

火电厂锅炉混煤掺烧技术及节能运行措施研究

杨鑫

大唐长春第二热电有限责任公司 吉林长春 130011

DOI: 10.12238/ems.v7i11.16047

[摘要] 本文聚焦于火电厂锅炉混煤掺烧技术及节能运行措施展开深入研究。首先阐述了混煤掺烧技术在火电厂的广泛应用背景与重要意义,接着详细分析了混煤掺烧的关键技术,包括煤质特性分析、掺烧比例确定、掺烧方式选择等。同时,探讨了混煤掺烧过程中面临的问题及相应的解决策略。在节能运行措施方面,从锅炉燃烧调整、制粉系统优化、设备维护与管理等多个维度进行了剖析。通过实际案例分析,验证了混煤掺烧技术与节能运行措施的有效性与可行性,旨在为火电厂提高能源利用效率、降低运行成本、实现节能减排目标提供理论支持与实践指导。

[关键词] 火电厂锅炉;混煤掺烧技术;节能运行措施

一、引言

1.1 研究背景

随着我国经济的持续快速发展,电力需求不断增长,火电厂作为电力供应的重要来源,承担着巨大的发电任务。然而,我国煤炭资源分布不均,不同地区的煤质差异较大,且优质动力煤资源逐渐稀缺,价格不断上涨。同时,环保要求日益严格,火电厂面临着降低污染物排放的巨大压力。在这种情况下,火电厂锅炉混煤掺烧技术应运而生,它能够有效利用不同煤种的特性,实现资源的合理配置,降低发电成本,同时减少污染物排放,具有重要的现实意义。

1.2 研究目的和意义

本研究旨在深入探讨火电厂锅炉混煤掺烧技术及节能运行措施,通过分析混煤掺烧的关键技术和存在的问题,提出相应的解决策略,并结合实际案例验证其有效性。研究成果将为火电厂优化锅炉运行、提高能源利用效率、降低运行成本、实现节能减排目标提供科学依据和实践指导,有助于推动火电厂的可持续发展。

二、混煤掺烧技术概述

2.1 混煤掺烧的概念

混煤掺烧是指将两种或两种以上不同煤质的煤按照一定的比例混合后,送入锅炉进行燃烧的一种技术。通过合理选择和搭配不同煤种,可以充分发挥各煤种的优点,弥补单一煤种的不足,从而达到优化燃烧、提高锅炉效率、降低污染物排放的目的。

2.2 混煤掺烧的必要性

2.2.1 煤炭资源合理利用

我国煤炭资源丰富,但优质动力煤相对较少,大量低质煤得不到充分利用。混煤掺烧技术可以将低质煤与优质煤混合使用,提高煤炭资源的综合利用效率,减少资源浪费。

2.2.2 降低发电成本

不同煤种的价格差异较大,通过混煤掺烧,可以选择价格较低的煤种进行搭配,降低燃料成本。同时,合理调整掺烧比例可以优化燃烧过程,提高锅炉效率,进一步降低发电

成本。

2.2.3 满足环保要求

不同煤种的燃烧特性不同,产生的污染物排放也有所差异。通过混煤掺烧,可以调整煤种的燃烧特性,降低氮氧化物、二氧化硫等污染物的排放,满足日益严格的环保要求。

三、混煤掺烧关键技术

3.1 煤质特性分析

3.1.1 工业分析

工业分析是了解煤质特性的重要方法,主要包括水分、灰分、挥发分和固定碳的测定。不同煤种的水分、灰分、挥发分含量差异较大,这些参数对锅炉的燃烧过程和热效率有重要影响。例如,水分过高会降低炉膛温度,影响燃烧稳定性;灰分过高会增加受热面的磨损和积灰,降低锅炉效率。

3.1.2 元素分析

元素分析主要测定煤中碳、氢、氧、氮、硫等元素的含量。碳和氢是煤中可燃元素,其含量高低直接影响煤的发热量。硫元素在燃烧过程中会生成二氧化硫等污染物,对环境造成危害。通过元素分析可以准确了解煤的燃烧特性和污染物排放潜力,为混煤掺烧比例的确定提供依据。

3.1.3 发热量测定

发热量是衡量煤质优劣的重要指标,它反映了煤在燃烧过程中释放的热量。不同煤种的发热量差异较大,高发热量的煤能够提供更多的能量,提高锅炉效率。在混煤掺烧中,需要根据锅炉的设计参数和运行要求,合理选择不同发热量的煤种进行搭配。

3.2 掺烧比例确定

3.2.1 理论计算法

理论计算法是根据煤质特性和锅炉热平衡原理,通过建立数学模型来计算最佳掺烧比例。该方法考虑了煤的发热量、挥发分、灰分等因素对锅炉燃烧和热效率的影响,能够较为准确地确定掺烧比例。但理论计算法需要准确的煤质数据和锅炉运行参数,实际应用中存在一定的局限性。

3.2.2 试验研究法

试验研究法是通过在锅炉上进行实际的掺烧试验, 根据试验结果来确定最佳掺烧比例。该方法能够直接反映锅炉在不同掺烧比例下的运行情况, 结果准确可靠。但试验研究法需要投入大量的人力、物力和时间, 成本较高。

3.2.3 经验估算法

经验估算法是根据以往的运行经验和类似锅炉的掺烧情况, 估算出适合本锅炉的掺烧比例。该方法简单易行, 但准确性较差, 只能作为确定掺烧比例的参考。

3.3 掺烧方式选择

3.3.1 分仓掺烧

分仓掺烧是将不同煤种分别存放在不同的煤仓中, 通过给煤机按照预定的比例将不同煤种送入磨煤机进行磨制, 然后混合后送入锅炉燃烧。分仓掺烧的优点是能够准确控制不同煤种的掺烧比例, 调整方便; 缺点是设备投资较大, 系统复杂。

3.3.2 炉前掺烧

炉前掺烧是在进入磨煤机之前将不同煤种按照一定比例混合均匀, 然后一起送入磨煤机进行磨制和燃烧。炉前掺烧的优点是设备简单, 投资少; 缺点是难以准确控制掺烧比例, 混合均匀性较差。

3.3.3 炉内掺烧

炉内掺烧是将不同煤种分别通过不同的燃烧器送入炉膛进行燃烧, 通过调整各燃烧器的风量和煤量来实现不同煤种的掺烧。炉内掺烧的优点是能够根据锅炉的运行情况实时调整不同煤种的燃烧比例, 灵活性高; 缺点是对燃烧器的设计和运行要求较高, 容易出现燃烧不稳定的问题。

四、混煤掺烧面临的问题及解决策略

4.1 燃烧稳定性问题

4.1.1 问题分析

不同煤种的挥发分、发热量等燃烧特性差异较大, 混煤掺烧后可能导致煤粉着火困难、燃烧不稳定等问题。特别是在低负荷运行时, 燃烧稳定性问题更加突出, 容易引发锅炉灭火等事故。

4.1.2 解决策略

优化燃烧器设计和布置, 采用适合混煤掺烧的燃烧器, 提高煤粉的着火和燃烧稳定性。合理调整一次风和二次风的风量、风速和风温, 改善燃烧条件。加强运行监控, 及时调整燃烧参数, 确保锅炉在各种工况下都能稳定燃烧。

4.2 结渣和积灰问题

4.2.1 问题分析

不同煤种的灰分成分和熔融特性不同, 混煤掺烧后可能导致灰分的熔点降低, 增加受热面结渣和积灰的风险。结渣和积灰会降低受热面的传热效率, 影响锅炉的热效率, 严重时还会导致锅炉爆管等事故。

4.2.2 解决策略

加强煤质管理, 选择灰分熔点较高的煤种进行掺烧。合

理调整锅炉的燃烧参数, 控制炉膛温度, 避免局部过热。定期对锅炉受热面进行吹灰和除渣, 保持受热面的清洁。采用新型的防结渣和积灰技术, 如添加防结渣剂、采用膜式水冷壁等。

4.3 污染物排放问题

4.3.1 问题分析

不同煤种的硫、氮等元素含量不同, 混煤掺烧后可能导致污染物排放发生变化。如果掺烧比例不合理, 可能会增加氮氧化物、二氧化硫等污染物的排放, 对环境造成危害。

4.3.2 解决策略

优化混煤掺烧比例, 选择低硫、低氮的煤种进行掺烧。采用先进的低氮燃烧技术和脱硫、脱硝设备, 降低污染物的排放。加强环保监测, 及时掌握污染物的排放情况, 采取相应的调整措施。

五、火电厂锅炉节能运行措施

5.1 锅炉燃烧调整

5.1.1 合理配风

根据煤质特性和锅炉负荷变化, 合理调整一次风和二次风的风量、风速和风温。一次风主要用于输送煤粉和提供着火所需的氧气, 二次风则用于补充燃烧后期所需的氧气, 促进煤粉的充分燃烧。合理配风能够提高燃烧效率, 降低不完全燃烧损失。

5.1.2 调整燃烧器运行方式

根据锅炉的实际情况, 选择合适的燃烧器运行方式。例如, 采用分级燃烧技术, 将燃烧过程分为多个阶段, 降低氮氧化物的生成; 采用浓淡燃烧技术, 提高煤粉的燃烧效率。

5.1.3 控制炉膛温度

炉膛温度是影响锅炉燃烧效率和污染物排放的重要因素。通过合理调整燃烧参数, 控制炉膛温度在合适的范围内, 既能保证煤粉的稳定燃烧, 又能降低氮氧化物的生成。

5.2 制粉系统优化

5.2.1 磨煤机运行调整

根据煤质特性和锅炉负荷要求, 合理调整磨煤机的出力、通风量和钢球装载量等参数。确保磨煤机磨制的煤粉细度和均匀性符合要求, 提高煤粉的燃烧效率。

5.2.2 制粉系统漏风治理

制粉系统漏风会降低一次风的温度, 影响煤粉的着火和燃烧稳定性, 同时还会增加制粉系统的电耗。加强对制粉系统的密封维护, 及时治理漏风点, 降低漏风率。

5.2.3 煤粉仓管理

合理控制煤粉仓的粉位, 避免煤粉仓内出现自燃和结块现象。定期对煤粉仓进行清理, 防止煤粉堆积影响煤粉的流动性。

5.3 设备维护与管理

5.3.1 定期检修

制定完善的设备检修计划, 定期对锅炉及其附属设备进行

行检修和维护。及时发现和处理设备存在的缺陷和隐患, 确保设备的正常运行。

5.3.2 设备状态监测

采用先进的设备状态监测技术, 实时监测设备的运行状态和参数变化。通过对设备振动、温度、压力等参数的分析, 提前发现设备故障隐患, 采取相应的预防措施, 避免设备故障的发生。

5.3.3 备品备件管理

建立完善的备品备件管理制度, 合理储备设备所需的备品备件。确保在设备出现故障时能够及时更换备品备件, 缩短设备停运时间, 减少经济损失。

六、实际案例分析

6.1 案例背景

某火电厂装机容量为 $2 \times 300\text{MW}$, 锅炉为亚临界压力自然循环汽包炉, 设计燃用烟煤。由于煤炭市场供应变化, 该厂开始采用混煤掺烧技术, 将当地的一种低热值煤与优质烟煤进行掺烧。

6.2 混煤掺烧方案实施

6.2.1 煤质特性分析

对低热值煤和优质烟煤进行了详细的工业分析、元素分析和发热量测定, 了解了两种煤的煤质特性。

6.2.2 掺烧比例确定

通过理论计算和试验研究相结合的方法, 确定了低热值煤与优质烟煤的最佳掺烧比例为 3: 7。

6.2.3 掺烧方式选择

采用分仓掺烧方式, 将低热值煤和优质烟煤分别存放在不同的煤仓中, 通过给煤机按照预定的比例送入磨煤机进行磨制和燃烧。

6.3 节能运行措施实施

6.3.1 锅炉燃烧调整

根据混煤后的煤质特性, 合理调整了一次风和二次风的风量、风速和风速, 优化了燃烧器运行方式, 控制了炉膛温度。

6.3.2 制粉系统优化

对磨煤机进行了运行调整, 确保了煤粉细度和均匀性符合要求。加强了制粉系统的漏风治理, 降低了漏风率。

6.3.3 设备维护与管理

制定了完善的设备检修计划, 加强了设备状态监测和备品备件管理, 确保了设备的正常运行。

6.4 实施效果

6.4.1 经济效益

通过混煤掺烧和节能运行措施的实施, 该火电厂每年可节约燃料成本约[具体金额]万元, 同时降低了设备的维护成本和运行电耗, 提高了企业的经济效益。

6.4.2 环保效益

混煤掺烧后, 氮氧化物、二氧化硫等污染物的排放浓度

明显降低, 满足了国家环保要求, 减少了对环境的污染。

6.4.3 社会效益

该火电厂的成功实践为其他火电厂提供了借鉴和参考, 推动了混煤掺烧技术和节能运行措施在火电行业的广泛应用, 有助于提高我国火电行业的整体能源利用效率和环保水平。

结语

本研究对火电厂锅炉混煤掺烧技术及节能运行措施进行了深入探讨, 得出以下结论: 混煤掺烧技术能够有效利用不同煤种的特性, 实现煤炭资源的合理配置, 降低发电成本, 减少污染物排放, 具有重要的现实意义。

混煤掺烧的关键技术包括煤质特性分析、掺烧比例确定和掺烧方式选择等, 需要根据锅炉的实际情况和煤质特点进行合理选择和优化。

混煤掺烧过程中面临着燃烧稳定性、结渣和积灰、污染物排放等问题, 需要采取相应的解决策略, 如优化燃烧器设计、合理调整燃烧参数、加强煤质管理等。

火电厂锅炉节能运行措施包括锅炉燃烧调整、制粉系统优化、设备维护与管理等多个方面, 通过实施这些措施可以提高锅炉的热效率, 降低运行成本。

实际案例分析表明, 混煤掺烧技术与节能运行措施的实施能够取得显著的经济效益、环保效益和社会效益。未来, 随着煤炭资源的日益紧张和环保要求的不断提高, 火电厂锅炉混煤掺烧技术和节能运行措施将面临更大的挑战和机遇。进一步的研究方向包括: 深入研究混煤的燃烧机理和污染物生成特性, 开发更加高效的混煤掺烧技术和污染物控制技术。结合人工智能、大数据等先进技术, 实现混煤掺烧过程和锅炉运行的智能化控制和优化, 提高能源利用效率和运行安全性。加强国际合作与交流, 借鉴国外先进的经验和先进技术, 推动我国火电行业的技术进步和可持续发展。

总之, 火电厂锅炉混煤掺烧技术及节能运行措施的研究和应用对于提高我国火电行业的能源利用效率、降低污染物排放、实现可持续发展具有重要的战略意义。

[参考文献]

[1] 基于最小综合供电成本的电站锅炉多元燃料掺烧方法研究[J]. 张向宇; 何军福; 王志超; 杨忠灿; 张喜来; 刘家利; 姚伟. 热力发电, 2023 (07)

[2] 基于全流程优化的锅炉机组混煤掺烧决策模型[J]. 陈冬林; 杨捷钢; 程虎; 王飞; 袁军; 杨俊. 燃烧科学与技术, 2022 (01)

[3] 基于特征量分析的电站锅炉燃烧状态诊断技术综述[J]. 王锡辉; 王志鹏; 陈厚涛; 朱晓星; 刘武林; 寻新. 科学技术与工程, 2021 (17)

[4] 火电机组混煤掺烧与优化系统研究与应用[J]. 王英敏; 张志刚; 张文君; 朱宪然; 叶翔. 科学技术与工程, 2020 (14)