

EH4在铁矿勘探的应用 ——以西昆仑赞坎铁矿为例

黄朝阳^{1,2},王核¹,李文铅¹,任广利³,胡军^{1,2},慕生禄^{1,2}

(1.中国科学院广州地球化学研究所,广东 广州 510640;2.中国科学院大学,北京 100049;3.中国地质调查局西安地质调查中心,陕西 西安 710054)

摘要:西昆仑赞坎铁矿位于塔什库尔干县古元古界布伦阔勒群中。该群已发现数个大中型矿床,具优越的找矿潜力。通过对赞坎铁矿进行EH4连续电导率剖面的测量,建立对应的地质-地球物理模型,结果显示该方法对赞坎矿区矿体形态、岩体及构造特征均有良好指示。

关键词:西昆仑;赞坎;EH4;磁铁矿

前寒武纪蕴藏着极丰富的矿产资源,是铁矿资源形成的重要成矿期,其特殊的地质环境和成矿作用特点一直受到广泛重视^[1-3]。新疆塔什库尔干县一带古元古界布伦阔勒群中发育多处沉积变质型磁铁矿,从北至南产出有塔阿西、塔辖尔、希尔布里、叶里克、老并、吉尔铁克、赞坎、莫喀尔,南延伸至塔吐鲁沟,地表构成长约110 km,宽约15 km,呈NNW向延伸的巨型铁矿带。北带的塔阿西-叶里克-老并铁矿带和南带的吉尔铁克-赞坎-莫卡铁矿带构成了塔什库尔干巨型铁矿成矿带(图1)^[4],远景资源量巨大,其中赞坎、老并铁矿金属铁储量达大型规模^[5-8]。

西昆仑地区地处海拔高,地形切割深且地表覆盖厚,工程实施困难。使用的EH-4连续电导率剖面仪器为Geometrics公司和EMI公司联合研制的双源型电磁系统,携带便捷,对地质、构造有较精确的解译,广泛应用于金属矿产勘探^[9-11]。本文以西昆仑赞坎铁矿为例,拟用EH4在高海拔地区,尤其是低电阻率的磁铁矿,对矿

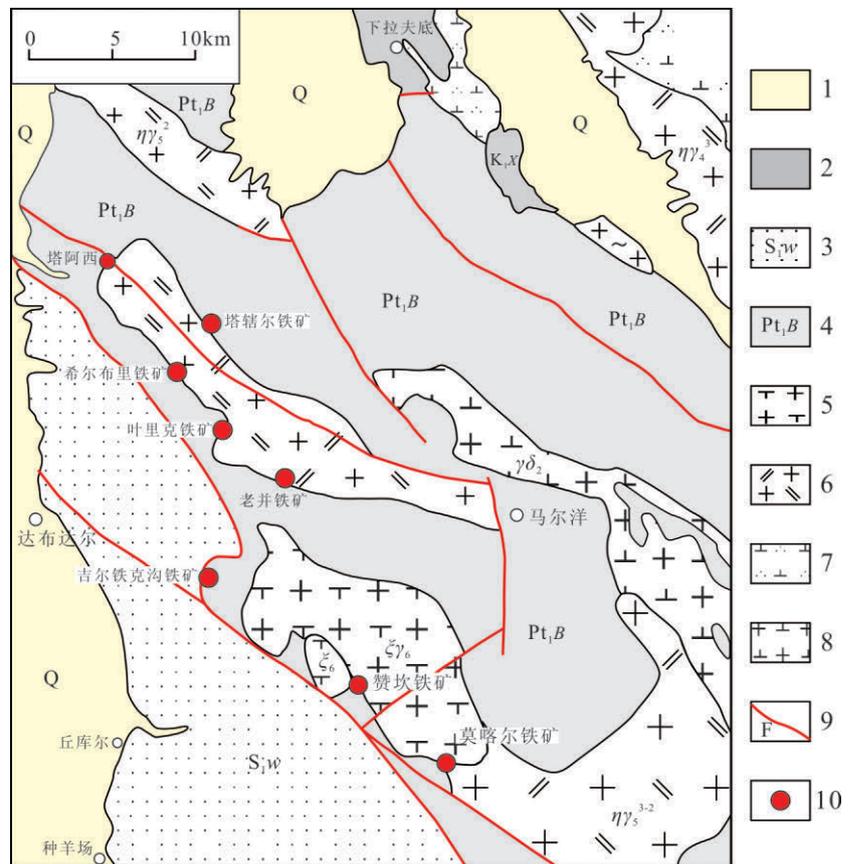


图1 西昆仑塔阿西-赞坎一带地质略图
Fig.1 Taaxi-Zankan ore belt geological map of the western Kunlun

1.新生界;2.白垩系下拉夫底群;3.下志留统温泉沟组;4.古元古界布伦阔勒群;5.二长花岗岩;6.正长花岗岩;7.石英闪长岩;8.花岗闪长岩;9.断裂;10.矿床

项目资助:国家十二五科技支撑项目(2011BAB06B05-01)及中国科学院广州地球化学研究所“135”布局项目(GIGCAS 135 project Y234021001)联合资助

收稿日期:2013-10-11;修订日期:2014-03-10;作者 E-mail:zjzgc2008@163.com

第一作者简介:黄朝阳(1985-),男,四川内江人,2011级中国科学院广州地球化学研究所博士,从事矿床地质研究

通讯作者:王核,研究员,博士生导师, E-mail:wanghe@gig.ac.cn

体深部形态、岩体及构造特征进行预测。通过EH4在高海拔的磁铁矿测深建立地质地球物理模型,为钻探布置提供依据,提高勘探效率,减小勘探风险。

1 地质概况

赞坎磁铁矿床位于新疆塔什库尔干县城东南约70 km,地理坐标为东经75°35'20"~75°39'34",北纬37°14'07"~37°15'52"。矿区位于古元古界布伦阔勒群中,该岩群可分为含铁岩段、斜长角闪片岩段、矽线石榴片麻岩-石英岩段和大理岩段4套变质建造组合。赋矿地层岩性组合为灰黑色薄-中层状黑云母石英片岩为主,局部夹二云母片岩,绢云母石英片岩,黑云母片岩、角闪石黑云母石英片岩,片岩中可见闪长岩脉侵入。区内岩体以白色中细粒霏细斑岩为主,分布在矿区的南部和北东区域,花岗岩分布于矿区北部(图幅外),侵位于布伦阔勒岩群^[13]。

在赞坎矿区,磁铁矿主要赋存在黑云母石英片岩中,少数赋存于黑云母石英片岩与霏细斑岩接触带。产于霏细斑岩与片岩接触带中的矿体,矿体品位较高,受后期岩浆热液改造作用明显。

I号矿体位于矿区中部,呈NW向展布,断续出露约4.24 km。赋矿岩性为古元古界布伦阔勒群黑云母石英片岩(碎裂状黄铁矿化含磁铁黑云母石英片岩),为典型含矿地层。矿石矿物主要为磁铁矿并含少量褐铁矿、赤铁矿。磁铁矿灰黑色,以条带状为主,带宽约0.5~3 cm,1 m间可见8~13条,富集处达20条以上,呈细脉状分布;稠密浸染状次之,粒径在1.0~1.5 mm;北西部见致密块状磁铁矿,品位在25%~50%。矿带主要由3个矿体组成,矿化体产状 $10^{\circ}\sim 54^{\circ}\angle 17^{\circ}\sim 88^{\circ}$ (图2)^[12,13]。

III号矿体位于矿区南部,地表断续出露长约600 m,宽约6~60 m,顶板为霏细斑岩,底板为黑云母石英片岩,部分区段发生强烈的褐铁矿化,并有石膏和磁铁矿共生。矿体呈带状、似层状分布,矿石矿物主要为磁铁矿,具细粒-粗粒结构,条带状及块状构造。此次主要对研究区内I号和III号矿体深部延伸及构造特征进行预测。

2 EH4连续电导率测量

2.1 工作部署

剖面选择在赞坎矿区内A-A'线进行EH4电磁测深,方位36°,总体垂直I号和III号矿体。测点点距整体控制在40 m,由于矿区地形切割深,部分点距布置为60 m。利用罗盘控制方位、产状,皮尺测量距离并换算平距,用GPS定点。结合地质、地球物理、钻探成果,建立合理的地球物理-地质模型,从而对EH4剖面进行解译,达到深部预测的最佳效果。

2.2 工作原则

EH4共用4个电极,每两个电极组成一个电偶极子,分别沿测线平行方向(X方向)和垂直测线方

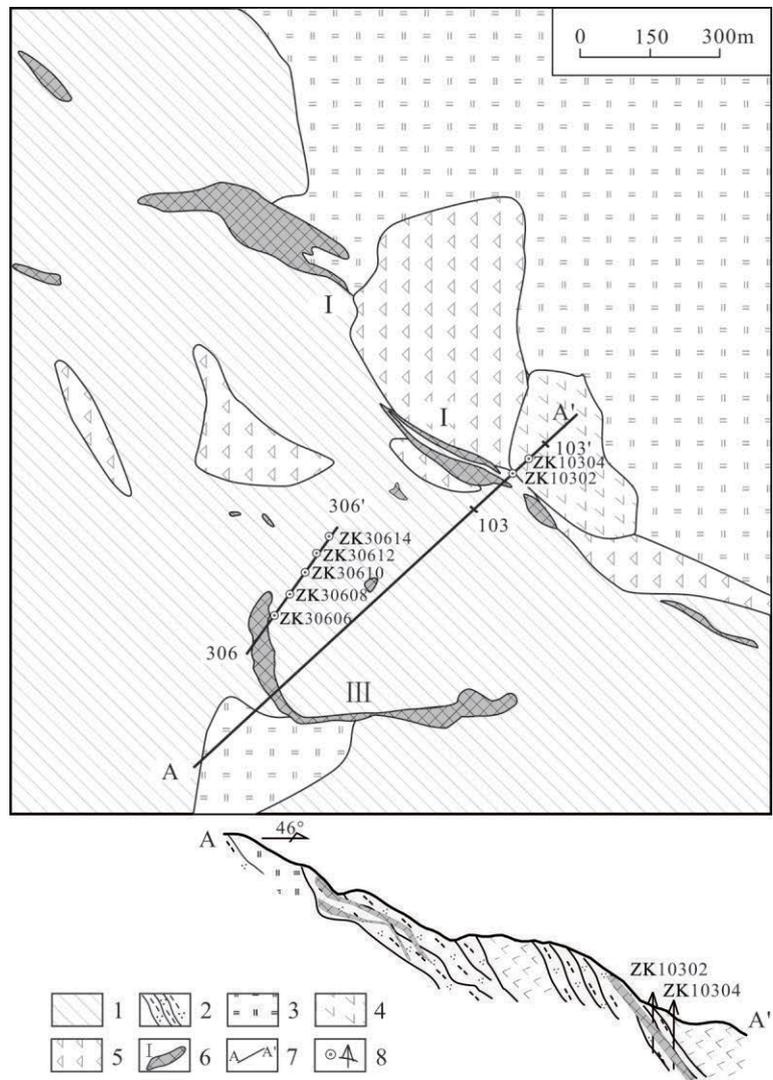


图2 赞坎矿区地质简图
Fig.2 Geological sketch map of Zankan ore deposit
 1.布伦阔勒群片岩;2.黑云母石英片岩;3.霏细斑岩;4.斜长角闪岩;
 5.碎裂岩;6.矿体及编号;7.EH4剖面线;8.钻孔

向(Y方向)展布,间距为20 m×20 m,根据实际情况(地形、障碍物等因素)适当改变极距大小。电偶极方向采用罗盘指示,方位差小于1°;偶极距离用皮尺测量,误差小于0.5 m。

在工作过程中,严格按照EH-4连续电导率剖面仪的野外工作方法,最大限度地避免干扰信息源。如:关闭手机避免外来电信号的干扰,数据采集过程中严禁在磁棒处走动。考虑到该区环境干燥,为增加电极与地面接触的效果,在测量时要求电极深埋于土中,增加其导电性。在工作过程中及时监视采集信息的变化,在信号不稳定或采集不理想的情况下,将该点补做一次。

野外工作完成后,室内对原始资料进行检查、编录和验收,对原始数据去掉奇异点、平滑滤波等,并进行地形修正,结合地质资料建立地质-地球物理找矿模型。

2.3 测区推断解译原则

据反演电阻率等值线及赞坎矿区地质特征,总结出该区异常推断解译原则如下:

磁铁矿矿体 受磁铁矿富集影响,在反演电阻率拟断面图上多表现为连续低阻特征(电阻率小于100 Ω·m)。

断裂(破碎带) 表现出视电阻率为50~200 Ω·m,纵向展布,条带状延深。反演电阻率断面图上表现为等值线同步下凹或低阻值闭合的条带状中低阻异常,等值线分布密集,与两侧地质体电性差异明显,视其宽度大小可推断为次级断裂(带)。

地层单元 矿区内发育岩性主要为黑云母石英片岩,斜长角闪片岩及霏细斑岩。黑云母石英片岩和斜长角闪片岩片理化强烈,整体表现为中低阻体(200~600 Ω·m),霏细斑岩整体较为完整,表现为高阻体特征(大于600 Ω·m)。

3 EH4成果解释

赞坎A-A'剖面EH4电阻整体呈中低阻分布,可分为3部分,两边中高阻(岩体),中间部位为低阻。该剖面浅部(-50 m)电阻率均较低,似层状分布,为浅表含水层引起,深部为大面积的中低阻异常体,连续性较好(图3)。沿A-A'走向0~350 m、深100 m以下发育一高阻体。该高阻体整体向NE倾

向,向下延伸较为连续,深部有电阻增高的趋势。据地表出露岩石为霏细斑岩,与其电阻率特征相符,推测下部区域为霏细斑岩。

I号异常体位于该剖面170 m处,此异常体对应赞坎Ⅲ号矿体。矿体产状为25°∠52°,矿(化)体宽约20 m。异常体整体向北倾,与矿区内地层及矿体产出方向一致,推测该低阻体为矿致异常,为发育在霏细斑岩与黑云母石英片岩接触带附近的磁铁矿体。

在A-A'剖面350 m左右,发育一直立、连续的低阻体,电阻率在10~140 Ω·m,连续性较好,为一较深大连续低阻体。地表揭露为黑云母石英片岩,未发生矿化特征,推测为一断层,编号为F₁(图3)。在剖面480~780 m,地表出露岩性为黑云母石英片岩,在600 m处,地层产状为25°∠72°。

II号异常体对应赞坎I号矿体,出露在剖面780~800 m处,矿体宽约25 m,NE倾向。该异常体在剖面约940 m,海拔高程约4 320 m处,异常体倾角变为直立。结合地质面(图2),该矿体北东面有霏细斑岩发育,且在A-A'剖面860~1 080 m,海拔高程4 200 m以下,发育一高阻体,推测为霏细斑岩体侵入,导致异常体倾角变陡。在霏细斑岩与地层接触带,电阻率显示该段整体为低阻体,低阻体整体向南倾,与矿区总体倾向相反,推测为断裂破碎带,编号为F₂(图3)。

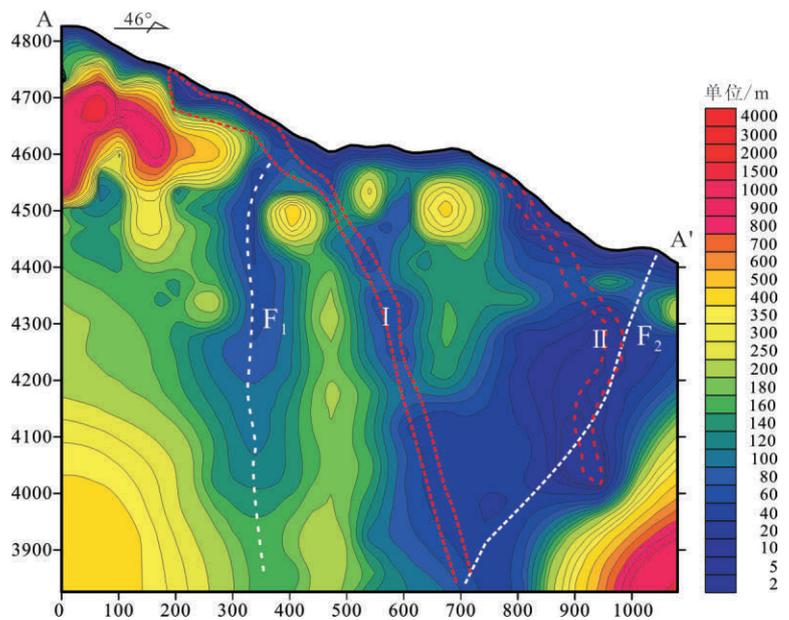


图3 赞坎矿区A-A'线EH4电磁测深剖面解译图
Fig.3 A-A' line EH4 electromagnetic sounding profile interpretation map

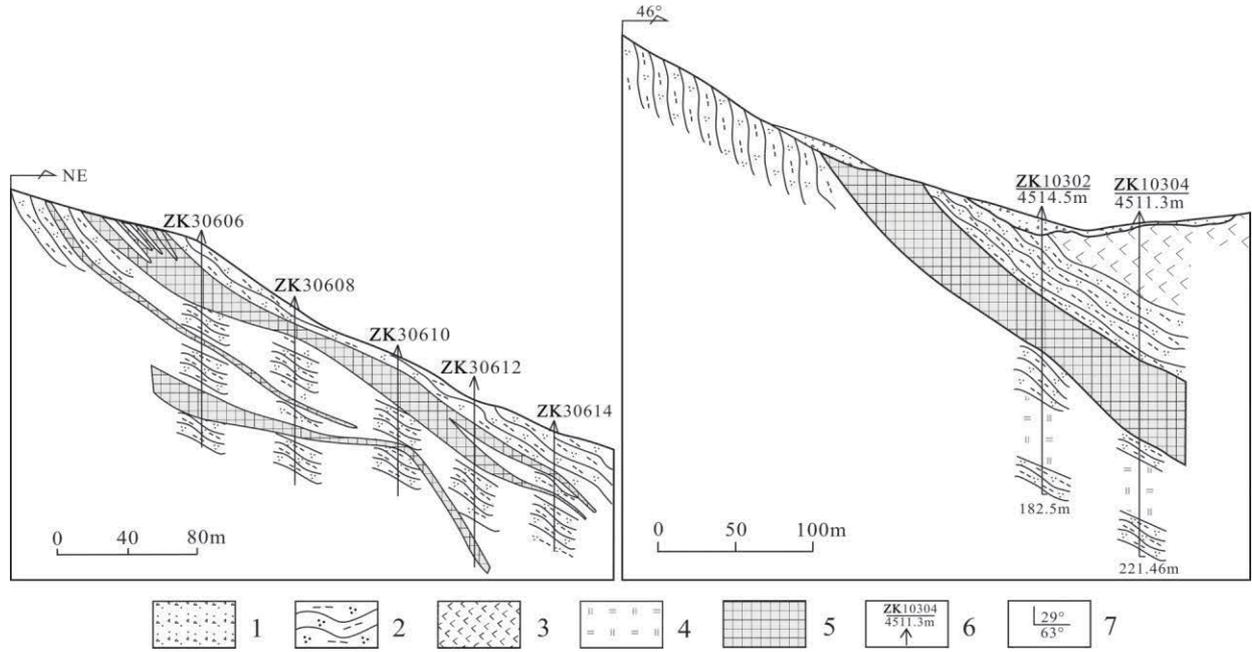


图4 赞坎306-306' (Ⅲ号矿体)和103-103'勘探线剖面图 (I号矿体)

Fig.4 306-306' (No.Ⅲ orebody) and 103-103' (No. I orebody) exploratory line profile of Zakan ore deposit
1.残坡积物;2.黑云母石英片岩;3角闪岩;4.霏细斑岩;5.磁铁矿体;6.钻孔位置及编号;7.产状

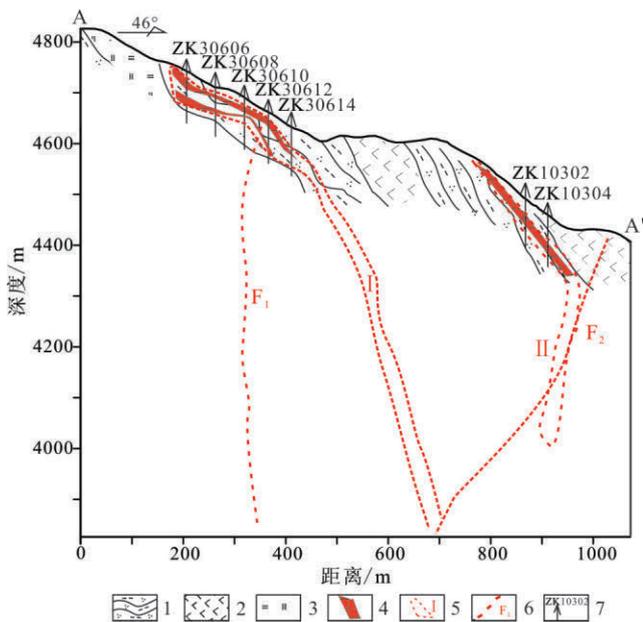


图5 赞坎矿区A-A'线EH4电磁测深剖面地质地球物理模型

Fig.5 The Geophysics model of A-A' line EH4 electro-magnetic sounding profile in Zakan ore deposit
1.黑云母石英片岩;2.斜长角闪岩;3.霏细斑岩;4.磁铁矿体;
5.地球物理异常体;6.推测断裂;7.钻孔

4 地质-地球物理模型

4.1 异常体特征

磁法勘探广泛运用于磁铁矿床的勘探中^[13,14]。EH4有其自身特点,可对研究区深部地质特征,包括构造、地层及矿体走向进行精准预测。

通过对勘探线剖面分析,赞坎矿区地层整体呈单斜分布,出露岩石单元主要有黑云母石英片岩、斜长角闪片岩及霏细斑岩体(图2)。A-A'剖面从SW方向依次出露Ⅲ号矿体和I号矿体。

I号异常体(Ⅲ号矿体)在EH4剖面上显示为连续的低阻异常体,显示出巨大的找矿潜力。该矿体在剖面170 m有出露,异常体在A-A'剖面约450 m,海拔高程4 550 m,矿体倾角呈变大趋势(图3)。

Ⅱ号异常体(I号矿体)在A-A'剖面780~950 m,整体NE倾向,倾角约45°;在剖面940 m,海拔高程约4 360 m,受霏细斑岩体侵入影响,倾角变为直立。

4.2 异常体验证

在A-A'剖面北约100 m处,为赞坎306-306'勘探线,与A-A'剖面基本一致,故将钻探资料与地球物理异常一起讨论深部矿体特征。

钻探结果显示,I号异常体(Ⅲ号矿体)倾角约30°,平均品位约30%,矿体资源储量约为4 080.93×10⁴ t(图4)^[12,13];在A-A'剖面450 m,海拔高程4 550 m处,异常体倾角有变陡趋势,在下一步工作中应引起重视。

Ⅱ号异常体(I号矿体)经钻孔验证深221 m。钻探结果显示,I号矿体与地层产状一致,整体NE倾向,矿体厚约40 m(图4);Ⅱ号异常体在A-A'剖面约940 m,海拔高程约4 360 m处,异常体变为直立。在钻孔设计中,尤应注意该异常体倾角变陡。

5 结论及建议

本次研究认为, EH4连续电导率剖面仪对西昆仑赞坎矿区深部构造形态反演效果良好, 与区内地质事实吻合较好。通过EH4地质-地球物理模型, 为钻孔布置提供依据, 提高勘探效率, 减小找矿风险, 该方法在西昆仑地区磁铁矿产勘探中适用性强。

I号异常体对应赞坎Ⅲ号矿体, 低阻异常体与矿体钻孔剖面图吻合, 且该低阻异常体延伸至海拔高程3 900 m以下, 深部找矿前景巨大; II号异常体对应赞坎I号矿体, 已有钻探资料显示矿体与异常体吻合, 在深部该低阻异常体转为直立, 建议先进行浅部验证, 再进行深部验证。

致谢:衷心感谢新疆地质二大队冯昌荣高级工程师、郝延海高级工程师、王海军工程师在野外工作的帮助。感谢审稿人及《新疆地质》编辑部在撰写本文过程中提出的宝贵意见。

参 考 文 献

[1] 翟明国, 彭澎. 华北克拉通古元古代构造事件[J]. 岩石学报, 2008,

- 23(11):2665-2682.
- [2] 徐勇航, 赵太平, 彭澎, 等. 山西吕梁地区古元古界小两岭组火山岩地球化学特征及其地质意义[J]. 岩石学报, 2007, 25(05):1123-1132.
- [3] 沈渭洲, 于津海, 赵蕾, 等. 南岭东段后太古宙地层的Sm-Nd同位素特征与地壳演化[J]. 科学通报, 2003, 48(16):1740-1745.
- [4] 冯昌荣, 吴海才, 陈勇. 新疆塔什库尔干县赞坎铁矿地质特征及成因浅析[J]. 大地构造与成矿学, 2011, 35(03):404-409.
- [5] 查斌. 磁法在叶里克一带找铁矿过程中的应用[J]. 新疆地质, 2013, 31(2):190-194.
- [6] 胡建卫, 庄道泽, 杨万志. 新疆西南部塔什库尔干地区赞坎铁矿综合信息预测模型及其在区域预测中的应用[J]. 地质通报, 2010, 29(10):1495-1503.
- [7] 乔春贵, 周坚鑫, 刘伟, 等. 新疆塔什库尔干地区铁矿航磁异常特征及找矿潜力[J]. 物探与化探, 2012, 36(03):350-355.
- [8] 冯昌荣, 何立东, 郝延海, 等. 新疆塔什库尔干县一带铁多金属矿床成矿地质特征及找矿潜力分析[J]. 大地构造与成矿学, 2012, 36(01):102-110.
- [9] 申萍, 沈远超, 刘铁兵, 等. EH4连续电导率成像仪在隐伏矿体定位预测中的应用研究[J]. 矿床地质, 2007, 26(01):70-78.
- [10] 沈远超, 申萍, 刘铁兵, 等. 东天山镜儿泉铜镍矿床成矿预测及EH4地球物理测量依据[J]. 地质与勘探, 2007, 43(02):62-67.
- [11] 任广利, 王核, 刘建平, 等. EH-4连续电导率法在安徽南陵县朱家冲铜矿勘查中的应用[J]. 地质与勘探, 2010, 46(02):354-360.
- [12] 郝延海, 王海军, 杨平有, 等. 塔什库尔干县赞坎铁矿Ⅲ号矿带磁异常特征[J]. 新疆有色金属, 2013, 36(4):48-49.
- [13] 殷亚飞, 杨庆华, 郑玉生. 磁法勘探在南马家铁矿寻找磁铁矿石英岩的应用[J]. 内蒙古石油化工, 2011, 1(04):147-149.
- [14] 苏巧云, 端木合顺, 王洁明. 磁法勘探在尼勒克县松湖铁矿中的应用[J]. 物探与化探, 2011, 35(05):592-596.

Application of EH4 in Zankan Iron Ore Deposit, West Kunlun

Huang Chaoyang^{1,2}, Wang He¹, Li Wenqian¹, Ren Guangli², Hu Jun^{1,3}, Mu Shengli^{1,3}

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong, 510640, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049, China; 3. Xi'an Center of China Geology Survey, Xi'an, Shaanxi, 710054, China)

Abstract: Zankan Iron ore deposit was found in Bulunkuole Group, Taxkorgan County, Xinjiang. In this area, a number of medium to large sized ore deposits were found, it shows excellent exploration potential. In this paper, we use EH4 to show the orebodies, rock units and structure in deep area. And found that EH4 has the effective ability to prospect magnetite ion in the plateau area.

Key words: West Kunlun; Zankan; EH4; Magnetite