

# 甘肃岷县漳县 6.6 级地震发生日期的触发因素 分析及对短临预测方法的思考<sup>①</sup>

郭增建<sup>1</sup>, 郭安宁<sup>1</sup>, 张炜超<sup>1</sup>, 赵乘程<sup>1</sup>, 李 鑫<sup>2</sup>

(1. 中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000; 2. 中国机械进出口集团有限公司, 北京 100037)

**摘要:**短临预报是目前地震预测的难点, 通过对 2013 年甘肃岷县漳县  $M_s6.6$  地震发生日期的研究, 发现发生日期 7 月 22 日是节气、低点位移、异年倍七律和朔望共同作用的时间点。据此, 本文用一些基于可能触发地震发生的非传统方法的时间预测方法, 回顾性地讨论了甘肃岷县漳县  $M_s6.6$  地震发生日期的临震日期预测问题。

通过对岷县漳县  $M_s6.6$  地震研究, 认为在地震短临日期的预测上。一些非传统方法虽然在机理上还有待研究, 但在统计上多次证明该方法具有预测准确性的效能。要基于传统方法与非传统方法结合, 才能对临震预测的时间逼近, 同时提出今后预测临震时间的思路: 多因素不断拦截法。

**关键词:** 临震预测; 节气; 低点位移; 异年倍七律; 朔望; 多因素触发拦截法

**中图分类号:** P315.31 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-0844(2013)03-0413-06

**DOI:** 10.3969/j.issn.1000-0844.2013.03.0413

## Analysis of Trigger Factors of the Minsian—Zhangxian $M_s6.6$ Earthquake Occurrence Date and Short-impending Prediction Methods

GUO Zeng-jian<sup>1</sup>, GUO An-ning<sup>1</sup>, ZHANG Wei-chao<sup>1</sup>, ZHAO Cheng-cheng<sup>1</sup>, LI Xin<sup>2</sup>

(1. Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou, Gansu 730000, China;

2. China Mechanical Import-export Co. Ltd, Beijing 100037, China)

**Abstract:** Statistics of earthquake occurrence dates predicted for many years by Chinese earthquake researchers indicate that earthquakes often occur on the dates of solar terms, displacement of geomagnetic low points, and the first and the fifteenth days of lunar months, which agree well with earthquake statistics.

Twenty-four points were set during a one-year period on the basis of sun position. Each point is referred to as a solar term, which generally refers to the day it was recorded.

The value of the strength of the magnetic field in a direction perpendicular to the ground (Component Z) was generally lowest at 12:00 each day but occasionally occurred before or after that time. In such instances, the low point is said to be "displaced". "Quiet day" is a technical term that refers to daily changes. Thus, lowest points occurring at times other than 12:00 are noted by "displacement of low point of Component Z on quiet day". Displacements of low points at certain times measured by all magnetic observatories are marked on a map as postponed in some regions for 2 h or 4 h or are indicated as not postponed. These displacements are demarcated by a

① 收稿日期: 2013-09-25

基金项目: 国家科技部公益专项(8-44); 国家科技部公益专项(201208001)

作者简介: 郭增建, 男(汉族), 研究员, 从事地震预测, 震源物理与灾害学研究。

displacement line of low point, in the vicinity of which earthquakes often occur. Dangerous earthquake generation generally occurs 27 and 41 days ( $\pm 4$  days) following formation of the displacement line.

Syzygy occurs when the Earth, Sun, and Moon are in a straight line. The first day of the lunar month occurs when the Moon circumambulates between the Sun and the Earth, and the dark face of the Moon is directed toward the Earth. The fifteen or the sixteenth day of the lunar month occurs when the Moon circumambulates back to the Earth, and the hemisphere illuminated by the Sun faces the Earth.

The sevenfold and ninefold rules in various years are indices used in impending earthquake prediction that were proposed by the author in 1986. We determined that if strong earthquakes of different years occur in a certain region during the same or similar seasons, the interval of their occurrence dates was a multiple of seven or nine days. This time interval characteristic of sevenfold and ninefold rules in different years enables accurate prediction of the dates of future strong earthquakes in particular regions based on the historical dates of strong earthquakes in the same area.

In this study, the July 22, 2013, occurrence date of the Minxian—Zhangxian  $M_s$  6.6 earthquake is analyzed on the basis of such triggering factors, and a number of concepts and methods of short-impending prediction are presented on the basis of these phenomena.

**Key words:** imminent earthquake prediction; solar term; displacement of geomagnetic low point; syzygy; continuous trigger intercept method

## 0 引言

2013 年 7 月 22 日甘肃岷县  $M_s$  6.6 地震,是甘肃省自 1954 年以来(除去 2008 年汶川地震),发生死亡人数最多的一次地震。

对这次发生的地震,全国地震趋势会商会、甘肃省地震局在中期期预测的尺度上,对这次地震在震级及地点方面都有较好的预测,这是在近些年来验证程度较好的地震趋势预测结果。

但是,临震预报毕竟是减少和避免伤亡的关键,要做出临震预测才能发布地震预报,但这次地震却没有做出相应的短临预报,这是一个最困难的问题。本文只是用非传统预测指标回顾性讨论岷县  $M_s$  6.6 地震的发震日期预测,并由此提出一种临震预测的思路以及技术途径,以作为今后临震预测的参考。这个预测思路和技术途径是在中期预测的基础上实施的。

## 1 岷县漳县 $M_s$ 6.6 地震发生日期的天象与地磁触发点

### 2.1 节气

根据太阳的位置在一年的时间中定出二十四个点。每一点叫一个节气。每一点所在的那一天称节气日,1989 年出版的《灾害物理学》中,把节气预测

灾害列在“东方灾异观”中<sup>[1]</sup>,并从现代科学角度作了解释,认为它可能与气象条件的变异以及磁扇形边界的磁场变异有关,而这两个变异都对地震有触发作用。在甘肃南部 1654 年天水 8 级地震发生于 7 月 21 日,这距大暑节气甚近。1881 年 6 月 20 日礼县 6.5 级地震也发生在节气附近。1573 年 1 月 20 日岷县  $6\frac{3}{4}$  级地震也发生在节气附近。由于历史上的地震发生日期对以后的地震发生日期预测有参考作用,这个大暑节气就值得参考。实际上 2013 年的岷县  $M_s$  6.6 地震发生于 7 月 22 日正好也是大暑节气。而值得一提的是,2010 年舟曲滑坡泥石流巨灾发生在大暑后紧接着的立秋节气,使 1 000 多人丧生。

节气触发因素的注意点在于,一是一个地区历史上地震发生的节气点,往往亦是今后发生地震的参考点,另一点是节气点发生的灾害不仅有地震,还存在有其他大的自然灾害。

### 2.2 朔望

朔望是地球、太阳、月球在一条直线上而形成的。当月亮轨道上绕行到太阳和地球之间,月亮的阴暗的一面对着地球,这时叫朔,正是农历每月的初一。这时月球处于太阳与地球之间,几乎和太阳同起同落,朝向地球的一面因为照不到太阳光,所以从

地球上的是看不见的。当月亮绕行至地球的后面,被太阳照亮的半球对着地球,这时叫望,一般在农历每月十五或十六日。这时地球处于太阳与月球之间,月球朝向地球的一面照满太阳光,所以从地球上看来,月球呈光亮的圆形,叫做满月或望月。

朔望时日月引潮力最大,而且其相应的阴历日期比较明确,它对地震有一定触发作用,2013 年岷县  $M_s 6.6$  地震正好发生在望日——阴历十五。

### 2.3 地磁低点位移

地磁低点位移是陈绍明和丁鉴海等在上世纪 70 年代之初提出的预报地震发生日期的方法。他们把地磁场垂直分量日变化极小值即最低点出现时间在空间上的分布差异称为低点位移,并认为这个低点位移出现之后的第 27 天和 41 天在差异区分界线路过地带可能发震。

1977 年作者之一在《地震战线》第 5 期上分析了他们以往一些低点位移总结材料<sup>[2]</sup>,发现预测地震的日期与倍九法符合较好。例如 1975 年 2 月 4 日辽宁海城 7.3 级大震,1974 年 12 月 29 日塘古、白家疃、大同等台极小值出现在 16 点以后,其他地区则在 12 点前后。如以低点位移出现的日期为起算日期,按四个九天推算得出发震日期为 2 月 3 日(低点位移日期后 36 天),与实际发震日期只差 1 天,如按低点位移后 41 天算,发震日期为 2 月 8 日,与实际发震日期差 4 天;1976 年 7 月 28 日唐山 7.8 级地震,在围绕唐山地区的较大范围内,1976 年 7 月 2 日至 4 日出现低点位移,按低点位移后三个九算得发震日期为 7 月 29 日至 31 日,与实际发震日期相近,如按低点位移后 27 日推算,得出同样日期。由以上震例可以看出,低点位移后的发震日期也符合倍九法。1990 年我们见到黄雪香和丁鉴海在《地震学刊》第 3 期上发表的 1969 年渤海湾 7.4 级大震前 6 月 20 日出现的低点位移其后 28 天发震(三九多一天)。另外文献<sup>[1]</sup>还引述过 1973 年 2 月 6 日四川炉霍发生 7.6 级地震前 45 天出现低点位移。文献<sup>[4]</sup>还引述过 2008 年汶川 8 级大震前 18 天出现低点位移。这些震例表明上述低点位移出现后在滞后的倍九天发震的比例较大。

对于 2013 年 7 月 22 日岷县  $M_s 6.6$  地震来说,6 月 16 日和 19 日有两个低点位移线经过甘肃地域,7 月 22 日是 6 月 16 日低点位移后的第 36 天。这是符合低点位移出现后倍九天发震的日期特征的。

在震前,已注意到了这个地磁低点位移是否可

能对应甘肃的地震,由于地磁低点位移会产生虚报,综合其他台站的前兆资料后,综合判断认为不会立即发生地震,从而产生了漏报,在这里提出的问题是

### 2.4 异年倍九律和异年倍七律剖析

异年倍九律是我们在 1986 年提出的方法,是用于临震预报的一种指标。在某一地区不同年份发生的大震,如果发震的季节相同或相近,则它们的发生日期之间具有倍九天的时间间隔。这个异年倍九律使人们有可能根据某地区历史上的大震发生日期去推断该地区今后大震发生的日期。

异年倍七律是在上世纪 80 年代就提出的。在 2009 年出版的《5.12 汶川地震预报回顾》一书第 183 页上又提出,“异年倍七(天)律对大震预测日期也很重要。特别是倍九法与倍七法所倍日期重合度高的日期更应注意。”<sup>[4]</sup>倍九律和倍七律即倍九法和倍七法,它们是建立在以下的理论认识上的。

(1) 地震越大与外因的关系越密切,即大地震被外因触发的可能性大。这可能是因为外因作用的空间尺度较大,而地震大时震源体积大,按组合模式,其震源(即应力积累单元)两端的应力调整单元都大。在临震前,应力积累单元和应力调整单元动态取得一致,即统计物理学中相态突变前所谓长程关联,此时外因驱动的不稳定体积大,其内互相同向协调运动的作用亦大,从而触发了大震。

(2) 触发大震的外因很多,例如在日月引潮力的波谱分析中有 9 天和 7 天周期的引潮力成份<sup>[5]</sup>。由于地壳内失稳时的状况多样,所以有的状况对 7 天周期的成份反应敏感,有的对 9 天周期的成份反应敏感。另外磁暴也有 9 天周期和倍 9 天周期的呈现时间,大气变化中也有 9 天周期的变化,地球自转速率中也有 9 天周期的变化成份,以上这些都可能触发地震。

(3) 历史上的大震它们发生日期是有记载的,我们不知道日月引潮力波谱中的 9 天和 7 天周期的引潮力成份是否起过触发作用,但不能排除它们可能起过触发作用,因大震易被外因触发(磁暴和天气韵律等也如此)。即历史上的大震很可能是倍九天和倍七天的外因触发的,但我们又不知道是否真的触发了,同时又不能排除它们对地震的触发作用。如果这种作用在历史大震中触发过地震,它在以后相隔很时间以后(也许是 10 年也许是几百年)当地下不稳定时也可能再次以同相位触发地震。这样就

会出现异年倍七天或异年倍九天发震的现象。作为地震预测来说,只要不能排除的可能性就要考虑。即在历史大震发生的类似季节,从历史大震发生日算起求出倍七天的一些日期和倍九天的一些日期,以供最后综合分析时作参考。为了使上述推理有事实根据,可在所预测地区选取历史上的大震,至少有两次大震的发生日期之间(不计年)是符合倍七天或倍九天的。对 2013 年 7 月 22 日岷县  $M_s6.6$  地震来说,1654 年天水 8 级地震到 1879 年武都 8 级地震其时间间隔为 20 天,它与  $3 \times 7$  天相近,只差 1 天。所以可用倍七法求岷县地震的发震日期,即从 1879 年 7 月 1 日武都 8 级地震算起再加 21 天,即为 7 月 22 日。这正是岷县  $M_s6.6$  地震的发生日期。

(4) 在现代科学中出现了混沌和自组织临界理论,它们否定大震临震预报的可能性。我们的观点是当孕震系统能量增长未达到混沌和自组织临界状态时外因的触发就起作用了,因之按以往提出的触发、调制和整步的物理思路进行临震预报是可以不考虑上述混沌和自组织临界理论的。对于 2013 年 7 月 22 日甘肃岷县  $M_s6.6$  地震来说,距它最近的大震为 1654 年天水 8 级地震和 1879 年武都 8 级地震。由 1654 年天水 7 月 21 日发震日期起算,实际岷县地震发生在第 2 天,即零 7 天和零 9 天。这也是倍七法和倍九法所包含的日期。如由 1879 年武都 7 月 1 日地震起算,则 2013 年岷县 6.6 级地震发生在第 21 天(三个七天)。以上所得由各历史大震发震日起算的倍七天皆与岷县的发震日期有关。但所倍日期较多,这在综合分析时与前述的节气、低点位移、朔望相配时作选择。

## 2 综合分析

把前边所述节气、低点位移、朔望和异年倍七律、异年倍九律画在同一图上,如图 1 所示。图 1 中最上面的横线表示的是 2013 年 6 月和 7 月的节气,最后“大暑”节气日是岷县  $M_s6.6$  地震的发生日。图 1 中第二条横线是出现在 6 月 16 日的低点位移(6 月 19 日还有一个低点位移,借鉴 2008 年汶川大震的经验,第一个低点位移推求发震日期最好,故仅取 6 月 16 日的低点位移),此日后有一九、二九、三九和四九的日期,岷县 6.6 级地震发生在四九的日期,即低点位移出现后第 36 天的日期,图中用“+”号表示低点位移后 27 天和 41 天。图 1 中第 3 条横线表示的是 6 月和 7 月的朔望日期分布。岷县 6.6

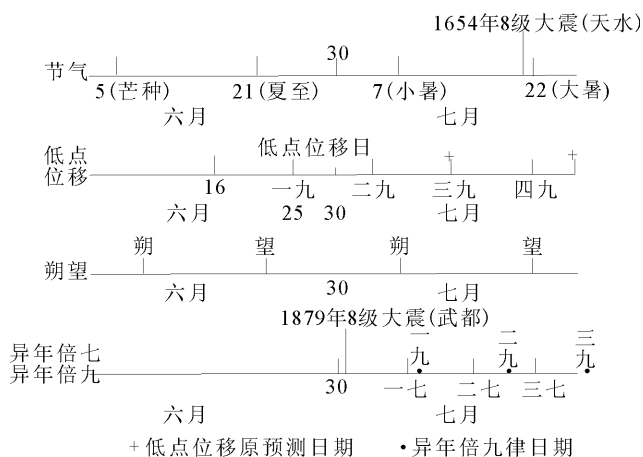


图 1 非传统方法综合图

Fig. 1 Composite diagram of unorthodox methods

级地震出现在 7 月 22 日,即望日。图 1 中第 4 条横线表示的是从 1879 年 7 月 1 日武都 8 级地震发生日起算的异年倍七日,岷县 6.6 级地震发生在第三个七天,即武都大震后第 21 天。在第 4 条横线中还以大圆黑点表示异年倍九日,它未对应岷县 6.6 级地震的发生日,也未与上述其他要素的日期重合。由图 1 中四个要素的分布情况可以看出 7 月 22 日是四个要素的重合日,其他日期四要素不重合,所以从非传统预测方法来说,选择重合日作为岷县  $M_s6.6$  地震的发震日是合理的。2008 年汶川大震到岷县地震相隔日期虽然也与异年倍九日( $8 \times 9 - 1$ )符合,但隔时较久,我们在图 1 中未引用它。应当说明的是四要素皆重合的震例是不多的。对一个监视区来说,例如天水至武都地区异年倍七日和异年倍九日是不变的,节气日也基本不变。主要变的是低点位移日和朔望日。由于朔望日出现的次数较多,所以作为缩小四要素重合日期数目来说,主要是低点位移。但地磁低点位移又需与其他要素日期磨合来选择自身日期,所以多要素综合分析最好。

另外,触发日期的预测方法还有磁暴二倍法、磁暴倍九法、前兆突跳倍七法和前兆突跳倍九法以及昔日震中迁移始发点上前兆时间倍法等。这些都是与预测发震日期有关的方法。因岷县地震前兆资料我们手头尚缺,在此暂不作讨论。

## 3 短临预报的思路探索——多因素触发不断拦截法

短临地震预测一直是围绕实现地震预报的重大困难,按照现行的行政及科学思路,针对短临预报的跟踪方式的通常思维习惯是:在一系列前兆台网出现前兆后,才认定可能会发生地震。对时间的下一

步推断是:地震还有多长时间发生。如将在三天、半个月将发生地震等。

但是针对地震预测多年的实践,不难发现,这种思维的模式,依据现今的预测技术,要达到是很困难的。

我们在这里的思路模式是,在中期预测的基础上,对未来能产生触发地震的一系列日期点进行排列,除前面介绍的诸触发地震的方法外,地震界还有红绿灯法、五倍缩率法、地震二倍法和引潮力共振法、电离层云块法等。围绕这些可能触发的日期点进行不断的预测而进行预报。由于本思路是针对一些间断时间点连续的追踪,因而称之为不断拦截法,因为产生触发点的因素不止一个,因而称之多因素,图1就综合体现了这些短临预测方法的一个实例。下面我们再较详地论述这一预测思路。

(1) 结合一些短期的前兆预测指标进行,中国地震预报在几十年的前兆摸索实践中发现,在前兆发生明显变化后,地震在其后一周、十天,半月发生的可能性较大。以这个短期预测,配合以上这些可以定出日期的短临预测指标,在综合判断的基础上加大预测的准确性。其次,针对一些探索中的方法<sup>[6-9]</sup>,一些区域性的指标<sup>[10-12]</sup>,都是可以进行综合印证比较后得出较为准确的预测结论。

(2) 在这些触发日期,特别注意出现的短临异常,这时出现的短临异常可能就是临震的指标,以此加大了短临前兆预报地震的可信度。

(3) 在这些触发日期,特别关注临震的地声地光及初始的小的震动,做好临震避险的准备。

(4) 这些多因素对地震的触发点是可能叠加的,叠加后的危险度会增加更多,在预测时应予以加权,若是出现一个最大叠加后没有发震,则可认为在后面的拦截点上发震的可能性就不大了。这是解除预报的判据之一。

另外,可以在行政上考虑这样的设防,在有中期或中长期的预测指标时,围绕对未来可能出现的这些外因与前兆重合点进行特别关注设防,即在这些关注点时与不是在这些关注点周围时,设置不同的警戒级别来设防。

#### 4 结论

临震预测是地震预报的最大难点,也是地震预报能否发出的瓶颈。通过对2013年甘肃岷县漳县 $M_s6.6$ 地震发生日期的研究表明,发现地震发生日期7月22日是节气、低点位移、异年倍七律和朔望

共同作用的时间点,这次地震又证明了地震易发生在一些以前认识的触发点周围,据此提出逼近临震时间的思路:多因素触发不断拦截法。我们认为临震预测其思路框架仅是局限于前兆出现多长时间发震的思维模式去寻找技术的解答,是很困难的。本文建议的预测思路是在全面研究各种以日期为标志的触发因素后,形成未来的一系列触发点,也即是可能的发震日期的拦截点,配合相应的前兆指标,对实际地震的发生进行不断拦截,以实现临震预测。

#### 参考文献(References)

- [1] 郭增建,秦保燕. 灾害物理学[M]. 西安:陕西科技出版社,1989.  
GUO Zeng-jian, QIN Bao-yan. Disaster Physics[M]. Xi'an: Shanxi Science and Technology Press, 1989. (in Chinese)
- [2] 郭增建,秦保燕,李海华,等. 预报地震的“倍九法”[J]. 地震战线, 1977(5):30-32.  
GUO Zeng-jian, QIN Bao-yan, LI Hai-hua, et al. Nine-times of Earthquake Prediction[J]. Earthquake Front, 1977(5), 30-32. (in Chinese)
- [3] 黄雪香,丁鉴海. 渤海7.4级地震前区域地磁场的异常变化[J]. 地震学刊, 1990(3):45-52.  
HUANG Xue-xiang, DING Jian-hai. Anomalous Variation of Regional Geomagnetic Field before the Bohai Sea Earthquake[J]. Journal of Seismology, 1990(3). 45-52. (in Chinese)
- [4] 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,2009.  
GUO An-ning, GUO Zeng-jian. 5·12 Wenchuan Earthquake Prediction Review [M]. Xi'an: The Xi'an Map Publishing House, 2009. (in Chinese)
- [5] 易·乌·马克西莫夫. 地球物理力与海洋[M]. 1970(俄文).
- [6] 董蕾,杨立明. 汶川地震前数字地震仪位移地脉动低频异常现象研究[J]. 西北地震学报, 2012,34(3):268-273.  
Dong Lei, Yang Li-ming. Research on Low-frequency Anomalies of Microtremor Displacement Recorded by Digital Seismograph before the Wenchuan Earthquake[J]. Northwestern Seismological Journal, 2012, 34(3):268-273. (in Chinese)
- [7] 郑江蓉,徐徐,王俊,等. 六合体应变干扰因素与地震短临异常特征研究[J]. 西北地震学报, 2011,33(1):84-90.  
ZHENG Jiang-rong, XU Xu, WANG Jun, et al. Research on the Disturbance in Volume Strain Data at Liuhe Seismic Station and Its Short-imminent Abnormality Characteristics [J]. Northwestern Seismological Journal, 2011, 33(1): 84-90. (in Chinese)
- [8] 许康生,李秋红,李英. 大地震前近台背景噪声的频谱分析[J]. 西北地震学报, 2012,34(2):150-153.  
XU Kang-sheng, LI Qiu-hong, LI Ying. Analysis on the Spectrum of Background Noise in Station near by Epicenters of Two Great Earthquake[J]. 2012,34(2):150-153. (in Chinese)
- [9] 余怀忠,程佳. 一种将GPS观测应用于地震中短期预测的简单

- 尝试[J]. 西北地震学报, 2011, 33(1): 9-14.
- YU Huai-zhong, CHENG Jia. A Simple Attempt to Apply GPS Observation to Short-intermediate-term Earthquake Prediction [J]. Northwestern Seismological Journal, 2011, 33(1): 9-14. (in Chinese)
- [10] 薛丁, 张建业, 韩晓明. 邢台地震窗对华北 6 级以上地震的预测[J]. 西北地震学报, 2011, 33(2): 206-208.
- XUE Ding, ZHANG Jian-ye, HAN Xiao-ming. Prediction of Earthquake ( $M \geq 6$ ) in North China Region Using Representative Shock Window[J]. Northwestern Seismological Journal, 2011, 33(2): 206-208. (in Chinese)
- [11] 唐兰兰, 王海涛, 王琼. 新疆中强地震前 ECRS 方法的异常研究[J]. 西北地震学报, 2011, 33(2): 159-165.
- TANG Lan-lan, WANG Hai-tao, WANG Qiong. Research on Anomaly of ECRS Method before Moderate — strong Earthquake in Xinjiang Region[J]. Northwestern Seismological Journal, 2011, 33(2): 159-165. (in Chinese)
- [12] 郭安宁, 郭增建, 焦姣, 等. 青海玉树 7.1 级大震的预测讨论[J]. 西北地震学报, 2012, 34(1): 39-43.
- GUO An-ning, GUO Zeng-jian, JIAO Jiao, et al. Discussion on Prediction of Qinghai Yushu  $M_s 7.1$  Earthquake [J]. Northwestern Seismological Journal, 2012, 34(1): 39-43. (in Chinese)