

中间梯度法在采空区勘测中的应用

侯双林

(河北工程大学, 河北 邯郸 056038)

摘 要: 简要介绍了所测区域的地质概况, 分析了中间梯度法的工作原理及其优势, 通过实例说明了该方法在探测采空区中的应用效果良好, 并用电测深法进一步验证了中间梯度法的准确性。

关键词: 中间梯度法; 采空区; 勘测

中图分类号: TD325.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-5716(2007)07-0086-03

电剖面法因为其采样密度高、所获数据量大且灵活、高效等特点为大家所青睐, 逐步发展成为一种重要的物探方法。广泛应用于找水、找矿和找断层以及对古墓、溶洞和采空区等地质灾害异常体的勘测等方面。

本文拟通过在沙河市温窑村的勘测实例来分析电剖面法在采空区和地质异常体勘测中的一些问题。

1 测区概况

1.1 地下开采情况

从 1998 年开始由南向北开采。采深约为 170m, 采宽约为 72m, 采厚约为 3.33m, 以短臂巷柱式完全崩落法开采。目前采空区北缘已达村南, 构成超充分采动。

1.2 地质概况

该村所处的地段单元属太行山东麓山前丘陵, 总体是东北高西南低。村南约 150m 处发育有深达 20m 的冲沟。

据本次物探资料, 区内第四系覆盖层厚度约为 20m 左右。据调查, 自上而下发育有 4 层。

①粉土: 褐黄色, 含少量姜石, 姜石最大粒径 20mm 左右, 稍密, 稍湿。层厚 0~1.00m, 分布不均, 主要分布在村东和村西南部。俗称“白土”。

②粘土层: 棕褐色夹灰白色, 含 30%~40% 姜石, 姜石最大粒径达 100mm, 并含黑色铁、锰质结核, 硬塑状, 蒜瓣状结构, 竖向挤压裂纹发育, 裂开面光滑, 天然

剖面可见龟状裂纹。该层分布普遍, 层厚 1.00~2.00m, 主要分布在村中部和村西北部。该层膨胀土特征明显。

③粘土层: 棕褐色, 含少量姜石及黑色铁、锰质结核, 硬塑状、蒜瓣状结构, 竖向挤压裂纹发育, 裂开面光滑如刀切, 天然剖面可见龟状裂纹。该层分布普遍, 层厚 1.00~2.00m, 具有典型膨胀土特征。

④卵石层: 灰白色杂棕褐色, 含卵、砾石达 80%, 偶见漂粒, 最大粒径达 200mm。粒间空隙内填充有棕褐色粘土; 卵、砾、漂石以坚硬致密的变质岩为主。

2 方法原理与工作布置

2.1 中间梯度法

中间梯度法是直流电法剖面法的一种, 其装置是供电电极 AB 不动, 测量电极距不变, 在 AB 中间的 1/3 均匀场范围内沿测线逐点移动, 观测 MN 之间的电位差 ΔU_{mn} , 并利用下式:

$$\rho_s = K \cdot (U_{mn} / I)$$

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN} \right)$$

计算各测点(MN 中点)的视电阻率 ρ_s 值, 从而得到视电阻率在该范围内的变化, 了解沿测线方向上一定深度和一定范围内地质体赋存的情况。

The Application of Spin-jet Grouting Method in Control the Outpouring Tailings during Gob Hydraulic Fill

WANG Yi-ming¹, WU Ai-xiang¹, YANG Cheng-xiang^{1,2}
(1. School of Resources and Safety Engineering, Central South University, Changsha Hunan 410083, China; 2. Dongguashan Copper Mine, Tonglin Anhui 244031, China)

Abstract: The accident had occurred unexpectedly that the tailings outpoured from the gab during the gob hydraulic fill in Dongguashan copper mine. After analyzing the causes to the accident, we found out the leakage point. Then we take steps to plug up the leakage point with high pressure by spin-jet grouting method, the effect was very good.

Key words: gob hydraulic fill; tailings outpouring; spin-jet grouting method

中间梯度法与其他直流剖面法相比有在高阻直立(或陡立)矿脉上反映明显、容易取得良好的效果和效率高的特点,对地表附近的不均匀体反映也较明显。

实践证明,采空区类似高阻直立矿脉,采用中间梯度法探测采空区是可行并有效的。

2.2 工作布置

根据测区情况和工作任务,共布置测线 5 条。其中村西 1 条,村东 1 条,村南 1 条,村里的西北部 2 条。在 5 条测线上,共布置电测深点 36 个。依据煤层埋深情况,AB/2 选择 210m, MN/2 选择 20m。

在试验线上同时进行中间梯度和电测深法,目的是为掌握测区的电性特征及采空区的异常反映,用来说明中间梯度法的可行性和有效性。

3 资料解释与成果分析

3.1 电测深与中间梯度法资料解释

将直流电测深观测的视电阻率进行单点地电特征分析,并绘制成等断面图、剖面图,进行综合分析,掌握区内地电特征。

将中间梯度法观测的视电阻率绘制成剖面图。根据测区煤系地层的平均视电阻率为 $32\Omega \cdot m$,采空区的视电阻率高于或低于 $32\Omega \cdot m$ 的电性特征推断采空区(低阻值是因为采空区充满水)。

中间梯度法对地表层不均匀体反应也较灵敏,要注意排除浅层如排水道、铁管道等异常干扰的影响。

3.2 成果分析

3.2.1 对视电阻率断面图的分析

根据资料绘制出 AB/2 = 210m 视电阻率等值线断面图(图 1)。

由图 1 看出,在 1/3 点、7.5 点和 10 点处出现三个局部高阻等值线封闭圈,而在 5 点—3/3 点、8.5 点处出现两个局部低阻等值线封闭圈,从这五个局部等值线封闭圈的形态特征(埋深、形状、规模)解释,并与以往实测的采空区异常形态对比,推断这五个异常为地下采空区(已塌陷的)引起。其中低阻异常为充水的采空区引起。

3.2.2 用电测深法验证

根据电测深数据绘制出视电阻率等值线断面图(图 2、图 3)。

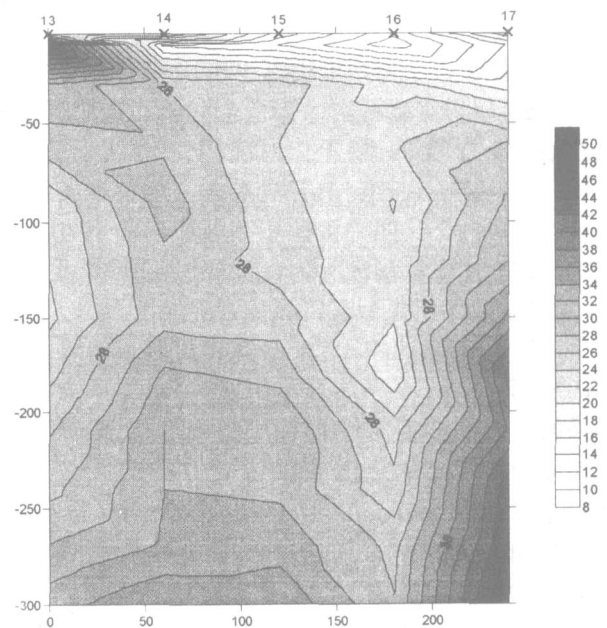


图 2 东测线视电阻率等值线断面图

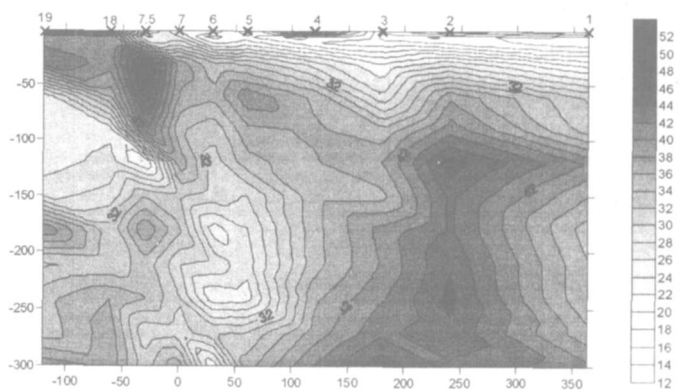


图 3 西测线视电阻率等值线断面图

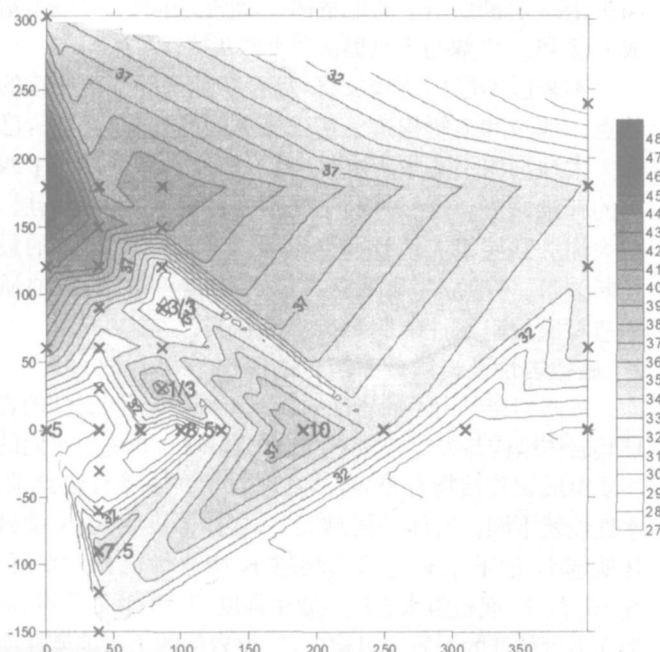


图 1 AB/2 = 210m 视电阻率等值线平面图

(下转第 90 页)

粘土矿物成份定量分析测试结果表明,底板泥岩及粘土岩含有一定量的伊利石和少量的蒙脱石,因此受到一定的软化作用;另一方面是楔劈作用,与隔水底板相接触的水是具有压力的,即承压水,水的楔劈作用是指水压作用于裂隙表面,产生拉应力,使裂隙张开面扩展。在水压影响下,原始导升带岩体强度大大降低,水压力越大,水压破坏高度越大。二、四采区17煤开采上、下限分别约为-250~-700m,作用于其底板的水头压力为2.68~7.18MPa,属于高承压水。并且底板岩体在受采动影响和水压双重作用下更容易破坏,破坏位移将增大,如果附近存在断层等构造时,三者耦合作用对底板的阻水性能的影响将更大。由于承压水水压的存在,水对底板的作用不仅相当于润滑剂、软化剂,而且是一种动力,一种能量,具有破坏力。

5 结论

上面的分析表明,兴隆庄矿下组煤二、四采区底板

的阻水性能主要受到地质构造、岩性及岩层分布组合、采动破坏和承压水的影响。值得注意的是,底板阻水性能评价要同时考虑各方面的因素,因为影响底板阻水性能的因素是相互影响、相互作用、相互促进。在下组煤开采时,在开采地段要探明或预测这些因素,确定这些因素共同作用下对底板的影响情况,确定底板的阻水能力,评价突水的危险程度,相应地制定防治水措施,确保安全高效开采。

参考文献:

- [1] 王忠昶. 矿井底板岩层阻水性能的研究[D]. 硕士学位论文, 2003.
- [2] 王玉芹, 刘成林. 煤层阻水能力评价[J]. 山东煤炭科技, 2000(2): 28-30.
- [3] 施龙青, 娄华群. 肥城煤田下组煤底板隔水能力影响因素分析[J]. 煤田地质与勘探, 1998(4): 47-49.

(上接第87页)

(1) 东测线视电阻率等值线断面图的解释: 东测线视电阻率等值线断面图上, 由南至北, 依次表现为低阻—高阻—低阻—高阻。即17号测点的下部基岩视电阻率表现为高阻; 17~15号测点的下部基岩视电阻率表现为低阻; 14号测点下部基岩视电阻率表现为高阻; 13号下部基岩视电阻率表现为低阻。东测线的断面图总的表现是较大面积的高阻和低阻, 未出现局部等值线封闭圈。因此, 解释该断面为正常的地质结构反映, 没有采空区引起的异常。

(2) 西测线视电阻率等值线断面图的解释: 西测线视电阻率等值线断面图中, 19~5点(准确的位置是5点北12m)的下方, 出现多处近于等轴状的高阻和低阻异常。据形态解释方法的基本原理和视电阻率等值线断面特征, 推断这些异常为地下采空并塌陷引起。其中低阻异常解释为充水的采空区塌陷引起。5~4点(准确的位置是4点以北)为采空区的岩层移动距离, 也就是反映采空塌陷的影响范围。

4~1点下方对应的视电阻率等值线表现为比较“完整”, 没有出现局部的高阻或低阻异常, 反映地下正常的地层分布特征。

该推断结果与用中间梯度法得出的结论相一致。

4 结束语

通过上述实例的探测实践证明:

- (1) 正确选择合理的技术参数和装置, 排除各种干扰异常, 采用中间梯度法探测采空区的效果是良好的;
- (2) 运用中间梯度法所得出的结论与电测深法得出

的结论结果相一致, 进一步证明了该方法的准确性;

(3) 该方法成功应用于多处采空区的测量, 为当地政府对矿区的综合治理和安全规划提供科学的决策依据。

参考文献:

- [1] 傅良魁. 电法勘探教程[M]. 北京: 地质出版社, 1987: 50-126.
- [2] 梁爽, 等. 勘测地裂缝的电阻率法[J]. 灾害学, 2004, 19(1): 73-75.
- [3] 张胜, 韩许恒, 李秉强, 等. 高密度电法在采空区勘测中的应用[J]. 灾害学, 2005, 12(4): 64-66.
- [4] 郭崇光, 刘君. 综合电法在采空区探测中的应用[J]. 科技情报开发与经济, 2004(2): 142-144.

The Application of the Intermediate Gradient Method in Surveying Mined-out Areas

HOU Shuang-lin

(Hebei University of Engineering,
Handan Heber 056038, China)

Abstract: The paper briefly introduces the geological situation of the detected mining area, analyzes the working principles of the intermediate gradient method and the superiorities. Through examples, demonstrates that the application of this method in the detection of the mined-out area is good. Confirm the intermediate gradient methods accuracy use resistivity sounding.

Key words: intermediate gradient method; reconnaissance; mined-out area