

锅炉排烟温度高的影响因素及治理措施

秦亚飞

(国网能源哈密煤电有限公司, 新疆 哈密 839000)

【摘要】随着我国可持续发展战略不断地推进,我国各行各业在生产的过程中都在强调节能绿色和环保,贯彻我国的可持续发展战略。文章将对 HG-1038/18.34-HM35 型锅炉进行全面分析,列举锅炉排烟温度高的主要因素,并提出相应的治理措施。

【关键词】锅炉排烟;排烟降温;因素和治理方式

【DOI】 10.12294/j.issn.1673-0992.2022.07.060

前言:

HG-1038/18.34-HM35 锅炉是哈尔滨锅炉厂生产制造的亚临界参数、一次中间再热、自然循环汽包锅炉,采用平衡通风、四角切圆燃烧方式,双层等离子无油点火,设计燃料为低热值高灰分的一矿煤和高灰分易结焦的二矿煤掺烧(均为褐煤)。整个锅炉是固态排渣煤粉炉,制粉系统采用的是冷一次风正压直吹式系统,每台锅炉配置有五台正压直吹式中速磨煤机(ZGM113G-II),四台运行一台备用,上三层磨煤机采用动态分离器。锅炉排烟温度年平均值远高于设计值,影响力锅炉的经济性和工作效率。经过对这两台锅炉的分析,造成锅炉排烟温度过高的主要因素分为以下几种,分别为煤种影响、锅炉漏风的影响、锅炉积灰及结焦的影响,制粉系统的影响、环保改造的影响、暖风器的影响,会造成锅炉的使用效率降低,需要对以上问题进行相应的防治和处理。

一、锅炉排烟温度高的影响因素

(一) 燃煤影响

锅炉烟气量和烟气特性与煤的成分有着直接的关系,燃煤中的灰分、水分增加和发热量降低都会直接导致排烟温度的变化,即煤的排烟温度与收到基水分成正比,与发热量成反比。燃煤中灰分在锅炉燃烧过程中阻碍氧气与碳产生化学反应,灰分较高会造成着火延迟,锅炉炉膛温度下降,煤粉的燃烬度降低,不完全燃烧损失大大增加。此外,灰分还是炉膛结渣、受热面积灰的根源。

该厂掺烧后的燃煤具备灰分大发热量低和易结焦的特点。在锅炉的燃烧中,整个炉内会出现比较严重的积灰、结渣现象,炉膛的出口温度会随之升高。另外,因煤的灰分高、发热量低,燃料燃烬所需的氧量进一步增加,炉内烟气量增加,从而导致排烟温度的升高。

燃煤灰分大,为防止脱硫吸收塔出口粉尘含量超标,会降低锅炉风量,降低大风量对粉尘含量

的影响。一、二次风量的降低,使空气预热器的换热下降,也导致锅炉排烟温度的升高。

(二) 锅炉漏风的影响

锅炉漏风直接影响炉膛整体温度水平和过剩空气系数大小,是锅炉排烟温度升高的主要原因之一,可细分为炉膛漏风、制粉系统漏风及烟道漏风三类。

1. 炉膛漏风。炉膛漏风主要指炉顶密封、看火孔、人孔门及炉底漏风。锅炉氧量一定时,炉膛漏入冷风,会降低一、二次风的风量,减少通过空气预热器的冷风量。风量大幅减少,使传热系数和传热量下降,造成排烟温度明显升高;炉底漏风对锅炉的影响最大,会大大降低炉膛温度,抬高火焰中心,引起炉膛出口烟温升高;在锅炉工况不变时,炉膛火焰中心越高,炉膛的出口温度也会越高,造成受热面吸热量增加,减温水量增加,经过省煤器的给水流量就减少,相应省煤器换热量减少,省煤器出口烟温升高,使锅炉排烟温度升高。目前,干式排渣机漏风量明显偏大。在氧量保持不变的前提下,炉底漏风量的增加,将导致火焰中心上移,排烟温度升高。

2. 制粉系统漏风。在整个锅炉系统中,制粉系统是其中比较重要的系统设备,在正常运行时,负压比较大,因此会导致整个锅炉出现漏风的现象。制粉系统漏入的冷风会导致整个锅炉的一次风温度下降,使锅炉着火延迟,从而造成锅炉排烟的温度升高。

3. 烟道漏风。除了炉膛漏风和制粉系统出现漏风之外,烟道也会出现漏风的情况。空气预热器之前的烟道漏风会整体降低锅炉的烟气温度,这也造成整个烟道的传热温差相应下降,使受热面的吸热能力下降,吸热量少,也会出现锅炉排烟温度升高的现象。

(三) 锅炉积灰及结焦的影响

锅炉受热面(或空气预热器)积灰和结焦也是

导致锅炉排烟升高的主要原因之一。该厂掺烧后的燃煤属于高灰分、低灰熔点、高碱金属煤种。由于煤种高灰分，锅炉灰量比较大，容易出现锅炉受热面积灰的情况。若未能及时进行锅炉吹灰，低灰熔点、高碱金属的煤种因素还会造成锅炉受热面大面积结焦。锅炉大面积积灰和结焦会大幅降低炉膛的传热量，积灰、结焦越厚，传热量下降越明显。锅炉吸热量减少，烟气放热量相应减少，炉膛出口烟温升高，导致锅炉排烟温度升高。此外，为了满足锅炉蒸发量，需增加锅炉燃料量，同时增加锅炉烟气量，也会造成锅炉排烟温度升高。

脱硝系统投运后，为防止NO_x含量超过规定值，氨气的消耗量往往会大于脱硝反应的理论要求，这会造成少量的氨气进入空气预热器。烟气中过量的NH₃与SO_x会产生化学反应生成NH₄HSO₄。它具有黏性大、腐蚀性强的特点，且易捕捉烟气中的飞灰，引起空气预热器的堵塞和腐蚀。此外，脱硝系统的长期运行，SCR催化剂活性也在逐渐下降，这造成脱硝效率降低，氨逃逸率增大，加剧了空气预热器的堵塞。空气预热器堵塞使空气预热器传热面积减少，影响烟气的换热效果，使锅炉排烟温度升高。

锅炉采用高浓缩比浓淡风煤粉燃烧技术，在一次风管道内采用百叶窗式煤粉浓缩器。改造低氮燃烧器后，在使用原有煤种同等掺烧比例时，锅炉不完全燃烧损失明显增加，飞灰含碳量增加。低氮燃烧器的低温和低氧燃烧方式，使主燃区的温度会下降较多，煤粉着火推迟，着火区的氧量的降低，使煤粉燃尽能力下降，燃烧的过程被加长，飞灰和炉渣的可燃物变多。由于煤粉燃烧的过程变长，使得炉膛出口的烟气温度变高。锅炉低氧燃烧，还造成水平烟道存在严重的积灰情况，严重影响了再热器和水平烟道的吸热，一定程度上提高了锅炉排烟温度。

（四）风量配比的影响

若过量空气系数过小，会使燃料不能燃尽，增加锅炉不完全燃烧损失。若过量空气系数过大，锅炉的烟气量会增加，烟气的流速提高，对流放热也会加强，但烟气量增加程度远大于传热量增加，从而造成排烟温度的上升。

为防止磨煤机堵塞，所控制的一次风压和风量均较大。为控制磨煤机出口温度在规定范围内，冷风量也相应增加，在锅炉风量一定时，通过空气预热器的风量减少，使其换热下降，造成锅炉排烟温度升高；一次风压过大，炉膛内二次风压无法压住火焰，还会造成风粉混合不良，煤粉燃烧推迟，火焰中心上移，造成锅炉的排烟温度升高；一次风速过大，还会使锅炉四角切圆变小，煤粉

着火时间就不够充分，造成不完全燃烧热损失增加，排烟温度升高。

（五）制粉系统的影响

该厂地处新疆，夏季高温天气，环境温度达40℃以上，一次风机入口温度较高。为保证制粉系统运行安全，控制磨煤机出口温度在规定范围内，会增大磨煤机冷一次风量，减少热一次风量，通过空气预热器的一次风量减少，造成空气预热器传热效率下降，导致锅炉排烟温度升高。

若采用上层磨煤机或加大上层磨煤机的给煤量，会使炉膛火焰中心上移，炉膛内的燃烧时间减少，导致炉膛出口烟温及锅炉排烟温度明显提高。燃煤掺烧比例变化或煤质变时，为满足锅炉蒸发量，需要五台磨煤机全部投入运行，这造成锅炉一次风量，磨煤机密封风量增大，二次风量随之降低，空气预热器换热效果下降，导致排烟温度升高。

煤粉过细，煤粉颗粒与空气接触面积相应增大，对燃烧有利，能有效降低飞灰含碳量，但会使磨煤机耗电率升高。煤粉过粗，在相同工况下，导致煤粉在炉内燃烧推迟，火焰中心提高，造成锅炉排烟温度提高。磨煤机动态分离器频率调整不当，对锅炉排烟温度的影响较明显。

（六）环保改造的影响

低氮燃烧器是采用百叶窗式浓淡分离空气垂直分级燃烧燃烧器。因采用低温、低氧燃烧，炉膛温度下降，在低温缺氧的环境下，煤粉会推迟着火，火焰中心上移，使炉膛出口烟温上升。锅炉低氧燃烧，还造成锅炉整体风量下降，这会减小空气预热器的换热量，使烟气冷却效果下降，排烟温度升高。

该厂规定脱硝系统的投入许可温度为305℃~420℃，但在机组启动初期和低负荷时，会因为烟气温度低于305℃不满足系统投运要求。因此，锅炉进行了宽负荷脱硝改造，即从汽包下降管引出饱和水至省煤器进口管道与给水混合，进入省煤器，通过调节汽包下降管引出饱和水流量的大小，提高整体给水温度，减少省煤器的吸热量，提高烟气温度，实现调节脱硝系统入口烟气温度的目的，但这也导致锅炉排烟温度的整体升高。

（七）暖风器的影响

该厂地处新疆，冬季环境温度近-30℃，为了提高进入空气预热器的一、二次风温度，防止大量冷风进入空气预热器的冷端，造成结露、积灰而引起腐蚀，在锅炉一、二次风机入口均设置了暖风器。

当暖风器本体泄漏，会通过风道流至空气预热器，造成空气预热器蓄热元件大面积积灰。当脱

硝系统存在氨逃逸时,空气预热器冷端温度低,会加剧 NH_4HSO_4 的生成。为防止空气预热器冷端温度过低,会提高空气预热器入口一、二次风温,且远大于设计值,这造成空气预热器传热温差减小,大大降低了空气预热器的换热效果,使锅炉排烟温度升高。

二、降低排烟温度的措施

(一) 加强燃煤管理

配煤掺烧的总体原则是根据锅炉设计和实际运行情况,合理选用煤种,组织好锅炉燃烧。根据运行状况,掌握锅炉与煤种特性参数的配合,合理调配每台锅炉用煤。

煤炭管理部根据堆煤的燃煤实时变化,做出每天的煤堆存放图,注明进煤日期、煤量、煤种、堆放位置、工业分析数据、发热量、灰熔点等。各煤种实行分开堆放,不得混堆;接卸后,及时对煤堆进行推平、压实、边角处定期归堆;坚持先进先烧的原则,合理安排库存量,及时调运各煤种煤量,减少入厂煤的堆放时间,从而降低煤损和热量损耗。对于新到的煤,煤化验班应按时报出工业分析、发热量和灰熔点化验报告。所有数据输入发电厂运行管理系统化学分析栏中。锅炉专工和值长根据煤化验报告布置燃煤各煤仓上煤方式和掺烧比例,并定期进行锅炉测温,关注锅炉结焦情况,并根据锅炉结焦情况对掺烧比例做出调整。

(二) 减少锅炉漏风

锅炉运行中,定期检查炉膛观火孔、人孔门,应及时关闭。若无法关闭或关不严,应及时联系相关人员进行处理。利用机组检修机会,安排检修人员对空气预热器全面检查,保证其换热元件良好,密封严密;锅炉本体及制粉系统进行全面的查漏、堵漏,采用密封严密的挡板、人孔门、检查孔等。加强锅炉干渣机系统管理,保证干渣机系统正常排渣,防止因渣仓放渣和排渣不畅,人为清渣、清焦造成的炉底大量漏风。

(三) 加强制粉系统管理

在保证锅炉安全稳定燃烧的前提下,机组高负荷应保持下层制粉系统运行,若有某一制粉系统故障或者异常时,方可启动相应的上层制粉系统。机组低负荷时,应考虑机组主、再热气温在额定值;脱硝系统入口满足规定温度;尽量降低锅炉 NO_x 的生成量。合理安排磨组运行方式,降低锅炉火焰中心。

在保证磨煤机不堵煤的前提下,尽量降低一次风母管压力,使每台运行的磨煤机入口热风调门开度在 80% 以上,尽量减少磨煤机冷风耗量。在锅炉氧量不变时,降低一次风量,二次风量会相

应增加,通过空气预热器的冷风风量增多,空气预热器的换热增加,有利于降低锅炉排烟温度。

定期进行煤粉细度化验,根据试验数据,对磨煤机出力、磨煤机的液压加载力和磨煤机的动态分离器频率进行调整。不同煤种和磨煤机煤量来确定动态分离器的频率,并按照从下到上的方式逐渐提高动态分离器的频率。

(四) 优化风量配比

锅炉运行中,要保证锅炉的过剩空气系数合适,确保锅炉燃烧的安全性及经济性。锅炉燃烧器检修后,应进行空气动力场试验。提高制粉系统冷、热风挡板和一、二次风机自动调节性能,保证风和煤比例的匹配度;根据磨煤机出力,及时调整对应二次风门开度,保持炉膛差压在 0.4~0.9 kPa。

(五) 减少锅炉积灰及结焦

保持适当的过量空气系数,坚决杜绝缺氧燃烧现象发生。加强锅炉燃烧调整,合理配比一、二次风,避免火焰偏斜或出现扫墙情况。

制定完善的锅炉吹灰管理制度,吹灰系统的缺陷必须及时消除,保证锅炉吹灰工作落到实处。定期进行锅炉炉膛测温,发现锅炉结焦时,应加强吹灰。空气预热器冷端除蒸汽吹灰外,加装声波吹灰器,提高吹灰效果。每次机组停运,对空气预热器进行高压水冲洗。

(六) 加强设备管理

制定完善的锅炉宽负荷脱硝系统使用制度,尽量减少机组启动时和机组低负荷时的使用时间;根据低氮燃烧器改造后的锅炉燃烧调整规定,及时调整锅炉二次风箱进风调门开度,控制锅炉火焰中心高度。规范锅炉一、二次风暖风器的使用,按照温度要求,及时调整暖风器的进汽量。在暖风器退出时,保证暖风器进气门关闭严密,无内漏。

结语:

本文通过理论联系现场实际情况,并根据自身多年的工作经验及分析和研讨,对引起锅炉排烟温度升高的各种因素进行了分析,并提出了相应的治理措施,有效地降低了锅炉排烟温度。

参考文献:

- [1] 孙德民. 锅炉排烟温度高的原因分析和处理 [J]. 热点技术, 2013 (03).
- [2] 李建设. 锅炉排烟温度高的影响因素及采取的措施 [J]. 现代工业经济和信息化, 2017.
- [3] 邹绍波, 王仁利. 锅炉排烟温度高的影响因素及处理措施 [J]. 华电技术, 2014. (11)
- [4] 李升, 杜进, 乔钰深. 锅炉低氮燃烧器改造对结焦特性的影响研究 [J]. 湖南电力, 2019 (04).