

循环流化床锅炉结焦原因分析及预防措施

刘敬奇

国能亿利电厂 内蒙古 鄂尔多斯 014300

摘要: 本文全面分析循环流化床锅炉在能源行业的重要性及其结焦问题产生的原因,包括燃料供给不均、操作不当和设计与清洁缺陷等。提出多项针对性的预防措施,涵盖燃料选择与供给控制、锅炉操作优化与调整、定期检修与清洁维护等方面。结合实际工程案例,评估预防措施的有效性,并探讨循环流化床锅炉结焦问题的优化与改进方向,强调技术设备更新、运行管理完善和设计运行模式创新的重要性。

关键词: 循环流化床锅炉; 结焦原因; 预防措施

1 循环流化床锅炉在能源行业中的重要性

循环流化床锅炉在能源行业中占据着举足轻重的地位,它不仅是现代能源转换技术的杰出代表,也是推动绿色、低碳能源发展的重要力量。随着全球能源需求的不断增长和环保要求的日益严格,传统的燃烧方式已经难以满足高效、清洁的生产需求。循环流化床锅炉凭借其独特的燃烧技术和优异的环保性能,成为能源行业中不可或缺的重要设备。循环流化床锅炉通过高温空气流化床内的燃料颗粒,实现燃料的充分燃烧和高效利用。它不仅能够燃烧多种燃料,包括高硫煤、低挥发分煤以及生物质等,有效拓宽了燃料来源,缓解能源供应压力;而且其高效的脱硫脱硝技术,使得污染物排放大幅降低,满足日益严格的环保法规要求。此外,循环流化床锅炉还具有良好的负荷调节能力和运行稳定性,能够灵活应对能源需求的波动,确保能源供应的安全可靠。在电力行业中,循环流化床锅炉被广泛应用于发电厂的蒸汽生产,为电网提供稳定可靠的电力供应;在化工、冶金等行业中,它也发挥着重要作用,为生产工艺提供必要的热能支持。可以说,循环流化床锅炉的广泛应用,不仅提高了能源利用效率,促进了经济的可持续发展,也为环境保护和生态文明建设作出了积极贡献^[1]。在未来,随着技术的不断进步和能源结构的持续优化,循环流化床锅炉必将在能源行业中发挥更加重要的作用,为人类的可持续发展贡献力量。

2 循环流化床锅炉结焦产生原因分析

2.1 燃烧过程中燃料和空气供给不均导致的结焦产生

在循环流化床锅炉的燃烧过程中,燃料和空气的均匀供给对于维持良好的燃烧状态至关重要。当燃料和空气的供给出现不均时,便容易引发结焦问题。具体表现为:一方面,若某区域燃料过多而空气不足,将导致燃料燃烧不完全,产生大量未燃尽的碳粒。这些碳粒在高

温环境下易粘附于锅炉受热面,并逐渐累积形成结焦。另一方面,若空气量过大,可能使燃烧区域温度降低,影响燃烧效率,同时过量的空气也会带走部分热量,增加能耗。另外,燃料颗粒的大小和分布也会影响燃烧均匀性,大颗粒燃料易在炉内沉积,形成局部高温区,加速结焦过程。

2.2 锅炉操作不当引发的结焦问题

锅炉操作人员的专业技能和责任心对防止结焦问题具有重要影响;操作不当主要体现在以下几个方面:首先,风量、风压和床温等关键参数的控制不当,如风量不足导致燃烧不充分,床温过高加速灰渣软化和粘附等,均可能引发结焦。其次,操作人员对燃料特性和锅炉运行状态的判断失误,如未能根据燃料灰熔点高低及时调整燃烧策略,也容易导致结焦问题。操作人员的应急处理能力和心理素质也是影响结焦事故处理效果的关键因素。在紧急情况下,若操作人员不能迅速、准确地采取措施,可能使结焦问题进一步恶化。

2.3 锅炉设计和清洁不到位带来的结焦堵塞

不合理的炉膛结构、布风装置设计以及受热面布置都可能导致流化不均、燃烧效率下降和结焦加剧。例如,炉膛几何形状不合理可能影响气固两相流的分布,使部分区域出现燃料堆积和高温;布风装置设计不当则可能导致风量分配不均,进一步加剧燃烧不均匀现象。此外,锅炉清洁工作的不到位也是导致结焦堵塞的重要原因^[2]。长期运行后,锅炉受热面上会附着大量灰渣和结焦物,如不及时清理,将形成厚厚的结焦层,不仅影响锅炉热效率,还可能引发更严重的结焦堵塞问题。因此,定期、彻底的清洁维护工作对于预防结焦堵塞具有重要意义。

3 循环流化床锅炉结焦预防措施

3.1 燃料选择和供给控制

为了预防循环流化床锅炉结焦问题,首先需要严格控制燃料的选择和供给。在选择燃料时,应优先考虑灰熔点高、灰分含量适中且燃烧特性稳定的燃料种类,以减少结焦倾向。对于易结焦的燃料,应通过预处理措施降低其结焦风险,如掺烧其他不易结焦的燃料、进行洗选以降低灰分等。同时,还应建立严格的燃料入厂检验制度,确保燃料质量符合锅炉运行要求。在燃料供给方面,应确保燃料颗粒度分布均匀,避免大颗粒燃料在炉内沉积形成局部高温区。通过采用科学的方法和先进的设备对燃料进行筛分和破碎,确保燃料颗粒度符合设计要求;还应合理控制燃料供给量,避免过量或不足导致的燃烧不均匀问题。在锅炉运行过程中,应根据燃料特性和锅炉负荷变化及时调整燃料供给量,保持炉膛内燃烧的稳定性及均匀性。

3.2 锅炉操作优化和调整

锅炉操作的优化和调整是预防结焦问题的重要手段之一。(1)加强操作人员的培训和管理,提高其专业技能和责任心,确保能够熟练掌握锅炉操作规程和应急处理流程。(2)建立完善的锅炉运行监控系统,实时监测风量、风压、床温等关键参数的变化情况,并根据监测结果及时调整运行参数,避免燃烧不均匀和局部高温现象的发生。(3)在锅炉操作过程中,还应特别注意风量、风压和床温的控制。风量的调节应根据燃料特性和锅炉负荷变化进行调整,保持燃烧充分且不过量;风压的稳定则有助于维持炉膛内气流的均匀分布;床温的控制应在适宜范围内波动,避免过高或过低导致的结焦问题。应定期对锅炉进行巡检和测试,及时发现并处理潜在的安全隐患和故障问题。

3.3 定期检修和清洁维护

通过定期对锅炉进行全面、细致的检修和清洁工作,可以及时发现并清除附着在锅炉受热面上的灰渣和结焦物,保持锅炉受热面的清洁和光滑,降低结焦风险。在检修过程中,应重点检查锅炉的布风装置、气固物料分离器、固体物料再循环系统等关键部件的磨损和堵塞情况,及时更换磨损严重的部件和清理堵塞的灰渣。同时,还应对锅炉受热面进行彻底清洁和维护,采用高压水枪、铲刀等工具清除附着在受热面上的顽固结焦物,并检查受热面是否存在磨损和腐蚀等缺陷问题^[3]。在清洁维护过程中,还应建立完善的清洁维护档案记录每次清洁维护的情况和效果为后续的锅炉运行管理和维护提供数据支持和参考依据。此外还应加强对清洁维护工作的监督和管理确保清洁维护工作符合规范要求并达到预期效果。

4 循环流化床锅炉结焦预防措施的实际应用

4.1 实际工程中结焦产生分析与预防措施实施情况

在实际工程中,针对循环流化床锅炉结焦问题,进行详细的焦产生分析。通过监测锅炉运行数据、检查燃料特性和锅炉设备状态,识别出结焦产生的主要原因,如燃料颗粒度不均、风量控制不当、受热面清洁不及时等。根据分析结果,有针对性地实施了预防措施。包括优化燃料选择和供给控制,确保燃料质量稳定和供给均匀;调整锅炉操作参数,如风量、风压和床温,以维持燃烧稳定性和均匀性;加强定期检修和清洁维护工作,及时清除受热面上的灰渣和结焦物。

4.2 预防措施的有效性评估

为了评估预防措施的有效性,采取了一系列评估手段;通过对比实施预防措施前后的锅炉运行数据,发现锅炉的燃烧效率显著提升,燃料消耗量减少,同时烟气中污染物排放也明显降低;通过对锅炉受热面的检查,发现结焦现象得到明显改善,受热面表面更加光滑清洁,减少了因结焦导致的热阻增加和能量损失。此外,还收集了操作人员的反馈意见,他们普遍表示锅炉的运行稳定性和可靠性得到了提升,减少了因结焦导致的停炉维修时间和成本。

4.3 应用效果

通过在实际工程中应用循环流化床锅炉结焦预防措施,取得了显著的应用效果。首先,锅炉的运行效率和环保性能得到了显著提升,满足企业节能减排和可持续发展的需求。其次,锅炉的维护成本和停机时间大幅降低,提高了企业的经济效益和市场竞争能力。此外,预防措施的实施还提高了操作人员的专业技能和责任心,促进了企业的安全生产管理和技术进步。

5 循环流化床锅炉结焦问题的优化与改进

5.1 技术手段与设备的持续优化

在循环流化床锅炉结焦问题的持续优化过程中,技术手段与设备的更新升级扮演着至关重要的角色。针对燃料预处理环节,积极引入先进的工艺和设备,不仅升级了燃料干燥系统,确保燃料在进入锅炉前已达到适宜的水分含量,避免燃烧过程中因水分蒸发吸热导致的温度波动和结焦倾向;也优化了筛分与破碎设备,通过精细的粒度分级和破碎处理,使燃料颗粒更加均匀,减少大颗粒燃料在炉内沉积形成局部高温区的可能性,从而有效降低了结焦风险。在控制系统方面,研发并成功应用了智能控制平台,该平台集成先进的算法和模型,能够实时分析锅炉运行数据,并根据燃料特性、负荷变化等因素自动调节风量、风压、床温等关键参数,使燃烧

过程更加精准、高效^[4]。通过智能控制,不仅减少因人为操作不当导致的燃烧不均匀问题,还显著提高锅炉的响应速度和稳定性,确保燃烧过程始终处于最佳状态,降低结焦发生的概率。为了进一步提升锅炉的安全性和可靠性,还加强了锅炉内部的监测与诊断系统建设。通过在炉膛内部、受热面等关键部位安装高精度传感器,结合先进的数据分析技术,实现了对锅炉运行状态的实时监测和预警。一旦发现炉内温度异常、压力波动等可能引发结焦的迹象,系统能够立即发出警报,并给出相应的处理建议,为操作人员提供宝贵的决策支持。重视锅炉关键设备的定期更新与维护工作。布风装置、气固分离器等设备作为锅炉的核心部件,其性能稳定性直接关系到燃烧效率和结焦问题。因此,我们制定了严格的设备维护计划,并配备了专业的维护团队,定期对这些关键设备进行检查、维修和更换,确保其始终处于良好的工作状态。通过这些措施的实施,不仅延长了锅炉的使用寿命,还显著降低了因设备老化导致的结焦现象。

5.2 运行管理与操作流程的完善

在应对循环流化床锅炉结焦问题的挑战中,运行管理与操作流程的完善不仅是基础保障,更是预防与应对策略的关键环节。为了确保锅炉安全、高效地运行,我们首先致力于建立健全的运行管理制度体系。这一体系不仅详细规定了操作人员的具体职责与任务,还明确了各项操作的标准流程和安全规范,确保每一位操作人员都能清晰地认识到自己的职责所在,并严格遵循操作规程执行每一项任务。为了提升操作人员的专业素养和应急能力,加大对操作人员的培训与教育力度。通过定期组织专业技能培训,结合最新的锅炉技术和操作规程,使操作人员能够掌握先进的操作技能和知识,不断提升自身的业务水平;通过模拟演练、案例分析等实践教学方式,让操作人员亲身体验和应对各种紧急情况,培养他们的安全意识和应对能力。这种理论与实践相结合的培训方式,不仅提高操作人员的专业素养,还增强他们的责任感和使命感。通过对操作流程的细致梳理和合理调整,明确了各个操作步骤的先后顺序和注意事项,确保操作人员能够按照规范、有序地完成各项操作。同

时,建立严格的巡检与记录制度,要求操作人员定期对锅炉的运行状态和设备性能进行检查和记录。通过巡检与记录制度的实施,我们可以及时发现和处理潜在的问题,避免问题扩大化、复杂化,从而有效降低结焦等问题的发生概率。

5.3 锅炉设计及运行模式的改进

锅炉设计与运行模式的改进是从根本上解决结焦问题的关键。在锅炉设计方面,应注重结构优化和材料选择。通过优化炉膛几何形状、改进布风装置设计等措施,提高气固两相流的均匀性和燃烧效率。选用耐高温、耐腐蚀的材料制作锅炉受热面,延长其使用寿命并减少结焦倾向。在运行模式方面,探索并应用更加灵活多样的燃烧策略。例如,根据不同燃料特性和锅炉负荷变化调整燃烧方式、风量配比等参数;采用分段燃烧技术减少局部高温区;实施在线清灰系统以减少受热面上的积灰和结焦。这些改进措施将有助于提高循环流化床锅炉的运行稳定性和可靠性,降低结焦风险。

结束语

通过深入研究与探讨,不仅揭示了循环流化床锅炉结焦问题的成因及预防对策,还为其在能源行业的高效、稳定运行提供理论依据和实践指导。展望未来,随着科技的不断进步和创新应用的深入推广,循环流化床锅炉的性能将得到进一步优化和提升,其在绿色、低碳能源发展中将发挥更加重要的作用,为推动可持续发展和环境保护作出新的更大贡献。

参考文献

- [1]宋启飞.循环流化床锅炉结焦原因、处理对策及防护措施[J].化工设计通讯,2019,44(09):143.
- [2]罗士龙.循环流化床锅炉结焦的原因分析及措施[J].化工设计通讯,2018,44(08):16-17.
- [3]孙崇海.循环流化床锅炉结焦原因分析及措施[J].化工设计通讯,2020,44(07):108-109.
- [4]焦战鹏.循环流化床锅炉结焦原因分析及预防措施[J].当代化工研究,2020(3):23-24.DOI:10.3969/j.issn.1672-8114.2020.03.007.