

探究超临界流体萃取技术在环境工程中的运用

白彩美

河北农业大学现代科技学院

[摘要]随着现代社会的发展,环境污染问题已日趋严重。为了有效地解决这一问题,许多新技术被引入到环境保护领域中。超临界流体技术就是其中之一。超临界流体萃取技术能够有效提高三废处理水平和环境监测水平。本文分析了超临界流体萃取技术在废水治理、大气污染治理以及固体废弃物治理中的应用。希望这些观点能够有效提升环境保护工程的长远发展,促进我国的生态文明建设。

[关键词]超临界流体萃取技术; 环境工程; 污染治理

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2021.12.565

1. 超临界萃取的主要影响因素

1.1 萃取压力

萃取压力是SC-CO₂萃取的最重要工艺参数之一。不同原料在不同超临界条件下的溶解度曲线表明,萃取物在SC-CO₂中的溶解度与SC-CO₂的密度密切相关,而萃取压力是改变超临界流体对物质溶解能力的重要参数,这种溶解度与萃取压力的关系构成SC-CO₂流体萃取过程的基础。

1.2 萃取温度

萃取温度是影响SC-CO₂密度的另一个十分重要的参数,对SC-CO₂流体萃取过程的影响要复杂得多。在一定萃取压力下,萃取温度对植物萃取的影响有两种趋势:一是随温度的升高,收率逐渐增加,当超过一定温度时,又逐渐下降,这种情况在萃取压力较高时出现。

1.3 萃取时间

实验表明,萃取时间越长,萃取率越高。在萃取的初始阶段,萃取率增加显著;但随着萃取时间的延长,萃取率增长缓慢,存在一个经济时间的终点,且萃取的选择性也下降。为降低成本,提高设备效率,综合考虑萃取时间一般为1-3h。

1.4 夹带剂

由于纯CO₂本身的非极性特点,大大限制了其应用范围。加入夹带剂可以增加萃取率或改善选择性,并有效降低萃取压力。据文献报道,当夹带剂的质量分数达到10%时油脂萃取率可以提高到97%左右。然而,夹带剂的用量必须是相对CO₂流量而言的,其往往有一个最佳值,太大或太小都不好。

1.5 原料物性的影响

原料的物性主要指含水量和粉碎粒度等。研究发现,物料的水分含量对超临界流体的萃取率有一定程度的影响。一定量的水分溶解在SC-CO₂中,起到了夹带剂的作用,有利于萃取率和萃取速率的提高。在其他萃取条件相同的条件下,原料的粒度大小对SC-CO₂萃取有着重要的影响。

2. 超临界流体萃取技术在环境工程中的应用

2.1 废水污染治理

在环境工程中,利用SFE技术进行废水污染治理,能够有效缓解氯化物的酸性腐蚀作用,高效的降解去除工业废水中的有毒有机物,是一种较为理想的废水污染治理方案。一般来说,SFE的技术工艺包含两种:直接接触法和间接接触法。直接接触法,就是将SCF直接与污染物进行,适合有机废物含量较高的废水处理;间接接触法,是指污染物先与中间媒介接触,使得其中的污染物产生浓缩效应,然后将中间媒介在一定温度和压力条件下通过SCF进行萃取,从而去除相应的污染物,适合有机废物含量较低的废水处理。此外,在超临界流体系统中添加少量的改性剂(entraniner),能够明显改变其行为,提高其溶解度,以满足更精密的分离要求。例如,在对黄河中的有机物污染进行治理时,可以利用CDX-301富集河水中的污染物,然后通过CO₂-SEF技术,在90℃,32.9MPa,萃取时间大于40min的条件下,脱附多组分有机物,在此过程中可以加入0.4mL的甲醇作为改性剂,以提高CO₂-SEF技术的萃取效率。此外,在较温和的条件下,使用超临界CO₂萃取能够达到理想的活性炭再生效果,从而降低资源成本,提高生态效益、社会效益以及经济效益。

2.2 空气污染治理

随着社会建设的不断发展和人民生活水平的不断提升,

大气污染问题也越来越受到人们的重视。首先,对于工业“三苯”废气的污染,使用超临界压缩CO₂作为萃取剂,能够在增加活性炭吸附容量的同时,实现活性炭的再生,以提高对“三苯”溶剂的回收率。其次,对于多环芳烃(PAHs)、杂环化合物(Heterocyclic compounds)等严重危害环境的大气污染物,单纯依靠CO₂-SEF技术是不能够进行有效萃取的,需要增加极性改性剂以提高CO₂的溶解能力,从而保障对大气污染物的萃取回收率。此外,采用固相吸附剂富集大气中的污染物进行超临界流体萃取,并结合GC和GC/MS等仪器进行大气污染的预处理和分析,能够达到较为理想的处理效果。最后,对于室内中存在的有机污染物,可以采用CDX-502富集空气中的有机污染物,并使用超临界CO₂进行萃取,相关研究表明,CO₂-SEF技术显著优于热脱附法,能够在较短时间内将酮、酚、烷烃、多环芳烃等化合物进行脱离,并且其后续处理简单方便,与其他技术的兼容性良好。

2.3 固体废物治理

固体废物是制约我国生态文明建设的重要因素之一,对其的治理是刻不容缓的。首先,对于炼油厂污水处理中的含油污泥,可以利用CO₂-SEF技术对其中的油脂进行回收,在SCF中加入环氧丙烷(C₃H₆O)、三乙胺(C₆H₁₅N)等改性剂,能够将污泥中的油脂降至1%以下,以保证经过处理后的泥渣能够达到最佳的适用标准。其次,对于工作生产遗留下来的油渣,可以利用SEF技术将沥青和重金属进行分离,并对油渣进行深加工,实现资源的循环利用。此外,SFE技术还能够在木材加工肥料中获取酚类产品,为合成农药、染料、橡胶塑料抗氧剂、医药感光材料、维生素E及香料等产品的生产提供中间体。最后,SFE技术在土壤污染的治理方面也有大作为。在土壤污染中多氯联苯简称PCBs对环境安全和人体健康的危害是最大,而且PCBs极难溶于水而易溶于脂肪和有机溶剂,并且极难被分解,是一种持久性的有机污染物。传统的土壤污染治理方法是受到污染土壤使用液氮进行冷冻,并运送到专门的工厂,在专用的能彻底分解多氯联苯的高效率焚烧炉中进行焚烧。这样的治理方法成本较高,而使用CO₂-SEF技术,在10MPa,306.4K,萃取时间为3.5min的条件下,利用超临界流体处理被PCBs污染的土壤,能够有效降低PCBs的容量,处理效果显著且经济实惠。

结论

综上所述,超临界流体萃取技术作为一种新型的绿色化学处理技术,已经越来越受到社会的重视,将其应用到环境保护工程中去已经成为不可逆转的趋势。但值得注意的是,我国的超临界流体萃取技术还不够成熟,需要相关科研人员进一步的改善和优化,以提升环境保护工程的永续发展。

参考文献

- [1]张恺容,解铁民.超临界流体萃取技术及其在食品中的应用[J].农业科技与装备,2020(6):48-49,52.
- [2]田璐,马英歌,谭皓新,等.超临界流体萃取技术应用于植物叶片中多环芳烃含量测定[J].环境化学,2020,39(9):2450-2458.
- [3]詹世平,丁仕强,王卫京,等.超临界流体技术制备生物可降解聚合物/药物纳米微粒研究进展[J].化工学报,2020,71(3):923-935.
- [4]诸葛成.超临界CO₂流体萃取在化学工业中的应用研究[J].石化技术,2020,27(6):55-56.