

文章编号:1673-9469(2010)03-0072-05

应用瞬变电磁技术对屯留煤矿南一采区赋水性分析

赵志义¹,张二伟²,谢方媛¹,李利飞¹

(1.资源学院 河北工程大学,河北 邯郸 056038;2.潞安矿业集团公司,山西 长治 046204)

摘要:通过对钻孔以及强干扰区进行参数试验,确定了发射边框、发射频率、发射电流、采样延迟、高压线影响等施工布置参数;结合野外实测数据和钻孔测井资料,进行数据处理和反演,得出采区内的煤系地层与上下围岩有着明显的电性差异;采区北部富水性相对较强,中部和南部富水性相对较弱, F_{66} 断层和 X_{26} 、 X_{35} 、 X_{79} 陷落柱是各煤层和奥灰岩的垂向导水通道。

关键词:瞬变电磁;屯留煤矿;赋水性;陷落柱;导水通道

中图分类号:TD745

文献标识码:A

Analysis of the aquosity in Nanyi mining area of Tunliu coal mine with the transient eletromagnetic method

ZHAO Zhi-yi¹, ZHANG Er-wei², XIE Fang-yuan¹, LI Li-fei¹

(1. College of Resource, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China; 2. Lu'an Mine Industry Group, Shanxi Changzhi 046204, China)

Abstract: The arrangement parameters including the transmitting circle, the transmission frequency, the transmitter current, the sampling delay and the high line interference, were determined basing on the parametric tests in bore holes and high-field interference region; the data treatment and inversion were deal with the combination of the field actual data and the borehole logging references. The results indicate that there is notable electric anomaly between up surrounding bed and down surrounding bed in the target area; the aquosity is relatively rich in the north of Nanyi mining area and poor in the middle and the south; F_{66} fault and X_{26} 、 X_{35} 、 X_{79} collapse columns are mainly vertical water conducting of the coal seams and Ordovician limestone.

Key words: transient eletromagnetic; Tunliu coal mine; aquosity; collapse column; water conducting

瞬变电磁法(transient eletromagnetic method, TEM)^[1]具有体积效应小、工作效率高、勘探深度大、纵横向分辨率高和对低阻体反应更灵敏等优点,已广泛应用煤矿水文电法勘探中。杨振威等^[2]应用瞬变电磁法阐明了枣庄矿区探测工作面顶板赋水性的特征;刘志新等^[3]利用综合矿井物探技术在探测陷落柱中的应用,分析了皖北矿区煤层内陷落柱构造异常的情况;李全^[4]、徐鲁勤^[5]均采用矿井瞬变电磁探查技术对采掘工作面顶板富水性特征进行研究。本文结合屯留矿南一采区的地形地质条件,改进了工作布置流程,通过增大

发射磁矩,并增加其控制数据,来提高资料采集的精度;同时利用正演及反演模型对比,对采区富水性、地层围岩的电性、断层及陷落柱的赋水特征进行研究。

1 地质概况

研究区地处山西省长治市屯留井田沾尚-武乡-阳城北东向断褶带中段,区内陷落柱、断层较发育,构造比较复杂,地层倾角一般为 $3\sim 8^\circ$ (图1)。含煤地层石炭系太原组、二叠系山西组,主要

可采煤层为 3*、9*、15-2*、15-3* 煤层。其中二叠系山西组 3* 煤层厚 5.00~7.25m, 一般 5.99m, 煤层稳定可采。9*、15-2*、15-3* 煤层位于石炭系太原组, 为不稳定型局部可采煤层。

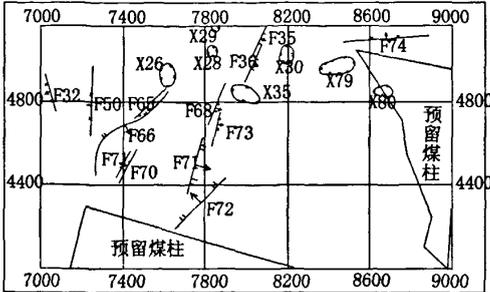


图1 南一采区构造纲要图

Fig.1 Structure outline map of Nanyi mining area

研究区自上而下含水层包括第四系孔隙含水层, 基岩风化带含水层, 二叠系上统上石盒子组、下统下石盒子组含水层, 二叠系下统山西组含水层, 石炭系太原组含水层, 中奥陶统峰峰组石灰岩岩溶裂隙含水层。其中奥灰岩含水层含丰富的岩溶裂隙水, 但富水性不均一: 自东向西, 随着灰岩埋藏深度增大, 富水性由强变弱, 属于承压含水层, 对 9*、15* 煤开采有较大影响; 二叠系下统山西组含水层含层间岩溶裂隙水, 富水性局部较强, 对 3* 煤局部开采有影响。

区内主要隔水层组自上而下为: 上石盒子组中下部和下石盒子组隔水层组, 裂隙发育较少, 为山西组顶部的相对隔水层组; 下二叠统山西组隔水层组, 裂隙发育较差, 隔水性能良好; 上石炭统太原组隔水层组, 裂隙不发育, 透水性差, 隔水性能良好; 中石炭统本溪组隔水层组, 裂隙不发育,

透水性差, 为较好的隔水层; 奥灰峰峰组上部隔水层, 上部岩溶不发育可以做为隔水层考虑。

2 研究方法

瞬变电磁测深通过发射边框、发射频率、发射电流、采样延迟、高压线影响等试验最终确定其工作方法的施工仪器参数: 发射线框 480m × 480m、发射频率 8Hz、发射电流 15A、采样延迟 400 μ s、叠加次数 128 次。本次工作比例尺为 1:2 000, 结合勘探区实际情况, 测线呈南北向布置, 测网网度采用 60m × 40m 的网度, 即线距为 60m, 点距为 40m。直流电测深采用 180m × 200m 的网度, 即线距为 180m, 点距为 200m。同时本文结合实际地质资料, 选用 GDP-32 专配接收探头及接收机, 增大其发射磁矩, 并加密其控制数据, 以提高资料采集的精度。

3 结果与分析

3.1 地质—地球物理特征

综合分析本次研究区地层、测井资料, 可得出如下地层电性综合一览表(如表 1)。根据表 1 及地质资料得出研究区地势较为平缓, 局部地区发育少量冲沟, 地表地层成层性好, 具有良好的浅层电磁法勘探地质条件。煤系地层和奥灰岩有层状分布的特点, 如果岩层中有充水裂隙或充水岩溶等存在, 或受断层、陷落柱切割, 断层破碎带或陷落柱含水、导水时, 该岩层电阻率降低, 会与围岩产生明显的电性差异^[6], 因此研究区具有良好的中深部电磁法勘探地质条件。

表 1 地层电性综合一览表

Tab.1 Integrative electrical property of the formation

地层	新生界(Q+N)			二叠系(P)		石炭系(C)		奥陶系(O)
	粘土	黄土、沙	干土、干沙	上石盒子组	下石盒子组	山西组	太原组	本溪组
岩性	粘土	黄土、沙	干土、干沙	泥岩、砂岩、粉砂岩及煤层		粉砂岩、泥岩、铝土岩、灰岩及煤层		深灰色层状石灰岩
电阻率/ Ω m	10~24	35~100	100~300	35~100		95~150		>700

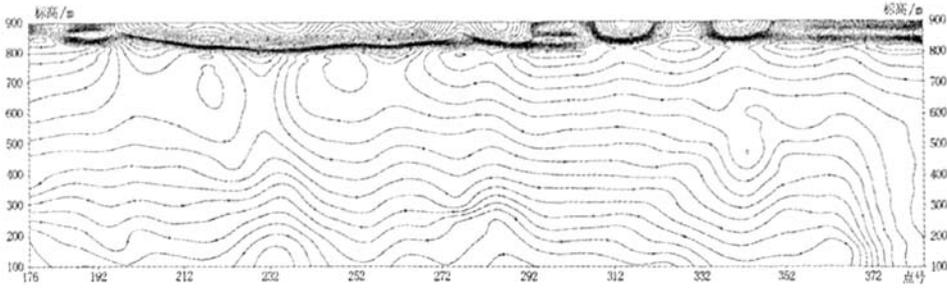


图2 D208线等视电阻率断面图

Fig. 2 D208-line iso-apparent resistivity section map

3.2 二维反演视电阻率断面特征

根据研究区等视电阻率断面图(图2)所反映的电性层分布特征,以已知钻孔对地电层位的标定结果为依据,结合工作区内的地质情况与岩层地球物理特征,将工作区内各测线反演电阻率断面自上而下大致划分为三个电性层:第一电性层为表层第四系的松散层,包括表层干砂土、含水砂土层、粘土层,其视电阻率 ρ_r 变化范围很大,约为(22~400) Ωm ;第二电性层反映为石盒子地层及煤系地层(山西组和太原群),视电阻率 ρ_r 约为(36~46) Ωm ;第三电性层反映为奥灰岩地层,视电阻率 ρ_r 大于46 Ωm 。

3.3 煤层含水性分析

本区山西组、太原组、峰峰组承压含水层在区内主要以径流为主,各含水层在南部水力联系较弱,而在北部断裂构造及陷落柱附近水力联系密切。研究区使用微分参数解释法,进行反演解

释^[7],对断层导水性的判断,主要是根据断层的富水及视电阻率值变化情况,如果断层富水且断层两盘视电阻率值变化不大,则可能导水,反之,如果断层不富水且视电阻率值在断层两盘变化较大,可能由于泥质充填等原因导致断层不导水^[8]。

结合野外实测数据和钻孔测井资料分析,作出3[#]、9[#]、15[#]煤以及奥灰岩底板富含水区综合平面图(图3)以及全区富含水面积一览表(表2)。通过图表等资料分析可知:

(1)3[#]煤煤层顶板的富含水区域主要分布在测区西北部及东北部的1203孔至1205孔一带,大体呈东西走向。富水区主要分布在F₆₆断层东段至X₃₅陷落柱附近。

(2)3[#]、9[#]、15[#]煤层顶底板的富含水区还分布在测区东南部1303孔至1034孔以西。3[#]煤层顶底板、9[#]煤层顶板的富含水区大体呈南北走向,可连成一片,而15[#]煤层顶板及底板(15[#]煤层与奥灰顶界面之间地层)的富含水区却为不连续的几小块。

表2 全区富含水区面积一览表

Tab.2 Rich and containing water region area of Nanyi Minefield km²

富含水区段面积	3号煤顶板	9号煤层顶板	15号煤层顶板	15号煤与奥灰岩顶界面间	奥灰岩顶界面下10m	奥灰岩顶界面下50m	
含水区	北部	0.288	0.306	0.261	0.310	0.304	0.190
	南部	0.392	0.25	0.027	0.109	0.187	0.056
	全区	0.680	0.556	0.288	0.419	0.491	0.246
富水区	北部	0.100	0.114	0.139	0.155	0.158	0.163
	南部	0.060	0.015	0.019	0.031	0.025	0.002
	全区	0.106	0.129	0.158	0.186	0.183	0.165

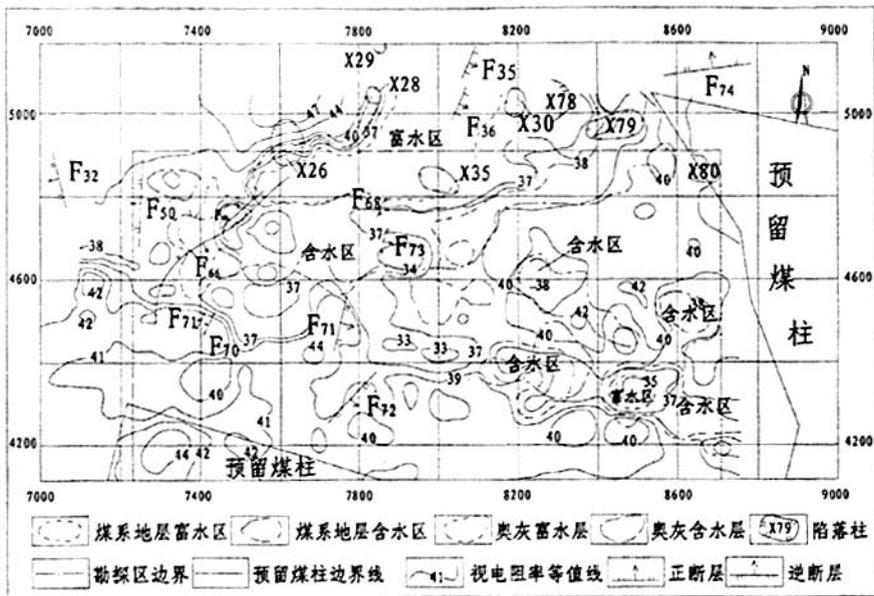


图3 3#、9#、15#煤以及奥灰含水层富含水区综合平面图

Fig. 3 The composite plan map of water-bearing stratum of 3#, 9#, 15# coal-bed and Ordovician limestone

(3)测区西南部有几小块富含水区,测区中部莲村中段有几小块含水区。

(4)由于断层及陷落柱的影响,承压的奥灰水连通了各层的地下水,因而从平面图可看出,奥灰岩与各煤层的富含水区基本一致^[9]。奥灰岩内部的富含水区域主要分布在测区北部的F₆₆断层和X₃₅陷落柱附近,在测区西南角、西南部和测区中部莲村中段有几小块富含水区,富含水区面积从上到下逐渐减小。从图3中可知,3#、9#、15#煤层至奥灰岩上部地层层位局部含水、富水。

3.4 断层和陷落柱富水性分析

依据南一采区已做过的三维地震资料,测区内共发现了断距大于5m的断层1条,并发现陷落柱5个。F₆₆、F₆₈、F₇₁及F₇₇等小断层和X₂₆、X₃₅、X₇₉号陷落柱在各煤层和奥灰岩上都存在富含水区,裂隙发育程度较好,是导水通道(图3)。

(1) F₆₆断层:断层附近的视电阻率等值线呈低阻反映,为断层及其附近地层含水所致。从各煤层和奥灰岩上部地层的等视电阻率和富含水区平面图推断,F₆₆断层附近局部含水,含水区在断层东段,与X₂₆号陷落柱相邻处较富水。该断层是各煤层和奥灰岩地层的垂向导水通道。

(2)结合陷落柱的电法测线等视电阻率断面图分析:X₂₆、X₃₅号陷落柱在测区内各煤层和奥灰岩层位上都为富含水区,裂隙发育程度较好,是导水通道;X₇₉号陷落柱在各煤层和奥灰岩上都存在低阻异常,富含水区面积从上到下逐渐增大。

4 结论

1)南一采区K₅石灰岩及K₇、K₈、K₁₀砂岩裂隙含水层在研究区东北部、西南部和东南部富水,其富含水区大体呈南北走向。

2)矿井充水水源主要为3#煤层顶板砂岩裂隙含水层,太原组K₂灰岩含水层,15#煤层底部的中奥陶统峰峰组石灰岩岩溶裂隙含水层,导水裂隙带可触及K₃、K₄灰岩含水层。

3)F₆₆断层和X₂₆、X₃₅、X₇₉陷落柱是各煤层和奥灰岩的垂向导水通道;受断层、陷落柱、下伏奥灰含水层影响,构造带附近属于水文地质中等类型。

参考文献:

[1] 李貅. 瞬变电磁测深的理论与应用[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2002.

[2] 杨振威, 李贤庆, 凌标灿, 等. 瞬变电磁法在探测工作面顶板赋水性中的应用[J]. 中国煤炭地质, 2009,

- 21(1): 62 - 65.
- [3] 刘志新, 刘树才, 于景邨. 综合矿井物探技术在探测陷落柱中的应用[J]. 物探与化探, 2008, 32(2): 212 - 215.
- [4] 李全, 于景邨. 采掘工作面顶板富水性矿井瞬变电磁探查技术研究[J]. 能源技术与管理, 2005(3): 15 - 16.
- [5] 徐鲁勤, 黄澎涛, 马瑞华, 等. 瞬变电磁法在新集一矿水文地质勘探中的应用[J]. 中国煤炭地质, 2009, 21(增1): 87, 91.
- [6] 牛之琰. 脉冲瞬变电磁法[M]. 武汉: 中国工业大学出版社, 1986.
- [7] 牛之琰. 瞬变电磁测深曲线微分参数解释方法[J]. 中南矿冶学院学报, 1992, 32(2): 130 - 135.
- [8] JIANG Z H, YUE J H, LIU S C. Quasi - static transient response of a conducting half - space an approximate representation[J]. Geophysics, 1979, 44(10): 1700 - 1705.
- [9] 王夕明, 张景森, 张静, 等. 磁西煤系下岩溶热水水文地球化学特征及成因[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2009, 26(3): 97 - 101.

(责任编辑 马立)

(上接第 65 页) 门沟期发生快速海侵和早二叠世草地沟期一晚二叠世忠什公期的缓慢海退过程。

3 南祁连盆地经历了早二叠世勒门沟期的坳陷盆地, 草地沟期的边缘坳陷盆地和哈吉尔期一忠什公期的坳陷残余陆表海盆地演化过程。

参考文献:

- [1] 向鼎璞. 祁连山地质构造特征[J]. 地质科学, 1982(5): 364 - 370.
- [2] 金松桥. 祁连山扭动构造体系发展史[J]. 长春地质学院学报, 1983(2): 24 - 37.
- [3] 魏春海. 中国祁连山地质构造的基本特征[J]. 地质学报, 1978(2): 95 - 105.
- [4] 王云山, 马永铨. 青海省构造体系特征与演化. 地质矿产部青藏高原地质文集编委会[M]. 北京: 地质出版社, 1984.
- [5] 青海省地层表编写小组. 西北地区区域地层表 - 青海分册[M]. 北京: 地质出版社, 1980.
- [6] 朱如凯. 中国北方地区二叠纪岩相古地理[J]. 古地理学报, 2007, 9(2): 133 - 142.
- [7] 青海省地质矿产局. 青海省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [8] 孙崇仁. 青海省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.
- [9] 王永, 刘训. 南祁连地区二叠 - 三叠纪沉积演化[J]. 中国区域地质, 1995(3): 245 - 251.
- [10] 陈炳蔚. 青藏高原北部地体构造与演化 - 格尔木 - 额济纳旗地质断面走廊地质构造与演化研究[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [11] 强娟. 青藏高原东北缘宗务隆构造带花岗岩及其构造意义[D]. 西安: 西北大学, 2008.
- [12] 陈炳蔚. 青藏高原北部地体划分及其构造演化[J]. 地球物理学报, 1995, 38(2): 98 - 113.

(责任编辑 刘存英)