

乙烯塔脱瓶颈工艺操作优化及经济效益分析

马红红 (国能新疆化工有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要: 乙烯塔脱瓶颈工艺可以有效提升乙烯装置的生产能力, 降低能量消耗, 而且还能提高产品质量, 是一项对化工生产十分重要的技术。基于此, 本文介绍了乙烯塔脱瓶颈工艺的生产建模过程的优化、裂解炉模型的研究、乙烯塔系统工艺优化、先进控制与操作优化技术的应用等优化方法, 以及从产量、生产成本、产品结构、节能减排、综合评估等方面分析了它的经济效益。

关键词: 乙烯塔; 脱瓶颈; 工艺优化; 经济效益

0 引言

乙烯作为石油化工行业的重要基础原材料, 其生产能力与产品质量的提升对整个行业的发展有着重要意义, 乙烯塔脱瓶颈工艺可以为化工企业带来显著的经济效益, 推动石油化工相关技术的技术进步与产业升级, 而且乙烯塔脱瓶颈工艺是一项注重环保与可持续发展的技术, 它在提高产能的作用之外, 可以加速化工行业的绿色发展。

1 乙烯塔脱瓶颈工艺概述

随着科技与工业化生产的发展, 市场对乙烯等化工原料的需求越来越大, 原本的乙烯生产装置的生产能力已无法满足日益增长的需求。乙烯精馏塔作为乙烯生产过程中的关键设备之一, 其性能高低会直接影响到乙烯的最终产量与质量, 因此, 需要重视对乙烯塔脱瓶颈工艺操作的优化, 通过对工艺流程进行优化和改造生产设备实现节能降耗, 改进提纯工艺以获得更高纯度的乙烯产品, 进一步提升乙烯产量、生产成本与质量, 满足市场的需求。

2 乙烯塔脱瓶颈工艺操作的优化

2.1 乙烯生产建模的优化

乙烯生产模型是应用热力学、化工原理、化学反应等方面的知识点, 用数学方法来描述其复杂的生产工艺过程的一种模型, 模型可以被用来预测乙烯生产过程中工艺参数的变化, 实时监测并优化乙烯生产过程中的各个工艺参数, 保障产品质量稳定。乙烯生产建模的具体优化可以通过引入先进的建模技术, 例如烃类裂解模型, 这种先进的模型可以更准确、完整地描述乙烯生产过程中的物理过程与化学反应。还可以收集大量的乙烯生产数据, 利用大数据与人工智能技术的分析、训练能力, 对乙烯生产模型进行训练, 以优化其性能, 同时, 还需要定期对模型进行验证与数据更新, 以确保模型预测的精度, 使模型能更准确地

反应出实际的生产情况。还可以通过使用更加先进的遗传算法、神经网络等算法, 对乙烯生产模型的逻辑进行优化, 以寻找生产操作过程中的最优参数条件^[1]。

2.2 浮阀塔板改造

目前乙烯精馏塔中浮阀塔板的设计还存在着雾沫夹带量过大、塔板效率较低等问题, 使乙烯的生产能力与回收率受到限制。对浮阀塔板进行改造首先可以优化其设计结构, 调整浮阀塔板的孔径、尺寸、孔数等设计参数, 以增加气液接触面, 减少雾沫的夹带量, 除此之外, 还可以在浮阀塔板上增加鼓泡器、挡板等辅助部件, 进一步增强气液混合效果与分离效果。还可以直接对塔板进行更换, 使用矩形悬挂降液管或DJ-3型塔板替换原塔板, 这两种部件都可以提高降液管的能力、增加鼓泡面积, 进而提升塔板分离效果与通量。由于浮阀塔板的性能得到提升, 乙烯精馏塔的能耗也会降低, 可以提高乙烯回收率与裂解装置的经济效益。在进行浮阀塔板改造前, 需要对现有塔板进行全面评估, 确定改造的必要性和可行性; 改造完成后, 还需对设备进行验证和测试, 确保改造效果符合预期要求。

2.3 乙烯精馏塔的优化操作

根据乙烯精馏塔的实际运行情况, 调整回流比与进料的位置, 改善塔内气液的接触效果, 以提高分离效率; 对塔顶与塔底的温度进行精确的控制, 确保整个乙烯生产过程都在最佳温度下进行, 减少能耗与物耗; 对乙烯精馏塔的灵敏板温度进行实时监控, 及时发现并处理异常情况, 确保生产过程的稳定性和安全性。

对乙烯精馏塔进行改造扩能, 可以更换或改造塔板以提高气液接触面积和传质效率; 采用新型高效的填料替换原有塔板, 优化填料塔中填料层的高度与填料的类型, 以满足不同生产操作条件下需求; 可以通

过增加精馏塔塔板数量、升高操作压力等方法,扩大乙烯的生产能力。

还可以利用先进的模拟软件分析乙烯精馏塔的工艺流程,预测在不同参数条件下的生产效果,用模拟预测的结果作为实际生产操作过程中的参考,以实现生产过程的优化控制。引入DCS、PLC等先进控制系统对乙烯精馏塔进行实时监测与控制,通过自动化控制系统实现生产过程的精确控制,减少人为操作带来的误差,提高生产效率和产品质量。

塔型需要根据生产的需求与原材料的特性进行选择,乙烯精馏塔中最为常见的是板式塔,这种塔型结构较为简单、操作稳定,且易于进行维护工作。还需要选择可以提高分离效率与传质效率的塔板与填料,以及合适的再沸器、冷凝器等配套设备,在做选择时需要考虑设备的能效比、安全性等因素。

2.4 精馏工艺优化

回流比应基于分离物系的相对挥发度和分离要求度来选择,它的本质就是设备费用与能源费用的最佳比例,以求做到合理分配加热费用和冷凝费用。根据原材料组成成分含量的不同,适当调整进料口,通过进料口的高低来控制提馏段的大小,这种方法可以降低能源的消耗。确保乙烯塔内的浮阀塔板处于最佳工况,可以使用预测模型或大数据技术对现场进行模拟和分析预测,识别并解决塔板可能出现的问题。可以在精馏前先对进塔物料进行预热来充分利用采出物的热量,回收时可以利用塔顶的余热进行制冷或发电。对多塔精馏依据所用物料的性质与分离要求进行优化排列,可以保护设备并减少能源消耗,将分离难度最大或对回收率要求最高的放在最后,而将腐蚀性强的和容易结焦物料的精馏塔放在最前面。

2.5 乙烯装置各区域工艺优化

优化裂解炉的炉管结构,可以利用乙烯生产模型模拟分析确定最优的炉管结构参数,再使用合适的材料改变炉管的尺寸与形状,提高炉管的传热效率与耐高温性能,降低结焦的程度,增加其使用寿命。调整裂解炉的加热方式与炉内结构,使其内部的温度分布更加均匀,使裂解反应更加充分,可以提高乙烯的纯度^[2]。还能使用现代温度控制技术进行实时监测,实现对裂解炉温度的精准控制。对急冷油塔、急冷水塔与稀释蒸汽发生系统的操作流程进行优化,引入先进热交换设备,提高热量转换效率与热量回收效率,降低能耗。引入先进的膜分离技术,提高分离效率,改

进汽提塔的操作条件,提高轻组分的回收率。更换高效节能的压缩机,降低能耗,并对其进行定期维护与检查,以确保它能稳定地正常运行。对碱洗和凝液汽提塔的操作条件进行优化,提高其脱除酸性气体和水分的效果,定期维护和检查冷箱的板翅式换热器,确保它能够高效运行,引入甲醇溶解技术,防止固体颗粒进入冷箱造成堵塞。优化丙烯制冷和乙烯制冷系统的操作条件,提高制冷效率,引入变频控制和余热回收等节能技术,降低制冷系统能耗。

2.6 配套工程完善

乙烯生产中配套的供水、排水、供电等配套工程的完善可以确保整个生产过程的顺利进行。为满足乙烯生产对水的需求,可以提升供水系统的水泵功率、优化管道布局、提高供水压力,以确保在生产过程中能够稳定、高效地提供所需水量,且水质应符合生产要求,避免因水质问题影响工艺效果和产品质量。针对乙烯塔脱瓶颈工艺的特点,对排水管道进行优化设计,合理设置排水口,增加排水管道直径,使用耐腐蚀材料,确保排水畅通、无堵塞,提高排水效率。根据废水中的物质性质和处理规定,选择合适的污水处理工艺和设备,确保废水达标排放。

为满足乙烯塔脱瓶颈工艺对电力的需求,需要增加供电系统的变压器的容量,优化线路布局,提高供电的电压,以确保在工艺过程中能够稳定、可靠地提供生产乙烯所需的电力;通过安装电力监测设备、设置备用电源、制定应急预案等措施,提高供电系统的可靠性和安全性,避免因电力问题影响正常的生产工作。

2.7 先进控制与操作优化技术的应用

先进控制是以系统辨识、最优控制以及卡尔曼滤波理论等最优估计等现代控制理论为基础的控制方法。在乙烯生产装置中,通过模型预估控制(MPC)的动态过程模型预估过程变量的未来变化,以预测结果来调整控制器的输出参数,可以使所有过程变量达到设定值或在约束范围内,成功地提高装置的稳定性与安全性,保证乙烯的均匀性,降低生产设备的运行成本。

通过调整乙烯精馏塔的进料位置、回流的设置参数,使用辅助再沸器,可以稳定乙烯塔的各项操作指标,保证产品的纯度,减少塔釜乙烯的损失。还可以对进料的温度进行合理的调整,确保塔内温度梯度的稳定,既可以减少乙烯产品中乙烷的含量,又能降低塔釜损失。还可以对回流采出的比例和温度进行调整,控制

塔内各部分物料的温度、浓度的分布情况,以保证产品质量和收率,还能合理使用辅助再沸器等设备,可以有效提高塔内物料的气化速率,增强塔的处理能力^[3]。

3 乙烯塔脱瓶颈工艺经济效益分析

3.1 提高产量

通过对乙烯精馏塔进行脱瓶颈改造,可以使乙烯的产量与回收率得到极大提升,产量提升直接带来了化工企业销售额的增加和利润的提升,而回收率的提高可以使企业减少原料的消耗与废弃物的排放量,从而降低环保成本。经过改造的乙烯精馏塔拥有更高的运行效率与更低的能耗,这不仅降低了生产成本,还为企业带来可观的直接经济效益,提升企业的市场竞争力与可持续发展能力。

3.2 降低生产成本

乙烯最为重要的有机化工基础原材料,它的生产成本会受到多种因素的影响,包括原料的成本、生产设备成本、动力成本以及固定成本等,在工业化建设持续发展的背景下,化工行业乙烯的产能扩大、技术水平改善以及市场竞争的激烈程度不断提高,加快了行业发展的进度。脱瓶颈工艺通过优化乙烯塔的设计与操作、采用先进的技术和设备,提高了乙烯的生产效率,降低了生产过程中的能源消耗。更换高效塔内组件可以在塔体不动的前提下尽可能地提高塔的生产能力,从而降低单位产品的能源消耗,进而减少生产成本中的动力成本部分。脱瓶颈工艺的实施还有助于提高乙烯产品的质量,增加产出的乙烯的纯度,这可以有效增加产品的市场竞争力,进而增加销售产品的利润。乙烯塔脱瓶颈工艺除了可以降低能源消耗和提高产品质量外,还能减少生产过程中的污染物排放,这种环保效益有助于企业应对日益严格的环保政策和标准,避免因环保问题导致的停产或罚款等损失^[4]。

3.3 优化产品结构

在化工生产过程中,优化产品结构就意味着能够提高原料的利用效率,生产更多的高附加值产品,从而提升化工企业的整体经济效益。乙烯塔脱瓶颈工艺的优化与落实,为产品结构的优化提供了坚实的技术支持,通过改进乙烯精馏塔的设计与操作,例如更换浮阀塔板、采用矩形悬挂降液管提高降液管能力、增加鼓泡面积等,可以显著提高乙烯精馏塔的生产能力,增加产品产量,进而满足市场对乙烯及其下游产品的需求。乙烯塔脱瓶颈工艺的优化还可以降低乙烯在生产过程中的损失,例如,改进塔内浮阀塔板的设计,可以提高塔板效率、降低塔釜排放的乙烯摩尔分数,

这不仅能降低生产损失、提高原料的利用效率与企业的经济效益,还能提高乙烯的回收率,确保乙烯产品的质量稳定,满足市场对高质量、高纯度乙烯的需求。在优化产品结构时,企业还可以生产许多有高附加值的产品,以满足市场的多样化需求,比如说,高级烯烃、芳烃等,这些产品具有很高的市场价格与利润空间,有助于提高企业整体的盈利能力,增强市场竞争力,提高市场份额。

3.4 节能减排

通过对乙烯精馏塔分离系统的优化设计与改造,可以去除生产时原材料中的杂质成分,提高乙烯的纯度,从而提升最终的产品质量,这不仅可以减少由于产品质量不合格而导致的浪费,还可以降低后续生产废弃物处理过程的能耗,进而增加化工企业的经济效益。通过使用乙烯塔脱瓶颈工艺与相应的节能减排措施,可以大大降低在乙烯生产过程中的能源与原材料的消耗,从而降低生产成本,例如,通过优化分离系统可以减少因产品质量不达标导致的浪费;加装空气预热器可以增加裂解炉对燃料的利用效率^[5]。实施节能减排技术措施,可以减少乙烯生产过程中的污染物排放,降低对环境的负面影响,这有助于企业树立良好的环保形象,提高社会责任感。节能减排带来的生产成本降低和产品质量提高都有助于增加企业盈利;而环保效益的提升也可以增强企业的社会声誉和品牌形象,进而拓展市场份额。

4 结论

综上所述,随着技术的不断进步和市场的不断变化,乙烯塔脱瓶颈工艺对于提升企业的产量、降低生产成本、优化产品结构、节能减排等方面都具有十分积极的作用,企业可以通过持续的技术创新和管理创新,不断提升装置的运行效率和经济效益,为化工行业的生产与建设提供有力的支持。

参考文献:

- [1] 徐天赐. 乙烯装置能耗分析与优化措施 [J]. 山东化工, 2023, 52(16): 194-197.
- [2] 边圣海. 乙烯装置经济性运行浅析 [J]. 当代石油石化, 2023, 31(02): 45-49.
- [3] 何昌春, 雷杨, 王鹏, 等. 基于层次分析法的醋酸乙烯项目生产工艺决策 [J]. 山东化工, 2022, 51(09): 171-176.
- [4] 闫昕, 张洁, 刘长庆, 等. 烷基化装置脱轻塔脱除效果研究 [J]. 广州化工, 2021, 49(23): 110-113.
- [5] 顾恒昌. 乙烯装置生产过程智能建模与优化研究 [D]. 北京: 北京化工大学, 2020.