

# 基于大数据分析的烟气净化设备运行优化策略研究

余维豪

浙江伊布环保实业有限公司第一分公司 浙江 杭州 310000

**摘要:** 随着工业化的快速发展, 烟气排放对环境 and 人类健康造成了严重影响。烟气净化设备的运行优化成为解决这一问题的关键。传统的烟气净化设备运行优化方法多依赖于经验判断, 缺乏科学性和精准性。而大数据技术的快速发展为烟气净化设备的运行优化提供了新的解决方案。本文旨在探讨基于大数据分析的烟气净化设备运行优化策略, 以为实际工程应用提供理论指导和技术支持。

**关键词:** 烟气净化设备; 大数据分析; 运行优化

## 引言

烟气净化设备是工业生产和能源发电等领域的重要环保设施, 其运行效率直接关系到空气质量改善和生态环境保护。然而, 传统的烟气净化设备运行管理存在效率低下、成本高昂等问题。随着大数据技术的快速发展, 其在环保领域的应用前景日益广阔, 为烟气净化设备的运行优化提供了新的解决方案。

## 1 烟气净化设备现状及问题分析

### 1.1 烟气净化设备概述

在当前全球环保意识日益增强的背景下, 烟气净化设备作为减少工业排放、保护环境的关键设施, 其重要性不言而喻。这些设备广泛部署于电力、钢铁、水泥等高能耗、高排放行业, 通过一系列精密的物理、化学或生物技术手段, 有效去除烟气中的固体颗粒物(如PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)等有害成分, 确保排放气体符合国家及国际环保标准。除尘器: 作为烟气净化的第一道防线, 主要采用布袋除尘、静电除尘等技术, 有效捕集烟气中的粉尘颗粒, 减少大气污染。

脱硫塔: 利用湿法(石灰石-石膏法、钠碱、氨法等)、半干法(消石灰等)、干法(小苏打、消石灰等)多种工艺, 通过化学反应吸收烟气中的二氧化硫, 转化为无害或低毒物质, 是控制酸雨形成的重要手段。

脱硝装置: 采用选择性催化还原(SCR)、选择性非催化还原(SNCR)等技术, 有效降低烟气中氮氧化物的含量, 减轻光化学烟雾现象。

### 1.2 存在的问题

#### 1.2.1 运行效率低下

尽管烟气净化技术不断进步, 但部分设备在实际运行中仍面临效率不高的难题。这主要归因于两个方面: 一方面, 部分设备在设计阶段未充分考虑实际工况的复杂性, 如烟气成分的多变性、流量波动大等因素, 导致

设备在实际运行时难以达到设计效率。例如, 脱硫塔中的喷淋系统布局不合理, 可能造成脱硫剂分布不均, 影响脱硫效果<sup>[1]</sup>。另一方面, 缺乏科学的运行管理和优化策略, 如温度、压力、反应物浓度等关键参数的设定未能根据实时工况动态调整, 导致设备长期在低效状态下运行。此外, 操作人员的专业技能水平也是影响设备运行效率的重要因素。

#### 1.2.2 维护成本高昂

传统的设备维护模式主要依赖于定期的人工检查和部件更换, 这种“被动式”维护方式不仅效率低下, 而且往往因未能及时发现潜在故障而导致维修成本激增。具体来说: 未能有效利用现代传感技术和数据分析手段预测设备故障, 导致维修工作常常处于应急状态, 增加了维修成本和停机时间。为避免突发故障, 有时会采取“一刀切”的部件更换策略, 这不仅浪费资源, 还可能导致设备性能下降, 因为新部件与旧部件之间的匹配问题未被充分考虑。

#### 1.2.3 数据利用不足

烟气净化设备在运行过程中会产生大量数据, 包括运行参数、环境监测数据、设备状态信息等, 但这些宝贵的数据资源往往被忽视或未得到充分利用。问题主要体现在: 缺乏统一的数据采集平台或标准, 部分关键数据未被有效记录, 限制了数据分析的深度和广度。即使收集到了数据, 也往往因为缺乏专业的数据分析人才或工具, 而无法从海量数据中挖掘出对设备运行优化有价值的信息。数据与决策之间存在断层, 即使分析出了有价值的信息, 也未能及时反馈给决策者, 用于指导设备运维策略的调整, 从而错失了通过数据驱动提升设备运行效率和维护成本效益的机会。

## 2 大数据技术在烟气净化设备中的应用

### 2.1 数据收集

烟气净化设备的运行效率与排放控制直接关联到环境保护和生产成本,因此,精准而全面地收集设备运行参数及烟气排放数据是首要任务。为了实现这一目标,需要在烟气净化设备的关键部位,如除尘器的入口和出口、脱硫塔的反应区、脱硝装置的催化剂层等,部署高精度的传感器。这些传感器能够实时监测烟气中的颗粒物浓度、二氧化硫和氮氧化物的含量、设备内部的温度、压力、流量等关键参数,为后续的数据分析提供原始数据支持。传感器选型需考虑其精度、稳定性以及与数据采集系统的兼容性,确保数据的准确性和可靠性。除了传感器,还需建立在线监测系统,实现对烟气净化设备运行状态的连续、实时监控。该系统应集成数据采集、传输、存储和分析功能,能够自动记录设备运行过程中的各项参数,并通过网络将数据传输至数据中心。在线监测系统还需具备报警功能,当设备出现异常或排放超标时,能够立即发出警报,提醒操作人员及时采取措施<sup>[2]</sup>。值得注意的是,在数据收集过程中,还需注重数据的质量与安全性。采用数据校验、异常值检测等技术手段,确保数据的准确性和可靠性;同时,加强数据加密与访问控制,保护数据安全,防止敏感信息泄露。

## 2.2 数据处理

在烟气净化设备的数据收集之后,数据处理成为提升数据质量、为后续分析奠定坚实基础的关键环节。这一阶段主要包括数据清洗、去噪以及归一化等一系列预处理操作,旨在消除原始数据中的错误、冗余和不一致性,确保数据的准确性和可比性。数据清洗是首要步骤,它涉及对收集到的数据进行细致检查,识别并修正或剔除那些由于传感器故障、传输错误或人为操作失误等原因产生的异常值或无效数据。这一过程往往需要通过建立数据校验规则、设定合理的数据范围阈值等手段来实现,确保每一组数据都能真实反映烟气净化设备的实际运行状态。去噪处理则侧重于消除数据中的随机波动和噪声干扰,这些噪声可能源于环境因素的微小变化、设备自身的振动或是测量过程中的不确定性。通过应用滤波算法、平滑处理等技术,可以有效降低噪声对数据质量的影响,使得数据更加平滑、稳定,更易于后续的分析 and 建模。归一化操作则是为了确保不同量纲、不同取值范围的数据能够在同一标准下进行比较和分析。通过对数据进行线性变换或标准化处理,将其映射到一个统一的数值范围内,可以消除量纲差异带来的偏差,提高数据之间的可比性和分析结果的准确性。

## 2.3 数据分析

在完成了数据的收集与处理之后,数据分析成为解

锁烟气净化设备潜能、实现高效运行的关键。这一阶段,我们主要运用统计分析、机器学习等先进技术,对预处理后的数据进行全面而深入的分析,旨在挖掘隐藏在数据背后的有价值信息,为设备运行优化提供科学依据和决策支持。统计分析作为数据分析的基础,能够帮助我们揭示数据之间的关联性和趋势性。通过对历史运行数据和排放数据的统计分析,我们可以识别出设备运行的规律,如不同工况下的能耗分布、排放物的变化规律等。这些信息对于优化设备运行参数、调整净化策略具有重要意义。而机器学习的引入,则进一步提升了数据分析的深度和广度。通过构建预测模型,我们可以基于历史数据对未来设备的运行状态和排放情况进行预测。例如,利用时间序列分析预测设备未来的能耗趋势,或者通过分类算法识别可能导致排放超标的异常工况。这些预测结果不仅为设备的预防性维护提供了依据,也为优化净化效果、降低运行成本提供了有力支持<sup>[3]</sup>。此外,数据分析还能够帮助我们发现设备运行中的潜在问题。通过聚类分析、关联规则挖掘等技术,我们可以识别出设备故障前的异常特征,或者找出影响净化效率的关键因素。这些信息对于及时排查故障、优化设备配置、提升整体运行效率具有至关重要的作用。

## 3 基于大数据分析的烟气净化设备运行优化策略

### 3.1 动态调整运行参数

在烟气净化设备的日常运行中,如何根据实时工况和排放要求灵活调整设备运行参数,是提升净化效率、降低能耗的关键。基于大数据分析的动态调整策略,为我们提供了这一问题的解决方案。通过实时监测设备运行状态和烟气排放数据,我们能够获取到风量、烟气温度、成分浓度等关键信息。这些信息与设备的历史运行数据相结合,构成了一个庞大的数据基础。利用先进的数据分析技术,我们可以从这些数据中挖掘出不同工况下设备运行参数与净化效果之间的关联关系。基于这些关联关系,我们可以构建动态调整模型。该模型能够根据实时监测到的数据,快速计算出最优的运行参数组合,如风量、喷水量、喷氨量等。这些参数调整旨在确保设备在不同工况下都能保持高效的净化效果,同时降低能耗和排放。例如,在烟气负荷较低时,模型可能会建议减少风量和喷水量,以降低能耗;而在烟气成分复杂、排放要求严格的情况下,模型则可能会建议增加喷氨量,以增强净化效果。这种动态调整策略不仅提高了设备的灵活性和适应性,也确保了净化效果的稳定性和可靠性。此外,动态调整运行参数还能够帮助设备更好地应对突发情况。如遇到烟气成分突然变化或排放标准

临时调整等情况,模型能够迅速响应,调整设备运行参数,确保排放始终达标。

### 3.2 智能调度与协同控制

在大型工业应用场景中,烟气净化往往涉及多个设备的协同作业。为了实现更高效、更稳定的净化效果,基于大数据分析的智能调度与协同控制策略显得尤为重要。通过大数据分析技术,我们可以对各个烟气净化设备的运行状态、处理能力、能耗情况等进行全面监测和评估。这些数据为智能调度提供了坚实的基础。系统能够根据实时工况和排放要求,自动调整各设备的工作模式,实现资源的优化配置。智能调度不仅关注单个设备的性能,更注重设备之间的协同作业。通过深入分析设备间的相互影响和依赖关系,我们可以构建协同控制模型。该模型能够预测不同设备组合下的净化效果和能耗情况,从而找出最优的协同工作模式。例如,在烟气负荷高峰时段,系统可能会自动调配处理能力更强的设备投入运行,同时调整其他设备的参数以辅助净化;而在负荷较低时,则可能会选择部分设备停机或降低功率运行,以节省能耗<sup>[4]</sup>。这种智能调度与协同控制策略确保了净化系统在不同工况下都能保持高效、稳定的运行。此外,智能调度还能够有效应对设备故障或突发情况。通过实时监测和数据分析,系统能够及时发现设备异常,并迅速调整其他设备的工作状态以弥补缺失。这种快速响应能力大大提高了净化系统的可靠性和稳定性。

### 3.3 预测性维护与故障预警

在烟气净化设备的运维管理中,预测性维护与故障预警是确保设备稳定运行、减少非计划停机时间的关键策略。借助大数据分析技术,我们能够深入洞察设备运行数据,预测设备故障的发生概率及潜在的维护需求,从而提前制定维护计划,有效避免设备故障导致的生产中断和经济损失。通过对设备运行数据的持续监测和积累,我们可以构建出设备的健康状态模型。这一模型能够反映出设备在不同工况下的性能变化、磨损程度以及潜在故障点。利用机器学习算法对这些数据进行分析,

我们可以识别出设备故障前的异常特征,如振动频率的增加、温度的异常升高等,这些往往是设备即将发生故障的先兆。基于这些分析结果,系统能够预测设备在未来一段时间内发生故障的概率,以及可能的故障类型和严重程度。这使得运维人员能够在故障发生前,根据预测结果制定针对性的维护计划,如更换易损件、调整设备参数或进行预防性检修。这种前瞻性的维护方式不仅提高了维护效率,也大大降低了因设备故障导致的突发停机风险。此外,预测性维护还能够优化备品备件的管理。通过预测设备故障的类型和频率,我们可以更合理地储备备品备件,确保在需要时能够迅速更换,减少等待时间,进一步缩短停机时间。基于大数据分析的预测性维护与故障预警策略,通过深入洞察设备运行数据,实现了对设备故障的前瞻性预测和预防性维护。这一策略不仅提高了设备的可靠性和稳定性,也为企业减少了因设备故障导致的生产损失和运维成本,是烟气净化设备运维管理中的重要一环。

### 结语

基于大数据分析的烟气净化设备运行优化策略能够显著提高净化效率、降低运行成本和维护成本。未来,随着大数据技术的不断发展和应用,烟气净化设备的运行优化将更加智能化和自动化。同时,也需要加强数据安全和隐私保护等方面的研究,确保大数据分析技术在烟气净化设备运行优化中的安全应用。

### 参考文献

- [1]黄校,岑加茂.某铝业公司铝电解干法烟气净化系统的优化实践[J].有色冶金节能,2019,35(05):20-23.
- [2]周建富,李海英.发电厂烟气净化系统工艺和设备优化的探索[J].冶金动力,2018,(08):20-23+34.
- [3]刘昊宇.制砖隧道窑烟气净化设备内部气流组织与优化[D].西安建筑科技大学,2021.
- [4]金豪.烧结烟气净化工艺模拟优化与新系统设计[D].武汉科技大学,2020.