

# 化工精馏高效节能技术及应用

佟易澄

天津利安隆新材料股份有限公司 天津 300100

**摘要：**化工精馏高效节能技术是化工行业实现能源高效利用和减少污染排放的关键技术之一。该技术利用先进工艺，最大程度地减少能耗，同时保障产品质量和生产安全。高效节能精馏技术的应用将成为化工企业实现节约能源、降低生产成本和提高经济效益的必要手段。随着环境保护意识的提高，化工精馏高效节能技术的应用将会更加广泛。

**关键词：**化工精馏；节能技术；开发；应用

## 1 精馏技术应用的基本原理及意义

### 1.1 精馏技术应用的基本原理

精馏技术是一种基于不同物质具有不同沸点的物理特性，利用加热或制冷手段将混合物中的不同组分进行多次汽化和冷凝，从而实现混合物的分离提纯的技术。具体来说，精馏的基本原理是将混合物中的组分随温度和压力的变化而进入不同的相态，即汽化和冷凝。当混合物被加热时，一些组分会以气态的形式蒸发出来，而其他组分会留在液态中。当蒸汽被冷却时，一些组分会以液态的形式冷凝下来，而其他组分则会继续以气态的形式存在。通过多次重复这一过程，即通过多次加热、冷却和汽化、冷凝的循环，可以将混合物中的不同组分逐步分离出来，从而达到提纯的目的。在精馏过程中，需要使用加热或制冷手段来调节温度和压力，以控制混合物中组分的沸点和相态变化<sup>[1]</sup>。

### 1.2 精馏技术应用意义

精馏技术是一种将混合物通过物理方法进行分离的方法，具有广泛的应用意义。首先，精馏技术可以将复杂混合物分离成纯净的单一化合物，从而提高产品的纯度和质量，并满足日益严格的质量控制要求。其次，精馏技术是工业生产中不可或缺的关键技术，广泛应用于石油、化工、制药、粮食等领域中，从中分离出各种物质。此外，精馏技术经过不断创新和发展，逐渐扩大了其应用领域，如在能源领域和环境保护领域等方面也发挥了重要的作用。在石油和化工行业中，精馏技术的应用可以将原油转化为各种石油产品，如汽油、煤油、柴油等，这对于满足不同的油品需求是至关重要的。在农业领域中，精馏技术可以将农作物中的各种成分分离出来，生产出高纯度的农药和生物制剂等产品。在医药行业中，精馏技术可以分离出一些成分相近的药物或药物前体，打造制药行业硕果累累的药品产品线，这对人类的健康和医疗产业的发展都有着重要意义。

## 2 化工精馏高效节能技术开发

### 2.1 分级换热技术

化工精馏是化工行业中不可避免的一项重要工艺。然而，传统的精馏技术存在诸多局限性，如能耗高、过冷过热、结垢等问题，使得精馏成本增加，环境污染增大，生产效率低下。因此，发展精馏高效节能技术成为此领域研究热点。分级换热技术，即采用多层次热交换装置，提高吸收剂的换热效率是一种非常有效的高效节能技术。分级换热技术是化工精馏过程中的一项先进热传递技术<sup>[2]</sup>。精馏过程中，从底层塔板上升的蒸汽和从上层塔板下降的冷凝液通过间隔摆放的板式换热器，实现了球形范畴内的多次热交换，从而使得冷凝液迅速降温，蒸汽迅速升温。这种分级换热技术能够完全克服传统的精馏技术过程中存在的能耗高、传热效率低、设备占地面积大等问题。

采用分级换热技术进行化工精馏可以达到高效、节能和环保的效果。相对于传统的精馏技术，分级换热技术在同等条件下，对能源消耗、污染排放和环境问题的改善都存在显著的优势。选择高效节能技术实施化工精馏具有重要的经济意义和社会意义，不仅能大大提高精馏过程的效率和环保程度，而且能更好地提升企业价值和竞争力，为可持续发展做出重要贡献。

### 2.2 塔系热集成技术

化工精馏是一种重要的工业分离技术，但传统的精馏技术存在着能耗高、过热过冷等问题，不仅影响产品质量，还增加了生产成本。近年来，塔系热集成技术日渐成熟，被广泛应用于化工领域，为化工精馏过程的高效节能提供了新思路。塔系热集成技术是一种将多种精馏塔组合成一个整体进行热量集成的技术。通过对废热和新鲜热的合理利用和回收，减少了精馏过程的热耗，提高了单位产物的能量利用效率。同时，塔系热集成技术结构紧凑，占用空间少，运行稳定，不仅提高了设备

的稳定性，还有利于化工生产厂房的空间利用。采用塔系热集成技术进行化工精馏能够达到高效、节能、环保的效果，并且在实际应用中取得了良好的效果。具体而言，通过能量回收和热集成，产品的分离能力得到提高，精馏过程的能耗降低，生产成本也得到了有效地控制<sup>[3]</sup>。此外，塔系热集成技术还具有多种重要的优点，如热交换面积小、操作便捷、节省人工和物力设备等。因此，它被广泛应用于石油化工行业，水处理、环保、制药、食品等领域。例如：将生活污水处理站产生的沼气进行再利用，建设沼气发电站。通过压力容器和热交换技术多级利用沼气能源，生产蒸汽和热水供周边地区使用。

### 2.3 多效精馏技术

多效精馏技术是一种高效节能的化工精馏技术，它采用先进的热力学模型，通过多台精馏塔进行异丙醇、工业甲醇等化工产品的分离和纯化。相比于传统的精馏技术，多效精馏技术具有很多优点，可以显著减少精馏过程中的热耗和能耗，提高生产效率和产品质量。多效精馏技术的实现依赖于先进的热力学模型和新型精馏塔的应用。通过使用热力学模型对精馏过程进行模拟和分析，可以有效地提高精馏塔的效率 and 纯度。新型精馏塔采用不同的结构设计，加强塔体内的流体混合和传热，使得塔体具有更好的传质、传热效果。同时，多效精馏技术采用逆流式操作模式，能够更好地控制过程中的热量和质量平衡，从而提高操作效率和产品品质。多效精馏技术可以在很大程度上促进化工行业的可持续发展。其高效节能的特点不仅可以降低生产成本，提高产出率和产品质量，还可以减少环境污染，为社会和环境做出积极贡献。因此，多效精馏技术已经得到越来越多化工企业的广泛应用和推广<sup>[4]</sup>。在实际应用中，多效精馏技术可应用于石化、化工、炼油等行业的精馏过程中，例如汽油加氢装置、催化裂化装置、催化重整装置等。通过采用多效精馏技术，企业可以高效地利用低位能热量，提高产品的质量和收率，降低环境污染和温室气体排放，实现可持续发展。

## 3 化工精馏高效节能技术的应用策略

### 3.1 化工精馏高效节能技术的应用

(1) 优化精馏过程：通过改进工艺参数、换热器结构、操作方式等手段，提高精馏过程的生产效率和能源利用效率。例如，采用新型填料和塔盘、高效导向筛板等技术，提高塔板效率，减小塔的操作压力和蒸汽消耗量。

(2) 采用新型高效节能设备：例如高速离心机、高效节能器等，降低单位分离面积所需能量，提高分离效果和能源利用效率。

(3) 采用精馏智能控制系统：通过自动化、精准化和节能化的控制策略，对精馏过程进行全面优化控制，提高生产效率和能源利用效率。

(4) 综合运用多种技术手段：根据不同化工精馏过程的具体情况，综合运用多种技术手段，以达到最佳的节能效果和经济效益。例如，将高效导向筛板技术与新型填料技术相结合，实现高效传质和热传质的双重优化。

(5) 制定合理的投资回报率：在应用化工精馏高效节能技术时，需要制定合理的投资回报率，平衡技术投入、设备投资和经济效益之间的关系，确保项目的可持续性和可行性。

### 3.2 加强分级换热技术开发及应用的有效性

分级换热技术是一种高效节能的换热方式，其通过将热源分为多个级别进行热交换，使得热能的利用效率得到了显著提高。在化工行业，分级换热技术的应用可以有效地控制精馏、反应等过程中的温度变化，降低能耗和成本，提高产品质量。加强分级换热技术开发及应用，能有效提高其有效性。

#### 3.2.1 开发新型分级换热器

换热器的结构和材料也在不断更新和进步。开发新型分级换热器能够在降低热交换器能耗的同时，提高传热效率，例如，在一些制药等热敏性产品生产过程中，新型分级换热器需要具备良好的耐腐蚀性、耐磨性、耐高温性、耐压性、耐振动性等特点。因此，可以根据具体的环境因素和工艺要求，有选择的进行材料的优化设计。

#### 3.2.2 优化分级换热技术

在实际应用中，为了优化分级换热技术的效果，需要结合具体的工艺流程和操作要求，对换热器的设计参数、工作参数等进行精确的分析和优化。特别是在多变工艺和多微量子单的条件下，能够更精准地控制过程中的温度变化，提高换热效率。分级换热技术是一种新型的化工精馏高效节能技术，它通过将塔内不同温度段的热流体分别加热或冷却，实现能源的分级利用，从而提高精馏过程的生产效率和能源利用效率。分级换热技术的开发及应用，举例如下：

某石化公司在一座涉及多级塔板的丙烷脱氢装置中，采用分级换热技术对加热炉出口高温物料进行分段加热，并设置中间换热器对高温物料进行冷却。改造后，丙烷脱氢反应的热力学状况得到显著改善，加热炉出口温度降低了20度，中间换热器出口温度提高了30度，装置的能耗降低了8%左右，大幅提高了丙烷脱氢装置的经济效益。

分级换热技术在该石化公司的丙烷脱氢装置中的应用,证明了其可以在提高装置热力学性能的同时,有效降低能耗,提高装置的经济效益。这一技术也可适用于其他类似的化工精馏过程,如乙烯生产、苯乙烯生产等,具有广泛的适用性和推广价值。

### 3.3 完善塔系热集成技术开发及应用的科学性

塔系热集成技术是化工生产中应用广泛的一种节能技术。它通过对反应器、吸收塔、精馏塔等工艺设备进行热集成,充分回收和利用废热,实现热能的共享和利用,达到节能降耗、环保减排的目的。然而,完善塔系热集成技术的开发及应用的科学性仍然存在一定的局限性,可以从以下方面着手改进提升。

#### 3.3.1 全面分析热流和传质运动规律

在实际工况下,热集成应用的成功与否,需要充分考虑热流和传质在塔体内的复杂运动规律,进行科学合理的设计和运行操作。因此,在开发和应用塔系热集成技术的过程中,应加强对热流和传质的分析和研究,在必要的时候组织进行小试,中试等试验,以确保集成效果的可行性和有效性。

#### 3.3.2 创新塔体结构及材料

塔体结构和材料的创新能够有效提高塔系热集成技术的科学性和实用性。优化塔体结构设计,使得塔体内的热交换更加充分、高效,有效地提高热集成的效果(也可以防止雾沫夹带、液泛等非正常的不利工况产生);同时,选择合适的塔体材料结合装置所在地的气候条件,考虑适当的腐蚀裕量),提高耐温、耐腐蚀等特性,增强设备的塔体和塔内件的使用寿命和运行稳定性<sup>[2]</sup>。

#### 3.3.3 优化热集成技术装置

热集成装置是热集成技术的核心,装置优化能够有效提高热能利用效率和集成效果。可通过优化热集成装置中的换热器的结构、增加反应堆的运行稳定性等措施,进一步提高塔系热集成技术开发及应用的科学性。从以上三个方面进行完善,能够提高塔系热集成技术开发及应用的科学性,同时有效降低能源消耗,增强化工生产方式的可持续性发展,进一步推动化工行业的转型升级和可持续发展。

## 4 化工精馏高效节能技术的展望

### 4.1 自动化技术的应用

自动化控制技术是当下对于流股状态实时显示、安

全监测和过程控制的主要手段,也是未来化工精馏高效节能技术发展的趋势之一。使用自动化技术的设备能够自动检测和调整操作参数,从而实现精确的节能效果。例如,自动化的反应精馏技术,可以在减小能耗的同时,降低操作风险和安全风险。

### 4.2 新型高效降耗设备的应用

新型高效降耗设备是化工精馏高效节能技术的另一个发展方向,如多级热泵技术、热集成技术、回收再利用技术等。这些新型设备不仅能大幅降低化工生产的能源消耗,同时也能降低设备使用成本和降低生产过程中的环境影响<sup>[3]</sup>。

需要注意的是,新型高效降耗设备的应用需要根据不同化工精馏过程的具体情况进行评估和选择,以达到最佳的节能效果和经济效益。

### 4.3 各国政策推动化工精馏技术的发展

未来,各国政策将会对化工精馏技术高效节能方面提供更多的支持。例如,一些国家将逐渐淘汰老旧的化工设备,以鼓励企业采用更加先进的节能高效设备。综上,化工精馏高效节能技术未来的展望看好。在智能化技术和新型高效降耗设备的应用以及各国政策的推动下,化工精馏高效节能技术将会进一步发展,促进化工行业的转型升级,实现产业的可持续发展。

## 结束语

随着技术的不断发展和政策的支持,化工精馏高效节能技术在未来将会继续取得突破性进展。化工企业应倡导绿色生产,利用创新技术和材料,采取有效措施,推广和应用高效节能技术,实现化工行业的可持续发展,同时减少环境污染,提高工作效率。

## 参考文献

- [1]陈小祥.化工精馏高效节能技术的开发及应用[J].化工设计通讯,2019,45(1):194,222.
- [2]周兴庆.化工精馏高效节能技术开发及应用[J].化工设计通讯,2021,47(02):55-56.
- [3]张茂辉.化工精馏高效节能技术开发及应用[J].化工设计通讯,2021,47(02):78-79.
- [4]陈小祥.化工精馏高效节能技术的开发及应用[J].化工设计通讯,2019,45(1):202,230.
- [5]高鹤飞,李全新.化工精馏高效节能技术的开发及应用[J].中国化工贸易,2019,11(15):119.