

# 甲醇多效精馏工艺开发及工业应用

王 伟

( 陕西渭河煤化工集团有限责任公司 陕西渭南 714000 )

**摘 要:** 本文对甲醇多效精馏工艺的背景、重要性、工艺开发和工业应用进行了探讨。首先介绍了传统甲醇分离方法的局限性, 引出了甲醇多效精馏工艺的出现。然后详细阐述了甲醇多效精馏工艺的开发过程, 包括萃取剂的选择、工艺参数的优化等方面。最后, 探讨了甲醇多效精馏工艺在工业应用中的重要性 and 优势, 以及萃取剂在提高甲醇纯度和去除杂质方面的应用。通过本文的研究, 可以更好地理解甲醇多效精馏工艺的开发和工业应用, 为相关领域的研究和实践提供参考。

**关键词:** 甲醇精馏; 工艺; 工业应用; 多效精馏

## Development and Industrial Application of Methanol Multi effect Distillation Process

Wang Wei

( Shaanxi Weihe Coal Chemical Group Co., Ltd. Shaanxi Weinan 714000 )

**Abstract:** the background, importance, process development and industrial application of methanol multi-effect distillation are discussed in this paper. The limitation of traditional methanol separation method is introduced, and the appearance of methanol multi-effect rectification process is introduced. Then the development process of methanol multi-effect distillation process is described in detail, including the selection of extractant and optimization of process parameters. Finally, the importance and advantages of methanol multi-effect distillation process in industrial application and the application of extractant in improving methanol purity and removing impurities were discussed. The research in this paper can better understand the development and industrial application of methanol multi-effect distillation process, and provide reference for related research and practice.

**Key words:** methanol distillation; workmanship Industrial applications; Multi effect distillation

### 引言:

甲醇是一种重要的化工原料, 广泛应用于涂料、塑料、溶剂等工业领域。然而, 传统的甲醇分离方法在提高甲醇纯度和去除杂质方面存在一定的局限性。为了满足工业对高品质甲醇的需求, 提高生产效率和减少能源消耗, 甲醇多效精馏工艺应运而生。甲醇多效精馏工艺通过利用不同组分的沸点差异和化学/物理相互作用, 实现了对甲醇的高效分离和纯化。该工艺具有较高的分离效率、适应性和工艺灵活性, 广泛应用于甲醇生产和相关领域。通过本文的研究, 可以深入了解甲醇多效精馏工艺的开发和工业应用, 为相关领域的研究和实践提供参考。同时, 进一步推动甲醇生产工艺的创新和可持续发展, 为工业界提供高品质甲醇的生产技术支持。

### 1 甲醇多效精馏工艺开发的意义

#### 1.1 传统的甲醇分离的局限

传统的甲醇分离方法, 如常压蒸馏、低温精馏和萃取等, 在提高甲醇纯度和降低能耗方面存在一些局限性, 这些局限主要包括以下几个方面: 第一、传统的甲醇分离方法中, 常压蒸馏和低温精馏需要大量的能量供应, 以提供足够的热量进行蒸馏和冷凝<sup>[1]</sup>。这导致能耗较高, 增加了生产成本和能源消耗。第二、在常压蒸馏和低温精馏中, 甲醇和杂质的分离效果有限。特别是当原始甲醇溶液中含有多种杂质时, 传统方法往往无法有效分离和去除这些杂质, 导致甲醇纯度无法满足一些高要求的应用需求。第三、传统萃取方法中使用的萃取剂种类有限, 对于一些特定的杂质分离可能效果不佳。这限制了萃取方法在甲醇分离中的应用。第四、常压蒸馏、低温精馏和萃取等传统方法在操作上较为复杂, 需要控制和调节多个操作参数。这对操作人员的技术要求较高, 并增加了操作风险和工艺控制的难度。

## 1.2 甲醇多效精馏工艺开发的重要性

### 1.2.1 高纯度甲醇的生产

甲醇多效精馏工艺可以实现对甲醇产品的高纯度要求。通过多级精馏和萃取处理,可以有效去除甲醇溶液中的杂质,获得纯度更高的甲醇产品,满足各种工业领域对高纯度甲醇的需求<sup>[2]</sup>。

### 1.2.2 杂质的有效分离和处理

多效精馏工艺可以处理原料中的杂质,如水、二氧化碳、硫化物等。这些杂质在甲醇生产过程中可能对催化剂和设备产生不良影响,因此通过多效精馏工艺的处理,可以减少杂质对后续生产过程的干扰,提高产品质量和稳定性。

### 1.2.3 经济效益和市场竞争

甲醇多效精馏工艺的应用可以提高产品的经济效益和市场竞争。高纯度的甲醇产品在一些领域有着更广泛的应用,例如制备高级化学品、合成燃料和能源储存等。通过提高产品质量和纯度,企业可以获得更高的市场价格和客户满意度。

## 2 甲醇多效精馏工艺的开发

### 2.1 甲醇多效精馏工艺

甲醇多效精馏工艺是一种用于甲醇生产中的高效精馏过程,旨在提高甲醇的纯度和产量。该工艺利用多级精馏塔和热耦合技术,通过分离和回收不同组分中的甲醇,实现甲醇产品的高纯度和高回收率。工艺流程的主要步骤如下:①粗甲醇进料和预热:粗甲醇从合成进入粗甲醇贮罐,然后通过预塔进料泵送入预精馏塔。在进入预精馏塔之前,粗甲醇通过粗甲醇预热器预热,利用冷凝液进行热交换。②预精馏:预精馏塔顶部设置两个冷凝器。一级冷凝器将塔内上升气中的大部分甲醇冷凝后送入预精馏塔回流槽。回流槽内的甲醇经预塔回流泵进入预精馏塔顶部作为回流。剩余的不凝气和未冷凝的甲醇蒸汽进入进一步冷却的设备,大部分甲醇被冷凝后进入甲醇萃取槽,与脱盐水进行萃取。萃取液溢流至甲醇油贮罐,然后通过甲醇油输送泵运出工艺单元。③碱液调节:为了控制预精馏塔底部甲醇的 pH 值在 8.5 左右,稀碱液通过碱液泵加入预精馏塔。④加压塔精馏:从预精馏塔底部出来的甲醇通过加压塔进料泵加压,然后进入加压塔。在进入加压塔之前,甲醇通过加压塔换热器和加压塔的塔釜出料换热,以提高能量利用效率。加压塔内采用填料塔结构,塔顶的甲醇蒸汽经冷凝器/再沸器冷凝并作为常压塔的热源。冷凝后的甲醇进入回流槽,其中一部分经加压塔回流泵加压后返回加压塔顶部作为回流。剩余的甲醇经加压塔冷却器冷却后作为精甲醇产品送入精甲醇中间槽。⑤常压塔精馏:从加压塔底部出来的甲

醇经加压塔进料换热后进入常压塔。常压塔采用填料塔和板式塔的综合结构。塔顶的甲醇蒸汽经冷凝冷却器冷凝后进入回流槽,然后经常压塔回流泵加压后,一部分返回常压塔顶部作为回流。剩余的甲醇作为精甲醇产品送入精甲醇中间槽。塔底排出的废水经常压塔废水冷却器冷却后,由废水泵送往废水处理或磨煤工段。⑥汽提塔分离:在常压塔的塔板段设置有中间出料口,物料自流入汽提塔进料槽,进料槽内的料液经汽提塔进料泵加压后进入汽提塔中部。塔顶的甲醇蒸汽与从加压塔塔底出来的甲醇蒸汽混合后经冷凝器冷却,然后进入汽提塔回流槽。回流槽内的甲醇经汽提塔回流泵加压后,一部分返回汽提塔顶部作为回流,剩余的作为精甲醇产品送入精甲醇中间槽。⑦副产品采集:汽提塔塔板段中上部设有侧线采出口,用于采集异丁基油和乙醇。这些副产品经过出料冷却器冷却后进入甲醇油贮槽,与来自预精馏塔回流槽和甲醇萃取槽的甲醇油混合后由甲醇油泵送往装车站台进行装车。⑧废气处理:工艺中产生的甲醇蒸汽和不凝气体通过污槽排放出来,经过脱盐水洗涤吸收后,不凝气体进入火炬焚烧处理,洗涤液和系统的排净液收集于废液收集槽。废液经过泵加压后送入粗甲醇贮罐进行处理。挥发气体通过水封罐充分吸收后,不溶气体被放空。⑨中间贮槽:甲醇中间罐区设置有四个贮槽,其中两个是粗甲醇中间贮槽,用于贮存粗甲醇和接收不合格的精甲醇及系统排放液。另外两个是精甲醇中间贮槽,接收从加压塔、常压塔、汽提塔采出的精甲醇产品。这些中间贮槽内的甲醇在经过分析合格后,通过精甲醇泵送往精甲醇储罐进行储存。

### 2.2 工艺参数和优化

#### 2.2.1 温度和压力控制

温度和压力是甲醇多效精馏工艺中的关键参数。通过合理控制温度和压力,可以实现杂质的蒸汽化和分离,进而提高甲醇的纯度。不同的组分具有不同的沸点,通过在不同精馏塔段中控制温度,可以使不同组分在适当的温度下蒸发和凝结,实现有效的分离。压力对甲醇和杂质的相互作用和分离具有重要影响。通过调整压力,可以改变相平衡条件,从而优化分离效果。

#### 2.2.2 萃取剂浓度和比例

萃取剂浓度和比例对多效精馏工艺的分离效率和纯度具有重要影响。合适的萃取剂浓度和比例可以增加与目标杂质的相互作用,促进杂质的提取和分离。适当的萃取剂浓度可以提高与杂质的相互作用能力,从而增强分离效果。过高或过低的浓度都可能导致分离效果下降。萃取剂与甲醇的比例决定了其对甲醇和杂质的选择性。合理的比例可以增加目标杂质的提取率,同时减少甲醇的损失。

### 2.2.3 循环流率和塔板数目

循环流率决定了流体在精馏塔中的停留时间,过高的循环流率可能导致不充分的分离,而过低的循环流率可能导致产能降低。通过优化循环流率,可以实现高效的分离和经济的工艺操作。另外,塔板数目决定了分馏塔的分离效率。较多的塔板数目可以提高分离效果,但也会增加能耗和设备成本。通过合理的塔板数目设计,可以在满足分离要求的同时降低成本。

### 2.2.4 过程控制和优化技术

过程控制和优化技术在甲醇多效精馏工艺中起到关键作用。利用先进的控制策略和优化算法,可以实时监测和调整工艺参数,以达到最佳分离效果和能源利用效率。通过建立先进的自动化控制系统,可以实现对温度、压力、流率等参数的实时监测和调整,提高操作的稳定性和一致性。借助过程模拟和优化软件,可以对工艺参数进行系统的优化,通过模拟不同操作条件下的分离效果,找到最佳的工艺参数组合。通过合理的工艺参数选择和优化,可以实现甲醇多效精馏工艺的高效、稳定和经济运行,提高甲醇的纯度和产率,并降低能源消耗和环境影响。

## 3 甲醇多效精馏工艺的工业应用

### 3.1 高纯度甲醇生产

高纯度甲醇通常要求甲醇的纯度在99.9%以上,同时对有机和无机杂质的含量有严格的限制。这些杂质包括水分、醛类、酯类、酸类、氯化物等。高纯度甲醇的生产要求高效的分离和纯化工艺,以确保产品符合质量标准。甲醇多效精馏工艺能够高效地提取甲醇并去除杂质,从而获得高纯度的甲醇产品。高纯度甲醇在电子、光伏、半导体等领域有广泛的应用。它可以用作制备高纯度有机溶剂、表面处理剂和精细化学品的原料,同时也是生产光伏电池和电子元件的重要材料。

### 3.2 化学工业

甲醇多效精馏工艺可以帮助化学工业生产中的甲醇纯化和分离。高纯度的甲醇可作为合成甲酸、甲胺、甲醛和其他重要有机化合物的原料。高纯度甲醇是合成甲酸的重要原料。甲酸在化学工业中被广泛应用,用于制造染料、皮革处理剂、橡胶添加剂等。甲醇多效精馏工艺能够提取高纯度的甲醇,为甲酸的生产提供优质的原料。甲胺是合成染料、塑料和胶粘剂等化学品的重要成分。高纯度甲醇通过多效精馏工艺纯化后,可用于合成甲胺。甲醇多效精馏工

艺的高效分离能力和杂质去除效果,确保甲胺的纯度和质量。甲醛是广泛应用于树脂、粘合剂、涂料、塑料和胶粘剂等化学产品的重要原料。甲醇多效精馏工艺可用于甲醇的纯化和分离,提供高纯度的甲醛供应,满足化学工业对甲醛的需求。

### 3.3 燃料和能源行业

甲醇多效精馏工艺可以用于生产高纯度甲醇作为燃料和能源的替代品。高纯度甲醇可以作为燃料和能源的替代品,具有清洁和可再生的特点。它可以用作直接燃料电池的燃料,通过与氧气反应产生电能,用于电力和热能的供应。此外,高纯度甲醇还可以用于燃料电池车辆,成为未来交通运输领域的可持续能源选择。此外,甲醇还可以通过催化转化成为合成气、合成油和液体燃料,用于发电和交通运输等领域。

### 3.4 环境保护

甲醇多效精馏工艺可以应用于环境保护领域,主要包括废水处理和废气净化。工业废水中的甲醇和有机溶剂可以通过多效精馏工艺被回收和再利用,减少环境污染。同时,多效精馏工艺也可以去除废气中的甲醇和有机挥发物,降低大气污染物的排放。

### 结束语:

综上所述,甲醇多效精馏工艺的开发和工业应用为甲醇生产提供了一种高效、经济和可持续的方式。通过不断的研究和创新,我们有望进一步提高甲醇的纯度、降低能源消耗,并推动相关工艺向更加环保和可持续的方向发展。这将为工业界和社会带来巨大的经济效益和环境效益。

### 参考文献:

- [1]冷俊杰,吴嘉,冯泽民,董立春.热泵辅助甲醇精馏工艺优化及分析[J].化学工程,2023,51(04):1-6.
- [2]马兵超.甲醇精馏的工艺优化和节能分析[J].现代化工,2023,43(05):210-213+219.
- [3]熊波,陈健,李克兵,张崇海,金显杭.工业排放气二氧化碳捕集与利用技术进展[J].低碳化学与化工,2023,48(01):9-18.
- [4]卫红梅,马秀峰,王栋.热集成变压分离碳酸二甲酯-甲醇过程模拟[J].化学工程,2023,51(02):78-82.
- [5]高耀寰,王勇,艾珂宇,宋英明,金鹏康.煤化工废水来源及电化方法在处理煤化工废水中的应用[J].应用化工,2023,52(03):801-809+814.