

Contribution of distribution network automation utility enhancement to power supply reliability

Xiaojiang Li Peng Hu Leichen Yang

Liupanshui Panzhou Power Supply Bureau of Guizhou Power Grid Co., Ltd., Liupanshui, Guizhou, 553000, China

Abstract

This paper focuses on 10kV rural power grids, thoroughly exploring the significant contribution of practical improvement in distribution network automation to power supply reliability. By elucidating the role of automated switch operation in fault isolation and power restoration, as well as the key initiatives of self-healing construction in enhancing grid intelligence and power supply reliability, it analyzes the achievements and challenges encountered during the practical implementation of distribution network automation in current 10kV rural power grids. Simultaneously, the concluding section reflects on main grid self-healing, providing directional references for future grid development, aiming to promote continuous improvement in rural power grid reliability and meet the growing electricity demands in rural areas.

Keywords

Distribution network automation; Power supply reliability; Self-healing construction

配网自动化实用化提升对供电可靠性的贡献

李晓江 胡鹏 杨垒臣

贵州电网六盘水盘州供电局, 中国 · 贵州 六盘水 553000

摘 要

本文聚焦于10kV农村电网, 深入探讨配网自动化实用化提升对供电可靠性的重要贡献。通过阐述自动化开关投运在故障隔离与恢复供电方面的作用, 以及自愈建设在提升电网智能化水平和供电可靠性上的关键举措, 分析了当前10kV农村电网在配网自动化实用化过程中取得的成效与面临的挑战。同时, 在结尾部分对主网自愈进行了思考, 为未来电网发展提供了一定的方向参考, 旨在推动农村电网供电可靠性的持续提升, 满足农村地区日益增长的用电需求。

关键词

配网自动化; 供电可靠性; 自愈建设

1 引言

随着农村经济的快速发展和农村居民生活水平的不断提高, 农村地区对电力供应的可靠性和质量提出了更高的要求。10kV 农村电网作为直接面向农村用户的供电网络, 其供电可靠性直接影响到农村生产生活的各个方面。配网自动化作为提升电网运行管理水平和供电可靠性的重要手段, 在10kV 农村电网中的应用和实用化提升具有至关重要的意义。通过实现自动化开关投运以及开展自愈建设等措施, 能够有效减少故障停电时间, 快速恢复供电, 为农村地区的稳定发展提供坚实的电力保障。

2 当前 10kV 农村电网现状及存在问题

2.1 网架结构薄弱

部分 10kV 农村电网的网架结构较为简单, 存在单辐射

线路居多的情况, 线路分段不合理, 联络率较低。一旦线路发生故障, 停电范围较大, 且难以快速实现负荷转供, 严重影响供电可靠性。

2.2 设备老化严重

农村电网中的一些设备运行时间较长, 老化现象严重。同时, 部分设备的维护和检修工作不到位, 进一步加剧了设备的健康隐患, 导致停电事故频发。

2.3 故障定位与隔离困难

在传统的 10kV 农村电网中, 当发生故障时, 主要依靠人工巡线来查找故障点, 这种方式效率低下, 且受地理环境等因素影响较大。故障定位困难导致故障隔离和恢复供电的时间较长, 给用户带来较大的不便。

2.4 自动化水平低

过去, 10kV 农村电网的自动化水平普遍较低, 缺乏有效的监测和控制手段。对电网运行状态的实时感知能力不足, 无法及时准确地掌握电网的运行情况, 难以实现对电网的精细化管理。

【作者简介】李晓江(1977-), 男, 中国山东泰安人, 本科, 工程师, 从事配电线路相关管理研究。

3 自动化开关投运对供电可靠性的优势

快速故障隔离：自动化开关能够在故障发生后的短时间内迅速动作，准确隔离故障线路，避免故障范围的扩大。与传统的人工操作开关相比，大大缩短了故障隔离时间，减少了停电范围，提高了供电可靠性。例如，在一条 10kV 农村线路上安装了自动化分段开关后，当线路中间某段发生故障时，自动化开关能够在几分钟内自动分闸、合闸，将故障区段隔离，而其他非故障区段的用户则可迅速恢复供电，停电时间从原来的几十分钟甚至数小时缩短至几分钟。

提高供电恢复速度：对于瞬时性故障，自动化开关的自动重合闸功能能够快速恢复供电，无需人工干预。这对于减少用户停电时间，提高供电可靠性具有重要意义，瞬时性故障的恢复供电时间平均缩短了 80% 以上，有效提高了用户的用电体验。

4 10kV 配电网自愈功能建设及关键举措

4.1 自愈建设的关键技术

通信技术：可靠的通信是实现电网自愈的基础。在 10kV 农村电网中，常用的通信技术包括光纤通信、无线通信和电力线载波通信等^[1]。光纤通信具有传输速率高、抗干扰能力强等优点，适用于对通信可靠性要求较高的场合，如变电站与主站之间的通信^[2]。无线通信则具有建设成本低、安装方便等特点，常用于分布在广大农村地区的自动化终端设备与主站之间的通信，如 4G、5G 无线通信技术。电力线载波通信利用电力线路作为传输介质，实现数据的传输，但其通信质量受电力线路的运行状态影响较大。

智能终端设备：智能终端设备是实现电网自愈的关键设备之一，包括馈线终端单元 (FTU)、配电终端单元 (DTU) 等。FTU 安装在 10kV 线路的开关设备上，能够实时采集开关的运行状态、电流、电压等信息，并将这些信息上传至主站。同时，FTU 还能够接收主站下发的控制命令，实现对开关的远程控制。DTU 则主要用于对配电站、开闭所等设备的监测和控制。

故障诊断与定位技术：故障诊断与定位技术是实现电网自愈的核心技术之一^[3]。通过对电网运行数据的实时监测和分析，利用故障诊断算法能够快速准确地判断故障的类型、位置 and 范围。

自愈功能类型：主站自愈型、就地自愈型、主站就地协同自愈型。

4.2 自愈提升关键十项举措

举措 1：退出自愈线路主线上非自动化开关保护功能。防止非自动化开关保护跳闸，不启动自愈造成应动未动。一是在自愈馈线组投运前，利用停、带电作业计划将自愈主线上的非自动化开关退出保护功能；二是存量非自动化开关，纳入年度停电计划，结合综合整治、消缺、非停电计划完成保护功能退出。

举措 2：持续提升配网自动化开关在线率。首先，六盘水全网均采用单运营商通信模式，要防范配网自动化终端大范围失去监控的事件，比如：运营商对物联网卡管理不当、现场部分运营商基站依在配电线路停电后无法为智能终端提供通信支持等，平时要加强与移动公司的沟通，提醒对方定时检查和改进；其次，持续每日跟踪配网终端在线率低于 98% 的终端，及时发现并整改，进一步提升配网自动化开关在线率；

举措 3：提升配网自动化开关遥控率。一是运用配网自动化“晨操”功能，每周将 7 天遥控预置不成功的终端，与远近控把手位置、自动化功能投退等情况相比对，对预置不成功的终端进行跟踪处理；二是通过配调操作实时反馈、历史查询，对于遥控不成功的终端跟踪整改。

举措 4：配网自动化终端失压不分闸、得电不合闸专项排查行动。总结配网自动化终端失压不分闸、得电不合闸典型问题卡，与设备升级、消缺、运维结合，对照问题卡完成排查；发现设备家族性缺陷，及时撰写分析报告、拟定解决措施，防范同类问题重复发生；查询调度日志、通过“一事一分析”监督存在问题的消缺进度和消缺质量。

举措 5：配网自动化终端蓄电池（电容）专项整治。配网自动化终端蓄电池（电容）老化情况较为普遍，造成终端不正确动作、自愈应动未动、遥控失败、终端在线率降低。很多自动化终端已过保，纳入问题库申报项目购置、更换。

举措 6：提升配网自愈网架水平。自愈线路无分段开关、首开关前配变为 0 的不合理网架，对自愈的成效影响较大。梳理两者的清单，纳入规划项目库，跟踪整改。

举措 7：厘清配网自愈可能造成的安全风险。调度员未正确操作、自愈变更不当、自愈管理不到位等问题，可能引起上一级设备运行安全，影响电网稳定运行风险；自愈动作时可能导致现场运维人员与一次设备运行状态产生信息差，从而导致人身伤害风险。按照风险管理体系提前预防的理念，在推动自愈建设的同时必须做好风险预控，防范人身伤亡、负荷倒送造成的越级跳闸、以及其它存在的未知风险。

举措 8：智能仓调技术全覆盖仓调工作。主站自动化班管控好仓调计划，协调各分县局使用智能仓调有序开展仓调工作；跟踪智能仓调仪立项采购项目，每家分县局各配置一台，确保不因仪器少影响工作进度。大力推广运用智能仓调技术，让技术进步消除人的差异性，提升终端对点质量，缓解主站工作压力。

举措 9：配网程序化控制。六盘水是中调指定配网程序化控制的试点，在满足安全规范约束的前提下，实现对配网自动化开关各项操作任务的规范化、程序化、自动化、智能化，更高效、更准确、更安全的实现操作任务，同时降低调控和运维人员工作量。实质上是实现配网 DCCS 系统和配网 OCS 系统的交互、点图成票、安全校核功能。

举措 10：人员素质提升。一方面，注重配网自动化班

长技术与管理水平的提升。进一步加强与配网自动化班长的沟通,及时宣贯配网自动化管理思路 and 重点;另一方面,加强对配网调度员在配网自愈方面的培训,配网调度员对配网自愈技术的深入学习,必将提高复电的快速性,提升供电可靠性。

4.3 自愈建设的实施效果

供电可靠性显著提高:通过自愈建设,10kV 农村电网故障停电时间和停电时户数大幅减少。例如,某地区在实施10kV 配网线路60个台区用户,投运自愈馈线组后,停电用户从60个台区减少到5-10个,大大缩短了停电范围,平均停电时间也从原来的每年20小时以上降低到了2小时以内。

电网运行管理水平提升:自愈建设实现了对电网的实时监测和智能化控制,使管理人员能够及时准确地掌握电网的运行情况,实现对电网的精细化管理,提高了电网的安全性和稳定性。

促进农村经济发展:可靠的电力供应为农村地区的经济发展提供了有力保障。农村电网自愈建设的实施,减少了因停电造成的经济损失。同时,也为农村地区的新兴产业,如农村电商、农产品加工等提供了良好的发展条件,促进了农村经济的繁荣。

5 配网自动化实用化提升过程中的挑战与应对措施

5.1 通信可靠性问题

在10kV 农村电网中,由于地理环境复杂,通信信号容易受到干扰。特别是在山区、偏远农村等地区,无线通信信号较弱,通信覆盖存在盲区,影响了自动化设备的正常运行和数据传输。

应对措施:在偏远山区或通信较弱的地区,采用加装通讯放大器的设备,提升信号强度,确保通信的可靠性。同时,加强通信设备的维护和管理,定期对通信线路和设备进行巡检和维护,及时发现和解决通信故障。

5.2 运维人员技术水平不足

配网自动化系统涉及到自动化技术、通信技术和信息技术等多个领域,对运维人员的技术水平要求较高。然而,目前部分农村电网运维人员的专业知识和技能不足,难以满足配网自动化实用化提升的需求。

应对措施:加强对运维人员的培训和技术交流,提高其专业知识和技能水平。定期组织运维人员参加配网自动化技术培训课程和实操演练,邀请专家进行技术指导和经验分享,鼓励运维人员自主学习和研究,不断更新知识结构,适应配网自动化发展的需要。

6 对主网自愈的思考

10kV 农村电网的配网自动化实用化提升为我们积累了宝贵的经验,也为未来主网自愈的发展提供了一定的启示。

6.1 技术融合与创新

主网自愈同样需要多种技术的深度融合与创新。在通信技术方面,应进一步发展高速、大容量、高可靠性的通信网络,以满足主网对海量数据传输和实时控制的需求。在智能终端设备方面,研发更加智能化、高性能的设备,提高对主网设备运行状态的监测精度和控制能力。同时,加强人工智能、大数据、云计算等新兴技术在主网自愈中的应用,实现对主网运行数据的深度挖掘和分析,提高故障诊断和预测的准确性。

6.2 标准与规范制定

建立健全主网自愈的技术标准和规范体系,是确保主网自愈系统可靠运行和协同发展的关键。制定统一的设备接口标准、通信协议和数据格式,促进不同厂家设备之间的互联互通和互操作。同时,加强对标准和规范的宣贯和执行力度,确保主网自愈建设和运行的规范化和标准化。

6 结语

配网自动化实用化对10kV 农村电网供电可靠性的提升作用显著。自动化开关的应用可快速隔离故障并恢复供电,大幅缩短停电时间,降低运维成本。自愈建设通过智能技术实现电网实时监测与自主调节,进一步优化供电质量和运行效率。但当前仍面临技术标准不统一、通信稳定性不足及运维人员技能短板等挑战,需通过完善标准体系、强化通信网络、加强专业培训等措施解决。

10kV 农网自动化实践为主网自愈发展提供了重要参考:一是技术融合创新可推动智能算法与设备升级,二是优化网架结构能增强系统容错能力,三是标准化管理有助于实现多级电网协同发展。未来需持续跟踪自动化技术趋势,结合农村电网特性探索应用场景,通过智能终端部署、数据分析优化等手段,构建更具韧性的配电网络。同时,应统筹主配网自愈体系衔接,推动电力系统整体向智能化、高可靠性方向升级,为乡村振兴和经济社会发展提供坚实电力支撑。

参考文献

- [1] 王江伟,罗宇强,张婧.配电网及其自动化技术[M].中国水利水电出版社:2023,(02):219.
- [2] 邵瑾,贺丹.富含分布式小水电的配电网通信方式[J].自动化应用,2012,(07):85-87.
- [3] 林崧.智能配电网自愈控制技术[J].科技经济市场,2024,(08):45-47.