

科学研究动态监测快报

2016年5月30日 第11期（总第233期）

地球科学专辑

- ◇ OIES 发布《中国石油产业结构：过去趋势和未来前景》报告
- ◇ 美国国家能源技术实验室建立新的化石能源研究高校联盟
- ◇ NRC 发布海上油气业务远程实时监控技术应用报告
- ◇ 美研究表明喜马拉雅山区或爆发 8 级强震
- ◇ 最新研究发现地震晃动导致火山喷发的机理
- ◇ 前新研究首次发现慢滑事件或引发大规模海啸
- ◇ *Nature Geoscience*: 地球含氧大气层是板块构造的必然结果
- ◇ 新研究揭示地幔异常导电性机理
- ◇ 研究人员首次利用地震数据监测冰盖融化
- ◇ NASA 日地探测任务首次成功观测到磁重联现象

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

地址：甘肃兰州市天水中路 8 号
网址：<http://www.llas.ac.cn>

目 录

战略规划与政策

- OIES 发布《中国石油产业结构：过去趋势与未来前景》报告..... 1
美国国家能源技术实验室建立新的化石能源研究高校联盟..... 4

能源地球科学

- NRC 发布海上油气业务远程实时监控技术应用报告 5

地震与火山

- 美研究表明喜马拉雅山区或爆发 8 级强震 7
最新研究发现地震晃动导致火山喷发的机理..... 8

海洋科学

- 新研究首次发现慢滑事件或引发大规模海啸..... 9

前沿研究动态

- Nature Geoscience: 地球含氧大气层是板块构造的必然结果..... 9
新研究揭示地幔异常导电性机理 10
研究人员首次利用地震数据监测冰盖融化 11
NASA 日地探测任务首次成功观测到磁重联现象 12

OIES 发布《中国石油产业结构：过去趋势与未来前景》报告

编者按：2016年5月，英国牛津能源研究所（Oxford Institute for Energy Studies, OIES）发布题为《中国石油产业结构：过去趋势与未来前景》（*The structure of China's oil industry: Past trends and future prospects*）的报告，系统总结了中国石油和天然气行业的发展背景，分析了从20世纪70年代产能低下贫油时代到主动出国寻找油气，再到80年代，国有石油公司大范围盈利，后续的机构改革，石油系统内反腐行动以及全新改革3.0时代的前景。本文简要整理了该报告的主要内容，以供参考。

1 中国石油和天然气行业的发展背景

1950年新中国成立初期，中国实行计划经济。在能源领域的基础设施十分薄弱，在广大农村地区，煤和生物燃料是主要的能量来源，煤炭几乎占能源生产的96%，消费占比高达94%。1949—1976年期间，中国开始了工业化的过程，寻求能源独立，商业能源机构也迅速兴起。一次性能源消费从1949年的24 mtce（百万吨标准煤）增长到1952年的50 mtce，至1976年，这一数据已超500 mtce。这一时期工业化的浪潮为能源消耗增长奠定了基础。中国的石油行业在这一时期也迅速成型，包括企业结构、企业与政府之间的模糊关系以及行业机构基本准则等。西方对中国的石油禁运等战略使得中国与俄罗斯保持了紧密的合作。

同时，中国也看到了石油供应安全战略的脆弱性，这使得中国不得不采取行动保障自身石油供应安全。1959年，中苏分歧开始后，中国被迫加快了石油开发的步伐，随后发现了第一个油田——大庆油田，同时大力弘扬“大庆”精神，成为当时政治和经济发展的典范。后续又发现了一大批的大型油田，并不断出现预测中国会成为石油出口国。这些成果也使得石油在中国能源结构中的比重从1960年的2.5%猛增至13.5%，并于1968年之后，成为中国能源的一个重要支柱产业。中国在相对落后的技术水平的背景下，实现了勘探、开采、运输和保存等多方面的突破，令人瞩目。随后，水电能源也迅速兴起，1976年时已经有11个水电站装机容量超过200 MW，此外还有无数小的水电站。总水电装机容量占中国36%的电力生产，高于其他主要能源生产国的比例。此外，1968—1978年间，煤炭的生产和石油的产量也实现了扩大，能源生产的速度惊人，年增长率超过13%。1978年改革开放之后，中国成为继美国、沙特、苏联之后的第四大能源生产国，能源结构十分多元（图1）

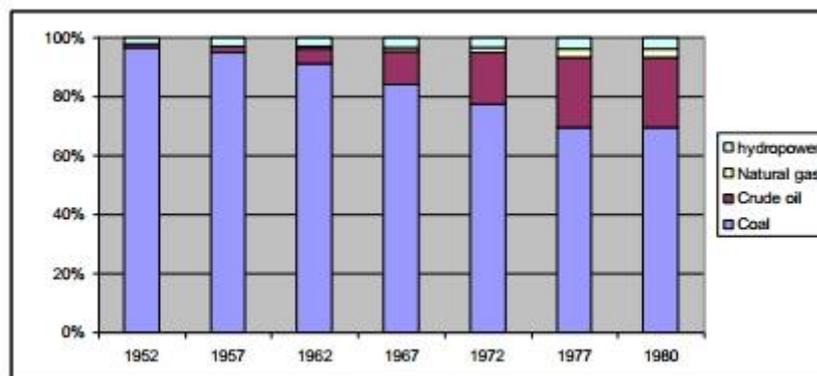


图 1 1953—1980 年期间中国能源结构图

不久，中国成为了第三大能源消费国，即使人均消费保持在低位。工业产能占中国能源消费的 60%，交通系统占 7%，住宅和商业由低效煤炭燃料提供，占 28%，农业需求为 5%。中国能源生产最突出的特点是地理约束，能源生产集中地区远离主要消费者聚集地，两个北方经济领域占据 2/3 的能源，但是需要往东部、中南及南方地区超过一半的人口以及 2/5 的工业产出地区进行运输，尽管运输效率低下，在 1970 年初，中国仍是一个初级能源供应自给自足，并且是一个石油和煤炭净出口的国家，这些出口也给中国带来了发展急需的资金。

2 20 世纪七八十年代：一个复杂又多元的石油工业时代

1978 年之后，中国经济改革导致全国能源生产和消费模式发生了变化。政府放松了重要计划，引入了市场机制，鼓励外资的参与。结果导致经济出现了增长，即使能源的需求也在增加，但是石油的生产却远远落后于这种需求。这种能源密集型的经济增长模式也出现了很多问题。国家能源发展和管理日益复杂。能源结构以煤为主，同时也开始包括更多的石油、天然气和可再生能源，并且具有很多的混合机制。政策工具开始出现了慢慢的改变，体现在：①能源领域内的政策调整；②分散控制；③能源行业管理机制的调整；④正式安排和非正式程序。

3 走出国门寻找石油

1991—1997 年期间，中国在国际石油和天然气领域的首次冒险为行业和政府监管部门之间的关系处理提供了有意义的经验。第一次的海外投资具有一定的探索性，但是，这也使得国有石油公司在国际市场中出现了利益的交汇面：①中国国有石油企业的技术和知识积累在同西方合作伙伴合资企业的交往中逐渐积累，1970—1990 年，已经有足够自信的专业服务提供给国际石油行业；②1980 年以来，海外直接投资经验（ODI）及在其他领域的成功经验及政府实施的企业改革使得中国国有石油公司在国际上充满竞争力；③经过成果的海外交易，1990 年以后，中国自身对石油和天然气的需求，伴随着石油短缺问题的出现，使得政府更加大力的支持了海外投

资。中国石油天然气集团公司（CNPC）便是最早开始海外投资的公司。中石油的明显迹象显示：①对石油进口的依赖；②大力支持“走出去”战略。

4 20 世纪末：部长级改革重组使国有石油企业大范围获益

1998 年，中国政府宣布了一项重组和精简政府机构及某些国有企业的行动。大大精简了政府部门的支出，实施进一步的集中控制。此外，另一个目标是将决策者和商业运营商进行分离。能源行业，煤炭部门的权利被废除，并且保留并修改了国家经贸委对能源行业的监督权利。专门成立一个局来管理石油和石化行业，对中石油和中石化落实政府职能。后续进行了一系列的改革，有分析认为，中国政府主导的定价体系阻碍了进一步市场改革，造成经常性的“救市”，此外，国有企业执行了许多非核心的职责，并配备了许多非技术人员，减少了他们必须承担的社会责任。政府对石油行业的价格和成本的控制依旧存在。中国政府官员认为中央政府要平衡中间政府的控制权，放出更大的管理自主权，使得中国在加入世贸组织之后具有更大的竞争力。中国的石油公司也提倡进行系统的改变，1997 年，中国的石油和石化行业分为了四个部门，负责公司的核心业务。

5 第二次机构改革的影响

在另一轮的部长级重组后，中国于 2003 年成立国家发改委能源局，国家经贸委被废除。石油储备战略中，国有石油公司不得不权衡与国家之间的权利平衡关系。在 2002 年伊拉克战争迫在眉睫，全球石油市场的不确定性极大的情况下，依然建立了战略石油储备（SPR）计划。随着原油成本的全球增长，国有石油公司不愿意承担经济负担。中国石化股份有限公司领导人也对国家 SPR 表示担忧，因为其会破坏公司股东价值最大化的能力，但是，又必须承担“政府责任”。虽然石油工业和政府之间存在很多矛盾，但是当政府决定对外投资时，又会对其进行大力的支持。2004 年，中国政策性银行对国有石油公司海外投资进行了低利率贷款，配套了相应的补贴，支持相关公司参与指定的“优先项目”。在能源领域“走出去”战略实施中，中国金融机构还对中石化提供了 97 亿美元的贷款，向中国石油天然气集团公司（CNPC）提供了 146 亿美元的贷款，支持其全球扩张，为中海油（CNOOC）提供了一个月 70 亿美元的长期软贷款。这些额外的支持海外投资目标是减轻政治和运营风险。报告认为，虽然中国政府和石油企业利益相关者之间的关系依然有进展，但是他们之间的协调度已经大大不同。

6 石油行业内部反腐行动

经过数十年的发展，石油公司的自主性有所扩大，这也造成了监管的漏洞。中国政府开始意识到对国有石油公司中腐败查处的重要性。此外，政府还通过增加派

息等多种方式试图调整国有石油公司员工的工资福利，介入企业的财富分配过程，加强对企业账目的监管核查力度。2011 年的重组削弱了企业管理层的既有实力，调整了企业的管理结构。对四大石油公司的主要职务进行了部分调整，旨在创建一个具有更高盈利能力的专业化管理委员会。

7 中国国企石油公司改革 3.0 时代开启

近年来，中国政府一直尝试着不同的管理和行政方法，力促提高石油和天然气行业的竞争力，同时保证对其足够的控制力。政府做出了很多承诺以保证国有企业进入自由的市场竞争，但是，又控制着其不能占据主导地位。因为，如果政府希望保持国有经济的力量，市场将会不可避免的被压制，无法发挥市场的主导作用。这种紧张的关系如果放任不管，将会进一步抑制已经实施的中国国企改革的过程。必须承认，市场是一个价格形成的机制，而不是重新分配资产的控制权。中国的“十三五”规划中明确申明，需要向私人投资者打开经济大门，提高国有企业的效率。2015 年，中国政府也宣布启动试点项目，增加董事会的权利和责任，加强和“国家利益”相关的国有企业的金融监督力度。报告预测，国企石油公司将不得不适应一个具有竞争格局的未来。中国的国企石油公司也将不得不再次出发，走向世界。

(刘文浩 编译)

原文题目：The structure of China's oil industry: Past trends and future prospects

来源：<https://www.oxfordenergy.org/publications/structure-chinas-oil-industry-past-trends-future-prospects/>

美国国家能源技术实验室建立新的化石能源研究高校联盟

2016 年 5 月 11 日，美国能源部（DOE）国家能源技术实验室（NETL）宣布投资 2000 万美元，建立一个新的化石能源研究高校联盟，该联盟由宾夕法尼亚大学主导建设。该联盟将从联盟高校成员中召集一个多学科的研究小组，致力于攻克阻碍化石能源技术进步的存在于基础研究中的种种挑战。

联盟成员的研究将直接支持化石能源办公室的煤炭和天然气项目，通过集中对相关领域的包括但又不限于先进能源系统、二氧化碳捕获和封存技术、天然气资源和基础设施以及在岸和离岸石油和天然气技术等进行针对性的研究工作。政府将协调促进能源基础研究和应用研究之间的关系，同时加强联盟中高校及 NETL 成员之间的协作。

宾夕法尼亚大学作为该联盟的领导机构，将充分调动包括麻省理工学院、普林斯顿大学、德州农工大学、肯塔基大学、南加州大学、塔尔萨大学、怀俄明大学和弗吉尼亚理工学院和州立大学这些联盟成员高校中丰富的专业知识、设施和资源。此外，联盟组织结构的协调性更为灵活，使得新的成员高校可以在整个研究进行过程中随时提供额外的研究能力和协作支撑。联盟成员将在研究项目中积极寻求产业化

参与性，提高向私营企业的技术转移。

目前完成了整个 6 年的计划，预期将加速开发和部署全新的基于化石燃料的技术，从而使得全美国可以继续以更为高效和环保的方式使用丰富的自然资源。

(刘文浩 编译)

原文题目: NETL Launches a University Coalition for Fossil Energy Research at Pennsylvania State University

来源: <http://energy.gov/fe/articles/netl-launches-university-coalition-fossil-energy-research-pennsylvania-state-university>

能源地球科学

NRC 发布海上油气业务远程实时监控技术应用报告

编者按: 2016 年 2 月，美国国家研究理事会 (NRC) 发布了题为《海上油气业务远程实时监控技术应用》(*Application of Remote Real-Time Monitoring to Offshore Oil and Gas Operations*) 报告指出，在过去的 25 年间，墨西哥湾深海油气生产已经显著上升。而钻井作业的远程监控可以帮助运营商和监管机构提高这些业务的安全性。这项研究建议美国安全和环境执法局 (BSEE) 关注远程实时监控 (RRTM) 的应用程序和使用，以提高安全性和近海油气业务的环境风险管理。本文从 RRTM 面临要解决的问题、研究发现以及未来应用建议方面进行简要介绍，以期对我国的相关工作给予借鉴。

由 NRC 任命来自关于近海油气钻探技术、操作和安全等行业和学术界的 10 位专家组成的研究委员会认为，RRTM 是最好的和最安全的技术 (BAST)，且在经济上也是可行的。BSEE 可以使用现有的监管要求，如钻探许可申请 (APD) 应用程序和安全与环境管理体系 (SEMS) 的计划，以推进相应 RRTM 的使用。当然 BSEE 认为，RRTM 对于风险管理是必要的。

1 RRTM 面临的问题

该委员会制定研讨会议程，发布临时报告，总结研讨会上的发言和讨论，总体认为解决油气业务远程实时监控技术应用面临 5 个问题，具体包括：

(1) 关键操作和具体参数应该从钻井和生产设施中进行监测以管理和减轻环境和安全风险（如，减少井涌、井喷风险，以及其他来源的风险）。

(2) 自动化和预测软件工具应在实时监测 (RTM) 中发挥作用。

(3) 基于状态的监测和描述如何使用基于状态 (CBM) 监测的操作设备可以针对和/或用 RTM 中发挥作用。

(4) RTM 是否应该纳入 BSEE 或基于绩效方式的监管计划中。

(5) BSEE 应该如何利用 RTM，以提高其执行程序的安全性。

2 研究发现

该委员会的负责人建议 BSEE、美国内政部，利用 RRTM 系统监测海上油气业务，提高了安全性和减少对环境的风险。该委员会举行了一次公开研讨会，最终撰写的报告中提出了 10 条研究发现。该报告以解决进行监测的关键操作和参数，以及 RRTM 中自动化和预测软件、CBM 发挥的作用。

发现 1: RRTM 应用于高度可变的近海油气行业。目前不存在实施 RRTM 的行业标准或实践标准，以此行业展示 RRTM 应用的成熟水平。运营商通过使用 RRTM 认为，RRTM 具有提高与效益相关的效率，减少停机时间和操作中断，减少设备损坏，提高了安全性，以及降低整体风险的优势。

发现 2: 委员会的研讨会与行业的讨论表明，海上作业的责任制和问责制停留在与 BSEE 指定的承租人的租约分配中。美国油气行业的代表一致认为，海上业务决策制定的责任和权力应保持在海上移动式钻井（MODU）或其他海上设施上。

发现 3: 目前，实时数据被生成和收集于 MODU，以及被应用于制定海上业务决策的人员。

发现 4: 该委员会认为，RRTM 被适当考虑作为 BAST。这需要应用于符合由最近的一份报告提出的实施近海油气业务的建议。

发现 5: 委员会不能在一个位置建议或验证 RRTM 关键操作、传感器、系统和参数的标准定义列表。

发现 6: 委员会认识和支持美国石油学会（API）实时监测研究小组的努力，并鼓励行业与监管机构合作，以实现 RRTM 应用的安全及海上短期和长期操作目标。

发现 7: CBM 可以增加海上作业的多阶段效率，加强关键设备安全维护的可靠性，如防喷器（BOP）。

发现 8: 海上钻井和生产的具体任务实现自动化。然而，自动化程度是有限的，自动化是大多数公司的一个研究阶段。利用预测性软件集成到自动化也是有限的，由于缺乏仪器，这导致缺乏相关数据并抑制了必要的复杂算法。

发现 9: 油气行业存在网络安全漏洞，并且随着技术使用的不断增加而扩展和演化。此外，传统的控制系统的典型设计，并没有考虑到远程连接或网络安全。

发现 10: 实时操作中收集的数据可以帮助 BSEE 检查员在访问现场做准备。虽然它不一定是 RRTM 的一部分，但这些数据对于 BSEE 改进文件和信息管理过程具有重要作用。

3 建议

该委员会在报告中，对 BSEE 和利益相关者提出了解决 RRTM 在海上油气业务有关应用问题的建议，具体如下：

(1) BSEE 应该通过专注于基于风险的机制追求更多的绩效监管，该机制允许行业决定有关 RRTM 应用基础上的风险等级和复杂性评估。

(2) 委员会认为，当特定油气井存在风险时，RRTM 可以作为最好的和最安全的技术。因此，BSEE 应通过使用一个内部 BSEE 小组监测 RRTM 的光谱技术和最佳实践，如该机构提出的工程技术评估中心 (ETAC)，或外部机构，如海洋能源安全研究所 (OESI)。

(3) BSEE 应鼓励所有利益相关者参与基于风险的目标和标准管理的海上油气开发过程。具体来说，BSEE 应与 API、IADC 和其他利益相关者合作，以形成一个 API 常设技术委员会 (而不是一个特设委员会)，将确立其关键操作 (和参数) 的监测和数据收集的实时监控。此外，BSEE 与该技术委员会应共同提出应用 RRTM 时陆上和海上设施之间的通信协议标准。

(4) BSEE 应鼓励 API 和原始设备制造商 (OEM)、钻井承包商和行业协会合作，建立了符合 API 公布目标的 BOP CBM 试点项目。

(王立伟 编译)

原文题目: Application of Remote Real-Time Monitoring to Offshore Oil and Gas Operations

来源: http://www.nap.edu/download.php?record_id=23499#

地震与火山学

美研究表明喜马拉雅山区或爆发 8 级强震

在美国国家科学基金会 (NSF) 的资助下，俄勒冈州立大学 (Oregon State University) 的研究人员对巴基斯坦和印度之间的克什米尔喜马拉雅山区进行了地质填图，结果发现，一场大地震已经在该地区酝酿成熟，或将威胁数百万人的生命。近日，该研究成果在线发表于《美国地质学会通报》(*Geological Society of America Bulletin*) 上。

对于印度克什米尔地区的里西亚断层 (Riasi fault) 而言，科学家们已经有所了解，但并不认为其像其他活动断层系统一样具有很大的破坏性。2005 年，克什米尔另一侧的巴基斯坦发生了 7.6 级地震，之后，研究人员开始彻查该地区的其他断层系统，因为引发此次地震的巴拉果德—巴格断层 (Balakot-Bagh fault) 并不在板块边界上，评估认为不具有很大危险。

研究发现，里西亚断层的应力积累已有一段时间，如果这些应力释放出来，将可能产生大地震，震级可能达到 8 级或以上。有明显证据表明，该断层曾经发生过地震活动，大约 4000 年前的一次地震引发了一部分断层 5 m 左右的位移。但是，对于该断层的大地震发生频率以及其何时可能发生，研究者并没有太多证据。

美国科学家认为，印度板块在该地区向亚洲板块的俯冲积聚了大量的能量，而

其中 50% 积聚在里西亚断层。4000 多年来，该断层系统没有发生过大地震，因此，其未来很可能引发大地震，进而释放应力。届时，将对拥有 150 万人口的查谟(Jammu) 产生重大影响。

(赵纪东 编译)

原文题目: Shortening rate and Holocene surface rupture on the Riasi fault system in the Kashmir Himalaya: Active thrusting within the Northwest Himalayan orogenic wedge

来源: <http://gsabulletin.gsapubs.org/content/early/2016/04/27/B31281.1.abstract>

最新研究发现地震晃动导致火山喷发的机理

2016 年 5 月 16 日，日本广岛大学的研究人员通过模拟震后地面晃动与火山房中岩浆气泡的运动学关系，发现火山的内部形状、位置、大小和气泡数量均会影响震后火山的行为，导致一些地震可能在数周之内引起火山喷发，而一些地震可能需要几年时间。

众所周知，如果剧烈的摇晃玻璃杯中的酒，酒会不断的碰壁，并从杯口溢出。这种晃动常发生于卡车或船舶运输液体时。因此，必须专门设计大型液体容器来避免车辆震动和液体摇晃。同理，地震产生的地面晃动会使地表下炽热的熔岩随之晃动，致使岩浆从火山喷出。研究人员在实验室中利用盒子里的糖浆模拟火山中的熔岩，精密的振动台模拟一次地震，采用从一侧到另一侧的晃动来表征不同级别和强度的地震，用超快速摄像头和高级数学计算来分析模拟录像。糖浆中的气泡和小塑料片用于代表漂浮在岩浆中的气泡和固态晶体。通过分析糖浆的运动，研究人员创建了用以模拟真实岩浆房中的气泡爆裂，可能导致火山喷发的条件模型。

研究发现，不同震级和强度的“地震”会使糖浆中的气泡因晃动而爆裂。对于真正的火山而言，爆裂的气泡会将火山气体释放到大气中。火山内部压力的下降最终会引起火山喷发。在密闭的容器中，只有在除液体外的气态空间才会发生晃动。而火山中多数岩浆房都是充满和密封的，但如果存在不同密度的岩浆层，类似于油漂浮在水面上，晃动也会发生。晃动使各层相互混合，生成新的气泡，最终爆裂，使火山喷发得更加猛烈。当建筑物的共振频率与地震的晃动频率匹配时，将遭受极大的损害。同理，火山也具有共振频率，同种频率的地震会使得火山中的岩浆晃动得更加猛烈。此外，该研究还科学地解释了有历史记载的震后的火山喷发数量的增加不应只是巧合。

(刘文浩 王艳茹 编译)

原文题目: Bubble volcano: Shaking, popping by earthquakes may cause eruptions

来源: http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-05/hu-bvs051616.php

新研究首次发现慢滑事件或引发大规模海啸

2016年5月6日, *Science* 发表题为《海啸风险: 在新西兰海域首次监测到世界上最浅的慢地震》(Tsunami risk: World's shallowest slow-motion earthquakes detected offshore of New Zealand) 文章称, 研究人员通过详细地调查新西兰东海岸俯冲带厘米级尺度的海底运动, 首次发现地震的“慢滑事件”可以使浅部断层发生破裂, 引发大规模海啸。这一发现将有助于评估海啸风险。

世界上最具破坏性的海啸是由海沟俯冲带的地震引发。慢滑事件类似于地震, 但并非是由两个板块间瞬间的应力释放引起, 而是可以持续数天至数周, 使得地表发生缓慢的厘米级的位移。在少数情况下, 这些小的位移可能会引发破坏性地震, 如2011年在日本东北部沿海(Tohoku-Oki)发生的9.0级大地震, 引发的海啸使得福岛第一核电站遭到破坏。此次慢滑事件的发生位置在1947年也曾发生过7.2级地震, 产生过一次大海啸, 说明在板块边界的同一位置可能会发生两类地震事件, 因此建立慢滑事件和地震之间的关联可能将有助于预测破坏性地震发生的可能性。

由美国、日本和新西兰的研究人员组成的国际研究团队采用高敏感度的海底压力记录仪监测网, 于2014年9月在新西兰的希库朗伊(Hikurangi)俯冲带(太平洋板块向新西兰北岛下方俯冲)监测到了“慢滑事件”。“慢滑事件”持续了两周, 致使位于新西兰和太平洋板块间的断层错动15~20 cm, 相当于板块运动背景下断层3~4年的滑动距离。如果运动是突然发生, 而非缓慢发生, 这将会引发6.8级的地震。在此期间, 海底传感器记录到海底向上移动了5.5 cm。研究还表明, 浅的慢滑事件源区也可能出现地震破裂, 引发海啸。因此需要采用类似于日本海岸已建成的长期监测网, 不断监测近海浅部俯冲带的慢滑事件。

(刘文浩, 王艳茹 编译)

原文题目: Tsunami risk: World's shallowest slow-motion earthquakes detected offshore of New Zealand

来源: <http://science.sciencemag.org/content/352/6286/701>

前沿研究动态

Nature Geoscience: 地球含氧大气层是板块构造的必然结果

2016年5月16日, *Nature Geoscience* 在线刊发文章《地球大气层中氧气量的两阶段升高与大陆形成的关系》(Two-step rise of atmospheric oxygen linked to the growth of continents), 来自莱斯大学、耶鲁大学、香港大学和东京大学的地球科学家们利用新模型指出地球含氧大气层是板块构造、大陆形成与地壳碳库增长的必然结果。

当前，地球大气层中的 20% 是游离态氧，即 O_2 ，这种游离态氧不与其他元素结合。而在地球 45 亿年历史中的大部分时间里，游离氧在的大气层中几乎是不存在的。研究人员指出，游离氧不是完全没有，只是非常稀有。在火星、金星和地球这样的岩石星球上，氧实际上是最丰富的元素之一。它们与许多其他元素形成强化学键，因此氧往往被束缚在氧化物中，这些氧化物存在于岩石星球的内部。从这个意义上说，与其他星球相比，地球也不例外，地球上的氧被锁定在地下岩石内部。

利用新模型研究结果表明，地球大气层中氧气量的增加发生在两个时期：20~25 亿年前的大氧化事件和 20 亿年以后的新元古代氧化事件。研究人员认为在第一次氧气含量增加时，地球大陆地壳组成发生了根本改变，这与该时期内锆石的出现相符合。即陆壳由镁铁质岩石转变为长英质岩石，导致地表的氧化效率降低，从而使释放大气中的氧气增加。第二次氧气含量增加则与二氧化碳的输入量增加有关。火山活动和其他地质活动将碳输入到大气中，输入量会随着时间变化而增加，与此同时，由于氧气产生与碳的产生紧密相关，因此氧的产生量也一定增加。

研究人员同时指出，该新模型也存在争议。例如，该模型预测二氧化碳的产生一定随时间的变化而增加，这一发现与传统观点相违背，传统观点认为碳通量和大气中的二氧化碳水平在过去 40 亿年稳步下降。但是，该研究工作也迫使地球科学家和生物学家重新审视我们所了解的地球早期历史。

(刘学 编译)

原文题目：Two-step rise of atmospheric oxygen linked to the growth of continents

来源：Nature Geoscience, 2016; DOI: 10.1038/ngeo2707

新研究揭示地幔异常导电性机理

2016 年 5 月 6 日，*Science Advances* 发表文章《绿泥石脱水揭示地幔楔异常高导电性机理》(Dehydration of chlorite explains anomalously high electrical conductivity in the mantle wedges) 称，劳伦斯·利弗莫尔实验室 (LLNL) 的研究人员发现了绿泥石的脱水可能对于解释地球地幔异常高导电性的机理具有重要意义。

众所周知，地幔硅酸盐矿物是电器绝缘体，在室温下具有约 7.5~9.5 电子伏特 (eV) 的大型电子带隙。出现在地下 40~100 km 的地幔楔地区的高达约 1 S/m 的异常高导电率 (EC) 通常由板块释放出的水流体造成。但是，研究人员通过实验室对含水阶段和水液阶段的导电率的测量发现，导电率出现了显著的降低，并且不能圆满解释地球物理方法观测出的高导电性。与此同时，这些释放出的水溶液使得地幔楔发生了再次水合化作用，并且使一套包含蛇纹石和绿泥石的含水层稳定性进一步提高。

该研究发现，虽然绿泥石的导电性类似于其他含水硅酸盐，但是这种导电性具有非常脆弱并且没有压力依赖，但是对温度变化极为敏感的典型特征。通过对俯冲

带条件下自然绿泥石在温度、压力条件下的电导率进行的测量分析发现，当绿泥石加热温度超过其热力学稳定范围的时候，导电性增强了约 $3 \times 10^{-3} \text{ S/m}$ 。最初这种电导率的增加可以归因于绿泥石的脱水和液体的释放。随后出现了一种独特的，持续的导电性增强，约 $7 \times 10^{-3} \text{ S/m}$ 。研究人员表示，电导率的进一步增强与高导电的网络以及化学性不纯的磁铁矿物层的增加有关。绿泥石和相关过程的脱水对于解释地幔楔中观察到的异常高导电性具有至关重要的作用。地幔楔上覆的绿泥石脱水提供了一个额外的水流体来源，同时可以解释前火山弧下部俯冲板块顶部 $120 \pm 40 \text{ km}$ 处的固定熔融深度问题。

(刘文浩 编译)

原文题目: Dehydration of chlorite explains anomalously high electrical conductivity in the mantle wedges

来源: <http://advances.sciencemag.org/content/2/5/e1501631>

研究人员首次利用地震数据监测冰盖融化

2016年5月6日, *Science Advances* 刊发文章《利用环境地震噪声监测格陵兰冰盖西南部的融化状况》(Monitoring southwest Greenland's ice sheet melt with ambient seismic noise), 来自麻省理工学院、普林斯顿大学、斯坦福大学和哈佛大学的研究团队已经开发出一种新技术即利用海浪撞击产生的地震波来监测格陵兰冰盖的季节变化。该技术有助于科学家们找出最易融化的冰层区域, 也可以更好的分析世界范围内冰盖如何影响全球海平面的变化。

海平面上升的一个主要因素是冰盖融化。利用该技术可以连续监测冰盖体积的季节变化。当海浪撞击海岸线时会不断地产生出微小的震动, 即地震波。这种微小震动时时都在发生, 而我们通常感觉不到。但是一些精确的地震传感器却可以将它们记录下来。海浪所产生的地震波可以穿过地壳, 其速度取决于地壳的孔隙度, 即岩石孔隙度越大, 地震波传播得越慢。科学家们解释称, 冰盖覆盖在地壳上如同重物放在海绵上, 海绵里的孔隙被关闭还是重新打开取决于上面冰的重量的增加还是减少。

研究团队推断地震波穿过地壳的速度可以反映上方冰盖的体积。通过观测地震波速度的变化, 可以预测冰盖的体积变化。过去科学家们通常利用激光测高来追踪冰盖的变化, 或利用 NASA 的 GRACE 卫星测量重力场变化, 从而推断冰盖的体积。但是这种激光测高一年只能做几次, 而 GRACE 卫星大约需要一个月才能覆盖整个地表。与此相反, 海浪和地震波产生的信号可以通过传感器进行连续接收。并且还有很好的时间分辨率, 可以在短时期内观测到冰盖融化, 而其他技术可能不会有这种高精确性。

观测格陵兰冰盖西侧的小型地震传感网络所记录的 2012 年 1 月至 2014 年 1 月间的的海震数据, 研究人员能够监测到地震波速度的微小变化。他们追踪了这段时期

内的地震波平均速度，发现较 2013 年，2012 年地震波速度有大幅度的降低。而这与 GRACE 卫星的记录相吻合，即卫星显示 2012 年冰盖存在异常的大面积融化，由此得出地震数据可能的确可以反映冰盖的变化。研究团队利用 GRACE 卫星数据，开发了一个给定地震波速度条件下预测冰盖体积的模型。该模型的预测结果与卫星数据的匹配度达 91%。

为此，该小组计划利用现有的地震网络来追踪南极冰盖的季节变化。研究人员表示，在此之前，没有人在特定的区域利用地震数据监测冰盖体积变化。如果在南极洲证实该技术也是可行的，研究人员希望可以实施一个大型计划，可以在格陵兰和南极洲沿岸分布更多的地震传感器。如果覆盖密度足够好，则利用这种监测或许可以更好的改进冰盖如何响应气候变化的模型。

(刘学 编译)

原文题目：Monitoring southwest Greenland's ice sheet melt with ambient seismic noise

来源：<http://advances.sciencemag.org/content/2/5/e1501538>

NASA 日地探测任务首次成功观测到磁重联现象

尽管目前科学家认为磁重联即磁力线突然重新排布的现象是太阳耀斑产生和日冕物质抛射的核心机理，但一直以来受到技术条件的限制，难以获取磁重联现象的直接证据。2016 年 5 月 12 日出版的 *Science* 发表了美国国家航空航天局 (NASA) 日地探测任务“磁层多尺度任务”(Magnetospheric Multiscale, MMS) 研究组的突破性成果——首次直接观测到空间磁重联现象。

研究人员称，MMS 项目借助超高时间分辨率测量手段，首次成功获得了接近太阳的地磁圈边界处磁重联现象即电子消磁及加速过程的直接证据。此次空间探测所取得的重大突破包括：①成功观测到磁能转变为粒子能的过程；②成功测量了导致磁能耗散的电场及其电流；③成功确定了产生磁重联扩散/耗散区域的电子布居数。

研究人员认为，磁重联过程的直接观测具有重要里程碑意义，它不仅为人类揭秘包括太阳耀斑及磁暴等空间气象的形成创造了条件，而且还将有助于进一步认识更多高能天体物理现象。地磁圈是地球免受太阳磁场及空间辐射侵害的天然屏障，该成果将极大推动人类预测太阳风暴等空间气象事件的能力，因而对于人类经济社会发展同样意义重大。

(张树良 编译)

原文题目：Electron-scale measurements of magnetic reconnection in space.

来源：<http://science.sciencemag.org/content/early/2016/05/10/science.aaf2939>.

《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利益，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; liuw@llas.ac.cn