# 国家自然科学基金“十三五”第三批重大项目指南

# （2018）

[1.“几何结构与拓扑不变量” 重大项目指南 3](#_Toc518987586)

[2.“介观尺度结构超滑力学模型与方法”重大项目指南 5](#_Toc518987587)

[3.“先进材料跨尺度力学行为的理论体系、测量技术及标准规范研究”重大项目指南 7](#_Toc518987588)

[4.“基于大规模光谱巡天的若干宇宙结构前沿问题研究”重大项目指南 9](#_Toc518987589)

[5.“微结构材料中声子的调控及其在超导量子芯片中的应用”重大项目指南 11](#_Toc518987590)

[6.“量子色动力学的相结构和新颖拓扑效应研究”重大项目指南 13](#_Toc518987591)

[7.“新型稀土有机配合物的成键及反应性”重大项目指南 16](#_Toc518987592)

[8.“共价与非共价键协同的可控超分子聚合体系”重大项目指南 18](#_Toc518987593)

[9.“肿瘤标志物的精准测量及其分子机制”重大项目指南 20](#_Toc518987594)

[10.“面向低碳能源转化关键反应的二维催化剂设计与应用”重大项目指南 22](#_Toc518987595)

[11.“离子液体功能调控及在反应分离新过程中的应用”重大项目指南 24](#_Toc518987596)

[12.“木材高效利用结构调控与定向重组机制”重大项目指南 26](#_Toc518987597)

[13.“减数分裂重组调控的分子机制”重大项目指南 28](#_Toc518987598)

[14.“作物养分高效利用的根际互作机制”重大项目指南 30](#_Toc518987599)

[15.“海洋荒漠生物泵固碳机理及增汇潜力”重大项目指南 32](#_Toc518987600)

[16.“东南亚环形俯冲系统超级汇聚的地球动力学过程”重大项目指南 35](#_Toc518987601)

[17.“长江经济带水循环变化与中下游典型城市群绿色发展互馈影响机理及对策研究”重大项目指南 37](#_Toc518987602)

[18.“大陆地壳演化与早期板块构造”重大项目指南 40](#_Toc518987603)

[19.“寒武纪大爆发时期生态系统演化”重大项目指南 43](#_Toc518987604)

[20.“粤港澳大湾区陆海相互作用关键过程及生态安全调控机理”重大项目指南 46](#_Toc518987605)

[21.“非线性光学晶体新波段拓展及其在重大应用中的关键科学问题研究”重大项目指南 49](#_Toc518987606)

[22.“先进光学膜材料多重尺度结构调控及功能实现”重大项目指南 51](#_Toc518987607)

[23.“智能电静液驱动执行器基础研究”重大项目指南 53](#_Toc518987608)

[24.“面向靶病灶精准诊疗的生物热物理基础问题研究”重大项目指南 55](#_Toc518987609)

[25.“高性能可持续土木工程材料与结构基础理论”重大项目指南 57](#_Toc518987610)

[26.“深海土与结构的界面弱化理论及工程安全”重大项目指南 59](#_Toc518987611)

[27.“高性能航空发动机主动安全控制理论与应用”重大项目指南 61](#_Toc518987612)

[28.“污水处理过程智能优化运行基础理论及关键技术”重大项目指南 63](#_Toc518987613)

[29.“功能导向的分子材料晶体管的基础理论与关键技术”重大项目指南 65](#_Toc518987614)

[30.“脑空间信息中脑连接的高分辨光学成像与可视化研究”重大项目指南 67](#_Toc518987615)

[31.“海洋监测多维高分辨光学成像理论与方法”重大项目指南 69](#_Toc518987616)

[32.“新型城镇化导向下的城市群综合交通系统管理理论与方法”重大项目指南 71](#_Toc518987617)

[33.“市场设计的理论与实验研究”重大项目指南 73](#_Toc518987618)

[34.“血液肿瘤的细胞异质性及其演化研究”重大项目指南 75](#_Toc518987619)

[35.“脊髓损伤再生修复机理及临床转化研究”重大项目指南 77](#_Toc518987620)

[36.“中药道地性研究”重大项目指南 79](#_Toc518987621)

# 1.“几何结构与拓扑不变量” 重大项目指南

　　流形上整体几何结构与不变量的研究是当代数学研究的核心内容。作为一门研究空间性质的学科，几何学的发展始终和物理学紧密联系在一起。一方面几何学为物理学提供必要的数学基础和研究工具。另一方面物理的直观和应用极大的刺激了几何学的发展并提供了新的研究方向。许多新的几何结构，新的几何或拓扑不变量都和理论物理（特别是弦理论）有着密切的关系。这些不变量涉及到数学几乎每个分支。关于这些不变量的研究已成为当代数学研究的核心方向。二十一世纪是量子数学的时代，基础数学的传统门类将进一步融合并相互影响，物理的影响及数学与物理的交互作用和融合将会对数学的发展起到更加重要的作用。加强我国在这个领域的研究工作具有重大意义。本项目拟研究与物理紧密相关的模空间的性质并由此构造新的几何与拓扑不变量，研究各种不变量之间的相互关系及对偶现象，研究这些不变量所具有的各种结构以及与可积系统之间的关系等。如果这个项目的研究计划得以实施，将极大推动这个领域在我国的发展，培养更多的青年数学家从事这一领域的研究，加强我国在这一重要领域的国际影响力。

　　**一、科学目标**

　　本项目研究和现代物理理论，特别是弦论密切相关的几何结构和拓扑不变量。不变量反映了数学结构最重要的性质，也是研究数学结构最重要的工具，对这些结构的分类也起着至关重要的作用。拟通过构造新的几何与拓扑不变量建立新的数学理论，解决数学物理领域最前沿的科学问题，争取在诸如镜像对称猜测, Virasoro猜想，Strominger-Yau-Zaslow猜想，Landau-Ginzburg/Calabi-Yau 对应等一系列具有重大国际影响的问题上取得突破性进展。拟通过对各种模空间的研究来构造新的不变量，进一步加深对各种几何不变量的理解，找到计算这些不变量的有效方法，发现并研究这些几何不变量背后的深刻结构，用这些不变量理论解决传统方法不能解决的数学问题，研究各种不变量之间的联系及其在其它数学分支和物理中的重要应用等。

　　**二、研究内容**

　　（一）模空间理论与几何不变量的构造。

　　构造闭弦和开弦情形下新的几何不变量，例如构造哈密顿Gromov-Witten不变量，研究线性西格玛模型并构造相关不变量，研究Landau-Ginzburg模型的范畴化理论并进一步构造高亏格的理论。研究建立这些不变量所需要的模空间的结构和性质。研究各种几何不变量的计算问题。

　　（二）镜像对称。

　　研究各种几何不变量之间被物理学家预言的对偶性现象，比如关于Calabi-Yau流形的镜像对称猜想，Landau-Ginzburg/Calabi-Yau对应猜想等。

　　（三）辛几何不变量与可积系统的联系。

　　探讨辛几何不变量与数学其他分支之间的重要联系，特别是Gromov-Witten不变量和可积系统之间关系。研究与此相关的重要猜想，如Virasoro猜想等。研究Gromov-Witten不变量的新结构和有效计算方法。

　　**三、申请注意事项**

　　（一）申请书的附注说明选择“几何结构与拓扑不变量”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由数理科学部负责受理。

# 2.“介观尺度结构超滑力学模型与方法”重大项目指南

　　摩擦和磨损对能源、环境、高端制造和医疗健康等领域影响深远。据统计，当今工业化国家依然有高达约25%能源因摩擦消耗掉，约80%机械部件失效由于磨损造成。对未来影响更大的是，摩擦磨损使得许多梦寐以求、潜力无限的高端技术无法实现。

　　1983年科学家第一次理论预测两个范德华固体表面之间可能实现几乎为零的接触摩擦，后称之为结构超滑（Structural Superlubricity）。2004年，首次实现了接触面积为纳米尺度的结构超滑。2012年，研究者将该尺度拓展到了微米级，立刻将这个现象的研究从学术兴趣转化到实际应用。目前，研究人员已经在实验上实现了石墨-石墨（烯）、碳纳米管-碳纳米管、石墨（烯）-六方氮化硼、石墨（烯）-类金刚石等体系内的接触面积最高达100μm2的结构超滑，并通过实验研究了压力、速度、温度、湿度、真空度等因素对于结构超滑体系摩擦与磨损的影响。然而，现有理论、模型和计算方法，都无法对已经获得的大量的微米尺度结构超滑实验观察，做出精细的、定量的解释；更难以支撑产生微米到毫米级这一介观尺度上超滑重大原创技术和实现微米以上尺度结构超滑所需要的深度理解和设计方法。究其本质，在于结构超滑是一个以力学原理为主的跨学科、跨尺度、非线性和非保守系统的复杂现象。

　　本项目旨在建立介观尺度结构超滑力学模型与方法。以力学为主线，通过关于微米-毫米体系超滑理论模型、计算方法和实验技术的系统性研究，对已有的实验现象进行分析、理解，形成统一的理论体系和完备的计算、实验方法，助推微米-毫米尺度结构超滑的实验实现，为今后产生基于结构超滑的颠覆性创新技术提供理论支撑。

　　一、科学目标

　　建立普遍适用于介观尺度（微米-毫米尺度）结构超滑的理论模型、计算方法和实验技术，充分考虑超滑界面的纳米-微米-毫米的跨尺度性和高度各向异性。在介观尺度上，探索变形、强度、缺陷、吸附、温度等对于结构超滑摩擦特性影响的规律，理解基底与超滑材料的力学特性与结构超滑摩擦特性的本质联系，厘清结构超滑界面清洁机理。通过项目的研究，构建介观尺度结构超滑力学这一新方向的理论体系和基本计算与实验方法，为实现毫米乃至更大尺度结构超滑打下坚实基础。

　　二、研究内容

　　（一）介观尺度结构超滑力学模型。

　　建立既能考虑原子尺度公度性又能研究微米-毫米尺度弹性作用、能量耗散和磨损的力学模型，提出相应的含参数与无参数的解析关系，研究压力、加载方式、起停时间、速度、温度等因素对于结构超滑体系摩擦磨损特性的影响。

　　（二）介观尺度结构超滑计算方法。

　　发展用于介观尺度结构超滑的、考虑热运动的共存类有限元-分子动力学耦合模型；发展基于弹簧-铰链结构、跨原子-微观尺度的二维摩擦模型，建立与三维摩擦特性的对应关系。采用上述方法，在微米-毫米尺度上研究二维材料与基底力学特性和温度对于表面平整度、褶皱失稳现象以及实际接触面积等特性的影响，厘清结构超滑界面的清洁机理。

　　（三）介观尺度结构超滑实验技术。

　　开发适合研究微米-毫米尺度结构超滑的，可加载、可控环境、能够原位可视化、高度集成的测量系统，要求力分辨率需优于5 nN、力量程大于50 μN；位移高于0.1mm、滑移速度10 nm/s - 10 μm/s；环境可实现超高真空；温度变化区间包含35 K-1200 K这一范围。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“介观尺度结构超滑力学模型与方法”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由数理科学部负责受理。

# 3.“先进材料跨尺度力学行为的理论体系、测量技术及标准规范研究”重大项目指南

　　先进材料已越来越广泛地应用于航空航天、国防等高科技领域。有效地建立先进材料力学行为的标准规范对实现其高效率使用意义重大。为此需要研究先进材料的宏观力学行为与其微结构的关联规律，需要系统地建立跨尺度力学理论体系，并将跨尺度力学理论体系应用于对先进材料强度、韧性以及破坏性能的评判与性能设计。跨尺度力学理论体系不仅要继承连续介质力学体系的优势（即具有可有效表征先进材料跨尺度力学行为的独立力学参量，同时成为建立先进材料力学行为标准规范的基础），而且还要涵盖先进材料的微观信息并充分反映微结构的作用机制。因此，分别从微观离散力学体系模拟与观测出发和从连续介质跨尺度力学理论表征出发，研究表征先进材料的跨尺度力学行为、先进材料的微观结构对宏观力学行为的影响机制、微观离散体系与宏观连续介质跨尺度力学理论体系的关联方法、先进材料及结构的跨尺度力学性能的测量技术等。针对航空航天及国防等高技术领域所涉及的先进热障涂层体系，将跨尺度力学理论用于对其强度、韧性和破坏机制的表征、评价及指导其性能设计等。

　　一、科学目标

　　通过项目的实施，期望实现如下科学目标：系统地建立连续介质跨尺度力学理论，获得可有效刻画材料跨尺度力学行为的普适可测的材料参量；建立跨尺度力学行为材料参量的测量原理和测量技术；采用建立的跨尺度力学理论可有效地表征先进材料的跨尺度力学行为，进一步建立先进材料力学行为的评判标准和性能设计规范，解决制约先进材料重大工程应用的关键力学问题，获得对先进热障涂层强韧设计的有效指导；通过将微观力学行为的离散模拟体系与连续介质跨尺度力学理论体系进行等效，建立两种体系的尺度关联方法，实现离散理论体系与连续介质跨尺度理论体系间的无“鬼力”界面关联。

　　二、研究内容

　　（一）先进材料跨尺度力学行为的表征理论和测量原理。

　　计及应变梯度及表界面效应的连续介质跨尺度理论的普适性；特征尺度参量和表界面能密度与微结构几何特征及微观物理参量的关系；采用高分辨率电子显微镜技术，观测纳米晶体微结构及微缺陷的形成与演化规律，系统地揭示层错能和变形能的演化规律；基于跨尺度理论对纳米结构材料变形行为的大规模数值模拟和实验验证；研究多个材料参量同时存在时的表征方法；研究材料参数的普适性和可测性；系统地建立同时计及表界面效应与应变梯度效应的连续介质跨尺度理论的有限元方法。

　　（二）先进材料跨尺度力学性能的高精度测量技术和表征。

　　针对跨尺度力学理论中的力学参量，发展探针微加载和微位移精密控制测量技术和方法；综合高分辨率电子显微技术、原位光学和光谱类技术以及微/纳探针技术，表征微纳测量时的物理吸附与化学吸附等耦合效应；利用微纳实验操纵技术，研究一维纳米材料与其它器件连接和接触的基本力学与化学耦合问题；构建光谱类方法表征纳米结构力学性能的理论框架，解决光谱测量技术中的材料力学参量测量的关键技术，提高测量精度。

　　（三）先进材料力学性能的高分辨率观测方法和应用。

　　基于同步辐射光学测量技术，研究不同机制的纳米分辨显微成像技术，包括透射、衍射和折射成像技术，建立图像信息与被测材料微结构的关联；研究试件精确定位和原位加载技术；研究图像的快速同步采集、三维重构和动态显示技术；基于同步辐射新型光源的纳米分辨三维结构检测表征平台，结合微力传感器系统发展纳米界面层的结构定量表征技术和微纳米阵列三维变形观测技术。

　　（四）先进热障涂层体系的强韧和破坏机制的标准规范研究。

　　与航空航天部门密切合作，将跨尺度力学理论应用于对先进热障涂层体系的强度、韧性和破坏机制的表征、评价及性能设计，探讨建立先进热障涂层体系力学性能的标准规范。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“先进材料跨尺度力学行为的理论体系、测量技术及标准规范研究”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由数理科学部负责受理。

# 4.“基于大规模光谱巡天的若干宇宙结构前沿问题研究”重大项目指南

　　宇宙学、宇宙大尺度结构、星系形成与演化，以及银河系的形成是相互密切关联的天体物理前沿问题。当前国际发展趋势是将这四个方向作为一个整体来研究：宇宙大尺度结构是宇宙学模型研究的重要载体，而宇宙学研究则提供了其理论框架；宇宙暗物质大尺度分布的精确测量、建立星系与宇宙暗物质分布之间的关系不仅是宇宙学参数精确测量的前提，而且是研究星系形成与演化的关键内容；银河系和M31等近邻星系的观测为星系形成提供高精度信息，而研究银河系的形成也需要在宇宙学结构形成的框架下来研究。

　　大规模的光谱巡天是研究这些重要科学问题的利器。我国天文学家经过近十年的努力和准备，已经深度参与了DESI和PFS这两个重要的国际光谱巡天项目。为充分挖掘我国天文学家深度参与这两大巡天的科学研究潜力，充分发挥我国学者在相关领域的研究优势，需对暗物质、暗能量、中微子质量排序和测量、星系的形成理论、银河系形成等重大前沿问题开展合作攻关，取得一批重要的成果，为我国今后自主开展大型观测项目培养人才和队伍。

　　一、科学目标

　　本项目依托PFS和DESI光谱巡天，以大样本高精度测量作为突破口，精确测量暗能量状态方程的时间演化、中微子质量、宇宙原初扰动场高斯性等宇宙学关键观测量，精度比当前研究提高约一个量级；构建跨越百亿年的宇宙网络，体积比当前同类研究至少扩大10倍，系统探讨星系和大质量黑洞在宇宙网络中的形成机制和演化过程，为星系形成研究建立观测基础；利用至少深２个星等的PFS和DESI银河系巡天，开展银河系潮汐流的起源分析，测量银河系的质量和暗物质空间分布，在宇宙结构框架下理解银河系的形成和集成历史。

　　二、研究内容

　　（一）宇宙学关键物理量的精确测定。

　　基于DESI和PFS光谱红移巡天，精确测量重子声波振荡、红移畸变和星系成团性，建立其精确理论模型，从而精确测量暗能量状态方程和引力模型参数、区分宇宙学常数与动力学暗能量、检验广义相对论、测量中微子质量，探索超出标准宇宙学的新物理。

　　（二）构建跨越百亿年的宇宙网络。

　　系统分析eBOSS、DESI、PFS等的观测选择效应，结合模拟巡天样本，构建相应的星系群表，实测中等红移处的星系-暗晕关联；采用多种方法构建宇宙网络,进而分析不同宇宙网络中的星系成团、气体分布等特性；重构中等红移处物质密度场，并与PFS等巡天获得的星系、气体等观测数据进行比对研究。

　　（三）星系及其中央黑洞在宇宙网络中的成长历史。

　　利用DESI和PFS光谱红移巡天，并结合高精度成像数据，深入研究驱动星系演化的基本物理过程，以及不同过程在不同演化时期所扮演的角色；全面理解环境和大尺度结构对星系的形成、演化和物理性质的影响；测量星系和其中心大质量黑洞在宇宙学时标上的共同演化；建立高度完备的中高红移星系大样本以深入理解早期星系的形成和演化及对宇宙再电离的影响。

　　（四）银河系星流和集成历史。

　　依托PFS和DESI巡天数据，对银河系的总体结构获得更全面和更精确的认识，特别是研究银河系整体演化框架之下的一些复杂和关键物理过程；利用PFS深度光谱巡天海量数据的优势，发现和寻找一些特殊天体和特殊结构，细致刻划银河系的三维空间结构、运动状态、物质组成、化学演化和暗物质分布。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“基于大规模光谱巡天的若干宇宙结构前沿问题研究”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由数理科学部负责受理。

# 5.“微结构材料中声子的调控及其在超导量子芯片中的应用”重大项目指南

　　近年来，基于声子能带、有效介质、能带拓扑等理论，人们发现了一系列新的声学效应，突破了传统材料的限制，对声场和声子的认识水平和调控能力达到了新的高度。与经典物理声学和声学材料研究主要关注声场波动性不同，最新的进展已经深入到将声子作为一种准粒子元激发，研究声子的粒子间相互作用、量子相干、量子耦合和统计关联等特性。本项目拟通过声微结构材料的能带设计和剪裁，实现对声子模式、拓扑态声场的操纵，并应用于声子--超导量子芯片混合系统中。研究探索 “声子学”领域中新的物理规律，推动固态声子集成器件的发展，为量子信息领域提供新的器件原理和技术。进一步为量子声子学、声子集成信息处理、声子逻辑计算、声精密测量、声子热输运和热管理等方面的应用开拓新的途径。

　　一、科学目标

　　围绕声微结构材料，基于声子能带论和拓扑物理，揭示声场调控的新原理；研究拓扑声子、手性声子、谷声子等新型声子态的输运和调控的理论和方法；探索微结构材料对声子传输和声子--超导人工原子相互作用的调控和操纵的新机制，构建基于声子的超导量子电路的混合系统，实现单声子量子态的操纵和测量，发展量子声子原型器件，探索可拓展超导量子计算的新途径。

　　二、研究内容

　　（一）声子拓扑态实现机制的研究。

　　研究基于声微结构材料的拓扑声子、手性声子、谷声子等声子准粒子的构建和调控；建立具有新自由度的声场输运和调控的相关理论；发展拓扑声子学理论和实验。

　　（二）高频固态声子操纵机制的研究。

　　基于全固态构建和实现新的声子态和声场，设计和实现声子总线；研究声子--光子、声子--激子、声子--超导量子态的强耦合机制，为量子态的操纵和声子调控提供新原理和方法。

　　（三）超导量子芯片界面热传导的声子输运机制的研究。

　　实现对微结构材料热导率的有效调控，研制超导量子芯片的新型热管理原型器件；进一步探索利用热调控降低量子态初始化的弛豫时间、提高量子态操纵能力的有效手段。

　　（四）声子--超导量子态等人工原子的强耦合理论机制及实验实现的研究。

　　构建声子和超导量子电路的混合系统；探索单声子量子态的操纵和测量；探索基于量子声子态的量子信息处理以及构建量子声子器件的技术途径。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“微结构材料中声子的调控及其在超导量子芯片中的应用”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由数理科学部负责受理。

# 6.“量子色动力学的相结构和新颖拓扑效应研究”重大项目指南

　　高能核物理的研究对象是量子色动力学（QCD）的结构和物质状态。欧美大国投巨资建设相对论重离子对撞机和实验终端，一个重要的目的是研究QCD相结构以及探索宇宙早期的新物质形态：夸克-胶子等离子体物质。由夸克和胶子构成的夸克-胶子等离子体或夸克物质是最深层次的物质状态。相对论重离子碰撞是在实验室产生这种新物质形态的唯一可能方法。RHIC已发现了夸克物质的许多信号，但实验结果表明，产生的新物态很可能不是人们预计的弱耦合态，而是一种强耦合夸克物质。强耦合物态一直是人类面临的难题。研究相对论重离子碰撞与夸克物质对于探索QCD相结构和强耦合物态的性质都有重要的作用，对于提升我国的物质科学研究水平有深远的意义。业已开始运行的欧洲大型强子对撞机LHC的一个重要物理目标就是要重现宇宙大爆炸的物理条件，产生高温夸克胶子等离子体。另一方面，高重子数密度的核物质研究也是德国大科学装置FAIR和中国大科学装置―强流重离子加速器（HIAF）的重要物理目标。我国在高温高密强相互作用物态与相变领域已有一支国际水平的理论与实验研究队伍，特别是对RHIC-STAR探测器的升级、反物质物理研究方面取得了国际瞩目的成果。

　　本项目汇集我国在相对论重离子碰撞研究领域的实验与理论科学家，在从高密到高温的广阔相变区域，利用重离子对撞机LHC/RHIC的实验数据进行系统深入地研究，并对FAIR、NICA和HIAF等装置做些强相互作用物理预研，为探索QCD相结构、研究夸克物质的相变与临界信号以及新颖手征拓扑效应等做出国际一流的贡献。

　　一、科学目标

　　强相互作用作为一种基本作用力，对它的深入理解还有待更多实验观测。近来，新的格点QCD计算表明在核物质相图中存在着QCD相变临界终点，对它的实验确认具有十分重要的意义，同时新的理论发展说明在极端相对论重离子碰撞产生了迄今最强的磁场，从而使得研究夸克的手征反常效应成为可能。本项目拟通过实验与理论的共同努力，寻找到敏感于QCD相变的临界点的实验观测量，获得QCD临界点的信息，研究QCD相结构及其性质。寻找敏感于QCD手征效应的实验探针，从实验上确认是否存在手征电磁效应等新颖的物理现象。在更广的能区和快度范围，研究QGP的整体极化效应，并确认其物理起源。在相对论重离子碰撞和新物质形态的研究领域做出国际一流的工作，提升我国的核物理实验技术水平，为在我国进行中高能核物理实验储备技术和人才。

　　二、研究内容

　　（一）QCD临界点和状态方程。

　　从实验和理论上，依赖敏感于QCD临界点的实验探针，通过对RHIC－STAR的第二期能量扫描实验数据的系统分析，确定QCD在高密度时的相边界，特别是寻找QCD临界点。研究在RHIC广泛的能量扫描区间和LHC的相对论重离子碰撞实验中产生的高温夸克胶子等离子体性质、状态方程、末态粒子的关联和涨落。为国内冷却储存环(CSR)的外靶(CEE)实验和未来强流重离子加速器(HIAF)的重离子实验做物理储备。

　　（二）重味和奇异粒子产生。

　　从实验和理论上，研究重夸克偶素态的产额、动量分布和高激发态的产额。在RHIC－STAR二期能量扫描实验和LHC-ALICE实验中测量多奇异性粒子、超氚核和氦3随着能量的依赖关系，寻找QCD相变积极信号。测量重味和奇异夸克的相关物理量，认识相对论重离子碰撞早期物质的性质和作用演化规律。

　　（三）QCD介质极化和手征涡流效应。

　　从实验和理论上，研究超大角动量和超强磁场下的QCD介质的极化行为和手征涡流效应。理论上，通过发展部分子输运模型与手征输运理论等，研究QGP产生时的各种手征涡流效应及建议实验可观测量。实验上，通过二期RHIC－STAR能量扫描实验，高精度地测量正反超子的极化和快度分布、矢量介子的自旋排列等，深入研究QCD介质涡旋机制和超子极化的物理起源。

　　（四）QCD手征效应研究。

　　从实验和理论上，研究超强磁场下夸克的手征效应。理论上，通过含手征信息的部分子输运模型等研究手征费米子在QGP产生时的各种效应，并探讨在实验中的实现方案，给出定量模拟。实验上，通过理论的指导进行各种探索。RHIC－STAR二期的能量扫描实验以及同质异位素核的碰撞，这将非常有利于寻找这种手征磁效应。

　　三、注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“量子色动力学的相结构和新颖拓扑效应研究”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由数理科学部负责受理。

# 7.“新型稀土有机配合物的成键及反应性”重大项目指南

　　稀土离子具有特殊的电子组态和强的Lewis酸性，显示出有别于其它过渡金属独特的性质。新型稀土有机配合物的合成及性能研究对于发现新反应、推动合成化学的发展具有重要意义。由于稀土离子半径大、配位数不固定以及配位构型不确定，实现稀土有机配合物的稳定性、反应性和选择性调控极具挑战。本项目拟围绕稀土离子的特性，合成新型的稀土有机配合物，研究配体对稀土有机配合物的稳定性、反应性及选择性的调控机制和规律，发现稀土有机配合物新反应和新催化功能，以推动我国稀土有机化学的发展，提升在该领域的国际引领能力，为我国化学工业的发展提供基础支持。

　　一、科学目标

　　针对稀土离子的特性和研究的挑战性，从新型稀土有机配合物合成、结构、反应性及催化功能入手，揭示配合物中稀土金属离子成键规律和强Lewis酸性本质，开拓稀土有机配合物的新反应以及在水相和接力催化等中的新催化模式，实现新型稀土有机配合物从创制到应用的突破。通过项目的实施，形成一支国际上有重要影响的研究队伍，提升我国相关领域的原创和引领能力。

　　二、研究内容

　　（一）稀土有机配合物的成键性。

　　针对稀土离子特性，开展新型稀土-主族元素双键配合物、稀土有机杂环配合物等的合成研究。通过多齿配体的设计与调控，增强与稀土离子的适配性，合成具有新型化学键及结构的稀土有机配合物；结合理论化学研究，揭示稀土有机配合物的成键规律及稳定性调控的关键因素，为稀土有机配合物新反应与新活化模式的发现提供理论指导。

　　（二）稀土有机配合物的反应性。

　　基于稀土有机配合物的强Lewis酸性及化学键的离子性特征，研究稀土有机配合物的新型氧化还原反应、ϭ-键复分解反应、插入反应；研究稀土有机配合物活化氮气、单质磷、元素-氢等物质方面的性能；揭示反应和选择性规律，发展稀土有机配合物的新基元反应及调控手段。

　　（三）稀土有机配合物的催化反应。

　　基于稀土有机配合物的活化特性，研究主族/过渡金属与稀土有机配合物的协同催化、接力催化，稀土有机配合物在水溶液中的高效、绿色催化反应等，揭示稀土离子半径与价态对催化反应的调控规律，发现新催化反应和活化模式，发展具有重要应用前景的药物中间体和聚合物的稀土配合物催化体系。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“新型稀土有机配合物的成键及反应性”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由化学科学部负责受理。

# 8.“共价与非共价键协同的可控超分子聚合体系”重大项目指南

　　超分子聚合物是由构筑单元通过分子间非共价键形成的一类新型聚合物，其融合了超分子与高分子的优势，成为化学与材料领域的一个重要研究方向。非共价键独特的动态可逆性，赋予了超分子聚合物对外界刺激如光、电和化学物质的敏感响应性，以及自适应和自修复等功能。本项目拟围绕超分子聚合物中共价和非共价键的协同作用规律与调控等关键科学问题，建立新的制备技术和表征方法，在智能超分子聚合物材料方面取得一系列重要影响和具有我国自主知识产权的成果。

　　一、科学目标

　　针对超分子和高分子有机融合中的挑战，发展共价与非共价键协同的超分子聚合物合成方法与表征技术，结合理论计算模拟，深入认识超分子聚合物的链结构、聚集态结构以及动态形成过程，揭示共价与非共价键协同的动力学过程与热力学规律，创制具有自修复、刺激响应性及力学适应性的新型超分子聚合物功能材料，形成一支国际上有重要影响的研究队伍，使我国在相关领域的研究达到国际领先水平。

　　二、研究内容

　　针对具有自修复、自适应,同时力学强度可设计的超分子聚合物材料体系，开展下列研究：

　　(一) 共价与非共价键协同的超分子聚合方法。

　　开展功能单体结构的精确设计，建立和发展共价与非共价键协同的超分子聚合方法，认识和调控共价与非共价键协同作用;探索超分子聚合的精密控制合成方法，实现从可控超分子聚合到活性超分子聚合的突破。

　　(二) 超分子聚合过程及表征。

　　发展适合于超分子聚合物表征的新方法，解析超分子聚合物的链结构与聚集态结构；发展理论与模拟方法，阐明超分子聚合反应的动力学；研究超分子聚合的过程及调控因素，揭示共价与非共价键协同的规律。

　　(三) 拓扑超分子聚合物的构筑与功能。

　　基于共价与非共价键协同的超分子聚合方法，构筑一系列具有特定功能的线形、环化、支化、超支化、交联和互穿等一维、二维和三维超分子聚合物；揭示聚合物拓扑结构与光电功能/力学特性的关系，发展超分子聚合物体系的分子工程学。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“共价与非共价键协同的可控超分子聚合体系”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由化学科学部负责受理。

# 9.“肿瘤标志物的精准测量及其分子机制”重大项目指南

　　肿瘤标志物包括蛋白质、核酸、代谢小分子等功能生物分子，可以客观地、特异性地反映肿瘤的发生和发展进程，其精准和高灵敏的定量检测对于临床诊断、治疗过程和预后评价具有重要意义。本项目拟针对与肺癌和白血病等肿瘤相关的重要生物分子，建立精准、快速和高灵敏的检测方法与原位表征技术，揭示其在肿瘤发生发展进程中的分子作用机制，为肿瘤标志物发现及精准诊疗提供科学和技术支撑。

　　一、科学目标

　　针对肿瘤诊断过程中，样品复杂、单一标志物可信度差、特异性标志物匮乏、丰度低等问题，围绕肺癌和白血病等肿瘤标志物，发展高效特异的分子识别工具，设计新型识别策略，建立灵敏、特异、快速的检测方法，发展超高时空分辨原位成像与表征技术，构建肿瘤标志物的多模态多层次测量体系及分子图谱，揭示标志物在肿瘤发生发展进程中的分子机制，发现新的肿瘤标志物，实现肺癌和白血病的精准诊断，促进生物医学研究领域的发展。

　　二、研究内容

　　（一）肿瘤标志物的分子识别工具与识别策略。

　　针对肺癌和白血病等肿瘤标志物（NSE、P53、FLT3、CD分子等），分层次逐步开展核酸适体筛选，获取多种肿瘤标志物特异性核酸适体分子；发展高效特异性识别分子与识别策略，并研究识别机制，指导更有效识别肿瘤标志物的分子工具的设计。

　　（二）肿瘤标志物的灵敏、特异、快速的检测方法。

　　基于所发展的分子识别工具，建立灵敏、特异、快速的肿瘤标志物检测新原理和新方法，解决低丰度肿瘤标志物检测的关键问题；设计多元肿瘤标志物检测体系，探索重要生物分子在肿瘤发生发展进程中的分子作用机制，解决当前单一标志物可信度低的问题。

　　（三）肿瘤标志物的多模态、多层次测量与成像。

　　设计肿瘤标志物精准测定的标记分子，提出新的标记与信号提取方法，结合分子识别工具与原位成像技术，建立超高时空分辨的肿瘤标志物多模态、多层次检测新方法，发展其定位、组成及变化的示踪方法和技术，提出在细胞、组织与活体水平上甄别肿瘤标志物的新方法。

　　（四）肿瘤标志物分子图谱的构建与应用。

　　在单细胞、单分子水平可视化原位探测肺癌和白血病标志物的丰度及分布，建立肿瘤标志物谱，实现更精准的分子分型；研究肿瘤胞外囊泡的富集、纯化、表征技术，绘制相关分子图谱，发现新的肿瘤标志物，研究其与肿瘤发生发展的关系，指导个性化诊疗。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“肿瘤标志物的精准测量及其分子机制”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由化学科学部负责受理。

# 10.“面向低碳能源转化关键反应的二维催化剂设计与应用”重大项目指南

　　高效催化剂是提高能源利用效率的关键因素。二维固体具有高的原子级表面利用率和限域电子调控特性，适于设计低碳能源高效化学转化的实用催化剂。本项目拟围绕二维固体催化的基本科学问题，重点面向低碳能源化学中的关键化学反应，系统开展二维催化材料制备和本征物性调控、表面配位化学和限域构效关系等研究，探索二维催化作用的新机制和反应新过程，建立高效的二维催化剂体系，为低碳能源高效转化提供科学和技术支撑。

　　一、科学目标

　　以调控二维固体的表面、电子、限域效应为手段，以优化催化性能为目标，聚焦低碳能源转化中二氧化碳还原、催化加氢和甲烷活化转化等关键反应。构建和完善二维固体制备方法学，从电子结构层面揭示二维空间受限催化过程中电子转移、化学键活化机制和产物选择性调控规律，揭示若干二维表面催化新反应机制与过程，丰富和发展表界面配位化学相关理论；创制高效二维固体催化新体系，力争实现若干二维催化剂的产业化应用；培育一支国际上有重要影响的研究队伍，提升我国在二维固体催化基础科学和应用基础科学研究的源头创新能力。

　　二、研究内容

　　（一）二维催化剂的设计与宏量可控制备。

　　围绕原子层厚二维纳米固体的可控制备和本征物性维度效应等科学问题，通过原位表征和多尺度模拟，解析二维材料的基本结构和生长机制；发展和完善若干厚度可控、尺寸均匀二维催化剂合成新策略，并实现宏量制备；深入研究二维材料构效关系，协同优化表面能、本征电导和催化活性位结构。

　　（二）二维半导体催化的二氧化碳还原。

　　针对二氧化碳催化还原过程中电子转移路径和关键决速步，设计并构筑若干二维催化材料体系，调控二维半导体的费米面态密度、带隙宽度、能级匹配度等，揭示催化剂的电子结构与二氧化碳还原活性、选择性和稳定性的内在联系；研制稳定高效的二氧化碳催化还原的原型器件。

　　（三）二维金属材料催化的选择性加氢。

　　针对金属纳米催化剂表面结构复杂多样导致其参与众多加氢催化选择性差的难题，重点以对催化选择性要求高的硝基、炔基加氢等反应为研究对象，构筑二维纳米金属模型催化剂，解析催化活性位点的表面配位结构，在分子水平上理解并揭示相关表面配位基元对催化活性和选择性的调控本质，以发展兼顾催化活性和选择性的金属纳米催化材料制备新策略，推进绿色催化加氢的工业应用。

　　（四）二维非贵金属催化的甲烷转化。

　　针对甲烷C-H键选择活化和定向转化的难题，利用二维固体表面对催化活性中心的限域调控作用，构筑多级有序二维非贵金属催化材料，探索和揭示二维限域催化的反应机制和转化新途径，提高甲烷等能源小分子转化的催化选择性和效率，发展具有工业应用前景的天然气低碳转化二维固体催化体系。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“面向低碳能源转化关键反应的二维催化剂设计与应用”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由化学科学部负责受理。

# 11.“离子液体功能调控及在反应分离新过程中的应用”重大项目指南

　　作为一类新型介质，离子液体具有酸碱性可调、正负离子协同、结构可设计等特点，为化工过程绿色化提供了重大机遇。深入认识离子-离子、离子-分子作用机制及工程放大规律，是实现离子液体工业化应用的基础。本项目拟围绕典型化工反应/分离体系，重点解决离子液体特殊氢键与离子簇调控、离子液体微环境中反应与传递耦合规律等关键科学问题，突破离子液体工业应用在离子液体结构设计、反应器放大和工艺优化集成方面的瓶颈，推动离子液体技术的工业化进程，促进化工过程的绿色化与可持续发展。

　　一、科学目标

　　针对离子液体特性及工程放大的挑战性，揭示离子液体结构-特殊氢键-离子簇间本征规律及其与分子作用的科学机制，发展适用于典型化工过程的新型功能化离子液体；阐明离子液体微环境中反应-传递耦合规律及调控机制，建立离子液体体系的工程放大新方法，构建具有重要工业应用前景的反应/分离新体系，开发2-3个绿色反应与分离新工艺，引领该领域的发展。

　　二、研究内容

　　（一）离子液体化工热力学性质及功能设计。

　　针对典型化工反应/分离体系，设计合成具有特殊结构的功能化离子液体，解析其构效关系；研究离子液体在催化反应与分离过程中的化工热力学特性，阐明其正负离子结构对反应/分离性能的影响规律和调控机制，建立预测模型及分子设计方法。

　　（二）离子液体多相体系界面结构及传递机制。

　　研究离子液体多相体系的界面及动态纳微结构对流动行为及传递过程的影响机制，发展与之匹配的模拟方法；建立离子液体界面、流动及传递规律的原位研究方法，获得其传递规律及调控机制，为反应/分离设备的设计和工程放大提供理论基础。

　　（三）离子液体协同催化反应机理及新过程。

　　针对烷基化、CO2转化等反应，设计合成具有多活性位点的新型功能化离子液体及材料，揭示离子液体正负离子对结构、氢键-静电、离子簇强化反应的新机制，阐明离子液体协同催化机理及调控规律，开辟工业催化反应新途径。

　　（四）离子液体强化分离机制及新过程。

　　针对分子结构高度相似等难分离体系，利用离子-离子、离子-分子协同效应，设计制备功能化离子液体及杂化材料，强化分子辨识能力，提高分离选择性；研究离子液体强化分离新方法及其放大规律，开发绿色节能的分离新工艺。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“离子液体功能调控及在反应分离新过程中的应用”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由化学科学部负责受理。

# 12.“木材高效利用结构调控与定向重组机制”重大项目指南

　　木材是国际公认的重要可再生生物资源，兼具固碳、可降解、可循环利用等优点，是国家绿色发展的重要战略资源。随着我国经济快速发展和木材资源结构变化，木材刚性需求与低利用效率之间的矛盾日益突出，木材年进口量长期居世界第一位，亟需探明木材失效解构与提质重组机制，进一步提高现有木材资源利用效率，提升低质木材性能，实现木材资源高效利用，为木材安全提供理论和技术支撑。

　　木材复杂的结构组成和显著的各向异性是树木长期自然进化的结果，针对木材细胞、木质纤维、木材化学成分等不同对象，开展木材高效利用结构调控与定向重组机制研究，阐明木材在不同外因作用下的结构失效与提质机制，揭示木质纤维界面分子官能团定向转化调控及木材主要成分化学定向重组机制，建立木材外因响应下的结构演化与失效、木质纤维与化学成分定向转化与精准重组基础理论，对木材高效利用和加工产业转型升级具有重大意义。

　　**一、科学目标**

　　以2—3种人工林速生木材为研究对象，围绕木材高效利用结构调控与定向重组过程亟待解决的关键科学问题，综合运用木材物理学、林产化学、生物化学、微生物学、植物结构生物学等现代理论与方法，揭示木材在受到外部条件介入的多维结构破坏演化规律与功能失效规律、木材纤维界面活化调控与木材纤维表面精准分子修饰规律、木材主要成分纤维素与木质素的化学定向转化与重组调控规律，揭示木材多维结构互作及调控、木材纤维精准解离与界面调控、木材分子定向解聚及可控重组机制，实现我国重要人工林木材高效利用结构调控与定向重组理论和关键技术的突破。

　　**二、研究内容**

　　（一）木材多维结构互作及调控机制。

　　（二）木材纤维精准解离与界面调控机制。

　　（三）木材主要成分分子修饰及超分子结构演化机理。

　　（四）木材分子定向解聚及可控重组机制。

　　**三、申请注意事项**

　　（一）申请书的附注说明选择“木材高效利用结构调控与定向重组机制”。

　　（二）要求项目申请人围绕核心科学问题，按四个研究内容设置4个课题，紧密围绕“木材高效利用结构调控与定向重组机制”这一主题开展深入、系统研究，课题间要有紧密和有机联系，研究内容互补，充分体现合作与材料、数据的共享。

　　（三） 项目依托单位和合作研究单位数量合计不得超过4个。

　　（四） 申请人申请的直接费用预算不得超过1700万元/项（含1700万元/项）。

　　（五）本项目由生命科学部负责受理。

# 13.“减数分裂重组调控的分子机制”重大项目指南

　　配子必须经过减数分裂才能产生，减数分裂是包括人类在内的所有有性生殖生物的最基本特征。减数分裂过程中，来自父方和母方的染色体必须发生配对、联会、重组和分离，只有这些事件的正常进行，才能确保遗传物质在生物世代间的稳定传递和生物的遗传多样性，使物种得以繁衍。其中，父方和母方的遗传物质重新组合是减数分裂的关键环节，通过重组在同源染色体间建立起物理连接，以确保它们在减数分裂中期纺锤体赤道板上的正确排列，以及在后期的精确分离；重组使同源染色体上的遗传物质重新组合，形成遗传组成各不相同的配子，是子代遗传多样性产生的主要来源。

　　人类减数分裂重组数目及位置异常会导致配子不能产生或产生质量低下的配子，最终引起不孕不育、自然流产或先天出生缺陷等，其中性染色体重组异常导致的危害远多于任何一条常染色体。染色体上减数分裂重组的数目和分布受到了严密调控，性染色体和常染色体上的重组及调控机制不同。随着研究方法和技术的多元化，减数分裂重组调控的分子动态特征和性染色体与常染色体重组调控差异的分子基础，以及对减数分裂重组调控分子机制的探索，已发展成为细胞学、遗传学和生殖生物学的领域前沿。

　　一、科学目标

　　利用同一模式生物，研究减数分裂重组的调控，发现新的决定和调控减数分裂重组数目和位置的关键分子，揭示新的调控减数分裂DNA双链断裂（DSB）产生、修复途径选择和修复中间产物解体方式选择的生物学机制，并在相应的减数分裂异常或突变体中解析减数分裂重组异常及性染色体与常染色体间重组差异的分子基础和机制。

　　二、研究内容

　　（一） 减数分裂DNA双链断裂数目和位置的决定及调控机制。

　　（二） 减数分裂DNA双链断裂修复途径和修复中间产物解体方式的选择调控。

　　（三） 性染色体减数分裂重组调控机制。

　　（四） 减数分裂重组调控异常导致配子发生障碍的分子基础。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“减数分裂重组调控的分子机制”。

　　（二）要求项目申请人围绕核心科学问题，按四个研究内容设置4个课题，利用同一种模式生物，紧密围绕“减数分裂重组调控的分子机制”这一主题，开展深入、系统研究，课题间要有紧密和有机联系，研究内容互补，充分体现合作与材料、数据和方法的共享。

　　（三） 申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（四） 本项目由生命科学部负责受理。

# 14.“作物养分高效利用的根际互作机制”重大项目指南

　　农田养分供应重点靠大量的化肥投入，已经成为我国集约化农业生产的突出特征。化肥长期持续投入虽然在很大程度上保障了国家粮食安全，但却同时造成化肥的增产效益和利用率下降。不仅如此，过量或不合理施肥也引起了日益严重的生态环境、农产品品质和安全问题，进而对人类健康产生影响。“少投入、多产出、保护环境”，实现绿色、优质、高效生产，这是我国农业在新形势下迫切需要解决的重大问题。而解决这一问题的关键，需要深入揭示“地下互作奥秘”，从而充分挖掘作物自身高产和养分资源高效利用的生物学潜力，降低对外部肥料投入的依赖，从根本上提高作物养分利用效率，为绿色增产增效提供理论支撑。

　　根际是作物－土壤－微生物相互作用的核心区，是作物－土壤系统中控制养分有效性和利用效率最重要的枢纽。针对集约化作物生产体系，结合“绿色农业”和“化肥零增长”等重大行动，深入研究作物养分高效利用的根际互作过程及其调控机制，阐明作物-土壤-微生物体系中养分转化及高效利用机理，明确作物高产、养分高效的根际生态环境，建立植物营养调控理论与调控途径，对优化作物体系和提高作物养分资源利用效率具有重大意义。

　　一、科学目标

　　揭示作物根系-土壤-微生物互作过程及其调控机制,主要包括高效基因型、根系互作、根际互作、菌丝际生物互作等关键过程，阐明集约化农业中根系和根际特征及其互作效应，揭示根际互作对养分转化和高效利用的作用机制，定量根际互作对养分转化和高效利用的贡献，并通过定向调控根-土-微生物互作过程，为挖掘作物高产和养分高效的生物学潜力提供理论指导和科学依据。

　　二、主要研究内容

　　（一）高产高效基因型作物根际特征及机理。

　　（二）根系互作影响作物养分效率的机制。

　　（三）根际互作影响作物养分效率的机制。

　　（四）菌丝际互作影响养分效率的机制。

　　（五）集约化种植体系作物养分高效利用的根际调控途径。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“作物养分高效利用的根际互作机制”。

　　（二）要求项目申请人选择1-2种重要作物，紧密围绕“作物养分高效利用的根际互作机制”这一主题，按五个研究内容设置5个课题，开展深入、系统的研究，课题间要有紧密和有机联系，研究内容互补，充分体现合作与材料、数据的共享。

　　（三）项目的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

（四）本项目由生命科学部负责受理。

# 15.“海洋荒漠生物泵固碳机理及增汇潜力”重大项目指南

　　碳循环是地球气候系统的核心调控因素之一。工业革命以来，化石燃料燃烧等人为活动显著改变了大气圈的化学组分，加剧了当代气候的快速变化，碳循环研究因此成为目前地球科学最为活跃的领域之一，前沿热点问题包括大气、海洋和陆地圈层间及内部的碳通量、调控过程与机理，碳循环的模拟与预测等。此外，探索增汇途径也是学术界和各国政府关注的重大问题。

　　海洋是地表系统最大的碳储库，主要通过生物泵、溶解度泵和碳酸盐泵等机制吸收和储藏大气CO2。生物泵主要启动于真光层，指浮游植物通过光合作用将无机碳转化为有机碳并输送至深部海洋的过程，一直以来是海洋碳循环的核心研究内容。然而，目前对控制海洋生物泵的结构及其效率关键因子的认识仍然不足，也缺乏相应的理论框架，严重阻碍对海洋碳循环的模拟和预测，尤以寡营养海域的生物泵研究最为匮乏。

　　全球表层海洋面积近50%为低生物量的寡营养海域，通常称为“海洋荒漠”。尽管单位面积的生产力很低，然而海洋荒漠面积巨大，故而对全球海洋碳汇具有潜在的重要贡献，可能具有很大的增汇潜力。以全球最大的海洋荒漠区之一，北太平洋副热带流涡区（North Pacific Subtropical Gyre, NPSG）为例，其表层的营养盐浓度极低，以上层100米计，其硝酸盐储量仅为全球海洋的1.7%；相应地，表层叶绿素浓度也很低，年平均值在0.1 mg m-3以下。然而，NPSG却是全球海洋CO2的主要汇区之一。需要特别指出的是，已有研究表明，随着全球变暖的加剧，上层海洋层化增强，环流形态发生改变，海洋荒漠正在不断扩大，并伴随浮游植物群落结构的变迁。这一方面可能降低初级生产力和碳汇，但同时又可能增强固氮作用，进而增加碳汇，从而对预测海洋碳循环的演变提出了新的挑战。因此，加深对海洋荒漠生物泵过程与机理的认识，构架寡营养海域生物泵理论，是碳循环领域急需解决的一个重大问题，也是探讨海洋增汇潜力的科学基础，对预测全球海洋的变迁规律及其在地球气候系统中的作用具有重大意义。需要指出的是，海洋生物泵涉及一系列复杂的化学和生物过程，并受阳光辐射的强度和质量、海洋动力过程所调制，是一个需要多学科交叉、联合攻关的科学命题。

　　一、科学目标

　　以北太平洋副热带流涡区为研究区域，探究海洋荒漠区真光层的双层结构，即营养盐匮乏层和充足层的空间格局以及其中的生物泵结构、过程和机理，评估其在全球变化背景下的发展趋势。厘清营养盐匮乏层和充足层中常量和微量营养盐的来源、通量、结构及利用，解析其对浮游生物群落组成和初级生产力的调控机制，诠释真光层双层结构的输出生产力与生物泵效率的关键控制作用和机理、构架海洋荒漠区生物泵理论框架；在此基础上，构建并完善寡营养海域物理-生物地球化学耦合模式，评估海洋荒漠增汇潜力，为有效实施碳管理及制定相关应对策略与政策提供科学支撑。

　　二、研究内容

　　（一）海洋荒漠区真光层中常量和微量营养盐的来源、通量及结构。

　　研究真光层双层结构中源自大气沉降、固氮作用、陆源、岛屿和其他水团、扩散与平流从深部输入的N、P、Si、Fe等常量和微量营养盐的组分、通量及循环过程，估算溶解有机物的微生物矿化过程对再生营养盐的贡献，揭示上述不同的营养盐来源的空间分布和季节变化特征以及其时空格局的调控因子。

　　（二）海洋荒漠区真光层中固氮作用的限制因子以及固氮生物引入的氮（DDN）的归宿。

　　研究固氮生物群落结构和固氮速率受Fe、P等因子调控的空间格局和季节变化特征，探讨Fe和P的来源、通量和化学形态对固氮作用时空格局的影响，定量评估不同固氮生物类群对群落总固氮速率的贡献及其受Fe和P的调控，研究DDN被非固氮生物的利用和对输出生产力的贡献。

　　（三）海洋荒漠区真光层浮游生物群落和初级生产力的结构及控制机理。

　　研究真光层内浮游植物、细菌、浮游动物等主要浮游生物类群的群落结构及其时空变化特征和调控机制；研究初级生产力和细菌生产力及其时空变动和控制因子，测定高分辨的群落净生产力；定量研究各主要浮游生物类群之间的相互作用关系，探讨其对初级生产力的控制和对输出生产力的影响；发展基于浮游植物吸收光谱的初级生产力模型；建立基于浮游植物类群分辨的光合固碳量子产率并最终达到浮游植物分类群固碳遥感的目标，进而拓展研究NPSG初级生产的时空变异。

　　（四）海洋荒漠区真光层输出生产力和生物泵效率。

　　精准描述海洋荒漠区真光层深度，研究真光层内颗粒有机碳、氮、生源硅的生产与矿化、溶解通量，描绘三者输出通量的精细结构以及耦合与非耦合的内在机制，定量比较营养盐匮乏层和充足层的输出生产力；结合营养盐来源与输入通量以及浮游植物群落结构的变化，解析颗粒有机碳、氮、生源硅输出通量的调控机制。

　　（五）海洋荒漠区真光层生物泵过程模拟、变化趋势预估和增汇数值实验。

　　开展海洋荒漠区大尺度环流、中尺度与亚中尺度过程、湍流混合等关键物理过程与铁循环、固氮、固碳等关键生物地球化学过程的动态耦合模拟研究；揭示真光层双层结构下，上层海洋营养盐收支与输出生产力的多尺度变化规律与主控机制；对耦合模式进行情景模拟和分析，研究全球变化背景下的营养盐结构和输出生产力的变化；开展数值模拟实验，综合评估海洋施铁策略对NPSG碳汇能力的影响。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“海洋荒漠生物泵固碳机理及增汇潜力”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由地球科学部负责受理。

# 16.“东南亚环形俯冲系统超级汇聚的地球动力学过程”重大项目指南

　　俯冲带是地表物质返回地球深部的主要通道，也是人类探索地球动力和深部循环的主要目标。环形俯冲系统是一种三边向内俯冲的特殊类型，主要发育于多个板块交接的复杂动力区域，其俯冲机制、岩浆响应与对流循环没有公认的模式，是板块构造理论的崭新领域和潜在突破口。东南亚环形俯冲系统作为自然界规模最大的环形俯冲系统，不仅是地球上独特的超级汇聚中心，地震、海啸灾害频发，资源、能源富集，而且也是我国“一带一路”倡议、国家海洋战略和维权的重点区域。有关东南亚环形俯冲系统的深部观测和理论研究刚刚起步，区域性、整体性工作不多，大量关键科学问题函需解决。东南亚环形俯冲系统超级汇聚的地球动力学过程研究即能发展板块构造理论，也将为海洋资源开发和防灾减灾提供理论依据和科技支撑。

　　东南亚环形俯冲系统是超级汇聚的复杂地球动力系统的表现，涉及地幔深部结构、循环对流模式、岩浆响应机理和地球动力学过程等科学问题，需要开展深部地球物理观测、岩石地球化学分析和地球动力学数值模拟等综合研究，通过“深部探测-源区示踪-机理分析-模型建立-模拟再现”的方式系统揭示环形俯冲系统的深部行为和动力机制。

　　一、科学目标

　　揭示东南亚环形俯冲系统的地幔深部结构、岩浆响应机制、物质循环通量和地幔对流模式，建立超级汇聚环形俯冲系统的地球动力学新机制，发展相应的物质循环和动力演化的板块构造理论。

　　二、研究内容

　　（一）东南亚环形俯冲系统的地幔深部结构探测。

　　在陆地地震台网基础上，针对海区和深部的观测空白，重点开展海岛、海底和漂浮式地震站的天然地震组网观测，获取东南亚环形俯冲系统高分辨率的地震深部结构。发展地球深部信息处理新技术，揭示环形俯冲系统的板片空间结构和滞留深度，分析环形俯冲诱发地幔柱的热力学和动力学条件，刻画地幔各向异性及其物质循环对流机理。

　　（二）东南亚环形俯冲系统的岩浆响应与物质循环。

　　约束东南亚环形俯冲系统岩浆源区的矿物和地球化学组成，识别俯冲板片沉积物、蚀变洋壳和岩石圈地幔的再循环方式，揭示俯冲循环物质对上地幔软流圈和岩石圈的改造和时空差异。刻画岛弧、板内OIB和洋中脊MORB三大类岩浆时空分布特征及其与板块俯冲和地幔深部结构的关系。解析高通量岩浆活动/地幔柱的地球化学行为和成因模式。估算环形俯冲系统物质循环通量及其在全球循环系统中的重要性。

　　（三）东南亚环形俯冲系统的地球动力学演化。

　　基于最新观测资料，重建晚白垩世以来东南亚环形俯冲系统的板块运动学演化模型。采用地球动力学新的数值模拟方法与超算平台，建立环形俯冲的地幔循环、岩石圈构造与岩浆活动的三维时空演化理论模型，再现从半开放型到环形俯冲的地幔对流与岩石圈改造过程及其岩浆响应。揭示环形俯冲下地幔上涌的特征及其诱发孤立型地幔柱所需条件，阐明俯冲板片滞留在地幔不同深度所需的物理化学与动力学条件，分析印度洋和太平洋地幔交汇及其对南海演化的影响。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“东南亚环形俯冲系统超级汇聚的地球动力学过程”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由地球科学部负责受理。

# 17.“长江经济带水循环变化与中下游典型城市群绿色发展互馈影响机理及对策研究”重大项目指南

　　长江经济带建设是新时期中国三大发展战略之一，城市群是长江经济带建设的核心。当前，以水为纽带的长江经济带及城市群发展面临诸多亟待研究的问题，包括长江水循环正在发生变化，如气温增加导致江源冰雪覆盖明显减少和冻土退化，上游径流量减少以及干支流输沙量大幅减小；城市病问题凸显，区域水环境问题突出，如城市内涝问题，与初期雨水联系的合流制溢流及面源污染和城市岸边污染带问题等；产业需转型，亟待从城市群整体出发，实施防洪控污与城市绿色发展。针对长江经济带在国家的重要地位和当前日趋突出的环境问题，迫切需要将长江经济带建设相关的城市内涝防治、水环境治理与生态保护与和江水循环变化联系起来，加以系统认识和科学治理；通过健康水循环的维护和城市社会经济转型，实现经济带绿色发展。

　　“水与人类未来”是全球可持续发展的重大需求问题，也是地球科学前沿关注的重要科学问题。水循环是联系地球系统多圈层的纽带，长江经济带水循环与城市群绿色发展与全球环境领域四大重大科学计划和新的未来地球(Future Earth)计划紧密相连。当前迫切需要多学科的协同攻关和深度融合，开展不同时空尺度长江经济带水循环变化与中下游典型城市群绿色发展互馈影响机理研究和整合，实现科学研究与国家重大需求的对接。长江经济带水循环变化与中下游典型城市群绿色发展互馈影响机理及对策研究，将加强长江经济带水循环变化与城市群绿色发展的交叉研究，具有重要科学意义和战略价值。

　　一、科学目标

　　揭示长江源及流域水循环变化与中下游城市群水安全的互动机理，阐明变化环境下流域水循环尤其大型水电工程及土地利用覆被变化的影响、河源水塔与中下游城市群水系统作用关系，以及城市水循环联系的水量-水质-水生态-城市发展相互作用的多尺度互馈机制，预估未来环境变化对城市群绿色发展的影响，服务于长江大保护和城市群绿色发展。

　　二、研究内容

　　（一）长江源水循环演变及其驱动机制。

　　针对长江源区特点，发展水文气象要素监测与同化新方法；基于源区典型流域观测，研究冰川-积雪-冻土-生态-水文过程的耦合作用机制，揭示蒸散发和径流过程沿高程梯度的变异规律；发展高寒山区流域分布式生态水文耦合模型，定量分析气候变化影响下冰川消融、冻土退化对长江源区水文循环（特别是河川径流）的影响；系统分析气候变化和人类活动影响下源区冰川-冻土-植被协同变化及其径流效应，模拟过去几十年和预测未来气候变化情景下典型流域及整个源区生态水文变化，揭示长江源区水文循环演变的驱动机制和源区径流变化规律以及对中下游水文情势的影响。

　　（二）长江流域水循环变化及上下游耦合关系与演变。

　　选择长江干流控制性水文站，基于长期水文观测，检测水文要素年际年内变化特征及其与流域大型水电工程开发和土地利用/覆被变化之间的影响关系；结合遥感和社会经济数据，辨识长江流域土地利用/覆被变化和长江经济带城市群发展对径流和蒸发的影响；开发长江流域分布式非线性时变增益生态水文模型，构建自然和人类活动双驱动下的流域水文循环动态演变模拟体系；基于动态演变模拟体系，解耦区域气候变化、土地利用/覆被变化、梯级水库群调节对典型城市群的水安全及水环境影响，揭示上-中-下游间及其与干流城市群联系的水量-水质-水生态耦合与互馈关系及其演变规律。

　　（三）长江中下游典型城市水问题成因与调控机理。

　　以长江中游武汉市典型城市为研究对象，以海绵城市建设水问题尤其是青山区老工业基地经济转型绿色发展为抓手，剖析城市发展的水安全问题；探索城市水循环和新一代水系统的应用基础理论，揭示城市发展过程的水循环与水生态演变机理；结合城市水文水环境迁移过程和环境质量分析，阐明城市暴雨洪水过程与面源污染形成机制；研发新一代耦合大-中-小不同尺度海绵城市的水循环系统模型，探明水量-水质-水生态为纽带的城市水系统的耦合关系，厘清城市化水文效应与河湖生态系统演变关系；分析典型城市水问题与流域水循环互馈关系，提出海绵城市建设与绿色发展联系的不同尺度水循环统筹调控方法。

　　（四）长江中下游城市群绿色发展及适应对策。

　　以长江黄金水道联系的上中下游典型城市群为对象，研究长江经济带典型城市群多维度演变与发展格局以及城市绿色消费与生产模式；构建水灾害和水环境综合数据库，建立“长江经济带-城市群-城市”多尺度水灾害水环境风险综合评估技术体系，揭示气候-水文-资源-环境-社会经济互馈关系及其对城市群水灾害水环境风险的影响机制；研发耦合环境-生态-经济的多尺度动态模拟模型，解析不同发展路径下城市群水灾害水环境风险和复杂多利益主体的权衡/协同关系演化特征；研究城市群水灾害水安全风险规避-环境保护提升-绿色经济协同发展策略，提出长江大保护背景下中下游城市群绿色发展的适应对策。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“长江经济带水循环变化与中下游典型城市群绿色发展互馈影响机理及对策研究”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由地球科学部负责受理。

# 18.“大陆地壳演化与早期板块构造”重大项目指南

　　早期大陆的形成演化及其构造机制一直是固体地球科学的基础与前沿科学主题，对于深入认识太阳系类地行星和地球的起源与发展、理解现代地球过程、预知地球未来的演变都有重要意义。板块构造是随着地球壳幔体系的演化和大陆地壳的生长，逐渐发展、建立、成熟起来的。大约在2.7-2.5 Ga前随着全球一批成规模的稳定大陆地壳的出现，标志着全球构造开始了从热构造体制向垂向-横向运动的构造体制转化，开启了地球系统的一系列重要事件和演变，包括固体圈层的形成与耦合，水与大气圈层的确立，大氧化事件与生命活动，大规模沉积作用包括多次冰期事件和多期次巨量硅铁建造的沉积等。到了2.0-1.8 Ga，构造岩浆活动又重新活跃了起来，全球短时间内出现了众多线型造山带，出现了地质历史上第一个超大陆，标志着早期板块构造开始支配全球。由此可见，2.7-1.8 Ga是地球历史上的关键演化期，该时期不仅塑造了现代板块构造出现之前的全球构造格局，直接控制了超大陆的聚合与裂解等，甚至对于之后地球中年期及现代板块构造体制出现，也起到了奠基性的作用。

　　由于早前寒武纪地质记录的复杂性、大部分克拉通地质记录不完整性、加之数据资料和研究覆盖程度不足，许多重大科学问题仍然亟待深入研究。当前更加需要围绕早期板块构造及其动力学机制这一核心科学问题，进一步阐明早期板块构造不同于现代板块构造的特殊性，深入探究其作用过程和机制，提出和完善元古代早期板块构造理论，为发展板块构造理论提供依据。

　　一、科学目标

　　揭示地球由最初的热构造体制向早期板块构造体制转变的岩石圈状态、地质基础、主要表现、基本过程、重要环节、及其地球动力学机理；建立早期板块构造的造山模式，准确刻画其构造-岩浆-沉积-变质作用的特殊性及相互关系；阐明早期板块构造的基本特征及其与现代板块构造的根本差异，发展板块构造理论，丰富前寒武纪地质学的学科内涵，培育新的学科生长点，引领本领域前沿研究。

　　二、研究内容

　　（一）大陆地壳生长-稳定化与早期板块构造的启动。

　　研究2.7-2.5 Ga花岗-绿岩地体岩浆作用的性质和成因；解剖该时代高级片麻岩地体，确定其成因及其与更古老地壳的发展和继承关系；在与全球2.7 -2.5 Ga典型花岗-绿岩地体和高级片麻岩地体的对比中，揭示早期板块构造开始阶段的壳-幔相互作用特征。研究从-2.5 Ga开始出现的幔源和壳源碱性岩浆岩类的成因。研究该时代麻粒岩相变质作用的类型、PT轨迹及其随时代的变化，探讨2.5 Ga前后的克拉通化与麻粒岩相变质作用的构造意义。

　　（二）早期板块构造的变质-岩浆作用特征与动力学机制。

　　研究古元古代高压-高温-超高温麻粒岩的变质作用类型、时空分布、相互关系，进一步揭示它们与中级变质作用的联系，揭示不同类型麻粒岩变质作用记录的造山作用性质和过程，及其与现代板块构造变质作用的异同。研究同期幔源和壳源岩浆侵入活动和火山活动，确定岩浆活动的性质、成因、活动范围及其与高压-高温-超高温变质作用的关系，特别关注大量S型花岗岩以及类型多样的碰撞后花岗岩的成因。刻画该时代构造-岩浆-变质作用的联系、时空规律，阐释其动力学机制，建立早期板块构造的造山模式。

　　（三）早期板块构造的浅层响应及环境效应。

　　研究2.45-2.05 Ga的火山-沉积作用的性质与规律，探讨大陆稳定化后自身的性质与构造动荡交互作用；厘定休伦冰期和大氧化事件典型沉积记录，揭示大氧化事件的发展过程与表生环境演化；揭示古元古代双峰式火山岩及相关侵入体的岩石成因，探讨深部过程的浅部响应机制；对比研究古元古代晚期华北和印度南部规模巨大的变质沉积岩系的物源和沉积环境、揭示其形成过程中相关的巨量剥蚀和风化过程的环境效应，确定其中富石墨层的成因，探讨其形成的构造环境。

　　（四）早期板块构造的成矿效应。

　　研究早期陆壳生长与条带状铁矿（BIF）的关系，古元古代构造体制转折与巨量铜铅锌矿的成因联系，大氧化事件与苏必利尔型BIF、硼、镁等外生矿产的关系。特别关注板块构造启动阶段特色沉积矿床与大型层状侵入体相关的Fe-Ti-Cr矿床，最早的斑岩型矿床的出现机理和硫化物矿床成矿谱系。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“大陆地壳演化与早期板块构造”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由地球科学部负责受理。

# 19.“寒武纪大爆发时期生态系统演化”重大项目指南

　　动物门类在前寒武纪至寒武纪过渡时期(约5.6-5.2亿年前)首次在地球上大量出现，这一重大生命演化事件被称为寒武纪大爆发：在不到地球历史1%的时间里，诞生了绝大多数动物门类。早在达尔文时代，科学家们就已经认识到动物门类在寒武纪突然出现的现象，1948年P.E. Cloud将之定性为爆发式演化事件，直至今天，寒武纪大爆发仍然是自然科学领域的前沿课题。2015年，英国经济学人杂志发表重大科学难题系列文章，将寒武纪大爆发列为6大自然科学难题之一。为什么动物门类在这个时候大规模爆发式出现？寒武纪大爆发的原因到底是什么？围绕这个问题，过去主要做了两方面工作：一方面古生物学家发现化石，研究寒武纪大爆发时期动物门类的多样性，揭示它们之间的演化关系；另一方面，古环境科学家，主要利用地球化学手段研究海洋氧化还原条件的变化，探讨寒武纪大爆发的原因。

　　然而，海洋生态系统是由生物和环境构成的统一整体，具有复杂的物质和能量流动途径。在这个统一整体中，生物之间、生物与环境之间相互影响、相互制约，并在一定时期内处于相对稳定的动态平衡状态。以往主要关注生态系统内的消费者动物门类起源演化和环境变化（氧）两个方面，没有将生物与环境作为统一整体来研究生态系统的演化。生态系统内的生产者和分解者的构成、物质循环等研究还未开展。环境变化研究不够全面，对氧之外的其它环境因素研究不够充分。可见，目前对寒武纪大爆发的研究存在严重的局限性。要解决这一重大科学问题，需要考虑生态系统的整体演化，组建涵盖古生物学、地层学、地质微生物学、地球化学和沉积学等多学科人才团队，开展全面系统的研究，揭示寒武纪大爆发时期生态系统的时空变化规律。

　　一、科学目标

　　以寒武纪大爆发时期（埃迪卡拉纪晚期至寒武纪早期）不同沉积相区、环境、生物演化阶段的代表性生物群和岩性段为研究对象，以生物化石带为时间标尺，揭示生态系统的结构、环境演化特征和生物地球化学过程，探讨寒武纪大爆发时期生态系统在时间和空间上的差异性，重建演化过程。

　　二、研究内容

　　（一）环境变化研究。

　　大气氧变化、大陆风化、古海洋化学演化是紧密相关的联动体系，也是制约生物演化的关键环境因素。针对每一目标生物群或岩性段，开展沉积环境、生物生存环境和化石埋藏环境的整体研究。通过沉积学和成岩作用研究分别解决生物群的沉积环境、化石的埋藏和矿化保存过程等相关问题；利用Mo、Cd、Zn、Cr、Li、Mg、Fe、U 等非传统稳定同位素构建寒武纪大爆发时期不同深度海水的高分辨率同位素变化曲线，示踪海洋氧化还原条件、古海洋生产力、大陆风化强度，揭示海水化学条件特征及演化；以实体化石的团簇同位素和B同位素来估算海水温度和酸度的变化；以多硫同位素的时空变化来定量估算海洋中硫酸盐含量的变化从而探讨其对大气氧变化的指示意义。在综合各项实测数据的基础上，定量模拟寒武纪生命大爆发的环境制约因素。

　　（二）生物地球化学循环研究。

　　C、N、P、S是生命必需的元素，其生物地球化学循环直接影响陆地风化、海洋和大气化学组成的变化，对生命演化产生重要影响。在C循环研究中，将高精度C同位素测试与沉积相结合重建海洋中碳循环的时、空变化，评估寒武纪大爆发时期碳同位素在时间上的变化规律，重点研究C循环时空演化的模拟特征及其对有机质埋藏和大气环境变化的指示意义。在研究N循环方面，不仅关注传统的15N测试, 而且将开展生物标记物卟啉的15N工作，提升对N循环途径和过程的认识。在研究S循环方面，精确测定32S、33S、34S、36S四种S的稳定同位素，为研究寒武纪海洋中的S循环打开新的思路。另外，结合生物沉积物指标、古生物指标、微量元素指标（Ba、Mo、I/Ca等）等综合研究C、N、P、S等重要生命元素在生态系统内的循环途径和过程及其环境意义。

　　（三）菌藻类微生物记录研究（生态系统内的生产者和分解者）。

　　菌藻类微生物代表系统内的生产者和分解者，在地质记录中可以保存为实体化石或分子化石。菌藻类微生物的矿化作用和地质作用可以形成微纳米尺寸的微生物矿物化石，或肉眼可见的微生物岩和微生物沉积构造；不同种类微生物的新陈代谢活动也可以在地层里留下特征同位素和分子标志化合物等记录。通过对这些地质记录的研究，可以获得微生物的种类多样性及其分布规律、微生物功能群的发展与演替和微生物矿化作用种类及强度等信息，从而评估整个生态系统中微生物活动对能量和物质循环的贡献，以及对化石保存的影响作用等。此外，微生物矿物化石和分子化石能指示特殊的微生物功能群及其生存微环境，微生物岩和微生物沉积构造既可指示微生物生存环境，也可以反映沉积环境的物化条件。

　　（四）动物生态类型多样性及其营养结构研究。

　　澄江生物群和布尔吉斯页岩生物群的生态类型和营养结构揭示了寒武纪群落生态的复杂性。然而，前寒武纪-寒武纪其它不同时期生物群的相关研究鲜有报道。为了解析寒武纪生态系统的演化过程，需要在早期生物多样性和谱系演化研究的基础之上，对寒武纪不同时间段内动物的生活方式（游泳、表栖、表栖固着、内栖活动、内栖固着）和营养结构（Tierings）进行系统研究，并以寒武纪特异保存的动物群为线索，探索寒武纪群落演化过程的非生物因素（如：温度、底质和盐度）和生物因素（捕食、共栖、寄生、共生、结壳和幼体），揭示寒武纪生态系统中动物群落结构的复杂性、演化过程和驱动力。

　　（五）动物门类多样性起源演化研究。

　　现生动物界有38个动物门类，在寒武纪大爆发时期已发现20个现生动物门类和6个绝灭动物门类，还有18个现生动物门类是否在寒武纪大爆发时期出现有待证实。另外，动物各大门类内部各类群的起源演化也同样重要，需要深入研究。这项研究的总体思路是利用我国及世界其它地区新元古代至寒武纪地层中丰富的化石资源，开展后生动物三个亚界四大类群的早期分支演化研究，全面揭示寒武纪大爆发时期动物门类的多样性和各门类的辐射演化，深入探讨动物门类阶段性演化与生态系统演化的对应关系。在此基础之上，综合分析各项数据，总结生态系统在时间和空间上的差异性，重建寒武纪大爆发时期生态系统的演化过程。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“寒武纪大爆发时期生态系统演化”。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由地球科学部负责受理。

|  |
| --- |
| 20.“粤港澳大湾区陆海相互作用关键过程及生态安全调控机理”重大项目指南　　粤港澳大湾区及其邻近海域是我国二十一世纪海上丝绸之路的战略要冲，也是我国经略南海的战略支点。建设粤港澳大湾区，实现国际一流湾区和世界级城市群国家重大战略部署。粤港澳大湾区，湾区面积世界第四，目前经济体量世界第三，6年后世界第一，是世界经济发展的核心增长极。五江汇流，八口入海，珠江径流3300多亿方/年；黑潮南海分支首冲注入，岛屿800多个，台风达5-9个/年，粤港澳大湾区是独具特色的海陆相互作用带。近年来，高强度的人类活动已对海洋生态环境产生巨大的影响，局部区域水体污染严重，赤潮爆发频率和规模加剧，海岸人工化程度加深，生物种群结构异化，粤港澳大湾区正面临前所未有的环境压力和生态安全风险。为此，急需掌握高强度扰动下海域生态系统演变过程及其安全调控机制，以应对环境压力，保障生态安全。　　长期以来，我国科学家一直非常重视粤港澳大湾区的基础资料收集和科学研究，在湾区营养物质输入与水动力、生物群落结构与生态效应、区域城市化与环境变化等领域开展了相关工作。但围绕整个大湾区生态环境变化的系统性学科交叉研究，还非常薄弱，尤其在一些涉及陆海相互作用及其生态安全的重要科学问题上尚缺少必要的信息和足够的认知。因此，面向新时代国家重大战略部署，抓住陆海相互作用的关键科学问题，开展粤港澳大湾区陆海相互作用关键过程及生态安全调控机理的研究，支撑粤港澳大湾区的可持续发展，具有重大的科学意义和应用价值。　　**一、科学目标**　　面向粤港澳大湾区当前和未来发展，厘清高强度扰动下大湾区海域的陆海界面的水动力机制与物质输运关键过程，探究生态响应内在机理与生态安全调控方法，建立大湾区水文-大气-海洋动力-生态动力学及物质循环模型，把脉大湾区陆海相互作用关键过程及生态安全调控机理，为大湾区海洋环境保护、生态安全保障和空间优化提供基础科技支撑。　　**二、研究内容**　　项目聚焦“高强度扰动如何影响海洋-陆地界面水动力过程及其物质输运与要素时空分布”和“高强度扰动下大湾区生态系统结构和功能对外源物质输入与生境变化的响应机制”两大核心科学问题，设置以下三大研究内容：　　（一）高强度扰动下大湾区海洋-陆地界面水动力及其物质输运。　　　拓展和改进海洋水动力模型和水质模型，建立高强度扰动下大湾区三维海洋动力-大气-地下水文水质耦合的数值模型；探讨由于人类活动和全球变暖导致的风暴潮扰动加剧等对大湾区水动力场影响的变化规律，系统揭示大湾区陆地与海洋之间的水交换及径流、锋面、潮汐、波浪、泥沙冲淤等水文环境要素的变化特征和规律，量化高强度扰动下陆源入海物质输运的长期变化趋势。识别不同途径营养物质输入贡献，评估营养物质输入对湾区生态环境的潜在影响；研究大湾区海域和陆海作用关键带主要营养物质的赋存形态、分布特征、迁移转化机理、交换规律及关键控制因素；揭示湾区营养物质迁移转化的驱动机制；通过整合数值模型和遥感反演与洋面实测数据，重建大湾区过去40年关键生态要素时空变化过程。　　（二）高强度扰动下大湾区海洋生态系统对环境变化的响应过程。　　研究大湾区关键生源要素的生物地球化学过程与环境的历史演变及其富营养化的关键环境效应；研究高强度扰动影响下大湾区水体环境变化对微生物、浮游植物(初级生产力)、浮游动物（次级生产力）和特色游泳生物（海龙科鱼类）等重要生物类群群体格局的变化机制；揭示大湾区重要海洋物种在生理、生化层面对大湾区环境变化的响应特征，并基于多组学等前沿技术深入挖掘物种对环境变化的分子适应机制；阐明高强度扰动下大湾区海洋生态系统结构演变规律及其关键控制因素；揭示关键海洋生物种群变化对湾区食物网能量传递效率的影响机理，探讨大湾区海洋生态系统功能变化与关键生物类群结构演变的关联机制。　　（三）高强度扰动下大湾区海陆场景功能优化与综合调控。　　开展湾区海陆空间场景智能提取与功能划分研究，构建湾区全域多维多尺度场景功能模型，重建过去40年大湾区海陆场景及其功能变化过程；确定大湾区海陆场景变化的主要自然与人文属性因子，建立湾区海陆场景预测模拟模型，预测2050年大湾区海陆场景格局。基于社会-经济-人口-环境-生态系统建立大湾区未来发展的生态环境空间边界模型，推估大湾区可持续发展的安全界限；基于空间场景功能分异和空间配置关系，构建多目标多维度空间规划模型，探究空间布局与生态安全界限动态关系，以及多目标空间配置优化机制，计算大湾区未来发展的空间场景优化方案。　　**三、申请注意事项**　　（一）申请书的附注说明选择“粤港澳大湾区陆海相互作用关键过程及生态安全调控机理”。　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。　　（三）本项目由地球科学部负责受理。 |

# 21.“非线性光学晶体新波段拓展及其在重大应用中的关键科学问题研究”重大项目指南

　　非线性光学晶体是激光频率转换的关键核心材料，在信息、光通信、国防和国家安全等领域具有重要的应用和不可或缺的作用。我国无机非线性光学晶体和介电体超晶格的研究和应用处于国际领先地位。近年来，随着国民经济和国防建设的快速发展，对不同波段激光产生了新的需求，拓展非线性光学晶体的波段和新应用，已成为重要研究发展方向。

　　本项目将通过研究晶体生长技术和器件研制中的关键科学技术问题，发展具有重大应用背景的非线性光学晶体材料。凝聚材料学、物理学和化学等多学科优势力量，开展晶体结构设计、新晶体探索、性能表征、晶体生长新技术和原型新器件研制的创新性研究，为国家大科学工程与信息安全、智能制造、量子通信等领域的重大需求提供原创性晶体材料支撑。

　　一、科学目标

　　本项目致力于非线性光学晶体的结构-性能关系研究；设计、合成几种具有重大应用前景的中远红外新波段非线性光学晶体；在深入研究晶体生长热力学动力学过程的基础上，发展晶体生长新方法和新技术，获得高品质的非线性光学晶体，设计和制备高效功能晶体器件；拓展新波段全固态激光光源；精密调控光学超晶格微结构，拓展通信波段光源，奠定有源光量子芯片器件集成的材料基础。丰富和发展具有自主知识产权的非线性光学晶体材料体系，引领晶体材料发展方向，保持我国国际领先地位，建设一支创新能力强、多学科交叉且具有充分国际竞争力的研究队伍。

　　二、研究内容

　　（一）非线性光学晶体结构-性能关系研究。

　　通过多尺度模拟计算、晶体生长实验与性能评估相结合，系统研究紫外和中远红外波段非线性光学晶体组成、结构、电子极化、多光子吸收、多声子振动与非线性光学系数、吸收特性及折射率等相互关系，揭示非线性光学晶体材料的新效应、新机理。

　　（二）新波段非线性光学晶体设计与性能调控。

　　研究提高新波段非线性光学晶体转换效率、红外晶体激光损伤阈值及匹配容限能力的关键影响因素，开发新晶体材料结构筛选、高效合成新方法，设计并发现兼具大非线性光学系数、宽透过、高抗光损伤中远红外新晶体。

　　（三）新波段非线性光学晶体生长、器件及应用。

　　探索晶体生长过程中的熔体结构、传热、传质等热力学和动力学机制，开发适用于新波段非线性光学晶体生长新技术；阐明晶体缺陷、表面/界面特性对激光损伤的影响，基于重大应用背景，研发大尺寸、低吸收紫外和高效、高光损伤阈值红外非线性光学晶体与器件。拓展紫外非线性光学晶体的应用波段，关注其在日盲波段的新应用。

　　（四）量子通信波段非线性光学微结构器件研制。

　　研究新型光学超晶格非线性晶体基质材料及其畴反转机理；完善和发展高亮度、高精度、低损耗、快调制超晶格集成器件和有源光量子芯片的制备技术；形成用于光量子信息的超晶格材料、器件标准化评估体系；应用上述新型基质材料构建1.4-1.6微米之间各通信频道上的有源量子芯片体系。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“非线性光学晶体新波段拓展及其在重大应用中的关键科学问题研究”，申请代码1选择E0201。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由工程与材料科学部负责受理。

# 22.“先进光学膜材料多重尺度结构调控及功能实现”重大项目指南

　　以液晶显示（LCD）和有机发光显示（OLED）为代表的新型显示技术具有微功耗、分辨率高、薄型轻巧、稳定性好等优点，广泛用于民生、高技术和国防等领域。2017年中国大陆显示面板产能规模已成为全球第一。但我国显示产业目前只具备系统集成能力，因缺乏核心技术而存在严重的“空芯化”问题，决定显示质量的偏光膜和补偿膜等光学膜材料完全依赖进口。加强上游关键材料合成化学和加工物理的基础研究及核心技术研发是中国由显示面板生产大国走向制造强国的唯一途径。光学膜制造是从分子设计合成（纳米尺度）到薄膜加工（微米尺度）的全链条、跨尺度系统工程。我国目前尚未突破偏光膜和补偿膜的设计原理与制造技术，亟待解决以下三方面问题：一是材料分子的精准设计合成原理和技术；二是功能基团、分子链段和凝聚态等不同尺度结构协同取向和三维折光指数精确调控的科学原理；三是光学膜精密流延、拉伸的原理和技术。本项目拟发展偏光膜和补偿膜材料的反向设计和薄膜加工在线研究等方法与技术，从分子设计合成、取向结构调控和精密薄膜加工着手，通过科学原理的工程表达实现分子单元光学各向异性功能的逐级协同放大，形成我国光学膜设计与制造基础理论，支撑关键显示材料全面国产化，服务国家重大需求。

　　一、科学目标

　　以新型显示偏光膜和补偿膜作为研究载体，建立光学功能和结构单元的高通量设计方法和同步辐射等先进在线高通量加工参数优化方法和技术；揭示光学高分子材料的设计和合成原理（包括组分、立构规整度、序列，以及光学功能的加和性）；探索溶剂和高分子输运、温度、拉伸等多加工外场耦合驱动的非线性流变和非平衡结构演化机理；构建基团、链段和凝聚态结构等多尺度协同取向与光学各向异性的关系；发展精准分子设计、精确结构调控、精密加工原理和技术，实现偏光膜和补偿膜的设计和制造。

　　二、研究内容

　　（一）偏光膜、补偿膜材料精准分子设计理论与合成技术。

　　建立材料基因组学方法，实现从光学功能要求出发反向设计优化光学膜材料；发展精准分子设计合成方法与技术，宏量制备满足后加工的偏光膜、补偿膜和光学胶材料；研究偏光膜和补偿膜多尺度取向结构与光学各向异性的关系，完善材料基因组图；研究光学高分子溶液涂布成膜过程中的流变行为和结构演化规律。

　　（二）偏光膜精密流延、拉伸加工调控光学偏振性的原理与技术。

　　发展溶液流延加工在线结构和光学性能高通量研究方法；研究预制膜流延中非线性流变行为、非平衡相转变与加工和制品性能的关系；研究偏光膜拉伸、染色加工中复杂外场作用下多尺度结构演化规律及其与光学性能的关系；发展偏光膜精密加工技术。

　　（三）补偿膜精密单拉、双拉和斜拉加工原理与技术。

　　发展补偿膜拉伸加工在线结构和光学性能高通量研究方法；建立具有光学互补功能的高分子共混方法和技术，构建共混体系相图；研究补偿膜材料非线性拉伸流变行为和结构演化规律，构建多维加工参数空间中形态结构相图；发展补偿膜精密拉伸加工技术，实现多尺度取向结构和光学性能的精确调控。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“先进光学膜材料多重尺度结构调控及功能实现”，申请代码1选择E03。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由工程与材料科学部负责受理。

# 23.“智能电静液驱动执行器基础研究”重大项目指南

　　电静液驱动执行器将电/机/液/测/控高度集成，是未来大型客机和先进战机飞行舵面控制的核心部件，是实现高端装备智能驱动的关键。针对复杂工况下高功重比、高效与高性能的特殊需求，电静液驱动执行器存在以下三方面问题：1）受传统工作原理的制约，执行器电-液-机械能无法实现高效能量传递和全负载工况能量匹配；2）核心元件电机泵多场耦合机理不明及受传统制造技术制约，无法实现高功率密度输出和高效热能管理；3）由于缺乏多源传感原位测量方法，导致故障预测能力低、控制精度差，无法实现视情维护和智能控制。

　　开展电静液驱动执行器一体化设计制造、实现智能监测和控制是解决上述问题的有效途径。通过提出电静液执行器新原理，实现能量高效传递及负载功率匹配。通过研究多场耦合机理，提出高功率密度湿式电机泵设计原理，利用增材制造技术实现一体化设计集成。通过探究恶劣工况多源信息感知及融合方法，实现电静液驱动执行器智能监测和控制。开展相关领域基础研究可促进流体传动、信息传感、智能控制、先进制造等研究领域交叉融合，突破核心技术瓶颈，打破西方国家对电静液驱动执行器关键领域的垄断，实现关键核心技术自主可控，满足国产大飞机与高端装备对智能化电静液执行器的迫切需求。

　　一、科学目标

　　以航空智能电静液驱动执行器为研究载体，探明电-液-机械能高效能量转换机制，揭示电-热-流-固多场耦合高可靠作用机理，探索一体化复合制造原理，获得多传感信息融合-智能状态管理-复合驱动精准控制规律，形成智能电静液驱动执行器设计与制造基础理论，实现高性能电静液执行器智能化。

　　二、研究内容

　　（一） 高效能量转化电静液驱动执行器构型原理。

　　提出电静液驱动执行器创新构型，研究电机、泵、液压缸等元件的参数匹配耦合关系，分析其对能效、动态特性的影响规律；获得高能效电静液驱动执行器优化集成设计方法，实现执行器最佳功率匹配。

　　（二）高功率密度电机泵一体化耦合设计。

　　研究高功率密度电机泵高效运行机理，探索电机泵中高速旋转组件动力学及能耗特性，探究高功率密度电机能耗损失机理，提出主动定向流动控制热管理策略，获得高功率密度电机设计方法。

　　（三） 一体化电静液执行器增材制造控形控性。

　　探索一体化电静液执行器轻量化结构增材制造成形工艺，揭示大直径复杂流道自支撑一体成形机制；研究选区激光熔化成形材料在复杂工况下的损伤失效机理，通过调控材料性能，实现控性成形。

　　（四）热流固环境多源感知和智能健康监测。

　　研究热流固环境下的多源感知与数据传输机理，揭示强交变温度、强振等环境下关键元件多参数原位测量机制，探索基于多源数据融合和深度学习的故障诊断技术，实现电静液执行器的智能监测与管理。

　　（五）电静液作动器系统智能控制。

　　分析非确定复杂环境下多状态精准控制规律，揭示高频、宽幅振动环境下的抗干扰机制；通过在线训练及优化，研究多参量复合控制机制，实现宽工况自适应智能控制。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“智能电静液驱动执行器基础研究”，申请代码1选择E0502。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由工程与材料科学部负责受理。

# 24.“面向靶病灶精准诊疗的生物热物理基础问题研究”重大项目指南

　　心血管和癌症等重大疾病是我国国民健康面临的严重威胁，针对重大疾病的靶病灶进行定量的精准诊疗是医疗发展的重大需求。当前的手术治疗难以有效对病灶进行精准定位及彻底切除，化疗及分子靶向治疗的药物输运效率欠佳，放疗和介入射频消融治疗过程中的能量与病灶特征性关系有待明确，精确实现药剂/能量控制的个体化治疗存在挑战。通过工程热物理、材料科学与临床医学等多学科领域的交叉合作、协同创新，对精准诊疗中的关键生物热物理基础科学问题展开研究，将极大的促进精准医疗技术的进步。本项目以面向临床应用为目标,从生物细胞和组织等不同尺度着手，研究在体人体组织能质传递特性、能量场与生物活性协同作用下的能质输运强化机制，发展多模式能量转化、传输及其相互作用下的心血管和癌症精准诊疗的相关方法和技术。

　　一、科学目标

　　旨在突破现有诊/疗剂和能量在生物组织内传输与调控方法的制约，从生物热物理角度出发，探索宏观与微观尺度生物组织的物质与能量传输动态特性，定量描述外场作用下生物体内液体/颗粒的多尺度流动/迁移机制, 以及多参数作用下生物体内能量协同传输与控制释放机制；发展活体组织原位高时空分辨率物性测量、诊/疗剂在生物组织内智能输运、高效靶向富集以及生物组织内能量微尺度精确控制的原创性新方法和新技术；力争在重大疾病精准诊疗技术上取得实质性突破，提升我国医疗水平和国际影响力。

　　二、研究内容

　　（一）生物体内液体/颗粒的流动与迁移及调控机制。

　　研究诊疗剂在血流系统中的输运与附着特性，揭示其在生物组织中逆浓度梯度迁移与滞留以及跨细胞膜与胞内释放机制；发展多尺度下生物组织和界面传输特性的测量与表征方法，建立外场与生物活性协同作用下诊疗剂输运与迁移预测模型；发展基于外场响应智能材料的强化输送和高效富集的有效调控方法。

　　（二）心血管病灶热物理治疗的能量精准控制 。

　　研究高度异质性血管病灶与热物理能量在细胞水平与分子水平的相互作用以及血管功能调控机制，揭示生物活体组织内能量在多尺度上的吸收与传输机理，研究并发展血管病灶薄壁内能量传输参数刻画、热剂量精准定量、细胞水平的能量精准控制方法以及心血管疾病微创精准诊疗新方法。

　　（三）低温/高温肿瘤高效微创治疗中的强化能量精准递送机制。

　　揭示肿瘤热疗/冷冻治疗过程中生物体内靶病灶能量传输与控制释放的作用机制与规律，定量描述治疗过程中在体能量场和温度场分布，定量研究多尺度生物体对外场因素的热响应和热损伤规律，建立外场参数与实现精准诊疗目标温度之间的优化模型，实现能量的空间和时间高精度适形和适量化控制。

　（四）热物理调控新方法在靶病灶诊疗过程中的临床转化应用。

　　研究诊/疗剂在活体实体肿瘤中的高效生物安全性、靶向富集和精准释放能力，通过成像技术评估手术及在体给药的治疗效果；设计微电极射频消融及激光治疗心血管病灶的精准热剂量控制方法，评价基于精准热物理调控机制治疗动脉粥样硬化斑块效果；探索热疗/冷冻肿瘤治疗中的精准的能量控制技术应用，评估该物理方法对肿瘤杀伤度。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“面向靶病灶精准诊疗的生物热物理基础问题”，申请代码1选择E0608。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由工程与材料科学部负责受理。

# 25.“高性能可持续土木工程材料与结构基础理论”重大项目指南

　　随着时代发展的需求，我国土木结构工程正面临一系列严峻的挑战。一方面，重大战略领域基础设施面临极端恶劣环境、超高温强冲击等各类苛刻严酷环境挑战；另一方面，土木工程基础设施建设面临资源消耗大、环境污染严重、使用寿命短、抗灾能力弱等可持续发展挑战。本项目针对土木结构在重大/重要基础设施建设中面临的技术难题，瞄准学科发展前沿，通过土木工程材料与结构的深度交叉融合，研发一系列新型结构体系，并建立相应的设计计算理论和设计方法，实现结构工程“严酷环境高可靠性、灾变条件高恢复性、长期使用高耐久性、全生命期高环保性”的高性能目标。

　　一、科学目标

　　以发展高性能可持续结构体系为总体目标，旨在解决“材料结构一体化”和“多材料优化组合”两个关键科学问题，实现“材料高性能”向“结构高性能”的跨越。通过提出面向结构的材料指标体系，并为材料量身定做最契合的结构设计理论，将以往材料与结构的“孤立研究”转变为“统筹研究”；通过探索多材料高效组合机制、揭示多材料界面力学行为与协同受力机理，实现材尽其能，从“狭义组合结构”迈向“广义组合结构”；创新发展高性能结构体系，重点解决高性能混凝土结构长期劣化机理、高性能钢结构体系的抗震性能和评价指标体系、高性能组合结构体系的高效组合机制等问题，形成高性能结构体系的新理论、新方法和新技术，为可持续土木工程结构综合性能的提升和突破提供基础理论和关键技术支撑。

　　二、研究内容

　　（一）新型土木工程材料及其与工程结构的基础关系研究。

　　研发新型高性能可持续土木工程材料，研究提升传统土木工程材料性能的新技术与新方法。研究新型高性能材料制备工艺的基本原理、微观机理、性能表征及其建模方法。提出面向结构工程应用的材料本构模型等性能指标，研究适应新型高性能材料特有力学性能的结构设计控制指标。

　　（二）新材料高耐久混凝土结构研究。

　　研究在传统混凝土结构局部劣化高风险区应用新材料技术提升结构整体抗裂性与长期耐久性，延缓劣化进程，降低劣化风险。研究新材料混凝土结构的基本力学行为，揭示复杂服役条件下新材料混凝土结构的长期劣化机理。发展以提高耐久性和正常使用性能为目标的精细化设计方法。

　　（三）钢结构高效抗震体系研究。

　　研究新材料在钢结构抗震体系中的应用，有效提升结构体系的整体抗震性能，实现强震损伤可控与震后快速可恢复。揭示新型高效钢结构体系在强震作用下的失效机理、破坏形态、受力性能及其评价指标体系，提出相应的精细化计算模型、损伤控制方法以及优化设计理论。

　　（四）新型钢-混凝土组合结构研究。

　　研发适用于长寿命跨海工程的钢-混凝土组合结构，揭示多种材料在结构中的优化组合机制与协同工作机理，研究新材料组合结构的基本力学行为，并建立相应的精准模拟和设计方法。研发适用于装配式建筑的新材料组合结构，研究以标准化与高性能为目标的新型装配式结构体系优化设计方法。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“高性能可持续土木工程材料与结构基础理论”，申请代码1选择E0805。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由工程与材料科学部负责受理。

# 26.“深海土与结构的界面弱化理论及工程安全”重大项目指南

　　党中央在党的十八大报告中作出“建设海洋强国”的重大战略部署，在党的十九大报告中明确提出“加快建设海洋强国”的新要求。我国海洋油气资源丰富，其中大多数来自深海。要开发深海资源，需要建设一系列重大深海工程。然而，我国现有的深海工程技术与实际生产需求的差距很大。目前我国只掌握了300米以下水深的浅水油气开采技术。从浅水迈向深海，需要克服一系列巨大挑战，包括水面强动力等严酷的海况、海底地基土软弱且难以处理等。深海工程的水面结构设计与浅海工程差别较大，但是深海工程的海底结构设计与浅海工程差别更大。我国深海海底结构既没有规范、又缺乏经验可循，海底锚固系统、海底管道系统、海底水合物开采井系统等海底结构事故或破坏引起的整体工程失效或破坏，是我国深海工程安全面临的瓶颈问题。

　　一、科学目标

　　深海工程的海底锚固系统、海底管道系统、海底水合物开采井系统等海底结构事故或破坏，多缘于对深海土特性、深海土与结构的相互作用等基本规律认识不够。深入开展面向土力学与岩土工程及土与结构相互作用的相关基础研究是非常必要和迫切的，针对该领域研究前沿“深海土与结构的界面弱化理论及工程安全分析方法”，本项目拟实现以下科学目标。在深海土的组构演化与热传导-渗流/扩散-力学-化学多过程耦合的关联机制、深海工程条件下土与结构界面的弱化特性等方面取得突破性进展。同时，结合中国南海开发实际，针对海底锚固系统、海底管道系统、海底水合物开采井系统等海底结构，提出合理有效的深海工程海底结构安全的分析方法和设计指导。

　　二、研究内容

　　（一）深海土组构演化与多过程耦合的相互作用。

　　主要研究多过程耦合下组构演化、多过程耦合下组构演化对力学特性的影响、考虑组构演化的本构关系和多过程耦合模型与分析方法。

　　（二）深海土与抗拔结构界面的演化特性。

　　主要研究微结构坍塌和水膜富集过程及其与软化特性的关联规律、微结构胶结和触变过程及其与宏观承载特性关联规律、渐进破坏和海底结构抗拔承载力的分析方法。

　　（三）深海土与油气管缆的相互作用。

　　主要研究组构演化和强度变化及管缆与土相互作用、沉积物运移下管缆结构动力响应特性、高压和输送介质温度变化下管道稳定性。

　　（四）深海土与天然气水合物开采井的相互作用。

　　主要研究天然气水合物分解对力学特性的影响、开采扰动下的相变特性及开采井失效破坏、开采扰动下的井筒内多相流过程及开采井稳定性。

　　（五）深海土与海底结构相互作用及海底结构设计。

　　主要研究软化、液化、相变特性等的界面演化理论、考虑多过程耦合的相互作用分析、考虑界面演化的承载力计算、深海海底结构的安全设计和安装技术。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“深海土与结构的界面弱化理论及工程安全”，申请代码1选择E0907。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由工程与材料科学部负责受理。

# 27.“高性能航空发动机主动安全控制理论与应用”重大项目指南

　　针对航空发动机安全边界的时变特性、外界干扰的不确定性以及传统被动安全控制的保守性，开展航空发动机主动安全控制理论及关键技术研究及实验验证，取得在确保安全性的前提下明显提升发动机性能的创新成果，形成具有国际影响力的研究团队。

　　一、科学目标

　　围绕航空发动机可控域、机载自适应建模以及优化控制等方面开展研究，提出基于机理分析和数据驱动相结合的航空发动机机载自适应建模方法，安全边界实时监控和航空发动机多目标动态优化控制方法，并在实验平台上进行验证。在保证安全运行的条件下，明显提升发动机推力、响应速度等性能指标，取得具有国际影响的研究成果。

　　二、研究内容

　　（一）失稳运行状态的识别与预测方法。

　　研究发动机在失稳环境下安全边界的辨识方法，及失稳运行状态的预测方法，提出安全运行监测方法。

　　（二）机理分析与数据驱动相结合的发动机机载自适应建模方法。

　　研究发动机实时运行数据采集与智能处理的方法，及数据驱动下发动机未建模动态的补偿方法，提出机理模型与数据驱动相结合的发动机机载自适应建模方法。

　　（三）发动机动态运行优化方法。

　　针对最大推力、最低油耗、最低涡轮前温度等不同工作模式，建立动态运行优化模型，研究多目标动态优化方法，建立控制系统设定值与控制器参数优化方法。

　　（四）发动机多模态主动安全控制方法。

　　研究在飞行状况下发动机的控制器设计模型，及在各种运行模态下的安全可靠切换控制方法。提出针对安全边界时变、发动机性能退化、外界干扰等不确定因素的发动机主动安全控制方法。

　　（五）航空发动机控制方法的实验验证。

　　在行业认可的实验平台上开展高性能航空发动机主动安全控制方法的实验验证，在保证安全运行的条件下，明显提升发动机推力、响应速度等性能指标。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“高性能航空发动机主动安全控制理论与应用”，申请代码1选择F0301。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由信息科学部负责受理。

# 28.“污水处理过程智能优化运行基础理论及关键技术”重大项目指南

　　面向水污染治理国家重大需求，针对大型污水处理厂出水水质超标、异常工况频发、处理成本过高的难题，开展污水处理过程智能优化运行基础理论和关键技术研究及应用验证，取得具有国际影响力的创新性成果，在确保污水处理水质达标的同时，显著降低污水处理过程能耗药耗，为水资源循环利用和水污染治理提供支撑。

　　一、科学目标

　　针对污水处理过程入水量与成份多变、出水水质在线检测困难、运行过程调控手段有限，导致出水水质不稳定、运行工况不平稳、能耗药耗高的问题，研究污水处理关键水质参数在线检测、污水处理过程智能协同控制、异常工况在线识别与实时抑制、运行过程智能协同优化，建立污水处理过程智能优化运行基础理论，形成具有自主知识产权的核心技术，在大型污水处理厂进行应用示范，使经济技术指标达到国际先进水平。

　　二、研究内容

　　（一）污水处理过程关键水质参数智能在线检测与预测。

　　针对检测环境恶劣，成本受限等因素，研究运行数据感知与智能处理方法；针对污水处理过程入水量、成份、污染物种类、有机物浓度等动态变化，研究机理模型与数据驱动相结合的水质智能检测和预测方法。

　　（二）污水处理过程运行优化控制。

　　针对曝气、生化、二沉等污水处理过程难以建立数学模型、关键工艺参数难以在线检测、运行条件多变等问题，研究智能运行优化控制方法。

　　（三）污水处理过程异常工况预警与自愈控制。

　　针对污泥膨胀等污水处理过程异常工况，导致污泥流失、出水水质超标，甚至导致整个污水处理系统崩溃的问题，研究异常工况准确识别、预警以及自愈控制方法。

　　（四）污水处理全流程多目标动态协同优化。

　　针对污水处理流程复杂、工艺参数与生产指标难以在线检测的难题，研究污水处理工艺参数与生产指标智能预测方法及全流程多目标动态协同优化方法。

　　（五）污水处理过程智能优化运行系统及应用验证。

　　研发污水处理全流程智能优化运行系统，建立污水处理过程实验平台，在实验平台及大型污水处理厂进行应用验证。实现污水处理水质指标达标的情况下，能耗药耗显著降低，经济指标达到国际先进水平。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“污水处理过程智能优化运行基础理论及关键技术”，申请代码1选择F031005。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由信息科学部负责受理。

# 29.“功能导向的分子材料晶体管的基础理论与关键技术”重大项目指南

　　分子材料晶体管（OFET）在柔性显示与信息处理等新兴电子领域具有广阔的应用前景。我国在分子材料领域已取得了显著的研究成果，然而在OFET器件方面的研究相对滞后。针对OFET在性能精细调控、溶液法制备技术和器件仿真等“器件工程”方面存在的短板，本项目拟在功能导向的OFET设计、制备和集成方面以“材料-器件-电路”为主线，开展多学科交叉研究，在器件和柔性显示领域取得原创性成果，推动该领域的快速发展，形成具有国际影响力的研究队伍。

　　一、科学目标

　　围绕凝聚态结构与表界面物性的跨尺度调控、器件溶液法加工与高效集成等关键科学问题，发展柔性OFET制备的新方法与新技术，建立描述OFET工作机制的物理模型，实现OFET集成模块在柔性有机发光（OLED）显示屏方面的成功应用，形成具有自主知识产权的关键技术。

　　二、研究内容

　　（一）高有序分子聚集体的多尺度可控组装。

　　研究调控有机分子体系多尺度聚集态结构的组装方法，深入理解多级次结构及其组装机制，揭示有机共轭分子的自组装结构对器件功能的调控规律，实现有机分子体系的短程和长程有序性的精确调控。

　　（二）器件功能层表界面性质的精准调控。

　　研究低缺陷密度的介电层/半导体界面的构筑方法，揭示表界面性质对器件中载流子注入、传输、俘获、耦合等物理过程的影响规律，实现功能层表界面的精准修饰，形成界面调控新策略和新方法。

　　（三）高柔性OFET器件的溶液法加工技术。

　　研究分子材料溶液加工方法、器件结构对OFET综合性能指标的影响，掌握高性能、低功耗柔性器件制备的关键技术，形成具有自主知识产权的柔性器件制备技术体系。器件主要技术指标：迁移率超过20 cm2 V-1 s-1，曲率半径小于等于5微米，可弯曲次数大于10000次。

　　（四）分子材料晶体管的器件模型与电路构建。

　　研究OFET器件非典型电学行为的物理机制，建立精确的仿真模型，开发适用于OFET的模型参数分析软件；研究OFET功能层加工与封装技术，研究提高柔性OFET单元器件和电路性能（可靠性、稳定性与均一性）的新方法。

　　（五）柔性OFET驱动电路与OLED屏体集成。

　　研究新型屏体电路设计方法及其实现技术，开展OFET驱动电路与OLED显示的集成技术研究，实现驱动电路与显示屏体的有效对接。技术指标：尺寸大于5英寸，厚度小于1 毫米，弯曲半径1-3 毫米。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“功能导向的分子材料晶体管的基础理论与关键技术”，申请代码1选择F040408。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由信息科学部负责受理。

# 30.“脑空间信息中脑连接的高分辨光学成像与可视化研究”重大项目指南

　　脑科学和类脑智能技术是当前各国必争的战略前沿。在大跨度的空间尺度上研究脑连接及其演化规律是脑科学和类脑智能技术的共性基础科学问题。本项目面向脑科学和类脑智能技术研究的重大需求，在脑连接的测量、特征提取与可视化等方面开展研究，获取与特定脑功能相关的全脑范围高分辨脑连接信息，提取脑连接的时空特征，推动脑科学的基础研究、类脑智能及脑疾病防治技术的发展。

　　一、科学目标

　　针对在全脑范围内获取高分辨脑连接信息的挑战，以小鼠或狨猴为动物模型，开展高体素分辨率水平（如细胞/轴突/毛细血管分辨）、全脑范围的脑连接测量、特征提取与可视化研究，在全脑范围内测量特定脑功能对应的精细脑网络结构信息，分析脑连接时空特征，模拟其时空动态过程，构建脑连接时空信息处理与可视化平台，取得具有国际影响的研究成果，并为研究脑功能提供高分辨的脑连接空间信息，为促进类脑智能技术研究提供基础数据和关键技术支撑。

　　二、研究内容

　　（一）全脑范围脑连接测量原理与方法研究。

　　研究全脑范围精细脑网络结构信息的测量原理与方法，建立脑连接测量过程的全链条标准化规范，建立不同条件下获取脑空间信息的定位基准，保证脑空间信息数据的可靠性和有效性，在全脑范围内获取具有明确空间尺度和定位信息，且具备细胞/轴突/毛细血管分辨能力的脑连接结构信息。

　　（二）脑连接动态过程测量原理与方法研究。

　　研究脑连接的在体动态成像方法，发展深脑区的神经活动检测与调控显微成像技术。针对1-2种特定脑功能，测量清醒和自由运动动物对应脑区的神经活动，获取脑连接在细胞/轴突/毛细血管水平上的结构和功能信息。

　　（三）脑连接时空信息处理与可视化方法及平台技术研究。

　　研究脑连接信息时空变化过程的大数据处理与可视化方法，建立涵盖大数据存储、传输、管理、处理和呈现等在内的体系方案，构建数据编码标准、表示标准、质量标准、交换标准、流程控制规范等标准体系，提取跨层次、多尺度的脑连接时空特征，建立相关的计算模型。构建脑连接时空信息可视化平台，并模拟对应的脑功能时空动态过程，为脑研究提供先进的可视化研究工具。

　　（四）特定脑功能介观水平脑连接数据库的建立。

　　构建1-2种特定脑功能（正常与疾病状态）的动物模型，利用脑连接示踪与脑连接测量方法，获取特定脑功能相关的脑连接信息，在细胞/轴突/毛细血管分辨水平上绘制对应的全脑介观神经连接图谱，建立全脑范围内脑连接的高分辨（微米体素）数据库。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“脑空间信息中脑连接的高分辨光学成像与可视化研究”，申请代码1选择F051205。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。

　　（三）本项目由信息科学部负责受理。

|  |
| --- |
| 31.“海洋监测多维高分辨光学成像理论与方法”重大项目指南　　我国周边海域溢油、赤潮等海上突发事件、海洋灾害频发，对海洋环境及国计民生造成严重危害；同时，水下航行器入侵事件时有发生，对我国海上维权执法提出严峻挑战。针对海洋环境下溢油、赤潮、水下航行器尾迹等三类典型目标在复杂背景中“认不清”、海雾中“看不远”、耀斑中“辨不出”等难题，开展复杂海况下海洋目标精准监测的新型光学成像理论与方法研究，并开展理论与方法的试验验证，为维护我国海洋安全、保障国计民生、提升监测能力提供理论和技术支撑。　　**一、科学目标**　　针对复杂海洋环境下溢油、赤潮、水下航行器尾迹等三类典型目标，研究“光谱+偏振+红外”多维度光学特性的生成、传输、获取、重构与解译等方面的基础理论和关键技术，探索海洋目标高分辨、高对比、多维度光学信息获取机制，揭示复杂海况下目标多维度光学特性生成机理和传输演化机理，突破海洋弱目标多维度高分辨信息重构、增强、识别与反演方法，研制机载试验样机，验证理论、技术、机制、机理和方法的正确性，关键技术指标达到国际领先水平。　　**二、研究内容**　　（一）海洋监测多维度高分辨信息获取方法研究。　　研究“光谱+偏振+红外”的多维光学成像机制，研究高分成像系统的时空精准匹配机制，研究光谱、辐射、空间、时间等分辨率的系统优化方法，构建高分辨、高对比、多维度信息同时获取的光学成像模型。　　（二）典型海洋目标的多维信息散射场的生成机理研究。　　构建油膜的反射和赤潮的散射矢量光场模型，揭示油膜、赤潮与海水透射的矢量光场耦合机理；构建水下航行器尾流形态和温场模型，揭示温流水下浮升扩散机理。　　（三）目标多维信息场在典型海洋环境下的传输机理研究。　　研究目标多维信息场与混浊介质的相互作用，建立非球形、非同性、非均匀分层介质中目标多维信息的传输模型，揭示多维光学信息在典型水气复合介质中的演化规律。　　（四）多维高分辨图像解混、重构、融合与增强方法研究。　　研究多维高分辨混叠图像的信息解混技术，研究多维信息场的“生成-传输-获取”全链路图像退化模型和复原重构方法，研究针对海洋典型弱目标的图像融合与增强方法。　　（五）典型海洋目标多维高分辨光学遥感识别与反演研究。　　构建溢油范围检测、油种识别与油膜厚度定量反演模型，构建赤潮范围检测、生物优势种识别与生物量反演模型，构建水下航行器航向、深度和航速反演模型，研究溢油、赤潮、水下航行器尾迹的识别反演算法。　　（六）机载海洋监测多维高分辨光学成像平台研制及应用验证。　　研制面向海洋目标监测应用的试验样机，对多维高分辨成像机制及遥感识别反演算法进行验证。其中油种识别精度不低于80%，赤潮生物量反演精度不低于75%，尾迹温差探测精度优于0.01K。　　**三、申请注意事项**　　（一） 申请书的附注说明选择“海洋监测多维高分辨光学成像理论与方法”，申请代码1选择F0113。　　（二） 申请人申请的直接费用预算不得超过2000万元/项（含2000万元/项）。　　（三）本项目由信息科学部负责受理。 |

# 32.“新型城镇化导向下的城市群综合交通系统管理理论与方法”重大项目指南

　　我国城市群发展迅速，新型城镇化导向下的城市群发展战略为破解大城市交通困局提供了新机遇，同时也给交通运输规划与管理提出了新挑战。针对我国城市群发展的社会经济环境，系统深入地研究城市居民出行的复杂行为和多层次交通需求的生成机理，探索复杂交通需求的时空分布规律，剖析地面公交网络—轨道交通网络—道路交通网络的相互协调关系，建立多方式交通网络系统的耦合理论，发展多方式协作运营过程中的组织、调控与协同理论，构建匹配多层次交通需求的城市群综合交通管理理论，不仅对发展交通管理科学具有重要的学术价值，而且对加快新型城镇化建设，缓解直至解决城市交通拥堵、交通污染、交通安全等问题，提高城市可持续发展能力，具有非常重要的现实意义。

　　一、科学目标

　　围绕我国新型城镇化背景下城市群综合交通系统管理的战略需求和交通运输工程管理的前沿科学问题，紧密结合中国情境特点，运用多学科融合方法，系统深入开展我国城市群综合交通系统的行为分析与需求集成管理、系统设计与运营优化、风险辨识与应急管理以及可持续发展理论与方法研究，取得一批原创性的重要成果，培养一支聚焦城市群综合交通系统发展问题的高水平研究队伍，为我国加快构建快速、便捷、安全、高效、绿色、经济的互联互通城市群综合交通体系做出积极的贡献。

　　二、研究内容

　　（一）城市群交通行为分析与需求集成管理研究。

　　研究不同尺度下基于个体的日常活动出行计划的预测模型；研究共享融合多模式、交通需求的时空演化规律和趋势；构建面向城市群交通网络分析的动态活动-出行分配组合模型；研究适应城市群不同功能等级、结构特征和空间圈层的交通管理策略。

　　（二）城市群综合交通系统设计与运营优化研究。

　　研究城市群综合交通枢纽选址和分层布局优化理论与方法；研究城市群轨道交通网络点线网运输能力精细估算方法;研究城市群多种交通方式间的换乘组织与协同管理和综合交通网络接驳运营优化与调度方法。

　　（三）城市群综合交通系统风险辨识与应急管理研究。

　　识别城市群交通网络的运行瓶颈以及交通流在城市群交通网络的传播与扩散规律；研究突发事件和灾害下的多模式交通需求选择匹配理论与方法；研究多模式交通系统快速恢复的运营优化和资源调度方法。

　　（四）城市群综合交通系统可持续发展研究。

　　研究城市交通与城市群空间形态协调发展的组织机制；研究人口分布特征、用地功能布局与综合交通网络之间的作用机理，构建城市群土地利用与绿色交通可持续发展评价指标体系。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明填写“新型城镇化导向下的城市群综合交通系统管理理论与方法”，申请代码1选择G0119。

　　（二） 申请人申请的直接费用预算不得超过1450万元/项（含1450万元/项）。

　　（三）本项目由管理科学部负责受理。

# 33.“市场设计的理论与实验研究”重大项目指南

　　经济体制改革的核心问题是处理好政府与市场的关系，使市场在资源配置中起决定性作用，更好发挥政府作用,这需要对基于中国经济实践的市场设计理论与实验开展系统深入的研究。市场设计的理论研究是在经济主体行为外部性以及信息不对称导致激励扭曲等市场失灵的情形下，研究市场、配置机制以及市场参与者的相互作用与影响机理，主动设计市场制度，以此解决市场失灵问题，实现市场功能的扩展和资源配置效率的提高。市场设计的实验研究是针对各种已或拟实施的市场机制进行实验设计，研究这些市场机制在实际经济环境运行中产生的作用和影响，以避免机制设计失误所造成的社会损失。开展基于中国经济实践的市场设计理论与实验研究不仅可以丰富国际上市场设计的基础理论，还可以帮助政府更好、更科学地处理政府与市场的关系。

　　一、科学目标

　　在我国转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的背景下，围绕着加快完善社会主义市场经济体制的关键科学问题，针对具有稀缺性的政府公共资源和社会资源，系统深入地研究基于中国经济实践的市场设计基础理论，发展和应用实验室实验研究、田野实验研究和仿真模拟试验研究等多种方法，探索基于中国发展实践的市场机制。将中国市场经济特色的要素引入理论体系，丰富国际市场设计理论，并造就一支在国际上有影响的市场设计研究队伍，为国家深化市场经济体制改革提供理论基础、科学依据和政策参考。

　　二、研究内容

　　（一）市场设计的理论研究。

　　在中国现实经济情境下，应用机制设计理论、拍卖理论及匹配理论等，研究市场、配置机制以及市场参与者之间的相互作用机理；研究市场机制对市场参与者的引导和激励作用；研究以公平和效率最大化为目标的最优配置机制的基础理论，为政府采购、国家财产和资产的出售或建设项目、大规模物品和公共服务等具有稀缺性的政府公共资源和社会资源的优化配置提供理论模型支撑。

　　（二）市场设计的实验室实验研究。

　　针对现有的市场机制理论可能出现风险的主要情形设计实验环境，开展实验室实验；研究资源最优配置机制的实验室实施效果；研究社会规范和市场参与者的真实偏好在资源配置过程中所发挥的作用；研究交易环境中的风险和模糊性对市场参与者决策的影响；研究市场参与者之间的信息传递在资源配置过程中所发挥的作用。

　　（三）市场设计的田野实验研究。

　　研究田野实验抽样方法及实验方案，发展科学合理的田野实验方法准确评估市场机制的实施效果；针对市场机制设计理论开展田野实验，研究政策干预对市场参与者的行为和决策的影响，研究平均政策效果以及在不同实验对象上的异质性，研究实验政策的可推广性以及成本收益。具体可聚焦对重大公共政策的效果评估和社会福利分析，为政府决策部门提供可操作的政策选择。

　　（四）市场设计的计算机仿真模拟实验研究。

　　基于计算经济学、演化博弈论、演化动力学和复杂系统理论等，研究计算机仿真模拟应用于市场设计的一般理论与方法，包括构建市场机制设计模型和算法、开发市场机制设计仿真软件和平台等。通过仿真模拟和市场设计的结合，研究我国现实经济环境下市场设计理论的适用范围、对外部环境的依赖性、敏感性和稳健性、以及政策效果等，提高市场设计的有效性、适用性和科学性。

　　（五）中国情境下的市场设计应用研究。

　　针对中国现实经济情境下重要现实问题中的市场失灵现象，应用博弈理论、实验经济学以及实证分析方法等，探索设计以促进建立有效市场为目标的分配和交易机制，研究政府有效参与市场设计的范围、程度、方式和方法；研究多种市场失灵条件下资源配置的有效机制和政策。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“市场设计的理论与实验研究”，申请代码1选择G0301。

　　（二） 申请人申请的直接费用预算不得超过1450万元/项（含1450万元/项）。

　　（三）本项目由管理科学部负责受理。

# 34.“血液肿瘤的细胞异质性及其演化研究”重大项目指南

　　血液肿瘤是典型的多克隆异质性疾病，具有细胞表型清晰、诊断分型精细、细胞谱系明确、可追踪起源，且在肿瘤进展过程中能实时取样等独特优势，是研究肿瘤细胞异质性及其演化的理想模型。解析肿瘤细胞异质性演化过程有助于寻找临床治疗的敏感窗口，为肿瘤的精准临床诊治提供新的有效途径，也为其他肿瘤治疗提供参考，具有十分重要的临床意义。单细胞组学等研究手段为研究肿瘤异质性提供了强有力的工具，它能够精确刻画不同细胞群的多组学特征，揭示细胞异质性的发生发展过程。

　　一、科学目标

　　以血液肿瘤为研究对象，解析肿瘤异质性和追溯异质性的起源，揭示肿瘤异质性在微环境和药物作用下的演化规律，探索基于肿瘤异质性的靶向治疗和化疗策略，为血液肿瘤异质性的临床干预提供科学证据。

　　二、研究内容

　　（一）造血细胞异质性的形成规律及调控机制。

　　利用实验血液学、单细胞功能及单细胞组学等技术手段，系统性揭示胚胎发育和成体期造血细胞的异质性特征及其形成规律，研究关键分子在造血细胞异质性形成过程中的调控作用及分子机制。

　　（二）血液肿瘤细胞异质性及异质性克隆的演化规律。

　　结合血液肿瘤的临床资源，分析不同药物治疗前后的肿瘤细胞异质性，刻画和比较血液肿瘤细胞异质性的克隆演化模式，探索异质性演化规律和临床疗效及预后的相关性。

　　（三）血液肿瘤细胞异质性的微环境调控。

　　研究骨髓微环境与肿瘤细胞之间的相互作用，阐明微环境对肿瘤细胞生物学特性和异质性的调控机理，探讨微环境对异质性演化的生物学意义。

　　（四）基于血液肿瘤细胞异质性的治疗策略探索。

　　从肿瘤细胞异质性及其克隆演化规律，解析肿瘤药物抗药性发生的分子机理，研究解决耐药的治疗新策略，探索异质性演化规律指导下临床靶向治疗和化疗的新策略。

　　三、申请注意事项

　（一）要求针对上述四部分研究内容，分别设置4个课题。

　　（二）申请书的附注说明选择“血液肿瘤的细胞异质性及其演化研究”，申请代码1选择H08。

　　（三） 申请人申请的直接费用预算不得超过1700万元/项（含1700万元/项）。

　　（四）本项目由医学科学部负责受理。

# 35.“脊髓损伤再生修复机理及临床转化研究”重大项目指南

　　脊髓损伤再生修复是世界性医学难题，剖析脊髓损伤后再生修复障碍的根源，重建有利于脊髓组织功能性再生的微环境，进而促进脊髓损伤再生修复是当前研究热点之一。旨在通过本项目的研究，发现脊髓损伤微环境中影响神经再生的关键因子并阐明其作用机制，构建脊髓损伤后有利于再生的微环境，促进神经再生及功能恢复，推动脊髓损伤再生修复基础研究成果的临床转化。

　　一、科学目标

　　面向脊髓损伤后神经再生与功能恢复的重大需求，开展再生修复机理和临床转化研究，阐释脊髓损伤后微环境变化规律，发现损伤微环境中与脊髓组织再生相关的新因子；重构脊髓损伤后的再生微环境，实现神经干细胞向功能神经元的定向分化；促进脊髓损伤后神经功能恢复，阐明脊髓损伤后干细胞激活、迁移、神经元定向分化、与宿主神经元形成连接以及轴突髓鞘化的机制；建立规范的脊髓损伤临床研究路径，推进脊髓损伤再生修复研究成果的临床转化，探索脊髓损伤再生修复治疗新策略。

　　二、研究内容

　　（一）脊髓损伤后微环境动态变化解析。

　　利用组学、单细胞测序及细胞标记等技术，解析脊髓损伤不同时期微环境的动态变化，通过谱系示踪技术研究不同类型细胞（干细胞、神经元、胶质细胞、免疫细胞等）对脊髓损伤的动态响应及其机制，阐明脊髓损伤后的再生微环境基础，以及不同细胞在再生修复过程中的作用。

　　（二）脊髓损伤后再生微环境构建。

　　通过生物支架材料、种子细胞及再生因子的有机结合与动态协作，重塑脊髓损伤后再生微环境，对生物支架材料的制备流程、种子细胞的种类及数量、再生因子的选择及配比等进行研究，形成标准化的功能性支架材料，用于脊髓损伤的干预性研究。

　　（三）完全性脊髓损伤再生修复机制研究。

　　应用完全性脊髓损伤动物模型（包括非人灵长类），开展急慢性完全性脊髓损伤的再生修复研究，验证体外构建的功能性支架材料修复脊髓损伤的安全性和有效性，解析神经前体细胞向神经元定向诱导分化的调控机制，及其与宿主神经元间建立神经连接及功能重塑的机制，阐明非神经细胞调控微环境炎症、促进髓鞘化及诱导神经网络重建的机制。

　　（四）脊髓损伤再生修复的临床路径研究。

　　制定脊髓损伤程度的术前诊断标准，确定手术治疗规范包括损伤及陈旧组织的处理方案、功能性支架材料的移植时机等，研究康复训练对脊髓损伤修复的影响并设计标准化的康复计划，建立无创的脊髓损伤后再生、功能恢复评估体系，包括感觉运动功能评价、电生理、影像学及分子检测等。

　　三、申请注意事项

　　（一）本项目要求针对上述四部分研究内容，分别设置4个课题。

　　（二）申请书的附注说明选择“脊髓损伤再生修复机理及临床转化研究”，申请代码1选择H0910。

　　（三） 申请人申请的直接费用预算不得超过1700万元/项（含1700万元/项）。

　　（四）本项目由医学科学部负责受理。

# 36.“中药道地性研究”重大项目指南

　　中药道地性是中药药性的重要组成部分，是中药材的专属特征，其形成秉承遗传之变化，秉受环境之异同，体现了“性-效”关系，是产生临床疗效差异的药物属性。道地药材作为优质药材的传统代名词，是道地性理论的载体，充分体现中医药理论内涵。中药道地性理论反映了中医对药物与自然关系的认识，是对中药材质量认识的传统理念和控制模式。当前，人们对药材的真伪优劣，道地或非道地的评价从以往的经验鉴别为主，过渡到以关注化学成分特征为主，但这些独特性“指标”成分的形成规律、质量与疗效关联性，尚需深入研究，从而将道地性理论科学价值与道地药材疗效优势得到充分发挥。中药道地性科学内涵的揭示和评价体系的建立、道地药材资源可持续发展已成为中药学学科的重要课题，开展中药道地性研究是保障中药材质量和中医药临床疗效的关键。

　　一、科学目标

　　以代表性道地药材为研究对象，围绕道地药材形成过程中“遗传成因”、“环境成因”、“物质基础”和“中药道地性与其药效相关性”四大关键科学问题，在生物学、生态学、化学、药理学和医学等多个层面，结合现代科学研究方法开展多学科交叉研究，从揭示中药道地性成因入手，明确中药道地性的遗传、环境及其交互作用机制，阐释道地药材临床优效性的独特化学成分形成机理，揭示中药道地性的物质基础及其形成的科学内涵。

　　二、研究内容

　　（一）中药道地性遗传成因。

　　（二）中药道地性环境成因。

　　（三）中药道地性物质基础。

　　（四）中药道地性“性-效”关系研究。

　　三、申请注意事项

　　（一）本项目要求针对上述四部分研究内容，分别设置4个课题。

　　（二）申请书的附注说明选择“中药道地性研究”，申请代码1选择H28。

　　（三） 申请人申请的直接费用预算不得超过1700万元/项（含1700万元/项）。

　　（四）本项目由医学科学部负责受理。