

使用乙二醇进行化工产品精馏分离的研究与实践

李晓晴

中交综合规划设计院有限公司, 河南 郑州 100024

[摘要]乙二醇作为关键化工原料, 在很多产品的提纯和净化过程中展现出卓越的应用价值。本文聚焦乙二醇在精馏分离化工产品过程中的详细作用开展研究, 借助对当前乙二醇精馏技术的解析与归纳, 清晰地认识到乙二醇可以显著提升目标组分的分离效率, 增强产品纯度和收率。文章融合实际生产经验, 探究了精馏操作参数的改进方法, 进而降低能源消耗和物料损失。在应用实践中, 通过恰当挑选操作条件和塔设备结构, 实现了对多种化工产品的高效分离, 推动了企业生产流程的升级。研究表明, 使用乙二醇充当助剂实施精馏分离, 可以加强组分之间的挥发度差异, 减少分离周期, 为进一步提高化工分离技术水平给予了理论支持和实践基础。本文对于优化化工产品精馏分离工艺、促进绿色高效生产具备重要价值。

[关键词]乙二醇; 精馏分离; 化工产品; 操作参数优化; 绿色高效生产

DOI: 10.33142/aem.v8i4.19621

中图分类号: TQ2

文献标识码: A

Research and Practice on Distillation Separation of Chemical Products Using Ethylene Glycol

LI Xiaoping

CCCC Comprehensive Planning and Design Institute Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 100024, China

Abstract: Ethylene glycol has become a key chemical raw material and has demonstrated excellent application value in the purification and purification processes of many products. This article focuses on the detailed role of ethylene glycol in the distillation separation of chemical products. With the analysis and induction of current ethylene glycol distillation technology, it is clear that ethylene glycol can significantly improve the separation efficiency of target components, enhance product purity and yield. The article integrates practical production experience to explore improvement methods for distillation operation parameters, thereby reducing energy consumption and material loss. In practical applications, by selecting appropriate operating conditions and tower equipment structures, efficient separation of various chemical products has been achieved, promoting the upgrading of enterprise production processes. The research results indicate that using ethylene glycol as an additive for distillation separation can enhance the difference in volatility between components, reduce the separation cycle, and provide theoretical support and practical basis for further improving the level of chemical separation technology. This article has significant value in optimizing the distillation separation process of chemical products and promoting green and efficient production.

Keywords: ethylene glycol; distillation separation; chemical products; optimization of operational parameters; green and efficient production

引言

全球化工行业正在快速发展, 绿色制造的理念也得到广泛推广, 导致化工产品分离与提纯工艺面临了很多困难和挑战。精馏分离是一种很成熟而且非常有效的分离方法, 在化工生产的各个环节中发挥着关键作用。不过, 因为生产原料的成分变得非常复杂, 各种成分之间的物理和化学性质差异很小, 所以传统的精馏方法很难同时做到提高分离效率和保证产品的纯净度。人们开始尝试使用辅助分离剂来改进精馏工艺, 这种做法逐渐成为目前科学研究的重要方向。乙二醇是一种用途广泛的化工原料, 拥有独特的

物理和化学性质, 在分离过程中可以很好地增加不同成分的挥发能力差异, 从而明显改善目标成分的分离效果。国内外的相关研究已经初步证明了乙二醇在精馏分离中的积极作用, 但在具体的工艺参数优化、塔式设备的结构设计以及能耗控制等方面仍然存在不少问题和不足。过去的许多研究主要停留在单独改变某个参数的实验室小范围试验上, 缺少全面的工艺整合以及大规模的实际生产验证, 这种情况一定程度上阻碍了这项技术在实际生产中的广泛应用。本文的主要任务是提高化工产品精馏分离的效率和经济效益, 深入分析乙二醇在精馏操作中的具体作用机

制和优化策略。通过不断调整多种工艺参数和塔设备的详细构造设计,研究乙二醇如何影响分离纯度、产物回收率以及能源消耗量,并结合真实工业生产的真实案例进行充分验证和实际应用的探索。研究目的在于为化工企业带来一种高效且环保的精馏分离方法,并进一步促进分离技术的理论进步以及实际使用。

1 背景与意义

1.1 乙二醇的工业地位与应用价值

在化工行业中,乙二醇成为一种非常关键的基础化工原料,因为具备独特的物理化学特性,所以得到广泛使用。乙二醇成为制造聚酯纤维、树脂以及汽车防冻液的关键成分,同时在化工分离过程中的表现十分出色。特别是在精馏分离操作中,乙二醇凭借较高的沸点和很好的溶解能力,被证实是一种效果非常好的辅助材料,可以有效提高分离效率和产品品质,这样就为处理复杂的化学成分分离问题提供了实用且有效的解决办法。

精馏这种广泛应用于化工生产的分离方法,工作效率常常受到各种成分之间挥发能力差别大小的影响。乙二醇加入到生产过程中,可以很好地改变整体物质性能,增加难以分离成分之间的挥发能力比值,从而解决传统精馏技术处理复杂混合物时遇到的困难情况。乙二醇在众多化工环境中都能表现出很高的热稳定性和安全性能,这样就降低了生产过程中的费用支出,同时提高了资源使用的有效程度,起到了非常重要的作用。依靠乙二醇优秀的化学稳定性和环保特性,这种物质在绿色化工生产领域的重要性逐渐提升,给化工行业的生产工艺改进带来了全新的方向和持续发展的推动力。

1.2 化工精馏现状及面临挑战

精馏是化工领域中一种非常普遍的分离方法,广泛应用于化工产品的提纯和各种成分的分离工作中,起到非常重要的作用。传统的精馏技术在实际使用过程中遇到了很多困难。化工生产的水平不断提高,追求更高的精确度和更高的纯净度,但传统的精馏塔在处理复杂的成分体系时显得力不从心,尤其是在面对多种成分混合在一起或者沸点接近的物质分离任务时,表现得不够理想。精馏过程中的能量浪费问题也非常突出,塔体所需的大量热量直接导致生产成本增加,同时也对环境污染造成不良影响,迫切需要改进技术来改善能源使用的效率。精馏塔在应对不断变化的生产条件时显得有些吃力,特别是在传热和传质的效果以及水热平衡的调整方面,技术要求变得更加严格。化工生产领域对环境保护的要求越来越高,传统精馏技术在物料损耗和废热排放的问题上影响了整个流程的持续

进步。针对这些难题进行细致的研究和突破,提高精馏技术的效能、减少能源浪费、增强适应能力,成为化工行业急需解决的关键目标。乙二醇作为一种优秀的分离材料,展现出很好的发展前景,能够帮助解决当前精馏技术面临的各种难题,提供一种全新的解决办法,助力行业发展达到更高水平。

2 分离原理与机理阐释

2.1 组分间挥发度差异机制

组分之间挥发度的不同是精馏分离过程中一个关键的理论基础,通过调整和控制这些不同点,可以有效提升目标组分的分离效果。挥发度是用来评估物质蒸发能力的一个重要指标,与物质的分子结构、相互之间的作用以及热力学的基本属性有着非常紧密的联系。当乙二醇作为一种辅助材料加入到系统中后,其独特的物理和化学特性能够改变体系内其他组分的挥发特性,从而让低挥发性物质和高挥发性物质之间的挥发度差距变得更大。这个机制依靠乙二醇与目标组分之间的非理想相互作用,比如氢键作用、极性效应和分子间范德华力这些因素。乙二醇在液相中可以与某些特定组分产生非常强烈的相互作用,降低这部分组分的热力学活度,阻碍该组分进入气相。乙二醇还能起到润滑作用,改善塔板或填料表面液膜的均匀分布情况,提升传质效率,从而扩大不同组分的挥发度差异。这样的增强效果帮助提高了精馏分离的效率,同时实现了对复杂化工物料的高纯度分离,为精馏技术的发展带来了全新的思考方向和非常广泛的实际应用前景。

2.2 传热与传质基本机理

乙二醇在精馏分离中的高效应用完全依靠分离过程中传热和传质的基本原理。传热是精馏塔正常运转中非常重要的一个环节,会直接影响到塔内部温度分布的形成以及整体热效率的提升效果。在塔板或者填料结构上,可以利用不同组分之间存在的温度差别,来完成热量从温度较高的区域向温度较低区域的平稳传输,这样的过程对于帮助组分顺利从液体状态转变为气体状态起到决定性的作用。而传质则是通过气相和液相两个部分进行组分的扩散和相互交换,最终促进那些挥发能力存在明显差异的物质表现出来,这样就能很好地推动分离目标的达成。在传热过程的设计中,塔设备的结构和物理参数对热量输送的均匀性发挥关键作用,借助适宜布局冷凝器和再沸器能更有效地提升能量利用率。传质效能首要依靠气液界面扩散速率与物理性质。乙二醇充当辅助剂,能改善液体薄膜的传质性能,增加气液接触面积,让更多目标组分参与到分离过程中。乙二醇的作用还表现在改善相对挥发度这一方面,

其特殊的化学性质能够改变物质传递的方式,使得高沸点成分和低沸点成分分离效果变得更好。有关传热和传质的基本原理研究为乙二醇的精馏分离过程提供了坚实的技术保障。

3 操作条件调控与能耗管控

3.1 工艺参数合理选择

精馏分离过程中,工艺参数的选择会直接决定分离效果的好坏以及能量消耗的高低,这一点非常重要。乙二醇在精馏流程中起到关键作用,主要表现在能够增强不同组分挥发能力的差距,让分离条件变得更加完善。温度和压力是精馏塔运行中最重要的两个参数,须保持合适的塔内温度梯度和压力环境,这样才能显著提高目标组分的分离效果。考虑到乙二醇的物理化学性质,适当调整加入的比例和分布方式,就能进一步优化整个精馏过程的分离表现。

进料位置和塔板数量必须依据待分离组分的特性实施改进。适当安排进料位置能够保证组分充分接触,加快传质速率,塔板数量的设计应当平衡分离需求和能耗水平,以实现技术效益与经济收益的均衡。回流比参数对于影响分离效果有重要影响,同时也对塔内能量消耗产生调节作用,通过科学调整可以在确保产品质量的前提下减少运行费用。各个指标互相作用产生影响,必须根据实际生产要求进行整体调整,这样既能提高分离效果又能尽量降低能源消耗和原料浪费,为化工产品实现环保和高能效发展提供关键帮助。

3.2 能耗降低与物料回收策略

在精馏分离这个生产环节里面,把能源消耗控制到最低并且把有用的物质全部收集起来再使用,这两点成为提高整个生产过程经济效益以及保护周围生态环境最重要的两个方面。为了真正降低能源消耗,必须不断改进热能的使用方式,同时也要改善塔这类设备的运行情况。提高热能综合利用率是最有效减少能源需求量的方法,具体做法就是认真规划热交换的整体结构,充分利用好冷凝下来的热量以及再沸腾使用的热量,这样就能大大减少从外面引入高温能源的用量。此外,需严格控制进料温度、容器内压及塔底温度等关键操作参数,方能大幅降低蒸汽消耗,显著减少能量散失损耗。在物料回收领域,把非目标组分进行重复使用或者再次加工成为提升资源利用效率的重要方法。分离过程中,没有被精馏彻底清除掉的组分通过侧线塔或者尾气回收装置继续提纯,可以减少原料浪费。依靠严格调控回流比并且改进塔内气体和液体的接触效果,能够明显提高产品的纯净度,这样就能降低分离过程产生的副产物数量。结合使用先进的监测手段比如在线组

分分析仪和能量消耗监测系统,可以随时调节精馏运行参数来达到最高的回收效率和最低的能量消耗,给精馏分离工艺走环保道路提供非常有力的支持。

4 现场实施与性能提升

4.1 设备配置与工艺调适

在乙二醇参与化工产品精馏分离的整个阶段,设备配置的恰当挑选加上工艺参数的合理调整对于分离性能发挥非常重要的作用。塔设备的设计工作必须全面考虑到乙二醇的物理化学特性,依靠改进塔板类型、填料材质以及塔径高度比等具体参数,来显著提升传热传质的效率。为了进一步加强分离效果,可以选用一种拥有大量气液接触面积的新型填料,比如规整填料,以此来充分展现乙二醇之间的挥发度差异所带来的分离优势。

于工艺调适方面,精馏关键参数的实时改进极其关键。借助对回流比、进料位置与进料温度的精准调节,可以明显提升目标组分的分离效能。平稳的压力控制在加强塔内蒸汽液体平衡中起到了关键作用。针对含乙二醇体系的分离,在工艺设置中特别应当注重以实现精细分离而规划的准确温度梯度分布,进一步减少能源损耗。

辅助设备例如热交换器以及冷凝器的工作表现明显影响到分离过程的整体效果。试验结果表明,挑选性能优秀的换热装置能够提高能量利用效率,并且降低电力消耗量,这充分体现出设备和工艺紧密结合所带来的关键作用。经过合理布置的设备加上工艺参数的改进调整之后,在保证产品纯度和产量达到规定标准的情况下,可以有效控制运行费用,从而为推动绿色生产方式奠定坚实基础。

4.2 产品纯度与收率提升效果

在使用乙二醇来帮助完成化工产品精馏分离的实际操作过程中,通过不断改进塔设备的结构设计和调整精馏操作的具体参数,成功让产品的纯度和产量都得到了很大的提升。实验数据清楚地显示,乙二醇能够有效增加目标组分和杂质组分之间的挥发性差别,从而加快分离的速度,改善分离的效果。在工艺调试的环节中,针对各种组分的物理特性以及它们之间的相对挥发度,需要准确控制好回流比、进料的位置安排以及塔顶的压力水平这些关键参数,把核心重点放在这些参数的合理调节上,通过灵活改变操作条件,成功降低了杂质出现共沸的情况,让成品中的目标组分纯度得到了很大提升。依靠优化传质效率和加强塔体内部流体流动的复杂情况处理能力,分离所需要的时间大大缩短,单位时间内产品的产出量也有了明显的增长。实际现场运行的结果显示,采取多种优化措施以后,产品分离的质量和效率都得到了很大的提升,同时也为企业降

低成本、增加收益和实现环保生产提供了非常可靠的保障。

5 绿色生产与未来趋势

5.1 低能耗运行实践

节能运行的实际应用对于化工产品精馏分离过程来说有着非常重要的现实价值。依靠不断改进操作环境并且采用全新的技术手段相互配合,完全可以大幅度减少能源消耗量,最终达到一种环保又高效的生产方式。在乙二醇的帮助下,相关研究清楚地表明,在精馏整个流程中如果能把回流比和加热功率这两个关键参数管理得当,就可以很好地减轻塔顶冷凝部分的压力负担以及再沸器传递热量的负担,同时还能确保分离效果一直保持稳定状态。针对设备在日常使用过程中经常出现的热量散失情况,引进了多级热集成的设计方案以及热能阶梯式使用的具体技术方法。依靠热泵这种实用工具以及适合低温蒸汽的高性能换热设备,能把那些能量利用率不高的废热资源重新加以回收再利用,从而让整个系统的总能耗明显减少。

操作过程中采取灵活调整方法,为达到节省能量目的提供了实际可能性。物料送入量发生变化时,使用可以自动改变控制方式的程序来监视塔内部各种参数,并及时做出相应调节,保证精馏过程一直保持高效稳定状态,防止发生多余的能量损耗现象。加入太阳能加热装置以及新型储存材料后,大大拓宽了可再生能源在化工分离环节的应用范围,为建立更加清洁并且长期稳定的生产方式打下了坚实的基础。上述措施不仅显著降低了能耗,亦为同类分离工艺的优化提供了借鉴,有助于推动化工行业向低排放、可持续的生产模式转型。

5.2 可持续发展前沿方向

在化工产品精馏分离这个领域,推动可持续发展的想法已经成为特别重要的研究方向。人们开始使用那些效率更高的分离方法和绿色化学的理念,这样就能明显减少对各种资源和能源的浪费。多功能塔设备的研究和开发,为改善分离工作的流程带来了全新的解决办法,在精馏过程中,副产品的回收再利用以及循环再生的技术手段越来越受到大家的关注和重视。一些没有毒性或者毒性很低的辅助材料被加入到工艺中去,确实让整个生产过程的环保水平得到了很大的提高,完全能够同时满足分离工作的高效要求和保护生态环境的需求。在相关的研究领域中,结合先进的数字化和智能化控制系统的应用,能够帮助人们随时监控并改进精馏工作的具体流程,从而大幅降低在运行过程中产生的能源浪费问题。依靠多种先进技术的联合应用,比如先进的材料制造技术、机械设备的设计优化方案,还有节能技术的不断创新突破,未来一定会为化工分离工

艺实现更加绿色环保的目标提供持久有力的支持,同时也为整个化工行业走向低碳化和可持续发展的长远目标打下牢固且坚实的基础。

6 结束语

文章选择乙二醇在化工产品精馏分离中的应用作为主要研究方向,全面分析了乙二醇在如何改善不同组分的挥发度差异,如何提高产品纯度和回收率等方面的技术优点。通过改进精馏操作参数、塔设备结构以及工艺配比的具体方式,证明了乙二醇可以有效缩短分离所需时间,降低能源消耗,减少物料损失。研究成果为多种化工产品的分离工作提供了可行的技术途径,同时为推广环保且高效的生产方式提供了理论依据和实际操作的支持。当前的研究仍然存在一些不足之处:一是针对不同原料体系中乙二醇之间的相互作用机制以及在复杂混合体系中的具体应用效果,相关研究还不够深入细致,需要更多探索和验证。二是精馏过程中的操作参数调整,在实际大规模工业化运行环境中,稳定性还需要进一步确认,数据采集和统计样本的数量也需要增加,以确保方法的通用性和可信度。三是塔设备结构与操作条件的匹配优化仍有较大改进余地,部分实验数据离实现全流程连续化、智能化控制的目标还存在一定差距,需要不断改进和完善。未来的研究可以从几个方向入手:一是深入分析乙二醇与目标组分之间的相互作用机制,以便更好地调节和优化分离效果。二是利用多变量实验设计和数值模拟技术,进一步完善精馏操作参数,实现工艺参数的精确控制和管理。强化与工业实际条件的结合,针对不同产品特性研究新型塔器设计以及流程集成方案,为化工分离技术的持续创新奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]王英英,贾宇,贺娜.煤制乙二醇精馏 1,2-丁二醇有效分离的探讨[J].化工管理,2022,(1):140-143.
- [2]黄良浩,李薇,曹志凯.乙二醇单甲醚和 N-甲基甲酰胺的萃取精馏分离工艺[J].厦门大学学报:自然科学版,2021,60(1):37-43.
- [3]李传坤.MTO 过程关键精馏分离序列设计与优化[J].化学工程,2021,49(10):37-42.
- [4]朱芳振.二氯丙醇溶液精馏分离过程的研究[J].齐鲁石油化工,2023,51(1):23-26.
- [5]余时捷,路战胜,李诺,等.乙二醇萃取精馏分离异丙醇-正丙醇-水三元混合体系的流程模拟与优化[J].当代化工,2022,51(12):2973-2980.

作者简介:李晓晴(1990.03—),女,汉族,河南省永城市人,本科。