第4卷 第1期 西北地震学报 Vol.4, No.1
1982年3月 NORTHWESTERN SEISMOLOGICAL JOURNAL Mar.1982

# 地震前地电阻率短临异常的初步研究

薛顺章 于谋明 孙景芳 郭惠敏
（兰州地震研究所）

**摘 要**

我国几次大震及若干次中强地震前，观测到震中周围地电阻率具有三个阶段的异常变化。异常各阶段具有明显不同的形态和规律。本文重点系统地分析研究了地电短临异常的特征和规律。初步探讨地电异常与孕震过程的联系。根据观测资料分析对比，提出有效地电短临异常的观测条件，即要求台址地下介质电性分层特性$\rho_2/\rho_1 \ll 1$及地电观测资料无年变化为最佳。

## 一、 地震前地电短期、临震异常变化特征

地电异常基本形态特征 观测表明，地震前地电异常呈现有下降（大部分资料）或上升（小部分震例及小部分地电资料）两种变化趋势，其中不少地电资料能出现三个阶段完整的异常[1][2][8]。将这样的能较完整反映地震孕育、发生过程的地电异常典型化，可称为典型地电异常。我们将它的起始阶段称为前期异常（通常习惯称长中期异常，但对中、强地震前的异常称为前期异常）。它的基本特点是变化缓慢，变化趋势比较一致。短期异常是继前期异常完成之后出现的，特征是变化速率相对加快，变化反复多。如反复升降或反复加速。临震异常往往出现在地震前几天到几个小时，表现是快速的、大或较大幅度多次突变或转折回返，即表现出不稳定性和回返性（表1）。不少中强地震前地电临震变化是在相对平稳状态下急转回返。大震前地电变化呈现不稳定状态下回返。

表1

| 地震 | 震级 | 地电台 | 震中距（公里） | 地电短临异常方向 | 地电回返超前 | 地电不稳定幅度 | 地电回返速率（每天） | 无震期地电变化速率，（每天） | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1976.8.16 松潘 | 7.2 | 松潘 | 50 | EW | | 8% | 1.5% | 0.7% | |
| | | 武都 | 105 | N66°W | 2天 | 2.5% | 1.5% | 0.5% | |
| | | 礼县 | 200 | EW | 1天 | 0.5% | 0.6% | 0.2% | |
| 1976.7.18 唐山 | 7.8 | 昌黎 | 70 | | 1天 | 6% | 12% | 0.8% | |
| 1973.2.6 炉霍 | 7.9 | 甘孜 | 50 | N30°E | | | 8% | 1.0% | |

大震震群前地电临震异常的特征　大震震群前地电临震变化似乎不同于单发型大震前的变化形态。1976年松潘两次7.2级地震前及唐山、滦县两次地震前武都、昌黎台地电临震变化表现了共同的特征[4]，即第一个大震前出现突变或回返，震后回返停滞，当再次出现突变或回返时发生第二个地震（图1）。

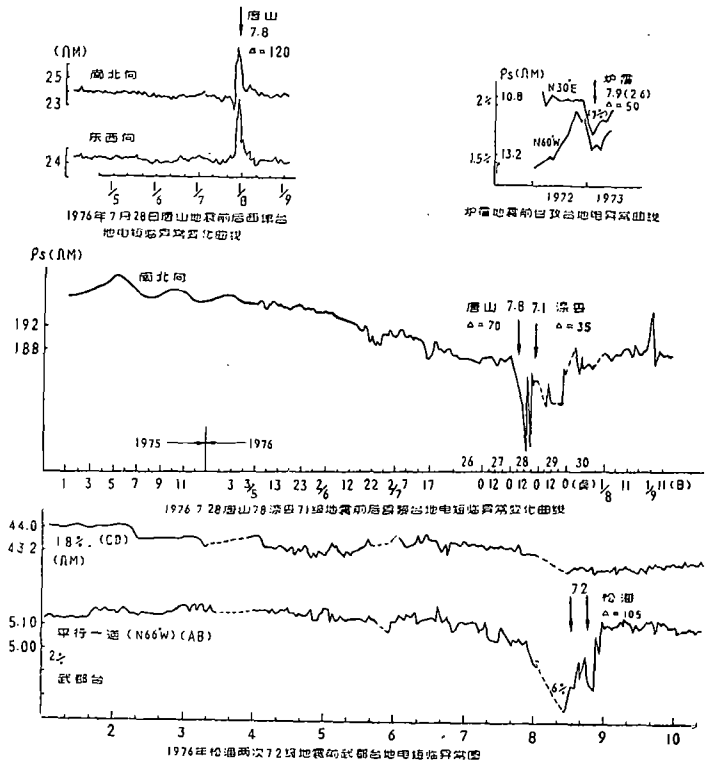


图1　地电异常典型变化曲线

地电短临异常在震后具有明显的恢复性　地电短临异常在大震后很快消失，即地电数据能明显恢复到短临异常前的水平。而前期异常在震后很难完全消失。例如1976年松潘地震前天水、通渭、礼县、武都等台都出现了程度不同的前期异常变化，但震后前期异常没有消失或未完全消失，武都、通渭台的地电短临异常在震后基本消失（图2）。其他震例也有不少类似情况。

地电短期、临震异常共同的方向性规律比长中期异常显示的规律更加明显　同一地电台显示短临异常的观测方向是有一定规律的。一般观测方向垂直于或近似垂直于震中与该台的连线时，短临异常比前期异常显示的方向性明显（图3）。从未来震中区附近不同方位布设的地电台（网）观测到短临异常的方向性特征可以交汇出未来地震震中的大概位置。例如从武都、松潘台地电短、临异常特别突出的观测道方向交汇出的1976年松潘7.2级地震震中位置与实际震中位置相差不到30公里。

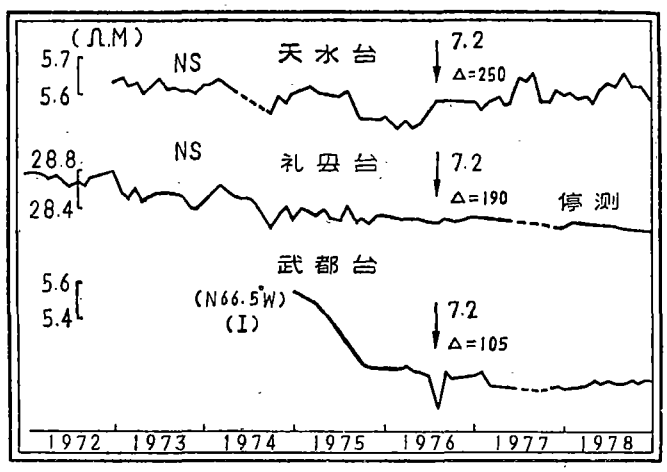


图 2　1976年松潘两次7.2级地震前后地电趋势变化图

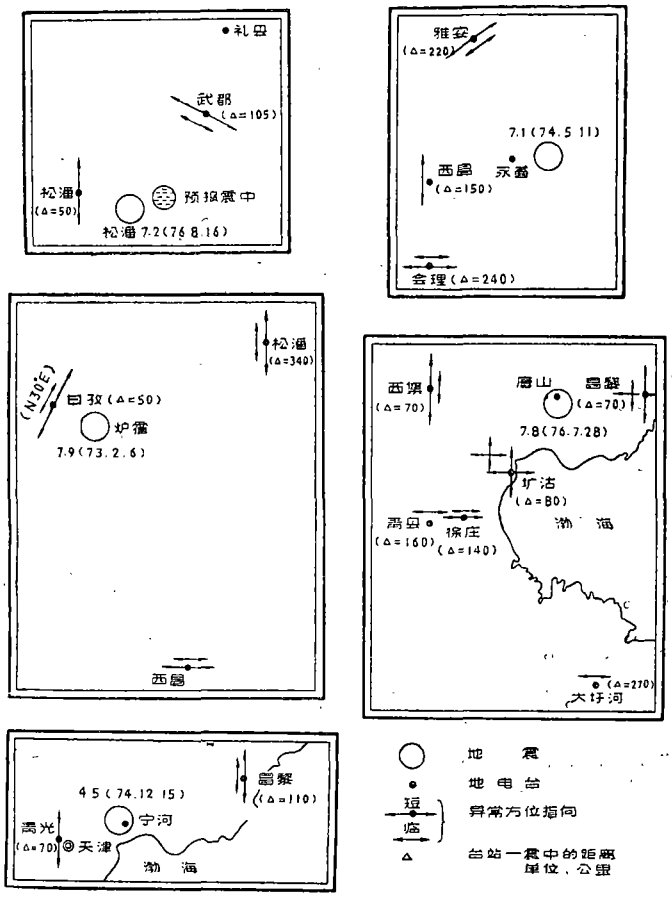


图 3　地震前地电短临异常显示观测方位分布图

## 二、地电异常与孕震过程的联系

地电异常与地震孕育有较紧密的联系。唐山地震前津、京、唐地区从1972年开始应力状态和地震活动出现由分散逐渐向唐山地区集中的变化[5]。与此稍后京津唐地区多数地电台观测资料开始明显出现异常变化并且异常范围中心有向唐山地区发展的趋势。由此可见，应力场向某个方位、某个地区集中引起了地电的变化，特别表现在地电前期异常形态变化上。

根据震源孕育模式及构造地震的前兆理论[6][7]，随着震源体应力集中和加强过程的发展，震源体局部地段发生膨胀和蠕动，使得应力—应变场形成以震源区为中心向外围区进一步加强和扩展的过程。因此地电异常表现短期加速变化的形态以及由震中区向外围区扩展的变化过程。

临震异常可能是震源体附近介质微破裂及断层蠕动急速向震源体调整的反映，故造成地电临震异常表现为不稳定变化和地电数值回返现象。

## 三、地电观测条件对短临异常显示的影响

在具有明显前期的趋势性异常的背景之上出现的地电短临异常不仅可靠程度大，而且在地震预报中有特别重要的意义。但大震前能明显显示出各阶段完整的地电异常是少见的。唐山地震前震中附近14个地电台中仅有昌黎台等2—3个台，松潘地震前仅有武都台，1974年5月11日云南昭通7.1级地震前周围4—5个台中仅有西昌等1—2个台出现各阶段完整的异常变化。许多台只见趋势不见短临异常。实践表明出现短临异常是有条件的，出现各阶段完整异常更是有条件限制的。我们根据一些资料提出几点看法：

（1）地电年变化对短临异常的影响 为了研究地电无震时期年变化对能否明显观测到短临异常的影响，首先将同一地震前无年变化的各地电台站观测到的短临异常累积幅度在对数坐标纸上作出随震中距而变化的关系曲线(图4)，然后将有年变化的地电台的短临异常累积幅度及震中距标在图上。发现无年变化的地电短临异常幅度随震中距增大而呈现有规律衰减。有年变化的地电异常坐标点则远远偏离在曲线的下方，短临异常几乎没有显示。地电年变化明显的台站直接削弱短临异常的显示。不仅台与台相比如此，而且同台不同观测道相比也是如此。武都台AB道与CD道极距相同 $\left(\frac{AB}{MN}=\frac{900}{300}\right)$ 方位也相同（均为NW66°）。但在松潘7.2级地震前两道显示的异常幅度很不相同（见表Ⅱ及图1）原因之一很可能是与年变化有关。AB道无年变化，而CD道有明显年变化。

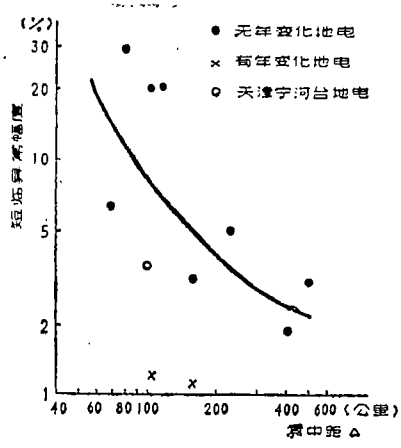


图4 唐山7.8级地震前地电短临异常幅度随Δ关系图

表Ⅱ

| 武都台地电 | 前期异常幅度 | 短临异常幅度 | 年变化情况 |
|---|---|---|---|
| AB道 | -7% | -6% | 无年变化 |
| CD道 | -3% | -1.5% | 2%的年变化 |

天津宁河台（深埋电极）NS向地电无年变化。在77年迁安6.0级地震前观测到3.5%的短临异常幅度。与唐山7.8级地震前有年变化而震中距差不多的地电台观测到的短临异常幅度相比要大得多。可见无年变化的地电台能有效观测到短临异常。

（2）地下介质电性分层状况对短临异常显示的影响　武都台AB测线（AB=900米）在松潘7.2级地震前（震中距Δ=105公里）观测到短临异常幅度为6—7%，而震中距为50公里的松潘台EW向地电（AB=600米）显示的短临异常幅度仅为2—3%。另外唐山7.8级地震前昌黎台地电（震中距为70公里）的短临异常仅为5%。由此看出，震中距小的台，对同一地震或较大地震来说，反而观测到较小幅度或未观测到短临异常。这可能与地电台地下介质电性分层特性有关。武都台AB测线下是一个低阻层，它的电阻率与表层电阻率相比仅为十分之一，即$\rho_2/\rho_1=0.1$（其中$\rho_1$、$\rho_2$分别为勘探范围内表层和第二层的介质的电阻率）。而松潘台、昌黎台的$\rho_2/\rho_1$之值要比武都台的大得多。因此选择$\rho_2/\rho_1 \ll 1$的地下介质分层条件可能有利于短临异常的观测和显示。

（本文1981年元月26日收到）

## 参　考　文　献

〔1〕蒋凡，海城地震，地震出版社，1978.

〔2〕赵玉林等，唐山7.8级强震前震中周围形变电阻率的下降异常，地球物理学报，Vol.21,№.3,1978.

〔3〕赵玉林等，地震前地电变化十例，地震学报，Vol.2,№.2,1980.

〔4〕唐山地震工作队，唐山地震短临前兆资料，1977.

〔5〕华洋文，唐山地震前后北京、天津周围地区应力的变化过程，地震学报，Vol.2,№.12,1980.

〔6〕郭增建等，震源孕育模式的初步讨论，地球物理学报，Vol.16,№.3.1973.

〔7〕牛志仁，构造地震的前兆理论，地球物理学报，Vol.21,№.3，1978.

# A PRELIMINARY STUDY ON THE SHORT—TERM AND IMMINENT—TERM ANOMALIES IN GEOELECTRIC RESISTIVITY BEFORE EARTHQUAKES

Xue Shun-zhang Yu Mou-ming Sun Jing-fang
Guo Hui-min
(*The Seismological Institute of Lanzhou*)

**Abstract**

Three typical stages in the resistivity anomalies were observed in the neighbourhood of the epicentres before a number of great and medium earthquakes in China. Those anomalies of different stages were remarkedly different from each other in their forms and laws. This paper systematically deals with the resistivity observations of the short-term and imminent-term before earthquakes. and presents their characteristics at this stage.

The relationship between resistivity anomalies and the preparation process of earthquakes is also discussed preliminarily in this paper. Some conditions on which the short-term and imminent-term anomalies might be observed more outstandingly and validly are presented. Those conditions are as follows: the structure of underground medium of an observatory, of possible, should be adapted to $\rho_2/\rho_1 \ll 1$, and the smaller the amplitude of so-called "annual change" in the resistivity observation is, the better it will be.