

黑龙江三道湾子金矿床地质特征及成因探讨

吕军^{1,2,3} 赵志丹^{1,2} 曹亚平⁴ 韩振哲^{2,3} 张爱奎⁵ 于俊川²

(1. 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083; 2. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083; 3. 黑龙江省地质调查研究院齐齐哈尔分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161005; 4. 黑龙江省地球物理勘察院, 黑龙江 哈尔滨 150036; 5. 青海省地质调查院, 青海 西宁 810012)

摘要:三道湾子金矿位于大兴安岭燕山期成矿带东南部, 为石英脉型金矿床。通过对矿床地质特征、矿物特征、成矿期次、稳定同位素组成和流体包裹体研究表明, 金以碲化物为主; 黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $-1.1\% \sim 1.7\%$, 显示硫具地幔来源的特点; 石英 $\delta^{18}\text{O}_{\text{水}}$ 值为 $-15.3\% \sim -9.9\%$, $\delta D_{\text{V-SMOW}}$ 值为 $-110\% \sim -85\%$, 说明成矿流体主要为大气降水; 流体包裹体均一温度均值为 $181 \sim 267^\circ\text{C}$; 盐度为 $15.6\% \sim 16.9\%$, 成矿压力平均为 4 Mpa , 估算成矿深度为 0.4 km , 表明三道湾子金矿为浅成中-低温热液型矿床。

关键词:三道湾子; 碲金矿; 流体包裹体; 稳定同位素; 低温热液

中图分类号: P618.51 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2009)04-0853-08

三道湾子金矿是 20 世纪 90 年代末在黑龙江省北部发现的低硫化物石英脉中型金矿床^[1]。2001—2007 年国家矿产资源补偿费开始投入进行勘查, 随着对该矿床进一步的勘探及开采, 资源量不断增加, 发现深部金品位较高地段金的赋存状态主要以碲化物为主^[2], 是三道湾子金矿床研究中的新发现, 该发现对于在附近寻找碲金矿有一定的指导意义。

1 成矿地质背景

三道湾子金矿大地构造位置属大兴安岭早古生代陆缘增生构造带, 多宝山奥陶纪岛弧型活动带东南缘, 大兴安岭中段华力西-燕山期铜(钼)、铁(锡)、铅、锌、金、银成矿带东部。本区处于环太平洋成矿域, 西伯利亚板块东南海西大陆边缘, 中生代以来主要受滨太平洋构造域构造活动影响, 断裂构造发育。主要构造线方向有北东向、北西向和近东西向, 控制了区内岩浆活动及成矿作用。区域火山活动频繁, 火山岩极为发育, 可划分为中-晚侏罗世塔木兰沟期和早白垩世光华期, 为活动大陆边缘陆相火山喷发

环境, 是浅成低温热液矿床形成的有利部位^[3-5]。

2 矿床地质特征

2.1 矿区地质概况

矿区出露的地层主要为: 侏罗系上统塔木兰沟组(J_3t), 其展布方向为北东向。主要岩性自下而上为粗安岩、粗安山质火山角砾岩等, 岩相以喷溢相和爆发空落相为主。该组岩石呈喷发不整合覆盖于三道湾子单元(T_3sd)二长花岗岩之上, 为近矿围岩, 金平均含量为 115×10^{-9} , 银含量为 1.005×10^{-6} , 偏碱性岩石组合对成矿极为有利^[6]。白垩系下统光华组(K_1gn)岩石主要分布在矿区中部和北部, 岩石组合为流纹质含角砾凝灰岩、火山角砾岩、凝灰岩、英安岩、流纹岩等。厚度变化较大, 以爆发空落相及喷溢相为主, 覆盖于塔木兰沟组之上(图 1)。

矿区出露侵入岩主要为晚三叠世三道湾子岩体, 岩石类型为中粒二长花岗岩。岩体区域上受东西向构造控制, 形成于大陆抬升的晚造山阶段, 属陆内拗陷型, 系金矿化成矿前岩体。另外, 矿区发育有两

收稿日期: 2008-09-16; 改回日期: 2008-12-12

基金项目: 国家矿产资源补偿费项目(2001-2007)及黑龙江省矿产资源补偿费项目(SD2002-29), 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室资助。

作者简介: 吕军, 男, 1965 年生, 博士生, 高级工程师, 多年来一直从事金属矿床地球化学研究工作; E-mail: qqj1188@163.com。

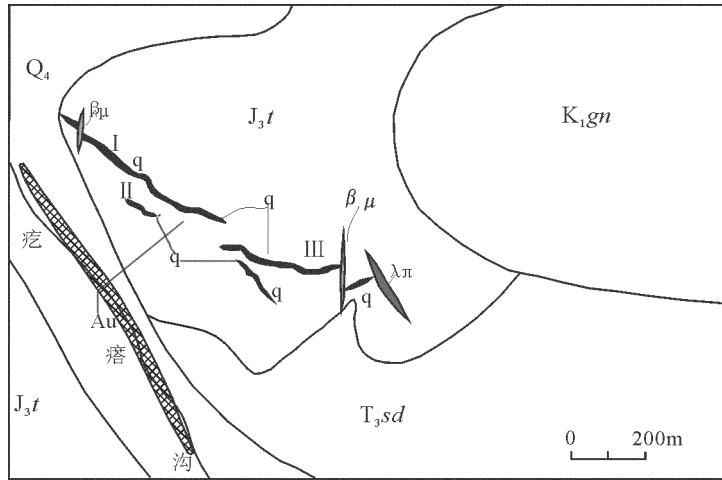


图1 三道湾子金矿矿床地质图

Q₄-第四系;K_{1gn}-白垩系光华组;J_{3t}-侏罗系塔木兰沟组;T_{3sd}-印支期花岗岩;βμ-辉绿玢岩;
λπ-流纹斑岩;q-含金石英脉(金矿体);Au-砂金矿体;I-金矿带编号

Fig.1 Geological map of the Sandaowanzi gold deposit

Q₄-Quaternary; K_{1gn}-Cretaceous Guanghua Formation; J_{3t}-Jurassic Tamlangou Formation;
T_{3sd}-Indosinian granite; βμ-Porphyrity dike; λπ-Rhyolite porphyry; q-Gold deposit;
Au-Placer; I-Serial number of gold ore belt

条后期辉绿玢岩脉。倾向NW,倾角50°,呈脉状产出。辉绿玢岩内未见蚀变、矿化,岩石较新鲜,说明辉绿玢岩侵入晚于金矿化,为成矿期后脉岩,对成矿有一定破坏作用。另外见一条流纹斑岩脉,走向北西,为成矿期后脉岩。

矿区内主要构造线方向为北西向,其次为北东向。已知的5条含金石英脉均为北西向。而北东向构造仅表现在矿区见两条穿切蚀变带、矿化体的辉绿玢岩脉。主控矿床构造为北西向,为容矿构造,地表呈舒缓波状,具追踪张性特征。长约800m,总体产状为走向310°,倾向40°,倾角在53°~68°,另有多条与之平行的次级张裂隙,大致构成斜列式排列。

三道湾子金矿床划分为I、II、III三个矿带,沿走向延伸830m,宽1~70m,受控于北西向张性断裂带。I号金矿带在空间位置上与I号石英脉基本一致。金矿带长510m,平均宽4.5m,最宽处10m,最窄处不足1m。石英脉在走向上呈反“S”形,有膨胀、狭缩现象,延伸基本稳定。石英脉总体走向北西310°,倾向40°,倾角较陡,在53°~68°。金矿化主要发生于石英脉中,共圈出7条矿体。

II号矿带位于I号矿带南70m,产状与I号矿带基本相同。矿带长210m,平均宽0.56m,共圈出金矿体3条,规模较小。

III号矿带位于I号矿带东约300m,矿带长320m,平均宽70m。由含金石英脉群组成,产状与I号金矿带大致相同。带内共圈出金矿体12条。

2.2 矿石特征

矿石呈灰白色、浅灰色、黄褐色,半自型他形粒状结构、碎裂结构、交代结构、包含结构,块状构造、角砾状构造、局部呈网脉状、细脉状构造。矿石中金主要以碲金矿(图2,图3-a)、碲银矿、银金矿、自然金形式存在于石英颗粒间、裂隙中,另有极少量的脉石包裹金。金矿物形态为叶片状、毛发状、枝杈状。金矿物粒度集中于0.01~0.074mm,占81.6%;>0.1mm占7.2%;<0.01mm为11.2%。矿石含金属硫化物很少,为1.79%,且颗粒细小,种类有黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿与辉银矿,呈星点状分布。脉石矿物有石英、玉髓、高岭石、绢云母、绿帘石、绿泥石、方解石等。

2.3 矿床主要成矿阶段与蚀变特征

根据三道湾子金矿体的产状、矿物组合及矿物生成顺序,将该矿床矿化分为3个阶段,第一阶段为石英-黄铁矿化阶段,早期成矿热液沿构造带充填交代,形成含少量黄铁矿的石英脉体,为弱金矿化阶段。第二阶段为石英-金-多金属阶段,该阶段成矿热液交代围岩及前期石英脉,局部形成角砾岩型矿

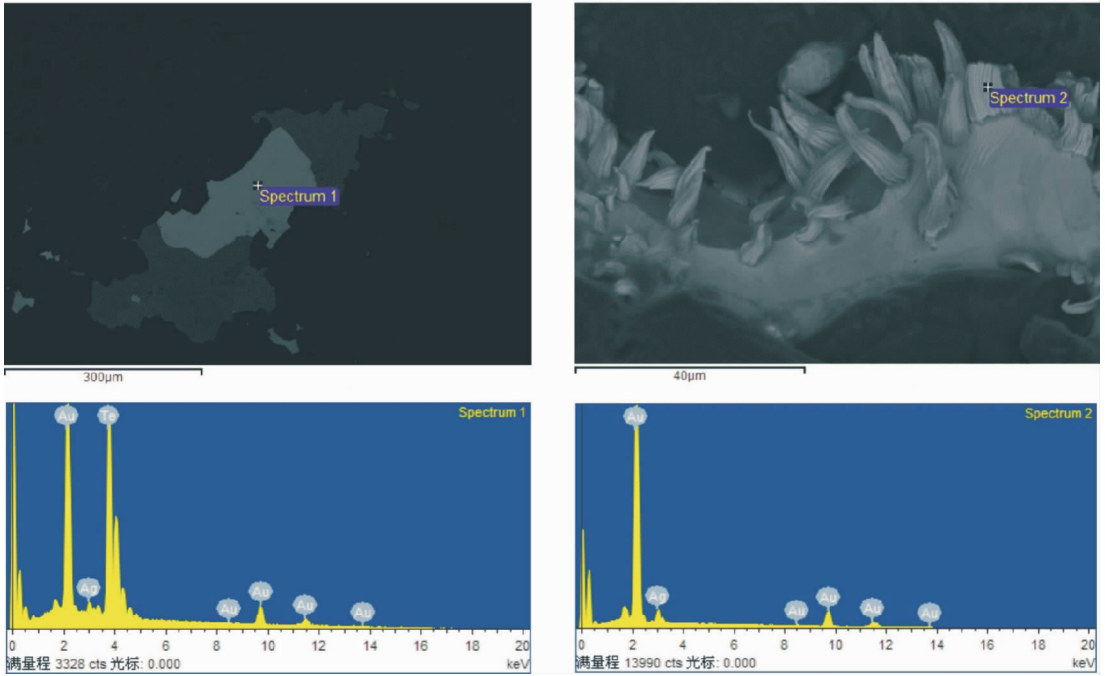


图 2 三道湾子金矿床矿石扫描电镜照片(刘俊来,2008)

Fig.2 Scanning electron photomicrograph of ores from the Sandaowanzi gold deposit (Liu Junlai, 2008)

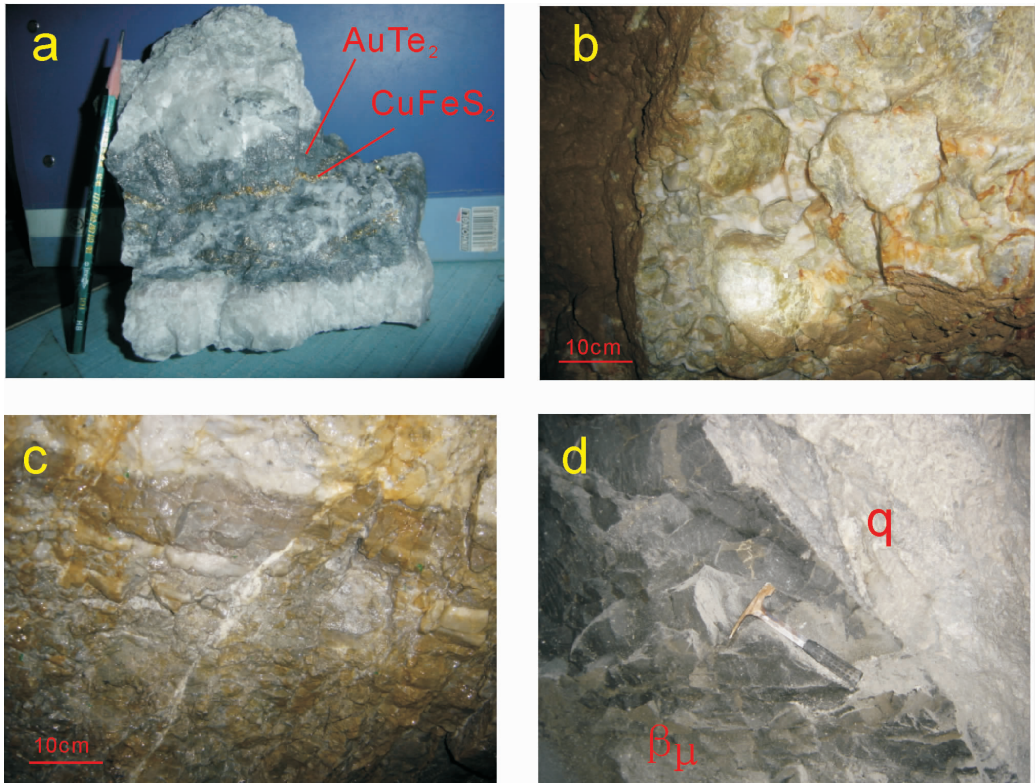


图 3 三道湾子金矿石照片

a—金矿石;b—第二期石英脉胶结第一期石英脉;c—第三期石英脉穿切第二期石英脉;
d—辉绿玢岩穿切石英(金矿体)

Fig.3 Photographs of gold ores from the Sandaowanzi gold deposit
a—Gold ore;b—Second stage quartz vein cementing first stage quartz vein;c—second stage quartz vein cut by third stage quartz vein;d—Quartz vein (ore body) cut by porphyrite dike

石,含少量碲金矿、碲银矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、辉银矿等,为主要的金矿化阶段。第三阶段为石英—碳酸盐化阶段,主要表现为方解石细脉伴有石英细脉沿裂隙和空洞穿插充填,无金矿化。

矿床围岩蚀变有硅化、黄铁矿化、绢云母化、高岭土化、绿泥石化、绿帘石化和碳酸盐化。硅化主要发生在石英脉两侧粗安岩中,呈网脉状、细脉状、晶簇状沿围岩微裂隙进行充填和交代。硅化有三期(见图 3-b 和 3-c),早期为灰黑色石英脉,含微细粒黄铁矿; 第二期为灰白色石英脉,含少量多金属硫化物,穿插和胶结前期灰黑色石英脉;晚期灰白色石英网脉同时穿插前两期石英脉。金矿化与硅化关系密切,硅化强烈地段金矿化好。辉绿玢岩为成矿期后脉岩,穿切前期石英脉(图 3-d)。黄铁矿化主要发育于粗安岩中,偶尔在石英脉中也可见到。黄铁矿呈星点状分布,立方体晶型,粒径 0.01~0.5 mm,有的已氧化,但仍保留晶型。绢云母化、高岭土化表现为粗安岩褪色,镜下可见到蚀变形成的细小绢云母及高岭石。绿泥石、绿帘石化在粗安岩中分布广泛,但强度较弱。碳酸盐化表现为方解石细脉密集分布,充填于粗安岩裂隙中。

围岩蚀变总体呈带状,围绕石英脉两侧不对称

分布,下盘蚀变带略宽。蚀变分带较明显,自石英脉向两侧依次为含金石英脉—强硅化带—弱硅化带—黄铁矿化带—高岭土化带—碳酸盐化带—绿帘石、绿泥石化带。各种蚀变相互叠加,由矿体向两侧蚀变逐渐减弱。

矿石类型中心为石英脉型、角砾岩型,边部为石英网脉型(含黄铁矿),围岩中矿化则表现为黄铁矿化、硅化蚀变岩型。石英脉中心处金矿化强,多为工业品位矿体,边部及围岩中矿化较弱,多为低品位矿体。

3 流体包裹体测温及成矿物理化学参数

流体包裹体样品均采自矿体,使用英国产的 LINKAM THMS600 型冷热台仪器分别测定各种类型流体包裹体的相变温度,进而估计成矿流体被捕获时的温度、盐度,流体包裹体测温及物理化学参数(表 1)。

三道湾子金矿流体包裹体样品均采自矿体及强蚀变岩石,石英原生包裹体十分发育,石英中流体包裹体直径一般为 2~9 μm ,多为气液盐水包裹体,少量液相盐水包裹体、气体包裹体。包裹体均一温度变化范围为 181~267 $^{\circ}\text{C}$,流体包裹体盐度(NaCl_{eq})

表 1 三道湾子金矿流体包裹体特征及参数

Table 1 Characteristics and data of fluid inclusions in quartz from the Sandaowanzi gold deposit

样号	岩石名称	包裹体类型	测试 矿物	包裹体 大小/ μm	气液比/%	均一温度 / $^{\circ}\text{C}$	盐度/ wt%NaCl	测定 数量
BT2	强硅化 安山岩	液相盐水包体 15%, 气液盐水包体 80%, 气体包体 5%	石英	2~9	15~40	267	15.6	25
BT3	石英脉	液相盐水包体 10%, 气液盐水包体 75%, 气体包体 15%	石英	2~7	20~40	262	16.2	29
BT6	强硅化 安山岩	液相盐水包体 25%, 气液盐水包体 70%, 气体包体 5%	石英	2~5	20~40	201		3
BT7	强硅化 安山岩	液相盐水包体 10%, 气液盐水包体 75%, 气体包体 15%	石英	2~7	20~30	181		2
BT8	石英脉	液相盐水包体 10%, 气液盐水包体 70%, 气体包体 20%	石英	2~6	10~50	232	15.8	18
BT9	石英脉	液相盐水包体 15%, 气液盐水包体 80%, 气体包体 5%	石英	2~6	20~40	206		22
BT10	石英脉	液相盐水包体 15%, 气液盐水包体 80%, 气体包体 5%	石英	2~7	20~30	262	16.9	13

注:由中国地质科学院矿产资源研究所分析,2003。

变化范围为 15.6%~16.9%,平均 16.1%,盐度中等。

由石英包裹体均一法测温直方图(图 4)可以看出成矿温度主要在 250~290℃。

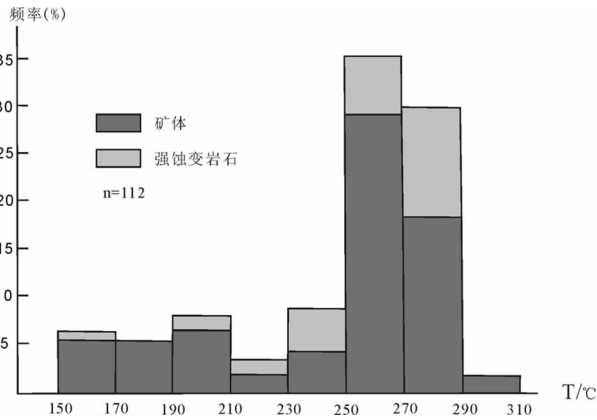


图 4 三道湾子金矿石英包裹体均一法测温直方图 (郑庆道,2003)

Fig.4 Histogram showing homogenization temperatures of fluid inclusions in the Sandaowanzi gold deposit

4 稳定同位素地球化学特征

4.1 分析方法

稳定同位素样品均采自矿体,测试的黄铁矿和石英在显微镜下手工挑选,纯度均在 99%以上。分析测试了 10 件成矿期的黄铁矿中的硫同位素和石英流体包裹体的氢、氧同位素组成。硫同位素组成的测试流程为:以 Cu_2O 和 V_2O_5 作为混合氧化剂,在高温、真空条件下与测试矿物反应制取 SO_2 。所用仪器为 MAT251 EM,以 CDT 为标准,分析精度为

$\pm 0.2\text{‰}$ 。氢氧同位素样品经清洗、去吸附水和次生包裹体后,再采用加热爆破法从样品提取原生流体包裹体中的 H_2O 和 CO_2 。将提取的包裹体 H_2O 与 Zn 在 400℃条件下反应 30 min 制取 H_2 ,测定 H_2O 中的 δD 值;石英的氧同位素测定采用 BrF_5 分析法。测试的质谱仪型号为 MAT 251 EM,以 SMOW 为标准,分析精度为 $\pm 0.2\text{‰}$ 。

4.2 稳定同位素组成

(1) 硫同位素组成

地球上硫同位素主要有 3 个储存库,一是幔源硫 ($\delta^{34}S=0\pm 3\text{‰}$),二是海水硫,现代海水中 $\delta^{34}S \approx 20\text{‰}$;第三种是沉积物中还原硫,这种硫的同位素主要以具有较大的负值为特征^[7]。三道湾子金矿硫化物含量较少,约占 1.79%,黄铁矿占 1.76%。用黄铁矿 $\delta^{34}S$ 值近似代表了成矿流体中全硫的 $\delta^{34}S$ 值,分析结果表明(表 2), $\delta^{34}S$ 值为 $-1.1\text{‰} \sim 1.7\text{‰}$,极差 2.8‰,均值为 1.1‰,分布范围显示具有幔源硫同位素组成特点,接近陨硫^[7-8]。

(2) 氢氧同位素组成

三道湾子金矿含金石英脉氢氧同位素测试结果显示(表 2): $\delta^{18}O_{V-SMOW}$ 变化范围为: $-2.3\text{‰} \sim -0.2\text{‰}$, δD_{V-SMOW} 变化范围为: $-110\text{‰} \sim -85\text{‰}$ 。采用 1972 年 Clayton 分馏方程: $1000 \ln \alpha_{\text{石英-水}} = 3.38 \times 10^6 T^{-2} - 3.4$ 计算获得的 $\delta^{18}O_{\text{水}}\text{‰}$: $-15.3 \sim -9.9$ 。所有 δD_{V-SMOW} 均低于 -85‰ ,与本区中生代雨水和现代雨水的组成相近^[9],反映成矿流体明显受大气降水的影响。在 $\delta D_{SMOW} - \delta^{18}O_{\text{水}}$ 关系图(图 5)上,投影点落在大气降水线附近,表明成矿流体主要由大气降水组成^[8-9]。

表 2 三道湾子金矿氢氧稳定同位素分析结果

Table 2 Hydrogen, oxygen, sulfur stable isotopic compositions of minerals from the Sandaowanzi gold deposit

样号	测定对象	Th/℃	$\delta D_{V-SMOW}/\text{‰}$	$\delta^{18}O_{V-SMOW}/\text{‰}$	$\delta^{18}O_{\text{水}}/\text{‰}$	样号	测定对象	$\delta^{34}S_{V-CDT}/\text{‰}$
TZ11	石英	181	-110	-2.3	-15.3	TZ1	黄铁矿	-1.1
TZ12	石英	232	-107	-2.0	-11.9	TZ2	黄铁矿	0.5
TZ13	石英	206	-97	-1.8	-13.1	TZ3	黄铁矿	1.0
TZ14	石英	262	-86	-0.2	-12.0	TZ4	黄铁矿	0.8
TZ15	石英	264	-94	-1.8	-10.1	TZ5	黄铁矿	-0.8
TZ16	石英		-103	-2.2		TZ6	黄铁矿	-0.2
TZ17	石英		-95	-0.7		TZ7	黄铁矿	0.0
TZ18	石英	201	-85	-1.5	-13.1	TZ8	黄铁矿	-0.3
TZ19	石英	267	-89	-1.7	-9.9	TZ9	黄铁矿	-0.5
TZ20	石英	262	-92	-1.9	-10.3	TZ10	黄铁矿	1.7

注:表中 Th 为实测平均值;中国地质科学院矿产资源研究所分析,2003。

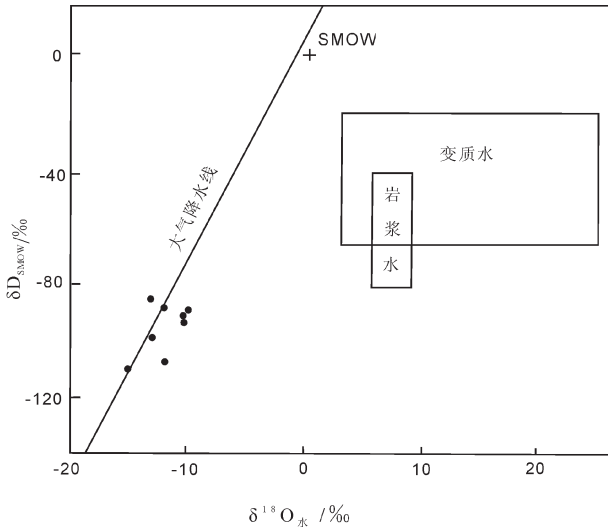


图 5 三道湾子金矿床成矿流体 $\delta D_{SMOW}-\delta^{18}O_{水}$ 图
 Fig.5 $\delta D_{SMOW}-\delta^{18}O$ diagram of fluid inclusions from the Sandaowanzi gold deposit

等关于脉状热液矿床形成深度和压力分段拟合公式,计算其成矿深度为 0.4 km,为浅成深度矿床。

三道湾子金矿赋存于中生代火山岩内,受区域构造与火山构造双重控制。燕山晚期,本区发生了大规模火山活动,从而形成了大面积的偏碱性火山岩。火山热液活动不仅提供了热源,同时也提供了物质来源,由此导致了大气降水流体对流循环,在火山口附近的张裂隙中深部来源的富含碲、金、银和硅质的中-低温热液富集、沉淀成矿。这与张佩华^[9]等认为碲矿属浅成中低温(160~260°C)热液矿床,成矿热液和矿质来源于深部,即直接来自地幔,或在碱性岩浆和(或)碱性花岗岩浆上升定位时分馏演化形成的富含CO₂、碱、硅质和矿质的中等盐度(NaCl)为8.0%~14.6%热水溶液沿裂隙交代沉淀成矿的观点吻合。从矿体产出形态、控制深度、围岩蚀变、矿物组合、流体包裹体测温及矿体形成深度小于1 km,矿床成因类型为浅成中-低温热液型。

5 矿床成因探讨

将所测得的样品包裹体的温度及盐度数据投入盐度-温度双变量图解(图6)^[10],根据经验曲线,计算出包裹体中流体的密度。

将所得到的温度、压力和密度数据投入T-ρ相图^[10](图7),得到包裹体的形成时的压力大约为(30~50)×10⁵Pa,平均为4 MPa。根据2000年孙丰月

6 结论

(1)三道湾子金矿床产于中生代火山岩内,石英脉为金矿的主要载体,矿床工业类型是石英脉型金矿床。

(2)δ³⁴S值分布范围显示具有幔源硫同位素组成特点,接近陨硫,说明成矿物质来源于深部。

(3)在δD_{SMOW}-δ¹⁸O水关系图上,投影点落在大

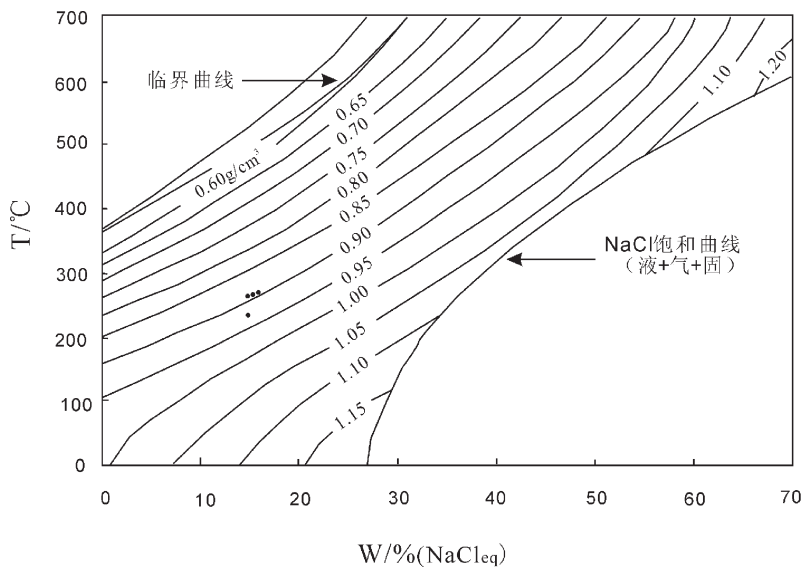


图 6 三道湾子金矿岩石样品包裹体图解(据 Bondnar, 1983)
 Fig.6 T-W-ρ phase diagram of fluid inclusions from the Sandaowanzi gold deposit (after Bondnar, 1983)

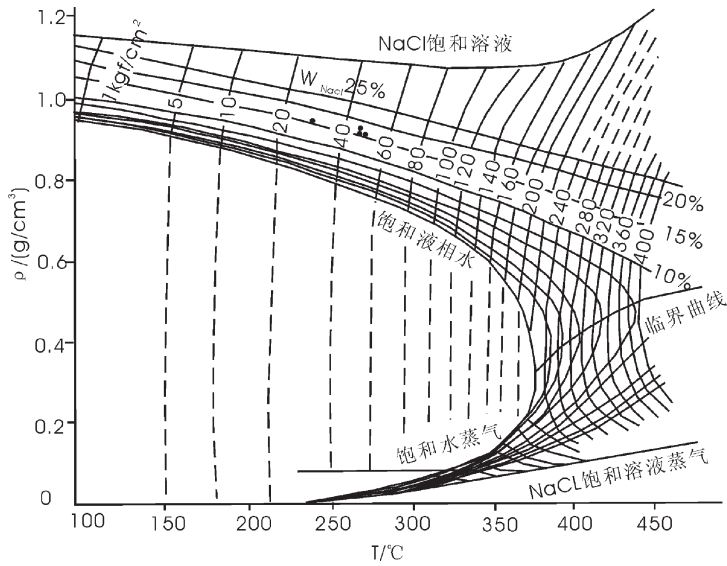


图 7 三道湾子地区岩石样品包裹体的 T-ρ 相图(据 Bischoff, 1991)
Fig.7 T-ρ phase diagram of fluid inclusions from the Sandaowanzi gold deposit (after Bischoff, 1991)

气降水线附近,表明成矿流体主要由大气降水组成。

(4)金矿物主要以碲金银矿为主,流体包裹体测温表明三道湾子金矿成矿温度为 181~267°C,压力平均为 4 Mpa,估算矿体形成深度为 0.4 km,为浅成中-低温热液型碲金-银矿床。

参考文献(References):

[1] 邵军.中国石英脉型金矿床地质特征[J].贵金属地质, 1998, 7(3): 172-179.
Shao Jun. Geological character of quartz vein type gold deposits in China [J]. Precious Metallic Geology, 1998, 7 (3):172-179 (in Chinese with English abstract).

[2] 陈美勇, 刘俊来, 胡建江, 等. 大兴安岭北段三道湾子碲化物型金矿床的发现及意义[J]. 地质通报, 2008, 27(4):584-587.
Tran Mydung, Liu Junlai, Hu Jianjiang, et al. Discovery and geological significance of Sandaowanzi telluride type gold deposit in the northern Daxing'anling [J]. Geological Bulletin of China, 2008, 27(4):584-587(in Chinese with English abstract).

[3] 庞奖励. 浅成低温热液金矿研究现状及其趋势 [J]. 黄金地质, 1995, 1(3):34-38.
Pang Jiangle. The current situation and tendency of research on epithermal gold deposits [J]. Gold Geology, 1995, 1 (3):34-38(in Chinese with English Abstract).

[4] 江思宏, 聂凤军, 张义, 等. 浅成低温热液型金矿床研究最新进展 [J]. 地学前缘, 2004, 11(2):401-411.
Jiang Sihong, Nie Fengjun, Zhang Yi, et al. The latest advances in the research of epithermal deposits[J]. Earth Science Frontiers (China University Of Geosciences ,Beijing), 2004, 11 (2):401-411 (in Chinese With English Abstract).

[5] 祁进平, 陈衍景, Franco Pirajno. 东北地区浅成低温热液矿床的地质特征和构造背景[J]. 矿物岩石, 2005, 25(2):47- 59.
Qi Jinping, Chen Yanjing, Franco Pirajno. Geological characteristics and tectonic setting of the epithermal deposits in the Northeast China [J]. Mineral Petrol, 2005, 25 (2): 47- 59 (in Chinese with English Abstract).

[6] 张佩华, 赵振华, 包志伟, 等. 碲成矿机制研究新进展 [J]. 地质科技情报, 2000, 19(2):55-58.
Zhang Peihua, Zhao Zhenhua, Bao Zhiwei, et al. Advances in studies of tellurium metallogenesis [J]. Geological Science and Technology Information, 2000, 19 (2):55-58 (in Chinese with English Abstract).

[7] 吕军, 王建民, 岳邦江, 等. 三道湾子金矿床流体包裹体及稳定同位素地球化学特征 [J]. 地质与勘探, 2005, 41(3):33-37.
Lv Jun, Wang Jianmin, Yue Bangjiang, et al. Fluid inclusion and stable isotope geochemistry of Sandaowanzi Gold Deposit [J]. Geology And Prospecting, 2005, 41 (3):33-37 (in Chinese with English Abstract).

[8] 武子玉, 王洪波, 徐东海, 等. 黑龙江黑河三道湾子金矿床地质地球化学研究[J]. 地质论评, 2005, 51(3):264-267.
Wu Ziyu, Wang Hongbo, Xu Donghai, et al. Geological and geochemical studies of the Sandaowanzi gold deposit, Heihe County, Helongjiang Province [J]. Geological Review, 2005, 51(3): 264-267(in Chinese with English abstract).

[9] 张理刚. 稳定同位素在地质科学中的应用[M]. 西安:陕西科学技术出版社, 1985:1-452.
Zhang Ligang. Application of Stable Isotope in Geological Science[M]. Xi'an:Shaanxi Science and Technology Press, 1985:1-452(in Chinese).

[10] 刘斌, 沈昆. 流体包裹体热力学[M]. 北京:地质出版社, 1999:1-290.
Liu Bin, Shen Kun. Fluid Inclusion Thermodynamics [M]. Beijing: Geological Publishing House. 1999:1-290 (in Chinese).

Geological characteristics and genesis of the Shandaowanzi gold deposit in Heilongjiang Province

LV Jun^{1,2,3}, ZHAO Zhi-dan^{1,2}, CAO Ya-ping⁴,
HAN Zhen-zhe^{2,3}, ZHANG Ai-kui⁵, YU Jun-chuan²

- (1. State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;
2. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 3. Qiqihar Branch, Heilongjiang Institute of Geological Survey, Qiqihar 161005, China; 4. Heilongjiang Institute of Geophysical Exploration, Harbin 150036, China;
5. Qinghai Institute of Geological Survey, Xining 810012, China)

Abstract: Located in southeastern Da Hinggan Ling Yanshannian metallogenic belt, the Sandaowanzi gold deposit is a quartz vein type gold deposit. Based on geological characteristics, mineral features, ore-forming periods, fluid inclusions and S, H, O isotope compositions, the authors have reached the following conclusions: calaverite is the main gold mineral; $\delta^{34}\text{S}$ values of pyrite range from -1.1‰ to 1.7‰ , showing isotopic characteristics of mantle-derived sulfur; $\delta^{18}\text{O}$ values of ore-forming fluids responsible for the formation of quartz are in the range of $15.3\text{‰} \sim -9.9\text{‰}$, $\delta\text{D V-SMOW}$ values of inclusion fluids of the quartz vary between -110‰ and -85‰ ; meteoric water is dominated; the homogenization temperatures are from 181 to 267°C , and salinities from 15.6% to 16.9% (NaCl eqv.); the ore-forming pressure is 4 Mpa; and the ore-forming depth is around 0.4km. The Sandaowanzi gold deposit is hence a mesothermal-epithermal gold deposit.

Key words: Shandaowanzi; calaverite deposit; fluid inclusion; stable isotope; epithermal solution

About the first author: LV Jun, male, born in 1965, senior engineer, mainly engages in the study of geochemistry of metallic deposits; E-mail: qqlj1188@163.com.