

# 循环流化床锅炉运行中的常见问题及解决对策探究

刘 渊

国能亿利能源有限责任公司电厂 内蒙古 鄂尔多斯 014300

**摘要:** 本文探究了循环流化床锅炉在运行中常见的问题及解决对策。首先介绍了循环流化床锅炉的工作原理及其在能源领域的重要性。随后详细分析了循环流化床锅炉运行中可能出现的磨损、堵塞、燃烧不完全等常见问题,并提出了相应的解决对策。通过针对性的技术调整和设备优化,可以有效解决这些问题,提高锅炉的运行效率,降低维护成本。

**关键词:** 循环流化床锅炉; 设计运行; 常见问题; 解决对策

**前言:** 循环流化床锅炉作为一种高效能源利用设备,在工业生产和能源供应中发挥着重要作用。然而,在其长期运行过程中,难免会出现一些常见问题,影响锅炉的正常运行。因此,对于循环流化床锅炉运行中的常见问题及解决对策进行深入研究,对于保障锅炉的稳定运行和提高能源利用效率具有重要意义。

## 1 循环流化床锅炉工作原理

在循环流化床锅炉中,燃料在高速气流的作用下进入燃烧区域,与燃烧空气充分混合后,通过施加适当的气体动力使固体颗粒物料处于悬浮状态,形成“流化床”,在此状态下进行燃烧。在流化床中,固体颗粒物料受到气流作用而不断搅动和混合,燃料与空气均匀混合,有利于燃烧反应的进行。同时,流化床的搅拌作用可以有效地降低燃料表面的温度,防止局部燃烧过热和结焦,有利于延长锅炉设备的使用寿命。同时,固体颗粒物料会在燃烧后被输送至锅炉后部的循环器中,经过高效的分离和回收,再次注入燃烧区域,实现对固体燃料的高效利用,降低了燃料的消耗和成本。

循环流化床锅炉还采用了过热系统和再热系统,通过超过饱和蒸汽条件进行热交换,实现了燃料的充分燃烧和热效率的提高。通过这种方式,流化床锅炉可以在保证燃料燃烧充分的同时,使产生的高温高压蒸汽均匀地传递给锅炉的加热表面,从而提高了热效率。

此外,循环流化床锅炉还具有脱硫、脱硝等燃烧废气净化的能力。在燃料燃烧的过程中,通过加入石灰石或其他脱硫剂和脱硝剂,可以有效降低燃煤锅炉产生的有害气体排放,减少对环境的污染<sup>[1]</sup>。

## 2 循环流化床锅炉在能源领域的重要性

### 2.1 高效能源利用循环

流化床锅炉能够实现燃料燃烧的高效利用,通过流化床技术的应用,燃料与空气充分混合,燃烧反应更加

充分,从而提高了热效率。与传统的燃煤锅炉相比,循环流化床锅炉在燃烧过程中能够减少燃料的消耗,降低能源浪费,提高能源利用效率。这对于缓解能源紧张、保障能源安全具有积极的意义。

### 2.2 污染物排放控制循环

流化床锅炉采用高效的燃烧和脱硫、脱硝技术,可以有效控制燃煤锅炉产生的二氧化硫、氮氧化物等有害气体排放。降低对环境的污染,保护大气环境质量,符合现代社会对于绿色、可持续发展的能源利用要求<sup>[2]</sup>。

### 2.3 应用领域广泛

循环流化床锅炉具有适应性强、燃料种类多样的特点,可以燃烧煤炭、生物质、垃圾、焦炭废气等多种燃料。因此,在发电厂、化工厂、纺织厂、造纸厂等工业领域,循环流化床锅炉都得到了广泛的应用。而且在一些农村地区,生物质能源等替代能源的利用也使得循环流化床锅炉成为一种可持续、环保的能源利用设备。

## 3 循环流化床锅炉运行中常见的问题分析

### 3.1 燃料成分不均匀导致的燃烧不完全

燃料成分不均匀导致的燃烧不完全是一种常见的问题。这种问题主要源于燃料本身的性质和供给系统的不完善,会导致燃料在锅炉内燃烧不充分,从而影响锅炉的正常运行和热效率。

燃料成分不均匀可能是由于原料来源混杂、颗粒大小不一、挥发分含量不一致等因素造成的。这种情况下,不同的燃料在燃烧过程中会产生不同的热值和燃烧特性,导致部分燃料燃烧不完全。这不仅影响了锅炉的热效率,还可能产生大量的有害气体和固体废弃物,对环境造成负面影响。

### 3.2 固体颗粒物料的结焦和堵塞问题

在锅炉内部,随着燃料的燃烧,固态废渣和灰渣会逐渐沉积在锅炉内壁和管道表面,特别是在循环器、炉

排和热交换器等部位容易形成结焦和堵塞现象，这不仅影响了燃料的燃烧效率，还会导致锅炉设备的不稳定运行和甚至故障。

### 3.3 高温高压条件下容易发生的设备磨损和腐蚀

在高温高压条件下，锅炉设备容易发生磨损和腐蚀。在循环流化床锅炉中，高温高压的工作环境使得设备表面容易受到热应力和化学腐蚀的影响，特别是锅炉内部的受热面和受压部位容易受到腐蚀的影响，造成设备的老化和性能下降。同时，当锅炉运转时，炉内过渡区的物料运动与壁面的物料运动方向相反，这就容易产生涡流现象，进而对冷壁产生冲击，造成锅炉内部磨损。

### 3.4 其他可能出现的常见问题

除了以上几种常见问题外，循环流化床锅炉在运行中还可能遇到其他问题。例如，由于燃料燃烧反应的不稳定性和物料运行的不均匀性，可能导致火焰不稳定，甚至出现爆炸等安全隐患。此外，给煤系统的正常运行是循环流化床锅炉的重要保障，如果给煤系统出现问题将会直接影响锅炉的正常运行。给料阀堵塞、跳闸、煤仓粘煤、给煤机链条爬坡、断链是比较常见的问题，在燃料的颗粒较粗的情况下，煤粒间的粘结性就越强，从而降低煤的流动性，进而导致煤仓和给煤机出现堵塞现象<sup>[3]</sup>。

## 4 有关影响循环流化床正常运行的解决办法

### 4.1 燃烧不完全问题

#### 4.1.1 调整燃烧工艺参数实现燃烧完全

为了实现燃烧的完全，我们需要通过调整燃烧工艺参数来解决这一问题。（1）调整气体流动速度和分布。通常情况下，循环流化床锅炉的床层内气体流动速度对燃烧过程具有重要影响。通过对气体流动速度进行调整，可以使燃料颗粒在燃烧床层内得到更均匀分布，使得整个燃料颗粒都能得到充分的氧气供应进行燃烧，从而实现燃烧的完全。（2）调整循环流化床锅炉的氧气供应量。在进行燃料成分不均匀引起的燃烧不完全问题的解决对策中，增加氧气供应可以使未燃烧的燃料颗粒得到更多的氧气，进而进行燃烧，从而减少燃烧不完全的情况。（3）燃烧温度的优化。在锅炉运行过程中工作人员需要实时关注燃烧温度，确保燃烧过程中的气相和固相之间的均衡，从而促进燃料的充分燃烧。（4）不同种类的燃料对于循环流化床锅炉的燃烧参数要求有所不同，因此需要根据不同的燃料特性进行燃烧工艺参数的调整，以实现燃烧的完全<sup>[4]</sup>。

### 4.2 优化燃料供给系统

（1）在燃料的供给系统中，可以新增搅拌装置或者混合设备，尤其是对于颗粒状和粉状燃料，通过搅拌和

混合可以使燃料的成分更加均匀，减少不均匀成分对燃烧过程的影响，从而实现燃烧的完全。（2）优化燃料供给系统的控制方式。可以采用先进的自动化控制系统，实时监测燃料成分的均匀度，并根据燃料的实际情况调整供给量，保证燃料在燃烧过程中的均匀性。此外，还可以通过控制煤粉粒度、湿度和进给速度等参数，保证燃料在燃烧过程中的均匀性。（3）为了进一步提高燃料供给系统的稳定性和可靠性，还可以在系统中增加多重安全保护装置，如温度传感器、压力传感器等，及时监测燃料供给系统的状态，保障燃料的稳定供给。（4）改进燃料的存储和预处理系统。对于颗粒状燃料，可以采用更加先进的预处理设备，如筛分设备、干燥设备等，对燃料进行预处理，去除杂质和调整燃料颗粒的大小和湿度，提高燃料的稳定性和均匀性，保障燃烧过程的完全。（5）加入燃料分布优化设备，比如多点燃料供给系统，可以使燃料在床层中分布更加均匀，减少燃料成分不均匀所导致的燃烧问题。

### 4.3 结焦和堵塞问题

#### 4.3.1 设备结构和工艺调整的解决对策

循环流化床锅炉结焦和堵塞问题一直是制约锅炉运行效率和寿命的“绊脚石”。然而，通过设备结构和工艺调整这两个方面的策略，这些问题可以得到较好的解决。（1）对于设备结构的调整，可以针对锅炉内部的管道和喷嘴进行优化改造。一方面，可以采用更加高温抗压的材料来加强管道的耐用性；另一方面，可以对管道进行规格的调整，以达到更好的供气压力和流速，从而使气体在管道内流动更为稳定。在喷嘴方面，可以适当加大喷孔直径，增加喷雾量，并调整喷嘴的数量和布置，以达到锅炉内部的气体分布更加均匀。（2）针对工艺调整方面，可以从燃烧过程和废气处理两个方面入手。在燃烧过程中，可以适当调整锅炉的燃烧温度和燃烧时间，降低燃烧产物的生成量，减少结焦的可能性。还可以增加辅助氧气的注入量或采用超细粉煤作为燃料，优化燃烧效率和温度分布。在废气处理方面，可以对有毒气体进行适当的分离和过滤，同时还应该对废气进行循环利用，充分发挥其能源价值，减少废弃物排放。（3）工作人员需要控制好物料流动的速度，使物料颗粒能够处于迅速均匀的流化状态，避免超温或者局部重燃现象的发生。为了防止旋风分离器结焦，应该对其运行温度进行密切监视，一旦出现超温现象，通过煤量和风量的调节，对床温和料层压差进行合理控制<sup>[5]</sup>。

### 4.4 清灰系统的改进和优化

（1）传统循环流化床锅炉的清灰周期较长，无法及

时清除堵塞物,导致结焦和堵塞问题严重。因此,改进清灰周期和方式是解决问题的关键。一种改进方式是根据锅炉的运行情况设定清灰周期,如温度、压力、燃烧产物的含量等,通过实时监测这些参数,及时确定清灰时机。另一种方式是采用周期性清灰,通过设定短周期的清灰时间,以较小的力度频繁清灰,有效避免积聚和堵塞问题的发生。(2)机械振动和气动清灰的方式存在清灰不彻底、清灰效果差的问题。因此,改进清灰方式和装置是提高清灰效果的关键。一种改进方式是采用高效的喷水清灰技术,通过喷水冲刷的方式将堵塞物从管道和喷嘴中清除,提高清灰效果。另一种方式是引入超声波清灰技术,通过超声波的震动作用,使得堵塞物松动并脱落。这些改进方式可以结合使用,提高清灰效果和清灰系统的稳定性。(3)清灰系统的智能化控制通过引入自动控制系统和数据采集设备,可以实时监测锅炉的工作状态和清灰效果,并根据设定的参数自主调节清灰周期、清灰方式和清灰力度。基于智能化控制系统,清灰系统可以更加精确和高效地运行,减少结焦和堵塞问题的发生,提高锅炉的运行效率和可靠性。

#### 4.5 设备磨损和腐蚀

(1)材料选择和涂层保护。材料选择是解决锅炉设备磨损和腐蚀问题的首要考虑因素。应选择具有良好耐腐蚀性和耐磨性的材料,如耐热合金钢、不锈钢等。同时,可以在关键部位进行表面涂层保护,如高温耐磨涂层、耐腐蚀涂层等,提高设备的耐用性和抗腐蚀性。(2)燃料燃烧控制和调整。燃料燃烧过程是锅炉设备磨损和腐蚀的主要原因之一。通过合理的燃烧控制和调整,可以减少燃烧产物中的腐蚀性物质的生成,从而降低设备的腐蚀程度。具体措施包括优化燃烧空气配比、控制燃烧温度和燃烧速率等,以提高燃烧效率和减少有害气体的产生。(3)水质控制和水处理。水质问题是循环流化床锅炉设备磨损和腐蚀的另一个重要因素。应加强对锅炉进水水质的监测和控制,采用合适的水处理措施。一方面,可以采用软水处理技术,去除水中的硬离子和有害物质,减少对设备的腐蚀。另一方面,可以加入适量的

缓蚀剂和抗腐蚀剂,形成一层保护膜,减少设备的磨损和腐蚀。

#### 5 其他常见问题的解决对策

5.1 旋风分离器问题。对使用煤粒的大小粒径进行控制,控制好大、中、小颗粒的配比,调整旋风分离器的角度,提高烟气流速,可提高分离器的运行效率。提高料层压差可增加床料厚度,从而增加返料量,提高锅炉运行效率。2.给煤系统。通过引入自动控制系统和传感器,实时监测给煤系统的运行状态,并根据实时数据进行自动调节和控制。例如,可以根据锅炉的负荷情况调整给煤机的进煤量,保证锅炉运行的平稳。同时,可以采用预测控制技术,根据历史数据和模型预测给煤系统的运行状况,及时进行调整和优化,提高给煤的稳定性和精确度。

结束语:通过本文的探究,我们了解了磨损、结焦、燃烧不完全等问题的成因及相应的解决方法。有效解决这些问题不仅可以提高锅炉的运行效率,降低维护成本,还可以为工业生产、环保节能等领域做出贡献。因此,今后需要进一步加强对循环流化床锅炉运行过程中问题的研究和实践,促进相关技术的进步和应用,以满足社会对节能环保和可持续发展的需求。

#### 参考文献

- [1]姜华伟,袁森,袁野,等.燃煤循环流化床锅炉混燃污泥研究与应用进展[J].热力发电,2023,52(9):11-20.
- [2]刘晓旭,王路松,张晓光,等.循环流化床锅炉烟气中多环芳烃的赋存及排放特征[J].洁净煤技术,2023,29(6):135-141.
- [3]盛家豪,钱进,王一桂,等.基于GA-SVR的循环流化床锅炉床温预测[J].智能计算机与应用,2022,12(9):105-109.
- [4]赵阳,李健奇,李含琼,等.基于风量准确测量的循环流化床锅炉运行优化[J].东北电力技术,2023,44(5):59-62.
- [5]胡仙楠,邓博宇,刘欢鹏,等.循环流化床锅炉负荷快速调节技术现状及发展趋势[J].洁净煤技术,2023,29(6):11-23.