

电厂锅炉化学清洗需注意的几个问题

杨超 汶虎云

西安协力动力科技有限公司 陕西 西安 710000

摘要: 电厂锅炉作为发电的核心设备,长期运行后内部易积累水垢、腐蚀产物等杂质。本文聚焦于电厂锅炉化学清洗,阐述其重要性。先介绍电厂锅炉工作原理与结构,以及化学清洗对其运行的影响。着重指出化学清洗需注意的问题,涵盖清洗前准备、过程控制、清洗后处理。并提出相应解决措施,包括加强准备、优化控制、完善处理流程及提高人员素质,旨在提升电厂锅炉化学清洗质量与效率,保障锅炉安全稳定运行。

关键词: 电厂锅炉; 化学清洗; 问题

引言: 在电力生产中,电厂锅炉扮演着关键角色,其运行状况直接影响发电效率与安全性。长期运行的锅炉内部易产生污垢、腐蚀产物等,影响热传递效率,甚至威胁设备安全。化学清洗作为维护锅炉正常运行的重要手段,能有效去除这些杂质。然而,若化学清洗过程操作不当,不仅达不到预期效果,还可能对锅炉造成损害。因此,深入探讨电厂锅炉化学清洗需注意的问题,并提出合理解决措施,对保障电厂稳定运行具有重要意义。

1 电厂锅炉化学清洗的重要性

1.1 电厂锅炉的工作原理与结构

电厂锅炉的工作原理基于能量转换。燃料在炉膛内燃烧,释放出大量的热能,使炉内的水受热沸腾,进而汽化为高温高压的蒸汽。这些蒸汽携带巨大能量,驱动汽轮机旋转,汽轮机再带动发电机运转,最终实现将化学能转化为电能的过程。其结构主要包含炉膛、燃烧器、锅筒、水冷壁、过热器、省煤器等部分。炉膛作为燃烧空间,为燃料燃烧提供充足的场地。燃烧器负责将燃料与空气合理混合并送入炉膛,确保高效燃烧。锅筒起着汽水分离、储存和调节水位的作用。水冷壁布置在炉膛四周,吸收炉膛内的辐射热,使水变成汽水混合物。过热器则进一步提高蒸汽的温度,以满足汽轮机的工作要求。省煤器利用锅炉尾部烟气的余热加热给水,提高锅炉整体热效率。各部件协同工作,保障电厂锅炉稳定高效运行。

1.2 化学清洗对锅炉运行的影响

化学清洗对电厂锅炉运行影响深远。可显著提升热传递效率。运行中,锅炉受热面易积累水垢、铁锈等沉积物,这些物质导热性差,如同隔热层,阻碍热量传递。化学清洗能精准去除这些沉积物,恢复受热面的良好导热性能,让燃料燃烧产生的热量更高效地传递给工质,减少燃料消耗,提升发电效率。有助于延长锅炉使

用寿命。沉积物下容易发生腐蚀,尤其是在高温、高压环境下,腐蚀速度加快。化学清洗能消除引发腐蚀的隐患,防止金属材料被侵蚀减薄,避免出现泄漏、爆管等严重故障,使锅炉长期稳定运行,降低设备更换成本,保障电厂持续供电。同时,还能确保蒸汽品质,避免杂质进入蒸汽系统,减少对汽轮机叶片等部件的磨损,维护整个发电系统的安全稳定运行^[1]。

2 电厂锅炉化学清洗需注意的问题

2.1 清洗前的准备工作

2.1.1 清洗介质的选择

清洗介质的选择至关重要,它直接关系到清洗效果和锅炉设备的安全。不同类型的污垢需对应合适的清洗介质。对于以钙、镁水垢为主的沉积物,可选用盐酸、柠檬酸等酸性清洗剂。盐酸清洗能力强、速度快,但对金属有一定腐蚀性,因此需添加适量缓蚀剂。柠檬酸腐蚀性较弱,适用于材质较为敏感的锅炉部件。若锅炉内存在油污等有机物污垢,需使用含有表面活性剂的碱性清洗剂,其能有效乳化、分散油污,达到清洗目的。在选择清洗介质时,还需考虑锅炉材质,如奥氏体不锈钢材质的锅炉,应避免使用含氯离子的清洗剂,以防发生应力腐蚀开裂。

2.1.2 清洗系统的检查

清洗系统的完整性和可靠性是化学清洗成功的基础。在清洗前,要对整个清洗系统进行全面检查。首先检查清洗泵,确保其泵体无损坏、叶轮转动灵活,电机运行正常,且泵的流量和扬程能满足清洗需求。管道方面,查看管道连接是否紧密,有无泄漏隐患,尤其注意弯头、阀门等部位。管道内部应清洁无杂物,防止杂物进入锅炉系统造成堵塞。对于清洗槽,要检查其容积是否足够,槽体有无破损、渗漏。同时,各类仪表如温度计、压力表、流量计等需校验准确,以便在清洗过程中

能实时、精准监测清洗参数。

2.2 清洗过程中的控制要点

2.2.1 清洗温度的控制

清洗温度对化学清洗效果影响显著。一般而言,适当提高温度可加快化学反应速率,增强清洗介质对污垢的溶解和剥离能力。但温度过高也存在弊端,一方面会加剧清洗介质对锅炉金属材质的腐蚀,尤其是酸性清洗剂,在高温下腐蚀性大增,可能损坏锅炉部件;另一方面,部分清洗介质在过高温度下会发生分解或挥发,降低清洗效果。例如,使用盐酸清洗时,温度通常控制在50-60℃,既能保证良好的清洗效率,又能将腐蚀风险控制可在可接受范围。不同的清洗介质和锅炉材质对应着不同的最佳清洗温度区间,操作人员需严格按照工艺要求,通过加热或冷却装置精准调控清洗温度,实时监测温度变化,确保其稳定在合适范围。

2.2.2 清洗液浓度的监测

清洗液浓度直接决定清洗效果。浓度过低,清洗介质与污垢的反应不充分,难以彻底清除污垢;浓度过高,则可能导致过度腐蚀,且造成资源浪费和成本增加。在清洗过程中,需定期对清洗液浓度进行监测。可采用化学分析方法,如滴定法等,精确测定清洗液中有效成分的含量。例如,对于酸性清洗液,通过测定氢离子浓度来推算酸的浓度。当发现浓度偏离设定值时,及时添加适量的清洗介质或补充水进行调整。同时,由于清洗过程中污垢不断溶解,会消耗清洗液中的有效成分,使得浓度逐渐降低,因此要建立动态监测机制,根据浓度变化趋势适时补充清洗液,维持其浓度在最佳水平,保障清洗工作持续高效进行。

2.2.3 清洗时间的把握

清洗时间是影响清洗效果和设备安全的重要因素。清洗时间过短,污垢无法完全被清除,达不到预期的清洗目的,影响锅炉后续运行效率和寿命。而清洗时间过长,不仅浪费资源和时间,还会使清洗介质对锅炉金属的腐蚀时间延长,增加设备损坏风险。确定合适的清洗时间需综合考虑污垢类型、厚度、清洗介质的反应活性以及清洗温度等因素。对于一般的钙镁水垢,使用常规酸性清洗剂在适宜温度下,清洗时间可能在8-12小时。在清洗过程中,可通过观察清洗液的颜色、透明度以及定期检查锅炉受热面的清洗情况来判断清洗进度,一旦污垢完全清除,应及时停止清洗,避免过度清洗,确保在保障清洗效果的同时,最大程度保护锅炉设备。

2.2.4 清洗过程中的安全问题

化学清洗过程涉及多种化学药剂,存在诸多安全风

险。首先,清洗介质多具有腐蚀性和刺激性,如盐酸、氢氧化钠等,操作人员在接触过程中若防护不当,易造成皮肤灼伤、呼吸道刺激等伤害。因此,必须配备齐全的个人防护装备,如耐酸碱防护服、手套、护目镜、防毒面具等,并确保操作人员正确佩戴和使用。其次,清洗过程中可能产生易燃易爆气体,如氢气等,尤其是在酸性清洗时金属与酸反应会释放氢气。要保证清洗现场通风良好,严禁明火和可能产生电火花的设备,防止发生爆炸事故。同时,对清洗系统的压力进行严格监控,避免压力过高引发管道破裂、清洗液泄漏等安全事故,保障清洗工作在安全的环境下顺利开展。

2.3 清洗后的处理工作

2.3.1 清洗效果的检验

清洗效果的检验是判断化学清洗是否成功的关键环节。可采用多种方法进行评估。首先,对清洗后的锅炉受热面进行直观检查,借助内窥镜等工具,观察受热面是否还有污垢残留,表面是否清洁均匀,若有明显的污垢或沉积物附着,则表明清洗不彻底。其次,分析清洗后的水样,检测水中的杂质含量,如钙、镁离子浓度、铁离子含量等,若这些指标明显降低且达到相关标准要求,说明清洗效果良好。此外,还可通过对比清洗前后锅炉的运行参数,如热效率、蒸汽产量等,若热效率显著提升、蒸汽产量稳定增加,也能间接证明清洗效果理想。只有经过严格检验,确认清洗效果达到预期,才能确保锅炉后续高效稳定运行。

2.3.2 废液的处理与排放

化学清洗产生的废液含有大量化学物质,若直接排放会对环境造成严重污染,因此必须进行妥善处理。首先,根据废液的成分和性质,选择合适的处理方法。对于酸性废液,可采用中和法,加入碱性物质如氢氧化钠、氢氧化钙等,调节废液的pH值至中性范围。对于含有重金属离子的废液,可通过沉淀法,加入硫化物、氢氧化物等沉淀剂,使重金属离子形成沉淀分离出来。经过处理后的废液,还需进行检测,确保各项污染物指标符合国家排放标准。处理过程中产生的污泥等固体废弃物,也应按照危险废物的管理要求,交由专业的处理单位进行处置,严禁随意倾倒,以实现废液的无害化处理与合规排放,保护环境安全。

2.3.3 锅炉的保养与维护

清洗后的锅炉需要及时保养与维护,以延长其使用寿命。首先,对锅炉进行干燥处理,防止内部残留水分引发腐蚀,可采用热风烘干或干燥剂吸湿等方式。其次,检查锅炉的各部件,如阀门、管道、仪表等,确

保其正常运行,如有损坏或老化部件,及时进行更换。再者,对锅炉的受热面进行防护处理,可涂抹防腐涂层,增强其抗腐蚀能力。同时,建立完善的锅炉运行维护档案,记录清洗时间、清洗效果、保养维护措施等信息,为后续的维护工作提供参考依据。通过有效的保养与维护,使锅炉保持良好的运行状态,保障电厂的持续稳定供电^[2]。

3 解决电厂锅炉化学清洗问题的措施

3.1 加强清洗前的准备工作

加强清洗前准备工作是确保化学清洗顺利进行的基础。在清洗介质选择上,组建专业评估团队,综合考虑锅炉材质、污垢类型及程度、成本效益等多方面因素。运用先进的检测设备对污垢成分进行精准分析,结合过往清洗案例数据,建立清洗介质选择数据库,实现快速、准确选型。对于清洗系统检查,制定详细、标准化的检查清单,涵盖清洗泵、管道、清洗槽、仪表等各个部件。引入无损检测技术,如超声波探伤检测管道焊缝,确保无泄漏隐患。同时,定期对清洗系统进行预演测试,模拟清洗工况,提前发现并解决潜在问题,保障清洗系统在正式清洗时稳定可靠运行。

3.2 优化清洗过程中的控制措施

优化清洗过程控制措施对保障清洗效果和设备安全至关重要。在清洗温度控制方面,安装高精度温度传感器,连接智能控制系统,根据预设的最佳温度区间自动调节加热或冷却装置,实现温度的精准控制,减少人为操作误差。对于清洗液浓度监测,采用在线监测设备,实时反馈清洗液浓度变化,一旦浓度偏离设定值,系统自动启动添加装置进行调整。在清洗时间把握上,运用大数据分析技术,结合不同污垢类型、清洗介质特性以及过往清洗经验,建立清洗时间预测模型,为操作人员提供准确的时间参考,并在清洗过程中依据实际清洗进度灵活调整。此外,加强清洗过程中的安全监控,设置可燃气体报警器、压力监测联锁装置等,全方位保障清洗作业安全。

3.3 完善清洗后的处理流程

完善清洗后处理流程可有效提升清洗工作的整体质量。在清洗效果检验环节,除采用常规的直观检查、水样分析、运行参数对比方法外,引入先进的表面粗糙度

检测技术,评估受热面清洗后的表面状态,更全面地判断清洗效果。对于废液处理与排放,建立专门的废液处理车间,配备先进的处理设备,如离子交换树脂装置深度去除重金属离子,采用膜分离技术进一步净化废液。加强与环保部门的沟通协作,及时掌握最新排放标准,确保废液处理达标排放。在锅炉保养与维护方面,制定个性化的保养计划,根据锅炉运行时间、清洗频率、材质特性等因素,确定具体的保养项目和周期,定期对锅炉进行深度保养,延长锅炉使用寿命。

3.4 提高相关人员的专业素质

提高相关人员专业素质是保障化学清洗工作高质量完成的关键。定期组织专业培训课程,邀请行业专家授课,内容涵盖锅炉结构原理、化学清洗工艺、安全操作规程、环保法规等方面知识。开展技能竞赛活动,通过实际操作比拼,提升操作人员的清洗技能水平。建立完善的人员考核机制,将理论知识掌握程度、实际操作能力、安全意识等纳入考核指标,考核结果与绩效挂钩,激励员工主动学习提升。同时,鼓励员工参与行业研讨会、学术交流活动,及时了解最新技术动态和行业发展趋势,不断更新知识体系,为电厂锅炉化学清洗工作提供坚实的人才支撑^[3]。

结束语

综上所述,电厂锅炉化学清洗的每个环节都暗藏挑战。从前期对清洗介质与系统的严谨筹备,到过程中对温度、浓度、时间及安全的严格把控,再到后期对清洗效果的检验、废液处理及锅炉保养,均不容有失。同时,提升人员专业素养为整个流程注入可靠保障。只有正视并妥善解决这些问题,才能确保电厂锅炉高效、安全运行,为电力供应的稳定与持续奠定坚实基础,推动电力行业健康发展。

参考文献

- [1]曹杰玉,陈洁.电厂锅炉化学清洗需注意的几个问题[J].中国电力,2022,36(7):120-122.
- [2]李长海,程斌,官仁贵.超临界直流锅炉的化学清洗[J].清洗世界,2022,24(10):134-137.
- [3]窦照英.化学清洗与锅炉防腐蚀[J].化学清洗,2022,10(2):163-169.