

中波转播台双回路供电切换控制技术应用与改进实践

张进军

甘肃省广播电视局白银广播转播台，甘肃白银，730900；

摘要：中波转播台作为广播电视信号传输与公共信息发布的核心载体，其核心职能在于实现中波信号的连续、稳定传输，而供电系统的运行连续性则直接决定转播质量与播出安全水平。双回路供电系统因具备“主备回路独立运行、故障时互为冗余保障”的技术优势，已成为中波转播台供电系统的标准核心配置，而切换控制技术作为连接双回路的关键枢纽，其运行效能直接决定双回路供电系统的联动效率与保障能力。本文立足中波转播台“零停播、高安全”的供电保障需求，围绕双回路供电切换控制技术的应用与改进两大核心议题，深入剖析当前技术应用中存在的/key问题及成因，明确各问题对供电保障能力的制约机制，结合电力电子技术与智能控制理论的发展趋势，提出针对性的技术改进方向与具体实践要点，为提升中波转播台双回路供电系统的运行稳定性、保障中波信号持续稳定播出提供理论参考与实践支撑。

关键词：中波转播台；双回路供电；切换控制技术；智能运维；故障识别

DOI：10.69979/3041-0673.26.04.021

引言

中波转播台作为广播电视信号传输网络的重要节点，承担着区域内中波信号覆盖与公共信息传播的重要职能，一旦出现供电中断，将引发连锁反应，直接造成中波信号停播，因此供电系统的可靠性与连续性成为中波转播台运维管理的核心重点。单一回路供电系统因受电网波动、线路老化、外力破坏等因素影响，存在显著的运行安全隐患，仅能满足低可靠性场景下的供电需求，无法适配中波转播台的高安全要求；而双回路供电系统通过设置两条独立的供电回路（主供回路与备供回路），可实现供电资源的冗余配置，大幅降低单一故障导致的供电中断风险，因此已成为中波转播台供电系统的标配。双回路供电系统的保障效能，并非单纯依赖“双回路存在”，其核心取决于切换控制技术的运行质量——当主供回路因电网故障、线路故障、设备故障等出现电压骤降、电流异常或完全断电时，需通过切换控制技术快速完成“主供回路断开-备供回路闭合”的切换流程，最大限度缩短供电中断时长，将其控制在设备耐受与信号传输允许的安全范围内。因此，系统开展中波转播台双回路供电切换控制技术的应用分析与改进研究，已成为保障中波转播台安全稳定运行的关键课题。

1 中波转播台双回路供电切换控制技术的核心价值

1.1 保障供电连续，规避停播风险

保障供电系统运行连续性、从根本上规避中波信号停播风险，是双回路供电切换控制技术的核心价值所在。中波转播台主供回路在长期运行中，易因外部电网故障（如电网电压波动、电网检修）、自身线路故障（如线路老化破损、接头接触不良）、设备故障（如变压器异常、断路器跳闸）等，出现电压超出安全阈值、电流中断等异常情况，若无法及时恢复供电，将直接导致信号停播。切换控制技术通过实时监测主供回路运行状态，可在异常情况发生时，快速完成故障识别、切换指令生成与执行，启动备供回路供电流程，将供电中断时长控制在中波转播台规定的安全范围内（通常为毫秒级或秒级），避免因供电中断引发的中波信号停播，确保转播台按既定计划完成信号转播任务，保障公共信息传播的连续性。

1.2 减少人工干预，降低运维压力

从运维效率提升维度来看，优化后的双回路供电切换控制技术，可实现故障识别与回路切换的全流程自动化，大幅减少人工操作干预需求，有效降低运维人员的工作压力与运维成本。在传统切换控制模式下，回路故障识别需依赖运维人员通过现场巡查、仪表读数等方式完成，切换操作也需人员手动操作断路器、接触器等设备，该模式存在两大显著局限：一是故障识别与切换响应滞后，难以快速处置突发故障；二是需安排运维人员24小时现场值守，确保故障发生时可及时介入，导致人

力成本居高不下。而自动化程度较高的切换控制技术，通过在主备回路关键点部位部署信号采集传感器，可实时监测回路电压、电流、频率等核心参数，结合预设控制逻辑自动识别故障；故障确认后，无需人工干预即可自动执行切换操作，完成主备回路的无缝衔接。

1.3 保护设备安全，延长使用寿命

中波转播台核心设备（如中波发射机、信号调制设备、电源稳压设备）对供电参数（电压、电流、频率）的稳定性要求极高，切换过程中的电压冲击、电流骤变，易对设备内部电路、元器件造成不可逆损伤，影响设备运行性能，缩短设备使用寿命，甚至引发设备故障，加剧供电与播出风险。科学设计的切换控制技术，可通过优化切换逻辑、精准控制切换时序，实现主备回路的平滑过渡，有效抑制切换过程中的电压波动与电流冲击，确保供电参数始终稳定在设备允许的运行范围内。同时，部分先进的切换控制技术还具备“切换前参数预判、切换中参数调节”的功能，可在切换启动前确认备供回路参数是否达标，切换过程中实时调节输出参数，进一步减少电参数波动对设备的影响，保障转播台硬件系统的稳定运行。

2 中波转播台双回路供电切换控制技术的现存应用问题

2.1 切换响应滞后，中断时长超标

部分中波转播台当前应用的切换控制技术，因硬件配置性能不足与控制逻辑设计缺陷，存在切换响应滞后问题，导致供电中断时长超出安全标准，甚至引发短时间信号停播。从硬件层面来看，部分转播台仍在运行使用年限较长的传统接触器、模拟控制器等设备，此类设备的信号采集灵敏度低、指令执行速度慢，无法快速捕捉回路参数变化，也难以高效执行切换指令。从控制逻辑层面来看，部分切换系统的控制流程设计繁琐，故障识别后需经过“参数上传-后台校验-指令下发-现场执行”多个冗余环节，每个环节均存在时间损耗，导致从“主供回路故障发生”到“备供回路正常供电”的总耗时较长，供电中断时长超出中波转播台“零中断”或“微中断”的保障要求，无法满足核心设备对供电连续性的高需求，甚至可能引发短时间信号停播。

2.2 故障判断不准，易出现误切换

切换控制技术的故障识别与判断精度不足，易出现

故障误判、回路误切换问题，既增加设备损耗，又影响供电质量。当前部分中波转播台的切换控制系统，故障判断逻辑较为单一，仅以主供回路的电压值作为核心判断依据，未将电流稳定性、频率波动范围、参数异常持续时长等关键指标纳入综合分析体系，导致故障识别的片面性与误判风险。例如，当主供回路因电网临时波动出现短暂电压偏差（未达到实质性故障标准，短时间内可自行恢复）时，系统仅依据电压异常信号即误判为主供回路故障，启动备供回路切换流程；而频繁的主备回路切换，不仅会增加接触器、断路器等切换设备的机械损耗，缩短其使用寿命，还可能因切换过程中的短暂参数波动，引发设备临时性性能异常。

2.3 人工依赖度高，适配性不足

部分中波转播台的双回路供电切换控制技术，自动化与智能化程度偏低，切换流程过度依赖人工干预，难以适配转播台“无人值守、远程监控”的行业发展方向，适配性与运维效率均存在明显不足。一方面，当切换控制系统自身出现故障（如传感器失效、控制程序卡顿）时，自动化切换功能无法正常启动，需依赖运维人员现场排查故障原因、手动操作完成回路切换；若故障发生在夜间、节假日，或转播台地处偏远区域，运维人员到场需耗费较长时间，将大幅延长供电中断时长，加剧信号停播风险。另一方面，传统依赖人工的切换控制模式，无法与转播台远程监控系统实现数据互通与联动控制，运维人员无法远程查看回路运行状态、远程干预切换流程，既无法满足“无人值守”的运维需求，制约中波转播台运维体系的智能化转型。

3 中波转播台双回路供电切换控制技术的改进方向与实践要点

3.1 升级硬件配置，优化切换响应速度

针对切换响应滞后问题，核心改进方向是升级切换控制硬件配置、简化控制逻辑，从“硬件性能提升”与“流程优化”双维度缩短切换响应时长。在硬件升级层面，首先需更换老旧的传统接触器、模拟控制器，选用具备高执行速度、高可靠性的智能切换模块（如固态切换模块、智能断路器），此类设备的指令执行响应时间可大幅缩短，满足毫秒级切换需求；其次，在主供回路与备供回路的进线端、出线端等关键点位，部署高精度、高响应速度的电量传感器（如电压传感器、电流传感器、

频率传感器), 确保实时、精准采集回路运行参数, 减少参数采集延迟, 为快速故障识别提供数据支撑。在控制逻辑优化层面, 需简化切换控制流程, 剔除“参数重复校验”“多节点指令转发”等冗余环节, 构建“传感器实时采集-本地控制器快速分析-切换模块即时执行”的短路径控制逻辑, 减少环节间的时间损耗; 同时, 在控制器中预设“故障优先级判断”程序, 当主供回路出现故障时, 优先执行切换指令, 后续再补传故障数据至后台监控系统, 确保供电中断时长控制在安全标准内。

3.2 完善控制逻辑, 提升故障判断精度

针对故障判断不准、易误切换问题, 需通过完善切换控制逻辑、构建多参数综合判断体系, 提升故障识别与判断精度, 从根本上减少误切换频次。首先, 在切换控制器的程序设计中, 嵌入多参数综合判断算法, 打破“仅以电压判断故障”的单一逻辑, 将电流稳定性(如电流骤降、电流过载)、频率波动范围(如频率超出 $50\text{Hz} \pm 0.5\text{Hz}$ 安全区间)、参数异常持续时长(如电压异常持续超过 50ms)等关键指标纳入判断体系, 形成“多参数协同分析、多条件复合判断”的故障识别逻辑。其次, 需预设差异化的故障判断阈值与延时判断机制: 针对不同类型的参数异常(如电压骤降、完全断电), 设定对应的故障判断阈值, 避免因阈值设定不合理导致的误判; 针对短暂电网波动(如电压瞬时偏差、短时间频率波动), 设置延时判断环节(如延时 $30\text{-}50\text{ms}$ 再确认故障), 若参数在延期内自行恢复, 则不启动切换流程, 仅记录异常事件; 若参数持续异常, 则立即启动切换, 通过该机制排除非实质性故障的干扰, 精准识别真正的回路故障, 保护切换设备与核心转播设备安全。

3.3 推动智能联动, 实现远程监控运维

针对人工依赖度高、适配性不足问题, 核心改进方向是推动切换控制技术与远程监控系统、智能运维平台的深度联动, 实现切换流程的远程监控与干预, 适配“无人值守”需求。首先, 搭建中波转播台双回路供电集中监控平台, 将切换控制系统的运行状态数据(如主备回路参数、切换模块状态、故障记录)、传感器采集数据, 通过工业以太网或无线传输技术实时传输至监控平台, 运维人员可通过电脑端、移动端远程查看回路运行状态, 实时掌握切换系统动态, 无需现场值守即可了解设备情

况。其次, 在监控平台中嵌入自动预警与远程控制功能: 当切换系统出现故障(如切换失败、传感器失效)或完成回路切换时, 平台可自动通过短信、APP推送等方式向运维人员发送预警信息, 确保人员及时掌握异常情况; 同时, 预留安全可靠的远程控制接口, 在特殊情况下(如自动化切换失效), 运维人员可通过监控平台远程下发切换指令, 手动控制主备回路切换, 无需到场即可完成故障处置, 大幅缩短故障响应时长。此外, 还需将切换控制数据与转播台整体智能运维系统对接, 实现供电系统与发射系统、信号系统的联动监控, 进一步提升中波转播台运维体系的智能化水平。

4 结语

双回路供电切换控制技术, 是保障中波转播台供电系统安全稳定运行、规避中波信号停播风险的核心技术支持, 其运行效能直接关系转播台的供电连续性、设备安全性与运维效率, 当前受硬件性能、控制逻辑、智能化程度等因素制约, 该技术的应用价值仍未充分发挥, 难以完全适配中波转播台“高安全、零停播、智能运维”的发展需求。通过升级切换控制硬件配置以优化响应速度、完善控制逻辑以提升故障判断精度、推动智能联动以实现远程运维, 显著提升双回路供电系统的保障能力。在后续工程实践中, 需充分结合不同中波转播台的电网环境(如城市电网、偏远区域电网)、现有设备配置、运维管理模式等个体差异, 细化技术改进方案, 避免“一刀切”式的技术升级; 同时, 随着电力电子技术、人工智能算法的持续发展, 还需进一步探索智能判断算法(如基于机器学习的故障预判算法)、数字孪生技术在切换控制中的应用, 推动切换控制技术向“故障预判-自动切换-远程运维-数据追溯”的全流程智能化方向发展, 持续提升中波转播台供电保障的稳定性与可靠性, 为中波信号的持续、稳定传输提供更为坚实的动力支撑。

参考文献

- [1] 索朗曲珍. 音频处理在中波转播台的应用分析[J]. 视界观, 2021, (18): P. 1-1.
- [2] 陈勇. 音频处理在中波转播台的应用分析 [J]. 通讯世界, 2017, (21): 32-33.
- [3] 甘时伟. 音频处理在中波转播台的应用[J]. 西部广播电视, 2018, (18): 218-219.