

交叉科学部重大项目指南

2025 年交叉科学部共发布 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。

“行星大气原子分子物理”重大项目指南

太阳风粒子是影响行星宜居性演化的重要因素之一，行星大气在太阳风作用下发生一系列原子分子过程，影响行星大气的化学成分及其演化；太阳风驱动下行星大气和低温冰混合物的化学反应可以形成生命分子前体，为生命起源提供可能的物质基础。基于行星大气在轨探测和实验室带电粒子与原子分子相互作用过程研究，有望在行星宜居性演化和生命分子前体形成等前沿科学问题上取得重要突破。

一、科学目标

充分利用我国自主行星探测器在轨观测数据，结合实验室高精度原子分子参数测量，探索行星大气分子的形成和循环路径；基于冰混合物化学反应研究，揭示生命分子前体形成的关键过程；理解行星大气逃逸与演化的微观机制。

二、研究内容

（一）电子与行星大气原子分子的相互作用研究。

模拟太阳风电子和超热电子与行星大气的相互作用，开展激发、电离、解离等微观原子分子过程的动力学研究；开展宽能量范围（0.1 - 10 keV）电子碰撞原子分子实验参数的高精度测量；开展相关分子及聚集体生成和碎裂微观机制研究，厘清行星大气分子的形成和循环路径。

（二）离子与行星大气原子分子的相互作用研究。

模拟太阳风离子和电离层离子与行星大气的相互作用，开展电离、解离和电荷交换等微观过程研究；高精度测量电荷交换截面，理解 X 射线谱和紫外光谱的产生机制。

（三）有机分子和生命分子前体形成的关键过程研究。

行星大气、冰和尘埃表面是有机物质形成的有效场所，模拟在不同环境下原子-分子和气相-固相有机物质的形成、演化以及关键化学反应过程，厘清化学循环机制和同位素效应；探索生命分子前体形成过程，开展行星生命痕迹全链条要素研究。

（四）行星际和行星空间环境的探测研究。

开展行星际和行星空间环境的能量粒子和等离子体能谱、成分和通量探测研究；开展行星空间环境磁场和部分中性气体特性探测研究；探索行星空间能量粒子辐射与大气的关系、太阳活动对行星大气逃逸的影响与相互作用规律。

（五）行星大气逃逸与演化研究。

定量刻画行星高层大气微观物理化学过程，探索行星大气逃逸微观新机制及行星大气演化规律。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“行星大气原子分子物理”，受理代码选择 T01。

（二）咨询电话：010-62328382。

“光谱地球：感知与认知”重大项目指南

对地球系统的认知与利用越来越依赖于对地观测技术。光谱是地物特有的“指纹”信息，只有对地球进行分米级高光谱观测，建立真实地球的高光谱数字孪生——“光谱地球”，才能深化对地球表层目标及其系统的认知与利用。

一、科学目标

面向分米级空间分辨率“光谱地球”的建立，解析地表三维精细结构光谱模型和光谱辐射传输机理，突破主被动协同的分米空间分辨率全波长高光谱成像极限感知瓶颈，发展精细地物识别及其理化参量高精度反演方法，拓展针对地物理化参数的认知深度，服务粮食安全、能源资源安全等国家战略需求。

二、研究内容

（一）全谱段地物三维精细结构光谱辐射传输机理研究。

开展分米级空间-纳米级光谱分辨率航空高光谱遥感实验，构建典型地物高精度光谱样本数据库，揭示分米级空间尺度下植被、土壤、矿物等典型地物微结构、组分及其相互作用的纳米级光谱辐射响应机理与指纹特征，建立耦合地物本征特性、环境影响与主被动成像感知效应的结构光谱三维立体辐射传输模型，开展反射/发射光谱辐射的分米级探测感知效能预测。

（二）分米级地物主被动高光谱探测机理和方法。

针对卫星遥感领域高空间分辨率与高光谱分辨率无法兼顾的

技术瓶颈，发展基于量子光学极限探测和超高精度光谱结构的新技术，探索全谱段覆盖“分米级”高空间、“纳米级”高光谱分辨率的主被动结合对地观测载荷新方案并进行实验验证。

（三）精细地物光谱特征解析与理化参数高精度反演。

发展主被动协同遥感的光谱特征解析方法，建立高空间分辨率典型地物理化参数垂直分布反演模型，研究面向对象的光谱、大气、理化参数协同反演策略，研发面向多任务的时-空-谱大模型，探索聚合多源信息的光谱地球构建模式与方法。

（四）地表典型要素三维精细尺度高光谱认知。

探索地表典型要素全谱段高光谱响应机理，突破多维度精细光谱地物成分响应分析方法，揭示微弱光谱信号与地物要素相互作用机理，实现要素光谱弱信息的三维定位与精确识别；开展基于光谱地球的地表典型要素全谱系解析原理验证。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“光谱地球：感知与认知”，受理代码选择 T01。

（二）咨询电话：010-62328382。

“柔性新型纤维器件用于神经传感与调控”重大项目指南

脑内生化物质是揭示大脑功能的重要物质基础，但目前方法无法有效实现多种生化物质的在体、同时、连续监测，严重制约了神经机制的研究和神经疾病的精准诊疗，成为脑科学领域面临的重大挑战。通过化学、材料、信息、生物等多学科交叉融合研究，创制全柔性纤维器件，以实现脑内生化物质高效监测与调控，为认识大脑和治疗神经疾病提供新方法。

一、科学目标

精准设计与合成具有优异电学、光学、电化学生活性的有机高分子功能材料，通过多尺度组装策略，构建多功能纤维器件及高效集成系统，实现脑内关键生化物质的在体、同时、连续监测，揭示其协同演变规律，建立在体神经传感与智能神经调控新范式。

二、研究内容

（一）新型活性材料的设计与合成。

建立传感活性材料设计的普适性 AI 大模型，建立专用数据库；创制有机分子及其异质结、金属主链高分子等系列功能材料体系，实现精准合成；通过构效关系研究，获得具有优异电学、光学和电化学生活性的功能材料，并实现宏量制备。

（二）全柔性纤维器件的构筑与集成。

发展导电基元多尺度取向组装方法，构筑可进行高效生化物质监测与神经调控的系列多功能和高性能纤维器件；建立普适性

纤维器件集成策略，获得具有供能、传感、信号传输与处理、光电刺激调控等功能的全柔性纤维集成系统；揭示纤维器件与生物组织相互作用规律，建立高稳定性界面，实现高生物安全性。

（三）脑内生化学物质实时监测与应用。

建立柔性器件精准植入方法，实现脑内关键生化物质在体、同时、连续监测；通过大数据分析，揭示脑内生化学物质协同演变规律及其与疾病的关联机制，预测疾病发展趋势，建立神经调控新策略；实现在阿尔兹海默症、成瘾、抑郁等神经疾病机制解析和智能调控等领域的应用示范。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“柔性新型纤维器件用于神经传感与调控”，受理代码选择 T01。

（二）咨询电话：010-62328382。

“流体忆阻器及类脑神经功能”重大项目指南

流体忆阻器是一类基于离子传输和电化学特性的新型忆阻器，由于其具有高度类脑的结构和工作机制，在化学信号的识别和交互等方面具有独特的优势。通过多学科交叉研究，解决流体忆阻器的构筑、机制及其在化学信号识别与处理等方面的关键挑战，形成自主知识产权，推动流体忆阻器领域的快速发展。

一、科学目标

突破流体忆阻器构效关系不明、器件集成化难及神经形态功能单一等科学瓶颈，创制阵列流体忆阻器件，在活体层次实现化学信号类脑智能传感与交互。

二、研究内容

（一）流体忆阻器的构筑、构效关系及机制研究。

研究微纳米通道的结构、表界面化学性质与器件性能的构效关系，发展具有化学信号专一性响应、长时程突触可塑性、神经元功能的高性能流体忆阻器，为类脑传感和化学信号智能交互提供高性能元器件。

（二）流体忆阻器阵列构筑及类脑智能计算研究。

研究各类忆阻器的阻变微观动力学机制，制备流体忆阻器阵列并表征其工作状态下的电导调制性能；设计集成阵列化的控制电路，模拟神经网络功能，为类脑传感和化学信号智能交互提供器件支撑。

(三) 基于流体忆阻器的化学信号类脑传感与智能交互。

设计功能元件，构筑高选择性识别界面，捕获并解析目标神经化学信号的特性，实现对目标分子的精准识别和信号转导；在单细胞、脑切片和活体层次，研究流体忆阻器的化学信号转导过程，实现化学信号类脑智能传感，探索基于流体忆阻器阵列的神经网络与生命体系的交互。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“流体忆阻器及类脑神经功能”，受理代码选择 T01。

(二) 咨询电话：010-62328382。

“水空跨介质航行技术与机理”重大项目指南

水空跨介质航行技术聚焦国家战略安全需求，符合国际新兴前沿研究方向，可拓展现有无人系统的作业环境 and 应用范围。突破水气一体化驱动、仿生感知与智能决策、多物理场耦合计算等关键难题，探索水空跨介质航行的新机理，发展水空跨介质航行的新技术，为构建具备多域协同能力的新型无人装备提供理论支撑与技术范式。

一、科学目标

针对水空跨介质航行在水空连续快速推进机制、高适应性机构、多模态感知等领域的科学瓶颈，研究可跨介质运动机理，探索工程仿生设计规律。基于新材料与新理论研究，提出可变刚度、快速响应、智能变换的仿生机翼设计与控制理论，开发水空全域感知系统，形成跨介质智能体理论研究的支撑平台。

二、研究内容

（一）水空多场景动力系统仿生设计与优化。

基于自然界可跨介质生物运动机理，探索新型材料储能释能机制，构建水空跨域兼容传动及输出机构，针对单一介质及跨域过程多模式高效运动需求，提出复合推进系统智能协同控制策略，形成适用于水空多场景运动、满足可控持续稳定推进需求的新型一体化动力系统。

（二）高效水-空跨介质多模态转换策略。

提出适应水-空跨介质特性变化的可变刚度仿生翼设计方法和多模态转换策略，发展流固耦合多物理场数值计算方法，探明航行器跨介质前预备姿态、航行速度、界面力学扰动等因素对跨介质过程能量效率、转换稳定性等关键指标的影响，建立水-空航行高效模态转换理论模型。

（三）高稳定性空-水跨介质姿态优化及构型变换。

探索航行器入水构型变换与控制策略，优化航行器外形，降低入水冲击载荷，实现平稳空-水跨越；探究航行器在不同入水速度、入水角度、流体力学特性等参量条件下的入水轨迹、空泡压力特性及形成机理、航行器载荷特性，建立空-水跨介质稳定过渡力学理论模型。

（四）水空跨介质界面高精度融合感知方法。

构建水/空单相及临界表面感知理论，研究多相感知数据融合方法；探索大面积柔性触觉感知机理及装置一体化集成工艺，结合人工智能与图像技术，实现跨介质航行器体表流场感知；研发水下特征融合图像增强技术，完成高鲁棒性水下空间建图，构建多域多传感智能感知系统架构。

（五）复杂场景自主辨识及航行器响应策略。

基于动态交互机理与智能生成原理，构建空域、水域多场景大规模感知与决策数据库，探究跨介质目标跟踪与意图理解方法，研究复杂场景下航行器跨介质响应策略，建立能够在水空跨介质高频转换下自主运行的可泛化仿生智能体。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“水空跨介质航行技术与机理”，受理代码选择 T02。

(二) 咨询电话：010-62329489。

“机器人行为驱动类生命智能生成机制”重大项目指南

智能是机器人实现认知、决策与协同作业的先决条件，以芯片及计算机等为运算载体的硅基智能和以神经细胞及组织为信息载体的碳基智能均存在各自智能处理优势以及当前难以逾越的局限性。探索从底层细胞到高层行为多尺度的碳基-硅基交互融合机制，突破离体生物神经网络可控制造、培养与训练发育关键技术，实现生物神经网络信号发生、传播路径与网络拓扑结构的高精度辨识和解析，建立基于类生命原理的机器人智能学习理论方法并完成关键技术研发，对智能科学创新发展具有重要意义。

一、科学目标

针对碳基-硅基智能多尺度深度融合面临的理论方法瓶颈，阐明生物-机电界面双向信息交互机理，探索生物神经网络的定向引导生长与可控重塑基本原理，研究离体神经网络与环境交互的信息转化传递理论，揭示机器人行为驱动及多源刺激下的生物神经网络发育与智能生成机制，建立离体神经网络的映射机制与类生命智能孪生理论，形成碳基-硅基融合类生命智能研究新范式。

二、研究内容

（一）生物-机电界面动态交互理论模型与物理模块构建。

发展生机界面光电信息动态交互理论与方法，研究有源电极-组织界面长效交互数理模型，研制高通量生物相容的双向三维柔性电极及高时空分辨率可编程单光子调控模块，实现对离体培养

耿晓光 北京科技大学

的三维神经组织活动信号实时记录读取、光遗传和电刺激操控。

(二) 基于脑类器官的三维可控离体神经网络构型制造。

结合自组装和生物打印等技术手段，构建具有多级血管网络以及人脑特定结构和功能特征的多层级脑类器官，设计类器官与电极融合培养体系，探索脑类器官的长时培养以及对神经元投射、连接的定向引导机理，实现神经网络结构功能的可控。

(三) 基于生物神经机制的神经信息编解码方法研究。

耿晓光 北京科技大学

通过生物神经行为研究神经集群动态表征运动机理、脑与外界的交互机制等生物神经脉冲信号编解码原理，分析神经元功能网络的基本特性并进行动力学建模，开发融合人工智能算法的高通量脑机接口，实现生物神经网络与机器人系统的双向交互。

(四) 机器人行为驱动的离体神经网络训练调控方法研究。

探索离体神经网络定向发育的调控机理，研究机器人与离体生物神经网络双向交互编解码方法，提出基于光、电、化学等多源刺激手段的神经活动记录调控方法，形成基于机器人动作反馈的闭环训练范式，实现离体神经网络对机器人运动的智能控制。

(五) 离体神经网络孪生映射与类生命智能验证平台构建。

耿晓光 北京科技大学

研究面向离体生物神经网络的多源、多尺度融合检测识别技术，探索生物神经网络信号连接强度和信息传递关系，揭示其动态变化规律与动力学特性，提出离体神经网络硅基孪生体的建模方法，研制同时具备神经信号采集分析、多源刺激、任务执行和训练回路的类生命机器人智能实验验证平台。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“机器人行为驱动的类生命智能生成机制”，受理代码选择 T02。

(二) 咨询电话：010-62329489。

“集成电路工艺与器件虚拟制造的基础理论与关键技术” 重大项目指南

集成电路制造是我国芯片产业的重大短板，然而其制造成本高、效率低，发展速度难以满足国家战略需求。为了大幅降低集成电路技术创新对实体制造的依赖度，加速我国集成电路产业发展脚步，本项目围绕实体制造过程虚拟化及虚实智能协同的基础理论与关键技术进行科学攻关，为集成电路制造的超大规模人工智能技术及应用奠定基础。

一、科学目标

针对集成电路虚拟制造高精度模型构建难、计算效率低、多尺度仿真复杂、设计制造协同智能程度低等重大挑战，构建机理、数据深度融合的集成电路工艺/器件建模理论，提出多尺度多能域仿真与高效计算方法，研究工艺设计套件智能生成方法，研究基于大模型的设计制造智能协同技术，建立芯片的全流程虚拟制造及验证示范应用。

二、研究内容

（一）集成电路制造工艺的多尺度多能域仿真。

研究典型集成电路制造工艺多尺度物理模型构建方法，探索高效、高精度多能域耦合的混合计算方法，发展工艺过程介观/微观动力学仿真与加速计算方法，构建机理、数据融合的集成电路制造工艺建模框架与基础理论，实现对集成电路关键制造工艺

的精准仿真。

（二）基于大模型的器件仿真建模理论与方法。

发展基于工艺的器件仿真建模方法，揭示器件仿真工艺参数与器件性能的映射关系，研究工艺参数与器件性能之间的相关模型，提出以大模型为基础、仿真工艺参数与结果相融合的一体化设计路线，实现工艺参数与器件性能之间的双向迭代设计，通过流片验证模型的准确性和有效性。

（三）工艺设计套件的智能演化方法。

研究基于先验知识和数据混合驱动的器件多尺度建模与验证方法，研发参数化单元器件与设计规则自动查验技术，建立基于仿真和实测数据的器件建模与验证方案，实现虚拟制造产线的变动与工艺设计套件的智能匹配。

（四）设计与制造智能高效协同理论与方法。

提出融合多精度建模与基于人工智能的高效优化算法，建立面向多层次协同的跨层级设计工艺协同优化模型，研发器件特性与电路性能间的快速预测模型，支撑器件参数调整下的高维设计空间搜索与设计策略优化，提升设计制造协同效率与系统性能。

（五）虚拟-实体制造集成技术与示范。

提出基于人工智能的成套工艺虚拟化方案，建立与成套工艺产线全面集成的虚拟制造数据与计算底座，提出实体产线数据对多尺度虚拟模型的在线修正与优化方法，实现至少在一款芯片的全流程虚拟制造及验证示范应用。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“集成电路工艺与器件虚拟制造的基础理论与关键技术”，受理代码选择 T02。

(二) 咨询电话：010-62329489。

“基于邻近细胞化学标记的肾脏组织微环境解析”

重大项目指南

慢性肾脏病（Chronic Kidney Disease, CKD）是严重威胁人类健康的全球性健康问题。发展精确解析肾脏组织微环境的全景式、多维度技术，是理解 CKD 发病机制、实现精准诊疗的关键。然而，传统病理学分析方法无法动态获取高保真原位结构信息，导致病变-健康组织边界的时空演进特征缺失。本项目拟开发高效的邻近细胞化学标记等前沿技术，开展特异性靶点研究，解决标记半径和时空可控等关键问题，结合超高分辨成像、空间组学、人工智能等技术，精确解析肾脏组织微环境的动态演变和调控网络，深入阐明肾脏损伤修复关键细胞和分子机制，寻找有效生物标志物和干预靶点，为 CKD 精准诊疗提供理论依据和技术支撑。

一、科学目标

围绕肾脏损伤和修复过程中的组织微环境动态解析瓶颈问题，聚焦 CKD 发生发展的演进过程，利用化学标记时空可控、标记半径可调等优势，开发精准、快速、高效的原位标记与示踪方法，构建与细胞尺度匹配、兼容动物模型和临床样本的邻近标记体系。绘制疾病进程中肾脏微环境时空演变全景式图谱，明确病变-健康组织边界的异质性与动态性特征，阐明肾脏损伤和修复的病理生理基础和关键调控机制，为有序调控与干预提供科学依据。

二、研究内容

（一）肾脏微环境的化学邻近标记方法开发。

针对肾脏生理和病理过程中代谢、免疫微环境变化的关键靶点，基于具有不同半衰期和扩散半径的活性中间体，开发生物安全性高、纳米至微米尺度的特异性细胞及分子邻近标记方法。发展适用于动物活体和临床样本的邻近标记策略，构建疾病临界状态的定量评价体系，实现组织微环境的原位标记与边界精准识别。

（二）肾脏微环境的多尺度动态表征。

利用邻近细胞化学标记方法，结合单细胞空间组学、质谱组学、高分辨成像等技术，在细胞、组织、器官不同维度中采集 CKD 演进过程中的关键网络信息，绘制全面精准的细胞空间邻近图谱，刻画病变-健康组织边界内细胞类型和关键分子的时空演变特征，阐明肾脏代谢、免疫微环境的细胞间互作规律。

（三）肾脏损伤修复机制解析。

利用邻近化学标记等技术，整合超高分辨成像、空间组学等多维数据，筛选 CKD 未病演进、损伤与修复等过程中关键细胞类型及调控分子，揭示肾脏微环境病变-健康组织边界相关细胞与分子的识别、相互作用和效应规律，阐明 CKD 的病理机制，发现新的有效生物标志物与干预靶点，为全景式、多维度解析肾脏损伤修复提供理论依据。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“基于邻近细胞化学标记的肾脏组织微环境解析”，受理代码选择 T03。

（二）咨询电话：010-62327096。

“基于眼成像的多模态人工智能模型驱动智慧医疗研究”

重大项目指南

眼成像在全身微循环监测方面具有无创、安全、便携等优势，为心脑血管等慢病的早期筛查、病程监测和预后管理提供重要依据。然而，视觉系统特征与慢病动态发展的关联机制尚未阐明；慢病患者基数大、依从性差，造成数据时空特征碎片化；多维数据分析模型存在泛化能力受限、时序动态信息不足等技术瓶颈。本项目聚焦“眼成像映射慢病动态发展规律”等关键科学问题，揭示视觉系统关联多器官病变的时空动态耦合规律；建立慢病全周期眼成像等信息的数字化平台；发展多模态人工智能模型，融合数字孪生自优化技术，研发健康指数动态监测的可穿戴智能设备，实现从高维数据采集、动态模型优化到慢病精准管理的智慧医疗创新范式。

一、科学目标

项目旨在揭示映射慢病动态发展的视觉系统特征与多器官病变的时空动态耦合规律；构建慢病患者眼成像信息的标准化数据库；基于神经网络的多模态异构数据融合技术，开发高适用性、强泛化能力的慢病智能诊疗模型，实现慢病的全病程实时监测、风险评估与个性化干预；发展数字孪生自优化驱动的慢病演化模拟系统，嵌入到多终端、多场景应用的智慧医疗设备，推动眼成像技术在慢病智能化管理的创新应用。

二、研究内容

（一）解析慢病发展过程中眼成像变化规律。

基于慢病队列，研究视觉系统结构功能特征与心脑血管、神经精神等慢病动态发展的交互模式与映射规律；结合慢病患者认知评估、心脑血管功能参数及多组学数据等，解析视觉系统与全身病理生理状态互作网络的关键分子、细胞特征，明确特异性眼部生物标记物与慢病动态发展之间的因果关联，揭示“眼睛-心脑血管-全身”信息交互的关键通路及调控机制。

（二）构建慢病队列的眼成像数据库。

标准化采集慢病患者眼底图像、OCT、视神经电信号、眼动追踪等长时序眼部数据，整合患者电子病历、跨器官多组学等数据，构建基于眼成像的慢病诊疗标准化数据库；融合眼部微结构、微循环及功能状态等特征精准提取与多模态量化算法，建立涵盖慢病时空动态演变的智能数字化平台，为慢病患者风险评估及个性化诊疗提供标准化数据接口、计算模型与平台支撑。

（三）赋能慢病智能管理的眼成像数字孪生体系。

基于神经网络的多模态异构数据融合技术，开发高适用性、强泛化能力的慢病智能诊疗模型，实现慢病微细病变的精准识别与多病共患风险的智能评估；建立个性化慢病诊疗的眼成像数字孪生自优化系统，实现个性化病程模拟和干预方案优化；开发多维数据实时采集的眼成像便携设备，融合增强现实交互模式，嵌入到多终端、多场景的可穿戴设备或智慧医疗移动平台，实现情

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

境自适应的健康指导与智能交互服务。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“基于眼成像的多模态人工智能模型驱动智慧医疗研究”，受理代码选择 T03。

(二) 咨询电话：010-62327096。

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

“镜像生物大分子的合成与应用”重大项目指南

镜像生物大分子（包括镜像 DNA、RNA 和蛋白质等）是生物大分子的重要组成部分，与天然生物大分子互为手性对映体，其作为潜在药物具有重要的研究价值。然而，镜像蛋白酶等关键功能分子合成效率低，镜像核酸无法通过天然聚合酶体系进行转录、逆转录及测序，现有镜像核酸适配体筛选基于镜像靶标分子的化学合成等瓶颈，导致镜像生物大分子的高效合成与广泛应用面临诸多挑战。本项目围绕“如何实现镜像生物大分子的高效获取及药物筛选应用”这一关键科学问题，融合多学科交叉手段，开发高效镜像蛋白质合成方法，建立镜像核酸适配体设计-筛选-合成方法体系，为新型核酸药物的研发提供原创理论与跨学科技术平台。

一、科学目标

通过镜像生物大分子的生化合成、定向进化与药效评价测量，创建镜像生物大分子研发新技术体系；设计与合成高效、高保真镜像核酸聚合酶，完善高效镜像核酸聚合酶工具库；发展镜像核酸高通量测序技术方法；优化镜像核酸适配体筛选策略，构建适配体成药性优化平台；实现镜像核酸适配体药物候选分子的发现与功能验证，为开发新型核酸药物提供新思路。

二、研究内容

（一）构建高效、高保真镜像核酸聚合酶。

合成高效、高保真的镜像核酸聚合酶（包括 DNA 聚合酶、

RNA 聚合酶、逆转录酶)，提高其复性效率及活性；优化镜像核酸复制、转录与逆转录系统的反应动力学条件，提升镜像核酸的纯度和产量，为药物级镜像核酸适配体筛选提供核心工具酶。

（二）开发镜像核酸测序技术。

建立镜像核酸高通量测序技术体系；基于高通量测序原理，利用高效、高保真镜像核酸聚合酶，优化文库构建，提升测序效率；建立质控体系，发展分析方法，为药物级镜像核酸适配体的质量控制与功能优化提供关键技术支撑。

（三）镜像核酸适配体的筛选、优化与药效评价。

建立镜像核酸适配体文库进化与筛选技术；解析镜像核酸适配体与疾病相关天然靶标的相互作用及分子特征；利用人工智能方法设计优化镜像核酸适配体；在细胞及动物模型上评价镜像核酸适配体候选分子的靶向性与成药性，并揭示其作用机制。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“镜像生物大分子的合成与应用”，受理代码选择 T03。

（二）本指南不受理涉及镜像细胞、镜像微生物、镜像生命等研究项目；项目申请人与参与人须严格遵守《中华人民共和国生物安全法》等有关法律法规，严格遵守国家动物福利与科技伦理的有关规定；须提供所在单位或上级主管部门的生物安全证明材料和伦理证明材料，无上述两项材料者，不予受理。

（三）咨询电话：010-62327096。

耿晓光 北京科技大学

国家自然科学基金委员会办公室

2025年6月17日印发
