

人工智能在电气故障预警中的应用与优化实践

王自立

国家能源集团宁夏煤业煤制油分公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i11.8535

[摘要] 近年来,随着人们的安全意识不断提升以及对电力设备的需求越来越大,产生大量用电数据,为了达到有效预警的目的,必须加快实现针对高精度、高能效的目的发电的快速发展成为当务之急。将人工智能等前沿性技术深入解析运用到电气设备的故障诊断与预测当中,能够使故障预测的精准度得到很大程度的增强,也促使全部电力行业的管理水平得到有效加强。本文的研究目的就是想要找到用人工智能优化电气故障预警的方法,提高电力设备故障预警的效率和准确性,促进电力行业的发展。

[关键词] 人工智能; 电气故障; 预警系统; 优化技术

Application and Optimization Practice of Artificial Intelligence in Electrical Fault Early Warning

Wang Zili

National Energy Group Ningxia Coal Industry Co., Ltd, Coal-to-Oil Branch

[Abstract] In recent years, with the continuous improvement of people's safety awareness and the growing demand for power equipment, a large amount of electrical consumption data has been generated. To achieve effective early warning, accelerating the rapid development of high-precision and high-energy-efficiency power generation has become an urgent task. The in-depth analysis and application of cutting-edge technologies such as artificial intelligence in the fault diagnosis and prediction of electrical equipment can greatly enhance the accuracy of fault prediction and effectively improve the management level of the entire power industry. The purpose of this study is to explore methods to optimize electrical fault early warning using artificial intelligence, improve the efficiency and accuracy of power equipment fault early warning, and promote the development of the power industry.

[Key words] artificial intelligence; electrical faults; early warning system; optimization technology

引言

为国民经济保驾护航的稳定运转电力离不开电力系统的正常运行,保障电力系统正常运行的核心问题就是保证电气设备的可靠工作。电气设备老化是造成电力行业存在的巨大难题之一,能否快速有效准确地对电气设备开展检测预防性维护,从而避免电气故障的发生,是业内关注的重点。由于设备运行环境多变、复杂性增加,还有可能会出现人为失误,导致电气控制系统故障频发,从而为整个系统运行埋下了安全隐患。这项工作探究人工智能用于增强电气故障预警系统性能的方法,针对传统电气故障预警系统存在精度低以及实时性差的问题,提出一种将机器学习与深度学习相结合的方法。通过设计一个卷积神经网络(ONI)与长短时记忆网络(LSTH)的混合模

型,实现了对电气故障更精确地预测。对原始电气数据进行了清洗、标准化及特征选择等预处理工作,对优化前后的故障识别情况分别进行了对比分析,并且通过大量的仿真算例证明了优化后的电气故障预警系统,能灵好绝识别故障并发出预警信号。能及时发现故障问题,有效地避免了因机器突发故障导致设备无法正常工作,预防非计划停机的发生。

1. 电气故障预警系统现状与问题分析

1.1 传统电气故障预警系统的技术框架与局限

过去的老式电气故障预警系统完全依赖于事先设定的数值范围及规则来判断设备的状态,系统由3部分组成,一是收集设备的效据;二是设定数值得到合理的范围;三是发出警告信号。在效据采集部分把设备工作的各种参数、指标信息都做

了记录，数值设置部分根据以前设备运行的数据中，对每个参数指标的安全范围进行了设定，在此安全范围内，如果设备实际运行时某个数值得到了超出数值，则会在接下来进行相关处理的动作。上述的方法由于过时已经出现了很多问题，设定的值范围往往不能随着使用环境的变化而改变，系统的分析能力非常弱，仅仅能做一些数值对比的基本的判断，不能够从数据中获取深层次问题，发现隐形的比较难，比如机械上的元器件实际还能继续运行多长时间等这种比较隐蔽的问题，当添加新的监测对象或者修改检测标准的时候，需要重新制作一个全新的系统的。

1.2 数据采集、传输与处理中的常见问题

在数据采集过程中，为了保证数据的采集质量，就必须保证传感器的精度和稳定度，由于化工环境比较恶劣，比如存在高温、高压、强电磁干扰等不利因素，因此传感器可能产生测量误差或者发生失灵甚至损坏等问题，影响到后期数据的质量；而且还要合理规划好传感器的位置和数量，不然不能够反映真实工作情况。

当我们在交换信息的时候会遇到许多不尽相同的问题，其中一个最常见的是通信协议问题以及延迟。这是因为我们所使用的各个不同品牌、型号的硬件，有时候并非遵循同样的通信标准：

工业网络环境比较复杂，网络拥堵或者信号干扰都会导致传输延时或者丢包，阻塞了预警信息的顺利传播，也会影响系统本身运行的可靠性。对于数据处理而言，过去传统的方式完全是依靠人工的经验和基本的统计手段去完成相关的判断与运算工作，它效率太低且容易出错：对于海量的信息来说，人眼很难准确地从中发掘出某种异常模式以及设备故障特征。由于使用传统的手段难以去深挖不同类别的数据之间的联系，并且也不能把所有的数据都进行充分的利用起来，所以传统的手段无法达到更好地发挥数据中心的作用的目的。

1.3 故障预警准确性、实时性与可解释性的不足

测试故障预警系统是否准确是检验整个系统性能优劣的一个重要手段，之前的老式系统都是用单阈值判断的模式，当发生一些比较复杂的故障时就很难发现故障，会存在大量的误报与漏报情况；如果一些间歇性的或新出现的故障状况，没办法快速地发出警告信息给相关部门，就会导致故障的发生到解决的这一段时间延长，使故障更加严重，从而会引发设备的损坏、生产停止的情况出现；而处理数据以及传输的速度也达不到短时间内反馈给相关人员进行维修的程度，就更谈不上电控故障快速响应了，所以，这种情况下就很不适合我国化工企业的使用。如果某项化工的电气故障得不到及时处理并给出相

应预警，则有可能直接带来安全问题，比如对于人员的生命安全造成严重的影响，从而使企业面临严重的经济损失、产生极坏的社会影响等，因此有必要通过合理的途径来进行高效改善。

要使预警系统有效发挥作用，必须做到及时发出警报，并且对故障出现的原因以及可能性做到说明。预警信息是否能让用户明白、能相信就成为了易懂性的体现。预警系统仅仅提供基础警报提醒功能，没有交代故障产生的原因及可能性大小，人们很难针对预警信息采取相应动作，从而达不到预警的作用与保障功能。

2. 人工智能驱动的电气故障预警技术基础

2.1 机器学习与深度学习算法在故障预警中的应用原理

相比于传统的经验主义做法，在一定程度上讲，利用机器学习和深度学习的最新方法和思想，获得对过往历史运行数据完整系统的理解、把握，建立起基于机器深度学习而构造的最为精准合理的模型预测方式是电气设备故障预警的一条全新途径：将海量的历史数据作为训练样本，结合大量的理论知识进行详细地学习和推理分析之后，就能全面地掌握各个电气设备各运行状态的内在规律以及出现故障时刻的典型症状表现，并对相关故障信息加以重点预测。利用支持向量机 (SVM) 能够较好地实现分类工作，即把正常、异常的状态区分开来；采用决策树 (DT) 算法，通过对各种电气设备运行情况的数据指标设置不同的判断规则路径，以此达到有效辨别设备是否出现故障的目的；由于其能够很好地完成从提取特征、判别模式这两个任务当中，因此应用较为广泛的是利用深度学习技术来探究卷积神经网络 (CNN)、循环神经网络 (RNN)、长短时记忆网络 (LSTM)、门控循环单元网络 (GRU)，将上述法运用于设备的运行振动信号中以及运行温度的变化趋势分析上，能够在一定程度上实现对故障发生发展的预测：

2.2 关键技术

从原始数据中提取反映设备工作状态和故障特征的关键信息就是特征提取，人工智能通过智能手段从大量采集的数据中发现有用的特征（如：频域特征、时域特征、统计特性等），可用来精确描述设备的工作状况，提高故障预测准确性；将所得到的特征应用到模式识别当中，通过学习不同故障情况下对应的特征分布，进而得到不同的故障情况下的模式；再利用聚类分析技术，将设备的操作数据划分为几组，每一组对应一种操作状态或者故障类型。

根据已有数据及设备具体情况建立预测模型，并开发出一套可以根据之前已经有的信息计算设备未来运行状态、出故障概率等方法；以明确的使用场景、数据特点等为基础，构建合

理的系统,通过优化手段进一步提升预测模型准确度,保证设备能稳定运行,尽可能避免故障导致的损失:

2.3 智能传感器与物联网技术融合的数据支撑体系

利用传感器的高精度、可靠性及自调节特性,以实现电气设备工作状态数据的实时精确采集;依托内置的数据预处理和无线通讯技术,智能传感器可以直接向云或者本地服务器发送信息,省略了信息的中间传递环节,大大提高了信息传送的速度与准确度。利用物联网技术实现设备间的链接与信息的交互,在智能传感器同物联网平台紧密集成之后,可通过一个完备的数据支持系统将各处的信息汇总在一起,从而达到全面监控和掌握电气装置的目的。物联网平台的数据存储、分析和可视化能力又能为人工智能算法的应用提供充足的数据支撑,这样不但增强了对电气故障的预测准确性以及快速反应程度,还提高了预测过程的公开化程度。

3. 人工智能在电气故障预警优化中的应用

3.1 人工神经网络与深度学习在电气故障预警中的应用

人工神经网络与深度学习在电力故障预测方面具有优秀的功能。通过模拟人脑神经元之间的连接方法,神经网络对数据有超强的数据处理能力和模式识别能力,特别适合解决复杂的非线性电力故障问题;而且深度学习利用了多层结构来自行获取和选取特征信息,这能够极大地提高故障检测的精度,将人工神经网络和深度学习结合在一起可以快速处理大量从传感器得到的数据,并且对设备出现故障进行准确的判定,在遇到电力系统中有影响设备的因素时,通过不断地对优化算法进行改善,不断地完善网络结构,有着较强的抗干扰能力以及环境适应能力,先对可能出现的问题进行预警,保证电力系统能稳定运行。

3.2 基于人工智能的故障诊断与预警模型的构建

对电力故障预警系统的探索并不仅在于将各种名样的技术简单的组合在一起就可以完全发挥作用,重要的是能否通过该系统真正地解决电力行业的难题。但是随着人工智能的发展,原先不可能实现的目标渐渐成为可能。应用神经网络及深度学习相关技术进行连续判别后会发现,这是机器学习的优点所在:这就跟人的大脑在复杂的世界当中如何适应世界的情形相议,而且这种精准度也是评估技术好坏的重要依据:同时因为具备了大数据的支持条件,在此基础上加以构建的人工智能故障诊断、预警模型可以成为完善优化电气故障预警系统的有效支撑。

3.3 大数据技术在优化电气故障预警系统中的角色

大数据技术,要想改良电气故障预警系统,就要用大数据技术去进行解析,这时候我们就能发现一些电气设备存在的一

些潜在故障的模式及规律。采用这样的以数据为中心的解析方法大大提升了预警模型对于电气故障的感知能力和学习能力,并且可以达到精确定位和识别电气设备隐形故障的目的。由于对电气故障特征数据进行分析,故障特征库得到及时更新,模型对于异常问题的敏感性也会得到增强。因为是利用大数据来对数据信息进行处理,因此就可以对海量的信息进行处理,进而可将预警系统识别精度以及稳定性提高,最终减少设备故障导致的危害。

4. 结束语

使用人工智能技术改进电气故障预警系统后,其预兆预警准确率和实时性明显提高,系统的适应性和稳定性更强,其安全生产保障作用更牢靠有力。能为电气故障预警带来明显成效,供其他相关行业的设备故障预警提供有效借鉴,了解人工智能技术在电气故障预警系统中存在很多比较麻烦的问题,比如如何收集、处理相关数据,模型相对较为复杂,所需计算资源量较多等问题,在后续可以不断探索更为优秀的预警方法,让预警过程更加快捷方便:智慧化预警手段是今后智能电网的重要发展方向之一,希望有更多的学者、专家等加入其中,为智能电网实现智能化长效发展目标助一臂之力,协同工作攻坚克难,争取早日突破瓶颈,使未来更大程度上能够发挥预警效能。

[参考文献]

- [1]孙正伟,赵金金.电气工程及其自动化技术的智能化应用研究[J].时代汽车,2025,(04):22-24.
- [2]周志勤.智能技术在电气工程自动化系统中的运用[J].电子技术,2025,54(01):352-353.
- [3]吴琦.人工智能技术在电气设备控制线路故障维修中的应用[J].家电维修,2025,(10):116-118.
- [4]李斐刚.人工智能技术在10kV开关设备故障预测与维修中的应用[J].家电维修,2025,(10):131-133.
- [5]曹卓凝.人工智能在变电设备故障预警中的应用[J].大众用电,2025,40(08):56-57.
- [6]宋玉涛,辛昂倍,王自平.基于人工智能的电力设备故障诊断研究[J].光源与照明,2024(4):80-82.
- [7]李兰竹.A 供电段电力设备维修标准化管理研究[D].成都:西南交通大学,2022(7):224-225.
- [8]王堃.基于人工智能技术的电力设备故障识别技术研究[J].流体测量与控制,2024(6):106-109.

作者简介:王自立(1985—),男,汉族,甘肃定西人,本科学历,研究方向为电气工程及其自动化。