火电厂锅炉燃烧调整对热动力性能的影响研究

赵宇光

包头东华热电有限公司 内蒙古 包头 014000

摘要：本研究聚焦于火电厂锅炉燃烧调整与热动力性能之间的紧密联系。通过详细剖析燃料、风量以及燃烧器运行等关键燃烧调整要素，深入探究其对锅炉热效率、蒸汽参数等热动力性能指标所产生的具体作用。研究成果为火电厂优化锅炉燃烧操作流程、提升热动力性能表现、降低能源消耗以及减少污染物排放，提供了坚实的理论支撑与切实可行的实践指导。

关键词：火电厂；锅炉燃烧调整；热动力性能

1 引言

在当今的电力供应体系中，火电厂占据着举足轻重的地位，其运行效率的高低不仅关乎能源的有效利用，还与生产成本紧密相连。而锅炉，作为火电厂的核心装备，其燃烧过程的质量直接决定了整个电厂热动力性能的优劣。科学合理地进行燃烧调整，能够确保燃料充分燃烧，显著提升锅炉热效率，维持蒸汽参数的稳定，进而全方位提高火电厂的运行效益。与此同时，随着环保标准的日益严苛，优化燃烧调整也成为了火电厂降低污染物排放的关键举措。鉴于此，深入开展关于火电厂锅炉燃烧调整对热动力性能影响的研究，具有极为重要的现实意义与应用价值。

2 锅炉燃烧原理概述

2.1 燃烧过程

燃料在锅炉炉膛内所经历的燃烧过程，是一个极为复杂且有序的物理化学过程。以常见的煤粉为例，煤粉首先由一次风裹挟着进入炉膛。在炉膛内高温环境的作用下，煤粉中的水分迅速被蒸发掉，紧接着，挥发分开始从煤粉中析出。此时，挥发分与二次风充分混合，达到着火条件后便开始燃烧，形成明亮的火焰。随着燃烧反应的持续推进，固定碳在高温环境中也逐步参与燃烧，释放出大量的热能，这些热能被用于加热工质，促使工质转化为蒸汽，从而实现能量的转换与传递。

2.2 燃烧所需条件

燃料与空气的合理配比：燃料想要实现完全燃烧，必须要有适量的空气参与。从理论层面来讲，每千克燃料在理想状态下完全燃烧所需要的空气量，被定义为理论空气量。然而，在实际的锅炉运行过程中，为了切实保障燃料能够充分燃烧，通常会向炉膛内供应比理论空气量稍多一些的空气，这个实际供应空气量与理论空气量的比值，被称作过量空气系数。经过大量的实践经验

总结以及理论研究分析，一般认为过量空气系数维持在1.1-1.2这个区间范围内较为适宜。在此区间内，既能够保证燃料充分燃烧，又可避免因空气供给过多而导致大量热量被烟气带走，造成不必要的能量损失。

合适的温度：燃料想要着火燃烧，必须要达到其特定的着火温度。不同种类的燃料，由于其化学组成和物理性质存在差异，着火温度也各不相同。比如，烟煤的着火温度一般处于400-500℃之间，而无烟煤因其挥发分含量较低，着火难度较大，着火温度相对较高，通常在700-800℃。此外，炉膛内的温度分布情况对燃烧过程也有着至关重要的影响。高温区域能够为燃烧反应提供更更为有利的条件，极大地促进燃烧反应的快速进行。

足够的燃烧时间：为了确保燃料在炉膛内能够完成其整个燃烧过程，必须保证燃料在炉膛内拥有充足的停留时间。这一停留时间的长短与炉膛的容积大小、炉膛的形状结构以及烟气在炉膛内的流动速度等因素紧密相关。通过合理设计炉膛的结构参数，例如炉膛的长度、宽度、高度以及炉膛内部的构造等，可以有效地控制燃料在炉膛内的停留时间。此外，精准控制烟气在炉膛内的流速，例如通过调整炉膛内的风量和风速，也能够确保燃料在炉膛内有足够的时间进行充分燃烧。通过这些措施，可以显著提高燃料的燃烧效率，减少因燃烧不完全而产生的有害产物，从而达到节能减排的效果。

3 燃烧调整的关键因素

3.1 燃料调整

燃料品质：不同品质的燃料，其在发热量、挥发分含量、灰分含量等关键特性方面存在着显著的差异。一般而言，高热值的燃料在燃烧过程中能够释放出更多的能量，这对于提高锅炉的热效率具有积极的促进作用。例如，品质优良的烟煤，其发热量能够达到25-30MJ/kg，而一些劣质煤的发热量可能仅为15-20MJ/kg。当火电厂不

得不使用低质燃料时,可以采用混配的方法来改善燃料的燃烧性能。具体做法是将不同品质的燃料按照一定的比例进行混合,通过优势互补,使混合后的燃料在燃烧特性上更接近理想状态。

燃料粒度:对于固体燃料,如煤粉,其粒度大小对燃烧速度和燃烧完全程度有着直接的影响。粒度较细的煤粉,由于其比表面积较大,与空气的接触面积更为充分,因此在进入炉膛后能够迅速着火并实现完全燃烧。根据大量的实践经验以及相关的研究数据,一般将煤粉的粒径控制在70-90 μm 这个范围较为合适。倘若煤粉粒度过粗,会导致其在炉膛内的燃烧过程变得缓慢,难以完全燃烧,进而增加飞灰中的含碳量,造成燃料的浪费,降低锅炉的热效率。

3.2 风量调整

一次风:一次风在锅炉燃烧过程中主要承担着输送和预热燃料的重要任务,同时也为燃料的初始燃烧阶段提供部分氧气。在实际运行过程中,如果一次风量过大,会使得携带煤粉的气流温度显著降低,从而导致煤粉着火时间推迟,影响燃烧的稳定性;反之,如果一次风量过小,又可能会引发煤粉输送不畅的问题,严重时甚至会造成输送管道的堵塞。通常情况下,一次风速一般控制在20-30m/s,不过具体的数值需要根据所用燃料的特性以及燃烧器的类型进行灵活调整。

二次风:二次风在燃料着火之后适时混入,其主要作用是为燃烧过程提供充足的氧气,以确保燃料能够持续充分燃烧。此外,二次风还能够在炉膛内起到强烈的扰动和混合作用,使燃料与氧气更加均匀地混合,进一步强化燃烧过程,提高燃烧效率。在实际操作中,二次风的混入时机非常关键,必须在燃料着火后及时混入,并且要保证二次风能够与燃料充分混合。为了更好地实现分级燃烧,降低氮氧化物的生成,通常会采用分级送入炉膛的方式来供给二次风。

3.3 燃烧器运行调整

燃烧器角度:燃烧器的安装角度对于火焰在炉膛内的位置和形状具有决定性的影响。通过合理地调整燃烧器的角度,我们可以精准地改变火焰中心在炉膛内的位置,从而对炉膛内的温度分布情况产生显著的影响。例如,当我们将燃烧器向下倾斜一定的角度时,火焰中心会相应地下移,这将导致炉膛下部区域的温度升高。这种温度分布的变化对于燃尽低挥发分燃料具有明显的促进作用,因为低挥发分燃料需要更高的温度才能充分燃烧。

燃烧器负荷分配:在配备有多燃烧器的锅炉系统中,确保各燃烧器之间的负荷分配均匀至关重要。如果

某一个燃烧器所承担的负荷过高,会导致该区域的燃烧过程过于剧烈,局部温度急剧升高,从而容易引发炉膛结渣等一系列问题;而如果某一个燃烧器的负荷过低,则可能出现燃烧不稳定的情况,影响整个锅炉的燃烧效率和运行稳定性。在实际运行过程中,可以通过精确调整燃烧器的燃料供应量和风量,来实现各燃烧器之间负荷的合理分配,保障锅炉的稳定高效运行。

4 燃烧调整对热动力性能的影响

4.1 对锅炉热效率的影响

燃料调整的影响:使用优质燃料能够直接有效地提高锅炉的热效率。当对不同品质的燃料进行合理混配时,能够显著改善燃料的整体燃烧特性,使燃料在炉膛内的燃烧过程更加充分,从而大幅减少不完全燃烧热损失。例如,通过科学地将高挥发分煤与低挥发分煤按照适当的比例进行混配,可以有效地降低飞灰中的含碳量。相关研究数据表明,飞灰含碳量每降低1%,锅炉热效率大约可提高0.3-0.5%。此外,燃料的粒度分布也对热效率有重要影响。较细的燃料颗粒更容易与空气充分接触,从而加速燃烧反应,提高燃烧效率。然而,如果燃料颗粒过细,可能会导致燃烧室内气流的不稳定性,增加飞灰的产生。因此,需要通过实验和计算来确定最佳的燃料粒度分布,以实现最佳的燃烧效果和热效率。

风量调整的影响:保持合适的过量空气系数对于提高锅炉热效率起着至关重要的作用。如果过量空气系数过大,会导致大量的冷空气进入炉膛,在燃烧过程结束后,这些冷空气会裹挟着大量的热量以烟气的形式排出炉膛,从而使排烟热损失显著增加,降低锅炉的热效率;相反,如果过量空气系数过小,燃料无法获得充足的氧气进行完全燃烧,会导致不完全燃烧热损失增大。实际运行数据显示,当过量空气系数从1.3降低到1.2时,排烟热损失大约可降低2-3%,相应地,锅炉热效率也会得到一定程度的提高。

燃烧器调整的影响:通过细致地对燃烧器的角度和负荷分配进行调整,可以实现火焰在炉膛内的分布更加均匀化,有效减少炉膛内局部高温和低温区域的出现,进而提高炉膛整体温度的均匀性。这种均匀的温度分布环境对于燃料的充分燃烧非常有利,从而有助于提高锅炉的热效率。根据相关研究显示,当燃烧器的负荷分配不均匀时,可能会导致锅炉热效率降低大约2-3%。

4.2 对蒸汽参数的影响

过热蒸汽温度:燃烧调整措施会对炉膛内的辐射传热和对流传热产生影响,进而改变过热蒸汽的温度。当燃料供给量增加或者火焰中心位置上移时,炉膛

出口处的烟温会相应升高，这会使得对流过热器吸收的热量增多，最终导致过热蒸汽温度升高；反之，当燃料供给量减少或者火焰中心位置下移时，过热蒸汽温度则会降低。根据实际运行经验，一般情况下，火焰中心每上移100mm，过热蒸汽温度大约可升高10-15°C。

蒸汽压力：稳定的燃烧过程是维持蒸汽压力稳定的根本保障。当燃烧调整操作不当，导致燃料燃烧过程不稳定时，蒸汽的产生量会随之发生波动，进而对蒸汽压力产生影响。例如，当燃料供应突然减少时，燃烧产生的热量不足以维持正常的蒸汽产量，会导致蒸汽压力下降；而当燃料供应过多时，燃烧过于剧烈，蒸汽产量大幅增加，可能会致使蒸汽压力升高。因此，为了确保蒸汽压力的稳定，需要根据蒸汽负荷的实时变化情况，及时准确地调整燃料的燃烧量。

4.3 对污染物排放的影响

氮氧化物（NO_x）排放：采用分级燃烧技术，通过科学合理地分配一次风和二次风的比例，精确控制燃烧区域内的氧气浓度和温度条件，可以有效地抑制氮氧化物（NO_x）的生成。在低氧燃烧的环境下，NO_x的生成量能够得到显著的减少。例如，当过量空气系数从1.2降低到1.1时，NO_x的排放浓度大约可降低20-30%。这种技术的应用，不仅有助于减少氮氧化物的排放，而且对于改善空气质量、降低酸雨发生概率以及保护环境具有重要意义。

二氧化硫（SO₂）排放：燃料中含有的硫分在燃烧过程中会被氧化转化为二氧化硫（SO₂）排放到大气中。对于使用高硫燃料的火电厂，可以采用一系列的脱硫技术，如炉内喷钙脱硫技术或者尾部烟气脱硫技术来降低SO₂的排放。此外，通过优化燃烧调整措施，提高燃料的燃烧效率，减少未燃尽硫分的排放，也能够一定程度上降低SO₂的排放总量。这些脱硫技术的实施，不仅有助

于减少二氧化硫的排放，而且对于减少酸雨的形成、保护生态系统和人类健康具有积极的作用。

5 结论

火电厂锅炉的燃烧调整工作是一项综合性强、技术要求高的关键任务，其对锅炉的热动力性能有着多维度、深层次的重要影响。通过科学合理地调整燃料、风量以及燃烧器的运行状态等关键因素，能够在显著提高锅炉热效率、稳定蒸汽参数的同时，有效地降低污染物的排放。在实际的火电厂运行过程中，需要根据所使用燃料的具体特性、锅炉的实时负荷情况以及日益严格的环保要求等多方面因素，综合权衡并制定出切实可行的燃烧调整方案，以实现火电厂的高效、清洁、可持续运行。展望未来，随着科学技术的不断进步与创新，进一步深入探索燃烧调整与热动力性能之间更为复杂、精细的内在联系，研发更加先进、高效的燃烧调整技术，将为火电厂在新时代背景下的持续发展提供更为强大的技术支撑与保障。

参考文献

- [1]徐珂.火电厂运行调整及锅炉燃烧调整对飞灰品质的影响分析[J].科技资讯,2024,22(19):198-200.DOI:10.16661/j.cnki.1672-3791.2405-5042-7816.
- [2]骆绍山,魏春林.火电厂锅炉燃烧技术的优化调整研究[J].中关村,2024,(09):106-107.
- [3]张寅卯,张勇飞,卢鑫,等.火电厂锅炉燃烧控制的调整技术分析[J].电子技术,2022,51(06):238-239.
- [4]龙志强.热动力系统的降耗优化措施分析[J].集成电路应用,2021,38(08):108-109.DOI:10.19339/j.issn.1674-2583.2021.08.045.
- [5]季翠英,杨传红.热动系统在火电厂中的节能优化解析[J].中国设备工程,2021,(12):78-79.