

doi: 10.7690/bgzdh.2019.11.005

# 雷达装备融合保障机制探讨与实践

钟 辉

(华东电子工程研究所预警探测研发中心, 合肥 230088)

**摘要:** 在分析当前雷达装备保障存在的问题基础上, 结合国外综合保障经验, 提出雷达装备的融合保障工作机制内涵。从保障工作分工、工作内容规划及运行机制等方面对融合保障机制进行探讨, 分析融合技术、作战效能以及运行成本风险, 介绍在某型雷达上开展融合保障的具体实践。该研究对推进信息化装备融合保障有借鉴意义。

**关键词:** 雷达装备; 融合保障; 保障机制

**中图分类号:** TP14 **文献标志码:** A

## Discussion and Practice of Integration Support Mechanism for Radar Equipment

Zhong Hui

(Research and Development Center for Early Warning Detection, East China Research Institute of Electronic Engineering, Hefei 230088, China)

**Abstract:** On the basis of analyzing the existing problems of radar equipment support and combined with foreign comprehensive support experience, this paper puts forward the working mechanism of radar equipment integration support, discusses the integration support mechanism from the aspects of support work assignment, work content planning, and operation mechanism, analyzes the technical risk, operational efficiency risk, and cost risk of integration, and introduces the practice of integration support on certain type radar. It can be used for reference for promotion of information equipment integration support.

**Keywords:** radar equipment; integration support; support mechanism

### 0 引言

随着科学技术的发展, 我军装备朝着系统化、信息化、软件化方向发展, 同时面向实战要求的升级改进更加频繁, 给传统的装备保障体制、机制带来挑战。装备保障从粗放向精细、软件化转变, 高新武器装备运用保障能力不足与现实需求之间的矛盾愈发突出<sup>[1]</sup>。装备保障中承制方也投入大量精力, 由于在保障体系中角色不明确, 工作界面缺乏清晰的界定<sup>[2-3]</sup>, 难以发挥出在技术保障、供应保障等方面的优势。笔者以雷达这一比较有代表性的信息化装备为例, 在分析当前雷达装备保障存在的问题和困难基础上, 结合国外综合保障经验<sup>[4]</sup>, 对雷达装备的融合保障定义、保障机制和风险管控进行探讨, 并介绍在某型产品上开展的具体实践, 对研究信息化装备融合保障机制建设有借鉴意义。

### 1 存在的困难及外军融合保障实践

#### 1.1 我军雷达装备保障特点及面临的困难

我军雷达装备保障一直是以用户自行保障为

主, 建立有较完备的三级维修保障体系, 装备承制单位主要是提供备件, 以及对疑难问题提供技术支持。该体制有力地支持了我雷达部队几十年来的发展壮大, 取得了很大成功, 但近些年随着大量新装备的列装, 原有保障体制逐渐显露出诸多不适应。

#### 1) 保障成本的级数化增长压力。

目前维修层级多、各个用户之间的故障信息与备件采办信息难以共享, 备件储备需求多但针对性不强; 信息化装备升级换代频次快, 备件技术状态管理难度大; 新型装备对备件贮存、维修条件、技能和工装要求高。为满足保障需求, 在基础设施建设、能力建设等大项保障开支方面存在和地方工业部门之间重复建设的问题。

#### 2) 保障能力难以持续的压力。

雷达装备遵循信息技术的摩尔定律, 硬件电路变化快, 基于任务的软件设计存在持续改进的内在要求。保障能力要适应装备特点, 不仅要求修旧如旧, 而且要具备和装备性能持续提升相适应的保障能力持续提升; 相对于机械化装备, 新型雷达装备

收稿日期: 2019-07-11; 修回日期: 2019-08-29

作者简介: 钟 辉(1976—), 男, 山东人, 硕士, 高工, 从事雷达总体、电磁兼容、综合保障等设计研究。E-mail: Zhonghui76@163.com。

对维修保障场地要求更细、更严,比如静电防护、洁净空间、环境控制、保障测试设备定时计量检定等。部队形成稳定的高技能维护保障团队面临很多困难。

### 3) 保障效率难以提高的压力。

装备保障为作战行动服务,实时性是对保障的最重要要求。雷达装备,存在若干软件和硬件耦合问题,且受运用方法、操作技巧、情报判读和工作场景等影响,装备性能确认、故障判别、故障定位困难,需要从业人员既具有丰富的操作使用知识,又要对装备原理理解较为透彻。保障贯穿装备运用、维护和维修,孤立地强调强化用户条件建设难以满足提高保障效率的要求。

### 4) 装备性能持续提升需求难以落实。

现有保障模式,更多强调的是“修旧如旧”,但雷达装备的工作波形、信号处理算法和情报处理算法等在保持硬件基本不变条件下,可以根据不同运用场景做适应性改进,从而实现更优的装备性能。以保持已有技术状态为目标的保障模式显然无法满足此类装备保障要求。装备性能持续提升的内在要求,无法在现有机制下通过管理部门、用户、工业部门的协同工作得到高效实现。

解决雷达装备保障中存在的问题,可以在新时期装备融合发展大背景下创新工作思路,走出一条充分发挥各方优势的融合保障之路。

## 1.2 外军保障实践

美军率先提出装备综合保障概念。在 1964 年颁布的 DODI4100.35《系统和设备的综合后勤保障要求》中首先提出了“综合后勤保障”(ILS)的概念,后又制定了 MIL-HDBK502《采办后勤》和 MIL-PRF49506《后勤管理信息》。前者是军用标准 MIL-STD-1388-1A 的实施指南,后者对实施指南中涉及的数据进行了详细定义<sup>[5]</sup>。欧洲航空航天与国防工业协会(ASD)和美国航空航天工业协会(AIA)携手开发 S 系列规范,并于 2009 年推出 S3000L,是目前综合保障领域较新的 LSA 标准。

美军设置专职人员负责综合保障、从全寿命周期考虑装备的保障问题,以规范的文件明确保障服务的主体与内容。美国的装备采办为国防部集中统一领导和各军兵种分散实施相结合的体制,通过法规与协议规定承制方的保障服务。陆军、海军和空军作为最终用户,参与整个采办过程并进行监督;工业部门是装备和保障服务的主要承包商。美军的

一体化保障,具有开展时间长、体系完备规范的特点,实现了高度的融合。

## 2 雷达装备融合保障

雷达装备融合保障是坚持军方主导、统筹规划、战力优先、平战结合、互利互惠的原则,实现军地保障能力统筹、资源共享、技术共用、性能持续提升的目标,集成、高效、低成本完成装备保障任务的过程。

雷达装备融合保障的关键在于充分发挥装备承研单位、承制合同企业等地方保障力量的优势,提高装备保障军事效益;重点在于创新保障方法、完善保障政策法规和优化配置各方保障资源,着力破解当前雷达装备保障困难,促进协调健康发展。

## 3 融合保障机制建设

雷达装备融合保障是一个系统工程,需要从组织领导、制度优化、机制完善、保障标准化体系和风险管控等方面协调推进<sup>[6]</sup>。笔者重点讨论保障机制完善和保障风险管控 2 方面构想。

### 3.1 保障机制完善

根据装备组成类别不同,分类制定不同的保障机制,比如雷达平台车辆、电站等机械类装备仍沿用目前保障机制,而电子设备类试行融合保障机制。

#### 1) 融合保障机制工作分工。

部队用户:负责基层级维修、维护保障,包括预防性维修工作、统筹管理保障资源;负责装备使用、故障信息记录,提出保障资源配套需求,整理上报装备改进需求等。

承研单位:在研制阶段完成装备保障方案编制,提出保障资源需求,并经用户方确认;负责用户故障返修件维修;响应用户的改进需求,并提出改进方案参与能力提升项目研制;为用户提供持续的服务保障和技术培训。

专业保障单位:是融合保障中可能会逐步成长起来的法人实体,应具备相应的保障资质,响应用户方年度保障任务需求,提出保障方案,完成改进研制。

#### 2) 不同阶段保障工作内容规划。

装备研制、交付阶段,沿用目前的通行保障做法,即编制保障方案、研究确定保障资源、规划配套保障设备、完成交付阶段初始培训等。为降低全寿命周期保障费用,改变以往研制专用保障设备的思路,对需求量大的保障设备单独开展招标研制,

扩大通用保障设备比例，控制保障费用增长。开展全军通用型装备保障信息网络建设，借助物联网技术将保障资源入网管控，使保障资源可视化运行。装备不同阶段保障内容规划如图 1 所示。

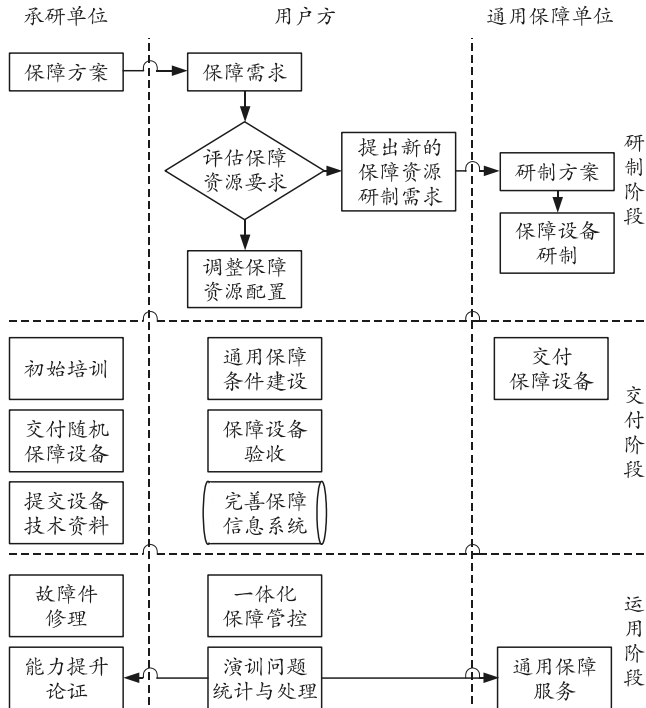


图 1 装备不同阶段保障内容规划

### 3) 融合保障运行机制。

融合保障可以借鉴装备研制的合同制管理模式，尝试合同单位服务保障模式。

以雷达装备为例，国内雷达生产厂家众多，技术能力参差不齐，目前主要是各厂家负责各自生产装备的技术支持与保障。该模式既不利于用户选择最佳合作伙伴，又不利于推动保障工作走向专业化，可以先在各个军兵种试行按照装备类别统筹遴选保障合作伙伴，然后在全军推广，逐步提高装备保障的集约化水平。雷达装备平时保障工作协作流程，可细分为需求梳理与确立子流程、保障协作执行子流程见图 2、图 3。根据装备年度演训特点，可以设定每年的某个时段为需求梳理时段，并由作战、技术等部门专家组成评审小组甄别确定年度需解决的优先技术问题，形成能力提升项目需求，发布改进要求；根据演训中暴露出来的问题，确定通用保障需求，参考保障单位既往保障完成情况和具体需求，遴选确定保障单位，完成年度保障任务。将能力提升和通用保障在年度任务中分类实施，协同推进装备能力持续提升和保障的专业化发展。

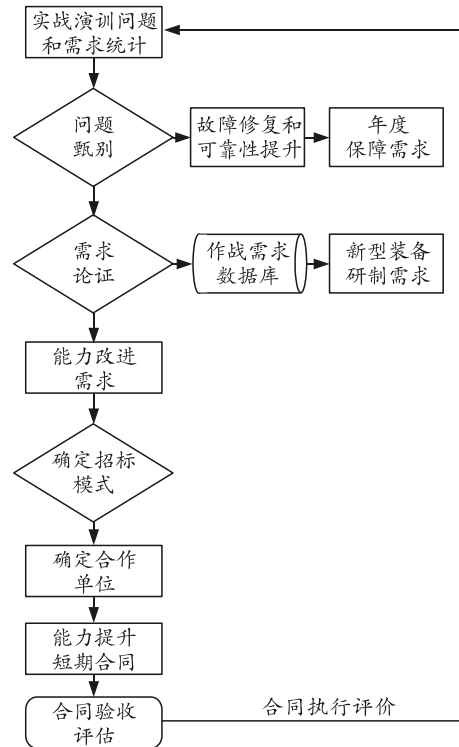


图 2 保障需求和能力提升需求梳理流程

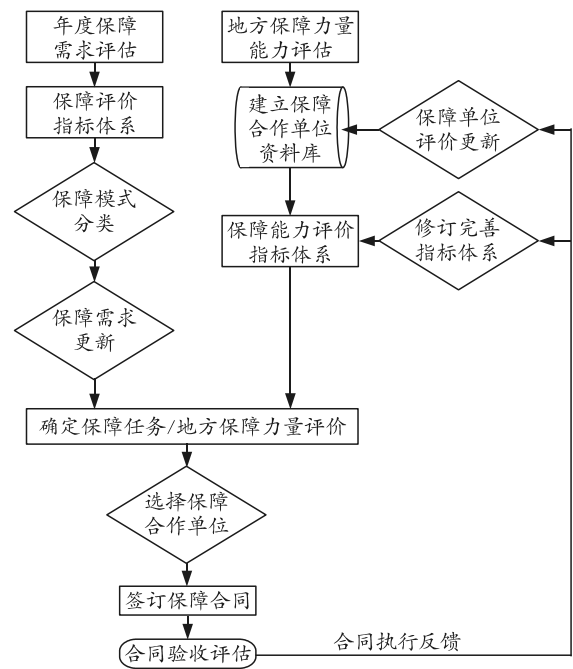


图 3 装备平时保障流程

战时保障，在平时保障工作中遴选保障任务完成好、能力突出的单位，参照预备役管理模式开展针对性训练，包括保障业务、战场防护和武器使用等；战时保障更强调效率，地方保障力量战时保障重点在于专业训练设置和投放模式、部署地点的研究。

### 3.2 保障风险管控

融合保障是一种新的模式,做好运行中的各类风险管控是确保成功的关键。该模式突破长期以来形成的“自成体系、自我保障”格局,需完成任务重新划分、人员重新培训和利益重新调整等,风险管控就是要对在这个过程中可能出现的各种技术、管理风险进行识别,提出应对措施。借鉴层次分析及法<sup>[7]</sup>,对雷达装备融合保障中容易出现的几类典型风险进行分析。

#### 1) 技术风险。

性能风险:雷达装备性能主要取决于雷达天线、接收机、发射机和信号处理的性能。管控性能风险:① 将合同制保障设备技术指标进行细致分解并列入验收测试项目(参照产品研制技术资料将产品技术指标进行细致分解不难实现);② 做好首套鉴定,即新进入的合同制单位完成某型雷达维修保障后需完成首套性能鉴定,固化其修理保障技术状态;③ 对能力提升项目履行鉴定验收。

工艺风险:由原承制单位参加的工艺审查专家组组成,对保障单位维修保障工艺设计、工艺条件等进行审查,使保障单位工艺条件满足雷达保障需求。

器材风险:① 建立器材预警机制,对面临停产器材由保障单位根据年度保障需求做好储备;② 根据预警信息,定期组织召开器材替代审查,保障器材替代的顺利实现。根据器材替代影响,合理确定审查等级,提高器材替代审查效率。

技术状态风险:对雷达装备来讲,除了硬件技术状态,更关键的是软件技术状态,可结合保障信息系统、软件配置管理系统做好维修保障中的软件状态管控,建立雷达装备软件状态台账;通过抓融合中的标准化作业来降低技术状态管控风险。

修理能力:在确定保障单位时首先会根据拟承担的保障任务对保障单位修理能力进行审查,因此修理能力风险较小。

#### 2) 作战效能风险。

战时动员能力风险:根据我国相关法律法规,在战争等特殊情况下,不仅有民参军的相关制度授权,而且参与装备保障的单位在平时保障中需要结合战时保障进行预备役性质的专业化训练;因此,该项风险可以忽略。

技术参数泄露风险:参与保障单位都需要通过相关军工承制单位保密资格认证,且保障单位往往

是专业负责某一单机保障,发生技术参数泄露从而危及装备安全风险较低。

保障责任划分风险:在签署保障合同时即已经对保障界面做了清晰界定,对单机类故障不存在责任划分问题;对整机性、系统性故障的判定,则可以逐步在型号研制中细化测试性要求来实现,化解后期保障风险。

性能下降风险:在保障的技术风险中已进行了描述。

保障实时性风险:采用融合保障模式,军地双方责任界面清晰,降低了用户基层级保障压力,调动了地方参与装备保障的积极性,地方单位在履行合同中为实现其承诺和经济利益能够积极响应用户保障需求。

#### 3) 运行成本风险。

采用融合保障后,使以往隐性的保障支出显性化,可以根据对现有保障体系运行费用、保障备件采购维修费用、保障合同费用等的统计,确定改进后运行成本的上线;保障模式的改进,可以使现有保障体系中继级、基地级等修理场所内的高级技术人员充实部队保障一线,保障资源前移,保障层级扁平化运行,降低保障成本。

## 4 融合保障实践

针对某新型雷达装备列装初期暴露问题比较多的情况,在机关支持下,多家工业部门包括雷达厂家,与部队用户一起实行融合保障模式。主要做法包括:1) 成立融合保障协调小组,统筹决策工作中的重大事项;2) 召开年度保障工作例会梳理保障需求,明确需要解决的技术问题,并纳入改进研制合同;3) 建立远程支援专家系统保密网络,提供远程技术支持,数据共享;4) 各方协调确定备件保障清单,分别完成初始备件采购和维修保障器材储备;5) 地方单位组成精干保障小组随行重大任务保障。运行近 8 年来,部队备件采购经费大幅下降,3~5 人的常态化前方支援小组很好地完成了装备日常保障任务,既保障了装备完好率,又破除了工业部门长期持续保障负担过重的问题,取得了较好的效果。

## 5 结论

针对雷达装备保障中存在问题 and 装备特点,笔者提出融合保障机制建议,从保障工作分工、内容规划以及运行机制等方面进行探讨,分析融合保障中的技术、作战效能和成本风险,并介绍在某型产

品开展的融合保障实践。融合保障是雷达装备精细化保障的有益探索，可解决用户维修保障的瓶颈问题，降低信息化装备对用户维修保障能力要求，将用户精力转向装备使用，更好地发挥装备效能。融合保障是个系统工程，很难一蹴而就，选择标志性产品循序渐进推进融合保障试点，助力融合保障这个大工程是不错的方法。

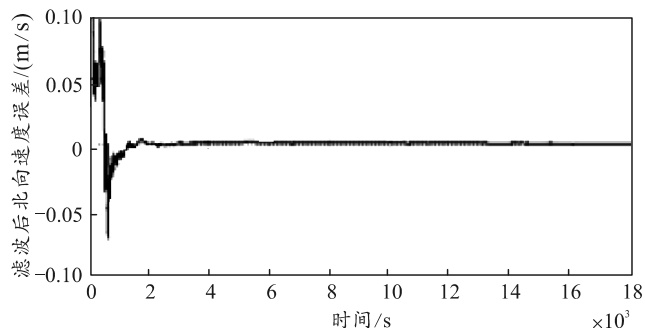
### 参考文献：

- [1] 舒正平. 军民一体化装备维修保障建设研究[M]. 北京：国防工业出版社, 2012: 44-58.
- [2] 谢峰, 孙江生, 代冬升, 等. 基于用例的装备保障数据

- 仓库功能设计[J]. 兵工自动化, 2015, 34(1): 89-92.
- [3] 王春颖, 潘璠, 孙文军. 航空军交运输融合保障机制建设研究[J]. 国防交通工程与技术, 2011, 9(5): 8-10.
- [4] 冯健, 吴志飞, 邢焕革. 美军和俄军装备维修保障工作对我军的启示[J]. 海军工程大学学报(综合版), 2016, 13(3): 69-71.
- [5] 黄傲林, 李庆民, 黎铁冰. 综合保障工程数据标准化与实现[J]. 四川兵工学报, 2014, 35(1): 54-56.
- [6] 刘志勇, 姚俊金, 赵美. 高新装备融合维修保障风险评估方法[J]. 兵工自动化, 2016, 35(6): 27-30.
- [7] 韩朝帅, 王坤, 潘恩超, 等. 融合下防化装备的保障模式探索[J]. 兵工自动化, 2017, 36(1): 17-21.

\*\*\*\*\*

(上接第 8 页)



(b) 滤波后北向速度误差

图 7 SINS/BDII 组合导航速度误差

由仿真结果可以看出：基于飞行手柄生成的轨迹数据在经过 SINS 导航系统解算后，导航定位误差会随着时间的增加不断积累。而较之于纯 SINS 导航系统，轨迹数据经过 SINS/BDII 组合导航系统仿真后，导航速度、位置精度都不同程度地得以提高。

## 5 结论

笔者利用飞控仿真系统模拟出真实飞行轨迹数据，采用双子样旋转矢量 SINS 导航算法、SINS/BDII 组合导航算法对轨迹数据进行仿真。结果表明：通过飞控仿真系统模拟出的真实飞机运动

轨迹数据，在经过 SINS 导航仿真后，误差精度会随时间不断增加，逐渐发散；轨迹数据经过 SINS/BDII 组合导航仿真后很好地抑制了误差随时间发散的情况，验证了笔者设计的组合导航算法的正确性，也说明了基于飞控仿真系统生成的飞行轨迹真实有效，可以应用于 SINS、SINS/BDII 等导航算法的研究过程，具有实际的工程应用价值。

### 参考文献：

- [1] 张天一. BDII-SINS 组合导航在某型导弹中的应用研究[D]. 北京：北京理工大学, 2016: 3.
- [2] 林琳. SINS/GPS 组合导航方法研究[D]. 哈尔滨：哈尔滨工业大学, 2007: 10.
- [3] 聂水茹. 高动态环境下捷联惯导的优化算法研究[D]. 西安：西北工业大学, 2003: 35-52.
- [4] 严恭敏. 捷联惯导算法及车载组合导航系统研究[D]. 西安：西北工业大学, 2004: 7-21.
- [5] 秦永元. 惯性导航[M]. 北京：科学出版社, 2014: 311-316.
- [6] 徐景硕, 李路革, 陈震, 等. 一种新的导航系统仿真轨迹设计方法[J]. 测控技术, 2013, 32(5): 138-142.
- [7] 秦永元. 卡尔曼滤波与组合导航原理[M]. 西安：西北工业大学出版社, 2015: 33-35.