

郭安宁,白雪见,任栋,等.四川九寨沟 7.0 级地震中长期预测的回顾认识[J].地震工程学报,2017,39(4):0639-0644.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2017.04.0639

Review of Mid-long Term Prediction for Jiuzhaigou $M_s7.0$ Earthquake in Sichuan Province[J].China Earthquake Engineering Journal,2017,39(4):0639-0644.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2017.04.0639

四川九寨沟 7.0 级地震中长期预测的回顾认识^①

郭安宁,白雪见,任 栋,赵乘程,张向红,吴建华

(中国地震局兰州地震研究所,甘肃 兰州 730000)

摘要:回顾了 2013 年郭增建提出的基于地震活动性的“静中动”和后期与作者共同发展的“准静中动”方法,以 1987 年 1 月 8 日在甘肃南部迭部县发生的 5.9 级地震作为标志性的“准静中动”地震,结合国家地震局在 1989 年综合划定的 1990—2000 年南北地震带 10 年地震危险区,用中长期预测的时间尺度,指出了南北地震带北段三个未来可能发生 6~7 级地震的地区,其中一个就是四川省九寨沟地区。回顾分析中对“静中动”方法预测效能、存在的问题及一些中长期预测的问题进行讨论,得到两点认识:一是通过这次地震的再次验证,证明“静中动”方法是一种可行的预测地震的独立指标方法,在验证的基础上对该方法进行了优化认识;二是基于“静中动”方法与南北地震带北段 10 年地震危险区对应地震较为准确的启发,初步认为前兆可以划分为平静期的前兆与活跃期的前兆,而前者可能对于地震的预测意义更大,未来可以沿这一思路开展进一步的论证和研究。

关键词:“静中动”预测指标;强震预测;四川九寨沟 $M_s7.0$ 地震;回顾

中图分类号: P315

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2017)04-0639-06

DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2017.04.0639

Review of Mid-long Term Prediction for Jiuzhaigou $M_s7.0$ Earthquake in Sichuan Province

GUO An-ning, BAI Xue-jian, REN Dong, ZHAO Cheng-cheng, ZHANG Xiang-hong, WU Jian-hua

(Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 730000, Gansu, China)

Abstract: In this study, the Diebu, Gansu $M_s5.9$ earthquake, which occurred on January 8, 1987, was regarded as the symbolical earthquake based on the review of the “activity in quiescence” and “quasi-activity in quiescence” methods and the analysis of the 10-year seismic risk area in the North-South seismic belt designated by the State Seismological Bureau in 1989. Then three places in the northern section of the North-South seismic belt, where earthquakes with magnitudes in the range of 6~7 may occur, were identified using the time scale of mid-long term prediction, one of which is the Jiuzhaigou area in Sichuan Province. Based on the discussions of some problems in the mid-long term prediction, the following conclusions are derived: (1) The Jiuzhaigou $M_s7.0$ earthquake verifies that “activity in quiescence” is a feasible method to predict earthquakes, and the method has been optimized in this study. (2) Based on the “activity in quiescence” method

① 收稿日期:2017-08-25

基金项目:中国地震局 2018 年度震情跟踪定向工作任务专项;国家档案局科技专项(2017-X-43)基于新国标《中国地震动参数区划图》GB18306-2015 下的档案存储安全研究

作者简介:郭安宁,研究员,从事地震预测、构造物理与震灾预测研究。

and the analysis of the 10-year seismic risk area in the North-South seismic belt, the precursors can be distributed into quiet and active periods, and the precursors in the quiet period may be more significant in predicting earthquakes.

Key words: prediction index of the “activity in quiescence” method; prediction of strong earthquake; Jiuzhaigou $M_s7.0$ earthquake in Sichuan province; review

0 引言

2017年8月8日21时19分46秒在四川阿坝州九寨沟县发生 $M_s7.0$ 地震。根据中国地震局台网测定,震源深度为12 km,震中位于岷江断裂、塔藏断裂和虎牙断裂附近(33.2°N , 103.82°E),其中塔藏断裂和虎牙断裂为全新世断裂,发震构造初步推测为塔藏断裂的南侧分支和虎牙断裂的北段之间的树正断裂。震源机制解结果为: M_w (矩震级)约为6.5,断层节面Ⅰ走向为 326° 、倾角为 62° 、滑动角为 -15° ;断层节面Ⅱ走向为 64° 、倾角为 77° 、滑动角为 -151° ;初步推测此次九寨沟 $M_s7.0$ 地震为一次NNW向的左旋走滑型地震。

此次地震是继2008年汶川 $M_s8.0$ 地震和2013年雅安 $M_s7.0$ 地震之后又一次发生在青藏高原东部边缘的破坏型地震,地震共造成24人死亡,近500人受伤,同时也对九寨沟风景区造成了一定程度的破坏。

地震预测的科学探索过程就是一个对指标明确的方法进行不断验证的过程。四川九寨沟地震的发生,为我们提供了一个很好的强震样本,各种预测方法都会对此次地震作出反应,以期通过九寨沟地震的震例研究,对地震预测有一个更清晰的认识,通过方法验证的积累进一步提高预测的科学水平。

本文回顾了2013年提交的一篇中长期预测报告,报告中根据郭增建提出的“静中动”中期预测方法,并用进一步发展的“准静中动”地震作为指标,结合1989年国家地震局综合划定的1990—2000年南北地震带10年地震危险区,在甘宁青区域内划定了三个重点地震危险区,预计在2014—2015年可能发生6~7级以上强震。在此三个地区中,四川九寨沟被划入其中。虽然在预测的年度没有发生地震(原因在正文有说明),但通过这次7级地震对“静中动”方法进行的验证总结说明,这个基于地震活动性的方法对该地区的划定还是有很好的效验意义,在这次地震效验的基础上,我们对此方法有了进一步的认识,并对其指标进行了优化。

国家地震局在1989年综合划定的1990—2000年南北地震带10年地震危险区,曾包括了对四川省

九寨沟的判断,但该方法在时间预测上存在滞后。在此危险性区划图上,划定的地区不是很多,但后期都一一验证了其准确性,这是需要反思及进一步研究的。初步认为这个危险区划图是在地震平静期做的,与“静中动”的思路相仿,平静期的一些前兆可能会更好地对应未来的地震。本文对此问题进行了初步讨论。

1 预测方法及预测过程

1.1 “静中动”方法及判据

“静中动”判据是郭增建等^[1-3]于1992年提出的地震预测方法,其预测目标是7级以上大地震发生的位置。该方法的具体操作上是针对中国大陆内部未发生7级地震的近10年左右时间称为间歇期,对其前后各扣去2年,以消除大震高潮开始和结束时对间歇期的影响,中间所剩时段称为平静期。预测指标为:在平静期中发生6级地震的地区,其附近在下次大震高潮来临时可能发生7级或大于7级的地震,我们称平静期中的6级地震(包括6级和7级左右的地震)为“静中动”地震。

根据历史地震活动规律,中国地震的活动平静期为1940—1945年、1958—1961年和1979—1986年^[4]。“静中动”地震发生后,对应在活跃期7级以上地震发生的时间间隔一般为30~45年。

“准静中动”地震是指在上述被称为平静期中发生的比6级地震稍小的地震。根据近几年来地震验证,进一步发现“准静中动”地震也对应地震活动。因而对原先提出的“静中动”地震预测指标有了进一步的认识,即认为“准静中动”地震发生的地区,也应注意在预测期发生强震的可能,并据此对甘青宁三省发生的“准静中动”地震进行了预测。已有的地震实例表明,最近的2014年2月12日于田 $M_s7.3$ 地震(36.14°N , 82.51°E),其附近于1980年10月7日发生 $M_s5.8$ 地震(35.66°N , 82.07°E)。按预测指标定义,“静中动”地震只取大于等于6级的地震,而于田地地震震级强度比定义的稍小一点,但其时间点落于上述1979—1980年的平静期内,因此我们认为它是“准静中动”地震。

类似基于“准静中动”的对应验证发生震例还有甘肃2013年7月21日岷县漳县 $M_s6.6$ 地震($34.54^\circ\text{N}, 104.21^\circ\text{E}$),“准静中动”地震是1987年1月8日迭部 $M_s5.9$ 地震($34.16^\circ\text{N}, 103.23^\circ\text{E}$),因岷县漳县地震震中距天水123.8 km,距迭部112.1 km,即该地震发生地在预测的范围内^[5-7]。因为用“准静中动”地震预测的地震尚少,文献[5]讨论了对2013年7月21日岷县漳县 $M_s6.6$ 地震尝试性预测的过程。此外,“准静中动”地震对应的地震还有2012年6月30日新疆新源、和静交界 $M_s6.6$ 地震等^[8]。

1.2 2013年的预测过程

基于中国地球物理学会天灾预测专业委员会每年对未来年度地震趋势征文的要求,2013年本文第一作者提交了一篇会议论文^①,在此论文中,对南北地震带北段预测了三个未来可能发生地震的地区:

预测地区1:青海门源“静中动”地震周边150 km范围(“静中动”地震为1986年8月26日17时43分门源 $M_s6.4$ 地震,微观震中 $37.70^\circ\text{N}, 101.56^\circ\text{E}$)^[9]。

预测地区2:灵武“准静中动”地震周边150 km范围(“静中动”地震为1987年8月10日20时12分宁夏回族自治区灵武县 $M_s5.5$ 地震,微观震中 $38.05^\circ\text{N}, 106.28^\circ\text{E}$)。

预测地区3:甘肃迭部“准静中动”地震周边150 km范围(“静中动”地震为1987年1月8日2点19分甘肃南部的迭部县 $M_s5.9$ 地震,微观震中 $34.16^\circ\text{N}, 103.23^\circ\text{E}$)。

以150 km为半径划定预测地区显然范围较大,需要对其进行进一步的划分。“静中动”方法纯属于地震活动性的方法,未考虑地球物理、形变以及活动构造的背景。基于此,笔者结合了1989年由国家地震局组织,马宗晋、郭增建负责完成的华北地震区、南北地震带10年地震危险区的研究(1990—2000)^[10]。其中郭增建负责组织南北地震带地震危险性判断,从地震活动性、地震地质、形变测量等多种学科角度总结了未来在南北地震带可能发生强震的地区,并将其划分为危险区。这个地震危险性的预测图件在2000年即宣告到期,在预测期内没有发生强震,但在超过预测期后发生的地震却“滞后”地遵从了此危险性区划图中对该地区与强度的划分。此图件在2000年宣告到期是一个行政的要求,但从科学的角度来说,此图件在到期后仍有一定的预测意义。因为此危险性区划图划分较为准确,作者用“静中动”划定的地区结合此判定图的圈定,对上述

三个预测区域进行了更具体的划定。其中针对甘肃迭部“静中动”地震周边150 km地区的具体划分如图1所示。在图中九寨沟 $M_s7.0$ 地震所在地点明显落在预测区内一个较为狭窄的范围内。

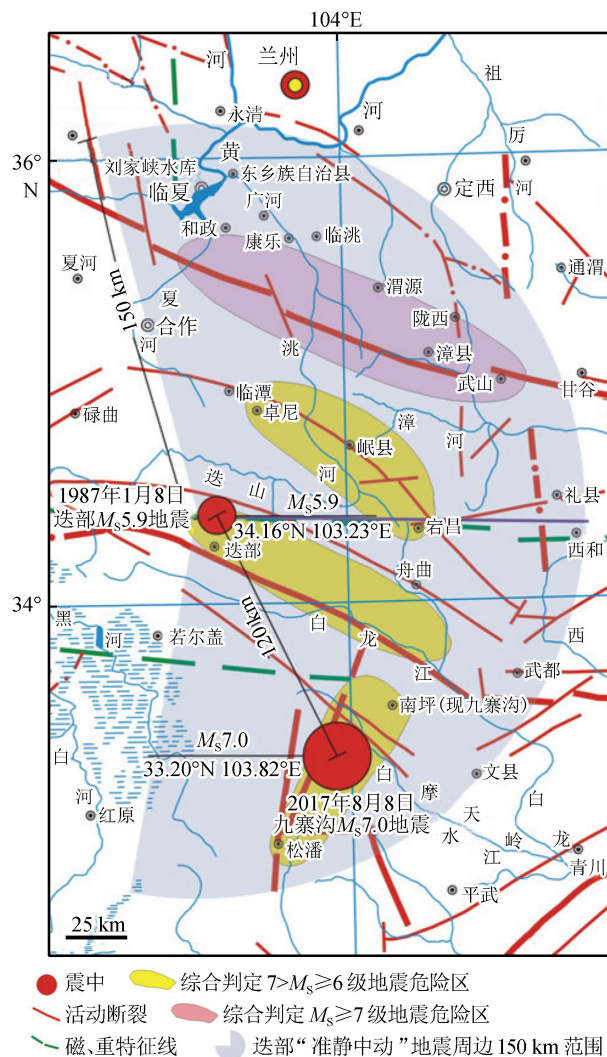


图1 2013年预测可能发生强震的危险地区(九寨沟地区被明显地指出)

Fig.1 Prediction for seismic risk region in 2013 (Jiuzaigou area is clearly pointed out)

2 预测时间超前原因的回顾讨论

从2013年做的预测结果回顾分析,预测地区正确,但预测的时间却为2014—2015年,预测时间超前的原因在此讨论。

按照“静中动”的定义,当“静中动”地震发生后,在其后30~40年间原地会再发生一次6~7级地

① 郭安宁,李鑫,郭增建.甘青宁三省区2014至2015年地震趋势预测,2013年中国地球物理学会天灾预测会议文集。

震,且以 7 级地震为主。2017 年正好是 1987 年 1 月 8 日甘肃迭部县 5.9 级地震发生后的整 30 年,但为什么没有据此时间间隔预测? 原因为:

2012 年按照三性法配合的估计,于 2013 年前后会在“静中动”地震周围发生一个 7 级左右的地震,可这个 7 级地震没有发生,却在离“静中动”地震震中 100 km 左右的地方发生了岷县漳县 $M_s6.6$ 地震,这样就产生了两种估计,实际情况需要在此两种估计中做出选择。

第一种估计认为 2013 年岷县漳县地震是一个发生在 7 级地震之前的中强震,若基于此思路,则该地震发生后 1~2 年内,在这个预测的地震范围内会再发生一次更强的地震,同时也配合 2014 年作为一个三性法的在时间预测的中心点来估计,2014 年、2015 年便被提到了显要位置,因而在预测时间上提前了。

第二种估计是不考虑 2013 年岷县漳县地震,直接用“静中动”的法则考虑,那预测结果认为在 2017—2027 年间(时间越长,震级越大)会发生一个 7 级地震。若基于此种考虑,则时间点更接近本次地震,但有一个比较大的预测跨度。

最终我们选择了前一种估计,但九寨沟地震又是一个证明“静中动”方法的有力震例,对预测有一定程度的佐证。

进一步的解释是,按“静中动”方法的预测,这次地震在 2015 年及其后的预测中还应被提及,但为什么没有提及? 原因何在? 我们的意见通常只提交于中国地球物理学会天灾预测专业委员会及中国地震预测咨询委员会。按提交规则,每次提交时要求对危险区的划定不超过 3~5 个,在用“静中动”及“准静中动”规则划定时,国内又不止发生这一次“准静中动”地震,因而在选择时,它没有被列入到前 3 个最优先发震的地区,也没有被再次提交。但从理论上分析,这次地震的发生是对此方法正确性的再次验证,并能对今后类似的选择提供一定的启发。

3 讨论与结论

3.1 启发的思路:平静期前兆与活跃期前兆

首先回顾国家地震局在 1989 年综合划定的 1990—2000 年南北地震带 10 年地震危险区。这项工作开始于 1986 年,要求于 1990 年必须完成预测图。现在反过来再看,这个危险区预测图所划定的地区也是有限的,但在当时我们需要把一些前兆与地震出现的时间拉长,以更远的历史来看待一些

前兆发生的规律。有些地震在预测期内没有发生,但后期却一一对应了,这就需要进行反思。反思的第一点是原先经过缜密考虑划定的一些危险区划图其取消的依据是什么? 一些在划定期没有发生的地震可能后期又会重新发生,另外预测时间“滞后”这个问题还常发生在历次所做的年度预测中,这点需要进行科学的论证。第二点,我们现在应该对当时的成图思路进行反思,为什么它会在地点预测正确时时间上会滞后? 其道理何在? 我们需借鉴的地方在哪里?

反思中发现这个方法成图时所依据的前兆数据都是在地震平静期采集的,因而平静期出现的前兆就成为一个关键点所在,这对我们产生了一个启迪:前兆的出现与地震发生的时间间隔究竟是多长? 至今还没有一个成熟的说法,通常习惯性地认为在前兆发生后不久对应地震即会发生。但是用这个方法去预测地震时产生了很多问题。因而在这里我们认为可以把前兆的历史拉长,从更长远的时间尺度来看待前兆与地震的对应关系。1990—2000 年南北地震带危险区预测图对应的情况给我们的启迪是:我们应该从更长远的时间尺度来看待一些前兆,把地震前兆划分为平静期出现的前兆和活跃期出现的前兆,同时认为平静期出现的前兆对预测地震的意义更大,并对此进行进一步的论证探索。

3.2 “静中动”预测指标结构的优化认识

(1) “静中动”预测地区强震的连续性问题。从九寨沟地震的情况来看,它与 2013 年甘肃岷县漳县 $M_s6.6$ 地震同处在 1987 年甘肃迭部 $M_s5.9$ 地震划定的“静中动”预测地区。基于这点的启迪是,在“静中动”预测的地区可以发生第二次强地震,若以这次地震作为正例的教训,那在 2016 年发生门源地震($M_s6.4$)的地区很可能在今后也会发生 7 级地震,强度不因这次地震而减,对此地区应该加强防范。

另外在这次九寨沟地震后,在其由 1987 年迭部地震作为“静中动”地震限定的预测区北端,有可能还会再发生一次强震,具体位置同样可以参考 1990—2000 年强震危险区划图中所指地区。

(2) “准静中动”对应地震的问题。从多次震例可以看出,“准静中动”地震所预测的地区是不容忽视的,对 $M_s5.5$ 以上地震更应引起关注,在时间尺度上可以用三性法等方法具体圈定。

另外,基于这次地震再次发生的验证,国内还有内蒙五原、云南禄劝、青海茫崖、山西介休、宁夏吴忠和山东菏泽等都已进入“静中动”所圈定的危险区

内。由于“静中动”对应地震时有一个大的时间跨度,有可能延续时间越长震级越大,如四川汶川地震就是此种情况,所以应该引起我们的戒备。除去150 km的范围划定,基于平静期与活跃期前兆划分的特殊意义所在,同样可以对中国地震局1990—2000年华北与南北地震带危险区划所指的地区进一步细化。

3.3 结论

(1) 将地震活动平静期时发生的中强地震作为指标的“静中动”方法及发展出来的“准静中动”方法,已经过多次地震震例的验证^[11-17],这次又在九寨沟 $M_s7.0$ 地震中得到再次验证,为其方法的可信度增加了震例样本的支持。

(2) 过去较为关注的“静中动”指标中所指地震强度是指6级及以上地震,但是这次地震却证明一些5.5~6级的地震也具有重要的预测意义,即“准静中动”地震也是需要关注的未来发震区。

(3) 在一个“静中动”地震所预测的地区发生强震后,仍有可能再次发生强震,如2013年7月21日甘肃岷县漳县 $M_s6.6$ 地震后,就于处在同一“静中动”预测的区域内发生了本次九寨沟 $M_s7.0$ 地震。

(4) “静中动”方法对地区的预测与其他方法(包括综合方法)相比,在同等预测可信度的情况下其更为具体。但在时间的预测上跨度较大,需要配合其他的方法综合判定后更精准地缩小到更具体的时间段。

(5) 基于“静中动”方法与中国地震局南北地震带北段强震危险区划图(1986—2000)划分地区能较好对应强震发生的启示,我们可以进一步开拓思路,即在地震活动平静期中前兆活动剧烈的地区,很可能在活跃期时发生大地震。这种基于特定期划分的前兆来对应地震的预测思路,即在时间上“超前”的地震前兆可能为我们未来需进一步深挖的预测方法提供科学数据。初步认为前兆的时间段可以延长,基于地震的活动高低潮特征,可以将所有历史的前兆划分为平静期的前兆与活跃期的前兆,而平静期的前兆可能对于地震的预测意义更大。

地震预测的科学探索过程就是一个对指标明确的方法进行不断验证的过程。通过九寨沟地震的震例研究,以期能对地震预测有一个更清晰的认识,并通过方法验证的积累进一步提高预测的科学水平。

参考文献(References)

[1] 郭增建,韩延本,吴谨冰.由三性法和静中动判据预测大震[J].

地质前缘,2003,10(1):210-211.

GUO Zeng-jian, HAN Yan-ben, WU Jin-bing. Prediction of Large Earthquakes With the Method of “Triplet Method” and “Activity in Quiescence” Method[J]. Earth Science Frontiers, 2003,10(1):210-211.(in Chinese)

[2] 郭增建,韩延本,吴谨冰.从震源物理角度讨论外因对地震的触发机制[J].国际地震动态,2001,20(1):13-15.

GUO Zeng-jian, HAN Yan-ben, WU Jin-bing. Discussion on Earthquake Triggering Mechanism by Factors from the Angle of Earthquake Source Physics External[J]. International Seismic Dynamic, 2001,20(1):13-15.(in Chinese)

[3] 郭增建,秦保燕.由“静中动判据”对1996年2月3日丽江7级大震的中长期预测[J].地震学报,2000,22(4):442-445.

GUO Zeng-jian, QIN Bao-yan. The Mid-long Term Prediction of the February 3, 1996 Lijiang Earthquake ($M_s=7$) by “Criterion of Activity in Quiescence” [J]. Seismological Journal, 2000,22(4):442-445.(in Chinese)

[4] 郭增建,秦保燕,李华平.未来灾害学[M].北京:地震出版社,1992.

GUO Zeng-jian, QIN Bao-yan, LI Hua-ping. Future Disaster Science[M]. Beijing: Seismological Press, 1992.(in Chinese)

[5] 郭安宁,郭增建.三性法及静中动方法对甘肃岷县漳县 $M_s6.6$ 地震的趋势性前兆显现的回顾研究[J].地震工程学报,2013,35(3):522-529.

GUO An-ning, GUO Zeng-jian. Retrospective Study on the Trend of Apparent Precursors of the Minxian—Zhangxian $M_s6.6$ Earthquake with the Triplet Method and “Activity in Quiescence” Method[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2013,35(3):522-529.(in Chinese)

[6] 郭安宁,郭增建,任栋,等.2013年甘肃岷县—漳县 $M_s6.6$ 级地震及非传统方法的回顾性预测讨论[J].华南地震,2016,36(2):56-59.

GUO An-ning, GUO Zeng-jian, REN Dong, et al. Retrospective Discussion of Prediction by Using Non-traditional Methods for the 2013 Minxian—Zhangxian $M_s6.6$ Earthquake in Gansu[J]. South China Journal of Seismology, 2016,36(2):56-59.(in Chinese)

[7] 郭安宁,郭志宇,赵乘程,等.2013年甘肃岷县漳县 $M_s6.6$ 地震及短临前兆的显现[J].地震工程学报,2015,37(4):981-985.

GUO An-ning, GUO Zeng-jian, ZHAO Cheng-cheng, et al. Minxian—Zhangxian $M_s6.6$ Earthquake in Gansu (2013) and Its Short-term and Impending Precursors[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2015,37(4):981-985.(in Chinese)

[8] 郭安宁,郭增建.2012年6月30日新疆新源、和静交界 $M_s6.6$ 地震的中期粗略预测[J].内陆地震,2013,27(4):291-295.

GUO An-ning, GUO Zeng-jian. Middle Term Prediction of Xinyuan, Hejing Earthquake with $M_s6.6$ on June 30th, 2012 [J]. Inland Earthquake, 2013,27(4):291-295.(in Chinese)

[9] 国家地震局科技监测司.近期强震危险性研究[M].北京:地震出版社,1989.

Department of Scientific Programing and Earthquake Monitoring, SSB. Research on Recent Strong Earthquake Risk [M].

- Beijing: Seismological Press, 1989. (in Chinese)
- [10] 国家地震局兰州地震研究所, 青海省地震局联合考察队. 1986 年 8 月 26 日门源 6.4 级地震考察初步总结[J]. 西北地震学报, 1987, 9(2): 75-80.
- Joint Investigation Team (Seismological Institute of Lanzhou and Seismological Bureau of Qinghai Province). A Preliminary Summarization of Menyuan Earthquake ($M = 6.4$) on Aug. 26, 1986[J]. Northwestern Seismological Journal, 1987, 9(2): 75-80. (in Chinese)
- [11] 郭增建, 郭安宁, 赵乘程, 等. 2014 年云南鲁甸 $M_s 6.5$ 地震预测回顾与反思[J]. 地震工程学报, 2015, 37(增刊 1): 82-85.
- GUO Zeng-jian, GUO An-ning, ZHAO Cheng-cheng, et al. Review and Introspection of Prediction of the 2014 Ludian, Yunnan $M_s 6.5$ Earthquake[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2015, 37(Supp1): 82-85. (in Chinese)
- [12] 郭安宁, 郭增建. 2014 年 2 月 12 日新疆于田 $M_s 7.3$ 级地震的回顾性预测讨论[J]. 华南地震, 2014, 34(4): 15-19.
- GUO An-ning, GUO Zeng-jian. Retrospective Discussion of Prediction for February 12th, 2014 Yutian $M_s 7.3$ Earthquake[J]. South China Journal of Seismology, 2014, 34(4): 15-19. (in Chinese)
- [13] 郭增建, 郭安宁, 张久一. 用三性法讨论美国西部 8 级大震的预测[J]. 国际地震动态, 2014(1): 15-17, 30.
- GUO Zeng-jian, GUO An-ning, ZHANG Jiu-yi. Discussion on a Prediction of Great Earthquakes With $M_s \geq 8$ in West America by Triplet Method [J]. Recent Development in World Seismology, 2014(1): 15-17, 30. (in Chinese)
- [14] 郭安宁, 李鑫, 赵乘程, 等. 2013 年芦山 7.0 级地震一年尺度预测的回顾性研究——基于三性法、静中动和垂震底继模式[J]. 地震工程学报, 2013, 35(2): 257-265.
- GUO An-ning, LI Xin, ZHAO Cheng-cheng, et al. Retrospective Study on One-year Prediction for 2013 Lushan $M_s 7.0$ Earthquake[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2013, 35(2): 257-265. (in Chinese)
- [15] 郭增建, 郭安宁. 用非传统方法回顾性讨论 2008 年 3 月 21 日新疆于田 7.3 级地震的预测[J]. 西北地震学报, 2009, 31(1): 102.
- GUO Zeng-jian, GUO An-ning. Reviewing Discussion on the Prediction of Yutian $M_s 7.3$ Earthquake in Xinjiang on March 21, 2008, by Nontraditional Prediction Method[J]. Northwestern Seismological Journal, 2009, 31(1): 102. (in Chinese)
- [16] 李鑫. 静中动与三性法指标预测大地震的方法系统研究及成因探讨[D]. 兰州: 中国地震局兰州地震研究所, 2012.
- LI Xin. Application of the Triplet Method and the Static Criterion of Activity in Predicting Earthquake and the Discussion on Its Physical Basis[D]. Lanzhou: Lanzhou Institute of Seismology CEA, 2012. (in Chinese)
- [17] 郭安宁, 郭增建. 5 · 12 汶川地震预报回顾[M]. 西安: 西安地图出版社, 2008.
- GUO An-ning, GUO Zeng-jian. Review of 5 · 12 Wenchuan Earthquake Prediction[M]. Xi'an: Xi'an Map Press, 2008. (in Chinese)