

高密度电法在煤矿采空区勘查中的应用

辛思华, 宋仁成, 杨建军, 刘伟

(东北煤田地质局物探测量队, 辽宁 沈阳 110101)

摘要: 神东矿区某国有煤矿临近两个地方小矿, 因无序开采, 存在不明采空区。该区地表被新生界地层覆盖, 为风沙堆积区。因该地属高原干旱地带, 煤层采空区充水极少, 呈高阻状态, 为此采用高密度电法探测采空区赋存状态。方法是在与其相邻两矿之间各布设2条高密度电法测线, 经勘探与A矿、B矿相近的测线有明显的采空区存在, 而与国有矿山相邻的测线相应位置无高阻异常, 采空区消失。高密度电法在该区的应用有效地探明了煤层采空区赋存状态及范围, 达到了预期勘查要求。

关键词: 采空区; 视电阻率; 高阻异常; 高密度电法; 神东矿区

中图分类号: P631.3

文献标识码: A

在神华集团的神东矿区, 由于地方小煤矿的无序采掘, 存在着不明采空区, 其采空区多数是追索煤层向前推进, 回采后即废弃, 这类采空区分布资料记载较少, 采空区无规律性。这些采空区的存在对国有大矿的安全生产构成了极大的危害, 因此对小矿掘进所遗留采空区的准确勘查显得非常重要。

1 地质概况

神东矿区中的两个地方小矿(地方小矿A、地方小矿B)位于陕西省与内蒙古交界处, 地表被新生界地层所覆盖, 地表沙丘连绵起伏, 为风沙堆积区。成煤地层为中生界侏罗系中下统延安组, 其上覆地层的主要岩性为砂岩、页岩、砂页岩等。两个地方小矿均主采上部赋存较浅的一²煤, 该煤层埋藏深度在60~70m之间。

2 采空区的电性特征(电阻率特征)

煤层被开采后, 破坏了原有的地应力平衡, 采空区以充水或不充水的空洞形式保留下来, 但多数采空区在重力和地应力作用下, 顶板塌陷、垮落。这些地质因素的变化使得煤层采空区或其上部地层的地球物理特征发生变化。

从理论上讲, 煤层被采空形成一定的充气空间, 破坏了岩石的完整性、连续性, 造成采空区相应地层的电性与围岩电性不同, 表现出明显的高阻特性(该处电阻率明显高于周边完整岩石处的电阻率); 当经过一段时间后, 采空区上覆岩层在重力作

用下发生坍塌变形, 致使岩层破碎并出现裂缝, 地下水便沿破碎岩层和裂缝向采空区汇集, 采空区充水之后, 其电阻率呈低阻反映, 此时充水采空区具有低阻电性特征。

由于施工地点位于陕北高原干旱地带, 煤层采空区中充水极少, 岩体空隙发育, 这是形成高阻的主要原因。视电阻率的这一分布特征是物探资料地质解释的依据。

完整岩层和未开采煤层横向电性较均匀且分布范围一般很大, 采空区和巷道为特高阻, 砂岩层为低阻, 煤层呈中到相对高阻, 视电阻率的差异具备了开展高密度电法勘探的前提条件。

3 高密度电法

高密度电法是集电剖面 and 电测深为一体的种地质层析成像技术, 采用高密度布点, 实行密集采样, 提高采样率, 利用“多次覆盖”方法提高信噪比(多次覆盖是指由不同的电流电极、不同的电位电极以地电剖面上相同的“点”进行多次测量)。二维地电断面测量, 其数据采集均自动化完成。

野外数据采集使用重庆奔腾数控研究所研制的WDTD-2型多功能数字直流激电仪1台、两台DWZJ-3型多路电极转换器及120根电极, 由此构成高密度电阻率观测系统。

3.1 高密度电法施工装置

3.1.1 电法勘探电极排列

电法勘探深度取决于供电电极距(AB)(即决定于电流达到地下的深度), 而分辨能力则取决于AB/MN的比值。加大AB/MN的比值能提高分辨能力。受仪器灵敏度及最大电压控制, 加大MN距离可提高观测精度, 但MN过大会影响勘探深度。数字电法

作者简介: 辛思华(1963—), 男, 高级工程师, 1987年毕业于中国矿业大学地球物理专业, 现任东北煤田地质局物探测量队总工程师。

收稿日期: 2007-05-28

责任编辑: 孙常长

仪器具有自动自然电位、漂移及电极极化补偿等功能, 并采用多级滤波及信号增强技术, 抗干扰能力强, 测量精度高, 故使用数字仪器进行野外数据采集, 可加大 AB/MN 的比值, 来提高分辨能力。

3.1.2 施工装置

施工采用施仑贝尔四极电测深滚动测量装置, 施工中每个测点均保持 MN 不动, 只移动 AB 进行观测, 观测完后再逐点滚动前移, 以取得观测电性断面。因此, 施仑贝尔装置四极电测深滚动测量与常规对称四极电测深装置取得的资料接近, 断面异常体的空间位置和分布范围反映精确, 有较高的横向和纵向分辨率。

施工采用电极距为 5m, 供电时间 0.25s, 以 120 根电极为基本观测断面进行滚动测量。观测最大层数为 40 层, 资料处理由 RE2DINV 软件完成。

3.2 测线布置

根据地质任务的特点, 测线沿国有大矿与地方小矿的井田边界布置, 各平行布置两条测线(L-7、L-8、6-0、5-0), 点距 5m, 线距 20m, 两条测线以平错移动 2.5m 布置, 以便于资料对比和分析(测线布置如图 1、图 2)。

3.3 资料解释

采用 RES2DINV 高密度电阻率法反演程序, 该程序可以通过内设的地形改正子程序和不同的菜单设置, 选择反演参数获得视电阻率最佳迭代拟合的断面电阻率模型, 从而对探测目标进行直接的定量解释。由于视电阻率拟断面图既能反映采空区的相对埋深, 又反映横向电阻率变化特征, 即二维形态, 能比较详细地反映出地下地质构造和各种地质体的赋存状态。因此, 把视电阻率拟断面图作为高密度电法的常规解释图件。

利用高密度电法的测量成果结合已知的地质资料, 分析各断面影像图, 可以看出, 各拟断面视电阻率值的总体变化趋势基本相同, 总体趋势是上高下

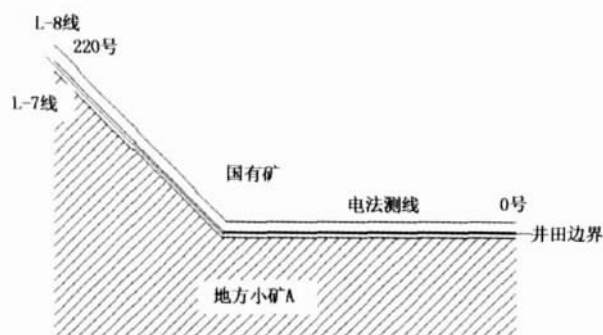


图 1 临近 A 矿测线布设示意图
Figure 1 A schematic diagram of surveying line layout adjacent to A mine

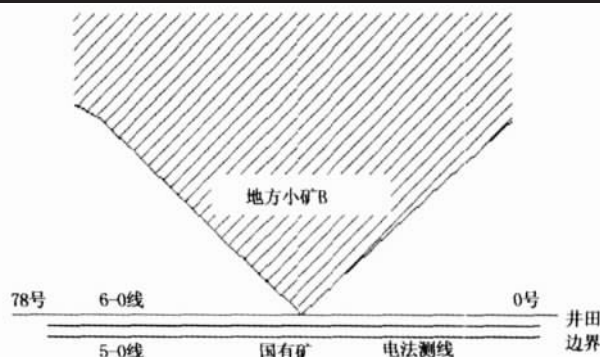


图 2 临近 B 矿测线布设示意图

Figure 2 A schematic diagram of surveying line layout adjacent to B mine

低, 变化范围在几十~几百 $\Omega \cdot m$ 之间, 上部视电阻率较高层是地表第四系粉砂、亚砂土的反映, 往下电阻率值逐渐降低, 依次是松散沉积层、基岩(砂岩等)层的反映。推断采空区部位其他电断面表现为半封闭高阻圈或在下部有对应的高阻突起, 电性结构和影像特征变化较为明显。

根据测量结果, 总结出第四系及基岩、煤层采空区的高密度电法异常特征如下。

第四系在测区广泛分布, 表层为风积砂层, 以下为泥质砂土及粉砂、亚砂土, 厚度变化不一, 一般为 20m 左右, 对基岩电性反应影响不大。在高密度电法异常形态上第四系具有明显水平层状的分布特征, 因有风积砂的存在, 第四系表现为明显的高阻特征, 视电阻率 ρ_s 大于 1000 $\Omega \cdot m$; 含煤地段视电阻率 ρ_s 一般为 50~200 $\Omega \cdot m$, 煤层显示为高阻特征; 围岩为砂岩、泥岩、粉砂岩等, 呈低阻特征, 其视电阻率 ρ_s 一般为 50~100 $\Omega \cdot m$, 在断面上表现为明显的低阻背景, 具有成层特征的层位对应的地层为煤层及砂岩

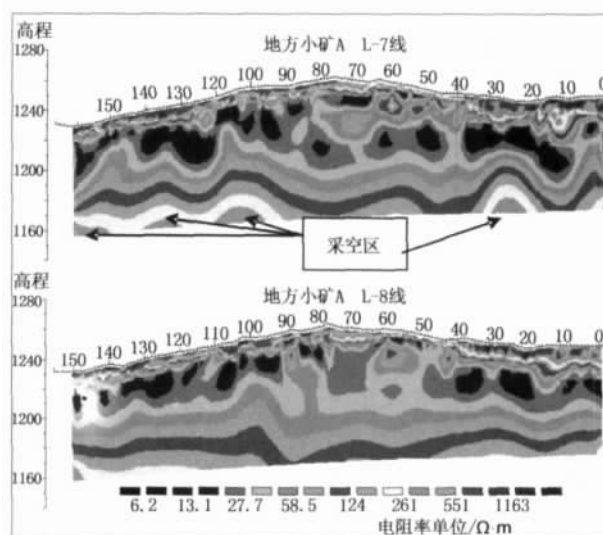


图 3 A 矿 L-7、L-8 地电剖面(点 0—150)

Figure 3 A mine L-7, L-8 lines geoelectric cross section (points 0-150)

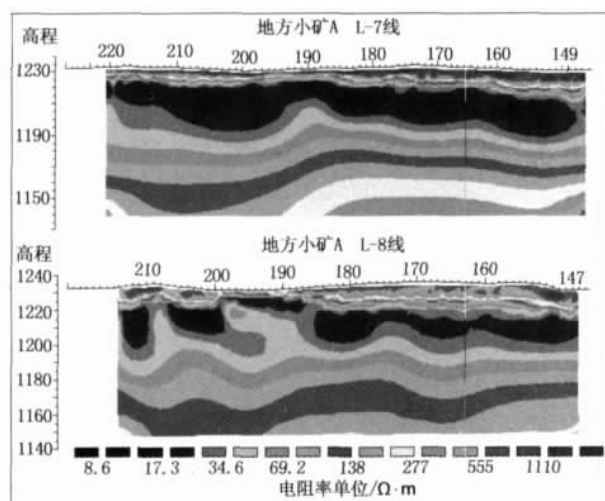


图4 A矿L-7、L-8线地电剖面(点147—220)

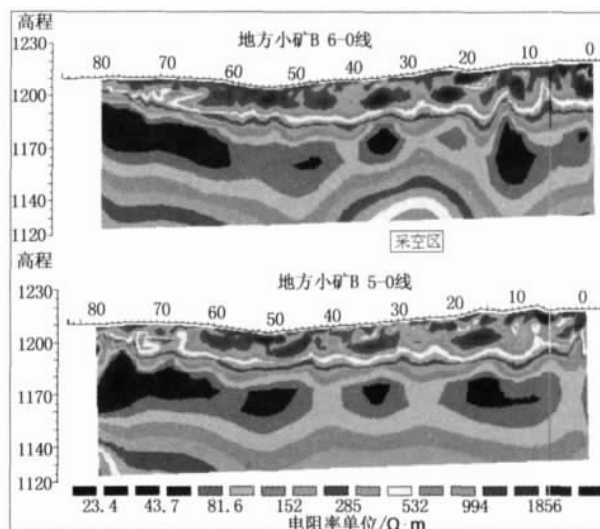
Figure 4 A mine L-7, L-8 lines
geoelectric cross section (points 147—220)

图5 B矿5-0、6-0线地电剖面

Figure 5 B mine 5-0, 6-0 lines geoelectric cross section

层。采空区位置的视电阻率为400~500 Ω·m。

4 地质成果

地方小矿A。L-7线24~30号点、100~190号点间底部电性发生变化,高阻异常突起,分析认为地下采空(巷道)所致,L-8线层位变化清晰,地下层位随深度增加而由松散至密实,分析认为地下无采空区。其地下采空区(巷道)范围至L-8线终止(图3、图4)。

地方小矿B。6-0线28~32号点下部相应位置上有范围较小的高阻异常显示,至5-0线消失,说明地下采空区或巷道至此已经终止。6-0线高阻分布范围对应着地下采空区的范围(图5)。

以上勘探结果表明,高密度电法勘探能够精确地反映出地下采空区的具体位置。其方法的有效性达到了预期的工程地质勘查的目的与要求。该方法勘探周期短,投入资金少,且施工受地形影响小。在埋藏深度不大于100m的地方,开展高密度电法勘探工作,可有效地解决煤矿采空区的问题。

参考文献:

- [1] 姚建华,曾若云.直流电法在探测老窑采空区的应用[J].中国煤田地质,2001,13(4).
- [2] 花育才,项首龙,夏双力,等.电法勘探在煤矿防治水中的应用[J].中国煤田地质,2006,18(4).
- [3] 陈泉霖,陈新奇.高密度电法勘察岩土工程实例[J].中国煤田地质,2004,16(6).

Application of High Density Electric Surveying in Coalmine Gob Area Investigation

Xin Shua, Song Rencheng, Yang Jianjun and Liu Wei

(Geophysical Prospecting and Surveying Team, Northeast China Bureau of Coal Geological Exploration, Shenyang, Liaoning 110101)

Abstract: A state run coalmine in Shendong mining area is adjacent to two disordered mining local small mines result in uncertain gobs existed. The area is covered by Cenozoic strata and wind-drift sand located in a plateau drought zone. The gob area has very few water filling and shown its high resistance state, so that high density electric surveying is selected to investigate gob areas. The method is 2 high density electric surveying lines laid out between two neighboring mines, after surveying there are gob areas existed adjacent to A and B small mines, while no high resistance anomalies i.e. gob areas found adjacent to state run mines. The application of the method has identified gob area hosting state and extension, accord with anticipative requirement.

Keywords: gob area; apparent resistivity; high resistance anomaly; high density electric surveying; Shendong mining area