

# 分子蒸馏技术与日用化工 ( )

## 分子蒸馏技术在日化工业中的应用及前景

冯武文, 杨 村, 于宏奇  
(北京化工大学 新特科技发展公司, 北京 100029)

摘要: 介绍了分子蒸馏技术在日化工业中的应用, 特别介绍了对热敏性物质中脱溶、脱臭、脱色、脱单体及脱除各种杂质的实例。如玫瑰油、辣椒红色素、高纯二聚酸、鱼油乙酯提纯和小麦胚芽油提取等, 并对其在日化工业中的应用前景进行了论述。

关键词: 分子蒸馏; 玫瑰油; 辣椒红色素; 高纯二聚酸; 异氰酸酯加成物

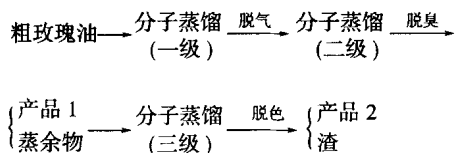
中图分类号: TQ420.6 文献标识码: A 文章编号: 1001 - 1803(2002)06 - 0073 - 03

分子蒸馏技术作为一种最温和的蒸馏分离手段, 克服了传统蒸馏操作温度高、受热时间长的缺点, 可解决大量传统蒸馏无法解决的工业化难题, 尤其适用于高沸点、热敏性物料的分。因此, 该项技术在日化工业中的应用具有广阔的前景。

大量的实验和工业化实践证明, 分子蒸馏技术在日化工业中的应用已显示其独特且多方面的优越性。

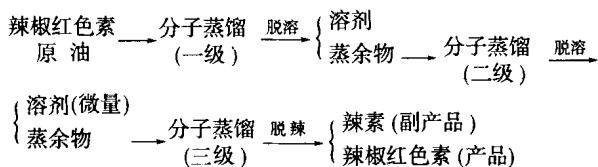
1 分子蒸馏技术可有效地脱除热敏性物质中的轻分子物质, 大大提高产品质量<sup>[1]</sup>

(1) 产品物质中的脱臭。如香精香料的脱臭、大蒜油脱臭和油脂中的脱臭等。如玫瑰油的精制工艺:



(2) 产品物质中的脱溶。在日化产品的生产中, 有时要采用化学溶剂提取某些物质或去除一些杂质, 其后果往往是在产品中残留有机化学溶剂, 严重影响产品质量。常规的方法是用蒸馏法去除溶剂, 但对一些热敏性物质在高温下会导致分解或聚合。而用分子蒸馏法由于操作温度低、受热时间短, 在脱除溶剂的同时能够极好地保护产品的品质。

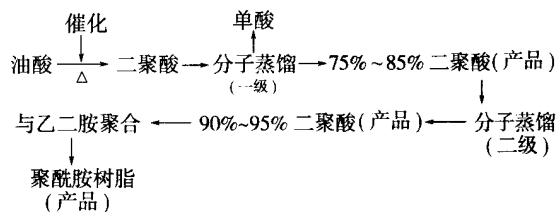
例如, 辣椒红色素脱溶剂工艺流程:



传统的辣椒红色素提取法一般为溶剂萃取法, 而产品中往往存在 1 % ~ 2 % 的溶剂, 经分子蒸馏后, 产品中溶剂残留量只有 20 mg/kg, 满足质量要求。

(3) 聚合物脱单体<sup>[1]</sup>。在由单体合成为聚合物过程中, 总会残留过量的单体物质, 并会产生一些不希望要的小分子聚合物, 这些“杂质”严重影响着产品的质量。一般清除单体物质及小分子聚合物的方法往往是采用传统的真空蒸馏, 这种方法因操作温度较高, 容易引起聚合物歧化、缩合或分解。

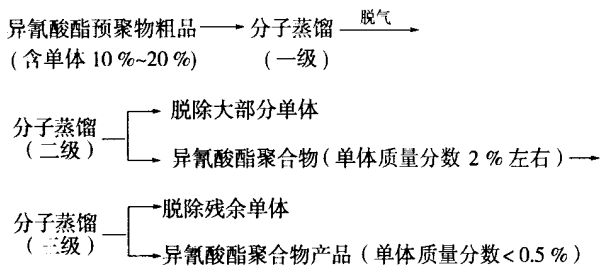
例如, 聚酰胺树脂工业中二聚酸的单酸脱除工艺为:



聚酰胺树脂一般由二聚酸与乙二胺聚合而成, 而二聚脂肪酸是不饱和脂肪酸通过两个或两个以上分子之间互相聚合而生成的化合物。事实上, 二聚体并不是一种单纯物质, 而是由 36 个碳的二聚体、少量 54 个碳的三聚体、相对分子质量更高的多聚体以及少量未聚合的单体所组成的混合物。二聚酸中二聚体的含量决定着产品的质量。运用常规蒸馏的方法可以使二聚体的质量分数在 75 %、83 % 及 87 %, 而采用分子蒸馏的方法可以使二聚体的质量分数达 90 % ~ 95 % 以上。

例如, 聚氨酯工业中异氰酸酯预聚体中单体脱除工艺为<sup>[2]</sup>:

收稿日期: 2001 - 12 - 31; 修回日期: 2002 - 06 - 17  
作者简介: 冯武文 (1949 - ), 男, 河北人, 高级工程师, 联系电话: (010) 64435270 或 64435269。

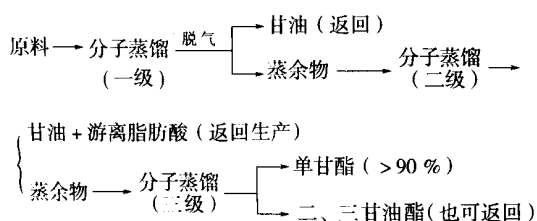


通常聚氨酯是由多元异氰酸酯和含有活性氢的多元醇或多元氨聚合而成，它可以制成各种不同结构的聚合物，广泛应用于泡沫塑料、塑料制品、弹性体、涂料和黏合剂等产品中。异氰酸酯预聚物粗品中通常含单体 10%~20%，由于异氰酸酯单体是对人体有害的毒物，当预聚体用于聚氨酯涂料时，国际标准要求单体质量分数必须在 0.5% 以下。而传统的处理方法使产品中单体的质量分数高达 2%~5%，若采用三级分子蒸馏，可以将单体质量分数降至 0.5% 以下。

## 2 分子蒸馏技术可有效地脱除产品中的杂质及颜色，使产品纯度更高，色泽更好

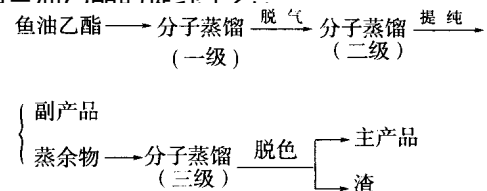
如应用于脂肪酸及其衍生物、脂肪醇及其衍生物等的精制，这类产品如芥酸、亚油酸、亚麻酸、二聚脂肪酸、油酸酰胺、芥酸酰胺、油酸单甘油酯、硬脂酸单甘油酯、丙二醇酯及高碳醇等。根据经验，在分子蒸馏脱色方面，只要产品相对分子质量在 1000 以下，均可取得良好的效果。如在高纯度硬脂酸单甘酯的生产中，需要将单酯从其合成混合物中分离出来。混合物中不仅含有甘油、少量游离脂肪酸和单酯，而且还含有双酯、三酯和色素等。由于单甘酯的相对分子质量大、沸点高，采用常规蒸馏难以蒸出。若采用溶剂结晶法则能耗大、成本高和严重污染环境。而采用分子蒸馏技术生产出的产品不仅纯度高，而且色泽好。

例如，硬脂酸单甘酯的纯化<sup>[3,4]</sup>。硬脂酸单甘酯的生产中，原料经酯化等预处理后，一般含有质量分数为 40% 左右的单甘油酯，其他成分有双甘油酯、三甘油酯、甘油及硬脂酸等物质，经分子蒸馏精制后可得到甘油单酯的质量分数高 (>90%)、色泽好的产品，其工艺流程图如下：



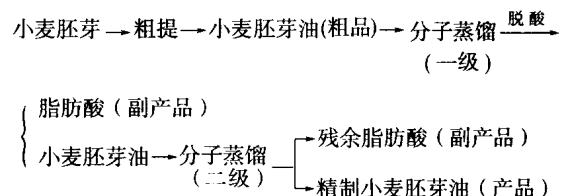
## 3 分子蒸馏技术可有效地降低热敏性物质的热损伤，提高产品的得率，降低产品成本

对于很多热敏性的物系，采用传统的高真空蒸馏和分子蒸馏都可将产品蒸出。人们通常认为选择设备投资较低的釜式蒸馏比较经济，事实刚好相反。釜式蒸馏尽管投资低，但其对物料的损伤程度高出分子蒸馏的几个数量级，产品得率上的年损失价值要远远大于分子蒸馏装置的年折旧费，而且釜式蒸馏也难以实现大规模生产。以采用釜式蒸馏和分子蒸馏分别进行鱼油乙酯的生产为例进行对比，釜式蒸馏物料温度在 200 以上，物料受热时间长达 2 h。而分子蒸馏的物料温度仅在 120 左右，而且受热时间仅为几分钟（含管道中停留时间）。撇开分子蒸馏产品质量上的优势外，单就产品得率来说，分子蒸馏的得率比釜式蒸馏要高出 15% 左右。对于一个具有一定规模的鱼油厂来说，一套分子蒸馏的价格可与采用常规蒸馏技术一年左右的产品损耗相抵。因此，对于有一定附加值的许多日用化工产品而言，分子蒸馏技术是经济可行的。如鱼油乙酯的提纯工艺：



## 4 分子蒸馏技术可以大大改进传统生产工艺，在保护产品免受污染的同时，还可更好地保护环境

人类不仅需要绿色食品，同时也需要绿色的环境。这就需要许多新兴的生产技术在提供给人类好产品时，又不产生环境污染。而分子蒸馏技术正是这样的一个代表。如传统的脱除甘油三酸酯中游离酸的方法为碱炼法，即先用 NaOH 使游离酸皂化，再用水将皂洗脱，得到纯的甘油三酸酯。这种方法不仅使甘油三酸酯大量皂化影响了收率，而且使产品受到了化学品的污染。更重要的是，大量的废水极大地污染了环境。若采用分子蒸馏技术，则可变废为宝，在得到高品质的甘油三酸酯的同时，还可得到游离脂肪酸副产品，彻底避免了对环境的污染。类似的工艺有鱼油甘油三酯脱酸、小麦胚芽油脱酸、米糠油脱酸、椰子油脱酸及大豆油脱酸等。如小麦胚芽油提取工艺流程：



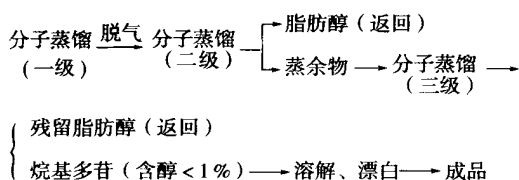
5 分子蒸馏技术还可促进相关的传统合成工艺的改进,使产品的质量迈上一个新台阶

对于许多加成反应,产物的质量与反应物的配比密切相关。但传统的工艺由于没有有效的分离技术清除产物中的游离单体,致使反应的物料配比及工艺受到了严格的限制,从而影响了产物的质量。采用分子蒸馏技术后,由于有了有效的分离手段,可以不必担心反应物配比中的过量,大大有利于某些反应的反应平衡及反应速度,优化了工艺,提高了产品质量。

例如,烷基多苷合成生产中,由于缩醛化反应是可逆的,正常生产时脂肪醇都需要过量,因此,反应物中还有大量未反应的高碳醇,这些高碳醇必须要蒸掉,否则就会影响产品质量。如果没有有效的脱除醇的方法,前面合成过程中的醇的用量就受到极大的限制,这样就难以合成出聚合度低而又分布窄的产品。若采用分子蒸馏技术进行脱醇,则不必限制合成过程中醇的过量情况,从而促进了产品合成工艺的优化,提高了产品质量。

例如,高纯烷基多苷的生产工艺路线:

脂肪醇+葡萄糖→缩醛化反应→脂肪醇与烷基多苷混合物→



分子蒸馏技术的特点决定了它是一项值得大力推广的分离技术,尤其是在与人们吃、穿和用关系密切

相关方面,可被广泛应用。国外分子蒸馏技术的应用已十分广泛,利用分子蒸馏技术生产的产品在100种以上,我国在工业应用上的推广也充分显示了该项技术的巨大作用。

目前,正在不断开发的日用化工产品中,如表面活性剂类产品月桂酸单甘酯、芥酸酰胺和硬脂酸单甘酯等的精制与提取;香精香料类产品,特别是天然香精香料和天然色素等的提取;化妆品类产品的羊毛醇及二十八碳醇等的纯化等,都离不开分子蒸馏技术。其他如洗涤用品、食品添加剂等方面也有许多应用分子蒸馏技术的范例。特别是我国加入WTO之后,面临着产品市场及产品质量的国际化竞争,而许多日化产品若不经分子蒸馏精制,将无法达到产品的国际标准,也难以参与国际竞争。从这个意义上讲,分子蒸馏技术在日化中的推广应用迫在眉睫。相信该项技术在我国日用化工的发展中将会起到极大地推动作用。

参考文献:

- [1] 冯武文, 杨村, 于宏奇, 等. 分子蒸馏技术在高纯度二聚酸生产中的应用 [A]. 全国工业表面活性剂生产技术协作组, 全国工业表面活性剂中心. 2000 工业表面活性剂技术经济文集 [C]. 大连: 大连出版社, 2000. 373 - 375.
- [2] 杨村, 刘玮, 冯武文, 等. 分子蒸馏技术在高聚物中间体中的应用 [J]. 化工新型材料, 2001, 29 (4): 48 - 49.
- [3] Wiedermann Lars H, Chang Stephen S. Continuous manufacture of mono-glycerides [P]. US: 3079412, 1963.
- [4] Godfrey Alsop William, Joseph Krems Irving. Process for the preparation of higher fatty acid monoglycerides [P]. US: 3083216, 1963.
- [5] Allen Robert R, Campbell JR Robert L. Process for the manufacture of fatty acid esters [P]. US: 3313834, 1967.

## Molecular distillation technology and daily chemical industry ( ) application and prospect of molecular distillation technology in daily chemical industry

FENG WUWEN, YANG CUN, YU HONGQI

(Xinte Science & Technology Development Co.Ltd., Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

**Abstract:** The application of molecular distillation technology in daily chemical industry was introduced especially enumerates de-solvent, deodorization, de-coloration, de-monomer and elimination of various impurities from thermal sensitive substances. Such as rose oil, red pepper colorant, high-purity dimeric acid, fish oil ethylester, and extraction of wheat-germ oil, etc. And the prospect of application in daily chemical industry was also discussed.

**Key words:** molecular distillation; rose oil; red pepper colorant; high-purity dimeric acid; isocyanate addition product