

# 井下电极观测地电阻率排除 地面干扰的实验\*

苏鸾声 王邦本 夏良苗 李验轩  
(山东省地震局)

## 摘 要

本文简单分析了山东省临沂台地电阻率“年变化”干扰的主要原因。着重介绍了该台井下电极观测地电阻率排除地面干扰的实验情况,以及与地面观测对比的结果。

## 前 言

1966年邢台地震以后,人们开始用地面电极观测地电阻率,探索地下介质电阻率变化与地震的关系。十多年来的实践,积累了大量的资料,但因这种方法易受地面各种干扰因素的影响,以至使人怀疑震后发现的异常是否是真正地震前兆。国外有人曾论述:能否观测到应力变化引起的电阻率变化?依赖于能否以足够高的灵敏度观测地电阻率的变化,也依赖于背景噪音的高低。因此,研究地电阻率年变化的原因和降低干扰的各种途径,是以地电阻率变化作为地震前兆试探工作中的一个课题。

## 一、地电阻率的年变化

山东临沂地电台1970年建成,采用四极对称装置,供电极距 $AB = 744$ 米,测量极距 $MN = 140$ 米,铅板电极埋深0.8米,设东西、南北两个测量方向;观测仪器是DDC-2A

电子自动补偿仪,测量误差约为1%,稳压整流电源,稳定度小于0.5%,供电电流2安培,供电电压355—400伏。多年来,仪器工作正常,线路设备绝缘良好,但是发现地电阻率变化曲线却按一年周期变化,每年2、3月份最高,8、9月最低,具有幅度20%以上的年变化(图1)。该台地面下(据钻井资料)有三层,第一层厚3米多,是第四纪粘土砂土层,电阻率为34欧姆米;第二层6米厚,为中细砂层和风化层,富含水,电阻率约10欧姆米;第三层是数百米厚的奥陶纪灰岩,据电测

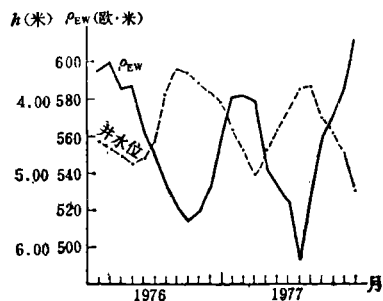


图1 临沂地电阻率、井水位月均值图

\* 1980年7月31日收到初稿,1981年4月21日收到修改稿。

深资料视电阻率为 1000 欧姆米以上。因此, 勘探体积内是很薄的砂粘土层和巨厚的石灰岩, 以第一、二层作为上层, 电阻率  $\approx 10$  欧姆米, 石灰岩为下层, 电阻率  $\approx 1000$  欧姆米, 因为上下两层电阻率相差太大, 电流以上层到达石灰岩界面时, 受到反射, 电流透过系数极小。基本上集中在地表以下 10 米内的砂粘土层及风化层中。1979 年 6 月在地电台打井, 两个供电极在地面用固定电流 (1 安培) 供电, 两个测量极分别在两口井中的同一深度上同步由浅而深的测量实验, 发现 7—10 米深处电流密度不按指数规律衰减, 而发生跃变 (图 2), 证明界面对电流的反射作用是存在的。

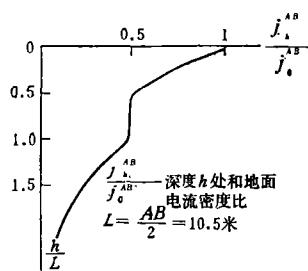


图 2 临沂台电流密度随深度变化曲线

我们认为, 某层位电流集中的越多, 该层电性的变化就更能明显地影响着电流的分布, 因此该层的变化易被观测到。临沂地电台井水年水位差 2—3.6 米, 它在地电阻率曲线上明显地得到反映。夏季降水, 水位上升, 土层含水量增大, 使地电阻率下降; 反之, 冬春季电阻率升高 (图 1), 因而造成该台地电阻率大幅度年变化。地电阻率极值相对水位极值超前或滞后, 与浇灌和区域降水有关, 因此地电阻率变化主要取决于地

层中的含水量, 当然也受温度影响。

## 二、用井下电极观测地电阻率

为了消除年变化, 用加大极距和深埋电极的方法, 但都无效。根据均匀介质中电流密度的分布是沿  $AB$  轴线最强, 向轴线四周电流密度大约在  $\frac{h}{L} = 0.3—2$  的一段范围内迅速减小 ( $L$  为  $\frac{AB}{2}$ ,  $h$  为沿  $AB$  中垂线向下, 由地面至某点的距离); 若  $\frac{h}{L} > 2$  处存在不均匀体, 则其对电流密度的影响已很小, 观测电位差时就很难发现电流场的这种微弱变化。因此, 我们设想把电极放到井下, 使  $h > AB$ , 避开地表干扰层的影响。进行井下电极观测地电阻率的实验。

1979 年 6 月, 在台站院内打了四口井, 东西向排列, 井距 7 米, 土层开孔直径 127 毫米, 岩层开孔直径 110 毫米, 井深 30 米。上部沙土层厚 7.5—8 米, 西边三口井是用塑料护井管, 从西往东管长分别为 12 米、11.88 米、9.6 米, 东边一口井是铁管护井, 管长 11.6 米。开始时用铅铜棒状临时电极, 后来都换成圆柱状铅电极 (高 10 厘米, 直径 6 厘米), 导线用铜芯塑料绝缘探矿线, 直接铸结在电极中, 并用沥青等材料严格密封, 四个电极都下到井底 (图 3); 仍用原稳压电源供电, 测电流用 0.5 级量程 50 毫安的毫安表, 测电位差用原观测仪器 DDC-2A 的 1000 毫伏挡, 观测误差约为 1%。

从 1979 年 7 月 1 日开始井下电极组与地面两组电极 (一是原供电极, 极距  $AB = 744$  米; 另一组供电、测量极均在井旁,  $AB =$

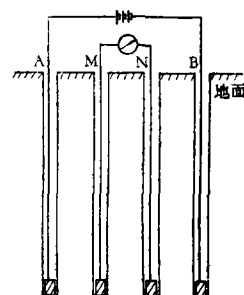


图 3 井下电极观测电阻率装置

21 米,  $MN = 7$  米, 铁、铜棒电极)同时对比观测, 每日观测 4 次。极距 744 米的供电电流仍是 2 安培, 供电电压 355—400 伏,  $MN$  间电位差约 350 毫伏, 电阻率约 524 欧姆米。地面井旁的供电电流 1 安培, 供电电压 200 多伏,  $MN$  间电位差 700 多毫伏, 电阻率 30 多欧姆米。井下电极供电 30 毫安, 供电电压 180—200 伏,  $MN$  间电位差约 860 毫伏, 一般电阻率约 2610 欧姆米。一年多连续观测的结果如图 4 所示。由图可见, 井下电极观测的电阻率  $\rho_{井下}$ , 除电极极化等原因造成微小变化外, 基本保持在 2610 欧姆米的水平上。而同期井旁装置测得的电阻率  $\rho_{井旁}$ , 年变化幅度达 28%, 原  $AB = 744$  米极距测的  $\rho_{EW}$ , 年变化幅度达 26%。这期间年水位差 2.60 米。说明临沂地电台多年来电阻率的“年变化”是一种地表干扰, 用井下电极观测地电阻率的方法可以降低或排除它。

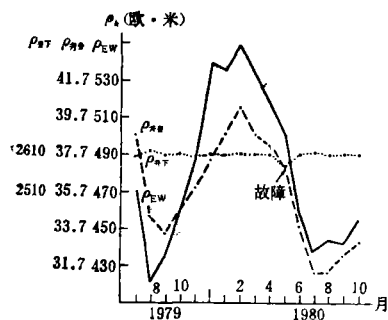


图 4 临沂台地电阻率月均值曲线

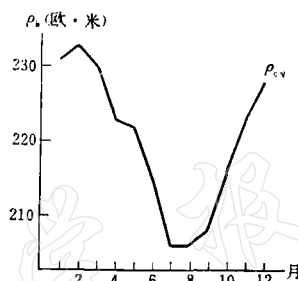


图 5 1978 年临沂矿务局地电阻率月均值图

经过一年多的实验, 我们认为: 供电极距 ( $AB$ ) 与电极深度 ( $h$ ) 比例要求合适, 使电场分布在地面干扰层以下。若  $AB \gg h$ , 电阻率就会有明显年变化, 临沂矿务局的地电台就是一例, 虽在基岩(灰岩及页岩夹层)上打井, 由于井深 25 米, 供电极距  $AB = 700$  米, 测得地电阻率仍有 13% 左右的年变化(图 5)。

## ELIMINATION OF SURFACE DISTURBANCES IN EARTH-RESISTIVITY MEASUREMENT BY LOWERING THE ELECTRODES IN SHALLOW WELLS

SU LUANSHENG WANG BANGBEN

XIA LIANGMIAO LI YANXUAN

(Shandong Provincial Seismological Bureau)

### Abstract

This paper starts with an analysis of the cause of annual variation of earth-resistivity recorded at the Lin Yi, Shandong Province, earth-resistivity station. Then, the experiment for elimination of surface disturbances in earth-resistivity measurement by lowering the electrodes in shallow drill holes is described and the results compared with that observed on surface.