

循环流化床锅炉运行经济性分析及节能途径

刘海斌 (山西天脊潞安化工有限公司, 山西 长治 047599)

摘要: 循环流化床锅炉是一种高效、环保且多用途的锅炉设备。通过对其运行经济性进行分析, 可以发现其在运行成本和能源利用效率方面具有较大优势。本篇文章提出了循环流化床锅炉的节能途径, 并有效改善了设备的使用效率。

关键词: 循环流化床锅炉; 运行经济性; 节能途径

循环流化床锅炉作为一种新兴的节能环保设备, 具有较为广泛的应用前景。本文将结合实际案例, 对循环流化床锅炉的运行经济性进行分析, 指出其存在的问题, 并提出有效的节能途径, 以更好地促进其发展。

1 循环流化床锅炉介绍

1.1 循环流化床锅炉原理

循环流化床锅炉是一种利用颗粒物循环运动的燃烧器, 并通过对燃料和空气进行调配, 使其在高温条件下相互反应, 产生高品质的热能。在循环流化床锅炉中, 燃料与空气在燃烧室内混合, 形成可燃的混合气体; 为了促进燃料和空气的充分燃烧, 循环流化床锅炉会在燃烧室中引入氧化空气; 当混合气体达到高温状态时, 会开始燃烧, 该过程会持续一段时间。在燃烧过程中, 燃料质量减少, 同时放出大量的热能; 为了保证燃烧过程的稳定性, 循环流化床锅炉将床层中的颗粒物控制在一定范围内, 避免因颗粒物过多或过少导致燃烧室的失控; 在循环流化床锅炉中, 床层内的颗粒物受到燃料和氧化空气的冲击, 产生磨损和摩擦。这些能量会转化为热能, 并通过床层上空的管道将热能传递给工作介质 (如水或蒸汽); 床层中的颗粒物以流化状态运动, 通过内部的运动和颗粒物的互相碰撞来改变颗粒物的速度、方向和位置。同时, 循环流化床锅炉会不断地引入新的颗粒物, 替换已经老化的颗粒物, 并且将废气排出。

循环流化床锅炉利用循环床颗粒物的运动和反应机制, 将燃料转化为高品质的热能。通过科学合理的控制方法和设备调配, 实现了高效、稳定、清洁的燃烧过程, 并对环境造成较小的影响。

1.2 循环流化床锅炉应用领域

循环流化床锅炉是一种高效、节能、环保的锅炉设备, 因其具有很多优点而应用广泛。循环流化床锅炉被广泛应用于火电厂中的发电系统, 用于发电过程中产生的高温、高压蒸汽的产生和输送; 在工业领域中, 循环流化床锅炉通常用于生产过程中需要大量蒸

汽或热水的场合, 例如化工、纺织、造纸、食品等行业; 循环流化床锅炉也可以用于家庭或商业建筑的热力供暖系统, 这些系统通常需要长时间、大量的热水或蒸汽来满足室内温度的需求; 循环流化床锅炉可用于汽车行业的油漆喷涂工艺, 通过生成的热量来确保涂料的完全干燥; 循环流化床锅炉也可以用于垃圾处理, 可以将垃圾转化成热能, 并用于发电或供热; 循环流化床锅炉也有广泛的应用于矿业领域, 例如金矿、铜矿和铝矿等。它们通常用于加热流体, 让矿物溶解到流体中以便提取和分离。

循环流化床锅炉在能源利用、环保以及工业生产方面具有广泛的应用领域。随着技术的不断升级和改进, 循环流化床锅炉的应用将会越来越广泛。

2 循环流化床锅炉运行经济性分析

2.1 运行成本分析

第一, 燃料成本。循环流化床锅炉燃料的消耗量会直接影响到其运行成本。因此, 如何选择适当的燃料, 以及通过燃料的燃烧机制和控制技术来降低燃料消耗量, 是降低循环流化床锅炉运行成本的重要手段。

第二, 维护成本。循环流化床锅炉在运行过程中需要进行定期检查、维护和清洗, 这些活动需要投入相应的人力、物力和财力。因此, 维护成本也是循环流化床锅炉运行成本中的一个重要成分。

第三, 能源成本。循环流化床锅炉能源成本主要包括电力和热能成本。其中, 电力成本是通过锅炉内的发电机从锅炉产生的蒸汽中产生的, 而热能成本则是指锅炉产生的热能用于暖气或者加工热水的成本。

第四, 运行管理费用。循环流化床锅炉的运行和管理也需要一定的费用投入, 如设备用品、职工培训等。同时, 还需要考虑设备更新和年检等计划性开支。

循环流化床锅炉运行成本的控制和管理涉及到各个方面, 需要全面考虑和合理分配各项成本投入。在实际操作中, 可以采取优化运行形式、精细管理节约能源、采购低成本原材料以及技术改进等手段来降低

运行成本，同时也可以利用科技手段和管理创新来提高循环流化床锅炉的经济效益。

2.2 能源利用效率分析

循环流化床锅炉的能源利用效率是其运行经济性中的重要指标，它指的是通过循环流化床锅炉将燃料转化为高品质热能的能力。

第一，热效率。热效率是指循环流化床锅炉所提供的热能与燃料消耗之间的比例关系。这个比值越高，表示循环流化床锅炉在燃料转化过程中，将更多的热能转换成高品质的热能，燃料的利用效率也就越高^[1]。

第二，传导效率。传导效率是指在循环流化床锅炉中，热能在介质（如水或汽）中传递的效率。这个效率与锅炉中管道、阀门、泵、换热器等设备的设计和与维护有关，如果设备损坏或设计不当，会导致热能传导效率下降，从而降低循环流化床锅炉的能源利用效率。

第三，气动效率。气动效率是指在循环流化床锅炉中，燃料与空气的混合程度。这个效率与循环流化床锅炉的设计、燃烧室的形状以及燃烧室内部的流动性等有关。如果空气和燃料混合不均匀，会影响循环流化床锅炉的能源利用效率。

第四，蒸汽品质。蒸汽品质是指经循环流化床锅炉后产生的蒸汽的质量和能源利用效率的关系。如果蒸汽品质不佳，会导致蒸汽压力下降和超温现象，从而影响循环流化床锅炉的能源利用效率。

为提高循环流化床锅炉的能源利用效率，必须从多个方面入手，采取优化锅炉结构设计、使用更高效的控制系統、加强设备维修保养以及精细管理等措施，来提高循环流化床锅炉的热效率、传导效率、气动效率和蒸汽品质，从而实现节能减排、降低运营成本的目的^[2]。

3 循环流化床锅炉节能途径

3.1 设备调整与优化

循环流化床锅炉是一种高效的热能设备，通过对其进行调整和优化可以进一步提高其节能效果。在对循环流化床锅炉设备进行优化的过程中，可以从以下几个层面入手：

第一，调整燃料供应。选择合适的燃料可提高燃烧效率和供能效率，同时也有助于减少污染物排放。

第二，优化燃烧控制系统。采用先进的燃烧控制技术可降低能耗，保证燃烧的安全性和稳定性^[3]。

第三，优化锅炉结构。对锅炉结构进行改进和优化，如新增换热器，增加烟气余热回收设备等，均可提高锅炉的热利用率。

第四，提高空气预热温度和氧含量。通过提高空气预热温度和氧含量，可提高燃烧效率，降低燃料的消耗量和减少二氧化碳排放。

第五，增大循环流化床颗粒大小。适当增大循环流化床颗粒的大小，有助于提高循环流化床的稳定性和热传递效率。

第六，控制锅炉排放量。通过对锅炉的烟气排放进行控制，可有效减少二氧化碳等温室气体排放，提高锅炉的环保性能。

这些调整和优化措施需要根据不同的循环流化床锅炉情况，进行具体分析和落实。同时，循环流化床锅炉调整和优化需要在专业技术人员指导下进行，以确保其操作安全和节能效果最大化^[4]。

3.2 运行参数控制

循环流化床锅炉是一种高效的热能设备，在运行过程中控制和调整其运行参数，可进一步提高其节能效果，以下是循环流化床锅炉节能过程中运行参数控制的具体途径：

第一，控制给水温度。合理控制给水温度，可提高水泵的效率，减少能耗，同时也能保证系统的安全稳定运行。

第二，调整引风量。根据锅炉的状况，通过调整引风量，可有效控制锅炉的燃烧负荷，达到最佳的燃烧状态，从而减少能耗。

第三，控制出口烟气温度。合理控制出口烟气温度，可降低锅炉内部的热损失，提高热能利用效率^[5]。

第四，调整排污阀门开度。通过调整排污阀门的开度，可使锅炉在工作过程中保持一定的压力，减少能耗并提高锅炉的使用寿命。

第五，控制循环水流量。适当调整循环水流量，可提高换热器的热交换效率，从而减少能耗。

第六，控制燃烧温度。通过控制燃烧温度，可提高燃料的燃烧效率，减少氮氧化物的排放。

有些循环流化床锅炉还可以使用自动控制系统来实现运行参数的智能调控，这需要先进行系统的参数配置和调试，调整合适的控制策略，以此达到节能减排的目的。运行参数控制必须根据不同类型的循环流化床锅炉的实际情况，进行具体分析和落实。同时，对于循环流化床锅炉的运行参数控制，需要进行科学监测和数据分析，以确保控制效果的达成^[6]。

3.3 烟气回收利用

循环流化床锅炉的烟气中含有大量的热能，通过对烟气回收利用进行优化，可提高其节能效果，以下是循环流化床锅炉节能过程中烟气回收利用的具体途

径:

第一, 废气余热回收。利用换热器收集锅炉废气中的热能, 将其转化为热水或蒸汽用于供热、制冷等, 从而减少燃料消耗和温室气体排放^[7]。

第二, 强制冷却系统。通过在燃烧后的烟气中增加冷却水, 将烟气温度降低到露点以下以达到除尘和脱酸等目的。同时, 也可将冷却后的烟气再次利用, 如带回废气余热回收装置中。

第三, 烟气干燥利用。利用烟气中的热能干燥物料, 如污泥、木屑等, 以此减少焚烧的量和能耗, 同时还可以生产出高品质的生物质燃料。

第四, 催化氧化处理。采用催化剂去除烟气中的有害物质, 如氮氧化物、二氧化硫等, 同时也可回收利用部分化学物质。

第五, 研究新的烟气回收技术。开发新型的烟气回收系统, 如 VOCs 和 NO_x 的烟气治理系统、脱硝和 nocalytic 脱除 NO_x 系统等, 这些技术可以更有效的回收和利用烟气中的热能和有价值物质。

不同类型的循环流化床锅炉烟气回收的方法可能有所不同, 必须根据实际情况进行具体分析和落实。同时, 烟气回收过程中, 需要防止有害物质的二次污染和对设备的损坏, 以确保烟气回收利用方案的有效性和可行性^[8]。

3.4 智能控制系统应用

智能控制系统是现代循环流化床锅炉节能的重要手段, 它可以实时监测锅炉的运行状态和运行参数, 并根据数据动态调整设备操作, 以达到最佳的节能效果。

第一, 计算优化控制。通过计算机对锅炉运行参数进行优化控制, 如根据数据预测并自动调节供热温度、燃烧温度等, 以此减少能源消耗, 提高热能利用效率。

第二, 远程监控系统。借助远程监控系统, 可实时监测锅炉的运行状况、能耗情况等, 及时发现问题并作出相应的调整^[9]。

第三, 故障诊断系统。利用故障诊断系统, 可判断锅炉运行是否正常, 发现并及时解决故障及缺陷, 增加设备的可靠性和稳定性。

第四, 人机交互界面。安装人机交互界面, 使操作员可根据实时监测数据进行灵活控制, 保证锅炉的高效节能运行。

第五, 智能化燃烧控制。采用智能化燃烧控制技术, 可自动调整炉内空气和燃料的比例, 达到最佳的燃烧效果, 减少污染物排放和能源消耗。

第六, 预警系统。通过设定预警系统, 提前发现可能发生的故障和运行问题, 在设备停机前及时处理, 避免设备故障带来的经济损失和能源浪费。

智能控制系统的应用是一项长期探索和创新的过程, 必须结合实际情况和设备特点进行具体分析和落实。同时, 智能控制系统需求专业人员的维护和更新, 以确保其高效、稳定和安全地运行, 为循环流化床锅炉节能和环保做出贡献^[10]。

4 结束语

通过对循环流化床锅炉运行经济性分析和节能途径的探讨, 可以发现其在未来节能环保领域的应用前景非常广阔。尽管存在一定的技术瓶颈和市场壁垒, 但只要有足够的创新精神和技术支持, 循环流化床锅炉将为全球的能源产业带来更加可持续发展的未来。

参考文献:

- [1] 徐俊红, 张红建. 240t/h 循环流化床锅炉节能提效及低氮燃烧优化改造 [J]. 煤化工, 2022, 50(5): 115-118.
- [2] 万屹, 陈旭枫, 许华. 循环流化床锅炉煤泥掺烧的两种典型方式分析 [J]. 电力勘测设计, 2021(7): 55-58.
- [3] 刘晓东, 韩磊, 王灵梅. 基于机理模型的循环流化床锅炉节能监测系统研发 [J]. 工业控制计算机, 2021(6): 54-56.
- [4] 季海龙. 300MW 循环流化床锅炉烟气余热回收节能改造技术探究 [J]. 中国设备工程, 2021(14): 209-301.
- [5] 赵强, 傅斌, 金燕, 等. 350MW 大型循环流化床锅炉 SO₂ 和 NO_x 超低排放运行特性研究 [J]. 煤炭转化, 2022, 45(6): 80-88.
- [6] 王计远, 任超峰, 李玮. 生活垃圾炉排炉和循环流化床锅炉运行状况的对比分析 [J]. 中国特种设备安全, 2022, 38(3): 56-60.
- [7] 王鹏, 李定青. 50MW 生物质循环流化床锅炉燃烧优化调整试验研究 [J]. 工业锅炉, 2021(5): 68-70.
- [8] 张殿朝, 李俊峰, 王义俊. 基于 PSO-LSSVM 的循环流化床锅炉多目标燃烧优化 [J]. 广东电力, 2022(7): 315-317.
- [9] 鄢晓忠, 何旭, 马琪顺, 等. 260t/h 循环流化床锅炉燃烧优化调整试验研究 [J]. 浙江工业大学学报, 2022(5): 50-52.
- [10] 王汝庆, 张延亮, 等. 浅谈煤泥循环流化床锅炉燃烧高硫高氮煤质污染物排放控制与研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2021(1): 29-31.

作者简介:

刘海斌 (1989-), 男, 汉族, 山西长治人, 本科, 研究方向: 循环流化床锅炉运行。