

# 地磁“低点位移”现象与昆仑山口西 8.1 级地震

丁鉴海, 余素荣, 肖武军

(中国地震局分析预报中心, 北京 100036)

**摘要:** 利用中国地磁台网多年的观测资料, 研究了地磁垂直分量日变极小值出现的时间(低点时间)在空间分布上的异常特征即低点位移现象. 该异常现象与强震发生有较好的相关性, 发震日期为异常日后的第 27 天或 41 天前 4 天, 地点在低点位移突变分界线附近. 2001 年 11 月 14 日昆仑山口西 8.1 级地震前的 10 月 8 日也出现了少见的地磁低点位移强震异常. 讨论了地磁低点位移的“感应—触发”机制.

**关键词:** 地磁低点位移; 昆仑山口西 8.1 级地震; “感应—触发”机制; 跨越式预报方法

**中图分类号:** 315.72<sup>+</sup> **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2003)01-0016-06

## 0 引言

利用变化磁场  $Z$  日变化异常预报地震的基本思路有两类. 第一类从各种震磁效应出发, 提取地震引起的局部磁异常; 第二类寻找日变化中少见的异常现象与地震的对应关系. 后者与第一类有区别, 又有密切联系, 属于地磁地震相关性的研究.

地震的发生不仅是与震源区的孕震过程有关, 而且和内(地体环境)、外(日地空间)环境因素密切相关. 而变化磁场是把二者联系起来的天然媒介, 日变中少见的异常现象可能通过感应磁效应反映孕震区以及孕震有关的内、外环境因素的变化. 地磁场时空动态的异常变化与大地震的发生有密切关系: 一方面大地震特别是 8 级大地震活动可能是地磁变化产生地区差异的主要影响因素之一; 另一方面区域地磁场的时空动态变化, 特别是剧烈的突变变化, 是有利于 8 级大震发生的环境因素.

震前地磁垂直分量日变化异常主要表现在幅度和相位上的变化. 本文利用中国 50 个地磁台 30 多年的资料, 研究了地磁垂直分量日变极小值出现时间(低点时间)在空间分布上的异常特征, 即低点位移现象与 2001 年昆仑山口西 8.1 级等强震的关系. 并据此作出了一定程度的短临预测.

## 1 地磁低点位移现象与强震的关系

### 1.1 低点时间的平均分布状态

地磁日变逐日变化规律较为复杂, 但单台低点时间的平均分布状态又是很有规律的, 符合正态分布. 样本(低点时间)  $x$  落入任意区间  $(a, b)$  的概率, 记作

$$p(a < x < b) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_a^b e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

落在  $(\mu - \sigma, \mu + \sigma)$  的概率是 68.3%, 各台统计的正态分布的均值  $\mu$  和标准离差  $\sigma$  见表 1.

收稿日期: 2002-10-15

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目(2001BA601B01-05-04)

作者简介: 丁鉴海(1941-), 男(汉族), 河北人, 研究员, 主要从事地震预报及地震前兆研究.

表 1 正态分布的均值和标准离差

台站	白家瞳(1960~1964)						长春 (1980~1981)	余山 (1980)	潍坊 (1980)
	春秋季	夏季	冬季	静日	扰日	全部资料			
均值 $\mu$ /时:分	12:00	11:50	12:10	12:05	11:45	12:05	11:45	12:00	12:05
标准离差 $\sigma$ /分	50	60	55	55	60	50	55	55	50
台站	武昌 (1980)	西安 (1980)	兰州 (1980)	郫县 (1980)	昆明 (1980)	格尔木 (1980)	拉萨 (1980)	乌鲁木齐 (1980)	
均值 $\mu$ /时:分	12:20	12:45	13:05	13:00	13:10	13:50	13:50	14:10	
标准离差 $\sigma$ /分	55	45	60	45	60	55	55	50	

大量资料的统计只能说明平均状态,少量资料即使连续的静日都是很分散的,不能用单台资料识别异常,必须用大范围内多台资料才能判断地磁低点位移异常。

低点时间分布的时间特征随经度变化,经度每差十五度,低点时间(北京时)正好差 1 小时,如果按地方时统计,则各台低点时间均出现在中午 12 时前后。讨论低点时间的平均空间分布状态,并以此作为判定异常的参考:①如果一个大区域与另一个大区域低点时间明显不同,相差超过 2 小时,其突变分界线(带)则为异常地带;②某一个较大区域全部地磁台站的低点时间均超出 2 倍标准离差(约 2 小时),此区域即为异常区域,在地磁低点位移突变分界线上圈出的区域即为可能发震的地区。

### 1.2 强震前的低点位移异常

如果在某一天(或几天)低点时间的分布规律被破坏,全国地磁台低点时间只分为两大区域,之间有一条明显的突变分界线(或闭合圈),低点时间在不同区域相差 2 小时以上,在每个区域内则相差 2 小时以内(考虑到经度差和标准离差),就把这一天(或几天)做为 7 级以上强震异常;如果在约半个中国范围内低点时间分为两大区域则为 6 级地震异常。发震时间在异常日后的第 27 天或 41 天前 4 天,地点在突变分界线附近<sup>[1]</sup>。经统计检验此方法预测 6 级以上特别是 7 级以上强震效果较好,其预测的发震时间较准,但预测的范围较大,并存在少量虚报和漏报。近年来在台站密集地区采用偏离低点时间标准离差、功率谱强度比及突变分界线交汇等方法,对进一步缩小范围取得了进展。

## 2 昆仑山口西 8.1 级地震前的低点位移异常

2001 年 11 月 14 日昆仑山口西 8.1 级地震前,在 10 月 8 日中国地磁场动态变化出现地磁低点位移(图 1),中国大陆地区地磁垂直分量日变低点时间分为两大区域:东部为北京时 13 时左右,西部为 15 时左右,两大区域之间有一条明显的突变分界线,属于少见的 7 级以上地震异常。据此预测:11 月 4 日或 11 月 18 日前后 4 天南北地震带以西地区(西部台站稀少不能进一步缩小地区)可能发生 6 级以上地震。异常后 19 天即 10 月 27 日在突变分界线上发生永胜 6.0 级地震,按以往统计,在预报时间段内还应发生更大地震,结果 11 月 14 日又在突变分界线上发生昆仑山口西 8.1 级地震,发震日期在低点位移异常后第 41 天 $\pm$ 4 天时间段内。

## 3 地震沿地磁低点位移突变分界线迁移

根据多次中强以上地震统计,低点位移异常后发生的成组地震有沿地磁低点位移突变分界线迁移的现象。众所周知,地震有沿地质构造带迁移的现象,本文重点说明的是,在短期(几天至一个多月)内地震沿地球物理场分界线的震例也较多,这为成组地震在一、二个月内迁移的方向提供了新的思路。例如:①10 月 27 日永胜 6.0 级地震后,地震不是沿构造带而是沿低点位移突变分界线迁移,发生了昆仑山口西 8.1 级地震(图 1)。②2001 年另外两次 6 级以上地震也是沿低点位移突变分界线迁移的,即分别在低点位移异常后第 27 天和 41 天前发生 2001 年 2 月 23 日雅江 6.0 级、3 月 5 日玛尼 6.4 级以及 3 月 12 日澜沧 5.0 级

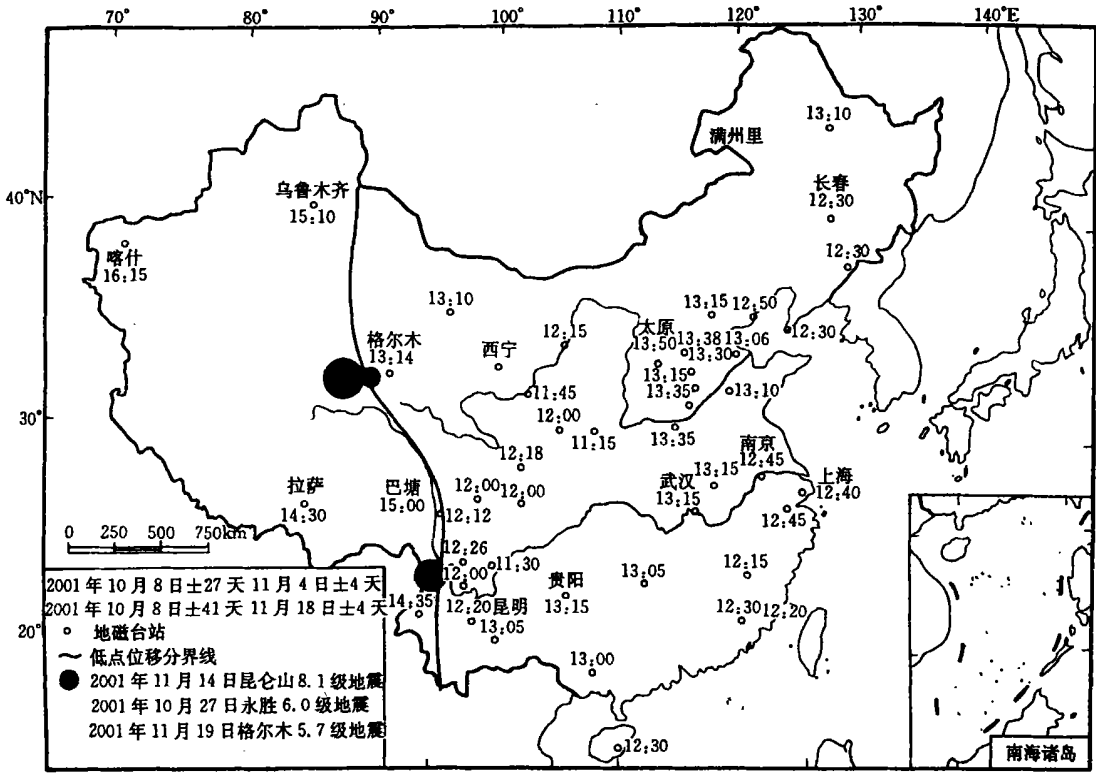


图1 2001年昆仑山口西8.1级、永胜6.0级地震前地磁低点位移异常

Fig. 1 Distribution of geomagnetic low-point displacement before west Kunlun Mountain Pass  $M_s$  8.1 earthquake and Yongsheng  $M_s$  6.0 earthquake in 2001.

地震(图2)。③1989年8~9月两个月内大陆地区仅发生3次5级以上地震,即9月20日云南崇明5.1级、9月22日四川小金6.6级、9月24日甘肃昌马5.1级地震,全部发生在1989年8月14日低点位移异常后41天±4天发震时间段内,且沿地磁低点位移突变分界线迁移(图3)。

### 4 “地磁低点位移”预测地震机理探索与讨论

由于中国南北带以西地区台站稀少,因此讨论主要应用东部地区的震例。

#### 4.1 “低点位移”分界线与强震及区域构造活动、特大自然灾害有关

近百个震例资料说明,强震多发生在突变分界线附近,部分震例还可看出与地质构造块体的短期微动态活动有关。1989年10月19日大同—阳高6.1级地震前地磁低点位移分界线和鄂尔多斯地台边缘大致重合(图4)。1976年4月6日和林格尔6.3级地震前也是如此,这可能是构造块体整体活动的反映。大区域构造活动,包括块体整体运动,其边缘地区相对运动较为明显,往往是孕震和发震的动力来源之一。由于这里电磁性质亦发生较大变化,故有可能出现低点位移分界线。

在低点位移分线附近既有利于发生地震,也有利于发生少见的特大自然灾害,这往往是造成虚报的原因之一。且分界线附近不发生任何灾害的现象也极少。例如:1975年7月3日在中国中部出现低点位移现象,在预报日期7月30日或8月13日前后4天,没有发生6级以上地震,造成虚报;但在分界线附近地区,发生了8月5~15日河南特大洪水,8月11日湖北发生当地少见的山崩。

#### 4.2 “感应—触发”机制探索

##### 4.2.1 通过感应磁效应探测地体环境的变化

以1989年大同6.1级地震为例,地磁低点位移分界线明显表示出孕震的地体环境——鄂尔多斯地台

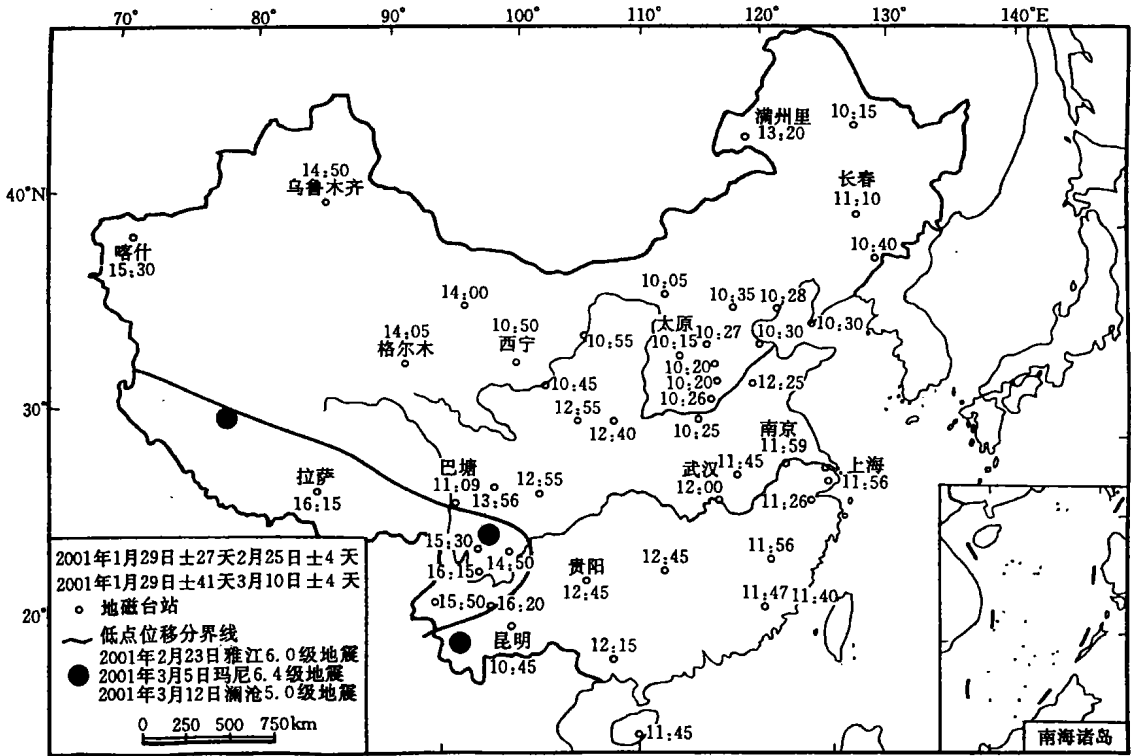


图 2 2001 年雅江 6.0 级、玛尼 6.4 级地震前地磁低点位移异常

Fig. 2 Distribution of geomagnetic low-point displacement before Yajiang  $M_s$  6.0 earthquake and Mani  $M_s$  6.4 earthquake in 2001.

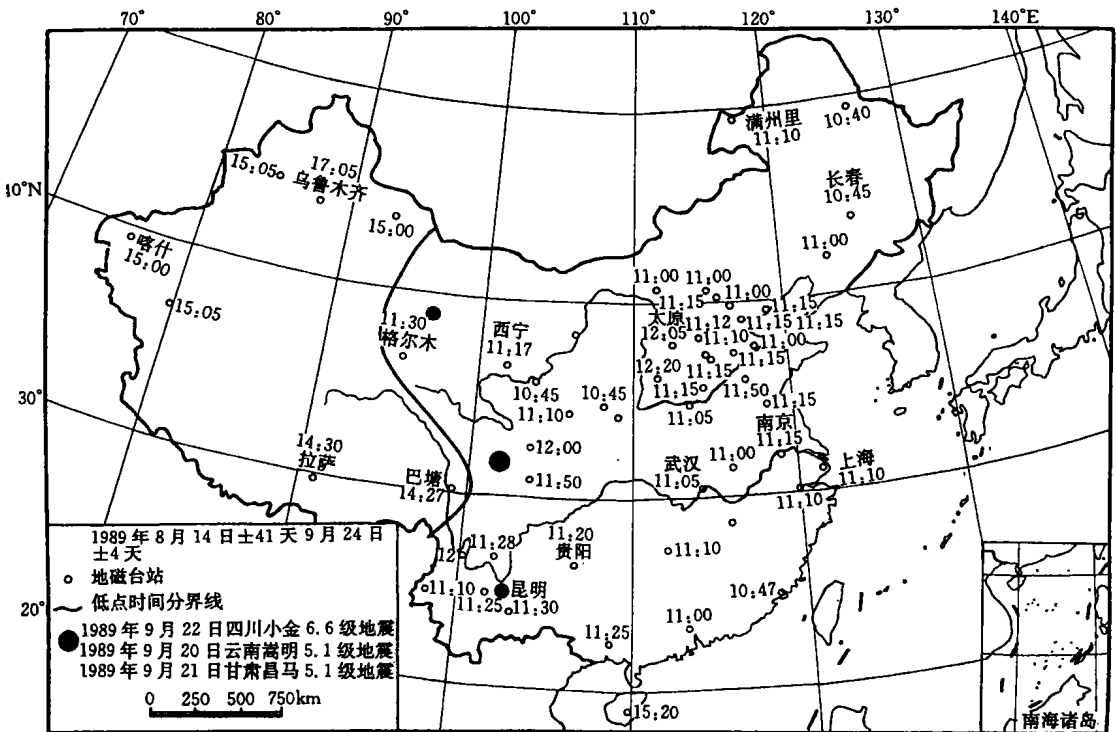


图 3 1989 年小金 6.6 级地震前地磁低点位移异常

Fig. 3 Distribution of geomagnetic low-point displacement before Xiaojin  $M_s$  6.6 earthquake in 1989.

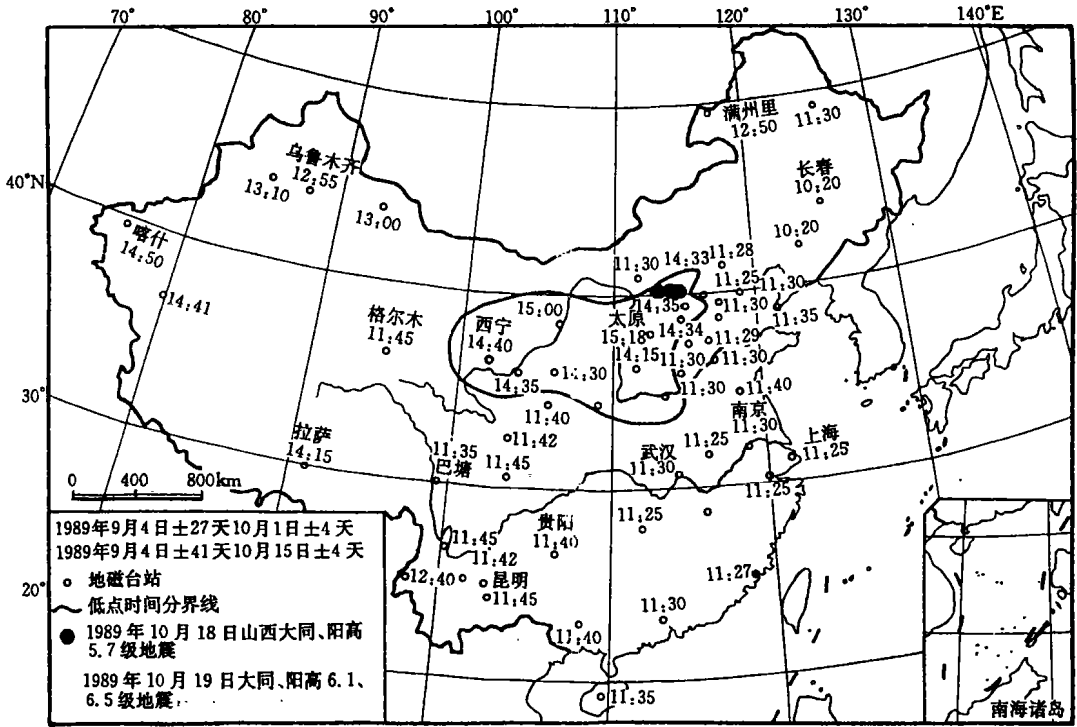


图4 1989年大同—阳高6.1级地震前地磁低点位移异常

Fig.4 Distribution of geomagnetic low-point displacement before Datong—Yanggao  $M_s$  6.1 earthquake in 1989.

周边的变化;同时也能用功率谱分析方法得出震中区周围的特殊变化:用大同6.1级地震前9月4日低点位移异常日变曲线减去同月统计平均日变曲线之后进行功率谱分析,结果表明,震中区的台站与远离震中区的台站(例如:武汉台)异常的功率值之比(强度比),随震中距加大有衰减的趋势(表2).近震中区的张家口、怀来、呼和浩特等台站强度比明显高于远离震中区的红山、武汉台站.从某种意义上讲低点位移异常是外空磁场和感应磁场叠加而成的,感应磁效应必然反映出震中周围与远离震中地区差异.

表2 大同地震前各台站功率谱成份与强度比(相对武汉台)

台名	H		Z		D		
	周期	强度比	周期	强度比	周期	强度比	
近震中 区	张家口	3小时12分	2.7	1小时28分	(1.0)	1小时12分	2.3
	怀来			1小时03分	2.2		
	呼和浩特	3小时12分	2.2	3小时12分 1小时55分	11.2 9.0	1小时12分	4.3
远震中 区	红山	3小时12分	2.0	1小时28分 1小时07分	2.5 1.7	1小时17分	0.7
	武汉	3小时12分	1	1小时15分	1	1小时12分	1

地磁日变化包含较丰富的周期成份,尤其电磁测深,每时每刻都在探测或透视地下电磁性质的变化,不同的周期成份可探测到地下不同的深度.功率谱分析还表明,影响低点位移是1~3小时周期成份,探测深度大致在地下几十至400 km,这可能反映地壳至上地幔大范围孕震的地体环境(鄂尔多斯地台周边微动态)变化.

#### 4.2.2 突变分界线(带)的触发作用

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强, 从而降低岩石强度, 加速临震蠕变阶段的不稳定状态. 低点位移可看成一种区域性的特殊磁扰, 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的发生起到调制、触发作用.

低点位移出现与预测地震, 一方面是通过感应磁效应发现、探测地下包括震源区及孕震地体环境在内的短期变化, 有可能发现大区域应力场或构造块体微动态活动的分界线(即低点位移突变分界线); 另一方面又作为一种特殊的区域磁扰和突变外因, 对孕震到临震阶段的震源区起到调制、触发的作用. 简化为低点位移预测地震的“感应—触发”机制.

#### 4.3 地磁跨越式预报方法的讨论

低点位移和某些周期性因素有关, 因此表现出和周期性相联系的跨越式预报的特点: 异常日附近并不发震, 85% 以上的地震发生在异常过后第 27 天前 4 天或 41 天前 4 天时间段内, 滞后效应明显. 对地磁场影响最大的是太阳, 太阳有 27 天的自传周期, 这使得许多日地物理现象具有 27 天周期. 行星际磁场扇形结构 27 天旋转一周, 扫过地球一次, 旋转一周半为 41 天. 地磁场本身 27 天周期也很明显, 对地磁场各种谱分析的结果表明, 半年以内周期成份中, 27 天和 13.5 天周期变化最显著.

从高空到地下均有 27 天(或  $27+13.5$  天  $\approx 41$  天)的影响. 地震发生与内、外环境因素有密切关系, 因此, 把这个周期应用于预报并不是偶然的.

地磁低点位移是一种复杂的地球物理现象, 受多种因素影响, 其“感应—触发”及跨越式预报方法机制仍处在探索阶段.

#### [参考文献]

- [1] 丁鉴海, 黄雪香, 邢如英, 等. 地磁“低点位移”现象及其与地震的关系[J]. 地震学报, 1988, 10(4): 406—414.  
 [2] 丁鉴海, 卢振业, 黄雪香. 地震地磁学[M]. 北京: 地震出版社, 1994. 253—267.

### GEOMAGNETIC LOW-POINT DISPLACEMENT PHENOMENA AND WEST TO KUNLUN MOUNTAIN PASS $M_s 8.1$ EARTHQUAKE

DING Jian-hai, YU Su-rong, XIAO Wu-jun

(Center for Analysis and Prediction, CSB, Beijing 100036, China)

**Abstract:** On the base of recorded data in many years from the network of geomagnetic observation in China, the anomalous feature of appearance time for minimum of diurnal variations (low-point time) of the geomagnetic vertical component and the variation of their spatial distribution (phenomena of low-point displacement) are studied. Such phenomena of geomagnetic anomalies is well-correlated with strong earthquakes. It is found that most earthquakes occur near the boundary line of sudden changed low-point displacement and generally within four days before or after the 27th and 41th day counting from the day of anomaly appearance. The low-point displacement also appeared on Oct. 10, before west to Kunlun Mountain Pass  $M_s 8.1$  earthquake on Nov. 14, 2001. The possible “induced magnetic effect trigger” mechanism of the low-point displacement is studied.

**Key words:** Geomagnetic low-point displacement; West to Kunlun Mountain Pass  $M_s 8.1$  earthquake; “Induced magnetic effect trigger” mechanism; Jumping-over prediction method