

中国科学院国家科学图书馆

科学研究动态监测快报

2011年12月15日 第24期（总第126期）

地球科学专辑

中国科学院资源环境科学与技术局

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆

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

- 《国际科学理事会二期战略规划 2012—2017》科学研究
相关要点介绍.....1

能源地球科学

- 美国能源部公布超深水钻探风险研究项目遴选结果6

地质科学

- 最新研究揭示地核轻元素之谜7
确定生命演化的基础：有关早期地球大气的关键发现8

地震科学

- 研究发现纳米级的地震摩擦效应10
岩石断裂释放的臭氧可用于地震预测12

战略规划

编者按：日前，继成功启动其首轮战略规划即“国际科学理事会战略规划 2006—2011”之后，国际科学理事会（ICSU）最新发布其新一轮战略规划《国际科学理事会二期战略规划 2012—2017》。在总结首轮战略所取得的重要进展、成果及经验教训的基础上，规划报告分别从国际研究合作、科学政策和科学教育普及等 3 方面对其二期战略规划进行了全面阐述，同时介绍了 ICSU 未来新的组织功能架构。本专题特就 ICSU 新规划的科学研究的科学研究部分进行重点介绍。

《国际科学理事会二期战略规划 2012—2017》

科学研究相关要点介绍

1 全球科学发展的新背景

根据 ICSU 对未来 20 年全球科学发展的最新预见，未来全球科学发展将面临以下新形势新背景：

（1）科学全球化日益显现。科学全球化态势主要反映在以下 5 方面：中国的崛起以及印度、巴西的快速发展；新的卓越研究中心在中东和东南亚的涌现；欧洲各小国实力的提升；美国、西欧及日本继续维持其传统优势；与此同时，许多欠发达国家的努力也不容忽视。

（2）一个多极化的科学界正在发展。在传统科学中心保持其实力的同时，以“金砖四国”为代表的新兴力量加速了科学界向多极化的转变。

（3）科学界的联系日趋紧密。新的数字技术加速了科学的组织与沟通，并使研究人员更容易开展研究合作（这同时也得益于更为普遍和经济的航空交通方式）。

（4）人才流动更趋普遍。最近几十年来全球人才竞争明显加剧，这使得人才在全球范围的流动更为普遍。

（5）科学合作的首要驱动力仍然来自科学家本身。目前，科学研究合作活动仍然主要由科学家自主发起，但是，尚不清楚科学家联合及流动的动力机制、其对于全球科学发展的影响如何以及怎样更好地利用科学家网络推动全球的科学合作。

（6）许多全球科学评估及研究计划处于分散管理状态。这种现状同诸多全球挑战的应对有赖于全球协作的现实相违背，这反映出全球科学政策领域合作的缺失。

（7）企业对于推动科学发展的作用日益增强并超越国界。OECD 国家企业研发投入比例已由 1981 年的 52% 上升至 2008 年的 65%，同时，仅有 2% 的专利申请来自北美、亚洲及欧洲以外的国家。这种形势主要是由日益加剧的全球人才竞争所致。

（8）科学已经成为国际外交的重要组成部分。在全球化形势下，科学在国家外

交事务的众多方面正发挥着越来越大的作用。科学不仅已经成为在众多领域促进国际政策传播的重要因素，而且也已成为许多国家外交活动的重要组成部分。

(9) 科学教育与科学素养日益受到关注。目前，在许多国家，科学教育与科学素养正日益受到重视，科学家培养及科学文化教育普及范围不断扩大。

2 未来国际研究合作的目标及重点领域

2.1 目标

(1) 推动全球可持续发展：充分发挥科学的作用和潜能，整合各领域的知识，支持社会实现向可持续发展的转变。

(2) 服务人类健康：依靠各科学联盟和跨领域研究实体的力量，确保将人类健康问题被适时纳入未来战略的规划与执行过程。

(3) 开拓新的科学视野：监测科学与社会及与其发展机制相关重要最新国际研究的动向，并使之成为 ICSU 成员所关注的重要方向。

2.2 未来国际研究合作的重点领域

2.2.1 面向全球可持续发展的地球系统科学

未来 10 年，面向全球可持续发展的地球系统科学面临 5 大根本挑战：

(1) 预测：改进对未来环境条件及其对人类影响的预测的有效性。

(2) 观测：发展、强化并整合观测体系，实现全球及地区环境变化的有效管理。

(3) 限制：确定如何预见、认识、避免并适应全球环境突变。

(4) 响应：明确何种制度、经济及行为变化能够有效推动全球可持续发展。

(5) 创新：鼓励有利于实现全球可持续发展的科技、政策及社会举措创新及合理的评估机制。

为应对上述重大挑战，将启动新的“地球系统可持续性计划”（Earth System Sustainability Initiative, ESSI），该计划将基于现有的全球变化计划和其他相关行动，并将目标特别锁定在区域层面。计划的目标为：传播政策实施及技术方案所需的科学知识，以引导未来从地区到全球的多层面的可持续发展。地球系统可持续性计划将借助综合系统方法，重点关注食品、水资源和能源安全及其同环境变化和人类健康之间的关系等关键问题。

2.2.2 地球观测系统

作为面向海洋及大陆的地球观测系统以及面向气候的交叉领域系统建设的联合资助方，ICSU 在地球观测系统的建设方面发挥着越来越重要的作用。ICSU 是国际地球观测组织（GEO）的重要成员，同时，ICSU 世界数据系统为全球地球观测系统体系（GEOSS）数据的长期建设和维护提供了重要支持。

GEOSS 的最终成功将取决于持续的政府支持和地球观测站点运营方与研究方的密切合作。在新的战略规划期，ICSU 将继续致力于推动 GEOSS 的发展，同时为应对未来建设社会-环境综合观测系统的重大挑战，ICSU 将对其未来在观测系统建设方面的作用进行战略评估。

2.2.3 极地研究

极地区域蕴含着地球独一无二的历史记录，是洞悉地球现状及未来的指示计，因而极地研究成为全球可持续性研究的重要关键内容。

“国际极地年（2007—2008）”行动取得了一系列的重要成果，在此基础上，ICSU 将重新重视以下延伸问题：加强长期极地观测系统建设、确保高质量的极地数据的便捷获取、继续倡导并拓展与之相关的公众教育。

为此，需要在可持续性研究重大挑战框架下对未来极地研究需求及其组织架构进行战略评估。极地研究所涉及的重要组织和机构包括：南极研究科学委员会、国际北极科学理事会、国际冻土联合会、国际大地测量地球物理学联合会（IUGG）低温层研究委员会。

2.2.4 灾害风险研究

重大自然灾害是实现可持续发展的主要障碍。新的为期 10 年的灾害风险综合研究（IRDR）计划已于 2008 年经 ICSU 大会批准，并于 2010 年在中国北京成立了专门的国际计划办公室（IPO）。IRDR 旨在整合灾害及其相关学科以及不同区域的研究，为应对实现可持续性发展的重大挑战提供支撑。

为此 ICSU 所设立的区域机构（ICSU 区域办公室）也将优先发挥作用，他们将重点关注地方的专门灾害。对区域灾害的关注将有助于促进来自欠发达国家和地区的科学家参与相关研究活动。为保证对区域及全球战略的顺利整合，IRDR 国际计划办公室未来行动将优先面向同区域办公室的合作，这将涉及区域及全球数据与信息资源、系统及政策的协同与整合，以及同 ICSU 数据管理机构和其他方的合作。

2.2.5 生态系统变化

为期 10 年的新的“生态系统变化与社会计划”已于 2008 年得到 ICSU 大会的认可，相应的国际计划办公室也已于 2011 年在瑞士斯德哥尔摩和马来西亚槟城成立。该计划源自“千年生态系统评估计划”，重点关注全球及区域层面的管理、生态系统服务及人类福利之间的关系，其核心是对社会和自然科学的整合。计划将为新建立的政府间生物多样性和生态系统服务委员会（IPBES）提供科学技术支撑。

生态系统变化与社会计划涵盖整个 GEC 计划并直接面向未来实现可持续发展的重大挑战。生物多样性和生态系统服务将是 ICSU 拉丁美洲-加勒比海办公室以及亚太地区办公室关注的重点，前者将自主展开相关的区域分析，后者将同全球科学

委员会合作探讨如何在区域层面更好地推动计划的落实。

2.2.6 可再生能源

明确未来可再生能源需求不仅是全球可持续性研究的重点，也是实现可持续发展的关键所在。继可再生能源国际科学委员会于 2009 年发布有关可再生能源全球现状以及生物质、太阳能光伏和风能领域未来优先研究方向的重要成果之后，ICSU 正在参与的“全球主要能源评估报告”也即将发布。

在区域层面，可再生能源是 ICSU 所有地区机构的优先关注领域，因地区而异，其各自的侧重点有所不同。ICSU 将在促进不同层面的可再生能源研究跨领域合作及计划的开展方面发挥引领作用。此外，作为区域规划的补充，诸多能源相关跨领域计划正在现有全球环境变化计划框架内实施，同时多个组织也正在致力于相关专门领域的研究。

全球重大挑战的明确和相关组织构架的变化将为基于上述不同行动，建立更为综合的可再生能源全球行动计划奠定基础。

2.2.7 城市人口健康与福利

目前全球超过一半的人口生活在城市，并且这一比例仍在迅速攀升，因此而带来的新的挑战，即如何维持并改善人类健康和福利。

ICSU 关注人类健康的驱动力来自其潜在重要性，人类健康及福利正成为各方关注的热点问题。目前 ICSU 正在开展关于“在日益变化的城市环境下健康与福利的系统分析”的研究，并于 2011 年启动了相应的专门科学计划（为期 10 年），旨在确定城市人口健康与福利的决定性要素及表现形式的新的概念体系。

2.2.8 开拓新视野和未来新方向

（1）科学预见

预见是 ICSU 开拓未来国际科学新方向的重要手段，它不仅有助于 ICSU 确定自身的战略定位，同时也为其他相关组织及其成员国确定其国际定位提供了重要依据。

与该战略规划相配套，ICSU 于 2011 年启动了第二次科学预见行动，此次科学预见同之前采用传统方法的预见有很大不同，它将采用情景分析方法分析未来 20 年甚至更长时期国际科学发展的潜在路径。ICSU 第二次科学预见将于 2012 年完成，届时将为 ICSU 及其成员明确长期的战略选择。

（2）拓展新科学视野

凭借其专家团队力量，ICSU 将进一步致力于推动全球对交叉前沿领域研究的关注和国际合作。为此，ICSU 将通过 2 种专门机制明确未来新的优先领域，即 ICSU 授权项目和与欧洲科学基金会（ESF）合作建立联合研究工作组。目前已经确定的新的优先领域是纳米科学与纳米技术领域，相应的纳米技术示范性研究行动已经展

开，以此为引导，其他可能的优先领域，如环境效应及社会响应等也在酝酿之中。

3 重点领域主要行动计划

ICSU 在明确其未来重要领域的同时，也给出了各重要领域未来的主要行动计划（表 1）。

表 1 ICSU 重点领域未来主要行动计划

重点领域	主要行动计划（2012—2017）
地球系统可持续性研究与全球环境变化	实施新的全球可持续性研究战略框架 联合设计并启动一项为期 10 年的重要计划 为新计划的落实重新构建研究组织体系
全球地球观测系统	在新研究行动计划背景下同各观测系统开展合作； 确立 ICSU 世界数据系统与全球地球观测系统体系发展之间的联系； 重新审视 ICSU 在地球观测系统中的作用
极地研究	将极地研究纳入全球可持续性研究总体框架； 对未来极地研究国际合作和 ICSU 之作用进行评估，包括 IPY 遗留问题
灾害风险研究	在全球可持续性研究整体框架内全面实施 IRDR 计划； 将区域科学规划整合至全球 IRDR 规划中； 于 2014 年对 IRDR 计划进展进行评估
生态系统变化与社会	在全球可持续性研究总体框架下实施 PECS 计划； 将区域行动及其关注重点纳入 PECS； 于 2016 年对 PECS 计划进展进行评估
可再生能源	在全球可持续性研究总体框架下促进能源领域行动的开展； 落实并确保区域科学规划之间的协同，并将全球能源评估纳入考虑
人类健康与福利	实施新的城市人口健康 10 年行动计划； 通过 ICSU 区域机构推动欠发达国家参与行动
拓展新科学视野和未来新方向	鼓励 ICSU 成员继续开展科学预见研究； 根据预见，调整 ICSU 关注重点及组织架构； 于 2012 年召集组建纳米科学与纳米技术研究工作组

（张树良 编译整理）

原文题目：ICSU Strategic Plan II, 2012-2017

来源：<http://www.icsu.org/publications/reports-and-reviews/icsu-strategic-plan-2012-2017/icsu-strategic-plan>

美国能源部公布超深水钻探风险研究项目遴选结果

美国能源部近日确定了 6 项新的天然气石油研究项目。设立此类研究项目的目的在于降低超深水环境钻探作业风险，提高钻探的环保性能。研究将进一步推动美国能源部在超深水域与非常规天然气以及其他石油资源研究方面项目的进展。

项目的主要研究内容是如何利用新型优化水泥固井方法预防非受控油流，以及如何根据需要利用挠性油管干预并控制油流。同时还包括基于自动水下机器人布置的 3D 激光成像检测与监测设备开发，单管道、高效、全电气化深水安全系统的多相流流量间接测量性能改进以及海洋设备设计改进等。

预计 3 年内这些项目的总投入将达到 2640 万美元以上，除联邦政府所资助的 960 万美元外，其他研究合作方将分担剩余研发成本。由美国能源部化石能源办公室国家能源技术实验室负责项目的管理，研究合同由美国能源安全研究合作机构（Research Partnership to Secure Energy for America, RPSEA）负责执行。所公布的遴选项目具体如下：

超深水环境下的多相流流量测量（Letton-Hall 集团）：该项目的研究重点是通过改进流量测量能力以降低水下设备非受控油流排放。项目所开发设备可环绕任何尺寸与形式的明渠，利用传感器进行间接测量以对管道中石油、天然气或海水流量做出合理估计。这种估计在处理超深水溢油事件时是非常重要的。此外，利用此类技术在单个水下油井中所收集到的连续测量数据，也可用于改善油井性能评估，进而可以提高深水油气藏的采收率。美国能源部对该项目的资助份额为 324.8156 万美元，项目受让方份额为 81.204 万美元，项目实施期限为 2 年。

具有成本效益的船只的挠性油管钻探与干预系统（Nautilus International 公司）：Nautilus 国际公司提供的具有冗余（双）防喷器的先进干预立管（Intervention Riser）与挠性油管服务是一种创新性设计理念，它可广泛用于水下油井检测、修理与维护。该项目的研究目的是验证在已有船只基础上实施此类技术组合系统的可行性。美国能源部对该项目的资助份额为 125 万美元，项目受让方份额为 1466.25 万美元，项目实施期限为 3 年。

在北大西洋飓风活动中气候变率与变化的影响（美国大学大气研究联盟）：项目的研究目的是通过提高对所预计风暴强度的认识以及对先进海洋系统设计基础的后续调整，降低飓风所造成的环境影响风险。将创新型方法与先进的建模能力相结合，可以更加可靠地预测墨西哥湾飓风活动的变化，同时也能减轻环境影响，降低部分未来可能发生的成本。美国能源部对该项目的资助份额为 144 万美元，项目受让方份额为 36 万美元，项目实施期为 3 年。

自动水下机器人 3D 激光探测（洛克希德马丁公司）：研究将论证自动水下机器人在此类工作上的效率，即具有高度自主性并携带传感器的自动水下机器人也可完成水下结构检测任务，与远程控制机器人或潜水器相比，其效率要高出 4 倍，可降低 75% 的水上作业足迹，甚至相关活动也不再需要大型水上支援舰支持。项目所提出的自动水下机器人激光探测与测距系统是对目前已有部件的组合应用，将应用于一系列海上测试，项目截止时将为该系统的商业化做好准备。美国能源部对该项目的资助份额为 164.9868 万美元，项目受让方份额为 41.2468 万美元，项目实施期限为 2 年。

全电气化水下自动机器人高集成压力保护系统（High Integrity Pressure Protection System, HIPPS）架构（Granherne 公司）：该项研究旨在将新型 HIPPS 系统设计技术的成熟度发展到实施时可接受的水平，进一步增强水下回接系统的安全性。液压系统的调整速度会随距离增加而下降，而新型系统为全电气化设计，它可实现实时调整。此类系统的投产无疑将改善仅能通过水下油井开采的临界高压油藏的安全与环境保护。该项目研究成果将包括适于实施的高质量、全电气化 HIPPS 系统设计。美国能源部对该项目的资助份额为 120 万美元，项目受让方份额为 30 万美元，项目实施期限为 2.5 年。

反循环水泥固井（Reverse-Circulation Primary Cementing, RCPC）（CSI 技术公司）：该项目的研究目的是通过 RCPC 技术开发与示范，降低水泥固井过程中的井漏风险。CSI 的研究团队将评估利用 RCPC 技术降低深水油井循环压力要求的可行性，确定 RCPC 应用于深水油井所必需的技术，并提出此类技术的开发策略。该项目可能将为水泥固井技术带来革命性影响，将进一步降低高当量循环密度（ECDs）、长时间、传统水泥固井操作可能带来的危害。因为传统水泥固井操作需要复合泥浆，并依赖于设计实施的经验。美国能源部对该项目的资助份额为 88.1075 万美元，项目受让方份额为 26.8 万美元，项目实施期限为 2 年。

（刘志辉 译 张树良 校）

原文题目：DOE Selects Projects Aimed at Reducing Drilling Risks in Ultra-Deepwater

来源：http://www.netl.doe.gov/publications/press/2011/111122_doe_selects_projects.html

地质科学

最新研究揭示地核轻元素之谜

地核占地球质量的三分之一，在地球的整体能源分配和动力学系统中发挥核心作用。尽管很早就知道地核由铁和镍组成，但由于无法直接取得地核样品，占地核

质量 8% 的轻元素的鉴别已经成为近 60 年之谜。

近日,《自然》杂志(2011 年 11 月 24 日)公布了相关研究的最新进展(题为 *Evidence for an oxygen-depleted liquid outer core of the Earth*)。研究结果显示,氧元素并不是地核中的主要轻元素。美国普林斯顿大学 Thomas S. Duffy 教授专门就此撰写了评论文章 (*Probing the core's light elements*),指出,“该研究结果表明,人们可能终于将要掌握这个问题的解决办法了”。

研究人员使用一种富氧、贫硫组分(氧质量分数为 8%,硫为 2%)和另一种贫氧、富硫组分(氧质量分数为 2.2%,硫为 5.3%)进行了实验。结果显示,富氧组分产生的声速远远高于液态外核的声速。铁—硫—氧系统组分所含氧气的质量分数超过 2.5%,因此不能同时匹配地核中的密度和声速剖面。与此相反,富硫组分的确能匹配密度和声速。这是否意味着硫是占主导地位的轻元素?答案是不一定的。地球的积聚模型普遍得出的结论是地核中的含硫量很少。因此,有必要在组分更广泛的范围进行类似实验。

为了更好地确定地核的组分,需要研究一定温压条件下地核的固态和液态部分之间的潜在的轻元素分区。Thomas 认为有必要对地核中固态和液态部分的成分差异进行解释。试图解决这一问题的一项理论研究表明(Alfè D. et al., 2002),氧气—不含硫物质可能具有正确的分配行为,这与该实验结果相冲突。

尽管过去几十年,科学研究在揭示地球深部结构特征等方面取得了显著的进展,但真正破解地核中的轻元素之谜仍然任重而道远。

(周小玲 刘学 整理)

原文题目: Earth science: Probing the core's light elements

来源: <http://www.nature.com/nature/journal/v479/n7374/full/479480a.html>

确定生命演化的基础: 有关早期地球大气的关键发现

美国纽约伦斯勒理工学院天体生物学中心的科学家成功利用地球上最古老的矿物,模拟重建出地球诞生的最初阶段的大气环境。该项研究成果发表在 12 月 1 日出版的《自然》杂志上(题为 *The Oxidation State of Hadean Magmas and Implications for Early Earth's Atmosphere*),这是迄今为止关于地球形成之初古大气成分的第一个直接证据,对多年来有关地球生命早期大气类型的研究提出质疑。

研究表明,在地球形成之初,即 5 亿年前的大气并不像过去所认为的那样是充满甲烷的,而是更接近于我们今天的大气环境。这将有助于对地球生命起源的认识和理解。

过去几十年来,科学家认为早期地球的大气是处于高还原环境,这意味着氧气含量非常低。这种缺氧条件导致大气中充满了大量的甲烷、一氧化碳、硫化氢和氨气等有害气体。迄今为止,仍然存在着广泛的理论及相关研究,即在这种致命大气

混合物条件下，地球生命是如何形成的。

目前，伦斯勒理工学院的科学家正在转变这种关于大气的假设，结果证明早期地球环境根本不利于此类大气的形成，而更适合形成类似于今天的地球大气即以富氧化合物为主的气体，包含水气、二氧化碳和二氧化硫。

研究人员表示，“现在可以确定地说，许多科学家研究地球生命的起源时所依据的大气成分是错误的”。

大量的理论测试结果表明，地球大气是由地球表面火山活动释放的气体所形成的。如同地球形成初期，来自地球深部的岩浆中含有溶解气体，当这些岩浆接近地表时，这些气体就会释放到周围的空气中。

目前大多数科学家认为岩浆脱气是大气的主要来源。研究人员认为，要了解地球初期的大气环境，就必须确定岩浆所含的气体类型。当岩浆接近地表时，这些气体可能迅速喷发，也可能侵入地壳，在地壳中它将会与其围岩相互作用，冷却，结晶形成坚硬的岩石。这些冷凝岩浆连同其所包含的元素可作为地球历史重要记录。

其中非常重要的标志物就是锆石。锆石不像其他矿物，随着时间的推移会因侵蚀和俯冲作用而遭受破坏，一些锆石的年龄几乎与地球的年龄一样。因此，锆石可以揭示地球的整个演化历史。

科学家试图确定形成这些古老锆石的岩浆氧化水平，并首次对地球早期所释放的气体的氧化水平进行定量检测。了解氧化水平，能够使我们区分厌氧沼气与水蒸气和二氧化碳混合物之间的不同，因此，通过确定形成锆石的岩浆氧化水平，可以判断最终释放到大气中的气体类型。

为实现精确对比，研究人员在实验室模拟了在不同氧化水平下锆石的形成。这如同在实验室中创造熔岩，这一过程会产生氧化水平标尺，用于与自然条件下锆石的形成进行对比。

在实验过程中，研究人员主要关注锆石中稀有金属铈的浓度。铈是一种非常重要的氧化标尺，因为它存在 2 个氧化态，并且其中一种比另外一种具更高氧化态。锆石中高氧化态铈的浓度越高，代表在其形成后的大气氧化程度越高。

测定结果揭示出当时大气的氧化水平更接近于今天的大气环境，这一发现为今后研究地球生命起源提供了一个重要的起点。

研究人员认为，地球演化包含所有生命演化的各个阶段，只有清楚了解地球所处的阶段才能论及地球上的生命。同时，氧气环境对于生命演化是非常重要的，因为它会影响不同类型有机分子的形成。尽管目前存在生命所赖以生存的富氧大气环境，但这种富氧大气不能被理解为生命的起点，甲烷和缺氧的环境具有更多的生物潜力，即对于从无机化合物演化为支撑生命的氨基酸和 DNA 的转变更为有利。据

此，该研究发现可能会颠覆现有理论，即或许地球最早的生命并不是来自地球本身，而是来自星系之外。

尽管如此，该项研究结果并不违背现有的理论，即生物从厌氧到喜氧的演化过程。这项结果有助于对早期大气中碳、氢和硫含量的定量研究，但对于空气中游离氧的增加尚有待深入探讨。

（周小玲 刘学 译）

原文题目：Setting the Stage for Life: Scientists Make Key Discovery About the Atmosphere of Early Earth

来源：<http://www.sciencedaily.com/releases/2011/11/111130141855.htm>

地震科学

研究发现纳米级的地震摩擦效应

日前，宾夕法尼亚大学和布朗大学的一项有关地震模拟的研究揭示出纳米级的地震摩擦，研究成果将有利于更好地理解地震灾害。

该研究源于自然断层和实验模拟断层中所发现的一种异常现象：断层中不同物质接触时间越长，它们也就越不易滑动。而滑动却是地震发生的根本原因。不同物质接触时间越长，它们之间的阻力越大，此后所造成的滑动就越剧烈而且也越不稳定。不同物质开始接触时能量就开始积聚了，而能量释放时会带来灾难性后果，即地震。

几十年来，尽管地质学、物理学和力学界的研究人员一直都致力于对此现象的研究，但对摩擦随时间而增长背后机理的解释仍仅是假说。关于“摩擦老化”(frictional aging) 原因的理论主要有 2 种，即接触数量说与接触质量说。前者认为，随着时间增长，物质的接触点发生了变形并且不断增加即接触数量增加了；后者则认为，随着时间增长，接触点的粘性开始加强即接触质量 (quality) 增加了。

然而对于 2 种假说的证明是非常困难的，原因在于接触点嵌于 2 种物质的连接处，很难直接进行观察。最初的一项突破性实验是让光线透过连接到一起的透明物质，从而测度显著接触点的增长情况。尽管这项实验有助于说明接触数量理论，但它仍无法评估不同接触点的粘合强度，同样也无法确定观测结果是某一接触点的，还是纳米级接触簇的。

研究人员解释说，“我们想简化这种情形，所以在实验中我们仅观察了一个接触点：原子力显微镜的末端”。原子力显微镜是进行 2 种表面接触粘合强度研究的理想工具。原子力显微镜并不是利用光线进行观测，而是利用极端尖锐的探针尖进行纳米级观测。这种探针对于单个原子的推拉是非常灵敏的。

研究人员用二氧化硅模拟了岩石间的接触，二氧化硅是大部分地质材料的主要成分。他们将一个二氧化硅尖压迫在另一二氧化硅表面上并保持不同的时间长度，然后将其回拉以测量它们之间的摩擦力。他们在金刚石和石墨的表面进行了重复实验。严格来讲，金刚石和石墨都是具有化学惰性的。因为它们都不易与二氧化硅形成化学键，因此它们接触时所发生的摩擦老化都是因为接触区域变化所造成的，而并非化学键强度的增加。研究结果表明不同物质间呈现出截然不同的摩擦老化现象。

研究结果显示，在二氧化硅与二氧化硅间存在明显的摩擦力老化现象，而在二氧化硅与金刚石以及二氧化硅与石墨间几乎没有发现任何摩擦力老化迹象，即使在二氧化硅的顶端施加了相同的应力。二氧化硅-二氧化硅实验中所观测到的摩擦力老化之剧烈，使研究人员不得面对另一问题：如何将纳米尺度上强烈的摩擦力老化与地震所发生的宏观尺度上观察到的弱强度联系到一起。

解释这一困惑的谜底在于，并非所有的接触点都是一样的。同一表面上彼此邻近的两个不同接触点可以感觉到彼此的存在。正如已经了解的情况，这种“弹性耦合”（elastic coupling）意味着接触区域内仅有少数接触点会完全阻止滑动，部分会提前滑动，而其他则会延后滑动。而且，使所有接触点同时滑动是非常困难的。因此，整体阻力水平不仅取决于接触点的最大阻力，同时也取决于那一小部分可提供此类阻力的接触点的比例。

研究人员对此予以进一步解释：当利用大量接触点时，都会产生大量的摩擦力老化。但处于切变条件时，在任一既定时刻也就仅有少量接触点可以达到如此强的摩擦力。所以，即使是在宏观尺度上要实现一般效果，在单一接触点上也需要极大的作用。”

上述研究结果表明，纳米尺度实验可以为这类应用提供有效数据。如果将该研究成果与地质学观测相结合可能将产生重要影响。

研究人员表示，如果我们能够理解此现象的基本物理原理，那基于该物理原理的理论和方程就可以外推于实验领域之外。这样我将更有信心将其应用于所有已进行的地震建模工作之中。目前的研究并未排除数量说，仅是对质量说进行了论证。未来将在更高的应力级上进行研究，或许那时接触数量将开始发挥作用。随后也将对不同温度下的情况进行研究，因为在地质环境中这一因素是非常重要的，同时也将采用电子显微镜进行实验，以便真正实现接触的实时监测。”

该研究得到了美国国家科学基金会（NSF）的资助。作为研究团队的重要成员，李群仰（博士后研究人员，研究报告的第一作者），最近被聘为清华大学航空航天学院副教授。该研究工作成果将发表于《Nature》杂志。

（刘志辉 译 张树良 校）

原文题目: Earthquake Friction Effect Demonstrated at the Nanoscale

来源: <http://www.sciencedaily.com/releases/2011/11/111130141849.htm>

岩石断裂释放的臭氧可用于地震预测

识别地震前兆作为早期预警信号一直是全球地震研究所致力的重要目标。近日,发表于《应用物理学快报》杂志(2011年11月21日)的最新研究表明,岩石断裂释放的臭氧可作为判断地震即将发生的一个指标。

弗吉尼亚大学工程与应用科学学院研究人员在实验室里测试了由碾压或钻入不同类型的火成岩和变质岩所产生的臭氧的实验,包括花岗岩、玄武岩、片麻岩、流纹岩和石英等。结果表明,不同类型的岩石释放出的臭氧浓度不同,其中流纹岩释放的臭氧浓度最高。

在地震发生前的某一时段,压力在地下断层中不断积聚,使得岩石发生断裂,由此推测可能会产生可检测到的臭氧。为了解这些臭氧来自于岩石本身还是与大气的相互作用,研究人员分别在纯氧、氮、氩和二氧化碳环境中进行试验。结果表明只有含氧原子的环境中岩石断裂才能产生臭氧,比如空气、二氧化碳和纯氧等,说明臭氧来自于气体反应。这同时也表明或许可以通过测量臭氧来检测岩石的断裂。

该研究始于确定动物是否具有预测地震的能力(至少有此类传言),或许只是动物对臭氧浓度的变化很敏感,因此能够提前对地震做出反应。研究人员由此设想到如果岩石断裂产生臭氧,那么,如同动物行为变化可以指示地震活动一样,臭氧探测器即可作为预警装置。

该项研究的重要意义在于:如果研究显示岩层断裂附近的地表臭氧浓度与地震之间呈正相关关系,那么岩石断裂所导致的臭氧释放可通过一系列相互连接的臭氧探测器予以监测,这些设置在远离地表高臭氧浓度区域的臭氧探测器阵列,可用于地震的早期预警。研究人员同时指出,地表臭氧探测器也能用于预测隧道挖掘、山体滑坡和地下矿井事故等灾害。

(周小玲 译 刘 学校)

原文题目: Ozone From Rock Fracture Could Serve As Earthquake Early Warning

来源: http://www.innovations-report.com/html/reports/earth_sciences/ozone_rock_fracture_serve_earthquake_early_warning_186165.html

2011年《科学研究动态监测快报——地球科学专辑》1~24期总目次

★ 战略规划与政策

- 美、英、日、澳等国主要海洋机构研究规划及研究重点····· (1.1)
- 美国 2011 财年地球科学预算分析····· (2.1)
- 近期国际主要海洋可再生能源研究计划····· (4.1)
- 美国东北地区海洋委员会 2010—2012 年优先问题工作计划····· (4.8)
- 《美国国家航空航天局 2011 战略规划》要点····· (13.1)
- 全球可持续性地球系统研究计划: 重大挑战····· (14.1)
- 美国国家航空航天局 2012 财年财政预算与投入方向····· (17.1)
- 《国际科学理事会二期战略规划 2012—2017》科学研究
相关要点介绍····· (24.1)

★ 地学仪器设备与技术

- 研究人员利用高光谱仪进行考古研究····· (1.11)
- 欧空局将研制用于气候变化研究的新对地观测卫星····· (1.12)
- 应对气候变化地球工程技术评述····· (2.6)
- 卫星数据提供了一种监测农业区地下水的新方法····· (2.9)
- 科学家提出计算地壳形成时间的新方法····· (3.12)
- 科学家再次测定夏威夷岩浆库深度····· (3.12)
- 欧空局加强对地观测研究····· (11.5)
- 日本对地观测卫星 DAICHI 失效····· (11.7)
- 欧洲研究基础设施路线图战略报告——地球与环境科学设施介绍····· (18.1)

★ 科学计量评价

- 国际地震研究文献计量分析····· (5.1)
- 国际页岩气研究发展态势文献计量分析····· (10.1)
- 中亚成矿域研究文献计量分析····· (12.1)

★ 固体地球科学

- 深海海水进入火山的途径研究····· (1.9)
- Science: 慢地震或有助于阻止大地震的发生····· (1.10)
- 地核磁场的第一次测量····· (2.11)
- 美国主要稀土矿产——国内概况与全球展望····· (3.1)
- 全球稀土矿业形势浅析····· (3.7)
- 冰岛火山熔岩可能成为优质能源····· (5.7)

美国能源信息署发布世界页岩气资源评价报告·····	(10.5)
研究报告称“土壤液化”是造成日本地震巨大破坏的主要原因·····	(10.6)
新型模拟研究揭示地球深处碳氢化合物的形成·····	(10.7)

★ 大气科学

研究发现地球大气中沙尘含量增加了一倍·····	(2.12)
研究“空中河流”的飞行传感器·····	(4.10)
飓风周围的雷暴环:卫星可以预测风暴强度·····	(10.8)
光线波长决定了云层散射阳光对地球能量平衡的影响·····	(10.10)
NASA 探索对流云形成降雨的过程·····	(11.7)
海啸大气光信号可应用于早期海啸探测系统·····	(16.7)
科学家发现了检测大气中合成生物燃料的方法·····	(16.8)
NASA 和 NOAA 的监测数据显示南极大气臭氧洞依然存在·····	(21.11)

★ 海洋科学

研究发现:海脊影响暖洋流系统·····	(4.11)
南极海水在全新世降温而现在升温·····	(4.12)
研究人员通过历史数据估计未来海平面上升情况·····	(11.9)
从太空观测到北极冰缘浮游生物水华·····	(11.9)
权威机构就日本福岛核电站泄漏的放射性污染物对海洋的影响展开系统研究·····	(13.6)
专家警告:多重海洋压力将引发全球大规模海洋物种灭绝·····	(13.7)
表层海水变暖将破坏两极冰盖·····	(14.11)
微藻钙化是海洋酸化日益严重的有力证据·····	(16.9)
“宁静的海洋国际实验”开放性科学会议·····	(17.12)
2030 年海洋研究与社会需求的关键基础设施·····	(22.1)

★ 大气与海洋科学

BP 油井泄漏事故将对墨西哥湾海域海洋系统造成严重影响·····	(5.10)
测定铍-7 含量可估算偏远海域降雨量·····	(5.12)
大气涡旋——海洋强有力的运输工具·····	(10.12)

★ 地质科学

最古老的大型海藻和蠕形动物化石将揭示海洋氧含量历史·····	(5.9)
我国构造地质学与地球动力学研究进展·····	(11.1)
陨石中存在早期地球的有机化学线索·····	(12.11)
面向变化世界的地质学(2010—2020) ——执行美国地质调查局的科学战略·····	(15.1)
科学家成功获得首幅全球侵蚀的真实图景·····	(16.4)

最新研究表明地球热量主要来自于放射性衰变·····	(16.6)
美国地质调查局 2010—2020 年地质学产品和成果规划·····	(19.1)
最新研究揭示出地质历史时期最大环境灾难的发生原因·····	(19.9)
最新探测发现人类宜居行星——“超级地球”·····	(19.10)
研究证实地球碳循环深达地幔·····	(20.11)
USGS 将对科罗拉多州中南部的隐避断层进行扫描·····	(21.6)
揭示古海洋奥秘的新技术·····	(21.7)
美国地质调查局近年地质学研究热点回顾·····	(23.1)
最新研究揭示地核轻元素之谜·····	(24.7)
确定生命演化的基础: 有关早期地球大气的关键发现·····	(24.8)

★ 地理科学

地球的第六次物种大灭绝已经到来了吗?·····	(11.11)
过去 1 万年热带冰川融化的原因已经确定·····	(13.11)
地理分析系统为珊瑚疾病传播提供新视角·····	(16.10)
最新研究发现古冰川融化过程与目前格陵兰冰盖的融化过程相似·····	(16.12)
研究显示, 气候变暖导致的极地冰盖融化是可以恢复的·····	(17.9)

★ 地震与火山学

台湾开始部署海底地震传感器·····	(8-9.22)
美国开始在密西西比河以东地区部署地震传感器·····	(8-9.25)
科学家们研究太平洋地震的触发因素·····	(14.10)
意大利科学家因地震预报问题而受审·····	(19.12)
专家称英国发生地震或与开采页岩气有关·····	(21.9)
研究发现可能导致火山“超级喷发”的触发机制·····	(21.10)
研究发现纳米级的地震摩擦效应·····	(24.10)

★ 地质灾害学

南加州索尔顿地震成像工程启动·····	(12.6)
三维模型模拟火山爆发·····	(12.9)
科学家在巴拿马运河监测到地震背景信号·····	(12.10)
国家自然科学基金会灾害应急响应技术创新资助计划“灾害应急响应 信息产品实验室(IPLER)”项目·····	(16.1)
美国首都地区发生 5.8 级地震·····	(17.10)
由发现而产生的全球海啸监测系统·····	(17.11)
岩石断裂释放的臭氧可用于地震预测·····	(24.12)

★ 日本大地震专辑

地震成因

- 专家激辩全球是否已进入地震活跃期····· (6-7.5)
- 日本大地震成因浅析····· (8-9.1)
- 日本及中国的未来地震风险····· (8-9.5)
- 从日本大地震看实践中的地震预测····· (8-9.11)

地震海啸成因与影响

- 国内外专家对日本地震海啸的成因、影响分析及思考建议····· (6-7.1)
- 日本地震海啸的间接影响····· (6-7.8)

海啸预警系统

- 日本海啸引发对我国海啸预警系统建设的思考····· (6-7.10)
- 新系统可在数分钟内发出海啸预警····· (6-7.13)
- 国际地震海啸及其预警研究的最新范例
——新西兰国家海啸预警系统····· (6-7.14)

核泄漏事件

- 日本大震后的核泄漏危机····· (6-7.19)
- 日本核辐射构成的危险难以评估····· (6-7.24)
- 美联邦紧急情况管理署：核泄漏紧急事故处理方法····· (6-7.25)

救灾措施

- 日本“3·11”地震海啸灾后应急举措····· (6-7.29)

★ 能源地球科学

- 国际能源署发布全球地热技术路线图····· (13.8)
- 国际能源署发布 2016 年国际石油天然气市场前景预测····· (13.9)
- 南极天然气水合物资源研究新进展及国际纷争····· (21.1)
- 定量分析表明扩散造成页岩气的碳同位素分馏····· (23.12)
- 美国能源部公布超深水钻探风险研究项目遴选结果····· (24.6)

★ 地球物理学

- 新研究发现宇宙中的“隐藏”星系····· (13.12)

★ 矿产资源

- 地球贵金属矿产源于陨星轰击····· (19.11)
- 从废石中回收贵重矿物的新技术····· (19.12)
- 英国地质调查局发布主要矿物元素的全球供应风险指数····· (20.1)
- 火山岩型铀矿成矿模式····· (20.8)

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1+10科技创新基地,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

电话:(0931)8271552 8270063

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