

武器装备售后保障资源优化配置与调度技术应用

赵施斌¹ 李旭斌²

上海航天电子技术研究所 201108

【摘要】文章基于武器装备售后保障的主要需求,系统地分析售后保障资源的类型和配置的原则,深入地分析资源优化配置和调度的关键技术,并结合应用场景创建优化模型,探讨技术落地的路径,借助案例来验证技术的可行性和有效性,给提升武器装备售后保障能力、降低保障成本提供更多参考。

【关键词】武器装备; 售后保障; 资源优化; 调度技术

Application of Technology for Optimizing and Scheduling Resources in After-Sales Support for Weapon Equipment by

Zhao Shibin¹ Li Xubin²

Shanghai Aerospace Electronic Technology Research Institute 201108

【Abstract】This paper addresses the core requirements of weapon equipment after-sales support by systematically analyzing the types of after-sales support resources and their allocation principles. It delves into the key technologies for optimizing resource allocation and scheduling, and develops an optimization model based on practical application scenarios. The study explores pathways for implementing these technologies and validates their feasibility and effectiveness through case studies, providing valuable references for enhancing after-sales support capabilities and reducing support costs in the weapon equipment sector.

【Key words】Weapon systems; After-sales support; Resource optimization; Scheduling technology

随着信息化和智能化技术在武器装备领域应用得愈发广泛,装备的技术复杂度有了大幅提升,这就对于售后保障的时效性、精准性和协调性提出了更高的要求,不仅要能够保障装备在出现故障的时候能够快速的响应、高效地修复,也要实现保障资源的科学分配和高效利用,避免资源的浪费和保障的缺位。目前,我国的武器装备售后保障工作已经取得了较大进展,但是在资源配置和调度方面尚存在一些问题。在这样的背景之下,研究武器装备售后保障资源优化配置和调度技术的应用,有着非常重要的现实意义。

一、武器装备售后保障资源概述

(一) 售后保障资源的类型

武器装备售后保障资源具体是指,为了实现装备售后保障任务的相关必备资源的统称,按照不同的性质和用途,被分为四大类^[1]:

- 1、人力保障资源。主要包含专业的维修技术人员、技术支持人员和培训人员等,是售后保障工作的主要执行者;
- 2、物理保障资源。主要包含备件资源、维修设备资源和保障设施资源等;
- 3、财力保障资源。主要包含售后保障经费、备件采购经费、设备更新经费和人员培训经费等,是售后保障工作能够正常开展的资金支撑;
- 4、技术保障资源。主要包含保障技术标准、故障诊断技术、维修技术和信息管理技术等,是提升售后保障智能化水平的主要支撑。

(二) 售后保障资源配置的原则

武器装备售后保障资源的配置需要按照装备的作战需求、技术特点和部署分布等情况,遵循以下基本原则,以此保障资源配置的科学性和合理性^[2]。

1、战备优先原则。武器装备的售后保障主要目标为保障装备战备的完好性,所以,在资源配置方面要优先地满足一些重点装备和核心区域对于保障的需求,并保障在突发情况之下能够快速的响应、高效的保障,最大程度的降低装备故障对于作战效能的影响;

2、供需匹配原则。资源的配置要基于保障的需求开展精准的预测,以此实现保障资源和需求之间的动态平衡,避免资源被积压或者短缺;

3、高效协同原则。各类保障资源需要实现协同和联动,打破资源的壁垒,提升资源的利用率;

4、动态化原则。武器装备在部署、使用状态和技术升级等都会导致保障的需求发生变化,所以资源的配置要建立动态化的调整机制,按照保障需求的变化及时地优化资源的分配方案、调整资源的布局,保证资源配置能够始终适应保障工作的需求。

二、武器装备售后保障资源优化配置技术

(一) 保障需求预测技术

保障需求预测是资源优化配置的基础,主要是借助分析历史数据和装备的状态等信息,精准地预测未来一段时间之内的保障需求,给资源的配置提供更多的数据支撑。现阶段,

较为常用的需求预测技术主要包含传统统计预测技术和智能预测技术两类。

传统的统计预测技术主要是基于历史数据所开展的统计分析,主要包含时间序列分析法、回归分析法等。其中,时间序列分析法借助分析保障需求的历史时间序列的数据,挖掘出需求的变化规律,从而预测出未来的需求,适合用在需求变化相对较为稳定的场景中,如常规装备的易损件需求的预测;而回归分析法借助分析保障需求和影响因素之间的线性或者非线性的关系,创建回归的模型,进而实现需求的预测,较为适合用在影响因素比较明确的场景中。传统的统计预测技术有着原理简单、计算便捷的优势,但是对于一些复杂场景和突发需求的医学精度比较低。

智能预测技术借助人工智能和大数据等的技术,可以有效地处理一些复杂且非线性的保障需求数据,提升预测的精度,较为适合用在智能化、复杂化的转喂保障需求预测汇中。较为常用的智能预测技术主要包含神经网络预测技术、机器学习预测技术和PHM融合预测技术。其中,神经网络预测技术主要借助创建多层的神经网络模型,模拟保障需求和影响因素之间的复杂关系,可以自适应处理非线性的数据,预测的精度比较高;机器学习预测技术借助对历史数据的训练,挖掘数据背后的规律,以此实现需求的精准预测,较为使用数据量大且影响因素复杂的场景中;PHM融合预测技术融合了装备故障预测和健康管理数据,实时地监测装备的状态,预测装备故障发生的时间和位置,从而精准的预测出备件需求和维修的任务量,进而实现“事前预测、精准保障”。

(二) 资源分配优化技术

资源分配优化技术是实现保障资源合理分配的主要方式,其主要目的是创建优化模型,并在约束的条件之下实现资源分配的最优目标。按照保障资源的类型和配置的场景,较为常用的资源分配优化技术主要包含整数规划技术、遗传算法和离散化海鸥算法等。

整数规划技术主要用在解决离散型资源分配问题上,例如人力和备件等资源的分配。借助把资源分配的问题转换成整数规划的模型,明确决策的变量、目标函数和约束的条件,借助求解模型得到最佳的资源分配方案。

遗传算法是一种基于生物进化理论的启发式优化算法,较为适用于复杂且多目标的资源分配优化问题中。其主要的目的是借助模拟生物的遗传、变异和选择的过程,对于资源的分配方案开展迭代和优化,最终得到最佳的方案。该算法有着全局搜索能力较强、处理多目标优化问题的优势,较为适用于多个区域、多种装备和多资源的协同分配场景中。

离散化海鸥算法是一种新型的智能优化算法,借助模拟海鸥的觅食和迁徙的行为,实现对于优化问题的求解,有着收敛速度快且寻优效果好等的优势,较为适用于资源调度和分配的优化。

(三) 库存优化技术

库存优化是物力保障资源优化配置的重点,其主要方式为借助优化备件和耗材等资源库存水平来实现“既满足保障需求,又降低库存成本”的目标,避免了库存的积压和短缺。

较为常用的库存优化技术主要为ABC分类管理技术、库存控制模型优化技术等。

ABC分类管理技术主要按照备件的实际重要程度、消耗的频率和价值等因素,把备件分为A、B、C三个类别。其中A类的备件为关键且价值较高的备件,消耗的频率较高,需要重点的管理,使用精准库存控制对策,保证库存充足且不积压;B类的备件则是一般重要的备件,价值为中等,消耗的频率也为适中,使用常规的库存控制对策;C类的备件为辅助和低价值的备件,消耗的频率较低,可以适当降低库存的水平,减少库存的成本。借助ABC分类管理,可以实现备件库存的精细化管理,在提升库存资源的利用率的同时降低库存的成本。

库存控制模型优化技术则为借助创建库存控制模型,确定备件的订货点和订货批量及安全库存等参数来实现库存的动态优化。较为常用的库存控制模型包含经济订货批量(EOQ)模型、定期订货模型和定量订货模型等等。其中,EOQ模型借助计算最优的订货批量来实现库存成本的最低化;定期订货模型则借助设定固定的订货周期,定期的检查库存的水平,补充库存,较为适用于需求波动比较大的备件;而定量订货模型借助设定固定的订货点,在库存的水平低于订货点的时候,启动订货的流程,较为适用于需求相对来讲未定的备件。结合智能预测技术,能够实现库存参数的动态化调整,从而进一步的提升库存优化的精准程度。

三、武器装备售后保障资源调度技术

(一) 智能调度算法

智能调度算法是资源调度的主要技术,可以实现调度方案的快速优化,进而提升调度的效率。按照武器装备售后保障对于调度的需求,较为常用的智能调度算法包含遗传算法、粒子群优化算法、改进型多旅行商问题(MTSP)算法和作业车间调度(JSP)算法等

粒子群优化算法是一种基于群体智能的优化算法,借助模拟粒子的飞行行为,实现对于调度方案的迭代和优化,有着收敛速度快且计算复杂程度低等的优势,较为适用在路径优化和资源调配等的场景中。改进型MTSP算法则主要用于多保障单元和多任务地点中的调度问题,借助优化保障单元的任务分配和行驶路径,实现保障总时间最短的目标。传统的MTSP算法并不考虑保障单元在任务地点的实际停留时间,而改进型的MTSP算法则把保障单元的保障所用时间纳入考虑的范围,更加贴合实际保障场景。JSP算法是一种经典的作业调度算法,主要用在解决多个工序和多台机器的调度问题,近些年较被迁移地应用在装备保障的资源调度中。在装备保障中,把保障任务看作“工件”,把维修的设备和人员看作“机器”,借助JSP算法优化保障任务的实际执行顺序和资源的分配,进而实现保障效率的最大化。

(二) 协同调度技术

武器装备的售后保障常常会涉及多个区域、多个部门和

多种类型的资源之间协同与配合,所以,协同调度技术也成了提升调度效能的关键。协同调度技术借助创建协同调度体系,来实现不同的区域和类型的保障资源在信息上的共享、协同和联动,打破了资源的壁垒,提升了调度的协同性和高效性。

协同调度体系主要包含了三个层面:

1、区域协同调度。主要针对跨区域保障的需求,创建区域之间资源调度的协同机制,来实现保障资源的跨区域调配;

2、部门协同调度。强化售后保障部门、装备使用单位、备件供应商和维修企业等多方面的协同与配合,创建信息共享平台,进而实现保障任务、资源状态和需求信息的实时共享,保证调度指令的快速传达和执行;

3、资源协同调度。主要实现人力、物力和街胡思等相关资源的协同与配合。

军民融合协同调度是协同调度技术的主要应用方向,借助整合军队保障资源和地方企业的资源来实现优势的互补,从而提升保障的能力。

(三) 可视化调度技术

可视化的调度技术借助大数据、物联网和地理信息系统(GIS)等技术,实现保障资源、保障任务和调度路径等信息的可视化展示和实时的监控,为调度决策提供更为直观且准确的支持,提升调度决策的科学性和及时性。

可视化调度平台是可视化调度技术的主要载体,其主要功能为:

1、资源状态的可视化,实时地展示相关保障资源的实际分布位置、数量和状态,方便相关调度人员能够快速掌握资源的实际情况;

2、任务状态的可视化,实时地展示保障任务的进度、优先等级和执行的情况,各方面相关调度人员及时地跟踪任务的进展,调整调度的方案;

3、路径可视化,结合GIS技术,展示调度路径的实时路况、行驶时间等,优化调度的路径,缩短响应的时间;

4、异常预警可视化,在出现资源短缺、任务烟雾和装备故障等异常情况的时候,及时地发出预警的信号,提升相关调度人员及时地处理。

四、武器装备售后保障资源优化配置与调度技术的实际应用

(一) 创建保障需求预测模型。

参考文献

- [1]于乃生,邵世纲,周国,等.以用户为中心,全面提升装备综合保障能力[J].航天工业管理,2022,(S1):8-12.
[2]魏天航,原鹏尧,邵世纲,等.基于区域化的装备售后服务保障模式研究[J].价值工程,2022,41(18):46-48.

结合所在地的历史故障数据、使用时间和环境等信息,使用PHM融合预测技术和神经网络预测技术,创建备件需求和维修任务量的预测模型。借助传感器实时采集装备状态数据,结合历史故障的案例,预测装备故障的发生时间和位置,从而精准地医学备件的需求和维修的工作量,给资源的配置提供数据上的支持。如,针对跟随系统的故障,借助SVM-ANN混合模型开展故障的诊断和预测,提升需求预测的精准程度。

(二) 优化保障资源的分配方案。

按照需求预测的结果,使用整数规划和离散化海鸥算法,创建资源分配的优化模型,以此明确备件、维修人员和维修设备等资源的分配数量和布局。把后方的仓库作为区域保障的中心,对于区域之内的备件资源开展统一的管理,使用ABC分类管理技术,对于关键的备件、一般备件和辅助备件进行分类的管理,优化库存的水平。在此基础上,按照装备数据的数量和故障的规律,合理地分配维修人员和设备,进而实现资源的供需匹配。

(三) 创建智能调度体系

借助可视化的调度平台,整合区域之内的保障资源信息和任务的信息,使用改进型的MTSP算法和JSP算法,创建协同调度模型。在某一处出现故障的时候,调度平台实时地接收到故障的信息,结合资源分布的实际情况,优化相关维修人员和设备及备件的调度路径,实现跨区域资源的协同调配。与此同时,构建军民融合协同调度机制,邀请装备的生产厂家中的专家提供远程的技术支持,提升故障的修复效率。

(四) 建立动态化的优化机制

定期地收集保障工作数据,分析资源配置和调度方案的实际执行效果,结合装备技术的升级和部署调整等情况,动态调整需求预测模型和资源分配方案及调度对策,保证资源配置和调度能够始终适应保障需求的变化。

结束语:

武器装备售后保障资源的优化配置和调度,是提升装备战备完好性并降低保障成本的主要抓手,更是适配信息化和智能化装备发展的必然要求。未来,需要结合物联网和数字孪生等新技术的深度融合,完善动态化和智能化的保障体系,切实提升武器装备售后保障的精准性、高效性和协同性,给装备作战效能的充分发挥筑牢保障的根基。