核方法以飞机常用维护技术与实践能力为重点,结合外场实践进行考核;飞机维护的基础知识和维修管理部分的考核可采用考卷形式进行,建议二者的权重比 3:2。

三、飞机维护课程的教学特点和要求

飞机维护是一门实践性很强的专业核心课程。本课程学习要结合飞机维护现场教学、外场实习(航线维护)、教材阅读、多媒体课件教学和课堂讲授等方法手段进行。使学生熟悉飞机维护的工作内容和工作程序,熟练掌握飞机维护基本技能,了解飞机维护相关的管理知识等。培养学生透过现象分析问题和解决问题的能力,养成发现故障、研究故障,探求排除故障的工作作风,培养学生善于观察、勤于思考、全面系统分析问题的能力,逐渐达到培养学生创新思维和飞机维护操作能力的目的。飞机维护内容和维护技术是在飞机航线(外场)维护工作过程中,通过一个个维护工作项目不断的训练和学习的,这就要求本门课程要与飞机航线维护或飞机外场维护实习紧密结合起来,只有这样才能把本门课程学习好。

另外,由于飞机的安全飞行是航空事业的大事,因此在本门课程的教学过程中,要不断加强对飞机维护与飞行安全重要性的认识,培养学生树立“安全第一,预防为主”的思想,教育学生养成诚信工作,一丝不苟的良好习惯和工作作风,这也是本课程每一个教学环节必不可少的教学内容。

由于本门课程是实践性很强的课程,所以其考核方法要以实践为主,兼顾理论知识的考核。而没有必要全部采用闭卷考试的方式考核。因此项目过程考核应成为本课程的主要考核手段之一。另外,撰写有关飞机维护工作相关的论文或者研究报告,也是值得提倡的考核方法。建议授课老师在教学实践中不断试行,并注意总结有关经验。以便在今后的课程改革中不断完善这方面的工作。

综上所述,飞机维护是本专业核心专业课程之一。该课程的教材建设、教学实践、实习环节以及考核方法等诸多方面,都还有许多工作需要我们继续努力研究,只有在今后的教学过程中,师生共同努力,通过不断实践,不断总结和提高,才能使之逐步完善。希望广大教师和学生积极参与这项工作,把我们专业的全面建设搞得更好。

第一章 飞机维修概论

设备是指物质生产、军事斗争和人民生活所需的各种有特定功能的独立器具。

装备是用于军事目的的设备,是设备在军方的称呼。同一台机器,如果属于民用称之为设备,属于军用则称之为装备。可见设备与装备在本质上是相同的,它们的内涵是一致的。

在军事领域,设备与装备的界线区分并不十分严格;有时把直接用于作战的称为装备,而将保障作战使用的称为设备。

航空装备是航空器及其各种装置、设备的统称,通常指飞机、直升机、动力装置、机载设备和相应的地面设备。在大气层中飞行的机械称为飞行器,目前除了少量的飞艇、气球等临近空间飞行器以外,绝大部分都属于飞机的范畴。

首先,飞机需要多次循环使用,在使用过程中一般无法进行维修,但每次使用之前都要进行必要的维护和检查,排除发现的异常和故障,确保升空之前处于最低限度的良好状态,以保证执行任务过程中的安全。因此,飞机是一个准单次循环系统,既要像火箭与导弹那样保证每次使用的安全可靠,又要像地面车辆一样可以保证长期重复使用。

其次,飞机的使用领域特殊。作为一种空中使用的复杂系统,其效能的发挥依赖于地面维护和空中使用的综合。空中使用是飞机的本质要求和使用目的,地面维护是飞机安全可靠使用的前提和能力特性有效发挥的保障。

第三,飞机使用环境严酷。飞机使用空间多维,幅员广,环境条件差异巨大,要求有针对性的维修和保障,以保证飞机在各种环境条件下安全可靠地使用。

由于飞机要求有尽可能高的可靠性,而随着使用时间的延长,飞机的可靠性一般都会有一定程度的下降,甚至有的可能下降得比较快,影响到飞机的安全使用。因此,飞机的维修对保证其安全运行起着至关重要的作用。

维修是保持、恢复和改善飞机良好、完好准备状态而采取的所有工程技术和管理活动,涉及飞机使用效能和综合能力的各个方面,是影响飞机全寿命周期费用、降低企业成本、提高经济效益的重要因素,也是军用飞机不断提高作战效能的前提和基础。

1.1 维修与航空维修

1.1.1 维修

1.1.1.1 维修的基本概念

大部分航空公司和军用航空部门把维修定义为“为修复或保持一个项目处于可使用状态所要求的那些措施,包括养护、修理、改装、大修、检查以及状态确定。”

Boeing-777 的前总机械师杰克·赫斯布尔格(Hessburg),给维修下的定义是“维修是保持或恢复飞机完整性和性能所必需的措施。”维修“包括检查、大修、修理、维护和更换工作”。

《航空维修管理》一书的作者金尼森(Kinnison) 认为: 维修是保证系统在设计的可靠性和安全性水平上持续执行预定功能的过程。

简单地讲,维修(Maintenance) 是维护和修理的简称。维护就是保持某一事物或状态不消失、不衰竭、相对稳定; 修理就是使损坏了的东西恢复到能重新使用,即恢复原有的功能。

航空维修(AM, Aircraft Maintenance) 是飞机维护修理的简称,指为使飞机保持和恢复到规定状态所进行的维护、修理和管理工作的统称。

维修的目的是为了保持、恢复飞机的规定技术状态。规定技术状态可理解为良好的、可运行状态或设计最佳状态,或完成规定功能所必须的状态。

对于没有发生故障的飞机,主要采取预防性措施,保持它的规定状态,防止出现故障; 对于已经发生故障或损坏的飞机,则是采取措施,尽快恢复它的规定状态,使其重新投入使用。

保持飞机处于规定状态的活动,通常称之为维护(Servicing),有时也称之为保养,如润滑、检查、清洁、添加油料等。

使处于故障、损坏或失调状态的飞机恢复到规定状态,所采取的措施称之为修理或修复(Repair),如调整、更换、原件修复等。

大部分情况下,维护和修理无法截然分开,维护过程往往伴随必要的修理,修理过程必然伴随着维护,所以统称为维修。

维修是一种活动过程,既包括技术活动(如检查、润滑、拆卸、分解、装配、安装、调试等),也包括管理活动(如制定维修方案、确定维修制度、确定和建立维修资源等)。

1.1.1.2 维修的分类

从不同的角度出发,有不同的维修分类方法。

最常用的是按照维修的目的与时机,将其分为预防性维修、修复性维修、改进性维修和应急抢修四种基本类型。

(1) 预防性维修(PM, Preventive Maintenance)

指通过对飞机的检查和检测,发现故障征兆,以防止故障发生,使其保持在规定状态所进行的各种维修活动,包括擦拭、润滑、调整、检查、更换和定时拆修等。这些活动是在飞机故障发生前预先实施的,目的是消除故障隐患,防患于未然。主要用于故障后果会危及安全和影响任务完成,或导致较大经济损失的情况。由于预防性维修的内容和时机是事先加以规定、并按照预定的计划进行的,因而预防性维修也称之为计划维修、例行维修。

(2) 修复性维修(CM, Corrective Maintenance)

指飞机发生故障后,使其恢复到规定状态所进行的维修活动,也称排除故障维修或修理。修复性维修包括故障定位、故障隔离、分解、更换、再装、调校、检验,以及修复损坏件等。由于修复性维修的内容和时机具有随机性,很难在事前做出确切安排,因而修复性维修也称为非计划维修、非例行维修。

(3) 改进性维修(IM, Improvement Maintenance)

这种维修是利用完成飞机例行维修任务的时机,对飞机进行改进和改装,以提高飞机的

性能、可靠性或维修性,或使之适合某一特殊的用途。当然,这种改进和改装必须是经过批准的。改进性维修的实质是飞机的设计更改。小型的改进性维修一般在飞机所在地进行,由一线维修人员或厂方派人到现场完成,工作量比较大的则由基地级(制造厂或修理厂)维修来完成。

(4) 应急抢修(UR, Urgent Repair)

应急抢修又称应急损伤评估与修复,是指飞机遭受意外损伤或发生故障后,首先进行损伤评估,对有修复价值且可以快速修复的飞机及其零部件,采用快速诊断与应急修复技术,对飞机进行应急修理,使之全部或部分恢复必要功能或具备自救能力。应急抢修的性质虽然属于修复性的,但维修的环境、条件、时机、要求和所采取的技术措施与一般的修复性维修完全不同,因而是一种独立的航空维修类型。

1.1.1.3 维修方式

维修方式是对飞机及其机件维修工作内容和时机的控制形式,是航空维修的基本形式和方法。

实际使用中,维修方式是指控制检查、拆卸、更换和大修时机的形式。概括起来主要有三种:一是规定一个时间,只要用到这个时间就拆下来维修或更换;二是不问使用时间多少,用到某种程度就进行拆卸和更换;三是什么时候出了故障,不能继续使用了,才拆下来维修或更换。这三种做法都是从长期的实践中概括、总结出来的,到20世纪60年代,民航界将其分别称为定时方式、视情方式和状态监控(事后)方式。定时方式和视情方式属于预防性维修范畴,而状态监控方式则属于修复性维修范畴。

(1) 定时方式(HT, Hard Time Process)

定时维修方式是按规定的时间进行拆卸工作的维修方式(不问技术状况如何)。“规定的时间”指的是规定的间隔期、累计工作时间、日历时间、里程和使用次数等;拆卸工作的范围从飞机零部件分解、清洗,直到飞机全面翻修。工作的结果可以是继续使用、修理后使用,也可以是更换、调整或报废,使飞机恢复到合理的安全运行状态,直到下一次的定期拆卸。

一般来说,飞机及其零部件的使用可靠性会随着使用时间的延长而不断下降,当下降到某一个临界值时,就无法继续保证飞机安全飞行,或者会造成较大的经济损失;而且,这些部件和零件到无法继续正常使用为止的使用时间是相对固定的。因此,定时方式的维修主要适用于这种在规定的运行时间后经常发生故障的部件。只要在部件超过规定的时间之前安排维修,即可恢复飞机的安全可靠,这样就会得到最大的部件利用时间,各部件还不会在使用中发生故障。当然,如果某些部件,如民航机的盥洗间、行李舱门等,对飞行安全没有直接影响,也可以采用视情维修方式,这时,经济性就是主要的考量因素了。

还有另一种情况,那就是某些部件或者系统,其使用可靠性是否随使用时间的延长而不断下降,可能暂时不得而知,而且对这些部件暂时还没有有效的技术手段监测其工作状态,这时,定时维修就不失为一种相对合理的维修方式,它可以发现那些不拆开就难以发现和预防的故障,避免发生严重的后果。当然,随着使用时间的延长和使用数据的积累,这些部件或系统的可靠性随时间的变化情况就会逐渐明朗,这时,是否还是继续采用定时维修方式就

要根据具体情况具体分析了。

另外,某些部件或系统,如航空发动机转子轴承、飞机燃油系统等,它们的使用可靠性对飞行安全有着直接的影响,并且不适合状态监控;还有一些项目,如飞机上大量采用的各种非金属零部件,如橡胶密封件、气密膜盒等,基本上无法确定其技术状态还能够保证多长时间的使用,对此一般也适用于定时维修方式。

最终是否采取定时维修方式,则取决于航空营运人。

(2) 视情方式(OC, On Condition Process)

视情维修方式是当飞机或其零部件出现功能故障征兆时即进行拆卸调整、维修的方式。同样,工作的结果可以是飞机或零部件的继续使用或重新加工后使用,也可以是报废或更换。

视情维修要求按照适当的物理标准对飞机及其部件进行定期检查或测试,以便确定其是否可以继续使用。因为绝大多数的飞机故障不是瞬时发生的,故障从出现征兆到真正发生,总有一段出现异常现象的时间,且有故障特征可寻。因此,如果通过目视检查、性能监控或无损检测等手段对飞机的故障征兆进行监测,就可能在故障发展到真正威胁到飞行安全之前将其排除。

对于某些部件或系统,如果可以通过测量、试验,或者其他原位检查方式判定其技术状态,而且该机型维修手册中规定了相应的容限和(或)损耗极限,则它们应该采用视情维修的方式。如果无法通过原位检查或试验等方法确定其技术状态,则最好采用定时维修的方式。

视情维修是一种故障预防维修程序,一旦在检查过程中发现故障,则必须安排对零部件或系统进行相应的修理,使其恢复到规定的技术状态,该状态至少能够保证在下一个预定的检查时机来临之前,确保飞机持续适航。当然,如果检查时发现部件或系统的技术状态还能够保证飞机的安全工作,但是不能坚持到下一个检查时机,这时,应当根据具体情况适时安排修理,或者缩短视情检查的周期。

视情维修是一种比较科学的维修方式(相对于定时维修来说,只是定时检查而已),只有在发现异常的情况下才会安排拆卸性维修;但是,这种方式对监测的数据及其趋势分析有比较高的要求,在数据不充分和临界故障点的确定上如果有问题的话,仍有可能危及飞行安全。

多数民用航空公司(营运人)都采用视情检查程序来控制航空发动机的大修周期。根据发动机监控计划搜集的数据,如滑油和燃油消耗情况、孔探仪检查结果、记录的飞行仪表读数显示出的趋势、滑油分析结果等,与标准数据进行比较,预测发动机可靠性的降低和故障临界值,以便在发动机空中停车或其他无法保证适航的情况发生之前就拆卸该发动机。

(3) 状态监控方式(CM, Condition Monitoring Process)

状态监控维修方式是在飞机或其零部件发生故障或出现功能失常现象以后才进行拆卸维修的方式,所以也称为事后维修方式。

当定时和视情维修方式都不适用的时候,可采用状态监控方式。状态监控没有拆卸或检查的时间标准,也没有标准技术状态,更无法(有时也不必)获得准确的故障临界值。因

此,采用这种维修方式的部件或系统可以一直使用到发生故障为止。当然,飞机的持续适航性应当首先得到保证,这些部件或系统的故障不应当影响到飞行安全。

状态监控方式最适合用于一些大型、复杂系统,或者有余度的部件或系统,也适合用于无法预测故障的任何其他部件或系统,如雷达、火控、导航、通信等系统。

1.1.1.4 维修工作类型

(1) 保养(Servicing),是指为保持飞机固有设计性能而进行的表面清洗、擦拭、通风、添加或互换油液或润滑剂、充气等工作。

(2) 操作人员监控(Operator Monitoring),是操作人员在正常使用飞机时对其状态进行监控的工作,其目的是发现潜在故障。这类监控包括对飞机所做的使用前检查,对飞机仪表的监控,通过气味、噪声、振动、温度、视觉、操作力的改变等感觉辨认潜在故障等。

(3) 使用检查(Operational Check),是按计划进行的定性检查工作,采用观察、演示、操作手感等方法检查,以确定飞机或零部件能否执行其规定的功能。例如对火灾告警装置、应急设备、备用设备的定期检查等,其目的是发现隐蔽功能故障,减少发生多重故障的可能性。

(4) 功能检测(Functional Inspection),是按计划进行的定量检查工作,以确定飞机或零部件的功能参数是否在规定的限度之内,其目的是发现潜在故障,通常需要使用仪表、测试设备等。

(5) 定时拆修(Reword at Some Interval),是指使用到规定的时间即予以拆修,使其恢复到规定状态的工作。

(6) 定时报废(Discard at Some Interval),是指使用到规定的时间予以废弃的工作。

(7) 综合工作(Combination of Tasks),是指上述两种或多种类型综合在一起的预防性维修工作。

1.1.1.5 维修级别

对民机而言,维修级别的划分有所不同,一般分为两级,分别是航空公司自行组织的维修和外包给专业维修公司(如北京飞机维修工程有限公司、广州飞机维修工程有限公司等)的大修,有的大型航空公司甚至自行开展所属飞机的大修工作。当然,承担飞机大修的企业必须得到飞机制造商和政府的批准。航空公司组织进行的维修工作主要分为在飞机上的维修和不在飞机上的维修两大类。在飞机上的维修又分为航线维修和机库维修,这与通常意义上的外场和内场维修有点相似;把在飞机上维修时发现并拆卸下来的故障零部件送到相关的车间或企业进行离位修理,这就是不在飞机上的维修。

维修级别(Level of Maintenance),是指按飞机维修的范围和深度以及维修场所划分的维修等级。军机一般分为基层级维修、中继级维修和后方基地级维修三级。

(1) 基层级维修(Organizational Maintenance)是由直接使用飞机的单位对飞机所进行的维修。主要完成日常维护保养、检查和排除故障、调整和校正、机件更换及定期检修等周期性工作。

(2) 中继级维修(Intermediate Maintenance)一般是指基层级的上级维修单位及其派出的维修分队。它比基层级有更高的维修能力,可以承担基层级所不能完成的维修工作,如飞机及其机件的修理、应急修理、一般改装、简单零件制作等。

(3) 基地级维修(Depot Maintenance) 拥有最强的维修能力,能够执行修理故障飞机所必要的任何工作,是由大型修理机构,甚至飞机制造厂对飞机所进行的维修,主要完成飞机的翻修、事故修理、现代化改装、零备件的制作等任务。

目前,有的国家的军机出于多方面的考虑,积极探索提高保障能力对策,提出并部分实施了二级维修,取消了中继级维修。这不仅意味着减少了飞机对地面维护保障的依赖,提高了生存性,而且意味着减少了维护保障设施和保障人员,节省了大量的维修经费,提高了工作效率。但即使取消了中继级维修,飞机维修的差异性依然客观存在,不论是二级维修还是传统的三级维修,都有其两面性和针对性。

1.1.1.6 故障及其分类

正如有生老病死一样,航空产品随着日历持续时间和使用时间的延长,或者由于使用维护不当,其性能会不可避免地下降,当下降到一定程度时,就会出现无法继续发挥其规定功能的情况,这就是故障或失效。

工业的发展、技术的进步,正是人们不断与产品失效作斗争的历史。航空产品失效是导致飞机故障的重要诱因之一,而且由于飞机结构、系统异常复杂,出现失效的随机性很大,单点或局部的失效有时会引发重大事故,造成机毁人亡。

(1) 故障的含义

国家标准 GB3187—82 规定“失效——产品丧失规定的功能;对可修复产品通常也称故障。”

根据国军标 GJB451《可靠性维修性术语》,故障是指产品不能执行规定功能的状态;对不可修复产品,如电子元器件、灯泡、弹药等则称为失效。

也就是说,当产品丧失规定功能时,按规定的程序和方法维修,可以恢复规定功能的失效称为故障。一个产品是否可以修复,是一个历史的、相对的概念,受多方面因素的制约,一看技术上是否可能,二看经济上是否值得,三看时间上是否允许。例如电阻、电容、电子管、灯泡、铆钉、垫片等一般归于不可修复产品,这些产品的功能丧失称为失效;而起落架、油泵、控制系统等,一般都可以通过加工、调整和换件等方法修复,它们的功能丧失通常称为故障。

有时产品不能完成“规定功能”是明确的,如发动机转速不正常、照明灯丝突然烧坏不能发光,这是明显出了故障;有时产品不能完成“规定功能”并不很明确,如轴承磨损、发动机油耗增大等,这些问题的存在并不一定立刻影响到产品的正常使用,甚至在某些可以检测的参数上无法反映出来,处于临近故障状态,也可以说是故障两可之间。因此,故障的确定需要判据。同一产品由不同使用部门所确定的故障判据可能不一致,但在同一使用部门,则应有统一的要求。

(2) 故障分类

故障可以从多种角度来认识和加以分类,如隐蔽故障、潜在故障、独立故障、从属故障、自然耗损故障与人为差错故障等。这里仅从维修研究与实践的需要来进行故障分类。

按故障的发展过程,可分为功能故障与潜在故障。功能故障是指产品不能完成规定功能的事件或状态,是指产品已经丧失其功能的状态;潜在故障是一种指示产品即将不能完成

规定功能的可鉴别状态,如飞机轮胎在磨损过程中,先磨去胎面胶,其次露出胎身帘线层,最后才发生故障。

按故障的可见性,可分为明显功能故障与隐蔽功能故障。明显功能故障是指正常使用飞机的人员能够发现的功能故障,这类功能故障一般由操作人员凭感觉器官或是在用到某一功能时发现的,如液压系统压力不正常、发动机排气温度异常等。隐蔽功能故障则是指正常使用飞机的人员不能发现的功能故障,它必须在飞机停机后作检查或测试时才能被发现,如大部分飞机的火警探测系统和灭火系统一旦发生故障就属于隐蔽功能故障,不进行专门的测试检查就不可能知道其是否已经出现故障。

按故障的相互关系可分为单个故障与多重故障。单个故障有两种情况:一是独立原发性故障;二是从属故障,是由另一产品故障引起的继发性故障。多重故障是指由连续发生的两个或多个独立故障所组成的故障事件,其后果可能比其中任何单个故障所造成的后果更为严重。

1.1.2 航空维修

1.1.2.1 航空维修的内涵

飞机必须符合一定的技术条件,才能安全可靠地使用。在飞机使用过程中,由于各种环境因素的影响和作用,技术状态会不断发生变化,有可能偏离正常的使用技术条件。航空维修的基本任务就是解决这一矛盾,保持飞机的技术状态不发生变化,或一旦发生变化或故障,能及时地恢复到完好可用的状态。因此,航空维修的目的是:经常保持和迅速恢复飞机的良好状态,保证最短反应时间、最大出动强度和最高的完好率。

航空维修的基本任务是:对飞机及其维修进行有效的监督、控制和管理,经常保持、迅速恢复和持续改善飞机的可靠性,使最大数量的飞机处于良好状态,发挥其最大效能,保证飞行安全和各项任务的遂行。

1.1.2.2 航空维修的内容

航空维修主要包括:航空维修设计、航空维修作业、航空维修管理、航空维修训练和航空维修科研五个方面:

(1) 航空维修设计

其基本任务就是从设计上保证飞机具有良好的维修品质,并提供一个经济而有效的维修保障系统。航空维修设计包括航空维修品质设计和维修保障设计。维修品质设计主要包括:可靠性设计,维修性设计,保障性设计,安全性设计,人机工程设计等。维修保障设计则主要包括:提出维修方案,制订维修保障计划,维修工具设备设计,维修设施设计,维修人员技术培训设计,维修零备件保障设计,维修技术文件资料设计,飞机封装及运输设计等。

(2) 航空维修作业

航空维修作业是维修生产力的具体体现,也是整个航空维修系统赖以存在和发展的基础。航空维修作业是指在飞机寿命期内直接对其进行的维修操作活动和采取的各种技术措施,主要包括飞机的维护与修理。维护包括飞行机务准备、飞机定期检修和日常保养;修理包括小修、中修和大修(翻修),以及飞机改装等。