

科学研究动态监测快报

2017年7月15日 第14期（总第260期）

地球科学专辑

- ◇ 美国国家地震监测台网系统的现状、进展与未来机遇
- ◇ GA 发布澳大利亚矿产和石油 2017 年投资者指南
- ◇ RFF 提出美国非常规石油并未扮演“摇摆生产者”的角色
- ◇ 清洁能源发展为加拿大矿业提供机遇
- ◇ 麻省理工研发出清洁简便的高纯度铜生产工艺
- ◇ 科学家发现地幔中部对流减缓机制
- ◇ *Science* 刊文提出火山内部岩浆活动的新发现
- ◇ GRL: 利用电磁信号监测海洋内部温度
- ◇ 英国科学家开发出便携式灾后通信快速恢复设备

目 录

战略规划与政策

- 美国国家地震监测台网系统的现状、进展与未来机遇..... 1
GA 发布澳大利亚矿产和石油 2017 年投资者指南 5

能源地球科学

- RFF 提出美国非常规石油并未扮演“摇摆生产者”的角色..... 7

矿产资源

- 清洁能源发展为加拿大矿业提供机遇..... 8
麻省理工研发出清洁简便的高纯度铜生产工艺 9

前沿研究动态

- 科学家发现地幔中部对流减缓机制 10
Science 刊文提出火山内部岩浆活动的新发现..... 10
GRL: 利用电磁信号监测海洋内部温度 11

地学仪器设备与技术

- 英国科学家开发出便携式灾后通信快速恢复设备 12

美国国家地震监测台网系统的现状、进展与未来机遇

1997年,美国联邦应急事务管理局(FEMA)、美国国家标准与技术研究院(NIST)、美国国家科学基金会(NSF)和美国地质调查局(USGS)联合发起美国国家地震减灾计划(NEHRP)。之后,美国国会通过地震减灾法(Earthquake Hazards Reduction Act of 2000)责成美国地质调查局(USGS)负责美国国家地震监测台网系统(Advanced National Seismic System, ANSS)的建设和运营。2017年5月底,USGS发布报告《ANSS: 现状、发展机遇与优先方向 2017—2027》(Advanced National Seismic System – Current Status, Development Opportunities, Priorities, 2017-2027),总结了ANSS的现状,近十六年取得的进展,并展望了未来10年(2017—2027)的研究机遇。在此,我们对其主要内容做一简要介绍。

1 ANSS 的现状

ANSS 主要由三部分组成,分别是国家地震网、区域地震网和相关数据中心。国家地震网的支持主要来自 USGS 的地震减灾计划(USGS NHP¹),区域地震网的支持部分来自 USGS NHP,其他支持来自其所属的州和大学,以及其他联邦机构。

区域地震网补充了中-高度地震风险区的台站覆盖问题,同时,还进行地震数据和地震信息的分析,并向地方的工程和应急管理团体及公众提供专业知识服务。很多区域地震网所监测的都是一个独特的地理区域,其所监测到的地震位置、震级等信息亦得到 ANSS 的认可。

在国家层面,USGS 负责运营国家地震网(ANSS 的骨干网)、国家地震信息中心(National Earthquake Information Center, NEIC)以及国家强震动项目(National Strong Motion Project)。

ANSS 的骨干网包括 100 个宽频台站,由 USGS 的阿尔伯克基地震实验室(Albuquerque Seismological Laboratory)运营;NEIC 接收来自美国 and 全球共计 3000 个台站的数据,每年大约会报告 25000 次地震;国家强震动项目的主要目的是获取近距离地震数据,其拥有 400 个自由场台站,150 个采用遥测技术的监测设备。

2 ANSS 实施进展(2000—2016)

2.1 网络基础设施

2000 年开始建设 ANSS 的时候,美国使用的大多数地震检波器只能监测到波幅和频率非常窄的地震信号,对于大地震产生的地震信号则无能为力。同时,数据转

¹ USGS NHP 是美国国家地震减灾计划(NEHRP)的一部分

化噪音大，数据传输借助不可靠的模拟电路，甚至有的时候，一些数据还要通过人工输入和分析。

在这样一种背景下，ANSS 开始了现代化改造，并不断扩展其地震合作网及数据分析中心。截至 2016 年，ANSS 已经完成了 42% 的地震台站（总计划是 7100 个现代化地震台站）建设工作。2010 年开始，ANSS 地震台站建设速度大幅提升，这主要得益与奥巴马政府于 2009 年出台的《美国恢复和再投资法案》（American Recovery and Reinvestment Act）。现如今，除过阿拉斯加部分地区，ANSS 能够监测到绝大多数发生在美国的、且人们能够感受到的地震活动。

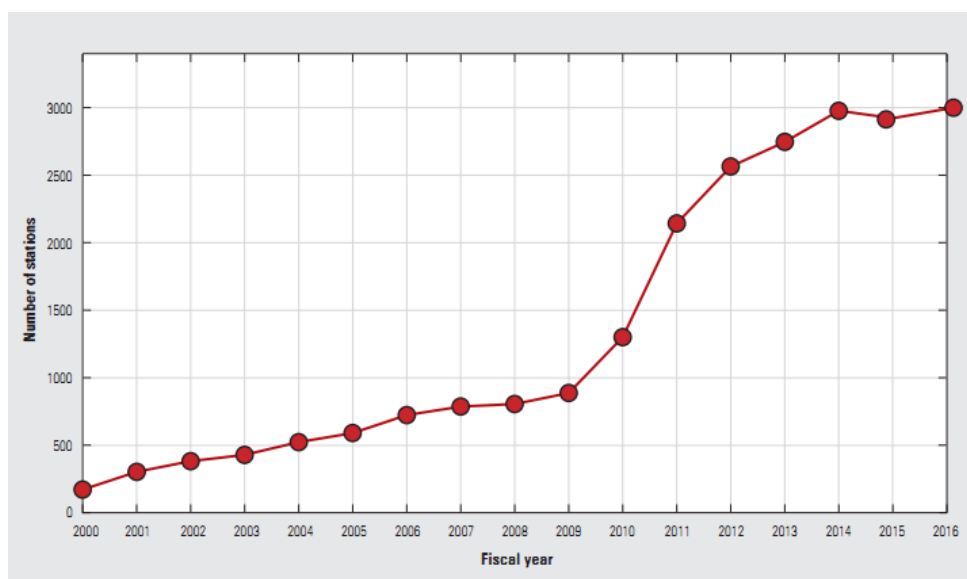


图 1 ANSS 地震台站建设情况

与此同时，ANSS 还在激励创新。ANSS 与私营制造商合作开发出了一种相对廉价的强震动传感器——NetQuakes，2009—2014 年期间，400 多个 NetQuakes 被部署在一些特定城市，如波士顿、洛杉矶、旧金山等，更具意义的是，这些传感器部署在私人住宅中。近年来，由于微电机系统 MEMS（micro-electro-mechanical system）成本优势突显，其前景已为 ANSS 关注，并成为其未来发展方向。MEMS 能够更好地记录破坏性地震波所引发的强震动，这对改善地面震动评估、地面形变模拟等大有裨益。

2.2 产品和服务

向政府和应急管理及时发送地震信息。ANSS 向白宫、美国国防部、美国国土安全部等提供有关潜在破坏性地震的报告，支撑相关的决策和行动。

地震通知服务（Earthquake Notification Service, ENS）。ENS 是一项免费的公共服务，其通过短信、e-mail 等向几十万用户及时发送地震通知。

网络服务。USGS 和区域地震网各自维护自己的网站，提供有关近期发生地震的权威信息，包括近期地震活动的震动图和清单等。

地震动图 (ShakeMap)。基于 ANSS 的数据，在地震发生后，ShakeMap 快速提供有关地震破坏程度、空间分布等信息。基于此，政府和公众可以预期未来的情景并计划所需采取的行动。

地震灾害分析 (ShakeCast)。其是 ShakeMap 的升级服务，自动将 ShakeMap 的结果和震动水平发送给特定用户和指定设备，以优化地震响应行动。

全球地震响应快速评估 (Prompt Assessment of Global Earthquakes for Response, PAGER)。在美国和全球发生大地震后，基于 ShakeMap 以及建筑物和建筑类型等有关信息，快速评估经济损失和人员伤亡情况。

2.3 协调、标准化与伙伴关系

通过十几年的发展，ANSS 推进了美国各联邦机构、州机构和私营企业，以及美国全国和各州的地震领域的科学家和工程师之间的沟通和协调。在具体的操作细节、通用仪器标准、数据格式、软件、运行程序等方面，ANSS 进行了大力改善，并实现了标准化。

与此同时，通过与其他机构的伙伴关系，大大改善了 ANSS 的运行和有效性，这些机构主要包括美国的学术研究机构、联邦机构、联邦政府、州政府等。借助美国国家科学基金会的地球透镜计划 (EarthScope)，ANSS 的国家地震网和一些区域地震网进一步得到改善。

运营方面，美国强震动数据由工程强震数据中心² (Center for Engineering Strong Motion Data, CESMD) 归档和分发，其他一些数据中心，比如北加州地震数据中心和南加州地震数据中心则分别加州大学伯克利分校、加州理工学院运营。此外，一些基金会也提供了资助，比如戈登和贝蒂摩尔基金会 (Gordon and Betty Moore Foundation) 资助了地震预警系统的开发，凯克基金会 (Keck Foundation) 和默多克基金会 (Murdock Foundation) 资助了区域地震网络的改善。

3 ANSS 的未来发展机遇

3.1 确保地震风险的应备

由于 ANSS 产品的及时性和有效性，政府机构、应急人员、公众、工程和科学团体对它的期待不断增加，但是，由于目前的资源有限，维持现有的服务能力，满足地震风险的应对需求依然存在很大挑战。为了满足未来 10 年的需求，ANSS 必须提高基础服务的稳健性，并保持绩效创新的能力

3.2 提升城市地区的地震安全

(1) 发展地震预警系统

如果用以确定地震大小和位置的地震数据与大地测量数据能够快速的被利用和

² CESMD 通过 ANSS 和加州地质调查局 (California Geological Survey, CGS) 之间的伙伴关系共同运营

分析，那么将能够向还未发生地震的区域播放警报，提示即将到来的地震，以便其采取应对措施。ANSS 的近期目标是建设并运行针对美国西海岸的 ShakeAlert 地震预警系统，目前还需大量的额外资源将 ShakeAlert 提升至全面运行水平。

(2) 地震破坏和影响的高精度评估：城市地区

在一次大地震中，震动强度随着距离的微小变化会发生显著改变，因此 ANSS 需要加强中高度地震风险区城市的强震动监测设施的数量。如此一来，才能监测不同地质条件下的震动变化情况，在地震发生后对引发的破坏和影响进行高精度的分析和评估。

(3) 地震破坏和影响的高精度评估：关键设施和生命线工程

地震灾害往往会对关键设施和生命线工程造成巨大破坏，而高分辨率信息是快速确定基础设施破坏情况、响应行动和恢复服务的基础。因此，ANSS 需要在更多的关键设施和生命线工程部署监测设备，以获取相关震动信息。

(4) 作为国家能力实施余震预报

在一次大地震发生后，随之而来的较强余震会继续造成破坏，使得公众的恐惧上升，更使应急人员处于风险之中。在 2016 年美国国家地震预测评估委员会（National Earthquake Prediction Evaluation Council, NEPEC）建议下，ANSS 将把余震预报纳入常规地震分析和公众通知服务中。

3.3 为减少地震风险扩展观测数据库

(1) 监测建筑和生命线工程的地震响应

每一次大地震都为地震工程学家提供了一个新的研究机遇，通过 ANSS 在代表性建筑物中所部署装置测得的数据，可以更好地认识建筑物的动力学特征以及土壤与建筑物的相互作用，进而帮助改善建筑设计、建筑法规，并验证有关的实验研究和模拟分析。

(2) 对人为诱发地震和风险进行综合评估

长久以来，人们一直认为人类的某些活动可能诱发地震，比如开采地下矿产，向深部地层注入流体等。自 2009 年以来，美国中部和东部一些州的地震活动明显增加，因此，ANSS 开始与州机构和监测网络进行合作来研究诱发地震活动，比如在地震活跃区域部署便携式地震检波器。同时，来自州网络的数据也被整合进了 ANSS 的区域地震网，这进一步增强了 ANSS 向用户提供科学认识和服务的能力。

(3) 将大地测量数据纳入地震影响快速综合评估

已有实践表明，地震预警依赖于实时的全球卫星导航系统（GNSS）。对于 ANSS 而言，大地测量数据是一个新的元素，地震数据和大地测量数据的结合将有助于更好地认识大地震中的地表/洋底形变，更准确地了解震源，进而改善地震预警、ShakeMap 以及影响评估。但是，两类数据的联合解释仍存挑战，实时大地测量网和

数据管理方面亦存在一些有待解决的问题。

(4) 改善美国中部和东部的监测覆盖

美国中部和东部面临着很大的地震风险，靠近大城市的中度地震就可导致严重损失。当前，这些地区的地震动数据非常稀疏，ANSS 需要更多设施来近距离捕获大地震信息，以更好地对地震灾害进行量化分析并改进美国国家地震灾害模型。目前，USGS 正在与美国白宫科技政策办公室（OSTP）、美国国家科学基金会、美国能源部等进行协商，希望能够在美国中部和东部部署 158 个移动台站。未来，这些台站的运营、数据的整合将是 ANSS 的一项重要任务。

(5) 增强地震高风险区的监测覆盖

美国一些地区具有很高的地震风险，比如阿拉斯加、西部的山间地区，ANSS 需要在此部署更多的监测设备。同时，还需要改善对地震群的监测，因为其很可能发展为大地震。这些数据将改善对地面运动的预测，以及对断层片相互作用等的认识。

(赵纪东 编译)

原文题目：Advanced National Seismic System – Current Status, Development Opportunities, Priorities, 2017-2027

来源：<https://pubs.usgs.gov/circ/1429/circ1429.pdf>

GA 发布澳大利亚矿产和石油 2017 年投资者指南

2017 年 6 月，澳大利亚地球科学部（Geoscience Australia, GA）发布题为《澳大利亚矿产和石油——投资者指南 2017 年版》（*Minerals and petroleum in Australia - a guide for investors -2017 edition*）报告指出，澳大利亚巨大的自然资源、社会稳定、人力和智力资本，以及经济实力创造了一个强有力的全球市场地位，这已被证明对国际资源投资具有很强的吸引力。澳大利亚的资源产业基于世界一流的勘探、开发、生产、加工和环境管理技术，因此，更多的大型跨国公司继续在澳大利亚与中小型澳大利亚公司合作。本文针对澳大利亚资源行业的概况、矿产资源勘探及勘探项目，以及澳大利亚石油勘探潜力进行了介绍，以期对我国的相关工作给予借鉴。

1 澳大利亚资源行业概况

资源部门包括矿产和石油行业。在本指南中具体指出矿产资源主要包括含金属矿石、铀矿、煤矿、重矿砂和大多数其他矿物。石油和与任何碳氢化合物资源有关的资源主要包括常规的石油和天然气，以及非常规的页岩气、致密气和煤层气。

2015—2016 年，采矿业占澳大利亚 GDP 的 6%。如果包括制造业、建筑、运输和仓储、房地产和商业服务以及电力和天然气等行业与矿业相关的下游活动，这一数字将显著增加。澳大利亚所有 6 个州、北部地区和澳大利亚的首都都有矿产资源

或采石场。澳大利亚的石油业务主要位于西澳大利亚北部和北部地区的近海盆地、维多利亚州和塔斯马尼亚岛之间的巴斯海峡，以及昆士兰州、南澳大利亚州和新南威尔士州的陆上盆地。只有一个偏远的近海区域有一个活跃的磷矿矿山，即圣诞节岛。2017年2月，矿业部门雇用24.1万人进行矿产和石油勘探、开采和相关服务。

2015—2016年，澳大利亚矿产资源出口占澳大利亚商品出口收入的64%，占所有商品和服务出口的51%。澳大利亚是世界上最大的铁矿石和冶金煤出口国，在2016年的世界贸易中，估计占到54%和59%，还是全球第二动力煤出口国，占世界贸易的19%。澳大利亚是2016年全球第二大液化天然气出口国，预计将超过卡塔尔，成为液化天然气的主要出口国。澳大利亚也是铝土矿、氧化铝、铜、金、铀和锌的主要出口国。

2 矿产资源勘探及相关项目

澳大利亚棕地（被探明）和绿地（未被勘探或开发）的省份将继续发现矿产资源。即使在生产已经超过100年的矿区，仍能继续获得重大资源发现。过去10年来，全国许多矿床的资源都大量增加。绿地勘探发现了一系列世界级的矿藏，开辟了采矿和开发的新领域。澳大利亚的矿物潜力高的因素主要包括：

- （1）有利的地质环境，包括新的绿地地区；
- （2）在薄层之下的已知矿化省份的延伸；
- （3）不断发现的矿藏。

澳大利亚矿产勘查特别成功地发现了新的矿藏，并在已知的矿床中划定了额外的资源。促成勘探成功的因素包括：

- （1）蕴藏丰富的矿产资源；
- （2）存在着全面优质的地学科学知识库；
- （3）先进地质概念和技术的应用；
- （4）发达的科技服务支持；
- （5）相对平坦的地形具有低而稀疏的植被覆盖，便于勘探和实地考察
- （6）有一个非常强大的与采矿相关的商品和服务部门。

澳大利亚国家、州和北部地区的政府都有勘探激励项目来促进和支持资源勘探和开发，勘探项目主要包括：

- （1）澳大利亚地球科学部——勘探未来计划；
- （2）澳大利亚新南威尔士州——新边界计划；
- （3）澳大利亚北领地——创造资源勘探机遇（CORE）计划；
- （4）澳大利亚昆士兰——昆士兰地球科学计划；
- （5）南澳大利亚——加速勘探计划（PACE）；
- （6）塔斯马尼亚岛——北塔斯马尼亚地球科学倡议和矿业部门创新倡议；

- (7) 维多利亚州——矿产勘探计划；
- (8) 西澳大利亚州——勘探激励计划。

3 石油勘探潜力

澳大利亚具有进一步发现石油和天然气的潜力。虽然目前澳大利亚的石油资源有限，但许多盆地仍然大部分或全部未被开发，40 多个陆上和近海盆地有待深入勘探，以确定其全部潜力。未发现的常规石油资源据估计为 21 536 mmbbl（百万桶），主要分布在近海沉积盆地。在 Carnarvon、Bonaparte、Browse 和 Gippsland 盆地中，具有显著更高储量的天然气潜力——存在于非常规页岩气和致密气中。

澳大利亚未开发的盆地拥有最大的新发现。为了鼓励在这些地区进行勘探，并帮助降低勘探风险，国家和地区石油当部门经常与澳大利亚地球科学部合作，旨在提供具有竞争力的数据和地质信息，以提高对边疆盆地的石油勘探和资源潜力的了解。目前勘探人员正在评估澳大利亚和海外的生产及前沿盆地的油气开发趋势和钻井前景的多样性。

澳大利亚政府通过发布年度海上石油勘探面积，鼓励投资石油勘探。澳大利亚稳定的经济环境和完善的海上石油活动监管框架，为海上石油勘探提供了支撑。所发布的年度面积包含了石油地质和勘探、立法框架和协助准备区域投标的一系列信息。澳大利亚向潜在的和目前的勘探者提供综合的石油勘探和生产数据，以便降低勘探风险。澳大利亚政府、州和北领地政府认识到高质量地球科学信息在评估石油前景方面的重要性。

（王立伟 编译）

原文题目：Minerals and petroleum in Australia - a guide for investors -2017 edition

来源：https://d28rz98at9flks.cloudfront.net/110628/110628_investors_guide.pdf

能源地球科学

RFF 提出美国非常规石油并未扮演“摇摆生产者”的角色

2017 年 6 月 29 日，美国未来资源研究所（RFF）发表题为《基于致密油的价格响应——美国是否成为新的石油摇摆生产者？》（Is the US the New Swing Producer? The Price-Responsiveness of Tight Oil）的工作报告，其分析了美国常规与新型非常规“致密”型的陆上石油供应价格响应。该研究分别分析了石油生产的三个关键阶段：钻井、完井、以及完井后的生产。

原油是最大的商品市场，近年来页岩革命大大改变了美国的石油供应和市场。诸如地震成像、水力压裂和水平钻井等新技术开发释放了以前认为不可行的巨大“致密油”储量。这导致美国历史上最快速和最大的石油生产激增，在短短的几年内每

天达到数百万桶（BPD）的额外供应量。随着全球石油价格大幅下滑，以及对欧佩克充当市场稳定者的疑虑，美国非常规石油是否可能扮演“摇摆生产者”的角色仍存质疑。该研究调查了美国非常规和常规石油钻探的相对价格响应性，以了解这些供应动态从根本上转变的程度。

研究使用了德克萨斯州、北达科他州、加利福尼亚州、俄克拉何马州和科罗拉多州的 5 个主要产油州的 164 000 个油井的详细数据集来估算油井价格响应性的差异。研究发现，重要的利润是钻探投资。基于对石油价格的变化评估，发现石油价格每变化 1% 将使致密油钻探响应达到约为 1.3%，而常规石油的响应则是 1.1%。非常规油井的价格反应更为灵敏，主要是由于生产率高得多（生产开始后立即增加 9 倍，长期累计增长达 4.6 倍）。通过不同模型模拟显示，非常规钻井的兴起对总供应的反应产生了影响。稍高一点的估算钻井优势，再加上更大的石油产量，可能会使非常规油井对油井的价格反应提高 5 倍。与传统钻探相比，非常规钻井的急剧增加使得这种差异更大，这意味着与页岩气前期相比，价格反应大了 9 倍。模拟结果表明，如果油价从每桶 50 美元上涨到每桶 80 美元，美国的石油产量可能会在 1 年内每天增加 120 万桶，3 年内将达到 200 万桶，5 年内将达到 320 万桶。这些都是全球市场环境的显著增长变化，这表明美国的增量供应比页岩革命之前要大得多。然而，这种反应需要更多的时间来形成，而不是通常被认为是“摇摆生产者”——指的是在 30~90 天内快速提高生产能力的供应商。

（王立伟 编译）

原文题目：Is the US the New Swing Producer? The Price-Responsiveness of Tight Oil

来源：<http://www.rff.org/research/publications/us-new-swing-producer-price-responsiveness-tight-oil>

矿产资源

清洁能源发展为加拿大矿业提供机遇

2017 年 6 月 27 日，加拿大清洁能源机构（Clean Energy Canada）发布报告《清洁能源中的采矿业》（*Mining for Clean Energy*）。该报告探讨了太阳能发电的兴起，特别是相关的金属和矿物质需求，加拿大矿业作为清洁能源发展的推手，以及责任采矿的必要性。

世界各国清洁能源的快速发展，受到创纪录的投资和部署推动，引起了媒体的重视。较少讨论的是相关的用于制造清洁能源技术的金属和矿物的需求增长以及由此为矿业公司和社区所带来的机遇和挑战。报告指出加拿大矿业可以为清洁能源的过渡提供强大动力，并引发新的经济增长。但是，抓住这一机遇，需要采取更有责任心的采矿方式。如果做得好，加拿大的矿业将有能力将其产品出售给一个日益清晰的清洁能源市场，为加拿大社区的经济发展和振兴创造机会。

几个关键的事实如下：

(1) 加拿大拥有太阳能电池板所需的 19 种金属和矿物中的 14 种（包括铜、银和碲等），并可能成为这些资源的主要供应商。

(2) 到 2021 年，太阳能发电的使用量预计将翻一番。

(3) 铜是清洁能源转型中的重要组成部分，用于风能和太阳能技术和电动汽车。

(4) 麦肯锡全球研究所估计，到 2035 年原铜需求可能达到 3100 万吨，比目前的需求增长 43%。

(5) 加拿大拥有世界第十大铜矿储量，达 1100 万吨，是 2016 年全球第八大生产国。

(6) 通过生命周期分析，加拿大环境部和加拿大自然资源研究所进行的一项研究发现，尽管所有形式的发电都会对环境产生影响，但太阳能光伏技术的负面环境影响比传统的基于化石燃料的电力生产要少。

（刘学 编译）

原文题目：Mining for Clean Energy

来源：<http://cleanenergycanada.org/wp-content/uploads/2017/06/MiningCleanEnergy2017.pdf>

麻省理工学院研发出清洁简便的高纯度铜生产工艺

将于 2017 年 7 月 20 日出版的 *Electrochimica Acta* 刊发了文章《从熔融硫化物电解质中电解提取铜、钼和铼》（Electrolytic Extraction of Copper, Molybdenum and Rhenium from Molten Sulfide Electrolyte），指出美国麻省理工学院的研究人员将金属硫化物矿石直接熔融电解，而不产生二氧化硫等有毒的副产物，并且提纯率超过 99.9%，与目前最佳的铜生产方法相当。

通常从硫化物矿石中提取铜、锌、铅等金属需要燃烧矿物以去除硫，而产生二氧化硫，该气体不能直接排放到空气中，而捕获二氧化硫并将其转化为硫酸需要大量的成本。美国麻省理工学院的研究人员通过硫化钡、硫化镧、硫化铜组成的电解液，形成液体金属铜和含硫气体。该实验在 1227℃ 的温度下进行，比铜的熔点以及目前工业铜提取常用的温度高出大约 150℃。不同于以往的分选方法需要多个步骤，该方法直接将硫化物分解成铜和硫只需一步。这些工作是基于 2016 年发表在《电化化学学报》（*Electrochimica Acta*）上的一篇文章，该文章提供了电解提取铜的证据，即将硫化钡添加到硫化铜的电解液中，其电解提取率为 28%。而麻省理工学院的研究人员做了进一步的改进，将硫化镧和硫化钡添加到硫化铜中，电解提取率提升至 59%。目前铝电解生产工艺的效率达到 95%，距离该效率还有很大的提升空间。研究人员表示，他们可能需要修改电池设计以回收更多的液态铜。还可以进一步调节电解质，添加硫化钡和硫化镧以外的硫化物。

(刘学 编译)

原文题目: Electrolytic Extraction of Copper, Molybdenum and Rhenium from Molten Sulfide Electrolyte

来源: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013468617308290>

前沿研究动态

科学家发现地幔中部对流减缓机制

2017年6月20日,《美国科学院院刊》(*PNAS*)刊发文章《富二价铁的布氏岩在流速减缓的地幔中部环境下的稳定性》(*Stability of ferrous-iron-rich bridgmanite under reducing midmantle conditions*)称,来自亚利桑那州立大学的研究人员首次发现了深部地幔600~900英里处对流速度减慢的机制。

地球是由圈层结构构成,其包括了地壳、地幔和地核三个主体部分。来自地核的热量驱动了地幔的缓慢搅动,并造成了地壳的相互挤压,这一过程至少持续了地球约45亿年历史的一半时期。但是,基于地震波的研究发现,在地球内部600~900英里深度处,地幔的流动速度明显减慢。虽然有地球物理方面的研究认为这种模式的变化可能是该深部地幔不容易流动,但是没有研究能解释其中主要机制。是岩浆组分发生变化?还是岩浆在深部和压力作用下变得粘稠?

为了解决这些问题,来自亚利桑那州立大学的研究人员利用美国能源部国家实验室的X射线、同步加速器辐射设备及亚利桑那大学的原子分辨率电子显微镜对来自地幔深部的布氏岩(*Bridgmanite*)的演化过程进行了模拟分析。布氏岩是一种含铁矿物,是在地球内部的高温与高压下形成,是地幔的主要成分。研究发现,布氏岩在地下1000~1500 km深处的压力下产生了变化,使其粘度增加,抗流动性增强。而在1000 km以上及1700 km以下,布氏岩几乎含有相当含量的氧化铁和还原铁。正是在这两个深度之间,布氏岩中的铁含量发生了明显减低。研究人员表示,在这个过程中,首先从布氏岩中驱出了氧化铁,这些氧化铁消耗了地幔中的游离金属铁元素,这一过程导致了铁的流失,并且在临界层中增加了还原铁的含量。这些还原铁随后被地幔中的铁方镁石吸收,从而最终导致这一深度中的布氏岩最终以含铁较少的状态结束,当其失去铁后粘度变大,从而导致了该层位的特殊状态。

(刘文浩 编译)

原文题目: *Stability of ferrous-iron-rich bridgmanite under reducing midmantle conditions*

来源: <http://www.pnas.org/content/114/25/6468>

Science 刊文提出火山内部岩浆活动的新发现

2017年6月16日, *Science* 杂志发表题为《以单晶为记录的硅胶岩浆储层的快速冷却和冷藏》(*Rapid cooling and cold storage in a silicic magma reservoir recorded in*

individual crystals) 研究指出, 火山学家对位于活火山下面的岩浆储层内发生的变化获得了新的认识。研究发现, 该储层比以前认为的更冷、更稳固。该研究提出了关于火山内部运行机制的新观点, 并且可以帮助火山学家更好地了解火山何时构成最大的风险。

研究人员提出该研究促使其对岩浆储层的看法有所改变。由于很难进行直接研究, 研究人员从 700 多年前喷发的新西兰塔拉维拉山附近的碎屑中收集了锆石晶体。这次喷发将熔岩带到了储层的表面, 暴露于其温度和化学环境下。研究人员指出, 这些晶体就像一个用于研究火山喷发的“黑匣子”飞行记录仪。

通过研究 7 个锆石晶体中的微量元素, 可以确定晶体首次形成的时间, 以及在岩浆储层中处于高温 (超过 700 摄氏度) 的时间。晶体提供关于其所在岩浆储层的状态信息。研究人员发现, 7 颗晶体只有 1 颗至少有数万年的历史, 但只有一小部分 (少于约 4%) 暴露在熔融的岩浆中。火山爆发前岩浆可能会从储层的不同部位吸收物质, 而且在地质时期——几十年到几百年里都会发生, 同时这种岩浆会迅速发生变化。这意味着, 可通过寻找那些岩浆最经常流动的地方来识别具有最高爆发风险的火山。这项研究有助于了解火山喷发, 破译火山喷发前的信号。

(王立伟 编译)

原文题目: Rapid cooling and cold storage in a silicic magma reservoir recorded in individual crystals

来源: <http://science.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.aam8720>

GRL: 利用电磁信号监测海洋内部温度

2017 年 5 月 21 日,《地球物理研究快报》(*Geophysical Research Letters*, GRL) 杂志发表题为《海洋变暖对电磁海洋潮汐信号的影响: 基于 CMIP5 气候模型的敏感性研究》(Impact of oceanic warming on electromagnetic oceanic tidal signals: A CMIP5 climate model-based sensitivity study) 文章指出, 通过电磁信号可追踪海洋温度变化。海洋作为一个巨大的散热器, 是缓解全球变暖的重要因素。由于暖水膨胀, 海洋升温导致海平面上升, 这对沿海地区构成重大风险。

德国地球科学研究中心 (GFZ) 科学家利用电磁信号开发了一种监测海洋内部温度变化的方法。由于高盐度海水可以作为一种良好的导体, 这也是为什么洋流发出电磁信号的原因, 所以“洋流磁场”被称为电磁海潮信号 (EMOTS)。这些特征信号可以从水体外探测出来, 水的温度和盐度的变化反映在变化的 EMOTS 中。像欧洲空间局 (ESA) 这样的卫星任务的传感器系统, 可以用来测量这些信号的变化, 从而希望在未来能够监测温度和盐度的变化。在最新的《全球气候报告》中使用了最先进气候模式的数值实验, GFZ 科学家们分析表明, EMOTS 的变化取决于气候变化。因此, EMOTS 可用于监测未来的气候变化。本世纪的模拟显示, 预期的气候变化对 EMOTS 有很大的影响。研究显示, 最严重的影响是对北半球的预测, 海洋

变暖使海洋的磁场强度增加了 30%。关于全球变暖对海洋的影响以及对海平面上升的影响的知识可以帮助支持未来的适应措施，如加强沿海地区的堤防系统。

(王立伟 编译)

原文题目: Impact of oceanic warming on electromagnetic oceanic tidal signals: A CIMP5 climate model-based sensitivity study

来源: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017GL073683/full>

地学仪器设备与技术

英国科学家开发出便携式灾后通信快速恢复设备

2017 年 6 月 14 日，伯明翰城市大学发布消息称，该校网络和安全研究人员基于 Raspberry Pi 计算机开发了一款可以在灾害发生后第一个 24 小时之内迅速将电话、GPS 和互联网等系统中的中断信号恢复连接的新型便携设备，有望在灾害救灾中发挥重要作用，此外该设备的定制设置还可以用于监测地震余震及二次海啸等。

近年来，地震、海啸频发，经常出现由于通信中断问题引发的救灾困难。而灾害发生后的第一个 24~48 小时被称为“黄金 24 小时”。在救灾过程中，能够与幸存者在短时间内取得通信联系将大大降低救援难度，提高救援效率。为此，研究人员开发了此款新的便携式系统，以便在关键窗口期解决通信中断，直至系统全面恢复。灾害发生时，对该系统的第一位响应者需要做到以下几点：①恢复电话系统；②提供互联网服务和 GPS 连接；③帮助幸存者并送至安全地区；④监测关键环节因素，如余震和二次海啸；⑤提供紧急服务连接；⑥消除对起初 48 小时内不可用重型设备的依赖，提供易于调整的可扩展网络。

开发人员表示，第一响应者可以在第一时间将该系统置于灾害现场，这将对救灾起到关键作用。系统内置电池电源也能提供长达两天的电力，此外太阳能电池板也将有助于续航。研究人员呼吁紧急服务和救灾组织能够尽快了解该系统的使用方式，同时开发人员还将在不同地区对系统进行测试，分析不同情景下系统发挥作用的差异。

(刘文浩 编译)

原文题目: New system to restore communications in the wake of a disaster

来源: <https://phys.org/news/2017-06-disaster.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