

# 低温甲醇洗工艺甲醇损耗的问题分析

李光龙

陕西延长石油榆林煤化有限公司 陕西 榆林 719000

**摘要：**低温甲醇洗工艺作为高效的气体净化技术，在煤化工等领域有广泛应用。然而，甲醇损耗一直是该工艺面临的重要问题。本文深入分析了甲醇损耗的原因，包括系统参数控制不合理、装置泄漏、原料气成分影响及设备性能与维护不足等。针对这些问题，提出了优化系统参数、加强设备密封与维护、原料气预处理与净化、设备改进与优化及甲醇品质管理等减少损耗的措施，以期为工艺优化提供参考。

**关键词：**低温甲醇洗工艺；甲醇损耗；问题

**引言：**低温甲醇洗工艺作为气体净化领域的一项重要技术，凭借其高效、选择性好及操作简便等优势，在煤化工、合成氨等行业得到了广泛应用。然而，甲醇损耗问题一直是该工艺运行中亟待解决的难题。甲醇损耗不仅增加了生产成本，还可能对环境造成潜在威胁。因此，深入探讨低温甲醇洗工艺中甲醇损耗的原因及解决方案，对于提高工艺效率、降低生产成本及保护生态环境具有重要意义。

## 1 低温甲醇洗工艺概述

### 1.1 工艺原理

(1) 低温甲醇的物理吸收特性。低温甲醇洗工艺的核心在于利用甲醇在低温条件下对酸性气体具有极大溶解度的特性进行物理吸收。甲醇作为一种极性溶剂，在温度降低时，对酸性气体如二氧化碳( $\text{CO}_2$ )、硫化氢( $\text{H}_2\text{S}$ )等的溶解度显著增加。这种物理吸收过程不涉及化学反应，主要依靠气体在溶剂中的溶解平衡，因此具有高效、选择性好且操作简便的优点。甲醇的这一特性使得其在低温甲醇洗工艺中成为理想的吸收剂，能够有效地从原料气中脱除酸性气体。(2) 酸性气体( $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 等)在甲醇中的溶解度。在低温条件下，甲醇对酸性气体的溶解度极高。具体而言， $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{S}$ 等酸性气体在甲醇中的溶解度随温度的降低而急剧增加。这种溶解度特性使得甲醇能够在低温下高效吸收原料气中的酸性气体，从而实现气体的净化。此外，甲醇对 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{S}$ 的吸收能力还受到压力和气体分压的影响，通过调节系统压力和气体分压，可以进一步控制甲醇对酸性气体的吸收效率。

### 1.2 工艺流程

(1) 甲醇洗涤塔中的脱碳和脱酸处理。在低温甲醇洗工艺中，原料气首先进入甲醇洗涤塔进行脱碳和脱酸处理。在塔内，低温甲醇从塔顶喷淋而下，与上升的原

料气充分接触，利用甲醇的物理吸收特性将原料气中的 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 等酸性气体吸收。经过洗涤塔处理后的净化气中酸性气体含量显著降低，满足后续工艺要求。(2) 富甲醇的闪蒸与气提再生。吸收了酸性气体的富甲醇从洗涤塔底部流出，进入闪蒸塔进行闪蒸处理。在闪蒸过程中，甲醇中的部分酸性气体因压力降低而释放出来，实现气体的初步再生。随后，富甲醇进入气提塔，通过引入惰性气体(如氮气)进行气提操作，进一步将甲醇中的酸性气体脱除，得到较为纯净的贫甲醇<sup>[1]</sup>。(3) 贫甲醇的加压处理与再循环。经过再生的贫甲醇在加压处理后被送回洗涤塔顶部进行再循环使用。这一过程中，贫甲醇的加压处理有助于提高其溶解酸性气体的能力，从而确保洗涤塔内的吸收效率。通过不断循环使用贫甲醇，实现了酸性气体的连续脱除和原料气的有效净化。

### 1.3 工艺优势

(1) 高净化度与选择性。低温甲醇洗工艺具有极高的净化度和选择性。通过精确控制操作条件和甲醇的循环使用，可以有效地将原料气中的酸性气体脱除至极低浓度，同时保持有用气体的损失最小化。(2) 广泛的应用领域。由于其高效、环保且适应性强的特点，低温甲醇洗工艺被广泛应用于国内外合成氨、合成甲醇、城市煤气、工业制氢和天然气脱硫等气体净化装置中。特别是在煤化工领域，低温甲醇洗工艺已成为不可或缺的气体净化技术之一。

## 2 低温甲醇洗工艺中甲醇损耗的原因分析

### 2.1 系统参数控制不合理

在系统参数控制方面，操作压力和温度是影响甲醇损耗的两个主要因素。(1) 操作压力对甲醇损耗的影响。操作压力的高低直接影响着甲醇对酸性气体的吸收效率。在低温甲醇洗工艺中，提高操作压力有利于增加酸性气体在甲醇中的溶解度，从而提高吸收效率。然

而,过高的操作压力也可能导致甲醇的物理蒸发损失增加,尤其是在系统密封性能不佳的情况下。此外,操作压力的波动还可能导致系统不稳定,进而影响甲醇的再生和循环利用,从而增加甲醇的损耗。因此,合理控制操作压力是减少甲醇损耗的关键之一。(2)温度控制不当导致的甲醇蒸发损失。温度是影响甲醇损耗的另一个重要因素。在低温甲醇洗工艺中,洗涤塔和再生塔的温度控制至关重要。洗涤塔温度过低会导致甲醇对酸性气体的吸收效率降低,而温度过高则会导致甲醇蒸发损失增加。同样,再生塔温度过高也会导致甲醇的大量蒸发,从而增加甲醇损耗。因此,在实际操作中,需要严格控制洗涤塔和再生塔的温度,确保其在最佳操作范围内波动,以减少甲醇的蒸发损失。

## 2.2 装置泄漏

装置泄漏是导致甲醇损耗的另一个主要原因。泄漏可能发生在设备密封处、管道连接处以及阀门等部位。

(1)设备密封不严导致的甲醇外泄。设备密封不严是导致甲醇外泄的主要原因之一。在低温甲醇洗工艺中,各设备之间的连接处通常采用法兰、焊缝等密封方式。如果密封不严或密封材料老化,将导致甲醇从密封处泄漏。这种泄漏不仅会造成资源的浪费,还可能对环境 and 操作人员造成危害。(2)管道连接处泄漏对甲醇损耗的贡献。除了设备密封不严外,管道连接处也是甲醇泄漏的重要部位。管道连接处通常采用法兰连接、螺纹连接等方式。如果连接处松动、腐蚀或损坏,将导致甲醇从连接处泄漏。特别是在高压、低温条件下,这种泄漏问题可能更加严重<sup>[2]</sup>。

## 2.3 原料气成分影响

原料气成分对甲醇损耗也有显著影响。(1)煤气中硫化氢和二氧化碳含量过高增加甲醇消耗。原料气中硫化氢和二氧化碳的含量是影响甲醇消耗的重要因素。这两种酸性气体在甲醇中的溶解度较高,因此它们的含量越高,甲醇的消耗量就越大。为了降低甲醇消耗,需要对原料气进行预处理,降低其酸性气体含量。(2)原料气夹带杂质对甲醇品质的污染。原料气中还可能夹带一些固体颗粒、水分、有机杂质等。这些杂质会污染甲醇,降低其纯度,从而影响其对酸性气体的吸收效率。此外,这些杂质还可能导致设备堵塞、结晶等问题,进一步加剧甲醇的损耗。因此,在原料气进入低温甲醇洗系统之前,需要进行严格的预处理,以去除这些杂质,保证甲醇的品质和吸收效率。

## 2.4 设备性能与维护

设备性能的好坏以及维护的及时性也直接影响着甲

醇的损耗。(1)设备堵塞与结晶导致的性能下降。在低温甲醇洗工艺中,设备堵塞和结晶是常见问题。由于甲醇在低温下对酸性气体具有很高的溶解度,因此洗涤过程中容易形成酸性气体的甲醇溶液。这些溶液在设备内部可能结晶,导致管道堵塞、换热效率下降等问题。设备堵塞不仅会降低系统的处理能力,还可能导致甲醇在设备内部滞留,增加蒸发损失。因此,定期清理设备、防止结晶是减少甲醇损耗的重要措施。(2)过滤器与除雾器效果对甲醇损耗的影响。过滤器和除雾器是低温甲醇洗工艺中的重要设备,用于去除原料气和循环甲醇中的固体颗粒和液滴。如果这些设备的过滤效果不佳,将导致固体颗粒和液滴进入系统,污染甲醇并降低其吸收效率。此外,固体颗粒还可能堵塞设备管道,加剧甲醇的损耗。因此,选择高效的过滤器和除雾器、定期检查和更换滤芯是确保系统稳定运行、减少甲醇损耗的关键。

## 3 减少低温甲醇洗工艺中甲醇损耗的措施

### 3.1 优化系统参数控制

(1)提高操作压力以增强气体吸收效果。在低温甲醇洗工艺中,操作压力是影响气体吸收效率的关键因素。提高操作压力可以显著提升气体分子在甲醇溶剂中的溶解度,从而增强吸收效果。这一措施不仅能提高酸性气体的脱除效率,还能在一定程度上减少甲醇的循环量,进而降低甲醇损耗。然而,需要注意的是,过高的操作压力可能增加设备投资和运行成本,以及对设备材料提出更高要求。因此,在实际操作中,应根据工艺需求和经济性综合考虑,设定合理的操作压力范围。(2)降低操作温度以减少甲醇蒸发损失。温度是影响甲醇蒸发损失的重要因素。在低温条件下,甲醇的蒸发速率会显著降低,从而减少损耗。通过降低操作温度,可以有效控制甲醇的蒸发量,提高系统的整体效率。但需要注意的是,过低的温度可能导致甲醇对酸性气体的吸收能力下降,因此需要在保证吸收效率的前提下,合理设定操作温度。此外,低温操作还可能增加能耗,需通过优化冷却系统和提高热回收效率来平衡这一矛盾。

### 3.2 加强设备密封与维护

(1)定期检查与更换密封件。设备密封性能的好坏直接影响甲醇的损耗。定期对设备的密封件进行检查,及时更换老化或损坏的密封件,是防止甲醇泄漏的关键。这不仅可以减少甲醇的直接损失,还能避免因泄漏导致的环境污染和安全隐患。在检查过程中,应重点关注法兰连接处、阀门、泵体等部位,确保密封件安装正确、无损坏<sup>[1]</sup>。(2)加强管道连接处的维护与紧固。管道连接处是甲醇泄漏的常见点。为了有效防止泄漏,应

加强管道连接处的维护和紧固工作。定期检查管道连接处的紧固状态，确保螺栓、螺母等紧固件无松动。对于存在松动或损坏的紧固件，应及时进行紧固或更换。此外，采用高质量的紧固件和密封材料，可以进一步提高管道的密封性能，减少甲醇泄漏的风险。

### 3.3 原料气预处理与净化

(1) 降低原料气中硫化氢和二氧化碳的含量。原料气中的硫化氢和二氧化碳是影响甲醇损耗的重要因素。这些酸性气体不仅会降低甲醇的纯度，还会增加设备的腐蚀风险。因此，在原料气进入低温甲醇洗系统之前，应进行有效的预处理，以降低其硫化氢和二氧化碳的含量。这可以通过采用脱硫、脱碳等预处理工艺来实现，确保原料气的质量符合工艺要求。(2) 去除原料气中的杂质以减少对甲醇的污染。原料气中还可能含有固体颗粒、水分、有机杂质等其他污染物。这些杂质进入系统后，会污染甲醇，降低其吸收效率和使用寿命。因此，在原料气预处理过程中，还应加强对这些杂质的去除。通过采用过滤、干燥、吸附等技术手段，可以有效去除原料气中的杂质，确保甲醇的纯净度和吸收性能。

### 3.4 设备改进与优化

(1) 优化设备结构以减少堵塞与结晶。设备堵塞和结晶是导致甲醇损耗增加的重要原因。为了有效减少堵塞和结晶现象，可以对设备结构进行优化。例如，在洗涤塔内部增设防堵装置，如过滤网、旋流器等，以有效防止固体颗粒在系统内部堆积。同时，优化设备内部的流场分布，减少死区和涡流区域，也可以降低堵塞和结晶的风险。此外，定期对设备进行清洗和检查，及时发现并处理堵塞和结晶问题，也是保持设备高效运行的关键。(2) 增设过滤器与除雾器以提高甲醇回收率。在低温甲醇洗工艺中，增设高效的过滤器和除雾器可以进一步提高甲醇的回收率。过滤器可以去除循环甲醇中的固体颗粒和杂质，防止其进入系统内部造成堵塞和污染。除雾器则可以去除甲醇蒸气中的液滴和微小颗粒，提高甲醇蒸气的纯度，从而增加其冷凝回收量。在选择过滤器和除雾器时，应根据系统的实际需求和操作条件进行选型，以确保其过滤效率和使用寿命<sup>[4]</sup>。

### 3.5 甲醇品质管理

(1) 控制甲醇中的含水量以提高其吸收能力。甲醇的含水量是影响其吸收能力的关键因素之一。水分过高会显著降低甲醇对酸性气体的吸收效率，增加甲醇的循环量和损耗。因此，严格控制甲醇中的含水量是提高其吸收能力和降低损耗的重要措施。在甲醇的储存、运输和使用过程中，应尽量避免与空气和水分接触，防止甲醇吸收空气中的水分。同时，在甲醇进入洗涤塔之前，可以增设干燥设备，如分子筛干燥塔，以进一步去除甲醇中的水分，确保其含水量在合理范围内。(2) 定期检测甲醇品质并进行必要的净化处理。甲醇的品质直接影响其吸收效率和使用寿命。为了保持甲醇的优良品质，应定期对甲醇进行品质检测，包括纯度、含水量、酸度等指标。通过检测，可以及时了解甲醇的品质状况，以便采取相应的净化处理措施。对于品质不合格的甲醇，应采用蒸馏、精馏、吸附等方法进行净化处理，以提高其纯度和吸收能力。同时，对于长期使用的甲醇，应定期进行更换和再生，以保证其吸收效率和使用寿命。

### 结束语

综上所述，低温甲醇洗工艺中的甲醇损耗问题涉及多个方面，包括系统参数控制、装置泄漏、原料气成分、设备性能与维护等。为了有效降低甲醇损耗，需要从优化操作条件、加强密封维护、预处理原料气、改进设备结构以及管理甲醇品质等多方面入手。通过实施这些措施，不仅可以提高低温甲醇洗工艺的效率和经济效益，还能减少对环境的负面影响，推动煤化工行业的可持续发展。

### 参考文献

- [1] 闵祥坤,赵丹.低温甲醇洗甲醇消耗高及甲醇水塔问题分析及对策[J].化工设计通讯,2020,(06):41-42.
- [2] 夏珍,王全伟,郭涛.煤化工中低温甲醇洗技术的运用研究[J].科技经济导刊,2020,(08):53-54.
- [3] 樊飞,楚永利.低温甲醇洗装置氨冷却器泄漏原因分析及应对措施[J].大氮肥,2020,(13):182-183.
- [4] 武戊良.探讨低温甲醇洗工艺甲醇消耗高的问题[J].山东化工,2021,(11):129-130.