

甘肃岷县漳县 $M_S6.6$ 地震前“陆态网络”基准站 东西分量时序曲线异常特征研究^①

李桂荣¹, 艾力夏提·玉山¹, 王晓强¹, 朱治国^{1,2},
帕尔哈提·再努拉¹, 布艾杰尔·库尔班

(1. 新疆维吾尔自治区地震局, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 长安大学地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054)

摘要: 收集了甘肃岷县漳县 $M_S6.6$ 地震前震中附近“陆态网络”基准站 GPS 数据, 并应用 PODAP 软件进行解算。结果发现震中附近大多数基准站位移三分量时间序列曲线出现突变性异常, 异常分量主要为东西分量; 异常出现时间集中在震前 4 周左右; 异常幅度为 10 mm 左右。

关键词: 岷县漳县 $M_S6.6$ 地震; 基准站; 时序曲线; 异常

中图分类号: P315.725 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-0844(2013)03-0542-07

DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2013.03.0542

Study on Abnormal Features in EW Displacement before Minxian—Zhangxian $M_S6.0$ earthquake in Gansu

LI Gui-rong¹, Ailixiati·YUSHAN¹, WANG Xiao-qiang¹, ZHU Zhi-guo^{1,2},
Paerhati·ZAINULA¹, Buaijieer·KUERBAN¹

(1. Earthquake Administration of Xinjiang Uyghur Autonomous Region, Urmqi, Xinjiang 830011, China;

2. Earth Sciences and Resources Academy, Chang'an University, Xi'an, Shanxi 710054, China)

Abstract: The China Earthquake Network Center recorded an $M_S6.6$ earthquake at 7:45 CST on July 22, 2013, at the boundary of Minxian and Zhangxian in Gansu province. The earthquake was located in the western region of the Qinling Mountains in southern Gansu along the north branch of the Lintan—Dangchang fault. Thirteen counties were affected in the VI degree zone and above.

Immediately following this earthquake, the data from 10 Global Navigation Satellite Systems (GNSS) stations of the Crustal Movement Observation Network of China recorded from July 2, 2012, through July 4, 2013, were analyzed to determine that nine earthquakes of magnitude $\geq M_S6.0$ occurred during this period in China's mainland and adjacent areas. Analysis revealed that the horizontal component of the displacement time series curves differed prior to and following these earthquakes. Two of the most recent earthquakes showed obvious, significant changes indicating that north-south component is a weaker earthquake indicator than the east-west component.

Since June 1, nearly all reference stations recorded obvious changes. The variable quantities were more than 10 mm and significantly exceeded this value in two days. This large variation was particularly notable after June 23, approximately one month prior to the earthquake.

① 收稿日期: 2013-08-24

基金项目: 新疆地震科学基金资助课题(201211)

作者简介: 李桂荣(1980—), 女, 硕士研究生, 主要从事大地测量及地壳形变与地震趋势分析研究工作。E-mail: lgrlover@163.com

Several reference stations showed significant changes in eastern displacement. The Jingning and Lanzhou stations showed changes at the same time on June 23 to June 24 with amplitudes of 18.1 mm and 20.9 mm, respectively. The Dingxi station showed a significant change on June 27 with amplitude of 22.7 mm.

In comparison, changes at Dingxi, Maqu, and Qingshui stations were not significant changes between June 29 and July 5. However, stations distributed north-south frequently showed changes greater than 10 mm changes, and those located farther from the earthquake's focus generally occurred earlier. The displacement time series did not show consistency between in east-west and north-south distribution.

Not reference station registered abnormal changes in horizontal displacement before the earthquake, and the changes generally were not synchronized. Some deformation occurred on or following the earthquake that differed among stations. However, all of these precursor characteristics are considered meaningful.

The displacement component alone is insufficient for determining precursor anomalies; rather, a combination of various observation methods and a variety of earthquake monitoring data are necessary for identifying anomalies, which should include integrated information various different angles. Although changes were detected in the results, such anomalies weakly suggest the seismogenic moment of an upcoming earthquake and do not clearly to confirm earthquake location. To address this challenge, further research and in-depth analysis are required for earthquake prediction.

Key words: Minxian—Zhangxian $M_s6.6$ earthquake; GNSS; time series curve; abnormal feature

0 引言

地壳应力场的变化是地震发生的直接原因。地壳形变测量能够精确定量监测断层和活动构造在地震前后一系列变动,被认为是最直接的地震前兆之一^[1]。在地震孕育过程中,震中附近点位运动随地壳变化常常表现出一定程度的突变性异常,探索和发现点位运动变化规律与地震发生之间的关系是地震预测的重要手段^[2]。近几年来,利用 GNSS (Global Navigation Satellite System) 观测技术观测地壳运动已经取得巨大进步,并获得大量的观测成果^[1]。“中国大陆构造环境监测网络”简称“陆态网络”,是以全球卫星导航定位系统为主,辅以甚长基线干涉测量(VLBI)、人卫激光测距(SLR)和干涉合成孔径雷达(InSAR)等空间技术,结合精密重力和精密水准观测技术,对地球岩石圈、水圈和大气圈变化进行实时监测的国家级地球科学综合观测网络。“陆态网络”以监测地壳运动服务于地震预测预报为主,同时服务于军事测绘保障、大地测量和气象预报,兼顾科学研究、教育发展、社会减灾和经济建设,并为其产业化发展打下坚实基础^[3]。

北京时间 2013 年 7 月 22 日在甘肃省定西市岷县、漳县交界(北纬 34.5° , 东经 104.2°) 发生了 6.6

级地震。笔者对震中附近中国大陆构造环境监测网络(“陆态网络”)GNSS 基准站资料进行处理,初步分析其位移三分量时间序列震前变化特征,研究震前基准站位移中存在的前兆异常。

1 数据选取与数据处理方法

1.1 数据选取

顾国华(2006 年)曾研究过 2004 年印尼 8.7 级地震的影响范围达远离震中 4 500 km 之外,甚至更远^[4]。 $M_s6.6$ 地震影响范围虽然没那么远,但对区域地壳形变的影响应该是明显的,因此选用地震周围 300 km 内的 10 个 GNSS 站点,对其 2013 年 7 月 2 日至 2013 年 7 月 5 日的 30 秒采样率数据进行处理和分析。解算时采用 IGS 发布的精密星历、精密钟差及 30 秒精密钟差。解算过程中所需以下 tables 文件:重力场模型文件 EGM、跳秒 leap. sec、文件命名 panda_file_name、行星星历 jpleph_de405、天线相位中心改正文件 igs08.atx、卫星物理信息文件 snav.dat、接收机天线分类文件 antnam、EOP 参数 poleut1、海洋潮汐改正文件 oceantide、ut1 潮汐改正文件 ut1tid、章动表 nutabl、海洋负荷潮汐 oceanload、地球定向参数文件 eopc04 等,其中 EOP

参数 poleut1、地球定向参数文件 eopc04、finals2000A.all、gpsrapid.out 等文件需要每周更新, 这些文件都可以从武汉大学卫星导航定位技术研究中心官方发布的网站 ftp 目录下得到, 地址是

ftp://ics.gnsslab.cn/panda_tables。

本次计算选用的“陆态网络”基准站的站点分布如图 1 所示。表 1 中详细列出了选用基准站的站名与代码的对照, 以及各站与震中的距离。

表 1 基准站名称、代码和震中距统计表

站名	代码	距离/km	站名	代码	距离/km	站名	代码	距离/km
岷县	GSMX	18	兰州	GSLZ	182	玛曲	GSMA	204
陇西	GSLX	68	静宁	GSJN	182	平凉	GSPL	246
定西	GSDX	123	清水	GSQS	186	景泰	GSJT	298
天水	GSTS	156						

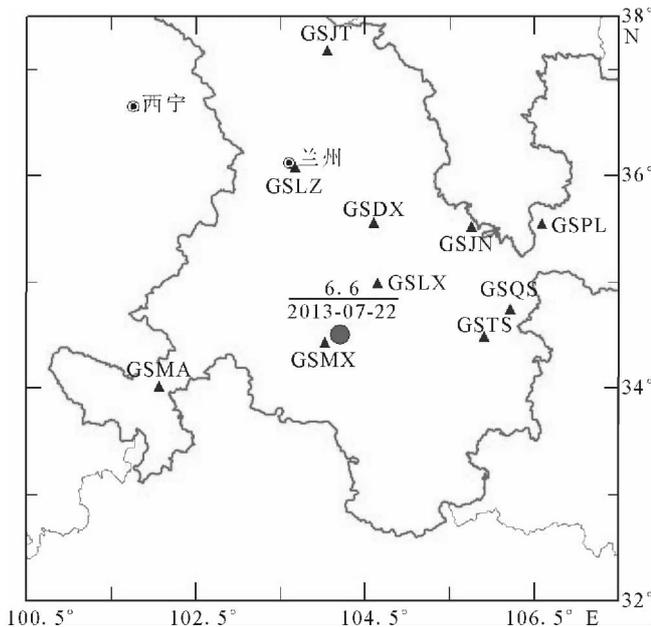


图 1 GNSS 基准站分布及甘肃岷县漳县 $M_s 6.6$ 地震震中

Fig. 1 Distribution of GNSS reference stations and epicenter of Minxian-Zhangxian $M_s 6.6$ earthquake in Gansu province

1.2 数据处理方法

数据解算采用武汉大学卫星导航定位技术研究中心编写的精密定轨定位软件(英文简称“PODAP”)。“PODAP”软件基于惯性系,采用非差处理模式,数据预处理采取与“Blewitt(1990)”一致的单站数据预处理方法,尽可能探测与修复周跳并剔除异常值。对未修复的周跳引入新的模糊度参数,对未探测的周跳与粗差观测值,在估计模块的质量控制中进行处理^[5]。

利用时间序列分析模块从单日所有基准站精密定位结果中提取出含有 NEU 或 XYZ 分量信息的时间序列文件。以此得到的结果文件虽已能清晰的显示出位移分量的时序特征,但由于解算结果中的

时间表示方法通常为十进制型,或年积日型,不利于大部分人对异常信息的直观解读,为此课题组自主编写了提取软件,该软件将三分量值进行提取,并对其附加年月日方式表示的时间信息。

2 水平分量位移时间序列

通过解算 2012 年 7 月 2 日至 2013 年 7 月 5 日这个时间段内 10 个基准站 30 s 采样率数据,笔者得到了各基准站水平分量的位移时间序列图。由于在 ITRF08 框架下基准站位移分量时序曲线受地震影响范围较大,因此笔者选取同时段中国大陆及其周边 9 次 6 级以上地震(表 2)进行震例对比。由于篇幅限制,笔者仅列举两个基准站的水平分量位移时序图对其进行分析。图 2(a)、(b)分别是距离岷县漳县地震震中最近仅 18 km 的岷县基准站和距震中 68 km 的陇西基准站水平分量位移时间序列图,上面的是 NS 分量,下面的是 EW 分量。

从图 2 可以看出,基准站水平位移分量在中国大陆及其周边 6 级以上地震前后均有一定的变化,但相对明显的是雅安地震和本次地震。雅安地震为 7 级大震,影响范围相对较大,本次岷县漳县地震处于地震震中周围 300 km 范围内,因此两次地震前曲线变化都很明显。雅安地震前一个月左右,3 月 17 日至 3 月 18 日岷县基准站 EW 分量出现 6.7 mm 的下降变化,变化幅度略大;震前半个多月的 3 月 29~30 日其 NS 分量也出现较为明显的变化,但变幅仅为 3.8 mm。陇西基准站 EW 分量 4 月 11~15 日持续下降 7 mm,其 NS 分量 4 月 17~21 日也出现持续下降现象,降幅 4 mm。从时间和幅度上来看,NS 分量对地震预测的指示意义略弱于 EW 分量。

岷县漳县 $M_s 6.6$ 地震前岷县基准站 EW 分量早在 2013 年 6 月 1 日就出现上升 10.9 mm 和下降 11 mm 的大幅变化,在近期曲线形态上表现较为突

表 2 2013 年中国大陆及其周边 9 次 6 级以上地震参数

Table 2 The parameters of 9 earthquakes with magnitude ≥ 6 in china mainland and surroundings in 2013

发震日期	发震时刻	纬度/(°)	经度/(°)	深度/km	震级/M	参考地点
2013-06-02	43:03.2	23.9	120.9	9	6.7	台湾南投县
2013-04-20	02:46.0	30.3	103.0	13	7.0	四川省雅安市芦山县
2013-04-11	20:30.3	21.0	122.1	20	6.0	菲律宾群岛地区
2013-04-05	00:03.0	42.8	131.1	570	6.5	中、俄交界
2013-03-27	03:19.1	24.0	121.0	8	6.5	台湾南投县
2013-01-29	38:55.7	42.6	079.7	20	6.1	哈萨克斯坦
2012-11-11	12:40.1	22.8	096.0	20	7.0	缅甸
2012-08-31	47:33.4	10.8	126.8	30	7.6	菲律宾群岛附近海域
2012-08-12	47:12.2	35.9	82.5	30	6.2	新疆和田地区于田县

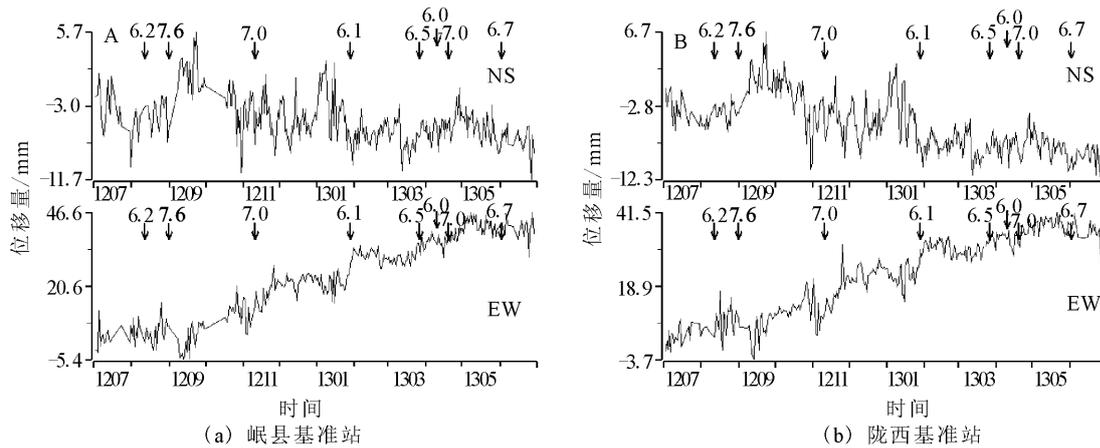


图 2 GNSS 基准站水平分量位移时间序列图

Fig. 2 Horizontal displacement time series charts of GNSS reference stations

出。具体来说,2013 年 6 月 1 日的数值为 36.5 mm,6 月 4 日为 47.4 mm,上升 10.9 mm;6 月 6 日为 36.4 mm,下降 11 mm。而陇西基准站的 EW 分量则由 6 月 25 日的 36.4 mm,降低至 6 月 26 日的 25.8 mm,随后在 6 月 28 日又大幅上升至 39.5 mm,变化幅度分别为 10.6 mm 和 13.7 mm,在近期时序曲线图上表现也很突出。虽然 NS 分量也有一定的变化,但变化幅度没有 EW 分量的显著,且陇西基准站 NS 分量的变化明显滞后于 EW 分量,事后处理发现其突变时间为 7 月 11 日,而这个时间点是在获取精密星历解算数据的滞后时间范围内,震前无法捕捉到异常信息。分析认为,本次地震前 EW 分量的突变异常显著于 NS 的突变异常。

从时间上来说,由于精密星历的更新周期,7 月 22 日地震时,能解算出的数据截止到 7 月 5 日,在后期分析处理时能够发现震前确实存在一定的异常,但已经对此次地震没有了实际预报意义。以上分析表明 EW 分量在地震前 1 个月甚至更早些就出现较为明显的变化,这是一个明确的前兆信号,为我们关注中强震的发生赢得较为充分的时间。

由于 EW 分量在震前存在显著变化,因此我们把关注的重点放在 EW 分量上。结合表 3 和图 3 可以看出,自 6 月 1 日以来,几乎所有基准站 EW 分量都开始陆续出现相邻两天位移的变化量超过 10 mm 以上的现象,特别是在 2013 年 6 月 23 日前后这样的变化更加明显。即震前一个月左右出现幅度较大的变化,变化幅度通常为两日差值 10 mm 左右,且大部分基准站的变幅超过这个量值。

从表 3 中我们可以看出天水基准站从 6 月 1 日至 6 月 2 日开始出现大幅变化,变幅达 19.4 mm;6 月 8 日至 6 月 9 日变化量值也有 17.7 mm;6 月 12 日至 6 月 15 日四天时间出现较为明显的失稳现象,两日差值为 16.3 mm、17.3 mm、15.4 mm,异常出现最早;7 月 5 日前频繁出现变化量较大情况。

接下来是玛曲和平凉站。玛曲站距离略近,但 6 月 2 日至 6 月 3 日变幅略小,为 11.2 mm,而平凉站距离略远,变化反而较大,6 月 2 日至 6 月 3 日变幅为 13.6 mm。

随后是景泰与岷县站。在 6 月 3 日至 6 月 4 日这两日内,由于景泰站距离震中略远,变化量值略

表3 6月1日至7月4日震中周围300 km范围基准站EW分量变化时间与幅度统计表
Table 3 Time and change amplitudes of EW component of displacement at GNSS stations, which are 300 km from the epicenter in Jun 1 to Jul 4, 2013

时间	变化幅度/mm								
	GSMX	GSDX	GSTS	GSLZ	GSJN	GSQS	GSMA	GSPL	GSJT
2013-06-01	4.7	3.0	12.8	2.5	-1.2	5.0	0.5	-0.7	3.0
2013-06-02	0.0	2.2	-6.6	-2.3	2.2	1.2	5.9	9.7	-0.4
2013-06-03	6.2	0.1	-5.0	-2.1	1.5	-2.5	-5.2	-3.9	4.6
2013-06-04	-7.9	-2.1	-1.6	7.6	-1.0	1.4	3.8	-2.5	-6.0
2013-06-05	-3.1	-3.1	-1.1	-3.0	-6.3	0.6	-3.3	1.8	0.0
2013-06-06	1.4	-2.1	5.6	-1.4	0.1	-5.8	-2.8	-6.3	2.2
2013-06-07	-0.2	1.2	-1.1	-4.3	5.9	4.6	5.5	2.2	-1.1
2013-06-08	1.8	-2.7	-10.2	2.4	-5.6	-3.8	-5.5	-2.8	-4.5
2013-06-09	-4.9	2.8	7.5	0.6	5.0	3.7	0.6	2.1	1.5
2013-06-10	1.4	-0.2	1.7	1.2	-2.9	-3.8	-1.2	-1.8	1.7
2013-06-11	0.5	-3.9	1.4	-1.7	1.6	5.2	-0.6	3.3	0.6
2013-06-12	-1.8	6.0	-7.8	-1.8	1.4	-3.6	2.7	-4.8	-1.0
2013-06-13	3.4	-0.4	8.5	0.7	-0.1	2.6	-1.6	2.2	-0.1
2013-06-14	1.6	-7.0	-8.8	-1.9	-1.8	-1.8	1.4	0.8	-0.5
2013-06-15	-4.8	6.7	6.6	2.9	0.2	-1.1	2.2	-1.7	2.6
2013-06-16	4.4	-0.8	-0.8	0.9	0.1	4.6	2.1	2.3	-1.3
2013-06-17	-0.9	1.8	4.7	3.0	0.0	3.7	-1.3	0.8	2.0
2013-06-18	-2.9	-0.2	-2.7	-4.1	2.8	-4.3	1.0	-1.2	-1.3
2013-06-19	-1.5	-0.7	-5.8	-1.7	-0.9	-4.8	-4.1	1.0	-0.4
2013-06-20	5.4	-1.3	1.4	4.0	-3.6	1.3	2.0	-2.1	0.8
2013-06-21	-3.4	2.7	0.2	1.6	-0.9	-4.8	-1.8	0.2	-0.4
2013-06-22	0.5	3.8	-4.1	-1.4	2.7	7.6	-4.8	1.2	-2.0
2013-06-23	-3.5	-5.3	-3.1	-11.3	-6.5	-6.9	-2.1	-3.2	-2.7
2013-06-24	5.0	-0.3	-2.0	9.6	11.6	2.6	9.3	-0.4	1.8
2013-06-25	-4.2	-4.4	4.0	2.2	-6.1	-2.1	-4.1	8.0	-5.1
2013-06-26	7.2	4.8	2.3	3.8	2.2	4.2	6.0	-2.6	5.2
2013-06-27	-5.5	9.4	7.1	-7.6	1.6	1.3	0.3	0.6	8.7
2013-06-28	4.4	-13.3	-1.1	-2.1	-0.2	1.1	-0.8	-5.3	-7.6
2013-06-29	-2.3	3.7	-4.5	0.1	1.6	-1.3	-0.1	1.1	-2.9
2013-06-30	0.2	2.0	-3.0	5.9	-8.4	-0.1	2.2	-1.0	4.7
2013-07-01	1.1	1.2	4.5	-0.1	4.4	1.9	-2.7	2.4	0.7
2013-07-02	-1.7	-0.6	-5.0	2.7	-0.2	-0.8	3.4	-3.5	3.4
2013-07-03	5.5	3.3	4.3	-0.2	7.0	0.3	1.8	7.2	-2.4
2013-07-04	-0.7	-2.9	-8.5	4.6	-7.8	0.1	0.9	4.3	0.8

小,仅为 10.6 mm;而岷县站变化量值较大,为 14.1 mm;清水站在 6月6日至6月7日出现 10.4 mm 的变化,与平凉站在这一时间段的变化同步,只是平凉的变化没有之前的那么明显,仅为 8.5 mm。清水站在 6月22日至6月23日再次出现 14.5 mm 的变化。

可以看出,很多基准站都出现了几次明显的大幅变化,但只有静宁、兰州、定西站变化较晚。前两个基准站同时在 6月23~24日出现超过 10 mm 的大幅明显变化,分别是兰州变幅 20.9 mm,静宁变幅 18.1 mm;而定西却在 6月27日才出现明显变化,变幅 22.7 mm。

相比较而言,定西、玛曲、清水在 6月29日至7

月5日间没有出现明显变化,而NS向的基准站活动相对比较频繁,多次同步出现超过 10 mm 的变化。且大致存在离震中距离越近,异常变化出现时间越晚的现象。位于震中NS向的基准站其曲线变化形态与位于震中EW向的基准站的曲线变化形态有所不同,这有可能与笔者选取的是EW分量的位移时序图有一定的关系。

整体来看,岷县漳县地震前这10个基准站的东分量时序曲线均出现先向W运动,后转向E运动的趋势,且变幅较大,持续时间较长,异常形态相对明显。最主要的是由于数据更新周期在15~21天,而异常出现的时间又在7月1日前,这就为笔者判定异常提供了较为充足的时间。

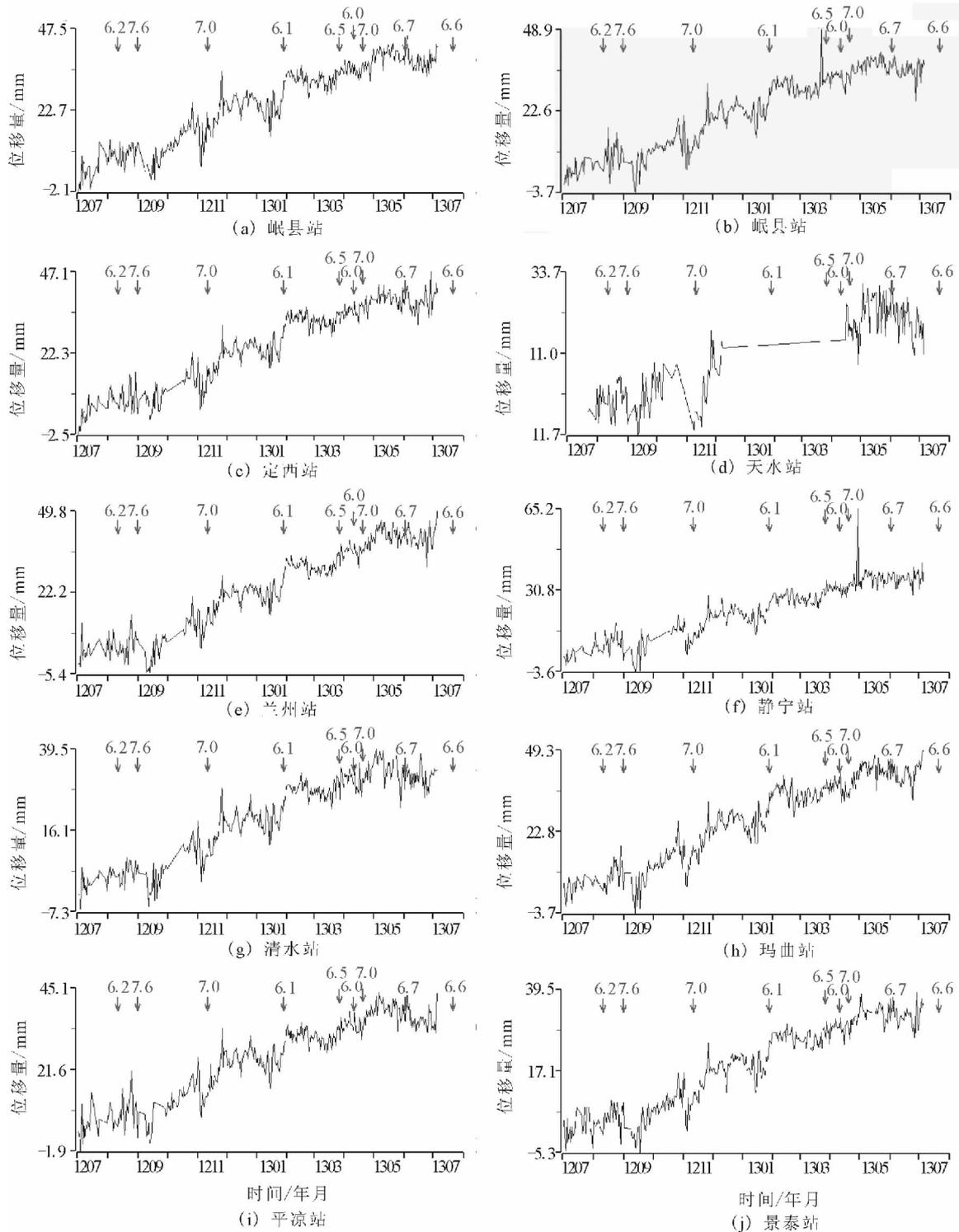


图 3 各站 EW 分量位移变化时间序列图(ITRF2008 框架坐标下)

Fig. 3 Displacement change time series charts in EW direction at GNSS reference stations

3 总结

在判断地震前兆异常时,单单依靠一个位移分量是远远不够的,需要结合不同的观测手段和各类数据不同角度反应的综合信息进行判定。虽然笔者从 2013 年 7 月 15 日解算得到的成果中看到了这一

突出变化,对地震发生时间信息有一定程度的提示,但也反映出地点判断并不明确。因此可以看出这一问题仍然是难点,需要今后开展更多的工作来深入地分析研究。

通过对每个基准站位移分量的分析,笔者还发

现,事实上并不是每个地震前所有基准站全部位移分量都会出现异常变化,而且异常出现时间先后差异较大,并不完全同步,有些异常变化甚至会发生在震中或震后,每个基准站的位移分量变化幅度也不尽相同。

“陆态网络”基准站的建成,为地震预测预报工作增加了一个高精度、高可靠性、全天候服务的监测手段^[6],从基准站位移时间序列数据的分析中可以看出,在地震发生前 GNSS 站点位移分量所反映的地壳运动信息中包含的一些现象值得我们关注^[6]。通过震例总结发现和识别这些异常信息仍然是难点,也是重点。通过大量 GNSS 资料可以获得各类地壳形变资料,如何将这些信息整合起来,为地震预测提供科学可靠的数据支持值得进一步深入研究。

感谢工程中心提供甘肃省“陆态网络”基准站数据。

参考文献 (References)

- [1] 贺同江,曹井泉,王建国,等.天津市地壳运动观测网络[J].地震地磁观测与研究,2013,34(1/2):167-171.
HE Tong-jiang, CAO Jing-quan, WANG Jian-guo, et al. Construction and Observation Quality Analysis of Tianjin Crustal Movement Observing Network[J]. Seismological and Geomagnetic Observation and Research, 2013, 34(1/2):167-171. (in Chinese)
- [2] 朱治国,李桂荣.应用 GPS 连续观测和流动重力资料分析新疆洛浦 $M_s6.0$ 级地震的前兆特征[J].内陆地震,2013,27(2):19-28.
ZHU Zhi-guo, LI Gui-rong. Analysis of Precursory Characteristics of Luopu $M_s6.0$ Earthquake in Xinjiang with GPS Continuous Observation and Gravity Flow Data[J]. Inland Earthquake, 2013, 27(2):19-28. (in Chinese)
- [3] 王晓强,宋和平,程瑞忠,等.基于“中国大陆构造环境监测网络”的天山及邻近地区地壳运动与地震活动的初步研究[J].内陆地震,2012,26(2):97-107.
WANG Xiao-qiang, SONG He-ping, CHENG Rui-zhong, et al. A Preliminary Study on Crustal Movement of Tianshan and Sseismic Activity Based on Crustal Movement Observation Network of China[J]. Inland Earthquake, 2012, 26(2):97-107. (in Chinese)
- [4] 顾国华.印尼 8.7 级大震前后 GPS 观测站的地壳水平与垂直位移时间序列结果[J].地震,2006,26(2):19-28.
GUO Guo-hua. Results of Time Series of Horizontal and Vertical Displacements at GPS Observation Stations before and after the Sumatra Earthquake with 8.7 in Indonesia[J]. Earthquake, 2006, 26(2):19-28. (in Chinese)
- [5] 施闯,赵齐乐,楼益栋,等.卫星导航系统综合分析处理软件[J].航天器工程,2009,18(4):64-70.
SHI Chuang, ZHAO Qi-le, LOU Yi-dong, et al. PANDA: Comprehensive Processing Software for Satellite Navigation Systems and Its Research Progress[J]. Spacecraft Engineering, 2009, 18(4):64-70. (in Chinese)
- [6] 洪敏,邵德盛,李春光,等.云南 GNSS 基准站连续观测资料应用研究[J].地震研究,2012,35(4):535-539.
HONG Min, SHAO De-sheng, LI Chun-guang, et al. Research on the Application of Continuous Observations Data Recorded by GNSS Reference Station in Yunnan[J]. Journal of Seismological Research, 2012, 35(4):535-539. (in Chinese)
- [7] 新华社.中国地震局正式发布甘肃漳县岷县 6.6 级地震烈度图[BO/BL].中央政府门户网站:2013, http://www.gov.cn/jrzg/2013-07/24/content_2454515.htm
Xinhua News Agency. China Earthquake Administration officially released intensity map of Zhangxian - Minxian $M_s6.6$ earthquake in Gansu[BO/BL]. Government Portal, 2013, http://www.gov.cn/jrzg/2013-07/24/content_2454515.htm (in Chinese)