

中国科学院国家科学图书馆

科学研究动态监测快报

2010年7月1日 第13期（总第91期）

地球科学专辑

中国科学院资源环境科学与技术局

中国科学院规划战略局

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

地球工程

太阳辐射管理 (SRM) ——以地球工程方法应对气候变化..... 1

固体地球科学

Science: 圣安德烈斯断层深部地震的复发间隔研究..... 6

研究表明地震可能同步发生..... 9

地壳破裂并不总能引发大规模火山爆发..... 11

俄罗斯地质部门 2030 年前发展战略简介..... 12

专辑主编: 张志强

本期责编: 赵纪东

执行主编: 高峰

E-mail: zhaojd@llas.ac.cn

地球工程

编者按：目前，人类应对气候变化的主要方案是减少如二氧化碳等温室气体的排放，另外一种可能的重要措施就是采取地球工程方法，如当前各主要国家均比较关注的二氧化碳捕获与封存技术（CCS）。地球工程方法主要分为两大类：一是二氧化碳脱除（Carbon dioxide removal, CDR，其中包括 CCS），二是太阳辐射管理（Solar Radiation Management, SRM）。

2010年5月初，微软创始人比尔盖茨宣布投资30万美元研究海水造云机器，这种机器通过将海水分解成细小的颗粒，然后喷到超过千米的高空中，增加云的密度，进而反射太阳光。鉴于此，本文对太阳辐射管理的概念、方法、技术与工程方案、以及其效用和风险等作一简要介绍。

太阳辐射管理（SRM）

——以地球工程方法应对气候变化

1 太阳辐射管理简介

把地球看作一个整体，其太阳辐射的收支大致平衡，而失衡的部分即为地球—大气系统获得/失去的净辐射能量（学术界称为辐射强迫）。任何改变太阳辐射到太空的因子，或改变大气、陆地与海洋中能量重新分配的因子，都会影响气候。

减少太阳辐射的进入或吸收是抵消温室气体效应的一种重要的地球工程方法，太阳辐射管理（Solar Radiation Management, SRM）旨在采用一定的技术将少量的太阳光和热反射到太空。在目前的气候危机下，这种方法可以快速降低地球温度。

2 太阳辐射管理的方法

太阳辐射管理的主要途径是增加地球的反射率，可以通过增加行星地球的反照率，或使进入地球的太阳辐射改变方向等方法实现。从能够实施太阳辐射管理的空间位置来看，可能的太阳辐射管理方法有以下几种（图1）：

- （1）通过以空间为基础的太阳辐射管理，减少进入地球的太阳光；
- （2）通过以大气为基础的太阳辐射管理，将更多太阳辐射反射到太空；
- （3）通过以云层反照率为基础的太阳辐射管理，增强太阳辐射向太空的反射；
- （4）通过以平流层为基础的太阳辐射管理，可能能够降低或增加大气对太阳辐射的吸收；
- （5）通过以地表为基础的太阳辐射管理，增强大气对太阳辐射的吸收，或提高太阳辐射向太空的反射；
- （6）通过所有可能的太阳辐射管理方法，降低地表对太阳辐射的吸收。

所有这些方法的最终目的是通过降低太阳辐射的吸收或增强其反射，产生接近

于零的净辐射强迫（Radiative Forcing）。对于任何一种具体的太阳辐射管理方法而言，其将对辐射强迫产生的影响取决于应用该方法的纬度/高度、大气和地表的辐射特性，以及地理位置。太阳辐射管理方法的成效取决于其部署速度、充分发挥作用的时间以及气候系统的反应速率，不同方法的部署速度不尽相同，而气候系统的反应却非常迅速。

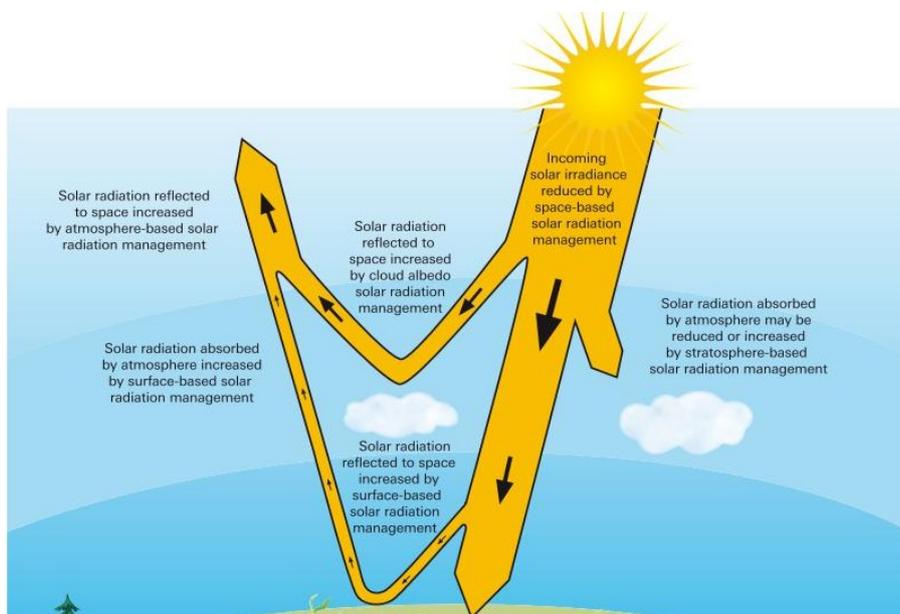


图 1 太阳辐射管理方法示意图（来源：The Royal Society）

3 太阳辐射管理的技术与工程方案

目前，人们提出的太阳辐射管理的一些主要技术与工程方案大致分为三类：①亮化地表与云层；②在大气中注入反射物质；③在太阳和地球之间的空间部分介入光散射材料。

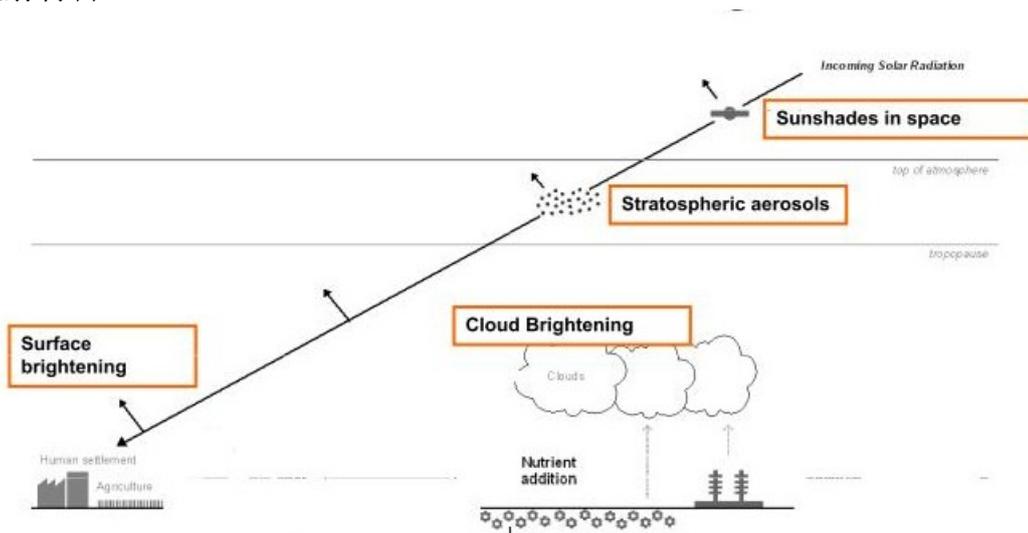


图 2 太阳辐射管理技术与工程方案示意图（来源：Kiel Earth Institute）

3.1 增强地表反照率

将地球作为一个整体，通过将地表特定表面类型（城区、农田、森林）变得更亮（如涂白），以增强反照率，进而反射更多的太阳辐射。该方法的效用取决于到达地表的太阳光量，以及能够增强反照率的地表部分。提出此项相关工程方案的主要科研机构包括美国加州劳伦斯伯克利国家实验室、英国东安格利亚大学、瑞士经济与生态研究中心等。

一些具体方案如下：①增加建筑环境的反射率，如将屋顶、道路、人行道等涂白，或以反光性更强的材料取代覆盖道路和屋顶的深色材料等。美国加州劳伦斯伯克利国家实验室的 Hashem Akbari 提出将世界足够多的黑色城市地貌变白的计划，而且他还准备发起一场把世界刷白的运动。②种植更能反射太阳光的作物和草类；③在沙漠部署反射物（如聚乙烯铝等）以降低辐射强迫，因为沙漠占地表 2% 的面积，且太阳辐射的入射强度也很高；④造林，热带和亚热带的森林可以增加水分的蒸发及运输，进而降低地表温度；⑤增强海洋反照率，因为海洋约占 71% 的地表面积，所以潜力巨大。

3.2 提高云层的反射率

提出此项工程方案的主要科研机构是英国爱丁堡大学。白云能够更好地降低地球的温度，因此爱丁堡大学的教授 Stephen Salter 提议建立一支可远程控制、能源自给自足的舰队向大气中喷洒微小的海水水滴，这些水滴能够增加空中的白云数量，而白云可以阻挡阳光到达地球表面，将其反射到太空。Salter 认为：“300 艘船所增加的反射云足以抵消目前人为气候变化所产生的温度升高现象”。

此外，通过增加云层中的凝结核（CCN）数量则能够提高云层的反照率，同时这也可能提高云层的存在时间；而向天空喷射海水，使其汽化，留下闪亮的盐结晶则会使云系白化，反照率随之提高。

尽管人们一直在争论利用球物理工程技术是否是应对气候变化的一种有效方案，但是地球工程方案却得到了包括微软创始人比尔盖茨在内的重量级人物的支持。2010 年 5 月初，盖茨宣布投资 30 万美元研究海水造云机器，这种机器由旧金山的一家研究机构 Silver Lining 开发，能抽取海水喷射到高空。通过将海水分解成细小的颗粒，然后喷到超过千米的高空中，增加云的密度，进而反射太阳光。

3.3 平流层气溶胶

该技术主要是向平流层释放微小粒子，以将太阳光散射到太空。提出此项相关工程方案的主要机构包括美国罗格斯大学、华盛顿大学、密歇根大学，加拿大卡尔加里大学、英国东安格利亚大学等。

该方案中当前比较关注的是模拟火山喷发的冷却效应，往高层大气注入可以反射阳光的硫化物。美国罗格斯大学 Alan Robock 的研究表明，皮纳图博火山（Pinatubo）

在1991年的喷发把大量发光的硫磺粉末带入大气层,其后一年中气温下降了0.5℃。Robock等认为,如果每年向平流层注入100万吨硫磺粉末就足以抵消由于持续增长碳排放造成的全球变暖,而这相当于皮纳图博火山每4~8年喷发一次。最经济的方式就是使用大型空中加油飞机,比如以美国空军的“KC-10补充者”装载二氧化硫或硫化氢气体进行24小时作业。

3.4 以空间技术降低太阳辐射

该技术的主要思路是用一个巨大的“遮阳篷”来反射或偏转太阳辐射,以减少到达地球的太阳能。该方案主要倡导者是美国亚利桑那大学的Roger Angel。

该方案是在太阳和地球之间的空间部分部署数百万甚至数十亿个轨道镜,而非一个巨大的遮阳篷式卫星。实施过程是由火箭将16万亿玻璃片发射到太空,到达目的地(即L1轨道,距离地球150万km)之后,玻璃片被释放和发散,位置与太阳成直角,最终形成10万km宽的一个外空镜面。如果该法能够挡住太阳光线的2%,就可能抵消大气二氧化碳浓度翻番的温室效应。

4 太阳辐射管理的效用

太阳辐射管理有三个基本特点:便宜、快捷、但不完善,其对气候的影响取决于实施太阳辐射管理相关方法的目标大气及其地理位置。对太阳辐射管理的效果评估需要在地球系统背景下,以顶尖的地球系统模型和现有的气候模型(涉及所有相关领域,如物理、生态、生物地球化学过程等)来进行。

总体来看,目前的太阳辐射管理只能减少全球气候变化所产生的一部分影响,而不是全部的影响。同时,这种方法也不能够降低CO₂的浓度及其浓度升高速率,因此不能解决CO₂浓度升高带来的问题(如海洋酸化等)。

此外,需要注意的是,太阳辐射管理过程中全球平均净辐射强迫为零并不意味着没有任何区域性的气候影响。例如:喷洒海水让云变白虽可以随时停止,但会影响风和雨的运行模式;架设外空镜面会带来臭氧层破坏问题;增加平流层悬浮微粒会影响全球水循环和降水变化。

5 太阳辐射管理的风险

如果使用太阳辐射管理技术,其对部分地区也许正面影响较多,而对另一些地区而言则是负面影响更大。再者,太阳辐射管理这样的地球工程行动一旦开始,很可能必须一直持续下去,停下来就会引起气候的急剧变化。

因此,单边的太阳辐射管理很令人担忧。斯坦福大学能源政策专家兼美国对外关系委员会高级研究员David G. Victor表示:“从逻辑上讲,单边的地球工程行动风险很大。控制排放需要各国共同行动,地球工程则不同,大多数能力很强的国家可以单独采取行动。”

当前，科学家们认为，可能需要对太阳辐射管理技术进行实际试验，以对其进行优劣鉴别和风险评估，进而在控制太阳辐射管理附带的环境风险的前提下，研究和发​​展太阳辐射管理能力，作为人类减排努力的补充。

但是，太阳辐射管理并不能取代工业减排和其他适应气候变化所应采取的行动，人类采取减排措施的意愿不能因此削弱，降低减排的压力也不能因此降低。人类必须认真面对气候变化的威胁，很多的不确定性还很大。

6 太阳辐射管理的主要研究机构

根据检索到的资料，进行太阳辐射管理相关研究的主要机构和人物如表 1 所示。

表 1 太阳辐射管理研究的主要机构和人物

主要机构	代表人物	职位
英国皇家学会政策团队 (The Royal Society)	James Wilsdon	科学政策中心主任
英国南安普敦大学 (University of Southampton)	John Shepherd	地球系统科学教授
英国帝国理工学院 (Imperial College)	Joanna Haigh	大气物理学教授
英国埃克塞特大学 (University of Exeter)	Peter Cox	气候系统动力学教授
美国卡内基研究所 (Carnegie Institution)	Ken Caldeira	Caldeira 试验室主任
加拿大可持续能源、环境和经济协会 (ISEEE)	David Keith	主任
加拿大卡尔加里大学 (University of Calgary)	David Keith	能源与环境教授
英国曼彻斯特大学 (University of Manchester)	Brian Launder	机械工程教授
英国剑桥大学 (University of Cambridge)	John Pyle	物理化学教授
马普气象研究所 (Max Planck Institute for Meteorology)	Johann Feichter	大气与气候学博士
谷歌 (Google)	Dan Reicher	谷歌气候变化与能源行动计划主管
英国东安格利亚大学 (University of East Anglia)	Timothy Lenton	地球系统科学教授
美国密歇根大学 (University of Michigan)	Joyce Penner	大气科学教授
美国华盛顿大学 (University of Washington)	David Battisti	大气科学教授
美国科尔比学院 (Colby College)	James Fleming	教授
美国麻省理工学院 (MIT)	Judith Layzer Carl Wunsch	环境政策副教授 物理海洋教授
美国罗格斯大学 (Rutgers University)	Alan Robock	环境科学系教授
美国亚利桑那大学 (University of Arizona)	Roger Angel	天文学教授
英国伦敦大学学院 (University College London)	Catherine Redgwell	国际法教授
新西兰国家水利气象研究所 (National Institute of Water & Atmospheric Research)	Philip Boyd	化学与物理海洋博士
英国爱丁堡大学 (University of Edinburgh)	Stephen Salter	工程设计教授

参考文献:

- [1] 王中宇. 气候变化问题的非主流思考: 事实与逻辑. 科学时报, 2009.8.10
- [2] John Shepherd. Geoengineering the climate: Science, governance and uncertainty. The Royal Society, 2009.9
- [3] Lee Lane, Ken Caldeira, et al. Workshop Report on Managing Solar Radiation NASA, 2007.4
- [4] 2009-symposium Global Climate Change Impacts-A motivation for Geo-Engineering
<http://web.mit.edu/esi/symposia/symposium-2009/2009-symposium-abstracts.pdf>
- [5] Lord Tom Bingham. The Manchester Report: A search for the world's most promising solutions to climate change. Manchester International Festival, 2009.9
- [6] David Adam. Paint it white
<http://www.guardian.co.uk/environment/2009/jan/16/white-paint-carbon-emissions-climate>
- [7] Perspectives of Solar Radiation Management
http://www.uni-saarland.de/fak7/fze/AKE_Archiv/AKE2008F-Heraeus/Vortraege/AKE2008F_U5_Feichter_SolarRadiationManagement.ppt
- [8] Alan Robock. Volcanic Eruptions and Climate. Reviews of Geophysics, 2000.5: 191-219
- [9] Edward Parson, M. Granger Morgan. Research on global sun block needed now. Nature, 2010.1.28: 426-427

(赵纪东 张志强 编写)

固体地球科学

Science: 圣安德烈斯断层深部地震的复发间隔研究

地震的复发历史可能会为其日后再次发生的时间提供线索, 但大型地震活动之间的时间间隔太长, 因而掩盖了所有的复发变异性。相比之下, 小地震频繁发生, 而其复发间隔在相对小的时间尺度内也是可以计量的。本文要介绍的是 2010 年 6 月 11 日发表于 *Science* 的美国地质调查局 (USGS) David R. Shelly 的一项研究, 他对一个 8.5 年的、有 900 多次低频地震不断爆发的地震序列进行了研究, 这些低频地震在加州帕克菲尔德附近的圣安德烈斯断层下产生了震动。这些地震事件在时间上表现出密集的复发间隔, 一般在 3~6 天之间, 但有时这一模式却会突然发生变化。虽然大地震和低频地震的发生环境不同, 但该项研究表明大地震序列可能具有类似的复杂性。

断层段在相似的准周期地震中发生破裂是一个正逐渐被纳入地震预报的模型。但是, 在某些地方, 源自平均复发间隔的大的系统性偏差却使人们对这一简单模型的效用产生了怀疑。地震复发的复杂性包括不规则的时间间隔以及复发周期的加倍, 通常表现为周期性和不规则性间的过渡。

数值模型有时会展现出地震复发间隔的复杂性, 比如不规则性和周期加倍 (周期性滑动除外)。同样, 在摩擦滑动实验研究中也发现了有关复杂性的证据, 特别是在从稳定滑动 (断层蠕滑) 向黏滑 (地震) 过渡的临界点附近。天然的大地震可能受类似机制控制, 断层的相互作用导致给定断层段上地震复发间隔的变异, 但是,

对于一个给定的自然断层而言，其数十年至数百年的大地震复发周期大大限制了可观测到的地震复发间隔的数量。即使在存在长期地震记录这种非常罕见的情况下，如日本的南海海槽，其一个断层段在 1 300 年中发生了 8 次地震，但这可能仍然不能反应出地震破裂的所有变化。同样，根据可追溯至 1857 年的地震历史(6 次地震)，仍然不能预报 2004 年加州帕克菲尔德的 M_w 6.0 级地震。

1 低频地震

小地震的复发时间相对较短，这为研究地震的复发行为提供了可追踪的基础。在该研究中，研究者对一系列相似的低频地震 (Low-Frequency Earthquakes, LFEs) 的复发间隔进行了分析，这些地震属于构造震动的一部分，它们发生在加州中部帕克菲尔德附近的圣安德烈斯断层 (SAF) 下方。

这些低频地震发生在很短的时间内，通常情况下，2~6 次相似 (也可能是邻近) 的地震可能在 1~2 min 内相继发生，之后的 2~7 天又恢复平静。通过与波形的交叉相关，研究者确定出一系列相似的低频地震。同时，研究过程中还对这些低频地震的相对地面速度振幅 (Relative ground velocity amplitude) 进行了测量。

从发生这个角度可以将这些低频地震暂时地单独分离出来，也就是说，在这些地震发生之前或之后，在其他类型低频地震中都不会有能够被监测到的震动，表明这些低频地震发生在断层一个独立的嵌块上。在该研究中，以 31 个台站所测波形为基础确定的最佳拟合位置为 29.75 km (接近壳幔边界)，这比其他类型的低频地震深了几千米。震中的最佳拟合位置从断层面迹线向东北方向偏移了大约 6 km，由此表明这些低频地震发生于正在倾斜的断层或已发生偏移的断层。

2 复发间隔

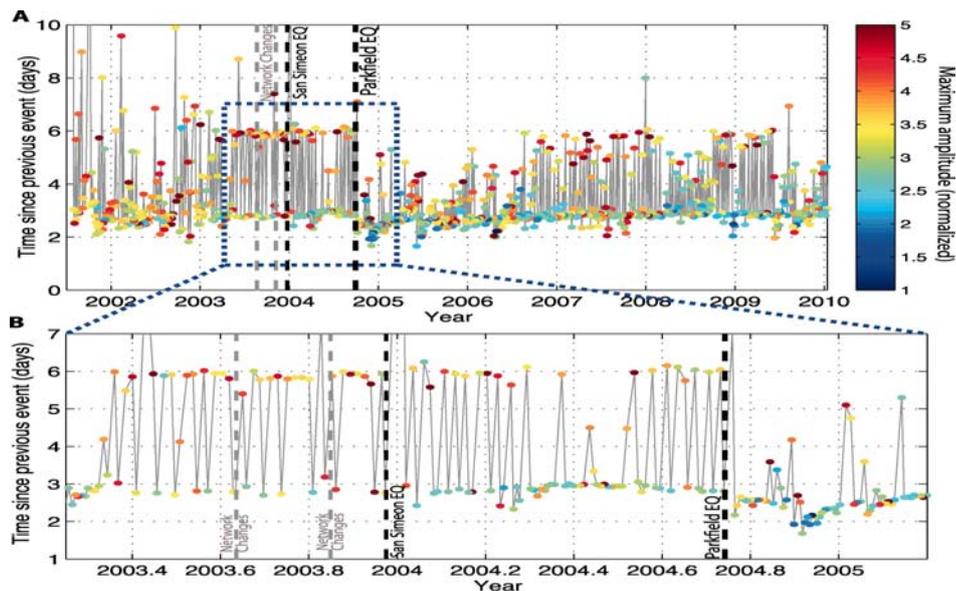


图 3 低频地震复发间隔随时间的变化

2003年, San Simeon发生 M_w 6.5级地震之后, 3天与6天这两种复发间隔的分布变得更加均匀(图3), 3天的复发周期在2004年中期占据主导地位, 3天至6天的复发间隔振荡在2004年底恢复, 一直到2004年帕克菲尔德 M_w 6.0级地震, 这与实验室研究报道的周期加倍相类似。

尽管距离帕克菲尔德地震的同震破裂带有30 km, 但是低频地震的复发行为却在帕克菲尔德地震后发生了显著变化, 3天的复发周期突然降为2.5天, 在接下来的2个月里, 又进一步降低为2天。之后的5年里, 主要的复发周期又朝3天这个方向缓慢变化。

除了复发间隔的整体缩短外, 那些有规律的长周期行为在地震后有时会出现消失。一些4~5.5天的复发间隔可能是6天这种间隔的缩小版, 但这在地震发生前并不是很普遍, 也未表现出很强的规律性。近乎6天的复发间隔在2006年中期恢复, 但相比于2003—2004年而言, 这种现象并不是很普遍, 并且这些复发间隔也不是很密集。从2008年底一直到2009年中期, 5~6天这类复发间隔大量出现, 这表明低频地震在向双周期过渡。

多项证据表明, 从低频地震中观测到的6天这种复发间隔并不能简单地归因于丢失的地震事件。2004年帕克菲尔德地震发生后, 6天的复发周期突然消失了, 此时由于并发余震序列, 地震事件的丢失变得更加频繁。此外, 如果地震事件的丢失很普遍, 那么应该期待能看见9天的复发间隔(相当于丢失了两个地震事件), 但这类事件从2003年年底开始就没出现过。

假设低频地震事件中断层的累积滑动速率约为3 cm/yr, 并且滑动与地震的复发间隔大致成比例, 那么, 3天和6天的复发间隔将分别代表0.25 mm和0.5 mm的断层滑动速率。因为复发周期内的某些滑动可能是无震的, 所以这些滑移值代表的将是最大值。

对每次地震发生前后的复发间隔进行分析之后, 便有了更加清晰的认识。自2001年以来, 地震的周期性行为以2.4~3.0天和5.8~6.0天这两种周期发生(2003年底尤为显著)。另一方面, 周期为3天和6天的地震事件间的线条尤为密集, 这显示出了3天和6天的这两种复发周期期间的振荡。

3 结论

根据实验室研究和数值模拟的结果, 多种机制可以解释复发周期的振荡。一种可能是, 摩擦性质本身控制着这种行为。这一概念与本研究有关, 因为震动活动表明本项研究的区域是黏滑和稳滑之间的过渡, 而这正是实验室里观察到周期加倍时的那种状态。此外, 断层相邻嵌块间的相互作用也可能导致类似的模式出现。例如, 邻近的无震嵌块可能每隔3天发生一次滑动, 这经常会引发低频地震。假如无震嵌块不引发低频地震, 那么可能3天后低频地震将被触发。

该项研究所针对的低频地震的发生深度大于大型地震，这可能受控于不同的摩擦特性。特别要指出的是，低频地震发生时周围的温度和流体压力可能比较高。值得注意的是，这些低频地震和大地震一样，可能有更多的慢滑事件，其中在一些地方慢滑是周期性的。然而，低频地震的频繁发生却给研究断层滑移复发（数百次）提供了一个机会，类似研究以前只存在于实验室或数值模拟中。典型事件的复发模式表明，先前在实验室和数值模拟中发现的复杂性可能在真实的地球中发挥着重要作用。例如，地震周期行为中大的非随机偏差可能会破坏近周期性事件的序列。特别是，复杂系统的微小特征显示出，条件的微小变化可能会使系统行为产生显著变化。虽然已观测到的地震历史可能仍然是未来地震最好的有效指南，但是，低频地震序列分析表明，以此推断较短的地震复发记录可能存在局限性。

（赵纪东 编译）

原文题目：Periodic, Chaotic, and Doubled Earthquake Recurrence Intervals
on the Deep San Andreas Fault

译自：<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/328/5984/1385?rss=1>

研究表明地震可能同步发生

在自然界中，随机信号往往都有些神秘。傍晚时分，萤火虫偶尔闪几下光之后，突然全都闪烁起来。类似的“协调性行为”在蝉鸣、放电神经元（firing neurons）、以及时钟钟摆的摆动中都有发现，而现在，在地震断层的破裂中也发现了类似现象。

科学家们已经发现，大地震能够通过应力沿单一断层的传递而引发另一次大地震，在土耳其和印尼所发生的连续地震已经证明了这一点。但是，一些大地震却可以通过“轻轻地一推”，而使几十千米外的断层发生大地震，与此相关的研究成果发表在2010年6月1日的《美国地震学会通报》（BSSA）上，文章作者是美国哥伦比亚大学拉蒙特-多尔蒂地球观测研究所的地震学家 Christopher Scholz，他认为这种情况的出现是因为这些断层已经同步。

Scholz 表示，当某一断层发生地震时，有时可能轻轻地触碰一下邻近断层，而这些邻近断层已处于破裂的边缘。南加州莫哈韦沙漠的断层、内华达中部的山脉、冰岛南部的山脉都证明了同步断层或“锁相”（phase locked, 相位同步的自动控制）断层的存在。在15000年的地震历史中，Scholz 发现了相关联的一系列地震，并在文章中说明了一些相关的物理机制，如：彼此距离将近50 km的断层如何每隔几千年就发生一次破裂，这些断层又如何同步以在几乎相同的时间里发生破裂。

突然间，砰！砰！砰！所有的断层在同一时间破裂。由于有些断层可能在运动行为上具有协调性，这使得研究者对地震灾害的基本认识发生了变化。Scholz 表示，当大地震发生时，可能意味着：不久的将来，地震风险不再是较低的，而是较高的。

有关独立事件的同步性可以追溯至大发现时代（the Age of Discovery），在这一

时代，摆钟被作为科学家和航海家在上海测量经度的导航设备而发明。1665年，荷兰数学家 Christiaan Huygens 发明了摆钟（解决了海上经度测量问题），这第一次描述了两个悬挂在同一墙上的时钟钟摆如何开始同步的现象。人们都知道卷吸（entrainment）或共轭振动，这种现象由两个钟摆的运动引发，而钟摆则通过时钟的支撑架来连接。

Scholz 认为，断层相距较近（大约在 10~50 km 之间），且以相当的速度运动时，卷吸现象也有可能发生。在文章中，Scholz 以数学上的 Kuramoto 模型描述了这样一种过程：随着时间的推移，断层相继破裂，而地震周期最终可能同步衰退。

许多地方的地质学家和地震学家都记录了以往地震的悠久历史。莫哈韦沙漠的 Camp Rock 断层是远离圣安德烈斯断层的次级断层，其在 1992 年发生破裂，使兰德斯镇（Landers）发生 7.3 级地震，一名儿童在地震中死亡。7 年后，24 km 外的 Pisgah 断层发生破裂，造成美国“29 棕榈”（Twentynine Palms）海军陆战队基地的赫克托矿（Hector Mine）发生 7.1 级地震。

在大地震中当一个断层破裂时，其将释放出在数千年中积累起来的应力。但是，破裂运动也会把一小部分应力（通常会有百分之几）转移到邻近的断层。邻近断层已经非常接近地震发生的临界点，于是，增加的微小应力就触发了邻近断层的大地震。对于两个同时接近地震发生临界点的断层而言，它们的地震周期应该是同步的。

古地震学（探索历史地震的体征）研究表明，莫哈韦沙漠的断层每 5 000 年左右发生一次破裂，因此，兰德斯镇地震和赫克托矿地震发生时间的 7 年之差使 Scholz 认为这不可能是随机的。当 Scholz 查阅古地震资料时，他发现这两个断层在大约 5500 年前和 10 000 年前同时发生过破裂。他在邻近的 Lenwood 断层和 Helendale 断层上也发现了类似的现象，这两个断层在 1 000 年前和 9 000 年前同时发生过破裂。同时，这两组断层的运动步调在本质上也是相同的，其运动速度分别为 1 mm 和 0.8 mm。

Scholz 在内华达州也观察到了类似的趋势。在 1954 年夏天，彩虹山（Rainbow Mountain）断裂带遭到 5 次不同强度地震的袭击，震级为 5.5~6.8 级。1954 年 12 月 16 日，最终在 Fairview Peak 发生了 7.1 级地震，四分钟后，距离 Fairview Peak 40km 的 Dixie Valley 断层发生了 6.8 级地震。同样，触发应力相当的小。古地震证据表明，在过去的 12 000 年中，类似的断层组每 3 000 年左右就会出现地震群。

在冰岛，也出现了同样的情况。2000 年 6 月，间距 14 km 的平行断层在 4 天内发生了两次地震，震级分别为 6.5 级和 6.4 级。1896 年，不同的邻近断层在 11 天内发生了 5 次大地震，这与 1784 年、1732~1734 年出现的地震群相类似。

Scholz 认为，他的同步断层假设可以更容易地评估地震灾害，间距大约在 50 km 内的同步断层以几乎相同的速度移动，因此可能在相同的时间内破裂。而相距很远的断层，断层移动的速度大大不同，其破裂的时间也不相同。

然而，地震学家们还没有拿出一个可靠的方法来预测即将发生的地震。迄今为止，他们尽力能做的是找出地震危险地区，并粗略估计一定规模的地震在多久后可能会发生。

美国地质调查局（USGS）的地球物理学家 Ross Stein 没有参与该项研究，他对该研究的更广泛意义表示质疑。他认为，存在历史地震序列的“好”的证据，以及史前地震序列的“可能”证据，但是，这些情况只是所有地震事件中很小的一部分。

（杨景宁 译 赵纪东 校）

原文题目：Like Fireflies, Earthquakes May Fire in Synchrony

译自：<http://www.ldeo.columbia.edu/news-events/like-fireflies-earthquakes-may-fire-synchrony>

地壳破裂并不总能引发大规模火山爆发

一项新研究表明：当地壳部分区域开裂时，并不总是导致大规模的火山爆发。刊登在 2010 年 6 月 17 日 *Nature* 的这项研究解释了为什么在世界上部分地区发现了数百万年以前的大规模火山喷发迹象，而其他地区却没有发现。

数百万年以来，地壳一直处于持续的板块张裂运动之中。板块之间偶尔发生碰撞、汇聚，或是分裂成为新的板块。当板块发生断裂时，岩浆会从地球内部深处上涌，从而在地表引发大规模的火山活动。现在的北美板块就是 5 400 万年前由现在的欧洲板块分裂而来，而这也导致了两大板块裂隙间火山活动的频繁发生。在该项研究开展之前，科学家就已经发现火山活动通常发生于板块崩裂产生的裂隙之中。

然而最新研究表明：当 6 300 万年前现在的印度次大陆从现在的塞舌尔（Seychelles）分裂出时，火山活动却相当少。研究人员先前认为板块下方地幔的温度是决定发生于裂隙之中火山活动规模的关键因素，而该项研究表明，除此之外，该裂隙先前的历史情况也会强烈影响火山活动的发生与否。

根据该项研究，以美洲板块从欧洲板块分裂为例，由于之前的地质活动使得该板块变薄，沿板块间裂隙发生了大规模的火山活动。由于该处板块下方地幔加速熔化，所形成的岩浆会从板块薄弱区域喷发到地表以上，从而引发大规模的火山喷发活动。但相比之下，当印度从塞舌尔分离时，北印度洋底并未发生多少火山活动，这是由于该区域的毗邻地带——GOP 裂隙已经先于该板块分裂前 600 万年经历了火山活动。因此耗尽了地下岩浆，并冷却了地幔，所以当裂隙产生时，只有很少的岩浆喷发而出。

该项研究的合作者、伦敦帝国理工学院（Imperial College London）地球科学与工程系的 Jenny Collier 博士表示，大规模物种灭绝、新板块形成、全球气候变化以及剧烈的火山活动都可能是板块断裂导致的。令人振奋的是，他们的研究正在帮助人们更清楚地认识几百万年以来塑造地壳的因素。

该研究团队通过对印度洋进行深海考察确定了洋底岩石的类型，并得出了相关

结论。他们发现了少量的玄武岩，这是早期火山活动的指示物。该团队同时还应用自行构建的最新计算机模型模拟了印度板块与塞舌尔板块发生分裂时的洋底状况。

该论文的主要作者、伦敦帝国理工学院地球科学与工程系的 John Armitage 博士表示，他们的研究能够帮助人们了解板块裂隙的历史，这对于确定板块分裂时的火山活动规模具有重要意义。现在，人们知道裂隙历史在决定地表火山活动规模时与地幔温度有着同样的重要性。

未来，该团队还希望对远离南美洲（数百万年前从非洲分离而来）海岸的洋底进行进一步探索考察，以确定该区域过去的火山活动规模。该项研究的部分资助来源于英国自然环境研究理事会（NERC）。

（白光祖 译 赵纪东 校）

原文题目：New insights into volcanic activity on the ocean floor

译自：http://www3.imperial.ac.uk/newsandeventspggrp/imperialcollege/newssummary/news_17-6-2010-9-44-33?newsid=90742

俄罗斯地质部门 2030 年前发展战略简介

2010 年 6 月 16 日，俄罗斯政府会议通过俄地质部门 2030 年前的发展战略。俄罗斯在石油、天然气、金、钻石、银、铜、铅、铁矿石、煤的储量上居于国际领先地位，采矿占到了其 GDP 的 30%。近几年来，俄罗斯已探明的一些战略资源（石油、天然气、金、铜等）的储量已经超过了其每年的产量。因此，俄政府认为，应该创造条件保障俄工业未来发展的原材料供应。

该战略主要包括以下四方面内容：①更清楚地界定俄政府和私营企业的责任范围。一般来讲，俄政府应在初始阶段对地质勘探进行资助，而放权给私营企业进行详细研究，开发特定领域的矿藏。②保证最大程度地获取公共信息资源，特别是数字化的地质资料。③消除过多的行政障碍，以促使小型和中型企业能够进入这一领域，对一些大型企业不感兴趣的小型 and 中型矿藏进行开发。④现在，俄罗斯的地质勘探面临着以下巨大挑战：大陆架的大规模调查、超深矿藏的开发、偏远地区矿产资源的开发。因此，需要特别关注改进地质勘探技术的方法，并利用创新的方法和先进设备，以及推出先进的人才培养方案。

总体而言，该战略旨在为俄罗斯的地质研究和矿产资源基地的再生产建设一个非常有效的制度，通过建立一个有效的管理体制，确保俄罗斯的地缘政治利益，以及在迅速变化世界中的原料安全。该计划分为三个时间段，2010—2012：确定法律和经济机制的优先事项；2013—2020：完成有关体制改革；2021—2030：促进地质信息的自由交流，预计勘探活动和投资吸引力会因此大大增加。

（赵纪东 编译）

原文题目：Стратегии развития геологической отрасли до 2030 года

译自：<http://government.ru/docs/10993/>

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》(简称系列《快报》)是由中国科学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,由中国科学院规划战略局、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、高技术局研究与发展局等中科院职能局、专业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、系统集成的思路,对应院1+10科技创新基地,重新规划和部署了系列《快报》。系列《快报》的重点服务对象首先是中科院领导、中科院专业局职能局领导和相关管理人员;其次是包括研究所领导在内的科学家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科学家。系列《快报》内容将恰当地兼顾好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》现有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《交叉与重大前沿专辑》、《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(100190)

联系人:冷伏海 朱相丽

电话:(010)62538705、62539101

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

地球科学专辑

联系人:高峰 安培浚 赵纪东 王金平

电话:(0931)8270322 8271552

电子邮件:gaofeng@lzb.ac.cn; anpj@llas.ac.cn; zhaojd@llas.ac.cn; wangjp@llas.ac.cn