

内蒙古蓬勃山地区金矿地质特征及找矿地球物理标志

宋建中¹, 李剑锋², 魏良民¹, 张雪冰², 王可勇²

(1. 赤峰山金红岭矿业有限责任公司, 内蒙古 赤峰 024000;

2. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061)

摘 要: 蓬勃山地区位于内蒙古自治区额济纳旗西北部, 处于北山成矿带东段。石炭系绿条山组与白山组为主要赋矿地层, 金矿化类型为石英脉型, 石英脉产出受断裂构造控制。工作组对蓬勃山地区 1、2 号测区展开激电中梯测量工作, 发现数条规模较大的高阻异常带, 暗示着其下隐伏石英脉, 视电阻率在 $600 \sim 1\,200\ \Omega \cdot m$ 为识别隐伏石英脉的物探标志。多数高阻异常带并不具有明显的视极化率异常, 因此其异常表现为无矿或弱矿化石英脉, 但在 1 号测区的 I 号高阻带出现较高的视极化率异常, 具有高阻高极化异常特征, 推测该隐伏石英脉可能含有较多的金属硫化物, 具有较好的找矿前景。

关键词: 蓬勃山地区; 石英脉型金矿; 地质特征; 地球物理; 激发极化

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

文章编号: 1009-6248(2014)01-0159-06

Geological Characteristics and Geophysical Prospecting Signs of Gold Mine in Pengboshan area, Inner Mongolia

SONG Jian-zhong¹, LI Jian-feng², WEI Liang-min¹, ZHANG Xue-bing², WANG Ke-yong²

(1. *Chifeng Hongling Nonferrous Metal Mining Co., Ltd, Chifeng 024000, China;*

2. *College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China)*

Abstract: Pengboshan area belongs to eastern Beishan metallogenic belt, and located in the west of Ejina area, Inner Mongoulia. The Carboniferous Lvtiaoshan and Baishan Formation are primary ore layers, the type of gold mineralization is quartz vein, whose production is controlled by fault structures. Induced polarization intermediate gradien survey was carried out in No. 1 and No. 2 testing area, and many large-scale high resistivity anomaly belts have been detected, which indicates the existence of concealed quartz veins. Apparent resistivity of 600 to $1200\ \Omega \cdot m$ is the geophysical prospecting symbol for finding those concealed quartz veins. Most of the anomaly belts don't have obvious abnormal apparent chargeability, thus the anomaly is reflected as barren or weak mineralized quartz vein. However, high apparent polarization is found in No. 1 testing area, with the characteristic of high resistivity and high polarizability. Therefore, we predict that the concealed quartz vein may contain considerable metal sulfides, and could have preferable potential in further prospecting work.

Key words: Pengboshan area; quartz vein type gold mine; geological characteristic; geophysical; induced polarization

收稿日期: 2014-01-02; 修回日期: 2014-02-15

基金项目: 内蒙古自治区地质勘查基金项目 (09-1-KC-181)

作者简介: 宋建中 (1963-), 男, 学士, 地质工程师, 主要从事矿山地质研究。E-mail: 15849621936@163.com

1 引言

蓬勃山地区位于内蒙古自治区额济纳旗境内,为典型戈壁沙漠气候。随着西部矿产资源战略开发的深入,近年来在区域内先后发现了大量不同规模的黑色、有色金属矿床(点)。由于蓬勃山地区自然环境恶劣,交通不便,且经济发展缓慢,故该区基础地质勘查工作十分薄弱。为加强蓬勃山地区基础地质研究工作,对该区成矿潜力进行评估与评价,开展了地球物理勘探工作。鉴于该区第四系覆盖严重且地形起伏较大,因此,激电中梯测量便成为比较便捷、有效的找矿手段。通过激电中梯测量工作,了解蓬勃山地区深部矿化特征,为进一步探矿工作提供建议。

2 蓬勃山区域地质特征

蓬勃山地区大地构造位置处于天山-阴山东西向复杂构造带东段,属于觉罗塔格-公婆泉-月牙山Ⅲ级成矿带(朴星海,2012;王文旭等,2013),地处西伯利亚、哈萨克斯坦和塔里木古板块的接洽部位。古生代为该区构造-岩浆演化以及金成矿作用的重要时期;强烈的洋壳俯冲和陆陆碰撞作用导致大量的构造-岩浆作用(杨帅师,2012),为各类矿床形成提供了有利的地质条件。

区域范围内出露地层以古生界为主,并有少量的中生界及新生界。自下而上主要有:古元古代北山群(Pt_1b),下古生界上奥陶统希热哈达群(O_3xr),上古生界下石炭统白山组(C_1b^1),绿条山组(C_1l)及上石炭统干泉群(C_3gn),二叠系下统菊石滩组(P_1j)及二叠系上统金塔组(P_2j),中生界侏罗系上统赤金堡组(J_3ch);新生界第三系及第四系(Q)等。区域内的主体褶皱构造为蓬勃山复式背斜和红旗山复式向斜,其轴向总体 290° 左右,呈弧状弯曲,褶皱全长约15 km,宽约5~6 km,轴面倾角 $60^\circ\sim 70^\circ$ 。区域范围内断裂构造极为发育,其中以甜水井-六驼山断裂带模最大。甜水井-六驼山断裂带近东西向展布,其东段走向由东西向转为北西西向;北倾,倾角为 $50^\circ\sim 65^\circ$;由4组近似平行、北倾的逆冲断层组成,位于甜水井、黑鹰山、哈珠一带,沿六驼山南缘至路井,向

东隐伏于巴丹吉林沙漠之下,总长达200 km以上。区裂主体走向为北西西向,为甜水井-六驼山断裂的次级构造。

区域范围内岩浆活动频繁,有多个时代的岩浆侵入及火山喷发,并同金属矿床具密切时空分布关系;统计数据表明,侵入岩约占全区基岩出露总面积的24%(江思宏,2013),以晚古生代岩浆活动最为强烈,分布最广。

3 矿区地质特征

矿区出露最古老地层为古元古代北山群(Pt_1b),其岩石类型以花岗质片麻岩为主,夹少量斜长角闪岩、含铁石英岩和大理岩;在空间上主要分布于矿区的东北部,与闪长岩体为侵入接触关系,与白山组为断层接触(图1)。矿区主要地层单元为上古生界石炭系绿条山组与白山组,白山组呈条带状分布于工区的主体部分,北东东—南西西方向展布;而绿条山组则呈条带状近东西向分布于工区的南部,两组地层为整合接触关系。石炭系白山组大体为一套陆相火山岩,可划分为3个岩性段,即:白山组下段($C_1b_1^1$),主要岩性为灰色英安岩、灰色安山岩,局部可见少量流纹岩和凝灰岩;白山组中段($C_1b_1^2$),主要岩性为变质砂岩、凝灰质砂岩和石英片岩等,其中变质砂岩分布较广,局部见有凝灰质砂岩和石英片岩;白山组上段($C_1b_1^3$),主要岩性有英安岩、安山岩和少量流纹岩等,以安山岩为主体岩性。绿条山组是矿区的主要赋矿地层,主要岩性为变质泥砂岩和变质砂岩,为浅变质绿片岩相。此外,第四系在矿区分布面积较大,主要为湖积、洪积、冲洪积物及风积砂土,厚度一般1~10 m不等。

区内褶皱及断裂构造较为发育,其中褶皱构造规模一般较小,断裂构造规模较大。区内最大的断裂为贯穿研究区中南部的石块地-蓬勃山逆冲断层,总体走向为 $270^\circ\sim 290^\circ$,北倾,倾角 $60^\circ\sim 70^\circ$ 。此外,工作区还产出一系列走向近南北的次级张性或张扭性断裂和北东、北西向扭性断裂,它们均为石块地-蓬勃山逆冲断层的次级断裂构造。区内共圈定27处断层,主体构造走向为北西—北西西,个别为北东走向,延伸为300~2 km大小不等。断面多呈舒缓波状,两盘岩体、地层挤压破

碎, 劈理、片理化广泛发育, 沿断裂带相伴产生的次级构造裂隙中, 见有中基性岩脉、花岗岩脉侵

入,并发育有含铜、铅、钨等多种金属矿物的含矿石英脉。

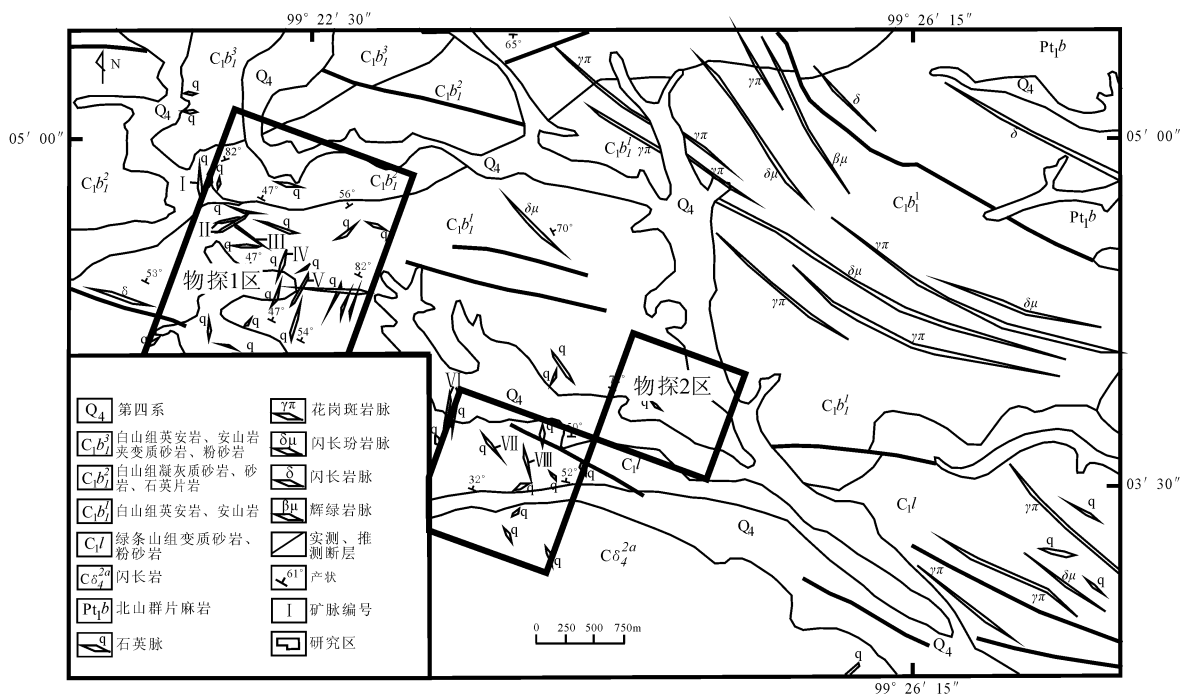


图 1 蓬勃山地区区域地质简图

Fig. 1 Regional geological map of Pengboshan area

矿区内岩浆岩较强烈，主要华力西期闪长岩，呈岩基和岩株状产出，分布于矿区北部、南部及东部边缘。此外还有大量北西—北西西走向的闪长岩脉、闪长玢岩脉、二长岩脉、花岗细晶岩脉、花岗斑岩脉产出。

在地质填图工作中见到褐铁矿化的石英脉,其产出多为主断裂下盘的次级断裂控制。经分析有16个样品金品位大于 0.1×10^{-6} ,由此可见,工作区的金矿化主要与石英脉关系密切,矿化类型为石英脉型。

在探槽工作中圈定了金品位大于 0.1×10^{-6} 的石英脉共 8 条, 其编号分别为 I-Ⅷ (图 1)。金品位的高低与褐铁矿化石英脉中硫化物含量呈正相关关系, 而含矿石英脉的规模则与褐铁矿化石英脉的密集程度呈正相关关系。朴星海 (2012) 对蓬勃山地区的金矿化特征进行了详细研究, 将金成矿期划分为 3 个成矿阶段。经过详尽的流体包裹体岩相学、测温学研究, 均得出蓬勃山地区金成矿主要阶段的流体为中温、低盐度不均匀的 $\text{NaCl}-\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}$ 体系型热液。

4 激电测量及异常特征

通过系统的地质填图、探槽工程、矿化特征以及化学分析可知,工作区的金矿化与石英脉在空间上密切伴生,为对蓬勃山地区深部矿化特征进行评估和潜力评价,在含金石英脉的密集产出地段划分为 1 号和 2 号两个测区,展开了激电中梯测量工作。

4.1 物性特征

从工作区实测地质剖面中选出具有代表性的岩石样品进行物性分析, 分析结果见表 1。该区主要岩性具有以下物性特征: ①工区大面积出露的英安岩、凝灰质砂岩及变质砂岩极化率极低, 近似相等, 离散型不大, 显示背景场; 同样, 闪长岩和石英脉极化率较低, 均为背景值, 没有激电反应。就极化率而言, 蓬勃山金矿区各岩性地层、岩体电性差异较小, 电性不分明, 说明如果各地层、岩体相接触, 在接触带上不会引起激电异常, 且由它们引起的区域背景场不会太高, 比较平稳。②通过电阻

率物性分析结果来看,工区主要岩性中,凝灰质砂岩电阻率最小;石英脉电阻率为最大,相比其他岩性的电阻率值约大一个数量级;英安岩、闪长岩及变质砂岩三者电阻率相近,介于凝灰质砂岩和石英脉之间;表明如果各地层、岩体相接触,容易出现因石英脉存在而引发的电阻率高值异常,可视之为识别石英脉的标志。③激发极化法对于发现和研究浸染型矿床效果明显,极化率随电子导电矿物含量(或结构)而变大(孙亮亮等,2011;崔东鄂等,2009;杨宝荣,2007)。结合该矿区的矿化类型和岩石物性特征分析可推测认为该区的石英脉金属含

量较低,不足以产生较大的极化率异常,但可出现电阻率异常,这与蓬勃山地区的金矿化特征一致。

表 1 蓬勃山地区电性测定表

岩性名称	数量 /块	极化率 (%)		电阻率 (Ω·m)	
		变化范围	算数均值	变化范围	算数均值
凝灰质砂岩 (C ₁ b)	5	0.34~1.89	1.21	608~840	690
英安岩 (C ₁ b)	5	0.48~2.4	1.24	1 704~6 250	2 716
变质砂岩 (C ₁ D)	5	0.38~1.3	0.74	1 211~5 850	2 956
闪长岩 (C ₈)	5	0.49~2.23	1.52	1 003~3 112	1 828
石英脉	5	1.10~2.63	1.95	7 457~14 322	13 845

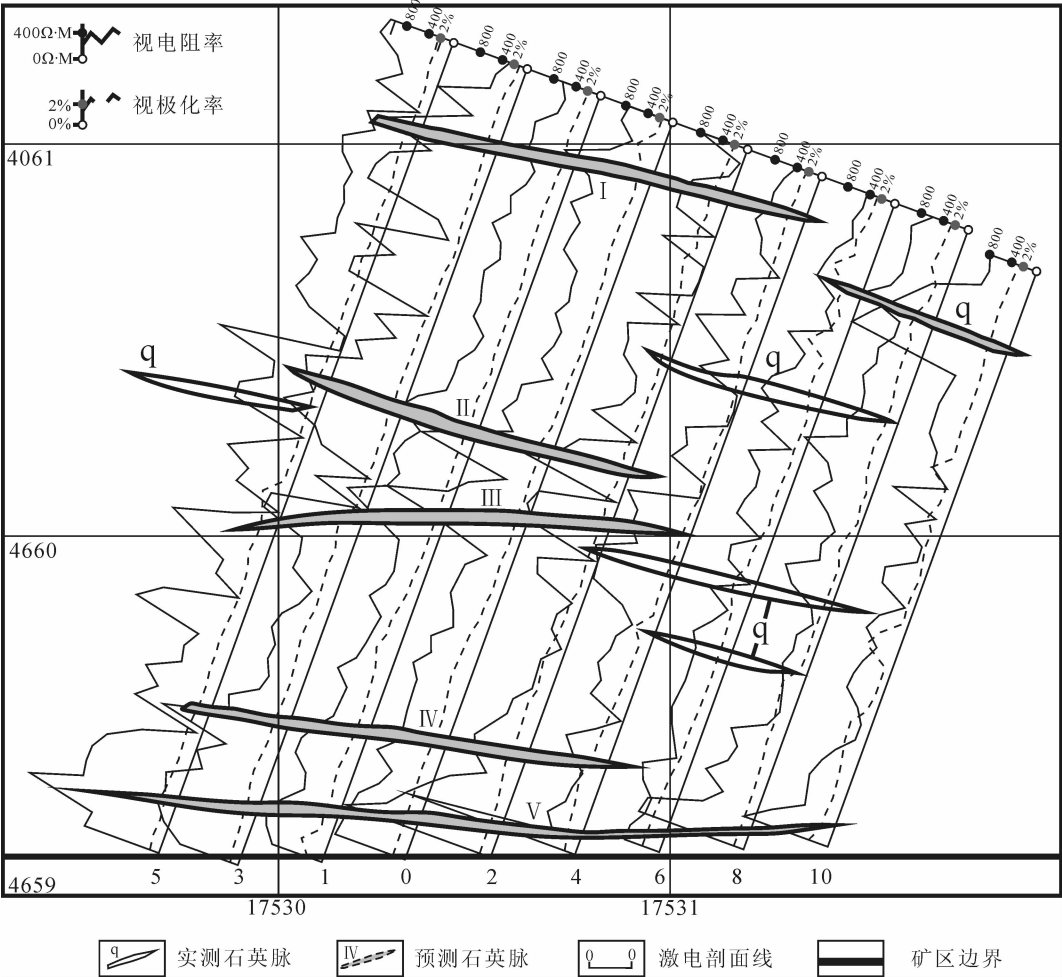


图 2 1 号测区激电中梯剖面平面图

Fig. 2 IP in the ladder section plan map of 1 measuring area

4.2 物探工作方法

本次激发极化测量工作使用的是北京地质仪器厂生产的 DWJ-5A 微机激电仪, DZF-3F 发射机;正反向供电, 供电时间为 8 s, 断电延时为 100

ms, 取样宽度为 40 ms。根据一次场、供电电流和装置系数直接的关系 $\rho_s = k \times U_1 / I$ 计算出视电阻率参数。采用激电中梯装置为 $AB=1\ 800\text{ m}$, $MN=49\text{ m}$ 。观测范围一般为 $2/3AB$, 旁测序距离主测

线的距离一般不超过 $1/5AB$ 。

本次激电中梯测量面积约 5.4 km^2 ；激电短导线面积测量网格为 $200\text{ m}\times 40\text{ m}$ ，鉴于区内主要构造线延伸方向，故测线方位角为 20° 。

4.3 激电异常特征与推断解释

根据视极化率及视电阻率绘制激电中梯剖面平面图和视电阻率平面图，结合岩石物性特征，即：蓬勃山地区出露的岩石中，以石英的电阻率为最大。据此可以将高阻异常作为圈定隐伏石英脉的标志。

1 号测区：位于研究区西部，出露主要地层为白山组下段、中段，局部被第四系覆盖，此外还发育数量较多、规模较小的闪长岩脉和石英脉。按视电阻率的分布自北向南划分为 5 条高阻带（图 2）。高阻带大体呈东西向或北西西向分布，北部为一条，中部和南部为相隔很近的两条构成，高阻带视电阻率较高，一般在 $700\sim 1\,200\ \Omega\cdot\text{m}$ ，背景值为 $200\sim 500\ \Omega\cdot\text{m}$ ，异常比较清晰。推测这些异常为隐伏的石英脉引起，与地表出露的石英脉具有良好的对应关系，局部地段高阻异常可能混有第四系的噪音干扰（郑向光等，2010；孙亮亮等，2011；李大心，2003）。

北部 I 号高阻带还存在着视极化率异常，有 5、3、1、0、2 等 5 条测线有高阻高极化异常，推测该隐伏石英脉含有较多的金属硫化物（曹积飞等，2011），具有较好的找矿前景，建议进行工程验证。其余 4 条高阻带由于极化率较低，并且差异不大，故认为这些高阻带所反映的隐伏石英脉含矿性相对较差。

2 号测区：位于研究区中南部，出露主要地层为白山组下端、中段，在异常南侧白山组下段与华力西期闪长岩体呈侵入接触，局部被第四系覆盖，此外还发育数量较多、规模较小的闪长岩脉、闪长玢岩脉和石英脉。该测区大致圈定出 3 条高阻异常带（图 3），高阻带视电阻率较高，一般在 $600\sim 1\,000\ \Omega\cdot\text{m}$ ，背景值为 $200\sim 450\ \Omega\cdot\text{m}$ ，异常较清晰。北部 1 号高阻高极化异常带，有 4 条测线有高阻高极化异常反映，由于其与已知的断裂位置相对应，笔者认为该异常为构造活动引起（崔东郅等，2009；李大心，2003）。南部 2 条高阻带有 4 条测线有高阻异常显示，大体呈东西向分布，虽没有明显的高极化异常，但在地质填图和槽探工作中见有一定品位的褐铁矿化石英脉样品，可能存在金矿化作用，但尚未达到工业开采品位。

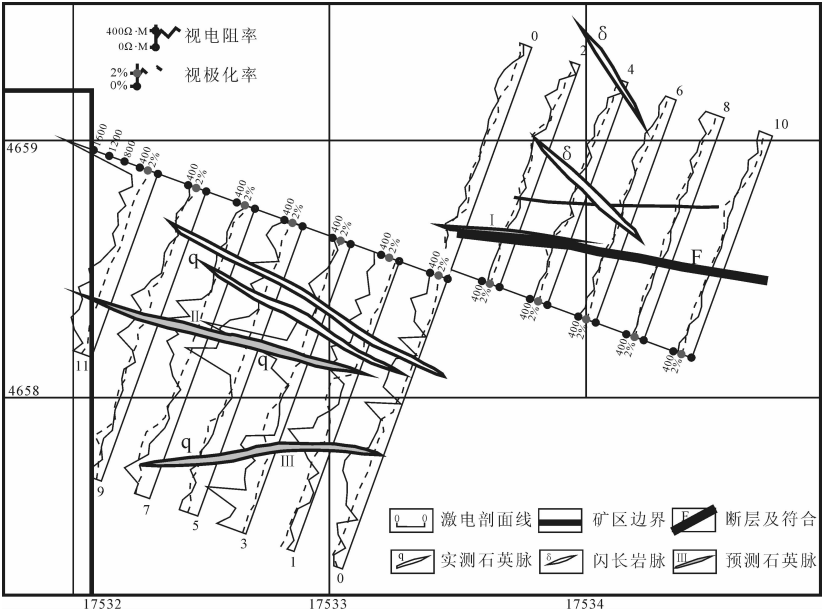


图 3 2 号测区激电中梯剖面平面图

Fig. 3 IP in the ladder section plan map of 2 measuring area

5 结论

(1) 通过激电中梯测量工作,在蓬勃山地区发现数条规模较大的高阻异常带,可能暗示着其下隐伏石英脉,视电阻率在 $600 \sim 1\,200 \Omega \cdot m$ 为识别隐伏石英脉的物探标志。在1号测区圈定出5个高阻异常带,在2号测区圈定出3个高阻异常带。

(2) 高阻异常带多数以无明显高极化率异常为特征,因此表现为无矿或弱矿化石英脉。但在1号测区的北部I号高阻带出现较高的视极化率,具有高阻高极化异常特征,推测该隐伏石英脉可能含有较多的金属硫化物,具有较好的找矿前景,建议展开进一步探矿工作。

参考文献 (References):

朴星海. 内蒙古额济纳旗蓬勃山地区金矿化特征及找矿方向 [D]. 吉林大学, 2012.

Piao Xinghai. Study on the geoglogical characteristics and exploration directions of gold mineralization in Pengbo shan area, Ejinaqi county, Inner Mongoulia [D]. Jilin University, 2012.

王文旭, 王建中, 曹晓盛, 等. 内蒙古蓬勃山金矿床地质特征及矿床成因 [J]. 世界地质, 2013, 32 (1): 35-44.

Wang Wenxu, Song Jianzhong, Cao Xiaosheng, et al. Geological characteristics and ore genesis of Pengboshan go-ld deposit in Inner Mongolia [J]. Global Geology, 2013, 32 (1): 35-44.

杨帅师. 内蒙古北山北带斑岩型矿床特征与成矿系统分析 [D]. 北京: 中国地质大学, 2012.

Yang Shuaishi. Characteristics of Porphyry-type Ore Deposits and Ore-forming System Analysis in North Beishan Area, Inner Mongolia [D]. China University of Geology Science, Beijing, 2012.

江思宏. 北山地区岩浆活动与金的成矿作用 [D]. 中国地质科学院, 2013.

Jiang Sihong. Magmatism and Gold Metallogeny in Beishan

Mt., Northweten China [D]. Chinese Academy of Geological Sciences, 2013.

孙亮亮, 杨志光, 韦咏梅. 激发极化法在寻找内蒙某隐伏金属矿的应用研究 [J]. 工程地球物理学报, 2011, 8 (3): 323-328.

Sun Liangliang, Yang Zhiguang, Wei Yongmei. Application of the induced polarization method in a buried metal ore in inner mongolia [J]. Chinese Journal of Engineering Geophysics, 2011, 8 (3): 323-328.

崔东鄂, 王伟建. 激电中梯测量工作在多金属找矿中的应用 [J]. 贵州地质, 2009, 26 (3): 218-220.

Cui Dongyun, Wang Weijian. Application of IP Intermediate gradient survey in polymetallic deposit prospecting [J]. Gui zhou Geology, 2009, 26 (3): 218-220.

杨宝荣. 激电中梯法在鄂拉山口寻找隐伏矿体的应用 [J]. 甘肃冶金, 2007, 29 (2): 23-32.

Yang Baorong. Application of Explosive Electron Middle Grads Technique in Seeking for Lie Concealed Deposits in Ela Mountain Pass [J]. Gansu Metallurgy, 2007, 29 (2): 23-32.

郑向光, 李静. 物探资料综合研究需要强调的几个问题 [J]. 西北地质, 2010, 43 (2): 85-89.

Zheng Xiangguang, Li Jing. Several Issues to Which Attentions Should Be Paid in Comprehensively Studying the Geophysical Data [J]. Northwestern Geology, 2010, 43 (2): 85-89.

李大心. 地球物理方法综合应用与解释 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2003.

Li Daxin. Integrated application and interpretation of geophysical methods [M]. China University of Geosciences Press, Wuhan, 2003.

曹积飞, 李红阳, 李英杰, 等. 综合物探方法在内蒙灰山铜镍矿找矿中的应用研究 [J]. 西北地质, 2011, 44 (1): 77-84.

Cao Jifei, Li Hongyang, Li Yingjie, et al. Application of Integrated Geophysical Prospecting Method in Prospecting Cu-Ni Deposit of the Uitrabasic Type in Huishan, Inner Mongolia [J]. Northwestern Geology, 2011, 44 (1): 77-84.