

发电厂锅炉燃烧调节优化措施

任 旻

烟台龙源电力技术股份有限公司 山东 烟台 264000

摘 要：发电厂锅炉燃烧调节优化意义重大，影响燃烧的因素有燃料品质、一次风参数、燃烧器特性及锅炉负荷等。优化措施多样：燃料量与风量调节要依制粉系统类型和负荷灵活调整；燃烧器调节需合理配比一、二、三次风；应用低氮燃烧、流化床燃烧等技术；运行管理与维护方面要加强人员培训、完善制度、定期维护设备、安装烟气监测设备，以实现锅炉高效、稳定、环保运行。

关键词：发电厂锅炉；燃烧调节；优化措施

引言

当下，能源需求持续攀升，环保要求愈发严苛，发电厂锅炉的高效稳定运行意义重大。锅炉燃烧调节是影响其性能的核心环节，优化程度与发电效率、能源消耗及污染物排放紧密相连。目前，发电厂锅炉燃烧存在燃料品质波动、燃烧不稳定、污染物排放超标等诸多挑战。深入剖析影响燃烧的因素，探寻有效的燃烧调节优化措施，成为发电行业亟待攻克的课题，对提升经济效益、推动绿色发展意义非凡。

1 影响燃烧的因素分析

1.1 燃料品质的影响

燃料品质是锅炉燃烧过程中至关重要的影响因素。不同煤种在挥发分、灰分、水分等成分的含量上存在显著差异，这直接决定了它们在燃烧过程中的不同表现。挥发分含量高的煤种在燃烧方面优势显著。这类煤着火容易，能够迅速进入稳定燃烧状态，从而有效减少不完全燃烧造成的损失。与之相反，灰分含量高的煤种着火速度慢，燃烧稳定性差。在燃烧过程中，灰分会像一道屏障，阻碍可燃质与氧化剂充分接触，导致煤难以充分燃尽，影响燃烬性能^[1]。水分含量高的煤种同样不利于燃烧，它引燃困难，会使燃烧时间延长，降低燃烧室温度，进而增加不完全燃烧和排烟热损失。

1.2 一次风的风量、风速、风温的影响

一次风的风量、风速和风温对煤粉的着火与燃烧起着关键作用。在设备正常运行时，减少风粉混合物中一次风的占比，相当于提高了煤粉浓度。这不仅能降低煤粉着火所需的热量，还能在相同高温烟气回流量的情况下，使煤粉达到更高温度，加快着火进程，对煤粉的着火和燃烧十分有利。一次风量并非越低越好。若一次风量过低，着火初期煤粉可能无法获得足够的氧气，导致反应速度减慢，不利于着火区域的扩展。一次风速过高

也会带来问题，它会降低煤粉气流的加热效果，使着火点后移，容易引发燃烧不稳定的情况。特别是在低负荷运行时，由于炉内温度较低，甚至可能出现火焰中断或熄火的现象。而一次风温越高，煤粉气流达到着火点所需的热量就越少，着火速度也就越快。

1.3 燃烧器特性的影响

燃烧器特性对锅炉燃烧起着关键作用。在锅炉运行中，燃烧器出口截面大小与火焰形态紧密相连。出口截面增大，混合物着火后离开喷口距离变远，火焰被拉长，这可能影响燃烧的稳定性与效率；出口截面减小，火焰相对集中，有助于提高局部燃烧强度。小尺寸燃烧器优势明显，它能增加煤粉气流点燃时的表面积，加快着火速度，缩短着火距离。如此一来，既能避免炉膛出口温度过高，防止设备受损，又能确保煤粉充分燃烧，提高燃烧效率。直流燃烧器着火区吸热面积相对小，但可引入炉膛内高温烟气混合加热，改善着火条件。组织切圆燃烧时，它能使后期煤粉与空气充分混合，提高燃烧完全程度。并且能根据不同燃料对二次风混入时间的要求，调整自身结构和布置，提升燃烬效果。旋流燃烧器着火区吸热面积大，着火条件好，可独立实现着火燃烧，保障燃烧过程的顺利进行。

1.4 锅炉负荷的影响

锅炉负荷变化对煤粉燃烧着火有着关键影响。锅炉负荷降低时，炉膛内燃料燃烧量减少，释放热量降低，平均温度随之下降，燃烧器区域温度也会降低。温度降低会使煤粉气流达到着火条件所需时间变长、难度加大，不利于煤粉着火。若负荷持续降低至某一特定程度，为防止炉火熄灭、保证稳定燃烧，通常需要投入油枪进行辅助燃烧。而且，不同锅炉因自身结构、尺寸、材质等特性不同，所用煤种发热量、挥发分等有差异，燃烧器类型和布置方式也多样，这些因素都决定了煤粉

稳定着火和燃烧所允许的最低负荷并非固定值。

2 燃烧调节优化的具体措施

2.1 燃料量与风量调节优化

(1) 对于采用中间储仓式制粉系统的煤粉锅炉而言,调节进入炉内的煤粉量具有较高的灵活性。在锅炉负荷出现变动时,能够根据负荷变化的具体程度,采用相应的调节办法。要是负荷变化幅度较小,只需对给粉机转速进行调节即可。借助精确调控给粉机转速这一手段,能够改变进入一次风管的煤粉量,进而使煤粉供应量与当前负荷需求相适配。而当负荷变化较大且超出给粉机正常调节范围时,则需改变投运燃烧器个数,以此大幅度调整进入炉内的煤粉量,保障锅炉在不同负荷下都能稳定燃烧^[2]。(2) 直吹式制粉系统的煤粉锅炉,通常装有多台磨煤机,形成多个独立制粉系统。由于无中间煤粉仓,制粉量即为锅炉燃煤量,其出力大小直接影响锅炉蒸发量。在拟定磨煤机启动与停止方案时,需全面考量燃烧工况的合理性,确保燃烧器投入的均衡性,以维持炉内燃烧工况的均匀性。当锅炉负荷波动较小时,仅需调节制粉系统的出力即可满足需求。若负荷需增加,操作顺序如下:首先调大排粉机进风挡板开度,提升磨煤机通风量,借助磨煤机内少量存粉作为增负荷的缓冲,随后增加给煤量并同步调大相应二次风门的开度;当负荷需要减少时,则按与上述相反的顺序执行操作。(3) 锅炉负荷改变时,送入炉内的风量必须与燃料量相适应,同时调节引风量。送风量调节主要针对一次、二次和三次风,以及少量漏风。总风量调节多通过电动执行机构操纵送风机进口导向挡板开度实现,部分情况下还需调节二次风挡板开度。容量较大的锅炉通常装有两台送风机,调节时应同时改变两台送风机进口导向挡板开度,保证烟道两侧空气流通工况均匀。引风量调节旨在维持炉膛负压在合理数值,方法与送风量相似,通过电动执行机构操纵引风机进口导向挡板开度实现。若锅炉装有两台引风机,引风机,正常运行时炉膛负压值保持在20-30Pa,运行人员除灰、清渣或观察炉内燃烧时,炉膛负压值应保持为50-100Pa。

2.2 燃烧器调节与运行方式优化

(1) 合理调整一次、二次、三次风的配比,即精准把控其速度与风率,是确保燃烧稳定高效的关键。一次风速对煤粉着火起着关键作用,风速过高会使煤粉着火延迟,过低则易烧毁燃烧器,还可能导致一次风管内煤粉沉积。二次风速过高或过低都会扰乱气流正常混合,降低燃烧稳定性。三次风速不仅影响主燃烧器煤粉气流的燃烧,还关乎自身携带煤粉的燃烧效果。一次风率越

大,煤粉气流吸收热量越多,着火时间越长,不利于低挥发分燃料;而高挥发分燃料着火容易,为保证挥发分充分燃尽,常需较高一次风率。不同燃料和燃烧器结构对风速与风率要求不同,确定合理风速与风率时,要综合考虑燃烧稳定性以及机组运行的安全、可靠与经济性。(2) 不同类型燃烧器出口风速和风率的调节方式有别。以双蜗壳旋流燃烧器为例,一次风速通过改变一次风量调节,风量增加,风速随之上升。二次风速借助二次风量变化调节,出口切向速度可通过风速挡板调整,以改变气流扩散。调节风速挡板开度时,为保持风量稳定,需同步调节风速挡板前的二次风量挡板,关小风速挡板则开大风量挡板。锅炉运行时,可根据燃料挥发分和锅炉负荷调节二次风风速挡板。对于挥发分含量低的煤种,可适度调小风速挡板开度,增大二次风扩散角度,以此增加热烟气回流量,提升火焰根部温度,从而促进燃料着火;若煤种挥发分含量高,则应适度调大风速挡板开度,增大旋转气流轴向速度,同时减小扩散角度,进而避免燃烧器因高温受损或出现结渣问题。

2.3 燃烧优化技术应用

在燃烧优化领域,多种先进技术发挥着重要作用。低氮燃烧技术旨在减少氮氧化物生成。它通过改变燃烧器结构、调节燃烧温度与速度等方式达成目标。分级燃烧技术是其典型应用,将燃烧所需空气分阶段送入炉膛,让燃料在缺氧环境下燃烧,有效抑制氮氧化物生成。同时,合理控制燃烧温度能避免高温区产生过多热力型氮氧化物。该技术从燃烧机理入手,在不改变锅炉主体结构的前提下,调整燃烧参数,实现氮氧化物排放降低,兼具实用性与经济性^[3]。流化床燃烧技术优势突出。它将煤粉等燃料与石英砂等床料混合,在流化状态下燃烧,具有燃烧效率高、污染物排放低、煤种适应性广等特点。向循环流化床锅炉添加石灰石、白云石等脱硫剂,可根据燃料含硫量确定用量,脱硫效率可达90%以上。其燃烧温度控制在850-950℃,利于脱硫且能抑制热力型氮氧化物形成,分段送入二次风可使炉内处于还原型气氛,控制燃料型NO产生,循环流化床锅炉NO_x生成量仅为煤粉炉的1/4-1/3,排放量可控制在300mg/m³以下。超临界和超超临界技术通过提高蒸汽参数提升热效率,增强蒸汽在汽轮机中的做功能力,提高发电效率,减少不完全燃烧损失,降低污染物排放,虽对设备材料和制造工艺要求高,但节能减排效益显著。基于模型预测和多目标寻优技术的燃烧优化闭环控制技术无需改造锅炉设备,利用锅炉运行数据,借助先进技术提高运行效率,降低NO_x排放。

2.4 运行管理与维护优化

在锅炉运行中,科学有效的运行管理与维护优化是保障其高效、稳定、环保运行的关键。以下从运行人员培训与管理、设备维护与检修、烟气监测与调整三个方面进行阐述。第一,运行人员是锅炉操作的核心,其专业技能和操作水平直接影响锅炉运行效果。因此,需加强对运行人员的培训,使其深入理解锅炉燃烧调节的原理和方法,熟练掌握各种优化措施的操作要点。培训内容可涵盖燃烧理论、设备操作规程、故障应急处理等方面,通过理论讲解、模拟操作、现场实践等多种方式,提升运行人员的综合素质。第二,建立健全运行管理制度至关重要。明确各岗位的职责和操作规范,加强对运行过程的监督和考核。设立专门的监督小组,定期检查运行记录,对违规操作行为进行严肃处理。通过严格的考核机制,激励运行人员严格按照操作规程进行操作,确保锅炉运行的安全性和稳定性。第三,设备是锅炉运行的基础,定期维护和检修可及时发现并处理设备隐患和故障。制定详细的设备维护计划,对燃烧器、送风机、引风机等关键设备进行定期检查和保养,确保其性能良好,保证风量和风压的稳定。

2.5 燃料掺配优化

燃料掺配优化在锅炉燃烧调节中占据关键地位,对提升燃烧效率与环保性能意义重大。不同煤种特性各异,挥发分影响煤粉的着火难易程度,灰分过高会阻碍燃烧且增加受热面磨损,水分过多会降低燃烧温度,发热量则直接关系到锅炉的能量输出。科学合理的燃料掺配,就是依据这些特性,将多种煤种按恰当比例混合。高挥发分煤种着火容易,但灰分高可能影响燃烧稳定性并增加污染物排放;低挥发分煤种着火困难,不过灰分低^[4]。将二者按合适比例掺配,可发挥各自优势,弥补彼此不足,使入炉燃料的综合品质更接近锅炉设计的理

想状态。经过合理掺配的燃料,能保证煤粉着火稳定性,减少因着火不良导致的不完全燃烧损失,降低灰渣含碳量,提高燃烧效率。还能有效控制污染物排放,如降低氮氧化物、二氧化硫等的生成。在实际操作中,需借助先进的检测手段,精准掌握各煤种特性,并通过大量试验确定最佳掺配比例。此外还需建立完善的燃料掺配管理制度,确保掺配过程准确无误,实现锅炉燃烧的高效、稳定与环保运行。应加强与燃料供应商的沟通协作,及时获取煤种特性变化信息,以便提前调整掺配方案。并且定期对掺配效果进行评估分析,根据实际运行数据不断优化掺配策略,持续提升锅炉燃烧调节水平,为发电厂稳定运行提供坚实保障。

结语

综上,发电厂锅炉燃烧调节优化是复杂系统工程。对燃料品质、一次风参数等诸多影响燃烧因素的分析,为优化指明了方向。燃料量与风量调节、燃烧器优化、先进燃烧技术应用以及运行管理与维护改进等措施紧密协作,能提升燃烧效率、降低能耗、减少污染物排放。未来,技术持续进步,我们需不断探索创新,让锅炉燃烧调节优化工作更上一层楼,助力发电行业实现可持续发展,创造更大价值。

参考文献

- [1]战家慧,李鹏,张宇.试论发电厂锅炉燃烧调节优化措施[J].工程研究与实用,2023,4(3):44-49.
- [2]吕海洋.火力发电厂锅炉优化运行措施探究[J].中国设备工程,2021(3):122-123.
- [3]戚龙周.电厂锅炉燃烧控制的优化分析[J].百科论坛电子杂志,2020(7):1634-1635.
- [4]栗云雷.发电厂锅炉燃烧调节优化措施探讨[J].科技创新与应用,2020(8):88-89.