

安徽淮北煤矿富水区被动式超低频电磁探测结果解析

李百寿, 秦其明, 叶霞, 张自力, 张泽勋

(北京大学遥感与地理信息系统研究所, 北京 100871)

[摘要] 被动式超低频电磁法是一种在地表直接接收来自地下3~3000Hz频段的天然超低频电磁信号, 通过对接收信号的处理和解释实现对地下的岩性界面、构造、资源和能源进行探测, 拥有巨大开发潜力的地球物理勘探新方法。首先简述了富水区的被动式超低频电磁探测机理, 其次结合安徽省淮北市煤矿富水区的探测实例来说明该方法的适用性和局限性。在数据处理上采用曲线叠加平均、平滑和特征深度标定的方法, 同时采用了测深曲线和视电阻率等值断面进行地质解释。解释结果和已知钻孔资料对比发现, 无论在测深曲线上, 还是在断面图上, 富水区均具有明显的特征。

[关键词] 被动式超低频电磁法 富水区探测 曲线叠加 深度标定 地质解释

[中图分类号] P618.11 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2009)04-0431-06

Li Bai-shou, Qin Qi-ming, Ye Xia, Zhang Zi-li, Zhang Ze-xun. Analyzing the result of the passive SLF electromagnetic exploration experiments at a mine water-rich area in Huaibei city, Anhui Province[J]. *Geology and Exploration*, 2009, 45(4): 431-436.

0 引言

依据国际电联(ITU)的定义, 30~300Hz的频率范围称为超低频。在电磁波谱中, 超低频段电磁波穿透能力极强, 在其传播过程中很少受高层屏蔽的影响^[1], 而且受地形和地层产状的影响相对较弱^[2,3]。如何接收来自地下的超低频电磁波, 开发接收来自地下深部的超低频电磁探测技术, 已成为近些年来国际上的研究热点^[4,5]。超低频电磁探测技术主要分人工源主动式^[6]和天然场源被动式^[7,8]两种。俄罗斯和美国是最早进行人工源超低频电磁探测研究的国家, 人工源超低频电磁探测需要人工方法产生大功率交变电磁场, 其感应产生的二次场由于相对场强较小(地层界面反射波与地表入射波场强比值量级在 $10^{-6} \sim 10^{-4}$), 在频率更低时人工发射功率受到限制^[9], 这时利用高强度的天然场源便成了一个很好的选择。除此之外, 主、被动式超低频电磁法比较, 被动式超低频电磁方法由于无需体积庞大和能耗高的发射设备, 探测成本低, 体积小便于携带, 探测效率高, 具有无损伤探测^[8]等优点, 因

此具有更广泛的发展潜力。

天然电磁场具有丰富的频谱和广域的覆盖, 在被动式电磁法中, 被动源高频大地电磁^[10]、天然电场选频法^[11]、大地电磁测深(MT)^[12]、连续(阵列)大地电磁测深剖面(DPEM)^[12]、频率域的大地电磁频谱法^[13]、被动式超长波电磁法^[14]和大地电场岩性探测法^[15,16]等均有应用。被动式超低频电磁法是一种利用大地音频电磁场中3~3000Hz频段的天然电磁波(主频段为超低频频段), 实现对地下地质体快速探测的新方法。该方法在地壳电性结构探测中具有独特的优势, 在石油等矿产资源勘探、核废料探查和环境研究以及地震活动性监测和预报^[17]等方面可以发挥重要的作用。除此之外, 近些年来, 在地质构造与天然气^[18]、煤层气^[19]勘探中也有应用。

笔者采用北大自主研发的BD-6型被动式探测仪在安徽省淮北市煤矿富水区采集了多个剖面被动式超低频电磁探测数据, 在数据处理上采用曲线叠加平均、平滑和特征深度标定的方法分别消除了随机噪声和岩层导电性不均匀带来的垂向误差。

[收稿日期] 2009-04-17; [修订日期] 2009-06-01。[责任编辑] 杨欣。

[基金项目] 国家“863”计划(编号: 2007AA12Z163)和(编号: 2006AA06Z233)和北京市自然科学基金(编号: 4082013)联合资助。

[第一作者简介] 李百寿(1980年—), 男, 2006年毕业于吉林大学, 获硕士学位, 在读博士生, 现主要从事空间信息智能处理与理解方面的研究工作。

1 煤矿富水区的被动式超低频电磁探测机理简析

煤矿富水区的赋存状态主要包括煤层顶底板的砂岩裂隙水和灰岩裂隙水,其超低频电磁频谱特征与信号响应包括:

1) 地下水通常不为电中性,会含有导电离子,这些导电离子的活动性会降低地下水的电阻率^[20],进而引发地表超低频电磁场阻抗值降低;

2) 地下水多赋存在岩石破碎带、孔隙和裂隙之中,这些也会导致地表超低频电磁场阻抗值降低。

以上地下水信号的响应综合表现为超低频电磁测深频谱曲线上的低振幅特征,视电阻率曲线上的低值特征,时间域波形曲线在该处变化平缓。当地下水富集部位与围岩电性差异显著时,就可以将这种低阻异常提取出来,结合已知钻孔录井柱状图进行对比分析,得出地下水的赋存深度和富集程度。

2 刘桥二矿 II 617 工作面地质概况

安徽省淮北市煤矿富水区具有水量大、煤层水害类型多、地质条件复杂等特点,试验区具体选择在该市刘桥二矿 II 617 工作面上。该工作面地表地势平坦,标高在 31.0 ~ 31.9m 之间,相应地面有小城集和后寨两个村庄,另有乡村小路 4 条,其它为农田、果园、沟渠、池塘等。II 617 工作面主采煤层为六煤,煤厚在 2.02 ~ 3.00m 之间,平均煤厚为 2.63m。工作面设计走向长为 1405 ~ 1464m,平均为 1434m,倾斜宽为 138m。工作面机巷标高在 -485 ~ -556m 之间,风巷标高在 -510 ~ -600m 之间,切眼标高为 -485 ~ -510m。该工作面周围大断层较多,断层落差较大,在其两端均为逆断层,而在中部多发育为正断层;在远离轴部位置,则发育较多的压性断裂,形成逆断层^①。

II 617 工作面六煤层既受煤层顶底板砂岩裂隙水的影响,又受煤层底板灰岩水的威胁,同时还发育有大量的岩溶陷落柱。由于煤层埋藏深,六煤层底板灰岩岩溶水压力大,六煤至一灰间距大部分块段大于 50m,只有在 13 ~ 145 钻孔周围小于 50m,在工作面切眼附近较厚,厚度大于 60m,在工作面范围内,六煤至一灰间距两端厚中间薄。煤层底板承受的最大灰岩水压力为 3.5 MPa,掘进期间的突水系数为 0.073 MPa/m,大于构造块段的临界突水系数 0.05 MPa/m,在巷道过断层处,存在灰岩水突水可

能,采用“大井法”进行灰岩水突水预测。根据周边矿井的突水实例统计,一般巷道过断层的灰岩水突水量在每小时 300 ~ 500 m³ 左右,综合分析认为 II 617 工作面的灰岩水突水量在每小时 458 ~ 500m³ 以下^①。

3 被动式超低频电磁探测数据的采集与处理

3.1 测线布置与数据采集

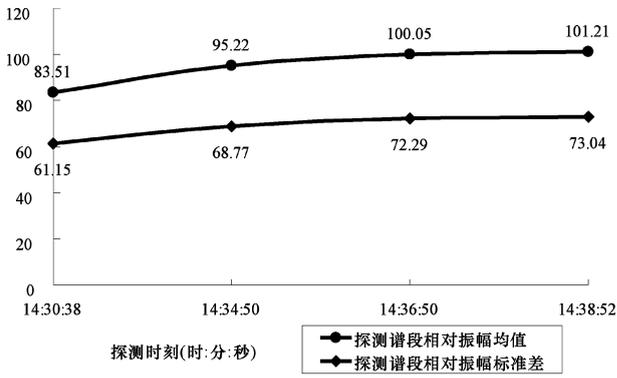
2008 年 1 月 25 日,探测小组利用探测仪共完成 2 条剖面线:测线 1 包括 10 个测点,测线 2 包括 8 个测点,测点间距 10m 左右。探测时的天气情况:雪后阴天;场源环境:试验区位于冬小麦田内,较空旷,附近无高压线干扰,普通民用电线距测点大于 300m,电磁干扰很小。

野外试验测线布设如下:在工作面对应地表布设测线 1 和测线 2,用 GPS 定向,探测方向分别由南向北和由西向东,测线 1 的第 10 点(终点)与测线 2 的第 1 点(起点)重合;测线 1 起点坐标: E116°39'0.3", N33°56'31.4", 终点坐标: E116°39'0.2", N33°56'33.9";测线 2 终点坐标: E116°39'3.2", N33°56'34"。探测参数设置如下:探头 0 度方向指向 GPS270 度(正西)方向,探头主要以 0 度方向摆设,个别测点以 90 度方向摆设;探头上的前置放大增益:3.0,主机二级放大增益:2.5,探测深度范围 30 ~ 1000m,探测步长 2m。由于探测时刻天然场源较稳定(图 1(1)相对振幅均值、标准差变化缓慢且幅度较小),且相邻时刻探测数据的相关性较高(图 1(2)相关系数变化范围在 0.87 ~ 0.95 之间)表明探测曲线的重复性较好,每个测点重复采集 2 ~ 3 次即可。

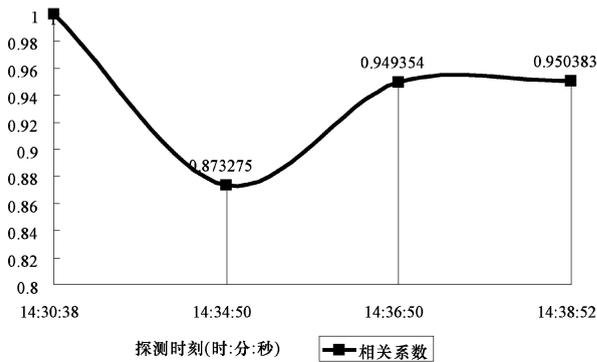
3.2 被动式超低频电磁探测数据处理

由于探测场源为天然源,因此在数据采集过程中会或多或少受到随机噪声的干扰,通过探测曲线叠加平均、平滑等处理后可以有效消除该噪声。刘桥二矿试验区的标高为 +32m,由于地表平坦,地形对 10m 左右点距的测线影响不大,因此不进行复杂的地形改正。在此基础上通过曲线深度标定可以减小由于岩层导电性不均匀带来的垂向误差,深度标定是将获取数据用工作面内录井柱状图提供的岩性标志层界面信息与钻孔附近测点的超低频电磁探测曲线特征(相对振幅转折点)进行深度匹配,获得特征深度标定参数,利用该参数对试验区内所有测深曲线进行标定。文章主要使用“13-145 号”钻孔资

① 宋晓洪. 安徽恒源煤电股份有限公司. II 617 工作面补充掘进地质说明书, 2006.



(1) 信号稳定性



(2) 探测曲线的重复情况

图1 测线1测点01信号的稳定性及采集曲线的重复情况
Fig.1 The signal stability and curve repeatability at Point 01 on Line 1

料,利用太原组灰岩层顶、第四系松散沉积层底及表土层底作为特征深度标志层,具体标定参数如表1所示。

表1 测线1测点01探测曲线的深度标定参数
Table 1 The depth demarcating parameter of Point 01, Line 1

界面两侧地层或岩层	录井柱状图标志层界面标高/m	曲线标志层界面标高/m	深度偏移量/m
表土层和砂质粘土层	-57	-44	-13
第四系和二叠系地层	-110.5	-94	-16.5
二叠系和石炭系地层	-516.85	-528	+11.15

4 基于测深曲线和视电阻率等值断面的地质界面、富水区解释

4.1 测深曲线地质界面及富水区解释

被动式超低频电磁探测仪所获取的遥感曲线是地质体的电阻率、密度、孔隙度和压力的综合反应。其幅值与岩石密度、胶结成岩程度、岩石破碎程度、富水程度及水温有关。在测深曲线解释之前,首先需要建立超低频电磁探测解译标志,该标志主要为

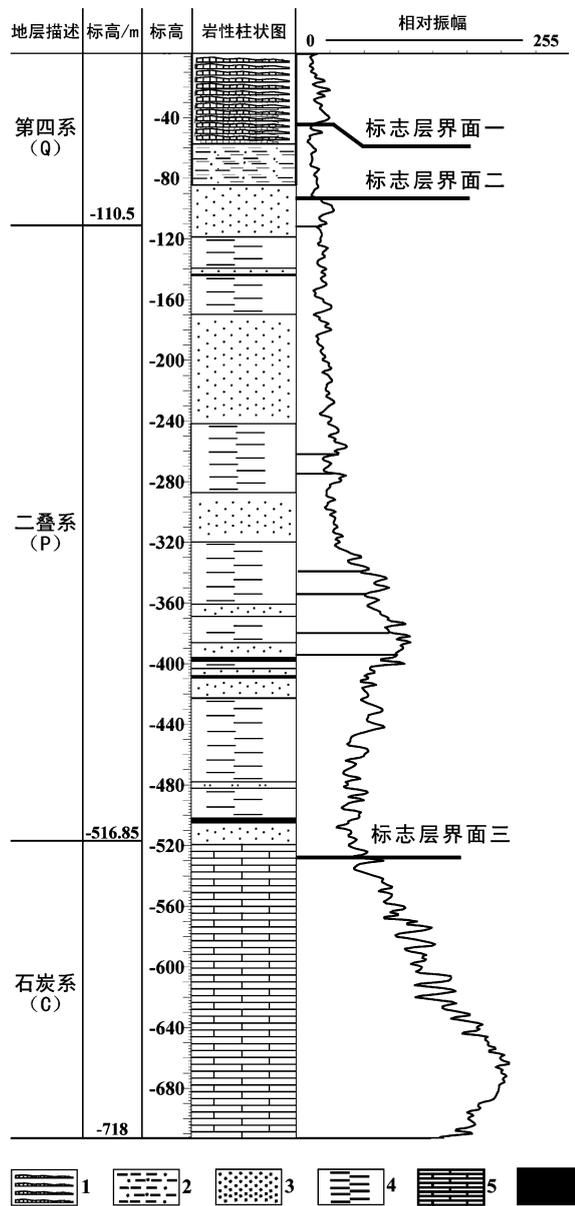


图2 测线1测点01测深曲线地质界面解释图

Fig.2 Geological interpretation of curves at Point 01 on Line 1

1—表土; 2—砂质粘土; 3—砂岩; 4—泥岩; 5—灰岩; 6—煤
1—topsoil; 2—sandy clay; 3—sandstone; 4—mudstone;
5—limestones; 6—coal

超低频电磁波遥感地质曲线形态特征,由曲线幅值、均匀度、平稳度、疏密程度、平均幅值、幅值变化幅度等基本要素组成。其中,曲线幅值是进行地质解译的重要物理量。松散碎屑岩、砂砾石含水层曲线幅值较低,完整基岩曲线幅值较高,断层破碎带、岩溶裂隙发育部位曲线幅值较低,如通常未胶结的第四系松散碎屑岩类沉积物和某些岩石的风化物。岩石的松散程度、胶结成岩程度、破碎程度等也影响曲线的均匀度、平稳度、疏密程度、平均幅值及变化幅度。

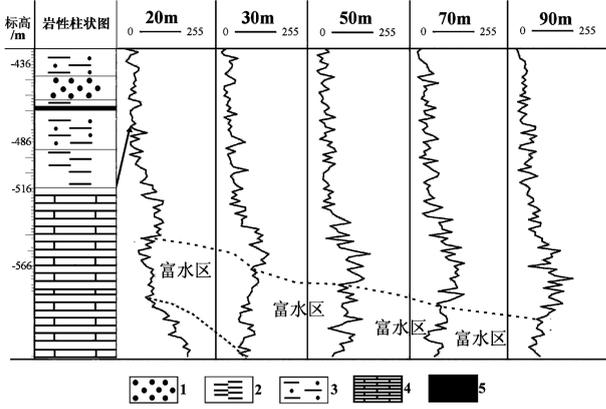


图3 刘桥二矿 II617 工作面测线 1 富水区解释图

Fig. 3 Water-rich area interpretation of curves on Line 1
 Line 1
 1—砂岩; 2—泥岩; 3—砂质泥岩; 4—灰岩; 5—煤
 1—sandstone; 2—mudstone; 3—sandy mudstone; 4—limestones;
 5—coal

松散、破碎、成岩程度低的岩石, 曲线形态呈稀疏、跳跃起伏剧烈、平均幅值小的曲线形态特征。反之, 成岩程度高、坚硬完整的岩石, 则曲线致密、平稳、均匀, 如大多数灰岩。

II617 工作面测线 1 测点 01 探测曲线的解释如图 2 所示, 通过测深曲线形态及相对振幅特征, 可以划分出地层界面, 如第四系和二叠系界面 (-94m 处“标志层界面二”)、二叠系和石炭系界面 (-528m 处“标志层界面三”), 同时一些小的岩层界面也可以获得划分, 见图中细线。

II617 工作面测线 1 上的测点 3 (距测点 1 20m)、测点 4 (距测点 1 30m)、测点 6 (距测点 1 50m)、测点 9 (距测点 1 80m)、测点 10 (距测点 1 90m) 的探测曲线富水区地质解释见图 3。富水区同样为太原组灰岩水, 灰岩界面如图 3 上部虚线所示, 在超低频电磁探测曲线上表现为逐渐升高的高振幅特征, 这与无水灰岩界面阶越式升高特征形成鲜明对比。由于灰岩水的存在, 整个岩层感生二次场的能力增加, 有效地削减了最终的合成场振幅, 阶越式升高被平缓式增加取代。从下部虚线开始相对振幅逐渐升高, 表明灰岩富水区含水量逐渐减少, 曲线主要反映基岩的高振幅特征。灰岩富水区距煤层底板 50m 左右, 并且水平探测距离增加, 埋深也在增加。

4.2 基于视电阻率等值断面的富水区解释

利用各个测点的探测数据, 在测线剖面上构成视电阻率等值断面图。经过前期地形改正和深度标定以及横向克吕格插值形成的该图可以定性、半定

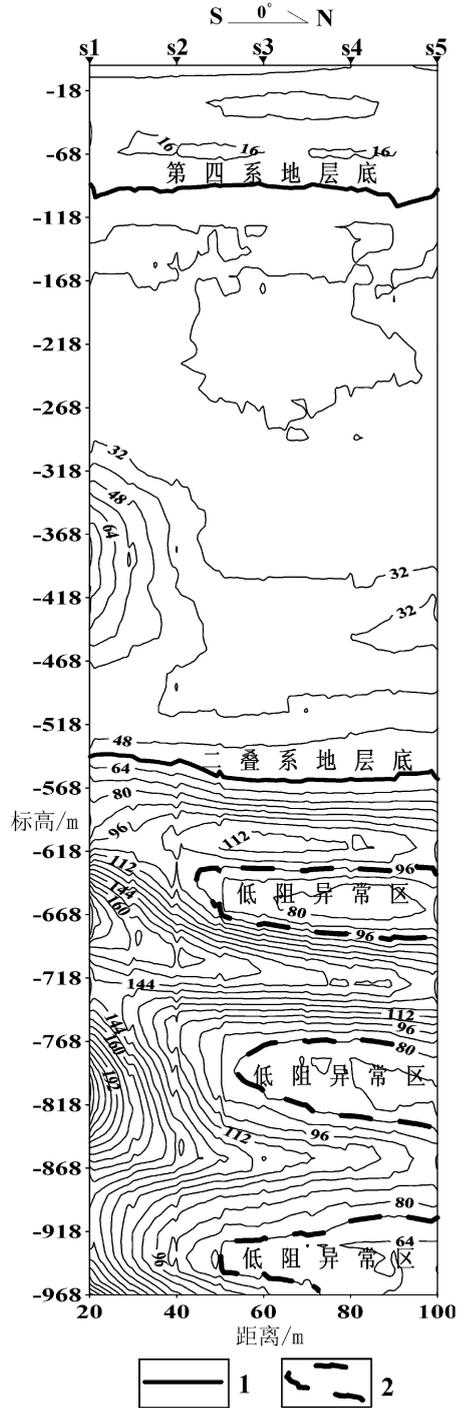


图4 测线 1 视电阻率等值断面解释图
 Fig. 4 Comparative apparent resistivity equivalence section of Line 1

1—地层界线; 2—异常区
 1—Stratigraphic boundary; 2—Abnormal zone

量地反映真实地电断面的信息。由于一维超低频电磁测深曲线反映了地质结构的垂向变化, 并在单条曲线上提供电性层纵向电导率的相对信息; 而视电阻率等值断面图通过横向插值建立了测点之间电性

层纵向电导率之间的横向联系,反映了地质体的横向导电性差异。在该电性断面图上,地电参数中的电阻率信息通过求得的视电阻率参数定性反映。

从测线1的视电阻率等值断面图(图4)中可以发现,由粉砂质土、粘土、流砂、砾石、风化页岩等第四系物质组成的电性层整体呈低阻特征,视电阻率在 $16 \sim 24 \Omega \cdot m$ 之间,该电性层平均厚度约为110m。第二组电性层为二叠系地层,起始深度为-110m,终止深度为-540m左右,视电阻率在 $32 \sim 72 \Omega \cdot m$,电性层平均厚度430m。

石炭系太原组灰岩和奥陶系灰岩具有高振幅特征,灰岩起始深度为-590m,视电阻率高达 $104 \sim 233 \Omega \cdot m$,在探测深度范围内整个电性层厚度为378m。其中高阻之中不乏一些低阻特征带和低阻体(视电阻率在 $56 \sim 96 \Omega \cdot m$ 之间)为灰岩水在空间上的展布,且分三层。第一层太灰水位于-628~-680m,断面显示富水区厚度小于52m;第二、三层彼此贯通,为奥陶系灰岩岩溶水赋存位置,起始深度-760m,终止深度超过探测深度底(-968m);从该等值断面图上可以清晰地看到太灰水和奥灰水的剖面形态差异,其中奥灰水的视电阻率($56 \sim 80 \Omega \cdot m$)要低于太灰水($72 \sim 96 \Omega \cdot m$),说明奥灰水的导电性更强一些,这种导电性增加可能是灰岩中含水量增加所致,从空间展布形态上也可以判断奥灰水富水区面积要大于太灰水,奥灰水虽然赋存深度更深一些,但富集程度更高,含水量更大。

5 结论与讨论

矿井突水是煤矿安全生产中仅次于瓦斯事故的重大灾害之一,如果在开采前能对所采矿区富水区空间分布及富集程度有较清楚的认识,将会降低煤矿安全生产中的风险。当前利用地震和钻井等常规物探手段对富水区勘探成本较高,周期也很长,并且探测深度和勘探范围有限。可以尝试结合少量已知的钻孔和地质资料,利用轻便、机动灵活、探测成本低的被动式超低频电磁探测仪进行煤层顶底板富水区的空间分布和富集程度调查,将调查结果用于煤矿可能突水状况的地质预测预报是一种可行的方案。

笔者对测线2的探测结果与测线1基本一致,说明该方法在多个方向的剖面上均能反映地下水的赋存信息。尽管如此,在对被动式超低频电磁探测数据解释时,频谱曲线具有多解性,如何更好地利用已知钻孔和测井资料标定曲线,计算能量-深度曲线突出地下岩性特征^[21],利用视电阻率与相对振幅和深度对应关系的地质模型计算差分视电阻率^[22],

并运用差分视电阻率-深度法校正深度畸变需要进一步研究;在探测曲线解释时,如何从已知到未知,从整体到局部去考察曲线特征来降低人工判读误差,提高解释精度,同时对视电阻率等值断面在被动式超低频电磁探测数据二维解释中的应用也值得加强研究。

致谢:本文在数据采集过程中得到了中国矿业大学(徐州)于景邨老师的大力支持和帮助,特此表示衷心的感谢!

[参考文献]

- [1] 岳棋柱.天然电磁辐射测深技术工作机理的定性解释[J].地球物理学进展,2006,21(4):1281~1284.
Yue Qi-zhu. A qualitative interpretation on the mechanism of the technique of electromagnetic radiation sounding[J]. Progress in Geophysics, 2006, 21(4):1281~1284.
- [2] Wait, J. R. Geo-Electromagnetism[M]. Oxford: Pergamon Press, 1982:44~82.
- [3] Galleys, J. Terrestrial propagation of long electromagnetic waves [M]. New York: Academic Press, 1972:53~76.
- [4] 刘洪.利用天然电磁场高分辨深测地下油气水的可能性[J].地球物理学报,1994,37(6):828~835.
Liu Hong. The Possibility of High Resolution Detection for Subsurface Oil, Gas and Water By Means of Natural Electromagnetic Field[J]. Chinese Journal of Geophysics. 1994,37(6):828~835.
- [5] Hou Gui-ting, Qian Xiang-lin, Wang Shu-yuan, Sun Jing. Possibility of the Application of the Ultra-long Electromagnetic Wave Remote Sensor to Marine Geological Exploration[J]. Acta Geologica Sinica,2000,74(2):391~393.
- [6] 卓贤军,赵国泽.一种资源探测人工源电磁新技术[J].石油地球物理勘探,2004,39(增刊):114~117.
Zhuo Xian-jun, Zhao Guo-ze. The detect resource the new technology of artificial sources of electromagnetic[J]. Oil Geophysical Prospecting,2004,39(S1):114~117.
- [7] 岳棋柱.天然电磁辐射测深技术及其装置的研究简况[J].地球物理学报,1994,37(增刊):607~611.
Yue Qi-zhu. A Brief Introduction to The Research Work and Apparatus for Sounding with Natural Electromagnetic Radiation[J]. Chinese Journal of Geophysics. 1994,37(S2):607~611.
- [8] 岳棋柱.天然电磁辐射测深技术的应用[J].地球物理学进展,2004,19(4):873~879.
Yue Qi-zhu. Application of natural electromagnetic radiation sounding technique[J]. Progress in Geophysics, 2004, 19(4):873~879.
- [9] 王友善.地层电磁反射波的频谱及频散特性[J].地球物理学报,1995,38(1):129~136.
Wang You-shan. The characteristics of spectrum and dispersion of electromagnetic wave reflected by the subsurface formations[J]. Chinese Journal of Geophysics, 1995, 38(1):129~136.
- [10] 罗洪发.被动源高频大地电磁系统的应用[J].地质与勘探,2002,38(6):51~54.
Luo Hong-fa. Applying of passive source high frequency electromagnetic method[J]. Geology and Exploration, 2002, 38(6):

- 51~54.
- [11] 张瑜麟. 天然电场选频法在工程地质勘察快速评价中的应用[J]. 地质与勘探, 2003, 39(3): 67~71.
Zhang Yu-lin. The application of natural electric field frequency-selection method in quick evaluation of engineering geological examination[J]. Geology and Exploration, 2003, 39(3): 67~71.
- [12] 徐光辉, 余钦范, 袁学诚. 深部地热勘查方法在北京地区应用的探讨[J]. 物探与化探, 2007, 31(1): 9~13.
Xu Guang-hui, Yu Qin-fan, Yuan Xue-cheng. A tentative discussion on the application of the deep geothermal exploration method in Beijing area [J]. Geophysical and Geochemical Exploration (in Chinese), 2007, 31(1): 9~13.
- [13] 郑杰青. 浅析大地电磁频谱方法探测昆明地热的效果[J]. 云南地质, 1999, 18(2): 210~217.
Zheng Jie-qing. An analysis of the effect of using magnetotelluric spectrum to sound geotherm of Kunming Basin [J]. Yunnan Geology (in Chinese), 1999, 18(2): 210~217.
- [14] 林满意, 吴文君, 叶 晔. 超长电磁波地下遥感技术在地热勘探中的应用[J]. 西部探矿工程, 2006, (1): 107~108.
Lin Man-yi, Wu Wen-jun, Ye Hua. The Application of Ultra-long Electromagnetic Wave Remote Sensing To Geothermal Exploration [J]. West-china Exploration Engineering (in Chinese), 2006, (1): 107~108.
- [15] 杨德平, 刘鹏瑞. 临清地热勘查中的大地电场岩性测深与测井曲线对比研究[J]. 山东国土资源, 2006, 22(4): 37~41.
Yang De-ping; Liu Peng-rui. Contrast Study between the Method of Telluric Electricity Field and Logging Curve in Lithology Sounding of Geothermal Exploration in Linqing City [J]. Land and Resources in Shandong Province (in Chinese), 2006, 22(4): 37~41.
- [16] 柯柏林, 丁连靖, 冉伟彦, 周艳富, 于 溪. 大地电场岩性探测技术在北京地热勘查中的应用[J]. 城市地质, 2007, 2(1): 42~46.
Ke Bai-lin, Ding Lian-jing, Ran Wei-yan, Zhou Yan-fu, Yu Yuan. Applications of the Land Electrotelluric Lithological Detection Technique in Beijing's Geothermal Exploration [J]. City Geology (in Chinese), 2007, 2(1): 42~46.
- [17] 熊 皓. 地震孕育后期的电磁辐射及其相关效应[J]. 地震地磁观测与研究, 2001, 22(1): 1~8.
Xiong Hao. Electromagnetic emissions and its related effects preceding earthquakes [J]. Seismological and Geomagnetic Observation and Research (in Chinese), 2001, 22(1): 1~8.
- [18] 侯贵廷, 衣学磊, 钱祥麟, 赵维明. 超长电磁波遥测技术在渤海深部油气勘探中的应用[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2001, 37(1): 81~86.
Hou Gui-ting, Yi Xue-lei, Qian Xiang-lin, Zhao Wei-ming. The Application of Ultra-long Electromagnetic Wave Remote Sensing to Deep Petroleum Exploration Under Bohai Sea [J]. Acta Scientiarum Naturalium. Universitatis Pekinesis, 2001, 37(1): 81~86.
- [19] 李 建, 丁美莲. 超低频地质遥感探测装置在瓦斯气探测中的应用[J]. 中国煤田地质, 2005, 17(4): 54~56.
Li Jian, Ding Mei-lian. Application of ULF Geological Remote Sensing Device in Gas Detection [J]. Coal Geology of China. 2005, 17(4): 54~56.
- [20] 李舟波, 孟令顺, 梅忠武. 资源综合地球物理勘查[M]. 北京: 地质出版社, 2004, 214~217.
Li Zhou-bo, Meng Ling-shun, Mei Zhong-wu. Comprehensive geophysical exploration of resource [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2004, 214~217.
- [21] 宋本钦, 李培军, 秦其明, 侯贵廷. 超低频电磁探测信号能量的计算及其地质应用[J]. 中国地质, 2008, 35(6): 1315~1321.
Song Ben-qin, Li Pei-jun, Qin Qi-ming, Hou Gui-ting. The calculation of ultra-low electromagnetic signal energy and its geological applications [J]. Chinese Geology, 2008, 35(6): 1315~1321.
- [22] 曹 宝, 秦其明, 李百寿, 张译勋, 张自力. 天然超低频电磁场日夜交替及其稳定性分析[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2008, 网卷3(1): 79~83.
Cao Bao, Qin Qi-ming, Li Bai-shou, Zhang Ze-xun, Zhang Zi-li. Day and Night Alternation of Natural Ultra-Low Frequency Electromagnetic Field and Its Stability Analysis [J]. Acta Scientiarum Naturalium. Universitatis Pekinesis, 2008, 3(1): 79~83.

Analysing the Result of the Passive SLF Electromagnetic Exploration Experiments at a Mine Water-rich Area in Huaibei City, Anhui Province

LI Bai-shou, QIN Qi-ming, YE Xia, ZHANG Zi-li, ZHANG Ze-xun
(Institute of RS & GIS, Peking University, Beijing 100871)

Abstract: A method that using dedicated Instruments direct accept natural frequency (3~3000Hz) electromagnetic field on the ground is called Passive Super Low Frequency (SLF) Electromagnetic Method. Through by deal with incept signal and understanding realized to exploration subsurface lithology interface, conformation, resource and energy. The new method in the field of exploration physical geography has immense latent force to develop. First, the theory of this exploration method was introduced. Next, an exploration example performed at a mine in Huaibei City, Anhui Province, was given to prove the validity of the method. Using multi-duplicate curve superposition on average, smooth and feature depth demarcating method. Introduce exploration curve? and apparent resistivity equivalence section was made. coMParison the interpretation result and means of bore reveal that no matter bathymetric curve, sectional view and water-rich area are all have prominent feature.

Key words: passive SLF electromagnetic method, water-rich area exploration, curve superposition, depth demarcating, geological interpretation