

科学研究动态监测快报

2018年1月1日 第1期（总第271期）

地球科学专辑

- ◇ EIA 回顾 2017 年的亮点工作
- ◇ OIES 发布报告称全球天然气不会在 2030 年达到峰值
- ◇ MAC 发布《矿业可持续发展计划 2017 进展》报告
- ◇ 兰德公司为美国关键材料提出近期发展建议和行动
- ◇ USGS 更新《美国关键矿产资源》评估报告
- ◇ 联合国将 2021 年至 2030 年确定为“海洋科学面向可持续发展的十年”并将启动相应的行动计划
- ◇ 新研究表明水力压裂废水注入量影响诱发地震传播范围
- ◇ 美国研究人员首次发现可利用暗光纤监测地震
- ◇ 德国和智利科学家发现即使最强地震仍有应力残余
- ◇ PNAS 文章关注地球深部物质在高温高压下的相互作用

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 回顾 2017 年的亮点工作..... 1
OIES 发布报告称全球天然气不会在 2030 年达到峰值..... 2

矿产资源

- MAC 发布《矿业可持续发展计划 2017 进展》报告..... 5
兰德公司为美国关键材料提出近期发展建议和行动..... 6
USGS 更新《美国关键矿产资源》评估报告 8

海洋科学

- 联合国将 2021 年至 2030 年确定为“海洋科学面向可持续发展的十年”并将启动相应的行动计划..... 8

前沿研究动态

- 新研究表明水力压裂废水注入量影响诱发地震传播范围 9
美国研究人员首次发现可利用暗光纤监测地震 10
德国和智利科学家发现即使最强地震仍有应力残余 11
PNAS 文章关注地球深部物质在高温高压下的相互作用 12

EIA 总结 2017 年 10 大亮点工作

2017 年 12 月，美国能源信息署（EIA）发布报告对其 2017 年的整体工作进行了回顾，并提出了 2017 年 EIA 10 大亮点工作，为其 2018 年的工作奠定了基础。本文对这 10 大亮点工作进行了总结，以期对我国的相关工作给予指导和借鉴。

（1）短期能源展望对小型太阳能光伏发电进行预测。EIA 的短期能源展望首次包括对小型太阳能光伏发电（PV）发电和发电能力的预测，其中对于小型光伏系统的发电能力不足 1 兆瓦，通常被用于商业或安装在住宅屋顶上。

（2）钻井生产力报告中的新数据。为了对美国原油和天然气产量提供更全面的覆盖，EIA 扩大了钻井产量报告的范围，包括阿纳达科地区，涵盖了阿纳达科盆地 24 个县和德克萨斯州 5 个县的大部分生产。

（3）美国国家石油和天然气门户网站的启动。国家石油和天然气门户网站是首个公开的网站，该网站上有来自多个州的石油和天然气方面的高质量数据。该网站是 EIA、地下水保护委员会及其成员国以及美国能源部能源办公室的石油和天然气办公室的一个合作项目。在该网关发布之前，这些高级别数据只能在各个州的网站或商业数据库中得到。

（4）《国际能源展望 2017》和《年度能源展望 2017》报告出版。2017 年 EIA 发布了这两个报告，并在用户界面对其报告形成图形丰富的翻页书。这些翻页书支持报告在线版本的阅读，并在报告中提供了数十张意义重大的图表。

（5）月度生物质致密成型燃料报告。每月生物质致密成型燃料报告是一项新的 EIA 调查报告，其收集了美国大约 90 个运营颗粒燃料生产设备的木颗粒和其他生物质致密成型燃料的生产、销售和库存水平的信息。

（6）北美能源信息合作网站启动。北美能源信息合作网站使用三种语言，包括英语、西班牙语和法语，将能源相关的数据、地图、分析以及来自美国、加拿大和墨西哥的参考资料整合在一起，提供了能源来源和原始国家的详细数据。

（7）油气运输、石油焦化、沥青运输的新数据。通过对原油、乙醇和生物柴油的铁路运输的现有数据系列的分析，EIA 发布了往返于在美国和加拿大之间的铁路运输的新数据，包括碳氢化合物气体和液体、石油焦炭和沥青。

（8）住宅能耗调查数据。EIA 在一个公共使用的微数据文件、表格和总结报告中公布了其住宅能耗调查数据。这些数据突出显示了美国超过 1.18 亿个独栋住宅、公寓和移动住宅能源使用情况的变化和趋势。用户可以对能源特征和消费进行自定义分析。

(8) 制造业使用和管理能源的数据。EIA 根据美国制造业能源消耗调查，公布了美国制造业能源使用和能源强度的数据。该调查收集了美国制造企业的建筑库存信息、能源相关特性以及能源消耗和支出情况。

(9) 能源中断的覆盖面信息。EIA 经常被要求提供能源供应和市场的信息，特别是在恶劣天气事件和其他环境（如大范围停电）影响能源服务的情况下。在最近的飓风中，EIA 提供了有关行业供应链、市场和基础设施的信息，以帮助国家、地区和国家应对灾害。

(10) 2017 年 EIA 能源会议。来自行业、政府和学术界的 900 多名与会者参加了在 6 月 26—27 日在华盛顿举行的 EIA 2017 年能源会议，会议讨论了国内和国际能源市场及政策制定者在当前和未来面临的挑战。

(王立伟 编译)

原文题目：EIA's top highlights from 2017

来源：<https://www.eia.gov/about/accomplishments/2017/?src=home-b1>

OIES 发布报告称全球天然气不会在 2030 年达到峰值

2017 年 12 月 5 日，英国牛津能源研究所（OIES）发布报告《天然气的未来挑战：“不可燃”或“不可负担”》（*Challenges to the Future of Gas: unburnable or unaffordable?*），分别从天然气面临的区域和全球供应预测情景、天然气价格及可承受性、未来供需潜力和可能挑战等方面系统分析了至 2040 年全球天然气面临的主要问题。本文将选择报告重点内容进行介绍，以供参考。

1 全球天然气需求不会在 2030 年达到峰值

报告指出，2010 年底之前的全球能源预测模型和情景主要分为两类：考虑到当前和预期的未来趋势和政府宣布的政策会对未来能源平衡和发展的影响；如果要实现二氧化碳的减排目标，那么能源平衡必须如何发展？在该份报告中，对比了不同情景下的天然气趋势：

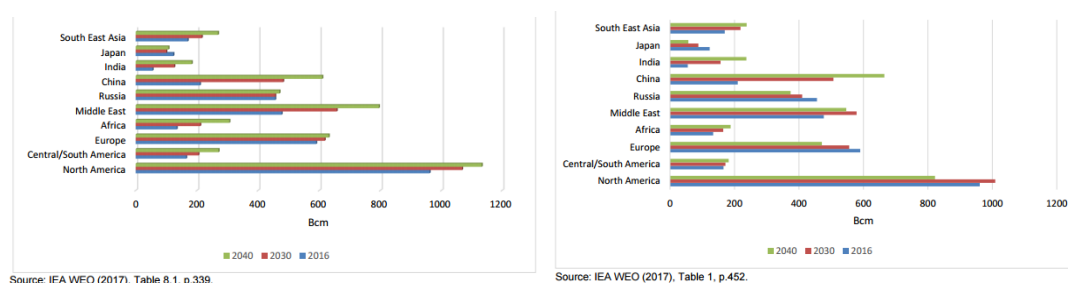


图 1 2016—2040 年新政策和可持续发展情景下的两种区域天然气需求（Bcm）

这两种情景之间的区别比较明显：在新政策中认为，除了欧洲、俄罗斯和日本之外，所有地区的天然气需求在 2040 年前都在上涨。但是在可持续方案 2040 年的

天然气需求预测中，则：俄罗斯、欧洲和日本会大幅下滑；中、南美洲保持稳定；东南亚和非洲温和增长；北美和中东在 2030 年达到峰值之后会缓慢下降；中国和印度会大幅度增加。在新政策情景下，全球天然气需求量从 2016 年的 3.6 Tcm（万亿立方米）增加到 2030 年的 4.55 Tcm，到 2040 年增加到 5.3 Tcm。但是在可持续方案中，2030 年和 2040 年的响应数字分别是 4.27 Tcm 和 4.22 Tcm。因此，这些情景表明，至 2030 年天然气需求前景依然明朗，但是要符合可持续发展的目标，天然气的需求将在 2030 年早期达到峰值，并在剩下的 10 年里相对缓慢下降。整个时期，唯一快速增长的市场将会是中国和印度。

国际石油公司（IOC）的情景和预测倾向于化石燃料特别是天然气的重要性的不断增加。《BP 能源展望 2035》中有个基本情况，即北美、亚太和中东地区的天然气需求急剧上升，而其他地区的天然气需求则稳定或者缓慢增长。然而 BP 在预测中有一个关键的不确定因素即天然气的需求风险，指出天然气的增长可能或受到更强或者更弱的环境政策的挑战，其结果是要么是由于向低碳能源过度的速度加快，要么从煤炭转向天然气的速度较慢以降低对碳定价的支持。更极端的可能是，在 2015—2035 年全球天然气需求增长率将降至微不足道的比例。

挪威国家石油公司的能源展望中指出，至 2030 年的全球天然气需求在其三种情景中均会有所增加，但是增长前景有限。在 2030—2050 年，全球天然气需求在两种情景中都会有所上升，但是会比 2014 年水平降低 14%。欧洲和北美的需求在这段时间内将减少一半，而印度的需求会出现增长。

格兰瑟森学院/碳跟踪研究中心（Grantham Institute/Carbon Tracker）研究了太阳能的发展前景后认为，太阳能光伏在 2040 年将会提供全球 23% 的发电量，至 2035 年，电动车将会占道路运输的 35%，2050 年这一数据或增至 66% 以上。这些数字意味着能源需求的下降将降低所有行业的天然气需求增长，因此只有在最理想的情景下，至 2030 年全球天然气需求将会达到峰值，此后会下降。

基于以上分析，报告总结认为，天然气行业及各国政府必须在成本上升、可承受能力和可持续能源供应之间取得平衡，以确保天然气在更多样化的能源结构中发挥更加长期的作用。通过分析以上模型和情景，报告认为从减碳的角度看，至 2030 年，天然气的未来需求是相对强劲的，但是之后还不确定，这取决于脱碳速度。除了这种情景，全球天然气需求不太可能在 2040 年之后大幅下降，仅有部分地区会在 2030 年下降。从全球来看，大幅下降之前的 25 年时间内，天然气仍将被认为是最适合的“过渡燃料”。

2 全球天然气的发展现状

（1）供应安全

与天然气有关的供应安全性的争议一般是根据国内生产和进口能源的来定义的。

尽管在能源供应的物理安全方面，这一命题并不成立。在亚洲国家，任何在国内生产的能源都被定义为“安全”，而进口的则被定义为“不安全”。而 2011—2014 年期间，天然气价格安全问题引起了人们的强烈关注，这一观点强化了以上这种观点，因为国内生产成本可控。而在价格不可控的国际环境下，极易对长期天然气合同产生紧张情绪。报告还认为，对俄罗斯天然气的接触程度会影响部分欧洲国家对天然气的使用，这种来自政治层面的供应需求变化也势必会影响天然气价格。

（2）环境问题

空气质量、甲烷减排和碳减排等是有利于天然气发展的主要论点之一，这与其环境优势有关，许多国家认为天然气对空气质量会做出直接贡献，但是报告认为，区分天然气和石油的甲烷排放十分困难，而且由于公众对天然气的排放实际上并不清楚，因此，极易导致人们选择零边际成本的可再生能源。且由于可再生能源与电力存储相结合的成本下降，天然气很可能被逐渐边缘化，从而提供季节性的支持。

3 全球天然气发展面临的挑战

（1）天然气将是未来最理想的“过渡燃料”

至 2030 年，北美以外的天然气的主要威胁将是可承受性的和具竞争力的。除此之外，特别是 2040 年之后，如果要实现 COP21 目标，天然气中的碳（或者甲烷）排放将导致其逐渐“不可燃”。报告认为，在全球天然气大幅下滑之前的 20 年时间内，天然气仍将是一种理想的“过渡燃料”。

（2）负担能力、竞争力和成本

除经合组织（OECD）以外，预计只有数量有限的国家可以支付 6~8 美元/MMbtu 及以上的批发（或进口）价格，这些价格需要用新的管道天然气或者 LNG 项目来支付 2017 年的交付成本。价格在这个范围（或者高于这个范围）可能会使天然气越来越没有竞争力，从而导致需求逐渐降低。2016—2017 年度大部分国际价格基准为 5~8 美元/MMbtu，在许多地区创造了额外的天然气需求。未来新建液化天然气项目的成本下降会越来越困难，整个行业的负担能力将面临极大挑战。

（3）从发电部门向其他部门转移

在既有市场和新兴市场的发电领域，天然气将越来越难以同太阳能、风能和电池储能技术竞争，这些技术成本正在持续降低，而且提供了更多的就业机会，减少对进口的依赖，降低了外国交易成本。国内生产的煤炭也具有相似的属性，但是碳排放量高很多。减排政策很可能将天然气逐渐从发电部门挤出，或者成为间歇性可再生能源的备用能源。如果没有监管支持，这将不足以支持新的天然气发电投资。

（4）不可燃或者不可负担，且无竞争力

2017 年低价环境中，天然气领域的主要辩论是 LNG“过剩”将会消散，全球供需平衡将会收紧。当这种情况发生，天然气价格将会涨至 2011—2014 年的水平，使

得自 2010 年中期以来已经投产的项目能恢复盈利，进而允许新的项目推进。如果这个假设被证明是正确的，那么将会为天然气的未来带来重大问题。天然气作为 2030 年以后“过渡燃料”的潜在作用关键在于它必须交付给低于 8 美元/MMbtu 的高收入市场和低于 6 美元/MMbtu 的低收入市场。未来天然气的主要挑战是确保在低排放的很长一段时间之前，天然气不会成为（尤其在许多低收入国家）无法负担或者缺乏竞争力的能源。

（刘文浩 编译）

原文题目：Challenges to the Future of Gas: unburnable or unaffordable?

来源：<https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2017/12/Challenges-to-the-Future-of-Gas-unburnable-or-unaffordable-NG-125.pdf>

矿产资源

MAC 发布《矿业可持续发展计划 2017 进展》报告

2017 年 12 月 14 日，加拿大矿业协会（MAC）发布第 13 次“矿业可持续发展计划”（TSM）年度进展报告（*Towards Sustainable Mining Progress Report 2017*）。TSM 由加拿大矿业协会于 2004 年正式启动，是针对行业参与者提出的一整套指导原则和绩效要素，旨在帮助整个行业保持加拿大经济领跑者的地位，同时做好环境保护工作，并继续积极响应加拿大人的呼声。加拿大矿业协会成员公司的 TSM 实施结果每 3 年进行一次外部检验，外部检验轮流进行，即每年大致有 1/3 的成员公司要接受外部检验，外部检验人员采用标准检验方法来评估加拿大矿业协会成员公司的绩效。

2017 年报告详细介绍了加拿大矿业协会成员在 TSM 计划下在主要环境和社会领域的表现。报告包括了 22 个 MAC 成员公司的 65 个设施在 2016 年的表现。2016 年，20 个采矿设施的结果经过了外部验证。

2016 年主要的亮点表现如下：

98% 的受访者公开报告土著和地方社区的参与和对话活动，2015 年为 94%。

93% 的企业制定了危机管理和沟通计划，而 2015 年则为 86%。

72% 的受访者公布生物多样性保护活动及其执行效果，2015 年为 66%。

56% 的成员建立并达到能源和温室气体排放绩效目标，而 2015 年为 44%。

根据 2016 年的表现结果，9 个设施荣获 TSM 领导奖。该奖项授予在尾矿管理、能源使用和温室气体排放管理、土著和社区外展活动、生物多样性保护管理以及安全与健康等领域，在 TSM 协议下达到或超过 A 级的设施，并满足危机管理和沟通规划协议的所有要求。设施的结果必须经过外部验证才有资格获得该奖项。9 个设施包括嘉能可（Glencore）公司的 Raglan 矿、不伦瑞克冶炼厂（Brunswickmelter）和 Kidd Operations；力拓公司（Rio Tinto）的戴维克钻石矿（Diavik Diamond Mine）；等。

近年来，全球对于 TSM 计划的关注也在日益增长，其在促进采矿业可持续发展绩效改善方面的能力也得到了越来越多的认可。2015 年，芬兰矿业协会 FinnMin 成为加拿大境外首个正式采用该计划的矿业协会。紧随其后的是 2016 年和 2017 年的阿根廷（Cámara Argentina de Empresarios Mineros）和博茨瓦纳（博茨瓦纳矿业协会）。2017 年 12 月 19 日，菲律宾矿商会宣布，将采用加拿大矿业协会的 TSM 计划。

（刘学 编译）

原文题目：Towards Sustainable Mining Progress Report 2017

来源：http://mining.ca/sites/default/files/documents/TSM-Progress-Report-2017_0.pdf

兰德公司提出美国关键材料近期发展建议和行动

2017 年 12 月 12 日，兰德公司向美国众议院自然资源委员会（House Natural Resources Committee）作了《关键材料与美国进口依赖——近期发展建议和行动》（*Critical Materials and U.S. Import Reliance — Recent Developments and Recommended Actions*）的证词报告，报告分析了全球关键材料的生产集中度和当前美国制造业面临的问题，并提出了行动建议，本文对该报告的主要内容进行简要梳理，以供参考。

1 全球关键材料市场集中程度高，美国关键材料存在供应风险

虽然美国拥有丰富的矿产资源，也是全球领先的材料生产国，但是对制造业非常重要的许多材料依然依赖进口，其中众所周知的为稀土元素，此外还包括一些半导体材料、铋和钨等。2016 年，美国依赖进口的非燃料矿产品多达 80 种。其中完全 100% 依靠进口的矿产品有 20 种，50% 以上依赖进口的有 30 种。这些矿产品包括铟、镓、锗、钒、镨等，而这些材料对于制造业至关重要。

为了评估关键材料的生产集中度，兰德公司的研究中使用了赫芬达尔—赫希曼指数（Herfindahl-Hirschman Index, HHI），即计算某一市场上 50 家最大企业每家企业市场占有份额的平方之和。美国司法部和联邦贸易委员会利用该指数来测量企业并购中涉及的反垄断问题。根据横向并购指南，HHI 在 1500~2500 之间的市场是适度集中的，而 HHI 大于 2500 的则是高度集中。按此规定，即某单一企业占市场份额超过 50%，即可认为该市场高度集中。如果用 HHI 来测度全球关键材料市场的集中度，即单一国家的某种关键材料产量占全球总产量的份额超过 50%，则表示该国已主导了该关键材料全球市场。根据美国地质调查局的资料，中国有 10 种关键材料占全球份额超过 50%。

2 当前美国制造业面临的问题——以钨材料为例

中国是全球钨储量最多的国家，多年来中国也是钨产量最高的国家。中国不仅生产比其他任何国家更多的钨，同时也进口了其余国家生产的钨（矿石和精矿），并且是中间化合物的主要生产者，包括钨酸铵，这对于制造含钨产品的制造商来说至关重要。这进一步增加了全球制造商对中国进口的依赖。例如，2017年5月，从中国进口的钨占美国钨总进口量的48%，从中国进口的钨酸铵占美国钨酸铵总进口量的74%。美国制造商已意识到这一困境，在2009—2011年间，他们增加了从废料中的二次生产，这使进口比例从接近70%降至约40%。

3 行动建议

3.1 增强市场弹性以应对供应中断或市场扭曲

增强市场弹性可以采取两种不同形式的行动：鼓励关键材料的多元化生产和加工以及发展关键材料替代来源，如二次生产或替代材料。在多元化生产与加工方面已经有所进展，例如在越南生产和加工钨，在美国和其他许多国家正在勘探开发稀土矿。但是，高度集中的市场不确定性必须通过地区的、国家的、区域的以及全球层面的共同行动来创造一个有利和可持续的投资环境，并且这种多源化供应实施到位还需要时间。

长期以来，增加市场弹性的举措还包括研发与开发、加工和制造相关的新方法，以提升材料的使用效率；增强废旧材料的回收；研发替代材料以及降低材料需求的新的产品设计等。

3.2 认识到发展中的问题

矿产资源的生产和加工和贸易数据可以从政府机构中广泛获取，例如美国地质调查局、英国地质调查局、工业协会和联合国贸易商品统计数据库（UN Comtrade）等。利用这些数据，我们可以发现在市场扭曲之前的一些发展趋势，例如生产集中度增加、出口限制增强、双重定价、价格上涨或价格波动等。根据美国司法部（Department of Justice）对交易的标准，HHI变化200则被认为增强了在高度集中的市场中的市场支配力。即一个拥有50%市场份额的国家要获得一个额外的14.2%的份额，这就达到美国司法部定义的市场支配力的门槛值。当出现这种情况时，国际间的协调与合作可以防止市场集中度达到某种水平，例如之前美国、欧盟和日本将中国诉至WTO，这种协调与合作的目标也是纠正市场扭曲，同时允许生产国的经济自然发展。

（刘学 编译）

原文题目：Critical Materials and U.S. Import Reliance——Recent Developments and Recommended Actions

来源：https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/testimonies/CT400/CT485/RAND_CT485.pdf

USGS 更新《美国关键矿产资源》评估报告

1973 年，美国地质调查局（USGS）发布《美国矿产资源》（*United States Mineral Resources*）报告，对美国的 65 种矿产品的长期资源状况进行了评估。该报告发布后的数十年间，全球矿产资源和采矿的状况发生了重大变化。例如，从 1973 年到 2015 年，锡的年产量按 21% 的速度增加。2017 年 12 月 19 日，美国地质调查局发布《美国关键矿产资源——经济、环境地质与未来供给前景》（*Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply*），首次对 1973 年的报告进行了更新，其中许多矿产品在 1973 年时被认为是次要的，报告指出先进的技术增加了元素周期表中几乎所有元素的需求和生产。

报告分别对 23 种关键矿物进行了详细的描述，包括其用途，当前和未来可能供应资源的矿床类型的全球分布，美国 and 全球的资源量、储量和产量现状，不同类型矿床生产的相关环境问题，为确保美国拥有安全和可持续的矿产品供应提供了决策支持。23 种关键矿物包括锑、重晶石、铍、钴、萤石、镓、锆、石墨、铪、铟、锂、锰、铌、铂族元素、稀土元素、铯、硒、钽、碲、锡、钛、钒和锆。

报告指出美国的铂、锰和稀土金属等主要矿物，都依赖从中国、俄罗斯等少数几个国家进口。美国的 23 种关键矿物中有 21 种靠海外进口，其中 20 种主要依赖于中国，包括几乎所有用于高端电子产品的稀土金属。而多数铂族元素则来自俄罗斯和南非，铌来自巴西，钴则来自刚果。

（刘学 编译）

原文题目：Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply

来源：https://pubs.usgs.gov/pp/1802/pp1802_entirebook.pdf

海洋科学

联合国将 2021—2030 年确定为“海洋科学面向可持续发展的十年”并将启动相应的行动计划

2017 年 12 月 6 日，联合国宣布将未来 10 年即 2021—2030 年确定为“海洋科学面向可持续发展的 10 年”，旨在促进未来在海洋科技研发计划中的国际协同与合作，以更好地管理海洋及海岸带资源并降低海事风险。

届时，联合国也将相应启动未来 10 年海洋科学国际合作计划，此次行动计划将在联合国教科文组织（UNESCO）主导下开展。联合国之所以启动该行动计划，主要是出于以下 2 方面考虑：一是海洋的重要性及其所面临的压力。海洋作为全球气候系统的关键要素，其同大气之间的相互作用（如厄尔尼诺现象和拉尼娜现象）对于天气模式以及气候自然变率具有重要影响。在全球范围内，有近 30 亿人口的生活

依赖于海洋及海岸带生物多样性；海洋所面临的污染和气候变化影响的压力与日俱增。海洋不仅吸收了近 1/3 的人为排放的二氧化碳，从而有效降低了气候变化影响，但其结果是造成海水温度的持续升高以及酸化的加剧；二是应对海洋变化挑战的紧迫需求。人为活动的累积效应是造成海洋变化的重要因素，然而，迄今为止有关海洋污染、升温以及酸化的影响尚未进行充分的科学评估。同时开展海洋调查需要科学考察船及其相关设备、卫星成像系统、水下机器人以及遥控运输装置等昂贵的设施与装备，以及大量科学家在实验室或在实地海洋环境中开展数据收集和分析工作。

2017 年 12 月 11 日，世界气象组织（WMO）表示，将在此次联合国所确定的未来 10 年海洋科学国际合作计划中，同 UNESCO 政府间海洋学委员会密切合作以推动实现海洋的有效管理以及可持续发展。WMO 将在此次十年行动计划实施前以及实施过程中提供相关科学决策支持，如将通过由 WMO 联合资助的政府间气候变化委员会发布关于海洋与冰冻圈在气候变化中的作用的专题报告。不仅如此，WMO 还宣布，将于 2019 年启动重要行动计划 OceanObs'19，旨在通过增进观测方与终端用户团体之间联系和加强区域及国家之间的协作，改进全球海洋观测，积极推动以目标为导向的、同时满足科学与社会需求的海洋观测系统的建设。

参考资料：

[1] UN. UN designates 2021-2030 'Decade of Ocean Science'.

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2017/12/un-designates-2021-2030-decade-ocean-science/>

[2] WMO. UN designates Decade of Ocean Science.

<https://public.wmo.int/en/media/news/un-designates-decade-of-ocean-science>

（张树良 编译）

前沿研究动态

新研究表明水力压裂废水注入量影响诱发地震传播范围

2017 年 12 月 20 日，《科学进展》（*Science Advance*）期刊刊发文章《诱发地震提供地震破裂停止的新洞察》（*Induced seismicity provides insight into why earthquake ruptures stop*）称，来自阿卜杜拉国王科技大学（King Abdullah University of Science & Technology）和法兰西大学研究院（Institut Universitaire de France）的研究人员基于对水力压力废水注入与诱发地震之间关系的模拟，揭示了废水注入量与诱发地震的范围之间的关系，其将被用于控制水力压裂过程中废水注入的最大量值，并预测诱发地震的最大震级及范围。

水力压裂作为油气开采最常用的生产方法，其本身通常不会引发地震，相反，压裂过程中废水注入则增加了地震活动的风险。早先对废水注入和地震发生之间关

系的建模研究表明，这种方式诱发的地震活动的最大幅度与注入流体体积成一定的比例，然而这一解释并没有说明地震可以超出受注入流体压力影响的地区范围。为此，研究人员结合地震破裂的动力学理论和计算机模拟，开发出了全新的一个模型，揭示了废水注入引发地震的大小不仅取决于注入流体的体积，还取决于存储在附近断层上的能量。其结果将直接量化地震在废水注入点之外能够传播的距离，从而可以预测诱发地震的最大震级。

研究人员表示，这种新型模型也只能预测地震的最大可能震级，并不能准确确定震级，这种判断是基于流体注入前地壳中被抑制能量的上限而推算的。这个新模型提供了对自然地震的洞察力，并为理解导致地震停止震动的原因提供了一个框架。地震可以由流体注入引起的压力和干扰触发，但是它们可能通过影响已经存储在附近的构造能量而立即超出受废水注入影响的区域。与诱发地震活动的情况一样，自然地震可以在能量集中的地壳小区域开始，但是它们的最终大小取决于周边地壳的能量储集程度。

（刘文浩 编译）

原文题目：Induced seismicity provides insight into why earthquake ruptures stop

来源：<http://advances.sciencemag.org/content/3/12/eaap7528>

美国研究人员首次发现可利用暗光纤监测地震

2017年12月8日，来自美国能源部劳伦斯伯克利国家实验室、斯坦福大学和佛罗里达大学的研究人员在 *Geophysical Research Letters* 上发表文章《地震波的光纤网络观测》（Fiber-Optic Network Observations of Earthquake Wavefields），文中指出利用暗光纤（已经铺设但是没有投入使用的光缆）并结合“分布式声学传感”（DAS）技术，采用新处理技术后则可用于地震监测，其监测结果可与常规地震仪监测结果相媲美。

20世纪90年代，美国在地下安装了大量的光缆，近十年来，数据传输方面的巨大突破减少了对所有这些光缆的需求。因此，这些没有被实际用于数据传输的光缆被称为“暗光纤”（Dark Fiber）。“分布式声学传感”（DAS）技术通过在光纤上拍摄极短的激光脉冲来测量地震波场。光纤中的微小杂质将导致激光散射。如果光纤是静止的，反向散射信号保持不变。但是如果光纤在某些区域开始拉伸，信号将由于振动或应变而发生改变。研究人员表示其基本思想是当光纤变形时，将看到反向散射光线中的畸变，并且从这些畸变中，能够测量光纤本身是如何被挤压或拉伸的。

使用 DAS，研究团队在加利福尼亚的两处地点和阿拉斯加的一个区域对光纤阵列分别进行了独立测量。在这三种情况下，尽管 DAS 的噪声水平较高，但 DAS 被

证明对地震与常规地震仪一样敏感。使用 DAS 阵列，研究小组汇集了一个本地区域和远距离地震的目录，并展示了如何利用最新的处理技术来利用 DAS 的许多通道，以更好地了解地震的产生地点。研究人员表示，与传统地震仪相比，使用 DAS 的地震记录方法的成本相对便宜，其所使用网络中的每一段光纤就像一个传感器，安装成本不到一美元。常规地震仪无法具有这种覆盖范围和密度和以如此低的价格来建立一个监测网络。研究人员还指出了使用暗光纤的其他潜在应用，包括城市地震危险性分析、全球地震成像、海底海底火山探测、核爆监测和微地震表征等。

(刘学 编译)

原文题目：Fiber-Optic Network Observations of Earthquake Wavefields

来源：<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017GL075722/epdf>

德国和智利科学家发现即使最强地震仍有应力残余

1960 年 5 月 22 日，智利南部 1000 km 长的大陆边缘发生了一次大地震。据估计，由于地震和随之而来的海啸，直接造成约 1600 人死亡，约 200 万人无家可归。此次智利大地震又被称为瓦尔迪维亚 (Valdivia) 地震，震级达到 9.5 级，至今仍是智利历史上最强地震的第一名。

半个多世纪后的 2016 年 12 月 25 日，智利南部奇洛埃岛 (island of Chiloé) 发生了一次 M_w 7.5 级地震。对科学家来说非常有趣的是，此次地震与 1960 年智利大地震发生在同一俯冲带的同一个断层片段。基尔亥姆霍兹海洋研究中心 (Helmholtz-Centre for Ocean Research Kiel, GEOMAR) 和智利大学的研究人员发现，2016 年地震的部分能量来自于 1960 年以前，相关研究成果于 2017 年 12 月发表于《国际地球物理学杂志》(*Geophysical Journal International*)。

GEOMAR 的地球物理学家 Dietrich Lange 博士表示，尽管 1960 年的地震是一次强震，但其肯定在地下残留了一些应力。纳斯卡板块 (Nazca) 每年向东移动 6.6 cm，在智利海岸外，它与南美板块碰撞，并没入其下。在这一过程中，应力不断累积，直至地震发生。在这样的地震中，应力在几分钟之内就会释放出来。例如在 1960 年的地震中，板块彼此相对移动了 30 多米。结果，大地被抬升或下降了几米，智利的海岸线发生了根本性的变化。与此同时，滑移规模也提供了两个板块之间能量积累的信息。

基于 56 年的时间间隔、纳斯卡板块的运动速度和对俯冲带的进一步了解，研究团队计算了 2016 年地震的累积能量，从而计算出理论滑动距离约为 3.4 m。但地震资料分析和 GPS 测量结果表明，滑动超过 4.5 m。因此，应力应该积累了 56 年以上，这比同一地区最后一次地震的时间间隔还要长。

最近，在另一个俯冲带的研究也得到了类似的结果。研究者认为，对于地震多

发地区的风险评估，仅考虑从一次地震到下一次地震的单一地震周期是不够的，因为地震所释放能量可能比通常的计算结果要大，这很可能会对建筑防震措施建议产生影响。

(赵纪东 编译)

原文题目: The Chiloé Mw 7.6 earthquake of 25 December 2016 in Southern Chile and its relation to the Mw 9.5 1960 Valdivia earthquake

来源: <https://academic.oup.com/gji/advance-article-abstract/doi/10.1093/gji/ggx514/4705901?redirectedFrom=fulltext>

PNAS 文章关注地球深部物质在高温高压下的相互作用

为了更全面地理解地球内部的复杂性，人类不得不向地球深部进军。到目前为止，人类已经能够钻探至地下 12 km，这相当于地壳平均深度的一半左右。为了更好地理解地球的形成过程，其内部如何影响人类今天所生活的地表，比如地球磁场的大小和颠倒，研究人员需要有关地球内部更深处的更多知识。然而，研究地球深处的物质实验是具有挑战性的，因此必须转向建模和模拟，以此来支持和补充其他相关研究工作。

为此，德国科隆大学（University of Cologne）地质和矿物学研究所的研究人员借助 Jülich 超算中心（Jülich Supercomputing Centre, JSC）的计算资源，来更好地理解地球物质在地下极端条件中的变化和特征。研究小组将硅酸盐玻璃（silicate glass）作为超高压熔体模型系统，使用 JSC 的 JUQUEEN 超级计算机来模拟熔体的结构。研究成果近期发表在《美国国家科学院院刊》（PNAS）上。

通过了解超高压玻璃的特性，研究人员可以深入了解地球深部熔体的特性，从而更清楚地了解形成地球的物理过程，这些过程可能在今天仍在发生。为了获得比实验室研究更多的有关硅酸盐玻璃结构的信息，研究团队使用从头计算（ab initio）的方法来计算原子的电子结构，并使用分子动力学模拟来运算这些计算结果。从头计算意味着研究者的数学模型中没有任何假设，这使得模拟计算更昂贵，但也更加准确。

借助超计算机，研究人员将研究扩展至了 172 GPa 的高压环境。由此发现，在高压下，氧原子比硅原子更具可压缩性，不同的变化率使得 SiO₂ 在高压和低压下的结构有着巨大的不同。通过验证其模型，研究团队认为未来可以转向更复杂的物质及其相互作用。为了进行更高级的熔体模拟，研究团队希望能够扩大模拟范围，以及单次模拟运行中的原子数量，进而深入认识更多地质过程。

(赵纪东 编译)

原文题目: Beyond sixfold coordinated Si in SiO₂ glass at ultrahigh pressures

来源: <http://www.pnas.org/content/114/38/10041>

《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