

地球科学部重大项目指南

2026 年地球科学部共发布 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。

“中国陆地生态系统多圈层气候反馈与调控机制”

重大项目指南

陆地生态系统调节水热循环，是影响区域乃至全球气候系统的重要组成部分。中国陆地生态系统变化显著改变了陆-气界面水、能量与动量的交换，对表层地球系统产生了深远的影响。然而，地球系统多圈层非线性反馈过程存在多重扰动交织、驱动机制不清、气候调控机理不明等问题。系统认知陆地生态系统多圈层气候反馈与调控机制，将推动地球系统多圈层研究的方法创新与理论发展，可为国家气候变化应对与生态安全战略提供重要科学支撑。

一、科学目标

揭示气候变化与人类活动叠加影响下中国陆地生态系统植被-水文-气候等多圈层非线性反馈的方向、强度和机制，预估多圈层反馈的临界转变阈值，阐明其对区域气候系统和极端事件的调控作用，构建面向气候变化的反馈演变与韧性调控理论框架。

二、研究内容

（一）陆地生态系统多圈层关键要素表征与反馈过程刻画。

开展地面观测实验、融合多源监测与人工智能方法，定量刻画驱动地球系统多圈层反馈的陆地生态系统关键要素，解析不同水文气候背景下能量交换和水文过程对植被变化的敏感性，厘清土壤水与地下水对植被生长、蒸散发及陆气互馈的约束作用。

（二）陆地生态系统多圈层反馈归因解析与驱动机制。

整合气候变化、极端气候事件与人类活动等多重因素，构建多圈层耦合技术与分析框架，量化关键自然与人为扰动对陆地生态系统时空变化的相对贡献，揭示植被-水文-气候之间的耦合路径及非线性响应特征，阐明不同区域生态系统的稳定性维持机理。

（三）陆地生态系统多圈层反馈的气候调控机制与多尺度效应。

发展能够准确表征陆气通量对植被变化敏感性的耦合地球系统模型，定量评估陆地生态系统的气候调节（负反馈）和气候放大（正反馈）作用与多尺度效应，揭示多圈层反馈对热浪、干旱等极端气候事件的调控机制。

（四）陆地生态系统多圈层反馈临界转变与调控机制。

识别不同生态系统中多圈层反馈的关键临界转变点，构建稳定性与韧性评估指标体系，揭示极端气候与人类活动叠加作用下反馈过程发生突变的动力学机制，预估未来气候情景下的演变趋势，探索调控陆地生态系统反馈过程的途径。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“中国陆地生态系统多圈层气候反馈与调控机制”，申请代码 1 选择 D01 的下属申请代码。

（二）申请书研究内容应涵盖本指南所有研究内容。

（三）咨询电话：010-62327166。

“受限空间自主测绘理论与方法”

重大项目指南

人类对地球系统的探索认知与开发利用正在向地下、极端工程环境等受限空间延伸。无人自主测绘集成空中、地面、地下等异构系统，能够突破现有测绘技术受人类生理极限的制约，实现三维立体化全方位自主感知与精准测量，支撑宜居地球、深地等科学探索和重大工程需求。

一、科学目标

突破受限空间全域几何与物理立体感知机理、异构无人系统空间推理协同测绘、人机共融即时建图等难题，构建测绘、无人系统与人工智能交叉的自主测绘理论及方法体系，支撑受限空间的时空信息精准获取，为地球系统认知、开发和利用提供技术支撑。

二、研究内容

（一）受限空间全域高精定位导航理论。

针对地下、复杂工程环境等受限空间无人系统定位导航的难题，研究受限空间的局部测量基准构建与传递理论，发展人工智能驱动的无人系统视惯磁等多模态组合定位、自主导航方法，为受限空间高精测绘奠定基础。

（二）受限空间几何与物理多模立体感知方法。

针对受限空间环境复杂、单一技术难以感知的难题，研究集

成光电磁等跨介质全域感知机理，发展土、气等典型要素物理参量反演方法，构建基于开放词汇的受限场景实时理解模型，实现局部环境几何形态和物理参量的立体感知。

（三）受限空间无人系统具身测量方法。

针对受限空间无人系统自主测量操作难题，研究空间约束下无人系统运动路径智能规划方法，建立实时环境感知信息驱动的具身测量基础模型，构建受限空间测量模拟训练场，发展测量操作从模拟到现实的迁移方法，实现无人系统精准操作与实时测量。

（四）受限空间异构无人系统集群协同测绘。

针对空、地异构无人系统协同测绘的难题，研究“载荷-质量-效率”多维约束的复杂测绘任务启发式分解方法，构建异构无人系统集群时空协同观测优化模型，发展人机协作的即时建图方法，实现受限空间异构无人系统集群全域测绘与即时建图。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“受限空间自主测绘理论与方法”，申请代码 1 选择 D01 的下属申请代码。

（二）申请书研究内容应涵盖本指南所有研究内容。

（三）咨询电话：010-62327166。

“喜马拉雅泥沙工厂的运作机制与工程效应”

重大项目指南

泥沙是地球深部动力过程与表层过程共同作用的产物，是联系地球圈层相互作用的关键纽带，也是工程安全的关注重点。泥沙工厂是在有限范围内实现大规模、高效率泥沙产输的系统，其产输过程具有高度的时空不均一性。喜马拉雅造山带是全球剥蚀通量最高的地区，产生的巨量泥沙深刻改变着地球面貌。本指南聚焦喜马拉雅地区，围绕其泥沙工厂分布规律与运作机制开展系统研究，并阐明大泥沙事件对水电工程的影响。

一、科学目标

揭示喜马拉雅泥沙工厂的运作机制，阐明大泥沙事件对水电工程的影响，并提出泥沙工厂未来运作的预测框架和模型。

二、研究内容

（一）喜马拉雅泥沙工厂产沙过程与输沙规律。

在喜马拉雅典型泥沙工厂开展高时空分辨率河流物质监测，获取泥沙、有机质、溶解质的物质组成、元素含量、同位素特征及其通量数据。开展河流泥沙溯源分析，定量识别不同源区对泥沙的贡献，刻画泥沙工厂产沙与输沙的时空变化规律。

（二）喜马拉雅泥沙工厂对构造与气候的响应。

定量评估构造作用（含地震活动）、极端水文事件对泥沙产生与输移的即时影响与滞后效应，揭示气候变率与泥沙工厂的关

联机制；重建喜马拉雅地区千年到百万年不同时间尺度的剥蚀速率；开展沉积盆地物源分析，刻画古气候演化与泥沙产生的耦合关系与演变历史，揭示构造活动与气候变化对泥沙工厂的跨尺度控制机制。

（三）大泥沙事件的源区、频次与工程效应。

利用连续监测和地质记录识别大泥沙事件，确定大泥沙事件的发生时间与频次。结合泥沙物源示踪和地质证据，反演大泥沙事件的规模，揭示大泥沙事件的形成机制。研判未来大泥沙事件的发生风险，评估其对喜马拉雅地区水电工程安全的影响，为工程治理与防护提供科学依据。

（四）喜马拉雅泥沙工厂运作机制与模拟。

综合流域与区域尺度的过程观测和历史重建结果，建立对喜马拉雅泥沙跨时间尺度产输过程的系统认知和数值模型，阐明构造-气候协同驱动下喜马拉雅泥沙工厂的运作机制，构建泥沙工厂跨圈层多尺度运行预测框架和模拟模型。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“喜马拉雅泥沙工厂的运作机制与工程效应”，申请代码 1 选择 D02 的下属代码。

（二）申请书应涵盖本指南的全部研究内容，但无须全覆盖每个研究内容中的详细描述。申请人应根据研究对象和内容设计自行拟定申请题目。

（三）咨询电话：010-62327627。

“晚古生代植物成煤全过程中关键金属富集机理”

重大项目指南

煤炭是我国能源安全的压舱石，同时具有能源和金属资源双重属性。煤中富集的多种关键金属，既是传统金属矿产的重要接替资源，更是支撑国家战略新兴产业的重要物质基础。晚古生代是地球历史上第一个大规模森林生态系统发育期和成煤期，开展晚古生代植物成煤全过程关键金属富集机理研究，有助于推动我国在该国际前沿领域的研究由并跑到领跑，也为关键金属矿产前景预测和靶区优选提供重要理论支撑。

一、科学目标

聚焦植物-泥炭-煤演化全过程，厘清晚古生代成煤植被的群落结构、多样性及演替规律，阐明有机质（泥炭）对热液，火山活动，蚀源区等外源关键金属（锆、铀、钼、钒、镓、稀土等）的富集作用，揭示晚古生代植物成煤全过程中关键金属富集成矿机理，建立成煤植物类型-显微组分-关键金属协同演化的有机-无机协同成矿理论，为煤系关键金属矿产的预测勘查提供科学依据。

二、研究内容

（一）晚古生代成煤植物多样性演变与古环境重建。

建立晚古生代成煤植物演替序列，剖析成煤植物高分辨率系统分类与群落生态，重建植物群落结构及古气候和古环境，揭示其对泥炭沉积的影响，阐明不同成煤植物类群及其器官形成显微

组分的机制。

(二)现代沼泽植物中关键金属富集机制及其古植物学借鉴。

揭示晚古生代植物(石松类、木贼类、真蕨类、松柏类)对应的现代类比植物器官结构及化学组成,阐明不同植物及其器官对关键金属的选择性吸附机理,厘清沼泽植物对金属富集的内在机制。

(三)植物-泥炭-煤热演化成煤全过程中关键金属成矿机理。

精细刻画成煤植物的解剖构造及器官尺度元素分布,揭示显微组分(镜/惰/类质组)形成过程,查明有机质对多来源关键金属的富集机制,阐明“成煤植物组织→显微组分→关键金属富集”的协同演化过程与相互作用机理。

(四)基于有机矿产-无机矿产协同成矿机理的实践与应用。

构建“有机矿产-无机矿产协同成矿”理论框架,建立煤系金属矿产找矿和评价指标体系,查明关键金属赋存状态演变的有机-无机相互作用阈值及其对提取技术的影响,创建基于协同成矿机理和人工智能技术的煤系关键金属预测模型。

三、申请要求

(一)申请书的附注说明选择“晚古生代植物成煤全过程中关键金属富集机理”,申请代码1选择D02的下属代码。

(二)申请书应涵盖本指南的全部研究内容,但无须全覆盖每个研究内容中的详细描述。申请人应根据研究对象和内容设计自行拟定申请题目。

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

(三) 咨询电话: 010-62327627。

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

“冥古宙地球浅部圈层之间的 CHO 循环”

重大项目指南

冥古宙地球是指从距今~45.7 亿年到~40.3 亿年、持续 5 亿多年的地质历史时期。在此期间，岩浆洋开始冷却，逐渐形成大气、海洋与地壳，奠定了地球未来演化的物质和能量基础。虽然冥古宙是地质历史的关键时期，由于地质记录稀少，冥古宙时期地球的状态还存在很大争议。加强冥古宙地球的研究，有助于理解类地行星差异性演化和地球宜居性形成，推动地球系统科学和比较行星学等前沿领域的发展。

一、科学目标

冥古宙是地球的演化过程的重要阶段，是国际地球科学的前沿领域之一。聚焦冥古宙地球大气、海洋和地壳之间的 CHO 循环，以实验模拟和理论计算为主要研究手段，结合比较行星学，开展多学科交叉研究，探索次生原始大气和海洋的形成演化、海洋中无机和有机成分的变化以及地壳产生和壳幔相互作用过程。目标是制约冥古宙地球浅部圈层的 CHO 循环过程，还原冥古宙缺失的地质历史，理解早期地球和类地行星的差异性演化机制。

二、研究内容

(一) 次生原始大气的形成和演化。

通过实验和理论研究，制约地球浅部岩浆洋冷却过程和次生原始大气的组成，建立大气的对流冷凝和辐射冷却的三维模型，

推测其组成变化。

(二) 原始海洋的形成和演化。

研究原始海洋的组成和演化，模拟高温高压下海水和洋壳的水岩反应相互作用，分析海水中无机和有机成分的变化规律，重点关注 CO_2 在海洋中的转化。

(三) 地幔熔融和洋壳循环。

通过实验和理论模拟，研究过热地幔熔融和洋壳形成过程，揭示壳幔分异机制和影响，制约早期地球壳幔分异和相互作用，刻画蚀变洋壳和 CHO 循环过程。

(四) 陆壳形成与地球表层物质循环。

研究蚀变洋壳熔融过程，制约冥古宙陆壳和古老 TTG 的形成，理解 CHO 在地球浅部圈层之间的循环。结合比较行星学，为早期地球和类地行星差异性演化提供关键证据。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“冥古宙地球浅部圈层之间的 CHO 循环”，申请代码 1 选择 D03 及其下属申请代码。

(二) 申请书应涵盖本指南的全部研究内容，但无须全覆盖每个研究内容中的详细描述。申请人应根据研究对象和内容设计自行拟定申请题目。

(三) 咨询电话：010-62327627。

“多尺度物性流变结构与板内地震孕震机理”

重大项目指南

板块内部地震往往能量释放大、破坏效应显著、孕震过程复杂，其孕震机理是当前地球科学领域亟待攻克的核心科学难题之一。我国是全球板内地震灾害最严重的国家之一。近年来，郯庐断裂带中南段等典型板内震群活动增强，区域强震潜在风险持续攀升，防震减灾形势严峻。为落实国家地震安全重大战略部署，破解大震巨灾防控科学难题，亟需开展典型板内地震多学科交叉融合研究，揭示其孕震物理机制，突破地震危险性评估瓶颈，为“宜居地球”国家战略提供科学支撑。

一、科学目标

综合地震学、地质学、地球化学等多学科方法，构建岩石圈多尺度物性与流变结构模型，揭示跨圈层应力传输与断裂系统应力积累过程，阐明凹凸体分布及其物理状态对板内强震孕育与失稳的控制机制，建立“物性-流变-应力”耦合驱动的板内地震危险性评估理论框架，为我国地震灾害防御提供科学支撑。

二、研究内容

（一）板内断裂带活动性和地震复发模式。

获取典型板内地震断裂系统的活动年代和滑动速率，揭示其阶段性演化过程；改进古地震序列重建方法，厘清强震复发间隔与活动规律，阐明板内断裂系统长期应力积累与释放机制。

（二）断裂带多尺度物性结构成像。

综合利用密集地震台阵、电磁探测等技术手段，构建区域壳幔精细物性结构与关键界面模型；发展高分辨率反演成像方法，获取断裂带三维精细结构与物性参数，探明深浅部结构耦合关系及其空间变化特征，揭示板内地震孕育的深部物理环境与结构控制因素。

（三）断裂带凹凸体空间分布与物理状态。

融合地震、电磁、形变等观测数据，精细刻画断裂带凹凸体空间分布及其物理状态，揭示其对强震孕育与失稳破裂的控制作用；阐明流体迁移、应力状态对震群活动的驱动机制，厘定中小震群向强震转化的临界条件与触发机制。

（四）岩石圈三维流变结构模型。

综合地球物理、高温高压岩石力学实验、地球化学等观测数据，刻画典型断裂带区域地壳与上地幔的温度分布、岩性及流变参数特征；构建高精度岩石圈三维流变结构模型，揭示空间非均匀性与地震活动的内在联系。

（五）跨圈层应力传输与孕震机理。

定量刻画强震孕育与失稳破裂的临界条件，发展断层凹凸体分布和岩石圈流变结构的板内地震危险性评估新方法；厘定控制板内应力积累和释放过程的关键物理参数；构建“物性-流变-应力”深度耦合的板内强震危险性评估理论与技术体系。

三、申请要求

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

(一) 申请书的附注说明选择“多尺度物性流变结构与板内地震孕震机理”，申请代码 1 选择 D04 下属申请代码。

(二) 申请书应涵盖本指南的全部研究内容。申请人可依据研究对象和内容设计自行拟定申请题目。

(三) 咨询电话：010-62327619。

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

杨明东 浙江大学

“我国北方降水极端化的机制和预报预测”

重大项目指南

在全球变暖持续加速的背景下，我国北方地区强降水频发、趋强，呈现极端化。北方极端强降水及其引发的复合灾害已严重威胁人民生命财产安全，成为亟待破解的全球气候变化应对和防灾减灾重大难题。北方极端强降水当前面临多尺度时空演变特征和规律认知不清、形成机理不明、精准预报预警技术不足、防灾减灾能力有限等严重挑战，亟需开展其极端化机制与预报预测的多学科交叉研究，系统提升对极端强降水及其引发洪涝灾害的主动防控能力，为构建坚实的气象防灾减灾第一道防线提供支撑。

一、科学目标

阐明全球变暖加速背景下我国北方降水极端化的时空格局和发展规律；揭示其发生与演变的多时空尺度物理机制；研发我国北方极端降水及其引发洪涝灾害的预报预测关键技术。

二、研究内容

（一）北方极端强降水多尺度精细化科学观测试验。

以北方极端强降水频发地区为重点研究区域，开展天-空-地一体化外场试验，获取多尺度过程的时空演变特征，构建多源融合数据集，解析北方极端强降水及相关热动力、云微物理和闪电活动的异常特征和新规律。

（二）北方降水极端化的天气气候学机制。

解析多尺度扰动相互作用和局地强迫在北方降水极端化中的作用，阐明大尺度环流的长期演变对关键环流和水汽输送的跨时间尺度调节机制，揭示北半球非均匀增暖以及热带和热带外气候模态的影响机制。识别并量化北方极端强降水的可预测性来源及其相对贡献。

（三）北方极端强降水预报预测关键技术。

识别影响北方极端强降水的热带和热带外主要天气型，探究物理机制，融合人工智能发展北方极端强降水短时精细化天气预报关键技术以及延伸期和跨季节气候预测关键技术，提升我国北方极端强降水预报预测能力。

（四）北方极端强降水所致洪涝的预报预警关键技术。

揭示北方极端强降水引发洪涝（包括城市内涝）的规律和机理，开展洪涝灾害风险评估与区划，研发融合人工智能技术的气象-水文耦合的北方极端强降水致洪预报预警关键技术。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“我国北方降水极端化的机制和预报预测”，申请代码 1 选择 D05 及其下属申请代码。

（二）申请书应涵盖本指南的主要研究内容。申请人可依据研究对象和内容设计自行拟定申请题目。

（三）咨询电话：010-62327675。

“南大洋关键动力过程及生态气候效应”

重大项目指南

南大洋是全球最关键的热吸收地和碳汇，其吸收的人类活动导致的热量盈余和 CO₂ 约占全球海洋吸收的 70% 和 40%。南大洋吸热和储碳效率及其与大气圈-冰冻圈的相互作用决定未来地球气候及生态环境的变化格局。目前，南大洋多尺度海洋动力过程时空变异仍不明确，海洋-海冰-冰架-大气耦合机理尚不清晰，南大洋未来气候环境变化存在较大不确定性，对全球气候变化的影响及相应的生态效应缺乏全面认知，严重制约了对南大洋吸热和储碳效率的预测预估能力。

一、科学目标

阐明全球变化背景下南大洋多尺度动力过程和海-冰-气耦合过程的时空变异机理，明晰其对南大洋吸热和储碳效率的影响及对全球气候的调控作用，揭示南大洋生态环境对气候变化的响应和反馈机制，提高南大洋海洋、气候和生态效应的预测预估能力。

二、研究内容

(一) 南大洋多尺度海洋动力过程及其在碳热收储中的作用。

研究南极绕极流、经向翻转流，南极中深层与底层水，南大洋中尺度/亚中尺度涡旋及混合等多尺度过程的变异与变化，揭示其在南大洋碳热吸收、存储及输运中扮演的角色。

(二) 南大洋海-冰-气耦合过程及其对吸热储碳效率的影响。

研究绕极暖水向南极陆架的入侵，海冰、海浪和冰架/冰盖相互作用及中小尺度海气耦合等过程和机理，明晰其对南大洋吸热和储碳效率的影响。

（三）南大洋气候环境变化及预测预估。

研究南大洋气候环境的多尺度变化特征及其驱动因子，揭示预测预估不确定性的来源和未来气候环境的变化，评估海冰等关键过程对吸热和储碳效率的影响。

（四）南大洋气候环境变化的生态效应。

研究南大洋气候环境变化对浮游生物生态格局与基础生产力的调控作用，阐释生物泵固碳储碳关键过程、效率及演变，探究其对南大洋变化的响应和反馈。

（五）南大洋-中低纬相互作用及全球气候效应。

研究中低纬海洋/气候过程与南大洋海-冰-气动力环境的互馈机制，评估不同时间尺度南大洋吸热和储碳变化及其对全球气候的影响。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“南大洋关键动力过程及生态气候效应”，申请代码 1 选择 D06 的下属申请代码。

（二）申请书研究内容应覆盖本指南所有研究内容。

（三）咨询电话：010-62328528。

“北方城市突发地质灾害链形成机制与防控研究”

重大项目指南

在全球气候变化背景下，强降雨导致北方城市突发性地质灾害链不断加剧，现有理论难以有效支撑城市突发性地质灾害链风险防控，亟须开展北方城市突发地质灾害链动力学机制、监测预警与风险防控研究，为国家区域发展战略顺利实施和城市地质安全保障提供基础科学支撑，助力“平安中国”“美丽中国”建设。

一、科学目标

面向城市突发地质灾害链风险防控的国家重大需求和国际科学前沿，揭示城市突发地质灾害汇聚放大链灾机制、地质灾害链与城市工程链互馈致灾机理，构建北方城市突发地质灾害链风险防控体系并实现示范应用。

二、研究内容

（一）山前城市突发地质灾害链演化过程与成灾机制。

研究山前城市突发地质灾害链孕生机制与发育规律，揭示强降雨作用下斜坡-沟道岩土体启动力学机制，明晰地质灾害链长距离演进、多物源加积模式和级联放大效应，揭示多灾链形成演化过程与成灾放大机制。

（二）黄土山城突发地质灾害链叠加汇聚放大机制。

研究黄土山城突发地质灾害链孕生规律，厘清强降雨作用下黄土山城灾害链群发及阶段转化的动力学机制，阐明黄土山城地

质灾害链物源沿程加积与叠加放大效应，揭示多灾链演进过程与汇聚放大机制。

（三）突发地质灾害链与城市工程链互馈致灾机理。

研究揭示城市工程链的脆弱性动态演变规律，诠释突发地质灾害链与城市工程链互馈过程和放大致灾机理，通过灾害链与工程链碰头放大灾害情景模拟推演，实现链-链碰头互馈放大效应的量化评估与风险预测。

（四）典型城市地质灾害链监测预警与风险防控。

建立突发地质灾害链实时监测技术方法与智能预警模型，提出基于城市规划的地质灾害链风险应对策略，研发城市地质灾害链韧性防控技术方法，构建北方典型城市地质灾害链预警系统并示范应用。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“北方城市突发地质灾害链形成机制与防控研究”，申请代码 1 选择 D07 的下属申请代码。

（二）咨询电话：010-62327539。

“类火星极端地质环境过程与演化”

重大项目指南

地外生命探索是行星科学研究的国际前沿，也是我国深空探测发展的重大战略需求。我国天问三号将围绕火星开展生命痕迹探测，亟需开展类火星宜居环境演化规律研究。我国青藏高原具备典型类火星地貌与完整古环境演化序列，是不可替代的天然类比研究平台。因此，在青藏高原等地区开展典型类火星类比区地质记录解译、环境演化机制探究、火星极端环境数值模拟等研究，通过从“地球类比”到“火星生命信号探测”，为天问三号探测任务实施提供重要科学支撑。

一、科学目标

通过类火星极端地质环境研究，揭示宜居性衰退过程，建立覆盖火星演化周期的生命信号保存潜力评估模型，探究宜居性演化规律，为天问三号和火星探测任务提供着陆区宜居性评价指标体系、采样载体优先级准则和样品环境解译框架。

二、研究内容

（一）类火星水热环境宜居性特征与生命信号保存潜力评估。

开展水热环境沉积物中潜在生命信号的类型、丰度、空间分布和保存状态等研究；构建水热环境生命信号表征与识别体系，揭示高温水热条件下矿物-有机质的共保存机理，建立火星水热环境宜居性评估模型与热液沉积环境生命信号的识别标准。

（二）湿润-干旱化转折期环境演化序列与宜居性衰退过程。

阐明蒸发岩矿物及其流体包裹体、碳酸盐沉积构造、细粒碎屑沉积等载体对生命信号分子的差异保存机制；开展地层学与古环境重建、生命信号分子的识别与溯源研究，建立地球类火星连续沉积序列湿润-干旱化转折过程中环境参数与生命信号保存序列与火星采样策略框架。

（三）现代寒冷干旱环境参数与宜居性限制条件。

研究水冰-冻土混合物、天然水合物、含卤素的盐水冰等载体对核酸片段、氨基酸前体及休眠微生物的选择性保存作用；开展冻融循环原位观测、冻土封存物的微观表征与提取、有机质的低温合成与保存机制等研究，揭示有机分子的低温合成与封装保存机理，构建现代寒冷干旱环境下冻融载体采样判据和生命信号解译准则。

（四）火星地质演变与多阶段宜居性模拟评估。

搭建火星多时空环境模拟装置，开展从单一胁迫因子到多因素环境演变序列的模拟实验；查明多时空背景下的物理环境、地质化学界面、生命信号分子或微生物等模拟条件下生命信号保存的协同控制效应；提取典型载体的光谱、热红外、形貌及地貌组合响应特征，建立火星保存潜力三维评估体系和样品数据解译知识框架。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“类火星极端地质环境过程与

演化”，申请代码 1 选择 D08 下属申请代码。

(二) 申请书应涵盖本指南的全部研究内容。申请人可依据研究对象和内容设计自行拟定申请题目。

(三) 咨询电话：010-62327619。