

地震预报的社会影响及发布预报的对策

邹其嘉 张少泉
(国家地震局地球物理研究所)

摘要

本文从我国的地震预报科学水平出发,综合几个无震虚报和有震漏报的实例,分析了一次预报变成社会行动所需付出的代价,并与地震造成的经济损失进行了对比。由此提出要全面评价地震灾害及其预报的社会经济影响。

文中根据我国几次地震所造成经济损失的资料,绘制了地震震级与经济损失关系的曲线以及预报造成损失的曲线,并引进地震代价指数进行了讨论。文章认为,为了切实有效地减少人员伤亡和经济损失,地震预报的发布,对不同震级应有所区分,地震预报的震级应有一下限,依目前地震预报的水平,六级以下地震不宜向社会发布预报,相应地应加强抗震措施。

关键词 地震预报对策;社会影响;代价指数

一、前言

从科学上而言,地震预报还没有解决。因此,就目前的发展水平来说,地震预报并没有完全进入社会实施阶段。我国 20 多年的预报实践表明,从根本上来讲,不是预报的体制,而是预报的科学水平,决定了它的社会效益。

从社会效果来看,地震预报通常可分为成功的预报、虚报和漏报,而后两者又可归结为不成功的预报。

地震事件本身所造成的灾害和损失,早已为人们所重视。但是,一个预报的发布,特别是一个预报意见变成社会行动所需付出的代价,迄今并没有引起人们的高度关注。

本文将根据虚报和漏报实例,讨论在目前情况下,地震预报的社会经济影响及其对策。

二、几个实例

虚报系指正式发出了预报,而在预报的时区和地区没有相应大小的地震发生。在当前的地震预报水平下,虚报是不可避免的。1976 年 8 月 14 日广东省地震大队(即现在的广东省地震局)发布临震预报: 8 月 14, 15, 16 三天在雷(州半岛)、琼(州)地区将有 5—5.5 级地震。到 9 月 15 日没有发生地震,当日晚 11 时又决定再第二次发出预报: 9 月 15—23 日在雷、琼地区,阳江—恩平之间可能发生大于 5.5 级破坏性地震。到时仍未发生地震。10 月 12 日宣布解除预报。预报持续约两个月,预报的实际影响地区约 7 万平方

1987 年 11 月 29 日收到本文初稿,1988 年 6 月 19 日决定采用。

公里(见图 1), 该地区人口为 2 千万左右. 同时, 更大范围也受到波及¹⁾.

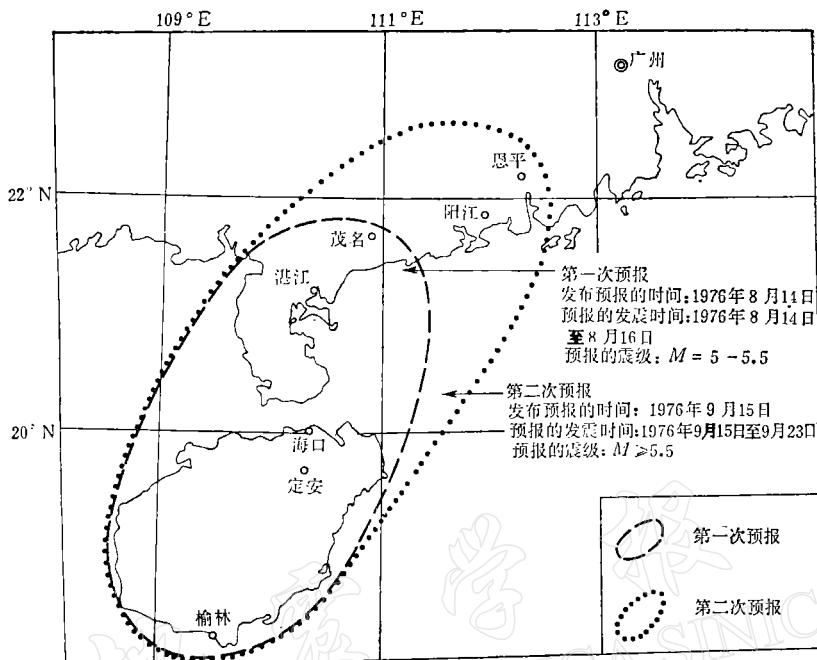


图 1 预报范围图

预报发出后, 在涉及地区为预防地震付出了较大的代价. 海南行政区(汉区), 仅行政事业单位搭建防震棚费用就二百多万元. 预报的海南岛北部, 结果全岛动员, 工厂虽未全部停产, 但生产受到很大影响. 当时, 市场上饼干、糖果抢购一空. 整个岛上汉区的人基本上全部撤到户外, 在室外地震棚中睡了两个月, 时逢雨季, 有人实在受不了才搬回室内. 海口市组织了一千人参加的搭救队、368 人参加的医疗队, 从 8 月 12 日至 19 日就搭起了简易防震棚 1.5 万间, 21.6 万平方米. 撤离住房的人占总数 95% 以上. 定安县在预报发布后 6 天, 已搭起防震棚 3.82 万间, 撤离到户外的人约为 97.5%. 据海南行政区截止到 8 月 28 日的统计, 此间连续发生八起大火, 烧死 2 人, 伤 7 人, 损失近万元.

榆林港基地位于海岛最南端, 据当地驻军某负责人说, 预报期间部队的工作秩序和生活秩序都被破坏了, 第二次预报(9月份)已无人相信了. 仅用于抗震材料的费用就达 30 万元左右. 当时, 院内正在盖 3 座 500 平方米的二层楼, 房架全被拆光. 在广州一招待所内, 一战士做梦惊叫, 人们以为有地震, 纷纷从五层楼上跑下, 重伤二人, 挤伤多人.

湛江地区的 13 个县, 900 万人口, 绝大部分搬出室外二个月, 虽并未完全停工停产, 但生产明显受到影响, 损失无法计算. 湛江市人口 70 万(城区 20 万, 郊区 50 万), 市机关和企业单位(不包括港务局)抗震费用达 100 余万元. 茂名石油公司防震费用 71 万多元. 虽未停产但影响很大. 茂名市其他单位抗震费用达 200 多万元.

湛江地区与防震有关的物资被抢购一空, 外地不得不派专列运送物资支援. 地震恐

1) 李华英, 关于广东省雷琼地区地震虚报的原因及造成的经济损失, 国家地震局地球物理所.

慌造成很多事故,如无线电七厂有人跳楼;港务局有人把口哨声误认为地震信号,逃跑中也有人受伤;港务局有人把汽笛声误认为地震警报,有人摔伤、有人挤伤。由于人们精神紧张,台风把电线吹断,变压器起火,被误认为是地光。凡此种种,不一而足。

在广州市区,由于虚报后人们对地震恐慌而造成受伤的也有30多人。

据估计,此次虚报造成的经济损失达1.5亿元左右。显然,这是偏于保守的估计。

漏报系指事前并未作出预报,而地震却发生了。当然,在地震预报的当前状况下,这与虚报一样,同样是不可避免的。因而这种漏报,不是能报而不报,即不是人为的责任事故。

为了和前面讲的虚报的例子进行对比,我们选取了江苏省溧阳地震和山东省菏泽地震,这是并未作出预报而发震的例子,并就它们所造成社会经济影响加以叙述。

溧阳地震发生于1979年7月9日18时57分,震级为6.0级,震源深度为12km。极震区烈度为VIII度,VIII度区面积为20平方公里左右,VII度区面积为400平方公里左右。地震的波及范围较广,有感范围北抵山东临沂、枣庄,西至安徽霍丘、岳西,南达浙江龙泉、玉环,东至海域。

溧阳开发较早,土地肥沃,气候适宜,物产丰富,经济较发达,素有鱼米之乡之称。1979年工农业总产值3.6亿元,居江苏省农村经济发展前列。

这次地震造成破坏的有八个县,但破坏严重的VIII度区和VII度区,几乎全在溧阳县境内,溧阳县房屋倒塌66596间,压死牲畜3284头,桥梁、水利设施及其他建筑均有不同程度的破坏,全县合计损失1.95亿元左右^[1]。

地震造成的经济总损失估计在2.5亿元以上,死亡42人。

菏泽地震发生于1983年11月7日05时09分,震级为5.9,震源深度为12km。极震区烈度为VII度强,VII度区面积为400平方公里左右,地震的波及范围包括菏泽和济宁两个地区,11个县市。遭受震灾的有126个乡(区),6500余个村庄,近40万户,190余万人。房屋倒塌6万余间,损失粮食335万余斤,各种建筑和设施遭到不同程度的破坏,直接造成经济损失3.04亿元左右,死亡45人^[1](见表1)。

表1 震例资料简表

地 区	地震情况	预报情况	极震区烈度	极震区范围	经济损失(亿元)
江苏溧阳	$M = 6.0$	无预报	VIII	20 km^2	2.5
山东菏泽	$M = 5.9$	无预报	VII	400 km^2	3.04
广东海南	无震	预报 5—5.5		70000 km^2	1.5

三、对 比 分 析

根据以上资料可见,雷琼地区虚报所造成社会经济影响,是单纯的人为因素所造成的;与之形成对比的,有震漏报的溧阳地震和菏泽地震所造成社会经济影响是单纯的天然的而没有人为因素的影响。

溧阳地震与菏泽地震,两者震级相近,所造成的人口伤亡和经济损失也很相近,从宏

观来看两个地区的经济发展程度亦属同一水平。雷琼地区虚报造成的伤亡和损失稍低于溧阳地震和菏泽地震,但就当时的经济开发程度而言,雷琼地区显然低于溧阳与菏泽,如果在同一水平上进行对比,上述实例中的虚报和漏报所造成社会经济影响,也可以认为大体上是相当的。

从雷琼地区的虚报可以看到,地震预报在科学上尚未成熟,尽管地震科学工作者努力观测,认真研究,但在地震三要素(时间、地点、震级)的预报上,无论是精度和可信度都存在着相当大的不确定性,由于科学水平的限制,就很难取得预期的效果。

雷琼地区的预报是比较典型的,在预报的时间方面,从预报发布到解除,前后达两个多月之久,其间两次发出临震预报,而两次之间实际也是处于预报状态,因此,对社会产生的影响,时间是比较长的。

在预报的地点方面,第一次预报的地点为雷琼地区,第二次预报的地点是雷琼地区、阳江—恩平之间,这地区范围本已不算小,阳江—恩平又地处广州和湛江之间,所以,不仅整个湛江地区进入了地震的戒备状态,还影响到广州等地区,从而使受影响的地区达7万平方公里有余,由此对社会产生影响的范围是相当广的。在预报的震级方面,两次预报的震级均为5.5级左右,如真有地震发生,其极震区烈度可能只不过是VII度或VII度强到VIII度,而其极震区的范围必将远远小于7万平方公里。从群众的预防心理而言,很多人不能分辨5级地震、6级地震甚而7级地震的影响有什么差别,总是以搬出室外为妥。所以,虽然预报的只是5—5.5级地震,而其社会影响,与预报一个更大的地震效果相当。

如前所述,雷琼地区在预报之后的两个月期间,社会经济损失和未预报而发震的溧阳与菏泽地震造成的经济损失相当或略小,那么,在预报的范围内果真有相应的地震发生,对各类建筑和设施的破坏仍不可避免。所以,预报所需付出的社会代价和地震发生所造成的损失,总计可达到未预报而发震的经济损失的将近两倍。我们认为,就雷琼地区而言,如果没有预报而发生了5—5.5级的地震,其损失肯定比这次无震虚报造成的损失要小。

1977年6月,贵州省威宁5级以上地震的虚报(具体从略)和1976年雷琼地区的虚报具有类似的社会经济影响。

我们知道,地震所造成经济损失的大小和诸多因素有关,其主要因素,一是以震级或烈度表征的地震的大小;一是该地区经济发展程度的高低。一般而言,经济发展程度较高的地区,人口也较为密集,地震所需付出的代价就较大。这里我们仅对经济损失方面做些讨论。

今定义地震代价指数 C_e 为地震伤亡代价指数 C_{e1} 和地震经济代价指数 C_{e2} 之和,即

$$C_e = C_{e1} + C_{e2}$$

地震经济代价 C_{e2} 若以地震的经济总损失 E_e 来量度,现考察 $\lg E_e$ 与 M 的关系。由于各地震造成经济总损失的资料并不完整,我们仅取了五个地震的资料(见表2),就震级 M 和经济总损失 E_e 做图(图2)。由图可见 $\lg E_e - M$ 为线性关系,可写为

$$\log E_e = aM + b$$

对图中数据点作直线拟合,得到

$$\log E_e = 0.52M - 2.61$$

计算此拟合的相关系数 $r = 0.95$ 。现共有 5 个数据点, 即 $n = 5$, 则 $n - 2 = 3$ 。查显著水平表可得 α_{n-2} 为 0.878。可见, 我们拟合的直线满足

$$|\gamma| = 0.95 > \alpha_{n-2} = 0.878$$

所以上式 $\log E_e = 0.52M - 2.61$ 在 $\alpha = 0.05$ 的水平上是显著的。

由分析可知, 震级必须达到一定大小才能引起破坏, 如设引起破坏的震级(或烈度)下限为 M_0 , 则只有当 $M > M_0$ 时上式才能成立, 不过我们暂不考虑这些细节。

由图可见, 地震发生后所引起的经济代价是随着震级的增大而增大的, 那末由于虚报(地震并未发生)而引起的经济代价又如何呢? 预报者给出预报之时往往并未指明响应地区所应采取的措施, 响应地区的地方政府的官员和群众不能分辨 4 级、5 级、6 级甚至 7 级地震的确切含意, 也无法根据不同震级而采取不同措施, 所以尽管预报的震级不同, 但当地所采取的行动大致是没有差别的。

从唐山震区 1987 年的社会调查(主要是唐山市和天津市)来看, 人们对预报的第一个反应是撤离现有住房而搭建临时住房(民间称为防震棚), 所以雷琼地区预报后的社会响应是具有代表性的, 它所引起的经济损失代价即可视为一般预报后所产生经济代价的参考值。

表 2 几次地震造成的经济损失

地 震	时 间 (年.月.日)	震 级 (M)	经 济 损 失 E_e (亿元)	资 料 来 源
辽宁海城	1975.2.5	7.3	8.1	[1]
河北唐山	1976.7.28	7.8	54.0	[1]
江苏溧阳	1979.7.9	6.0	2.5	[1]
山东菏泽	1983.11.7	5.9	3.04	[1]
四川自贡	1985.3.29	4.8	1.0	[2]

根据以上分析, 我们在图中以虚线表示预报本身可能引起的经济损失, 在一定范围内它不随震级而变化, 这是一条近于和横轴平行的直线。此虚线和实线在 M 为 5.5—6 级左右相交。由此可见, 在 6 级以下, 由于预报而引起的经济损失, 比起实际发生地震所造成的损失要大, 从经济上而言, 预报是不值得的; 反之, 当 M 大于 6 级以上, 实际地震造成的损失大于预报可能引起的损失, 所以对 $M > 6$ 的地震, 即使预报会引起一些损失, 一旦地震真的发生, 预报还是可能获得积极的经济效益。

四、对策和讨论

目前, 地震预报仍处于探索阶段, 特别是地震短期预报, 无论是预报的时间, 地点还是

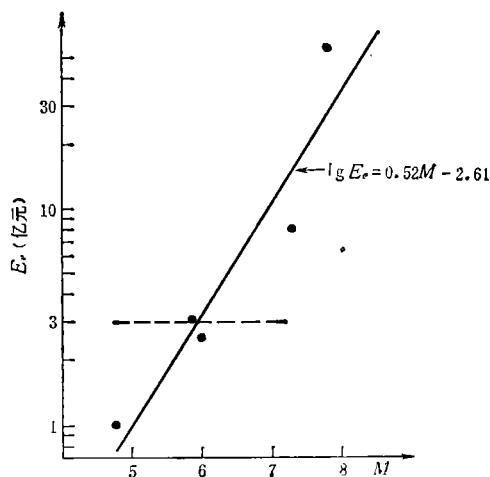


图 2 地震经济损失 E_e 与震级 M 的关系图

震级都缺乏应有的精度,地震预报工作者虽在积极努力,但其难度之大,人所共知。相当一段时期内,地震预报的精度和可信度都不会有实质性的进展。地震预报工作者力求通过预报来减轻地震造成社会经济影响,但由于地震预报水平的局限,往往不能得到预期的社会效果,加之对策方面缺乏有效措施,反会造成更多的社会经济损失,这种预报的状况和预报所造成社会影响的状况都可能还要持续相当一段时间,采取与之适应的对策是很必要的。

在目前的地震预报水平下,预报的时间难免拖长;预报的地点难免扩大,甚而预报可能发震的范围将会几十倍以至几百倍于真正地震的极震区范围;预报的震级也难免有较大的波动,这样的预报势必使当地的政府和人民处于一种无所适从的紧张状态,甚而使多数群众有惶惶不可终日的危机感,影响着正常的社会秩序、社会生活和社会生产。

所以,根据以上对比和分析,我们初步认为 6 级以下的地震完全不必向社会发出预报,这样将会实际有效地减少人员的伤亡和经济损失。不发布预报比发布预报的经济损失将可能减少一倍左右甚或更多。

应当指出,不对社会发预报,并不意味着放松地震预报的研究和实践。地震预报工作者解决地震预报问题的努力将会始终不懈。6 级以下的地震,作为预报工作者的预报实践及检验,应在科学界范围内更为大胆地进行。

也有人认为,对 6 级以下的地震,可采取控制预报的方式,即将预报意见通知当地政府,不公开对外发布,仅供政府官员内部掌握。我们认为这种方式也不尽妥当。一是当有预报意见时,政府官员是否会严格控制在内部而不外泄;二是一旦真有地震发生,政府官员难免受到谴责和压力,是否会因有追究责任的问题而付以法律约束,所以在有关法律和条例尚未健全之时,不宜采取控制预报的方式,还是以不做预报为好。

6 级以下地震仍会造成相当可观的破坏,其破坏的特点是以建筑物的倒塌为主,包括地震造成的人员伤亡也是与建筑物的倒塌相关的,所以在这些地区适当规划、适当投资,对已有建筑物进行抗震加固,至少对这些地区的市政工程和公用设施进行抗震加固,这将会更加实际有效地减少地震可能造成的灾害和损失。

为了有效地指导抗震工作的进行,加强地震危险性的研究十分必要。随着我国抗震工作的加强,到 1985 年为止,全国已有 58 个城市列入全国重点抗震城市。在危险区划研究的基础上,对一些将受到 VII 度影响概率较大的地区,包括一般城市和县城,新建筑应采取抗震措施,老建筑应采取加固措施,以求减轻地震可能造成社会经济损失,这将是具有实际效益的应对策。

过去,有关地震灾害社会影响的研究甚少,一个地震发生了,表征其灾害程度的指标并未系统地建立,所以各个地震现有的灾害方面的资料缺乏系统性和完整性,再加上调查人掌握的尺度并不一致,因而使灾害的研究对比受到很大局限。我们认为,在开展地震灾害研究的同时,必须注意建立地震灾害的社会经济指标体系,至少对以后发生的地震应给出表征地震灾害的统一的基本指标。

如上所述,一个地震所造成的损失,除和地震本身的大小直接有关外,还取决于一个地区的经济发展程度。同一大小的地震,在一经济发达地区所需付出的代价必然大于经济不发达地区。目前,我国经济学界还没有建立表征一个地区经济发展程度的统一的科

学指标系统,这也给研究对比各地震所造成的损失带来困难。比如上述引用的资料中,唐山、海城、溧阳、菏泽等地经济发展程度不尽一致,但我们并未予以细致考虑,这是今后应予改进的。

参 考 文 献

- [1] 郭增建、陈鑫连主编, 1986. 地震对策. 地震出版社。
[2] 自贡市地震办公室, 1985. 自贡 4.8 级地震. 四川地震, 2: 32—34.

SOCIAL AND ECONOMIC RESPONSES TO EARTHQUAKE PREDICTION AND COUNTERMEASURES IN PLACE OF PREDICTION ISSUANCE

ZOU QIJIA AND ZHANG SHAOQUAN

(Institute of Geophysics, State Seismological Bureau)

Abstract

In this paper, several cases of false prediction (prediction without earthquake occurrence) and missing prediction (earthquake occurrence without prediction) are reviewed on the basis of the present scientific level of earthquake prediction in China. The cost needed to be paid for transformation of a prediction into social action is analysed and compared with the economic losses that would be caused by the earthquake. From this it is recommended to comprehensively evaluate the social and economic impact of both the earthquake disaster and the cost of prediction.

Based on the data of the economic losses resulted from several major earthquakes in China, the relationship curves between earthquake magnitudes and economic losses and that of the losses caused by the earthquake predictions are plotted and discussed by introducing a "cost index" of the earthquake. It is believed by the authors of this paper that in order to practically and effectively reduce casualties and economic losses, the issuance of an earthquake prediction should be weighed against magnitude, and there should be a lower limit in magnitude for earthquake prediction. According to the present level of earthquake prediction, forecasts of earthquakes of magnitudes 6 or smaller are not appropriate to be issued to the public; but instead, earthquake resistance and preparedness measures should be promoted.