

科学研究动态监测快报

2017年8月1日 第15期（总第261期）

地球科学专辑

- ◇ 美国 CSIS 发布报告《陆上油气开发的影响》
- ◇ IEA 发布《2017 年世界能源投资报告》
- ◇ 澳大利亚发布《2017—2022 年国家矿产资源勘查战略》
- ◇ 卢森堡通过太空采矿法案
- ◇ 数据同化等新方法推动火山预测研究
- ◇ *Nature* 文章发现大气云滴表面活性新结果
- ◇ 英国首次测试成功光学冰探测器
- ◇ 新型装置将暴雨预报缩短 10 分钟
- ◇ 瑞典哥德堡大学开发新型水下多功能潜艇
- ◇ 研究发现水力压裂与人为诱发地震并无绝对相关性

目 录

能源地球科学

- 美国 CSIS 发布报告《陆上油气开发的影响》 1
IEA 发布《2017 年世界能源投资报告》 3

矿产资源

- 澳大利亚发布《2017—2022 年国家矿产资源勘查战略》 6
卢森堡通过太空采矿法案 8

地震与火山学

- 数据同化等新方法推动火山预测研究 9

前沿研究动态

- Nature* 文章发现大气云滴表面活性新结果 11
英国首次测试成功光学冰探测器 12
新型装置将暴雨预报缩短 10 分钟 12
瑞典哥德堡大学开发新型水下多功能潜艇 13
研究发现水力压裂与人为诱发地震并无绝对相关性 13

美国 CSIS 发布报告《陆上油气开发的影响》

2017 年 7 月，美国战略与国际研究中心（CSIS）发布一份题为《陆上油气开发的影响》（*Impacts of onshore oil and gas development*）的报告，分别从水资源管理、甲烷减排以及诱发地震监测与管理三个方面讨论了全美陆上油气资源开发带来的环境问题。本文将整理该报告的主要内容，以供参考。

1 油气开发与水资源管理

1.1 水力压裂与水资源管理关系密切

水力压裂是一种水资源密集型生产活动。随着压裂井的深度增加，用水量也在不断增加，现在每口井的用水量为 12~15 百万加仑，严重情况下，用水量曾达到了 25 百万加仑，这一数据在 10 年前为 3~5 百万加仑，可见，水力压裂给水资源带来了极大压力。此外，虽然目前 USGS 有研究表明非常规油气开发不是淡水污染的重要污染源，且通过设计合适的钻井可以避免污染，但是频发的水污染事件仍然影响着公众对这一问题的看法。

1.2 水资源的回收处理和再利用存在障碍

与淡水供应有关的问题及处置相关的成本是公众关注的焦点，这也导致一些生产商越来越多地寻求经济途径来处理、回收和再利用水资源，或者为水力发电作业找到替代水。在某些情况下，水资源的再利用可以降低对社区的影响程度，也可能给运营商降低成本。但是，由于美国矿权私有，部分地区会出售水来获取收入。此外，水的重复利用往往需要进行过滤和再处理，这些操作产生的费用比采购新的水更高。这些给水的再循环利用带来了困难。

1.3 鼓励在干旱易发区的水力压裂作业中进行水的再利用

在某些地区，如果水力压裂过程中水的总溶解固体含量足够低，便可以允许其他部门再利用。通过再利用水可以降低淡水的使用水平。但是，再利用成本再次成为主要障碍。咸水使用量的增加会产生包括隔离存储、处理和运输等更多要求，且更加容易引发污染水的泄露，也对交通运输基础设施提出了更高要求。

1.4 监管机构和经营者对水的保护和管理存在差异

虽然水循环的所有部分都受到了管制，但是水的可用性和基础设施等标准在不同的司法管辖区仍然有所差异，因此需要从国家层面解决水的保护问题。此外，对于取水和盐水泄漏的报告标准以及钻井前测试、压裂液泄露、套管、固井深度法规等均需要进行统一的标准化。

1.5 新技术和化学品的进步使水的再利用成为行业优先选择

为减轻生产过程对于水循环的不利影响，一些运营商已经试图部署了最佳措施。虽然目前每口井的用水量大大增加，但是一些生产者已经提高了对水的使用效率。一些运营商还开发出新技术来处理高盐度水，并且着重监测水的运移轨迹，减少废水泄露风险。但这种做法在整个行业并不统一，因此报告鼓励在全美采用这些措施。

2 油气生产与甲烷减排

2.1 监管措施和监测技术取得长足发展

美国环保部（EPA）通过改进监测技术获得的大数据分析发现，美国油气行业的排放量大于原来的估计量。因此，美国政府已经着手一些新的行动方案来监测油气行业基础设施潜在排放量。此外，在国际层面上，美国与墨西哥、加拿大一起承诺，到 2025 年，油气行业的甲烷排放量要比 2012 年水平低 45%。美国环保部 2016 年实行的“新污染源实施标准”里就包括了甲烷排放标准。

2.2 油气行业正在进行甲烷减排

认识到美国政府尽可能减少甲烷排放的管理意图，一些运营商开始部署更多的手段来解决这一问题。很多运营商开始自愿采取措施来部署上游泄漏检测和维修计划，以及升级或者更换设备来减少排放。此外还与中游运营商合作，进行有效的收集和处理。部分运营商还同美国能源部（DOE）合作来改进排放测量。随着技术的进步，甲烷捕获也变得越来越经济可行。

2.3 少数运营商占甲烷排放的大部分

在甲烷排放方面，少数的运营商占了甲烷排放的很大一部分。有人认为，进一步监管的重点应该是这些“超级排放者”。但是，这种方法对于新的排放源的出现和管理可能作用很小。有专家预测，随着甲烷排放管理的经济可行，行业人员会自发地进行减排。但是，多数人认为在没有有效规定的情况下，单靠自觉根本无法保证运营商会有效部署工作来减排。

2.4 有效管理无法测量的甲烷排放

越来越多的研究指出，改进数据的收集和分析以及有效的应对方案对于甲烷减排至关重要。因此，多方参与提高数据的质量将是十分重要的。此外，报告鼓励通过开发和利用新的技术来应对这一挑战。自 2005 年以来，美国天然气产量上升了 50%，但是甲烷排放总量已经在下降。不过报告认为美国甲烷减排仍然有提升空间。

3 油气生产与诱发地震

3.1 诱发地震主要但不仅仅是由水处理产生

虽然有案例指出水力压裂过程在某些条件下会诱发地震活动，但是更多的证据表明诱发地震的主要原因与注入盐水废水的操作有关。从而形成的共识是，3 级以上的诱发地震与水处理作业有关。整体来看，美国有超过 35000 个盐水处理井，其

中一些井注入了至少一百万桶废水，而且这一过程持续了很久，相比之下地震事件发生率实际上却很低。研究发现只有俄克拉荷马州地震事件和废水处理有着显著关系。

3.2 美国各州都在采取措施管理诱发地震问题

俄克拉荷马州的高频地震活动促使州政府开始采取行动来解决这些问题。由于油价波动与相关生产削减的综合效应，2015—2016年，该州地震发生率降低了30%，并在2017年仍然持续下降。但是即便如此，地震频率仍然远超历史平均水平，当地社区及保险业的担忧也一直未减。

3.3 美国多州出现诱发地震

虽然油气生产诱发地震大部分发生在俄克拉荷马州，但是其并没有仅仅局限于这个州。在美国阿肯色州、科罗拉多州、堪萨斯州、新墨西哥州、俄亥俄州和德克萨斯州均出现了相关地震记录。俄亥俄州自然资源部开始通过引入注水井的许可条件来解决诱发地震问题，并且大量投资进行诱发地震的监测分析和预警系统建设。

3.4 有效的干预措施可以减少公众关注，降低成本

俄亥俄州通过早期干预和积极措施来减少公众的忧虑，并且降低了成本。州长明确提出了“不能再感受到与废水注入相关的地震”的宏伟目标，并由监管机构设计了一个可以实现该目标的管理系统。州政府通过监测跟踪各个井的实时信息系统来监测地震活动，如果生产者不进行适应性调整，该生产井则可能面临关闭整顿的风险，直至找到诱发地震的原因。此外，EPA和USGS在这个领域的相关研究也正在帮助监管机构和行业更好地减轻诱发地震活动带来的风险。

3.5 学术合作有助于更好地了解区域地震活动

一些运营商通过同一些学术组织进行合作，组织完成了地震活动的监测、编目和描述，从而帮助运营商了解该州的断层发震机制，减轻相关风险。并且，这种合作关系可以允许对生产州的地震发生潜力进行评估，从而最终帮助确定是否适宜在这些地区开展生产。此外，收集、监测数据的整理分析和基于绩效的标准化问题同样对于诱发地震的防范具有重要意义。

(刘文浩 编译)

原文题目：Impacts of onshore oil and gas development

来源：<https://www.csis.org/features/impacts-onshore-oil-and-gas-development>

IEA 发布《2017年世界能源投资报告》

2017年7月，国际能源署（IEA）发布的《2017年世界能源投资报告》（*World Energy Investment 2017*）显示，2016年全球能源投资总额约为1.7万亿美元，扣除物价因素后比2015年降低12%，占全球国内生产总值（GDP）的2.2%。2016年，电力行业投资首次超过化石燃料供应行业，成为能源投资最大的行业。中国仍是最

大的能源投资目的地，占全球投资总额的 21%。迅速增长的东南亚各经济体共占全球能源投资的 4% 以上。本文对报告的主要内容进行了简要介绍，以期对我国的相关工作给予借鉴。

1 各行业能源投资主要趋势

(1) IEA 认为 2017 年的石油天然气上游投资将出现适度反弹。过去 3 年间，全球油气上游投资骤降 44%，今年将一转颓势，预计出现 6% 的名义投资增长，尤以美国、俄罗斯和中东的投资增幅最大。随着一轮成功的海外竞标，墨西哥在 2017 年的投资支出同样增长。上游资金成本趋势各异，就全球范围而言，2017 年预期将连续第三年下滑，主要原因是海上油气产业紧缩，但下降幅度仅为 3%，同 2015 年和 2016 年相比幅度已大为缩减。美国页岩气活动的迅猛发展使页岩气成本在 2017 年增长 16%，而此前的 2014 年至 2016 年期间成本几乎减半。

(2) 全球电力投资缓慢下降至 7180 亿美元，下降幅度仅不到 1%，其中电网投资的增长部分抵消了发电投资的下滑。新投产的可再生电力装机投资额为 2970 亿美元，虽然回落 3%，但仍是最大的电力投资领域。可再生能源投资比五年前降低 3%，但得益于单位成本的降低以及太阳能光伏和风电技术的进步，新增装机容量增长了 50% 以上，这部分新增装机的预计发电量约提高 35%。燃气电力投资在 2016 年仍保持稳定，但其中近一半投资集中在天然气资源丰富的北美、中东和北非。在欧洲，尽管根据几年前的投资决策有 4 吉瓦的新装机投产，停用的燃气电厂仍超过获准建设的新增装机。2016 年投产 10 吉瓦核电装机，达到近 15 年的新高，但仅有 3 吉瓦开始建设，绝大多数位于中国，比过去十年平均值低 60%。燃煤电厂投资大幅下降，新投产装机减少近 20 吉瓦，反映了人们日益重视当地空气污染以及某些市场，特别是中国显现出的装机容量过剩问题。尽管如此，印度却仍出现燃煤电厂投资增长。2016 年此领域决定的全球投资额总计仅 40 吉瓦，标志着目前这一轮建设结束后煤电投资将明显放缓。

(3) 电网和储能投资继续保持过去五年的稳定增长势头，2016 年达到空前水平——2770 亿美元，其中 30% 的增长受到中国配电系统投资的驱动。总体而言，电网正处于现代化改革阶段，并从单纯的输电业务向一体化数据和服务平台转型。驱动这一转型的是数字信息和通讯技术的快速进步，这方面的投入已增至电网投资的 10% 以上。在电网总投资中，中国占 30%。另有 15% 投向印度和东南亚，这些国家和地区正处于迅速扩建电网阶段，以满足日益增长的需求。在美国（占总投资的 17%）和欧洲（占 13%），投资置换老化的输配电资产所占比例正在提高。

(4) 尽管能源价格持续走低，能效投资再次增长，2016 年达到 2310 亿美元。虽然欧洲是 2016 年此类投资最高的地区，增长最快的却是中国，随着该国能效政策力度的加强，在进行结构性转变的同时，经济的能源强度也得以降低。在全球范围

内，最大一部分投资（1330 亿美元）投入占能源总需求的 1/3 的建筑行业。

2 能源投资融资和筹资活动的主要趋势

（1）可持续收益日趋重要。90%以上的能源投资资金来自投资者的资产负债表内融资，这说明在对能源行业进行注资时是否能够实现可持续行业收益十分重要，而行业收益则建立在能源市场和政策基础之上。过去五年来在发电投资（特别是可再生能源电力投资）中使用的比例却迅速上升 50%，反映出在某些新兴经济体中，项目风险越来越低，且某些技术日臻成熟。投资者开始通过更新的股权和债权筹资模式，如绿色债券和项目债券，能够运用更大的融资池，特别是用于资产再融资以及为能效和分布式发电等小规模项目的投资筹资。

（2）国有企业在能源投资中的作用有增无减。包括国有企业在内的公共机构所占投资份额在 2016 年虽略有下降，达到 42%，但这一比例在 2011 年却仅高于 39%。国有企业在电力行业投资中的作用与日俱增，在中国尤为如此。公共机构在发电投资中所占份额在 2016 年达到三分之一，近期增速有所放缓，但其在电网投资中所占份额却已接近 70%，且仍在上升。国有石油公司在石油和天然气上游投资中正发挥越来越大的作用，从近期油价下跌前的 40%增至 2016 年的 44%。政府能效项目的成本占能效投资支出的几乎 15%，并通过贷款和竞争机制直接产生两倍以上于此的私人投资支出。

（3）政府政策和新型商业模式正在深刻影响电力投资的筹资方式。2016 年，在 94%的全球发电投资中，作为投资方的公司收入受到全面监管，或者须符合管理批发市场可变定价相关收入风险的监管机制。然而，某些行业和市场已开始发生显著变化。超过 35%的大型应用可再生能源投资发生在通过竞拍、与企业买家订立合约等竞争机制制定电价的市场，而这一比例在 2011 年仅为 28%。在批发市场，新建热电项目的筹资愈发依赖于容量电费或批发市场外的其他收入。虽然几乎所有电网投资都有监管商业模式，但独立销售的电网公司仅占电网投资的 40%，大多数电网投资是通过受监管网络电价的方式获得资金，而这一比例在 2011 年是 50%。在像印度和印尼这样电力需求快速增长而公用基础设施受到融资制约的国家，帮助削减资金成本并提高电力定价成本反映度的政策尤为重要。

（4）油价下跌并未严重影响石油和天然气公司为投资筹集资金，但其中多数公司明显增加了杠杆。尽管削减投资并加强成本约束，综合型石油公司在 2014 年底至 2017 年初新增债务仍逾 1000 亿美元。更加依赖于杠杆业务模式的美国独立型石油公司起初面临债务成本激增，但随着 2016 初以来的油价回升，其债券融资利用情况和成本均得以改善，而且其财务状况也随着效能提高而更加稳健。大型石油公司增加对页岩气资产的投入和减少负债的财务压力导致独立型石油公司接连出售资产。

3 能源投资的潜在影响

(1) 全球能源投资自 2014 年以来降幅达 17%，但短期内能源供应充足性尚无很大问题。全球化石燃料供应和某些市场中的发电行业出现装机过剩现象，加之能源行业中的众多部门出现成本缩减，这些因素使能源供应充足性问题得以缓解。但是投资下滑已濒临可能在某一时间节点出现市场紧缺和装机不足的风险。

(2) 石油和天然气上游业务活动的萎缩以及近期传统油田获准开采数量减至 70 余年来新低，均可能导致近期供应量趋紧。鉴于原有油田行将枯竭，即使对技术和气候政策对石油需求的影响持乐观态度，仍需加快传统油田的投资步伐以避免供应紧张。在交通和工业等若干重要行业几乎毫无能源转型迹象，这些行业在可预见的未来将继续严重依赖石油、天然气和煤炭。

(3) 在许多情况下，尚不清楚既有的商业模式是否有助于鼓励对灵活电力资产进行充分投资，因此电力安全问题越来越受重视。

(4) 对灵活资产进行持续投资以确保用电高峰期的系统裕度，这样做也有助于将更多的风电和太阳能光伏发电产能并网接入电力系统。目前引入的大部分灵活性来自于既有资产，以可调度装机（主要是燃气电厂和水电站）及输电联网为主。

(5) 电网投资在 2016 年增长 6%，对电网现代化和可变可再生能源的持续并网起到支持作用。数字技术对上述增长发挥了更大作用。然而，目前急需出台新的政策，开展监管改革，以强化各种灵活性投资的市场信号。

(王立伟 编译)

原文题目：World Energy Investment 2017

来源：http://www.iea.org/bookshop/759-World_Energy_Investment_2017

矿产资源

澳大利亚发布《2017—2022 年国家矿产资源勘查战略》

2017 年 7 月 17 日，澳大利亚地球科学局发布《2017—2022 年国家矿产资源勘查战略》(2017-2022 National Mineral Exploration Strategy)，旨在确保澳大利亚资源部门的持续竞争力和可持续性。本文针对该战略的愿景、目标、战略主题与相关行动进行简要介绍，以期对我国的相关工作给予借鉴。

1 战略背景

矿业在澳大利亚持续的经济繁荣中起着至关重要的作用。2015—2016 年，采矿业占澳大利亚 GDP 的 6%。虽然澳大利亚是矿产勘查的既定且稳定的目的地，但在过去 20 年中，其在全球勘查投资中的份额一直在下降。2002 年，它吸引了 21% 的全球对黄金、铜和其他金属等商品的投资。到 2013 年该比例已下降到 12%，很大程

度上是因为近期没有发现大型高品质的矿藏。在此背景下，国家矿产资源勘查战略应运而生，战略中论述了关键的技术风险，以及澳大利亚未充分勘查区域的矿产资源发现所需的科学和技术。

2 愿景与目标

愿景：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。

目标：推动矿产勘查的持续投资，产生新的勘查机会，刺激重大新发现，确保澳大利亚矿业的连续性和长期性，使所有澳大利亚人受益。

3 主题与行动

3.1 鼓励投资

这个主题有两个相互关联的要素：公益性地学数据和矿产勘查投资吸引计划。

(1) 公益性地学数据

公益性地学数据信息系统已为澳大利亚提供了竞争优势。而越来越多的竞争对手正在模仿过去的澳大利亚并迎头赶上，这危及澳大利亚的国际领导地位。为保持竞争优势，最好的方法就是更新公益性地学数据的投资，同时开发创新性的工具和决策支撑系统将政府投资产生的全部价值最大化。加强对高性能计算、“大数据”、“云”的开发以及新的模拟研究和创建勘查实验室都至关重要。

相关行动：①新的公益性项目取决于澳大利亚联邦政府、各州和各领地的政府资助，2017—2022 年公益性项目包括：大型地震、大地电磁和航空地球物理勘测；地层钻井；地质、地球化学和同位素绘图与采样；各种矿产品和成矿系统的潜力评估，并向公司提供地学和勘查数据。②利用 AuScope 基础设施、先进的计算机编码、超级计算机设备和先进技术，寻求数字合作，使澳大利亚保持的大量在线数据优势最大化。③创建一个新的数据盖层下勘查决策支撑系统，使公益性地学数据和工具的利用最大化。该系统将成为支撑政府、行业和研究人员的决策的开源数字平台，并将成为采矿设备、技术和部门（METS）形成新应用和价值的环境。

(2) 矿产勘查投资吸引计划

该计划的目标是：推动澳大利亚成为矿产勘查投资的首选目的地；支持未充分勘查区域的发现，包括新的成矿系统概念、新的成矿区和新的矿种；为所有细分市场的矿产勘查提供投资决策。

相关行动：①2018 年更新计划将阐述市场渠道的变化（包括社交媒体），发展为每个投资者部门和地区相适应的产品和送货渠道；②协调一个“登记册”以确保为澳大利亚矿业所提供和传递消息的一致性；③该计划将成为活动的文档，包含市场情绪、商业利用、技术和政治变化，使澳大利亚保持当前竞争力，吸引新的投资。

3.2 利用已有的能力

战略的成功实施将需要所有利益相关者之间的深度合作，以及对科学及其影响进行有效的并有针对性地交流。利用 UNCOVER 计划使澳大利亚的国家矿产勘查能力取得了良好的进展。澳大利亚的地球科学研究界具有处理盖层下矿产勘查所面临复杂挑战的能力。通过与大学、AuScope 基础设施、澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）和合作研究中心计划（CRC）建立更强大的伙伴关系是战略成功的组成部分。

相关行动：①政府公益性项目与 UNCOVER 路线图优先事项保持一致；② UNCOVER 研究活动与大学、行业、和其他政府部门（CSIRO、CRC 等）建立更强大的合作和战略联系；③与 METS 部门合作，促进和发展澳大利亚的世界领先能力；④政府地球科学信息委员会将会向地球科学工作小组（GWG）通报新的信息技术、数据标准和数据集成平台、可视化产品；⑤支持和鼓励大学、CRC 在项目中的参与者的培训和发展。

3.3 保护环境

作为该战略的组成部分，公益性地学数据获取需要大量的野外活动，这些活动将以安全地并以对环境最小化影响的方式进行。一些原本为矿产勘查设计的公益性项目数据集也可以为监测环境建立基准信息。这些信息包括时间序列卫星图像、数字高程模型、地球物理数据集、水文模型、地球化学数据库、土壤模型和地下水。

相关行动：①确保所有实地活动符合相关法律；②将地球科学与环境科学要素相结合并使其进入公益性项目工作；③确保向环境和其他土地利用相关利益相关者的数据可用性和传递有效性；④支持资源数据计划（RDI）和基础空间数据框架（Foundation Spatial Data Framework）与地球科学信息门户（AusGIN）之间建立连接。

3.4 支持我们的人民和社区

战略通过促进资源部门的经济和社会效益，为支持社区和人民提供了长期路径。

相关行动：①为描绘澳大利亚的主要前景提供新的地图和理解；②在创造工作机会和杠杆值方面衡量战略的影响；③对日常生活中的争议问题和资源贡献进行公众教育，交流地球科学的价值。

（刘学 编译）

原文题目：2017-2022 National Mineral Exploration Strategy

来源：https://d28rz98at9flks.cloudfront.net/111002/111002_National_Mineral_Strategy_w.pdf

卢森堡通过太空采矿法案

2017 年 7 月 13 日，卢森堡国会通过《太空资源勘探与利用法（草案）》（*Draft law on the exploration and use of space resources*），成为第一个为太空采矿提供法律框架的欧盟国家。法律将于 2017 年 8 月 1 日正式生效。该法律的第一条就写明，太空资

源可以被占有，法律还规定了空间勘探任务的授权和监督程序。

卢森堡政府公告称，该法案以 55 票赞成、2 票反对获得高票通过。该项法案从起草到通过仅用了一年半的时间，是卢森堡太空资源计划（SpaceResources.lu）实施的关键组成部分，其目的是加强近地天体，比如小行星资源的勘探和商业开发利用。

从 2013 年以来卢森堡就一直在研究如何参与新兴的太空采矿。但一直到 2016 年 2 月，卢森堡才宣布了一项推进小行星采矿的计划。几个月后，卢森堡政府与美国深空工业集团（Deep Space Industries）达成协议，将合作勘探外空水和矿物资源。目前，双方在开发名为“Prospector-X”的一种小型试验性太空飞船，以测试可在 2020 年后进行近地小行星矿产勘探开发的新技术。2016 年 6 月下旬，为吸引一些太空资源开发公司在其境内设立欧洲区总部，卢森堡宣布为太空资源开发领域的创业型公司提供总价值为 2 亿欧元（目前大约为 2.28 亿美元）的信贷支持。2016 年 11 月，卢森堡政府以 0.28 亿美元的价格购买了美国行星资源公司（Planetary Resources）的控股权。该项投资的目的是帮助这家企业实现其在 2020 年进行首个小行星商业性矿产勘探计划。

卢森堡是世界第二个通过太空采矿法的国家。2015 年，时任美国总统奥巴马签署了美国太空采矿法，授予了美国公民获得太空资源的权利。卢森堡太空采矿法相对于美国的太空采矿法更加灵活，在美国的法律中，大多数公司的利益相关者必须在美国，而卢森堡法律对利益相关者的位置没有限制。

（刘学 编译）

原文题目：Draft law on the exploration and use of space resources

来源：<http://www.spaceresources.public.lu/content/dam/spaceresources/news/Translation%20Of%20The%20Draft%20Law.pdf>

地震与火山学

数据同化等新方法推动火山预测研究

2017 年 6 月 28 日，法国萨瓦大学研究人员在 *Frontiers in Earth Science* 发表文章《同化变形数据以预测火山喷发：基于合成案例的潜力评估》（Assimilation of Deformation Data for Eruption Forecasting: Potentiality Assessment Based on Synthetic Cases），文中指出可利用卫星数据对火山喷发进行预测，方法类似于现在的天气预报。

研究人员表示，他们是第一个采用数据同化（data assimilation）策略的研究者，其通过使用全球导航卫星系统（GPS）和卫星雷达数据测量的地面变形数据来成功预测火山下岩浆超压的演变。气象学家和气候研究人员已使用类似的技术用来预测天气和估算碳排放导致的气候长期演变。但火山学家刚开始探讨这种技术是否也可以用来预测火山爆发。在他们最新的研究中，通过探索性模拟，已经能够正确地预

测理论上驱动火山爆发的过度压力，以及最深的地下岩浆房的形状和岩浆的流量。当前研究小组已经开始在冰岛的格里姆火山（Grímsvötn Volcano）和美国阿拉斯加州的奥克默克火山（Okmok Volcano）测试他们方法的可行性。

2017年6月28日，*Science Advances* 刊发文章《相对地震速度变化与 Kīlauea 火山变形的关系》（Relative seismic velocity variations correlate with deformation at Kīlauea volcano），文中指出英国剑桥大学和美国地质调查局的研究人员利用“地震噪声干涉测量”技术与地球物理学测量相结合，测量了火山的能量移动。他们发现，能量传播的速度与在岩石中观察到的膨胀和收缩量之间存在很好的相关性。当火山即将爆发时，该技术可用于更准确地预测。

研究数据来自美国地质调查局在夏威夷 Kīlauea 火山收集的数据，在 4 年的时间段里，研究人员使用传感器来测量随时间推移通过火山的地震波速度的相对变化。然后他们将其结果与第二组数据进行了比较，该数据在相同时间段内测量了火山角度的微小变化。研究人员表示这是第一次在如此长的时间内比较地震噪声与变形，两者之间的强相关性表明，这可能是预测火山爆发的新方式。火山地震学一般是测量火山的小地震。当岩浆在地下运动，穿过坚实的岩石时经常会发生微小的地震。因此，检测这些地震对于喷发预测是非常有用的。但有时岩浆可以通过预先存在的途径静静地流动，也不会发生地震。这种新技术仍将检测岩浆流引起的变化。研究人员预计，这项新的研究将允许该方法在世界各地数百个活火山上使用。

2017年7月，夏威夷大学研究人员在《火山学通报》（*Bulletin of Volcanology*）发表文章《利用卫星数据预测火山喷发出的熔岩流的结束》（Predicting the end of lava flow-forming eruptions from space），文中指出，利用卫星数据可以用来预测火山喷发出的熔岩流何时结束。研究人员成功验证了于 1981 年首次出版的假说，该假说详细描述了典型的火山喷发中熔岩流的流量变化。该模型预测，一旦熔岩流开始喷发，其流量将在在火山口迅速上升至峰值，然后经过较长时期后减至零，当流量为零时，喷发即结束。

研究人员开发了一个使用 NASA 的 MODIS 传感器进行红外探测的系统，用于监测和评估喷发火山的热量。热量用于计算熔岩流量。自 2000 年以来，该系统每天都在监测每平方公里的地球表面，每天多达 4 次。目前已监测了全球超过 100 个不同的火山喷发。该项目的数据库包含了 34 个火山的 104 次喷发造成的熔岩流。利用这些数据成功验证了上述假说。研究人员表示能够预测熔岩流形成爆发的结束非常重要，因为它将大大减少对受喷发影响的人造成的干扰。未来，研究人员计划在持续喷发期间使用这种方法作为近实时的预测工具。

参考资料：

[1] Assimilation of Deformation Data for Eruption Forecasting: Potentiality Assessment Based on

Synthetic Cases. <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/feart.2017.00048/full>

[2] Relative seismic velocity variations correlate with deformation at Kīlauea volcano.

<http://advances.sciencemag.org/content/3/6/e1700219>

[3] Predicting the end of lava flow-forming eruptions from space .

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00445-017-1134-8>

(刘学 编译)

前沿研究动态

Nature 文章报道大气云滴表面活性新作用

2017年6月21日, *Nature* 发表封面文章《有机物影响的云滴活化过程中表面张力超过溶质效应》(Surface Tension Prevails over Solute Effect in Organic-influenced Cloud Droplet Activation) 指出, 大气中表面活性分子能够降低表面张力, 使其影响超过溶质效应, 导致云滴浓度大幅增加。该结果将会影响气候模式对云形成过程的表征。

大气中云滴是通过水蒸气的自发成核作用形成的, 其中, 气溶胶颗粒充当了云凝结核。凝结核的活化取决于拉乌尔效应(Raoult effect)与开尔文效应(Kelvin effect)之间的相互作用。在拉乌尔效应中, 活化潜能随水分子活性降低或溶解浓度增加而增加; 而在开尔文效应中, 活化潜能随液滴体积减小而减小, 或随表面张力减小而增加。一般认为, 表面张力可能会由于表面活性剂、亲水亲油化合物吸附在液滴表面而减小, 但与此同时, 表面张力的减小会被拉乌尔效应的减小所抵消, 因此对云滴活化几乎没有整体影响。来自爱尔兰、加拿大等6个国家的科学家利用3种不同的复杂性和对气溶胶表面有机物处理方法的模式, 证明得出了新的结论。3种模式包括: ①硫—有机物—水组成的三元系统, 其中有机表面活性剂分离了云滴及其表面; ②基于气溶胶无机—有机混合功能团活化系数模式(AIOMFAC)的热力学平衡模式, 用于预测吸湿增长性质、液—液分离的存在可能性、相组成和相体积; ③基于AIOMFAC的简化有机膜模式, 由单参数有机膜方法驱动。

该研究表明, 环境大气中表面活性剂分子造成的表面张力减小超过了拉乌尔效应, 导致云滴浓度大幅增加, 这一结果将会影响气候模型对云形成过程的表征。观测数据和模式模拟结果显示, 导致云凝结核数浓度高达气候模式预测的10倍。云凝结核活化过程的充分表征对气候模式中云的预测至关重要, 鉴于云效应对地球能量平衡的重要地位, 改进对气溶胶—云—气候相互作用的预测将有助于提升未来气候变化的评估水平。

(刘燕飞 编译)

原文题目: Surface Tension Prevails over Solute Effect in Organic-influenced Cloud Droplet Activation

来源: <https://www.nature.com/nature/journal/v546/n7660/full/nature22806.html>

英国首次测试成功光学冰探测器

2017年6月21日，由英国自然环境研究理事会(NERC)和气象局(Met Office)共同建立的机载大气观测设备组(FAAM)开发出3D打印的光学冰探测器，首次成功在其大气研究飞机上进行了飞行试验。该光学冰探测器使飞机具有增强的防冰系统，能够更有效和针对性地防止积冰。

此次开发的光学冰探测器采用了英国吉凯恩航天公司(GKN Aerospace)的添加剂制造工艺，在其防冰系统中增加了钛制探针传感器，3D打印公司Optomec为其建造了具有传感器的燃气轮机叶片。钛探针利用光纤发射光束，可以探测到传感器前端是否存在冰颗粒。该光学冰探测器可以安装在飞机表面任何容易积冰的地方，或者安装在内部的引擎涡轮上。这一探测器使飞机的防冰系统更加精确和高效，在飞行测试期间改善效果显著。

(刘燕飞 编译)

原文题目: FAAM is first to test fly 3D printed ice probe

来源: <https://www.ncas.ac.uk/en/18-news/2766-faam-is-first-to-test-fly-3d-printed-ice-probe>

新型装置将暴雨预报缩短 10 分钟

极端降雨会引发滑坡、泥石流、洪灾等严重灾害。为了解决这个问题，来自美国和日本的一个联合研究团队，基于3D即时预报(3-D nowcasting)技术开发出了一套新的相控阵雷达系统(phased-array radar)，可以提供给定区域未来降水量的估计数据，并且每30秒更新一次，这一预测过程费时比早期预测缩短了近10分钟，或将有利于减轻极端暴雨灾害的影响。

即时预报是一种在短期内实时预报天气的技术，其一般是对天空进行雷达天线的监测完成，这一过程需要对天空进行约15次的扫描，耗时在5~10分钟。扫描过程中将确定哪些地区可能存在降雨，并对该范围的降雨进行外推。但是，这种方法的缺点是不能准确预测降水模式中迅速垂直运动发展的雷雨云中的降水。来自美国和日本的研究人员在日本大阪大学吹田校区(Suita Campus of Osaka University)安装了一种称为相控阵式雷达的新型监测系统，该系统的雷达可以在10~30秒内扫描整个天空，并且可以快速定位，扫描角度约100度，扫描范围达60 km。此外还可以通过操纵多个装置发射的光束来进行精确扫描，极大提高了扫描精度和时间。此外，为了提升装置的预报能力，研究小组专门开发了新的算法，对监测数据进行周期约30秒是更新计算，从而频繁并且准确的预报实时天气。

研究人员称，虽然目前在大量数据计算能力方面还有不足，但是这种新的系统将实现对暴雨的预测提前10分钟，从而减少可能的损失，此外，研究人员还在开发基于智能手机终端的预报程序，从而将信息实时发送给普通民众。并且还与其他相

控阵雷达设备合作，为更多的地区提供预测支持。

参考资料：

[1] New system promises more rapid and accurate prediction of rainfall.

<https://phys.org/news/2017-07-rapid-accurate-rainfall.html>

[2] Shigenori Otsuka et al. Precipitation Nowcasting with Three-Dimensional Space - Time Extrapolation of Dense and Frequent Phased-Array Weather Radar Observations, *Weather and Forecasting* (2015). DOI: 10.1175/WAF-D-15-0063.1

[3] Takemasa Miyoshi et al. "Big Data Assimilation" Toward Post-Petascale Severe Weather Prediction: An Overview and Progress, *Proceedings of the IEEE* (2016). DOI: 10.1109/JPROC.2016.2602560

(刘文浩 编译)

瑞典哥德堡大学开发新型水下多功能潜艇

2017年6月底，瑞典哥德堡大学宣布开发出了首个自主研发的水下潜艇，并称其能够到达一些以前无法达到的地区进行考察，如南极冰川及北极冰川下部 500 m 深处，将有助于对深海海床进行详细研究，并揭示数千年气候变化历史、海底冰盖范围及实时海洋关键数据。

研究人员称，这艘被称为 AUV (Autonomous Underwater Vehicle) 是一个无人的自动式潜艇，配备了一系列设备，包括能够绘制海洋环境及海洋化学物质、物理学和生物学的仪器和传感器。这艘潜艇可以独立运行，并且在一个母舰的控制下出发。AUV 还可以对海床进行调查，下降深度可以达 3000m，覆盖范围约 200~300 km。并且，还配备了先进的导航系统，可以在水下长距离运行，且准确将其定位，这也是海洋表面以下设备使用的关键，因为卫星和 GPS 信号不能穿透深水层。AUV 还配备了勘探大面积海底的仪器，拥有可以穿透海底的声呐装置，可以揭示海底沉积物的性质，并且获得高分辨率的海底地图。通过对海底沉积物质的分析，可研究数千年的气候变化历史，详细研究洋流及其化学和生物学特征，并能对海洋早期冰盖层覆盖范围及边缘进行调查。此外，AUV 的超现代设备还可以用于实时测量洋流温度、二氧化碳、叶绿素、硝酸盐和氧气等关键指标。开发人员称，AUV 潜艇是瑞典国家基础设施建设的重要部分，目前由哥德堡大学、查尔姆斯理工大学和斯德哥尔摩大学组成的项目团队管理。

(刘文浩 编译)

原文题目：Great opportunities for marine research with new underwater vehicle

来源：<http://oceanleadership.org/great-opportunities-marine-research-new-underwater-vehicle/>

研究发现水力压裂与人为诱发地震并无绝对相关性

2017年7月6日，《地球化学、地球物理学、地理系统学》(Geochemistry,

Geophysics, Geosystems) 杂志刊发文章《美国和加拿大大规模油气生产与人为诱导地震之间的关系》(Human-induced seismicity and large-scale hydrocarbon production in the USA and Canada) 称, 水力压裂和盐水的处理过程对地震事件的影响十分有限, 自然地震少的区域人为地震也同样较少。

长期以来, 人们常将油气开采区的地震同水力压裂开采过程联系起来, 但是, 来自加拿大的研究人员通过对美国的前 6 个产油气州(北达科他州、俄亥俄州、俄克拉荷马州、宾夕法尼亚州、德克萨斯州、西佛吉尼亚州)、加拿大的前 3 个产油气省份(阿尔伯塔省、不列颠哥伦比亚省和萨斯喀彻温省)在 30~50 年期间发生的地震活动的分析发现, 除了俄克拉荷马州之外, 其余地区的地震活动同碳氢化合物的生产并无直接关系, 而自然地震较少的地区人为地震活动记录也相对较少, 俄克拉荷马州的地震则同盐水处理及碳氢化合物产量有一定的关系。研究人员分析认为, 过去的 30~50 年, 这些研究区的碳氢化合物产量随着水力压裂和地下流体的注入而有了大幅度提升, 随着生产进行也产生了大量废水, 这些废水多被进行回收或者在地下进行了处置。这种向地下的注水过程增加了地下断层的活化可能性, 可能会引发地震。然而, 研究数据显示, 只有在俄克拉荷马州的 85% 的地震活动同油气生产过程有关, 而其他地区虽然生产量增加了 8~16 倍, 但是并无证据显示这种生产量的提升引发了更多的地震。研究人员提出了地震频率和人为生产活动之间的多重因素, 包括: ①近地表构造背景情况; ②与注入井液压相关的、受力严重的, 并且有利于地震发生的断层的存在; ③原位应力场的方向和大小; ④注入液的量及实施策略。

研究人员称, 水力压裂并不会消失, 但是重要的是找到该行业经济影响与环境可持续之间的平衡关系, 而该研究成果将有助于减缓水力压裂带来的环境影响。

(刘文浩 编译)

原文题目: Human-induced seismicity and large-scale hydrocarbon production in the USA and Canada

来源: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017GC006915/full>

《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