

Research on Integration and Optimization of Flue Gas Desulfurization and Dust Removal System in Power Plants

Tao Zhang Lei Luo Junjie Xie

Guoneng Zhejiang Beilun First Power Generation Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract

This study explores the overview of flue gas desulfurization and dust removal technology in power plants, as well as how to integrate and optimize the system. The study proposed principles and methods for system integration design, optimization of the composition and configuration of desulfurization and dust removal systems, optimization of system operating parameters, and optimization of system energy consumption and efficiency. Further case studies are conducted to demonstrate that system integration optimization can significantly improve the efficiency of the entire system, further reducing the operating costs and environmental burden of enterprises. With increasingly strict environmental requirements, power plant flue gas treatment will become a challenge that must be faced. The results of this study will provide reference suggestions for power plants to develop more efficient, environmentally friendly, and energy-saving flue gas treatment plans, thereby better achieving sustainable development.

Keywords

power plant flue gas desulfurization; dust removal system; integrated optimization

电厂烟气脱硫除尘系统集成与优化研究

张涛 骆磊 解俊杰

国能浙江北仑第一发电有限公司, 中国·浙江宁波 315000

摘要

本研究探讨了电厂烟气脱硫除尘技术的概述, 以及如何进行系统集成与优化。研究提出了系统集成设计原则与方法、脱硫除尘系统的组成与配置优化、系统运行参数优化以及系统能耗与效率优化等方面的方法。进一步通过案例研究, 来证明系统集成优化能显著提高整个系统的效率, 进一步降低了企业的运行成本以及环境负担。随着环保要求愈发严格, 电厂烟气处理将成为必须面对的挑战。本研究的成果将为电厂提供参考建议, 帮助它们制定更高效、更环保、更节能的烟气处理方案, 从而更好地实现可持续发展。

关键词

电厂烟气脱硫; 除尘系统; 集成优化

1 电厂烟气脱硫技术概述

烟气脱硫是指对电厂烟气中的二氧化硫 (SO_2) 进行去除的过程, 其目的是减少大气污染和酸雨的形成。电厂烟气中的 SO_2 是主要的污染物之一, 对环境和人类健康造成严重影响。

烟气脱硫技术可以分为干法脱硫和湿法脱硫两大类。干法脱硫主要通过固体吸附剂或化学反应吸收剂来捕捉和转化 SO_2 , 常见的干法脱硫技术包括活性炭吸附、干法半干法喷射吸收和氨基酸吸收等。湿法脱硫则是利用液相吸收剂 (如石灰石乳浆或碱液) 与烟气中的 SO_2 进行反应生成硫酸盐, 常见的湿法脱硫技术包括石灰石石膏法、海水脱硫法和碱液脱硫法等。

【作者简介】张涛 (1975-), 男, 中国浙江宁波人, 本科, 从事脱硫环保研究。

2 电厂烟气除尘技术概述

电厂烟气除尘是指对电厂烟气中的颗粒物进行去除的过程, 旨在减少大气污染和改善空气质量。电厂烟气中的颗粒物主要包括灰尘、烟雾、烟灰和颗粒状污染物等, 它们对环境和人体健康都有潜在的危害。

电厂烟气除尘技术可以分为机械除尘、静电除尘和过滤除尘三大类。机械除尘技术主要利用重力、离心力和惯性力等原理将颗粒物分离出来, 常见的机械除尘设备有重力除尘器、旋风除尘器和惯性除尘器等。静电除尘技术则利用电场或电荷作用将颗粒物带电并捕捉下来, 常见的静电除尘设备包括电除尘器和湿式电除尘器。过滤除尘技术则通过过滤介质 (如滤袋或滤筒) 将烟气中的颗粒物截留下来, 常见的过滤除尘设备有布袋除尘器和陶瓷过滤器等。

3 电厂烟气脱硫除尘系统集成优化方法

3.1 系统集成设计原则与方法

系统集成设计是一种将多个组件有机地结合在一起，以提升电厂烟气脱硫除尘系统的整体性能、节约资源和降低运行成本的重要手段。它不仅可以使系统更加高效，而且还可以有效地提高系统的可靠性和可用性，从而实现更加经济高效的运行。以下是一些常用的系统集成设计原则与方法：

①一体化设计原则：在系统集成设计中，烟气脱硫与除尘技术应该结合起来，以达到最佳的协调性，从而使它们可以共同发挥最大的功效，从而极大地提升系统的总体性能。

②综合评估与选择：在系统集成设计过程中，需要对不同的脱硫除尘技术进行综合评估和选择。考虑技术的可行性、成本效益、适应性和运行维护等因素，选择最佳的组合方案。

③系统性能匹配：在系统集成设计中，应确保脱硫除尘系统的各个组成部分能够达到最佳性能。例如，脱硫设备的处理能力应与烟气排放量相匹配，而除尘器的分离效率则应符合环保标准的要求。

④灵活性与可调节性：在系统集成设计中，应该充分考虑电厂运行状态的变化以及烟气特性的多样性，以确保系统的灵活性、可靠性和可操作性，以满足不断变化的负荷、烟气成分和环境要求。

⑤数据监测与智能控制：系统集成设计应充分利用现代信息技术和智能控制手段，建立数据监测与反馈机制。通过实时监测和数据分析，对系统进行优化调节，提高能效和运行稳定性。

⑥运维管理考虑：在系统集成设计中，需要考虑到运维管理的便捷性和可行性。合理布置设备、优化管线布局、设立操作与维护空间等，有利于后期的运维管理工作。

3.2 脱硫除尘系统组成与配置优化

脱硫除尘系统是电厂烟气治理的关键组成部分，其合理的组成和配置对系统的性能和效率具有重要影响。脱硫除尘系统组成与配置的优化是实现系统集成与优化的基础。以下是一些常用的脱硫除尘系统组成与配置优化方法：

①确定脱硫除尘工艺：根据烟气特性和排放要求，选择合适的脱硫除尘工艺。常见的脱硫工艺包括湿法石膏法、海水脱硫法和干法吸附法等，而除尘工艺主要包括布袋除尘器、电除尘器和旋风除尘器等。根据具体情况，结合不同的工艺组合，以达到脱硫除尘效果的最优化。

②优化设备配置：根据烟气流量、成分和温度等参数，合理配置脱硫除尘设备。通过准确计算和模拟，确定各个设备的尺寸、数量和布置方式。确保设备的运行效率和性能指标，同时考虑到系统的安全性和可靠性。

③引入先进技术：结合最新的科学技术和工程实践，引入先进的脱硫除尘技术和设备。例如，采用高效的脱硫剂、

优化吸收塔结构、引入高效过滤材料等。这些先进技术可以提高脱硫除尘效率，减少能源消耗和废物产生。

④考虑系统集成性：在脱硫除尘系统设计中，要考虑到与其他系统的集成性。例如，与锅炉、燃烧系统和废水处理系统等的协同作用，优化整体能效和资源利用效率。确保脱硫除尘系统与电厂其他系统的协调运行，实现最佳整体效益。

⑤考虑运维管理：在脱硫除尘系统的组成与配置优化过程中，需要充分考虑运维管理的因素。合理的设备布局、易于操作和维护的设计，有利于后期的运维工作。同时，考虑到设备的可靠性和维护周期，选择合适的设备和材料，减少运维成本和工作量。

3.3 系统运行参数优化

系统运行参数优化是电厂烟气脱硫除尘系统集成与优化的重要环节，通过调整和优化系统的运行参数，可以提高系统的效率、降低能耗和排放。以下是一些常用的系统运行参数优化方法：

①确定最佳操作条件：根据烟气特性、处理效果和和设备性能，确定最佳的操作条件。例如，确定脱硫剂投加量、喷射液流量、吸收塔温度、除尘器压降等参数，以最大限度地提高脱硫除尘效率和降低运行成本。

②优化循环液配比：对于湿法脱硫系统，循环液配比的优化对系统性能至关重要。通过调整循环液的pH值、循环液与烟气的接触时间和循环液的循环量等参数，实现脱硫效果和循环液利用率的最优化。

③调节烟气温度：烟气温度对于脱硫除尘系统的性能影响较大。通过控制燃烧温度、调整余热回收和加热系统等方式，使烟气温度达到最佳范围，以提高脱硫除尘效率和降低能耗。

④优化吸收塔操作参数：吸收塔是湿法脱硫系统的核心设备，优化其操作参数可以改善脱硫效果和降低能耗。例如，调整吸收塔液位、气液流速和气液分布等参数，以提高脱硫效率和减少压降损失。

⑤控制氧化剂与还原剂配比：在干法脱硫系统中，控制氧化剂（如氧气或空气）与还原剂（如燃料或还原剂添加剂）的配比对系统效果至关重要。通过精确调控氧化剂与还原剂的配比，实现最佳的脱硫效果和能耗控制。

⑥数据监测与反馈控制：建立有效的数据监测系统，实时监测系统运行数据，包括烟气参数、设备状态和效果指标等。通过数据分析与反馈控制，及时调整运行参数，实现系统的动态优化和性能提升。

3.4 系统能耗与效率优化

系统能耗与效率优化是电厂烟气脱硫除尘系统集成与优化的重要内容，旨在降低系统的能耗和提高系统的运行效率。通过优化系统的能源利用、工艺流程和设备设计等方面，可以实现系统的节能降耗和运行效率的提升。以下是一些常

用的系统能耗与效率优化方法:

①能源回收利用:在系统集成设计中,充分利用烟气中的余热和废热,进行能源回收和利用。通过余热回收装置、烟气换热器等设备,将烟气中的热能转化为有用的能源,如热水、蒸汽或电力,提高能源利用效率^[1]。

②设备选型与布局优化:根据电厂烟气的特点和处理要求,选择合适的脱硫除尘设备,并优化设备的布局。合理配置设备的尺寸、数量和位置,以最大程度地提高系统的处理效率,减少能源消耗和压降损失。

③工艺参数调整:通过调整工艺参数,如气液比、液气比、氧化剂配比等,实现系统的最优运行状态。合理控制各个工艺环节的操作参数,使系统在保证脱硫除尘效果的前提下,降低能耗和排放物的生成。

④设备运行优化:对脱硫除尘设备的运行进行优化管理,包括定期维护保养、设备清洁和调整等。确保设备的正常运行和高效性能,避免能源的浪费和不必要的能耗。

⑤自动化与智能化控制:引入自动化控制系统和智能化技术,实现系统的智能优化与调节。通过实时监测、数据分析和反馈控制,对系统的运行状态进行自动调整和优化,提高系统的能效和运行效率。

⑥能耗评估与监测:建立能耗评估与监测体系,定期对系统的能耗进行评估和监测。通过能耗分析,找出能耗高的环节和问题,采取相应的措施进行改进和优化,实现系统能耗的持续降低^[2]。

4 电厂烟气脱硫除尘系统集成与优化案例研究

4.1 背景

该电厂是一座燃煤电厂,为了减少SO₂和颗粒物的排放,采用了湿法石膏法脱硫除尘系统。然而,在运行过程中发现,系统存在能耗较高和脱硫效率不稳定等问题,亟需集成与优化以提高系统性能。

4.2 集成与优化方法

①设备选型与布局优化:经过对电厂烟气特性的详细分析,选择了高效的湿法脱硫塔和静电除尘器作为核心设

备,并优化了设备的布局,以提高处理效率和降低压降损失。

②工艺参数调整:根据烟气成分和温度变化情况,优化了吸收塔的液气比、喷射液流量和循环液配比等参数,实现了脱硫效率和能耗的最佳平衡。③能源回收利用:引入余热回收系统,通过烟气换热器将烟气中的余热转化为有用的能源,用于加热循环液和提供热水,从而减少能源消耗。④自动化与智能化控制:采用先进的自动化控制系统,实时监测并调整各个环节的运行参数,根据烟气特性和系统状态进行智能优化,提高脱硫除尘效率和能源利用效率^[3]。

4.3 效果与成果

经过集成与优化后,该电厂湿法石膏法脱硫除尘系统取得了显著的效果:

①脱硫效率稳定提高到95%以上,满足国家排放标准要求。

②系统能耗降低了20%,通过能源回收利用和工艺优化,实现了节能减排的目标。

③设备运行稳定性增强,降低了维护和运维成本。

这个案例表明,在电厂烟气脱硫除尘系统集成与优化过程中,通过合理的设备选型、工艺参数调整和能源回收利用等方法,能够显著提高系统的性能和效率,同时实现环境保护和经济效益的双赢。

5 结语

本研究系统地分析了电厂烟气脱硫除尘技术,提出了系统集成与优化的方法和措施,并通过案例研究验证了这些措施的有效性。随着环保要求愈发严格,电厂烟气处理将成为必须面对的挑战。本研究的成果将为电厂提供参考建议,帮助它们制定更高效、更环保、更节能的烟气处理方案,从而更好地实现可持续发展。

参考文献

- [1] 徐文胜.某电厂烟气脱硝、脱硫和除尘系统改造的研究[J].山西化工,2019(3).
- [2] 李宏立,胡将军.电厂烟气脱硫除尘一体化试验研究[J].电力环境保护,2003(9):23-25.
- [3] 陈康.电厂中烟气除尘脱硝脱硫的同步应用研究[J].精品,2019(1).