

# 科学研究动态监测快报

---

2014年8月1日 第15期（总第189期）

## 地球科学专辑

- ◇ 美国智库指出中国页岩气开发面临的创新问题
- ◇ 麦肯锡评估未来全球天然气市场的不确定性
- ◇ NSF 出资 2500 万美元启动北极研究机遇计划
- ◇ 德国将对压裂实施最为严格的监管
- ◇ 美国国家大气研究中心启动大气臭氧来源追踪研究项目
- ◇ GRL: 研究发现火山气体影响热带风暴形成
- ◇ USGS 研究指出 2010 年至今全球地震频率增加
- ◇ *Nature*: 大氧化事件后的氧浓度急剧下降导致地球生命进化停滞不前
- ◇ PNAS 研究进一步证实大规模火山喷发会引发气候变冷效应
- ◇ 水力压裂法增添引发地震的“新罪名”
- ◇ 世界铀资源现状

中国科学院前沿科学与教育局  
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（资源环境科学信息中心）甘肃兰州市天水中路8号  
邮编：730000 电话：0931-8271552 <http://www.llas.ac.cn>

# 目 录

## 能源地球科学

- 美国智库指出中国页岩气开发面临的创新问题 ..... 1  
麦肯锡评估未来全球天然气市场的不确定性 ..... 3

## 战略规划与政策

- NSF 出资 2500 万美元启动北极研究机遇计划 ..... 4  
德国将对压裂实施最为严格的监管 ..... 6

## 大气科学

- 美国国家大气研究中心启动大气臭氧来源追踪研究项目 ..... 7  
GRL: 研究发现火山气体影响热带风暴形成 ..... 8

## 地震与火山学

- USGS 研究指出 2010 年至今全球地震频率增加 ..... 9

## 前沿研究动态

- Nature*: 大氧化事件后的氧浓度急剧下降导致地球生命进化停滞不前 ..... 9  
PNAS 研究进一步证实大规模火山喷发会引发气候变冷效应 ..... 10  
水力压裂法增添引发地震的“新罪名” ..... 10

## 数据与图表

- 世界铀资源现状 ..... 11

# 美国智库指出中国页岩气开发面临的创新问题

编者按：页岩气的开发、投资无疑是近些年最热门、也最具争议性的世界性话题，无数不同的观点和争论与其相伴而生。随着争论的加剧，从美国到中国一直存在页岩气发展可能会带来环保风险、页岩气发展不可能持续等观点，但这并没有阻止美国和中国页岩气投资热潮。从全球来看，页岩气开发发展较快的地区主要是美国、加拿大、中国，以及欧洲的几个国家，但推动页岩气开发前进的主要动力来自美国。2014年7月，美国智库“未来资源研究所”（Resources for the Future）发表了题为《刺激中国页岩气的开发：与美国经验相比较》（*Stimulating Shale Gas Development in China: A Comparison with the US Experience*）的报告指出，美国在页岩气开发的技术和环保经验为中国提供了非常好的借鉴，但中美页岩气开发存在差异，中国页岩气开发将面临一些创新问题。本文针对美国页岩气开发的成功经验及启示、中美页岩气开发的差异及中国页岩气开发面临的创新问题挑战等进行梳理，以期为我国相关工作提供借鉴。

## 1 美国页岩气开发经验启示

### 1.1 美国页岩气成功开发得益于国家政策的大力支持

美国页岩气开发之所以取得成功，并在全球居于绝对领先地位，主要归功于美国政府涵盖页岩气产业各环节的政策支持。

（1）完备的政策激励措施和大力度的政府补贴。美国政府实施了一系列鼓励替代能源发展的税收激励或补贴政策，美国天然气开采的创新也得益于这些激励的定价和税收减免措施。

（2）政府资助大量的页岩气研发项目。美国政府先后投入了60多亿美元进行非常规天然气勘探开发活动，美国非常规天然气研究项目有3个独立的子项目：页岩气项目、致密气项目和煤层气项目。其他一些研发项目有助于发展重要的页岩气开发技术的研发。

### 1.2 美国页岩气成功开发凸显了其产业体制优势

美国页岩气成功开发也得益于其产业体制，美国页岩气开发采用多元投资主体与专业化分工服务相结合的开发体制，以及执行到位的监督体制。以页岩气开采为中心，美国形成了一个技术创新特征明显的新兴产业，带动了就业和税收，并开始向全球进行技术和装备输出，其主要优势表现为以下几个方面：

（1）完备的页岩气开发法。利益相关者责权利划分明确，激励充分，竞争合作

成本低，经济效率高。

(2) 中小公司推动美国页岩气技术创新和商业化。美国页岩气开发的关键技术掌握在若干中小型公司，中小公司实现技术突破和商业化后，大公司在长期性和投资能力上更具优势，实现了中小公司推动技术创新，大公司实现页岩气规模化发展。

(3) 具有专业的页岩气开发分工体系。专业服务和技術类公司不受产业制度束缚，构建了高度社会化的专业分工体系，使得页岩气开采的单个环节投入小、效率高、作业周期短、资金回收快、资本效率高。

(4) 输送天然气管网十分发达。目前，美国完善的输配一体化管网几乎可以为 48 个州的任何地区输入或输出天然气，且天然气生产和运输相分离，实施管网第三方准入，对于上游开发商而言投资风险大幅减少。

(5) 能源市场监管体系成熟。美国页岩气开发一直重视监管环境污染与水资源利用，使用非常规天然气的监管框架和常规油气监管的法律法规。

## 2 中美页岩气开发的差异

据美国能源信息署 (EIA) 报告，中国页岩气技术可采储量居全球第一。但目前，中国页岩气开发还未取得实质性进展，距离规模化、商业化开采的目标尚远。中国实现页岩气“美国奇迹”还面临诸多困难：

(1) 与美国相比中国页岩气地质构造复杂。由于地质构造差异，中国无法完全照搬应用北美先进的页岩气开采技术。中国页岩气藏区的地质构造远比较复杂，影响对气藏成藏条件的判断，加大了勘探难度。

(2) 技术差距较大，目前中国仍未掌握页岩气开采的核心技术。关键核心技术——水平钻井技术和水力压裂技术仍不成熟，技术装备缺乏针对性实践，技术引进还需符合中国的国情，且缺乏相关人才，这将直接制约了页岩气产业的发展。

(3) 水资源紧张限制中国页岩气的开发。美国目前采用的水平井压裂技术，对水资源的依赖过大。中国页岩气储集区多分布于水资源匮乏的西北部地区，这就加剧了当地水资源短缺的矛盾和环境污染的风险。

(4) 页岩气开发市场结构缺乏竞争性。目前，中国页岩气开发的民间资本难以进入，天然气管输市场仍处于中国国有石油公司垄断状态，天然气价格仍处于管制之下，导致难以调动企业进行页岩气资源勘探开发的积极性。

(5) 天然气现存体制和定价机制的局限。中国在天然气领域的市场开放程度远远不够，相关制度不完善，如缺乏激励机制、矿权明确机制和相关环境保护机制等。此外，天然气定价体制相对落后也是重要原因。

## 3 中国页岩气开发面临的创新问题

美国页岩气开发的成功经验揭示中国页岩气开发需要分为 2 个阶段：创新阶

段和规模化扩大阶段。相比之下，前者呈现出比后者更大的挑战。在创新阶段，企业需要投资于技术创新，生产页岩气使其有盈利。一旦盈利能力被证明，页岩气开发进入扩大规模阶段。因此，中国页岩气开发面临的主要创新问题是页岩气开发的技术创新和体制创新。

(1) 页岩气开发的技术创新。页岩气开发基本的经济问题是如何达到钻井和创新的成本较低。第一阶段是具有成本效益的页岩气提取技术的发展，这个阶段因此被称为技术创新阶段。目前，中国石油企业已经初步掌握页岩气直井压裂技术，但尚未掌握水平钻井和水力压裂这两项页岩气开采的核心技术。为此，中国将页岩气勘探开发关键技术研究项目确立为国家重大科技项目，政府鼓励使用国外开发最先进的技术，发展国内先进技术，建立页岩气开发示范区，快速缩短与国外的技术差距。另外，在节水和环保措施上也要做好相应技术的研发。同时，结合自身地质情况，尝试超临界二氧化碳射流等新技术，探索适合中国自身地质条件的页岩气开发手段。

(2) 页岩气开发的体制创新。一旦技术成熟性价比高，页岩气开发进入第二扩大规模阶段，即增加产量。持续的技术改进，有助于第二阶段提高盈利能力，拓展开发新活力。国内页岩气开发正处于从启动期向大规模开发过渡的重要阶段。能否快速过渡的关键是要进行体制创新。实现我国页岩气开发体制创新把握好以下两点以形成很强的助推力，一是准入标准进一步放开，国家将逐步放开页岩气，鼓励多种资本进入，让社会资本参与开发很多区块，开采的成本会大幅下降。二是选择一些地区进行综合试点，包括矿权制度、技术创新、开发监管、环保、管道、应用模式等综合创新。

(王立伟 编译)

原文题目：Stimulating Shale Gas Development in China——A Comparison with the US Experience

来源：<http://www.rff.org/RFF/Documents/RFF-DP-14-18.pdf>

## 麦肯锡评估未来全球天然气市场的不确定性

2014年7月，麦肯锡咨询公司（McKinsey & Company）发表了题为《捕获全球天然气市场价值：做好应对未来不确定性准备》（*Capturing value in global gas: Prepare now for an uncertain future*）的报告指出，美国页岩气急速发展、快速增长的亚洲需求和欧洲经济危机使得天然气市场存在巨大价格差异，未来全球天然气市场发展充满高度不确定性。报告分析到2030年全球天然气产业价值在3.1亿~25亿美元。液化天然气（LNG）尽管当前只占全球天然气市场的10%，但其供应来源的变化足以满足国际市场供需之间的缺口。该研究针对天然气市场未来的不确定进行了以下方面的评估。

(1) 不连续性颠覆市场。在过去10年，由于LNG与区域天然气市场联系更加

紧密，但是由于北美、亚洲和欧洲 3 个市场不确定性导致区域市场价格依然有差异。在北美，页岩气产量的快速增加导致近 4 年来天然气供应过剩和天然气市场价格直线下降；而在亚洲，经济繁荣使 LNG 价格上涨；由于欧洲经济放缓、能源效率提高和煤价格下降使得在 2005—2012 年天然气需求量降低了 1.6%。最终欧洲天然气价格下降，打破了与石油价格的传统联系。

(2) 长期不确定性。北美、亚洲和欧洲 3 个经济体对天然气市场的影响可能存在于中期，但是天然气市场的长期前景依然不明朗。以下 4 个主要因素将影响未来市场变动和价格：①北美液化天然气出口量和步伐。截至 2013 年，北美天然气开发者申请的出口许可每年超过 3.8 亿立方米，相当于目前世界 LNG 需求量。②亚洲液化天然气的需求增长。亚洲需求量的长期不确定主要依赖于经济增长、新的基础设施，以及以天然气作为交通能源的市场发展。③澳大利亚、东非、中东、俄罗斯的 LNG 供应。报告预测，到 2030 年这些国家和地区具有每年提供 2.8 亿立方米的潜力，但实际供应量和其对全球天然气市场的影响依然不确定。④石油价格。亚洲超过 75% 的天然气进口价格与石油价格相关。未来石油价格不确定，依赖于技术进步、全球经济增长、价格战略以及石油输出国组织（OPEC）政策。如果油价下降，亚洲天然气价格会下滑。

(3) 天然气未来市场的变化。为了评估不确定的潜在影响，报告模拟了 4 种未来情景：当前趋势、北美 LNG 出口没有限制、亚洲 LNG 需求大增和石油价格下降。4 种情景模拟结果显示，未来天然气产业的最大和最小值之间的差距高达 4150 亿美元。依据 4 种情景模拟，北美以外的 LNG 供应方均要求满足天然气需求。当供应前景更为明朗时，供应方将迅速反应，占领亚洲市场。天然气项目优化、天然气产业合作增加以及劳动生产率提高都能显著影响天然气的市场价格。

(王鹏龙，王立伟 编译)

原文题目：Capturing value in global gas: Prepare now for an uncertain future

来源：[http://www.mckinsey.com/insights/energy\\_resources\\_materials/capturing\\_value\\_in\\_global\\_gas](http://www.mckinsey.com/insights/energy_resources_materials/capturing_value_in_global_gas)

## 战略规划与政策

### NSF 出资 2500 万美元启动北极研究机遇计划

为了更好地理解北极地区物理、生态、地质、化学等各过程、海洋、陆地、生物、社会经济等各系统之间的相互作用，NSF 拟每年出资 2500 万美元资助共计有 75 项课题的北极研究机遇计划（Arctic Research Opportunities），该计划下设 5 大领域研究项目，分别是北极自然科学（ANS）、北极系统科学（ARCSS）、北极社会科学（ASSP）、北极观测网络（AON）和极地基础设施（ACI）。以下就该 5 大领域研究项目的具体研究内容和重点资助方向做一简要介绍，供我国相关研究机构与人员

了解与参考。

## 1 北极自然科学

北极自然科学（ANS）项目关注北极一切自然过程和自然现象的学科与跨学科研究，特别是加深对北极环境变化的理解。该项目特别感兴趣的领域包括海洋和陆地生态系统、北极大气和海洋动力学和气候学、北极地质和冰川过程以及它们与低纬度地区的联系。在当前北极环境快速变化背景下，ANS 重点关注对北极生态的理解。陆地和海洋地质学与地球物理学领域最感兴趣的是对北极环境变化的地质记录的解读，特别是第四纪期间的。ANS 还关注北极地区一切自然形态下的冰雪，包括季节性积雪、冰川和格陵兰冰盖等。理解冻土的演变过程和冻土变化带来的后果也是 ANS 所关注的。在海洋科学领域，该计划重点资助的方向包括增进对北冰洋与其相邻海域的理解以及他们之间相互作用的研究，观测这些过程中的传感器的发展同样受到重视。

## 2 北极系统科学

北极系统科学（ARCSS）项目关注把北极当作一个系统的研究。ARCSS 项目通常都是跨学科的，重点关注物理、生物、化学、人类等之间的相互关系，而这些要素控制着北极系统中物质和能量的循环。研究北极系统的构成而言，碳、水和能量的循环非常重要。最容易受 ARCSS 项目资助的方向包括：调查北极系统各个组成部分之间的重要关系；确定北极系统对物理和生物地球化学事件的自我调节过程、反馈以及非线性响应等；通过综合集成或建模以提升对北极系统的理解；北极系统中环境变化造成的后果研究，例如通过多种因素下的影响情境或脆弱性的评估；北极与地球系统之间的联系。

## 3 北极社会科学

北极社会科学（ASSP）项目包括受 NSF 资助的所有社会、行为和经济科学。包括人类学、考古学、经济学、地理学、濒危语言、法律和社会科学、政治学、语言学、科学技术与社会、社会心理学、社会学、传统知识体系以及其它相关学科。该计划特别感兴趣的包括北极地区文化与环境、资源与经济变革、社会和政治体制的发展、民族和区域认同以及知识体系等。该计划尤其鼓励研究人员与北极居民之间的合作。计划还接受学生的毕业论文设计的申请。

## 4 北极观测网络

北极观测网络（AON）项目的目标是提升在北极系统变化及其与全球联系的科研调查中的观测能力。AON 项目支持改进对北极系统变量长期观测的研究。该项目也会考虑如下一些申请：①传感器、平台、实时通信包和测量系统的发展；②观测

网络的设计，包括对网络部署和系统观测的优化；③开发 AON 支持的信息流的增值产品。AON 项目还重点关注观测系统数据管理；数据存取与发现，包括可互操作的 Web 服务、应用软件、数据可视化以及在线数据集成工具；并可能需要开发和部署一些“智能”传感器。

## 5 极地基础设施

NSF 有关极地基础设施 (ACI) 的概念包含包括高性能计算 (HPC)、科学数据的管理和利用以及虚拟组织 (VOS)。该项目优先考虑的资助方向包括：①遥感数据的低成本转移；②数据与元数据的长期可持续规划、标准化、管理与发现；③可视化、处理与分析，特别是复杂问题的理解；④不同学科间的接口与互通性；⑤在当前北极研究中增加对高性能计算的有效利用；⑥基于基础设计组件的电子学习和教学工具。

(刘学 编译)

原文题目：Arctic Research Opportunities

来源：<http://www.nsf.gov/pubs/2014/nsf14584/nsf14584.htm?org=NSF>

## 德国将对压裂实施最为严格的监管

近期，德国联邦环境部(Federal Environment Ministry)和经济部(Federal Ministry of Economics)就水力压裂的监管原则达成了一致意见，这些原则将很快得到德国内阁的采纳。届时，这将成为德国在这一领域迄今为止最为严格的监管。在可见的未来，德国将不会有商业目的的开采页岩气和煤层气的压裂活动。

这些监管的主要原则是：

(1) 根据水资源法，从 3000m 以上的页岩层和煤层中开采天然气的压裂项目将被禁止。但是，以研究压裂环境影响为目的的科学研究将可能在压裂流体不影响地下水的情况下被允许开展。到 2021 年时，根据德国联邦政府提供的有关压裂技术的科技状态报告，立法者将对法律禁令是否恰当做出审查。

(2) 原则上，开采致密气的压裂活动（常规水力压裂法）将可继续开展。自 20 世纪 60 年代以来，此类项目就已经在德国开始实施。目前，根据采矿法和水法，这些项目不会对饮用水和健康造成危害。尽管如此，还将会引入额外规定，例如，不允许水力压裂液的级别超过德国 1 级水危害级别（对水源造成轻微污染）。

(3) 更重要的是，为消除公共用水的风险，在水源保护区、矿泉水保护区、水库和湖泊（饮用水的直接来源）的集水区，以及各联邦州的饮用水生产区，将禁止任何形式的水力压裂活动。在德国自然保护区和欧洲 Natura 2000 自然保护区网络中的德国地区，将可能不允许建立任何压裂设施，以确保对这些特别敏感区域的保护。

(4) 以下严格规定适用于所有压裂项目：①对于水力压裂或深钻可能导致的塌



陷灾害的举证责任，公司需有所规定；②所有深钻项目必须进行全面的环境影响评估；③在公共用水的集水区，对地下水的损害必须被排除在外；④必须起草一个全面的环境初始状态报告；⑤压裂使用的所有物质和预期数量必须予以鉴别和披露；⑥应对地下水和地表水进行监测；⑦应对返排水和钻孔完整性进行监督；⑧有责任向主管部门报告。

(5) 上述严格规定同样也适用于返排压裂液和地层水 (deposit water)，具体的应对措施将会根据最新的技术进展做出特别说明。

(6) 作为区域发展计划的一部分，各联邦州将有进一步的监管方案。

总体而言，该监管方案基于这样一个基本原则，即对健康和饮用水的保护具有绝对优先权。目前，由于德国缺乏相关经验，还无法评估页岩和煤层压裂所带来的影响。这些监管原则将会带来一些立法改革，特别是水资源法的修订和针对采矿的环境影响分析条例的完善。

(赵纪东 编译)

原文题目: Announcement of the key principles of the fracking regulation in Germany

来源: [http://www.shale-gas-information-platform.org/index.php?id=62&L=&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=476&cHash=5114127107b8d0d825ab4de26de351a0](http://www.shale-gas-information-platform.org/index.php?id=62&L=&tx_ttnews%5Btt_news%5D=476&cHash=5114127107b8d0d825ab4de26de351a0)

## 大气科学

### 美国国家大气研究中心启动大气臭氧来源追踪研究项目

2014年7月15日，美国国家大气研究中心 (NCAR) 正式启动大气臭氧来源追踪研究项目，旨在以美国科罗拉多州弗兰特山脉北部地区为示范研究区展开对夏季大气臭氧来源跟踪研究。研究人员将利用配备专门设备的飞行器、移动式雷达、空载传感器以及先进计算机模拟系统监测该地区及更远范围的大气臭氧污染物来源，为政府评估该区域空气质量提供依据。

夏季通常是每年大气臭氧污染峰值时期，而随着气候变暖加剧，夏季臭氧污染也将愈发难以被控制。预计到2050年，美国污染最为严重的东部、中西部及西海岸部分地区大气臭氧污染水平将频繁超过美国政府规定的标准，届时，上述地区的夏季臭氧污染将严重威胁人体健康。作为雾霾形成的主要组分，臭氧能引发哮喘等其他呼吸系统疾病，同时还会损害包括农作物在内的植被。

该项目的目标是获得弗兰特山脉沿线地区大气臭氧污染所有来源的精确数据。关于该地区夏季臭氧浓度超标的原因目前已知的主要原因包括：①交通、化石能源利用及农业等人类活动所导致的人为排放；②植被及森林火灾等自然排放；③大气污染物美国其他西部地区长距离传输或亚洲地区的跨界传输；④大气平流层的向下输送。研究人员将在识别该地区臭氧具体来源并分析其在大气中所发生的物理化学

作用的基础上，详细研究上述臭氧源如何通过该地区独特的气象及气流条件使近地臭氧水平升高。

同时，研究还将借助航空飞行器、卫星和地基设施绘制污染物影响空气质量的整个过程的三维影像，这将有助于深入解读污染物类型及其数量、其如何发展演化以及山脉附近的空气循环模式如何使其运移等关键问题。该研究还将协同其他 2 个重要项目即空气污染及光化学研究项目 FRAPPÉ 和空气质量监测项目 DISCOVER-AQ 对目标区域及其周边地区的大气污染形成过程展开全面研究。

研究将显著推动有关空气质量及其潜在影响研究的进步，同时研究结果不仅将使当地受益，而且也将为全美以及全球处于类似条件下的其他城市区域解决空气污染问题提供重要借鉴。

参考资料：

[1] NCAR. SCIENTISTS LAUNCH FAR-RANGING CAMPAIGN TO DETAIL FRONT RANGE AIR POLLUTION.

[HTTP://WWW2.UCAR.EDU/ATMOSNEWS/NEWS/11915/SCIENTISTS-LAUNCH-FAR-RANGING-CAMPAIGN-DETAIL-FRONT-RANGE-AIR-POLLUTION.](http://www2.ucar.edu/atmosnews/news/11915/scientists-launch-far-ranging-campaign-detail-front-range-air-pollution)

[2] NSF. Atmospheric scientists take to the skies to study Colorado Front Range ozone pollution.

[http://www.nsf.gov/discoveries/disc\\_summ.jsp?cntn\\_id=131977&org=NSF](http://www.nsf.gov/discoveries/disc_summ.jsp?cntn_id=131977&org=NSF)

(张树良 编译)

## GRL：研究发现火山气体影响热带风暴形成

2014 年 7 月，*Geophysical Research Letters* 杂志在线发布题为《热带气旋佛罗茜和夏威夷基拉韦厄火山喷发物之间的相互作用》(On the interaction of Tropical Cyclone Flossie and emissions from Hawaii's Kilauea volcano) 的文章指出，过去的假设认为，热带风暴经过火山烟雾时，将横扫被污染的空气，并继续前进不会受到影响，而大气科学家的最新研究表明，通过显微镜观察发现，从基拉韦厄火山喷出的气体和颗粒对于热带风暴佛罗茜产生影响，并影响大规模风暴中雷暴和闪电的形成。

2013 年 7 月，热带风暴佛罗茜逼近夏威夷群岛，研究者使用卫星监测雷电、降水、云量、温度和风速。研究者发现在佛罗茜登陆夏威夷群岛之前，观测网络发现风暴中没有闪电。一个小事之后，随着佛罗茜走进，大量剧烈的闪电在夏威夷岛附近闪过。之后，随着火山喷发物进入这个潮湿环境中，硫酸盐气溶胶促使形成了更多的更小的云滴，这有利于在云层上部电荷分离以及闪电的出现。硫酸盐气溶胶之前被认为是云凝结核的主要成分，是形成雨滴的必要组成部分。该研究首次发现了火山喷发物与热带气旋之间的相互作用。

(韦博洋 编译)

原文题目：On the interaction of Tropical Cyclone Flossie and emissions from Hawaii's Kilauea volcano

来源：<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2014GL060033/abstract;jsessionid=9A1B2177767C863F3020E9EE98671060.f01t02>

## 地震与火山学

### USGS 研究指出 2010 年至今全球地震频率增加

曾有研究表明，破坏性地震在空间上有内在的原因关联。鉴于 2014 年第一季度全球地震发生频率的增加，以及近来一些新的研究发现——大地震可在更长时间里影响全球地震活动，美国地质调查局 (USGS) 的研究人员重新关注了这样一个问题，即全球地震的时空分布所表现出的集群性是否会超过一个与时间不相关的泊松过程的预测，也就是说，地震频率增加的背后所表现出的特征是否背离了随机过程。

通过对 1979 年到 2014 年 3 月之间的  $M \geq 7.0$  级地震和 2010 年以来的  $M \geq 5.0$  级地震的分析，研究者初步发现，相对于 1979 年至今的平均水平，2010 年以来的  $M \geq 7.0$  级地震频率增加了 65%， $M \geq 5.0$  级地震频率增加了 32%，特别是，2014 年第一季度  $M \geq 7.0$  级地震频率超过平均水平的 2 倍。

然而，进一步的分析表明，这些地震中很多是先前事件的当地余震，它们在时间上是独立的。尽管已经有一些研究认为，大地震对全球 2010 年以来的  $M \geq 5.0$  级地震活动性有明显影响，但是，USGS 的科学家并没能发现与超越随机波动水平的  $M \geq 7.0$  级地震相关的强烈信号，同时，他们还发现最大幅的地震频率增加并不与全球大地震有关。

(赵纪东 编译)

原文题目: The 2010–2014.3 global earthquake rate increase

来源: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2014GL060513/full>

## 前沿研究动态

### *Nature*: 大氧化事件后的氧浓度急剧下降导致地球生命进化停滞不前

科学界一直认为在距今约 23 亿年前和约 8 亿年前，地球上曾出现过 2 次氧气浓度增加事件，其中约 8 亿年前的那次氧气浓度增加事件推动了简单生物向复杂生物的进化，最终形成包括人类在内的地球上现有的各种生物。而 23 亿年前地球氧气含量增高而动物进化却停滞不前则成为地球历史上最大的谜团之一。

最新研究发现，地球氧气浓度并非稳定增加，在第一次大氧化事件后不久，氧气浓度开始急速下降，氧气浓度最高和最低相差达 1000 倍以上，研究人员认为这就是导致 23 亿年前生命进化停滞不前的根本原因。另有科学家对此表示，不应该把氧气作为动物进化的唯一因素，应该考虑例如微量元素浓度等其他环境线索。也有人认为，生物进化需要基因变异的积累，需要长时间积累才能发生。

耶鲁大学生物地球化学家 Planavsky 等利用陆地和海洋中铬同位素浓度测定的新方法对历史上氧气浓度进行分析。根据澳大利亚、加拿大、中国和美国的远古铁矿石的分析数据,科学家发现大氧化事件后,氧气水平曾经再次达到非常低的水平,甚至只有目前氧气浓度 1/1000。氧浓度最高的一个时期出现大约 8 亿年前。研究人员认为,这一发现提示氧气浓度对动物进化确实十分重要。基因变异对复杂生物进化、生物多样性的形成也非常关键。生物进化是环境和基因相互作用的结果。

(刘学 编译)

原文题目: Oxygen fluctuations stalled life on Earth

来源: <http://www.nature.com/news/oxygen-fluctuations-stalled-life-on-earth-1.15529>

## PNAS 研究进一步证实大规模火山喷发会引发气候变冷效应

迄今为止,有关大规模火山喷发导致硫化物气溶胶颗粒进入大气平流层而引发地球气候系统的冷却效应一直是科学界争论的热点问题。尽管这种效应已经被相关模拟研究所证实,但缺乏实地数据的支持,并且已有研究表明这种效应仅仅是短期的即不超过 10 年(尚达不到气候变化事件规模)。近日,《美国科学院院刊》(PNAS)(2014 年第 111 卷第 28 期)发表的一项最新研究成果不仅填补了上述假设缺乏实地数据支持的空白,而且证实这一过程足以导致气候变冷事件的发生。

该研究通过对北美东北部针叶林树木年轮分析,建立了新的上一千年北半球气候变化事件年表,并基于此重构了该时期北半球气温变化过程。研究结果显示,上一千年北半球气温突变即夏季平均温度持续降低过程与 13 世纪以公元 1257 年印度尼西亚萨马拉斯火山喷发为中心的一系列大规模火山喷发事件精确吻合,并且也同加拿大北极区域冰盖扩张过程相接近。不仅如此,研究结果还证实了正是 1809 年和 1815 年连续大规模火山喷发引发了过去 1100 年间气候变冷事件的发生即导致过去 1100 年中经历了长达 40 年的最冷时期。该研究不仅证实了一系列大型火山喷发事件能够导致特定区域气候变冷事件的发生(这一过程会在其所引发的连锁效应即海冰/洋流反馈作用下持续数十年),而且说明北美东北部气候对火山作用尤为敏感。

(张树良 编译)

原文题目: Volcano-induced regime shifts in millennial tree-ring chronologies from northeastern North America

来源: PNAS, 2014, DOI: 10.1073/pnas.1324220111

## 水力压裂法增添引发地震的“新罪名”

2014 年 7 月,美国康奈尔大学牵头的最新研究表明,油气开采过程中通过水力压裂和废水回注这 2 种工业作业所采用的高压地下注液方式会增加地震断层上的孔隙压力,增加的孔隙压力会沿着断层带扩散,从而使局部及远处的断层带都受其影响,可能是美国俄克拉荷马州中部地区近年来地震频发的“幕后推手”。该研究成果

已经发表在 *Science* 杂志上。

研究人员指出，仅今年俄克拉荷马州就发生了约 240 次震级 3.0 及以上的地震，是加州的 2 倍。而在 2008 年油气开发尚未兴起之前，当地地震发生率仅为每年一次。2008—2013 年，俄克拉荷马地震占美国中部和东部地震活动的一半。诱发地震是扩大页岩气和非常规油气开发面临的主要挑战之一。基于俄克拉荷马市东南地区的 4 座井页岩气井研究发现，这 4 座井正是采用水力压裂法高压，将油气开发过程中产生的废水回注地下的处置井。

研究人员指出，地震频发绝非自然现象，这些废水处理井增加了地下压力，导致周围近 2000 km<sup>2</sup> 范围内地震活动激增，对地下系统造成的影响很大。研究还发现，地震距离废水处理井有一定距离，时间上也存在延迟。地下压力的增加导致断裂层不断加大，加剧了高震级地震发生的可能。研究人员建议，废水处理区域地震和地下压力监测数据都可公开访问的，包括抽水量和压力的详细的监测和报告，使数据库全国标准化。

(王立伟 编译)

原文题目: Sharp increase in central Oklahoma seismicity since 2008 induced by massive wastewater injection

来源: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1255802>

## 数据与图表

### 世界铀资源现状

据世界能源信息服务中心 (World Information Service on Energy, WISE) 资料，截至 2011 年 1 月 1 日，开采费用低于 130 美元/kg 的可靠铀储备较多的国家依次为澳大利亚、尼日尔、哈萨克斯坦、加拿大、纳米比亚、美国、俄罗斯、巴西、南非和中国，铀储备均在 10 万吨以上，合计占世界铀储备的 91.5% (图 1)。

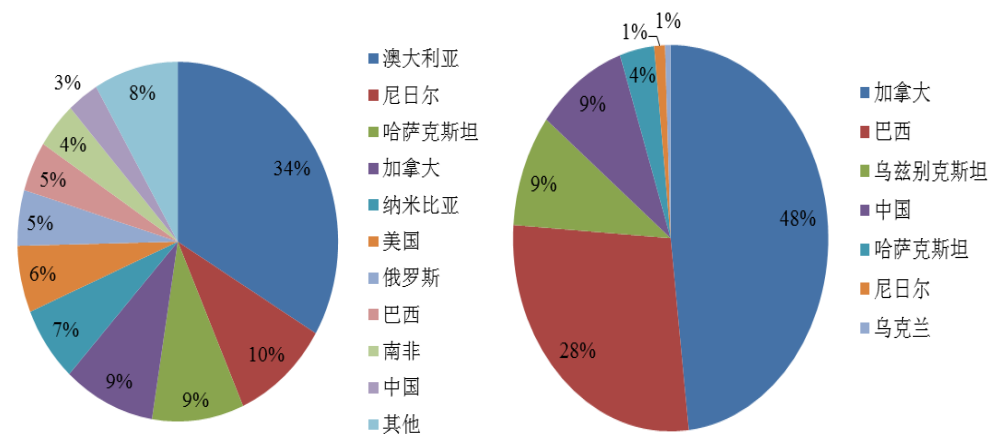


图 1 2011 年全球 <130 美元/kg 的铀储备分布 2011 年全球 <40 美元/kg 的铀储备分布

开采费用低于 40 美元/kg 的可靠铀储备约 49.39 万吨，全部集中在加拿大、巴

西、乌兹别克斯坦、中国、哈萨克斯坦、尼日尔、乌克兰等 7 个国家，其中加拿大一国就拥有 48% 的世界已探明最低成本铀储备。

在供应方面，全球铀矿山产量和核电铀需求之间的缺口已经持续了超过 20 年。近些年来，这一局面得以逐步减缓，2008—2012 年间铀生产对核电需求的保障程度已从 63.33% 升至 85.89%。据世界核能协会（WNA）统计，截至 2012 年 11 月，全球共有 30 个国家运行着 436 台核电机组，总装机容量为 3.74 亿千瓦，2012 年全球核电铀需求量为 67990 吨（图 2）。从国家层面看，美国的铀需求量（19724 吨）最大，其他对铀需求量比较大的国家依次是法国（9254 吨）、中国（6550 吨）、俄罗斯（5488 吨）、乌克兰（2348 吨）以及德国（1934 吨）。2012 年供需缺口最大的国家为美国，其次为法国、中国、俄罗斯、德国等。

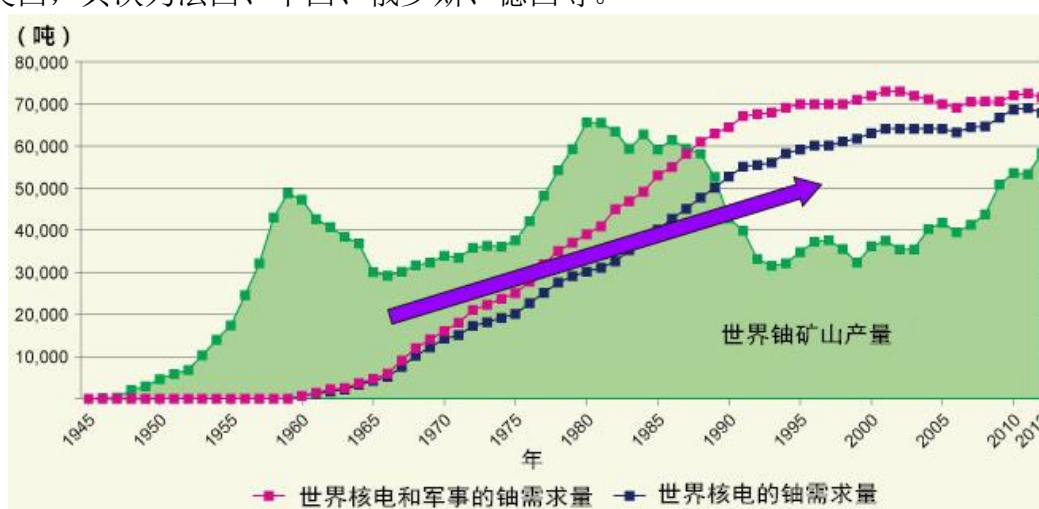


图 2 1945-2012 年世界铀矿山生产与需求

世界主要的铀进口国或地区为美国、日本和欧盟等。主要的铀出口国为澳大利亚和加拿大。近年来，美国的铀进口越来越集中在少数几个供给大于需求的铀资源禀赋大国。2012 年，美国铀进口主要集中在加拿大、俄罗斯、澳大利亚、哈萨克斯坦、纳米比亚、乌兹别克斯坦、尼日尔、南非和马拉维等 9 个国家。美国从这 9 个国家共进口铀 17740 吨，占当年美国进口总量的 96.7%。与美国类似，近年来，欧盟的铀进口越来越集中在少数几个供给大于需求的铀资源禀赋大国。2012 年，欧盟铀进口主要集中在俄罗斯、加拿大、澳大利亚、哈萨克斯坦、尼日尔、乌兹别克斯坦、南非、纳米比亚、美国和乌克兰等 10 个国家。欧盟从这 10 个国家共进口铀 17387 吨，占当年欧盟进口总量的 95.4%。

参考文献：

[1] <http://www.wise-uranium.org/umaps.html>

[2] <http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Mining-of-Uranium/World-Uranium-Mining-Production/>

[3] <http://www.wise-uranium.org/umkt.html>

（刘学编写）

## 版权及合理使用声明

《科学研究动态监测快报》（以下简称系列《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不同科技领域分工承担编辑的科技信息综合报道类系列信息快报（半月报）。

中国科学院文献情报中心网站发布所有专辑的《快报》，中国科学院兰州文献情报中心、成都文献情报中心和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网站上发布各自承担编辑的相关专辑的《快报》。

《科学研究动态监测快报》（简称《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《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，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专辑《快报》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专辑《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，并与编辑单位签订协议。

欢迎对《科学研究动态监测快报》提出意见与建议。

# 《科学研究动态监测快报》

《科学研究动态监测快报》(以下简称系列《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承担编辑的科技信息综合报道类系列信息快报(半月报),由中国科学院有关业务局和发展规划局等指导和支持。系列《快报》于2004年12月正式启动,每月1日、15日编辑发送。2006年10月,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,根据中国科学院的主要科技创新研究领域,重新规划和部署了系列《快报》。系列《快报》的重点服务对象,一是中国科学院领导、中国科学院业务局和相关职能局的领导和相关管理人员;二是中国科学所属研究所领导及相关科技战略研究专家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科技战略研究专家。系列《快报》内容力图兼顾科技决策和管理者、科技战略专家和领域科学家的信息需求,报道各科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技进展与动态、科技前沿与热点、重大科技研发与应用、重要科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。系列《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。

系列《快报》现分以下专辑,分别为由中国科学院文献情报中心承担编辑的《基础科学专辑》、《现代农业科技专辑》、《空间光电科技专辑》、《科技战略与政策专辑》;由兰州文献情报中心承担编辑的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由成都文献情报中心承担编辑的《信息科技专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由武汉文献情报中心承担编辑的《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承担编辑的《生命科学专辑》。

编辑出版:中国科学院文献情报中心

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100190)

联系人:冷伏海 王 俊

电 话:(010) 62538705、62539101

电子邮件:lengfh@mail.las.ac.cn; wangj@mail.las.ac.cn

地球科学专辑:

编辑出版:中国科学院兰州文献情报中心(资源环境科学信息中心)

联系地址:兰州市天水中心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