

电力自动化系统中调度故障与处理分析

南佳凯

内蒙古超高压供电公司 内蒙古呼和浩特 010080

摘要: 电力企业在日常运作和发展过程中,为了从根本上满足人们的个性化需求,同时提高自己的经济效益,电力企业要保证电力系统在运行过程中的安全性和稳定性。电力系统在正常运行过程中,一般都会通过自动化技术在其中科学合理的利用,这样不仅可以实现自动调度,而且还能够满足人们对电力资源的个性化需求。但是电力系统在实现调度自动化时,对电力系统在运行过程中的安全性和稳定性,将会产生不同程度的影响。

关键词: 电力系统; 调度自动化; 现存故障; 处理措施

自动化技术近年来的整体发展势头比较好,受到了人们的广泛关注和重视,将其应用到电力系统调度当中,对电力系统在运行过程中的效率提升具有非常重要的影响和作用。但是电力系统调度自动化的实现,仍然存在很多问题。

一、电力系统自动化的主要目标

电力系统自动化是通过计算机技术、通信技术和控制理论等手段,实现对电力系统运行状态的实时监测、分析决策和自动控制。其核心目标是全面提升电力系统的运行质量,确保电力供应的安全、可靠和经济高效。

1. 提高电力系统可靠性

减少停电时间和影响范围: 通过自动化装置如自动重合闸、备用电源自投等,实现故障快速隔离和供电恢复,大幅降低停电持续时间。**增强系统稳定性:** 利用自动化系统实时监测电网状态,通过快速控制措施(如切机、切负荷)防止系统失稳,避免大面积停电事故。**实现不间断供电:** 自动化系统能够无缝切换备用电源和线路,确保关键负荷持续供电,提高供电连续性。

2. 保障电力系统安全运行

预防设备损坏: 通过实时监测设备运行参数(如温度、电流、电压),在越限时及时报警或自动采取保护措施,防止设备过载、短路等故障。**防范系统性风险:** 自动化系统可识别电压崩溃、频率失稳等系统性风险,并自动执行预定的安全控制策略。**增强网络安全防护:** 现代自动化系统集成网络安全功能,防范黑客攻击和病毒入侵,保护关键电力基础设施。

3. 提升经济运行效率

优化调度与控制: 通过自动发电控制(AGC)和经济调度算法,实现发电资源的最优分配,降低系统运行

成本。**减少网络损耗:** 自动化系统可实时计算最优潮流分布,自动调整变压器分接头、无功补偿装置等,降低输电损耗。**提高资产利用率:** 通过负荷预测和智能调度,平衡峰谷差,提高发电设备和电网设施的利用率。

4. 增强系统运行效率

快速响应能力: 自动化系统可在毫秒级完成故障检测、定位和隔离,远快于人工操作响应时间。**减少人工干预:** 常规操作和故障处理由系统自动完成,降低人工操作错误风险,提高工作效率。**数据驱动决策:** 自动化系统采集海量运行数据,通过高级分析为运行人员提供决策支持,优化系统运行方式。

5. 行业标准视角

根据电力行业标准和规范,电力系统自动化的核心目标可概括为:**安全目标:** 预防人身伤害和设备损坏,**可靠目标:** 确保连续稳定供电,**经济目标:** 实现资源最优配置和成本最小化**高效目标:** 提高系统运行和管理效率,这些目标并非孤立存在,而是相互关联、相辅相成的。现代电力系统自动化通过集成SCADA系统、广域测量系统(WAMS)、智能保护装置等技术手段,构建了全方位、多层次的自动化体系,全面支撑上述目标的实现。

二、电力调度系统常见故障类型

1. 电力调度前置机常见故障及原因

电力调度前置机常见故障及原因分析,电力调度前置机是电力调度自动化系统中的关键设备,承担着数据采集、预处理、通信转换等重要功能。前置机基本功能与组成,电力调度前置机主要功能包括:全网实时数据的采集和预处理,监视各分站通道的工作状态,收集并加工各RTU(远程终端单元)送来的信息,进行规约转换和信息识别、检错、纠错处理,与后台机通信以及向

RTU 传送控制命令，前置机主要由三个模块组成：电源模块：为前置机提供稳定电力供应，监控模块：负责系统状态监控和告警，通信模块：处理数据收发和通道管理。常见故障类型及原因，电源模块故障，故障表现：电源指示灯异常，设备无法正常启动或运行不稳定，可能原因：电源供应不稳定或电压波动，电源模块内部元件老化或损坏，电源连接线路接触不良或断路，处理措施：检查电源输入是否正常，更换损坏的电源模块，确保电源连接稳固可靠，通信模块故障，故障表现：运行灯不按固定间隔闪烁，故障灯亮起，Rx（接收）和Tx（发送）指示灯异常（不亮或常亮），数据通信中断或异常，可能原因：通信板硬件损坏，信号收发异常，接口连接松动或接触不良，通信协议配置错误，处理措施：检查通信板指示灯状态判断故障位置重新插拔通信，接口（注意断电操作），检查通信协议配置是否正确，必要时更换通信板，主备机切换故障，故障表现：前置机主备机无法正常切换，可能原因：切换装置电源故障，切换装置与系统连接松动，人工及自动切换的转换开关位置不正确切换逻辑或软件配置错误，处理措施：检查切换装置电源状态，检查所有连接线路是否牢固，确认切换开关位置正确，检查切换逻辑配置，通道板故障，故障表现：特定通道通信中断或数据异常，可能原因：通道板硬件损坏，通道板芯片故障，通道配置错误，处理措施：更换同型号通道板（严禁带电插拔），如无备件，可将通道板上备用芯片与故障芯片对调，检查通道配置参数，故障排查方法，观察法，检查各模块指示灯状态是否正常，查看监控系统告警信息，检查数据是否存在偏差结合设备说明书和维修经验进行判断，预防性维护建议，定期检查：定期对前置机各模块进行状态检查，包括指示灯、连接线路等，备件管理：保持关键备件（如通道板、电源模块）的库存，环境监控：确保设备运行环境（温度、湿度、洁净度）符合要求，软件维护：定期更新系统软件和补丁，检查配置参数，记录分析：建立故障记录和分析机制，识别常见问题和改进点，电力调度前置机的稳定运行对电力系统自动化至关重要。

2. 电力调度数据库常见故障表现

数据定义错误类故障，主站点号配置错误，表现为站端设备与主站系统间的数据无法对应匹配，典型现象：保护装置信号与主站显示不一致，主要原因：数据库配置表与现场设备参数不匹配，极性取反问题，表现为遥测数据显示值与实际值符号相反，典型场景：功率方向显示错误、电流相位异常，需核对保护装置、站端后台

与主站信号一致性，数据类型定义错误，表现为数据格式转换失败或显示异常，常见于新接入设备或系统升级后。数据存储异常类故障，遥测数据重复存盘，同一时间点的数据被多次记录，导致历史数据库膨胀，查询效率下降，需检查数据库索引和触发器配置遥信信号频繁变位，表现为开关状态在短时间内多次变化，可能原因：二次回路接触不良、电磁干扰，处理方法：检查辅助接点氧化状况，清洁或更换接点遥信表重复填写，同一信号事件被多次记录，导致事件顺序记录（SOE）混乱，需检查数据库事务处理机制。数据响应延迟问题，遥控执行时间延长，指令发出到执行完成时间超出正常范围，需检查设备信号及通道状态，验证通信质量，可能原因：数据库事务锁冲突、系统资源不足，数据查询响应缓慢，历史数据检索时间明显增加，可能原因：数据库索引失效、存储碎片化处理方法：重建索引、优化查询语句，实时数据更新滞后，画面刷新延迟，数据不能及时反映现场状态，可能原因：数据库连接池耗尽、网络带宽不足。数据完整性故障，数据丢失现象，部分时间段数据未被记录，可能原因：存储空间不足、采集进程异常终止，需设置磁盘空间预警机制，数据噪声干扰，表现为数据中存在异常波动或跳变，工业环境中的电磁干扰或传感器故障引入错误数据，需配置数据滤波算法，时间不同步问题，多设备数据时间戳不一致，影响时序分析和事件关联，需部署精确时间同步协议（NTP/PTP）。

3. 电力调度网络系统常见故障

常见故障类型及表现，物理层故障，故障表现：通信完全中断，设备间无法建立连接，主要原因：光纤断裂或接口损坏，网口硬件故障，物理连接松动或接触不良，典型现象：网络指示灯异常，ping测试无响应，协议层故障，故障表现：数据解析错误，指令无法正确执行，主要原因：通信协议不匹配，网络配置错误，参数设置不当，典型现象：数据格式转换失败，指令执行结果与预期不符。网络安全事件，故障表现：系统异常行为，数据被篡改或丢失，主要原因：网络攻击（如DDoS、病毒入侵），非法访问或操作，安全防护措施不足。性能问题，故障表现：系统响应延迟，数据传输缓慢，主要原因：带宽不足，设备过载，网络拓扑不合理。故障处理方法，物理层故障处理，检查通信线路连接状态，修复或更换损坏线路，更换故障网络接口设备，确保所有物理连接稳固可靠，协议层故障处理，核对通信协议配置，确保各端协议一致，调整网络参数设置，验证数据格式兼容性，网络安全事件处理，立即隔离受感

染设备或网络段，启动安全应急预案，进行病毒查杀和系统修复，恢复受损数据备份。故障预防措施，物理安全防护，实施严格的访问控制（门禁系统、权限分级管理），采用防破坏设计（高强度材质、防爆玻璃）确保设备安装环境符合要求（温度、湿度、洁净度），网络冗余配置，部署双通信链路，关键设备采用热备模式，建立快速切换机制，网络安全防护，部署防火墙和入侵检测系统，实施网络隔离与访问控制，定期更新安全补丁和病毒库，开展安全审计和漏洞扫描。系统监控与维护。建立完善的监控告警机制，定期进行系统健康检查，保持软件版本更新，建立故障知识库和应急处理流程。电力调度网络系统的稳定运行对电力供应安全至关重要。

三、电力调度系统故障处理策略

1. 电力调度系统架构与分层处理策略

电力调度系统采用分层管控架构，将复杂系统分解为可管理的功能模块，针对不同层级实施差异化故障处理策略。分层故障处理策略。通信层处理策略：光功率低于-10dB时，启动光纤巡检排查分光器至站端熔纤接头，对主备配置的双光纤使用OTDR测试误码上升区间，通道中断时校验交换机VLAN分组绑定情况，必要时对核心路由实施应急冷重启，前置层处理策略：CPU负载飙高时调用负载均衡集群启动应急接管，通过日志定位数据积压源头（如PMU装置通讯卡线程堆积），更换网口配置解决通信瓶颈问题，应用层处理策略：功能异常时采用版本回退验证，数据库性能问题实施碎片整理，服务异常时重新匹配服务白名单策略。

2. 电力调度系统故障分类与处理流程

四维度故障场景图谱，电力调度系统建立了覆盖四大类故障场景的标准化处理框架：硬件老化型故障，典型表现：厂站交流采样板电容鼓包引发遥测波动，处理策略：推进全生命周期登记管理，建立预防性更换计划，逻辑缺陷型故障，典型表现：应用进程中数据死锁导致雪崩问题，处理策略：更新迭代周期管理模型，加强程序验证，数据异常型故障，典型表现：测控参数设置违规，处理策略：运行规程二次审核，修补管理流程漏洞，链路中断型故障，典型表现：通信通道完全中断，处理策略：主备通道切换，物理线路检修。五步协同故障处理法，电力调度系统采用标准化五步流程处理故障：监测值班发现，参数越限时弹出三级警告弹窗，技术班组携带终端仪赶赴调控机房，运行日志分析，确定警告首次触发时段，实施主备设备切换观察告警是否消失，针对性处置，RTU数据掉线时组织专线光纤接头清洁，同步通知站端检查子站控制板，预案执行复核，生成处置

复核校验单，要求观测72小时动态排除继发问题，经验反馈，记录处置过程与效果，更新应急预案和知识库，应急响应时间目标，30分钟内：启动应急响应机制，2小时内：完成初步故障评估，4小时内：恢复95%电力供应，48小时内：完成全面检修。应急技术支撑体系，应急指挥系统：集成SCADA、GIS、视频监控等多源信息，移动应急平台：车载式应急通信和电源设备，自备应急电源：按照GB/T 29328-2018标准配置，网络安全监测：入侵检测、流量分析等安全设备，电力调度系统的故障处理是一项系统工程，需要将技术措施与管理流程有机结合。

四、预防措施与优化建议

1. 定期检查维护

建立定期巡检制度，对硬件设备和通信线路进行检查，定期更新系统软件 and 应用程序补丁。

2. 安全防护机制

禁止外来程序拷贝，结合软件和硬件的综合安全防护措施，隔离非法信息。

3. 监控系统完善

更新滞后的监控设备，扩大监控力度和范围，建立实时监控预警机制。

4. 人员培训管理

加强操作人员技术培训，提高安全意识和责任意识，规范调度指令格式和操作流程。

5. 应急预案制定

建立系统失步预防措施：控制输电线路潮流、保持保护装置正常运行，系统失步处置措施：发电机强制励磁、电气制动、切机切负荷等。

6. 备品备件管理

配备必要的调试仪器，保持关键备件的库存，建立快速更换机制。

总之，电力系统调度自动化在运行过程中，经常会出现很多故障类型，故障一旦出现，不仅会直接影响到系统在运行过程中的效率，而且还会威胁到系统在运行时的安全性和稳定性。要在实践中对现有的电力调度通信系统进行完善和优化，同时还要选择符合实际要求的故障排查方法，这样才能够实现对故障的有效处理。

参考文献

- [1] 邓阅. 电力系统调度自动化故障分析与处理 [J]. 电力设备管理, 2023 (15): 23-25.
- [2] 李娜. 电力调度员在电网故障应急处理中的关键作用与先进技术手段的应用 [J]. 电脑采购, 2024 (27): 171-173.