

电力调度自动化系统故障处理与维护策略

孙文琍 李 恒 刘晓晨 宋 烁

国网宁东供电公司 宁夏 银川 750411

【摘 要】：电力调度自动化系统是电网运行的核心支撑平台，它的稳定与否直接影响到调度指令的执行以及供电的安全。在系统的长时间运转当中，由于各种原因出现通信链路异常、设备故障以及软件运行不稳定等情况，从而造成数据传输中断、信息滞后、控制失灵等危险。根据以上的情况建立分级故障识别机制，改进应急处理程序，加强设备的状态检测和预防性保养工作，采用标准的运维管理方法来达到故障快速找到并闭环处理的目的。并且利用数据分析技术对运行状况做实时评价，从而加强系统的自适应性能。经过策略的实施之后，系统的故障响应速度变快了，运行更加稳定，调度自动化水平以及安全保障能力得到了很好的改善。

【关键词】：电力调度自动化系统；故障处理；运行维护；系统稳定性；运维优化

DOI:10.12417/2811-0722.26.08.087

1 系统运行基础与功能构成分析

1.1 调度自动化系统结构组成特征

调度自动化系统由主站系统、前置通信系统、数据采集终端及调度应用平台构成，形成分层分布式体系结构。主站层承担数据处理、运行分析与调度决策功能，具备高并发数据处理能力与实时计算能力；通信前置层负责多协议转换与数据转发，保障不同类型设备之间的数据兼容性与交互稳定性；现场终端层通过远动装置实现电网运行数据采集与控制指令执行。系统结构强调冗余设计与容错机制，通过双机热备、网络多路径切换等方式提升整体可靠性。面向智能电网发展需求，结构设计逐步向模块化、平台化演进，实现功能解耦与灵活扩展，为故障处理与运维策略优化提供良好支撑基础。

1.2 关键设备与通信链路运行机制

关键设备主要包括远动终端、测控装置、通信服务器及网络交换设备，各类设备通过标准通信协议实现数据交互与控制协同。通信链路由光纤网络、专用通信通道及备用链路构成，形成多层级传输体系，保障数据传输的实时性与稳定性。运行过程中，数据由现场采集设备经通信网络传输至主站系统，经过协议解析与数据校验后进入调度应用模块，实现信息处理与指令反馈。链路运行机制强调低时延、高可靠与抗干扰能力，通过链路监测、误码检测及自动切换机制降低通信中断风险^[1]。结合智能化运维理念，引入链路状态在线评估与故障预警技术，提升通信系统整体运行稳定水平。

1.3 数据采集与控制执行流程解析

数据采集流程以现场设备实时监测为基础，通过传感单元获取电压、电流、开关状态等运行信息，经远动终端进行数据编码与初步处理后上传至主站系统。主站侧完成数据筛选、异常识别及状态计算，并将处理结果用于调度决策支持。控制执行流程依托调度指令下发机制，将控制命令经通信网络传输至目标设备，由终端装置解析后驱动执行机构完成操作。全过程

强调数据准确性与指令一致性，通过时间同步机制与数据校验手段保证信息传输的完整性。面向数字化发展方向，流程逐步融合实时数据分析与状态感知技术，实现采集、分析与控制的协同联动，提高系统响应速度与运行精度。

2 运行过程中的故障类型与诱因识别

2.1 通信异常引发的数据传输问题

通信异常主要表现为链路中断、数据丢包与时延波动，直接影响调度信息传递的完整性与实时性。传输路径中任一节点出现拥塞、配置偏差或物理链路衰减，均可能导致数据帧无法按时到达主站系统，进而引发遥测数据缺失与遥信状态滞后。协议适配不一致或报文解析异常，会造成数据格式错乱与信息失真，影响后续处理准确性。网络环境中电磁干扰与设备兼容性问题亦会降低传输稳定性，使数据链路呈现间歇性波动特征。复杂网络拓扑结构下，链路切换机制若响应不及时，将进一步扩大故障影响范围，增加系统运行风险。

2.2 硬件设备老化与性能退化情况

长期运行条件下，关键硬件设备逐步出现性能衰减，影响系统整体运行可靠性。电子元器件在高温、高负荷环境中易发生参数漂移，导致测量精度下降与信号处理能力减弱。通信接口与连接部件因磨损或接触不良，可能引发数据传输不稳定甚至中断^[2]。电源模块老化会造成供电波动，影响设备正常启动与持续运行能力。散热系统效率降低使设备内部温度升高，加速器件老化进程，形成性能退化的叠加效应。设备运行状态缺乏有效监测时，隐性故障难以及时识别，容易在负荷波动或环境变化条件下集中暴露，增加系统运行不确定性。

2.3 软件系统运行失稳与逻辑缺陷

软件系统在高并发数据处理与复杂业务逻辑支撑过程中，易出现运行失稳与功能异常问题。程序模块间接口设计不完善或数据调用关系复杂，可能导致资源占用异常与响应延迟增加。数据库访问压力持续升高时，查询效率下降与数据写入延

迟问题逐渐显现,影响系统实时性。算法逻辑存在缺陷或边界条件处理不足,会引发状态判断偏差与控制指令异常。系统更新过程中版本兼容性不足,容易造成部分功能失效或数据异常。缺乏完善的异常检测与日志分析机制时,隐蔽性故障难以快速定位,增加运维处理难度与系统运行风险。

3 针对典型故障的处理机制优化路径

3.1 通信故障快速定位与恢复策略

通信故障处理需构建分层识别与路径追踪相结合的快速定位体系,通过对链路状态、节点运行参数及报文传输情况进行实时监测,实现异常源头的精准锁定。依托网络拓扑模型与链路健康度评估机制,对通信路径进行分段检测,逐级排查光纤链路、交换节点及协议转换环节的运行状态,缩短故障定位时间。采用多维数据对比的方法来分析传输时延、丢包率和误码率的变化趋势,找出存在异常的地方。恢复策略要以冗余链路自动切换为主导,依靠多路径传输以及负载均衡手段,达成通信中断状况下数据迅速重建的目的。对于复杂的网络环境,创建链路自愈体系,用自动重连和路径优化算法来维持通信通道的稳定。按照智能运维的理念,依靠历史运行数据创建故障特征库,加强异常检测精确度以及处理速度,让通信系统拥有不断改进并自我调节的能力。

3.2 设备故障分级处置与应急响应机制

设备故障处置要根据影响范围、风险程度来制订分级响应体系,从而达到差异化处置并优化资源配置的目的。利用设备运行状况评价模型,对故障实施及时分类,并确定重要设备同普通设备的处理先后顺序,从而保证主要系统可以正常运转。应急响应机制要包含故障上报、状态核实、处置执行以及结果回馈这些环节,构成一个完整的闭环管理体系^[3]。就关键设备出现异常的时候,立刻执行快速隔离并替换运行,依靠备用设备的切换以及系统的重新构建来保证业务的不间断运作。对于一般的故障采用在线修复加性能调节的方法,减小对整个系统的影响。利用数字管理手段创建起设备全生命周期管理系统,对运行数据加以记载,对故障历史展开追溯,并且让维护计划得以灵活地改变。借助智能诊断技术,对设备运行的趋势做出预判性的分析,提早察觉到可能存在的危险,从而加强了对故障处理的前瞻性以及细致化。

3.3 软件异常诊断与系统修复方法

软件异常处理要依靠多层次的监测以及逻辑分析相融合的诊断体系来开展工作,从而对系统的运行状况实施不间断的追踪并加以剖析。经由日志搜集,性能指标监测以及异常行为判定,创建起软件运作全貌视图,从而达到对于异常根源的有效锁定。就程序运行不稳定而言,用模块化分析的方法,从各个功能模块入手,找出造成资源耗尽和数据处理瓶颈的原因。系统修复要依靠版本控制以及配置改良手段,借助补丁更新,

参数调节和功能重新构造等办法来维持系统的稳定情况。建立回滚机制和隔离运行环境,避免修复过程中影响到正常的业务。采用自动化测试和验证的方式,对修复的结果做多方面的检验,保证系统的功能完备以及数据的一致性。

4 运维体系完善与预防性管理措施

4.1 设备状态监测与健康评估机制

设备状态监测体系要创建起多源数据融合的实时感知架构,依靠收集电压,电流,温度,负载率以及运行时长这些重要参数来达成对设备运行状况持续追踪并开展动态剖析的目的。监测系统以统一的数据平台为基础,把各种运行数据集中起来做处理,并且把它们标准化地转换成一个完整的设备运行画像。健康评价体系用指标体系来对设备性能实施量化分层,联系以往的运行数据和故障记载,塑造出诸多方面的健康状况评定模型,从而达成对可能存在的危险事前察觉的目的。采用智能分析算法对数据的变化趋势做深层次的分析,找出异常波动的特点以及性能衰退的趋势,从而提高评价结果的准确性和预见性。

4.2 定期检修与预防性维护策略构建

检修与维护策略要依照设备运转特点以及风险级别来制订,用周期性的检修和状态驱动的维护相融合的方式来达成资源的合理调配并有效地控制风险。检修计划要依照设备的运用年份、负荷状况和运行环境等要素来实行动态调节,防止因为某一时段内缺少维修而出现空档期的情况^[4]。预防性维护主要针对重要部件和危险部分,依靠定时检测、性能校准和部件替换来削减故障出现的概率。在维护过程中采用数据驱动的思想,依据设备运行的数据以及健康评价的结果来制订不同的维护方案,从而达到精准化的管理目的。创建起维护记录和故障档案库,对检修成效展开持续追踪并加以评判,进而给之后的维护决定赋予数据支撑。经由检修流程同维护策略互相配合改良,加强设备运行可靠程度和保养速度,保证系统长久稳定运转。

4.3 运维标准化与流程规范体系完善

运维体系要以标准化、流程化为根本,创建起统一标准的管理架构来加强故障处置以及日常保养的一致性。标准化的内容有操作规程、故障处理流程、数据管理规范等,规定好各种运维活动的操作途径和技术要求,从而减小由于人为操作造成的误差。流程体系要覆盖监测、预警、处置、反馈这些主要部分,并依靠流程节点来达成全过程的管控。用信息化管理系统把运维流程重新设计成数字化的形式,达到任务下达、过程监督、结果评价的闭环管理目的。依靠持续改进机制,对流程执行效果展开定期评定并加以改善,进而加强体系应对繁杂运作情况的能力。

5 策略实施后的运行质量与稳定性变化

5.1 故障响应效率与处置时效提升

故障处理机制改进之后,响应流程从分散式的处理变成了集中式、协同式的处理,大大缩减了故障被发现并加以解决的时间。依靠实时监测以及自动告警联动的方式,可以迅速完成对异常信息的收集、分析并作出等级划分的工作,从而减小由于信息传递迟缓所造成的处置效率降低情况的发生。故障定位依靠智能分析以及路径追踪技术,可以很快找到问题的根源,不会因为反复查找而造成时间上的浪费。处置环节依靠标准的操作流程和预案来推动,产生清晰的操作途径和执行次序,加强处理进程的可控程度和一致水平。多层次响应机制使得各种各样的故障可以对应相应的处理办法,从而减小在安排过程中出现的不确定因素。

5.2 系统运行连续性与数据可靠性改善

经过运行策略优化之后,系统对于异常扰动有更强的稳定性保持能力,运行的连续性得到了明显的改善。采用多层冗余结构以及自动切换的方式可以减小单个设备出现故障的时候给整个系统造成的冲击,从而保证重要的业务可以一直正常运转^[5]。数据传输的过程依靠链路优化、协议校验等手段加强,数据丢失、错误率变低,信息传递完整度得以保证。数据处理阶段加入一致性检验以及异常剔除手段,保证送入调度系统里

的数据有较高的可信程度。运行中产生持续监测和动态调节的体系,提前预知可能存在的危险并加以控制,从而减小由于系统波动而产生的连锁效应。系统运行稳定可靠,数据质量、信息可靠程度同步提高,给调度决策给予稳定支持。

5.3 调度安全保障能力与管理水平优化

运维策略同管理机制互相配合之后,调度系统的安全保障水平就得到了结构上的改善。健全的安全防护体系和风险控制机制,从设备、通信、软件三个方面建立多层次的防护体系来降低运行风险。安全管理过程中加入分级控制、权限管理等手段,使重要的操作有严格的约束和可追溯性,从而减小由于误操作造成的危险。运维管理由原来的粗放式向精细化、数字化转变,依靠数据来开展运行状况评定和风险预估工作,从而加强管理决策的科学程度。

6 结语

调度自动化系统依靠健全的故障处理体系以及运维管理架构来达成运行稳定和安全保障水平的全面加强。从通信、设备、软件等各方面展开协同改进工作,从而使得整个系统拥有较好的反应速度以及抵御各种危险的能力。运维模式由原来的被动应对转变为现在的主动预防,运行质量不断改善,数据可靠性和调度准确性也不断提高,给电网的安全稳定运行提供有力保障。

参考文献:

- [1] 林亮,李鑫.电力调度自动化系统的故障维修措施研究[J].家电维修,2025,(10):77-79.
- [2] 李悦,王书欢,刘涛.电力调度自动化系统的故障告警算法研究[J].技术与市场,2025,32(9):81-83+89.
- [3] 刘力维.电力调度自动化系统运行中的故障及处理[J].中国设备工程,2023,(24):166-168.
- [4] 陈麒宇,陈朝阳.电力调度自动化系统运行中的常见故障和处理措施[J].电子元器件与信息技术,2023,7(7):171-174.
- [5] 郑小英.电力调度自动化系统运行中的常见故障和处理措施[J].光源与照明,2022,(11):219-221.