

## 2021 年度江苏省科学技术奖提名项目公示内容

**项目名称：**氢燃料电池用高性能超薄复合质子交换膜的研发及产业化

**主要完成单位：**江苏科润膜材料有限公司、淮阴师范学院、**厦门大学**、中国科学院

上海有机化学研究所、北京化工大学常州先进材料研究院

**主要完成人：**杨大伟、李梅生、肖吉昌、**董全峰**、**郑明森**、贺建芸

**项目简介：**

### 1. 主要技术内容

质子交换膜是氢燃料电池汽车的“心脏”。本项目主要是结合双面辐射制膜技术和传统流延制膜工艺，通过改进传统制膜凝胶浆料配方，引入石墨烯衍生物和湮灭剂进行树脂改性，熔融复合膨体聚四氟乙烯（ePTFE）微孔膜支撑层，研发出适合燃料电池使用的高质子传导率、低氢渗透率、耐强酸强碱、寿命长、成本低的超薄复合质子交换膜和连续化制备技术，主要技术创新如下：

①首创质子交换膜制膜过程中熔融复合超高分子量聚四氟乙烯微孔膜的工艺和方法，用带有微孔的超高分子量聚四氟乙烯膜对全氟磺酸膜进行宏观增强，优选微孔膜表面处理技术，改进复合膜结构，解决增强材料与全氟磺酸树脂长时间使用和不同环境转换过程中的分层问题，有效降低膜厚度，从而减小膜电阻，提高机械强度。

②通过在全氟磺酸树脂合成过程中填充功能化氧化石墨烯，优化膜内水环境，促进微相分离，提升高温下的保水性能，解决填充材料与树脂的结合问题，进一步提高质子交换膜的导电性和稳定性，降低膜的燃料渗透率。

③优选合适的功能化湮灭剂、纳米添加剂、助剂，解决燃料电池用质子交换膜现存的耐热性差及环境剧烈变化下稳定性差的缺陷，扩大应用环境。

④采用超临界流体技术制备出一种新型高度均匀分散、稳定性好的纳米级离聚物水醇体系的分散制膜液。

⑤研发出高精度低张力控制的微孔膜覆膜结构和控温精准的自动化流延制膜成套量产设备，获得高精度、高品质、稳定性好的复合质子交换膜。

### 2. 授权知识产权情况

项目技术为公司自主研发，拥有自主知识产权（所有专利均为江苏科润和母公司苏州科润，苏州科润已做专利授权）。已拥有授权专利 50 件，其中授权发明

专利 12 项（含授权 PCT 国际专利 1 项），授权实用新型专利 25 项。围绕相关技术及生产，公司形成了系列质量体系文件，制定了企业标准 1 项，参与制定《全钒液流电池维护要求》（NB/T 42144-2018）、《全钒液流电池安装技术规范》（NB/T 42145-2018）和《锌溴液流电池 电极、隔膜、电解液测试方法》（NB/T 42146-2018）等行业标准；参与制定《质子交换膜测试方法》、《全钒液流电池系统设计导则》、《全钒液流电池可靠性评价方法》等国家标准以及《全钒液流电池用离子交换膜通用技术条件和测试方法》行业标准（正在进行中）。

### 3. 技术指标

质子交换膜性能优越，其厚度为 12.2 $\mu$ m，电导率为 0.134 S/cm，纵向和横向拉伸强度分别为 50 Mpa 和 54 Mpa，气体透过率为 0.005 cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>·min，纵向和横向溶胀率分别为 1.6%和 TD%。

### 4. 应用推广及效益情况

产品在国内首家通过国家汽车强检报告和工信部上车公告，成功应用在广东喜马拉雅氢能、上海神力、江苏清能、苏州擎动、宁波中科科创新能源等公司的燃料电池电堆及 MEA 膜电极中。并与上汽、上海重塑、雄川氢能等公司签订了长期战略合作协议，正在进行国产化替代工作。公司近两年新增销售 5000 余万，新增利税 1500 余万元，产品应用单位近两年新增销售 3.1 亿元，新增利润 7100 万元。公司已完成年产 100 万平米超薄复合质子交换膜的生产线建设，正在进行大规模市场推广工作，预计 5 年内可实现销售 10 亿元，利税 3 亿元。

### 专利:

[1]成之阳,杨大伟,董全峰,詹东平,郑明森,魏永. 增强型全氟离子膜流延机[P]. 江苏: CN204725751U,2015-10-28.

[2]杨大伟. 一种高强度的复合质子交换膜的制造方法[P]. 北京: CN101906215A,2010-12-08.

[3]杨大伟,贺建芸,苑会林,朱工,赵长松,康维佳,罗锡丹,刘振文. 磺化石墨烯改性全氟磺酸离子复合膜及其制备方法[P]. 江苏省: CN106589443B,2019-05-28.

[4]杨大伟,贺建芸,苑会林,高启秀,郑明森,董全峰. 石墨烯掺杂的全氟磺酸-羧酸复合膜及其双层共挤吹塑及拉伸成型方法[P]. 江苏省: CN109280196B,2020-12-18.

[5]贺建芸,杨大伟,苑会林. 纳米碳纤维掺杂的全氟磺酸/全氟羧酸复合膜及其连续流延制备方法[P]. 江苏省: CN109280197B,2021-01-12.

[6]李梅生,赵宜江,周守勇,张文,裴宇航,褚效中,薛爱莲. 凹凸棒粘土/聚合离子液体复合催化剂的制备方法[P]. 江苏: CN104399527A,2015-03-11.

[7]周守勇,李业洋,赵宜江,薛爱莲,李梅生,杨大伟,张艳,邢卫红,张玉洁,胡磊,许家

兴,张莉莉. 一种季铵盐功能化聚砜-纳米凹凸棒石杂化阴离子交换膜及其制备方法[P]. 江苏省: CN110433673B,2021-02-12.

[8]贺建芸,张景慧,罗锡丹,何振文,赵长松,李嘉维,康维嘉,杨卫民,丁玉梅. 一种氧化石墨烯改性的 LED 导热灌封胶及其制备方法[P]. 北京市: CN106753208B,2020-01-14.

[9]杨大伟,成之阳,熊竹,贺建芸,董全峰,郑明森. 具有启闭功能的离子膜钢带流延机的流延刀[P]. 江苏: CN105818307A,2016-08-03.

[10]杨大伟,成之阳,熊竹,贺建芸,董全峰,郑明森. 一种全氟离子膜钢带流延机的剥膜装置[P]. 江苏: CN105773890A,2016-07-20.

#### 代表性论文:

[1]杨大伟,董燕青,范镜敏,郑明森,董全峰.全钒液流电池磺化石墨烯/Nafion 复合膜的研究[J].电化学,2015,21(05):407-410.

[2]Yong Z , Xiong Q , Xiong J , et al. Effects of chelating agents on electrochemical behavior and microstructure of phosphate conversion coatings on magnesium alloy AZ91D. international journal of electrochemical science, 2014.

[3]赵长松,贺建芸,杨大伟,谢鹏程,苑会林.锂离子电池隔膜用 UHMWPE 微孔膜的制备及性能[J].塑料工业,2018,46(09):44-47+57.

[4]Zhang Jianwen,Gao Dongxia,Li Yachao,He Jianyun. Study on micromixing and reaction process in a rotating packed bed[J]. International Journal of Heat and Mass Transfer,2016,101.

[5]魏志凯,张焕,郑明森,董全峰.基于石墨烯的功能化复合材料及其在电化学储能中的应用[J].厦门大学学报(自然科学版),2014,53(05):640-651.