

基于智能算法的燃煤火电厂电气运行稳定性提升方法

王向阳, 孟凡成

江苏阚山发电有限公司, 江苏 徐州 221134

DOI:10.61369/ETQM.2025070009

摘 要 : 随着电力需求的不断增长和能源结构的调整, 燃煤火电厂作为我国电力供应的主力军, 其电气运行稳定性对保障电网安全至关重要。本文针对燃煤火电厂电气运行中存在的稳定性问题, 系统分析了影响电气运行稳定性的关键因素, 包括设备老化、环境干扰、运行参数波动等。在此基础上, 探讨了智能算法(如神经网络、模糊控制、遗传算法等)在故障预测、参数优化、自适应控制等方面的应用机制, 并提出了一种基于多智能算法融合的燃煤火电厂电气运行稳定性提升方法。该方法通过数据驱动建模、实时监测与预警、智能优化控制等环节, 实现了对电气系统运行状态的精准调控和故障的早期干预, 为燃煤火电厂的安全高效运行提供了技术支撑。

关 键 词 : 智能算法; 燃煤火电厂; 电气运行稳定性; 提升方法

A Method to Improve the Electrical Operation Stability of Coal-Fired Power Plant Based on Intelligent Algorithm

Wang Xiangyang, Meng Fancheng

Jiangsu Fanshan Power Generation Co., LTD. Xuzhou, Jiangsu 221134

Abstract : With the continuous growth in electricity demand and the adjustment of energy structures, coal-fired power plants, as the main force in China's power supply, have electrical operation stability that is crucial for ensuring grid safety. This paper systematically analyzes the key factors affecting the stability of electrical operations in coal-fired power plants, including equipment aging, environmental interference, and fluctuations in operating parameters. Based on this, it explores the application mechanisms of intelligent algorithms (such as neural networks, fuzzy control, and genetic algorithms) in fault prediction, parameter optimization, and adaptive control. A method for enhancing the electrical operation stability of coal-fired power plants based on the integration of multiple intelligent algorithms is proposed. This method achieves precise regulation of the electrical system's operating state and early intervention in faults through data-driven modeling, real-time monitoring and warning, and intelligent optimization control, providing technical support for the safe and efficient operation of coal-fired power plants.

Keywords : intelligent algorithm; coal-fired power plant; electrical operation stability; improvement method

燃煤火电厂在我国能源供应体系中占据核心地位, 肩负着保障电力稳定供应的关键职责。伴随电力需求攀升与电网规模扩张, 其电气运行稳定性问题愈发突出。电气系统作为火电厂的核心枢纽, 其稳定性对发电效率、设备使用寿命以及电网安全意义重大。然而, 受设备老化、环境干扰、运行参数波动等诸多因素交织影响, 燃煤火电厂电气系统运行故障频发, 非计划停机、设备损坏等情况屡见不鲜, 严重损害了电力供应的可靠性与经济性。传统提升电气运行稳定性的方法, 如人工巡检、定期维护和经验判断, 存在效率不高、响应迟缓、精度欠缺等弊端。随着信息技术迅猛发展, 智能算法为解决这一问题带来新契机。智能算法模拟人类智能, 具备卓越的数据处理、自适应学习与优化决策能力, 可实现电气系统运行状态的实时监测、故障预测及智能调控。本文将系统探究基于智能算法的燃煤火电厂电气运行稳定性提升方法, 依次分析影响稳定性的关键因素、研究智能算法的应用机制, 并提出多智能算法融合的提升方法, 通过理论分析与仿真验证其有效性。

一、燃煤火电厂电气运行稳定性影响因素分析

(一) 设备老化与故障

燃煤火电厂电气设备因长期运行于高温、高压及强电磁干扰

的恶劣环境, 设备老化问题日益凸显。变压器、发电机、开关柜等关键设备, 在持续高负荷运转中, 绝缘材料逐渐老化, 绝缘性能显著降低; 同时, 机械部件因长期摩擦、振动而磨损加剧。设备老化不仅降低了电气系统的整体性能, 导致故障频发, 影响电

力供应的稳定性，还可能引发火灾、爆炸等严重安全事故，对人员生命安全及设备完整性构成重大威胁。

（二）环境干扰

燃煤火电厂电气系统运行环境状况复杂且多变，面临着诸多因素的干扰。温度是影响电气系统稳定运行的关键因素之一，高温环境会促使电气设备绝缘材料加速老化，进而导致绝缘性能大幅下降，为设备故障埋下隐患。湿度同样不容忽视，过高的湿度环境会使设备内部出现凝露现象，引发短路、漏电等故障，严重威胁电气系统的安全^[1]。此外，电磁干扰也是一个重要问题。在复杂的电磁环境中，电气设备之间的通信和控制信号容易受到干扰，导致信号失真或丢失，进而影响系统的正常运行，使电气系统出现不稳定状况。

（三）运行参数波动

燃煤火电厂电气系统运行过程中，运行参数（如电压、电流、功率因数等）呈现出显著的波动特性。这些波动主要源于负荷的频繁变化、燃料质量的参差不齐以及设备状态的动态演变。负荷的增减直接导致电流和功率需求的波动，而燃料质量的差异则可能影响燃烧效率，进而影响发电功率和电压稳定性。同时，设备老化、磨损或故障也会对运行参数产生不利影响^[2]。运行参数的波动不仅降低了发电效率，增加了能源损耗，还可能使设备长期处于过载或欠载的异常运行状态，加速设备老化，甚至引发设备损坏，对电气系统的整体稳定性构成严重威胁。

（四）操作与管理水平

操作与管理水平在电气运行稳定性方面扮演着关键角色。操作人员的技能水平直接决定了其能否正确、熟练地操作设备。若技能不足，在操作过程中容易出现失误，进而引发设备故障。责任心同样不可或缺，缺乏责任心的操作人员可能忽视设备运行中的细微异常，未能及时采取措施，导致问题扩大。管理流程的合理性也至关重要。科学合理的管理流程能够确保各项工作有序开展，设备得到及时、有效的维护^[3]。反之，管理混乱会导致工作衔接不畅，维护工作滞后，使设备长期处于不良运行状态。

二、智能算法在燃煤火电厂电气运行稳定性提升中的应用

（一）故障预测与诊断

故障预测与诊断是保障燃煤火电厂电气系统稳定运行的关键环节。智能算法凭借其强大的数据处理与模式识别能力，为故障预测与诊断提供了高效解决方案。通过构建电气系统故障预测模型，智能算法可整合历史运行数据与实时监测数据，深度挖掘设备故障特征与规律。神经网络、支持向量机等机器学习算法，能够自动学习并识别设备故障模式，实现对故障类型的精准分类与故障时间的可靠预测。这些算法通过不断优化模型参数，提升故障预测的准确性。同时，模糊控制算法在处理不确定性和模糊性信息方面展现出独特优势^[4]。它能够基于模糊逻辑对故障特征进行模糊化处理，有效应对故障诊断中的模糊性和不确定性，从而提高故障诊断的准确性和可靠性。

（二）参数优化与控制

参数优化与控制在燃煤火电厂电气系统运行中至关重要，智能算法为此提供了有力手段。为提升发电效率与系统稳定性，可借助智能算法对电气系统运行参数进行优化。遗传算法凭借其强大的全局搜索能力，能在复杂参数空间中探寻最优解，精准调控电压、电流等关键参数，使系统运行更高效。粒子群优化算法同样表现出色，通过模拟鸟群觅食行为，快速找到参数优化方向，实现参数的精准配置。此外，自适应控制算法能依据系统实时运行状态，灵活调整控制策略。面对负荷变化、设备老化等不同工况，它可自动适应并优化控制参数，确保电气系统始终保持稳定运行状态^[5]。这些智能算法的应用，不仅提高了燃煤火电厂电气系统的运行效率与稳定性，还降低了人工干预成本，为电厂的安全、高效运行提供了坚实保障。

（三）智能监测与预警

智能监测与预警是保障燃煤火电厂电气系统安全稳定运行的关键举措。智能算法凭借其卓越的数据处理与分析能力，构建起电气系统智能监测平台。该平台集成了物联网技术，能够实时采集设备状态、运行参数以及环境参数等海量信息，确保监测数据的全面性与准确性。同时，借助大数据分析技术，对采集到的数据进行深度挖掘与分析，从中提取有价值的信息与规律。基于这些分析结果，智能监测与预警系统能够精准识别设备运行中的异常状况，及时发现潜在故障隐患，并迅速发出预警信息。这些预警信息不仅及时有效，而且能够为运维人员提供科学的决策支持，指导其采取针对性的维护措施^[6]。通过智能监测与预警系统的应用，燃煤火电厂电气系统的故障发生概率得到有效降低，运行安全性与稳定性得到显著提升。

三、基于智能算法的燃煤火电厂电气运行稳定性提升方法实现

（一）数据驱动建模

数据驱动建模是提升电气运行稳定性的重要基础。为实现这一目标，需首先构建电气系统数据驱动模型。具体而言，需广泛收集电气设备在运行过程中产生的各类数据，包括但不限于运行数据、故障记录以及环境参数等。这些数据来源多样、结构各异，共同构成了多源异构数据集。随后，运用机器学习领域的先进算法，如深度学习、随机森林等，对数据集进行深度挖掘与分析。在处理过程中，算法能够自动提取数据中的关键特征，并基于这些特征进行模型训练。经过训练的模型能够准确捕捉电气系统运行状态与故障特征之间的内在联系，建立起二者之间的映射关系^[7]。最终形成的数据驱动模型，不仅能够实现对电气系统运行状态的精准描述，还能对潜在故障进行早期预警，为提升电气运行稳定性提供有力支持。

（二）实时监测与预警

实时监测与预警作为保障电气系统稳定运行的关键环节，需基于数据驱动模型构建专门的实时监测与预警平台。该平台依托传感器网络与数据采集系统，实现对电气系统全方位、多维度信

息的实时采集与高效传输。这些信息涵盖运行参数、设备状态及环境参数等，为后续分析提供全面数据支撑。在数据采集基础上，运用智能算法对海量数据进行实时分析与处理。算法能够精准识别数据中的异常模式与潜在故障隐患，并据此生成预警信息。预警信息通过短信、邮件、APP推送等多元化渠道，及时、准确地传达至运维人员手中。运维人员接收到预警信息后，可迅速采取相应措施，对潜在故障进行排查与处理，从而避免故障扩大化，确保电气系统持续、稳定运行^[8]。这一流程实现了从数据采集到故障预警，再到运维响应的闭环管理，显著提升了电气系统的安全性和可靠性。

（三）智能优化控制

智能优化控制作为提升电气运行稳定性的重要手段，其核心在于构建高效的电气系统优化控制模型。该模型深度融合了遗传算法、粒子群优化算法等前沿智能优化技术，能够实现对电气系统运行参数的全局性搜索与精细化优化。在优化过程中，智能算法凭借其强大的计算能力和自适应搜索机制，不断探索参数空间中的最优解。这些算法能够综合考虑电气系统的多目标需求，如稳定性、效率、经济性等，通过迭代优化找到一组最优的运行参数组合。优化控制模型还具备实时调整能力，能够根据系统运行状态的动态变化，自动调整控制策略^[9]。这种动态调整机制确保了电气系统在各种复杂工况下均能保持稳定运行，并实现发电效率的最大化。智能优化控制的引入，为电气系统的安全、高效运行提供了有力保障。

（四）多智能算法融合

在电气运行稳定性提升领域，为寻求更优解决方案，本文创

新性地提出了一种基于多智能算法融合的方法。该方法突破了单一算法应用的局限，将神经网络、模糊控制、遗传算法等多种先进智能算法进行深度融合。具体而言，神经网络凭借其强大的模式识别与学习能力，能够对电气系统运行状态进行全面、细致的监测与分析，捕捉到细微的运行变化特征；模糊控制算法则擅长处理不确定性和模糊性信息，在面对复杂多变的电气系统工况时，能够依据模糊规则进行合理决策，提高故障预测的准确性；遗传算法作为全局优化算法，能够在较大范围内搜索最优解，对电气系统运行参数进行优化调整，实现系统性能的最优化。通过将这几种算法有机结合，多智能算法融合方法充分发挥了各算法的优势，实现了优势互补^[10]。该方法显著提高了电气系统的自适应能力和鲁棒性，确保电气系统在复杂多变的运行环境下仍能保持稳定、高效运行，为电力行业的安全稳定发展提供了有力支撑。

四、结束语

本文系统探讨了基于智能算法的燃煤火电厂电气运行稳定性提升方法。通过分析影响电气运行稳定性的关键因素，研究了智能算法在故障预测、参数优化、智能监测与预警等方面的应用机制，并提出了一种基于多智能算法融合的电气运行稳定性提升方法。该方法通过数据驱动建模、实时监测与预警、智能优化控制等环节，实现了对电气系统运行状态的精准调控和故障的早期干预。未来，随着智能算法技术的不断发展和完善，基于智能算法的燃煤火电厂电气运行稳定性提升方法将在电力行业中发挥更加重要的作用，为保障电力供应的可靠性和经济性提供有力支撑。

参考文献

[1] 胡伟. 火电厂燃煤输送系统机械维护工艺研究 [J]. 现代制造技术与装备, 2025, 61(02): 142-144.
[2] 杨耘艺, 杜金刚, 陈建平, 等. 燃煤火电厂厂侧燃料管理系统自主可控研究及应用 [J]. 自动化博览, 2025, 42(02): 95-98.
[3] 宋艳杰. 火电厂燃煤锅炉 SCR 脱硝高温烟气旁路优化改造 [J]. 能源与节能, 2024, (12): 10-12.
[4] 白小青. 火电厂燃煤技术创新与燃烧效率提升 [J]. 电力设备管理, 2024, (16): 259-261.
[5] 郭勇. 火电厂燃煤输送运行优化系统开发与应用 [J]. 仪器仪表用户, 2023, 30(10): 80-84.
[6] 孙跃, 代江洪, 李经涛, 等. 火电厂燃煤检验工作中的质量控制技术研究 [J]. 科技与创新, 2023, (14): 113-115.
[7] 蔡伟博. 燃煤电厂继电保护可靠性影响因素分析研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2021, (21): 16-18.
[8] 何荣强, 王晓凯, 郑重. 一种基于智能算法的燃煤配煤掺烧技术 [J]. 能源与节能, 2019, (10): 2-4+64.
[9] 赵俊杰, 陆海涛, 吴豪, 等. 基于人工智能算法的智能视频识别燃煤火电厂跑冒滴漏 [J]. 神华科技, 2019, 17(09): 40-44.
[10] 罗毅, 马增辉. 火电厂燃煤智能优化系统研究 [J]. 现代电力, 2008, (01): 67-72.