

综合物探在寿阳煤矿水害探测中的应用

王士党,梅西华,谢兴友

(山东泰山地质勘查公司,山东泰安 271000)

摘要:利用瞬变电磁法和环形测深相结合的综合勘探方法,对煤矿富水区域进行探测。瞬变电磁法施工方便,该方法对低阻含水水体特别灵敏,受体积效应影响小,分辨率高,从平面上控制富水区域大小。环形测深可以探测不同方向的岩层视电阻率变化情况,对于地下径流方向进行控制。2种方法相结合,即平面控制区域,含水区域延伸变化情况也得到控制。对于富水区域的探测,使用综合勘探,可以减少单一方法多解性问题,使探测结果更符合实际,这2种方法相结合的理论,有助于今后这方面的探测研究。

关键词:瞬变电磁法;环形测深;水害探测;综合物探

中图分类号:P631.44

文献标识码:B

引文格式:王士党,梅西华,谢兴友.综合物探在寿阳煤矿水害探测中的应用[J].山东国土资源,2016,32(4):60-63.WANG Shidang, MEI Xihua, XIE Xingyou. Application of Comprehensive Geophysical Exploration in Water Disaster Detection in Shouyang Coal Mine[J].Shandong Land and Resources, 2016,32(4):60-63.

0 引言

矿井地下水是采煤安全的主要威胁,查明煤层赋存的水文地质条件,是煤矿下一步工作开展的首要考虑因素。多年的实践证明,利用物探方法对煤矿的水文地质条件进行研究投入少、见效快、效率高且效果明显^[1-3]。

山西寿阳井田东西长4.00 km,南北宽2.43 km,井田面积8.43 km²,批准开采15号煤层,生产规模90万t/a,开采深度标高由989.9~799.9 m。遵循煤矿安全生产“有疑必探,先探后掘”的原则,采用了瞬变电磁法和环形测深进行探测,指导井下工作面和掘进巷道的生产。

1 地球物理特征

井田内地层由老至新有:奥陶纪峰峰组,石炭纪本溪组、太原组;早二叠世山西组,新近纪上新统及第四系中上更新统。岩性主要为:灰岩、石灰岩、泥岩、砂质泥岩、细砂岩、粘土、砾石等。

正常情况下,横向上地层电阻率差异较小,纵向

上电阻率呈现高低高的趋势。浅部为新生界地层,视电阻率值高低不均。中部地层为石炭-二叠纪地层,电阻率值介于30~45 Ω·m之间。下部地层为奥陶纪灰岩,视电阻率值相对较高。如果岩层中有充水裂隙或岩溶等构造存在,致使该岩层与围岩产生明显的电性差异;垂向上,由于地层岩性不同,通常表现为各层电阻率随岩性及含水的丰富程度不同而不同。

2 方法选择

各地层以及各种地质现象存在的电性差异,有利于在测区开展瞬变电磁勘探。该次工作在瞬间电磁法基础上,增加适量的测深工作,选用测深方式为环形测深,通过对异常区域位置开展测深工作,对富水区域空间变化情况进行控制。

2.1 瞬变电磁法

瞬变电磁法是通过不接地回线或接地电极回线圈,向地下发送一次脉冲信号,激发地质体感生二次电流,用线圈或接地电极观测由脉冲电磁场感应的地下涡流产生的二次电磁场的空间和时间分布^[4]。

当地下岩层富水时,导电性较好,电性呈低阻异常,二次涡流场衰减慢,二次电压较大,整体呈现高电压低电阻异常。当地下岩层为正常地层时,电阻率曲线为层状水平界面。通过研究二次涡旋电磁场的时空分布特征,对瞬变电磁仪接受信号进行归一化处理,来解决诸如寻找地下矿产、探测地质构造、划分地下富水区等地质问题^[5-6]。

2.2 环形测深

电测深法是在同一测点按照一定方式改变供电电极极距,通过测定测量电极之间的电位差,来研究该测点下方视电阻率 ρ_a 的变化情况。增加供电电极极距,增大了供电电流在地下的分布范围,实际上相当于加大了勘探深度^[7]。分析电测深视电阻曲线可了解测点下沿垂向地质情况的变化。环形测深是同一个测深点上不同方位(通常是 4 个方位)的测深,反映该测深点的不同方向的岩层视电阻率的分布的方法^[8]。该方法对查找岩溶水(低阻异常)、含水构造较灵敏,用于探测地下岩层的不同方向视电阻率变化情况。

2.3 方法有效性试验

物探工作的原则是从已知到未知,通过对已知资料的分析,判别争取区域与异常区域的差异来开展工作。

为检验瞬变电磁法在该区域的方法有效性,选择已知富水区域开展试验工作。在该位置布设 1 条剖面,剖面起始桩号为 1 320~1 980,富水区域所在位置为 1 550~1 620 位置处。图 1 中黑线为 15# 煤层赋存位置,实线为新近纪底界面,虚线为奥陶纪顶界面。从断面图分析,在桩号 1 520~1 600、深度 100~260 m 位置处,视电阻率 ρ_a 相对偏小,同时电阻率曲线成弯曲下陷状,与已知的富水区域相符合。

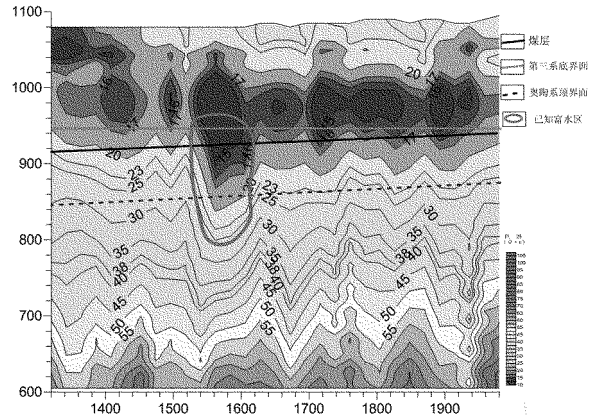


图 1 已知富水区域视电阻率断面图

对应电阻率为 15~35 $\Omega \cdot m$,推测为石炭-二叠纪地层视电阻率反应;200 m 以下,电阻率在 35 $\Omega \cdot m$ 以上,推测为奥陶纪视电阻率反应。从整体来看,该条断面电性分层明显、视电阻率等值线相对平缓,为正常地层的电性反映。

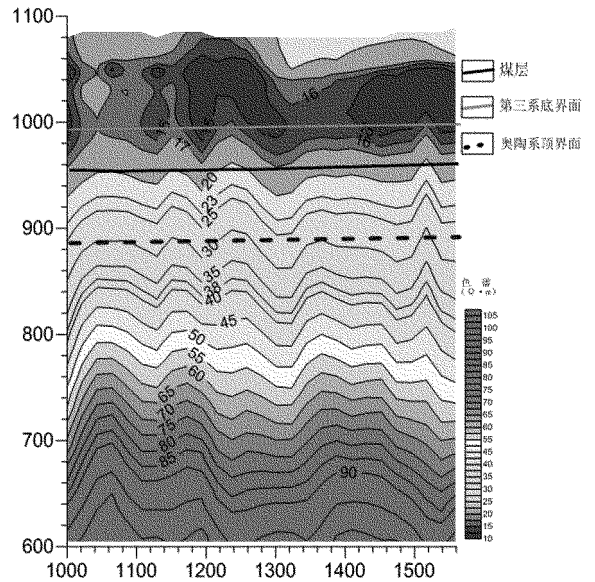


图 2 正常地层视电阻率断面图

图 3 中整体上横向视电阻率值变化不大,纵向上视电阻率呈现高-低-高的变化特征,电性分层明显,个别区域电性分层出现弯曲,反映了第四系、二叠系、石炭系等地层的电性特征。在桩号 1 000~1 200 m,1 320~1 400 m 位置处,煤层赋存位置,电阻率曲线表现为向下弯曲的形态,电阻率值小于 20 $\Omega \cdot m$,较同一层位的电阻率值明显偏低,同时等值线梯度变化较大,电阻率低值范围规模相对较大,推断此处是由于岩层富水引起的。

3 野外资料分析

3.1 瞬变电磁法

图 2 中横向上视电阻率值变化不大,纵向上视电阻率呈现高-低-高的变化特征,电性分层明显,反映了第四系、二叠系、石炭系等地层的电性特征。浅层视电阻率分布不均,引起因素主要是第四纪粘土富集情况差异引起,与砾石比例有关。50~100 m 范围内,视电阻率在 10~20 $\Omega \cdot m$ 范围内,推测是由于新近纪地层视电阻率反应;在 100~200 m 范围内,

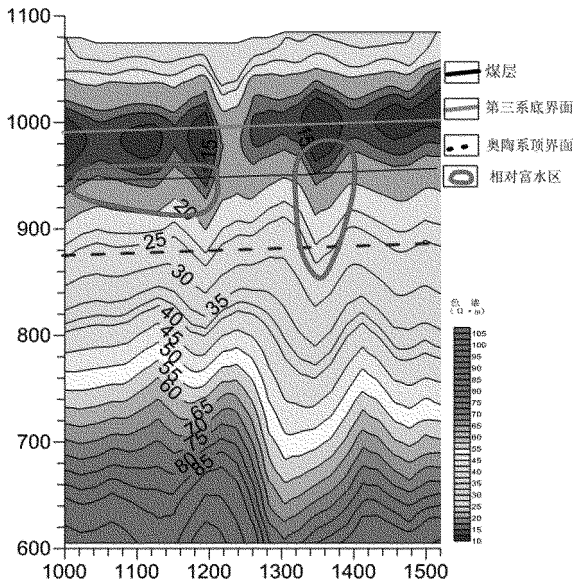


图 3 推测陷落柱视电阻率断面图

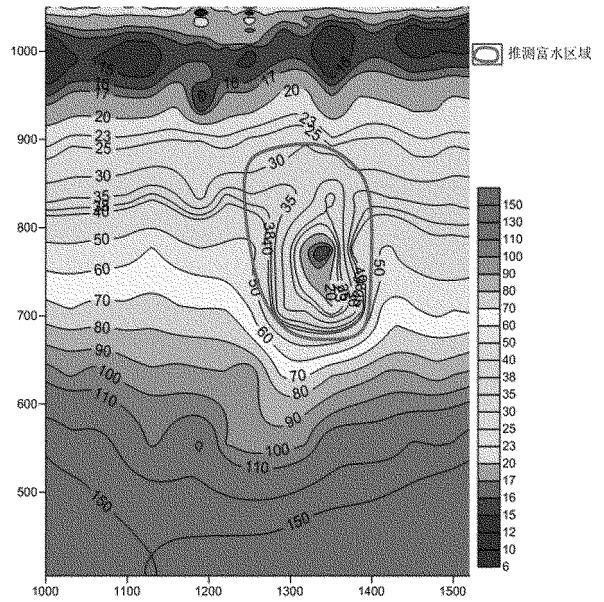


图 4 平行测线视电阻率断面图

3.2 环形测深

环形测深对查找岩溶水(低阻异常)、含水构造较灵敏,用于探测地下岩层的不同方向视电阻率变化情况。为查清图 3 桩号 1 320~1 400 m 位置处富水异常,在该点位置布设环形测深。图 4 为平行瞬变电磁测线布设测深剖面,图 5 为垂直瞬变电磁法测线布设测深剖面。

图 4 中桩号 1 250~1 350 m,深度 150~300 m 范围内,电阻率曲线表现为向下弯曲的形态,电阻率范围在 15~40 Ω·m,较同一层位的电阻率值明显偏低,同时等值线梯度竖直,梯度变化较大,电阻率低值范围与瞬变范围位置相比,位置偏下,范围偏大。

图 5 中桩号 1 150 m 位置为瞬变电磁法桩号 1 350 m 位置,从图中发现,异常区域为桩号 1 100~1 350 m,深度 170~330 m 位置处。该区域视电阻率出现 2 个低值范围:左侧梯度变化较大,梯度较直立,视电阻率范围在 15~40 Ω·m,最小值点位于 200 m 位置附近;右侧梯度变化较小,梯度倾角相对较小,视电阻率范围在 20~30 Ω·m,这 2 个位置处电阻率曲线表现为向下弯曲的形态。2 个低值异常中间位置电阻率偏高,电阻率在 40 Ω·m 以上,推测为正常地层电性反应。

从图 4 与图 5 对比发现,该富水区域长轴方向长度 250 m,短轴宽度 100 m,该区域电阻率相对同一深度其他地层整体偏低。对该区域布设钻孔,对该异常进行查证。经钻孔资料查证显示,电阻率低

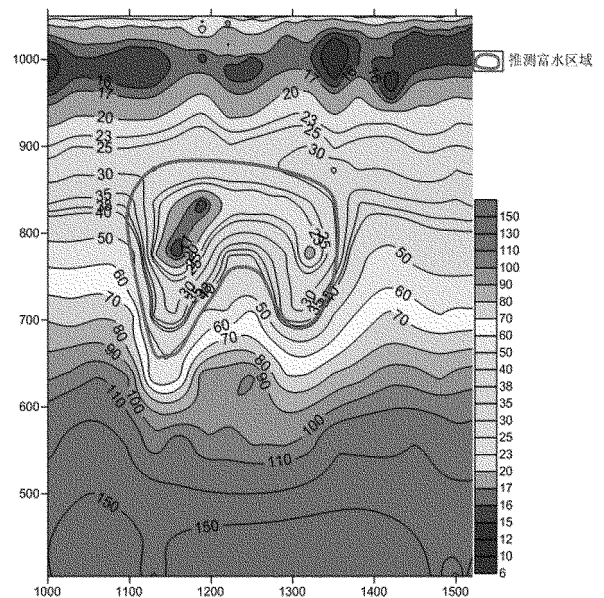


图 5 垂直测线视电阻率断面图

值区段为灰色、灰黑色砂质泥岩和细粒砂岩,内部含有大量的水资源。该区域因含有大量水资源,导致电阻率偏低,与实测资料相吻合。

4 结论

矿井地下水是采煤安全的主要威胁,采用瞬变电磁法与环形测深相结合的综合物探方法对富水区域进行探测,利用瞬变电磁法对富水区域进行圈定,对其中可疑富水区域开展环形测深工作,探测深层构造发育情况。结合 2 种勘探方法,从平面到立体

都能对富水区域进行控制。物探一定要与地质相结合,只有 2 方面综合起来讨论,才能真正的解决煤矿问题,节约煤矿防治水成本和确保安全生产。该次工作对富水区域进行探测,充分说明瞬变电磁法和环形测深综合勘探方法对于煤层富水区域的探测是科学有效的。

参考文献:

- [1] 沈明性.复杂条件下电测深曲线解释[M].北京:地质出版社,1979.
- [2] 刘国兴.电法勘探在吉林双阳地区寻找隐伏溶洞的应用[J].吉林地质,1994,13(1):80-84.

- [3] 闰述,陈明生,傅君眉.瞬变电磁场的直接时域数值分析[J].地球物理学报,2009,45(2):275-283
- [4] 张保祥,刘春华.瞬变电磁法在地下水勘查中的应用综述[J].地球物理学进展,2004,19(3):537-542.
- [5] 刘树才,刘志新,姜志海.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):414-417.
- [6] 薛国强,李琳,底青云.瞬变电磁法理论与应用研究进展[J].地球物理学进展,2007,22(4):1195-1200.
- [7] 贾志宽,安西峰,李振峰,张少岭,任静.非常规电测深法在工程地质勘查中的应用[J].地球物理学进展,2006,21(1):296-299.
- [8] 喻佑顺,刘金涛,王柱,郑信斌,周万勇.直流电测深法在煤矿陷落柱探测中的应用实例[J].资源环境与工程,2007,12(6):736-738.

Application of Comprehensive Geophysical Exploration in Water Disaster Dtection in Shouyang Coal Mine

WANG Shidang, MEI Xihua, XIE Xingyou

(Shandong Taishan Geological Exploration Company, Shandong Tai'an 271000, China)

Abstract: By using transient electromagnetic method and loop - shaped sounding method, comprehensive exploration has been carried out in water - rich area in coal mine. Transient electromagnetic method is convenient in construction. It is particularly sensitive to low resistance containing water, and affected by the volume effect lowly with high resolution. It will control the scope of water - rich area from plane. Loop - shaped sounding can detect the apparent resistivity change of strata in different direction, and control the groundwater flow direction. Combination of two methods can control the area from plane, and control regional water extension. For the detection in water - rich area, the use of comprehensive geophysical exploration can make the detection more accordance with the actual results. Combination of the two methods can help detection research in this area in the future.

Key words: Transient electromagnetic method; loop - shaped sounding; water disaster detection; comprehensive geophysical exploration