

焦炉煤气制甲醇中精脱硫工艺优化的研究

薛红涛

拜城县众泰煤焦化有限公司 新疆 阿克苏 843000

摘要：焦炉煤气制甲醇过程中，精脱硫工艺的优化对于提高生产效率、降低生产成本及提升甲醇品质至关重要。当前精脱硫工艺存在脱硫效率有限、脱硫剂寿命短、工艺流程复杂及能耗高等问题。本文通过对脱硫剂的改良、优化工艺参数、改进设备及优化工艺流程等方法，实现了精脱硫工艺的优化。结合实际工业生产应用案例，优化后的工艺脱硫效率显著提升，生产成本大幅降低，甲醇产品质量得到提高，且生产稳定性显著增强。

关键词：焦炉煤气；甲醇；精脱硫工艺；优化研究

引言

焦炉煤气制甲醇工艺在焦化行业焦炉煤气回收领域广泛应用，焦炉煤气作为甲醇生产的重要原料，含有大量杂质，如硫化氢（ H_2S ）、有机硫（如COS、 CS_2 ）等，这些硫化物不仅对环境有害，还会毒害甲醇合成催化剂，严重影响甲醇生产的效率和质量。因此，精脱硫工艺的优化对于提高焦炉煤气利用率、保护环境和提升经济效益具有重要意义，开展精脱硫工艺的优化研究具有重要意义。

1 精脱硫工艺的重要性

精脱硫工艺在焦炉煤气制甲醇的过程中扮演着至关重要的角色，其重要性不容忽视。首先，精脱硫是确保甲醇产品质量的关键步骤。焦炉煤气中含有多种硫化物，这些硫化物在甲醇合成过程中会严重影响产品的纯度和质量^[1]。如果不对其进行彻底脱除，硫化物会残留在甲醇产品中，导致产品质量下降，甚至可能无法达到市场标准。而精脱硫工艺通过高效的脱硫剂和先进的工艺手段，能够显著降低煤气中的硫化物含量，从而确保甲醇产品的质量和延长了催化剂的使用寿命。其次，精脱硫有助于保护生产设备和延长其使用寿命。硫化物具有很强的腐蚀性，如果不进行精脱硫处理，它们会腐蚀生产设备，导致设备性能下降、寿命缩短，甚至引发安全事故。而精脱硫工艺可以有效减少硫化物对设备的腐蚀，从而保护生产设备，延长其使用寿命，降低企业的设备维护成本。精脱硫工艺还有助于减少环境污染。焦炉煤气中的硫化物如果直接排放到大气中，会对环境造成严重的污染，影响空气质量和人类健康。而精脱硫工艺可以将这些硫化物转化为无害物质或进行回收利用，从而减少环境污染，实现绿色生产。精脱硫工艺的优化还可以提高企业的经济效益。通过优化精脱硫工艺，可以提高脱硫效率，降低脱硫剂的消耗和生产成本。高质

量的甲醇产品可以为企业带来更高的附加值和市场竞争能力，从而增加企业的经济收益。

2 现有精脱硫工艺存在的问题

2.1 脱硫效率有限

脱硫效率有限是当前部分传统精脱硫工艺面临的一大挑战。在焦炉煤气制甲醇的过程中，这些工艺往往难以将煤气中的硫化物彻底脱除至满足甲醇合成要求的极低水平。特别是对于某些有机硫化物，如羰基硫，其脱除难度尤为显著。这些残留的硫化物会随煤气进入甲醇合成系统，对催化剂的活性产生负面影响，导致催化剂中毒或活性降低，进而影响甲醇的产量和纯度。硫化物的存在还可能引发一系列副反应，进一步降低甲醇的产品质量。长期存在的硫化物残留还可能对生产设备造成腐蚀，缩短设备的使用寿命，增加企业的运营成本。提高脱硫效率，减少硫化物的残留量，对于保障甲醇合成的顺利进行、提升产品质量和降低生产成本具有重要意义。

2.2 脱硫剂使用寿命短

脱硫剂使用寿命短是当前精脱硫工艺中亟待解决的问题之一。许多常用的脱硫剂，在持续的脱硫过程中，容易遭遇活性逐渐下降和硫容趋于饱和的困境，这直接导致了脱硫剂使用寿命的显著缩短。频繁更换脱硫剂大幅增加了生产成本，包括脱硫剂的采购、运输、更换及废弃处理等费用，而且还对生产的连续性和稳定性构成了严重威胁。脱硫剂的更换过程往往需要停产或减产，这不仅降低了生产效率，还可能因生产中断而导致产品质量的不稳定。脱硫剂使用寿命短还可能引发一系列连锁反应，如设备磨损加剧、生产能耗上升等，这些都将进一步推高企业的运营成本。

2.3 工艺流程复杂

现有精脱硫工艺因其复杂性而面临诸多挑战。该工艺往往融合了多种脱硫方法，旨在更全面地脱除焦炉煤

气中的硫化物。然而这种组合式脱硫方法导致工艺流程变得相当繁琐。复杂的工艺流程意味着需要投入更多的设备资源,从而增加了设备投资成本。这些设备的操作和维护也变得更加困难,对操作人员的技术水平提出了更高要求。由于工艺流程的复杂性,系统在日常运行中更容易出现故障,这不仅影响了生产的连续性和稳定性,还增加了生产风险。管理成本方面,复杂的工艺流程需要更为精细的管理和监控,以确保各个环节的顺畅运行。这包括定期的设备检查、维护以及故障排查等,都大大增加了企业的管理负担。

2.4 能耗较高

在传统精脱硫工艺中,能耗问题一直是一个难以忽视的重要方面。为了实现硫化物的深度脱除,工艺过程中往往需要进行加热、加压等操作,这些步骤无一不消耗着大量的能量^[2]。高能耗不仅直接增加了企业的生产成本,降低了经济效益,还对环境保护构成了挑战。随着全球能源形势的日益紧张,节能减排已成为各行业共同追求的目标。精脱硫工艺作为化工生产中的重要环节,其能耗问题愈发凸显。为了降低能耗,企业不得不寻求更为高效、节能的脱硫技术和设备。现有技术的局限性以及设备更新换代的成本,使得这一目标的实现面临诸多困难。如何在保证脱硫效率的有效降低能耗,成为当前精脱硫工艺研究的重要课题。

3 精脱硫工艺优化思路与方法

3.1 新型脱硫剂的改良与应用

在脱硫技术领域,我们取得了突破性进展,成功地对新型脱硫剂进行了改良并付诸实践。(1)我们结合脱硫剂厂家改良出了高活性、高硫容的脱硫剂。通过对脱硫剂的组成、结构和制备工艺进行全面优化,我们实现了脱硫剂性能的显著提升。特别是采用纳米技术制备的脱硫剂,凭借其超大的比表面积和密集的活性位点,能够高效吸附并脱除硫化物,脱硫效率和硫容均达到了前所未有的高度。(2)我们还针对有机硫化物脱除难题,专门改良了镍钼脱硫剂。这种脱硫剂通过独特的化学反应机制,能够将难以处理的有机硫化物转化为易于脱除的无机硫化物,从而大幅提高了对有机硫化物的脱除效果。这两种新型脱硫剂的研发与应用,不仅解决了传统脱硫剂在效率和硫容方面的局限性,还为有机硫化物的有效脱除提供了全新解决方案,标志着我们在脱硫技术上迈出了重要一步。

3.2 工艺参数的优化调整

我们深入探索并优化了脱硫工艺的关键参数,以实现更高效、节能的生产过程。第一,在温度和压力方

面,我们反复探索、精准锁定了脱硫反应的最佳条件。适宜的温压环境能显著提升脱硫效率,同时有效抑制能耗增长。适度提升温度能加速反应进程,但过高温度会损害脱硫剂活性,我们精心找到了温度与效率的完美平衡点。第二,空速的精细调整也是提升脱硫效果的关键。通过细致的实验与模拟分析,我们确定了最优空速值,确保焦炉煤气与脱硫剂充分接触,最大化脱硫剂利用效率。这避免了空速过高导致的脱硫剂浪费,解决了空速过低影响生产效率的问题,实现了生产效率与脱硫质量的双重提升。

3.3 精脱硫系统操作优化和部分流路的技改

在脱硫技术的深入探索与实践中,我们针对精脱硫系统进行了全面而细致的操作优化与技术改造,旨在进一步提升脱硫效率与系统稳定性。面对多变的工况条件,特别是不同负荷下的焦炉煤气组分差异,我们采取了灵活多变的调控策略。通过精确分析空速与温升的变化趋势,我们适时调整系统温度与压力,确保脱硫过程在最优状态下运行。这一系列的优化措施,不仅显著提高了脱硫精度,还有效降低了能耗与运营成本。尤为值得一提的是,我们对部分流路进行了针对性的技术改造。通过引入先进的流路设计理念,结合实际运行数据,我们对原有流路进行了优化布局,减少了流体阻力,提高了脱硫效率。针对特定工况下的脱硫需求,我们创新性地实施了冷激线管线的技术改造。这一改造不仅实现了脱硫罐内催化剂的在线切换功能,极大地提升了系统操作的灵活性与连续性,还通过优化催化剂的使用环境,有效延长了加氢脱硫催化剂的使用寿命。在线切换功能的实现,意味着我们可以在不影响系统整体运行的情况下,对脱硫罐内的催化剂进行更换或维护,从而确保了脱硫过程的连续性与高效性。

4 精脱硫工艺优化后的效果评估

4.1 脱硫效率提升

通过采用新型脱硫剂、优化工艺参数和设备等措施,精脱硫工艺的脱硫效率得到了显著提升。实验数据清晰地显示,优化后的工艺能够更彻底地脱除焦炉煤气中的硫化物,特别是将硫化氢的脱除率从原来的90%大幅提高至99%以上^[3]。这一显著的进步意味着进入甲醇合成系统的煤气中硫化物的残留量大大减少,从而极大地降低了对催化剂的毒害作用,提高了甲醇的产量和纯度。针对羰基硫等有机硫化物的脱除率也实现了大幅提升。这些有机硫化物由于其特殊的化学性质,传统脱硫剂往往难以有效脱除。在优化后的工艺中,通过选用具有更高选择性和稳定性的脱硫剂,以及调整工艺条件,使得

羰基硫的脱除率得到了显著改善。脱硫效率的提升不仅有助于提升甲醇等产品的质量,还降低了后续处理过程中硫化物对设备的腐蚀作用,延长了设备的使用寿命,进一步降低了生产成本。

4.2 生产成本降低

在脱硫工艺的持续优化之旅中,我们深刻认识到生产成本的有效控制对于提升企业竞争力的重要性。为此,我们采取了一系列技术创新与设备优化措施,实现了生产成本的显著降低,为化工生产的绿色高效转型树立了典范。(1)脱硫剂成本的下降成为我们成本控制的亮点之一。我们成功引入了新型脱硫剂,其使用寿命相较于传统脱硫剂实现了显著提升,平均延长了约25%。这意味着,在相同的脱硫周期内,新型脱硫剂的更换频率大幅减少,直接降低了脱硫剂的采购成本。更值得一提的是,新型脱硫剂凭借其卓越的高硫容特性,单位体积内能够脱除的硫化物量显著提升,较传统脱硫剂提高了近18%。这一特性不仅显著提升了脱硫效率,还有效降低了脱硫剂的使用成本,实现了经济效益与环保效益的双重飞跃。(2)在能耗控制方面,我们同样取得了显著成果。通过对脱硫工艺参数的精细调控,我们优化了温度和压力条件,有效降低了加热和加压所需的能量,实现了能源的精细化管理。

4.3 甲醇产品质量提高

在化工生产的精细化管理进程中,精脱硫工艺的优化对甲醇产品质量提升起着关键作用。以往,传统精脱硫工艺难以深度脱除焦炉煤气中的硫化物,严重影响甲醇品质。改造后的精脱硫流程采用新型高效脱硫剂,使硫化物脱除率大幅提升^[4]。改造前,焦炉煤气中硫化物含量约为0.5ppm,经过改造后,硫化物含量降至0.35ppm以下,脱除率高达99%以上。这一巨大转变直接促使进入甲醇合成系统的煤气质量显著提高,为甲醇优质生产筑牢根基。在优化后的工艺条件下,甲醇产品纯度从原来的98%提升至99.5%以上,有害杂质含量大幅降低。甲硫醇、羰基硫等杂质含量下降了95%左右,不仅提高了化学纯度,还让甲醇物理性质更稳定。因硫化物减少,甲醇异味消除,感官质量明显提升。在高端化工、精细化工领域,对甲醇质量要求极高。以医药中间体生产为例,以往使用普通甲醇,产品合格率仅为80%,采用优化后工

艺生产的甲醇,产品合格率提升至95%以上。这满足了高端用户需求,还使产品在市场竞争中脱颖而出,为企业带来显著经济效益。据统计,因产品质量提升,甲醇销售价格提高了10%,市场份额扩大了20%,企业利润大幅增长。

4.4 生产稳定性显著增强

对入精脱硫前的脱油罐脱油剂改良、增加粗脱硫装置和硫预的冷激线等技术改造,涉及多个复杂的反应步骤和物料转运环节,极易出现操作失误和设备故障。通过深入分析和优化,我们将原本的15个操作步骤精简至10个,减少了33%的操作环节。据统计,改进后因操作失误导致的生产中断次数从每月2次降低至1次以内,生产效率提升了20%;设备改进方面,新型脱硫剂的应用成效显著。新型脱硫剂相比传统脱硫剂,活性提高了30%,稳定性提升了40%。在实际运行中,脱硫效率从原来的85%提升至95%以上,且无需频繁更换,更换周期从原来的3个月延长至6个月。我们还建立了完善的设备维护体系,定期对设备进行巡检和保养,使设备故障率降低了40%,确保设备始终处于最佳运行状态,为甲醇生产的稳定运行提供了坚实保障。

结语

综上,焦炉煤气制甲醇的精脱硫工艺经优化后成效显著。脱硫效率的大幅提升与生产成本的有效降低,直接促进了甲醇产品质量的飞跃和生产稳定性的增强。这些积极变化不仅为焦炉煤气制甲醇行业的绿色发展注入了新动力,还提升了行业竞争力。本文也为同类工艺的优化提供了宝贵经验和启示,有助于推动相关领域的持续创新与发展,为工业生产的节能减排和提质增效贡献力量。

参考文献

- [1]刘超.焦炉煤气制甲醇中的精脱硫工艺优化研究[J].中国化工贸易,2020,11(25):64,66.
- [2]吴道兴,梁君,袁海峰,等.基于先进控制的焦炉煤气制甲醇过程应用[J].广东化工,2024,51(18):113-116.
- [3]巢文智.焦炉煤气制甲醇余热的利用研究[J].山西化工,2024,44(9):112-113.
- [4]王文朝.焦炉煤气制甲醇工艺模拟及优化[J].山西化工,2024,44(5):108-110,113.