

煤田水文地质工程地质

2009年总第18期



中国煤炭地质总局水文地质局

· 综合物探 ·

- 层析静校正技术在团柏矿三维地震勘探中的应用.....王伟 (58)
- 道积分割面在矿井防治水中的应用初探.....段建华, 黄明恢, 郝卫华 (60)
- 三维地震勘探技术在开滦林南仓矿的应用.....成润根, 段建华, 石君华 (63)
- 三维地震勘探技术在潞安集团余吾煤业的探采对比研究.....段建华, 宋长恩, 龙御 (65)
- 相干体技术在潞安五阳矿区的应用.....蔺国华, 段建华, 王清 (68)
- 综合物探技术在薄基岩煤矿区的应用初探——以山西潞安集团司马煤业有限公司为例.....
.....段建华, 石君华, 马瑞华 (71)
- 瞬变电磁法和测氦在煤矿采空区探测中的应用.....郭粤莲, 王宝琛 (74)
- 大地电场岩性探测技术在地下水探测中的应用.....魏志明, 胡婉 (77)
- 小线框大电流的瞬变电磁法在隐伏断层探测中的应用.....杨农合, 王辉, 王宝琛等 (80)

· 钻探工程 ·

- 新近系地层大口径供水井施工工艺.....陈然 (84)
- 大口径瓦斯排放孔施工工艺探讨.....季学庭, 王利军 (87)
- 定向钻井技术在钻孔纠斜中的应用.....刘子松 (90)

· 岩土工程 ·

- 简述滑坡稳定计算参数的影响因素.....杨光辉, 刘新, 王利军 (93)

· 环境地质 ·

- 峰峰矿区煤矸石淋滤与水环境污染.....李连娟 (96)

· 建筑工程 ·

- 浅析挤塑板在建筑外墙保温中的应用及施工要点.....杨永利 (99)

· 经营管理 ·

- 在金融危机下, 对煤炭地质单位理财的思考.....姜义仁 (101)
- 强化物资供应管理提高企业经济效益.....王丽凤 (105)
- 非洲矿产资源风险勘查条件及分析研究.....江卫 (108)

小线框大电流的瞬变电磁法在隐伏断层探测中的应用

杨农合 王辉 王宝琛 徐小林 吴朝俊 杨宁宁

- 1) 西安理工大学 陕西西安710048
- 2) 中国煤炭地质总局第四水文地质队 河北邯郸056001
- 3) 陕西省地质矿产勘查开发局西安地质矿产勘查开发院 陕西西安710100
- 4) 西安交通大学电气工程学院 陕西西安710049

摘要: 小线框大电流的瞬变电磁法技术由于其具有抗干扰能力强、横向分辨率高、勘探深度大、工作方便等特点。除了用于金属矿勘探和地下水的探测外,还可以应用于工程地质勘察。本文以实例说明小线框大电流的瞬变电磁法技术在隐伏断层探测中的成功应用。

关键词: 瞬变电磁法; 隐伏断层; 断层

0 引言

隐伏断层的探测方法除了传统开挖探槽、钻探,就是采取物探和化探方法。化探是通过检测断层气体(汞异常,岩层氦气等)判断。而物探的方法相对较多,最常用的人工浅层地震和电法勘探,其中人工浅层地震勘探效果好,精度高。电法勘探中可用的技术比较多,电测深、高密度等。由于人工浅层地震要求一定的施工条件,电测深、高密度电法勘探易受人文电气干扰,和接地条件影响因而对隐伏断层的探测带来了一定的限制。

小线框大电流的瞬变电磁法技术由于其具有无接地、抗干扰能力强、横向分辨率高、勘探深度大、工作方便等特点。通过多年的实验研究认为小线框大电流的瞬变电磁法技术对探测隐伏断层较为方便,快捷的一种手段。本文以实例说明小线框大电流的瞬变电磁法在隐伏断层探测中的主要技术要点和判断处理方法。

1 隐伏断层的地球物理特征

我们在地层半空间中可以把断层的视为一个角度的板状体(导电薄板)从地面向下延深。断层的特性决定该板状体(导电薄板)的宽窄和电阻率值的高低。新的和次新的活动断层,电阻率值较低,古老断层由于其裂隙的胶结程度强,电阻率值表现为高;同时电阻率与断层的破碎带宽度和破碎程度以及断层地下水的富集程度和有无其它岩脉侵入也有关。正是板状体(导电薄板)与断层两侧的围岩的电阻率出现差异。为采用瞬变电磁法小线框大电流技术探测隐伏断层提供了基础。

2 瞬变电磁法探测隐伏断层技术

瞬变电磁法小线框大电流技术是通过减小线圈面积,加大发射电流,实现提高横向分辨率和加大

勘探深度。采用重叠回线装置方式,发射线框的边长为3米,面积为9平方米,发射电流应在500-1800 A。磁场发射强度为,大电流磁场在浅部产生超强的激发,使得浅部响应信号持续的时间延长,而深部异常提前反映、因而提高了抗干扰能力。横向分辨率高,异常定位精确。同时装置体积小,效率高。

通过装置发射大电流磁场,在装置的面积下,向地下垂直传播,当磁场穿过水平地层或无断层的地质体时,磁场传播方向不发生改变和偏移。在发射结束后,接收感应二次场 V_2 为按 e 指数衰减的标准曲线,通过处理得到该面积下不同深度的层厚和电阻率用来描述对应各地层的岩性或地质体的特性。

当重叠回线接收装置出现在隐伏断层上方时,当向下垂直发射的强磁场遇到隐伏断层时,垂直向下传播的电磁场会分为两部分,一部分穿越断层界面继续垂直向下传播,而另一部分沿断层解理面传播,其结果是这部分电磁场的传播方向沿着断层分裂面发生偏离。当发射结束后,被激发的二次场 V_2 开始释放时,一部分 V_2 磁场垂直向上返回到9平方米接收线框内,另一部分沿断层偏移的电磁场产生的激发二次场 V_2A ,由于偏离则不能回到9平方米接收线框内,而是在9平方米接收线框外,产生的极性为负的感应电压。其表现特征已经不是按 e 指数衰减的曲线形态,而是出现带有负值畸变的曲线,变形程度和幅度与断层有关。由此可以准确的判断隐伏断层解理面的位置在边长3米的9平方米接收线框内。以上是瞬变电磁法小线框大电流技术探测隐伏断层的物理意义。

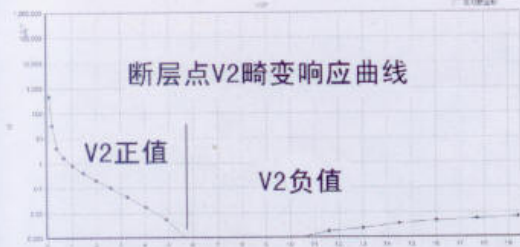
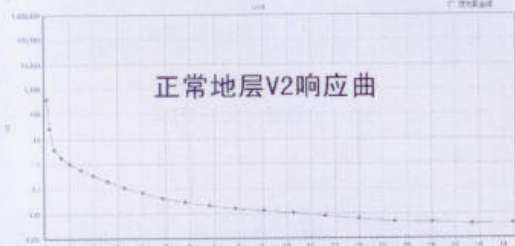
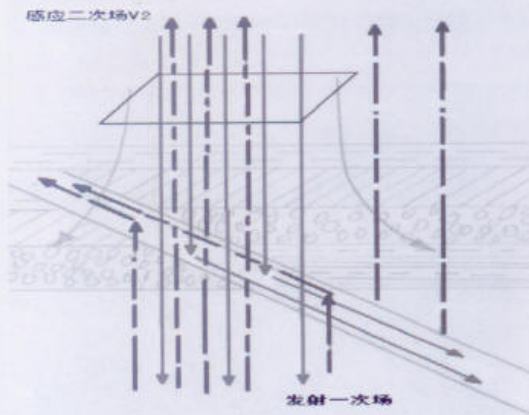
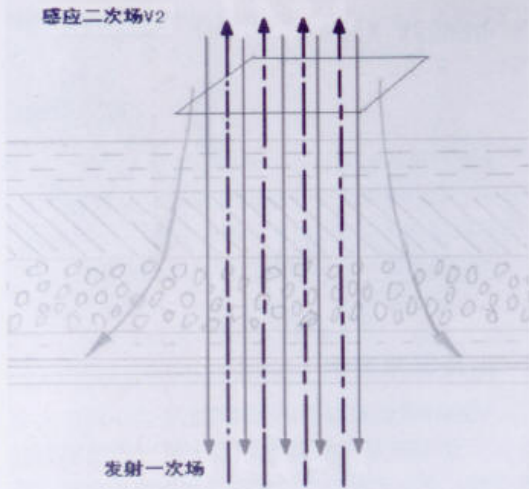


图1 瞬变电磁法探测断层机理

这种机理符合牛之珺、蒋邦远专著中的“集流的负瞬变电磁响应：高阻岩层地区，有时在晚期测道观测到负响应，它往往与具有相当规模的倾斜导电岩层出露有关。”^{[1]、[2]} 由于采用小线框大电流，使得过去在常规装置、40A电流下，不易出现的集流负瞬变电磁响应，表现极为明显。

上述的机理在第四系覆盖层较薄的地区尤为明显，杨农合在山西柳林，北京门头沟，江西井冈山，河南泌阳，江苏苏州等地的探测中均发现与此地质现象对应的曲线特征，并且在贵州都匀，贵阳的断层面上得到验证。经过多年大量的现场实验和对比分析得出探测隐伏断层的方法：（1）采用重叠回线边长3米装置，发射电流要最少要大于400A以上。（2）在第四系覆盖层较薄（或者高阻围岩）的地区，只要发生V2响应曲线产生负值畸变的测点，便可确定为断层点。（3）在第四系覆盖层较厚（几十米到几百米）的地区，由于第四系覆盖层厚且电阻率较低，集流的负瞬变电磁响应已蜕化为带硬拐点高阻表现曲线形式，因此确定断层位置需要对多测道剖面进行倾斜导电薄板特征分析确定。

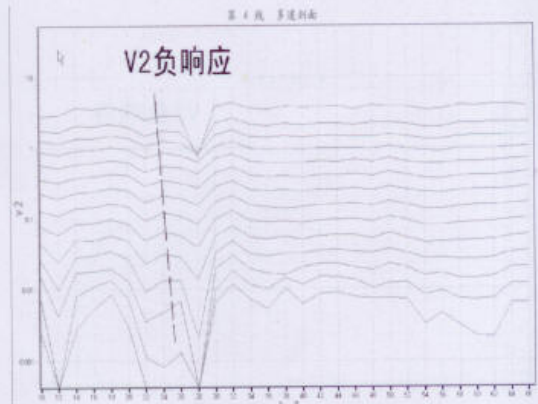


图2 贵州都匀V2负响应

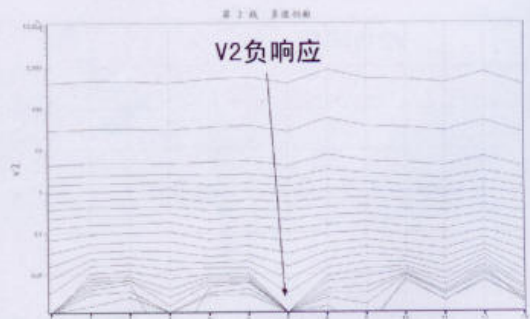


图3 江西井冈山V2负响应

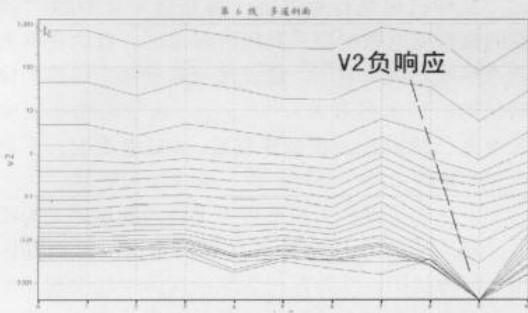


图4 河南泌阳V2负响应

Fig.4 The V2 Negative response in Henan Biyang

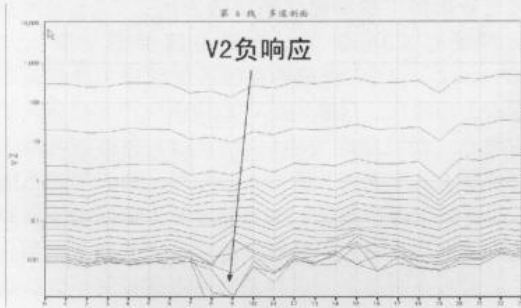


图5 山西柳林V2负响应

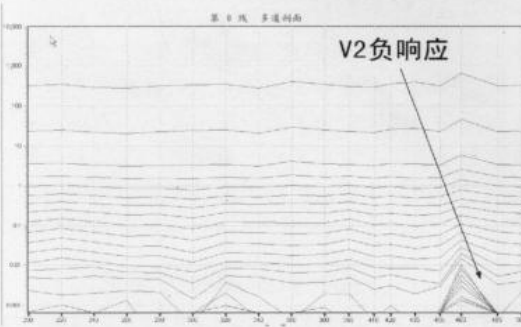


图6 江苏苏州V2负响应

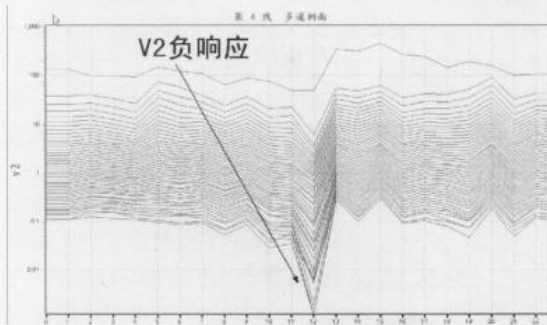


图7 北京门头沟V2负响应

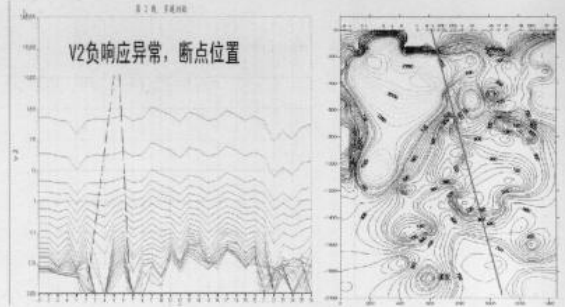


图8 贵阳的断层剖面

3 山西霍州实例

2008年在山西霍州采用瞬变电磁法小线框大电流技术成功探测了3条隐伏断层。该工区属于太古界、元古界和下古生界的寒武系和奥陶系地层，第四系覆盖层厚度在几十米左右。共布28条测线剖面对三个断层控制，其中一个断层用14条剖面控制。

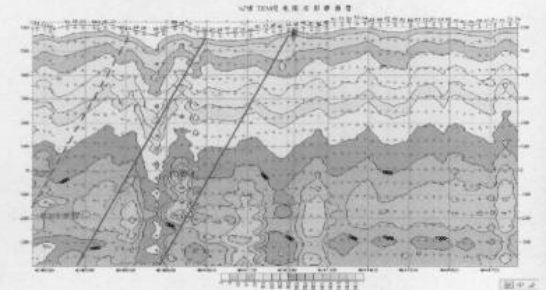
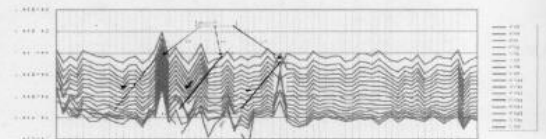


图9 山西霍州北7-1线

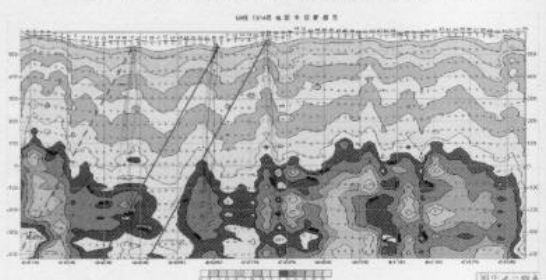
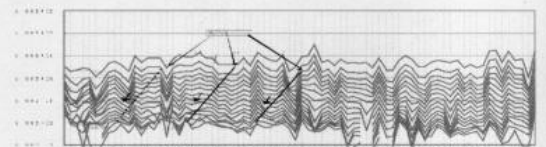


图10 山西霍州北9-1线

在断层右侧100米是煤系地层,在北9-1线18号点、38号点各布一个勘探孔,在18号点见到了F1断层,整个工区通过三对井验证了F1断层。

4 结论

小线框大电流的瞬变电磁法技术近年来在寻找金属矿产,水资源方面得到了大量的应用。我们通过多年的工程地质勘察实验研究和很多地方的实践,总结出小线框大电流的瞬变电磁法探测隐伏断层的技术方法。为工程勘察,地质灾害调查,提供了一个更为简便,准确的技术手段。弥补了其他物探方法的所受到的环境限制。

小线框大电流的瞬变电磁法对较大类型的隐伏断层探测特点是抗干扰能力强、横向分辨率高、勘探深度大、对环境无损且限制性小、工作方便、快捷经济、解释判定速度快。

在隐伏断层探测中应结合测区内地质情况(地层条件,各地层的岩性等),对可能存在的隐伏断层的结构(断层特性种类)和与其对应的电性结构形式加深认识。在资料处理过程中要排除其他因素引起的异常,合理建立模型,通过多种方法处理,找出共同异常,判定隐伏断层断点位置。

同时要和其他方法的探测结果综合解释,推断

隐伏断层的性质和特点。

参考文献:

- [1] 牛之琰. 时间域电磁法原理. 中南大学出版社. 1992.12: 63-65
- [2] 蒋邦远. 实用近区磁源瞬变电磁法勘探(中华人民共和国地质矿产部地质专报)地质出版社 1998: 46-49
- [3] 吴子泉, 尹成. 电阻率横向剖面法及其在隐伏断层探测中的应用研究. 地球物理学报, 2007, 50(2): 625-631
- [4] 金东淳, 崔天日. 物探方法在探测隐伏断层中的应用. 世界地质, 2003, 122(11): 82-85
- [5] 年廷凯, 谭周地, 李广杰, 刘素国. 上海市隐伏断层及活动性研究. 中国地质灾害与防治学报, 2000, 11(4): 11-14
- [6] 柴焯章, 孟广魁, 杜鹏等. 隐伏活动断层的多层次综合探测——以银川隐伏活动断层为例. 地震地质, 2006, 28(4): 536-545
- [7] 王爱国, 马巍, 张向红, 柳煜. 隐伏断层电性特征及浅层电法探测. 西北地震学报 2006, 28(3): 242-247
- [8] 李志祥, 毛先进, 韩明等. 高密度电阻率法在隐伏断层探测中的应用. 地震研究, 2003, 126(13): 275-278
- [9] 姚道平, 卓群, 张业峰等. 厦门城市隐伏断层控制性地球化学探测. 震灾防御技术, 2008, 3(4): 451-458.
- [10] 龚巧玉. 北京北苑居住区第四系断层走向勘察. 地质与勘探, 1999, 35(4): 53-55
- [11] 常旭, 李林新, 刘伊克等. 北京断陷黄庄—高丽营断层伪随机可控震源地震剖面. 地球物理学报, 2008, 51(5): 1503-1510
- [12] 陈宇坤, 郑彦鹤, 高武平, 王志胜. 声学探测技术在天津隐伏断层探测中的应用. 震灾防御技术, 2007, 2(2): 116-127