

化工企业循环流化床锅炉燃烧运行经济性优化分析

郭 悦 (内蒙古荣信化工有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 014399)

摘 要: 随着能源需求的不断增加, 化工企业循环流化床锅炉在生产过程中扮演着重要角色。本文旨在通过优化循环流化床锅炉的燃烧运行, 提高能源利用效率、降低排放并最终实现经济效益。首先, 分析优化循环流化床锅炉燃烧运行的价值, 如能源效率提升、环境保护和经济效益。其次, 探讨影响化工企业循环流化床锅炉燃烧运行的关键参数, 涵盖总风量、炉床温度、锅炉床压。最后, 提出总风量控制等化工企业循环流化床锅炉燃烧运行经济性优化的策略。

关键词: 循环流化床锅炉; 燃烧运行优化经济性; 化工企业; 炉床温度; 锅炉床压

当前, 全球范围内对能源资源争夺和环境保护的重要性日益凸显, 化工企业在寻求在高能耗过程中实现可持续发展的同时, 也需关注其燃烧系统的经济性和环保性。循环流化床锅炉作为化工企业主要的热能生产设备, 其运行状态不仅直接关系到生产效率和能源利用效率, 还对环境排放和企业经济效益产生深远影响。通过优化燃烧运行, 不仅可以降低企业的能源开支, 还能在全球能源紧张和环境保护的大环境下, 提高企业参与市场竞争与获得经济收益的综合能力。

1 优化循环流化床锅炉燃烧运行的价值

在当今化工企业中, 循环流化床锅炉作为一种重要的燃烧设备, 其运行状态对于企业的经济效益、环境保护和可持续发展至关重要。

首先, 通过优化循环流化床锅炉燃烧过程实现更高的能源利用效率。有效的燃烧控制和热力学调节可以减少能源浪费, 提高燃料的利用率, 从而降低企业的能源成本。

其次, 通过精确的控制燃烧过程, 可以降低废气中有害物质的排放, 符合环保法规标准, 减轻对大气环境的污染负担。

最后, 通过对循环流化床锅炉燃烧运行的优化, 提高整个生产系统的稳定性^[1]。同时, 优化循环流化床锅炉燃烧能降低设备的磨损程度, 在延长设备使用寿命的基础上提高企业的经济效益。通过科学合理的优化策略, 企业能实现经济效益、环境保护和社会责任的有机结合, 迈向更加可持续的未来。

2 影响化工企业循环流化床锅炉燃烧运行的主要参数

2.1 总风量

循环流化床锅炉的燃烧运行受到多项参数的共同影响, 总风量是至关重要的一个参数, 不仅关系到燃

烧效率和设备寿命, 也是确保环保生产和安全运行的关键因素。

首先, 总风量的控制直接关系到燃烧过程中氧气的供应。适当的总风量保障燃料充分燃烧, 提高燃烧效率, 减少未燃烧残留物, 降低能源损失。通过科学调整总风量确保燃烧过程持续稳定, 减少因不稳定燃烧引起的设备振动和压力波动。

其次, 总风量的不同调整会直接影响燃烧过程中的温度分布。合理的总风量控制可以维持炉内温度在适宜范围, 防止过高温度对设备材料造成损害, 保证产生足够的热能。

再次, 总风量的调整也直接关系到废气的排放控制。过高的总风量导致过多的氮氧化物生成, 而过低则引起一些未完全燃烧的有害气体排放, 因此通过控制总风量可以实现排放物的最佳控制。

最后, 过高总风量导致设备过度磨损, 而过低总风量引起冷凝等问题, 影响设备的长期稳定运行。通过科学合理地调整总风量, 可以延长设备的使用寿命, 减少维护成本。

2.2 炉床温度

炉床温度是影响化工企业循环流化床锅炉燃烧运行的关键参数之一, 其合理控制直接关系到燃烧效率、热能输出和设备稳定运行。

第一, 适当的炉床温度可以促进燃料的充分燃烧, 提高燃烧效率, 减少燃料的浪费。

第二, 炉床温度直接影响循环流化床锅炉环境, 包括氧气浓度和其他气体组成, 通过合理调控炉床温度有助于燃烧过程的稳定进行。

第三, 炉床温度高低决定燃料在循环流化床锅炉中释放的热能量。通过优化炉床温度, 可以实现最大限度地提高热能输出, 满足化工企业对热能的需求。

第四,合理的炉床温度有助于维持循环流化床锅炉床层的稳定性^[2]。过高或过低的温度可能导致床层失稳,影响循环流化效果,甚至引起燃烧过程中的异常情况。

第五,炉床温度的不适当调节可能对循环流化床锅炉内部材料造成损害,降低设备的耐受性和使用寿命,通过科学调整炉床温度能减缓材料的老化和腐蚀过程。

2.3 锅炉床压

锅炉床压是化工企业循环流化床锅炉燃烧运行中一项关键的参数。床层压力的合理调节直接影响到燃烧过程的稳定性、热能输出以及设备的安全运行。

首先,锅炉床压的调节是实现循环流化效果的重要手段,适宜的床层压力有助于确保燃烧颗粒在床层中良好循环,提高燃烧效率。

其次,锅炉床压对热能输出有直接的影响。通过控制床层压力可以实现燃烧过程中释放的热能量的最大限度输出,满足工业生产的需求。

再次,合理的锅炉床压有助于维持床层的稳定性,避免床层不稳定对燃烧过程的影响,防止床层的坍塌和剧烈振动。

最后,过高或过低的锅炉床压对设备产生不利影响,通过合理控制锅炉床压可以延长设备的使用寿命,减少设备维护成本。

3 化工企业循环流化床锅炉燃烧运行经济性优化的策略

3.1 总风量控制

总风量是化工企业循环流化床锅炉燃烧运行中的一项关键参数,其控制直接关系到燃烧效率、燃烧稳定性和能源利用效率。为实现最佳的运行状态,优化总风量的策略如下:

一是建立实时监测系统,通过传感器等设备对循环流化床锅炉的总风量进行实时监测。根据监测数据及时调整总风量,以适应燃料特性和实际生产需求的变化。

二是通过控制总风量,维持适宜的氧气浓度,提高燃烧稳定性。通过调整总风量,使其与燃料的携氧量相匹配,实现燃料的充分燃烧。例如,根据不同的燃料特性和燃烧工况,动态调整总风量,确保其与燃料的携氧量相匹配。通过调整燃料和空气的供给比例,可以更好地匹配携氧量,实现燃料的充分燃烧。

三是在总风量控制中考虑经济性因素,避免过量

的风量浪费,通过精确计算和调整,确保总风量满足燃烧需求的同时最小化能源成本。

四是调整总风量以控制烟气中氮氧化物(NO_x)的生成,确保燃烧过程中的环保性^[3]。同时,总风量控制系统应具备快速响应的能力,以适应动态的生产条件,维持系统的稳定运行。

五是总风量的控制需要与其他关键参数协同工作,如炉床温度、锅炉床压等。通过建立联动控制系统实现多参数协同调控,提高整个系统的综合性能。

3.2 炉床温度调控

炉床温度是循环流化床锅炉燃烧运行中的关键参数,其合理调控对燃烧效率、设备寿命和环保性具有重要影响。优化做法如下:

首先,根据实时的生产负荷和燃料特性,调整燃料供给量,以确保炉床中的燃料与氧气的充分混合,维持适宜的燃烧温度。例如,根据实际燃料特性调整燃料供给,对于湿度较高的燃料,需要增加供给量以弥补水分对燃烧的影响。

其次,建立炉床温度的实时监测系统,通过高精度的温度传感器等设备获取准确的炉床温度数据。在炉床内建立温度分层控制系统,确保不同区域的温度在合理范围内,防止过高温度对设备材料的损害。

再次,通过调整氧气供应量,防止局部缺氧或过氧现象,实现燃烧过程中氧气的均匀分布。同时要通过合理的床层深度调整控制燃烧区域,维持适宜的炉床温度。例如,利用建立的关系模型,动态调整床层深度以维持适宜的炉床温度。

最后,建立炉床温度与其他关键参数的联动控制系统,如总风量、燃料供给等,协同调控各参数实现炉床温度的精准控制和优化。这样能实现循环流化床锅炉燃烧运行的高效、稳定和可控,提高能源利用效率,延长设备寿命并确保环保要求的达标排放^[4]。

3.3 锅炉床压管理

锅炉床压是化工企业循环流化床锅炉燃烧运行中的重要参数,其合理管理对燃烧效率、设备寿命和安全性具有重要意义。优化措施如下:

第一步,部署床层压力实时监测系统,通过传感器等设备及时获取床层压力数据,为床压的调整提供准确依据,以某床层实时监测数据为例,具体见表1。

第二步,建立快速响应机制,促使床层压力能及时、迅速地调整以适应生产负荷的变化。同时,通过调整床层压力,优化气体在床层中分布,确保燃料与

氧气的均匀混合，以此提高燃烧效率与稳定性。

第三步，通过调整总风量和气体速度影响床层压力，防止出现过高或过低的床层压力^[5]。通过科学调整床层压力可以延长设备的使用寿命，降低维护成本。

第四步，通过调整床层深度影响床层压力的分布，从而实现对床层压力的有效控制。例如，部署高精度的床层压力传感器，建立实时监测系统，实时获取床层压力的变化情况。

基于床层压力监测数据建立床层深度调控系统，通过自动控制或手动干预方式实现对床层深度的及时调整。通过实际运行数据分析，不断优化床层深度的控制算法，确保系统性能的持续提升。

表 1 某床层实时监测数据

时间	床层压力 (kPa)	温度 (℃)	湿度 (%)	氧含量 (%)
2023-01-01 08:00:00	100.2	350	60	21.5
2023-01-01 08:05:00	98.5	355	58	21.0
2023-01-01 08:10:00	101.0	360	62	20.8
2023-01-01 08:15:00	99.8	355	59	21.2
2023-01-01 08:20:00	97.2	350	55	22.0
2023-01-01 08:25:00	100.5	358	61	20.5

4 化工企业循环流化床锅炉燃烧运行经济性优化的效益分析

某化工企业进行循环流化床锅炉燃烧运行优化之前，虽然循环流化床锅炉整体运行相对平稳，但总风量、炉床温度和床压等关键参数调节不够精准，出现波动较大的情况，进而影响燃烧过程的稳定性。同时，废气排放温度和排放物质的处理未能达到环保法规的具体要求，在运行过程中存在不同程度的环境污染问题。受到燃烧效率不充足的影响，该化工厂存在能源浪费的现象，整体运营成本比较高，具体包括能源购买和相关设备维护费用。针对以上存在的情况，该化工企业从 2023 年 2 月份开始改进循环流化床锅炉燃烧运行，通过优化关键参数和改善燃烧过程，实现提高能源燃烧效率和降低设备维护成本的经济运行效益，具体见表 2。

通过对表格中各项数值的具体对比，可以看出优化后的循环流化床锅炉燃烧运行效果。远远好于优化之前的运行效果，尤其是减少运营成本的支出——从每吨产出的运营成本 200 元下降至每吨 180 元，主要

得益于提高能源的燃烧程度，降低相关设备维护成本的支出。这说明，化工企业在探索循环流化床锅炉燃烧运行经济性优化过程中，应该关注关键参数的优化调整与燃烧过程的改善，以此保持高效且稳定的运行状态，也能降低对环境的负面影响。

表 2 某化工企业循环流化床锅炉燃烧运行经济性优化的效益分析

效益指标		优化前	优化后
关键参数	总风量	950m ³ -1100m ³	1000m ³
	炉床温度	850℃ -1050℃	950℃
	床压	0.2MPa-0.5MPa	0.25MPa-0.35MPa
环境排放	废气排放温度	超过标准，达到 280℃	降至 260℃，符合标准
	排放物质	未经处理，含超标成分	处理后含量大幅减少
能源利用和成本	燃烧效率	70%	85%
	运营成本	200 元 /t	180 元 /t

5 结论

化工企业循环流化床锅炉燃烧运行经济性优化分析是确保高效、稳定和环保生产的关键。通过对总风量、炉床温度、锅炉床压等关键参数的合理控制和优化，可以实现循环流化床锅炉在化工生产中的最佳性能，在符合可持续发展目标基础上提升企业整体经济效益，有利于推动企业实现清洁且高效生产的目标。在后续发展中，化工企业应该持续关注循环流化床锅炉燃烧运行的路径，在实现高效生产的基础上获得更多的发展利益。

参考文献：

[1] 许小群,张迪,林志军等.石油化工企业循环排污水除硬效果分析[J].广东化工,2022,49(23):165-167+101.
[2] 逯伟楠.煤化工企业循环流化床锅炉给水处理[J].当代化工研究,2021(09):35-36.
[3] 李阳.220t/h 循环流化床锅炉受热面改造及性能试验分析[J].锅炉制造,2021(03):4-7.
[4] 田薇,阎江涛,胡建胜,唐萍,孔帅,金南辉.循环流化床锅炉风险管理系统的应用[J].工业安全与环保,2021(11).
[5] 王智微,任海,张晓康,朱大立,华海峰,张建东.循环流化床锅炉旋风分离器对物料平衡的影响分析及应用[J].锅炉制造,2022.