基于智能技术的电气工程自动化控制系统

井 源

中国电建集团江西省水电工程局有限公司 江西 南昌 332000

摘要：本文聚焦基于智能技术的电气工程自动化控制系统。概述了电气工程自动化控制系统，阐述其重要性及应用领域。介绍智能技术基本原理、在电气工程中的应用现状与优势。然后设计系统架构，包括感知层、网络层等各层设计。之后探讨智能技术在电机控制、故障诊断、电力系统调度等方面的具体应用。最后通过性能评估指标、仿真实验验证系统性能，并提出优化改进建议，为相关领域发展提供参考。

关键词：智能技术；电气工程；自动化控制系统

1 电气工程自动化控制系统概述

电气工程自动化控制系统是现代工业生产中不可或缺的重要组成部分，它融合了电气技术、自动化控制技术、计算机技术等多学科知识，旨在实现对电气设备和生产过程的自动化监测、控制与管理。在传统电气工程领域，许多操作依赖人工完成，不仅效率低下，而且容易出现人为失误，影响生产质量和安全。随着科技的不断进步，自动化控制系统应运而生，它能够实时采集电气设备的运行数据，如电压、电流、功率等，并根据预设的控制策略对这些数据进行分析处理，自动调整设备的运行状态，确保生产过程的稳定、高效运行。电气工程自动化控制系统广泛应用于电力、制造业、交通运输等多个行业^[1]。在电力行业，自动化控制系统可实现对发电、输电、配电等环节的实时监控和调度，保障电力供应的可靠性和稳定性；在制造业中，自动化生产线通过电气工程自动化控制系统实现各生产环节的协同运作，提高生产效率和产品质量；在交通运输领域，如轨道交通的信号控制系统，借助自动化控制技术确保列车运行的安全和准点。这些应用充分体现电气工程自动化控制系统在现代工业发展中的关键作用，它不仅提升生产效率，降低人力成本，还增强系统的安全性和可靠性，为企业的可持续发展提供了有力支持。

2 智能技术及其在电气工程中的应用

2.1 智能技术的基本原理

智能技术是一门融合了计算机科学、人工智能、控制理论等多学科知识的综合性技术，其核心在于模拟人类的智能行为，使计算机系统能够像人类一样进行感知、学习、推理和决策。在智能技术中，人工智能算法是实现智能行为的关键，常见的算法包括神经网络、模糊逻辑、遗传算法等。神经网络是一种模仿人类神经系统结构和功能的计算模型，它由大量的神经元组成，通

过神经元之间的连接权重进行信息的传递和处理。神经网络具有强大的学习和自适应能力，能够从大量的数据中自动提取特征和规律，实现对复杂非线性系统的建模和控制。模糊逻辑则是一种处理不确定性和模糊性的方法，它允许变量在一定范围内具有模糊的隶属度，通过模糊规则进行推理和决策。在电气工程中，许多系统参数和状态具有模糊性，模糊逻辑能够有效地处理这些问题，提高系统的鲁棒性和适应性。遗传算法是一种模拟生物进化过程的优化算法，它通过选择、交叉和变异等操作，不断优化问题的解，适用于解决复杂的优化问题，如电气设备的参数优化、电力系统的调度优化等。

2.2 智能技术在电气工程自动化控制系统中的应用现状

目前，智能技术在电气工程自动化控制系统中的应用日益广泛，取得了显著的成果。在电机控制方面，智能控制算法如神经网络控制、模糊控制等被广泛应用于电机的速度控制、位置控制等，有效提高了电机的控制精度和动态性能。在电气设备故障诊断领域，智能故障诊断技术发挥了重要作用。通过传感器采集电气设备的运行数据，利用机器学习算法对数据进行分析和处理，能够及时发现设备的潜在故障，并进行准确的诊断和定位。例如，在变压器故障诊断中，利用智能技术对变压器的油色谱数据、振动数据等进行分析，能够提前预测变压器的故障，避免设备损坏和生产事故的发生。在电力系统调度方面，智能优化算法被用于优化电力系统的发电计划、输电线路的潮流分配等，提高电力系统的运行效率和经济效益。

2.3 智能技术的优势

智能技术在电气工程自动化控制系统中具有诸多优势。首先，智能技术具有强大的自适应能力，能够根据系统的运行状态和环境变化自动调整控制策略，确保

系统始终处于最佳运行状态。例如，在电机控制中，当负载发生变化时，智能控制算法能够实时调整电机的控制参数，保证电机的稳定运行。其次，智能技术能够处理复杂的非线性系统和不确定性问题^[2]。电气工程中的许多系统具有非线性和不确定性特点，传统的控制方法难以取得理想的效果，而智能技术通过其独特的算法和模型，能够有效地处理这些问题，提高系统的控制性能和可靠性。另外，智能技术还具有较高的学习能力和知识获取能力。通过对大量数据的学习和分析，智能系统能够不断积累经验，提高自身的决策能力和问题解决能力。在电气设备故障诊断中，智能系统能够从历史故障数据中学习故障特征和诊断规则，不断提高故障诊断的准确性和效率。

3 基于智能技术的电气工程自动化控制系统架构设计

3.1 系统总体架构

基于智能技术的电气工程自动化控制系统总体架构采用分层设计思想，主要包括感知层、网络层、平台层和应用层。各层之间相互协作，共同实现系统的功能。感知层负责采集电气设备的运行数据和环境信息；网络层负责数据的传输和通信；平台层对采集到的数据进行存储、处理和分析；应用层则根据平台层提供的信息，实现具体的控制和管理功能。

3.2 感知层设计

感知层是系统的数据采集层，主要由各种传感器和执行器组成。传感器用于实时采集电气设备的运行参数，如电流传感器采集电流信号，电压传感器采集电压信号，温度传感器采集设备温度等。执行器则根据控制指令对电气设备进行操作，如调节电机的转速、控制开关的通断等。在设计感知层时，需要考虑传感器的精度、可靠性、响应时间等因素，以确保采集到的数据准确可靠。同时要合理布置传感器的位置，保证能够全面、及时地获取设备的运行信息。为了提高系统的抗干扰能力，还需要对传感器信号进行滤波和预处理。

3.3 网络层设计

网络层负责将感知层采集到的数据传输到平台层，并将平台层的控制指令下发到执行器。在网络层设计中，需要选择合适的通信协议和网络拓扑结构。常见的通信协议包括Modbus、Profibus、Ethernet等，根据系统的实际需求和应用场景选择合适的协议。网络拓扑结构可以采用星型、总线型、环型等。星型拓扑结构具有结构简单、易于维护的优点，适用于传感器数量较少、分布相对集中的场景；总线型拓扑结构则适用于传感器数量较多、分布范围较广的场景，能够减少布线成本。此

外，为了保证数据传输的可靠性和实时性，还需要采用数据加密、校验等技术手段。

3.4 平台层设计

平台层是系统的数据处理和分析中心，主要由数据库、服务器和智能算法模块组成。数据库用于存储感知层采集到的历史数据和实时数据，为后续的数据分析和处理提供支持。服务器负责运行智能算法模块，对采集到的数据进行处理和分析，提取有价值的信息。智能算法模块是平台层的核心，它运用各种智能算法对数据进行分析 and 挖掘，实现故障诊断、状态预测、优化控制等功能。例如，利用神经网络算法对电气设备的运行数据进行建模，预测设备的剩余寿命；利用遗传算法对电力系统的调度方案进行优化，提高系统的运行效率。

3.5 应用层设计

应用层是系统的用户界面和功能实现层，它根据平台层提供的信息，为用户提供直观的操作界面和具体的控制功能。应用层可以包括监控界面、报警系统、控制策略设置等功能模块^[3]。监控界面用于实时显示电气设备的运行状态和参数，方便用户随时了解系统的运行情况。报警系统当检测到设备故障或异常情况时，能够及时发出警报，通知用户采取相应的措施。控制策略设置模块允许用户根据实际需求设置系统的控制策略，如电机的启动方式、运行速度等。

4 智能技术在电气工程自动化控制系统中的具体应用

4.1 智能控制算法在电机控制中的应用

电机是电气工程中常用的动力设备，其控制性能直接影响到整个系统的运行效率和质量。传统的电机控制方法如PID控制，在处理复杂非线性系统和负载变化时存在一定的局限性。智能控制算法的应用为电机控制带来了新的解决方案。神经网络控制算法能够根据电机的实时运行状态自动调整控制参数，实现对电机的高精度控制。例如，在交流异步电机的矢量控制中，利用神经网络对电机的转子电阻、电感等参数进行在线辨识，提高控制系统的鲁棒性。模糊控制算法则通过模糊规则对电机的控制信号进行调整，能够有效地处理电机控制中的不确定性和非线性问题。例如，在直流电机的调速控制中，采用模糊PID控制算法，根据电机的转速误差和误差变化率，自动调整PID参数，使电机能够快速、稳定地达到设定转速。

4.2 智能故障诊断技术在电气设备中的应用

电气设备的故障诊断对于保障系统的安全运行至关重要。智能故障诊断技术通过对电气设备运行数据的分析和处理，能够及时发现设备的潜在故障，并进行准确

的诊断和定位。在变压器故障诊断中,利用油色谱分析技术采集变压器油中的气体成分数据,结合机器学习算法如支持向量机(SVM)、决策树等,对气体数据进行分类和识别,判断变压器是否存在故障以及故障类型。在断路器故障诊断中,通过采集断路器的分合闸电流、振动信号等数据,利用深度学习算法如卷积神经网络(CNN)对信号进行分析,提取故障特征,实现断路器故障的准确诊断。

4.3 智能优化算法在电力系统调度中的应用

电力系统调度是一个复杂的优化问题,需要在满足电力需求的前提下,合理分配发电资源,降低发电成本,提高电力系统的运行效率。智能优化算法为电力系统调度提供了有效的解决方案。遗传算法在电力系统发电调度中得到了广泛应用。通过将发电调度问题转化为优化问题,以发电成本最小为目标函数,利用遗传算法的选择、交叉和变异操作,不断优化发电调度方案。粒子群优化算法(PSO)也被用于电力系统无功优化调度,通过模拟鸟群觅食行为,寻找最优的无功补偿方案,降低电网损耗,提高电压质量。

5 基于智能技术的电气工程自动化控制系统性能分析

5.1 系统性能评估指标

为了评估基于智能技术的电气工程自动化控制系统的性能,需要建立一套科学合理的评估指标体系。常见的评估指标包括控制精度、响应时间、稳定性、可靠性、故障诊断准确率等。控制精度是衡量系统控制效果的重要指标,它反映了系统输出与设定值之间的偏差程度。响应时间是指系统从接收到控制指令到达到稳定状态所需的时间,响应时间越短,系统的动态性能越好。稳定性是指系统在受到外界干扰时,能够保持正常运行状态的能力。可靠性是指系统在规定的时间内和规定的条件下,完成规定功能的能力。故障诊断准确率则用于评估智能故障诊断技术的性能,它表示系统正确诊断故障的比例。

5.2 系统仿真与实验验证

为了验证基于智能技术的电气工程自动化控制系统的性能,通常采用仿真和实验相结合的方法。仿真通过建立系统的数学模型,利用计算机软件对系统进行模拟

运行,分析系统在不同工况下的性能表现。例如,在电机控制系统的仿真中,利用MATLAB/Simulink软件搭建电机控制模型,设置不同的负载和参数,观察电机的转速、电流等响应曲线,评估控制算法的性能。实验验证则是在实际系统中进行测试,通过采集实际运行数据,与仿真结果进行对比分析,进一步验证系统的性能。在实验过程中,需要严格控制实验条件,确保实验结果的准确性和可靠性。

5.3 性能优化与改进建议

根据系统性能评估和实验验证的结果,对系统进行性能优化和改进。针对控制精度不足的问题,可以优化智能控制算法的参数,或者采用更先进的控制策略。例如,在电机控制中,结合神经网络和模糊控制的优点,设计复合控制算法,提高控制精度和动态性能^[4]。为了提高系统的响应时间,可以优化系统的硬件配置,提高数据采集和处理的速度。例如,采用高性能的传感器和处理器,减少数据传输和处理的延迟。在提高系统稳定性和可靠性方面,可以采用冗余设计、故障诊断与容错控制等技术手段。

结束语

基于智能技术的电气工程自动化控制系统在现代工业中意义重大。通过智能技术的应用,系统在控制精度、故障诊断等方面展现出显著优势。尽管当前系统已取得一定成果,但在性能优化等方面仍有提升空间。未来,随着智能技术的不断发展,电气工程自动化控制系统将更加完善,为各行业带来更高的生产效率、更可靠的安全保障以及更可观的经济效益,推动工业生产迈向新的高度。

参考文献

- [1]沈豫扬.人工智能技术在电气工程自动化中的应用[J].信息记录材料,2025,26(02):138-140.
- [2]张婷婷,黄雨蕊.人工智能技术在电气工程中的应用分析[J].中国轮胎资源综合利用,2024,(12):160-162.
- [3]张泽继.电气工程及自动化技术在电厂中的应用[J].通讯世界,2024,31(7):133-135.
- [4]钱诗政.电气自动化PLC调试系统的应用与控制措施[J].科技资讯,2024,22(14):62-64.