

中国科学院国家科学图书馆

科学研究动态监测快报

2011年3月15日 第6-7期（总第108-109期）

地球科学专辑

日本地震海啸专辑

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

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	1
专家激辩全球是否已进入地震活跃期	5
日本地震海啸的间接影响	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	10
新系统可在数分钟内发出海啸预警	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	14

核泄漏事件

日本大震后的核泄漏危机	19
日本核辐射构成的危险难以评估	24
美联邦紧急情况管理署：核泄漏紧急事故处理方法	25

日本救灾措施

日本“3·11”地震海啸灾后应急举措	29
--------------------------	----

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

2011年3月11日发生在距日本仙台135公里的太平洋海域的地震，是日本历史上“近1200年一遇”的地震，引发的海啸几乎袭击了日本列岛太平洋沿岸的所有地区，预计将造成数以千万美元计的损失。

一、日本地震成因分析

日本气象厅称3月11日发生的东北-关东大地震属于逆断层型地震，引发地震的主要原因是断层移动。在日本近年发生的地震中，2007年3月的能登半岛海域地震、同年7月的中部新潟地震以及2008年6月的岩手-宫城内陆地震等都属于逆断层型地震。关于日本地震的成因，国家地震局地质研究所研究员高建国称，主要还是太平洋板块对欧亚板块的不断挤压造成的。从历史上来看，环太平洋板块一直主动向西方向挤压欧亚板块，试图从欧亚板块下方“钻”进去，而欧亚板块基本保持不动，因此两者相互“掐”起来，就形成了两个板块边界处的频繁地震。江苏省地震局研究院副院长侯康明认为，太平洋板块挤压欧亚板块，更具体的讲是挤压菲律宾板块，而日本就在其边界上，造成日本岛随势向下俯冲。

二、海啸成因专家分析

（1）能量大，震源浅

此次地震是日本有地震观测史以来震级最高的一次，其能量相当于里氏7.3级的阪神大地震的178倍。地震后，仙台新港等太平洋沿岸各地出现了10米高的大海啸。东京大学地震研究所教授古村孝志认为，海啸规模巨大是由于震源浅且地震规模大造成的。据日本气象厅最新修正，本次地震震源深度约24公里。专家认为，海啸规模如此之大原因有二，一是地震本身规模大且震源浅，二是震源所在海域海岸地形特殊，放大了海啸能量。

（2）特殊地形放大能量

地震发生后10余分钟，就有3米高的海啸到达了陆地。港湾空港技术研究所研究员高桥重雄指出，今后还有可能发生海啸，退回海里的海啸有时在折返陆地后，会变得更大。海啸袭击了日本列岛的广阔范围，但是以岩手县为中心的三陆海域是沉降海岸，有可能导致灾害更为严重。气象厅地震海啸监视科科长横山博文指出，沉降海岸的特殊地形有可能使海啸的巨大能量进一步被放大。

（3）喇叭地形容容易“收水”

日本京都大学防灾研究所教授间濑肇推测，冲上陆地的海水量可以与（2004年）印度尼西亚苏门答腊岛附近海域发生地震时相匹敌。而在三陆海域的那种里亚斯型

海岸，有很多外侧宽广而内侧狭窄的“三角形海湾”，越向海湾内侧，海浪就越容易升高。他推算，在海湾深处等地点，海啸也许达到了 30 米高。

三、日本地震和海啸的影响

(1) 释放巨大能量

为评估日本强震，美国负责应对自然灾害的联邦救灾局、地质调查局及国家气象局当日联合举行电话会。其中地质调查局高级顾问 David Applegate 表示，3 月 11 日发生的强震将地壳撕开一条长逾 240 公里、宽达 80 公里的裂缝，这是日本近 1200 年来强度最大的地震。

美国地质调查局另一位知名地质学家 Brian Atwater 也表示，此次日本强震释放出的能量接近于美国全国一个月的能源消耗量。以 2010 年美国每天消耗 1 900 万桶石油的标准计算，此次日本强震释放出的能量近似一次性燃烧 5.7 亿桶石油。

美国地质调查局统计指出，此次地震是 1900 年以来排名全球第五的强震，超过了去年 2 月智利发生的里氏 8.8 级强震。迄今震级最高的是 1960 年智利发生的里氏 9.5 级特大地震。

迄今根据日本方面的测算，11 日发生的地震强度为里氏 9.0 级，地震震源深度估计为 24 公里，这是自日本开始有地震观测记录以来的最强地震。受地震影响，日本部分地区一度曾观测到浪高超过 10 米的大海啸，并且日本本岛太平洋一侧在震后相继发生多起里氏 7 级以上的大余震。

(2) 强震使当天地球自转加速 1.6 微秒，本州岛东移 2.4 米

美国国家航空航天局 (NASA) 地球物理学家 Richard Gross 计算，因为日本发生规模 9.0 级强震，依据 NASA 收集的资料，这次强震使日本本州岛向东移动大约 2.4 米，导致地球自转快了 1.6 微秒。1 微秒是百万分之一秒。

这次地震造成地球自转加速的程度，比去年智利地震所造成的影响还大一点，但是 2004 年苏门答腊强震，使得当天地球自转快了 6.8 微秒。

(3) 此次海啸冲击强大，但预测存在难度。

日本海岸遭强力地震袭击后，环太平洋地区纷纷发出海啸预警，其中包括夏威夷和加利福尼亚，但受洪水袭击的主要灾区的还是距地震震中最近的日本地区。专家说这一模式并不罕见。和其他地震一样，这场地震主要引发了两个海啸，一个袭击了最近的海岸线，而另一个通常在几分钟后可能往相反的方向移动几千英里。

美国地质调查局的 Eric Geist 指出，袭击海岸线的第一波通常是最具破坏性的，但对于向海里移动的海啸，部分能量会在海啸波传过远洋时消散，像石头被抛入池塘激起的涟漪，接着，海啸波达到陆地时就会有部分能量因海岸地形而被减弱或增强。Geist 认为第一波一到达海岸，情况就复杂了。距地震最近的仙台发出的报告显示，海啸第一波侵袭时海浪比平时高出 12 英尺。在夏威夷，高达 7 英尺的海浪破坏

了桥柱和码头，导致了洪水泛滥。

美国国家海洋和大气管理局（NOAA）海啸研究中心的主管 Vasily Titov 认为，由于海浪一波接一波地冲击与海岸之间产生复杂的相互作用，海啸的影响大小存在很大变数，每个地方都不一样。考虑到这些变数，海啸专家指出预测海浪高度非常困难。海啸是罕见事件，而测定这些大事件是很难的，因为没有数据。

（4）近期仍可能发生 7~8 级强震

日本近现代史上曾经历两次造成严重人员伤亡的大地震，一次是 1923 年的关东大地震，一次是 1995 年的阪神大地震。这两次地震后，一些地震学家推测，东京地区所在平原可能发生类似强震。持这种观点的学派以日本地震研究委员会为代表。这一官方机构长期警告，东京可能在未来几十年内经历一次里氏 8 级以上大地震。

法国和德国的地震专家则指出，日本 11 日发生强烈地震，近期再发生里氏 7~8 级的强烈余震是有可能的，对此需要警惕。法国国家科研中心地震专家称，一次接近 9 级的强震之后，很可能还会出现 7 级、甚至 8 级的余震，与这一威胁相比，海啸造成的危害可能相对有限。

德国地学研究中心的地震风险和预警部专家也认为，日本数周甚至数月内都存在发生强烈余震的风险。虽然余震震级会逐步降低，但根据经验，大震后最强烈的余震仍可能达到比首震震级低一级的水平。

东京大学地震研究所教授古村孝志也认为，11 日的地震可能引发内陆地区的大地震。

（5）地震导致核泄漏

地震在造成人员伤亡，建筑受损的同时，更危险的是核电站的原料泄漏。一旦真的泄漏，不但会影响日本，同时受到风向的影响很可能影响至中国沿海地区。这就是为什么全世界都这么紧张的缘故。海啸导致日本政府正在紧急疏散福岛第一和第二两大核电站周边的 21 余万居民，截至 14 日已发现大约 190 人遭受核辐射污染。

核电站冷却系统在地震后失灵，核电站内随后检测到的核辐射量为每小时 1 015 微西弗，相当于人体每年可承受的最大核辐射量。检测到的放射性物质中包括铯和碘。含有铯的芯块熔化温度大约为 2 800 摄氏度。一些专家认为，检测到铯意味着核反应堆正承受高温，核燃料可能开始熔解。

日本政府初步确定此次核泄漏事故为 4 级，即造成“局部性危害”。日本官员表示，这个等级有可能会随着事态的发展而调整。目前，国际核事故按严重程度分为 0~7 级。福岛第一核电站事故等级低于 1979 年的美国三里岛核事故和 1986 年的苏联切尔诺贝利核事故。中国位于日本西面，而目前放射性污染物主要向日本东部扩散，未来几天，风向变化的可能性不大。另一方面，污染物的浓度也会随着距离的增加而稀释。因此，此次核泄漏对中国产生影响的可能性目前是比较小的。

四、思考和建议

(1) 加大对地震的预测研究，及时发布地震信息

地震是毁灭性的灾难，因此，预测工作也就显得尤为重要，世界上很多国家都加大了这方面的研究和投入。日本作为地震多发国家，对地震的预测和预警走在世界的前面，加大对地震的预测研究，及时发布地震信息，让民众加以防范，是减少地震造成的伤亡的主要原因。

(2) 抗震教育培养出处震不惊的国民

因为地震多发，日本国民对于如何防范地震，也有着丰富的经验，也造就了日本民众“临震不乱”的素质。几乎每户日本人家，都有一张各个区域所发放的地区《灾害时避难场所》地图，里面标明了这个地区发生洪水、台风、山崩、海啸时的避难场所。日本人的汽车行李箱里一般都有一个“防灾箱”，里面是干粮、饮用水、手电筒、急救包什么的。每一个孩子从小就要接受地震逃生教育，并定期演习。另一方面有识之士为了震灾突发准备了公众预案。在地震发生的时候，他们排队过马路，排队等火车、排队打公用电话，主动让出车道等，表现出一幅沉着稳定的成熟国民形象。

(3) 预警机制对预防灾害起到关键的作用

在地震暴发前一分钟，日本发起了地震警报。数百万日本人在日本大地震发生前大约一分钟得知了地震的消息。日本有世界上最好的地震预警系统。这个由约一千个地震计组成的网路，覆盖全日本，可以觉察和分析震波，并在地震计预测震动强烈时发出警告。这一分钟的时间可以挽救不少人的生命。但由于存在较大技术瓶颈，因此虽然发布震后海啸预警，仍然带来较大损失。

(4) 房屋质量在地震中有着至关重要的作用

房屋质量的高低决定着地震中对生命保护的强弱。日本这次地震伤亡小，很大程度上取决于其房屋的坚固，由于日本有不少房屋楼层高，很多人当时还在房子里没有来得及逃离，很多人在地震中选择就地避灾，也没有造成生命损失，绝大多数房屋并没有倒塌，从而有效地保护了生命财产的安全。

(5) 如何对公众实施有效的防护措施

核电的建设十分慎重，但也难免遭到超出预计的情况，这次地震的次生灾害极为可怕。日本政府第一时间发生核设施警报，并采取了相应措施，老百姓及时得到转移通知减少损失。核电作为重要能源设施，应该比其他设施更加安全可靠，它造成的次生灾害，可能比比地震本身的灾害还要大得多。

此次事件发生后，日本如何对公众实施有效的防护措施，如何控制“堆芯”放射性物质的释放，都将给中国提供宝贵的经验。核安全监管当局应针对中国核安全管理现状，作出安全评估。

(6) 提高沿海地区的灾害防御能力

中国沿海地区的经济和人口密度急剧增大，一旦环太平洋地震带发生强烈地震海啸，后果不堪设想。国家和沿海地方各级政府必须高度重视海洋灾害可能造成的影响，将包括海啸在内的海洋灾害影响评估作为沿海开发布局规划、基础设施建设项目论证的强制要求，切实提高沿海地区的灾害防御能力。针对海啸巨灾，加快建设多部门联动的灾害应急协调机制。沿海地区要抓紧开展当地的海啸灾害风险评估和区划工作，将海啸应急预案上升为政府预案，按照属地管理的原则，制定包含人员疏散、基础设施关闭、抢险救灾等在内的一系列海啸灾害处置工作方案，并定期开展海啸应急演习。

(7) 建立高度协调的监测、预警、救灾和重建体系

日本地震告诉我们，在做好地震本身的预警、地震教育、生命保护的时候，我们也应该建好预警机制，危机处理机制，也要充分考虑到地震可能引发的各种次生灾害，会引起的疫病等方面的预防和处理。比如地震会不会引起核电站的爆炸，或者周边危险物质、周边设施的危机，会不会引发火灾，在地震发生以后通讯、电力、交通等如何保障等问题，都要做好充分的预防工作。大地震发生后政府首脑能在第一时间就发布地震信息，对抗灾、救灾和安定民心起到重要作用。在紧急状态下，政府有条不紊地及时发布信息，高效率地调动一切救援力量，采取必要的各类措施，对减灾起到了关键作用。日本经验值得我们借鉴。

参考文献：

- [1] <http://www.hsdcw.com/html/2011-3-13/335198.htm>
- [2] <http://news.sina.com.cn/w/2011-03-12/071922100149.shtml>
- [3] <http://news.sina.com.cn/w/2011-03-12/083022100493.shtml>
- [4] http://www.nytimes.com/2011/03/12/world/asia/12tsunami.html?_r=1&ref=science
- [5] http://www.zaobao.com/gj/gj110313_012.shtml
- [6] http://news.cnwest.com/content/2011-03/13/content_4262004.htm
- [7] <http://ido.3mt.com.cn/Article/201103/show2144847c35p1.html>
- [8] http://news.xinhuanet.com/politics/2011-03/12/c_121180213.htm

(安培浚 曲建升 整理)

专家激辩全球是否已进入地震活跃期

2010年以来，连续发生的海地、智利地震举世瞩目。智利大地震后不过10天，便震情不断：中国台湾高雄、印度尼西亚苏门答腊又相继发生了里氏6.5级以上的强震；4月14日中国青海玉树发生7.1级地震，吸引了世界的目光。2011年2月22日新西兰6.3级地震，3月10日云南盈江县发生5.8级地震，3月11日日本附近太平洋海域发生9.0级大地震，并引发大规模海啸。全球社会对近期频发的地震表现出极大关注，“全球是否进入地震活跃期”再度成为热点问题。

地震是一种自然现象，是地震运动的外在表现。地震活动有其固有的规律和节律。就发生周期而言，地震有着高发的活跃期和少发的平静期，两者相互更迭交替。从地震灾害史来看，由于有些地震发生在大海、荒漠或人烟稀少之处，不为人们所注意，加之当时通讯的限制，往往不能把地震的情况正确完整地记录下来，因此也就难以确切地统计、分析、研究历史上的地震活跃期和平静期。

目前从全球来看，有详细记载、可供研究的地震灾害资料是从1900年开始的，仅仅只有百年的历史。因此，要确定划分地震活跃期和平静期的科学标准，是有难度的。通常，人们是以里氏8级以上的大震次数和地震活动的频度，来衡量是否已进入地震活跃期。

在20世纪的前60年间，全球地震活动频繁，里氏8级以上地震频发。1960年5月22日，智利曾经发生过一次里氏9.5级的大地震，并引发海啸。而自1960年后的40年，地震活动相对稳定，里氏8级以上地震很少发生。这百年间总体是60年活跃、40年平稳。这一前半世纪地震强而频发，后半世纪地震弱而少发，也被称为全球地震活动的百年周期。

进入21世纪以来的10年来，一共发生了6次里氏8级以上大地震多次发生。2004年12月26日，印度尼西亚苏门答腊发生了里氏8.7级大地震，并引发印度洋海啸，30万人罹难，数百万人痛失家园。2005年3月，里氏8.5级大地震再次发生于印度尼西亚，造成1300多人死亡。2008年5月12日，中国四川汶川发生了里氏8.0级大地震，造成69130人遇难，374031人受伤，17824人失踪。2009年9月29日，萨摩亚群岛附近海域发生里氏8.0级地震，并引发海啸。2010年1月12日，海地发生了7.3级地震，首都太子港几乎被夷为平地，死亡人数超过20万。一个多月以后，2010年2月27日智利又发生里氏8.8级强震，2011年3月11日日本附近太平洋海域发生9.0级地震，并引发海啸、核泄漏、火灾、火山喷发和滑坡泥石流等次生灾害。面对地震高发、强震频频，对于全球是否已进入高发的地震活跃期，专家学者意见不一，概括而言有如下三种观点：

观点 1：全球已进入高发的地震活跃期

中国地震台网中心首席预报员孙士铨研究员认为：根据1900年至今100多年的地震发生数据，可以得出当前全球已进入地震多发活跃期的结论。

理由是：1900—1964年期间，全球共发生8.5级以上地震7次；从1964年美国阿拉斯加大地震后到2004年的40年间，全球没有发生过8.5级以上的大震。从2004年至今，短短6年中发生了印度尼西亚两次震级分别为8.7级和8.5级的强震，以及今年智利8.8级地震，共三次8.5级以上的地震。而其中2010年2月27日发生的智利大震，其能量相当于海地地震的272倍，这是一个关键性的数据。孙士铨认为，除了地震的强度，地震活动频率高低也有一定周期性的规律。综合100年来各阶段

的数据，无论从地震频率还是在地震强度上看，都可以说，现在全球进入了地震多发的活跃期。

美国密苏里科技大学的地球物理学家高尚全教授也持这一观点。他指出，相对于 20 世纪 70 年代中期到 90 年代中期的这 20 年（地震平静期），地震运动在过去的 15 年间确实更活跃了。

观点 2：全球地震频率尚在正常范围

中国地震台网中心预报部主任刘杰认为：目前来看，全球地震频率尚在正常范围之内。中国地震台网中心副主任张晓东也持同样观点：自 2001 年以来，尤其是 2004 年 12 月印度尼西亚苏门答腊附近海域发生 9.0 级强震以来，全球 8 级以上地震明显偏多，与 20 纪前半叶地震活动基本相当；一般说来，地震活动作为地球构造运动的一种方式，某个时间活跃，或某个时间较少，都是可以理解的。

1900 年以来，全球平均每年发生 7 级以上的地震 18 次，8 级以上地震 1~2 次，但地震发生时间非常不均匀，有的时段比较密集，有的时段比较稀疏。2010 年截至 3 月 6 日，全球发生 7 级以上地震 5 次，略高于平均数，考虑到地震在时间上分布的不均匀性，仍在正常的分布范围，这是地球地壳运动的一种正常涨落现象。我们大陆地震活动也处于平均地震活动水平，是一种正常的能量释放。

根据国际地震中心提供的 1964—1998 年间 6 级以上地震的不完全统计资料，全世界发生地震最多的国家分别是印度尼西亚（668 次）、美国（426 次）和日本（245 次），中国大陆排第五（182 次），即使包括台湾地区在内，中国的地震活动在世界上也不是最多的。

观点 3：全球是否进入地震活跃期要再看看

中国地震局局长陈建民认为，地震活跃期的结论不能轻易下，要用数据来说话，对地震是否进入活跃期要看接下来的地震多不多。地震灾害有历史记录以来，全球一年发生 8 级以上地震平均频率大概是 1~2 次，7 级地震 18 次，而 6 级地震每年发生 200 多次。2015 年 1~3 月全球发生了 7 级以上地震 5 次，应该说目前全球地震活动比较集中和活跃，强度也比较大。对于是不是已进入地震活跃期，还有待进一步观察发展态势。毕竟今年才刚开始 2~3 个月，也许今年下半年地震有所平静。如果强震仍然频频发生，那么就可以认为地震已进入高发活跃期了。

我国地震专家洪时中教授也持相同观点。他认为就全世界地震的盛衰起伏而言，当前全球地震是否进入高发期还有待继续观察。这一观点也为国外一些地震学家认同。他们认为，当前尚不能肯定地球已进入地震活跃期。

日本名古屋大学研究生院地震、火山和防灾中心研究员松多信尚指出，不同地区都可能存在地震活跃期，但目前尚不能说地球整体进入了地震活跃期。现在的证

据也无法判断哪个地区近期发生地震的危险性更高。

对于全球地震活动是否已进入高发活跃期的讨论，至今尚无定论。原因是多方面的，一是要看今后地震发生的态势；二是对地震活跃期的判断尚无明确的科学标准，众说纷纭，需要统一；三是地震活跃期本身是个尚待研究的课题。正如日本地震学家鹭谷教授所称，人类对地震活跃期还不甚了解，有关活跃期的许多课题都有待进一步研究，这需要时间。

全球是否进入地震活跃期讨论的结论并不十分重要。地震活动趋向频繁，特大地震多发，导致人们生命财产遭受重大损失，这是摆在我们面前不争的事实。尽管当前地震灾害有加剧的趋势，但并不是说，今天或今后的地震灾害会比过去更多更强烈。据科学的观测研究，全球每年平均发生的地震强度和地震频度，与历史上相比变化不大。地震灾害灾损加剧的原因，主要在于人类社会本身的弱点和防灾失当。当前世界人口的快速增加和高度密集，都市化进程的加速使社会财富和人口更趋集中。这种趋势正在发展为潜在的威胁，一旦强烈地震发生，其后果就十分惨重。这是因为城市人口密集和大批基础设施陈旧，火灾、塌楼等次生灾害往往形成灾害链，极大地放大灾损。

由于地震灾害的预测预报至今还是一个尚待攻克科学难题，目前世界各国多将应对地震的重点放在减灾上，通过建立有效的地震应急体制、科学的区域规划和城市规划等预防性措施，尽量降低地震灾害对生命财产的潜在风险。

参考文献：

- [1] 罗祖德（华东师范大学），全球是否已进入地震活跃期.NATURE AND SCITECH 自然与科技. 2010年5、6月号.
- [2] <http://gb.cri.cn/27824/2010/03/08/4545s2777395.htm>
- [3] http://www.google.com.hk/url?q=http://phtv.ifeng.com/program/news/detail_2011_03/12/5116639_0.shtml&sa=U&ei=I8V-TbL0BJG6vQPZ5sTYBw&ved=0CCsQFjAF&usg=AFQjCNFnhJQTIwGJkGrDjMEPBwFYqGN6MA
- [4] <http://scitech.people.com.cn/GB/11028962.html>
- [5] <http://www.sciam.com.cn/html/diqiugushi/dizhitanxian/2010/0504/10539.html>

（安培浚 曲建升 摘编）

日本地震海啸的间接影响

2011年3月11日发生在距日本仙台附近海域的地震及其引发的海啸袭击了日本列岛太平洋沿岸的大部分地区，造成重大人员伤亡和财产损失。与此同时，此次地震海啸的间接影响也受到广泛关注。以下是所收集的各方关于地震海啸所造成间接影响的观点和评述。

一、50 多个地点发出海啸预警，环太平洋各国惊无险

太平洋地区总计 50 多个地点发出海啸预警。截至北京时间 12 日晨，已登陆的海啸没有造成人员伤亡或重大财产损失。在中国台湾，海啸在台湾岛东部和东北部登陆，但监测到的海啸波只有 10 厘米，没有造成破坏。印度尼西亚北苏拉威西省和马鲁古群岛监测到 10 厘米高度的海啸波，印尼气象和地质部门随后解除海啸预警。美国夏威夷当天采取紧急措施防范海啸，第一波海啸于当地时间 11 日凌晨 3 时 24 分登陆，但没有造成人员伤亡。

二、德国全面检查核电站安全

日本大地震引发福岛第一核电站发生爆炸并导致放射物泄漏事故后，德国总理默克尔 11 日晚宣布，德国将全面检查境内 17 座核电站的安全标准。默克尔表示：日本发生的事情对世界是一个转折点，核电站事故发生在日本这样一个拥有最高安全标准的国家，德国也不可能像以往一样照常运营核电站，必须全面检查核电站的安全标准。

三、投行观点：这次灾难可能有助于日本经济的发展

摩根大通公司经济学家戴维·汉斯利表示，自然灾害最终都能帮助经济产出，1989 年旧金山地震和 1994 年洛杉矶附近北岭市的地震最后都促进了加州的经济发展。

法国兴业银行分析员太久保称，日本经济在 3 月份将很可能遭受打击，然后强力反弹，因为日本消费者将需要更换损失的汽车和家电等产品，并且重建工作即会启动，地震很可能会让日本 2011 年经济变得更为强劲，而不是更弱。

太久保指出，1995 年 1 月，神户地震发生后，日本工业产值下降了 2.6%，但是下一个月就反弹了 2.2%，再下一个月则上升 1%。总体而言，日本经济那一年增长 1.9%，1996 年为 2.6%，比其原本的发展速度快。1996 年，个人消费比 1995 年至 2004 年的平均值翻了一倍。

四、日本大地震不能忽视“软杀伤”破坏性

由于中东危机引发油价再度上涨，加上粮荒的威胁致使人们对生物能源推广计划产生越来越多争议，核电站作为有前途的替代物，正被越来越多的国家和民众热议和接受，因三里岛和切尔诺贝利阴影而造成的核电站恐惧症有望消退。日本大地震的适时发生，无疑会再度提醒人们，在重大自然灾害面前，核电站是脆弱的，甚至是危险的，这种“软杀伤”极可能在相当长一段时间内，影响各国民众、社会对核电站的观感，并进而牵制各国政府的能源决策，从而在很大程度上影响国际能源市场局面，和全球经济的未来走向。

五、对我国的影响

(1) 我国近海不会产生大海啸

全国政协委员、南京大学地理与海洋学院院长高抒认为：由于岛弧相隔，传入我国近海的海啸能量有限。我国环渤海海域、东海海域和南海海域形成的海啸一般都比较小。原因是，我国近海是属于边缘海，边缘海与外海之间一般都有“岛弧”相隔。“岛弧”就是一系列的岛链，地震波造成的海啸只能从岛链的缝隙中传进来，所以能量有限。我国环渤海、东海和南海，不会因为太平洋地震而产生大的海啸。

(2) 雨雪天气促使日核扩散远离我国

环境保护部核与辐射安全中心研究员陈晓秋说，现在的监测结果显示，我国境内没有发现任何放射性异常，民众无需担心。中央气象台首席预报员黄小玉说，受较强冷空气影响，从 15 号起，日本震区、核泄漏区将转为小雨或雨夹雪天气，地面盛行西风，污染物扩散对我国来讲将渐行渐远。

(3) 地震对东北华北影响较大、对华南影响较小

广西地震局地震专家、副局长龙安明：近期日本本州地区的大震实况表明，位于该区附近的太平洋板块处于强烈活动状态。根据以往研究成果，日本 7 级以上地震对东北及华北地区的影响较大，而对华南地区及广西的影响尚不明显。

参考文献：

- [1] <http://news.xinmin.cn/rollnews/2011/03/13/9735921.html>
- [2] <http://news.sina.com.cn/w/2011-03-13/050522104022.shtml>
- [3] http://www.chinadaily.com.cn/hqgj/2011-03/13/content_12162786.htm
- [4] http://nf.nfdaily.cn/nfdsb/content/2011-03/13/content_21176546.htm
- [5] <http://www.chinanews.com/gn/2011/03-13/2902038.shtml>
- [6] <http://opinion.people.com.cn/GB/14129284.html>
- [7] <http://content.caixun.com/NE/02/h1/NE02h1of.shtm>
- [8] <http://finance.sina.com.cn/money/future/20110314/10049524602.shtml>

（王金平 曲建升 整理）

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

一、全球海啸预警系统概况

海啸是由俯冲带浅源地震和大的海底滑坡引起的。与风驱动的海洋波浪比起来，海啸波浪速度极快，但却比地震波慢 10 倍以上。这对已经运行了数十年的早期预警系统而言是一个大的有利因素。海啸预警依赖于迅速对地震波及来自测潮仪和海洋浮标的海平面信息的分析。1946 年阿留申地震以后，建立了全太平洋海啸预警系统，其在 1960 年的海啸之后升级为国际性海啸预警系统。后来，太平洋地震带上的北美、

亚洲和南美国家，太平洋上的一些岛屿国家、澳大利亚、新西兰，以及法国和俄罗斯等国都先后加入。2004年的印度洋海啸夺取了25万多人的生命，之后在加勒比海、印度洋和大西洋启动了建立类似预警系统的工作。国际海啸预警系统一般是把参与国家的地震监测网络的各种地震信息全部汇总，然后通过计算机进行分析，判断海啸发生的地点和规模和破坏性。基本数据形成后，系统会迅速向有关成员国传达相关警报。而一旦海啸形成，该系统分布在海洋上的数个水文监测站会及时更新海啸信息。

由局部地震引发的海啸比较难以预警。在1983年日本海地震中，日本气象厅在地震后12分钟就发布了海啸预警，但海啸已经形成5分钟。目前，日本的预警系统能够在地震之后3分钟内发布预警。

虽然预警系统可以准确预估海啸到达的时间，但是对波幅和冲上沿岸的态势预测仍不准确。由于还没有完全认识海啸传播与冲岸的水动力学过程，以及海啸激发过程中的不确定性，因此限制了海啸预警工作的进展，像1946年阿留申事件一样大的俯冲带地震经常发生，但只有很少几次地震产生大海啸。

地质学研究可以确定以前海啸的性质和频率，这是对未来事件进行长期预报的关键信息。例如，日本北部海啸沉积的砂岩表明，史前海啸向内陆传播远达3公里，比现代海啸远了2公里，而且平均每500年发生一次。在夏威夷群岛附近采集的深海探测数据揭示，过去400万年中的火山崩塌活动产生了一些已知的最大滑坡，引发了高出海平面达300米的海浪。类似事件在今天有可能引发人类历史上史无前例的大规模灾难性海啸。

二、此次海啸的全球预警情况

日本的海啸预警能力最高，但在此次海啸中仍难以避免巨大损失，主要原因是此次地震震中离大陆很近，海啸在很短时间就来到，来不及预警。但日本这一次地震预警系统和民众防灾减灾应急训练还是发挥了很大的作用，纯地震的影响灾害损失已经减少到比较低的水平，

日本在此次强震后，第一时间启动了海啸信息发布程序，各大电视台自动切换电视画面，滚动播发海啸警报；地震海啸发生仅5分钟，日本首相官邸就设立了官邸对策室，并在之后的内阁会议成立紧急对策部，协调指挥全国的地震和海啸灾害应对工作；沿海居民按照既定的应急手册有序撤离，核电站、新干线、机场等重要基础设施紧急关闭。

位于夏威夷群岛的太平洋预警中心立即分4批向53个太平洋沿岸国家和地区发布海啸预警通知。夏威夷州首府檀香山市警报长鸣，当地广播反复播发海啸预警，动员居住在沿海撤离区的居民及时撤离，当局组织大巴疏散当地居民，并开放疏散中心。地震引发的海啸在夏威夷掀起2米多高的大浪，但没有造成人员伤亡和严重财产损失。

三、对我国的海啸预警系统建设的思考

3月11日日本地震发生后,中国国家海洋环境预报中心发了3次海啸预报消息、2次海啸预警。这也是中国首次发布海啸灾害预警。此次地震海啸在中国沿海的整个传播过程有惊无险。主要是因为受地震断层主轴展布方向约束,此次日本地震海啸的波能主要向东南方向传播,我国大陆及台湾沿岸均不在其主传播方向上,加之沿海大陆架宽广,海啸波能快速衰减。

中国海啸预警的整体水平与日、美等国家相比,差距明显。国家海洋环境预报中心于福江副主任指出,主要表现在4个方面:一是预警体系不完备,二是观测装备技术落后,三是灾情分发系统建设不到位,四是公民宣教工作滞后。

(1) 中国当前海啸预警体系并不完备

与日本整个国土责任区内设置6个海啸预警中心相比,中国只有国家海洋环境预报中心一个国家级海啸预警中心,各省区虽有应急办公室,在灾害降临之际,只有被动等待接收国家中心发布的预警信息,在如何告知居民并作到及时有序疏散方面,组织动员能力薄弱。

(2) 中国在海啸预警能力建设方面同样欠缺

世界上观测海啸方面最有力的装备是海啸浮标,美国拥有40多个,而且在近10年间投入10亿美元用来建设观测、预警、卫星通讯系统。日本沿海潮位站、地震台站也十分完备,其信息通讯主要通过地下电缆传输。中国经过近几年的发展,部署在沿海的观测台站已经有大约120个,可以实现每分钟自动采样,能够满足分辨海啸波的功能。但就体现观测能力标志性的海啸浮标而言,中国仅有1个,而且是花费1500万元从美国进口,2010年10月才装备在中国南海的。

(3) 海啸预警技术与美国和日本的差距并不大

目前中国的数字预报模式全部基于自主开发,数据分析能力也不差。在预警这个环节,从获取数据到发出预警,目前借助太平洋海啸预警平台,可以满足中国海啸预警70%的功能,但还有30%的能力必须靠自主建设,这是国家要发挥能力的地方。在被称为海啸预警“最后1公里”的灾情分发系统上,相比美国和日本此次海啸预警体系的快速反应、灾情分发系统的高效运转,中国的差距相当大。

(4) 公民科普教育滞后,尤其是青少年群体中相关教育缺失

于福江提醒,即使解决了“最后一公里”问题,公众尤其是青少年不会应急处理也没用。这个环节出了问题最不能让人接受,但恰恰我们做得还远远不够。海啸总体上发生的概率很低,人们往往遗忘,但不能因为发生少就以为没事,缺乏风险忧患意识。

参考文献:

[1] <http://gz.oceee.com/a/20110314/974704.html>

[2] <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2011/3/244909.shtml>

(安培浚 曲建升 整理)

新系统可在数分钟内发出海啸预警

最近地震学家开发出一个叫 RTerg 的新系统，可在最初地震发生后几分钟预警即将来临的海啸。它能够给当地居民更多宝贵的时间转移至安全地带，从而减少死亡人数。3 月 5 日出版的《地球物理研究快报》杂志上刊出了佐治亚理工学院研究人员研发的这个新的研究成果。

地球和大气科学学院助理教授 Andrew Newman 称他们开发出的这个新系统，成功地预警了 2010 年苏门答腊 7.8 级地震引发的罕见、破坏性的地震海啸。利用这个系统，可以在地震以后警告当地居民，从而减少因海啸死亡的人数。

通常情况下，一个大俯冲带会在地表下面 20~50 km 以 3 km/s 的速度破裂。由于深度的原因，地壳垂直水平方向平滑变形，造成波动较小。所以对于发生在海洋里的 7.8 级地震来说只有大约 20 cm 的波动高度。然而发生在近岸海面附近的地震海啸却是一种罕见的地震，它的破裂速度比较慢，只有 1~1.5 km/s，从而引起波高剧增，可达 10~20 m，这也是苏门答腊地震海啸发生时波高高达 17 m，死亡人数近 430 人的原因。Newman 指出，因为地震海啸发生在浅海区，不能简单的以大小衡量的标准去判断哪些会产生大的波浪。且当海啸发生时，人们往往感觉不到严重性，因为这些浪看起来比实际的小的多。

地震海啸通常传播比较慢，坚持时间长，且能量损失小，所以依据 RTerg 的算法工具测定出地震参数，将信息发送到国家海洋与大气管理局太平洋海啸预警中心和美国地质调查局国家地震信息中心。它的工作流程如下：通常情况下 4 分钟内，RTerg 接收到了任一海啸警报中心的地震发生通知，从中得到地震的位置、深度和大约级数。如果确定震级在 6.5 级或之上，大约需要一分钟的时间来请求和接收来自世界各地的约 150 个地震台站的数据。一旦它收集到这些数据，就会利用它自己的算法计算每一秒的破裂情况，判断能量增长从而确定此次地震是否能激发海啸。

Newman 和他的团队利用以前地震海啸的数据，如：1992 年的尼加拉瓜和 2006 年的爪哇，但苏门答腊事件是第一个海啸地震发生时 RTerg 系统实时在线的。在该地震发生 8.5 分钟后，系统认定为潜在的地震海啸，并随后立即发出通知。该工具若应用于生产预警系统，将是最具有价值的，因为分析师们提供 24 / 7 来评价算法的结果。对于大多数地震海啸，直到地震发生 30-40 分钟后才会淹没沿岸环境，因此，将有大约 20~30 分钟的时间将信息发送给自动警告系统或有关当局。这也有充足的时间去转移当地居民至安全地带。目前，他们的团队正在努力测试和实施 RTerg 技术以获得更多的预警时间。此外，他们正计划改写算法，以便它可以在全美国和国际预警中心使用。

原文题目：New System Can Warn of Tsunamis Within Minutes

来源：<http://www.sciencedaily.com/releases/2011/03/110304115007.htm>

（陈松从 编译）

2010年，新西兰宣布其国家地震海啸预警系统全面建成并投入运行。该地震海啸预警系统的建设联合了包括美国地质调查局（USGS）和美国国家海洋和大气局（NOAA）等权威机构在内的国际多方合作和努力。作为全球太平洋海啸监测网络的重要组成部分和相关先进技术的最新应用范例，其在系统配置、灾害响应及预警信息发布机制等诸多方面均值得借鉴。

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

新西兰地处太平洋火山岛弧，为典型的板块俯冲带构造背景，是受地震海啸威胁较为严重的国家（其地震海啸风险主要来自西南太平洋地区和距离较远的太平洋中脊地区）。新西兰历史上共经历有完整记录的海啸灾害事件共51起，其中21起由远源地震引发，11起为区域地震成因，其余19起则为本地地震所致。最近时期即自2001年至今，对新西兰具有潜在威胁的地震海啸平均每2年发生一次，其中包括最近一次的2010年的智利地震海啸。为缓解潜在的地震海啸威胁，为今后可能发生的地震海啸灾害的预防以及灾害减轻提供技术保障，新西兰联合国际多方努力构建起集地震海啸预警及监测功能于一体的先进的国家海啸预警系统。该系统刚刚于2010年建成并启用，成为全球致力于地震海啸及其灾害预警研究以及相关先进技术应用的最新范例。

1 系统架构

新西兰国家地震海啸预警系统分为预警和信息发布两大功能体系，具体包括地震海啸威胁评估与信息发布时间、GNS响应机制、海啸预测系统以及海啸监测系统（如图1所示）。

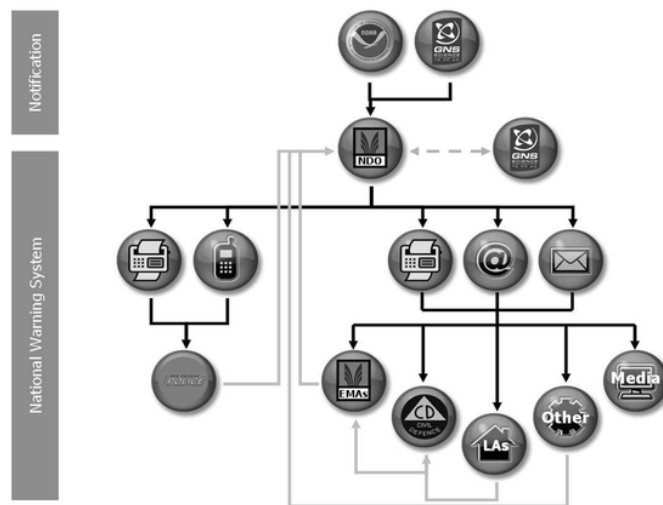


图 1 新西兰国家地震海啸预警系统架构及运行流程

2 地震海啸威胁评估及信息发布系统

海啸威胁评估及信息发布系统为多级多主体控制系统。各关键控制主体包括：太平洋海啸预警中心（PTWC）、新西兰民防及应急管理部（MCDEM）、新西兰地质与核科学研究院（GNS）、民防与应急工作组。

太平洋海啸预警中心位于夏威夷，为新西兰地震海啸预警系统的运行指挥部。太平洋海啸预警中心负责监测整个太平洋地震及海平面网络，并根据预先确定的阈值标准发布海啸信息，信息发布包括以下类型：海啸信息通报、海啸信息声明、海啸咨询报告、海啸观测及海啸预警报告。上述发布信息并不被直接采用，而是为新西兰民防及应急管理部发布官方国家报告及预警提供决策支持。

新西兰民防及应急管理部负责发布国家官方海啸通告。由新西兰地质与核科学研究院（GNS）为其提供技术支持，新西兰民防及应急管理部根据太平洋海啸预警中心的所有相关信息来对新西兰受海啸威胁程度作出判断，并最终通过国家海啸预警系统对外发布官方海啸通告，通告分为以下5种类型：

- （1）全国通报：海啸对新西兰无威胁；
- （2）全国通报：海啸对新西兰有潜在威胁；
- （3）全国警告：海啸对新西兰有威胁；
- （4）全国通报：海啸对新西兰的威胁解除；
- （5）全国警告：海啸对新西兰的威胁解除。

国家通报或警告以每小时一次（或更高）的频率发布，直至威胁解除通告的发布为止。同时，新西兰民防及应急管理部同媒体之间达成谅解备忘录，以便能够通过公共无线广播和电视台对外及时播报地震海啸国家通报及警告。

新西兰地质与核科学研究院负责运行维护新西兰国家地质灾害监测系统GeoNet，监测并收集有关国家地震、海啸、火山喷发及滑坡等数据。作为国家技术顾问机构，GNS直接为新西兰民防及应急管理部提供上述地质灾害信息。同时，GNS特设随时待命的工作组，负责在灾害事件发生之后的20分钟内为新西兰民防及应急管理部提供相关服务。

惠灵顿Geonet基站官员负责向新西兰民防及应急管理部通报任何对新西兰有潜在威胁的海啸信息，并根据海啸专家小组的意见，为其提供科学建议。

民防与应急工作组及其成员则负责地方海啸响应以及公共预警系统的规划、开发与维护。一旦遭遇海啸威胁，民防与紧急情况组及其成员将直接从新西兰民防及应急管理部接收全国海啸通报及警告，并结合地方威胁评估结果最终决定适宜的公共预警级别。根据实际情况，在地方预警体系中，民防与应急工作组成员也可能包括地方广播公司。

3 GNS 响应程序

新西兰地质与核科学研究院（GNS）根据海啸传播时间即从发生源到新西兰最近海岸的时间具体确定海啸传播过程中所产生的不同威胁。本地海啸达到时间通常在1小时以内，仅有极短的时间实施官方警告程序，而大部分情况下，本地海啸在30分钟之内即到达新西兰最近海岸。因此，新西兰民防及应急管理部正积极推动开展提升公众的海啸威胁识别及个人对海啸自然预警信号响应能力的公共教育活的。区域海啸达到时间通常也仅为1~3小时，因此也没有足够时间实施官方应急响应，而只能在全国通报或警告发布之前，基于地震相关参数的经验阈值对威胁水平作出初步的判断；远源海啸到达时间一般超过3小时，将有充足的时间发布国家通报和警告，包括海啸预计到达时间、区域威胁水平以及届时海岸的浪高等信息。

对于本地和区域海啸，具体的响应程序如下：

（1）如果可行，核对PTWC发布的海啸观测数据及预警信息，以及来自美国地质调查局（USGS）国家地震信息中心的相关地震信息；

（2）基于上述信息，向新西兰民防及应急管理部提供有关海啸对新西兰威胁的初始建议，为其最终确定适宜的国家海啸通告类别提供依据；

（3）建议GNS启动态势管理程序。同包括专家小组在内的相关任务负责方商讨响应措施，向MCDEM提供技术建议并负责答复媒体质询；

（4）如果时间允许，安排联络官员（可能是海啸专家小组成员或专职官员）赶赴MCDEM国家应急管理中心，负责向MCDEM传达关于海啸威胁的技术建议；

（5）如果时间允许，启动专家研讨程序。首次研讨一般将以电话会议方式进行；

（6）提交有关海啸威胁水平的PDF文件，确定海啸预计达到新西兰海岸关键地点的时间，向MCDEM提供有关受威胁区域的建议；

（7）在1小时之内向MCDEM提供海啸专家组的首次详细建议。包括海啸形成的可能性以及如果形成对新西兰的影响等。

按照响应机制的规定，在地震海啸发生之后，必须每1小时对上报给MCDEM的信息进行更新（在PTWC每发布一新信息之后），即使没有新的信息。对于“解除警报”的建议则基于海啸传播模型给出。

4 地震海啸预测

最有效的建议是基于数值模拟发布海啸预警。尽管目前海啸模拟系统已经发展到可以模拟海啸从发生、传播到产生影响的全过程，从而为海啸到来之前预测其效应提供了可能，并且在某些情况下，对海啸的模拟过程可以于其实际发生，但问题的关键在于确保模拟机构的可靠性。因此，新西兰最初所采用的方法是开发一个预先模拟情景数据库，以便在目前无法实时模拟的情况下获得海啸的近似模式。与此同时，开始利用SIFT、webSIFT等工具开展对海啸实时预测的相关研究，并有望应

用于未来的海啸预测。海啸评估模拟系统利用了包括预先情景模拟和实时模拟在内的综合方法。

预测数据库的最初开发主要关注预测首次到达新西兰海岸时间超过3小时的地震海啸，包括一些更远距离的西北太平洋来源海啸，以及来自太平洋中脊地区的海啸。随后以及目前的工作重点则主要是利用较近区域的海啸模型完善数据库。3小时的预测时间范围是确保正式官方预警信息发布的最短时限，预测时间范围的缩短则依赖于整个预警系统的进一步改进。

情景数据库的构建

对于太平洋中脊所有潜在大规模俯冲带区域内传播时间大于3小时（从发生源到新西兰）的一系列的 earthquake 海啸均纳入模拟范围，地震强度分为3个级别： $M_w 8.7$ 、 $M_w 9.0$ 和 $M_w 9.3$ 。南美洲震源海啸采用基于Monte-Carlo技术的风险预测模型，其余震源海啸模型则利用美国国家海洋和大气局（NOAA）FACTS服务器创建。所有震源海啸模型被设计为连续发生（即海啸顺次接续发生）。

对于每一个震源海啸模型均被用于生成新西兰周围浪高及海流的时间序列边界条件，重点关注区域为 $165^\circ E$ 至 $180^\circ E$ 以及 $49^\circ S$ 至 $33^\circ S$ 。

情景模拟结果同历史事件记录进行比照，所选定的历史事件包括1868年、1960年的秘鲁地震海啸以及1964年的阿拉斯加地震海啸。

为方便获取，预测数据库中每一情景下新西兰海岸带的受威胁水平图均已以PDF格式文件存储，文件同时具有交互应用功能，可以通过地图和表格超级链接查询任何情景的受威胁情况。此外，文件还支持打印格式。

5 海啸监测

新西兰海啸监测网络用于监测和评估地震海啸达到新西兰诸离岛以及两大主岛的情况。监测网络于2010年全面建成，整个网络包含19个监测站点。其中5个监测站点位于离岛（Raoul Island（2个）、Chatham Island、Norfolk Island和Macquarie Island），专门监测经过新西兰两大主岛的区域震源海啸以及远源海啸；7个站点位于高风险海岸（North Cape、Manukau、Great Barrier Island、East Cape、Castlepoint、Kaikoura以及Puysegur），专门用监测到达主岛的首轮海啸；另外7个站点建在受海啸威胁的人口稠密地区（包括Auckland、Tauranga、Gisborne、Napier、Wellington、Christchurch以及Dunedin），用于发布海啸发生之后的警报解除信息。

每一海啸监测站海浪高度的确定均借助两个设在海里的水下压力传感器完成。传感器的安置方式包括附着在垂直结构上（如码头）或固定于海底。传感器同数据记录设备相连，这些数据记录设备用于记录有关海平面的实时数据，取样频率为每秒10次。设备的计时精度则借助外置的GPS单元实现。与之相配套的设备还包括遥感勘测设备和太阳能供电系统。

海啸数据以近实时传送方式传送至设在Lower Hutt 的Geonet数据管理中心，专门服务于国家及国际海啸顾问专家使用。所有用于紧急响应及研究目的海啸数据均可在Geonet网站免费获取。新西兰海啸监测网络致力于太平洋海啸数据收集与共享的国际合作。

6 未来计划

目前的情景数据库正在被扩展至涵盖范围更为全面的区域事件模型数据集，特别是在低强度地震海啸数据。同时，经过修正的一系列海洋测绘网格也正在开发之中，其精度到达10角秒，覆盖新西兰整个海岸带近海海域。更为精确的网格模拟将用于确定近海海平面高度，以及对远源海啸情景的重新模拟计算。

系统目前的情景PDF文件所揭示的受威胁范围为海岸带区域近40公里长度范围。支持海啸预警的新的海岸带数据库正在开发之中，未来新的数据将同现有边界数据相结合作为确定影响海啸效应的自然因素和人口密度因素的依据。

情景模拟缺陷之一是一切真实事件不可能同某一模拟情景精确对应，因为海啸的实际发生地点一般不可能同模拟情景中的地点精确对应，并且在大多数情况下，地震级别不得被限定在与模拟级别最相近的范围之内，或者模拟结果受到经验值的影响。

此外，新西兰海啸及其影响的历史数据库的开发工作也即将完成。该数据库将为Geonet开发团队和海啸专家小组进一步提高海啸预测精度提供支持。

未来对地震海啸的研究重点将是关注低感知度地震海啸，因为低感知度地震海啸使当地居民的及时疏散和撤离几乎不可能，而且给迅速精确确定地震震级造成困难。同时，在未来的地震海啸预警中利用海岸带连续观测站点的实时GPS数据流的可能性也正在论证过程中，这将有助于预先确定可能引发海啸的地震。

参考文献

- [1] Power,W, Gale,N. Tsunami Forecasting and Monitoring in New Zealand[EB/OL]. Pure and Applied Geophysics. <http://www.springerlink.com/content/v73m105645347683/fulltext.html>.
- [2] Power, W., Downes, G.,Stirling, M. Estimation of tsunami hazard in New Zealand due to South American earthquakes, Pure and Applied Geophysics, 2007,164: 547-564.

(张树良 编译整理)

核泄漏事件

日本大震后的核泄漏危机

受 3 月 11 日日本东部海域发生 9.0 级别特大地震并引发特大海啸影响，日本福岛第一核电站发生放射性物质泄漏，随后 1、3 号机组发生氢气爆炸，电站中的多个反应堆因内部温度太高，加之冷却系统全部失灵，可能造成燃料棒融化，进而发生核泄漏事故。日本政府把福岛第一核电站人员疏散范围由原来的方圆 10 公里上调至方圆 20 公里，把第二核电站附近疏散范围由 3 公里提升至 10 公里，正从两座核电站附近转移 17 万人。

一、日本政府确定核泄漏事故为 4 级，造成局部性危害

日本内阁官房长官枝野幸男 13 日警告，福岛第一核电站 3 号机组反应堆面临遭遇外部氢气爆炸风险，正通过灌注海水、排气降压等措施实施降温。他表示即便发生爆炸，对周边居民健康也不会产生明显影响。日本原子能安全保安院 13 日按照国际核能事件分级表，把核电站爆炸泄漏事故定为 4 级，即造成“局部性危害”。这个等级有可能会随着事态的发展而调整，日本可能遭受“史上最严重核安全事故”。国际核能事件分级表把核事件按严重程度分为零至 7 级。4 级意味着核事件可定性为“事故”，将在当地产生影响

二、核泄漏事故原因

(1) 福岛核电站被指超期服役

日本福岛核电站已有 40 岁“高龄”。在站内 6 座核反应堆先后因冷却系统失灵而面临“燃料棒融化”（泄漏）危险后。抢险人通过注入海水来为反应堆降温的办法引起了较大争议。此举不但将造成核反应堆“报废”，甚至可能继续产生大量氢气，造成连锁性爆炸反应。爆炸原因可能是反应堆堆芯产生的水蒸气外泄至容器外，水蒸气和燃料包壳反应产生的氢气和建筑物内的氧气发生剧烈反应，但 1 号机组安置反应堆的容器本身并未在爆炸中损坏。

福岛核电站已超期服役。今年 2 月 7 日，东京电力公司完成了对于福岛第一核电站 1 号机组的分析报告，报告称机组已经服役 40 年，出现了一系列老化的迹象，包括原子炉压力容器的中性子脆化，压力抑制室出现腐蚀，热交换区气体废弃物处理系统出现腐蚀，并为其制定了长期保守运行的方案。

福岛核电站使用的是老式的单层循环沸水堆，冷却水直接引入海水，只有一条冷却回路。沸水产生的蒸汽用来直接推动涡轮，一旦发生故障，蒸汽里就带有放射性物质。专业人士强调，对于日本这个地震频繁的地区，使用这样的结构非常不合理。福岛核电站 1 号机组又比原本计划延寿 20 年，正式退役需要到 2031 年。

(2) 核电站抗震能力设计不足导致事故

曾任东芝公司核电站设计师的后藤政志 13 日说，初步认定福岛第一核电站 1 号机组发生的放射性物质泄漏事故是核电站抗震能力不足和设备老化所致。日本民间组织“原子能资料信息室”共同代表伴英幸也认为，发生事故是东京电力公司没有充分考虑核电站应对海啸的能力。

福岛第一核电站 1 号机组在设计时考虑了防震问题，但显然没有充分考虑应对如此高强度地震的能力，这次地震的强度远远超出 1 号机组的抗震能力，所以才会出现冷却系统问题导致堆芯熔毁和放射性物质泄漏的事故。除抗震能力不足外，还发生了很多意料之外的问题。比如当初设计 1 号机组时，虽然考虑到发生地震时外部电源中断的问题，并准备了应急柴油发电机，但这一应急设备没有在地震发生时启动，导致紧急冷却装置等无法运转。同时，从外部紧急派遣的应急电源车也未能迅速到达，对反应堆内燃料棒进行冷却的作业因此无法开展，导致堆内压力过高。

此次地震的断层达到 400 公里，并且产生了大海啸。但东京电力公司只设想了断层几十公里、海啸数米左右的情况。此外，为免遭海啸破坏，核电站需防止出现设备浸水、冷却水入水口被沙土堵塞、退潮时取水困难等情况，曾就此多次向东京电力公司提出建议，但东京电力公司没有采纳，理由是虽然核电站建在海边，但却在高地上，不会有问题。福岛第一核电站放射性物质泄漏的最主要原因是海啸超出了设想的水平，设备因遭海啸破坏而丧失功能。

(3) 抢险人员放氢气引发爆炸？

12 日福岛核电站 1 号反应堆所在厂房发生爆炸的原因是，抢险人员为减少反应堆内的巨大压力，打开阀门排出含有大量氢气的放射性气体。扩散的氢气在进入机房后爆炸，将整个厂房屋顶和外墙摧毁。此外，喷在反应堆外壳上的“降温水”也在高温作用下分解成氢气并同时发生爆炸。

(4) 海啸淹没发电机肇祸？

东京电力公司社长清水正孝 13 日说，泄漏的最主要原因是海啸超出了设想的水平，设备因遭海啸破坏而丧失功能。海啸引起的滔天洪水将柴油发电机房淹没，造成应急供电系统不能工作。有分析人士因此指出，在任何紧急情况下，电站内都必须拥有稳定可靠的“多路”供电系统，这是福岛核电站危机给我们的最大教训。

(5) 非核爆炸，而是化学爆炸？

与切尔诺贝利核事故显著不同的是，福岛第一核电站 1 号机组反应堆有 15 厘米厚的不锈钢护罩保护，爆炸发生后的视频画面显示，1 号机组的混凝土保护体顶部和墙体消失，但反应堆不锈钢护罩没有受到破坏。而切尔诺贝利核电站的 4 号反应堆并没有安放在密闭容器内。此外，法国核安全局 12 日说，福岛第一核电站的爆炸是化学因素引起，非核爆炸，因此与苏联切尔诺贝利核电站事故不可同日而语。

三、核泄漏影响

(1) 核泄漏危机扩大 受辐射人数或增加

核安全专家称，只要核反应堆中的燃料棒能被足够的冷却水浸泡着，就不会因过热而发生融化和泄漏危机。日本专家称，福岛第一核电站 1 号机组发生的放射性物质泄漏事故是核电站抗震能力不足和设备老化所致。避免核电站应急电源被海啸摧毁是一次惨痛的教训。

国际原子能机构 3 月 14 日称，日本已经转移了居住在福岛核电站周围 14 万民众。初步确定 190 人受到核辐射，其中有 19 人需要接受“去核”治疗。目前，共有 21 万人正紧急疏散到安全地带。

(2) 台湾严密监控环境辐射变化

台湾原子能事务主管部门负责人 13 日表示，日本福岛核电站 12 日发生放射性物质泄漏，台湾未受到影响。由于福岛境内风向是由西向东吹往太平洋方向，而不是吹往台湾方向，因此台湾不会受到放射性物质影响。全台 30 个辐射监测中心的数据目前都正常。

台湾将继续加强环境辐射侦测，严密监控环境辐射变化情况，确保民众安全。台湾召开“重大灾害因应作为研讨会”，研究如何应对日本地震海啸事件。台湾领导人表示，日本发生有史以来最大的地震，带来海啸、火灾与核电厂意外事故，形成复合式的灾害，造成的冲击与影响非常重大。台湾也处于环太平洋地震带，必须提高警觉。面对这种复合式的灾难，必须重新检讨台湾重大灾害防救机制，做好准备，并密切关注大地震对日本经济的影响以及是否会对台湾产生连锁影响。

(3) 德数万人示威要求关闭核电站

在日本大地震引发福岛第一核电站发生爆炸并导致放射性物质泄漏后，德国数万人示威要求关闭核电站。总理默克尔 12 日晚宣布，德国将全面检查境内 17 座核电站的安全标准。

12 日，在德国西南城市斯图加特郊外，大约 6 万名示威者手拉手组成人墙，绵延近 45 公里，直到内卡韦斯特海姆核电站门前，要求立即关闭所有核电站。日本发生的事情对世界是一个转折点，核电站事故发生在日本这样一个拥有最高安全标准的国家，德国也不可能像以往一样照常运营核电站，必须全面检查核电站的安全标准。

四、潜在危险

(1) 2 号反应堆或正发生泄漏

日本政府 13 日承认，在大地震中受损的福岛核电站 2 号反应堆可能正在发生“事故”。据悉，福岛核电站中共有三座反应堆因冷却系统停止工作发生险情。其中，2 号反应堆的高温核燃料正在发生“泄漏事故”。

现在，福岛核电站已经关闭的 3 个反应堆内温度依然极高，仍需继续对其进行冷却处理。救援人员正利用最原始方法，喷海水帮这 3 个反应堆降温。一旦反应堆温度超过 2200 摄氏度，反应堆中的核燃料将“熔化”，引起灾难性核泄漏事故，这是日本震后面临的最大挑战。

由于救援人员无法进入反应堆内查看情况，人们只能推测，这座反应堆的燃料棒“很可能”发生了泄漏现象。加之反应堆燃料棒曾短暂暴露在冷却水外，其温度可能正在持续攀升，危险性正在快速增加。

如果福岛核电站发生严重泄漏事故，其放射性威力将不亚于日本曾在第二次世界大战末期遭受的两次原子弹袭击。除了派出防化部队前往福岛核电站救援外，日本还调集了 10 万自卫队参与其他地区的抗震抢险救灾工作。

(2) 两个反应堆或已堆芯熔毁

日本政府 13 日表示，福岛核电站的两个反应堆可能已经出现“熔毁”现象。

日本东北部海域 11 日发生地震和海啸后，福岛第一核电站和第二核电站 7 个机组反应堆自动停止运行。其余 3 个机组当时按计划接受保养，未处于运行状态。截至 13 日，7 个机组状态如下：第一核电站内，1 号机组正在注入海水冷却、2 号机组等待排气减压、3 号机组注入海水冷却；第二核点站内，1 号、2 号和 4 号机组均在等待排气减压，3 号机组已经成功冷却。

五、专家认为不会重蹈切尔诺贝利核泄漏覆辙

日本这次核电站发生的爆炸和切尔诺贝利爆炸有根本上的区别。切尔诺贝利是老式反应堆，核反应堆温度过高引发了反应堆周边结构和组织燃烧，进而发生爆炸。而福岛目前是氢气达到一定浓度后引发的化学爆炸，发生在反应堆压力容器之外。之前报道中提到日本核电站在减压时排出放射性蒸气，这些蒸气升高到 3000 米高空就会被稀释掉，如果吹到海上，不是长期持久释放，也会被海水稀释。

西安交通大学核能系教授、中国反应堆热工流体专业委员会副主任委员秋正穗认为，核电厂应急救援措施在设计的时候就应该考虑得十分周全，一般有 20%~30% 的设施建设完毕之后可能 60 年都不会使用，这部分设施就是专门用来应对可能出现的灾害的，一般要达到抗 8 级地震标准。这次日本核电站发动机组失灵可能是因为地震级数实在是太大所致，具体原因还有待查证。

女川核电站辐射量上升是由于福岛核电站泄漏的放射性物质随着气流北上导致的观点是合理的，日本方面目前采取的注入海水以及硼酸的方法是合理的，温度已经降低，而且只要安全壳完好，应该不会出现十分严重的后果。

反应堆核裂变停止之后，衰变还没有停止，堆芯燃料会因为温度过高而熔化，产生放射性物质。日本目前对于核反应堆的处理措施正按照程序进行，比较理智。

此外，一些专家认为，这次核电站爆炸事故不会重蹈切尔诺贝利核泄漏事故的覆辙。

六、日本核泄漏对中国的警示意义

触目惊心的核泄漏事件给我们敲响了警钟，给中国核电事业的发展提出了警示。

(1) 核电发展必须严把质量关

核电是人类主要的清洁能源，具有高效、环保、低成本等特点，大力发展核电等清洁能源，是中国为了适应经济增长和环境保护需要而提出的重要经济战略，是我国经济可持续发展的需要。目前我国已经进入了核电高速发展的时期。根据我国核电中长期发展规划，到 2020 年，我国核电装机容量将达到 4 000 万千瓦，占全部装机容量的 4%。在十二五规划中，将建设 28 台核电机组。中国同时或者陆续建设这么多核电机组，我们必须十分重视建设质量，千万不能为了追求发展速度而降低了建设质量。

(2) 核电发展必须充分考虑环境变化的因素，天灾的因素

此次日本核泄漏，是由于特大地震引发的，其核泄漏的严重后果，需要时间的考验才能获得真实的评估。切尔诺贝利核泄漏的严重后果，在其发生后 20 多年间才逐渐地显现出来。因此，中国核电建设在设计层面上，就应该充分考虑发生地震的可能性，在抗震方面的设计应该做好最坏的打算。只有这样，才能确保千秋万代不出问题。即使是为此而付出经济成本，也应该在所不惜。

(3) 核电设施应该做好严格的监测和维护

福岛第一核电站这次发生事故，固然有特大地震引发的因素，也可能有老化运行的因素。老化现象明显不是一朝一夕造成，一开始就对老化现象进行处理，应该是做好维护的重要内容。中国目前有 13 座核电站正在运行，虽然已经有严格的监测和维护机制，但仍然马虎不得，尤其是一旦监测出问题，一定要及时处理，才能确保安全。

(5) 核电设施一定要事先制定切实可行的应急预案

在安全运行的时候，就要提前做好一旦发生紧急事故如何处理，对可能发生各种紧急事故都要分别做好处理预案，并且要在一定时间段内进行必要的演习，以避免一旦发生紧急事故而束手无策。只有这样，才能防范于未然。

参考文献：

http://news.ifeng.com/gundong/detail_2011_03/13/5122562_0.shtml

<http://opinion.hexun.com/2011-03-14/127902031.html>

<http://news.cn.yahoo.com/yphen/20110314/256797.html>

(安培浚 曲建升 整理)

日本核辐射构成的危险难以评估

日本地震引发核泄漏事故中报道的不同放射物质从相对良性的到让人极其担忧的都有。危害评估的核心问题是，到现在还不清楚扩散到环境中各种发射物质的数量，也不知道对辐射扩散及受灾地区起决定作用的风况和其它大气因素。然而，发射物质的性质以及与人体通常的相互作用显然让人感到存在威胁。

曾经担任克林顿政府顾问，现在普林斯顿大学从事国际事务教学的 Frank N. von Hippel 称，形势非常糟糕，但情况可能变得更加糟糕。

设在维也纳的国际原子能机构 3 月 12 日称，日本当局已经通知该机构，他们已经向日本东北福岛核电厂周围的居民发放了碘丸。这里的两座核电站在周五巨大的地震和海啸打击后，发生了多次事故。

在这种类型的反应堆中是用水来冷却反应堆芯棒的，反应堆发生蒸汽，转动汽轮机发电。现在新闻报道中的水中含有两种危险性最小的放射物质——放射性氦和氚。电站正常运行时，冷却水中会产生这类物质，含量非常微小，通常是通过高高的烟筒平稳地排放到环境中去。

氦气是地球大气中最普通的气体，在核电站主要的放射形态是被称为氦-16 的物质。它是从反应堆芯出来的高速氦分子撞击周围冷却水中的氧气过程中产生的。在自然界里，这种氦气的辐射是不会发生的。

氦-16 只对电厂的工人和操作人员存在危险，因为它的半衰期只有七秒中。所谓半衰期就是放射性物质一半的原子分解需要的时间。

在冷去水中通常发生的另一种放射物质是氚。它是氢气的一种形态，它自然发生放射，有时被人们称为重氢。在全世界的地下水中均可发现微量氚。氚发出的辐射很弱，在空气传播不远，不能穿透皮肤。

氚聚集在核反应堆的冷却水中，通常以微量排放到环境中，其半衰期为 12 年。

在日本报道的放射性物质泄漏中，最令人担忧的主要是放射性碘和铯。

在华盛顿一家名为“自然资源防卫委员会”的私人组织中负责核计划的资深科学家 Thomas B. Cochran 认为这些隐含着某种核心问题。

核反应堆的活动区将原子一分为二，从中产生大量的能量，同时作为副产品，会产生大量的放射性很高的物质。核电厂中的许多安全机制主要解决如何使这些所谓裂变物质与环境脱离的问题。

碘-131 的半衰期为 8 天，对人身健康危害相当大。如通过污染食物，特别是牛奶和奶制品吸收，它会积聚在甲状腺上并引起癌症。甲状腺位于颈部的底部附近，是一个很大的内分泌腺体，它产生激素，协助控制生长和新陈代谢。

Frank N. von Hippel 指出，在儿童中甲状腺危害最严重。在细胞分裂、腺体甲状腺成长过程中，甲状腺最容易受到损害。

幸运的是，存在一种简单的保护方式，这就是碘化钾。它是通常添加到食盐中的一种简单的化合物，可以预防甲状腺肿大和因碘营养缺乏所致一种精神障碍。

核事故发生后如及时地摄入浓缩的碘化钾，则可以减少甲状腺的放射量，从而降低癌症风险。美国核监管委员会就建议，居住在核电站周围 10 英里应急计划区的居民应该随时得到碘化钾药片。

从长期来看，对人体最大的威胁是铯-137，其半衰期长达 30 年。

John Emsley 在《大自然的积木》（2001 年牛津版）中写道，按照铯-137 分解速度，则“需要 100 年才能降低到以前 1% 的水平上。”

这种铯-137 还在污染着乌克兰切尔诺贝利核电站周围的大片土地。1986 年，该电站发生了历史上最为严重的核事故。

铯-137 很容易与水混合，其化学性质很像钾。因此，可以模仿钾在体内代谢，进入包括牛奶的许多食品。进入体内后，铯会到处扩散，据说肌肉组织的含量高于骨骼。铯-137 辐射可以让细胞机制包括染色体出现混乱，引起癌症风险增加。

美国环境保护署认为，每个美国人都暴露在土壤和水中所含的极少量铯-137 之下，这些物质是冷战期间核爆炸产生的大气尘埃飘落留下的。该机构表示，严重暴露会导致严重烧伤甚至死亡，但这种情况极为罕见。该结构说，一旦在环境中扩散，铯-137 就是无法避免的。

原文题目：Danger Posed by Radioactivity in Japan Hard to Assess

来源：http://www.nytimes.com/2011/03/13/science/13radiation.html?_r=1&hp

（安培浚 编译）

美联邦紧急情况管理署：核泄漏紧急事故处理方法

美国联邦紧急情况管理署（FEMA）发布的关于核电站紧急事故的材料，包含了对事故等级的分类和在不同情况下民众应该采取的措施。

从 1980 年起，美国任何一家拥有商用核电站的公共事业公司要想获得核电站经营执照，都必须提前制订出包括现场和场外在内的应急计划。现场应急计划由核管理委员会（NRC）批准，而场外计划（场外计划和现场应急计划紧密协调）则由联邦紧急情况管理署（FEMA）评估后递交给 NRC，NRC 发放执照前必须考虑 FEMA 的评估意见。

联邦法律界定了充分的场外计划和准备的标准，例如，计划和准备必须以充分保障公民健康和安全的为目的，为当发生核危机时有能力采取恰当措施而提供合理证明。

尽管由于核电站的施工和使用都在 NRC 的严密监督管理下，事故发生可能性较小，但还是有可能会发生。核电站事故可能会造成辐射危险。站中核物质泄漏到外界环境中就会引起核辐射，通常呈向上的烟羽云状。核泄漏影响的范围由泄漏物质

的数量、风向、风速和气候状况（如雨雪天气等）决定，情况严重时放射性物质会迅速到达地面，进而造成更严重的放射性核种沉积。

假如真的发生了核泄漏事件，联邦和州政府以及相关单位将通过监察辐射等级来确定潜在危险，从而保护公众。

什么是辐射？

辐射是指光，波或以空气和物质为媒介的高能粒子向四周传播的任意形式的能量。放射性物质由很多不稳定原子构成。不稳定原子在达到稳定状态前，需要释放出自身多余的能量，这一能量即辐射。原子通过辐射由不稳定状态转变为更加稳定状态的过程称为放射性衰变或放射性。

每天，人类都会受到来自于自然界或者环境中的辐射，如阳光、土地和岩石中的放射元素、家用电器（比如电视机和微波炉）和医用 X 光等。甚至人体本身也会发出辐射。但这些都只是正常辐射。平均一个美国人每年要受到 360 毫雷姆（毫雷姆：核辐射量单位）的辐射，其中 300 毫雷姆来自自然界，60 来自人类活动。

如果由于处理不当导致核物质或辐射不慎泄漏到环境中，将会非常危险，因为有些辐射对体会造成有害影响。一个人暴露在辐射中时间越长，或是离核物质越近，他的危险就越大。

尽管光或味觉等传感器无法感知辐射，但科学家手中的精密仪器可以轻易发觉即使是最轻微的辐射。

为紧急情况做准备

联邦政府协同州政府和地方官员共同针对各地制定了具体的核电站事故应急计划，并在学校和私人疗养院进行了对计划和保护措施演习。

计划中还为那些寻求剂量监督和想到护理中心临时借宿的人们绘出了逃生路线和接收站（位置）。

在联邦政府和公共事业单位的帮助下，州和地方政府对计划进行了细化，包括核电站方圆十英里内的烟羽应急计划区以及方圆五十英里内的食入应急计划区。

在烟羽应急计划区范围内的居民会定期拿到派发的应急信息材料，印在小手册、电话簿、日历或者物业账单上面。这些材料包括辐射知识教育，疏散和避难指南，对于残障人士的特殊安排，以及能够获取更多信息的联系方式。居民们需要事先熟悉这些材料。

辐射应急计划需要一个实时警报和通报系统。当需要时，这一系统会快速启动，告知民众来自自然或人类活动的潜在威胁。系统分别或同时使用警报器，人声广播和沿途报警（保罗·时威尔的方法）来通知民众把广播和电视调到应急警报系统台（EAS）。

EAS 台会向民众提供信息和应急指南。如果你接到了警报，请打开你们当地的

EAS 台。EAS 拥有广播站，电视台，国家海洋和大气局（NOAA）气象广播台和有线电视系统。

对于身体残障人士，必须通过制定特殊计划来帮助和关怀他们。如果你或你认识的人是残障人士，且住在核设施方圆十英里内，请通知当地险情管理署并进行登记，在紧急情况发生时，他们会向你提供适当的帮助。

在最严重的情况下，建议视核电站情况进行撤离，而不应等待情况进一步恶化，以防发生真正的核泄漏。

紧急情况分级

商用核电站准备工作包括当站内发生事故时对民众的通报系统。事故的紧急情况分级包括以下四类：

异常事件通报：最轻级的紧急情况。这种情况下，事件对民众和核电站工作人员都不构成威胁，但应急署官员还是会接到通报。民众不需要采取措施。

警报：当核电站安全等级降低时，会发出警报，但后备设备系统仍然可以使用。应急署官员接到通报，持续了解动态。民众不需要采取措施。

放射区域险情通报：当事故涉及核电站安全系统的主要问题，且已经发展到可能会影响空气或水的核泄漏时，会进行放射地域紧急情况通报。通报应遵循环境保护机构的保护行动准则（PAGs），不会超过放射区域范围。民众不需要采取措施。

广泛险情通报：为四类通报中最严重的一类，在事故已经对核电站安全系统造成损失时发出。如果发生这类事故，核能会泄漏出放射区域范围。州和地方当局将采取措施，保护住在核电站附近的居民。警报和通报系统会鸣响。建议受影响地区的人们即刻撤离，在有些情况下也可在原地避难。当警报响起时，应收听电台电视和人声广播中的信息和应急指南。

如果已接到警报

（1）记住，仅仅听到警报或人声广播并不意味着你已经需要撤离。你应该立即收听或收看 EAS 台，判断究竟只是一次演习，还是一次真的紧急情况。

（2）打开当地电台或电视台来了解信息。警报可能意味着核电站紧急事故，但也可能是对飓风、火灾、洪水或化学物品泄漏等的报警。

（3）查看邻居情况。

（4）不要拨打报警电话。当有核电站紧急事故发生时，会有专门且可信的电话号码和信息通过 EAS 信息或公共事业单位的公共信息手册向民众提供。

当被建议撤离时：保持镇定，不要奔跑；收听紧急情况信息；锁闭门；关闭空调、排气口、风扇和火炉；关闭壁炉风阀。

随身携带个人和家庭成员必需物品：手电筒和备用电池；电池供电的口袋收音机；急救箱和手册；应急食物和水；必需药品；现金和银行卡。

自己开车，或者设法和邻居拼车。尽量把公共交通留给没有车的民众。关闭车窗和通风口，收听 EAS 广播台。按应急信息材料中提供的疏散路线行驶。如果需要避难处，可以找到集中护理中心的信息。

当被建议呆在家里时：把宠物安置在房间内；锁闭门窗；关闭空调、排气口、风扇和火炉；关闭壁炉风阀；呆在地下室或其它地下区域；在当局宣布已经安全前，不要外出。

当从外归家时：洗澡并换掉衣服和鞋子；把在外面穿的衣物放入塑料袋，并封口。

人的甲状腺对于吸入式放射性碘免疫力较差（辐射尘）。如果有核电站发生核物质泄漏，当局可能会向民众提供稳定的碘化物——碘化钾，碘化钾会充满甲状腺，保护甲状腺免受辐射碘的危害。如果摄入及时，可以防止 99% 由放射性碘引起的甲状腺癌。一般由州政府决定——有时也由当地政府或核电站决定——是否使用这种保护措施。切记，食品和药物管理局（FDA）的建议是在接触核辐射前三十分钟服用碘化钾，这样才能起到最大的保护效果。

不要忘记那些可能需要特殊帮助的邻居们：婴儿、老年人和行动不便的人们。

学校疏散：如果有已有或潜在的核泄漏事故发生，要充分考虑孩子们的安全。如果有警报发出，在十英里范围应急计划区内的学生都会被安置到特定的安全场所。通常，作为防范措施，对学生的安置优先于疏散普通民众。

农作物：如果时间恰当，仍然可以进行正常的收割处理。未收获的农作物可能难以存活；有条件的话，应将已经收割的农作物储存在室内；使用辐射发生之后收获的蔬果前必须清洗去皮。

家畜：尽量提供避难所。要特别注意照顾产奶动物；提供充足的食物和水，检查避难所是否通风良好。有条件的话可以使用仓储粮食和水。

最大程度减低辐射伤害的三个方法

要最大程度减轻辐射伤害，三个因素至关重要：时间，距离和庇护所。

时间：很多辐射其实很快就没那么厉害了。缩短呆在放射源附近的时间，可以减少你受到的辐射伤害。在事故发生之后，当局会检测所有的放射物质，确定应该采取何等保护措施，以及何时威胁解除。

距离：你离放射越远，你受到的辐射越少。如果发生了非常严重的核电站事故，当局会疏散民众，这样也拉开了你和放射物之间的距离。

庇护所：和距离一样，你和放射源之间隔开越厚重严密的物质越好。这就是为什么当地官员会建议你在事故发生的时候呆在家里。有些情况下，家里或单位的墙壁可以在短时间内为你提供有效地庇护。

等待消息时，你可以做些什么

参加公共信息会议；可能你也会想参加包括媒体和公众在内的事故后会议；和

当地应急管理官员取得联系；他们会向你提供关于辐射，安全防范以及州、工业和联邦计划的信息；咨询辐射会对你的家人造成的影响，尤其是在家里有幼儿、孕妇和老年人的情况下；询问核电站的所在位置；了解社区内的警报系统；学习了解学校、日托中心、私人疗养院等家庭成员可能去的任何地方的应急计划；熟悉派发到您家中的应急信息材料。

原文题目：Nuclear Power Plant Emergency

来源：http://www.birdflumanual.com/resources/Self_Defense/files/Nuclear%20Power%20Plant%20Emergency.pdf

（安培浚 摘编）

日本救灾措施

日本“3·11”地震海啸灾后应急举措

一、日本“3.11”地震海啸主要采取的应急措施

日本“3.11”地震海啸发生后，针对灾情采取的主要应急措施如下：

（1）灾情信息迅速公开，保证信息交流畅通，减少公众恐慌

消防厅除了公布抢险救灾和灾情外，专门开设“灾情 Twitter”，提供灾情信息交流。这种做法在日本还是首次。12日凌晨3时，官房长官枝野幸男召开记者会，向媒体通报了政府掌握的死亡人数及救灾举措，表达政府透明处理灾难的态度。

此次地震发生后，日本中央政府除了在电视台公布信息外，在政府各机构的网页也同时公开信息。首相官邸网页上开设了“东北地方太平洋地震应对”专栏，介绍首相和官房长发布的命令、应对措施和主要记者招待会的录像。主管消防厅的总务省在网上公布各地的消防局和消防队收集而汇总的灾情。

此外，主管道路、铁路、机场等基础社会的主管交通省在网页上公布了长达71页的灾情报告。其他中央部门和派驻灾区的分支机构也在网上公布信息。

地震发生后，日本所有电视台马上停止原有播放计划，转向报道受灾情况。媒体除了播放海啸警报地图和实时交通信息外，还开创了寻人启事和安全信息传递等栏目。此次地震海啸，日本几家大媒体均派遣直升机，进行现场报道。这次海啸袭击城镇的实时拍摄报道更是世界少有，印度洋海啸和智利海啸灾情报道都没有这么详细实时。日本中央政府和全国各地地方政府的危机管理中心都装有十几台电视，收集各大媒体的报道，及时掌握信息。首相菅直人举行震后首次记者会，呼吁民众从媒体收看收听政府的信息。

（2）东北地区轮流停电，保证基础生命线运行

13日晚，日本首相菅直人批准14日起施行临时限电，以避免震后大规模电力

短缺。根据东京电力公司限电方案，电网覆盖区域将划分为 5 片，每片每天轮流停电 3 小时。停电方案预计持续数周。海江田万里说，从 14 日 6 时 20 分开始，将在东京都和周边八县的各市町村轮流实行 3 小时的断电。集中了政府机构和公司总部的东京市中心核心地带将不被列入轮流停电的范围。轮流停电计划的实施预计会给日本经济和社会各方面带来巨大的负面影响，除汽车产业外，作为受灾民众避难场所的中小学校、城市交通管理和高层公寓等都将受到影响。

日本总务省 12 日称，由于地震破坏，NHK 电视台、民营电视台、NTT 东日本和 KDDI 等公司机构的转播设备和基站发生断电情况，电视和手机无法正常使用，将对受灾者生活产生影响，不利于救灾活动，因此拟动用国家石油储备保障供电。

在这次大地震中，日本媒体和移动通信运营商发挥了积极作用。电视台及时传达各种信息，各移动通信运营商开设专门留言板，使人们能在地震灾害中掌握准确信息，同时保持冷静，采取妥善行动应对灾害。

日本政府还召开紧急会议，全面分析地震海啸造成的损失，研究救灾措施，加紧恢复交通和修复基础设施。

(3) 投入大量救援人员和设备，增加搜救力度

日本政府 13 日加大搜救力度，投入总计 10 万人进入东北部地震和海啸灾区。日本防卫大臣北泽俊美 13 日说，首相菅直人要求投入搜救的自卫队员人数从 5 万增至 10 万。按北泽的说法，共计 6.5 万名自卫队员 12 日晚赶赴灾区，其余 3 万多人预计今后一两天抵达。

菅直人当天在紧急灾害对策本部晨会上说，我要求竭尽所能挽救尽可能多生命，我们会全力营救那些孤立无援的灾民。

11 日强震发生后，日本防卫省决定派遣约 300 架飞机和 40 艘舰船前往地震灾区及附近海域救灾。日本总务省消防厅向灾情严重的宫城、岩手、福岛等 6 县派出了 1093 个紧急消防援助队。

(4) 设立多极救援指挥机构，保障救援措施及时、高效

11 日地震发生时，顾林生正在日本神户。他表示，14 时 46 分地震发生后，日本首相官邸的危机管理中心监测到地震信息后同时设立首相官邸对策室。受到地震和海啸重创的岩手县、宫城县、青森县地方政府在 14 时 46 分设立地方政府灾害对策指挥部，福岛县政府和茨城县政府分别在 15 时 5 分，15 时 10 分设立灾害对策指挥部。

地震发生 3 分钟后，日本气象厅向沿海 37 个市村町发出了大海啸和海啸警报。正在参加国会预算会议的首相停止会议，14 时 50 分，菅直人在紧急官邸对策室召集各部门的应急管理紧急会议，并连续下达四项指示：确认灾情和震情，确保居民的安全和采取初期避难措施，确保生命线和恢复交通，竭尽全力向灾民提供确切的

信息。

(5) 谨慎应对核泄漏，确保公众安全

这次福岛县第一核电站一号机组发生的氢气爆炸，是由于大地震造成机组内用于冷却的液体水位下降，产生的氢气泄漏到安全壳和外墙之间接触了氧气，产生爆炸。经过专家现场鉴定，在距离爆炸点 1.5 公里处测出了 1015 毫希的放射量。核辐射幸而没有发生，但放射性物质泄漏却事实上存在了，泄漏的放射性物质是铯。为了保护福岛县附近居民免受核辐射，日本政府采取了什么应对措施呢？

第一，马上疏散核电站附近居民。根据福岛县发出的指示，距离福岛县第一核电站一号机组 20 公里半径范围内的居民、距离二号机组 10 公里半径范围内的居民合共约 30 万人要马上撤离，以免遭受辐射的危险。截止 12 日晚止，核电站周边的大熊町、双叶町居民已基本撤离完毕。

第二，军方立即介入除染。日本自卫军中央特殊武器防护队在首相菅直人的命令下，派遣 6 辆除染车进入爆炸现场附近开展除染工作。

第三，政府马上组织向可能受影响的居民派发药物。根据目前日本政府发布的最新消息，政府将会向受影响地区的居民派发碘片服用，防止身体吸入辐射。此外，日本政府还发布指引，要受影响地区居民避免皮肤裸露在外，关闭所有门窗，停止一切空调系统运作，避免吸入或皮肤受到辐射。

第四，用海水灌注反应堆。东京电力公司把海水注入反应堆，避免因冷却水位下降再次引起氢气爆炸。但整个过程可能长达十天。

第五，日本正式向美国求助处理核事故 两专家已在东京。作为美国政府更大的援助计划的一部分，美国核管理委员会回应这一请求，包括提供技术咨询，以及早前已经向日本灾区派出的两名沸水反应堆领域的专家。美国核管理委员会一直在对日本的核反应堆事件进行 24 小时的监测，该事故是一起日本人正在首要处理的持续危机。

日本政府也提出，希望国际原子能机构派专家组赴日协助应对地震和海啸引发的核安全危机，国际原子能机构正与日方就相关事宜的细节进行磋商。

二、日本 24 小时应对时间表

11 日 14 时 46 分，8.8 级地震袭击日本东北部地区。

14 时 50 分，防卫省先于内阁设立灾害对策部，三个重灾区请求防卫省派遣自卫队救灾。

15 时之前，菅直人下令做好救援生命线的修复和保障，竭尽全力向民众提供正确的地震信息。

15 时 3 分，菅直人内阁全体成员在地震后首次集合紧急开会。

15 时 14 分，内阁设立“地震紧急对策本部”，指导全国抗震救灾工作。

15 时 15 分许，自民党总裁谷垣禎一主动给菅直人打电话，表示愿意结束政党斗争共同抗灾。

15 时 27 分，防卫相北泽俊美下令，包括陆海空 8000 多名自卫队员、300 架飞机、40 艘舰船赶去灾区。

16 时 50 分，菅直人举行震后首次记者会，呼吁民众从媒体收看收听政府的信息。

16 时许，内阁收到东京电力福岛第一核电站发生紧急事态，政府之前预定的关闭程序发挥作用，核电站停止运行。

11 日夜，刚上任的日本外相松本刚明会晤记者，请求驻日美军协作救灾。外务省请求澳大利亚、中国、韩国、俄罗斯等 38 个国家和地区派出救援人员，提供救援物资。

12 日 3 时，官房长官枝野幸男召开记者会，向媒体通报死亡人数及救灾举措，表达政府透明处理事故的意愿。

12 日 5 时 40 分，菅直人下令居民疏散避难的范围从福岛第一核电站半径 3 公里以内扩大至 10 公里。

12 日 7 时 10 分，菅直人乘机抵达福岛第一核电站视察情况。7 点 45 分，菅直人发布“核能紧急事态宣言”。

12 日上午，内阁在官房长官的临时领导下，召开紧急联席会议商讨应对核泄漏，表示死亡人数将超过 1000 人。

12 日 11 时 30 分，菅直人第四次召开紧急对策本部全体会议，派遣 5 万陆海空自卫队员参与救助。

12 日午前，日本陆上自卫队核泄漏专门部队中央特殊武器防卫队抵达福岛第一核电站。

三、评析：日本震后 8 小时应对措施并非完美

当地时间 11 日下午 2 时 46 分，地震第一波传到东京前的半分钟里，很多住宅的地震报警器就启动了，电视里所有频道也同时报道东北部地震的发生，气象厅随后发出 2-3 米的“海啸预警”。这一过程准确无误，为避险赢得第一时间。但气象厅后来提升海啸预警级别为 6 米，而这时大多数居民已离开房间避险，未能收到这个消息，因此藏身的地方也不够高。如果町内的高音广播和气象厅的预警信息相连的话，居民提前知道 6 米海啸的危险，本可以在海啸到来前的十几分钟内向更高地方转移。因此地震预警赢得第一时间还不够，必须赢得第二时间，这种信息的传递不能间断。

此外东京作为防灾指挥的大本营，都市功能的维持或最快的回复是实施紧急救援的第一步。而地震发生后，随着通讯量的激增，通信系统首先瘫痪。自动化程度很高的地铁全面停运，人们无法回家，只好准备在室内过夜。结果又导致遍布市内

的 24 小时便利店瞬间食物告罄。在商业上提倡无库存营业的今天，一旦紧急事态发生，“繁华都市”不超过 24 小时就可能变成“饥饿城市”。地震 5 小时后，短信才陆续收到，而手机通讯直到 10 个小时后还不能完全恢复。这期间如果能有政府的强制短信，可以最大限度减少市民的恐惧，有效支援前方赈灾。而铁路系统能否紧急情况下切换到低速、安全的运转方式，也应该是今后城市交通考虑的课题。

而核设施“推定安全”理念，更会造成持续恐惧。日本政府在震后第一时间就宣布福岛核电站是“安全的”，这实际是对“核安全”采取“推定安全”的侥幸心理，在没有确认实际情况前，就相信“预案措施”可以将危险控制在一定范围内。而实际情况是至少有 4 座反应堆异常，结果错过采取紧急对策的最佳时机，终于造成最糟糕的核污染扩散情况。

四、日本海啸，环太平洋各国紧急应对措施

日本东北部海域 11 日下午发生里氏 9.0 级地震后，位于夏威夷的太平洋海啸预警中心对俄罗斯、菲律宾、斐济、智利、美国夏威夷等多个环太平洋国家和地区发布了海啸预警。各国紧急动员，准备撤离民众，应对海啸威胁。

在太平洋海啸预警中心将夏威夷群岛列入海啸预警范围后，巨大的警报声多次在夏威夷首府檀香山市响起。当局迅速动员沿海撤离区的民众往高处撤离。海啸于当地时间 11 日凌晨 3 时许抵达檀香山市沿岸。现场监测视频显示，怀基基海滩沿岸的海浪虽然有所增强，但没有破坏性大浪涌向市区。当地电视台报道，珍珠港附近的一个停车场有海水浸入。截至新华社记者发稿时止，没有人员伤亡和重大财产损失的报告。

目前夏威夷群岛的海啸警报尚未解除。当局提醒民众继续对未来数小时内可能来袭的破坏性海啸保持警惕。

加拿大总理哈珀的新闻发言人迪米特里·苏达斯说，可能受到袭击的地区包括不列颠哥伦比亚省的北部沿海地区、包括贝拉贝拉和贝拉库拉等在内的中部地区、温哥华岛外侧西部沿海地区等。海浪可能会对船坞、港口、海滩的设施造成破坏，联邦政府已通知当地政府立即疏散船只人员。

俄罗斯总统梅德韦杰夫 11 日要求俄相关部门最大限度地协调行动以应对海啸的威胁。梅德韦杰夫责成紧急情况部部长绍伊古负责监督这项工作，目前紧急情况部已经从千岛群岛可能遭海啸淹没的地区疏散了大约 1.1 万人。梅德韦杰夫说，千岛群岛和萨哈林州宣布进入紧急状态，所有人在此刻都要尽可能团结一致。

斐济地震数据中心 11 日晚表示，海啸预计将于当地时间 12 日凌晨 3 时半左右抵达斐济海域，全国公众、特别是沿海居民应保持高度警惕，提前做好应对措施。不过该机构同时表示，这次日本地震不大可能形成严重扩散的太平洋大海啸，给沿岸各国带来直接威胁，对于距震中约 6 000 多公里的斐济更不大可能造成严重冲击。

菲律宾火山和地震研究所对 19 个东部省份在内的地区发布海啸预警。菲军方和警方已在东岸地区帮助居民撤离，前往地势更高的地区。

新西兰民防部 11 日晚发布海啸预警称，高达 1 米的海浪可能会于当地时间 12 日早晨 6 时 30 分抵达新西兰北岛中部和北部的海岸，但时间可能刚好与退潮时间吻合，因此尽管可能会在新西兰的海上、河流和支流产生强大的浪潮，但不会对陆地构成威胁。民防部建议民众在此期间远离海滩。

智利总统皮涅拉 11 日上午宣布，位于智利以西外海约 3 600 公里处的复活节岛可能成为智利第一个遭受海啸冲击的地方，智利相关部门已经采取所有预防措施，必要时会把复活节岛上约 3 200 名居民和国际游客转移至岛上地势较高的国际机场。

参考文献：

- [1] <http://world.huanqiu.com/roll/2011-03/1560790.html>
- [2] <http://bbs.news.163.com/bbs/shishi/201448502.html>
- [3] http://blog.sina.com.cn/s/blog_4b4d866301017gqy.html
- [4] <http://news.sohu.com/20110312/n279780148.shtml>
- [5] <http://news.163.com/11/0314/11/6V3PCG8F00014JB6.html>

（陈松从 曲建升 整理）

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》。其他单位如需链接、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)8270322 8271552

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