

黑龙江省嫩江市播根里地区地球化学异常特征及找矿潜力

郝士龙¹, 李成禄¹, 胡忠贤²

1. 黑龙江省自然资源调查院, 黑龙江 哈尔滨 150036; 2. 黑龙江省地质矿产局, 黑龙江 哈尔滨 150036

摘要: 在黑龙江多宝山地区 1:5 万矿产远景调查及黑龙江省嫩江县霍龙门乡播根里金矿普查项目成果基础上, 综合分析区域成矿规律和物化探异常特征, 讨论其找矿潜力。1:5 万化探异常特征显示以 Au 异常为主, Au 强度较高, 多达内带, 并与 Ag 异常关系较密切。结合 1:5 万物探特征及遥感等信息, 在研究区内圈定 6 处综合异常。其中, 08XHt-3 号异常中的 Au-20 异常面积为 3.79 km², 异常最大值为 43.1×10⁻⁹, 平均值为 7.53×10⁻⁹, 达内带; 08DHt-11 号异常中的 Au-47 异常面积为 2.157 km², 异常最大值为 29.9×10⁻⁹, 平均值为 8.58×10⁻⁹, 达内带。进一步开展的 1:1 万大比例尺物化探工作显示 Au 异常重现性好, 与物探异常相吻合。其中圈定的 BG12HtAu-22 号金元素异常最大值为 115.9×10⁻⁹, 平均值为 23.55×10⁻⁹, 异常达到内带; BG12HtAu-42、43 号金异常最大值分别为 43.6×10⁻⁹、25.7×10⁻⁹, 异常均达到中带。综合分析区域成矿规律、研究区成矿条件, 结合物化探异常特征以及少量工程查证发现的 1 条金矿体和 5 条金矿化体, 认为研究区具有较大的找矿潜力, 值得继续开展进一步的查证工作。

关键词: 找矿潜力; 物探异常; 化探异常; 播根里地区; 黑龙江省

开放科学标志码(OSID):



DOI: 10.13686/j.cnki.dzyzy.2020.05.003

GEOCHEMICAL ANOMALY AND PROSPECTING POTENTIAL IN BOGENLI AREA, HEILONGJIANG PROVINCE

HAO Shi-long¹, LI Cheng-lu¹, HU Zhong-xian²

1. Heilongjiang Institute of Natural Resources Survey, Harbin 150036, China;
2. Heilongjiang Bureau of Geology and Mineral Resources, Harbin 150036, China

Abstract: On the basis of 1:50000 mineral prospective survey in Dubaoshan area and gold deposit general prospecting results in Bogenli area of Nenjiang City, Heilongjiang Province, the paper comprehensively analyzes the regional metallogenic regularity, characteristics of geophysical-geochemical anomalies and prospecting potential. The 1:50000 geochemical anomaly characteristics show that Au anomaly is dominant, with high anomaly strength, most reaching the inner zone and closely related to Ag anomaly. Six comprehensive anomalies are delineated combined with the 1:50000 geophysical prospecting characteristics and remote sensing information. For the 08XHt-3 anomaly, the Au-20 anomaly area is 3.79 km² with the maximum value of 43.1×10⁻⁹, averagely 7.53×10⁻⁹, reaching the inner zone. In the 08DHt-11, the Au-47 anomaly area is 2.157 km² with the maximum value of 29.9×10⁻⁹, averagely 8.58×10⁻⁹, reaching the inner zone. The later geophysical-geochemical prospecting in 1:10000 scale shows good reproducibility of Au anomaly, which is consistent with geophysical anomaly. The maximum Au anomaly value of delineated BG12HtAu-22 is 115.9×10⁻⁹,

收稿日期: 2020-02-06; 修回日期: 2020-03-19. 编辑: 李兰英.

基金项目: 黑龙江省地质勘查公益类项目“黑龙江省 1:5 万矿调成果综合研究及找矿靶区优选”(GY-2018003)和国土科研类项目“黑龙江省嫩江-黑龙江构造混杂岩地区成矿规律与找矿预测”(黑国土科研 201603)资助.

作者简介: 郝士龙(1988—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事地质矿产勘查与研究, 通信地址 黑龙江省哈尔滨市香坊区新乡里街 9 号, E-mail//haoshilong0219@163.com

通信作者: 李成禄(1984—), 男, 博士, 高级工程师, 主要从事地质矿产勘查与研究, E-mail//lcl230881@163.com

averagely 23.55×10^{-9} , reaching the inner zone. The maximum Au anomaly values of BG12HtAu-42 and BG12HtAu-43 are 43.6×10^{-9} and 25.7×10^{-9} respectively, both reaching the middle zone. Through comprehensive analysis of the regional metallogenic regularity and mineralization conditions in the study area, combined with the characteristics of geophysical-geochemical anomalies and 1 gold orebody and 5 mineralized bodies discovered by a few engineering verification, it is considered that the study area has great prospecting potential and is worthy of further investigation.

Key words: prospecting potential; geophysical anomaly; geochemical anomaly; Bogenli area; Heilongjiang Province

0 引言

播根里地区位于兴安造山带东段, 兴安地块和松嫩地块拼贴带(图 1a), 即嫩江-黑河构造混杂岩带中,

处于我国著名的多宝山斑岩型铜-金-钼成矿带南侧^[1]. 近年来在嫩江-黑河地区构造混杂岩带陆续发现了大型的永新金矿床^[2-6]、中型的孟德河金矿床^[7]、

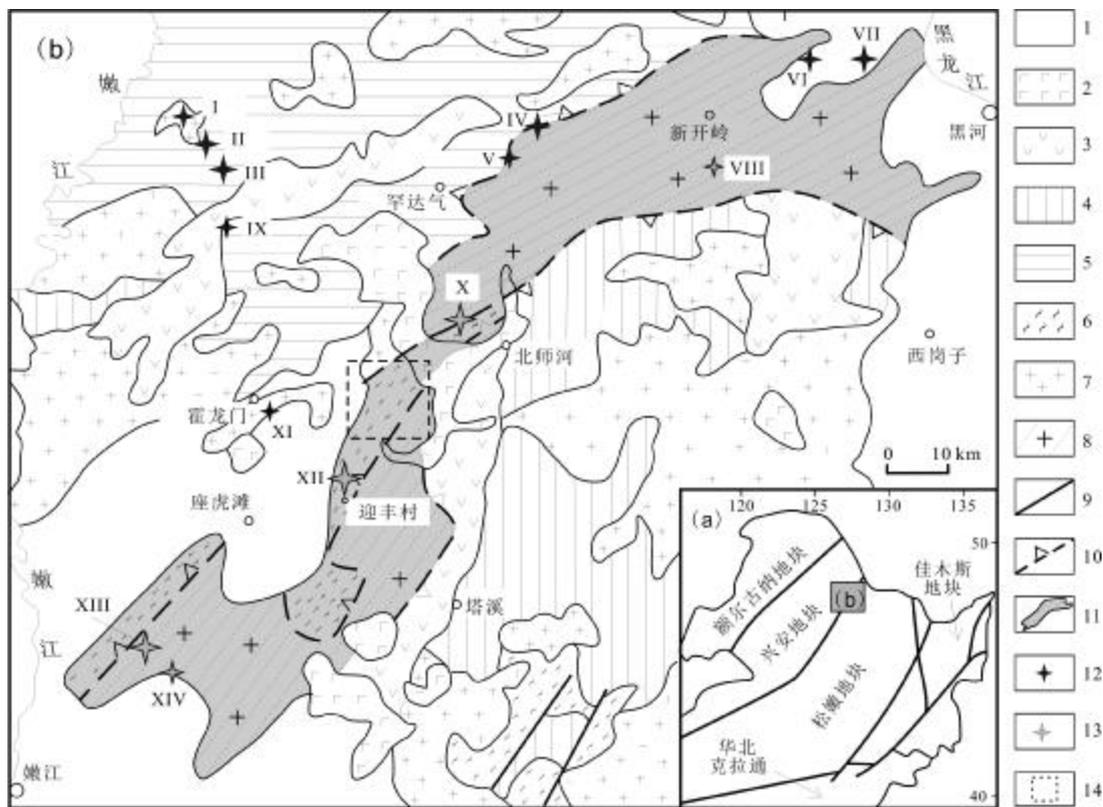


图 1 播根里区域地质简图

(据文献[2])

Fig. 1 Regional geological sketch map of Bogenli area

(From Reference [2])

- 1—中生代沉积物 (Meso-Cenozoic sediment); 2—新生代火山岩 (Cenozoic volcanic rock); 3—中生代火山沉积岩 (Mesozoic volcanic sedimentary rock); 4—上古生界 (Upper Paleozoic); 5—下古生界 (Lower Paleozoic); 6—构造片岩 (tectonic schist); 7—花岗岩麻岩 (granite gneiss); 8—花岗岩质杂岩 (granitic complex); 9—断层 (fault); 10—拆离断层 (detachment fault); 11—糜棱岩化及混合岩化带 (构造混杂岩带) (mylonitization and migmatization zone/ tectonic melange belt); 12—典型金矿床 (typical gold deposit); 13—构造混杂岩带内金矿床 (gold deposit in tectonic melange belt); 14—研究区 (study area); I—多宝山铜矿 (Duobaoshan Cu deposit); II—铜山铜矿 (Tongshan Cu deposit); III—争光金矿 (Zhengguang Au deposit); IV—五道沟-二支沟金矿 (Wudaogou-Erzhigou Au deposit); V—小泥鳅河金矿 (Xiaoniqiuhe Au deposit); VI—三道湾子金矿 (Sandaowanzi Au deposit); VII—上马场金矿 (Shangmachang Au deposit); VIII—四道河子金矿点 (Sidaohezi gold occurrence); IX—二道坎银矿 (Erdaokan Ag deposit); X—孟德河金矿 (Mengdehe Au deposit); XI—野猪沟钼矿 (Yezhugou Mo deposit); XII—永新金矿 (Yongxin Au deposit); XIII—科洛金矿 (Keluo Au deposit); XIV—三合屯金矿 (Sanhetun Au deposit)

科洛金矿床^[4]、小型的三合屯金矿床^[8]和播根里金矿点在内的一批的金矿(化)点(图 1b),显示了区域巨大的成矿潜力。

作者在 2008~2010 年中国地质调查局下达的“黑龙江多宝山区矿产远景调查”项目中所开展的 4 幅 1:5 万(霍龙门幅、霍龙门沟幅、大沙河幅、新风三队幅)面积性地质、物化探工作取得的成果基础上,结合 2012 年黑龙江省下达的矿产勘查项目取得成果,通过总结地质背景、综合物化探特征,分析研究区的找矿潜力,以期为该区金找矿突破提供基础资料。

1 地质背景

区域内地层主要为新元古界—下寒武统变质粉砂岩、变酸性火山岩,古生界的泥-砂岩、中性—中酸性火山岩,中生界基性—中性—中酸性火山岩,新生界的基性—中基性火山岩。侵入岩主要为加里东期、华力西期、燕山期中性—中酸性的闪长岩类和花岗岩类^[9-12]。构造整体以北东向为主,同时派生了明显的北西向构造和近南北向构造。北东向构造明显控制了区域金矿的空间展布(图 1b)^[13-15]。

研究区内地层主要为下白垩统光华组的一套中酸性火山岩(图 1c),以灰白色流纹质凝灰岩为主,其次为少许的流纹岩和英安岩。灰白色流纹质凝灰岩的岩石表面呈黄褐色,风化较强,新鲜面灰白—灰褐色,凝灰质结构,块状构造,主要由风化后的青灰色火山灰与晶屑和岩屑组成。流纹岩的岩石新鲜面灰白色,斑状结构,基质隐晶结构、显微嵌晶结构,流纹构造。英安岩的岩石新鲜面灰紫色,斑状结构,假流纹构造。

研究区内侵入岩较为发育,主要为早石炭世花岗质杂岩和正长花岗岩(图 2),二者接触的构造破碎带中硅化较强,局部形成宽度不一的石英脉,石英脉中可见黄铁矿化。早石炭世花岗质杂岩主要为花岗质糜棱岩、花岗闪长质糜棱岩、糜棱岩。早石炭世正长花岗岩以中粒正长—二长花岗岩为主,其次为中细粒和少许细粒的正长花岗岩。研究区脉岩相对发育,分布范围较广,整体以北东向为主,主要有闪长玢岩脉、花岗斑岩脉和石英脉。

研究区内构造主要为断裂构造,多为张性断裂,总体产状以北东向和南北向断裂为主,同时发育有北西向断裂。北东向断裂控制了糜棱岩的展布方向、后

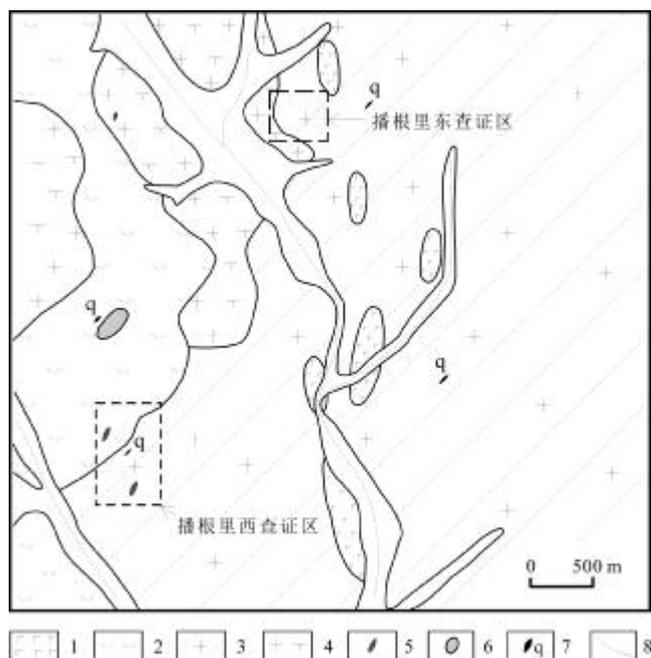


图 2 研究区地质图

Fig. 2 Geological map of the study area

1—新生代火山岩(Cenozoic volcanic rock); 2—白垩系光华组流纹质凝灰岩、流纹岩及英安岩(rhyolitic tuff, rhyolite and dacite of Guanghua fm., Cretaceous); 3—早石炭世花岗质糜棱岩(Early Carboniferous granitic mylonite); 4—早石炭世正长花岗岩(Early Carboniferous syenogranite); 5—闪长玢岩(diorite porphyrite); 6—花岗斑岩(granite porphyry); 7—石英脉(quartz vein); 8—河流(river)

期脉岩的侵入以及整体金、银等元素异常的展布方向;南北向断裂晚于北东向断裂,同样控制金、银、铅等元素异常的展布。

2 地球化学异常特征

2.1 1:5 万地球化学异常特征

根据区域开展的 1:5 万面积性的土壤地球化学测量、相位激电测量和高精度磁法测量、遥感解译等特征所得结果,结合地质背景对研究区内的综合异常进行量化打分、综合评价。按照地质 30%、物探 25%、化探 40%、遥感 5%的权重分别为异常进行打分和排序,确定整个研究区内异常的综合评序。

具体综合异常的圈定、评序的量化指标及原则简易归纳如下。

1)地质赋分原则:按照是否存在对成矿有利的地质体、断裂构造带及可能存在的热液活动等有利成矿的原则,分别从异常所处的地层、岩浆岩、构造、矿化

蚀变、接触(蚀变)带等 5 个角度进行评价,评价得分最高权重为 30.

2)化探赋分原则:化探综合异常根据前期 NAP 大小赋予不同的得分,最高权重为 40.如霍龙门沟等 8 幅 1:5 万土壤测量中 08EHt-12 综合异常 NAP 全区最高,为 438.12,赋为 40 分.其他综合异常赋分原则为,(综合异常 NAP/438.12)×40 即为该综合异常的化探得分.

3)遥感赋分原则:异常内分布遥感解译断裂赋 3 分、两个方向遥感解译断裂交汇部位赋 5 分,遥感信息最高权重为 5.

4)物探赋分原则:物探工作分为相位激电和高磁,对二者分别进行赋分相加即为物探赋分,最高权重为 25.

按照上述综合异常圈定方法以及评序标准,在区域上圈定了 44 处综合异常.可见研究区内综合异常强度较高,整体分布的方向性明显,主要为北东向、北西向和近南北向展布,显示明显受构造控制的特点.

研究区内的综合异常主要分布有 08DHt-9、10、11 号和 08XHt-1、2、3 号综合异常,大体呈北东向及南北向展布.根据综合异常排序以及主成矿元素特征,将 08XHt-3、08 DHt-9、08 DHt-11 号综合异常进行重点剖析,具体特征如下(图 3,表 1).

08XHt-3 号综合异常位于研究区的南部,处于白垩系下统光华组与花岗质糜棱岩交界处,呈不规则椭圆形,南北向展布特征明显,面积为 1.11 km²,以 Au、Ag、Pb 元素为主,异常套合好,强度较高.其中 08XHtAu-20 金元素异常面积为 3.79 km²,异常最大值为 43.1×10⁻⁹,平均值为 7.53×10⁻⁹,衬度为 3,异常点

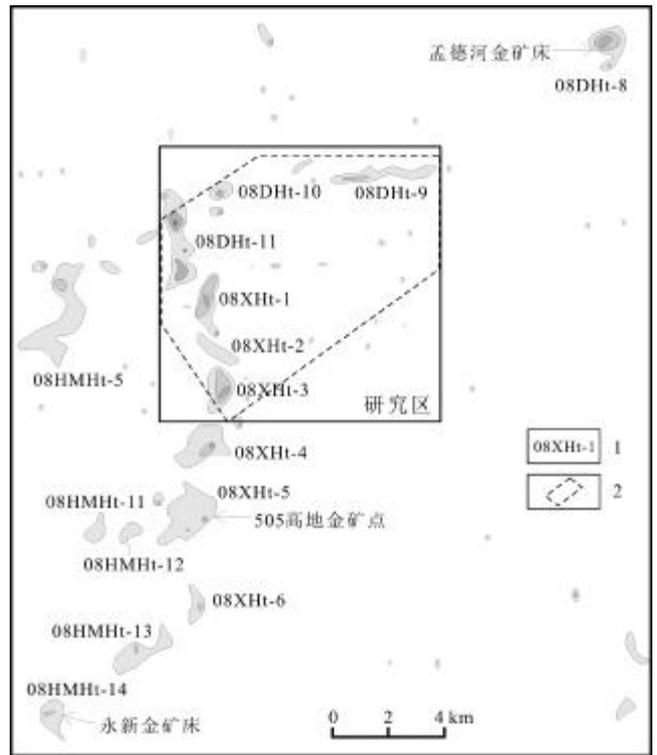


图 3 播根里地区综合异常图

Fig. 3 Comprehensive anomaly map of Bogenli area
1—综合异常及编号(comprehensive anomaly and number); 2— 1:1 万土壤地球化学测量范围(range of 1:10000 soil geochemical survey)

数 30 个,异常达到内带; 08XHtAg-10 银元素异常面积为 2.11 km²,异常最大值为 1565×10⁻⁹,平均值为 420×10⁻⁹,衬度为 2.8,异常点数 19 个,异常达到内带; 08XHtAu-20、08XHtAg-10 异常与 Pb、Bi 等元素位置套合较好,与北侧紧邻的 08XHt-1、2 号异常组成延长近 5 km 的异常带,同时与北东向高阻、中相位异常对应较好,位于近南北向高磁梯度带的东部位置,推测为 Au、Ag、Pb 成矿的有利部位(图 4,表 2).

表 1 播根里地区 1:5 万综合异常评序表

Table 1 The 1:50000 comprehensive anomaly evaluation and sequence in Bogenli area

综合异常编号	地质得分	遥感得分	化探 NAP	物探得分	地质权重	遥感权重	化探权重	物探权重	权重总得分	排序
08XHt-3	15	5	33.57	40	15	5	3.07	10	33.07	1
08DHt-11	16	3	36.33	40	16	3	3.32	10	32.32	2
08XHt-1	16	3	18.76	40	16	3	1.71	10	30.71	3
08XHt-2	9	3	28.56	40	9	3	2.61	10	24.61	4
08DHt-10	9	3	2.29	40	9	3	0.21	10	22.21	5
08DHt-9	5	0	14.93	0	5	0	1.36	0	6.36	6

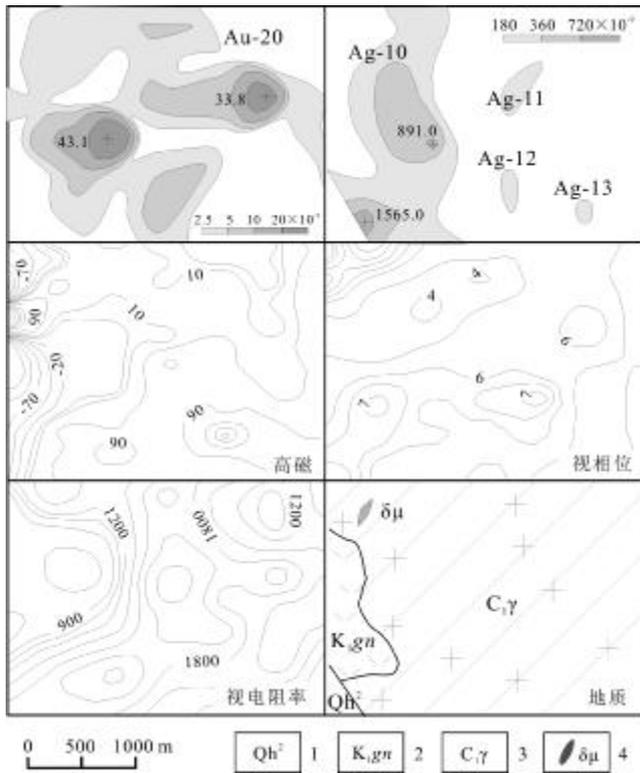


图 4 08XHt-3 综合异常剖析图

Fig. 4 Comprehensive anomaly map of No. 08XHt-3

1—低河漫滩堆积层 (low floodplain deposits); 2—光华组 (Guanghua fm.); 3—早石炭世花岗质糜棱岩 (Early Carboniferous granitic mylonite); 4—闪长玢岩脉 (diorite porphyrite dyke)

08 DHt-11 号综合异常位于研究区西部, 呈南北向展布, 面积为 2.40 km², 处于早石炭世正长花岗岩与北宽河组老地层交界部位, 以 Au、Ag 元素为主, 异常套合好、强度较高. 其中 08DHtAu-47 金元素异常面

积为 2.157 km², 异常最大值为 29.9×10⁻⁹, 平均值为 8.58×10⁻⁹, 衬度为 3.94, 异常点数 16 个, 异常达到内带; 08DHtAg-20 异常面积 3.111 km², 异常最大值 955×10⁻⁹, 平均值 361.5×10⁻⁹, 衬度 2.50, 异常点数 28 个, 异常具内带; 08 DHt-11 综合异常延长近 3.5 km, 北北东向中高阻、中低极化异常在该异常的北部通过, 北东向串珠状高磁异常穿过异常, 推测为 Au、Ag 成矿的有利部位 (图 5, 表 3).

08 DHt-9 号地球化学异常位于播根里地区的东北部, 呈东西向展布, 面积为 1.16 km², 位于第四系大熊山玄武岩与正长花岗岩接触部位. 异常套合好、强度偏低, 为 Au、Ag 和 Cu 元素异常. 由 1 个 Au 异常、1 个 Ag 异常、2 个 Cu 异常组成. 其中 08DHt Au-38 异常面积 3.64 km², 异常最大值为 13.2×10⁻⁹, 平均值为 6.67×10⁻⁹, 衬度为 2.88, 异常点数 25 个, 异常具内带; 08DHtAg-21 异常面积 1.667 km², 异常最大值 450×10⁻⁹, 平均值 249.2×10⁻⁹, 衬度 2.54, 异常具中带; Cu 异常相对偏低, 为外带, 异常点数只有 1 个. 北东向中高阻、中高极化异常及北东向串珠状高磁异常在该异常的北部通过, 推测为 Au、Ag 成矿的有利部位, 实地工程验证发现地表金矿体和矿化体 (图 6, 表 4).

2.2 1:1 万化探异常特征

研究区在优选前期开展的 1:5 万面积性 08DHt-9、10、11 号异常和 08XHt-1、2、3 号异常研究工作后, 又开展了 1:1 万土壤测量面积性查证工作. 经 1:1 万土壤测量工作, 共圈出组合异常 28 处, 单元素异常

表 2 播根里地区 08XHt-3 号综合异常特征表

Table 2 Comprehensive anomaly characteristics of No. 08XHt-3 in Bogenli area

单元素异常	面积/km ²	形态	极大值	平均值	衬度	NAP	异常分带	异常点数
08XHtAg-10	2.11	不规则	1565	420.05	2.80	5.91	3	19
08XHtAs-4	0.44	长条状	15.6	15.10	1.18	0.52	1	4
08XHtAu-20	3.79	椭圆形	43.1	7.53	3.00	11.36	4	30
08XHtCu-3	0.11	近圆	43	43.00	1.14	0.13	1	1
08XHtBi-3	2.11	椭圆形	1.72	0.88	1.72	3.64	2	19
08XHtMo-8	0.11	椭圆形	2.85	2.85	1.55	0.17	1	1
08XHtPb-1	7.56	不规则状	97.9	45.26	1.43	10.82	2	68
08XHtW-4	0.78	椭圆形	4.65	3.65	1.31	1.02	1	7

元素含量单位: Au、Ag 为 10⁻⁹, 其他为 10⁻⁶.

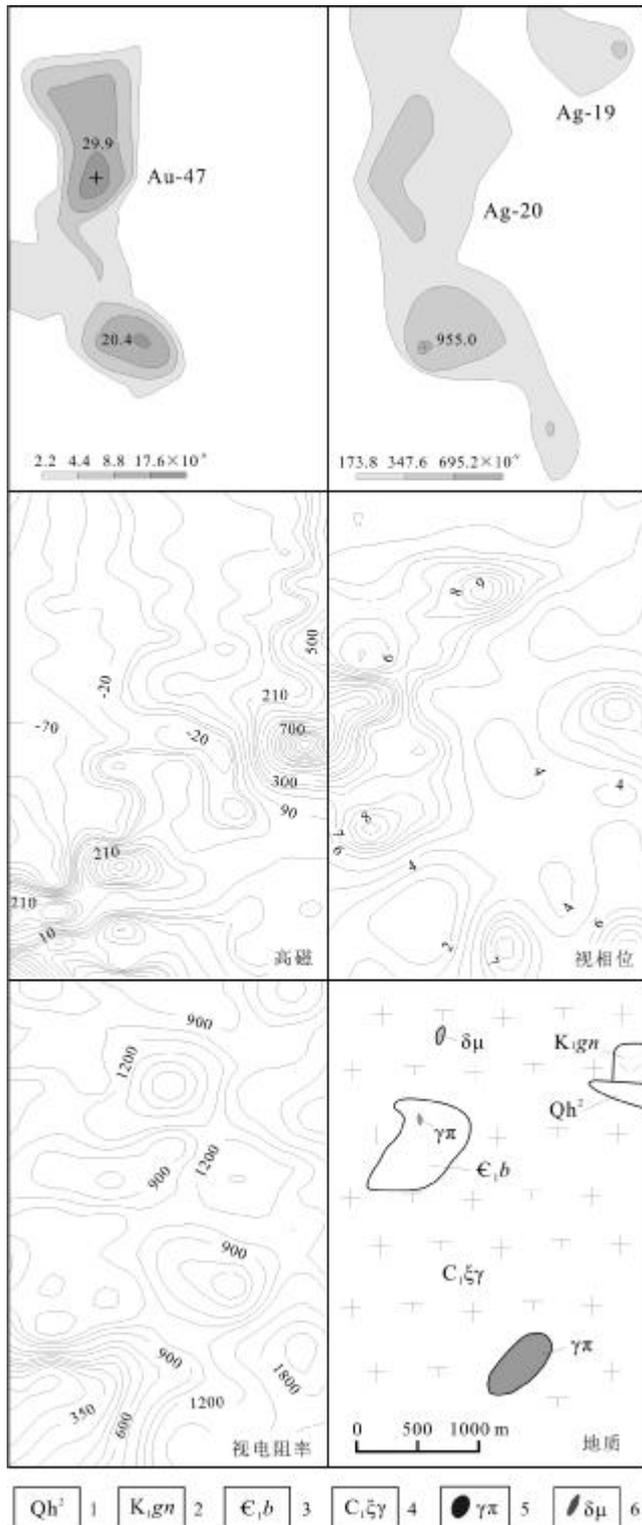


图5 08DHt-11 综合异常剖析图

Fig. 5 Comprehensive anomaly map of No. 08DHt-11

1—低河漫滩堆积层 (low floodplain deposits); 2—光华组 (Guanghua fm.); 3—北宽河岩组 (Beikuanhe fm. complex); 4—早石炭世正长花岗岩 (Early Carboniferous syenogranite); 5—花岗岩斑岩 (granite porphyry); 6—闪长玢岩脉 (diorite porphyrite vein)

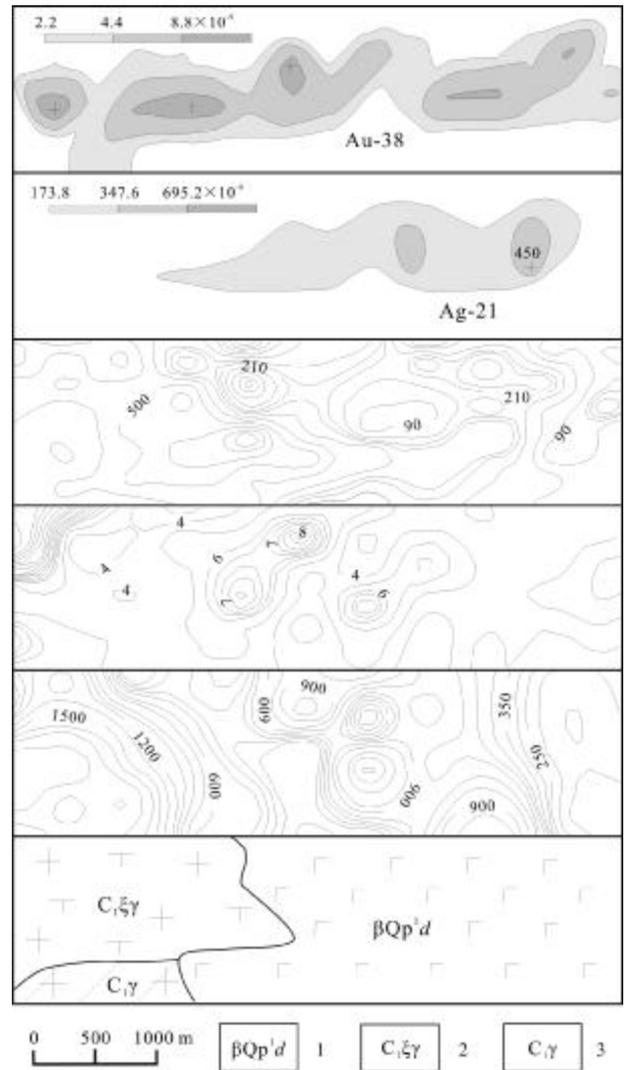


图6 08DHt-9 综合异常剖析图

Fig. 6 Comprehensive anomaly map of No. 08DHt-9

1—大熊山玄武岩 (Daxiongshan basalt); 2—早石炭世正长花岗岩 (Early Carboniferous syenogranite); 3—早石炭世花岗质糜棱岩 (Early Carboniferous granitic mylonite)

384 处, 其中组合异常特征较为明显, 单元素异常以金、银、铅等元素为主, 均主要分布在研究区西侧. 经综合分析优选出 2 个具较好前景的异常工作区进行重点剖析查证, 具体特征如下.

播根里西区位于研究区中西部 532 高地东侧 300 m 处, 河谷的西南侧, 面积约为 1.76 km², 地质背景为下白垩统光华组与早石炭世花岗质糜棱岩接触部位. 区内异常由 BG12HtAu-19-24 号及 BG12HtAu-26, 27 号金元素异常组成, 这些异常呈明显的南北向展布, 异常高值点较多, 均达到中带异常以上 (图 7). 其中 BG12HtAu-22 号金元素异常面积为 0.03 km², 不规

表3 播根里地区 08DHt-11 号综合异常特征表

Table 3 Comprehensive anomaly characteristics of No. 08DHt-11 in Bogenli area

单元异常	面积/km ²	形态	极大值	平均值	衬度	NAP	异常分带	异常点数
08XHtPb-1	7.56	不规则状	97.9	45.26	1.43	10.82	2	68
08XHtAs-1	0.22	圆形	45.7	45.70	3.15	0.70	2	2
08DHtAs-12	0.78	不规则状	33	21.30	1.47	1.14	1	7
08DHtAu-47	2.157	不规则	29.9	8.58	3.94	8.50	4	16
08DHtBi-37	1.56	不规则	1.95	0.79	1.59	2.472	2	14
08XHtHg-1	0.33	椭圆形	93.00	78.00	1.38	0.46	1	3
08DHtHg-20	0.11	椭圆形	106.00	106.00	1.88	0.21	1	1
08DHtMo-27	0.22	椭圆形	2.46	2.455	1.31	0.291	1	2
08XHtMo-1	0.22	短柱状	2.26	2.025	1.24	0.275	1	2
08DHtSb-7	0.33	不规则	1.16	1.02	1.29	0.43	1	3
08DHtSb-6	0.11	不规则	1.06	1.06	1.34	0.15	1	1
08DHtW-24	0.444	椭圆形	3.46	3.1	1.1	0.489	1	4
08DHtW-21	1.556	不规则状	4.03	3.35	1.19	1.85	1	14
08XHtZn-1	0.444	不规则形	347.2	187.23	1.76	0.782	2	4
08DHtAg-20	3.111	不规则	955	361.5	2.50	7.766	3	28

元素含量单位: Au、Ag 为 10⁻⁹, 其他为 10⁻⁶.

表4 播根里地区 08DHt-9 号综合异常特征表

Table 4 Comprehensive anomaly characteristics of No. 08DHt-9 in Bogenli area

单元异常	面积/km ²	形态	极大值	平均值	衬度	NAP	异常分带	异常点数
08DHtAg-21	1.667	不规则	450	249.2	2.54	4.225	2	15
08DHtCu-19	0.111	不规则	35.3	35.30	1.04	0.12	1	1
08DHtCu-20	0.111	不规则	34.5	34.50	1.02	0.11	1	1
08DHtAu-38	3.641	不规则	13.2	6.67	2.88	10.47	4	25

元素含量单位: Au、Ag 为 10⁻⁹, 其他为 10⁻⁶.

则状, 异常最大值为 115.9×10^{-9} , 平均值为 23.55×10^{-9} , 衬度为 3.86, 异常点数 11 个, 异常达到内带; BG12HtAu-23 号金元素异常面积为 0.007 km², 不规则状, 异常最大值为 17.9×10^{-9} , 平均值为 10.83×10^{-9} , 衬度为 1.77, 异常点数 4 个, 异常达到中带. 该组南北向的金异常与铅、铜、钨等元素有较一致的套合, 而 Ag 异常分布在金异常的两侧.

播根里东区位于研究区内北西向河谷的北东部 482 高地北 300 m 处, 面积约 0.75 km², 地质背景为早

石炭世正长花岗岩与花岗质糜棱岩的接触部位, 靠近花岗质糜棱岩的一侧. 由 BG12HtAu-41、42、43 号比较集中的单元金异常构成规模较大的异常范围, 但该异常只有金异常, 其他单元异常不发育, 未圈定出组合异常(图 8).

本区金元素异常值较高, 呈明显的北东向展布. 其中 BG12HtAu-41 号异常面积为 0.007 km², 异常最大值为 14.5×10^{-9} , 平均值为 11.37×10^{-9} , 衬度为 1.86, 异常点数为 3 个, 异常达到中带; BG12HtAu-42 号异



图7 播根里西区综合异常剖析图

Fig. 7 Comprehensive anomaly map of western Bogenli area
 1—光华组 (Guanghe fm.); 2—早石炭世花岗质糜棱岩 (Early Carboniferous granitic mylonite); 3—闪长玢岩脉 (diorite porphyrite vein); 4—石英脉 (quartz vein)

常面积为 0.04 km²,异常最大值为 43.6×10⁻⁹,平均值为 17.32×10⁻⁹,衬度为 2.84,异常点数为 17 个,异常达到中带; BG12HtAu-43 号异常面积为 0.03 km²,异常最

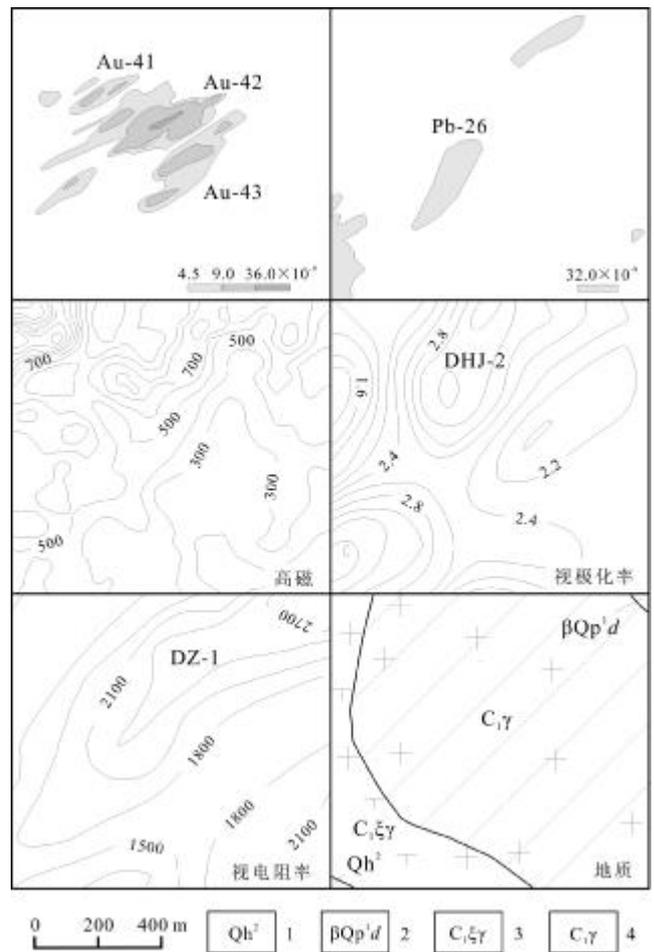


图8 播根里东区综合异常剖析图

Fig. 8 Comprehensive anomaly map of eastern Bogenli area
 1—低河漫滩堆积层 (low floodplain deposits); 2—大熊山玄武岩 (Daxionshan basalt); 3—早石炭世正长花岗岩 (Early Carboniferous syenogranite); 4—早石炭世花岗质糜棱岩 (Early Carboniferous granitic mylonite)

大值为 25.7×10⁻⁹,平均值为 11.25×10⁻⁹,衬度为 1.84,异常点数为 12 个,异常达到中带. 与 BG12HtAu-42 号异常对应位置存在小规模 BG12HtAg-92 银元素异常,面积为 0.011 km²,异常最大值为 0.691×10⁻⁶,平均值为 0.435×10⁻⁶,异常点数为 5 个,异常达到中带,同时存在 2 处铅异常,北东走向,异常达外带.

3 找矿潜力分析

3.1 区域成矿特征分析

播根里地区位于多宝山—大新屯首批国家级整装勘查区内,位于著名的多宝山—争光铜钼金矿田的南侧. 区域上金属矿产主要有金和铜钼,最近又新发

现了大型的二道坎银矿^[16-17]。矿产及矿化形成于奥陶纪、三叠纪、侏罗纪和早白垩世,其中以早白垩世的成矿作用最为重要。各期成矿作用具不同特征。奥陶纪主要形成铜矿(多宝山铜矿^[1]、铜山铜矿^[18]),三叠纪主要形成银矿(二道坎银矿^[16-17]、530.8高地金银矿)、侏罗纪主要形成钼矿和铁矿(野猪沟钼矿^[19]、三矿沟铁矿^[20]),早白垩世形成分布广泛的金矿(争光金矿^[21-22]、三道湾子金矿^[23-24]、五道沟金矿^[25]、孟德河金矿^[7]、永新金矿^[26-28]、三合屯金矿^[8])。区域是名副其实的金、多金属矿集区。

区域上与金属矿产关系密切的地层主要有下一中奥陶统多宝山组、上志留统一中泥盆统泥鳅河组和腰桑南组、下白垩统龙江组和光华组。其中多宝山组是铜矿的主要矿源层,同时也是金矿的重要矿源层;上志留统一中泥盆统泥鳅河组、腰桑南组是金银矿的重要矿源层和赋矿围岩;下白垩统龙江组和光华组的火山岩及潜火山岩与金矿关系密切。

不同期次的岩浆活动伴随形成各具特色的矿产(矿化)。已知与奥陶纪的中深成侵入岩(闪长岩-正长闪长岩-正长岩杂岩体)有关形成分布广泛的铜矿化;与侏罗纪花岗闪长岩、二长花岗岩有关形成钼矿(野猪沟^[19]等)及铁矿(三矿沟铁矿^[20]等)。早白垩世与成矿关系密切的侵入岩主要是与火山岩相伴产出的潜火山岩,与其有关主要形成金矿。

区域上遭受多期次强烈构造运动,形成了众多的控矿构造。北东向韧性剪切带(糜棱岩带)是区域上最明显的控矿构造。该带自晚古生代以来断续强烈活动,控制了多期次含矿地质体和导矿、容矿构造的分布,并直接控制中生代的三道湾子金矿^[23-24]、孟德河金矿^[7]、永新金矿^[26-28]和科洛金矿^[4]的分布。北西向构造主要控制古生代铜钼(多宝山铜矿^[1]、铜山铜矿^[18])和金银矿床(争光金矿^[21-22]、二道坎银矿^[16-17])。南北向断裂虽未直接体现出控制成形矿床,但明显控制金银铅锌等元素异常的展布,有待进一步深入工作和发现新矿产地及矿床。此外,早白垩世的火山活动形成一些火山岩带和火山盆地,它们对矿床分布有重要控制作用。

区域上1:5万土壤地球化学异常对已知矿产反映较好。区内的野猪沟钼矿的土壤异常中Mo与W、Bi、Cu、Pb等元素密切相关,Mo、W、Bi等元素均有内中外

带,显示高温组合的特征。永新金矿床土壤异常中Au与Ag、Bi、Mo等关系密切,异常走向为明显的北东向,金多达到内带特征,显示中温元素组合特征。

3.2 研究区成矿条件

研究区西部分布面积较大的下白垩统光华组中酸性火山岩,在区内呈北东和近南北向分布,为一套在区域上与广泛分布的金矿关系密切的代表性地层,该套地层在研究区内大面积分布,为产出白垩世金矿提供了重要的地层要素,具有较大的找矿前景。

研究区受北东向张性断裂构造控制,位于嫩江-黑河北东向构造混杂岩带中,构造活动强烈,为强烈的岩浆活动提供了运移通道,同时次一级的北西向断裂和南北向断裂交汇于本区,为矿产沉淀提供了必要的空间,是重要的容矿构造,对形成内生金属矿产十分有利,具有较好的找矿前景。

研究区所在的1:5万综合异常强度较高,尤其是化探异常中的金异常内带明显,异常范围较大。通过1:1万大比例尺的土壤面积性测量工作发现异常重现性较好。研究区内1:1万的BG12HtAu-22号金元素异常最大值为 115.9×10^{-9} ,平均值为 23.55×10^{-9} ,异常达到内带;BG12HtAu-42、43号金异常最大值分别为 43.6×10^{-9} 、 25.7×10^{-9} ,异常均达到中带,显示研究区具有较大的金矿找矿潜力,但由于本次工程量限制,只对部分异常进行了查证,还有大量异常有待进一步验证。

播根里西区金、银等元素异常与近南北、北北东向的激电中梯视极化率DHJ-15(极化率异常北东向,异常值为2.4%~3.0%) and 视电阻率DZ-8号(2400~3100 Ωm)吻合较好,并在区内出露多条北东走向的闪长玢岩和石英脉等,显示了岩浆活动的强烈,具有较大的成矿潜力。

播根里东区金、银、铅等元素异常与北东向的条带状视电阻率DZ-1号异常(2400~2700 Ωm)及视极化率DHJ-2号异常(2.4%~3.2%)套合较好。高磁异常显示的北东向断裂构造通过该异常北西侧,为热液的运移提供了良好的通道。该区地质、物化探异常吻合较好,同样具有较大的成矿潜力。

在查证区已开展的少量槽探和钻探验证工作中,在地表发现了1条金矿体和5条金矿化体,金矿体地表出露斜厚为3 m,北东走向,单工程控制,走

向延伸约 100 m, 北东方向未有工程控制, 矿体品位为 $1.48 \times 10^{-6} \sim 2.21 \times 10^{-6}$, 平均品位为 1.73×10^{-6} , 银达到伴生品位, 品位为 8.64×10^{-6} 。5 条金矿化体地表出露斜厚度 1~4 m, 走向延伸约 100 m, 均为单工程控制, 品位 $0.30 \times 10^{-6} \sim 0.59 \times 10^{-6}$ 。少量查证工程发现矿体, 证明土壤异常对矿体反映较好, 显示研究区具有较大的找矿潜力。

4 结论

通过对播根里地区的区域地质背景、综合物化探特征的总结分析、研究区区域成矿规律以及研究区成矿条件分析, 基本确定了研究区的找矿潜力。

(1) 研究区位于嫩江-黑河北东向构造混杂岩带中, 北东向韧性剪切构造强烈, 次一级的北西向断裂和南北向断裂交汇于研究区, 构造位置优越、成矿潜力较大。

(2) 研究区 1:5 万物化探异常显示 Au 异常强度较高, 分布较广。大多金异常具有内带, Au 与 Ag 套合较好。择优开展的 1:1 万土壤地球化学测量圈定的综合异常显示金元素异常重现性较高、异常值较大, 地质背景优越, 其中少量异常经验证已发现 1 条金矿体和 5 条金矿化体。

(3) 播根里地区具有较大的金矿成矿潜力, 应进一步开展系统的查证工作。

参考文献:

- [1] 韩振哲, 刘娜, 公凡影, 等. 黑龙江多宝山—大新屯地区铜金多金属成矿作用及找矿方向[J]. 地质论评, 2015, 61(4): 787-796.
- [2] 李成禄, 曲晖, 赵忠海, 等. 黑龙江省霍龙门地区成矿地质特征及潜力分析[J]. 地质与资源, 2013, 22(4): 273-278, 329.
- [3] 李成禄, 徐文喜, 于援帮, 等. 小兴安岭西北部与永新金矿有关岩浆岩的年代学和地球化学及成矿构造环境[J]. 现代地质, 2017, 31(6): 1114-1130.
- [4] 李成禄, 李胜荣, 徐文喜, 等. 黑龙江省嫩江县永新碲金矿床黄铁矿标型特征及稳定同位素研究[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2018, 37(1): 75-86.
- [5] 李成禄, 于援帮, 袁茂文, 等. 大兴安岭东北部永新金矿床金银系列矿物和碲化物的发现及其意义[J]. 地学前缘, 2019, doi:10.13745/j.esf.sf.2019.8.20.
- [6] Yuan M W, Li S R, Li C L, et al. Geochemical and isotopic composition of auriferous pyrite from the Yongxin gold deposit, Central Asian Orogenic Belt: Implication for ore genesis [J]. Ore Geology Reviews, 2018, 93: 255-267.
- [7] 刘宝山. 黑龙江黑河孟德河金矿床控矿因素及找矿标志[J]. 黄金, 2015, 36(1): 18-21.
- [8] 刘宝山, 杨晓平, 李成禄. 黑龙江省嫩江三合屯韧性剪切带与金矿化[J]. 矿产与地质, 2017, 31(3): 503-506, 513.
- [9] 李成禄, 曲晖, 赵忠海, 等. 黑龙江霍龙门地区早石炭世花岗岩的锆石 U-Pb 年龄、地球化学特征及构造意义[J]. 中国地质, 2013, 40(3): 859-868.
- [10] 李成禄, 徐文喜, 李胜荣, 等. 大兴安岭东北部霍龙门地区早二叠世花岗岩的锆石 U-Pb 年龄、地球化学特征及构造意义[J]. 矿物岩石, 2017, 37(3): 46-54.
- [11] 曲晖, 李成禄, 杨福深. 小兴安岭西北部霍龙门地区花岗岩杂岩锆石 U-Pb 年龄、岩石地球化学特征及地质意义[J]. 世界地质, 2015, 34(1): 34-43.
- [12] 徐文喜, 李成禄. 大兴安岭东北部霍龙门地区中侏罗世花岗岩——锆石 U-Pb 年龄、地球化学特征及构造意义[J]. 地质与资源, 2018, 27(6): 522-530.
- [13] 张兴洲, 乔德武, 迟效国, 等. 东北地区晚古生代构造演化及其石油地质意义[J]. 地质通报, 2011, 30(2/3): 205-213.
- [14] 汪岩, 杨晓平, 那福超, 等. 嫩江—黑河构造带中花岗岩质糜棱岩的确定及地质意义[J]. 地质与资源, 2013, 22(6): 452-459.
- [15] 李成禄, 徐文喜, 于援帮, 等. 黑龙江省嫩江—黑河构造混杂岩带金矿成矿作用及找矿预测[M]. 北京: 地质出版社, 2019: 140-145.
- [16] Yuan M W, Li L, Li S R, et al. Mineralogy, fluid inclusions and S-Pb-H-O isotopes of the Erdaokan Ag-Pb-Zn deposit, Duobaoshan metallogenic belt, NE China: Implications for ore genesis [J]. Ore Geology Reviews, 2019, 113: 103074.
- [17] 徐文喜, 李成禄, 鲍希波, 等. 大兴安岭东北部首个三叠纪银矿床地质特征及矿床成因分析[J]. 矿产与地质, 2019, 33(3): 434-441.
- [18] 庞绪勇, 秦克章, 王乐, 等. 黑龙江铜山断裂的变形特征及铜山铜矿床蚀变带-矿体重建[J]. 岩石学报, 2017, 33(2): 398-414.
- [19] 付艳丽, 黄喜峰. 野猪沟钼矿找矿前景及工作建议[J]. 中国科技信息, 2005(10): 128.
- [20] 邓轲, 陈衍景, 张成, 等. 黑龙江省三矿沟夕卡岩型铁铜矿床矿物学特征及成矿物理化学条件[J]. 地学前缘, 2018, 25(5): 167-182.
- [21] Song G X, Cook N J, Wang L, et al. Gold behavior in intermediate sulfidation epithermal systems: A case study from the Zhengguang gold deposit, Heilongjiang Province, NE-China [J]. Ore Geology Reviews, 2019, 106: 446-462.
- [22] 王宝权. 黑龙江省争光岩金矿床地质特征及找矿标志[J]. 地质与资源, 2016, 25(3): 244-249, 253.
- [23] Gao S, Xu H, Zang Y Q, et al. Late Mesozoic magmatism and metallogeny in NE China: The Sandaowanzi-Beidagou example [J]. International Geology Review, 2017, 59(11): 1413-1438.

(下转第 410 页 /Continued on Page 410)

- 其地层意义[J]. 中国地质科学院沈阳地质研究所刊, 1985, 11: 47-113.
- [13]李怀坤, 耿建珍, 郝爽, 等. 用激光烧蚀多接收器等离子体质谱仪(LA-MC-ICPMS)测定锆石 U-Pb 同位素年龄的研究[J]. 矿物学报, 2009, 29(S1): 600-601.
- [14]李怀坤, 朱士兴, 相振群, 等. 北京延庆高于庄组凝灰岩的锆石 U-Pb 定年研究及其对华北北部中元古界划分新方案的进一步约束[J]. 岩石学报, 2010, 26(7): 2131-2140.
- [15]Ludwig K R. User's Manual for Isoplot 3.00: A geochronological toolkit for Microsoft Excel [M]. Berkeley: Berkeley Geochronology Center Special Publication, 2003: 1-70.
- [16]余静贤, 蒲荣干, 吴洪章, 等. 辽西热河群上亚群孢粉组合[J]. 中国地质科学院院报, 1986(2): 93-119.
- [17]张立君, 蒲荣干, 吴洪章, 等. 辽宁西部中生代地层古生物(二)[M]. 北京: 地质出版社, 1985: 121-212.
- [18]秦涛, 李林川, 钱程, 等. 内蒙古扎兰屯地区龙江组孢粉组合及其地质意义[J]. 地质通报, 2018, 37(9): 1571-1578.
- [19]任凤和, 杨晓平, 李迎春, 等. 黑龙江省东部鸡西群地层时代划分及地质意义[J]. 中国地质, 2005, 32(1): 48-54.
- [20]杨晓平, 马永强, 郝永鸿, 等. 黑龙江省东部鸡西群穆棱组年代地层划分[J]. 地质与资源, 2005, 14(3): 166-169.
- [21]张渝金, 杨雅军, 蔡闹, 等. 大兴安岭中段龙江盆地热河生物群化石组合及生存时限——来自生物地层、年代地层新证据[J]. 地质学报, 2018, 92(1): 197-214.

(上接第 428 页 /Continued from Page 428)

- [24]赵书跃, 庞雪娇, 李德胜. 黑龙江三道湾子金矿含金石英脉与围岩地球化学及地质意义[J]. 地质与资源, 2016, 25(2): 130-136, 175.
- [25]闫文强, 高树学, 杨凤喜, 等. 五道沟金矿床控矿因素及找矿方向[J]. 黄金科学技术, 2008, 16(3): 43-44, 48.
- [26]曲晖, 赵忠海, 李成禄, 等. 黑龙江永新金矿地质特征及成因[J]. 地质与资源, 2014, 23(6): 520-524.
- [27]Li C L, Li L, Yuan M W, et al. Study on pyrite thermoelectricity, ore-forming fluids and H-O-Rb-Sr isotopes of the Yongxin gold deposit, Central Asian Orogenic Belt: Implications for ore genesis and exploration [J]. Ore Geology Reviews, 2020, 121: 103568.
- [28]梁科伟, 赵忠海, 郭艳. 原生晕在深部成矿预测中的应用——以黑河地区永新金矿为例[J]. 地质与资源, 2019, 28(6): 512-518.

(上接第 445 页 /Continued from Page 445)

- [16]Pili é, Ricard Y, Lardeaux J M, et al. Lithospheric shear zones and mantle-crust connections [J]. Tectonophysics, 1997, 280 (1/2): 15-29, doi: 10.1016/S0040-1951(97)00142-X.
- [17]Martelat J E, Lardeaux J M, Nicollet C, et al. Strain pattern and late Precambrian deformation history in southern Madagascar [J]. Precambrian Research, 2000, 102(1/2): 1-20, doi: 10.1016/S0301-9268(99)00083-2.
- [18]De Wit M J, Bowring S A, Ashwal L D, et al. Age and tectonic evolution of Neoproterozoic ductile shear zones in southwestern Madagascar, with implications for Gondwana studies [J]. Tectonics, 2001, 20(1): 1-45.
- [19]Simandl G J, Kenan W M. Crystalline flake graphite [M]//Geological Fieldwork 1997. Columbia: British Columbia Ministry of Employment and Investment, 1997: 24P-1-24P-3.
- [20]Simandl G J, Kenan W M. Vein graphite in metamorphic terrains [M]//Geological Fieldwork 1997. Columbia: British Columbia Ministry of Employment and Investment, 1997: 24Q-1-24Q-3.
- [21]Ramambazafy A. Granites et fluides en relation avec les skarns à thorianite dans les granulites du SE de Madagascar [D]. Toulouse: Paul Sabatier University, 1998: 1-302.
- [22]Ramambazafy A, Moine B, Rakotondrazafy M, et al. Signification des fluides carboniques dans les granulites et les skarns du Sud-Est de Madagascar [J]. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences—Series IIA—Earth and Planetary Science, 1998, 327(11): 743-748.
- [23]Fitzsimons I C W, Hulscher B. Out of Africa: Detrital zircon provenance of central Madagascar and Neoproterozoic terrane transfer across the Mozambique Ocean [J]. Terra Nova, 2005, 17(3): 224-235.