

中国科学院国家科学图书馆

# 科学研究动态监测快报

---

2011年4月15日 第8-9期（总第110-111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

### 专 题

日本大地震成因浅析 .....	1
日本及中国的未来地震风险 .....	5
从日本大地震看实践中的地震预测 .....	11

### 短 讯

浅议意大利地震学家遭起诉 .....	20
台湾开始部署海底地震传感器 .....	23
美国开始在密西西比河以东地区部署地震传感器 .....	25

## 日本大地震成因浅析

2011年3月11日，日本本州发生 Mw 9.0 级大地震。此次地震发生区位于北美板块的鄂霍次克微板块，主要原因是太平洋板块向北美板块的低角度逆冲，也有学者认为此次大地震与上地幔物质的东南向迁移有关。

### 1 地震发生区——位于北美板块

对于 2011 年 3 月 11 日的日本本州大地震，人们通常会听到这样一种解释：此次发生的大地震位于日本海沟西侧的日本东海岸，是由于太平洋板块沿日本海沟向西俯冲到欧亚板块之下，致使欧亚板块向东反弹逆冲所致（图 1）。可是，日本列岛以及发生地震的区域全部属于欧亚板块吗？

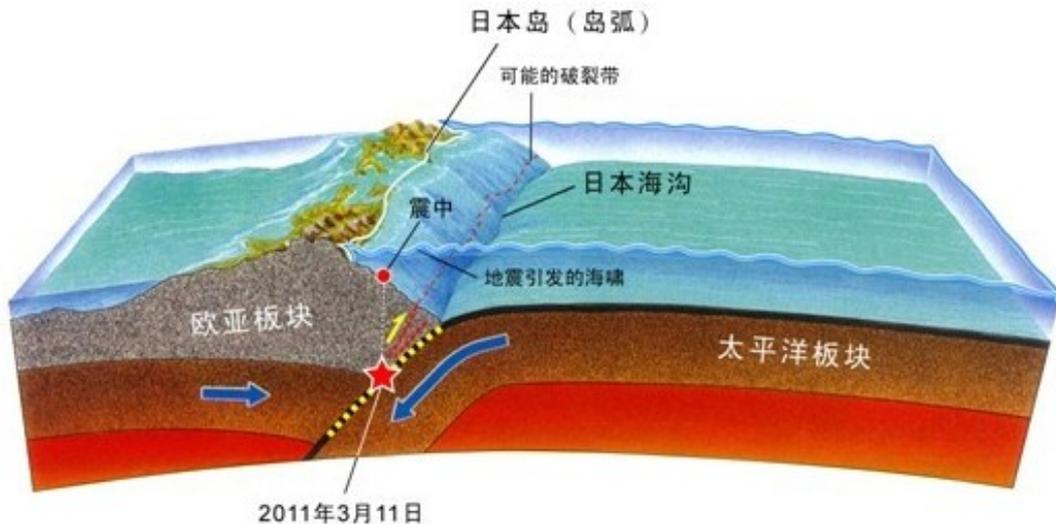


图 1 日本大地震发生的构造示意图

日本是世界上地震发生最为频繁的国家之一，这种现象是与太平洋板块俯冲和日本周边的板块运动紧密相连。日本列岛位于太平洋与欧亚两大板块的夹缝之中，对东亚包括日本列岛的板块划分历史大致可以分为下列 3 个阶段：

(1) 最初，整个日本列岛被一切为二，分别归属于欧亚与北美两大板块系统，整个日本列岛的大部分归属于欧亚板块（图 2 左上），因而直接面对太平洋板块的强烈俯冲。

(2) 后来的研究发现，日本列岛可能是从其中间部分分开，并分属于欧亚与北美两大板块（图 2 右上），其北半部分属于北美板块，东侧承受太平洋板块俯冲，而西侧则以接力方式，向欧亚板块亦即中国的东北地区俯冲，同时，其南半部分与中国大陆地区部分整体相连，构成欧亚板块的东缘部分，承受来自于太平洋与菲律宾

板块的接力俯冲。

(3)进一步的工作表明,北美板块中的鄂霍次克海部分与日本列岛的北半部分,作为一个整体,可以以一个独立的鄂霍次克微板块从北美板块中分离出来(图2左下);甚至,日本的本州部分作为一个微板块(图2右下),可以进一步从鄂霍次克微板块中独立出来(这也就是此次日本发生巨大地震所在的地区)。

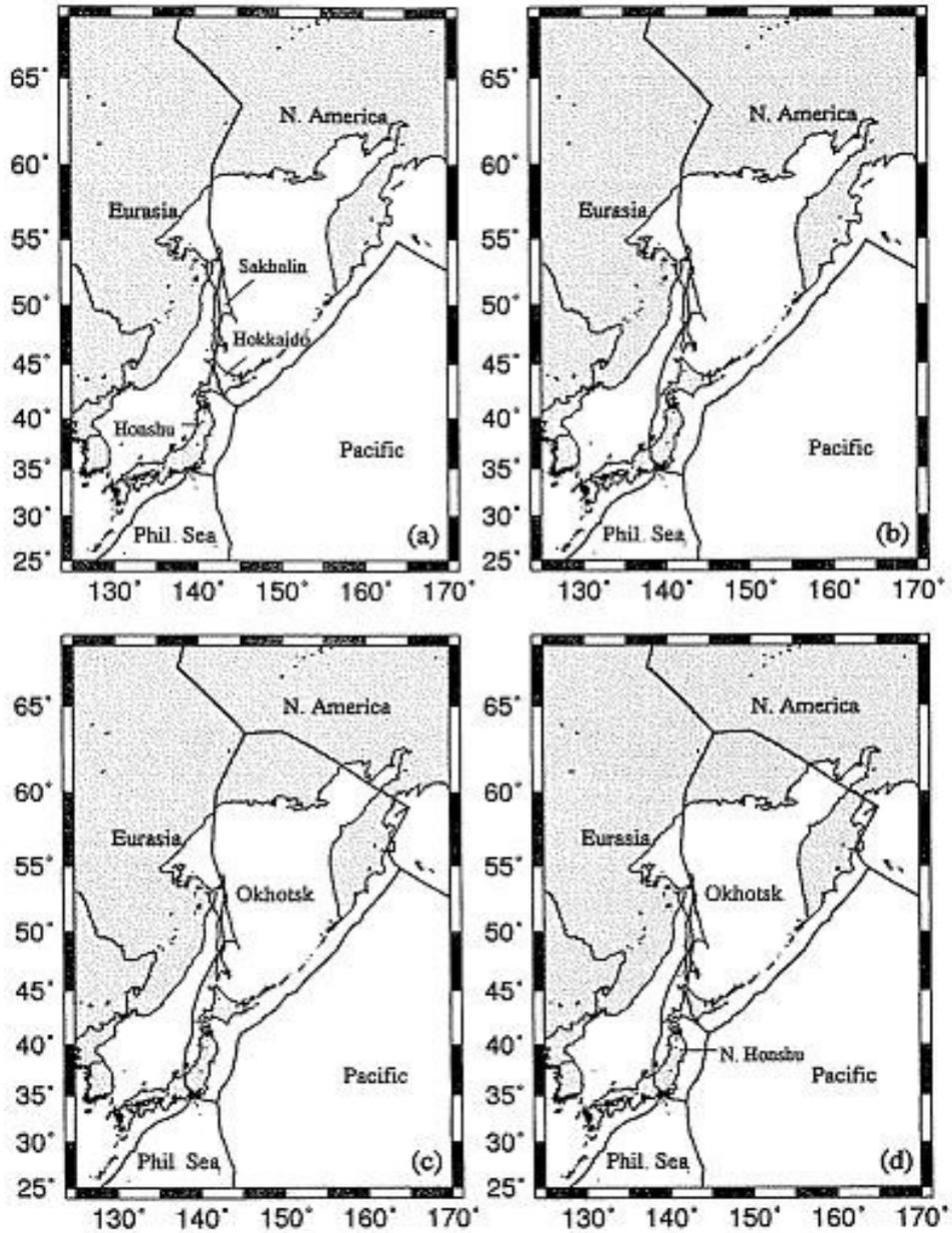


图2 东北亚的板块划分 (Seno T, 1996)

基于上述分析,我们发现,日本列岛分属于欧亚与北美两大板块。2011年3月11日的日本大地震震中位于 $38.322^{\circ}\text{N}$ ,  $142.369^{\circ}\text{E}$ (美国地质调查局),因此,可以看出该地震发生区位于靠近太平洋板块的鄂霍次克微板块(属于北美板块)。

## 2 主流成因观点——太平洋板块向北美板块的俯冲

如上分析，此次地震成因可以简单表述为太平洋板块向北美板块的俯冲，而非欧亚板块，美国、韩国、日本等国的科学家所持观点也与此相同。

美国地质调查局（USGS）认为，此次发生在日本东海岸的东北—关东大地震由太平洋板块和北美板块的运动所致。太平洋板块在日本海沟俯冲入日本下方，以 83 mm/a 的速度向西侵入北美板块。太平洋板块每年相对于北美板块向西运动数厘米，正是运动过程中的能量释放导致此次大地震。美国地质调查局的地球物理学家 Ross S. Stein 表示，两块板块之间的活动由于摩擦力而受阻，导致应力集聚，在某个点，集聚的应力超过了摩擦力，因而导致板块断裂。此次日本地震属于海沟地震，导致部分断层上升，而其他断层下降——就好像你找一块布，在这块布上稍微弹一下，就会看到它以你弹动的点为中心，呈波纹状起伏。在海底地震中（如本次日本海沟地震），板块的上下错动会掀开大量海水，因而激发了海啸。

韩国延世大学的宏泰坤（音译）教授表示，实际上日本此次地震发生的地方，并不是太平洋板块与北美板块挤压的地方，而是在北美板块内部。此次大地震是由日本列岛东部太平洋板块向西移动引起的，有四块板块挤在一起，分别是西部的欧亚大陆板块、东边的太平洋板块、北边的北美板块和南部的菲律宾板块。太平洋板块在向下下沉的时候发生了撞击，产生了大量能量，这些能量震动了北美板块内部的脆弱区域，于是发生了地震和断裂。地震引起断裂的原因，是因为地壳已经有一些区域是非常脆弱的。在地壳运动的时候，地层发生割裂，产生断面。在这种巨大的压力下，断层会撕裂，产生地震。

根据日本筑波大学副教授八木勇治解析的结果显示，本次大地震是因为从岩手县近海到茨城县近海的大范围板块交界处整体发生了大位移，许多地震学家都没预见到会发生此种情况——地震发生处并不是太平洋板块和菲律宾板块交界的地方。八木勇治的意见与美国、韩国的专家意见相同，即本次特大地震是太平洋板块和北美板块相互作用的结果。

日本气象厅表示，此次大地震是日本地震记录史上震级最高的一次（震级 Mw9.0 级），为在板块交界处发生的逆断层型地震。此次地震发生在距离日本仙台海岸以东 130 km 的太平洋板块俯冲带上，日本东京大学地震研究所的反演结果表明，这次强震很不一般，太平洋板块在长约 450 km、宽约 150 km 的断裂带上，以每秒 2 km 的破裂速率低角度俯冲至日本列岛以下地壳深处，整个破裂过程长达 150 s，断层中间最大相对滑动距离达 18 m。

日本地震学界的研究表明，日本东北海域通常发生六七级强度地震，最高的一次震级为 8.3 级。几个地震易发区从北到南分别是宫城冲、福岛冲以及靠近东京以北的茨城冲，历史上这些地震易发区往往单独发生地震，每次破坏区域在 100 km 左

右。但是，这次强震则是 3 个危险区连成一片，在地下深处同时发生连续的破坏过程。2010 年入选“千人计划”的中国科学院研究生院教授孙文科（此前 10 年他一直在日本东京大学地震研究所从事研究工作）表示，9.0 级强震能量之大的原因也就在这里，但为何同时连片破裂，现在还无法解释。加拿大蒙特利尔大学工学院教授嵇少丞据美国地质调查局的资料分析认为，此次地震发震断裂为向西缓倾的逆断层，其倾角不到 15 度，就是这样的断裂才有能力积蓄足以爆发 9.0 级地震的能量。

### 3 其他成因观点——或与上地幔物质的东南向迁移有关

除上述一些较为一致的观点之外，也有一些不一样的看法。中国科学院广州地球化学研究所的朱炳泉研究员就认为，日本近期大地震与上地幔物质的东南向迁移有关。

日本的地震带一般被认为与太平洋板块的北西向俯冲有关。这一类地震发生在俯冲板片上，因此震源深度是随离俯冲海沟的距离增加而增加。日本地震带的观察记录表明约有 2/3 的地震属此类，但震级一般小于 6.0 级。而 >6.0 级的强震主要为发生于壳层的浅源地震，震源深度与距俯冲海沟的距离无关。3 月 11 日发生的 9.0 级地震及其余震均为发生于壳层的浅源地震，因此难以用太平洋板块俯冲来直接解释这些地震的机制。

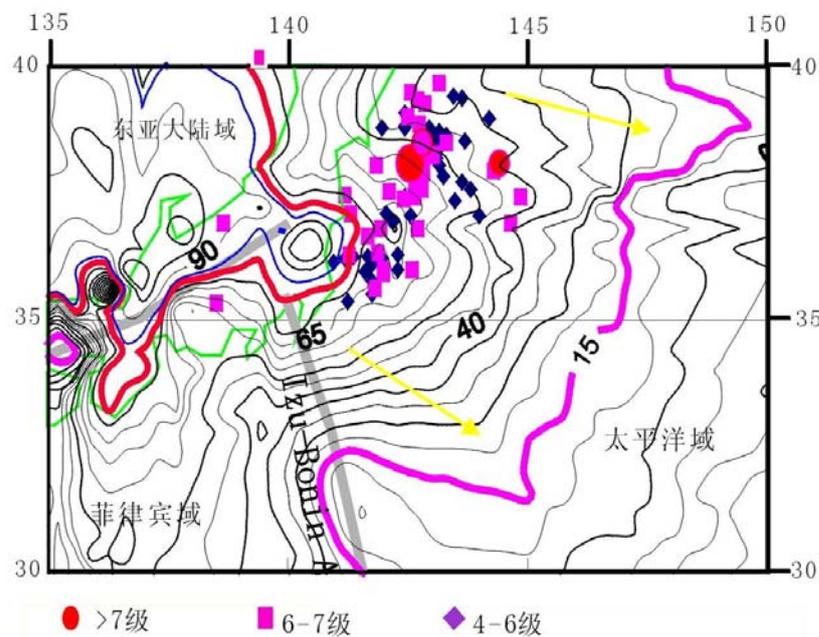


图 3 3·11 日本大地震及余震分布和日本弧东段铅同位素 Delta8/4 地幔等值线图

图 3 显示的是东亚边沿海同位素体系填图，朱炳泉研究员表示，其一直难以解释小笠原弧以东本州东海岸带太平洋型地幔的明显后退，而非太平洋型的地幔物质明显向东偏南太平洋方向强烈位移。如果是单一太平洋板块俯冲，则应是使太平洋型地幔物质向西北向位移。而观察事实与推测相反，因此应存在另一种驱

动力使局部区域的上地幔物质向东偏南方向迁移。这种上地幔物质的东南向迁移将在壳层中水平方向产生强的剪切应力，成为产生地震的原因，并将导致本州岛向东偏南方向位移。美国地调局和德国地震学家都证实了此次日本大地震使本州岛向东位移了 2.4 m。

日本弧位于太平洋、菲律宾海、东亚大陆三板块的三叉缝合带，结合点在东京一带。从地质演化历史看，三叉缝合带必有一臂再裂开；三叉裂谷必有二臂再缝合。是否是这种三叉缝合导致了东臂的再裂开？上地幔物质的东南向迁移可能是日本弧东段从俯冲环境向地幔柱或裂谷环境转化的前兆。

#### 参考文献：

- [1] Seno T, Sakurai T, Stein S. Can the Okhotsk plate be discriminated from the North American plate? *J. Geophys. Res.*, 1996, 101: 11305-11315
- [2] 太平洋板块俯冲与日本巨大地震的周期性发生  
<http://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=206819&do=blog&id=421456>
- [3] 日本近期大地震与上地幔物质的东南向迁移有关  
<http://bbs.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=478652&do=blog&id=423507>
- [4] Poster of the Great Tohoku Earthquake  
<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/poster/2011/20110311.php>
- [5] Away From Japan, Tsunami's Effect Is Diffuse  
<http://www.nytimes.com/2011/03/12/world/asia/12tsunami.html>

(赵纪东 编写)

## 日本及中国的未来地震风险

2011年3月11日的9.0级地震是日本有史以来的最强震。此次地震之后，不管日本未来的地震风险是大，还是小（目前发生的最大余震是4月7日日本东北地区的Mw 7.1级地震），也不论预测中的“东海大地震”是否会成为随时落下来的另一只靴子，日本持续处于地震多发、强发之现状，始终都是一个无法改变的事实。

引发此次日本大地震的太平洋板块的俯冲活动是否会对中国产生影响呢？专家认为，不必担心其可能造成的直接地震，因为都是深源地震，对地面破坏性不是很大；但应该关注与日本海沟处于同一构造系的郯庐断裂，因为2008年的汶川地震就是因同一构造系中的2004年的印尼苏门答腊地震而倒下的一张多米诺骨牌。此外，地震历史分析表明，中国8级地震重复期有明显的逐渐缩短的趋势，而自1902年以来，绝大多数8级以上地震发生在中西部地区，因此，仍然不能放松对青藏高原内部及其周边地区的警惕。

### 1 日本

3月11日的9.0级强震之后，对于日本未来的地震风险，有科学家认为很大，而另一些科学家却认为并不是很大（短期内），但是，无论如何，必须时刻保持警惕。

对于日本地震学界长期关注的、潜伏在静冈县的“东海大地震”，仍然是一把随时可能落下的达摩克利斯之剑，究竟会怎样，现在仍然无法准确预知。总而言之，位于环太平洋地震带边缘的日本列岛由于受到太平洋板块的强烈俯冲作用，而持续处于地震的多发、强发（图 1）之现状，无论如何都是一个不可改变的事实。

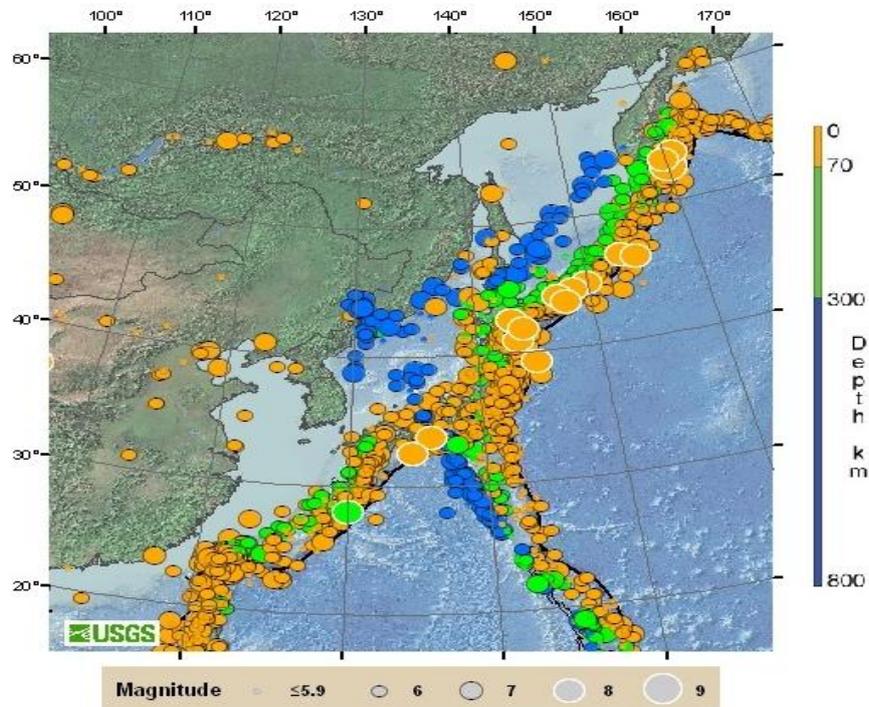


图 1 日本的地震活动

## 1.1 未来的地震风险

### (1) 观点 A：未来地震风险大

澳大利亚地震测报中心主任、中央昆士兰大学的澳大利亚地震学家 Kevin McCue 表示，虽然自日本 9.0 级大地震发生以来小规模余震一直不断，但较高震级的余震还有可能发生。从以往的经验来看，强震之后总会有震级小一些的余震伴随，因此在未来很有可能会出现里氏 8 级左右的余震，那将是另一场大灾难，它引起的海啸会造成更多破坏。

俄罗斯科学院地震问题科学委员会主席根纳季·索博列夫认为，日本沿岸再次发生强烈地震的可能性很大。因为在这次强震发生时，欧亚大陆板块和太平洋板块相对位移很大——估计有 1 m 左右，而震中边缘仍有未破坏的地段。这意味着，应该会再次发生地震。经验表明，它的烈度越大越好。如果说第一次地震的震级达到里氏 9 级，那么下一次最好不低于 8.5~8.6 级。而现在是此后的地震还没有超过 7 级，由此可见，地壳应力仍然很大。所以，很可能再次发生强震，尽管烈度不会有第一次那么大。

美国太平洋海啸预警中心主管 Charles McCreery 表示，今后还有可能会诱发 8.0

级以上的地震，并呼吁大家提高警惕。Charles McCreery 指出，2004 年 12 月印尼苏门答腊岛沿岸发生的 9.1 级强震引发了巨大的海啸。在地震发生 3 个月后，附近又发生了一次里氏 8.6 级的强烈地震。由于一次地震给其他地带的版块造成压力，所以时隔一段时间后有可能还会诱发另外一次地震。

日本东京大学地震研究所的黑井聪子 (Satoko Oki) 表示，这次强震导致太平洋和北美板块的边界附近裂开。随后太平洋板块滑向日本海沟，引发强震，并导致高达 10 m 的海啸冲向该岛东海岸。黑井聪子警告称，日本居民不要以为自己已经安全了，他们应该为另一场大地震的来袭做好充分准备。日本筑波大学副教授八木有纪 (Yuji Yagi) 表示，这种规模的地震可能会引发更多地震，强震产生的巨大压力增加了其他大型地震发生的可能性，因此要非常小心。

英国北爱尔兰阿尔斯特大学地球物理学家 John McCloskey 称，在此次日本大地震发生前两天宫城县附近海底曾有过一次里氏 7.2 级地震，因此这次地震可能是那次地震的“余震”，两次地震使得海底断层移位，东京一带再次发生余震的可能性也大大增加。余震可能会像 2 月袭击新西兰克赖斯特彻奇的那次地震一样（震级是 6.3 级），或者更强烈。

## (2) 观点 B：未来（短期）地震风险不是很大

美国地质调查局 (USGS) 认为，这次大地震可能会引发数十次大余震和数百次小余震，发生更大余震的可能性不大，但发生里氏六七级余震的可能性还是不小。

韩国地质资源研究院的尹于斯堡市表示，根据目前为止的地震观测记录来看，还不能说有这样的征兆。最近地震确实在增加，但是地震观测技术的发展，让以前无法把握的地震预报也变成可能。韩国 이·힐地震研究中心称：此次地震的余震也有 5~7 级，虽然规模很大，但却是在消耗储存的压力，应该不会引起其他的地震，至少日本在短期内不会引发相同规模的地震。

中国科学院研究生院地球科学学院的教授魏东平表示，联系到该地区历史上所发生巨大地震的实际时间空间分布，以及地震学家们关于太平洋板块在该地区俯冲速率的估计，完全可以预言，这次日本巨大地震、包括其后一系列持续余震的发生，而会释放掉 80 余年来不断积累的绝大部分应变能量。相应地，在未来的 50~70 年内，该地区能够再次发生 8 级以上巨震的概率，便会降至极低的程度了。

## 1.2 预测中的“东海大地震”

长期以来，日本人有一个举国担忧的、迟迟还没有来临的大地震，这就是传说中的“东海大地震”。而此次 3·11 大地震并不是预测中的“东海大地震”，它是否会因为此次 9.0 级强震而提前到来，或者延迟发生呢？

中国科学院研究生院教授孙文科表示，理论上这次强震必然带来周围地区应力场的改变，可能会影响日本东海、南海的应力调整，但是很难说它是会加速东海大

地震的到来，还是由此削减这一危险区地下深部积累的能量使“东海大地震”推迟发生。一般而言，联动发生强震的可能性比较小。

2011年3月15日，日本静冈发生6.4级地震（静冈是预测中的“东海大地震”的发生地）。3月16日，日本气象厅临时举行记者会，表示15日夜发生的静冈地震与一直预测中的“东海大地震”没有关联。气象厅称，15日发生的静冈地震位于富士山脚下，与预测中的“东海大地震”的震源位置不同，同时地震的震级也不同（“东海大地震”的预测震级为7级以上的强震）。此前，2009年底静冈曾发生6.5级地震（东海地区86年以来最大的地震），日本气象厅当时解释称，那是横向断层型，与“东海大地震”无关。

由此可见，“东海大地震”仍是一把悬在日本人头上的达摩克利斯之剑，随时可能落下。但未来究竟会怎样，现在仍然无法准确预知。

## 2 中国

### 2.1 历史地震活动分析

表1 中国  $M_s \geq 8.0$  地震基本信息表（来源：中国地震台网中心）

发震时间	地名（部分为古地名）	震级（部分为推算震级）
1303-09-17	山西赵城、洪洞	8
1556-01-23	陕西华县	8
1604-12-19	福建泉州海外	8
1668-07-25	山东郯城、莒县	8.5
1679-09-02	河北三河、平谷	8
1739-01-03	宁夏银川、平罗	8
1833-09-06	云南嵩明	8
1902-08-22	新疆阿图什	8.25
1906-12-23	新疆玛纳斯	8
1920-06-05	台湾花莲海外	8
1920-12-16	宁夏海原	8.5
1927-05-23	甘肃古浪	8
1931-08-11	宁夏银川、平罗	8
1950-08-15	西藏察隅	8.5
1951-11-18	西藏当雄	8
1972-01-25	台湾新港东部海中	8
2001-11-14	新疆若羌、青海交界	8.1
2008-05-12	四川汶川县	8

中国是个地震多发国家，据中国地震台网报道，有文字记载以来发生震级  $M_s \geq 8.0$  地震共18次。自公元前1177年至公元1969年（除资料不确切外），共发生震级  $M_s \geq 5.0$  地震2097次（部分数据为史料推断）。1970年至2007年年底，中国（含边界附近）共发生震级  $M_s \geq 5.0$  地震约4500余次（真实记录）。

$M_s \geq 8.0$  地震发生历史表明，中国 8 级地震的重复期有长有短。从表 1 中的数据来看，最短重复期为一年，西藏 1950 年和 1951 年分别发生 8.5 级和 8 级地震（708 年以来仅发生过一次）。中国 8 级地震的平均重复期为 30 年，前 300 年平均 150 年发生一次，后 300 年平均 23 年发生一次。前 600 年发生 8 次，后 100 多年（1906 年算起）发生 10 次（1902 年以来达 11 次）。因此，吉林大学地球探测科学与技术学院退休教授杨学祥认为，中国 8 级地震重复期有明显的逐渐缩短的趋势。

## 2.2 未来的地震风险

### (1) 中国东部

太平洋板块的俯冲自 1.8 亿年（180 Ma）以来一直影响着中国东部（图 2），中国东部的岩浆活动、火山喷发、地震活动、裂谷形成、岩石圈减薄无不与此有关。2011 年 3 月 11 日日本发生的 9.0 级地震不过是太平洋板块亿万年俯冲过程中的一小步，3·11 地震中，太平洋板块瞬间下插了 5~6 m，这将可能会对中国大陆产生怎样的影响？

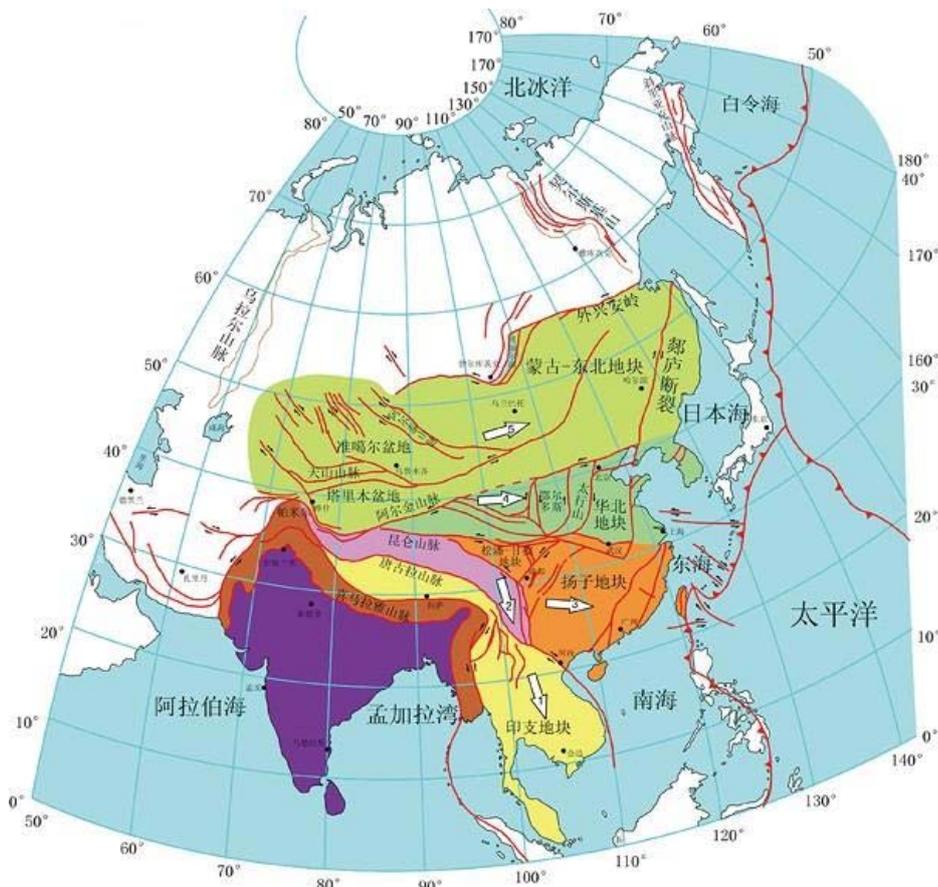


图 2 东亚地区活动构造简图

加拿大蒙特利尔大学工学院教授嵇少丞认为，不必担心由太平洋俯冲板块在中国境内造成的直接的地震，因为它们都是些深源地震，主要分布在吉林省珲春—汪清一带，震源深度高达 500~660 km，这样的深源地震对地面工程建筑破坏性较小。

例如，2002年6月29日，在吉林省汪清县发生7.2级地震，震源深度540 km。尽管震级较高，影响范围较大，但由于属深源地震，地震波在传播过程中，能量大大衰减，到达地面后对地表几乎没有造成破坏。

与此同时，嵇少丞教授表示，太平洋板块俯冲对中国境内的郯庐断裂可能产生的影响值得关注。郯庐断裂总体走向为北东10~20度，其并不仅存于郯城与庐江之间，向南到湖北省长江北岸的武穴，向北北东方向经安徽省的宿松、潜山、庐江、嘉山，江苏省的泗洪、宿迁，山东省郯城、沂水、潍坊，进渤海，然后过辽东半岛，穿过东北三省去了俄罗斯。在中国境内长达2400 km，宽几十至200 km。

历史上，在郯庐断裂带曾发生过中国东部迄今为止最强烈的地震。1668年7月25日晚8时左右，山东省郯城和莒县之间一带发生8.5级大地震，震中位于35.1°N，118.6°E，此次地震形成了130多千米的同震破裂。众所周知，巨震总是发生在本该活动，而又长期未活动的地震空区。现如今，郯庐断裂的某些区段已经很长时间处于闭锁和弹性应变能积累阶段（地震空区）。

郯庐断裂和日本的海沟属于同一个地质构造系统，而在同一个地质构造系统内，地震的发生往往具有多米诺骨牌式的连锁反应。2004年12月26日，印尼苏门达腊发生特大地震，此次地震使印度板块加速向北运动，三年多之后，发生了位于青藏高原东边界的汶川大地震。这就是因为苏门达腊和龙门山同属于一个地质构造体系，即印度板块与欧亚板块汇聚碰撞系统，而系统内各断裂带彼此关联，协同合作，往往牵一线而带动一片。此外，已有学者（如洪川等，2008）对中国东部地震与日本海沟地震的相关性分析表明，郯庐断裂带与日本海沟俯冲带的地震活动随时间发展起伏的特点很相似，地震活动段和间震段亦一致，两者关系虽复杂，但彼此促进、相互连锁。

## （2）中国西部

在亚洲大陆内部，青藏高原内部和周边地区是巨大地震的频发区域，1902年以来的绝大多数8级以上地震就发生在该区域。2000年以来，该区发生过2001年的昆仑山Ms8.1级大地震，2008年汶川Ms8.0级巨大地震，以及2010年青海玉树7.1级大地震。

中国科学院地质与地球物理研究所的付碧宏研究员认为，中国未来应该关注的一个重点便是位于青藏高原东南的川滇地区，以及位于青藏高原西北缘的帕米尔高原与天山的交汇部位，因为这些地区是大陆内部应力高度积累的地区，而且历史上有过八级大地震发生（图3）。

此外，受印度洋挤压，昆仑山发生地震的几率也很大，因为昆仑山断裂带有几段是确实地震空区，付碧宏研究员认为未来应该关注的区段是：西大滩—东大滩段、玛曲段。

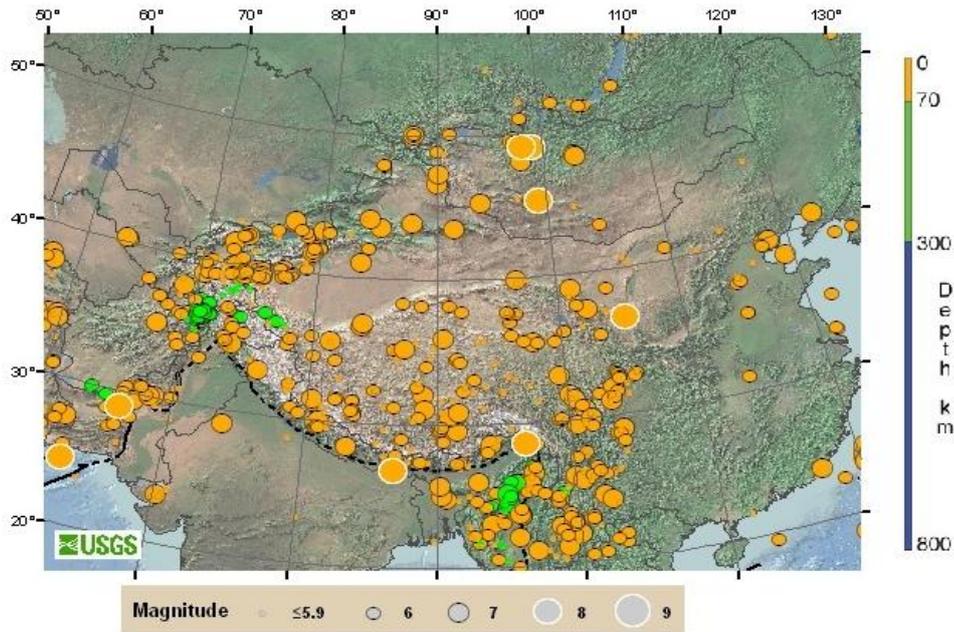


图3 中国的地震活动

参考文献:

- [1] 日本首相菅直人痛批东京电力公司  
<http://news.sina.com.cn/w/2011-03-16/080722123779.shtml>
- [2] 日本巨大地震之后：下一次巨震在哪里？  
<http://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=416625&do=blog&id=421878>
- [3] 嵇少丞. 日本地震会影响中国的地震活动吗? 南方周末, 2011.3.17, B13
- [4] 洪川, 窦振亚, 刘锋涛. 郯庐地震带与日本海沟、琉球群岛地震带之间的地震活动群体特征联系. 海洋地质动态, 2008, 24(10): 1- 7
- [5] Earthquake Hazards. <http://earthquake.usgs.gov/>

(赵纪东 编写)

## 从日本大地震看实践中的地震预测

日本地处环太平洋地震带，地震活动频繁。1854年，日本发生了历史上著名的东海大地震，1923年再发关东大地震，这两大地震使日本遭受重创，同时，也引起了国内外专家学者对日本地震活动的关注，特别是日本本国的科学家以及政府。2011年3月11日，日本发生9.0级大地震，这刷新了日本的地震历史记录，成为日本有观测史以来最大的地壳变动记录，同时，也进入1900年以来的全球第四大地震之列。

对于日本这个国家的地震风险，国际社会早已有警示。而自21世纪初开始，在最近10~30年，发生一次8级以上的巨大地震，也已经基本成为地震学家们的共识，只是具体时间和位置不能准确确定。日本本国更是注重地震科学研究，长期以来，日本地震学界一直把关注的目光投向静冈县南部大海骏河湾，这里潜伏着让日本举国忧患的“东海大地震”，可9.0级大地震却偏偏降临在东北海域。

地震预测需要同时给出未来地震的位置、大小、时间和概率 4 种参数，对此次日本大地震预测实践的分析表明，目前我们还不能够对某一次大地震将要发生的位置、时间、以及震级作出相对比较准确的预测。但是，能够对较长一段时期的地震发生、发展的趋势给出相对可靠的判断。

地震发生前，自然界发生的与地震相关的异常现象，人们通常称之为地震前兆。此次日本大地震发生后，人们也发现了临震前的一些异常，如 3 月 4 日的鲸鱼搁浅，3 月 9 日的 7.2 级“前兆地震”等。作为可靠的地震前兆，其必须与地震形成充分必要关系，可现实是，出现某种前兆或某些前兆集体出现，却不一定会发生地震，而发生地震后，人们往往会发现一些可能的前兆。

地震预测研究需要地震成因理论的强力支撑，然而，2004 年的印尼地震和 2011 年的日本地震均改变了人们对地震成因的认识，由此可见，我们依然走在探索的路上。地震预测研究应从多个角度进行综合分析，需要海量数据，因此，作为地震多发国，日本采取了一系列技术手段，然而，9.0 级强震还是出乎所料。那么，在科学上，地震究竟能否准确预测？美国地质调查局明确表示，他们不会预测地震，只做长期概率预报，对地震灾害做出评估。日本也类似，比如，尽管对地震、海啸做了预测，但没有具体时间。

也许现在可以预测的是：“如果不做地震预测研究，那就永远预测不了地震”。但是，当人类走在实现准确地震预测的漫漫未知道路上的时候，地震应该依旧会发生。在达到宏伟目标之前这段漫长的等待中，我们应该设法采取有效措施来应对这一古老灾难带来的伤害。

## 1 震前预测

### 1.1 国际

#### (1) 风险警示

2005 年 1 月 4 日，美国国家科学院院长 Bruce Alberts 博士在接受《时代周刊》记者采访时严肃指出：经过了 2004 年末的印尼大地震，亚洲—太平洋板块正在变得越发脆弱，地震和海啸也将越发活跃，尤其是亚洲东部的日本列岛已经处在了一个随时可能塌陷的“漏斗”之上。

众所周知，世界上最深的海沟——马里亚那海沟（平均深度 8 000 m，距离日本列岛最近处不过 200 km），由于受到亚洲大陆板块的推压和太平洋板块的后退的原因，正在以每年 10 cm 的速度向东北方向，即太平洋—日本列岛一线扩张。2004 年印尼大地震后，科学家观测到海沟又进一步加快了东扩的步伐。处在太平洋和亚洲两大板块交界的日本列岛无疑已经身处在这个世界上最深的漏斗的边缘，如果遇到一两次印尼一样的海底地震的话，很可能除了南部的琉球群岛以外，日本列岛都将面临灭顶之灾——滑入大海沟。

## (2) 学界的预测

关于在日本四国岛的日本南海、北上至东京都所在的关东地区，一直持续向北到靠近北海道的南部，自 21 世纪初开始，会在最近的 10~30 年，发生一次 8 级以上的巨大地震，已经基本成为地震学家们的共识。

考虑到太平洋板块自南向北对该地区的俯冲速率为每年 65~85 mm 范围变化（图 1），而一个巨大（例如一个 8 级地震）地震的应变累积会在 5~7 m 左右，因此，经过大约 70~120 年，这种太平洋俯冲运动的缓慢积累，该地区便会完成一个巨大地震的能量积聚过程，而迟早会被释放出来。

最近一次的日本关东大地震，发生于 1923 年，距 21 世纪开始的 2000 年，已经有 77 个年头，已经严重逼近科学家们关于该地区巨大地震复发周期的估计。这也是为什么 21 世纪一开始，便在日本国内，包括民间与学术界两方面，俱都掀起了一波又一波关于日本关东地区，距世纪之初的近期内，将要再发生一次巨大地震的讨论之原因。

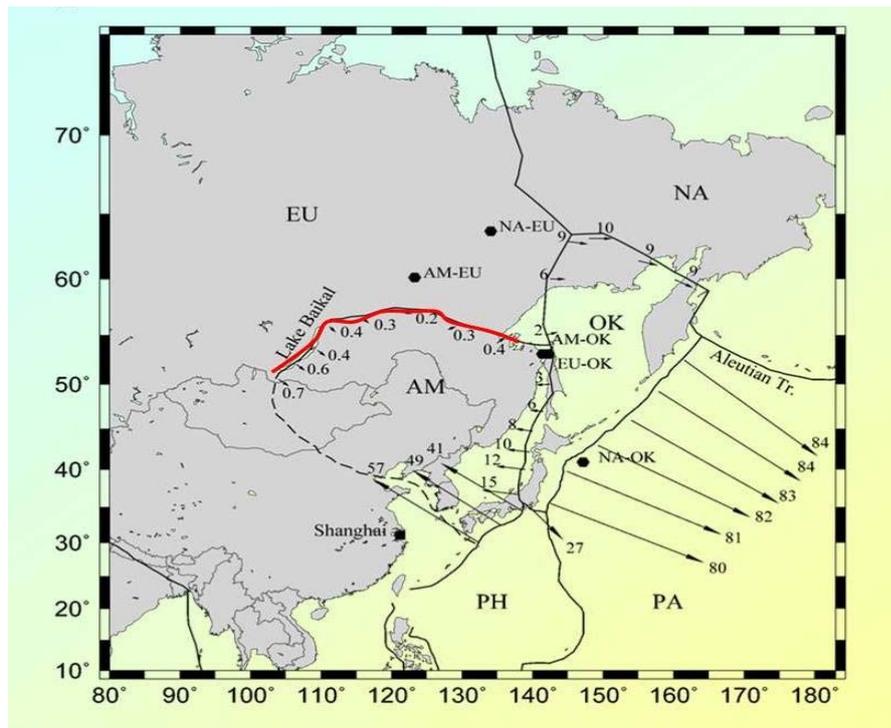


图 1 东北亚的板块运动

## 1.2 日本

长期以来，日本地震学界一直把关注的目光投向静冈县南部大海骏河湾，这里潜伏着让日本举国忧患的“东海大地震”。

1854 年，日本遭遇了历史上著名的大灾难——安政东海大地震（并不是我国东部的东海），此次震中位于东海的强烈地震约为里氏 8.4 级。时隔 69 年，1923 年 9 月 1 日，环东京湾的日本关东地区又发生了一场里氏 7.9 级大地震，此次地震致使

东京 85% 的房屋摧毁，另一座大城市横滨也几乎被夷为平地。

历史上，由日本静冈县近海的骏河海沟引起的海沟型大地震，有一定的周期性，而且连通南海海沟，可引起东南海、南海地震连动。日本的地震学界根据地壳构造的板块理论研究发现，每隔大约 80 年至 150 年，日本就会发生一次震源位于东海、东南海和南海附近的大地震，这就是日本有名的“三大地震”，其中尤以“东海大地震”破坏力最严重（因为这一区域靠近东京、横滨等大城市）。自 1978 年以来，东海地震活动性增强，日本学者一直预测，在沿日本西南海岸的南海海沟，有一个预计中的“东海大地震”（Mogi, 1985）。

从 1854 年算起，“东海大地震”至今已有近 150 多年未发生了。根据周期计算，下一场大灾已经迫在眉睫。据地震专家多年勘测研究，相关地壳板块所积蓄的能量目前已达临界点，随时都有发生大地震的可能。更可怕的是，不但“东海大地震”单独发生的可能性极大，三大地震还可能同时或接连发生。2004 年，日本的政府机关“地震调查研究推进本部”曾预测，在日本的东海、东南海、南海地域，30 年内发生 8 级以上地震的可能性为 40%~50%；50 年以内为 80%。

## 2 预测结果分析

地震预测需要同时给出未来地震的位置、大小、时间和概率 4 种参数，并且每种参数的误差应小于、等于下列数值（Wyss, 1991）：①位置：±1/2 破裂长度；②大小：±1/2 破裂长度或±0.5 级；③时间：±20% 复发时间；④概率：预测正确次数/（预测正确次数+预测失误次数）。国际上一些地震学家把不符合上述定义的“预测”统称为预报（陈运泰，2007），例如，对在一段长时期内的某一不确定时间发生地震的概率做出估计就应叫作地震预报。

由此可见，地震预测（预报）不是指像“在某地最近要发生大地震”这类含糊的“预测”、“预报”或说法，不同时指明地震发生的地点、时间和大小（简称为地震“三要素”）并对其区间加以明确界定的“预测”、“预报”，几乎没有什么意义。

因此，从严格意义上讲，国际乃至地震学界对日本地震形势的判断，可能只能算是一种中长期预报，这能够提高人们的防范意识，并可能采取一些积极措施。下面，我们从地震三要素的角度对日本本国的预测结论作一简要分析。

### 2.1 地震位置

日本位于 4 个板块交界的地方（菲律宾板块属于欧亚板块），所谓预计中的“东海大地震”是以日本静冈县南部大海骏河湾为震源，菲律宾海板块撞击日本列岛造成逆断层运动，从而产生地震。根据日本地震专家多年的研究，将“东海大地震”的震源定为静冈县整个西南部陆地地区和少部分沿海地区（图 2 右，下角红圈区域），并将毗邻的神奈川、山梨、长野、岐阜和爱知 4 县部分地区划定为重点防灾区。

但是，这次 9.0 级地震的震中，却位于“东海大地震”震源预测区域几百公里以外的宫城县以东海域（图 2 右，上角地标）。命运仿佛在和人们开玩笑，在预测中不会发生强震的日本东北海域，爆发了 9.0 级大地震，而潜伏着让日本地震学界乃至普通百姓忧患的“东海大地震”的日本静冈县南部大海骏河湾却平静如常。

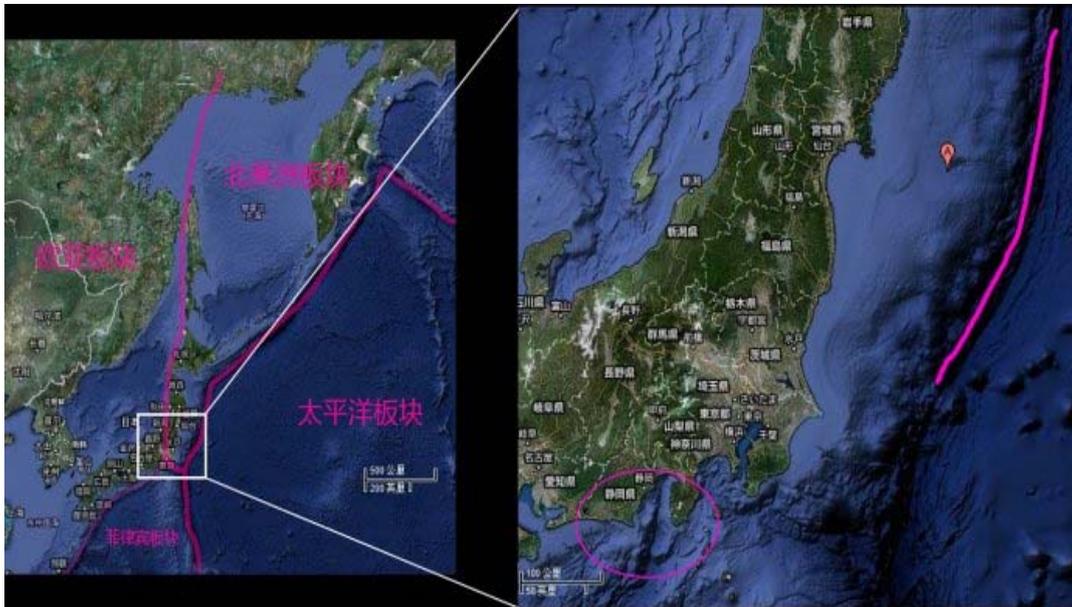


图 2 预测中的“东海大地震”和日本 3·11 大地震的位置

## 2.2 地震发生时间

日本人对“东海大地震”的预测并没有具体时间。1980 年 11 月 7 日，据美国《亚洲华尔街日报》的报道，日本东京为担心“东海大地震”引发火灾，将成千上万的木结构房屋全部拆除，改建为钢筋混凝土结构的住房。日本人正在储存大量的食品、毛毯及婴儿奶瓶。为了防止地震时供水管道被破坏，还在抗震水库中储备了 40 万吨水，足够 1200 万东京居民饮用 10 天。报道称，日本政府在防震方面的开支，几乎与国防费相当。几乎十分肯定“东海大地震”要在 20 世纪末发生，但实际并未到来。

2003 年 5 月 29 日，日本中央防灾会议出台了《东海地震对策大纲》，针对极具杀伤力的“东海大地震”进行预想，并制定应对措施。2009 年底的静冈县发生 6.5 级地震，是东海地区 86 年以来最大的地震，唤起日本人对“东海地震”的恐慌；当时很多民众以为那就是东海大震，但日本气象厅随后急急出来解释：那是横向断层型，与“东海大地震”无关。

2011 年 3 月 11 日，在几无任何征兆的情况下，9.0 级强震突然降临在日本东北海域，似乎是如约而至，但却也非常意外。

## 2.3 地震震级

预测中的“东海大地震”的震级是 7 级以上，我们也就暂且只看震级。对于 3

月 11 日的日本本州大地震的震级，相信很多人的感觉就是“不断修订”。3 月 11 日下午 2 时，日本气象厅称，日本当天发生 7.9 级地震，随后美国地质调查局网站报道，13 点 46 分日本本州岛附近海域发生 7.9 级地震。15 时后，美国地质调查局将此次地震震级修正为 8.8 级；而日本修正为 8.4 级。3 月 13 日，日本再次修订此次地震震级，为 9.0 级。3 月 14 日，美国地质调查局发表新闻公报宣布，将 11 日的日本地震震级上调为 9.0 级。

从 7.9 级到 8.4 级、8.6 级、8.8 级、8.9 级，最后到 9.0 级，在地震发生后，地震震级一直都在不断修订，那么在地震发生之前，又如何相对准确地预测呢？难怪日本东北大学的大地测量与地震专家佐藤忠弘表示，发震断层四、五百公里这么广，产生这么大地震，谁也没有考虑到。

以上分析表明，目前我们还不能够对某一次大地震将要发生的位置、时间、以及震级作出相对比较准确的预测。但是，能够对较长一段时期的地震发生、发展的趋势给出相对可靠的判断。

### 3 日本大地震的临震“前兆”

地震发生前，自然界发生的与地震相关的异常现象，人们通常称之为地震前兆。此次日本大地震发生后，人们也发现了临震前的一些异常，我们简单分析如下。

#### 3.1 生物异常

2011 年 2 月 20 日，大批巨头鲸在新西兰南端的斯图尔特岛一处海滩搁浅，全部死亡。两天后，也就是 2 月 22 日，新西兰南岛发生里氏 6.3 级地震。2011 年 3 月 4 日晚，约 50 头瓜头鲸在日本东部茨城县鹿岛市一处海滩搁浅，3 月 11 日，日本东北部地区发生 9.0 级强烈地震并引发海啸。因此，有人认为鲸鱼搁浅与地震间可能存在某种联系。

鲸鱼搁浅事件在世界上频繁发生，科学家们到目前为止还不能解释这些鲸鱼为什么会搁浅，但大多数解释都与其体内的回声定位系统有关。出现寄生虫，或者系统本身的原因，都可能使回声定位系统出现故障，英国国家海洋水族馆专家也曾猜测，可能是海底低频地震产生的声音冲击波干扰了这些哺乳动物的回声定位系统，从而使得它们误上了海滩。但是，目前科学界的主流意见是：动物不能预测地震。

#### 3.2 地震活动

此次日本大地震前两天曾发生一系列“前兆”地震。最近时间以来的多次强烈前震引起地震学家注意，3 月 9 日的 7.2 级地震，震中位于宫城县牡鹿半岛以东 160 km 附近的三陆海域（北纬 38.5，东经 142.8），震源深度约 32 km，距离本次地震仅 40 km，之后同一天还连续发生 3 次超过 6 级地震。这些地震是不是 3 月 11 号日本本州大地震的前兆呢？

日本气象厅表示，此次地震（3 月 11 日）与 9 日发生在日本东北地区的里氏 7.3

级地震属于同一地震机制。因此，9 日的地震可能是前兆性地震，而本次地震是主震。美国地质调查局也持同样意见，他们表示，当前看来，3 月 9 日在距离此次地震震中不远处发生的地震是这次大地震的前兆地震。此外，3 月 11 日早些时候连续发生的 3 次地震，它们均应为前兆地震。

但是，美国地质调查局地震领域的高级科学顾问 David Applegate 表示，从理论上讲，这次的 9.0 级地震算是一次余震（主震是 3 月 9 日的 7.3 级地震）。但余震震级大于主震，实属罕见。此类地震发生几率很低，几百年里可能都很少见。但一旦发生，将是极具灾难性的。

中国科技大学地球与空间科学学院的倪四道教授发现，1978 年、2005 年，宫城县分别发生过 7 级多的地震，但震后并未见更大震级的地震。而 3 月 9 日，在宫城附近发生了 7.2 级地震，余震后过了 2 天，便发生了 9.0 级大地震。同时，这也和 2004 年的苏门答腊岛地震及 2008 年的汶川地震不同，后者发生之前比较平静。他表示，按道理，在大地震前夕发生大地震的情况并不常见，据科学研究大概 10%~20% 的地震是这样的。

### 3.3 火山活动

新燃岳火山（Shinmoedake）处于日本鹿儿岛和宫崎两县交界处的雾岛山，2011 年 1 月 19 日，雾岛山新燃岳火山开始出现小规模喷发，1 月 26 日上午 7 时 30 分左右开始强烈喷发，同时观测到地下岩浆活动导致的火山颤动；1 月 28 日，新燃岳火山再次喷射出灰烬和熔岩，2 月 1 日当地时间早晨 7 时 54 分（北京时间 6 时 54 分）左右开始第四次喷发。中国地质科学院的李海兵研究员认为，日本南部新燃岳火山的数次喷发则表明菲律宾板块也日益不稳定，有可能触发了北部的太平洋板块发生运动。

上述情况表明，日本大地震发生前，可能存在某种前兆。但是，现在看来，这些前兆都是地震发生后，人们才将其与地震的发生联系起来。作为可靠的地震前兆，我们认为应该具备充分必要条件，即有前兆 A 或前兆（A+B+...），必有地震，而发生地震，必会有前兆 A 或前兆（A+B+...）。但残酷的现实是，出现某种前兆或某些前兆集体出现，却不一定会发生地震，而发生地震，人们事后往往会发现一些可能的前兆。

## 4 地震预测的现状与未来

地震预测研究需要地震成因理论的强力支撑，然而，2004 年的印尼地震和 2011 年的日本地震均改变了人们对地震成因的认识，可谓是，我们依然走在探索的路上。地震预测研究应从多个角度进行综合分析，需要海量数据，因此，作为地震多发国日本采取了一系列技术手段，然而 9.0 级强震还是出乎所料。那么，在科学上，地震究竟能否准确预测？未来形势又如何呢？

#### 4.1 地震成因——地震预测的理论支撑

数十年来的地震观测发现：世界上的地震并非随处都发生，而是集中在少数的地带上。尤其自 20 世纪 60 年代世界标准地震观测网设立以来，世界地震发生的位置和范围便更明确的显现出来。然而，发表在 2008 年 3 月份 *Geology* 上的一篇题目为《全球 9 级地震的频率》(Global frequency of magnitude 9 earthquakes) 的文章指出，超级大地震可能发生在任何一个俯冲带，比如 2004 年的印尼大地震，事前人们根本没有想到这个地方会发生地震。该研究排除了这种地震发生所受的地点限制。以前，人们认为根据正在相撞的 2 个板块的速度、它们的硬度和年龄，不同俯冲带造成 9 级地震的风险会更高或更低。现在看来，似乎任何处在俯冲带，即一个地质构造板块向另一个地质构造板块下方推进的地方，都有可能发生具有灾难性的 9 级地震。2004 年 12 月 26 日的苏门答腊—安达曼地震，正是发生在人们认为最不可能发生的一个地方。

2011 年 3 月 15 日，*Nature* 杂志网站刊登文章称，2011 年 3 月 11 日发生在日本的大地震说明原有的一些地震理论并不完全正确。过去在地震成因上有一种理论认为，较年轻的海洋地壳才会多发通常规模巨大的俯冲型地震，如 1960 年智利的 9.5 级地震和 2004 年印度尼西亚的 9.1 级地震。而在那些较古老的海洋地壳中，地质结构已相对定型，多发生的是规模较小的地震。但是，此次发生大地震的日本东北部海域，海底地壳是在约 1.4 亿年前形成，非常古老。因此，过去地质专家们认为这里不会发生特别大的地震。但是，本次 9.0 级大地震恰恰属于俯冲型地震，与相关理论并不一致。

#### 4.2 技术手段——地震预测的方法支撑

1925 年，在地震预测先驱者、曾成功预报 1923 年日本关东大地震的日本著名地震学家今村明恒 (Imamura A) 的倡议下，日本创建了东京帝国大学(今东京大学)地震研究所。在今村明恒领导下，日本地震学有了新的发展，他们认为在东海未来会有特大地震发生的可能。根据此预测，日本地震预测研究小组 1962 年提出初步方案，计划用 10 年的时间集中收集基础资料，包括大地测量、地壳形变观测、地震仪器观测、地震波速度分析、活断层的调查和测量、地磁观测以及地电观测等，来分析地震前的各种前兆活动，并提高地震预测的准确度。

1978 年，日本国会通过了《日本大地震对策特别措施法》，这是世界上第一次以法律形式提出的对于大地震的对策。在这个法规中提出了 1979—1983 年日本的目标是：在继续改进和完善观测系统，加强长期地震预测研究的同时，重点抓关东南部及东海地区的短期前兆，使地震预测向实用化阶段过渡。

1985 年，日本政府地震调查研究推进总部决定研究地震预测新方法，以期能预报短期内将要发生的地震，以应对今后 30 年内发生概率超过 50% 的日本东南海和南

海地震。该方法是根据观测数据建立引发地震的板块运动模型和断层运动模型，用数值模拟的方法进行预测模拟。

尽管技术手段和方法在不断改进，可现实却似乎不尽人意。在3月11日的日本本州大地震发生后，东北大学地震与火山喷发预测研究中心的佐藤忠弘表示，“考虑到太平洋板块推进的误差，这次地震我们可以说预测出来了”。他所指的是此前日本地震预测推进本部的预测，该预测明确显示：“2011年宫城县附近发生地震的概率达70%”，可这并不是90%以上，或者100%的肯定。更何况，日本人以前都认为日本海沟地震一般不会超过8.0级。

#### **4.3 在科学上，地震能否准确预测？**

1996年11月，在伦敦召开的“地震预测框架评估”国际会议上，与会者达成一个广泛的共识：地震本质上是不可预测的，不仅现在没法预测，将来也没法预测！因为地球处于自组织的临界状态，任何微小的地震都有可能演变成大地震。这种演变是高度敏感、非线性的，其初始条件不明，很难预测。如果要预测一个大地震，就需要精确地知道大范围，而不仅仅是断层附近的物理状况的所有细节，而这是不可能的。如果想通过监控前兆来预测地震，也是不可行的。多数甚至所有的“地震前兆”可能都是由于误释，令人怀疑“地震前兆”是否真的存在。

因此，美国地质调查局明确表示，他们不会预测地震，只做长期概率预报，对地震灾害做出评估。例如，2009年4月，美国地质调查局评估称，在未来30年内加州发生6.7级以上地震的概率为99.7%，但是不能预测地震发生的具体地点和时间。日本也类似，比如，尽管对地震、海啸做了预测，但没有具体时间。

#### **4.4 地震预测的未来**

中国人是地震研究的先锋，早在公元前780年，中国就开始记录地震发生的地点和时间。在公元2世纪，中国人就发明了一种地动仪来探测和确定地震的中心。现代测震仪非常敏锐，能够计算地球另一边地震的确切位置和强度。几十年前，地震研究技术和力量获得了长足进步，很多研究人员自信地认为，他们可以准确预测地震发生的位置和日期，从而为人员疏散和实施其他救护措施提供时间。

然而，1985年由美国地质调查局资助的一项地震预测试验却没有成功。其他国家（尤其是日本）也资助了一些地震预测项目，但是这些项目都没有成功。其中一种预测的手段是观测大地震之前往往会发生的微小前震。不幸的是，这种方法容易导致错误预警。这是因为很多小地震之后并不会出现大地震，而且不是所有的大地震之前都会发生前震。

事实正如著名地球物理学家陈运泰院士所说，地震预测的确是个科学难题，不能奢望在三年、五年之内取得突破性进展，不能苛求科学家在短时期内实现地震预测的目标。地震预测的未来可以说是前途光明，道路曲折。也许现在可以预测的，

也正如陈运泰院士所言：“如果不做地震预测研究，那就永远预测不了地震”。

可是，当人类走在实现准确地震预测的漫漫未知道路上的时候，地震应该依旧会发生。在达到宏伟目标之前这段漫长的等待中，在地震学家还不能准确实现地震短（期）临（震）预报的这一“短期”，我们究竟该如何面对，并采取哪些有效措施来保护人类少受这一古老灾难所带来的伤害呢？

#### 参考文献：

- [1] Mogi, K. Earthquake Prediction[M]. Academic Press, London, 1985. pp 355
- [2] 陈运泰. 地震预测——进展、困难与前景[J]. 地震地磁观测与研究, 2007, 28 (2): 1- 24
- [3] Wyss M. Evaluation of proposed earthquake precursors [R]. American Geophysics Union, Washington D C, 1991, 94pp
- [4] Giant shock rattles ideas about quake behaviour  
<http://www.nature.com/news/2011/110315/full/471274a.html>
- [5] 日本地震显示科学的局限和力量  
<http://news.sina.com.cn/w/2011-03-15/132522118648.shtml>
- [6] 陈运泰院士：取消地震预测提法不妥  
<http://politics.people.com.cn/GB/1026/14103932.html>
- [7] 太平洋板块俯冲与日本巨大地震的周期性发生  
<http://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=206819&do=blog&id=421456>
- [8] 专家关注日本 9.0 级强震：将如何影响预测中的东海大地震  
<http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2011/3/244944.shtm>
- [9] 日本地震震级缘何数次修订  
<http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2011/3/244910.shtm>
- [10] 美地质勘探局称日本地震为 1900 年以来第四强震  
<http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2011/3/245008.shtm>

（杨景宁 赵纪东 编写）

## 短 讯

### 浅议意大利地震学家遭起诉

2009 年 4 月 6 日，意大利拉奎拉市发生 6.3 级地震。2010 年 6 月，意大利 6 名地震研究者被以“过失杀人罪”起诉，同时，一名意大利民防局的政府官员也遭到调查。随即，以“意大利专家没预测出 6.3 级地震、被控犯杀人罪”为内容的新闻在中文媒体中广泛传播。然而，事实却并非如此。地震专家被起诉的原因不是“没预测出”地震，而是他们在一系列小震活动之后预报了“不地震”。同时需要注意的是，“预报不震”并发布此消息的是一位政府官员和一位研究者，而并非被起诉的所有 6 位地震研究者。从科学的角度总体来看，小震之后大地震的风险依然是不确定的，而这给科学决策带来了很大的困扰。

## 1 科学家被指控

2009年4月6日，致命的地震袭击了意大利中部城市拉奎拉(L'Aquila)，之前有一个奇怪的余震发生：一些意大利顶级地震学家由于在地震之前没有提醒民众可能面临过失杀人的指控。该起诉激怒了世界各地的地震专家，他们表示，地震是无法预测的，并指出意大利政府忽视执行建筑规范，而这可以减少地震损失。

2010年6月3日，拉奎拉市检察官办公室发布了该项指控，6名科学家因与地震相关的“过失杀人罪”被调查。在意大利，这一步通常先于法院的审讯，主要是为了让被告有时间准备辩护。这份名单中包括：意大利国家地球物理与火山学研究所(Istituto Nazionale di Geofisica and Vulcanologia, 简称 INGV, 该机构位于罗马，是意大利负责地震监测的主要机构)所长 Enzo Boschi、意大利国家地震中心(以 INGV 为基础建立)主任 Giulio Selvaggi、罗马第三大学(University of Roma Tre)的火山学家 Franco Barberi、热那亚大学(University of Genoa)地球物理学教授 Claudio Eva、意大利民防局(Italian government's Civil Protection Agency)地震风险办事处主任 Mauro Dolce、以及位于帕维亚(Pavia)的欧洲地震工程研究与培训中心主任 Gian Michele Calvi。另外，一名政府官员 Bernardo De Bernardinis (民防局的技术副主任)也遭到调查。

## 2 谁的责任

2009年3月31日，上述7人在拉奎拉参加了主要风险委员会(Major Risks Committee, 关于自然灾害风险，由一个专家小组对民防局提出建议)召开的一次会议。当时，阿布鲁佐(Abruzzo)地区周围出现了频繁的地震活动，最后一次是2009年3月30日发生的4.0级地震，召集这次会议的目的是咨询科学家是否将会有大地震发生。

会议之后，De Bernardinis 和 Barberi (该委员会执行主席)紧接着在拉奎拉主办了一次新闻发布会，De Bernardinis 在发布会上宣称：“科学家们告诉我们没有危险，因为能量正在得到释放，这种情况很有利”。该委员会的其他几位被起诉的地震研究者并没有参加这次发布会。

但是，在2009年4月6日，拉奎拉发生了6.3级地震，造成308人死亡，约1600人受伤，超过6.5万人无家可归。后来，一群当地居民表示，许多地震灾民原本打算离开他们的家园，但听了该委员会的声明之后，灾民们改变了他们的想法。2009年8月，他们提出一个正式请求，要求检察官进行调查。2010年6月3日，拉奎拉的首席检察官 Alfredo Rossini 告诉意大利媒体，这让他别无选择，只能进行调查，而且他的办公室现在已经收集到了足够多的、用于起诉这些人的信息。

但是，2009年3月31日的会议纪要没有证据表明，任何科学家作出了“没有大地震危险”的结论。Boschi 表示：“在该地区发生大地震的可能性不大，但不能

排除。” Selvaggi 提出：“近来，在一些新地震之前的几天或几个星期预先发生了一系列小地震，但另一方面，许多地震群并没有引起大地震”。Eva 补充到：“因为阿奎拉处于高风险区，所以不可能明确地说这里不会有大地震发生”。总结会上，Barberi 表示：“小地震群并不意味着后面一定会发生大地震”。所有与会者一致认为，应立即对该地区的建筑物进行监测，以评估其抵挡大地震的能力。

美国地质调查局（位于加州帕萨迪纳）的地球物理学家 Susan Hough 表示：“这是唯一明智的声明，任何科学家都可以得出那样的结论”。但是，Hough 不同意新闻发布会上所说的一些事情，她指出“所谓小地震释放了能量因而使得情况变好是一种常见的错误理解，但是地震学家都知道这是错误的，我怀疑任何一位科学家会采用这样的说法。”

De Bernardinis、Boschi 和 Selvaggi 表示，由于正在进行调查，他们对情况无法作出评论。起诉之前，Boschi 曾批评民防局操纵了 3 月 31 日的会议。2009 年 9 月 16 日，他写给 Guido Bertolaso（民防局负责人）的信中指出：“如果民防机构真的想考虑所有数据，这样的会议应该持续一段时间而不是只持续一小时，而且，紧接着的不是一个联合声明，而是一个新闻发布会，这并没有通知我们。”

民防局作出的反应是：质问 Boschi 为什么在等了 6 个月之后，才对该会议的性质提出反对，并指出 Boschi “从来不解释具体行动（该部门应该采取措施来减少一次潜在地震的风险）是什么”。

### 3 国际声援

意大利国家地球物理与火山研究所的员工签署了支援 Boschi 和 Selvaggi 的声援信。全世界的地震学家也团结起来保卫科学家，来自 100 多个不同国家的近 4 000 名科学家签署了一封写给意大利总统 Giorgio Napolitano 的声援信，敦促决策者将注意力集中在“地震防备和减少风险方面，而不是将注意力集中在起诉科学家上（由于他们没有做一些他们不能做的事情——预测地震）”。

牛津大学地球科学系的 Barry Parsons 在签署的声援信中表示，意大利的地震风险地图可能是达到最高标准的地图，其清楚地表明，阿布鲁佐（Abruzzo）地区是一个风险非常高的地区。他指出：“已被证明的、保护人民的有效方式是执行严格的建筑规范，科学家们常常被问错了问题：‘下一次地震何时会发生？’正确的问题应该是：‘当地震发生时我们该如何确保不会有那么多人受伤？’”

原文题目：Italy puts seismology in the dock

来源：<http://www.nature.com/news/2010/100622/full/465992a.html>

（杨景宁 编译 赵纪东 校对）

# 台湾开始部署海底地震传感器

2011年3月11日的日本强震震惊全球，同样位于环太平洋地震带上的台湾为了提升对其东部海域地震及海啸的预警能力，已于3月底开始了其第一个海底地震监测系统的建设工作，该系统运行后将可分别增加10 s的地震预警时间和10 min的海啸预警时间。

## 1 背景介绍

由于菲律宾海板块与欧亚板块的聚合作用，中国台湾地区的地震活动十分频繁。以台湾中央气象局（CWB）现有的地震监测能力，其能够在一定程度上发挥灾害预警及防灾的作用。但是，影响台湾地区的地震有将近70%分布在台湾东部海域，而现有的陆基地震台网并不足以对这些海外地震进行准确且即时的监测。如果能够在台湾东部海域部署电缆式海底地震仪及相关海洋物理观测系统，不但可以弥补现有陆基地震台网观测范围的不足，还可以使海外和近岸的地震定位准确性大为改善，进而大幅增强台湾中央气象局现有强地动观测网即时警报系统的准确性和可信度，提供更为有效的防灾或救灾信息。如果发生在海域的地震定位准确，便能够更准确地知晓地震是否会引发海啸，提早得知海啸的发生，同时，海底观测网也可以监测海底山崩可能引起的海啸。

如此一来，该系统的部署便可大幅度降低东部海域可能发生的地震和海啸对台湾地区造成的破坏。因此，由台湾中央气象局提出了“台湾东部海域电缆式海底地震仪及海洋物理观测系统建置计划”（简称“妈祖计划”）。2011年，该计划得到了4.3亿新台币的经费支持。与此同时，2011年3月11日日本发生9.0级大地震，其地震预警系统和海啸预警系统在防灾、减灾过程中均发挥了很大作用（例如，日本东京得到了80 s的地震预警时间），这有可能促使台湾加快了“妈祖计划”的行动步伐。

## 2 部署规划

台湾中央气象局地震测报中心主任郭铠纹介绍称，此次缆线铺设处是菲律宾板块和欧亚大陆板块的隐没带（平时地震活动频繁），所铺设缆线将从宜兰县头城镇海缆陆上站向外海拓展，延伸45 km到和平海盆和琉球岛弧的交界处，缆线尾端连接海底宽频地震仪、海底加速度地震仪、海啸压力计、温盐仪及水下听音计等观测仪器。这些观测仪器的架设深度约300 m，同时，缆线将埋到海床底下约1.5 m深处（以防止渔船不慎损害电缆）。

整个“妈祖计划”将沿着台湾东海岸铺设总长250 km的海底电缆（图1），此次工程是该计划的第一阶段。日本北从北海道、南至冲绳，共部署了8条海底电缆监测系统，每条线路长约400 km。台湾将采用的海缆地震仪与日本在此次9.0级强震中发挥预警作用的8条海缆是同一套系统，由日本电气株式会社（NEC公司）协助布缆。2011年3月19日，日本布缆船抵达台湾基隆港，准备铺设海底电缆。3月

24 日，海缆地震仪部署工作正式拉开帷幕，此项工作预计 2011 年 6 月完成，完工后将进行各项仪器检测，2011 年 10 月将有望正式启用。

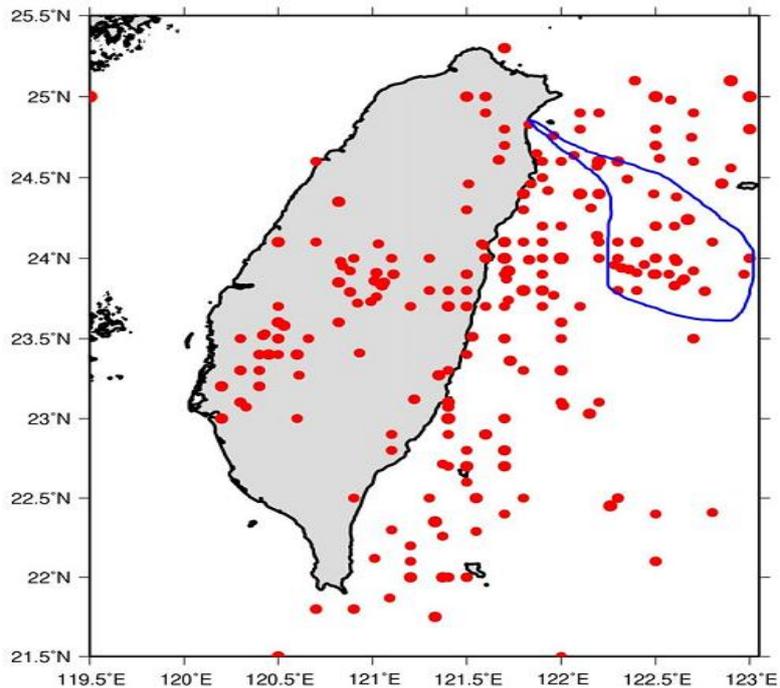


图 1 台湾地震活动历史及海底电缆铺设规划（蓝线为预计的电缆位置）

### 3 预期效果

NEC 的代表藤原敬之表示，由于，台湾东海岸的地质构造与日本东海岸相似，他们预计该系统极大地促进台湾的防灾减灾工作。通过海底电缆，台湾中央气象局将能够同步接收地震信号，预计地震预警时间可因此至少增加 10 s。如果发生强震并引发海啸，信号最快 10 min 就会到达宜兰平原，气象部门一旦接到海啸信号，将立即通知港口与地方防灾单位，通知民众尽快逃生。如果未来海缆延伸到 90 km，地震预警时间可增加到 20 s，海啸发生时，民众可增加 20 min 的逃命时间。

目前，台湾的地震观测网每年大概监测到 18 000 多次地震，宜兰外海地震观测站建成后，每年监测到的地震数量预计可再增加 50% 左右，达到 3 万多次。借此，可进一步了解台湾地区的板块运动情况。由于此次铺设的电缆及仪器是永久性的，所以除提供更多的地震、海啸预警时间外，其还能监测宜兰外海与台湾紧邻的南冲绳海槽的海底火山活动。

#### 参考文献：

- [1] Taiwan builds first undersea earthquake sensor  
<http://www.physorg.com/news/2011-03-taiwan-undersea-earthquake-sensor.html>
- [2] 台湾海缆地震仪动工 拟为民众海啸撤离争取时间  
<http://www.chinanews.com/tw/2011/03-24/2928194.shtml>
- [3] 吸取日本地震经验 台湾铺设第一套海底监测电缆  
<http://news.hexun.com/2011-03-28/128289918.html>

（赵纪东 整理）

## 美国开始在密西西比河以东地区部署地震传感器

地质学家表示，大部分地震活动与地震发生在美国西部，但是，美国东部并没有走出风险的困境。

从美国西海岸向东，地球透镜计划的移动台阵（Transportable Array, TA）经过6年的发展，现在已经达到一个重要的里程碑：在密西西比河（Mississippi River）以东地区安装第一个TA台站——345A台站，位于密西西比州哥伦比亚西北部约15 mile的一个私人农场，在未来2年的运作将连续记录来自当地、区域和全球地震的地面运动。

移动台阵是由美国国家科学基金会（NSF）资助的地球透镜计划（一个综合的地球科学计划，探索北美大陆的结构、演化和动力学特征）的一部分。另外，地球透镜计划还得到了美国国家航空航天局（NASA）和美国地质调查局（USGS）的支持。作为地球透镜计划的一部分，移动台阵的建立、操作和维护由美国地震学研究联合会（IRIS, Incorporated Research Institutions for Seismology）负责运行。

NSF负责“地球透镜”项目的主任Greg Anderson表示，使用来自移动台阵数据的研究已经改善了人们对美国西部大陆结构和动力学特征的认识，随着移动台阵在美国东部的部署，科学家们将对北美大陆的古老岩芯及整个地质时代相关大陆的形成和改造过程获得新的认识。

美国地震阵列（USArray, 地球透镜计划的构成成分）项目主任Bob Woodward表示，由于美国西部地区经常可以感觉到地震，所以，该地区有许多永久地震仪用来观测断层运动，而密西西比河以东地区的地震台站是很少见的。

移动台阵网由400个最先进的地震台站组成，这些台站间相距约70 km。每个台站是一个独立的系统，在地下约6英尺处安装有地震检波器和电子设备，并在地表安装了太阳能板和通信设备。大部分移动台阵的台站（如345A台站）安装在私人土地上，这些土地所有者都是自愿的，他们对推进地球内部运动的认识很热心。

迄今为止，已经安装的移动台阵的台站超过了1100个，预期到2013年末，也就是地球透镜计划的最初10年，将可安装移动台阵台站1600个。截至目前，已安装台站所记录的数据量超过了22 TB，美国和世界各地的地球科学家、教育家及公众都可以免费使用这些数据。

原文题目：EarthScope Seismic Sensors Head East of the Mississippi

来源：[http://www.nsf.gov/news/news\\_summ.jsp?cntn\\_id=119131&WT.mc\\_id=USNSF\\_51&WT.mc\\_ev=click](http://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=119131&WT.mc_id=USNSF_51&WT.mc_ev=click)

（杨景宁 编译）

## 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: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