

文章编号: 1008-2786-(2009)1-102-06

由汶川地震引发对中国地震预报的方法学反思

王铮^{1,3}, 宋雅杰^{2,4}, 熊文¹, 吴静², 俞海宝⁴

(1. 华东师范大学地理信息科学教育部重点实验室, 上海 200062 2. 耶鲁大学 森林与环境研究学院, 美国康涅狄克州纽黑文市 06511;
3. 中国科学院科技政策与管理科学研究所, 北京 100190
4. 耶鲁大学-南京信息工程大学城市资源与环境创新研究中心, 江苏 南京 210044)

摘要: 从 2008-05-12 四川汶川地震出发, 对地震预报预防进行深刻的反思科学方法, 针对 Geller 等人 1997 年在科学杂志 (Science) 提出的地震不可预报等论点, 就地震是否可以预报展开了据实的比较性探讨分析; 通过跨学科的论证和说理, 提出了在中国地震预报继承和创新中, 坚持科学发展, “群专结合”的正确方向。

关键词: 地震预报; 公众参与; 科学方法; 整合

中图分类号: N31, X43 P315.7

文献标识码: A

2008-05-12T14:28'04", 中国四川省汶川县境内发生 8.0 级地震^[1], 此次地震最大烈度达 11 度, 受灾严重的地区超过 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[2]。截至 2008-07-28T12:00 汶川地震已造成 69 200 人遇难, 374 216 人受伤, 失踪 18 195 人^[3], 累计受灾人数截至 6 月 24 日 12 时达 4 624 万人^[4], 据估算 (MARKETWATCH, 2008-05-14) 造成的经济损失为至少 200 亿美元^[5]。面对如此惨重的地震灾害, 人们不能不反思: 地震究竟能不能作出预报?

1 “地震不可预报”论

地震究竟可不可以预报是多年来萦绕科学界的有激烈争议的一个问题。Geller 等人 (1997)^[6]提出了“地震是不可预报”的观点。然而, Geller 等人此观点的主要判据是认为对地震预报的观察是“众所周知棘手的”。尽管这一判断不难理解, 但由此完全否认地震的可预报性是偏激的。譬如日本岩手县内陆南部于 2008-06-14 东京时间 8:43 发生里

收稿日期 (Received date): 2008-11-28.

基金项目 (Foundation item): 国家科技基础性工作专项 (2007FY140800-4) 资助。[S & T Basic Work Program (2007FY140800-4).]

作者简介 (Biography): 王铮, 男 (汉族), 云南陆良人, 教授, 博士, 中国科学院科技政策与管理科学研究所资深研究员, 华东师范大学地理信息科学教育部重点实验室学术委员会常务副主任, 研究方向: 理论与计算地理学, 公共政策。[Wang Zheng, male, born in Luliang of Yunnan, Professor, Ph.D., Research Interests: Theoretical Geography and Computational Geography, Public Policy.] E-mail: wangzheng@mail.casipm.ac.cn

宋雅杰, 男 (汉族), 吉林梨树人, 博士, 美国耶鲁大学森林与环境研究学院研究员, 美国耶鲁大学“城市环境危机管理 (UECM) 在中国的研究”项目首席科学家; 耶鲁-清华“环境与可持续发展中国市长培训 (ESDLP)”项目发起人, 执行主任, 耶鲁大学-南京信息工程大学城市资源与环境创新研究中心 (UREI) 发起人, 执行副主任。研究方向: 环境与资源管理, 城市生态学, 社会生态学。[Song Yajie, male, born in Lishi of Jilin, Ph.D., Research Fellow, Research Interests: Environmental and Resources Management, Urban ecology, Social Ecology.] E-mail: yajie.song@yale.edu

熊文, 男 (汉族), 四川达州人, 博士生, 华东师范大学地理信息科学教育部重点实验室, 研究方向: 地理计算。[Xiong Wen, male, born in Dazhou of Sichuan, Ph.D. Candidate, Research Interests: Geocomputation.] E-mail: xiongwen@163.com

吴静, 女 (汉族), 浙江永嘉人, 博士, 中国科学院科技政策与管理科学研究所助理研究员, 研究方向: 地理计算, 政策模拟。[Wu Jing, female, born in Yongjia of Zhejiang, Ph.D., Assistant Research Fellow, Research Interests: Geocomputation, policy simulation.] E-mail: wujing@mail.casipm.ac.cn

俞海宝 (1983-), 女 (汉族), 甘肃古浪人, 硕士, 耶鲁大学-南京信息工程大学城市资源与环境创新研究中心 (UREI) 助理研究员, 主任助理, 研究方向: 英美文学, 人类生态学, 环境管理。[Yu Haibao, female, born in Gulang of Gansu, Master Assistant Research Fellow, Research Interests: British & American Literature, human ecology, Environmental Management.] E-mail: yuhaibao@nuist.edu.cn

氏 7.2 级强烈地震, 日本气象厅利用横波与纵波的传播速度差提前做出了实时预报^[7]。

我们关注的是作者理论上的进一步论证: “地球处于一个自组织的临界状态, 任何一个小的地震都有可能级联成大一个大事件。(the Earth is in a state of self-organized criticality where any small earthquake has some probability of cascading into a large event)”在这里 small 的意义并没有被定义, 同样 large event 也没有被定义。进一步地他们写道: “小地震是否会演变为一个大地震取决于遍布在大范围内的无数自然条件细节, 而不仅仅取决于临近的点。地震断裂对于未知初始条件的高度敏感非线性依赖极大地限制了地震的可预测性。对独立大规模地震的预报将要求精确地掌握所有这些细节, 但这是不大可能的。(Whether any particular small earthquake grows into a large earthquake depends on a myriad of fine details of physical conditions throughout a large volume, not just in the immediate vicinity of the fault. This highly sensitive nonlinear dependence of earthquake rupture on unknown initial conditions severely limits predictability. The prediction of individual large earthquakes would require the unlikely capability of knowing all of these details with great accuracy.)”在这里作者强调了自组织处于临界状态, 一些小的干扰就可能引发大的地震。由此得到 “Earthquakes Cannot Be Predicted(地震不能预测)”的结论。

2 地震的可预报性

然而 Geller 等人的 (1997) 论证是有待探讨的, 其观点是对自组织临界和对混沌现象某种程度的误解。众所周之, 自组织临界说的最初起源是“洛伦茨蝴蝶”, 即所谓动力系统在某些情况下对于初始条件非常敏感, 微小的改变就足以使整个系统的演化。以此说法, “在大气系统中蝴蝶煽一下翅膀就可能引起飓风。”按照这个逻辑, 飓风是不可预报的。然而, 人类已经成功的通过对飓风的发育和移动方向, 比较准确地预报飓风登陆的位置。那么, 地震是不是可以和飓风一样可以预报呢?

最初发现“蝴蝶效应”的 The Lorenz equation^[8]是一组二阶常微分方程描述了一个 2 维的流体, 并且他受到来自底面的加热, 对气候系统这个简化忽视了微小程度的空气气团的温度差异和速度涨落,

对某些大气运动取平均值作为方程的参数处理。这个简化 - 参数化过程实际上把蝴蝶的扰动结果平均化了。洛伦茨方程的确给出了相当于蝴蝶煽动翅膀就引出飓风的解, 但是这是数学意义的, 不是物理意义的, 因为相当于蝴蝶煽动翅膀的运动过程被平均了, 他们被作为参数。换言之, Lorenz 大气数学系统是不允许存在真实的蝴蝶的, 不然方程就不能成立。所以不存在“蝴蝶煽一下翅膀就可能引起飓风”的真实现象。

在一般的大气动力学描述中, 飓风与蝴蝶完全是不同尺度层次的事物。从能量级别上看, 一次台风的能量, 数量级大约在 10^{20} J 估计蝴蝶煽动一次翅膀的能量在 10^{-6} J 数量级。这个能量级别差, 正好是 10^{26} , 相当于一摩尔物质的分子数。有这样能级差的事物, 物理上还能不能当作一个尺度层次的东西, 需要更深刻的试验研究。理氏 1 级地震与 8 级地震能量差为 $10^{10.5}$ 倍。1 级地震能不能成为 8 级地震的“蝴蝶”, 这是需要进一步研究的, 因为 1 级地震已经被观察到了, 不过太多, 虽然没有蝴蝶煽动翅膀一样多。更进一步看, 如果说不存在尺度层次的问题, 坚持说蝴蝶煽动起飓风, 坚持说岩石的小破裂或者如人说水库引发像汶川这样的大地震时, 必须说明传递和聚集能量机制, 能量守恒, 它不可创生, 也就不是一瞬间聚集起来的。在飓风的例子中, 热带气旋如何生成与发展一定能够被观察到, 因而飓风事实上被这样预报到的。

同样地震在爆发之前, 也需要能量聚集。突如其来汶川地震实际上被 Densmore 观察到 (Densmore, Ellis et al, 2007)^[9]。牛文元, Silver^[10]于 2008-07-10 在 Nature 上载文报道, 通过遥感技术可以有一些包括小地震在内的相关前兆观察 (Niu, Silver et al, 2008)。实际上某些前兆不一定是小地震, 而是地震能量聚集的过程, 它可能在大陆地区表现出旱灾和其他自然现象^[11] (耿庆国, 1984; 耿庆国, 1985)。有时, 也有迹象表明出现卫星的热红外图像异常^[12, 13] (强祖基 徐秀登, 1990; 叶民权 吴其勇, 1994)。正如人类利用了飓风发生需要一个能量聚集过程, 从能量聚集到一定状况发现热带气旋的生成从而预报台风, 不是从太平洋的海鸥检测开始预报台风, 带来很高的不确定性一样, 人类可能从地引力场异常、地下水位变化、以及某些局部地区地球物理现象可能发生的变化推测地震的可能性。

必须指出的是,在 Geller 等人 (1997) 的文章中,他们只注意到非线性系统混沌状态的初值稳定性,忽视混沌运动接近周期轨道的下确界为零;也就是说,如果地震是处于混沌状态的地质体的一种混沌运动,可能利用其某些准周期性来预报是可以探讨的。据此,我们认为,地震是有一定的可预报性的;然而恰恰这一特征被 Geller 等人 (1997) 忽视了。

总之,如果解释地震是自组织临界现象或者混沌的产物,它一方面发生需要能量聚集,另一方面存在接近周期轨道的下确界为零时,其活动可能存在某些准周期性。前者使地震先兆可以被观察到,后者可以利用其经验周期数据进行估计。这样,地震可能不是不可预报的。

3 地震预报的成功案例

中国是世界上最早试图预报地震的国家。公元 132 年,张衡就发明了世界上第一架用于测定地震方向的地震仪——地动仪,这是中国人对记载和跟踪地震的最初努力,也是人类最早探索地震科学的足迹。

中国的现代地震预报努力是 1960 年代开始的。1966-03-08 凌晨,在中国河北省邢台地区隆尧县东发生了 6.8 级强烈地震。继而于同年 3 月 22 日,在震中稍北的宁晋县境内又发生了 6.7 和 7.2 级地震。震后,在当时中国政府总理周恩来的直接安排下,中国地震科学工作者,通过收集各方面的资料,发现了许多震前异常,如前震活动、形变异常、地下水位异常、宏观异常等现象。从而认识到地震是可能有前兆的,有可能预报的。于是邢台地震发生之后,在震区周围迅速建立起一批以观测地震前兆为目的的地震台站,并根据观测得到的资料,进行地震综合预报的最初实践,逐步摸索由观测前兆入手研究地震发生规律的可行途径(河北省地震局, 1986)^[14]。邢台地震标志着中国地震前兆观测和地震预报探索的起步,因而成为中国地震科学发展的一个里程碑。

邢台地震后中国开始探索了一条叫做“群专结合”、“群测群防”的临震预报路径。这种方法通过在各地设立大量的群众预报点和观察哨,让群众同专业人员一起,日以继夜的监视大地的活动,如动

物、地下水、地倾斜、地电、地磁和地应力等地震前兆反应,从而获得大量的临震信息,为地震的预测提供大量的参考依据。“群测群防”工作在 1975 年出现了一个高峰,那时中国已经建立起了数百个专业地震站点,各省、区也都建立了地震专业队伍,并且有数十万计的群众参与到地震预报中来,各地已经设立了 5 000 多个群众测报点和 45 000 多个观察哨。

在这个基础上,中国成功地预报了辽宁海城大地震(同济大学, 1976)^[15]。海城的成功给人类对地震的预报带来了希望。1976 年的唐山地震事实上已经有中国地震科学家预报到,由于政治运动的原因,它的预报结果只在青龙县被接受,尽管中国政府早在 1974 年就发出文件预报“华北和渤海地区地震形势紧张,要立足于有六级以上地震突然袭击的可能”^[16]。到了 1980 年代,“群测群防”的队伍基本上停止活动了,但是“群专结合”仍然在活动。1990 年亚洲运动会开幕的当天 1990-09-22T11:02 在昌平小汤山附近发生了 4.0 级地震。关于它,北京市地震办公室群策群防系统就做出了预测^[17]。

Geller 等人 (1997) 为了论证地震的不可预报性,对中国 1975 年的海城地震预报作了否定。否定的理由是海城地震仍然死了人。这个理由是不充分的;进行了准确的预报不等于运用预报减灾,更不等于忽视预报而造成的灾害后果。值得分析的是:中国海城是一个人口密集区,按《中华人民共和国人口统计资料汇编 1949-1985》数据,1964 年海城的人口为 745 766 人,1982 年为 956 511 人,其间的 1975 年应该在 850 000 人。在这样一个人口群体中,在 7.3 级地震时仅仅死亡 1 328 人,说明预报的极大成功,减灾的极大成功。Geller 等 (1997) 接着提出 1976 年的唐山地震未能预报出来。实际上唐山地震被专家和群众预报到了,由于有关领导人的错误,以及当时的专家组负责人不相信群测结果,导致了没有来得及公布这个信息。唐山地震正好作为反例。1990 年代后,中国科学界开始重视文章是否受到 SCI 检索,对中国学者的中文发表成果开始歧视,学术界弥漫着对中国人的研究成果不信任或者不屑一顾。这时, Geller 等人 (1997) 《Science》发出“地震是不可预报”的观点。在当时的文化气氛下,中国没有坚持自己的观点而对此进行深入研究,而仅仅是屈从于主流观念,这对世界科学史来说是个教训。

4 地震预报需要科学的“整合”

地震预报是艰难的。在一个动力学框架里, 预报地震的确是困难的, 因为动力学的观察困难, 理论还不清楚。然而, 动力学道路不是唯一的道路。科学发现有个序列。关于这一点, 我们可以从门捷列夫周期表看出:

19 世纪, 人类还不知道原子的构造。门捷列夫用纸牌把已知的化学元素标出来, 按原子量大小排序。于 1869-02 发现了元素周期率。为什么会有周期率, 这是 20 世纪才澄清的, 但是从现象出发, 门捷列夫利用了早期的经验认识, 发现了元素分布的某种对称性。而在某些位置, 这种对称性被破坏了, 缺了元素。于是门捷列夫按照对称性预测了新元素。门捷列夫的理论是一种表象理论而不是机理模型。门捷列夫的就事论事表象方法, 影响了后来的科学研究。如量子力学作为表象理论应用了矩阵理论。在夸克研究中, 李群理论被引入了, 用对称群刻画复杂现象的表象。表象理论通常是动力学机理得不到说明时的成功方法, 而表象理论一般都能找到某种数学表达。现代科学发现的序列可能是这样的, 经验认识 - 统计规律 - 表象模式 - 机理动力学。这也是从第谷到开普勒再到牛顿的关于天体运动认识的发展路线。

在探明原子结构的前奏期, 门捷列夫利用了对称性。而在探明地球结构的前奏期, 也利用了对称性——在中国发展了翁文波的地震预报表象理论——可公度方法(翁文波, 1984)^[18]。2006 年, 龙小霞, 延军平, 孙虎等(2006)^[19]运用翁文波的可公度方法, 在对川滇地区强震灾害数据分析的基础上, 对该地区的地震趋势进行了研究。研究指出 2008 年左右, 川滇地区有可能发生 ≥ 6.7 级强烈地震。另一个中国学者耿庆国则使用统计方法。耿庆国根据早震关系对地震进行了预测, 并于 2008-04-26 和 27, 在中国地球物理学会下属的“天灾预测委员会”上, 以委员会的名义, 做出“在一年内(2008.5-2009.4)仍应注意兰州以南, 川、甘、青交界附近可能发生 6-7 级地震”的预报。后来, 根据强磁暴组合, 他又明确提出“阿坝地区 7 级以上地震的危险点在 5 月 8 日(前后 10 天以内)”^[20]。美国田纳西孟菲斯大学地震研究和信息中心的 Densmore, Ellis 等(2007)在《构造》上写到:“地壳撞击的能量在(中

国)北川聚积, 并将以地震的形式释放出来。”“汶川地震”事实上被科学地预报了。

这里三种预测分别运用了表象理论、统计规律及机理动力学, 各自做出了预测。单独从任何一个预测看都无法给出准确的预报, 然而如果将三者和经验联合起来却能够做出好的预报。我们可以看到三种预测存在交集, 时间上的、空间上的交集。这三个预测在时间上都包含 2008-05-08(前后 10 d 以内), 在区域上都能够指向汶川 - 北川及其附近。而群众的经验观察则可以进一步证实地震发生的可能性。如果利用专家的理论, 利用三种预测方法的交集, 对地震发生的时间地区做大概的估测, 然后结合群众的观测, 也许四川汶川的这场地震灾难, 是可以被预测到的, 人员伤亡、经济损失也许就不会这样严重。

事实说明, 地震预报科学的发展还处于统计规律 - 表象模式阶段, 还远没有达到机理动力学阶段。正如门捷列夫虽然不知道原子的结构, 但利用对称性, 利用表象理论, 也能够发现预测新元素; 我们现在也不知道地球结构, 但也能利用统计规律、利用表象理论, 结合动力学观察, 开展地震预报。地震活动是一个如此复杂的系统, 以至于我们还不能用任何一种方法进行准确的预测。尽管对于地球结构的认识我们还仅仅处于统计规律、表象理论的阶段, 还远没有达到机理动力学的水平。然而对于地震活动却不是不可预测的, 各种方法虽都有缺陷, 但也都有各自的优势, 当从统计规律、表象理论以及机理动力学三个方面出现一致性时, 将三者的研究结果进行整合, 那么地震活动是很可能被预测的。

需要三种方法我们就应该注意到:“群专结合”、“群测群报”为我们提供了大量可以供给经验分析和统计分析的基础, 能为临震预报提供许多辅助。三种方法都没有完全的理论体系, 对于地震前兆的观测更多是经验的而非理论的, 尽管现代科学的观察技术是今后发展的主流, 但是仅靠设置有限的观测点不能解决问题, 因此还需要依靠广大群众的力量,“群专结合”不可废除。从科学上看, 由于地震科学还不成熟, 整合的科学方法是一个基本的方法。“群专结合”, 就是整合的组织基础。

参考文献 (References)

- [1] China National Radio A 8 M magnitude Earthquake Struck Wenchuan Most Parts of the Country Have Felt[EB/OL]. <http://news.sina.com.cn/c/2008-05-12/160413865454s.shtml>

- 2008-05-12 [中国广播网. 四川汶川发生 8.0 级地震 全国多数地区有震感 [EB/OL]. <http://news.sina.com.cn/c/2008-05-12/160413865454.shtml> 2008-05-12]
- [2] Xinhua. Wenchuan Earthquake's Magnitude Was Revised to 8.0, Maximum Intensity Was 11 Degrees [EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/tech/2008-05/19/content_8203755.htm 2008-05-19 [新华网. 汶川地震震级被修订为 8.0 级 最大烈度 11 度 [EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/tech/2008-05/19/content_8203755.htm 2008-05-19]
- [3] Xinhua. It Has Confirmed that Wenchuan Earthquake Killed 69 200 People [EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/newscenter/2008-07/29/content_8840652.htm 2008-07-29 [新华网. 四川汶川地震已确认 69200 人遇难 [EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/newscenter/2008-07/29/content_8840652.htm 2008-07-29]
- [4] Xinhua. It was estimated that the total number of victims will be more than 80 000 people in wenchuan earthquake [EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/newscenter/2008-06/24/content_8430174.htm 2008-06-24 [新华网. 四川汶川特大地震遇难总人数估计将超过 8 万人 [EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/newscenter/2008-06/24/content_8430174.htm 2008-06-24]
- [5] Alastair Barr. Losses from China quake may top \$ 20 billion [EB/OL]. <http://www.marketwatch.com/news/story/bsses-china-quake-may-top/story.aspx?guid=%7B676DBEB5-625F-4F56-98EC-EC7B66C630DD%7D> 2008-05-14
- [6] Robert J. Geller, David D. Jackson, Yan Y. Kagan and Francesco Mulargia. Earthquakes Cannot Be Predicted [J]. *Science* 1997, 275 (5306): 1616
- [7] Global Times. A 7.2 Magnitude Earthquake Struck Japan, The Early Warning System 10 Seconds Ahead of Forecast [EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/world/2008-06/14/content_8368866.htm 2008-06-14 [环球时报. 日本 7.2 级强震 预警系统提前 10 秒预报 [EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/world/2008-06/14/content_8368866.htm 2008-06-14]
- [8] Edward D. Lorenz. Deterministic Nonperiodic Flow [J]. *Journal of the Atmospheric Sciences* 1963, 20 (3): 130~141
- [9] Alexander L. Densmore, Michael A. Ellis, Yong Li et al. Active Tectonics of the Beichuan and Pengguan Faults at the Eastern Margin of the Tibetan [J]. *Plateau Tectonics* 2007, 26: TC4005
- [10] Fenglin Niu, Paul G. Silver, Thomas M. Daley et al. Precise seismic velocity changes observed from active source monitoring at the Parkfield SAFOD drill site [J]. *Nature* 2008, 454: 204~208
- [11] Geng Qingguo. Study on the Relationship Between Drought and Earthquakes in China [M]. China Ocean Press 1985 [耿庆国. 中国旱震关系研究 [M]. 海洋出版社, 1985]
- [12] Qiang Zhuji, Xu Xindeng. Satellite thermal infrared anomaly - imminent earthquake precursors [J]. *Chinese Science Bulletin*, 1990, 35(17): 1324~1327 [强祖基, 徐秀登. 卫星热红外异常——临震前兆 [J]. 科学通报, 1990, 35(17): 1324~1327]
- [13] Yemingquan, Wu Qiyong. Study on the relationship between Satellite thermal infrared anomaly and strong earthquake [J]. *Chinese Science Bulletin*, 1994, 39(22): 2074~2077 [叶民权, 吴其勇. 卫星热红外异常与强震关系研究实例 [J]. 科学通报, 1994, 39(22): 2074~2077]
- [14] Earthquake Administration of Hebei Province. Xingtai Earthquake in 1966 [M]. China Earthquake Press 1986 [河北省地震局. 一九六六年邢台地震 [M]. 北京: 地震出版社, 1986]
- [15] Ocean Marine Geology Department of Tongji University. Earthquake and Its Prevention [M]. Tongji University, 1976 [同济大学海洋地质系. 地震及其预防 [M]. 同济大学, 1976]
- [16] China Press USA. There is No People be Killed in Qinglong County. Chinese Expert Wang Chengmin of the United Nations Introduced 1976 Tangshan Earthquake Prediction Experience [EB/OL]. <http://hi.baidu.com/mayi68/blog/item/1214321fa43489cda6866939.html> 1996-04-21 [侨报. 唐山地震时青龙县无一人伤亡——中国专家汪成民联合国介绍预报地震经验 [EB/OL]. <http://hi.baidu.com/mayi68/blog/item/1214321fa43489cda6866939.html> 1996-04-21]
- [17] Sina.com. Scientists Introduced "The Life-Saving 10 Seconds" before the Earthquake (Memoir). <http://news.sina.com.cn/c/2006-07-20/193310487152.shtml> Gzs.cn reproduced Scientists Introduced "The Life-Saving 10 Seconds" before the Earthquake (Memoir) [EB/OL]. <http://www.gzs.cn/html/2006/07/21/45527-2.html> 2006-07-21 [新浪网. 科学家介绍大地震来临前“救命的十秒”(实录). <http://news.sina.com.cn/c/2006-07-20/193310487152.shtml> 2006-07-20; 中国高中生网转载. 科学家介绍大地震来临前“救命的十秒”(实录) [EB/OL]. <http://www.gzs.cn/html/2006/07/21/45527-2.html> 2006-07-21]
- [18] Weng Hongba. The Basis of Forecast Theory [M]. Petroleum Industry Press 1984 [翁文波. 预测论基础 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1984]
- [19] Long Xiaoxia, Yan Junping, Sun Hu et al. Study on earthquake tendency in siduan-yunnan region based on commensurability [J]. *Journal of Catastrophology*, 2006, 21(3): 81~84 [龙小霞, 延军平, 孙虎, 等. 基于可公度方法的川滇地区地震趋势研究 [J]. 灾害学, 2006, 21(3): 81~84]
- [20] Caijing, Geng Qingguo. The greater earthquake is the easier to be forecasted. <http://www.caijing.com.cn/20080604/67538.shtml> 2008-06-04 Li Shihui, Geng Qingguo's tears dry [EB/OL]. <http://paowang.com/cgi-bin/forum/viewpost.cgi?which=inn&id=279587> [财经网. 2008-06-04. 耿庆国: 地震越大越易预测. <http://www.caijing.com.cn/20080604/67538.shtml> 李世辉. 耿庆国欲哭无泪 [EB/OL]. <http://paowang.com/cgi-bin/forum/viewpost.cgi?which=inn&id=279587>]

Thinking China’s Earthquake Forecast on Methodology
due to “Wenchuan Earthquake”

WANG Zheng^{1, 2}, SONG Yajie^{3, 4}, XIONG Wen¹, WU Jing², YU Haibao⁴

(¹ East China Normal University, Shanghai, 200062 China;

² School of Forestry & Environmental Studies, Yale University, New Haven 06511 Connecticut USA;

³ Institute of Policy & Management, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190 China;

⁴ Yale-NUIST Urban Resources and Environment Initiative, Nanjing 210044 China)

Abstract A brief reflection of the Wenchuan Earthquake in May 2008 and reasoning on the predictability of earthquakes are conducted in this paper. An objective and comparative discussion and analysis is brought forward based on the argument that “earthquakes cannot be predicted”, presented in Science by Geller etc. in 1997. Through an interdisciplinary reasoning and discussion, the authors of this paper believe that the scientific development direction as well as “working combined experts with public participation” principle should be firmly promoted in an earthquake prediction.

Key words earthquake prediction; public participation; Methodology; integration

《山地学报》作者、读者意见调查表

姓名_____ 年龄_____ 职务或职称_____ 电话_____ (E-mail)_____

您对本刊总体印象 (优✓ 良△ 差× 一般○)

☐文稿学术性 ☐编辑质量 ☐印刷质量 ☐其他

您希望本刊新增哪类文稿或减少哪类文稿: _____

本刊存在的问题及您的建议: _____

注: ¹ 凡填写本调查表者, 将赠送本刊一年杂志或本刊百期光盘一张 (杂志 ☐ 光盘 ☐ 请打✓), 以示谢意。

④调查表与反馈信息请寄: 成都市人民南路四段 9 号山地所内《山地学报》杂志社 冯海燕 邮编: 610041

《山地学报》编辑部