**2022年度国家自然科学基金专项项目“微纳多孔介质的固液界面力学和限域反应流动”指南**

物质输运，特别是微纳多孔介质中的输运问题，不仅是力学领域的学术前沿和研究热点，而且是化工领域高新技术的理论基础。研究微纳受限空间内化工过程的特征与规律，实现高效、安全、可控的化工过程，有望为化工行业转型升级提供重要驱动力。各种微纳化工过程都需要通过界面和流动来实现。近年来，力学研究已逐步拓展到微纳米尺度；微纳化工过程的技术创新对微纳米尺度力学研究提出了新的要求，复杂化学环境下的固液界面力学、多相流动、传质传热机理、界面反应电荷转移规律等相关基础科学问题研究成为瓶颈难题。

为发挥国家自然科学基金解决国家重大需求背后的基础科学问题的支撑作用，针对典型微纳化工过程中反应流动等共性基础科学难题，国家自然科学基金委员会基础科学板块现启动“微纳多孔介质的固液界面力学和限域反应流动”专项项目，将围绕微纳化工领域微纳米尺度下多相界面处力化强耦合作用的基础科学问题开展研究。

**一、科学目标**

本专项项目旨在深入探索空间、时间、能量多尺度层次的力化耦合作用，实现微纳米尺度化工材料的精准合成，开展物质输运实验并构建限域传质的力学理论，揭示固体表面化学不均匀特性对动态润湿和微流动的影响，阐明力化电耦合下移动接触线的微观力学机理，发展适用于微纳尺度表界面体系和相关化学过程的新理论和新实验方法，突破微纳化工高新技术创新发展的理论和技术瓶颈，推动微纳米力学的跨越式发展，为微纳化工过程的优化设计提供基础性理论支撑。

**二、拟资助研究方向和研究内容**

**（一）化学不均匀表面的动态润湿及微流动（申请代码1选择数学物理科学部A09下属代码）**

固液界面和流动是微纳化工过程中高效传质传热的关键，固体表面化学特性与流体界面相互耦合，产生复杂的动态润湿及微流动行为。开展表面化学特性与流体动力学耦合作用的实验和数值研究，建立高精度的界面间断模型和高分辨率的守恒清晰界面方法，实现对化学不均匀性表面上动态润湿和微流动的精确三维数值模拟，通过引入分子涨落效应揭示微米尺度界面流动的力学机理，开发微流体混合增强的实验新方法，基于表面化学不均匀性实现反应流体调控的新技术，为强化物质和能量传输及相关化工过程的优化提供支持。

**（二）力化电耦合下移动接触线的微观力学机理（申请代码1选择数学物理科学部A08下属代码）**

力化电多场耦合下的复杂流动是一种强耦合、强非线性、跨尺度的力学行为，也是控制微纳化工过程的关键。移动接触线的微观力学机理对纳微流动与输运具有重要意义。发展力化电耦合流动与输运的跨尺度实验和计算方法，自下而上地从分子间和界面作用出发探索移动接触线跨尺度行为的复杂性根源，揭示溶解输运、黏性失稳、力化电润湿等的多阶涌现行为，研究应力、反应、电场、界面等多效应耦合对移动接触线动力学性质的影响，从量子尺度出发逐层级地揭示力化电耦合下移动接触线的跨尺度行为及动力学机理，为微纳化工流动的过程控制和优化提供理论基础。

**（三）微纳尺度限域反应流动的力学理论及跨尺度关联（申请代码1选择数学物理科学部A08下属代码）**

微纳尺度下的固液气界面分子间力、流体相态和反应规律是理解微纳化工过程内在机理的前提和关键。开展限域传质的精准实验表征及考虑量子效应的分子模拟，获取微纳尺度固液气界面的微观力学信息和界面反应电荷转移规律，明确限域反应流动的驱动机制和边界条件，构建限域传质的力学理论模型，揭示限域效应、尺寸效应、量子效应、界面化学过程等对微纳尺度反应流动规律的影响机制，探索电子尺度、分子尺度和微纳尺度直至宏观尺度力学模型的关联，为限域反应流动的优化设计提供跨尺度力学理论描述。

**（四）多孔介质内反应流动机制与材料设计制备（申请代码1选择化学科学部B08下属代码）**

多孔材料孔道的多尺度精准调控直接决定微纳化工过程效率。开展适用于微纳化工过程多孔材料的设计与可控制备，明晰客体反应介质的微观反应动力学和热力学对反应流动的影响机制，形成微纳多孔材料的输运与反应理论，揭示孔道微环境、尺度、构型等与微纳化工过程效能的关联规律。发展微观形貌、孔径尺寸、孔道构型、孔壁化学性质协同调控策略；强化超微孔内分子扩散，提高孔内活性位点的利用率；在适配的多级孔道内定向引入功能组分，调控其空间落位密度与分布。

**三、资助计划**

本专项项目资助期限为4年，申请书中的研究期限应填写“2023年1月1日－2026年12月31日”。计划资助4项，平均资助强度300万元/项。

**四、申请要求及注意事项**

（一）申请条件

1.具有承担基础研究课题的经历；

2.具有高级专业技术职务（职称）；

在站博士后研究人员、正在攻读研究生学位以及无工作单位或者所在单位不是依托单位的人员不得作为申请人进行申请。

（二）限项申请规定

1.本专项项目申请时不计入申请和承担总数范围，正式接收申请到自然科学基金委做出资助与否决定之前，以及获资助后，计入申请和承担总数范围。

2.申请人同年只能申请1项专项项目中的研究项目。

3.其他限项申请要求按照《2022年度国家自然科学基金项目指南》“限项申请规定”执行。

（三）申请注意事项

1.专项项目实行无纸化申请。申请书提交时间为**2021年11月21日~11月27日16时**。

2.申请人注意事项

（1）申请人在填报申请书前，应当认真阅读本申请须知、本项目指南和《2022年度国家自然科学基金项目指南》的相关内容，不符合项目指南和相关要求的申请项目不予受理。

（2）本专项项目旨在紧密围绕核心科学问题，集中国内优势研究团队进行研究，成为一个专项项目群。申请人应根据本专项项目拟解决的具体科学问题和项目指南公布的拟资助研究方向，自行拟定项目名称、科学目标、研究内容、关键科学问题、技术路线和相应的研究经费等。

（3）申请人登录科学基金网络信息系统https://grants.nsfc.gov.cn/（没有系统账号的申请人请向依托单位基金管理联系人申请开户），按照撰写提纲及相关要求撰写申请书。

（4）申请书中的资助类别选择“专项项目”，亚类说明选择“研究项目”，附注说明选择“科学部综合研究项目”，申请代码1应当按照拟资助研究方向后标明的代码要求选择数学物理科学部和化学科学部相应的申请代码。**以上选择不准确或未选择的项目申请将不予受理。**

（5）请按照“专项项目-研究项目申请书撰写提纲”撰写申请书时，**请在申请书正文开头注明 “微纳多孔介质的固液界面力学和限域反应流动”之研究方向：XXX（按照上述4个研究方向之一填写）**。

申请书应突出有限目标和重点突破，明确对实现本专项项目总体科学目标和解决核心科学问题的贡献。

如果申请人已经承担与本专项项目相关的其他科技计划项目，应当在申请书正文的“研究基础与工作条件”部分论述申请项目与其他相关项目的区别与联系。

（6）申请人应当严格按照《国家自然科学基金资助项目资金管理办法》等相关规定和《国家自然科学基金项目资金预算表编制说明》的具体要求，认真如实编报项目预算。

3.依托单位注意事项

（1）依托单位应对本单位申请人所提交申请材料的真实性、完整性和合规性进行审核；对申请人编制预算的目标相关性、政策相符性和经济合理性进行审核。

（2）应在规定的项目申请截止日期前通过信息系统逐项确认提交本单位电子申请书及附件材料，无需报送纸质申请书。项目获批准后，将申请书的纸质签字盖章页装订在《资助项目计划书》最后，一并提交。签字盖章的信息应与电子申请书严格保持一致。

（3）如依托单位在2022年度未上传过《2022年度国家自然科学基金项目申请承诺书》（以下简称《承诺书》），应从信息系统中下载《承诺书》，由法定代表人亲笔签名并加盖依托单位公章后，将电子扫描件上传至信息系统（本年度只需上传一次）。依托单位完成上述承诺程序后方可提交申请。

（4）依托单位在**项目申请截止时间后24小时内**，通过信息系统在线提交本单位项目申请清单。清单提交后，自然科学基金委方可接收项目申请材料。

4.本专项项目咨询方式

**国家自然科学基金委员会数学物理科学部**

联系人：张攀峰 联系电话：010-62327178

**国家自然科学基金委员会化学科学部**

联系人：黄艳 联系电话：010-62329320

（四）其他注意事项

1.为实现专项项目总体科学目标，获得资助的项目负责人应当在项目执行过程中关注与本专项其他项目之间的相互支撑关系。

2.为加强项目之间的学术交流，本专项项目群将设专项项目总体指导组和管理协调组，并将不定期地组织相关领域的学术研讨会。获资助项目负责人必须参加上述学术交流活动，并认真开展学术交流。