

湖南铲子坪金矿的矿物标型 及其地质意义

骆学全

(湖南省地质矿产局 407 地质队, 怀化 418000)

主题词 金矿床 矿物标型 地质意义 湖南

摘要 矿床位于白马山花岗岩外接触带附近, 成矿阶段单一, 矿物组份较复杂。金矿物颗粒细小, 杂质少, 成色高, 硬度较高, 与硫化物密切共生。石英以充填于构造空间的乳白色石英和交代构造岩的烟灰色、灰白色石英两种形式产出。二者同期共生, 普遍发生塑性变形, 含大量气液包裹体, 气相成分以 H_2O 和 CO_2 为主, $H_2O \gg CO_2$, 贫 N_2 , 包裹体水的 $\delta^{18}O_{\text{H}_2O}$ 比白马山花岗岩稍低。黄铁矿重结晶和动力变质现象普遍。五角十二面体、八面体黄铁矿的合金性好, 立方体的合金性则较差。向深部, 立方体黄铁矿减少, 五角十二面体及其与立方体的聚形增多。黄铁矿的化学成分复杂, $S/Fe=1.92-2.02$, 亏硫; Co/Ni 平均为 1.17; $Se/Te=12.4$; $S/Se=7.8 \times 10^4$; $\delta^{34}S$ 分布于 $+0.32\%$ — -7.58% 的狭窄范围内。其晶胞参数 (a_0) 与 Co 、 Ni 、 As 、 Hg 、 Sn 等杂质元素的含量相关。

本矿床与胶东夏甸金矿类似, 具有中—浅成中—低温岩浆热液成因特点。成矿热液来自白马山花岗岩, 矿液由北向南, 自西向东迁移。具大型矿床规模。矿床西部和 I 矿脉带的深部有较好的找矿前景。

1 矿床地质概述

矿床位于白马山重熔花岗岩外接触带附近, 北距岩体 2 km, 属构造破碎带蚀变岩型金矿。矿床的西界 F_2 断层是区域性断裂之一, 具压扭性质和明显的导矿作用^[1]。现已发现三条矿脉带, 走向北西, 左行斜列于 F_2 断层下盘, 由南向北编号依次为 I、II、III (图 1)。

矿脉由构造岩经硅化、绢云母化、黄铁矿化、毒砂化生成。矿脉围岩是震旦系下统长滩组冰碛含砾砂质板岩。矿区西部的矿脉以交代蚀变为主, 脉与围岩呈渐变关系, 无截然界面; 往东部, 逐渐变化为以充填为主, 脉与围岩多有清楚的界线, 硫化物较西部少, 且颗粒较粗。矿脉经受过中等程度的区域动力变质。

矿石品位与硅化作用强度和黄铁矿等硫化物的含量及其种类密切相关。主矿体都位于大规模强硅化矿脉的硫化物相对集中且组合复杂的部位。地质普查已探求出具中型规模金矿床的储量。

2 成矿阶段及矿物生成顺序

矿床的矿物组份较复杂, 除金矿物外, 主要是石英、绢云母、黄铁矿、毒砂, 其次为

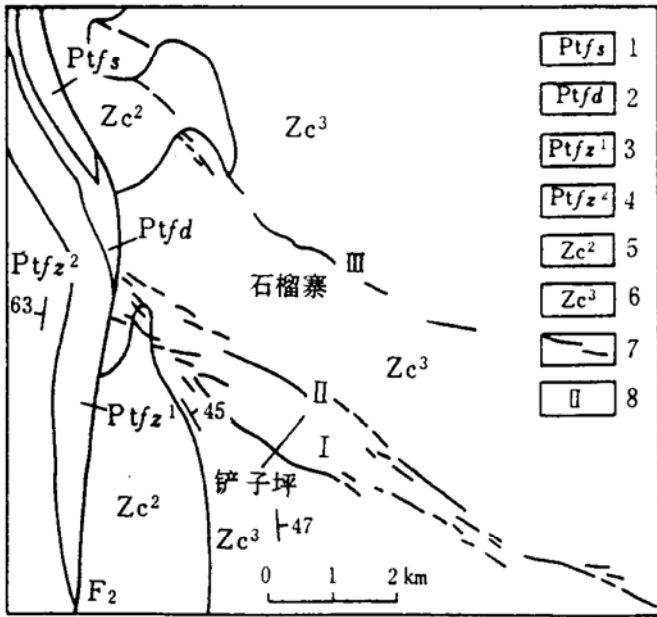


图1 铲子坪矿床地质略图

Fig. 1 Geological sketch map of the Chanziping Yore deposit

- 1—上古界芙蓉溪群沈家溪组；
- 2—芙蓉溪群东冲组；
- 3—芙蓉溪群砖墙湾组第一段；
- 4—芙蓉溪群砖墙湾组第二段；
- 5—震旦系下统江口群长滩组第二段；
- 6—长滩组第三段；
- 7—金矿脉；
- 8—金矿脉带编号

不规则的石英—方解石脉或石英—铁白云石脉，无金矿化。成矿温度 150℃，方解石包裹体水的氢氧同位素在 $\delta^{18}O - \delta D$ 图上的投影点落在大气水线附近。^①

矿物生成顺序列于表 1。

表 1 矿物的生成顺序
Table 1 Formation sequence of minerals

矿物	阶段	早	中	晚
绢云母		——		
石英		——		
黄铁矿		——		
毒砂		——		
金矿物		——		
闪锌矿			——	
方铅矿			——	
黄铜矿			——	
黝铜矿			——	
辉锑矿			——	
电气石			——	
重晶石				——
铁白云石				——
方解石				——
成矿温度 (℃)		320—180		150
金矿物赋存状态		石英、黄铁矿、毒砂中的包裹体金	石英晶隙金、裂隙金，硫化物中的包裹体金、晶隙金	
金矿物粒度		细—微粒	粗—中—细粒	
矿石结构构造		晶粒结构、块状构造	交代结构、块状构造	晶粒结构、脉状构造
金矿化程度		均匀分布的贫矿石	局部集中的富矿石	无矿化
水源		岩	浆	水
				大气水

① 湖南省地质矿产局 407 地质队。湖南省黔阳县雪峰镇铲子坪金矿普查报告。1993。

绿泥石、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、白云母、方解石、铁白云石，含少量黝铜矿、车轮矿、电气石、钠长石、重晶石和辉锑矿。

成矿过程简单，仅有一个成矿期。据其普遍性和代表性的矿物组合，将热液成矿期划分为早、中、晚三个成矿阶段。

早阶段为石英—黄铁矿—毒砂阶段，发生大规模热液活动，形成矿化蚀变带的主体。矿物组合为金矿物、石英、绢云母、黄铁矿、毒砂。金矿物以微粒包裹体金为主，分布较均匀，形成贫金矿石。

中阶段是硫化物—金矿物阶段，是成矿热液经早阶段分异后的成矿时期，亲铜元素富集成矿。金矿物、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、辉锑矿为其标型组合，普遍交代早阶段所生成的矿物。黄铁矿呈浸染状或不规则脉状产出。金矿物主要在早阶段石英和硫化物的晶体和晶间形成中—粗粒的裂隙金、晶隙金，在共生硫化物中形成细粒包裹体金和晶隙金，构成富金矿石。

晚阶段为石英—碳酸盐阶段，形成不

3 主要矿物的标型特征

3.1 金矿物的标型特征

本矿床的金元素以金—银系列的独立矿物和显微包裹体形式产出,以自然金、含银自然金为主,有少量低银的金银矿。它们与石英、黄铁矿、毒砂及Cu、Pb、Zn硫化物共生。

3.1.1 物理性质

金矿物为他形粒状,金黄色,颗粒细小,表面凹凸不平、干净、无污染和表膜,磨光不良,反射率较低, $R_{590} = 74.78\%$ (MPV测定)。硬度较高, $H_{V25} = 82.2 \text{ Kg/mm}^2$ 。晶胞参数 $a_0 = 4.0772 \text{ \AA}$, $V = 67.775 \text{ \AA}^3$ 。

3.1.2 产状及形态

金矿物以包裹体金、晶隙金、裂隙金形式出现。包裹体金呈浑圆麦粒状和蠕虫状产于黄铁矿、毒砂中;晶隙金呈不规则角粒状嵌布在黄铁矿、毒砂和石英晶体的孔隙间;裂隙金则呈板片状产于矿脉裂隙中(图2)。据选矿试验中5157颗金矿物的粒度统计(表2),随粒度减小,金含量增高,大多数是微细粒金矿物。

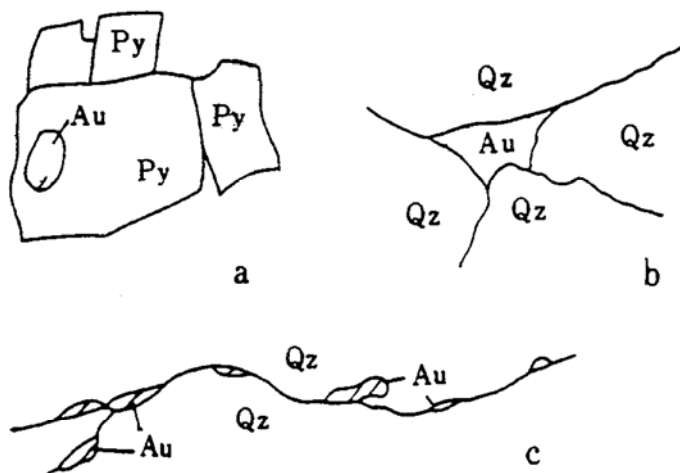


图2 金矿物产状素描图

Fig. 2 Sketch showing modes of gold minerals
a—黄铁矿(Py)晶体中的包裹金矿物(Au), IZK1202, $\times 80$;
b—石英(Qz)晶间的晶隙金矿物(Au), I PD2, $\times 611$;
c—石英(Qz)脉裂隙中的裂隙金矿物(Au), I ZK001, $\times 30$

表2 金矿物粒度分析结果

Table 2 Granulometric analyses of gold minerals

粒度范围 (mm)	比较径 (d)	数量 (颗)	含量比	分布率 (%)	累计分布率 (%)
+0.5	32	1	32	0.33	0.33
0.5—0.25	16	6	96	0.99	1.32
0.25—0.125	8	125	1000	10.39	11.71
0.125—0.074	4	625	2500	25.97	37.68
0.074—0.038	2	1600	3200	33.24	70.92
0.038—0.019	1	2800	2800	29.08	100.00
合计		5157	9628	100.00	

分析者:湖南省矿产测试利用研究所 郑钰纯等

3.1.3 成分

据16件样品的探针分析,金矿物含银0.65%—26.39%,成色736—993,平均达896。其中6件为含Ag<5%的自然金;7件含Ag5%—20%,属含银自然金;3件含Ag>20%,为低银的银金矿。1件自然金和1件含银自然金的多元素探针分析结果(表3)表明,含微量Fe和Cu,不含As、Sb、Pb、Zn、Bi、Pt、Hg、Te等杂质元素。如此单一的成分,除

取决于一般热液矿床所具有的特点外，还可能与矿脉受到过动力变质有关，变质作用会明显提高金矿物的成色^[5]。

表3 金矿物的电子探针分析结果 (wt%)

Table 3 Electron microprobe analyses of gold minerals (wt%)

样号	Au	Ag	Fe	Cu	As	Sb	Bi	Pb	Zn	Pt	Hg	Te	成色
PD ₂	95.66	4.12	0.56	0.04	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00	950
PD ₃	90.40	9.25	0.01	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00				907

测试者：湖南省矿产测试利用研究所 郑钰纯等

3.2 黄铁矿的标型特征

3.2.1 产状及分布

黄铁矿广泛分布于热液蚀变范围。I、II矿脉带中，其含量<1%，III矿脉带中的含量平均为1.6%。粗粒黄铁矿自形程度高，以立方体为主，呈星散状稀疏分布于矿脉中心乳白色石英岩和两侧的绢云母化板岩中；微细粒黄铁矿以他形为主，呈稠密浸染状分布于绢英岩化岩石及烟灰色、灰白色交代石英岩中。其普遍具重结晶、糜棱化、压力影结构。

3.2.2 形态

以立方体{100}为主，次为立方体与五角十二面体{210}聚形、立方体与八面体{111}聚形、八面体和五角十二面体。据谏建国等^①对I矿脉带2591粒黄铁矿晶形的研究，在相距80m标高的三个坑道中，向深部{100}急剧减少，{100}与{210}聚形迅速递增，{210}单晶也明显增多（表4）。

表4 黄铁矿晶形的垂向变化及其含金性

Table 4 Vertical variation in crystal form and fold content of pyrite

晶形统计结果 (%)	中段	{100}	{210}	{100} + {210}	{100} + {111}	{210} + {111}	{100} + {210} + {111}
	YM864	66.07	10.97	8.67	14.03		0.26
YM784	54.11	6.34	28.50	10.39	0.22	0.43	
YM704	10.21	21.38	47.51	11.40	0.71	8.79	
合计比例	50.60	10.19	25.59	11.60	0.28	1.74	
含金量 (×10 ⁻⁶)	6.05	0.5	0.59	0.13		0.47	

3.2.3 化学成分

黄铁矿的化学成分复杂，普遍含Au、Ag、Co、Ni、As、Pb、Zn、Cu、Cd、Sn、Sb、Se、Te、Bi、Hg等多种微量元素。其主要成分：S 50.23%—52.97%，平均为52.0%，明显亏硫；Fe 45.58%—46.87%，平均为46.2%，略为亏损。其S/Fe=1.92—2.02，平均为1.97，其中，73%的样品的S/Fe<2，仅7%的样品的S/Fe>2。其Au含量为8.8×10⁻⁶—74.8×10⁻⁶，平均为35.06×10⁻⁶。其Ag含量较低，为0—9.9×10⁻⁶，平均为2.71×10⁻⁶。

① 谏建国等。湖南省雪峰山地区金矿成矿条件及远景预测（科研报告）。1994。

$Au/Ag = 1.35 - 41.56$, 平均为 12.58 , 比胶东 $(1.61)^{[3]}$ 高得多, 这是湘西地区金矿的共同特点。表4显示 $\{100\} + \{210\}$ 、 $\{210\}$ 、 $\{100\} + \{210\} + \{111\}$, 含金较高, $\{100\}$ 含金性较差。

黄铁矿含 As 高达 $1830 \times 10^{-6} - 16230 \times 10^{-6}$, 平均为 5816×10^{-6} , 与三山岛金矿 (7530×10^{-6})^[3] 接近; Co 含量为 $110 \times 10^{-6} - 240 \times 10^{-6}$, 平均为 169×10^{-6} ; Ni 为 $100 \times 10^{-6} - 260 \times 10^{-6}$, 平均为 152×10^{-6} 。其 $Co/Ni = 0 - 3.17$, 平均为 1.17 ; $As/Co + Ni$ 一般为 $2.72 - 22.42$ (表5)。

表5 黄铁矿的化学成分

Table 5 Chemical composition of pyrite

	S Fe		Au Ag Co Ni Se Te As							S/Fe Au/Ag S/Se Se/Te Co/Ni As/Co+Ni					
	(wt%)		$(\times 10^{-6})$												
PD ₂ -11	52.10	46.72	25.33	5.50	0	3	25.0	0.4	7180	1.95	4.61	2.08	62.50	0.00	2393.33
86391	51.20	46.64	8.80	5.00	0	0	1.4	0.1	16230	1.92	1.76	36.57	14.00	1.00	
PD ₂ -15	50.23	45.58	59.40	0.00	10	15	24.0	2.7	9170	1.93		2.09	8.89	0.67	366.80
DF ₁ -1	51.68	46.87	13.40	9.90	220	240	0.0	0.0	7020	1.93	1.35			0.92	15.26
DF ₁ -2	52.52	46.26	15.30	2.00	200	300	4.3	0.0	6140	1.99	7.65	12.21		0.67	12.28
DF ₂ -1	52.97	46.07	37.60	3.90	210	100	15.3	18.0	3130	2.02	9.64	3.46	0.85	2.10	10.10
DF ₂ -2	52.65	45.88	74.80	1.80	160	100	16.4	9.2	5830	2.00	41.56	3.21	1.78	1.60	22.42
DF ₃ -1	52.89	46.24	33.40	0.00	240	260	16.3	14.3	4390	2.00		3.24	1.14	0.92	8.78
DF ₄ -1	51.72	45.89	9.40	0.00	160	160	6.0	4.7	5670	1.98		3.62	1.28	1.00	17.72
DF ₅ -1	52.33	46.00	72.80	7.60	110	100	17.0	19.5	3480	2.00	9.58	3.08	0.87	1.10	16.57
DF ₅ -2	52.45	46.28	49.00	0.00	190	60	16.8	13.8	6680	1.99		3.12	1.22	3.17	2.72
DF ₆ -1	51.82	45.94	30.50	1.90	280	290	18.0	7.3	5540	1.98	16.50	2.88	2.47	0.97	9.72
DF ₆ -2	52.38	46.28	44.10	0.00	200	210	14.1	2.5	2230	1.99		3.70	5.64	0.95	5.44
DF ₇ -1	51.27	46.08	25.50	1.60	330	260	4.7	0.2	2720	1.94	15.94	10.91	23.50	1.27	4.61
DF ₇ -2	51.79	46.28	26.50	1.50	230	190	3.7	0.1	1830	1.96	17.67	14.00	37.00	1.21	4.36
平均	52.00	46.20	35.06	2.71	169	152	12.2	6.2	5816	1.97	12.58	7.80	12.40	1.17	206.44

测试者: 湖南省矿产测试利用研究所 王朝楷

其 Se 平均含量 12.2×10^{-6} , Te 平均含量 6.2×10^{-6} , $Se/Te = 12.4$, S/Se 值一般为 $2.08 \times 10^4 - 14.0 \times 10^4$, 平均为 7.8×10^4 , 均与胶东夏甸金矿^[3]近似。

不同产状的黄铁矿具有相同的硫同位素组成, 其 $\delta^{34}S = +0.32 - -7.58\%$ 。

3.2.4 晶胞参数

表6显示黄铁矿含金较高的样品, 其 a_0 较大, Co、Ni、As、Hg、Sn 等杂质元素含量较高。其 a_0 总体小于理论值, 可能与亏硫有关。

3.3 石英的标型特征

3.3.1 产状及晶形

石英是构成块状硅化岩脉的主体矿物。在构造角砾及构造空间不发育的部位, 形成浑浊的烟灰色、灰白色石英, 以蚀变交代为主。这种石英为细粒、他形, 含较多粉尘状细粒硫化物, 呈块状, 比重达 2.66 。在构造角砾间,

表6 黄铁矿的晶胞参数和微量元素含量

Table 6 Unit cell parameters and trace element contents of pyrite

		PD ₂	PD ₂
元素含量	As	0.7180	0.9170
	Hg	0.0009	0.0010
	Co (wt%)	0.0000	0.0010
	Ni	0.0003	0.0015
	Sn	0.0023	0.0031
	Au ($\times 10^{-6}$)	25.33	59.40
晶胞参数	a_0 (Å)	5.4169	5.4174
	V (Å ³)	158.9486	158.9900
	$d_{hkl}A_{111}$	3.1265	3.1271
	$d_{hkl}A_{200}$	2.7073	2.7078
	$d_{hkl}A_{220}$	1.9149	1.9153
	$d_{hkl}A_{311}$	1.6233	1.6335

分析者: 湖南省矿产测试利用研究所 郑钰纯

充填有较纯净的乳白色石英网脉和不规则团块。这种石英为粗粒、柱状自形晶，柱长2—3 mm，少硫化物，比重为2.65。这两种石英塑性变形普遍而强烈，常见颗粒定向拉长的带状变形、碎裂化甚至糜棱化、压力影、波状消光等现象。乳白色石英与烟灰色、灰白色石英之间无截然界面，呈渐变关系。

3.3.2 化学成分

石英的SiO₂含量都在99%以上(表7)。灰白色石英的SiO₂含量较低，Al₂O₃、Fe₂O₃及其他元素的含量较高，含金性较好。

表7 石英的化学成分

Table 7 Chemical composition of quartz

样品	取样工程代号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	NaO	CaO	MgO	Li	As	烧失	Au	Ag
灰白色石英	IPD ₂	99.50	0.04	0.095	0.04	0.02	0.07	0.007	0.00	0.00	0.21	0.268	16.60
乳白色石英	IPD ₂	99.75	0.006	0.035	0.04	0.04	0.06	0.03	0.00	0.00	0.28	0.0047	11.30
乳白色石英	IPD ₃	99.86	0.00	0.019	0.02	0.02	0.17	0.05	0.00	0.00	0.10	0.0088	17.90

Au、Ag含量单位为×10⁻⁶，其他为wt%。测试者：湖南省矿产测试利用研究所 郑钰纯。

3.3.3 气液包裹体

石英普遍含气液包裹体。包裹体细小而密集，分布不均匀，粒径1—18μm不等，无色透明，呈浑圆状或椭圆状，多为一向延长，个体较大者长宽比大。气液比多为5%—15%，含金性较好的石英具有较高的气液比。均一法测温结果表明，早、中阶段为180—320℃，平均219℃。

表8所反映的成分特点是，气相以H₂O和CO₂为主，H₂O>>CO₂，含微量H₂和CH₄以及极微量O₂和CO。(CO₂+H₂+CH₄)/N₂在5%—15%之间。整个成矿过程的溶液富CO₂，贫N₂。H₂O在早—中段较富，晚阶段则贫至与矿区内的侧分泌石英脉相近。Na⁺/K⁺=0.8—4.47，早—中段平均为2.11，晚阶段为1.50。早—中段期间，Cl⁻>F⁻，晚阶段期间F⁻>Cl⁻，表明在晚阶段期间，溶液的组份已发生了较大的变化。

测定了10件石英样品、1件方解石样品的δ¹⁸O和矿物包裹体水的δD(表9)。用克莱顿(1972)提出的公式 $\Delta\delta^{18}\text{O}_{\text{Q-H}_2\text{O}}=3.38\times 10^6/T^2-3.40$ 和 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}=\delta^{18}\text{O}_{\text{Q}}-\Delta\delta^{18}\text{O}_{\text{Q-H}_2\text{O}}$ 计算，石英包裹体水的δ¹⁸O_{H₂O}为0.79‰—7.14‰，比白马山花岗岩的δ¹⁸O_{H₂O}(9.4‰—11.2‰)^①稍低。用 $\Delta\delta^{18}\text{O}_{\text{CO-H}_2\text{O}}=2.78\times 10^6/T^2-3.39$ (奥尼尔, 1969)和 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}=\delta^{18}\text{O}_{\text{CO}}-\Delta\delta^{18}\text{O}_{\text{CO-H}_2\text{O}}$ 公式计算，石英—碳酸盐阶段方解石的δ¹⁸O_{H₂O}为-11.08‰。11件样品的δD_{H₂O}=-54.7‰—-91.2‰。矿物包裹体水的δ¹⁸O_{H₂O}、δD_{H₂O}同位素组成图^②表明，早—中阶段的成矿流体水具有岩浆水特点，晚阶段热水主要是大气水成分。

① 湖南省区域调查所。1:5万铁坡山、塘湾幅区域地质调查报告。1990。

② 湖南省地质矿产局407地质队。湖南省黔阳县雪峰镇铲子坪金矿普查报告。1993。

表8 矿物包裹体的成分分析($\times 10^{-6}$)
Table 8 Analyses of mineral inclusions($\times 10^{-6}$)

成矿阶段	矿物名称	气相							液相																
		H ₂ O	CO ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	O ₂	CO	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Cu	Pb	Zn	Au	Ag	pH		
早 ——— 中	烟灰灰白色石英	1737	128.4	0.30	0.076	13.2	痕量	痕量	3.2	8.7	1.7	2.2	3.4	1.87	0.56	0.08	0.010	0.03	0.035	0.010	0.03	0.010	0.03	0.03	6.48
		693	15.5	0.18	0.053	1.65	痕量	0.80	3.3	13.7	8.6	2.9	6.6	0.85	0.16	0.05	0.014	0.03	0.20	0.011	0.02	0.02	0.02	5.72	
		1220	14.2	0.23	0.026	2.70	痕量	痕量	3.3	6.4	4.7	4.4	3.6	1.56	0.18	0.07	0.010	0.04	0.18	0.010	0.02	0.02	0.02	5.84	
		730	105.4	0.00	0.67	12.96	0.21	痕量	未检出	未检出	2.02	0.67	0.15	0.67	0.31	未检出									
	920	59.9	0.20	0.038	4.30	痕量	未检出	1.92	3.03	17.08	8.15	4.4	3.5	2.62	0.48	0.05	0.012	0.05	0.11	0.010	0.03	0.010	0.03	6.46	
	1060	64.68	0.18	0.173	6.96	0.04	0.16	2.34	6.77	6.55	3.53	3.05	3.55	1.44	0.25	0.05	0.010	0.03	0.17	0.008	0.02	0.02	0.02		
	1440	87.6	0.18	0.030	8.35	未检出	痕量	1.54	1.56	1.67	5.18	1.69	3.75	0.71	0.10	0.04	0.011	0.05	0.11	0.011	0.0	0.011	0.0	6.48	
	1840	70.2	0.24	0.037	21.10	痕量	痕量	1.54	4.67	2.50	3.70	1.89	6.25	1.84	0.14	0.04	0.012	0.06	0.13	0.011	0.02	0.011	0.02	6.66	
	1640	78.9	0.21	0.034	14.73			1.54	3.12	2.09	4.44	1.79	5.00	1.28	0.12	0.04	0.012	0.06	0.12	0.011	0.02	0.011	0.02		
	318	58.4	未检出	1.81	6.95	痕量	痕量	16.19	5.28	5.42		0.14	0.21	9.15	未检出										
变质	侧分泌石英	486	49.0	未检出	0.61	9.12	未检出	未检出	0.19	0.70	0.09	0.14	未检出												

测试者：中南工业大学中心分析室 刁培良、何祿卿。

表9 氢氧同位素组成

Table 9 Hydrogen-oxygen isotopic composition

成矿阶段	样号	测试矿物	$\delta^{18}\text{O}_q$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ (‰)	$\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ (‰)	成矿温度 (°C)	测试单位及测试者
早 — 中	90038	石英	16.25	6.81	-70.1	240	宜昌地质矿产研究所
	90039	石英	16.35	6.91	-64.3	240	
	90043	石英	16.58	7.14	-54.7	240	
	包-1	灰白色石英	15.80	5.35	-91.2	219	包-1、包-2 样品 由宜昌地质矿产 研究所庄龙池测试; C 样品由中国 科学院贵阳地球 化学研究所测试
	C-1	灰白色石英	15.07	4.62	-58.0	219	
	C-6	灰白色石英	11.58	1.13	-77.0	219	
	C-10	灰白色石英	14.45	4.00	-56.0	219	
	包-2	乳白色石英	16.34	5.89	-56.0	219	
	C-5	乳白色石英	11.24	0.79	-79.0	219	
	C-8	乳白色石英	14.28	3.83	-59.0	219	
晚	90051	方解石	1.06	-11.08	-45.6	150	宜昌地质矿产研究所

4 矿物标型的地质意义

4.1 矿床成因

4.1.1 成矿物质来源

与栾世伟 (1987)^[2]提出的不同成因矿床中自然金的成分标型相比较, 本矿床金矿物的成色低于前寒武纪变质金矿和正变质岩中的石英脉型金矿床, 但较之近地表第三纪火山岩中的银金矿床及与超基性岩有关的交代型金矿床为高; 其他杂质元素则不象碱性玄武安山岩中的石英脉型金矿床那么复杂; 金矿物的成色和杂质组份与热液充填石英脉型及交代型金矿床很接近。黄铁矿的 Co/Ni 值与那些和重熔型花岗岩有关的黄铁矿的 Co/Ni 值 (魏明秀, 1986) 相吻合, 与河南杨峪寨中低温岩浆热液金矿^[4]相似; S/Se 与和玲珑花岗岩有成因关系的山东夏甸金矿 (5.93×10^4)^[3]接近; Se/Te 值最接近岩浆成因金矿床 (6—10); $\delta^{34}\text{S}$ 极差小, 硫均一化程度高, 较重熔花岗岩略富轻硫, 而与矿体围岩的 $\delta^{34}\text{S}$ (平均 7.16‰) 相差颇大, 石英中包裹体水的 δD 和 $\delta^{18}\text{O}$ 表明, 成矿热液水以岩浆水为主, 其 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 与白马山花岗岩相近。这些特点说明, 成矿元素 S、Se、Te、Co、Ni 等及水都主要来自白马山花岗岩岩浆热液。

4.1.2 成矿温度

在金矿物集中沉淀的早、中成矿阶段, 石英中包裹体的均一温度为 180—320°C, 平均为 219°C; 包裹体的气相成分富 H_2O 和 CO_2 , 且 $\text{H}_2\text{O} \gg \text{CO}_2$, 这与较低的成矿温度有关。矿床属中低温成矿类型。

4.1.3 成矿深度

本矿床中自然金的成色与成矿深度有一定的相关性。根据段瑞 (1980) 对世界一些金矿床的研究, 近地表形成的金矿物的代表成色低于 770, 代表性成色在 850 以上者属中—深

成条件。如果排除矿床变质对金矿物成色的提高,本矿床应属中等深度成矿类型。与前苏联远东地区中温热液石英—硫化物建造类型金矿床的金矿物成色(700—900)相吻合。比照其成矿深度,本矿床的成矿深度应为2—3 km。本矿床中石英内的包裹体富 CO_2 ,贫 N_2 ,其 $(\text{CO}_2 + \text{H}_2 + \text{CH}_4) / \text{Ni}$ 则表明矿化形成于浅成环境。金矿物的粒度与矿床形成的温度和深度有关^[2],本矿床这种形状不规则、颗粒细小的金矿物形成于浅成、低温环境。矿脉围岩的上覆构造层(D—T1)在矿区附近的厚度为1055—3793 m。由此可以大致说明本矿床形成于中—浅成环境。

4.1.4 成矿作用

充填成因的乳白色石英与交代成因的烟灰色、灰白色石英在本矿床内广泛共生,表明含矿热液是沿构造裂隙贯入,充填于构造空间,交代了构造岩,从而形成含金矿脉。石英普遍具塑性变形,黄铁矿经受动力变质,说明成矿是在持续的构造动力作用下进行的。金矿物与硫化物的相关性表明,Au最可能是以金硫络合物的形式迁移,硫化物的沉淀导致络合物分解和金元素沉淀成矿。

蚀变岩是在较高温度下,热液交代构造岩的产物,形成于高能部位,构造角砾被强烈交代,残留较少;石英脉则是由较低温度的热液充填于构造空间而成,构造角砾保留完好,边界清晰,形态完整。在同源热液作用下,蚀变岩靠近热液源,石英脉则离热液源较远。胶东地区金矿的区域水平分带及矿田水平分带^[3]就呈现出这种规律。本矿床西部以烟灰色、灰白色石英组成的蚀变岩为主,东部以乳白色石英组成的石英脉为主,说明西部成矿温度较高,离热液源较近,东部成矿温度较低,远离成矿热液源,含矿热液由西向东迁移。

从金矿物的产状分析,包裹体金多形成于近热源的高温高能环境,裂隙金形成于远离热源的低温低能环境。玲珑金矿西山矿区的成矿深度大,接近深部热源,包裹体金较多(68.52%),裂隙金较少(7.41%);东山矿区的成矿深度小,远离热源,包裹体金比例小(22.96%),裂隙金较西山矿区多(21.48%)。本矿床Ⅲ矿脉带包裹体金多,裂隙金少;Ⅰ矿脉带包裹体金少,裂隙金、晶隙金多,表明北部近热源,南部离热源较远,成矿热液由此向南迁移。

对本矿床的成矿作用可概括如下:来自白马山花岗岩的含矿热液沿近南北向的区域断裂(F_2)从北往南迁移,进入断裂旁侧的构造破碎带后,在2—3 km深度的中低温条件下,充填于构造空间,交代了构造岩,金元素随硫化物的沉淀而沉淀成矿。

4.2 找矿方向

4.2.1 矿床规模

矿床的成矿阶段越多,矿物成分越复杂,黄铁矿含As越高,越有利于形成大型矿床。本矿床虽然成矿阶段单一,且矿物成分简单,但矿床西侧紧靠区域压扭性剪切断裂(F_2),黄铁矿的As含量特别高,As/(Co+Ni)大,依陈光远(1989)提出的矿床规模判别标志^[3],结合成矿条件和已取得的勘查储量数据预测,本矿床具有大型规模。

4.2.2 深部远景

一般金矿床内金矿物的产出规律是裂隙金,晶隙金在矿体上部,包裹体金富集在近源矿体的下部。Ⅰ矿脉带已探明的300 m标高以上矿体以晶隙金和裂隙金为主,预计300 m标高以下会出现以包裹体金为主的矿体部位;其主矿体中含金性好的{210}、{210} + {100}聚形黄铁矿向深部增多,也表明向深部矿化变好。

4.2.3 西部前景

含金性较好的烟灰色、灰白色石英集中分布在本矿床的西部。这里靠近导矿断裂, 构造空间发育, 成矿温度较高, 是最有利的成矿部位, 已经发现小规模富矿体, 还可能发现大的富矿体。

4.2.4 富矿部位的标志

破碎、变形强烈的石英、黄铁矿产出部位及硫化物组合复杂处, 通常是富矿部位。北东向劈理化带与北西向矿脉带相交部位, 岩石矿物破碎、变形强烈, 在I矿脉带深部, 硫化物趋向复杂, 这些都是可能找到富金矿体的地方。

参 考 文 献

- 1 骆学全. 铲子坪金矿的构造成矿作用. 湖南地质, 1993, 12: (3).
- 2 栾世伟等. 金矿床地质及找矿方法. 成都: 四川科学技术出版社, 1987.
- 3 陈光远等. 胶东金矿成因矿物学及找矿. 重庆: 重庆出版社, 1989.
- 4 方耀奎. 小秦岭含金石英脉中黄铁矿的含金性. 成都地质学院学报, 1985, (2).

Typomorphic Characteristics and Geological Implications of Minerals from the Chanziping Gold Deposit, Hunan Province

Luo Xuequan

(No. 407 Geological Party, Hunan Bureau of Geology and Mineral
Resources, Huaihua 418000)

Key words: gold deposit; typomorphic characteristics of minerals; geological implication; Hunan

Abstract

Lying at the exocontact zone of Baimashan granite in the Xuefengshan ductile nappe belt on the southeastern margin of the Yangtze massif, the gold deposit is an altered rock type deposit in a structural shatter zone. Three NW-striking ore vein zones lie obliquely on the eastern side of a SN-trending regional compresso-shear fault. The ore deposit was formed through silicification, sericitization, pyritization and arsenopyritization of shear-tensile tectonite, with the western part dominated by metasomatism and the eastern part characterized obviously by filling. The ore-forming epoch might be divided into quartz-pyrite-arsenopyrite stage, sulfide-native gold stage and quartz-carbonate stage.

With Ag 0.65%—26.39% and small amounts of Fe and Cu, gold minerals are mainly native gold, argentiferous native gold and, to a lesser amount, electrum. In the form of xeno-morphic fine crystals, they have fineness of 736—993 (averagely 896). In the shallow part, pyrite is mainly {100}; toward the depth, combinations of {210} and {100} increase, and gold becomes richer. S/Fe = 1.92—2.02, sulfur content is high, Co/Ni ratios

(下转至第169页下部)

(上接第179页)

average 1.17, $Se/Te = 12.4$, $S/Se = 7.8 \times 10^4$, $\delta^{34}S$ values vary in the narrow range of $+0.32\text{‰}$ — -7.58‰ , Au/Ag is as high as 12.58% , as content averages 5816×10^{-6} , similar to features of magmatic-hydrothermal gold deposits in eastern Shandong. Gas-liquid inclusions are numerous in quartz, being from $1\mu\text{m}$ to $18\mu\text{m}$, with gas to liquid ratios 5% — 15% and homogenization temperatures 180 — 320°C . Gas phase is dominated by H_2O and CO_2 , and deficient in N_2 , $H_2O \gg CO_2$, $Na^+/K^+ = 0.8$ — 4.47 , $Cl^- > F^-$. At the quartz-pyrite-arsenopyrite stage, $\delta^{18}O_{H_2O} = 0.79\text{‰}$ — 7.14‰ , similar to values of Baimashan granite, and $\delta D_{H_2O} = -54.7\text{‰}$ — -91.2‰ , suggesting character of magmatic water.

The ore deposit was medium-low temperature magmatic-hydrothermal origin with orebodies formed at medium to shallow depths and hydrothermal solution migrating from north to south and from west to east. It is medium-large sized, and ore-prospecting work is most promising in the western part as well as at depth of NO. 1 ore vein zone.