

双频激电法在河南某钼矿带进行快速找矿评价中的应用

尚建阁¹ 李 冰^{1,2} 丁云河^{2,3} 冯 亮¹

(1.河南省有色金属地质矿产局第二地质大队,河南 郑州 450000;2.河南省有色金属矿产探测工程技术研究中心,河南 郑州 450000;3.河南省有色金属地质矿产局第七地质大队,河南 郑州 450000)

摘要:文章主要介绍了运用双频道激发极化法在河南省豫西山区进行快速找矿工作中发现矿体的过程及在野外施工过程中应注意的几个问题。通过双频激电中梯测量,在工作区圈定了 3 处激电异常,通过该区地质资料,岩(矿)石物性特征以及化探次生晕资料对激电异常进行了综合研究分析,经过钻探验证,此异常与隐伏钼矿体和钼矿化有关。证明了双频激电法完全能适应在豫西山区进行快速找矿评价,并取得良好的效果。

关键词:双频;激发极化法;隐伏钼矿体;豫西地区

中图分类号:P618.65 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2011)02-0473-06

双频道激发极化法是由中南大学何继善院士研究提出的一种频率域激发极化法,并在此理论上研制出了双频道轻便型激电仪^[1]。由于时间域激电设备的笨重,往往限制了在交通不便利、地形条件差的山区开展地质找矿工作。双频道激电仪因其具有装备轻便、抗干扰能力强、测量精度高、勘探深度大等特点,非常适合在中国西部山区开展找矿工作^[2,3]。

1 开展工作的技术前提条件

1.1 地质概况

工作区处于华北地台南缘,华熊台隆之外方山断隆区。地势东南高,西北低;最高海拔 1427 m,最低海拔 756 m,相对高差 671 m。地形切割强烈,坡度 30°~40°。区域出露地层主要为中元古界长城系熊耳群,断裂构造发育,岩浆活动频繁,有色金属、贵金属矿产丰富。1983 年和 2001 年,河南有色金属地质矿产局第五地质大队完成了包含工作区在内的 1:5 万水系沉积物测量,共圈出化探综合异常 165 处。2009 年,河南省有色金属地质矿产局第二地质大队

在该工作区进行了 1:1 万的沟系次生晕测量,异常主要元素为 Mo、Sn、W、Hg。

工作区出露的地层为中元古界长城系熊耳群鸡蛋坪组及第四系。鸡蛋坪组以安山玢岩为主,岩石呈灰绿色,斑状结构,气孔杏仁状构造。主要矿物成分为斜长石、角闪石、黑云母等。可见高岭土化、绿帘石化等蚀变。第四系分布于沟谷及地形低洼处,主要为冲积、洪积和坡积砂砾,亚砂土等。

该区断裂构造发育,褶皱不明显。断裂构造以 NE 向为主,主要有 F1、F2 两条。其中 F1 断层,位于工作区北部,断层面倾向北,倾角 80°左右,断层带宽约 10 m,带内有碎裂岩及构造角砾岩,表现为压扭性特征。F2 断层,位于工作区东南部,断层面倾向南,倾角 60°~70°,表现为压扭性质。

在工作区北部出露 1 条燕山期正长斑岩体,岩体出露长约 700 m,宽 20~200 m,岩石呈浅灰色、浅红色。斑状结构,块状构造。主要矿物为碱性长石、正长石,可见少量的透长石。长板状的长石晶体为斑晶。基质由碱性长石和少量斜长石组成。

收稿日期:2010-08-11;改回日期:2010-11-25

基金项目:河南省两权价款地质勘查项目(ys2008-04)资助。

作者简介:尚建阁,女,1984 年生,助理工程师,现主要从事地质与地球物理数据处理工作;E-mail:libing_2007@qq.com。

表 1 岩(矿)石电性参数统计表
Table 1 Statistics of electronic parameters of the rock (ore)

岩(矿)名称	标本数	视电阻率 ρ_s ($\Omega \cdot m$)			视幅频率 F_s (%)		
		最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值
安山玢岩	24	467	6841	2762	0.48	1.3	0.9
蚀变安山玢岩	18	770	5674	3054	0.9	2.25	1.37
正长斑岩	12	679	6445	2976	1.1	2.5	1.4
石英脉	16	7698	16687	12718	1.6	3.6	2.7
石英脉(黄铁矿化 辉钼矿化)	17	5815	13504	10359	2.71	7.4	5.54

1.2 岩(矿)石物性特征

工作区内出露的岩石比较简单,通过对矿区内所采集到的岩(矿)石标本,在室内利用强迫电流法进行电性参数测定,具体内容见表 1。从中可以看出,本区岩(矿)标本电阻率及视幅频率值大致可分为高电阻率高视幅频率、高电阻率中高视幅频率和低电阻率低视幅频率 3 类。其中属于高电阻率高视幅频率的岩石为含黄铁矿化、辉钼矿化石英脉,电阻率都在 $5000 \Omega \cdot m$ 以上,最大可达 $1.3 k\Omega \cdot m$,视幅频率都在 2.7% 以上,最大值可达 7.4%。属高电阻率中高视幅频率的岩石为无矿化石英脉,电阻率较矿化石英脉稍高,视幅频率最大值约为矿化石英脉的二分之一。属低电阻率低视幅频率的岩石有安山玢岩、蚀变安山玢岩和正长斑岩,电阻率值都在 $7000 \Omega \cdot m$ 以下,视幅频率值也都在 2.5% 以下。含矿岩石与围岩之间的电性差异较为明显,由于岩矿石中矿物成分的不均匀性,使得同类岩矿石的电性差异较大,特别是含黄铁矿化、辉钼矿化石英脉,电阻率及幅频率与周围岩石差异较大,该工作区具有开展双频激电寻找金属硫化物的地球物理前提。

2 原理及工作方法

本次工作采用 SQ-3C 型双频道轻便型激电仪(一发双收配置),以中间梯度装置类型进行测量。其中,线距为 80 m,点距为 20 m,供电电极距 AB 为 1200 m。供电电源选用 24 个 12V 4A 时的蓄电池串联。

双频激电法具有其独特的轻便性和只有电子导体才能引起明显的激电异常的特点,最适合在交通条件较差的西部山区进行快速找矿评价。在每个测

点上,根据地下目标的电化特点,选择合适的频率 (f_H, f_L),双频发送机同时发送两个频率的矩形波合成的双频电流供入地下,双频接收机同时接收地下目标对双频电流的响应,测量两个频率的响应电位差 ($\Delta V_H, \Delta V_L$),用公式 $F_s = \frac{\Delta V_L - \Delta V_H}{\Delta V_H} \times 100\%$ 和 $\rho_s = k \frac{\Delta V}{I}$ 分别计算视幅频率 F_s 和视电阻率 ρ_s 。

根据实地野外实验后,确定采用 4Hz、4/13 Hz 发射频率组进行发射,测量的物理参数为视幅频率 F_s 、视电阻率 ρ_s 、高频电位差 ΔV_H 、低频电位差 ΔV_L 及供电电流 I 。

在野外施工中常常需要避免或者减小接地电阻和电磁耦合对测量过程的影响。对于接地电阻的改善,其关键点在于增加电极与土壤的接触面积,常用的方法为使用多根电极并联或者使用锡箔纸代替电极,这样可以大大增加接触面积,同时在接地电极附近浇上盐水效果会更佳^[4]。在野外测量过程中常出现负值情况,多数情况下与电磁耦合现象分不开。在野外施工中,采用导线尽量铺设在干燥处,供电导线与测量导线之间需间隔一定距离,尽量减小供电电极的接地电阻等方法来减小电磁耦合对测量过程的干扰^[5]。

3 应用效果

2009 年,河南省有色金属地质矿产局第二地质大队在该工作区进行了 1:1 万的沟系次生晕测量,图 1 为该工作区沟系次生晕 Mo 原始数据及异常图。图中 1 号异常位于工作区的西部,异常呈不规则

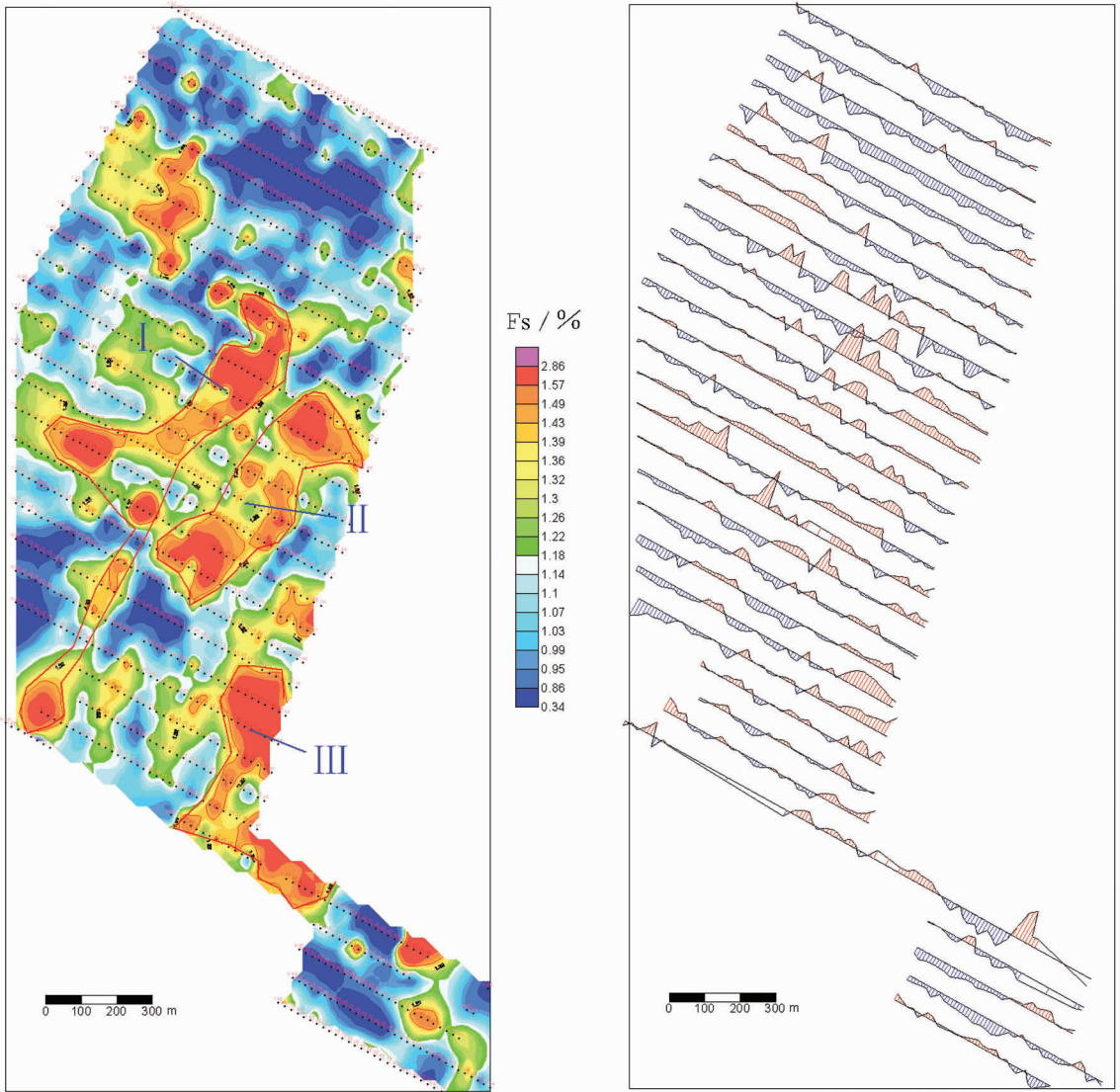


图 3 测区双频激电视幅频率平面等值线图(左)和视幅频率平面剖面图(右)

Fig.3 Dual-band induced polarization apparent amplitude frequency of hypsography plane contour map of the measuring area (left) and apparent amplitude frequency of profile map (right)

00 号勘探线与 248 号物探测线基本重合,根据物探剖面并结合地质剖面 and 钻孔资料(图 4),可以明显地看出,物探剖面中高幅频率区域与地质剖面中钼矿脉对应较好,且倾向与推测倾向吻合,同时,也验证了图 3 中 I 号、II 号异常为隐伏钼矿体或钼矿化带所引起。III 号异常的规模还需进一步验证。

4 结 论

1) 通过对本区进行双频激电扫面工作及综合研究,发现了 3 条双频激电异常带,并在主要异常部位

进行了工程验证,取得了良好的效果,证明了双频激电法对发现和判断异常的具体特征,能起到很好的作用。

2) 由于豫西山区相对平原地区来说,地形条件相对较差,地质构造相对复杂,使用 SQ-3C 轻便型双频激电仪进行物探工作,使野外施工更加方便,大大降低了人力物力的消耗,节省了野外施工时间,是山区快速找矿评价的好帮手。

3) 在使用双频激电仪在进行野外施工过程中,应当注意避免或者减小接地电阻和电磁耦合对测量

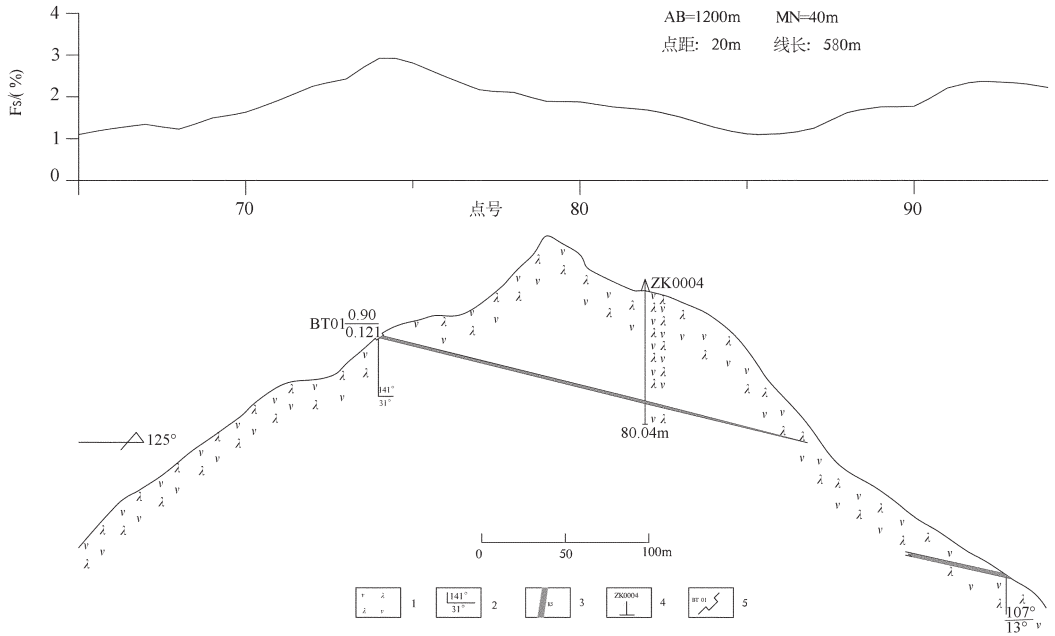


图 4 工作区 00 号勘探线综合剖面图

1—安山玢岩;2—矿脉产状;3—矿脉位置及编号;4—钻孔位置及编号;5—剥土位置及编号

Fig.4 Integrated profile of No.00 prospecting line in the work area

1- Andesitic porphyry;2- Vein attitude;3- Vein position and serial number;4- Drill hole and its serial number; 5- Stripping position and its serial number

过程的影响,使测量结果真实可靠。

参考文献 (References):

[1] 何继善. 双频激电法 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: III - IX.
He Jishan. Dual-frequency Induced Polarization Method [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006: III - IX (in Chinese).

[2] 柳建新, 刘春明, 佟铁钢, 等. 双频激电法在西藏某铜多金属矿带的应用 [J]. 地质与勘探, 2004, 40(2): 59-61.
Liu Jianxin, Liu Chunming, Tong Tiegang, et al. The application of the dual-frequency induced polarization method in a copper and polymetallic ore deposit in Tibet [J]. Geology and Exploration, 2004, 40(2): 59-61 (in Chinese with English abstract).

[3] 李生路, 关承英, 李军锋, 等. 双频激电法在小秦岭下嵩坪金矿勘查中的应用 [J]. 武汉大学学报(工学版), 2008, 41(5): 129-132.
Li Shenglu, Guan Chengying, Li Junfeng, et al. Application of the dual-frequency induced polarization method to exploration of songping gold deposit under Xiaolin hill [J]. Engineering Journal of Wuhan University, 2008, 41(5): 129-132 (in Chinese with English abstract).

[4] 武炜, 张宝林, 梁光河, 等. 双频激电法在我国西部两类典型覆盖区金属矿体预测中的应用 [J]. 地质与勘探, 2009, 45(6): 669-675.
Wu Wei, Zhang Baolin, Liang Guanghe, et al. Application of the dual-frequency IP method in metal ore prediction in two types of typical overburden areas in western China [J]. Geology and Exploration, 2009, 45 (6): 669 -675 (in Chinese with English abstract).

[5] 白宜诚, 左恒, 罗维斌. 双频激电在普查找矿工作中应注意的几个技术问题 [J]. 矿产与地质, 2003, 17(增刊): 451-454.
Bai Yicheng, Zuo Huan, Luo Weibin. Several technique problems in dual-frequency IP method used in reconnaissance survey [J]. Mineral resources and Geology, 2003, 17 (supp.): 451 -454 (in Chinese with English abstract).

[6] 王昌勇, 严鸿, 严永帮, 等. 双频激电法在西藏楚多曲地区的应用效果 [J]. 物探与化探, 2009, 33(5): 541-544.
Wang Changyong, Yan Hong, Yan Yongbang, et al. The application of the dual-frequency induced polarization method in Chuduoqu area of Tibet [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2009, 33 (5): 541 -544 (in Chinese with English abstract).

The application of the dual-frequency induced polarization method to the prospecting and appraisal of molybdenum deposits in Henan Province

SHANG Jian-ge¹, LI Bing^{1,2}, DING Yun-he^{2,3}, FENG Liang¹

(1. No. 2 Geological Party, Henan Bureau of Geology and Nonferrous Metal Resources, Zhengzhou 450000, Henan, China;

2. Research Center of Nonferrous Mineral Exploration Engineering of Henan Province, Zhengzhou 450000, Henan, China;

3. No. 7 Geological Party, Henan Bureau of Geology and Nonferrous Metal Resources, Zhengzhou 450000, Henan, China)

Abstract: This paper mainly deals with the process of using dual-frequency induced polarization in rapid exploration of the mountain area of western Henan Province with the purpose of finding ore bodies and the problems worthy of attention in the field engineering. Through dual-frequency induced polarization intermediate gradient survey, three induced polarization anomalies in the working area was discovered. An integrated analysis of the induced polarization anomalies was also made on the basis of local geological data, physical properties of rocks and geochemical secondary halos. Drilling has proved that the anomalies are related to concealed molybdenum ore bodies and molybdenum mineralization. It is also proved that dual-band induced polarization can be fully adapted to the rapid exploration and evaluation of the mountain area of western Henan Province with good results achieved.

Key words: dual frequency; induced polarization method; concealed molybdenum ore body; western Henan Province

About the first author: SHANG Jian-ge, born in 1984, female, bachelor, assistant engineer, engages in the performance of geological and geophysical data processing system; E-mail: libing_2007@qq.com.