

智能配网终端设备运行问题及可靠性提升对策研究

张力

徐州三新供电服务有限公司贾汪分公司

DOI:10.32629/etd.v7i1.22254

[摘要] 智能配网终端是支撑配电网数字化运行的关键感知单元,本文分析智能配网终端设备在电网实时监测、供电可靠性、分布式电源接入及智能电网建设中的作用,从硬件老化、电源故障、机械部件损坏、软件漏洞、兼容性问题、网络攻击、通信中断、延迟、干扰,以及温湿度、灰尘腐蚀等方面梳理运行问题,提出硬件选型与维护、供电优化、软件测试验证、安全防护、版本更新、通信网络冗余设计、设备维护、抗干扰,以及散热结构优化、防潮防腐蚀、安装工况改善等可靠性提升对策。

[关键词] 智能配网; 终端设备; 运行问题; 可靠性提升; 对策

中图分类号: TM73 文献标识码: A

Research on Operational Problems and Reliability Improvement Strategies for Intelligent Distribution Network Terminal Equipment

Li Zhang

Jiawang Branch of Xuzhou Sanxin Power Supply Service Co., Ltd.

[Abstract] Intelligent distribution network terminals are key sensing units supporting the digital operation of distribution networks. This paper analyzes the role of intelligent distribution network terminal equipment in real-time power grid monitoring, power supply reliability, distributed power integration, and smart grid development. It systematically identifies operational problems from several aspects, including hardware aging, power supply failures, mechanical component damage, software vulnerabilities, compatibility issues, cyberattacks, communication interruptions, delays and interference, as well as temperature, humidity, dust, and corrosion. Corresponding strategies for improving reliability are proposed, including hardware selection and maintenance, power supply optimization, software testing and verification, security protection and version updates, redundant communication network design, equipment maintenance, interference resistance, optimization of heat dissipation structures, moisture and corrosion protection, and improvement of installation conditions.

[Key words] intelligent distribution network; terminal equipment; operational problems; reliability improvement; countermeasures

引言

智能配网终端是配电网智能化运行的核心设备,直接关系电网监测、供电保障及分布式电源消纳等多项核心工作。当前终端设备受硬件、软件、通信及运行环境等多重因素影响,实际运行中故障频发,大幅降低配网运行可靠性。本文结合配网终端实际运行工况,系统梳理设备各类运行问题,有针对性提出可靠性提升对策,为保障配网安全稳定运行提供参考。

1 智能配网终端设备在智能配网中的重要性

(1) 实现电网实时监测与管控。该设备可直接采集配电网运行过程中的各类基础数据,上传至电网上级管理系统。工作人员可依托传回的数据,实时掌握电网整体运行工况,精准定位线路、设备出现的故障及异常问题。依托实时数据支撑,电网运维

人员可快速开展处置工作,完成对配电网全域的动态监测与即时管控,改变传统人工巡检滞后的问题。(2) 提升供电可靠性与电能质量。设备可根据配电网负荷变化、运行工况等实际情况,自主调整电网配套设备的运行参数,优化整体配电运行模式。通过动态调控的方式,有效规避电网运行隐患,缩减故障引发的停电时长,缩小停电覆盖范围,稳定电网供电参数,切实提升居民及企业的用电质量与供电稳定性。(3) 保障分布式电源接入与消纳。目前风电、光伏等分布式电源接入电网的规模持续扩大,这类电源发电存在波动性、随机性强的特点。智能配网终端设备可对分布式电源的发电、并网状态进行实时监控,统筹协调分布式电源与主电网的运行适配性,有效解决并网冲突问题,提升分布式电源的并网效率和能源消纳利用率。(4) 助推智能电网建

设发展。智能配网终端是智能电网体系的关键组成单元,是电网实现自动化、智能化、互动化运行的硬件基础^[1]。设备的普及应用与技术升级,能够完善配电网智能化运行体系,推动传统配电网完成智能化转型,为智能电网整体建设、升级迭代提供核心支撑。

2 智能配网终端设备运行问题分析

2.1 硬件方面问题

一是电子元件老化损坏。设备长期暴露在温差、潮湿、粉尘及电磁干扰环境中,内部电子元件会持续损耗。常规的电容、电阻等基础元件,使用年限增加后性能会持续衰减,直接造成设备测量数据不准、运行功能失效。芯片等核心元器件,在设备过热、电压不稳的工况下易发生损毁,直接导致设备停机,无法开展配网监测工作。二是电源运行故障。电源为终端设备提供运行能量,供电状态直接决定设备运行稳定性。现场运行过程中,供电系统常出现电压波动、频率偏移、突发停电等情况。供电参数异常会干扰元件正常工作,造成设备运行紊乱;突发停电会直接中断设备的数据采集与传输作业,严重时还会造成硬件损伤。三是机械部件故障。设备的开关、接线插头等机械结构,长期使用后会出现磨损、松动情况,开关触点氧化、磨损会引发接触不良,设备控制功能失效;插头松动会造成信号、供电传输中断,影响配网数据采集与设备正常运行。

2.2 软件方面问题

第一,程序存在漏洞和代码错误。智能配网终端设备的软件开发编写阶段,容易留存各类程序缺陷。代码逻辑存在问题时,设备处理采集、传输、运算等数据工作会出现异常,直接干扰设备常规工作状态。长期存在的内存泄漏问题,会持续占用设备运行内存,造成内存资源耗尽,引发设备死机、自动重启以及存储数据丢失等常见故障,是设备运行不稳定的主要软件诱因。第二,软件升级存在兼容性故障。配网技术持续迭代升级过程中,终端设备配套软件需要频繁更新迭代。新旧软件、软硬件适配过程中极易出现兼容问题。全新版本的系统软件无法适配老旧硬件设备,或是新版系统与原有驱动程序、配套辅助软件不匹配,会导致设备启动失败、功能运行异常,直接影响智能配网终端的工作稳定性^[2]。第三,设备存在网络病毒与恶意攻击风险。智能配网终端依托网络实现数据交互和设备联动,网络接入特性使其暴露在网络风险中。病毒入侵会损坏设备运行程序,造成配网数据泄露、数据篡改等问题。外部恶意网络攻击会直接造成终端设备瘫痪,引发配网系统故障,不仅会产生经济损耗,还会影响区域电网的稳定运行,产生不良社会影响。

2.3 通信方面问题

(1) 通信中断。智能配网终端需要通过通信网络向主站上传采集数据,同时接收主站下发的各类控制指令。实际运行中会出现通信中断情况,造成数据传输停滞、控制指令无法正常下发。该问题主要由通信线路破损、通信硬件设备故障、网络数据拥堵等现场常见问题引发,直接导致终端与主站之间数据交互完全中断。(2) 通信延迟。通信延迟为数据收发的传输时长。配网

运行管控对实时性要求较高,通信延迟过大会降低设备实时管控能力。电网发生故障时,延迟问题会导致主站无法第一时间接收故障数据,不能及时开展故障排查与处置工作,拉长故障处理周期,让电网故障的影响范围进一步扩大。(3) 通信干扰。配网现场作业环境复杂,周边存在高压线路、各类无线电设备等电磁干扰源。这类干扰会直接影响通信信号传输稳定性,造成通信质量变差,频繁出现数据传输错误、数据丢包等问题,影响配网数据采集的准确性和通信传输的稳定性。

2.4 环境方面问题

一是温度因素影响,该类设备对运行环境温度有固定标准,温度超标会引发各类故障。环境温度过高时,设备内部电子元件会出现过热故障,造成设备运行异常、工况不稳定;环境温度过低时,设备配套电池工作性能大幅衰减,设备供电稳定性无法保障,容易出现供电中断问题。二是湿度因素影响,环境湿度过高,设备内部会形成结露现象,电子元件受潮后,设备绝缘性能、电气运行性能会持续下降,严重时会造成设备短路损毁。环境湿度过低,设备运行过程中易产生静电,持续损伤内部精密电子元件^[3]。三是灰尘与腐蚀因素影响,户外空气中的灰尘、腐蚀性气体会侵入设备内外,灰尘堆积会堵塞设备通风结构,阻碍设备散热,造成内部积热升温;腐蚀性气体会侵蚀设备金属结构件,损坏设备硬件,降低设备整体使用寿命,同时干扰设备正常电气运行工况。

3 智能配网终端设备可靠性提升对策

3.1 硬件可靠性提升对策

一是严格落实设备选型与质量管控工作。设备采购环节优先选用合规达标、运行稳定的配网终端产品,常态化开展供应商资质审核、业绩核查与实力评估,筛选合规、服务完善的合作供应商。所有入网设备必须完成出厂全项检测与性能测试,核对设备参数、性能指标是否符合配网运行标准,杜绝不合格设备投入现场使用,从源头把控设备硬件质量。二是健全设备日常维护与检修机制。明确设备巡检、保养、检修工作流程与周期,定期对现场运行终端设备开展全覆盖排查,重点检查硬件元件运行状态、设备运行工况。及时排查设备潜在故障隐患,快速处理各类硬件缺陷,对老化、破损、失效的硬件元件及时更换更替,持续保障终端设备硬件性能达标、运行状态良好。三是优化设备供电硬件设计。统一采用高稳定性供电配置,保障终端设备持续平稳供电。为现场终端设备配套加装UPS不间断电源及备用供电装置,应对突发停电、电压波动等异常工况,避免设备断电停机、数据丢失问题。同步建立电源运行监测机制,实时监控供电状态,及时处置电源故障与运行异常,保障设备供电系统可靠运行。

3.2 软件可靠性提升对策

(1) 加强软件测试与验证。软件开发过程中开展测试与验证,采用单元测试、集成测试、系统测试等方法对软件进行测试,发现漏洞和错误并修复。软件升级和更新前进行测试和验证,检查新软件与旧硬件和其他软件之间的兼容性,记录测试结果,

形成测试报告, 确认软件满足运行要求后投入使用。(2) 建立软件安全防护体系。采取软件安全防护措施, 防止病毒攻击和恶意攻击。安装杀毒软件和防火墙, 对设备进行监控和保护。设置病毒库更新机制, 定期更新病毒特征库。加强软件访问控制, 设置用户权限, 按角色分配操作权限, 采用身份认证方式验证用户身份, 记录操作日志, 防止非法用户对软件进行操作和篡改。(3) 定期进行软件更新与优化。智能配网技术发展过程中, 软件同步更新和优化。制定软件更新计划, 定期发布软件补丁, 修复漏洞和错误, 提高性能和稳定性^[4]。收集软件运行数据, 分析运行状态, 根据实际运行情况对软件进行优化, 调整软件参数, 改进算法逻辑, 提高运行效率和可靠性。建立软件版本管理机制, 记录版本变更内容, 保留历史版本, 确保更新过程可追溯。

3.3 通信可靠性提升对策

第一, 优化通信网络整体设计。开展通信网络搭建工作时, 需结合现场实际情况规划网络拓扑结构, 匹配场景选用对应的通信方式与传输协议。为规避链路故障造成的通信中断, 需对网络进行冗余配置, 最常用的方式是搭建双通信链路。两条链路互为备用, 一旦主用链路发生故障, 系统可自动完成链路切换, 全程不中断数据传输, 有效保障通信工作的连续性与稳定性, 从网络架构层面降低通信故障概率。第二, 落实通信设备日常维护与管理工作。建立常态化的设备巡检、养护机制, 定期排查各类通信设备的运行状况, 保障设备稳定工作。对使用年限过长、性能老化、出现损坏的设备, 及时更换, 避免设备问题影响通信信号质量。同时做好设备实时监测工作, 全程掌握设备运行数据, 第一时间排查、处置各类通信故障, 减少故障持续时间和影响范围。第三, 落实通信抗干扰相关举措。主动应用成熟的抗干扰技术, 比如扩频通信、电磁屏蔽等技术, 弱化各类电磁信号对通信传输的干扰。在铺设通信线路时, 提前规划敷设路线, 主动远离高压线路、无线电设备等干扰源头, 从硬件布置和技术应用两方面, 全面提升通信网络的抗干扰能力, 保障通信传输质量。

3.4 环境适应性提升对策

(1) 优化设备散热结构。结合设备运行发热特点调整散热结构, 加装散热片、散热风扇等基础散热配件, 提升设备整体散热能力。针对设备内部风道布局进行调整, 疏通内部通风通道, 保障设备运行过程中内部空气正常流通, 快速散去设备运行产生

的热量, 解决高温环境下设备过热问题, 保障设备在高温工况下稳定运行。(2) 落实设备防潮防腐蚀工作。对设备整体结构做密封处理, 在设备表面及关键零部件涂刷防潮、防腐蚀专用涂料, 隔绝水汽和腐蚀性物质。制定常态化设备清洁制度, 定期清理设备表面堆积的灰尘、污渍, 减少杂物附着设备带来的侵蚀问题, 规避潮湿、腐蚀环境对设备零部件造成的损坏, 延长设备使用周期。(3) 优化设备安装工况。设备安装前期优先筛选场地, 避开高温、高湿、粉尘量大、腐蚀性强的恶劣安装区域^[5]。若受场地条件限制, 无法更换安装位置, 需配套搭建防护设施, 通过加装遮阳棚、防雨罩等方式, 规避外界恶劣环境对设备的直接影响, 改善设备运行环境, 提升设备运行稳定性与可靠性。

4 结语

综上所述, 智能配网终端是配电网稳定运行的关键设备, 其运行状态直接影响电网供电质量与智能化发展进度。设备运行过程中, 硬件损耗、软件缺陷、通信故障及复杂环境干扰, 都是制约其可靠运行的主要因素。通过优化硬件管控、完善软件防护、整改通信问题、改善运行环境等针对性举措, 能够有效解决终端设备各类运行隐患。持续落实各项可靠性提升措施, 可稳定终端设备运行工况, 保障配电网安全高效运转, 适配分布式电源接入需求, 为智能配电网长效稳定发展筑牢基础。

参考文献

- [1] 洪晓勇. 基于故障溯源的配网自愈系统可靠性提升研究[J]. 仪器仪表用户, 2025, 32(9): 76-78.
- [2] 古洪瑜, 蔡馨雅, 陈西婷, 等. 基于数据关联分析技术的配网供电可靠性研究[J]. 新潮电子, 2025, (24): 97-99.
- [3] 蔡志鹏. 配电自动化智能终端设备中的应用技术研究[J]. 信息与电脑, 2025, 37(2): 149-151.
- [4] 邢礼灿. 配电自动化终端设备在电力配网自动化中的应用[J]. 通信电源技术, 2025, 42(1): 74-76.
- [5] 廖龙. 配电自动化智能终端设备中的应用技术研究[J]. 新潮电子, 2025, (21): 205-207.

作者简介:

张力(1978—), 男, 汉族, 江苏徐州人, 本科, 中级工程师, 研究方向: 电力工程技术。