

电力系统自动化技术在配电网运行管理中的实践探究

卢勇, 赵印, 张春艳

内蒙古仲泰能源集团有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017000

DOI:10.61369/EPTSM.2026010028

摘 要 : 本文旨在充分发挥电力自动化技术应用效果, 确保配电网运行管理质量。结合实际项目案例, 对配电网运行管理中的电力系统自动化技术实践应用进行研究, 包括配网自动化系统搭建、智能化巡检技术应用、故障诊断和自愈技术应用、负荷监测与调度优化技术应用等。以期后续同类项目提供参考。

关 键 词 : 电力系统; 自动化技术; 配电网; 运行管理

Exploration of the Practice of Power System Automation Technology in Distribution Network Operation and Management

Lu Yong, Zhao Yin, Zhang Chunyan

Inner Mongolia Zhongtai Energy Group Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia 017000

Abstract : This article aims to fully utilize the application effect of power automation technology and ensure the quality of distribution network operation and management. Based on actual project cases, research is conducted on the practical application of power system automation technology in the operation and management of distribution networks, including the construction of distribution network automation systems, the application of intelligent inspection technology, fault diagnosis and self-healing technology, and the application of load monitoring and scheduling optimization technology. In order to provide reference for similar projects in the future.

Keywords : power system; automation technology; distribution network; operation management

引言

作为电力系统末端环节, 配电网运行效果将对整体电力系统供电稳定性产生直接影响。在现代电力需求持续增长和用电特性多元化模式下, 传统配电网运行管理模式已无法满足实际管理需求, 效率低、响应滞后、故障处置被动等弊端明显。为应对上述弊端, 电力单位可将电力系统自动化技术合理引入, 结合实际情况, 采取合理的措施应用该技术, 突破传统运行管理瓶颈, 全面提高配电网运行管理水平^[1-3]。

一、项目概况

某城市郊区配电网升级改造项目覆盖区域面积约82km², 涉及工业园区和商业集中区等供配电业务, 服务用户数量超过12.6万户, 工业用户数量约1.3万户, 商业用户数量约0.1万户, 居民用户数量约11.2万户。改造前, 该项目配电网存在线路老化严重、监控手段落后、负荷分配不均、运维管理效率低下等情况。为应对上述情况, 电力单位决定将当前先进的电力系统自动化技术引入, 结合该项目实际情况, 合理搭建配网自动化系统, 构建智能巡检体系, 部署故障诊断和自愈系统等, 确保电网运行管理效果。改造项目于2024年6月完成并投入使用, 目前已连续运行18个月时间, 整体运行效果良好, 可满足配电网实际运行管理需求。本文主要对该项目电力系统自动化技术实践应用进行研究。

二、配电网运行管理中的电力系统自动化技术实践应用

(一) 配网自动化系统搭建

该项目配网自动化系统架构主要分主站、子站和终端三级。主站建设时, 电力单位构建高性能服务器和冗余备份系统, 并合理部署自动化主站软件, 设置数据处理, 状态监测, 故障预警和远程调度等管理功能。具体应用中, 由主站系统对各终端设备采集的线路电流、电压和功率因数等关键运行数据进行实时汇集, 利用数据可视化技术将其呈现为直观的图表形式, 以便管理人员实时监督配电网具体运行状态^[4]。子站建设时, 电力单位根据项目区域配电网具体拓扑结构形式, 将3座子站设置在关键节点, 负责接收主站运行管理指令并实时转发到终端设备, 同时对各终端

设备数据实施预处理，进一步提高整体系统响应速度。终端部署时，电力单位将配电终端、馈线终端和变压器终端等单元设置在线路开关、环网柜和变压器等关键设备上，实时检测设备故障，采集并上传相关数据，对各设备进行远程管控，使配电网设备实时运行状态得到全天候监控^[9]。

（二）智能化巡检技术应用

为应对传统运行管理模式下的巡检效率低，成本高和环境影响大等问题，该项目引入智能巡检技术，通过无人机和机器人结合合法，构建全方位立体化智能巡检体系。无人机巡检时，电力单位将具备红外热成像、高清摄像和定位导航等先进功能的工业级无人机作为主要设备，对河流、山区等人工巡检难度较高的区域进行巡检。巡检时使无人机根据预设航线自动化飞行，在飞行过程中实时采集线路影像数据，借助红外热成像技术，对绝缘子和线路接头等关键部位温度异常情况进行检测，以便及时发现线路破损、老化或覆冰等安全隐患^[9]。通过后台管理系统，管理人员可利用智能化图像识别算法处理和分析巡检数据，自动完成疑似隐患点标注，使巡检效率和准确率显著提高。机器人巡检时，电力单位将12台轨道式巡检机器人部署在工业园区和城市道路沿线等人员密集区域，搭载声音传感器、高清摄像头和气体传感器等智能检测装备，对配网设备进行近距离和精准化巡检。此类机器人可24h连续运行，对设备运行状态展开实时动态监测，以便及时发现设备故障或异常情况，及时发出预警，确保配电网设备运行管理效果，防止设备故障影响整体系统正常运行。

（三）故障诊断和自愈技术应用

为实现配电网故障处置能力的合理提升，该项目改造中，电力单位将故障诊断和自愈技术引入，以大数据和人工智能为支持技术，构建完善的故障诊断和自愈系统，确保配电网故障的快速定位和精准诊断效果，并使其动态恢复。利用大数据技术深度挖掘配电网运行数据，根据数据挖掘结果为不同类型故障建立特征模型。在配电网出现故障时，该系统可对故障特征数据进行快速提取，通过比对故障模型的方式精准诊断故障类型，确定故障位置，显著提高故障诊断准确率。故障自愈时，电力单位根据配电网基本拓扑结构、故障类型和故障位置等关键信息数据，利用该系统自动生成最优处置方案^[7-9]。针对局部可隔离故障，系统将借助远程控制终端自动隔离故障区域，使非故障区域及时恢复供电，对于故障复杂情况，该系统可将具体故障信息和处理建议及时推送给管理人员。

（四）负荷监测与调度优化技术应用

为有效解决传统运行管理模式下的配电网负荷分配不均衡问题，确保整体配电网负荷分配效果，在该项目智能化改造中，电力单位合理引入负荷监控和优化调度技术，对配电网负荷情况展开实时监测，并根据实际情况动态优化调度方案。负荷监测时，电力单位将智能化用电信息采集终端部署在用户侧，对各类用户实时用电负荷情况进行采集和监测，将数据采集频率设置为每

15min一次，可使管理人员实时、精准掌握该项目不同区域、不同时间段的电网负荷变化规律^[9]。同时为该系统设置智能化负荷预测功能，将系统历史负荷数据、节假日信息和气象数据等作为基础，对机器学习算法模型进行训练优化，使其能精准预测未来24h以内的配电网负荷变化趋势，将预测误差控制在5%及以内。优化调度时，电力单位管理人员可将实时负荷监测数据和预测结果等作为依据，结合配电网实际运行状态，利用配网自动化系统动态调整分布式电源处理线路开关状态和储能设备充放电状态等，确保整体电网负荷分配的均衡性。同时，电力单位也可可为该系统设置需求响应功能，在配电网供电紧张时，系统将以APP信息或短信等方式为工业用户及时推送用电负荷削减建议，积极引导各用户错峰用电，为整体配电网运行稳定性提供良好保障^[10]。

三、配电网运行管理中的电力系统自动化技术实践应用效果

在此次配电网运行管理项目中，通过电力系统自动化技术的合理引入和应用，整体配电网获得了显著的升级改造效果，基本数据如表1所示。首先是供电可靠性，通过电力系统自动化技术的合理应用，该项目配电网故障停运率明显低于传统运行管理模式，平均供电可靠率也实现了显著提升，从而使停电导致的经济损失大幅度降低，进一步提高了电力单位经济效益。其次是故障处置效率，通过电力系统自动化技术的合理应用，该项目配电系统故障定位时间较传统运行管理模式显著缩短，故障修复时间也大幅度减少，从而使故障得到及时有效处置。再次是运维管理效率，在电力系统自动化技术支持下，通过智能巡检技术替代传统人工巡检技术，可使巡检效率明显提高，并合理节约巡检成本，降低巡检人员安全风险事故发生概率，避免人为因素对巡检效果的不利影响；而在自动化数据采集和分析等功能支持下，配电网巡检数据误差也显著降低，从而有效消除传统人工记录和统计模式下的数据误差问题，进一步提高管理决策水平，确保管理决策科学性。最后是负荷优化，通过该技术的合理应用，本项目配电网负荷分配不均衡问题已得到有效解决，成功消除线路过载现象，显著提高用电高峰时的供电能力，并使用电低谷时的电力资源得到合理利用。

表1-该项目配电网运行管理中的电力系统自动化技术实践应用结果数据				
序号	指标	传统模式	自动化模式	优化幅度
1	供电可靠率	99.72%	99.98%	0.26%
2	停运率	0.28%	0.02%	92.86%
3	故障定位平均时长	2.5h	5min	96.67%
4	故障恢复平均时长	45min	12min	73.33%
5	单日均巡检长度	5km	30km	500.00%
6	平均每公里巡检成本	800元	480元	40.00%
7	高峰期线路过载率	18%	0%	100.00%
8	低谷期电力资源利用率	65%	89%	36.92%
9	年均停电时长	8.5h	1.2h	85.88%

四、结束语

综上所述，本次基于项目实践法，探究电力系统自动化技术在配电网运行管理中的实践应用。研究表明，通过配网自动化系统、智能巡检、故障诊断自愈、负荷监控与优化调度等先进自动

化技术的合理应用，成功突破了传统运行管理模式瓶颈，使配电网供电更加稳定、可靠，为配电网运行管理工作水平提升及其智能化转型发展提供有力支持。

参考文献

- [1] 薛松. 电力系统自动化技术在配电网运行管理中的运用 [J]. 模型世界, 2023(31): 21-23.
- [2] 蒋一鸣, 周志凯. 电力自动化系统技术在配电网运行管理中的应用探讨 [J]. 科技风, 2023(31): 86-88.
- [3] 魏力. 配电网运行管理中电力自动化技术的运用 [J]. 电力设备管理, 2023(9): 32-34.
- [4] 张梦纯. 电力自动化系统与 10kV 配电网运行管理分析 [J]. 通讯世界, 2023(6): 127-129.
- [5] 屈梦禹. 电力系统配电网自动化技术的研究 [J]. 通信电源技术, 2023(18): 58-60.
- [6] 刘锦涛. 电力系统配电网自动化实现技术分析 [J]. 通信电源技术, 2023(7): 89-91.
- [7] 庞海艳. 配电网运行管理中电力自动化系统技术的运用 [J]. 中国科技投资, 2023(24): 109-111.
- [8] 曹东. 电气工程自动化技术在电力系统运行中的应用 [J]. 电力设备管理, 2023(20): 144-146.
- [9] 李安训, 赵红静, 张建波, 等. 自动化技术在电力系统运行中的应用 [J]. 集成电路应用, 2023(11): 372-373.
- [10] 唐彦年. 配电网运行管理中电力自动化系统的运用 [J]. 水利电力技术与应用, 2023(11): 11-15.