

智能电能表的应用与维护探讨

马 野

(国网吉林省电力有限公司长春市九台区供电公司, 吉林 长春 130500)

摘要: 在分析智能电能表结构原理的基础上, 以某地区为例, 从工业用户、居民用户、反窃电方面深入探讨了智能电能表在该地区的具体应用情况, 并结合多年工作实践及经验, 提出了智能电能表的运行维护策略。

关键词: 智能电能表; 用电数据; 用电质量

中图分类号: TM764

Discussion on the Application and Maintenance of Intelligent Energy Meters

MA Ye

(State Grid Jilin Electric Power Co., Ltd. Changchun Jiutai Power Supply Company, Jilin Changchun 130500, China)

Abstract: Based on the analysis of the structural principles of smart energy meters, this article takes a certain region as an example to deeply explore the specific application of smart energy meters in this region from the perspectives of industrial users, individual users, and anti theft electricity. Based on years of work practice and experience, a strategy for the operation and maintenance of intelligent energy meters has been proposed.

Keywords: intelligent energy meter; power data; power quality

1 智能电能表结构原理

智能电能表系统主要由以下部分组成: 电流采集电路, 用于采集被测电流的信号; 电压采集电路, 用于采集被测电压的信号; 计量芯片, 用于测算电流和电压所采集的信号, 从而获得使用者的有功功率、无功功率、功率因数、谐波畸变等数据信息; 电源, 为智能电能表提供电源; 主控电路, 负责收集、处理和分析计量芯片的数据; 显示电路, 将已知数据实时反馈给使用者, 包括整个软件运行状况、用户信息和故障信息; 时钟电路, 用于保障整个系统的运行, 确保数据的准确性和同步性; 存储器, 用于存储系统中的重要数据, 以便后续数据查阅; 脉冲输出信号, 用于校准电能表数据; 通信电路, 是传送数据的渠道, 实现远程数据采集和传输。

这些部分协同工作, 使智能电能表能够准确测量电流和电压, 并提供丰富的电能数据信息。智能电能表通过采集和处理这些数据, 实现对电能使用情况的监测和管理, 为能源消费者提供更加智能和高效的用电服务^[1]。

2 智能电能表的应用分析

2.1 在工业用户中的应用

对某地区近几年工业用户智能电能表普及率进

收稿日期: 2023-09-05

行调查, 具体数据如图 1 所示。

由图 1 可知, 该地区 2012 年工业用户智能电能表的普及率为 83%, 2014 年上升至 85%, 2016 年为 88%, 2018 年为 91%, 2020 年为 96%, 2022 年普及率达到了 100%, 实现了全面覆盖。

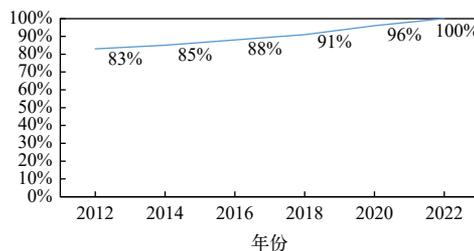


图1 2012—2022 年某地区工业用户智能电能表普及率

在工业领域中, 智能电能表的应用较为成熟并领先于其他行业。工业用电量且配电系统复杂, 在应用智能电能表时有以下几个特点:

提高新能源用电。当下, 我国大力推广屋顶光伏, 这类发电系统往往会配备相应的智能电能表, 对于工业用户而言, 供电部门一般会在配电柜中配置智能电能表, 通过电能表获取用户的用电情况, 从而有效分析用户用电需求, 能够和新能源系统有效联接, 及时调节用户的新能源用电需求。

优化分布式能源。供电部门实时收集用户用电数据, 分析用户用电情况, 从而采取科学合理、安

全适用的供电方案。

增强电力负荷预测能力。随着智能电能表普及率的提升，供电部门能够通过智能电能表获取用户的用电去向，及时汇总整理用电预计量，提高预测的准确度，从而有效应对高峰期的用电量，及时调整用电负荷。

提高故障处理水平。智能电能表能够实现数据实时更新，及时发现用电故障和异常情况，将相关信息传输至供电部门，有助于运维人员进行故障分析；因此，当出现故障时，智能电能表实时数据显示有助于提升处理故障的水平。

实现智能化管理。通过智能电能表采集用户实时用电数据，以此为基础监测用电设备的状况和能耗情况，更加详细地获取电力负荷情况，为编制用电计划提供最优方案，实现自动实施、跟踪、监测和评估用电情况，实现智能化、科学化管理^[2]。

2.2 在居民用户中的应用

对某地区近几年的居民用户智能电能表普及率进行调查，具体数据如图2所示。

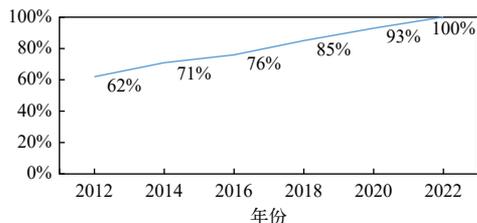


图2 2012—2022年某地区个体用户智能电能表普及率

由图2可知，该地区2012年居民用户智能电能表的普及率为62%，2014年上升至71%，2016年为76%，2018年为85%，2020年为93%，2022年的普及率达到了100%，实现了全面覆盖。

居民用户有着用电少、电路简单的特点，更为重视电费费率、峰谷电显示和查看电费等功能。以2022年数据为例，某一地区已经实现智能电能表全覆盖应用，大大提高了抄表数据正确率和效率，主要有下面几个特征：

智能化用户管理。智能电能表对数据的反馈是实时的，供电部门能够准确掌握用电量，实现用户用电信息的高效反馈。利用反馈信息分析用户的用电需求，获取用户主要用电模型，分析电力损耗和电费情况，设计符合用户需求的用电方案。智能电能表也能够帮助用户了解个人用电情况，从而改善

自身用电习惯^[3]。

重视用户用电质量。对居民用户用电数据进行实时监测，有助于智能电能表在出现故障时的实时分析处理，了解具体故障内容，将有关数据传送给主机。在发生紧急故障时，智能电能表可以通过切断电源的方式降低故障损失，并将不同等级的告警信息发送给主机。

建立健全智能家居。随着技术的发展和进步，智能电能表有助于促进电力双向沟通。在智能家居中，双向通信是电器设备共享数据和信息的基础，能够有效监测家居设备的信息和数据，通过数据监测和负荷管理，提高电能使用效果。

2.3 在反窃电方面的应用

对比其他的防窃电方式，智能电能表有着高准确度、宽频带、低能耗和高性能的特征，有着极为明显的优势，成为当前主流的防窃电方式。智能电能表存储、传输和监测数据都具备防窃电功能，这有助于分析过去运行数据和事件记录情况^[4]。

停电记录分析。大多数窃电用户都是通过断开电表闸，利用表计前端直接用电，这种窃电方式往往造成表计不计量，无法及时被用电系统收集和查看到用电信息，使得后台不能及时分析用电情况，反窃电有着较大难度。面对这种问题，智能电能表的近期停电记录数据是重要参考，能够分析出窃电时间。

开表盖记录分析。表计的开盖记录往往会在出厂前被清除，一般情况下，配送、安装和运行阶段都不会将表计开盖；因此，如果出现了开盖情况，大概率是因为设备被拆开过，导致出现计量不准的情况，存在窃电嫌疑。利用智能电能表历史数据，对近期开盖记录进行分析，若出现表计安装后有开盖的情况，则应及时校对验证设备。

记录数据分析。在运行过程中，表计出现的断相、失压、开盖和电流不均等异常情况都会被记成事件，这些异常情况一旦清除，就会形成记录痕迹。所谓需量清零和电量清零，就是表计在清零过程中形成的过程记录；而编程记录则是记录设置表计中有关数据的。这些记录主要包括操作前后数据信息，有操作前表计电量和需量数据，也有操作时的相关数据，还有操作时间和代码等信息。这些操作往往在表计出厂前完成，如果出厂后发现表计中有相关记录，则有窃电嫌疑。

电流分析。大部分单相智能电能表具备中性线电流记录功能，单相表计中的相线电流相当于中性线电流，如果发现非中性线电流，可认定为用电异常或疑似窃电。正常情况下，表计中性线电流和相线电流是相等的，如果二者不等则存在异常。

电量异常分析。智能电能表能够读取正向和反向电量数据，具备双向计量能力。一般用户只能消耗电量，电能表记录其正向电量，除非出现进出线接反问题才能产生反向电量；因此，如果出现人为更改进出线情况，则可认定为疑似窃电。可读取智能电能表记录的近 10 日冻结正反向电量数据，通过不同时间的用电量对比，分析进出线是否接反。

智能电能表在反窃电过程中的应用非常广泛，为了深入分析其应用情况，笔者通过某一地区的窃电用户数据，分析其窃电过程中的电气接线和表计监测到的数据情况，可从图 3 可知，该用户主要是利用切断中性线，从其他设备中获得中性线，而将相线接入耗电设备来窃取电量。

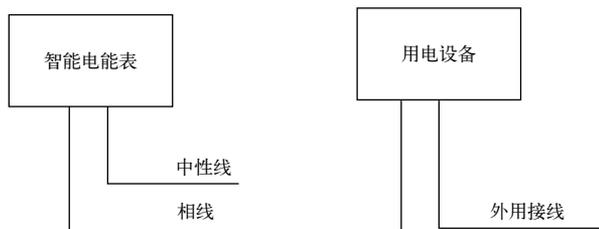


图3 中性线方式窃电

从图 4 中可看到 12 h 内这一用户电能表数据，其中中性线电流数据和相线电流数据非常清晰。从 10:00 开始，出现中性线数据和相线数据不相等的情况，意味着从这一时间开始有疑似窃电行为，须专业人员到现场进行查看。

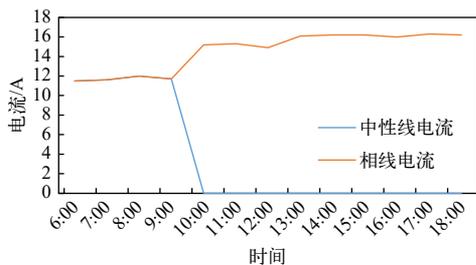


图4 中性线电流与相线电流数据监测情况

3 智能电能表的运行维护

对供电公司来说，智能电能表关系到营销、客

服、电费和计量等多个部门运作，需要各部门之间相互配合，明确任务，这样才能保障智能电能表的正常运行。此外，电能表的维护也需要多部门通力合作，重视跨部门的工作分工和协作是保障其正常运行的重点。

3.1 建立实时高效的信息传递平台

在智能电能表的维护中，建立健全信息管理制度是非常关键的，这就需要供电单位做好部门协调和分工，及时将部门信息资源整理汇总到信息管理平台，方便运维人员收集基础信息，为维护工作作参考。须将涉及到电能表维护全部环节的部门纳入到平台中，及时反馈平台相关数据。另外，做好信息联网也是非常关键的，将计量中心相关数据联网到智能平台，有助于及时反馈故障情况和信息。

3.2 加强专业人才管理及储备

重视专业队伍建设和培养，通过定期考核、技能培训等方式强化工作人员的技术水平，为维护设备运行提供坚强的人才力量。相比传统的电能表，智能电能表有着更为复杂的维护管理要求，其范围广、难度大、涉及内容多，对人员的专业性有着更高要求。为了做好人才管理和培训，管理单位须做好人员的日常管理，定期开展技能培训，定时考核技能水平，真实掌握当前技术人员的技能情况，为后续可能出现的问题和不足做好基础准备工作。

3.3 实施标准化作业

完善工作内容，强化安全监督，切实增强智能电能表工作质量和效能。此外，强化企业管理，提高应急处置能力，避免突发情况导致的风险和危害，真正保障企业用电安全，维护企业利益。

参考文献

- [1] 蒋成永. 智能电能表的应用与维护管理[J]. 农电管理, 2022 (12): 34-35.
- [2] 王金磊, 徐晨光, 郭亚辉, 等. 关于智能电能表在计量管理中的应用与运行维护分析[J]. 建筑工程技术与设计, 2019 (2): 2780.
- [3] 林潮雄, 林跃明. “e取电”智能用电系统的研发与应用[J]. 农村电工, 2021, 29 (10): 31-32.
- [4] 张一彦, 张珂. 智能电能表质量数据采集与质量监控技术研究[J]. 电气技术与经济, 2023 (4): 76-79.

作者简介

马野 (1987—), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 智能电能表应用、用电信息采集系统等。

(责任编辑: 袁航)