

电反射系数 (K)技术在乌兰煤化工业区水文地质勘探中的应用

薛建球,苋有全,甘 斌,周成福

(青海省环境地质勘查局,青海 西宁 810007)

摘 要:文章简要介绍了利用对称四极电测深数据的一阶微分演算、绘制电反射系数曲线结合视电阻率曲线进行综合分析,推断地下潜水面及基岩面埋深,通过钻探资料验证解释结果的比较准确,取得了良好效果。

关键词:电反射系数 (K)法;潜水面;电反射系数曲线

中图分类号: X143

文献标识码: A

文章编号: 1007-2454 (2009) 02-095-03

在对称四极电测深勘探中,资料的处理是一个较复杂问题,传统的量板法对电测深曲线要求较高,可是实际工作中,受地表地形及接地电阻的影响,曲线往往不太规则,用量板法解释比较困难、不直观且误差较大,因此在实际工作中有经验的物探工作者往往采用特征点法、从已知到未知,推测地下潜水位及基岩的埋深,这种方法要求有丰富的物探工作经验、并且解释结果缺少说服力,尤其在已知钻孔的地区,解释结果的可信度无法评价。受长江水利委员会孙经荣编写的《电反射系数 (K)勘探方法》一书启示,参考多年从事电法工作经验,对以往的实测数据用电反射数法进行大量的计算验证,发现该方法具有简单、直观、精确度相对较高一种电测深曲线解释方法——即电反射系数 (K)法。

1 电反射系数 (K)技术

1.1 电反射系数 (K)技术的基本原理^[1,2]。自然界的交变电磁场与波动场一样,都符合波动方

程: $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{c \cdot \partial t^2}$ 当 $\frac{\partial^2}{\partial t^2} = 0$ 时,波动方程转化为拉

普拉斯方程。 $\nabla^2 = 0$ 即交变电磁场转化为直流电磁场,在直流场中,当电流遇有电阻抗差异的界面时,界面要向实际电源所在介质反射一部分电流,这部分电流的大小,决定于电反射系数 K 值的大小。用对称四极电测深进行水文地质勘探时,地下潜水面的存在是一个良好电阻抗差异界

面,同时低阻第三系泥岩或高阻结晶基底都与第四系松散物之间都可形成一个良好的反射界面,因此利用电反射系数 (K)这一特点,推断地下水界面及基岩埋深,有一定的理论依据。通俗说来,电反射系数曲线就是在直流电场中,由地面向地下供电,当电流遇到有阻抗差的界面时,界面要向地面反射一部分电流,即地面上任一点电场迭加了 j 反射项, j 反射项的大小取决于 K 反射系数的大小, K 值的大小取决于电测深曲线的形状。所以, K 值的大小和形态与地层的结构密切相关,通过研究其变化规律,就可间接地反映地层结构。

1.2 电测深采集数据的一阶微分演算。理论与实践证明, s 曲线的形态就客观地反映了电反射系数 K 值的大小,研究它的变化规律,能够分析、判断地下潜水面与基底的埋深,为了求得电反射系数 K 值,对野外实测 s 曲线的一阶微分演算,采用了差商法求 K 值^[3]:

$$K = \left(\frac{s(n)}{s(n-1)} - 1 \right) / \left(\frac{AB(n)}{AB(n-1)} - 1 \right) \text{ 将所求 } K$$

值,在双对数纸上绘制 $K-AB_{(\frac{n}{2})}$ ($AB_{(\frac{n}{2})} = (AB(n) + AB(n-1)) / 2$) 曲线 (见表 1),利用各测点的 K 值绘制各测深点电反射系数 (K) 曲线图,根据电反射系数 K 值曲线形态、异常部位及深度结合实际的地层地质情况推断潜水位和基底埋深。

表 1 为漠河农场 W1 号井实测电阻率数据和

K 系数计算表:根据表 1 的计算结果分别绘制。与 (图 1(a)) 相同。

曲线和 K 系数曲线见 (图 1(a)), 其它图形绘制

表 1

W1 号井井旁测深 K 系数计算表

AB/2(m)	1.5	2.5	3.5	5	7	10	14	20	28	38	50	65
电阻率	18.5	15.2	15.1	14	14.9	20.2	27.3	36.9	43	39.4	38.6	44.4
AB(平)/2(m)	2	3	4.25	6	8.5	12	17	24	33	44	57.5	72.5
K	-0.27	-0.02	-0.17	0.161	0.83	0.879	0.821	0.413	-0.23	-0.06	0.501	-0.53
AB/2(m)	80	100	130	170	220	280	350	420	480			
电阻率	39	46	69.3	98.4	110	110	105	102	100			
AB(平)/2(m)	90	115	150	195	250	315	385	450				
K	0.718	1.688	1.365	0.401	0	-0.18	-0.14	-0.14				

2 电反射系数 (K) 技术应用实例

2.1 工区基本的地质情况。工区位于察汗诺山间洪积谷地及漠河山前冲洪积平原中部。漠河平原广泛分布第四系松散岩层, 表层为薄层亚砂土、含砾亚砂土层, 中下部为厚度较大的砂砾石、含泥砾卵石、含泥砂砾卵石, 含水层岩性主要为上、中更新统洪积、冲洪积砂砾石、含砂砾卵石, 结构松散, 透水性强, 补给条件好, 水量丰富, 而下部含泥砾石夹亚砂土、粘土层, 其赋水性由于受岩性 (泥砂质胶结或微胶结)、所处地层结构及补给条件等因素的制约, 该层富水性相对较弱; 漠河冲洪积平原的基底主要为泥岩、砂岩等。山间冲洪积谷地第四系堆积物表层主要为亚砂土、中粗砂、角砾, 中下部为冰水洪积相的砾卵石、泥质砂砾石等; 基底度为变质岩混合岩类。

2.2 工区对称四极电阻率测深曲线的主要形态为 KH 型、H 型、KQ 型、AK 型、A 型。下面就一些曲线类型的电反射系数曲线进行一些简单的分析。

2.3 利用电反射系法求 KQ 型曲线的水位和基岩埋深。对于 KQ 型曲线, 当潜水面埋深较深或含水的中间层较薄时, 中间层在电反射系曲线上无明显渐近线, Q 尾支渐近线反映为标志层时, 这时单支 K 曲线呈现负单峰值, 上部 K 曲线受下部 K 系数影响大; 我们取负极值左侧半值点对应的深度作为潜水位的埋深, 负极点右侧半值点对应的深度作为基岩面的埋深。当地下潜水面埋深小或中间层岩性颗粒粗时, 中间层在电测深曲线上出现明显的渐近值, Q 尾支渐近线反映为标志层时, 这时单支 K 曲线呈现负双峰形态, 这时各地

层的电反射系数不受上下地层影响, 我们取 K 曲线第一个下降段正值的中点对应深度作为潜水面的埋深, 以第二负极值左侧半值点为基岩埋深 (详见图 1d)。

2.4 利用电反射系法求 KH 型曲线的水位和基岩埋深。对于潜水面埋深的确定参照上面 KQ 型曲线的分析, 对基岩面的确定则取最后一个负峰值的右侧中值点对应的深度为基岩面的埋深度 (详见图 1b)。

2.5 利用电反射系法求四层以上曲线的水位和基岩埋深。对于多层电性曲线的潜水面的确定主要看曲线首支的形态, 当曲线首支为 H 型曲线, 且含水层的电反射系数呈现明显的正峰值, 取第一负峰值的右侧中值点对应的深度为潜水面的埋深; 当潜水面的电反射系数没有正的峰值时取第一个负峰值的左侧中值点对应的深度为潜水面的埋深; 当曲线首支为 K 型时, 取第一个负峰值的左侧中值点对应的深度为潜水面的埋深。对于基岩面埋深的确定主要看电阻率曲线的尾支的形态, 当曲线尾支为 Q 型时, 取电反射系数曲线最后的负峰值的左侧中值点对应的深度为基岩面的埋深; 当电阻率曲线尾支为 H 型时取电反射系曲线最后负峰值右侧中值点对应的深度为基岩面的埋深 (详见图 1a、c 所示)。

2.6 解释误差评价。为了能对电反射系数 (K) 法解释结果有较为客观全面的认识, 我们对漠河农场 W1 号井 K 系数法解释的结果与钻探揭露情况进行对比见图 1(a): 该井钻孔揭露的潜水面为 25m, 泥岩界面的埋深为 298m, K 系数法解释潜

水面埋深为 25m, 泥岩界面的埋深为 290m; K 系数法解释的潜水面深度与钻孔揭露完全一致, 而基底泥岩界面的解释深度与钻孔揭露的深度相对比误差为 2.7%, 解释结果比较准确。

3 结语

电反射系数法是采用原始对称四极测深的观测数据进行 K 值计算。在对电测深曲线作了充分的定性分析的基础上, 对各主要地层界面采用 K 曲线的

半值点和中值点进行解释, 不需要各层电参数, 方法简单, 人为因素影响小, 解释结果比较直观、精确。在研究电阻率的变化时, 研究电反射系数法的变化, 能更有效地解释地质问题。由于该方法的机制理论研究还不充分, 在对多层解的电测曲线的解释方法上, 仅限于在本工作区的地质条件下所总结出的规律, 不具有普遍意义。是否适合其它地质条件的工区还需要进一步的总结和研究。

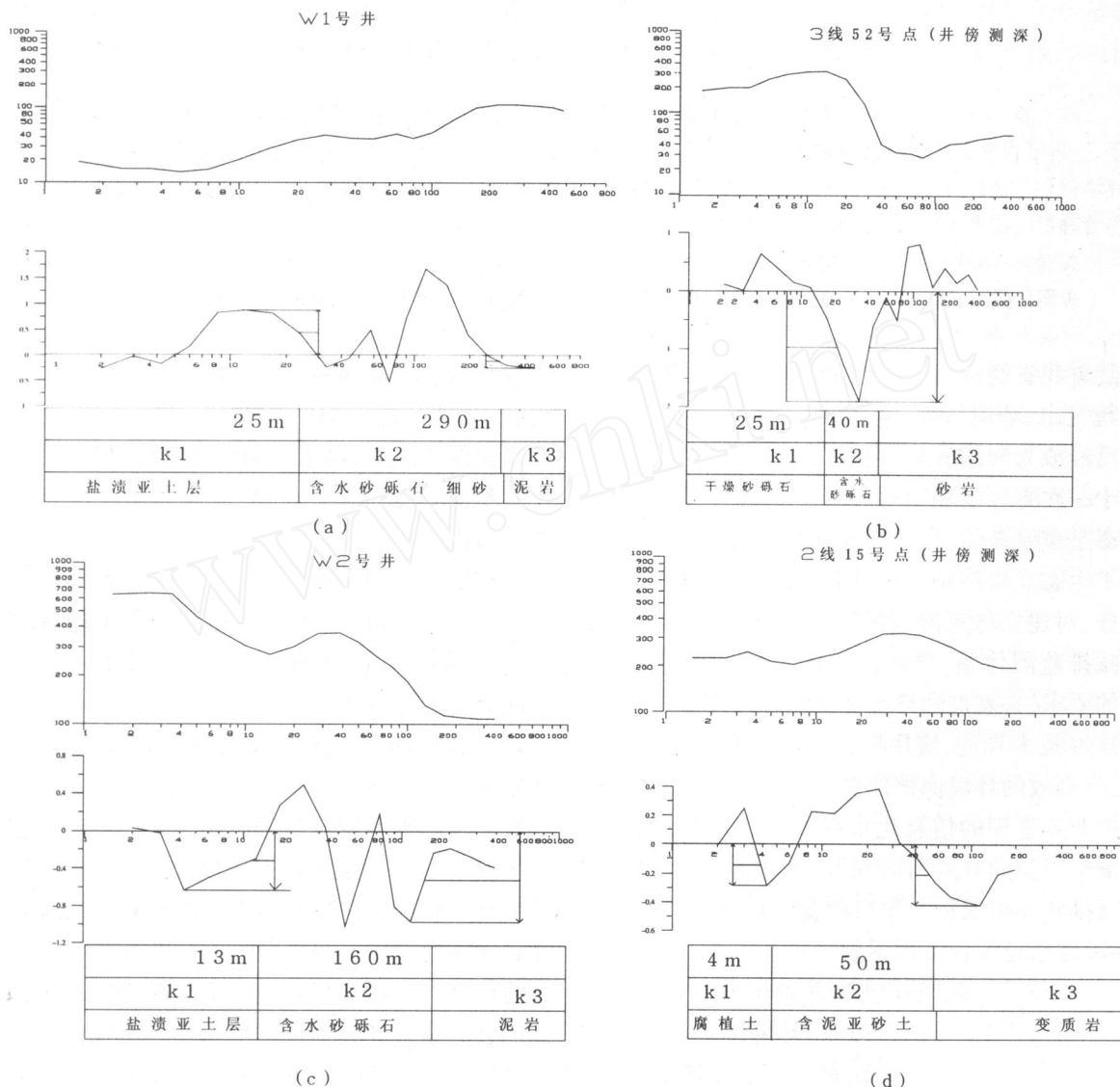


图 1: 单支 K 曲线解释对比图

表格第一行为 K 系数法解释的界面深度 表格第三行为钻孔揭示的深度

参考文献:

- [1] 李保国. 电反射系数 (K) 法在解释地质效果中的应用 [J]. 水文地质工程地质. 2001 (6) 66
- [2] 徐长顺. 电反射系数 (K) 法在防渗墙质量检测中的应

用 [J]. 安徽水利科技. 2005 (2).

- [3] 陈绍求. 电测深曲线反射系数 “K” 法解释的应用效果 [J]. 有色金属矿产与勘查. 1993 (2) 53.