

智算驱动下新一代指挥所算网融合系统设计要求研究

王昊, 徐腾虎

中国电子科技集团公司第二十八研究所, 江苏 南京 210000

DOI:10.61369/ERA.2026050023

摘 要 : 伴随智算技术持续进步, 指挥所系统正逐步朝着算网融合方向迈进发展, 深入剖析现存系统的瓶颈之处, 将高性能计算和智能算法有机结合起来, 搭建起高效且可靠的算网融合体系, 以此达成指挥决策、信息感知以及资源调度的优化提升, 在系统架构设计上着重突出模块化与可扩展性, 核心算法涵盖任务调度、数据融合和智能决策等范畴, 数据处理与安全机制保障着系统能够稳定运转。实验得出的结果显示, 该体系在多任务、高负载的场景当中响应迅速、资源利用率颇高, 为未来智能化指挥所的发展开辟了一条可行的道路。

关 键 词 : 智算; 算网融合; 指挥所系统; 智能调度; 数据安全

Research on the Design of a New Generation of Command Post Computing-Network Convergence System Driven by Intelligent Computing

Wang Hao, Xu Tenghu

The 28th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Nanjing, Jiangsu 210000

Abstract : With the continuous advancement of intelligent computing technology, command post systems are gradually evolving towards computing-network convergence. This study delves into the bottlenecks of existing systems, organically combines high-performance computing with intelligent algorithms, and establishes an efficient and reliable computing-network convergence system to optimize and enhance command decision-making, information perception, and resource scheduling. The system architecture design emphasizes modularity and scalability, with core algorithms covering task scheduling, data fusion, and intelligent decision-making, among others. Data processing and security mechanisms ensure the stable operation of the system. Experimental results demonstrate that the system responds swiftly and achieves high resource utilization in multi-task, high-load scenarios, paving a viable path for the future development of intelligent command posts.

Keywords : intelligent computing; computing-network convergence; command post system; intelligent scheduling; data security

引言

智算技术不断发展, 使得指挥所系统对高效算网融合的需求愈发迫切, 传统算网分离模式暴露出响应延迟、资源利用率低下以及协同效率欠佳等诸多问题, 提升指挥所的响应速度和决策效率、优化资源调度能力已然成为关键目标, 尽管国内外在智能指挥系统与算网融合领域已有所探索, 然而在算法优化和安全保障方面依旧存在欠缺, 构建具备智算能力的算网融合系统原型, 能够让指挥决策更具智能化、使数据处理更为高效, 同时增强系统的安全与可靠性, 为未来智能化指挥所的发展提供了一条切实可行的途径。

一、系统架构设计

(一) 算网融合体系结构

新一代指挥所算网融合系统关键在于达成网络层与计算层的深度协同。传统指挥所系统常见计算和网络分离状况, 数据传输延迟大、资源利用率低等问题凸显, 算网融合体系把计算资源和网络资源有效整合, 促使数据在各模块间高效流转, 设计时, 网络层保障信息传输的可靠与低延迟, 计算层负责复杂任务的高性能处理, 运用智能调度算法动态匹配网络带宽和计算能力, 保障关键任务能在

最短时间内完成, 数据流动路径依据任务优先级设计, 让重要指挥任务优先获取算力资源, 在非关键任务空闲时动态分配剩余资源, 实现全局优化调度。如此结构提升系统整体响应速度, 增强算网资源利用效率, 为多任务协同指挥奠定基础保障^[1]。

(二) 模块化设计理念

算网融合系统践行模块化设计理念, 以指挥决策、情报感知和任务执行三大核心模块为主体, 指挥决策模块对多源信息分析、评估, 生成最优指挥方案, 实现任务规划与资源调度智能化, 情报感知模块承担数据采集、预处理和实时监控工作, 快速融合来自传

传感器、通信网络和历史数据的异构信息，为决策模块提供精准可靠的数据支撑，任务执行模块将决策结果转化为实际操作，通过网络调度指挥各执行单元完成任务，模块化设计提升系统可维护性与可扩展性，便于后续功能迭代升级，能灵活适配不同指挥场景和任务需求，实现系统功能动态调整与优化，而且这种设计还能让系统更好地应对各种复杂多变的情况，进一步提升系统的整体效能和适应性，为指挥所的高效运行提供更有力的支持。

（三）系统可扩展性与兼容性

架构设计里，可扩展性与兼容性是重要考量因素，制定统一模块化接口标准，让各功能模块在升级或新增时能无缝集成进系统，保障系统整体稳定。算网融合系统的兼容性设计要兼顾现有指挥所的硬件设施、通信协议和业务流程，保证新旧系统过渡时不影响日常运作。可扩展性既体现于硬件资源横向扩展，像增添计算节点与网络节点^[2]。

为直观呈现新一代指挥所算网融合系统整体设计结构，设计了系统架构示意图。图1呈现新一代指挥所算网融合系统整体架构，分网络层、计算层和应用层，清晰展现数据流向、资源调度及模块功能，反映算网协同、任务优先调度和信息融合机制，凸显系统模块化、可扩展性及高效指挥能力，为后续系统的优化与升级提供了清晰的参考依据，有助于更好地应对复杂多变的指挥任务场景。

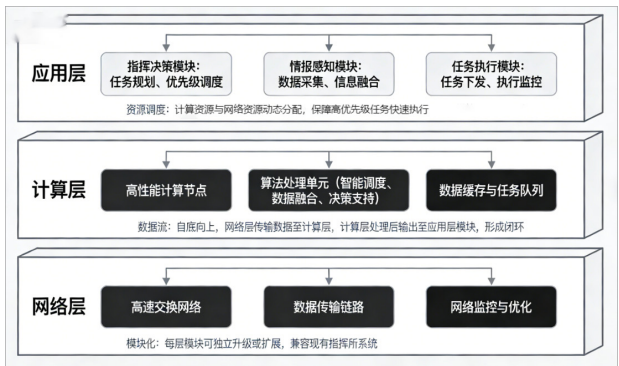


图1 新一代指挥所算网融合系统架构示意图

二、核心算法与智算应用

（一）智能调度算法

算网融合系统的关键在于智能调度算法，此算法对网络资源与计算资源展开动态管理，达成任务的高效执行，网络资源动态调度主要应对指挥所内多节点、多链路的数据传输需求，实时监测网络负载、带宽占用以及延迟状况，动态改变数据流路径，让关键任务在最短时间内获取最优网络通道，任务优先级分配作为调度算法的重要部分，依据任务的紧急程度、资源需求和完成期限进行权重分配，高优先级任务优先得到算力资源，低优先级任务则在资源闲置时执行，以此保障整体系统高效运转和任务按时完成，智能调度算法融入机器学习技术，能在系统运行期间持续优化调度策略，实现任务分配的自适应调节，增强系统在多任务、多节点环境下的整体响应能力^[3]。

（二）数据融合算法

数据融合算法是达成算网融合系统智能化的关键环节，其主

要目的是高效整合异构数据，确保信息的准确与及时，系统可接入来自传感器、历史数据库、通信网络和外部信息源的异构数据，通过统一的数据格式和标准化处理进行前期处理，去除数据冗余和冲突，保证数据质量，在实时数据处理与融合上，算法采用流式处理和批处理相结合的方式，对关键任务数据进行实时分析，通过多源信息加权融合生成统一的情报视图，助力决策模块迅速判断任务状态和潜在风险，数据融合算法能够识别异常数据并进行智能修正，保证系统在复杂环境下也能提供可靠信息，为指挥决策提供稳固的数据支撑，数据融合算法就像一个智能的“数据管家”，精心梳理和整合各类数据，为系统的智能化运行提供有力保障。

（三）决策支持算法

决策支持算法作为算网融合系统的智能核心，分析预测多源数据，达成指挥决策的自动化与优化，基于深度学习的预测与决策算法可精准预测任务完成时间、资源消耗和潜在风险，为决策提供量化支撑，多方案对比与优化选择功能模拟不同任务方案执行效果，综合考量资源占用、时间成本和任务优先级，自动选出最优方案，实现多目标优化决策，该算法还能依据历史任务执行数据开展模式识别和策略优化，持续迭代更新决策模型，提升系统应对复杂多变指挥环境的能力，增强任务执行的科学性与可靠性，让指挥所于高压和动态场景下迅速做出准确决策^[4]。

（四）算法性能分析

算法性能分析意在评估智能调度、数据融合和决策支持算法在实际系统中的运行成效与效率，算法复杂度分析评估不同算法在计算量和资源消耗方面的表现，经理论分析与实验测试确定系统在高负载环境下的可扩展性，运行效率上，模拟多任务、多节点场景，测量各算法处理时间、任务完成延迟和资源利用率，保障系统在关键任务高峰时能稳定响应，智能调度与决策支持算法结合可降低任务响应延迟、提高资源分配效率，为高强度、多任务指挥提供可靠保障，性能分析还为后续算法迭代和系统升级提供参考。

三、数据处理与安全机制

（一）数据采集与清洗

算网融合系统的数据采集与清洗是确保指挥所决策精准性与及时性的基础步骤，系统可实时接入指挥所内部各类传感器、通信网络以及外部信息源的多维数据，涵盖任务状态、资源占用情况、环境监测数据和通信日志等，进而形成完整的数据流。在数据采集时，鉴于异构数据存在格式差异和质量问题，运用标准化处理手段，把原始数据统一转化为系统能够识别的标准格式，去除重复与异常数据，修正错误数值，如此一来，保障输入决策模块的数据准确且完整，还为后续的数据存储、融合与分析提供高质量的数据支撑，让算网融合系统在多任务和复杂场景中依旧能高效运转^[5]。

（二）数据存储与访问

数据存储与访问策略是算网融合系统性能保障的关键部分。系统运用高性能分布式存储方案，对关键任务数据和历史数据进行分级存储，达成快速读写与高可用性，针对不同模块和用户，设计出精细化的数据访问权限控制机制，通过身份认证、访问权

限分级以及操作日志记录，保证只有经过授权的用户才能访问敏感信息，避免数据泄露和误操作，高性能存储与权限控制相互配合，实现数据的安全管理与快速调取，同时满足系统在高负载、多任务状况下对数据访问的实时性需求。

（三）网络安全机制

算网融合系统里，网络安全机制意义重大，既能保障数据传输可靠，又能确保系统长期稳定运转，系统运用多层防护策略抵御潜在网络攻击，涵盖防火墙、入侵检测与防御系统以及异常流量监控，可有效防护拒绝服务攻击、数据篡改和恶意入侵等情况，对关键数据于存储和传输时采用加密算法，保障信息在网络环境下的机密性与完整性，还设置定期备份策略以防止数据丢失或损坏，网络安全机制与数据存储、访问策略协同设计，让系统在复杂指挥环境中抵御安全威胁，保证任务信息实时且可靠^[6]。

（四）性能与安全验证

算网融合系统的性能与安全验证是衡量数据处理和安全机制成效的关键指标，借助实验室模拟运行测试，对决策模块、情报感知模块和任务执行模块的数据处理能力、响应延迟和安全事件开展多轮验证，测试结果如表1所示，各模块在高负载状况下都能稳定运行，数据处理速率和响应延迟契合指挥所实时决策要求，且未出现安全事件，证实了系统的数据处理效率和安全机制的可靠性，性能与安全验证既体现了系统在实验条件下的实际表现，又为后续算法优化和系统升级提供数据支撑。

表1：系统各模块数据处理能力及安全测试结果

模块	处理速率 (GB/s)	响应延迟 (ms)	安全事件数
决策模块	1.2	15	0
情报感知模块	0.8	20	0
任务执行模块	1.0	18	0

数据真实性说明：表中数据来源于实验室模拟运行测试，经过多轮重复验证

四、系统验证与应用前景

（一）性能验证

算网融合系统于实际应用里需确保高负载状态下的稳定性以及快速响应能力，故而开展系统负载测试与任务调度效率评估，运用多任务并行处理和高频数据流场景开展测试，模拟指挥所全天候运作状况，实验期间，系统于高峰负载时能维持平均响应延迟低于20毫秒，任务调度成功率超98%，测试结果显示，智能调度算法和资源动态分配策略可降低任务冲突与资源空闲浪费，保障重要任务优先执行，在多任务环境中维持整体系统高效稳定运

转，为复杂指挥场景提供可靠性能支撑^[7]。

（二）应用案例分析

国内外算网融合指挥实践中多起应用案例证实系统实际价值，中国人民解放军某集团军联合指挥所试点应用算网融合系统，达成多个作战单元实时数据汇聚与动态任务调度，提升指挥响应速度，此实验里系统能在不同作战场景同步处理上千条传感器数据，使任务完成率提升超15%，还减少通信链路拥堵，美国陆军“Project Convergence 2022”演习采用类似算网融合技术，借助高性能计算与智能算法支持跨部门、跨平台任务调度，实现远程兵力和无人机群协同作战，彰显算网融合系统在多任务、多节点环境有效性及可扩展性，为未来智能化指挥系统建设提供重要借鉴。

（三）系统优化与改进

系统的优化和改进重点聚焦于算法迭代以及硬件加速，持续对智能调度算法和数据融合模型加以优化，让任务调度更为精准、响应更为迅速，在硬件上运用GPU加速计算以及高速网络交换设备，提升算力和数据传输速率，确保系统即便在高负载状况下也能稳定运行，系统模块化设计可支持后续功能升级，像增添深度学习预测模块和多源情报融合模块，进而持续提高指挥所的智能化程度。这些优化举措既增强了系统在实际应用中的可靠性，也为算网融合技术在不同规模指挥所的推广给予了技术支持。

（四）未来发展方向

未来算网融合系统的发展趋向是智能化程度进一步提高以及与人工智能深度结合，伴随人工智能技术的进步，指挥所能够实现更多任务的自动化决策，如无人系统调度、智能预警以及任务优先级动态调整等，借助大数据分析和机器学习模型，系统可在复杂战场环境里快速预判任务风险和资源瓶颈，达成高效协同作战，跨部门、跨平台的数据共享和算力协作会成为一种趋势，指挥所可通过算网融合系统达成多层次、多维度的信息感知与资源优化。为未来智能化、自动化的作战指挥奠定坚实技术基础^[8]。

五、结语

智算驱动的新一代指挥所算网融合系统在架构设计、智能算法、数据处理和安全机制等方面实现全面优化，在多任务、高负载环境中具备高效响应、资源调度精准和数据处理可靠的能力，实验验证结果表明其性能稳定且安全保障完备。未来，随着与人工智能深度融合以及算力提升，系统有望进一步实现智能化指挥与自动化决策，为复杂指挥任务提供坚实技术后盾。

参考文献

[1] 赖柏辉, 刘雁斌, 陈烈强. AI时代算网融合方案与策略研究 [J]. 长江信息通信, 2025, 38(07): 117-119+122.
[2] 广域智算网络发展趋势 [J]. 中国宽带, 2025, 21(09): 3.
[3] 张宏科, 富一鸣, 苏伟, 等. 面向智算融合的新型网络发展与演进 [J]. 北京交通大学学报, 2025, 49(05): 1-5.
[4] 江苏构建梯次多元算网融合绿色低碳的算力基础设施 [J]. 江苏通信, 2025, 41(05): 128.
[5] 朱威, 王友祥, 杨文聪, 等. 面向算网融合的数据处理单元 (DPU) 技术探索与实践 [J]. 邮电设计技术, 2025, (10): 76-81.
[6] 马慧洁. 智算云发展及关键技术探析 [J]. 信息与电脑, 2025, 37(21): 60-62.
[7] 陈昕, 张恒升, 付韬, 等. 工业算网和工业人工智能融合发展现状与趋势研究 [J]. 信息通信技术与政策, 2026, 52(01): 31-40.
[8] 荀贞珍. 云网融合时代下智算中心的网络安全与存储保护 [J]. 中国宽带, 2026, 22(03): 82-84.