# 2021年省科学技术奖提名公示内容

**项目名称：**高性能聚降冰片烯类离子交换膜材料研究

**提名者：**中北大学

**提名意见：**

该报奖材料真实有效，各栏目填写准确，不涉及国家秘密，知识产权归属无争议，符合报奖要求。

该项目研究遵循理论模拟与实验相结合的思想，采用聚合条件温和、反应活性高的开环移位聚合机理，成功制备一系列综合性能优异的交联型离子交换膜。研究了交联型聚降冰片烯离子交换膜结构组分与性能的构效关系。研究并提出离子交换膜对氢氧根离子的传输机制。实现交联型聚降冰片烯质子交换膜工艺创新，引入双功能基元协同传输离子机制，有效提高膜的综合性能。研究内容涉及材料科学、离子交换膜材料、燃料电池等领域。该研究从2016年开始在多项国家级和省部级项目资助下完成。提供的5篇代表性SCI收录论文，分别为 TOP一区2篇，二区3篇，其中包括ESI高被引论文2篇，总引用次数345次，他引201次。题为《Crosslinked norbornene copolymer anion exchange membrane for fuel cells》发表在Journal of Membrane Science, 2018, 556, 118-125.单篇最高他引用次数84次，并且该代表性论文入选“2018年度中国百篇最具影响国内学术论文”。

 同意提名该项目申报山西省自然科学二等奖。

**项目简介：**1.项目所属技术领域

所属材料科学领域，涉及离子交换膜材料、燃料电池等领域。

2. 主要研究内容：研究膜结构设计与调控、离子传输机理等方面,实现膜结构、工艺创新和性能突破，讨论膜的构效关系，具体如下：

（1）交联型聚降冰片烯阴离子交换膜设计与结构调控

遵循膜理论模拟与实验相结合思想，采用开环移位聚合，制备一系列交联型阴离子交换膜。研究阴离子交换膜结构组分与性能的关系，评估交联型阴离子离子交换膜综合性能。优化膜结构，引入刚性交联剂，膜的力学性能大大提升，其功率密度高达150 mW/cm2以上，具有良好的阴离子交换膜燃料电池应用前景。

（2）聚降冰片烯阴离子交换膜氢氧根离子传输模拟

利用Material Studio软件模块，采用分子动力学模拟，研究氢氧根离子传输与膜的微相结构的关系，水分子数、温度等参数对离子传输的影响，提出氢氧根离子传输机理，氢氧根离子通过双层水簇及氢键作用，遵循mass diffusion和Grotthuss传输机制。

（3）交联型聚降冰片烯质子交换膜工艺创新及性能

针对常规膜制备过程中，很难得到高分子量聚合物，严重影响膜的力学性能，提出一套新的设计方案，引入双功能基元协同传输离子机制。根据新工艺条件，制备一系列交联型膜，考察膜力学性能、质子传导率、甲醇渗透率和选择性等。评估该类型膜的综合性能，高于对标市售Nafion117膜。

3.科学价值：提出新的膜制备工艺方案，成功制备一系列交联型离子交换膜，优化结构设计，提升膜的综合性能，总结离子聚合物膜结构组分与性能的关系，评价离子交换膜综合性能优异。提出阴离子交换膜的氢氧根离子传输机理，为阴离子交换膜的离子传输研究提供参考价值。促进阴离子交换膜在燃料电池上应用发展。交联质子交换膜性能远远超过商用膜综合性能指标。

**代表性论文：**

（1）Wang Chao, Mo Biming, He Zhenfeng, Shao Qian, Pan Duo, Wujick Evan, Guo Jiang, Xie Xinling, Xie Xiaofeng, Guo Zhanhu, crosslinked norbornene copolymer anion exchange membrane for fuel cells, Journal of Membrane Science, 2018, 556,118-125.

（2）Wang Chao, He Zhenfeng, Xie Xiaofeng, Mai Xianmin, Li Yingchun, Li Tingxi, Zhao Min, Yan Chao, Liu Hu, Wujcik Evan K., Guo Zhanhu, controllable cross-Linking anion exchange membranes with Excellent mechanical and thermal properties, Macromol. Mater. Eng., 2018, 303, 1700462-1700469.

（3）Wang Chao, Mo Biming, He Zhenfeng, Xie Xiaofeng，Zhao Cindy Xinxin,Zhang Liqun, Shao Qian, Guo Xingkui, Wujcik Evan K., Guo Zhanhu, hydroxide ions transportation in polynorbornene anion exchange membrane, polymer, 2018, 138, 363-368.

（4）Wang Chao, Feng Zhiming, Zhao Yang, Li Xue, Li Weiwei, Xie Xiaofeng, Wang Shubo, Hou Hua, preparation and properties of ion exchange membranes for PEMFC with sulfonic and carboxylic acid groups based on polynorbornenes, International Journal of Hydrogen Energy, 2017, 42, 29988-29994.

（5）Li Xue, Zhao Yang, Feng Zhiming, Xiang Xincheng, Wang Shubo, Xie Xiaofeng, Ramani Vijay K., ring-opening metathesis polymerization for the preparation of polynorbornene-based proton exchange membranes with high proton conductivity, Journal of Membrane Science, 2017, 528, 55-63.

**主要完成人情况**：

王 超，中北大学，教授

何振峰，中北大学，副教授

李 雪，北京理工大学，助理研究员

王树博，清华大学山西清洁能源研究院，助理研究员

谢晓峰，清华大学山西清洁能源研究院，副教授

侯华， 中北大学，教授