

发射场地效应及其与地电构造的关系

杜树春

(中国矿业大学·江苏省徐州市)

本文结合野外实测结果,分析了CSAMT法中的发射场地效应与地电构造的对应关系,归纳了发射场地效应的基本特征,并从理论上对其实质进行了探讨。认为发射间距 r 大小有限及地下电性构造的横向不均匀性,是造成发射场地效应的主要原因。

关键词: CSAMT法; 发射场地效应; 地电构造

发射场地效应是指改变发射点位置时,在同一点观测的CSAMT曲线形态不一致的现象。它是CSAMT法中特有的一种效应,致使实际应用受到一定限制。本文结合野外实例,着重讨论发射场地效应及其与地电构造的对应关系。

问题的提出

在CSAMT法中,通常采用赤道偶极方式工作,即固定 AB 不动,使测量极 MN 与 AB 保持平行,并在与 AB 中垂线成一定夹角的扇形范围内进行观测(图1)。通常 AB 一次发射不足以覆盖整条测线,需改变发射点位置再进行观测。在实际工作中,为使前后两次观测的资料能对比解释,必须重复2~3个观测点。这些重复点上两次观测的结果与发射点位置无关(收发间距 r 基本不变),因而两条比值电阻率 RHO 曲线(下称频测曲线)应该基本重合。但在实际中它们却常常不一致,甚至无法对比。图2是东北沈抚地区的一个野外实例。由图可见,发射点位置改变前后频测曲线在低频段出现明显分离。发射场地效应的存在不仅使CSAMT资料的处理解释更加复杂,而且常常导致对地下介质电阻率的错误估计,直接影响CSAMT法的应用效果,因而研究这一问题有实际意义。

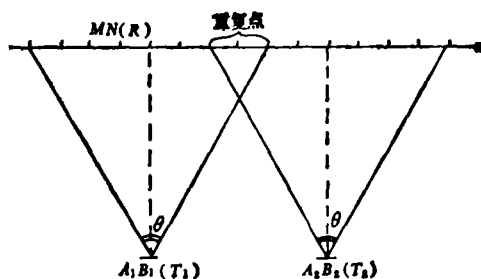


图 1

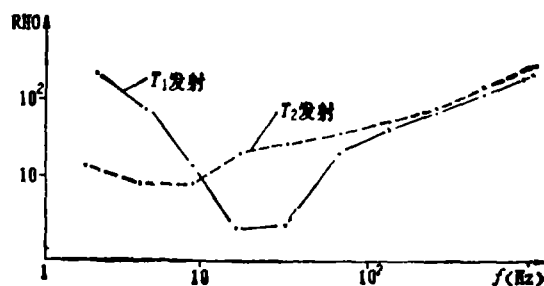


图 2

发射场地效应与地电构造的关系

为了弄清发射场地效应的规律,收集了安徽颍风、明龙山一上窑、西寺坡,东北沈抚及瓦房店等6个地区的CSAMT资料,对其中出现的发射场地效应进行了研究,并结合已知地质资料进行了分析。虽然各个地区

地质、物性条件不同,频测曲线形态各异,但发射场地效应仍有共同的特点。

在地层倾角不大、构造比较简单情况下,发射场地效应一般不明显。即发射点位置改变对观测结果影响不大。图3是淮南刘庄地区12线27号点的实测结果。该地段岩层基本水平,两个发射点到接收点连线之间无明

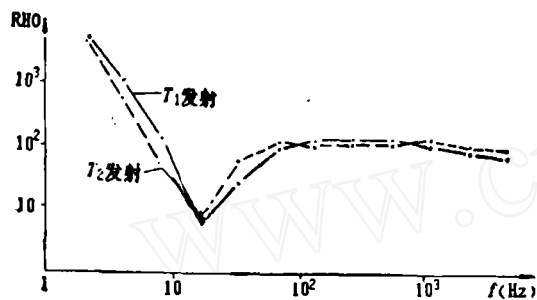


图3

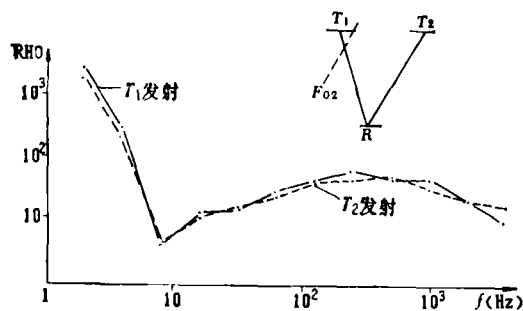


图4

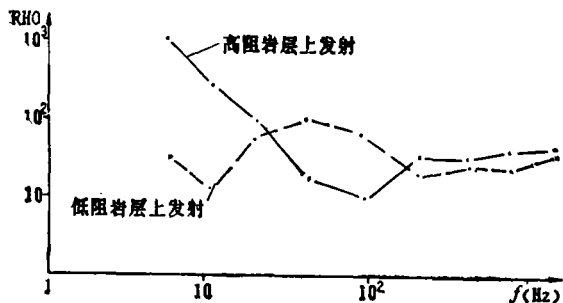


图5

显的构造变化,因而发射场地效应很小,两条频测曲线在所有频点上基本重合。

上述情况在实际中比较少见,较为常见的是接收点与发射点下电性特征不同,在它

们的连线之间存在着断层或岩性变化。按电性构造相对于两个发射点的位置,发射场地效应一般出现以下情况:

若断层仅在发射点附近通过,而在其他地段两个发射点所处地质情况相似,则两条频测曲线在所有频点上基本重合。如颍风地区9线3号点,尽管 F_{02} 断层在 T_1 发射点附近通过,但两条频测曲线基本一致,表明发射场影响不大(图4)。

若断层距接收点较近,且相对于两个发射点的位置不同,两条频测曲线在高频段基本重合,但在低频段相差较大。断层两盘岩层的电性相差越大,两个发射点相对于断层走向越不一致,发射场地效应越明显。图5是西寺坡地区的一个实测结果,1号、2号发射点分别位于断层两盘的新、老地层上。由图可见,两条频测曲线在低频段的形态完全不同。在断层下降盘一侧的低阻地层上发射时,频测曲线在很低的频率才进入到近场区,且出现明显的极大值,较好地反映了推覆体的存在。相比之下,发射点位于断层上升盘一侧的高阻地层上时,频测曲线对应的远场区范围明显减少,对地电断面的反应能力减弱。

在倾斜地层上,发射场地效应也有类似的特征。图6是颍风地区试17线的实测结果。 T_1 发射点位于推覆体的边缘,而 T_2 发射点下推覆体厚度较大。由图可见,两条频测曲线在低频段也出现较明显的分离。

此外颍风地区的实验结果表明,随着发射点到接收点间距 r 增大,两条频测曲线重合的范围增大,说明发射场地影响变小。图7是西寺坡地区试1孔的实测结果,对比 $r=4\text{km}$, $r=6\text{km}$ 的频测曲线,不难看出上述特征。

综上所述,发射场地效应有以下特点:

1. 发射点位置不同对频测曲线的影响主要表现为低频段出现分离,而高频段基本一致。

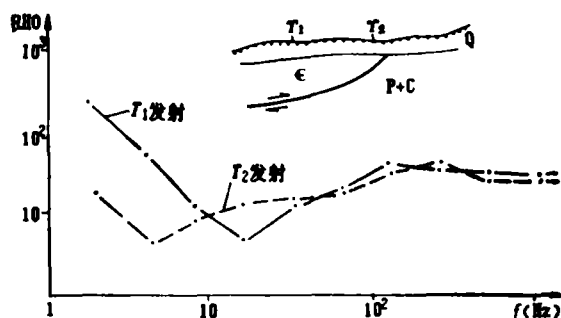


图 6

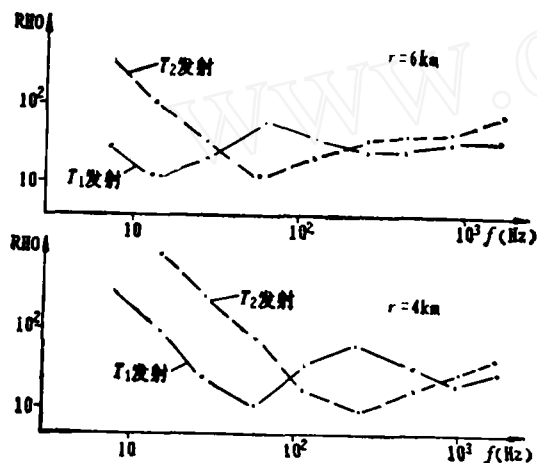


图 7

2. 两个发射点到接收点连线下的电性特征相差越大, 发射场地效应越明显, 否则越不明显。

3. 两个发射点分别位于断层两侧, 且断层两盘岩性相差较大时, 发射场地效应最为明显。并且在断层上升盘的低阻地层上发射效果较好。

4. 收发间距 r 越大, 发射场地影响越小。

发射场地效应的实质

发射场地效应与电磁波在介质中的传播有直接的关系。理论上, 频测曲线的高频段对应着电磁波的远场区。在这一频段, 电磁波是垂直向下传播的平面极化波, 与其沿水平方向的传播路径无关, 频测曲线所反映的

体积中心是测点正下方的某一深度范围。因而, 不论发射点位置如何变化, 只要 r 的大小基本不变, 频测曲线的高频段应基本重合。实际结果也正是这样。另一方面, 频测曲线的低频段对应着过渡场区和近场区, 这时电磁波不再满足平面极化波的条件, 在成分上不仅包含有地面波, 而且还有沿地下岩层传播到接收点的地层波。换句话说, 低频段电磁波的特性与其传播路径有关。因而频测曲线的低频段所反映的体积中心不再是测点正下方, 而是向发射点方向偏移。当两个发射点到接收点连线下地电构造不同时, 地层波传播路径就不同, 频测曲线的低频段必然分离。

总之, 发射场地效应实质上是由于接收点到发射点的间距 r 有限而引起的一种附加效应。它与近场效应的区别在于, 近场效应完全是由于 r 的变化引起的, 即使在一维层状介质条件下也会出现; 而发射场地效应主要是由于地下电性构造的横向不均匀性所产生的, 水平均匀的层状大地不会出现发射场地效应。

结论与建议

1. 地下电性构造的横向不均匀性及收发间距 r 的大小有限是产生发射场地效应的主要原因。只有地下电性均匀或是 r 很大, 以保证对所有频率电磁波都处于远场区, 才能避开发射场地效应。

2. 发射场地效应在频测曲线上主要表现为低频段的分离, 在高频段曲线基本重合。发射点到接收点连线下构造电性相差越大, 发射场地效应越明显。

3. 高阻发射不如低阻发射效果好, 实际中应尽量选择在低阻岩层上发射。

4. 发射场地效应是地下电性变化的客观反应, 因而采用各种方法对频测曲线进行

(下转第15页)

代表性金矿区的矿床地质特征表

矿床名称	胶东灵山沟	小秦岭	河台	长江中下游	美国卡林
赋矿岩石	胶东群斜长角闪岩中石英脉及蚀变岩	太华群含金富铁沉积岩, 位于大理岩与石英岩界面上	震旦系C组地层与奥陶系三尖群浅变质岩系糜棱岩中	角砾岩、碳酸盐岩与岩体接触带	碳酸盐岩为主, 含粉砂岩、砂岩、页岩, 燧石
构造	次级断裂	走向断裂, 纬向系复式背、向斜	广宁—罗定韧性剪切带, 宝鸭塘—坑尾断裂	接触带或破碎带	罗伯茨山推覆体, 挤压褶皱
蚀变特征	硅化、碳酸盐化、黄铁绢英岩化、钾化	硅化、硫化、碳酸盐化	硅化、黄铁矿化、黄铜矿化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化	硅化、黄铁矿化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化	硅化、碳酸盐化、黄铁矿化、泥化、局部脱碳、脱钙作用
成因条件 (包裹体研究)	$T = 200 \sim 300^{\circ}\text{C}$; $P = 300 \sim 900 \times 10^5 \text{Pa}$; $Eh = -0.22 \sim -0.23 \text{V}$; $\text{pH} = 5 \sim 5.7$	$T = 200 \sim 320^{\circ}\text{C}$; 还原环境 $6 \sim 8 \text{wt}\%$ NaClE_q ; CO_2 很高; $\text{pH} = 5 \sim 5.54$	$T = 150 \sim 300^{\circ}\text{C}$ $6 \sim 8 \text{wt}\%$ NaClE_q ; CO_2 较高; 近中性		$T = 150 \sim 300^{\circ}\text{C}$ $P = 800 \sim 1500 \times 10^5 \text{Pa}$
矿液来源、热源	岩浆热液	重熔花岗岩变质热液	岩浆热液	岩浆热液	大气降水、火山热液

Buffer System and Metallogenesis of Gold

Zhang Huacheng

In attempt to expound the important role paid by pH value in metallogenesis of gold ores from a new point of view, a buffer system, is introduced in this paper. This conception provides a theoretical basis for prognostication of concealed gold ore body, Thus the blindness in delineating gold ore exploration target can be overcome.

(上接第42页)

校正意义不大。当两条频测曲线相差不大时, 可用简单的算术平均值作为改正值; 频测曲线相差较大时, 说明地下电性构造较为复杂, 这时应适当减少扇形施工范围 (即图1中的 θ 角), 并在重复点上采用 $\theta=0$ 的赤道装置补充观测, 以利于资料的对比解释。

参考文献

- [1] 曹昌祺, 地球物理学报, 1981, 第2期。
- [2] 毕德显, 《电磁场理论》, 电子工业出版社, 1985年。
- [3] 考夫曼, A. A., 《大地电磁测深法》, 地质出版社, 1980年。

Source Overprint Effect in CSAMT Measurements and

Its Relationship with Geoelectric Structures

Du Shuchun

Based upon practical field measurements, the corresponding relations between the overprint effect of a CSAMT transmitting source with electric structures are dealt with in this paper. Some basic characteristics of the source overprint effect are summed up and discussed in terms of theory. It is believed that the effect is mainly resulted from the lateral heterogeneity of the underground electric structure and the finiteness of the transmitter-receiver distance.