

Research on Control and Management Measures for Long-term Stable Operation of Circulating Fluidized Bed Boilers

Yongxiong Tian

National Energy Group Dianta Power Plant, Shenmu, Shaanxi, 719300, China

Abstract

This study investigates the management measures for the long-term stable operation of circulating fluidized bed (CFB) boilers. By analyzing the working principles and characteristics of CFB boilers, the importance of their long-term stable operation is elaborated. The key factors affecting the long-term stable operation of CFB boilers are discussed in detail, including fuel quality, control of operating parameters, equipment wear, and corrosion leakage. Based on this, targeted management and control measures are proposed, including daily maintenance, regular inspections, and hazard diagnosis and treatment. Finally, through case analysis, the effectiveness of the proposed measures is verified. The research results indicate that scientific and reasonable management and control measures are of great significance for improving the operational stability of CFB boilers and extending the service life of the equipment.

Keywords

Circulating fluidized bed boiler; Long-term operation; Control and management

循环流化床锅炉长周期稳定运行控制治理措施研究

田永雄

国家能源集团店塔电厂, 中国·陕西 神木 719300

摘要

针对循环流化床锅炉长周期稳定运行的治理措施进行研究。通过分析循环流化床锅炉的工作原理和特点, 阐述了其长周期稳定运行的重要性。详细探讨了影响循环流化床锅炉长周期稳定运行的关键因素, 包括燃料质量、运行参数控制、设备磨损与腐蚀渗漏等。在此基础上, 提出了针对性的治理管控措施, 包括日常维护、定期检修、隐患诊断与处理等。最后, 通过案例分析, 验证了所提出措施的有效性。研究表明, 科学合理的管控治理措施对提高循环流化床锅炉的运行稳定性和延长设备使用寿命具有重要意义。

关键词

循环流化床锅炉; 长周期运行; 管控治理

1 引言

循环流化床锅炉作为一种高效、清洁的燃烧技术, 在电力、化工等行业得到广泛应用。其独特的燃烧方式和优越的环保性能使其成为当前能源利用领域的重要设备。然而, 循环流化床锅炉在长期运行过程中面临着诸多挑战, 如设备磨损、微正压导致的漏风漏灰、结焦、效率下降等问题, 这些问题严重影响了锅炉的长周期稳定运行。因此, 探讨循环流化床锅炉治理措施, 对于提高其运行可靠性、延长使用寿命具有重要意义。

本研究旨在深入分析影响循环流化床锅炉长周期稳定运行的关键因素, 并提出相应的治理策略。通过系统性的研究和实践验证, 为循环流化床锅炉的运维管理提供理论指导

【作者简介】田永雄(1982-), 男, 中国陕西榆林人, 本科, 工程师, 从事循环流化床锅炉长周期稳定运行研究。

和实践参考, 从而促进该技术的进一步发展和应用。

2 循环流化床锅炉的工作原理及特点

循环流化床锅炉是一种采用流态化燃烧技术的锅炉设备。其工作原理是将燃料和床料在流化床中混合燃烧, 高温烟气携带固体颗粒进入分离器, 分离后的颗粒通过返料器重新回到燃烧室, 形成循环燃烧过程。这种独特的燃烧方式使得循环流化床锅炉具有燃料适应性广、燃烧效率高、污染物排放低等优点。

循环流化床锅炉的主要特点包括: 首先, 它能够燃烧各种低热值燃料, 如煤矸石、生物质等, 具有很好的燃料灵活性; 其次, 由于其低温燃烧特性, 可以有效抑制氮氧化物的生成, 同时通过添加石灰石等脱硫剂, 能够实现炉内脱硫, 大大降低污染物排放; 再次, 循环流化床锅炉蓄热能力强, 具有良好的负荷调节性能, 能够在较宽的负荷范围内稳定运行。[1] 这些特点使得循环流化床锅炉在能源利用和环

境保护方面具有显著优势,成为当前清洁煤技术的重要组成部分。

3 循环流化床锅炉长周期稳定运行的重要性

循环流化床锅炉的长周期稳定运行对于提高能源利用效率、降低运行成本、确保生产安全具有重要意义。首先,长周期稳定运行可以有效提高锅炉的热效率,减少能源浪费,从而降低企业的运营成本。其次,稳定的运行状态有利于保持锅炉的环保性能,确保污染物排放持续达标,满足日益严格的环保要求。此外,长周期运行还可以减少因频繁启停造成的设备损耗,延长锅炉的使用寿命。

然而,循环流化床锅炉在长期运行过程中面临着诸多挑战。例如,高温高压的工作环境容易导致设备材料的疲劳和老化;燃料中的杂质和灰分可能引起受热面磨损和结焦;微正压的燃烧环境使得锅炉本体容易出现漏风漏灰加剧磨损,复杂的流动和燃烧过程可能导致局部过热或燃烧不稳定等问题。这些因素都可能影响锅炉的长期稳定运行,甚至引发安全事故。因此,采取有效的检修维护措施,对于确保循环流化床锅炉的长周期稳定运行至关重要。

4 影响循环流化床锅炉长周期稳定运行的关键因素

燃料质量是影响循环流化床锅炉长周期稳定运行的首要因素。燃料的热值、灰分含量、粒度分布等特性直接影响锅炉的燃烧效率和运行稳定性。低热值燃料可能导致燃烧不稳定,而高灰分燃料则容易引起受热面磨损和结焦。因此,严格控制燃料质量,合理配比不同特性的燃料,是确保锅炉稳定运行的基础。

运行参数的控制是另一个关键因素。床温、床压、氧量等参数的波动会直接影响燃烧效率和污染物排放。例如,床温过高可能导致结焦,而过低则可能引起燃烧不完全。因此,需要精确控制这些参数,保持其在最佳范围内。此外,风量配比、循环倍率等参数也需要根据负荷变化及时调整,以维持锅炉的稳定运行。

设备磨损与腐蚀是影响循环流化床锅炉长周期运行的常见问题。高速流动的床料和烟气会对受热面、耐火材料等造成磨损,而燃料中的硫分等腐蚀性成分则可能导致设备腐蚀。^[2] 这些问题如果不及时处理,可能导致设备失效,严重影响锅炉的安全运行。锅炉设备整体密封效果差,大面积漏风漏灰导致部分漏点区域形成正压或者负压状态,加剧磨损。因此,定期检查设备磨损和腐蚀渗漏情况,采取有效的防护措施,是确保锅炉长周期运行的重要环节。

各种金属管材、各种焊接部位的定期监督检查检测分析,对设备管材劣化趋势的及时掌握和干预可以将隐患及时扼杀在萌芽状态,对设备长周期稳定运行十分关键。

5 循环流化床锅炉的治理维护措施

为确保循环流化床锅炉的长周期稳定运行,需要实施全面的检修维护策略。日常维护是基础,包括定期检查锅炉各系统的运行状态,如风机、水泵、阀门等设备的运转情况;监控关键参数,如床温、床压、氧量、管壁温度等,及时发现异常;保持锅炉房清洁,对各区域漏风、漏灰及时排查处理减少局部磨损。此外,还应建立完善的运行记录,为故障分析和预防提供数据支持。

定期检修是保证锅炉长期稳定运行的关键。这包括每年至少一次的全面停炉检修,对锅炉各部件进行详细检查和维修。重点检查项目包括:受热面的防磨防爆和腐蚀情况,耐火材料的完整性,分离器和返料器的磨损情况,各受热面管排与鳍片的金属应力与金属裂纹以及各辅机的运行状态。根据检查结果,及时更换或修复损坏部件,及时消除应力及金属裂纹,必要时进行技术改造以提高设备可靠性。

故障诊断与处理是检修维护工作的重要环节。建立完善的故障诊断系统,利用先进的监测技术和数据分析方法,可以早期发现潜在问题,避免故障扩大。对于常见故障,如结焦、磨损、泄漏等,应制定详细的处理预案,确保故障发生时能够快速有效地解决。同时,应定期对运行和检修人员进行培训,提高其故障诊断和处理能力,确保检修维护工作的质量和效率。

6 案例分析

某电厂 135MW 循环流化床锅炉,该锅炉在运行初期曾频繁出现受热面磨损、金属应力裂纹,炉本体及尾部受热面漏风漏灰严重,布风板硫化效果差,分离器效率下降等问题,导致非计划停炉次数较多,影响了电厂的经济效益。针对这些问题,电厂采取了一系列治理维护措施:

①优化燃料配比,控制入炉煤的粒度和灰分含量;入炉煤颗粒直径由原 20mm 降低 6~8mm,使炉内燃烧更充分。

②优化配风,降低一次风量,降低床压,一次风量由原 150000 立方米降低至 140000 立方米以下,根据负荷情况及时调整,确保接近最低硫化风量运行。

③严控金属管壁超温,控制炉蒸汽过热度接近设计值,提高蒸汽参数,严格管控喷水减温,确保设备管材在设计温度范围运行。

④加强运行参数监控,控制启停炉温度及各参数,停炉过程严格按参数停炉,确保锅炉降温均匀减小因强制通风快速冷却造成金属应力裂纹及氧化皮的产生。启炉严格控制升温速率,避免管屏过热变形。摸索建立了完整的不同工况下的运行启停运行模式。

⑤专人跟踪受热面运行吹灰,杜绝因吹灰器故障长期吹扫损坏受热面管子。调整吹灰蒸汽疏水时间,确保吹灰过程不带水。

⑥对局部更换的耐火可塑料,施工后根据检修面积大小(单个部位维修面积大于6平方,整个维修面积大于18平方以上)需要进行低温烘烤,根据厂家提供的升温方案使用锅炉油枪点火进行一定时间的低温烘烤,以期实现耐火材料的理化性能,避免启炉温升过快导致新耐火材料突然爆裂脱落。

⑦检修定修深度排查治理重点方向如下:

第一,每个受热面区域进行详细检查记录,磨损情况、管壁厚度、缺陷情况、喷涂情况、浇注料情况及其他缺陷进行详细记录,建立防磨台账,对比历次检修磨损率及换管量,掌握防磨机理开展针对性治理。

第二,深度排查漏风漏灰,停炉后防磨防爆检查对浇注料接缝,受热面鳞片逐层排查,对可能产生漏风漏灰区域主动堵漏治理,减少漏风吹损。

第三,扩大金属监督范围,对易发生裂纹的区域,如管座,联通导气管,取样管、异种钢焊口等接口位置按照导则排查抽检。

第四,主动防磨,在易磨损部位按照不同区域磨损情况划分方格加装防磨片有效减缓了水冷壁密顶区域贴壁流及迎风面吹损。根据每次管壁测厚情况,对密顶易吹损区域管排表面进行合金耐磨涂,增加磨损涂层,减缓管壁磨损减薄速率。

第五,对脱落耐火浇注料增加保温爪钉数量,并编织钢筋网提高耐火材料粘合力及固化强度。

第六,对长期存在应力变形的受热面,利用停机检修机会,逐项检查,测量蠕胀,测厚,着色或者磁粉检测裂纹应力集中部位,对发现应力裂纹及时处理。

第七,对炉内及炉外受热面管排支吊架系统进行全面排查,对长期震动晃动或者失衡失载支吊架进行修复,确保管道膨胀正常,管道应力得到充分释放。

第八,严格管控受热面换管洁净化管理,管口焊接前严格按照要求进行吹扫内窥检查,并进行及时封堵,严格管口避免杂物进入。

第九,各类受热面管材使用前严格按照要求进行外观检查,光谱及硬度材质检查确认,确保使用管材合格。

第十,严格把控焊接工艺,焊材使用前严格进行光谱检查确认,预热烘干等,避免用错材质。

第十一,焊接过程严格控制焊口余高不超1mm,所有受热面鳞片焊接必须使用氩弧焊接,并进行100%打磨检测。

第十二,通过纳米陶瓷防腐喷涂,对尾部烟道空预器冷端腐蚀情况进行有效治理,有效减少空预器漏风量,提高换热效率,减少热损失及布袋使用寿命。

第十三,辅机系统也要进行同步检查,特别是风机振动情况,油质情况,轴承磨损情况,冷却水系统换热情况等。

通过调整治理,该锅炉的运行状况显著改善。统计数据 displays,锅炉的年运行时间从原来的6000小时提高到7500小时以上,非计划停炉次数减少了60%,锅炉运行周期由不足150天连续抢修到可以稳定运行250天以上。同时,锅炉的环保性能也得到了提升,SO₂和NO_x排放浓度分别降低了15%和20%。锅炉受热面漏风漏灰得到有效治理,现场文明生产环境大面积改善。[3]检修次数减少,设备可靠性提高,检修费用降低,机组盈利能力显著提升。工人幸福指数得到提升。这个案例充分说明了科学合理的运行检修维护措施对提高循环流化床锅炉运行稳定性和经济性的重要作用。

7 结论

本研究通过对循环流化床锅炉长周期稳定运行的治理措施进行深入探讨,得出以下结论:

循环流化床锅炉的长周期稳定运行对于提高能源利用效率、降低运行成本、确保生产安全具有重要意义。

燃料质量、运行参数控制、设备磨损与腐蚀是影响循环流化床锅炉长周期稳定运行的关键因素,需要重点关注和管理。

实施全面的检修维护策略,包括日常维护、定期检修、故障诊断与处理等措施,可以有效提高锅炉的运行可靠性和经济性。

通过案例分析验证,科学合理的检修维护措施能够显著提高循环流化床锅炉的运行稳定性和环保性能,具有重要的实践价值。

未来,随着循环流化床锅炉技术的不断发展,其维护治理策略也需要不断创新和完善。建议进一步研究智能化运维技术,如基于大数据和人工智能的故障预测和健康管理系统,以提高治理维护的精准性和效率。同时,应加强对新型材料和防磨技术的研究,从根本上提高锅炉设备的耐久性,为实现循环流化床锅炉的长周期、高效、稳定运行提供更强有力的支撑。

参考文献

- [1] 张明远,李红霞.循环流化床锅炉运行优化与故障诊断[M].北京:中国电力出版社,2018.
- [2] 王立新,陈学文.大型循环流化床锅炉检修维护技术[J].热力发电,2019,48(5):78-85.
- [3] 赵国强,刘伟.循环流化床锅炉长周期运行影响因素分析及对策[J].中国电力,2021,54(3):112-118.