

基于物联网的广播发射台站远程运维管理平台研究

杜巍

内蒙古自治区广播电视传输发射中心额尔古纳712台 内蒙古 呼伦贝尔 022250

摘要: 本文针对广播发射台站传统运维效率低、故障响应滞后等问题,结合物联网技术展开远程运维管理平台研究。先分析台站运维需求与传统模式局限,明确物联网技术适配价值;再设计平台“感知-网络-平台-应用”四层架构,细化各层级功能与组件;随后构建设备监测、远程控制等核心功能模块,研究感知设备选型、数据安全等关键技术与实现路径。该平台可实现台站运维数字化与智能化,提升运维效率、降低管理成本,为广播发射台站运维升级提供技术支持。

关键词: 物联网;广播发射台站;远程运维管理平台;故障预警;数字化运维

引言:广播发射台站是广播电视信号传输的关键节点,其稳定运行至关重要。传统运维模式依赖人工现场操作,存在故障响应滞后、数据分散、排查效率低、成本高昂等问题。物联网技术凭借实时数据采集、远程传输和智能分析等优势,与广播发射台站运维需求高度契合。研究基于物联网的远程运维管理平台,对提升台站运维效率、降低成本、保障信号稳定发射具有重大意义。

1 广播发射台站运维现状与物联网技术适配性分析

1.1 广播发射台站的运维功能需求

广播发射台站核心职能是保障广播电视信号稳定发射,确保覆盖区域信号清晰无中断,同时监控台站内各类设备,设备异常时快速开展故障应急处理。运维管理需覆盖多关键环节,发射设备状态监测需实时跟踪发射机功率、频率、调制精度等核心参数,确保设备运行符合信号传输标准;环境参数管控需关注机房温湿度、通风状况及户外天线区域气象条件,避免极端环境影响设备性能;能耗统计需记录发射设备与辅助系统电力消耗数据,为节能优化提供依据;故障预警与处置需及时发现设备潜在问题,制定科学方案减少停播风险。传统运维模式下,这些工作多依赖人工现场操作,流程繁琐且易受人为因素影响,设备参数需人工定期记录,环境数据需现场巡查采集,故障排查需运维人员到岗后逐步推进,整体效率较低。

1.2 传统运维管理模式的局限性

当前广播发射台站传统运维模式存在明显短板,依赖人工现场巡检导致故障响应滞后,台站分布在偏远区域或多地点时,运维人员无法及时抵达,易错过故障处置最佳时机;设备状态监测缺乏实时性,人工巡检间隔较长,期间设备可能出现参数波动甚至异常,难以及时察觉干预;运维数据分散在不同记录表格或工作人员手

中,难以整合形成完整数据链,无法为设备性能分析、故障溯源提供全面支撑;故障排查效率低,需人工逐一检查设备部件与线路连接,耗时较长且易遗漏关键故障点;人力与时间成本居高不下,大量现场巡检需投入较多运维人员,长期下来管理成本显著增加,台站数量多、覆盖范围广时成本压力更突出。

1.3 物联网技术在台站运维中的适配价值

物联网技术与广播发射台站运维需求高度契合,感知层传感器可直接部署在发射设备关键部位、机房与天线区域,实时采集设备参数与环境数据,替代人工现场记录,提升数据采集及时性与准确性;网络层通信协议支持多种传输方式,能根据台站位置、传输距离选择适配方案,实现远程数据稳定传输,打破地域限制,让运维人员在远端获取台站信息;平台层数据处理技术可整合分析采集的海量数据,自动识别数据异常为故障预警提供支持,同时将分散数据系统化管理,形成完整运维数据档案^[1]。借助物联网技术,台站运维流程实现数字化升级,设备状态实时采集减少人工干预,远程数据传输缩短信息获取时间,运维流程数字化提升整体协同效率,有效支撑运维效率提升与管理成本降低,为广播发射台站运维模式优化提供关键技术保障。

2 远程运维管理平台的总体架构设计

2.1 架构分层逻辑与核心目标

平台采用清晰分层设计思路,将整体架构划分为感知层、网络层、平台层与应用层,各层级明确核心定位与功能边界,通过层级协同实现运维数据全流程流转与高效处理。感知层作为数据采集源头,负责获取台站设备与环境的原始数据;网络层承担数据传输职责,保障数据从感知层到平台层的稳定传递;平台层聚焦数据处理与支撑,为上层应用提供数据服务;应用层面向用

户需求,将数据价值转化为实际运维功能。架构设计核心目标是实现台站设备全生命周期监测,从设备安装调试、运行维护到报废更替,全程记录设备状态数据;推动运维流程智能化,减少人工干预环节,通过系统自动完成数据分析、预警触发与工单派发;达成管理决策数据化,以平台积累的运维数据为基础,为台站管理策略制定提供客观依据,提升整体运维管理水平。

2.2 各层级功能与组件设计

感知层需适配台站场景部署感知设备,发射机关键部位设电压电流、功率、温度传感器监测运行状态;机房内布温湿度、粉尘传感器掌控环境,户外天线区装雷电传感器防范恶劣天气,配能耗计量传感器记录设备电力消耗,各传感器按监测对象特性设采集参数与频率,保障数据全面无冗余。网络层选适配通信技术,偏远弱信号台站用LoRa或NB-IoT借低功耗广覆盖传数据,机房等固定区域优先以太网保障高速交互。设计传输链路冗余方案,主链路故障时备用链路自动切换,确保数据稳定传输,通过加密技术处理数据,保障安全与实时性,避免泄露或延迟。平台层建数据处理支撑体系,时序数据库存设备运行参数等实时数据,关系数据库存运维工单、设备档案等结构化数据;数据清洗融合模块处理原始数据提升质量,边缘计算节点在台站本地处理高实时性数据生成预警,API接口模块留标准化接口对接现有系统实现数据共享。应用层按用户角色设功能模块,运维人员模块含设备查看、故障接收、工单处理功能,管理人员模块提供数据统计、性能评估、计划制定功能辅助决策,厂商模块支持远程获取数据供维护升级参考,各模块明确边界避免重叠,新增权限管理保障操作安全,确保整体操作高效。

3 平台核心功能模块设计

3.1 设备状态实时监测与可视化

设备状态实时监测与可视化模块需完善数据采集与展示功能,实时采集发射机功率频率、调制精度等核心参数,同步获取电源系统电压稳定性、电流负载情况及冷却系统水温、风速等运行数据,确保关键设备运行信息无遗漏^[2]。可视化界面设计需兼顾直观性与实用性,仪表盘动态显示各设备关键参数的实时数值与运行趋势,拓扑图清晰呈现台站设备连接关系与整体运行状态,参数超出预设正常范围时,界面自动对异常参数标红并触发预警提示,帮助运维人员快速定位异常设备与问题参数,提升状态监测效率与准确性。

3.2 远程控制与运维调度

远程控制与运维调度模块需系统规划操作功能,基

于严格权限管理体系划分操作权限,不同层级运维人员仅能执行对应权限内的远程操作,具备高级权限人员可进行发射功率微调,确保操作安全可控。运维任务派发功能可根据台站设备维护需求,自动生成周期性巡检计划,结合运维人员工作安排与地理位置,将任务精准分配至责任人,同步推送任务详情与时间要求。运维工单管理功能覆盖工单全生命周期,支持从工单创建、流转至闭环跟踪的完整流程,工单状态实时更新,运维人员可随时查看处理进度,实现运维流程线上化管控,减少线下沟通成本。

3.3 故障预警与智能诊断

故障预警与智能诊断模块需构建科学预警与诊断逻辑,基于平台积累的历史运维数据与设备运行阈值,建立多维度故障预警模型,通过趋势预测算法分析设备参数变化规律,提前识别潜在故障风险,借助异常模式识别技术捕捉设备运行中的异常特征,实现故障提前预警并推送预警信息。智能诊断模块需整合台站常见故障案例与解决方案,形成完善故障知识库,设备出现故障时,模块自动将故障现象与知识库匹配,快速定位故障原因,给出具体排查方向与解决方案建议,辅助运维人员高效开展故障处置,缩短故障修复时间。

3.4 数据统计与决策支持

数据统计与决策支持模块需搭建全面统计与分析功能,自动统计设备运行时长,清晰呈现各设备累计运行时间与启停记录;汇总能耗数据,区分不同设备、不同时段能耗情况,识别高能耗环节;分析故障类型与频次,梳理高频故障设备与常见故障原因;统计运维任务完成率,评估运维人员工作效率与任务执行质量。模块可根据统计数据生成多维度报表,包括日报、月报、年报,报表内容直观展示台站运维关键指标,为台站管理决策提供有力数据支撑,依据设备运行时长与故障频次制定设备更新计划,结合能耗数据与运维任务完成率优化运维资源配置,提升台站管理科学性与合理性。

4 平台关键技术与实现路径

4.1 感知层设备选型与部署策略

感知层设备选型需结合台站不同区域环境特性精准匹配,发射机房内设备密集且有强电磁辐射,传感器需具备高抗电磁干扰能力,机房温度易随设备运行升高,传感器需耐受一定范围温度波动;控制室环境相对稳定但对数据采集精度要求高,传感器需选择低误差类型;户外环境需应对风雨、粉尘等自然因素,传感器需达到较高防尘防水等级^[3]。部署时需根据监测对象特性确定安装位置,发射机温度传感器需贴近发热部件,避免安

装在通风死角影响数据准确性；环境温湿度传感器需安装在机房中部远离热源与通风口位置，确保监测数据反映整体环境状态。固定方式需兼顾稳定性与设备维护便利性，机房内传感器可采用螺丝固定或导轨安装，户外传感器需使用防水支架固定，防止风吹晃动导致数据异常，确保感知设备长期稳定运行与数据采集准确。

4.2 数据传输与安全保障技术

数据传输安全需从多环节构建防护体系，数据加密环节对传输过程与存储环节分别处理，传输加密采用专用加密协议对数据实时加密，防止数据在网络传输中被窃取或篡改；存储加密对平台数据库中运维数据、设备参数等加密存储，仅授权人员可通过解密获取数据。访问权限控制基于角色划分权限，不同角色人员仅能访问与操作对应权限范围内的数据与功能，普通运维人员仅可查看设备状态数据，管理人员可获取统计报表与决策数据，避免越权操作导致数据泄露或误操作。数据脱敏对敏感运维数据处理，隐藏运维人员个人信息、简化设备关键参数完整展示，减少敏感信息暴露风险。网络攻击防护部署防火墙过滤异常网络请求，同时搭建入侵检测系统实时监控网络流量，发现可疑攻击行为时及时预警并阻断，保障数据传输通道与平台系统安全。

4.3 故障预警模型构建技术

故障预警模型构建需结合台站设备特性选择适配算法，基于机器学习的异常检测算法中，LSTM时序预测算法可利用对时间序列数据的处理优势，分析设备运行参数随时间的变化规律，预测未来参数趋势，预测值超出正常范围时触发预警；孤立森林异常识别算法可快速识别设备运行数据中的异常点，适用于捕捉突发性故障特征。模型训练需整合台站设备历史故障数据与长期运行参数，将历史故障发生前的参数变化数据作为样本，标注故障类型与预警阈值，通过反复训练优化模型参数，提升预警准确率。模型迭代更新机制需定期收集新的故

障数据与运行数据，将其纳入训练样本库，重新调整模型参数，避免因设备老化、运行环境变化导致模型预警精度下降，确保模型长期适应台站运维需求。

4.4 运维流程数字化与自动化技术

运维流程自动化需设计完整逻辑链条，设备状态监测模块实时跟踪参数变化，参数达到预设阈值时，系统自动触发工单生成逻辑，根据故障类型、设备位置生成对应运维工单，无需人工干预。工单派发环节结合运维人员实时位置与技能特长，通过定位功能获取人员距离故障台站的远近，参考人员过往处理同类故障的经验，自动将工单分配至最合适责任人，同时推送故障详情与处理建议。工单完成后系统自动触发归档流程，将工单处理结果、故障原因、解决方案等信息存储至设备维护记录数据库，同步更新设备维护周期与下次维护建议，实现运维流程从“被动响应”到“主动运维”的转变，减少人工操作环节，提升运维流程效率与规范性。

结束语

基于物联网的广播发射台站远程运维管理平台，通过分层架构设计、核心功能模块搭建及关键技术应用，实现了设备全生命周期监测、运维流程智能化和管理决策数据化。有效解决了传统运维模式的诸多问题，提升了运维效率与管理水平。未来，随着技术发展，平台将不断完善，为广播发射台站的稳定运行提供更坚实保障，推动广播行业智能化发展。

参考文献

- [1]马铁军.物联网技术在广播电视10kW发射机故障预警系统中的应用[J].电视技术,2025,49(7):199-201.
- [2]冀斌.基于物联网技术的态势感知系统在广播电视发射台的应用研究[J].西部广播电视,2024,45(23):175-179.
- [3]潘雨凯.温州广播电视发射台基于物联网的远程监控系统应用与实践[J].卫星电视与宽带多媒体,2024,21(18):40-42.