

新型电力系统背景下配电台区智能化分析研究

吕好宸, 龚利武, 吴迪, 顾强杰, 徐克

(国网浙江省电力有限公司平湖市供电公司, 浙江 平湖 314200)

摘要: 为构建新型电力系统, 配电台区建设及运行紧密联系着用电用户的用电质量, 提升配电台区智能化水平迫在眉睫。讨论分析一种智能化配电台区建设模式, 以发电车“零”停电智能感知接入装置为基础, 配合一体化智能综合配电箱, 建立以配电台区低压关键设备检修移动助手软件为基础的智能配电台区自感知机制, 以全面提升配电台区智能化运营建设管理水平。

关键词: 智能配电台区; “零”停电; 一体化; 自感知

中图分类号: TM755

Analysis and Research on the Intelligence of Distribution Station Area under the Background of New Power System

LV Yuchen, GONG Liwu, WU Di, GU Qiangjie, XU Ke

(Pinghu power supply company of State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Zhejiang Pinghu 314200, China)

Abstract: In order to build a new power system, the construction and operation of the distribution station area is closely related to the power consumption quality of electricity users, and it is imminent to improve the intelligence level of the distribution station area. Discuss and analyze a construction mode of intelligent distribution station area. Based on the "zero" power outage intelligent sensing access device for power generation vehicles, with the integration of intelligent comprehensive distribution box, a mobile assistant software for maintenance of low-voltage key equipment in the distribution station area is established to comprehensively improve the intelligent operation and construction management level of the distribution station area.

Keywords: Intelligent distribution station area; "zero" power failure; integration; self-sensing

构建新型电力系统是我国能源绿色低碳转型的重要一步, 是实现“双碳”目标的重要举措, 是以坚强智能电网为枢纽平台, 以源网荷储互动与多能互补为支撑, 具有清洁低碳、安全可控、灵活高效、智能友好、开放互动的基本特征。随着新型电力系统建设发展, 电力用户对于可靠用电、电能质量等多方面的用电需求也与日俱增。配电台区作为电力系统与用户之间的最后一道关口, 也面临着不断提升智能化水平的转型升级要求。

目前, 配电台区建设及运行现状仍存在以下3大问题, 一是台区设备多而凌乱, 结构型式不统一, 运行维护复杂, 智能化程度不高; 二是台区建设、抢修仍以停电作业为主, 作业时间长, 影响供电可靠性; 三是台区智能化运行管理支撑不足, 难以满足现代配电台区的运行管理需求。

收稿日期: 2022-08-30

因此, 讨论分析切实可行的智能化配电台区建设模式, 提升配电台区智能化水平, 有助于提升配电台区工程建设规范化和标准化水平, 满足农网智能化发展需要和用户对供电能力、供电质量和供电服务的新要求, 提高供电能力和供电可靠性, 提升运行管理水平和服务能力, 对推进我国新型城镇发展战略的实施具有重要的现实意义和实践价值。同时, 研究成果可在浙江省示范工程中开展应用。

1 智能化配电台区现状分析

当前, 国内智能配电台区研究大多以智能配变终端为核心, 从配电变压器到用户的供电区域, 应用智能配变终端、智能电能表、智能用电交互终端, 配合双向高效通信技术, 实现供用电的综合监控、管理和双向互动等功能。文献[1]提出一种基于融合终端的配电台区低压柔性直流互联系统, 通过低压

柔性直流互联并配置融合终端，加速台区间信息交互，实现台区内动态无功补偿、台区间功率灵活互济、故障快速转供，以及分布式电源高效消纳、冲击性负荷稳定供电、能量优化与经济运行。刘浩等^[2]在研制出一款既能实现低压配电台区原有所有运行监测、计量设备功能，又能以配置扩展模块和对应功能App的方式满足终端对于不同低压配电台区应用需求的模块化智能融合终端的基础上，提出了一种低压配电台区运行监测和计量设备整合优化方案。智能配电台区最大特征即具备“自动化、信息化、互动化”特征，实现配电台区配置标准化、结构规范化、功能智能化。

目前，根据不同负荷特征与需求，我国采用简洁型、标准型、扩展型智能配变终端形成3类智能配电台区典型建设模式，各类典型建设模式的电气设备和智能配变终端配置互不相同。简洁型建设模式适用于100 kVA以下容量较小、负荷水平较低或者负荷分散的城郊和乡村的农村智能配电台区；标准型智能配电台区适用于100 kVA及以上、负荷水平中等或较高的农村智能配电台区；拓展型智能配电台区适用于负荷水平高、对电能质量有要求或对电能质量有较大影响的农网智能配电台区。

国家电网公司制定并发布了企业标准Q/GDW 614—2011《农网智能型低压配电箱功能规范和技术条件》、Q/GDW 615—2011《农网智能配变终端功能规范和技术条件》、Q/GDW 699—2011《农网智能配电台区建设规范》，指导智能配电台区建设。

综上，目前尚未形成基于配电台区模块化定制的不停电检修相关方案，同时缺乏设备状态传感器

与配电箱一体化融合设计制造理论及实践。

2 智能化配电台区关键技术研究

在智能配电台区建设模式方面，我国进行了“新农村电气化村典型供电模式”和“国家电网公司小城镇典型供电模式”研究。同时，国家电网公司制定并发布了《新农村电气化村典型供电模式（试行）》（国家电网农技〔2007〕35号）和《国家电网公司小城镇典型供电模式》（国家电网农技〔2010〕1591号）2个技术规范，用于指导和规范新农村电气化村及小城镇电网建设。

农网智能配电台区建设是国家电网公司坚强智能电网建设的重要内容，自农网智能化试点工程建设以来，先后在浙江、安徽等10个地区累计建设智能配电台区617座。试点工程中的智能台区，主要是增加了由进出线开关、无功补偿装置、计量装置、农网智能终端组成的农网综合智能配电箱和统一采集与集中监控平台构成，运行稳定可靠，能够满足用户对供电能力、供电质量和供电服务的新要求，提升农网运行控制的自动化和信息化水平，提高“两率”水平，有效提高供电可靠性和受电端电压合格率；线路总平均线损率和运行成本显著降低。但在实际建设和应用中，存在现有智能配电台区建设费用较高，一体化设计、功能集成、三相不平衡治理以及互动化等功能上有待进一步完善等问题，需要进一步研究分析。因此，以配电智能台区关键技术研究为基础，讨论一种基于发电车“零”停电智能感知接入装置的智能配电台区建设方案。

表1 各类不停电装置对比情况表

各类不停电装置优缺点	老式发电车接入设备	现有双切闸刀式发电车快速接入设备	零停电感知发电车快速接入设备
接入时长/min	30~40	3~5	1~2
停电时间	1 h左右	几s	零停电感知
投资大小	无投资	大	小
用户感受	有停电感受	有停电感受	零停电感知
安全性	停电接入，缺少绝缘组件包裹，存在放电风险	带电接入，缺少灭弧设备，缺少绝缘隔离	组件全部绝缘
适用范围	适应性较好	须提前配备双切闸刀间隔	提前改装工作量小，不须用户配置任何间隔

2.1 发电车“零”停电智能感知接入装置

发电车“零”停电智能感知接入装置以切换开关快速励磁驱动技术为基础,通过DSP高速采样精准预判并网转换动作时机,并网后通过并网时刻瞬时检测及瞬时解列技术,保证负荷在不停电的情况下实现电力系统供电与发电车供电之间平稳过渡^[3]。

目前该装置已实现用户停电“零”感知,在电网检修时用户依然可以使用电脑、空调等设备,真正做到了不停电就是最好的服务。平湖市供电公司每年需要计划检修而引起的低压用户停电207起,按每次停电8h,预计损失时户数1656个。

2.2 一体化智能综合配电箱

国内目前的配电台区主要由10kV跌落式熔断器、10kV避雷器、10kV配电变压器、接地装置、普通低压配电箱构成(有些台区无配电箱);大多数台区没有监控和补偿设备;台区设备一般采用双杆方式上下分层安装。跌落式熔断器的触头裸露在大气中,常常由于触头锈蚀和弹簧疲劳,形成接触不良,致使导电回路发热甚至烧蚀,造成设备故障。

近年来,国内固体绝缘技术得到快速发展,已在一次配电设备和二次配电设备中得到大量应用,为配电设备的集成型、小型化奠定了基础。研发结构一体化、功能模块化的智能配电台区产品,考虑采用全封闭、全绝缘结构设计,隐藏金属带电部分,解决绝缘问题;整体设计采用一体化结构,从方便接线连接、后期运维管理、扩容等角度出发,方便现场安装;内部设计采用结构、功能模块化方案,采用模块化元件序列和标准化元件接口,以解决元件之间的互联互通问题,同时,需要关键研发低压配电开关热插拔技术,实现不断电情况下灵活插接,改变系统方式,具有防误操作保护;通过对无功补偿装置、计量保护装置、智能终端模块化的设计,研制基于热插拔的综合智能配电箱,简化运维流程,减少运维时间,实现“一次需求一次满足”的配电台区建设新模式。

2.3 智能配电台区自感知机制

为构建安全可控、智能友好的新型电力系统,配电台区需要不断提升自动化程度及自愈能力,自愈功能同时也是智能电网的主要功能之一,其重点在

于电网运行状态的采集,如何提升电网运行状态与设备状态一体化采集技术,怎样综合考虑变电站环境等信息的采集和处理,是提升配电台区智能化亟待解决的问题。

为提升综合智能配电台区自感知能力,考虑以设备状态传感器与配电箱一体化融合设计制造技术为基础,围绕提升设备自感知、自诊断能力,实现配电箱内设备状态全面可知、可控。基于在线监测数据的关键设备故障预警技术研究,以及台区低压关键设备的健康状态评价指标体系,结合故障诊断专家库知识与在线监测数据,通过开发配电台区低压关键设备检修移动助手软件实现台区设备故障预警。

3 结束语

发电车“零”停电智能感知接入装置可实现电网检修用电用户停电“零”感知;一体化智能综合配电箱需要配合发电车“零”停电智能感知接入装置实现不断电情况下灵活插接,改变系统方式的同时,实现一体化结构,方便接线连接、后期运维管理、扩容等;以配电台区低压关键设备检修移动助手软件为基础的智能配电台区自感知机制,可实现对施工建设、运行维护、检测检修等环节的轨迹化跟踪,及关键设备全过程安全监督管控,全面掌控智能配电台区建设及运行状态,提升电网公司运营管理水平,为构建新型电力系统添砖加瓦。

参考文献

- [1] 刘林旭,吕志鹏,熊雄,刘文龙.基于融合终端的配电台区低压柔性直流互联系统[J].供用电,2022,39(4):11-16.
- [2] 刘浩,赵伟,温克欢,何恒靖,李世松,黄松岭.低压配电台区模组化智能融合终端构建方案与实现[J].电测与仪表,2022,59(1):168-175.
- [3] 陈超,丁一岷,金国忠,吴湘源,包伟峰,柏华东.基于移动式发电车低压台区不停电作业关键技术研究[J].电能与能效管理技术,2021,12:85-89.
- [4] 李铭均,欧郁强,蔡德华,林超雄.配电台区智能化系统设计与工程实现[J].电子世界,2013,22:69.
- [5] 孙震.农网智能化配电台区建设的研究模式探讨[J].电子技术与软件工程,2015,03:182.
- [6] 胡小刚.智能台区综合配电箱的优点及应用分析[J].农家参谋,2020,09:177.

(责任编辑:张峰亮)