**地球宜居性的深部驱动机制重大研究计划2024年度项目指南**

“地球宜居性的深部驱动机制”重大研究计划瞄准地球内部层圈（地核、地幔及地壳）在控制地球宜居性中的重要作用，围绕以深部挥发份为纽带的跨圈层动力过程与能量物质循环重大科学问题，通过地球科学、数学、物理学、化学科学、信息科学、材料科学等多学科跨领域跨尺度综合研究，为破解地球宜居性的深部引擎之谜提供基础理论和技术支撑。

**一、科学目标**

　　聚焦地球宜居性的深部驱动机制，查明地球深部碳、氢、氧等挥发份的化学行为、分布及赋存状态，阐明其对深部组成、性质和结构的影响，探究地球深部碳-氢-氧的循环机制与通量，揭示其与深部地球动力过程的联系，查明深部新化学反应的类型、机制及效应，探索地球深部-浅部关联机制及其对地球宜居性演变和新型稀缺能源形成的调控作用，促进地球系统科学的重大理论创新，培养一支有国际影响力的研究队伍，提升我国在深地领域的创新能力。

**二、核心科学问题**

　　本重大研究计划以深部挥发份的“催化作用”和新化学反应为切入点，围绕挥发份（重点关注碳-氢-氧）在地球内部的分布、循环和效应三个相互关联的核心科学问题开展研究。

　　（一）深部挥发份的分布与地球内部性质。

　　综合实测地球化学数据、地球物理观测、极端条件与计算模拟、材料微观结构等研究地球深部挥发份的行为、分布及其对地球内部性质的影响，查明地球深部主要界面和不均匀体的物质组成、结构特征及成因。

　　（二）深部挥发份的循环与地球动力过程。

　　研究地球内部“从上至下”（如板块俯冲）和“从下至上”（如地幔上升流和地幔柱活动）过程中挥发份的作用和循环机理，厘清超级火山岩浆储库的组成和挥发份的迁移富集规律；限定富水流体、含水熔体和超临界流体携带挥发份的能力以及挥发份在不同流体中的存在形式；约束挥发份在不同地球动力过程中的循环效率和控制因素。

　　（三）地球深部-浅部关联机制与宜居性。

　　综合大数据分析及人工智能运算、正演模拟研究和地球系统模型开发，研究深部化学引擎在大氧化、冰室和极热气候、超级火山、生物大灭绝以及氢气、氦气富集等重大事件中的作用，揭示深部过程对地球宜居性演变的作用机制，建立地球不同演化阶段深部-浅部相互作用的理论框架。

**三、2024年度资助的研究方向**

　　（一）培育项目。

　　以总体科学目标为牵引，基于核心科学问题，2024年度拟围绕以下研究方向优先资助探索性强、具有原创性思路、提出新技术路径的培育项目。

　　1．地球深部挥发份的化学性质、组成与来源。

　　通过研究地幔深度来源的样品（包括金刚石）以及实验和计算模拟，限定地球深部挥发份的地球化学性质，揭示地球深部挥发份的组成和来源，探究其对地球内部动力学的启示意义。

　　2．挥发份对地球深部组成和物理性质的影响。

　　研究挥发份对地幔岩石组成及矿物结构、相变、流变性质、输运性质（如电导率和热导率）、地震波速及衰减、地球内部热力学行为和地幔氧化还原状态的影响。

　　3．挥发份与岩浆房过程。

　　研究挥发份在岩浆分异过程中的行为与作用，揭示岩浆储库的孕育和发展的时间尺度和精细过程，探讨挥发份与火山喷发之间的关联。

　　4．深地过程与氢-氦富集。

　　研究地球深部氢-氦储库的起源、分布和富集过程，查清地质构造、岩浆活动和水-岩相互作用对氢-氦的形成、迁移和富集的影响。

　　5．深部挥发份分布/循环的探测/示踪技术。

　　研发能有效揭示地球深部挥发份分布的地球物理探测技术，能确定地球深部储库中挥发份种类和含量的地球化学示踪技术，以及能定量描述地球深部过程中挥发份行为的综合模型。

　　6．超深条件下挥发份的反应性。

　　研究地球深部高温高压条件下挥发份与地幔物质之间的反应机理，查清其可能引发的矿物相变、形变、元素交换和组织结构演化等现象。

　　7．地球深部-浅部关联机制。

　　研究超级火山喷发、陆壳形成与风化、动力地形等地球深部-浅部关联机制中的存在问题，鼓励提出新的跨圈层联动机制，完善和发展研究地球内外联动的方法体系；研究并提出地球不同演化阶段（前板块构造、古老板块构造、现代板块构造）地球深部-浅部的相互作用机制。

　　8．地球宜居要素的替代指标研发与应用。

　　研发地球宜居要素（如氧化还原状态、温度、大气含氧/臭氧/二氧化碳量等）的新的替代指标，揭示特定时期地球宜居要素的演化规律和控制因素。

　　9．地表重大宜居要素演变及其深部驱动机制。

　　研究地球两次大氧化事件以及显生宙极端气候事件（如奥陶纪末冰期、石炭二叠纪大冰期、二叠纪末快速增温和古新世-始新世极热气候事件等）的精细演变过程及其深部驱动机制，鼓励实测数据与数值模拟深度融合开展定量探索。

　　10．深浅耦合的地球系统模型构建与应用。

　　构建适用于地质时期的深-浅耦合定量模型，尤其鼓励构建耦合同位素地球化学记录的模型，包括但不限于碳排放模型LOSCAR、中等复杂度模式地球系统模型SCION/GEOCLEM/cGENIE/GCM、复杂地球系统模式CESM等，以地球深部排气作用（CO2、SO2等）为纽带，阐明物质和能量从深部到浅部的传递过程及其对地表宜居环境的影响。

　　（二）重点支持项目。

　　以总体科学目标为牵引，基于核心科学问题，2024年拟围绕以下研究方向优先资助前期研究成果积累较好、交叉性强、对总体科学目标有较大贡献的重点支持项目。

　　1．地球深部挥发份的分布和物理化学效应。

　　研究地球深部挥发份的赋存、分布及物理化学效应，理解挥发份在地球内部各层圈的赋存形式和溶解机制及控制因素，阐明深部高温高压下物质的微观结构特征与挥发份含量的关联，定量约束挥发份在地球内部各圈层的丰度；阐明多种挥发份及其协同效应对地幔物质物理化学性质（如氧化还原状态、输运性质、波速、流变性质和部分熔融等）的作用和影响。

　　2．挥发份对地球深部物质组成、结构和界面性质的影响。

　　查明地球深部主要界面（岩石圈内部不连续面、岩石圈-软流圈界面、地幔转换带）和圈层内部多尺度不均匀体（LLSVP, ULVZ）的物质组成、几何形态及结构特征，阐明其与挥发份的可能联系，探究这些地球深部构造的形成和演化及其对地表地质的控制作用。

　　3．俯冲带深部挥发份循环过程。

　　厘清蛇纹岩在俯冲过程中携带和释放挥发份的作用和机理，阐明俯冲带蛇纹石化反应过程及氢气和甲烷等生成机制；限定挥发份在富水溶液、含水熔体以及超临界流体等熔流体中的溶解度与存在形式；研究挥发份在不同深度的再循环效率，约束通过俯冲板片迁移到地球深部的挥发份通量和控制因素。

　　4．深部挥发份的释放与效应。

　　阐明大火成岩省和超级火山形成过程中挥发份组成特征及来源，限定与超级火山喷发有关的重要岩浆房过程及其精确时间尺度，揭示挥发份促进地幔和地壳大规模熔融、触发超级火山喷发的机理；查清岩石圈破坏、大火成岩省和超级火山喷发的挥发份释放量及气候环境效应，以及大火成岩省风化过程对地球气候的调节机理；揭示流体输导体系与深部氢气、氦气等新型稀缺地质资源在浅部富集机理的关联。

　　5．地球深部新化学反应机理。

　　研究地球深部高温高压环境下轻质挥发份与地幔/地核物质间的反应，探寻深部新物质，归纳深部独有的新化学反应，解析超氧化物等新化学反应产物的生成机制、演化历史和物理化学性质，阐明深部物质引擎的化学要素和对地表宜居性的调控。鼓励地球科学与化学科学、物理科学、材料科学等多学科交叉，深化对地球深部新化学反应机理的理解。

　　6．地球深部-浅部关联机制与宜居性演化。

　　围绕若干重大地质事件，建立高分辨率地质年代格架和生物多样性演变模式，厘定关键环境因子变率，研究关键元素从深部到地表的循环过程，阐明气候、环境和生命演变等对深部挥发份循环过程的响应机制，揭示地球宜居性演化的深部驱动和表层响应的跨圈层耦合机制。

　　7．深浅耦合的地球系统模型构建与应用。

　　通过数据与定量模型深度融合，针对地质历史时期多次氧化事件（大氧化事件、新元古代氧化事件、古生代氧化事件等）、冰室气候事件（奥陶纪末冰期、石炭-二叠纪大冰期、晚新生代大冰期等）、极热气候事件（二叠纪-三叠纪之交极热事件和古新世-始新世之交极热事件）等其中某一类事件开展综合定量对比研究，探索地表宜居性演化规律及其深部驱动机制，寻找生态系统发生显著变化的环境阈值。鼓励地球科学、信息科学、人工智能等多学科开展合作研究。

**四、遴选项目的基本原则**

　　（一）对实现总体科学目标的贡献度。

　　（二）促进科学问题解决的新思路、新方法。

　　（三）学科交叉，促进我国相关领域发展的国际合作与共享。

　　（四）培育项目优先资助探索性强、具有原创性思路、提出新技术路径的申请项目；重点支持项目应具有良好的研究基础和前期积累，学科交叉性强，对总体科学目标有直接贡献与支撑。

**五、2024年度资助计划**

　　拟资助培育项目12项左右，直接费用资助强度约为80万/项，资助年限为3年，申请书中研究期限应填写“2025年1月1日-2027年12月31日”；拟资助重点支持项目12项左右，直接费用资助强度约为300万/项，资助期限为4年，申请书中研究期限应填写“2025年1月1日-2028年12月31日”。

**六、申报要求及注意事项**

　　（一）申请条件。

　　本重大研究计划项目申请人应当具备以下条件：

　　1．具有承担基础研究课题的经历。

　　2．具有高级专业技术职务（职称）。

　　在站博士后研究人员、正在攻读研究生学位以及无工作单位或者所在单位不是依托单位的人员不得作为申请人进行申请。

　　（二）限项申请规定。

　　执行《2024年度国家自然科学基金项目指南》“申请规定”中限项申请规定的相关要求。

　　（三）申请注意事项。

　　申请人和依托单位应当认真阅读并执行本项目指南、《2024年度国家自然科学基金项目指南》和《关于2024年度国家自然科学基金项目申请与结题等有关事项的通告》中相关要求。

　　1．本重大研究计划项目实行无纸化申请。申请书提交日期为2024年5月16日－2024年5月23日16时。

　　（1）申请人应当按照科学基金网络信息系统中重大研究计划项目的填报说明与撰写提纲要求在线填写和提交电子申请书及附件材料。

　　（2）本重大研究计划旨在紧密围绕核心科学问题，对多学科相关研究进行战略性的方向引导和优势整合，成为一个项目集群。申请人应根据本重大研究计划拟解决的具体科学问题和项目指南公布的拟资助研究方向，自行拟定项目名称、科学目标、研究内容、技术路线和相应的研究经费等。

　　（3）项目申请人在科学基金网络信息系统中选择“在线申请”—“新增项目申请”—“申请交叉科学部项目”进行项目申报。

　　申请书中的资助类别选择“重大研究计划”，亚类说明选择“培育项目”或“重点支持项目”，附注说明选择“地球宜居性的深部驱动机制”，受理代码选择T04（受理代码选择不准确或未选择的项目申请将不予受理），并根据申请项目的具体研究内容选择不超过5个申请代码。

**培育项目和重点支持项目的合作研究单位均不得超过2个**。

　　（4）申请人在申请书起始部分应明确说明申请符合本项目指南中的资助研究方向（写明指南中的研究方向序号和相应内容），以及对解决本重大研究计划核心科学问题、实现本重大研究计划科学目标的贡献。

　　如果申请人已经承担与本重大研究计划相关的其他科技计划项目，应当在申请书正文的“研究基础与工作条件”部分论述申请项目与其他相关项目的区别与联系。

　　2．依托单位应当按照要求完成依托单位承诺、组织申请以及审核申请材料等工作。在2024年5月23日16时前通过信息系统逐项确认提交本单位电子申请书及附件材料，并于5月24日16时前在线提交本单位项目申请清单。

　　3．其他注意事项。

　　（1）为实现重大研究计划总体科学目标和多学科集成，获得资助的项目负责人应当承诺遵守相关数据和资料管理与共享的规定，项目执行过程中应关注与本重大研究计划其他项目之间的相互支撑关系。

　　（2）为加强项目的学术交流，促进项目群的形成和多学科交叉与集成，本重大研究计划将每年举办1次资助项目的年度学术交流会，并将不定期地组织相关领域的学术研讨会。获资助项目负责人有义务参加本重大研究计划指导专家组和管理工作组所组织的上述学术交流活动。

　　（四）咨询方式。

　　交叉科学部交叉科学四处

　　联系电话：010-62328922