

震前电磁波异常观测试验研究

吴伯荣

(国家地震局兰州地震研究所)

朱子政 杨建辉 贾东阳

(甘肃省张掖地区地震办公室)

摘 要

本文介绍了张掖地区电磁波观测点观测到的几次地震前的电磁波异常。这些异常一般出现在震前几小时、几天至十几天,信号一般呈低频扰动或频率较高的连续双向强脉冲型。观测结果表明,电磁波异常可以作为一种地震的短临预报指标。

张掖地区的电磁波观测试验是从1987年开始的,截止目前已形成了由五个测点组成的区域性电磁波观测网。1987年以来该区曾发生了多次 $M_s > 4.0$ 级以上地震,最大震级5.7级(M_s),为验证电磁波观测系统及其效果提供了极好的机会。观测结果表明,震前电磁波异常信号是明显的。1989年6月,我们根据电磁波异常,并考虑其它手段的观测资料,曾较好地预报了张掖地区的一次有感地震。本文介绍了震前电磁波异常观测试验情况及主要观测结果。

一、观测系统

1. 频段选择 电磁波在地下介质中传播时,其高频成份除少量可沿地壳波导传播很远外,大量的则很难穿透出地表。且室内的模拟实验和野外多频段观测的结果均表明,低频信号要比高频信号强。我们观测到的电磁波信号是数十赫兹以下的超低频信号。

2. 观测仪器及性能 每个测点均配备西安延光电机电器厂生产的CGY—IA型磁感仪各二台,按EW、NS方向水平放置。其主要电性参数如下:固有谐振频率:210Hz;线性频段:0.001—10Hz;电感量:2800H;电压灵敏度:270 μ V/nT·Hz;线圈直流电阻:1300 Ω 。

此外,每个测点另埋设一个电天线装置接收地下准交变电场信息,进行同步试验。该装置由二块经过密封的铅板组成,将它们互相平行埋于地下,上下极板距离50cm。传感探头通过屏蔽线同放大器连接。

3. 放大器和记录器 观测系统的放大器和记录器均利用测震仪设备。张掖、山丹、肃南测点配备的是67型放大器和63型记录笔。67型放大器输入电阻为50k Ω ,频率范围为0.4—40Hz。民乐、高台测点配备的是DJ—1记录器(放大、记录整机化),其输入电阻为10M Ω ,频率范围0.4—15Hz。CGY—IA型磁感探头输出电阻为1.3k Ω ,频率范围0.001—10Hz,

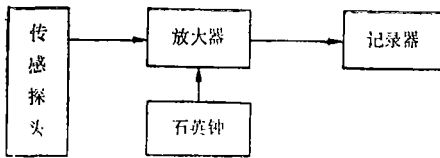


图1 观测系统方框图
Fig. 1 Block diagram of observation system

二、观测结果

1. 测点分布及观测环境

电磁波观测点分布及震中分布见图2。张掖测点位于张掖市新墩乡，探头置于张掖地震台地下室的摆房中，周围是农田，500米范围内无较大型的用电设备。1987年7月开始观测。山丹测点位于山丹县城西南7 km处的南湾，探头埋于地下3米深处，周围是荒滩和农田且无大型用电设备。1988年9月开始观测。民乐测点位于民乐一六坝隐伏断裂上，探头置于人防地道中，地道上部覆盖层厚约7—8米。1989年7月开始观测。肃南测点位于祁连山深大断裂附近，探头置于半山腰的摆房中，1989年11月开始观测。高台测点位于高台县城以北的走廊北山中，测点周围有大面积花岗岩出露，探头置于出露地表的花岗岩上，以砖和水泥封固，1990年3月投入试测。

2. 观测结果

自1987年开始电磁波观测试验以来，张掖地区曾多次发生过中强地震，震前均观测到了电磁波异常信息。现将典型震例介绍如下：

(1) 1987年9月12日张掖西武当 M_s 4.5级地震(震源深度9 km, 发震时刻08^h40^m11.8^s)

震前距震中23km的张掖测点从9月12日00时至03时记录到连续3个小时的低频扰动，周期2~3秒，异常结束5个多小时后发震(图3)。



图3 张掖测点1987年9月12日00^h—03^h记录($\Delta = 23$ km)
Fig. 3 The record of electromagnetic wave on Sept. 12, 1987 at Zhangye point

(2) 1988年10月1日肃南 M_s 4.2级地震(震源深度5 km, 发震时刻07^h14^m9.1^s)
震前张掖、山丹二个测点观测到了电磁波异常信息。张掖观测点距震中88km, 9月24

与上述二种放大器基本匹配。由于磁感探头为双端浮置输出，而DF-1放大器为三端对称输入，需在放大器输出端各接一个合适的电阻对地方可连接。图1为观测系统方框图。

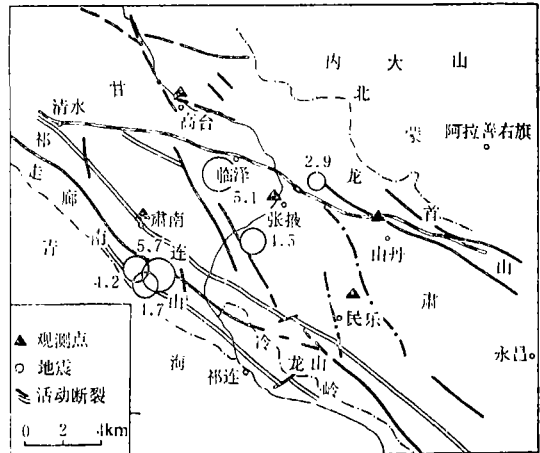


图2 电磁波测点分布及震中分布图
Fig. 2 Distribution of observing points for electromagnetic wave and epicenters in Zhangye region, Gansu Province

日和25日观测到了电磁波异常信号, 该信号显示了阵发性特征(图4)。山丹测点距震中135km, 其电磁波异常从9月25日开始至28日结束, 信号连续, 低频扰动和脉冲迭加在一起, 越逼近临震, 信号越密集, 强度越大。29日恢复正常, 10月1日发震。

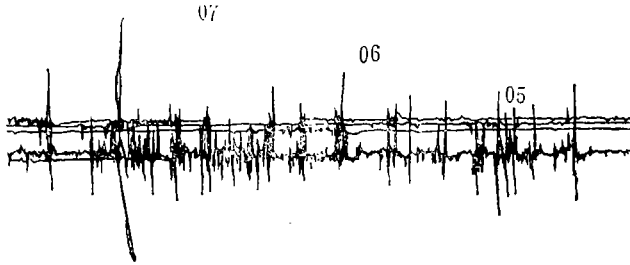


图4 张掖测点1988年9月24日—25日记录 ($\Delta = 88\text{km}$)

Fig. 4 The record of electromagnetic wave on
Sept. 24—25, 1988 at Zhangye point

(3) 1988年11月22日肃南5.7级 (M_s) 地震 (震源深度20km, 发震时刻 $01^{\text{h}}46^{\text{m}}1.3^{\text{s}}$)

山丹观测点距震中130km, 其电磁波异常信号集中在11月5日至8日以及11月16日。信号特点表现为阵发性、强脉冲且出现时间早(图5)。张掖测点因探头渗水, 正在检修, 没有进行观测。

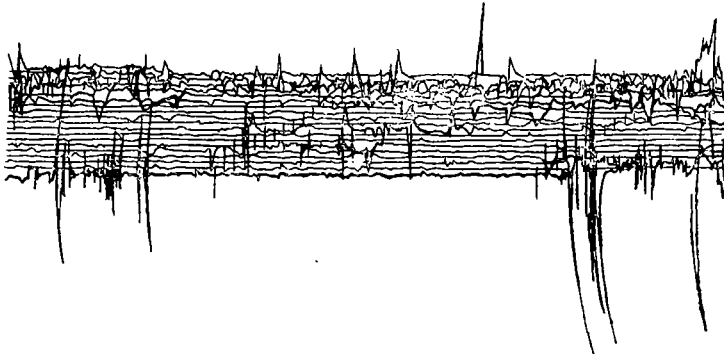


图5 山丹测点1988年11月7日记录的电磁波异常信号 ($\Delta = 130\text{km}$)

Fig. 5 Anomaly of electromagnetic wave recorded on Nov. 7, 1988 at
Shandan point

(4) 1988年12月4日肃南5.1级 (M_s) 地震

山丹测点距震中132km, 其电磁波异常信号集中在12月1日至4日, 表现为阵发性强脉冲(图6)。张掖测点因探头工作不正常未记录到异常。

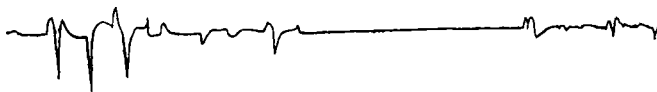


图6 山丹测点1988年12月3日记录

Fig. 6 The record on Dec. 3, 1988 at Shandan point

(5) 1988年12月26日临泽4.7级 (M_s) 地震 (震源深度16km, 发震时刻 $15^{\text{h}}16^{\text{m}}1.2^{\text{s}}$)

山丹测点距震中95km, 该测点于12月9日、10日、15日三天分别记录到阵发性强脉冲

型电磁波异常信号(图7)。张掖测点距震中43km,该测点在12月10日、14—16日分别记录到断断续续的阵发性脉冲电磁波信号。

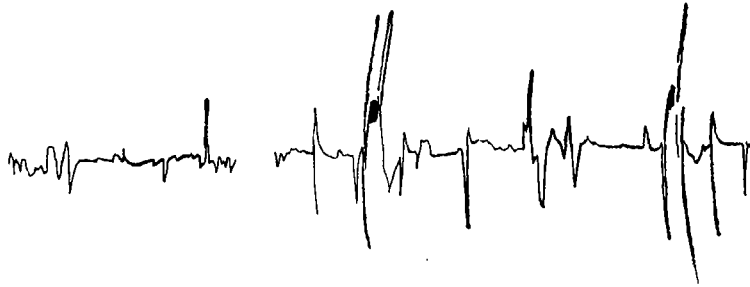


图7 山丹测点1988年12月9日记录
Fig. 7 The record on Dec. 9, 1988 at Shandan point

(6) 1989年6月22日张掖红沙窝2.9级(M_s)地震

张掖测点距震中20km,该测点在6月14日至18日记录到阵发性电磁波脉冲信号(图8)。根据此异常信号,结合水氡等观测资料的异常,震前曾提出明确的预报意见。山丹测点距震中45km,因震级小,未记录到异常。

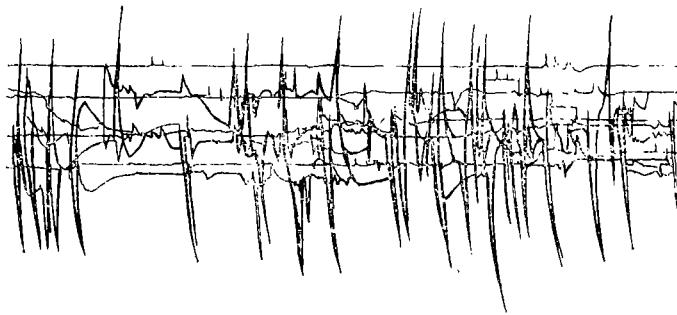


图8 张掖测点1989年6月16—17日记录
Fig. 8 The record on June 16—17, 1989 at Zhangye point

我们以山丹测点为例,将其每日异常信息的累计持续时间(以分计)逐日作图(图9),从图中可以清楚地看出,电磁波异常可以做为一种地震的短临预报指标。

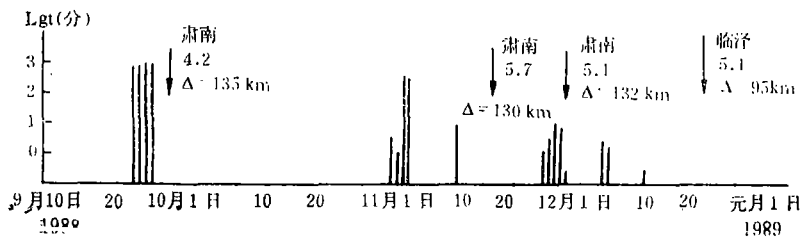


图9 山丹测点电磁波异常持续时间与地震的关系
Fig. 9 Relationship between duration of electromagnetic wave anomalies and earthquakes

观测试验表明,强烈磁暴、降雨等对电磁波观测无影响。测点附近的电台、大型用电设备地线漏电、运动中的铁磁性物质以及探头因密封不严受潮渗水对观测有干扰。最常见的干

扰是工频干扰, 但很好识别。

另外, 对个别上千公里的7级左右的远震, 其震前也曾记录到电磁波异常信号。

1988年11月22日肃南5.7级地震、1989年9月4日雅布赖5.1级地震($\Delta = 160\text{km}$)时, 山丹测点的二个磁传感探头都同时记录到类似地震波的图形, 而其它几次中强震时都无此现象。张掖测点未记录到这种信号。经初步分析认为, 可能是探头受地面振动所致。

对于上述6次震例, 只有张掖、山丹二个测点的观测资料。其余三个测点先后建成于1989年下半年和1990年初, 在此期间尚未发生过4级以上地震。

三、小 结

根据现有的震例, 可归纳出震前电磁波异常信号有如下特征:

(1) 低频扰动: 一般周期较长(3—6秒), 幅度不大(5mm左右), 持续时间较长(几小时)。

(2) 频率稍高的连续双向强脉冲: 一般周期在1秒以下, 幅度在10mm以上, 持续时间较短(几秒到几分), 断断续续多次出现, 具有阵发性。

(3) 异常信号一般出现在震前几小时、几天至十几天。

(本文1990年2月13日收到)

参 考 文 献

(1) 张德齐等, 临震电磁波前兆的观测研究, 地震学报, Vol. 9, No. 4, 1987.

AN OBSERVATIONAL STUDY ON ELECTROMAGNETIC WAVE ANOMALIES BEFORE EARTHQUAKES

Wu Borong

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Gansu, China*)

Zhu Zizheng, Yang Jianhui, Jia Dongyang

(*Seismological Office of Zhangye Prefecture, Gansu, China*)

Abstract

This paper introduces electromagnetic wave anomalies before some earthquakes observed at some observing points in Zhangye region, Gansu Province. These anomalies generally appeared a few hours, some days to more than ten days before earthquakes. The signals of electromagnetic wave anomalies are low-frequency disturbances or continuous bidirectional strong pulses with higher frequency. The results observed show that electromagnetic wave anomaly can be regarded as a short-term and imminent predicting index of earthquake.