

科学研究动态监测快报

2015年12月1日 第23期(总第221期)

地球科学专辑

- ◇ IRIS 规划未来地球物理设施发展
- ◇ CSIS 发布《全球预测 2016》报告
- ◇ IGU 对《世界能源展望 2015》报告做出响应
- ◇ 施工前模拟减少压裂诱发地震
- ◇ 奥地利科学家用网络分析法评估关键资源系统贸易风险
- ◇ *Economic Geology*: 全球稀土可维持到 2100 年
- ◇ *Nature Geoscience*: 难监测地震对地震和海啸预警系统提出挑战
- ◇ 新模型精准预测火山烟雾扩散趋势
- ◇ *Nature*: 地幔柱诱发最早板块运动
- ◇ 日本进行最大规模的集合天气预报资料同化

中国科学院兰州文献情报中心
中国科学院资源环境科学信息中心

目 录

战略规划与政策

IRIS 规划未来地球物理设施发展..... 1

能源地球科学

CSIS 发布《全球预测 2016》报告..... 5

IGU 对《世界能源展望 2015》报告做出响应..... 6

施工前模拟可减少压裂诱发地震..... 6

矿产资源

奥地利科学家用网络分析法评估关键资源系统贸易风险..... 7

Economic Geology: 全球稀土可维持到 2100 年..... 9

地震与火山学

Nature Geoscience: 难监测地震对地震和海啸预警系统提出挑战..... 10

新模型精准预测火山烟雾扩散趋势..... 10

前沿研究动态

Nature: 地幔柱诱发最早板块运动..... 11

日本进行最大规模的集合天气预报资料同化..... 12

IRIS 规划未来地球物理设施发展

地球物理设施按能力可以分为现有基础能力、新兴基础能力和前沿能力。目前的现有能力对科学发展尤为重要，若被削减，会对科学研究产生阻碍。新兴能力指在成熟的技术条件下，能够在重大科学挑战的应对中带来突破的基础设施。前沿设施能力是在不同程度上、新出现的能力，能对科学产生变革作用，对社会意义重大。2015 年 9 月，美国地震学研究联合会（IRIS）向美国国家科学基金会（NSF）提交了《应对重大地学挑战的未来地球物理设施需求》（Future Geophysical Facilities Required to Address Grand Challenges in the Earth Sciences）报告，从现有基础能力、新兴基础能力和前沿能力这 3 个主要方面分析和规划了美国未来地球物理设施的发展，同时也考虑了教育、劳动力发展等方面的辅助因素。在此，我们对其核心内容做一简要介绍。

1 现有基础能力

1.1 永久性地震、应变和大地测量网

解决基本的地球物理问题依赖于高质量、长期的地球物理记录，这些数据有助于对比重要事件，并为一些设备的临时部署提供参考框架。

（1）全球超宽频带地震台网。该网平均站距约为 20° （相当于陆上的 10° ），目前仅限于陆地，可用于地球构造、地震以及核条约核查的研究，还可以用于监测、快速事件鉴定、地震、海啸及其他地震事件的预警。

（2）永久和连续记录的 GPS 网。密集稳健的 GPS 网络所提供的数据需具有低延迟（ <1 s）、高采样率（ ≥ 1 赫兹）的特点，如此才便于解释主断裂附近震间、震中和震后的板块变形。板块边界的高速实时大地测量数据则有助于提高大地震和海啸早期预警系统的性能。

（3）钻孔应变网。钻孔应变计可以捕捉地震与敏感 GPS 仪间的部分光谱变形，该仪器遍布活动板块边界断裂带和美国西部火山群，可以为断裂系统、同震/震后变形等提供特有的无震滑动瞬变观测。

1.2 地震系统

为各类用户收集一系列带宽的高质量地震数据，同时还应包括与数据服务相匹配的最佳实践的收集和传播。

（1）适用于本地及次大陆网络和阵列的便携式宽频带地震仪。设备遥测能力约为 1000 km，临时安装的野外地震仪及配套设备可进行专业储存、维护和运输，同

时仪器组件还应支持极地/冰川环境下的部署。

(2) 可控源地震仪系统。地壳尺度的研究大约需要 3000 套独立的地震仪系统，关键带和地质工程尺度研究大约需要 500 条电缆系统的记录信道。

(3) 震源设备。提供陆地和海洋数据，可控的主动源应可提供从几米到数十公里的最高分辨率的地下结构和组成图像。

(4) 海底地震仪。应包含约 160 个宽频带和 100 个短周期系统的浅水和深水设备，后者常用于主动源折射研究，此外，还应包含压力计，以及适用于强震研究的加速仪。

1.3 大地测量观测系统

重复的临时部署及综合利用合成孔径雷达数据是多数地区获取足够密集观测的唯一途径。

(1) GNSS（全球卫星导航系统）仪器。未来应在全球范围内临时部署约 150 套最新 GPS 接收器。GNSS 仪器库将被用于捕捉大地震后的瞬时变形，同时还需适用于极地或其他极端环境。

(2) 海底大地测量。该设备有利于测量海底活动与半连续观测，应当继续支持降低成本和增加时空采样的基础技术，进行大型事件的基线测量和抗震瞬变的研究。

(3) 陆地激光雷达。该设备的共享需要整合硬件、现场工程师和软件技术，支持地质、地貌和极地科学的各项研究。

1.4 陆地和海洋大地电磁 (MT)

未来的设备应包括集中和维护对 100 多个长周期和宽频电磁系统的访问，以支持 PI（首席科学家）驱动的活动，还应具备支持 2~4 个同步活动的的能力。

1.5 数据归档、质量控制

提供现代化的数字化基础设施，以及对各种数据的摄取、质量控制和用户公开获取这些数据的专业支持，同时还应包含原始数据和数据格式处理及其相关元数据的归档和高效分发。

1.6 社会产品和服务的托管

未来的设备应涵盖地震、干涉、大地测量等时间序列的社会产品和服务，以及社会模型、软件、教学和研讨会。

1.7 高级计算机模拟工具

为社会提供创新的计算方法、资源和技术，促进对地球和类地球系统的理解。

1.8 其他

(1) 专业人员支持。工作人员应具备各种专业知识，实现最佳实践。

(2) 劳动力发展。发挥设备及管理人员在与学术伙伴合作、下一代地球科学家培训方面的教育、指导作用。

(3) 专业人员组成的全国教育和公众宣传计划。提供一系列能够影响非正式教育、K-16 教育和非正式学习的资源，以直达年轻观众，吸引新成员。

2 新兴基础能力（2018—2023 年优先方向）

2.1 高频阵列

在 PI 或团队行动中，应当为团队提供 10 000 个三分量的、可快速部署的、稳健的中短期地震系统，以便其能够对地震、火山、冰川或其他事件做出快速响应。并且，系统的规模应实现从稀疏地震波记录到全波场地震波记录的转变。

2.2 快速响应设备

在应对数小时至数天的重要地球物理事件时，如火山爆发、地震等，该类设备应可支持或部署为小型到大型的仪器网，增强实时监测和响应能力。

2.3 大规模合成孔径雷达数据和产品的访问

提供对大容量卫星合成孔径雷达产品的常规、自动和快速访问，包括美国和印度即将开展的 NISAR（合成孔径雷达探测）计划。理想状态下，还应提供对具体项目再处理的访问。

2.3 GNSS 处理

操作处理应完成从单一的 GPS 信号到完整的 GNSS 信号的转变，以支持新方法、模型和数据产品的持续创新。

2.4 增强探索、开发、应用新一代/新兴仪器的能力

为团队提供关键技术、经验和资源，使新技术能够得到较快应用。同时，相关设备应不断研究和整合这些可用的新技术。

2.5 地貌、冰川、地表、近地表和关键带地球物理研究所需的地球物理仪器

包括可进行运动式（campaign-style）部署的便携式硬件、井下地球物理测井仪和可深入地下 50~100 m 的小型钻孔/取心机。

2.6 陆地震源

可控活动震源是高分辨率地壳成像的关键，目前学界和业界已经认可了三维及四维反射地震，认为其具有持续性价值。

2.7 陆地和海洋电磁（EM）

应扩展和调整地壳尺度（周期为 1000s）的宽频带电磁系统，使其能够实现 6~10 台仪器的同时部署，支持近地表和关键带的研究。

2.8 增强海底地震和大地测量能力

需有能力在浅水中长期部署数十台或更多仪器，以定期记录宽频带地面运动，以及部署海底大地测量仪，在研究区开发和操作海底大地测量阵列。

2.9 高带宽、实时全球遥测

对经济、稳健、高带宽的实时地震遥测技术和部署周期不定、数量不定的大地

测量仪提供全球访问。

2.10 支持多学科环境观测仪器和遥测系统的开发

能量、数据和通信系统应支持更广泛的地球物理观测，以通过模拟和数字传感器进行各种辅助的地球观测。

2.11 随时随地访问高性能计算（HPC）资源

提供可大规模简化数据、正演模拟、可视化和模型推理的软件及工具。

2.12 其他——在全国范围内开展 K-12 教育

提供对科学方法的经验认识，以显著改善美国学生的教育，目前急需相应的教师、课程开发者和教科书生产商。

3 前沿能力

3.1 海底地球物理网和浮动地球物理网

应该具备安装、维护和开发密集的海底地球物理观测的能力和资源，在某些情况下，提供实时的连续记录。目标区域的具体设备应能够进行远洋盆地的长期地震观测，为 GSN（全球地震网）和宽频带大地测量观测制定设计标准。

3.2 新一代大地电磁和可控源电磁系统

宽频带的（和可控源）电磁设备应适用于四维成像的长期部署。未来应支持和开发廉价且更有效的仪器，改良廉价电磁成像仪，为密集采样制定新策略。目前的当务之急是开发真正的多用户的海上电磁设备，类似于海底地震仪组（OBSIP）。

3.3 深部钻探及相关仪器

支持大陆和海洋深部（>1 km）的钻探，以进行活动断层的原位研究，关键仪器包括温度、水文、地震、应变和地球化学传感器。

3.4 高风险/高收益的实验仪器

适用于无法进行远程观测的地区，一般搭载无人机或其他具有运动摄影、传感器等功能的仪器系统，包括在极端地形区及其他危险区域开展与人类安全有关的高风险科学研究时，可瞬时、快速或自动部署的、可能为一次性的遥测仪器。

3.5 其他

（1）推动对地球系统科学的广泛理解。探索新的沟通方式，提高数据和概念的可视化，增加科学家、教育工作者和新闻工作者的交流机会，为学生制定能使研究经验最大化的计划和清晰的职业生涯规划。

（2）劳动力多元化。招收不同种族的学生来确保美国在地球科学领域的领导地位，同时还需制定通用的多层面的专业管理方案。

（赵纪东 王艳茹 编译）

原文题目：Future Geophysical Facilities Required to Address Grand Challenges in the Earth Sciences

来源：http://www.iris.edu/hq/files/workshops/2015/05/fusg/reports/futures_report.pdf

CSIS 发布《全球预测 2016》报告

2015 年 11 月 15 日，美国国际战略研究中心（CSIS）发布了《全球预测 2016》（Global Forecast 2016）报告，对全球、美国及俄罗斯与欧亚大陆等的战略按区域进行了分析。在关于东北亚、南亚、东南亚的部分，多数篇幅在讨论“中国经济放缓”。围绕中国经济增长速度减缓，多位美国专家给出分析结果和应对建议。同时，从地缘角度分析了中国经济增长减缓带来的多领域变化，包括中国与别国分享利益的亚洲基础设施投资银行（AIIB）和“一带一路”战略可能难以铺开、中国在南海的能力与影响减小等。本文将主要针对能源安全主题进行介绍，以期对我国的相关工作有所借鉴。

（1）持续低油价的影响。随着 2014 年石油价格的持续走低，世界各国以及各种规模的公司继续适应新的经济和石油市场。虽然美国非常规天然气生产的增长在缓慢降低，石油输出国组织（OPEC）输出高涨，但全球股市的强劲水平和持续的不确定性需求表明，供应过剩和盈余可能会持续到明年，并对价格施加持续下行压力。对于以石油出口销售为主要经济收入的国家，其经济将遭受重创（目前价格低于 2014 年夏天的 50%~60%）。对于消费者来说，尽管到目前为止有关措施尚未转化为强劲的支出和国家其他方面的经济增长，但油价下跌是意外的收获。一个国家生产和消费大量的石油，持续的价格下降必然呈现好坏参半（正面和负面）的影响。虽然其中一些现实的影响是明显的，其他影响则需要更长的时间来显现。

（2）低碳未来的影响。世界各国严重依赖化石燃料以满足其能源需求，而这些燃料的开发和贸易往来已经影响了国家之间的关系。对未来几十年的预测显示，煤炭、石油和天然气的作用将得以维持，但将失去市场份额，低碳能源如风能、太阳能、核能将发挥更高的效能。低碳能源自几十年前已取得了一定的进展。2014 年全球投资近 3180 亿美元用于清洁能源开发，远超于 2004 年的 600 亿美元。且近一半的投资在发展中国家，尤其是中国、巴西、印度和南非。

（3）制裁能源生产国的影响。经济制裁已经成为美国外交政策工具的选择。由于所谓过去成功的经济制裁，最近使阿富汗和伊拉克经历了痛苦与军事干预。在油气供应丰富和能源价格出现周期性衰退时，这种情形尤其适用于产油国，使其更容易受到制裁。制裁伊朗核扩散和反对俄罗斯对乌克兰的侵略是目前最突出的两个例子，其中对伊朗经济产生了负面影响。

（王立伟 编译）

原文题目：2016 Global Forecast

来源：http://csis.org/files/publication/151116_Cohen_GlobalForecast2016_Web.pdf

IGU 对《世界能源展望 2015》报告做出响应

2015 年 11 月 11 日，国际天然气联盟（IGU）对国际能源署（IEA）发布的《世界能源展望 2015》（WEO 2015）中列出的天然气领域的发展前景做出了响应。IGU 敦促决策者制定明确的未来天然气发展战略和政策，包括未来天然气应该发挥的作用。报告指出经济增长与天然气日益增长的需求将齐头并进。通过增加在电力和运输领域使用天然气，将减少碳排放，提高生活质量。

（1）天然气需求持续增长，将使 2040 年天然气与石油和煤炭需求持平。在 IEA 新政策情景中考虑到了所有现有气候政策的影响，并宣布政策意向，其中包括气候承诺——COP21 国家提出全球天然气的使用继续呈上升趋势，到 2040 年以每年 1.4% 的速度增长。报告指出，天然气是化石燃料中“增长最快的，到 2040 年天然气的需求量将达 5.2 万亿立方米，促使天然气在全球能源结构中 与煤和石油持平。

（2）更多的天然气用于发电和运输领域是改善城市空气质量和降低排放的一个快速途径。WEO 2015 认为，全球能源行业已经开始向未来世界能源过渡。IGU 认为决策者应建立一整套完善的政策框架和战略，促使天然气的市场开发和确保具有成本效益的解决方案，同时提高生活质量。IGU 针对发电和运输领域更多使用天然气的能源战略提出以下措施：①通过政策激励电力行业的煤改气；②通过政策激励运输领域更多地使用天然气；③通过政策激励可再生能源和天然气一体化电力市场的形成；④形成有效的法规和碳定价来激励煤改气；⑤支持加速技术和创新投资，以实现更高的能源使用效率。

（3）IEA 认识到天然气行业在非常规资源开发中的环境绩效。WEO 2015 指出，北美以外的页岩气、煤层气和致密气等资源的潜力是巨大的，且分布广泛。在未来的几十年，非常规天然气将占天然气产量增长的 60%。然而，要开发这些资源，主要障碍仍然需要克服，尤其缺乏公众接受度。简而言之，尽管担忧仍然存在，但非常规天然气产量表现出了良好的环境绩效。

（王立伟 编译）

原文题目：IGU Reaction to the IEA World Energy Outlook 2015

来源：<http://www.igu.org/news/igu-reaction-iea-world-energy-outlook-2015>

施工前模拟可减少压裂诱发地震

2015 年 11 月 26 日，《加拿大岩土工程学报》（*Canadian Geotechnical Journal*）发表文章《针对流体注入诱发地震活动及激活断层的离散单元模型》（Discrete element modeling of fluid injection-induced seismicity and activation of nearby fault），称德国地球科学研究中心的研究人员首次开发出了一款最新模型，可以通过计算机模型预测水力压裂注水之后的可能引发的地震活动，从而根据模拟结果避免持续注水

产生的严重后果。

水力压裂法，也被成为“水压致裂法”，就是利用地面高压泵，通过井筒向油层挤注具有较高粘度的压裂液，最终使油层与井筒之间建立起一条新的流体通道，提高油气井产量的一种方法。虽然该方法可以使油气通过更多路径到达生产井，但是，也由此引发了一系列环境问题。其中最重要的一个影响是由于大的断层块体移动而产生的地面强烈震动。又因许多增强型地热系统（EGS）或烃萃取操作都发生在断层附近，因此，在水力压裂钻探之前的地震评估显得尤为重要。

来自德国的研究人通过流体力学耦合离散单元模型，提出了一个计算机数值模拟工具，可以用来在钻探前评估水力压裂的影响。模拟研究发现，少量的流体压力可以触发断层破裂，这种破裂诱发的地震比断层滑动破裂引发地震的 b 值（震级和频度关系的比例系数，代表一定区域内不同大小地震频数的比例关系）要高，而且针对地热和页岩气行业的观测数据结果也十分相似，因此证明离散单元模型可以被用作预测由原位钻探引发地震强度。

研究人员称，通过模拟，水力压裂行业人员可以很好预测流体注入后将会对断层系统的运动产生怎样的改变，这些发现对页岩气开采时在断层附近诱导产生的异常地震活动的判断十分有利。研究人员呼吁，国家监管机构必须要求相关行业在钻探之前进行这种数值模拟，以评估潜在地震危险，从而避免由于流体注入引发更大强度的地震事件。

（刘文浩 编译）

原文题目：Discrete element modeling of fluid injection-induced seismicity and activation of nearby fault

来源：http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/cgj-2014-0435#.V1e4ddL_PvM

矿产资源

奥地利科学家用网络分析法评估关键资源系统贸易风险

日前，奥地利科学家创新采用网络分析方法评估了主要非能源矿产资源在全球商品贸易网络中的系统风险，相关研究成果发表于 2015 年 11 月 13 日出版的 *Science Advances*，题为《关键资源的系统贸易风险》（Systemic trade risk of critical resources）。

研究采用网络分析方法对目前实际参与国际交易的 71 种非能源矿产资源的贸易网络的系统风险进行评估。分析数据采用美国地质调查局（USGS）《矿产品概要》的主要矿产品（71 种）生产数据和联合国商品贸易统计数据库矿产品交易数据（共涉及 107 个国家，时限为 2000—2012 年）。研究所构建的矿产品贸易网络为多重网络体系，在水平方向，同一种矿产品在全球不同国家和地区之间的流转形成特定矿产品交易网；由不同矿产品交易网垂直叠加形成整个矿产品全球交易网络系统。就每一种矿产品交易网络而言，每一个节点对应一个对该矿产品有实际交易活动的国

家即矿产品输出国或进口国。对于每一特定矿产品而言，在特定时间（年），只有当一个国家的该矿产品交易额超过该国矿产品总交易额的 1% 时，该矿产品交易关系才被纳入网络分析。

矿产资源的系统贸易风险评估指标 TradeRisk (T) 为复合评估指标，对于特定国家和特定矿产资源，该矿产资源的系统贸易风险 T 由特定国家受其他国家对该矿产资源供应短缺影响的可能性指标 P 和特定国家的经济发展对该矿产资源进口的依赖程度指标 I 决定。其中指标 P 又主要取决于特定国家对于该矿产资源贸易短缺的脆弱性指标 V (又由其他指标表征)。研究主要分析评估了区域 (重点聚焦美国和欧盟) 与全球层面矿产资源的系统贸易风险同价格波动、网络中心性以及贸易壁垒之间的关系。

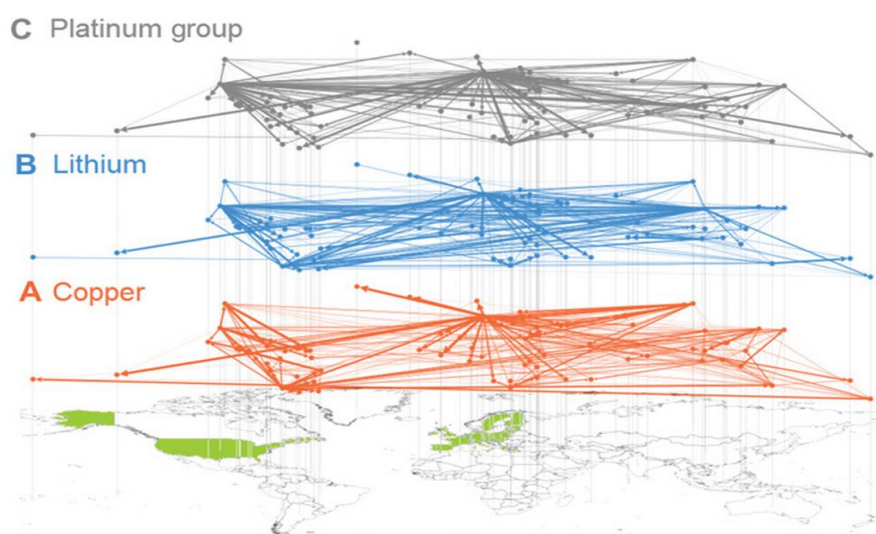


图 1 全球非能源矿产贸易风险网络

研究结果显示，在全球层面，矿产资源短缺同其贸易网络的结构特性之间存在显著关联，如果某种矿产资源越短缺，则其贸易网络越容易遭受影响产生连锁反应；在区域层面，特别是对于美国和欧盟而言，矿产资源的价格波动同矿产资源的系统贸易风险关系最为密切。同时，矿产资源的价格紊乱也会显著影响整个贸易网络的资源供应格局，而上述影响均能够通过降低贸易壁垒来消减。研究表明，存在最高系统贸易风险的资源主要为在其他矿产品生产过程中作为副产品出现的资源，如稀土资源。总体而言，欧盟的矿产资源系统贸易风险高于美国，欧盟存在最高系统贸易风险的矿产为铍和镉，美国则为铊和镓。基于上述研究结果，研究人员认为全球应当加强对非能源矿产资源的管理，通过实施资源战略储备、贸易监管以及征收商品风险税等政策措施来规避矿产品系统贸易风险。该研究为确定和管控关键矿产资源贸易风险提供了新的方法和依据，其分析方法还可应用于其他类似网络体系的风险评估，如农业网络、食品安全网络等。

(张树良 编译)

原文题目: Systemic Trade Risk of Critical Resources.

来源: *Science Advances*, 2015, DOI: 10.1126/sciadv.1500522

Economic Geology: 全球稀土可维持到 2100 年

2015年11月,《经济地质学》(*Economic Geology*)杂志在线刊发文章《全球稀土资源的详细评估:机遇与挑战》(A Detailed Assessment of Global Rare Earth Element Resources: Opportunities and Challenges),报道了来自澳大利亚莫纳什大学的研究人员对全球稀土资源的现状和未来发展的详细分析。

目前全球稀土大多产自中国,2006年时达到顶峰,总量达133 000 t,占全球产量的97.1%,这也造成了稀土资源长期供应的担忧。虽然17种稀土元素具有多种矿化类型,但是,与产量巨大的金属,如铜、铁等相比,全球稀土采矿业相对保守的开发规模大大限制了对稀土资源及其成矿体系的了解。

为了定量分析稀土矿藏的矿物特征、矿物浓度和地质类型,研究人员基于最近(2013—2014年)可获得的数据,编制了全球稀土矿产资源数据集,包含了全球267个矿藏的约 619.5×10^6 t的稀土氧化物和氧化钇(TREO+Y)资源,其中约260个可以获得品位和吨位数据。统计结果显示,稀土矿产总储量约有 $88\,483 \times 10^6$ t, TREO+Y平均占比约0.63%,即约 553.7×10^6 t。在统计的267个矿藏中,约有160个矿藏的矿产资源报告采用了标准矿业法规,剩余107个矿藏则利用了基于行业文献信息和同行评议科学文章的相关标准。

研究人员称,全球大约51.4%的稀土资源存在于碳酸盐沉积中,氟碳铈矿、独居石、磷钇矿是3种最主要的稀土矿物,约占该稀土数据库中总资源量的90%左右。从单个国家来看,中国拥有目前已知最多的 TREO+Y 资源,总量达 268.1×10^6 t,约占全球稀土资源的43%。澳大利亚、俄罗斯、加拿大和巴西则分别有 64.5×10^6 t、 62.3×10^6 t、 48.3×10^6 t 和 47.1×10^6 t。其中,约有 84.3×10^6 t 的 TREO+Y 资源存在于尾矿中, 12.4×10^6 t 的资源存在于重矿物油砂项目的独居石之中,这也说明了稀土氧化物与传统硬岩采矿不同的能源潜力。

研究人员强调,稀土元素中包含了约81 ppm(浓度单位,百万分之一)的钍(Th)和127 ppm 的铀(U),表明稀土元素的提取和精炼中废弃物的放射性是一个重要问题。基于2012年全球11万吨的 TREO+Y 产量和稀土每年5%的增长量,预测表明目前稀土资源可以维持到2100年,可见地质学上定义的稀缺性并没有成为稀土资源迫在眉睫的问题。但是,同时预测结果也表明,例如环境、经济和社会在内的一些因素会强烈的影响稀土资源的开发。

(刘文浩 编译)

原文题目: A Detailed Assessment of Global Rare Earth Element Resources: Opportunities and Challenges

来源: <http://econgeol.geoscienceworld.org/content/110/8/1925.short?rss=1>

地震与火山学

Nature Geoscience: 难监测地震对地震和海啸预警系统提出挑战

2015年11月16日,利物浦大学的地震学家在*Nature Geoscience*发表文章《大型俯冲带逆冲断层破裂时上盘正断层的地震滑动》(Seismic slip on an upper-plate normal fault during a large subduction megathrust rupture),文中指出在研究2011年智利地震时科学家发现,在第一次地震发生后的数秒内发生了之前从未监测到的又一次地震。科学家们将这一新发现的现象称之为“近距离双震”(closely-spaced doublet),该地震类型也为当前地震和海啸早期预警系统提出了挑战。

研究人员分析了自2011年1月2日智利发生7级地震以来的地震波记录,该地震发生在纳斯卡板块向南美洲大陆俯冲的板块边界。他们发现,在地震发生12s后,距离30km的海底,又发生了一次类似规模的地震,该地震发生在南美洲板块中部的伸展断层,而之前的国家和全球地震监测中心都没有监测到。

研究人员表示,实时全球地震监测和早期预警系统发展已经较为成熟,原则上一个5级以上的地震可以在数分钟内被监测到,但是令人惊奇的是,这个接近7级的地震却在标准监测系统中没有被发现。以前的双震型地震在俯冲带发生时有被监测到的记录,但是这种瞬时触发的近距离的大型断裂还是第一次。这种触发事件使地震影响评估和海啸早期预警系统变得极为复杂,其风险也比预期的典型的俯冲型地震产生的海啸大很多。研究人员指出,第一次的破裂往外传送的地震波迅速震动削弱了较浅的第二次破裂,导致了该次破裂没有被监测到。类似的这种“近距离双震”还可能出现在环太平洋火山带的其他地方。

(刘学 编译)

原文题目: Seismic slip on an upper-plate normal fault during a large subduction megathrust rupture

来源: <http://www.nature.com/ngeo/journal/vaop/ncurrent/full/ngeo2585.html>

新模型精准预测火山烟雾扩散趋势

火山爆发过程中,会释放出大量的二氧化硫气体,进入大气之后与大气中的水、氧气等混合反应,形成火山烟雾(volcanic smog, vog)。火山烟雾对于生态系统和农业有着非常大的破坏作用,同时还可以引发哮喘等呼吸疾病。如果要减轻这种扩散带来的影响,就必须对整个扩散过程有个准确的预测。然而,由于火山烟雾因成分复杂,范围较大,因此一直没有精确的预测分析模型可以获得其扩散模式。2015年10月的《美国气象学会公报》(*Bulletin of the American Meteorological Society*)发表封面文章《夏威夷基拉韦厄火山烟雾的观察和预测》(Observing and Forecasting Vog Dispersion from Kilauea Volcano, Hawaii),称夏威夷大学马诺阿分校海洋和地球科学技术系的研究人员首次开发出了一款可以预测火山烟雾扩散的计算机模型。

该模型通过对夷基拉韦厄（Kilauea）火山二氧化硫排的排放量的测量，结合对盛行风的风向预测，实现了对最近一次火山爆发产生的火山烟雾运动轨迹的预测。

基拉韦厄火山位于夏威夷岛，是地球上最活跃的火山，1983 年以来的 32 年内一直处于活动状态，2008 年达到新的爆发高峰。火山爆发熔岩影响到了东南大岛的部分地区，但是，排放进大气中的火山气体却蔓延到了整个国家。为了准确把握火山烟雾的排放和扩散范围，团队研究人员开发了一款紫外线光谱仪来获得火山气体实时排放的速率，并开发部署了二氧化硫和气象传感器来记录基拉韦厄火山的烟流（用于模型验证），还开发了基于 web 的工具来发布观测和模型的预测结果，这些结果为政府安全部门和公众提供了非常有用的信息，提高了人们对于火山排放烟雾给呼吸道健康、农业和航空通道可能会造成的潜在危险的关注和认识。

通过对比模型预测结果与实际观测值，发现模型对于火山烟雾的预测非常有效，已经可以基于模型提前预测火山烟雾未来的位置和扩散规模，从而使相关机构和个人能够有足够的时间着手预警防护工作，帮助火山烟雾敏感人群，减少不良影响。

（刘文浩 编译）

原文题目：Bulletin of the American Meteorological Society

来源：<http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/BAMS-D-14-00150.1>

前沿研究动态

Nature：地幔柱诱发最早板块运动

众所周知，地球岩石圈分为 6 大板块，而且这些板块是不断运动的。但是，什么因素引发了第一次板块运动？第一个板块俯冲带又是如何产生的？2015 年 11 月 12 日刊登于 *Nature* 的一篇文章《地球上板块构造由地幔柱诱导俯冲产生》（Plate tectonics on the Earth triggered by plume-induced subduction initiation）回答了这些问题，并提出了诱发这种俯冲机制的 3 个主要的物理因素：①有强大浮力的海洋岩石圈；②地幔柱岩浆对上部岩石圈集中持续的减薄作用；③水对板块界面的润滑作用。

来自苏黎世联邦理工大学（ETH）的科研人员从金星的表面的研究中获得了启发。通过观测金星上巨大的、类似于火山坑的圈状地貌，研究人员推测，地幔柱在由金星的铁质内核向外运动的过程中，带来大量的热的熔融物质，使得金星岩石圈变得脆弱，发生变形，熔融物质在侵蚀岩石圈之后继续蔓延，最终呈现为蘑菇状。研究人员推测这种过程在地球内部也可能存在，从而在地球岩石圈上创造了板块运动最初启动所需的条件。

为了验证这一推测，研究人员开发出了一个计算机模型，首次利用高分辨率三维数值模拟技术对地球地幔柱进行了模拟。结果表明，地幔柱弱化了其上部的岩石圈，形成了一个圆形、脆弱的直径达数十到数百公里的环带。随着范围的变化，环带的边缘被撕

裂。随后，水开始蔓延至整个岩石圈并起到润滑效果，刚性较重的岩石圈陷入了柔软的地幔，第一个板块边缘随即产生，形成的张力最终牵动了整个板块的运动。

在模拟中，研究人员比较了不同温度条件和岩石圈的状态，发现由地幔柱诱发的板块运动很可能在前寒武纪（约 30 亿年前）大范围盛行。虽然当时地球岩石圈很厚，但是地幔温度较高，仍能提供足够的热量来削弱岩石圈。计算机模拟显示，在当今条件下，岩石圈和地幔柱的温差很小，地幔柱很难引发板块俯冲，因为岩石圈已经具有一定的稳定性，导致地幔柱无法对其产生足够的削弱作用。此外，模拟结果还表明，三重连接板块（即有 3 个板块连接在一起）的成因可能是多向地幔柱引起的岩石圈拉伸，这种情况在非洲、埃塞俄比亚、厄立特里亚等地普遍出现。地幔柱导致的能形成板块运动的这种构造脆弱区在世界很多地方都存在，因此基于该新模型可以很好模拟这些区域的位置、形状和传播范围。

（刘文浩 编译）

原文题目：Plate tectonics on the Earth triggered by plume-induced subduction initiation

来源：<http://www.nature.com/nature/journal/v527/n7577/full/nature15752.html>

日本进行最大规模的集合天气预报资料同化

资料同化效果对数值天气模式的预报水平具有重要影响，日本理化学研究所（RIKEN）的科研人员利用超级计算机 K 进行了迄今为止，实际应用中最大样本规模的全球大气集合资料同化。该研究发表于 2015 年 11 月 10 日美国电气与电子工程师协会（IEEE）的 *Computer* 期刊，题目是《数值天气预报中的大型资料同化》（Big Ensemble Data Assimilation in Numerical Weather Prediction）。

在数值天气预报中，计算机模拟与实际观测之间的同步——资料同化（data assimilation），对当前大气状态和未来演变趋势的确定非常重要。由于大气状态的复杂性，如集合卡曼滤波（EnKF）等资料同化方法中的样本含量一般限制在 100 个以内。研究人员以牺牲一部分分辨率为代价（仍足以表现典型的中尺度系统），利用高性能计算机进行大样本含量（10240 个）试验，以探究大样本试验的优势。试验中，每一步资料同化运算将耗费 K 计算机（运算能力约 580Tflops）4.75 分钟，可同化 416 个站点的 10816 个观测值。

研究人员比较 10240 个样本与 80 个样本集合同化后的效果发现，在小样本含量的试验中，天气信号很难从噪声信号中区分出来。通过增加样本量，噪声信号大幅减少，这有利于寻找具有统计显著性的相关趋势，体现出大规模样本资料同化的优势。研究还指出，未来研究方向在于确定大气遥相关性（teleconnection）的影响时间和区域，以及遥相关性在资料同化和数值天气预报中的具体应用。

（刘燕飞 编译）

原文题目：Big Ensemble Data Assimilation in Numerical Weather Prediction

来源：<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=7328658>

《科学研究动态监测快报》

《科学研究动态监测快报》(以下简称《监测快报》)是由中国科学院文献情报中心、中国科学院兰州文献情报中心、中国科学院成都文献情报中心、中国科学院武汉文献情报中心以及中国科学院上海生命科学信息中心分别编辑的主要科学创新研究领域的科学前沿研究进展动态监测报道类信息快报。按照“统筹规划、系统布局、分工负责、整体集成、长期积累、深度分析、协同服务、支撑决策”的发展思路,《监测快报》的不同专门学科领域专辑,分别聚焦特定的专门科学创新研究领域,介绍特定专门科学创新研究领域的前沿研究进展动态。《监测快报》的内容主要聚焦于报道各相应专门科学研究领域的科学前沿研究进展、科学研究热点方向、科学研究重大发现与突破等,以及相应专门科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、重大研发布局、重要科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。《监测快报》的重点服务对象,一是相应专门科学创新研究领域的科学家;二是相应专门科学创新研究领域的主要学科战略研究专家;三是关注相关科学创新研究领域前沿进展动态的科研管理与决策者。

《监测快报》主要有以下专门性科学领域专辑,分别为由中国科学院文献情报中心编辑的《空间光电科技专辑》等;由中国科学院兰州文献情报中心编辑的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由中国科学院成都文献情报中心编辑的《信息技术专辑》、《生物科技专辑》;由中科院武汉文献情报中心编辑的《先进能源科技专辑》、《先进制造与新材料科技专辑》、《生物安全专辑》;由中国科学院上海生命科学信息中心编辑的《BioInsight》等。

《监测快报》是内部资料,不公开出版发行;除了其所报道的专题分析报告代表相应署名作者的观点外,其所刊载报道的中文翻译信息并不代表译者及其所在单位的观点。

版权及合理使用声明

《科学研究动态监测快报》（以下简称《监测快报》）是由中国科学院文献情报中心、中国科学院兰州文献情报中心、中国科学院成都文献情报中心、中国科学院武汉文献情报中心以及中国科学院上海生命科学信息中心按照主要科学研究领域分工编辑的科学研究进展动态监测报道类信息快报。

《监测快报》遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法权益，并要求参阅人员及研究人员遵守中国版权法的有关规定，严禁将《监测快报》用于任何商业或其他营利性用途。读者在个人学习、研究目的中使用信息报道稿件，应注明版权信息和信息来源。未经编辑单位允许，有关单位和用户不能以任何方式全辑转载、链接或发布相关科学领域专辑《监测快报》内容。有关用户单位要链接、整期发布或转载相关学科领域专辑《监测快报》内容，应向具体编辑单位发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与具体编辑单位签订服务协议。

欢迎对《科学研究动态监测快报》提出意见与建议。

地球科学专辑：

编辑出版：中国科学院兰州文献情报中心（中国科学院资源环境科学信息中心）

联系地址：兰州市天水中路8号（730000）

联系人：郑军卫 赵纪东 张树良 刘学 王立伟

电话：（0931）8271552、8270063

电子邮件：zhengjw@llas.ac.cn; zhaojd@llas.ac.cn; zhangsl@llas.ac.cn; liuxue@llas.ac.cn; wanglw@llas.ac.cn