

黑龙江省嘉荫县马连金矿床地质特征及外围找矿潜力分析

张朋¹, 杨宏智¹, 彭明生¹, 乔树岩²

(1. 沈阳地质矿产研究所/中国地质调查局 沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110034;

2. 中煤地质工程总公司, 北京 100073)

摘要 通过对马连金矿床及其外围开展系统的地质、物化探综合普查评价, 分析了该地区的成矿地质背景, 确定了2处找矿靶区。以蜂房沟找矿靶区为重点, 通过工程揭露共发现4条矿(矿化)体, 且矿(矿化)体与圈定的物、化探异常套合较好, 经分析认为其成矿条件与马连金矿床具有可比性。由此得出, 在蜂房沟区极有可能找到一处造山型金矿, 找矿潜力较大。

关键词 造山型金矿; 马连金矿外围; 找矿前景; 黑龙江省

DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2014.02.001

GEOLOGIC CHARACTERISTIC AND PROSPECTING POTENTIAL OF THE MALIAN GOLD DEPOSIT IN HEILONGJIANG PROVINCE

ZHANG Peng¹, YANG Hong-zhi¹, PENG Ming-sheng¹, QIAO Shu-yang²

(1. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Shenyang 110034, China;

2. China Coal Geology Engineering Corporation, Beijing 100073, China)

Abstract : On the basis of mineral geology, geophysics and geochemistry in the Malian gold deposit and its surroundings, with discussion on the geology setting, two prospecting targets are determined, among which Fengfanggou is the major area for exploration. Four ore (mineralized) bodies are discovered, which are identical with the delineated geophysical and geochemical anomalies. The mineralizing conditions are comparable with the Malian gold deposit. Therefore it is concluded that an orogenic gold deposit similar to the Malian gold deposit will be promisingly found in the Fengfanggou area.

Key words : orogenic gold deposit; surroundings of Malian gold deposit; prospecting potential; Heilongjiang Province

1 成矿地质背景

马连金矿床位于佳木斯隆起北缘, 该区属于北北东向佳木斯古元古代隆起铁、金、非金属成矿带的重要组成部分^①, 区域上可分为汤旺河-关松河隆起、嘉荫凹陷、太平沟隆起3个次级构造单元(图1)。

区域出露的地层较为简单, 主要有古元古界兴东岩群(Pt₁xd)、中元古界黑龙江岩群上岩组(Pt₂hl)、黑龙江岩群下岩组(Pt₂hl)、下白垩统宁远村组(K₁n)、下白垩统洮南组(K₁)、上白垩统松木河组(K₂s)、古新统乌云组(E₁w)、上-渐新统孙吴组(E₃N₂s)、大罗密玄武岩岩组(Q)及第四系(Q)。

区域构造以褶皱和断裂构造为主。褶皱构造以元古宙变质岩为变形体形成的马连站、中心沟复背斜及其间的复向斜, 呈雁行式排列, 总体背、向斜轴走向为北东。断裂构造按走向可分北北东、东西、南北向断裂等。上述断裂具有多期活动与叠加复合的特点。

区域内岩浆岩不发育, 类型单一, 以中-酸性岩类侵入岩最为发育。脉岩以花岗斑岩脉、闪长玢岩脉为主。

2 马连金矿地质特征

2.1.1 矿区地质

马连金矿床位于黑龙江省嘉荫县城东南50 km

收稿日期: 2012-08-27 修回日期: 2012-10-31 编辑: 张哲

基金项目: 黑龙江省国土资源厅“乌拉嘎幅、团结幅、连江林场幅、嘉荫河口幅1:50000区域地质矿产调查”(200621)项目资助。

作者简介: 张朋(1983—), 男, 主要从事地质矿产勘查工作, 通信地址: 辽宁省沈阳市皇姑区黄河北大街280号, E-mail: geozhangpeng2010@163.com

①黑龙江省地矿局第三地质大队. 黑龙江省嘉荫县马连金矿床普查报告. 1989.

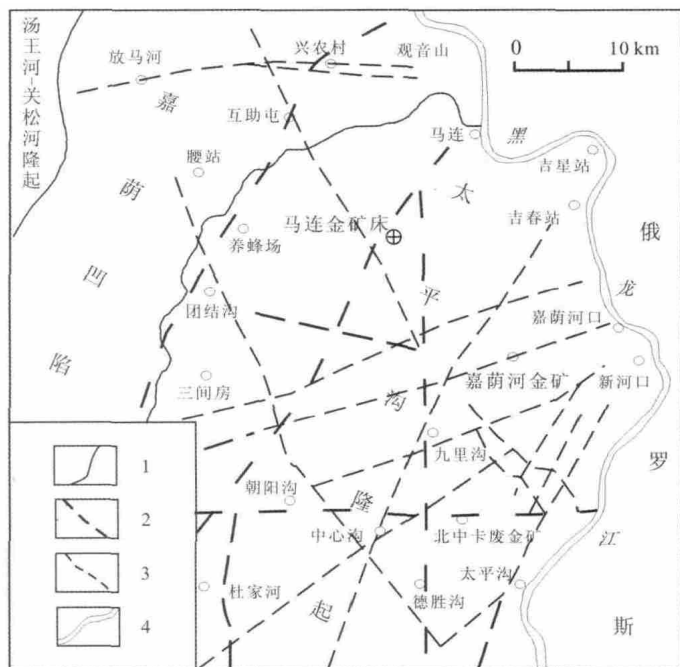


图1 马连地区构造纲要图
(据吴国学, 2008)

Fig. 1 Geotectonic map of Malian area
(From WU Guo-xue, 2008)

- 1—构造界线 (tectonic boundary) 2—深断裂 (deep fault) 3—小断裂 (small fault) 4—河流 (river)

处, 佳木斯隆起北端. 矿区内出露的地层主要是中元古界黑龙江岩群下岩组, 侵入岩为闪长岩、安山玢岩脉等. 其中黑龙江群下岩组总体走向北东, 倾向以南东为主, 倾角 $15^{\circ} \sim 35^{\circ}$. 主要岩石类型为白云斜长片岩、白云石英片岩—片状石英岩、含绿帘阳起绿泥钠长片岩、钠长绿泥片岩及透闪石岩等. 其原岩为一套基性玄武岩、酸性火山岩、火山碎屑岩和黏土质—半黏土质沉积岩^①. 主要构造是北东、北西和近南北向压扭性断裂构造, 马连金矿床赋存在北西和近南北向压扭性断裂带内, 赋矿围岩为白云母斜长片岩 (图2).

2.1.2 矿床地质

目前该矿区发现矿(化)体34条, 其中主矿体6条, 尤以IX和X号矿体规模较大. 其中IX号矿体呈北北西走向, 走向延伸达150 m, 地表出露宽度最大9.93 m, 平均宽度4.48 m, 倾向东, 倾向延伸93 m, 平均品位 2.88×10^{-6} ; X号矿体呈北西走向, 走向延伸170 m, 地表出露平均宽度2.45 m, 倾向北东, 倾斜延伸115 m, 平均品位 2.51×10^{-6} (图2)^②.

矿石自然类型为石英脉型, 金属矿物组合较为简单, 主要有黄铁矿 (图3a、c)、毒砂 (图3b)、方铅矿、黄

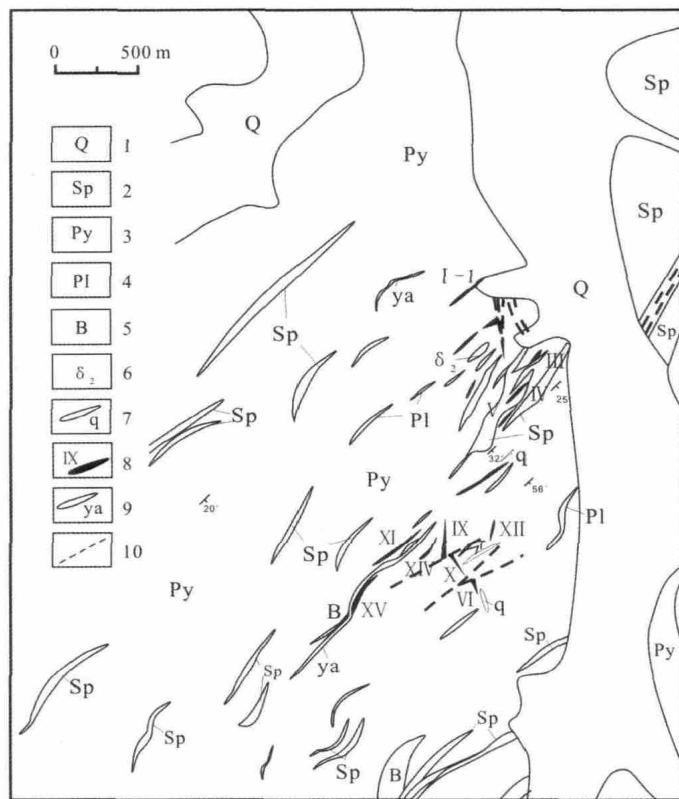


图2 马连金矿矿区地质图
(据文献 [2] 修改)

Fig. 2 Geologic map of the Malian gold orefield
(Modified from Reference [2])

- 1—第四系 (Quaternary) 2—片状石英岩、白云石英片岩夹白云斜长片岩 (schistose quartzite and muscovite-quartz schist with muscovite-plagioclase schist) 3—白云母斜长片岩 (muscovite-plagioclase schist) 4—含绿帘阳起绿泥钠长片岩 (epidote-actinolite-chlorite-albite-bearing schist) 5—斜长变粒岩 (plagioclase granulite) 6—闪长岩 (diorite) 7—石英脉 (quartz vein); 8—矿体 (orebody) 9—英安玢岩 (dacite porphyrite) 10—断裂 (fault)

铜矿 (图3e), 含少量褐铁矿 (图3g). 脉石矿物主要为石英, 其次为绢云母和长石. 矿石结构以半自形—他形结构 (图3d)、碎裂结构 (图3f) 为主, 局部见有交代残余结构, 主要构造有浸染状构造和脉状构造. 围岩蚀变类型主要有钾化、硅化、绿帘石化、绿泥石化、碳酸盐化.

2.1.3 找矿标志

地层标志: 矿体主要赋存在中元古界黑龙江岩群鸡冠山组地层中, 因此鸡冠山组是该区找金的主要层位.

构造标志: 长期隆起的构造单元, 北北西向、近南北向及北北东向的断裂构造是该地区找金的构造标志.

①黑龙江省地矿局第三地质大队. 黑龙江省嘉荫县马连岩金矿床普查报告. 1989.

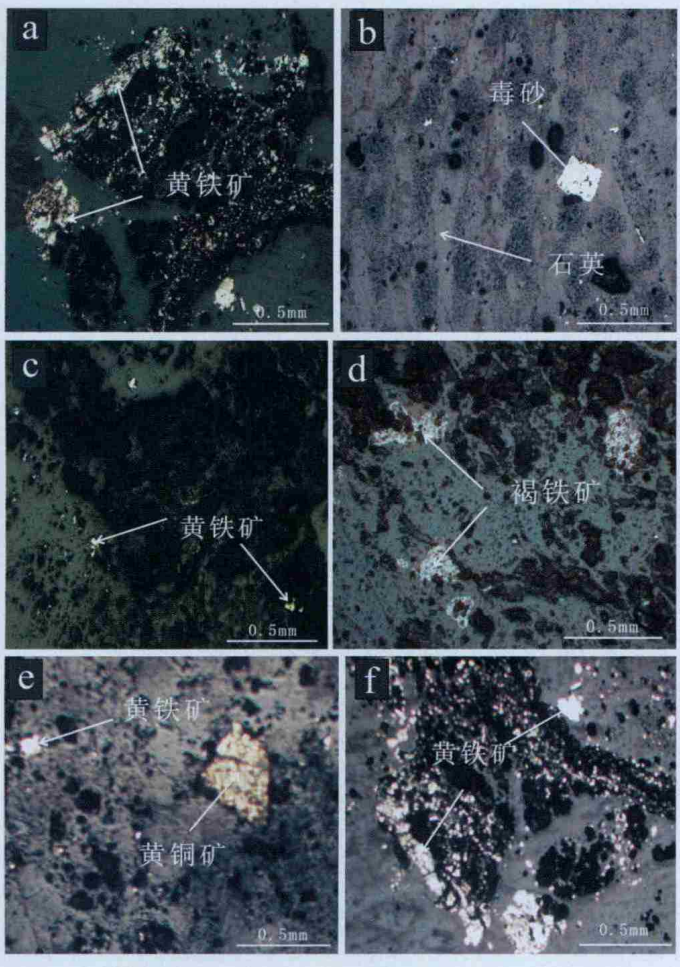


图 3 马连金矿床矿石显微照片

Fig. 3 Microphotographs of ores in the Malian gold deposit

蚀变标志 以硅化、黄铁矿化、毒砂化、褐铁矿化为主的蚀变与矿化是该区找金的矿化蚀变标志。

化学异常标志：以 Au、As、Sb 为主的地球化学组合异常是该区域找金的地球化学标志。

3 找矿靶区的确定

本次工作在马连金矿床外围地区开展 1:5 万水系沉积物测量，共圈定具有找矿意义的 Au-Sb-Hg-As-Bi-Pb 中低温金矿床组合，Mo-Au-Cu、W-Mo 中高温组合异常 45 处^①。

上述异常的圈定为马连金矿床外围找矿提供了有力的地球化学依据。通过对地球化学异常的科学评价，结合该区的成矿地质条件，确定了 2 处找矿靶区，即连江林场蜂房沟和连江林场小马连站河两个找矿靶区（图 4）。在连江林场蜂房沟投入大量工作，找矿效果最为明显。认为该区找矿潜力较大，故本文重点讨论该靶区的成矿地质特征及找矿前景。

① 吉林大学地质调查研究院. 黑龙江省乌拉嘎幅、团结构幅、连江林场幅、嘉荫河口幅 1:5 万区域地质矿产调查报告. 2009.

4 蜂房沟找矿靶区特征

4.1 地质特征

蜂房沟找矿靶区位于嘉荫县连江林场蜂房沟西北方向 4 km 处，大地构造位置处于地处吉黑地槽褶皱系北部，佳木斯隆起与张广才岭造山带接壤部位北端。矿化区内出露地层较为简单，为中元古界黑龙江群变质岩系，其主要岩性为白云母片岩、白云母石英片岩、绿泥绿帘钠长片岩，局部地段见有长英质片麻岩。侵入岩主要为花岗斑岩，脉岩主要为花岗细晶岩脉。矿区构造主要为北东东和北北西向断裂构造，其中北东东向断裂是主要的容矿构造（图 5）。

4.2 矿化蚀变体特征

笔者在该找矿靶区组织实施了 1:10000、1:2000 地质填图和槽探揭露工程^②。通过普查共发现矿（矿化）体 4 条，矿体类型主要为石英脉型和破碎石英脉型，赋存于石英片岩等岩石中。其中有 3 条规模相对较大，编号 I、II 和 III。矿体总体呈北东东走向，倾向北东。金的含量一般在 $0.77 \times 10^{-6} \sim 2.27 \times 10^{-6}$ 之间，银含量一般在 $0.08 \times 10^{-6} \sim 0.18 \times 10^{-6}$ 之间。其主要特征见表 1。

表 1 矿体（矿化）特征和 Au 含量一览表

Table 1 Features of ore body/mineralization with Au and Ag contents

编号	矿化类型	矿化特征	Au/ 10^{-6}	Ag/ 10^{-6}
I	石英脉型	石英脉宽 5~30 cm，含矿石英脉宽 50 cm，产状为 $360^\circ \angle 68^\circ$ 石英细脉带宽约 5 cm，产状 $160^\circ \angle 45^\circ$	1.59	0.18
II	蚀变岩型	围岩蚀变发育，主要有硅化、泥化、绢英岩化，可见黄铁矿化，强片理化钠长片岩与金矿化关系密切	2.27	0.10
III	破碎带型	主要为碎裂化的白云母片岩，破碎带不发育，岩石主要以白云母和石英为主，均为碎裂状，产状为 $342^\circ \angle 22^\circ$	0.77~2.19	0.08~0.18

矿石中矿石矿物组合较为简单，主要为黄铁矿，含有少量方铅矿、毒砂和褐铁矿。其中黄铁矿有两期：一期颜色黄白色，颗粒小，自形晶；另一期颜色黄色，颗粒大，半自形—他形晶。脉石矿物主要为石英，含少量长石和方解石。矿石结构为半自形—他形结构，矿石构造为浸染状构造。围岩蚀变有绢云母化、高岭土化和泥化，矿化矿物主要为黄铁矿、绢云母、石英。根据野外矿体的相互穿插关系、物质成分、矿物的共生组合和矿石的结构构造特征，矿点的成矿作用主要分为 3 个成矿

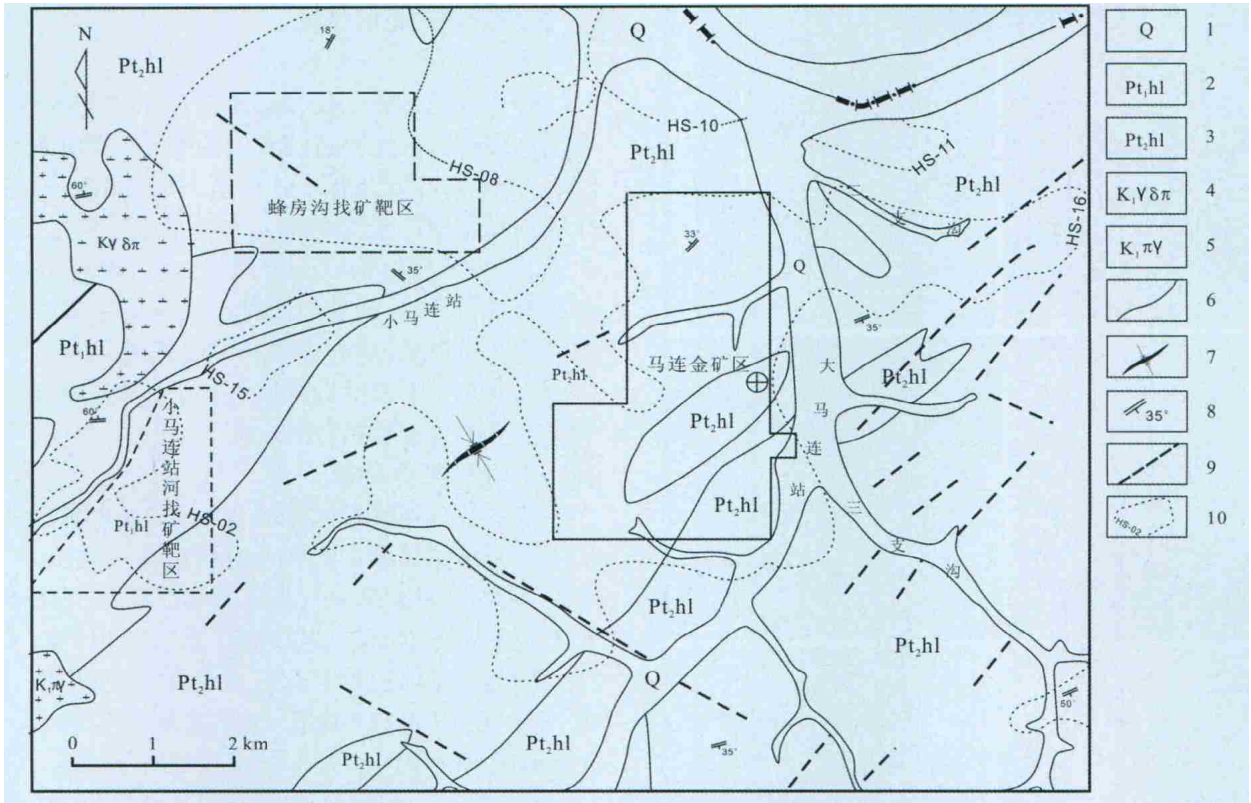


图 4 马连地区地质简图

Fig. 4 Geologic map of Malian area

1—第四系 (Quaternary) 2—黑龙江岩群上岩组 (upper member of Heilongjiang rock group) 3—黑龙江岩群下岩组 (lower member of Heilongjiang rock group) 4—花岗闪长斑岩 (granodiorite porphyry) 5—花岗斑岩 (granite porphyry) 6—地质界线 (geologic boundary) 7—向斜 (syncline) 8—产状 (occurrence) 9—推断断裂 (inferred fault) 10—水系沉积物异常及编号 (stream sediment anomaly and code)

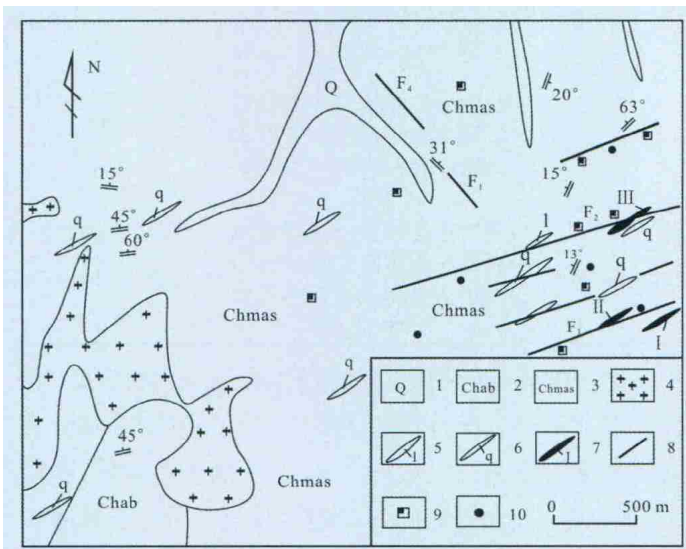


图 5 蜂房沟找矿靶区地质简图

Fig. 5 Geologic sketch map of the Fengfanggou prospecting target

1—第四系 (Quaternary) 2—钠长片岩 (albite schist) 3—白云母片岩 (muscovite schist) 4—花岗斑岩 (granite porphyry) 5—花岗细晶岩脉 (granite aplite dike) 6—石英脉 (quartz vein) 7—矿体及编号 (orebody and code) 8—断层 (fault) 9—硅化 (silicification) 10—黄铁矿化 (pyritization)

阶段：I 绢云母-黄铁矿阶段；II 石英-黄铁矿阶段；III 石英-高岭土阶段。

4.3 地球化学特征

4.3.1 1:5 万水系沉积物地球化学

区内 1:5 万水系沉积物异常主要分布在小马连站河北部，主要由 Au、As、Sb、W 单元元素异常组成。该元素组合异常面积为 8.14 km²，呈葫芦形，北东向展布，面积约 8.14 km²。最高 NAP 为 47.65 (Sb-03)，异常分带性一般，仅 Au-17 发育中带，其他异常为浓度外带。异常最高值和平均值分别为 Au：14.5×10⁻⁹，0.767×10⁻⁹；As 374.85×10⁻⁶，99.58×10⁻⁶；Sb 22.16×10⁻⁶，14.84×10⁻⁶；W 14.84×10⁻⁶，10.97×10⁻⁶。

4.3.2 1:1 万土壤地球化学

本异常查证区位于 1:5 万连江林场幅的中部，以 Au、Hg、Cu、As 和 Sb 元素异常组合为主，其他元素异常相伴生。共圈定土壤组合异常 42 个，其中组合元素套合较好的有 III HT-01、III HT-03、III HT-05、III HT-06、III HT-09、III HT-16、III HT-25、III HT-21、III HT-27、III HT-39、III HT-10、III HT-22 和 III HT-34 等 13 个。III

HT-10、ⅢHT-22 和ⅢHT-34 以 Au-W-Hg 元素套合较好为特征. 各元素异常的最大值、最小值、平均值、离差、变异系数详见表 2. 从表中可知, Au、As、Sb 和 Hg 的变异系数较大, Au-Ag-As-Hg-Sb 元素套合较好, W 也具有较高的含量和变异系数, 且 Au、Pb 具有明显的正态分布特征. 属于乙₃类或乙₂类异常.

4.4 地球物理特征

2008 年在该区开展了 1:2 万高磁测量, 结果将测区内的磁场分为波动的正磁场和正负交替不规则锯齿状磁场两类 (图 6、7). 波动的正磁场是主要磁异常场类型. 异常曲线形态总体较平稳, 叠加有波状波动, 强度弱, 变化范围 10~200 nT. 该类磁场区地表地质环境主

要为黑龙江岩群白云母片岩-石英岩岩组和绿片岩-绿泥钠长片岩岩组, 推断该类磁场主要由中元古界黑龙江岩群变质岩类引起. 有 6 处环形正异常分布在西部, 为早白垩世侵入岩类花岗闪长斑岩引起 (图 6). 测区磁异常分为正负相间磁异常和负磁异常两种类型 (图 7). 正、负交替不规则锯齿状磁场, 主要分布于靶区中东部, 正负交替, 强度弱, 基本变化范围-15~+50 nT. 该类磁场区地表出露的地层为黑龙江岩群, 但磁场特征与测区内其他部位该岩组的磁场特征完全不同. 由于在具有层状结构的变质岩中, 其磁性往往随方向不同而异, 表现出磁各向异性. 当产状发生变化时, 表现出的磁场特征亦会出现明显不同. 抗磁性矿物石英的含量

表 2 蜂房沟找矿靶区地球化学参数特征表

Table 2 Geochemical parameters of the Fengfanggou prospecting target

元素	Au	Ag	Pb	Mo	W	Cu	Zn	As	Sb	Bi	Hg
最大值	255.00	0.70	102.04	4.53	60.82	55.87	179.61	2379.71	45.25	1.59	1.13
最小值	0.30	0.04	5.91	0.39	0.71	7.48	42.18	2.68	0.28	0.08	0.01
平均值	0.76	0.11	24.32	1.37	2.30	18.16	92.70	19.95	1.56	0.33	0.04
离差	0.25	0.15	0.07	0.12	0.12	0.11	0.07	0.33	0.36	0.07	0.13
变异系数	15.26	0.42	0.24	0.32	0.73	0.30	0.19	2.78	1.46	0.26	1.00

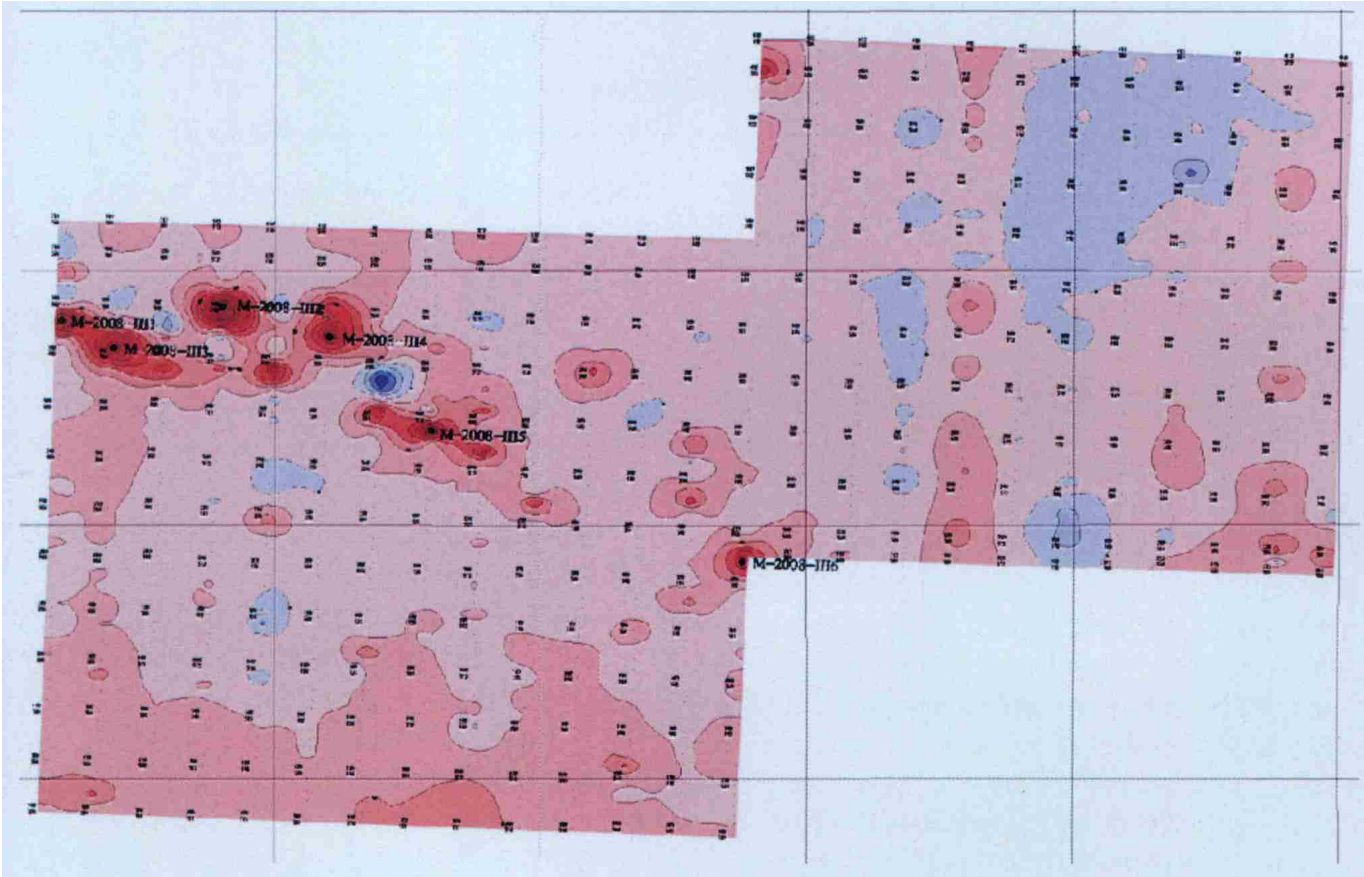


图 6 蜂房沟找矿靶区高精度磁测 ΔT 等值线平面图

Fig. 6 The ΔT planar isogram of ground high-precision magnetic survey in Fengfanggou prospecting target

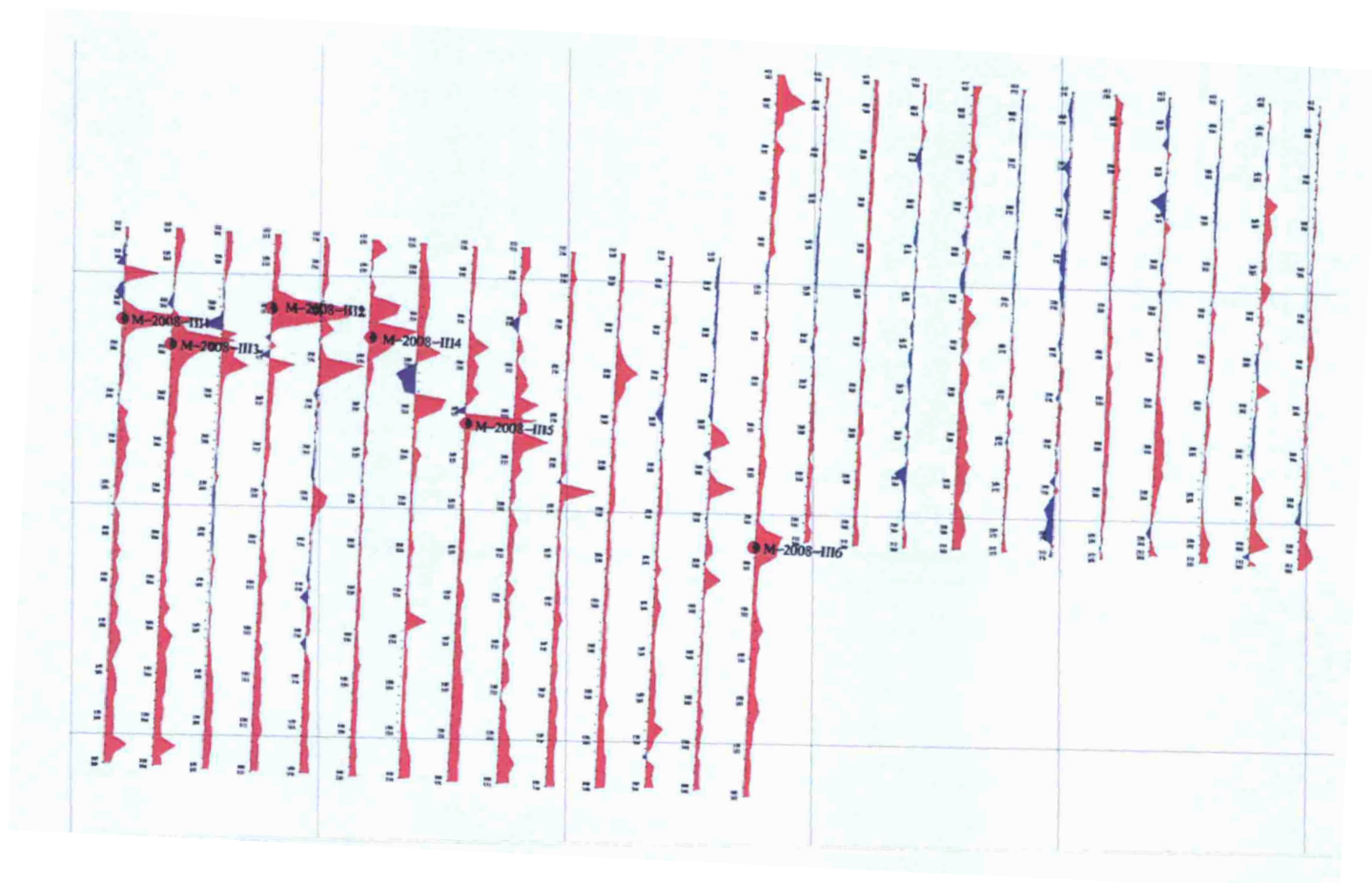


图 7 蜂房沟找矿靶区高精度磁测 ΔT 剖面平面图

Fig. 7 The ΔT profile map of ground high-precision magnetic survey in Fengfanggou prospecting target

不均匀变化也会引起磁性的明显变化. 结合野外地质测量, 初步认为是岩石内部的石英含量不同, 背形和向形交替变化共同导致.

5 找矿前景分析

造山型金矿床是指那些在时空上与造山作用有关的主要受构造控制的金矿床. 这类矿床形成于地表向地下 2~20 km 的不同深度, Groves 等^[4]根据 Lindgren (1933) 的浅成、中成和深成的深度分类方案, 将造山型金矿划分为浅成 (<6 km)、中成 (6~12 km) 和深成 (>12 km) 3 个亚型. 造山型金矿床是最重要金矿床类型之一, 在全球占有重要的地位, 在全球超大型金矿中, 有 23 个储量大于 500 t 的金矿床属于此类型^[4].

通过对马连金矿床成矿地质条件的分析, 结合前人的研究结果^[4], 认为马连金矿床具有造山型金矿的典型特征, 而蜂房沟找矿靶区成矿地质条件和成矿地质背景具有相似的特点. 本文从成矿大地构造背景、地层、构造方面对该区找矿前景进行分析.

(i) 成矿大地构造背景: 造山型金矿产于碰撞造

山形成的变质地体中, 而本区恰好为佳木斯地块和松嫩地块碰撞造山地区, 说明本区具有造山型金矿成矿的大地构造背景.

(2) 地层: 造山型金矿成矿主要发生在赋矿地质峰期变质之后, 成矿深度变化范围大, 而本区赋矿围岩 (黑龙江岩群) 恰为变质地质体, 且含有成矿元素^[4], 这为该类型金矿的形成提供了有利的条件, 说明该区存在与马连金矿相似的金矿类型.

(3) 构造: 造山型金矿主要为受断裂构造控制的脉状金矿床, 构造既有有利于含矿热液流动迁移的条件, 又有合适的空间与场所围其成矿物质沉淀堆积的存储条件, 是主要的控矿因素. 本区断裂构造较为发育, 特别是北东东和北北西向断裂构造, 说明本区既有导矿又有储矿构造的条件, 有利于矿床的形成.

通过工程揭露, 本区圈定的物、化探异常处与新发现的蚀变矿化体吻合较好, 推测上述异常可能为断裂构造带中含金硫化物引起, 由此推断本区极有可能找到造山型金矿.

(下转第 106 页 / Continued on Page 106)

石岭组岩性特征由凝灰岩、玄武岩及砂砾岩、凝灰质砂砾岩组成,夹薄层碎屑岩和煤线;电性特征为电阻中到高值,声差低值,钻井分层位于火山岩系组合结束、沙河子组底部大套砂砾岩出现处;地震剖面上构造高部位为强反射,其下可见削截,其上可见上超现象。沙河子组岩性特征由灰黑色、深灰色泥岩与细砂岩、砂砾岩组成,含煤线;电性特征与岩性组合相一致,砂砾岩电阻率曲线呈高阻锯齿状,且高于上下地层,以一套较连续的弱反射或空白反射为特征;地震剖面上表现为由下部的杂乱的或丘状不连续反射变为上部的空白反射或交连续平行反射。营城组岩性特征为由灰黑色、深灰色泥岩与粉细砂岩、砂砾岩组成的 3 个正旋回组成,含

煤线,底部杂色砂砾岩;电性特征与岩性组合特征一致;在地震剖面上营城组底界面具有削截和上超且反射振幅较强,顶界面表现为剥蚀面反射,与下部地层呈明显的角度不整合,多表现为强振幅,高连续性。

参考文献:

- [1] 李桂俊,李国艳. 松辽盆地深层地层及构造特征 [J]. 吉林地质, 2009, 28 (2): 4—7.
- [2] 赵娜. 松辽盆地南部双辽断陷烃源岩评价 [J]. 内蒙古石油化工, 2011, 37 (2): 125—126.
- [3] 叶得全,徐静慧. 松辽盆地白垩纪介形类生物地层学 [J]. 微体古生物学报, 1994, 11 (4): 429—438.
- [4] 尹殿奎. 松辽盆地白垩系地层特征 [J]. 吉林地质, 2004, 23 (3): 1—6.

(上接第 102 页 /Continued from Page 102)

参加此项目工作的还有吉林大学地球科学学院孙景贵教授、李殿超教授、长春工程学院门兰静博士、吉林省地质调查院聂喜涛、国土资源部航遥中心梁树能、江苏地质调查院陈东、中国冶金地质总局三局常燕等,在此表示感谢。

参考文献:

- [1] 王可勇,任云生,程新民,等. 黑龙江团结沟金矿床流体包裹体研究及矿床成因 [J]. 大地构造与成矿, 2004, 2 (28): 171—178.

- [2] 陈雷. 黑龙江省宁安县英城子金矿成矿作用与成矿模式研究 [D]. 长春: 吉林大学硕士学位论文, 2008.
- [3] Groves D I, Goldfarb R J, Gebre-Mariam M, et al. Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types [J]. Ore Geology Reviews, 1998, 3: 7—27.
- [4] Bierlein F P, Groves D I, Goldfarb R J, et al. Lithospheric controls on the formation of provinces hosting giant orogenic gold deposits [J]. Mineralium Deposita, 2006, 40: 874—886.
- [5] 张朋,孙景贵,乔树岩,等. 黑龙江省嘉荫县马连金矿床地质地质特征及成因探讨 [J]. 黄金, 2011, 8 (32): 9—16.