东天山北部浅成低温热液金矿成矿模式*

Metallogenic Models of Epithermal Gold Deposit in Northern Part of Eastern Tianshan

莫江平[1] 彭晓明[2] 郦今敖[1]

（1 桂林矿产地质研究院，广西 桂林 541004；2 新疆有色地勘局 704 队，新疆 哈密 839000）

Mo Jiangping[1], Peng Xiaoming[2], Li Jin′ao[1]

(1 Guilin Research Institute of Geology for Mineral Ressources, Guangxi, Guilin 541004, Guilin, China; 2 No. 704 Team of Xinjiang Geological Exploration Bureau for Nonferrous Metals, Xinjiang, Hami 839000, Xinjiang, China)

摘 要 东天山北部浅成低温热液金矿产于下石炭统中—酸性火山碎屑岩中，层位控制明显，成矿作用分为火山热泉、潜火山热液和构造热液富集 3 个阶段，属冰长石-绢云母型矿床，成矿物质具有源自上地幔或下部地壳的深源特征，具“火山碎屑岩－潜火山岩－构造”三位一体的成矿控矿机制。

关键词 金矿 浅成低温热液 成矿模式 东天山北部

新疆东天山北部处于哈萨克斯坦板块东南缘与西伯利亚板块陆缘结合部位，该区浅成低温热液金矿分布于卡拉麦里板块缝合带南、北两侧哈尔力克和库兰卡孜干晚古生代岛弧区。自从 80 年代后期在西天山发现阿希特大型浅成低温热液金矿，90 年代初在东天山北部先后发现索尔巴斯陶、双峰山和 1583 金矿床。因此，深入研究该类型金矿的矿床地质特征和成矿模式，有助于在东天山寻找大型金矿床。

1 成矿地质背景

沿北西向卡拉麦里板块活动带双向俯冲汇聚，南、北两侧分别形成哈尔力克和库兰卡孜干晚古生代岛弧，发育下石炭统塔克尔巴斯陶组和巴塔玛依内山组火山岩系，成矿火山岩为玄武岩-安山岩和安山岩-流纹岩火山岩建造，含矿层位则是它们之间火山喷发间歇期的流纹质凝灰岩（双峰山、1583 金矿）和凝灰质砾（砂）岩、沉凝灰岩（索尔巴斯陶金矿），容矿岩石为次生石英岩（硅质岩）和各种蚀变岩石。含矿层位相对稳定，具有金初始富集特征。在流纹质凝灰岩中 Au 丰度值 30×10^{-9}～123×10^{-9}，而矿层下部安山岩和上部流纹岩含 Au 分别为 3.75×10^{-9} 和 2.94×10^{-9}，在凝灰质砾（砂）岩中，Au 丰度值 77×10^{-9}，最高达 805×10^{-9}，说明在火山活动岩浆演化过程中，其间的火山碎屑岩中 Au 具有一定原始富集。

矿区内或其附近侵入岩不发育，仅有一些脉岩体侵入，如钾长斑岩（双峰山）、石英斑岩（1583）和石英二长斑岩（索尔巴斯陶），预示矿区深部存在一个岩浆房，成矿早阶段火山喷发间歇期提供成矿热泉，为主成矿阶段提供成矿热液，与金矿成矿关系密切。

地质构造对金矿成矿控制作用是明显而重要的，金矿床分布在区域性 NW 向卡拉麦里板块活动带两侧，金矿（脉）体的定位受更低序次的断裂控制，索尔巴斯陶、双峰山金矿床控矿断裂分别为 NNE－NE 向 NWW－NW 向，主矿体赋存于破碎—碎裂构造带中，往往形成富矿体。

2 矿床地质

* 本文得到“九五”国家科技攻关 305 项目（96-915-05-03 专题）资助
第一作者简介 莫江平，男，1962 年生，高级工程师，从事金属矿床地质研究。

东天山北部浅成低温热液金矿现已查明索尔巴斯陶、双峰山、1583 金矿床，产于下石炭统塔克尔巴斯陶组、巴塔玛依内山组的火山碎屑岩中，赋矿岩石是流纹质凝灰岩（双峰山、1583）、凝灰质砾（砂）岩（索尔巴斯陶），受层位控制明显。矿体呈似层状、透镜状，呈膨缩与分枝现象，并受断裂构造进一步富集（图 1）。矿体长 40～550 m，厚 0.87～28 m，金品位变化较大，一般 1g/t～8g/t，最高达 96.98 g/t。在 1583 金矿床含金硅质岩含 Au 0.5～3 g/t 左右，但含矿层位稳定，厚度较大，金矿体产于其中，与围岩界线不明显。

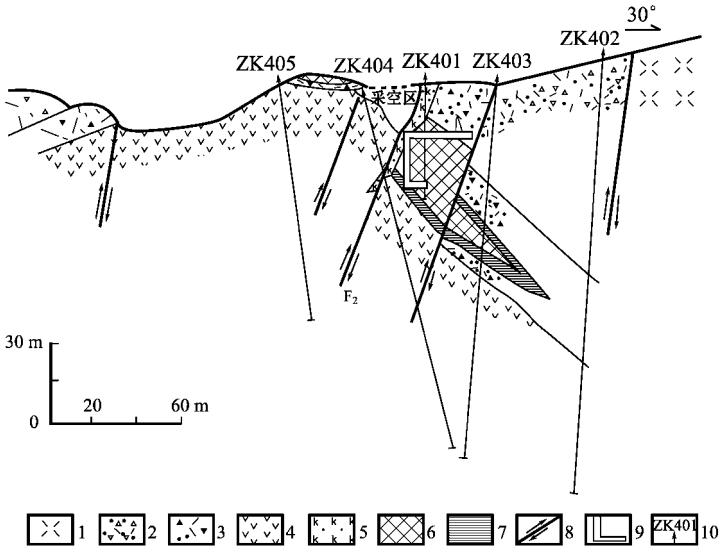


图 1 双峰山矿区 4 号勘探线地质剖面图

1－$C_1b_2^{2-2}$ 流纹岩；2－$C_1b_2^{2-1}$ 流纹质凝灰角砾岩；3－$C_1b_2^{2-1}$ 流纹质玻屑凝灰岩；4－$C_1b_2^{1}$ 安山岩；5－钾长斑岩脉；6－矿体；7－矿化体；8－逆冲断层；9－探矿坑道；10－钻孔及编号

矿石矿物主要为黄铁矿、自然金，其次毒砂，少量方铅矿、磁铁矿、黄铜矿等，脉石矿物主要有细粒石英、玉髓状石英、玉髓，其次为蒙脱石、绢云母、冰长石、钾长石、绿泥石等。

矿石结构具自形晶、半自形晶和他形粒状结构。矿石构造有角砾状构造、浸染状构造、脉状、网脉状构造、晶洞状构造以及蜂窝状和土状构造，从矿体中心向两侧，矿石构造由角砾状、网脉状变为浸染状构造。

矿石类型主要为角砾状矿石和网脉状矿石，容矿岩石为次生石英岩，以石英（冰长石）网脉、细脉交叉、穿插为特征，此类型矿石含金品位一般较高，有时形成富矿包。其次为浸染状矿石，容矿岩石为黄铁矿蒙脱石（绢云母）蚀变岩和次生石英岩（硅质岩），以浸染状黄铁矿分布和冰长石-石英细脉穿插为特征，此类型矿石含金品位不高，但较稳定。

围岩蚀变显著，主要有硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、蒙脱石化、冰长石化等。冰长石为本次工作发现的特征矿物，见于双峰山和索尔巴斯陶矿床，发育于石英-冰长石网脉、细脉带次生石英和蚀变岩中，代表浅成低温热液强烈活动特点，对矿床类型划分有重要的指示意义。矿化蚀变分带明显，以次生石英岩金矿石（石英冰长石网脉带）、低品位硅质岩为中心，上、下盘矿化蚀变不对称，向上为隐爆硅质热液角砾岩化带，其下依次为黄铁矿蒙脱石（绢云母）化带、青磐岩化带。受到构造热液的改造，蚀变体具线性特征，与构造和矿体展布方向一致。

3　成矿模式

3.1　成矿物质来源

对区内含矿层位巴塔玛依内山组（C_1b）、塔尔巴斯陶组（C_1t）火山碎屑岩进行 Au 等成矿元素分析，凝灰岩、凝灰质砾岩、凝灰质砂岩含 Au 分别为 123×10^{-9}、105×10^{-9}、43×10^{-9}，浓度克拉克值分别为 30.7510^{-9}、26.3710^{-9}、10.7510^{-9}，而其上、下的流纹岩、安山岩含 Au 分别为 3.75×10^{-9}、2.94×10^{-9}，说明本区早石炭世火山活动演化过程中，其间的火山碎屑岩含 Au 具有一定的初始富集。

双峰山矿床不同地质体稀土元素分布型式图（图 2）表明，各类岩（矿）石稀土元素标准分布型式曲线形态都十分相似，与安山岩有一定差别，说明成矿流体与深成流纹质熔浆有物源上的联系，次生石英岩（矿石）中的石英细（网）脉和发育冰长石，反映流纹质熔浆的活动属潜火山性质，成矿作用发生在安山质熔浆喷溢转为流纹质熔浆喷发时期，矿化主要富集在流纹质凝灰岩中，反映成矿与成岩在成因上的内在联系。

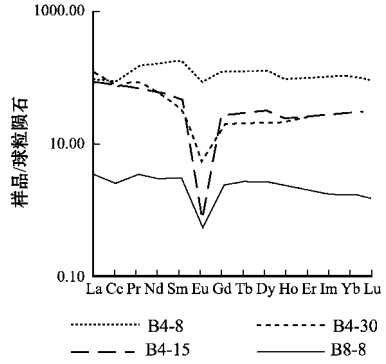


图 2　双峰山矿床稀土元素分布型式图

B4-8－安山岩；B4-15－流纹质玻屑凝灰岩；B4-30－流纹岩；B8-8－石英（冰长石）网脉矿石

3.2　成矿温度

含金次生石英岩中流体包裹体粒径较小，一般 5～15 μm，以液相为主。双峰山、1583 金矿床 8 件次生石英岩的石英包裹体细小，难以测定均一温度，爆裂法测温曲线拐点不清楚，也难以确定爆裂温度，但从镜下观察主要由玉髓状石英组成，包裹体细小且稀少，并与冰长石共生，说明是在低温环境下形成的。索尔巴斯陶金矿床含 Au 次生石英岩石英网脉、细脉发育，石英包裹体的均一温度平均 151℃，反映低温成矿特征。包裹体的成分分析结果显示，液相成分阳离子以 K^+为主，次为 Na^+、Mg^{2+}，阴离子以 Cl^-、SO_4^{2-}为主，F^-含量较少，Na/K 为 0.31，F/Cl 为 0.05，说明成矿溶液可能由沉积水和地下热卤水构成。

3.3　同位素地球化学特征

（1）硫同位素。矿石中 3 件黄铁矿 $\delta^{34}S$ 分别为 0.47‰、1.3‰、1.6‰，平均 1.12‰，接近陨石硫特征，反映硫源主要来自成矿火山岩浆。而在黄铁矿蒙脱石蚀变岩中黄铁矿 $\delta^{34}S$ 为－9.7‰，反映火山热泉循环过程中加入一定数量大气降水，形成大量蒙脱石，硫同位素组成显示小负值。因此可以推论该类型矿床的两个成矿阶段：火山热泉沉积阶段为较开放环境，加入地表水，潜火山热液主成矿阶段属较封闭环境，为较单一岩浆热流体。

（2）铅同位素。双峰山矿床次生石英岩（全岩）和矿化蚀变岩（黄铁矿）2 件铅同位素组成见表 1，在铅构造模式图上数据点位于地幔铅与造山带铅演化曲线之间，反映矿石和火山岩的铅都来自上地幔或下地壳的深源特征。

（3）氢氧同位素。索尔巴斯陶金矿床含金次生石英岩中氢氧同位素组成：δD 为 80‰，$\delta^{18}O$ 为 12.8‰，在 δD- $\delta^{18}O$ 关系图中投点在地下水区，比较接近岩浆水区，说明成矿流体主要来自大气降水，并有岩浆水的加入。

表 **1**　双峰山矿床铅同位素组成

样 品	测试对象	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$
S_{1-9}	黄铁矿（矿化蚀变岩）	18.187	15.555	38.155
S_{2-3}	全岩（次生石英岩）	18.397	15.529	38.010

注：测试单位：桂林矿产地质研究院

3.4　成矿模式

综合前述，本区浅成低温热液金矿分布于卡拉麦里板块活动带两侧，位于侏罗纪火山岩盆地周边，火山成矿活动处于早石炭世浅海相转为陆

相的地质环境，赋矿岩石为熔岩之间的细火山碎屑岩。成矿早阶段火山热泉成矿作用，形成低金品位受层位控制以硅质岩为中心的蚀变矿物晕带，构成规模大、层位稳定、低金品位硅质岩型金矿（1583 金矿）。受华力西中期造山期间的构造-岩浆活动作用，主成矿阶段潜火山热液和构造热液成矿作用，火山热泉通道再活动，固化的低金品位硅质岩多次破裂，同源同位的潜火山成矿热液叠加其上，形成石英（冰长石）网脉带标志，为成矿流体活动中心，发育热液角砾岩和微细石英（冰长石）网脉，矿石品位较高，构成冰长石-绢云母型金矿（双峰山金矿）；伴随着潜火山作用和断裂构造作用，成矿热液的加入，强烈的构造形变萃取出其中成矿物质，发育细石英网脉，含冰长石、绢云母，形成高品位矿石，构成冰长石绢云母-构造蚀变岩型金矿（索尔巴斯陶），与双峰山金矿比较，它的构造活动和成矿热液作用较强烈。因此，东天山北部浅成低温热液金矿成矿模式可以概括为：“ 火山碎屑岩—潜火山岩—构造 ”三位一体的成矿控矿机制，3 种矿床亚类（1583 式、双峰山式、索尔巴斯陶式），是火山热泉成矿作用、潜火山热液成矿作用和构造热液成矿作用具有同源同位不同成矿阶段形成的矿床组合。

4 结 论

（1）浅成低温热液金矿产于下石炭统中—酸性火山碎屑岩中，层位控制明显。成矿作用分为火山热泉、潜火山热液和构造热液富集 3 个阶段。

（2）围岩蚀变为低温热液蚀变组合，矿化蚀变分带以次生石英岩金矿石、低品位硅质岩为中心，向上为隐爆硅质热液角砾岩化带，其下依次为黄铁矿蒙脱石（绢云母）化带、青磐岩化带。

（3）矿床类型属冰长石-绢云母型；成矿模式具“ 火山碎屑岩—潜火山岩—构造 ”三位一体的成矿控矿机制。

参 考 文 献

刘家远. 2001. 新疆北部陆相火山岩型金矿床的主要特征. 黄金地质，7（3）：1～7 .

席小平. 1999. 双峰山金矿床地质特征及成因探讨. 矿产与地质，13（6）：28～33.

应双龙. 1999. 浅成低温热液金矿床的全球背景. 贵金属地质，8（4）：241～250.

Hollister V F 著，周明宝，刘莉萍译. 1988. 浅成低温贵金属矿床. 3～9