

关于煤化工低温甲醇洗酸性气体处理工艺的思考

高 君

浙江巴陵恒逸己内酰胺有限责任公司 浙江 杭州 310000

摘要: 煤化工产业在推动经济发展的同时,也带来了严重的环境污染问题。低温甲醇洗技术作为一种有效的酸性气体处理工艺,在煤化工行业中的应用日益广泛。本文针对低温甲醇洗酸性气体处理工艺进行了深入思考,分析了其工作原理、工艺流程及存在的问题,并提出了相应的解决措施。并在此基础上提出了提高处理效率、降低能耗和减少环境影响的策略,为该领域的技术进步和产业升级提供理论参考和实践指导。

关键词: 煤化工;低温甲醇洗;酸性气体处理

随着我国能源结构的调整和环保要求的提高,煤化工产业得到了迅速发展。在煤化工生产过程中,会产生大量的酸性气体,如硫化氢、二氧化碳等^[1]。这些酸性气体的排放会对环境造成严重污染,因此,酸性气体的净化处理成为了煤化工行业亟待解决的问题^[2]。低温甲醇洗技术作为一种有效的酸性气体净化方法,具有处理效果好、能耗低、操作简便等优点,得到了广泛应用。本文将对低温甲醇洗酸性气体处理工艺进行思考,以期煤化工行业提供一定的参考。

1 低温甲醇洗技术概述

低温甲醇洗技术是一种借助甲醇在低温条件下对酸性气体有极大溶解性的原理,通过物理吸收方式有效去除原料气中酸性气体的技术。该技术采用冷甲醇作为吸收剂,低温条件下能有效吸附变换气中的二氧化碳、硫化氢和羰基硫等酸性气体,实现气体净化^[3]。低温甲醇洗技术以其高净化度、优异的选择性吸收性能、低能耗和经济的溶剂特性(价廉且易获取)闻名,广泛应用于煤化工行业。

2 低温甲醇洗工艺原理及特点

2.1 低温甲醇洗工艺原理

低温甲醇洗技术是一种物理吸收法气体净化手段,它凭借甲醇在低温环境下的高酸性气体溶解特性,有效地分离混合气体中的酸性成分。该工艺利用低温(-20°C至-50°C)和高压(5至10MPa)的独特条件,通过原料气与甲醇的逆向反应,实现了对硫化氢和二氧化碳这类酸性气体的有效去除^[4]。接着,在再生塔内,甲醇通过受热解吸,释放出含有酸性气体,从而实现甲醇的再循环。低温甲醇洗技术以其高效、高选择性和操作灵活性闻名,被广泛应用在煤化工和石油化工等行业中,用于气体净化作业。

2.2 低温甲醇洗工艺的优点

低温甲醇洗技术以其独特的优点,在煤化工及众多工业流程中扮演了至关重要的角色。其最显著的特点是出色的处理速率^[5]。甲醇在低温环境下展现高效能,能有效吸附并去除CO₂和H₂S等酸性气体,实现气体净化的深度处理。低温甲醇洗技术凭借其独特的选择性吸附特性,能灵活调控工艺参数,高效精确地去除特定气体,广泛适用于各类气体净化的精细要求。低温甲醇洗工艺以其出色的稳定性和可靠性在操作上享有盛誉。物理吸收法的运用显著提升了甲醇溶剂的化学稳定性,降低了不必要的化学反应风险,确保了工业生产流程的连续和稳定进行。并且,该工艺展现出显著的经济效益优势。甲醇成本效益高,生产过程中具备循环利用特性,有效减少了原料消耗。其高效净化性能显著,整体运营成本经济高效。在环保领域,低温甲醇洗技术表现出色。该系统显著减少有害气体排放,有效助力环境保护。尤其在全球环保法规日益严格的背景下,这一点至关重要。借助此技术,煤化工企业能够降低环境足迹,符合绿色发展的策略^[6]。

低温甲醇洗技术在实际应用中展现出了优异的适应性和灵活性。无论是合成氨、此技术在合成甲醇、煤气转化及工业氢气生成等多元化情境中,展现出极高的灵活性,能精准地适应并定制化调整以满足各类特定工艺环境的严格要求。低温甲醇洗技术因其灵活性,在多种工业气体净化场景中广泛应用。

3 低温甲醇洗工艺的关键技术

3.1 甲醇的选用与制备

在低温甲醇洗过程中,对甲醇的选择有着极高的规范要求。99.9%确保对酸性气体具有超过%的高效吸收性能。甲醇中的水分、酸类、醇类等杂质的存在,会显著影响其对酸性气体的溶解特性和选择吸收性能^[7]。例如,水分的存在会削弱甲醇的吸收效率,并可能引发设备腐

蚀问题。甲醇的预处理和精炼是关键环节，常规采用蒸馏、吸附等净化手段提升其纯度。

甲醇的生产过程需严谨控制，以防合成阶段引入非目标杂质。在工业生产中，甲醇常通过将一氧化碳（CO）和氢气（H₂）在催化剂的催化作用下合成获得。催化剂选取与反应条件调控对甲醇的产量和品质有直接影响。在250-300℃的温度区间以及5-10MPa的压力环境下，铜基催化剂能实现甲醇高效合成。

3.2 低温条件下的操作与控制

低温甲醇洗过程中的操作温度通常设定在-20℃至-50℃区间，这个范围有利于最大化甲醇对硫化氢和二氧化碳的吸收能力，同时保持氢气、一氧化碳等目标气体的相对低溶解度，从而实现有效分离^[8]。正常操作压力维持在5-10兆帕，这一条件有利于增强甲醇对酸性气体的吸收效率。

精确的温度和压力调控是系统稳定运行的基石。甲醇的吸收与解吸过程高度敏感于温度波动，任何微小变化都可能显著影响效率；反之，系统压力的变动会直接影响能源消耗以及设备运行的稳定性与安全性。为确保高效运作，须装备先进的温控和压力控制系统，如PID控制器和变频器，精准调控工艺参数。

3.3 气体与甲醇的吸收与解吸

气体与甲醇的吸收效率受亨利定律支配，与酸性气体浓度、操作温度和甲醇流量直接相关。例如，H₂S在-40℃、2.0MPa条件下，甲醇的吸收系数可达0.85mol/mol，表明每摩尔甲醇能吸收0.85摩尔H₂S。在解吸过程中，再生塔操作温度提升至约120℃，压力降低至常压或微负压，利用蒸汽或其他气提剂，解吸效率可达99%以上，确保甲醇中残留酸性气体含量低于10ppm，满足循环使用要求。

3.4 甲醇的回收与循环利用

甲醇的回收与循环利用涉及到高效的热能回收和再生系统设计。通过热集成技术，如余热回收锅炉和换热器网络，可回收再生过程中释放的热量用于预热原料气或产生蒸汽，实现能量的有效利用，减少能耗约20%。甲醇的循环率目标通常设定在99.5%以上，以最小化补充新甲醇的需求。循环利用系统中，采用高效冷却设备，如板式换热器，确保甲醇迅速冷却至吸收所需温度，同时减少冷却水消耗^[9]。此外，实施在线监测和定期分析甲醇质量，及时发现并解决循环中出现的任何问题，比如通过添加抗氧化剂延长甲醇使用寿命，减少因降解造成的损失。

4 低温甲醇洗工艺在实际应用中存在的问题

4.1 甲醇消耗量大

甲醇作为低温甲醇洗工艺中的关键吸收剂，其消耗量直接关系到工艺的经济性和可持续性。除了上述提到的泄漏、再生不彻底、操作条件波动及设计缺陷等直接原因外，还应深入分析一些间接因素，如原料气前期处理不彻底导致的杂质过多，增加了甲醇的负担；以及在甲醇再生过程中，若热源供应不稳定，也可能导致再生效率下降，进而增加甲醇的循环量和损耗。为有效应对这些问题，企业应考虑引入更先进的原料预处理技术，如增设精细过滤和脱硫前置单元，减少进入低温甲醇洗系统的杂质；同时，开发和采用智能热源管理系统，确保再生过程中热能的稳定供给，从而在源头上减少甲醇的额外消耗。

4.2 操作稳定性差

操作稳定性是衡量低温甲醇洗装置能否高效、连续运行的关键指标。除了控制系统的精确性和设备维护，还需从工艺流程的整体协调性和智能化水平入手。例如，通过大数据分析和机器学习技术，对历史运行数据进行深度挖掘，建立预测模型，提前识别操作参数的异常变化趋势，实现故障预警和预防性维护。此外，优化原料气与甲醇的比例控制，采用自适应控制算法，根据原料气组成和负荷的变化自动调整吸收塔的操作条件，可显著提高系统的适应性和稳定性。同时，考虑到极端天气或电网波动对能耗和操作稳定性的影响，建立应急处理机制，确保在不利条件下也能维持最低限度的稳定运行。

4.3 能耗较高

在面对能耗问题时，除了传统上的热集成和设备升级策略，还应积极探索和应用新兴技术。例如，利用膜分离技术在低温甲醇洗前段对原料气进行初步净化，减少进入主吸收塔的负荷，从而降低整体能耗。此外，研究开发新型高效催化剂，用于酸性气体的后续转化过程，如将硫化氢直接高效转化为元素硫，不仅可以减少能耗，还能提高硫资源的回收率。另外，评估并引入可再生能源，如太阳能、风能等，为低温甲醇洗系统的部分或全部能源需求提供绿色解决方案，也是降低碳足迹、响应全球能源转型的有效途径。

5 低温甲醇洗工艺在实际应用的解决措施

5.1 降低甲醇消耗量

在低温甲醇洗工艺中，甲醇消耗量是影响生产成本的重要因素。甲醇的消耗主要发生在吸收和解吸过程中，其中部分甲醇可能因挥发、溶解和夹带而损失。因此，降低甲醇消耗量是提高工艺经济性的关键。降低甲醇消耗量的主要途径包括提高甲醇的回收率、优化操作

参数、使用高纯度甲醇和引入新型节能设备等。通过精确控制操作条件,如温度、压力和流量等,可以减少甲醇的挥发和溶解损失。同时,使用高纯度的甲醇可以减少因杂质引起的污染和腐蚀,降低甲醇的消耗量。引入多级闪蒸和精馏技术,通过多级闪蒸,甲醇的回收率提高了10%,从原有的85%提升至95%。增设高效填料和换热器,减少甲醇在回收过程中的热损失,提高回收效率。使用高纯度甲醇,采用纯度达到99.9%以上的甲醇作为吸收剂,减少了因甲醇中杂质引起的污染和腐蚀,降低了甲醇的消耗量。

5.2 提高操作稳定性

操作稳定性是低温甲醇洗工艺中的重要指标。操作稳定性的提高可以保证生产过程的连续性和安全性,降低生产成本和提高产品质量。提高操作稳定性的主要途径包括加强原料气预处理、提高设备性能、加强操作培训和建立完善的监控系统等。

加强原料气预处理,增设原料气过滤器和脱水器,去除原料气中的杂质和水分,提高了原料气的稳定性。在某项目中,原料气预处理后,操作稳定性提高了10%。引入先进的监控技术,如在线分析仪表和智能监控系统等,对关键参数进行实时监控和预警。

5.3 降低能耗

能耗是低温甲醇洗工艺中的另一个重要经济指标。降低能耗不仅可以降低生产成本,还可以提高生产效率和竞争力。降低能耗的主要途径包括优化操作条件、引入新型节能技术和加强能源管理等。

优化操作条件,通过降低操作温度和压力、减少气体流量等优化操作条件,降低了能耗。引入新型节能技术,采用热泵技术回收热能,提高了热能利用效率。在某项目中,使用热泵技术后,能耗降低了10%。引入变频调速技术,根据实际需求调节设备的转速和功率,进一步降低了能耗。加强能源管理,建立完善的能源管理体系,对能源消耗进行实时监测和分析。在某企业中,通

过能源管理,能耗降低了8%^[10]。定期对设备进行维护和保养,保持设备的良好运行状态,降低了设备的能耗。同时,对设备进行技术改造和升级,提高了设备的能效水平。

结束语

煤化工低温甲醇洗酸性气体处理工艺作为一项重要且高效的净化技术,其在实现环境友好与经济效益的双重目标上扮演着不可替代的角色。通过不断的技术创新和优化,该工艺将为煤化工行业的绿色发展提供有力支持,为实现能源结构的清洁转型和环境保护做出重要贡献。

参考文献

- [1] 丁元元. 低温甲醇洗技术在煤化工中的应用[J]. 化工管理,2023(7):69-71.
- [2] 马震伟. 低温甲醇洗技术及其在煤化工中的应用探讨[J]. 中国石油和化工标准与质量,2023,43(17):145-147.
- [3] 张晓恩. 低温甲醇洗技术及其在煤化工中的应用[J]. 化工管理,2022(31):69-71.
- [4] 李大治. 低温甲醇洗技术及其在煤化工中的应用探讨[J]. 山东化工,2022,51(7):161-162,165.
- [5] 张娜. 低温甲醇洗技术及其在煤化工中的应用[J]. 化工设计通讯,2021,47(3):11-12.
- [6] 杨文攀. 煤化工行业中低温甲醇洗技术分析[J]. 石化技术,2021,28(1):149-150.
- [7] 肖生隆. 探究低温甲醇洗技术在煤化工中的应用[J]. 中外交流,2021,28(12):1061.
- [8] 王伟峰,马兰兰. 低温甲醇洗技术及其在煤化工中的应用初探[J]. 工程研究与实用,2022,3(7):124-128.
- [9] 季旭华,王晓旭. 低温甲醇洗尾气中CO含量高的原因分析及优化措施[J]. 石油与天然气化工,2023,52(2):65-69.
- [10] 陈行. 低温甲醇洗热再生塔顶冷凝器泄漏分析及处置[J]. 煤化工,2023,51(4):65-68,95.