

2021 年度自治区科技奖励提名项目公示信息 (技术发明奖)

-

一、项目名称

纳米复合油水分离材料及其系统集成

二、提名单位

中国科学院新疆分院

三、提名单位（专家）意见

该项目聚焦于原油开采和石化行业含油污水治理领域，从环境治理和提高能源开发效率的角度考虑，研制出一系列纳米复合油水分离材料，突破了油水分离材料规模化制备、材料与分离设备有效集成等关键技术，实现了纳米复合材料在原油开采、石化等行业油水分离领域的新型应用。

该项目已获得授权国家发明专利 6 项，发表 SCI 期刊论文 9 篇。成果拥有自主知识产权，核心技术自主可控。项目总体水平达到国内领先、聚集诱导油水分离设备在含油污水处理技术领域达到国际先进水平，相关产品和技術孵化成立 1 家高技术企业，产品已在北京承天倍达、中石油新疆油田、天津渤海石化等国内多家企业推广应用，取得较好的社会、经济和环境效益。

我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合新疆科学技术奖励工作办公室的填写要求。

提名该项目为自治区技术发明一等奖。

四、项目简介

原油开采和石化行业产生大量含油污水，此类污水的

任意排放不仅会造成资源浪费，还会破坏生态环境，影响人类健康。开展高效油-水分离材料的设计、制备及应用研究，对提高环境资源利用效率以及污染物治理具有重要意义。在国家海外高层次人才引进计划、国家自然科学基金等项目的支持下，项目组经过九年攻关，研制出一系列新型纳米复合油水分离材料，突破了油水分离材料规模化制备、材料与分离设备有效集成等关键技术，实现了纳米复合材料在原油开采、石化等行业油水分离领域的新型应用。主要技术发明点介绍如下：

1) 以油水混合物中油含量及其分布特征为出发点，构筑了一系列具有多元化特性的纳米复合油水分离材料，解决了传统油-水分离用纳米材料成本高、难以量产等困难，填补了我国在高端油水分离材料领域的技术空白。

2) 阐明了纳米复合油水分离材料表面形貌、表面功能基团和材料宏观亲水/疏水性质之间的关系，提出了基于聚集诱导现象实现油水混合物分离的新技术，揭示了材料在复杂液相体系中有效识别、聚集油类的微观作用机制。

3) 以制备的纳米复合油水分离材料为核心元件，研制出聚集诱导油水分离设备，实现了油水分离材料和设备的有效集成，建立了针对能源、石化等领域产生的油水混合物高效分离的新技术和新装备体系。

该项目成果拥有自主知识产权，并形成从分离材料、组件到装备的全链条技术布局，打破了高端油水分离材料长期被欧美企业垄断的现状，实现了对进口材料和技术替代。科研成果孵化成立 1 家高技术企业，获得 2017 年“第六届中国创新创业大赛新材料行业总决赛”全国三等

奖；项目组成员获得英国皇家化学会会士（FRSC）、第三届中国复合材料学会青年科学家、中国科协青年托举人才等荣誉称号。

五、推广应用情况

项目在执行过程中获得授权中国发明专利 6 件，其中 3 项专利技术作价入股，于 2019 年 8 月成立中科瑞丽分离科技无锡有限公司（注册资本 1000 万元），推动油水分离材料及其装备的规模化应用，企业获得 2019 年中国无锡科技创新创业大赛暨第七届“创业江苏”科技创业大赛无锡地方赛、第五届苏南全球创客大赛团队组二等奖。企业目前已实现创收超过 500 万元，并已经与工业过滤某龙头企业达成战略股权投资协议，公司整体估值 4050 万元。

项目研发的油水分离用纳米复合材料并可用于水体表面浮油和分散油的去除，相关专利以使用权许可方式授权新疆科鼎环保科技有限公司使用，该公司积极推动油水分离材料在石化行业含油污水处理领域的应用，获得 2017 年“第六届中国创新创业大赛新材料行业总决赛”全国三等奖（唯一），公司新增产值近 900 万元。

项目研究成果在原油开采、化工、航空等多个领域获得应用示范，典型推广应用包括：

1、原油开采领域油水混合物分离

项目组与中国石油新疆油田合作，开展油水分离装置用于页岩油开采过程中油水混合物的分离研究。应用结果表明：该类油水混合物油含量平均值 49475.4 mg/L，经过项目组研发的聚集诱导油水分离装置处理后出水含油量平均值 7.3 mg/L。通过 40 天连续测试，设备油水处理效果表现

稳定，同时具有较好的抗冲击性能。聚集诱导设备不仅可对原油-水混合物进行分离，还可对分离的油进行收集，实现油水混合物的资源化利用。

2) 石化行业含油污水处理

针对丙烷脱氢制丙烯过程中产生的高化学需氧量（COD）、高度乳化含油废水，项目组与天津渤海石化有限公司合作，推动聚集诱导油水分离技术用于行业含油废水达标处理工程。应用结果表明：采用该技术装备可有效降低含油废水 COD 浓度：在实际进液 COD 浓度 10000-30000mg/L 波动条件下，可保证出水 COD 低于 500mg/L。经长时间连续运行，出水 COD 稳定且完全满足应用方要求；该装置具有结构简单、处理效果佳、耐冲击能力强等优势，与现有处理工艺相比，应用该技术后产生的固废量可降低一半以上，有效降低现有工艺运行成本和员工劳动强度。

3) 航空煤油除水净化领域

项目组与北京承天倍达过滤技术有限责任公司（国家航空煤油净化标准制订单位）合作，推动油中除水用纳米复合材料的应用。应用结果表明：材料在航油长期冲刷和清洗时，可保持性能稳定；材料加工成滤芯后进行滤芯脱水性能试验，滤后燃料中游离水含量体积分数低于 15 μ L/L，满足航空煤油中对水含量要求；油中除水纳米复合材料在航空煤油脱水应用领域部分指标优于国外同类产品，产品对于保障国家能源和国防安全具有重要意义。

六、主要知识产权证明目录

授权发明专利：

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	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
----	--------	----------	--------	-----	------	------	-----	-----	----------

1	发明专利	一种生物基凝油材料及制备方法应用	中国	ZL201710674126.0	2019.09.13	3528153	中科瑞丽分离锡有限公司	马鹏程, 吕朋, 杨苏东	有效
2	发明专利	一种原位观察材料断裂行为的方法	中国	ZL201710431250.4	2019.08.06	3481846	中科瑞丽分离锡有限公司	马鹏程, 郝斌	有效
3	发明专利	一种利用油水分离器处理含油污水的方法	中国	ZL201610249189.7	2018.05.11	2920107	中国科学院新疆理化技术研究所、广州化学有限公司	马鹏程, 陈军腾, 杨苏东, 胡美龙	有效
4	发明专利	一种三元硅氧烷海绵的制备方法及其用途	中国	ZL201410406724.6	2017.01.18	2348107	中国科学院新疆理化技术研究所	马鹏程, 穆磊	有效
5	发明专利	一种超疏水超亲油超轻海绵的制备方法	中国	ZL201410670208.4	2016.03.30	2000169	中科瑞丽分离锡有限公司	马鹏程, 穆磊, 陈军腾, 杨苏东	有效
6	发明专利	一种玻璃纤维负载二氧化钛复合材料的制备方法	中国	ZL201310407330.8	2015.03.11	1600197	中国科学院新疆理化技术研究所	马鹏程, 陈琳, 杨苏东	有效

发表 SCI 文章：

1. Cai DL, Ma PC*. Hydrogel-coated basalt fibre with superhydrophilic and underwater superoleophobic performance for oil-water separation. *Composites Communications*, 2019, 14: 1-6.
2. Wang H, Yang SD*, Ma PC*. Bi-functional composite foam with hierarchical structure for efficient separation of emulsified mixtures consisting of oil and water. *Applied Surface Science*, 2019, 483: 1149-1157.
3. Lv P, Yang SD, Ma PC*. Bio-based oil gelling agent for effective removal of oil spills from water surface. *Materials Chemistry Frontiers*, 2018, 2, 1784-1790.
4. Chen JT, Shen CH, Yang SD, Masud R, Ma PC*. Acid and temperature dual-responsive cotton fabrics with polymer coating. *Composites Communications*, 2017, 4, 10-15.
5. Wang CC, Yang S, Ma Q, Jia X*, Ma PC*. Preparation of carbon nanotubes/graphene hybrid aerogel and its application for the adsorption of organic compounds. *Carbon*, 2017, 118, 765-771.
6. Yang SD, Chen L, Wang C, Rana M, Ma PC*. Surface roughness induced superhydrophobicity of graphene foam for oil-water separation. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2017, 508, 254-262.
7. Rana M, Chen JT, Yang SD, Ma PC*. Biomimetic superoleophobicity of cotton fabrics for efficient oil-water separation. *Advanced Materials Interfaces*, 2016, 3,

1600128.

8. Rana M, Hao B, Mu L, Chen L, Ma PC*. Development of multi-functional cotton fabrics with Ag/AgBr-TiO₂ nanocomposite coating. *Composites Science and Technology*, 2016, 122, 104-122.
9. Mu L, Yang S, Hao B, Ma PC*. Ternary silicone sponge with enhanced mechanical properties for oil-water separation. *Polymer Chemistry*, 2015, 6, 5869-5875.

七、主要完成人情况

公示姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目技术创造性贡献
马鹏程	1	研究室主任	研究员	中国科学院新疆理化技术研究所	中国科学院新疆理化技术研究所	研制出一系列新型纳米复合油水分离材料，提出了构筑纳米复合油水分离材料的普适性原理，建立了聚集诱导油水分离的新方法。是本项目中 6 件授权发明专利的第一发明人、成果中公开发表的 7 篇 SCI 论文唯一通讯作者。对主要科技发明点(1)、(2)做出创造性贡献。
杨苏东	2	/	副研究员	中国科学院新疆理化技术研究所	中国科学院新疆理化技术研究所	研究了具有多元化特性的纳米复合油水分离材料，探讨了纳米复合油水分离材料表面形貌、表面功能基团和材料宏观亲水/疏水性质之间的关系，在纳米复合油水分离材料的设计及其油水分离机制的研究中做出了贡献。对主要科技发明点(1)做出创造性贡献。
郝斌	3	/	助理研究员	中国科学院新疆理化技术研究所	中国科学院新疆理化技术研究所	制备的多功能纳米复合油水分离材料，并以此为核心制备出了滤芯等元件，在此基础上使用梯度处理的工艺原理研制出可进行聚集诱导油水分离设备以及相应的油水分离工艺包，实现了油水分离材料和设备的有效集成，在油田和石化行业进行现场实验。对主要科技发明点(1)、(3)做出创造性贡献。
艾克热木·牙生	4	/	助理研究员	中国科学院新疆理化技术研究所	中国科学院新疆理化技术研究所	研究了油水分离材料表面微观结构的构造技术，以及表面亲水、疏水性基团间比例对材料宏观亲水/疏水性质之间的关系，为分离材料的规模化生产做出贡献。对主要科技发明点(1)、(2)做出创造性贡献。
胡美龙	5	董事长	研究员	中科院广州化学有限公司	中科院广州化学有限公司	研制出聚集诱导油水分离设备，实现了油水分离材料和设备的有效集成，为油水分离材料及设备的应用示范做出贡献，是本项目中 1 件授权发明专利的发明人。对主要科技发明点(3)做出了创造性贡献。
王瑞	6	总经理	/	中科瑞丽分离科技无锡有限公司	中科瑞丽分离科技无锡有限公司	解决了传统油-水分离用纳米材料难以量产等困难，研制出聚集诱导油水分离设备，实现了油水分离材料和设备的有效集成，推动油水分离设备的应用示范。对主要科技发明点(1)、(3)做出了创造性贡献。

八、主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	中国科学院新疆理化技术研究所				
排 名	1	法定代表人	潘世烈	所在地	新疆乌鲁木齐
单位性质	事业	传 真	0991-3838957	邮政编码	830011
通讯地址	新疆乌鲁木齐市北京南路 40-1 号				
联系人	盖敏强	单位电话	0991-3832304	移动电话	18709919732
电子邮箱	gaimq@ms.xjb.ac.cn				
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：					
<p>以油水混合物中油含量及其分布特征(浮油、分散油、乳化油等)为出发点，构筑了一系列具有多元化特性的纳米复合油水分离材料，提出了构筑纳米复合油水分离材料的普适性原理，探讨了纳米复合油水分离材料表面形貌、表面功能基团和材料宏观亲水/疏水性质之间的关系，建立了聚集诱导油水分离的新方法。以纳米复合油水分离材料为核心制备出滤芯等元件，在此基础上使用梯度处理的工艺原理研制出可进行聚集诱导油水分离设备以及相应的油水分离工艺包，实现了油水分离材料和设备的有效集成，在中石油新疆油田、天津渤海化工等企业开展进行现场实验。</p>					
<p>声明： 本单位同意完成单位排名，遵守《自治区科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p>					
法定代表人签名：			单位（盖章）		
年 月 日			年 月 日		

单位名称	中科院广州化学有限公司				
排 名	2	法定代表人	胡美龙	所在地	广州
单位性质	企业	传 真	020-85231119	邮政编码	510650
通讯地址	广州市天河区兴科路 368 号				
联系人	申智慧	单位电话	020-85231399	移动电话	18028639399
电子邮箱	shenzhahui@gic.ac.cn				
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：					
<p>以基础处理结构为单元，根据实际情况进行横向和纵向处理单元的灵活组合，实现了油水分离材料和设备的有效集成，为油水分离材料及设备的应用示范做出贡献，实现了对油田原油采出液和石化行业油水混合物的高效分离和资源化利用。</p>					
<p>声明： 本单位同意完成单位排名，遵守《自治区科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p>					
法定代表人签名：			单位（盖章）		
年 月 日			年 月 日		

单位名称	中科瑞丽分离科技无锡有限公司				
排 名	3	法定代表人	王瑞	所在地	江苏无锡
单位性质	企业	传 真	/	邮政编码	214000
通讯地址	江苏省无锡市新吴区梅村街道新洲路 228 号				
联系人	周菁	单位电话	0510-	移动电话	18020298336
电子邮箱	zhoujing@ruiliem.com				

对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：

实现油水分离材料的规模化制备，解决了传统油-水分离用纳米材料难以量产等困难，研制出聚集诱导油水分离设备，实现了油水分离材料和设备的有效集成。依托中科瑞丽分离科技无锡有限公司平台，在油田、石化、餐饮等行业推广油水分离材料及设备，并在北京承天倍达、新疆吉庆油田、天津渤海石化等多家企业开展进行应用示范。

声明：本单位同意完成单位排名，遵守《自治区科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。

法定代表人签名：

单位（盖章）

年 月 日

年 月 日

九、完成人合作关系说明

第一完成人马鹏程研究员与第二、第三、第四完成人为同事关系。其中，马鹏程研究员是主要知识产权 1-6 的第一发明人。

第二完成人杨苏东副研究员作为共同发明人与马鹏程研究员共同完成主要知识产权 1、3、5、6。

第三完成人郝斌助理研究员作为共同发明人与马鹏程研究员共同完成主要知识产权 2，并参与研制装备的应用推广与现场测试。

第四完成人艾克热木·牙生助理研究员参与分离材料的规模化生产。

第一完成人马鹏程研究员与第五完成人胡美龙研究员为合作关系，第五完成人胡美龙研究员作为共同发明人与马鹏程研究员共同完成主要知识产权 3。

第一完成人马鹏程研究员与第六完成人王瑞为合作关系，第六完成人王瑞负责项目成果的规模化生产、应用推广与现场测试。