

先进军机维修保障中 PHM 技术运用

王春科

中国飞行试验研究院 陕西西安 710089

摘要: 故障预报和状态管理 (PHM) 是美国军队装备维护和保障中的一种新兴技术, 已在联合攻击机 (JSF) 等飞机上得到了成功地应用。当前, 我国正逐步认识到 PHM 技术对于军用飞机的重要作用, 并将 PHM 技术逐步应用于军用飞机的关键系统研发, 很明显, 在 PHM 技术的支撑下, 传统的维护与保障方式已经不能充分适应军用飞机的维护与保障需要。在此基础上, 针对我国军用飞机维修保障的实际情况和 PHM 的特征, 构建了军用飞机维护保障模型, 并对其进行了评估。本文将军机的技术特征和维修保障需求结合起来, 得出了军机维修保障模式涉及的内容, 并分别对有关内容的国内现状和发展情况展开了分析。

关键词: PHM; 军机; 维修保障模式

Application of PHM technology in the maintenance and support of advanced military aircraft

Chunke Wang

China Flight Test Research Institute, Xi'an, Shaanxi 710089

Abstract: Fault prognosis and health management (PHM) is an emerging technology in the maintenance and support of U.S. military equipment, and has been successfully applied to aircraft such as the Joint Strike Fighter (JSF). Currently, China is gradually recognizing the important role of PHM technology in military aircraft and is gradually applying PHM technology to the key system development of military aircraft. Obviously, under the support of PHM technology, the traditional maintenance and support methods are no longer fully adapted to the maintenance and support needs of military aircraft. Based on the actual situation of maintenance and support of Chinese military aircraft and the characteristics of PHM, a maintenance and support model for military aircraft has been constructed and evaluated. This paper combines the technical characteristics and maintenance and support requirements of military aircraft, and derives the contents of the maintenance and support model, and analyzes the domestic status and development of relevant contents separately.

Keywords: PHM; military aircraft; maintenance support mode

前言

军用飞机的维护保障问题已成为国际上的一个热门话题, 各个领域、各个专业的管理者和科研工作者都从各个方面对其进行了一定的理论探索。将 PHM 技术用于军用飞机的维护保障, 是近年来备受瞩目的一项新的理论, 也是军用飞机维护保障领域中的一个新的热点。本论文对 PHM 技术的使用对军用飞机维护保障方式的各方面的影响进行了深入的分析, 并在此基础上得出了以 PHM 为基础的军用飞机维护保障方式体系。这就构成了一套较为完备的军用飞机维护保障方式研究的理论体系, 这对于军用飞机的维护和保障工作有着十分重要的理论价值。

一、维修保障装备概述

维修保障装备是一种统称, 它是军队用于保障作战、训练的各种设备、器材, 它是装备系统的重要组成部分, 也是形成军队战斗力的主要要素, 它主要是指在航空维修过程中

所需要的各种工具、仪器设备、地面保障设备、测试设备、修理工艺设备、保障车辆、集装箱、飞机和人员防护装具、航空装备保障飞机等。一般情况下, 航空保障装备可以被划分成两种类型: 一种是一条线, 另一种是二条线。一线装备具体包含了, 可以直接保障外场飞行用的各种检测设备、地面设备、防护设备、修理工艺设备和维修工具等。保障设备是实现航空维护的先决条件, 对于确保航空器的战斗效率和军事效果起着至关重要的作用。

二、保障能力影响因素分析

2.1 保障观念的影响

在武器装备的开发中, 由于其没有直接的作战能力, 往往会被人们所忽视。在航空设备的研发开发中, 多数注重飞机的性能, 忽视了对其综合保障的关注, 这就导致了在装备军队之后, 必须回头再思考维护保障的问题, 从而造成了保障体系的不匹配, 飞机的可靠性、维修性、战备完好率降低,

乃至无法投入使用。保障装备跟随着主要装备的发展,不能从根本上解决综合规范化的问题,这就导致了多机种保障和机动保障的难度很大。这样一种陈旧的保障理念,直接导致了保障装备存在着以下几个问题:品种繁多,通用性差,系列化程度低;其本身的稳定性差,失效率高;与飞机上的装备发展不同步,导致一些飞机上的装备没有相应的检查、维修和维修保障装置;本身技术不够先进,技术过时,为军队进行维护工作的维修站配备了比较落后的保障设备;由于缺乏标准化的设计,一些保障设备往往体积庞大,重量沉重,运输不便。

2.2 初始设计的影响

保障设计规范是基于保障工程的实际经验,把设备的服役条件、保障条件等因素,转变成设备在设计时必须遵守的基本原理和必须达到的条件。它的主要内容有:简单的设计;无障碍的;标准化,可互换和模块化;错误检测和标识;维护安全;具有良好的维修性能,方便战场维修等^[1]。根据分析,此项成本仅占设备生命周期成本的 2%,但将直接影响到设备的 70%的安全成本。因此,在进行保障设备的设计时,应该考虑到以下几个问题:要与主要装备的发展协调一致,而且要符合使用单位和承修单位所负责的维护类型;在保证度的基础上,对装备进行了优化,减少了装备的类型与数量,并对其进行了优化;要有良好的经济效益,要有能力生产,要有足够的装备,要避开价格过高的单位;为了保证装备本身的可靠性与可维护性,对装备本身的动力,受限的环境条件,安装要素以及装备本身的保护需求等进行了分析。

三、PHM 技术在先进军机维修保障中的应用

3.1 维修保障体制

在这一时期,军用飞机的维护和保障实行两级维护制度,即在军队中不再使用骨干维护,只保留基层维护和基地维护。对实行二次维护制度的理由进行了剖析,二次维护制度取得了明显的成效当前,美国的 F-22 等战机已经开始实行二次维护运作制度,并且取得了明显的效果,新研的 F-35 战机也已经确定了二次维护制度。通过将 F-15 与实行两级维修的 F-22 的有关指标进行对比,可以看出,二级维修可以有效地缩短后勤补给线,提高维修效率,降低维修停机时间,从而提高飞机的战备完好性和生存能力,从而可以保证在不断降低维修成本的同时,仍能维持航空装备的快速反应能力。PHM 能有效地减轻军用飞机的维护工作,并能极大地降低维护与保

障的成本。另外,本项目提出的单元体设计、军用装备可替换模块(LRM)模块化设计、单元体与模块可互换设计等技术,将极大地降低航空器的维护工作流程,减少现场维护时间。PHM 与自主维护技术的运用,使得故障发现从原来的探测到现在的预报,减少了对现场维护的要求,提升了现场维护的能力。除此之外,在这个阶段,军机还拥有了在启动时不需要地面电源车的机载辅助动力系统(APU)等自保障设备。而且,地面保障设备小型化、通用化、多功能化等自保障设计,这些都降低了对地面设备的依赖程度,降低了对一线机场的要求,还提升了飞机的部署范围及转场机动性^[2]。

在这一时期,军机维修保障组织的建立以初级 PHM 为基础,并与军机使用和维修保障需求相结合,建立了军机维修保障组织。从所建立的维修保障机构来看,当前,装备部主要新增了软件保障中心,它主要负责全师计算机资源等信息装备的维修保障,其中包含了硬件资源和软件资源的保障。其余的设定均与基本 PHM 下的军用飞机维护与保障的管理机制一致。以初级 PHM 下的维修保障结构为基础,持续对技术保障中队的技术保障功能进行细化,并添加了一个飞行故障监控室,它的工作主要是对军机在飞行过程中的故障进行监控和处理,并对质量控制分队的维修计划进行及时的帮助,并对维修资源进行调度等工作^[3]。

3.2 自主式维修保障模式

针对当前军用飞机对精确、高效、智能化保障的迫切要求,结合军用飞机设计、信息技术、维护保障理论等领域的最新研究进展,提出了军用飞机自主维护保障的概念。自主式维修保障的特点包括:具备整机的集成 PHM 能力,可靠性高,维修容易,智能等特点。它可以增强军机的安全性,降低虚警,提高维修保障的效率。具备了全面的培训能力,并利用自动化培训系统,通过少量的专项培训,可以培养出高效率的维护保障人员。自主维修保障信息系统将军用飞机与保障系统联系起来,为维修、供应、训练等部门提供实时、准确的维修、预测数据信息,实现任务计划、技术状态管理、整个机群状态分析、维修保障计划调整等功能。自主式维修保障信息系统是实现自主维修保障的关键,它可以接收来自作战指挥部门和飞行、维修、训练系统的各种信息,并按照维修保障资源的状况进行统一规划和协调。将自主式维修保障信息系统划分为三个层次:下层是系统的操作支撑环境,中层是系统的功能应用,上层是与信息系统有接口的外部系统。该系统的运行支持环境包括:分布式和硬件环境,软件

集成,数据集成,标准规范;功能应用层包含了 PMA 系统、机载 PHM 系统、维修决策系统、综合管理系统和与之相关的维护与保障数据库^[4]。

3.3 维修决策分析

这一期的检修方式有:现场检修和离地检修,但是外场-线只有现场检修。维修方式以“视情/预知”为主,基于状态的维修(CBM),由基层维修单位对 LRM 进行故障诊断,并对已拆卸的 LRM 进行维修。运用整机 PHM 技术,可以对飞机的状况进行有效的监控,并对故障信息、机群技术状态和寿命监控信息进行全面的分析,并与上级指令、任务及环境特点等相结合,在确保飞行任务和安全的的前提下,根据实际情况,根据实际情况来决定维修的时机,并制定维修计划,在工作日内,按照维修计划,进行相关的维修、检查工作。以 PHM 为基础,展开修复性维修决策,计算机 PHM 系统可以对所报告的故障展开快速的故障诊断和隔离,与地面 PHM 系统的辅助诊断相结合,对出现的问题进行判断,在不会对任务执行造成任何影响的情况下,还可以将其与任务后的状态检测等工作一起进行,并提出合理的维修意见^[5]。自主维护保障信息系统是以综合管理系统为基础,对军机部件的电子历史进行管理,并利用 PHM 系统的寿命预测和部件的性能趋势分析,来对军机的寿命件进行维护决策,从而

可以在未来的时间内,对其进行维护保障。

四、结束语

本文在对国内现有军机维修保障模式分析的基础上,依据 PHM 技术特点及构建的 PHM 系统体系结构,分析了 PHM 支持下的军机维修保障模式影响因素,并从 PHM 不同层次水平出发,重点分析了 PHM 对军机维修保障模式的影响,在此基础上,构建了 PHM 支持下的军机维修保障模式框架体系。

参考文献:

- [1]童止戈,郭创,李颖晖. PHM 技术在先进军机维修保障中的应用研究[J]. 航空维修与工程,2020(1):37-39.
- [2]王洪涛,王纬国,顾正伟. PHM 技术在先进飞机上应用对基地级维修保障的影响分析[J]. 中国设备工程,2021(20):36-37.
- [3]张宝珍,王萍. 飞机 PHM 技术发展近况及在 F-35 应用中遇到的问题及挑战[J]. 航空科学技术,2020,31(7):18-26.
- [4]李振翼. PHM 对提升新一代飞机综合保障能力的研究[D]. 四川:电子科技大学,2020.
- [5]张宝珍,王萍,尤晨宇. 国外飞机预测与健康管理工作发展计划综述[J]. 计算机测量与控制,2020,24(6):1-7.