

Ai 在智能电能表检验检测数据异常识别中的应用

鲁舟斌, 宋凤伟

国网浙江省电力有限公司舟山供电公司, 浙江 舟山 316000

DOI:10.61369/ERA.2025120031

摘 要 : 智能电能表数据异常识别是确保智能电网稳定运行的重要手段, 通过准确识别智能电能表数据异常, 可保障用户与企业的权益。然而, 传统的数据异常识别方法主要是以人工为主, 效率低下, 且容易出现误判与漏判等问题, 难以满足智能电能表的检测需求。鉴于此, 研究针对现阶段智能电能表数据异常识别过程中面临的挑战, 系统阐述了人工智能 (Ai) 在智能电能表数据异常识别中的原理与优势, 以具体实例分析了 Ai 的实际应用情况, 并对 Ai 的应用情况进行展望, 以期为推动智能电网的发展提供参考。

关 键 词 : Ai; 智能电能表; 数据异常; 识别

The Application of Ai in Anomaly Identification of Inspection and Testing Data for Smart Electricity Meters

Lu Zhoubin, Song Fengwei

State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd. Zhoushan Power Supply Company, Zhoushan, Zhejiang 316000

Abstract : Abnormal data identification of smart electricity meters is an important means to ensure the stable operation of the smart grid. By accurately identifying abnormal data of smart electricity meters, the rights and interests of users and enterprises can be protected. However, the traditional methods for identifying data anomalies are mainly manual, which are inefficient and prone to problems such as misjudgment and missed judgment, making it difficult to meet the detection requirements of smart electricity meters. In view of this, this study addresses the challenges faced in the current process of identifying abnormal data in smart electricity meters, systematically expounds the principles and advantages of artificial intelligence (Ai) in the identification of abnormal data in smart electricity meters, analyzes the practical application of Ai with specific examples, and looks forward to the application of Ai, with the aim of providing references for promoting the development of smart grids.

Keywords : Ai; smart electricity meter; data anomaly; identification

引言

智能电表作为智能电网的关键部分, 其承担着电量计量、数据采集与传输等关键任务^[1]。然而, 智能电表采集的数据通常会会出现数据缺失、超出阈值的情况, 导致计量误差、设备故障误判等问题, 直接影响电力企业的经济效益与用户的用电体验。传统数据异常检测主要以人工抄表与定期校验为主, 存在漏检率高、误判率大、效率低下等缺陷。在人工智能 (Ai) 飞速发展的背景下, 其凭借其强大的数据处理能力与模式识别优势, 为智能电表的数据异常检测提供了思路^[2]。

鉴于此, 本文分析了智能电表数据异常识别的重要性与挑战, 系统阐述了 Ai 在数据异常识别中的应用原理与优势, 以具体实例分析了 Ai 的应用情况。

一、智能电表数据异常识别的重要性与挑战

(一) 重要性

对于智能电表而言, 其产生的计量数据主要用于电费结算, 若计量数据异常, 则会严重影响电费的结算。通过对数据异

常进行识别, 可在确保计量数据准确性的同时, 维护用户与企业的权益。一般来说, 在智能电能表内部发生故障或者受到外部信号的干扰后, 便会产生相应的数据异常。例如, 当智能电能表中的电压、电流等参数产生波动或者受到外界电磁的干扰后, 表明智能电能表的电路发生了异常, 通过识别这些异常, 可为智能电

能表的维护提供依据，这样不仅可延长智能电能表的使用寿命，而且还可在一定程度上提升电力系统的稳定性。此外，在智能电能表数据异常识别过程中，需严格按照相应的监管标准进行，确保数据检测的合理性^[3]。

（二）挑战

在智能电能表运行过程中，涉及的参数具有多样化的特点，这些参数信息主要有电压、电流以及功率等。由于这些数据容易受到环境与负载的影响，使其呈现出一种非线性特征。当温度与湿度变化的情况下，智能电能表的精度则会受到严重影响，导致计量数据产生偏差。同时，当负载发生变化后，也会导致智能电能表内部的电压、电流等参数发生相应的变化，进而影响智能电能表的运行效果。在此种情况下，让数据异常识别的难度增加。目前，常见的智能电能表异常模式主要分为瞬时突变、缓慢漂移以及周期性波动等，其中，瞬时突变主要是由于智能电能表内部发生瞬间故障导致，缓慢漂移主要是由于智能电能表元件老化导致，而周期性波动主要是由于负载发生变化导致。在这些异常模式识别过程中，需深入分析数据的变化规律。在智能电网飞速发展的今天，智能电能表数量逐渐增加，产生的数据也逐渐增多，导致异常数据的识别难度加大。传统的数据识别方式难以实现庞大数据的处理，识别效率较低，难以满足海量数据的检测需求。为此，探索一种全新的数据识别方法迫在眉睫^[4]。

二、Ai 在数据异常识别中的应用原理与优势

（一）机器学习算法

机器学习算法属于人工智能（Ai）的一个分支，其主要是通过分析数据的规律，构建预测模式进行数据异常的识别。目前，常见的机器学习算法主要包括支持向量机（SVM）、决策树算法以及随机森林算法。其中，支持向量机（SVM）主要是通过寻找最优的超平面，实现正常数据与异常数据分离^[5]。在模型训练过程中，可根据实际情况对超平面位置与方向进行优化，进而实现正常数据与异常数据的有效分离，以此来判断输入的数据是否为异常数据。决策树算法主要是基于相应的判断规则，实现数据的分类。在分类过程中，从根节点出发，基于数据的不同属性，进行相应的分支，且每个分支对应相应的判断条件，最后由叶节点输出相应的分类结果，以此来实现正常数据与异常数据的识别。而随机森林算法主要是在决策树的基础上演变形成的，其中包含多个决策树，可通过投票的方式，确定相应的分类结果，可在提升分类准确性的同时，确保分类的稳定性。通过上述这几种算法，可实现数据的自动学习，突破了人工识别的限制，且对数据的分布假设较少，不仅可实现高维数据的处理，而且还可对智能电能表多参数数据进行深入分析，适应性相对较强^[6]。

（二）深度学习算法

对于深度学习算法而言，其属于机器学习的一个分支。该算法主要是基于多层神经网络模型，从海量数据中自动提取对应的特征。目前，常见的深度学习算法主要包括卷积神经网络（CNN）、循环神经网络（RNN）及其变体（如 LSTM、

GRU）。其中，卷积神经网络（CNN）主要包括卷积层与池化层，卷积层主要用于提取数据特征，池化层主要用于实现数据特征的降维，有效减少计算量。通过 CNN，可进行智能电能表数据时序波形的处理，并基于波形特征，分析数据是否异常。而 RNN 及其变体（如 LSTM、GRU）可从时序数据中提取数据之间的关系。一般来说，在智能电能表采集数据过程中，主要是基于时间顺序进行的，在 RNN 的作用下，可通过记忆单元实现历史数据的存储，并基于当前时刻的数据与历史数据，分析数据是否存在异常。对于深度学习算法而言，其特征提取能力相对较强，可从原始数据中自动识别数据特征，在一定程度上提升了数据异常识别的准确性。同时，该算法可实现海量数据的集中处理，且模型性能随着数据量的增大而提升。在将其应用与智能电能表数据异常识别中后，可对大量的数据进行训练，在精准获取数据异常特征的同时，进一步提升了数据异常的识别能力。

三、Ai 在智能电能表数据异常识别中的应用案例分析

（一）案例背景

某电力公司为有效提升智能电能表的运行稳定性，对大量智能电能表进行检验检测。由于智能电能表产生的数据量较大，采用传统的检测方法难以实现数据异常的有效检测，且在检测过程中出现误判与漏判的现象，在影响智能电能表质量控制的同时，在一定程度上增加了工作量。为此，该公司决定采用 Ai 技术进行智能电能表数据异常的识别。

（二）具体识别过程

基于 Ai 技术的智能电能表数据异常识别流程如图 1 所示。

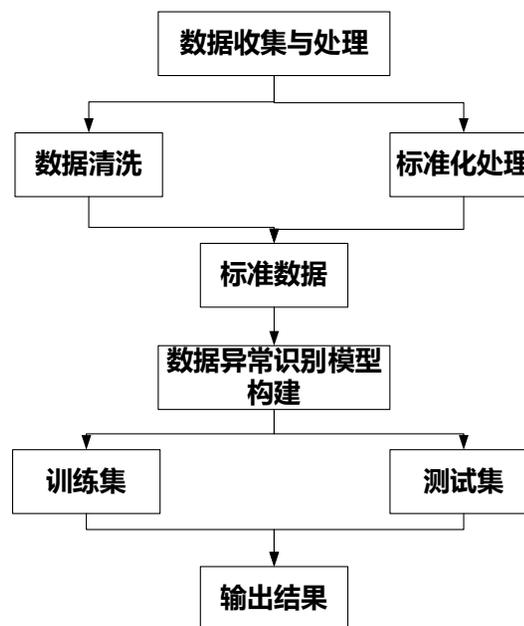


图 1 数据异常识别流程

首先，收集智能电能表历史检测数据，包括正常数据异常数据。基于采集的数据，进行清洗，去除噪声和异常值。在数据清

洗完成后,对其进行标准化处理,使数据具有可比性。在标准化处理过程中,主要是对不同量纲的参数进行归一化处理,使其处于同一数值范围内。其次,基于SVM、随机森林和LSTM等算法,构建数据异常识别模型,并将经过处理的数据分为训练集与测试集。其中,训练集主要用于数据异常识别模型的训练,测试集主要用于测试模型的性能。在此过程中,需对模型参数进行调整。对于SVM模型,主要是调整核函数的参数与惩罚系数,随机森林模型主要是调整树的数量与深度,而LSTM模型主要是调整神经元数量与学习率。最后,输出结果,并以准确率、召回率、F1值等指标,评估模型的性能^[7]。

(三) 效果分析

结果显示,LSTM模型的识别准确率最高,高达95%以上,说明在通过Ai技术进行智能电能表数据异常的识别后,进一步提升了数据异常识别的准确性。一方面,Ai模型可准确识别海量数据的不同异常模式,在一定程度上减少了误判与漏判的情况。另一方面,Ai模型有效提升了数据异常识别的效率。对于传统的数据异常识别而言,其主要是依赖人工,识别效率较低。在Ai模型的应用后,实现了数据异常的自动化检测,不仅有效提升了识别的准确率,而且还在一定程度上缩短了检测时间,提升了工作效率。此外,通过Ai模型的应用,还在一定程度上降低了成本。通过及时发展智能电能表的数据异常,可避免因计量不准确导致的用户纠纷和经济损失,且可在短时间内发现智能电能表的故障问题,在一定程度上降低了企业的运营成本。

四、Ai在智能电能表检验检测数据异常识别中的应用前景与问题

(一) 应用前景

在Ai技术飞速发展的今天,智能电能表检验智能化水平将逐渐提升。借助Ai技术的优势,不仅可实现智能电能表数据的实时检测与自动识别,而且还可在第一时间发出告警。通过在电能

表中集成Ai芯片,在发现数据异常的情况下,系统便会在第一时间发送预警,让管理人员在第一时间进行解决,实现检测过程的自动化和智能化。在未来的发展中,可将智能电能表与其他设备进行互联,并通过Ai技术实现多源数据的融合,进而提升数据分析的全面性。例如,通过借助Ai技术整合用电行为数据、环境数据等,深入剖析识别数据异常产生的原因。在提升数据异常识别准确性的同时,进一步提升其可靠性。同时,还可根据用户的不同需求,提供个性化的检测服务^[8]。

(二) 存在的问题及解决方向

在智能电能表运行过程中,产生的数据较为庞大,数据中可能存在噪声、缺失值等问题,导致Ai模型性能下降。其中,数据中的噪声主要是设备误差、外界干扰等因素所致,缺失值主要是传输设备故障导致。为有效解决这一问题,需不断提升数据采集设备性能,在提升数据采集精度的同时,减少数据中的噪声。同时,在数据处理时,可通过插值法、滤波法等方法,对数据进行预处理,进而消除其中存在的噪声,并补充缺失值。此外,对于智能电能表而言,其采集的数据涉及用户隐私。为避免用户数据的泄露,需采用先进的加密技术,实现数据的加密处理,提升数据在传输与存储过程中的安全性。同时,需采用访问控制技术,设置相应的访问权限,避免出现数据泄露的情况。

五、结语

综上所述,Ai技术具有显著的优势,通过在智能电能表检验检测数据异常识别中应用Ai技术,不仅可有效提升数据异常识别的准确性,而且还可在一定程度上提升数据识别的效率。虽然现阶段Ai技术应用过程中还存在数据质量问题与隐私保护问题,但是随着技术的发展,可有效解决这些问题。在未来的发展中,需不断加强Ai技术的研究,并对相应的算法进行优化,进一步提升电力系统运行的稳定性。

参考文献

- [1] 冯小峰,冯霞山,张正峰,等.基于最大似然法和决策树的智能电能表计量误差检测方法[J].电测与仪表,2024,61(12):205-211.
- [2] 程鹏中,周文斌,赵磊,等.基于全生命周期检测数据的智能电能表质量监督评价研究[J].电工文摘,2021,000(006):28-32
- [3] 崔建军,宋海霞.智能电能表费控功能检测异常故障分析[J].2022(2).
- [4] 杨菁蓉,郑可,邹波,等.单相智能电能表现场检测与寿命评估[J].电测与仪表,2022(004):059.
- [5] 汤野,程文玉,王晨,等.局部异常点检测算法的电能表高压泄露计量[J].2021.
- [6] 李蕊.基于SSHM模型的智能电能表操纵行为检测算法研究[J].电测与仪表,2023,60(9):188-194.
- [7] 孙璐.智能电能表检验与检测[J].中国科技期刊数据库工业A,2021(12):3.
- [8] 程际凯.智能电能表电量异常的原因分析及检测方法研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2022(3):4.