

循环流化床锅炉排烟温度高的原因及对策

张瀚 满昌龙 王明兰

联泓（山东）化学有限公司

摘要：排烟温度是衡量锅炉经济性的一个重要指标，循环流化床锅炉排烟温度偏高是一种常见问题，本文首先对循环流化床锅炉进行了简要介绍，然后分析了循环流化床锅炉排烟温度高产生的因素，阐述了排烟温度高对锅炉运行的影响，提出了降低锅炉排烟温度的措施。

关键词：循环流化床；排烟温度；积灰；控制措施

循环流化床蒸汽锅炉排放烟气温度过高是普遍性的难题，若锅炉排烟温度居高不下，势必会增加能源消耗，导致热效率损失。导致锅炉排放烟气温度升高的因素较为复杂，主要涉及受热面积灰、空气泄漏、供风量过剩、分离效能衰减、给水温度偏高、受热面布置不当、空气预热器进口温度升高以及炉室负压过大等多重因素^[1]。针对上述诸多原因，应实施恰当的解决策略，以便减少烟气的排放温度，进而增加锅炉的工作效率。

某公司拥有3台循环流化床锅炉，在生产运行过程中，锅炉时常出现排烟温度偏高的问题。本文的目的在于追踪并分析排烟温度升高的规律，通过全面的排查和总结，来制定相应的解决方案。这一措施对确保锅炉未来稳定运行具有指导意义。

1 循环流化床锅炉简介

某公司锅炉设计参数见表1，设计燃料见表2，经济技术指标见表3。

循环流化床锅炉为单锅筒强制循环锅炉。锅炉主要由炉膛（含屏式过

表1 锅炉设计参数

项目	单位	数值
额定蒸发量	t/h	140
额定蒸汽压力	MPa	9.8
额定蒸汽温度	℃	540
额定给水温度	℃	215

表2 设计燃料

项目	单位	数值
水分	%	17.77
外水	%	10.03
内水	%	7.74
挥发分	%	23.2
灰分	%	38
固定碳	%	31.06
硫分	%	0.49
低位热值	kJ/kg	12 276.66

表3 技术经济指标

项目	单位	数值
冷风温度	℃	20
一次风余热温度	℃	150
二次风余热温度	℃	150
排烟温度	℃	140
锅炉热效率	%	89

热器）、布风装置、点火装置、旋风分离器、对流受热面（过热器和省煤器）及空气预热器顺序布置。炉膛为全膜式水冷壁悬吊的封闭结构，采用轻型保温层保温。图1为循环流化床锅炉工艺流程示意图。图2为锅炉烟风系统图。

2 排烟温度高的原因分析

2.1 燃料性质

某公司锅炉入炉燃料煤种较多，煤质偏差较大，无法保证单一矿源煤种的稳定性。其中燃料煤的水分、灰分、挥发分影响较为明显。

水分影响：燃料煤在燃烧过程中会将煤中水转化为蒸汽，所以燃料煤含水量高，致使烟气输出量上升，带走的热量损失亦随之增加；此外，水汽含量的增多会提升废气中的酸性凝结点，从而容易引起低温下的腐蚀现象。

灰分影响：灰分越高，受热面的玷污、磨损越严重。在锅炉尾部受热面积累灰会导致热效能降低，烟气的排放温度会相应升高。含灰量较高的

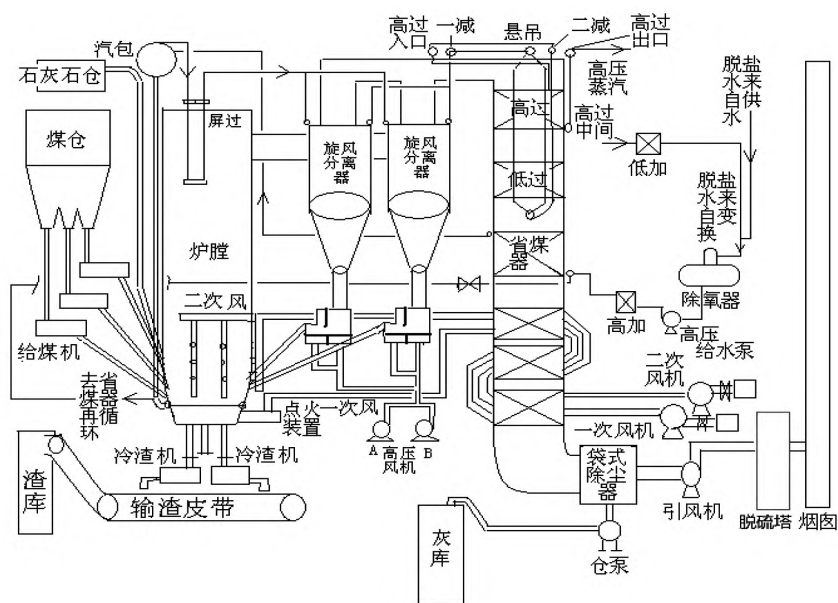


图1 循环流化床锅炉工艺流程示意图

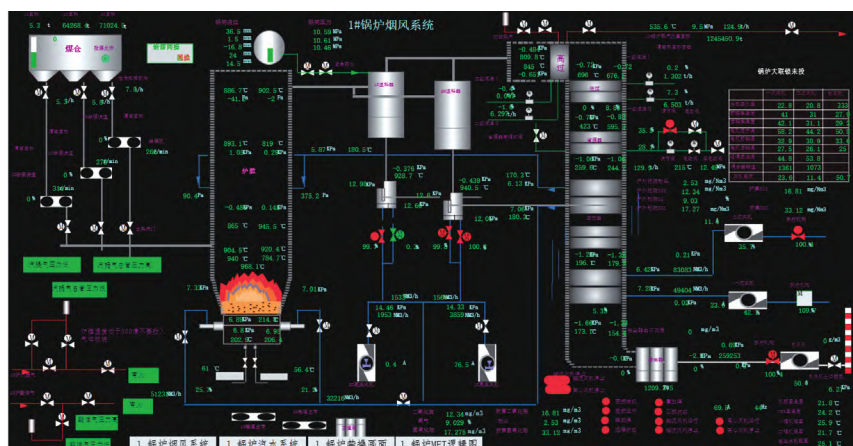


图2 循环流化床锅炉烟风系统图

煤炭热值降低，该情形下，为维持相同的热负荷，会需要更多的燃料，蒸汽产生速度和体积也相应增长，进而提高了排烟的温度和体积，最终导致锅炉热效率的下降。

挥发分影响：煤炭内部挥发物成分越少，其点燃与燃烧过程越为困难，且其燃烧持续时间会有所延长；如果炉膛末端排放的烟气温度较高，则表明带出的未完全燃烧的微粒增多，这些微粒会在旋风分离器和烟道的尾部持续燃烧，结果使得排放烟气的温度偏高。

2.2 受热面积灰与结焦

受热面配置若不妥当，或因积灰结焦面积扩大，会增加热量传递过程

中的热阻，从而降低了热量的传递效率，使得排放的烟气温度提升。若锅炉末端积灰受阻，烟道就会形成一个烟气流动的通道，引发部分区域的温度升高而另一部分区域温度降低。在较低温度的区域，空气预热器附近的烟气会因冷凝作用导致管壁腐蚀，严重时管道会穿孔，从而产生空预器泄漏问题。如此，漏出的风直接流入烟道形成捷径，不利于锅炉的正常送风作业。锅炉脱硝，氨水与烟气中的硫反应生成比较发黏容易贴敷的硫酸铵盐，导致烟道积灰堵塞加剧。

2.3 锅炉漏风

循环流化床锅炉漏气通常出现在

燃烧室、烟道、空气预热器以及检修门和人孔等封闭不牢固的部位。由于燃烧室处于高压环境，不容易出现外部空气的侵入问题；但从燃烧室经过旋风分离器传递至空气预热器的过程中，存在于负压状态下的通道易让外部低温空气涌入烟道之内，导致该区域烟气温度下降、烟气体积膨胀，进而影响后续传热面的传热效能，造成了废气温度的上升。

2.4 旋风分离器效率

旋风分离器将炉膛出口烟气中绝大部分固体颗粒从烟气中分离出来，并通过回料系统重新投入燃烧室以供再次焚烧。但如果该装置的中心筒因承受高温而发生形变或其浇筑物料剥落，其分离性能便会衰减，致使不少较大颗粒的可燃物未能被有效回收至燃烧区域，继而进入烟道，并不停散发热量，使得排烟的温度不断攀升。

2.5 空预器入口风温

随着空气预热器进风的温度上升，其热交换的温差会相应缩小，导致通过预热器的烟气冷却作用变弱，进而使得烟气的排放温度升高。相对而言，如果进风温度降低，则排烟温度也会下降。考虑到北方严冬的寒冷环境，为了预防排气温度太低而导致的尾部热交换区域的低温腐蚀问题，多数情况下会在风机进口处设置暖气装置，或者安置风机进口于室内，以此来增加空气预热器的进风温度。

2.6 给水温度

当进水温度升高时，省煤器中水温 and 烟道气体的温差缩小，导致省煤器的吸热作用下降，从而让空气预热器无法完全吸收热能，最终部分热量被风机抽走，使得排放烟气的温度增加。

2.7 炉膛负压及入炉风量

炉内负压异常加剧，导致烟尘排放速度加快，并且灰尘携带量增多，大量热能随之被排风设备抽离，造成

排烟温度的上升。当氧气进入锅炉与燃料结合燃烧时,产生的高温烟尘若超出预期,那么含有的热量就会远远高于热交换装置能够承受的范围,多出的热量继而通过抽风装置排出,进一步导致排烟温度的提高。向锅炉送入的风量越是充足,排出的烟气温度也就越高。

3 降低锅炉排烟温度的措施

3.1 燃料煤

严格控制入炉燃料煤的品质,确保其含水量及颗粒大小合适,其中含水量需维持在 10.5% 以下,较低的水含量更利于提升燃烧效率;同时,颗粒直径应控制在 10 mm 范围内。通过对燃料煤进行有效混配,保持稳定的热值在 4000 ~ 4500 cal/g,降低燃料煤品质的波动。

3.2 受热面

停炉检修期间需对受热面积灰情况进行检查,保证尾部受热面清洁。同时,锅炉装有尾部烟道吹灰装置,每班进行吹灰一次或投入自动状态进入循环吹灰模式,再者可以根据金属壁温情况及排烟温度随时吹扫。

加强对脱硝系统的监控,根据烟气外排氮氧化物的指标情况及时调整,防止氨逃逸超标,合理调整氨水与稀释水的比例,稀释后的氨水浓度在 8% ~ 10% 为宜。

强化吹灰器的日常监控与维修工作,周期性更换连接在乙炔气瓶上的软管以避免其因老化及连接端不紧实而发生气体泄漏。使用完毕后应确保乙炔气瓶的闸阀紧闭,避免乙炔的外泄。在启动吹灰前,必须检验现场乙炔的压力是否充足,且定期对压力计进行校准以确保其读数的准确性。将整个吹灰系统与 DCS (分散控制系统) 画面连接,以便操作人员能够实时监测乙炔压力和吹灰进程,并根据具体状况调整吹灰相关的参数。倘若吹灰

装置出现任何故障、泄漏报警或不响炮的状况,应立刻联系维修人员进行处理。

3.3 锅炉漏风

在设备正常运行期间,应加大对锅炉本体的巡视力度,确保所有检修孔门紧闭无误。若发现烟囱存在裂痕,须用隔热棉材料进行封堵;如果裂缝过大,则需通过焊接封盖并在封盖内部填塞隔热棉或注入耐火材料。在停炉进行常规保养时,需要重点对负压区进行检查并修补任何泄漏点,确保锅炉的高效封闭性能。

3.4 旋风分离器

在熄火过程中要重点对气旋分离设备执行检验和修复,对发现的变形问题立刻校正,脱落的耐磨材料需进行重新铸造并确保彻底地烘干处理,以防在运行期间因应力作用导致材料再度脱落。启动或关闭锅炉时,需严格遵循操作规程,确保锅炉内任意的烟道气体温度监测点的温度变化速率不超过每小时 100℃,从而避免因温度突变导致的锅炉应力累积而引起形变。

3.5 空预器入口风温

多数循环流化床锅炉一二次风机置于室外,空气预热器的入口温度为环境空气温度。我国东北地区会考虑把风机置于厂房内部,主要目的为冬季防冻。

3.6 给水温度

适当减少除氧器加热蒸汽,减少高压加热器的用气量,适当降低锅炉给水温度,可以降低排烟温度。提升给水品质,根据后系统需求适时调节连续排污量,确保锅炉用水质量达标,以降低热交换部位内部积垢现象,此举有助于提高热交换效率并降低烟气排放温度。运行期间,为避免因烟气温度降至过低而导致末端热交换部位发生低温侵蚀,应确保排烟温度不低于露点温度的 125℃。

3.7 炉膛负压及入炉风量

优化燃烧策略,将流化床压力调整到 6 ~ 8 kPa 的范围内,并且将流化床的温度维持在允许的区间,即 850 ~ 970℃。同步调整一、二次风配比。对循环流化床锅炉的风量分配的调节原则是保障一次风能够保持物料的流化状态,二次风则用以精准控制总风量,并通过调整二者的关系平衡床温。适当增加排渣量,从而降低流化床内的压力,通过减少一次风量来提高床层温度,以此提升燃烧效能,并减少排放气体的温度。保障物料流化的同时尽可能减少一次风量,以此减少对锅炉管道的磨蚀。在设置风量时,要关注其对燃烧稳定性的作用,逐步进行微调,以避免燃烧出现波动,并防止燃烧不完全时颗粒物过多排放,降低燃烧效能,并导致排气的温度上升。在调整锅炉负荷时,要及时调整空气过量系数,高负荷运行时应保持较低氧含量,一般控制在 3% ~ 6%。

4 结论与展望

通过针对性的措施和细致的管理,可以有效降低循环流化床锅炉的排烟温度,提高锅炉运行的经济性和环保性。

对于我司而言,锅炉排烟温度偏高的主要原因是受热面的积灰。受热面的积灰是一个非常复杂的问题,不仅与分离器的性能、灰分的大小等因素有关,而且与燃料中的灰分形态密切相关。我司通过对锅炉尾部烟道吹灰器进行技改升级,以此来减少积灰,降低排烟温度,提高锅炉的热效率,达到经济可靠运行的目的。

参考文献:

- [1] 刘爱成. 循环流化床热水锅炉排烟温度偏高的原因及对策[J]. 工业锅炉, 2010(1): 38-40.