

小西南岔金铜矿床地质特征及成因机制

时俊峰

(有色总公司吉林地勘局 603队)

小西南岔金铜矿床产于下古生界五道沟群与华力西晚期闪长岩内接触带中。矿化类型为含金石英硫化物脉型及密集细脉型。矿体受近 S-N 向断裂、NW 向断裂及裂隙构造带控制,矿床成因类型为岩浆热液型。

关键词 小西南岔金铜矿床 地质特征 岩浆热液型 成因机制 吉林省

小西南岔金铜矿床,位于吉林省珲春市东部,为 60 年代发现并勘探的大型矿床。70 年代至“八五”期末,经有色总公司吉林地勘局 603 队进一步工作,小西南岔矿区已发展成为金铜矿田。

1 矿田地质背景

小西南岔金铜矿田处在敦化-杜荒子-大北城 E-W 向断裂带与四道沟-小西南岔 S-N 向断裂带的交汇部位。矿田构造以 E-W 向、S-N 向为主,其次为 NW-NE 向,从华力西晚期到燕山期,甚至现今仍继续活动。E-W 向构造带为压性构造,控制岩体及金铜矿床的空间分布(图 1)。S-N 向构造带为张性构造。

燕山期,由于受太平洋板块向中朝板块俯冲的影响,区内岩浆、构造活动频繁,不仅使 S-N 向断裂变为压性构造带,同时还产生、继承和发展了 NW-NE 向构造带。

区内岩浆活动强烈,主要有华力西晚期大六道沟斜长花岗岩(K-Ar 同位素年龄 178~212 Ma)、闪长岩(K-Ar 同位素年龄 212 Ma、U-Pb 同位素年龄 212~234 Ma);印支期二道沟-三道沟二长花岗岩(K-Ar 同位素年龄 178.5~197 Ma)。燕山期有豹虎岭石英闪长岩体(K-Ar 同位素年龄 152.75 Ma)^①。在 ACF 图上,华力西期斜长花岗岩、闪长岩、印支期二长花岗岩大多数样品投入 I 型花岗岩区,这二期岩体 M/F 值分别为 0.7 和 0.43,表明属同熔型花岗岩类。

区内出露地层主要为下古生界五道沟群,系由古火山岩、碎屑沉积岩经区域动力变质作用,形成低压相系($P=200\sim 300\text{ MPa}$, $T=400\sim 550^{\circ}\text{C}$)的一套变质岩系。主要岩石有红柱石二云片岩夹变质砂岩、二云母石英片岩、角闪片岩、角岩等。该地层延长 30 km,宽 2.4 km,

① 同位素年龄样品均由吉林有色地研所测定。

? 收稿日期: 1997-11-05; 修回日期: 1997-12-25。李兰英、邵晓东编辑。

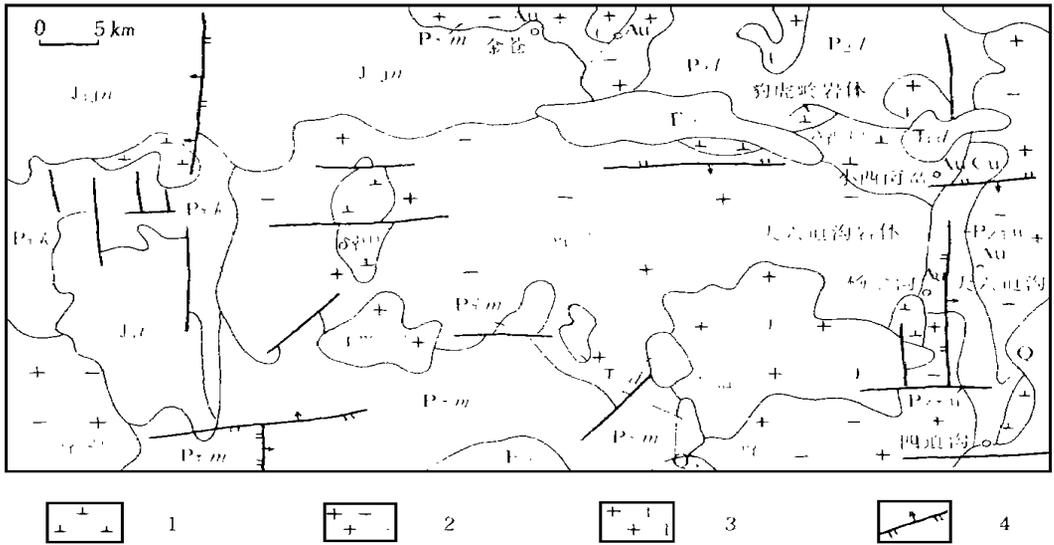


图 1 小西南岔金铜矿田构造格架与矿产分布

Fig. 1 Geologic map of the Xiaoxinancha gold-copper field

1- 华力西闪长岩 (Vaniscan diorite); 2- 华力西斜长花岗岩 (Vaniscan plagiogranite); 3- 印支二长花岗岩 (Indosinian adamellite); 4- 逆断层 (reverse fault); P_2^k - 五道沟群片岩、板岩、变质砂岩 (Wudaogou group schist, slate and metamorphic sandstone); P_2^m - 二叠系柯岛组变质砂岩、粉砂岩 (Permian Kedao fm. metamorphic sandstone and siltstone); P_2^u - 二叠系庙岭组变质火山碎屑岩 (Permian Miaoling fm. metamorphic pyroclastic); P_2^v - 二叠系亮子川变质碎屑岩 (Permian Liangziehuang metamorphic clastic rock); T_3^d - 三叠系托盘沟组安山岩、安山角砾岩 (Triassic Tuopangou fm. andesite and andesite breccia); J_3^m - 侏罗系金沟岭组火山碎屑岩 (Jurassic Jngouling fm. pyroclastic rock); E_3 - 第三系砾岩 (Tertiary conglomerate); Au-Cu- 金、铜矿床 (gold and copper deposits)

总体走向 $340 \sim 15^\circ$, 向 NE 或 SE 倾斜, 倾角 $60 \sim 80^\circ$ 。

2 矿床地质特征

2.1 矿床地质

矿床产于四道沟-小西南岔断裂北端, 下古生界五道沟群与华力西期闪长岩接触带闪长岩一侧。脉岩主要有与 Au-Cu 成矿关系密切的闪长玢岩。岩石呈灰褐色, 斑状结构, 斑晶为针状角闪石, 基质矿物成分有斜长石、角闪石、黑云母及少量石英。该岩石 Au、Ag 等元素含量较高; Au 35.60×10^{-2} , Ag 14.3×10^{-2} , Cu 95.30×10^{-6} , Pb 13.10×10^{-6} , Zn 69.30×10^{-6} , Mo 550×10^{-6} , Sb 380×10^{-6} , Hg 19×10^{-6} , Bi 530×10^{-6} , Cd 220×10^{-6} (分析单位: 吉林有色地质研究所)。岩石化学特征表明岩浆来自较封闭状态的深源, 在地壳浅部就位。主要围岩蚀变绢云母化、硅化、绿泥石化, 黄铁矿化与金关系密切。

矿体赋存在近 S-N 向的主断裂及 NW 向断裂、裂隙组成的“帚”状构造中, 总体走向 $330 \sim 35^\circ$, 倾向 SWW 或 NEE。断裂及裂隙带中发育糜棱岩化、片理化, 片理方向与主断裂平行, 局部斜交。构造带中压碎物较疏松或具棱角, 多期性明显, 成矿后构造有 NE 向压扭性断裂, 对矿体破坏不大。

2.2 矿床特征

矿体严格受容矿构造控制，除充填在其中的脉状、细脉状矿体外，其两侧形成了宽窄不等的由强变弱的细脉浸染状矿化带。矿床被香房沟分割成南、北山两个矿段（图2）。

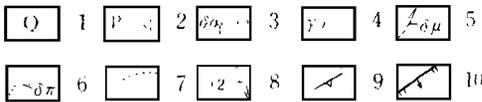
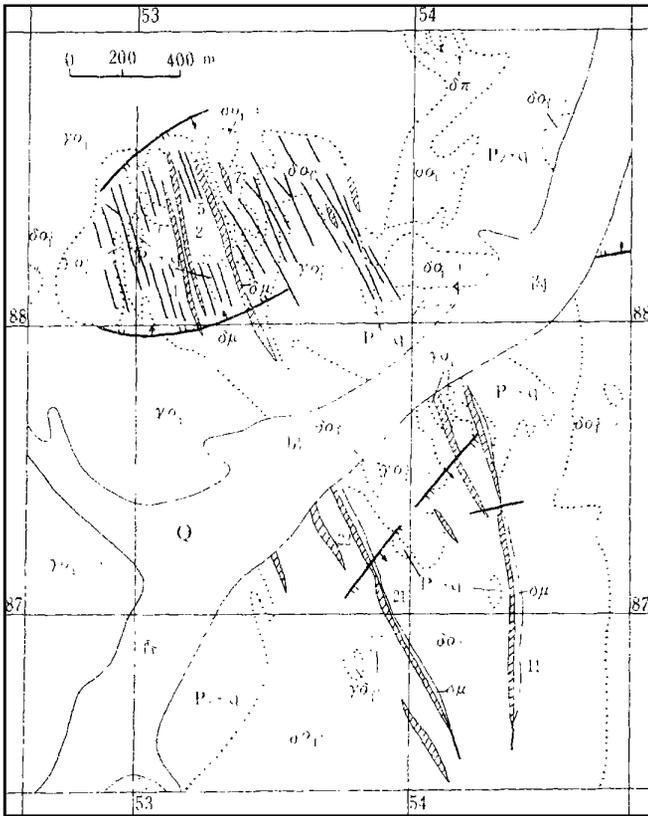


图2 小西南岔金铜矿床地质草图

Fig. 2 Geologic sketch map of Xiaoxinancha gold-copper deposit

1- 第四系 (Quaternary); 2- 片岩、板岩、角岩及变砂岩 (schist, slate, hornfels and meta-sandstone); 3- 闪长岩-石英闪长岩 (diorite-quartz diorite); 4- 黑云母斜长花岗岩 (biotite plagiogranite); 5- 闪长玢岩 (diorite-porphyrite); 6- 闪长斑岩 (diorite porphyry); 7- 地质界限 (geologic boundary); 8- 金铜工业矿体及编号 (Au-Cu ore body and number); 9- 片理产状 (schistosity occurrence); 10- 正断层 (normal fault)

南山矿段 11号主矿体与其它矿体呈向南收敛的“Y”字型，断面上主、支脉呈“入”字型相交。1号脉长2000 m，斜深700 m，金平均品位 8.04×10^{-6} ，走向近 S-N，西倾，倾角 $55 \sim 60^\circ$ 。沿走向和倾向上呈舒缓波状，局部地段呈尖页再现、侧现、分枝复合。矿体由北向南以 $20 \sim 30^\circ$ 角倾伏。

矿体与闪长玢岩同处一个构造空间，矿体沿闪长玢岩的上下盘展布。矿体上下盘羽状裂隙控制着分枝矿脉，分枝脉走向 $330 \sim 350^\circ$ ，延长数米至数十米，最大者可达百米以上。主要分枝脉有 21、2号矿脉。

2号脉位于主脉西侧，走向 330° ，向南西倾斜，倾角 $70 \sim 80^\circ$ ，矿脉带延长1200 m，斜深300 m，单脉长 $100 \sim 180$ m，铜品位 0.98% ，金分布极不均匀，最高品位 67.08×10^{-6} 。

2号脉位于主脉西侧，与21号矿脉平行。地表控制断续延长1350 m，延深400 m，单脉长 $120 \sim 240$ m，铜平均品位 1.36% ，金最高 6.34×10^{-6} 。南山矿段金储量已达大型金矿床规模。

北山矿段：矿体赋存在闪长岩中，以细脉浸染状矿化为主，叠加有脉状矿体，构成面状或带状矿带。在东西宽1000 m的范围内可分为西、中和东部3个矿体群，这3个矿体群金储量和占全矿区的6%。西部矿带以10号脉为代表，矿带赋存于斜长花岗岩与闪长岩接触带的闪长岩一侧的爆发角砾岩筒中，矿体

区内可分为西、中和东部3个矿体群，这3个矿体群金储量和占全矿区的6%。西部矿带以10号脉为代表，矿带赋存于斜长花岗岩与闪长岩接触带的闪长岩一侧的爆发角砾岩筒中，矿体

下部出现隐伏的含铜钼矿化花岗斑岩小侵入体.角砾岩筒直径 60~ 120 m,斜深 265 m,东倾角 40° (图 3). 中部矿带由 1~ 6号矿体组成,矿带产于闪长岩中,由浸染加复脉状矿体构成面状及带状矿体群,带长 600 m,斜深 120 m. 金品位 3.80×10^{-6} ,铜品位 0.71%. 该矿带金储量已达大型金矿床规模. 东部矿带由 7~ 9号矿体组成,矿带产在闪长岩与斜长花岗岩接触带中,由浸染型矿体迭加部分脉状矿体,矿带长 600 m,斜深 100 m; 金品位 1.87×10^{-6} ,铜品位 0.41%. 该矿带金储量达到中型金矿床要求.

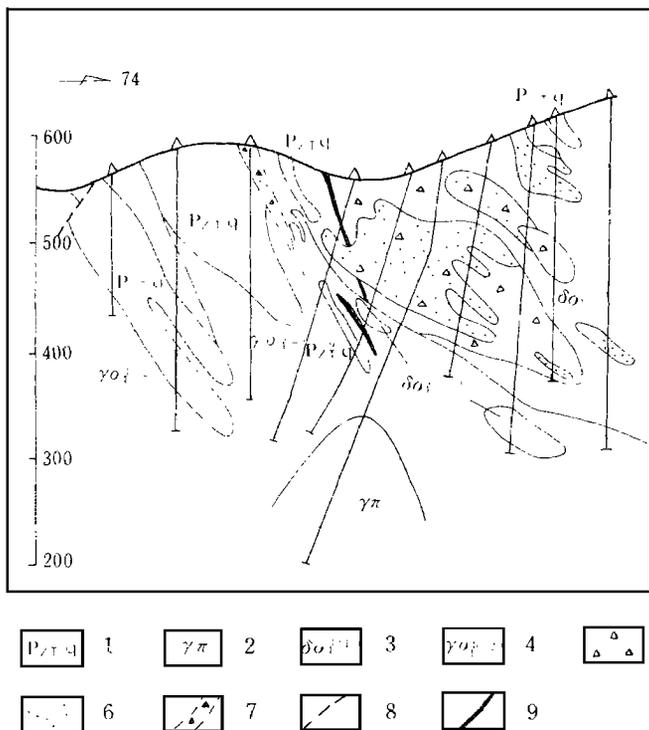


图 3 小西南岔金铜矿床北山西侧 1-2 线地质剖面图

Fig. 3 The section along Line1- 2 of the

Xiaoxinancha gold deposit

1- 五道沟群中段角岩 (hornfels of middle member, Wudaogou group); 2- 花岗斑岩 (granitophyre); 3- 石英闪长岩 (quartz diorite); 4- 斜长花岗岩 (plagiogranite); 5- 角砾岩 (breccia); 6- 浸染型矿体 (disseminated orebody); 7- 破碎带 (fracture zone); 8- 推测断层 (inferred fault); 9- 脉状矿体 (vein ore)

上述金矿体,主要产在密集石英硫化物细脉及细脉两侧.石英硫化物脉一般宽几毫米到几厘米,个别达 1 m 以上.

矿石具细脉、填隙、压碎、乳滴、交代和交代熔蚀结构;浸染、网脉、条带、晶梳、角砾和致密块状构造.

矿石类型分氧化物和硫化物 2 类.硫化物矿石又分贫硫化物 (硫化物小于 1%)、低硫化物 (硫化物 1%~ 5%)、中硫化物 (硫化物 5%~ 15%) 和富硫化物 (硫化物大于 15%) 4 种类型. 矿石矿物有自然铜、赤铜矿、辉铜矿、铜蓝、斑铜矿;黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、胶黄铁矿、自然金、辉钼矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿及硫盐类和碲化物等金属矿物和石英、方解石等脉石矿物. 金属硫化物含量一般 1%~ 5%, 个别达 15% 以上.

经电子探针及电镜分析 (测试单位: 长春地质学院),金矿物呈浅黄色,以自然金和银金矿为主. 自然金成色 800~ 930,银金矿成色 721~ 852. 自然金含金 79.26%~

87.56%, 含银 11.02%~ 14.92%; 银金矿含金 69.90%~ 90.68%, 含银 27.07%~ 16%. 金粒度大多在 0.01~ 0.074 mm. 金矿物呈粒状、棒状、树枝状、新月状. 脉状和显微状小金脉分布在黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、胶黄铁矿、石英、辉钼矿、碲银矿等载金矿物中. 金赋存状态以包体金为主,裂隙金、晶隙金、超显微状金次之.

金的成矿期有四个阶段: 黄铜矿阶段; 石英-硫化物阶段; 石英-硫盐类-碲化物阶段; 石英-碳酸盐-硫化物阶段.

3 矿床成因

3.1 稳定同位素特征

(1) 硫同位素 (分析单位: 吉林有色地研所): 南山矿段矿石 W^34S 值为 + 2.1‰ ~ + 4.8‰, 极差 2.72‰, 平均 + 3.98‰. 磁黄铁矿 W^34S 平均值为 + 3.6‰, 黄铜矿和黄铁矿 W^34S 平均值 + 3.63‰ (3件数据); 北山矿段矿石 W^34S 值为 + 2.1‰ ~ + 5.5‰, 众值范围 + 4.0‰ ~ 5.5‰, 极差 + 3.4‰, 均方差 0.39, 平均 + 3.4‰ (30件数据). 可见硫同位素的均一性很好, 是接近零的正值, 应属来源于上地幔或地壳深部均一化未发生明显分馏的原生硫.

(2) 铅同位素: 南、北山 4件样品结果, $^{206}Pb/^{204}Pb = 18.118 \sim 18.388$, $^{207}Pb/^{204}Pb = 15.405 \sim 15.537$, $^{208}Pb/^{204}Pb = 37.989 \sim 38.093$, t 值年龄 100 ~ 280 Ma (申浩澈), 这与华力西闪长岩体 (212 ~ 234 Ma) 和燕山期闪长玢岩脉 (110 Ma) 相近, 表明铅来自闪长岩体和闪长玢岩脉. 北山脉状矿体中 4件铅同位素均属年轻的正常铅, 年龄 100 Ma (吉林有色地研所), 在铅同位素组成的座标图上都集中在 μ 值小于 9.58 的陨石等时线附近, 说明属深源成因.

(3) 氢氧同位素 (分析单位: 吉林有色地研所): 北山矿段 4个 W^8O 值为 + 4.4‰ ~ + 9.8‰, 属岩浆水 ($W^8O = 5‰ \sim 9‰$) 范畴. 南山矿段 7个 W^8O 值为 + 8.6‰ ~ + 13‰, δD 值为 - 80‰ ~ - 46‰, 成矿流体的 $W^8O - \delta D$ 关系图 (图 4) 表明, 投影点主要分布在岩浆水、变质水和雨水线附近, 成矿热液为大气和岩浆为主的混合水.

(4) 碳同位素: 南、北山 4件 W^3C 值为 - 3.5‰ ~ - 7.2‰, 平均值为 - 5.4‰ (申浩澈), 具深源碳特征, 落入火成岩碳同位素的变化范围.

3.2 稀土元素特征

南山矿段稀土元素组成特征, 矿石稀土元素特征值 $LREE/HREE$ 为 5.20, $\Sigma Ce/\Sigma Y$ 为 2.28, $(La/Yb)_N$ 为 5.74, $(La/Sm)_N$ 为 2.5, Sm/Nd 为 0.25; 海西晚期闪长岩 $LREE/HREE$ 为 5.27, $\Sigma Ce/\Sigma Y$ 为 2.27, $(La/Yb)_N$ 为 4.76, $(La/Sm)_N$ 为 2.01, Sm/Nd 为 0.23; 燕山期闪长玢岩脉 $LREE/HREE$ 为 7.69, $\Sigma Ce/\Sigma Y$ 为 3.45, $(La/Yb)_N$ 为 8.89, $(La/Sm)_N$ 为 3.32, Sm/Nd 为 0.20 (孙超). 北山矿段矿石稀土元素总量均值 77.76×10^{-6} , $LREE/HREE$ 均值 3.52, δEu 均值 0.52 (表 1), 稀土元素配分曲线右倾 (图 5), 表明岩、矿石富轻稀土, 斜长花岗岩和闪长岩系列具地幔和大陆地壳源的双重特征. 反映闪长岩、闪长玢岩及部分地层与成矿作用具有密切关系.

表 1 北山矿段岩矿石稀土元素含量 ($\times 10^6$)

Table 1 REE Contents of rocks and ores

岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
粗粒闪长岩	8.542	27.73	3.519	19.23	5.709	1.055	7.461	1.009	6.965
细粒石英闪长岩	7.636	22.40	2.498	11.17	2.043	0.714	1.926	0.252	2.020
黑云母斜长花岗岩	32.32	69.88	7.861	32.71	5.104	0.882	3.905	0.510	2.929
闪长玢岩	15.27	32.29	3.745	18.16	3.098	0.809	2.746	0.352	2.228
硫化物矿石	13.11	31.67	3.002	15.49	3.095	0.580	2.734	0.326	1.983
石英方解石矿石	12.15	26.39	1.895	10.96	2.474	0.279	2.246	0.268	2.088

续表 1

岩 性	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	Σ REE	LREE/HREE	WEu
粗粒闪长岩	1.250	3.803	0.594	3.356	0.515	32.17	122.91	1.15	0.55
细粒石英闪长岩	0.347	1.292	0.173	1.698	0.262	12.15	66.58	2.31	1.07
黑云母斜长花岗岩	0.565	1.590	0.265	1.855	0.266	15.84	174.48	5.36	0.63
闪长玢岩	0.413	1.194	0.135	1.131	0.146	9.865	91.58	4.03	0.91
硫化物矿石	0.340	1.074	0.135	1.125	0.161	9.142	83.97	3.93	0.65
石英方解石矿石	0.319	1.040	0.114	1.124	0.154	10.050	71.55	3.11	0.39

分析单位: 吉林有色地研所 (1989)

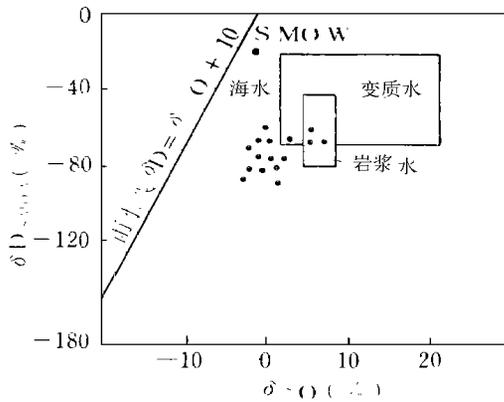


图 4 矿石石英 $W^{8}O$ - W^D 关系图

Fig. 4 H, O isotope composition of quartz from ores

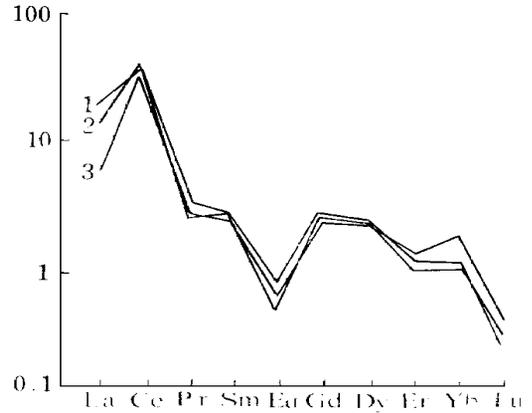


图 5 稀土元素配分曲线图

Fig. 5 REE Pattern

1- 闪长玢岩 (diorite porphyrite); 2- 矿石 (ore); 3- 细粒闪长岩 (fine grained diorite)

3.3 包体成分、测温、成矿期

表 2 中列出了成矿流体包裹体成分. 气相成分中富含 CO_2 、 H_2O 等挥发组分. 液相成分 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 较高, 贫 F^- 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} , 成矿溶液性质为 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 型. Na/K 值为 8.38, $Na/(Ca+Mg)$ 值为 1.89, 具中低温岩浆热液特征. 气相成分 CO_2 、 H_2O 含量较高, 说明金矿化处在由还原向氧化演化的环境中.

均一法测温为 $250\sim 300^\circ C$, 成矿温度为中温. 含金闪长玢岩的 K-Ar 年龄为 110 Ma, 主成矿期为燕山期.

表 2 包裹体化学成分含量表 ($\times 10^{-6}$)

Table 2 Composition of inclusions of quartz from ores

分析单位	液 相 成 分							气 相 成 分			
	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₂	H ₂ O	N ₂	CO
有色北京所	2.96	9.13	10.08	0.27	0.12	25.34	2.06	332.01	1580	180.32	396.77
有色吉林所	5.90	65.10	26.70	2.30	1.20	94.70	4.10	54.10	1190	11.50	34.40
平均值	4.43	37.12	18.39	1.28	0.66	60.02	3.08	193.06	1385	95.91	215.58

3.4 矿床成因

小西南岔金铜矿床的形成具多期多阶段特点。华力西晚期闪长岩使五道沟群地层中分散金元素活化,生成金氯、金硫等稳定络合物,初步富集于闪长岩中。燕山期岩浆侵入使闪长岩体中金再次活化,并与闪长玢岩自身携带的金物质熔为一体,富集于闪长岩体内的密集裂隙带或闪长玢岩及上下盘。随地质作用的改变, SiO₂在构造有利部位沉淀生成硅质体,金的稳定络合物分解生成自然金、银金矿等,形成与五道沟群地层、华力西期闪长岩、燕山期闪长玢岩有关的岩浆热液型金铜矿床。

本文曾得到孙宝田、贺长文、张文博、张跃先帮助与指导,谨此致谢。

4 参考文献

- 1 赵伦山,张本仁.地球化学.北京:地质出版社,1987.
- 2 吉林省地矿局.吉林省区域地质志.北京:地质出版社,1982.
- 3 时俊峰.农坪英云闪长斑岩体特征及与金铜矿化的成因关系.贵金属地质,1992,(2-3).

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND MINEROGENEIC MECHANISM OF THE XIAOXINANCHA GOLD-COPPER DEPOSIT

Shi Junfeng

(No. 603 Party of Jilin Exploration Bureau, CNNC)

Abstract

Xiaoxinancha gold-copper deposit occurs in the contact between the Late Variscan diorite and Lower Palaeozoic Wudaoguo group. The mineralizing types include gold-bearing quartz-sulfide veins and concentrated veinlets. The ore bodies are controlled by S-N- and NW-trending faults or fractures. The deposit is magmatic hydrothermal origin.

Key words Xiaoxinancha gold-copper deposit geologic features magmatic hydrothermal type genetic mechanism Jilin Province.

作者简介 时俊峰 男 1948年生,1969年毕业于长春冶金地质学校,现任工程师,从事地质勘查工作。
通讯地址:吉林省琿春市有色 603地质队;邮编 133300.