

广东庞西洞银矿床的地球化学研究

王鹤年 杨建文

陈辉琪

(南京大学地球科学系, 南京)

(广东地质矿产局704队, 湛江)

摘要: 通过矿床地质、矿物包裹体及同位素地球化学研究确定庞西洞银矿受韧性-脆性剪切构造带控制, 成矿与燕山期同熔型花岗岩有关。矿床围岩蚀变钾化、黄铁绢英岩化强烈。成矿流体 $K^+ > Ca^{2+} > Na^+ > Mg^{2+}$; $SO_4^{2-} > Cl^- > HCO_3^- > F^-$; $CO \gg CO_2 > CH_4$ 。流体低盐度(2.2wt%~4wt% NaCl)、弱酸性(pH 为4.6)、密度0.81。成矿温度270℃, 压力 700×10^5 Pa, $f_{O_2} = 10^{-32} \sim 10^{-42}$, $f_{S_2} = 10^{-12} \sim 10^{-15}$, 为中深中温岩浆热液银矿床。

这类矿床是我国银矿新类型, 许多方面与焦家式破碎带蚀变岩型金矿成矿特征相似, 在粤西、桂东极具远景。

关键词: 庞西洞 银矿床 破碎带蚀变岩 岩浆热液矿床

庞西洞银矿床位于广东廉江县塘蓬地区, 粤西云开隆起的西南端。岑西一博白大断裂带之东, 金山一庞西洞断裂带的中段。该矿是一大型银矿, 并伴有金和多金属。这类破碎带蚀变岩型银矿乃是我国银矿的新类型, 在粤西桂东一带具有极大远景, 沿断裂带向北东延伸尚有广西金山、中苏等类型银矿床分布。

1 区域地质概况

塘蓬地区出露晚元古代及早古生代类复理石建造, 夹有少量碳酸盐岩、硅质岩、中基性火山岩及火山碎屑岩。由于变质较深, 又被强烈混合岩化, 地层时代尚难确定。

矿区内云母石英片岩、石英云母片岩呈夹层残留体出现在大片条纹状眼球状混合岩中。据锆石 U-Pb 同位素年龄测定, 混合岩的时代在 $377 \times 10^6 \sim 552 \times 10^6$ a 之间, 但某些地区锆石 U-Pb 一致曲线上交点年龄为 $1150 \times 10^6 \sim 1755 \times 10^6$ a, 因此, 受混合岩化的地层时代可能为中晚元古代。

构造以北东为主, 中部为车田复背斜。复背斜两侧为断层所限。西北侧为金山一庞西洞断裂带, 其走向 $NE 40^\circ \sim 55^\circ$, 倾向北西, 倾角 $55^\circ \sim 65^\circ$ 。断裂带宽达 20~30 m, 最宽达 200 m, 长达 100 km 以上, 北东延入广西陆川县, 向西南由广西合浦入海。断裂性质属压扭性, 具多次复活的特征, 它控制了本区大中型银矿和若干个金、银矿化点。该断裂构造不仅是导矿构造, 也是储矿构造。

区内混合岩, 花岗岩十分发育, 并明显受区域断裂变质带控制。加里东期条带状、眼球状混合花岗岩构成大的混合岩田。海西-印支期塘蓬岩体见于复背斜的西南倾没端。混合岩田内部, 沿断裂带有燕山期同熔型花岗岩侵入, 金银矿化成因上与英桥岩体有关。岩体的 K-

王鹤年, 男, 57岁, 副教授, 1960年于南京大学研究生毕业。邮政编码: 210008

本文由陶景连编辑

Ar 同位素年龄为 106×10^6 a。

2 庞西洞银矿床地质特征

庞西洞银矿床受金山—庞西洞断裂带的控制 (图 1)。

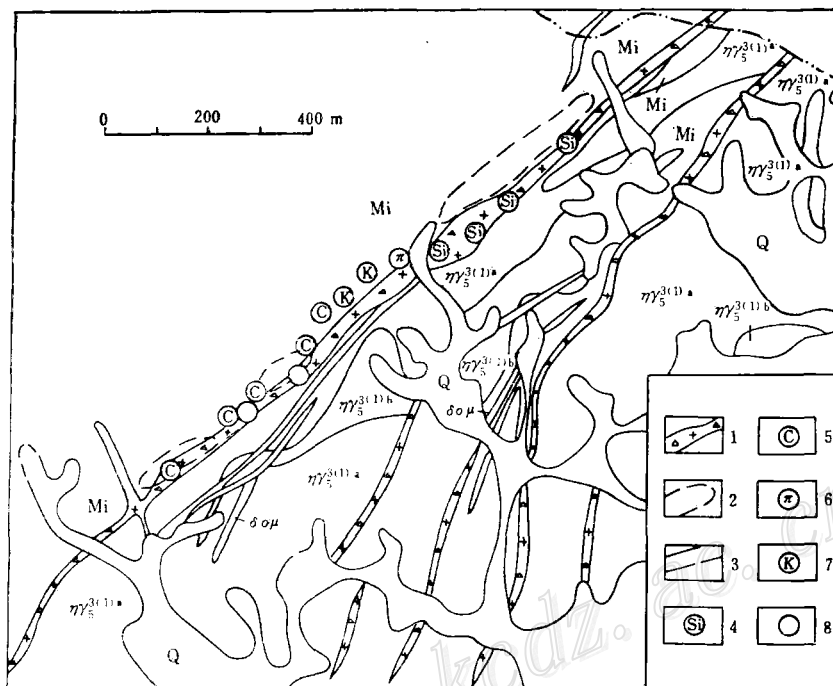


图 1 庞西洞银矿地质图

(据广东地质矿产局 704 队资料修改)

Q—第四纪; Mi—条纹-眼球状混合岩; $\delta o\mu$ —石英闪长玢岩; $\eta\gamma\gamma_3^{(1)a}$ —中粗粒角闪黑云母二长花岗岩; $\eta\gamma\gamma_3^{(1)b}$ —细粒黑云母二长花岗岩; 1—含金银硅化破碎带; 2—金银矿体; 3—地质界线; 4—硅化; 5—绢云母化; 6—黄铁矿化; 7—钾长石化; 8—蚀变带

Fig. 1. Sketch geological map of the Pangxidong silver deposit.

Q—Quaternary; Mi—Striped-augen migmatite; $\delta o\mu$ —Quartz diorite porphyrite; $\eta\gamma\gamma_3^{(1)a}$ —Medium-coarse grained hornblende-biotite adamellite; $\eta\gamma\gamma_3^{(1)b}$ —Fine-grained biotite adamellite; 1—Gold-, silver-bearing silicified fracture zone; 2—Gold-silver ore body; 3—Geological boundary; 4—Silicification; 5—Sericitization; 6—Pyritization; 7—K-feldspathization; 8—Alteration zone.

断裂带的上盘为条纹状、眼球状混合岩, 下盘为英桥中粗粒角闪黑云母二长花岗岩和六环细粒黑云母二长花岗岩。断裂经历多次活动, 上盘向南西滑落, 矿体有向南西侧伏的规律。断裂成生于印支期, 燕山期仍有活动。

断裂带宽 20~50 m, 走向 NE40°~50°, 倾向 NW, 倾角为 55°~70°, 断裂具有韧性—脆性剪切带的特征。长石、石英被压扁拉长, 有云母鱼出现, 具初糜棱岩的特征, 但构造岩主要是碎裂岩, 碎粒岩。利用显微构造估算, 差异应力为 $(820 \sim 1050) \times 10^5$ Pa, 应变速率每秒为 0.31×10^{-13} , 形成深度小于 10 km, 相当于本区加里东褶皱基底的脆—韧性构造转换带范围, 应属于规模较小的基底韧性剪切带。

矿体的地质特征及蚀变分带可见矿床地质剖面图 (图 2)。矿体受断裂带控制, 产于断裂

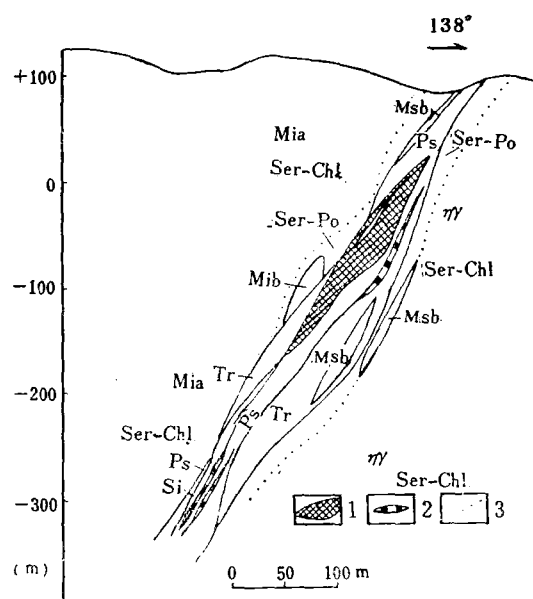


图 2 庞西洞银矿地质剖面图

(据广东地质矿产局704队资料修改)

Mia—条纹-眼球状混合岩; Mib—条纹状混合岩; $\eta\gamma$ —燕山期中粗粒角闪石黑云母二长花岗岩; Msb—糜棱状角砾岩; Ps—硅化压碎岩; Tr—绢英岩化碎裂岩; Si—硅化岩; Ser-Po—绢云母化钾长石化带; Ser-Chl—绢云母化-绿泥石化带; 1—银(金)矿体; 2—铅锌矿体; 3—地质界线

Fig. 2 Sketch geological section of the Pangxidong silver deposit.

Mia—Striped-augen migmatite; Mib—Striped migmatite; $\eta\gamma$ —Yanshanian medium-coarse grained hornblende-biotite adamellite; Msb—Mylonitic breccia; Ps—Silicified crushed rock; Tr—Phyllic cataclastic rock; Si—Silicified rock; Ser-Po—Sericitization and K-feldspathization; Ser-Chl—Sericitization-chloritization zones; 1—Silver (gold) ore body; 2—Lead-zinc ore body; 3—Geological boundary.

带的糜棱岩和泥砾岩之下, 构造碎裂岩及碎粒岩中。矿体与围岩没有明显界线, 细脉密集处往往是矿体所在部位。已探明主要矿体 14 个, I 号主矿体长 1700 m, 平均厚度 3 m, 呈层状, 与断裂带产状基本一致。矿体中富矿柱向南西侧伏, 平行且有规律排列, 其间由品位较低的矿化体相连。离开主断裂也有矿体呈脉状分布, 但品位低, 规模小。I 号矿体含金 0.2 g/t, 银品位几十到 200 g/t。金富集在上部, 银及伴生的铅锌在下部。

矿床的围岩蚀变强烈, 断裂带构造压碎岩中电气石化、钾长石化、硅化、绢英岩化、黄铁绢英岩化、绿泥石化、萤石化、重晶石化发育。蚀变具有分带性(图 2): 由主裂面糜棱岩、泥砾岩向上为钾长石化碎裂混合岩, 绢云母化眼球状混合岩; 由主裂面向下为强硅化、黄铁绢英岩化碎粒岩, 绢英岩化碎裂岩, 钾长石化花岗岩, 绿泥石化花岗岩, 到正常二长花岗岩。断裂下盘蚀变带宽而强烈, 为矿体产出的主要部位。

蚀变先后顺序是电气石化、钾化在先, 随后绢英岩化、硅化、绿泥石化、萤石化、重晶石化。蚀变花岗岩的绢云母单矿物, K-Ar 同位素年龄为 92×10^6 a。

3 矿石的物质组成及矿化阶段

3.1 矿石物质组成 主要矿石矿物为辉银矿、螺状硫银矿、自然银、金银矿、自然金、闪锌矿、黄铜矿、方铅矿、黄铁矿等。银的砷、锑硫化物发育, 有银黝铜矿、硫锑铜银矿、辉

铜银矿、深红银矿。脉石矿物主要有石英、绿泥石、钾长石、斜长石、绢云母、方解石、萤石、重晶石等。

3.2 矿化阶段 主要成矿作用可划分为三个阶段(表1)。

表1 成矿阶段及矿物生成顺序表
Table 1. Mineralization stages and mineral-forming sequence of the Pangxidong silver deposit

成矿阶段 矿物生成顺序	黄铁矿 石英阶段	金、银、铜、铁 多金属阶段	石英、方解石 石英阶段	石英、方解石 石英阶段
石英				
绢云母				
黄铁矿				
银金矿				
黄铜矿				
闪锌矿				
方铅矿				
金银矿				
银黝铜矿				
辉铜矿				
硫银铁矿				
硫锑铜银矿				
含银闪锌矿				
辉银矿				
螺状硫银矿				
自然金				
自然银				
方解石				
重晶石				
萤石				

第一阶段：贫硫化物石英阶段，以深灰色粗粒石英、粗晶黄铁矿组合为特征。黄铁矿呈立方体，有压碎现象，伴有电气石化。

第二阶段：富硫化物及含银的砷、锑硫化物阶段，为主要成矿阶段。黄铁矿呈细晶或细脉产出，石英为乳白—白色，闪锌矿以深色为主，黄铜矿呈乳滴状分布于闪锌矿中，方铅矿中有银金矿和金银矿矿物包体。

第三阶段：碳酸盐阶段，大量方解石和自然银出现，伴有黄铁矿，浅色闪锌矿和重晶石、萤石。

3.3 矿石中金银的赋存状态 金主要以银金矿、金银矿产出。电子探针分析结果见表2。金的成色为475~721。

自然金包裹于石英中，银金矿一般呈圆形微粒包于硫化物和硫化物矿物中。银除银金矿外还呈金银矿、自然银以及银的硫化物矿物出现。自然银常呈显微粒状嵌布于石英晶隙，或与辉银矿一起沿黄铜矿、闪锌矿、方铅矿裂隙充填交代，也有嵌布在方解石中的。

辉银矿-螺状硫银矿常呈浸染状产于脉石矿物石英、绢云母或黄铁矿、方铅矿晶隙中。亦见其充填于闪锌矿、黄铜矿裂隙中。此外，

表2 庞西洞银金矿电子探针分析结果
Table 2. Electron microprobe analyses of electrum from the Pangxidong deposit

样号	矿物名称	分析结果(%)		成色
		Au	Ag	
庞西洞	自然金	98.3	1.7	983
C25	银金矿	52.12	47.28	524
庞西洞	银金矿	70.73	27.27	721
RZ-17	银金矿	64.73	35.67	645
RZ-13	银金矿	68.66	32.01	682
1142-LTb1	银金矿	64.69	35.31	645
庞西洞	金银矿	47.38	52.20	475

注：由广东地质矿产局中心实验室电子探针室季荣桂测定

还可见其包于自然银中呈交代残余。

据三个矿石人工重砂样品研究, 银在各类矿物中分配情况表明, 金、银硫化物石英脉为主的银综合矿石以及浸染状银综合矿石中, 分配在辉银矿-螺状硫银矿中的银占银总量的50%, 分配在银黝铜矿中的银占10%~20%, 其余分散在方铅矿、闪锌矿、黄铜矿及石英中。

在碳酸盐脉银综合矿石中银主要分配在自然银中, 约占90%, 而分配于闪锌矿中的银仅占6%。

4 矿物包裹体特征及成矿物理化学条件的估算

4.1 庞西洞银矿床的矿物包裹体特征

4.1.1 庞西洞银矿的矿物原生包裹体数量较少, 呈孤立状零星分布, 形态多显不规则的多边形、椭圆形, 包体大小在2~6 μm左右, 气液比15%~30%。次生包裹体多为液相, 气液比小于15%, 多沿裂隙排列成行。测得均一化温度自早期330℃到晚期150℃, 主要矿化阶段为270℃。

4.1.2 流体包裹体的成分: 庞西洞银金矿区气相及液相成分的分析数据见表3。由表3可知液相成分: 阳离子 $K^+ > Ca^{2+} > Na^+ > Mg^{2+}$; 而阴离子 $SO_4^{2-} > Cl^- > HCO_3^- > F^-$; 气相成分主要是 CO 、 H_2O , 其次为 CO_2 、 CH_4 。

表3 矿物包裹体气-液相成分

Table 3. Gaseous-liquid composition of fluid inclusions in minerals

样号	岩性	测定 矿物	液相成分 (%)										气相成分(ml/100g)				盐度 (%)
			pH	电导率	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	CO	CH_4	CO_2	H_2O	
Ps091-Q4	含矿硫化物块状石英	石英	4.65	29	0.42	0.15	0.30	0.08	0.07	0.08	0.34	0.77	32.05	0.62	5.17	146.27	2.19
Ps020	含矿硫化物块状石英	石英	4.76	24	0.76	0.26	0.41	0.06	0.20	0.07	0.19	0.77	18.17	0.30	3.80	126.76	3.25
Ps033	含矿硫化物石英脉	石英	4.60	22	0.36	0.29	0.32	0.49	0.14	0.06	0.25	0.91	17.99	0.42	5.44	104.96	3.97
Ps040	含矿硫化物石英脉	石英	6.11	54	0.73	0.21	0.64	0.08	1.64	0.02	0.34	2.89	16.31	0.29	4.18	125.18	3.82
Ps050	含碳酸盐硅化岩	石英	4.56	25	0.57	0.20	0.25	0.08	0.12	0.03	0.26	1.01	60.57	1.31	4.11	135.58	2.42
Ps057	含硫化物、硫酸盐块状石英	石英	4.96	35	0.17	0.14	1.15	0.04	0.54	0.08	0.11	0.78	15.44	0.39	4.11	112.60	3.90
Ys002	中粗粒角闪花岗岩	石英	6.27	50	1.45	0.61	4.41	0.49	2.83	0.15	1.10	3.49	99.46	2.44	4.42	89.63	17.90

测试单位: 南京大学地球科学系中心实验室; 注: 盐度是用冷冻法测冰点求出的

不同类型矿石的矿物包裹体成分与英桥角闪石黑云母二长花岗岩的石英包裹体成分特征相似。但岩体的石英包裹体中 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 F^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO 、 CH_4 等含量高于矿石石英包裹体的含量, 特别是 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 CO 、 CH_4 。而矿石中 CO_2 、 H_2O 较岩体中高。说明成矿热液在沿断裂向上运移, 由于压力减小, 氧化程度增加而使成矿热液在有利部位沉淀富集。

4.2 成矿物理化学条件的估算

包裹体溶液的盐度较低, 为2.19%~3.97%。通过盐度-均一化温度-密度关系图(均一化温度取270℃)求得相应的密度为0.79~0.82, 均值为0.81。应用列姆列英等(1961)的NaCl水溶液P-V-T关系图, 并取成矿温度 $t=270^\circ\text{C}$, 求得成矿期的压力在 $700 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

成矿时的硫逸度($\log f_{s_2}$)根据 Fe-Zn-S 体系,当闪锌矿与黄铁矿平衡共存时,闪锌矿中 FeS 的摩尔分数 x_{FeS}^{sph} 与温度、硫逸度之间关系(公式1)^[2]。据 Ag-Au-S 体系^[3]与辉银矿共存的银金系列矿物中 Ag 摩尔分数 x_{Ag}^{E1} 与温度、硫逸度的关系(公式2)。

$$\log f_{s_2} = 13.3 - 14680/T - 2 \log x_{FeS}^{sph} \quad (1)$$

$$\log f_{s_2} = \frac{1}{4.516 T} \cdot \left\{ -41980 + 16.52 T - 18.296 T \log x_{Ag}^{E1} + 4(1 - x_{Ag}^{E1})^2 \cdot [5650 - 1600(1 - x_{Ag}^{E1}) - 1375 T] \right\} \quad (2)$$

矿床银金矿-辉银矿-黄铁矿-闪锌矿是共存关系,能满足(1)、(2)公式条件。因此据平衡时的 $x_{Ag}^{E1} = 0.5415$, $x_{FeS}^{sph} = 0.0085$ (富硫化物的早期), $x_{FeS}^{sph} = 0.0024$ (富硫化物晚期)代入(1)(2)式解联立方程组,求出平衡时的硫逸度。富硫化物晚期成矿阶段的 $f_{s_2} = 10^{-14.8}$, 早期 $f_{s_2} = 10^{-12.3}$, 平均 $f_{s_2} = 10^{-13.55}$ 。

成矿时的氧逸度($\log f_{O_2}$)根据包体的气相成分测定结果,应用气相成分中 CO 与 CO₂ 的平衡条件可以求得成矿时的氧逸度。该区所有矿物包体气相成分 R 值 (V_{CO_2}/V_{CO}) 在 0.07~0.30 之间,成矿温度 270℃,求得 $\log f_{O_2} = -39.5 \sim -41.5$, 均值 $\log f_{O_2} = -40.5$, 说明成矿热液活动是处于较强的还原阶段。

从上述矿物包体研究可以得知成矿溶液特征是:阳离子富 K⁺, Na⁺/K⁺ 为 0.29~0.82; 阴离子富 Cl⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻; 气体成分富 CO。成矿溶液盐度较低,约 3wt%~4wt% NaCl, 相对密度 0.81, pH 为 4.6 弱酸性。成矿时物理化学条件:成矿温度 330~150℃; 压力 700×10^5 Pa, $f_{s_2} = 10^{-14.8} \sim 10^{-12.3}$; $f_{O_2} = 10^{-39.5} \sim 10^{-41.5}$ 。庞西洞银矿为中深中低温热液银矿床。

5 稳定同位素的特征

5.1 硫同位素 庞西洞银矿区硫同位素测定的样品主要为黄铁矿,少量闪锌矿和方铅矿,分析结果见表 4。

表 4 庞西洞银矿硫同位素特征

Table 4. Sulfur isotopic composition of the Pangxidong silver deposit

矿物名称	样品数 (个)	$\delta^{34}S(\text{‰})$	极差(‰)	标准差(‰)	均值(‰)
黄铁矿	23	-1.7~-6.1	4.4	1.28	-4.13
方铅矿	5	-4.63~-8.5	3.87	1.38	-5.98
闪锌矿	3	-1.7~-5.8	4.10	1.73	-4.07
合计	28	-1.7~-8.5	6.8	1.57	-4.46

从表中可见 $\delta^{34}S$ 值均为小的负值 -4.46‰, 变化范围狭窄,为 -1.7‰~-8.5‰, 硫同位素塔式效应比较明显,具岩浆成因特征。据此推测,本区矿石硫系来源于岩浆,由于动力变质分馏作用,断裂带富 ³²S, 因而呈小的负偏现象。

5.2 氢氧同位素 庞西洞银矿流体包裹体溶液的氢氧同位素组成如表 5。

各类矿石中石英的氧同位素 $\delta^{18}O_{\text{石英}}$ 为 8.4‰~10‰, 换算成 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 为 0.4‰~3.3‰。

表 5 庞西洞银矿氢氧同位素组成

Table 5. Hydrogen and oxygen isotopic composition of the Pangxidong silver deposit

样 号	样 品	温度 (°C)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{石英}}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}(\text{‰})$	$\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}(\text{‰})$
Ps020	黑色硅化矿石中石英	270	8.4	0.4	-51
PD ₁ -58(1)	硫化物石英脉中石英	230~330	7.2	1.0	
ZK58-18	铅锌矿石中石英	182~306	10.01	3.3	

测得包裹体水 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 -51‰ 。可以看出成矿溶液氢氧同位素与一些和中酸性火山岩或浅成岩浆岩空间上密切共生的 Pb、Zn、Ag、Au 矿相似。长期活动的断裂破碎带有利于天水下渗,同时也是岩浆岩侵入的有利场所。被加热的天水对流循环可以淋滤成矿元素。成矿作用早期可能有部分岩浆水混入。

5.3 铅同位素 庞西洞银金矿矿石铅同位素如表 6。在铅同位素演化图上,庞西洞矿石铅同位素位于地壳铅同位素演化线之上,表明矿石中铅来自浅部。

表 6 庞西洞银矿的铅同位素组成

Table 6. Lead isotopic composition of the Pangxidong silver deposit

样号	样品名称	产 地	同位素含量 (10^{-3})				$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{207}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{207}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$
			^{204}Pb	^{206}Pb	^{207}Pb	^{208}Pb			
ZK83-1	方铅矿	庞西洞	1.369	25.069	21.189	52.382	18.43	15.10	38.52
ZK64	方铅矿	庞西洞	1.279	25.053	21.183	52.485	19.59	16.56	41.04
1219-1	方铅矿	庞西洞	1.361	25.112	21.075	52.452	18.45	15.48	33.54

6 成矿作用的地球化学

庞西洞银矿的围岩蚀变早期为钾长石化,成矿主期为黄铁绢英岩化。成矿作用从早期碱交代演化为 H^+ 交代^[4]。主成矿阶段包裹体溶液的 $\text{pH}=4.6$,呈弱酸性证明了这一过程。



H^+ 交代酸性淋滤过程析出的碱金属又使成矿溶液碱性增强,在随后的弱酸性-弱碱性条件下发育硅化、绿泥石化,在碱性条件下发育碳酸盐化。

根据庞西洞银矿成矿物理化学条件的剖析,可以探讨成矿金属元素的迁移形式^[4,5]。

金: 在 pH 为 4.6, f_{O_2} 为 -40 左右时 Au-S-Cl 体系的 $\text{pH}-f_{\text{O}_2}$ 图中位于 $\text{Au}(\text{HS})_2$ 稳定域 (图 3)。

银: 据 Seward (1976) 研究,高温时主要迁移形式为 AgCl_2^- ; 中低温条件, $\text{pH}<4$ 可代之以 $\text{Ag}(\text{HS})$, $\text{pH} 5\sim 9$ 时主要呈 $\text{Ag}(\text{HS})_2$ 。

铅: 在 $220\sim 300^\circ\text{C}$, $\Sigma\text{S}<1.2\sim 1.0$,中酸性条件主要呈 $\text{Pb}(\text{HS})_2$ 或 $\text{Pb}(\text{HS})_2\cdot\text{H}_2\text{S}$ 。随温度升高 PbCl_2 及 PbCl_4 稳定性增大。

锌: 主要络合物应为 $\text{Zn}(\text{HS})_2^-$, 当温度由 25°C 逐渐升至 400°C , ZnCl_2 渐成主要形式。

综上所述, 不同学者研究资料均表明庞西洞中低温热液矿床, Ag、Au、Pb、Zn 迁移形式均以 $\text{Me}(\text{HS})_2^-$ 为主。

矿物包裹体液相成分研究 SO_4^{2-} 及 Cl^- 阴离子含量高, 显示出呈上述 $[\text{HS}]^-$ 及 Cl^- 络合物形式迁移的可能性。这里 SO_4^{2-} 代表了液相成分中总硫 ΣS , 因为在样品热爆制样过程中各种硫离子氧化所致。

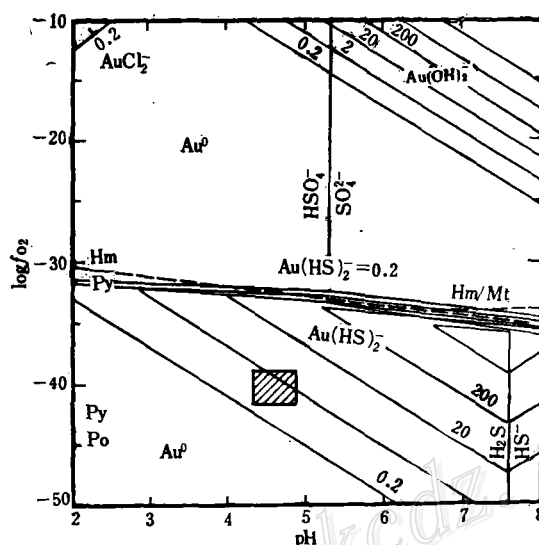


图 3 Au-Cl-S-H₂O 体系中金的稳定域
(250°C, 据 Barnes)

Fig. 3. Stable field of gold in the Au-Cl-S-H₂O system.

7 结 论

(1) 庞西洞银矿受庞西洞—金山断裂带控制, 该断裂性质为一韧性-脆性剪切带, 形成深度约 10 km。

(2) 银以及金、多金属矿化与燕山期同熔岩浆活动有关。矿床产于断裂带下盘英桥岩体及六环岩体的断裂破碎构造岩中。蚀变花岗岩中绢云母的 K-Ar 同位素年龄为 92×10^6 a, 略晚于英桥岩体 (106×10^6 a)。矿石的硫同位素及成矿溶液的氢、氧同位素表明与岩浆有成因联系。

(3) 矿物流体包裹体研究确定成矿物理化学条件, 主要成矿阶段的均一化温度为 270°C , 压力 700×10^5 Pa, $f_{\text{S}_2} = 10^{-14.8} \sim 10^{-12.3}$, $f_{\text{O}_2} = 10^{-39.5} \sim 10^{-41.5}$, 为中温中深岩浆热液银矿床。

(4) 庞西洞破碎带蚀变岩型银矿与胶东破碎带蚀变岩型金矿有许多相似之处。矿床围岩蚀变强烈, 发育钾长石化、黄铁绢英岩化、硅化、绿泥石化等。这一银矿新类型^[6]在粤西桂东具有极大找矿远景。

参 考 文 献

- 1 袁奎荣. 华南花岗岩断裂带中银金矿床的几个地质问题. 桂林冶金地质学院学报, 1983, (3): 1~8
- 2 Scott S D. Sphalerite geothermometry and geobarometry. *Econ. Geol.*, 1971, 66: 653~669
- 3 Barton M D. The Au-Ag-S system. *Econ. Geol.*, 1990, 75(2): 303~316
- 4 Barnes H L. *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*. New York: Wiley-Interscience, 1979, 423~433
- 5 Баранова Н Н, Рыжеко Б Н. Система Au-Cl-S-Na-H₂O связи с условиями переноса и отложения золота в гидротермальном процессе моделирования. *Геохимия*, 1981, (7): 989~1003
- 6 Сидоров, А А, Константинов М М, Серебро, В. *Геология, Минералогия, Генезис, Закономерности Размещения Месторождений*. М. Наука, 1989.

GEOCHEMICAL STUDIES OF THE PANGXIDONG SILVER DEPOSIT IN GUANGDONG PROVINCE

Wang Henian and Yang Jianwen

(Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu Province)

Chen Huiqi

(No. 704 Geological Party, Bureau of Geology and Mineral Resources of Guangdong Province, Yangchun County, Guangdong Province)

Abstract

Based on geological, mineral inclusion and isotope geochemical studies, the authors hold that the Pangxidong silver deposit is controlled by a ductile-brittle shear structural zone with its mineralization related to Yanshanian syntectonic granite. Wall rock alterations include intense K-feldspathization and pyrite phyllic alteration. The ore-forming fluids are characterized by $K > Ca > Na > Mg$, $SO_4^{2-} > Cl^- > HCO_3^- > F$, $CO \gg CO_2 > CH_4$, low salinity (2.2wt%~4wt% NaCl), weak acidity (pH=4.6) and density 0.81. The ore-forming temperature is 270°C, pressure 700×10^5 Pa, $f_{O_2} 10^{-39} \sim 10^{-41}$ and $f_{S_2} 10^{-12} \sim 10^{-15}$, indicating that the silver deposit is a mesothermal one.

As a new type of silver deposit in China, this ore deposit bears strong resemblances to the Jiaojia gold deposit which also occurs in fracture zones and has been intensely altered. Gold prospects for this type of silver deposits exist in west Guangdong and east Guangxi.