

地震预报现状与我国近期发展方向

韩 大 宇

(国家地震局 办公室政策法规室)

摘 要

本文分析了我国及世界主要地震国家地震预报的现状与特点;对我国近期地震监测预报发展政策作了浅析,指出:我们正面临新的地震活跃期,应从战略的高度充分重视预测这一时期的地震活动趋势及强震可能发生的时间和地点,逐年强化重点监视区的地震监测预报工作,力争捕捉地震前兆信息,为攻克地震预报难关及减轻地震灾害作贡献。

随着科技进步与社会经济迅速发展,破坏性地震给社会经济所带来的灾难已愈来愈引起各国的密切注意,尤其是在人口稠密、工业发达地区,一次强烈地震所造成的破坏程度不亚于一次核战争所带来的灾难。震前预报是减轻地震灾害的关键环节,因此,地震监测预报是地震工作的首要任务和主战场。

我国在1988年11月上旬较短时间连续发生了青海唐古拉山7级和澜沧耿马7.6级、7.2级地震,我国大陆地震活动已进入明显起伏增强时期,这种地震活跃形势可能持续至本世纪末,在此期间我国大陆西部地区可能发生多次7级以上强震,东部地区地震活动水平亦可能有所增强。面临如此严峻的地震形势,我们必须严阵以待,全力加强地震监测预报工作,以最大限度地减轻地震灾害。对地震工作者来说,强震可能频发的地震活跃期,亦是地震预报实践的一种“机会”。我们应该抓住机会,迎接挑战,在实践中提高认识,把我国的地震预报水平往前大大推进一步。

国外主要地震国家地震预报现状与特点

1. 简单回顾

地震预报是重大的科学问题。自五十年代主要是六十年代开始起步,至今约三十年左右,其发展历史虽然不长,但已经历了复杂、曲折的历程,其中包括预报的可喜尝试及成功的喜悦,亦包括预报失败的痛楚,甚至感到地震预报难度太大,前景渺茫。回顾历史,地震预报的发展大致包括三个阶段,各有特色。自五十年代开始,主要是六十年代可称为地震预报的起步阶段,有关国家开始提出地震预报问题,进行探索,试验地震预报的方法。目前所应用的各种前兆观测方法诸如测震、地形变、地下水、地电、地磁等方法在六十年代已开始进行观测,并取得一定成果。在七十年代地震预报有了很大发展,可称为第二阶段。震前波速比等观测资料变化增强了人们的信心,曾提出了相应的地震孕育模式,我国海城地震预报

成功震惊中外，人们似乎认为，攻克预报难关已为期不远了。但此后的一系列挫折及更多的震例使人们较为清醒地认识到，地震前兆变化是多样的和复杂的。某些观测资料的异常变化与地震之间无必然的联系。随着地区的不同、地震类型的不同，可能出现不同的情况，甚至在同一地区不同地震所造成的观测资料变化亦截然不同。这种情况促使地震学家对地震预报研究与实践进行重新评估，充分估计预报所面临的难点及可能的解决途径。八十年代所进行的地震预报工作可称为第三阶段。主要地震国家重视部署先进的地震观测系统与相应的分析处理系统。在预期可能发生强震地区布设高密度高灵敏度的地震观测台网，强化地震观测与分析或在某些地震活动区进行地震预报实验。

2. 地震预报的难点

首先，地震的孕育与发生过程是极其复杂的，这是一个复杂的能量积累与释放过程。孕震系统是一个复杂的开放系统，受多种因素影响，所以其变化过程可能是不确定的，这可能就是不同地区地震类型不同，甚至同一地区不同地震亦存在差异的原因。所以预报地震的发生是相当困难的。

自有地震记载以来，虽然已积累了丰富的地震观测资料，尤其是近期世界主要地震国家均已积累了相当数量的震例，但是，大地震事件毕竟是历史上的稀有事件，震例数量有限，用现代化仪器观测所得的资料更嫌不足。所以，要想凭震例经验进行预报是有相当困难的。海城地震的预报成功与唐山地震未能预报的事实就是一例。震前曾认为京津唐渤海地区存在发生5至6级地震的危险性，但是，在地震工作者正在等待似海城地震震前出现的那种异常变化时，地震就突然发生了。

我们知道，随距离增加应变衰减很快，所以震前的短临异常范围应该出现在震源附近不大范围内，这就要求观测台网必须相对密集，否则难以观测到异常。当震级减小时，异常观测范围亦相应缩小，所以，相对强震而言，中强地震的短临预报更为困难。1987年12月曾在日本房总半岛近海海边发生了6.6级地震，在震中西侧布设有东海地区地震预报观测网，是目前日本最密的地震前兆观测台网，观测地震活动性、地形变和地下水等的变化。资料分析表明，震前未发生任何异常变化。

目前对地震孕育与发生过程的研究已经取得很大的成绩。地震学者曾提出了各种震源模式，室内模拟实验亦取得了不少成果，但是室内模拟实验结果与自然条件下地震发生的规律性之间不能进行简单类比，两者之间具有相当的差异。其他学科的有关问题可以尝试用实验加以解决，但在地震领域中比较困难。如何使实验结果更接近真正的地震孕育与发生规律，尚待在理论和实验中进一步解决。

3. 近期地震预报发展特点

美国地震学家A.C.Kalicki曾经评论，“地震科学在从束手无策迈向可靠预报的道路上已经走到了中途”。“中途”的描述比较恰当地反映了当前世界地震预报的水平。一方面可以根据震前某些特征变化在某种程度上预报地震，另一方面又找不到震前的确定性预报指标，从而使地震学家常常感到捉摸不定，难以判定。在日本伊豆附近地区发生的地震是一典型实例，该地区属全球地震观测网点最密集地区，在1978年1月伊豆大岛近海7级地震前，发现地震活动性、体应变等众多异常，但在1980年5月的伊豆半岛东部近海6.7级地震前，异常变化却令人惊异地少。

综合各主要地震国家情况，近期地震预报发展具有如下特点。

(1) 观测是基础。在全球和各国地震活动区布设各种观测台网。日本第六个地震预报五年计划要求继续加强观测研究,其中要求在东海地区继续进行各类方法的高精度观测,在首都圈开展应用新技术的各类观测。美国的IRIS计划要求建立新的全球观测系统,包括建100个新的全球数字地震台及1000套流动式数字地震仪。

(2) 在强震危险区强化观测。日、美等主要地震国家选择某些强震危险区进行强化观测,包括地震活动性、地形变、地球化学等多种方法的观测。日本地震预知联络会和国土厅曾判定东海地区将发生8级地震,确定该区为强化观测地区。美国的地震预报主要力量部署在加州圣安德列斯断层地区,科学家预测,在未来30—50年内该地区将发生一次强度超过8级的大地震。在上述地区均布设了当前世界上最先进最密集的地震观测台网。若预期的大震果然在这些地区发生,则将进一步验证各种观测方法与强震发生的关系,提高地震预报的水平。

(3) 重视地震预报实验场。在某些多地震地区,强震具有明显周期重复特征,具有建地震预报实验场的条件。美国地震学家曾预报在加州帕克菲尔德地区于1988年1月 ± 5.2 年期间将发生6级地震,在这一地区建立了地震预报实验场。在实验场制订了短临预报判据和告警程序,一整套的地震预报程序获得了社会的理解和响应。在实验场确立了首席科学家,集中了一批高水平的科学家,队伍精干,全部人员不到40人,保证了实验场工作的高效率。

(4) 重视基础理论研究及应用先进技术。充分利用迅猛发展的科技进步,进行地震预报理论的新探索。浑沌、耗散结构等理论观点引入地震领域,加深了对地震孕育发生过程的认识。应用CT技术可以得到地球内部结构的较详细图象。其他如VLBI、GPS等技术的应用。地震领域的科技进步将使我们对地震过程的认识更接近客观实际。

(5) 制定研究计划与减灾法规。由于破坏性地震的突发性,灾害的严重性,各主要地震国家均制定相应的研究计划,其中有些国家尚制定了相应的减轻地震灾害法案。美国自1964年阿拉斯加地震造成重大损失以后,先后由专门小组提出“地震预报一十年研究计划的一项建议”及“国家减轻地震灾害十年研究计划的建议”,并于七十年代采纳了地震预报减轻地震灾害的研究计划,国会通过减轻地震灾害法案。日本连续执行地震预报五年计划,已开始执行第六个五年计划。苏联曾在1971年制订了地震预报研究纲要,八十年代初又制订了新的地震预报研究纲要,指导地震预报研究工作。欧洲各国在相当一个时期内属地震预报“发展中国家”。近期亦积极在国外地震活动区如土耳其等地区开展地震预报研究。去年11月由联合国欧洲经济委员会支持召开了地震预报国际研讨会,全面推进欧洲之间的地震预报国际合作。

我国地震预报的主要特点

经过二十多年的地震预报实践,我国的地震预报水平位于世界先进行列。有成功的经验,也有不少成功的实例,下面仅叙述我国地震预报的主要特点。

我国是多地震国家,地震分布广、强度大,是地震预报的天然实验场地,尤其是自六十年代至七十年代,约十年期间发生了一系列的强震,积累了丰富的观测资料与震例,这是我国地震工作的有利条件,在某种程度亦是吸引众多国家学者来我国合作研究的重要“源”之一。

在全国主要的地震活动区逐步建立了地震观测系统,尚有一批群众地震测报点,与专业

台网相配合，这种专群结合进行多路探索的方式是我国地震监测预报的又一特色。遥测技术的应用，通信网的逐步建立，地震数据传输分析处理系统正在建设，使我国的监测预报水平达到了一个新的高度。

地震预报实验场是检验地震预报水平的天然场地。滇西实验场在地震预报理论与方法上开展研究，通过国际交流与合作，引进了一些先进的技术装备，开阔了思路。重点监视区的地震监测预报工作亦正在逐步加强。

我国的地震预报管理体制在世界上是独一无二的。国家地震局与各级地震部门统一领导管理全国的地震监测预报工作，二十多年来的经验表明，这一支进行多路探索且富有实践经验的地震队伍正在为减轻地震灾害做出应有的贡献。

近期地震监测预报工作重点及有关政策的指导思想

在1989年召开的全国地震计划工作会议上，方樟顺局长强调指出，“监测预报工作是地震工作的首要任务和主战场”，“对于地震工作中的一些方针、政策性的问题必须有一个统一的认识、统一的步调”。当前我国大陆地震活动已进入明显起伏增强时期，地震形势是严峻的，必须切切实实抓好地震监测预报工作，提高地震预测预报水平，为减轻地震灾害做出新的贡献。

关于1989年的监测预报工作，陈颀副局长在1989年全国地震趋势会商会上已做了部署，主要包括三个方面的工作，即逐渐形成和不断加强对地震工作的分区分类管理；加强地震科学研究，不断提高地震工作的科学水平；发扬中国特色，做好新形势下的群测群防工作。认真做好这几方面的工作，将大大提高我国地震监测预报水平。

在地震活跃期加强地震监测预报工作，涉及的面很广，在这方面深入研讨其中有关重大政策性问题，提出相应设想与方案，具有重要意义。应该指出，为了实现某一目标，往往可以考虑多种方案与途径，在选择合理的最佳方案时，应该充分考虑影响因素与现实的可能性，使选择的方案，符合事物客观规律发展的要求。在研讨地震监测预报中政策性问题时，应该明确下列指导思想：

（1）立足国情。我国尚是发展中国家，对地震工作投资能力有限，应该在这样的条件下寻求监测预报工作最大发展的可能性。

（2）明确重点。在照顾一般的情况下，集中力量，加强某些重点监视区，确保这些地区具有较高的监测预报能力。

（3）风险性。地震预报尚处于探索阶段，地震预报三要素往往不符合实际情况，有时甚至差异很大，出现虚报和漏报情况。风险性是预报决策与对策中必须考虑的重要因素。

（4）“快腿第二”战略。在投资强度有限而又应该采用国外先进技术时可考虑这种战略。这种战略思想的含义是，在投资条件许可情况下先跟踪国外先进技术，并在局部范围内实施。以能进有准备，转变方向或调整较为容易，在条件一旦许可时，集中力量予以实施。

必须综合考虑上述情况，权衡利弊，寻求最佳发展途径。确定重点监视区并逐步强化本身就属于风险决策，若判断正确，在重点监视区的投资与强化措施将发挥最大效益。

1. 判定地震危险区

一年一度的地震趋势会商会，基本上是根据地震观测资料，进行分析与判断，圈定可能

的地震危险区。近几年发生的中强以上地震，有不少落在圈定的重点监视区内，这代表了我国当前的地震预报水平。面临新的地震活跃期，应该动员力量，组织预报和区划两支力量，确定整个活跃期的地震危险区，或者是，确定时间尺度为5—10年的地震危险区。这次云南澜沧强震就是位于以前判定的5—10年地震危险区内，说明了这种判定工作是有意义的。预测活跃期内最大地震的震级上限，亦是一个十分重要的问题。本世纪四个地震活跃期中，前三个地震活跃期中均有8级以上大震。第四个活跃期中的7.8级唐山地震亦近乎8级。第五个活跃期有无8级以上地震及其可能发生的地点，尽最大可能进行判断，这一点至关重要，因为地震灾害的严重程度与此有密切关系。若此类地震发生在人口稠密地区如五十年代的西藏察隅8.5级地震，则其危害程度不会太大，若这类地震发生在人口稠密、工业发达地区，则其后果是不堪设想的。

2. 强化重点监视区工作

在判定地震危险区基础上，根据地震危险程度和危害程度确定重点监视区，并选择1—2个今后5—10年期间可能发生破坏性地震的地区，进行强化观测。

可以考虑两种类型的强化重点监视区。第一类的选择原则应该是，该区原来的监测工作基础较好，在地震活跃期间可能发生7级以上的地震概率较大，可能获得的地震观测资料对地震预报工作具有指导意义。另一类地区主要是人口稠密、工业发达、地震危害程度较大地区，这一类地区可能仅发生中强地震，但社会影响较大。选择这类地区时尚应考虑原有监测工作基础较好，已建有地震速报台网的情况。这一类重点监视区与第一类地区有一定差别，主要是不着重于在地震预报方面的指导性，而着重于地震速报与地震对策工作，在震前进行地震小区划，确定分区危害度，震时迅速确定地震参数，预测震后余震趋势，并迅速安定社会秩序。

在地震科技发展政策研讨会上专家们指出，对“部分重点监视区，在明确时间（5—10年）和总投资强度的前提下，向全国地震系统发出招标。由首席科学家（集团）提出本区预报、科研思路，经专家评审后，开展预报和科研相结合的试验研究”。“为此，国家地震局要制定相应政策，吸引科技人员（特别是高级科研人员）投标。在实施中，要做好与所在地区地震局的协作”。这些建议包含了强化重点监视区工作的实施方式，方式的有效性可以在今后工作中加以检验。

强化重点监视区工作应包括下列主要方面：逐步加强地震观测台网与通信网的建设；加强流动台网建设，在震情需要时，能立即在现场加密布设；加强群测群防工作，以争取在震前获得宏观短临信息。

3. 切实抓好地震预报实验场工作

在地震预报尚处于探索阶段时，地震预报实验场的工作具有重要意义。我国已建成了京津与滇西地震预报实验场，在科学教研及地震预报方法探索方面取得了一定的成绩。地震预报实验场，按其性质和作用来说，应具有实验性、先进性和指导性特色，也就是说，由于它是地震预报实验基地，应该装备有先进的技术，以进行探索性的实验研究，其实验与研究的成果应该对全国的地震预报工作具有指导意义。应该对实验场的最佳管理方式进行探讨，实验场不能是松散集合，要有明确的科学思路，并在科学思路的指导下，实行高水平的科学管理，使我国实验场的地震预报探索工作走在世界前列。

加强地震观测系统建设

1989年局科技监测司将对全国的观测台网进行清理，并在此基础上制定出“台网调整及建设方案。

由于不少台站的观测环境条件日益恶化，大量的观测仪器日趋老化与陈旧。必须采取得力措施，彻底改变面貌。由于投资强度有限，应制订计划，分轻重缓急，逐步予以实施。

在布局上，应首先保证重点监视区的台网建设，并优先考虑测震、地形变、地下水等观测项目的布设与改造。

在传输台网方面，应高质量建成全国地震数据传输分析处理系统，并对768传输台网进行技术改造，充分发挥传输台网的效益。有重点地逐步加强通信网的建设。

总之，面临新的地震活跃期，我们应该具有长远战略眼光，充分重视预测这一时期地震活动趋势及强震发生的可能时间地点，立足国情，逐年强化重点监视区的地震监测预报工作，力争捕捉震前地震前兆信息，提高我国的地震预报科学水平，为攻克地震预报难关及减轻地震灾害做出更大的贡献。

PHENOMENA OF EARTHQUAKE PREDICTON AND ITS RECENT DEVELOPMENT IN OUR COUNTRY

Han Dayu

(Office of Policy, laws and Regulations, SSB)

Abstract

The phenomena and the characteristics of earthquake prediction in our country and some countries of the world are analysed in this paper. The developing policy about our recent seismic surveillance and prediction are also discussed in this paper. It is pointed out that we are now facing with a new seismic active circle. We must pay great attention to observating the seismic activity of this period, original time and places of strong earthquakes, must strengthen the work of seismic surveillance and prediction in the important observing area, try to seize the precursory information and make great contributions to overcoming the predictive difficulty and reducing the earthquake catastrophes.