

重庆市科学技术奖拟提名项目公示

(2025 年度)

一、项目名称

面向气体净化的开放框架材料关键技术及应用

二、提名者

重庆市经济和信息化委员会

三、提名等级

科技进步奖一等奖

四、项目简介

面向我国在战略气体分离与高端环境气体净化的重大需求，项目针对气体净化技术对高端多孔材料功能设计性差、制备能力不足及应用推广缺乏，突破了开放框架材料从结构机理到工程应用的关键瓶颈，实现了设计由经验指导向机理明确、生产由实验室条件向工业化制造、应用由示范验证向规模推广的跨越。主要创新点如下：

(1) 构建了以新型共价键成键方式、新型金属簇及多重相互作用协同稳定为特征的开放框架新体系；开发了聚合与结晶过程动力学—热力学协同的普适性调控技术，实现框架材料孔径尺寸和孔内化学环境的精确构筑。突破了框架材料在不同气体分离场景下难以实现定向设计的瓶颈，为高效气体净化提供了坚实的材料基础。

(2) 发明了开放框架材料绿色连续化规模制备与成型工艺，首创框架材料无溶剂合成策略，实现高效率、高一致性批量化生产；建立框架材料粉体高强度造粒、涂覆与成膜工艺，突破其受“不溶、不熔、不烧结”特征制约的加工成型工程化难题，实现材料从粉体向母粒、柔性膜及工程构件的顺利转化。

(3) 构建了非极性小分子(H_2 、 He)高效筛分体系，实现贫氦天然气中高效富氦，纯度达99.999%；发展极性分子(H_2O 、 $VOCs$)深度吸附与超低浓度脱除技术，实现低露点除湿和 ppb 级污染物去除，填补国内高端制造业对深度除湿与痕量污染物净化需求空白；建立面向生物毒性污染物的高效气体无害化技术，为重大公共卫生事件应急防护提供关键支撑。

五、主要完成单位

北京理工大学重庆创新中心、北京理工大学、理工清科（重庆）先进材料研究院有限公司、重庆再升科技股份有限公司、长江师范学院、中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司、重庆万凯新材料科技有限公司、北京理工大学前沿技术研究院

六、主要完成人及其贡献

王博，作为主要研发人及组织人，长期关注开放框架材料从结构机理到工程应用方面的研究，组建了一个实力雄厚的研发团队，参与了相关主要专利技术的研发工作，构建了结构可编程、传质可调控、形态可工程化的材料技术体系。作为项目的总指挥，为项目的顺利实施全面部署和协调项目的各项工作。对项目的主

要技术创新第 1、2、3 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量 90%。

冯霄，作为项目主要技术负责人，参与了相关主要专利技术的研发工作，负责相关专利技术开发及研发团队的协调及管理工作，负责带领技术团队开展材料分子设计、制备工艺、结构优化、性能调控到工程应用验证的系统化研究，。对项目的主要技术创新第 1、2、3 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 90%。

苏岳峰，作为项目主要技术负责人，构建了以新型共价键成键方式、新型金属簇及多重相互作用协同稳定为特征的开放框架新体系，并将开放框架材料气体分子筛分与定向捕获用于非极性小分子高效筛分、极性分子定向捕获及有机与生物污染物降解，为重大公共卫生事件应急防护提供关键支撑。对项目的主要技术创新第 1、2、3 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 90%。

刘华丽，作为项目主要技术负责人，参与了相关主要专利技术的研发工作，负责相关专利技术中试及企业技术人员的协调及管理工作，负责相关技术的企业应用推广，积极配合技术团队开展相应的现场实验。对项目的主要技术创新第 1、2、3 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 80%。

臧红辉，负责相关技术的企业应用推广，组织技术团队开展相应的现场实验，产品的性能测试。对项目的主要技术创新第 3

项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 80%。

丁佰锁，作为项目主要技术负责人，参与了相关主要专利技术的研发工作，负责相关专利技术中试及企业技术人员的协调及管理工作，负责相关技术的企业应用推广，积极配合技术团队开展相应的现场实验。对项目的主要技术创新第 1、2、3 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 70%。

郭茂，负责相关技术的企业应用推广，组织技术团队开展相应的现场实验，产品的性能测试。对项目的主要技术创新第 3 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 70%。

杨金明，负责相关技术的企业应用推广，组织技术团队开展相应的现场实验，产品的性能测试。对项目的主要技术创新第 3 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 70%。

宋军备，负责相关技术的企业应用推广，组织技术团队开展相应的现场实验，产品的性能测试。对项目的主要技术创新第 3 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 70%。

赵爽，作为项目主要技术负责人，提出了限域空间热聚合、水相/无溶剂连续流反应等绿色合成新策略，创制了保护孔径造粒、热压原位成膜及喷雾涂覆成膜等精密成型技术。对项目的主

要技术创新第 2 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 60%。

王乾有，项目实施过程中的技术骨干，全程参与制定工艺方案，修改工艺路线，完善工艺流程，同时兼顾与外部资源衔接、沟通，及时将所掌握的资源和工艺优化运用于本工程中。负责了核心专利技术的研发工作，负责核心专利技术中试，组织技术团队开展相应的现场实验。对项目的主要技术创新第 2 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 60%。

马青朗，项目实施过程中的技术骨干，开发了针对极性气体分子的痕量深度脱除新技术，攻克了超低浓度下极性分子捕获难、吸附容量低、脱附不彻底等技术难题。对项目的主要技术创新第 3 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 60%。

余亮，项目实施过程中的技术骨干，开发了针对极性气体分子的痕量深度脱除新技术，攻克了超低浓度下极性分子捕获难、吸附容量低、脱附不彻底等技术难题。对项目的主要技术创新第 3 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 60%。

黄辉胜，作为项目主要技术负责人，提出了限域空间热聚合、水相/无溶剂连续流反应等绿色合成新策略，创制了保护孔径造粒、热压原位成膜及喷雾涂覆成膜等精密成型技术。对项目的主要技术创新第 2 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作

量占本人工作总量的 60%。

孙志兵，作为项目主要技术负责人，提出了限域空间热聚合、水相/无溶剂连续流反应等绿色合成新策略，创制了保护孔径造粒、热压原位成膜及喷雾涂覆成膜等精密成型技术。对项目的主要技术创新第 2 项做出了贡献，在该项目技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 60%。

七、主要知识产权和其他支撑材料目录

| 序号 | 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 国家(地区) | 授权号 | 授权日期 | 权利人 | 发明人 |
|----|--------|--------------------------------|--------|----------------|------------|----------------------|-----------|
| 1 | 发明专利 | 基于喹啉环连接的共价有机框架材料及其制备方法 | 中国 | CN 114292412 B | 2022.09.20 | 北京理工大学;北京理工大学前沿技术研究院 | 王博;冯霄;韩向豪 |
| 2 | 发明专利 | 一种高价值金属有机框架材料、其制备及应用 | 中国 | CN 114196038 B | 2022.09.20 | 北京理工大学;北京理工大学前沿技术研究院 | 王博;冯霄;马豆 |
| 3 | 发明专利 | 一种通过合成分后修饰使 COFs 薄膜实现高效分离气体的方法 | 中国 | CN 112679781 B | 2021.09.21 | 北京理工大学;北京理工大学前沿技术研究院 | 王博;冯霄;井雪纯 |
| 4 | 发明专利 | 一类具有氢气分离性质的玻璃态 MOF 膜材料及其制备方法 | 中国 | CN 112717727 B | 2022.05.13 | 北京理工大学 | 王博;冯霄;李婕 |
| 5 | 发明专利 | 一类可高效分离气体的复合 | 中国 | CN 112717716 B | 2022.04.08 | 北京理工大学 | 王博;冯霄;邵鹏鹏 |

| | | | | | | | |
|----|------|----------------------------------|----|----------------|--------------|---------------------|--------------------------------|
| | | 膜材料及其制备方法 | | | | | |
| 6 | 发明专利 | 一种多孔材料超高负载量混合基质膜的制备方法 | 中国 | CN 110052182 B | 2020. 10. 20 | 北京理工大学 | 王博;冯霄;刘艺;王航;赵爽 |
| 7 | 发明专利 | ZnO/壳聚糖/ZIF-8联合改性聚丙烯的方法、滤材及防病毒口罩 | 中国 | CN 112126154 B | 2022. 11. 08 | 北京理工大学重庆创新中心、北京理工大学 | 董锦洋;陈来;苏岳锋;卢贊;赵勇;石奇;李永健;徐利锋;吴锋 |
| 8 | 发明专利 | 一种混合基质膜及其制备方法与应用 | 中国 | CN 116764462 B | 2025. 11. 07 | 理工清科(重庆)先进材料研究院有限公司 | 丁佰锁,彭婷,刘华丽 |
| 9 | 发明专利 | 双金属MOFs浸渍活性炭吸附剂及其制备方法与应用 | 中国 | CN 116688952 B | 2025. 05. 06 | 理工清科(重庆)先进材料研究院有限公司 | 丁佰锁,彭婷,刘华丽,汪雨 |
| 10 | 发明专利 | 基于低品位热能收集转化复合材料的水蒸发发电器件及其制作方法 | 中国 | CN 115642828 B | 2025. 11. 21 | 理工清科(重庆)先进材料研究院有限公司 | 丁佰锁 |