

科学研究动态监测快报

2016年2月15日 第4期（总第226期）

地球科学专辑

- ◇ 澳大利亚地球科学局发布报告探讨水力压裂与诱发地震关系
- ◇ BGR: 地下水保护与水力压裂并不冲突
- ◇ 过去60年美国非能源矿产净对外依存度分析
- ◇ COSMIC 计划为气象学和大气科学研究提供有力支撑
- ◇ EOS 文章从地球科学角度理解生态系统服务
- ◇ *Science*: 地球板块运动始于30亿年前
- ◇ *Science*: 地球水可能来自与其相撞的忒伊亚行星
- ◇ GA 发布《澳大利亚矿产勘查综述2014—2015》报告

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

中国科学院兰州文献情报中心
邮编: 730000 电话: 0931-8271552

甘肃兰州市天水中路8号
<http://www.llas.ac.cn>

目 录

能源地球科学

- 澳大利亚地球科学局发布报告探讨水力压裂与诱发地震关系 1
BGR: 地下水保护与水力压裂并不冲突 3

矿产资源

- 过去 60 年美国非能源矿产净对外依存度分析 3

大气科学

- COSMIC 计划为气象学和大气科学研究提供有力支撑 6

前沿研究动态

- EOS 文章从地球科学角度理解生态系统服务 7
Science: 地球板块运动始于 30 亿年前 8
Science: 地球水可能来自与其相撞的忒伊亚行星 10

数据与图表

- GA 发布《澳大利亚矿产勘查综述 2014—2015》报告 10

澳大利亚地球科学局发布报告探讨水力压裂与诱发地震关系

2016年2月，澳大利亚地球科学局（Geoscience Australia）发布报告《水力压裂与诱发地震关系综述》（*Review of Hydrofracturing and Induced Seismicity*），全面分析了澳大利亚水力压裂的应用及压裂过程中诱发地震的产生机制与影响，同时也分析了公众关心的与水力压裂相关的主要问题。

1 能源开发中的水力压裂与诱发地震

1.1 针对性水力压裂（Intentional Hydrofracturing）

（1）煤层气开发中的水力压裂及诱发地震

煤层气通常在地下 200~1000 m 深处。澳大利亚煤层气行业发展迅速，资源量自 2005 年来已经翻了一番。报告称，煤层气的开发策略必须是量身定做的，尤其在苏特拉盆地那样的地区，必须清晰了解应力模式、不成熟的隔挡层的形成方式和复杂地层之间的序列关系。目前没有数据或报告报道澳大利亚煤层气行业由于水力压裂诱导产生地震大小的分布状况。澳大利亚国家地震台网（ANSN）也没有监测针对性水力压裂产生的地震事件。此外，报告详细记录了 1970 年在澳大利亚东部煤层气开发和生产区周围发生的 $\geq M3$ 级的天然地震。对于煤层气开发区的地震记录显示，水力压裂并没有导致大于 M3 级地震的产生，M3 也是人能感受到地面震动的阈值，不会造成基础设施破坏。煤层气的生产会产生大量废水，因此，如何选择对废水进行合理安全的处理是十分必要的。通常会在现场的蒸发池中存储，回注到开采含水层（producing aquifer）作为含水层补给管理的一部分，注入河流中，供给附近社区或者是用于农业和饮用水供应系统。剩余的卤水可以注入到深井中，一般比天然气生产接缝和深层含水层的深度更深。处理方法的选择因州的不同而异。

（2）页岩气开发中的水力压裂及诱发地震

澳大利亚许多盆地都有页岩气，其页岩气产业目前处于起步阶段。报告预测该行业将在澳大利亚迅速扩张。目前，没有足够的数据能够表明澳大利亚页岩气生产能够诱导产生地震的数量及特征。但是报告也指出，澳页岩气生产的整体形式和类似深度的应力机制与美国并不相同。如果水力压裂过程产生了人群可以感受到的地震，那么运营商就必须停止或者以更慢的速度来进行流体注入，并降低注入压力，否则可能会流入断层之中，诱发高强度地震。

此外，煤层气水力压裂过程中的 2 个问题在页岩气水力压裂中也不太可能出现：
①页岩气形成于 2000~3000 m，比煤层气深度（200~1000 m）更深。因此，地震监测可能无法实时捕捉深部地震是否发生，即使后期的地震数据处理有可能会发现

地震深部。就美国的生产经验来讲，页岩气水力压裂造成的影响可能无法达到开采地下水的浅层，而且压力引发的断裂时间不会保持太久；②页岩气生产不会产生太多的废水，但是产生的废水仍需要进行处理。美国发生的许多诱发地震事实上都与页岩气行业废水的重新注入有关。澳大利亚南部，是不允许对废水进行重新注入的，相反更多的废水是必须在蒸发池中进行处理。报告建议，如果可以采用废水注入，那么澳大利亚各州则需要更多的关注储水库的建设。此外，更大深度的页岩气生产过程中，必须更加注意对潜伏断裂分布的掌握和避免。

（3）地热开发中的水力压裂及诱发地震

地热能源是一种无碳能源。地热能源具有多种类型，其中部分需要水力压裂来提高蒸汽生产量，增强型地热（干热岩）系统就是其中的一类。报告称，澳大利亚库珀盆地已经有一个水力压裂试验基地。结果发现，库珀盆地发生了一些地震台站可以监测到的地震，虽然不会对基础设施造成损害，但是可能引起人的不适和不安。报告称，2006年和2007年在瑞士的巴塞尔附近由地热生产引发了密集的地震，与库珀盆地的震级大小类似。

1.2 非针对性水力压裂（Unintentional Hydrofracturing）

非常规能源行业中，许多水力压裂过程是非规划下的意外压裂，此外还有废液引发的压裂，而并不是勘探和生产阶段有规划的压裂。非针对性水力压裂会产生载体诱发地震活动。

报告称，虽然澳大利亚目前没有由于碳封存引发的地震活动。但是有研究称，对储存库中注入大量的二氧化碳会诱发地震。因为二氧化碳可以改变流体的压力，从而影响有效压力，导致岩石破裂。发生这种情况，可能诱发裂缝孔隙度变化，造成二氧化碳从储存库中泄露。此外，报告还称意外的废液注入可能重新激活现有断裂，而这些小型的断裂有时事先无法准确监测。因此，报告建议，无论是非常规能源的废水、化学废液或者二氧化碳，在注入之前都需要对存储区的断裂情况有准确的把握，优化注入方案。

2 公众关心的与水力压裂相关的主要问题

主要问题有：①水力压裂大量的用水会造成农村和地区社区供水不足；②蓄水层的破坏将造成人类、农业和畜牧业用水的不足；③淡水含水层被盐水层水或者水力压裂液污染；④废弃物处理过程会对环境产生负面影响；⑤逸出气体将对人类使用的地下水或地表植被造成影响；⑥导致山地、牧场失去生产力；⑦是否会产生地震，影响有多大。

（刘文浩 编译）

原文题目：Review of Hydrofracturing and Induced Seismicity）

来源：https://d28rz98at9flks.cloudfront.net/83880/Rec2016_002.pdf

BGR：地下水保护与水力压裂并不冲突

2016年1月18日，德国联邦地球科学与自然资源研究所（BGR）发布综合研究报告《德国的页岩油和页岩气：潜力与环境问题》（*Schieferöl und Schiefergas in Deutschland: Potenziale und Umweltaspekte*），全面评估了德国的页岩油气潜力，以及与勘探和开发相关的不利影响，特别是环境问题。

报告称，德国的页岩气技术可采量为 11.3~71.7 tcf (10^{12}ft^3)，约 0.3~2.0 tcm (10^{12}m^3)。2013年4月，美国能源信息署（EIA）的评估表明，德国的页岩气资源量为 17 tcf，此次 BGR 的评估结果远高于这一数值，同时，也高于德国的常规天然气资源量(0.1 tcm)。此外，BGR 也首次评估了德国的页岩油潜力，其资源量为 13~164 mt (10^6t)。

作为页岩开发中最为关注的环境问题，特别是水污染问题，水文地质模型模拟结果表明，注入的压裂液不会从地下深部运移至浅部含水层（饮用水的来源），同时，人为压裂造成的岩石破裂也不会延伸至含水层。因此，BGR 的专家认为，如果按照法律规定选择合适的作业位置，同时使用先进技术，就不会对地下水造成影响。

（赵纪东 编译）

原文题目：Neue BGR-Studie zu Schiefergas und Schieferöl in Deutschland: Trinkwasserschutz und Fracking sind vereinbar

来源：http://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Oeffentlichkeitsarbeit/Pressemitteilungen/BGR/bgr-160118_studie_schiefergas-oel.html

矿产资源

过去 60 年美国非能源矿产净对外依存度分析

美国的经济活力和国家安全依赖于大量非能源矿产的可靠供应，对于其他国家而言，亦是如此。由于全球矿产资源以及储量的分布不均，美国一直对某些矿产具有进口依赖性。在过去的 60 年中，美国的非能源矿产越来越多的来源于国外。随着技术的进步，替代材料的开发以及世界经济的发展，美国具有进口依赖性的矿产的种类也在发生变化。为了进一步明确未来的可能供应风险，美国地质调查局国家矿产信息中心（USGS-NMIC）的专家分析了 1954—2014 年间美国非能源矿产的净进口依赖情况（net import reliance, NIR）。

1 净对外依存度

长期以来，USGS-NMIC 一直在持续收集和分析全球 180 多个国家的 90 多种非能源矿产的月度、季度和年度供需信息，相关数据可直接用于进口依赖情况分析。在美国非能源矿产净对外依存度的量化分析方面，USGS 的专家通过以下方法进行

计算。

$$\text{净对外依存度} = \frac{\text{进口} - \text{出口} + \text{库存变化}}{\text{消费}} \times 100\%$$

举例来看，如果美国不生产某种矿产，而全部依赖进口或库存材料来满足国内需求，那么，净对外依存度将达 100%。

2 净对外依存度变化

在过去的 60 年中，美国具有净进口依赖性的非能源矿产的数量不断增加，例如，1954 年美国净对外依存度 >50% 的矿产种类为 28 种，而 2014 年这一数值上升到了 47 种（图 1）。与此同时，净对外依存度也不断上升。其次，从净对外依存度为 100% 的矿产的分布来看，数量不断增加，许多新的矿物也进入这一行列（表 1）。

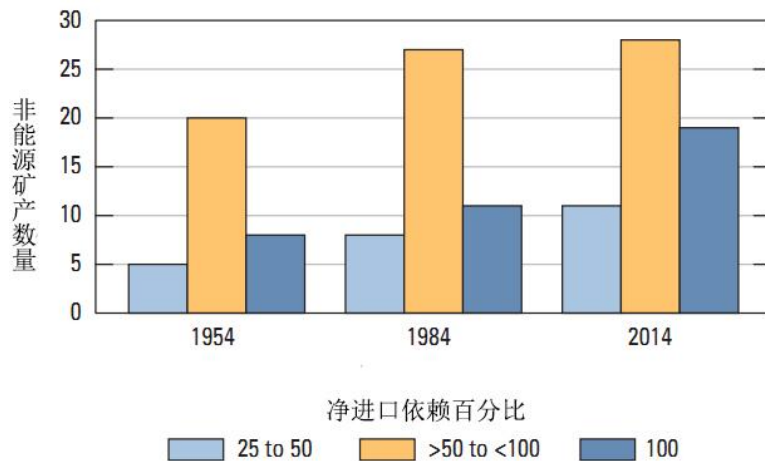


图 1 不同净对外依存度的非能源矿产数量

表 1 净对外依存度为 100% 的矿产

年代	矿产种类	矿产名称
1954	8	金刚砂、金刚石、宝石、铌、氮（天然化合物）、工业石英晶体、镭、锶
1984	11	铯、金刚砂、金刚石、宝石、云母片、铌、铷、锶、铈、钍、钇
2014	19	砷、石棉、矾土、铯、萤石、天然石墨、铟、碘、锰、云母片、铌、工业石英晶体、铷、钪、锶、钽、铊、钒

20 世纪 50 年代是矿业发生重大变化的十年。在 50 年代早期，出于对战略性和关键性矿产供应的担忧，美国启动了多个联邦计划，通过国防矿产管理局（Defense Minerals Administration）、国防矿产勘查管理局（Defense Minerals Exploration Administration）、矿产勘查办公室（Office of Minerals Exploration）为矿产勘查提供了数百万美元的资助。同时，由于朝鲜战争，多种矿产品的需求进入增长期，供应

担忧引发了许多非能源矿产价格的多年上涨，美国对矿产价格的支撑开始被淘汰。

3 供应者的地理分布变化

在过去 60 年中，由于各种各样的经济、技术和地缘政治因素，美国非能源矿产的供应模式发生了巨大变化。

(1) 1954 年：美国非能源矿产主要来源于非洲的几个国家，以及英国和少数南美国家。

(2) 1984 年：更多国家成为美国非能源矿产供应者，特别是中国和前苏联。

(3) 2014 年：中国成为美国 24 种非能源矿产的供应者，占美国净对外依存度 $>50\%$ 的 47 种非能源矿产品的一半多。进一步来看，在这 47 种矿产中，除中国外，加拿大供应了 16 种，墨西哥、俄罗斯和南非各供应了 8 种。

(4) 从地缘角度来看，美国与其邻国即加拿大和墨西哥的非能源矿产贸易不断发展，关系越来越密切。2014 年在美国净对外依存度 $>50\%$ 的 47 种非能源矿产品中，两国共占 24 种。

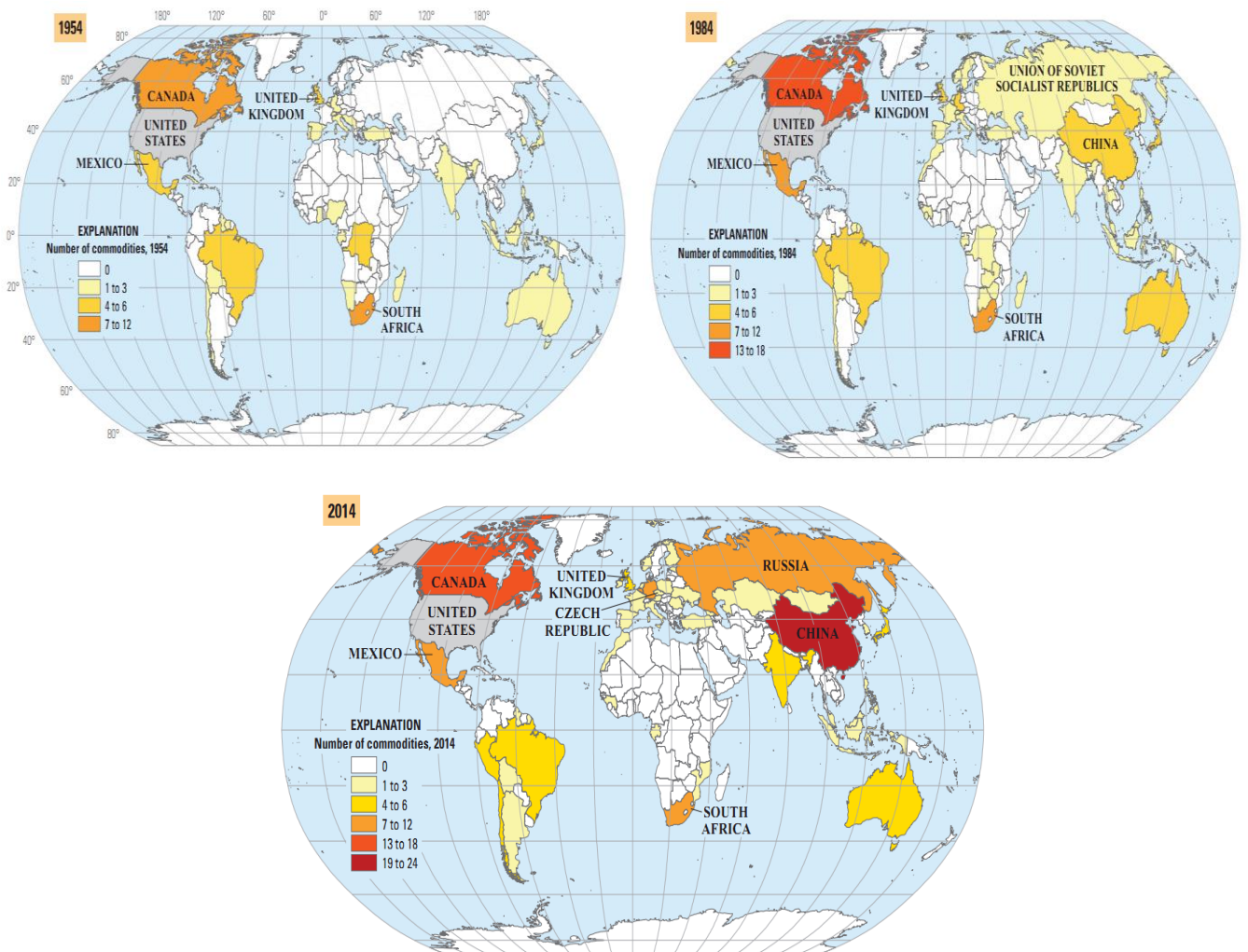


图 2 1954 年、1984 年、2014 年美国净对外依存度 $>50\%$ 的非能源矿产进口来源

4 启示

(1) 对过去 60 年美国非能源矿产净进口依赖情况的定量分析表明, 随着时间的变化, 美国具有净进口依赖性的非能源矿产的数量和类型明显增加, 对于某些矿产的净对外依存度明显上升, 主要进口来源国的地理分布不断迁移。

(2) 在美国对越来越多的非能源矿产产生净进口依赖的同时, 矿产供应更加全球化。目前, 美国的非能源矿产供应对亚洲依赖程度的增加幅度最大, 特别是中国。对未来而言, 为了降低供应风险, 提高供应多样性, 南非有可能成为美国一个重要的非能源矿产供应国, 而非洲其他国家的重要性将不断下降。

(3) 净进口依赖并不等同于供应风险, 但是, 矿产种类及其来源依然是评估风险的重要因素。与此同时, 在评估供应风险并提出应对战略时, 还应考虑国内资源状况、管理风险、贸易限制等因素。此外, 还应考虑矿产的经济价值和战略价值。

(4) 矿产品是人类文明的基石, 是现代经济和生活水准的基本依存所在。美国从国外进口的矿产越来越多, 这些矿产对美国的经济福祉和国家安全发挥了重要作用, 同时, 越来越多的人开始意识到, 经济维度的安全与国土安全几乎同等重要, 有时甚至有别于国土安全。

(赵纪东 编译)

原文题目: Comparison of U.S. Net Import Reliance for Nonfuel Mineral Commodities—A 60-Year Retrospective (1954–1984–2014)

来源: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/fs20153082>

大气科学

COSMIC 计划为气象学和大气科学研究提供有力支撑

2016 年 1 月 7 日, 美国大学大气研究联盟 (UCAR) 宣布联合研究计划“气象、电离层和气候卫星观测系统计划” (COSMIC) 进入第二阶段, 将把地球与空间温度监测研究推向新的水平。COSMIC 计划设立于 2006 年 4 月, 旨在借助微小卫星群建立空间观测系统, 在实现对地球大气底层温度和空间温度的直接精确监测的基础上, 开展高精度气象服务以及大气科学和气候变化研究。该空间观测系统由卫星 (群)、地面数据接收站、卫星控制站、数据分析中心和数字通信网络组成。COSMIC 计划具体由美国大学大气研究联盟 (UCAR) 联合美国国家科学基金会 (NSF)、美国国家航空航天局 (NASA)、美国国家海洋与大气管理局 (NOAA)、美国空军和中国台湾航空部门实施和管理。

COSMIC 计划主要包括 3 项科学任务: ①气象学研究: 获取可以用于研究全球水汽分布以及绘制大气水汽动态分布图的数据, 这些数据对天气分析和预报至关重要; ②气候变化研究: 对地球大气层进行持续、高精度和大范围地监测, 为气候变

化计算机模拟研究提供数据；③电离层研究：为模型测试和初值假定提供精确的、全球性的电子密度测量数据，为空间天气物理模型开发提供支持。

通常情况下，科学家可以通过微波以及辐射信息来计算大气层的温度，但由于传感器灵敏度会随时发生变化，采用上述方法获得的结果需要定时校准。而 COSMIC 计划采用先进的无线电掩星技术实现了无需任何校准，直接测量空间温度的解决方案：通过测量 GPS 无线电信号通过大气时产生的弯曲来确定大气状况，例如空气密度、温度和湿度以及电子密度。利用 LEO 卫星（地球低轨道卫星）和 GPS 卫星的精密星历，加上高动态接收仪记录的数据，可以得到 LEO 和 GPS 连线即将掠过地球表面时（即发生 GPS 无线电掩星），信号从 GPS 卫星传到 LEO 卫星过程的延时量。该延时量包含了发生 GPS 无线电掩星事件时的当地大气分布特点信息。通过一系列算法，可以反演出地球大气参数、对流层湿度、电离层密度等。由于 GPS 卫星使用超稳定的原子钟，因而无线电掩星技术不需要任何校准即可获得高精度的测量结果。

通过第一阶段任务的成功实施，科学家已经获得了整个地球底层大气的详细温度数据，显著推动了气象学与大气科学以及气候变化等研究的进步。按照部署，COSMIC 计划第二阶段任务将发射 12 颗卫星：2016 年计划发射 6 颗地球低轨道卫星，用于获取支持飓风预测的重要数据；2019 年计划发射 6 颗地球极地轨道卫星，用于极地及地球中部地区的气象与大气监测。随着 COSMIC 计划的持续展开，COSMIC 计划和无线电掩星技术的价值和作用不断突显，这一点已经为刚刚结束的巴黎气候大会所认可，而对于巴黎气候大会所确定的“在本世纪将全球变暖控制在 2°C 以内”的目标也将有赖于此（COSMIC 计划将为变暖温度的确定提供支持）。科学家表示，未来 COSMIC 计划将协同其他相关空间研究计划为更多重要科学研究及应用提供支持，进一步服务经济社会发展。

参考资料：

- [1] Taking the Temperature of Planet Earth: COSMIC satellites provide reliable thermometer in the sky.
<https://www2.ucar.edu/atmosnews/perspective/18658/taking-temperature-planet-earth>
- [2] COSMIC. Projects. <http://www.cosmic.ucar.edu/projects.html>

（张树良 鲁景亮 编译）

前沿研究动态

EOS 文章从地球科学角度理解生态系统服务

2016 年 1 月 19 日，美国地球物理联合会（American Geophysical Union）会员通讯 EOS 介绍了地球科学在生态系统服务效益方面的作用，指出生态系统服务评估中，社会效益包括可以通过改善生态系统的更广泛的空间和时间尺度的地学观点来增强对生态系统服务的了解，并结合关键带要素进行了讨论。

(1) 关键带角度。发生在关键带 (Critical Zone, CZ) 尺度的过程的社会相关性主要来自生态系统过程调节及其对相关服务的影响。对气候敏感的生态系统驱动了关键带基岩源的长期演化和多孔土壤和基石的结构演化, 进而影响生态系统如何响应扰动。关键带过程派生的服务, 如水净化和碳的稳定对气候或岩层特性 (岩性) 是非常敏感的。因此, 关键带生态系统服务扩大了范围, 包括时间尺度上的生态系统服务没有考虑的过程, 如从岩石到基于岩性、基底年龄、大气沉积、营养保留和土壤开发导致的损失、风化引起的碳汇、碳封存、地下蓄水变化和景观尺度等的生物可利用形式的养分的释放。通过将关键带过程与生态系统服务框架相结合, 从更广泛的生态系统服务视角来看, 将更加重视社会效益。因此, 通过强调关键带过程, 可以将地学观点与生态系统服务更广泛地联系起来。

(2) 通过地学视角提高评估。地学视角扩展了空间和时间尺度上影响生态系统服务的要素。例如, 关注植被所提供服务和减少沿海灾害的珊瑚礁的生态学家将可能受益于地质地貌、海拔和海岸线形态与生物相互作用所提供的服务及相关地学知识。如何通过地球科学提高生态系统服务评估, 时间尺度与植物群落演替提供了一个更详细的例子, 扰动如森林倒木 (forest blowdown, 大风吹倒树木) 通常发生在数十年到数百年, 在最初短暂的物种的定植后, 紧随其后的便是长期物种。风化层结构支撑着包括森林植被物种的生态系统, 但他们在长期风化过程中的物理化学性质明显不同。因此, 从地学角度可以评估丢失的有价值的服务。

(3) 所需要的地学专家的视角。人们需要陆地生态系统研究者在广泛的时间和空间尺度开展研究的地学视角的帮助, 以此增强有地球物理学和生物物理学机制支撑的生态系统过程的知识。应该鼓励地学专家与生态学家、经济学家和社会科学家合作, 将这些较大空间尺度和更长时间尺度的观点纳入到决策者和政策制定者的工作之中。这些团体将为地学与生态系统服务连接提供很好地服务, 促进这两个领域的进步以量化补充接下来干扰所需的时间尺度上得到更好的服务。地学背景能够为管理者、决策者和利益相关者开拓视野, 在时间和空间尺度有效地了解地球过程, 更好地为社会提供生态系统服务。

(王立伟 编译)

原文题目: Understanding Ecosystem Services from a Geosciences Perspective

来源: <https://eos.org/opinions/understanding-ecosystem-services-from-a-geosciences-perspective>

Science: 地球板块运动始于 30 亿年前

地球板块运动的启动时间和机制一直是构造地质学领域备受争议的一个科学问题。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) 提出, 第一次板块运动是由地幔柱诱导产生, 但是对于这一运动发生的最初时间一

直未有定论。一种观点认为这一过程在 45 亿年前地球形成不久便已经产生，另外一种观点则认为其产生于 8 亿年前后。2016 年 1 月 22 日，*Science* 文章《太古代上地壳由镁铁质向长英质的过渡标志着板块运动的开始》(Archean upper crust transition from mafic to felsic marks the onset of plate tectonics)报道了马里兰大学的一项最新研究成果，研究人员基于对镁元素相关的微量元素的比值分析，认为最早的板块运动始于 30 亿年前。

板块运动“零点”的地球地壳地球化学成分明显有别于其他类地行星。相比火星、水星、金星甚至是月球，现今的地球大陆地壳含有更少量的镁元素。然而，在早期历史中，地球地壳和其同类非常相似，具有更高比例的镁元素。地壳经过演化成为了含有更多花岗岩但是贫镁的岩石，最终组成了地球大陆的基岩。许多地质学家认为板块运动驱动着这种演化过程，并且使得地壳下部水参加进来，该过程也是形成花岗岩的重要条件。研究人员强调，如果没有花岗岩，就不会有大陆，但是如果深部水进入地球，也就不会有花岗岩。板块运动的开始将大量水引入了地幔之中。通过对地壳成分和板块构造活动的关联分析，研究人员提供了最直接的地球化学证据来反映板块运动过程。

古岩石中的镁组分是经历漫长的地质历史而形成的，因此其也可以揭示地壳岩石何时向低镁的状态的转化。但是这种证明过程是困难的，因为直接的证据“镁”一旦暴露在岩石表面就会被淋洗至海洋中。该研究中，科研人员利用微量元素不溶于水的特征，成功避免了这一问题。研究发现包括镍、钴、铬、锌在内的微量元素在镁元素被淋失之后可以存在很长的时间。研究人员通过对比这些元素比例特征得出：镍钴比和铬锌比与原岩中高的镁含量具有一定的相关性，可以有效指示过去镁元素的含量，这也是首次发现和使用这种相关性。

通过对形成于太古宙（4~25 亿年）以前的大量古老岩石的分析，研究人员获得了其微量元素数据，基于这些数据，建立了早期地球的地球化学成分模型。该模型可以解释镁元素（尤其氧化镁）在地壳中的含量变化过程。模拟结果表明：在 30 亿年前，地壳中约有 11% 的氧化镁，在 5 亿年前后，这一数值下将至 4%，几乎与现代的约 2%~3% 的含量十分接近。因此，研究人员推测板块构造或开始于 30 亿年前，并且在那时起开始形成了我们看到的大陆。研究人员表示，由于大陆地壳的演化与地球上许多重大地质过程联系紧密，这项研究将可以为未来地球历史研究提供有力证据，对进一步了解地球大陆的形成机制有着积极的作用。

(刘文浩 编译)

原文题目：Archean upper crust transition from mafic to felsic marks the onset of plate tectonics

来源：<http://science.sciencemag.org/content/sci/351/6271/372.full.pdf>

Science: 地球水可能来自与其相撞的忒伊亚行星

2016年1月29日, *Science* 发表题为《氧同位素证明月球形成期间大碰撞的物质充分混合》(Oxygen isotopic evidence for vigorous mixing during the Moon-forming giant impact) 指出, 大约45亿年前一场灾难性碰撞形成月球, 在太阳系形成不足1亿年时, 火星大小的“原始地球”与一颗被命名为“忒伊亚”的行星碰撞, 这一过程中两颗行星交换了碰撞残骸和水, 现今地球上的水可能来自于当时的忒伊亚行星。

美国加州大学洛杉矶分校地质学家指出, 最新测量显示地球和月球具有完全相同的忒伊亚行星成分, 从而表明月球碰撞形成过程中, 混合了忒伊亚行星和原始地球的氧同位素。在这项最新研究中, 科学家发现这两颗“可疑天体”碰撞过程中交换了大量残骸, 最终使地球和月球具有几乎相同的氧同位素指数。多数理论认为, 月球物质主要形成于忒伊亚行星, 但是这项最新研究表明, 月球实际上是两颗行星的混合体。

研究人员对阿波罗12、15和17号飞船采集的月球7个样本进行了分析, 其中包括来自月球陨石的物质, 他们将月球岩石中的氧同位素与地球岩石样本进行了对比, 由于形成方式不同, 太阳系多数行星具有截然不同的同位素信号, 然而地球与月球具有类似特征, 这与它们的形成过程密切相关。研究指出月球和地球的样本具有相同的氧同位素成分——delta-17。这两颗星球 delta-17 浓度均为百万分之五, 暗示着忒伊亚行星和早期地球在碰撞过程中进行了物质交换, 并共同分享氧。研究显示, 这项最新研究更加精确地呈现了月球和地球同位素信息。

研究人员强调, 这项研究结果是证实原始地球和忒伊亚行星碰撞产生残骸物质的新线索, 同时此次碰撞比之前预想的更具“生命活力”。为了形成缺铁元素的月球以及地球-月球系统的角动量, 原始地球应当被一颗火星大小的行星侧击碰撞, 导致月球包含了碰撞行星的多数成分。因此, 地球和月球的氧同位素成分不可能完全一致。然而, 近期科学家发现地球和月球的氧同位素比率非常接近, 在这次巨大碰撞事件中进行了充分地物质混合, 因此是一次高能量、高角动量的行星碰撞事件。

(王立伟 编译)

原文题目: Oxygen isotopic evidence for vigorous mixing during the Moon-forming giant impact

来源: <http://science.sciencemag.org/content/351/6272/493.full-text.pdf+html>

前沿研究动态

GA 发布《澳大利亚矿产勘查综述 2014—2015》报告

2016年2月, 澳大利亚地球科学局(Geoscience Australia, GA)发布了题为《澳大利亚矿产勘查综述 2014—2015》(Australian Mineral Exploration Review 2014–2015) 报告, 对澳大利亚矿产资源勘探经费支出情况与主要勘探成果进行了介绍。

1 勘探经费审查

(1) 2014—2015 财年矿产勘探经费（非石油）为 15.75 亿澳元（图 1）。

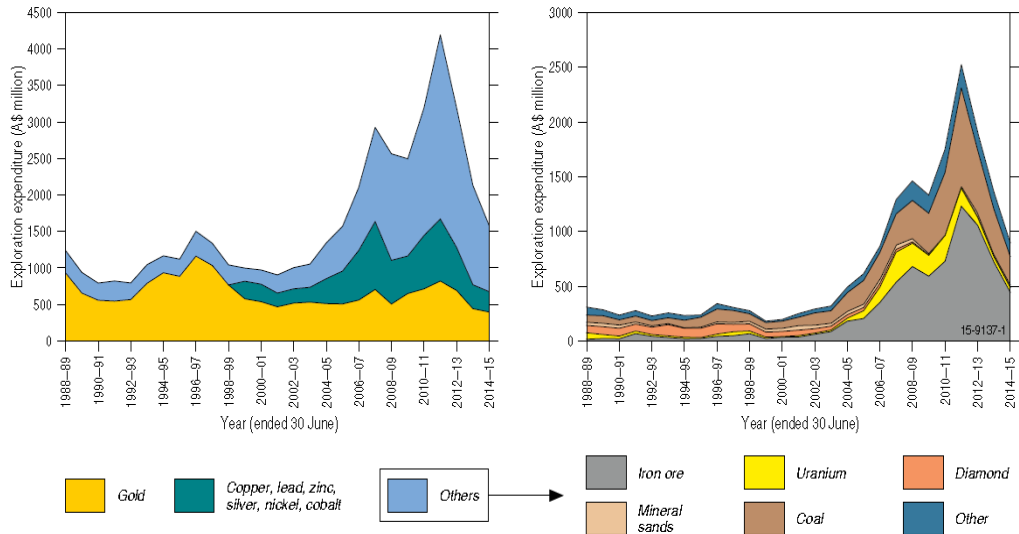


图 1 澳大利亚 2014—2015 财年矿产勘探支出

(2) 已知矿山及其外围（棕地地区）勘探经费为 10.91 亿澳元，边境地区（绿地地区）未发现的矿化勘探是 4.85 亿澳元。棕地地区钻井长度总计 439.49×10^4 m、绿地地区钻井长度总计 156.93×10^4 m（图 2）。

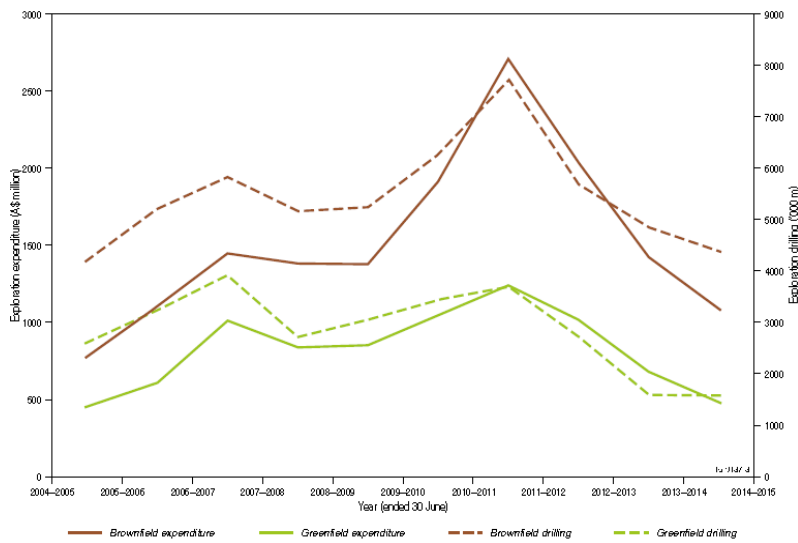


图 2 澳大利亚 2014—2015 财年棕地和绿地勘探支出与钻井

(3) 2014—2015 财年，澳大利亚各州或地区勘探支出为：西澳州为 9.174 亿澳元，昆士兰州为 3.113 亿澳元，南澳州为 0.867 亿澳元，新南威尔士州为 1.221 亿澳元，北部地区为 0.957 亿澳元，塔斯马尼亚为 0.199 亿澳元和维多利亚为 0.229 亿澳元。其中，西澳州的勘探支出占总支出的 58%。

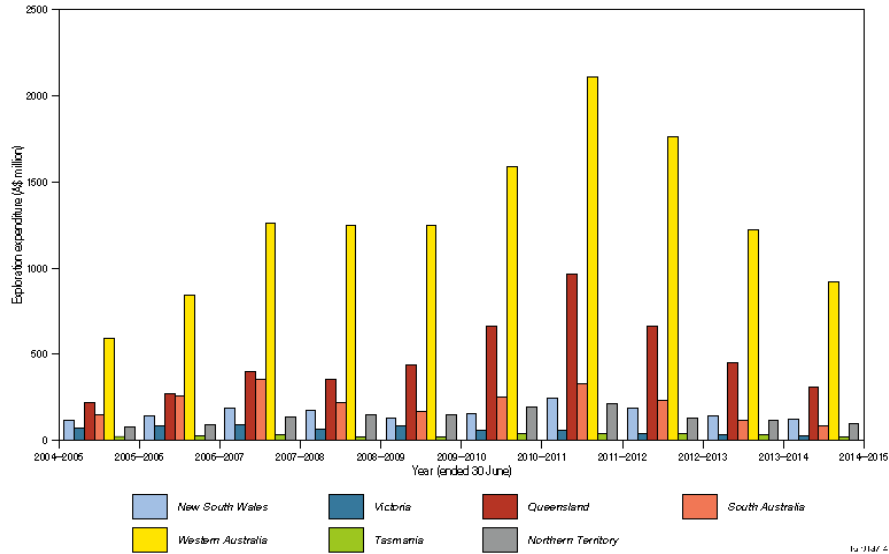


图3 2014—2015 财年澳大利亚各州或地区勘探支出

(4) 2014—2015 财年澳大利亚矿产品勘探经费支出：铁矿石为 4.477 亿澳元，黄金为 3.957 亿澳元，银-铅-锌为 0.519 亿澳元，铜为 1.444 亿澳元，钴和镍为 0.827 亿澳元，煤炭为 2.518 亿澳元，铀为 0.406 亿澳元，小宗矿产（如锰、钼、磷、锡、钨和钒）相关支出为 1.291 亿澳元。

2 2014—2015 财年澳大利亚主要勘探成果

从 2014 年 7 月—2015 年 6 月的公开信息中选出主要勘探成果，结果按矿产名称的字母顺序排列：基本金属、银、铜、金、铁矿石、镍、铂族元素和铀。同时，报告按照州和地区对每一种矿产的研究结果进行了展示。

(刘学编译)

原文题目：Australian Mineral Exploration Review 2014-2015

来源：<https://d28rz98at9flks.cloudfront.net/84576/84576.pdf>

《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：赵纪东 张树良 刘学 王立伟 刘文浩

电话：（0931）8271552、8270063

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