

大数据分析在电力计量检查的应用分析

毕可强

国家电投集团电站运营技术(北京)有限公司 北京 102209

【摘要】随着我国经济社会的不断发展,电力需求持续增加,保障居民生活和企业生产用电已成为电力部门的重要职责。然而,当前电力计量检查中仍存在窃电、线损等问题,亟需创新技术手段加以解决。本文通过分析我国电力计量检查面临的挑战,探讨大数据技术在电能计量装置检测、用电稽查等方面的应用,设计了基于大数据分析的反窃电和稽查管理系统,以期提升供电可靠性、维护电力企业权益提供参考。

【关键词】电力计量;反窃电;大数据;稽查管理

引言:

电力作为现代社会不可或缺的能源,其计量和管理事关国计民生。我国电力体制改革不断深化,电力市场化交易范围日益扩大,对电能计量的准确性和可靠性提出了更高要求。但在实际供用电环节,因电能计量装置故障、人为作弊等原因导致的窃电、线损问题时有发生,给电网企业和守法用户造成严重损失。为维护电力市场秩序,保障交易公平,电力企业需创新技术手段,强化电能计量装置检测和用电稽查力度。

1 我国的电力供给体系及用电检查

我国已基本建成了覆盖全国的电网,形成以特高压输电为骨干网架、各级电网协调发展的电力供给体系,保障了电力的安全可靠供应^[1]。截至2022年底,全国发电装机容量约25.6亿千瓦,其中非化石能源发电装机占比达到了47.3%,电网覆盖范围不断扩大。与此同时,国家电网公司建设运营的“两网”融合泛在电力物联网,初步实现了源网荷储协同互动。为进一步规范用电秩序,保障供电可靠性和用电安全,国家能源局、国家市场监督管理总局等部门先后出台了一系列法律法规和政策文件,如《电力需求侧管理办法》《电能计量装置管理办法》等,明确了用电计量、电能质量、用电安全等方面的要求,为电力计量检查提供了政策保障。各地供电企业也积极开展计量自动化建设,采用先进的计量装置,加强用电信息采集和分析,不断提升供电服务质量^[2]。

2 电力计量检查存在的问题

2.1 反窃电技术存在明显漏洞

目前,我国电力窃漏电现象仍然较为普遍。一些不法分子利用计量装置和检查手段的漏洞,采取多种手段窃电,如私接电源、安装干扰器、故意损坏电表等,给电力企业和守法用户造成了重大损失。供电企业在加强电力计量装置研发和反窃电技术创新方面还有待加强。一些窃电分子利用高科技手段躲避抄表和稽查,给反窃电工作带来很大困难^[3]。

2.2 检查管理机制有待完善

当前,电力计量管理工作仍存在着管理粗放、检查流于形式等问题。部分供电企业未建立完善的计量管理制度,电能计量装置运行维护不到位,计量基础数据不完备,窃电行为查处不力。电力计量检查还缺乏必要的大数据分析手段支撑,难以发现隐蔽的窃电行为,反窃电成本居高不下。此外,各级电力主管部门对电力计量检查工作的监管力度有待加强,尚未形成协同高效的电力计量检查管理体系。

3 大数据在电力计量检查系统中的应用

3.1 在电能计量装置首检中的应用

电能计量装置是电力交易结算的基础,其供应渠道涉及生产厂商、检定机构、供电企业仓储等诸多环节。将电能表等设备出厂、检定、入库、领用等信息纳入统一的大数据管理平台,利用区块链等技术建立贯穿全供应

链的电能表数字身份证，可有效提高计量业务全流程的数据可信度。

大数据平台通过采集汇聚电能表从生产到报废的各环节信息，利用数据清洗、关联分析等算法，可对电能表出厂批次质量、周转效率等开展评估，及时预警由于生产工艺、流转途径异常可能导致的计量风险。如发现个别厂家电能表首次合格率明显偏低，可重点排查其内部质控是否存在漏洞；若个别批次电能表投运后故障频发，则要警惕其供应链可能存在质量问题，及时进行溯源和问责。通过数据比对分析，还可发现漏检、错装等现场作业问题，完善电能计量管理规范。

电能表等级、型号、用途、安装位置等参数是计量管理的重要依据，将各类参数标准化编码并纳入大数据管理，可实现全口径、全周期的电能计量业务监管。建立覆盖辖区内所有用户的电能表资产数据库，可精准掌握不同类型电能表的健康状况，为检修、轮换、报废等管理决策提供支撑。将电能表运行状态信息与用户基本信息、电费缴纳信息等关联分析，可形成用户画像，评估不同用户群体的计量管理需求，为开展个性化服务奠定基础。

3.2 在用电检测系统中的应用

传统的反窃电工作主要依靠人工抄表识别和上门稽查，存在效率低下、执法不规范等弊端。大数据分析方法通过整合用电信息采集、营销稽核等业务系统数据，并引入互联网公开信息，可多维度刻画用户群体的用电行为特征，及时甄别反常波动，形成窃电行为预警。

用电信息是反窃电的关键数据源。目前各地普遍推广了智能电能表和用电信息采集系统，可获取15分钟及以下时间颗粒度的用电负荷曲线。对海量曲线数据进行聚类分析，可将不同用户划分为若干负荷特征类，刻画其典型用电模式。当某用户的实际用电曲线与其所属类别的典型特征发生显著背离时，有理由怀疑其采取了干扰计量的手段。在特征分类基础上，还可利用孤立森林等无监督学习算法，自动识别不符合常规模式的用电行为，形成潜在窃电用户名单，指导现场检查。

区域线损是反映窃电情况的另一重要指标。供电企业通过大数据分析平台，可实时监测不同区域的供用电量差异，对线损异常、居高不下的区域预警提示，引导稽查力量加大检查频次。同时，通过对区域用电负荷总量、高危客户数量等关键因子进行回归分析，可建立线损异常的外生解释模型，区分技术线损和非技术线损，为精准治理输配电环节的偷漏电提供决策参考。

4 大数据系统在电力计量检查装置中设计与应用

4.1 反窃电系统的设计

基于对电力计量检查需求和大数据应用潜力的分析，本文提出了一种融合用电信息、计量装置状态等多源数据的电力反窃电系统架构，如图1所示。该系统以智能电能表和用电信息采集终端为感知层，通过电力光纤专网等安全通信信道，将用户用电负荷、电能表运行事件等数据实时回传至数据中心；在数据中心建立反窃电大数据平台，利用负荷特征分析、线损比对分析等模型算法，形成疑似窃电用户清单，并通过决策支持系统反馈至反窃电稽核终端，辅助现场执法；同时，系统采用可视化手段直观展现反窃电工作成效，并对接反窃电监管平台，供监管部门实施考核评价。

在数据采集层面，反窃电系统重点关注智能电能表的遥测、遥信等数据。遥测数据反映用户分时用电负荷情况，通过聚类、回归等数据挖掘算法处理可识别反常用电模式；遥信数据记录表计运行事件，如表盖开启、电流反向等，若频繁出现则意味着人为干预嫌疑较大。此外，系统还汇聚变电站、配电线路的供电量数据，用于计算区域线损水平，识别高线损、多故障区域。

数据治理是大数据系统的基础。反窃电系统需建立覆盖源端、传输、应用等环节的数据质量管理体系，从数据完整性、一致性、及时性等维度制定量化考核指标，并将数据质量状况与稽查绩效评价挂钩，确保数据“进得来、用得好”。针对不同业务数据的应用频次、时效要求，平台采用分层存储架构，将数据分为冷、暖、热三大类型，资源配置如表1所示。

表1 平台数据分层存储策略

数据层级	数据内容	更新频率	存储设备	应用场景
冷数据	历史用电档案、结算电量等	月度	磁带库	综合统计分析、售电核算
暖数据	上月用电负荷、线损率等	日度	高速磁盘阵列	阶段性特征分析、月度考核
热数据	实时采集负荷、停电告警等	分钟级	分布式内存	实时异常识别、快速反应

数据应用是反窃电系统的核心。大数据平台通过ETL工具对多源异构数据进行抽取、清洗和集成，构建统一的数据仓库和数据集市，支撑多种数据挖掘模型算法的实现。系统遴选了适合反窃电场景的关键模型，如表2所示。这些模型从不同侧面刻画用户用电行为特征，经融合分析后形成疑似窃电用户判别结果。系统采用可视化图表、地理信息等技术，直观呈现反窃电分析结果，便于管理人员快速洞察关键信息，缩短决策链条。

表2 反窃电系统关键模型算法

模型类别	模型用途	核心算法	输入数据	输出结果
用户分类	根据用电特征划分用户群	K-means 聚类	用户负荷曲线	不同典型用电模式
异常识别	自动甄别反常用电事件	孤立森林	用户负荷、事件数据	疑似问题用户名单
线损分析	计算区域综合线损水平	回归分析	供用电量、线路参数	线损异常区域排名
稽查优选	确定现场稽查对象和时机	组合优化	各模型输出结果	稽查对象和时间安排

4.2 稽查系统的设计与应用

反窃电是一项系统性工程，单纯依靠技术手段还不够，还需建立配套的稽查管理制度，形成“技防+人防”的联动机制。在大数据反窃电平台基础上，供电企业应同步建设稽

查管理信息系统，固化稽查作业流程，强化全过程信息化管理。系统宜采用移动互联网架构，研发稽查用移动APP，实现稽查对象、任务和结果的实时上传下达。

移动稽查APP应具备电子工作单、导航定位、现场取证等功能，引导稽查人员规范开展工作，并留下可追溯的电子痕迹。稽查人员通过APP接收下发的疑似窃电案件，获知用户基本信息、问题特征描述等，据此制定稽查方案；利用智能终端内置的北斗定位功能，快速锁定稽查对象位置，合理规划出行路线；现场稽查时，通过拍照、录像等方式留存检查证据，若发现违规线索，及时启动异常处置预案，必要时联动公安机关介入调查。整个稽查过程所形成的数据应实时回传稽查管理系统，纳入大数据分析范畴，用于优化反窃电模型，提高识别准确率。

结语：

本文分析了电力计量检查面临的反窃电不力、管理机制不健全等问题，提出运用大数据分析技术加以改进优化。通过梳理电能计量、用电稽查等业务数据应用需求，设计了一套涵盖用电异常识别、稽查管理等功能的反窃电大数据系统架构，并重点探讨了用户分群、线损分析、智能稽查等关键应用模式。电力企业应以大数据为抓手，推动反窃电模式从粗放式向精细化转变，利用数据资产激活传统电能计量检查流程，实现反窃电工作由事后处置向事前预警的战略转移。

参考文献：

[1] 李景佳. 大数据分析在电力计量检查的实践运用[J]. 电子技术与软件工程, 2021, (01): 230-231.

[2] 周卫. 大数据分析在电力计量检查的应用[J]. 时代农机, 2019, 46 (11): 65-66+69.

[3] 刘化社. 大数据分析在电力计量检查的应用[J]. 集成电路应用, 2019, 36 (12): 58-59.