

孟维斌, 王建荣, 汤晓昌. 天水麦积磁偏角在我国西部地区几次强震前异常特征及震例分析[J]. 华南地震, 2016, 36 (4): 58–64. [MENG Weibin, WANG Jianrong, TANG Xiaochang, et al. Abnormal Feature and Earthquake Cases of Magnetic Declination at Maiji Area of Tianshui City Before Several Strong Earthquakes in The Western Region of China[J]. South china journal of seismology, 2016, 36(4): 58–64.]

天水麦积磁偏角在我国西部地区几次强震前 异常特征及震例分析

孟维斌¹, 王建荣², 汤晓昌¹, 李旭升³

(1. 天水市地震局, 甘肃 天水 741000; 2. 天水市麦积区赵崖地震宏观骨干观测点, 甘肃 天水 741025;
3. 甘肃省地震局平凉中心地震台, 甘肃 平凉 744000)

摘要: 介绍了2008年以来天水麦积磁偏角在我国西部几次强震前的异常特征, 认为磁偏角在异常期间出现转折, 可视为临震信号。如果异常时间长、异常幅度大、震级就大, 震中距也较近; 反之震级较小或震中距较远。结合地下水动态异常变化, 对麦积磁偏角异常进行佐证, 最后对研究过程中的认识进行探讨。

关键词: 磁偏角; 异常特征; 强震异常; 地下水动态

中图分类号: P315.721 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2016) 04-0058-07

DOI: 10.13512/j.hndz.2016.04.009

Abnormal Feature and Earthquake Cases of Magnetic Declination at Maiji Area of Tianshui City Before Several Strong Earthquakes in The Western Region of China

MENG Weibin¹, WANG Jianrong², TANG Xiaochang¹, LI Xusheng³

(1. *Earthquake Administration of Tianshui City, Tianshui 741000, China*; 2. *Seismic Macro Observation point of Zhaoya at Maiji area of Tianshui city, Tianshui 741025, China*; 3. *Central Seismic Station of Pingliang, Earthquake Administration of Gansu Province, Pingliang 744000, China*)

Abstract: This paper introduced the abnormal feature of magnetic declination since 2008 at Maiji Area of Tianshui City before several strong earthquakes in the western region of China. If data is stable, easily identify anomaly, the test items of earthquake short-term monitoring can play a certain role. It is considered that the

收稿日期: 2016-08-07

基金项目: 甘肃省地震局地震科技发展基金野外站基金 (2014Y02)

作者简介: 孟维斌(1971-), 男, 工程师, 主要从事地震预报及前兆资料研究工作。

E-mail: tsdzjmm@126.com.

通信作者: 李旭升(1973-), 男, 工程师, 主要从事电磁监测及资料应用研究工作。

E-mail: plxdzt@163.com.

time of anomaly, the magnitude of the anomaly, the magnitude of the magnitude is larger, and the distance from the epicenter is also relatively close; Otherwise, the magnitude is smaller or the distance of the epicenter is far away. Combining the dynamic anomalies of groundwater change, this paper proved the anomaly of magnetic declination at Maiji Area of Tianshui City, and discussed the understanding during the research process.

Keywords: Magnetic declination; Abnormal feature; Strong earthquake anomaly; Groundwater dynamic

0 引言

地磁偏角日变化的基本形态一般是早晨出现一个极大值,中午出现一个极小值,晚上的测值略低于或近似早晨的测值。这种变化是以一个太阳日为周期的,并依赖于地方时;一旦这一规律被打破,便称为异常。观测实践和震例证明,地震前地磁场是有变化的。加藤·宫越准一郎等报道过几次震前磁偏角的变化^[1];1975年辽宁海城7.3级地震^[2]、1976年河北唐山7.8级地震^[3]、1976年四川松潘7.2级地震^[4]以及1985年云南禄劝6.1级地震和1988年云南澜沧7.6级等地震前^[5],磁偏角都出现了较明显的短临前兆异常。实践证明,磁偏角受外空(磁暴、磁扰)等影响较小,且易识别,而且零漂也较小。磁偏角观测数据一般较稳定,这为识别异常和震情分析提供了较理想的背景。因此,对天水麦积磁偏角资料进行研究,同时将邻近地区地下水动态资料结合研究,进行综合分析地震三要素是比较理想的。

1 仪器概况

麦积区地震局赵崖地震监测室所使用的是陶

瓷偏角磁变仪(以下简称磁偏角,该磁偏角属上世纪90年代甘肃群测群防清理"土地磁"时保留下来的监测手段之一),观测室位于甘肃省天水市麦积区赵崖天水矿产勘查院。磁偏角主要由主体、光源灯和记录器三部分组成,这三部分分别放置在相距1.72m的两个墩子上(图1)。该仪器主要是用来测量磁偏角相对变化量的。仪器的基本原理是用一根吊丝把磁针水平地悬吊起来,使磁针只能绕着垂直轴(吊丝)在水平面随着地磁场的变化而自由地转动。为了解决原仪器吊丝材料(的确良线)产生的扭力矩(即扭转一个单位角度时所产生的力矩,它取决于吊丝的材料、直径和长度),笔者将该吊丝材料更换为较细的一根小孩头发(图2),通过观测实践证明,效果优于前者。另外用光杠杆进行放大来提高读数精度;同时采用一片小凹面反射镜固定在磁针与吊丝的转动中心的附近,在相应反射镜上用一个小光源狭缝把光照射在小反射镜上,其狭缝的像(光缝)经过反射镜反射后,就落在了光源灯附近的读数尺上,读数尺上的格值根据仪器说明书按mm计算。读数尺上的光点随着地磁场的变化,只能东西移动,笔者设定读数尺上的光点西偏为上升,反之为下降。另外,

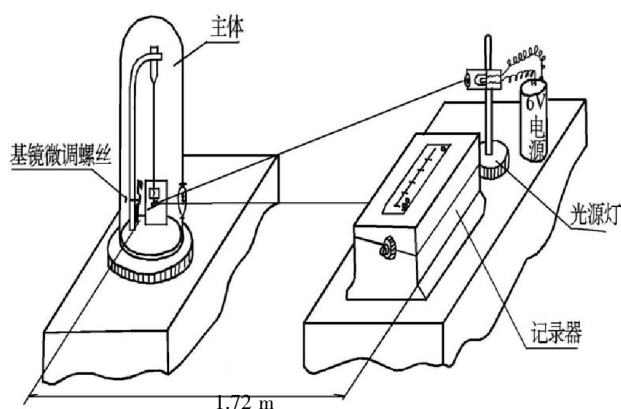


图1 仪器布置示意图

Fig.1 Schematic diagram of instrument arrangement

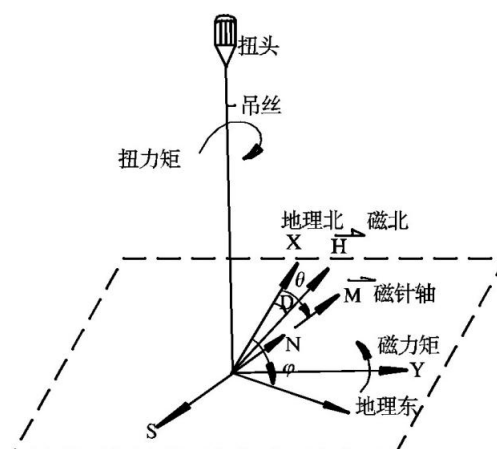


图2 仪器基本原理图

Fig.2 Schematic diagram of the instrument

为了确保仪器精度,笔者每年5月参照兰州地震研究所天水中心地震台地磁标定方法(用绝对值标定相对值)进行标定。

2 几次强震前的异常特征及分析

麦积区地震局赵崖地震监测室磁偏角1980年投入观测,2007年8月台址变更。经过实践证明,磁偏角每天测值日变形态一旦被打破,并出现超正常范围的极小值(以下简称:超常极小值),可视为异常。但这种异常,我们认为可能是近震异常的初显,或是远震信号。该磁偏角每天计算日均值,并作日均值图;同时,也用08、14、20时三个测值作日变图,进行综合分析。如果出现日变形态连续被打破,日均值持续上升,而且异常时间长,异常幅度大,一般震中距较近,震级也较大。如果异常时间短,异常幅度小,可能是远强震;但也可能是近震,其震级基本在6级左右。另外,对天水及邻近地区井水位(流量)进行研究,将流体异常作为磁偏角异常的佐证。流体等出现异常,可视为近震;反之为远震。举例研究如下:

2.1 四川汶川8.0级地震

我们所使用的磁偏角过去也有震例,2007年搬迁到新台址,刚开始测值比较稳定。2008年1

月6日和7日两天连续出现突跳,幅度为4 mm,1月9日西藏改则发生6.9级地震,震后第6天异常恢复。2月13日观测值又出现阶跃式上升,至3月27日上升幅度达4 mm。3月28日根据该异常特征,并结合以往震例分析认为:“4月份天水发生5级以上地震的可能性较小,但应注意甘川交界地区5级左右地震的活动”。这是自1976年四川松潘、平武7.2级地震后,笔者又一次把注意力集中在天水南部的甘川交界地区。进入4月,磁偏角以及天水地区地下流体等资料,无论是长趋势还是短期的,无论是上升还是下降,都基本形成了比较完整的异常形态,并各自在高(低)值上波动^[9],特别是磁偏角异常幅度更大。但是在甘川交界处,只有4月23日10时15分,在甘肃文县(北纬33°,东经104.8°)发生一次 M_s 1.9级地震。因此笔者在4月29日上报的《五月份震情分析报告》中提出:“5月甘川交界地区有可能发生5级以上地震”。5月1日~8日,磁偏角经过几天的高值平稳后,又开始天天打破日变,每天都在上升,5月11日上升至最高值;从2月13日至发震前一天,上升幅度高达10 mm,异常时间为90 d(图3)。针对严峻的地情形势,王建荣于5月10日和11日两次向有关领导报告:“近几天可能有大地震发生”。

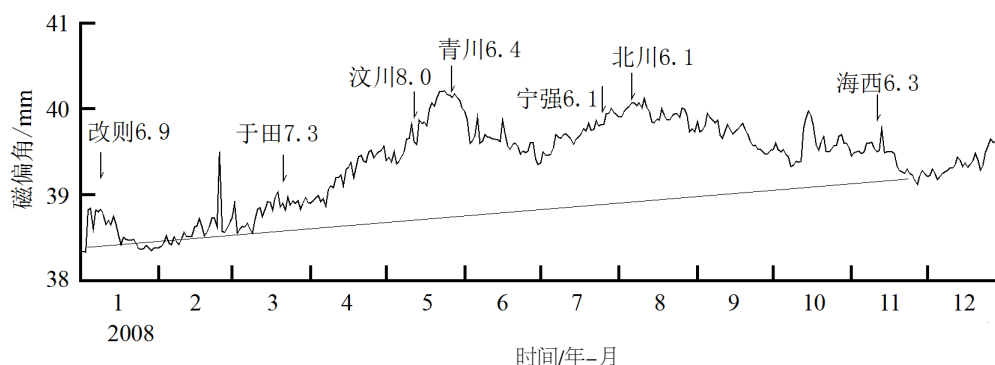


图3 2008年麦积磁偏角日均值曲线

Fig.3 Daily average value curve of declination at Maiji area in 2008

另外,麦积元龙井孔深100.21 m,1983年开始观测,工作仪器为SW40-1型井水位自记仪,2008年2月20日井水位开始上升,4月20日转折下降,在高值持续2个月,但幅度不大;5月4日出现小幅突跳,5月8日逐渐下降,5月12日11时开始出现大幅下降。礼县盐官井孔深10 m,1975年开始人工观测,1月21日开始上升,至4月19

日上升幅度39 cm,而后转折下降,到5月12日下降幅度为22 cm(图4)。另外,清水李沟流量2007年12月中旬至2月下旬持续下降^[9],王建荣正在确认上述这些异常时,5月12日14时28分四川汶川8.0级特大地震发生了,震中距420 km。汶川地震后,磁偏角震后效应明显,而且在高值波动持续时间较长;在波动变化期间,又对应了

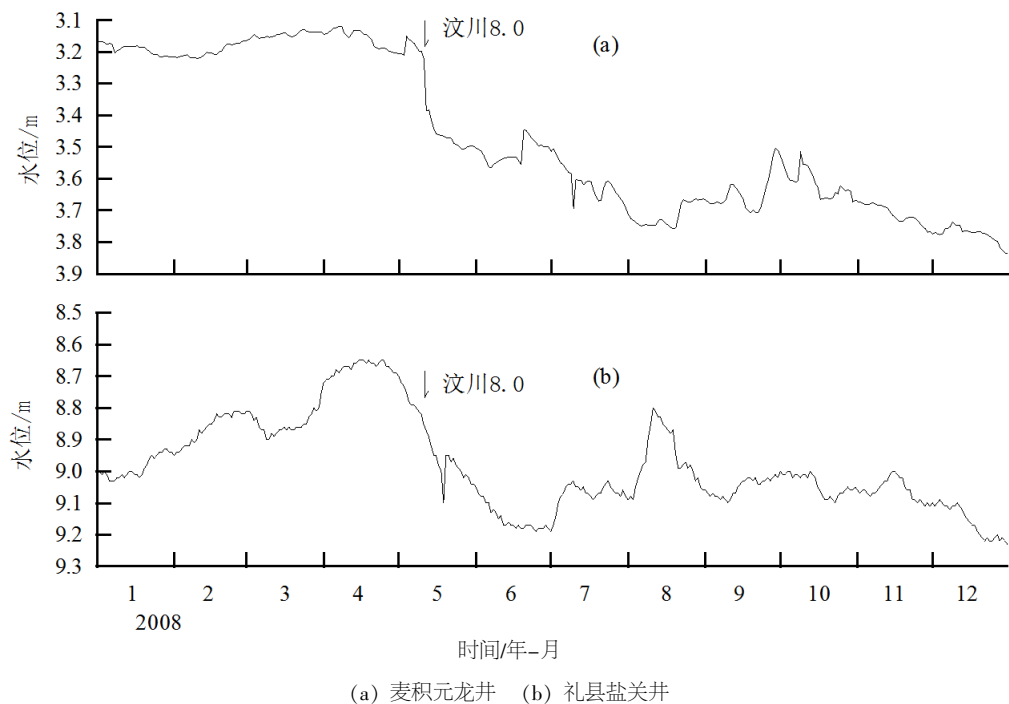


图 4 2008 年麦积元龙井和礼县盐关井水位日均值曲线

Fig.4 Daily average value curves of water level at Yuanlong Well in Maiji and Yanguan Well in Lixian in 2008

后来发生的多次 6 级以上强余震，同时也对应了 11 月 10 日青海海西 6.3 级地震。

2.2 青海玉树 7.1 级地震

在一年中，磁偏角观测值的正常年变规律为夏高冬低。而 2009 年 12 月初，磁偏角测值就开始上升，2010 年 1 月 21 日上升为最高值，上升幅度为 6 mm，而后在高值波动，3 月 18 日又略有上

升，再次转入高值波动，4 月 12 日出现转折下降，异常时间为 83 d (图 5)。可是天水地下流体等前兆资料没有出现有效异常。为此，4 月 12 日，当磁偏角出现临震突变时，笔者用电话向上级地震主管部门领导报告：“根据磁偏角的短临异常变化，近几天我市西部有远强震发生”。4 月 14 日 07 时 49 分，青海玉树发生了 7.1 级地震，震中距约 800 km。

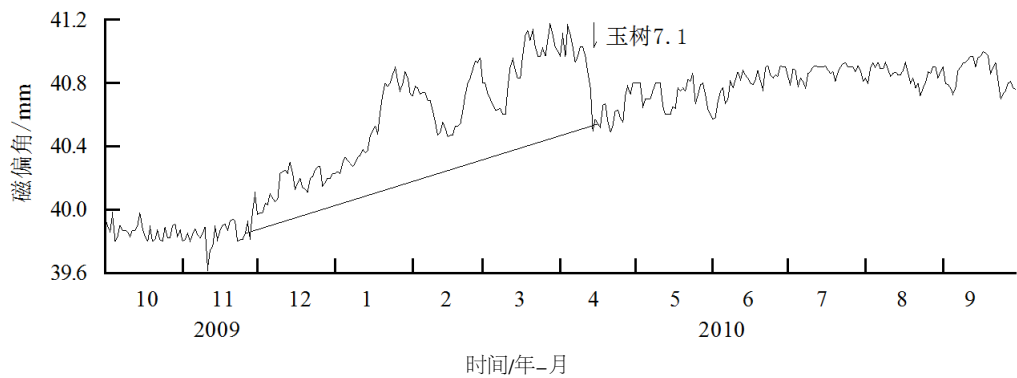


图 5 2009 年 10 月至 2010 年 9 月麦积磁偏角日均值曲线

Fig.5 Daily average value curve of declination at Maiji area From October 2009 to September 2010

2.3 四川芦山 7.0 级地震

2013 年 1 月 14 日开始，磁偏角出现阶跃式上升，3 月 17 日上升为最高值，幅度为 8 mm，而后在高值持续波动一个月，4 月 19 日出现转折下降，

异常时间 96 d (图 6)。在这段时间里，天水地下流体等资料没有出现明显的异常变化。3 月 28 日笔者在上报《四月份震情分析报告》中认为：“4 月份天水发生 5 级以上地震的可能性较小。另外，

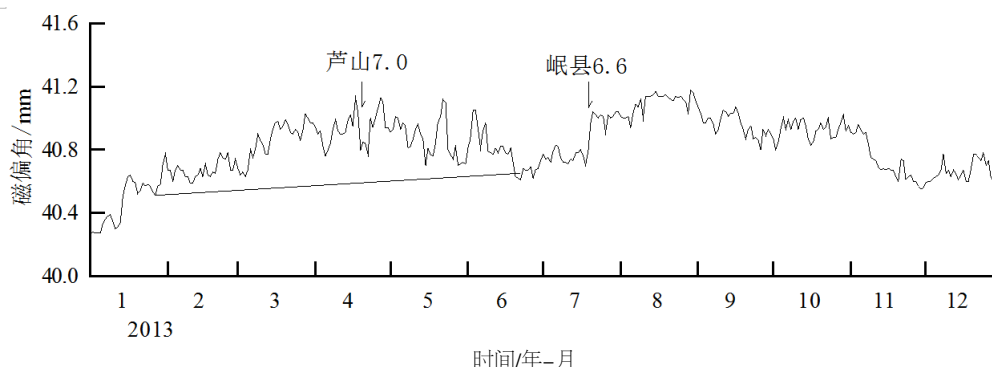


图6 2013年磁偏角日均值曲线

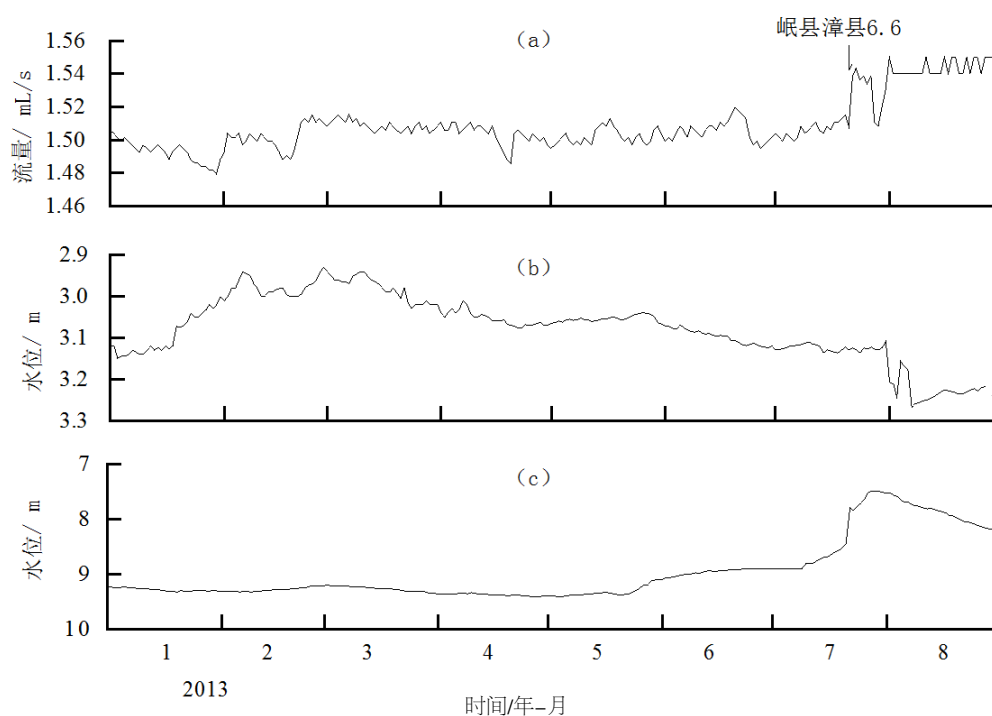
Fig.6 Daily average value curve of declination at Maiji area in 2013

2012年8月12日新疆于田6.2级地震后,我国大陆200多天没有发生6级地震,麦积磁偏角持续上升,可能预示着外阜有较强地震活动;从2008年5月12日四川汶川8.0级地震的迁移规律来看,今后强震的主要活动场所应以南北地震带南部为主”。结果4月20日08时02分,在四川芦山发生了7.0级地震,震中距约600Km,这次分析的地震三要素基本对应。

2.4 甘肃岷县漳县6.6级地震

芦山地震后,甘东南地区出现了一些明显的地震前兆异常^[8],麦积磁偏角观测值在波动中逐渐下降,2013年5月21日又突降2 mm,并在低值

波动一个月,出现少有的夏低异常,并打破了年变规律;7月20日出现转折,21日上升为最高值,上升幅度为5 mm,异常时间为60 d (图6)。天水麦积元龙井水位、礼县盐官井水位以及清水李沟井流量等地下水动态资料也出现了较明显的异常^[9](图7)。6月28日,王建荣在上报《七月份地震情分析报告》中认为:“7月份天水及邻近地区存在发生4~5级地震的可能性”。结果7月22日07时45分,在甘肃岷县漳县发生了6.6级地震,震中距160 km。前面所分析的地震三要素中,对震级估计过低,是因为这次磁偏角异常出现时间短,幅度小,笔者把岷县漳县地震与芦山地震没有看成一个异常,对地震震级分析形成了干扰;



(a) 清水井流量 (b) 麦积元龙井水位 (c) 礼县盐关井水位

图7 2013年清水流量、元龙井水位、盐关井水位日均值曲线

Fig.7 Daily average value curves of flow in Qingshui and well water level in Yuanlong and Yanguan in 2013

如果要把芦山地震前 1 月 28 日出现的异常一直往岷县漳县地震 7 月 21 日出现突跳的这一段异常连系起来看,其异常时间更长,也就意味者震级较大;但主要原因是没有把磁偏角出现的临震突变与地下水动态异常进行综合分析所造成的。

2.5 内蒙阿拉善左旗 5.8 级地震

麦积磁偏角于 2015 年 4 月 7 日出现超常极小值,幅度为 2 mm,使日变幅度增大(图 8);4 月 7 日本应早晨出现极大值,结果极大值出现在晚上,又打破了当天的日变形态。按照地磁低点位移和倍九关系分析,第一个九天(4 月 7 日~15 日),其中有 7 天打破日变规律。也就在第一个倍九结束的当天,本应 14 时出现的极小值,反倒上升为极大值。同日 15 时 39 分,在内蒙古阿拉善左旗发生了 5.8 级地震,震中距 582 km;因此 4 月 15 日 14 时磁偏角出现 2.2 mm 的突跳,可视为这次地震的临震异常。此外,在这次地震前,礼

县盐关井水位和天水麦积元龙井水位等地下水动态资料又出现了一定幅度的异常(图 9),因而笔者结合以往震例,在《四月份震情分析意见》中提出:“4 月份南北地震带北段或甘青川交界地区存在发生 6 级左右地震的可能性”。

2.6 尼泊尔 8.1 级地震

阿拉善左旗地震后,磁偏角观测值出现阶梯式下降,并每天沿袭着打破日变形态(图 8),于 4 月 24 日完成了第二个倍九(4 月 16 日~24 日),4 月 25 日 14 时 11 分,在尼泊尔发生了 8.1 级地震,震中距 2 599 km。磁偏角异常能不能对应超远场特大地震?其异常是从第一个倍九日计算还是从第二个倍九日计算?或者是与阿拉善左旗地震共用一个异常,还是该异常与尼泊尔地震无关等问题,需要进一步研究。但是,超远场特大地震震例,以前该磁偏角异常也对应过几例,在此不一一例举。

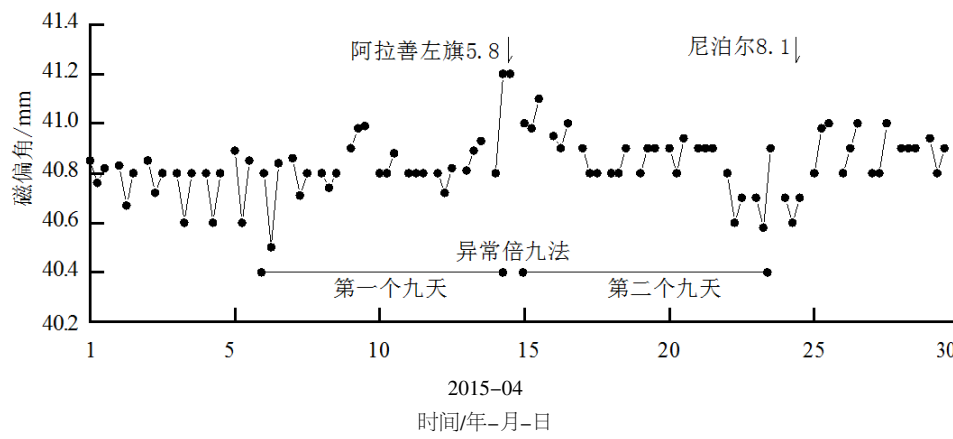
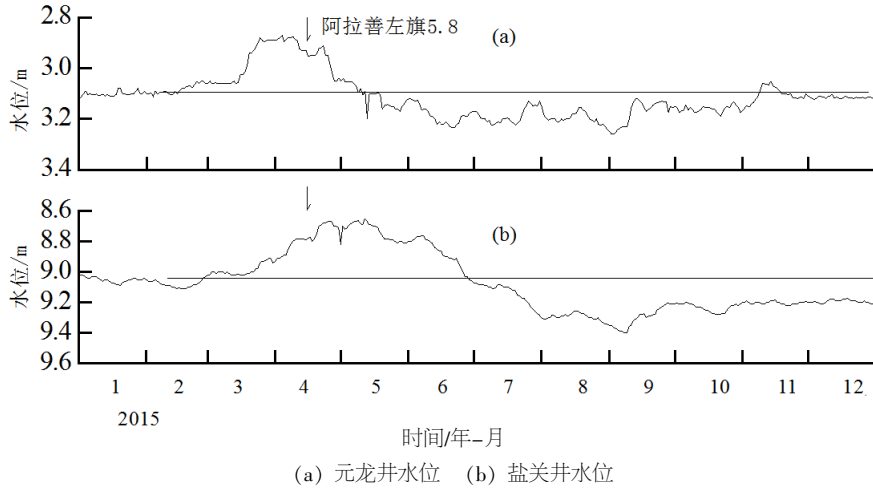


图 8 2015 年 4 月磁偏角日变形态曲线
Fig.8 Daily variation shape curve of declination in April 2015



(a) 元龙井水位 (b) 盐关井水位
图 9 2015 年麦积元龙井和礼县盐关井水位日均值曲线
Fig.9 Daily mean curves of water level of Yuanlong well in maiji and Yanguan well in lixian

3 结语

(1) 磁偏角观测在满足建台规范条件下, 数据较稳定, 异常易于识别, 该测项对地震的短期监测能起到一定的作用。如果磁偏角与地下水动态等前兆资料进行综合分析, 对预测地震震级大小或远(近)震则显的比较理想。

(2) 磁偏角在异常期间出现转折(突升、突降), 可视为临震信号。例如麦积磁偏角于 2015 年 4 月 7 日出现超常极小值, 幅度为 2 mm, 使日变幅度增大; 4 月 7 日本应早晨出现极大值, 结果极大值出现在晚上, 又打破了当天的日变形态。在第一个倍九日结束的当天, 本应 14 时出现的极小值, 反倒上升为极大值。4 月 15 日 14 时磁偏角出现 2.2 mm 的突跳, 15 时 39 分, 在内蒙古阿拉善左旗发生了 5.8 级地震, 震中距 582 km, 因此 4 月 15 日 14 时磁偏角出现 2.2 mm 的突跳, 可视为这次地震的临震异常。

(3) 磁偏角异常的阶段性及形态特征是明显的, 这有助于对中强地震的发震时间进行估计, 但也有人认为幅度与震级、震中距之间关系尚不明确; 可从汶川 8.0 级地震来看, 异常时间长, 异常幅度大, 震级就大, 震中距也近。而阿拉善左旗 5.8 级地震, 异常时间短, 异常幅度小, 震级也小, 震中距与芦山地震震中距相同。

参考文献:

- [1] 中国科学院技术情报研究所. 地震问题译文集[M]. 北京: 中国工业出版社, 1966.
- [2] 蒋凡. 海城地震[M]. 北京: 地震出版社, 1978.
- [3] 陈非比, 张建华, 刘秉良, 等. 唐山地震[M]. 北京: 地震出版社, 1979.
- [4] 朱皆佐, 江在雄. 松潘地震[M]. 北京: 地震出版社, 1978.
- [5] 吕桂芳, 唐吉阳. 云南地区几次地震前的磁偏角异常及其变化特征[J]. 地震研究, 1991, 14 (1): 50-56.
- [6] 姚玉霞, 杨晓鹏, 王建荣, 等. 汶川 8.0 级地震天水前兆资料异常特征及震情分析与研究[J]. 震灾防御技术, 2014, 9 (S1): 709-717.
- [7] 王小娟, 李旭升, 牛延平, 等. 四川汶川 8.0 级地震前流体异常分析[J]. 地震工程学报, 2014, 36 (3): 688-696.
- [8] 杨兴悦, 王燕, 王建荣, 等. 甘东南地下流体异常与甘肃岷县 6.6 级地震关系探讨[J]. 地震工程学报, 2013, 35 (4): 808-815.
- [9] 王燕, 杨兴悦, 王建荣. 陇 07、09 井流量资料映震能力探讨[J]. 高原地震, 2013, 25 (1): 27-30.