

利用 ANSYS 数值模拟河水涨落对地电观测的影响

刘玉兰¹, 王书明¹, 杜学彬², 吴岩¹

(1. 中国地质大学地球物理与空间信息学院, 湖北 武汉 430074;

2. 中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要:利用 ANSYS 作为分析平台数值模拟了观测系统距河道不同距离情况下, 由河水涨落引起的浅层局部电性非均匀性对地电观测数据的影响, 总结了观测系统距河道远近与观测数据误差大小的关系。分析结果对地电观测台站选址, 及其观测数据误差校正具有参考价值。

关键词:直流电法; 数值模拟; ANSYS; 河道

中图分类号: P319.1+2

文献标识码: A

文章编号: 1000-0844(2006)04-0352-03

Using ANSYS Numerically Simulating the Influence of River Water Fluctuating on Geoelectric Observation

LIU Yu-lan¹, WANG Shu-ming¹, DU Xue-bing², WU Yan¹

(1. Institute of Geophysics & Geomatics, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

2. Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Using ANSYS as analysis tool, and the influence of river water fluctuating on geoelectric observation data in different distance from riverway to geoelectric monitoring observe station is numerically simulated, and the relationship between error of observation data and distance from riverway to the stations is summarized. The result has the reference significance for choosing geoelectric observation location and observation data error correction.

Key words: D. C. electrical sounding method; Numerical simulation; ANSYS; Riverway

0 引言

地震地电监测台站的工作原理基于直流电测深方法, 以矿物、岩层及其富水带的导电性差异为基础, 通过人工向地质体供入稳定电流, 观测大地电流场的分布状况, 从而确定岩、矿体物性及其赋水性的分布规律或地质构造特征。地电阻率观测台站的供电极 \overline{AB} 为 1 000 m 左右, 测量极 \overline{MN} 长度范围一般为 $\overline{AB}/5 < \overline{MN} < \overline{AB}/3$, 采用对称四极测量装置。其优点是采集到的信号强、信噪比高, 探测成果曲线的异常形态较为简单, 易解释。

在以往的地震地电监测工作中很少考虑季节的变化、降雨、地形地貌等因素对观测的影响。如果这种影响作为一种干扰达到 1%, 将可能当作异常被

识别, 从而对地震监测工作的精度和可靠性造成不良影响。因此有必要对以上各种因素的影响进行数值模拟, 并进行评估。

求解电磁场的方法有很多种, 包括矩量法、有限元法、边界元法、时域有限差分法等数值方法及高频渐近方法。各种计算方法都有其优点, 但也存在一些不足。有限元法在磁场分布和变化比较复杂且非线性严重的情况下具有精度高、计算量小等特点^[1]。本文利用 ANSYS 数值模拟地电观测系统与河道不同距离情况下降雨时河水涨落引起的浅层局部电性非均匀性地电观测数据的影响, 并具体给出了距离对误差影响的大小。

1 建立数值模型

收稿日期: 2006-06-05

基金项目: 科技部基础专项基金(2004DEA71000-62050301-1)

作者简介: 刘玉兰(1981-), 女(汉族), 江西人, 在读硕士研究生, 现主要从事大地电磁方面的研究。

应用 ANSYS 数值模拟电场的基本原理是^[2]: 首先将所处理的对象划分成有限个单元(包含若干节点);然后根据标量电势或电流求解一定边界条件和初始条件下每一节点处的电势或电流;进而求解出其他相关量。其具体步骤如下^[3]:

(1) 定义单元:选择 PLANE230 单元;二维;形状为 8 节点四边形,长度 20 m;自由度为电压。

(2) 材料性能:在本文模拟的二层介质模型中,只有两种不同电阻率常数和介电常数,即第一层为材料 1: $\rho_1 = 500 \Omega\text{m}$, $\epsilon_{r1} = 1$;第二层为材料 2: $\rho_2 = 500 \Omega\text{m}$, $\epsilon_{r2} = 1$ 。

(3) 建模:本模型中,观测系统中心和河道中心重合,接收偶极长度 $l_{MN} = 200 \text{ m}$,发射偶极长度 $l_{AB} = 1000 \text{ m}$ 。考虑到边界的影响,地面模型长度设为 $l_{OO} = 4330 \text{ m}$,第一层厚 $h_1 = 100 \text{ m}$,第二层厚 $h_2 = 350 \text{ m}$,河道宽 100 m,深 10 m,如图 1(图版 II)所示。

(4) 网格划分:均匀的网格分布使电场矩阵中各个元素值的大小相差不大,可以减小数值分析中的误差,提高电势的计算精度。网格密度应适度,以减少误差的同时提高计算效率。本文经过反复实验后选用了现有的网格密度模型。在远离激励源和介质界面的区域电场近似均匀,所以相应区域网格划分也基本均匀。网格划分情况见图版 II 图 2。

(5) 边界条件和激励载荷:包括确定电势边界条件和分析类型。在远场区域外边界节点上施加电标志以计算电极上的电势。在电磁场分析中边界条件一般采用无穷大自然衰减边界条件,也就是无穷远网格处强制边界上的场值为零。设置两边以及底边边界电势为 0。激励电流为 $I_A = 0.4 \text{ A}$, $I_B = 0.4 \text{ A}$ 。

2 计算结果及分析

2.1 浅层局部电性非均匀性对地电观测数据的影响

水平地形数值模拟结果: $V_M = 8.66 \text{ mV}$; $V_N = -8.66 \text{ mV}$;接收偶极两端电势差 $V_{MN} = 17.32 \text{ mV}$ (图版 II 图 3)。

假设降雨后河道形成 100 m 宽 10 m 深的水流,电阻率设为 $100 \Omega\text{m}$,相对介电常数 $\epsilon_r = 1$,求解和各种参数设置同上。数值模拟结果: $V_M = 8.37 \text{ mV}$; $V_N = -8.37 \text{ mV}$;接收偶极两端电势差 $V_{MN} = 16.74 \text{ mV}$ (图版 II 图 4)。

模拟结果表明,该模型下河水涨落引起的浅层

局部电性非均匀性对观测造成的相对误差为 $E = 3.36\%$ 。

2.2 观测系统到河道距离对数据的影响

采用以上步骤将观测系统分别向右移动 50 m、150 m、200 m、250 m,得到结果如表 1 所示。

由电势差结果,运用对称四极测量装置中视电阻率公式得视电阻率。图 5 为观测系统在移动时的视电阻率曲线的变化,图中曲线系列 1 表示河水涨前视电阻率曲线变化情况,系列 2 表示河水涨后视电阻率曲线变化情况。由图可见当观测系统距离河道较近时,视电阻率随距离变化较大,而且河水涨落引起的变化结果差别很大。当距离河道远时,两者结果几近重合。结果还显示,河水涨落引起的浅层局部电性非均匀性对不同距离观测条件下的观测数据造成不同程度的偏差。地电观测系统与河道距离越近误差越大,大约在 50 m 处误差达到最大值 6.63%;200 m 处误差已经到达 1%,此时有可能造成异常识别;约在 250 m 处误差已经降到 0.50%。因此对本模型而言,地电观测系统中心与河道中心的距离不能少于 200 m,否则必须考虑这些影响因素并予以校正。

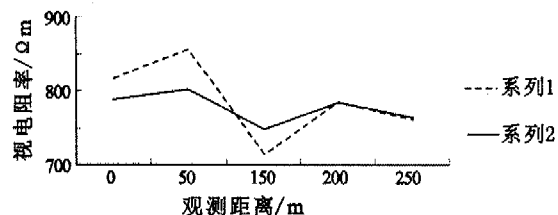


图 5 不同观测距离时的视电阻率变化

Fig. 5 Variation of apparent resistance for different distance.

表 1 不同距离下的数值模拟结果

与河道中心 距离/km	V_M /mV	V_N /mV	V_{MN} /mV	V'_M /mV	V'_N /mV	V'_{MN} /mV	误差 /%
0	8.66	-8.66	17.32	8.37	-8.37	16.74	3.36
50	8.52	-9.64	18.16	8.29	-8.73	17.02	6.31
150	8.38	-6.78	15.16	8.19	-7.69	15.88	4.80
200	8.37	-8.27	16.64	8.16	-8.28	16.64	1.19
250	8.26	-7.88	16.14	8.09	-8.13	16.22	0.50

3 结语

本文以 ANSYS 有限元分析软件为平台,数值模拟了简单两层介质模型条件下,观测点距河道不同距离时,由降雨时河水涨落引起的浅层局部电性非均匀性地电观测数据的影响。结果显示河水涨落引起的浅层局部电性非均匀性对不同距离条件下的观测数据造成不同程度的偏差,这种偏差如果不

做正确识别或校正将可能当作假异常处理,从而影响地震预测预报工作的准确性。本文分析结果对地电观测台站选址、及其观测数据误差校正具有参考价值。

[参考文献]

[1] 李龙奎,苏俊宏,徐均琪,等.基于 ANSYS 的二维谐性磁场

分析[J].应用光学,2005,26(6):35-37.

[2] 唐兴伦. ANSYS 工程应用教程(热与电磁学篇)[M].北京:中国铁道出版社,2003.

[3] 闫照文,李朗如.电磁场有限元分析的优秀软件[J].微电机,2003,36(13):27-29.

研究简报

地球自由振荡与全球气温变化

郭增建

(中国地震局兰州地震研究所,甘肃兰州 730000)

关键词:地球;巨震;自由振荡;全球变化;气温变化

中图分类号:P312;P423.3

文献标识码:A

文章编号:1000-0844(2006)04-0001-04

Free-oscillation of Earth and Change of Globe Air Temperature

GUO Zeng-jian

(Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 730000, China)

Key words: Earth; Great earthquake; Free oscillation; Worldwide change; Temperature change

2002年笔者曾发表了海边巨震对全球有降温效应的观点^[1]。2004年底苏门达腊—安达曼发生 M_w 9.3巨震。据笔者观点巨震后气温应降低。而2005年3月杨冬红等^[2]指出,按美国航天航空局学者的预测2005年将是地球有记录以来气温最高的一年(已有的最高年是1998年)。结果到了2005年底,实况是2005年全球气温不是最高,而是比1998年低,为第二高;中国的平均气温则是第7高。为什么海边巨震对全球气温有降低效应呢?除2005年笔者在文献[3]中所申述的原因外,现再补充巨型大震引起的地球自由振荡可能使地球降温这一因素。

地球自由振荡是全球整体的振荡,有随体积变化的伸缩振动和不随体积变化的扭转振动两种。每一种振动各有许多振型,第个振型都有一个固有周期。对于研究全球气候变化来讲,主要对伸缩振动感兴趣,特别是该振动中波节数较多的振型。因为这种波节较多的振型使围绕震中(称为极)

展布全球较多的起伏。这种起伏对于大陆因固体不易变动,只能引起少量放气;而对于海洋则较敏感,可引起大面积海水运动。这个运动使一些较冷水翻至洋面,从而会吸收大气中的温室气体而使地球气温降低。这个降低效应大于陆地上的放气升温作用,其最终后果是使地球平均气温有所降低。

[参考文献]

[1] 郭增建.海洋中和海洋边缘的巨震是调节气候的恒温气器之一[J].西北地震学报,2002,24(3):287.

[2] 杨冬红,杨学祥.海洋中和海洋边缘巨震是调节气候恒温器理论的检验[J].西北地震学报,2005,27(1):96.

[3] 郭增建.巨型大震与全球变化[J].科技导报,2005,23(10):68-70.

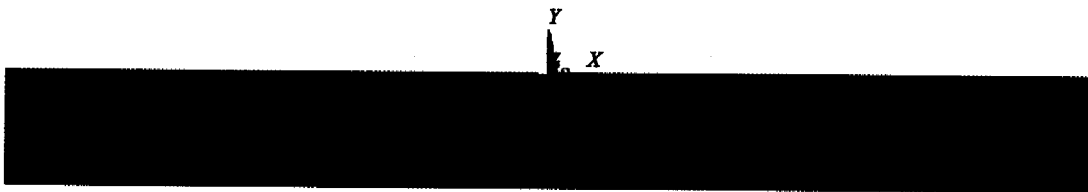


图 1 观测系统中心和河道中心重合模型

Fig.1 Model of observation system and riverway with both center overlapping.

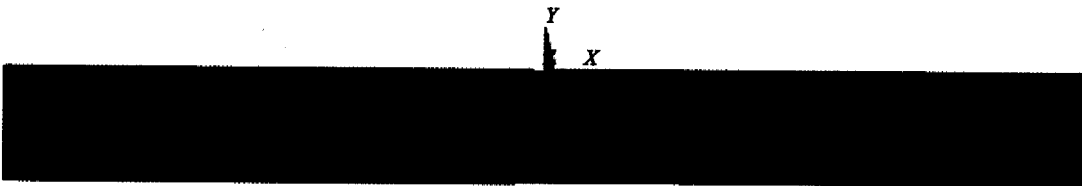


图 2 模型的网格划分

Fig.2 Partition gridding of the model.

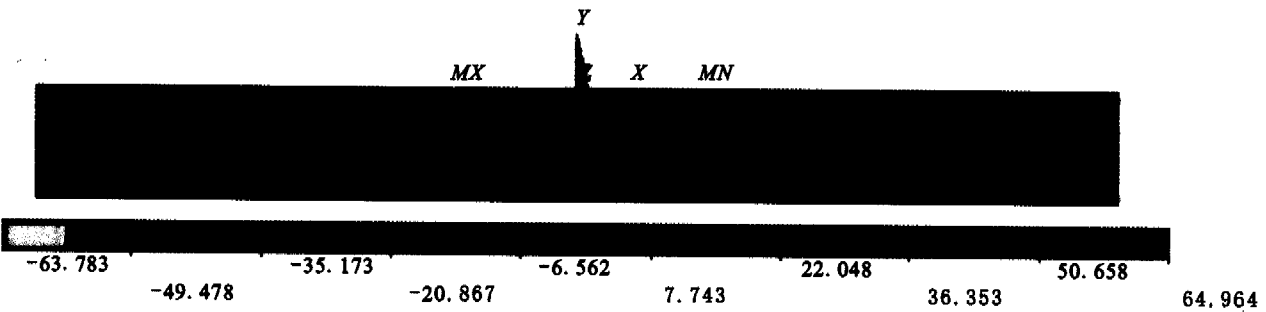


图 3 河水涨前数值模拟结果

Fig.3 Numerical simulation solution before swelling.

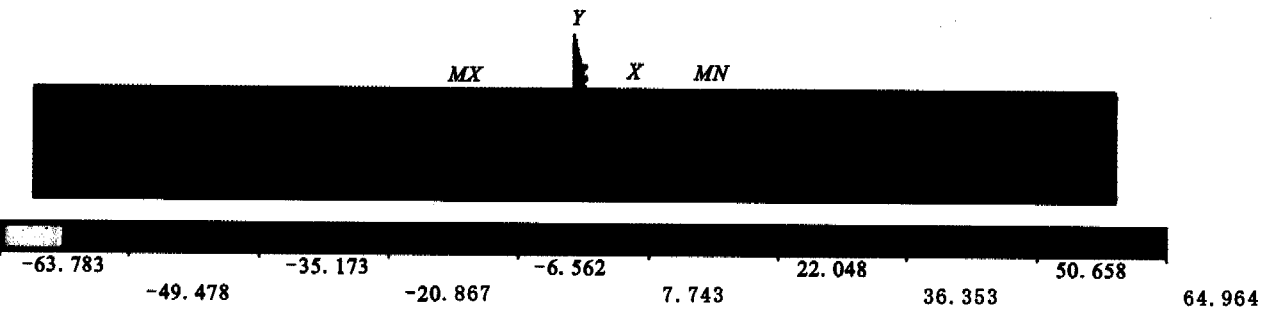


图 4 河水涨后数值模拟结果

Fig.4 Numerical simulation solution after swelling.

严 峰等：地震台阵上信号方位角和慢度的时、频域估计方法比较

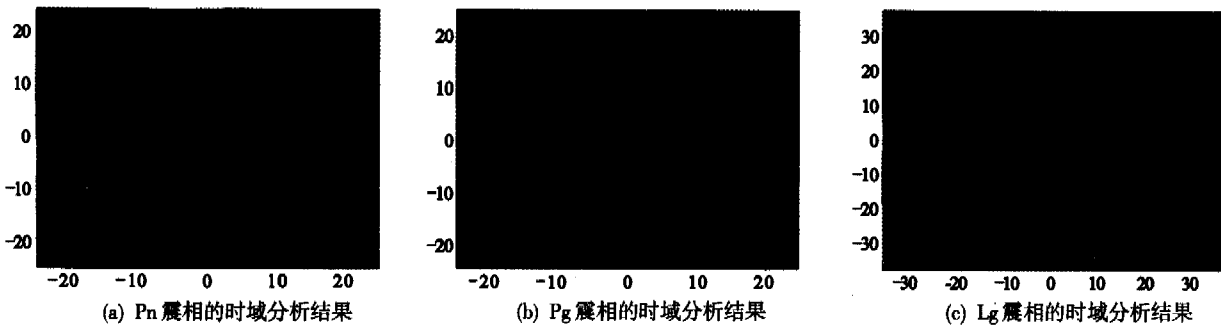


图 9 兰州台阵资料的各震相时域分析结果

Fig.9 Results of time domain analysis for different phases recorded in LZA array.