

关于火电集控运行中锅炉结焦原因分析及优化策略探讨

史子健 宋 磊 崔 晓

华能山东发电有限公司白杨河发电厂 山东 淄博 255200

摘 要: 火电集控运行中, 锅炉结焦现象频发, 影响锅炉效能及安全运行。本文首先概述火电集控运行原理及锅炉结焦的定义、类型与危害, 随后深入分析煤质、燃烧工况、设备及运行管理等导致结焦的关键因素。针对这些原因, 提出煤质优化、燃烧调整、设备维护升级及强化运行管理等策略, 以期降低结焦风险, 提升锅炉运行效率与安全性, 为火电集控运行提供实践指导。

关键词: 火电集控运行; 锅炉结焦; 原因分析; 优化策略

引言

火电集控运行作为现代电力生产的核心模式, 其高效稳定运行至关重要。锅炉结焦问题长期困扰着火电厂, 不仅影响锅炉热效率, 增加能耗, 还可能引发安全事故。因此, 深入探讨锅炉结焦的原因, 提出有效的优化策略, 对于保障火电集控运行的安全高效具有重要意义。本文旨在通过综合分析, 为锅炉结焦问题的解决提供理论支持和实践路径。

1 火电集控运行与锅炉结焦概述

1.1 火电集控运行原理与特点

火电集控运行原理是基于先进的信息技术手段, 对发电厂的生产过程进行自动化、集中化的管理和监控。该原理的核心在于通过各种传感器、执行器和先进的控制系统, 实现对发电设备的远程监控和自动控制。在火电集控系统中, 操作人员通过集中化的操作界面, 能实时了解整个发电厂的运行状态。系统实时收集并处理来自各个发电设备的运行数据, 为操作人员提供准确、及时的决策支持, 这种集中化管理方式提高了操作效率, 让发电厂监控更全面细致。火电集控运行技术具有几个显著特点。第一, 它具备高度的数字化水平, 通过计算机网络技术将控制指令迅速、准确地传送到各个控制系统中, 实现发电过程的自动化集中控制。第二, 该技术自动化水平高, 能自动完成发电设备的开关、负荷调节以及故障处理等操作, 降低人为操作工作量, 提高发电厂运行效率。第三, 该技术信息集成度高, 能实时监测并显示发电设备的各种运行参数, 如温度、压力、流量等, 便于操作人员及时发现并处理设备运行问题, 提升发电厂运行的可靠性和安全性。

1.2 锅炉结焦的定义、类型及危害

锅炉结焦是燃煤工业锅炉运行中一种常见的现象。它指的是煤粉在高温且少氧的条件下燃烧时, 不可燃的

灰分形成熔融或半熔融的状态, 黏附在水冷壁或其他受热面上形成的焦块。锅炉结焦主要分为高温结焦和低温结焦两大类型。高温结焦通常发生在炉膛的高温区域, 主要由灰分熔点低或燃烧调控不当引起。它会导致传热效率下降、烟气阻力增大, 严重时还会破坏锅炉的正常燃烧工况和水循环, 造成爆管事故。低温结焦则多见于烟气温度较低的尾部受热面, 由燃料中的硫分、水分与飞灰结合形成粘性沉积物, 虽不直接威胁安全运行, 但会降低受热面的清洁度, 增加能耗及维护成本。锅炉结焦的危害是多方面的, 它不仅会降低锅炉的出汽力和热效率, 严重时还会导致锅炉被迫停炉。结焦还会缩短锅炉设备的使用寿命, 增加排烟损失, 并导致引风机耗电增加。结焦往往是不均匀的, 易形成大块灰渣, 给捞渣机和碎渣机的运输带来困难, 甚至会造成渣沟堵塞, 不得不降负荷运行。锅炉结焦问题必须得到高度重视, 采取有效措施进行预防和治理。

2 火电集控运行中锅炉结焦原因分析

2.1 煤质因素

燃煤质地是导致锅炉结焦的重要因素之一。燃煤的熔融温度与其成分息息相关, 而导致锅炉结焦的一个重要原因在于燃煤燃烧不充分, 煤灰沉积在炉壁上从而导致结焦。通常情况下, 工作人员能够通过煤灰成分及其熔融温度对锅炉结渣情况进行判断, 但此方法并不能有效保障结焦判断的准确性, 因此需要结合其他指标进行分析。使煤粉粗细度适中可减少灰渣在炉壁上的结焦率, 在锅炉正常燃烧状态下, 若煤粉过粗则会使火炬拖长, 粗粉则会冲刷受热面从而造成结焦现象, 另外粗粉的温度高于烟气的温度, 冲到炉壁对更易造成结焦。若煤粉过细则加重磨煤机的电耗和负担, 影响制粉系统的出力, 造成炉膛出口烟气温度升高, 使炉壁结焦严重。燃煤的硫分和水分也是锅炉结焦的关键因素。高硫煤燃

烧产生硫酸盐,增加灰渣粘性;水分过高则降低炉膛温度,影响煤粉燃烧,加速结焦。因此,需严格管理煤质,合理调整煤粉细度,确保锅炉安全经济运行,减少因结焦导致的运行障碍和维护成本^[1]。

2.2 燃烧工况因素

锅炉的燃烧工况是影响结焦现象的核心因素之一。在燃烧过程中,炉膛内的温度分布、氧气浓度和煤粉的着火方式共同作用于结焦的形成。炉膛内的温度分布对结焦具有直接影响,局部高温区域会加速煤灰的熔融,使其更容易沉积在受热面上。当温度分布不均时,这种沉积现象尤为明显,从而增加了结焦的风险。氧气浓度也是影响结焦的重要因素,氧气不足会导致煤粉燃烧不充分,产生大量未燃尽的碳粒。这些碳粒在炉膛内继续燃烧,释放出的热量会进一步加剧局部高温现象,从而加速结焦的形成。煤粉的着火方式对结焦也有显著影响,着火点距离喷口过近时,煤粉在喷口附近即开始燃烧,产生的高温火焰会直接冲刷水冷壁,导致水冷壁局部过热,增加了结焦的可能性。相反,若着火点过远,则炉膛内火焰过长,受热面的受热面积增加,灰渣在炉膛内的停留时间也相应延长,这同样会增加结焦的风险。为了有效减少锅炉结焦,需要优化燃烧工况,合理调整炉膛内的温度分布、氧气浓度以及煤粉的着火方式。通过精确控制这些参数,可以显著降低结焦的风险,确保锅炉的安全、稳定运行。

2.3 设备因素

锅炉设备的设计和运行状态在结焦现象中扮演着关键角色。炉膛的结构尺寸直接关系到燃烧工况的稳定性和效率,尺寸过大可能导致燃烧不充分,局部温度过低,而尺寸过小则可能使火焰过于集中,局部温度过高,两种情况都可能增加结焦的风险。受热面的布置方式对灰渣的沉积情况有着直接影响,受热面间距过小或受热面管束排列过密,都会增加灰渣与受热面的接触机会,使得灰渣更容易沉积在受热面上,进而形成结焦。合理的受热面布置方式应考虑到灰渣的流动特性和沉积规律,以减少结焦的可能性。吹灰器的配置和运行状态同样至关重要,其配置数量和运行效率直接影响到受热面的清洁程度。配置不足或运行不正常的吹灰器将导致积灰无法及时清除,加速结焦的形成。应确保吹灰器的合理配置和正常运行,以减少受热面上的积灰和结焦。锅炉的给粉系统、送风系统以及排烟系统等设备的运行状态也会对结焦产生影响,需定期对这些设备进行维护和检查,确保其正常运行^[2]。

2.4 运行管理因素

运行管理水平的高低,直接关系到锅炉结焦问题的预防和治理成效。运行人员需具备扎实的专业知识和丰富的实践经验,以便准确判断锅炉的运行状态,及时采取调整措施,防止结焦现象的发生。特别是在锅炉启动、停运及负荷调整等关键阶段,运行人员需密切关注炉膛内燃烧情况,通过合理调整煤粉量、风量和氧气浓度等参数,确保燃烧工况的稳定性和合理性。在日常运行中,锅炉的维护和保养工作同样不可忽视,定期对锅炉进行吹灰、清焦和排污等操作,有助于保持受热面的清洁和畅通,减少灰渣的沉积,降低结焦的可能性。建立完善的运行管理制度和应急预案,对锅炉的运行状态进行实时监测和记录,能够及时发现并处理异常情况,确保锅炉的安全、稳定和高效运行。加强运行人员的培训和考核工作也是提升运行管理水平的关键,通过培训,提高运行人员的专业素养和操作技能,使其能够更好地应对锅炉运行中的各种挑战,减少锅炉结焦等问题的发生,确保锅炉的长期稳定运行。

3 火电集控运行中锅炉结焦优化策略

3.1 煤质优化与管理

(1) 严格煤质检测与筛选:在燃煤采购环节,加强对煤质的检测和分析,确保燃煤的熔融温度、硫分和水份等指标符合锅炉运行要求。对于不符合标准的燃煤,应坚决予以淘汰或降级使用。(2) 煤粉细度调整:根据锅炉的实际运行情况和燃煤特性,合理调整煤粉的细度。通过精确的磨煤机调整和筛分控制,确保煤粉粗细适中,既减少灰渣在炉壁上的结焦率,又避免过细煤粉增加磨煤机电耗和负担。(3) 燃煤混配使用:燃煤混配使用是一种有效的平衡燃煤各项指标的方法。在实际操作中,我们需要根据燃煤的硫分、水份、热值等指标进行科学配比,将高硫煤、高水分煤与低硫煤、低水分煤进行合理搭配。这样不仅可以降低燃煤的结焦倾向,还能提高锅炉的燃烧效率和稳定性,实现燃煤资源的合理利用。(4) 加强燃煤库存管理:燃煤的储存环境对其品质有着重要影响。因此,我们需要建立完善的燃煤库存管理制度,确保燃煤的储存环境干燥、通风,防止燃煤受潮变质。我们还需要定期对燃煤进行翻动和晾晒,以减少燃煤的自燃和结块现象,保持燃煤的品质稳定,为锅炉的高效运行提供有力保障^[3]。

3.2 燃烧调整与优化

(1) 合理调整炉膛温度分布:通过调整燃烧器的布置和角度,优化炉膛内的温度分布,避免局部高温区域的产生。加强对炉膛温度的监测和控制,确保炉膛温度保持在合理范围内。(2) 精确控制氧气浓度:根据锅炉

的实际运行负荷和燃煤的燃烧特性,灵活调整送风量,确保炉膛内的氧气浓度既不过剩也不缺乏。通过精确控制氧气浓度,可以显著减少未燃尽碳粒的数量,进一步降低因燃烧不充分导致的局部高温现象,从而有效减少锅炉结焦的风险。(3)优化煤粉着火方式:通过精确调整煤粉的着火点和火焰长度,可以优化煤粉的燃烧过程,使其更加稳定、高效。确保煤粉在炉膛内均匀燃烧,避免火焰直接冲刷水冷壁等重要部件,有效减少因局部过热而引发的结焦问题,提高锅炉的运行安全性和可靠性。(4)加强燃烧调整试验:定期进行燃烧调整试验,是持续优化燃烧工况的关键。通过不断试验和调整,可以更加深入地了解锅炉和燃煤的燃烧特性,从而找到最适合当前工况的燃烧参数组合。这不仅有助于提高锅炉的燃烧效率,还能有效减少锅炉的污染物排放,实现更加环保、高效的燃烧过程。

3.3 设备优化与维护

(1)优化炉膛结构设计:根据锅炉的实际运行数据和燃煤的物理化学特性,对炉膛的结构尺寸进行科学设计,确保其既能充分满足燃烧需求,又能有效避免火焰过于集中或分散,从而显著降低因炉膛结构不合理而导致的结焦风险。(2)改进受热面布置方式:深入研究灰渣的流动特性和沉积规律,对受热面的布置方式进行有针对性的优化。通过增加受热面间距、调整管束排列密度等精细措施,有效减少灰渣与受热面的直接接触机会,进一步降低受热面结焦的可能性。(3)加强吹灰器配置与维护:根据锅炉的实际运行需求和结焦情况,合理配置吹灰器,确保其数量和吹灰能力满足生产要求。定期对吹灰器进行全面检查和精心维护,确保其始终处于良好状态,并根据结焦情况的变化适时调整吹灰频率和吹灰方式,以达到最佳的吹灰效果。(4)完善设备运行管理制度:建立一套完善的设备运行管理制度,对锅炉的各项设备进行严格的定期维护和细致检查。通过及时发现并妥善处理设备故障和异常运行情况,确保锅炉的各项设备始终处于正常运行状态,为锅炉的安全稳定运行提供有力保障^[4]。

3.4 运行管理强化

(1)加强运行人员培训:定期对运行人员进行系统而深入的专业知识和操作技能培训,不仅提升其专业素养,还强化其在复杂工况下的应变能力和解决问题的能力。通过持续的培训,确保运行人员能紧跟技术发展步伐,熟练掌握最新的锅炉运行规律和结焦防治技术。

(2)完善运行管理制度:建立一套科学、系统的运行管理制度和应急预案,对锅炉的运行状态进行全面、细致的实时监测和准确记录。明确各运行岗位的职责分工和操作流程,确保各项运行管理措施能够得到有效执行,为锅炉的安全稳定运行提供坚实的制度保障。(3)加强日常运行管理:在日常运行中,加强对锅炉的维护和保养工作。定期对锅炉进行吹灰、清焦和排污等操作,保持受热面的清洁和畅通。密切关注锅炉的运行状态,及时发现并处理异常情况。(4)推动信息化建设:利用现代信息技术手段,推动锅炉运行管理的信息化建设。通过安装传感器、监控系统等设备,实现对锅炉运行状态的实时监测和数据采集。利用大数据分析和人工智能技术,对锅炉的运行数据进行深度挖掘和分析,为运行管理提供科学依据和决策支持。

结语

综上所述,火电集控运行中锅炉结焦受煤质、燃烧工况、设备及运行管理等多因素影响。这些因素相互交织,增加了结焦风险。为保障火电生产高效稳定,需从煤质优化管理、燃烧调整、设备维护及运行管理强化等多方面入手,综合施策。通过持续改进和优化,有效降低结焦概率,提升锅炉运行安全性与可靠性,为火电行业可持续发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]周永.浅谈电厂锅炉结焦的原因及改善对策[J].科技创新,2020(09):34-35.
- [2]刘建东.火电厂集控运行技术与优化研究[J].中国设备工程,2022(02):219-220.
- [3]李建村.华能福州电厂锅炉结焦原因分析及预防措施[J].石河子科技,2020(2):15-17.
- [4]王志强.燃煤锅炉结焦及预防措施研究[J].工业炉,2022,44(05):22-26.