

大数据背景下电能计量装置精准校验技术应用

黄宁

黄冈供电公司营销运营中心, 湖北 黄冈 438000

DOI:10.61369/EPTSM.2026060001

摘 要： 在大数据技术迅猛发展、智能电网持续深化的共同影响之下，电能计量装置成了电力系统的关键设施，肩负起计费结算、能耗监视、调度改良等诸多任务，对保证电力市场公平性、改善电网运作效能以及推进能源资源合理分配有着重要的作用。传统的电能计量校验方法由于效率低、误差分析能力差、预测准确性不高，已经不能满足现代智能化电网建设的要求。本文利用大数据分析的优势，对电能计量装置精确校准的意义、目前的发展状况及存在的主要问题进行深入研究，从理论上提出新的解决办法，提高校验精度，使电力计量朝着数字化的方向前进，给实际操作提供理论支持和参考。

关 键 词： 大数据背景；电能计量装置；精准校验；技术应用

Application of Precision Calibration Technology for Electric Energy Metering Devices in the Big Data Era

Huang Ning

Marketing and Operations Center, Huanggang Power Supply Company, Huanggang, Hubei 438000

Abstract： Driven by the rapid advancement of big data technology and the continuous evolution of smart grids, electric energy metering devices have become critical infrastructure in power systems, undertaking essential tasks such as billing and settlement, energy consumption monitoring, and dispatch optimization. They play a pivotal role in ensuring market fairness, enhancing grid operational efficiency, and promoting rational allocation of energy resources. Traditional meter calibration methods, plagued by low efficiency, inadequate error analysis capabilities, and poor predictive accuracy, no longer meet the demands of modern smart grid development. This paper leverages the strengths of big data analytics to conduct an in-depth investigation into the significance, current status, and major challenges of precise calibration for electric energy metering devices. It proposes novel theoretical solutions to improve calibration accuracy, advance power metering toward digitalization, and provide robust theoretical support for practical applications..

Keywords： big data context; electric energy metering device; precise calibration; technical application

我国电力行业正在经历智能化、数字化和绿色化深度转型，电能计量装置的使用范围越来越广，使用量持续增大，高精度计量和高效校准的需求也越来越迫切。作为保证电网安全运行和合理配置资源的重要基础设施，“计量标尺”对于提高能源利用率、改善资源配置、加强供需匹配有着重要的意义，它直接关系到电力企业经济效益的好坏、用户服务质量的好坏、电网调度智能化水平的高低。传统的电能计量校准方法主要是依靠人工现场检测或者定期轮换，但是在实际操作过程中暴露出很多问题。伴随着大数据技术的发展，用大量的历史数据和实时监测的信息来建立智能化分析模型是可行的。采用数据挖掘、机器学习等先进的技术手段可以实现从被动式维护到主动式管理的转变，大幅度提高校准作业的自动化水平和准确性，更好地满足智能电网建设的不要求。本文主要针对目前校准流程中存在的问题提出新的思路和方法，使相关技术朝着更高的精度、更高的效率方向发展，为智能电网的建设提供有力的支持。

一、大数据背景下电能计量装置精准校验的意义

（一）保障电力市场公平公正，维护供需双方权益

电能计量的准确度是建立完善的电力市场体系的基础，也是决定供需双方权益分配的主要因素。传统校准方法有明显不足，

一方面依靠人工操作、经验驱动的方法很难对潜在的误差进行系统的识别和消除，另一方面在实际运行中会造成计量偏差，降低发电企业的收益稳定性，增加用电用户的经济负担，引起利益纠纷。依靠大数据技术的精细化检测方案，可以将终端设备的历史数据同实时监测信息融合起来，细致探究异常的原因以及量化特

点,从而给准确修正计量误差赋予可信支撑^[1]。以天津市推行的智能电表在线诊断项目为例,利用智能化监测工具筛选出每台设备的状态,再用算法排除掉所有的虚假报警,最后经过人工复核确认真正出现故障的比例不到1.43%,大大减少了由于误判而造成的运维成本,提高了服务效率。此种模式不但可以有效地防止由于计量错误造成的隐患,而且可以改善用户体验并提高企业的管理效率。高质量数据给予制定公平合理的电价政策、创建透明规范的交易规则赋予了决策支撑,有益于维持市场竞争秩序并保护各方权益。

（二）提升电网运行效率，助力智能电网建设

智能电网的主要特点就是智能化、信息化、自动化三者相结合的系统结构。电能计量装置是关键的终端设施,它的性能好坏直接影响到电力系统调度效率和安全稳定。利用大数据分析技术对电能计量装置进行准确的校准,可以实时采集和解析出设备运行参数以及异常状态信息,用机器学习算法来预测出设备长期的工作趋势,进而有效地防止由于计量偏差而产生的各种运营风险。以数据驱动为理念建立的大规模远程监测系统可以对重要的节点,关口表计、二次回路等进行动态的跟踪,在检定周期之前就对设备的健康状况做出判断,给运维决策提供科学的依据,大大提高了供电系统的可靠性和响应速度。高质量的计量数据给负荷预测、无功优化、节能调度等高级应用打下了良好的数据基础,使智能电网向着更加高效、低碳的方向前进,促进国家碳达峰、碳中和战略目标的实现^[2]。

（三）降低校验成本，推动电力计量数字化转型

传统的电能计量设备校准流程仍然主要依靠人工现场操作和周期性的轮换,该种运行方式在人力、物资和经济成本上耗费巨大,而且由于校准周期较长造成效率低下,产生严重的资源浪费问题。以智能电表为例,现行标准规定其最长检定周期为8年,到期后需要拆解送检或者直接报废,造成很大的经济损失。以大数据分析为基础的精准化校准技术,依靠智能化的数据采集、远程诊断和在线监测等模块来降低人工干预,大幅度提高校准效率并且缩短处理时间。天津市依靠数据分析创建起电能表状态评价模型,把原来的“定时强制更换”政策转变为“按需维修”,使得全市近220万台电表的平均使用寿命得到提升,总共节约了大约6.6亿元人民币,假如在全国范围推行这个方案,那么每年就能省下数以百亿计的费用。该种技术革新实现了多种数据源统一呈现,使计量信息向标准化保存、共享的方向转变,助力电力计量行业向数字化转型,全面加强了行业的精细化管理^[3]。

二、大数据背景下电能计量装置精准校验的现状

（一）精准校验技术应用初步落地，取得一定成效

近些年来,依靠大数据技术的迅猛发展以及它同能源领域的深度整合,电能计量装置的准确校准技术渐渐步入了商业化的应用阶段。目前部分地区以及电力企业已经建立起了以数据分析为基础的高效校准流程,并取得了较好的效果。天津市在民用计量上创新提出智能电表“失准更换”制度,创建起状态评价模型和

远程诊断体系,制订地方标准,达成终端设备运行情况的即时监控以及需要时的维修,此模式被北京、河南等地所采纳并加以推广;国网平凉供电公司经由对设备服役年限及负载特性展开综合分析之后,制订出个性化校验方案,利用高精度检测仪器以及历史数据追溯算法,对变电站电能表实施年度核查工作,从而保证电网的安全稳定运行。面向计量检测设备的在线监测平台已经投入使用,用建立性能评价模型、故障预警算法来实现对核心设备运行状态的实时跟踪、智能管理,大大提高了质量控制水平和服务效率^[4]。

（二）存在的短板与不足

虽然大数据驱动的电能计量装置精准校验技术已经初具规模,但是其实际应用中还存在着很多不足。数据采集环节存在诸多难题,一方面,部分传统的计量设备没有实时通信的功能,造成数据获取的完整性、可靠性受到影响,另一方面,由于各个计量设备之间的标准化程度不高,造成异构数据不能被高效地整合起来,并且无法进行跨平台的交互。就数据分析而言,目前的研究还处在初级阶段,大部分科研团队或者企业缺少具有深厚专业知识背景的技术人员来承担复杂的算法设计和优化任务,现有的模型对于某些场景的应用情况以及预测效果还需要做进一步的检验。就技术创新而言,目前的应用大多只对单个功能模块进行拼接整合,没有把大数据理念全面地融入到核心业务流程中,例如远程监控、动态调节和闭环管理等高级功能还没有普及,整体效能提升的效果比较小^[5]。

（三）行业发展环境不断优化，发展潜力巨大

在智能电网建设以及电力市场化改革不断深入的情况下,大数据技术的革新发展给电能计量装置的高效校准赋予了关键支撑,而且有着十分宽广的应用前景。就政策而言,国家不断推进电力计量领域的数字化转型,支持物联网、云计算、人工智能等前沿技术同传统计量业务相结合,逐步创造出了良好的政策环境,有利于技术创新。从技术角度来说,使用层次贝叶斯模型、箱线图异常值检测算法这些先进的分析手段之后,计量校准的准确性、速度得到明显提高,进而促使行业智能化发展。从市场需求角度出发,由于全球能源结构转型、新能源负荷(电动汽车充换电站)等带来的高精度测量需求,使得居民智能表计校准的需求量不断增大,工业级、商业级设备市场也随之扩大,市场规模也得到进一步的扩大,并且为技术服务企业的发展创造了良好的条件。

三、大数据背景下电能计量装置精准校验技术的应用策略

（一）构建完善的大数据采集体系，提升数据质量

数据质量是精准校验的基础,高效运转的大数据采集系统才是实现电能计量装置精确检测的保证。在此期间,需要特别注意以下三个方面,一方面要加快传统计量设备的升级改造,大量安装带有实时监控和远程通讯功能的智能化计量装置,使各种计量数据可以及时地被收集起来并上传到云端平台;另一方面要创建

统一的数据标准体系，就不同种类的计量设备各自设定数据采集的范畴、格式规约以及通信协议的具体需求，促使多种数据得以整合并达成标准化处理，从而有效克服数据孤岛状况；还要健全多层次的数据质量把控制度，在源头上严控数据清洗、检验和修正工作，剔除异常或者不符合规定的记录，保证数据的真实性与可靠性；并且加强存储管理措施，采用分布式存储手段提升数据的安全性以及可追溯性，给后续的数据分析和决策支持赋予可靠的技战术支持^[6]。

（二）优化大数据分析算法，提升校验精准度

大数据分析算法的优劣直接决定了电能计量装置校验是否准确、高效。根据电能计量设备运行特性，设计出满足多样化应用场合要求的高性能算法模型，可以大大提高对误差范围以及故障模式的识别能力。根据统计学原理建立层次贝叶斯模型，可以准确地量出各种计量设施的重要状态参数；利用箱线图分析工具找出可能的异常值，再根据历史数据预测将来会发生的故障。利用人工智能领域特别是机器学习、深度学习的框架，在大量的数据中找出隐藏的关系，确定影响计量准确度的关键因素以及它们的变化规律，使校验过程朝着智能化的方向发展。组建跨学科科研团队，整合专业知识资源，加强人才梯队建设，保证技术创新成果的有效转化和持续优化，为电网安全稳定运行提供强有力的技术支撑。

（三）推动校验流程智能化升级，拓展应用场景

依靠大数据技术深度融入到电能计量装置校准流程当中去，既是提高整个作业效率的主要手段，又是缩减运维费用的有效途径。在此过程中要重点创建智能化校准系统，并对它的应用场景进行布局。应创建起集数据采集、分析处理、指令下达以及故障诊断等各方面功能于一身的综合管控平台，从而对从开始建档到

最后报废的全部流程展开数字化管理，最大程度地削减由于人为干预所造成的干扰，明显加强工作效能；并且采用远程在线监测技术，在不停止设备运转的情况下，借助物联网感知网络和高性能算法，持续获取并剖析目标对象的状态参数，取代传统的手工巡视方法，大幅加快应急响应速度和操作准确性。根据不同的领域需求差异，研究出更多的精准校准方法，除了普通家庭用户的智能表计之外，还要扩展到工业领域互感器、新能源设施等复杂的工况场景中，建立多层次的专业服务体系来满足各个行业的需要，同时还要加强产学研合作，促进高等院校和科研院所同高科技企业一起研发新一代高精尖检测设备和信息化管理系统，提高科研成果转化的速度，推动行业技术创新的步伐，促进绿色低碳循环经济模式下新型能源生态体系的形成。

四、结束语

综上所述，在大数据技术迅速发展的大环境下，电能计量装置的准确校准也迎来了千载难逢的历史良机。此种创新性的发展冲破了传统的检验手段技术上的束缚，使电力计量体系向着数字化、智能化的方向发展。本文从理论角度出发，对在大数据环境之下进行电能计量装置精确校验具有何等重要性以及现状如何、具体的实施途径是什么进行了论述。经过研究得知，精准校准可以维持电力市场公平竞争的秩序，还可以明显改善电网运行效率，削减人力成本开支，具备重要的应用价值；目前该领域虽然已经取得一些成果，但是还存在着数据质量不稳定、模型精确度不高、跨学科协同难等问题。创建起完备的数据采集体系，改良统计分析算法的性能，推进全流程的自动化改造，可以有效地提高技术的实际应用效果。

参考文献

[1] 张玉猛, 宋虎, 姜超. 基于 AI 识别技术的电能计量装置电压回路故障自动化检测系统 [J]. 电子设计工程, 2026, 34(09): 78-82.
[2] 纪丽丽. 高比例分布式电源场景下计量装置时钟同步偏移分析 [J]. 钟表, 2026, (02): 70-73.
[3] 疏奇奇, 翁东波, 庄磊, 等. 基于高精度采样设备的关口电能计量装置运行监测系统设计 [J]. 信息与电脑, 2026, 38(06): 171-173.
[4] 谢潇楠, 郭明, 马重阳. 电能计量装置运行状态自动监测系统研究 [J]. 中国标准化, 2026, (05): 214-218.
[5] 姚博, 王鹏, 张伟, 等. 关口电能计量装置电压断相故障报警方法研究 [J]. 科技资讯, 2026, 24(03): 81-83.
[6] 马妍妍, 姚加. 水力发电厂常见电能计量装置电量异常原因分析 [J]. 电力设备管理, 2025, (24): 205-207.