

综合电法在新疆哈西金矿区寻找隐伏矿的应用

于爱军, 黄 辉, 徐德利, 樊战军, 陈孝强

(武警黄金地质研究所, 廊坊 065000)

[摘 要]EH4 电磁测深和高密度电法测量均为近年来发展起来的地球物理手段。EH4 电磁测深是基于电磁原理的地球物理手段, 探测深度大(可达 1000m), 可用于确定矿化系统深部的宏观构造格架和产状变化; 高密度电法集电剖面 and 电测深于一体, 对地质结构解析度高, 且同时能够进行激发极化法测量, 探明地下金属硫化物富集情况。这两种方法在新疆哈西金矿区综合运用, 在寻找覆盖层下的隐伏矿方面取得了良好的效果。

[关键词]隐伏矿 EH4 电磁测深 高密度电法

[中图分类号]P631.3 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2006)06-0057-05

0 前 言

哈西金矿区位于克拉玛依市西北约 65km, 该区采矿活动自清朝开始, 20 世纪 80 年代发现和建设了哈图金矿, 目前哈图金矿资源近枯竭。通过多年工作, 在哈西金矿区外围共发现金矿带 1 条、金矿化蚀变带 2 条, 含金矿脉 22 条。其中, 测区内 8 号矿脉的规模较大, 而认识仅限于地表浅部工程控制, 对其深部延伸情况不甚了解。在该区通过使用美国 EMI 和 Geometrics 公司联合生产的 Stratagem EH-4 电磁系统及 AGI 公司生产的 Sting RI IP-Swift 高密度电法仪两种高分辨率物探设备, 探明了 8 号脉深部的规模、产状和矿化情况, 及其两侧覆盖区的构造和矿化情况。

1 研究区地质地球物理简况

哈西金矿区大地构造位置属准噶尔—北天山褶皱系之西南准噶尔优地槽褶皱带。出露地层为下石炭统太勒古拉组, 该区重要的赋矿地层, 厚 1304m, 岩层走向北东, 倾向南东或北西, 倾角 $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。

区域内总体构造方向为北东向, 由晚古生代地层构成的达尔布特复向斜、达尔布特断裂、安齐断裂、哈图断裂均呈北东向展布, 构成该区构造格架。而次一级的褶皱和断裂、侵入岩的侵入活动、后期构造叠加和对老构造的破坏, 造成区域内断裂构造极

为复杂、发育。奎依汗压扭性断裂, 属区域东西向构造体系, 方向近于东西, 全长 40km, 断裂面倾向北, 倾角 80° 左右。局部地段近于直立或向南陡倾。断裂两侧有宽 10~100m 的破碎带, 近断面处, 有不宽于 5m 的断层角砾岩, 局部地段见有 0.3m 宽的灰白色断层泥, 破碎岩石具片理化, 局部见细石英脉、碳酸盐脉贯入, 在西段见有铁化现象, 该断裂斜切北东—北东东向构造, 其北盘向东移动 3500m 以上, 南盘相对上升。其铁化地段具有一定找金意义。哈图一带主要控矿构造为安齐断裂、哈图断裂、达尔布特断裂, 其次级北西与近东西向构造体系与控矿构造紧密伴生, 规模小于控矿构造, 而未穿过后, 为成矿构造, 同时在控矿构造应力场作用下, 与成矿构造成分方位接近的成矿前构造有被利用、改造的可能。区内早期东西向构造体系中北西向的压扭性断裂, 在成矿作用中被利用其构造薄弱带, 并改造其性质, 从而控制区内主要矿脉。成矿前构造, 即东西向构造体系在成矿活动中也起着重要作用, 形成成矿活动早期断裂, 使得成矿裂隙延深很大, 出现延深大于延长的现象, 将是地质找矿的主要方向。

测区内发现含金矿脉两条。①8 号脉: 控制长 1000m, 厚 0.48~1.46m, 产状 $195^{\circ} \angle 76^{\circ}$ 。产于石炭系包古图组凝灰岩中, 矿石为蚀变岩+石英脉型, 蚀变主要为高岭土化。矿化主要为黄铁矿化、毒砂化。围岩为凝灰岩, 接触部位具绢云母化。取刻槽

[收稿日期]2005-11-29; **[修订日期]**2006-04-12; **[责任编辑]**韩进国。

[基金项目]武警黄金指挥部项目(编号: HJ04-03(1))资助。

[第一作者简介]于爱军(1969 年—), 男, 1991 年毕业于华东地质学院, 获学士学位, 高级工程师, 现主要从事金矿地球物理研究工作。

样金品位在 $0.06 \times 10^{-6} \sim 1.82 \times 10^{-6}$ 间。②8-1 号脉:为 8 号脉的东延部分,控制长 400m,含矿段长 300m,厚 0.60~1.00m,矿石特征与 8 号脉相同,取刻槽样金品位在 $2.88 \times 10^{-6} \sim 11.9 \times 10^{-6}$ 间。该区矿石自然类型主要有含金石英脉型和蚀变岩型两种,以含金石英脉型为主。含金石英脉型矿石类型普遍含金较高,蚀变岩型矿石含金较低^[1]。

根据 2003 年在该矿区高精度磁测和激发极化法扫面等物探工作,结合该次高密度电法测量及 EH4 连续电导率测量结果发现,8 号脉产于中高阻区内,在测量成果图中显示为中高阻特性。

上述控矿构造、矿石类型、岩矿石物性参数等地质特征,对选区、布设测线和物探成果解释都十分重要。

2 野外观测技术及资料处理和解释方法技术

2.1 EH4 电磁测深

EH4 电磁测深野外观测采用标准配置(频率为 10Hz~100kHz),其采样频段分为 3 段:1 频段(10Hz~1kHz)、4 频段(300Hz~3kHz)和 7 频段(1.5kHz~99kHz),探测深度可达 1000m,可用于探明整体的构造格架。由于在工作初期的方法试验中,通过野外实时数据处理,发现测区内的天然场高频信号足够强,能够较好地获取浅部地质构造信息、满足探明整体构造格架的要求,同时考虑提高工作效率,没有采用人工发射源^[2-10]。EH4 电磁测深测量电偶极子采用十字布极(x 方向为测线方向, y 方向垂直测线方向),极距 20m×20m,磁偶极子采用 L 型布极,点距 40m,线距 500m,观测剖面长度 1500m,采用 EMAP 技术,即沿测线首尾相连连续布设电偶极,压制静态效应。

数据处理采用 Geometrics 公司的 Imagem 处理软件,该软件可对野外测量原始数据进行一维、二维数据处理及 EMAP 修正(消除静态位移)并形成 DAT 文件,通过 Surfer 绘图软件绘制电阻率二维反演断面图。

2.2 高密度电法

AGI 公司生产的 Sting R1 IP-Swift 高密度电法仪是目前国际上最先进的高密度电法仪之一,该仪器在测量电阻率的同时可进行激发极化法测量,采用高密度布点,进行二维地电断面测量,提供的数据量大,信息多,并且观测精度高、分辨率更为细致,主要用于探明小于 170m 深度的地质体产状和金属硫化物分布情况^[11]。高密度电法使用 65 个电极,供

电电极使用合金钢电极,观测电极使用固体不极化电极,极差小于 0.5mV。野外布设电极时接地电阻小于 2k Ω ,供电电压 400V,供电电流 500mA,充电时间 2s。电极间距 15m,观测剖面长 960m,线距 500m,电极排列方式采用偶极-偶极(Dipole-Dipole),测量参数采用 Mxinmun Separation($n=6$)、Maximum Dipole in Electrode Spacings($a=8$)(图 1),测量数据分布见图 2。

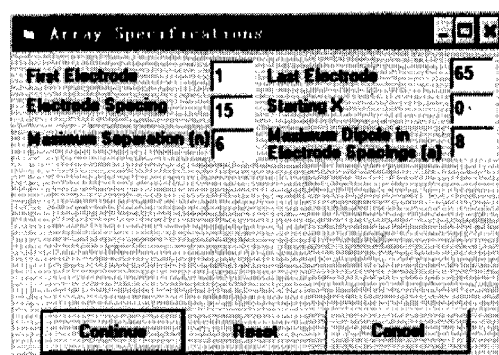


图 1 高密度电法参数设置界面

数据处理使用 AGI 公司的 Res2dinv 反演软件,进行超差数据处理和二维反演,数据反演使用最小二乘法反演,迭代 5 次,形成电阻率和充电率二维反演断面图。

3 主要成果分析讨论

通过 EH4 电磁测深 8 条剖面、高密度电法 5 条剖面的测量工作,两种方法综合运用取得了显著的探矿效果。

1) 两种原理不同的物探方法测量结果十分吻合。以 600 线为例,EH4 电磁测深在 600 线的测量结果显示,两条高阻带 F_1 、 F_2 中间夹有一条相对低阻带 F_3 ,这在高密度电法测量结果中有相对应的显示(图 3,图 4)。

2) 通过 EH4 电磁测深的测量探明了 8 号脉及其两侧的构造格架。 F_1 为走向近东西的相对高阻异常带(图 5,图 6),该异常带沿走向连续性较好,贯穿测区的东西,宽 200~500m,产状较陡,向下膨大,延深 400~>1000m。 F_1 的产状和延深沿走向上有变化,从 2100 线往西高阻异常界线清晰,异常规模大,延深大于 1000m。从 2100 线往东在走向上向南偏移,电性界面更为复杂,延深变浅,规模变小,高阻异常发散。8 号脉产于 -400~1100 线之间的 F_1 相对高阻带中。从 F_1 高阻带的产出位置上推测,该高阻异常带是奎依汗断裂的位置,其高阻异常

的原因是由于破碎带夹石英脉及硅化较强引起。 F_2 为位于 F_1 南侧走向近东西的相对高阻异常带,该异常带从 600~3100 线连续性较好,向测区东侧未封闭,宽 100~400m,产状较陡,向下膨大,延深 400~>1000m。 F_2 的产状和延深沿走向上有变化,从

1600 线往西高阻异常界线清晰,延深小于 800m。从 1600 线往东电性界面更为复杂,延深变浅,高阻异常发散。在 1100 线 F_2 向北偏移,靠近 F_1 高阻异常带。

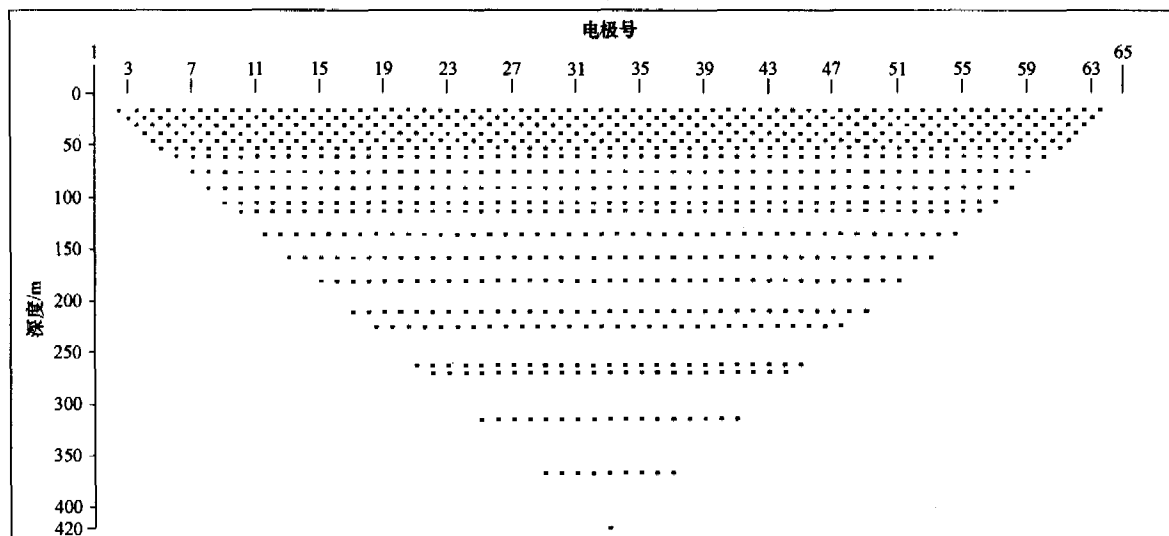


图2 高密度电法测量数据分布图

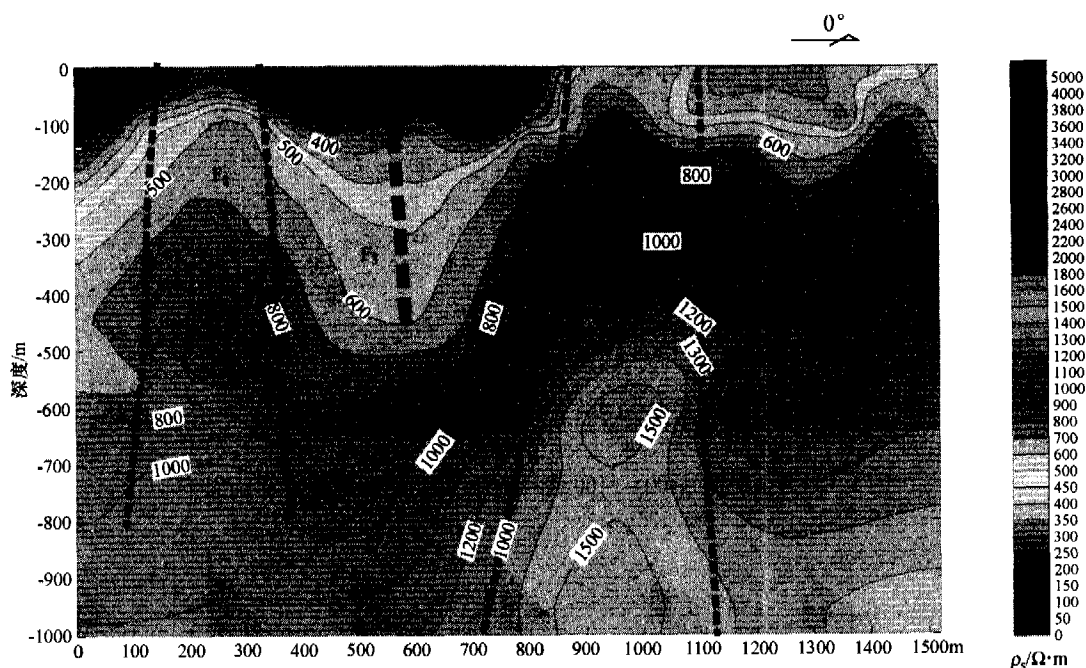


图3 哈西金矿区 600 线 EH4 测量 ρ_g 二维断面图

在两条相对高阻带 F_1 和 F_2 之间有一条低阻带 F_3 ,该低阻带的走向受 F_1 和 F_2 控制为近东西,连续性较好,沿走向贯穿测区东西,深度小于 500m,推测为低阻破碎蚀变带。

3) 高密度测量结果细致地显示了小于 170m 深度的电性界面的分布情况(图 7)。 F_1 为规模较

大的高阻异常带,与 EH4 测量吻合较好,地质上对应为硅化较强、夹石英脉的奎依汗断裂位置。 F_3 为连续性较好的低阻异常带,走向近东西,与 EH4 测量吻合较好,另外,与 F_3 相对低阻异常带相对应有连续性较好的充电率高值异常 M3,推测为破碎蚀变带中金属硫化物富集引起,是成矿的有利部位。

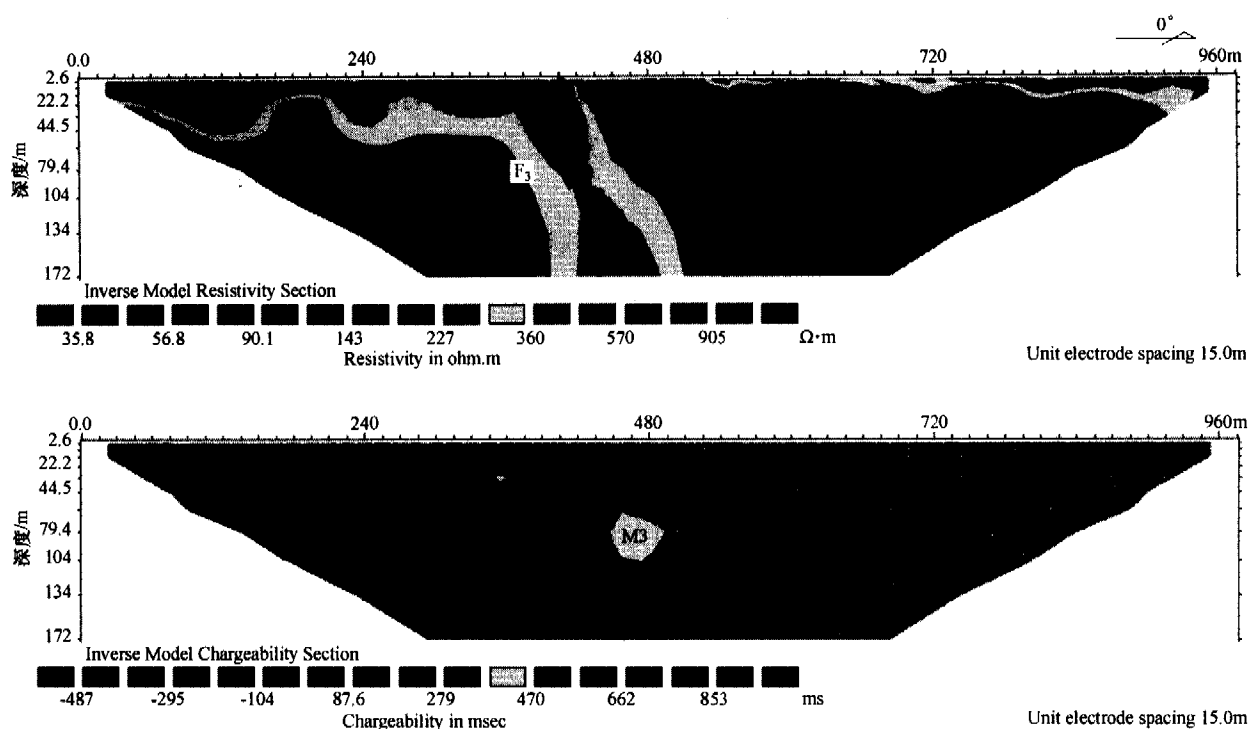


图4 哈西金矿区 600 线高密度电法电阻率(上)、充电率(下)断面图

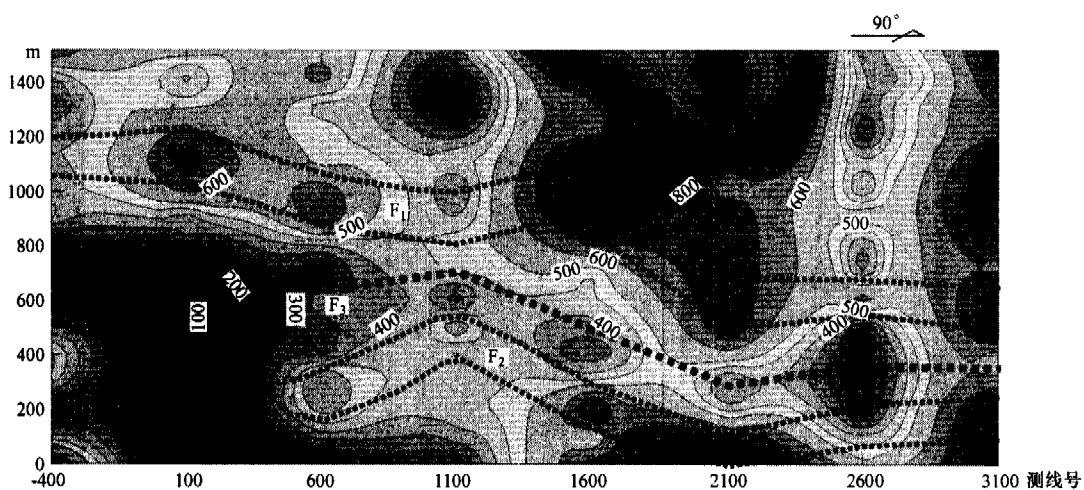


图5 哈西金矿区 -400 ~ 3100 线 -100m 深度 EH4 测量 ρ 平面图

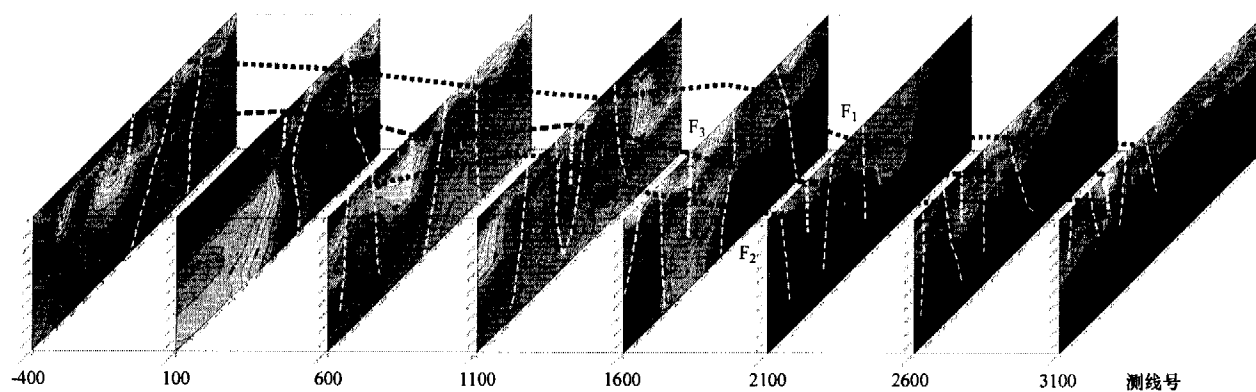


图6 哈西金矿区 -400 ~ 3100 线 EH4 测量联合 ρ 、 C 断面图

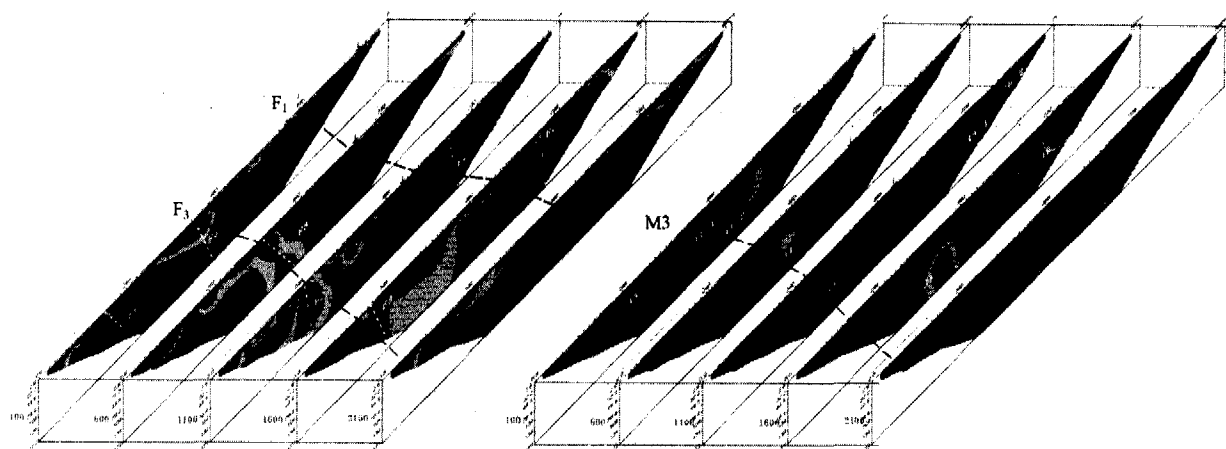


图7 哈西测区 100~2100 线电阻率(左)充电率(右)联合剖面图

4 结论与建议

根据上述研究和地球物理勘查结果,认为哈西金矿区 8 号脉产出于 -400 ~ 1100 线之间破碎带夹石英脉及硅化较强 F_1 相对高阻带中,从 F_1 高阻带的产出位置上推测是奎依汗断裂的位置,规模大,贯穿测区的东西,产状较陡,延深 400 ~ > 1000m。 F_3 低阻异常带对应连续性较好的充电率高值异常 M3,推测为破碎蚀变带、成矿的有利部位。经地质工程验证,证实了 F_3 破碎蚀变带的存在,破碎蚀变强烈,刻槽采样化验 Au 品位 69×10^{-6} ,矿区进一步工程验证将继续进行。

EH4 电磁测深探明构造的整体格架,高密度电法探明浅部的地质体产状和金属硫化物分布情况^[12],两种物理勘探方法在哈西金矿区的成功实践,证明了新技术、新方法在寻找隐伏矿方面具有显著的效果,同时,资料处理方法得当、异常解释推断认识水平的提高、对矿区地质的深入研究,对找矿效果的提高具有重要的意义。

[参考文献]

- [1] 李文辉. 新疆托里县哈图金矿区外围物探报告, 2003.
- [2] 于爱军, 黄辉, 徐德利. EH-4 电磁系统用于金矿找矿的效果[J]. 黄金地质, 2002, 8(1): 51-55.
- [3] 伍岳. EH-4 电磁成像系统在砂岩地区勘查地下水的应用研究[J]. 物探与化探, 1999, 23(5): 335-338.
- [4] 刘鸿泉, 孙希奎, 张华兴, 等. 电磁成像系统在煤矿中的应用研究[J]. 煤炭科学技术, 2002, 30(10): 39-42.
- [5] 黄仲良. 石油重、磁、电法勘探[M]. 东营: 石油大学出版社, 1999.
- [6] 傅良魁. 电法勘探教程[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
- [7] 徐德利, 李文良, 卿敏, 等. EH-4 电法测量在哈耳崖金矿区的应用[J]. 地球学报, 2004, 25(1): 79-82.
- [8] 李桐林, 林君, 王东坡, 等. 海陆电磁噪声与滩海大地电磁测深研究[M]. 北京: 地质出版社, 2001.
- [9] 莫撼. EH-4 电磁系统的近源效应及其校正方法[J]. 物探与化探, 2000, 24(4): 314-316.
- [10] 姜永兰, 付占荣, 孙家枢, 等. 甚低频电磁法在柴胡栏子金矿间接找矿中的应用[J]. 地质与勘探, 2005, 41(1): 77-79.
- [11] 于景村, 李志鹏. 高密度电阻率法检测地基注浆效果[J]. 地质与勘探, 1998, 34(5): 48-51.
- [12] 王继伦, 李善芳, 齐文秀, 等. 中国金矿物探、化探方法技术的研究与应用[M]. 北京: 地质出版社, 1997.

APPLICATION OF INTEGRATED GEOPHYSICAL EXPLORATION TO FIND CONCEALED ORES IN THE HAXI GOLD MINING AREA

YU Ai-jun, HUANG Hui, XU De-li, FAN Zhan-jun, CHEN Xiao-qiang

(Gold Institute of Armed Police Force, Lanfang 065000)

Abstract: Two geophysical exploration methods like EH4 electrical conductivity survey and high density resistivity method (HDRT) have being developed in recent years. Having deep penetration, EH4, an electromagnetic exploration method, can determine variations of macrostructure and occurrence of mineralization system in the deep. Obtaining both electrical sounding and resistivity profile simultaneously, HDRT can give geological structures with high detecting resolution, perform in meantime survey of induced polarization, and detect enrichment situation of metallic sulphide clearly. These two methods, conducted synthetically in Haxi gold mining area, turned out expected and ideal results in exploration of concealed ores under the overburden.

Key words: concealed ore, EH4 electrical conductivity survey, high density resistivity method