

⑥ 25-26, 36

V271.1

V267.4

波音777客机

航空维修

飞机维修 发展趋势

在阐述航空维修发展状况基础上,对波音777飞机的中央维护计算机系统(CMCS)及其功能进行了研究和论述,探讨了代表航空维修最新水平的状态维修的发展概况、实现过程及维修技术与思想。

从波音777的CMCS看航空维修的发展方向

A View of Aviation Maintenance Development From B777 CMCS

◎ 张加圣 王海涛 / 西北工业大学民航工程学院

随着航空维修设备和技术的发展,飞机维修主要经历了事后维修和定期预防维修两个阶段,目前正向第三阶段即状态维修为主要方向的阶段发展。

早期的航空维修属于事后维修,即当飞机系统或零部件发生故障或损坏之后,才采取维修手段进行维修,这种维修方式经济性差。定期预防维修按照飞机飞行时数,对飞机进行分级维修。与事后维修相比,这种方式即使飞机飞行的安全性得到了基本保证,也使设备维修费用有所减少,但仍然存在着严重的缺点,如在维修间隔期内,仍无法避免系统故障的产生,因而有时还必须进行事后维修,此外,维修周期长,在其维修分解—检查—修理—装配过程中可能引起新的故障,并且花费大量人力、工时和物力。

目前,我国的飞机维修单位主要采用以定期预防维修(即定检)为主,结合事后维修的方式对飞机进行维护,这与国际上先进的维修水平相比还存在着一定的差距。随着计算机技术和设备检测与维修相关技术的发展,一种先进的维修方式——状态维修(Condition Maintenance)正在兴起。这种方法通过计算机对各个系统及其工作状态进行监控并进行数据采集,由计算机专家系统对数据进行分

析,适时发现故障、隔离故障、提供故障指示和维护信息。这种维修方式从80年代中期提出,到目前已进入实用阶段,由于其适时性及飞机设计上广泛采用的冗余度技术,使其从一开始就受到先进飞机设计及制造者的高度重视。在我国航线上服务的主要机型—空客系列、波音系列飞机上都安装了相应的设备。从空客A310、A320系列到波音737、757系列的BITE系统再到波音747、777的中央维护计算机系统CMCS的发展,可以看到设计者在考虑飞机的维护时,一直在致力于为实现飞机的状态维修创造条件。777

作为一种最先进的中远程客机,为提高飞机的维护性能而设计的CMCS,在这方面取得了重大的突破,体现了该领域发展的最新水平。

波音777的CMCS

1. 波音777 CMCS的组成与功能

波音777的CMCS由AIMS(飞机信息管理系统)舱内的CMCF(中央维护计算功能模块)、维护进入终端MAT(Maintenance access terminal)与便携式维护进入终端PMAT及其接口和地面测试电门组成。MAT和PMAT是专为飞机维

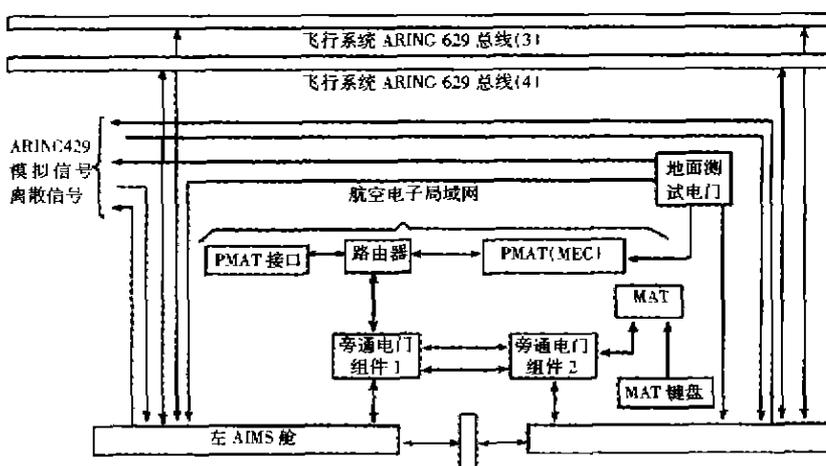


图1 CMCS的组成

航空维修 AVIATION MAINTENANCE

修人员维护飞机而设置的维护终端(其他型号飞机尚不具备该功能),MAT位于驾驶舱右后侧,PMAT的功能与MAT一样,在飞机上有四个接口,位于飞机的四个不同部位以方便维护检查,维护人员通过MAT或PMAT上的菜单选择对CMCS进行操作以支持飞机的航线维护和内场维护。MAT、PMAT和CMCF与3根飞行控制ARINC 629总线和4根系统ARINC 629总线的连接见图1所示。处理故障时,CMCF从飞机各相关系统得到故障报告,主飞行显示系统PFD将故障情况以驾驶舱效应FDE的形式显示出来,AIMS舱内的主显示功能将FDE传递到CMCF,CMCF将故障与FDE关联。维护人员可根据飞行阶段和航段的需要,从MAT上查看故障信息,图2所示为CMCS的故障信号流程图。

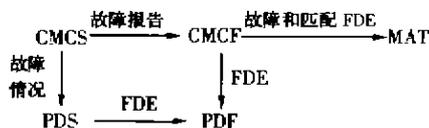


图2 CMCS故障信号流程图

CMCF有21项子功能,分别是多余度管理、内嵌自检测系统、通电配置检查、通电硬件故障检查、故障数据检查、故障数据处理、故障与FDE关联、数据表格生成、航段和航行阶段计算、地面测

试、输入监控、特殊功能、地面测试、接近传感电子组件PSED和空/地调节校正、空中发动机平衡、系统配置、软件控制操作、内场故障处理、航线数据库、报告生成、数据装载网关及接口协议。这些功能协同完成对飞机各相关系统的数据计算、状态监测、故障诊断、故障信息处理,为MAT或PMAT提供维护人员所需的航线维护、内场维护数据、信息、测试和报告。

2. CMCS对故障的处理和显示

CMCS通过CMCF进行故障处理。CMCS有两个CMCF,每个CMCF都有相应的BITE(内嵌式自检设备)对其自身的软件故障进行测试并把故障显示在MAT上,CMCF的故障处理功能又包括6项子功能,即输入处理、抑制无效故障报告、生成特定故障报告、删除级联影响、关联FDE与维护信息、存储FDE和维护信息。CMCF通过这些子功能接收来自飞机各系统的故障报告以及来自PDS(主显示系统)的FDE和离散信号,对飞机在飞机形态、LRU(航线可更换件)连接、LRUS、故障报告抑制状态、维护信息定义、关联信息等方面的故障进行处理,其故障处理过程见图3,故障子功能使用可装载诊断查询(LDI)的规定进行故障处理。

根据维护人员的需要,CMCS在

MAT或PMAT上可以按时间顺序、航段以及ATA章节显示故障信息、维护信息和维护记录。CMCS每秒钟可接受25000条故障报告,处理5000多条故障报告,可存储100个航段的故障和维护记录。

3. 应用CMCS排故

图4所示为维护人员运用CMCS的排故过程。CMCS各子系统BITE检测到故障并进行隔离后,分别以FDE数据的形式送到PFD,以FDE显示和以维护信息数据的形式传给系统MAT或PMAT,当系统把维护信息与FDE关联后,又把FDE分为需立即维修的和可保留放飞的两种FDE,后一种FDE需记录在飞行记录簿上以供维修人员确定是保留放飞还是立即进行维修,如果是保留放飞则需查看《缺件放飞指南》,否则进入MAT,跟前一种FDE一样,通过MAT操作,查询相关维护信息、故障信息和维护记录,然后查阅FIM和AMM,再根据FIM和AMM的要求进行排故。

波音777的CMCS对维修发展的影响

从前面对CMCS功能的论述与介绍中可以看出,CMCS的设计在技术上主要涉及如下方面的内容:

- 先进的计算机硬件设备;
- 先进的状态监控与故障诊断技术与设备;
- 具有神经网络功能的智能化信息处理专家系统,

我国购买的波音777飞机,第一项尚不足以反映当前计算机发展的水平,第二、三项只能从功能上了解其技术水平,而对其技术内容尚需进行努力的研究,777在这两方面采用了目前最先进的技术,许多系统故障及所有LRU故障均可借助CMCS进行状态维修,从技术的角度看,以目前的计算机硬件设备和777所采用的专家系统软件已能满足对飞机完全进行状态维修的需要,主要是受第二项技术水平所限,像结构损伤一类的故障,其诊断与监控较困难,需要将先进的人工智能型材料用作(下转第36页)

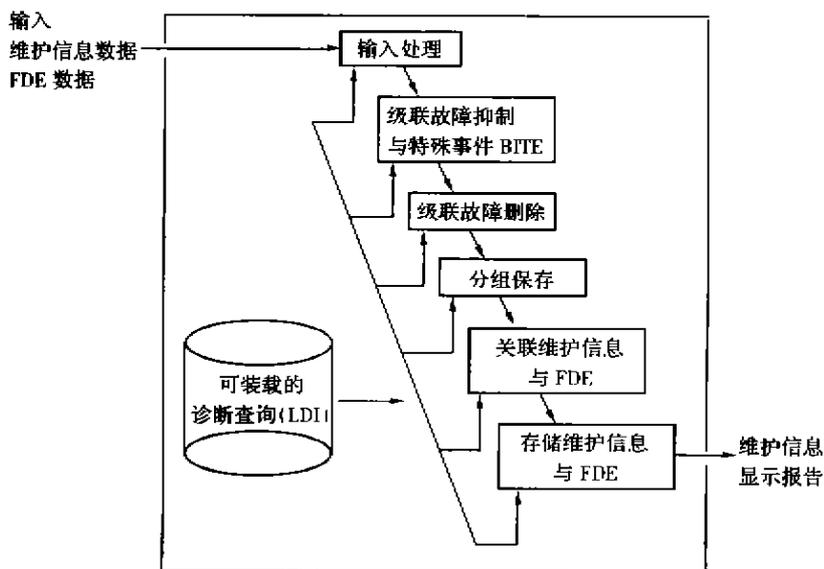


图3 故障处理流程

航空维修 AVIATION MAINTENANCE

不过单个的维修公司要长期保持独立性也有问题,因为发动机制造商力图扩大其领地已是不争的事实。例如通用发动机服务公司组建了中欧发动机服务公司,它是与波兰航空公司的合资企业,虽然建设初期只是翻修航空公司的CFM56-3发动机,但现在也在计划作第三方的维修工作。SR技术公司计划在其A330/A340维修设施投产时,对瑞安700及瑞安500进行维修。瑞安500是瑞航2002年A340-600服役时唯一的动力装置。罗-罗公司也在研究建立一个欧洲的瑞安500及瑞安700维修基地,作为对瑞安800工作的补充。

虽然发动机翻修领域的趋向是相同的,但各种零部件的修理市场情况各不相同。因新发动机开发成本的回收受到激烈竞争环境的限制,制造商必须在发动机全寿命期内消化这些成本。而新开发的部件占的成本最多,也是用户花大钱采购的项目,这就是为什么修理业继续兴旺的原因。SIFCO是欧洲一家占主导地位的独立的维修企业,在发动机零部件修理上取得技术上进展,它的翻修

零部件的价格比原设备制造厂的新制件低25%、且质量与新制件一样好。在发动机翻修方面,法航的子公司CRMA能提供单元体、部件及刹车块服务。索加玛的分公司勒佛玛及法航都专长起落架的翻修。在MTU及斯奈克玛之间建立了一个陶瓷涂层中心,它的专长是将陶瓷涂层用于军民用发动机零件。这个德法公司的合资企业表明了国际间的合作的兴旺。SAS部件公司在一系列专门产品市场上名列前茅,特别是在碳刹车块的维修上特别给以重视。

去年9月,法国梅西埃-布加蒂公司新建厂房,增大维修空间,用来修理15000个以上的刹车盘的降温装置。新厂房安装了各种翻修设备,有碳化炉及抗氧化涂层装置。梅西埃-布加蒂共投资15.2亿欧元加强梅西埃服务国际网的翻修能力,该网络的任务是保证各种尺寸的起落架、机轮、刹车盘、液压设备的修理,范围涉及欧美及亚太地区。

独联体的航空维修

前苏联的航空维修世人不甚了

解。目前,为俄罗斯飞机提供维修的主要公司有BASCO(比科沃航空服务公司)、罗斯托夫民航厂N.412(股份公司)、罗萨埃罗合股份公司以及明斯克维修厂N.407(白俄罗斯生产联合企业)。

虽然独联体的维修合同商在逐渐改进其国产飞机、发动机、部件及航空电子的维修设施及机库容量,但由于资金匮乏阻碍了西方维修技术的引入。尽管独立航空公司的发展以及西方技术逐渐渗入独联体(例如试图在伊尔76MΦ运输机上用CM56-5C来代替IC-90A发动机),但仍缺少先进的外国的维修能力。

目前正在采取一些弥补措施,例如弗奴科沃航空修理厂No.400就是一例,它对伊留辛及图波列夫飞机进行了一系列维修,采用了JAR145认证条例以便进入西方维修市场,不过独联体公司要想变成国际航空维护、修理及大修的大公司,还要进行大量现金及资本的投入。 □

(上接第26页)飞机结构材料,或者发展更先进的监控和诊断技术,才能满足这种需要。此外,系统对故障诊断的可靠性也还需经过实践的充分验证,但较之以前只有系统BITE的机型(只能对部分飞机系统与LRU进行检测,发现故障后,以FDE和故障码的形式显示在PDS上),777的CMCS前进了一大步,这种进步主要体现在两个方面,一是增加了FDE与

维护信息数据的关联功能,从而可删除故障的级联影响,提高故障诊断的可靠性;二是其为维护人员配置了具有强大功能的专家系统及操作设备,使维护人员可以对CMCS监控范围内的飞机系统与设备进行“状态维修”,而毋需经历目前定检维修方式下飞机系统或设备分解—检测查找故障源—排故维修—装配这样一个复杂过程,使飞机的安全性和运营的经济性得以大幅提高。

故即可。要实现这一点,只需要在CMCS中增加一个智能化的集FIM(故障分析手册)手册、AMM手册管理、相关维修资料管理和JC生成为一体的专家系统即可,目前维修中的服务通告(SB)和工程指令(EI)则可通过航空电子局域网(AVLAN)和机载局域网(OLAN)进入CMCS,因而可望实现飞机的无文档维修。

波音777 CMCS达到的水平,说明进入21世纪,飞机维修将依赖机载计算机维护系统,向以状态维修为主的智能化方向发展,我国的飞机维修业也将面临维修方式发生根本变革的挑战,这种挑战将主要体现在两个方面,一是对相关高技术内容的研究和掌握如何进行;二是如何培养具有较高英语水平、计算机应用能力、微电子技术和航空专业技术知识基础的高层次飞机维护人员。做好这些工作,必将推动我国的维修业向更高水平发展。 □

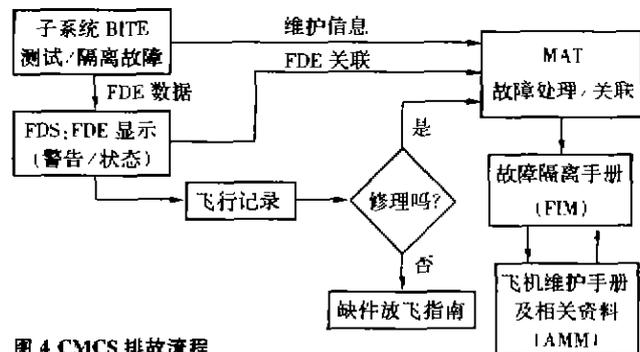


图4 CMCS 排故流程