

doi: 10.7690/bgzdh.2018.09.001

军用飞机中央维护系统构建

刘跃光¹, 霍立平², 贾绍文², 蔡慧敏²

(1. 中国人民解放军 91423 部队装备部, 山东 莱阳 265200;

2. 海军航空大学青岛校区航空电子系, 山东 青岛 266041)

摘要: 为实时监控装备性能, 对军用飞机中央维护系统进行研究。介绍飞机中央维护系统的起源与发展, 提出军用飞机中央维护系统的架构, 并对其可行性和需要研究解决的关键问题进行分析。研究结果表明: 该研究可缩短军用飞机维修时间, 提高作战适应性, 满足现代战争快速、高强度的作战需求, 具有较为重要的军事和经济效益。

关键词: 军用飞机; 性能监控; 中央维护系统

中图分类号: TJ207 **文献标志码:** A

Construction of Military Aircraft Central Maintenance System

Liu Yueguang¹, Huo Liping², Jia Shaowen², Cai Huimin²

(1. No. 91423 Unit of PLA, Laiyang 265200, China;

2. Department of Aviation Electronic, Qingdao Branch, Navy Aeronautical University, Qingdao 266041, China)

Abstract: In order to monitor the performance of equipment in real time, research on military aircraft central maintenance system. Introduce the origin and development of aircraft central maintenance system and put forward the architecture of military aircraft central maintenance system, and analyze its feasibility and key problem which needs to resolve. The research results show that the research can shorten the military aircraft maintenance time, improve the battle adaptation, and satisfy the battle rapid and high strength requirements of modern war. It has important military and economic benefit.

Keywords: military aircraft; performance monitoring; central maintenance system

0 引言

根据“可靠性为中心, 预防为主”的航空维修思想可知, 装备性能监控是预防性维修的重要方面。在航空维修技术领域, 随着航空电子、微电子、计算机、自动测试和通信等技术的发展及在军用飞机上的应用, 传统的维修模式正在发生变革, 各类机内自检、数据记录与分析、信息传输以及检测、诊断和通信技术手段应运而生, 并逐渐朝着自动化、综合化、模块化方向发展。这些技术的应用使航空维修保障人员能够充分利用采集的各种数据, 综合检测和监控飞行参数、飞机结构、发动机和各机载设备的工作状况, 降低飞机维修时间, 提高飞机可用性。同时, 航空装备 2 级维修体制的建立, 基层级故障诊断职能的加强也需要对飞机和机载设备状态进行有效监控。

在目前的航空机务保障工作中, 维修保障人员主要依靠飞行后飞行员的反映来掌握飞行过程中航空装备的性能。这一传统的工作模式使维护保障人员不能及时、准确地把握飞机和机载设备状态, 也

无法提前制定维修方案, 筹备维修备件, 进行精准维修, 在战时将极大影响飞机的完好率和快速出动。

针对这种情况, 飞机中央维护系统的研制尤为必要。它能实时记录并有选择性地实时传输发动机、操纵系统以及其他重要的机载设备主要参数, 使维修保障人员在地面就能实时掌握飞机在空中的状态, 并且在飞机出现故障时, 提前在地面进行故障分析, 同时做好人员、器材的准备, 最大限度地缩短排故时间, 提高飞机再次出动能力。

1 飞机中央维护系统的起源与发展

机载设备维护系统最早应用于民航飞机, 经逐步发展, 最后发展成为机载设备维护系统, 也称为飞机中央维护系统。第一代飞机中央维护系统出现在 20 世纪 80 年代以前, 以波音 727、737 飞机为代表, 主要采用机械/模拟系统, 通过指示灯颜色变换提示飞机状态; 第二代飞机中央维护系统出现在 20 世纪 80 年代早期, 以波音 757、767 飞机为代表。随着计算机和信息技术在飞机上的大量使用, 机载设备的软硬件能够实现自检, 开启了机载设备维

收稿日期: 2018-06-15; 修回日期: 2018-07-29

作者简介: 刘跃光(1966—), 男, 湖南人, 学士, 高级工程师, 从事航空装备维修与保障研究。

护的数字时代。系统主要采用 BITE 技术,在设备显示器上能够显示故障信息。在此基础上,ARINC 与其工业伙伴颁布了第一个有关机载设备维护的标准 ARINC604《BITE design and use of the guide》(BITE 的设计和使用指南),定义了中央故障显示系统 CFDS 的配置、功能和操作;第三代飞机中央维护系统是在 20 世纪 80 年代后期出现的,以波音 747-400 飞机为代表,开始采用中央维护计算机。它接收并处理各系统/设备的故障信息,分析确定故障源,是一种联合式的系统;第四代飞机中央维护系统是从 20 世纪 90 年代开始的,Honeywell 公司、航空公司、飞机和航空电子设备制造商联合开发了新的标准 ARINC624《Onboard Maintenance System Design Guidelines》(机载维护系统设计指南),以波音 777、787 飞机为代表,通过采用综合的中央维护计算技术和数据链技术集中处理、传输各系统/设备的故障和状态信息,能够实现对设备的实时监控。这是一种综合模块化的航空电子架构^[1-2]。

在民航飞机上,装备性能监控早已进入实用阶段。国际上,从 2002 年起,波音公司就开始了飞机健康管理(aircraft health management, AHM)服务,对飞行中飞机的完好状况进行监测,并将监测数据实时从空中发回地面,维护人员可根据相关数据提前准备,减少排故时间;同时还可根据长期监控积累的数据,预测装备可能出现故障的时间,防患于未然。在国内,南方航空公司在 2006 年 5 月研发了“飞机远程诊断实时跟踪”系统,已经被广泛运用于南航所有装有 ACARS(飞机通信寻址报告系统)的各种机型中。该系统可及时准确地收集航线上任何一架飞机的实时技术信息,及时向用户发出故障警告,有利于及时处理紧急情况,减少飞行事故的发生。同时,由于该系统能够进行发动机性能的实时跟踪,使监控人员能够及时掌握发动机在各个飞行阶段的技术参数,最大限度地减少由于发动机技术性能偏差而导致的飞行安全隐患。

和民航飞机相比,军用飞机的中央维护系统起步较晚,但数据记录和分析工作发展迅速,数据采集、存储与分析已广泛应用于各型各类军用装备系统的研制与使用中,典型的如 E-3B/C、E-2C、P-3 等。针对记录数据的利用,美军已建有一套完整的数据采集、处理、记录、归档及事后分析系统和流程。

2 我军飞行数据记录与应用存在的问题

在现有体制和技术条件下,我军军用飞机还没有专门的飞机中央维护系统,只有部分飞行数据记录系统,即通常所说的飞参。军用飞机的飞机状态信息主要来源于 2 方面。一是飞行数据记录设备,包含飞机在飞行过程中记录的发动机、操纵系统、导航系统、通信系统以及其他一些专用的或者临时加装的记录飞机或机载设备重要参数的记录系统。记录信息主要有飞行参数、音频、视频、雷达回波原始点迹等各种参数,包含飞参系统、视频记录仪、雷达信息记录仪等设备,但这些设备只是单个系统或设备,分属于不同的专业和部门,用途也不相同。二是机组人员飞行后对飞机状况的反映。但记录的这些飞行状态信息存在如下问题:1) 飞参数据记录有限,只是记录了影响飞行安全的如发动机、操纵、电源、导航等系统的重要参数,对机载设备如通信、雷达、电子对抗等系统的数据则没有记录或记录较少,而对于侦察预警等特种飞机来讲,上述重要机载设备的数据必不可少;2) 机组人员对飞行中出现的问题记录不够准确或记录不全,有时机组人员反映的可能是装备的最终结果,缺少装备从完好到故障的过程记录,缺少数据支撑,将影响维修保障人员掌握装备状态和对故障的判断;3) 现行飞行数据记录系统对数据的分析都是事后进行,不能实时传输给地面,无法对重要装备进行实时监控,对飞行中出现问题的处理,地面维护保障人员缺少判别依据,给飞行后故障的判断和排除造成影响,降低了飞机再次出动的能力;4) 对已有数据的开发利用不够,现在能够利用的记录数据还只局限于飞参采集的数据,对其他系统/设备采集的数据还只是用于生产厂家进行分析,没有真正为用户所用。以上问题导致维修保障人员无法及时、准确和全面地获取飞机和机载设备的实时状态和故障信息,对故障的判断不够准确,增加了地面排故时间,降低了飞机可用率。

虽然我军军用飞机目前还没有统一标准的中央维护系统,但已有单位在个别机型上进行了尝试,加装了专门的数据传输设备,在飞机和主要机载设备数据的采集和传输上进行了充分的研究。终端可安装在机务大队或者塔台,不但便于各专业随时掌握飞机状态和主要机载设备状态和性能,而且便于塔台指挥员和机务值班员及时掌握飞行状态。飞机中央维护系统已经有了一定的雏形^[3]。

3 军用飞机中央维护系统构建

从我军现行机载设备采用的故障诊断技术来看,主要采用 BITE 技术,除飞参外,只有个别系统/设备进行数据记录、事后分析,而且这些分析主要适用于工厂或设计部门,还没有达到用户使用/分析的程度,和国外相比还有很大的差距^[4]。

军用飞机中央维护系统架构如图 1 所示。

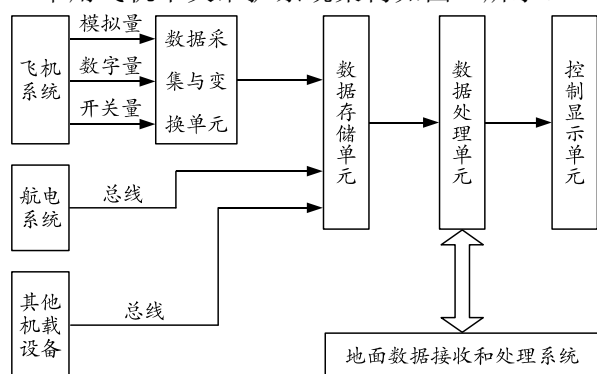


图 1 飞机中央维护系统组成

1) 数据采集与变换单元。

主要对飞机发动机、操纵系统、电源系统、航电系统等各系统和设备的模拟量、开关量、数字量和总线信号等参数进行采集与处理,并将其变换成符合要求的数字信号,送到数据存储单元进行存储,其功能类似于原来的飞参数据采集器。

2) 数据存储单元。

将飞机系统、航电系统和其他需要记录的机载设备数据按照一定格式进行存储;航电系统和其他机载设备主要包括载机通信、导航系统以及用于作战的雷达、通信、电子对抗、反潜、光电等系统,需要记录的系统、设备性能和状态参数较多,数据量庞大。

3) 数据处理单元。

将从飞机系统、航电系统和其他机载设备采集的数据进行分类处理。与飞行有关的数据需要及时送载机 MFD 多功能显示器进行显示,引导飞行员进行正确操作;一些需要监控的重要机载设备性能数据以及故障信息经处理后通过数据链或通信卫星及时下传到地面接收系统,以便维修保障人员及时分析和处理,提前制定排故方案或其他保障措施。

4) 地面接收和数据处理系统。

主要用于接收飞机上传输的飞机性能和机载设备状态数据,并对这些数据进行处理和分析,实时监控飞机和重要机载设备状态,在飞机存在故障的情况下,通过各类基础数据库和专家诊断系统,提

供使用和维护建议,并在地面提前做好人员和器材准备,缩短维修时间,提高维修效率。在日常维护工作中,地面数据处理系统应考虑和现有的质控室、飞参室、发动机综合监控以及其他的一些数据分析系统进行融合,形成航空装备维修和保障的“大数据”处理中心,可以实现对每一个设备的性能监控和性能趋势分析、故障因素分析,实现精准维修、装备作战效能分析和安全评估。

4 可行性和重难点分析

1) 可行性分析。

由于计算机技术和现代检测技术在航空装备上的广泛应用,使得飞机中央维护系统的构建具备了技术上的基础。事实上,近年来 BITE 技术在新型航空装备上发展较快,各分系统/设备的故障检测率和准确度也有了一定的提高,具备了将各系统/设备性能和状态监测数据有机融合的基础。近年刚列装的某新型飞机,其任务系统(包括雷达、通信、电子对抗、显示控制等分系统)就装备了综合数据记录设备,能够记录系统 429 总线数据、以太网全网数据、任务总线中的 OSE 消息、通信话音等通信任务过程记录数据、雷达信号数据、VGA 视频记录数据。通过记录和分析以上数据,更好地实现系统优化、故障定位、人员评价、事故原因分析等功能。同时由于各主战飞机基本都加装了数据链或其他数据传输设备,具备了对监测数据进行实时传输的条件^[5]。

2) 重难点分析。

① 系统需求分析。

和民航飞机相比,军用飞机中央维护系统需要采集、处理和传输的数据种类、数据量都要大得多,需要采集哪些系统/设备数据,这些数据是否需要实时处理、实时传输,数据格式如何,外部接口形式怎样,总线形式、传输数据的选择等都要在需求分析中明确。现阶段,应组织相关单位进行论证,明确实际需求,制定顶层规划和实施方案,并在新机研制中强制实行。

② 传感器应用技术。

由于需要采集的信号种类多,数据格式不一致,需要多种类型传感器的综合应用,包括传感器的选择、布置、数据转换、传输与处理等。

③ 数据存储与处理技术。

由于各型飞机装备差异,需要采集的数据量和数据规模不一样,所以数据存储单元和数据处理单

元都应采取开放式、模块化的系统架构,根据系统/装备的配置进行不同的硬件和软件配置,完成数据的存储、处理和分析,并通过控制显示单元,完成数据的显示、控制和传输。在对采集数据的处理方式上,应充分研究,哪些数据应该实时传输,哪些数据可以暂时存储在飞机上,待飞行结束后在地面处理系统进行处理。

国内军用飞机中央维护系统的构建,从技术手段以及功能实现上已经不是问题,最大的问题是在思想上还没有真正对航空装备的维修性、保障性引起足够重视,没有建立起装备性能监控的理念。

1) 数据记录和分析缺少顶层规划。飞行数据记录和分析现在仅限于飞参系统,对其他数据则缺少统一规划、记录标准、流程规范与分析手段,特别是在记录数据的范围、数据格式、硬件接口形式上,缺乏国家或军用标准。部分机载设备厂家开发的记录系统,各自有记录内容、记录载体、分析软件;到底需要记录哪些参数,和用户沟通不畅,有些参数用户在使用和维护过程中非常需要,但是没有记录。

2) 数据来源不够,传感器少,采集数据不多。国内的机载数据记录工作起步较晚,更谈不上进行实时传输。近年来数据记录虽有了较快发展,但应用范围比较窄,往往集中于雷达、电子侦察等信号处理过程中。

3) 重要系统/装备在产品的设计时,需要输出足够用于监测产品性能的检测信号,需要生产厂家在装备的性能检测上做出更大的提升,其硬件和软件都要做相应改进。

5 结束语

军用飞机维修的宗旨是以尽量短的维修时间来保持较高的作战适应性,以满足现代战争快速、高强度的作战需求。飞机中央维护系统通过利用远程维修和人工智能等先进维修技术,实现飞机技术状态实时监控,准确获取故障信息,可大大提高飞机维修效率和飞机可用率。近年来,美军飞机维修技术的发展对于提高维修效率、缩短维修时间、降低维修费用并最终保持较高的飞机完好率起到了关键的作用。鉴于我军用飞机发动机、机载设备在可靠性、维修性、测试性方面与国外先进国家军机存在的差距,及早规划、研制、开发和利用军用飞机中央维护系统,对飞机技术状态进行实时监控,在军事上和经济上都是非常必要的。

参考文献:

- [1] 郑国,王景霖,林泽力.舰载预警机中央维护系统架构与发展研究[J].计算机测量与控制,2015,23(10):3254-3257.
- [2] 赵瑞云.中央维护系统概念及其应用[J].航空电子技术,2005,14(6):18.
- [3] 贾绍文,霍立平,蔡慧敏,等.飞机飞行数据实时传输系统[J].兵工自动化,2015,34(11):20-22.
- [4] 陈青,张观海,刘琪.飞机预测与健康管理体系结构浅析[J].飞机设计,2011,31(2):51-58.
- [5] 梁佐堂,祝华远,王晓钢,等.基于飞机故障的特情处置方法优化[J].兵工自动化,2017,36(5):1-3.