

# 化工精馏高效节能技术开发及应用研究

李聚魁 魏美迎 (天津市普莱特科技发展有限公司, 天津 300384)

**摘要:** 近年来我国资源及能源的需求与消耗量逐日提升, 能源和环境问题成为现阶段我国社会难题。在此背景下, 开展化工精馏高效节能技术研究, 不仅能提升化工产业的能源利用率, 还能为企业带来实际的生产效益, 提升产品质量。本文在简要论述化工精馏工艺的基础上, 重点探讨了分级换热技术, 多效精馏技术和塔系统集成技术等现阶段应用较为广泛的化工精馏高效节能技术。

**关键词:** 化工精馏; 高效节能; 技术开发

化工产业作为能源消耗大户, 在节能减排的大背景下应不断提升生产过程的能源利用率, 现阶段我国的化工装备主要包括分离和反应两大过程, 其中又以分离过程的能源消耗量最高, 有数据显示, 分离过程的消耗量在总能源消耗量的 70% 以上。以化工精馏为代表的分离过程, 是现阶段应用节能技术的重点环节。但是在现实情况中, 化工精馏高效节能技术的开发及应用并不成熟, 影响因素较多。

## 1 化工精馏分析

以物料不同的物理性质使其分离, 一般要通过蒸馏塔实现, 利用底部蒸汽热能构成塔釜汽化物料, 之后通过塔板传热与传质, 在塔板中汽化分离, 多余物料通过塔顶冷却之后回收, 此为蒸馏主要原理。普通蒸馏具有较大的蒸汽损耗量, 会增加能耗, 利用精馏合理使用此部分热量, 从而实现节能。进料量、温度、塔压与回流比会对精馏造成影响, 塔压变化会对塔板构成造成直接影响, 改变分离浓度。为保证产品的质量。不可在加热釜和冷凝器中过多的进料。过多的进料会使塔底部的物料温度过低, 增加冷负荷, 影响分离过程。部分学者提出可适当增加回流比, 提升产品质量, 保持回流比在一个较高的区间内。

普通精馏都是一股进料, 塔底利用再沸器, 通过热能量体供给热量, 实现塔釜物汽化, 汽化物料在塔内下降和上升的液体物料通过塔板实现传热传质, 轻组分与重组分的分离, 主要通过塔板中的轻重组分凝和凝结过程实现。上升到塔顶的气体, 通过接触冷能量体实现冷凝, 冷凝后的物料回流返回塔顶部, 其中一部分作为产品输出。分析精馏过程中的能量散失, 可以发现蒸汽在塔顶部冷凝过程带走较多热量, 同时这部分能量可供给底部的再沸器, 如通过合理优化工艺流程, 则能大大降低冷凝过程的能量损失, 实现节能增效的最终目的。基于这一设想, 部分企业通过构建节能型的精馏设备, 实现了普通精馏塔冷凝热的回收利用, 典型的案例是热泵精馏流程和多效精馏流程。

## 2 化工精馏高效节能技术开发

化工生产中的精馏工艺操作复杂, 设备特殊, 精馏过程极易受到温度, 压力外在约束条件的影响。另一方面, 精馏塔内部的原料供给量、压强、塔体温度分布和

回流比等都会影响精馏产品的质量和产量。通常情况下, 精馏塔内的压强改变极易导致蒸馏塔上部的物料和其他物质发生化学反应, 改变单一组分的化学物料性质, 影响产品的质量, 导致最终产品还有较多杂质。与此同时蒸馏塔的进量量必须严格控制在使用装备的承受范围内, 若一次性投入过多的物料会导致产品质量的下降。再次, 对于化工精馏过程的温度控制至关重要。若温度控制不当, 致使蒸馏塔内的实际温度超出预设范围, 不仅影响了物料的分离效果, 还可能增加蒸馏塔的负荷, 影响节能效果。最后, 化工精馏过程的回流比是影响顶部产品质量的重要因素, 在回流比偏低时物料的分离效果差, 回流比过高, 则会导致耗能增加, 也不利于产品生产过程。

### 2.1 分级换热技术

部分学者基于提升低品位能源的利用效率原理, 提出了分级换热技术。化工精馏高效节能技术中的分级换热技术, 以实现温度的调节和平衡为手段, 更加精确的满足化工精馏过程中对于温度和压力的需求, 此技术可在一定程度上降低精馏塔底部和顶部的巨大温度差。除此之外, 分级换热技术通过在蒸馏塔中放置多个中间换热器, 平衡精馏塔温度压差较大时的温度分布。借由中间换热器调节实际温度, 并将中间换热器作为低品位冷凝器的能量源, 降低蒸馏过程的实际温度。通过这一设计替代了低品位的冷凝源, 大大降低了实际的能量损耗, 最后, 该技术通过设置多个再沸器, 实现各个塔板之间温度的调节, 根据低品位能源的实际需求转化能量的输送, 提升精馏过程的能源利用效率。该项技术不仅能实现整体热效率的提升, 还可在一定程度上稳定精馏塔产品的质量。

### 2.2 多效精馏技术

多效精馏技术的节能原理可理解为在温度和釜体内压力依次增加的精馏塔内依次加入原料, 低组分的塔可借由高组分塔的热能实现再沸器的供能, 同时为冷凝提供能源, 大大降低了低组分塔的热能消耗和高组塔的冷源水消耗, 显著提升能源的利用率。现阶段应用最为广泛的多效精馏技术是双效精馏工艺, 双效精馏工艺又细分为逆流、顺流和平流三个流程, 分别论述如下。首先, 在平流流程中, 蒸汽走向和顺流以及逆流的流程相同,

均采用双路进料过程，在高压和低压塔的塔顶和塔底都有物质产出，其中高压冷凝器的能源供给低压再沸器，降低能耗。其次是顺流流程，顺流流程工艺中原料依次经过高压蒸馏塔和低压蒸馏塔，其中高压蒸馏塔的釜底液可为低压蒸馏塔提供能源和热量。最后是逆流流程，双效逆流流程中，高压塔进入了蒸汽，低压塔进入原料，低压塔的再热器可由高压塔的热能供给。

### 2.3 塔系统集成技术

塔系统集成技术在大多数的精馏过程中都有应用，该技术在降低化工精馏运行过程中的能量消耗是效果明显，尤其是在单个蒸馏塔的能源消耗。该技术在应用中要求操作人员按照 1:1 的比例同时加入分子量相近的物料。同时，在收集不同性质产品时，应优先收集沸点较高的产品，依照回收物沸点的差别依次加入冷却等级不同的系统中，实现精细化操作。

## 3 化工精馏高效节能技术应用研究

### 3.1 提升分级换热技术应用的有效性

为进一步提升分级换热技术，在化工精馏高效节能领域的应用，实现化工精馏过程中的能量多级利用，保证分离和提纯的质量，应开展分级换热技术的有效性研究，建立全流程的分级换热技术应用规范，明确分级换热技术的重点和难点问题。与此同时，着重提升操作人员的技能水平，加强操作人员对温度控制的灵敏度和准确性。更进一步的，应开展换热器装置稳定性研究，规范换热流程。实现精馏塔内部数据的准确采集和稳定控制，进一步明确预期节能效果和实际换热效率的潜在差异，采取适宜的换热器和换热工艺，按照特定的换热类型拟定针对性更强的换热方案，提升换热元器件的利用效率。

在换热器的稳定性研究方面，可将塔板和底板做为研究载体，进行中间换热器的安装性研究，做好温度数据的实时收集和调节工作。在温度等数据准确收集的基础上，应优化冷凝剂的选择，最大程度的满足反应和分离过程中的温度需求，降低能耗。

### 3.2 提升塔系统集成技术的科学性

不同的化工企业应深刻理解塔系统集成技术的原理，依据自身的生产实际情况，不断完善塔系统集成规范，提升科学性。在塔系统集成技术的应用领域，一方面应提升应用模式的成熟性和稳定性，科学设计物料的投放比例；另一方面应加大资源投入，提升热量信息整合的有效性，建立规范的技术开发机制。

在物料投放比例方面，以原油的精馏过程为例，应控制塔内液量占塔总体积的比例在合理区间内，依据原油不同组份的化学、物理性质差异进行有效的分离，准确计算不同物质的沸点差异，充分利用冷凝器和再沸器的冷源及热源，提升恒温条件下的能源综合利用效率。

### 3.3 提升多效精馏技术的应用规范性

以多效精馏过程中的冷热介质温差利用为例，可依照逐塔逐级的热能降低方式，实现热量蒸汽的循环使用，

既避免了冷凝介质和外加蒸汽的中途添加，又可实现节能降耗的目的。用进一步的在多效精馏工艺的应用中，可调节物料和加热蒸汽的流向，科学控制高压塔和低压塔的进料。最后在综合考虑经济性和节能效果的基础上，应准确计算精馏塔的数量，通常情况下以 2~3 个为最佳。

### 3.4 优化化工精馏高效节能技术的使用方式

首先，为促进化工精馏高效节能技术的应用效果，化工企业应引进更多质量较高的精馏设备，在开展填充与分离时要采用效率较高的材料，适时缩减物料可能分离的时间，降低能源消耗。其次，针对精馏装置而言，要实行标准化的安装与制定，其应用的设备要带有节能减排性质，充分实现资源共享与技术共享，在应用节能精馏技术的过程中，相关人员若发现问题要立即处理，并借助科学性措施来改善该类问题。

其次，技术人员在运用节能精馏技术期间要主动找出其内部的工作原理，将该项技术的内在作用与优势发挥出来，避免出现因技术原理掌握不当而产生的盲性现象，阻碍了化工企业的节能降耗。如有必要，企业可邀请专业能力较强的技术人员开展精馏节能技术的现场教学与讲解，使工作人员熟练地掌握该项技术的操作流程与步骤，防止该项技术的应用不规范。

最后，技术人员可根据化工精馏节能技术来搭建数据模型，在该类模型中全面分析精馏节能技术引发的生产问题，对其生成的问题进行深入研究，并在模型中设置对应的处理措施，给此后节能技术的运用提供专业指导。在完成以节能精馏技术为主的模型试验后，相关人员可将试验中的数据设为标准，在实际使用该项技术时对其全面观察，通过适宜的数据对比来解决化工精馏节能技术的应用问题。

## 4 结语

通过上文的分析，可以看到我国化工精馏工艺在高效节能领域逐渐成熟，但仍面临诸多问题，需要技术人员加强理论研究和应用探索，结合新设备与新方法，提升节能降耗的管理能力，充分发挥化工精馏过程的技术优势。同时也应注意到我国高端化工和精细化工领域起步晚，与西方发达国家相比还有不少差距，应加强政策引导和人才培养工作。

### 参考文献：

- [1] 魏文博. 化工精馏高效节能技术开发及应用 [J]. 石化技术, 2020, 27(01): 23-24.
- [2] 孙炳栋. 化工精馏高效节能技术开发及应用 [J]. 化工设计通讯, 2019, 45(05): 155.
- [3] 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(01): 194+222.

### 作者简介：

李聚魁 (1983- )，男，民族：汉，籍贯：河北省沙河市，学历：研究生，现有职称：中级工程师，研究方向：化工分离与节能技术。