

配电终端系统的智能化升级与改造方案研究

许敬泉

(上海联之盛新能源科技有限公司 上海市 200000)

摘要: 随着市场经济的快速发展, 配电物联网建设步伐随之加快, 对于配电终端系统项目来说, 要智能化升级、全面改造, 以便适应时代发展趋势, 并深化电力行业改革。本文首先介绍配电终端的组成及分类, 接下来分析配电终端系统智能化升级的必要性, 并明确配电终端系统改造的思路及要求, 最后围绕配电终端系统改造的具体方案以及测试评估展开探究。

关键词: 配电终端系统; 智能化升级; 改造方案

引言: 配电智能化系统功能完善的过程中, 配电终端系统改造活动如火如荼地开展。当前, 深入研究配电终端系统的智能化升级与改造方案, 为配电网的终端设备安全性、稳定性应用提供指导。由此可见, 该论题具有探究的现实性意义, 具体阐述如下。

1 配电终端的组成及分类

配电终端指的是, 配电系统中远方检测和控制单元, 简称为终端设备^[1]。配电终端由电源、中央监控模块、通信终端、人机接口电路、操控回路等组成。其中, 配电终端系统组成以及组成部分的作用如图 1 所示。

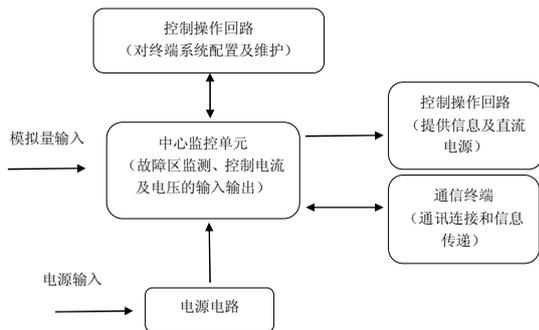


图 1 配电终端系统组成及其作用

配电终端既能采集数据、控制数据, 又能对故障调节和监测。配电终端的类型因环境要求不同而表现出多样性, 常见 DTU 终端、FTU 终端、TTU 终端、用电终端, 四类配电终端的功能特点如表 1 所示。

表 1 配电终端分类及其功能

配电终端类型	功能特点
DTU 终端	可编辑逻辑控制、故障检测等; 延展性强、便于维护管理
FTU 终端	环境适应性强
TTU 终端	记录并检测配电变压器负荷; 数据采集及上传
用电终端	收集、控制电流和开关状态量; 采集电压电流等数据信息; 检查用户用电状态

2 配电终端系统智能化升级的必要性

2.1 配电终端系统存在的问题

目前, 大部分配电终端系统存在共性问题, 即设备、路径尚未达到自动化改造及建设的需求^[2]。具体问题总结为: 第一, 配电终端系统漏报。当中间段存在漏报现象, 则系统会围绕漏报问题自主判断, 并在短时间内予以补充, 使故障及时恢复。当故障位置的供电开关异常, 那么定位错误的可能性较大, 对此, 一般来说, 先记录故障电流, 并分析故障电流是否达到要求, 进一步判断是否产生漏报情况, 及时跟进问题的继续处理或报警信息。正常来讲, 配电终端误报故障成为故障处理启动程序。第二, 通信中断故障。如果远程控制终端、厂站之间通信活动被迫中断, 无法继续保证信息稳定传输, 那么要先上报远程控制终端, 以漏报处理的方式缩小故障范围、确定故障位置。对于存在的联络开关信号中断问题, 正常而言, 无需受理稳态供电的提示信息。第三, 单相接地故障。当小电流接地系统出现单相接地问题, 单纯借助电气量调整方式进行故障点确定不够准确、有效, 对此可尝试运用 FTU 采集零序功率或零序电流, 逐一排列, 最后手工拉闸选线, 目的是增强准确率^[3]。

2.2 配电终端系统智能化升级的意义

除此之外, 个别终端设备的更换, 涉及道路挖掘, 不仅施工难度大, 而且资金需求量多。从中能够看出, 终端设备升级更具适用性^[4]。以数据采集、数据分析的终端设备来讲, 这类设备智能化投用, 能够快速、准确判定出故障区段, 并及时隔离故障区, 保证非故障区域电力资源的持续供应, 实现供电可靠性。再加上, 当前配电终端技术动态升级、有效应用, 配电终端技术赋能配电终端系统智能化升级, 能够对配电网的运行方式科学调整、合理安排, 一定程度上减轻运营维护人员的工作负担, 真正满足网络优化、经济效益提升、节能降耗等需求。从城市终端电网高效管理层面来看, 稳步落实配电终端系统的智能化升级, 能够大大增强城市终端系统技术可靠性, 促进电力设备稳定性, 更好地实现电力资源持续供应, 深化电力行业供给侧结构性改革^[5]。

3 配电终端系统改造的思路及要求

3.1 思路

配电终端系统改造的过程中,应同步推进一次网架及设备改造、配电自动化改造;确保线路开关改造动作在前,配电终端安装在后;配电变压器应选用配变终端 TTU;柱上分段开关及联络开关选用馈线终端 FTU;构建智能配电台区,实现数据实时采集,以及电能质量的实时监控,满足持续性供电、稳定性供电的需求。

3.2 要求

配电终端系统改造的过程中,参照国家电网公司的相关规定,具体要求如下:

第一,自动化功能,系统自动获取信息,并记录终端设备故障情况,支持远程维护。第二,达到以太网要求,且具备标准串行接口。第三,安全防护功能,以配电终端系统安全运行为基本功能,一旦安全防护工作不到位,那么终端设备运行稳定性会大大降低,进而影响电力资源配置。以工作环境安全防护为例,要求柱上开关的馈线终端环境温度适宜,在 -45°C 和 68°C 之间。从安装活动来看,馈线终端的安装应在户外环境进行,其中,装置结构达到紧凑、小巧等设计效果,且保证外壳密封性,避免因灰尘进入,或雨水溅落而影响配电终端系统的正常运行^[6]。

4 配电终端系统改造的具体方案

4.1 智能配电终端技术功能

配电终端系统在智能配电终端技术加持下丰富功能,满足电力系统监控、管理等要求。具体功能总结为:第一,实时监测功能,经技术赋能实时监测电力系统运行状态,并动态掌握参数变化,为配电终端系统优化提供可靠依据。第二,数据采集及分析功能,电力系统的信息动态更新,在技术辅助下保证数据时效性和实用性,为故障诊断、决策制定给予数据信息保障。第三,负荷管理及优化功能,智能配电终端技术满足电力负荷动态分析、实时监管、精准预测等需求,为负荷调度及均衡提供优质服务,最大程度上利用电能,实现优质供电。第四,远程控制及调度功能,即电力设备在技术加持下灵活操作、及时响应,实现远程开关、远程调整,并能满足故障隔离需求。第五,故障诊断与保护功能,利用智能配电终端技术动态把握电力系统工作状态,实现故障的快速识别、准确定位,视情况运用保护措施,最大程度上促进系统稳定运行。第六,能源管理与节约功能,基于技术力量动态掌握能源消耗情况,并提供节能减排的合理化建议,减轻环境污染,减少能源浪费。第七,告警与报警功能,一旦系统异常运行,工作人员能够利用智能配电终端技术进行故障告警和报警,此时系统传递告警信息、报警信息,并在第一时间告知相关人员,尽快采取应急措施,缩短故障时间,避免影响电力服务效果。第八,数据记录功能,即围绕系统数据及时记录,为测试评估提供数据支持。

4.2 配电终端电源方案

配电终端电源主要向馈线终端 (FTU) 提供。现下,配网工程项目优选大容量、技术水平高、资金投入少的蓄电池,将其用于后备电源。但如果应用环境温度较低,那么蓄电池寿命周期缩短的缺点会显露,对此超级电容应运而生。超级电容的优点是工作环境温度适应力较强、电池容量变动幅度小,缺点是成本高,需要充足资金支持。因此,配电终端电源系统改造时,要结合地区环境,制定适合的配电终端系统智能化升级改造方案,最大程度上提高电源利用率,以较低成本、较高效率实现电能的持续供应。例如,某县城区域环境年均气温在 5°C 左右,一年中零下 15°C 的时间较少,因此可以选择蓄电池。其中,铅酸蓄电池具有投资少、检修时间短、适合户外馈线终端柜内的安装。

4.3 实施方案

配电终端系统智能化升级改造后,实施方案包括柱上开关实现方式(电压及电流输入、供电电源、开关、柱上 FTU 箱柜)和智能配电台区建设。对于柱上开关的具体实施,即每台柱上开关配置馈线终端 FTU;柱上配置户外 PT(参数及用途如表 2)和三项保护 CT,精度 0.5 级;PT 供电电源,蓄电池为备用电源,达到集中式馈线自动化要求;开关支持电动操作;柱上 FTU 箱柜置入金属箱体,基于航空插头连接航空端子。对于智能配电台区建设,考虑到配电台区智能化系统建设计划以及建设进度不同,所以分情况细化建设方案,具体阐述如下:

情况一:智能设备尚未应用,即配电台区无用电信息采集系统。配电终端系统智能化改造方案,即设备箱体预留智能电表及其附件安装位置。情况二:计划建设用电信息采集系统,即配电台区配电终端系统智能化升级改造提上日程。配电终端设备制造商在配电柜制造环节预留位置。情况三:已建用电信息采集系统的配电台区。意味着已有智能电表以及其他配电终端设备,要想实现智能化升级,尽可能多地丰富设备功能,可增加包含全套标准型智能配电台区设备的配电箱,无需对原有配电箱改造,大大节省时间成本,确保智能化配电终端系统尽快投用。

5 配电终端系统智能化升级改造方案的测试及效果评估

5.1 测试

经测试得知配电终端系统智能化升级改造方案是否可行,通过静态检查和动态测试得出结果结论,并出具测试报告。其中测试过程如图 2 所示。

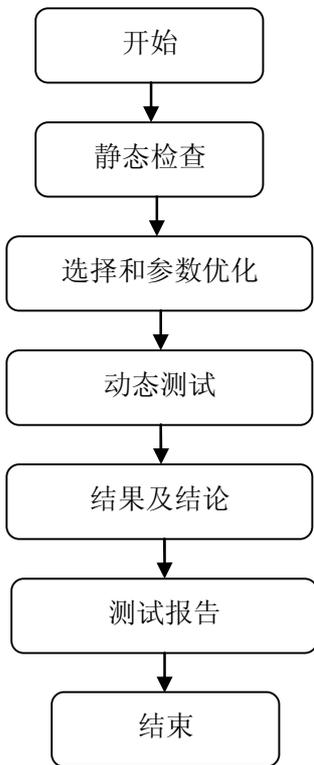


图2 智能配电终端的测试过程

测试过程中，利用通信网络建设测试环境，测试环境的组成设备及其功能阐述如下：

仿真器在报文制作及响应、网络分析仪在协议信息流量监控与分析、时间控制器在智能终端测试的时间同步、人机接口模块在测试过程线上监测中发挥作用。接下来，确定测试内容，并优化测试过程，对于配电变压器终端，主要围绕其运行工况及时记录、动态检测，并采集电压电流等参数。测试环节，参照 IEC61850 标准规定测试配电终端，第一，计算机中输入终端每一项测试内容，为测试状态线上分析奠定基础，接下来精确模拟各种状态，状态生成后，将其输送至测试系统，然后利用通信网络传输至计算机数据库，最后比较测试结果与标准协议库要求，顺利输出一致性测试结果。测试结果有三种，分别是合格、不合格、无结论，文中智能终端一致性测试结果和标准协议规范无出入，意味着测试结果合格。经测试评估进一步说明测试结果^[7]。

5.2 评估

根据故障次数、供电可靠率两项指标来评估配电终端系统智能化升级改造方案，2022 年配电终端系统未改造前，城区内故障次数 42 次，供电可靠率为 99.231%，当时可靠率指标尚未达到区域的普通要求，因为达标的供电可靠率要在 99.98% 以上。但 2023 年配电终端系统智能化改造后，城区内故障次数 12 次，供电可靠率为 99.982%。数据比较如表 2 所示。

表 2 配电终端系统改造前后的评估

年份	配电终端系统	故障次数	可靠率 (%)
2022 年	改造前	42	99.231
2023 年	改造后	12	99.982
差值		30	0.751

从表格数据可知，配电终端系统智能化改造后故障次数由 42 次减少到 12 次，供电可靠率由 99.231% 提高到 99.982%。说明升级改造后的配电终端系统具有可行性，当故障次数减少，能够实现安全供电、稳定供电，从而提高电力用户满意度，并整体上提高电力管理水平，深化电力系统改革。

此外，还要对配电终端系统智能化升级改造方案进行经济性评估，围绕总成本指标、偿债能力指标、盈利能力指标客观评估。最终发现，此次智能化升级改造的投资效益高达 9.12%；投资回收期为 12 年；资本金利润率为 13.15%。由此可以看出，此次配电终端系统智能化升级项目的经济性显著，它具有良好的盈利能力，其利润空间较大。

结论：综上所述，配电终端系统在智能电网背景下与时俱进升级，这能提高终端设备性能，促进电能稳定供应。立足当前配电终端系统存在的问题，与时俱进拓展系统智能化改造思路，通过智能配电终端技术功能助力方案改造。经测试及评估，证明改造方案的实用性，更好地指导配电终端系统智能化改造实践，这对电力事业繁荣发展有促进作用，实现电能资源的充分利用。

参考文献：

- [1]胡佳新,郭乐欣,刘子俊,等.基于网络功能虚拟化联网的智能配电终端主动防御策略优化模型[J].江苏科技大学学报(自然科学版),2023,37(6):66-71.
- [2]尹惠,郑格,王世哲,等.面向配电终端运行场景物理复现的真实检测环境构建方法[J].高电压技术,2023,49(S1):165-168.
- [3]汪文达,余伊伦,王子滔.配电自动化系统智能终端一致性测试系统分析与设计[J].电子器件,2023,46(4):1030-1034.
- [4]张博,叶云,汪然,等.基于 IEC61850 的配电自动化终端一致性测试技术[J].制造业自动化,2023,45(5):77-81.
- [5]郑友卓,文蕾,付宇,等.配电自动化终端设备测试系统[J].传感器与微系统,2023,42(5):100-102+107.
- [6]刘伯文,张旭,王怡,等.计及馈线自动化故障处理全过程的配电终端优化布置方法[J].电力系统保护与控制,2023,51(9):97-107.
- [7]谷毅,韩柳,向思徽,等.智能配电终端改造项目综合效益评估方法研究[J].价格理论与实践,2022(4):163-167+207.

作者简介：许敬泉；1988.04，本科，东北电力大学，电子信息科学与技术专业。