

# 2014 年我国陶瓷膜应用新进展

漆 虹<sup>1</sup>, 曹义鸣<sup>2</sup>

(1. 南京工业大学 膜科学技术研究所, 南京 210009; 2. 中国科学院 大连化学物理研究所, 大连 116023)

**摘要:** 陶瓷膜是国家的战略新兴产业, 在众多领域获得了广泛应用, 产业发展速度很快. 本文列举了我国陶瓷膜产业在政策层面获得的支持, 阐述了 2014 年我国陶瓷膜在生物医药、化工与石化、食品与饮料、特种水处理等领域的应用新进展, 并分析了行业应用规模与市场发展状况, 最后对陶瓷膜材料的发展趋势进行了展望.

**关键词:** 陶瓷膜; 应用; 进展

**中图分类号:** TQ028.8   **文献标志码:** A   **文章编号:** 1007-8924(2015)03-0131-03

**doi:** 10.16159/j.cnki.issn1007-8924.2015.03.022

陶瓷膜是高性能膜材料的重要组成部分, 属于国家重点大力发展的战略新兴产业. 陶瓷膜是由金属氧化物制备而成的具有高效分离功能的薄膜材料, 具有耐高温、耐化学侵蚀、机械强度高、抗微生物能力强、渗透通量大、可清洗性强、孔径分布窄、使用寿命长等特点, 在多个领域有着很好的应用前景, 市场发展迅猛.

## 1 行业概况

陶瓷膜行业是整个膜行业的重要组成部分. 世界陶瓷膜销售量占整个膜市场的 10%~20%, 并以年增长 35% 的速度持续发展<sup>[1-2]</sup>. 我国陶瓷膜经过十多年的发展, 在医药、化工、食品、环保等众多领域获得了广泛应用, 但现阶段只占整个膜市场的 3% 左右, 远低于国际平均水平, 但增长速度很快<sup>[3]</sup>.

膜材料与膜技术一直是国家始终鼓励发展和重点支持的领域, 从国家“纲要”、国务院决定到各部委的“十二五”规划, 都涉及到与膜技术相关的描述, 科技部还将高性能膜材料作为新材料领域 6 个专项之一<sup>[3]</sup>. 《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》明确提出重点发展“分离材料”<sup>[4]</sup>, 《十二五科学与技术发展规划》将“高性能分离膜材料”列为产业关键技术攻关示范重点<sup>[5]</sup>; 《高性能膜材料科技发展“十二五”专项规划》中提出发展面向

过程工业的“特种分离膜材料”<sup>[6]</sup>; 《当前优先发展的高技术产业化重点领域指南(2011 年度)》指明发展“陶瓷分离膜材料与技术”<sup>[7]</sup>; 《石化和化工工业“十二五”发展规划》指出“加快发展功能性膜材料”<sup>[8]</sup>; 《食品工业“十二五”发展规划》指出重点发展膜式错流过滤<sup>[9]</sup>. 这一系列政策导向支撑了膜行业的快速发展, 据统计, 2013 年全国陶瓷膜全年安装面积近 5 万 m<sup>2</sup>, 2014 年则达到 5.3 万 m<sup>2</sup>, 实现了一定的增长(图 1).

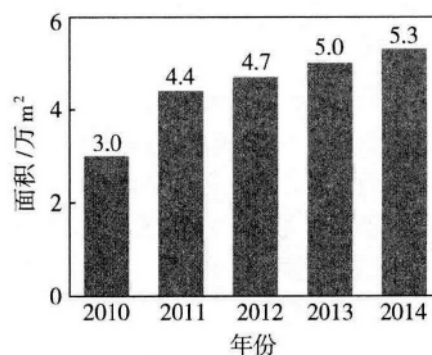


图 1 陶瓷膜年度安装面积

Fig. 1 Annual installation area of ceramic membrane

在较为严峻的经济形势下, 陶瓷膜技术的应用领域不可避免地受到不利影响. 然而对于这样一个新兴的技术, 2014 年陶瓷膜的应用在原有领域的基础上又有了一些新的突破, 使得行业整体仍然有所增长.

收稿日期: 2015-05-05

第一作者简介: 漆 虹(1974-)博士, 甘肃省渭源县人, 研究员, 博士生导师, 从事多孔陶瓷膜的制备及应用研究, E-mail: hqi@njtech.edu.cn

## 2 陶瓷膜应用的进展与市场分析

### 2.1 生物医药

陶瓷膜已成为生物医药行业优先选择的分离技术,可广泛应用于发酵氨基酸、抗生素、有机酸等发酵液的处理,去除其中的菌丝体、大分子蛋白、酵母细菌壁碎片、细胞纤维等,降低下游处理工艺如树脂交换、活性炭吸附等的处理成本和处理负荷,提高产品收率 2%~5%,废水处理负荷降低 40%以上。从发酵液中回收的蛋白可作为动物饲料或肥料等<sup>[3]</sup>。

据调查统计,2014 年在生物医药领域新安装与更换的陶瓷膜约 2.6 万 m<sup>2</sup>,约占全年陶瓷膜安装总量的 49.1%。其中在传统发酵液领域的应用规模存在小幅萎缩,主要是由于发酵产品的市场环境持续恶化导致,但得益于陶瓷膜在功能糖、中药提取等领域新应用的开发与拓展,使得陶瓷膜在整个生物医药领域的应用规模同比持平。功能糖包括功能性低聚糖、功能性膳食纤维、功能性糖醇,在生产过程中可采用陶瓷膜实现澄清除杂;而中药提取过程中也需要采用陶瓷膜实现提取液的分离纯化。随着小孔径陶瓷超滤膜的应用开发,凭借其化学稳定性高、抗污染易清洗等特点,已开始替代有机卷式膜用于产品的分离与浓缩。功能糖和中药提取已成为生物医药领域陶瓷膜新的业务增长点。

### 2.2 化工与石化

化工与石化工业领域中的大多数过程涉及苛刻环境,液体分离工艺要求较高。陶瓷膜可很好的适应高温、高酸碱性、强腐蚀性等工艺条件,具有巨大的应用发展空间。陶瓷膜沉淀反应器用于氯碱行业盐水精制工艺是化工领域陶瓷膜应用的典型案例,目前行业普及率已超过 25%。受经济形势影响,氯碱行业下行,同时陶瓷膜应用率也已达到较高水平,2014 年氯碱行业陶瓷膜安装面积出现萎缩。但近年来随着化工领域对陶瓷膜的认知程度不断提高,一些应用方向取得了突破。例如将陶瓷膜精制技术用于真空制盐的卤水精制和药用盐精制,实现了陶瓷膜沉淀反应器技术从氯碱行业向制盐行业的拓展;陶瓷膜技术还用于盐湖资源化利用的多个过程,已在锂、镁、钾、钠等资源化工艺中实现应用;陶瓷膜技术在煤化工领域中用于工艺过程水处理和油水分离,也获得了很好的应用效果。新兴应用的发展在一定程度上弥补了原有化工与石化领域的萎缩,所以

2014 年化工与石化领域安装陶瓷膜面积与 2013 年的 1.14 万 m<sup>2</sup> 基本持平,约占全年陶瓷膜安装总量的 21.5%。未来还有很多基于陶瓷膜技术的应用等待开拓,陶瓷膜在化工与石化领域的发展空间依然十分广阔。

### 2.3 食品与饮料

陶瓷膜技术适用于食品与饮料行业中高热敏性、易挥发和对化学试剂敏感的体系,可应用于各类酒、果汁饮料、食品添加剂、调味品、植物提取物等的过滤除菌和澄清。陶瓷膜近年来在食品与饮料行业发展势头良好,2014 年安装陶瓷膜面积约 0.75 万 m<sup>2</sup>,同比增幅超过 15%,约占全年陶瓷膜安装总量的 14.2%。除了在传统的果汁、茶饮料、保健酒、啤酒等应用方向继续发展外,陶瓷膜在食醋、酱油等调味品的澄清过滤实现突破,能够提高产品质量、保持产品品质、延长产品保质期,受到调味品行业的广泛关注,市场拓展较快;陶瓷膜还在多个新品种植物提取中实现应用,在植物提取物的澄清、过滤和提纯工艺中优势明显。食品与饮料行业已成为陶瓷膜最值得发展的市场,预计未来将继续增长。

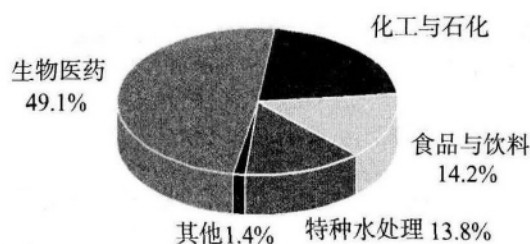


图 2 2014 年陶瓷膜安装领域分布

Fig. 2 Ceramic membrane installation field distribution in 2014

### 2.4 特种水处理

近年来,国家对废水治理的投入持续增长,陶瓷膜可与有机膜优势互补,共同处理苛刻体系的工业和市政污水,成为该类废水处理回用的核心技术。钢铁、印染、医药、食品等工业废水和养殖废水等体系普遍条件苛刻、工作环境恶劣,陶瓷膜在这些废水处理中展现出较为明显的技术优势,逐步开始推广。2014 年安装面积约 0.73 万 m<sup>2</sup>,约占全年陶瓷膜安装总量的 13.8%。近年来陶瓷膜应用开始扩展到油田水处理领域,每年的油田采出污水、钻井废液、压裂废水水量超过 20 亿 t,采用陶瓷膜处理油田采出水,可以达到低渗透油田回注水质指标,逐步开始在行业内进行推广,预期将形成数十亿元的市场规模。

### 3 总结与展望

在“十二五”期间,中国膜工业产值平均年增长率约24%,远高于世界8%~9%的平均水平。“十二五”规划中的“863”、“工程技改”“973”等项目实施,使得我国膜技术有了突破性发展。陶瓷膜作为特种分离膜材料,在多个领域中应用广泛,新型陶瓷膜材料及成套装备技术不断发展。

陶瓷膜材料的发展趋势主要有两个。一是更高分离精度的陶瓷膜材料的开发与应用,目前仅有个别外国公司具有生产陶瓷纳滤膜的技术和实力,“十二五”期间,江苏久吾高科技股份有限公司承担了国家“863”计划课题“高性能陶瓷纳滤膜规模制备技术及膜反应器”,开始研制陶瓷纳滤膜,若研制成功,将进一步拓展陶瓷膜的应用领域。二是低成本高装填密度的陶瓷膜元件的开发,美国CeraMem公司和日本NGK公司已开发出面向水处理领域的低成本陶瓷膜产品,南京工业大学也已开发出适合于水处理的低成本蜂窝状陶瓷膜。若实现产业化,应用成本将有较大下降空间<sup>[10]</sup>。

近年来陶瓷膜市场发展虽受国际国内经济形势较为严峻的影响而增速下降,但仍保持稳步增长。陶瓷膜在新领域获得了显著拓展,在许多新兴应用方向实现了工业化应用,开发出了多种工艺技术与成套装备,为陶瓷膜应用的持续发展储备了市场空间,未来仍然值得期待。随着面向应用过程的陶瓷膜设计与制备的理论体系的进一步完善,陶瓷膜应用技术的进一步提高,预期在今后数年将形成百亿元以上的市场规模。

### 参考文献:

- [1] 徐南平. 无机膜分离技术与应用[M]//北京:化学工业出版社,2003:1-9.
- [2] 徐南平. 面向应用过程的陶瓷膜材料设计、制备与应用[M]//北京:科学出版社,2005:1-6.
- [3] 曹义鸣,徐恒泳,王金渠. 我国无机陶瓷膜发展现状及展望[J]. 膜科学与技术,2013,33(2):1-5.
- [4] 中华人民共和国中央人民政府. 国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)[EB/OL]. [http://www.gov.cn/jrzq/2006-02/09/content\\_183787.htm](http://www.gov.cn/jrzq/2006-02/09/content_183787.htm). 2006-02-09.
- [5] 中华人民共和国科学技术部. 国家“十二五”科学和技术发展规划[EB/OL]. [http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/gjkjgh/201107/t20110713\\_88230.htm](http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/gjkjgh/201107/t20110713_88230.htm). 2011-07-04.
- [6] 中华人民共和国中央人民政府. 高性能膜材料科技发展“十二五”专项规划[EB/OL]. <http://www.most.gov.cn/tztg/201209/W020120905592520159319.pdf>. 2012-09-06.
- [7] 国家发展和改革委员会. 当前优先发展的高技术产业化重点领域指南(2011年度)[EB/OL]. <http://gjss.ndrc.gov.cn/ghzc/201110/W020150414384513307348.pdf>. 2011-06-23.
- [8] 中华人民共和国工业和信息化部. 石化和化工工业“十二五”发展规划[EB/OL]. <http://www.miit.gov.cn/n11293472/n11293832/n11293907/n11368223/n14450266.files/n14450225.pdf>. 2011-12-13.
- [9] 中华人民共和国中央人民政府. 食品工业“十二五”发展规划[EB/OL]. <http://www.gov.cn/gzdt/att/att/site1/20120112/782bcb7035f1078ab6301.pdf>. 2011-12-31.
- [10] 中国膜工业协会. 2013年度中国无机陶瓷膜行业回顾[EB/OL]. <http://www.membranes.com.cn/xingyedongtai/xiehuidongtai/2015-01-19/4112.html>. 2014-03-18.

## Advancement in the application of ceramic membrane in China 2014

QI Hong<sup>1</sup>, CAO Yiming<sup>2</sup>

- (1. Membrane Science and Technology Research Center, Nanjing Tech University, Nanjing 210009, China;
2. Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Dalian 116023, China)

**Abstract:** The application of ceramic membrane technology is a China's strategic industry. It grows rapidly, it has been widely used in many fields already. This article listed some key national policies that support the development of ceramic membrane industry, and reviewed the new advancement in its application in China 2014, specifically in bio-pharmaceutical, chemical and petrochemical, food and beverage, and special water treatment. The scale and development of application market were briefly analyzed. The development trend of ceramic membrane materials are prospected as well.

**Key words:** ceramic membrane; application; advancement