

配电自动化终端设备在电力配网自动化的应用探讨

汪淦斌

国网利川市供电公司建南供电所

DOI:10.32629/hwr.v10i3.6900

[摘要] 配电自动化终端设备是电力配网自动化系统的核心硬件载体,其性能与应用效果直接决定配网运行的可靠性、高效性与智能化水平。本文围绕配电自动化终端设备在电力配网自动化中的应用展开系统性探讨,阐述终端设备的核心定位与技术特性,梳理馈线终端、站端终端、变压器终端、远程终端的功能特点与应用场景,分析终端设备在故障诊断、运行监测、远程调控、数据融合、分布式电源接入五大场景的实践路径,剖析应用中兼容性不足、数据孤岛、抗干扰能力弱、运维成本高、智能诊断欠缺等痛点,提出统一技术标准、构建云边数据体系、强化抗干扰设计、推行智能运维、融合AI边缘计算等优化策略。研究表明,配电自动化终端设备的规范化、智能化应用,可推动配网运维向主动预警、智能决策转型,缩短故障处置时长、提升供电可靠性、降低运维成本,为新型电力系统建设与关键负荷供电保障提供核心支撑。本文可为配网自动化终端设备部署、运维优化提供实践参考。

[关键词] 配电自动化终端; 配网自动化; 故障处置; 供电可靠性; 智能运维

中图分类号: TP212.6 **文献标识码:** A

Discussion on the Application of Distribution Automation Terminal Equipment in Power Distribution Network Automation

Ganbin Wang

Jianan Power Supply Office of State Grid Lichuan City Power Supply Company

[Abstract] Distribution automation terminal equipment is the core hardware carrier of power distribution automation system, and its performance and application effect directly determine the reliability, efficiency and intelligence level of distribution network operation. This paper launches a systematic discussion around the application of distribution automation terminal equipment in power distribution network automation, describes the core positioning and technical characteristics of terminal equipment, combs the functional characteristics and application scenarios of feeder terminals, station terminals, transformer terminals, and remote terminals, analyzes the practical paths of terminal equipment in five scenarios of fault diagnosis, operation monitoring, remote regulation, data fusion, and distributed power access, analyzes the pain points of insufficient compatibility, data islands, weak anti-interference ability, high operation and maintenance costs, and lack of intelligent diagnosis in applications, and proposes optimization strategies such as unified technical standards, building cloud side data systems, strengthening anti-interference design, promoting intelligent operation and maintenance, and integrating AI edge computing. Research has shown that the standardized and intelligent application of distribution automation terminal equipment can promote the transformation of distribution network operation and maintenance towards active warning and intelligent decision-making, shorten the time for fault disposal, improve power supply reliability, reduce operation and maintenance costs, and provide core support for the construction of new power systems and key load power supply guarantee. This article can provide practical reference for the deployment and operation optimization of distribution network automation terminal equipment.

[Key words] Distribution automation terminal; Distribution automation; Fault handling; Power supply reliability; Intelligent Operations

引言

配电网作为电力系统连接电源与终端用户的关键环节，承担着电能分配、输送与保障各类用电负荷稳定供电的核心职责，是支撑社会经济发展、保障民生用电、维护水利工程等关键基础设施安全运行的基础载体^[1]。配电网的安全稳定运行，直接关系到农业灌溉、水利枢纽、工业生产与居民日常生活的用电安全，更是乡村振兴、新型城镇化建设的重要能源保障^[2]。尤其是水利工程中的抽水蓄能电站、灌区自动化控制系统、防洪排涝泵站等设备，对配电网供电连续性、稳定性提出了零间断的严苛要求，一旦发生供电中断，将直接影响水利工程防汛、灌溉、供水等核心功能^[3]。近年来，暴雨、台风、寒潮等极端天气频发，对配电网设备抗灾能力、故障快速恢复能力提出更高要求，加之分布式电源、多元负荷大规模接入，配电网拓扑日趋复杂、运行工况动态多变，传统人工巡检、被动抢修的运维模式已无法满足高效精准的运行需求。配电自动化终端设备作为配网自动化的“神经末梢”，集数据采集、故障感知、远程控制、信息交互于一体，是实现配网智能管控、快速复电、稳定供电的核心基础^[4]。本文结合配网运行实际，分析终端设备类型、应用场景与现存问题，提出优化方案，为配网自动化水平提升提供参考。

1 配电自动化终端设备的核心定位与技术特性

1.1 核心定位

配电自动化终端设备是连接一次设备与二次自动化系统的桥梁，实现全维度状态感知、全流程故障处置、全场景数据交互，为配网运行研判、故障处置、智能调度提供硬件支撑与数据基础，是配网自动化落地的核心抓手，也是保障水利泵站、水闸、灌区等关键设施不间断供电的重要硬件保障^[5]。

1.2 核心技术特性

终端设备具备实时性、高可靠性、兼容性、模块化、低功耗五大特性，可适配户外复杂环境，毫秒级采集数据，兼容多协议通信，灵活扩展功能，满足偏远区域持续运行需求，适配配网自动化全场景应用，即便在野外、山区、水利工程周边等特殊环境，也能保持稳定的数据采集与传输能力^[6]。

2 配电自动化终端设备的核心类型及功能特点

2.1 馈线终端（FTU）

安装于架空、电缆线路节点，实现线路参数监测、故障定位、自动隔离与远程控制，体积小、抗干扰强，是配网故障快速处置的核心终端^[7]。

2.2 站端终端（DTU）

部署于变电站、开闭所，监测站端设备运行状态，执行远程调度指令，具备高稳定性与大存储容量，保障主干网架稳定运行。

2.3 变压器终端（TTU）

适配配电变压器，监测负荷、油温、电能质量，实现配变远程告警与负荷调控，是台区精细化运维的关键设备^[8]。

2.4 远程终端（RTU）

作为数据中转站，兼容多类通信方式，实现终端与主站的数据传输、指令下发，解决偏远区域数据传输难题^[9]。

3 配电自动化终端设备在电力配网自动化中的核心应用场景

3.1 故障诊断与快速隔离

FTU精准定位故障区段，联动开关实现分钟级隔离，DTU、TTU协同告警，将故障处置时长从小时级压缩至分钟级，定位误差控制在百米内，避免故障蔓延引发大面积停电。对于水利泵站、水闸等关键负荷所在的配网区段，终端设备可设置优先保护逻辑，故障发生时第一时间保障关键负荷供电，避免因配网故障导致水利设备停运，筑牢防汛抗旱、农业灌溉的电力防线^[10]。

3.2 配网运行状态全域监测

构建线路-站端-台区全域感知网络，以秒级频率实时上传运行数据，主站生成可视化运行态势图，可提前预警线路过载、绝缘下降、设备温升异常等隐患，实现主动预警，为配网规划改造、设备检修提供精准数据支撑^[11]。

3.3 远程控制与负荷精准调控

支持远程分合闸与负荷转移，无需现场操作，极端天气、重大保电场景下可快速切换供电路径，优先保障水利枢纽、医院、交通枢纽等重要用户供电，大幅提升调度效率与供电灵活性。

3.4 数据融合与智能调度支撑

整合多终端数据形成运行数据库，支撑负荷预测、抢修调度、故障复盘，实现配网智能调度与水利等关键负荷协同供电，让配网运行数据真正服务于电网规划与应急处置^[12]。

3.5 分布式电源接入管控

监测新能源并网参数，实现灵活切换与异常告警，提升配网对分布式电源的消纳能力，适配双向潮流运行需求。尤其针对农村地区分布式光伏、水利灌区配套电源项目，终端设备可实时监测并网参数，精准调控潮流分布，避免因新能源波动导致的供电不稳，保障水利灌溉、农业生产的连续用电，助力乡村能源绿色转型^[13]。

4 配电自动化终端设备应用现存痛点

4.1 终端设备兼容性不足

不同厂家协议、接口不统一，新旧设备适配难，形成设备孤岛，增加升级改造成本，农村配网老旧终端更新换代进度缓慢，进一步加剧适配难题。

4.2 数据互通性有待提升

终端数据分散存储，缺乏统一融合标准，数据孤岛影响研判与调度准确性，终端数据与水利用电、工业用电数据的联动分析不足。

4.3 复杂环境下抗干扰能力薄弱

户外终端易受温湿度、雷击、电磁干扰，偏远山区、水利工程周边的终端设备稳定性不足，易出现数据丢包、通信中断问题。

4.4 运维成本偏高且效率偏低

终端分布广、数量大，人工巡检劳动强度大，偏远区域运维难度与成本居高不下，运维人员专业能力参差不齐，故障排查效率低。

4.5 智能诊断能力不足

多数终端仅具备基础采集功能,无法识别高阻接地、间歇性故障、绝缘老化等隐蔽性故障,依赖云端处理,诊断效率低,难以满足快速抢修需求^[14]。

5 配电自动化终端设备应用优化策略

5.1 统一技术标准,提升设备兼容性

制定通用技术规范,统一通信协议、接口与数据格式,推行设备入网检测机制,实现不同厂家、新旧终端无缝对接,消除设备孤岛,降低部署改造成本,同步推进农村配网老旧终端的标准化替换^[15]。

5.2 构建云边协同数据体系,打破数据孤岛

搭建统一数据融合平台,采用云边协同架构,结合5G通信技术实现终端数据实时上传、集中分析、共享应用,打通配网各系统数据壁垒,提升研判精准度。

5.3 强化抗干扰设计,保障极端环境运行

优化终端硬件防护等级,采用IP68级防水防尘、防雷、防潮、抗电磁干扰设计,配备太阳能备用电源,提升极端环境下设备运行稳定性,适配农村、山区、水利工程周边等复杂场景。

5.4 推行轻量化智能运维,降低运维成本

搭建终端远程运维平台,实现远程升级、故障诊断、参数配置,减少人工现场巡检;建立全生命周期运维机制,优化运维流程,降低人力物力投入。加强运维人员专业技能培训,提升终端设备调试、故障排查、远程管控的实操能力,建立区域化运维小组,实现故障快速响应、就近处置,进一步提升运维效率。

5.5 融合边缘计算与AI,升级智能诊断能力

在终端嵌入边缘计算模块,搭载AI故障诊断算法,实现疑难故障就地研判、秒级告警;构建故障知识库,智能匹配处置方案,推动终端从数据采集向智能诊断、主动预警转型。结合北斗高精度定位技术,实现故障点精准地理坐标推送,为抢修人员快速抵达现场提供导航支撑,尤其适用于水利工程周边、野外山林等地形复杂区域,大幅缩短抢修路径规划时间。

6 结语

配电自动化终端设备是配网自动化建设的核心基础,其高效、稳定、智能的应用,是提升配网运行可靠性、实现运维模式转型升级的关键。当前终端设备在兼容性、数据互通、抗干扰、运维及智能诊断方面仍存在短板,通过统一技术标准、构建数据体系、强化硬件防护、推行智能运维、融合前沿技术,可全面破解应用痛点,充分释放终端设备的应用价值。

随着新型电力系统持续建设,配电自动化终端设备将向更高集成度、更强智能化、更广兼容性方向发展,进一步适配分布式电源接入、多元负荷管控、智能调度等新需求。未来需持续深化终端设备的场景化应用与技术优化,推动配网自动化向数字化、智能化、智慧化迈进,为保障民生用电、支撑水利等关键行业运行、助力电力系统高质量发展提供坚实保障。同时,终端

设备的优化应用也能助力配电网更好地服务乡村振兴战略、水利民生工程,推动能源电力行业与社会经济协同发展,契合“双碳”发展目标,为构建安全、高效、绿色、智能的现代电力系统奠定坚实基础,让配电网真正成为支撑经济社会发展的可靠能源脉络。

[参考文献]

- [1]曾勇.配电网规划对电缆设计的重要性及影响分析[J].中国战略新兴产业,2022,(32):170-172.
- [2]宋钰,郭玥,王旭阳,等.分布式光伏接入配电网安全经济承载力评估[J].浙江电力,2025,44(11):93-102.
- [3]朱然楷.小型水电站接入配电网中对电压的影响研究——评《小水电站设计要点》[J].人民黄河,2022,44(05):167.
- [4]侯壮.自动化终端设备在配电网系统中的应用[J].电子技术,2025,54(11):256-257.
- [5]杨哲.配电自动化终端设备在电力配网中的运用[C]//中国智慧工程研究会.2025工程新技术与新方法经验交流论文集.国网襄阳市襄州区供电公司,2025:286-287.
- [6]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(02):149-151.
- [7]Wang H,Sha G,Liu N,et al.Optimal Configuration of Feeder Terminal Units in Power Distribution Networks Considering Distributed Generation[J].Electronics,2025,14(11):2117.
- [8]廉占楠,王建高,王宇航.基于北斗通信的变压器监测终端系统的实现[J].电力与能源,2025,46(01):114-116.
- [9]孙辰,刘东,凌万水,等.配电自动化远程终端的可信研究[J].电网技术,2014,38(03):736-743.
- [10]孙宝祝.配网自动化技术在配网运行中的应用[C]//中国电力设备管理协会.全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集(五).国网天津城东供电公司,2024:163-165.
- [11]曾祥月.配电线路故障快速切除与隔离技术分析[J].新型工业化,2019,9(12):36-39.
- [12]崔蒙驿,邓华,刁其先,等.面向配网调度故障研判的多模式多智能体可信业务协同机制[J/OL].计算机集成制造系统,1-20[2026-03-25].
- [13]马聪,刘亚斌.一种配电自动化终端遥控控制方案设计[J].自动化应用,2025,66(15):230-233.
- [14]肖依奏,林云轩,李淋明.配网智能锁及其管控系统的应用研究[J].轻工科技,2022,38(06):53-55.
- [15]张冉.配电自动化终端智能化升级与边缘计算协同优化策略[J].科技创新与应用,2025,15(24):152-155.

作者简介:

汪淦斌(1998--),男,汉族,湖北黄梅人,大学本科,助理工程师,研究方向:配网。