

科学研究动态监测快报

2014年6月15日 第12期（总第186期）

地球科学专辑

- ◇ EIA 下调蒙特利页岩油技术可采储量的原因及其影响
- ◇ CSIS: 新能源、新地缘政治
- ◇ 最新研究揭示南极海冰对全球大气二氧化碳的关键调控机制
- ◇ 日本发射陆地观测卫星调查环太平洋火山地震带
- ◇ 下次旧金山地震可能以一系列大地震的形式发生
- ◇ *Science*: 俯冲玄武岩研究揭示核幔边界的温度
- ◇ *Science*: 氧同位素证据表明月球由 45 亿年前地球与另一大型天体碰撞形成
- ◇ *Nature Geoscience*: 地球最早衍生的陆壳形成于类似冰岛环境
- ◇ *Nature Communications*: 裂谷迁移导致南大西洋大陆边缘两侧不对称
- ◇ IEA: 为保障至 2035 年全球能源安全至少需投资 48 万亿美元

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

目 录

能源地球科学

- EIA 下调蒙特利页岩油技术可采储量的原因及其影响..... 1
CSIS: 新能源、新地缘政治 3

大气科学

- 最新研究揭示南极海冰对全球大气二氧化碳的关键调控机制..... 6

地学仪器设备与技术

- 日本发射陆地观测卫星调查环太平洋火山地震带 7

前沿研究动态

- 下次旧金山地震可能以一系列大地震的形式发生 8
Science: 俯冲玄武岩研究揭示核幔边界的温度 8
Science: 氧同位素证据表明月球由 45 亿年前地球与另一大型天体碰撞形成..... 9
Nature Geoscience: 地球最早衍生的陆壳形成于类似冰岛环境 10
Nature Communications: 裂谷迁移导致南大西洋大陆边缘两侧不对称..... 10

数据与图表

- IEA: 为保障至 2035 年全球能源安全至少需投资 48 万亿美元..... 11

EIA 下调蒙特利页岩油技术可采储量的原因及其影响

编者按：2014年5月21日，美国能源信息署（EIA）宣布，将在6月正式发布的《2014年能源展望》（2014 Annual Energy Outlook）中，将位于加利福尼亚州蒙特利（Monterey）油区的页岩油技术可采储量（Technically Recoverable Resources, TRR）的预估值削减96%，从154亿桶降至6亿桶。2011年，美国能源信息署的一份报告曾显示，蒙特利页岩油储量占全美页岩油总储量的64%。因此，这一下调引起了广泛热议，甚至认为美国的页岩革命即将破灭。在此，我们对下调原因及其影响做一简要分析，以供参考。

1 蒙特利页岩油可采储量下调的原因

此次蒙特利页岩油储量下调，是由于美国能源信息署（EIA）的石油分析师对水力压裂采油法油井的实际产出进行分析后发现，蒙特利地区页岩油可采储量较高这一结论缺乏证据，因此对其可开采储量进行了大幅下调。蒙特利页岩油可开采储量降低归结于以下几方面原因。

1.1 特殊复杂地质条件使水力压裂难以实施

蒙特利油区的页岩层分布于加利福尼亚州的大部分地区，但不同于 Eagle Ford 页岩区和 Bakken 页岩区平坦分布的页岩层，后2个地区是目前美国页岩油的主产区，合计产量占比超过80%。受地震断层的影响，蒙特利油区的岩层严重变形、扭曲和破裂，导致钻井公司在蒙特利油区无法使用传统的水力压裂法（包括水平钻井技术和水力压裂技术），因此当地采油活动迄今为止鲜有成功。

1.2 成功采油需额外措施，但进展缓慢

目前，困扰蒙特利页岩区的不仅是技术本身，业界认为在蒙特利成功采油必须配合水力压裂使用酸化技术，但这一解决方案会严重妨碍钻井工程进度，因此，这一方案目前还无法帮助该地区成为页岩油主产区。

此外，更为重要的是，水力压裂还遭到了当地环保人士的强烈反对。2014年5月20日，Santa Cruz 成为加利福尼亚州第一个完全禁止使用压裂采油的县。预计整个油区的页岩油开采都将面临越来越大的环保压力。

2 蒙特利页岩油可采储量下调的影响

2.1 当地税收和就业岗位将无法兑现

多年来，蒙特利页岩区被产业游说者们大肆宣扬，被称作美国石油及天然气产量的“力挽狂澜者”，而美国政府也相信，该区能够在2020年前为当地增设280万

个工作岗位，以及每年 246 亿美元的税收。但是，现在看来，短期内这些可能都难以兑现。

2.2 心理冲击巨大，但不会阻断页岩革命

美国能源信息署在 2014 年 4 月公布的评估数据显示，美国石油储量一共有 334 亿桶，如果将此次的削减计算在内的话，那么美国石油储量将会下降 39%，由 334 亿桶降至 203 亿桶。因此，有人认为这是美国页岩革命神话破灭的重要标志。同时，由于美国页岩革命对我国产业的巨大影响，以及中国对页岩革命的憧憬，也给中国造成了巨大的心理冲击。

但是，蒙特利区块可采储量被大幅下调属于个案，仅是一个地区因技术水平和自然条件所导致的可采储量调整，不足以影响美国页岩油整体产量未来走势，一是因为该区块的页岩油产量不大，二是因为美国页岩油主产区产量稳定。其次，蒙特利地区的页岩油技术可采储量大幅下调主要是技术原因，而随着技术进步，可采储量往往会出现较大波动。此外，此次可采储量针对的是页岩油，而非页岩气。

因此，美国页岩革命失败的解读是不够全面和客观的。

2.3 美国能源独立依然有望，中国能源安全将继续承压

美国页岩革命已取得的成功及其发展预期，为美国实现能源独立提供了可能性和广阔前景，因此，最近美国开始考虑解除已持续近 40 年的原油出口禁令。

未来，美国可能会依靠能源独立强化对国际能源价格的控制，主要体现在美国将增加国际油气市场的供应；美国也可能会减弱对国际能源价格的控制，甚至利用国际油价的波动。

由于中国对国际油气的需求较大，但对其价格的影响又很小，上述 2 种可能都意味着中国获取国际油气资源成本和风险将处于更大的不确定性中。

3 蒙特利页岩油可采储量下调的启示

3.1 页岩油/气资源开采受诸多因素影响，对储量等评估数据不宜太多乐观

蒙特利页岩油储量为美国北达科他州 Bakken 页岩区的 2 倍多，但是，2012 年 Bakken 页岩区已成为美国第二大原油产区，仅次于德克萨斯，同时 Bakken 区页岩油可采储量温和预计仅为 43 亿桶（2012 年数据），亦远低于蒙特利地区。此外，蒙特利页岩油可采储量也是德克萨斯州南部 Eagle Ford 的 5 倍多，但后者已经开采出大量原油。由此可见，实际开采量和储量之间存在巨大差距。

3.2 动态看待技术可采储量的变化

对于油气来说，产量增长趋势在中短期更具意义。从技术角度看，可采储量通常是可变指标，会随着钻井技术发展、地质勘探的进展和价格波动而变化。例如，美国页岩气的技术可采储量就从 2011 年的 24.4 万亿 m^3 下降至 2012 年的 13.7 万亿 m^3 ，然后又上升至 2013 年的 18.82 万亿 m^3 。

3.3 可采储量预估应综合考虑技术、经济、地质因素

技术可采储量是采用现有技术而不考虑经济性所能开采出来的储量，由于没有考虑经济可行性，很可能导致实际可采量的高估，并不能形成最终产量。同时，石油可采储量预估还应该考虑各个油田的地质学差异，否则可能导致错误的预测和估计。

参考文献：

- [1] U.S. officials cut estimate of recoverable Monterey Shale oil by 96%
<http://www.latimes.com/business/la-fi-oil-20140521-story.html>
- [2] 美国页岩革命神话破灭了
http://finance.ifeng.com/a/20140601/12459446_0.shtml
- [3] 神话破灭：美国页岩气开采重地储量降 96%
http://www.cb.com.cn/economy/2014_0526/1062214.html
- [4] 美国页岩神话“破灭说”不靠谱
http://finance.ifeng.com/a/20140527/12416927_0.shtml

（赵纪东，曲建升 撰写）

CSIS：新能源、新地缘政治

编者按：2014 年 4—6 月美国国际战略研究中心（CSIS）发布了《新能源、新地缘政治》（New Energy, New Geopolitics）报告，以及一系列背景报告。这些报告评估了由于美国页岩气和致密油生产带来的世界能源和地缘政治的迁移。阐述了非常规能源对能源、地缘政治和国家安全如何造成影响。还推测了由于非常规能源造成的未来世界能源格局的几种可能情景，最后提出了相关的建议。

2005—2014 年，美国页岩气和致密油产量猛增。由于致密油和页岩气开发，美国原油和天然气产量分别上升了约 34% 和 65%。仅来自宾夕法尼亚州的页岩天然气供应就相当于整个卡塔尔的天然气出口能力，而且在 2012 年，美国成为世界第二大天然气出口国。过去 5 年，北达科塔州和德克萨斯州轻致密油增加的产量相当于伊拉克目前的生产水平。这些能源供应增加不仅满足了美国的能源需求，而且有助于全球能源市场的稳定。根据初步评估，在美国 137 个页岩地层和其他国家的 41 个页岩区赋存有大约占全球原油技术可采储量的 10% 和天然气储量的 32%。

1 对能源的影响

美国页岩气和致密油革命导致的能源格局发生重大变化，其中最显著变化概述如下：

（1）改变能源市场、贸易流和投资

美国致密油和页岩气产量随着需求增长放缓，同时减少美国对进口的需求。因此，传统的美国能源供应商正逐渐增加向其他市场的服务。美国的能源进口量下降的同时，其出口正在上升。能源的新来源也改变了商业公司和国家的竞争力和投资决策。因此，能源项目的层次结构被重新排序，至少是暂时改变了美国能源部门的

资本投资和使投资远离更昂贵和/或危险的位置。美国能源供应突然激增和随之天然气价格的下降已经让北美成为全球能源密集型投资最具有吸引力和竞争力的地方。

(2) 能源政策审查的紧迫性

非常规油气资源潜力的大量额外的发促使许多国家重新考虑其能源政策，利用自己的非常规资源基础或应对美国石油和天然气产量激增所带来的影响。

(3) 重新排序应对气候变化方案

许多公共和私人部门都正在寻求方法来优化天然气在能源经济中所扮演的角色，“绿色议程”的支持者们已经就是否支持或抵制将天然气作为清洁能源促进短期减排解决方案产生分歧。

2 对地缘政治的影响

虽然迄今为止具体的地缘政治影响一直有限，显然一些国家和国际组织的观念已经发生变化。能源生产大国如俄罗斯已强化对已有的亚洲市场重新定位，增加了现有能源部门的压力，增强了改革的必要性，同时也减少他人的在北极利益，保存了俄罗斯的可能优势；而同为生产大国的沙特阿拉伯，加强了对正在进行中的亚洲市场的重新定位，使沙特阿拉伯发挥调节市场的作用。在世界市场发挥更大作用的生产国，如伊朗、伊拉克和墨西哥，提高了其世界市场份额，增加石油输出国组织（欧佩克）加强凝聚力的压力，加快了内部改革。

依赖税收的国家，如尼日利亚、也门和阿尔及利亚，提出了关注潜在的适度的未来价格下降和不稳定的风险。能源消费大国，如中国，提高能源安全地位但不减轻其能源总体脆弱性，抑制了中国的“美国衰落”的故事，提供了美国—中国能源对话从竞争到合作的新的可能性；而在欧洲增加了绿色议程的压力；日本和前面已经讨论过的美国，都转变国内政策或外交政策应对因致密油和页岩气开发导致（或预期的）战略环境的变化。

3 对美国国家安全的影响

能源与国家安全之间的联系是多方面的、复杂的，而且往往是不透明的。总体而言，页岩气和致密油两大领域的革命已经引起了国内外的的问题，包括相关观念和现实的变化。

(1) 观念。由于页岩气和致密油的革命，展现了美国实施全球领导地位更大能力的有限例子，世界各地对美国愿意担任全球领导地位提出了疑问。

(2) 现实。页岩气和致密油的革命未能缓解欧洲和亚洲传统盟友和合作伙伴的压力，同时增加了市场不稳定、治理紧张，以及能源进口和出口依赖型国家动荡的潜力，加剧了美国国家和民众利益差距。

4 情景模式

页岩气和致密油产量正在以一个快速的步伐发生演变，美国政策制定者一直面临对新能源做出怎样回应姿态的挑战。因此加剧了未来各地的非常规油气开发的不确定性。研究小组评估了一系列潜在的全球非常规石油和天然气生产，推测了由于非常规能源造成的未来世界能源的几种可能情景。

基准情景：此情景假设非常规石油和天然气产量基本上以美国（石油）和北美（天然气）为主。

突破情景：这个情景假设美国经验继续急剧升温，而且全球非常规油气开发绝大多数不再受限于其他国家，成功地克服成本限制，抑制当前生产的技术和环境障碍。

失败情景：在这种情况下，世界其他地方的非常规石油和天然气仍未开发，美国这 10 年的成功经验开始扭转。到 2025 年，美国又回到了看起来非常类似于当前的繁荣之前预期的石油和天然气生产状况（即 2005—2008 年的战略展望）。

天然气突破情景：这个情景假设全球非常规天然气产量增加，但致密油保持在全球石油产量中所占份额很小。

每一个情景可能源自多种因素和趋势，以及可以改变的显著因素，包括国家政策、政治动荡、经济变化（全球或区域）和技术进步。

5 政策建议

该报告针对美国决策者面对这种新能源的管理 2 条路径——“能源稳定”或“能源利用”的选择，提出了以下建议：

- （1）促进国内外更大的生产和更高效的能源利用。
- （2）进一步鼓励，超越目前国外非常规油气的产量。
- （3）鼓励能源资源贸易以推动灵活、适应性强、高效的市场运行。
- （4）维持美国持续和明确的承诺，以保障海上运输通道。
- （5）缩减国内言论所提供的“独立”新能源的姿态。
- （6）加强对文化的创新。

（7）利用这种新能源趋势机会，加强外交关系或能源一直发挥核心作用的地缘政治动态。

（王立伟 编译）

原文题目：New Energy, New Geopolitics

来源：<http://csis.org/publication/new-energy-new-geopolitics>

最新研究揭示南极海冰对全球大气二氧化碳的关键调控机制

迄今为止，在冰期—间冰期时间尺度海洋调控大气 CO₂ 的真正机制是科学界尚未破解的重大难题之一。科学家认为因地球运移轨道变化所导致的地球所接收的太阳能减少并不能全面解释末次盛冰期的成因。

为揭示末次盛冰期地球所经历的长达 200 年之久的气候剧变的内在机理，美国麻省理工学院、普林斯顿大学和加州理工学院联合研究小组首次专门就与此次事件相关的大量离散于海洋、大气及冰盖中的信息之间的关联性展开研究。研究小组采用海洋物理学与数学建模相结合的新方法，为该科学难题的破解开辟了新路径。

海洋作为地球气候强有力的调控者，历经数千年的演化，蕴藏了大量的有机碳，并避免其以 CO₂ 形式向大气释放。同时，海水还通过碳循环以及分布在其表面的微生物的光合作用吸收大气中的 CO₂。

此次研究之所以聚焦南大洋即环南极洲海域，是因为该海域是全球碳循环的关键组成部分，它是连接大气与深海的通道。受极地东风带驱动的南极绕极环流使得南大洋成为实现深海碳循环（通过海洋最深处富碳海水上升至洋表）的最理想环境之一。现代南大洋有拥有极大的碳循环潜力：深部的富碳海水持续不断地同上层海水相混，并且该过程因洋流同深部洋脊的作用而加强。但在末次盛冰期，永久性海冰覆盖面积超过了南大洋面积，因而扩展的海冰如何影响南大洋与大气之间交换 CO₂ 的过程成为科研人员最关心的核心问题。

利用南极绕极环流数学模型，研究人员计算出了末次盛冰期被海冰封存的海水总量。结果令人震惊：海冰覆盖了深海同大气交换 CO₂ 的唯一通道，自从南大洋深部海域被海冰封闭，南大洋中的 CO₂ 就再也没有向大气释放。

研究同时揭示了海冰变化与海水大规模重新配置之间的关联。伴随海冰的不断扩展，更多的上流深部海水重新回流至海洋深部。南大洋深部海水形成一个规模更庞大的中层及深层海洋，从而使得上层海水与深部海水之间的界限升高，由此，深部富碳海水失去了同上层海水之间的联系，最终导致深部海水与大气之间的碳交换减弱，进而使得海洋碳储集进一步增多。因此，研究人员认为，“南大洋被海冰‘窒息’”可以解释末次盛冰期大气 CO₂ 含量显著下降的现象。

该研究不仅首次揭示了海冰扩展同与大气隔绝的海水增加之间的动态关联（二者一直被认为是相互独立的事件），成功解释了末次盛冰期全球大气 CO₂ 含量极低的原因，而且更重要的是，据此可以得出进一步的结论：不只是末次盛冰期，在古气候记录中，最近的 4 次冰期均发生了与之相同的过程。研究人员强调，这并不意味着每次冰期所导致的大气 CO₂ 含量下降幅度是相同的，而是表明在同一时期所有同

时发生的事件之间必定是密切关联的，如果不同事件之间的关联效应在冰期开始就存在，那么这些关联事件就会以相同的速率发生。

该研究项目得到美国科学基金会（NSF）的资助，相关研究成果发表于 2014 年 6 月 2 日出版的《美国国家科学院院刊》。

参考文献：

- [1] Solving the puzzle of ice age climates: Southern Ocean and explanation for 'Last Glacial Maximum'. <http://www.sciencedaily.com/releases/2014/06/140602160001.htm>.
- [2] Antarctic sea ice control on ocean circulation in present and glacial climates. PNAS, 2014, doi: 10.1073/pnas.1323922111.

（张树良 编译）

地学仪器设备与技术

日本发射陆地观测卫星调查环太平洋火山地震带

2014 年 5 月 24 日，日本在鹿儿岛县航天发射场发射了先进陆地观测卫星-2（ALOS-2），该卫星由日本宇宙研究开发机构和三菱重工联合打造，也是日本研发的第二颗先进陆地观测卫星。日本的研究人员试图利用这颗卫星对全球自然灾害和极地、热带雨林进行充分的研究，调查全球深层次的环境灾害诱因。先进陆地观测卫星系列能够监测灾情，如 2011 年日本海啸事件发生后受灾地区的影响情况以及后续的重建状态。

日本的第一颗陆地观测技术卫星 ALOS-1 因使用寿命到期，于 2011 年停止使用。ALOS-2 则是接替它的后续卫星，搭载了具备更高性能的雷达，即便在夜间与恶劣天气下也可进行观测。ALOS-2 的观测范围是 ALOS-1 的 3 倍，精度能够识别陆地上 1~3 米大小的物体，较 ALOS-1 的 10 米大幅提升。此外，ALOS-2 绕地飞行高度为 630 公里，比上一代低了 60 公里，每天会在正午时分通过日本附近的上空 2 次。在发生灾害时，只要提前一个小时发出请求，该卫星即可对受灾地区进行观测，而 ALOS-1 则需要提前 5 个小时。

ALOS-2 卫星具备较高的成像分辨率，可在恶劣的天气条件下对地面进行成像观测，甚至可排除植被的干扰，可为日本研究人员提供极为宝贵的数据，尤其是环太平洋火山带对日本的影响。日本所面临的自然灾害显然要比环太平洋上的一些国家高得多。为此，日本科研人员赋予了卫星收集地壳变形的数据，同时还包括洪水、山体滑坡影响等。

参考文献：

- [1] <http://global.jaxa.jp/projects/sat/alos2/index.html>
- [2] <http://www.cast.cn/CastCn/Show.asp?ArticleID=46637>
- [3] <http://tech.qq.com/a/20140527/008590.htm>

（安培浚 整理）

下次旧金山地震可能以一系列大地震的形式发生

旧金山湾区位于太平洋板块和北美板块的交界地带。在地震周期中，能量主要沿该地区的 San Andreas、San Gregorio、Calaveras、Hayward-Rodgers Creek、Greenville、Concord-Green Valley 等断层释放。

地震周期反映着应力的累积和释放。但是，自从旧金山湾区的地震活动有人类报道或书面/仪器记录以来，该地区还没有经历过一个完整的地震周期。目前，最早地震记录仅可追溯至 1776 年。通过在断层上开挖沟槽、从近来发生的地震分析主要断层过去的地表破裂情况、对木炭碎屑的放射性碳年龄测定，以及非本地花粉的发现，美国地质调查局（USGS）的研究人员将该地区的大型古地震时间扩展至了 1600 年。

结果发现，在 1690—1776 年间，一系列 6.6~7.8 级的地震发生在 Hayward 断层（北部和南部的片段）、圣安德烈斯断层、Calaveras 北部断层、Rodgers Creek 断层、以及 San Gregorio 断层，但是，Greenville 断层和 Concord-Green Valley 断层的北部在这一时间段里并没有发生地震。这一系列地震释放的能量相当于 1906 年的旧金山大地震。

目前，该地区的应力仍在累积。对于未来的能量释放，研究者认为，至少有 2 种模式：一种是类似 1906 年旧金山地震的一次特大地震；另一种是一系列大地震。至于断层系统将来如何破裂，其可能性存在于该地区的任何一个断层上。不过，研究认为，发生一系列大地震的可能性更大一些。

（赵纪东 编译）

原文题目：The Earthquake Cycle in the San Francisco Bay Region: A.D. 1600–2012

来源：<http://bssa.geoscienceworld.org/content/104/3/1299.full>

Science：俯冲玄武岩研究揭示核幔边界的温度

为探究大洋板块玄武岩的熔融过程，科学家重建了地表下方 600~2900 km 深处的极端条件，并借助欧洲同步辐射光源（ESRF）的 X 射线对该条件下的微量岩石及其结构进行了研究。结果发现，洋底玄武岩的熔融温度低于组成地幔的橄榄岩，这为地幔底部的地震异常现象提供了新的解释

地球所含的热量能够引起地幔对流，推动板块构造。然而，人类对地球内部的温度仍然知之甚少。地幔对流导致热物质上升至地表，冷物质下沉至地核。因此，当上升的地幔开始在大洋中脊底部熔融时，玄武岩沿地表流动便形成了所谓的洋壳。几千年来，洋壳发生俯冲消减，较大密度使其再次沉入地幔。这也是地球上的大陆

有几十亿年历史，而最古老的洋壳仅能追溯到 1.65 亿年的原因。

核幔边界（也称 D"区）的温度被认为在几百公里内升高了 1000 多度，与周边地幔的温度梯度形成鲜明对比。先前的研究表明，温度上升可能会导致地幔发生部分熔融，但这一假设无法解释很多观测到的地球物理现象。首先，地震波速异常与预期的地幔部分熔融不相匹配；其次，熔融地幔应该会在地幔底层形成液体囊(liquid pocket)，但这一现象却从未被观测到。

对深部玄武岩熔点的研究发现，其明显低于地幔熔点，因此，洋底玄武岩熔融是先前未解的地震异常的原因。玄武岩熔融可以产生富含 SiO₂ 的液体，由于地幔本身含有大量 MgO，这些液体与地幔将会快速反应，形成固态 MgSiO₃ 钙钛矿，这就可以用来解释地震学家在深部地幔检测不到液体囊的原因：所有流体已经快速地发生了再凝固。

如果确实是玄武岩的部分熔融，而非 D"区的地幔熔融是地震异常的原因，那么核幔边界的温度必须在 3800~4150K 之间，介于玄武岩和地幔的熔点之间，这将是目前核幔边界可用的最精确温度。同时，该实验还表明，地壳在洋中脊的形成及其在下地幔熔融的循环可能从地球板块构造活动之初就开始了，而这解决了核幔边界在地幔动力学中的特殊作用的长期争论。

（赵纪东，王艳茹 编译）

题目：Melting of subducted basalt at the core-mantle boundary

来源：<http://www.sciencemag.org/content/344/6186/892>

Science: 氧同位素证据表明月球由 45 亿年前地球与另一大型天体碰撞形成

6 月 6 日，《科学》(Science) 杂志发表文章称，一系列最新的氧同位素测量证据表明，约 45 亿年前地球与另一大型天体碰撞产生了月球。这一研究成果也在 6 月 11 日于加利福尼亚州萨克拉门托举行的哥德施密特地球化学大会 (Goldschmidt Geochemistry Conference) 上做了进一步讨论。

大多数行星科学家认为，月球是由地球与行星天体——忒伊亚 (Theia) 撞击形成。氧、钛、硅及其他同位素比值的测定进一步证实了碰撞的发生。虽然在整个太阳系中，这些同位素的比值都不是固定的，但地球与月球的比值却极为相似，这与碰撞的理论模型相悖，说明月球可能主要来自于 Theia，因此预计组成上也会与地球不同。

目前研究人员使用更加精确的技术来比较月岩样品与地球岩石的 ¹⁷O/¹⁶O 值。最初使用以陨石的形式掉落地球的月岩作为样品，但这些样品已经与地球上的水进行了同位素置换，因此需要寻找更新鲜的样本。本次实验样品由 NASA 提供，取自阿波罗 11、12 和 16 号任务，研究发现样品的 ¹⁷O/¹⁶O 值明显高于地球岩石。虽然二者的差异很小，难以检测，但却仍然存在。说明目前能够有理由确定曾经发生过巨大

的碰撞，同时还可以了解 Theia 的地球化学成分。研究发现，Theia 似乎与 E 型球粒陨石相似。如果的确如此，而且现今的月球是 Theia 与早期地球的混合体，那么就能够预测月球的地球化学和同位素组成。研究的下一目标是证实月球上有多少物质来自 Theia。

多数模型预计，月球上约有 70%~90% 物质来自于 Theia，剩下的 10%~30% 来自于早期地球。但一些模型认为月球上仅有 8% 的物质来源于 Theia。最新的数据表明二者的物质比例可能为 50:50，但尚待进一步核实。

(刘学, 王艳茹 编译)

来源: Daniel Herwartz, Andreas Pack, Bjarne Friedrichs, et al. Identification of the giant impactor Theia in lunar rocks. Science 6 June 2014: Vol. 344 no. 6188 pp. 1146-1150

***Nature Geoscience*: 地球最早衍生的陆壳形成于类似冰岛环境**

5月25日,《自然地球科学》(*Nature Geoscience*)发表文章称最新研究数据表明,地球最早的大陆地壳形成于类似现代冰岛的构造背景。

地球上的洋壳可能是最先形成的,但最早的陆壳是如何形成的目前尚不清楚,可能最早在大洋中形成岛屿状构造,继而地幔上涌产生岩浆,冷凝固晶形成新的地壳。大洋高原之中,冰岛的特征与陆壳最为接近,因为它的地壳异常厚,并含有相对高比例的富硅氧(富硅铝)的岩石。因此,冰岛被认为最适合模拟地球最早的大陆地壳。但来自冰岛的硅铝质岩石的地球化学特征与迄今发现的典型的(39~25)亿年前的太古代岩石不同。近期在加拿大 Acasta 片麻岩中发现了一个保存非常完好的 40.2 亿年前的英云闪长质片麻岩岩石单元。地球化学分析表明,该岩石单元的特征是富铁、负钨异常、未分离稀土元素模式、岩浆锆石的氧同位素比值低。上述特征与典型的太古代火成岩不同,但却与冰岛的硅铝质岩石惊人相似,表明这种古老的岩石单元形成于浅部岩浆过程,包括先前被地表水蚀变的岩石的同化混染。

(刘学, 王艳茹 编译)

来源: Jesse R. Reimink, Thomas Chacko, Richard A. Stern, et al. Earth's earliest evolved crust generated in an Iceland-like setting. Nature Geoscience(2014)doi:10.1038/ngeo2170

***Nature Communications*: 裂谷迁移导致南大西洋大陆边缘两侧不对称**

6月6日,《自然通讯》(*Nature Communications*)发表文章称,1500~1200万年前,当南美从非洲板块上分裂开时,形成了南大西洋,同时巴西也从安哥拉分离出来。通过这种分裂形成的大陆边缘两侧却有着惊人的不同。探测发现,安哥拉 200km 宽的近海陆壳非常薄,而与之相对的巴西陆缘却表现为陆壳与洋壳的突变。

几十年来,地球科学家一直试图解释陆壳减薄量及张裂大陆边缘两侧形状不对称的原因,以及陆缘宽阔而地壳却较薄的原因。研究使用高分辨率计算机模型,分

析了取自南大西洋边缘的地质数据，发现在大陆解体期间，断层活动导致陆壳减薄形成的裂谷，其中心并非固定不变，而是侧向迁移的。

研究发现裂谷能够侧向迁移上百公里。迁移期间，热地幔物质上涌导致裂谷一侧的地壳减薄，而另一侧地壳由于较冷则相对加厚。新断层仅形成于温暖且薄弱的裂谷一侧，而较厚的另一边则变得不活跃，因此裂谷系能够发生侧向迁移，并将地壳物质从南美板块传送至非洲板块。迁移地块沿裂谷大规模延伸，最终构成非洲陆缘神秘的地壳薄片。

裂谷的迁移需要较长的时间：在现代安哥拉和巴西陆缘形成期间，裂谷中心向西迁移了 200 多公里，导致大陆解体和洋壳的形成延迟了 2000 万年。新模型显示，牵引速度是决定南大西洋边缘宽度的关键：地壳拉张越快，裂谷迁移得越远，因此形成的大陆边缘的不对称性就愈加明显。

（刘学，王艳茹 编译）

来源：Sascha Brune, Christian Heine, Marta Pérez-Gussinyé et al. Rift migration explains continental margin asymmetry and crustal hyper-extension. *Nature Communications*. 5:4014 DOI: 10.1038/ncomms5014 (2014)

数据与图表

IEA：为保障至 2035 年全球能源安全至少需投资 48 万亿美元

6 月 3 日，国际能源署（IEA）发布特别报告《世界能源投资展望》（*World Energy Investment Outlook*）。报告指出，为满足日益增长的能源需求，即“新政策前景”（*New Policies Scenario*）预测，2014 年至 2035 年全世界将需要投入超过 48 万亿美元的资金。其中 40 万亿美元将被用于能源供应，另外 8 万亿美元用来提高能源效率。然而，按该预测前景将导致全球升温 3.6°C，高于之前各国政府达成的 2°C 升温目标。对此，IEA 设定了“450 情景”方案（*450 Scenario*），按此方案，到 2035 年全世界的能源投资将增至约 53 万亿美元，其中能源供应投资为 39.4 万亿，能效投资为 14 万亿。

1 新政策前景趋势

按照新政策前景设想，用于能源供应的 40 万亿美元投资中，电力领域占 16.4 万亿美元，石油和天然气领域分别占 13.7 万亿美元和 8.8 万亿美元。这其中用于满足能源需求增长的投资不到一半，其余大部分是用来弥补现有石油和天然气田产量的下降，以及更新已经超过生产年限的发电厂和其他设施。能源供应投资增长主要来自 OECD 国家和中国。用于提升能效的 8 万亿美元投资中，交通运输领域占最大份额，达 4.9 万亿美元。投资地集中在主要的消费市场，如欧盟、北美和中国。

不同国家的能源供应投资差异甚大（表 1），中东大部分的能源投资集中在石油领域，俄罗斯的投资则集中在天然气领域。一些缺乏自生资源的国家（如印度、中

国、韩国和日本等)则关注电力行业的投资。这些国家往往是石油和天然气净进口国家,严重依赖资源富有国家。到2035年,中国和印度的石油进口量将达1950万桶/天,合计天然气进口量将达2700亿立方米,为满足供应,中国和印度对石油和天然气需求所需的投资将超过2万亿美元。

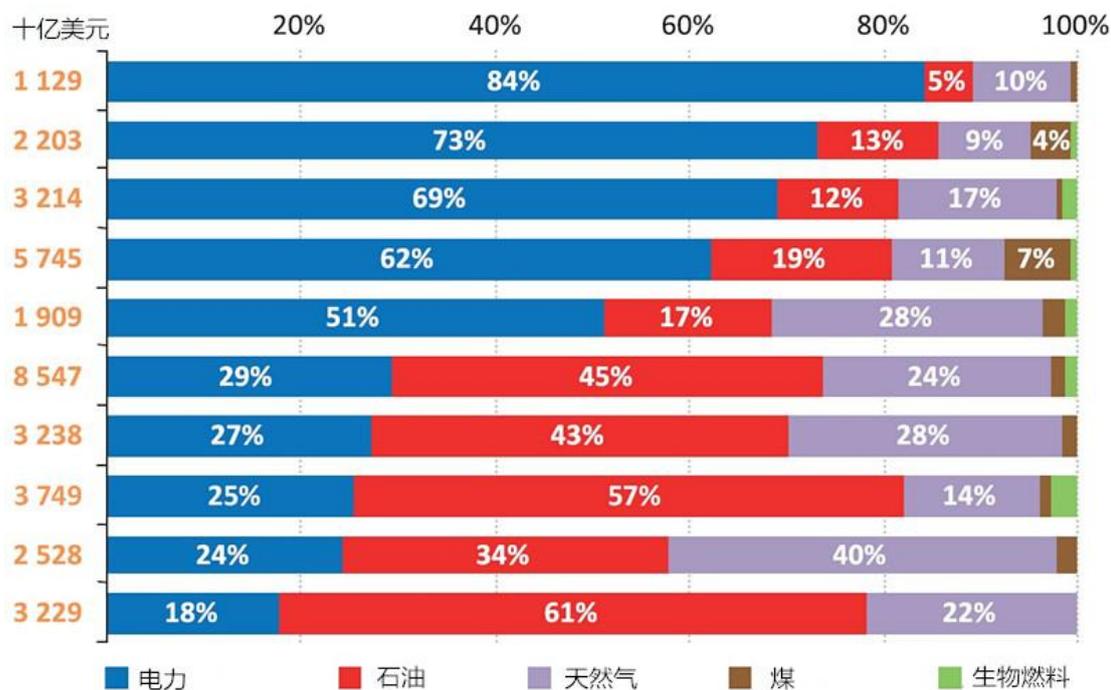


表1 新政策前景下2014-2035年不同地区或国家的能源投资

2.450 情景方案趋势

“450情景”方案(450 Scenario),到2035年全世界的能源投资约53万亿美元,其中能源供应投资为39.4万亿,较新政策前景设想的40万亿美元略有减少。而能效投资为14万亿,超过新政策前景6万亿美元,而该投资将会帮助到2035年把能源消耗比新政策前景降低近15%。

3 能源投资面临的风险

尽管能源领域的新兴投资者不断涌现,但也无法消除这一行业所面临的诸多问题,这些问题在未来20年时间里将会愈加恶化。例如,天然气供应投资几乎在各地都有增加,但是满足石油需求长期增长则肯定要更多依赖中东的投资。来自于北美及其他地区的页岩油气供应量的大幅增长很可能将在21世纪20年代中失去势头;如果这一预测成为事实,则沙特阿拉伯等中东产油国的地位将重新上升。如果投资不能及时回暖,则所造成的供应短缺将会导致石油市场更紧张,预计到2025年油价可能会上升15美元/桶。

(刘学 编译)

原文题目: World Energy Investment Outlook

来源: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEIO2014.pdf>

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 安培浚 赵纪东 张树良 刘学 王立伟

电 话:(0931) 8271552、8270063

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