

郭增建, 郭安宁, 李健梅, 等. 基于汶川地震震例用震兆共迁方法对地震预测的讨论[J]. 华南地震, 2016, 36(4): 8-13. [GUO Zengjian, GUOo Anning, LI Jianmei, et al. Discussion on Earthquake Prediction by Using the Method of Earthquake Precursor Co-migration Based on Wenchuan Earthquake[J]. South china journal of seismology, 2016, 36(4): 8-13.]

基于汶川地震震例用震兆共迁方法对地震预测的讨论

郭增建¹, 郭安宁¹, 李健梅², 白雪见¹

(1. 中国地震局兰州地震研究所, 兰州 730000; 2. 广东省地震局, 广州 510070)

摘要: 介绍了地震预测的两个思路, 即“源场思路”和“源线思路”。主要用源线思路回顾性地讨论了由云南和滇川交界地区的远台前兆预测2008年汶川地震的问题。预测的方法可称为“震兆共迁法”。

关键词: 源场思路; 源线思路; 远台前兆; 汶川地震; 震兆共迁法

中图分类号: P315.7

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662 (2016) 04-0008-06

DOI: 10.13512/j.hndz.2016.03.002

Discussion on Earthquake Prediction by Using the Method of Earthquake Precursor Co-migration Based on Wenchuan Earthquake

GUO Zengjian¹, GUO Anning¹, LI Jianmei², Bai Xuejian¹

(1. Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 730000, Gansu, China; 2. Earthquake Administration of Guangdong Province, Guangzhou 510070, Guangdong, China)

Abstract: Two ways of thinking about earthquake prediction are introduced, namely “source field idea” and “source line idea”. By using the source line idea, the paper retrospectively discusses the prediction of the Wenchuan strong earthquake in 2008 by the precursors recorded by remote stations in Yunnan and Sichuan border area. The method of prediction can be called the “earthquake precursor co-migration”.

Keywords: Source field idea; Source line idea; Precursors recorded by remote stations; Wenchuan strong earthquake; Earthquake precursor co-migration

收稿日期: 2015-10-06

基金项目: “SRC 框架结构材料-结构一体化优化设计及应用” 国家教育部博导学科点基金(20136120110003)

作者简介: 郭增建(1931-), 男, 研究员, 主要从事地震预报与震源物理研究.

通信作者: 郭安宁(1962-), 男, 研究员, 硕士生导师, 主要从事地震预报与震源物理研究.

E-mail: 598331858@qq.com..

0 前言

在地震预报方面,目前有两种思路,一种是“源场思路”,即有个震源,围绕震源有个前兆场,然后按以“以场求源”的思路去预报地震,通俗的说就是哪里前兆多就向那里预报地震。另一种思路是“源线思路”,即由与震源有关的某特征线上的前兆,如区域最大剪切线上的前兆和震中迁移线上的前兆等取其交会点或交汇区而进行地震预报。这两种思路是不矛盾的,是可以结合的,特别是在大震预报时更需结合。下面主要讨论“源线思路”。

1 源线思路的特征线

“源线思路”的特征线主要有两条:

(1) 如果发现在历史上震中迁移始发区现在出现了前兆,则作两个预测方案,一个是前兆台站附近可能有震(这与源场思路相重合),一个是昔日震中迁移所至地区可能有震(这是源线思路的观点,这种情况一般震级较大,因特征线穿过了近震源的场区部分)。该思路是1985年提出,后来一直重复和强调以及论证这种思路^[2-9]。这个思路的预测方法,在文献[8]中曾称为“空间迁移法”,为表达更确切,现称为“震兆共迁法”或“震兆共迁模式”。这是从海城和唐山等地震总结出来的。

(2) 如某一与区域主压应力方向夹 45° 的方向上或其两侧附近,发现前兆较多,则预测在它们延伸方向上可能有所要预测的震源,且震源的断层面走向与这条线的方向一致,但不知该线上何段发震,因之它是“定线预测”。这个定线预测与上述震中迁移的“定点预测”相交或相汇,即可进一步确认未来大震的震中位置以及极震区的长轴方向。如1976年唐山大震前与区域主压应力夹 45° 的北东方向上前兆较多(由东北向西南数有铁岭氦气,沈阳地倾斜,唐山地区井塌,宁河水准,张道口氦气以及青县井喷等),这个方向就是后来唐山大震的震源断层走向(亦即极震区长轴方向)。再如2008年汶川大震前,都江堰小震群、泸定小震和康定小震群以及稍早一些时间的青江2次4级等小震就位于这一条北东向的线上或附近,在甘肃康县地电异常也很大,也在此线的延伸方向上。这个北东向的特征线与当地的近东西向的区域主压应力方向夹 45° 。在这里要指出,与区域主压应力夹 45° 的方向还有一个与前一方

向相垂直的方向,但这个方向上的前兆不如前一个多。以上两个特征线的交会或交汇即可进一步确认未来大震的位置和极震区长轴方向。这两者是配套应用的。

我们以2008年5月12日汶川大震为例讨论用上述第一种特征线,即用震兆共迁法(或称震兆共迁模式)回顾性讨论预测汶川大震。

2 汶川大震前的前兆展布

对于汶川大地震的研究从机理及前兆方面都研究见诸多种文献^[11-14]。

汶川大震前,前兆主要分布在云南和滇川交界地区,按云南地震局付虹等的研究^[9],这些前兆极为显著,且在汶川大震前早就发现了,并由它们曾预测云南或滇川交界地区可能有7级大震,但后来这个预测未对应,而对应了甚远的汶川大震。这个对应远震的现象,业界一直未解释。我们认为用“震兆共迁法”可作一定解释,下面具体作讨论。

根据文献[10]列举的异常曲线,以丽江和曲靖的水温异常最易辩认(图1)。异常原因是水温在汶川大震前剧烈上升,但如何预测地震呢?在丽江地区,1925年10月25日同一天,发生5级和6级地震两次,1926年8月11日四川康定西南发生5级地震,这是一次迁移。其间有1925年12月22日云南勐腊南发生6级地震,此又是丽江向勐腊的一次迁移。在这种情况下,丽江到康定的迁移只占迁移概率的50%。另外,1933年3月1日丽江发生5级地震,同年6月7日丽江北边的中甸发生6级地震,它们可看作是共同的构造活动。此活动后,1933年8月25日震中迁至四川迭溪(7.5级)。1961年4月18日丽江东北发生5级地震,同年6月27日中甸发生6级地震,也可看作是共同的构造活动。此活动后第二天,6月28日四川茂汶西北发生4.8级地震,12月8日北川发生4.7级地震。这最后两次迁移因始发区皆包括丽江,与单独的中甸地区地震不同,所以我们认为共同的活动可作为丽江准6级地震始发区向茂汶地区迁移。至于迁至地区的地震震级可大可小。

根据地质专家张家声和韩竹军的研究^[9],由剑川经丽江有一条北东向的断裂带直通到四川石棉地区(图2),他们称此断裂为小金河断裂带。这个断裂带与龙门山断裂带走向一致,只是在泸定石棉地区这两个断裂不衔接,有错开,龙门山断裂

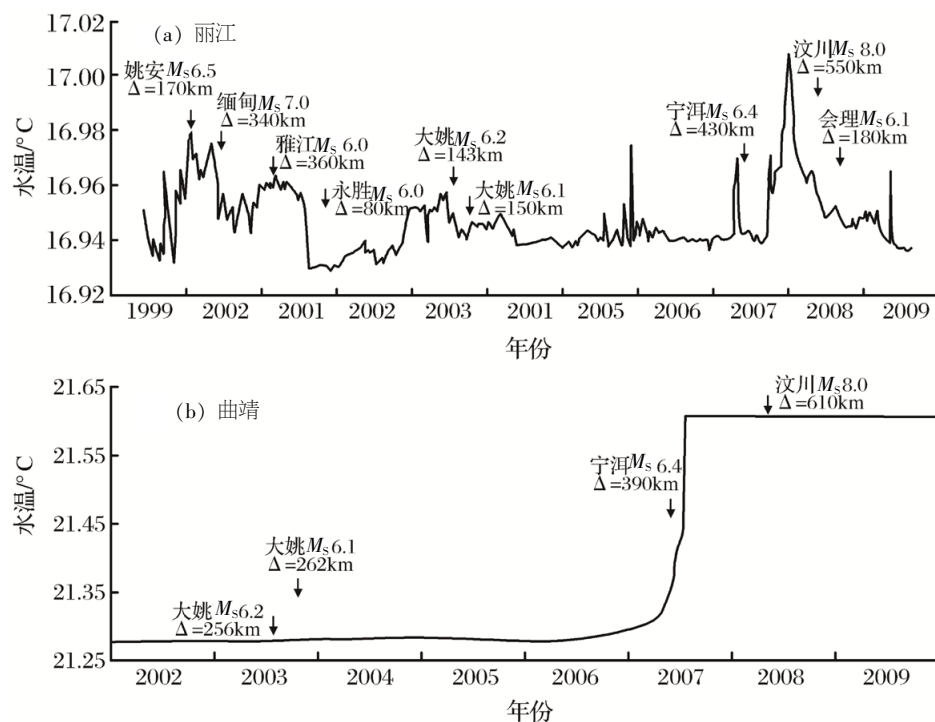


图 1 汶川地震前云南地区水温观测典型异常示意图

Fig.1 Sketch of typical water temperature anomalies in Yunnan area before Wenchuan earthquake

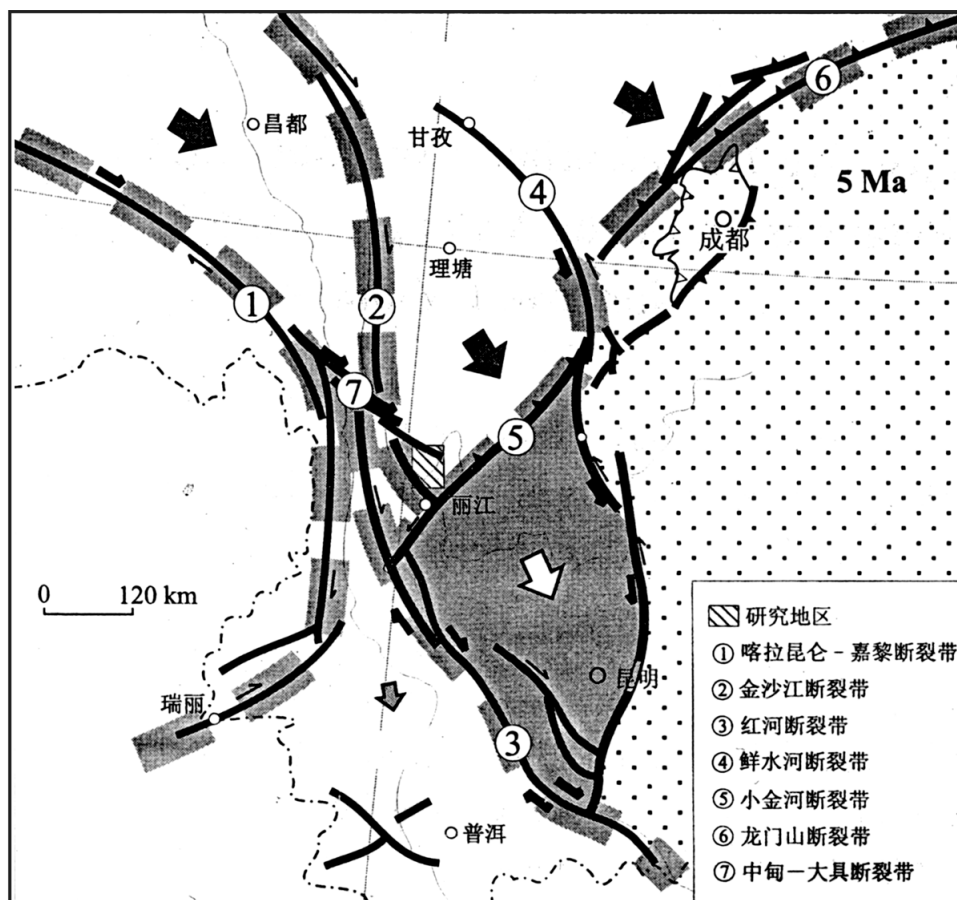


图 2 滇西地区 5Ma 期间的构造格架及其演变历史

Fig.2 Tectonic framework and its evolution history during the 5Ma period in the western area of Yunnan Province

偏北,小金河断裂偏南。如图2所示。由于这个地质背景,所以我们认为上述由丽江向康定和向茂汶、迭溪的震中迁移不是偶然的,可能与龙门山有某种联系。这样,在丽江出现水温剧变的异常后,我们可向康定、茂汶、迭溪地区作破坏性地震预测。

曲靖离寻甸很近,寻甸在1713年2月16日发生 $6\frac{3}{4}$ 级地震,同年9月4日震中迁移至四川茂县叠溪(7级),茂县叠溪就在2008年汶川8级大震极震区附近。这是一次迁移。在寻甸地区历史上还有1833年9月6日8级地震和1927年3月15日发生的6级地震。这后一地震的第二天,震中迁至青海哈拉湖(6级)。考虑到它们之间无构造联系,所以不考虑它。1833年地震之后,1834年地震迁至西藏定日($6\frac{1}{4}$ 级),因也无构造联系的背景,故也不考虑。这样考虑到由曲靖到叠溪有南北地震带作联系,所以可由曲靖的水温异常唯一性的预报叠溪地区可能有破坏性地震。

总结以上所述按照震兆共迁模式,由丽江向康定地区和茂汶迭溪的连线与由曲靖至茂汶叠溪的连线的交会或文汇地区,大体就是汶川2008年大震所在的范围。

在文献[10]中,2008年汶川大震前云南还有其他远台前兆。通海水准和短基线、高大地下水位和玉溪江川水位异常,它们位于狭义南北地震带上。在昔日,1970年1月5日通海发生7.7级地震(美国定为7.3级),1970年2月24日震中迁至四川大邑(6.2级)。大邑地震距2008年汶川大震极震区西南端都江堰很近。另外,1913年峨山发生7级地震,1915年震中迁至青海曲麻赖,因无地质构造联系,故不考虑它。1929年3月22日通海还发生过一次6级地震,此震后同年10月17日震中迁至腾冲北($M=6$)。这样,通海、高大、玉溪、江川异常出现后可以50%的概率预报大邑附近可能发生地震,这已接近汶川震区了。昭通水位异常点也是在狭义的南北地震带上。1974年5月11日昭通附近大关北7.1级地震后,1975年1月15日震中迁至四川九龙东北(6.2级,其位置位于康定与九龙之间,即康定南边贡嘎山附近)。另外,还有1917年7月31日大关北6级地震,1919年5月29日震中迁至四川道孚。这样,昭通地下水位异常后,可以50%的概率预报康定、九龙地区可能发生破坏性地震。康定距都江堰180 km。

把上述丽江和曲靖水温异常所预报的康定、茂汶地区与通海和昭通地区异常所预报的大邑康

定地区互相配合,则大致可圈定茂汶到康定地区是未来的大震区。

对于永胜水位和基线异常以及下关水准、基线异常,我们作以下理解。永胜距离丽江不远,约60 km。考虑到小金河断裂有一定宽度,所以可把永胜视为是小金河断裂的影响区,因之丽江1925年6级地震活动后震中向康定地区以及1933年和1961年准6级地震后向茂汶迭溪地区的迁移,可代表永胜地区,这样永胜的水准和基线异常,也可向康定地区作破坏性地震预测。

下关地区远离小金河断裂带,它距丽江约140余 km,但它在小金河断裂与红河断裂的交会地区(图2),交会地区是两断裂互相影响的地区,所以小金河的活动会通过交会区而影响到下关地区,从而下关地区的水准和基线异常也可预测康定地区或茂汶迭溪地区可能有破坏性地震。关于交会地区的互动也可由1925年3月16日下关发生7级地震与同年10月15日丽江发生5级地震和6级地震其时间相距较近来佐证。

在文献[10]中,楚雄地区在汶川大震前其水管倾斜仪有异常。现还找不到震兆共迁所沿的地质背景和地震带背景。1975年1月12日楚雄5.4级地震后,第三天(即1月15日)震中迁至北边康定与九龙之间的贡嘎山附近(6.2级)。这虽距汶川远一些,但毕竟靠近了。考虑到楚雄位于由西昌向南通至云南境内的南北向断裂带西边不远,这个断裂带也属于南北地震带。所以我们可认为楚雄与汶川大震有联系,即汶川大震前楚雄出现地倾斜异常可向康定地区作破坏性地震预测。

以上是文献[10]中列举的云南地区在汶川大震前观测到的诸异常,它们都可用震兆共迁模式对汶川大震的位置作一定程度的预测。由于云南是远台前兆,这种前兆一般对应的地震其震级比较大(但具体多大,要用别的方法去求)。对于前述50%迁移的一些地震,它们的迁至点大致向同一地区集中,这一点可作为要预测的大震位置的判据。另一半50%的迁移分散迁至别处,它们不集中,故不考虑。

在2008年汶川大震前除了上述文献[10]列举的云南前兆异常资料外,在滇川交界偏四川一侧,也有明显的前兆异常,它们距汶川也有500 km之遥。也可用“震兆共迁法”预测汶川地区地震。

在历史上,1955年攀枝花和会理地区发生地震后震中向汶川地区迁移(1958年)。因之攀枝花和会理地区是震中迁移始发区。在这个始发区在

2008 年曾出现甚为明显的地电阻率前兆和深井水位前兆。

(1) 四川红格台地电阻率前兆, 在四川红格地方(距攀枝花甚近)设有地电台。按钱复业和赵玉林的研究, 这个台上在 2008 年汶川大震前观测到很典型的地电前兆, 如图 3 所示。图 3 是 2008 年 4 月 10 日到 5 月 30 日的电阻率的变化。这在文献[6]中有介绍。

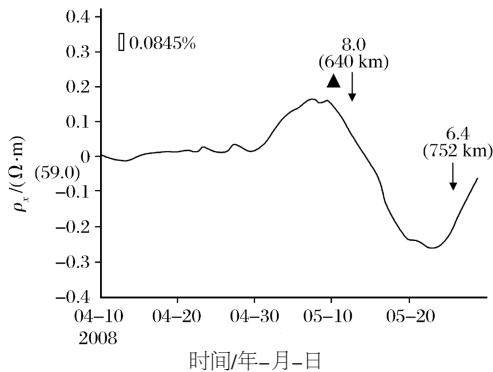


图3 2008 年 5 月 12 日汶川 8.0 级地震震前一个月红格 PS100 地电台出现的短临震兆

Fig.3 The impending earthquake precursors of Hongge PS100 station one month before Wenchuan M_s 8.0 Earthquake, May 12th, 2008.

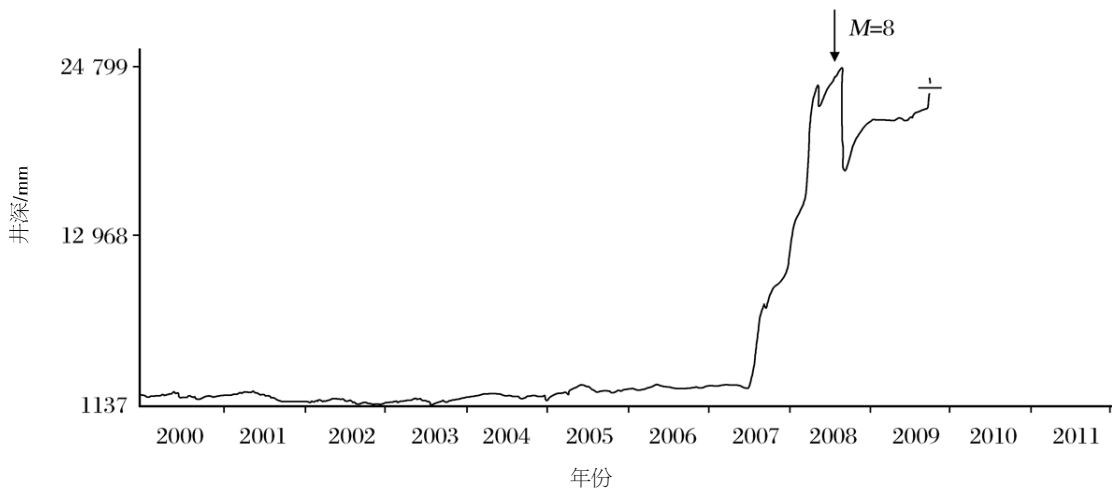


图4 会理 18 井水位对汶川 8.0 级、攀枝花 6.1 级地震的映震异常

Fig.4 The anomaly reflecting earthquake of well water level in Huili 18 well during the Wenchuan M_s 8.0 Earthquake and Panzhihua M_s 6.1 Earthquake

性地震, 即汶川有破坏性地震。这后一方案后来是对应了 5 月 12 日的汶川大震。2008 年 8 月 30 日在观测点附近的仁和区、四川会理县交界还发生了 6.1 级地震。这是前一方案所相应的地震。这是两个预报方案中皆发生了破坏性地震的震例。

(2) 2008 年汶川大震前, 按邓一唯的研究, 在攀枝花东南不远处的会理出现极为明显的井水前兆(井深 500 多米), 如图 4 所示。由图 4 可以看出, 在 2000 年到 2007 年 7 年中, 这个井水位很平稳, 但到 2007 年水位急剧上升, 地震发生后略有下降。

以上两个前兆观测站都在滇川交界偏四川一侧地区(见图 3 和图 4), 它们距汶川大震大于 500 km, 属于远台前兆。那如何预报汶川大震呢? 下面来讨论。

在汶川与北川地区历史上发生过两次 6 级以上的地震: 一次是 1657 年 4 月 21 日的 6 地震, 一次是 1958 年 2 月 8 日的 6.2 级地震。对于 1958 年的 6.2 级地震来说, 在其前于 1955 年 9 月 23 日在永仁、会理一带曾发生 6 级地震。在这两震期间, 川滇地区再无 5 级以上地震, 且此两震相差不到 2 年半, 可以看作是一次震中迁移, 如图 5 中实心黑圆点所示。这个 6 级地震震中距攀枝花甚近。按照文献[1]的观点, 攀枝花地区是震中迁移始发区, 红格和会理出现明显的前兆, 可认为是震中迁移始发区出现的前兆。对此我们可有两个预报方案: 一个是前兆观测台站附近有破坏性地震, 一个是在昔日震中迁移所至的地区有破坏

3 讨论

通过以上云南和滇川交界地区的远台前兆预测 2008 年汶川大震的问题。即“源场思路”和“源线思路”, 方法主要用源线思路回顾性地讨论

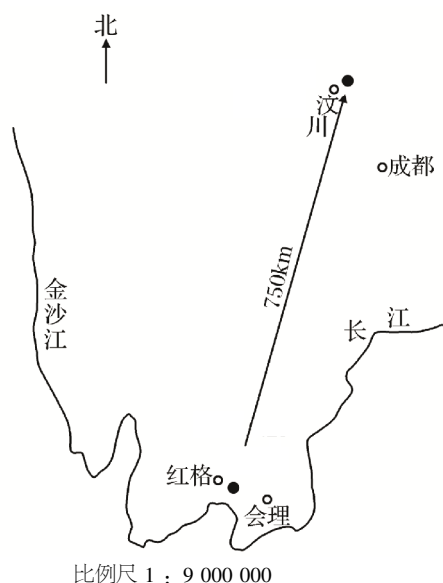


图5 1955年永仁会理地震向汶川地区的迁移

Fig.5 The migration of the Yongren earthquake to the Wenchuan area in 1955

预测的方法,拓展而得到以下几个点的讨论:

(1) 根据震兆共迁判据作预报时如有两个台具备震兆共迁判据,则可把要预测的震中的大概位置唯一的确定下来。

(2) 地震预报问题是复杂的,它不单是由震源周围展布一个场的“源场模式”来预报地震,还应考虑“源线模式”。

(3) 中国地域宽阔,是研究远近前兆皆备的好环境,希望全国台站共陈观测资料,以备研究,并用于大震预报。

(4) 远台前兆与震中的关系以前国内研究很少,而恰巧2008年汶川大震前异常多出现于云南和滇川交界地区的远台,因之用传统思路对震中位置不易判断,这是一个历史的科学教训,值得总结与深入研究。

(5) 在一些历史震例及国外震例的研究中,也发现了有类似的规律^[16-17],作进也进行了一些研究,这是今后应扩大震例进行探索的方向

参考文献:

- [1] 郭增建. 震中迁移与前兆穴位[J]. 西北地震学报, 1985, 7 (4): 94-102.
- [2] 郭增建, 秦保燕. 灾害物理学[M]. 西安:陕西科学出版社, 1989.
- [3] 郭增建. 由历史地震的震中迁移现象讨论 1976年唐山大震的远距离水动态异常[A]. 闵子群. 中国历史地震研究文集(1)[C]. 北京:地震出版社, 1989.

- [4] 郭增建, 秦保燕. 地震成因与地震预报[M]. 北京:地震出版社, 1991.
- [5] 郭增建, 秦保燕, 郭安宁. 地气耦合与天灾预测[M]. 北京:地震出版社.
- [6] 郭安宁, 郭增建. 5.12汶川地震预测回顾[M]. 西安:西安地图出版社, 2009.
- [7] 郭增建, 郭安宁, 张惠芳, 等. 地震迁移始发区的前兆在地震预测中的意义[J]. 灾害学, 2014, 29 (3): 15-17.
- [8] 郭增建, 郭安宁. 唐山7.8级地震前震中迁移与远台前兆的关系[J]. 华北地震科学, 2014, 32 (4): 1-3.
- [9] 郭增建. 穴位论与地球物理灾害链[C]//地球物理学进展(纪念中国地球物理学会成立60周年专辑). 北京:科学出版社, 2007, 22 (4): 1370-1374.
- [10] 付虹, 赵小艳. 汶川 M_s 8.0级地震前云南地区显著前兆观测异常分布[J]. 地震学报, 2003, 35 (4): 477-484.
- [11] 连尉平, 卢大伟, 唐方头, 等. 汶川 M_s 8.0地震逆冲滑动沿断层深度的分布特征及其数值模拟解[J]. 地震工程学报, 2014, 36 (1): 88-92.
- [12] 刘瑞春, 李自红, 赵文星, 等. 汶川 M_s 8.0地震前后山西地震带水平形变场变化特征研究[J]. 地震工程学报, 2014, 36 (3): 634-638.
- [13] 王小娟, 李旭升, 牛延平, 等. 四川汶川8.0级地震地下流体异常分析[J]. 地震工程学报, 2014, 36 (3): 688-696.
- [14] 孙丽娜, 王晓山, 杨家亮, 等. 震源机制类型对近场峰值加速度(PGA)分布的影响——以唐山和汶川震区为例[J]. 地震工程学报, 2015, 37 (1): 159-167.
- [15] 张家声, 韩竹军. 滇西北玉龙-哈巴雪山的递进变形、FT年代和区域构造联系[A]. 马宗晋. 现代地壳运动与地球动力学研究——青藏高原岩石圈现今变动与动力学[M]. 北京:地震出版, 2001.
- [16] 郭增建, 郭安宁, 张伟超, 等. 1556年华县8 $\frac{1}{4}$ 地震历史记载的地震科学价值研究[J]. 地震工程学报, 2014, 36 (2): 282-285.
- [17] 郭增建, 郭安宁, 吴建华, 等. 2015年10月26日阿富汗 M_s 7.8地震发生时间的回顾性预测[J]. 地震工程学报, 2015, 37 (4): 1127-1128.