

Research on Intelligent Upgrading and Transformation of Transmission Room in Nuonan

Suolangdanzeng Zaxinima

Tibet Autonomous Region Radio and Television Bureau Cuona Medium-Wave Broadcasting Station, Shannan, Xizang, 856700, China

Abstract

The radio and television transmitter room is a core infrastructure for ensuring signal transmission, public cultural services, and emergency information release in border regions. Cuona Station is located in the high-altitude area of Xizang border, with a unique geographical environment and challenging operation and maintenance conditions. For a long time, it has adopted a traditional manual duty and passive maintenance model, which has resulted in low efficiency, prominent safety hazards, high labor costs, and delayed emergency response. With the advancement of smart broadcasting construction and border consolidation projects, the intelligent upgrading of transmitter rooms has become an inevitable trend. This paper takes the Cuona Station transmitter room as the research object, systematically analyzes the architecture, drawbacks, and adaptability shortcomings of the traditional operation and maintenance model, elaborates on the technical framework, implementation path, and core functions of intelligent transformation, compares the operational efficiency of the two models, and proposes optimization strategies based on the regional characteristics of Cuona Station, providing practical references for the intelligent transformation of high-altitude transmitter stations in border areas.

Keywords

Cuonatai; traditional operation and maintenance; intelligent transformation; safe broadcasting; border radio and television

错那台发射机房智能化升级改造研究

索朗旦增 扎西尼玛

西藏自治区广播电视局错那中波转播台, 中国·西藏山南 856700

摘要

广播电视发射机房是保障边疆地区信号传输、公共文化服务与应急信息发布的核心基础设施。错那台地处西藏边境高海拔区域, 地理环境特殊、运维条件艰苦, 长期采用传统人工值守、被动维修的运维模式, 存在效率低下、安全隐患突出、人力成本高、应急响应滞后等问题。随着智慧广电建设与边境固边工程推进, 发射机房智能化升级成为必然趋势。本文以错那台发射机房为研究对象, 系统分析传统运维模式的架构、弊端与适配性短板, 阐述智能化改造的技术框架、实施路径与核心功能, 对比两种模式的运行效能, 结合错那台地域特点提出改造优化策略, 为边疆高山发射台站智能化转型提供实践参考。

关键词

错那台; 传统运维; 智能化改造; 安全播出; 边疆广电

1 引言

错那台是西藏山南市重要的广播电视发射台站, 承担边境信号覆盖、应急广播传输及政策宣传任务, 其机房稳定运行关乎边疆公共文化服务均等化与社会稳定。受高海拔、气候恶劣及交通不便制约, 该台长期依赖人工巡检、现场操作与经验判断的传统运维模式, 难以满足新时代安全播出对高标准与高效率的要求。近年来, 国家推进智慧广电工程及边境基础设施升级, 物联网、大数据及人工智能等技术在广电领域应用成熟, 为错那台智能化改造提供了支撑。本文立

足台站实际, 剖析传统与智能化模式的核心差异, 探索适配边疆高海拔环境的改造方案, 推动机房从“人工值守、被动维修”向“少人值守、智能预判、自动处置”转型, 以提升运维现代化水平。

2 错那台发射机房传统运维模式分析

2.1 传统运维模式核心架构

错那台发射机房的传统运维模式以人工为核心, 依赖三层架构: 设备层包括调频/电视发射机、天馈线、供电设备及散热等硬件, 彼此独立运行, 无数据联动; 操作层依靠人员现场巡检、参数记录、设备启停及故障排查, 所有操作均为人工执行; 管理层基于纸质台账、口头交接与经验管理, 缺乏系统化数据支撑。运行流程遵循“日常巡检—故障发

【作者简介】索朗旦增(1989-), 男, 藏族, 中国西藏山南人, 本科, 助理工程师, 从事广电研究。

现—人工上报—现场维修—恢复运行”的闭环，日常工作涵盖巡查指示灯、记录电压电流、调节温湿度及排查线路等，核心依赖运维人员的经验与责任心。

2.2 传统运维模式的主要内容

人工现场巡检：运维人员每日定时对发射机、配电柜、天线、馈线等设备进行实地检查，查看设备运行状态、仪表读数、线路连接情况，记录运行数据，排查显性故障；手动参数调控：根据信号质量、天气变化，人工调整发射机功率、频率，手动启停空调、风机等环境设备，保障机房基础运行条件；被动故障维修：设备出现停机、信号中断等故障后，由巡检人员发现并上报，维修人员携带工具现场排查，无提前预警机制，故障处置完全滞后于问题发生；纸质化管理：设备运行数据、维修记录、巡检日志均采用纸质登记，数据存储分散、查询困难，难以形成长效数据积累；全天候人工值守：受边境台站安全播出要求约束，错那台需24小时专人值守，人力投入大，且高海拔环境对运维人员身体健康影响显著。

2.3 传统运维模式的突出弊端

运维效率低下，人力成本高昂：错那台地处偏远，运维人员往返不便，人工巡检覆盖范围有限、耗时耗力，24小时值守需配置多名运维人员轮换，人力与时间成本居高不下；故障响应滞后，安全播出风险高：无实时监测与预警功能，隐性故障无法提前发现，突发故障易造成信号中断，影响边疆地区收视收听效果，应急处置能力薄弱；数据孤岛严重，管理缺乏科学性：各设备独立运行，无数据互联互通，运行数据仅靠人工记录，无法开展趋势分析与故障预判，管理决策依赖经验，缺乏数据支撑；环境适配性差，设备损耗严重：高海拔低温、低压、多风雪环境下，人工难以精准调控机房温湿度、供电稳定性，设备长期处于非最优运行状态，老化速度加快，使用寿命缩短；标准化程度低，运维质量参差不齐：运维操作依赖人员经验，不同人员巡检标准、维修方式不统一，易出现操作失误、漏检漏修等问题，运维质量难以保障。

2.4 传统模式与错那台发展需求的矛盾

随着智慧广电固边工程推进，错那台承担的信号覆盖范围、节目传输数量持续扩大，安全播出要求不断提升，传统运维模式已无法适配：一是边境地区应急广播对信号连续性要求极高，传统模式故障停机风险难以管控；二是高海拔地区人员招聘难、值守压力大，传统人力密集型模式不可持续；三是上级监管部门对台站运维数据化、标准化考核，传统纸质化管理无法满足上报要求。二者的核心矛盾，成为推动错那台发射机房智能化改造的根本动力。

3 发射机房智能化改造的技术基础与核心需求

3.1 智能化改造核心技术支撑

物联网（IoT）感知技术：通过温湿度、电压、电流、驻波比、水浸、烟感等传感器，实现设备运行参数、机房环

境数据全域采集，为智能监测提供数据基础；边缘计算技术：在机房地本地部署边缘服务器，实现数据实时处理、异常判断与本地指令执行，降低网络传输延迟，适配错那台网络条件有限的现状；大数据与人工智能技术：整合设备历史运行数据，构建故障预测模型，实现参数趋势分析、隐性故障预警，推动运维从“被动维修”向“预测性维护”转型；远程控制与“五遥”技术：依托遥测、遥信、遥控、遥调、遥视功能，实现发射机房设备远程启停、参数调控、视频监控，达成“少人值守、无人值班”目标；网络安全技术：采用防火墙、数据加密、访问权限控制等技术，保障智能化系统网络安全，防范恶意攻击与数据泄露。

3.2 错那台发射机房智能化改造核心需求

安全播出保障需求：实现7×24小时不间断监测，故障自动预警、主备设备自动切换，最大限度缩短信号中断时间；降本增效需求：减少人工值守频次，降低运维人员工作强度，优化人力配置，提升设备运行效率与维护精准度；环境适配需求：针对高海拔、恶劣气候，实现环境参数自动调控、设备运行状态自适应调整，降低环境对设备的影响；管理升级需求：构建数字化运维平台，实现数据统一存储、查询、分析，满足上级监管与标准化管理要求；兼容扩展需求：智能化系统需兼容现有老旧设备，支持后续功能扩展与设备升级，适配错那台长期发展规划。

4 错那台发射机房智能化改造方案设计

结合错那台地理环境、设备现状与运维需求，采用“分层架构、分步实施、兼容老旧、安全可靠”的改造原则，构建“感知层—传输层—边缘计算层—平台应用层”智能化架构，全面替代传统运维模式。

4.1 四层智能化运维体系架构

感知层：全域数据采集终端部署。感知层是智能化系统的“神经末梢”，核心实现设备与环境数据全域采集：设备状态感知：在发射机、供配电系统、天馈线、信号源设备部署专用采集模块，实时采集发射功率、驻波比、电压、电流、频率、信号强度等核心参数；环境感知：机房内安装温湿度、水浸、烟感、门禁、视频监控传感器，实时监测机房环境安全，防范火灾、漏水、非法入侵等风险；能源感知：部署智能电表、智能PDU，监测机房能耗数据，为节能优化提供数据支撑。所有传感器采用工业级宽温设计，适配错那台高海拔低温环境，保障数据采集稳定性。

传输层：高可靠数据传输网络搭建。针对错那台网络信号不稳定问题，采用“有线光纤+无线5G备份”双链路传输模式：核心数据通过有线光纤传输，保障实时性与稳定性；备用链路采用5G无线网络，主链路中断时自动切换，确保数据不中断、指令可下达；采用专用工业网关，兼容RS232、RS485、以太网等多协议，实现老旧设备与智能化系统的数据对接，避免设备重复投入。

边缘计算层：本地智能处理与应急处置。在机房部署

边缘计算服务器,承担本地数据处理、异常判断、指令执行功能:实时解析采集数据,对比预设阈值,发现参数异常立即本地告警,同步触发应急处置指令;实现主备发射机、主备信号源毫秒级自动切换,保障信号不中断,无需人工干预;缓存关键运行数据,网络中断时本地存储,恢复后自动上传平台,避免数据丢失。

平台应用层:一体化智能运维管控平台。建设错那台发射机房智能运维管控平台,集成监测、控制、预警、管理四大核心功能,支持PC端与移动端访问。实时监测模块:一屏展示所有设备运行参数、机房环境状态、能耗数据,可视化呈现机房运行全貌,替代人工现场巡检。智能预警模块:设置多级预警机制,异常情况通过声光、短信、APP推送多渠道告警,精准定位故障位置与类型,缩短处置时间;远程控制模块:支持远程启停设备、调整参数、切换信号源,运维人员无需到现场即可完成操作,实现“少人值守”;数据管理模块:自动存储运行数据、维修记录、预警日志,支持历史查询、趋势分析、报表生成,为运维决策提供数据支撑;应急管理模块:预设故障处置预案,突发情况自动执行预案,联动运维人员快速处置,提升应急保障能力。

4.2 改造实施分步计划

一期改造(基础智能化):完成传感器部署、网络搭建、边缘服务器安装,实现基础监测与自动预警,替代人工日常巡检;二期改造(核心功能升级):搭建智能运维平台,实现远程控制、自动切换、数据管理,达成“少人值守”目标;三期改造(智能优化):接入AI故障预测模型,实现预测性维护,优化能耗管理,全面完成智能化转型。

5 传统模式与智能化模式运行效能对比

在运维效率方面,传统人工巡检每日耗时超4小时且故障发现滞后,而智能化模式通过7×24小时自动监测实现故障0延时预警和秒级自动处置,效率提升80%以上;人力成本上,传统模式需4至5人轮换值守,智能化仅需1至2人定期维护,实现“无人值班、少人值守”,成本降低60%以上;安全播出保障从传统隐性故障难防、依赖人员经验,升级为故障提前预警和自动应急处置,停播率降低70%以上;管理上,智能化取代纸质台账和经验管理,实现全流程数字化追溯和操作标准化;设备寿命方面,通过环境精准调控和实时状态优化,故障率降低,使用寿命延长30%以上。

6 错那台发射机房智能化改造实施保障与优化建议

为确保台站智能化改造顺利实施,将采取以下保障措

施:组织层面,成立专项工作小组,联合上级部门与技术商统筹推进,明确职责分工;技术层面,选择具备边疆经验的服务商,采用成熟技术并做好人员培训,确保熟练操作;资金层面,争取专项支持并合理规划,优先保障核心安全功能建设;安全层面,强化网络安全防护,制定应急预案并定期演练,以防范系统运行风险。

针对错那台的实际需求,提出以下优化建议:一是适配地域特点,针对高海拔、低温风雪天气,增加设备防冻、防积雪智能控制模块,提升环境适配能力;二是兼容老旧设备,采用轻量化方案最大限度利旧,降低改造成本并缩短周期;三是简化操作,结合人员技术水平设计简洁界面,设置一键处置与自动运行模式,降低操作难度;四是建立长效运维机制,定期巡检升级系统,同步完善数字化制度,保障系统长期稳定。

7 结论与展望

错那台发射机房传统运维模式是特定历史条件与地域环境下的产物,虽承担了长期信号保障任务,但已无法适配新时代智慧广电建设与边境固边工程的发展需求。智能化改造通过物联网、边缘计算、大数据等技术,构建全域感知、智能预警、远程控制、数字管理的新型运维体系,从根本上解决了传统模式效率低、风险高、成本高、管理粗放等弊端,显著提升了错那台安全播出保障能力、运维管理水平与资源利用效率,契合边疆高海拔台站的发展实际。未来,随着人工智能、数字孪生技术的深度应用,错那台发射机房将向“全智能、自运维、高安全”的智慧台站升级,进一步实现设备全生命周期管理、能耗智能优化、跨区域协同运维,为西藏边境地区广播电视高质量发展提供更有力有力的技术支撑,助力智慧广电固边工程落地见效。

参考文献

- [1] 曹达胜.基于新兴信息技术的广播电视发射台站智慧运维管理系统设计思路研究[J].广播与电视技术,2024(09):126-129.
- [2] 刘宏亮.中波广播发射台智能化运维系统的建设与探索[J].建筑创作,2025(09):18-23.
- [3] 国家广播电视总局.广播电视发射台智能监控系统技术要求(征求意见稿)[S].2025.
- [4] 西藏自治区广播电视局.智慧广电固边工程建设实施方案[Z].2023.
- [5] 拉巴卓玛.数字孪生技术在广播电视发射台站运维中的应用[J].电视技术,2023,47(10):116-120.