

对舰船装备综合保障工程化的认识与实践

黎放^{1,2}, 狄鹏^{1,2}, 胡斌^{1,2}, 徐一帆^{1,2,3}

(1. 海军舰船装备综合保障研究中心, 武汉 430033; 2. 海军工程大学管理工程系, 武汉 430033; 3. 中国人民解放军 92118 部队, 浙江舟山 316000)

[摘要] 随着舰船装备复杂程度和保障难度的大幅提升, 为确保列装的舰船装备“好保障”, 进一步推进舰船装备综合保障工程化的相关工作意义重大。研究了综合保障工程化的内涵, 总结归纳了舰船装备综合保障工程化的主要工作和有效实施的办法, 分析了当前舰船装备综合保障工程化面临的突出问题, 提出了改进综合保障工作的建议。

[关键词] 舰船; 综合保障; 工程化; 认识

[中图分类号] TP14 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2015)05-0010-04

1 前言

我国舰船装备研制建造已步入一个新的历史时期。过去“缺装备、少装备、落后装备”条件下主要解决舰船装备有无的数量问题, 现阶段更注重“多型号、高技术、重集成、成体系”条件下舰船装备的质量问题。随着舰船装备复杂程度和保障难度的大幅提升, 如何确保列装的舰船装备“好保障”, 业已成为决定舰船装备发展进而影响国家海洋战略和国防建设大局的关键支撑, 进一步推进舰船综合保障工程化的相关工作意义重大、刻不容缓。

2 综合保障工程化的内涵

所谓“综合保障”, 依照国军标 GJB 451A 的定义是: 在装备的全寿命周期内, 综合考虑装备的保障问题, 确定保障性要求, 影响装备设计, 规划保障并研制保障资源, 进行保障性试验与评价, 建立保

障系统等, 以最低费用提供所需保障而反复进行的一系列管理和技术活动。这样的工程实践活动从本质上来讲是多学科专业的, 是将自然、工程、社会科学中诸多相关门类学科的原理与技术, 综合应用到装备研制和发展领域的总成。

所谓“工程化”, 是有效引入并合理运用科学原理、思想和技术, 对领域活动实施系统的指导和有效的规范, 使领域活动能够以科学、有序、可测、可控的方式实施, 改善领域可能存在的盲目、混乱、冲突等发展状态, 从而提高领域整体的发展速度、生产效率以及科学化、正规化建设水平^[1,2]。

在综合保障工程化的概念中, “工程”是本体, “综合保障”是内容和属性, “工程化”是实践手段和方法。从上述概念出发, 笔者认为“舰船装备综合保障工程化”, 是将保障问题前伸至研制阶段, 在舰船研制全过程中, 用来指导、组织、实施、规范、评价、检验舰船装备综合保障工程工作及其成效的一系列技术与管理过程。

[收稿日期] 2015-03-06

[基金项目] 国家自然科学基金项目(71401171); 海军工程大学自然科学基金项目(HGDQNJ13045)

[作者简介] 黎放, 1958年出生, 男, 湖南长沙市人, 教授, 主要从事舰船装备综合保障、装备管理; E-mail: lifang600@126.com

3 舰船装备综合保障工程化的工作与实践

舰船综合保障工程实施的主要工作是:使用与比较分析、保障性设计、使用与维修保障规划、保障资源规划和保障性评估等工作。

3.1 使用与比较分析

3.1.1 目的

明确舰船装备的使用要求,明确部署部队的现有保障条件,收集舰船装备相关的保障经验和保障方面存在的突出问题,为新型舰船综合保障工作提供初步输入,避免设计工作中出现同类问题。

3.1.2 主要工作与实践

1)根据舰船使命任务和预定使用方式,选择类似现役装备(包括使命任务类似和系统设备类似)建立基准比较系统。

2)依据基准比较系统的使用情况,明确舰船装备的使用强度。

3)归纳基准比较系统在使用期间存在的保障问题,对于装备设计不合理所导致的保障问题要重点关注,明确保障性设计薄弱环节,提出改进建议。

4)调研预定部署部队的保障条件,提出保障设施、设备等保障资源的初步需求。

3.2 保障性设计

3.2.1 目的

在舰船装备设计过程中同步考虑保障性定性、定量问题,确保军方提出的舰船总体可靠性、维修性和保障性定性、定量要求在设计中得到落实,从而使舰船具有较高的可靠性、维修性和保障性。

3.2.2 主要工作与实践

1)建立舰船装备可靠性维修性模型,通过分配和预计方法,将舰船总体可靠性、维修性指标落实到分系统、设备^[3]。

2)依据舰船总体保障性定性要求,提出舰船装备设计过程中应考虑保障性准则,并检查上述准则的落实情况。

3)评价维修性、保障性定量指标在设计中的落实情况。例如,运用三维视景建模及漫游技术,实现维修保障过程仿真,从而在设计阶段评价、改进舰船的维修性、保障性,如重要舱段中设备的可达性、雷弹的转运方案等^[4,5]。

3.3 使用与维修保障规划

3.3.1 目的

1)确定、优化装备的使用与维修保障方案,并

同步影响装备设计,使研制出的装备与其保障系统得到最佳匹配。

2)依据经过优化的使用与维修保障方案,制定装备的使用与维修保障计划。

3)为确定保障资源需求提供最重要的输入。

3.3.2 主要工作与实践

1)使用保障规划。承制方通过开展使用工作分析,得到舰船使用保障资源需求,制定初步使用保障方案;随着研制工作的深入,不断细化、完善初步使用保障方案,同时考虑舰船使用部队的情况,最终制定较为详细的舰船使用保障计划。

2)维修保障规划。主要通过保障性分析工作完成,主要由下列4项分析工作构成其主体:故障模式、影响及危害性分析(FMECA);以可靠性为中心的维修分析(RCMA);修理级别分析(LORA);维修工作分析(MTA)。上述4项工作联系紧密,相互之间输入、输出关系复杂,它们的输出结果,共同影响装备设计,并对维修保障规划和保障资源规划提供输入。

3.4 保障资源规划

3.4.1 目的

目前,舰船的备品备件等保障资源存在配置不合理、满足率和利用率比较低的问题,其主要原因是研制过程中缺乏对保障资源需求的分析、规划工作,保障资源的确定主要依靠经验。保障资源规划是确定保障资源的过程,其目的是利用使用与维修保障规划过程中提出的初步保障资源需求进行协调、综合和优化,形成最终的保障资源需求。

3.4.2 主要工作与实践

依据维修保障规划的结果,结合相似系统的保障资源需求信息,明确舰船主要系统、设备的保障资源需求,包括供应保障(备品备件)、保障设备工具、保障设施、技术资料等^[6,7]。重点依据舰船装备年工作时间、部件可靠性信息,分析舰船装备的备件需求。

3.5 保障性评估

3.5.1 目的

1)暴露综合保障工作中存在的问题,以便纠正。

2)为验证战备完好性提供实测数据。

3)确定保障资源的有效性和充足程度。

4)考核所建立的保障系统在使用环境下的效能。

3.5.2 主要工作与实践

1)保障性的工作项目审查评价法。形式审查是保证舰船综合保障工作质量的过程控制手段。

在《综合保障要求》文件中,规定了在研制各阶段综合保障应当开展的工作内容以及成果形式。以此为依据,在各阶段的综合保障工作完成后,应当结合该研制阶段的审图会,或单独召开评审会对其工作内容的完整性及其深入程度、工作步骤的规范性,以及结果的正确性进行评审。确定各项综合保障工作是否按照要求完成,并满足工程应用需求。评审合格可作为全船研制工作转阶段的必要条件。

2)保障性的仿真评价法。在方案设计阶段和工程研制阶段,通过对保障系统进行建模和仿真,评价保障方案、保障资源的匹配性^[8]。借助仿真手段,能在设计、研制阶段尽早开展保障性评价,更有效地影响舰船装备设计、优化保障系统。

3)保障性的事后评价法。在目前难以单独开展舰船保障性试验的条件下,应当充分利用系泊试验、航行试验以及使用中获得的数据,对保障性定量指标进行评估,包括战备完好性、保障资源的满足率和利用率等。舰船开展各项性能试验时,“三性”和装备综合保障方面的工程技术人员也应当参加试验,负责采集和记录装备“三性”的相关数据及装备保障活动的关键信息。必要时采用演示验证的方式进行全面评价。

4)新研设备可靠性鉴定试验的替代评价法。开展新研设备可靠性鉴定试验,是落实新研设备可靠性要求的有力手段。新研设备的可靠性好,可以从根本上解决其“好保障”的问题。同时,以可靠性试验为基础,可以兼顾和带动维修性试验和保障性试验。对新研设备可靠性试验进行适当的扩展和对试验数据开展深入挖掘利用,可以形成以点带面,以可靠性试验辐射维修性试验和保障性试验的良好局面。例如,可结合新研设备可靠性鉴定试验,对出现的故障收集维修性、保障性数据,包括平均维修时间、保障资源满足率等,评价保障资源的充足程度。也可以在不影响可靠性评估结论的前提下,设置一定数量的故障模式,开展维修性和保障性试验。

4 舰船装备综合保障工程化面临的问题及建议

综合保障工程化是一项复杂的系统工程,近年来在舰船型号工程实践中取得了较大进展。新型舰船普遍开展了综合保障工程工作,舰船装备保障性得到较大提高。尽管如此,舰船装备综合保障工

程仍面临来自理念、技术和管理层面的问题。根据相关国军标的要求,应把包括舰船装备保障性在内的“五性”指标作为装备的重要质量特性,纳入与装备功能、性能同等重要的地位,改变过去以功能、性能为中心的传统设计方式,将保障性设计、评审与功能性能设计同步开展。目前舰船综合保障工程化的基础性工作还比较薄弱,保障性相关的设计、要求、措施在落实过程中还存在不少必须重视和亟待解决的问题。下面对四个主要问题进行讨论,并提出改进建议。

1)对舰船综合保障工程化的实质和目标把握不够准确,对保障性设计与性能功能设计的认识还未完全对等。在“质量建军,质量强军”的精神指导下,总部、海军、相关技术责任单位及工业部门已将保障性要求提升到前所未有的高度。然而,舰船综合保障工程逐项具体工作与保障性挂钩的内涵和实质是什么,舰船综合保障基础性工作的目标及其如何指导工程设计,这些问题在舰船装备综合保障工程化的实践者中尚需一个从认识到实践的深化、细化过程。须全面系统研究舰船装备综合保障工程化的概念、目标、内涵、任务及其理论体系,将综合保障工程化的思想理念、实践途径及相关理论融入业务指导、岗位培训与考核,在舰船使用方、设计方、系统设备厂家及相关技术专家中形成广泛共识和共同诉求。

2)舰船综合保障工程化的相关指标体系有待完善,比较欠缺工程上有效的验证及评价方法。现有指标体系的科学性、系统性和协调性尚显不足,未能充分体现指标体系的层次特性,不同层次指标之间联系的一致性和协调性有待完善。指标体系与装备自身特点结合不够紧密,从保障特性指标体系到保障能力指标体系的映射关系还需进一步深入研究。目前对指标的验证及评价难以与国军标的要求逐项对照,工程上可检查、可评价的技术支撑也还比较薄弱。应深入开展舰船综合保障工程化相关指标体系的完善和修订工作,建立以标准为依据、具有指导权威性、综合完备可拓展、科学合理可验证的指标库,摸索和完善“底层单一指标的试验测试、高层综合指标的模型评估与仿真”相结合的验证评价方法。

3)舰船综合保障理论方法和技术的工程化不充分,尚未建立工程化条件下运行的分析及管理平台。在综合保障的相关技术问题领域,有的问题方

法多而不系统,有的问题方法少且适用性不足,亟待实用的替代方法和技术手段。大量技术方法缺少基础数据支撑,不能与工程实践完全接轨,与舰船装备保障特性的针对性不强,致使分析结果在设计过程中说服力不够充分。由于综合保障工程具有并行开发、反复迭代、自上推进、自下集成的特点,对信息管理和过程管理提出很高的要求。没有一个顶层规划、集中统一、合理分工的工作系统和分析管理平台,舰船综合保障工程化的实施是难以落实的,这也是目前在型号项目中贯彻保障性要求方面成效不够突出的原因之一。应着力在理论方法完善创新、基础数据采集积累及规范化、分析管理平台研发这三方面,尽早弥补舰船综合保障工程化的需求短板,逐步形成包含知识维、方法维、管理维“三维一体”的智库型开发环境和综合应用体系。

4)舰船综合保障工作规范和标准的工程化不完备,现有管理机制及配套措施与工作持续推进和落实的要求有差距。关于装备综合保障相关要求的国军标已经颁行实施多年,海军舰船装备也结合部分型号开展了相关科研项目和贯标工作,但当前综合保障工作规范和标准体现在定量、定性和基础性工作项目的要求尚未完全做实。舰船综合保障工程的管理机制有待完善,工作成果反馈和落实渠道不够通畅。应尽快理顺舰船使用方、设计方、系统设备厂家及相关技术专家的工作关系,明确和优化相关各方的任务接口;结合国军标加强对工作的组织指导和对成果的审查,强化规范和责任落实;发挥政策和经费支持的杠杆作用,激发舰船装备系

统和设备单位开展相关工作的积极性。

5 结语

对标准化、规范化的追求是工程的重要特征和内在要求,工程化的深入开展必将惠及舰船装备综合保障的工作成效。只有在正确把握综合保障工程化内涵的基础上,明确综合保障工程化的实质和目标,结合工程实际、现有保障技术水平和预期发展情况,综合运用保障性及其相关工程技术,构建和完善设计工作体系和管理机制,确保舰船综合保障工程化的规范可操作、方法可实现、工作可检查、过程可控制、成果可评价,从而真正落实到改进和完善装备保障的质量特性中去。

参考文献

- [1] 汪应洛,王宏波. 工程科学与哲学[J]. 自然辩证法研究, 2005, 21(9): 59-63.
- [2] 赵卫国. 工程哲学的实践哲学基础[J]. 自然辩证法研究, 2005, 21(3): 74-77.
- [3] 胡斌,刘松林,刘刚. 基于任务重要度的舰船总体任务可靠性分配法[J]. 中国造船, 2013, 54(2): 165-169.
- [4] 李佳. 基于虚拟人现实技术的船舶维修性验证系统研究[J]. 中国舰船研究, 2008, 4(2): 71-73.
- [5] 蒋伟. 基于虚拟人的维修可达性仿真及评价技术研究[D]. 长沙:国防科学技术大学, 2009.
- [6] 张光宇,李庆民,李华. 零备件的多点库存单向转运模型与算法[J]. 航空学报, 2013, 34(5): 1092-1100.
- [7] 张光宇,李庆民,郭璇. 基于横向转运策略的可修备件多点库存建模方法[J]. 系统工程与电子技术, 2012, 34(7): 1424-1429.
- [8] Li Fang, Hu Bin, Liu Gang. Modeling and simulation of ship intermediate-level support system based on HLA [J]. Mechanics, Dynamic Systems and Material Engineering, 2014(5): 253-256.

Cognition and practice of engineered warship equipment integrated logistic support

Li Fang^{1,2}, Di Peng^{1,2}, Hu Bin^{1,2}, Xu Yifan^{1,2,3}

(1. Naval Research Center for Warship Equipment Integrated Logistic Support, Wuhan 430033, China; 2. Department of Management Engineering, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China; 3. The 92118th Unit of PLA, Zhoushan, Zhejiang 316000, China)

[Abstract] With the significant increase of the complexity of warship equipment and difficulty

(下转 19 页)