

# 化工过程中 BDO 的分离纯化技术研究

张晨旭

(内蒙古东景生物环保科技有限公司 内蒙古乌海 016040)

**摘要:** BDO 是一种重要的化学品, 广泛用于制造塑料、溶剂、聚合物和弹性体。高效的分离纯化技术对于提升 BDO 的生产效率和产品质量至关重要。本文详细探讨了蒸馏、萃取和膜分离三种关键分离技术, 以及针对这些技术的优化策略, 包括提高选择性的萃取剂和吸附剂的应用、膜分离技术的优化, 以及反应与分离耦合技术的研究与应用。

**关键词:** 1,4-丁二醇 (BDO); 蒸馏技术; 萃取技术; 膜分离技术; 分离纯化优化

## 引言

1,4-丁二醇 (BDO) 是化工行业中的一种关键原料, 其纯化过程的效率直接影响到最终产品的质量和生产成本。传统的分离纯化技术面临着高能耗和低分离效率的挑战。开发和优化 BDO 的分离纯化技术, 不仅对提高产品质量、降低生产成本有重要意义, 同时也对环境保护具有积极影响。

## 1. BDO 的分离纯化技术

### 1.1 蒸馏技术

在生产 BDO 的过程中蒸馏技术扮演着关键角色, 能够高效地将反应产生的混合物中的 BDO 分离出来, 从而实现纯净 BDO 的提取。通常情况下将混合物分解的提炼过程是在蒸馏塔内进行的, 加热使得液体蒸发, 蒸发后的气体穿越塔内的多层结构, 与冷凝液体进行热能交换, 这样根据各组分的沸点不同实现了分离, 其中沸点较低的组分汇集于塔的上部, 而沸点较高的组分则沉淀到塔的下部。在 BDO 的生产中, 决定性的蒸馏条件主要涉及对操作压力、温度和塔内回流比的精准设定与控制。BDO 的沸点大约为 230 摄氏度, 在标准大气压条件下, 常见的副产品如水、甲醇、乙醇等有机溶剂的沸点都相对较低。操作蒸馏塔条件精确化减压蒸馏降低 BDO 沸点减少热分解风险节约能源目的。在将 BDO 压力降至 0.5 至 0.1MPa 的条件下进行精馏, 使得沸点达到约 180° C, 从而生产出高纯度的 BDO, 同时提升了能源的利用效率。调整回流比是蒸馏过程中的一个关键操作, 能够显著影响产品的纯度和产率。较高的回流比率导致蒸馏塔内部回流液体量增加, 从而有助于提高 BDO 的纯度, 但同时也使得能源消耗上升。在蒸馏过程中进行精确调控, 以保障丁二烯氧化物 (BDO) 的高纯度, 增加产量同时降低能源消耗, 从而实现生产效率与成本的最优平衡。

### 1.2 萃取技术

与传统的蒸馏技术相比, 萃取技术操作更加温和且节能, 适用于分离对热敏感的物质, 尤其是对于那些沸点接近或共沸的物质组合的分离尤为合适。在生产 BDO 时, 萃取技术可作为有效的增强手段, 以提升纯化速率, 同时顾及反应物与副产物的繁杂性。在选择合适的萃取剂时, 关键是要评估对 BDO 的吸引程度, 以及它与水或其他溶剂的混合效果, 还需考虑其分离过程的简便程度。为提取 BDO, 常选用如醇、酮或酯等有机萃取剂, 这些溶剂能高效地从反应混合物中分离出 BDO, 并且在后续流程中易于分离。在以丁酮作为萃取剂的过程中, 操作可以在较低的温度下进行, 这不仅避免了 BDO 因热分解而受损, 还实现了能源消耗的降低。萃取过程中的关键操作参数, 温度、压力、萃取剂与原料的比例以及接触时间, 都会显著影响萃取效率和经济成本。温度上升有利于提高萃取效果, 但也可能导致溶剂对 BDO 的溶解能力增强, 从而使得分离过程更加困难<sup>[1]</sup>。

### 1.3 膜分离技术

膜分离技术利用半透膜的筛选作用, 依据分子的大小、亲水性或者电荷差异, 实现对不同组分的分离。膜分离技术, 包括微滤、超滤、纳滤及反渗透等多种类型, 能针对小分子有机物如 BDO 进行高效选择性过滤, 这一技术在 BDO 的纯化流程中得到了广泛的应用。在 BDO 的分离纯化作业中, 膜分离技术主要面临的挑战包括提高选择性、增加透过度和提升抗污染能力。为了提升分离效率, 膜材料需要具有高度选择性, 保障 BDO 畅通无阻, 同时拦截多余杂质。膜的过滤特性是决定处理效率和能源消耗的重要因素, 具有高渗透性的膜可以在较低的压力条件下运作, 这有利于减少与能源相关的费用。膜材料的抗污染特性对其持续有效运作至关重要。膜分离技术的设计操作中的工作压力环境温度 pH 值流速等参数对分离效率的

影响。在 BDO 的纳滤过程中,操作压力设定为 2-30 巴,温度控制在 30-40° C,这既保证了较高的 BDO 透过率,又降低了能耗。调整 pH 值能够改变 BDO 及其他有机物的溶解性,进一步提高分离效率。

## 2. BDO 分离纯化技术的优化策略

### 2.1 提高选择性的萃取剂和吸附剂

在 BDO 的分离纯化过程中,利用高选择性的萃取剂及吸附剂,可以提高分离效率与控制成本。高效的萃取剂能够从混合物中高效率地提取 BDO,同时遏制副反应的产生,简化分离流程,降低纯化的经济投入。在挑选萃取剂时,需全面考虑其与 BDO 的结合效果、对环境的影响、恢复能力以及所带来的经济效益。经过细心调配的化学结构,功能得到优化升级,能够研发出专门针对 BDO 的高选择性萃取剂。这些萃取剂在分离过程中能够快速且简便地被回收利用,重复使用,从而显著降低运营成本,并减轻对环境的影响。对 BDO 而言改善酮和醚类含氧化合物的结构,这些化合物作为萃取剂的选择性可以得到增强,从而有效提升其性能。在选择适当的吸附材料时,其物理特性,如孔径大小和比表面积,以及化学属性中的官能团种类和浓度,都是决定性的因素。制造一种吸附剂能够利用特异性分子识别技术,专门吸附 BDO 有效区别混合物中的 BDO 和其他类似物质,达到高效的分离效果。应用羟基或氨基官能团改性的硅胶吸附剂,可以利用其与 BDO 分子间的氢键作用,显著提高目标物质的纯化效率。为了实现萃取剂的最佳性能,提取过程中的操作条件,包括 pH 值、温度和接触时间等,需进行精确控制。为了优化吸附剂的性能,像 pH 值、温度和接触时间这样的吸附过程操作条件,也需要被严格和精确地控制<sup>[1]</sup>。

### 2.2 膜分离技术的优化

在对 1,4-丁二醇(BDO)进行分离纯化过程中,膜分离技术扮演关键角色,提供了一种高效节能且环保的提纯方法,同时该技术具有高度的可操作性。在选择适宜材质的过程中,重点衡量其筛选效果以及透气性。这种高选择性的膜能够准确区分 BDO 分子和其他化合物,具备良好的透过性,确保了处理效率的同时,在使用过程中保持低压力,从而减少了能源消耗。研制创新膜材料特殊功能化官能团复合结构膜增强选择性丁二醇(BDO)。细致调节操作压力、温度、pH 值和流速等关键参数,这些参数会直接影响膜分离效果及其稳定性。调整压力和温度,提高 BDO 的渗透率,解决膜的堵塞问题,以实现高效的分离过程。改变进料的酸性程度和调整

流速,显著减少膜表面的污染与结垢,进而有效延长膜的使用寿命。融合膜分离工艺和传统蒸馏、萃取方法,合作分离机制以提高分离纯化的整体效率。膜分离技术作为预处理环节,用于去除大部分水分和低沸点杂质,随后通过蒸馏或萃取方法进一步提升 BDO 的纯度。这种流程整合,不仅分离效果得到提升,还能实现能源消耗的降低和操作成本的减少<sup>[2]</sup>。

### 2.3 反应与分离耦合技术的研究与应用

在化学工程实践中,结合化学反应与物质的分离纯化技术,形成了一场创新性的革命,从而提升了生产过程的效率并降低了成本。在生产 BDO 的过程中,集成反应与分离技术常常结合催化反应器和膜分离设备,或者在化学反应过程中直接加入特定的分离单元,例如萃取、蒸馏或吸附。这种方法在化学反应进行时能够即刻提取 BDO,有效避免了反应物的过量积累和副产物的生成,进而提升了反应的选择性和产物的纯度。将膜分离技术融入反应器,可以连续移除水分和其他低沸点副产物,推动化学反应沿着更有利的路径进行,进而提高 BDO 的产量。通过结合技术,研究者们开发了新型催化剂,这些催化剂不仅能快速促进 BDO 的生成,还能在同一体系里推动特定副产品的转化或分离过程。对催化剂表层特性的精细调整,可以精确地调控催化活性位点,从而实现对反应途径的精准操纵,进而显著提高整个生产过程的效率。达成化学反应与物理分离的协同技术创新,全程精细管理,效率得以提升。涵盖条件控制温度、压力、时间原料比例分离过程调节分离温度压差流速。

## 结语

本文综合分析了化工过程中 BDO 分离纯化的关键技术及其优化策略。通过提高萃取剂和吸附剂的选择性、优化膜分离技术,以及研究反应与分离的耦合技术,可以显著提高 BDO 的分离效率和产品纯度。这些优化措施对于降低生产成本、提高生产效率以及减少环境影响具有重要的实际意义。

## 参考文献:

- [1]谢君.我国 1,4-丁二醇生产技术分析及展望[J].广东化工,2021,48(21):111-113.
- [2]武金山.Reppe 法合成 1,4-丁炔二醇浆液态催化剂分离过滤器改造和应用[J].河南化工,2021,38(11):29-31.
- [3]谢兰梅,陈纪忠.BDO 装置副产物正丁醇的分离提纯流程与模拟[J].化学工程,2016,44(09):65-69.