

内蒙古达茂旗哈力齐金矿点特征和找矿前景分析

吴兆剑¹, 韩效忠¹, 尹金双², 王明太²

(1. 中国煤炭地质总局特种技术勘探中心, 中煤地质工程总公司, 北京 100040;

2. 核工业北京地质研究院, 北京 100029)

摘要: 内蒙古达茂旗哈力齐金矿是新近发现的中-低温热液石英脉-蚀变岩型金矿点, 位于华北板块北缘增生带乌德岩浆构造混杂带北侧, 矿体呈脉状产于下泥盆统查干合布组二云母板岩-浅变质石英砂岩中。通过对成矿地质背景和矿床地质特征分析, 认为矿点受近东西向深大断裂的次级断裂构造控制明显。在成矿条件分析的基础上, 结合分量化探测量、高精度磁法和音频大地电磁测量(AMT)等综合信息, 认为在已发现金矿化石英脉的深部和两侧具有很好的找矿潜力。

关键词: 内蒙古达茂旗; 哈力齐金矿; 成矿条件; 找矿前景

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2015)03-0199-06

哈力齐金矿点位于内蒙古达茂旗巴音敖包苏木, 是近期发现的一个石英脉型金矿(点)。前人以产于下泥盆统查干合布组浅变质岩系中的灰白色石英脉为主要的找矿标志, 已发现金矿化点5处, 刻槽样Au品位最高达109.5 g/t, 指示本区良好的金成矿前景^[1]。但区内石英脉在地表断续出露, 两端迅速尖灭, 整体延伸较差, 制约了区内金多金属矿的找矿工作。为进一步探测其深部和外围金矿资源, 本文在系统分析成矿地质背景、矿床地质特征的基础上, 实施金分量化探测量、高精度磁法测量、音频大地电磁测量(AMT)、地质填图、槽探工程等工作, 为展开成矿条件分析和找矿方向预测, 指出了进一步的工作方向。

1 成矿地质背景

1.1 区域地质背景

哈力齐地区地处华北地块北侧早古生代大陆边缘增生带, 南以乌兰布拉格-呼吉尔图大断裂为界与华北地块相邻, 区内遭受多期构造运动、岩浆活动和变质作用的改造, 成矿条件优越。在成矿区带上属乌力吉-锡林浩特元古宙、华力西-燕山期铜、铁、铬、金、萤石成矿带(III7)^[2-3]。

1.2 地层

华北地块北缘增生带出露地层主要有上志留统

西别河组二段(S_3x^2)、下泥盆统查干合布组上段(D_1c^2)、上石炭统阿木山组(C_2a^2)、下白垩统李三沟组(K_1ls)和上白垩统二连组(K_2e) (图1)。西别河组二段为滨浅海相陆源碎屑岩、碳酸盐岩组合, 岩性组合为生物碎屑灰岩、长石砂岩、粉砂岩等; 查干合布组主要为浊积岩沉积, 岩性组合为粗中粒长石杂砂岩、长石石英砂岩、粉砂岩等; 阿木山组以海相粗碎屑岩-碳酸盐沉积建造为主, 岩性组合为石英砂岩、长石岩屑杂砂岩、灰岩等; 而白垩系主要为陆缘碎屑沉积, 岩性组合为含砾粗砂岩、砂砾岩、长石石英砂岩等。地层多发生区域变质作用, 板片岩常见。

1.3 构造

受华北陆块与古亚洲洋俯冲碰撞的影响, 华北地块与其北缘增生带的缝合地带发育主体近东西向-北西西向的乌兰布拉格-白音敖包深断裂(F1), 地台北侧增生带发育北西向和北东向的次级断裂(F2、F3等), 它们共同构成了工作区基本构造格架, 并强烈控制区内成矿作用。本次工作所发现的含矿石英脉位于次级断裂交汇部位。

2 金矿(点)地质特征

2.1 矿脉(体)特征

区内主要金矿化类型为中低温浅成热液石英脉

收稿日期: 2015-4-30

资助项目: 中国核工业地质局“内蒙古达茂旗哈力齐地区金多金属矿普查”

作者简介: 吴兆剑(1987-), 男, 硕士, 工程师, 矿物学、岩石学、矿床学专业, 主要从事地质矿产的生产和研究工作,

E-mail: wuzhj06@126.com。

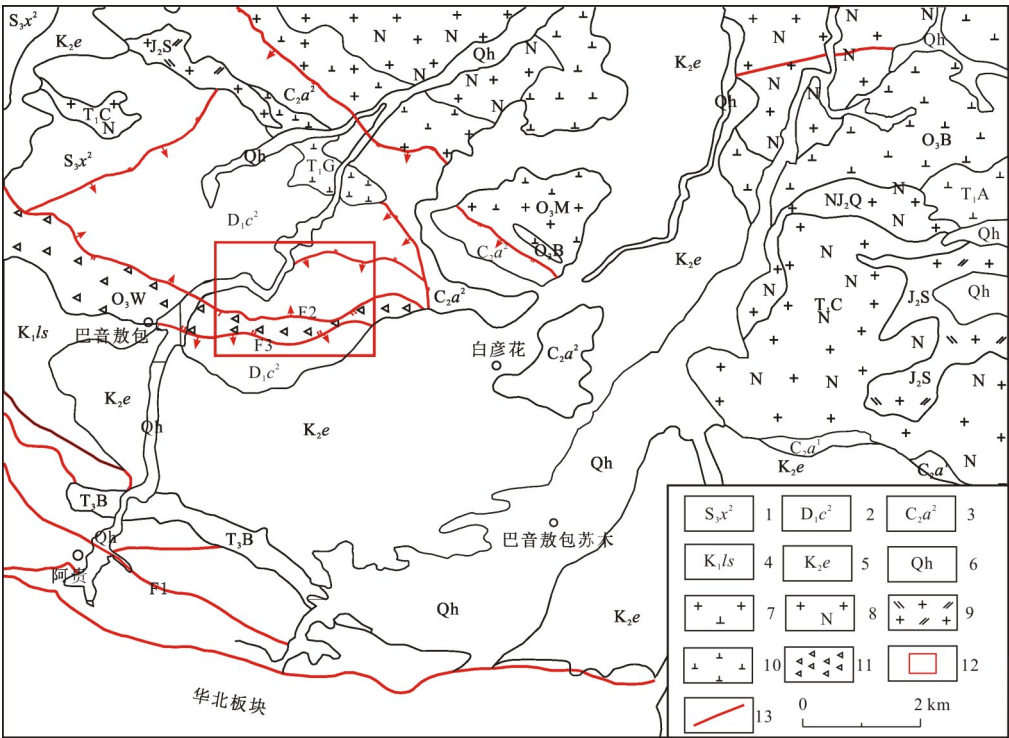


图1 哈力齐地区区域地质简图(据文献[1]改编)

Fig.1 Regional geologic map of the Haliqi area(after reference [1])

1.西别河组;2.查干合布组;3.阿木山组;4.李三沟组;5.二连组;6.第四纪河流沉积;7.花岗闪长岩;
8.英云闪长岩;9.二长闪长岩;10.闪长岩;11.乌德岩浆构造混杂带;12.工作区;13.断层

型^[1],石英脉充填在下泥盆统查干合布组硅质板岩和片岩中,且脉体两侧常可见宽约10~50 cm的泥状或糜棱岩化蚀变带。由图2可知,含矿石英脉在地表断续出露,挟持于乌德岩浆构造混合带北侧F5与F6断裂之间,整体大致呈近东西向,与容矿断裂近平行。区内含矿石英脉形态较为简单,多呈脉状和透镜状,受断裂构造严格控制。其中I号脉由两条雁列式脉体组成,石英脉总体走向约110°,两脉长度相加可达160 m,且探槽工程揭露脉体近直立,地表宽约60~80 cm,向下有变宽的趋势,最宽可达3 m;II号脉走向约45~60°,近直立,石英脉呈透镜状,宽约60~80 cm,地表断续出露约160 m。矿石品位变化大,矿化不均匀(表1)。

2.2 矿石质量

哈力齐地区金矿矿石物质组成较为简单。脉石

矿物主要有石英、绢云母等,金属矿物主要为黄铁矿、赤铁矿、褐铁矿、毒砂、自然金等^[1]。其中石英呈两期发育,第一期为粗粒石英颗粒,常见波状消光、裂理或X节理,第二期为细粒石英颗粒,发育于第一期石英颗粒的裂理或X节理中;金属矿物含量较低(<5%),多呈脉状切穿两期石英;而绢云母则呈鳞片状集合体定向排列,切穿石英脉与金属矿物脉。矿石主要呈脉状构造或块状构造,地表矿石常见网格状破裂和晶洞构造。

2.3 围岩蚀变

前文已述,区内赋矿围岩主要为下泥盆统云母板岩,围岩蚀变主要有硅化、绢云母化、粘土化、褐铁矿化、碳酸盐化等。围岩蚀变受断裂构造严格控制,一般呈带状分布于矿脉两侧,蚀变带较窄,水平分带不明显。

3 成矿条件分析与找矿预测

3.1 成矿条件分析

成矿条件分析不仅对了解矿床成因机理有着重要意义,在勘查找矿中也发挥重要的指导找矿作用^[4]。本文主要从赋矿地层、控矿构造等方面进行分析。

表1 矿脉(体)特征

Table 1 Characteristics of ore body

矿脉	长度/m	厚度/m	矿脉产状	w(Au)/10 ⁻⁶	围岩
I号脉	160	0.8	走向110°,80°,倾向SW	1.19~109.5	二云母板岩
II号脉	160	0.6~0.8	走向45~60°,70~80°,倾向SE	0.5~70.1	二云母板岩

(1) 地层条件

赋矿地层往往是金矿床的主要矿物质来源之一。成矿热液可向上运移过程中,常萃取赋矿地层的Au并在有利地段富集沉淀^[5-8]。本区赋矿地层为下泥盆统查干合布组二段(D_1c^2),为一套深水浊积岩、滨岸陆源碎屑岩和碳酸盐岩沉积建造的浅变质岩系。地层走向约 $45^\circ \sim 75^\circ$,倾向南东,倾角 $45^\circ \sim 65^\circ$ 。岩性以二云母板片岩为主,见少量细粒变石英砂岩、生物碎屑泥晶灰岩^[1]。对化探区赋矿围岩二云母板片岩1/1万取样分析可知,金平均背景值约为 10.4×10^{-9} ,指示其可能为主要的矿源层。因此区内地层条件非常利于金矿化的形成。

(2) 构造条件

受多期次强烈改造重组作用控制,构造叠合部位常以其高的破碎程度与渗透性成为有利的矿化富集地带^[9]。前文已述,哈力齐地区位于华北板块北侧边缘增生带,受古亚洲洋闭合及其后陆陆碰撞作用影响,断裂构造十分发育,其中北西西向-近东西向的乌兰布拉格-呼吉尔图深断裂带(F1)对区内构造运动、岩浆活动及成矿过程起主导作用^[1]。在该深断裂北侧平行发育有乌德岩浆构造混杂带,其南北两

端分别受巴音敖包东逆断层(F3)和竹力开逆断层(F2)控制,其中巴音敖包断裂走向 90° ,竹力开断裂倾向 30° ,倾角 30° (图1)。

据工作区1/2000地质草测(图2)结果显示,在乌德构造岩浆混杂带北侧发育F7、F8两条近东西向断裂发育,可能为竹力开断裂(F2)的东段。同时,在近南北向的水平压力作用下,低次序的发育3条北东向次级扭断裂(F4、F5、F6)切割和破坏近东西向构造,成为工作区较突出的构造格局^[10]。而已发现的金矿化脉主要位于近东西向断裂与北东向断裂的交汇处,表明F7、F8两者近东西向断裂可能为主要的导矿构造,F4、F5、F6等次级断裂则为石英脉的充填提供了赋矿空间。

上述分析表明,哈力齐金矿地质条件相对较简单,但地表石英脉出露较短,未形成较大规模,且据探槽工程揭露情况看来,I号和II号矿脉两端均已尖灭。此时,单一的地质方法已不能满足下一步的找矿评估工作。因此针对I号和II号矿体及其相邻区域开展金分量化探测量、高精度磁法测量和音频大地电磁测量(AMT)等工作,探求金矿的控矿特征,预测金矿的找矿方向。

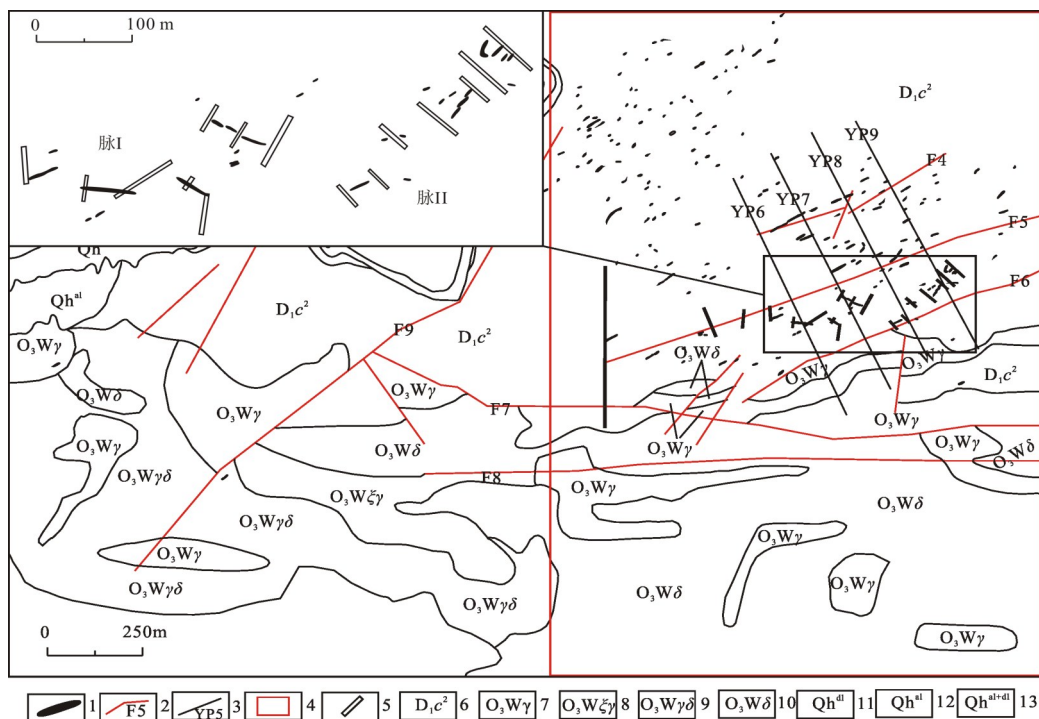


图2 哈力齐金矿地质简图

Fig.2 Geologic sketch map of the Haliqi gold deposit

1. 石英脉; 2. 断层; 3. 物探剖面; 4. 化探范围; 5. 探槽; 6. 查干合布组; 7. 晚奥陶世乌兰单元花岗岩;
8. 晚奥陶世乌兰单元钾长花岗岩; 9. 晚奥陶世乌兰单元花岗闪长岩; 10. 晚奥陶世乌兰单元闪长岩;
11. 第四纪河道冲积砂砾石; 12. 第四纪河流洪积砂砾石; 13. 第四纪砂砾石和亚砂土

3.2 找矿方向预测

(1) 分量化探测量

一般而言,多金属矿体周围常存在由大量亚微米、纳米级超微细微粒形成的原生晕,当上升的地气流经过矿体时,矿体及其原生晕中的多金属活动态部分会随地气迁移到地表土壤中沉淀富集。分量化探法是新近发展起来的一种利用合理有效的提取剂提取土壤中的多金属元素分量,确定多金属浓集中心,进而预测深部矿体的位置与形态的深穿透地球化学方法,对隐伏金属矿床具有较好的探测作用^[11-12]。本次分量化探测量共布置了14条南北向剖面,线距100 m,点距25 m,共取土壤样1041件。Au元素分量异常特征鲜明(图3),具有逐步浓集的金分量异常分布模式及较强的金分量异常浓集中心,且在工作区中部形成一条近东西向的强度高、面积大、衬度大且连续性好的异常带。对比图2可知,已发现的金矿化石英脉位于该带最强异常浓集中心附近,且脉体整体走向与该异常浓集带走向基本一致。这充分证明分量化探法的准确性和有效性,同时暗示石英脉深部和两侧延伸方向具备较好的成矿前景。

(2) 地球物理测量

地球物理测量主要采取高精度磁法和音频大地电磁测量两种方法。高精度磁测工作采用加拿大GEM公司生产的GSM-19W高精度磁力仪,仪器精

度为0.1 nT,灵敏度0.022 nT,分辨率0.01 nT。本次工作共布设4条剖面,走向方向为155°,与金矿化带近垂直,剖面长750 m,线距100 m,点距12.5 m,测量过程中采取连续测量和垂直梯度测量两种方式,其中连续测量为剖面点实测总磁场强度,垂直梯度测量为剖面点两个不同高度总磁强度的差值。由图4可知,总磁强度在四条剖面线400 m和600 m处均存在明显的强弱变化,而梯度磁异常不仅在400 m和600 m处存有高值或低值,且在100 m和300 m处亦存有较明显的波动,指示相应位置可能存有断裂构造^[13-16]。

音频大地电磁测量(AMT)是运用麦克斯维尔电磁感应原理,利用岩石导电性差异来探测地下深部信息的电磁探勘方法,对地下<2000 m的地质构造、岩体或矿体的位置与形态的识别具有较高的分辨率^[16-17]。本次工作使用加拿大凤凰公司的V8多功能电磁采集系统的AMT测量单元,采样的频率范围为8192 Hz到5Hz。测量剖面位置与高精度磁测一致,线距100 m,点距25 m。由图4可知,小于20 m地表电阻率较低,可能与地表风化破碎程度较高有关;而小于300 m浅表电阻率横向变化强烈,可见高阻与低阻交替出现;大于400 m地层电阻率较低且横向分布均匀。结合矿区特征认为,高阻间挟持的低阻带可能由富含黄铁矿的破碎蚀变带或断裂构造引起。这与上文高精度磁测推测断裂构造位置和地图草测所勾勒的北东东向断裂构造有很好的相符。

综合地图草测、分量化探成果、高精度磁法和音频大地电磁测量成果可知,矿区F4、F5、F6断裂真实存在,且向下延深可达200~300 m,控制含金石英脉及蚀变带的规模、产状和分布等。因此,应加强F4、F5、F6断裂构造方向上的找矿工作,同时也应注重已发现金矿化脉深部的找矿工作。

4 结论

(1)哈力齐地区含金石英脉赋存于下泥盆统查干合布组板片岩中,近直立,呈透镜状,宽约60~80 cm,地表断续出露约160 m,矿石主要呈脉状构造或块状构造,地表矿石常见网格状破裂和晶洞构造,为典型的石英脉型金矿。

(2)通过对工作区成矿条件的分析可知,哈力齐金矿受断裂构造控制明显,近东西向断裂带与北东东向次级断裂的交汇部位可能为有利的矿体赋存地

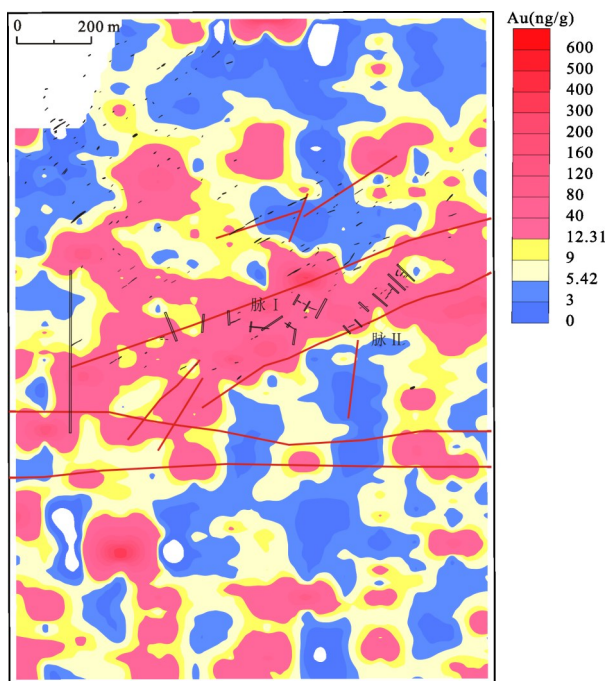


图3 Au分量测量等值线图

Fig.3 Isoline map of partial Au content

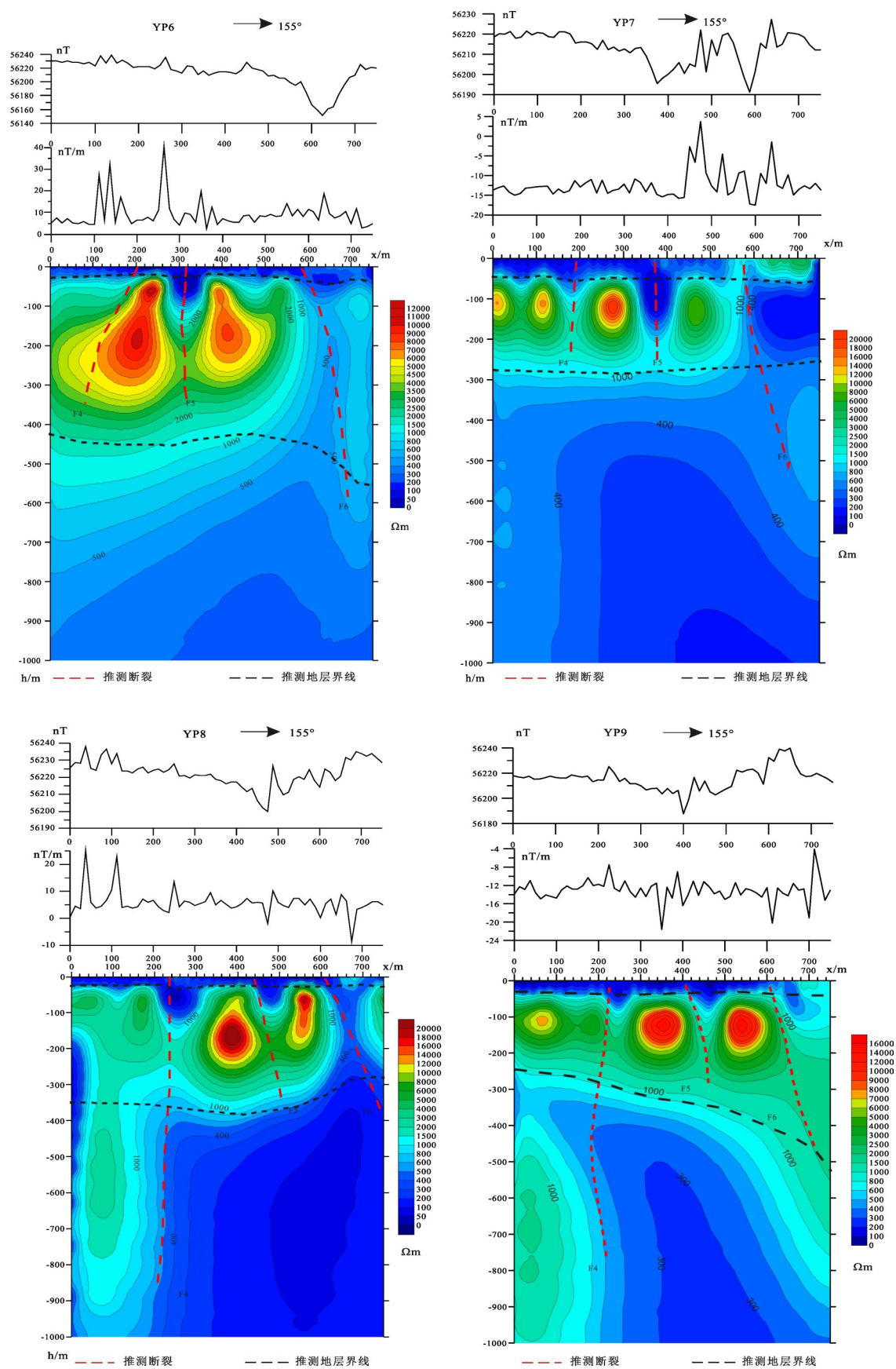


图4 地球物理反演解释图

Fig.4 Geophysical inversion outputting

段。而分量化探、高精度磁法和音频大地电磁测量结果,不仅证实了北东东向次级断裂构造的存在,而且指示已发现的两条金矿化石英脉的深部及其容矿断裂延伸方向具备良好的找矿前景。

参考文献:

- [1] 吴兆剑,韩效忠,祁才吉,等.内蒙古达茂旗哈力齐金矿床地质和流体包裹体特征及成因类型[J].黄金,2013,34(5):11-16.
- [2] 邵和明,张履桥.内蒙古自治区主要成矿区(带)和成矿系列[R].内蒙古地质调查院,2001,42-56.
- [3] 陈郑辉,朱裕生,王保良,等.内蒙古主要成矿区带及其矿产资源潜力分析[J].西部资源,2005,7(4):4-9.
- [4] 郭健,覃锋,徐庆生,等.广西昭平县湾岛金矿控矿条件调查研究与靶区预测[J].地质与勘探,2011,47(2):163-169.
- [5] 成勇,张锐.新疆西准包古图地区铜金矿成矿规律浅析[J].地质与勘探,2006,42(4):11-15.
- [6] 李晓峰,华仁民,毛景文.江西金山金矿成矿物质来源的铂元素证据[J].地质与勘探,2002,38(6):13-16.
- [7] 原莲肖,任涛,李英,等.陕西山阳县夏家店金矿物质组分和成矿流体特征及成矿物质来源探讨[J].地质与勘探,2007,43(5):68-73.
- [8] 莫江平,黄杰,冯国玉.桂北地区剪切带型金矿成矿机理研究[J].地质与勘探,2009,45(6):655-660.
- [9] 刘洪,吕新彪,李春诚,等.河南罗山金城金矿床成矿条件与深部找矿前景分析[J].地质与勘探,2013,49(2):265-273.
- [10] 刘郁,韩效忠,吴兆剑,等.内蒙古达茂旗哈力齐地区某金矿点控矿因素及资源量估算[J].西部资源,2012(3):102-107.
- [11] 尹金双,李子颖,葛祥坤.分量化探法在铀资源勘查中的应用[M].北京:原子能出版社,2012,1-10.
- [12] 葛祥坤,尹金双,范光,等.分量化探法在铀资源勘查中的应用[J].铀矿地质,2013,29(1):47-51.
- [13] 梁德超,杨立强,邓军.地面高精度磁法测量找寻金矿引用例析[J].地球学报,1999,20(3):294-301.
- [14] 杨学明,秦正永,刘文奎,等.地面高精度磁法测量在北苏丹国哈马迪金矿勘查中的应用[J].地质调查与研究,2013,36(3):233-238.
- [15] 吴国学.金矿勘查中的地面高精度磁法测量——以黑龙江乌拉嘎金矿外围十三公里勘查区为例[J].地球物理学进展,2007,22(5):1637-1641.
- [16] 乔宝强,程纪星,刘祐.音频大地电磁测深法与高精度磁法在江西河元背地区试验研究及效果[J].铀矿地质,2013,29(2):104-111.
- [17] 陈凯,孙德旭,韩飘平,等.音频大地电磁法在相山地区的找矿应用[J].东华理工大学学报(自然科学版),2013,36(S2):0084-0090.

Deposit Characteristics and Prospecting of Haliqi Gold Deposit in Damaoqi, Inner Mongolia

WU Zhao-jian¹, HAN Xiao-zhong¹, YIN Jin-shuang², WANG Ming-tai²

(1. Special Technology Exploration Center of China Coal Geology Bureau, China Coal Geology Engineering Corporation, Beijing 100040, China; 2. Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing 100029, China)

Abstract: Haliqi gold deposit is an epithermal quartz-vein type gold deposit which has been found in the secondary fracture of the Wude tectonic mélange belt. The deposit occurred in the epimetamorphic quartzose and mica-slate of lower Devonian Chaganhebu Formation and was controlled by the nearly EW-trending deep faults. On the base of analysing the mineralization geological setting and metallogenic conditions, we use controlled-source audio-frequency magnetotelluric method, high-precision magnetic survey method and partial content geochemical survey method to forecast the gold metallogenetic potentiality. It is suggested that the ends and deep part of the mineralized quartz veins are an important metallogenetic prospective area.

Key words: Damao Banner; Inner Mongolia; Haliqi gold deposit; metallogenetic conditions; prospecting