

## 吉林延边杜荒岭金矿床成矿流体地球化学特征

殷 茜<sup>1</sup>, 卿 敏<sup>2</sup>, 朴星海<sup>1</sup>, 边红业<sup>3</sup>, 程 军<sup>4</sup>, 张景海<sup>4</sup>, 万多<sup>1</sup>

(1. 吉林大学地球科学学院; 2. 中国人民武装警察部队黄金地质研究所;

3. 中国人民武装警察部队黄金第一总队; 4. 中国人民武装警察部队黄金第一支队)

**摘要:**杜荒岭金矿床产于石英闪长岩中, 矿化类型分爆破角砾岩筒型及放射状裂控蚀变岩型。流体包裹体研究表明, 两类矿石石英中主要发育含 NaCl 子矿物三相、气相—富气相及气液二相等 3 种类型的原生流体包裹体。测温结果显示, 包裹体均一温度总体为 256.8 ~ 450 °C, 盐度 S (NaCl) 为 31.9 % ~ 44.2 %, 反映了成矿流体为一类中高温、高盐度不均一的热液体系, 具明显的浅成岩浆来源特征。

**关键词:**杜荒岭金矿床; 地质特征; 流体包裹体; 地球化学

**中图分类号:** P 618.51

**文献标志码:** A

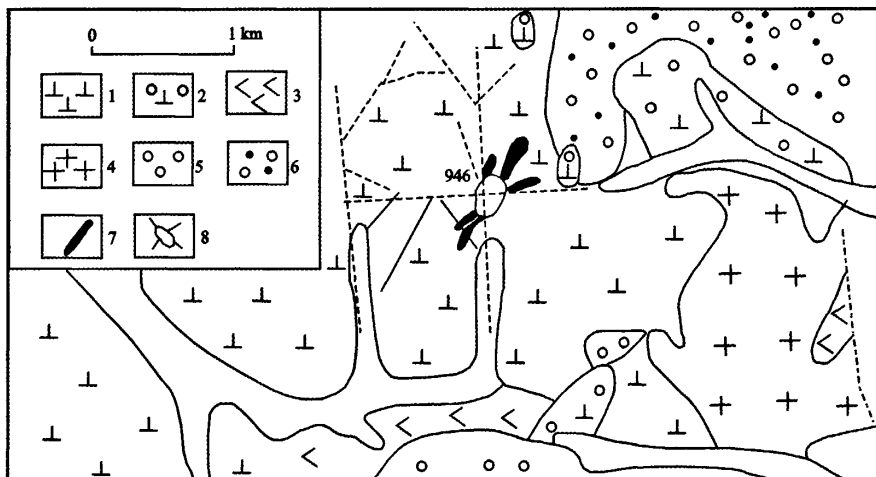
**文章编号:** 1001-1277(2010)11-0016-04

杜荒岭金矿床是近年来在吉林省东部延边地区发现的又一具有较好找矿前景的岩金矿床, 目前对其勘查及评价工作仍在进行之中<sup>[1-2]</sup>。该矿床的形成受火山机构控制作用明显, 矿化类型以角砾岩筒型及放射状裂控蚀变岩型为主。本文在对该矿床地质特征研究基础上, 重点通过流体包裹体分析, 讨论了其成矿流体地球化学性质, 为总结矿床成因提供了重要依据。

## 1 矿床地质特征

杜荒岭金矿床地处延吉地体东部边缘, 刺猬沟—

金仓中生代继承性火山箕状断陷盆地东南边界断裂与大石头—大北城东西向断裂交汇构造部位(见图 1)。矿区出露地层主要有二叠系开山屯组及早白垩世金沟岭组。二叠系开山屯组主要分布于矿区东部, 主要岩性有砂砾岩、砂岩及黑板岩等; 早白垩世金沟岭组地层分布于矿区公路以南, 主要岩性有安山质角砾岩、辉石安山岩、安山玄武岩及其碎屑岩等。矿区构造以断裂为主, 另发育爆破角砾岩筒构造。近东西向复兴—九三沟—杜荒岭断裂为全区规模最大的断裂构造, 对该区火山岩、侵入体分布及矿脉产出起着重要制约作用; 其次, 矿区还发育有次级北东、北



1—石英闪长岩 2—石英闪长玢岩 3—火山岩 4—斜长花岗斑岩 5—第三系  
6—开山屯组砂砾岩 7—矿体 8—火山机构

图1 杜荒岭矿区地质图(据文献[3])

收稿日期: 2010-07-20

作者简介: 殷 茜(1969—), 女, 山东威海人, 馆员, 主要从事图书情报与档案管理工作; 长春市建设街 2199 号, 吉林大学地球科学学院, 130061

西及近南北向断裂;矿区中部近东西向与近南北向断裂交汇部位,发育了爆破角砾岩筒构造,该爆破角砾岩筒发育于石英闪长(斑)岩体内,平面形态呈北东向延伸的椭圆形,其长轴长度近50 m,短轴长度约30 m,控制延深大于80 m。

岩筒内角砾成分多为闪长玢岩,角砾大小一般3~15 cm,具一定程度的磨圆性,呈浑圆状,部分次棱角状,这些角砾多被同成分的岩粉及蚀变矿物所胶结;围绕该爆破角砾岩筒,发育一系列次级近东西、北东、北西向放射状构造裂隙,它们多为次安山岩、闪长玢岩脉等类脉岩所充填。区内岩浆活动较为频繁,主要有海西晚期黑云母花岗岩、花岗闪长岩;燕山早期钾长花岗岩;燕山晚期闪长岩、石英闪长(斑)岩—闪长玢岩及次安山岩等。其中,燕山晚期岩浆活动与区内金(铜)成矿作用关系密切。

区内金矿脉(体)主要赋存于石英闪长(斑)岩体内,其产出受矿区发育的爆破角砾岩筒构造及其南北侧放射状断裂构造裂隙系统的控制(见图1)。区内矿化类型总体属构造蚀变岩型,依矿体产状可分为爆破角砾岩筒型及裂控脉型两种。爆破角砾岩筒型矿体以金、铜矿化为主,其平面形态呈椭圆形,产状近直立。矿体内金铜矿化不均匀,地表金铜富集于岩筒北东端,金品位一般 $0.3 \times 10^{-6} \sim 7.3 \times 10^{-6}$ ,铜品位一般0.12%~0.38%;岩筒中间部位金铜品位变低,金品位一般 $0.3 \times 10^{-6} \sim 2.2 \times 10^{-6}$ ,最高可达 $5.9 \times 10^{-6}$ ,铜品位一般0.02%~0.44%;岩筒南西端矿化较差,金平均品位 $0.64 \times 10^{-6}$ ,铜品位0.05%~0.36%。此外,矿石普遍含银,银品位一般为 $3 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-6}$ ,高者可达 $11 \times 10^{-6} \sim 19 \times 10^{-6}$ ,矿石金银品位明显具正相关关系。脉型矿化主要分布于筒状矿体南北边缘,受与爆破角砾岩筒大角度相交的放射状次级构造裂隙控制,矿脉产出围岩主要为石英闪长岩。其中北侧矿脉金矿化要好于南侧矿脉;北侧矿脉走向北东,倾向南东,倾角80°左右。矿脉揭露长度大于40 m,宽约2.5 m,金品位一般 $0.35 \times 10^{-6} \sim 14.7 \times 10^{-6}$ ,平均 $2.18 \times 10^{-6}$ ,铜品位一般0.3%~1.23%,平均品位0.59%。

## 2 流体包裹体研究

### 2.1 流体包裹体岩相学特征

为了更好地了解杜荒岭金矿床成矿流体地球化学特征,进而为分析和研究矿床成因及成矿作用机制问题提供必要的依据,本次工作共挑选5块角砾岩筒型矿石及7块裂控蚀变岩型矿石样品进行流体包裹体研究。包裹体测试分析工作在吉林大学地球科学学院地质流体实验室进行。

镜下包裹体岩相学观察表明,两类矿石石英中发育的流体包裹体在类型、产状等特征上基本相同,表明它们是由相同的流体近于同时成矿的产物。总体来看,两类矿石中共发育有含NaCl子矿物三相、气相—富气相及气液二相等3种类型的原生流体包裹体,在部分石英颗粒中也偶尔见到少量的含固体子矿物多相包裹体,但由于其发育数量有限,故未对该类包裹体进行进一步研究。3种主要类型流体包裹体岩相学特征如下:

1)含NaCl子矿物三相流体包裹体:该类包裹体在石英中发育较为普遍。室温下,该类包裹体主要由气相、液相及固体子矿物相构成,子矿物多呈完好的立方体晶形,颜色一般无色,因此应主要为NaCl子矿物;该类包裹体气液比一般10%~20%,多数包裹体气液比为10%~15%左右,另外一些包裹体气液比为15%~20%;子矿物所占包裹体体积比一般为10%~20%,少量为25%~30%;在石英颗粒中,该类包裹体多随机或成群发育,仅少量沿石英中的裂隙定向分布,因此多数属原生包裹体类型;该类包裹体大小一般6~35  $\mu\text{m}$ ,多数包裹体大小在10~15  $\mu\text{m}$ ,其形态以椭圆形、不规则四边形及长条形等为主(见图2-a、图2-b)。

(2)气相—富气相包裹体:该类包裹体在石英中发育较为普遍。室温下,该类包裹体主要呈单一气相形式或虽为二相,但气液比大,一般为70%~95%,多数在90%~95%区间;镜下该类包裹体颜色偏暗。在石英颗粒中,大部分此类包裹体随机或成群产出,也见少量沿石英中的裂隙定向发育,因此,可以认为多数此类包裹体具原生成因特点,少量属次生成因包裹体;该类包裹体大小一般为8~25  $\mu\text{m}$ ,形态以次圆状、椭圆形等为主(见图2-c)。

(3)气液二相包裹体:该类包裹体在石英中发育较为普遍。室温下,该类包裹体由气相及液相构成,多数包裹体气液比比较接近,为25%~30%,少量偏高,为40%~45%;在石英颗粒中,该类包裹体多随机或成群发育,其大小一般6~20  $\mu\text{m}$ ,形态一般呈椭圆形、长条形及不规则状等(见图2-d)。

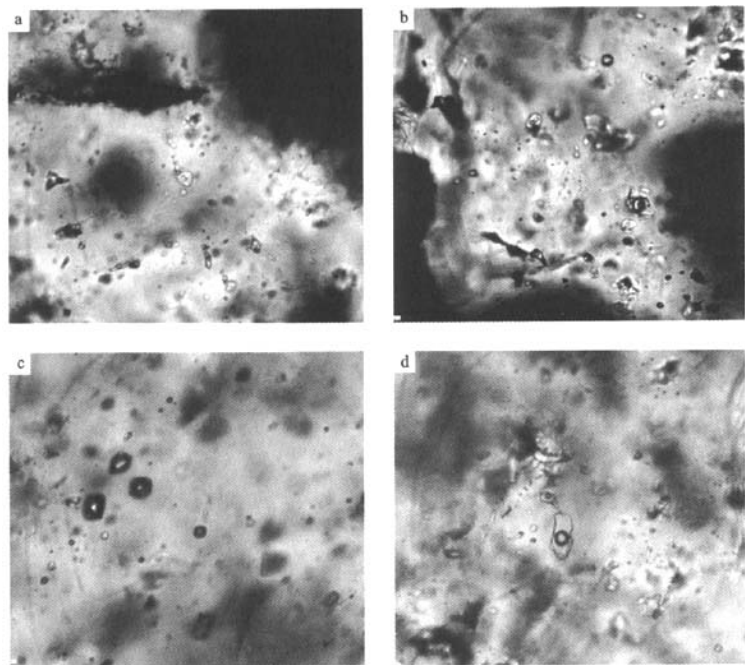
### 2.2 流体包裹体显微测温结果

对两类矿石中发育的3种主要类型流体包裹体分别进行了冷冻、均一法测温研究,结果如下:

1)含NaCl子矿物三相流体包裹体:升温过程中,该类包裹体表现出两种均一行为特点,多数包裹体气相先于子矿物消失,最后通过子矿物溶解而完全均一,少量包裹体子矿物与气相近于同时消失;包裹体完全均一温度变化范围为264.7~381.5℃(见图3-a),个别包裹体在温度达450℃时仍未均一,也有

极少量包裹体均一温度低于 250 ℃;包裹体中 NaCl 子矿物溶解温度一般在 201.4 ~ 381.5 ℃,根据包裹

体中 NaCl 子矿物溶解温度及相关公式<sup>[4]</sup>,求得流体盐度  $S(\text{NaCl})$  为 31.9 % ~ 44.2 % (见图 3-b)。

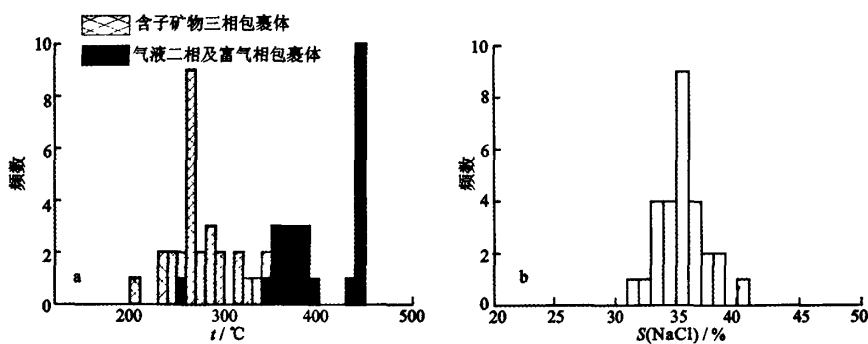


a、b—含 NaCl 子矿物三相包裹体 c—气相—富气相包裹体 d—气液二相包裹体

图 2 3 种类型流体包裹体显微照片

2) 气相—富气相包裹体:升温过程中,该类包裹体以均一至气相方式为主,其均一温度变化范围为 346.5 ~ 433.2 ℃ (见图 3-a),有少量包裹体在温度超过 450 ℃ 时尚未均一。

3) 气液二相包裹体:升温过程中,包裹体以均一至液相方式为主,其均一温度变化范围为 256.8 ℃ 到大于 450 ℃ (见图 3-a)。



a—流体包裹体均一温度直方图 b—流体包裹体盐度直方图

图 3 流体包裹体均一温度及盐度直方图

### 3 成矿流体地球化学特征及矿床成因讨论

根据流体包裹体岩相学及显微测温结果,对杜荒岭金矿床成矿流体地球化学性质及矿床成因问题简要分析、讨论和总结如下:

1) 杜荒岭金矿床两类矿石石英中均主要发育含 NaCl 子矿物三相、气相—富气相及气液二相 3 种类型的原生流体包裹体,且其产状特征相近,反映了该区两类矿化成矿流体地球化学相近,它们是同一来源含矿流体于相近时间、在不同类构造环境成矿的

结果。

2) 包裹体测温结果显示, 两类矿石中含 NaCl 子矿物三相包裹体均一温度主要为 264.7 ~ 381.5 °C, 少量高于 450 °C, 盐度为 31.9 % ~ 44.2 %; 富气相包裹体均一温度为 346.5 ~ 433.2 °C; 气液二相包裹体均一温度为 256.8 ~ 450 °C。这就说明成矿流体总体为一种中高温、高盐度热液体系。

3) 从矿石石英中发育的流体包裹体特征分析, 其含 NaCl 子矿物三相、气相-富气相及气液二相原生包裹体组合与斑岩型热液矿床十分相近<sup>[4-6]</sup>; 与延边地区小西南岔等典型的岩浆热液型矿床包裹体组合、包裹体均一温度、盐度等参数也十分接近<sup>①</sup>, 间接反映了该区金矿成矿流体主要为岩浆来源热液。

4) 矿石中含 NaCl 子矿物三相、气相-富气相及气液二相原生包裹体组合的发育, 表明成矿流体为一种不均一热液体系。富气相包裹体均一温度变化范围与气液二相包裹体相近, 最高都超过了 450 °C, 反映成矿过程中含矿流体发生过明显的“沸腾”作用, 这也是含矿热液中金属矿质沉淀富集的主要影响因素之一<sup>[4-6]</sup>。

## 4 结论

杜荒岭金矿床形成于中生代火山断陷盆地环境,

区内主要发育海西—燕山期不同时代侵入体及相应时代的火山岩地层, 矿体(脉)的产出受燕山晚期爆破角砾岩筒及放射状断裂构造等火山机构控制, 上述地质特征表明其形成与燕山晚期岩浆作用有关。流体包裹体研究表明, 矿区爆破角砾岩筒型及放射状裂控型两类矿石中均主要发育 NaCl 子矿物三相、气相-富气相及气液二相原生包裹体, 其均一温度总体在 256.8 ~ 450 °C, 盐度高, 反映成矿流体为一不均一的中高温、高盐度热液体系, 具有岩浆来源热液特点。因此, 杜荒岭金矿床属于浅成—超浅成岩浆热液金矿床成因类型。

### 【参考文献】

- [1] 贾大成, 胡瑞忠, 冯本智, 等. 吉林延边地区中生代火山岩金铜成矿系列及区域成矿模式[J]. 长春科技大学学报, 2001, 31(3): 224 ~ 229.
- [2] 刘文达, 王玉胜. 吉林延边北部火山岩型金矿地质特征及成矿规律[J]. 吉林地质, 1984, 4: 1 ~ 13.
- [3] 孟庆丽, 周永祖, 柴社立. 中国延边东部斑岩—热液脉型铜金矿床[J]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2001: 1 ~ 161.
- [4] 张文淮, 陈紫英, 张恩世, 等. 流体包裹体地质学[J]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993: 1 ~ 193.
- [5] 芮宗瑶, 张洪涛, 王龙生, 等. 吉林延边地区斑岩型—浅成热液型金铜矿床[J]. 矿床地质, 1995, 14(2): 99 ~ 113.
- [6] 芮宗瑶, 赵一鸣, 王龙生, 等. 挥发份在矽卡岩型和斑岩型矿床形成中的作用[J]. 矿床地质, 2003, 22(1): 141 ~ 148.

## Geochemical characteristics of the ore-forming fluids in Duhuangling gold deposit, Yanbian area, Jilin province

Yin Qian<sup>1</sup>, Qing Min<sup>2</sup>, Piao Xinghai<sup>1</sup>, Bian Hongye<sup>3</sup>, Cheng Jun<sup>4</sup>, Zhang Jinghai<sup>4</sup>, Wan Duo<sup>1</sup>

(1. College of Earth Sciences, Jilin University; 2. Institute of Gold Geology, People's Armed Police Force;

3. No. 1 Brigade, Division of Gold, People's Armed Police Force;

4. No. 1 Team, Division of Gold, People's Armed Police Force)

**Abstract:** Duhuangling gold deposit is another gold deposit that possesses great exploration promise that discovered in Yanbian area, Jilin province in recent years. It occurred in quartz diorite and the mineralization can be classified into explosive breccia pipe type and radiated fault-controlled altered rock type. Fluid inclusion study showed that quartz from the two type ores contained NaCl daughter mineral-bearing three-phase, gaseous or gas-dominated phase and gas-aqueous two-phase primary fluid inclusions. Micro-thermometric study showed that their homogenization temperature ranged between 256.8 ~ 450 °C and the salinities ranged between 31.9 % ~ 44.2 %. It was revealed that the ore-forming fluid was of a medium to high temperature, high salinity unhomogeneous solution, which mainly came from shallow magmatic intrusions.

**Keywords:** Duhuangling gold deposit; geological characteristic; fluid inclusion; geochemistry

(编辑: 宿晓静)

①王可勇, 卿敏. 延边—东宁成矿带浅成热液金矿床成矿规律及找矿方向研究报告. 2008.