

DOI:10.19297/j.cnki.41-1228/tj.2018.01.014

# 机载导弹发射装置 PHM 系统总体设计

赵月琴, 张胜利, 肖守邦

(中国空空导弹研究院, 河南 洛阳 471009)

**摘 要:** 预测与健康管理的 (PHM) 是近年来在军用装备研制中提出的一种新的保障技术手段。机载导弹发射装置作为机载武器系统的配套产品, 已纳入飞机 PHM 系统设计中。本文介绍了 PHM 的基本概念和关键技术, 并根据发射装置的功能特点, 提出了在线和离线相结合的发射装置 PHM 框架结构, 最后探讨了实施 PHM 部位原则、监测参数的选取以及故障预测和维护管理方法。

**关键词:** 预测与健康管理的 (PHM); 发射装置; 故障诊断; 故障预测

**中图分类号:** TJ768.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-5048(2018)01-0087-06

## 0 引 言

预测与健康管理的 (PHM) 技术是由美国军方最早提出和发展起来, PHM 是对武器系统传统机内测试 (BIT) 和健康状态监控能力的进一步增强, 实现了从武器状态监控到健康管理的转变, 借助故障预测和健康管理系统, 识别和管理故障的发生、规划维修和决策保障, 以此降低使用和维护费用<sup>[1-3]</sup>。随着我国航空武器装备的发展, 新一代战机的高机动、隐身以及全天候特性, 对机载设备包括导弹发射装置不但在可靠性、安全性、环境适应性方面提出了更高的要求, 而且对产品的维修保障方面也提出了如预测与健康管理和适航性等全新的概念和要求。目前国内外有关武器装备的 PHM 研究大多针对大的工程系统或子系统, 如飞机或发动机、综合航空电子系统, 卫星、导弹系统等, 而有关设备级特别是机电一体化产品的相关文献较少, 而且不同领域的 PHM 采用的技术和理论方法不同, 没有现成的案例可借鉴。本文通过对国内外相关文献和学习研究, 根据 PHM 的概念和内涵, 对机载导弹发射装置进行 PHM 系统总体设计研究。分析飞机系统 PHM 的功能层次和

物理层次关系, 确定产品级的 PHM 框架以及与飞机系统的数据传输硬件接口。结合产品设计过程中的寿命和 FMECA 分析, 确定被检测对象, 选择监测参数, 从而确定监测点并进行传感器布局。对故障诊断和预测方法、产品维护决策方法进行探讨。

## 1 PHM 技术

### 1.1 PHM 的基本概念

PHM 是指利用各种传感器在线监测、定期巡检和离线检测相结合的方法, 广泛获取设备状态信息, 借助各种智能推理算法 (物理模型、神经网络、数据融合、模糊逻辑、专家诊断系统等), 在系统发生故障之前, 评估设备本身的健康状态, 对寿命件给出剩余寿命评估, 并提供维修保障决策及实施计划等, 以实现系统的视情维修<sup>[4]</sup>。

PHM 技术的核心内容包括功能框架搭建、物理架构布局、故障预测与健康管理的, 具体设计工作包括: BITE 设计、传感器选择与布局、数据采集与处理、信息传输和融合、故障诊断与预测模型的建立、整机或部件剩余寿命预测、维修建议生成等。

PHM 的体系结构分为功能和物理两个层面。

收稿日期: 2017-10-13

作者简介: 赵月琴 (1963-), 女, 河南浙川人, 研究员, 研究方向是导弹发射装置发控技术设计。

引用格式: 赵月琴, 张胜利, 肖守邦. 机载导弹发射装置 PHM 系统总体设计 [J]. 航空兵器, 2018 (1): 87-92.

Zhao Yueqin, Zhang Shengli, Xiao Shoubang. General Design of PHM System for Airborne Missile Launcher [J]. Aero Weaponry, 2018 (1): 87-92. (in Chinese)

功能结构上,国内大都参照了 CBM(视情维修开放体系)的体系结构。文献[3]参照 OSA-CBM 构建空空导弹的 PHM 结构模型;文献[4]提出视情维修的开放体系结构(OSA2CBM, open system architecture for condition based maintenance),用于指导构建机械、电子和结构等领域的各种具体类型的 PHM 系统。OSA2CBM 主要由 7 个部分构成:①数据采集和传输;②数据处理;③状态监测;④健康评估;⑤故障预测;⑥自动推理决策;⑦接口。物理层面体系结构,是指对上述 7 个功能模块在工程系统中的具体物理布局,通常包括 3 种:集中式、分布式、综合式<sup>[5]</sup>,许多机载或星载系统将 PHM 分为机上(或星上)和地面两个部分,也有些系统称为在线 PHM 系统和离线 PHM 系统<sup>[5-9]</sup>。

## 1.2 关键技术

PHM 的核心或关键技术即为预测和健康管理,这也是判断一个产品是否具有 PHM 功能的一个标志。所谓预测,即预计部件或系统完成其功能的状态,包括确定部件的残余寿命或正常工作的时间长度。所谓健康管理,是根据诊断/预测信息、可用资源和使用需求对维修活动做出适当决策的能力。

PHM 的基本原理是基于绝大部分故障在真正发生前都有一定的征兆,而且故障征兆、故障原因、故障部位之间存在着某种线性或非线性的映射关系,找到这种映射关系即推理方法和模型,通过传感器对反映故障征兆的信号进行采集、检测和分析,再通过故障模型或推理方法,就能在故障发生前,对可能发生故障的原因和部位进行预测。故障预测技术从方法和技术路线上可分为 3 大类:①基于模型的故障预测技术;②基于知识的故障预测技术;③基于数据的故障预测技术<sup>[10-11]</sup>。典型基于知识的故障预测方法有专家系统和模糊逻辑。典型基于数据的故障预测方法有神经网络和隐马尔可夫模型。文献[11]给出了 16 种故障预测方法并简要比较各种方法的优缺点。

## 2 发射装置 PHM 设计分析

机载导弹发射装置作为机载武器系统的一个组成部分,其健康管理系统的的设计不是孤立的,而应与整个飞机系统相兼容,其 PHM 设计工作应纳入飞机系统的 PHM 体系中,在大系统框架下开展产品级的 PHM 设计。

### 2.1 发射装置功能组成及保障模式现状

机载导弹发射装置以飞机为平台,用于导弹

的挂装、运载和控制发射。机载导弹发射装置是连接飞机武器系统和空空导弹的桥梁和纽带,一般由结构、电气两大部分组成。结构部分一般由壳体、局部导轨、机架吊挂螺栓或叉耳接口、锁制器、弹架插头分离机构、头尾整流罩等组成,实现与飞机的机械连接和悬挂导弹,保证导弹能够可靠悬挂和发射(或弹射)离轨。电气部分一般由微处理器控制电路模块、接口电路板模块和二次电源模块及安装结构等组成,向上与飞机外挂管理子系统连接,向下通过脐带电缆与导弹连接,通过与飞机发控线路交联,完成导弹供电、信息通讯与信号格式转换、发射和应急发射等控制,其中包括发射装置锁制器开锁控制等。

机载导弹发射装置属于机电一体化产品,其传统的保障模式为三级维修体制,以事后维修和定期维修为主,结合日常维护检查。检测设备依赖随机配套保障设备,如内、外场测试仪(包括电气测试仪、气动测试仪、机械测力计等)。产品维修模式属于触发式维修,即当产品出现故障后进行的针对性维修,这种维修模式不能对潜在故障进行提前预测和维修;定期维修的概念是不管产品有无故障,都在规定的时间如机械日、产品定检日等产品进行全面的维护、检修,这种方式存在盲目性,其缺点是造成人力和物力的浪费。此外,在导弹发射前后,一般要用内、外场测试仪对发射装置进行在线或离线自动测试设备(ATE)测试,测试内容以电气性能为主,而结构方面以外观检查为主。测试设备按既定的正常和故障程序对产品进行测试,通过测试参数与预先设定的合格判据进行比较,得出产品的测试结果,由于考虑到产品的批量生产等因素,往往合格判据较宽泛,只能靠人工可能发现或许根本就不可能发现产品的潜在故障。

### 2.2 发射装置 PHM 结构框架设计分析

根据文献[5]、[10],飞机系统的 PHM 一般为综合式,其检测关键部件的传感器分布在各子系统的各产品中,采集数据在本地进行初步处理和判断后逐级上报,最后由中心 PHM 系统进行数据融合和综合处理。机载导弹发射装置作为悬挂武器管理子系统中的一个产品,其电气接口一般包括上接口、下接口和检测接口。上接口为机架接口,下接口为弹架接口,统称为任务接口。检测接口一般用于发射装置的内外场测试、维护接口。任务接口一般要求贯彻 GJB1188A 标准,软硬件资源有限,在目前条件下 PHM 数据不可能大量经由任

务接口传输,但其检测接口可根据需要进行设计,该接口一般与地面设备连接,所以发射装置 PHM 的物理结构也可分为在线和离线两个部分,其中在线部分借助深度自检,完成显性参数的采集和判断,通过任务接口上报至飞机。离线部分利用

地面测试设备如外场测试仪或专用便携计算机,对在线记录如振动、温度、电压、电流等数据通过有线或无线下载,利用地面设备的资源进行离线故障诊断、故障预测、状态分析以及维修决策。发射装置 PHM 系统的物理结构框架如图 1 所示。

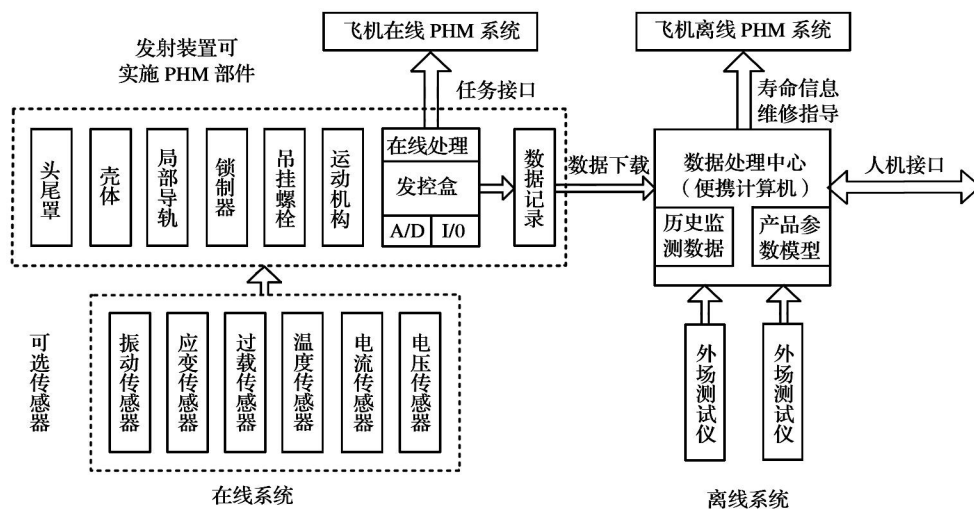


图 1 发射装置 PHM 系统的结构框架

Fig. 1 Structure framework of launcher PHM system

### 2.2.1 在线部分功能分析

在线部分的 PHM 功能利用发控电路盒的资源完成,该功能嵌入在发控任务中。为了减轻发控电路盒的资源负担,可将监测数据分为显性数据和隐性数据。电压、电流、压力、时间等参数,由于其判断方法较为简单,通过时域分析,可得到信号的峰值或均方根值等,可直接用于电路工作状态的判断,称为显性参数。而隐性参数如产品的频谱、温度、振动、应力等,其背后隐含着产品的物理特征如电路功耗、机构状态、结构疲劳损伤等,主要用于发射装置机械结构功能的监测。其中显性参数通过发控计算机进行简单处理、判断后在线上上报至飞机外挂管理系统;隐性参数则由发控计算机进行在线记录,待飞机返回地面后下载至离线设备或数据处理中心,进行复杂的故障或剩余寿命预测以及健康管理。

### 2.2.2 离线部分功能分析

离线部分用于完成复杂的故障预测或剩余寿命预测以及健康管理工作,离线部分的数据来源广,不仅包括在线记录数据,也包括大量生产数据、外场测试数据等,由于离线计算机的资源强大,因此可以设计各种包含特征提取、数据融合、预测算法、模型的分析软件,完成需要大量计算的预测和健康管理工作。

由于发射装置产品基本都配置了内场测试设

备和外场测试设备,内场测试设备属于离位 ATE 设备,通过模拟载机接口和导弹接口对发射装置构成闭环系统对其进行离位定量测试;外场测试设备属于在线、半开环、定性测试设备,在外场当飞机挂装发射装置后模拟导弹接口对发射装置进行挂弹前的检查。对于发射装置的机械部分则配置了测力计,用于导轨发射装置锁制器开锁力测试,这些设备在产品出厂前、后进行了大量的测试,设备存有大量数据,对分析整体产品状态或单个产品状态提供了大量的数据支持,再加上在线部分的记录数据,可以进行基于数据的故障预测或剩余寿命分析。

### 2.3 实施 PHM 的功能部件的确定

产品在建立了 PHM 功能和物理顶层框架后,接下来的设计工作就是确定被检测对象,然后选定监测参数,布置传感器、提取特征参数进行故障预测和管理。一般选择产品的关键部件进行故障预测与健康管理工作,所谓关键部件是指其一旦发生故障会给产品造成十分严重影响的部件,这可从可靠性设计分析入手。可靠性设计分析包括可靠性分配、预计, FMECA (故障模式及影响分析)、FTA (故障树分析),产品寿命分析等,这些工作是军工产品研制过程的基本内容,不仅是产品进行设计优化、测试性设计、可靠性冗余设计的依据,也可作为产品实施 PHM 设计的依据。FMECA 分析报告中识别的关重

件清单是产品实施 PHM 的重点监测对象;通过寿命分析和可靠性预计等报告,进一步筛选出易损件及短寿件。通过 FTA 分析可以确定监测点等。通过对上述报告的综合分析可以建立产品关重件的故障模

式、故障原因、故障现象、危害度、严酷度、传感器布置难度和 PHM 实施成本的多维度关系表,优先选择故障率高、危害性大的故障模式作为监测源、测试点选择的依据,如表 1 所示。

表 1 发射装置主要功能部件实施 PHM 分析表

Table 1 PHM analysis table of main functional components of launcher

关/重零部件	故障模式	故障原因	监测方式	传感器选择	监测参数	可靠性寿命情况	结论
壳体、吊挂螺栓、导轨	裂纹、断裂	振动、冲击	环境监测或 直接监测	振动传感器、 应变式传感器	加速度、功率谱	可靠性高、 寿命长	依赖定期维护 和人工检查
运动机构、 螺钉、弹簧	断裂	振动	环境监测或 直接监测	振动传感器	加速度、功率谱	较低	可实施 PHM
减振器	退化	振动	直接监测	振动传感器	功率谱	寿命较低	可实施 PHM
模拟电路	退化	过应力	直接监测	A/D 采集	电压	中等	可实施 PHM
数字电路	失效	过应力	直接监测	A/D 采集	电流	中等	可实施 PHM
二次电源	电压不稳、 纹波大	过应力、 过负载	直接监测	A/D 采集、 温度传感器	电压、温度	较低	可实施 PHM
功率电路	开路、短路	过应力	直接监测	A/D 采集	电流	较低	可实施 PHM
微动开关	机械卡滞、 触点故障	过应力	直接监测	I/O 采集	逻辑状态	较低	可实施 PHM

从表 1 可知,结构关键部件主要有壳体、吊挂螺栓、局部导轨,电气部分主要有减振器、部分重要电路、微动开关等。根据对发射装置科研生产以及外场使用数据搜集,发射装置结构方面的常见故障部件和故障模式有弹簧断裂、结构裂纹,产生故障的原因主要有静动态载荷、冲击、振动、锈蚀等。因此,对这些部件监测的传感器的选取应包括振动传感器、应变式传感器等。

电气故障主要包括:信号传输线路短路或断路、二次电源故障、继电器故障、微动开关故障,与该类故障相关的电路板和器件都是进行状态监测和健康管理对象,监测参数包括电压、电流、温度等。

对某些安全关键部件、零件或器件,虽然重要,但根据多年工程经验和大量保障数据分析,这些部位可靠性很高,几乎不会出现问题且安装传感器有困难,如发射装置导轨,文献 [12] 对发射装置导轨的随机振动疲劳寿命进行了计算分析,计算出导轨的疲劳寿命为 286 ~ 429 h,远远满足随机振动试验规定的 80 h 时间。实际试验和使用也验证了这一点,说明发射装置对关键部位的设计余量还是很大的,可暂不考虑实施 PHM,只需在日常应用中注意观察即可。

## 2.4 监测参数选取

表 1 中列出了发射装置重点监测对象的监测

参数的选取原则。机载武器装备的外部环境条件严酷,特别是飞机起降时的冲击、巡航或战斗时的振动、离心力、空气动力环境,以及温、湿度环境等,都与地面的武器装备环境条件有较大的区别,会降低武器装备的可靠性,尤其是对机械结构和电气系统损伤极大,是系统故障的重要原因。所以,监测参数可以针对激发故障的外部环境参数进行监测,称之为间接参数监测,一旦发现有超过设计要求的振动、冲击应力,就可给出维护建议,如需维护的组部件以及检测内容。另一种监测则是针对反映检测对象故障征兆的直接参数变化或隐含特征参数数据,如结构件的疲劳变形、裂纹,开锁力的变化或具体电路的电压、电流以及壳温参数等,称之为直接参数监测。目前对发射装置关键结构部件实施 PHM 的主要问题:一是布置传感器困难或特征数据获取困难;二是没有现成的各种故障预测模型。在这种情况下可以采用环境参数监测方法,可定性地给出系统维护意见,这样可以尽可能减少传感器的布置。

发射装置电气部分主要包括微处理器电路、数字电路、模拟电路、二次电源以及功率信号处理电路等,获得数据相对容易,可以采用直接参数监测模式。根据经验,数字集成电路的故障可以反映在具体芯片或整个系统的工作电流上,所以监测数字电路的工作电流是数字电路状态监控的重点

参数选项。而模拟电路和二次电源的性能退化直至失效一般是渐变性的,可通过高速的 A/D 采样,进行状态监控和数据收集。对于发射装置中常用的功率较大的器件,按长时工作和短时工作模式采用不同的监控策略,对长时工作模式,导弹电源控制电路可采用测温电路对器件的表面温度进行监测,获得器件温度参数的变化特征和趋势,来完成其故障预测,对于短时工作模式,如电池激活、发动机点火输出控制继电器,可采用监测输入输出压降变化的方法完成数据提取。

### 3 PHM 相关技术方法适应性分析

通过各种传感器以及内、外场测试设备得到的原始数据,基本都属于时域范围的电压、电流信号,有些为直接测量信号,有些为物理变换信号,如温度和振动(位移)信号。收集到原始数据后,要根据这些信号来进行故障诊断、故障预测以及剩余寿命评估,即要对这些数据进行信号处理,提取特征参数。信号处理方法主要包括时域分析、频域分析、时频域分析、高阶统计量分析等。通过时域分析可得到信号的时域特征信息,如均值、方差、有效值(均方根)、峰峰值等,其中均值描述了信号的直流成分,方差描述了信号对于均值的离散程度,有效值反映了信号总体能量的大小。通过频域分析可得到信号的频谱、相位等,而信号的均方根值、峰值、频率、相位等参数都可能包含有故障特征,找到故障或寿命与特征信号关联的映射关系,从而完成故障或寿命的预测。前面提到的 3 种常用故障预测方法,对于发射装置的关键组部件,由于其使用环境复杂,通常难以建立精确的数学模型,因此尚不能采用基于模型的故障预测技术方法;第 2 种基于知识的故障预测方法可以在发射装置中尝试,因为发射装置经历了数十年的研制和使用,积累了大量的知识和经验,但需要建立知识库,并进行知识规则化表述方面的研究;第 3 种基于数据的故障预测方法则是一种较实用的方法,通过现有数据和历史数据从数据统计特性的角度进行故障预测,主要包括贝叶斯方法、D-S 证据方法、似然比检验、极大似然估计、最大后验概率估计和最小均方误差估计等<sup>[8]</sup>。可根据具体应用对这些方法进行深入研究后选用。

健康管理部分则是根据预测的故障部位进行智能推理,给出维修决策,对于大系统的健康管理,最终要实现的维修决策包括:装备维修计划制定、装备维修备件采购计划、装备维修任务调度和

装备维修资源的统一调配等。对于产品级,做到提出维修部位的建议,是否更换零部件、是否返厂进行深度维修即可。对发射装置来说,在 PHM 设计还很不完善的阶段,还要融合常规的人工检查的数据和经验,给出维修指导,主要包括组部件或元器件、零件的更换或者进一步检查,如减振器、微动开关、电气组件、局部零件等。

### 4 结论与展望

本文根据 PHM 的基本概念和内涵以及主机的要求,进行了机载导弹发射装置 PHM 系统的结构框架设计,给出了实施 PHM 部件及其检测参数选取原则,需要注意的是,对设备级的产品,不是所有的功能部件都必须实施 PHM,而应结合产品自身的特点,在重要程度、可靠性、实施难度、经济性和进度等之间综合权衡。

从传统的依赖外部设备测试的保障方式转变为以 PHM 为核心技术的视情维修需要一个过程,首先要转变观念,然后是掌握相关方法和技术,最后应纳入到产品设计过程中。在 PHM 设计还很不完善的阶段,机载导弹发射装置的维护保障还需要人工介入,对智能系统达不到的维护部位进行维护。未来要设计完善实用的发射装置 PHM 系统,还需加强如下研究工作:

- (1) 传感器应用技术研究;
- (2) 对特定故障模式,开展基于模型的故障预测技术研究;
- (3) 建立发射装置知识库,进行知识规则化表述研究;
- (4) 开展与保障设备互动的技术研究。

### 参考文献:

- [1] 邱立军. 武器装备故障预测与健康管理系统的关键技术[J]. 舰船电子工程, 2012, 32(5): 17-18.  
Qiu Lijun. Study of Key Technology for Prognostics and Health Management System of Weapon Equipment[J]. Ship Electronic Engineering, 2012, 32(5): 17-18. (in Chinese)
- [2] 王春健, 马亮, 范红军. 潜射导弹发射装置故障预测与健康研究[J]. 机械设计与制造, 2012(3): 259-261.  
Wang Chunjian, Ma Liang, Fan Hongjun. Research of PHM for Launcher of Submarine Launched Missile[J]. Machinery Design & Manufacture, 2012(3): 259-261. (in Chinese)
- [3] 蒋觉义, 李璠, 曾照洋. 故障预测与健康标准体系

- 研究 [J]. 测控技术, 2013, 32(11): 1-5.  
Jiang Jueyi, Li Fan, Zeng Zhaoyang. Research on Standard Architecture of Prognostics and Health Management [J]. Measurement and Control Technology, 2013, 32(11): 1-5. (in Chinese)
- [4] 李振翼. PHM 对提升新一代飞机综合保障能力的研究 [D]. 成都: 电子科技大学, 2009.  
Li Zhenyi. Research on PHM to Improve the Integrated Support Capability of the New Generation Aircraft [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2009. (in Chinese)
- [5] 卢海涛, 王自力. 综合航空电子系统故障诊断与健康管理工作技术发展 [J]. 电光与控制, 2015, 22(8): 60-65.  
Lu Haitao, Wang Zili. Development Review of Integrated Avionics Prognostics and Health Management Technology [J]. Electronics Optics & Control, 2015, 22(8): 60-65. (in Chinese)
- [6] 张金春, 曹彪, 张继军. 机载设备 PHM 适用性分析与系统框架设计 [J]. 四川兵工学报, 2014, 35(10): 1-4.  
Zhang Jinchun, Cao Biao, Zhang Jijun. Applicability Analysis and System Framework Design of PHM of Airborne Equipment [J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2014, 35(10): 1-4. (in Chinese)
- [7] 孙波, 张雷, 王华茂. 卫星 PHM 系统设计技术研究 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21(3): 554-559.  
Sun Bo, Zhang Lei, Wang Huamao. Study on Satellite PHM System Design Technology [J]. Computer Measurement & Control, 2013, 21(3): 554-559. (in Chinese)
- [8] 邓森, 景博. 基于测试性的电子系统综合诊断与故障预测方法综述 [J]. 控制与决策, 2013, 28(5): 641-649.  
Deng Sen, Jing Bo. Summary of Integrated Diagnostics and Prognostics Method Based on Testability for Electronic System [J]. Control and Decision, 2013, 28(5): 641-649. (in Chinese)
- [9] 洪晟, 陶文辉, 路君里, 等. 基于综合 PHM 方法的导弹维修保障综述 [J]. 计算机测量与控制, 2012, 20(4): 862-864.  
Hong Sheng, Tao Wenhui, Lu Junli, et al. Maintenance and Supportability of the Missile Weapon Systems Based on Prognostic and Health Management [J]. Computer Measurement & Control, 2012, 20(4): 862-864. (in Chinese)
- [10] 孙旭升, 周刚, 于洋, 等. 机械设备故障预测与健康管理综述 [J]. 兵工自动化, 2016, 35(1): 30-33.  
Sun Xusheng, Zhou Gang, Yu Yang, et al. Overview of Prognostics and Health Management of Mechanical Equipment [J]. Ordnance Industry Automation, 2016, 35(1): 30-33. (in Chinese)
- [11] 刘志花. 无人机故障预测与健康管理技术研究 [D]. 北京: 北京化工大学, 2010.  
Liu Zhihua. Research of UAV Prognostic and Health Management Technology [D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2010. (in Chinese)
- [12] 刘万远, 张红波. 某发射装置导轨振动疲劳寿命预估 [J]. 航空兵器, 2016(3): 75-77.  
Liu Wanyuan, Zhang Hongbo. Vibration Fatigue Life Prediction on Rails in Launcher [J]. Aero Weaponry, 2016(3): 75-77. (in Chinese)

## General Design of PHM System for Airborne Missile Launcher

Zhao Yueqin, Zhang Shengli, Xiao Shoubang

(China Airborne Missile Academy, Luoyang 471009, China)

**Abstract:** Prognostics and health management (PHM) is a new maintenance technical means in military equipment development in recent years. As an auxiliary component of airborne weapon system, airborne missile launcher has been considered in the design of aircraft PHM system. This paper introduces the basic concepts and key technologies of PHM, then according to the functional characteristics of the launcher, it presents a PHM frame structure which combines online and offline. Finally, it discusses the principle of PHM location, the selection of monitoring parameters and the methods of fault prediction and maintenance management.

**Key words:** prognostics and health management (PHM); launcher; fault diagnosis; fault prognostic