

中国科学院国家科学图书馆

科学研究动态监测快报

2013年6月15日 第12期（总第162期）

地球科学专辑

- ◇ 2013—2014 财年印度地球科学部战略规划特点分析
- ◇ ESA：火星探测十年回顾
- ◇ 汤森路透：地球科学领域最新热点研究前沿
- ◇ *Science*：“好奇号”带来火星表面曾有流水的有力证据
- ◇ 地幔作用因素影响对海平面上升的长期预估
- ◇ *Geology*：地球存在一个长达10亿年的活跃高峰期
- ◇ 模拟研究证实岩石的应力变化是“慢地震”发生的机理所在
- ◇ 研究显示过去35000年北冰洋深层洋流始终存在
- ◇ *Nature Geoscience*：冰消期海洋反硝化作用增强
- ◇ 海洋盐度卫星地图的绘制将进一步完善海洋与大气模型
- ◇ 基于最新卫星数据分析绘制的印度洋海表盐度分布图

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆

中国科学院资源环境科学信息中心

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆
邮编：730000 电话：0931-8271552

甘肃省兰州市天水中路8号
<http://www.llas.ac.cn>

目 录

战略规划与政策

2013—2014 财年印度地球科学部战略规划特点分析 1
ESA: 火星探测十年回顾 3

科学计量评价

汤森路透: 地球科学领域最新热点研究前沿 6

地质科学

Science: “好奇号”带来火星表面曾有流水的有力证据 7
地幔作用因素影响对海平面上升的长期预估 8
Geology: 地球存在一个长达 10 亿年的活跃高峰期 9

前沿研究动态

模拟研究证实岩石的应力变化是“慢地震”发生的机理所在 10
研究显示过去 35000 年北冰洋深层洋流始终存在 10
Nature Geoscience: 冰消期海洋反硝化作用增强 11
海洋盐度卫星地图的绘制将进一步完善海洋与大气模型 12

数据与图表

基于最新卫星数据分析绘制的印度洋海表盐度分布图 12

战略规划与政策

编者按：印度地球科学部近日公布2013—2014财年战略目标实施框架文件。印度新一轮地球科学研究规划部署有何新变化？其近期在地球科学领域可能取得哪些重要进展？本专题就此基于其新旧财年地球科学战略规划的比较分析予以解读。

2013—2014 财年印度地球科学部战略规划特点分析

1 总体目标及任务

1.1 总体目标定位更加明确

总体目标：为印度社会经济发展，推动地球系统科学领域的知识及技术进步。

与前一财年（2012—2013）规划相比，在目标定位上，新规划不再强调面向整个南亚次大陆及印度洋地区经济社会发展，而是明确服务于印度本国。

1.2 总体任务界定更为明晰

总体任务：为改进气象、雨季、气候及灾害预报，指导地球系统科学相关科研活动；为勘探开发海洋资源（生物及非生物）并确保其可持续利用，开展极地及印度周边海域考察并进行相应的技术研发。

与前一财年（2012—2013）规划任务不同，新规划将总体任务聚焦于两大领域：天气、气候及灾害预测和海洋资源开发利用，不再将极地研究单列，而是将其统一纳入海洋资源开发计划。

2 具体目标与行动

在具体目标及其行动的确定方面，新规划所确定的目标由上一财年的 12 个缩减为 11 个（未将“国家地理信息系统”建设纳入新财年规划）。为保证其总体目标的落实，新规划在关键目标的设置上保持了与上一轮规划的承接性，未对其进行大的调整。与上一轮规划相比，新规划在具体行动的部署方面更加细化，并补充完善了相应的考核指标。表 1 为新旧规划对比分析结果。

2.1 首要目标

根据目标权重值，规划所确定的 4 个首要目标包括（其他目标详见表 1）：

（1）改进气象预测并为农业、航空、海运及体育赛事等提供包括长期、大范围季节性降水预报在内的咨询服务。

（2）推动极地科学及其气候变化效应的研究进展。

（3）开展面向海洋资源利用的技术研发。

（4）提供广泛的包括渔业信息在内的海洋信息咨询服务。

表 1 2013—2014 财年印度地球科学部战略规划特点分析

序号	具体目标（权重值）	主要行动、考核指标变化	
		主要行动	考核指标
1	改进气象预测并为农业、航空、海运等提供包括长期、大范围季节性降水预报在内的咨询服务（21）	着重强调改进气象服务	将高性能处理系统的计算性提升至 600 兆次/秒（浮点运算）
2	改进对极地科学及其对气候变化影响的认识（12）	启动第 33 次南极科学考察和第 7 次北极科学考察； 启动第 7 次印度洋南部海洋科学考察	增加期刊论文产出考核指标
3	开展面向海洋资源利用的技术研发（12）	优先部署天然气水合物开发自动岩心取样系统的技术研发和海洋试验； 启动深海采矿技术研发（第 1 阶段）：6000m 深海采矿技术研发	实现 1500m 深度自动岩心取样系统海洋试验； 实现深海膨润土储罐安装及运输测试
4	提供广泛的包括渔业信息在内的海洋信息咨询服务（10）	优先开展海洋状态预测服务	强调海洋状态预测服务的效果
5	指导非生物资源评估科学调查（6）	与上一财年规划基本一致	增加期刊论文产出考核指标
6	改进对气候变化科学的认识（5）	与上一财年规划基本一致	增加期刊论文产出考核指标
7	提供包括飓风、海啸、海平面上升等在内的自然灾害早期预警服务（5）	与上一财年规划基本一致	
8	进行沿海海洋生产力和海洋生态系统评估（4）	设立 20 个沿海海洋污染监测站点	获取全部污染参数监测数据；向国家沿海污染控制委员会发布海水质量状态监测报告
9	引导地震学及地球科学研究（4）	加强地震观测网络建设 建立国家地震学研究中心（NCS）	进行宽频地震仪研发 启动 NCS 项目
10	促进旨在提升地球系统科学实力的基础研究的发展（4）	设立新的地球系统科学研究项目	考察项目对科学研究的支撑效果
11	通过举办研讨会、论坛、会议等不同类型的活动教育公众，促进社会意识的提升（2）	与上一财年规划基本一致	与上一财年规划基本一致

2.2 重要行动计划及可能取得的重要进展

基于新旧规划的对比分析，新规划所透露出的印度在地球科学领域将要展开的重要行动计划及可能取得的重要进展包括：

(1) 升级专门及公共气象预测设施：支撑气象预测的高性能计算机运算性能将由目前的不足 200 兆次/秒大幅提升至 600 兆次/秒。

(2) 展开更大范围极地研究和印度洋南部海域科学考察：将其海洋资源开发范围进一步向极地和南印度洋扩展。

(3) 深部海洋资源开采技术研发：海底天然气水合物开采自动取样技术适应深度由目前的 100m 大幅延伸至 1500m；深海非能源矿产开采深度将达到 6000m。

(4) 沿海海洋污染监测：实现全部污染参数数据的实时获取。

(5) 地震观测网络建设：实现宽频带地震监测设备的自主研发。

(6) 建立国家地震学研究中心（NCS）：建设计划最早有望于 2013 年 10 月启动。

根据相关信息分析“国家地理信息系统（NGIS）”建设，未被纳入新财年规划的原因为：考虑到项目的规模（投资预算约合人民币 32.3 亿元）和建设难度，将“国家地理信息系统”建设单独列为国家重点项，改由印度科技部、空间部、地球科学部和电子信息技术部联合承担。项目建设总周期为 3 年，NGIS 初级平台（即 NGIS1.0）建设期为 18 个月。项目建成后将形成国家地理信息数据库，为相关科学研究及公共服务提供重要数据支撑。

此外，在强化战略规划职能、进行行政改革以及完善内部工作服务机制等强制性目标方面，新的举措还包括增强内部工作机制的透明度、引入独立审计制度、实施创新行动计划等。

主要参考资料：

[1] MoES. RFD for Ministry of Earth Sciences (2013-2014) . <http://dod.nic.in/RFD2013-14 RE VISED.pdf>

[2] MoES. RFD for Ministry of Earth Sciences (2012-2013) . <http://dod.nic.in/RFD12-13%20moes%20Apr%202012.pdf>.

（张树良 撰写）

ESA：火星探测十年回顾

2013 年 6 月 3 日，欧洲航天局（ESA）在其火星探测卫星 Mars Express 发射 10 周年纪念日推出欧空局火星探测历程回顾专题报道，首次发布新的火星全球地图并回顾了火星探测 10 年成果。

1 最新火星全球地图

ESA 此次所发布的新火星全球地图，全景呈现了这个红色星球上水和火山活动

的历史，为下一代火星探测任务锁定了目标位点。该独特的地图集包括火星表面一系列水成、火山成因及风化形成的矿物的分布图，每幅地图代表了火星地质进化史的一个不同时期，地图集揭示了塑造火星的主导地质过程的全球背景。

1.1 水成矿物分布地图

第 1 张地图显示了水合矿物——页硅酸盐和水合盐分布的个别位点，这些水合矿物仅能在水存在的情况下形成，它们主要存在于最古老的陨石坑中，这些陨石坑可以追溯到 40 多亿年前，这表明在最初的几百万年间，火星表面和地下存在液体水，可能为早期的生命提供了适宜的条件。

1.2 火山成因矿物分布地图

接下来的 2 张地图显示了能够体现火山历史的橄榄石和辉石矿物，固体火山岩化学组成的差异能产生关于星球内部温度和压力进化的线索。橄榄石和辉石是玄武岩的 2 种主要矿物，而玄武岩是火星壳、地球洋壳和月球火山的标志性特征。

当前火星表面暴露的撞击坑周围发现一些最原始的、富镁橄榄石，撞击坑已经揭示出来自火星壳下面的非常古老的地幔样本。富含橄榄石的火星表面与大约 37 亿年前全球性的岩浆爆发事件有关，当时岩浆通过撞击坑底部的裂缝喷发到火星表面，这与月球上大的撞击盆地曾被火山岩浆淹没过的方式类似。目前仅保存有一些全球事件的痕迹，后续的地质活动掩盖了这些特征。在陨石坑高地，辉石分布特别广泛，这代表了火星壳上一些最为古老的部分。在平缓的北部平原，与原始橄榄石相比，辉石反映了更高演化熔岩的喷发。

1.3 风化作用形成的尘埃分布地图

尘埃掩盖了许多火星下层的岩石，这与三氧化二铁密切相关，三氧化二铁是在火星上发现的铁的矿物形态，其在北部低地和塔尔西斯火山区有最大量的分布。火星表面的尘埃被认为主要与大气的化学反应有关，引起富铁岩石缓慢“锈化”数十亿年，从而使火星呈现出独特的红色色调。

来自过去冰川活动和撞击事件的风化与侵蚀，以及当前的沙尘暴、大风和冻融循环，都有助于细粒粉尘的持续产生。矿物地图提供了火星随时间演化的独特记录，它们体现了在整个火星上水和火山进程发挥的作用，这跨越了漫长的地质时期。

1.4 为未来原位探测提供线索的地图

地图同时突出了科学研究特别感兴趣的区域，这有助于开展进一步的原位探测，比如沿较低的北部平原和古代陨石坑高地之间边界上水合矿物暴露簇的丰富度。研究人员表示，在这些峭壁侧面，较厚的冰沉积可能在长时间保护了古代水蚀位点。

在一些地方，地图显示了在火山暴露岩层和水合矿物之间的重叠，在这些区域，在火山—冰川相互作用期间矿物质可能通过加热而有所改变。比如，在一个称为 Nilii Fossae 的地方，在橄榄石地图上由于有明亮的红色/黄色斑点而较易识别，在水存在

的条件下，矿物质易风化而成为黏土。如果这里的岩石由于水热活动而发生变化，那么该地方的条件可能曾经支持生命的存在。

研究人员认为，火星上有非常特殊的地点，可能是整个太阳系唯一的，这些地方在行星形成的随后数十亿年期间有环境保存完好的记录，在这期间，生命在地球上出现，也可能在火星上出现。

地图集是根据搭载于 Mars Express 上的 OMEGA 矿物绘图仪器收集的 10 年探测数据生成的（通过分析反射的太阳光的光谱来确定火星表面的矿物质组成）。研究人员表示，火星的历史蕴藏于其矿物中，这些新的全球观点归功于欧洲航天局火星探测任务的长期持续性，有助于解开 46 亿年行星进化的秘密。地图集不仅将为确定下一代火星登陆器和探测器的着陆位点以及未来 ESA 载人航天任务的目标位点提供依据，而且将确保欧洲始终处于行星探测的前沿。

2 火星探测 10 年历程

ESA Mars Express 10 年火星探测历程及主要成果如下表（表 1）所列。

表 1 欧空局 Mars Express 10 年火星探测历程

时间	探测计划	主要任务/发现
2003	发射火星轨道中继系统	观测地球和月球
2004	首次飞越火卫一	发现火星南极的水冰与干冰
		指示甲烷的存在
		获得近期火山活动的证据
2005	在火星表面部署雷达测高计	探测并绘制富含水的矿物的分布图
		发现火星赤道至中纬度的冰川
		发行火星表面磁异常区存在极光
2006	继续以最低太阳能耗维持运行	火星大气臭氧分布图绘制
		探测火星表面干冰云
2007	部署火星网络摄像机重启对火星的可视监测	获得火星南极冰盖以下的雷达影像
		确定了火星大气逃逸率
2008	与 NASA phoenix lander 协同	获得了火卫一的高清影像
		发布首批火星表面 3D 影像
2009	获得首批火卫一和火卫二的影像	探测火星上层大气与太空之间的边界
2010	以高度 77km 近地飞越火卫一	绘制火卫一表面特征
		完成有史以来最为精确的火卫一的大小及质量测定
		完成整个火星表层一下的水冰分布图绘制
2011	完成 10000 次的环火星轨道飞行	发现火星大气中超饱和的水蒸气
		好奇号火星探测器登陆火星
2012	与 NASA “好奇号探测器协同	首次探测火星暗面大气中的分子氧
		开展火山之下的岩浆密度的重力分析

除获得有关火星表面水和火山的发现之外，Mars Express 还广泛开展了包括火星地下直至其高层大气，以及其卫星——火卫一和火卫二等诸多方面的研究，这提供了火星环境各个方面的深度分析。探地雷达探测结果显示：在火星南极，有足够的水存在于冰盖中，如果这些冰融化，在整个火星表面水深可达 11m；在火星大气中检测出甲烷存在的痕迹已经引起了科学家的激烈争论：这是否是由火山作用产生，或者是活跃生物活动的结果，就像在地球上一样？同时，Mars Express 也提供了火卫一最详细的地图集。

ESA 表示，尽管持续 10 年之久的 Mars Express 火星探测任务为我们提供了关于火星历史的真正的全球视角，为下一代火星探测任务铺平了道路，但对 Mars Express 的未来仍有诸多期待，如与美国宇航局的 MAVEN 航天飞船协同开展对火星大气的测量、2014 年 10 月最近距离观测赛丁泉彗星 C/2013 (Comet C/2013 Siding Spring) 以及 2016 年 10 月监测 ESA ExoMars 探测器的运行等。

(郭 艳 张树良 编译)

原文题目：Ten Years at Mars: New Global Views Plot the Red Planet's History

来源：http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Ten_years_at_Mars_new_global_views_plot_the_Red_Planet_s_history

科学计量评价

汤森路透：地球科学领域最新热点研究前沿

近日，汤森路透知识产权与科学事务部正式发布首个国际研究前沿分析报告《研究前沿 2013》，报告基于 ISI 基本科学指标 (ESI) 数据库，采用论文被引频次和核心论文发表时间中值相结合的方法，遴选出近期最受关注的自然科学与社会学 10 个领域（农业、植物学与动物学、生态学与环境科学、地球科学、临床医学、生物学、化学与材料科学、物理学、天文学与天体物理学、数学、计算机科学与工程学、经济学、心理学及其他社会科学）共 100 个前沿研究主题。从 2013 年开始，该报告将每年发布一次，从而形成国际研究前沿分析报告系列。汤森路透推出该报告系列的目的在于跟踪新兴研究领域，为科技管理者和决策制定者提供有关科学研究发展动态的信息服务。地球科学领域前 10 个研究前沿如表 2 所列。

分析结果显示，近期地球科学领域研究前沿的出现表现出重要事件驱动的特征。如 2008 年中国汶川地震和 2009 年意大利拉奎拉地震引发了学界的强烈关注，从而在短时间内提升了相关研究的显示度。此外，尽管与 2011 年日本大地震和 2010 年智利地震有关的研究未能进入 Top10 研究前沿中，但同样具有较高的关注度。

表 2 地球科学领域研究前沿 (Top10)

排序	研究前沿	核心论文数 (篇)	被引频次	核心论文时间中值
1	南中亚造山带地壳构造演化	24	1176	2010.1
2	全球陆地异戊二烯排放与气候变化	25	1300	2009.8
3	西藏南部 U-Pb 锆石年龄及地质年代学	45	2521	2009.7
4	格陵兰岛冰芯年代学及旧石器时代中晚期过渡阶段	28	2490	2009.6
5	大气成核作用及纳米粒子的生长	33	1835	2009.6
6	气候变化与降水极限	30	2098	2009.5
7	格陵兰岛冰盖总量、融化及运移	25	1627	2009.4
8	2008 年汶川地震研究	38	2326	2009.1
9	黑炭排放与北极空气污染	17	1090	2009.1
10	地面运动预测方程及 2009 年意大利中部拉奎拉地震	31	2196	2009.1

参考资料:

[1] Thomson Reuters. Research Fronts 2013. <http://sciencewatch.com/sites/sw/files/sw-article/media/research-fronts-2013.pdf>

(张树良 撰写)

地质科学

Science: “好奇号”带来火星表面曾有流水的有力证据

尽管卫星图像显示出火星表面上有庞大的沟渠网络,但是过去的火星探测任务所展示的火星上有流水的证据仍然有限。2013年5月31日, *Science* 发表了题为《火星盖尔陨石坑的河成砾岩》(Martian Fluvial Conglomerates at Gale Crater) 的有关火星探测研究的最新进展。“好奇号”所捕获的“鹅卵石”为火星上曾经有河流或者溪流存在提供了强有力的证据,这表明火星过去的环境明显不同于现在的干冷条件,有可能支持生命的存在。

自2012年8月成功登陆火星以来,“好奇号”火星探测器一直在寻找火星表面过去是否有支持生命和进化的环境线索,关键的证据可能包括水合矿物或者含水矿物、有机物或者其他与生命有关的化学成分。好奇号探测车携带的相机拍摄了火星表面的一些照片,其中捕获了由许多圆形鹅卵石(直径2~40mm)组成的岩石结构,这些鹅卵石与地球上沉积在河床上的鹅卵石颇为相似。

圆形鹅卵石的形成表明,过去的火星气候是温暖和湿润的,其表面存在水流。科学家认为这些鹅卵石是被浅的、快速流动的水体持续冲刷、磨蚀而成,因此外表光滑,而如果是由风化作用形成,其外表应粗糙且有棱角。根据估算的磨蚀速率并

考虑减少的重力，科学家估计这些鹅卵石至少需要在水中移动几公里。通过分析砂粒大小分布和类似岩石的形成，研究人员认为，水流深度应该介于 0.03~0.9m 之间，速度应该在 0.2~0.75m/s 之间。

研究人员表示，这些岩石提供了研究位点过去环境条件的记录，这同当前的火星环境显著不同，现在火星的大气条件使得液态水不稳定。火星古代河流沉积物的发现证实火星表面曾经有流水，或许为其提供了适宜生命存活的环境条件。

(郭艳 编译)

原文题目: Martian Fluvial Conglomerates at Gale Crater

来源: Science, 2013, 340(6136): 1068-1072

地幔作用因素影响对海平面上升的长期预估

2013 年 5 月 16 日，通过 *Science Express* 发表的有关海平面上升成因的研究成果显示：海平面上升受到地幔作用的影响，如果考虑地幔作用因素，那么目前对海平面上升的预估都将超出真实情况。

由美国和加拿大研究人员组成的联合研究小组通过对美国东部海岸带地形变化的研究发现，海岸线位置的变化并不能作为指示因冰融所致的海平面上升的唯一证据，其变化受到地幔作用的影响。研究小组对位于美国弗吉尼亚州至佛罗里达州之间的古海岸线的研究结果显示，该海岸线局部海拔超过 280 英尺（约为 85.3m），但海岸线实际只被抬高了 210 英尺（约为 64.0m）多。这意味着实际冰川消融导致的海平面上升低于预期。而海岸线被扭曲而非呈平坦状的事实反映了地幔挤压作用的存在。

研究小组一直致力于利用计算机模型精确查证在 300 万年前的间冰期冰盖融化的程度。迄今为止，在格陵兰岛、南极洲西部和东部的广大冰盖区都找到了有关冰融程度低于预期的证据。同样，此次发现的美国东海岸隆起的事实意味着南极洲东部冰盖仅融化了一部分或者根本没有融化。先进的建模分析结果表明，美国东部该海岸线可能已移动 196 英尺（约为 59.7m）。模型同时考虑了其他因素，如近海沉积物的积累和冰川后退。

该研究不仅向利用海岸线预测未来海平面上升以及依赖冰川进退研究海平面变化的科学家发出了警示，而且挑战了传统的“被动陆缘”学说。北美东海岸一直被认为是“被动陆缘”（即非发生大范围构造运动的区域）。但研究人员认为，观测和数值模拟结果证实：所谓的“被动陆缘”实际上长期受到地幔流所产生的变形作用的影响。据此，由于粘稠的地幔到处流动，所以在地表几乎不可能找到所谓的“稳定参考点”来精确测量全球海平面上升。因而，如果错误地假设一个特定的边缘为稳定参照系（而实际上其可能已经下陷），必然导致“海平面上升、冰盖融化增加”

的错误结果。

研究小组下一步将把美国东海岸模型应用于同样被认为是具有被动型地质特征的阿巴拉契亚山脉。尽管其地质构造已稳定了 2 亿多年，但其已经开始显现由构造变形所引发的侵蚀迹象，如崎岖的山峰、陡峭的悬崖以及山体滑坡等。

(宁宝英 译 张树良 校)

原文题目: Dynamic Topography Change of the Eastern United States Since 3 Million Years Ago

来源: Science, 2013, DOI: 10.1126/science.1229180

Geology: 地球存在一个长达 10 亿年的活跃高峰期

新近发表于 *Geology* 杂志上的题为《地球造山运动的高峰: 距今 12 亿~11 亿年格伦维尔期的超级事件》(Orogenic climax of Earth: The 1.2–1.1 Ga Grenvillian superevent) 的有关地壳演化的研究表明: 大约在 11 亿年前, 地球处于最活跃期, 当时所有的大洲碰撞成一个巨大的超级大陆, 之后地壳运动趋于平静。这成为星球存在生命周期的新证据。

尽管目前已知地壳板块构造运动已经至少持续了 30 亿年, 但尚不清楚地球是否已经随着时间的推移变得更活跃或者更不活跃。这涉及到地壳运动周期这一长期为学界所关注的有关地球演化的重要课题。为破解这一问题, 研究人员希望借助地球化学手段重建板块构造运动的历史。

研究人员检测了来自世界各地的 3200 个岩石样品的锆和钽的含量(二者富含与地壳构造活跃期形成的岩石中), 并测量了另外 1200 个岩石样品中的氧同位素含量(岩石中氧同位素含量受地壳再循环的影响)。

结果表明, 构造活动从 30 亿年前(地球形成初期)开始逐渐增强, 到约 11 亿年前达到峰值, 然后下降。在运动高峰期, 所有的大洲相撞, 形成超级大陆“Rodinia”, 贯穿该超级大陆的山系足以使现在的喜马拉雅山脉相形见绌。

研究人员认为多个因素导致地球变得更加活跃, 其中的关键因素之一是构造板块变大变厚, 从而使碰撞更猛烈。当地球冷却后, 构造板块移动速度变慢, 所以构造活动减少。

美国莱斯大学 Adrian Lenardic 推测, 地球早期的几十亿年中, 板块运动活跃度较低可能归因于热量: 当时的岩石更热、更柔韧, 因此板块更难被打破。这意味着地球形成之初, 在其压力建立期的很长一段时间内是安静的。如果这种推测正确, 那就意味着撕裂早期地球的地震比人类历史上发生的任何地震都要强烈。

关于该研究结果是否表明地球的活动现在正在放缓直至停止, Lenardic 认为, 地球最终将耗尽其内部能量, 但尚不清楚地壳板块停止活动需要多长时间。而美国卡内基学院的 Steven Shirey 则认为, 在 70 亿年后被太阳吞没之前, 地球的内部能量

将维持板块构造的持续运动。

(宁宝英 译 张树良 校)

原文题目: Orogenic climax of Earth: The 1.2–1.1 Ga Grenvillian superevent

来源: *Geology*, 2013, DOI:10.1130/G34243.1

前沿研究动态

模拟研究证实岩石的应力变化是“慢地震”发生的机理所在

近日, *Nature Geoscience* (2013 年第 6 期) 发表了由美国国家科学基金会 (NSF) 和德国科学基金会 (DFG) 共同资助的有关新的地震形式“慢地震”研究的最新进展。

慢地震通常会持续数分钟而非短短几秒钟, 由于技术和研究手段所限, 慢地震现象直至近 5~10 年才受到关注。慢地震由断层的缓慢滑动引起, 介于断层稳定蠕动和破坏性地震发生之间。新的观测结果显示, 断层运动往往并不会因为一次突然的地震或因稳定蠕动而减弱, 随后可能表现为反常的低频地震即慢地震, 这种慢地震会持续数周。有关慢地震现象的发现已经颠覆了通常对断层运动的认识, 但迄今为止尚不清楚引起慢地震发生的地质过程。

由美国宾夕法尼亚州州立大学和德国布莱梅大学组建的国际地震研究团队通过断层运动的实验室模拟揭示了慢地震发生机理。实验样品取自慢地震发生典型区域——日本南海 (Nankai) 俯冲带。实验样品为海洋沉积物, 主要由粘土矿物和少量石英组成。研究人员认为慢地震现象与断层所含岩石类型有关, 粘土矿物在其中发挥着主导作用。因而, 实验重点关注断层运移过程中岩石的响应行为。实验研究结果显示, 在断层剪切运移过程的最初阶段, 随着滑动速率的增大, 富含粘土矿物的岩石变得更为坚韧, 从而阻止了如同在正常地震中或具有高的空隙流体压力的断层中岩石破裂的发生。但随着断层滑移距离的增大, 这些岩石开始变得脆弱, 从而引发了地震。实验所产生的效应同慢地震自然发生的条件极为吻合。同时研究还发现, 粘土矿物中的水含量会影响断层的剪切运移方式。研究人员表示, 根据实验所获得的地震成核作用机理, 可以预测断层破裂的发生规模。基于此, 有关慢地震发生过程的诸多问题都将在该研究中得到解释。

慢地震最大威胁在于其潜伏性, 低频断层滑动地质事件的积累将引发大规模地震。不过, 由于其过程的延迟, 为提前预测地震最终的发生提供了可能。这对于日本及其他地震频发的地区至关重要。目前, 利用宽频地震仪和全球定位系统, 日本已经实现了对慢地震的监测。

(张树良 编译)

原文题目: Slip weakening as a mechanism for slow earthquakes

来源: *Nature Geoscience*, 2013, 6: 468–472

研究显示过去 35000 年北冰洋深层洋流始终存在

2013 年 5 月 30 日, *Nature* 发表了美国哥伦比亚大学有关冰期洋流运动的最新研究成果。研究证实, 即使在冰期的深部冻结期北冰洋深层洋流也仍然存在。

北冰洋在地球的气候有着重要的作用, 无论是表面的海冰的形成和运输, 还是北极的深层流对全球热盐环流都起着重要作用。很多科学家们一直认为在深度冻结的冰河时代, 推动全球洋流的北大西洋深层流放缓甚至停止。铀从陆地上被侵蚀入海后, 在海洋中衰变为钍和钷, 进而附着到颗粒上沉积到海底, 由于吸附能力不同, 钍会随之海水的运动而逐渐减少。本研究通过对北极不同地域 7 个海洋沉积芯中的钍-231/钷-230 同位素比的测定, 来分析在冰期、冰消期和间冰期随洋流运动的“颗粒活性元素”的沉积模式。发现, 北冰洋在过去 35000 年始终是通过弗拉姆海峡向大西洋输出钍和海水的, 即使是在冰河期深层冻结期时也一样。

(郑文江 译 张树良 校)

原文题目: Persistent export of ^{231}Pa from the deep central Arctic Ocean over the past 35,000 years
来源: *Nature*, 2013, 497: 603-606

Nature Geoscience: 冰消期海洋反硝化作用增强

2013 年 6 月 2 日, *Nature Geoscience* 发表国际海洋氮循环计划工作组关于海洋氮循环的研究成果《变暖的冰消期海洋反硝化作用增强》(The acceleration of oceanic denitrification during deglacial warming)。研究通过对跨越末次冰消期的海底沉积物中氮同位素变化分析表明反硝化作用在气候变暖的末次冰消期增强, 水平接近全新世初期。

氮循环是海洋生态系统物质循环的重要组成部分, 对维持海洋生产力、海洋生态平衡有着重大意义。硝化作用增强将增加氮营养导致水体富营养化而缺氧, 而反硝化作用增强将导致海洋生物因缺乏氮营养而减少。该研究通过对跨越冰消期 30000 年间的 2329 个海底岩芯样品中氮同位素的 76 个时间序列分析, 发现在末次盛冰期, 地球上的氮循环接近稳态, 海洋的硝化和反硝化作用相当。在逐渐变暖的冰消期, 海底反硝化作用及脱硝速率增强 30% 至 120%, 而后再逐步达到全新世初期的氮平衡水平。而末次盛冰期和全新世初期的全球有机物氮同位素平均水平却相当, 为此深海反硝化作用必须增加到 2 个时期的相似水平。同时, 研究还发出警示: 目前的气候变暖的趋势比以往任何时候都要迅速, 由此可能导致的海洋变化也将更为剧烈。

(郑文江 译 张树良 校)

原文题目: The acceleration of oceanic denitrification during deglacial warming
来源: *Nature Geoscience*, 2013, DOI: 10.1038/geo1832

海洋盐度卫星地图的绘制将进一步完善海洋与大气模型

最近，以美国南卡罗来纳大学卫星海洋学实验室主任 Subrahmanyam Bulusu 教授领导的研究小组基于海洋盐度卫星（SMOS）观测数据对印度洋盐度评估研究的系列成果表明：海洋盐度卫星地图的绘制将有助于完善海洋与大气模型。

海洋表面的盐度会因为洋流、降水、蒸发和径流的驱动而变化，因此海洋盐度并非均一。盐度反作用于海水密度、洋流和蒸发速率，从而在全球水循环中发挥着重要作用。传统的海洋与气候模型中往往忽略盐度这一重要因素。目前科学家已认识到，盐度对洋流驱动模型和海气作用模型的重要作用，但因为传统的海洋盐度测量主要基于航道测量或浮标监测，而使得海洋盐度数据非常零散，无法满足海洋与气候建模需求。2009 年 11 月发射的欧洲航天局（ESA）土壤湿度和海洋盐度卫星（SMOS）和 2011 年 6 月发射的美国航空航天局（NASA）水瓶座卫星，在时间上和空间上为收集和绘制全球海洋盐度地图提供了详实的数据和覆盖度，这将促进海洋和气候模型的进一步完善。SMOS 卫星监测的全球盐度数据弥补了全球 Argo 实时海洋观测网 3500 个观测点的数据，在印度洋上两者测量差异仅为 0.1 个实用盐度单位（psu）。卫星数据绘制的全球海洋盐度地图将进一步改善气候预测模型。

（郑文江 译 张树良 校）

原文题目：Mapping Sea Salt from Orbit: Building Better Ocean and Climate Models

来源：<http://www.sciencedaily.com/releases/2013/05/130531101721.htm>

数据与图表

基于最新卫星数据分析绘制的印度洋海表盐度分布图

下图（图 1）为美国南卡罗来纳大学研究人员通过对最新卫星数据分析所绘制的高分辨率印度洋表面盐度分布图(用于改进海洋与气候建模)。其中图 a 基于 NASA 水瓶座卫星探测数据、图 b 基于 ESA SMOS 卫星探测数据、图 c 基于 Argo 海洋观测网数据。

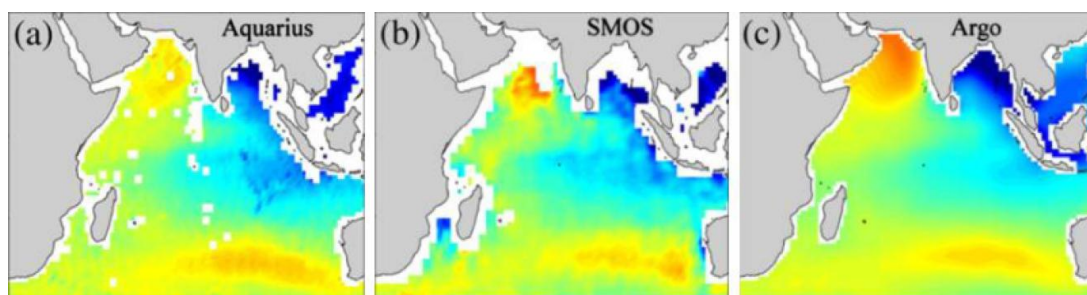


图 1 高分辨率印度洋海表盐度分布图

（张树良 编译）

来源：<http://www.sciencedaily.com/releases/2013/05/130531101721.htm>

版权及合理使用声明

中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》（简称《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认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《快报》用于任何商业或其他营利性用途。未经中科院国家科学图书馆同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中科院国家科学图书馆允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题《快报》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题《快报》内容，应向国家科学图书馆发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与国家科学图书馆签订协议。中科院国家科学图书馆总馆网站发布所有专题的《快报》，国家科学图书馆各分馆网站上发布各相关专题的《快报》。其它单位如需链接、整期发布或转载相关专题的《快报》，请与国家科学图书馆联系。

欢迎对中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》提出意见与建议。

中国科学院国家科学图书馆

National Science Library of Chinese Academy of Sciences

《科学研究动态监测快报》

《科学研究动态监测快报》(以下简称系列《快报》)是由中科院国家科学图书馆总馆、兰州分馆、成都分馆、武汉分馆以及中科院上海生命科学信息中心编辑出版的科技信息报道类半月快报刊物,由中科院基础科学局、资源环境科学与技术局、生命科学与生物技术局、高技术研究与发展局、规划战略局等中科院专业局、职能局或科技创新基地支持和指导,于2004年12月正式启动,每月1日或15日出版。2006年10月,国家科学图书馆按照统一规划、系统布局、分工负责、整体集成的思路,按照中科院的主要科技创新领域,重新规划和部署了系列《快报》。系列《快报》的重点服务对象一是中科院领导、中科院专业局职能局领导和相关管理人员;二是中科院所属研究所领导及相关科技战略研究专家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科技战略研究专家。系列《快报》内容力图恰当地兼顾好科技决策管理者与战略科学家的信息需求,报道各科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技进展与动态、科技前沿与热点、重大研发与应用、科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。

系列《快报》现分13个专辑,分别为由中国科学院国家科学图书馆总馆承担的《基础科学专辑》、《现代农业科技专辑》、《空间光电科技专辑》、《科技战略与政策专辑》;由兰州分馆承担的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由成都分馆承担的《信息科技专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由武汉分馆承担的《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》;由上海生命科学信息中心承担的《生命科学专辑》。

编辑出版:中国科学院国家科学图书馆

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100080)

联系人:冷伏海 王俊

电话:(010)62538705、62539101

电子邮件:lengfh@mail.las.ac.cn; wangj@mail.las.ac.cn

地球科学专辑

联系人:郑军卫 安培浚 赵纪东 张树良 刘学 李建豹

电话:(0931)8271552、8270063

电子邮件:zhengjw@llas.ac.cn; anpj@llas.ac.cn; zhaojd@llas.ac.cn; zhangsl@llas.ac.cn; liuxue@llas.ac.cn; lijib@llas.ac.cn