

瞬变电磁法在煤矿水害探测中的应用研究

程娟¹, 康静文²

(1. 太原理工大学矿业工程学院, 山西 太原 030024; 2. 太原理工大学环境与科学工程学院, 山西 太原 030024)

摘要:煤层附近的富水区和采空区积水严重威胁着煤矿的生产安全, 传统的地球物理方法在煤矿水害勘查工作中得到应用的同时, 新的更先进的物探方法不断涌现, 本文通过实例阐述了瞬变电磁法在探测采空区积水和煤层顶底板富水区中的实用性和有效性。

关键词:瞬变电磁法; 电阻率; 富水区; 采空区积水

中图分类号:TD745⁺.2

文献标识码:A

文章编号:1672-5050(2008)01-0045-03

水害是影响矿井安全生产的主要因素之一, 为保证煤层的正常开采, 在煤层开采之前对煤矿开采区内进行水文地质勘探, 查明煤层顶、底板围岩的富水情况、采空区的积水情况和主要断层的含水及导水性等问题具有十分重要的意义。

1 基本原理与数据处理方法

瞬变电磁法(TEM)是利用不接地回线(大回线磁偶源)或接地线源(电偶源)向地下发送一次场, 在一次场的间歇期间, 测量地下介质的感应电磁场(二次场)电压随时间的变化。该二次场的大小及衰减速度与地下地质体的导电性有关, 导电性越好, 二次场衰减越慢, 反之, 二次场衰减越快, 根据二次场衰减曲线的特征, 就可判断地下地质体的电性、规模、产状等。

瞬变电磁所观测的数据是各测点各个时窗(测道)的瞬时感应电压, 可换算成视电阻率、视深度等参数。通常应用视电阻率来做瞬变电磁测深资料的下一步的解释。

视电阻率计算公式为:

$$\rho = -\frac{u_0}{4\pi t} \left[\frac{2u_0 m q}{5tV(t)} \right]^{2/3} \quad (1)$$

式中: ρ ——视电阻率, $\Omega \cdot m$;

u_0 ——中空导磁率;

t ——时窗时间, ms;

m ——为发射磁矩, $A \cdot m^2$;

q ——为接收线圈的有效面积, m^2 ;

$V(t)$ ——感应电压, μV 。

此次瞬变电磁勘探使用加拿大产 PROTEM 67D 瞬变电磁勘探系统, 采用大定源回线装置。

2 应用实例

2.1 采空区积水探测

2.1.1 采空区瞬变电磁勘查原理

瞬变电磁勘探是利用目标地质体与围岩存在的电性差异来解决地质问题的。当煤层采空区充水时, 其导电性会显著增强, 视电阻率值明显降低, 在视电阻率剖面图上会形成横向上的低阻异常。

2.1.2 实例分析

利用瞬变电磁勘探分析山西某煤矿 3 号煤层采空积水区范围及积水量。测区表层多被第四系黄土覆盖, 厚度 0m~35m, 下覆地层为第三系、二叠系、石炭系及奥陶系, 奥陶系灰岩为煤系地层基底。该矿 3 号煤层已开采完毕, 底板起伏变化大, 低凹区都有积水存在。

图 1 为测区 1 000 线的视电阻率剖面图, 图中黑色实线为 3 号煤位置, 横坐标为测点, 纵坐标为高程。从图上可以看出沿测线下方不同深度的电性变化情况, 横向上视电阻率的变化反映同一岩层富水性的强弱。在 1 460 号~1 580 号点之间, 3 号煤层等值线发生低阻圈闭, 见图 1 中椭圆虚线圈出部位, 推测为 3 号煤层采空积水区的反映。

收稿日期: 2008-01-02

作者简介: 程娟(1982—), 女, 湖北天门人, 在读硕士, 从事瞬变电磁法的应用研究。

图2为测区1120线视电阻率剖面图,3号煤层等值线低阻扭曲不明显,电阻率值相对较高,为3号煤层采空区没有积水的反映。通过对全区瞬变电磁资料及绘制的各种图件进行综合分析,以瞬变电磁

各测线视电阻率剖面图上的异常位置以及异常形态,结合顺层视电阻率切片图异常区形态,最终确定3号煤采空积水区,绘制了相应成果图,共划分出10块积水区,积水量共计约12.12万 m^3 。

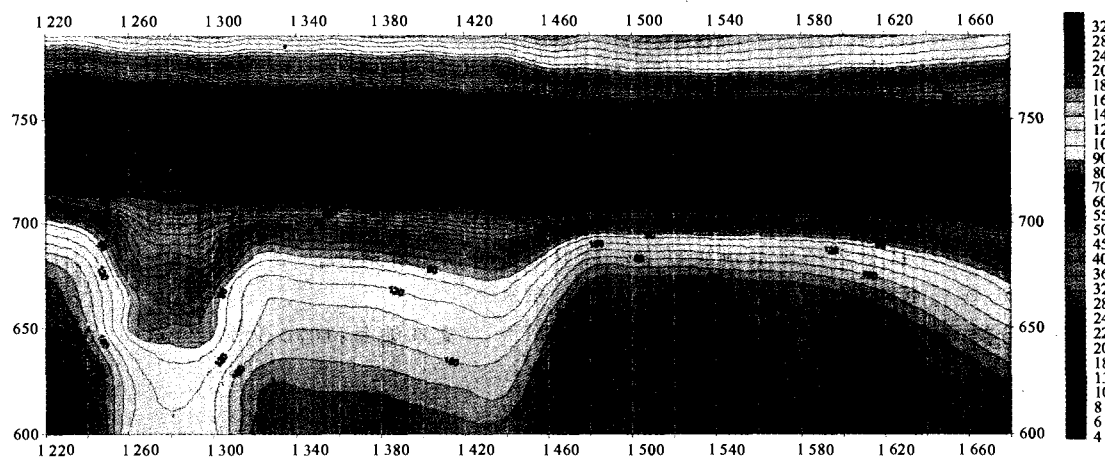


图1 1000线视电阻率剖面图

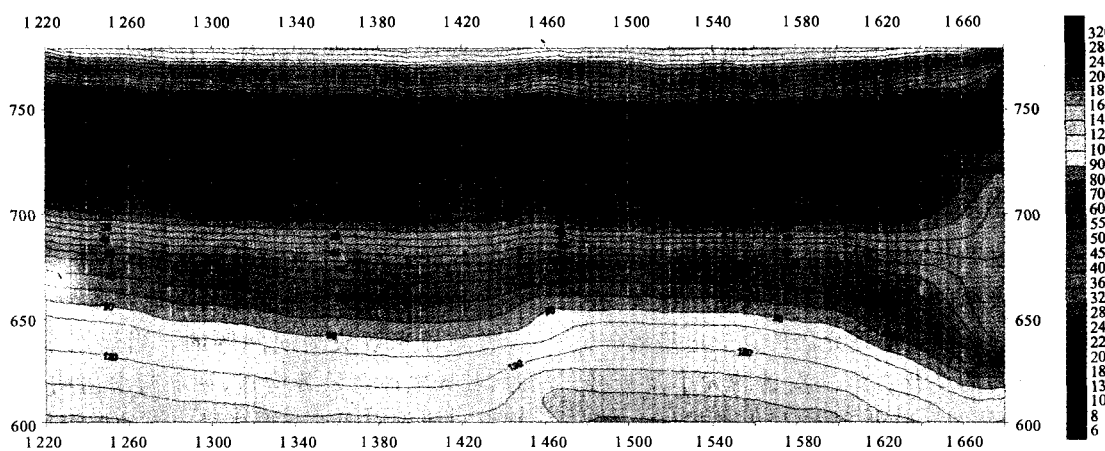


图2 1120线视电阻率剖面图

2.2 煤层顶、底板富水性探测

2.2.1 煤层顶、底板富水性瞬变电磁勘查原理

煤层顶、底板多为砂岩或灰岩,完整砂岩和灰岩的电阻率较高,但当其因破碎、岩溶或裂隙发育充水时,其导电性会显著增强,视电阻率明显降低,在电法资料上会形成横向上的低阻异常。因此,通过寻找测区目标层层位上相对低阻异常分布区,就能间接确定含水层的富水区分布及其关系。

2.2.2 实例分析

利用瞬变电磁勘探分析山西某煤矿煤系地层富含水区范围。测区地层为第四系、三叠系、二叠系、石炭系及奥陶系,3号煤层位于二叠系下统山西组,15号煤位于石炭系上统太原组,直接影响3号煤和15号煤开采的主要含水层有:中奥陶统峰峰组石灰岩岩溶裂隙含水层、上石炭统太原组岩溶裂隙含水层和下

二叠统山西组及K8砂岩裂隙含水层。

图3为1640线视电阻率断面图,该测线在测区的西部。图3中横坐标为测点号,纵坐标为坐标高程,图中的黑线表示3号煤层,白色虚线表示奥陶系顶界面。图3中浅色的过渡表示视电阻率值由高到低的变化。

从纵向上看,从浅到深其视电阻率基本呈现由高~低~中~高的电性特征。图中上部高阻区为新生界地层的反映,中部低阻区为二叠系地层的反映,下部中高阻区为石炭系地层的反映,深部高阻区为奥陶系灰岩的反映。从横向上看,在图中部3060测点~3560测点之间有一明显的相对低阻体存在(见图中横向椭圆圈出区域),该异常横向和垂向上的范围较大。在该异常边部有一钻孔(2704号),该钻孔在283m以深至孔底(414.94m)泥浆消耗量较大,漏失

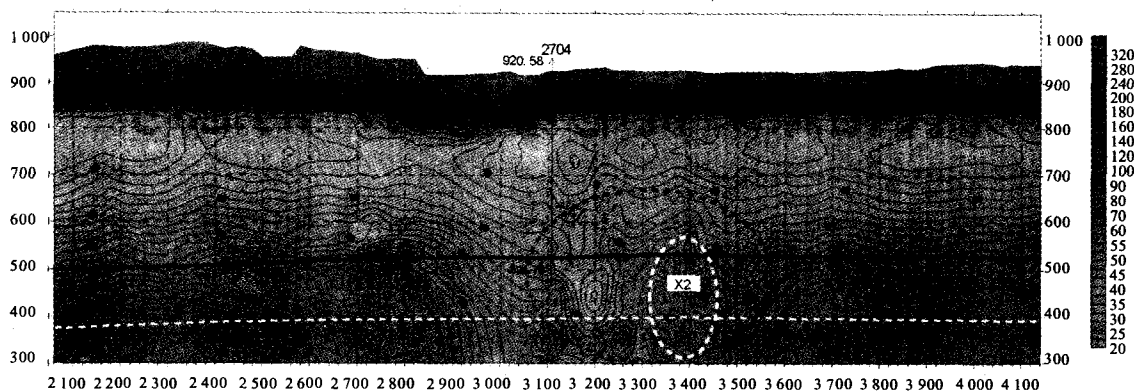


图 3 1640 线视电阻率断面图

量达 $2.64 \text{ m}^3/\text{h}$, 这在整个测区中都是少有的, 可见该处为一富水区域。据三维地震资料, 在 3 320 测点~3 480 测点之间有一陷落柱 X_2 , 其呈现相对高阻反应, 反映了陷落柱本身的富水性较差, 但其处于低阻异常带中, 可见陷落柱与深部奥陶系的低阻异常区有密切的关系, 其可能具有局部导水能力。

通过对全区瞬变电磁资料及绘制的各种图件进行综合分析, 查明了煤系地层主要含水层的富水区; 对 3 号煤和 15 号煤层顶、底板的富水性进行了综合评价, 3 号、15 号煤层顶、底板整体富水性较弱, 部分区域富水性较强, 富水异常区呈串珠状和条带状分

布, 与区域构造有关。

3 结论

瞬变电磁法观测的是纯二次场, 自动消除了频率域法中一次场存在时测量的耦合噪声, 具有对低阻体反映灵敏, 分辨率较高的特点, 而且施工方便、高效、成本低、受地形影响小, 剖面测量与测深工作同时完成, 用于对煤矿水害的探测具有其它物探方法不可比拟的优点, 充分利用其勘探结果, 可以有效的防治地下水对煤矿开采所造成的危害, 为我国的矿产资源的合理开采和利用提供用的勘探资料。

参考文献

- [1] 牛之琰. 时间域电磁法原理[M]. 长沙: 中南工业大学出版社, 1992.
- [2] 蒋邦远. 实用近区磁源瞬变电磁法勘探[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [3] 周韬, 韩自豪等. 瞬变电磁法在煤矿水害防治中的应用[J]. 中国煤田地质, 2004, 16(2).
- [4] 刘树才等. 瞬变电磁法在煤矿采区水文勘探中的应用[J]. 中国矿业大学学报, 2005, 34(4).

Application of Transient Electromagnetic Method in Coalmine Flood Damage Detecting

CHENG Juan¹, KANG Jing-Wen²

(1. College of Mining Engineering of TYUT, Taiyuan Shanxi 030024, China;

2. College of Environment Science & Engineering of TYUT, Taiyuan Shanxi 030024, China)

Abstract: Watery zones adjacent to coal seams and water in gob area are seriously imperiling coalmine's safety. Some new advanced geophysical prospecting methods are coming forth to explore the coalmine flood damage while the traditional methods still in use. Through cases, the utility and the effectiveness of TEM used in detecting water in gob area and roof - floor watery zones are expounded.

Key words: transient electromagnetic method (TEM); resistivity; watery zones; water in gob area

本文责任编辑 徐树文