

案例 4

案例名称：改性中空纤维膜接触器用于吸收生物质气中的二氧化碳

案例版权：重庆大学

应用场景：课题结题

教学目标与知识点：掌握课题结题要点的检索与查证。

案例正文

1. 项目的科学技术要点

中空纤维膜接触器是一种可用于高效气液吸收的新型气液相接触设备。使用中空纤维膜接触器去除生物质气中二氧化碳组分的膜吸收技术基于气液两相的非直接接触，气体和液体分别在多孔膜材料的两侧流动，气体通过扩散作用透过膜孔与膜另一侧的液体发生吸收反应，溶解于液相中的气体随液体的流动带出反应器。该技术具有能耗低、占地面积小、线性放大、便于预测等优势。

本项目使用纳米粒子喷涂沉积技术改性了聚四氟乙烯中空纤维膜材料，改性后的膜材料具有超疏水表面，材料与水的接触角超过 150° ，滚动角小于 10° 。基于改性后的聚四氟乙烯中空纤维膜材料开发了膜接触反应器，改性中空纤维膜接触器在生物质气的纯化过程中性能表现稳定。吸收压力操作范围为 0.1-1 Mpa，出口端生物质气中的甲烷浓度可提至 97%以上。

2. 项目结题要点

(1) 使用纳米粒子喷涂沉积技术改性聚四氟乙烯中空纤维膜材料，改性后的膜材料具有超疏水表面，材料与水的接触角超过 150° ，滚动角小于 10° 。

(2) 使用超疏水中空纤维膜接触器的生物质气纯化技术。

(3) 中空纤维膜接触器在吸收压力 0.1-1 Mpa 间性能表现稳定。

3. 检索范围要求

检索范围：国内外

比对要求：在所查范围内有无相同或类似研究；对课题分别或综合进行国内外对比分析。

4. 检索词与检索策略

(1) 检索词：

聚四氟乙烯中空纤维膜/polytetrafluoroethylene (PTFE) Hollow fiber membrane

改性/ modification

超疏水/ Superhydrophobic

沼气提纯/ biogas purification

膜接触反应器/ hollow fiber membrane contactor;

加压膜吸收: 0.1-1 Mpa/ Pressurized membrane absorption: 0.1-1 Mpa

处理气甲烷浓度: $\geq 97\%$ / Methane content in treated gas: $\geq 97\%$.

(2) 检索策略:

1 AND 2 AND 3

1 AND 4

4 AND 5

5 AND 6 AND 7

5. 检索范围

(1) 国内数据库检索范围

1、CNKI 中国知网	www.cnki.net
2、万方数据知识服务平台	www.wanfangdata.com.cn
3、维普期刊资源服务平台	lib.cqvip.com
4、国家科技图书文献中心	www.nstl.gov.cn
5、Elsevier ScienceDirect	www.sciencedirect.com
6、Engineering Village (EI Compendex)	www.engineeringvillage.com
7、Web of Science	www.webofknowledge.com
8、Scopus	www.scopus.com

(2) 搜索引擎

9、超星学术资源发现系统	ss.zhizhen.com
10、中国科技论文在线	oa.paper.edu.cn
11、百度学术	xueshu.baidu.com
12、DOAJ	www.doaj.org

6. 检索结果（略）

7. 分析比对与结论

本次检索结果不包含本项目团队及其合作机构公开发表的中文、外文文献。综合分析本次检索到的国内外相关文献，并与课题要点进行对比分析，得出以下结论：

文献[1] 采用稀溶液相转化法制备出小粒径的聚偏氟乙烯(PVDF)粒子, 然后通过超滤方法将其涂覆在PVDF基膜表面上, 得到了高疏水性表面的PVDF疏水膜, 透水压力由 0.24 MPa 提升至 0.28 MPa。文献[2] 研究了高压 PTFE 中空纤维膜接触器脱除模拟沼气中 CO₂ 的过程. 以纯水作为吸收剂, 在 0.8MPa 操作压力下, 系统考察了气液相流量、组件装填分率和膜孔隙率等对 CO₂ 脱除效果的影响。本项目使用纳米粒子喷涂沉积技术对中空纤维膜进行疏水性改性, 加压膜吸收在 0.1-1 Mpa 之间, 与上述文献不同。

文献[3] 以聚四氟乙烯(PTFE)中空纤维疏水膜作为分离膜, 探讨重金属离子对膜蒸馏性能的影响。文献[4]用丙烯酸溶液浸渍、等离子体接枝丙烯酸改性处理等方式研究了聚四氟乙烯膜改性前后表面的形态结构及润湿性能。文献[5]利用氟碳表面活性剂、二氯甲烷为溶剂对聚四氟乙烯(PTFE)中空纤维膜进行亲水改性。文献[6]和文献[7]主要探讨润滑剂(种类和配比)、挤出工艺(压缩比、长径比和锥角)和拉伸烧结工艺对 PTFE 结构和性能的影响。文献[8] 是对改善 PTFE 中空纤维膜表面亲水性能的相关研究。文献[9]提出双向拉伸平板膜包缠的思路构建非对称结构 PTFE 中空纤维膜, 以解决孔径与孔隙率均衡控制问题;采用含有亲水性和反应性基团的双官能团材料改性 PTFE 中空纤维膜。本项目是对聚四氟乙烯中空纤维膜超疏水改性。上述文献虽涉及 PTFE 中空纤维膜改性研究, 但其内容均与本项目不同。

文献[10] 和文献[11]是应用中空纤维膜淡化海水。其研究内容与本项目处理对象不同。

文献[12]~文献[15]介绍了 PP(聚丙烯)和 PTFE(聚四氟乙烯)中空纤维膜接触器、各种因素对膜解吸过程解吸效率和解吸能耗的影响等, 属综述性文献,

与本项目不同。

文献[16]研究了对 PTFE 膜材料进行疏水性改性后的性能变化，未涉及本项目中的生物质气的纯化过程等内容的相关研究。

文献[17]主要对接触器进行改进，实验采用的吸收压为 0.8MPa，而本项目使用纳米粒子喷涂沉积技术改性聚四氟乙烯中空纤维膜材料，吸收压力 0.1-1 Mpa 间，与之不同。

文献[18]采用 PP 膜，吸收压在 0.1~0.2MPa 之间，文献[19]采用的毛细管膜接触，处理甲烷浓度在 20~40%之间，文献[20]采用 PDMS 膜，吸收压为 0.25barg，文献[21]采用 PPO 膜材料，文献[22]采用 PVDF 膜材料，上述文献与本项目所用聚四氟乙烯（PTFE）膜材料，吸收压 0.1-1MPa 之间均不同。文献[23]采用聚丙烯膜材料，通过表面沉积进行疏水性改性处理电厂 CO₂ 气体，其膜材料、改性技术与处理气体对象均与本项目不同。

文献[24]主要是对比 PP 膜材料和 PTFE 膜材料之间的差异，文献[25]对比了 PFA 和 ePTFE 膜材料的差异，实验所采用的吸收压为 0.5MPa，文献[26]研究了纳米 PTFE 纤维膜进行油水分离的实验，文献[27]讨论了对 PTFE 膜材料进行表面改性后，膜材料的性能变化，文献[28]研究了 PVDF 膜材料的疏水性改性，文献[29]研究了 PVDF 和 PTFE 膜材料对海水净化的效果，文献[30]将 PTFE 材料涂抹在气液混合泵吸收 CO₂，上述文献的研究内容、采用的技术等均与本项目不同。

文献[31]采用计算流体力学对中空纤维膜进行沼气净化进行建模模拟，与本项目研究内容不同。

本课题的要点为：

- 1、使用纳米粒子喷涂沉积技术改性聚四氟乙烯中空纤维膜材料，改性后的膜材料具有超疏水表面，材料与水的接触角超过 150°，滚动角小于 10°。
- 2、使用超疏水中空纤维膜接触器的生物质气纯化技术。
- 3、中空纤维膜接触器在吸收压力 0.1-1 Mpa 间性能表现稳定。

综上所述，经检索并对相关文献分析对比，根据本课题项目的科学技术要点和要点，本次检出的国内外公开发表的中外文献中，除本课题团队及其合作机构发表的文献外，未见与本课题要点全部相符合的文献报道。