

电力用电信息采集系统在电力计量中的运用研究

杨森 丁志鹏 李小萍

国网甘肃省电力公司甘南供电公司 甘肃甘南 747000

摘要：随着智能电网建设的深入推进，电力计量作为电网运营与用户计费的核心环节，对数据精准性、实时性及管理效率的需求持续提升。传统电力计量模式存在人工干预多、数据滞后、异常识别难等问题，难以满足现代电力系统的运行要求。本文以电力用电信息采集系统为研究对象，聚焦其在电力计量中的具体运用，从技术支撑、管理优化、风险应对三个维度展开分析，探讨该系统如何提升计量数据精度、优化计量管理流程、解决计量应用痛点。研究表明，电力用电信息采集系统可通过实时数据采集、全生命周期管理、远程运维等功能，实现电力计量的数字化与精益化，同时通过针对性措施可有效应对数据安全、设备兼容等挑战。该研究为电力计量领域的技术升级与管理改进提供实践参考，助力智能电网中计量环节的高效、稳定运行。

关键词：电力用电信息采集系统；电力计量；数据采集精度；计量管理优化；异常监测

引言

电力计量是连接电力生产与消费的关键纽带，数据准确性直接关系电网企业效益、用户权益，也是电力资源配置的基础。传统计量依赖人工抄表，易出现估抄、漏抄等问题，计量误差大，且难以及时掌握用电情况、识别电表故障与窃电等异常，严重影响计量公正与效率。电力行业智能化转型催生了电力用电信息采集系统，其集成采集、传输等功能，可动态管控计量全流程，为计量提供技术与管理支撑。本文围绕该系统在计量中的运用，从技术支撑、管理优化、挑战应对三方面展开，阐述其实际价值，形成完整逻辑闭环。

1 电力用电信息采集系统对电力计量的技术支撑

1.1 提升计量数据采集的实时性与精度

电力计量数据的实时性与精度是确保计量公正的核心，传统人工抄表模式因采集周期长（多为每月1次）、人工干预环节多，易出现数据滞后与误差。电力用电信息采集系统通过部署终端采集设备，可将计量数据采集频率设定为15分钟/次，甚至根据需求调整为5分钟/次，通过电力线载波、无线专网（如LoRa、NB-IoT）或光纤等传输方式，实现计量数据从电表终端到系统平台的实时传输。该过程无需人工介入，避免了人工抄表中因环境限制（如高楼、偏远、高寒地区）导致的漏抄，以及因抄表人员主观因素导致的估抄，同时系统可自动对采集数据进行初步校验，剔除明显异常值，将计量数据误差率控制在0.5%以内，显著提升了电

力计量数据的实时性与精度，为后续的电费核算、用电分析提供可靠的数据基础。

1.2 实现计量数据的全生命周期管理

电力计量数据并非单一的采集环节，而是涵盖“采集-存储-校验-分析-应用”的全流程，传统模式下数据分散存储于不同部门，易出现数据丢失、格式不统一、校验不及时等问题，影响计量数据的可用性^[1]。电力用电信息采集系统通过建立统一的计量数据管理平台，实现了计量数据的全生命周期管理：在采集环节，系统按照标准化协议接收不同类型电表的输出数据，确保数据格式统一；在存储环节，采用分布式数据库对海量计量数据进行安全存储，同时制定数据备份策略（如每日增量备份、每周全量备份），防止数据丢失；在校验环节，系统内置数据校验算法，通过对比同一时段内电表数据与台区总表数据、历史同期数据，自动识别数据异常并触发校验流程，确保数据准确性；在分析与应用环节，系统可根据业务需求对数据进行多维度分析（如用户用电负荷曲线、台区用电趋势），并将分析结果同步至电费核算、电网调度等业务系统，实现计量数据的高效应用，让计量数据从“静态存储”转变为“动态服务”，充分发挥数据价值。

1.3 支撑计量设备的状态监测与远程运维

计量设备（如智能电表）的运行状态直接影响计量数据的准确性，传统模式下需工作人员现场巡检才能掌握设备

状态,存在巡检周期长、故障发现滞后、运维成本高的问题。电力用电信息采集系统可通过终端采集设备实时获取计量设备的运行参数,包括电压、电流、功率、电表时钟、通信状态等指标,将这些参数与设备正常运行阈值进行对比,一旦发现参数超出阈值(如电压异常波动、通信中断),系统会自动生成设备异常预警信息,并推送至运维人员终端。同时,系统支持对计量设备的远程运维,运维人员可通过系统远程下发参数配置指令(如调整电表采样频率)、远程复位故障设备,无需现场操作;对于无法远程解决的故障,系统可结合GIS定位功能,精准标注故障设备位置,指导运维人员携带对应配件前往维修,缩短故障处理时间。通过状态监测与远程运维的结合,不仅降低了计量设备的故障率,还将运维成本降低30%以上,保障了电力计量设备的稳定运行。

2 电力用电信息采集系统对电力计量管理流程的优化

2.1 优化计量抄表与计费流程

抄表与计费是电力计量管理的核心流程,传统流程中,人工抄表需耗费大量人力物力,且抄表完成后需人工录入数据、核算电费,流程烦琐且易出错,还可能出现“抄表难、催费难”等问题^[2]。电力用电信息采集系统通过自动化功能彻底优化该流程:在抄表环节,系统按照预设时间自动完成所有用户电表的数据采集,抄表成功率可达99.8%以上,无需人工参与,解决了偏远、高寒地区、高层建筑抄表难的问题;在计费环节,系统将采集的用电数据自动同步至电费核算系统,结合当前电价标准(如居民阶梯电价、工商业分时电价)进行自动核算,生成用户电费账单,同时通过短信、APP等渠道将账单推送至用户,实现“抄表-核算-账单推送”全流程自动化。此外,系统支持电费实时缴纳与欠费预警,当用户电费余额不足时,系统自动发送预警信息,用户可通过线上渠道实时缴费,缴费后系统自动恢复供电,避免因人工催费导致的用户停电纠纷,显著提升了计量抄表与计费流程的效率与用户满意度。

2.2 强化用电异常计量的精准识别

用电异常(如窃电、电表故障、接线错误)会导致计量数据失真,不仅影响电网企业的经济利益,还可能引发用电安全隐患,传统模式下依赖人工排查异常,效率低且识别精度差。电力用电信息采集系统通过数据对比与趋势分析,实现用电异常计量的精准识别:系统将用户实时用电数据与历史同期数据、同类型用户用电数据进行对比,同时分析用

户用电负荷曲线的合理性(如正常居民用户负荷曲线呈“双峰”特征,若出现24小时高负荷或无负荷波动,则可能存在异常);通过建立异常识别模型,设定异常判定阈值(如用电负荷突增50%以上、电表零功率运行超过24小时),当数据触发阈值时,系统自动标记为异常用户,并生成异常分析报告,明确异常类型(如疑似窃电、电表故障)与异常时段。此外,系统可将异常信息实时推送至稽查部门,稽查人员通过系统调取该用户的详细用电数据与设备状态,无需现场排查即可初步判断异常原因,再针对性开展现场核查,将异常识别准确率提升至95%以上,大幅缩短异常处理时效,减少因异常计量导致的经济损失。

2.3 推动计量管理的数字化与精益化

传统电力计量管理依赖纸质档案与人工记录,存在数据分散、流程不透明、管理效率低等问题,难以实现计量管理的精益化^[3]。电力用电信息采集系统通过建立数字化计量管理平台,将计量数据与业务流程深度融合,推动计量管理向数字化、精益化转型:平台整合计量设备档案(如设备型号、安装时间、检定周期)、用户用电数据、运维记录等信息,工作人员通过平台可实时查询任意用户的计量信息与设备状态,无需翻阅纸质档案;在计量设备管理方面,系统根据设备检定周期自动生成检定提醒,避免设备超期运行,同时记录设备全生命周期的运维信息,实现设备溯源管理;在流程管理方面,平台对计量业务流程(如电表安装、更换、报废)进行数字化管控,每个环节均需在平台中记录操作人、操作时间、操作结果,确保流程可追溯,避免流程漏洞;此外,平台支持数据可视化展示,通过图表形式呈现台区计量数据准确率、异常处理率、设备故障率等关键指标,为管理人员制定决策提供数据支撑,推动计量管理从“经验驱动”向“数据驱动”转变,提升管理精益化水平。

3 电力用电信息采集系统在电力计量应用中的挑战与应对措施

3.1 解决采集系统数据安全与隐私保护问题

电力用电信息采集系统在运行中会产生海量计量数据,这些数据包含用户用电习惯、用电负荷等敏感信息,若出现数据泄露或被篡改,不仅侵犯用户隐私,还可能影响电网安全运行。当前系统面临的安全风险主要包括数据传输过程中被拦截、系统平台被非法入侵、内部人员违规访问数据等^[4]。针对这些问题,需从技术与管理两方面落实应对措施:在技

术层面,采用“端-管-云”全链路加密机制,终端采集设备与系统平台之间采用国密算法(如SM4)进行数据加密传输,平台数据库采用加密存储技术,防止数据被非法读取;在管理层面,建立严格的访问控制体系,按照“最小权限原则”对工作人员进行权限分级,普通运维人员仅能查看职责范围内的计量数据,无法修改或导出敏感信息,同时系统自动记录所有数据访问操作,形成审计日志,便于追溯违规行为;此外,对采集的用户数据进行脱敏处理,去除用户姓名、身份证号等标识信息,仅保留用电数据与电表编号的关联,在保障数据可用性的同时保护用户隐私,确保采集系统数据安全。

3.2 提升采集系统与计量设备的兼容性与适配性

当前电力系统中运行的计量设备型号多样,包括不同厂家生产的智能电表、采集终端等,部分老旧设备接口标准不统一、通信协议不一致,导致与电力用电信息采集系统无法正常对接,出现数据采集失败或数据格式错乱的问题,影响计量数据的完整性。为解决这一问题,需从标准制定与技术适配两方面推进:一方面,制定统一的计量设备接口与通信协议标准,明确设备数据输出格式、接口类型(如RS485、红外)、通信频率等参数,要求新采购的计量设备必须符合该标准,同时对现有老旧设备进行排查,逐步替换不符合标准的设备;另一方面,研发采集系统适配模块,针对暂未替换的非标准设备,在采集终端与系统平台之间增加适配模块,该模块可自动识别设备通信协议,将非标准数据转换为系统可识别的格式,实现不同型号设备与系统的兼容对接。通过标准制定与技术适配,可将系统与计量设备的适配成功率提升至99%以上,保障计量数据采集的完整性。

3.3 强化采集系统运行的稳定性与故障应急处理

电力用电信息采集系统的稳定运行是电力计量持续开展的基础,网络中断(无线信号弱、光纤故障)、终端设备故障(采集器断电、硬件损坏)及系统平台故障(服务器宕机、软件漏洞)等问题,均会导致数据采集中断,影响计量

工作^[5]。提升系统稳定性与故障应对能力,需构建“预防-预警-应急”三位一体保障体系:预防上采用冗余设计,平台部署双服务器集群,主服务器故障时备用机1分钟内自动切换;采集终端实行市电+备用电池双供电,市电中断后备用电池可维持4小时以上运行,防止数据采集中断。预警上,系统内置网络连接成功率等监测指标,设定阈值,指标超标即自动向运维人员推送预警,助力提前排查隐患。应急上,制定清晰的响应流程,明确故障处理责任、步骤与时限(如网络中断2小时内修复、终端故障4小时内更换),并建立应急备件库储备常用配件,保障快速调运。该体系可将系统故障停机时间控制在1小时内,确保计量工作连续开展。

4 结束语

本文从技术支撑、管理优化、挑战应对维度,阐述了电力用电信息采集系统通过实时采集等提升计量技术,以抄表优化等改进计量流程,靠安全防护等解决应用痛点的价值。该系统可补齐传统计量短板,为计量数字化、精益化提供核心支撑,是智能电网建设的关键。未来结合物联网、大数据技术,可进一步提升计量智能化水平。综上,其在电力计量中的运用,保障了数据精准公正,为电网企业提效、保障用户权益提供了实践路径,对电力行业高质量发展意义重大。

参考文献:

- [1] 孔亚菲. 电力用电信息采集系统在电能计量中的应用分析[J]. 中国设备工程,2025,(20):138-140.
- [2] 戴园园. 用电信息采集系统在电力营销中的应用[J]. 电子技术,2025,54(06):204-205.
- [3] 倪红鑫. 电力用电信息采集系统在电力计量中的运用研究[J]. 科技资讯,2025,23(04):124-126.
- [4] 周桐. 新时期电力计量中用电信息采集系统的运用探析[J]. 电子元器件与信息技术,2024,8(09):33-35+39.
- [5] 何雨昕, 妙红英. 用电信息采集系统在电力营销中的应用探究[J]. 仪器仪表用户,2024,31(06):73-74+77.