

# 科学研究动态监测快报

---

2018年3月1日第5期（总第275期）

## 地球科学专辑

- ◇ 2017年国际地球科学领域发展态势概览
- ◇ EST: 水力压裂对溪流的影响
- ◇ EIA: 美国水力压裂生产中水平井占69%
- ◇ 美研究利用热带大气振荡信息实现提前3周预报天气
- ◇ *Nature*: 地核和地幔以无序方式分离
- ◇ *Science*: 俄克拉荷马州地震与废水注入深度密切相关
- ◇ 美研究称北半球永久冻土区封存7.93亿公斤汞
- ◇ ECMWF 资助“天气代码之夏”计划以提升气象服务
- ◇ 加拿大为发展海洋经济推进 DeepSense 计算机平台建设

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

2017 年国际地球科学领域发展态势概览 ..... 1

### 能源地球科学

EST: 水力压裂对溪流的影响 ..... 5

EIA: 美国水力压裂生产中水平井占 69% ..... 6

### 大气科学

美研究利用热带大气振荡信息实现提前 3 周预报天气 ..... 7

### 前沿研究动态

*Nature*: 地核和地幔以无序方式分离 ..... 8

*Science*: 俄克拉荷马州地震与废水注入深度密切相关 ..... 9

美研究称北半球永久冻土区封存 7.93 亿公斤汞 ..... 10

### 地学仪器设施与技术

ECMWF 资助“天气代码之夏”计划以提升气象服务 ..... 11

加拿大为发展海洋经济推进 DeepSense 计算机平台建设 ..... 12

## 2017 年国际地球科学领域发展态势概览

编者按：地球科学是一门历史悠久的自然学科，其在人类认识、利用和管理地球过程发挥着重要作用。本文主要基于对 2017 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》2017 年 1-24 期），遴选并总结了 2017 年国际地球科学领域的主要科学前沿问题及发展态势，以供读者参阅。

### 1 固体地球科学发展态势

#### 1.1 地球深部物质组成研究取得突破

地表以下特别是地幔中的碳含量问题是近年来研究界争论的焦点。美国马里兰大学等机构的研究人员<sup>1</sup>基于对大西洋洋脊玄武岩包裹体样品的分析，发现地幔深部碳含量具有明显的非均性，且与地幔深度关系密切。在法国巴黎举行的 2017 年哥德施密特国际地球化学大会上，巴黎地球物理研究所研究人员<sup>2</sup>宣布了其突破性研究成果，通过对新的地球化学证据的分析表明，地球深处地核中存在大量的 Zn 元素，这一认识对传统的地球形成理论形成了巨大挑战。

#### 1.2 地幔对流研究打破传统认识

英国莱斯特大学联合中国地质大学（北京）等机构的科学家<sup>3</sup>合作研究发现，地幔内部存在两个相互独立的循环区（一个位于太平洋之下，另一个与之完全没有联系），地幔物质只能在循环区内部对流而不会发生混合，这一结论推翻了有关地球内部地幔对流、搅动及其划分的传统认识。美国亚利桑那州立大学联合中国地质大学（武汉）等机构<sup>4</sup>基于对代表地幔成分的布氏岩（Bridgmanite）的实验研究提出造成地幔中部（地下 1000~1500km 区间）对流减缓的机制在于该层段温压下地幔物质中铁元素减少所导致的黏度增大。

#### 1.3 地球板块构造研究获得重要发现

数十年来，大多科学家认为地球板块构造运动主要是受地球内部冷却所产生的负浮力驱动的，但由美国芝加哥大学联合加拿大蒙特利尔大学等机构<sup>5</sup>的地球物理学

<sup>1</sup>M. Le Voyer, K.A. Kelley, E. Cottrell, et al. Heterogeneity in mantle carbon content from CO<sub>2</sub>-undersaturated basalts. *Nature Communications*, 2017,8: 14062. doi:10.1038/ncomms14062

<sup>2</sup>Goldschmidt Conference. Experiments cast doubt on how the Earth was formed. [https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2017-08/gc-ecd081117.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2017-08/gc-ecd081117.php)

<sup>3</sup>T. L. Barry, J. H. Davies, M. Wolstencroft, et al. Whole-mantle convection with tectonic plates preserves long-term global patterns of upper mantle geochemistry. *Scientific Reports*, 2017, 7: 1870. doi:10.1038/s41598-017-01816-y

<sup>4</sup>Sang-Heon Shim, Brent Grocholski, Yu Ye, et al. Stability of ferrous-iron-rich bridgmanite under reducing midmantle conditions. *PNAS*, 2017, 114 (25) :6468-6473.

<sup>5</sup>David B. Rowley, Alessandro M. Forte, Christopher J. Rowan, et al. Kinematics and dynamics of the East Pacific Rise linked to a stable, deep-mantle upwelling. *Science Advances*, 2016,2(12): e1601107. DOI: 10.1126/sciadv.1601107

家开展的一项基于对东太平洋隆起的观测和模拟分析发现，地核内部热量带来的额外作用力可能是板块运动的主要驱动力。该研究还对水下山脉（洋中脊）是运动板块之间的被动边缘这一传统认识提出了挑战。美国伍兹霍尔海洋研究所联合德国法兰克福大学<sup>6</sup>合作研究发现在与地幔物质发生混合之前，板片的顶部就已经存在杂岩，而不是学界一直认为的熔岩形成始于来自俯冲板块或板片的流体熔合，并推测指出杂岩熔化是板片与地幔相互作用的主要驱动力。

#### 1.4 地震监测、风险分析和态势感知将获进一步发展

2017年5月，美国地质调查局（USGS）<sup>7</sup>发布报告《ANSS：现状、发展机遇与2017—2027年优先方向》，总结了美国国家地震监测台网系统（ANSS）的现状，近16年取得的进展，并展望未来）发展机遇和提出2017—2027年的优先方向。6月，USGS<sup>8</sup>发布《减少构造板块碰撞处的风险——一项推进俯冲带科学的计划》报告，提出从俯冲带过程观测和模拟、自然灾害和风险的量化分析、预报和态势感知三方面来认识俯冲带灾害的现有差距，并通过行动和产品来建设更具弹性的未来。

## 2 资源科技发展态势

### 2.1 传统矿业国家继续推进矿产资源勘探开发

2017年7月，澳大利亚地球科学局发布《2017 利亚地球科年国家矿产资源勘查战略》，提出通过挖掘澳大利亚隐藏的矿产资源打造可持续的经济未来，同时制定了相应的行动计划。加拿大勘探开发者协会（PDAC）<sup>9</sup>发布报告建议该国2017年财政预算对矿产行业维持流通融资、续签一年税收抵免、支持在偏远地区和北部地区矿产勘查。

### 2.2 矿产资源综合利用取得新进展

2017年2月，美国斯坦福大学等机构的科研团队<sup>10</sup>在 *Nature Energy* 发表文章公布已开发出一种基于半波整流交流电从海水中高效提取铀的电化学方法，其较之传统的物理化学吸附法，提取能力提升了8倍，速度则提升了3倍。尽管试验取得了成功，但该技术距离大规模应用还有很长的路要走。2017年9月，美国能源部<sup>11</sup>公

---

<sup>6</sup>Sune G. Nielsen, Horst R. Marschall. Geochemical evidence for magma melting in global arcs. *Science Advances*, 2017,3(4):e1602402. DOI: 10.1126/sciadv.1602402

<sup>7</sup>USGS. Advanced National Seismic System—Current status, development opportunities, and priorities for 2017–2027. <https://pubs.er.usgs.gov/publication/cir1429>

<sup>8</sup>USGS.Reducing risk where tectonic plates collide—U.S. Geological Survey subduction zone science plan. <https://pubs.er.usgs.gov/publication/cir1428>

<sup>9</sup>PDAC.PDACs recommendations for Budget 2017.

<http://www.pdac.ca/pdf-viewer?doc=/docs/default-source/default-document-library/pdacs-recommendations-for-budget-2017.pdf>.

<sup>10</sup>Chong Liu, Po-Chun Hsu, Jin Xie, et al. A half-wave rectified alternating current electrochemical method for uranium extraction from seawater. *Nature, Nature Energy*, 2017, 2: 17007. doi:10.1038/nenergy.2017.7

<http://www.nature.com/articles/nenergy20177>

<sup>11</sup> DOE Announces Nine New Projects to Advance Technology Development for the Recovery of Rare Earth Elements from Coal and Coal By-products.

<https://energy.gov/fe/articles/doe-announces-nine-new-projects-advance-technology-development-recovery-rare-earth>

布了 9 个新的稀土元素技术研发项目，旨在改进从煤炭及煤炭副产品中提取、分离和回收稀土元素的方法。

### 2.3 海洋天然气水合物试采实现突破

继页岩油气开发技术突破和在北美实现商业开发后，海域天然气水合物（可燃冰）试采得到多国重视。2017 年 5 月，美国在墨西哥湾深水区开展可燃冰开采研究<sup>12</sup>。2017 年上半年，中国和日本分别在中国南海北部神狐海域<sup>13</sup>和日本南海海槽进行了海域可燃冰试采试验，其中在南海的可燃冰试采成功标志着我国成为全球首个实现在海域可燃冰试采中获得连续稳定产气的国家。2017 年 12 月，《推进南海神狐海域天然气水合物勘查开采先导试验区建设战略合作协议》的签署，预示中国正式推进南海可燃冰产业化。

## 3 大气与海洋科学发展态势

### 3.1 天气预报系统模型得到改进

2017 年 1 月，欧洲中期天气预报中心(ECMWF)<sup>14</sup>哥白尼大气监测服务(CAMS)项目升级了全球预报系统，增加了气溶胶和臭氧观测等新的卫星数据集，升级的系统有助于更好地预测大气中灰尘、硫酸盐和生物质燃烧颗粒的量。11 月，ECMWF<sup>15</sup>提出开发新的四维变分同化(4D-Var)框架，通过考虑观测数据的质量与结构、预报模式的动力学与物理学，在空间和时间上调整背景场获得与气象观测更接近的初始场，以此来提升其综合预报系统的天气预测水平。此外，加拿大模块化天线雷达设计公司等机构合作<sup>16</sup>开发出新的龙卷风预测方法，利用风廓线雷达探测特定的龙卷风特征，使雷达探测龙卷风的成功率达到 90%，预警时间提前 20 分钟。

### 3.2 极地气候预测成为研究焦点

2017 年 5 月，世界气象组织(WMO)<sup>17</sup>启动极地预测年(YOPP)计划的主体工作，持续时间为 2017 年中期到 2019 年中期，各国科学家和业务预测中心将共同观测和模拟并改进北极与南极的天气和气候系统预报，通过协调密集观测、模拟、检验、用户参与和教育活动，显著提升极地地区的环境预测能力。此前，欧盟<sup>18</sup>已

---

<sup>12</sup>NETL.Frozen Heat: Exploring the Potential of Natural Gas Hydrates.

<https://netl.doe.gov/newsroom/news-releases/news-details?id=7e46a9b9-678b-4f6c-9c3a-6ce9329971fc>

<sup>13</sup>中国地质调查局.我国海域天然气水合物试采成功.

[http://www.cgs.gov.cn/xwl/ddyw/201705/t20170518\\_429864.html](http://www.cgs.gov.cn/xwl/ddyw/201705/t20170518_429864.html)

<sup>14</sup>ECMWF.Model Upgrade Improves Aerosol Forecasts.

<http://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2017/model-upgrade-improves-aerosol-forecasts>

<sup>15</sup>ECMWF.20 Years of 4D-Var: Better Forecasts Through A Better Use of Observations.

<https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2017/20-years-4d-var-better-forecasts-through-better-use-observations>

<sup>16</sup>Anna Hocking, Wayne K. Hocking. Tornado identification and forewarning with VHF windprofiler radars. Atmospheric Science Letters, 2017, DOI: 10.1002/asl.795.

<sup>17</sup>Launch of the Year of Polar Prediction – From Research to Improved Environmental Safety in Polar Regions and Beyond. <http://www.polarprediction.net/yopp-media-kit/>

<sup>18</sup>Advanced prediction in polar regions and beyond: Modelling, observing system design and linkages associated with arctic climate change. [http://cordis.europa.eu/project/rcn/206025\\_en.html](http://cordis.europa.eu/project/rcn/206025_en.html)

正式启动“极地地区先进预测：模拟、观测系统设计和北极气候变化联系”（APPLICATE）项目，以便提升天气和气候预测水平来应对快速变化的北极气候。

### 3.3 海水升温和海洋酸化的影响研究受到高度关注

受全球气候变化的影响，海水升温和海洋酸化已成为当今不争的事实，使得多数海洋物种（特别是甲壳类）面临威胁、珊瑚礁生态系统受到破坏、并可能引发整个海洋生态结构发生调整。2017年4月，澳大利亚气候委员会<sup>19</sup>发布《气候变化：对珊瑚礁造成致命威胁》报告指出，全球海洋表面温度上升造成大范围的珊瑚礁白化事件使旅游业和经济面临风险，未来因珊瑚礁白化造成的经济损失可能会达到1万亿澳元。2016年底美国白宫科技政策办公室（OSTP）<sup>20</sup>围绕《美国联邦海洋酸化研究和监测战略计划》所确定的海洋酸化响应认识、海洋化学和生物影响监测、建模、技术开发和测量标准化、社会经济影响和开发战略评估、教育和服务、数据管理和集成等7个海洋酸化研究主题对美国主要联邦机构的海洋酸化研究举措进行了评估。

### 3.4 深海热液研究取得突破

2017年7月，美国蒙特利湾海洋研究所联合加拿大维多利亚大学等机构<sup>21</sup>在美国加利福尼亚南部海湾发现了两个截然不同的深海热液喷口，尽管二者相对靠近，但却生活着不同的动物群落，该发现与相邻热液喷口存在共同的动物群落这一科学假设相矛盾；进一步研究揭示区域地质学特征和喷口排放液体的化学成分是影响喷口周围动物群落的重要因素。4月，日本海洋科学技术中心（JAMSTEC）研究人员<sup>22</sup>基于对冲绳海槽的深海热液喷出区域的电化学测定，发现海底有自然发电现象，深海热液喷口区是一个巨大的“天然燃料电池”，该发现为科研人员在深海寻找利用电能的微生物生态系统提供了线索。

### 3.5 海洋新技术研发和应用取得进步

2017年5月，美国迈阿密大学海洋与大气科学学院（RSMAS）研究人员<sup>23</sup>宣布开发出了一种可用来监测海洋漏油和海洋碎片运移情况的新工具，其包含一个专门的摄像机，可以远程监控水柱上水流的变化，有助于科学家更准确地预测海洋漏油或其他海洋污染物在海洋表层的运移情况，对救灾援助意义重大。同月，德国地球

<sup>19</sup>Climate change: A deadly threat to coral reefs. <http://www.climatecouncil.org.au/climate-change-threat-to-reef>

<sup>20</sup>Implementation of the strategic plan for federal research and monitoring of ocean acidification. [https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/NSTC/implementation\\_plan\\_of\\_the\\_strategic\\_plan\\_for\\_federal\\_research\\_and\\_monitoring\\_for\\_ocean\\_acidification.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/NSTC/implementation_plan_of_the_strategic_plan_for_federal_research_and_monitoring_for_ocean_acidification.pdf)

<sup>21</sup>Goffredi S, Johnson S, Tunnicliffe V, et al. Hydrothermal vent fields discovered in the southern Gulf of California clarify role of habitat in augmenting regional diversity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2017;284: 20170817. DOI: 10.1098/rspb.2017.0817.

<sup>22</sup>JAMSTEC. Deep-sea hydrothermal systems are “natural power plants”. [http://www.jamstec.go.jp/e/about/press\\_release/20170428/](http://www.jamstec.go.jp/e/about/press_release/20170428/)

<sup>23</sup>New technology measures small-scale currents that transport ocean plastics, oil spills. <http://www.innovations-report.com/html/reports/earth-sciences/new-technology-measures-small-scale-currents-that-transport-ocean-plastics-oil-spills.html>

科学研究中心 (GFZ) 科学家<sup>24</sup>宣布利用电磁信号开发出一种监测海洋内部温度变化的方法, 可用于追踪海洋温度变化。6 月, 英国南安普顿大学的研究人员首次采用深潜机器人潜水器捕捉到了地球上最冷深海海域——南极底水的温度、流速等数据<sup>25</sup>。11 月, 英国国家海洋学中心 (NOC) 主导研发出一种新型的 CO<sub>2</sub> 探测装置, 可在极端环境下工作, 为研究碳和海洋环境提供帮助<sup>26</sup>。

## 4 研究基础平台设施建设

### 4.1 多国布局地球科学基础设施建设

2017 年 1 月, 澳大利亚政府<sup>27</sup>宣布启动国家定位系统研发计划, 旨在升级国家定位基础设施, 建设最新的星基增强系统 (SBAS) 测试平台, 推动先进定位技术的应用。9 月, 世界气象组织<sup>28</sup>宣布启动世界首个全球水文状态监测与预测系统建设计划, 旨在弥补全球性的水文监测、模拟及报告系统的空缺, 为全球有效应对洪水与干旱灾害提供支持。

### 4.2 全球卫星大气监测体系进一步完善

2017 年 10 月, 欧洲航天局 (ESA)<sup>29</sup>成功发射哥白尼计划首颗全球大气质量监测卫星“哨兵 5”先导卫星 Sentinel-5P, 用于填补欧洲环境卫星 Envisat 的监测空白, 并作为极地轨道气象卫星 MetOp 监测任务的重要补充。11 月, 美国<sup>30</sup>发射联合极轨卫星系统-1 (JPSS-1, 随后被重命名为 NOAA-20), 提升美国对包括飓风在内的极端天气事件的预测与预报能力。

(郑军卫 赵纪东 张树良 王金平 安培浚 刘学 王立伟 刘文浩 刘燕飞 供稿)

## 能源地球科学

### EST: 水力压裂对溪流的影响

2018 年 1 月 31 日, 《环境科学与技术》(*Environmental Science & Technology*) 发表了题为《大规模水力压裂造成的缺水可能威胁到美国阿肯色州的水生生物多样性和生态系统服务》(Water Stress from High-Volume Hydraulic Fracturing Potentially

<sup>24</sup>Impact of oceanic warming on electromagnetic oceanic tidal signals: A CIMP5 climate model-based sensitivity study. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017GL073683/full>

<sup>25</sup>BoatyMcBoatface returns home with unprecedented data. <http://www.nerc.ac.uk/press/releases/2017/14-boaty/>

<sup>26</sup>New CO<sub>2</sub> detection device developed for unmanned ocean vessels.

<http://noc.ac.uk/news/new-co2-detection-device-developed-unmanned-ocean-vessels>

<sup>27</sup>Australian Government- Geoscience Australia. Geoscience Australia A/CEO statement on funding for national positioning project. <http://www.ga.gov.au/news-events/news/latest-news/outlook-2016-17>

<sup>28</sup>WMO. Building the first Global Hydrological Status and Outlook System.

<https://public.wmo.int/en/media/news/building-first-global-hydrological-status-and-outlook-system>

<sup>29</sup>ESA. Air Quality-Monitoring Satellite in Orbit.

[http://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Air\\_quality-monitoring\\_satellite\\_in\\_orbit](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Air_quality-monitoring_satellite_in_orbit)

<sup>30</sup>NOAA. Lift off! JPSS-1 heads to orbit. <http://www.noaa.gov/media-release/lift-off-jpss-1-heads-to-orbit>

Threatens Aquatic Biodiversity and Ecosystem Services in Arkansas, United States) 的文章指出,“水力压裂”操作可能会对水量产生影响,因为其正在从附近的溪流中提取大量的水,这些水来自于水的生态系统,并被人们用于饮用和娱乐。

对水力压裂法的关注主要集中在对水质的潜在影响上。水力压裂法是一种石油和天然气开采法,其将数百万加仑的淡水和化学物质注入到页岩中。平均来说,美国每口天然气井的压裂使用超过 500 万加仑的淡水,这足以注满七座奥林匹克规格的游泳池。溪流是这些水力压裂作业的主要水源。其中的一些河流也为已经减少的种群提供了饮用水,为社区和家园提供饮用水。然而,对于能够从这些水源中持续提取的水量,知之甚少。

研究人员根据压裂井的用水量和时间以及附近水流流量数据,估算油气田水力压裂可能导致的缺水。研究小组的计算结果显示,水力压裂法的使用可能会影响到水中生物的 7%~51%。研究指出,如果百分之百的废水被回收利用,潜在的影响就会下降,但是 3%~45%的污水仍然会使其受到影响。研究人员得出的结论是,需要加强水量和水流量数据的监测和获取,以确保河流作为饮用水来源和对未来有价值的栖息地的保护。

(王立伟 编译)

原文题目: Water Stress from High-Volume Hydraulic Fracturing Potentially Threatens Aquatic Biodiversity and Ecosystem Services in Arkansas, United States

来源: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.7b03304>

## EIA: 美国水力压裂生产中水平井占 69%

2018 年 1 月 30 日,美国能源信息署(EIA)发布文章《石油和天然气水力压裂生产井多为水平井》(Hydraulically fractured horizontal wells account for most new oil and natural gas wells)称,美国 2016 年钻探的所有油气生产井中,水力压裂水平井占总量的 69%,长度占总钻探长度的 83%。

水力压裂被广泛应用于原油和天然气的生产中。2011 年 10 月,水力压裂水平井成为美国原油和天然气生产最新的主要方法,其总的钻探长度超过了其他所有钻井和完井的长度,水平钻井和水力压裂相结合,推动了美国原油和天然气产量的增长,预计在 2018 年这种增长将达到新的创纪录水平。

虽然水平钻井使用了很久,但是在 21 世纪时才在美国的石油和天然气生产中开始大规模应用。这个过程包括垂直钻井钻到一定深度,然后弯曲钻井路径,直到水平方向的延伸。由于钻井时间长,钻井过程较为复杂,导致水平钻井成本一般要高于垂直钻井,但是这种成本的回报是生产出更多的原油和天然气。因为水平钻井允许井筒与生产层保持更大的接触,增加石油或者天然气的采出量。这种方法也导致水平井比垂直井具有更大的钻进进尺,因此,在水平井的实际数量超过垂直井之前,



使用水平钻井技术取得的总进尺已经超过了垂直井。

2016 年，钻探的总进尺为 1300 万英尺，其中约 1070 万英尺是水平钻井的进尺，水平井的水平段长度或横向长度可以从几百英尺到几英里。实际上，自 2014 年底以来，水力压裂水平钻井就已经占据了新钻井和完井的大部分比例，而在 2016 年的 97.7 万口生产井中，约有 67 万口水平井。

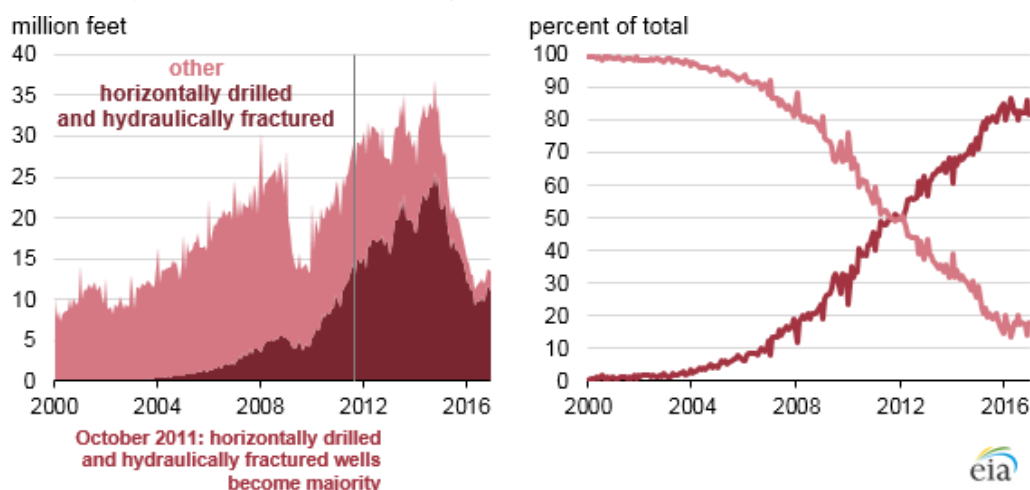


图 1 2000—2016 年期间不同种类石油和天然气钻井进尺及比例

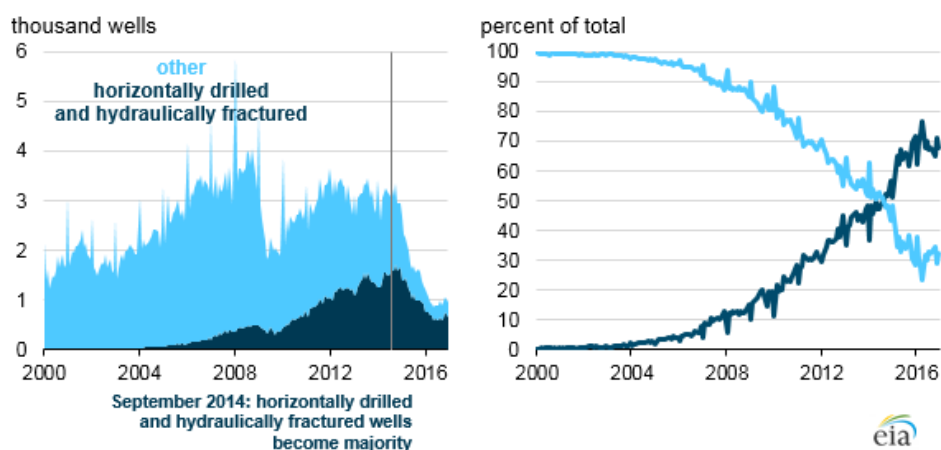


图 2 2000—2016 年期间不同种类石油和天然气钻井的数量及比例

(刘文浩 编译)

原文题目: Hydraulically fractured horizontal wells account for most new oil and natural gas wells

来源: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=34732>

## 大气科学

### 美研究利用热带大气振荡信息实现提前 3 周预报天气

2018 年 1 月 15 日，美国科罗拉多州立大学（Colorado State University）的研究人员在《地球物理研究通讯》（*Geophysical Research Letters*）上发表题为《“次季节—季节”时间尺度上中纬度地区对强 MJO 事件响应的预测》（Prediction of the

Midlatitude Response to Strong Madden-Julian Oscillation Events on S2S Time Scales) 的文章, 指出利用热带大气季节内振荡信息能够提前 3 周预报天气, 突破 10~13 天的常规限制。

中纬度数值天气预报传统观点认为, 初始条件不确定性导致的误差非线性增长, 或者数值模式中物理过程的不足, 使天气预报存在 10~13 天的可预报性上限。而越来越多的研究表明, 变化频率较低的信息 (如季节周期、海—气相互作用) 可以将模式的预报性能扩展到超越可预报性的上限。其中, 热带季节内振荡 (MJO), 即发生在热带地区的周期为 30~90 天向东传播的振荡, 能够驱动温带大气环流的强烈变化, 对于“次季节—季节” (S2S) 预测具有重要意义。此项研究利用 ECMWF 预测模型的后报集合来分析中纬度地区对 MJO 事件的遥相关响应对 S2S 预测的影响。

再分析资料和数值模式集合预报证明, 在特定的 MJO 阶段, 数值模式集合预报的位势高度距平遥相关性和时间滞后特征表现出很好的一致性。MJO 对流对北太平洋 500hPa 位势高度场在某些阶段和时间滞后性上产生显著的调制作用。在 MJO 的第 1、2、5 和 6 阶段, 热带—温带遥相关为北太平洋 500hPa 位势高度场 2~3 周的预报提供了更高的置信度, 超过了传统的中纬度可预报性上限。

(刘燕飞 编译)

原文题目: Prediction of the Midlatitude Response to Strong Madden-Julian Oscillation Events on S2S Time Scales

来源: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017GL075734/full>

## 前沿研究动态

### *Nature*: 地核和地幔以无序方式分离

2018 年 1 月 24 日,《自然》(*Nature*) 杂志刊发文章《羽状地幔中保存的地核形成早期的高压证据》(Early episodes of high-pressure core formation preserved in plume mantle) 称, 钨和氙的同位素地球化学证据表明, 地球的地核与地幔的分离过程并不是一个有序的过程。

地球形成过程中致密的铁质金属向内沉没, 形成地核的最初模型, 大量的硅酸盐地幔则浮在表面, 这是传统观点中对地球地核和地幔分离过程的描述。但是, 来自美国华盛顿卡耐基研究所 (Carnegie Institution of Washington) 的研究人员发现, 这种地幔和地核的分离过程并不是这样一种有序的过程。研究人员利用对夏威夷的火山热点的钨 (tungsten) 和氙 (xenon) 同位素研究数据发现, 地核与地幔分离过程中的碘 (iodine) 与羽状地幔样品中的氙同位素有着重要关系。此外, 研究还表明如果新生的地核在地幔最深处分离, 那么地幔中会存在钨和氙同位素证据。

碘-129 是不稳定的, 为了获得稳定性, 会衰变成氙-129。研究人员重建了地核与地幔分离的极端条件, 并确定了碘在金属性地核与硅酸盐地幔中的变化情况。在

此基础上，研究人员提出了高温高压环境下液态铁合金和液态硅酸盐发生分离的测量方法，并发现了现代岩石中的铀同位素异常。研究人员认为，在早期，高压的地核形成过程中产生了碘和钷（PU），随着压力的变大，碘变得更加亲铁，因此经历了高压地核形成的地幔部分会有大量的碘/钷亏损，这些地幔正是现代深层玄武岩中观测到的铀和钷异常的原因。由于早期高压地核所在地幔的密度更大，因此研究人员预测，铀和钷同位素的特征与地幔的稠密区域会有关联。正是因为致密的地幔很难被影响，故而能够保留古老的铀和钷同位素特征。

研究人员称，越来越多证据表明地幔中确实存在高密度区域，即所谓的超低速度区和大的低剪切速度区。该项研究将以往这些发现较好地联系在了一起，并提供了了解地球深部过程的新思路。

（刘文浩 编译）

原文题目：Early episodes of high-pressure core formation preserved in plume mantle

来源：<http://www.nature.com/articles/nature25446>

## *Science*：俄克拉荷马州地震与废水注入深度密切相关

近日，英国布里斯托大学（University of Bristol）领衔完成的一项研究指出，美国俄克拉荷马州的人为地震与油气工业的废水注入深度密切相关，相关成果于 2018 年 2 月发表在 *Science* 上。

过去十年，俄克拉荷马州地震频发，给当地居民的生活带来了诸多影响，并引发了居民对运营者的诉讼。同时，人为地震或诱发地震也对重要基础设施如库欣<sup>31</sup>的一个重要商业石油储存设施造成了巨大风险，因此成为国家安全威胁。

自 2011 年以来，俄克拉荷马州每年的地震数量增加了约 800 倍。地震活动（这里指地震发生的频率）与深部地层流体注入之间的关系已经确认，目前，科学家、决策者和油气公司正在被地震活动史无前例的激增所困扰。自 2011 年以来，俄克拉荷马州的油井经营者每年平均注入 23 亿桶液体。废水通常在地表以下 1~2km 的深处进行处理，远深于淡水供应层。

研究小组利用强大的计算机模型，结合美国地质调查局（USGS）的注入井记录和地震数据，对过去 6 年的注入体积、深度、位置以及地质特征之间的关系进行了详细分析。同时，还使用了由合作者荷兰代尔夫特理工大学（Technische Universiteit Delft）Roger Cooke 教授开发的新软件 Uninvent——之前被用于开发航空业的因果风险模型。

研究小组发现，深度和体积的联合作用至关重要，而注入量在层状沉积岩与结晶基岩相遇的深度更有影响力，即更有可能引发地震，这是因为深井中流体更容易进入易发生地震的断裂基岩中。同时还发现，如果将注入井的深度提高到关键区域

<sup>31</sup>Cushing，美国俄克拉荷马州佩恩县的一个城市

的基岩之上，则可以显著减少每年地震所释放的能量，从而相对减少较大破坏性地震发生的可能性。因此，目前的监管干预措施要求经营者要么减少注入量，要么将注入井提升至基岩以上。研究者认为，该项研究可以使监管行为在地震效应方面得到合理的量化评估。

（赵纪东 编译）

原文题目：Oklahoma's earthquakes strongly linked to wastewater injection depth

来源：[https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2018-02/uob-oes013118.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-02/uob-oes013118.php)

## 美研究称北半球永久冻土区封存有 7.93 亿公斤汞

2018 年 2 月 8 日，《地球物理研究通讯》（*Geophysical Research Letters*）刊发文章《永久冻土层中存储了大量汞》（Permafrost Stores a Globally Significant Amount of Mercury）称，来自美国地质调查局（USGS）的研究人员发现在北半球的永久冻土层中存储了约  $7.93 \times 10^8$  kg 的天然汞，如果这些汞被释放，将对世界范围的人类健康和生态系统产生重大影响。

汞是自然界中存在的元素，其会进入植物和动物体内并在其死亡后重新释放回自然界，但是在北半球寒冷地区，动植物不会被完全分解，反而会被冻结在层层土壤之中，使得汞元素留在了地下，但当其融化时，这些汞将被重新释放。为了研究北半球永久冻土区土壤中汞的含量，2004—2012 年期间，研究人员从阿拉斯加的不同地点钻取了 13 个永久冻土心，并测量了每个钻孔土心中汞和碳的含量。在这些地点选择中研究人员尽可能选择了具有多种土壤特性的地点，从而最好地代表整个北半球的永久冻土圈。

研究人员发现，他们的测量结果与世界各地数以千计的非永久冻土和永久冻土中汞的公布数据相一致。然后他们利用观测值计算北半球永冻层中汞的总含量，并绘制出该地区汞浓度的地图。结果发现，北半球冻土中汞含量大约为  $7.93 \times 10^8$  kg，如果按照 2016 年的排放量计算，这一数据大约是过去 30 年人类排放汞总量的 10 倍。研究人员还发现，北半球永久冻土区的冻土层和解冻土层总共含有  $16.56 \times 10^8$  kg 汞，这也使得北半球成为名副其实的最大汞库，这一含量则是北半球多年冻土区以外土壤、海洋和大气中汞含量的两倍之多。

研究人员警告称，随着全球变暖，北半球永久冻土将逐渐融化，而封存在其中的汞元素也可能会随之释放，这些汞一旦释放，将对人类和生态产生非常大的影响。汞可以从土壤渗出到周围的水系，从而被微生物吸收转化为甲基汞，这是一种十分危险的神经性毒素。此外，汞元素还会随着食物链上行，可能传播至数千公里以外的其他生物群落和生态系统，从而对本土和其他区域产生严重影响。

研究人员称，此项研究为决策者提供全新的数据。同时，研究人员还将尽快建立模型，模拟气候变化对永久冻土层释放汞的情景。赤道北部有 24% 的土壤是永久

冻土，永久冻土融化会带来多大的影响？汞在食物链上会传播多远？这将是以后研究关注的焦点。

(刘文浩 编译)

原文题目：Permafrost Stores a Globally Significant Amount of Mercury

来源：<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017GL075571/abstract>

## 地学仪器设备与技术

### ECMWF 资助“天气代码之夏”计划以提升气象服务

2018年2月5日，欧洲中期天气预报中心（ECMWF）宣布资助2.5万英镑用于“天气代码之夏”计划（Summer of Weather Code），旨在充分开发ECMWF数据存档和开源软件的潜力。

“天气代码之夏”计划提出了13个挑战，所有对天气预报和天气数据可视化感兴趣的开发人员、创业人员、气象科学家和天气专业人士均可以参与挑战此计划。该计划将有助于ECMWF成员国和合作国家提升国家气象服务。挑战及主要内容如下：

(1) 森林火灾 APP：开发一个能够方便利用火灾预报数据产品的应用程序。

(2) 水文资料网页爬虫：开发一个系统搜索网络的工具，为观测的环境数据确定数据来源。

(3) 数据提取工具：开发一个便于用户使用的应用程序，可自动从预先确定的网站收集环境数据。

(4) 可视化创新：通过新颖的可视化方法，将天气信息传达给非气象专业用户。

(5) 增强化的 GIS 区域选择插件：开发一个用于选择和显示地图上指定区域的插件，并适用于 ECMWF 现有的网页应用程序。

(6) 提取存档数据请求的优化器原型：开发一个用于优化气象存档数据（MARS）请求的工具。

(7) 磁盘与磁带同步数据备份工具：制作一个命令行工具，以最有效的方式将磁盘上的重要数据自动备份到磁带存档系统。

(8) ECFLOW 组件的 Blender 综合视图：开发一个流程监控工具，可以通过颜色、形状和体积来识别关键差异。

(9) 多中心质量监测工具：开发一个 Python 工具，以便于从其他数值天气预报中心获取和利用观测质量监测信息。

(10) NetCDF 文件系统管理：开发一个将 NetCDF 数据集的层次结构表示为虚拟文件系统的工具。

(11) 校准软件向 Python 的迁移及图形用户界面（GUI）开发：为现有的校准

软件 (ecPoint-PyCal) 提供广泛应用环境 (如 Python) 和用户友好的图形界面。

(12) 可视化预报验证: 开发一个可以轻松组织和呈现现有的验证和诊断图的工具, 以评估数值天气预报模式的性能。

(13) CODE2DOC4WIKI: 促进 Wiki 程序 (Atlassian Confluence) 软件包中参考文档的发布。

(刘燕飞 编译)

原文题目: ECMWF launches Summer of Weather Code programme

来源: <https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2018/ecmwf-launches-summer-weather-code-programme>

## 加拿大为发展海洋经济推进 DeepSense 计算机平台建设

2018年2月2日,加拿大大西洋沿岸地区机遇组织(Atlantic Canada Opportunities Agency, ACOA)宣布,通过其业务发展计划(Business Development Program)向达尔豪西大学提供接近600万美元以建立DeepSense计算机平台,并为其运营提供5年的资金支持,旨在帮助发展区域海洋经济。加上之前IBM加拿大公司、达尔豪西大学和Ocean Frontier Institute的资助,目前,DeepSense项目的资助金额达到1795万美元。DeepSense支持行业相关的密集的大数据分析项目,将推动海洋领域的新商机。该项目还将创建一批具备行业发展所需技能的高素质人才库,进一步提升加拿大作为海洋强国的声誉。

(刘学 编译)

原文题目: Diving Deep with Big Data to Grow the Ocean Economy

来源: [https://www.canada.ca/en/atlantic-canada-opportunities/news/2018/02/diving\\_deep\\_withbigdatatogrowtheoceanconomy.html](https://www.canada.ca/en/atlantic-canada-opportunities/news/2018/02/diving_deep_withbigdatatogrowtheoceanconomy.html)

## 《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