

循环流化床锅炉运行优化调整方法的研究与应用

艾文虎

陕西省榆林市神木市店塔工业园区国家能源集团店塔电厂, 中国·陕西 榆林 719316

摘要: 循环流化床锅炉 (CFB 锅炉) 作为一种高效、低污染的燃烧技术, 在电力、化工等行业得到了广泛应用。论文旨在探讨循环流化床锅炉运行优化调整的方法, 并通过实际案例分析其应用效果。论文介绍了循环流化床锅炉的基本概念和发展现状; 分析了当前运行过程中存在的主要问题与挑战; 提出了针对性的应对策略和优化调整方法; 通过具体案例验证了这些方法的有效性。研究表明, 合理的优化调整可显著提高锅炉的热效率、降低污染物排放, 并延长设备使用寿命, 为企业的可持续发展提供有力支持。

关键词: 循环流化床锅炉; 运行优化; 调整方法; 应用研究

Research and Application of Optimization and Adjustment Methods for Circulating Fluidized Bed Boiler Operation

Wenhu Ai

Dianta Industrial Park, Shenmu City, Yulin City, Shaanxi Province, China National Energy Group Dianta Power Plant, Yulin, Shaanxi, 719316, China

Abstract: Circulating fluidized bed boilers (CFB boilers), as an efficient and low pollution combustion technology, have been widely used in industries such as power and chemical engineering. The paper aims to explore the methods of optimizing and adjusting the operation of circulating fluidized bed boilers, and analyze their application effects through practical cases. The paper introduces the basic concepts and current development status of circulating fluidized bed boilers; analyzed the main problems and challenges in the current operation process; proposed targeted response strategies and optimization adjustment methods; the effectiveness of these methods has been verified through specific cases. The research results indicate that reasonable optimization and adjustment can significantly improve the thermal efficiency of boilers, reduce pollutant emissions, and extend the service life of equipment, providing strong support for the sustainable development of enterprises.

Keywords: circulating fluidized bed boiler; operational optimization; adjustment method; application research

0 前言

随着全球能源需求的不断增长和环境问题的日益突出, 节能减排已成为当今社会发展的必然趋势。在此背景下, 循环流化床锅炉作为一种高效、低污染的新型燃烧技术受到了广泛关注。循环流化床锅炉以其独特的燃烧方式和高效的能量转化效率, 在电力、化工、冶金等领域得到了广泛应用。然而, 在实际运行过程中, 循环流化床锅炉仍面临着诸多问题和挑战, 如运行稳定性差、热效率低、污染物排放超标等。因此, 开展循环流化床锅炉运行优化调整方法的研究与应用具有重要意义。

1 概念与现状

1.1 循环流化床锅炉的基本概念

循环流化床锅炉是一种采用流态化燃烧技术的锅炉, 其特点是燃料与床料在炉膛内充分混合并剧烈燃烧, 形成高温气固两相流^[1]。通过分离器将燃烧后的颗粒回送至炉膛进行二次燃烧, 从而实现燃料的高效利用和污染物的低排放。循环流化床锅炉具有燃烧效率高、污染物排放低、燃料适应

性广等优点。

1.2 国内外发展现状

自 20 世纪 80 年代以来, 循环流化床锅炉技术得到了迅速发展。在国外, 许多知名锅炉制造商如 ABB、福斯特惠勒等公司已成功开发出多种型号的循环流化床锅炉, 并在全球范围内得到了广泛应用。在中国, 随着环保意识的不断提高和技术的不断进步, 循环流化床锅炉技术也得到了快速发展。目前, 中国已有多家锅炉制造企业和研究机构掌握了循环流化床锅炉的核心技术, 并实现了产业化生产。

1.3 技术特点及应用领域

循环流化床锅炉的技术特点主要体现在以下几个方面: ①高效节能: 通过优化燃烧过程和回料系统设计, 实现燃料的高效利用和能量的最大化转化。②低污染排放: 采用低温燃烧技术和分级送风方式, 有效降低氮氧化物、二氧化硫等污染物的排放。③燃料适应性广: 可适应不同种类的固体燃料, 如煤矸石、生物质等, 拓宽了能源利用途径。④运行稳定可靠: 通过先进的控制系统和设备设计, 确保锅炉长时间稳定运行。

循环流化床锅炉广泛应用于电力、化工、冶金、造纸等行业。在电力领域,循环流化床锅炉可用于发电厂的热电联产项目;在化工领域,可用于生产合成氨、甲醇等化工产品;在冶金领域,可用于钢铁企业的余热回收利用;在造纸领域,可用于纸浆干燥等工艺过程。

2 主要问题与挑战

2.1 运行稳定性问题

循环流化床锅炉在运行过程中,受多种因素影响,如燃料性质、风量控制、床温波动等,容易导致运行不稳定。具体表现为床层压降波动大、炉膛出口烟温偏差大、分离器效率下降等。这些问题不仅影响锅炉的安全稳定运行,还可能导致设备损坏和生产效率降低。

2.2 热效率提升难题

循环流化床锅炉作为一种高效、环保的锅炉设备,在实际运行过程中,其热效率受到多种因素的制约。燃料燃烧不完全是一个重要因素。这可能是由于燃料与空气的混合不充分,或者燃烧调整不当,导致部分燃料未能充分燃烧,从而影响了锅炉的热效率。热量损失大也是一个突出问题。这主要包括锅炉本体散热损失、尾部烟道散热损失以及灰渣物理热损失等,这些损失使得大量的热量无法被有效利用^[2]。再者,烟气排放温度高也是一个不容忽视的问题。高温烟气带走大量热量,使得锅炉的热效率降低。

这些问题共同导致了循环流化床锅炉热效率提升的困难,进而造成了能源的严重浪费。在当前能源形势严峻、节能减排任务紧迫的背景下,如何提高循环流化床锅炉的热效率已成为中国能源领域亟待解决的问题。

2.3 污染物排放控制挑战

尽管循环流化床锅炉以其较低的污染物排放特性在锅炉市场中占有一席之地,但在实际运行过程中,仍然面临着氮氧化物(NO_x)、二氧化硫(SO_2)等污染物超标排放的风险。这种情况的出现,主要是因为燃烧成分复杂、燃烧不当等原因造成的。燃料成分复杂是导致污染物排放超标的一个重要因素。由于煤炭等固体燃料的成分多变,其中含有的氮、硫等元素在燃烧过程中容易生成氮氧化物和二氧化硫,如果燃料处理不当,这些污染物就会超出排放标准。

其次,燃烧条件的波动也会影响污染物的生成。循环流化床锅炉的燃烧温度、燃烧气氛、燃料与空气的混合比等参数的波动,都可能导致氮氧化物和二氧化硫的生成量增加。

最后,脱硝脱硫装置运行不稳定是另一个关键问题。脱硝脱硫装置是控制污染物排放的关键环节,如果这些装置运行不稳定或者效率不高,就无法有效地去除烟气中的有害物质,从而导致污染物排放超标。

2.4 设备维护与管理难题

循环流化床锅炉结构复杂,涉及众多设备和系统。在日常运行和维护过程中,需要定期对设备进行检查、维修和

更换,以确保设备的正常运行和安全性能。然而,由于设备数量多、维护难度大且周期长,给企业带来了较大的维护成本和管理压力。此外,设备故障和异常情况的发生也给企业的安全生产带来潜在风险。

3 应对策略

3.1 优化燃烧过程控制

①精确控制风量分配:根据燃料性质和负荷变化,实时调整一次风和二次风的配比,确保炉膛内燃料与空气充分混合并剧烈燃烧。通过优化风量分配,可提高燃烧效率并降低污染物排放。②稳定床温控制:床温是影响循环流化床锅炉运行稳定性的关键因素之一。通过建立完善的床温监测系统,实时监测床层温度变化,并结合燃料性质和负荷需求,及时调整燃烧策略,确保床温稳定在合理范围内。此外,还可采用先进的燃烧器设计和分级送风技术,进一步提高床温控制的稳定性和准确性。③强化燃料适应性研究:针对不同类型的固体燃料,开展燃料适应性研究,优化燃烧参数配置,确保锅炉在不同燃料条件下均能实现高效稳定运行。通过深入研究燃料的物理化学特性和燃烧特性,可为锅炉的优化设计提供有力支持。

3.2 提高热效率的措施

①减少热量损失:加强锅炉保温材料的维护和更新,降低散热损失;优化烟气余热回收系统设计,提高热量回收效率;加强排烟温度监测和控制,避免过高的排烟温度导致的热量损失。②强化燃料燃烧不完全的控制:通过优化燃烧器设计和风量分配,确保燃料在炉膛内充分燃烧;采用先进的燃烧技术,如分级燃烧、低氮燃烧等,降低燃料燃烧不完全的程度。③改进热交换器设计:优化热交换器的结构和布局,提高热交换效率;采用高效传热材料和技术,降低热阻和提高传热系数。

3.3 加强污染物排放控制

①优化脱硝脱硫系统运行:根据烟气成分和负荷变化,实时调整脱硝脱硫剂的投加量和反应温度等参数,确保脱硝脱硫系统高效稳定运行。同时,加强脱硝脱硫设备的维护和管理,确保设备处于良好状态。②采用先进的污染物控制技术:积极引进和应用先进的氮氧化物、二氧化硫等污染物控制技术,如选择性催化还原(SCR)技术、选择性非催化还原(SNCR)技术、湿法脱硫技术等,提高污染物控制效果。③加强燃料质量控制:严格控制燃料中的硫分、氮分等有害成分含量,降低污染物生成潜力。同时,加强对燃料供应商的管理和监督,确保燃料质量符合要求。

3.4 完善设备维护与管理机制

①制定科学的维护计划:根据设备运行状况和维护周期,制定详细的维护计划,包括定期检查、维修和更换等任务。同时,建立完善的维护档案管理制度,记录设备的维护历史和故障情况。②加强设备故障诊断与处理能力:建立专

业的设备故障诊断团队,利用先进的故障诊断技术和工具,及时发现和处理设备故障。同时,加强与设备制造商和技术支持团队的沟通与合作,共同解决设备故障问题。③提高设备管理人员素质:加强对设备管理人员的培训和教育,提高他们的专业技能和管理水平。同时,建立完善的激励机制和考核体系,激发设备管理人员的工作积极性和责任心。

4 实际案例及分析

某电力公司拥有一台 300MW 循环流化床锅炉,主要用于发电厂的热电联产项目。近年来,随着负荷需求的不断变化和燃料种类的多样化,该锅炉在运行过程中出现了诸多问题,如运行稳定性差、热效率低、污染物排放超标等。为了解决这些问题,电力公司决定对锅炉进行运行优化调整。

4.1 优化调整措施及实施过程

①燃烧过程优化:针对燃料性质和负荷变化,重新设计了风量分配方案,并采用了先进的燃烧器技术和分级送风方式。通过精确控制风量分配和稳定床温控制,实现了燃料的高效利用和污染物排放的降低。②热效率提升措施:加强了锅炉保温材料的维护和更新,优化了烟气余热回收系统设计,并改进了热交换器结构。通过减少热量损失和提高热交换效率,成功提高了锅炉的热效率。③污染物排放控制:优化了脱硝脱硫系统的运行参数,并采用了先进的氮氧化物、二氧化硫等污染物控制技术。同时,加强了燃料质量控制,降低了污染物生成潜力。通过这些措施,有效控制了污染物的排放。④设备维护与管理改进:制定了科学的维护计划,加强了设备故障诊断与处理能力,并提高了设备管理人员素质。通过完善设备维护与管理机制,确保了设备的正常运行和安全性能。

4.2 实施效果及分析

经过一系列优化调整措施的实施,该电力公司的循环流化床锅炉取得了显著的应用效果:

①运行稳定性显著提高:通过优化燃烧过程控制和稳定床温控制等措施,锅炉的运行稳定性得到了显著提高。床层压降波动减小、炉膛出口烟温偏差降低、分离器效率提高等指标均达到了预期目标。②热效率大幅提升:通过减少热量损失和提高热交换效率等措施,锅炉的热效率得到了大幅提升。据统计数据显示,优化后的锅炉热效率提高了约 5 个百分点,达到了较高水平。③污染物排放达标:通过优化脱硝脱硫系统运行和采用先进的污染物控制技术等措施,锅炉的污染物排放得到了有效控制。氮氧化物、二氧化硫等污染物的排放浓度均达到了国家环保标准要求。④经济效益和社会效益显著:优化调整措施的实施不仅提高了锅炉的运行效率 and 安全性,还为企业带来了显著的经济效益和社会效益。一方面降低了能源消耗和生产成本;另一方面减少了污染物排放和对环境的影响,提升了企业的社会形象和竞争力。

4.3 经验总结与启示

该电力公司的成功案例为我们提供了宝贵的经验和启示:①重视运行优化调整工作:企业应充分认识到循环流化床锅炉运行优化调整的重要性,将其纳入日常管理工作的主要范畴,并制定切实可行的实施方案和计划。②加强技术创新与应用:企业应积极引进和应用先进的燃烧技术、污染物控制技术和设备维护管理技术等,不断提高循环流化床锅炉的运行效率和安全性。③注重团队协作与沟通:企业应建立完善的团队协作机制和沟通渠道,确保各部门之间的紧密配合和信息共享,共同推动循环流化床锅炉运行优化调整工作的顺利实施。

5 结语

循环流化床锅炉作为一种高效、低污染的新型燃烧技术,在实际运行过程中仍面临着诸多问题和挑战。论文通过对其运行优化调整方法的研究与应用进行深入探讨,提出了针对性的应对策略和优化调整措施。实际案例分析表明,合理的优化调整可显著提高锅炉的热效率、降低污染物排放并延长设备使用寿命。在循环流化床锅炉运行优化调整过程中,技术创新与应用发挥着至关重要的作用。随着科技的不断发展进步,新型燃烧技术、污染物控制技术和设备维护管理技术等不断涌现并应用于实际生产中。这些技术的应用不仅提高了循环流化床锅炉的运行效率和安全性还降低了能源消耗和环境污染。因此企业应加大对技术创新的投入力度积极引进和应用先进技术不断提升自身的核心竞争力。循环流化床锅炉运行优化调整工作涉及多个部门和岗位需要各部门之间的紧密配合和信息共享。只有建立完善的团队协作机制和沟通渠道才能确保各项工作的顺利实施。企业应加强内部培训和教育提高员工的专业技能和团队协作意识营造良好的工作氛围促进各部门之间的交流与合作。循环流化床锅炉运行优化调整工作是一个持续改进和完善的过程。随着运行环境的变化和技术的不断进步企业需要定期对锅炉进行运行评估和分析及时发现并解决潜在问题。同时企业还应根据实际需求和技术发展趋势不断完善优化调整方案 and 措施确保循环流化床锅炉始终保持高效稳定运行状态。

展望未来,随着技术的不断进步和环保要求的日益提高,循环流化床锅炉运行优化调整工作将面临更多的挑战和机遇。企业应不断创新和完善运行管理机制和技术手段,以实现循环流化床锅炉的高效稳定运行和可持续发展。随着全球能源结构的转型和环保要求的不断提高循环流化床锅炉将在未来发挥更加重要的作用。

参考文献:

- [1] 易少雷,杨小青.关于小苏打干法脱硫工艺在循环流化床锅炉中的应用探讨[J].清洗世界,2024,40(10):7-9.
- [2] 谢培龙,汪海军.循环流化床垃圾焚烧炉尾部受热面积灰原因分析及优化改造[J].工业锅炉,2024(5):38-42.