

基于数据驱动的亚临界锅炉燃烧器调整优化

高俊峰 杜治鹏

国能锦界能源有限责任公司 陕西榆林 719319

摘要: 随着电力需求的增长和环境保护要求的提高,如何提高锅炉燃烧效率、降低排放成为电力行业亟待解决的问题。亚临界锅炉作为传统火力发电厂的常见设备,其燃烧器的调整优化对提升锅炉整体运行效率和减少污染排放具有重要意义。本文基于数据驱动的技术,探讨了亚临界锅炉燃烧器的调整优化方法。通过采集锅炉运行过程中的关键参数,并结合大数据分析 with 机器学习算法,实时调整燃烧器的运行状态,以优化燃烧过程,提高燃烧效率并减少不完全燃烧。

关键词: 亚临界锅炉; 燃烧器优化; 数据驱动

引言

随着我国超临界、超超临界等高参数锅炉的不断投产和运行时间延长,高温腐蚀现象日益成为影响这些锅炉稳定运行的重要因素。同时,我国动力用煤大都含硫量较高,烟气中 SO_2 、 SO_3 和 H_2S 等腐蚀性气体浓度偏高,无疑更加加速了锅炉水冷壁的高温腐蚀速度。近年来,环保要求的不断提高,促使国内大型电站燃煤锅炉进行了低 NO_x 燃烧技术改造,以满足低 NO_x 排放的要求。随着这些技术改造的推进,锅炉系统面临的运行环境更加复杂,如何在满足环保标准的同时,确保锅炉设备的长期稳定运行和高效能,成为当前亟须解决的问题。如何有效应对这些挑战,提升锅炉的运行可靠性和经济效益,是本文的核心目标之一。

1 数据驱动在锅炉燃烧器调整中的作用

1.1 数据驱动技术对燃烧器优化调整的支持

通过实时捕获锅炉在燃烧过程中的核心参数,例如氧气含量、燃料供应量、排烟温度等,数据驱动技术采用海量数据分析手段进行优化处理,进而协助对燃烧器进行精确调控。该技术能在锅炉运作期间自动优化燃烧器的气体与燃料混合比例,以保持燃烧过程处于最优状态,进而提升燃烧效率并降低环境污染物的排放量。依托于构建的实时监测与反馈体系,数据驱动技术可以对燃烧器进行连续的动态优化,这不仅增强了燃烧过程的稳定性,还实现了能源消耗的降低和整体运作效能的提升。该技术的主要优点在于,它通过科学的数据分析和调整手段,实现了对锅炉燃烧的细致化管理,减少了人工干预的必要性,增强了锅炉燃烧的自我适应功能。

1.2 数据驱动模型在锅炉燃烧优化中的优势

依托于机器学习和数据分析手段,数据驱动型模型通过汇总锅炉运行时积聚的丰富信息资源,为燃烧器的性能优化提供了智能化的决策辅助。相较于依靠个人经验或预设模型的优化手段,数据驱动模型展现出更强的精确度和适应性。它能即时跟踪并体现锅炉的工作状况,主动适应不同的锅炉负荷和燃料特性。借助于对过往运行数据的深入分析,该模型能够预见锅炉燃烧中可能出现的问题,并及时实施调整策略,以此降低故障率和能源的无效消耗。同时,数据驱动模型在处理多因素、多参数的复杂环境中展现出其优化优势,打破了常规方法的束缚,实现了对燃烧效率和污染物排放控制的全面提升。

2 基于数据驱动的亚临界锅炉燃烧器调整优化的关键技术

2.1 燃烧系统数据采集与建模技术

在锅炉的燃烧过程中,数据的采集扮演着不可或缺的角色。起初,利用高精度感应器对锅炉内部的关键指标进行即时监控,包括但不限于燃料和空气的流量、氧气的浓度、烟气的成分以及温度等参数。这些收集到的数据为后续的数据分析和模型构建奠定了基石。在模型构建的技术层面,我们运用了机器学习和数据挖掘的技巧,对过往数据进行深入分析,以提炼出关键特征,并依此创建锅炉燃烧器的数学模型。这些模型能够揭示燃烧过程中的热力性质、流体动态特性以及燃烧的化学反应机理,为锅炉的优化和调整提供了科学的参考。此外,结合实时的数据与模型,我们能够对锅炉系统进行动态的建模和自适应的优化,从而提升燃烧效率和系统的整体稳定性。

2.2 数据驱动优化模型的核心算法

在数据驱动的锅炉燃烧器优化中，核心算法起着至关重要的作用。通过分析和建模锅炉系统的实时数据，优化算法能够实现锅炉各参数的精准调整，进而提高燃烧效率，减少排放。常用的优化算法包括神经网络、遗传算法和粒子群优化算法等。表 1 展示了这些算法在锅炉燃烧优化中的应用及其对系统性能的影响。

表 1 常用数据驱动优化算法及其特点

算法类型	优势	应用领域	计算复杂度
神经网络	强大的自学习能力，适应性强	燃烧参数优化	高
遗传算法	适用于全局优化问题	燃烧效率优化	中
粒子群算法	适合多维、非线性优化问题	燃烧器调节优化	低

表 1 展示了常用的数据驱动优化算法及其在锅炉燃烧优化中的应用，包括神经网络、遗传算法和粒子群算法。

2.3 燃烧器参数优化的技术原理

通过对锅炉燃烧机制进行细致剖析，优化燃烧器的技术参数，如调整氧气与燃料的混合比例、改进喷嘴构造以及选择合适的燃料种类，目的是让锅炉在多种工作负荷下均能维持最优的燃烧效果。以数据为核心驱动的优化手段能够即时追踪参数的波动，并通过闭环反馈系统实时调整燃烧器的运作状态。该技术的核心在于精确操控燃烧条件，力求最大程度降低不完全燃烧现象及污染物排放，进而提升热效率。在日常运用中，借助数据驱动的方法对燃烧器实施不断优化，力求每一次燃烧过程都尽可能地达到理论上的理想状态，以此有效增强锅炉的整体运行效能和经济效益。

3 基于数据驱动的亚临界锅炉燃烧器调整优化的实施步骤

3.1 数据采集与系统初始化

在实施数据驱动的燃烧器优化之前，必须对锅炉体系执行彻底的初始化设置及数据采集作业。此举涉及配备精确度极高的感应器，以捕获锅炉运作过程中的多项指标，诸如燃料的流量、氧气含量、尾气温度及压力等数据。此外，还需将锅炉的实时运行信息传输至数据分析中心，以为后续的模式构建与性能优化打下数据基础。在初始化过程中，亦应对锅炉的操作模式、负载变化等关键信息进行详细记录，以便对模型进行精确调整。系统初始化的目的在于保障数据采集的精确度和时效性，从而为构建优化模型奠定可靠的数据基石。

3.2 燃烧器参数调整与模型迭代

完成数据采集步骤之后，借助融合了机器学习技术和

优化策略的模型来优化锅炉燃烧器的参数配置。经过模型预测与深入分析，找出燃烧器性能的制约环节，并据此制定出改进计划。在调整阶段，实时对燃烧器的多个参数（例如空气与燃料的比例、喷嘴的调节角度等）进行调整，以实现燃烧过程的优化。此外，利用实时运行数据对优化模型进行反复迭代与完善。锅炉运行状况和燃料属性的变化将促使模型持续自我调整，确保燃烧器的运行效率保持最优状态。

3.3 优化运行效果验证与持续改进

在完成燃烧器参数的调整后，需要对优化后的燃烧系统进行效果验证。通过对锅炉运行数据的监测，验证优化措施对燃烧效率、热效率、排放控制等方面的提升效果。验证过程中，需对比优化前后的燃烧效率、能耗、污染物排放等关键指标，确保优化方案的有效性。根据验证结果，进一步完善优化模型，提出持续改进的措施。随着锅炉设备和运行环境的变化，持续改进能够确保燃烧器始终保持最佳运行状态，最大化燃烧效率，减少资源浪费和环境污染。

4 结语

基于数据驱动的亚临界锅炉燃烧器调整优化技术，为锅炉燃烧系统的高效运行提供了新的解决思路。通过实时数据采集、智能建模与优化算法的应用，能够精准调节锅炉燃烧器的工作参数，提升燃烧效率，降低能耗，减少排放。这不仅有效解决了传统锅炉运行中的燃烧不稳定、热效率低下等问题，还为节能减排和绿色发展提供了技术支持。随着技术的不断发展和数据分析能力的提升，基于数据驱动的优化方法将在锅炉燃烧器的调整中发挥越来越重要的作用。未来，随着智能化、自动化水平的提高，数据驱动技术将实现更加精细化的管理与优化，推动锅炉系统的智能化升级，提升整体能源利用效率，为实现绿色电力生产目标提供有力保障。

参考文献：

- [1] 李炳楠, 朱峰, 梁正玉, 等. 基于改进自抗扰控制和数据驱动的脱硝系统设计及应用 [J]. 控制理论与应用, 2023, 40(6):1034–1042.
- [2] 李俊高强. 超高温亚临界煤气发电厂锅炉给水泵异常振动原因分析及处理 [J]. 新技术新工艺, 2022(10):92–101.
- [3] 李炳楠, 朱峰, 梁正玉, 等. 基于改进自抗扰控制和数据驱动的脱硝系统设计及应用 [J]. 控制理论与应用, 2023, 40(6):1034–1042.