

西安地电台环境噪声干扰的实验研究

王秀生 张秀香

(陕西省地震局, 西安 710068)

摘要 对西安地电台周围环境噪声干扰进行了实验研究, 结果表明, 环境噪声的衰减是很快的, 地电测区避开企事业单位 200 m, 环境噪声电平即可衰减 1 个数量级。只要工作认真仔细, 在大城市近郊能够选出较好的地电台址。对每个特定地电台站在特定技术条件下, 都有最佳极距的选择问题。

主题词: 环境干扰 地电阻率 信噪比 随机过程 西安

1 概况

西安地电台位于西安市南郊植物园, 距大雁塔 1.5 km (图 1), 属渭河 3 级阶地后缘。北邻宝鸡—渭河大断裂, 东距沔峪—临潼与泾河两组断裂交汇部位较近, 南面不远处即有北东向长安—临潼断裂和北西向的泾河断裂通过。测区下 0—472 m 为上中更新统, 其中 0—49 m 为黄土层, 其下为成分复杂的粘土层、细砾石层、粉砂层、粗砂层, 基底埋深 300 m 以上。

西安地电台建于 1974 年, 设 EW、NS 和 N45°W3 个测道。开始观测时, 视电阻率值相对稳定, 但噪声电平较高。

随着城市建设的发展, 1977 年—1978 年相继在观测中心点两侧拓宽了翠华南路, 在地电测区内又增加了几家企事业单位。由于新建单位的相继施工与投产, 在地电测区内的电网和用电设备陆续增加, 其中有功率很大的交流用电设备, 也有功率较大的直流用电设备。由于环境噪声的增强, 使观测工作中的信噪比大为降低, 进入难以观测的境地。N45°W 测道于 1980 年被迫撤消。

2 环境噪声干扰的实验研究

面对上述干扰, 也考虑到西安城市不断发展, 西安地电台还能否存在, 在大城市近郊能否选择出较好的台址进行地电观测, 这就是我们在西安台作环境噪声干扰实验的主要目的。在实验中, 我们以期解决如下问题:

(1) 寻找环境噪声衰减的规律, 如何避开一个干扰源。

(2) 开展长短极距的对比观测, 寻找 2,000 m 极距和 1,000 m 极距的优缺点。

实验布极如图 1 所示, 在原测区中心点埋设一供电极, 共用南供电极。新设 2 个测量极 (AB=1,000 m, MN=320 m)。与原来两道 (AB=2,000 m) 接入同一台 Pz₄₀ 型数字地电仪, 自动打印记录。1982 年 9 月开始作实验观测, 1983 年 9 月中旬结束, 历时一年。

在长极距系统的观测结果中,也应该有等幅摆动的成分,但已完全被环境噪声淹没了。

如图 1 所示,长极距系统的 N 供电极在西安市第 84 中学,N 测量极在植物园内。短极距系统的 N 供电极距植物园南围墙仅 200 m,其噪声电平衰减了 1 个数量级。

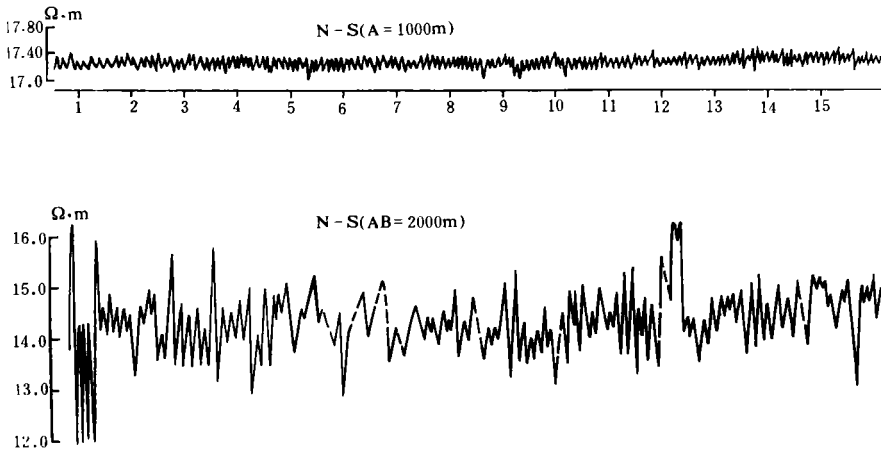


图 3 西安台长短极距瞬时值对比曲线(1983 年 8 月 1 日—15 日)
Fig. 3 Comparison curves of momentary values for long and short electrode intervals at Xi'an station.

3 讨论与结论

环境噪声电平是时间、空间及场强均不确定的随机过程,然而总可以看作是很多点电源电流场的叠加,而点电源电流场的电位分布在量值上只由 R (观测点与场源间的距离) 决定。众所周知,点源电流场在观测点的电位为 $u = \frac{I_0}{2\pi R}$,即 u 与 R 成反比。因此,降低噪声电平的有效途径就是避开干扰源。

应着重指出的是,当极距较大时,在每对测量极中,一电极距干扰源较近,而另一电极离干扰源较远时,则显得干扰尤为突出。西安地电台原测区一半在企事业单位的干扰区,一半在空旷的原野上,在每对电极之间都形成较强的干扰信号。

如图 1 所示,长极距系统的 N 测量极在植物园内,距植物园的配电房、锅炉房、潜水泵均较近,而 S 测量极在 500 m 以外的农田里,植物园内用电设备在地下形成的游散电流,在两测量极之间就会形成较强的干扰信号。短极距系统的两测量极均在农田里,距植物园内的用电设备均较远,在两测量极之间形成的干扰信号就会大大降低。

例如,植物园锅炉房(记为 O)距长极距系统的 N 测量极为 20 m,将长极距系统的两测量极分别记作 M_1 和 N_1 ;将短极距系统的两测量极记作 M_2 和 N_2 。已知 $\overline{OM_1} = 20\text{ m}$, $\overline{OM_1} = 520\text{ m}$, $\overline{OM_2} = 670\text{ m}$, $\overline{ON_2} = 990\text{ m}$ 。

若锅炉房在 M_1 点的干扰电位为 u_{M_1} ,由 R 与 u 成反比得到:

$$u_{N_1} = 1/26\ u_{M_1},\ u_{M_2} = 2/67\ u_{M_1},\ u_{N_2} = 2/99\ u_{M_1}$$

则

$$\frac{V_{M_1N_1}}{V_{M_2N_2}} = \frac{u_{M_1} - u_{N_1}}{u_{M_2} - u_{N_2}} = (1 - 1/26) / (2/67 - 2/99) = 99.65$$

即对西安植物园锅炉房这一点的干扰信号而言,短极距系统比长极距系统衰减了100倍。

根据上述讨论可以得出以下几点结论:

(1)地电台的勘测区应该放在空旷的原野上,不应跨越企事业单位。实验结果表明,将供电电极和测量极都移出企事业单位,地电测区避开200 m,环境噪声即可衰减1个数量级。

(2)对每个特定地电台站在一定技术条件下,都有一个最佳极距的选择问题。

要保证足够的勘探深度,就要有足够长的极距。然而极距一大,对于有限的供电电源而言,人工电位差信号减弱。由上述讨论可知,极距一大,干扰信号增强,信噪比就大为降低,很难保证观测精度。从观测技术角度讲要尽量提高人工电位差信号,降低噪声电平,极距越小越好,这是一对矛盾。要想保证观测精度,又想加大探测深度,只有通过加大供电电流来解决。而供电设备的额定功率是有限的,所以说,对每个特定地电台站都有一个最佳极距的选择问题。

(3)根据实验结果改造后的西安地电台,环境噪声大为降低,信噪比大于40 dB,符合规范要求。

应当指出,在长短极距的对比实验中,由于装置系数K值的不同,获取的人工电位差信号是不一样的。在长极距系统中,人工电位差信号只有5 mV,而短极距系统中的人工电位差信号为9 mV,这也是信噪比提高的原因之一。

从图3 ρ_s 瞬时值曲线中可直接看出,有很多观测点相对误差在10%以上,舍去的点误差更大。由公式 $\rho_s = K \cdot \frac{\Delta V}{I}$ 直接推出,环境噪声的干扰信号为人工电位差信号的10%以上,即噪声信号为 $5 \text{ mV} \times 10\% = 0.5 \text{ mV}$ 。因为事实上 ρ_s 、 I 在短时间内几乎没有变化,数字地电仪记录的 ρ_s 值跳动完全是环境噪声引起的。其信噪比只有20 dB。在短极距系统中,环境噪声电平只有0.01—0.02 mV,其信噪比为 $20 \log \frac{9}{0.02} = 73 \text{ dB}$ 。扣除装置系数的因素,即在短极距系统中人工电位差信号仍按5 mV计算,其信噪比为 $20 \log \frac{5}{0.02} = 48 \text{ dB}$ 。

(本文1994年12月25日收到)

参考文献

- 1 傅良魁,等. 电法勘探教程. 北京:地质出版社,1980. 43—62.
- 2 赵玉林,等. 地电阻率观测中的干扰. 地震预测——地电方法论文集. 福州:福建科学技术出版社,1985. 223—225.

(下转第76页)

参考文献

- 1 须田教明. 探讨精密水准测量中的折光影响. 大地形变测量, 1985, (4): 23—29.
- 2 武汉测绘学院. 大地形变测量学. 北京: 测绘出版社, 1977.

THE ANALYSIS OF SHORT-RANGE LEVELING ACCURACY IN THE MINLE BASIN AND ADVANCED MEASURES

Zou Mingwu, Pan Yingling, Yang Baoping and Zhang Jialiu
(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Lanzhou 730000*)

Abstract

Based on the theory of error, analysis on several factors which affected the short-range leveling accuracy in the Minle Basin and in-site test were done. The result shows that the accuracy of short-range leveling was mainly affected by four interference factors as follow: (1) error of leveling rod length which was caused by change of temperature; (2) the instrument warmed only on one side; (3) sinking of rod stake; (4) photo-refraction error on ground. It is emphasized that the fourth factor was more disadvantageous than the others. Therefore, some advanced measures against the disadvantageous factors were adopted and obvious effect was obtained, the observed precision was raised from ± 0.40 mm/km to ± 0.26 mm/km.

Key words: Gansu, Short-range leveling, Observation accuracy

(上接第 70 页)

EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE AMBIENT NOISE INTERFERENCE AT XI'AN GEOELECTRIC STATION

Wang Xiusheng and Zhang Xiuxiang
(*Seismological Bureau of Shaanxi Province, Xi'an 710068*)

Abstract

The results of comparative observation experiment at Xi'an geoelectric station show that the decay of ambient noise is very quick. If the distance of geoelectric measurement zone from the interference sources is 200 m, the noise level will be reduced by one order of magnitude. It means that a better geoelectric station can be selected nearby a big city and there is the problem of selecting optimum polar distance for any given geoelectric station.

Key words: Environmental disturbance, Ground resistivity, Signal noise ratio, Stochastic process, Xi'an