

郭明瑞, 胡久常, 马龙, 等. 甘肃岷县 6.6 级地震前地磁垂直分量日变“双低点”异常[J]. 华南地震, 2018, 38(3): 39–44. [GUO Mingrui, HU Jiuchang, MA Long, et al. Geomagnetism Vertical Component Diurnal “Double Low” Anomaly of Minsian  $M$  6.6 Earthquake in Gansu Province [J]. South China journal of seismology, 2018, 38(3): 39–44]

## 甘肃岷县 6.6 级地震前地磁垂直分量 日变“双低点”异常

郭明瑞<sup>1</sup>, 胡久常<sup>1</sup>, 马 龙<sup>1</sup>, 吴佳林<sup>1</sup>, 孙宗强<sup>2</sup>, 王锡娇<sup>1</sup>, 王桂丹<sup>1</sup>

(1. 海南省地震局, 海口 570203; 2. 云南省水富县防震减灾局, 云南 水富 657800)

**摘要:** 2013 年 7 月 22 日, 地处南北地震带的甘肃岷县发生  $M$  6.6 地震。研究发现在 6 月 19 日, 西北地区与华北地区部分地磁台垂直分量日变形态出现过“双低点”异常。震中位于低点位移分界线附近, 孕震体环境在强震前由于应力变化引起介质电导率等电磁性质的改变, 区域地磁场垂直分量日变曲线出现相位和幅度变化。说明地磁垂直分量日变“双低点”异常与地震的孕育和发生相关。

**关键词:** 地磁垂直分量; 分界线; “双低点”异常; 地磁日变; 地震预测

**中图分类号:** P315.721 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662(2018)03-0039-06

**DOI:** 10.13512/j.hndz.2018.03.006

## Geomagnetism Vertical Component Diurnal “Double Low” Anomaly of Minsian $M$ 6.6 Earthquake in Gansu Province

GUO Mingrui<sup>1</sup>, HU Jiuchang<sup>1</sup>, MA Long<sup>1</sup>, WU Jialin<sup>1</sup>, SUN Zongqiang<sup>2</sup>,  
WANG Xijiao<sup>1</sup>, WANG Guidan<sup>1</sup>

(1. Hainan Earthquake Agency, Haikou 570203, China; 2. Earthquake Prevention and Disaster Reduction Bureau of Shuifu County, Shuifu 657800, China)

**Abstract:** On July 22<sup>nd</sup>, 2013,  $M$  6.6 earthquake occurred in Minsian county, Gansu province, located in the north-south seismic belt. The study found that on June 19<sup>th</sup>, the “double low” anomaly occurred in the daily variation of the vertical component of some geomagnetic stations in the northwestern region and northern China.

收稿日期: 2017-11-10

作者简介: 郭明瑞(1983-), 女, 主要从事地震预报研究。

E-mail: 545113937@qq.com.



目前地磁“低点位移”已成为一种预报地震常用方法,在短临预报中起到一定作用<sup>[4]</sup>,而“双低点”则是低点位移特殊的表现形式。

正常情况下,地磁  $Z$  分量在中午只出现一个极小值,但有时地磁  $Z$  曲线在中午会出现两个极小值,二者相隔数十分钟至三个多小时,而在震

中及其邻近地区地磁台所观测到的地磁垂直分量日变“双低点”异常形态中的两个低点时间间隔不小 2 h,值不超过 3 nT,偏角和水平分量日变在同时段没有对应磁扰<sup>[9]</sup>。改变了正常形态,被称为 W 型双值现象。如图 2 是 6 月 19 日  $Z$  日变“双低点”异常图,图 3 为正常的  $Z$  日变形态图。

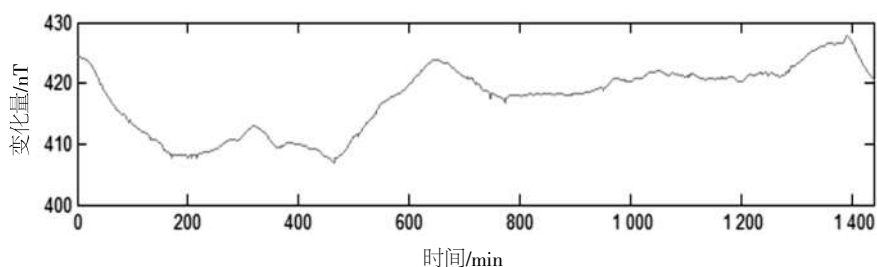


图2 W型日变形态

Fig.2 W type of daily deformation

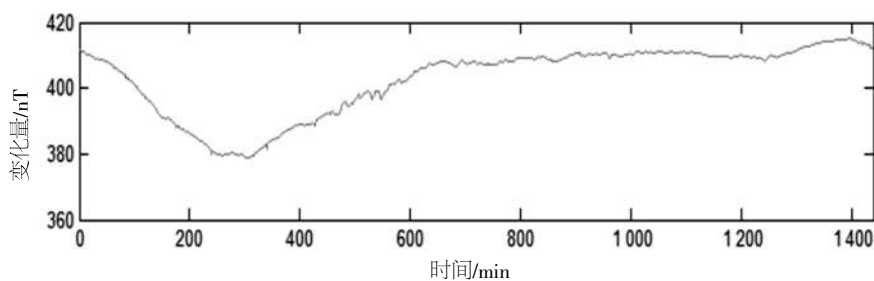


图3 兰州台正常日变形态

Fig.3 Normal day shape

### 3 甘肃 $M$ 6.6 地震前的地磁异常

地磁低点位移是指以各区域各台的日变“低点时间”明显与另一个区域各台的“低点时间”不同,而每个区域内部的低点时间又大致相同(考虑到经度,经度每隔  $15^\circ$ ,日变低点出现的时间延后 1 h,一般在 2 h 以内)。“低点位移异常”是地磁  $Z$  分量日变所特有的现象,地磁水平分量基本无相应变化。由此推知,“低点位移异常”是由地磁  $Z$  分量太阳静日变化的异常引起。从“低点位移异常”的定义可以看出其最明显的空间分布特征是出现了明确的日变低点时间突变分界线。陈绍明、胡久常等通过进一步的分析,发现在一些“低点位移异常”日,处于日变低点时间突变分界线附近的台站所观测到的日变形态呈现前后相差 2 h 以上的“双低点”特征(见图 4),随着与分界线距离的增加,所观测到的日变形态逐渐过渡到单低点形态,其中一侧向前一低点过渡,而另一侧则向后一低点过渡。通过加密地磁观测台站,将会有更多的台站观测到地震前地磁  $Z$  分

量日变“低点位移异常”日中的“双低点异常”形态,从而划分出“双低点异常”分布带。利用“双低点异常”分布带更有助于进一步缩小预测地震可能发生的区域。如果某日某区域地磁台站观测到地磁垂直分量日变化在地方时中午前后出现两个低点的异常形态(即“双低点”异常),则可预测区域在未来 45 d 内将发生中强地震<sup>[9]</sup>。

为捕捉 2013 年 6 月 19 日甘肃岷县发生 6.6 级地震的短临异常前兆,重新分析了西北地区(甘肃、陕西、青海);西南地区(四川、重庆、贵州);华北地区(河北、山西)等的地磁台在地震前后一年多时间内的地磁垂直分量日变形态,发现 6 月 19 日地磁垂直分量日变出现“双低点”异常,利用地磁垂直分量日变“双低点”异常预测地震方法,可预测在 6 月 19 日后 45 d 内<sup>[9]</sup>即 8 月 3 日前,在西北地区可能发生 6 级左右地震,结果于异常日期后 33 d 甘肃岷县发生 6.6 级地震(图 5)。与实际发生的地震三要素基本吻合。根据地磁垂直分量日变“双低点”异常的时空演化特征与地震三要素的关系,画出异常分界线,在分界线的两侧低点时间相差 2 小时以上。如图 5 所示。

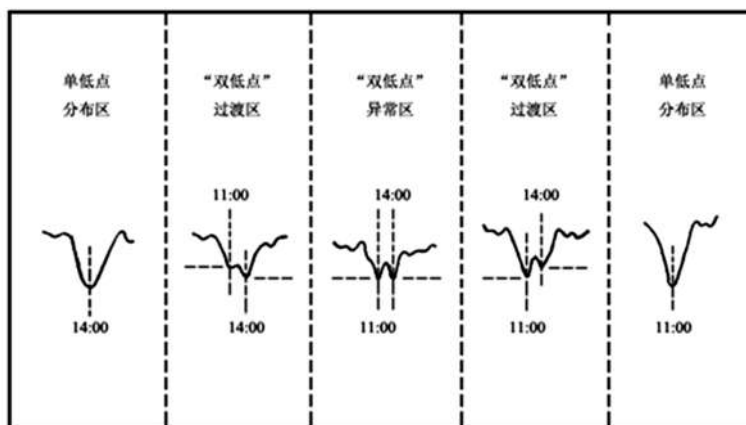


图4 地磁Z分量日变“双低点异常”演化示意图

Fig.4 The evolution diagram of geomagnetic Z component daily change " double low abnormality"

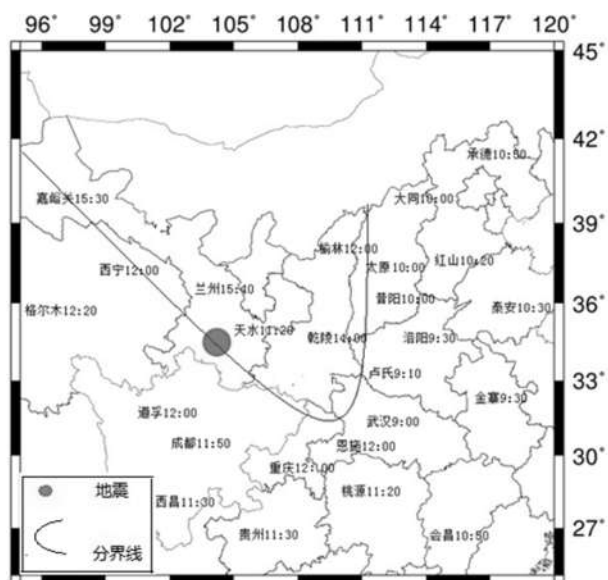


图5 2013年7月22日“双低点”异常分界线图

Fig5 " Double low" anomaly boundary map on July 22nd, 2013

图6为2013年6月份DST指数图,从图中可知9号至20号是磁静日(DST指数在-20至10之

内),避开了磁扰日,符合“双低点”预测地震的指标要求。

6月19日,西北地区、华北地区地磁台地磁垂直分量日变普遍出现罕见的“双低点”异常(图7),估计西北地区在6月19日后的45天发生一次6级左右地震,以此验证利用地磁垂直分量日变“双低点”异常预测地震的可能性。鉴于同一天地磁垂直分量日变形态“双低点”异常以西北为中心向外围西南、华北演变为正常的单个低点日变形态,说明异常范围较大,由此可估计地震震级为6级左右。

#### 4 “双低点”预测地震机理探索

地磁Z分量太阳静日变化Sq由外源变化场和内源变化场两部分组成,其中外源变化场起源于太阳辐射在地球外空电离层中所产生的涡旋电流体系,内源变化场则是外源变化场在地球深部感应所产生的反向涡旋电流体系<sup>[7]</sup>。

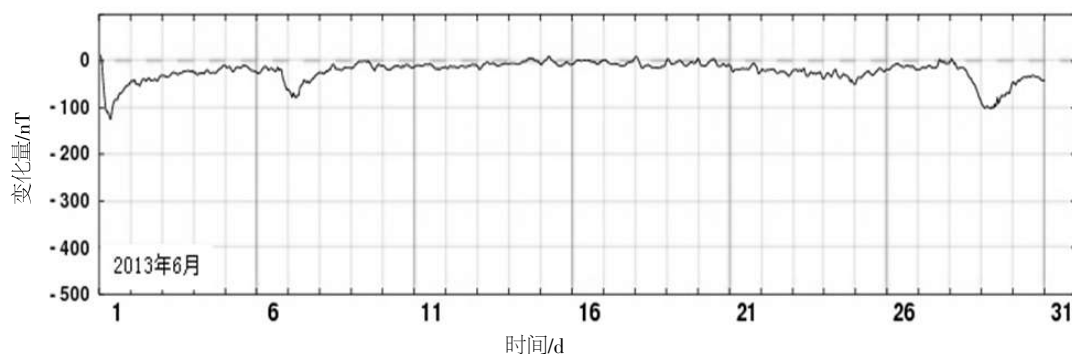


图6 2013年6月DST指数

Fig.6 DST index in June 2013

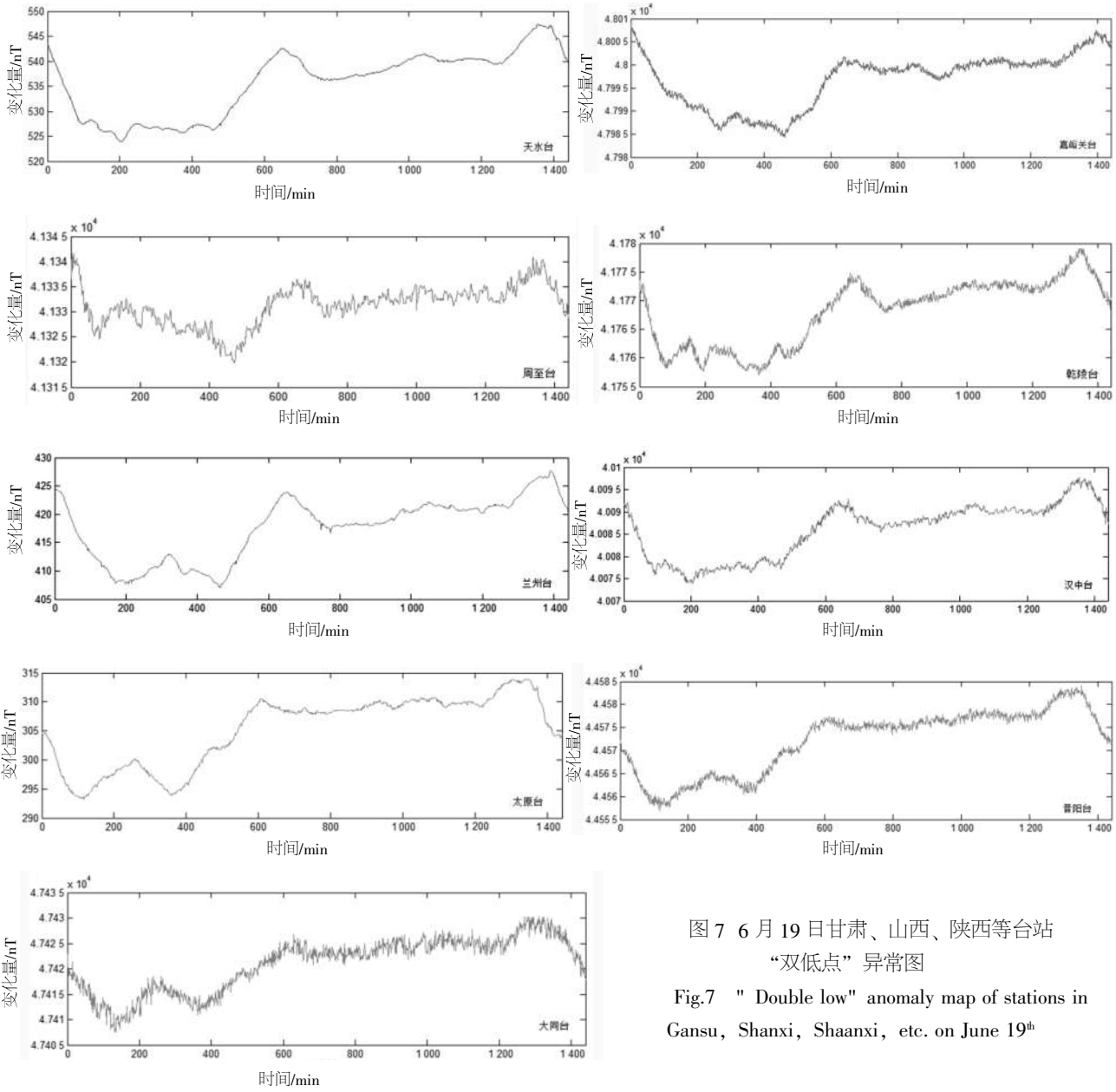


图 7 6 月 19 日甘肃、山西、陕西等台站  
“双低点”异常图  
Fig.7 " Double low" anomaly map of stations in  
Gansu, Shanxi, Shaanxi, etc. on June 19<sup>th</sup>

地磁  $Z$  分量日变  $S_q$  等效电流体系由单个环电流分解为两个或多个环电流, 尤其是内源场等效电流体系所分解出的新生环电流迅速增强达到最大值, 可能是产生  $Z$  分量日变“低点位移异常”的直接原因<sup>[10]</sup>。外源场等效电流体系所分解出的新生环电流较弱, 可能是由内源场新生环电流在电离层中的感应所产生。一旦震中区地壳深部电导率变化趋于稳定, 原来分解成的两个或多个环电流又重新聚合成单个环电流, 地磁  $Z$  分量日变又恢复到正常的单低点形态。

孕震区如果发生变化磁场剧烈的突变, 将导致附加应力场或感应电流增加<sup>[8]</sup>, 从而降低岩石强度, 加速临震蠕变阶段的不稳定状态, 双低点可看成一种区域性的特殊扰动, 突变分界线附近附加

应力最强, 当突变分界线经过震源区时对地震发生起到调制、触发作用。

地震短临预报是地震学最终必须面对而又十分棘手的世界性科学难题, 据统计发现用低点位移的方法预报地震有震异常占总异常 35%<sup>[11]</sup>, 异常后 45 d 内发生地震的占 48%, 震级越大, 异常出现也早, 对于 5 级左右的地震, 想准确预报地点是相当困难, 本次地震前出现“双低点”异常, 本身就是罕见的, 在异常后 45 d 内对应地震, 我们应该好好分析研究其震例, 为以后的短临预报提供宝贵的参考价值。

5 结语

- (1) 低点位移线常常与地质构造块体的边缘

重合,因此推测地磁低点位移异常可能与地质构造块体的某种短期微动态活动有关,包括与地质构造块体的整体运动有关。

(2) 地磁垂直分量日变形态“双低点”现象是客观存在、且是罕见的,2013年7月22日甘肃珉县6.6级地震前区域内能普遍观测到地磁垂直分量日变形态“双低点”异常,异常出现33 d后,在地磁低点时间分界线附近珉县发生6.6级的地震,证明了地磁垂直分量日变“双低点”异常可作为提出地震短临预测的一项重要的前兆依据。

(3) “双低点”分界线两侧的区域,一个区域与另一个区域低点时间差在两小时以上,区域内部时间基本一致,从而两个区域之间有明显的突变分界线。

#### 参考文献:

- [1] 傅承义,陈运泰,祁贵仲. 地球物理学基础 [M]. 北京:科学出版社,1985.
- [2] 丁鉴海,卢振业,黄雪香. 地震地磁学[M]. 北京:地震出版社,1994.
- [3] 张素平,马尔曼,张昱,等. 甘肃中强震前地磁“低点位移”现象研究[J]. 中国地震,2008,24(3):269-277.
- [4] 解用明,武连祥,郭建芳,等. 地磁Z分量日变化特征[J]. 地震地磁观测与研究,2004,25(1):53-56.
- [5] 胡久常,刘伟,郭明瑞,等. 汶川8.0级特大地震前的地磁垂直分量日变“双低点”异常[J]. 地震学报,2009,31(5):589-593.
- [6] 陈绍明. 地磁日变低点位移分界线的网络分布及其与地震的关系的探讨[J]. 地震. 1987,7(5):33-43.
- [7] 陈化然,杜爱民,王亚丽,等. 地磁低点位移与地磁场等效电流体系关系的初步研究[J]. 地震学报,2009,31(1):59-67.
- [8] 吴小平. 利用地磁低点位移预测发震时间[J]. 四川地震,2003,27(1):34-36.
- [9] 丁鉴海,余素荣. 地磁低点位移现象与昆仑山口西8.1级地震[J]. 西北地震学报,2003,25(1):16-21.
- [10] 徐文耀. 地球发电机过程的实验室模拟研究[J]. 地球物理学进展,2005,20(3):698-704.
- [11] 彭纯一,陈兴东. 地磁方法在地震短临预报中的应用研究[J]. 东北地震研究,2007,23(3):29-37.