

# 用电信息采集系统电能计量数据异常识别研究

李俊

国网山西省电力公司长治供电公司计量中心 山西 长治 046011

**摘要:** 文章旨在深入探讨用电信息采集系统中电能计量数据的异常识别方法。通过综合应用数据分析、实时监测、智能算法及多方法融合策略,系统性地分析电能计量数据异常的成因与特征,提出高效、准确的异常识别框架。研究不仅提升电能计量数据的准确性和可靠性,也为电力企业的精细化管理提供有力支持,对于保障电网安全、促进能源高效利用具有重要意义。

**关键词:** 采集系统; 异常数据; 异常分析

**引言:** 随着智能电网的快速发展,用电信息采集系统作为电力管理的核心工具,其电能计量数据的准确性直接关系到电力市场的公平交易和电力企业的经济效益,在实际运行中,由于设备故障、数据传输错误等原因,电能计量数据异常时有发生。因此开展用电信息采集系统电能计量数据异常识别研究,对于提高计量数据的可靠性、保障电网安全稳定运行具有重要意义。本研究旨在探索有效的异常识别方法,为电力管理提供有力支持。

## 1 用电信息采集系统介绍

### 1.1 系统组成与工作原理

用电信息采集系统是一种集传感器、网络通信、数据处理和管理等技术于一体的智能化系统,旨在提高电力系统的运行效率、可靠性和安全性。该系统主要由四个核心部分组成:(1)智能电表:作为系统的核心设备,智能电表能够实时采集用户的用电数据,包括用电量、用电时间、用电功率等关键信息。这些电表不仅具备高精度的计量功能,还具备数据通信能力,能够将采集到的数据通过特定的通信方式传输出去。(2)通信网络:通信网络是连接智能电表与数据平台的桥梁,负责将电表采集的数据传输至数据平台。通信网络可以是无线局域网、GPRS、4G等多种方式,确保数据传输的稳定性和可靠性。这些网络架构分为主站核心网络、骨干网络和接入网络,为系统提供稳定可靠的数据交互通道。(3)数据平台:数据平台是系统的核心,负责对采集到的数据进行存储、分析和处理。该平台具备强大的数据处理能力,能够生成各种统计报表,如用电量报表、用电时间报表、用电功率报表等,为电力公司和政府部门提供数据支持,数据平台还提供数据接口,供应用软件调用,实现数据的共享和应用。(4)应用软件:应用软件主要分为电力公司端和用户端两部分。电力公司端

用于实时监控电力用户的用电情况、生成各类报表、设置用电策略等;用户端则用于用户实时查看用电情况、了解自己的用电习惯等。通过应用软件,电力公司和用户可以更好地管理和利用电力资源<sup>[1]</sup>。工作原理:用电信息采集系统的工作原理可以概括为“采集-传输-处理-应用”。首先,智能电表实时采集用户的用电数据;然后,通过通信网络将数据传输至数据平台;接着,数据平台对数据进行存储、分析和处理;最后,通过应用软件将处理后的数据应用于电力公司的管理和用户的用电管理中。

### 1.2 数据采集方式与传输过程

第一,数据采集方式。用电信息采集系统的数据采集主要通过智能电表实现。智能电表内置传感器,能够实时监测电压、电流、功率等参数,并将这些参数转换为数字信号进行采集。采集到的数据经过数字信号处理,进行滤波、采集和放大等预处理,确保数据的准确性和精度。第二,传输过程。数据采集完成后,智能电表通过通信网络将数据传输至数据平台。传输方式可以是有线传输或无线传输,如串口通信、TCP/IP通信、ModBus通信以及RS232/RS485等。对于无线传输方式,如GPRS、4G等,数据通过无线信号传输至数据平台;对于有线传输方式,则通过光纤、电缆等物理介质进行传输。在传输过程中,数据会经过加密处理,确保数据传输的安全性,通信网络会提供稳定可靠的传输通道,确保数据能够实时、准确地传输至数据平台。

## 2 电能计量数据异常的原因分析

### 2.1 电表记录故障

电表记录故障是导致电能计量数据异常的一个常见原因。这类故障可能由多种因素引起,包括但不限于电表内部元件老化、损坏或失效,电表程序设计错误,以及电表遭受外部电磁干扰等。当电表记录出现故障时,

它可能无法准确记录用户的用电量，导致计量数据与实际用电情况不符，从而影响电力公司的收费和用户的用电管理。

### 2.2 接线盒故障

接线盒作为电能计量系统中连接电表与电力线路的关键部件，其状态直接影响计量数据的准确性。接线盒故障可能表现为接线松动、接触不良、短路或断路等情况。这些故障会导致电流或电压信号在传输过程中发生偏差，进而影响电表的计量结果。特别是当接线盒受到潮湿、腐蚀或外力破坏时，更容易引发故障，导致电能计量数据异常。

### 2.3 互感器故障

互感器是电能计量系统中用于变换电流或电压的重要设备，其精度和稳定性对计量数据的准确性至关重要。互感器故障可能包括绕组短路、开路、铁芯饱和、磁路故障等。这些故障会导致互感器输出的电流或电压信号失真，进而影响电表的计量结果，互感器的精度也会随着使用时间的增长而逐渐降低，如果不及时进行校准或更换，也可能导致电能计量数据异常<sup>[2]</sup>。

### 2.4 终端故障

终端是电能计量系统中负责数据采集、处理和传输的设备，其性能直接影响计量数据的完整性和实时性。终端故障可能包括硬件故障、软件故障、通信故障等。硬件故障可能涉及终端内部电路板的损坏、电源故障等；软件故障则可能由程序错误、病毒攻击等原因引起；通信故障则可能由于网络不稳定、通信协议不匹配等原因导致。当终端出现故障时，它可能无法及时、准确地采集和处理电能计量数据，或者无法将数据传输至数据中心，从而导致电能计量数据异常。

## 3 电能计量数据异常识别方法

### 3.1 数据分析法

数据分析法是电能计量数据异常识别的基本手段之一，它通过对历史计量数据的统计分析，发现数据中的异常模式和规律。首先通过计算一段时间内的平均用电量，与当前或历史同期数据进行对比，若偏差超过设定阈值，则可能存在异常。这种方法简单直观，适用于检测长期稳定的用电模式变化。分析数据波动情况，计算用电量的方差或标准差，判断数据离散程度是否异常。高方差可能指示存在用电波动过大或非法用电行为。利用时间序列分析技术，识别用电量的长期增长或下降趋势，并与预期趋势进行比较。趋势的突然改变可能意味着计量设备故障或用户用电行为的显著变化。

### 3.2 实时监测与预警

实时监测与预警是电能计量数据异常识别的关键手段，它利用先进的传感技术和数据处理技术，对电能计量数据进行连续、不间断的监控，并在发现异常时及时发出预警信号。在电表、接线盒、互感器等关键部位安装传感器，实时监测电流、电压、功率等关键参数，确保数据的准确性和实时性。对实时采集的数据进行快速处理和分析，通过预设的算法和模型判断数据是否异常。一旦发现异常，立即触发预警机制。建立完善的预警系统，包括声光报警、短信通知、邮件提醒等多种方式，确保异常信息能够迅速传达给相关人员。实时监测与预警方法具有响应速度快、准确性高的特点，能够及时发现并处理计量数据异常问题，有效防止损失的扩大。

### 3.3 智能算法应用

随着人工智能技术的不断发展，智能算法在电能计量数据异常识别中的应用越来越广泛。智能算法能够自动学习数据特征，构建复杂的识别模型，提高异常识别的准确性和效率。机器学习算法；如支持向量机、决策树、随机森林等，通过对历史数据的训练和学习，构建能够识别异常数据的模型。这些算法能够自动提取数据中的特征，发现潜在的异常模式。深度学习算法；如卷积神经网络、循环神经网络等，在处理大规模、高维度的电能计量数据时具有显著优势。深度学习算法能够自动学习数据的深层特征表示，提高异常识别的精度和鲁棒性。无监督学习算法；如聚类分析、异常检测算法等，适用于没有标签数据的情况。这些算法能够自动发现数据中的异常簇或离群点，为异常识别提供有力支持。

### 3.4 多方法融合的异常识别策略

由于单一方法在识别电能计量数据异常时可能存在局限性，因此采用多方法融合的策略成为提高识别效果的重要途径。多方法融合策略通过结合不同方法的优势，形成互补效应，提高识别的全面性和准确性。（1）数据融合：将来自不同数据源、不同时间尺度的电能计量数据进行融合处理，形成更全面、更丰富的数据集。这有助于发现隐藏在数据背后的异常模式和规律。（2）算法融合：将多种异常识别算法进行融合应用，形成综合识别模型。通过算法间的相互验证和补充，提高识别的准确性和鲁棒性。例如，可以先利用统计分析方法初步筛选异常数据，再利用机器学习算法进行深入分析确认<sup>[3]</sup>。（3）知识融合：将领域知识与异常识别算法相结合，利用专家的经验 and 知识对识别结果进行校验和修正。这有助于解决算法在特定场景下的局限性问题，提高识别的可靠性和实用性。

## 4 用电信息采集系统电能计量数据优化策略与建议

在电力系统中,用电信息采集系统扮演着至关重要的角色,它不仅负责收集用户的用电数据,还直接关系到电能计量的准确性和电力管理的效率。

#### 4.1 系统优化

##### 4.1.1 技术升级与改造

随着科技的不断进步,用电信息采集系统也应紧跟时代步伐,进行技术升级与改造。这包括引入更先进的传感器技术、通信技术和数据处理技术,提升系统的数据采集能力、传输效率和数据处理精度。通过技术升级,可以显著降低数据丢失率、提高数据传输稳定性,并为后续的数据分析和应用打下坚实基础。

##### 4.1.2 数据质量监控

数据质量是电能计量准确性的前提。应建立完善的数据质量监控机制,对采集到的电能计量数据进行实时监控和评估。通过设定数据质量阈值,对异常数据进行自动识别和标记,以便后续处理,定期对数据质量进行统计分析,发现潜在的数据质量问题并采取相应的改进措施。

##### 4.1.3 系统集成与互操作性

为了提高系统的整体效能,应推动用电信息采集系统与其他相关系统的集成与互操作性。例如,与电力调度系统、营销系统、客户服务系统等实现数据共享和业务流程协同。通过系统集成,可以打破信息孤岛,实现数据的无缝对接和业务的快速响应,提升电力企业的整体运营水平。

#### 4.2 故障预防与维护

##### 4.2.1 定期巡检与检修

为了预防设备故障和数据异常,应建立定期巡检与检修制度。对电表、接线盒、互感器、终端等关键设备进行定期巡检,及时发现并处理潜在的故障隐患。同时根据设备的使用寿命和性能特点,制定合理的检修计划,确保设备处于良好的运行状态。

##### 4.2.2 故障预警与快速响应

利用实时监测与预警技术,对系统运行状态进行实时监控和评估。一旦发现异常或故障信号,立即启动预警机制,并通知相关人员进行处理。通过建立快速响应机制,可以迅速定位故障点、查明故障原因,并采取有效措施进行修复或替换,以减少故障对系统的影响。

##### 4.2.3 备份与恢复策略

为了防止数据丢失和系统崩溃等风险,应制定完善的数据备份与恢复策略。定期对系统数据和关键配置进行备份,并存储在安全可靠的位置,建立数据恢复预案

和应急演练机制,确保在发生数据丢失或系统崩溃等紧急情况时能够迅速恢复数据和系统正常运行<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 人员培训与管理

##### 4.3.1 专业技能培训

为了提升运维人员的专业技能和水平,应定期开展专业技能培训。培训内容应包括系统原理、设备操作、故障处理、数据分析等方面。通过培训,使运维人员掌握系统的基本原理和操作技能,提高故障排查和处理的效率和准确性。

##### 4.3.2 安全管理教育

安全管理是系统稳定运行的重要保障。应加强对运维人员的安全管理教育,提高其安全意识和风险防控能力。培训内容应包括安全操作规程、事故案例分析、应急处置等方面。

##### 4.3.3 绩效考核与激励机制

为了激发运维人员的工作积极性和创造力,应建立完善的绩效考核与激励机制。根据运维人员的工作表现、任务完成情况、技能水平等方面进行综合考核,并给予相应的奖励或激励措施。通过绩效考核与激励机制的建立和实施,可以激发运维人员的工作热情和创造力,推动用电信息采集系统的持续优化和发展。

#### 结束语

综上所述,本文对用电信息采集系统电能计量数据异常识别进行全面而深入的研究,提出多种有效的识别方法与技术路径。这些研究成果不仅丰富电能计量数据异常识别的理论体系,也为实际应用提供宝贵的参考。未来,随着技术的不断进步和应用的深入拓展,电能计量数据异常识别将更加智能化、精准化,为电力行业的可持续发展贡献更大的力量。

#### 参考文献

- [1]朱晓宇.用电信息采集系统电能计量数据异常的原因[J].科技创新导报,2020,15(35):8-9.
- [2]徐增勇,贾广辉.用电信息采集系统计量数据异常管理流程设计[J].电工技术,2021(16):39-40.
- [3]李锐珺.用电信息采集系统电能计量数据异常原因及改进[J].时代农机,2020,45(05):252-253.
- [4]黄公跃,付婷婷,林思远,等.用电信息采集系统电能计量数据异常识别研究[J].电网与清洁能源,2023,39(4):25-30,46.DOI:10.3969/j.issn.1674-3814.2023.04.004.
- [5]袁瑞铭,吕言国,李文文,等.基于温度补偿的电能表全温度范围计量精度优化方法[J].中国测试,2019,(6).DOI:10.11857/j.issn.1674-5124.2018100064.