

关键地球物质循环前沿科学中心

2024 年度 “GeoX” 交叉项目指南

关键地球物质循环前沿科学中心面向全球变化背景下的未来地球科学前沿方向，聚焦“全球变化驱动机制及应对路径”重大前沿科学问题，运用“地球系统科学”思维，实施关键地球物质在地球内部-地球表层-人类社会大循环研究，满足国家重大战略需求。

一、科学目标

打破地球物质地内循环、地表循环和社会循环界限，开展地球物质大循环研究，聚焦地球物质循环与能量循环相结合、深部循环与表层循环相结合、全球循环与区域循环相结合、自然循环与社会循环相结合等重大基础理论问题，整合“固体地球科学-流体地球科学-环境科学”，研究关键地球物质循环规律及其演化、转化机制，人类活动对地球物质自然循环的作用机制，关键地球物质自然循环和社会循环的耦合机制，在地球物质跨时空循环理论，人与自然和谐发展理论上实现突破，促进地球系统科学的重大理论创新，培养有国际影响力的青年人才队伍，提升我国在地球系统科学领域的创新能力，强化国家战略科技力量建设和人才力量建设。

二、核心科学问题

围绕总体科学目标，设立相互关联的“三循环一系统一中和”五大方向开展研究。

(一) 碳循环与生态安全。聚焦“碳循环跨时空联系机制和气候-生态响应”核心科学问题，打通过去和现在的联系（深时-现在-未来），研究地球不同圈层物质交换过程中碳的运动规律、联系机制及其对地球宜居性的影响，建立不同时空尺度碳循环及气候-生态调控理论体系，提出应对全球变暖和极端气候事件的方案。

(二) 水循环与水安全。聚焦“全球变化背景下水循环的多尺度响应机制”核心科学问题，打通全球和区域联系(全球-长江-长三角)，建立重大水-气候-灾害相互作用理论，提高我国重要经济区域地表-地下水有效管理与高效利用水平，增强流域治理、污水处理与清洁水保障能力，服务长江经济带、长三角一体化发展国家战略。

(三) 关键金属循环与资源安全。聚焦“关键金属元素多圈层循环与超常富集成矿机制”

核心科学问题，打通自然与社会联系（深地-地表-社会），研究关键金属元素在不同循环过程中的行为，建立关键金属自然与人工超常富集理论，实现关键金属绿色利用技术突破，开拓清洁能源新产业。

(四) 气候系统与全球变化模型模拟。聚焦“气候变化与关键地球物质循环的耦合机制”

核心科学问题，打通碳、水、金属三大循环，发展可定量评估气候变化背景下碳-水-资源-社会循环的区域地球系统模式，完善极端天气的致灾理论和关键物质监测体系，实现对未来不同情景的预测和评估应对。

(五) 碳中和技术创新。面向全球变化背景下的国家双碳战略，开展以“地球工程”为核心的碳中和技术创新与转化研究，负碳技术聚焦矿化机理与工程化，低碳技术聚焦低碳的节能机制与实用性，零碳技术聚焦能源材料的选择与能效提升，碳核算聚焦碳同化反演的标准化和准确性，实施多路径协同研究。

三、2024 年度资助研究方向

以总体科学目标为牵引，围绕核心科学问题，本年度以“集成项目”、“重点项目”、“青年学者项目”和“青年学生项目”的形式开展资助，拟资助但不限于以下方向和内容。

(一) 碳循环

融合不同圈层开展碳循环多学科综合交叉研究，阐明深时跨圈层碳循环和重大地质-气候-生态事件的联系机制，探讨新生代碳循环驱动机制和全球变化响应，揭示第四纪全球 CO₂ 源汇变率机制。探索早期生命演化与宜居地球、深时极端事件气候环境变化的同位素示踪、有机碳风化与全球变化机制、磷循环与资源环境效应等前沿科学问题。

(二) 水循环

研究多圈层水循环机制及其环境效应，包括大气水-地表水的水汽输送路径及机制，地表水与地下水互馈机制，浅表水-深部水的转化规律，建立陆地水储量多尺度监测及预测方法技

术，阐明水文极端事件形成及演变机制，增强重大水安全事件风险防范化解能力。重点突破长江流域洪涝灾害演变规律与机制。

（三）关键金属循环

融合地球不同圈层和自然-社会中的关键金属循环，研究关键金属循环动力学及其成矿效应、地壳中关键金属超常富集与成矿规律、关键金属社会循环及其累积富集效应。重点突破关键成矿带成矿规律、关键金属元素的物态转换机制、成矿过程的实验地球化学和计算模拟示踪，探索关键元素提取与利用新技术、新型稀缺能源形成机制与分布规律。

（四）气候系统与全球变化模型模拟

基于关键地球物质循环与气候变化的互馈，发展嵌入物质循环的多尺度地球系统模式，量化气候变化背景下地球物质循环的社会影响，完善极端天气的致灾理论和地球物质循环监测体系，为人类社会应对气候变化提供新途径和方案。重点通过多学科交叉创新研究，实现大气、环境、地质、地理、管理等学科融合，完善气候系统人地交互作用机制和理论。

（五）碳中和

通过多学科交叉实施“理论研究-技术研发-应用推广”的贯通式研究，重点突破辐射制冷、冰川保护、二氧化碳资源化和地质封存、碳核算和监测、国土空间优化、新型太阳能电池和储能等关键核心技术，探索低碳清洁能源探测、海岸带“蓝碳”人工增汇、人工增强风化、超越自然的人工光合作用、基于太阳能的生物质碳转化与利用等前沿技术。

四、项目遴选基本原则

（一）紧密围绕总体科学目标和核心科学问题，聚焦国际科学前沿和国家重大战略需求，鼓励原创性、基础性和跨一级学科的交叉性前沿探索。

（二）优先资助能够解决关键地球物质循环的科学基础和技术难题，或超出地球系统科学传统研究范式的研究项目。

（三）对青年人才培养和创新团队建设有明确计划和目标。

(四) 集成和重点项目应具有良好的研究基础和前期积累,对总体科学目标有显著的直接贡献与支撑。青年学者和青年学生项目优先资助“从 0 到 1”的探索性强、具有原创性思路、提出新技术路径的申请项目。

五、资助计划与注意事项

1. 拟资助集成项目 4-6 项,资助强度 60-80 万元/项,申请人具有高级职称,年龄一般不超过 55 岁。拟资助重点项目 4-6 项,资助强度 30-40 万元/项,申请人具有高级职称,年龄一般不超过 45 岁。拟资助青年学者项目 10-12 项,资助强度 15-20 万元/项,申请人为科研助理/博士后系列,年龄一般不超过 35 岁。拟资助青年学生项目 10-12 项,资助强度 3-5 万元/项,申请人为在读博士研究生和本科生。

2. 集成项目和重点项目需经前沿科学中心“三循环一系统一中和”五大研究方向首席科学家推荐,申请书中附推荐信。

3. 申请人在申请书“项目意义”部分,需说明申请符合本项目指南中的资助研究方向并注明相应的研究方向名称,同时说明所申请项目对解决总项目核心科学问题、实现总项目科学目标的贡献,建议在正文第一句明确写明。

4. 曾获前沿科学中心科研项目资助再次申请人需说明项目完成情况,包括研究进展及与本申请项目的区别与联系等,附项目研究工作总结摘要和相关成果详细目录。

5. 执行期一般为三年,择优滚动支持。

6. 本指南解释在关键地球物质循环前沿科学中心 (cemas@nju.edu.cn)。

