

亚临界锅炉深调运行智能控制技术的应用探索

孟福刚 常英瑞 张智元

国能锦界能源有限责任公司 陕西榆林 719319

摘要: 亚临界锅炉是火力发电厂中常见的热能转换设备,广泛应用于中小型机组。然而,在深调运行过程中,锅炉负荷波动频繁,燃烧效率和污染物排放控制面临较大挑战。传统的控制技术在应对负荷变化时往往存在响应迟缓和稳定性差的问题,导致锅炉性能难以发挥到最佳状态。为此,本文探讨了亚临界锅炉深调运行中的智能控制技术应用,提出利用先进的传感器、数据分析与反馈控制系统,实时监测锅炉运行状态并自动调节燃烧参数,从而提高燃烧效率并减少污染物排放。研究表明,智能控制技术能有效提升锅炉在深调运行中的稳定性、经济性和环保性能。

关键词: 亚临界锅炉; 深调运行; 智能控制技术

引言

随着新能源电力的逐步接入电网以及节能降耗的持续推进,火电机组在各电网中的占比依然较大,承担着深度调峰的艰巨任务。锅炉作为火电机组的重要组成部分,在面对深度调峰时,长期低负荷以及超低负荷运行带来了严峻的考验。尤其是锅炉水冷壁在长时间低负荷运行状态下,容易出现拉裂、磨损、超温、爆管等故障,严重影响机组的安全性和经济性。这些问题迫切要求采取先进的技术手段来提升锅炉的运行稳定性与效率,以确保在深调运行过程中锅炉能够高效、稳定且安全地运行。因此,智能控制技术的应用成为优化锅炉运行、降低故障发生率并提升整体运行效益的重要方向。

1. 亚临界锅炉深调运行概述

在火力发电领域,亚临界锅炉被广泛安装于中小型发电机组之中。深调运行指的是在锅炉负荷出现较大波动时,通过调整燃烧相关参数以确保锅炉能持续稳定且高效地工作。在此过程中,锅炉负荷的频繁波动往往会导致燃烧效率下滑,同时污染物排放也易于超出标准。常规的控制系统在应对负荷波动时往往响应迟钝,难以对锅炉运行状态进行精确调控,易引发燃烧不充分、热效率下降和污染物排放量增加等问题。因此,如何在深调操作中确保锅炉高效、稳定运行并降低排放量,成为当前急需克服的技术挑战。智能控制技术,作为一种前沿技术,通过实时监测与智能算法的应用,有潜力显著提升亚临界锅炉的运行效能,并有效降低污染物

排放水平。

2. 智能控制在亚临界锅炉深调运行中的应用需求

2.1 实时监测与故障诊断

在亚临界锅炉执行深调运行操作期间,实时监测技术扮演了一个不可或缺的角色。随着负载的波动,锅炉的工作状况持续发生改变,因此对燃烧过程中的温度、压力、流量等关键参数的精确监控显得尤为重要。借助于高端传感器的部署,锅炉的运作信息能够即时反馈至监测系统,并对其进行分析。而且,智能故障诊断技术能够依托于实时收集的数据,运用机器学习和模式识别方法来侦测设备运行中的不正常状况或故障,并迅速发出警报,以防止设备故障引发的运行不稳定。实时的监控与故障检测不仅有助于增强锅炉的运行安全性,同时也为优化控制策略提供了关键的数据支撑,助力于调整锅炉的工作状态,保障其在深度调节模式下的高效与稳定运作。

2.2 精确控制与调节

在锅炉深调运行中,精确控制与调节是实现锅炉高效能及减少排放的核心。依托实时监测与智能化的调整手段,能够有效处理因负荷变动引起的燃烧效能与排放物的变动。下表1详细记录了锅炉在多种负荷条件下的温度、空气流量同燃烧效率及排放量之间的相互关系,反映出智能控制系统在优化锅炉工作性能、提高燃烧效率以及降低污染物排放方面的作用。通过精确控制,锅炉能够在不同负荷下保持更高的燃烧效率,同时降低排放浓度。

表 1 不同负荷条件下燃烧效率与锅炉温度、空气流量的变化关系

负荷 (%)	锅炉温度 (°C)	空气流量 (Nm ³ /h)	燃烧效率 (%)	排放浓度 (mg/Nm ³)
50	420	1500	85	250
70	440	1800	88	230
90	460	2000	90	200
100	480	2200	92	180

2.3 自适应与优化调整

在深调运行过程中，亚临界锅炉常遭遇负荷频繁变动及燃烧不稳定的困境。得益于智能控制系统具备的自适应特性，它能依据锅炉即时运行信息自主优化控制策略，适应各种工作状况的变动。该系统利用智能算法，结合锅炉的历史运行资料和实时监控数据，对未来的运行走向进行预测，并据此进行预调。如在负荷变动时，智能控制系统可自动侦测并调节燃烧所需的空气量、温度和流量等关键参数，保障锅炉在多种负荷条件下维持高效的燃烧性能和较低的排放标准。系统通过不断地优化和调整，致力于将锅炉运行状态优化至最佳，从而降低燃料使用量，增强经济效益。自适应调整与优化是提高锅炉运行效率、满足环保标准的核心手段。

3. 智能控制技术在亚临界锅炉深调运行中的关键技术

3.1 先进传感器与检测技术

锅炉智能化调控依赖于先进传感器技术的支撑。在锅炉的运作过程中，传感器承担着采集核心数据，如热能、压力、流量以及排放气体成分等任务，这对于保障锅炉数据监控的即时性与精确度至关重要。然而，传统传感器在响应速度和测量精度上往往存在不足。相比之下，创新型传感器利用了更高精度和灵敏度的材料与工艺，不仅提升了监测的准确度，还能够在恶劣环境下保持性能稳定。举例来说，红外与激光传感器在分析排放气体方面得到了广泛应用，能够即时追踪烟气中 NO_x、SO₂、CO₂ 等污染物的浓度，从而优化燃烧效率。此外，传感器还能通过无线通信技术将监测数据即时传送到监控平台，便于远程监控与分析，进而辅助智能控制系统进行精确调整。利用先进的传感器和检测技术，为锅炉智能调控提供了全方位且精确的数据保障。

3.2 数据处理与分析技术

智能控制技术离不开强大的数据处理与分析能力。在锅炉深调运行中，传感器收集的海量数据需要通过高效的处理技术进行实时分析，以提供精确的反馈。数据处理技术基于大数据分析和机器学习算法，通过对锅炉运行数据的建模

与学习，可以识别出锅炉运行中的规律和潜在问题。例如，数据挖掘技术能够从历史数据中发现锅炉运行中的最佳操作模式，从而为未来的调节提供参考。深度学习和人工智能算法可以在数据处理过程中不断自我优化，以应对锅炉运行中复杂的工况变化。通过高效的数据分析与处理技术，智能控制系统能够实时调整锅炉各项参数，确保其始终处于最佳运行状态，既提高了燃烧效率，也减少了污染物排放。

3.3 控制算法与优化技术

控制算法和优化技术是智能控制系统的核心。智能控制系统通过不断优化锅炉的运行参数，确保锅炉在各种负荷条件下都能达到最佳的燃烧效率。在亚临界锅炉深调运行中，控制算法需要处理复杂的多变量控制问题，如负荷波动、空气与燃料的比例调节等。常见的控制算法包括模糊控制、PID 控制和自适应控制等，它们能够根据锅炉的实时运行状态自动调整参数。优化技术则通过数学建模和仿真分析，对锅炉的运行进行动态优化，从而实现能源的最大化利用和污染物的最小化排放。通过结合控制算法与优化技术，智能控制系统不仅能够实时应对锅炉运行中的各种变化，还能持续提升锅炉的整体运行效率，确保其稳定、高效、环保地运行。

4. 结语

智能控制技术在亚临界锅炉深调运行中的应用，能够有效应对负荷波动带来的挑战，提高锅炉的燃烧效率和污染物排放控制水平。通过实时监测、精确控制、自适应优化等技术手段，智能控制系统能够确保锅炉在各种工况下保持高效、稳定运行，同时减少能源浪费和污染排放。未来，随着传感器技术、数据分析算法以及控制系统的不断发展，亚临界锅炉的智能化管理将更加成熟，进一步提升锅炉运行的可靠性和经济性。结合先进的智能控制技术，不仅有助于提升锅炉的运行性能，还将推动能源行业向更加绿色、节能的方向发展，为实现可持续能源利用和环保目标提供有力支持。

参考文献：

- [1] 刘旋坤, 邓博宇, 张思海, 等. 330 MW CFB 锅炉机组深度调峰运行优化 [J]. 洁净煤技术, 2022, 28(12):87-93.
- [2] 钟耕全, 闫金山, 王珊, 等. 全负荷脱硝在亚临界锅炉的研发应用 [J]. 中国设备工程, 2022(23):4-6.
- [3] 袁蕾. 循环流化床锅炉床温控制优化分析 [J]. 精品, 2021(3):236-236.