

③

78-83

P315.7

中国西北地区强震前地磁短期异常特征分析*

张苏平

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 通过对祁连山中东段及共和盆地近几年来发生的5级以上地震前地磁异常特征及其时空分布特征分析, 研究了西北地区强震的地磁短期异常特征和预报指标. 结果表明, 磁暴、低点位移和地磁垂直分量的相关性在强震前均出现了不同程度的异常. 发震时间距低点位移异常开始的时间在1个月内, 距磁暴出现的时间为倍九日期的±3天内. 发震地点一般位于低点位移异常形成的分界线附近或低点位移异常所围绕的某个区域内. 若相关系数异常持续5个月以上, 在异常区内有发生中强地震的可能.

关键词: 西北; 强震; 地磁异常; 异常特征

地震前兆

中图分类号: P315.7; P318.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(1999)01-0078-06

0 引言

根据地磁资料进行地震预报, 目前尚处在探索阶段. 由于各地区的地质构造不同, 地磁场的变化规律差异很大, 因此, 不同地区强震前地磁异常各有其特点. 本文重点对祁连山中东段永登、天祝地区及共和盆地内1990年以来发生的5级以上地震前地磁短期异常和时空分布特征进行了分析, 得出了中国西北地区强震前地磁短期预报指标.

1 中国西北地区地磁短期异常特征

1.1 台站分布及资料选取

该地区台站分布如图1所示. 选取1990年至1997年7月各台的地磁场垂直分量、地磁场垂直分量极小值出现时间(1993年以前资料不全, 只有个别台站有资料)和 $K \geq 6$ 的磁暴为基础资料进行分析.

1.2 异常特征分析

1.2.1 低点位移

兰州及邻近地区地磁垂直分量的极小值出现时间一般在12:00~13:00. 在中纬度地区, 经度相近的地磁台站的垂直分量日变化极小值出现时间应相近, 因此, 在分析中以上述时间为标准.

按空间分布情况, 地磁垂直分量低点位移异常可分成3种类型(因资料有限, 只能分析

收稿日期: 1997-10-21

* 中国地震局兰州地震研究所论著编号: LC1999004.

作者简介: 张苏平, 女, 1965年8月生, 助理研究员, 从事地磁预报地震的研究工作.

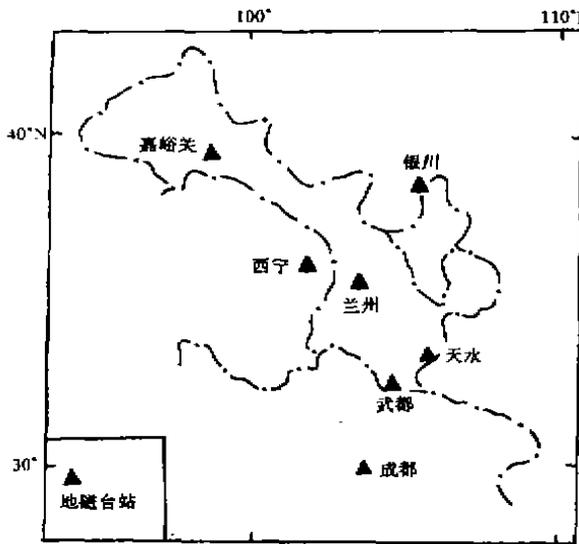


图 1 中国西北地区地磁台站分布

Fig. 1 Distribution of geomagnetic stations in northwestern China.

1994 年以来发生的地震的异常情况)。

(1) 分界线型: 此类异常如图 2 所示, 地震往往发生于低点位移的分界线附近。

1993 年 12 月 11 日, 西北地区出现如图 2a 所示的地磁垂直分量低点位移异常。1994 年 1 月 3 日在青海共和发生了 $M_S 6.0$ 地震, 发震地点位于低点位移异常所形成的分界线附近, 发震时间距低点位移异常开始的时间为 23 天。

1994 年 2 月 16 日青海共和发生的 $M_S 5.8$ 地震也位于低点位移形成的分界线附近, 发震时间距低点位移异常开始的时间分别为 24 天和 25 天, 见图 2b 和图 2c。

1995 年 7 月 9 日青海共和 $M_S 5.3$ 地震和 1996 年甘肃天祝 $M_S 5.4$ 地震同样发生在低点位移所形成的分界线附近, 发震时间距低点位移异常开始的时间分别为 10 天和 28 天, 见图 2d 和图 2e。

(2) 单台型: 此种类型的低点位移异常将整个区域分割成 3 部分, 地震多发生于中间区域内出现地磁垂直分量低点位移异常的台站附近。

1994 年 8 月 25 日和 1994 年 9 月 6 日西北地区出现如图 3a 和 3b 所示的地磁垂直分量低点位移异常。1994 年 9 月 24 日青海共和发生 $M_S 5.4$ 地震, 发震地点位于出现地磁垂直分量低点位移异常的西宁台附近 ($\Delta = 108 \text{ km}$)。发震时间距地磁低点位移异常开始的时间分别为 30 天和 18 天。

1994 年 10 月 10 日青海共和再次发生 $M_S 5.7$ 地震, 它距 1994 年 9 月 6 日地磁低点位移异常出现的时间为 34 天。

1994 年 9 月 24 日青海共和发生的 $M_S 5.4$ 地震以及 1994 年 10 月 10 日和 12 日的 $M_S 5.7$ 和 $M_S 5.0$ 地震同样位于低点位移异常所划分的中间区域内, 距出现地磁低点位移异常的西宁台 108 km, 发震时间距地磁低点位移异常出现的时间分别为 38 天、34

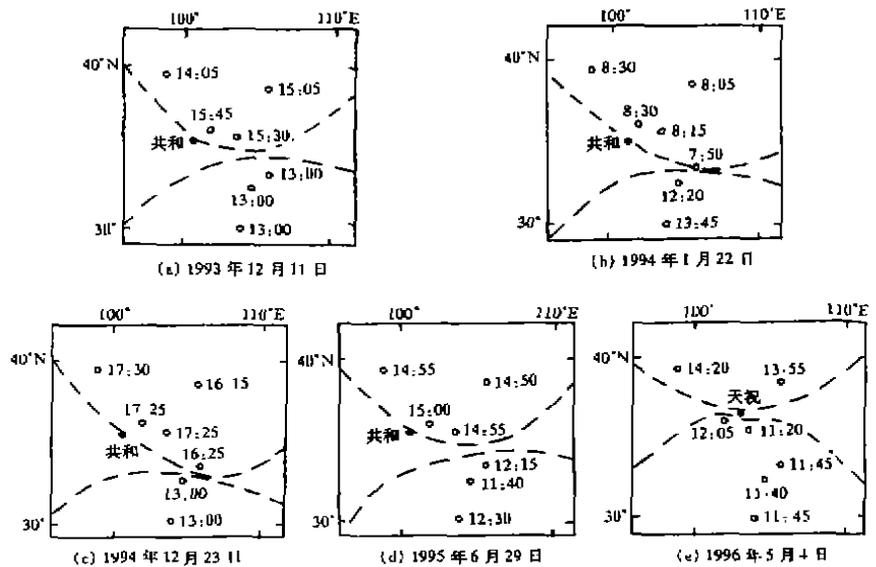


图 2 几次地震前的地磁低点位移异常

Fig. 2 Distribution of geomagnetic low-value displacement anomaly before some earthquakes in northern China.

天和 16 天, 见图 3c 和图 3d.

(3) 区域内部型: 这种类型的低点位移异常分布与分界线型相似, 所不同的是, 地震不是发生在低点位移所形成的分界线附近, 而是发生在某一个区域内部.

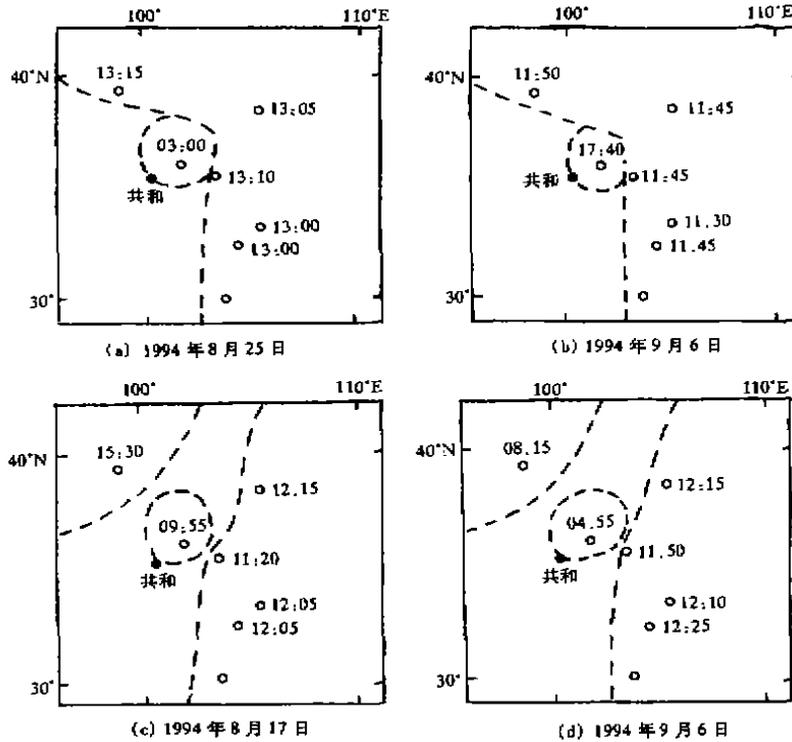


图 3 几次地震前单台型地磁低点位移异常分布
Fig 3 Distribution of geomagnetic low-value displacement anomaly (single station) before some earthquakes.

中强以上地震前往往伴随有低点位移异常出现, 这说明“低点位移”可做为地震的短期预报方法之一. 但是, 由于地磁场是复杂场的叠加, 其变化不仅仅与地下场有关, 可能还受其他因素的影响, 所以低点位移异常与地震不是一一对应的关系. 另外, 利用该方法不能准确预报发震地点, 这还有待于我们进一步研究.

1.2.2 磁暴

磁暴是太阳活动的一种表现形式, 它对地震的发生有一定调制和触发作用. 在孕震期间系统处于高度不稳定状态, 而且系统内部存在着非线性相互作用. 一旦外界条件有一定程度的变化, 系统原有的状态就会突变, 导致地震的发生. 尤其是中强以上的磁暴可能是诱发地震的主要外因之一.

表 1 列出了 1990 年以来祁连山东中段及共和盆地 $M_S \geq 5$ 地震与 $K \geq 6$ 磁暴的对应关系.

从表 1 可以看出, 1990 年至 1996 年, 祁连山东中段及共和盆地共发生 $M_S \geq 5.0$ 地震 10 次, 除了 1996 年 6 月 1 日天祝

图 4 是 1995 年 6 月 29 日西北地区地磁垂直分量低点位移异常图. 1995 年 7 月 22 日甘肃永登 $M_S 5.8$ 地震位于地磁低点位移异常所形成的分界线以西的区域内, 距兰州台 91 km, 发震时间距地磁低点位移异常开始的时间为 23 天.

作者统计了 1994 年以来祁连山东中段及共和盆地附近发震次数 n 与发震时间距低点位移异常开始时间 t 的对应关系, 见图 5. 由图 5 可以看出, 发震时间距低点位移异常开始的时间在 40 天以内, 10~30 天的居多.

从以上资料可以看出, 尽管目前对低点位移异常的物理机制还没有一种合理的解释, 然而在西北地区

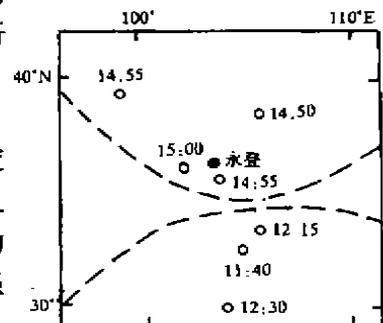


图 4 1995 年 6 月 29 日地磁低点位移异常

Fig. 4 Distribution of geomagnetic low-value displacement anomaly on June 29, 1995.

$M_S \geq 5.4$ 地震无磁暴对应外, 其余 9 次地震与 12 个磁暴对应. 其中磁暴与地震间隔时间为 9 ± 3 天的有 5 次, 18 ± 3 天的有 2 次, 27 ± 3 天的 2 次. 由上述统计可知, 磁暴出现后的倍九日期的 ± 3 天内往往有地震发生, 其中以 9 ± 3 天内发生地震的概率较大, 45 ± 3 天内发震的概率较小.

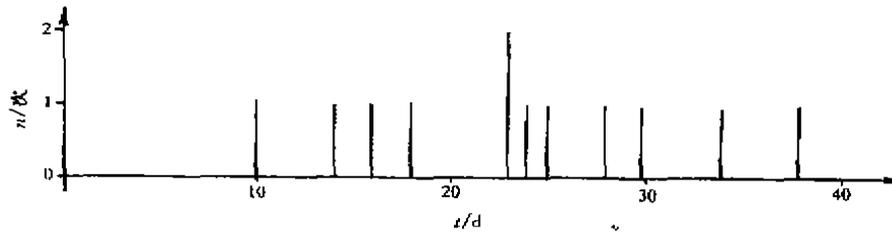


图 5 地震次数与发震时间距地磁低点位移异常开始时间的关系

Fig. 5 Relationship between earthquakes and origin time of geomagnetic low-value displacement anomalies

表 1 西北地区中强地震与 $K \geq 6$ 磁暴的关系

磁暴发生时间	K	磁暴与地震间隔/天					发震时间	发震地点	震级 (M_S)
		$1 \times 9 \pm 3$	$2 \times 9 \pm 3$	$3 \times 9 \pm 3$	$4 \times 9 \pm 3$	$5 \times 9 \pm 3$			
1990-03-30	7			28			1990-04-26	共和	7.0
1990-04-17	7	9					1990-04-26	共和	7.0
1990-10-09	6	11					1990-10-20	景泰	6.2
1993-12-07	6			27			1994-01-03	共和	6.0
1994-01-11	6				36		1994-02-16	共和	5.8
1994-02-05	6	11					1994-02-16	共和	5.8
1994-08-13	6					42	1994-09-24	共和	5.4
1994-09-06	6		18				1994-09-24	共和	5.4
1994-10-03	7	7					1994-10-10	共和	5.7
1994-10-03	7	9					1994-10-12	共和	5.0
1995-06-19	6		20				1995-07-09	共和	5.3
1995-06-19	6				33		1995-07-22	永登	5.8
无磁暴							1996-06-01	天祝	5.4

1.2.3 各台地磁垂直分量变化的相关分析

变化的地磁场既包含内源场, 也包含外源场. 当局部磁场发生变化时, 将引起它与其它场的相关性减弱. 本文取 1994 年以来兰州、嘉峪关、银川和天水 4 个信度较高台站的地磁垂直分量资料, 以兰州为基准台, 以月为单位进行相关分析, 讨论相关系数与地震的关系. 图 6 为兰州台与嘉峪关、银川和天水 3 个台的相关系数曲线.

从图 6 可以看出, 1994 年全年兰州台与嘉峪关台和银川台的垂直分量相关系数偏低, 兰州台与天水台的相关系数在 1994 年 6 月、9 月和 10 月偏低. 1994 年在兰州以西的青海省共和发生了 5 次 $M_S 5.0$ 地震.

1994 年 11 月~1995 年 7 月, 兰州台与天水台的垂直分量相关系数 $R > 0.85$, 兰州台与嘉峪关台的垂直分量相关系数 $R < 0.68$, 兰州台与银川台的垂直分量相关系数 $R < 0.55$. 1995 年 7 月 9 日在青海共和发生了 $M_S 5.3$ 地震, 7 月 22 日在甘肃永登发生了 $M_S 5.8$ 地震. 2 次地震均位于兰州以西. 从 1995 年 8 月开始, 兰州台与银川和嘉峪关 2 个台的相关系数开始回

升.

1995年12月~1996年6月,兰州台与天水台的垂直分量相关系数 $R > 0.90$,兰州台与嘉峪关台的垂直分量相关系数 R 除了在1996年5月偏低外,平均 $R > 0.80$,兰州台与银川台的垂直分量相关系数 $R < 0.5$.1996年6月1日在甘肃天祝发生了 $M_S 5.4$ 地震,发震地点位于兰州以西.地震后,从1996年8月开始兰州台与嘉峪关和银川2个台的相关系数回升.

2 强震前短期地磁异常判别指标

(1) 低点位移法:发震地点一般位于低点位移所形成的分界线附近;出现低点位移异常的台站周围150 km内或低点位移所围限的某一区域内.发震时间一般在低点位移异常出现后的10~40天之内.

(2) 磁暴法:中强地震一般发生在 $K \geq 6$ 的磁暴发生后倍九日期的 ± 3 天内.

(3) 相关系数法:相关系数偏低,即 $R < 0.7$ 属于异常,如果异常持续5个月以上,在相关系数异常区域有发生 $M_S \geq 5.0$ 地震的可能.发震时间在异常持续过程中(异常持续5个月以后)或异常结束后1~2个月内.

3 结束语

甘肃及邻近地区地磁台站分布稀疏,且呈长条状分布,八五期间提出的部分地磁预报方法在该地区目前还不能很好地运用.本文仅利用有限的资料及能较好地适用于该地区的地磁预报方法,对1990年以来祁连山东中段及共和盆地内发生的 $M_S \geq 5.0$ 地震进行了分析,提取了震前短期地磁异常的预报指标,旨在为进一步提高短期地震预报的概率提供一定的依据.

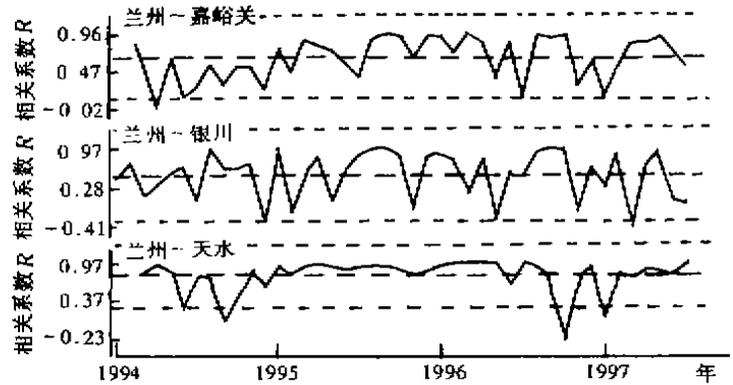


图6 兰州台与嘉峪关、银川及天水3个台地磁垂直分量相关系数

Fig. 6 Correlation coefficients of geomagnetic vertical component change of Lanzhou station to that of Jiayuguan, Yinchuan and Tianshui stations.

参考文献

- [1] 张苏平. 中国西部地区地磁低点位移异常和磁暴与中强地震的关系[J]. 西北地震学报, 1995, 17(3): 88~89.

ANALYSIS ON CHARACTERS OF GEOMAGNETIC SHORT-TERM ANOMALY
BEFORE STRONG EARTHQUAKES IN NORTHWESTERN CHINA

ZHANG Su-ping

(Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou Gansu 730000)

Abstract

Analysing characteristics of geomagnetic anomalies before $M_S \geq 5$ earthquakes in recent years in Gonghe basin and at middle east section of Qilian mountains and space-time distribution of the anomalies, geomagnetic short-term prediction indexes before strong earthquakes in northwestern China are studied. The results indicate that various degrees of anomalies of magnetic storm, geomagnetic low-value displacement and correlation coefficients of geomagnetic vertical component between stations appeared before strong earthquakes. Interval from beginning of geomagnetic low-value displacement anomalies to origin time is 10~40 days. Interval from magnetic storm to origin time is three days before and after the dates which are multiple of nine. Coming earthquakes are located at near line of demarcation of the low-value displacement anomalies, or in the anomalous area. If duration of the correlation coefficient anomalies is over 5 months, it is possible that $M_S \geq 5$ earthquake occurs in anomalous area.

Key words: Northwest China; Strong earthquake; Geomagnetic anomaly; Anomalous character