

中国科学院国家科学图书馆

# 科学研究动态监测快报

---

2013年5月1日 第9期（总第159期）

## 地球科学专辑

- ◇ 国内外学者对芦山地震成因等科学问题的分析
- ◇ 千万亿次水平的地震模拟将助力地震预警
- ◇ MEG 分析 2012 年全球非铁矿产勘探情况
- ◇ 墨西哥湾食油菌除油能力强于预期
- ◇ *Nature* 文章揭示太平洋海底火山下方的深部岩浆区
- ◇ JGR: 基于实验模型的俯冲带逆冲区地震周期研究
- ◇ *Nature*: 洋内俯冲促成科迪勒拉山系形成
- ◇ EIA 预测美国至 2040 年石油生产和消费情况
- ◇ Elsevier 开始出版新杂志《人类世》

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

## 地震与火山学

国内外学者对芦山地震成因等科学问题的分析 ..... 1  
千万亿次水平的地震模拟将助力地震预警 ..... 5

## 矿产资源

MEG 分析 2012 年全球非铁矿产勘探情况 ..... 6

## 能源地球科学

墨西哥湾食油菌除油能力强于预期 ..... 9

## 前沿研究动态

*Nature* 文章揭示太平洋海底火山下方的深部岩浆区 ..... 10  
JGR: 基于实验模型的俯冲带逆冲区地震周期研究 ..... 11  
*Nature*: 洋内俯冲促成科迪勒拉山系形成 ..... 11

## 数据与图表

EIA 预测美国至 2040 年石油生产和消费情况 ..... 12

## 地学期刊

Elsevier 开始出版新杂志《人类世》 ..... 13

# 地震与火山学

编者按:北京时间 2013 年 4 月 20 日 08 时 02 分 46 秒,四川省雅安市芦山县(北纬 30.3°,东经 103.03°)发生了 7.0 级地震,震源深度 13 km。此次地震与 2008 年汶川地震主震震中相距 87 km。据中国科学院测量与地球物理研究所评估,芦山地震烈度为 IX 度,受灾范围约 15 720 km<sup>2</sup>(按地震烈度 VI 度区域计算),除了雅安市、成都市震感强烈外,四川省其他地区以及重庆市、陕西省、湖南省也有明显震感。有关此次地震成因、与汶川地震的机理关系、是否为汶川地震的余震,以及中美有关此次地震震级标定的差异等问题是国内外学者和社会公众所关注的热点问题。在此,我们对相关研究成果、专家观点等进行整理分析,以供参考。

## 国内外学者对芦山地震成因等科学问题的分析

### 1 芦山地震成因

向北漂移的印度大陆板块和欧亚大陆板块碰撞挤压,形成了世界屋脊喜马拉雅山和巨大的青藏高原。历史资料表明,青藏高原周界及其高原内部数条大断裂历来都是地震的频发区。由青藏高原东扩形成的沿北东—南西走向展布的龙门山断裂带长约 500 km、宽约 30~50km,从西向东包含 3 条主干断裂,即龙门山后山断裂(也称茂县—汶川断裂)、中央断裂(也称映秀—北川断裂)和前山断裂(也称安县—灌县断裂)。这 3 条断裂收敛合并成一条缓倾角的逆断层,成为青藏高原推覆到四川盆地之上的主控制构造。

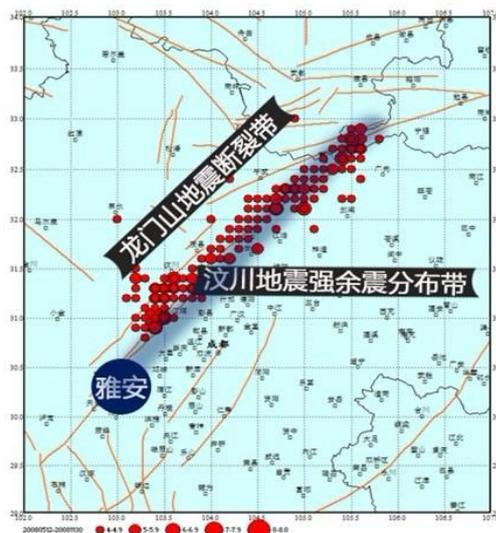


图 1 雅安芦山地震与汶川地震及其余震的位置分布

汶川地震和芦山地震都发生在龙门山地震断裂带,不同之处在于,汶川地震发生在龙门山断裂带的中北段(映秀—北川—青川一线),而此次芦山地震发生在南段

(映秀—宝兴—泸定一线)。具体而言，芦山地震发生在一条右旋走滑逆冲断层上，为龙门山南段的前山断裂，同震破裂及余震分布分析表明，其与汶川地震的断裂性质、破裂方式十分相似。中国科学院测量与地球物理研究所研究员熊能等专家经过研究后认为，芦山地震为发生在龙门山断裂系上的逆冲地震，破裂走向为 $219^{\circ}$ ，倾角为 $35^{\circ}$ 左右，断层破裂主要集中在起震点到两侧 20 km 的范围内。

此次地震发生后，有报道称芦山 7 级强震与太阳爆发事件或存周期性关联。但是，2013 年 3 月 16 日《地球物理研究通讯》(*Geophysical Research Letters*)发表了题为《日地作用对地震的触发微不足道》(*Insignificant solar-terrestrial triggering of earthquakes*)的文章，开展该研究的专家称并未发现太阳活动和地震之间的明显关系，也就是说太阳在以其他方式影响地球。

## 2 芦山地震与汶川地震的机理关系

2008 年 9 月，日本地质调查局 (Geological Survey of Japan) 的 Shinji Toda 等在 *Geophysical Research Letters* 撰文指出，汶川地震减小了龙门山南段前山断裂的应力，使其地震风险降低。中国地震局地质研究所沈正康 (Zheng-Kang Shen) 等对全球卫星定位系统和卫星合成孔径雷达干涉测量的相关数据进行分析后，于 2009 年 9 月在 *Nature Geoscience* 发文指出，汶川地震释放了 3 个断层破裂极大区的能量，再发生类似大地震的周期约为 4 000 年。就目前芦山地震的情况来看，这些研究与现实是不相符的，严重误导了科技界和社会舆论。

2008 年 7 月 6 日，美国地质调查局 (USGS) 的 Tom Parsons 等在 *Nature* 发文称，通过地震断层模型计算汶川地震后的同震应力变化，他们发现汶川地震增加了四川盆地内部及其周边地区的重要断层的破裂应力，由此可能会在一两年后引发 7.0 级左右的大型余震。同时，Tom Parsons 等还指出了鲜水河断裂、东昆仑断裂、雅安断裂等属于重点防范地区。加拿大蒙特利尔大学工学院教授嵇少丞也曾指出，龙门山断裂带南段 (映秀—宝兴—泸定) 和石棉附近的鲜水河断裂带因汶川地震的发生，应力出现增加，地震风险提升。此次芦山地震的发生在一定程度上部分证实了 Tom Parsons 及嵇少丞的研究结果。

同时，中国科学院院士、地球物理学家陈运泰也称，其在汶川地震后给中央的报告中指出，龙门山断裂西南端 (特别是汶川西南 100 km 左右的宝兴一带) 可能发生 7 级左右的地震。熊能等则认为，汶川地震导致的库伦应力变化促进了芦山地震的发生。

## 3 芦山地震是否为汶川地震的余震

陈运泰认为，芦山地震是汶川地震的强余震，是汶川地震的破裂向西南方向的发展，同时，他还指出，虽然芦山地震与汶川地震不在同一个断层上，但这不足以

支撑芦山地震是独立地震的判断。四川省地矿局区域地质调查大队总工程师范晓也认为，芦山地震可能是汶川地震后，龙门山断裂带应力调整过程中的一次强余震。美国地质调查局（USGS）的地球物理学家 Jessica Turner 看法与上述 2 位专家类似，但他同时也指出，随着分析的继续进行，有可能得出不同结论。

余震是指一次中强度以上地震发生后又接连发生的一系列震级较小的地震，其分布于由主震形成的同震破裂延展的同一区域。汶川地震的同震破裂从映秀地下的震源向东北方向传播扩展，而芦山地震的同震破裂从太和村之下的震源向西南方向传播扩展。因此，嵇少丞认为芦山地震是龙门山断裂带内一次新的、独立的地震。同时，嵇少丞还从地质角度进行分析并进一步指出，震源深度十几公里的地震不可能是几十年或几百年前地震的余震，而是断裂的重新活动。中国四川省工程地震研究院院长周荣军亦认为，芦山地震震中在汶川地震余震区以外，且距离位置也很远，所以不是汶川地震的余震。

从地震序列来看，汶川地震之前，映秀一带的龙门山中央断裂一直很平静，说明断层处于闭锁状态。汶川地震的发生说明其不是“小震闹，大震到”的“前震—主震—余震”系列，而是“一鸣惊人”的“主震—余震”系列。结合芦山地震的发生发展情况来看，其也应该属于主震—余震类型。中国科学院测量与地球物理研究所研究员熊熊等也认为存在这种可能。

#### 4 芦山地震震级标度的中美差异

对此次芦山地震，中国国家地震局使用面波震级（国家标准 GB17740-1999）先速报为 5.9 级，然后修订为 7.0 级，而美国地质调查局（USGS）则使用矩震级将芦山地震一直标定为 6.6 级。同样，2008 年 5 月 12 日汶川地震发生后，中国国家地震台网中心最初报的震级 7.6 级，之后国家地震台网中心将震级修订为 7.8 级；2008 年 5 月 18 日，国家地震台网中心将汶川地震升级为 8.0 级。而 USGS 在汶川地震后约 10 多分钟公布的汶川地震震级为 7.9 级（ $M_w$ ），此后一直未再更改。

中美所报地震震级的差异在于地震震级的计算标度。目前，最基本的震级标度有 4 种：近震震级（ $M_L$ ）、体波震级（ $M_b$  或  $M_B$ ）、面波震级（ $M_S$ ）和矩震级（ $M_w$ ）。近震震级的应用范围介于 2~6 级，最多不能超过 6.8 级；体波震级更适用于标量深源地震（>300 km）的震级；面波震级的应用范围介于 5~8 级，原则上面波震级不适用震级小于 5 级的地震；矩震级适用范围为 >3.5 级，无震级饱和问题，可以更好地反映地震实际释放的能量大小，因此是目前国际上最理想的震级标度。美国和日本等国家均直接采用（或在修正环节）矩震级标度地震。

#### 5 启示与建议

中国地震台网中心研究员孙士铨称，龙门山断裂带是历史上强震频发的地区，

有历史记录以来，共发生 8.0 级以上地震 2 次，7.0~7.9 级地震 4 次，6.0~6.9 级地震 11 次。由此可见，整个龙门山断裂带的地震风险仍不可忽视。对于芦山地震减灾等问题，以下几个方面或许值得思考。

(1) 芦山地震减灾工作应做好长期准备。一般而言，余震的震级小于主震，但频度却高于主震。由于无法准确估算地震的背景频度，所以不能准确计算出芦山余震的持续时间，不排除在救灾乃至重建期间持续发生余震的可能，因此需要做好灾区生产恢复和重建的余震预防工作。

(2) 加强对地震高风险地区的监测。芦山地震将可能使应力进一步传递至四川盆地内部的断裂或鲜水河—小江断裂，从而引发新地震，需重视对这些地区的地震监测和预警工作。更为重要的是，汶川地震、芦山地震 2 次 7 级以上的地震都发生在龙门山断裂带。在汶川地震后，对龙门山断裂带和地震带的监测工作未予以高度重视，地震预测与预警工作、减灾防灾工作等都没有有效的措施跟进，教训是深刻的。

(3) 持续提升地震科研能力和监测、预警水平。有关地震是否可以预测的争论不应成为阻挡地震科研投入的理由。与目前美国和日本的地震监测预警工作相比，我国在预警和救灾能力方面发展迅速，但还需要持续加大研发投入，提高地震监测信息的准确性，减少地震数据的诟病，并更好地支持抗震救灾科学决策。

#### 主要参考文献：

- [1] 秦四清, 薛雷, 徐锡伟, 等. 川滇地区未来强震预测与汶川 Mw7.9 级地震孕震过程分析. 地球物理学报, 2010, 53(11), 2639-2650.
- [2] 嵇少丞. 龙门山断裂带与强震. 2013-04-20.  
<http://blog.sciencenet.cn/blog-51597-682086.html>
- [3] 中科院测量与地球物理研究所. 测地所专家分析雅安地震震源动态破裂过程. 2013-04-21.  
[http://www.cas.cn/xw/zyxw/yw/201304/t20130421\\_3823956.shtml](http://www.cas.cn/xw/zyxw/yw/201304/t20130421_3823956.shtml)
- [4] Love1 J J, Thomas J N. Insignificant solar-terrestrial triggering of earthquakes. Geophysical Research Letters, 2013, doi: 10.1002/grl.50211.
- [5] Toda S J, Lin J, Meghraoui M, et al. 12 May 2008 M = 7.9 Wenchuan, China, earthquake to increase failure stress and seismicity rate on three major calculated fault systems. Geophysical Research Letters, 2008, doi:10.1029/2008GL034903.
- [6] Shen Z K, Sun J B, Zhang P Z, et al. Slip maxima at fault junctions and rupturing of barriers during the 2008 Wenchuan earthquake. Nature Geoscience, 2009, doi:10.1038/ngeo636
- [7] Parsons T, Ji C, Kirby E. Stress changes from the 2008 Wenchuan earthquake and increased hazard in the Sichuan basin. Nature, 2008, doi:10.1038
- [8] 嵇少丞. 芦山地震不是汶川地震的余震. 2013-04-21.  
<http://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=51597&do=blog&id=682325>
- [9] 郭爽. 美专家认为雅安地震为汶川地震余震. 2013-04-20.  
[http://www.chinadaily.com.cn/hqgj/jryw/2013-04-20/content\\_8817759.html](http://www.chinadaily.com.cn/hqgj/jryw/2013-04-20/content_8817759.html).
- [10] 嵇少丞. 为什么美国与中国报的芦山地震的震级不同. 2013-04-21.  
<http://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=51597&do=blog&id=682355>

(赵纪东, 王宝, 曲建升, 张志强 撰写)

# 千万亿次水平的地震模拟将助力地震预警

近期，美国圣地亚哥超级计算机中心（San Diego Supercomputer Center, SDSC）和加利福尼亚大学电子与计算机工程系的一组研究人员开发出了一种可高度扩展的计算机代码。在模拟整个加州和其他地区的地震灾害方面，该代码可以大幅减少计算时间和能源成本。

在 SDSC 计算科学家崔一峰（Yifeng Cui）的带领下，团队开发的可扩展 GPU（图形处理器）加速代码通过千万亿次浮点运算实现了区域地震模拟。在具体计算过程中，南加利福尼亚州地震中心（SCEC）给予了积极配合；在推动技术系统的运转能力走向更大规模地震的计算过程中，圣地亚哥州立大学（SDSU）也贡献了很大力量。

增强的 GPU 性能与高级的 GPU 编程语言 CUDA 技术结合，为 3D 数值模拟地震地面运动的加速提供了所需的计算能力。最近，崔一峰在 2013 年加利福尼亚州圣何塞举行的 NVIDIA GPU 技术大会（GTC）上介绍了他们团队的相关研究进展。基于这项成果的一份技术文件将于 2013 年 6 月 5—7 日在西班牙巴塞罗那举行的国际计算科学大会上呈现。

加速代码（使用 GPU 而不是 CPU 来完成）是基于一种广泛使用的被称作 AWP-ODC（以在粘弹性波传播研究方面做出重大贡献的 SDSU 地质学家 Kim Olsen、Steven Day 和 SDSC 的 Cui 命名）的波传播代码。崔一峰带领的研究小组通过重组代码使其线性地扩展到 8 000 多个 NVIDIA 开普勒（Kepler）GPU 加速器。

## 1 性能测试

为测试代码的效能，研究团队对 2008 年 7 月发生在洛杉矶附近 Chino Hills 的 5.4 级地震进行了基于 GPU 的基准模拟（benchmark simulation）。计算系统包括 Keeneland、Blue Waters、Titan。运行于 Titan 的基准显示，在同一系统上，高度优化的 CPU 代码实现了 5 倍加速，测试系统的计算能力达到了每秒千万亿次浮点运算（AWP-ODC 代码先前达到的基准仅为每秒 200 万亿次浮点运算）。

南加利福尼亚州地震中心主任 Thomas Jordan 表示，这是一项重大成果，每秒千万亿次浮点运算为地震研究提供了一些新的、真正有趣的可能性。南加利福尼亚州地震中心与加利福尼亚大学圣地亚哥分校和圣地亚哥州立大学的研究人员合作开展了此项目及其他地震项目的研究，如 8 级地震模拟（M8 地震模拟），是有史以来规模最大的模拟。崔一峰表示，更快、更高效节能的地震代码是改进地震灾害评价所急需的，例如最近发生在中国、海地、智利、新西兰和日本的破坏性地震。

## 2 下一步发展

崔一峰表示，根据与 SCEC 的合作，未来的一个目标将是利用此代码改善加利福尼亚州地区地震灾害的概率预测，最终目标是支持 CyberShake 模型（能够同化地震级联过程中的信息）的开发，进而提高可操作性地震预报（operational forecasting）和地震预警的水平。

CyberShake 是 SCEC 的一个项目，使用 3D 波形建模，专注于开发新方法来进行地震灾害分析。在完成全州地震灾害地图计算时，基于 GPU 的代码有能力节省数百万小时的 CPU 计算时间。

（杨景宁 编译 赵纪东 校对）

原文题目: UC San Diego Team Achieves Petaflop-Level Earthquake Simulations on GPU-Powered Supercomputers

来源: [http://ucsdnews.ucsd.edu/pressrelease/uc\\_san\\_diego\\_team\\_achieves\\_petaflop\\_level\\_earthquake\\_simulations\\_on\\_gpu\\_pow](http://ucsdnews.ucsd.edu/pressrelease/uc_san_diego_team_achieves_petaflop_level_earthquake_simulations_on_gpu_pow)

## 矿产资源

编者按：金属经济集团（Metals Economics Group, MEG）是全球领先的矿业信息和分析服务供应商，其拥有数千个全球性矿业项目的相关信息。因此，从早期勘探直至生产阶段，MEG 都能够为用户提供高质量的信息和可靠数据。2013 年 3 月，MEG 发布了为加拿大勘探开发者协会年会（Prospectors and Developers Association of Canada, PDAC）准备的特别报告《2013 年全球勘探趋势》（2013 Worldwide Exploration Trends），即第 23 期《企业勘探战略》（Corporate Exploration Strategies，全球矿业公司勘探预算的权威信息分析）。该报告深入分析了 2012 年全球非铁矿产的勘探情况，然后简要分析了 2013 年的发展形势。在此，我们对其相关内容做一简要介绍。

### MEG 分析 2012 年全球非铁矿产勘探情况

作为世界勘探统计信息首要来源，MEG 搜集了全球近 3 500 家采矿和勘探企业的相关数据。此次分析涉及其中的 2 500 多家企业，这些企业在 2012 年为非铁矿产（包括金、贱金属、铂族金属、金刚石、铀、银、稀土金属、钾盐/磷酸盐及其他多种硬岩金属，但不涉及铁、煤、铝、油气及其他多种工业矿物）勘探共计投入了 205.3 亿美元，占全球商业性非铁矿产勘探总支出的 95% 左右。加上未获得的企业的勘探预算，MEG 估计 2012 年全球勘探总支出达到 215 亿美元。

#### 1 勘探支出

##### 1.1 勘探支出的总体趋势

图 1 是 1993—2012 年间全球非铁矿产勘探支出与 MEG 年度金属价格指数的变化关系图，其反映出了勘探投资的周期性特征，表明勘探支出与金属价格密切相关。从图 1 中可以看出，从 2002 年开始，金属价格一路上涨，极大带动了世界勘探支出

的增加，在 2008 年达到一个顶峰，当年全球勘探总预算达到 137.5 亿美元，较 2002 年增加了 677%（这在很大程度上归因于中国资源需求的飙升）。

随着全球经济进入几十年以来的最低迷时期，2008 年 9 月矿业的繁荣戛然而止。2009 年的勘探支出较 2008 年下降了 42%，创下 MEG 开始该领域相关研究以来的最大年度降幅（从绝对投资金额和降幅百分比来看都是如此）。尽管大多数金属的价格在 2009 年年初探底，但矿业繁荣的复苏速度大大超出预期，2010—2012 年间全球勘探预算持续上升，在 2012 年达到 205.3 亿美元，再创历史新高。

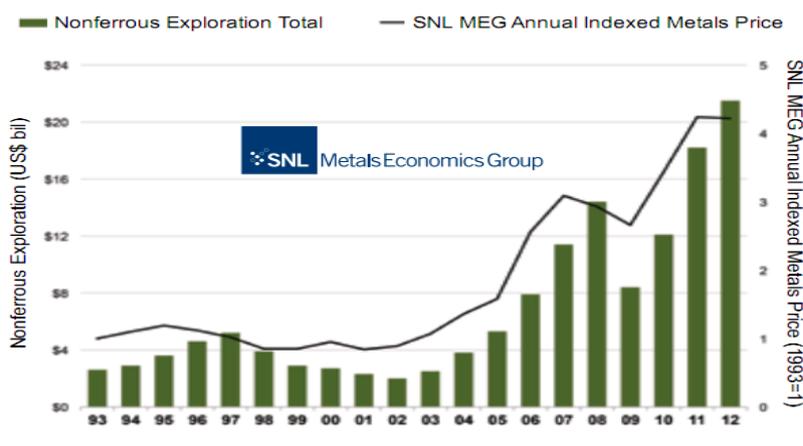


图 1 1993—2012 年全球非铁矿产勘探总支出

## 1.2 各地区的勘探支出

总体来看，2012 年全球各地区的勘探支出均有不同程度增加，但各地区的增幅及所占全球份额各有不同（图 2）：



图 2 2012 年非铁矿产勘探投资的主要地点

- (1) 勘探投入的最大增幅出现在拉丁美洲，其共计吸引了全球 1/4 的勘探资金。
- (2) 无论是绝对金额，还是增幅百分比，非洲都是 2012 年勘探支出增幅第 2 大地区，其分享了全球 17% 的勘探支出。
- (3) 加拿大在吸引勘探投资方面由长期占据的第 2 位跌落到第 3 位，2012 年

分享了全球勘探总支出的 16%，与 2011 年相比勘探支出仅增加了 4%。

(4) 欧亚国家是勘探支出的第 4 大地区，就所占份额而言，中国和俄罗斯遥遥领先。

(5) 澳大利亚是勘探投资的第 5 大地区，然而由于近几年国家及州层面的采矿改革，2012 年其在全球勘探投资中的比例由 2011 年的 13% 下降到了 12%。

(6) 位列第 6 和第 7 位的热门投资地区分别是美国（占全球勘探支出的 8%）和太平洋诸岛（印度尼西亚、巴布亚新几内亚和菲律宾，占全球勘探支出的 7%）。

### 1.3 主要矿种的勘探支出

总体而言，黄金和贱金属是主要勘探对象，但各地区具体情况各有不同：

(1) 拉丁美洲：黄金连续第 3 年成为拉丁美洲最热门的勘探对象，而贱金属所占勘探支出从 20 世纪 90 年代末开始就一直排在末位。

(2) 非洲：黄金在非洲勘探总支出中所占份额由 2011 年的 53% 下降到 2012 年的 51%，但西非的黄金项目在 2012 年的勘探投入增幅最大，成为了新的热点。同时，2012 年针对其他矿种的勘探支出份额增加了近一倍，由 2011 年的 6% 增加到 11%。与此相反，2012 年金刚石所获得勘探支出份额却仅占 6%，连续 6 年再创历史新低。

(3) 加拿大：黄金所占勘探资金份额出现 2009 年以来的首次下降，从 2011 年的 55% 下降到 2012 年的 49%。与此同时，钾盐等其他矿种所占支出比例上升（钾盐勘探支出份额由 2011 年的 12% 增加到 2012 年的 19%）。

(4) 欧亚：大多数资金投向中国、蒙古、俄罗斯和哈萨克斯坦的铜、镍资源，使得贱金属超过黄金成为该地区最受欢迎的矿种。

(5) 澳大利亚：黄金和贱金属获得的勘探投资占澳大利亚 2012 年勘探总支出的绝大部分，这远远超过其他矿种。

(6) 美国：黄金吸引了一半以上的勘探资金，占美国勘探总支出的 54%，随后是贱金属，占 31%。

(7) 太平洋诸岛：黄金占该地区勘探支出的 56%，贱金属占 41%。

## 2 勘探发现

从 2010 年年底和 2011 年初开始，初级和中级勘探企业的勘探计划开始活跃，并持续到 2012 年。2012 年的前 3 个季度中，全球每月获得的重大钻探成果<sup>1</sup>数量都超过过去 5 年的平均水平，但在第 4 季度却出现了下降。不过，总体而言，2012 年全年的重大钻探成果数量与 2011 年持平。从所发现资源量来看，从 2011 年开始，

---

<sup>1</sup> 重大钻探成果包括新发现的矿床、矿化带和卫星矿床，以及现有矿化规模的扩大，这类勘探突破所获得的新增资源规模能够达到一个矿业项目或一个矿床的水平，所分析数据涉及银、铂族金属及贱金属（铜、镍、铅-锌、钼及钴）勘探成果。

新发现矿床和矿化带的数量逐渐开始大幅增加（图 3），并在 2012 年达到高峰，其资源水平与 2008 年年初持平。

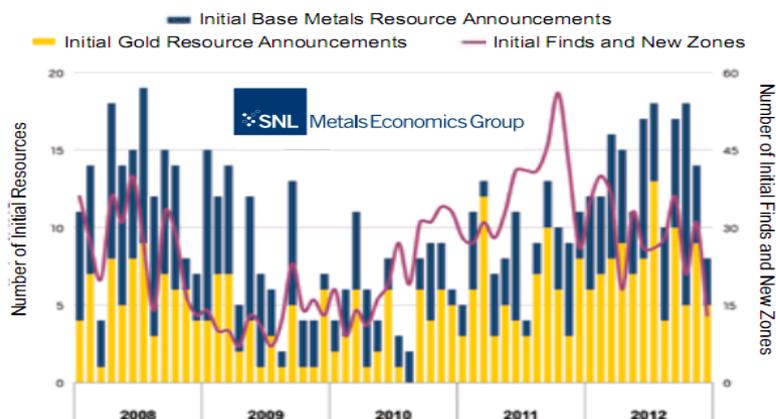


图 3 2008—2012 年黄金及贵金属重大新增资源

经济形势和投资环境变化对勘探项目的性质有重要影响。2008 年末至 2009 年初，受经济形势影响，勘探项目转向更为成熟的矿业项目，寻求扩大已知资源。到 2010 年年底，新建项目、新矿带和卫星矿床中涌现出大批重大勘探成果，说明勘探热点重回早期阶段的勘探项目。但是，2012 年大多数勘探项目又重新聚集在开发程度较高的项目上。

### 3 2013 年展望

尽管全球矿业存在诸多不确定因素，而且每一个新的发展机遇也都面临着新的问题，但多数分析人士认为，2013 年金属消费量和价格将温和上升。

矿业发展历史表明，大型和中型生产商针对矿产品价格的波动调整勘探投入。MEG 预计生产商在 2013 年可能不会像过去几年一样增加勘探支出，但他们将会继续在更新和升级储量方面努力，最终使 2013 年的勘探预算达到与 2012 年相当的水平。但是，对于整个初级勘探领域而言，2013 年的勘探支出水平将可能低于 2012 年，这将导致全球非铁矿产勘探水平的小幅下滑。

（杨景宁 编译）

原文题目：SNL Metals Economics Group. 2013 Worldwide Exploration Trends.

来源：[http://www.metalseconomics.com/sites/default/files/uploads/PDFs/meg\\_wetbrochure2013.pdf](http://www.metalseconomics.com/sites/default/files/uploads/PDFs/meg_wetbrochure2013.pdf)

## 能源地球科学

### 墨西哥湾食油菌除油能力强于预期

2013 年 4 月 7—13 日，美国化学学会（ACS）第 245 届年会暨展览会在新奥尔良召开。在此次会议上，美国劳伦斯伯克利国家实验室地球科学部的生物修复专家

Terry Hazen（美国能源部杰出科学家）表示，墨西哥湾自我清除溢油的能力远远超出之前的预期。

墨西哥湾天然地存在着一些食油菌。目前，科学家们已经发现墨西哥湾共有 600 个不同地方存在着石油自然渗漏现象，根据美国国家研究理事会（NRC）的研究，这些渗油就像地下水一样，每年共计可达 56~140 万桶原油。在 2010 年“深水地平线”钻井平台发生事故后，专家估计大约有 490 万桶原油（约 7.95 亿升）泄露到了墨西哥湾。

之前，科学家识别水中微生物的方法一般是先采集水样，然后将其带到实验室在培养皿内进行培养，之后借助显微镜进行观察。Hazen 团队则采用了一种称作生态基因组学（ecogenomics）的新技术，通过对细菌的 DNA、蛋白质和其他足迹的基因及其他相关分析，更详细地了解了细菌在水中的生活。

研究发现，溢油成为一种新的深水区营养源后，一些能够将石油作为食物的细菌开始爆发式增长。它们消耗石油的速度更是惊人，在一些区域，只需要 1 天时间就能够消耗掉 0.5 加仑（约 1.89 升）的石油，而在另外一些区域则需要 6 天。由此表明，墨西哥湾深水区及其他类似环境对溢油有很强的内在生物修复潜力。

（杨景宁 编译 赵纪东 校对）

原文题目：Gulf of Mexico has greater-than-believed ability to self-cleanse oil spills

来源：[http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=PP\\_ARTICLEMAIN&node\\_id=222&content\\_id=CNBP\\_032559&use\\_sec=true&sec\\_url\\_var=region1&\\_\\_uuid=b0a69c3a-809e-4ebb-8c51-526f8942160a](http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content?_nfpb=true&_pageLabel=PP_ARTICLEMAIN&node_id=222&content_id=CNBP_032559&use_sec=true&sec_url_var=region1&__uuid=b0a69c3a-809e-4ebb-8c51-526f8942160a)

## 前沿研究动态

### *Nature* 文章揭示太平洋海底火山下方的深部岩浆区

近日，*Nature* 发表题为《东太平洋隆起北部的被动地幔上涌电磁成像》（Electrical image of passive mantle upwelling beneath the northern East Pacific Rise）的文章。该研究由加利福尼亚大学圣地亚哥分校斯克里普斯海洋学研究所（Scripps Institution of Oceanography at UC San Diego）的地球物理学家 Kerry Key 等完成，他们借助实地考察船，利用电磁技术探测到了地球深部形成岩浆的地区。

电磁技术是地球成像方法的一个组成部分，其可以被用来探测更深层次的地壳和地幔，以及极地地区的冰下湖泊和地下水。该技术有着久远的发展历史，在 20 世纪 60 年代，斯克里普斯海洋研究所就开始该技术相关仪器和软件的研发，并一直不断发展。1995 年，这一技术被应用到海洋地质填图和油气藏勘探。

中美洲北部的东太平洋隆起（East Pacific Rise）是全球最大和最活跃的大洋中脊火山链的一部分。通过对该区域海底火山的深部岩浆状况的电磁勘探，研究者发

现，洋脊下方的地幔上涌（mantle upwelling）形成了比以前所认为的更深、更广的岩浆区域，其横截面积与圣地亚哥相当。这进一步加深了人们对地幔深层的了解，同时了解的详细程度也进一步提高。

（马瀚青 编译 赵纪东 校对）

来源：Kerry Key, Steven Constable, Lijun Liu, et al. Electrical Image of Passive Mantle Upwelling beneath the Northern East Pacific Rise. *Nature*, 2013, 495 (7442): 499 DOI: 10.1038/nature11932.

## JGR：基于实验模型的俯冲带逆冲区地震周期研究

2013年4月15日，美国《地球物理研究杂志：固体地球》（*Journal of Geophysical Research: Solid Earth*）发表题为《俯冲带逆冲区地震周期：1.实验室模型的启示》（The Seismic Cycle at Subduction Thrusts: 1. Insights from Laboratory Models）的文章，提出了一种用实验室模拟和数值模拟互补的方法研究俯冲带逆冲大地震周期的新模型。

俯冲带大地震发生在俯冲板块和上冲板块之间的摩擦界面。由于缺乏对孕震区行为的直接观测，过去几十年仪器记录的地震信息有限以及历史/地质档案的完整性和分辨率不足，俯冲带大地震的发生机制尚不清楚。为了克服这些限制，模型已成为研究逆冲大地震的关键工具。该文中，研究人员提出了一种新的模型，通过实验模拟和数值建模互补的方法研究俯冲带逆冲区的地震周期。实验所采取的模型是一个简单的按比例缩小的明胶砂纸装置，其特性包括逼真的构造载荷、自发破裂成核和岩石圈的粘弹性松弛。利用粒子图像测速技术监测模型的变形，并用特设的算法推导计算地震震源参数。

实验结果表明，模拟条件下地震的特点是“准周期性”复发。与弹性理论一致，震间阶段向后运动，在较浅的地方板块交界面“闭锁”引起外楔沉降和“海岸地区”隆起。和天然地震一样，模拟条件下的地震一般在破裂区的深部成核，优先以裂纹状的方式向上传播。进一步分析表明，模拟地震和真实地震具有动态相似性，实验模型能以简单且可靠的方式模拟主导地震周期和相关破坏过程的基本物理参数。最后，研究者用统计方法验证了实验的可重复性。比较实验模拟结果和对天然地震的观测，研究人员得出结论，该方法适合于研究影响俯冲板块间地震周期的参数空间（parameter space）。

（裴惠娟 编译 赵纪东 校对）

来源：F Corbi1, F Funiciello, M. Moroni, et al. The Seismic Cycle at Subduction Thrusts: 1 Insights from Laboratory Models. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 2013, DOI: 10.1029/2012JB009481.

## *Nature*：洋内俯冲促成科迪勒拉山系形成

北美科迪勒拉山系由众多不同年代、不同来源的地壳块体组成，这些块体在2亿多年前就已经拼接到了美洲大陆边缘。但是，这些块体如何抵达北美洲却一直是

个谜。近期，发表在 *Nature* 的一项新研究发现了科迪勒拉山系形成起重要作用的一个未知大洋板块，从而进一步揭示出了它的形成过程。

大陆增生的一般模型假定大洋板块即法拉龙板块 (Farallon Plate) 像传送带一样将地壳碎块向东运送到美洲板块边缘，当密度较大的法拉龙板块向北美板块之下俯冲时，上部的地壳碎块便会拼接到美洲板块边缘。然而，这一模式却与一些地质现象相悖，且不能解释为什么同样的情形，即大洋板块向大陆板块下俯冲的经典案例在南美洲西海岸却观测不到。该文作者认为，随着时间的推移，北美地层已经高度变形，难以辨认，所以这些地质现象没有被追踪到。因此，研究人员使用地震层析成像技术，结合地球物理研究成果，成功地复原了大陆增生的一系列过程。

结果表明，法拉龙板块要比想象中小得多，并恰好向西俯冲，即向着后来的北美大陆西海岸俯冲，但并未发生碰撞，反而与太平洋中部一个过去未曾发现的大洋板块碰撞，并向其下俯冲。俯冲发生在深海沟，在那里法拉龙板块呈高角度，近乎直立地斜插入地幔之中，这些深海沟残留物的现今位置已被研究人员找到。大洋板块在俯冲消减过程中常伴有火山活动，会产生许多新的地壳物质，这些物质沿着海沟形成岛弧，为地壳的形成提供了物质。伴随着这一系列地质活动的进行，美洲板块持续向西部推移，犹如北大西洋的海底磁条带一般。通过地震波探测得到的未知大洋板块现今正处于北美东海岸之下的地幔中，只有这样，北美板块才可能与法拉龙板块发生碰撞。在不断西移的过程中，北美板块吞并了一个又一个岛弧，不断将岛弧上的物质添加到板块边缘，为其西部众多山脉的隆起提供物质基础。

(王艳茹 编译)

来源: Karin Sigloch, Mitchell G. Mihalynuk. Intra-oceanic Subduction Shaped the Assembly of Cordilleran North America. *Nature*, 2013, 496: 50-56, DOI: 10.1038/nature12019.

## 数据与图表

### EIA 预测美国至 2040 年石油生产和消费情况

2013 年 4 月，美国能源信息署 (EIA) 发布《2013 年能源展望》(Annual Energy Outlook 2013)。该报告预测，石油等液体燃料在美国一次能源消费中所占比例将由 2011 年的 36% 下降到 2040 年的 32%。

具体来看，除工业部门外，其他部门对石油等液体燃料的消费都将下降 (图 1 左)；液体燃料生产将在 2020 年前呈增长趋势，之后开始下降 (图 1 右)；帕米亚盆地 (Permian Basin)、巴肯 (Bakken)、伊格福特 (Eagle Ford) 等地区的致密油生产是美国石油生产的重要组成部分，预计在 2021 年达到高峰 (图 2 左)；同时，受更严格的效率标准影响，汽油消费比例将降低，柴油消费比例上升 (图 2 右)。

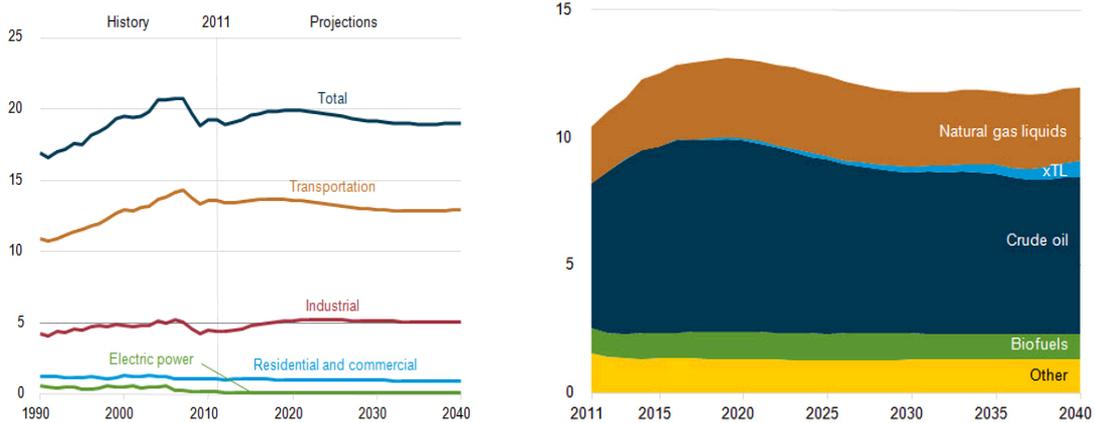


图 1 1990—2040 年美国对石油等液体燃料的消费情况（左图）及 2011—2040 年美国各种液体燃料生产情况（右图，单位：百万桶/天）

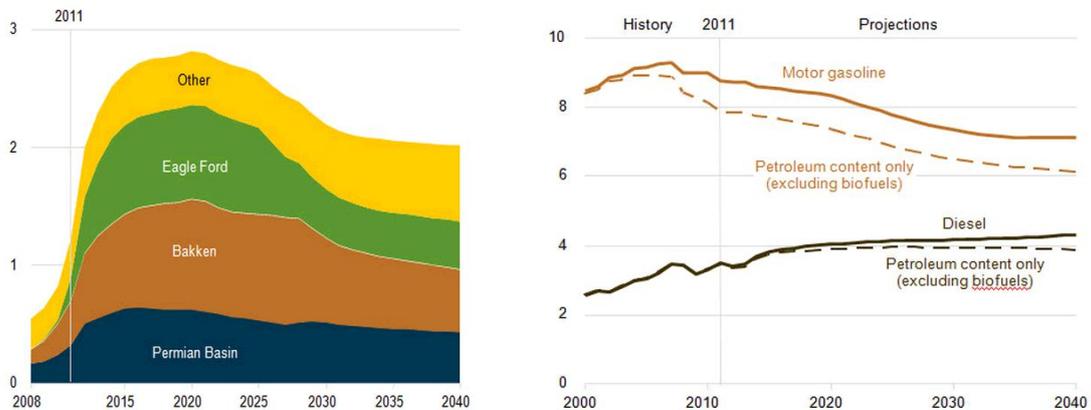


图 2 2008—2040 年美国致密油生产情况（左图）及对汽油和柴油的消费情况（右图，单位：百万桶/天）

（赵纪东 编译）

原文题目：Annual Energy Outlook 2013—Market Trends of Oil/Liquids

来源：[http://www.eia.gov/forecasts/aeo/MT\\_liquidfuels.cfm#pet\\_oliq](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/MT_liquidfuels.cfm#pet_oliq)

## 地学期刊

### Elsevier 开始出版新杂志《人类世》

人类已经成为地球系统变化的主导因素，为了解人类对地球的影响及程度，从 2013 年 4 月起，Elsevier 开始出版新杂志《人类世》(Anthropocene)，美国科罗拉多大学的地貌学家 Anne Chin 出任主编。该杂志主要关注人类活动在一定时空范围内对景观、海洋、大气、冰冻圈和生态系统的影响，涉及地质时代的全球现象到单个事件，以及系统之间的交换、联系和反馈变化等。目前，其关注的主要研究方向包括：人类对地球的影响及可能产生的不同地质记录，对这些地质记录与地球历史上的大扰动进行比较的方法，以及人类引起地貌景观变化的理论和实证研究等。

（王立伟 编译 来源：<http://www.journals.elsevier.com/anthropocene/>）

## 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 刘学

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; liuxue@llas.ac.cn