

化学科学部重大项目指南

2024 年化学科学部共发布 10 个重大项目指南，拟资助 6 个重大项目。项目申请的直接费用预算不得超过 1500 万元/项。

“超灵敏化学传感材料的精准构筑与创制”重大项目指南

化学传感技术是获取外部环境中化学信息的有效手段，在公共安全、疾病诊断与预防、环境保护等领域中具有重要意义。然而，在温和条件下，实现复杂体系中气体分子精准、高效检测仍是本领域面临的重大挑战，传感材料的创新是解决这一问题的关键。从合成化学角度出发，经由分子砌块的理性设计，创制“内表面敏感”的晶态分子基多孔材料，突破目前高灵敏高选择性传感材料种类有限、可设计性不足的瓶颈，为超低浓度目标气体分子的精准、快速检测提供物质和理论基础，有望实现相关技术的跨越式发展。

一、科学目标

发展结构高度有序的超灵敏分子基晶态多孔传感材料的理性设计和创制策略，揭示材料传感性能与多级结构的关联和调控规律，探索多功能、多场协同下的跨尺度分子识别机制，开发适用于生命健康、公共安全等重要领域的关键气体分子和面向复杂环境传感需求的传感界面构建和调控方法，实现传感性能的跨越。

二、关键科学问题

- (一) 高性能分子基晶态多孔传感材料创制的科学基础。
- (二) 晶态多孔材料高性能传感作用机制。
- (三) 晶态多孔材料器件化中的界面调控与构筑。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“超灵敏化学传感材料的精准构筑与创制”，申请代码 1 选择 B01 及其下属申请代码。

(二) 咨询电话：010-62329320。

“面向未来技术的新型碳材料精准合成与规模化制备” 重大项目指南

以碳纳米管和石墨烯为代表的新型纳米碳材料具有优异的力学、电学、热学等性质，有望在未来集成电路、能源、航空航天等领域发挥核心作用，是未来高科技产业的关键材料。然而，新型纳米碳材料的精准合成、高通量表征及规模化制备仍然是限制其应用的瓶颈。因此，结合人工智能技术，开展新型碳材料的精准合成与规模化制备研究，将推动纳米碳材料合成方法学的发展，助力实现面向未来技术的关键应用，提升我国纳米碳材料研究的创新能力，加速其产业化进程。

一、科学目标

利用机器学习，探索纳米碳材料催化生长模型，开发精准合成技术，发展纳米碳材料的制备方法学；建立纳米碳材料高通量合成与多尺度表征技术，形成构效关系数据智能处理大平台，揭示纳米碳材料性能的跨尺度传递规律，实现高性能纳米碳材料宏观体的可控制备与组装；研制纳米碳材料的智能制造装备，为用于碳基芯片和高性能纤维的纳米碳材料规模化制备提供技术支撑。

二、关键科学问题

- (一) 纳米碳材料结构可控制备的智能设计逻辑。
- (二) 纳米碳材料宏观体的构效关系与性能传递规律。

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

(三) 纳米碳材料的高通量表征及智能化数据处理理论和方法。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“面向未来技术的新型碳材料精准合成与规模化制备”，申请代码 1 选择 B01 及其下属申请代码。

(二) 咨询电话：010-62329320。

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

“环境介质中表界面体系的物理化学”重大项目指南

理解环境介质对催化表界面结构与性能的影响规律是物理化学学科发展的前沿之一，对可再生能源转化和绿色化工过程至关重要。其核心科学问题是环境介质分子在工况条件下对表界面结构和反应动力学的调控机制。本重大项目聚焦于环境介质分子存在下的催化反应体系，研究水等介质分子对表界面结构动态演变和反应动力学的影响，为创制新型能源催化体系提供科学支撑。

一、科学目标

针对水等环境介质分子存在下的表界面体系，发展环境介质中表界面结构与化学反应的原位工况表征技术和计算模拟方法；阐明环境介质中表界面结构的动态演变规律及分子转化机制；利用环境介质分子调控策略，创制高活性、选择性和稳定性的新催化体系；建立环境介质中表界面催化新理论。

二、关键科学问题

水等环境介质分子存在下：

- (一) 催化表界面结构的动态演变机制。
- (二) 表界面分子吸附、活化与反应的微观机制。
- (三) 催化剂结构与性能构效关系的实验表征新原理及计算模拟新方法。
- (四) 能源小分子的高效催化转化。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“环境介质中表界面体系的物理化学”，申请代码 1 选择 B02 及其下属申请代码。

(二) 针对项目指南目标和科学问题，申请题目可自拟。

(三) 咨询电话：010-62329320。

“芯片制造电子电镀表界面科学基础”重大项目指南

电子电镀在集成电路制造各环节中具有基础性、通用性和不可替代性，是唯一能够在全节点技术中实现芯片内纳米级电子逻辑互连和微纳封装结构加工成形的核心技术，直接决定了高端电子制造业的水平。芯片制造电子电镀的核心科学问题是如何在有限时空域内实现表界面电化学反应的精准调控。本重大项目面向国家重大需求，深入开展芯片制造电子电镀表界面科学基础研究，为解决产业卡脖子难题、研发具有国际竞争力和自主知识产权的芯片电子电镀技术提供科学支撑。

一、科学目标

研究芯片制造电子电镀涉及的微纳空间限域效应和添加剂构效关系，形成高精度、量化的超填充理论；针对 14 纳米以下先进技术节点和大深径比硅通孔垂直互连的电子电镀问题，研制高性能添加剂和下一代互连新材料；发展电子电镀原位表征技术，并应用于工况在线监测，提高国产晶圆电镀工艺和标准化水平。

二、关键科学问题

针对芯片制造电子电镀：

- (一) 微纳空间限域效应。
- (二) 表界面过程和反应调控机制。
- (三) 添加剂的构效关系。

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

(四) 超填充机制与多场效应。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“芯片制造电子电镀表界面科学基础”，申请代码 1 选择 B02 及其下属申请代码。

(二) 针对项目指南目标和科学问题，申请题目可自拟。

(三) 咨询电话：010-62329320。

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

“含有多电荷大分子的动态行为研究”重大项目指南

多电荷大分子是自然界中广泛存在的重要物质，广泛应用于能源、环境及健康等国家重大需求领域。然而，多电荷大分子的结构与动态行为高度复杂，亟需从新的化学视角，在多尺度层面，发展新的理论方法和实验技术，深入解析其在不同层次的结构演化与动力学过程，实现结构与性能的精准调控。

一、科学目标

建立多电荷大分子体系的新理论和模拟新方法；发展多电荷大分子体系的表征与调控新技术；解决多电荷大分子应用体系的共性问题。

二、关键科学问题

- (一) 多电荷大分子构象与相互作用的理论方法。
- (二) 多电荷大分子体系动态演化的表征新技术。
- (三) 多电荷大分子表界面结构与性质的调控。
- (四) 多电荷大分子的离子特异性效应及输运特性。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“含有多电荷大分子的动态行为研究”，申请代码 1 选择 B03 及其下属申请代码。

(二) 针对项目指南目标和科学问题，申请题目可自拟。

(三) 咨询电话：010-62329320。

“典型重金属污染溯源、安全转化与环境归趋”

重大项目指南

重金属资源的大量开采与使用产生了严重的生态环境问题，威胁人类健康。尾矿、废渣等固废是重金属污染的主要“源”，土壤是重金属污染的主要“汇”。土壤重金属污染具有长期性、隐蔽性、滞后性、危害性，修复治理难度大，急需开展基于“源-汇”关系的重金属污染溯源、安全转化与环境归趋的创新研究。精准识别复杂土壤环境介质中典型重金属的来源，揭示重金属的赋存形态及界面行为的分子机制，阐明固废介质中重金属分离/稳定化机制，明确区域生态环境中重金属的迁移与归趋，形成镉、锑、铊、砷等典型重金属全过程防控的基础理论与方法，将全面提升我国重金属污染防治的科技水平，为深入打好污染防治攻坚战提供重大科学技术支撑。

一、科学目标

建立区域土壤典型重金属污染精准溯源方法，阐明重金属环境界面行为的主控因子，建立相应的预测模型，揭示固-液界面重金属形态转化、分离与稳定化机制，阐释区域重金属环境归趋规律，形成“精准溯源-微观机制-定向转化-环境归趋”的全链条重金属污染防治理论，并开展技术应用工程示范验证。

二、关键科学问题

(一) 土壤典型重金属污染精准识别与溯源原理。

唐家林 华南农业大学

(二) 典型重金属污染物界面行为与污染主控因子。

(三) 重金属高效分离、安全转化与稳定化理论方法。

(四) 典型区域中重金属的迁移转化与环境归趋。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“典型重金属污染溯源、安全转化与环境归趋”，申请代码 1 选择 B06 及其下属申请代码。

(二) 咨询电话：010-62329320。

“新型强效活性天然分子的化学生物学研究”

重大项目指南

天然产物是药物发现和发展的来源，也是探索生命现象基本规律的重要工具。针对重大生命健康问题，开展新型强效活性天然分子的发现、生物功能和化学生物学研究，对推动多学科交叉创新发展、揭示生命现象重要规律，促进转化研究、提升我国新药发现的原始创新能力，具有重要的科学意义和应用价值。

一、科学目标

发现强效活性天然分子，阐明其重要生物功能和作用靶标；以活性天然分子为探针，揭示与重大疾病等相关的化学与生物学过程；探索天然产物研究与应用的新范式，实现重要活性天然分子的医学和生物学转化。

二、关键科学问题

(一) 强效活性天然分子的有效发现新范式和多层次精细结构。

(二) 复杂活性分子成药性优化和探针设计策略。

(三) 活性天然分子的靶标与作用机制。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“新型强效活性天然分子的化学生物学研究”，申请代码 1 选择 B07 及其下属申请代码。

(二) 针对项目指南目标和科学问题，申请题目可自拟。

(三) 咨询电话：010-62329320。

“神经退行性疾病的线粒体化学基础”重大项目指南

神经退行性疾病严重影响人民生命健康，但其发病机制尚不清晰，目前仍缺乏有效的治疗方法。针对神经退行性疾病发生发展过程中的重要特征-线粒体结构与功能损伤，开展化学基础研究，探寻线粒体蛋白质相变与功能损伤及其疾病发生发展的关联，并开发新型的化学调控与干预策略，以期为该类疾病的诊疗带来新机遇。

一、科学目标

聚焦神经退行性疾病的线粒体化学生物学，开发新型的化学探针和检测技术，研究线粒体化学微环境和蛋白质相变在疾病中的动态变化及其与疾病的关联，解析线粒体结构或功能损伤在神经退行性疾病的作用机制，以期发现治疗疾病的新靶点，并发展有效的化学调控手段，从而延缓或阻断疾病的发生和发展进程。

二、关键科学问题

(一) 线粒体化学微环境时空变化的化学探针和示踪等技术。

(二) 线粒体功能损伤的分子机制。

(三) 线粒体蛋白质相变等与神经退行性疾病的关联。

(四) 线粒体蛋白质相变与功能损伤的化学调控与干预策略。

三、申请要求

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

(一) 申请书的附注说明选择“神经退行性疾病的线粒体化学基础”，申请代码 1 选择 **B07** 及其下属申请代码。

(二) 针对项目指南目标和科学问题，申请题目可自拟。

(三) 咨询电话：010-62329320。

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

“化工过程中非常规条件下的传递、反应与测量” 重大项目指南

现代化工过程涉及多相、高粘等复杂体系。在极端、极限及外场调控等非常规条件下，分子间的非对称相互作用导致界面效应显著，非常规传递及反应规律难以利用经典“三传一反”理论模型准确描述，过程参数难以精准测量，制约了化工过程放大及相关化工新技术的发展。本重大项目旨在发展非常规传递反应模型，实现精密测量，解决跨尺度放大难题，取得若干从基础研究到工业应用的研究成果，形成具有国际学术影响力的创新研究团队。

一、科学目标

建立非常规条件下多相、高粘等复杂体系时空动态结构的测量方法及演变模型，揭示传质、传热规律，阐明传递和反应耦合关系，掌握化工过程的跨尺度放大规律。

二、关键科学问题

针对非常规条件下：

- (一) 化工过程的界面效应、传递规律及反应耦合机制。
- (二) 多相、高粘等复杂体系的时空结构演变及测量原理。
- (三) 化工过程模型化及放大规律。

三、申请要求

- (一) 申请书的附注说明选择“化工过程中非常规条件下的传递、反应与测量”，申请代码 1 选择 B08 及其下属申请代码。
- (二) 咨询电话：010-62329320。

“二氧化碳制备高值化学品的分子机制和过程 耦合工艺基础”重大项目指南

发展可再生能源驱动的 CO_2 高效转化，是缓解全球能源危机和实现对温室气体资源化利用的重要途径。 CO_2 转化过程涉及多元多相体系中能量及物质的传递与转化。针对 CO_2 生物-化学耦合转化过程中的分子转化、工艺耦合适配及能量/物质传递等关键问题，理性设计 CO_2 高效转化过程，在碳氧键活化、原位探测、碳链延长、生物-化学高效耦合适配等方向形成新理论、新方法、新过程，为促进化工和生物炼制等产业的技术创新和产业升级，实现我国“双碳”目标提供强有力的理论和技术支撑。

一、科学目标

研究生物-化学耦合转化 CO_2 制备长链化学品和燃料。创制利用可再生能源实现 CO_2 高效转化为一碳化合物的催化材料；建立原子尺度下 CO_2 催化过程原位探测方法；研究利用一碳化合物的工业菌株构建技术，创制融合多种固碳网络的高效细胞工厂；阐明生物-化学催化转化 CO_2 制备高值化学品的分子机制，发展反应速率快、能量转化效率高的生物-化学耦合工艺，实现 CO_2 制备 3~5 种长链化学品和燃料的绿色新过程，形成 1~2 个中试验证。

二、关键科学问题

(一) CO_2 催化转化过程中的原子尺度行为及物质、能量传

递机制。

(二) 胞内一碳化合物代谢及碳链延长的生物合成规律。

(三) 生物-化学耦合工艺基础和过程协同调控机制。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“二氧化碳制备高值化学品的分子机制和过程耦合工艺基础”，申请代码 1 选择 B08 及其下属申请代码。

(二) 咨询电话：010-62329320。