

# 基于人工智能和物联网的 火电厂实时监控与优化

张 磊

(国能宁东第一发电有限公司, 宁夏 银川 750000)

**摘 要** 火电厂在全球电力供应中占据重要地位, 但其高能耗、高污染的问题始终是能源行业亟待解决的难题。传统的火电厂运行管理依赖于人工操作和经验判断, 存在效率低下和故障处理滞后的问题。随着工业自动化和信息技术的不断进步, 人工智能 (AI) 和物联网 (IoT) 技术为火电厂的优化运行提供了新的思路和方法。通过 AI 技术的智能分析与决策, 结合 IoT 技术的实时数据采集与传输, 火电厂可以实现更高效的运行管理和故障预警, 从而提高能源利用效率, 减少环境污染, 推动绿色低碳发展。

**关键词** 人工智能技术; 物联网技术; 火电厂实时监控系統

中图分类号: TP18; TM62

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0025-03

近年来, 全球范围内的火电厂开始积极探索 AI 和 IoT 技术的应用, 以期在激烈的市场竞争中占据优势。AI 技术能够对火电厂的运行数据进行深入分析, 找出最优运行参数和策略; IoT 技术则通过设备互联、数据采集和远程监控, 实现火电厂的智能化管理和实时优化。本文将从 AI 与 IoT 技术在火电厂中的应用现状、实时监控系统的构建、优化算法的设计和技术应用等方面进行详细探讨。

## 1 人工智能与物联网在火电厂中的应用

### 1.1 人工智能技术在火电厂中的应用现状与前景

人工智能 (AI) 技术在火电厂中的应用已有显著进展, 主要应用于设备状态监测、故障诊断、优化控制和预测性维护。在设备状态监测方面, AI 技术通过数据采集与分析, 能够实时监控设备运行状态, 识别异常情况。通过对锅炉、汽轮机等核心设备的运行参数进行实时监测, AI 系统能够及时发现设备的潜在故障并进行预警, 从而避免突发性停机事故。

传统的故障诊断依赖于专家经验, 存在一定的局限性。通过引入 AI 技术, 特别是机器学习和深度学习算法, 可以构建基于大数据的故障诊断模型。这些模型能够通过学习大量历史故障数据, 识别出故障模式, 甚至预测未来可能发生的故障。利用神经网络算法, 可以实现对锅炉管道漏水、汽轮机振动等复杂故障的精准诊断。AI 技术可以优化锅炉燃烧过程, 控制燃料与空气的混合比, 达到最佳燃烧效果, 降低煤耗和排放<sup>[1]</sup>。同时 AI 技术还可以优化汽轮机的调节系统, 提

高发电效率, 减少能源浪费。

### 1.2 物联网技术在火电厂中的实施与发展

物联网 (IoT) 技术在火电厂中的实施与发展正在不断加速, 其核心应用包括设备互联、数据采集、远程监控和智能分析。通过物联网技术, 可以实现火电厂内各类设备的互联互通, 形成一个覆盖全厂的智能感知网络。在锅炉、汽轮机、发电机等设备上安装各类传感器, 实时采集各项运行参数, 确保设备运行状态的全面监控。

物联网技术能够实现对火电厂各个环节的全方位数据采集, 采集到数据后在中央数据处理系统中进行实时分析处理。这些数据不仅包括设备的运行参数, 还涵盖环境监测数据, 如烟气排放、废水处理等, 通过对这些数据的综合分析, 可以实现对火电厂运行状态的全面掌控, 提升管理效率。

远程监控是物联网技术在火电厂中应用的一大优势, 管理人员可以通过物联网技术在任何时间、任何地点, 通过移动设备或计算机对火电厂的运行状态进行实时监控。这样不仅提高了管理的灵活性, 还可以及时发现和处理突发事件, 保障火电厂的安全运行。当某个设备出现异常时, 系统会自动报警, 确保问题能够在第一时间得到解决<sup>[2]</sup>。

物联网系统能够对采集到的数据深入分析, 发现潜在的问题和优化空间, 通过对锅炉燃烧数据的分析, 可以优化燃烧过程, 降低煤耗和污染排放。通过分析设备运行数据, 可以提前计划好对设备进行维护, 提

前安排检修计划,减少非计划停机时间,提高设备的利用率。

## 2 火电厂实时监控系統

### 2.1 实时数据采集与分析

传感器布置是数据采集的基础,在火电厂中通常安装在锅炉、汽轮机、发电机以及各种辅助设备上,用于监测各项键参数。这些传感器需要具备高精度和高可靠性,以确保采集到的数据准确无误。在锅炉中,传感器可以监测炉膛温度、燃料流量、排烟温度等参数,以实时掌握燃烧状态和热效率。

数据存储是对采集到的数据进行集中管理和存储的过程。火电厂的数据量巨大且多样,通常采用分布式存储系统来管理这些数据。分布式存储系统可以通过多台服务器分担存储压力,提高数据存储的可靠性和访问速度。此外,还需要建立有效的数据备份和恢复机制,确保数据在发生意外时能够迅速恢复。

数据分析是实时数据采集系统的核心功能,通过对采集到的数据进行处理和分析,可以实现对火电厂运行状态的全面掌握和优化。数据分析主要包括数据预处理、实时监控、异常检测和预测分析等环节。数据预处理是对原始数据进行清洗、转换和整合,以消除噪声和冗余信息,提高数据质量。实时监控是对关键参数进行实时显示和监控,及时发现和处理异常情况。异常检测是通过设定阈值和规则,对超出正常范围的数据进行报警和处理。预测分析是通过机器学习和大数据分析技术,对设备的运行状态进行预测,提前发现潜在故障和风险。

### 2.2 智能报警与故障预测

智能报警系统通过对设备运行数据的实时分析,自动识别异常情况并发出报警信号,提示操作人员及时处理。在锅炉运行过程中,如果检测到炉膛温度异常升高,智能报警系统会立即发出报警,提示操作人员检查燃料供给和风量控制,防止燃烧不完全或炉膛爆炸。智能报警系统的核心技术是阈值设置、模式识别和机器学习。阈值设置是根据设备的正常运行范围设定报警阈值,当数据超出阈值时自动触发报警。模式识别是通过分析历史数据和运行模式,识别出正常和异常的运行状态,提高报警的准确性和及时性。机器学习是通过学习大量历史数据和故障案例,建立预测模型,实现对复杂故障的智能识别和预警<sup>[3]</sup>。

故障预测通过对设备运行数据的深度分析和建模,可以提前预测设备的故障和风险,避免突发性停机和损坏。故障预测主要有数据挖掘、故障诊断和预测模

型构建等环节。数据挖掘是通过对大量历史数据的分析,发现故障模式和规律,为预测模型提供数据支持。故障诊断是通过分析当前运行数据,识别出设备的潜在故障和风险,及时采取措施进行处理。预测模型构建是通过机器学习和大数据分析技术,建立设备的故障预测模型,实现对未来故障的提前预警。

在汽轮机的运行过程中,通过对振动数据的实时监测和分析,可以识别出轴承磨损、转子不平衡等潜在故障。通过建立故障预测模型,可以预测出轴承的剩余寿命和故障发生的时间,提前安排检修计划,避免突发性停机和设备损坏。在发电机的运行过程中,通过对电流、电压、温度等数据的实时监测和分析,可以识别出绕组过热、绝缘老化等故障,通过故障预测模型,可以预测出绕组的剩余寿命和故障发生的概率,提前进行维护和更换。

智能报警与故障预测不仅可以提高火电厂的运行效率和安全性,还可以实现智能化管理和优化。通过对设备运行状态的实时监控和预测分析,可以及时发现和处理潜在故障,避免突发性停机和设备损坏,提高设备的利用率和寿命。同时,智能报警与故障预测还可以为火电厂的运营管理提供科学依据,支持决策和优化。例如,通过对设备故障数据的分析,可以发现和优化设备的运行参数和维护策略,降低运营成本和提高经济效益。

## 3 火电厂优化策略

### 3.1 基于AI的优化算法设计

深度学习技术利用先进的算法和模型在火电厂运行中实现了更高的效率和更低的排放。深度学习模型通过收集和处理大量历史数据,能够准确预测未来的负荷需求和设备性能,从而优化发电方案。这些历史数据包括燃料使用情况、发电量、设备运行状态、环境条件等多个方面,为深度学习模型提供了丰富的训练数据。例如,长短期记忆网络(LSTM)和卷积神经网络(CNN)在火电厂中的应用非常广泛。LSTM擅长处理时间序列数据,可以预测未来的负荷需求和燃料消耗情况;而CNN在处理图像和多维数据方面表现优异,能够用于锅炉效率的预测。这些预测结果帮助工程师调整燃烧参数,如空气和燃料的比例、锅炉的温度和压力等,以实现最佳的燃烧效果,从而提高能效并减少污染物的排放<sup>[4]</sup>。

深度学习模型的优势在于其能够处理复杂的非线性关系,并提供高精度的预测结果。这意味着,深度学习可以在多变量、多目标的复杂环境中找到最优解

决方案,帮助火电厂在面对不断变化的运行条件时做出更快、更准确的决策。深度学习模型通过持续学习和优化,能够适应新的数据和条件,逐步提高其预测和优化能力。

在火电厂的参数优化中,遗传算法和粒子群优化算法通过模仿自然界的进化过程,寻求问题的最优解决方案,从而提升火电厂的运行效率和可靠性。遗传算法通过选择、交叉和变异等操作模拟生物进化,逐步优化参数。遗传算法可以优化燃料混合比例,确保在不同操作条件下实现最佳燃烧效果,从而提高燃料利用率并减少污染物排放。通过反复迭代,遗传算法能够在复杂的多变量环境中找到最优的解决方案。粒子群优化算法则通过模拟群体行为,例如鸟群觅食或鱼群游动的方式,寻找最优解。每个粒子代表一个潜在解,在搜索空间中移动,并根据自身和群体的经验更新位置。粒子群优化算法可以调节锅炉和汽轮机的运行参数,例如压力、温度和流量,从而提高整个系统的效率。这种方法具有快速收敛的特点,能够在较短时间内找到全局最优解,适用于实时控制和在线优化。

这些算法的显著优势在于能够处理多目标优化问题,即同时考虑多个性能指标和约束条件。例如,在优化燃烧过程时,不仅需要提高能效,还需减少排放物,这些目标往往是相互冲突的。遗传算法和粒子群优化算法通过平衡不同目标,找到最佳折中方案。这些算法具有较强的鲁棒性和适应性,能够应对火电厂运行过程中出现的各种不确定性和波动,保持优化效果的稳定性。

### 3.2 物联网技术在火电厂优化中的应用

物联网(IoT)技术在火电厂优化中的应用主要体现在设备互联、数据采集与传输、实时监控和智能分析等方面。通过物联网技术,可以实现火电厂内各类设备的互联互通,形成一个高效的智能监控和管理系统,从而提高生产效率、降低运营成本和减少环境污染。

物联网通过在锅炉、汽轮机、发电机以及各种辅助设备上安装传感器和通信模块,实现设备的实时互联。传感器用于监测温度、压力、流量、振动等关键参数,通信模块通过有线或无线方式将数据传输至中央处理系统。这种设备互联不仅可以实现对设备运行状态的实时监控,还可以提高设备的协同工作效率。通过对锅炉和汽轮机的联动控制,可以优化燃烧过程,提高发电效率<sup>[5]</sup>。

传感器采集到的大量数据通过工业以太网、光纤通信、Wi-Fi 等方式传输至中央数据处理系统。数据传

输过程中需要确保数据的实时性和完整性,以便进行准确的分析和处理。在锅炉运行过程中,通过实时采集炉膛温度、燃料流量、烟气成分等数据,可以实时监控和调整燃烧过程,提高燃烧效率和降低排放。

中央数据处理系统可以实时监控各类设备的运行状态,及时发现和处理异常情况。实时监控汽轮机的振动数据,可以及时发现轴承磨损、转子不平衡等问题,避免突发性故障和设备损坏。实时监控不仅可以提高设备的安全性和稳定性,还可以优化运行参数,提高生产效率。

大数据分析和人工智能技术可以对采集到的数据进行深度挖掘和分析,发现潜在问题和优化空间。通过对锅炉燃烧数据的分析,可以优化燃烧过程,提高燃烧效率,减少煤耗和排放;通过对发电机运行数据的分析,可以预测设备的维护需求,提前安排检修计划,减少非计划停机时间,提高设备的利用率。智能分析不仅可以提高火电厂的运行效率和经济效益,还可以实现智能化管理和优化。

## 4 结束语

火电厂作为重要的能源供应基础设施,其优化运行对能源行业的可持续发展具有重要意义。人工智能和物联网技术的应用,为火电厂的智能化管理和优化提供了新的路径和手段。通过 AI 技术的优化算法设计,火电厂可以实现更高效的运行控制和故障预测;通过 IoT 技术的实时数据采集与传输,火电厂可以实现设备的智能监控和管理。未来,随着技术的不断发展,AI 和 IoT 在火电厂中的应用将更加广泛和深入,推动火电厂向更智能、更高效和更环保的方向发展。

## 参考文献:

- [1] 王宇鹏.浅谈人工智能应用于火电厂的发展前景[A].2023 年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集(上册)[C].中国电力技术市场协会,2023.
- [2] 胡昌盛,董为虎,郭李学鑫.基于数字化技术在火电厂智慧消防中的研究应用[A].中国消防协会学术工作委员会消防科技论文集(2023):智慧消防[C].中国消防协会学术工作委员会,2023.
- [3] 华志刚,范佳卿,郭荣,等.人工智能技术在火电行业的应用探讨[J].中国电力,2021,54(07):198-207.
- [4] 湛江波.火电厂视频监控系统的设计与研究[D].南宁:广西大学,2017.
- [5] 刘春雨,贾启月,郭占纬,等.基于工业物联网技术的设备检测系统在火电厂的应用[J].电力设备管理,2020(06):80-82.