

文章编号:1001-1986(2004)增刊-0085-02

可控源大地电磁测深法探测西安地热效果可视化

梁 爽,高小伟 (煤炭科学研究总院西安分院,陕西 西安 710054)

摘要:西安及其周围地区是地热异常区。用可控源大地电磁测深方法探测构造及地层,并制作电阻率及地质剖面视图,揭示了测区的构造与地层分布情况。所确定的地热井位通过开采获得成功,取得了良好的地质效果。

关键词:可控源大地电磁测深法;视电阻率;地热;可视化

中图分类号:P631.3⁺25 **文献标识码:**A

1 引言

西安及其周围地区是地热异常区,其所在大地构造单元主要为西安凹陷,贯穿其中的几条大断裂切穿基底,岩浆沿断裂上侵导致地壳底部熔化,通过地层自身的导热性和地层中的流体受热后产生对流现象,使热能由下部向上部、由局部向较大范围传递,成为热能相对聚集的地热异常区域。大断裂派生的次级断裂(如长安—临潼—白水断裂等)成了凹陷构造的基本格局。沿断裂两侧有地温异常,并有多处天然温泉出露,是一条控热、导热构造带。

该地区基底岩性为上元古界变质岩,盖层为第三系河、湖冲积相碎屑岩类,沉积地层从下而上依次为:下第三系始新统红河组(E2h)、渐新统白鹿原组(E3b)、上第三系中新统高陵群(N1g1)、上新统蓝田灞河组(N21+b)、第四系(Q)三门峡组和秦川组。在地热田中,灞河组具有保温盖层和隔水顶板功能,之下的白鹿原组以浅热储层发育好,是储水储热的主要开采层。

地热储层埋深在 2 000 m 上下,采用 MT 法探测地层及构造应是较好的选择,而对处于闹市的工区,因人文干扰较强,可控源方法列为首选。

2 物探方法简介

可控源大地电磁测深法(CSAMT)是针对大地电磁测深法(MT)的场源随机性信号微弱和观测比较困难的弱点,改用可控制人工场源来获得较好探测效果的一种方法。它和所有的电磁测深方法一样,是利用交变电磁场在介质中的传播特性来进行的。它以改变频率而不是测量装置的几何尺寸,来实现不同深度的测深目的。具有工作效率高、勘探深度

范围大、垂向水平分辨能力好、地形影响小和不受高阻层屏蔽作用影响等优点。

3 资料处理

因测区位于自由市场闹区,附近又有变压器等强干扰,使曲线首支(高频段)畸变严重,曲线中段较好,我们利用处理程序对个别频点进行了编辑与圆滑。可控源法因引入人工场源而出现过渡场和近区场,必须进行改正。在 CSAMT 资料解释前,应先对野外采集的资料进行校正处理,包括过渡区改正和静态偏移的消除等。

3.1 过渡区改正

CSAMT 资料解释可采用两种方法进行:一是将场源考虑进去,这是 CSAMT 的真实情况,观测时所用的极距、角度等与场源有关的参数代入相应的程序中,由于引入场源而出现的近区场和过渡场等场区特征,是有源电磁波在地层中传播必然产生的现象,无需再做什么处理;还有一种方法是借助于大地电磁测深(MT)现有的解释技术,这就需要对实测数据进行一定的处理。

由于 MT 法利用天然场源,信号可看成来自无限远处,测点处的电磁波是平面波。CSAMT 法的远区场可看成相当于此情况。对于实测的 CSAMT 近区场和过渡区场进行一定的改正(即过渡区改正),使之接近远区场数据特征,从而使 CSAMT 资料能够利用 MT 方法进行解释。过渡区改正的方法有多种,我们采用全频率域视电阻率方法^[1]来进行校正。

3.2 静态偏移及其消除^[2]

CSAMT 法常受静态偏移影响而发生电阻率曲线的平移,在剖面中表现为曲线密集直立,容易造成错误解释。这是因为地表或近地表非均匀体表面有

收稿日期:2004-05-10

基金项目:“煤科总院科技发展基金资助项目”青年创新基金(项目编号 2003QN11)资助

作者简介:梁 爽(1969—),男,陕西礼泉人,煤炭科学研究总院西安分院工程师,从事电磁法勘探研究与应用工作。

积累电荷分布使电场数据平移所致,移动数值与频率无关。静态偏移在推断解释上会引起大的误差,必须加以消除。静态效应的消除方法有:空间滤波法、相位法和磁场法等。其中在空间滤波法基础上发展和形成的中值空间滤波法效果最好,既能很好地抑制静态效应,对深部地电异常平滑作用最小。

4 资料与地质解释可视化^[3]及其效果

由于地球物理综合解释需要多次反馈与修改,因此剖面可视化也会伴随对成果的多次反馈做相应的修改。可视化中的点、线、面这些基本单元采用空间实体式数据结构,通过编码技术将其分成不同的对象。通过动态编辑点、线、面的思想来实现对剖面成果的多次修改,以避免修改后的重复数字化及其产生的误差,亦解决了点、线、面数据的接口问题。对于视电阻率剖面图,在 x 和 y 方向网格定义为规则的矩形网格,然后以多种可选择的插值方法插值^[4]得到网格化文件。再由网格化文件形成等值线或色阶视图(图 1)。对于经过反演得到的数据可生成相应的地质剖面视图(图 2)。

等值线视图很好地反映了该断面的构造情况:在 200~250 m 间,视电阻率等值线在下部发生严重扭曲现象,表明有明显的断层存在;在 900 m 处也有类似现象,但程度要弱,似有断层存在,且规模较小,但因此测线往东仅有一个测点,证据显得不够充分,难以做出具体判断。

定量解释结果文件通过程序生成的地质剖面视图,验证了上述推断:在 250 m 附近的断层规模很大,断距在 600 m 上下,属高角度正断层,其在区域构造上属于渭河盆地断陷构造的长安—临潼—白水活动断裂带。断裂以西为渭河冲积带,以东为骊山,从地形地貌上也符合该断层存在的特征。

在地层对应上,上盘第四系(Q)因构造关系堆积较厚,达 1 400 m 左右,蓝田灞河组(N21+b)厚约 280 m,高陵群(N1g1)厚约 420 m,白鹿原组(E3b)厚约 400 m,红河组(E2h)厚约 400 m,其下为基底。下盘第四系厚约 900 m,蓝田灞河组厚约 260 m,高陵群厚约 460 m,白鹿原组厚约 420 m,红河组厚约 280 m,其下为基底。考虑到地面建筑物情况,在测线 500 m 处附近给定了井位,经打钻已打成热水井。

The visualization of prospecting geothermal resource effect using CSAMT in Xi'an

LIANG Shuang, GAO Xiao-wei (Xi'an Branch, CCRI 710054, China)

Abstract: Xi'an City and its ambient area are geothermal anomaly regions. Prospecting structure & strata by means of CSAMT, and portray resistivity and geological section that discovered structure & strata. Geothermal exploitation proved to be successful and obtained excellent effect in geology.

Key words: CSAMT; apparent resistivity; geotherm; visualization

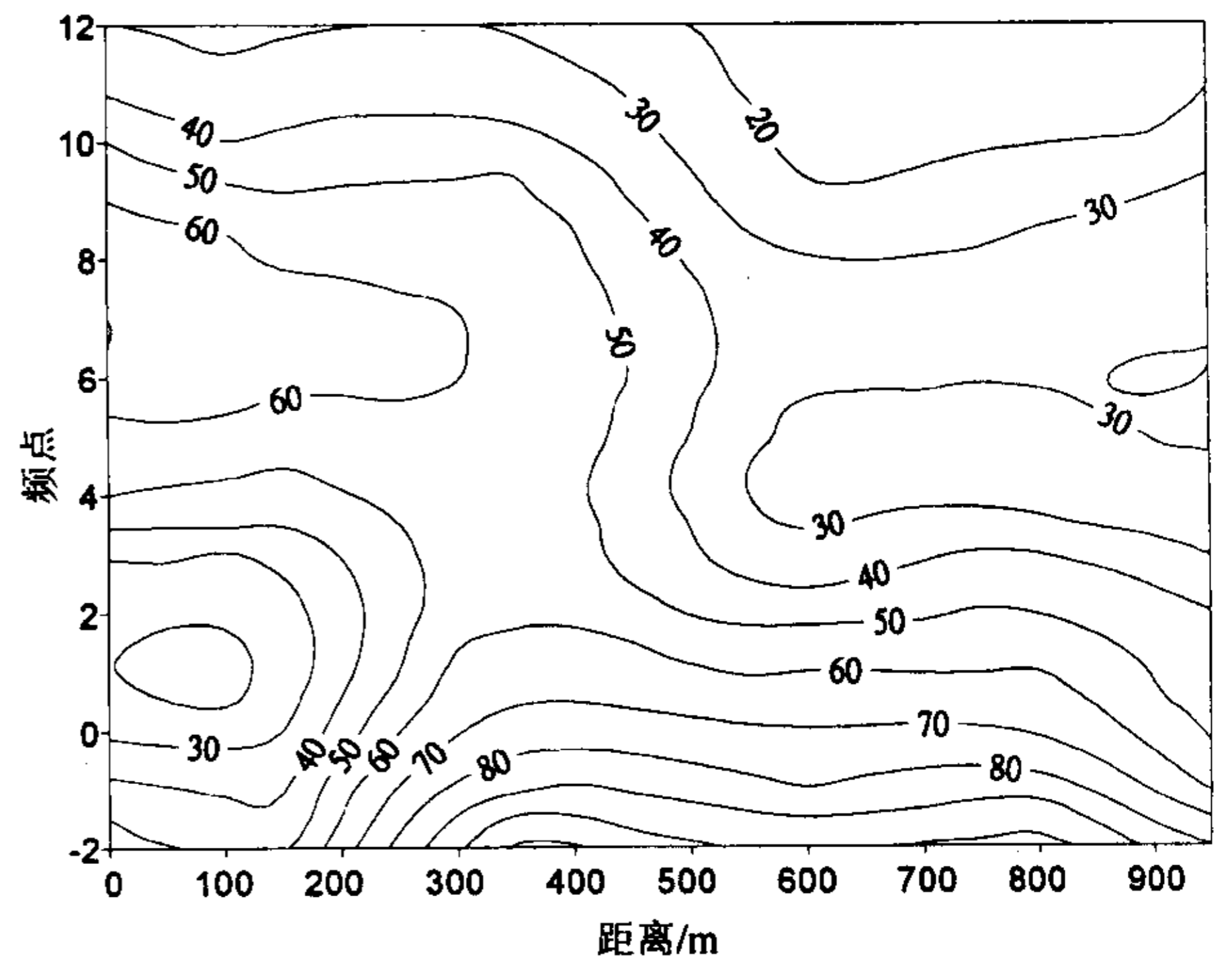


图 1 剖面等值线视图

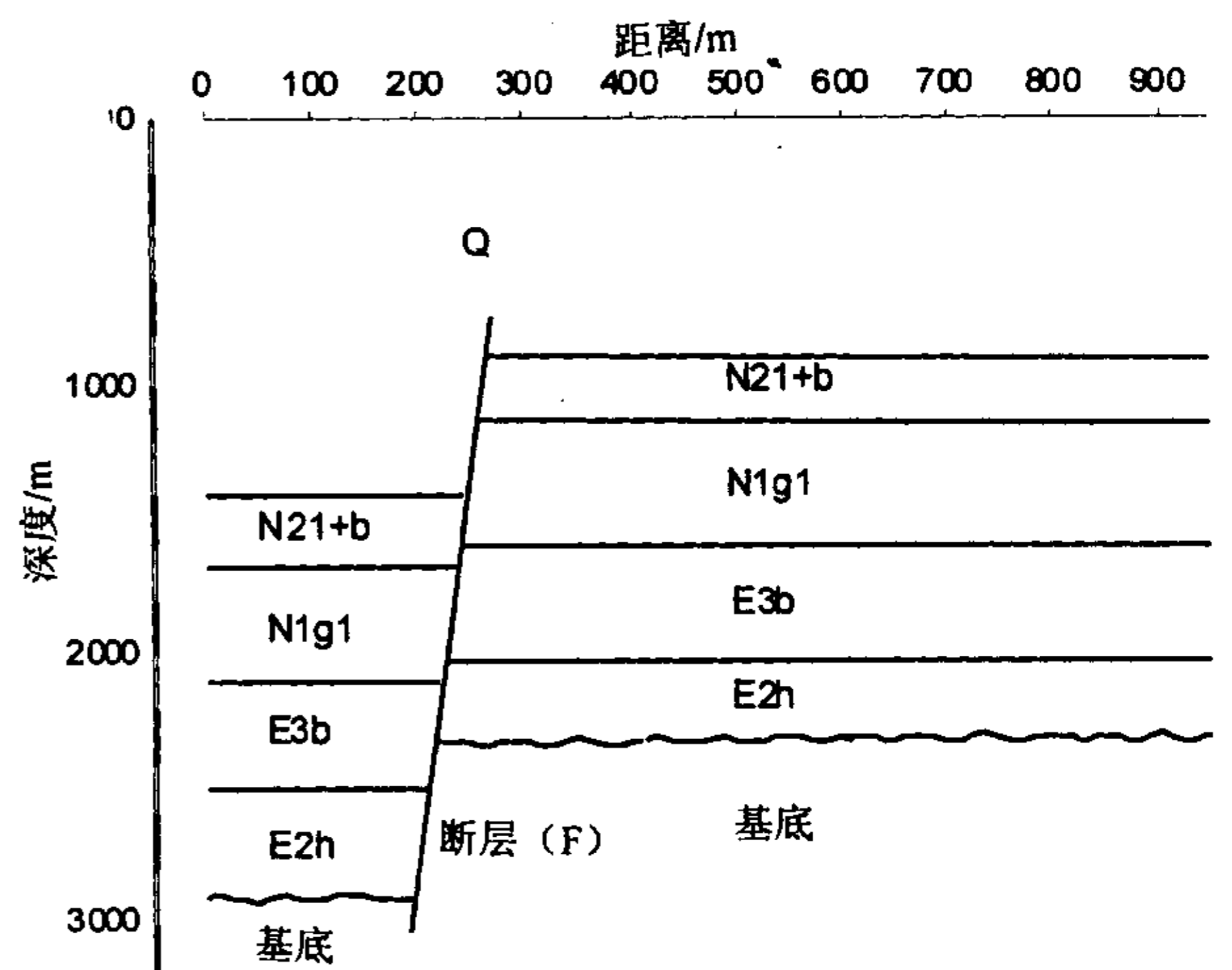


图 2 地质剖面视图

5 结论

因本次数据采集仅一条测线,没有形成三维数据体,还不能进行三维可视化,而二维可视化是三维可视化的基础,通过剖面可视化可以看出,可视化技术能够快速、便捷、形象、直观地显示物探资料及其地质解释,这对于提高工效与地质解释准确度具有重要意义。

参考文献

- [1] 罗延钟,周玉冰,万乐.一种新的 CSAMT 法近场校正方法——全频域视电阻率法[A].勘查地球物理勘查地球化学文集(20)[C].北京:地质出版社,1996.
- [2] 罗延钟,万乐,何展翔. CSAMT 法的静态效应校正方法[A].勘查地球物理勘查地球化学文集(20)[C].北京:地质出版社,1996.
- [3] 唐泽圣.三维数据场可视化[M].北京:清华大学出版社,1999.
- [4] 白世彪,陈晔,王建.等值线绘图软件 SURFER 7.0 中九种插值方法介绍[J].物化探计算技术,2000,24(2):157-162.