

基于人工智能的电气工程自动化故障诊断系统研究

姚明宇

国网上海市电力公司闸北发电厂 上海 200438

摘要: 人工智能在电气工程自动化故障诊断系统中具有关键作用。系统设计从多方面着手, 总体架构规划合理, 确保各部分协调运作; 数据采集预处理保证数据质量, 为诊断提供可靠依据; 故障诊断模型先进, 精准判别故障类型和位置; 功能设计全面, 实现实时监测、智能诊断等。人工智能凭借强大大数据分析能力, 处理海量复杂数据, 挖掘潜在信息。自学习和自适应特性使其能适应变化, 持续优化。

关键词: 人工智能; 电气工程自动化; 故障诊断系统

引言: 电气工程自动化程度持续提高, 电气系统规模与复杂性剧增。故障发生不仅会致设备损坏、生产停滞, 更可能引发安全事故。传统故障诊断方法面对复杂故障时, 效率低、准确性差的局限愈发明显。人工智能技术凭借强大的数据分析、自学习和智能决策能力, 为该领域带来新契机。应用于故障诊断系统, 可实时监测设备状态、精准判断潜在故障并及时处置, 深入研究此系统对电气领域意义重大。

1 人工智能在电气工程自动化故障诊断中的重要作用

在电气工程自动化领域, 故障诊断是确保系统稳定运行的关键环节, 而人工智能在其中发挥着举足轻重且不可替代的重要作用。第一, 人工智能赋予故障诊断强大的数据分析能力。电气工程自动化系统运行会产生海量数据, 传统方法难以高效处理。人工智能算法, 如神经网络, 能对这些数据进行深度挖掘与分析, 快速识别数据中的模式和特征, 从而精准定位故障根源。例如, 通过对电气设备运行时的电流、电压、温度等参数数据的分析, 人工智能可提前察觉设备潜在故障, 及时发出预警。第二, 自学习和自适应能力是人工智能的显著优势。随着电气工程自动化系统的发展和运行环境的变化, 故障类型和表现形式也日益复杂。人工智能系统能够根据新的故障案例和数据不断学习、更新知识, 调整诊断模型和策略。专家系统可在获取新的故障诊断经验和规则后, 优化自身推理过程, 提高诊断的准确性和可靠性, 适应不同工况下的故障诊断需求。第三, 人工智能极大地提高了故障诊断的效率和准确性。传统故障诊断方法往往依赖人工经验和简单测试, 效率低且易出错^[1]。人工智能技术能够快速处理大量数据并进行智能推理, 迅速给出诊断结果, 减少故障排查时间。模糊逻辑算法可处理模糊和不确定信息, 更准确地描述故障特征, 降低误诊和漏诊概率。第四, 人工智能还促进了故障诊断的智能化和自动化发

展。它实现对电气工程自动化系统的实时监测和自动诊断, 无需人工频繁干预, 提高了系统的智能化水平。一旦检测到故障, 系统可自动采取相应措施, 如隔离故障区域、调整运行参数等, 保障系统的安全稳定运行。

2 基于人工智能的电气工程自动化故障诊断系统设计

2.1 系统总体架构设计

2.1.1 基础硬件支撑架构

基础硬件支撑架构作为整个故障诊断系统运行的根基, 其重要性不言而喻。它所涵盖的性能强劲的服务器, 凭借高运算速度和大存储容量的显著优势, 能够轻松应对大量电气数据的存储与处理任务, 为数据处理的高效性提供坚实保障。而稳定可靠的网络设备, 如交换机、路由器等, 则像是搭建起了一条条数据传输的高速公路, 使得数据在系统各组成部分之间能够准确无误且及时快速地进行传输, 避免了数据传输过程中的延迟与丢失。各类适配的接口设备更是起到了桥梁纽带的作用, 实现了传感器与服务器等设备之间的无缝对接, 为数据的顺利采集和传输提供了不可或缺的物理支持, 从硬件层面确保了整个故障诊断系统的稳定可靠运行, 使其能够持续高效地发挥作用。

2.1.2 算法集成架构

算法集成架构作为赋予系统故障诊断智能的核心要素, 其重要性不容小觑。它有机集成了一系列先进的人工智能算法, 其中神经网络算法凭借其强大的深度挖掘能力, 能够对繁杂的电气数据进行细致分析, 精准识别其中的模式, 为故障诊断提供关键线索。模糊逻辑算法的融入则有效解决了数据中不确定性和模糊性的难题, 使系统能够更精确地判断故障状况, 不放过任何细微的异常。遗传算法等优化算法的整合, 犹如为整个算法体系注入了智能“调节器”, 通过对其他算法参数的优化, 大幅提升了算法的性能和对不同工况的适应性。这

些算法紧密协作，各自发挥优势，实现了优势互补，形成了一股强大的合力，为故障诊断提供了坚实且高效的技术支撑，让系统的故障诊断能力迈向新的高度。

2.1.3 人机交互架构

人机交互架构是系统与用户沟通的桥梁。它拥有直观友好的操作界面，方便操作人员进行系统的设置、参数调整以及故障信息查看等操作。界面采用图形化设计，将复杂的电气数据和故障诊断结果以简洁易懂的图表、图形等形式呈现。同时，配备完善的语音交互功能，实现语音指令输入和语音提示，提高操作的便捷性。此外，还支持远程监控和控制，用户可以通过移动设备等远程对系统进行操作和管理，增强了系统的灵活性和可操作性。

2.2 数据采集与预处理

在基于人工智能的电气工程自动化故障诊断系统中，数据采集与预处理是至关重要的基础环节。数据采集是获取系统运行信息的首要步骤，针对电气工程自动化系统，数据采集涵盖了多个关键方面。各类传感器被部署在电气设备和线路的关键位置，例如电流传感器用于精确测量电路中的电流大小，电压传感器实时监测电压变化，温度传感器追踪设备的发热情况，振动传感器捕捉设备运行时的振动信号等。这些传感器如同系统的“触角”，源源不断地收集着设备运行的实时数据。而数据预处理则是对采集到的原始数据进行加工和优化，由于原始数据往往存在噪声、缺失值等问题，直接使用可能会影响故障诊断的准确性。因此，需要运用一系列的数据处理技术。对于噪声数据，采用滤波算法进行降噪处理，去除干扰信号；针对缺失值，通过插值法等方法进行填充，保证数据的完整性。此外，还会对数据进行归一化处理，将不同范围的数据转换到相同的区间，以便于后续的分析 and 处理。

2.3 故障诊断模型的建立

在基于人工智能的电气工程自动化故障诊断系统设计中，故障诊断模型的建立是核心环节，直接关系到系统能否准确、高效地识别故障。一个性能优良的故障诊断模型，能够为电气工程自动化系统的稳定运行提供有力保障。以下是故障诊断模型建立的关键步骤：（1）算法筛选：需综合考量电气工程数据的特点和故障诊断需求，从众多人工智能算法中挑选合适的算法。如处理复杂非线性关系时，可选用神经网络算法；对于有明确专家经验可遵循的情况，专家系统算法较为适宜。（2）数据整合：全面收集与电气工程运行相关的数据，包括设备正常和故障状态下的各种参数数据，并进行细致的清

洗和预处理，确保数据质量。（3）模型训练：将整理好的数据划分为训练集和测试集，利用训练集对选定算法进行训练，调整模型参数，使其能够准确识别故障特征。（4）性能评估：运用测试集对训练好的模型进行评估，通过准确率、召回率等指标衡量其性能，判断是否满足实际应用需求。（5）优化迭代：依据评估结果，对模型进行优化改进，可通过更新数据、调整算法参数或融合多种算法等方式，提升模型的诊断能力和适应性。

2.4 系统功能设计

基于人工智能的电气工程自动化故障诊断系统设计需全面且实用，以保障电气系统稳定运行。该系统具备实时监测功能，可对电气设备的电流、电压、温度等关键参数进行不间断监控，并将数据实时反馈。利用人工智能算法，系统能快速分析数据，实现智能诊断，精准识别短路、断路等各类故障，明确故障位置与严重程度^[2]。同时，它拥有强大的故障预警能力，通过对历史数据和实时数据的对比分析，提前预判潜在故障，及时发出警报。系统还支持数据管理，可存储、整理和分析海量运行数据，为后续故障诊断和设备维护提供数据支撑。此外，具备远程控制功能，技术人员能远程操作设备、调整参数。而且可自动生成详细的诊断报告和运行报表，为决策提供依据，提升运维管理的科学性和高效性。

3 人工智能在故障诊断中的应用优势

3.1 强大的数据分析能力

3.1.1 处理海量数据

在电气工程自动化系统中，设备运行会产生海量的实时数据，传统分析方法面对如此庞大的数据量往往力不从心。而人工智能凭借其强大的并行计算能力和高效的数据处理算法，能够轻松应对。例如，在大型变电站中，各种电气设备不断产生电流、电压、功率等多维度数据，人工智能算法可以快速对这些数据进行收集、整合和分析。它能在短时间内处理数以万计的数据点，从中提取有价值的信息，为故障诊断提供全面而准确的数据支持，大大提高了故障诊断的效率和准确性。

3.1.2 挖掘数据关联

人工智能不仅能够处理大量数据，还能深入挖掘数据之间的潜在关联。在电气工程中，设备的故障往往不是孤立存在的，一个参数的变化可能会引发其他相关参数的改变。人工智能算法，如神经网络和机器学习算法，可以通过对大量历史数据的学习，发现这些隐藏的关联关系。比如，当电机的温度升高时，可能会同时伴随着电流的变化和振动频率的异常。人工智能可以识别出这些参数之间的内在联系，从而更准确地判断故障的

发生原因和发展趋势,为故障诊断提供更深入的分析。

3.1.3 实时数据分析

在故障诊断中,实时性至关重要。人工智能系统能够对电气工程自动化系统中的数据进行实时分析,及时发现异常情况并发出预警。例如,在电力传输过程中,一旦出现电压波动、短路等故障,人工智能系统可以立即对实时采集的数据进行分析,快速判断故障的类型和位置。它能够在故障发生的瞬间做出反应,为维修人员争取宝贵的时间,减少故障对系统造成的损失。同时,实时数据分析还可以帮助系统进行动态调整和优化,提高整个电气工程自动化系统的稳定性和可靠性。

3.2 自学习和自适应特性

在故障诊断领域,人工智能的自学习和自适应特性使其展现出卓越的应用优势,能够有效应对复杂多变的故障情况。(1)知识自主更新:人工智能系统可依据新出现的故障案例和运行数据持续学习,不断更新自身的知识库。例如,当遇到新型电气故障时,系统能够分析故障特征,将其纳入知识体系,为后续诊断提供参考。

(2)优化诊断策略:随着学习的深入,系统会自动调整诊断策略。它会根据不同故障类型的特点和发生概率,优化诊断流程,提高诊断效率和准确性。(3)适应工况变化:电气工程的运行工况复杂多变,人工智能系统凭借自适应特性,能快速适应不同的工况环境。无论是高温、高湿度,还是强电磁干扰的环境,都能稳定地进行故障诊断。(4)性能动态提升:在长期运行过程中,系统会不断积累经验,其故障诊断的性能也会随之动态提升。通过对大量历史数据的分析和学习,系统能够更敏锐地捕捉故障信号。(5)智能灵活决策:面对复杂的故障情况,人工智能系统能够基于自学习和自适应能力,做出智能灵活的决策,为故障处理提供最佳方案。

3.3 提高诊断效率和准确性

在故障诊断领域,人工智能显著提高了诊断的效率和准确性,为电气工程自动化系统的稳定运行提供了有力保障。从诊断效率来看,传统的故障诊断方法往往依赖人工逐一排查,过程繁琐且耗时。而人工智能技术能够快速处理海量数据。例如,在大型电力系统中,人工

智能算法可以瞬间对成千上万的电气参数进行分析,迅速定位可能存在故障的区域。它能够同时处理多个数据通道的信息,并行运算能力强大,大大缩短了故障诊断的时间。并且,人工智能系统可以实现24小时不间断监测,一旦检测到异常数据,能够立即触发诊断程序,无需人工干预,从而在第一时间发现故障,为及时维修争取了宝贵时间^[1]。在准确性方面,人工智能具备强大的模式识别能力。通过对大量历史故障数据的学习和训练,它能够准确识别各种故障模式。例如,神经网络可以学习电气设备在不同故障状态下的特征,当新的数据输入时,能够精确判断故障类型。此外,人工智能还能综合考虑多种因素,避免单一因素导致的误判。在复杂的电气系统中,一个故障可能会引发多个参数的变化,人工智能可以对这些参数进行综合分析,更准确地确定故障的原因和位置。同时,人工智能系统还可以不断优化和更新诊断模型,随着新数据的积累和算法的改进,其诊断准确性会不断提高,有效降低了误诊和漏诊的概率。

结语

随着人工智能技术的迅猛进步,电气工程自动化故障诊断系统将迎来革命性变革。未来,算法的持续优化将推动系统实现更深层次的自学习与自适应能力,使其在应对复杂多变的故障场景时更加精准高效。同时,与物联网、大数据等前沿技术的深度融合将大幅拓展系统功能,为电气工程自动化的智能化升级提供持续动力。这一系列创新将引领行业迈向新的高度,实现更高效、更可靠、更智能的电气工程自动化运维,为工业领域的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

[1]李兆飞.基于人工智能的电气工程故障诊断系统研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(10):0063-0066.

[2]路兴利.电气工程自动化系统中故障诊断与预防技术探究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(1):176-179.

[3]吕杰.电气自动化系统中的故障诊断与智能监控策略研究[J].中国仪器仪表,2025(1):44-47.