

浅谈发电厂锅炉燃烧调节问题

夏达军

江西赣能股份有限公司丰城发电厂 江西 宜春 331100

摘要：发电厂锅炉燃烧调节是确保电力生产稳定与高效的关键环节。本文探讨了锅炉燃烧调节的任务与目的，分析了影响燃烧效率的关键因素，包括燃料品质、煤粉细度、风量风速风温以及燃烧器特性。文章还介绍了具体的燃烧调节措施，如燃料量、风量、风速风温的调节及燃烧器运行方式的优化。通过这些调节手段，可以有效提高锅炉燃烧效率，保证发电厂的安全稳定运行，提升整体经济效益，同时满足环保要求。

关键词：发电厂；锅炉燃烧；调节问题

引言：发电厂锅炉作为能源转换的核心设备，其燃烧效率直接影响电力生产的成本与环境影响。燃烧调节作为优化锅炉运行的重要手段，对于提升能源利用率、确保机组安全稳定及满足环保标准具有重要意义。本文旨在深入探讨发电厂锅炉燃烧调节的相关问题，分析影响因素，提出有效的调节措施，以期提升发电厂运行效率与环境友好性提供理论支持与实践指导。

1 发电厂锅炉燃烧调节的任务与目的

1.1 燃烧调节的任务

(1) 保证锅炉参数稳定在规定范围。锅炉的运行参数，如蒸汽压力、蒸汽温度等，是评价锅炉工作状态的重要指标。燃烧调节的首要任务就是通过调整燃料供应量、风量等参数，确保这些运行参数稳定在规定范围内，以维持锅炉的正常工作状态。(2) 产生足够数量的合格蒸汽以满足外界负荷需要。发电厂需要根据电网调度指令调整输出功率，这要求锅炉能够快速响应并产生足够数量的合格蒸汽。燃烧调节通过精确控制燃料和风量的匹配，确保蒸汽产量和质量的稳定，从而满足外界负荷的需求。(3) 保证锅炉运行安全可靠。锅炉的安全运行是发电厂稳定供电的基础。燃烧调节通过防止炉膛熄火、爆燃等安全事故，以及减少因燃烧不稳定导致的设备磨损，确保锅炉运行的安全可靠。(4) 减少不完全燃烧损失，提高经济性。不完全燃烧不仅会降低锅炉的热效率，还会增加污染物排放。燃烧调节通过优化燃料与空气的混合比例，提高燃烧效率，减少不完全燃烧损失，从而提升锅炉运行的经济性。(5) 控制排放指标在允许范围内。随着环保法规的日益严格，发电厂的排放指标受到越来越多的关注。燃烧调节通过调整燃烧方式和燃料种类，控制氮氧化物、硫氧化物等污染物的排放，确保排放指标符合环保标准^[1]。

1.2 燃烧调节的目的

(1) 维持燃烧工况的稳定与优良。稳定的燃烧工况是锅炉高效、安全运行的前提。燃烧调节通过精确控制燃烧过程，确保火焰稳定、均匀，避免熄火和爆燃等异常情况的发生，从而维持燃烧工况的稳定与优良。这有助于提高锅炉的热效率和运行可靠性。(2) 提升机组运行的经济性与安全性。燃烧调节不仅直接提升锅炉的经济性和安全性，还通过优化整个发电机组的运行过程，间接提高整个机组的经济性和安全性。通过减少不完全燃烧损失、降低设备故障率和维护成本等方式，燃烧调节有助于发电厂实现降本增效的目标。同时，通过控制排放指标在允许范围内，燃烧调节还有助于发电厂实现绿色、环保的运营方式，提升企业的社会形象和竞争力。

2 影响发电厂锅炉燃烧的关键因素

2.1 燃料品质的影响

燃料品质是决定锅炉燃烧效率的基础。其中，挥发分、灰分和水分是影响燃烧过程的关键因素。(1) 挥发分、灰分、水分的作用。挥发分是煤在加热过程中释放出的气体和液体的总和，它影响着煤的着火难易和燃烧速度。高挥发分的煤易于着火，燃烧速度快，但火焰温度可能相对较低。灰分是煤中的不燃矿物质在燃烧后形成的固体残渣，它不仅降低了煤的发热量，还可能引起炉膛结渣和受热面积灰，影响燃烧效率和锅炉安全运行。水分则消耗了燃烧过程中的热量，降低了炉膛温度，延缓了煤粉的着火速度，增加了排烟热损失。(2) 煤种适应性。不同煤种因其化学成分和物理特性的差异，对燃烧器和锅炉的适应性也各不相同。高挥发分煤适合采用易于着火的燃烧器设计，如直流燃烧器；而低挥发分煤则需要强化着火措施，可能更适合采用旋流燃烧器或配置点火助燃装置。此外，煤种的灰熔点、硫分等特性也会影响锅炉的运行参数和燃烧调整策略。

2.2 煤粉细度的影响

煤粉细度对燃烧速度和燃烧效率有着显著影响。

(1) 煤粉细度与燃烧速度。煤粉越细,其表面积越大,与氧气的接触面积也越大,从而提高了燃烧速度。然而,过细的煤粉会增加磨煤机的能耗和设备的磨损,同时可能缩短煤粉在炉膛内的停留时间,导致燃烧不完全。(2) 经济细度的确定。经济细度是指在保证燃烧效率的前提下,使磨煤机能耗和锅炉热效率达到最佳的煤粉细度。确定经济细度需综合考虑煤种特性、锅炉结构、燃烧器类型及磨煤机性能等因素,通过试验和计算得出。

2.3 风量、风速、风温的影响

风量、风速和风温是控制锅炉燃烧过程的重要参数。(1) 一次风、二次风的作用。一次风主要用于携带煤粉进入炉膛并提供初期燃烧所需的氧气。一次风量过大,会推迟着火时间,降低燃烧效率;一次风量过小,则可能导致煤粉燃烧不完全。二次风用于补充燃烧后期的氧气,加强炉膛内的扰动和混合,促进煤粉的完全燃烧。(2) 炉膛过剩空气系数。炉膛过剩空气系数是指实际供给炉膛的空气量与理论燃烧所需空气量之比。保持适当的过剩空气系数可以确保煤粉的完全燃烧,但过高的过剩空气系数会增加排烟热损失,降低锅炉热效率。

2.4 燃烧器特性的影响

燃烧器作为锅炉燃烧系统的关键部件,其特性和运行方式直接影响燃烧工况。(1) 燃烧器类型与燃烧工况。不同类型的燃烧器适用于不同的煤种和负荷需求。如直流燃烧器适用于高挥发分煤,其火焰稳定且易于控制;旋流燃烧器则适用于低挥发分煤,通过产生旋转气流增强煤粉与空气的混合,提高燃烧效率。(2) 燃烧器运行方式的优化。燃烧器的运行方式应根据煤种变化、负荷需求和环保要求灵活调整。通过改变燃烧器的投运数量、组合方式以及配风策略,可以优化燃烧工况,提高锅炉的燃烧效率和稳定性。

3 发电厂锅炉燃烧调节的措施与方法

3.1 燃料量的调节

(1) 根据负荷变化调整燃料量。发电厂的锅炉负荷会随着电网需求和发电计划的变化而波动。为了维持稳定的蒸汽压力和温度,必须根据负荷的变化及时调整燃料量。当负荷增加时,应迅速增加燃料供应量以满足蒸汽需求;反之,当负荷降低时,则需减少燃料供应量以防止锅炉超压。这种动态调节需借助先进的控制系统,实现燃料量的精确控制,以保证锅炉参数的稳定^[2]。

(2) 保持燃料量与空气量的匹配。燃料与空气的合理匹配是确保燃料完全燃烧的关键。若空气量不足,会导致

燃料燃烧不充分,产生黑烟和未燃尽的碳粒;若空气量过多,则会降低炉膛温度,增加排烟热损失。因此,在调节燃料量的同时,必须同步调整送风量,使燃料量与空气量保持最佳比例,以达到完全燃烧的目标。这要求控制系统具备实时监测燃料量和空气量的能力,并根据燃烧工况进行实时调整。

3.2 风量的调节

(1) 根据煤质和负荷调整送风量。煤质的变化对锅炉燃烧过程有显著影响。高挥发分煤种易于着火和燃烧,但易产生结焦;低挥发分煤种则不易着火,但燃烧稳定。因此,在调节风量时,需根据煤质特性进行合理调整。同时,负荷变化也会影响锅炉的燃烧工况,进而影响送风量的需求。在高负荷时,应增加送风量以提供足够的氧气支持燃烧;在低负荷时,则需减少送风量以防止炉膛温度过低和不完全燃烧。(2) 维持炉膛出口过量空气系数在最佳值。过量空气系数是衡量锅炉送风量是否合适的重要指标。它表示实际送入炉膛的空气量与理论所需空气量的比值。保持过量的空气系数在最佳值范围内,可以确保燃料完全燃烧,同时减少排烟热损失。然而,过量空气系数过高会增加排烟量和风机能耗,降低锅炉的经济性。因此,需要通过精确计算和调节送风量,使过量空气系数维持在最佳值^[3]。

3.3 风速与风温的调节

(1) 调整一次风速、风温以保持合适的着火条件。一次风是指直接送入炉膛参与燃烧的空气。一次风速和风温对燃料的着火和燃烧过程至关重要。若一次风速过高,会吹熄火焰,导致着火困难;若一次风速过低,则会导致燃料堆积和不完全燃烧。同时,一次风温的提高可以加速燃料的着火过程,提高燃烧效率。因此,在调节风速和风温时,需根据煤质特性和锅炉负荷进行合理调整,以保持合适的着火条件。(2) 提高热风温度以促进燃烧。热风温度的提高可以显著促进燃料的燃烧过程。热风温度越高,燃料的着火速度越快,燃烧越充分。因此,应尽可能提高热风温度,以优化燃烧工况。这可以通过加强空气预热器的热传递效率、减少空气预热器的积灰和污垢、优化烟气再循环等方式实现。

3.4 燃烧器运行方式的优化

(1) 采用多火嘴、少燃料、对称投入的方式。为了提高锅炉的燃烧效率和稳定性,可以采用多火嘴、少燃料、对称投入的方式。这种方式可以确保炉膛内火焰的均匀分布和充分燃烧,减少火焰偏斜和冲刷受热面的风险。同时,通过减少单个火嘴的燃料量,可以降低局部高温区的温度,延长锅炉的使用寿命。(2) 根据煤种调

整燃烧器的组合和负荷分配。不同煤种具有不同的燃烧特性和需求。因此，在调节燃烧器时，需根据煤种特性进行合理调整。对于高挥发分煤种，应采用较小的火嘴和较高的风速；对于低挥发分煤种，则应采用较大的火嘴和较低的风速。此外，还需根据锅炉负荷的变化，合理调整燃烧器的组合和负荷分配，以优化燃烧工况和提高经济性^[4]。

4 发电厂锅炉燃烧调节的实际应用案例分析

4.1 高负荷运行时的燃烧调节

(1) 提高锅炉效率的措施。在发电厂锅炉高负荷运行时，提高锅炉效率是确保电力供应稳定性和经济效益的关键。某发电厂通过以下措施显著提升了锅炉效率：首先，对燃烧器进行了全面优化，调整了燃烧器的角度和间距，确保燃料在炉膛内均匀分布，减少了局部高温区和未燃尽碳粒的产生。其次，加强了锅炉受热面的清洁和维护，定期进行吹灰和清洗，有效降低了热阻，提高了热传递效率。最后，该发电厂还引入了先进的燃烧控制系统，通过实时监测和调整燃料量、送风量等参数，实现了燃烧过程的精准控制，进一步提升了锅炉效率。(2) 降低过剩空气系数的实践。降低过剩空气系数是减少排烟热损失、提高锅炉效率的有效途径。某发电厂在高负荷运行时，通过精确调整送风系统的控制参数，实现了空气量与燃料量的最佳匹配。他们采用了先进的氧量检测技术，实时监测炉膛出口氧量，并根据检测结果及时调整送风量，使过剩空气系数保持在最佳范围内。同时，该发电厂还加强了空气预热器的维护和保养，确保了其热交换效率，进一步降低了过剩空气系数。

4.2 低负荷运行时的燃烧调节

(1) 保持燃烧稳定性的方法。在锅炉低负荷运行时，保持燃烧稳定性至关重要。某发电厂采取了以下措施来确保燃烧稳定性：首先，调整了燃烧器的投入方式，采用了多火嘴、少燃料的燃烧策略，确保了炉膛内火焰的均匀分布。其次，加强了炉膛的密封性，减少了漏风量，有效防止了火焰的熄灭。最后，该发电厂还引入了先进的火焰检测技术，实时监测炉膛内火焰的状态，一旦发现火焰不稳定或熄灭，立即采取措施进行调整。(2) 燃烧器投入方式的调整。在低负荷运行时，燃

烧器的投入方式需要根据实际情况进行调整。某发电厂根据锅炉负荷和煤种特性的变化，灵活调整了燃烧器的组合和投入顺序，确保了炉膛内火焰的稳定性和燃烧效率。同时，他们还通过调整燃烧器的角度和风速，优化了火焰的形状和长度，进一步提高了燃烧稳定性。

4.3 针对不同煤种的燃烧调节策略

(1) 挥发分低、灰分高、水分多煤种的调节措施。针对挥发分低、灰分高、水分多的煤种，发电厂采取了提高一次风温和风速、加强炉膛吹灰等措施。通过提高一次风温和风速，加速了燃料的着火过程，提高了燃烧效率。同时，加强炉膛吹灰可以有效减少受热面的积灰和结焦，提高了热传递效率。(2) 经济细度的实际应用效果。经济细度是确保锅炉高效运行的重要参数之一。某发电厂通过优化磨煤机的运行参数和控制系统，实现了煤粉细度的精确控制。实践表明，经济细度的应用可以显著提高锅炉的热效率和运行经济性。通过精确控制煤粉细度，减少了未燃尽碳粒的产生，提高了燃烧效率。同时，经济细度的应用还可以降低磨煤机的能耗和磨损，延长了设备的使用寿命。

结束语

综上所述，发电厂锅炉燃烧调节是一个复杂而精细的过程，它要求我们在理解燃烧原理的基础上，综合考虑多种影响因素，并采取科学有效的调节措施。通过精准的燃烧调节，我们不仅能够提升锅炉的运行效率，降低能源消耗，还能够减少环境污染，促进电力生产的可持续发展。未来，随着技术的进步和创新，我们有理由相信发电厂锅炉的燃烧调节将会更加智能化、高效化，为能源行业的绿色发展贡献力量。

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].工程学研究与应用,2023,(03):34-35.
- [2] 田华振.锅炉运行调节措施探析[J].科技创新与应用,2020,(15):138-139.
- [3] 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,(08):88-89.
- [4] 胡志勇,黄建平.发电厂锅炉燃烧调节优化措施探讨[J].建材与装饰,2020,(30):237-238.