

甘肃省科学技术奖申报项目公示

项 目 名 称	高选择性石墨烯膜设计及铀资源提取研究			
提 名 者	中国科学院近代物理研究所			
申 报 奖 种	自然科学奖			
完 成 单 位	中国科学院近代物理研究所			
完 成 人	姚会军，白静，杜广华，莫丹，秦芝			
项目简介（限 500 字）				
（自然科学奖简介项目所属科学技术领域、主要内容及发现点、科学价值、同行引用评价等。） 本项目属于核技术及应用领域。 本项目依托国家重大科技基础设施——兰州重离子加速器，创新融合重离子辐照精准制造与非对称蚀刻技术，攻克石墨烯限域结构制备、离子传输调控与高效分离等核心难题，取得三大核心成果：1.首创石墨烯纳米孔动态调控新方法：实现大面积单层石墨烯纳米孔可控制备。创新引入栅极电压调控，揭示其对纳米孔内离子传输行为的动态调控机制，获得高达 190 的离子整流比（国际领先），奠定仿生离子通道构建基础。2.发现氧化石墨烯基异质纳米通道的阳离子增强传输协同机制：原创构筑氧化石墨烯膜/聚合物锥形孔复合结构。阐明氧化石墨烯膜作为"阳离子富集源"与锥形孔不对称性的协同机制，离子整流比提升至 238。据此开发高效浓差发电系统，实现 40.3%能量转换效率（近理论极限），推动纳流控器件发展。3.突破氧化石墨烯膜稳定性瓶颈与并实现铀离子选择性高效富集：发展交联剂优化策略，精准调控亚纳米通道尺寸并增强稳定性，实现模拟海水中铀离子近 100%截留率及高效选择性富集，为海水提铀提供关键技术支撑。 成果发表于 Chemical Engineering Journal、Carbon 等 TOP 期刊，被中国科学院官网、科技日报专题报道，获国际权威期刊积极评述与高频引用，项目负责人在重要国际会议作邀请报告。				
完成人对项目主要贡献				
姓名	排名	职称	单位	主要贡献
姚会军	1	研究员	中国科学院近代物理研究所	项目总体负责，组建科研团队，制定项目的科学目标和研究规划。开展了石墨烯膜的制备与离子高效传输实验，并揭示石墨烯膜传质规律，发展了二维材料用于资

				源提取新策略，对应发现点 1， 2， 3。对应代表论著 1， 2， 3， 4， 5。
白静	2	研究员	中国科学院近代物理研究所	作为骨干成员负责和参与了计划和研究目标的制定、课题申请，实验研究和论文发表。完成石墨烯膜的可控制备与铀的高效富集与分离研究作出为重要贡献。对就发现点 3。对应代表论著 5。
杜广华	3	研究员	中国科学院近代物理研究所	完成了中高能重离子微束辐照装置升级，实现了聚合物薄膜和石墨烯膜的单粒子精准辐照，研究了单纳米孔的可控制备及分离性质研究。对就发现点 2。对应代表论著 2， 4。
莫丹	4	研究员	中国科学院近代物理研究所	完成了氧化石墨烯膜离子选择性增强传输机理分析，参与了氧化石墨烯膜用于反电渗析发电模型的建立，对新型二维材料分离膜的设计与优化做出了重要贡献。对应发现点 1。对应代表论著 1， 3。
秦芝	5	研究员	中国科学院近代物理研究所	完成了氧化石墨烯膜开展铀的高效分离与富集项目的立项，对海水和盐湖铀资源新方法的建立做出了重要贡献。对应发现点 3，对应代表论著 5。

知情同意证明 1

项目名称	高选择性石墨烯膜设计及铀资源提取研究			
主要完成人	姚会军, 白静, 杜广华, 莫丹, 秦芝			
论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
Large Rectification Effect of Single Graphene Nanopore Supported by PET Membrane	1	姚会军	.	
	2	曾健	曾健	曾健
	3	翟鹏飞	翟鹏飞	翟鹏飞
	4	李宗臻	李宗臻	李宗臻
	5	程亚雄	程亚雄	程亚雄
	6	刘建德	刘建德	刘建德
	7	莫丹		
	9	段敬来	段敬来	段敬来
	10	王兰喜	王兰喜	王兰喜
	11	孙友梅	孙友梅	孙友梅
	12	刘杰	刘杰	刘杰
	补充说明			
承诺: 上述论文用于申报 2025 年度甘肃省自然科学奖, 已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。 第一完成人 (签名): 姚会军 2025 年 6 月 6 日				

知情同意证明 2

项目名称	高选择性石墨烯膜设计及铀资源提取研究			
主要完成人	姚会军, 白静, 杜广华, 莫丹, 秦芝			
论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
Single graphene nanopore for biomimetic ion channel via tunably voltage-modulated ion transport	1	赵卓	赵卓	赵卓
	2	郭再超	郭再超	郭再超
	3	张振华	张振华	张振华
	4	桂小钰	桂小钰	桂小钰
	5	梁志豪	梁志豪	梁志豪
	6	刘杰	刘杰	刘杰
	7	杜广华		
	9	段敬来	段敬来	段敬来
	10	姚会军		
	11			
	12			
	补充说明			
承诺：上述论文用于申报 2025 年度甘肃省自然科学奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。 第一完成人（签名）：姚会军 2025 年 6 月 6 日				

知情同意证明 3

项目名称	高选择性石墨烯膜设计及铀资源提取研究			
主要完成人	姚会军，白静，杜广华，莫丹，秦芝			
论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
Selectively Enhanced Ion Transport in Graphene Oxide Membrane/PET Conical Nanopore System	1	董钰华	董钰华	董钰华
	2	程亚雄	程亚雄	程亚雄
	3	徐国恒	徐国恒	徐国恒
	4	程宏伟	程宏伟	程宏伟
	5	黄科京	黄科京	黄科京
	6	段敬来	段敬来	段敬来
	7	莫丹		
	9	曾健	曾健	曾健
	10	孙友梅	孙友梅	孙友梅
	11	刘杰	刘杰	刘杰
	12	姚会军		
	补充说明			
承诺：上述论文用于申报 2025 年度甘肃省自然科学奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。				
第一完成人（签名）：姚会军				
2025 年 6 月 6 日				

知情同意证明 4

项目名称	高选择性石墨烯膜设计及铀资源提取研究			
主要完成人	姚会军，白静，杜广华，莫丹，秦芝			
论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
High-Performance Osmotic Power Generators Based on the 1D/2D Hybrid Nanochannel System	1	董钰华	董钰华	董钰华
	2	赵卓	赵卓	赵卓
	3	赵婧	赵婧	赵婧
	4	郭再超	郭再超	郭再超
	5	杜广华		
	6	孙友梅	孙友梅	孙友梅
	7	贺德衍	贺德衍	贺德衍
	9	段敬来	段敬来	段敬来
	10	刘杰	刘杰	刘杰
	11	姚会军		
	12			
	补充说明			
承诺：上述论文用于申报 2025 年度甘肃省自然科学奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。				
第一完成人（签名）：姚会军				
2025 年 6 月 6 日				

知情同意证明 5

项目名称	高选择性石墨烯膜设计及铀资源提取研究			
主要完成人	姚会军，白静，杜广华，莫丹，秦芝			
论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
Enrichment of uranium in seawater by glycine cross-linked graphene oxide membrane	1	初剑	初剑	初剑
	2	黄清钢	黄清钢	黄清钢
	3	董钰华	董钰华	董钰华
	4	姚泽恩	姚泽恩	姚泽恩
	5	王洁茹	王洁茹	王洁茹
	6	秦芝		
	7	宁志刚	宁志刚	宁志刚
	9	解建军	解建军	解建军
	10	田伟	田伟	田伟
	11	姚会军		
	12	白静		
	补充说明			
承诺：上述论文用于申报 2025 年度甘肃省自然科学奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。				
第一完成人（签名）：姚会军				
2025 年 6 月 6 日				

六、主要论文、专著目录

1.代表性论文、专著（5 篇）

序号	论文专著名称	刊名	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时 间	通讯 作者 (含 共 同)	全部作者	他 引 总 次 数	知识 产权 是否 归国 内所 有
1	Large Rectification Effect of Single Graphene Nanopore Supported by PET Membrane	ACS Applied Materials & Interfaces	2017 年 9 卷 11000-11008 页	2017.03	姚会军, 刘杰	姚会军; 曾健; 翟鹏飞; 李宗臻; 程亚雄; 刘建德; 莫丹; 段敬来; 王兰喜; 孙友梅; 刘杰	24	是
2	Single graphene nanopore for biomimetic ion channel via tunably voltage-modulated ion transport	Carbon	2022 年 203 卷 172-180 页	2022.11	姚会军	赵卓; 郭再超; 张振华; 桂小钰; 梁志豪; 刘杰; 杜广华; 段敬来; 姚会军	8	是
3	Selectively Enhanced Ion Transport in Graphene Oxide Membrane/PET Conical	ACS Applied Materials & Interfaces	2019 年 16 卷 14960-14969 页	2019.03	姚会军, 刘杰	董钰华; 程亚雄; 徐国恒; 程宏伟; 黄科京; 段敬来; 莫丹; 曾健; 白静; 孙友梅; 刘杰; 姚	30	是
4	High-Performance Osmotic Power Generators Based on the 1D/2D Hybrid Nanochannel System	ACS Applied Materials & Interfaces	2022 年 25 卷 29197-29212 页	2022.06	姚会军	董钰华; 赵卓; 赵婧; 郭再超; 杜广华; 孙友梅; 贺德衍; 段敬来; 刘杰; 姚会军	15	是

5	Enrichment of uranium in seawater by glycine cross-linked graphene oxide membrane	Chemical Engineering Journal	2022 年 444 卷 136602 页	姚会军, 白静	初剑; 黄清钢; 董钰华; 姚泽恩; 王洁茹; 秦芝; 宁志刚; 解建军; 田伟; 姚会军; 白静	72	是
合 计						149	
补充说明							
声明: 上述论文、专著用于提名甘肃省自然科学奖, 已征得未列入项目主要完成人的作者的同意。							
第一完成人(签名): 姚会军 2025 年 6 月 6 日							

非连续申报证明

项目名称	高选择性石墨烯膜设计及铀资源提取研究
主要完成人	姚会军，白静，杜广华，莫丹，秦芝
主要完成单位	中国科学院近代物理研究所
自查情况说明	
项目组自查情况	本项目申报 2025 年度甘肃省自然科学奖，主要技术内容未申报过以往年度省科学技术奖，无重复申报情况，符合申报要求。 特此承诺。 第一完成人（签名）：姚会军 2025 年 6 月 6 日
第一完成单位自查情况	本项目申报 2025 年度甘肃省自然科学奖，主要技术内容未申报过以往年度省自然科学奖，无重复申报情况，符合申报要求。 特此说明。 第一完成单位（盖章）： 2025 年 6 月 6 日