

化工精馏高效节能技术开发与应用效益

顾金涛 (智汇 (天津) 工程设计院有限公司, 天津 300350)

摘要: 精馏是石油、化学工业中广泛使用的一种混合液分离方法, 在此基础上挖掘该方法的能耗潜能, 是国内外学者、技术人员、石油工业等多个领域共同追求的目标。本文从化工精馏技术原理及影响因素入手, 对精馏高效节能技术开发及其意义进行阐述。并选取分级换热技术、多效精馏技术、塔系热集成技术、膜分离技术等典型的化工精馏高效节能技术进行具体分析。最后从创新引进新型精馏设备, 应用智能技术两方面对化工精馏高效节能技术开发与应用发展方向进行展望, 并对技术应用效益进行总结, 以期为其开发和应用提供一定借鉴和参考。

关键词: 化工精馏; 高效节能; 技术开发; 应用效益

随着全球能源危机的加剧和环境污染问题的日益严重, 节能减排已成为各国政府和企业关注的焦点。化工行业作为能源消耗和环境污染的重要来源, 其节能减排的任务尤为艰巨。化工精馏是一种常用的分离技术, 广泛应用于石油化工、化学制药、精细化工等领域。然而, 传统的化工精馏存在能耗高、效率低、环境污染等问题, 亟需开发高效节能的精馏技术。因此, 开发和应用高效节能的化工精馏技术具有重要的现实意义和迫切需求。

本文通过探寻高效节能的化工精馏技术, 总结现有精馏技术的优化和创新之处, 力求降低化工生产过程中的能耗, 提高能源利用效率, 推动化工行业的绿色发展。

1 化工精馏技术原理及影响因素

1.1 化工精馏技术原理

化工精馏是一种广泛应用于化工行业的分离和提纯技术, 主要利用不同物质在同一温度下具有不同蒸汽压的特性, 通过加热使混合物中的各组分逐渐汽化, 然后通过冷却使其凝结, 从而实现物质的分离和提纯。化工精馏在石油、化肥、冶金、制药等众多领域具有广泛的应用, 是化工生产过程中不可或缺的关键环节。化工精馏过程主要包括加热、汽化、分离和冷却几个步骤。

首先, 将待分离的混合物加热至一定温度, 使其中的低沸点组分开始汽化; 然后, 将产生的蒸汽送入精馏塔进行分离, 通过塔板或填料的作用, 使蒸汽中的各组分根据其沸点和蒸汽压进行分级凝结; 最后, 将分离得到的各组分进行冷却和收集。在整个过程中, 操作条件的控制和精馏塔的设计对分离效果和能耗具有重要影响。

1.2 化工精馏影响因素

化学精馏是一个非常复杂的过程, 受到诸多限制, 如温度和压力等。化学精馏产品的品质受精馏塔压强、进塔物料量、塔内温度、回流比等因素的影响, 且影响程度各不相同。随着精馏塔中压力参数的变化, 塔板上的单组份物质势必会发生变化, 若原材料中掺杂了大量的杂质, 必定会对精馏进行干扰, 从而难以确保成品品质。同时, 精馏塔的进料量也应进行严格的控制, 不可超过设备所能容纳的极限, 否则会影响生产的品质。此外, 在化学精馏过程中, 必须确保精馏塔、零件的温度在最适宜的范围内。

在精馏过程中, 若工人出现操作错误, 造成塔中温度下降, 那么将会造成塔内负载增加, 物质分离效果无法达到期望, 组成不能保持完全稳定, 进而产生一些杂质, 将对化学精馏的效果产生负面影响。此外, 还应注意回流比对精馏过程的影响, 确保精馏过程的顺利进行。在较高的回流率下, 可以提高产物的品质; 若低于此值, 则材料类别将不可避免地产生偏差。因此, 在开展化学精馏时, 必须要对回流比进行控制, 保证其在标准范围内, 从而使化学精馏操作顺利进行。

2 精馏高效节能技术开发及其意义

在传统的精馏塔中, 气-液两相之间的热量传递主要依赖对流换热。此过程的能源消耗在整个生产流程中所占的比例超过 50%。所以, 对精馏工艺进行节能技术的研究是十分必要的。精馏高效节能技术有利于降低化工精馏过程的能量消耗。通过对工艺参数进行优化, 对传热反应速率进行严格调控, 合理调节水蒸气流量, 使精馏塔中的水蒸气进行柔性转换, 从而提高水蒸气的热效率, 并充分运用分层换热技术, 进一步降低化工精馏过程能量消耗。化学精馏通常在多

个精馏塔内进行，因此需要多个程序串联，精馏高效节能技术可以保证精馏塔能量被有效回收，然后再进行分配，让能量被最大限度发挥出来。在凝结和气化的过程中，能耗可被控制在合理的范围之内，并使所提取组分可被高效分离，从而极大提高精馏的效率。

3 化工精馏高效节能技术开发

在分离化学混合物时，通常采用的方法是精馏，但其所耗费能量巨大，约占整个生产过程的70%。要解决该问题，就必须研究高效的节能技术，寻找切实可行的方法，将能量损失控制在一个合理范围内，并保证材料分离的效率和质量得到显著的提升，从而保证化学工业的持续发展。

3.1 分级换热技术的节能效果

为了确保低级能量的有效使用，需要对精炼塔维度进行相应的调整，确保能够达到均衡程度，特别是温度和冷热都要保持在一个最佳水平。为此，可采用分层传热技术，减小塔顶和塔底之间的温差。分级换热技术的主要目的是通过合理的热量利用和分布，降低能源消耗，提高精馏过程的热效率，其核心思想是将精馏塔内的热量进行分级回收和利用，降低蒸汽和冷却水的消耗。该热技术基本原理是利用热力学原理，将精馏塔内的热量进行分级回收和利用。具体来说，通过在精馏塔的不同位置设置换热器，将塔内的热量进行有序的传递和利用。以此减少外部热源（如蒸汽）的输入，降低冷却水的消耗，从而实现节能。

在应用分级换热技术时，需根据具体工艺条件和热力学特性，在精馏塔内合适位置设置换热器，将塔内热量进行分级回收，使高温热量优先用于高温段的加热，低温热量用于低温段的加热，进而提高热量利用效率，降低能源消耗。并通过调整进料温度、回流比等操作条件，实现热量的最佳分布和利用，进一步优化操作条件。在实际运行中技术人员还应动态调整换热器的工作参数，以实现最佳的热量回收和利用效果。

3.2 多效精馏技术应用效益

要想有效地降低化学精馏的能源消耗，就需减少不必要的能源损失，使蒸气热能得以回收。为此，化工企业必须清楚地认识到物质的纯化需求，并以其为依据，以精馏技术为目标，保证多效精馏技术的有效应用。多效精馏技术是一种高效节能的化工精馏技术，其原理是利用多个精馏塔进行串联操作，将混合物分成多个组分，从而实现高效分离和能量回收。该技术

具有能耗低、效率高、操作简便等优点，被广泛应用于石油化工、化学制药、精细化工等领域。

多效精馏技术在使用时，需要注意以下几点：采用多个精馏塔串联操作，将混合物分成多个组分；保证回流液可以被利用于下一个精馏塔的加热；对塔板数目、塔板间距、塔顶温度、回流比等操作参数进行优化和调整；保证加热蒸气、物料流向的合理配置，分清顺流、逆流、平流，控制高压塔、低压塔的进料，保证功率的显著提升。此外，在对精馏装置的节能效果和效数进行分析时，必须确定所需的计算公式，以使其具有较高的准确性。

随着塔群的增加，能量消耗的效率也会越来越高，根据数据分析，单塔能量消耗的能量消耗是0，双塔能量消耗的能量消耗是50%，三塔能量消耗的能量消耗是67%。要注意的是，随着效率的提高，节能效果也会随之下降，所以在确保节能效果和经济效益的前提下，一定要确定好精馏塔的数目，一般情况下，2-3个是最合适的。

3.3 塔系热集成技术提高能源利用率

在分离混合类化学品时，为显著提升分离品质，减少精馏的能量损失，就需使热量得到更为充分地利用。化工企业要根据生产实际，运用技术研发成果，保证塔系热集成技术的不断发展，使其在应用中处于较为稳定的状况。塔系热集成技术是一种高效节能的化工精馏技术，其原理是通过优化精馏塔的结构和操作参数，将废热和余热进行回收和再利用，从而实现能量的高效利用和节能效果的提高。因而具有能耗低、效率高、环保等优点。

在应用塔系热集成技术时，首先需进行精馏塔的结构优化，如增加塔板数目、减小塔板间距、增加塔板面积等，以提高塔系的热传递效率和分离效率。其次采用热交换器、热泵等设备进行热集成，对精馏塔的结构、热集成设备的选择和操作参数进行优化，以实现最佳的节能效果和经济效益。

在对精馏塔进行原料投入时，需保证其配比的科学性，并构建完整的标准体系。例如，为使材料投入率更具科学性，需保证塔内液体含量在合理的范围内，从而达到内部的热量整合；原油精馏要对各组分进行有效的分离，烷烃、环烷烃、芳烃均要做到馏分不同，根据其物理特性进行成功回收，并以沸点差别为基础，进行温差平均值的计算，使处理更具有实效性。对于冷凝性比较低的情况，在处理时应当将其置于精馏塔

系中,进而对损失蒸气的热量进行收集,从而提高能量利用效率。

3.4 膜分离技术提升环保效益

膜分离技术是一种在化工精馏过程中广泛应用的高效分离方法。该技术是一种物理分离方法,主要利用半透膜的选择性通透性,使待分离物质在驱动力作用下通过膜层,实现物质的分离和浓缩。其基本原理是利用半透膜的孔径大小、电荷特性和亲疏水性等特点,对不同物质进行选择性的分离,并在外部驱动力(如压力、电场、浓度梯度等)作用下,分子或离子通过膜层,实现分离。

与传统的化学精馏技术相比,膜分离技术具有较高的分离效率,可实现高纯度的产品分离,且由于膜分离过程是在常温常压下进行的,无需加热或冷却,因而大大降低了能源消耗。膜分离技术操作简便,设备结构简单,易于实现自动化控制。同时,由于膜分离过程中无需添加化学试剂,降低了操作复杂性和环境污染风险。此外,膜分离设备占地面积小,可节省生产空间,在分离过程中无需加热或冷却,降低了辅助设备的需求,使整个系统更加紧凑。

4 化工精馏技术的发展方向

4.1 创新引进新型精馏设备降低能耗与成本

伴随着科技的持续进步,化工企业已基本迈入自动化、机械化时代。然而,在化工精馏技术方面必须持续地对化工精馏技术展开创新,并与现实状况相结合,引进先进的化工精馏技术和设备,逐步建立统一标准规范,在重点环节和区域安装能源设备和污染处理装置,确保化工精馏技术的节能环保。

新型精馏设备的研发和应用可以提高生产效率、降低能耗、减少环境污染,从而推动化工精馏技术的发展。比如,传统的精馏塔填料存在传质效率低、压降大等问题,而新型高效传质填料具有较高的传质效率和较低的压降,可以提高精馏塔的处理能力和分离效果。新型精馏设备还可以通过热量回收、机械能回收等方式,实现能量的有效利用,并通过引入余热回收系统,可以将精馏过程中产生的废热用于其他生产过程,提高能源利用效率。此外,在未来的化工精馏高效节能技术的开发中,还应广泛应用结构紧凑、安装方便、运行可靠的模块化精馏设备,借助模块化的设计实现精馏设备的快速安装和调试,降低设备投资成本,并根据生产需求进行灵活调整,提高生产过程的适应性。

4.2 应用智能技术实现可持续发展目标

化工精馏技术的发展方向之一是应用智能技术,以提高精馏过程的自动化程度、优化操作条件、降低能耗和提高产品质量。比如可以采用先进的传感器、执行器和控制器等设备,实现对精馏过程中的温度、压力、流量、浓度等关键参数的实时监测和控制,并利用模糊控制、神经网络控制、自适应控制等智能控制算法,实现对精馏过程的精确控制,提高生产过程的稳定性和可靠性;利用数据挖掘、机器学习、深度学习等智能技术,对精馏过程中产生的大量数据进行分析 and 挖掘,实现对设备故障、生产异常等问题的实时诊断和预测;利用物联网、云计算等技术,实现生产过程的信息化和数字化,提高生产过程的透明度和协同性等。进一步实现化工精馏过程的自动化、信息化和智能化,提高生产效率、降低能耗、减少环境污染,为化工行业的可持续发展提供有力支持。

5 化工精馏高效节能技术应用效益

随着全球能源危机和环境问题日益严重,化工行业面临着巨大的压力和挑战。因此,开发和应用高效节能技术已成为化工精馏领域的迫切需求和发展趋势。精馏设备的高效节能对于企业降成本、行业绿色低碳、社会节能减排具有非常重要的意义。

通过采用高效节能技术,可以显著提高化工精馏过程的生产效率、产品质量,降低生产成本,实现环保和可持续发展。这将有助于化工企业在激烈的市场竞争中立于不败之地,为全球经济和社会的可持续发展做出积极贡献。然而,化工精馏高效节能技术的开发和应用仍然面临诸多挑战,如技术研发投入、政策支持、市场推广等方面的问题。因此,我们需要加强跨学科、跨行业的合作,推动政策、资金、技术等多方面的支持,为构建绿色、低碳、可持续的化工产业体系贡献力量。

参考文献:

- [1] 王俊杰. 化工行业精馏高效节能技术的开发及应用[J]. 中国高新科技, 2023(04):102-103.
- [2] 李江波. 化工精馏高效节能技术开发及应用研究[J]. 山西化工, 2022,42(07):142-143.
- [3] 姚春艳. 化工行业精馏高效节能技术的开发及应用[J]. 化工管理, 2022(20):37-39.
- [4] 林号然. 化工精馏高效节能技术开发及应用分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022,42(08):162-164.