

广播电视发射台远程监控系统设计

马志刚

内蒙古自治区广播电视传输发射中心839台 内蒙古 呼和浩特 010020

摘要: 在广播电视领域,发射台远程监控系统对保障信号稳定传输至关重要。本文详细阐述系统设计,涵盖总体架构,包括物理架构、逻辑层次等;站端监控系统设计,涉及发射机参数采集、信号源监控等;数据传输与通信系统设计,包含传输协议、链路设计等;远程监控中心系统设计,有服务器架构、软件功能模块等。通过全方位设计,构建高效、稳定、安全的远程监控系统,提升广播电视发射台的管理水平与运行可靠性。

关键词: 广播电视发射台;远程监控系统;系统设计;数据传输;监控中心

引言:广播电视作为重要的信息传播媒介,发射台的稳定运行直接影响信号传输质量。传统监控方式存在效率低、响应慢等问题,难以满足现代广播电视发展需求。远程监控系统凭借其实时性、高效性等优势,成为保障发射台稳定运行的关键。通过构建科学合理的远程监控系统,可实现对发射台设备的全方位监测与精准控制,及时发现并处理潜在问题,确保广播电视信号不间断、高质量传输,提升行业整体服务水平。

1 系统总体架构设计

1.1 系统物理架构

系统物理架构采用分布式部署模式,依据发射台场地布局与设备分布规律规划硬件部署方案,将各类硬件设备合理分配至监控中心与各远程发射站点。远程站点部署采集终端、信号转换设备及传输终端,负责现场参数实时采集与初步处理,所有硬件均选用工业级产品,符合广播电视行业设备标准,具备较强抗干扰能力与恶劣环境适应性^[1]。监控中心部署服务器集群、显示终端、控制设备及存储设备,承担数据集中处理、存储与管控职能,硬件间采用标准化接口连接,兼顾运行稳定性与维护便捷性。

1.2 系统逻辑层次

系统逻辑层次基于分层设计理念,按功能职责划分为多个独立且协同联动的层次,各层次通过标准化接口实现数据交互与指令传递,有效降低模块间耦合度。逻辑层次划分严格遵循广播电视远程监控系统技术规范,自上而下依次实现数据采集、传输、处理、控制执行与界面展示等核心功能,各层次明确功能边界与技术要求,上层依托下层提供的数据支撑,下层响应上层下发的控制指令,形成闭环运行体系,保障功能有序推进。

1.3 数据采集与传输网络结构

数据采集与传输网络结构采用混合拓扑模式,融合

星形采集网络与复合型传输网络优势,构建高可靠、低延迟的传输链路。采集网络采用星形结构,各采集终端直接对接站点传输设备,减少数据传输节点损耗,保障采集数据完整性与实时性,适配多设备、多参数并行采集需求。传输网络以光纤传输为核心,搭配无线备份链路,光纤传输凭借带宽大、抗干扰强、传输距离远的优势,实现大量监控数据高速传输,无线链路用于应对光纤故障时的应急传输,同步融入数据加密与链路检测机制,防范数据泄露与丢失。

1.4 监控中心与远程站点连接方式

监控中心与远程站点采用专用通信链路结合虚拟专用网络技术实现连接,保障跨区域传输的安全性与可靠性。连接过程中采用身份认证与数据加密双重防护,对传输数据与控制指令进行加密处理,防范未授权访问与数据篡改。连接方式支持多站点并行接入,监控中心可实现对所有远程站点的集中监控与统一管控,链路配置自动检测与故障自愈功能,出现异常时快速切换至备用链路,减少连接中断影响,优化连接协议降低传输延迟,确保指令快速下发与数据实时反馈。

2 发射台站端监控系统设计

2.1 发射机运行参数采集设计

发射机运行参数采集设计围绕发射机核心运行指标展开,聚焦发射功率、输出频率、驻波比、工作电压、工作电流等关键参数,采用高精度采集模块实现实时采集^[2]。采集模块与发射机的信号输出接口直接对接,遵循广播电视发射设备参数采集技术规范,优化采集电路设计,降低外界电磁干扰对采集精度的影响。采集频率根据发射机运行特性动态调整,兼顾采集精度与系统资源消耗,采集数据经过滤波处理后完成初步整理,确保参数数据能够真实反映发射机的实际运行状态,为后续故障判断与运行调控提供精准依据。发射机运行参数采集频率计

计算公式为: $f = \frac{1}{T}$, 其中 f 为采集频率, T 为采集周期, 根据发射机运行特性, T 可在 0.1s-1s 之间动态调整。

2.2 信号源与切换设备监控设计

信号源与切换设备监控设计针对发射台站端各类信号源设备及信号切换装置开展, 重点监测信号源的信号强度、信号质量、输入输出稳定性等指标, 同时监测切换设备的切换状态、切换响应速度及运行稳定性。通过专用信号监测模块对接信号源输出端与切换设备接口, 实时捕捉信号变化与设备运行状态, 当信号源出现异常或切换设备运行故障时, 可快速捕捉异常信息并完成初步标记。设计过程中优化监测算法, 提升信号异常识别的精准度, 避免误监测情况发生, 保障信号源与切换设备运行的连续性与稳定性。

2.3 机房环境与动力监测设计

机房环境与动力监测设计结合发射台机房的运行要求, 覆盖机房温湿度、空气质量、电磁环境、供电状态等核心监测维度。机房内部合理部署温湿度传感器、空气质量传感器及电磁监测设备, 实时采集环境参数, 传感器部署位置结合机房布局与设备散热特点规划, 确保监测数据的全面性与代表性。动力监测聚焦机房供电系统, 监测输入电压、输出电流、供电频率及备用电源运行状态, 采用防干扰监测线路设计, 避免供电波动对监测数据造成影响, 实现对机房环境与动力系统的全天候监测, 及时捕捉异常隐患。

2.4 现场控制与数据预处理单元设计

现场控制与数据预处理单元设计整合站端各类监控数据与控制需求, 单元核心采用工业级控制器, 实现对站端监控设备的集中控制与数据预处理。数据预处理环节通过降噪、去冗余、数据校准等技术, 对采集到的各类参数进行优化处理, 剔除无效数据, 提升数据质量, 同时将处理后的数据按标准化格式整理, 为数据传输至远程监控中心做好准备。现场控制功能依托控制器实现对发射机、切换设备、空调、备用电源等设备的远程指令响应与本地手动控制, 优化控制逻辑, 提升控制指令的执行效率, 确保站端设备能够根据监控需求灵活调整运行状态, 保障站端系统稳定运行。

3 数据传输与通信系统设计

3.1 传输协议与数据封装格式

传输协议与数据封装格式设计立足广播电视监控数据的传输特性, 选用符合工业级传输标准且适配监控数据特点的传输协议, 兼顾传输效率与数据完整性^[3]。协议设计优化数据传输时序, 降低传输延迟, 适配站端多

类型监控数据的并行传输需求, 同时支持协议的可扩展性, 便于后续系统升级与功能拓展。数据封装格式遵循标准化设计原则, 结合监控数据的类型与结构, 合理规划数据字段, 明确数据标识、数据内容、校验码等核心部分, 通过校验码设计实现数据传输过程中的错误检测, 避免数据丢失或篡改, 确保传输数据的准确性与完整性, 适配不同类型监控数据的传输需求。

3.2 主用通信链路设计

主用通信链路设计以保障数据高速、稳定传输为核心, 结合发射台与监控中心的实际部署场景, 选用光纤通信作为主用链路。光纤通信具备带宽大、抗电磁干扰能力强、传输距离远、传输损耗低等优势, 可满足发射台站端大量监控数据的高速传输需求, 适配远程监控系统对数据传输实时性的要求。链路设计过程中优化光纤铺设路径, 避开干扰源与易损耗区域, 采用标准化接口对接站端与监控中心的通信设备, 提升链路连接的稳定性, 同时配置链路状态监测模块, 实时捕捉链路运行状态, 及时发现链路异常并反馈, 为链路维护提供支撑。

3.3 备用通信链路与自动切换机制

备用通信链路与自动切换机制设计用于应对主用链路故障, 保障数据传输的连续性, 选用无线通信作为备用链路, 结合 4G/5G 工业级通信模块, 构建低成本、高可靠的备用传输通道。备用链路独立部署, 避免单一故障点影响整个传输系统运行, 同时优化备用链路的带宽配置, 确保能够满足核心监控数据的应急传输需求。自动切换机制采用链路状态实时检测算法, 持续监测主用链路的传输质量与连接状态, 当主用链路出现中断、卡顿等异常时, 可快速触发切换指令, 无缝切换至备用链路, 切换过程不影响数据传输的连续性, 切换完成后实时反馈链路切换状态, 便于工作人员及时处理主用链路故障。

3.4 数据安全与加密传输设计

数据安全与加密传输设计遵循广播电视行业数据安全规范, 针对监控数据传输过程中的安全隐患, 构建全方位的加密防护体系。采用对称加密算法对传输数据进行加密处理, 覆盖监控参数、控制指令等所有传输数据, 确保数据在传输过程中不被泄露、篡改或窃取。同时引入身份认证机制, 对站端与监控中心的通信节点进行身份校验, 只有通过校验的节点才能实现数据交互, 防范未授权访问。设计过程中优化加密算法的执行效率, 避免加密处理影响数据传输速度, 同时配置数据完整性校验机制, 对接收的数据进行校验, 确保传输数据与原始数据一致, 全面保障数据传输的安全性与可靠性。

4 远程监控中心系统设计

4.1 服务器与数据存储架构

服务器与数据存储架构设计围绕数据处理效率与存储可靠性展开,采用集群化服务器部署模式,整合数据处理、指令下发、状态管控等核心功能,提升系统并发处理能力^[4]。服务器选型遵循工业级标准,适配监控数据的高并发处理需求,优化服务器资源分配,降低数据处理延迟,确保各类监控数据快速解析、控制指令高效下发。数据存储架构采用混合存储模式,结合磁盘阵列与分布式存储技术,兼顾数据存储容量与读取速度,针对不同类型监控数据设计差异化存储策略,优化数据存储周期,定期对历史数据进行整理归档,保障数据存储的安全性、完整性,同时支持存储容量的可扩展性,适配后续监控数据增长需求。

4.2 远程监控软件功能模块设计

远程监控软件功能模块设计基于模块化设计思想,按管控需求划分功能模块,各模块协同运行、无缝衔接,降低模块间耦合度,提升系统可维护性。软件模块涵盖数据接收解析、设备状态监控、数据查询统计、指令下发管控等核心功能,每个模块明确功能边界与技术要求,优化模块交互逻辑,提升软件运行效率。设计过程中兼顾软件的可扩展性,预留功能接口,便于后续新增监控功能、升级软件版本,同时优化软件运行稳定性,减少软件卡顿、崩溃等问题,确保软件能够持续稳定运行,适配监控中心的常态化管控需求。

4.3 报警与事件处理机制设计

报警与事件处理机制设计聚焦异常事件的快速识别、及时反馈与高效处置,结合广播电视发射台的运行风险点,设定差异化报警阈值,覆盖设备故障、参数异常、链路中断等各类异常场景。报警机制优化异常识别算法,提升报警精准度,避免误报警、漏报警情况发生,报警信息包含异常类型、发生位置、异常参数等核心信息,便于工作人员快速定位异常。事件处理机制明确异常处置流程,按异常严重程度划分处置优先级,优化处置指令下发逻辑,确保异常发生后能够快速触发处

置流程,同时记录事件处置过程与结果,形成完整的事件处置档案,为后续故障排查与系统优化提供依据。

4.4 人机交互界面与远程控制操作设计

人机交互界面与远程控制操作设计遵循易用性、便捷性原则,结合监控中心工作人员的操作习惯,优化界面布局,清晰划分数据展示、设备管控、报警处置等功能区域,提升操作便捷性。界面设计采用简洁直观的呈现方式,清晰展示各类监控参数、设备运行状态与报警信息,支持参数筛选、状态查询等快速操作^[5]。远程控制操作设计优化控制指令传输逻辑,确保控制指令快速下发、精准执行,明确控制操作权限划分,防范误操作风险,同时设计操作日志记录功能,记录所有远程控制操作,便于操作追溯与责任界定,兼顾操作便捷性与管控安全性,提升监控中心的管控效率。

结束语

广播电视发射台远程监控系统设计是一个复杂且系统的工程,涉及多个关键环节与技术要点。从系统总体架构的合理规划,到站端监控系统的精准设计;从数据传输与通信系统的稳定保障,到远程监控中心系统的高效运行,每个部分都紧密相连、相互影响。通过本次设计,构建了一个功能完善、性能稳定的远程监控系统,有效提升了发射台的管理效率与运行可靠性,为广播电视行业的稳定发展提供了坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]何小东.广播电视发射台远程监控系统设计[J].西部广播电视,2025,46(3):155-158.
- [2]张俊.广播电视发射台远程监控系统设计[J].电视技术,2024,48(4):117-119.
- [3]顾生万.广播电视发射台远程监控系统设计要点分析[J].信息记录材料,2024,25(2):190-192.
- [4]韦德全.广播电视无线发射台站远程监控系统架构设计[J].电视技术,2022,46(4):173-176.
- [5]廖卫东.广播电视发射台站远程监控系统设计与实现[J].中国宽带,2021(8):85.