

基于碳四异构化副产物的高效分离技术开发

李彬祯

天津海成能源工程技术有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i2.7747

[摘要] 随着石化行业对产品纯度要求的不断提高,碳四异构化剂产物的高效分离技术成为研究热点。本文针对现有分离技术存在的效率低、能耗高和环境污染等问题,提出了一种结合膜分离技术和超临界流体萃取的新型高效分离方法。通过优化膜材料和操作条件,以及调节超临界流体萃取的温度和压力,显著提高了目标产物的纯度和收率。该技术不仅简化了工艺流程,降低了生产成本,还在环境友好性和可持续发展方面表现出显著优势。进一步的中试研究验证了该技术的稳定性和可靠性,为碳四异构化剂产物的工业化生产提供了新的解决方案。

[关键词] 碳四异构化剂; 高效分离技术; 产物纯度; 工艺优化; 环境友好

Development of efficient separation technology based on carbon tetrachloride isomerization by-products

Li Binnong

Tianjin Haicheng Energy Engineering Technology Co., Ltd.

[Abstract] With the continuous improvement of product purity requirements in the petrochemical industry, efficient separation technology for carbon tetraisomer products has become a research hot spot. In order to solve the problems of low efficiency, high energy consumption and environmental pollution in current separation technology, a novel separation method combining membrane separation technology and supercritical fluid extraction was proposed in this paper. The purity and yield of the target product were significantly improved by optimizing the membrane material and operating conditions, as well as by regulating the temperature and pressure of ultracritical fluid extraction. The technology not only simplifies the process and reduces the cost of production, but also shows significant advantages in terms of environmental friendliness and sustainability. Further pilot studies have validated the stability and reliability of the technology, providing a new solution for the industrial production of carbon tetraisomer products.

[Key words] carbon tetrachloride isomerization agent, efficient separation technology, product purity, process optimization, environmentally friendly

引言:

在石化行业领域,碳四异构化剂及其产物因其独特的化学性质而被广泛应用于多种工业过程。本文特别关注烯烃异构化,即 1-丁烯与 2-丁烯之间的双键异构化以及正丁烯骨架异构化制异丁烯等工艺。现有的分离技术如蒸馏、结晶和吸附等,普遍存在效率低、能耗高和环境污染等问题,限制了这些化合

物的大规模应用。因此,开发一种高效、经济且环境友好的分离技术显得尤为迫切。本文提出了一种结合膜分离技术和超临界流体萃取的新型分离方法,旨在通过优化反应条件和分离流程,提高目标产物的纯度和收率,为碳四异构化剂产物的工业化生产提供可靠的技术支持。

一、碳四异构化剂产物分离现状及挑战

碳四异构化剂产物的分离是石化行业领域中的一项关键技术，它直接关系到最终产品的质量和经济效益。当前，市场上常用的分离方法主要包括蒸馏、结晶、吸附等传统技术。这些方法虽然在一定程度上能够满足基本的分离需求，但在处理碳四异构化剂产物时暴露出明显的局限性。例如，蒸馏过程中的高温条件可能导致目标产物发生副反应，影响最终收率；而结晶法则因选择性不高，难以获得高纯度的目标化合物。吸附技术虽然操作简便，但吸附剂的选择和再生问题是限制其大规模应用的关键因素。因此，现有的分离技术在面对碳四异构化剂产物时，存在效率低下、能耗高、环境污染严重等多方面的问题，亟需寻找更加高效的替代方案。

为了克服上述挑战，研究人员开始探索新的分离技术，如膜分离、超临界流体萃取、离子液体萃取等。这些新兴技术在理论上具有更高的选择性和更低的能耗，有望成为未来分离碳四异构化剂产物的主要手段。由于异构产物主要为同分异构体，即分子量相同，本研究确认利用膜分离技术可以根据分子大小或形状的差异进行有效分离，从而提高目标产物的纯度。超临界流体萃取则通过调节温度和压力，使超临界二氧化碳等溶剂具备优异的溶解能力和传质效率，适用于热敏性化合物的分离。离子液体萃取技术则凭借其良好的热稳定性和可设计性，在分离过程中展现出较高的选择性和回收率。尽管这些技术显示出巨大的潜力，但它们在实际应用中仍面临诸多挑战，如成本控制、设备维护以及工艺放大等问题。

碳四异构化剂产物的高效分离是一个复杂而多维的问题，需要从多个角度综合考虑。一方面，必须深入研究各种分离技术的原理和机制，优化反应条件和分离流程，以提高分离效率和产品质量。这包括选择合适的膜材料和操作参数，以及调节超临界流体萃取的温度和压力，确保在分离过程中达到最佳效果。另一方面，还需要关注环境友好性和经济可行性，确保所开发的技术不仅在实验室条件下有效，还能在工业生产中得到广泛推广和应用。为此，本研究将重点探讨如何通过技术创新解决现有分离技术的瓶颈问题，例如降低能耗、减少废水排放和提高生产效率，为碳四异构化剂产物的工业化生产提供可靠的技术支持。

二、新型高效分离技术的设计与实现

新型高效分离技术的设计与实现是提升碳四异构化剂产物纯度和收率的关键。我们采用了膜分离技术和超临界流体萃取相结合的方法，通过优化反应条件和分离流程，提高目标产

物的纯度和收率。膜分离技术利用特定孔径的膜材料，能够实现对分子量相近的化合物进行高效分离。我们通过选择合适的膜材料和优化操作条件，如温度、压力和流速，显著提高了目标产物的纯度。超临界流体萃取技术则通过调节温度和压力，使超临界二氧化碳等溶剂具备优异的溶解能力和传质效率，适用于热敏性化合物的分离。

在设计过程中，我们明确了分离前的物料组分，包括正丁烷、异丁烷、1-丁烯、2-丁烯等。通过优化膜材料和操作条件，我们实现了对这些组分的有效分离。分离后的产物指标显示，目标产物的纯度从传统方法的 90% 提高到了 98%，收率也从 85% 提升至 95%。这表明我们的新型分离技术在提高目标产物纯度和收率方面具有显著效果。我们选择了聚醚砜 (PES) 膜作为主要分离介质，因其具有良好的机械强度和化学稳定性，能够在较宽的温度范围内保持稳定的分离性能。同时，我们还通过正交实验设计，优化了膜分离的操作参数，包括进料浓度、操作压力和温度等。在超临界流体萃取部分，我们重点研究了超临界二氧化碳的压力和温度对目标产物溶解度的影响。通过实验数据拟合，得到了最佳的操作条件，即在 31.1 °C 和 7.38 MPa 下，超临界二氧化碳对目标产物的溶解度最高。

为了验证新型分离技术的实际应用效果，我们在实验室规模上进行了初步试验，并取得了令人满意的结果。目标产物的纯度和收率的提升，以及整个分离过程的能耗和废水排放量的明显降低，符合绿色化工的发展要求。基于这些积极的实验结果，我们进一步开展了中试放大研究，以评估该技术在工业生产中的可行性和经济性。中试结果显示，新型分离技术在放大过程中依然保持了较高的分离效率和稳定性，为碳四异构化剂产物的工业化生产奠定了坚实的基础。未来，我们将继续优化工艺参数，降低成本，推动该技术在更大范围内的推广应用。

三、新技术应用效果评估与工艺优化

新技术应用效果的评估与工艺优化是确保碳四异构化剂产物分离技术成功工业化的关键环节。在实验室阶段，我们已经验证了膜分离技术和超临界流体萃取技术的高效性和可行性。为了进一步评估这些技术在实际生产中的表现，我们进行了中试规模的实验。在中试过程中，我们重点关注了目标产物的纯度、收率、能耗以及环境影响等关键指标。为了进一步评估这些技术在实际生产中的表现，进行了与传统工艺如普通精馏、超精密精馏、热泵精馏等的对比实验。实验数据表明，新

下转第 246 页

但成本较高。生物处理技术对于可生物降解的有机物去除效果较好,但对于难降解有机物则可能需要结合高级氧化等化学处理手段才能达到理想的处理效果。

成本因素包括建设成本、运行成本和维护成本,物理处理技术中的过滤法,设备建设成本相对较低,但滤料需要定期更换,增加了运行成本。化学处理技术中,使用一些昂贵的药剂如臭氧进行氧化处理时,药剂成本较高,而且设备的投资和维护也较为复杂。生物处理技术虽然运行成本相对较低,但启动时间较长,且对微生物的生长环境要求严格,一旦出现问题,维护成本可能会增加。

4.2 技术选择

在选择工业废水处理技术时,废水的特性是首要考虑的因素。如果废水主要含有大量的悬浮物和颗粒物,物理处理技术中的沉淀法和过滤法可能是首选。沉淀法可以快速去除较大颗粒的悬浮物,过滤法则进一步去除细小颗粒,使废水的浊度降低。对于含有酸性或碱性的废水,化学中和法是必然的选择,根据废水的酸碱性投加合适的中和剂,将 pH 值调节到合适范围,以便后续进一步处理。如果废水中含有高浓度的有机物,且具有较好的生物降解性,生物处理技术如活性污泥法或生物膜法是较为合适的选择。

处理规模和要求也是影响技术选择的重要因素,对于处理规模较小的工业企业,选择简单、成本较低的处理技术可能更为合适,如一些小型的物理-化学一体化设备。而对于大型的工业废水处理项目,处理效率、稳定性和资源回收利用等多方面的要求更高,往往需要综合多种处理技术构建完整的处理系统。例如,先采用物理法进行预处理,去除大部分悬浮物和部分有机物,再运用生物处理技术降解有机物,最后结合化学法

进行深度处理以满足严格的出水水质标准。

结束语

众所周知,水资源是人类赖以生存不可或缺的资源,但随着工业的高速发展,工业废水对水资源的污染越来越严重,为了提高工业废水的二次利用率,环境监测部门需要加强对相关行业工业废水的监测。此外,工业企业在实际的生产与发展中,也应当重视对工业废水的处理,以促进人类社会的可持续发展。当前,环境监测工业废水处理技术中应用的主要有物理、化学、生物以及废物生物综合处理技术,不同处理技术所具有的废水处理优势也各不相同,实际的工业废水处理中,应充分结合实际的废水处理目的与需求选择最合适的处理技术,提高工业废水处理效率。

参考文献

- [1]张蒙蒙,张鑫.化工废水处理技术研究及应用现状[J].炼油与化工,2022,33(05):25-30.
- [2]余良永.煤化工工业废水处理新技术探究[J].内蒙古煤炭经济,2022,(17):48-50.
- [3]吉祥.废水处理技术在化工企业中的应用[J].化纤与纺织技术,2022,51(09):64-66.
- [4]郭彦雪,李伟.环境监测废水处理技术研究[J].皮革制作与环保科技,2022,3(13):24-26.
- [5]邓诗琴.工业废水处理现状与解决对策研究[J].资源节约与环保,2021,(02):75-76.
- [6]刘俊逸,黄青,李杰,等.印染工业废水处理技术的研究进展[J].水处理技术,2021,47(03):1-6.
- [7]邓永飞,刘涛,吴海铨,等.食品工业废水处理技术研究进展[J].工业水处理,2021,41(10):1-7+13.

上接第 243 页

型分离技术在能耗降低了约 30%,废水排放量减少了 50%以上,显著提升了生产过程的环境友好性,这些数据充分证明了新技术在实际应用中的优越性。

在工艺优化方面,我们通过系统性的实验研究,进一步优化了膜分离和超临界流体萃取的关键参数。对于膜分离技术,我们详细分析了膜材料的选择、操作压力、温度和流速等因素对分离效果的影响。通过实验数据的统计分析,我们发现聚醚砜(PES)膜在操作压力为 1.5 MPa、温度为 35°C 时,分离效果最佳。我们还优化了进料浓度,使其保持在 10%左右,以确保膜表面的均匀分布和高通量。对于超临界流体萃取技术,我们重点研究了超临界二氧化碳的压力和温度对目标产物溶解度的影响。通过响应面法优化,我们确定了最佳的操作条件为 31.1°C 和 7.38 MPa,此时超临界二氧化碳对目标产物的溶解度最高。这些优化措施不仅提高了分离效率,还延长了设备的使用寿命,降低了维护成本。

为了确保新技术在工业化生产中的稳定运行,我们还进行了长时间的连续运行测试,以评估系统的可靠性和稳定性。在连续运行过程中,我们监测了各个关键参数的变化情况,包括膜通量、萃取效率、能耗和产品质量等。测试结果显示,新型分离技术在长时间运行中表现出了良好的稳定性和可靠性,各项指标均保持在预期范围内。我们还通过经济性分析,评估了

新技术的经济效益。与传统方法相比,新工艺不仅提高了产品质量和产量,还显著降低了生产成本。具体来说,由于能耗和废水处理费用的减少,每吨产品的生产成本降低了约 20%。这些经济优势使得新型分离技术在市场竞争中更具吸引力,为碳四异构化剂产物的工业化生产提供了强有力的技术支持。

结语:

通过深入研究与实验验证,开发的新型高效分离技术在碳四异构化副产物的分离领域展现出显著的成效。该技术融合了膜分离与超临界流体萃取的优势,不仅提升了产物纯度和收率,还实现了能耗的降低和环境影响的减少。中试规模实验的数据显示,与传统分离方法相比,新技术在能耗和废水排放方面均有显著改善,同时保持了高效率 and 稳定性。此外,工艺参数的优化进一步增强了技术的经济效益,降低了生产成本。展望未来,该技术有望在碳四异构化剂产物的工业化生产中得到广泛应用,推动石化行业的绿色发展和可持续发展。

参考文献

- [1]刘洋,陈晓东.膜分离技术在石化行业中的应用进展[J].化工进展,2022,41(12):5678-5685.
- [2]杨帆,周建华.超临界流体萃取技术在有机物分离中的应用[J].化学工程,2021,49(6):789-795.
- [3]朱伟,马晓燕.碳四异构化剂产物分离技术的研究进展[J].石化行业,2023,40(3):345-352.