

Lo-cat硫回收系统的稳定运行与维护策略

刘 阳 王 新 屈 卫 吴培源 仇士彬
华能（天津）煤气化发电有限公司 天津 300452

摘 要：Lo-cat硫回收系统的稳定运行与维护策略至关重要。本文提出了通过新型催化剂的研发提升系统效率，对关键设备进行改进与优化确保运行稳定性，以及系统集成与优化实现自动化控制等策略。同时强调了日常巡检、故障诊断与排除、设备清洗与保养等维护措施的重要性。这些策略与措施共同保障了Lo-cat硫回收系统的高效、稳定运行，为工业废气处理提供了可靠的技术支持。

关键词：Lo-cat硫回收系统；稳定运行；维护策略

1 Lo-cat 硫回收系统概述

1.1 系统组成

Lo-cat硫回收系统是一套高效、成熟的湿法脱硫技术系统，主要由以下几个关键部分组成。（1）吸收装置：用于接收含有硫化氢的气体，气体进入吸收装置后与Lo-cat催化剂（铁系）溶液接触，硫化氢在溶液中发生化学反应。（2）催化剂循环系统：含有硫化氢的气体进入吸收装置后，与铁系催化剂溶液充分混合，硫化氢被转化为单质硫。催化剂在反应过程中被还原，随后进入氧化装置再生，循环使用。（3）氧化装置：在氧化装置中，空气被鼓入催化剂溶液，使被还原的铁催化剂重新生成三价铁离子，恢复其活性，以便循环使用，单质硫在氧化装置中沉淀，形成浓缩的硫浆。（4）硫回收单元：硫浆被泵送到过滤器，经过冲洗后以硫饼的形式收集。硫饼经过进一步处理，可以得到单质硫产品，实现硫资源的回收。（5）辅助系统：包括加药系统、冷却系统、控制系统等，用于调节催化剂溶液的pH值、氧化还原电位等参数，确保系统的稳定运行。

1.2 工作原理

Lo-cat硫回收系统的工作原理基于铁氧化还原反应，具体过程如下：第一，吸收反应。含有硫化氢的气体进入吸收装置，与铁系催化剂溶液混合。硫化氢在溶液中发生电离，生成氢离子（ H^+ ）和氢硫化物离子（ HS^- ）。氢硫化物离子与三价铁离子（ Fe^{3+} ）发生氧化还原反应，生成单质硫（ S ）和亚铁离子（ Fe^{2+} ）。反应方程式： $HS^- + 2Fe^{3+} \rightarrow S + 2Fe^{2+} + H^+$ 第二，催化剂再生。含有亚铁离子的催化剂溶液进入氧化装置。空气被鼓入催化剂溶液，氧气与亚铁离子发生反应，生成三价铁离子和水，使催化剂恢复活性。反应方程式： $O_2 + 4Fe^{2+} + 2H_2O \rightarrow 4Fe^{3+} + 4OH^-$ 第三，硫回收。单质硫在氧化装置中沉淀，形成浓缩的硫浆。硫浆被泵送到过滤器，经过冲洗后以硫饼的形式

收集。硫饼经过进一步处理，如熔硫、造粒等，得到单质硫产品^[1]。第四，系统循环。再生后的铁系催化剂溶液返回吸收装置，继续参与硫化氢的吸收反应。通过循环使用，实现了催化剂的高效利用和硫资源的有效回收。Lo-cat硫回收系统以其高效、环保、操作弹性大等优点，在天然气开采、石油提炼、生物气处理、垃圾填埋沼气处理等领域得到了广泛应用。

2 Lo-cat 硫回收系统的稳定运行策略

2.1 原料气控制

为了确保Lo-cat硫回收系统的稳定运行，对原料气的控制是至关重要的。原料气中硫化氢的浓度、流量以及杂质含量都需要进行严格的监测和调整。过高的硫化氢浓度可能会导致吸收装置过载，使得系统处理能力下降，甚至影响设备的寿命。原料气中的杂质，如尘埃、油等，会污染催化剂，降低其活性和选择性，进而影响系统的脱硫效率。因此需要安装高效的过滤器来去除原料气中的杂质，并通过调节阀门来精确控制原料气的流量和硫化氢浓度。还应定期对原料气进行分析检测，及时发现并处理潜在的问题，确保原料气的质量和流量始终保持在适宜范围内，为系统的稳定运行提供有力保障。

2.2 温度与pH值管理

温度与pH值是影响Lo-cat硫回收系统性能的两个关键参数。吸收反应和催化剂再生反应都对温度非常敏感，过高或过低的温度都会影响反应速率和效率，甚至可能导致反应失控或催化剂失活。催化剂溶液的pH值也需保持在适宜范围内，以确保催化剂的活性和稳定性。过高或过低的pH值都会破坏催化剂的结构，降低其催化性能。因此系统需配备精确的温度和pH值控制系统。通过加热或冷却装置来调节反应温度，使其始终保持在最佳范围内。利用加药系统来调节催化剂溶液的pH值，确保其处于适宜范围内。还应定期对温度和pH值进行检测和

调整,及时发现并处理异常情况,确保系统始终处于最佳运行状态。

2.3 催化剂管理

催化剂是Lo-cat硫回收系统的核心组成部分,其性能直接影响系统的脱硫效率和硫回收率。为了保持催化剂的活性,需要对其进行精心的管理。首先,要定期对催化剂进行再生处理,以去除其表面附着的硫单质和其他杂质,恢复其催化性能。在再生过程中,要严格控制氧化条件,避免催化剂过度氧化而失活。其次,还需定期检测催化剂的浓度和性能,及时发现并补充新鲜催化剂,以确保系统始终保持高效的脱硫能力。另外,还应加强对催化剂的储存和管理,避免其受潮、受热或受到其他不良因素的影响,确保催化剂的质量和性能稳定。

2.4 空气注入量优化

注入空气量过少,催化剂再生不完全,其活性无法得到有效恢复;注入空气量过多,则会造成能源浪费,并可能增加系统的操作成本。因此需要通过精确的控制装置来优化空气注入量,要根据催化剂的再生需求和系统的运行状况来确定合适的空气注入量。要实时监测空气注入量的变化,并根据实际情况进行调整。在调整过程中,要充分考虑系统的能耗、操作成本以及催化剂的再生效率等因素,确保空气注入量既能够满足催化剂再生的需求,又不会造成能源浪费或增加操作成本^[2]。

2.5 硫单质沉降与分离

为了确保硫单质能够高效沉降和分离,需要对沉降池的设计进行优化。首先,要合理设置沉降池的结构和尺寸,确保其能够满足硫单质沉降的需求。其次,要控制沉降时间和条件,确保硫单质能够充分沉降并形成稳定的沉淀物。同时还需采用高效的过滤器和分离设备来将硫浆中的硫单质彻底分离出来。在分离过程中,要严格控制操作条件,避免硫单质损失或污染。最后,还需对分离出来的硫产品进行质量检测和处埋,确保其符合相关标准和要求。

3 Lo-cat 硫回收系统的维护策略

3.1 日常巡检与监控

日常巡检与监控是确保Lo-cat硫回收系统稳定运行的基础。需要制定详细的巡检计划,明确巡检的频率、路线和重点检查部位。巡检人员应定期对系统的各个组成部分进行细致检查,包括吸收装置、催化剂循环系统、氧化装置、硫回收单元以及辅助系统等。在巡检过程中,要特别关注设备的运行状态、仪表指示是否准确、管道阀门有无泄漏等异常情况。要建立完善的监控系统,对系统的关键参数进行实时监测。这包括原料气的

流量、硫化氢浓度,催化剂溶液的温度、pH值,以及空气注入量等。通过监控系统,可以及时发现参数异常,为系统的故障诊断和排除提供有力依据。巡检人员还应做好巡检记录,详细记录巡检过程中的发现和处理情况,为系统的维护和管理提供数据支持。

3.2 故障诊断与排除

在Lo-cat硫回收系统的运行过程中,难免会出现各种故障。首先,要对系统的常见故障进行梳理和分类,明确故障的现象、原因和处理方法。当系统出现故障时,巡检人员可以根据故障现象迅速判断故障原因,并采取相应的处理措施。对于复杂的故障,需要组织专业人员进行深入分析和诊断。在诊断过程中,要充分利用系统的监控数据和巡检记录,结合系统的运行原理和工艺流程,逐步排查故障点。一旦找到故障点,要立即制定修复方案,并组织人员进行修复。修复完成后,还需要对系统进行全面测试,确保系统恢复正常运行。要加强对巡检人员和维修人员的培训,提高他们的故障诊断和排除能力。通过定期培训和实战演练,让巡检人员和维修人员熟悉系统的结构和原理,掌握故障诊断和排除的方法和技巧,为系统的稳定运行提供有力保障。

3.3 设备清洗与保养

设备清洗与保养是延长Lo-cat硫回收系统使用寿命的重要手段。在系统运行过程中,设备表面会积累大量的污垢和沉积物,这些污垢和沉积物会影响设备的传热效果和流通性能,甚至导致设备损坏。因此需要定期对设备进行清洗和保养。对于吸收装置、氧化装置等关键设备,需要采用合适的清洗剂和清洗方法,彻底清除设备表面的污垢和沉积物。在清洗过程中,要注意保护设备的表面和内部结构,避免造成损伤。同时还要对设备的密封件、管道阀门等进行检查和更换,确保设备的密封性能和流通性能。除了定期清洗外,还需要对设备进行日常保养。这包括定期检查设备的紧固件是否松动、润滑部位是否缺油、仪表指示是否准确等。一旦发现异常情况,要立即进行处理,避免问题扩大化。通过定期清洗和日常保养,可以确保设备始终保持良好的运行状态,延长设备的使用寿命。

3.4 环保与安全措施

Lo-cat硫回收系统的运行过程中涉及到硫化氢等有毒有害气体,因此环保与安全措施至关重要。加强系统的密封性能,确保有毒有害气体不会泄漏到环境中。对于系统的管道、阀门等连接部位,要采用高质量的密封件,并定期进行检查和更换^[3]。建立完善的废气处理系统,对系统排放的废气进行净化处理。这包括采用高

效的吸收剂吸收废气中的硫化氢等有毒成分,以及采用催化氧化等技术将废气中的有机物转化为无害物质。通过废气处理系统,可以确保系统排放的废气符合环保标准,避免对环境造成污染。在安全管理方面,要制定严格的安全操作规程,明确操作人员的职责和操作要求。操作人员必须经过专业培训并取得相应资质后才能上岗操作。在操作过程中,操作人员要严格遵守安全操作规程,确保操作过程的安全可靠。还要定期组织安全培训和应急演练,提高操作人员的安全意识和应急处理能力。一旦发生安全事故,要立即启动应急预案,迅速控制事态发展,确保人员安全和系统稳定运行。

4 Lo-cat 硫回收系统的技术改进与创新

4.1 新型催化剂研发

在Lo-cat硫回收系统中,催化剂是核心组件,其性能直接影响着系统的脱硫效率和硫回收率。新型催化剂的研发主要聚焦于提高活性、选择性和稳定性。我们通过深入的材料科学研究,探索出具有更高催化活性的新材料,这些材料能够在更低的温度下实现高效的硫化氢转化,从而降低了系统的能耗。还注重催化剂的选择性优化,确保在复杂的原料气环境中,催化剂能够专一性地与硫化氢反应,减少副产物的生成,提高硫的纯度。在稳定性方面,通过改进催化剂的制备工艺,增强其抗中毒和抗磨损能力,使得催化剂在长期使用过程中能够保持稳定的催化性能,延长催化剂的使用寿命,降低系统的运行成本。还要积极探索催化剂的再生技术,通过优化再生条件,提高催化剂的再生效率,使得失效的催化剂能够经过简单处理即可恢复活性,进一步提升了系统的经济性和可持续性。

4.2 设备改进与优化

设备是Lo-cat硫回收系统的基础,其性能直接影响着系统的运行稳定性和效率。在吸收装置方面,采用新型的吸收塔结构,优化气液接触方式,提高硫化氢的吸收效率。同时还对吸收塔的材质进行升级,增强其耐腐蚀性能,延长设备的使用寿命。在氧化装置方面,引入高效的氧化反应器,通过优化反应器的结构和操作条件,

提高催化剂的氧化效率,减少副产物的生成。还对系统的热交换器进行改进,提高能量利用效率,降低系统的能耗^[4]。在硫回收单元,采用先进的硫分离技术,通过优化分离设备的结构和操作参数,提高硫的回收率和纯度。同时还对系统的管道、阀门等辅助设备进行检查和优化,确保系统的密封性和流通性。

4.3 系统集成与优化

除了对单一设备和催化剂进行改进外,还注重系统的集成与优化。通过先进的控制系统将各个设备有机地连接在一起,实现系统的自动化和智能化控制。通过实时监测系统的运行参数,可以及时调整操作条件,确保系统始终处于最佳运行状态。同时还对系统的工艺流程进行优化,通过减少不必要的中间环节和能耗点,提高了系统的整体效率。还要注重系统的环保性能,通过引入先进的废气处理技术和废水回收技术,确保系统排放的废弃物符合环保标准,实现绿色生产。

结束语

Lo-cat硫回收系统的稳定运行与维护是确保工业废气达标排放的关键。通过不断研发新技术、优化设备性能、加强系统集成,有效提升系统的处理效率和稳定性。同时注重日常维护与管理,延长设备使用寿命,降低运行成本。未来,将继续探索创新,为环保事业贡献更多力量。

参考文献

- [1]赵小波.克劳斯硫回收系统常见问题及优化改进措施[J].中国化工贸易,2019,011(035):184-185.
- [2]范旭,王相平,李志强,等.LO-CAT硫回收工艺铁离子流失研究[J].大氮肥,2023,46(5):289-295.DOI:10.3969/j.issn.1002-5782.2023.05.001.
- [3]黄启涛.LO-CAT硫磺回收工艺在天然气净化厂的应用与实践研究[J].当代化工研究,2020(15):130-131.DOI:10.3969/j.issn.1672-8114.2020.15.060.
- [4]朱成,陈红波.Lo-Cat硫磺回收与尾气处理运行实践[J].硫酸工业,2022(1):13-17.DOI:10.3969/j.issn. 1002-1507.2022.01.006.