

# 唐山、松潘地震前视电阻率 短临异常图象重现性

桂燮泰 关华平 戴经安

(国家地震局分析预报中心)

## 摘 要

本文介绍了昌黎、武都两个地电台记录到的1976年唐山7.8级和松潘7.2级地震前视电阻率的短临变化特征。两个台站附近的地质、地电条件及台址基岩岩性均不相同,但在震前观测到的视电阻率曲线的变化都很相似,尤其是短临变化,无论是起始时间还是其变化率都比较一致。两次强震前观测到的视电阻率变化与岩石样品破裂实验的结果比较一致。事实表明,上述台站观测到的视电阻率短临前兆是真实的和可靠的。利用电阻率前兆手段,可以为预报类似唐山、松潘地震的无前震类型强震,提供临震前兆信息。

## 一、前 言

1966年河北邢台地震发生后,地电阻率前兆的观测工作在全国范围内得到广泛开展。据1976年上半年统计,全国地电监测台站达百余个。与此同时,苏联和美国从1967和1968年开始亦相继报导了室内岩石样品受压破裂过程中视电阻率变化的实验结果和野外现场观测的某些结果。实验表明,岩石在破裂前可以观测到其视电阻率的变化,这为电阻率法监测地震前兆提供了依据。

1966年—1967年,在中国大陆发生的9次7级以上地震中有6次(双震按一次地震统计)地震前,附近地电台站观测到了视电阻率异常变化。笔者曾对唐山7.8级地震及其它几次地震的视电阻率异常特征作过总结〔1、2〕。本文仅对唐山、松潘两次地震前昌黎和武都台记录到的视电阻率短临异常特征作进一步的讨论。

## 二、强震前视电阻率短临异常的重现性

### 1. 昌黎、武都两个台的观测分析

昌黎台距唐山7.8级地震震中70km,该台布设有南北、东西两个方向的对称四极装置,用来观测南北、东西两个方向的视电阻率变化。用DDC—2A电子自动补偿仪测量人工电位

差, 供电电流用0.5级毫安表测量。震前1976年7月26日曾对该毫安表进行检查标定, 其精度仍保持着原出厂标准。1974年11月12日对DDC-2A仪器进行了检修并标定, 该仪器的精度符合要求。震后1976年8月2日再次对该仪器进行标定, 两次标定结果基本一致。在此期间仪器未出现任何故障<sup>1)</sup>。震前7月14日、16日检查并更换导线, 仪器、电源等设备均无漏电流现象, 地震后又进行了检查, 均符合要求。因此, 在此阶段内, 该台观测资料是可靠的。

松潘地震前, 兰州地震研究所曾派人于1976年3—4月对武都地电台的仪器、电源、外线路进行全面检查和维护, 未发现问题, 均符合观测要求。该台对于观测用的DDC-2A仪器每日都进行读数区间的标定, 标定结果基本一致, 没有明显偏差, 故观测资料是客观的。

## 2. 唐山、松潘地震前视电阻率异常

图1、图2分别给出了这两次地震前 $\Delta \leq 100\text{km}$ 的台站的视电阻率变化曲线。由图可

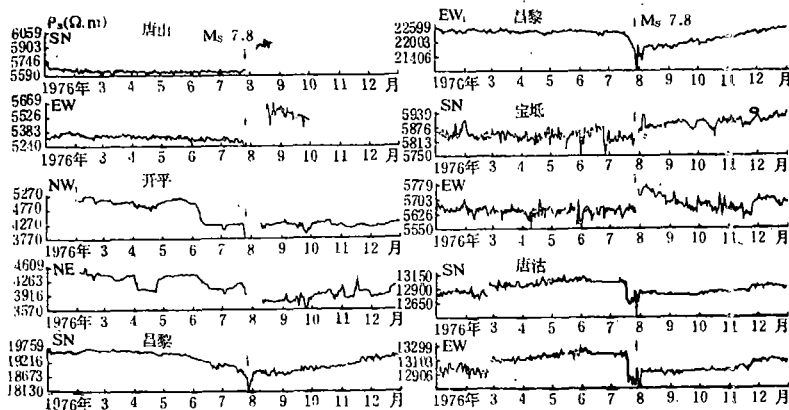


图1 唐山地震前 $\rho_s$ 短临异常日均值曲线 ( $\Delta \leq 100\text{km}$ )

Fig. 1 Daily mean value curves of the apparent resistivity before the Tangshan earthquake

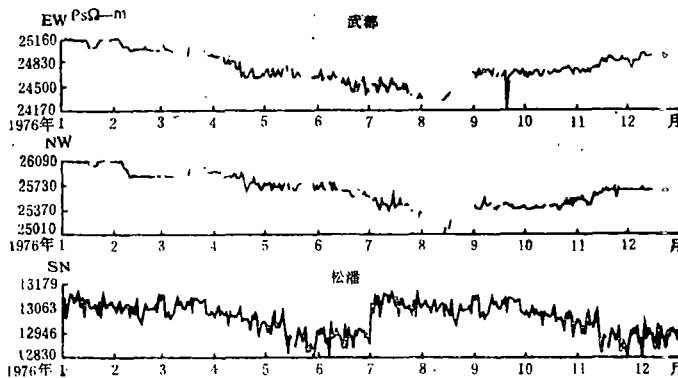


图2 松潘地震前 $\rho_s$ 短临异常日均值曲线

Fig. 2 Daily mean value curves of the apparent resistivity before the Songpan earthquake

1) 唐山地震总结组, 唐山7.8级地震观测资料汇编, 1980.

见，震前各台观测到的视电阻率短临异常变化是不相同的。唐山地震前震中距小于100km的5个台中，只有马家沟台( $\Delta=10\text{km}$ )和昌黎台观测到了明显的短临加速下降变化，宝坻台( $\Delta=80\text{km}$ )和唐山胜利桥台( $\Delta=0\text{km}$ )无明显的短临异常变化。由于改变了工作条件，塘沽台视电阻率的短临变化不好确认。松潘地震前，震中周围100km范围内有松潘( $\Delta=50\text{km}$ )和武都( $\Delta=100\text{km}$ )两个台，地震前，松潘台视电阻率短临异常变化不明显，武都台视电阻率显示了明显的加速下降异常。总之，强震前视电阻率的短临前兆异常变化是复杂的。

### 3. 短临异常的重现特征

图3给出了昌黎台南北向和武都台北44°西方向的视电阻率变化曲线，两台的视电阻率短临变化无论在幅度上还是在起始时间上都相似。

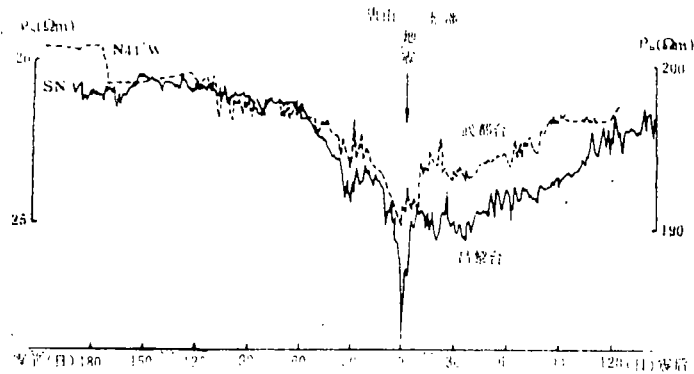


图3 唐山和松潘地震前后记录到的视电阻率日均值曲线对比

昌黎台：AB=990m；MN=217m； $\Delta\approx 80\text{ km}$

武都台：AB=1000m；MN=333m； $\Delta\approx 100\text{ km}$

Fig. 3 Comparison of the apparent resistivity curves before and after the Tangshan and Songpan earthquakes

由图3可见，两个台的视电阻率短期异常均在震前两个月左右开始至震前15天止，显示了下降变化。变化幅度昌黎台为2.4%，武都台为1.9%，下降速率大体相同。两个台视电阻率的临震异常也大约从震前15天开始，下降速率除震前3天昌黎台有一更大的加速下降变化外，其它时段二个台均相同。昌黎台视电阻率出现的加速下降变化可能是由于唐山地震比松潘地震大的缘故。

另一个值得注意的现象是，在震前1个月左右，两个台的视电阻率测值连续几天出现较大幅度的上下跳动现象，曲线呈现锯齿状变化，相邻两天的测值变化幅度分别达 $1.7\Omega\cdot\text{m}$ 和 $0.26\Omega\cdot\text{m}$ 。

地震后两个台的视电阻率曲线迅速回升，均经历大约4个月才恢复到初始值。

## 三、野外现场观测与室内实验结果比较

图4是根据W.F.Brace<sup>[4]</sup>等人作的饱和岩石破裂前后电阻率 $\rho$ 与压力P之间关系的实验，将原实验结果的对数坐标换算成算术坐标后画出的，并且把唐山地震前昌黎台视电阻率的临震变化曲线同时画出。由图可以看出，实验结果与观测结果基本吻合。尤其是自7月初

至震前的昌黎台视电阻率变化曲线与岩石破裂前(即F点)的电阻率下降段极为接近。

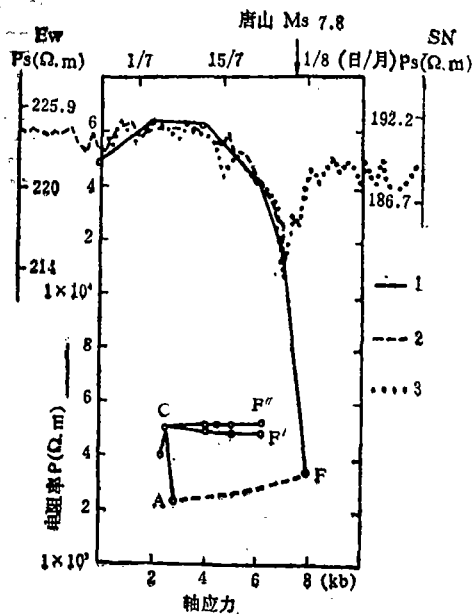


图4 花岗岩试件受压破裂时电阻率变化与昌黎台实测视电阻率值对比

Fig. 4 Comparison of the apparent resistivity change when granite breaks and the apparent resistivity value observed at Changli station

昌黎和武都两个台的台址的第四系复盖层虽然都是几十米厚,但其基岩性质是不同的。昌黎台的基岩为花岗岩,属高阻岩石,武都台的基岩为低阻的碳、硅型板岩及磷质云母石英片岩<sup>[5]</sup>。昌黎台附近距测区不到1 km处,在第四系地层之下有热矿泉存在,在武都台测区附近有规模不大的磁硫黄铁矿。虽然如此,它们的观测结果却很相似,尤其是临震前15天内昌黎台的视电阻率值的急剧下降变化与室内实验中岩石破裂前观测到的电阻率变化相吻合,说明岩石电阻率的变化是由岩石的破裂所引起的。基岩岩性虽不相同,但只要组成岩石颗粒的电阻率与决定岩石导电性的溶液电阻率存在明显差异时,按Maxwell公式<sup>[3]</sup>推算,可以得出相似的结果。至于在观测的深度内是第四系松散沉积层为主的地层时,其产生的视电阻率短临异常变化的物理机制尚待进一步研究。

## 结 语

唐山地震和松潘地震前的视电阻率短临异常变化是复杂的。两次地震震中区附近7个台站( $\Delta \leq 100 \text{ km}$ )记录到的视电阻率变化形态各异。但是昌黎台记录的唐山地震前视电阻率变化与武都台记录的松潘地震前视电阻率变化极为相似,具有重现现象。而且,它们的变化趋势又与室内岩石样品压力实验结果极为相似,从而进一步证实了地震前视电阻率变化的真实性。

(本文1987年8月22日收到)

## 参 考 文 献

- [1] 唐山地震工作队,唐山地震短临前兆资料,地震出版社,1977.
- [2] 钱家栋、桂燮泰、马维洲、马熙康、关华平、赵新民,几个浅源大地震前后浅部视电阻率观测结果,国际地震

- 预报讨论会文选, 地震出版社, 1981.
- [3] 付良魁, 电法勘探教程, 地质出版社, 1983.
- [4] Brace, W.F. and Orange, A.S., Electrical resistivity changes in saturated rocks during fracture and frictional sliding, J. Geophysics Res., Vol. 73, 1433—1445, 1968.
- [5] 李乐进, 武都地电台台址条件的几点讨论, 地震, 1982.
- [6] 唐山大地震地电总结组, 一九七六年唐山7.8级地震观测资料汇编, 地电部分(视电阻率法), 1980.

THE SHORT-TERM AND IMMEDIATE ANOMALOUS PATTERN  
RECURRENCES OF THE APPARENT RESISTIVITY BEFORE THE  
TANGSHAN AND SONGPAN EARTHQUAKES OF 1976

Gui Xietai, Guan Huaping, Dai Jing'an  
(Centre for Analysis and Prediction, SSB)

Abstract

This paper introduces the observations at Changli, Hebei Province and Wudu, Gansu Province geoelectric stations ( $\Delta \leq 100\text{km}$ ) for two major earthquakes (Tangshan earthquake on July 28, 1976 and Songpan earthquake on August 16, 1976). The results of short-term and immediate precursors were carefully checked and compared with each other. We got a similar precursory phenomenon which was not contingency. The similarity suggests that the similar anomalous phenomenon is objective; the electrical method (apparent resistivity) is a hopeful method for earthquake prediction.