

# 黑龙江老柞山金矿田南东段矿床成因

裴志霞<sup>1</sup>, 何宝林<sup>2</sup>, 韩忠良<sup>1</sup>, 敖贵武<sup>3</sup>

(1. 黑龙江省鸡西矿业集团职业培训中心, 黑龙江 鸡西 158100; 2. 黑龙江省有色金属地质勘察七〇一队, 黑龙江 桦南 154400; 3. 黑龙江省有色金属地质勘察七〇七队, 黑龙江 绥化 152054)

**摘要:**老柞山金矿田由几个与侵入岩有关的热液型金矿床组成, 矿体多为脉状, 多赋存在古元古界兴东群大马河组夕卡岩层内, 主要为夕卡岩型浸染状金矿石, 次为角砾岩型浸染状。分早晚 2 期成矿: 早期为元古宙混合岩化热液, 基本特点为富 As 亏 S, 高温, 形成混合岩化热液型金矿体; 晚期为燕山期再生岩浆热液叠加在早期矿体之上, 使早期矿体变富。NE 向断裂控制金矿床, NW 及 NWW 向断裂及韧性剪切带控制金矿体。矿床成因为后期热液叠加的混合岩化交代夕卡岩型金矿床。

**关键词:**夕卡岩型金矿; 混合岩化热液; 黑龙江

**中图分类号:** P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-558X (2004) 02-0028-05

## 1 地质概况

老柞山金矿田位于佳木斯隆起带桦南隆起中的红卫火山岩凹陷盆地与倭肯河断陷盆地之间的隆起区 (图 1)。矿田内主要地层为古元古界兴东群大马河组, 岩层走向 280~320°, NE 倾, 主要岩性为黑云斜长变粒岩、黑云斜长片麻岩、大理岩、夕卡岩、石英片岩及混合岩等<sup>[1]</sup>。主要构造有大马河组地层构成的单斜, 岩层走向 310~320°, NE 倾, 倾角 60~85°, 断裂有 NE、NW 及近 EW 向 3 组, NE 向断裂控制金矿床, NW 和 NWW 向断裂及韧性剪切带控制金矿体。岩浆活动形成古元古代混合花岗岩, 与大马河组地层呈混合交代接触, 华力西期花岗岩与大马河组地层呈侵入接触; 燕山期浅成、超浅成侵入岩呈脉和小岩株状零星分布在矿体附近, 主要岩性为闪长岩、斜长花岗岩、霏

细岩、闪长玢岩。围岩蚀变主要有夕卡岩化、硅化、绢云母化和碳酸盐化。

## 2 矿床地质特征

### 2.1 矿体及矿石特征

矿体分布在长 600 m, 宽 400 m 范围内, 共有 17 条表内金矿体, 其中盲矿体 4 条; 表外金矿体 9 条, 其中盲矿体 2 条。矿体以脉状为主, 规模小, 长 13~185 m, 平均厚 0.68~3.62 m, 倾斜延深 6~208 m, 地表出露最大标高为 407 m。

氧化矿石以他形、半自形粒状和土状结构为主, 构造主要为稀疏浸染状, 次为细脉浸染状及星散状。金属矿物主要为褐铁矿、赤铁矿, 次为自然金; 非金属矿物主要为透辉石、臭葱石、长石、石英、方解石和石墨。矿石组合样分析结果见表 1。

收稿日期: 2004-03-30。李杰美编辑。

**作者简介:**裴志霞 (1969-), 女, 吉林伊通人, 黑龙江省鸡西矿业集团职业培训中心高级工程师, 学士, 主要从事地质科研及教学工作。

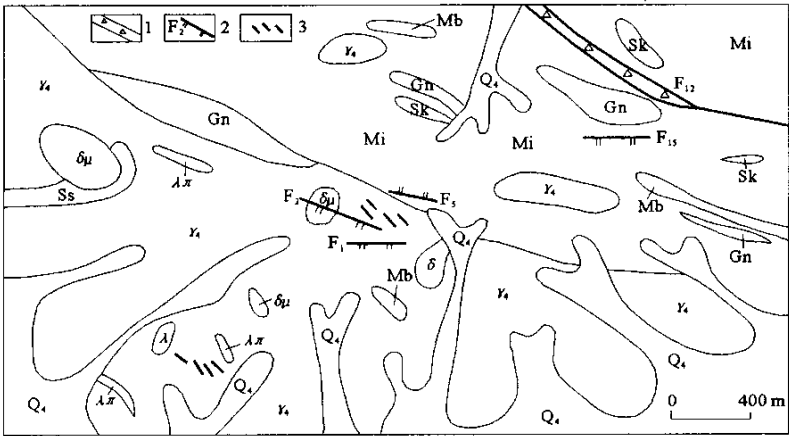


图 1 老柞山金矿田地质图（据黑龙江有色地质七〇一队，1995）

Q<sub>4</sub>—冲积层；Ss—碳质砂岩；Gn—黑云斜长片麻岩；Sk—夕卡岩；Mb—大理岩；Mi—混合岩；γ<sub>4</sub>—混合花岗岩；λ—霏细岩；δ—闪长岩；δμ—闪长玢岩；γπ—石英斑岩；1—破碎带；2—断层及编号；3—金矿体

表 1 矿石组合样分析结果

u(B)10 <sup>-6</sup>		u(B)%			
Au	Ag	Cu	Co	As	S
4.35	2.10	0.09	0.06	1.03	0.04

注：由北京地质研究所分析，1996。

原生矿石以他形、半自形粒状为主，次为他形粒状、碎裂结构；构造主要为稀疏浸染状，次为细脉浸染及星散状；金属矿物主要为毒砂、黄铁矿、白铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿；非金属矿物主要为微斜长石、石英、黑云母、透辉石、透闪石、方解石、钙铝榴石<sup>[2]</sup>。矿石中矿物相对含量见表 2，金属矿物相对含量见表 3。

夕卡岩型浸染状金矿石约占矿石总量的 80%，具他形粒状结构，浸染状构造，金属矿物主要为毒砂，在矿石中呈浸染状，其他金属矿物有磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿等。

角砾岩型浸染状金矿石约占矿石总量的 20%，金矿石为构造角砾岩，角砾成分以夕卡岩为主，胶结物主要为碳酸盐，金属矿物以毒砂为主，赋存在角砾中。

2.2 主要金属矿物特征及赋存状态

主要金矿物为自然金，次为银金矿。金矿物以包裹体金为主，占 50.04%，主要赋

存在毒砂空洞边部及黄铁矿、方铅矿空洞边部；裂隙金次之，占 49.12%；粒间金主

表 2 矿石中矿物相对含量

矿 物 名 称	相对含量/%
毒 砂	2.38
黄铁矿、白铁矿	1.99
磁黄铁矿	0.06
金 属 黄 铜 矿	0.03
方 铅 矿	0.03
闪 锌 矿	0.04
褐铁矿、赤铁矿	4.97
石 英	38.00
长 石	22.00
非 金 属 方 解 石	11.04
臭 葱 石	0.25
黑云母、石墨、透辉石等	19.21
合 计	100.00

表 3 金属矿物相对含量

矿 物 名 称	相对含量/%
毒 砂	25.02
黄铁矿、白铁矿	20.95
磁黄铁矿	0.63
黄 铜 矿	0.32
方 铅 矿	0.32
闪 锌 矿	0.42
褐铁矿、赤铁矿	52.31
合 计	99.97



要为非金属矿物之间, 次为白铁矿、黄铁矿粒间。金矿物形态以边界线不平整, 尖角不规则状为主, 棱角明显的次之, 边界线圆滑的较少(表 4), 金矿物赋存状态见表 5。

表 4 金属矿物形态  $w(B)/\%$

边界圆滑	边界平整	棱角明显	边界不平整	呈尖叉状	合计
浑圆粒	麦粒	角粒	长角粒	尖角粒	枝叉
16.52	4.69	13.98	10.48	5.72	48.61
					100.00

表 5 金矿物赋存状态

赋存状态	矿 物	相对含量/%	
包裹体金	毒砂	30.76	50.04
	黄铁矿	3.67	
	硫砷铋矿	4.13	
	白铁矿	11.48	
裂隙金	毒砂	46.82	49.12
	毒砂、方铅矿	2.30	
粒间金	非金属矿物	0.38	0.84
	方铅矿、毒砂	0.15	
	白铁矿、黄铜矿	0.31	
合 计		100.00	

毒砂为矿石中主要的金属硫化物, 占 2.38%, 多呈自形、半自形浸染状分布, 粗粒粒径大于 0.20 mm, 细粒在 0.05 mm 以下, 多为 0.100~0.025 mm, 大部分金矿物都赋存在毒砂的空洞边部或被毒砂包裹。少量赋存在毒砂与金属矿物粒间, 毒砂中还有 1%~9% 的钴矿物, 个别毒砂为钴毒砂, 毒砂与金矿物关系十分密切。黄铁矿为矿石中较常见的金属矿物, 占 1.99%, 呈自形、半自形、他形粒状, 粒径一般在 0.10~0.25 mm, 黄铁矿与白铁矿关系密切, 常与白铁矿连生。

矿体围岩主要为夕卡岩, 混合岩, 硅化、碳酸盐化岩石和构造角砾岩, 矿体夹石以夕卡岩为主。

### 3 矿床成因

#### 3.1 成矿物质来源

矿区原岩为黑云斜长变粒岩、黑云斜长

片麻岩,  $Au$  丰度分别为  $54 \times 10^{-9}$  和  $52 \times 10^{-9}$ , 是地壳平均丰度的 13 倍, 为初始矿源层。矿区有多期岩浆作用, 其中燕山期闪长玢岩平均  $Au$  含量为  $35 \times 10^{-9}$ , 是地壳丰度值的 9 倍, 是晚期成矿金的主要来源。从硫、碳、氧同位素特征看, 矿区  $\delta^{34}S$  变化范围为 2.6‰~7.1‰, 平均 4.5‰, 说明以幔源硫为主, 有壳源硫的混入, 反映热液主要来源于岩浆, 但有地表水的混入, 属混合岩化热液交代成因, 矿体中方解石  $\delta^{18}O$  及  $\delta^{13}C$ , 分别为 10.27‰~12.10‰ 和 -5.33‰~-2.64‰, 也表明主要来自岩浆。综合硫、碳、氧同位素资料可判断出成矿热液主要为岩浆水, 有少量地表水的混入<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 成矿期和成矿阶段

研究区为早、晚 2 期成矿, 早期形成的金矿体赋存于古元古界兴东群大马河组剪切破碎带及夕卡岩中, 晚期赋存于华力西期混合花岗岩剪切断裂带内, 晚期岩浆热液叠加在早期形成的金矿体之上使其变富。根据野外观察和光、薄片及单矿物研究结果, 分为 8 个成矿阶段, 见表 6。

#### 3.3 成矿温度及成矿热液特点

六方磁黄铁矿  $Fe$  的平均含量为 47.24%, 以此结果做图得出平均温度为 345~370℃, 是早成矿期第 I 阶段的产物, 代表早期成矿温度。闪锌矿包裹体测温结果为 200~265℃, 方铅矿形成温度为 250℃, 代表晚期成矿温度。

早、晚 2 期成矿均与元古宙末期混合岩化热液和华力西期岩浆热液活动有关, 通过对主要载金矿物磁黄铁矿和毒砂的研究, 证明 2 期热液性质有所不同。

磁黄铁矿包裹体测定结果表明, 早期热液形成的磁黄铁矿包裹体成分 pH 值平均为 6.34。Eh 值平均为 -0.5 V, 说明磁黄铁矿生成于弱酸性、弱还原环境。包裹体中  $CO$ 、 $CO_2$ 、 $H_2O$  及盐类离子含量较高。且  $(Ca^{2+}$

表 6 矿物生成顺序与成矿阶段划分

矿 物	早 期			晚 期				表生期
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
石 英								
磁黄铁矿	——							
毒 砂	——		——		——			
黄铜矿						——		
黄铁矿	——				——			
方铅矿						——		
闪锌矿						——		
辉钼矿	——							
碲铋齐矿					——			
方解石	——		——			——		
自然金	——					——		——
白铁矿		——						
赤铁矿								——
褐铁矿								——
孔雀石								——
蓝铜矿								——
臭葱石								——

注：I—磁黄铁矿-毒砂-方解石；II—胶黄铁矿-石英；  
III—粗粒毒砂-方解石-石英；IV—块状石英；V—粗粒毒砂-  
石英；VI—多金属硫化物-毒砂-石英；VII—石英-方解石；  
VIII—氧化阶段。

+  $Mg^{2+}$ )  $\geq$  ( $K^{+}$  +  $Na^{+}$ )， $CO_2$  高有利于金的沉淀。

毒砂分早、晚 2 期，共有 4 个世代，分别对应早期的第 I，III 和晚期的 V，VI 成矿阶段。4 个世代毒砂 Au 含量均较高，毒砂的大量出现是金矿成矿的重要标志。AsS I，AsS IV 均为细粒（第 I，II，III，IV 世代毒砂分别用 AsS I，AsS II，AsS III，AsS IV 表示），半自形—自形，其中 AsS I 主要为菱形扁柱状，AsS IV 主要为斜方柱状，AsS II，AsS III 均为粗粒、他型，早期毒砂富 As 贫 S， $As/S \geq 1$ ；晚期毒砂富 S 贫 As， $As/S < 1$ 。早期毒砂 Co，Ni 含量较高，晚期较低，Co/Ni 值早期较大，晚期较小，粗粒、他型，Cu 在 AsS I 中最高，而 Pb，Zn 在 AsS IV 中最高。早期毒砂晶胞参数  $a_0$ ， $b_0$  较小， $c_0$  及  $\beta$  角较大，晚期则相反。早期毒砂热电系数均为正值，平均  $250.3 \mu V/^{\circ}C$ ，晚期均为负值，平均  $-216.9 \mu V/^{\circ}C$ ，早期毒砂包裹体成分中盐度及盐离子含量较低， $CO_2$ 、 $CO_2$  及  $H_2O$  含量较高，晚期则相反。

综上所述，早期含矿热液总体上富 As 亏 S，晚期富 S 亏 As，这一特点与早晚成矿期的矿物组合一致，成矿早期形成大量磁铁矿是由于富 Fe 亏 S 造成的，成矿晚期出现较多的黄铁矿，磁黄铁矿极少则是由于晚期热液富 S 亏 Fe 造成的，早期毒砂  $As/S \geq 1$ ，说明可能形成于深部，晚期  $As/S < 1$ ，说明形成于中深部这一特点与矿床成因是一致的。同一成矿期内，不同毒砂包裹体成分基本相近，而不同成矿期毒砂成分相差较大。早期毒砂包裹体的盐度以及  $K^{+}$ ， $Na^{+}$ ， $Ca^{2+}$ ， $Mg^{2+}$ ， $F^{-}$ ， $Cl^{-}$ ， $NO_3^{-}$ ， $SO_4^{2-}$  含量较低，而晚期相对较高，包裹体中的  $CO_2$ 、 $CO_2$ 、 $H_2O$  的含量早期较高，晚期相对较低，而较高的 C 含量有利于金的沉淀。因此，成矿早期是重要的金沉淀期。

$CO_2/H_2O$  值与含 Au 性有关，比值越高，含 Au 性越好，本矿床早成矿期为 1.81，晚成矿期为 0.64，相差近 3 倍，这表明早成矿期热液对成矿有利。

#### 4 矿床形成演化过程

矿床的形成演化大体经历以下几个过程。古元古代沿深断裂从地壳内较深处上升的中—基性岩浆，携带相对含量较高的 Au，As，S，Fe 等元素。由于 Au 的亲 Fe 性，形成含金较高的中—基性火山岩。古元古代区域变质作用的长期升温、升压下，使原岩中的水活化、汇集，局部形成有较高溶解能力的溶液，使底层中的 Fe，S，As，Au 等元素活化迁移。在区域变质作用的长期升温下，发生混合岩化作用，Au 以配合物形式主要溶于富 As 亏 S 含 Fe 较高的溶液中而被运移。在混合岩化形成的晚期，熔浆温度下降到  $300 \sim 500^{\circ}C$  时，在低压带内出现了绿泥石化、硅化、绢云母化，使性质活泼的薄层大理岩夕卡岩化，这时残浆溶液中的大部分金属硫化物沉淀，随着毒砂、磁黄铁矿等金



属硫化物大量析出和溶液性质改变,在弱酸性和弱还原性的溶液中,  $\text{Au}$  配合物的溶解度剧降,可形成不稳定的硫化物 ( $\text{AuS}_3$  等) 在水溶液中被还原成自然金,溶液中含有较高的碳质也有利于金的沉淀。混合岩化后期的热液作用,在夕卡岩层中形成的金矿体为早期金矿体。华力西晚期的花岗岩化作用,形成浅色混合花岗岩,呈脉和岩柱状出露,  $\text{K-Ar}$  同位素年龄为  $371 \sim 284 \text{ Ma}$ , 穿插金矿体,起破坏作用。燕山晚期,地壳深部的混合花岗岩和沉积变质岩系经重熔产生再生岩浆,沿断裂上升形成中—酸性浅成小侵入体,其岩浆热液携带  $\text{Au}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{As}$ ,  $\text{S}$  等元素叠加在早期形成的金矿体之上,使早期金矿体变富。

老柞山金矿田主要成矿作用分早晚 2 期,早期自古元古代至元古宙晚期是最主要的成矿期,经历了中—基性火山岩浆喷发,携带金等成矿元素形成初始矿源层;又经区

域变质和混合岩化作用,形成早期金矿体;早期成矿热液的基本特点是富  $\text{As}$  亏  $\text{S}$ ,成矿温度较高。晚期成矿作用发生在燕山晚期,其再生岩浆热液叠加在早期金矿体之上,使金矿体变富,在矿田内形成小型金矿体,晚期成矿作用的基本特点是富  $\text{S}$  亏  $\text{As}$ ,成矿温度较低<sup>[4]</sup>。矿床成因属有后期热液叠加的混合岩化交代夕卡岩型金矿床。

#### 参考文献:

- [1] 邓翔云. 黑龙江省勃利县至宝清县老柞山金矿区东、西矿带勘探报告(第 1 期)[R]. 黑龙江 桦南: 黑龙江省有色地质勘查七〇一队, 1994.
- [2] 何宝林, 赵海鹏. 老柞山金矿田鸡爪沟金矿床地质特征及成因探讨[J]. 矿产与地质, 2002, 16(3): 165-167.
- [3] 邓翔云. 黑龙江省勃利县至老柞山金矿区东矿带东部段地质勘探总结报告[R]. 黑龙江 桦南: 黑龙江省有色地质勘查七〇一队, 1999.
- [4] 吴光学, 刘连登. 浅成热液金矿研究综述[J]. 世界地质, 2001, 20(3): 262-266.

## The genesis of the southeast section of the Laozhashan gold ore field , Heilongjiang

PEI Zhi-xia<sup>1</sup>, HE Bao-lin<sup>2</sup>, HAN Zhong-liang<sup>1</sup>, AO Gui-wu<sup>3</sup>

(1. Jixi Mining Industry Group Corporation Training Center of Heilongjiang Province, Jixi 158100, Heilongjiang, China; 2. No.701 Nonferrous Metal Geological Investigation Team of Heilongjiang Province, Huanan 154400, Heilongjiang, China; 3. No.707 Nonferrous Metal Geological Investigation Team of Heilongjiang Province, Suihua 152054, Heilongjiang, China)

**Abstract:** Several intrusive rock relative hydrothermal solution type gold deposits compose the Laozhashan gold ore field. The ore bodies are mainly veins and occurred in the skarn of Paleo-Proterozoic Xingdong Group Damahe Formation. The type of the ores are mainly skarn disseminated gold ore, secondly are breccia disseminated. The mineralization could be parted into two stages: the early stage is migmatized hydrothermal solution of Proterozoic that rich  $\text{As}$  and short  $\text{S}$  in high temperature come into being migmatized hydrothermal solution type gold body. The late stage one is the regenerated magma hydrothermal of Yanshan period superimposed on the early ore body and enriched the early one. NE strike fault controlled the gold deposit and NW and NWW strike faults and ductile shear zone controlled the gold ore body. The genesis of the gold deposit is late hydrothermal superimposed migmatization replace skarn type gold deposit.

**Key words:** skarn type gold deposit; migmatized hydrothermal solution; Heilongjiang