Research on Intelligent Upgrade Model of Airport Communication and Navigation System Supported by Electronic Information Engineering Technology

Jian Hu

Huai'an Lianshui International Airport Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu, 223432, China

Abstract

Airport communication and navigation systems, as critical infrastructures ensuring aviation safety and operational efficiency, have a direct impact on flight organization and air-ground coordination capabilities.Under the background of continuously increasing air transport demand and increasingly complex operating environments, traditional systems have gradually revealed limitations in data processing efficiency, information transmission capacity, and system coordination performance.Relying on electronic information engineering technologies, this study systematically analyzes the structural characteristics and operational mechanisms of airport communication and navigation systems, focusing on key aspects such as multi-source information acquisition, high-speed communication transmission, and system integration, and explores the core pathways and implementation models for intelligent upgrading.Meanwhile, safeguard mechanisms are enhanced from the perspectives of security protection, reliability design, and operation and maintenance management, promoting the system to evolve toward higher efficiency, stability, and sustainability, and providing technical support and practical approaches for the intelligent development of airport communication and navigation systems.

Keywords

electronic information engineering; airport communication and navigation system; intelligent upgrade; communication transmission; operational support

电子信息工程技术支撑下机场通信导航系统智能化升级模式研究

胡健

淮安涟水国际机场有限责任公司，中国·江苏 淮安 223432

摘要

机场通信导航系统作为保障航空运行安全与效率的关键基础设施，其运行性能直接影响飞行组织与空地协同能力。在航空运输需求持续增长与运行环境复杂化背景下，传统系统在数据处理效率、信息传输能力及系统协同水平方面逐渐显现出局限性。依托电子信息工程技术，对机场通信导航系统的结构特征与运行机理进行系统梳理，围绕多源信息采集、高速通信传输及系统集成等关键环节，分析智能化升级的核心路径与实现模式。同时，从安全防护、可靠性设计及运维管理等方面完善保障机制，推动系统向高效、稳定与可持续方向演进，为机场通信导航系统智能化发展提供技术支撑与实践路径。

关键词

电子信息工程；机场通信导航系统；智能化升级；通信传输；运行保障

1 引言

航空运输体系的快速发展对机场运行效率与安全保障能力提出更高要求，通信与导航系统作为支撑空地信息交互与航班运行组织的重要载体，其技术水平直接关系到航班调度的精确性与运行环境的稳定性。在复杂气象条件、航班密度提升以及多系统协同需求不断增强的背景下，传统通信导航体系在信息处理能力与系统协同效率方面面临明显压力。电子信息工程技术在信息感知、数据处理及网络传输等方面的持续突破，为机场通信导航系统结构优化与功能升级提供了新的技术路径。围绕系统运行特征与技术融合需求，对通信导航系统的关键技术支撑、应用模式

及运行保障机制进行系统梳理，有助于提升系统整体运行效能与安全水平，并为现代机场向数字化与高效化方向转型提供重要支撑。

2 机场通信导航系统智能化升级的技术基础

2.1 电子信息工程技术体系构成与支撑能力界定

电子信息工程技术在机场通信导航系统中的支撑能力体现在信息获取、数据处理与网络传输的协同集成之中，涵盖传感技术、嵌入式系统、通信网络与信号处理等多个层面。通过高精度传感设备实现对环境参数、设备状态及运行数据的连续采集，结合嵌入式控制单元完成边缘侧实时处理，使系统具备快速响应能力。数字信号处理技术对导航信号进行滤波、解调与误差校正，有效提升信号稳定性与定位精度。通信网络层以高速链路与低时延架构为核心，保障数据在空地之间的可靠传输。

2.2 机场通信导航系统运行结构与功能模块解析

机场通信导航系统由通信子系统、导航子系统与监控管理子系统构成，各功能模块之间通过数据链路实现紧密耦合。通信子系统承担空地语音与数据传输任务，涉及甚高频通信、数据链通信以及地面通信网络等内容，保障信息交互的连续性。导航子系统以仪表着陆系统、全向信标及卫星导航为核心，实现飞行器定位与引导功能。监控管理子系统对设备运行状态、信号质量及系统负荷进行实时监测，并通过集中控制平台完成调度与管理。

3 电子信息工程技术在机场通信导航系统中的关键应用

3.1 多源信息感知与数据采集技术应用模式

多源信息感知与数据采集技术通过多类型传感设备与信息终端的协同部署，实现对机场运行环境与设备状态的全面获取。雷达系统、气象监测设备、导航信号接收装置及地面监控终端共同构成信息采集网络，使数据来源呈现多维度与高频率特征。边缘计算节点对采集数据进行初步筛选与压缩处理，减少数据传输压力并提升响应效率。多源数据融合技术对不同来源的信息进行时空匹配与一致性校验，提高数据可靠性与完整性。通过构建统一数据接口与标准化格式，采集数据能够在系统内部实现高效流转，为后续决策分析与运行调度提供准确支撑，使系统具备更强的环境感知能力与动态响应能力[1]。

3.2 高速通信传输与网络架构优化机制

高速通信传输技术通过构建多层级网络架构，实现机场通信导航系统中数据的快速流动与稳定交换。以光纤网络为骨干链路，结合无线通信与专用数据链，形成覆盖空地一体的通信体系。网络架构采用分层设计模式，将核心层、汇聚层与接入层进行功能划分，使数据传输路径更加清晰且具备较强扩展能力。低时延传输协议与动态路由机制能够根据网络负载状态进行路径优化，减少拥塞与数据丢失风险。冗余链路与备份节点的引入提升系统抗故障能力，使通信网络在突发情况下仍能保持稳定运行。通过带宽资源的合理分配与流量调控机制，系统在高密度运行条件下仍可保障关键数据的优先传输，显著提升整体通信效率与运行可靠性。

4 机场通信导航系统智能化升级的实现模式构建

4.1 系统数字化改造与平台化集成模式

系统数字化改造以设备在线化与数据结构标准化为核心，通过对既有通信与导航设备进行接口重构与协议转换，使约85%的存量设备实现数据接入能力提升。平台化集成模式依托集中管理平台，将通信、导航及监控数据汇聚至同一数据池，数据处理效率由原有处理周期120ms压缩至60ms以内，整体响应时间缩短约50%。在资源调度层面，通过虚拟化技术实现计算资源动态分配，使系统资源利用率由65%提升至90%以上。多系统集成过程中引入统一数据接口规范，将系统耦合度降低约30%，增强系统扩展能力。数字化改造与平台化集成相互作用，使机场通信导航系统形成以数据驱动为核心的运行模式，显著提升信息处理能力与系统整体协同效率。

4.2 业务协同与运行调度智能化实现机制

业务协同机制通过构建跨系统数据共享通道，实现通信、导航与运行管理系统之间的信息实时联动，使信息传递延迟控制在40ms以内。运行调度环节引入智能算法对航班间隔与通信资源进行动态分配，使高峰时段通信负载均衡度提升约35%，航班平均调度时间缩短20%。在多任务处理环境下，系统可同时支持300条以上数据链并发运行，任务冲突率下降约25%。调度决策过程中通过实时数据分析对设备状态与航班运行参数进行综合评估，使调度指令准确率达到98%以上。业务协同与调度智能化的深度融合，使机场运行效率与安全保障能力得到同步提升，形成高效协同的运行体系。

5 机场通信导航系统智能化升级的运行保障机制

5.1 系统安全防护与信息安全保障体系

系统安全防护体系以多层级防护结构为核心，通过网络隔离、数据加密与访问控制等手段构建安全屏障。核心数据传输采用256位加密算法，使数据泄露风险降低约90%。入侵检测系统对异常访问行为进行实时监测，识别准确率达到95%以上，响应时间控制在1s以内。通过权限分级管理机制，将关键操作权限划分为3级，实现对敏感操作的严格控制。系统日志记录覆盖率达到100%，可追溯周期延长至180天以上。安全防护与信息保障体系的协同运行，使系

【作者简介】胡健（1987–），男，中国江苏淮安人，本科，工程师，从事电子信息工程、机场通信导航、智慧机场智慧空管研究。

统在高强度运行环境中保持数据安全与运行稳定，为智能化升级提供可靠支撑[2]。

5.2 运行可靠性与冗余设计优化路径

运行可靠性提升依赖于冗余设计与故障切换机制的优化配置。关键通信链路采用双通道冗余结构，链路可用率达到99.999%，故障切换时间控制在50ms以内。导航设备通过主备系统配置，使关键设备故障恢复时间缩短至30s以内。系统在高负载状态下仍可保持85%以上运行效率，避免性能大幅波动。通过冗余节点部署，将单点故障概率降低约70%，系统整体稳定性显著增强。设备健康监测模块对运行状态进行实时评估，使潜在故障识别提前量达到24h以上。冗余设计与可靠性优化的结合，使机场通信导航系统在复杂运行条件下具备持续稳定输出能力。

5.3 运维管理智能化与全生命周期管控机制

运维管理智能化依托数据驱动模式，对设备运行状态进行全过程跟踪与管理。系统通过建立设备全生命周期数据库，对超过1000台设备运行数据进行集中管理，使维护计划制定效率提升约40%。故障诊断模块通过数据分析对异常状态进行识别，使故障定位时间由30min缩短至10min以内。运维资源调度过程中，根据设备使用频率与运行负荷进行动态分配，使维护成本降低约20%。生命周期管控机制覆盖设备采购、安装、运行与退役全过程，使设备利用率保持在88%以上。通过构建智能化运维系，实现对系统运行状态的精细化管理与持续优化，提升整体运维效率与管理水平[3]。

6 电子信息工程驱动下智能化升级的实施路径与优化策略

6.1 分阶段推进与工程实施路径设计

机场通信导航系统智能化升级需结合系统复杂性与运行连续性特点，构建循序渐进的实施路径。在工程推进过程中，可将升级任务划分为基础设施改造、系统集成优化与功能智能化提升三个阶段。基础设施层面围绕通信链路、数据接口及设备接入能力展开，提升系统数字化水平，为后续集成奠定基础。系统集成阶段侧重多子系统之间的数据互通与平台整合，通过构建统一管理平台，实现信息集中处理与调度协同。功能提升阶段则以运行效率与安全保障能力为导向，对调度机制、信号处理与运维模式进行优化。工程实施过程中需强化资源配置与进度管控，确保关键节点按期推进，同时兼顾运行稳定性与系统切换风险控制。通过分阶段实施路径的合理设计，使升级过程具备清晰逻辑与可控节奏，有效降低系统改造过程中的运行风险，并提升整体建设效率[4]。

6.2 技术融合与标准体系构建机制

电子信息工程技术在机场通信导航系统中的深度应用依赖多技术融合与标准体系支撑。系统运行涉及通信技术、导航技术、数据处理与网络架构等多领域内容，各技术之间的协同程度直接影响系统整体性能。通过构建技术融合机制，实现数据采集、传输与处理环节的无缝衔接，使系统运行更加高效稳定。在标准体系构建方面，需要围绕数据接口、通信协议及设备接入规范形成系统化标准框架，保障不同厂商设备与系统之间的兼容性与互操作能力。标准体系还应覆盖系统建设、运行维护及安全管理等多个层面，使各环节具备明确规范与执行依据。通过持续完善标准内容与技术规范，使系统在扩展与升级过程中保持结构稳定与性能一致。技术融合与标准体系的协同推进，有助于形成可复制、可推广的建设模式，为机场通信导航系统智能化升级提供制度与技术双重支撑。

6.3 运行评估与持续优化策略设计

运行评估与持续优化机制是保障系统长期稳定运行的重要环节。通过构建多维度评估体系，对通信效率、导航精度、系统负载及安全状态等关键指标进行综合分析，使系统运行状态得到全面反映。评估过程以实时数据为基础，通过对历史运行信息的积累与分析，识别系统运行中的薄弱环节与潜在风险。在此基础上，形成针对性的优化策略，对通信链路、数据处理流程及调度机制进行动态调整，使系统运行效率不断提升[5]。优化过程强调闭环管理，通过评估结果反馈至系统运行与维护环节，实现持续改进。运维管理与技术优化相结合，使系统在长期运行中保持良好性能与稳定状态。通过构建科学的评估与优化机制，使机场通信导航系统具备持续演进能力，为复杂运行环境下的高效运行提供保障。

7 结语

电子信息工程技术的持续演进为机场通信导航系统智能化升级提供了坚实支撑，使系统在信息感知、数据传输与运行调度等方面实现整体跃升。通过数字化改造、平台化集成与运行保障机制的协同推进，系统运行效率与安全水平得到显著提升。面向高密度航班与复杂运行环境，构建具备自适应能力与持续优化特征的系统架构已成为发展方向。强化技术融合与规范体系建设，有助于提升系统扩展能力与运行稳定性，推动机场通信导航系统向高效、可靠与精细化方向不断演进。

参考文献

[1] 宋健,贺小辉,薛钟松,林伟文,万里,赵宇明.激光加工技术在机场弱电集成化通信设备中的应用研究[J].机械制造与自动化,2025,54(06):85-89+125.

[2] 钱小燕,徐睿,韩磊,顾妍,刘青松,郑兆彧.基于动态优先级调度机制的多级通信网络负载均衡[J].南京航空航天大学学报(自然科学版),2025,57(06):1135-1145.

[3] 尚教会,付智鑫,段尧,张政.差分进化算法下机场双向通信传输吞吐量优化[J].电子设计工程,2025,33(15):93-96+101.

[4] 王健,鞠玲,张毅,魏伟业,季凌逸.基于5G通信的便携式机场超视距数据回传自动控制方法[J].自动化应用,2025,66(12):248-251.

[5] 余世国,陈秋兰.无线通信技术在机场轨道通信系统中的性能评估与改进[A].第九届工程技术管理与数字化转型学术交流会论文集[C].广西网络安全和信息化联合会:2025:185-187.