

日本地震预测与预警系统

地

震预测是公认的世界性的科学难题，存在着不可入性、小概率性、以及地震物理过程的复杂性等困难，是地球科学的一个宏伟的科学研究目标。如果能同时准确地预测出未来大地震的地点、时间和强度，并能预先采取恰当的防范措施，就有可能最大限度地减轻地震带来的损失。在地震预测方面，日本的经验尤其值得借鉴。

1. 日本地震网络系统现状

1995年1月17日阪神大地震之后，日本政府投入巨资，加强了对地震监测和地震信息体系的建设，在全国大力布设烈度地震台网、应急系统以及应急信息和数据共享系统。其中包括：

- 1、H-net系统：具有1200多个遥测地震台的地震台网；
- 2、K-net系统：具有800个强

震台的全国强震台网；

- 3、KIK-net系统：将地震台网的台站放在一起的地盘强震台网；

- 4、F-net系统：有数十个宽带地震仪的宽带地震台网。

同时，日本还建立了和地震台网同时传输的应变观测网，以及用于地震和火山检测的重力网、地磁网，和拥有1200台站的连续观测的GPS观测网，并几乎在所有大中城市甚至一些乡镇都布设了烈度计网和灾害应急系统。

日本强大的通信网络为地震信息系统的顺利运转提供了保证。H-net和KIKnet的观测数据的实时传递、K-net的强震数据的获取均通过日本的卫星通讯网和计算机网实现。被采集数据流集中到日本防灾研究所后，由防灾所的大型计算机和服务器来负责实时处理，并将各种产出的数据通过信息网发布给公众来共享。

2. 日本早期预警系统：EEW系统和UrEDAS系统

地震预警系统是指实现地震预警的配套设施。按照系统响应的顺序可包括：地震监测台网、地震参数快速判测系统、警报信息快速发布系统和预警信息接受终端。2007年10月，日本气象厅（Japan Meteorological Agency, JMA）建构的地震早期预警系统EEW（Earthquake Early Warning）正式上线并推广到全日本境内。

EEW系统主要通过日本境内密集分布的地震测站（大约每二十公里一座）以及计算机，迅速计算出地震发生地点与震波传播方向的能力，随后发出地震预警。所依据的原理是：当地震发生，最早自震源所传出的P波，会以每秒大约七公里的速度前进；同时时间传出的S波，则是以每秒大约四公里的速度前进。S波前进的速度

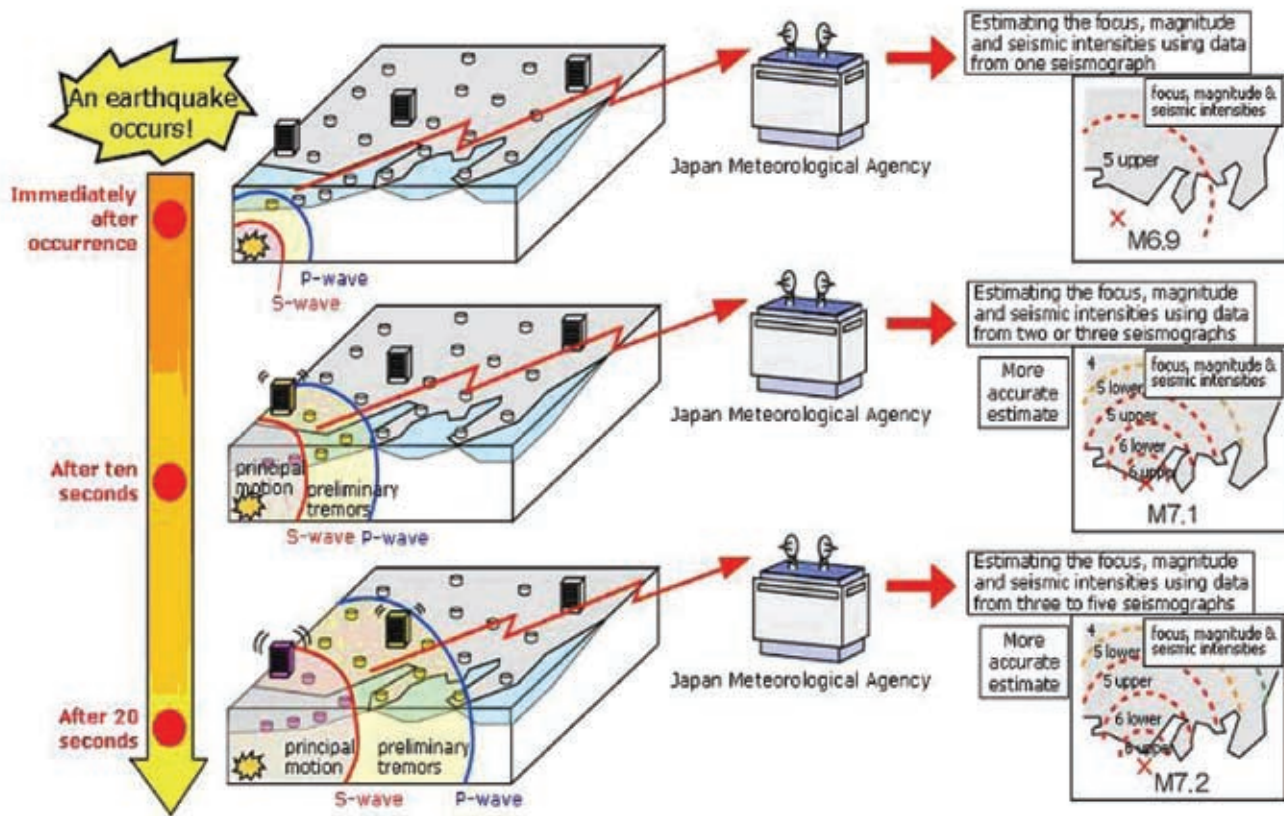


图1 日本地震预警系统工作原理图

虽慢，但其震幅却往往是P波的三至十倍，危害甚巨。

因此地震发生时，邻近震源的地震测站会根据所收到的P波讯号，首先判断地震强度。一旦地震强度在四级以上（根据日本气象厅地震震度分级），EEW便会发出预警。日本气象厅一旦收集超过一千个地震测站的地震波形纪录，系统就会在最短的时间比对测站所收到的P波波形，推测地震发生的位置，进而计算震幅较大的S波会在何时抵达各处，以达到预警效果。

若是后续其它测站的计算结果异于最初的估计，达到水平方向的误差在0.2度，垂直方向的误差在二十公里，地震强度比原先估计的大0.5级或小一级时，EEW会更新先前所发出的预警。如果第一个测站收到震波讯号，让EEW发出预警之后，却没有后续其它测站收到震波讯号，表示数据可能有误，此时EEW会取消预警。

自2004年2月到2006年6月，EEW共发布了855次预警，其中只有26次假警报。这些假警报多是

因为机件故障或闪电所造成，而且都是来自单一测站数据就发出预警时所造成的。

上图是日本EEW系统的示意图。

通过EEW系统，日本的民众可以利用简单的电子设备或手机，接收到实时的地震预警。

3. 铁路预警系统

目前最新型、最先进的铁路地震预警系统为日本的紧急地震

► 检测与预警系统UrEDAS (Urgent Earthquake Detection and Alarm System)。这个系统主要利用地震P波和S波信息快速估计地震参数,并结合已有震害统计结果有针对性地发布地震预警信号。考虑到多台站系统的复杂性和网络系统的脆弱性,UrEDAS利用单个站台确定震源参数,实时监测单个观测点处的地面运动。UrEDAS在检测到地震P波后的3秒内估算出震中方位、震级、震中距和震源深度等地震参数,并发出第一次警报,在S波到

达后计算出更精确的地震参数后,再发出第二次警报。由中心台接受各台发布的警报并进行综合处理,在第一个台检测到P波后2分钟内自动发出警报。

日本的地震预警系统最先被安装在了新干线的列车上,具体的做法是:在铁轨上每隔20千米安装一个地震计,采用独立安装的传感器用来分析P波信息,并迅速地接收到的P波信息传递给列车控制系统,以触发列车作紧急制动,使S波到来时列车能够处于静止状

态,避免出轨等事故的发生。随后这一系统也推广至一般铁路,一般线每隔40至50千米安装一个地震计,每个地震预警站均连线到列车、区域控制中心、控制中心总部、铁路技术研究所及日本气象厅。当有任一预警站水平地动的加速度峰值(PGA)超过特定阈值时,此站前后共20千米的铁路会自动切断列车的电源,以停驶列车。基于我国庞大的铁路系统的需要,这种预警系统对我国也具有非常重要的借鉴意义。



编译: 饶芳

参考资料



- [1] 日本地震观测和地震信息系统.国际地震动态.2005,No.2.
- [2] 陈运泰.地震预测的现状与未来.见:中国科学院“科学发展报告”课题组.2007.科学发展报告.北京:科学出版社,2007:173-182
- [3] 甘肃地震信息网.<http://www.gssb.gov.cn/good/xiny1.htm>.
- [4] 卞志昕.日本地震速报系统EEW工作原理与运行情况<http://www.istis.sh.cn/list/list.asp?id=5140> (上海情报服务平台 www.istis.sh.cn)