

# 锅炉燃烧优化在供暖系统中的应用研究

## Research on the Application of Boiler Combustion Optimization in Heating Systems

王精春<sup>1</sup> 孔令佳<sup>2</sup>

Jingchun Wang<sup>1</sup> Lingjia Kong<sup>2</sup>

1. 鄂托克前旗长城三号矿业有限公司 中国·内蒙古 鄂尔多斯 016217

2. 鄂托克前旗福城矿业有限公司 中国·内蒙古 鄂尔多斯 016217

1. Etuoke Qianqi Changcheng No.3 Mining Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 016217, China

2. Etuoke Qianqi Fucheng Mining Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 016217, China

**摘要:** 锅炉是一种常见的供热供暖设备, 对人类的生活有非常重要的影响。随着能源的枯竭及环保意识的提高, 传统锅炉燃烧不仅效率低下, 还排出大量的有害气体, 加重了环境的污染和破坏, 甚至还存在炸炉的风险。因此应该对锅炉燃烧进行优化, 提高燃烧的质量, 减少碳排放, 不断满足人们供热需求的同时降低对环境的影响, 实现行业的可持续发展。

**Abstract:** Boiler is a common heating equipment that has a very important impact on human life. With the depletion of energy and the improvement of environmental awareness, traditional boiler combustion not only has low efficiency, but also emits a large amount of harmful gases, exacerbating environmental pollution and damage, and even posing a risk of furnace explosion. Therefore, boiler combustion should be optimized to improve combustion quality, reduce carbon emissions, continuously meet people's heating needs while reducing its impact on the environment, and achieve sustainable development of the industry.

**关键词:** 锅炉; 燃烧优化; 供暖系统

**Keywords:** boiler; combustion optimization; heating system

**DOI:** 10.12346/etr.v6i3.9193

## 1 引言

在北方的城市中, 冬季往往采用集中供暖的方式来维持室温。随着城市化进程的加快, 供暖面积不断增长, 对热力集团提出了更高的要求。现如今, 如何科学有效管理和控制供暖系统成为热力集团的重要任务。在供暖系统中主要依靠锅炉燃烧提供热能, 但是锅炉燃烧过程中需要大量的煤炭或燃气, 这些燃料的燃烧具有一定的缺陷, 可能影响热效应的发挥, 不能满足锅炉燃烧的需求。同时燃烧过程中可能产生污染问题, 对生态环境和人类生活有严重的影响。因此应该深入研究锅炉燃烧优化, 提高燃烧的热效应, 满足供暖需求的同时减少排放量, 真正实现节能低碳环保。

## 2 锅炉供暖系统的基本结构和工作原理

锅炉供暖系统主要由锅炉、循环泵、暖气片、控制装置

等组成。锅炉是整个供暖系统的核心, 主要负责将燃料燃烧产生的热量转化为蒸汽和热水, 然后通过循环泵将蒸汽和热水输送到暖气管道中, 然后进入千家万户的暖气片中, 通过暖气片来产生热传递, 从而为居民提供热能, 提高室内温度。而控制装置则会根据室内温度的变化情况自动调节锅炉的燃烧量及循环泵的运行速度, 以此来维持室内温度的稳定。

## 3 锅炉燃烧优化的必要性

随着能源需求的不断增长以及环保意识的提高, 人们越来越关注燃烧效率和燃烧过程中所产生的烟气排放对环境的影响。我们知道锅炉燃烧主要是通过燃气或煤的燃烧来产生热量。在传统的锅炉燃烧中, 锅炉燃烧往往存在着燃烧不完全热效率低下的问题<sup>[1]</sup>。而燃烧不充分或不稳定, 不仅会造成燃料的浪费, 降低了燃烧的热效应, 不能很好地满足人

【作者简介】王精春(1975-), 男, 中国山东新泰人, 从事煤矿供热工程、矿井水处理、机电设备维修等技术管理研究。

们的供暖需求。燃烧热效应低下是导致城市供暖温度过低的主要原因,容易引发居民和热力供应集团的矛盾,对社会的稳定和发展产生严重的不良影响。同时锅炉燃烧得不充分还会产生大量的燃烧废料和废气,其中包括二氧化碳、氮氧化物和颗粒物等,这些废气和废渣的排放,不仅对空气质量造成严重的影响,还会威胁人们的身体健康。在传统的锅炉燃烧中,由于燃烧不充分,容易在炉膛中产生大量的堆积物,从而增加了锅炉过热爆炸等安全事故的风险,严重降低了锅炉运行的稳定性和安全性,不仅会缩短锅炉的使用寿命,还会威胁工作人员的生命安全。在当今能源紧缺和环境污染严重的时代背景下,我们应该对锅炉燃烧进行优化,提高燃烧效率和能源利用率,减少对能源的依赖以及燃烧过程中有害物质的生成和排放,提高热效应的同时改善环境质量,保护生态环境,合理利用资源的同时实现工业生产与环境保护的协调发展。并且锅炉燃烧优化还可能提高锅炉运动的稳定性和安全性,降低锅炉使用过程中的故障率,防止锅炉运行过程中过热、爆炸等安全事故的发生,延长供暖设备的使用寿命,并维护工作人员的人身安全。

## 4 锅炉燃烧优化在供暖系统中的应用

### 4.1 燃烧器的优化设计

燃烧器结构的设计是非常关键的,关系到燃烧的效率和质量<sup>[2]</sup>。为了提高燃烧质量,应该对燃烧器进行优化设计,使燃烧器的结构更加科学合理,使燃料和空气能够充分混合,从而提升燃烧效率。旋流燃烧器是一种利用旋流流场来实现燃烧的技术,在锅炉设备中安装鼓风机,将空气输送到燃烧器中,使燃料与空气充分旋转混合,从而使得燃料燃烧得更加充分和均匀,从而减少燃料的消耗,提高燃烧效率,同时降低燃烧过程中一氧化碳、氮氧化物等有害物质的排放。分级燃烧器是一种对燃料和空气分级供应的技术,可以将燃料和空气分成不同的等级,让燃料进行分级燃烧,这样可以使燃料在有限的空气中得到充分的燃烧,提高了燃烧效率和燃料的使用率,避免了燃料的浪费,降低了对空气的污染,真正实现了节能环保。在锅炉燃烧器还可以采用一些辅助技术来进一步提高燃料的燃烧效率和环保性能,比如说可以采用预混燃烧技术,确保燃料和空气在燃烧前得到充分混合,然后再将燃料投放到燃烧器中,这样可以使燃烧更加均匀和稳定。另外,还可以在锅炉燃烧器中安装氧气传感器设备和自动控制系统,这样可以对空气的供应进行精确控制,以满足不同负荷和燃料组成的燃烧需求。

### 4.2 锅炉燃烧器的维护和保养

锅炉燃烧器的维护和保养不仅可以维持锅炉的正常运行,还能够延长锅炉的使用寿命,甚至能够提高燃烧热效应<sup>[2]</sup>。但是锅炉燃烧机在使用的过程中会沉积大量的灰尘、污垢和沉积物,这些物质的存在会减少燃烧器的燃烧面积,降低燃烧器的工作效率,导致燃烧不完全和能源浪费的发

生,因此应该定期检查和清洁燃烧器,对燃烧器的喷嘴、燃烧头、燃烧室等部位进行维护和清理。同时还要检查并更换燃烧器的关键部件,如火焰探测器、火花塞、电极等,因为这些部件在使用的过程中会出现磨损和老化的现象。这些部件的磨损和老化不仅影响燃烧的过程,还可能会引发安全事故的发生。锅炉的烟气通道堵塞也会影响燃料的燃烧,如果燃气通道中存在任何的污垢和堵塞物,都会导致燃料的燃烧效率,导致燃烧不完全及资源的浪费,甚至可能导致空气倒流、炸膛的发生,因此应该定期检查锅炉的烟气通道,确保其清洁度和通畅性。控制系统是锅炉燃烧器的核心,它的正常运行关系到整个锅炉燃烧系统的运行,因此应该定期对控制系统的压力传感器、温度传感器、流量传感器等控制系统进行检查和校准,以此保证燃烧器的安全性和稳定性。

### 4.3 应用变频技术

在传统的锅炉燃烧系统中主要使用定速供给燃料的方式,这样燃料供给无法根据实际需求进行调整,容易发生燃烧不完全、资源浪费等问题的发生,还增加了污染物及有毒气体的排放<sup>[3]</sup>。随着科学技术的发展,变频调速技术在锅炉燃烧系统中的应用,可以根据工作电源输入频率来调节电机的转速,电源频率越高,电机转速越快,在实际工作中,控制系统与温度传感器、压力传感器、流量传感器等共同合作,通过控制燃烧器的燃烧速度和风机的运行速度来调节燃烧功率,并根据锅炉负荷的变化情况及时调整燃料供给的速度和频率,提高了燃料供给的精确性,使燃料得到更加充分的燃烧,从而使燃料得到最大化的利用,实现了燃料的节约,降低了热力供应的生产成本。传统锅炉燃烧系统在停止和启动的过程中,燃料供给突然被中断,导致燃烧稳定性的下降,有可能引起爆炸等安全事故的发生。变频调速技术可以对燃料供给的速度和频率进行逐步调整,使锅炉燃烧系统能够平稳地度过暂停期,有效防止突发事件的发生。在传统的锅炉燃烧系统中采用恒压风机,这个系统是不能根据燃烧负荷来调节氧气的供应量。而变频调速技术的应用,可以探测到烟道氧气含量和燃烧器的燃烧速度,根据反馈的信号来自动调节风机的运行速率,确保燃烧过程中得到足够的氧气供应,从而提高燃烧的稳定性和可靠性,并且降低了燃烧过程中一氧化碳、氮氧化物等有害物质的排放量,降低了对环境的污染,有效保护生态环境。此外变频调速技术可以感应到锅炉的热负荷和回水的温度,根据反馈的信号自动调节水泵的运行速度,使锅炉水循环处于平衡状态中,这样可以提高锅炉燃烧的热效率,减少锅炉的热损失和热应力,延长了锅炉的使用寿命。

### 4.4 锅炉供热网络控制系统的应用

供暖锅炉控制系统是一个过程控制系统,在这个系统对液位、流量、压力、温度、浓度等参数进行全面的控制<sup>[4]</sup>。整个供暖锅炉控制系统需要维持热源温度的稳定,保证设备的正常运行。提高燃烧效率,降低污染,不断满足用户的供

热需求。在供暖锅炉控制系统中有两个子系统，一个是燃烧控制系统，另一个是给水控制系统，这两个系统是共同存在的，通过一定的通讯协议进行协调工作。燃烧控制系统的主要目标是提高燃烧值，节能的同时获得最大化的经济收益，这就要求维持稳定的炉膛负压和“燃料-风量”的最佳配比。给水控制系统的目标则是维持主蒸汽压力和汽包水位的稳定。锅炉供热网络控制系统的应用，则可以对整个供热系统进行统一的监管，在监管过程中结合室外环境温度、用户供热需求等计算出总热量需求和分支热量需求，然后核定锅炉的送煤量和风机的转速，使燃烧更加充分，实现燃烧值的精准控制，提高燃烧质量和燃烧效率。但是在任何供热系统中都不可能做到热量需求和供给的绝对相等，这是因为热效应在输送过程中会出现损耗。因此在控制系统的设计中应该考虑到热网设备和热源设备的效率和功能，还要考虑到不同计量仪表之间的偏差，在热量计算和检测中应该设定一个合理的偏差值，当热量小于这个偏差值时，稳定运行即可。当热量计算和检测大于这个偏差值时，则需要改变相关参数。这个偏差值的存在可以有效解决热网的水力耦合，并消除热量供给的震荡。

#### 4.5 余热冷凝回收技术的应用

在锅炉燃烧系统中，燃料燃烧释放出的热量一部分被锅炉吸收，另一部分则以高温烟气的形式排出。在传统的锅炉燃烧系统中，并没有对这些高温烟气进行有效利用，导致大量的热能被有效地利用。而余热冷凝回收技术的应用，则可以将烟气中的余热通过冷凝技术进行回收利用，将其传输到锅炉的供热系统中进行二次利用，从而提高了燃料燃烧的热能利用率。余热冷凝回收技术主要通过直接回收和间接回收两种方式回收高温烟气中的余热。直接回收主要是通过烟道将高温烟气的余热直接输送到锅炉的供热系统，对这些余热进行再次利用，以此提高供热效果，而间接回收则是通过一些媒介的传递，实现热交换，使介质温度升高，再将热能传输到锅炉的供热系统中。余热冷凝回收技术有多种，包括热管余热回收技术、冷凝余热回收技术、ORC 余热回收技术。其中热管余热回收技术，主要利用液态制冷剂来吸收高温烟气中的蒸汽，将这些蒸汽通过特殊的热管将热能传递到水中，从而实现热能的回收和利用。而冷凝余热回收技术主要是利用热交换器回收烟气中水分在冷凝时释放出的热量，将这些热水或蒸汽输送到设备中，以此来进行二次利用。

ORC 余热回收技术的工作原理和蒸汽发电类似，利用有机工质回收低品位热能，实现低品位热能的再利用，促使锅炉热效率的提升<sup>[5]</sup>。

#### 4.6 优化燃料结构

在我国传统的锅炉燃烧系统中，主要通过燃烧煤炭来加热。在相关的研究中表明，在其他燃料锅炉中，燃煤锅炉对环境污染最为严重。根据国家发改委 2020 年发表的数据表示，工业锅炉燃烧 1t 煤炭可能产生二氧化碳 2620kg，二氧化硫 8.5kg，氮氧化物 7.4kg，除此之外还会产生一定量的氧化碳、灰尘、未燃烃<sup>[6]</sup>。而燃气则不产生二氧化硫、灰尘，且所产生的二氧化碳、氮氧化物等远远低于煤炭燃烧的排量。因此应该优化燃料结构，比如说混合使用煤炭和生物质燃料，提高燃烧效率和能量利用率，或者是将锅炉改造成燃气锅炉，用燃气替代煤炭，通过优化燃料结构来减少有毒气体和有害物质的排放，实现供热系统的节能环保。

### 5 结语

总而言之，锅炉燃烧系统是北方冬季供暖的重要设备，在能源即将枯竭的今天应该对锅炉燃烧系统进行优化，改善燃料结构，优化燃烧器的结构，利用现代化技术提高供暖系统的能效，降低供暖系统的能源损耗以及对环境的破坏，提高供暖系统的稳定性和可靠性，为广大用户提供安全舒适的供暖服务。

#### 参考文献

- [1] 朱剑,魏晓峰,方星,等.基于多种余热资源利用的供热系统应用研究[J].煤炭工程,2023,55(11):45-48.
- [2] 仇月.自动化技术在锅炉供热系统及供热节能中的应用[J].造纸装备及材料,2023,52(11):49-51.
- [3] 王铸.供热系统中燃气调峰锅炉的负荷预测及消纳浅析[J].区域供热,2023(3):80-84.
- [4] 赵越.燃气锅炉供热系统节能运行设计探析[J].产品可靠性报告,2023(5):113-115.
- [5] 李美莹,丁心安,朱文秀.大型燃气锅炉供热系统节能优化策略研究[J].能源与环保,2022,44(8):198-204.
- [6] 徐宏锦,强天伟,向俊,等.重力热管在西安某燃气锅炉供热系统烟气余热回收中的应用[J].制冷与空调(四川),2022,36(3):462-468.