

科学研究动态监测快报

2016年3月15日 第6期（总第228期）

地球科学专辑

- ◇ 2015年国际地球科学领域发展态势概览
- ◇ IASC 确定北极未来10年优先研究事项
- ◇ IEA 加强与印度能源政策和技术研究合作
- ◇ IEA 发布《石油市场中期报告2016》
- ◇ 钻孔成像技术可降低压裂作业带来的地震风险
- ◇ BGS 发布主要矿种全球供应风险报告
- ◇ 大气气溶胶作用机理研究将为改进气候变化模型带来突破
- ◇ 最新深海声重力波理论助力海啸预警

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

战略规划与政策

- 2015 年国际地球科学领域发展态势概览 1
- IASC 确定北极未来 10 年优先研究事项 7
- IEA 加强与印度能源政策和技术研究合作 8

能源地球科学

- IEA 发布《石油市场中期报告 2016》 9
- 钻孔成像技术可降低压裂作业带来的地震风险 11

矿产资源

- BGS 发布主要矿种全球供应风险报告 12

前沿研究动态

- 大气气溶胶作用机理研究将为改进气候变化模型带来重要突破 13
- 最新深海声重力波理论助力海啸预警 13

2015 年国际地球科学领域发展态势概览

编者按：随着人类对自然界认识和开发利用的不断深入，地球科学重要性日益凸显，已成为妥善解决人类经济社会发展面临的能源安全、资源安全、气候变化、生态环境、城镇化等一系列挑战的重要基础。本文主要基于对 2015 年国际地球科学领域的重要科学战略规划、重要科技进展和重要科技文献等反映的科学研究发展动态的系统监测和整理(参见《科学研究动态监测快报——地球科学专辑》2015 年 1-24 期)，遴选并总结了 2015 年国际地球科学领域的主要科学前沿问题和科技发展态势，以供读者参阅。

1 固体地球科学发展态势

1.1 深部地幔柱的研究持续加强并取得重大突破

地幔柱一直就是地质学研究的热门话题。美国地球物理学家通过超级计算机对过去 20 年间全球发生的 273 次强震的地震波全波数据分析和对地幔柱进行成像，绘制出高精度的地球内部模拟图，研究了深部地幔柱与火山点之间的关系，首次发现了地幔柱存在的证据。《科学》杂志对这一研究成果进行了评论，认为其是 2015 年全球十大科学突破之一，并指出这一重要研究成果的获得得益于“全波形层析成像”模拟技术的应用。苏黎世联邦理工大学科学家通过模拟研究发现由地幔柱诱发的板块运动很可能在前寒武纪（约 30 亿年前）大范围盛行，进而推断地幔柱诱发了地球最早期的板块运动。

1.2 地壳的形成和演化研究获得多项重要认识

冰岛大学科学家通过 GPS 和卫星定位系统对发生在冰岛的地壳形成过程进行观测研究，阐述了在火山中心间歇性的聚集喷发岩浆如何有效地进行长距离的运移分配，从而在不同的板块边界形成新的上地壳的过程。普林斯顿大学学者利用 EarthChem 数据库分析后认为，真正控制陆壳形成的过程是地球深部熔融物质在上升过程中所发生的分级结晶作用，而非已形成地壳的重新熔融。澳大利亚科学家通过对源自太阳系形成初期坠落至地球的陨石中锆石 Lu-Hf 同位素的地球化学分析，指出最早的地壳可能形成于 45 亿年之前。布里斯托大学研究人员基于对世界各地的 13 000 多块岩石样品的测量结果分析后认为，人类赖以生存的陆壳正在不断萎缩，若以目前的速度计算，则在数十亿年后陆壳或将消失。

1.3 地震机理及监测预测研究得到重点关注

2015 年全球对地震的发生机理及监测预测等研究再次成为研究热点。苏黎世联

邦理工学院科学家对 2011 年日本大地震后发震区域的断层应力恢复研究后指出，大型逆冲地震的发生具有随机性，没有具体的位置、大小或复发周期。美国加州大学圣地亚哥分校研究人员利用全球地震台网（GSN）数据研究发现，2015 年尼泊尔地震是由主要向东移动的微弱破裂、最大位移破裂、比较缓慢破裂 3 段破裂造成。美国加州理工学院地质学家利用 GPS 台站数据并结合地震台站的数据以及轨道卫星的雷达图像，首次绘制出完整的 2015 年尼泊尔廓尔喀（Gorkha）地震期间地表损毁图像，并通过研究指出未来喜马拉雅山地区仍存在发生大地震的风险。

1.4 行星科学研究取得重大突破

美国航空航天局（NASA）2015 年 7 月宣布发现太阳系外距离地球 1400 光年宜居带上的“第二个地球”（开普勒-452B），激发了国际上宇宙探测强国间开展星际空间地球科学研究的浪潮；9 月宣布在火星发现液态水存在证据的消息。NASA 好奇号火星车利用 ChemCam 激光仪分析火星上的某些浅色岩石，发现该岩石类似地球上的花岗岩陆壳。可以说，这是首次在火星上发现疑似“大陆地壳”。美国“新视野”号探测器于美国东部时间 7 月 14 日 7 时 49 分近距离飞过冥王星，成为首个探测这颗遥远矮行星的人类探测器。

2 资源科技发展态势

2.1 矿产资源形成机理及勘探开发相关环境问题备受关注

英国布里斯托大学科学家通过对包括智利在内的世界主要铜矿产区分布的现代火山弧研究，建立了富盐流体从大规模岩浆体中分离、铜富集成矿的两阶段铜矿成矿模式，揭示出了铜矿形成与岩浆之间的真正联系。瑞士苏黎世大学研究人员通过对南非 Witwatersrand 盆地研究后认为，以火山雨、缺氧河流以及太古宙生物等为特征的恶劣地球环境促进了这种沉积型砂金矿藏的形成。美国地质调查局（USGS）在国际期刊《应用地球化学》杂志发表专辑论文，从开采预测工具、开采中污染防治、矿井污水处理和有毒物质监测四大方面对采矿造成的特殊环境影响及其监测、预测和防治措施进行阐述。

2.2 非常规油气资源开发的环境风险及处理问题研究得到重视

多国政府高度重视非常规油气开发引发的环境问题，如美国内政部土地管理局（BLM）公布水力压裂法最终细则、德国总理内阁签署水力压裂法案（草案）、英国开展水力压裂监测并启动水力压裂前环境基线监测项目。科学家们热衷相关环境问题及应对技术研究。美国科罗拉多大学研究人员发明了一种基于微生物电池的污水处理技术，其可更方便地去除油气开采废水中的盐和有机污染物，从而达到处理的目的，此外该技术还能生产出可用于维持设备运转或其他用途的额外电能，其为油气生产过程中废水的低成本处理带来新的曙光。

3 大气与海洋科学发展态势

3.1 大气成分机理及其对气候的影响研究取得进展

美国、瑞士和韩国科研人员研究揭示了过去千年大气 CO₂ 浓度的变化机制，指出在几十年至上百年的时间尺度上，CO₂ 浓度波动的主要原因来自气候与陆地碳库之间的反馈机制。美国密歇根大学研究人员采用全球气候模型定量分析了大气中氧含量变化对气候的影响，指出在整个地球历史中，大气中氧气含量的变化显著地改变着全球气候，若氧含量下降，则会引起大气密度降低，地表蒸发加快，继而降水增加，气温回暖。德国波茨坦气候影响研究所研究人员认为海洋影响大气脱碳的长期效果，指出由于海洋系统对 CO₂ 和热量的惯性作用，如果仍以当前速率排放 CO₂，即使实施大气脱碳也收效不佳。

3.2 气候预测影响因素研究取得新认识

2015 年德国亥姆霍兹海洋研究中心科学家首次证明了太阳活动 11 年周期与北大西洋涛动 (NAO) 之间位相同步变化的关系，解释了地表气候信号的传输机制和地-气相互作用，为提高长期气候预测水平提供了新视角。德国波茨坦气候影响研究所 (PIK) 研究人员利用因果效应理论，发展了一种基于维数缩减和重建因果关系的方法，可用于评估地质工程和极端事件的全球效应，提升对复杂系统中极端事件的恢复力。美国斯坦福大学研究人员定量分析大气环流变化对极端温度事件的影响，指出中纬度大气环流的变化可部分解释北半球极端温度事件的变化，热力因素和动力因素对极端温度变化趋势均有贡献。

3.3 大气科学研究新的重点方向与优先领域被提出

2015 年 3 月国际“表层海洋—低层大气研究”计划 (SOLAS) 科学指导委员会公布新修订的未来 10 年 (2015—2025 年) 战略规划草案，提出 SOLAS 未来将围绕：①温室气体与海洋；②海-气界面及其物质与能量通量；③大气沉降与海洋生物地球化学；④气溶胶、云以及生态系统之间的联系；⑤海洋生物地球化学过程对大气化学过程的控制作用 5 个核心主题开展研究。5 月 25 日—6 月 12 日在瑞士日内瓦召开的世界气象组织 (WMO) 第十七届世界气象大会通过了 WMO 未来战略规划，确定出 2016—2019 年的 7 个优先研究领域：灾害风险减轻；全球气候服务框架；WMO 综合性全球观测系统；航空气象服务；极地与高山地区；气象和水文能力拓展；WMO 组织治理。

3.4 深海研究及深海资源的开发利用受到关注

2015 年 7 月英国地质调查局 (BGS) 宣布开展新的深海地质调查合作，促进深海研究。同月《科学》杂志发布题为《深海海底采矿管理》文章指出国际海底管理局 (ISA) 目前正在审议深海海底采矿的管理框架，全球领先机构的研究人员将商讨提出关于平衡深海资源的商业提取与保护海底环境多样性的策略。9 月欧洲海洋局

(EMB) 发布报告《钻得更深：21 世纪深海研究的关键挑战》，工作组审查了当前深海研究现状和相关知识缺口以及未来开发和管理深海资源的一些需求后，提出未来深海研究的目标与相关关键行动领域，并且建议将这些目标与行动领域作为一个连贯的整体，构成欧洲整体框架的基础以支持深海活动的发展和支撑蓝色经济的增长。

3.5 北极及其发展战略研究得到重视

北极地区以其巨大的经济价值、重要的军事地理位置、对全球贸易格局的重大影响以及巨大的科研价值，正逐渐成为世界各国关注的热点，并引发各国的争夺。2015 年 6 月美国国际战略与研究中心 (CSIS) 发布《美国在北极》战略研究报告提出美国的北极发展战略趋势，指出美国目前在北极面临巨大的变化和挑战，急需提高在北极地区的活动能力。CSIS 还发布《新的冰幕——俄罗斯的北极战略研究》报告，分析了俄罗斯未来在北极的多边合作，以及对日益脆弱的北极生态系统的影响。随着北极地区商业船只航行的不断增加，美国国家大气与海洋管理局 (NOAA) 加紧对该地区的海图进行升级工作。2015 年，NOAA 所属的海岸调查办公室利用其自有船舶及海岸警卫队所收集的数据对北极航行图进行升级，升级的里程达 12000 海里。

4 研究基础平台设施建设

4.1 地球探测监测设施部署得到加强

2015 年 1 月美国国家大气与海洋管理局发射深空气候观测卫星 DSCOVR，其将能更可靠地预警太阳风暴，提高监测太阳活动的的能力。英国气象局宣布将于 2016 年全面建成专门用于探测和预报火山灰分布的大气探测系统网络——“光探测与测距系统” (LiDARs)，整个监测网络由 10 个 LiDARs 探测系统单元组成，最终获取大气颗粒物的特征及其垂直分布情况。

4.2 众包技术在灾害预警中得到应用

由美国地质调查局 (USGS)、加州理工学院 (Caltech)、美国国家航空航天局 (NASA) 喷气推进实验室等联合提出众包型地震预警系统 (Crowdsourced Earthquake Early Warning)，在智能手机及其他类似设备得到广泛使用地区，利用智能手机等配置的 GPS 感应器开展大地震预警，并使用了 2011 年日本东北 9 级地震的真实数据进行了众包型地震预警模拟。英国莱切斯特大学宣布承担的欧盟 IMPROVER 项目也关注利用社交媒体构建灾害预警系统，宣布利用社交媒体构建灾害预警系统来增强社区应对自然灾害和人为灾害的能力。

(郑军卫 赵纪东 张树良 王金平 刘学 王立伟 刘文浩 刘燕飞 供稿)

IASC 确定北极未来 10 年优先研究事项

2016 年 2 月 18 日，国际北极科学委员会(International Arctic Science Committee, IASC)发布《北极综合研究——未来路线图》(*Integrating Arctic Research - a Roadmap for the Future*) 报告指出，北极的快速变化影响了整个地球系统，通过温度升高、海冰覆盖面积的减少、冰川退缩和积雪与冻土条件的不断变化导致了极端天气的出现。此外，北极新兴经济和地缘政治利益已确定了其在全球背景下扮演着重要角色。该报告还确定了未来北极研究 3 大优先事项。

1 协调北极研究规划工作的需求

北极研究计划第三次国际会议 (ICARP III) 提供了一个推进北极研究合作和北极知识应用跨学科与跨领域活动的发展框架。国际北极科学委员会 (IASC) 与其合作伙伴共同发起 ICARP III 会议，会议主要围绕以下主题展开：①确定未来十年北极科学优先研究事项；②协调各种北极研究计划；③告知决策者北极变化对那些生活在北极或北极附近的人们及全球社区带来的影响；④建立生产者和知识使用者之间的建设性关系。这份报告确定了北极研究最重要的需求，并提供了一个研究优先事项和合作路线图。该报告主要的目标受众包括资助者、决策者（传统与非传统）、北极和北极之外的政策制定者、北极土著人和当地的人们。

2 制定北极未来研究路线图

超过 20 多个国际机构参与了 ICARP III 会议，并制定了北极未来研究路线图，其中包括北极和全球性科学组织、北极理事会工作组和永久参与者。ICARP III 没有进行新的科学计划的制定，而是在已经许多存在的全面的科学计划基础之上，对未来北极研究的进程进行了补充，以确定可能需要注意的差距。ICARP III 提供的进程包括：①集成前瞻性的、协作的、跨学科的北极研究和观测的优先研究事项；②建立一个近期和当前合成文件与北极研究的主要进展目录。ICARP III 整个计划包括研讨会、会议、拓展活动、座谈会和 2014—2015 年其他活动的议题，并围绕 ICARP III 目标构建了 4 个主题：①气候系统和转变；②社会和生态系统；③观测、技术、物流和服务；④推广和能力建设。基于对 ICARP III 活动，该报告确定了北极未来 10 年优先研究事项。

2.1 北极在全球系统中的作用

由于气候变化，北极气候系统正在经历最迅速的变化。目前为了解决理解这些快速变化与全球相连接的差距，在未来的研究活动中，我们需要一个跨越学科、尺度和多样化的知识体系方法。尤其是北极大气—海洋—冰川系统，及其与全球气候系统的紧密耦合的物理联系，仍需要进一步探讨。北极在全球系统中的作用研究重

点包括：

(1) 评估和了解北极气候变化和北极快速放大效应，包括它们对大气和海洋环流的影响和与全球气候系统的连接。

(2) 关注大幅海冰覆盖面积的减退，了解这种变化的起源及其对超北极和全球气候系统的影响。

(3) 提高我们对北极和超北极之间的物理相关性的理解，如通过评估中纬度北极放大效应的影响。

(4) 加强对不同空间和时间尺度的完全耦合的物理气候系统（大气-海洋-冰川）、北极放大物理机制、偶发性的中纬度极端连接及其影响恶劣天气事件的各种因素的理解。

(5) 所有领域的关联研究：生物圈、社会领域和物理领域（大气圈、水圈、冰冻圈、岩石圈、政治和经济系统等）。

(6) 确定人类世内北极全球化的影响。

2.1 观测和预测未来气候动力学和生态系统的响应

根据北极地区的环境和社会经济变化幅度需求，北极研究重点向理解这些变化的后果，并推动我们为决策者提供知识能力方向出现了显著的转变。因此，预测变化和发展适应行动是关键，而不是只对它们做出响应。该优先研究事项应重点从以下几个方面开展工作：

(1) 建立一个强大的、持续的、协同设计和参与性的观测系统，将其作为持续北极观测网络（SAON）的一部分，并依靠现有的和新的网络和基础设施，以及生成环境和社会-经济创新实验，提高预测当地、区域和全球进程的能力。

(2) 建立旗舰观测站系统，将其作为整个北极地区的全面测量观测系统的一部分。

(3) 制定一项关键的观测系统标准并维护国际协议。

(4) 支持更易获取北极数据和元数据，如 SAON、北极数据委员会（ADC）。

(5) 利用平台，促进环境、社会经济与传统和地方知识之间的转移。

(6) 支持开发和部署新技术以提高我们对北极物理、生态社会环境的理解，包括无人机遥感、自主动力系统 and 远程医疗等。

(7) 关注完全耦合模型，如气-冰-海交互，提供可靠的天气预报、年代际预测和快速预测极端事件作为极地预测（YOPP）一个主要贡献，允许开发所需要的工具促进在地方、区域和全球尺度快速决策的产生。

(8) 充分整合冰盖动力学、冻土、生态和经济到现有的建模框架，包括政府间气候变化专门委员会（IPCC）框架使用的模型，从而提高了复杂过程的表示。

(9) 通过北部土著社区和涉及本地、地区和全球利益相关者持续合作设计的观

测系统和模型来更有效利用传统和地方知识以帮助确定减缓和适应战略。

2.3 了解北极环境和社会的脆弱性与恢复力以支持可持续发展

了解全球化北极环境和社会的脆弱性与恢复力需要加强国际科技合作，包括非北极国家和组织的贡献。北极资源和贸易、旅游和交通运输的新市场，将有可能比在陆地和海上所需的必要的基础设施出现更快。可持续基础设施发展和创新，加强北极社区和生态系统的恢复能力重点包括：

(1) 关注收获和管理北极地区生物和非生物资源的可持续的方式，包括基于风险的评估，了解资源持续开发的后果。

(2) 综合分析北极社区的可持续性和可操作的适应政策和挑战。

(3) 了解极端天气事件的影响，如积雪消融导致的生态、社会短暂变化。

(4) 评估气候变化和人类活动对北极生物多样性的不同影响及其对生态系统商品和服务的后果与社会影响。

(5) 了解人类对北极变化的长期反应，包括粮食和水安全领域。

(6) 开发综合可持续发展指标来评估北极社会生态系统的动态。

(7) 审查研究机构、资源的作用，传统和新兴经济体的影响因素和可持续发展的手段。

(8) 通过股权、代理、权力等审查沿北极关键轴所起的作用。

(9) 审查城市地区的可持续发展和基础设施，认识到随着北极变暖，更容易获得北极资源，城市化可能会继续发展。

3 未来行动

沟通方面：①促进研究界和最终用户之间的科学政策知识转移（科学传统和当地知识）；②使用各种工具来传播科学知识；③创建良好的宣传和沟通工作。

传统和当地知识：北极理事会邀请土著人民参加 ICARP III，以鼓励和促进了 ICARP III 进程。需要对科学界和北极土著和当地人民之间的知识转移，特别强调是由土著组织的传统和地方知识。将传统和地方知识与北部土著社区参与确定为优先研究事项，共同设计、共同研究，以确保获得研究数据和结果传播。

能力建设：ICARP III 进程不仅为早期职业生涯的研究人员和其他听众提供了教育和宣传活动的平台，同时也提供了锻炼的机会。未来十年北极研究能力建设的重点包括：①提供更多的培训、资助和网络建设的机会；②创建有意义的和长期的国际研究社区提供早期职业生涯研究者和原住民参与平台；③使非北极国家参与北极研究；④从不同的科学领域引入北极研究人员。

总之，ICARP III 确定了以上三个优先研究事项，未来行动重点包括：①建立通过跨学科引进以知识为基础的地方和区域权利持有者和利益相关者对话的新方法；②协同设计，以解决科学问题为导向，主要解决北极和全球可持续发展挑战的政策、

规划和计划的告知；③北极快速变化的全面、高质量观测。

（王立伟 编译）

原文题目：Research priorities for the Arctic have been defined

来源：http://www.awi.de/fileadmin/user_upload/AWI/Ueber_uns/Service/Presse/2016/1_Quartal/PM_ICARP_III/ICARPIII_Final_Report.pdf

IEA 加强与印度的能源政策和技术研究合作

2016年3月4日，国际能源署（IEA）发布与印度发布联合声明，强调与印度在能源等众多领域开展预测和数据合作，主要参与政策与技术研究。渴望在促进能源行业分析、建模和预测技术与策略、人力资源开发等领域进行联合研究，并在发展综合研究、能源政策、相关技术开发及全球价格趋势分析、能源供应等领域进行合作。该声明分别在合作范围、合作形式、一般性条款、持续时间和修订办法、争端解决等方面做了表述。本文简要对合作范围与合作形式进行简要介绍以期对我国的相关工作提供借鉴。

合作范围主要包括：①定期交流信息，相互增进对全球能源市场功能的了解；②联合分析和研究项目，包括能源政策、能源行业和市场的分析；③交换技术——了解有关电子信息收集、统计数据处理和传播、统计方法、分析技术和用于能源行业趋势和场景预测的计量经济学模型分析的信息。

合作形式包括：①能源部门的定期交流信息，包括数据和统计信息；②关于能源议题涉及共同利益的专题讲座、研讨会和在印度、巴黎和第三地区举行的会议；③研究人员和专家的访问交流研究和能力建设活动。

（王立伟 编译）

原文题目：Statement of Between National for Transforming India (NITI) aayog and International Energy Agency

来源：http://www.iea.org/media/news/2016/pressrelease/SOI_NITI_IEA.pdf

能源地球科学

IEA 发布《石油市场中期报告 2016》

2016年2月22日，国际能源署（IEA）发布《石油市场中期报告 2016》（*Medium Term Oil Market Report 2016*），分别从未来5年石油市场供需情况和全球石油贸易趋势进行了分析。本文将从未来5年石油市场前景、油价变化、主要供需主体变化趋势等几个方面对报告进行介绍。

1 未来5年石油市场前景准确预测难度大

准确预测未来 5 年的石油市场难度巨大，因为随着油价跌至 12 年以来最低点导致需求的强劲增长，同时低油价，高成本导致大量油井关停，此外石油出国大量的缩减出口量以维持其稳定的石油价格。当下需要分析石油市场何时才能将变回平衡。有预期曾表示这种平衡会发生在 2015 年，但是事实证明并非如此。2014 年和 2015 年石油供应超过了需求，原油产量分别为 0.9 mb/d（百万桶/天）和 2 mb/d。2016 年预期值为 1.1 mb/d。

2 油价激增条件暂不具备

低油价时代存在很大危机。面对风险，报告认为现今的石油市场条件并不具备油价激增的条件，除非地缘政治事件的突然发生。此外，早些年主流观点——“石油供应峰值”将会导致油价上升，因为出口量很难跟上不断增加的需求量的看法是错误的。相反，现今的情况是丰富的资源以及地面技术的大幅度创新使得供应商可以源源不断的将石油推向市场。报告认为，只有非 OPEC 国家石油产量在 2016 年发生下降或者突增十分大的需求量这些情况发生，否则很难看到油价的大幅度回升。

与此同时，报告估计到 2021 年石油需求年均增幅为 1.2 mb/d（增幅约 1.2%）。石油需求总量将在 2019 年或 2020 年突破 100 mb/d。2015 年全球石油需求增长 1.6 mb/d（增幅约 1.7%）。2014 年下半年及 2015 年的石油需求很大程度刺激了油价的快速下跌。但是，近期跌至 30 美元/桶的油价将进一步刺激早期的石油需求，并且使得每年增长高于 1.2 mb/d 的可能性破灭。2014 年 11 月举办的两个 POEC 部长级会议决定不会削减产量来支撑油价。在 2016 年 2 月中旬，一些 OPEC 成员国和俄罗斯统一冻结生产，并且表示未来的后续政策也将很快落实。

3 亚洲国家仍是石油需求主力

自 2014 年以来，非经合组织国家已经使用了比经合组织国家更多的石油，并且在未来几年这种差距将逐渐拉大。然而，非经合组织国家需求增长是十分不稳定且脆弱的。因为能源成本将成为政府的主要负担。这在预测的早期时段内可能不会立即影响到石油需求，但是在后来将会越来越明显。我们将发现在世界很多国家将减少昂贵的燃料补贴，包括快速发展的中东地区，并且将会对其经济增长产生显著影响。同时，增长的能源使用将带来环境恶化，尤其在快速增长的亚洲经济体中，石油部分的减少将主要体现在对车辆注册和使用的限制方面。报告认为，虽然减少补贴和处理污染将会影响到石油需求增长的速度，但是应该强调的是非经合组织的亚洲国家将依然保持石油需求的主体力量，石油需求量将从 2015 年的 23.7 mb/d 增长至 2021 年的 28.9 mb/d。

亚洲的关键作用主要体现在其对未来全球石油贸易市场份额的占有量上。至 2021 年，亚洲非经合组织国家将会进口约 16.8 mb/d 的原油及产品，这与 2015 年的

2.8 mb/d 相比具有很大的上升空间。中国将依旧保持这种增长，因为其基础的石油需求巨大，同时至 2020 年将形成 500 mb（百万桶）的战略储备需求。

4 美国、伊朗将成为石油主要出口国

报告预测认为，石油供需在未来 5 年会达到平衡。自从《石油市场中期报告 2015》发布之后，供应侧出现了很多令人惊喜的部分。迄今为止，最重要的弹性空间体现在美国较高的石油生产成本和轻质致密油（LTO）的出口随油价从 100 美元/桶连续下降，人们普遍认为美国原油产量将从 2008 年的 5 mb/d 增长至 9.4 mb/d 的情况将会停止，甚至迅速逆转。在 2015 年中期，增长确实停止了，但是在此期间出现了相对温和的回调，2016 年 2 月早期美国原油生产接近 9 mb/d。报告期望在油价逐步复苏之前，美国 LTO 生产能在 2016 年回落至 600 kb/d（千桶/日），在 2017 年到 200 kb/d，再进一步的提供效率、削减成本，从而允许油价的复苏。报告强调任何认为美国 LTO 产量需要增长的观点都需要三思。至 2021 年，美国液体油产量将比 2015 年增加 1.3 mb/d。近期石油贸易出现了一个问题，即美国原油出口的可能性问题。美国已经是一个石油出口的主要国家，2015 年出口量为 2.8 mb/d，并且原油出口禁令的解除也潜在开辟了另一个贸易机会。报告分析认为，在未来预测时段内，美国原油不会放弃对亚洲区域的原油贸易机会。

2015 年伊拉克和沙特石油产量的有所上升。未来伊朗将会再次提高其石油产量，尤其是在对其制裁取消之后。但是，报告对伊朗及其周边地区的生产能力并不能完全肯定，因为这些地区存在严重的政治不确定性。

5 2017 年石油市场供需将实现再平衡

报告预计，在 2017 年将出现石油供需一致的情景。石油全球贸易将保持继续的增长，至 2017 年达到 37 mb/d 的峰值。此时，原油通过炼油厂加工的量将不断上升，尽管炼油业最明显的趋势预期证明其将出现产能过剩。报告认为，在亚洲约有 5.3 mb/d 的炼油产能。虽然产品的需求将继续增长，但是它不会同新的工厂预期增加的投资保持一致。中东将巩固其主要的炼油中心的主要地位，产品出口的增长速度将超越美国。

6 低油价导致石油投资缩减

对于一些 OPEC 国家而言，较大经济紧缩的国家如阿尔及利亚、尼日利亚和委内瑞拉将减少他们投资石油行业的能力。对于 OPEC 整体石油出口收入从 2012 年 1.2 万亿美元到 2015 年的 5000 亿美元的降幅而言，如果石油价格继续保持在现今水平，至 2016 年，这一数据或将下降至 3200 亿美元。这种整体收入的缩减势必会影响对石油投资的力度。不过，沙特和伊朗仍需要重大的投资来维持现有生产。IEA

曾发出警告，2015 年 24% 的投资水平将会在 2016 年下降至 17%。投资不足导致的油价快速上升的风险同油价下跌一样，都会破坏石油市场的稳定性。

(刘文浩 编译)

原文题目: Medium Term Oil Market Report 2016

来源: <http://www.iea.org/Textbase/npsum/MTOMR2016sum.pdf>

钻孔成像技术可降低压裂作业带来的地震风险

在英国，人们对页岩气的压裂开采一直存在争议。2011 年，开发商在英国布莱克浦 (Blackpool) 进行压裂作业的过程中引发地表震动，更是加剧了这种争议。为此，英国政府要求英国皇家学会和英国皇家工程院组成专家小组对在英国进行压裂作业的安全性进行调查。在专家小组的建议中，有一条非常重要，即对英国国土的应力进行全面分析。

为此，英国地质调查局 (BGS) 承担了这一任务。在 20 世纪 90 年代早期，由于数据有限且计算能力不足，严重阻碍了英国对其原位应力方向的测绘。但是，在此期间，煤炭行业和石油行业已经开始采用钻孔成像技术来收集一种新类型的数据，其主要反映整个钻孔的内部环境，因此可被用于识别在原位应力作用下发生扩张的钻孔壁。简而言之，钻孔成像技术可以帮助发现在压裂之前就已经具有原位应力的钻孔部分。

通过分析这些新数据，以及与 20 世纪 90 年代数据的比较，英国地质调查局更好地评估了原位应力的方向，并使评估油气井安全性的监管机构获得有关油气井完整性的最佳数据，以及合理分析新钻孔压裂风险的更好信息。总体而言，钻孔成像技术可以帮助降低压裂带来的地震和钻孔崩落 (borehole breakout) 风险。

(赵纪东 编译)

原文题目: "Taking the stress" out of fracking

来源: http://www.bgs.ac.uk/news/docs/in_situ_stress_PR_FINAL.pdf

矿产资源

BGS 发布主要矿种全球供应风险报告

2016 年 2 月，英国地质调查局 (BGS) 发布了主要矿种的全球供应风险指数报告《风险清单 2015》(Risk List 2015)，这是继 2011 年、2012 年连续两年发布《风险清单》报告之后，BGS 对主要矿种的全球供应风险进行的又一次综合评估。此次评估采用 7 个指标 (生产集中度、储量分布、循环率、可替代性、管理指标和伴生金属百分比，其中，管理指标包括最大生产国和最大储量国 2 个指标) 计算了银、铝、砷等 41 种元素或元素组的供应风险指数。相较于之前的评估，此次评估去除了稀缺性指标，新增了伴生金属百分比。评估结果显示面临全球供应风险前 10 位的主

要矿种依次为：稀土、锑、铋、锆、钒、镓、铟、钨、钼和钴。在此，我们对相关内容作一简要分析和介绍，以期能够对我国的相关工作有所借鉴和参考。

1 生产集中度。特定产品的生产集中在少数几个国家，这可能会增加供应的风险。例如，目前全世界约 96% 的稀土来自中国。利用 BGS 的世界矿产生数据（2009—2013 年）来确定前三名的生产国，及其产量占全球总供应量的百分比。前三名国家的产量占全球总供应量的比例 < 33.3%，计分 1 分；介于 33.3%~66.6% 之间，计分 2 分；> 66.6%，计分 3 分。

2 储量分布。矿物储量分布不均匀，有时往往集中分布在少数几个国家，这将增加短期的供应风险。例如，占世界储量近 95% 的铌分布在巴西。使用储量分布数据可以对短期供应中断的潜在风险给出指示。本研究利用 USGS 的储量数据来发现所占比例最高的前 3 个国家以及它们的具体数值。前 3 名国家的储量占全球储量的比例 < 33.3%，计分 1 分；介于 33.3%~66.6% 之间，计分 2 分；> 66.6%，计分 3 分。

3 循环率。特定产品的循环率有可能会增加或降低供应风险。例如，较高的循环率可能导致主要资源的需求减少。目前，全球铁的循环率大约为 50%，而铍的循环率还不到 1%。本研究利用联合国环境规划署（UNEP）相关报告中的金属循环率数据（2011 年）来确定 42 种产品的循环率。循环率 > 30%，计分 1 分；介于 10%~30% 之间，计分 2 分；< 10%，计分 3 分。

4 可替代性。特定产品的可替代性有可能会增加或降低供应风险。例如，特定产品的替代品的供应可能导致主要资源的需求减少。目前，稀土元素的替代品非常有限，但是，铜却有好几个替代品，如银、铝、纤维光学、钢和塑胶。本研究利用 Augsburg 大学《能源工业的关键材料》（Materials Critical to the Energy Industry）和欧盟原材料行动计划报告《确定关键原材料》（Defining Critical Raw Materials）中的可替代性数据来确定 31 种产品的可替代性。可替代性低或 < 0.32，计分 1 分；可替代性中或介于 0.3~0.72 之间，计分 2 分；可替代性高或 > 0.72，计分 3 分。

5 管理指标。生产国或最大储量国的政治稳定性可能影响到矿产品的供应，例如，战争、政府干预、饥荒或其他形式的动荡都可能会造成供应中断。本研究利用世界银行（WB）的管理指标（2010）计算最大生产国和最大储量国的政治稳定性。世界银行从 6 个不同方面提供了 213 个国家和地区的政治稳定百分等级信息，这 6 个方面分别是：①话语权和问责制；②政治稳定性；③政府效率；④监管平等性；⑤法治状况；⑥腐败控制。本项研究只考虑了政治稳定性，其他几个方面没有涉及。政治稳定性百分比 > 66.6%，计分 1 分；介于 33.3%~66.6% 之间，计分 2 分；< 33.3%，计分 3 分。

6 伴生金属百分比。许多关键金属自身不能形成矿床，而是以铝、铜、锌等金属矿床伴生矿物的形式出现。由于缺乏提取和开采的基础设施，这些以副矿物或伴

生矿物形式出现的金属则面临着更大的供应中断风险。本次研究中的伴生金属百分比采用 Graedel 等（2015）的定义，即“以副矿物形式开采的某类金属的比例”。伴生金属百分比积分>66.6%，计分 1 分；介于 33.3%~66.6%之间，计分 2 分；<33.3%，计分 3 分。

7 供应风险指数计算。供应风险指数通过每种元素的 7 个指标的得分计算而来，下面以稀土元素和铜为例（表 1）。从表中可以看出，最终的总得分除以 2.1 得到供应风险指数的评价得分，区间范围为 1（风险很低）~10（风险很高）。例如，铜的供应风险（4.8 分）小于稀土元素（9.5 分）。

表 1 稀土元素和铜供应风险指数计算

类别	稀土元素		铜	
	数值	评分	数值	评分
循环率/%	<10	3	>50	1
可替代性	0.87	3	0.56	2
储量分布/%	42	2	30	1
生产集中度/%	96	3	32	1
政治稳定性（最大储量国）	27	3	60	2
政治稳定性（最大生产国）	27	3	60	2
伴生金属百分比	>66	3	<33	1
合计		20		10
供应风险指数（总得分/2.1）		9.5		4.8

8 主要矿种全球供应风险的评估结果

评估结果显示面临全球供应风险前十位的主要矿种依次为：稀土、锑、铋、锆、钒、镓、铟、钨、钼和钴。此外，从国家分布来看，在评估的 41 种金属中，23 种金属的主要生产者是中国。

（刘学 编译）

原文题目：Mineral Risk List 2015

来源：<http://www.bgs.ac.uk/downloads/start.cfm?id=3075>

前沿研究动态

大气气溶胶作用机理研究将为改进气候变化模型带来重要突破

尽管科学家已知大气颗粒物即气溶胶对云的形成和变化有着强烈的影响，但一直以来，如何在气候变化模型中精确揭示这种影响始终难以实现。2016 年 2 月 26 日 PNAS 在线版优先发表的相关研究指出了问题的症结所在：受人为大气污染的加剧，气溶胶对云所产生的影响已经过于普遍化，因而其独特作用过程难以识别。该研究认为，对大气气溶胶作用机理进行深入研究是改进气候变化模型的关键所在，

并指出导致目前气候变化模拟研究难以取得突破的核心问题在于：目前缺乏对比数据即工业时代之前大气未被污染的云的相关数据。作为地球气候系统的重要组成部分，只有明确工业时代之前大气中云的行为及其作用机理，才能为最终揭示气候变暖过程奠定基础。对于如何克服上述难题改进气候模型，该研究指出，至少有 2 种解决方案可供选择：一是在气候变化模型中优化对云的类型的区分以揭示其变异性；二是重点对目前尚存的未被人为污染的云进行专门研究。因而，研究人员强调，开展进一步研究工作的前提是亟需确定未被污染的云的分布情况。

(张树良 编译)

原文题目： Challenges in constraining anthropogenic aerosol effects on cloud radiative forcing using present-day spatiotemporal variability

来源： PNAS, 2016, DOI: 10.1073/pnas.1514036113

最新深海声重力波理论助力海啸预警

2016 年 2 月 29 日,《流体力学》(*Journal of Fluid Mechanics*) 杂志刊登文章《三元声重力波交互共振》(On resonant triad interactions of acoustic-gravity waves), 报道了麻省理工学院的研究人员对海洋声重力波基础理论的研究成果。研究首次发现了海洋表面重力波和声重力波之间的关系, 提出了一套非线性理论方程, 得出两个表面重力波相遇共振, 会释放 95% 的初始能量, 并形成声重力波, 携带这些能量向更远、更深处传播, 从而揭示了来自大气、太阳、风和海洋上方的能量可以驱动深海的波动的原因, 该成果还将被用于海啸的预警工作。

该研究发现在海洋表面广泛存在着声重力波, 其源于海洋表面重力波。研究提出了一个全新波动方程, 建立了表面重力波和声重力波的关系模型, 将声重力波和声波紧密联系起来。基于新的波动方程, 研究人员分析了 3 个表面重力波和 1 个声重力波之间的相互作用。计算表明, 如果 2 个表面重力波流向相同, 并且频率和振幅相似, 当他们相遇时, 彼此能量的 95% 可以被转换成为声重力波, 这种能量的波动取决于初始的表面重力波的振幅和频率。即使表面重力波以短脉冲的形式传播, 其仍有 20% 的能量传至声重力波。研究人员表示, 该成果将被用于设计一个可以监测声重力波来预报海啸的全新系统。

(刘文浩 编译)

原文题目： On resonant triad interactions of acoustic gravity waves

来源： <http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FFLM%2FFLM788%2FS0022112015007211a.pdf&code=1b3b8d89c994c480a22b52fd9ff5084a>

《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