



# 地学快讯

2023 年第 41 期 (总第 63 期)

中国地质调查局地学文献中心

2023 年 11 月 8 日

## 目 录

### 基础地质

1. 德国联邦地球科学和自然资源研究所启动新的南极考察
2. 美国科学家认为:形成月球时的碰撞物是地球基底地幔异常的来源之一
3. 全球地壳和地幔重力扰动的最新研究进展
4. 大陆岩石圈热结构在造山系统演化中的作用最新研究进展
5. 中生代晚期古太平洋板块俯冲影响的最新研究进展
6. 伟晶岩型锂矿床起源与演化的最新研究进展
7. 金伯利岩熔体最新研究进展

### 能源矿产

8. 美国地质调查局与亚利桑那州地质调查局合作绘制关键矿产资源图
9. 加拿大政府启动 15 亿美元关键矿产基础设施基金
10. 美国地质调查局“地球测绘资源计划”最新阶段成果

- 11.国际能源署与埃及签署首个联合工作计划将加强能源转型方面合作
- 12.欧盟-纳米比亚举行关于绿色氢和关键原材料的论坛
- 13.西澳大利亚州发布了《矿业恢复基金（MRF）年度报告》
- 14.格陵兰矿产资源门户网站重新启动
- 15.第五届乌兹别克斯坦国际矿业和冶金论坛开幕

## 水工环地质

- 16.德国大陆深层钻探计划正在进行地热和气液储存研究
- 17.地热田实时地震监测的最新研究进展
- 18.滑坡敏感性图定量和定性综合分析方法的最新研究进展

## 海洋地质

- 19.日本海洋研究开发机构将在新海底钻孔中安装观测传感器

## 基础地质

### 1. 德国联邦地球科学和自然资源研究所启动新的南极考察

近日，德国联邦地球科学及自然资源研究所（BGR）启动了新的南极考察，本次考察是“德国南极北维多利亚陆地考察（GANOVEX）”长期研究计划的一部分。BGR 将与意大利南极研究计划项目组、不来梅大学、热那亚大学合作进行研究工作。参与本次科考的科学家们将驻扎在维多利亚陆地北部特拉诺瓦湾的 BGR 冈瓦纳站。之后，科学家们将从冈瓦纳站出发，乘坐直升机前往南极横断山脉冰川，开展对南极腹地冰雪覆盖地区的调查研究。该项目将对从威尔克斯盆地运往罗斯海的冰川冰碛进行研究，这些冰川冰碛保存了冰下地质和冰流的许多重要信息。此外，本次考察还计划对该区的岩浆岩和超岩浆岩复合体进行进一步调查，以便更好地了解 5 亿年前古南极洲的地球动力学背景。本次考察还将为今后几年计划进行的航空地球物理测量做相关前期准备。

（德国联邦地球科学和自然资源研究所，2023.11.01）

### 2. 美国科学家认为：形成月球时的碰撞物是地球基底地幔异常的来源之一

长期以来，研究人员一直假设月球是在地球与一颗名为忒伊亚的小行星发生巨大撞击后形成的，但在小行星带或陨石中从未发现过忒伊亚的踪迹。然而，地球内部的地震图像显示地幔最底层有两个大陆大小的地震低速异常带，即大型低速度区（LLVPs）。LLVPs 通常被解释为内部成分与周围地幔不同的致密异质体。近日，美国亚利桑那州立大学（Arizona State University）地球与空间探索学院的研究人员通过经典巨型撞击模拟认为，忒伊亚地幔的一部分可能被输送到了地球的下地幔中。结合忒伊亚地幔模

拟和月球较高的 FeO 含量特征，研究人员认为忒伊亚地幔的密度比原地幔高出 2.0-3.5%。地幔对流模型则显示，撞击后几十公里大小的致密忒伊亚地幔物质球体会下沉，并在地核顶部积聚成类似 LLVPs 的热化学物质堆。因此，科学家认为 LLVPs 可能是忒伊亚地幔物质在巨型撞击后保存在地球地幔中的“埋藏遗迹”。LLVPs 是形成月球的巨型撞击产生的自然结果。由于巨型撞击常见于行星增生的末期阶段，因此其他行星体的内部也可能存在由撞击造成的类似地幔异质性。

(《Nature》, 2023.11.1)

### 3. 全球地壳和地幔重力扰动的最新研究进展

重力异常反映了不同深度的密度扰动，这些扰动控制着岩石圈和岩石圈地幔的物理状态和动力。然而，地壳的重力效应掩盖了地幔的信号。近日，中南大学地球科学与信息物理学院的研究人员开发了密度对比校正和实际密度校正两种方法来计算地壳产生的重力异常。并通过这两种方法计算得出了新的地壳模型，对全球地幔重力扰动进行了新的评估。研究结果表明，大多数克拉通岩石圈根部密度较大，而大洋地幔密度较轻。此外，研究还认为：1) 与北美洲其他克拉通相比，Superior 和 Rae 克拉通相关的异常更少，表明其克拉通根更加贫化。2) Cordillera 山系（北美洲西部）沿线的负异常，是较轻的热地幔造成的质量亏损。3) 波罗的海、东欧和西伯利亚克拉通的正异常表明该区为厚而致密的岩石圈且具有显著的密度异质性，这可能是由于克拉通根的热化学变化造成的。4) 明显的正异常对应于稳定的地块，表明岩石圈厚而致密。5) 活动构造单元和弧后盆地的低异常暗示局部地幔隆起。6) Zagros 和西藏观测到高异常，可能是板块的俯冲/分离导致的。

(《Surveys in Geophysics》, 2023.11.4)

#### 4. 大陆岩石圈热结构在造山系统演化中的作用最新研究进展

大陆碰撞是板块构造的重要过程。然而，科学家对这种板块边界构造复杂性的认识仍不清晰，尤其是板块在横向上异质性的演化及其控制参数。清华大学数学科学系的研究人员通过一系列二维数值计算，研究了大陆岩石圈热结构如何影响大陆碰撞带横向异质性的发展。认为主要有两种模式：1) 连续俯冲模式和 2) 大陆俯冲与板块断裂模式。放射性产热是影响大陆碰撞模式的二阶控制参数，而它更倾向于加强大陆岩石圈上部的局部应变，进而促进该处剪切带的增长。通过模型结果与地质观测结果的对比，研究人员认为，从兴都库什 (Hindu Kush) 山脉下的连续俯冲到藏东板块断裂后的大陆俯冲，其演化路径的差异可能源于印度岩石圈热结构所固有的横向异质性。此外，高含量的地壳放射性元素可能是控制喜马拉雅山脉的大型逆冲断裂带形成的最重要因素之一。

(《Solid Earth》，2023.11.1)

#### 5. 中生代晚期古太平洋板块俯冲影响的最新研究进展

中生代晚期的古太平洋板块俯冲被认为是破坏华北克拉通的主要原因，该俯冲引发了强烈的火山活动、岩石圈变形以及地表形态和陆地生态系统的巨大变化。然而，这些事件发生的时间和相关性仍然模糊不清。中国地质大学(武汉)地质过程与矿产资源国家重点实验室的研究人员通过对中国河北省北部滦平盆地上侏罗世-下白垩世地层进行高分辨率地质年代研究，进一步解决了该问题。此研究认为燕山造山运动第二阶段发生在  $134.162 \pm 0.091\text{Ma}$  和  $133.295 \pm 0.043\text{Ma}$  之间。随后的地壳伸展导致了裂谷盆地的形成，并引发了一系列的火山活动。热河生物群则在大约 130Ma 后下白垩统的演替中形成。因此，中生代晚期的滦平盆地记录了古太平洋板块俯冲是如何推动大陆内造山运动、火山活动、盆地发育和生态系统演化的。

(《Geology》, 2023.11.1)

## 6. 伟晶岩型锂矿床起源与演化的最新研究进展

伟晶岩型锂矿床是低碳能源金属的重要来源, 通常认为其是由强过铝质花岗岩岩浆经过高分异形成的。然而, 这些强过铝质岩浆的母岩是火成岩还是沉积岩一直存在广泛争议。最近的研究发现了一个世界级伟晶岩型锂矿床带(长达 2800 千米), 该矿床带与青藏高原北部西昆仑和可可西里-松潘-甘孜地块沿线的晚三叠世花岗岩类和沉积变质岩密切相关。中国科学院同位素年代学和地球化学重点实验室的研究人员对青藏高原北部可可西里-松潘-甘孜地块中草陇-扎朵-尕朵地区以及柴北缘地块中茶卡北山地区的两类晚三叠世花岗岩进行了系统的岩石学、地质年代学和地球化学研究。研究人员认为广西草陇-茶卡北山伟晶岩的初始熔体起源于沉积岩部分熔融, 随后经过结晶分异依次形成贫矿化伟晶岩、铍矿化伟晶岩以及锂矿化伟晶岩。其中草陇伟晶岩初始熔体为二云母花岗岩熔体, 而茶卡北山伟晶岩初始熔体为贫矿化伟晶岩熔体。茶卡北山和草陇伟晶岩锂铍矿化的主要控制因素包括经历化学风化后富集黏土矿物的岩浆源区和岩浆的分离结晶作用。其中, 源岩沉积岩经历化学风化后富集黏土矿物, 进而含有大量稀有金属, 是形成伟晶岩型锂铍矿床的首要条件; 伟晶岩在形成过程中均经历了明显的分离结晶作用(图 2c-d), 是导致锂铍矿化的另一重要因素。

(《GSA Bulletin》, 2023.10.27)

## 7. 金伯利岩熔体最新研究进展

金伯利岩熔体的主要成分对于了解金伯利岩的起源和确定软流圈熔体的成分至关重要。近年来, 尽管在对金伯利岩性质方面的研究取得了重大进展, 但有关其成因的一些问题仍有待商榷。俄罗斯科学院地球化学研究所的研究人员对雅库特金伯利岩带(YaKP) Obnazhennaya 岩管和 Velikan

岩脉中的金伯利岩的岩石学、矿物学、岩石地球化学和同位素地球化学组成进行了系统研究。认为虽然这两个金伯利岩在组成上截然不同（Obnazhennaya 岩管主要由高 Mg、低 Ti 成分的火山碎屑金伯利岩组成，岩石圈地幔碎屑物质（CMLM）饱和度高，且火山碎屑金伯利岩中含有少见的包裹体；Velikan 岩脉以高铁、高钛成分的金伯利岩为代表，既没有地幔包体，也没有橄榄石杂晶），但两个金伯利岩岩体的 Sr-Nd-Hf 同位素和微量元素特征相似，且时空上的具有邻近性，这表明它们的形成与软流圈中同一原生岩浆源的存在有关。研究人员推断认为软流圈熔体可分为碳酸盐岩为主和碳酸硅酸盐为主两部分，可分别形成低 Fe 型金伯利岩和 Mg-Fe、高 Fe-Ti 型金伯利岩。这两部分的熔体捕获 CMLM 的能力不同。形成高镁型金伯利岩的熔体具有更强的破坏和捕获 CMLM 的能力，对应于 Obnazhennaya 岩管的火山碎屑金伯利岩。软流圈原生金伯利岩熔体的组成则与 Velikan 岩脉的高铁、高钛金伯利岩相似。所以，YaKP 不同部位（Kuoika, Daldyn 和 Mirny）、不同时代（从泥盆系到上侏罗统）金伯利岩来自于同一个长周期的均质岩浆软流圈源区。

（《minerals》，2023.11.1）

## 能源矿产

### 8. 美国地质调查局与亚利桑那州地质调查局合作绘制关键矿产资源图

继 2023 年 10 月 26 日，美国地质调查局（USGS）宣布将投资 200 多万美元，与明尼苏达州合作，对明尼苏达州中部的关键矿产资源进行测绘以来，近日 USGS 再次宣布将投资 310 多万美元，与亚利桑那州地质调查局（AZGS）合作，绘制亚利桑那州的关键矿产资源图。同样的，这笔资金部分来自于《两党基础设施法》对 USGS 矿产资源项目“地球测绘资源计划（EMRI）”的投资。研究重点关注的关键矿产有铝、砷、铋、镓、锗、

铟、锂、锰、稀土元素组、碲、锡、钨、锌元素。USGS 和 AZGS 将合作对亚利桑那州东南部靠近新墨西哥州边界的亚利桑那斑岩铜矿带进行航空地球物理勘测。亚利桑那斑岩铜矿带拥有世界上最大的铜、钼等矿产资源。新的高分辨率数据将有助于确定一些潜在的未被发现的矿产资源，补充 AZGS 正在进行的地质和地球化学勘测工作的不足。此次勘测与 2023 年早些时候完成的新墨西哥斑岩铜带勘测直接相邻，这两项勘测将为评估美国西南部 2 万多平方英里矿产远景区的矿产潜力做出重大贡献。

(美国地质调查局, 2023.11.6)

## 9. 加拿大政府启动 15 亿美元关键矿产基础设施基金

2022 年，加拿大政府启动了“区域能源和资源表（简称，区域表）”，这是一项与各省和地区的合作倡议，旨在确定和寻求可持续的就业机会、促进经济增长。关键矿产则是该“区域表”优先考虑的一个领域。近日，加拿大能源和自然资源部长宣布将在 2023 年秋末启动关键矿产基础设施基金（CMIF）。该基金将在七年内提供高达 15 亿美元的资金，用于支持清洁能源和交通基础设施项目，进而促进关键矿产的开发。CMIF 是“加拿大关键矿产战略”下的一项重要计划，旨在提高加拿大关键矿产的采购能力。CMIF 战略重点包括支持工业采矿业去碳化、投资交通基础设施以加强矿产供应链、通过支持土著居民参与基础设施建设和关键矿产项目来促进经济发展和地方和解等。有关征集提案的详细信息将在 [Canada.ca](https://Canada.ca) 网站上公布。

(加拿大政府, 2023.10.31)

## 10. 美国地质调查局“地球测绘资源计划”最新阶段成果

受地缘政治问题和全球贸易中断的影响，美国关键矿产供应链存在许多潜在的薄弱环节。为此，美国地质调查局制定了关键矿产清单。并于 2019 年，由美国地质调查局（USGS）启动了“地球测绘资源计划（Earth MRI）”，

以提供评估关键矿产所需的高质量数据。在 Earth MRI 以及《两党基础设施法》的支持下，USGS 制作了许多高质量数据集，这些数据集详细阐述了美国境内关键矿产分布位置、分布方式和成因。随着此项工作的推进，国内矿产资源的勘探和生产的风险越来越小。Earth MRI 不仅提供了综合地形、地质、地球化学和地球物理的数据；还初步完成了全国地表和地下综合测绘和数据整合。此外，其开发的矿物系统框架可识别美国有关键（重要）矿物潜力的 23 类矿物系统。迄今为止，Earth MRI 已将美国大陆地区的高质量 MRI 数据量增加了近一倍，将阿拉斯加地区的数据量增加了四倍。Earth MRI 的长期目标是开发无缝整合的新数据和更新矿产潜力地图，以显示已知或可能存在于矿床和废弃矿山中的关键矿产。目前，美国还在探索如何利用机器学习和人工智能来促进大型数据集的高效整合与分析。

（美国地质调查局，2023.10.31）

## 11. 国际能源署与埃及签署首个联合工作计划将加强能源转型方面合作

近日，国际能源署（IEA）执行主任和埃及石油和矿产资源部部长在 IEA 巴黎总部签署了首个联合工作计划，双方承诺在解决化石燃料使用产生的甲烷排放、可再生能源部署和氢气生产等关键战略领域进行密切的合作。联合工作计划阐述了埃及短期和长期的能源优先事项，未来工作重点将是清洁能源转型、能源安全和气候适应能力等方面。该计划还概述了石油和天然气活动中的减排、氢能、可再生能源以及数据和统计方面合作的工作流程。此次会议上双方首次探讨了深化机构联系的途径。此外，双方还讨论了该地区在当前地缘政治紧张局势下面临的挑战以及对全球能源市场的影响。埃及认为其作为天然气的生产国和出口国，完全有能力通过可再生能源在全球能源转型中发挥关键作用。埃及于 2022 年 2 月加入 IEA，作为 IEA 成员国埃及将与国际能源机构合作，支持实现公正有序的能源转型。

(国际能源署, 2023.10.31)

## 12. 欧盟-纳米比亚举行关于绿色氢和关键原材料的论坛

近日, 由欧盟主办的第一届“全球门户论坛”——欧盟-纳米比亚绿色氢和关键原材料论坛在布鲁塞尔举行, 本次论坛旨在帮助纳米比亚从欧洲吸引更多的外国直接投资。论坛着重讨论了绿氢产业和关键原材料价值链, 并达成了相关协议与声明, 欧盟宣称将向越南、孟加拉国、佛得角、坦桑尼亚、菲律宾和科摩罗等国家提供总额超过 13 亿欧元的资金支持, 以促进上述国家向绿色能源转型。关键原材料领域, 欧盟及其成员国和欧洲金融机构将向纳米比亚提供 10 亿欧元投资, 双方认可了关于可持续原材料价值链和可再生氢的《欧盟—纳米比亚战略伙伴关系路线图》。欧盟-纳米比亚伙伴关系的共同目标是通过可持续和包容性的绿色发展, 促进经济增长和创造就业机会。欧盟支持纳米比亚政府的可再生能源国家发展战略, 承诺欧盟将支持进一步发展采掘、精炼和原材料回收产业, 共同推动绿色和数字化转型。

(德国联邦地球科学及自然资源研究所, 2023.11.3)

## 13. 西澳大利亚州发布了《矿业恢复基金 (MRF) 年度报告》

近日, 西澳大利亚州矿业、工业监管与安全部发布了《矿业恢复基金 (MRF) 年度报告》, 报告概述了 2022~2023 年度矿业恢复基金和废弃矿山计划 (AMP) 的主要活动和成就。矿业恢复基金是一个集合基金, 由西澳大利亚州矿业权所有者出资设立, 该基金对该州废弃矿山的管理和恢复至关重要。本年度, MRF 共征收矿业恢复税 4,280 万美元, 比上年增长 9.2%。截至 2023 年 6 月 30 日, 资金净余额为 2.912 亿美元, 包括净利息 310 万美元。在矿权持有人/经营者 (向 MRF 缴纳税款) 未能履行恢复义务且向持有人/经营者追讨资金努力未果的情况下, 本基金可用于全州的废弃矿山修复。

AMP 开展工作一般按风险排序，同时考虑对社区和环境的重大影响。目前，AMP 的 Ellendale 项目第一阶段的重要安全工程现已完成，将所有废料移至场外许可处置地，并回收利用了 55% 的材料。此外，AMP 还与生物多样性、保护和景点部合作，完成了几项关键行动，降低了与 Donnybrook Shafts 项目相关的社区和环境的风险。

(西澳大利亚州政府, 2023.10.31)

#### 14. 格陵兰矿产资源门户网站重新启动

Greenmin.gl 是格陵兰矿产资源门户网站，通过该网站可以获得大量格陵兰矿产资源信息。近日，通过与相关当局和专业团体合作，丹麦和格陵兰地质调查局 (GEUS) 地质数据中心重新启动了格陵兰矿产资源门户网。Greenmin.gl 包含格陵兰地质信息和自然资源信息，可供勘探公司、研究人员、教育工作者和公众使用，网站提供资料主要包括：1) 综合数据库：获取可搜索的矿产资源数据信息；2) 交互式地图：通过详细的地质图探索矿产资源地；3) 科学背景信息：查阅有关格陵兰的大量文献中的地质背景信息。

(丹麦和格陵兰地质调查局, 2023.11.3)

#### 15. 第五届乌兹别克斯坦国际矿业和冶金论坛开幕

近日，第五届乌兹别克斯坦国际矿业和冶金论坛 (UIMF) 开幕，会上行业领导及专家讨论了矿业和冶金行业的热点问题和发展前景。乌兹别克斯坦共和国矿业和地质部第一副部长参加了论坛开幕式和题为“国际、地区和国内矿业和冶金业发展前景新挑战-新战略”的全体会议。论坛还就以下议题交换意见：形成商业氛围以确保可持续发展并吸引对矿业和冶金行业的投资、作为可持续发展关键因素的创新和国际合作、提高勘探效率的驱动力、放射性金属冶金学、矿区开发经验等。

(乌兹别克斯坦共和国, 2023.11.1)

## 水工环地质

### 16. 德国大陆深层钻探计划正在进行地热和气液储存研究

在德国 Bavaria 的大陆深层钻探计划 (KTB) 深层实验室中, GEOREAL 研究项目的工作已经开始。该研究旨在更好地了解高温结晶环境中的水力刺激, 同时对地震活动进行实时监测。“KTB 深地壳实验室”有两个深度分别为 4 千米和 9.1 千米的钻孔。在 KTB 的主钻孔中安装了一连串高灵敏度的钻孔式地震仪, 以高精度记录 GEOREAL 实验过程中超过 3.8 千米深度的地震响应。此外, 还在 KTB 周围的地表和几个 150 米深的钻孔中安装了多达 50 个地震仪。该实验旨在了解地热储层中的活动, 包括在不引发地表明显地震活动的情况下如何激活流动路径。因此, 该过程旨在根据实时地震测量结果研究实施“自适应刺激”的方法。如果 GEOREAL 团队在现场实验中取得成功, 那么利用基岩提取热量以及安全储存液体和气体等方面将取得良好进展。在完成 GEOREAL 实验后, 科学家们预计将改进 KTB 及其他地区地热项目技术实施的现有流程。

(world-energy.org, 2023.11.3)

### 17. 地热田实时地震监测的最新研究进展

为加快能源转型, 在地热应用潜力巨大的地区, 开发深层地热储层以实现区域供热已成为当务之急。地热资源开发的可持续性要求开发者在优化操作流程的同时, 要最大限度地降低相关风险, 特别是与诱发地震有关的风险。为此, 德国卡尔斯鲁厄理工学院 (Karlsruhe Institute of Technology) 应用地球科学研究所的研究人员开发了一套监测系统, 该监测系统以数据管理为基础, 将现场采集基础设施与云端物联网平台连接起来, 并将分布

式声学传感（DAS）作为地震监测网络的组成部分，用于监测德国慕尼黑的地热田。研究结果证明，在城市环境和现场作业存在噪声的前提下，DAS监测系统能够成功探测到地表或浅层3C地震仪无法勘探到的微地震事件。6个月的实验期证明，DAS有作为地热田的常规地震监测组件的潜力。此外，该实验还证明了DAS可补充地表地震仪网络的不足，尤其是在城市环境中。

（《Geothermal Energy》，2023.10.31）

### 18. 滑坡敏感性图定量和定性综合分析方法的最新研究进展

滑坡是全球第三大自然灾害，印度喜马拉雅地区也不例外，该区域在雨季受滑坡影响严重。印度新德里古鲁大学（Guru Gobind Singh Indraprastha University）的研究人员利用概率法和启发式方法绘制了印度西锡金地区滑坡敏感性图。其中，概率法采用了频率比（FR）和信息值（IV）方法，启发法采用了层次分析法（AHP）。绘制的滑坡敏感性图的准确率分别为：FR法77%、IV法74%、AHP法57%。由于人和建筑是社会中最脆弱的因素，因此将建筑物和人口密度相结合进行了初步的定性风险评估。精确度最高的滑坡敏感性图作为滑坡潜势因子，建筑物和人口密度作为风险分区的风险潜势因子。由此得出的风险分区图将研究区域划分为高风险区（3%）、中风险区（14%）和低风险区（83%）。本研究主要针对3%的滑坡高风险区，旨在为政策实施和缓解措施提供参考依据。

（《Geomatics, Natural Hazards and Risk》，2023.11.1）

## 海洋地质

### 19. 日本海洋研究开发机构将在新海底钻孔中安装观测传感器

为了有效地发布“南海海槽大地震相关信息”，对“慢滑”引起的海

底地壳变形进行大范围的连续实时观测是必不可少的。为此，日本海洋研究开发机构（JAMSTEC）自2010年起在东南海地震的震中熊野滩海域的海底钻孔中安装了观测传感器，并将这些传感器与日本国家地球科学与灾害防御研究所（NIED）目前正在运行的地震和海啸网络监测系统（DONET1\*2）相连接，目前该系统已在三个地点投入使用。这三个地点使用孔隙水压力计对海底地壳内部变形进行实时观测。近日，JAMSTEC将利用深地探测船“Chikyu”号进行研究航行，航行日程为2023年11月6日至11月30日。“Chikyu”号航行的目的是在纪伊水道的近海区钻探的一个新海底钻孔中安装观测传感器，以便大范围、高灵敏度地了解南海海槽发生“慢滑”的实际状况。此次安装的新型长期钻孔监测系统（LTBMS），除了可以进行钻孔内孔隙水文计观测外，还安装了光纤应变传感器，能够观测各种类型的地震，包括微震到强震、极低频地震和低频微震，以及与“慢滑”有关的地壳变形等。

(JAMSTEC, 2023.11.2)

本刊由 “地球科学文献知识服务与决策支撑（DD20230139）” 项目支持  
“自然资源情报跟踪与研究（DD20221794）”

---

主 编：孙君一	联 系 人：孙君一
责任编辑：宁可佳	联系电话：（010）66554863
审 核：王学评	电子信箱：476015552@qq.com
地 址：北京市海淀区学院路29号	邮 编：100083

---

送：中国地质调查局领导、局机关各部室、各直属单位