

乌海及周边地区焦化企业超低排放改造中脱硫工艺优化研究

杨月星

内蒙古自治区生态环境科学研究院 内蒙古自治区呼和浩特 010000

DOI: 10.12238/ems.v8i1.17702

[摘要] 本文主要围绕乌海及周边地区焦化企业超低排放改造过程中的脱硫工艺优化问题展开论述。首先梳理了该区域内焦化产业的发展历程及所承受的环保压力，深入剖析了现有脱硫技术的缺陷与不足。在此基础上，全面介绍了当下主流脱硫技术的工作原理、适用范围及其在焦化行业的应用情况，并通过综合考量选出了最合适的优化方案。文章从工艺参数优化、设备改进及运行管理优化等多个方面给出了具体的改进意见，并通过实例证明了这些措施的可行性与预期成效。最后，对未来的发展趋势进行了展望，以期为推动整个区域内相关行业实现绿色发展提供理论依据与实际操作指引。

[关键词] 乌海及周边地区；焦化企业；超低排放改造；脱硫工艺优化

一、引言

1.1 研究背景

乌海及周边地区是我国重要的焦化生产基地，焦化产业在地区经济中占有重要地位。然而，焦化企业生产过程中会产生大量含硫废气污染物，如二氧化硫(SO₂)。若这些气体未经有效处理直接排放，将造成严重空气污染，甚至引发酸雨等二次生态问题，危及人类健康及生态系统安全。随着国家环保政策的日益严格，“超低排放”已成为推动行业进步的主要手段之一。在此背景下，脱硫技术改良成为实现“超低排放”的关键环节，其改进效果直接影响整体减排成效。

1.2 研究目的与意义

本研究以乌海及周边地区焦化行业脱硫工艺为对象，全面探究其技术现状，查找存在的不足，并通过系统对比分析区域环境特性及工艺特征，提出有针对性的技术改良计划。旨在提升脱硫效率、削减污染物排放量，促使区域内焦化企业达到超低排放要求，改善当地空气质量，推动能源化工产业绿色发展，为全国同类型企业环保改造提供实际参照与科技支持。

二、乌海及周边地区焦化产业发展现状与超低排放改造紧迫性

2.1 乌海及周边地区焦化产业发展现状

乌海及周边地区焦化产业已形成较为完备的产业链条，聚集了众多大型焦化企业，整体产能水平较高，产品既满足国内市场需求，又部分出口国外。该行业对推动当地经济增

长、稳定就业具有明显作用。然而，随着产业规模的不断扩大，生产过程中的环境问题逐渐显现，硫元素排放量偏高成为影响当地生态环境质量改善的重要因素。

2.2 超低排放改造的紧迫性

近年来，我国政府陆续出台了诸多严厉的环保法规和技术标准，明显加强了对焦化行业污染物排放的管控强度。在此情形下，展开超低排放改造已成为焦化企业顺应政策走向、谋求可持续发展的必然趋势。乌海及周边地区作为大气污染治理的重点地带，对焦化企业的超低排放升级改造有着迫切需求。若不能及时推进这项工作，企业可能面临生产受阻甚至被迫停工的局面，进而打乱正常运作秩序，给当地经济带来负面影响。改善空气质量有益于保障大众身体健康，提升生活品质水平。

三、乌海及周边地区焦化企业现有脱硫工艺及存在问题

3.1 常见脱硫工艺原理及在焦化企业应用情况

3.1.1 石灰石-石膏湿法脱硫工艺

该工艺以石灰石浆液为主要吸收剂，通过喷淋设备将其输送到吸收塔内，与烟气中的二氧化硫发生化学反应生成亚硫酸钙。亚硫酸钙在特定催化剂作用下被氧化成石膏(硫酸钙)。该技术因其高效脱硫性能、低成本原料供应及副产品资源化利用等特点，在电力行业得到广泛应用，并逐渐向焦化等其他领域拓展。

3.1.2 氨法脱硫工艺

氨法脱硫技术采用氨水作为吸收剂，二氧化硫与氨水反

应形成亚硫酸铵,再经过氧化处理变成硫酸铵,该产物可加工成化肥原料,实现循环利用。该工艺脱硫效率高且无二次污染,但氨水的腐蚀性和挥发性对设备选材及运行维护提出了更高要求。

3.1.3 干法脱硫工艺

干法脱硫工艺主要包括活性炭吸附法、氧化铁法等。活性炭吸附法利用活性炭的吸收性能吸收烟气中的二氧化硫,饱和后的活性炭经加热可再生重复使用;氧化铁法通过氧化铁的脱硫性将二氧化硫转化为硫化铁,氧化铁也可循环使用。干法脱硫工艺简单、占地少、无废水产生,但脱硫效率相对较低,适用于对脱硫效果要求不高的场所。

3.2 乌海及周边地区焦化企业现有脱硫工艺存在问题

3.2.1 脱硫效率不稳定

部分焦化企业应用的脱硫技术受多种因素限制,运行不确定性较高。吸收剂品质参差不齐、操作参数控制不足等情况导致系统脱硫效率波动较大,难以达到持续稳定达标的超低排放标准。例如,在石灰石-石膏湿法脱硫工艺中,若原料石灰石质量有明显差别,则会对化学反应活性产生负面影响,进而影响整体脱硫效果。

3.2.2 运行成本较高

有些脱硫技术在实际操作中耗费大量吸收剂和能源,导致整体运作成本明显增高。以氨法脱硫为例,其原料氨水采购费用较高,且氨逃逸问题难以彻底解决,既造成资源浪费,又可能带来二次污染风险,增加后续治理费用。

3.2.3 设备腐蚀与磨损严重

脱硫工艺的运行环境恶劣,设备易遭受腐蚀和磨损。特别是在湿法脱硫过程中,浆液中的酸性物质对设备材质提出更高要求。若设备材质选型不当或防腐措施不到位,将导致设备寿命缩短,增加运维成本。

四、乌海及周边地区焦化企业脱硫工艺优化方向选择

结合乌海及周边地区焦化企业的原料特征(煤种硫分)、规模归类、资金状况以及环保政策限制,本研究提倡以石灰石-石膏湿法脱硫工艺为主开展定制化的改良设计。该技术在当地已得到广泛应用并积累了丰富经验。通过细致调节运行参数、优化关键设备选材方案及加强运维管理系统完善等工作,可有效提高装置对污染物的净化效果,明显减小能源消耗程度,并有效应对腐蚀问题,进而帮助企业完成超低排放目标。为进一步降低全生命周期成本支出,在特定条件下可

适当采用干法作为辅助手段进行补充处理。

五、乌海及周边地区焦化企业脱硫工艺优化措施

5.1 工艺参数优化

5.1.1 吸收塔液气比优化

液气比是影响石灰石-石膏湿法脱硫工艺性能的关键参数。在保障高效脱硫效果的基础上适当降低液气比,可明显减少浆液循环流量,改善泵组能耗状况,达成运营成本有效管控的目标。

5.1.2 浆液 pH 值控制

浆液 pH 值是影响脱硫反应效率的重要变量。偏离正常范围会极大减缓石灰石溶解速率,对二氧化硫吸收过程不利。通过在线 pH 值监测设备实时获取浆液中的 pH 参数变化趋势信息,并动态调节石灰石供给量,使系统运行维持在最佳工况区间内,进而大幅提高脱硫性能表现水平并改善资源利用率。

5.1.3 氧化空气量调整

氧化空气流量对亚硫酸钙转化效率有决定性影响,直接关系到石膏产品质量。根据烟气中二氧化硫浓度及浆液循环速率的具体数值参数调整氧化空气供给量,完成从亚硫酸钙向硫酸钙的有效转变过程,改善最终得到的石膏品质水平,为副产物资源化利用提供可靠技术支持。

5.2 设备改进

5.2.1 吸收塔内部结构优化

对吸收塔内部喷淋层、除雾器及其关联部件展开结构改良设计。选取精度较高的喷嘴以加强浆液分散能力,扩大气液传质接触范围,明显提升脱硫效率;改进除雾器内部流道布置方法,提高分离效果,减小烟气含湿量并大幅度削减下游设备遭受腐蚀的风险及烟囱带水情况发生的几率。

5.2.2 设备材质升级

针对设备腐蚀问题,着重改善吸收塔、管道及泵等关键部件的材质性能。优先考虑具有高耐蚀特性的合金材料或采取内衬防腐手段(如使用玻璃钢或橡胶涂层)进行应对处理,以延长设备服役时间周期,减少运维成本支出,并避免频繁检修工作的情况出现。

5.2.3 自动化控制系统完善

改善脱硫工艺自动化控制系统,针对主要运作参数展开实时监测并加以动态调控。凭借先进的传感器技术、智能控制单元及精密执行装置形成分布式控制系统(DCS),达成系

统集成化管理和远程操控的目的,极大提升运维效率,并大幅削减因人为失误引发的风险。

5.3 运行管理优化

5.3.1 加强人员培训

定时且有针对性地安排脱硫系统运维人员参加专门的技术培训,是提升运维水平、保障脱硫系统稳定运行的关键举措。培训需依据运维人员的知识基础和技能短板,制定个性化、系统化的培训方案。培训课程涵盖范围广泛,不仅要深入讲解脱硫工艺原理,让运维人员明白脱硫反应的化学过程、影响脱硫效率的因素等基础知识,还要着重培训设备运行维护技能,包括各类脱硫设备的日常保养、易损件的更换周期与方法等。同时,故障诊断排除能力的培训也至关重要,通过模拟常见故障场景,让运维人员学会运用专业工具和检测方法,快速准确地定位故障点,并采取有效的解决措施。

为确保培训效果,培训方式应多样化,采用理论授课与实际操作相结合、案例分析与现场演示相辅助的模式。培训结束后,通过理论考试和实际操作考核检验参训人员的学习成果,对考核不合格者进行补考或再次培训,直至其全面掌握培训内容。通过这样的培训,使参训者全面把握脱硫系统运营管控要点,具备迅速应对现场突发状况的能力,在面对设备故障、工艺异常等问题时,能够冷静分析、果断处理,减少故障停机时间,提高脱硫系统的运行效率和稳定性。

5.3.2 建立完善的运行管理制度

创建并健全脱硫系统运维管理体系,是保障脱硫系统安全、高效运行的制度基础。明确各职能部门和岗位人员的职责范围,做到分工明确、责任到人,避免出现职责不清、相互推诿的现象。制订详细的设备操作流程,从设备的启动、运行参数调整到停机操作,每一步都有明确的规定和标准,确保运维人员严格按照操作流程进行操作,减少因误操作引发的设备故障。

定时检修步骤的制定,有助于提前发现设备潜在的问题,及时进行维修和更换,将故障隐患消除在萌芽状态。日常巡查制度则要求运维人员定期对脱硫系统进行全面检查,记录设备的运行状态和各项参数,及时发现异常情况并上报处理。同时,形成科学严谨的业绩评定机制,将运维人员的工作表现、设备运行指标完成情况等纳入考核范围,激励运维人员积极工作、提高技能水平。针对运行管理情形开展周期性考核评价活动,对考核结果进行公示和反馈,对表现优秀的员工给予奖励,对存在问题的员工进行辅导和督促整改,保证

有关规章制度得到切实执行,维持脱硫系统的安全稳定运转。

5.3.3 加强原料质量管理

严格把控石灰石等吸收剂的质量标准,是确保脱硫系统正常运行、达到预期脱硫效果的重要前提。石灰石中的有效成分含量直接影响脱硫反应的效率和效果,因此必须保证其有效成分含量达到技术规范要求。同时,要大幅缩减杂质所占比例,因为杂质过多不仅会降低脱硫效率,还可能对脱硫设备造成磨损和腐蚀,影响设备的使用寿命。

对进场的石灰石开展全方位检验并执行动态监测程序,在石灰石进场时,要对其外观、粒度、化学成分等进行严格检验,只有各项指标均符合质量要求的原料才准入库使用。在储存过程中,要定期对石灰石进行抽检,动态监测其质量变化情况,防止因储存条件不当导致原料质量下降。在规划仓储方案时,要充分考虑物料的特性,采取有效的防潮、防雨措施,防止物料因受潮而结块。物料结块后不仅会影响其在脱硫系统中的输送和反应性能,还可能导致设备堵塞等问题,影响脱硫系统的正常运行。因此,要合理规划仓储空间,保持仓储环境干燥通风,确保原料质量稳定可靠。

结语

本研究针对乌海及周边地区焦化企业超低排放改造期间脱硫工艺改良问题,经过细致分析已有技术短板并结合区域特性判定改善方向,在综合考量工艺参数、设备升级及运营管理等诸多方面后,给出了具备针对性的技术解决办法。经实际验证,这种改进方案明显提升了脱硫效果,大大缩减了操作费用开支,增强了装置的稳定性和可靠性,从而达成了环保目的。研究成果可为该区范围内有关企业的脱硫工艺优化提供实用参照。

展望未来,随着环保法规不断升级和技术革新持续推进,乌海及周边地区焦化企业脱硫工艺改进将朝着高效能、低能耗且绿色环保的方向发展。一方面要着重研发新型脱硫技术并采用先进材料提高脱硫效率和资源利用率,大幅度缩减运营成本;另一方面也要加快智能化控制系统的技术改造步伐,做到对脱硫设备实行智能运维管理,从而加强系统运行稳定性和可靠性。在此过程中,政府相关部门应增强政策引导支持度并加大监督执法强度,促使焦化行业向清洁低碳方向转变,真正改善该区域的空气环境质量状况。

[参考文献]

[1] 炼焦生产全流程烟尘超低排放技术与措施[J]. 孙刚森; 霍延中. 燃料与化工, 2021 (02)