

# 黑龙江省嫩江县三矿沟矿区地质特征及找矿方向

李德荣<sup>1,2</sup> 吕福林<sup>2</sup> 刘素颖<sup>2</sup> 吕 军<sup>1,3</sup>

(1. 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 黑龙江省矿业集团有限责任公司, 黑龙江 哈尔滨 150036;  
3. 黑龙江省地质调查总院齐齐哈尔分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161005)

**提要:**三矿沟矿区, 位于著名的黑龙江多宝山铜多金属成矿带的北西端。20 世纪 50—60 年代已探明一处矽卡岩型铜铁矿床, 近几年在该矿床边部及外围开展了危机矿山接替资源找矿工作, 新发现了独立的钼矿体和隐爆角砾岩型的铜钼矿体, 以及与韧性剪切带有关的金矿化, 从而对该矿区的地质特征及成矿规律产生一些新的认识, 并对该地区的找矿标志进行了总结分析, 为下一步寻找到中、大型的铜多金属矿床提供较充分的依据。

**关键词:**黑龙江; 三矿沟矿区; 地质特征; 成矿规律; 找矿方向

**中图分类号:** P618.3; P618.4; P618.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2011)02-0415-12

三矿沟矿区, 行政区划隶属黑龙江省嫩江县多宝山镇管辖。地理坐标: 东经 125°39′00″, 北纬 50°25′00″。在著名的三矿沟—多宝山—争光铜金多金属矿带上, 南段为现正在勘探的争光大型热液型金矿床, 中段为铜山和多宝山两个大型斑岩型铜钼矿床, 北段即为三矿沟矿区, 已发现三矿沟小型矽卡岩型铜铁矿床和育宝山铜铁矿点。由于长期受传统找矿观念的影响, 认为三矿沟地区属多宝山成矿带的末端, 除可能找到矽卡岩型小规模矿床外, 并不具备找到大、中型矿床或其他类型矿床的条件, 因此 40 余年没有作为重要找矿远景区安排普查工作。2006 年在三矿沟铜铁矿床边部和外围开展了危机矿山接替资源找矿工作。通过本次工作, 以翔实的资料为基础, 较系统地总结了矿区成矿规律及找矿标志, 取得了找矿方面的一些新认识, 为今后在该地区有可能找到不同类型的大、中型铜、钼、金矿床明确了方向。

## 1 区域地质背景

三矿沟矿区, 大地构造位置处于西伯利亚板块、华北板块和古太平洋板块三者夹持的中间地带。天山—兴蒙造山区(I 级)、大兴安岭岛弧系(II 级)、扎

兰屯—多宝山岛弧(III 级), 三矿沟—多宝山北西向弧形构造带的西北端。该成矿带位于嫩江和新开岭北东向岩石圈断裂之间, 早古生代属于岛弧环境为三矿沟—多宝山—争光铜金成矿带的形成奠定了构造与成矿物质基础<sup>[1,2]</sup>。

区域内出露的地层主要为奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系上统一二叠系下统、三叠系下统、白垩系下统等<sup>[2,3]</sup>。

区域内构造复杂, 经历了加里东、华力西、印支、燕山及喜山多次的构造运动, 构造变形强烈、形式复杂多样。发育有多宝山复背斜和石灰窑复向斜。加里东期和华力西期形成的北西向和北东向断裂构造组成了区内的基本构造格架<sup>[1,4]</sup>, 叠加了岩浆侵入穹隆和与火山机构有关的环形构造。

区内侵入岩体的分布一般受北西向褶皱断裂带控制, 在北西向断裂与北东向断裂、南北向断裂交汇部位岩体侵入奥陶系、志留系、泥盆系等地层。岩体一般呈岩株状、岩枝状、小侵人体状产出。主要岩体有多宝山花岗闪长(斑岩)岩体、三矿沟花岗(英云)闪长岩体、鸡冠山花岗闪长岩体、关鸟河英云闪长岩体、跃进山花岗闪长岩体、裸河石英闪长岩—花岗闪

长岩体、南沟英云闪长岩体、榛子山闪长岩体、争光闪长岩体等<sup>①</sup>。

### 2 矿区地质特征

矿区位于三矿沟—多宝山北西向弧形构造挤压

带与燕山期花朵山环形构造的交汇处(图 1),在环状侵入体与古生代基底接触带及其附近。矿区内古生代地层发育,晚印支—燕山中期构造—岩浆—成矿作用强烈而显著。

矿区出露的地层主要有奥陶系中统铜山组

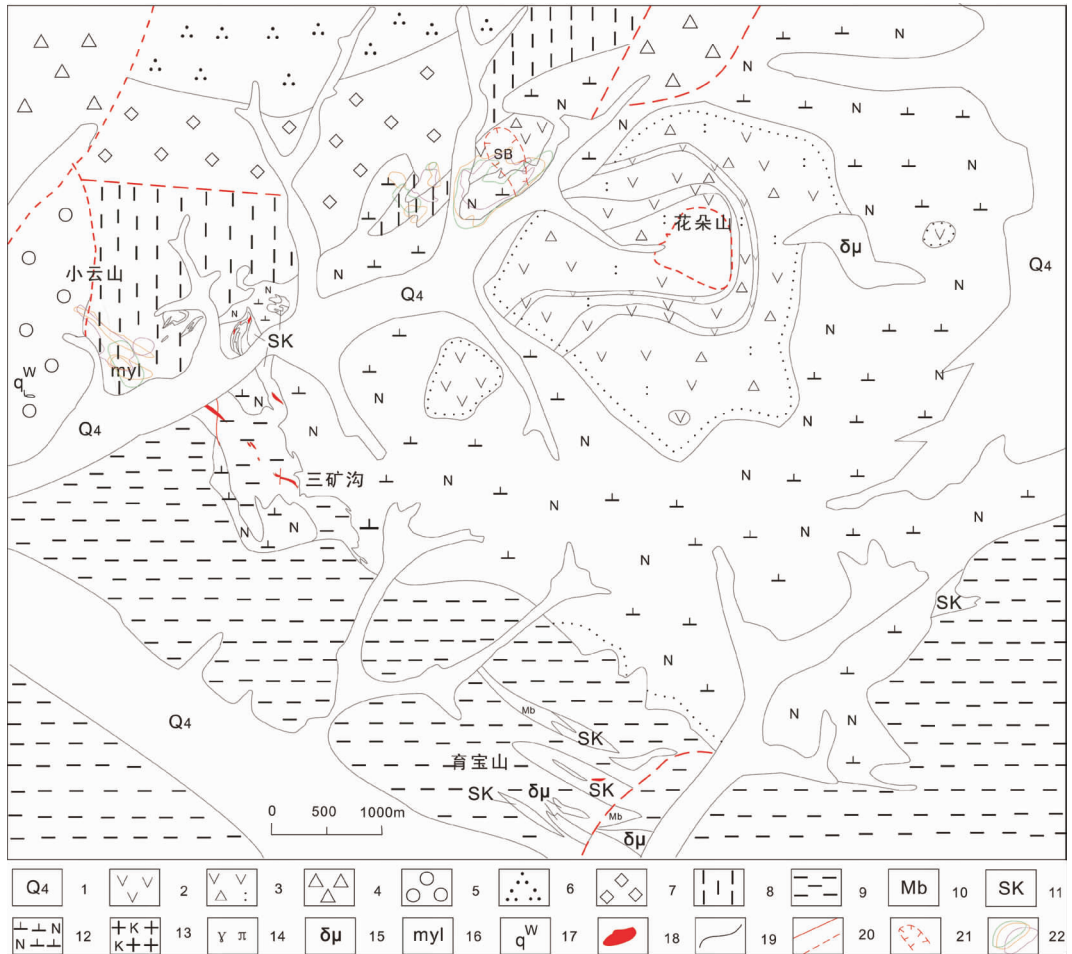


图 1 三矿沟矿区综合地质图

- 1—第四系;2—下白垩统龙江组安山岩;3—下白垩统龙江组安山质角砾凝灰熔岩;4—晚石炭—早二叠宝力高庙组;5—泥盆系中统腰桑南组;6—泥盆系下统泥鳅河组;7—志留系下统黄花沟组;
- 8—奥陶系下统裸河组;9—奥陶系中统铜山组;10—大理岩;11—砂卡岩;12—英云闪长岩;
- 13—碱长花岗岩;14—花岗斑岩;15—安山玢岩;16—糜棱岩;17—石英网脉;18—矿体;
- 19—地质界线;20—断层或推测断层及编号;21—隐爆角砾岩界线;22—铜、金、锌、钼组合土壤化探异常

Fig.1 Geological map of the Sankuanggou ore district

- 1-Quaternary;2- K<sub>1</sub>l andesite;3- K<sub>1</sub>l andesitic breccia tuff lava; 4- C<sub>3</sub>P,bl;5- D<sub>2</sub>y;6- D<sub>1</sub>n;
- 7- S<sub>1</sub>h;8- O<sub>3</sub>;9- O<sub>2</sub>;10-Marble;11-Skarn;12-Tonalite diorite;13-Alkali feldspar granite;
- 14-Granite porphyry;15-Andesitic porphyrite;16-Mylonite;17-Quartz stockwork;18-Ore body;
- 19-Geological boundary;20-Fault or inferred fault and its serial number;21-Cryptoexplosive breccia boundary;
- 22-Chemical prospecting anomaly of Cu-Au-Zn-Mo combination

①黑龙江省地质矿产局第三地质勘查所,地质矿产部矿床地质研究所.黑龙江省多宝山及其邻区寻找大型斑岩铜矿的研究.“八五”国家科技攻关计划专题成果报告(85-901-01-01).哈尔滨;黑龙江省地质资料档案馆,1995.

( $O_2f$ ), 上统裸河组 ( $O_3l$ ); 下志留统黄花沟组 ( $S_1h$ ); 泥盆系下统泥鳅河组 ( $D_{1m}$ )、中统腰桑南组 ( $D_{2y}$ ); 上石炭统一二叠统宝力高庙组 ( $C_3P_{1bl}$ ) (或称星火组) 及白垩系下统龙江组 ( $K_1l$ ) 等。其中, 铜山组三段 ( $O_2f$ ) 和裸河组 ( $O_3l$ ) 中所夹大理岩, 被英云闪长岩体侵入后形成三矿沟、育宝山等矽卡岩型铜铁矿体; 龙江组 ( $K_1l$ ) 隐爆角砾岩体的边部形成脉状铜钼矿化。

矿区褶皱、断裂构造发育, 加里东期和华力西期形成的北西向和北东向构造组成了区内的基本构造格架, 中生代叠加的印支晚期和燕山中期构造-岩浆活动, 形成了以花朵山为中心的岩浆侵入穹隆和火山机构有关的环形构造。北西向窝理河断裂、北东向三矿沟断裂, 花朵山环形构造可能为导矿构造。构造蚀变带 (脆韧性剪切带), 花朵山向斜和大孤山-育宝山背斜的鞍部及其两翼大理岩与角岩的层间构造带是铜铁钼金矿的主要赋矿构造。

矿区侵入岩为印支晚期-燕山早期的三矿沟复式英云闪长岩体, 主要出露在矿区的中部, 总体环绕花朵山呈环形分布, 出露面积约  $36 \text{ km}^2$  (图 1)。岩体

内部其矿物成分和化学成分变化不大, 局部相变为花岗岩、花岗闪长岩及斑状花岗岩。英云闪长岩侵入大理岩时, 在内、外接触带均可形成矽卡岩, 并具有黄铜矿化及黄铁矿化。晚期的碱长花岗岩呈小岩株状或不规则岩枝状侵入于地层或英云闪长岩中, 与钼矿关系密切。

### 3 花朵山环形火山构造

三矿沟矿区位于花朵山环形构造的中西部。花朵山环形构造的地貌特点是三面环山, 中间低洼, 向西敞开形状, 是三矿沟-多宝山北西向弧形断裂带与三峰山-鸡冠山北东向断裂带的交汇部位, 呈椭圆形, 长轴近东西, 长短轴之比为  $1.29:1$ , 西侧紧邻嫩江深大断裂带, 总面积约  $55 \text{ km}^2$  (图 1~2)。

经野外实测剖面, 结合已有遥感、地质、航磁等资料分析, 花朵山环形构造可分解为外、中、内 3 个环。外环为一个西北部被断层破坏的古生代短轴向斜, 反映了燕山期破火山构造基底构造特点; 中环由西北部被断层破坏的燕山早期环状复式岩体构成;

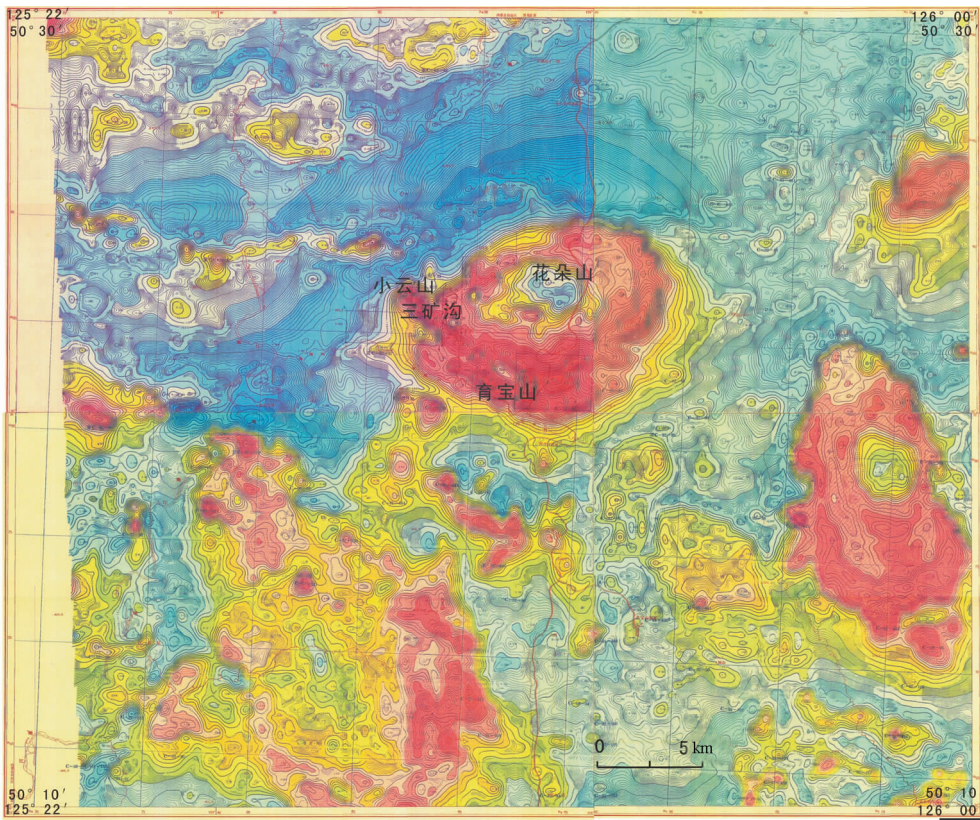


图 2 花朵山环形构造 (1:5 万高精度航磁  $\Delta T$  平面等值线) 图

Fig.2 Diagram of Huaduoshan circular structure (aeromagnetic  $\Delta T$  plane contour with a high precision of 1:50000)

内环则反映了火山爆发中心的构造特点。中环+内环共同构成花朵山破火山构造。

外环由奥陶纪—泥盆纪地层构成,总体上表现为低磁—负磁场特征。

中环主要由晚三叠世—中侏罗世英云闪长岩体、侵入接触带、晚石炭—早二叠统宝力高庙组( $C_3P_1bl$ )安山岩、含砾安山岩、安山质凝灰角砾岩、安山质凝灰熔岩、英安质熔岩及其碎屑岩构成,具正磁场特征。西部、南部、东部的地层呈环形分布且普遍内倾,并被放射状断裂分割成多个岩块。在大孤山—育宝山背斜的轴部,脆韧性变形变质作用明显,普遍发育硅化和金、铜矿化。接触带附近,西部产有三矿沟铜铁矿床,南部产有育宝山铜铁矿点。英云闪长岩体内普遍具有细脉浸染状辉钼矿和黄铜矿矿化。

内环花朵山一带分布有由早白垩世龙江期陆相火山爆发相、潜火山相、隐爆角砾岩相中性火山杂岩构成的火山机构,已剥蚀近根部,具负磁场特征,是火山—热液活动的中心,在其下部或边部有可能形成火山热液—斑岩型铜钼矿体。爆发相主要由龙江期的安山质凝灰熔岩、安山质凝灰角砾岩、安山质凝灰角砾熔岩、安山质角砾岩、安山质角砾熔岩、英安质角砾熔岩等岩石组成,岩石呈环带状围绕花朵山分布。潜火山相主要由潜安山岩、闪长玢岩构成,在花朵山火山机构主要受环状断裂控制,在育宝山一带主要受北西向断裂控制。

通过近年来的工作,逐步认识到花朵山环形构造是加里东晚期形成,历经晚石炭世—早二叠世宝力高庙期陆相山间盆地沉积与中性—中酸性火山喷发、晚三叠世—中侏罗世英云闪长岩体及碱长花岗岩体的侵入、早白垩世龙江期—甘河期中酸性火山喷发所形成的火山机构。该机构是一具有良好成矿功能的构造—成矿系统,由外到内,已发现有奥陶系—泥盆系脆韧性变形变质带中的蚀变岩型金矿化、晚三叠世—中侏罗世英云闪长岩体与夹大理岩透镜体沉积建造的侵入接触带附近的矽卡岩型铜铁金银矿化、英云闪长岩体中的细脉浸染型铜钼矿化、早白垩世龙江期花朵山火山机构边部隐爆角砾岩体中的火山热液—斑岩型铜钼矿化。在该火山机构范围内有可能构成一个多期、多成因、多矿种的成矿系列。

## 4 矿床及矿(化)体地质特征

三矿沟矽卡岩型铜铁矿床 1967 年就已由黑龙江省地质局第二地质队探明,划分出了 3 个矿带,并提交  $C_1+C_2$  级铜金属储量 4.89 万 t,  $C_1+C_2$  级铁矿石量 121 万 t<sup>①</sup>。通过近几年的工作,在三矿沟铜铁矿床边部及外围又发现新的矿(化)体类型,初步在花朵山环形构造范围内形成了接触交代型+热液充填交代型+斑岩型+火山热液型的铜铁金钼矿化系列,和蚀变岩型+火山热液型的金矿化系列。

### 4.1 三矿沟矽卡岩型铜铁矿床特征

三矿沟矽卡岩型铜铁矿床位于花朵山环形构造的西部、北东向与北西向环状断裂的交汇处,由 I、II、III 号 3 个矿带组成,其形态和产状主要受大理岩体的形态和产状控制。矿体视其与大理岩体的产出部位,可分为两种情况:其一,地表沿大理岩体与角岩接触界面分布,矿体呈条带状,厚度小,品位变化大,在矿化带内呈透镜体群断续分布;其二,分布于大理岩体底部,特别是包有薄层角岩的大理岩体被英云闪长岩捕虏时,其底部或近底部的两侧常形成较厚的矿体,且铜铁共生。

1 号矿带:位于矿床的南部,矿带长 1400 m,宽 180 m,走向 130~140°,带内分布有 I、II、III 号矿体群。I 号矿体群:位于矿带的东南段,由 16 条铜矿体组成,赋存于角岩和大理岩的层间钙铁榴石矽卡岩中。主矿体成似层状产出,长 254 m,最大厚度 13.6 m,平均厚度 4.53 m,最大延深 100 m,产状 30°∠60°,铜平均品位  $2.51 \times 10^{-2}$ 。II 号矿体群:位于矿带的中段,由 17 条铜矿体组成,矿体一般长 25~80 m;平均厚度 1.02~4.15 m,延深小于 70 m,铜平均品位  $0.52 \times 10^{-2} \sim 3.11 \times 10^{-2}$ ,伴生金银。III 号矿体群:位于矿带的北西段,本次工作新发现 8 条矽卡岩型小矿体,结合前人勘探成果,III 号矿体群共由 6 条铁铜矿体、21 条铜矿体、2 条铜钼矿体、5 条独立钼矿体组成。赋存于角岩和大理岩的层间钙铁榴石矽卡岩中或背斜的鞍部(图 3)。矿体规模一般较小,矿体长度小于 150 m,平均厚度小于 6.0 m,延深小于 150 m。矿体平均品位 Cu  $0.54 \times 10^{-2} \sim 10.79 \times 10^{-2}$ 、TFe  $20.76 \times 10^{-2} \sim 39.84 \times 10^{-2}$ 、Mo  $0.041 \times 10^{-2} \sim 0.098 \times 10^{-2}$ 。

① 黑龙江省地质局第二地质大队.黑龙江省嫩江县三矿沟铜矿床详细普查报告.哈尔滨:黑龙江省地质资料档案馆,1965.

② 黑龙江省地质局第二地质大队.黑龙江省嫩江县三矿沟铜矿床地质勘探报告.哈尔滨:黑龙江省地质资料档案馆,1967.

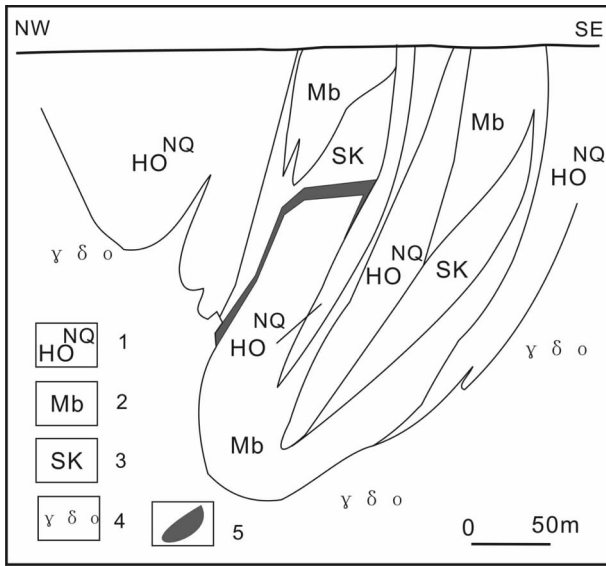


图 3 三矿沟铜铁矿床 I 号矿带同斜背斜储矿构造图  
1—黑云母石英角岩;2—大理岩;3—矽卡岩;4—英云闪长岩;5—矿体  
Fig.3 Geological section of homocline anticline ore-storage structure along Belt I of the Sankuanggou Cu-Fe deposit  
1-Biotite quartz hornfels; 2-Marble; 3-Skarn; 4-Tonalite; 5-Ore body

II 号矿带:分布在矿床的中部,长 1250 m,延深 50~230 m,矿带东南部走向 130°~140°,急剧北转成南北走向。组成矿带的 16 条矿体,主要赋存于侵入接触带外带,角岩和大理岩层间钙铁榴石矽卡岩体中。IV 号主矿体为铜铁矿体,呈“U”型状(图 4),总长 365 m、厚度 1~50 m,变化大,铜平均品位  $1.15 \times 10^{-2}$ 。

III 号矿带:位于矿床的北部,走向北西,短轴状,长轴长 180 m,短轴长 100 m,中部延深 70 m。V 号主矿体呈岩盆状,长 145 m,最大厚度 56.1 m,铜平均品位  $1.64 \times 10^{-2}$ 。

#### 4.2 小云山脆韧性剪切带(蚀变岩)型金矿化特征

2009 年追索控制新发现的 I 号矿带西部延伸矿体时,在 Cu、Zn、Au 组合土壤化探异常处又发现一条北西向金矿化蚀变破碎带(脆韧性变形变质带),长大于 600 m。破碎带岩性主要为酸性熔岩、凝灰熔岩、凝灰岩、角岩化粉砂岩等。岩石发育有眼球状或揉皱构造,镜下鉴定局部岩石具拉伸线理、压力影、石英波状消光、变形纹、动态重结晶、旋转碎斑等典型的糜棱结构(图 5),形成糜棱岩化岩石或糜棱岩。该脆韧性变形带,既是深部含金热液向上运移的重要通道,也是重要的容矿构造。在地表探槽所见构造破碎带(糜棱岩带)多处有金含量在  $0.1 \times 10^{-6}$  以上的金矿化显示,最高  $2.3 \times 10^{-6}$ ;深部施工的钻孔,见

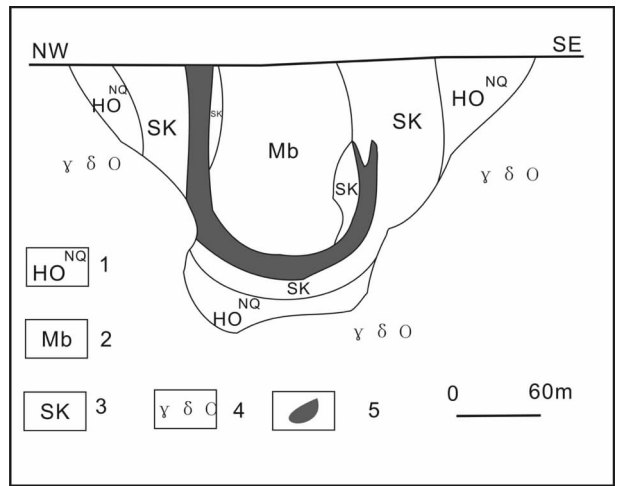


图 4 三矿沟铜铁矿床 II 号矿带直立向斜储矿构造图  
1—黑云母石英角岩;2—大理岩;3—矽卡岩;4—英云闪长岩;5—矿体  
Fig.4 Geological section of vertical syncline ore-storage structure along Belt 2 of the Sankuanggou Cu-Fe deposit  
1-Biotite quartz hornfels; 2-Marble; 3-Skarn; 4-Tonalite; 5-Ore body

多处与糜棱岩有关的金矿化,金品位最高为  $3.74 \times 10^{-6}$ ,没有进一步控制。该处与同一成矿带上新近发现的争光大型热液型金矿床特征有相似之处。

#### 4.3 育宝山矽卡岩型铜铁矿体特征

育宝山一带在侵入接触带的外带角岩和大理岩层间,发育 3 条北西走向、倾向北东的矿化矽卡岩带,其特征如下所述。

1 号矿化蚀变带:位于育宝山的南部,长 300 m、宽 60 m,为方解石、绿帘石矽卡岩型。见一条单线控制的黄铜矿体,地表宽 0.6 m,深部厚 2.84 m,Cu 品位  $0.27 \times 10^{-2} \sim 0.65 \times 10^{-2}$ ,Zn  $0.18 \times 10^{-2} \sim 0.97 \times 10^{-2}$ 。

2 号矿化蚀变带:位于育宝山的中部,长 1000 m、宽 50~120 m,主要是透辉石、石榴石矽卡岩型。见一条单线控制的铜磁铁矿体,地表宽 2.45 m,深部厚 0.87 m,Cu 品位  $0.51 \times 10^{-2} \sim 0.73 \times 10^{-2}$ ,TFe 品位  $55.51 \times 10^{-2} \sim 55.78 \times 10^{-2}$ ,含 Au  $0.13 \times 10^{-6} \sim 0.18 \times 10^{-6}$ 、Ag  $18.43 \times 10^{-6} \sim 20.57 \times 10^{-6}$ 。并见有辉钼矿化、闪锌矿化和方铅矿化。

3 号矿化蚀变带:位于育宝山的北部,长 1800 m、宽 100~250 m,为硅灰石石榴石矽卡岩型。地表见黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿和辉银矿化等。

以往在该地区施工过 7 个钻孔,没有见到具工业意义的矿体,但按目前找矿理念,认为控制深度不够,所以还无法否定深部存在盲矿体的可能。

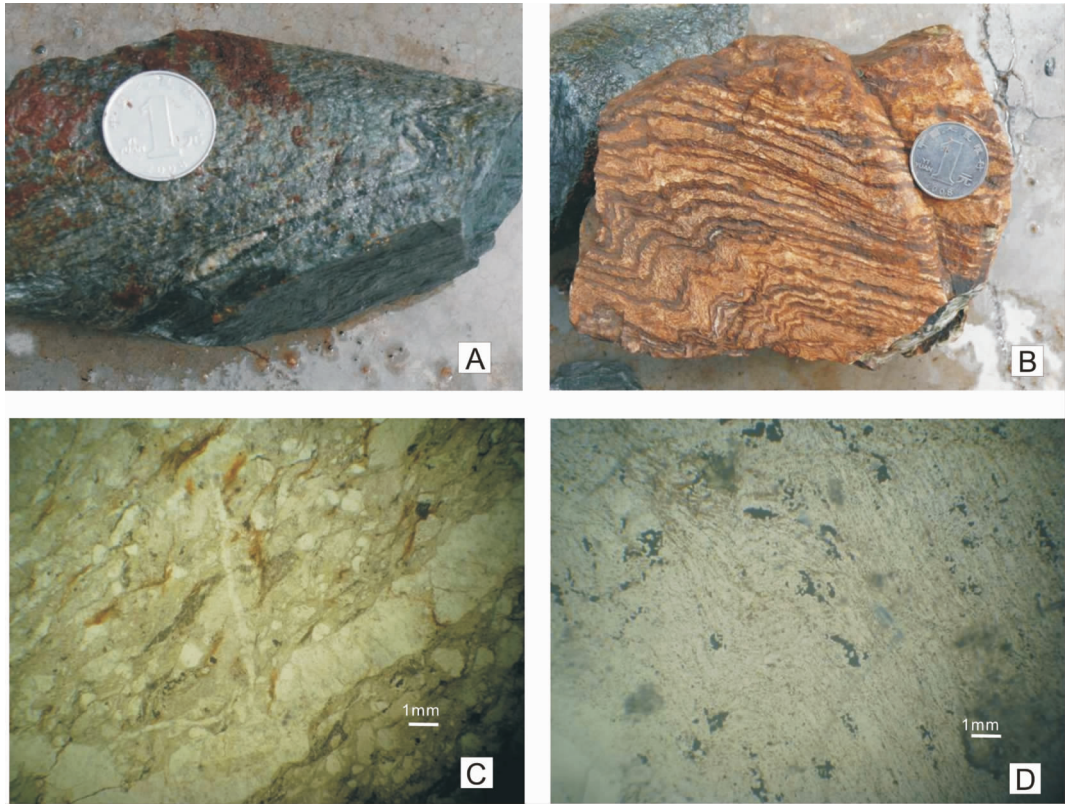


图5 三矿沟矿区脆韧性剪切带糜棱岩特征

A—眼球状构造(ZK354-2 钻孔岩心手标本);B—揉皱构造(小云山路线地质手标本);C—动态重结晶、塑变流动构造(小云山路线 Db80,单偏光);D—塑性变形、揉皱构造(ZK346-1 钻孔,单偏光)

Fig.5 Mylonite features of the ductile shear zone in the Sankuanggou ore district

A—Eye-like structure (hand specimen from ZK354-2 drill hole); B—Crumpled structure (hand specimen from Line Xiaoyunshan); C—Structure of dynamic recrystallization and flow structure of plastic deformation (Line Xiaoyunshan Db80, under microscope); D—Plastic deformation structure and crumpled structure (ZK346-1 drill hole, under microscope)

#### 4.4 英云闪长岩体中的细脉浸染状铜钼矿化特征

在验证三矿沟铜铁矿床Ⅱ号矿带北部和西部的土壤化探异常时施工了4个钻孔,均在英云闪长岩体的裂隙中见到了与脉状钾化有关的细脉浸染状的辉钼矿化及黄铜矿化。矿化体厚度很薄、最大厚度仅0.52 m,最高品位:钼  $0.229 \times 10^{-2}$ 、铜  $0.537 \times 10^{-2}$ 。岩石普遍具钾化、硅化、绢云母化。虽然铜钼矿化不具工业意义,但确表明了英云闪长岩体普遍存在与脉状钾化有关的细脉浸染状铜钼矿化,据此推断在岩体构造裂隙密集带或破碎带发育区段有形成斑岩型铜钼矿体的可能。

#### 4.5 花朵山隐爆角砾岩型铜钼矿化特征

花朵山环形构造的北西侧,北西向的放射状断裂中发现一条带状隐爆角砾岩体。该隐爆角砾岩体产于宝力高庙组( $C_3P_1bl$ )安山岩、英安质凝灰熔岩、

砂岩、凝灰质粉砂岩,晚三叠世—中侏罗世英云闪长岩体中。长度大于500 m,与地层的走向近于垂直;深度大于300 m,上部主要为安山岩、英安质凝灰熔岩,下部为英云闪长岩;宽度80~150 m。隐爆角砾岩体在垂向显示出震碎隐爆角砾岩—热液隐爆角砾岩—花岗质熔浆隐爆角砾岩的变化规律。蚀变矿化较强,主要为碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化、绿帘石化、叶腊石化、硅化;矿化主要为黄铁矿化,其次为黄铜矿化、辉钼矿化。蚀变矿化在垂直方向上有较明显的分带特点,从上往下,碳酸盐逐渐减少,叶腊石化、硅化逐渐增强。

在隐爆角砾岩体东侧边缘施工的ZK0-1钻孔,见到了真厚度达4.8 m的铜钼矿体,铜最高品位  $1.93 \times 10^{-2}$ 、平均品位  $0.56 \times 10^{-2}$ 、钼最高品位  $0.078 \times 10^{-2}$ 、平均品位  $0.011 \times 10^{-2}$ ;伴生金品位  $0.111 \times 10^{-6}$ 、

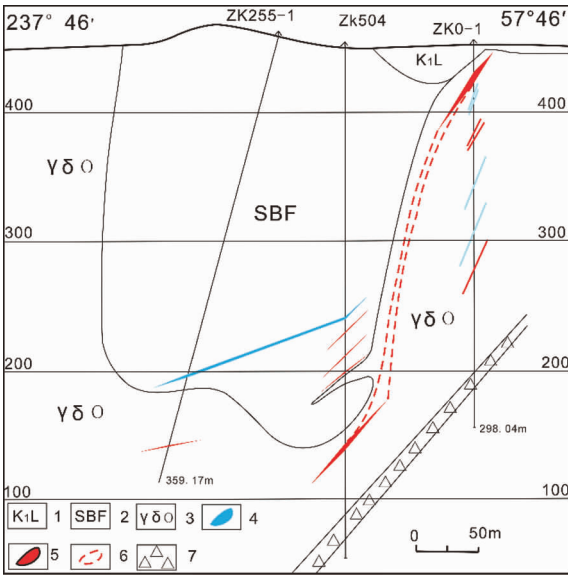


图 6 花朵山地区第 0 勘探线剖面

- 1—早白垩系龙江组; 2—隐爆角砾岩体; 3—英云闪长岩;
- 4—钼矿(化)体; 5—铜矿(化)体; 6—推测铜矿(化)体; 7—破碎带

Fig.6 Geological section along exploration line 0 in Huaduoshan district

- 1- Early Cretaceous Longjiang Formation; 2-Cryptoexplosive breccia pluton; 3-Tonalite; 4- Molybdenum (altered) ore body;
- 5-Copper (mineralized) ore body; 6-Inferred copper (mineralized) ore body; 7-Fracture zone

伴生银品位  $7.486 \times 10^{-6}$  (图 6)。

## 5 成矿规律及找矿方向

### 5.1 矿床成因探讨

#### 5.1.1 三矿沟矽卡岩型铜铁矿床成因

多期热液叠加成矿。岩浆侵入围岩作用首先在接触带和硅钙滑脱界面形成角岩和大理岩接触变质阶段,而后是岩浆期后高-中温成矿流体交代形成钙铁榴石、透辉石、硅灰石矽卡岩、磁铁矿成矿阶段,再后是岩浆期后晚期中低温热液充填交代形成含水硅酸盐岩、硫化物成矿阶段。在形成交代岩石的过程中,首先是  $\text{SiO}_2$  的交代,其次是  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的交代,再次则为铁质溶液交代,铁质热液交代后,则为含水硅酸期,最后则为硫化物期。各期次成矿热液(或流体)几乎都是沿相同的通道发生循环、交代和充填,故而在同一赋矿构造裂隙带内形成了不同期次的矿石矿物组合,并具有铁铜钼“同体三位、上铁-中铜-下钼、中间过渡、铜与金银共伴生”的空间分布关系(图 7)。

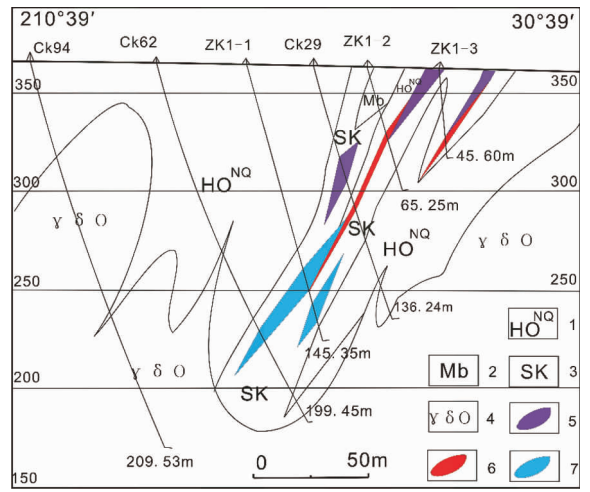


图 7 三矿沟矿床第 1 勘探线剖面

- 1—黑云石英角岩; 2—大理岩; 3—矽卡岩; 4—英云闪长岩;
- 5—铁矿体; 6—铜矿体; 7—钼矿体

Fig.7 Geological section along exploration line 1 in Huaduoshan district

- 1-Biotite quartz hornfels; 2-Marble; 3-Skarn; 4-Tonalite; 5-Iron ore body; 6-Copper ore body; 7- Molybdenum ore body

矿床形成时深度较大。形成矿床的英云闪长岩普遍具有中粒-粗粒结构; 碱长花岗岩具微文象结构,具强烈的混染现象; 热液变质带的宽度大。这些现象都说明英云闪长岩体形成时的深度较大,热能释放缓慢。

矿床形成时的温度较高。矿石矿物共生组合和结构、构造特征表明,铁矿化是高-中温成矿热液硫化物阶段形成的,铜、金、银矿化是硫化物阶段中-低温热液充填交代形成的。

成矿物质主要来源于深部。矿石中,磁铁矿  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.115$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.599$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.172$ ,黄铜矿  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.505$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.566$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.052$  (表 1), 英云闪长岩  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.321$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.581$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.303$ , 铅同位素组成反映成矿物质主要来源于上地幔的岩浆。

成矿时间长。三矿沟复式英云(花岗)闪长岩体主要由英云闪长岩、花岗闪长岩及碱长花岗岩组成,岩体侵入时代为晚三叠世-中侏罗世,岩浆脉动侵位持续时间约 35 Ma。根据前人资料,三矿沟岩体花岗闪长岩的锆石 U-Pb 年龄为 209 Ma; K-Ar 年龄: 黑云母为 201~180.8 Ma、全岩为 184 Ma。英云闪长岩

表 1 三矿沟铜铁矿床铅同位素分析结果  
Table 1 Pb isotopic analyses of the Sankuangou Cu-Fe deposit

序号	检测单位 统一编号	送样单位 样品编号	样品名称	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
1	04002	Ym11—1	黄铜矿	38.333	15.599	18.378
2	04003	ZK0—1—5	黄铜矿	37.765	15.578	19.786
3	04004	ZK0—1—5	黄铜矿	37.839	15.521	18.363
4	04005	ZK101—1—4	黄铜矿	38.403	15.603	18.368
5	04006	ZK101—1—4	黄铜矿	38.329	15.596	18.363
6	04007	ZK1020—4—5	黄铜矿	37.892	15.571	19.188
7	04008	ZK1020—4—7	黄铜矿	38.131	15.606	18.253
8	04009	ZK103—6	黄铜矿	38.045	15.555	18.407
9	04010	ZK104—4	黄铜矿	37.956	15.535	18.263
10	04011	ZK2—2—7	黄铜矿	38.258	15.597	18.300
11	04012	ZK2—2—7	黄铜矿	37.847	15.519	18.197
12	04013	ZK2—2—8	黄铜矿	37.828	15.512	18.203

注：样品测试由核工业北京地质研究院分析中心（2009年）完成，用7734号ISOPROBE—T热电质谱仪测定，执行GB/T17672—1999《岩石中铅铋钨同位素测定方法》，铅同位素比值误差以 $2\sigma$ 计。

的K-Ar等时年龄为172 Ma<sup>①</sup>；2008年，SHRIMP U-Pb定年11个测点的年龄为172~183.5 Ma、加权平均年龄177 Ma<sup>[5]</sup>。碱长花岗岩体稍晚侵入花岗(英云)闪长岩体，与钼矿关系密切。

2009年，本次工作在三矿沟铜铁矿床3号矿带下部，采空区出露的英云闪长岩体内，采取锆石U-

Pb同位素测年样品1件，该样品1~4号数据点 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄加权统计平均值为(168.2±1.0) Ma(表2、图8)。与前人取得的三矿沟岩体英云闪长岩的测年数据基本一致。

5.1.2 小云山脆韧性剪切带(蚀变岩)型金矿化成因特点  
脆韧性剪切带(蚀变岩)型金矿化，与同一构造

表 2 三矿沟英云闪长岩体锆石 U-Pb 同位素分析结果  
Table 2 Zircon U-Pb isotopic analyses of tonalite from the Sankuangou ore deposit

锆石描述		U( $\mu\text{g/g}$ )	Pb( $\mu\text{g/g}$ )	普通铅量 (ng)	同位素原子比率			表面年龄/Ma					
点号	锆石类型 及特征 锆石质量				$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	
1	黄色透明细长柱状中等偏大自形晶体	10	334	15	0.062	110	0.1636	0.02634 <33>	0.1794 <52>	0.0494 <13>	167.6	167.6	166.9
2	黄色透明柱状中等偏大较自形晶体	10	376	19	0.085	92	0.1524	0.02642 <30>	0.1182 <21>	0.0497 <57>	168.1	169.1	183.1
3	黄色透明细长柱状较自形小晶体	12	295	12	0.044	154	0.1555	0.02642 <30>	0.1803 <38>	0.0494 <85>	168.1	168.3	170.1
4	黄色透明粗短柱中偏大较自形晶体	10	444	17	0.052	163	0.1279	0.02653 <29>	0.1817 <42>	0.0496 <96>	168.8	169.5	179.5

注： $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 已对实验空白(Pb=0.005 ng, U=0.002 ng)及稀释剂作了校正。其他比值中的铅同位素均为放射成因铅同位素，括号内的数字为( $2\sigma$ )绝对误差，例如：0.04021<59>表示0.04021±0.00059( $2\sigma$ )。锆石质量系根据锆石的颗粒大小、粒数和比重估算的，由此导出的U、Pb浓度和普通铅量供参考。由核工业北京地质研究院分析中心完成，用7734号ISOPROBE—T热电质谱，按(DZ/T 0184.3—1997 颗粒锆石U-Pb同位素地质年龄测定)执行，2009年测试。

① 黑龙江省地质矿产局第三地质勘查所,地质矿产部矿床地质研究所.黑龙江省多宝山及其邻区寻找大型斑岩铜矿的研究.“八五”国家科技攻关计划专题成果报告(85-901-01-01).哈尔滨:黑龙江省地质资料档案馆,1995.



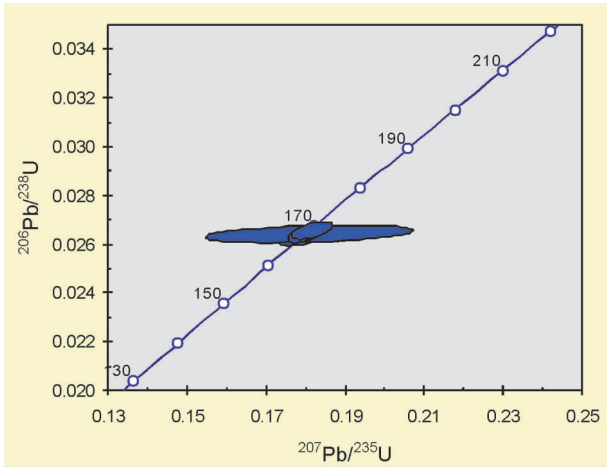


图 8 三矿沟英云闪长岩锆石 U-Pb 同位素年龄谱和图  
Fig.8 Concordia diagram for zircon U-Pb isotopic ages of tonalite from the Sankuangou ore deposit

成矿带上的争光大型金矿成矿特征基本相似。成矿均与三矿沟—多宝山复背斜轴部晚古生代北西向脆韧性剪切带、晚古生代—早中侏罗世中酸性岩浆侵入及早白垩世中酸性岩浆喷发所产生的热液活动有关。即古生代铜山组、多宝山组、裸河组、泥鳅河组等铜金元素的矿源层，经晚古生代脆韧性变形变质作用使金预富集，又经晚三叠世—中侏罗世中酸性岩浆侵入及早白垩世中酸性岩浆喷发—热液活动叠加复合而形成了热液蚀变岩型金矿。

5.1.3 花朵山火山热液型铜钼矿化成因特点

火山热液型铜钼矿化所在成矿构造环境，与松

嫩盆地西北缘火山活动带南部龙江县六九火山热液型铜矿基本相同。矿体均产于中心式火山机构边缘花岗质隐爆角砾岩体中，蚀变以钾化、硅化和绢云母化为主。矿床成因属于早白垩世龙江期火山—热液活动有关的隐爆角砾岩型铜钼矿。

5.1.4 三矿沟矿区成矿规律分析

三矿沟矿区构造—岩浆—热液成矿作用具有多期热液叠加复合、成因复杂、成矿时段长的特点，其成矿作用过程及矿床成因分析总结如图 9。

5.2 控矿因素、富集规律及找矿标志

5.2.1 三矿沟式砂卡岩型铁铜钼矿床

①地层为古生代的铜山组、多宝山组、裸河组等夹碳酸盐岩的沉积建造。

②侵入岩为晚三叠世—中侏罗世以英云闪长岩为主的英云闪长岩+花岗闪长岩+碱长花岗岩组合。

③矿区受古生代向斜及其横—斜向断裂、晚三叠世—中侏罗世中酸性—酸性岩浆侵入活动、早白垩世中性—酸性火山喷发活动复合形成的花朵山环状构造控制。矿带及矿体受近直立紧闭的向斜、背斜或倒转背斜控制。侵入接触带或褶皱构造的硅钙界面层间滑动带中的钙铁榴石砂卡岩带，是主要赋矿构造。褶皱构造的鞍部及两翼转折部位是矿石富集的重要位置。

④黄绿色钙铁石榴砂卡岩中常形成黄铜矿和斑铜矿的富矿体；深棕色钙铁石榴砂卡岩常形成黄铜矿、磁铁矿、辉钼矿及其混合矿石。

⑤1:5 万高精度航磁异常、1:1 万~1:2 万地面高磁异常，是寻找钙铁榴石砂卡岩、赋存有磁铁矿或铁

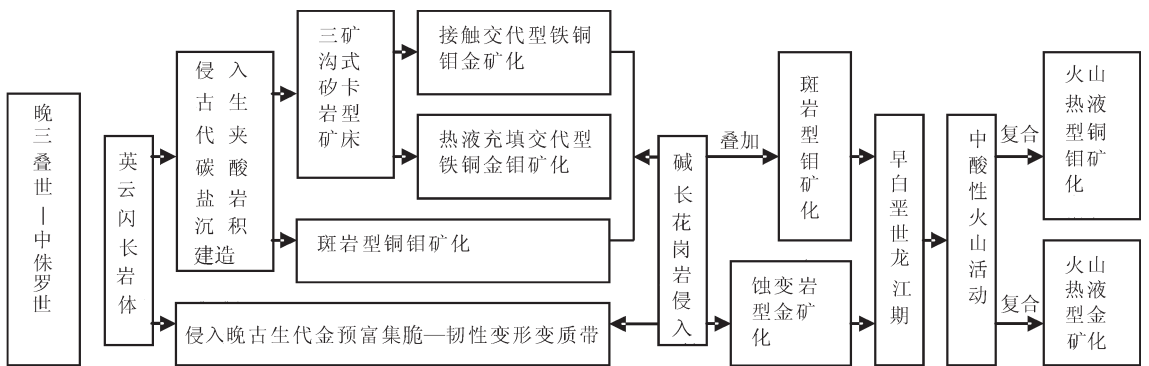


图 9 三矿沟矿区构造—岩浆—热液成矿作用过程及矿床成因示意图  
Fig.9 Schematic diagram of tectonic—magmatic—hydrothermal ore-forming process and genesis of the Santeuangou ore district

铜矿石的矿体的间接有效的找矿标志。

⑥1:1 万~1:2 万土壤测量圈定的以铜、钼元素异常为主的组合异常,与 1:1 万~1:2 万激电测量圈定的低阻、高极化异常套合部位,是寻找铜钼矿体间接有效的找矿标志。

#### 5.2.2 小云山脆韧性剪切带(蚀变岩)型金矿化

①古生代地层中北西向背斜轴部的脆韧性变形变质带。

②晚三叠世—中侏罗世中酸性—酸性复式侵入岩体的外接触带,或早白垩世火山热液型铜钼矿化的外侧与脆韧性变形变质带交接复合部位。

③主要蚀变为硅化、绢云母化。

④铜矿化较好部位,金的品位也较高。

⑤1:1 万~1:2 万土壤测量圈定的金、银、砷、锑、铜等元素的组合异常,是寻找金矿体的有效找矿标志。

#### 5.2.3 花朵山火山热液型铜钼矿化

①早白垩世中—中酸性火山机构边缘放射状、环状断裂与北西向断裂交汇处、控制形成的复成隐爆角砾岩体内的中酸性花岗质角砾岩。

②主要蚀变为钾化、硅化、绢云母化、泥化。

③1:1 万~1:2 万土壤测量圈定的以铜、钼元素异常为主的组合异常,与 1:1 万~1:2 万激电测量圈定的低阻、高极化异常套合部位,是寻找铜钼矿体间接有效的找矿标志。

### 5.3 矿区主要找矿方向

三矿沟式矽卡岩型铁铜钼矿床:矿区内育宝山矽卡岩铜铁矿点附近是采用大功率激电测量、大地音频可控源电磁测量等深部物探测量方法、寻找深部隐伏铜铁矿的有利地段;矿区东部新发现的钙铁榴石矽卡岩裸露区段。

蚀变岩型金矿:为小云山北西向金矿化蚀变破碎带,以及其南侧路线地质调查圈出的北西向硅化带;三矿沟 I 号矿带与育宝山铁铜矿点之间土壤金异常分布地段;花朵山火山机构西北缘土壤金异常分布地段。

火山热液型铜钼矿和斑岩型铜钼矿:火山机构边缘、英云闪长岩中分布的铜、钼、金等元素土壤组合异常与大功率激电视极化率异常套合地段。

## 6 结 语

三矿沟矽卡岩型铜铁矿床 2006 年已进入重

度危机状态,现已闭坑。长期以来人们普遍认为三矿沟地区仅有矽卡岩类的矿床,不会有其他类型的矿床存在,地质工作一直不被重视。通过近年来的工作,在找矿成果及找矿理念上均有所突破<sup>[6-18]</sup>。充分认识到花朵山环形火山构造是一具有良好成矿功能的构造—成矿系统,与小山头环形构造有许多相似之处。在同一成矿带上的小山头环形火山机构边缘及附近,已发现了多宝山斑岩型铜矿床、铜山铜矿床、争光金矿床、大冶铁矿点等。因此,有理由相信在花朵山环形火山机构边缘及附近也应该有类似的中、大型的矿床的存在。

本次研究工作是在前人工作基础上,结合危机场矿接替资源勘查工作所取得资料,尝试系统总结三矿沟矿区构造—岩浆—热液成矿作用及规律,以引起人们对该地区地质工作的重视,为进一步的勘查找矿工作起到抛砖引玉及指导的作用。

### 参考文献(References):

- [1] 韩振新,徐衍强,郑庆道,等.黑龙江省重要金属和非金属矿产的成矿系列及其演化[M].哈尔滨:黑龙江人民出版社,2004:76-80.  
Han Zhenxin, Xu Yanqiang, Zheng Qingdao, et al. Major Metal and Nonmetal Metallogenic Series in Heilongjiang and Their Evolution [M]. Harbin: Heilongjiang People's Press, 2004: 76-80 (in Chinese).
- [2] 黑龙江省地质矿产局.黑龙江省区域地质志[M].北京:地质出版社,1993:573-577.  
Bureau of Geological and Mineral Resources of Heilongjiang Province. Regional Geology of Heilongjiang Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993: 573-577 (in Chinese with English abstract).
- [3] 黑龙江省地质矿产局.黑龙江省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1997:30-50.  
Bureau of Geological and Mineral Resources of Heilongjiang Province. Lithostratigraphy in Heilongjiang Province [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1997: 30-50 (in Chinese with English abstract).
- [4] 杜琦,赵玉明.多宝山斑岩铜矿床[M].北京:地质出版社,1988:74-310.  
Du Qi, Zhao Yuming. Porphyry Copper Deposit in Duobaoshan [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1988: 74-310 (in Chinese with English abstract).
- [5] 崔根,王金益,张景仙,等.黑龙江多宝山花岗岩闪长岩的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及其地质意义[J].世界地质,2008,27(4):387-394.  
Cui Gen, Wang Jinyi, Zhang Jingxian, et al. U-Pb SHRIMP

- dating of zircons from Duobaoshan granodiorite in Heilongjiang and its geological significance [J]. *Global Geology*, 2008, 27(4):387-394 (in Chinese with English abstract).
- [6] 赵一鸣, 毕承思, 邹晓秋, 等. 黑龙江多宝山、铜山大型斑岩铜(钼)矿床中辉钼矿的铼-钨同位素年龄 [J]. *地球学报*, 1997, 18(1): 61-67  
Zhao Yiming, Bi Chengsi, Zou Xiaoqiu, et al. The Re-Os isotopic age of molybdenite from Duobaoshan and Tongshan porphyry copper (molybdenum) deposits [J]. *Acta Geoscientia Sinica*, 1997, 18 (1):61-67(in Chinese with English abstract).
- [7] 李之彤, 王希今, 王宏博, 等. 黑龙江省嫩江县三矿沟含金铁铜矿床地质特征[J]. *地质与资源*, 2008, 17(3):170-174.  
Li Zhitong, Wang Xijin, Wang Hongbo, et al. Geology of the Sankuanggou gold-bearing iron-copper deposit in Nenjiang County, Heilongjiang province [J]. *Geology and Resources*, 2008, 17 (3):170-174(in Chinese with English abstract).
- [8] 王喜臣, 王训练, 王琳, 等. 黑龙江多宝山超大型斑岩铜矿的成矿作用和后期改造[J]. *地质科学*, 2007, 42(1):124-133.  
Wang Xichen, Wang Xunlian, Wang Lin, et al. Metallogeny and reformation of the Duobaoshan superlarge porphyry copper deposit in Heilongjiang [J]. *Chinese Journal of Geology*, 2007, 42 (1):124-133(in Chinese with English abstract).
- [9] 王希金, 谭成印, 张东才, 等. 黑龙江省有色、贵金属矿产区域成矿特征 [J]. *矿物岩石地球化学通报*, 2007, 26(4):376-381.  
Wang Xijin, Tan Chengyin, Zhang Dongcai, et al. A study on the regional metallogeny of base and precious metal resources in Heilongjiang Province, China [J]. *Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry*, 2007, 26 (4):376-381 (in Chinese with English abstract).
- [10] 谭成印, 王根厚, 李永胜. 黑龙江多宝山成矿区找矿新进展及其地质意义 [J]. *地质通报*, 2010, 29(2/3):436-445.  
Tan Chengyin, Wang Genhou, Li Yongsheng. New progress and significance on the mineral exploration in Duobaoshan mineralization area, Heilongjiang, China [J]. *Geological Bulletin of China*, 2010, 29(2/3):436-445(in Chinese with English abstract).
- [11] 吕军, 赵志丹, 曹亚平, 等. 黑龙江三道湾子金矿床地质特征及成因探讨[J]. *中国地质*, 2009, 36(4):853-860.  
Lv Jun, Zhao Zhidan, Cao Yaping, et al. Geological characteristics and genesis of the Shandaowanzi gold deposit in Heilongjiang Province [J]. *Geology in China*, 2009, 36 (4):853-860 (in Chinese with English abstract).
- [12] 赵寒冬, 刘勇, 邓晋福, 等. 小兴安岭伊春地区环斑花岗岩组合特征及其地质意义[J]. *中国地质*, 2009, 36(3):658-668.  
Zhao Handong, Liu Yong, Deng Jinfu, et al. Characteristics and significances of rapakivi in Yichun area of Xiaoxinganling, Heilongjiang Province [J]. *Geology in China*, 2009, 36(3):658-668 (in Chinese with English abstract).
- [13] 韩振哲, 赵海玲, 郎海涛, 等. 小兴安岭东南端晚石炭世大岭环斑花岗岩成因 [J]. *中国地质*, 2008, 35(3):399-409.  
Han Zhenzhe, Zhao Hailing, Lang Haitao, et al. Genesis of the Late Carboniferous Daling rapakivi granites at the southeastern end of the Xiao Hinggan Mountains [J]. *Geology in China*, 2008, 35 (3):399-409 (in Chinese with English abstract).
- [14] 章凤奇, 陈汉林, 董传万, 等. 松辽盆地北部存在前寒武纪基底的证据[J]. *中国地质*, 2008, 35(3):421-428.  
Zhang Fengqi, Chen Hanlin, Dong Chuanwan, et al. Evidence for the existence of Precambrian Basement under the northern Songliao basin [J]. *Geology in China*, 2008, 35 (3):421-428 (in Chinese with English abstract).
- [15] 陈衍景, 肖文交, 张进江. 成矿系统: 地球动力学的有效探针[J]. *中国地质*, 2008, 35(6):1059-1073.  
Chen Yanjing, Xiao Wenjiao, Zhang Jinjiang. Ore-system as a geodynamic probe [J]. *Geology in China*, 2008, 35 (5):1059-1073 (in Chinese with English abstract).
- [16] 裴荣富, 王永磊, 王浩琳. 南岭钨锡多金属矿床成矿系列与构造岩浆侵入接触构造动力成矿专属 [J]. *中国地质*, 2009, 36(3): 483-489.  
Pei Rongfu, Wang Yonglei, Wang Haolin. Ore-forming speciality of the tectono-magmatic zone in Nanling region and its emplacement dynamics for metallogenic series of W-Sn polymetallic deposits [J]. *Geology in China*, 2009, 36(3):483-489 (in Chinese with English abstract).
- [17] 潘桂棠, 肖庆辉, 陆松年, 等. 中国大地构造单元划分[J]. *中国地质*, 2009, 36(1):1-28.  
Pan Guitang, Xiao Qinghui, Lu Songnian, et al. Subdivision of tectonic units in China [J]. *Geology in China*, 2009, 36(1):1-28 (in Chinese with English abstract).
- [18] 葛肖虹, 马文璞, 刘俊来, 等. 对中国大陆构造格架的讨论[J]. *中国地质*, 2009, 36(5):949-965.  
Ge Xiaohong, Ma Wenpu, Liu Junlai, et al. A discussion on the tectonic framework of Chinese mainland [J]. *Geology in China*, 2009, 36(5):949-965 (in Chinese with English abstract).

## Geological features and prospecting orientation of the Sankuanggou Cu–Mo–Au deposit in Nenjiang County, Heilongjiang Province

LI De-rong<sup>1,2</sup>, LV Fu-lin<sup>2</sup>, LIU Su-ying<sup>2</sup>, LV Jun<sup>1,3</sup>

(1. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, Beijing; 2. Heilongjiang Mining Group Co., Ltd., Harbin 150036, Heilongjiang, China; 3. Heilongjiang Heilong Mining Co., Ltd, Harbin 150036, Heilongjiang, China)

**Abstract:** The Sankuanggou Cu–Fe–Mo–Cu ore deposit is located in the northwest part of the famous Doubaoshan copper polymetallic metallogenic belt, Heilongjiang Province. In recent years, the resource exploration in crisis mines has been carried out at the edge and on the periphery of this ore deposit, and has discovered an independent Mo ore body and a Cu–Mo ore body of the cryptoexplosion breccia type as well as a gold mineralization belt related to the ductile–brittle shear zone. Therefore, some new understanding of the geological characteristics and mineralization regularity of this ore deposit has been obtained. This paper also summarized and analyzed hydrogeochemical indicators for ore–prospecting in this area, thus providing a more adequate basis for further exploration of medium–size or large–size copper polymetallic deposits.

**Key words:** Heilongjiang; Sankuanggou deposit; geological features; ore–forming regularity; ore–prospecting

---

**About the first author:** LI De-rong, male, born in 1965, doctor and senior engineer, mainly engages in mineral exploration work; E-mail: Leederong@163.com.