

广播电视高山台站安全播出技术及智慧运维管理研究

张雅¹ 贺丹²

1. 河北省广播电视传输保障中心 河北石家庄 050000; 2. 河北省广播电视三〇七发射台 河北石家庄 050000

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13214

[摘要] 广播电视高山台站作为国家信息传播体系的重要组成部分,承担着信号覆盖、节目传输等关键任务,其安全播出直接关系到社会稳定、文化传播及公共服务质量。随着数字化、网络化、智能化技术的快速发展,广播电视行业面临技术升级与运维模式变革的双重挑战,在此背景下,研究安全播出技术与智慧运维管理,对于提升高山台站可靠性、降低运维成本、推动行业智能化转型具有重要意义。本文旨在对广播电视高山台站安全播出技术及智慧运维管理进行研究,以供参考。

[关键词] 广播电视; 高山台站; 安全播出技术; 智慧运维管理

引言

广播电视高山台站作为国家广播电视信号覆盖的重要基础设施,其安全播出直接关系到公共信息服务的可靠性和广泛性。随着5G、超高清等新技术的快速发展,高山台站面临着设备复杂度提升、运维压力增大等挑战。传统运维模式已难以满足全天候、高可靠性的播出要求,亟需向智能化方向转型。智慧运维管理通过整合物联网感知、大数据分析和人工智能决策等先进技术,构建起“监测-预警-处置”的全流程闭环管理体系,不仅能够提升设备运行稳定性,还能显著降低运维成本,为高山台站的安全播出提供强有力的技术保障。这一转型既是技术发展的必然趋势,也是提升广播电视公共服务质量的重要举措。

1 广播电视高山台站功能与系统组成

广播电视高山台站是广播电视信号传输与覆盖的重要基础设施,主要用于扩大信号传播范围,提升偏远地区及复杂地形区域的接收质量。其核心功能包括信号发射、中继转发、节目调制解调以及应急广播支持,确保广播电视节目的稳定传输与广泛覆盖。

系统组成主要包括以下几部分:

发射系统: 由大功率发射机、馈线及天线构成,负责将调制后的射频信号转换为电磁波并向目标区域辐射。

信号处理系统: 包括编码器、复用器和调制器,完成节目信号的数字化处理与频段适配。

供配电系统: 配备高压供电设备、不间断电源(UPS)及备用发电机,保障台站在恶劣环境下的持续运行。

监控与控制系统: 通过远程监测模块实时管理设备状态,支持故障报警与自动化调控。

铁塔与防雷系统: 高耸铁塔提升信号覆盖半径,配套防雷装置避免雷击损坏设备。

高山台站通过多系统协同,实现广播电视信号的高效传输与稳定覆盖,是广播电视网络的关键节点。

2 高山台站安全播出现有技术瓶颈

2.1 复杂环境下的信号传输稳定性问题

高山台站多位于偏远山区或海拔较高地带,其地理环境对信号传输构成天然挑战。首先,地形起伏导致信号传播路径受阻,电磁波易发生反射、折射或衍射,引发信号衰减与失真。其次,极端气候条件(如强风、雨雪、雷暴)会进一步加剧信号干扰,导致传输中断或质量下降。此外,高山台站周边可能存在工业电磁辐射源(如高压输电线路、无线通信基站),其非线性效应可能对广播电视信号产生谐波干扰,影响频谱纯净度。尽管当前已采用多路径备份、功率增强等技术手段,但面对复杂环境下的动态干扰,仍难以实现信号传输的绝对稳定,成为安全播出的核心隐患。

2.2 设备老化与运维能力不足的双重制约

高山台站设备长期处于高负荷运行状态,且受限于自然环境(如温差大、湿度高、盐雾腐蚀),其老化速度远超普通台站。关键设备(如发射机、天线、馈线)的物理损耗与性能退化,直接导致信号质量下降与故障风险增加。与此同时,运维能力的局限性进一步放大了设备老化的负面影响。一方面,高山台站分布分散、交通不便,人工巡检与应急响应效率低下,难以实现设备状态的实时监测与快速修复;另一方面,运维人员技能水平参差不齐,对新技术(如IP化传输、数字化调频)的掌握不足,导致故障诊断与处理能力滞后。设备老化与运维能力不足的双重叠加,使得高山台站长期处于“带病运行”状态,安全播出保障面临严峻挑战。

2.3 网络安全防护体系的薄弱性

随着高山台站信息化、网络化程度的提升,其面临的网络安全威胁日益凸显。传统台站多采用独立封闭的传输系统,而现代台站已逐步融入公共网络(如IP骨干网、卫星通信网),这虽提升了传输效率,但也为黑客攻击、病毒入侵提供了可乘之机。当前,高山台站的网络安全防护体系普遍存在三大短板:一是防护手段单一,过度依赖防火墙与入侵检测系统,缺乏对未知威胁的主动防御能力;二是安全策略滞后,未能及时适配新技术(如5G广播、云平台)带来的新风险;三是人员安全意识薄弱,运维人员对网络安全的重要性认识不足,易因操作失误或配置错误引发安全事件。网络安全防护体系的薄弱性,使得高山台站成为网络攻击的“软肋”,一旦被攻破,可能导致信号劫持、内容篡改等严重后果,直接威胁国家信息传播安全。

3 广播电视高山台站安全播出技术优化方案

3.1 提升信号传输稳定性与抗干扰能力

高山台站的核心任务是确保广播电视信号的稳定传输,需从信号源、传输链路及终端接收三方面优化。在信号源环节,采用冗余编码与自适应调制技术,通过多路信号备份降低单点故障风险,同时动态调整调制方式以适应信道变化。传输链路方面,部署光纤与卫星双路由传输,利用SDH(同步数字体系)技术保障信号同步性,避免因恶劣天气或设备故障导致中断。针对电磁干扰问题,优化天线布局与屏蔽措施,结合数字滤波技术抑制带外噪声。此外,引入智能监测系统实时分析信号质量,自动切换备用链路或调整参数,确保播出无中断。

3.2 强化供配电与设备冗余保障

高山台站多位于偏远区域,其电力供给存在显著的不稳定性,需构建多层次、多手段的供电保障机制。具体而言,可采用高压直流供电与UPS(不间断电源)协同工作的模式,当主电网出现电压波动或短暂中断时,系统可自动、无感地切换至备用电源,维持关键设备的持续运行。此外,为应对长时间断电的极端情况,需配置大容量柴油发电机组作为终

极保障,确保电力供应的连续性。在设备层面,针对发射机、调制器等核心播出设备,采用“N+1”冗余设计原则,即配置多台主用设备与一台备用设备,通过热备份技术实现主备设备间的无缝切换,避免因单点故障导致播出中断。同时,针对高山台站特有的高温、高湿、多尘环境,需对设备进行定制化防护设计,例如优化散热通道、增强防尘密封性,以降低环境因素对硬件寿命的影响。

3.3 深化运维协同与远程支持体系

传统运维模式因过度依赖本地驻守人员,存在响应滞后、资源分散等弊端,难以应对高山台站地理偏远、环境复杂带来的运维挑战。需构建“中心-台站”两级协同运维体系,将分散的高山台站纳入省级播控中心统一管理网络,通过远程集中监控平台实时采集设备状态、信号质量等关键数据,实现故障的早期预警与精准定位,打破地域限制,提升响应效率。利用5G或卫星通信建立低时延回传通道,确保运维指令快速下达。设立专家支持库,通过AR/VR技术实现远程会诊,现场人员可共享设备实况画面,获取专家实时指导。建立运维知识图谱,关联设备型号、故障案例与解决方案,辅助非专业人员快速处理常见问题。定期组织多台站联合演练,模拟复杂故障场景,提升协同处置能力。通过资源集中化与能力下沉,破解高山台站运维孤岛难题。

3.4 提升环境适应性与防灾能力

高山台站常面临极端天气(如雷击、冰雪、强风)的威胁,需从硬件与系统层面增强抗灾能力。铁塔与天线采用耐腐蚀材料,并加装加热装置防止结冰。供电系统配置防雷模块,接地电阻严格控制在 4Ω 以下,避免雷击损坏设备。关键设备舱体采用IP55及以上防护等级,确保防尘防水性能。建立气象联动机制,接入实时天气数据,在台风或暴雨前自动启动加固模式(如降低天线高度)。此外,部署多维度环境传感器网络,实时监测风速、风向、温湿度、震动等参数,当数据超出阈值时,系统自动联动应急预案:如关闭非必要设备、启动柴油发电机组、发送短信告警至运维人员终端等。通过“结构加固-智能感知-主动防御”的闭环机制,将传统“被动抗灾”升级为“主动避灾”,最大限度降低自然灾害对播出的干扰,保障高山台站的安全稳定运行。

4 广播电视高山台站智慧运维管理实现路径

4.1 构建智能化监测与数据分析平台

传统运维模式过度依赖人工巡检,存在效率低下、响应滞后等固有缺陷,难以实现对设备状态的实时监测与隐患的主动发现。智慧运维体系需以物联网技术为基石,构建覆盖全台站的传感器网络,对发射功率、环境温湿度、电气参数等关键指标进行高频次、高精度的数据采集,形成设备运行的“数字画像”。基于采集的海量历史数据,运用大数据建模技术挖掘设备劣化规律,构建故障预测模型,通过趋势分析提前识别潜在风险,实现从“事后抢修”到“事前预防”的运维范式转变。同时,引入AI异常检测算法,对信号突变、温度过载等非正常模式进行智能识别,自动触发告警并生成包含故障类型、可能原因及处置建议的预诊断报告,辅助运维人员快速决策。通过可视化数字孪生平台,将台站运行状态以三维动态视图形式集中呈现,支持远程运维人员直观掌握设备健康度、信号覆盖范围等核心指标,精准定位故障点位置,大幅缩短现场排查时间。

4.2 推进自动化控制与智能决策

智慧运维的核心在于减少人工干预,实现设备自主调控。在信号传输环节,采用自适应调制技术,根据信道质量动态调整编码速率,确保最优传输效率。供电系统部署智能切换逻辑,当市电异常时自动启用UPS或发电机,避免供电中

断。关键设备如发射机、编码器等配置冗余热备,主备设备实时同步数据,故障时毫秒级切换。引入规则引擎与机器学习,对常见故障预设处理策略,如温度过高自动启动散热系统,信号劣化切换备用信源。通过自动化控制降低人为操作失误,同时积累运维数据优化决策模型,逐步实现智能化管理。

4.3 建立标准化运维流程与知识库

高山台站运维涉及多类设备与复杂场景,需制定标准化操作流程(SOP),规范故障处理、日常巡检及维护作业。利用数字孪生技术构建虚拟台站模型,模拟设备运行状态,辅助运维人员培训与预案演练。搭建运维知识库,整合历史故障案例、解决方案及技术文档,支持语义搜索与智能推荐。当系统检测到异常时,自动关联知识库提供处理建议,缩短故障修复时间。为进一步强化现场作业效率,引入AR增强现实技术,通过智能眼镜等可穿戴设备将设备运行参数、维修步骤、三维拆解图等数字化信息叠加至真实场景中,为运维人员提供“所见即所得”的作业指导,降低对经验技能的依赖,提升维修精度与安全性。

4.4 强化网络安全与数据防护

智慧运维依赖网络传输与数据交互,需防范潜在安全风险。部署防火墙与入侵检测系统,隔离内外网访问,防止恶意攻击渗透至播控系统。采用加密通信协议传输运维数据,避免敏感信息泄露。建立权限分级机制,限制不同角色的操作范围,如仅授权工程师修改设备参数。定期进行漏洞扫描与渗透测试,及时修补系统弱点。在数据传输层面,采用国密算法加密的通信协议(如基于SM4的VPN隧道),对运维指令、设备状态等敏感数据进行端到端加密,防止数据在传输过程中被窃取或篡改。同时,建立基于“最小权限原则”的访问控制体系,通过RBAC(基于角色的访问控制)模型,为运维人员、工程师、管理员等不同角色分配差异化操作权限。通过多层次安全防护,保障智慧运维系统稳定运行,避免因网络问题影响安全播出。

结束语

广播电视高山台站的安全播出与智慧运维管理,是保障信号稳定传输、提升服务质量的关键。通过技术创新与智能化升级,构建了覆盖信号传输、设备冗余、环境适应及远程协同的完整体系,显著增强了台站的可靠性与运维效率。未来,随着5G、AI及新能源技术的深度融合,高山台站将进一步向自动化、绿色化方向发展,为广播电视公共服务提供更坚实的支撑。这一领域的持续探索,将为行业数字化转型提供重要参考。

参考文献

- [1]李林峰.广播电视高山转播台站智慧运维系统设计分析[J].中国新通信,2025,27(02):52-54.
- [2]石增强,方成荣.广播电视高山无线发射台站远程智慧运维模式的探索应用[J].广播与电视技术,2024,51(12):78-81.
- [3]杨威.广播电视高山台站安全播出技术及智慧运维管理研究[J].信息与电脑(理论版),2024,36(21):65-67.
- [4]林胜威.高山广播电视发射台站低压配电系统实例分析[J].电视技术,2024,48(11):167-170.
- [5]彭晓桂.高山台站广播电视信号覆盖优化与智能评估[J].中国宽带,2024,20(04):70-72.
- [6]郑传勇,潘中奎,鲁娜.高山台站广播电视信号源的流程、管理与维护[J].西部广播电视,2022,43(20):238-240.
- [7]张艳强,杨熙,张旭荣.高山台站广播电视信号监控系统设计与应用[J].电视技术,2022,46(01):60-63.