

中国科学院国家科学图书馆

# 科学研究动态监测快报

---

2013年3月15日 第6期（总第156期）

## 地球科学专辑

- ◇ 北极油气勘探开发面临挑战及对策建议
- ◇ 页岩油或将引发新的能源革命
- ◇ EPI 指出 2011 年全球化石燃料补贴高达 6200 亿美元
- ◇ 从水瓶座卫星看全球盐度变迁
- ◇ DCO 科学家出版《地球上的碳》著作
- ◇ *EPSL* 文章指出矿物多样性揭示地球早期地球化学特征
- ◇ *Nature Communication*: 地球早期富含硫化氢的海水延缓了复杂生命的诞生
- ◇ *Nature*: 海洋动力学过程对雪球地球的影响
- ◇ *JGR*: 极地漩涡、持续寒冷和含氯化合物造成北极臭氧空洞

中国科学院资源环境科学与技术局

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆

---

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆  
邮编：730000 电话：0931-8271552

甘肃省兰州市天水中路 8 号  
<http://www.llas.ac.cn>

## 目 录

### 能源地球科学

- 北极油气勘探开发面临挑战及对策建议 ..... 1
- 页岩油或将引发新的能源革命 ..... 4
- EPI 指出 2011 年全球化石燃料补贴高达 6200 亿美元 ..... 5

### 海洋科学

- 从水瓶座卫星看全球盐度变迁 ..... 6

### 地质科学

- DCO 科学家出版《地球上的碳》著作 ..... 7

### 前沿研究动态

- EPSL* 文章指出矿物多样性揭示地球早期地球化学特征 ..... 10
- Nature Communication*: 地球早期富含硫化氢的海水延缓了复杂生命的诞生 11
- Nature*: 海洋动力学过程对雪球地球的影响 ..... 11
- JGR*: 极地漩涡、持续寒冷和含氯化合物造成北极臭氧空洞 ..... 12

# 能源地球科学

编者按：2008 年，美国地质调查局（USGS）发布《环北极资源评估报告》，该评估显示环北极地区的石油资源量占世界待发现石油资源量的 13%，天然气资源量占世界待发现天然气资源量的 30%。尽管评估显示北极地区油气资源的储量相当可观，但是该地区仍有近半数盆地未进行油气勘探，已发现的油气田也因气候、基础设施以及技术等原因尚未投入开发。本专题试图基于已有资料，对北极油气勘探开发面临的挑战与应对技术进行分析总结并提出建议，以期能够对我国的相关工作有所借鉴和参考。

## 北极油气勘探开发面临挑战及对策建议

北极地区是指北极圈（北纬 66°34′）以北的区域，包括北冰洋和 8 个环北极国家（加拿大、丹麦、芬兰、冰岛、挪威、瑞典、俄罗斯和美国）的北方领土。近年来，世界不同组织机构对该地区的油气资源进行了如火如荼地调查评估，尽管评估都显示北极油气资源的储量相当可观，但是要对北极油气资源进行规模开发，则会遇到众多技术上的困难。

### 1 北极油气勘探开发面临的挑战与应对技术

#### 1.1 环境与后勤

严酷的天气条件要求设备能够承受极度低温，恶劣的土壤条件有可能使设备和建筑物发生下沉，还有北极的环境极其脆弱，因而导致在该地区的油气勘探开发作业中需采取一些特殊的措施。如斯伦贝谢在加拿大西北地区作业时，采用在临近河流湖泊中的水浇在地面上，建造冰路，以支撑重型卡车和设备。西方奇科在阿拉斯加北坡引入了第一批橡胶履带震源车。宽履带和橡胶轮面等技术的结合使用，在脆弱的北极冰面上产生的压力较低，损害较小。

#### 1.2 勘探

由于冰川的冲蚀和沉积，导致北极地区地貌特征极其复杂。地面凹凸不平和近地表的非均质性会影响地震测量结果。使用常规技术在北极进行勘探可能非常困难。2008 年，加拿大能源公司及其合资伙伴 Nunoil 公司和 Cairn 能源公司在格陵兰海上边疆盆地 2 个区块进行油气勘探，成功运用可控源电磁（CSEM）技术确认 8 个存在电阻率异常的远景区含油气资源的概率仅为 50%。在北极盆地进行勘探仍然具有很大风险，但采用 CSEM 技术有助于降低钻干井的潜在风险。

#### 1.3 钻井作业

由于北极地区生态环境脆弱、温度超低、暴风雪猛烈，还有强海流、浮冰、冰

山、永冻层，所有这些都增加了钻井作业的风险。因此，目前适合极地恶劣环境钻井作业的钻井船和钻井平台数量非常有限。

韩国的造船综合能力居世界领先地位，并且垄断了能够在极地海域进行作业的冰区海洋工程船舶，自 2007 年 11 月韩国三星重工建成世界第一艘适合极地工作的钻井船后，目前该船厂正在建造第五代深水极地钻井船。另外，欧美公司垄断着平台装备设计领域。荷兰 Huisman 设备公司设计了一种适合近北极地区的半潜式钻井平台，即 JBF 北极圈号钻井平台，其作业水深为 60~1500m，采用锚泊定位，其独特的结构能够承受冬季厚冰（冰厚度可达 1.5~2m）和夏季风浪冲击，便于在近北极地区全年全天候作业。

为了应对极地恶劣环境，钻井船、钻井平台以及水下设备必须极其坚固。在浅水区，在由砾石或冰建造的人工岛上进行钻井作业，是目前最为经济有效的解决方案。除了用各种材料建造人工岛外，各种沉箱或挡水结构也被用作钻井设施。例如，埃克森美孚公司在北极作业中使用了砾石岛、冰岛、沉箱固定岛（CRI）、混凝土岛钻井系统（CIDS）以及单个钢制钻井沉箱（SSDC）系统。

#### 1.4 固井与增产作业

北极地区的固井作业面临极大的挑战。水泥凝固过程中通常伴随水泥成分发生水化反应而释放热量。其他地区的固井作业可忽略这种放热性，但在北极这一特性却很重要，因为释放出的热量将导致永冻层融化。井筒周围产生液态水，导致之前坚硬稳定的地层变得疏松、不稳定。针对这一问题，斯伦贝谢研发了一种新的解决方案——ARCTICSET 水泥，这种水泥是针对低温永冻层专门设计的。水泥的组分经过精心设计，水泥固化时水化反应的放热量达到最低。ARCTICSET 水泥不会冻结，但在环境温度低至-9℃（16°F）时能够固化并形成足够的强度。

#### 1.5 油气运输

虽然未来北极夏季具备航运条件，但时间也很短，冬季航道还会结冰。因此，要将石油运输出去，必须解决好相应的航运技术和破冰技术难题。从主要国家目前拥有的极地破冰船数量来看，俄罗斯优势明显（表 1），占总数的 1/3 以上，并且独有核动力破冰船 7 艘，而芬兰、瑞典、加拿大、荷兰、美国等也都各拥有一支强大的破冰船队，此外，挪威、日本、德国、阿根廷、澳大利亚、韩国等也都分别有 1 艘极地破冰船。但是总体而言，这些极地破冰船老化现象非常严重，目前各国还在相继建造新破冰船，中国正在自主建造第一艘极地考察破冰船，有望 2014 年服役；俄罗斯交通部表示，俄将在 2020 年前建成 3 艘新的核动力破冰船，以便完全保障北部航道的通行，此外还将建造 6 艘常规动力破冰船。

表 1 主要国家的极地破冰船一览表

国家	破冰船数量	开始服役年代	推动力类型
俄罗斯	18	1970s	核动力 5 艘
		1980s	柴油发电 5 艘
		1990s	轴带发电 3 艘
		2000s	2 艘
芬兰	7	1970s	柴油发电 2 艘
		1980s	2 艘
		1990s	3 艘
瑞典	7	1970s	柴油发电 3 艘
		1980s	轴带发电 1 艘
		2000s	3 艘
加拿大	6	1970s	柴油发电 1 艘
		1980s	轴带发电 3 艘
		1990s	1 艘
		2000s	1 艘
荷兰	3	1970s	柴油发电 1 艘
		1980s	轴带发电 2 艘
美国	3	1970s	柴油发电 2 艘
		2000s	1 艘

由于在北极地区铺设油气管道和用于开道的极地破冰船的投资成本太大，石油公司和造船企业开始探索将专用破冰船的破冰功能嫁接到油船和液化天然气(LNG)船上，建造出破冰油船和破冰 LNG 船等新概念船型。有报道称 2012 年俄罗斯北极 Yamal LNG 项目计划新造并包租 12~16 艘破冰 LNG 船。

## 1.6 小结

随着技术不断创新，未来可能对北极油气勘探开发起重要影响的技术有可控源电磁技术、适合极地的钻井平台、破冰油船、破冰 LNG 船等；但是目前这些技术主要由大型跨国油气公司和油田技术公司掌控，并集中在主要环北极国家。

英国著名能源分析研究机构 Infield System 公司在第二届北极技术会议上公布了其最新研究成果《至 2018 年北极近海油气资源市场报告》(Offshore Arctic Oil & Gas Market Report To 2018)，该研究显示，2012 年至 2018 年间，在北极地区的总资本支出中，超过一半是用于管道，另有 31%是用于平台。

尽管技术、气候和环境等因素会对北极地区的油气生产产生影响，但最终决定因素是盈利能力。据估计，在假定勘探开发和运输都不成问题的情况下，开采北极原油的成本最少在 30 美元/桶，即只有在高油价条件下，北极油气生产才能具有商业价值，随着全球对能源的需求日益增长，科技的不断发展，全球的消费者将来用上来自遥远北极的油气产品也是指日可待。

## 2 对中国的启示

由于全球变暖和冰川逐渐消融，将导致北极地区成为一个新的资源和能源产地，使其越来越成为世界各国争夺的“热土”。迄今为止，我国还未涉足勘探北极地区的油气资源，尤其是在相关科技能力和设施条件等方面与环北极国家相比还存在较大差距。对此，本文提出以下建议：

(1) 中国作为一个近北极国家，应将把北极地区作为一个新的油气来源目标地区。应加大对北极考察的投入，以掌握北极地区的油气资源、航道等情况，增强在国际事务中的发言权。特别是应加强抗冰船舶的设计和研究，组建现代化的破冰船队，为北极油气运输做准备。

(2) 中国应密切关注北极地区的区块招标活动和油气开发利用技术，鼓励和支持国内企业与他国油气企业联合投标和共同开发等商业活动，或者通过政府注资、技术入股、设备出口等方式积极参与到北极油气资源的开发过程。

### 主要参考文献：

[1] Andrew Bishop, Chad Bremner, Andreas Laake, et al. 北极油气资源潜力：挑战与解决方案. 油田新技术, 2010, 22 (4) 期: 36-49.

[2] The Institute for Foreign Policy Analysis. New Strategic Dynamics in the Arctic Region: Implications for National Security and International Collaboration. 2012.2

(刘学 供稿)

## 页岩油或将引发新的能源革命

2013年2月，普华永道公司(PWC)发布报告《页岩油——新的能源革命》(*Shale oil: the next energy revolution*)，该报告指出未来20年全球页岩油产量将强劲增长，预计2035年页岩油产量将占到全球原油供应总量的12%。

美国能源信息署(EIA)估计，全球页岩油资源量为3.2万亿桶，超过全球剩余石油资源的一半。美国页岩油产量正在快速增长，已经从2004年的11.1万桶/天增至2011年的55.3万桶/天。EIA预测，2035年美国页岩油探明储量或将达到330亿桶，产量将升至120万桶/天。目前加拿大也加入了页岩油生产国行列，2011年的产量达到19万桶/天，IEA预测2035年加拿大页岩油产量将超过50万桶/天。IEA同时表示，到2020年中国页岩油产量或将超过20万桶/天。

报告最后指出，页岩油巨大的开发潜力对于全球油气工业和政府部门来说是一个重要的战略机遇和挑战，并将影响全球地缘政治格局，因为对于许多国家来说，页岩油的开发将提高该国的能源独立性，降低欧佩克的影响力。

(刘学 编译)

原文题目：Shale oil: the next energy revolution

来源：[http://www.pwc.com/en\\_GX/gx/oil-gas-energy/publications/pdfs/pwc-shale-oil.pdf](http://www.pwc.com/en_GX/gx/oil-gas-energy/publications/pdfs/pwc-shale-oil.pdf)

## EPI 指出 2011 年全球化石燃料补贴高达 6200 亿美元

2013 年 2 月 27 日，美国地球政策研究所（EPI）发布《被操纵的世界能源博弈：2011 年全球化石燃料补贴高达 6200 亿美元》（*The Energy Game is Rigged: Fossil Fuel Subsidies Topped \$620 Billion in 2011*）报告。报告指出，由于忽略了燃烧煤、石油和天然气的环境和健康成本以及其的价格，化石燃料是能源博弈的受益者。据全球补贴计划和国际能源信息署（IEA）的保守估计，2011 年全球化石燃料能源补贴超过 6200 亿美元，比 2010 年高出 20%，主要是由于世界石油价格较高，其中生产端补贴约 1000 亿美元，消费端补贴约 5230 亿美元。而在消费端补贴中，石油、天然气和煤的补贴分别为 2850 亿美元、1040 亿美元和 30 亿美元，另外还有 1310 亿美元用于电力补贴。由于这些补贴，政府降低了近 1/4 化石能源价格，这导致了能源浪费型消费并加速了气候变化。

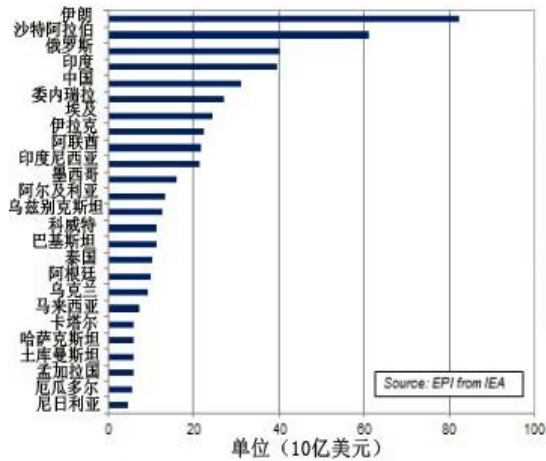


图 1 2011 年各国化石燃料补贴

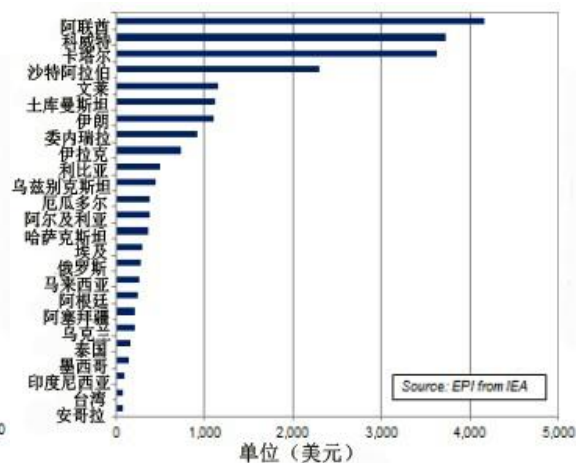


图 2 2011 年各国化石燃料人均补贴

从全球化石燃料补贴总量来看（图 1），伊朗是补贴最多的国家，约 820 亿美元，相当于该国国内生产总值（GDP）的 17%，且其中一半用于石油。随着国内汽车燃油价格远远低于世界市场价格，德黑兰处于无尽的交通拥堵和空气污染之中。世界上主要的 2 个能源出口国的补贴则分居第二和第三：沙特阿拉伯约 610 亿美元，且主要用于石油行业；俄罗斯则为 400 亿美元，几乎都用于天然气和电力行业。而印度不到 400 亿美元，比 2010 年增加近 80%。中国的 310 亿美元，也主要用于石油行业，名列第五。按人均水平计算（图 2），中东国家位列榜首。在 2011 年阿联酋对化石燃料的人均消费量高达 4200 美元。科威特和卡塔尔人均都为 3600 美元以上。这些国家的人均碳排放也居高。

2009 年，20 国集团承诺逐步取消鼓励浪费消耗的无效率化石燃料补贴，但它们并未取得实质进展。世界石油价格上涨使大量使用汽油和柴油的国家补贴负担加重，政府预算备受压力，例如摩洛哥和墨西哥。2010 年 12 月，伊朗制定了一个 5 年计

划以减少国家补贴，因而汽油价格一夜之间几乎翻了 2 番。如果没有这样的改革，在 2011 年伊朗将有更高的补贴。

全球 6230 亿美元的化石燃料补贴，也并未获得最大程度的支持，如税收减免和政府资助的致力于多年的严重污染源的研究和基础设施。相比之下，只有 880 亿美元用于可再生能源补贴，其中太阳能光伏发电、风电、生物质能发电和生物燃料（乙醇和生物柴油）所占的比例几乎相等。

IEA 估计，到 2020 年，将取消所有化石燃料消费补贴，每年将减少 CO<sub>2</sub> 的排放量近 20 亿吨。事实上化石燃料行业并不需要数十亿美元的政府支持，2012 年五大石油公司：荷兰皇家壳牌、埃克森美孚、英国石油公司、雪佛龙和康菲石油公司，共赚取 1370 亿美元。报告最后指出从上世纪肮脏的燃料补贴转变为清洁可再生能源，如风能、太阳能和地热，将有助于加快过渡到一个新的和持久的能源经济。

（王立伟 编译）

原文题目：The Energy Game is Rigged: Fossil Fuel Subsidies Topped \$620 Billion in 2011

来源：[http://www.earth-policy.org/data\\_highlights/2013/highlights36](http://www.earth-policy.org/data_highlights/2013/highlights36)

## 海洋科学

### 从水瓶座卫星看全球盐度变迁

2013 年 2 月 27 日，美国国家航空航天局（NASA）发布“水瓶座”（Aquarius）海洋观测卫星研究成果和未来计划。

海洋盐度是驱动大洋环流的主要动力之一，与全球淡水循环密切相关。Aquarius 是 NASA 第一颗专门研究海洋表层海水盐度的人造地球卫星，于 2011 年 6 月 10 日在加利福尼亚州范登堡空军基地发射升空，将为科学家研究全球变化如何改变全球降雨模式提供有价值的盐度变化信息。该卫星利用微波遥感技术在地球上空 657 公里处，386 公里宽的轨道上监测全球 1~2 厘米深的海水表层盐度和温度。其每周对全球大洋表面的盐度扫描一次，地面科学家则每月评估一次全球海洋表面盐度的变化。通过分析海水盐度的数据，科学家可以实时了解海洋环流、温度、成分以及海平面高度方面的信息。这些都是影响地球生态系统的重要因素。

目前，水瓶座卫星第一年的数据动态地描述了全球各地不同的盐度模式。如在阿拉伯海，中东附近的海域海盐度远大于毗邻拥有季节性降雨和恒河等流域入水的孟加拉湾海域。亚马逊河口的大型淡水流影响范围：东至非洲、北至加勒比海，且呈现出季节性的变化。太平洋中部呈现出强降雨的淡水区，在洋流作用下影响到巴拿马海域。而横跨美洲非洲的北大西洋中部是世界上盐度最高的开放海域。而这些海洋表明盐度的变化过程反映着全球水循环的过程和变化。为进一步确认 Aquarius 数据的可靠性，美国上层海洋区域盐度过程项目组还对大西洋海洋进行了实地盐度



测量，证实了其可靠性。

Aquarius 的设计寿命为 3 年，但目前凭借其完美表现，该服役年限将超过 3 年。未来，Aquarius 的主要任务之一是提高其对海岸两极附近海洋的盐度的偏移校正和修正读取。因为土地和冰的微波反射能淹没和干扰水瓶座卫星对盐度的微波遥感监测。另外强降雨会使盐度的微波信号减弱，严重影响 Aquarius 的读取。这都需要对盐度信号进行校正。在未来，Aquarius 团队将利用该卫星上的另一个由阿根廷设计的微波辐射计一起对强降雨时的盐度数据进行收集，以获取强降雨环境中的盐度数据。另外该数据将结合欧洲土壤湿度和海洋盐度 (SMOS) 卫星的相关数据，获取更为准确、更为精细的海洋盐度地图。并与美国农业部合作推出第一个全球性的土壤水分数据集，这将补充 SMOS 土壤湿度测量。

Aquarius 的第一年任务主要是获取和修正海洋盐度的算法，描绘全球海洋盐度地图。未来 Aquarius 团队的工作重点是通过分析处理海洋盐度数据探讨全球海洋的变化过程，探索海洋盐度对全球天气和气候的变化影响，从海洋盐度中获得人类对海洋的新见解。

(郑文江 编译)

原文题目: NASA's Aquarius Sees Salty Shifts

来源: [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/aquarius/news/data-first-year.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/aquarius/news/data-first-year.html)

## 地质科学

### DCO 科学家出版《地球上的碳》著作

2013 年 3 月 5 日,来自地球深部碳观测国际研究计划(Deep Carbon Observatory, DCO)<sup>1</sup>的科学家们发布了一部具有里程碑意义的新书《地球上的碳》(*Carbon in Earth*),该书中汇集了许多新见解和发现,包括:①微生物多样性的一个奇迹——一个地球深处的加拉帕格斯群岛——其表层下的生物质包含了地球微生物总量的很大一部分;②逐渐承认对地球深处的病毒在被认为是生命的起源之地的地下实验室里所发挥的作用;③估计钻石形成的年龄和地质深度的能力;④动物、植物、矿物是大自然创造某些类型岩石所用的原料。本专题就该书的重点章节、该项目的选定目标和所使用的新研究工具做一简要介绍。

#### 1 重点章节内容

(1) 生物成因的矿物(第 4 章)。40 亿年前,地球上出现一些含碳的矿物,且

---

<sup>1</sup> 地球深部碳观测重大研究计划是 2010 年由美国前矿物协会主席 Robert Hazen 博士和卡耐基地球物理研究所所长 Russell Hemley 院士发起、并由 Sloan 基金委资助的重大国际研究计划。该计划耗资 5 亿美金、跨越 10 年,全球 1000 名科学家参与,研究方向包括地球深部生命、深部碳库和通量、能源与环境、碳的物理化学。该计划对深部的定义是:从 CO<sub>2</sub> 的临界压力所对应的深度(约 73 大气压、地表以下 500 米)到地核(约 6370 公里)。

在岩石中相对均匀分布。至 38 亿年前，大范围的碳酸盐岩和含铁建造沉积发生，生物过程开始影响地表的矿物形成。之后，生命及其富含碳的骨骼不可逆转地改变了地球表面的矿物。生命对那些原本形态相对均匀地分布在地球中的元素的分离和富集起到了很大的作用，其中具代表性的，如英国多佛白崖的白垩就是由浮游藻类的遗骸组成。DCO 揭示了一系列更丰富的源于远古生物有关的碳酸盐矿物，从海洋动物和微生物形成的珊瑚礁到已灭绝的三叶虫的眼睛的组成成分（注：三叶虫的眼睛是由方解石组成，即  $\text{CaCO}_3$ ），生物矿化反映了岩石圈和生物圈的复杂的协同演化。

（2）碳去了哪里（第 7 章）？板块构造驱动着地球深部碳循环，致密的富碳的地壳在俯冲带下沉，而碳通过火山活动主要以释放的  $\text{CO}_2$  形式返回到地表。因此，人们熟悉的全球碳循环中的近地表部分（即大气、海洋和生物圈）实际上与地球深部密切相关。美国德克萨斯州休斯敦的莱斯大学（Rice University），拉蒂普·达斯古普塔（Rajdeep Dasgupta）指出，碳的沉降和释放以及它的存储都动态地改变了地球，而且在各时间尺度上现代地球与过去的差异都越来越大。

（3）钻石的年龄有多大（第 12 章）？碳可以制成黑色的石墨铅笔，或成为具有最大硬度、透明晶体的珍贵钻石。珠宝商和宝石学家可能会提高其经济价值，但钻石的意义远远超出了其净度或重量，通过新的技术和工艺可以判断其形成年龄、深度和来源。包含在钻石中的少量矿物质和钻石本身的结构和组成提供了碳源的直接证据，并成为科学家进行地下研究最宝贵的工具。简而言之，钻石为探索地球深部带来了希望。

（4）加拉帕戈斯群岛的深部（第 17 章）。在极端高压深处各种细菌生命构成了加拉帕戈斯群岛地层，DCO 科学家指出，这种地下生命包含了地球总生物量的很大一部分，估计占 20 世纪 90 年代后期的 1/3 至 1/2 的生命（尽管这个数字现在看来是被高估了）。DNA 测序发现加拉帕戈斯群岛深处拥有众多单细胞微生物，特别是古生菌。令人惊奇的是在海下的如此极端深部环境中真菌生物具有复杂的细胞结构（真核生物）。因为科学家指出，如果存在地下微生物，由于其呼吸速率低，繁殖很慢。

（5）氢是原始的食品和燃料（第 18 章）。科学家怀疑，氢孕育了原始生命。DCO 调查证实了所谓“蛇纹岩化”的过程，即玄武岩从深海火山喷发而暴露于海底中，引起化学反应产生氢和具有五彩纹理的矿物蛇纹石。这种能量释放过程是否为生命的原始组成的一部分？研究人员指出，在其任何地方钻一个深一两公里的孔，都会发现散布而耐寒的微生物群落。这些深部的微生物生活在最微小的岩石裂缝中，依靠矿物质的化学能源生存。

（6）深部病毒（第 20 章）。最神秘的深层生命形式可能是存在地壳和海底沉积物病毒，这可能在微生物多样性中扮演一个举足轻重的作用。病毒的遗传物质被动地嵌入到微生物的基因组中，并在发现之前会保存多年，这就像一些人因儿童时期

的水痘病毒而患有的带状疱疹那样。科学家指出，病毒基因横向转移是进化的一部分。深层地下可能成为生命起源的天然实验室。病毒可能操作感染整个地下宿主的基因组，成为有效地互惠共生的宿主和超越了传统的病毒，如寄生虫的关系。

## 2 选定的项目目标

(1) 地球碳循环项目。部分洋底不断更新的过程中，地球深部物质上涌到大洋中脊。这些来自洋中脊新的岩石取代了之前更致密的老的洋壳，而这些老的洋壳则在俯冲带下沉而返回至地球深部，这就是在高温高压下，碳和岩石水合物在数公里深处的碳循环过程。DCO 的目标是增加估计这些过程的数量和速度的精确度。

(2) 地球深部的蒸发。该项目另一项长达十年之久的目标，即更好地跟踪从地球深部排出的碳。DCO 科学家们的目标是建立对全球 150 个最活跃的火山中的 25 个进行全天候、自动化可网络访问的 CO<sub>2</sub> 排放量测量。同时，正在创造对温泉和其他全球小的扩散源衡量和库存碳排放的一致方法。虽然他们缺乏急剧性火山爆发，这些小集体的碳释放的气体可能来自地球深部。

(3) 区分生物和非生物成因甲烷。深部钻探经常发现甲烷沉积物，但天然气和其他释放甲烷（例如，海底火山口）的来源一直是一个有争议的话题。这是几乎所有表面生命的再循环吗？有多少可能来自深部非生物过程——甲烷在地壳下部或地幔形成的化学反应呢？DCO 正在建立一个全新的高分辨率质谱仪，也许在未来几年科学家就能分辨生物（或化石）与非生物成因甲烷。

## 3 新工具

探索和发现碳量、运移、起源及其在地球深处的形式需要新的工具，如上面提到的质谱仪。使用类似医学的三维 X 射线 CT 扫描技术，DCO 的科学家可以研究超高温高压下岩石碳流体迁移，如在地壳断裂过程中。新的高温高压设备可以破解钻石包裹着的狭小空间。科学家们可以使用激光来加热那些在钻石里微小矿物质中不同元素，加热到模拟地球深部和巨大气体行星的温度和压力（10 万个大气压）条件下。

该项目还将设计和建造新一代的生物反应器，在较高的温度和压力下研究微生物种群，以帮助确定限制微生物的生存、生长和再生的温度、压力和环境。另一项重要的工具，也是 DCO 最大的持久的资产，就是一个关于深部地球和含碳材料的各种信息开放获取的集成数据库。

DCO 预测全球重要区域主要包括阿曼、中国的松辽流域、南非、西伯利亚和深海底。并将与国际大陆科学钻探计划和国际大洋钻探计划合作，进行深部钻探。DCO 已经与许多学术机构、专业协会和政府机构，以及一些私营部门的企业合作。只有通过多学科的国际合作和各界人士（包括政府、个人和学术界），才能使深部碳观测获得成功。

DCO 达到更大的深度、更高的温度和压力条件下，可能会发现全新种类的生命。或许作为一个成长的生物分子层，生命的生物膜分散在深裂缝和裂缝深处。而且，由于基于寻找 DNA 和蛋白质检测深部生命，我们必须开发新技术以寻找深度和潜在的奇异生命。

(王立伟 编译)

原文题目: Deep Carbon: Quest underway to discover its quantity, movements, origins and forms in Earth

来源: <http://phys.org/news/2013-03-deep-carbon-quest-underway-quantity.html>

## 前沿研究动态

### EPSL 文章指出矿物多样性揭示地球早期地球化学特征

2013 年 3 月 15 日, *Earth and Planetary Science Letters* 发表了题为《铼在辉钼矿(二硫化钼)中的浓度变化表明地下氧化条件逐渐加强》(Rhenium variations in molybdenite (MoS<sub>2</sub>): Evidence for progressive subsurface oxidation) 的文章。文章指出, 辉钼矿(二硫化钼)中铼元素的浓度变化揭示自太古宙以来, 地球的氧化环境逐渐增强。

矿物演化是了解地球近地表地球化学不断变化的途径。所有化学元素从一开始就存在于我们的太阳系, 但起初他们形成了相对较少的矿物——也许在地球的前 10 亿年里仅有不超过 500 种矿物。随着时间的推移, 地球元素新组合导致新矿物的出现。根据不断增加的矿物多样性和地球近地表矿物特性的研究表明, 形成太阳系的大约 12 种星际尘埃微粒最终进化出了超过 4700 种矿物。辉钼矿是提炼钼元素最常见的矿石。研究人员对来自 630 万年至 29.1 亿年 135 个采样点的 442 个辉钼矿样品进行了分析。他们检测了辉钼矿中微量污染物铼, 因为铼可以衡量环境与氧的历史化学反应。研究人员发现, 在过去 30 亿年铼的浓度和氧化反应显著增加, 从 25 亿年前的太古宙到 5.42 亿年前的隐生宙近地表氧化作用明显加强。此外, 他们还发现, 辉钼矿矿床分布的时间大致与超大陆形成的 5 个时期 Kenorland、Nuna、Rodinia、Pannotia 和 Pangea 相一致。这种关联性支持先前的发现, 即在超大陆汇集期间, 矿物形成明显增加, 在构造稳定时期缺乏矿床形成。

该研究小组为早期地球化学研究提供了重要的新认识, 地球化学的不断变化是地质和生物演化过程的结果。研究人员指出, 他们将继续研究揭示: 伴随大陆碰撞和大气氧含量的增加, 热液活动是矿物演化的主要驱动力。

(王立伟 编译)

原文题目: Rhenium variations in molybdenite (MoS<sub>2</sub>): Evidence for progressive subsurface oxidation

来源: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012821X13000514>

## *Nature Communication*: 地球早期富含硫化氢的海水延缓了复杂生命的诞生

2013年2月26日,《自然通讯》(*Nature Communication*)在线杂志发表了题为“Nitrogen cycle feedbacks as a control on euxinia in the mid-Proterozoic ocean”一文,文中指出远古海洋缺氧有毒的海水延缓了复杂生命形式的产生。

古老岩石数据显示,与现代海洋相比,早期地球的海洋中氧气含量低,并不停地在富含铁的状态和富含有毒的硫化氢状态之间转换。后者这种有毒的含硫状态是由生活在低氧低硝酸盐条件下的细菌造成的。研究表明,低能量利用率的细菌逐渐被那些能够利用硝酸盐进行新陈代谢的细菌所取代,也就是说,海洋中硝酸盐的存在阻止了富含硫化物毒性状态的加剧。

来自英国埃克塞特大学、普利茅斯海洋实验室、英国利兹大学、伦敦大学学院和南丹麦大学合作建立了新模式,并利用该模式研究了古海洋对全球氮循环的敏感性。研究揭示了硝酸盐的利用率及其在全球氮循环中的反馈作用控制着海洋的这2种氧游离状态之间的转换,这可能限制了早期复杂生命的繁衍。

艾克赛特大学的 Richard Boyle 博士指出,现代海洋资料表明,即使是在贫氧的海洋中这种在全球范围内含硫化物与无硫化物两种状态之间的转换都很难实现。只要富含硫化物的状态频繁出现,地球海洋的环境就不利于复杂生命生存。

今天,海洋中富含硝酸盐和氧气,这样就能阻止海水向不适宜生命发展的有毒状态转换,也能够维持海水成分的长期稳定性。了解地球海洋是如何建立起长期稳定的状态,能够帮助我们理解现代海洋是如何与生命相互影响并能够阐明海洋对其组分改变的敏感程度。

(黄爱华 编译)

来源: R.A. Boyle, J.R. Clark, S.W. Poulton, et al, Nitrogen cycle feedbacks as a control on euxinia in the mid-Proterozoic ocean. *Nature Communications* 4, Article number: 1533  
doi:10.1038/ncomms2511

## *Nature*: 海洋动力学过程对雪球地球的影响

2013年3月7日, *Nature* 发表了题为《雪球地球时期海洋的动力学过程》(Dynamics of a Snowball Earth ocean)一文,文中强调了以往研究中被忽视的海洋所起的作用。

雪球地球是指地球表面从两极到赤道全部被冰覆盖的情景,地质证据显示,在新元古代(约7.5亿年到6.35亿年前)可能至少发生了2次该类事件。以往有关雪球地球的大部分研究工作都是关注大气过程,基本上忽略了海洋的影响。现在该研究团队发现,在雪球地球时期,存在猛烈的海水混合过程以及一个强大的赤道翻转环流、赤道喷射流、大量漩涡。由于被厚厚的冰层覆盖,海洋与大气隔绝,使得海

洋的温度、盐度和密度非常不均匀，导致强烈的对流混合。基于模型分析，由于地热流动弱，相比较于现代海洋，在雪球地球时期，更强烈的对流混合和沿岸上升流导致大陆边缘附近的熔融速率比以往认为得高出 10 倍之多，可能会造成无冰水域。尽管该项工作并没有解决是否存在全球性的雪球地球的争论，但是对于“雪球地球”事件期间光合作生物的生存和对于当前的地质及地球化学观测结果的解读都有重要意义。

(刘学 编译)

来源: Yosef Ashkenazy, Hezi Gildor, Martin Losch, et al. Dynamics of a Snowball Earth ocean. *Nature* 495, 90–93(07 March 2013)doi:10.1038/nature11894

## **JGR: 极地漩涡、持续寒冷和含氯化合物造成北极臭氧空洞**

2013 年 2 月,《地球物理研究杂志》(*JGR*)发表题为“*The contributions of chemistry and transport to low arctic ozone in March 2011 derived from Aura MLS observations*”文章,文中指出极地漩涡、持续寒冷和人为排放的含氯化合物共同造成 2011 年北极臭氧空洞。

2011 年,科学家首次观测到北极上空出现了类似南极上空的臭氧空洞,其大气层中的臭氧浓度低于往年同期值的 20%, 低于 250 多布森单位的最大区域大约 200 万平方公里,约为德国或美国加利福尼亚州的 5 倍。当时有研究提出造成北极臭氧空洞的原因是极地漩涡和持续的寒冷,致使能够破坏臭氧的含氯化合物更活跃。为了确定人为排放的化学物、持续的寒冷和异常的大气条件三者中到底哪个是最主要原因,日前来自位于马里兰州绿地的 NASA 戈达德宇宙飞行中心的研究人员 Susan E. Strahan 带领的团队,运用大气输运和化学反应模型(CTM)进行模拟,结果是造成北极臭氧空洞的成因中:人为排放的含氯化合物和异常持续的寒冷天气占 2/3,剩下 1/3 则是由于极地漩涡阻碍了臭氧的补给。至 2011 年 4 月,一旦极地漩涡消失,臭氧浓度立刻上升至正常水平。

未来该研究团队希望运用该模型研究过去 30 年中两极的臭氧层情况,当然研究人员表示未来类似这种北极地区臭氧含量大幅降低的情况不会频繁发生。

(刘学 编译)

来源: S.E. Strahan, A.R. Douglass, P.A. Newman. The contributions of chemistry and transport to low arctic ozone in March 2011 derived from Aura MLS observations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 14 FEB 2013. DOI: 10.1002/jgrd.50181

## 版权及合理使用声明

中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》（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认真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。未经中科院国家科学图书馆同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中科院国家科学图书馆允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题《快报》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题《快报》内容，应向国家科学图书馆发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与国家科学图书馆签订协议。中科院国家科学图书馆总馆网站发布所有专题的《快报》，国家科学图书馆各分馆网站上发布各相关专题的《快报》。其它单位如需链接、整期发布或转载相关专题的《快报》，请与国家科学图书馆联系。

欢迎对中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》提出意见与建议。

# 中国科学院国家科学图书馆

## National Science Library of Chinese Academy of Sciences

### 《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》)是由中科院国家科学图书馆总馆、兰州分馆、成都分馆、武汉分馆以及中科院上海生命科学信息中心编辑出版的科技信息报道类半月快报刊物,由中科院基础科学局、资源环境科学与技术局、生命科学与生物技术局、高技术研究与发展局、规划战略局等中科院专业局、职能局或科技创新基地支持和指导,于2004年12月正式启动,每月1日或15日出版。2006年10月,国家科学图书馆按照统一规划、系统布局、分工负责、整体集成的思路,按照中科院1+10科技创新基地,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科院领导、中科院专业局职能局领导和相关管理人员;二是中科院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》内容力图恰当地兼顾好科技决策管理者与战略科学家的信息需求,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、重大研发与应用、科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。

系列《快报》现分13个专辑,分别为由中国科学院国家科学图书馆总馆承担的《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》;由兰州分馆承担的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由成都分馆承担的《信息技术专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由武汉分馆承担的《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》;由上海生命科学信息中心承担的《生命科学专辑》。

编辑出版:中国科学院国家科学图书馆

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100080)

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

联系人:郑军卫 安培浚 赵纪东 张树良 刘学

电话:(0931)8271552、8270063

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