

电力工程锅炉环保指标监测与控制

李培垒 徐银谋 纪少阳

临沂市阳光热力有限公司 山东 临沂 273400

摘要: 电力工程锅炉环保指标涵盖烟气排放、能效、废水与固废三大类,其监测与控制意义重大。监测技术包括烟气排放、能效、废水与固废监测技术,各有核心要点。控制策略有燃烧过程优化、烟气净化设备协同、能效提升与资源循环利用。此外,还需集成优化监测与控制系统,构建分布式监测网络、应用智能控制算法、提升系统可靠性与抗干扰能力,以保障锅炉环保高效运行。

关键词: 电力工程; 锅炉环保; 监测技术

引言: 在电力行业发展中,电力工程锅炉作为关键设备,其运行产生的污染物排放与能源消耗问题备受关注。环保指标作为衡量锅炉环保性能与资源利用效率的关键量化参数,其监测与控制对于环境保护、能源节约以及电力行业可持续发展意义重大。准确监测环保指标,能及时掌握锅炉运行状态;有效控制环保指标,可降低污染物排放、提升能源利用效率。

1 电力工程锅炉环保指标概述

环保指标是用于衡量锅炉环保性能与资源利用效率的量化参数,按照管控对象可划分为烟气排放、能效、废水与固废三大类别。烟气排放指标用于表征燃烧过程中产生的气态污染物与颗粒物排放水平,直接反映大气污染控制效果。能效指标用于衡量燃料能量转化为有效热能的效率,体现设备节能水平与能源利用合理性。废水与固废指标用于评价生产废水处理效果与固体废弃物资源化利用程度,反映水资源循环与固废减量化的实现水平。环保指标的监测与控制可直接降低污染物产生与排放总量,减轻大气、水体与土壤的环境承载压力,减少生产活动对自然生态的干扰,维持生态系统稳定与环境质量均衡^[1]。持续监测与动态调控能够优化运行参数,降低无效能源消耗与物料损耗,减少设备损耗与治理投入,提升整体运行经济性,实现环保管控与经济效益同步提升。

2 电力工程锅炉环保指标监测技术

2.1 烟气排放监测技术

烟气排放监测技术是电力工程锅炉环保监测的核心组成部分,核心依托在线监测系统实现烟气污染物的实时精准监测。在线监测系统由采样、预处理、分析、数据处理及传输等核心部分构成,其工作核心是通过特定装置采集锅炉排放的烟气,经过预处理去除烟气中的水分、粉尘等干扰物质,避免杂质影响监测结果的准确

性,再由分析部分对烟气中的各类污染物成分及浓度进行精准检测,随后通过数据处理部分对监测数据进行整理、分析和校准,最后由传输部分将处理后的监测数据实时反馈至监测终端。传感器技术是在线监测系统正常运行的核心支撑,不同类型的传感器对应不同污染物的监测需求,电化学传感器主要用于检测烟气中的气态污染物,通过污染物与传感器电极的化学反应产生电信号,进而换算出污染物浓度;光学传感器利用光的吸收、散射特性,实现对烟气中颗粒物及气态污染物的监测;激光传感器凭借高灵敏度和高准确性,用于低浓度污染物的精准监测。数据采集与传输系统的可靠性直接决定监测工作的有效性,需优化采集频率、提升采集设备的稳定性,减少数据丢失和误差,同时构建稳定的传输链路,采用抗干扰技术,确保监测数据实时、准确传输,为后续环保控制工作提供可靠的数据支撑。

2.2 能效监测技术

能效监测技术的核心目标是实时掌握锅炉运行的能源利用效率,为锅炉运行参数优化提供科学数据依据,其中热效率实时监测方法是核心内容。热效率实时监测需全面覆盖锅炉燃烧、换热等各个关键环节,通过对锅炉输入热量与输出热量的实时采集和计算,精准得出锅炉热效率,及时发现锅炉运行过程中热损失过大的问题,为能效优化提供方向。燃料消耗量与燃烧效率的关联分析是能效监测的重要内容,燃料消耗量的变化直接影响燃烧效率,通过实时监测燃料消耗量,结合燃烧过程中的各类相关参数,深入分析两者之间的内在关联,能够为燃料投放量的动态调整提供科学依据,优化燃烧过程,提升燃料利用率,减少能源浪费^[2]。智能仪表与自动化控制系统的集成是提升能效监测水平的关键举措,智能仪表能够精准采集锅炉运行过程中的温度、压力、流量等各类关键参数,具备数据存储、分析等功能,将

其与自动化控制系统集成,可实现监测数据的实时共享与自动分析,当监测到能效指标异常时,自动化控制系统能及时发出预警,并自动调整相关运行参数,确保锅炉始终处于高效运行状态,进一步提升锅炉能效水平。

2.3 废水与固废监测技术

废水与固废监测技术是电力工程锅炉环保监测的重要分支,主要用于全面掌握锅炉运行过程中废水与固废的产生、处理及利用情况,保障污染物排放符合环保要求。废水成分在线分析技术是废水监测的核心,通过专用在线分析设备对锅炉产生的废水进行实时监测,能够精准检测废水中各类污染物的成分及浓度,及时发现废水处理过程中的异常情况,为废水处理工艺的调整提供科学依据,确保废水处理效果。该技术通过专用采样设备采集废水样本,经预处理后送入分析模块,通过专业分析方法完成废水成分检测,监测数据实时传输至控制终端。灰渣产生量与成分的动态监测是固废监测的核心内容,灰渣是锅炉燃烧过程中产生的主要固体废弃物,其产生量与燃料种类、燃烧效率密切相关,通过动态监测灰渣产生量,可掌握固废产生规律,对灰渣成分进行监测,能了解灰渣中各类物质的含量,为灰渣的资源化利用提供数据支撑,为燃料投放量的动态调整提供科学依据,优化燃烧过程,提升燃料利用率,减少能源浪费^[3]。多参数综合监测平台的设计实现了废水与固废监测的一体化、智能化,该平台整合各类监测模块,实现多个监测参数的同步采集、分析与传输,具备数据存储、异常预警等功能,全面提升废水与固废监测的效率和准确性,为环保控制工作提供全面的数据支持。

3 电力工程锅炉环保指标控制策略

3.1 燃烧过程优化控制

燃烧过程优化控制是锅炉环保指标控制的核心环节,通过优化燃烧相关参数,可有效降低污染物生成,提升燃烧效率,实现环保与节能的协同管控。低氮燃烧技术是控制氮氧化物生成的关键手段,通过优化燃烧方式,合理分配燃烧区域与空气供给,降低局部燃烧强度,减少氮氧化物的生成量。燃料与空气配比的动态调整是优化燃烧过程的重要举措,根据燃烧工况的实时变化,动态调节燃料投放量与空气供给量,确保燃料充分燃烧,减少未完全燃烧产生的污染物,同时降低能源浪费。燃烧温度与氧量的闭环控制可实现燃烧过程的精准调控,实时监测炉膛内燃烧温度与氧量变化,将监测数据反馈至控制系统,通过自动调节相关运行参数,维持燃烧温度与氧量在合理范围,避免因参数异常导致污染物排放增加,保障燃烧过程稳定高效。

3.2 烟气净化设备协同控制

烟气净化设备协同控制是降低烟气污染物排放的关键手段,通过整合各类烟气净化设备,实现联动运行,提升整体净化效果,确保烟气排放指标达标。脱硫脱硝除尘设备的联动运行需建立完善的协同机制,根据锅炉运行工况与烟气污染物浓度变化,同步调整各设备运行参数,使各设备相互配合、协同发力,避免单一设备运行异常影响整体净化成效。吸收剂投加量与反应条件的精准控制直接决定净化效率,根据烟气污染物浓度实时计算吸收剂投加量,同时严格控制反应温度、反应时间等关键条件,确保吸收剂与污染物充分反应,减少资源浪费与二次污染,为燃料投放量的动态调整提供科学依据,优化燃烧过程,提升燃料利用率,减少能源浪费^[4]。设备运行状态监测与故障预警可保障净化设备稳定运行,实时监测各设备运行参数,及时识别运行异常,发出预警信号,便于及时处理故障,避免因设备停运或低效运行导致污染物排放超标。

3.3 能效提升与资源循环利用

能效提升与资源循环利用是锅炉环保指标控制的重要方向,既能降低能源消耗,又能减少污染物排放,实现绿色低碳运行。余热回收系统的优化设计可有效回收锅炉运行过程中产生的余热,通过合理设计回收流程与设备参数,将排烟、排污等环节产生的余热进行回收再利用,用于预热燃烧空气、加热锅炉给水等,提升能源利用效率,降低燃料消耗量。灰渣综合利用可实现固体废弃物减量化与资源化,根据灰渣的成分特性,拓展合理的利用途径,提升灰渣回收利用率,减少固体废弃物堆积带来的环境影响。废水零排放技术的集成应用可实现水资源循环利用,整合废水处理与回收技术,对锅炉运行产生的废水进行深度处理,处理后全部回收再利用,不对外排放,既减少水体污染,又节约水资源,实现环保与节水的双重效益。

4 环保指标监测与控制系统的集成与优化

4.1 分布式监测网络构建

分布式监测网络构建是实现环保指标全面、精准监测的核心基础,其核心目标是通过科学的技术整合与合理布局,全面提升监测工作的全面性、实时性与可靠性。传感器布局需全面覆盖锅炉运行的各个关键环节,结合不同环保指标的监测需求,合理布置各类适配的传感器,确保监测范围无遗漏、无盲区,为后续数据采集工作提供全面、稳定的硬件支撑。数据融合技术可对多个传感器采集的各类监测数据进行系统性整合与深度分析,有效消除数据冗余与监测误差,提升监测数据的准

确性与完整性,同时实现不同监测参数之间的关联分析,为后续控制工作提供更具参考价值的数据。边缘计算与云端协同处理架构能够显著提升数据处理效率,边缘计算负责终端监测数据的实时处理,有效减少数据传输压力与延迟,云端则承担数据的深度分析、长期存储与集中管理,实现监测数据的共享与远程管控。

4.2 智能控制算法应用

智能控制算法的应用是提升环保指标控制精度与运行效率的关键举措,通过将先进的智能算法融入控制系统,实现环保指标的智能化、精准化调控,推动监测与控制工作的协同优化。基于模型预测控制的优化策略能够实现前瞻性调控,通过构建贴合锅炉实际运行状态的数学模型,结合实时采集的监测数据,精准预测锅炉未来的运行状态与环保指标变化趋势,提前调整相关控制参数,有效避免环保指标超标与运行效率下降,显著提升控制工作的稳定性与前瞻性。为燃料投放量的动态调整提供科学依据,优化燃烧过程,提升燃料利用率,减少能源浪费^[5]。机器学习在运行参数自适应调整中发挥着重要作用,通过对锅炉长期运行过程中的各类数据进行深度学习,挖掘运行参数与环保指标、能效指标之间的内在关联,建立自适应控制模型,当锅炉运行工况发生变化时,能够自动调整运行参数,减少人工干预,提升控制工作的准确性与效率。

4.3 系统可靠性与抗干扰能力提升

系统可靠性与抗干扰能力的提升是保障监测与控制系统长期、稳定运行的核心前提,需通过多维度的设计优化与完善的运维策略,全面提升系统整体性能。冗余设计与故障容错机制能够有效降低系统故障风险,通过设置备用设备与冗余传输链路,当系统中某一组件出现故障时,备用部分可及时接替工作,避免系统停运,

保障监测与控制工作的连续开展,减少故障带来的影响。环境因素对监测的影响补偿需针对各类常见的环境干扰,采取针对性的防护与技术补偿措施,有效减少温度、湿度等环境因素对传感器、传输系统及控制设备的影响,确保监测数据的精准性不受干扰。长期运行稳定性与维护策略需建立完善的定期维护机制,定期对系统设备进行检修、校准与保养,及时排查潜在故障隐患,延长设备使用寿命,持续优化系统运行参数,确保系统长期处于稳定、高效的运行状态,为环保指标的常态化管控提供持续、可靠的支撑。

结束语:电力工程锅炉环保指标监测与控制是一项复杂且重要的工作。通过对环保指标的全面监测,借助先进监测技术获取准确数据,运用科学控制策略降低污染物排放、提升能效与资源利用率,再经系统集成优化保障监测与控制的稳定可靠,可实现锅炉运行环保与经济效益的双赢。随着技术不断进步,需持续完善监测与控制体系,推动电力工程锅炉向更绿色、高效方向发展,为电力行业可持续发展与生态环境保护贡献更大力量。

参考文献

- [1]王亚飞,冯琰磊,邓文祥.超超临界二次再热 π 型锅炉深度调峰技术的研究和应用[J].安装,2024,(S1):114-115.
- [2]赵宇亮.火电厂锅炉汽机联合试运转实施措施研究[J].机械管理开发,2023,38(12):234-235+238.
- [3]朱小樨.基于环保新形势下电力工业节能减排的研究[J].现代工业经济和信息化,2023,13(10):286-287+290.
- [4]严海晓.节能环保技术在火电厂中的应用研究[J].石河子科技,2023,(05):29-30.
- [5]郭占春.探讨火电厂锅炉汽轮机系统的节能环保问题[J].应用能源技术,2023,(07):34-37.