

中国科学院国家科学图书馆

科学研究动态监测快报

2010年10月15日 第20期（总第98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

地球科学计划

地球透镜计划的成就与挑战..... 1

固体地球科学

Geology: 俯冲侵蚀对地震的作用..... 9

研究表明降雨变化可触发地震..... 11

美国将重振其稀土矿业..... 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

地球科学计划

编者按：美国国家科学基金会（NSF）、美国地质调查局（USGS）和美国国家航空与航天局（NASA）在 2001 年联合发起了地球透镜（Earthscope）计划，旨在通过分布式、多用途仪器和观测台网的组合使用，以加深对北美大陆结构、演化和动力学特征的理解。通过近十年的努力，地球透镜计划形成了三大研究设施，即美国地震台阵、板块边界观测站和圣安德烈斯断层深部观测站。《揭示北美大陆的奥秘——地球透镜科学计划 2010 - 2020》指出，地球透镜计划在北美大陆活动变形研究、整个地质时代的北美大陆演化研究、深部地球结构和动力学研究、地震、断层与岩石圈流变学研究、地壳与地幔中的岩浆和挥发物研究、地形学和构造学研究等七个方面取得了重大突破，但是，未来仍然面临诸多挑战。

地球透镜计划的成就与挑战

1 北美大陆的活动变形

1.1 近来取得的成就

(1) 地球透镜计划的数据显示，整个卡斯卡迪亚地区都发生过幕式震颤和滑移事件，这些幕式震颤和滑移事件在一些特定位置优先成核，并显示为截然不同的断层片段。

(2) 地球透镜计划的数据显著改善了美国毗邻地区及阿拉斯加部分地区的活动变形模式及模型的精度。现在，这些研究成果正被用来测试北美大陆内部板块边界相互作用及变形的大尺度动力学模型。

(3) 最近的研究显示，整个阿拉斯加州是辽阔的环太平洋变形区的一部分，这源于白令海板块的运动，以及阿拉斯加西部地区向加拿大育空（Yukon）北部的 Mackenzie 山的收缩运动。这种认识为地球透镜计划在阿拉斯加地区的数据采集和解译提供了一个新的框架。

(4) 估测表明，加州东部的断层运动似乎与圣安德烈斯断层系统的运动在时间上无关，而可能与受应变强烈控制的断层运动与静止周期的相互更替有关。

(5) GPS 数据表明，新马德里断裂带稍微有些变形或没有变形。在地质记录中，由于地震总是循环发生，所以，克拉通内的地震驱动力依然是个谜。

1.2 未来的挑战

(1) 接触俯冲带的板块有着什么样的特性？控制大地震与其他滑动模式（比如幕式震颤和滑移）的潜在因素又有着什么样的特征？

(2) 俯冲界面的几何形状、组成成分、物理状态和滑动特征是如何显著影响弧前盆地变形的？

(3) 活动板块边界的岩石圈和软流圈有什么样的三维流变特性，它与地震周期变化、板块边界应力、以及其他驱动大陆大规模、长期变形的应力有怎样的联系？

(4) 从大洋板块的集中变形到大陆板块的区域变形，其主要的变形控制因素是什么？

(5) 圣安德烈斯转换断层系统发生延伸的控制因素和响应因素是什么？这些因素在门多西诺三联点（Mendocino Triple Junction，圣安德烈斯断层上地震最活跃的一个地区）和加利福尼亚湾的断层动力学构造及演化过程中是如何被反映出来的？

(6) 有多少弹性应变和永久性应变发生在与圣安德烈斯断层和其他走滑断层相毗邻的地区？这一比例（弹性应变和永久性应变的比例）是否沿断层的长度发生变化？

(7) 随着时间的推移，断层滑移速度是如何变化和演化的，超过什么时间尺度后断层的滑移速度为常数？短期大地测量又是如何与长期的地质测量相匹配的？

(8) 板块内部地震的驱动力是什么，其应力是如何周期性累积并释放的，这与板块边界的地震有什么不同？

(9) 在多大程度上，目前的地壳变形能够与地幔活动变形相耦合？

2 整个地质时代的北美大陆演化

2.1 近来取得的成就

(1) 地球透镜计划、加拿大岩石圈探测计划（LITHOPROBE）、以及美国国家自然科学基金会大陆动力学计划的地震图像表明，古老的大陆缝合线可以保存来自大陆碰撞过程（甚至包括俯冲板块的残余部分）的几何结构和异质性。研究结果显示，高分辨率成像与详细的地质数据集相结合后可以揭示大陆的增生过程，而异质性和构造活化在随后的构造过程中发挥着基础性作用。

(2) 高精度的测年技术、高分辨率的原位技术、以及大量新矿种和同位素系统已经使地质年代学研究发生了巨大变革。现在，古老岩层可以更好地被测明年代并与其他地层相关联，通过沉积矿床则可以联系到源地体和地表演化。

(3) 地壳或地幔内存在特殊区域（流体流动有相对薄弱期），其流体横向流动对构造模式具有重要影响。这种认识突出了地壳与地幔不同层之间的耦合、拆离、异质流动问题，以及整个地质年代中造山高原的重要性。

(4) 利用地震机动台阵获得了内华达山脉下方岩石圈剥离的更高分辨率的图像，这促进了人类对大陆岩石圈的不稳定过程的认识。

2.2 未来的挑战

(1) 从地下图像或地质图中如何识别并描述一个具体区域的地质演化特征？了解大陆古构造过程的关键在于认识并解释大陆碰撞和大陆裂谷作用的各周期、各阶段的构造。

(2) 北美大陆克拉通核的融合和生长有哪几个主要阶段，在什么时候克拉通岩石圈达到稳定状态？

(3) 大陆地壳和地幔的早期形成过程与目前处于活动状态的大陆地壳和地幔有什么不同？

(4) 当前的大陆地壳在地球历史早期如何形成，或者如何从早期地壳中再生？这些地壳在年轻岩浆和构造增生过程中生长了多少？

(5) 壳—幔边界（莫霍面）随时间推移是如何演化的？

(6) 大陆地幔岩石圈的组成成分和热构造具有什么样的定年功能？

(7) 在碰撞期、裂谷期、稳定期，大陆岩石圈有着怎样的流变特征，这些特征又如何影响岩石圈与其他圈层的耦合？

(8) 从地震图像和野外地质研究中，人类如何认识、解释地壳和地幔中所存在的古老的流体横向流动区？

(9) 粗厚的克拉通岩石圈根如何抵御侵蚀作用，它们又是在什么条件下被毁灭的？

(10) 能否从地质记录中识别出下降流（岩石圈剥离或拆沉）和上升流（地幔热柱），它们对大陆的稳定和不稳定又发挥着什么样的作用？

(11) 什么因素控制着阿巴拉契亚造山带的异质性，整个超大陆循环期间这种异质性是如何维持下来的？

(12) 从造山运动到现在，什么因素控制着阿巴拉契亚的地形？

3 深部地球结构和动力学

3.1 近来取得的成就

(1) 断层图像显示出胡安德富卡俯冲板块惊人的复杂形态，其包括一个明显的“双重”板片（double slap）。

(2) 地幔流体以异常快的速度侵入内华达过渡带下方 800 km 深处，这种特征以地幔各向异性为基础，可能代表了一种寒冷下降流，其严重破坏了地幔流动模式。

(3) 在上地幔内部沿黄石热点的轨迹存在明显的地震波低速区，该异常区之下是地幔柱状的地震波弱低速带，其延伸到了 900 km 深处。

(4) 剪切波分裂测量表明，在门多西诺三联点胡安德富卡板块/戈尔达板块南部边缘周围有一股地幔流紧密旋转。

(5) 美国地震台网提高了北美大陆下方岩石圈—软流圈边界处的地震特征的精度，显示出岩石圈与软流圈之间的不同流变成因。

(6) 美国地震台网数据显示出了起源于核幔边界处的太平洋 megapile（地球内部地震波异常区）的三维形状。

(7) 美国地震台网的数据被用来绘制核幔边界区的复杂分层图，这样一来能够对这一热化学层的演化作出推断。

3.2 未来的挑战

(1) 在北美大陆下方，俯冲岩石圈与过渡带和下地幔是如何相互作用的？其形态显示出了与板片、周围地幔粘度及浮力有关的哪些信息？过渡带是俯冲板片的一个临时“休息”区吗？

(2) 较古老和较深的俯冲岩石圈（Farallon/Kula 板片）与目前正在太平洋西北部下方俯冲的胡安德富卡和戈尔达岩石圈有怎样的联系？

(3) 与黄石热点对齐的上地幔低速异常区是否与过渡带深处或更深处地幔柱状特征有关？这种特征的形状和振幅又蕴含着与地幔流体和温度有关的那些信息？

(4) 内华达山脉下降了多少，其他局部下降流扩展到多大深度？上升流区和熔化区是否伴随有下降流？

(5) 地幔的各向异性模式显示出了俯冲岩石圈周围流体或与地幔上升流和下降流有关的流体的哪些特征？各向异性又在何处显示出了晶体结构和熔融结构？

(6) 温度、组成成分以及软流圈融化对岩石圈和软流圈之间的流变差异有什么影响？

(7) 整个北美大陆过渡带的地形特征如何？这些地形与地幔温度、水化作用及地幔流动模式又有什么样的关系？

(8) 过渡带是地球内部最大的“水库”吗？

(9) 地球透镜计划在核幔边界区的稠密取样数据反映出了核幔边界区什么样的钙钛矿和后钙钛矿阶段特征？

(10) 超低速区是否代表局部熔融，其显示出了与地幔地热、固相线（岩石相平衡术语）、组成成分有关的哪些信息？

(11) 地核的详细构造及内核的各向异性是什么？这种结构又蕴藏着与地核动力及内核旋转有关的哪些信息？

4 地震、断层和岩石圈流变学

4.1 近来取得的成就

(1) 沿主要活动断层的激光雷达地形图像使古地震学研究发生了巨大变革。在卡利索平原（Carrizo Plain）对 1857 年加州 Fort Tejon 地震的研究已经推翻了关于断层位移量和频率的传统观念。

(2) 第一块原始的活动断层岩石样品已经从圣安德烈斯断层深部观测站（SAFOD）获得。在实验室内对其层状构造、非粘结性、以及发生巨大变化的断层泥的研究正呈现出以前没有记录的一系列断层变形模式。

(3) 观测表明，圣安德烈斯断层深部观测站定位孔的震源和主孔接收器之间的

地震波走时在附近微震发生之前会发生变化，而这代表一个可能的地震前兆信号。

(4) 圣安德烈斯断层散射物质的特征变化表明，大地震的震波影响某区域断层的强度，而超大地震则可能影响全球的断层强度。

(5) 通过全球定位系统、钻孔应变仪、以及在卡斯卡迪亚俯冲带观测幕式震颤和滑移事件的密集地震台网，现在科学家们可以追踪某个幕式震颤和滑移事件的产生、发展、传播和结束过程。慢滑与非火山地震间物理关系的测地学研究可能将获得制约其时空关系的新数据。

(6) 现在，辐射高频地震波的普通地震被理解为众多变形机制（包括幕式震颤和滑移、慢滑、蠕变和韧性剪切）中的一个过程。

(7) 针对北美西部的第一个综合性粘弹性变形模型已经被开发出来，包括来自主板块边缘附近断层和板块内部分支断层的粘弹性松弛作用，以及弹性岩石圈在平均深度内的刚性横向变异作用。在圣安德烈斯断层系统一个数十公里宽的范围内，弹性岩石圈的刚性变异与弹性板块的厚度降低一致。

(8) 德纳里（Denali）断层在 2002 年发生 M_w 7.9 级地震后几年的数据清楚地表明，震后滑动和上地幔粘弹性松弛对断层有显著影响，并且，需要一个类似于冰川均衡调整模型的多组分模型（包含粘弹性结构）。从内华达中央地震带的历史地震中预测的震后粘弹性松弛与观测到的应变小空间变化相一致，这表明即使是相对较小的地震，其影响也可能持续数十年。

4.2 未来的挑战

(1) 地震是怎样发生的？触发地震的因素是什么，使断层开始破裂的地震震级有多大？什么因素控制分支断层破裂或一个断层破裂触发另一断层破裂？

(2) 断层几何学、流变学和历史研究结合起来如何确定地震的传播、规模和位置？

(3) 在某深度，断层的摩擦力是什么，大地震破裂的条件是什么？

(4) 如何防震，是什么因素决定了一个断层的最终破裂规模？

(5) 从地表观测到的活动构造是如何相互作用以适应下地壳和上地幔变形的，流体在这些相互作用中起什么作用？

(6) 在远离板块边界的地区，地震驱动力是什么？滑动后的后震、幕式滑动和非火山地震表现出的是相同的物理过程还是它们有不同的过程？什么样的流变特征控制着这些过程？在离散易碎过程和连续剪切瞬变过程之间是否有变形率连续性？

(7) 流体在非火山地震发生时发挥什么作用？如何区分非火山地震与火山地震或普通地震？

(8) 地震时滑动分布情况如何，人类能从断层几何学和断层流变学的异质性中认识到什么？

(9) 如何定位单个地震的滑动带，它又是如何演变成一个成熟剪切带的？对孕

震区下方的剪切带又如何定位？

(10) 远离断层的变形主要受空间断层滑动驱动，还是由破裂前沿的动态应力引起？

(11) 地震能使断层上的应力异质性分布变得平滑或粗糙吗？如果地震能使断层上的应力异质性分布变得粗糙，那么，弹性回跳模型能在多大程度上对地震周期进行适当的描述？

(12) 地震的复杂性是否与地震震级有关？应力下降幅度和地震辐射能量是否以一种不变的比例缩小，这一比例是否会在某些尺度发生变化？造成同一震级地震的应力大幅度下降的原因是什么？

(13) 大陆地壳的流变能力是否取决于应力，如果是这样的话，这对地震周期又有什么影响？

(14) 整个北美大陆有着怎样的流变学三维变异特征，这种变化又如何控制大规模的大陆变形？

(15) 在岩石圈、绝对应力场、以及应力异质性幅度范围内，应力是如何分布的？应力是如何积累的，其又是如何通过岩石圈转移，并在地震周期内释放的？在地震事件之间、地震中、以及地震后不久，岩石圈发生了多大程度的变形？

(16) 能否建立一个北美大陆主要断层的地震周期综合模型，地震周期分为短期（几十年），中期（数百年），和长期（> 1000 年）？

5 地壳与地幔中的岩浆和挥发物

5.1 近来取得的成就

(1) 在卡斯卡迪亚俯冲带，发生幕式震颤和滑移的位置、中源地震、变质脱水、以及板块构造之间具有很强的相关性，这为板块界面的动力学特征提供了有用信息。

(2) 地震数据限制了黄石岩浆房的潜在补给深度，这与 2004—2007 年岩浆在黄石破火山口的快速上升相吻合。

(3) 板块边界观测数据表明，在 2006 年阿拉斯加奥古斯丁火山（Augustine）喷发前的 60~90 天，岩浆就已上升到浅层地表。

(4) 据岩石学特征，可推断出盆岭构造带的地幔熔融深度与地震波低速区有关，这反映出了地幔熔融与岩石圈构造间的关系。

(5) 太平洋西北地区地壳导电性的明显变化表明，胡安德富卡板块存在脱水现象，并且这与岩浆的底垫作用有关。

(6) 地震和地下水的化学耦合研究表明，整个美国西部经历着大陆尺度的活动地幔脱气作用。

5.2 未来的挑战

(1) 全球范围内俯冲带和裂谷火山的大地测量研究表明，其膨胀期和缩小期持

续了数月甚至数年，但是，岩浆涌入、挥发物脱气作用、以及地下水相互作用模型的区分却存在一些限制因素。火山膨胀/缩小模式在流体、挥发物和岩浆补给方面有哪些表现？这些物质输送过程的时间和距离尺度各是多少？

(2) 岩浆和储存挥发物的上升是如何改变板块内的应力状态的？在伸展、挤压和转换背景下，水的释放或储存是如何脆化或润滑断裂带的？

(3) 脱水反应和流体输送如何影响板块界面的耦合，以及俯冲带发生大地震的潜力？

(4) 沿挤压和伸展边缘的熔体萃取作用的三维变化如何使熔体/挥发物富集区和深部区域结构发生化学变化？

(5) 水和岩浆流体的运动是如何影响地壳与地幔的孔隙压力、温度、组成成分及流变能力的？流体又是如何影响岩石圈变形和地幔流动的？

(6) 活火山和俯冲带的挥发通量如何随时间变化，这对全球气候变化又有什么影响？

(7) 岩浆流体是如何调节大陆地壳的，岩浆的产生为大陆的增生起了怎样的作用？

(8) 什么因素控制了俯冲系统上冲板块的岩浆作用类型和位置？

(9) 当裂谷作用向海底扩张发展时，是什么因素控制了岩浆作用的类型和位置？

(10) 在板块边界附近和稳定的克拉通内部，火山脱气作用对地下水水质有怎样的影响？

6 地形学和构造学：阐明岩石圈形变的时空模式

6.1 近来取得的成就

(1) 从地质学研究中获得的加州断层运动速率与从测地学研究中获得的不同，表明该断层处于非稳态行为中。这种差异可能由下地壳或上地幔中依赖于时间的剪切变化造成，也可能由脆弱岩石圈中断层的相互作用引起，因此，造成了对远场板块运动所驱动的断层稳定滑动这一传统观念的挑战。

(2) 高分辨率的地形图像结合放射性测年新技术使得过去的地质历史更为精确，反过来，这又给地球动力学模型造成了约束。

(3) 地球动力学模型（包括变形、侵蚀、隆起以及气候的耦合）正在为复杂的造山带演化提供新的认识。

(4) 对东海岸（新泽西州和特拉华州）的海平面评估显示出了地形动态变化（与北美西部边缘下方的岩石圈俯冲有关）的可能影响。

6.2 未来的挑战

(1) 什么洋的过程控制着沿主断层系统（同时沿单个断层和某一区域）的滑移速率的变化？

(2) 地壳、地幔浮力和流体如何影响并维持处于构造活动状态的美国西部

的地形？

(3) 整个地质时间内，岩石圈如何在北美西部板块边界（边界与整个大陆地表演化存在相互作用）下方俯冲？

(4) 阿巴拉契亚山的地形为什么仍然存在？

(5) 不同类型的盆地（前陆、弧前/弧后、被动陆缘、克拉通/拉分）对深部地壳及地幔结构的影响程度有多大？

7 地球透镜计划与水圈、冰冻圈和大气圈

7.1 近来取得的成就

(1) 高密度和高分辨率的地球透镜计划 GPS 接收器实现了对土壤湿度变化、雪深和植被含水量的连续监测。

(2) 美国地震台网在微震带记录的地震能量数据被用来推断过去和现在的海浪高度，这有助于监测气候变化。

(3) 地球“嗡嗡叫”（静地震）了非常长的一段时期，这种现象最近已被监测，并用来推断地球的深部结构。

(4) 以便携式地震台站和全球定位系统实现了对冰川运动的监测。

(5) 以全球定位系统、合成孔径干涉雷达、及重力反演和气候实验（Gravity Recovery and Climate Experiment, GRACE）实现了对地下水的连续监测。

(6) 利用 GPS 数据实现了对大气中的水蒸气的近实时监测，这些测量结果有助于改善美国国家海洋与大气管理局（NOAA）的预测。

(7) 美国地震移动台阵大气音速数据的偏移表明，通过地震台站对大气活动进行探测是可行的。因此，美国地震台网可以用来监测大气中的噪声源（如火流星和火山爆发），并推断出大气结构。

7.2 未来的挑战

(1) 是否可以利用地球透镜计划设施绘制美国西部和阿拉斯加水的时空分布图（地下水、大气水、土壤湿度、积雪、冰川和植被含水量）以弥补其他气象观测资料的不足？

(2) 能否对水文过程（地下水、湖泊、河流、冰川和水坝）进行足够精确的模拟，以对水文/大气科学家和水资源管理人员有所帮助？

(3) 地球透镜计划设施是否可以用来进一步提高人类对大规模大气现象的认识？

(4) 地球透镜计划设施是否可以用来描述大气传输路径，相关信息是否能够提高人类对大气动力学的认识？

(5) 冰体、永久冻土和北极冻融循环是如何变化的？

(6) 从地球透镜计划中还可以获得什么样的其他数据产品，以服务于水文、冰冻圈和大气圈研究组织？

参考文献:

- [1] 白星碧, 施俊法. 美国地球探测计划. 地球科学进展, 2005, 20(5): 584- 586
- [2] 郑秀芬. “地球透镜计划”的精粹集锦——“地球透镜计划”获得资助第一年的进展. 国际地震动态, 2005, (10): 41- 46
- [3] 刘刚, 董树文, 陈宣, 等. EarthScope—美国地球探测计划及最新进展. 地质学报, 2010, 84(6): 909- 926
- [5] Unlocking the Secrets of the North American Continent: An EarthScope Science Plan for 2010–2020
http://earthscope.org/es_doc/reports/es_sci_plan.pdf

(杨景宁 译 赵纪东 校)

固体地球科学

Geology: 俯冲侵蚀对地震的作用

俯冲带构成了太平洋板块的轮廓, 历史记录表明, 许多规模最大、且最具破坏性的地震大多发生在这些俯冲带。因此, 许多研究者对太平洋板块俯冲带边缘的构造及其主要过程产生了极大的兴趣, 这些俯冲过程的变化可能是地震行为中的一个因素。在俯冲过程中, 当物质被添加到上冲板块时, 这些边缘便被称为增生边缘; 当物质从上冲板块底部移走时, 便被称为侵蚀边缘。对俯冲带动力学的早期研究大多集中在增生部分, 侵蚀模型的研究仅在过去 15 年间得到了充分发展。然而, 描述边缘结构特征并量化分析全球俯冲带相对侵蚀量的研究论文显示, 全球大约 57% 的俯冲带是由侵蚀边缘形成的, 而不是由增生边缘形成的 (von Huene and Scholl, 1991; Clift and Vannucchi, 2004)。

各种有关侵蚀边缘的模型之间存在矛盾。其中, 一类模型表明, 断层摩擦大, 可能表现出俯冲地形特征, 如海山, 通过磨蚀使物质从上冲板块底部移走 (如 Hilde, 1983; Adam and Reuther, 2000; Dominguez et al., 2000; Bangs et al., 2006)。另一类模型提出一种不稳固的断层, 表明俯冲侵蚀的发生是由于上层板块的压裂作用致使上层板块物质进入俯冲带, 同时上层板块变薄造成大量沉降, 使流体沿上部楔体中的正断层渗出 (von Huene et al., 2004; Ranero et al., 2008)。然而, 两种模型都没能成功地预测侵蚀边缘所有结构特征的特点。

Wang 等 (2010) 描述的侵蚀模型涉及到了这些边缘的地震活动模式。他们的模型是动态库仑楔理论 (dynamic Coulomb wedge concept) 的延伸, 该理论已被成功地用来描述增生边缘的地震活动和特征, 例如楔体几何特征、伸展断层活化作用、浅源地震以及超低频地震等 (Wang and Hu, 2006)。他们借助相同的概念 (有关地震周期至俯冲侵蚀过程中断层强度的瞬时变化), 利用陡峭的楔形坡和倾斜几何特征寻找与增生楔有关的侵蚀边缘。结果发现, 在地震期间, 中间楔 (middle prism) 与下方基底断层 (存在较高的流体压力比) 密切相关。地震断层的上倾 (updip)、同震

滑动在楔体中产生挤压作用，引起俯冲物质的扩张，结果导致楔体中的流体压力比增加，而板块下方的流体压力比下降。这样一来，增加了基底断层强度，而削弱了上冲中间楔的强度，进而促进了楔体基部的侵蚀作用。侵蚀暂限于同震破裂，以及地震滑动不久后的迅速形变期，这与断层浅层区段的应力状态的持续调整相关。

该模型对地震具有重要意义，比如可以进行沿俯冲通道最浅区段节面至地震（偶尔发生于上倾区域）长期破裂时间中相关的（稀少）剪切定位。同时，地震数据也支持这种说法。海啸地震源于俯冲带最浅区段的滑动，其经常引起与地震矩（ M_0 ）相对应的大海啸，且破裂时间特别长（如 Kanamori, 1972; Kanamori and Kikuchi, 1993; Satake and Tanioka, 1999; Polet and Kanamori, 2000; Abercrombie et al., 2001; Bilek and Lay, 2002; Ammon et al., 2006）。这些海啸地震主要分布在侵蚀边缘（图 1），表明这些地震事件可能与王等（2010）所描述的地震活动过程相似。图中所记录的最大地震事件（超过 9 级的地震）往往只发生在增生边缘，而不是在侵蚀边缘（图 1），这很可能与两种边缘之间的几何学特征及摩擦条件的差异有关。与侵蚀边缘相比，增生边缘内可能发生地震的区域是由于摩擦行为使滑动（速度减弱）更进一步地向海延伸，这使得同震破裂的区域扩大，最终导致许多较大震级地震发生。

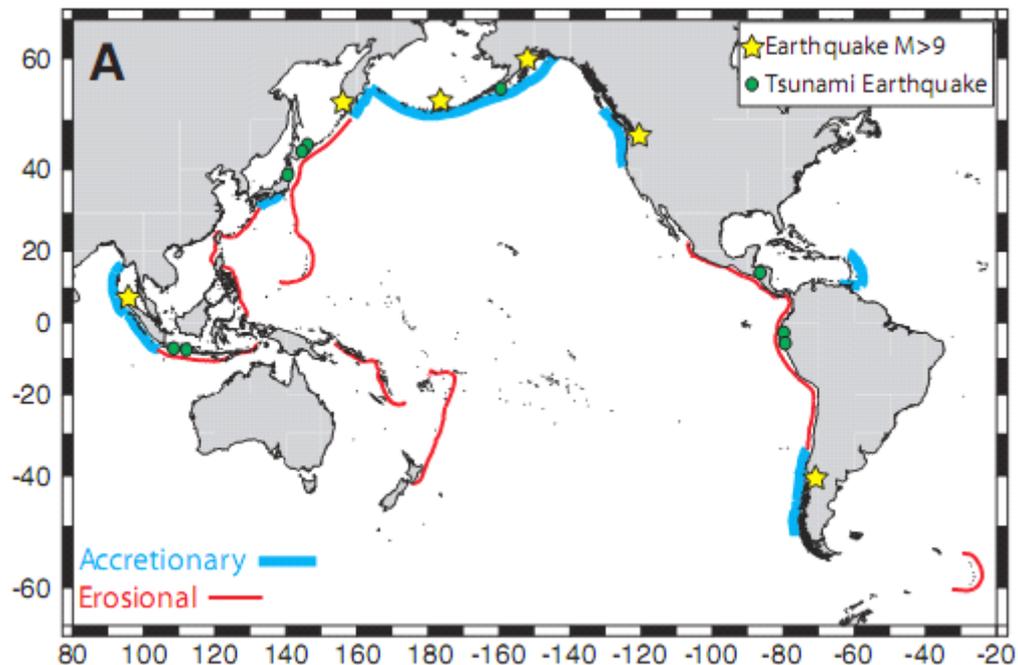


图 1 侵蚀边缘和增生边缘的地震特征

尽管俯冲边缘具有其他一些复杂性，但俯冲带地震破裂持续的时间范围（Bilek et al., 2004; Bilek, 2007、2009）还是在一定程度上反映出了不同类型俯冲边缘的差异。除阿拉斯加—阿留申群岛俯冲带外（图 2），侵蚀边缘所发生浅源地震（震源深度为 15 km 以内）的最大持续时间（以地震矩衡量）往往比增生边缘长。关于阿拉斯加—阿留申群岛俯冲带存在的差异，研究者提出有关其增生分类和沿断层走向可

能发生性质变化的新问题。侵蚀边缘地震源持续时间较长，表明其发生条件可能类似于海啸地震。从破裂时间的中间值和 75% 的概率分布来看，整个研究区基本相似，这表明侵蚀边缘产生的地震较少，但发生在侵蚀边缘的浅源地震持续时间比增生边缘长。因此，被提议的侵蚀边缘动力学模型可以和地震观测联系起来，通过建模理论的持续发展（例如王等提出的模型），结合地震周期变形的其他地震观测和大地观测研究，其将进一步提高人类对俯冲带地震活动的认识。

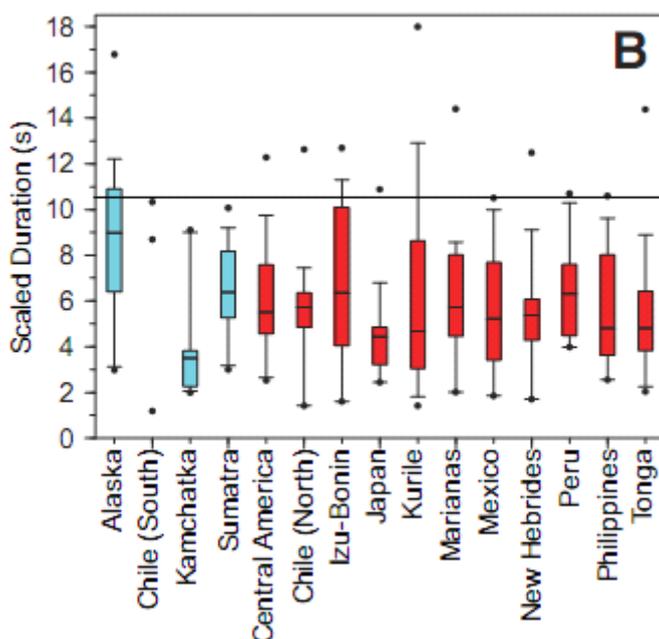


图 2 增生边缘（蓝色）和侵蚀边缘（红色）浅源地震破裂时间统计

（杨景宁 编译）

原文题目：The role of subduction erosion on seismicity

来源：<http://geology.gsapubs.org/content/38/5/479.full>

研究表明降雨变化可触发地震

2010 年 10 月的《美国地震学会通报》(BSSA)上发表了一篇新的评论文章《1987—2009 年水力地震研究成果综述》(An Overview of Hydroseismicity Research Results from 1987 to 2009)，探讨了与水循环要素有关的自然地壳地震，其中水循环要素主要描述地球表面、及其上方和下方水的连续运动，包括飓风和台风。

水力地震 (hydroseismicity) 理论最初是在 1987 年被阐明的，其将大部分板内和近板内地震归因于水文动态循环。该理论认为，降水变化影响了地球深处的孔隙流体压力，能够在应力累积且接近破裂边缘的区域触发地震。

该论文列举了有关的水文事件——降雨、河流和飓风，以及 20 多个科学研究小组对全球五大洲地震活动的观测，在此基础上进行了全面测试，对水力地震理论给予了支持。

论文作者认为，地震活动与气象事件之间具有相关性，因此需要更多的局部、

区域地震监测网络，以及额外的流量测量站。在将来，当震源深度被更好地测量，更多的流量测量站变得可用时，应该可以发现并且量化地震和气象参数之间的因果关系。最终，地下水水文测量、地震监测以及预报可能是相辅相成的。

（赵纪东 编译）

原文题目：How Rainfall Variation Can Trigger Earthquakes

译自：<http://www.sciencedaily.com/releases/2010/10/101005131958.htm>

美国将重振其稀土矿业

稀土具体指在化学性质上相似的 17 种金属元素，如铈、钇和镧等，它们具有独特的磁性、光学性和其他特性。从精确制导武器、夜视仪和雷达系统，到绿色科技（如混合动力汽车和风力涡轮机）等一系列尖端科技，稀土均发挥着举足轻重的作用。

近来，由于中国对稀土产业开发战略的转变，美、日等发达国家对中国稀土出口缩减的忧虑不断加剧，他们计划采取一系列科技行动来应对未来可能的危机。

美国能源部（DOE）将拟定战略，以增加美国稀土产量、寻找稀土替代材料、并提高稀土使用效率。同时，五角大楼也将完成有关美国军方对稀土依赖度的研究。截至目前，美国众议院科技委员会已经授权美国能源部投资 7 000 万美元建立研发中心，以研究稀土矿新处理方法，为重启美国稀土采矿作业提供技术保障。

美国能源部助理部长 David Sandalow 表示，多元化的全球供应链对任何关键材料（包括稀土）都是重要的，近期事件更是突显了这一点。美国众议员 Kathy Dahlkemper 则已拟订法案，旨在使美国在 5 年内实现自给自足，她认为，如果美国不采取行动以确保美国有充足的稀土供应，那么美国的国家安全和经济安全肯定将陷入危险境地。但是，美国面临的挑战却是极其严峻的，因为重建美国的稀土供应链可能需要长达 15 年时间，并且需要目前由外国企业持有的专利。

日本多年来已经囤积了大量稀土资源（主要来源于中国），因此，稀土市场分析公司 Technology Metals Research 的专家认为，短期内日本的稀土供应链不会有太大问题。尽管如此，日本已经开始寻求在亚洲的蒙古等地开发稀土和铀元素等稀有金属和矿产资源。据报道，日本首相在纽约出席联合国大会之际与蒙古总理会面，可能洽谈有关事宜。

实际上，除中国外，其他地方的稀土金属蕴藏量也十分丰富，例如美国，其曾经一度是全球领先的稀土生产国（但现在并不开采任何稀土）。稀土开发的关键问题在于其开采难度较大，且往往具有环境危害，成本也较高，例如，2002 年美国最后一个稀土矿的关闭主要原因就是环境和成本方面的问题。

（赵纪东 整理）

原文题目：‘Rare earth’ fears spur US review

来源：<http://www.ftchinese.com/story/001034810/en>

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