

⑩ 401-403

塑料塔填料液相化学法表面改性的研究[†]

张 近

TQ320.5

(陕西师范大学化学化工系, 710062, 西安; 40岁, 副教授)

摘 要 采用液相化学法对塑料塔填料进行表面改性, 并对改性后的填料作性能测试。结果表明, 改性后的填料表面粗糙度增大并引入了含氧极性基团, 表面水接触角从 88° 降低至 45° , 临界表面张力由 $28 \times 10^{-3} \text{N/m}$ 提高到 $55 \times 10^{-3} \text{N/m}$, 气相总传质单元数平均增加 24%, 传质性能大为改善。

关键词 塑料塔填料; 表面改性; 性能测试

分类号 TQ 021.4

液相化学法

塑料塔填料具有质地轻、耐腐蚀、不易破碎、加工方便、价格低廉等特点, 在气液传质设备——填料塔中得到广泛的使用。

填料塔内气液两相呈逆流接触, 填料上的液膜表面即为两相的主要传质表面, 而液体能否成膜又取决于填料表面的润湿。塑料填料表面润湿性能较差, 液体在填料表面易形成“溪流”或“沟流”, 会减少实际间的有效传质面积, 降低填料塔的传质效果。据文献报道, 经测定塑料塔填料的有效润湿面积仅是同类型规格陶瓷填料的 40% 左右^[1], 其传质性能不良也在塑料填料塔的使用中得以证实。因而, 改善塑料塔填料表面的润湿性能, 寻求提高其传质效果的途径, 是开发和扩大塑料塔填料应用范围的一项重要课题。

本研究采用液相化学法对塑料填料进行表面改性, 探讨液相化学法表面改性的工艺, 并对改性后填料做表面性能和应用性能测试。

1 表面改性

液相化学法表面改性是采用具有强氧化性的溶液与塑料填料表面进行化学反应, 在填料表面层引入羰基、羟基及羧基等极性基团, 从而提高了表面极性, 使润湿性能得以改善。其反应机理见文献[2]。

1.1 溶液配方

常用的氧化剂有高锰酸钾—硫酸、重铬酸钾—硫酸、无水铬酸—四氯化乙烷等。本研究采用重铬酸钾和硫酸混合液, 具体配方为: 重铬酸钾 7 份、硫酸 150 份、水 12 份。

1.2 工艺条件

处理溶液配方确定后, 处理时间和处理温度成为影响塑料填料表面改性的主要因素。一般而言, 处理时间长, 改性效果好; 处理温度高一些, 改性效果较佳, 但不宜过高, 否则塑料填料表面会变成褐色, 形成低表面能的薄弱界面层。此层呈无定形态, 使塑料填料表面趋于“平滑”, 润湿性能反而变差。处理时间和处理温度适当搭配, 可取得较好的改性效果。

本研究采用工艺条件为: 处理时间 1 h, 处理温度 70°C 。

1.3 工艺过程

液相化学法表面改性, 工艺简单, 不需要任何特殊设备。本研究选用天津大学填料塔新技术公司提供的 SKB-350Y 型聚丙烯塑料孔板波纹填料板片, 在表面处理时, 只需将该填料浸入处理溶液中一定

[†] 收稿日期: 1998-01-08

时间,然后取出用水冲洗,干燥后即可进行性能测试。

2 性能测试

2.1 表面粗糙度测定

用放大 200 倍的 HS-570 电子扫描显微镜测定改性前、后聚丙烯塑料填料表面粗糙度的变化情况,发现经处理后,在表面生成了深度约为 $0.1 \mu\text{m}$ 的凹穴,其形状规则,棱角明显,直径大于深度,约为 $0.2 \mu\text{m}$ 。从整个填料板片看凹穴,分布均匀且密度较大,而未处理的填料表面虽亦呈凹凸不平状态,但突起部圆滑,棱角少且在整个填料板上分布不均、密度小。

2.2 表面结构测定

改性后的聚丙烯塑料填料的表面结构用 Nicolet FT-IR05 红外光谱仪进行 KBr 压片法测量。红外光谱图表明,在 3250 cm^{-1} 处有 $-\text{OH}$ 伸缩振动峰,在 1720 cm^{-1} 有 $>\text{C}=\text{O}$ 伸缩振动峰,证明聚丙烯塑料表面已有含氧基团。

2.3 临界表面张力测定

用 JT-82 接触角测定仪测出几种液体在聚丙烯塑料填料板上的接触角(表 1),再用 Zisman^[3]法作 $\cos \theta \sim \sigma_L$ 图,并外推至 $\cos \theta = 1$ 处,便可得到表面改性处理前、后该填料的临界表面张力(图 1)。

表 1 液体的表面张力及其在聚丙烯塑料板片上的接触角

Tab. 1 The Surface Tension of Several Kinds of Liquid and Contact Angle on the Plastic Packing Thereof

序号	液体名称	表面张力 $\sigma_L / \text{N} \cdot \text{m}^{-1} \cdot 10^{-3}$	接触角 $\theta / ^\circ$	
			未处理	处理后
1	碳酸钠水溶液	77.5	96	50
2	水	72.8	88	45
3	甘油	63.4	77	31
4	乙二醇	47.7	55	/
5	氟苯	32.0	27	/

图 1 中线 A 和线 B 分别为未经处理和表面改性处理后的聚丙烯塑料填料板片的润湿情况。可见,经表面改性处理后,临界表面张力从原来的 $28 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ 提高至 $55 \times 10^{-3} \text{ N/m}$,接近于陶瓷的临界表面张力 $61 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ 。

2.4 传质性能测定

在内径为 111 mm 的有机玻璃塔内,用氨、空气、水系统对表面改性处理后的聚丙烯塑料填料进行传质性能测定,并与未处理的该填料予以对照。测定实验流程见图 2,填料测定段高为 0.8 m,测定数据整理标绘于图 3。

测定结果表明,经表面改性处理后的聚丙烯塑料孔板波纹填料,传质效率大为提高,气相总传质单元数平均可提高 24% 左右。

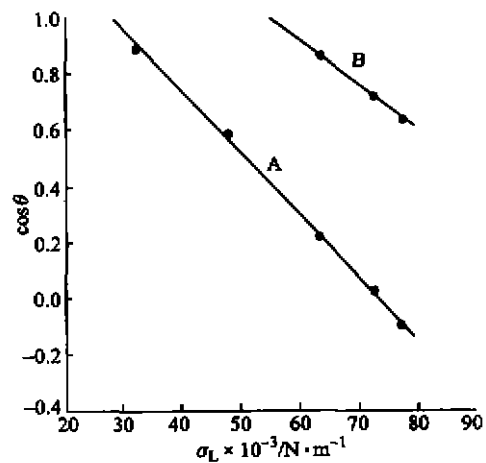


图 1 Zisman 法求取聚丙烯塑料填料临界表面张力
Fig. 1 The Critical Surface Tension of the Plastic Packing Obtained by Zisman Method

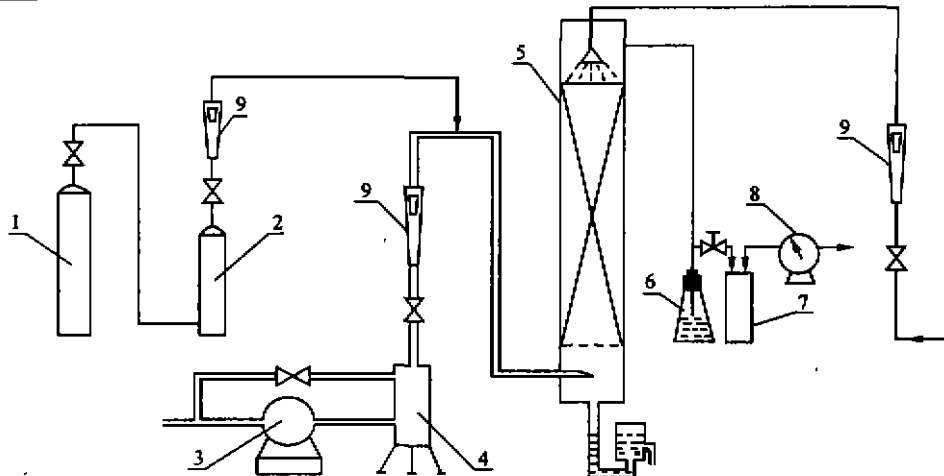


图 2 传质对比实验流程图

Fig. 2 The Experimental Flowsheet for the Comparison of the Transfer Properties

- 1 氮瓶 2 缓冲罐 3 风机 4 油分离器 5 填料塔
6 稳压瓶 7 气相分析盒 8 湿式流量计 9 转子流量计

3 结 论

液相化学法改性塑料填料,可改变表面分子结构,提高表面粗糙度,增加表面张力,改善了表面的润湿性能,使填料塔的实际接触面增加,传质效率提高。该方法只涉及处理物系与填料表面发生作用,并不影响填料内部分子结构,处理后填料的机械、老化性能等参数不会变化。对一定分离任务的填料塔,用液相化学法处理后的填料代替未处理的填料,原设备填料层高度降低,可节约填料用量和费用;相应降低了塔体和厂房高度,节省了气、液输送动力。因而,该方法是一项既能提高分离效果又可节省投资、降低能耗的塑料填料表面改性技术,在化工生产中具有推广价值。

参 考 文 献

- 1 张 近. 塔填料研究进展. 化工进展, 1989(6): 9~18
- 2 邓舜杨, 李奇陶. 塑料用涂料. 上海: 上海科技文献出版社, 1984. 37
- 3 Stats D. 塑料的修饰和装潢. 李国树译. 北京: 中国石化出版社, 1994. 48

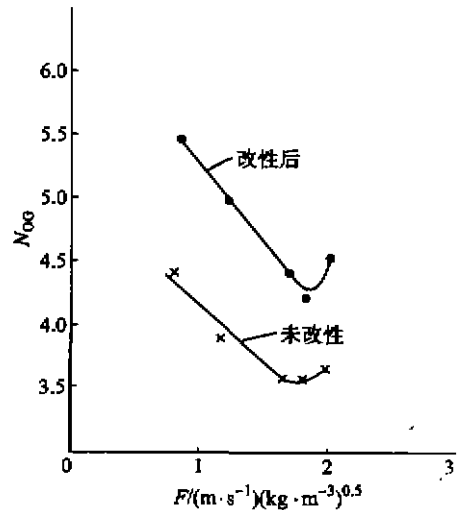


图 3 传质性能对比试验结果

Fig. 3 The Experimental Results of the Comparison of the Transfer Properties
 $L = 15.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$

责任编辑 时亚丽

A Study on Surface Modification of Plastic Packing

Zhang Jin

(Department of Chemistry and Chemical Engineering, Shaanxi Normal University, 710062, Xi'an)

Abstract The liquid chemistry method is applied to modificate the surface of plastic packing and the properties of the modificate packing are tested. The results show that in the modificate packing the surface coarse degree was increased, some oxygen polar group were demonstrated, the water contact angle was decreased from 88° to 45° , the critical surface tension was raised from $28 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ to $55 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ and gas total transfer unit number was increased about 24 percent on the average.

Key words plastic tower packing; surface modification; properties test