

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的地震前兆。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

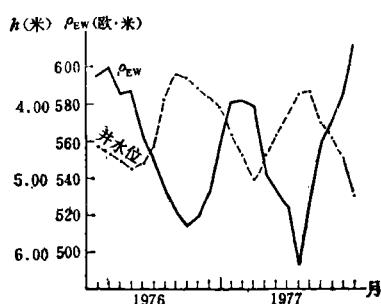


图1 临沂地电阻率、井水位月均值图

* 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 ≈ 10 欧姆米, 石灰岩为下层, 电阻率 ≈ 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。

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。

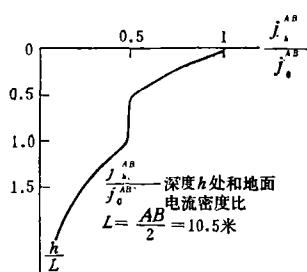


图 2 临沂台电流密度随深度变化曲线

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, $AB =$

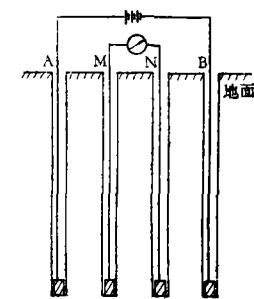


图 3 井下电极观测
电阻率装置

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 ρ_{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.

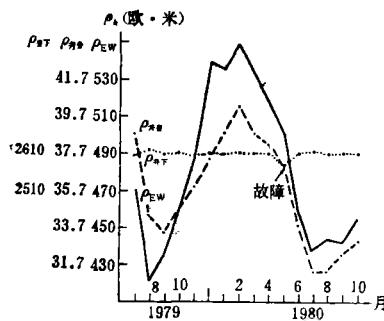


图4 临沂台地电阻率月均值曲线

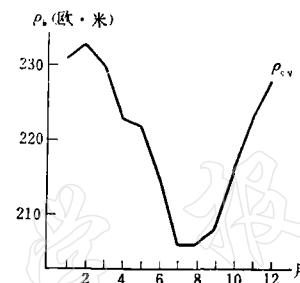


图5 1978年临沂矿务局地电阻率月均值图

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, 使电场分布在地表干扰层以下. 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.