

基于智能仓储AGV技术的雷弹信息化技术保障系统研究

张 炜¹, 王思卿^{1*}, 丰少伟²

¹中国人民解放军92555部队, 上海

²海军工程大学舰船与海洋学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2024年12月26日; 录用日期: 2025年1月17日; 发布日期: 2025年1月28日

摘要

随着科技的迅猛发展, 传统雷弹技术保障系统在贮存运输、人员要求、协调难度以及应对信息化作战需求等方面暴露出诸多问题。本研究提出一种基于智能仓储AGV技术的雷弹信息化技术保障系统, 详细阐述其优势, 包括商业化应用成熟、保障标准稳定且安全等特点。深入分析该系统的构建, 涵盖传统保障系统模型与基于AGV技术的新型保障系统模型对比。最后对未来发展方向进行展望, 指出无人化保障将实现智能化升级、保障结构扁平化以及具备更高鲁棒性特质, 为雷弹技术保障在信息化作战条件下的发展提供了重要的理论与实践参考。

关键词

雷弹技术保障, 智能仓储, 自动导引车(AGV), 信息化技术保障系统

Research on the Information Technology Guarantee System of Mine Bomb Based on Intelligent Storage AGV Technology

Wei Zhang¹, Siqing Wang^{1*}, Shaowei Feng²

¹Unit No. 92555 of the PLA, Shanghai

²College of Naval Architecture and Ocean, Naval University of Engineering, Wuhan Hubei

Received: Dec. 26th, 2024; accepted: Jan. 17th, 2025; published: Jan. 28th, 2025

Abstract

With the rapid advancement of technology, the traditional mine bomb technical guarantee system

*通讯作者。

文章引用: 张炜, 王思卿, 丰少伟. 基于智能仓储AGV技术的雷弹信息化技术保障系统研究[J]. 管理科学与工程, 2025, 14(1): 245-253. DOI: [10.12677/mse.2025.141025](https://doi.org/10.12677/mse.2025.141025)

has manifested numerous issues in aspects such as storage and transportation, personnel requirements, coordination complexity, and the capacity to meet the demands of information warfare. This study proposes a mine bomb information technology guarantee system based on intelligent storage AGV technology, meticulously elaborating on its advantages, which include a mature commercial application, standardized and stable support, as well as enhanced safety. It conducts an in-depth exploration of the system's construction, encompassing a comparison between the traditional guarantee system model and the novel model underpinned by AGV technology. Finally, it envisions the future development direction, highlighting that unmanned support will bring about intelligent enhancements, flattened guarantee architectures, and greater robustness, thus furnishing crucial theoretical and practical references for the evolution of mine and bomb technical support within the context of information warfare.

Keywords

Mine Bomb Technology and Guarantee, Intelligent Storage, Automated Guided Vehicle (AGV), Information Technology Guarantee System

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在当今时代，科技以磅礴之势迅猛发展，犹如汹涌浪潮，不断冲击和重塑着各个领域的格局。其中，物联网技术的崛起更是如同一颗璀璨明珠，闪耀夺目，其影响力如涟漪般迅速扩散，深度渗透至各行各业[1]。互联网电商领域便是深受其影响的典型代表，经历着深刻而全面的变革。随着网络购物的普及，电商业务量呈现出爆炸式增长，海量客户的诉求也变得日益多样化[2]。在这种背景下，传统仓储模式逐渐暴露出其固有的局限性，显得力不从心，难以承载如此庞大且复杂的物流需求。

而物联网技术所构建的智能仓储系统，恰似一把破局之钥，为仓储物流行业带来了蓬勃发展的契机与广阔无垠的空间[3]。智能仓储系统凭借其先进的技术和创新的模式，为行业注入了前所未有的活力，引领着仓储物流朝着智能化、高效化的方向大步迈进。在智能仓储的众多关键技术之中，无人驾驶的自动导引车(Automated Guided Vehicle, AGV)脱颖而出，成为最为引人注目的存在。它在智能仓储的构建过程中发挥着极为广泛且关键的作用，其工作原理与运行模式充满了智能化与自动化的魅力[4]。如图1所示，在仓储环境中，AGV宛如一位智能先锋，凭借预设的指令以及敏锐感知的环境信息，精准无误地穿梭于林立的货架之间，高效地完成货物搬运任务，为仓储流程注入了源源不断的活力与动力。



Figure 1. AGV technology for intelligent warehousing

图 1. 智能仓储 AGV 技术

传统仓储分拣作业主要依赖人工操作，这种方式效率低下，尤其在面对大规模任务时，极易出现差错，给管理工作带来诸多风险和挑战。与之形成鲜明对比的是自动化仓储模式，在这一模式中，AGV无疑是核心关键要素。当AGV将货物运输至特定区域后，仓储管理系统(Warehouse Management System, WMS)便会迅速启动其强大的数据分析功能，对货物信息进行深入剖析，进而生成详细的任务清单，并精准调度AGV按照最优路径和流程完成后续任务[5]。AGV系统在WMS的精心调度下，展现出强大的算法优化能力，它能够依据仓储布局的特点、货物流量的实时变化以及运输路径的复杂状况等多方面因素进行综合考量，动态调整自身的运行策略，从而极大地提升运输效率，有力地推动仓储物流行业迈向高效智能化的崭新阶段[6]。

雷弹技术保障在军事后勤保障领域占据着举足轻重且特殊的地位，其本质可归结为特殊的仓储调度工作，肩负着保障战斗舰艇战斗力的神圣使命。在战时，雷弹的应急供应效率直接关乎海上作战行动的持续性，是决定战争胜负的关键因素之一。倘若雷弹供应出现延误，舰艇极有可能陷入缺弹的困境，进而导致作战行动受阻甚至失败。因此，深入研究基于智能仓储AGV技术的雷弹信息化保障系统显得尤为紧迫且重要。这一研究在军事理论层面，有望丰富和完善后勤保障学说，为军事战略决策提供更为坚实的理论支撑；在工程实践领域，对于构建科学高效的雷弹保障体系具有深远意义，能为国家的海防事业以及军事战略布局提供强有力的支撑，有效捍卫国家的海洋权益与领土安全。

2. 基于智能仓储AGV技术的雷弹信息化技术保障系统优点

雷弹作为一种特殊且危险的军事装备，因其独特的性质，在种类上呈现出繁多的特点，型号、规格以及用途各有差异[7]。其保障工作涉及多个复杂环节，包括存储、运输、维修等，每个环节对环境条件和人员素质都有着颇高的要求，以下是其主要面临的难点：

其一，贮存运输条件极为严苛。雷弹储存环境必须保持清洁、干燥且通风状况良好，室内温度的控制精度要求极高，需严格维持在 $20^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$ 的范围内，同时相对湿度不得超过70%。储存空间的设施配备遵循严格的标准规范，例如必须采用防爆电器，以防止电气故障引发爆炸事故，地面需铺设防静电地坪或导电橡胶板，从而有效消除静电隐患，确保储存过程的安全性[8]。在运输环节，车速的限定需要依据路况以及雷弹类型进行精准判断，车队行驶间距、路线规划以及载重平衡等方面均设有明确而细致的规范要求，以保障运输过程的安全稳定，避免因运输不当引发危险后果。

其二，保障人员专业要求达到极高水平。雷弹保障工作具有高度的专业性和复杂性，需要专业骨干凭借深厚扎实的专业知识以及丰富多样的实践经验全程提供指导，并制定科学合理、严谨细致的规划方案[9]。同时，为确保保障人员能够紧跟技术发展前沿，及时掌握最新的技术、工艺与操作规范，需要定期组织他们前往科研院校、维修保障单位以及生产厂家进行深入的交流学习。然而在实际操作过程中，由于人员能力、经验水平参差不齐以及对标准理解程度的差异，导致执行标准难以统一，存在参差不齐的现象，这使得在未来高科技作战背景下，难以满足对标准化、体系化保障的严苛需求，甚至可能在关键时刻对作战效能产生严重影响，危及作战任务的顺利完成。

其三，需求多元致使协调难度急剧增加。在军事作战的前出阶段，码头分布呈现出分散的态势，其建设规模大小不一，设施完备程度和装卸能力也存在千差万别，水文情况如水位变化、水流速度以及潮汐规律等同样各具特点[10]。同时，海上作战平台种类丰富多样，对雷弹保障在数量、型号以及配送时间等方面提出了更高且更为多样化的要求。这种复杂的情况使得在实际保障工作中，精准统筹协调分散的码头资源与不同作战平台的多样化需求、合理分配资源变得极为困难，需克服众多复杂因素的制约，确保雷弹保障工作的高效有序开展。

其四，信息化作战下雷弹消耗巨大且时效要求极高。现代信息化作战模式使战场形态发生了深刻变

革，呈现出扁平化、碎片化的特点，作战节奏显著加快，高强度、零散精确打击已成为常态。这一作战模式对雷弹保障提出了特殊的要求，不仅需要在短时间内提供大量的雷弹，而且保障时效必须得到严格保证[11]。若无法及时满足作战需求，可能导致作战行动延误，甚至使整个作战计划陷入失败的困境，对战争局势产生不利影响。

鉴于传统人力保障模式已难以适应现代化作战对雷弹保障提出的严苛需求，积极探索信息化无人保障系统已成为当务之急。而基于智能仓储的 AGV 技术恰好能够有效应对这些难题，展现出诸多显著优点：

一方面，商业化应用成熟度高。该技术在民用领域已经得到了淘宝、京东等大型物流公司的广泛应用，并且成功经受住了双十一、618 等物流高峰的严峻考验，有力地保障了上亿数量级货物的高效调度[11]。这充分证明了其具备极强的稳定性与适用性，在应对大规模、高复杂度物流任务方面表现出色。当应用于部队雷弹保障时，可以充分借鉴民用危险品仓储建设过程中积累的丰富经验，由于已经存在大量成功的实践案例可供参考，技术相对成熟，能够实现快速推广和高效架设，有效缩短建设周期，同时降低建设过程中可能面临的风险，为雷弹保障系统的快速构建和稳定运行提供坚实保障。

另一方面，保障标准且稳定可靠。自动化仓储借助 AGV 对雷弹与备件进行处理，通过系统精密的调度机制和先进的优化算法，严格依照既定的规章制度将其准确无误地运至指定位置。整个保障过程不受个人标准差异以及执行能力波动的影响，各个环节均严格遵循预设的标准规范，从而确保保障工作高度一致且准确无误[12]。并且保障过程稳定可靠，不会因组织管理不善或人员操作失误导致保障时长出现波动不定的情况，全程处于可控状态，操作步骤清晰明确，数据信息完整可追溯，便于进行有效的管理和监督，为雷弹保障工作提供了可靠的质量保证。

再者，保障过程安全性显著提升。雷弹本身具有极高的危险性，传统保障模式一旦发生意外，极易造成重大人员伤亡、财产损失，并对军事战略产生严重影响。而采用 AGV 技术可实现全程无人化操作，大幅降低了人员伤亡风险，有效保护了保障人员的生命安全[13]。即便遭遇意外情况，如敌方攻击致使部分 AGV 受损或保障流程中断，由于 AGV 具备工业化规模生产的能力，能够迅速补充保障力量，及时恢复保障流程，确保保障任务的连续稳定进行，有效提升了保障体系的安全性与抗风险能力，使其在复杂多变的作战环境中依然能够稳定运行，为雷弹保障任务的顺利完成提供有力支持。

3. 基于智能仓储 AGV 技术的雷弹信息化技术保障系统构建

3.1. 传统基于人力的雷弹技术保障系统模型

传统的雷弹技术保障系统模型呈现出一种层级分明、分工明确的结构特征，其运作流程涉及多个关键环节，各环节紧密相连、相互协作，共同构成了一个复杂而有序的保障体系，传统雷弹技术保障系统模型如图 2 所示。

在雷弹信息技术保障系统中，雷弹保障指挥中心无疑是整个系统的核心枢纽，犹如人体的大脑，掌控着全局的信息流动与任务分配[14]。其首要的任务是对雷弹任务的各项关键信息进行精准登记，包括所属区域、对应部队以及保障类型等详细内容。这些信息是后续任务分配和执行的重要依据，任何一点细微的差错都可能导致保障工作的混乱或延误。指挥中心在接收技术保障任务后，会依据保障种类、优先级等多维度因素对任务进行细致梳理，如同精心编织一张有序的任务网络，将杂乱无章的任务整理成清晰明确的任务队列。随后，根据科学合理的优化条件，结合各下属技术保障中心的实际情况，将任务合理分配至相应的中心。

技术保障中心承担着执行具体保障任务的重任，其工作流程同样严谨而复杂。为了更好地应对不断变化的任务需求，技术保障中心会定期更新任务队列，例如每隔特定时长，就会深入分析过往数据，从

历史任务执行情况中挖掘有价值的信息，同时结合对当前军事态势的精准研判，预测后续保障任务的详细情况，涵盖数量变化趋势、类型分布特点等关键要素。在分配任务时，严格遵循优先等级原则，优先处理那些对作战行动至关重要的紧要任务。同时，充分考量各保障中心的维修效率差异，以及与任务需求点之间的距离远近，力求在最短的时间内、以最低的成本完成任务，减少运输耗时与成本，从而提升整体保障效率[15]。为了确保任务分配的科学性和合理性，技术保障中心还构建了全面的评价指标体系，从任务时效、资源利用、保障质量等多个关键方面对任务分配结果进行全面评估，通过精确的计算和分析，精准预测每个任务在执行过程中的排队等待时间，以便提前做好应对措施，防止因等待时间过长而延误战机，确保保障工作的及时性和有效性[16]。

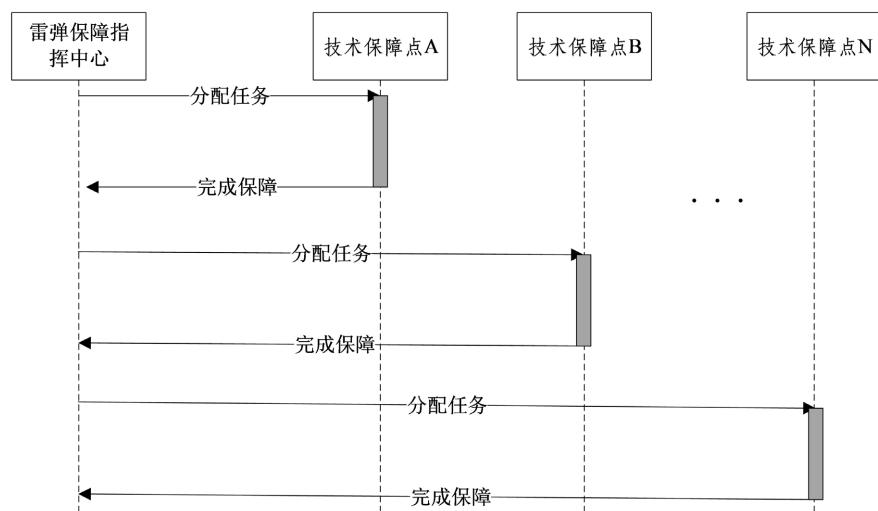


Figure 2. Model of the traditional technical guarantee system for mine bomb
图 2. 传统雷弹技术保障系统模型

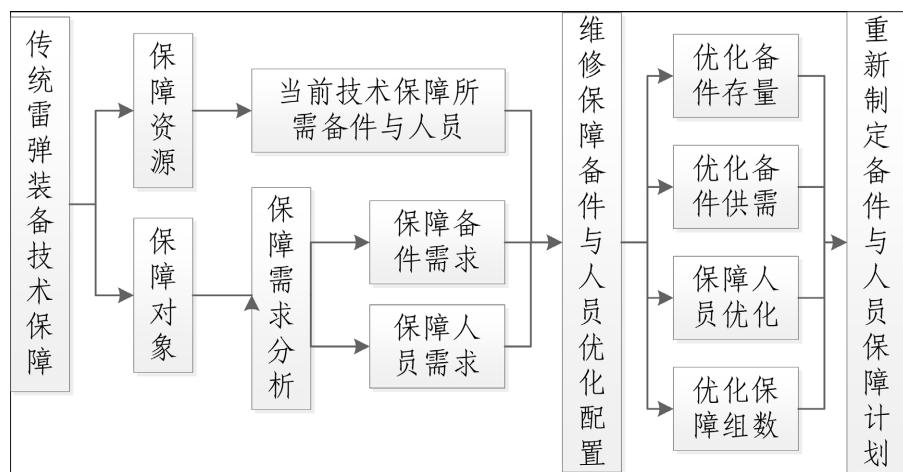


Figure 3. Configuration process of technical guarantee stations
图 3. 技术保障站点配置流程

技术保障站点则是保障任务的具体实施单元，依据指挥中心下达的详细任务方案及相关关键参数开展工作。这些参数犹如一把把钥匙，分别开启了保障工作各个方面的大门，涵盖雷弹数量决定了保障规模的大小，保障任务量反映了工作的复杂程度，备品备件需求率指导着备件储备的规划，配送距离影响

着配送规划的制定,保障人员需求关乎人员配置的合理性,额定技术准备时间则对任务进度管理起着关键的约束作用[17]。技术保障站点根据这些参数,按照特定的优化条件高效配置资源,根据各保障点的实际能力和任务负荷情况,合理分配保障人员,确保每个岗位的人员技能与任务需求相匹配,从而实现高效作业。同时,精准分配备品备件至各资源储备点,保障供应充足且分布合理,减少备件取用时间,如同为保障系统打造了一条畅通无阻的“物资高速公路”,增强了雷弹保障系统的整体效率与可靠性,为雷弹技术保障工作筑牢了坚实的站点与资源根基[18]。单个技术保障站点的配置流程如图3所示,从接收任务开始,经一系列严谨的步骤,最终实现资源优化配置和任务有效执行。

3.2. 基于智能仓储 AGV 技术的雷弹信息化技术保障系统模型

本创新型系统通过在各个技术保障站点引入先进的 AGV 技术,实现了无人仓储的雷弹及备品备件的智能化调度,这一变革彻底改变了传统保障模式,为雷弹保障工作注入了新的活力和效率。具体而言,系统通过雷弹保障指挥中心对任务进行全面规划与深度优化,将以往对人员的依赖转化为对 AVG 这种特殊资源的高效利用。借助 AVG 强大的自动化搬运和精准定位能力,将需要保障的雷弹资源与备件进行紧密绑定,形成一个有机的整体,如同打造了一个个智能“保障单元”,并对整个保障流程进行统一优化,确保各个环节无缝衔接、高效运行。具体系统模型如图 4 所示,清晰展示了各组成部分之间的协同关系和信息交互流程。

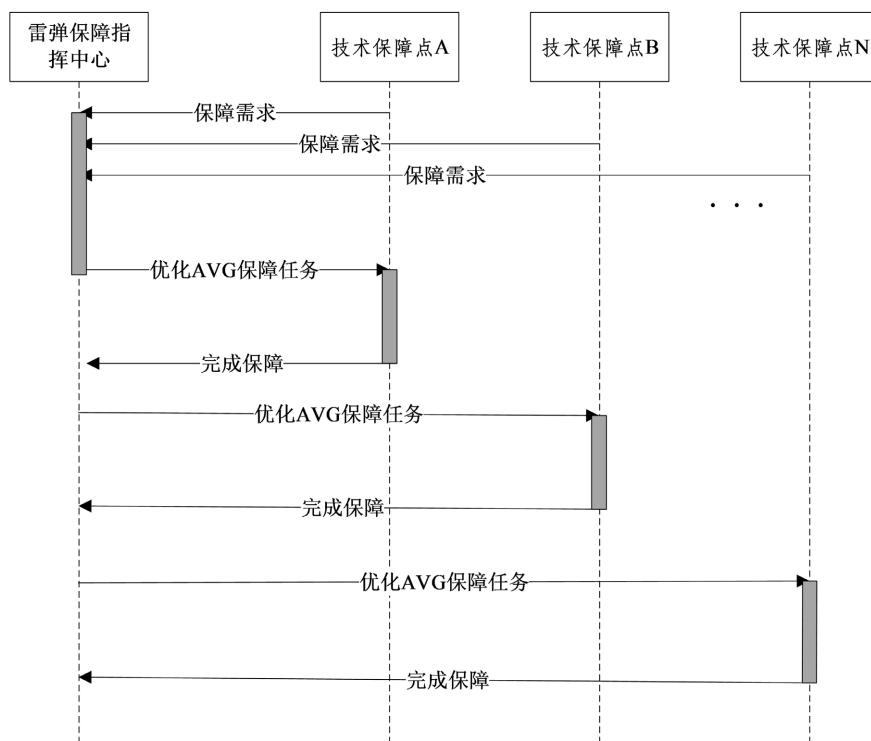


Figure 4. Model of the mine bomb technical guarantee system based on the AGV technology for intelligent warehousing

图 4. 基于智能仓储 AGV 技术雷弹技术保障系统模型

对于每个技术保障点而言,由于采用了基于智能仓储 AGV 技术实现了无人化操作,从而能够对需求配置进行最优化管理,充分挖掘系统的潜力。改进的技术保障点配置流程,具体如图 5 所示。体现了这一创新模式的优势。在这一流程中,首先将保障资源与保障对象进行深度整合,统一装载于雷弹的 VGA

设备中, 实现资源的集中管理和高效利用。然后, 通过指挥中心强大的统一算法优化与统一调度算法, 打破了传统保障模式中的层级壁垒和信息孤岛, 实现流程的扁平化与简单化。原本复杂繁琐的任务分配和资源调配过程变得简洁高效, 信息传递更加迅速准确, 决策执行更加及时有力, 大大提高了保障系统的响应速度和灵活性, 能够更好地适应现代战争对雷弹保障快速、精准的要求。

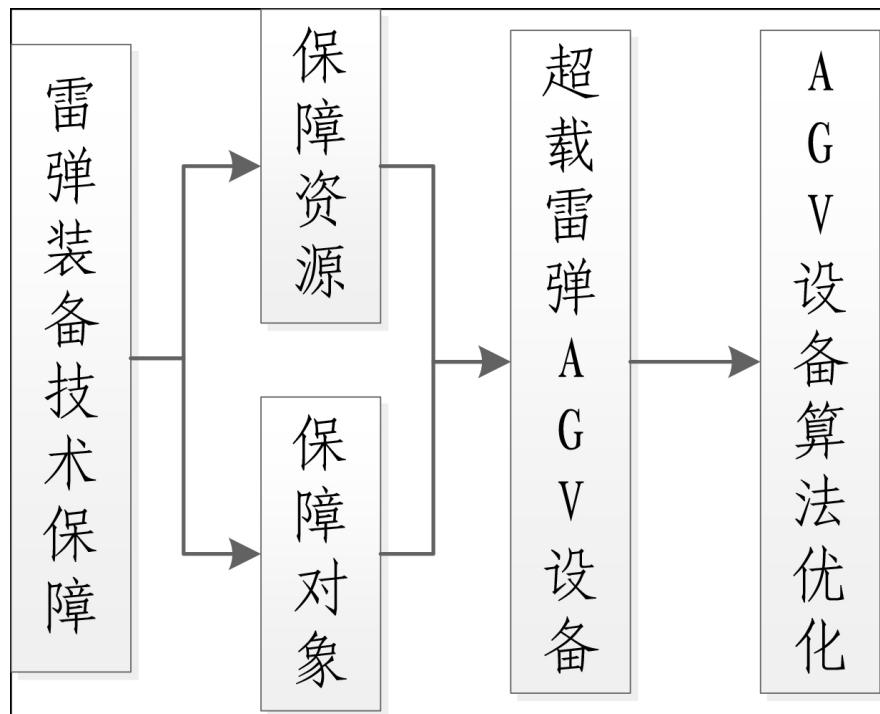


Figure 5. Improved configuration process of technical guarantee points
图 5. 改进的技术保障点配置流程

4. 未来的发展方向

现阶段, 传统雷弹技术保障在长期的发展历程中已逐步构建起相对完备的能力体系, 然而, 当我们尝试将民用市场中已然成熟的智能仓储 AGV 技术引入雷弹技术保障领域时, 却不可避免地面临着诸多严峻挑战, 存在不少亟待后续深入改进与完善之处。尽管如此, 在无人化、集成化与一体化保障这一强劲浪潮的有力推动下, 从传统人力保障模式向先进的无人保障模式转型已然成为势不可挡的发展大势, 其展现出的优势主要体现在以下几个关键方面:

其一, 实现智能化升级。无人化保障模式将与前沿的人工智能技术实现深度融合, 借助机器学习强大的数据处理和分析能力, 对每一次雷弹保障方案进行全方位、多层次的数据挖掘与深入剖析。通过对海量历史数据以及实时反馈信息的综合处理, 系统能够从中提炼出有价值的规律和模式, 进而达成雷弹保障方案的一键式便捷生成。这一创新模式具有高度的灵活性和适应性, 可依据不同作战场景所呈现出的特定需求, 智能化地生成与之精准匹配的应对预案。无论是复杂多变的战场环境, 还是多样化的作战任务要求, 该系统都能够迅速做出响应, 为战斗舰艇提供更为精准、高效的雷弹支持, 显著提升作战效能, 确保在关键时刻能够发挥关键作用。

其二, 达成保障结构扁平化。针对当前传统的多层级雷弹保障模式中普遍存在的信息传递滞后、指挥协调复杂等突出问题, 我们可以充分依托超算中心所具备的强大计算能力与海量数据处理能力, 构建起一套统一高效的调度体系。这一体系能够对辖区内所有 AGV 进行全方位、精细化的精准调度, 打破传

统层级结构所带来的信息壁垒和指挥不畅的困境。如此一来，在圆满完成大规模作战任务雷弹保障需求的同时，也能够将保障触角精准延伸至连营级基层作战单位，实现对个体作战单元的个性化、精准化保障。这不仅有效缩短了保障链路，减少了信息传递的时间损耗和误差累积，提高了保障效率与响应速度，使雷弹保障资源能够更加迅速、直接地投入到最需要的作战一线，而且增强了整个保障体系的灵活性和适应性，确保在面对各种复杂多变的战场情况时都能够快速调整保障策略，满足作战需求。

其三，具备更高鲁棒性特质。当位于战斗前线的雷弹保障站点不幸遭遇敌方攻击或因意外情况导致损毁时，超算中心将迅速发挥其作为核心枢纽的关键作用。基于对周边保障网络节点的实时监测与全面数据分析，超算中心能够在极短时间内对附近节点的保障算法进行重新规划与优化调整，动态重新划定各保障站点的辖区范围，确保雷弹保障任务的连续性与稳定性不受影响，保障流程能够得以快速恢复。即使在个别 AGV 遭受破坏的情况下，由于 AGV 具备工业化规模生产的优势，能够在短时间内快速补充受损的 AGV 设备，及时填补保障力量的缺口，从而有效保障了整个雷弹保障体系在复杂恶劣战场环境下的抗干扰能力与持续作战能力。这一特性为海上作战行动的顺利推进提供了坚实可靠的后勤保障基石，使作战部队在面临各种挑战时都能够保持稳定的战斗力，增强了军事行动的胜算和战略优势。

5. 结语

雷弹技术保障是战时舰艇的关键支撑，关乎作战的高效进行与任务的成功达成。它涵盖存储、运输、维修等多环节，各环节紧密相连，构成复杂体系，对舰艇火力持续及作战体系稳定意义重大。

本文引入智能仓储 AGV 技术优化传统保障系统，分析 AGV 技术解决传统难题的优势，阐述新型保障系统构建原理，对比新旧模型差异，展示新模型提升保障效率和可靠性的方式。还对无人化智能雷弹技术保障的未来进行展望，明确其在无人化等趋势下借助新技术实现多方面发展的方向。本研究为后续无人化智能雷弹技术保障研究筑牢基础，为军事后勤保障领域技术创新与战略发展提供指引，助力提升军队作战效能与战略优势，以适应未来信息化战争需求。

参考文献

- [1] 李超. 基于动态任务链的智能仓储多 AGV 调度系统研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2023.
- [2] 席建峰, 赵建忠, 邓建球, 等. 基于全寿命周期保障的机载导弹设备质量管理[J]. 设备管理与维修, 2017(10): 32-33.
- [3] 那立民, 张建军, 庞广智. 国外水中兵器保障性试验条件发展现状[J]. 数字海洋与水下攻防, 2019, 2(5): 72-77.
- [4] 罗亮, 张向东, 郭锋, 等. 加快推进陆军装备维修保障转型建设的思考[J]. 军事交通学院学报, 2021, 23(2): 45-49.
- [5] 吴文友, 唐海龙, 盘其华. 智能化战争装备维修保障体系构建[J]. 军事交通学报, 2022, 1(8): 43-47, 51.
- [6] 吴晗. 基于物联网 RFID 的智能仓储系统软件设计[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京邮电大学, 2021.
- [7] 于风竺, 张博, 高骞. 舰船装备维修保障基础数据体系建设及维护方法研究[J]. 海军工程大学学报(综合版), 2020, 17(2): 53-58.
- [8] 王洪铃, 谭功全, 李静, 等. 改进麻雀搜索算法的 AGV 路径规划[J]. 无线电工程, 2023, 53(8): 1917-1924.
- [9] 肖骅, 张天宇, 罗凯文, 等. 军事物流无人化物资保障实验室建设探索与实践——基于综合演练实践能力评价[J]. 物流科技, 2022, 45(12): 143-145, 177.
- [10] 周强, 吴迪, 郑伟. 基于大数据的雷弹保障需求预测方法研究[J]. 兵器装备工程学报, 2018, 39(10): 110-114.
- [11] 李明, 王华, 张峰. 信息化作战条件下雷弹保障面临的挑战与对策[J]. 国防科技, 2017, 38(5): 78-82.
- [12] 刘梅, 陈杰, 杨阳. 智能仓储 AGV 的电池管理系统研究[J]. 电源技术, 2022, 46(3): 311-315.
- [13] 黄强, 林伟, 朱明. 雷弹贮存环境监控系统设计与实现[J]. 传感器与微系统, 2021, 40(4): 101-104, 108.
- [14] 陈刚, 赵亮, 宋飞. 基于虚拟仿真的雷弹保障训练系统开发[J]. 系统仿真学报, 2020, 32(8): 1481-1487.

-
- [15] 张宇, 刘星, 李阳. 物联网技术在雷弹保障中的应用探索[J]. 物联网技术, 2019, 9(6): 115-117, 120.
 - [16] 王浩, 马强, 刘辉. 智能仓储 AGV 的定位与导航技术综述[J]. 自动化仪表, 2018, 39(7): 1-5, 10.
 - [17] 孙悦, 胡晓峰, 李刚. 无人化保障体系下雷弹配送策略研究[J]. 军事运筹与系统工程, 2023, 37(1): 63-68.
 - [18] 许杰, 陈龙, 赵鹏. 雷弹技术保障人员能力素质模型构建[J]. 海军航空工程学院学报, 2022, 37(2): 245-249.