广西龙头山金矿床地质特征及成因研究①

朱桂田
(桂林矿产地质研究院, 广西 桂林 541004)

摘　要: 矿床产于一个中生代残留火山颈构造中, 火山颈周围的地层主要为下泥盆统莲花山组和寒武系黄洞口组。矿体呈细脉浸染状和脉状产于次火山岩筒与周围地层的内外接触带上。围岩蚀变主要有电气石化、硅化、钾长石化、黄铁矿化、绢云母化、高岭土化和绿泥石化, 其中金矿化与硅化和黄铁矿化密切相关。角砾熔岩和蚀变粉砂岩的稀土总量低于酸性岩和沉积岩的平均值, 稀土配分曲线为向右倾斜的相对富轻稀土型。流体中氧同位素组成反映了流体系岩浆水与大气降水混合成因。硫同位素特征表明矿床矿液中硫是多来源的, 主要来自火山—侵入杂岩及基底地层。据铅同位素特征推测铅主要来自中生代火山岩, 部分来自基底地层。从而认为该矿床的成矿物质主要来源于深部岩浆和部分基底地层。成矿温度在 177- 286℃之间, 属中—低温次火山期后热液型金矿床。

关键词: 金矿床; 次火山期后热液型; 矿床成因; 龙头山; 广西
中图分类号: P618 5101; P542 35　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 1001- 5663(2002)05- 0266- 07

1　矿区地质背景

龙头山金矿床位于广西贵港市西北 14km 处, 构造上位于华南褶皱系西南部大瑶山隆起的龙山背斜南西倾伏端。区域地层有早古生代寒武纪浅变质碎屑岩, 晚古生代志留、石炭、二叠纪浅海- 滨海相碳酸盐岩和碎屑岩, 中生代三叠纪滨海相泥质灰岩、灰岩及页岩, 白垩纪内陆湖盆相紫红色砂砾岩, 砂岩及泥质粉砂岩等。

区域断裂构造主要有 NE、NW、SN 向三组, NE 向凭祥- 大黎断裂带斜贯全区。SN、NW 与近 EW 向三级断裂构造是本区内的导矿、容矿构造。

区内岩浆岩主要是燕山期的酸性、中酸性侵入岩和喷出岩类。展布于龙山背斜的南东翼龙头山、大平天山—西山一带, 呈 NE 向的岩带。大平天山岩体和西山岩体为区内主要侵入体, 属燕山早期。火山岩—次火山岩分布于龙山背斜和镇龙山穹隆的龙头山、利茶山、大圣顶和长帽岭等地, 具有浅成、超浅成及侵位于地表的特征, 主要岩类有花岗斑岩, 流纹斑岩, 隐爆角砾岩以及石英斑岩、霏细斑岩等, 呈岩株、岩筒、岩墙、岩脉等产出。

2　矿床地质特征

2 1　出露地层

矿床出露地层有寒武系黄洞口组下段和下泥盆统莲花山组, 两者呈角度不整合接触(图 1)。

寒武系黄洞口组下段分布于龙头山北坡及砷矿沟一带。岩性为浅变质细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩、碳质板岩和斑点状板岩。

下泥盆统莲花山组分为上、中、下三段。下段分布于矿床北西部, 主要为石英砂岩夹细砂岩, 底部为底砾岩与黄洞口组呈角度不整合接触; 中段分布于矿床中部龙头山火山—次火山岩体周围, 为泥质粉砂岩夹石英砂岩、细砂岩、不等粒砂岩; 上段分布在矿床之南缘, 为紫红色泥质粉砂岩夹泥岩。

2 2　矿床构造

龙头山矿床构造为残留火山颈与其围岩的褶皱、断裂构造。

矿床的基底地层为寒武系黄洞口组, 呈 NEE 向紧密线状褶皱, 盖层泥盆系下统莲花山组呈比较平缓的上叠式单斜构造。矿区断裂构造发育有 NW、SN、NE 与 EW 等四组, 这些断裂是本区控岩、控矿、储矿构造。NW 向断裂一般规模较大, 属先扭后张的张扭性断裂, 是主要控矿、储矿构造。SN 向断裂为张扭性, 分布于岩体东部, 有霏细斑岩脉充填, 局部 Au、Ag 矿化较强并形成金矿体。NE 向断裂属压扭性断层, 沿断裂裂隙带普遍有 Au、Ag 矿化, 局部富集形

① 收稿日期: 2002- 08- 20　作者简介: 朱桂田(1955-), 男, 四川宜宾人, 高级工程师, 主要从事矿床地质研究工作。
原中国有色金属工业总公司留学回国人员科技活动择优资助项目的一部分。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

成矿体。EW 向断裂属压性断裂构造, 规模较小。

2 3 次火山岩体特征

龙头山次火山岩体是火山通道, 顶部火山口物质已被剥蚀, 残留岩颈部分, 主要岩石有花岗斑岩- 流纹斑岩- 隐爆角砾岩等, 火山颈在平面上呈不规则卵圆形(图 1), 南北长 720m, 东西宽 690m, 面积约 0.5km^2; 在垂向剖面上呈岩筒状(图 2), 比周围地表高出约 600m, 侵入于泥盆系莲花山组, 为燕山晚期的产物。

花岗斑岩出露于岩体的中心, 侵位于流纹斑岩中, 呈岩株或岩枝产出。岩石主要由石英、钾长石、更长石及黑云母组成。

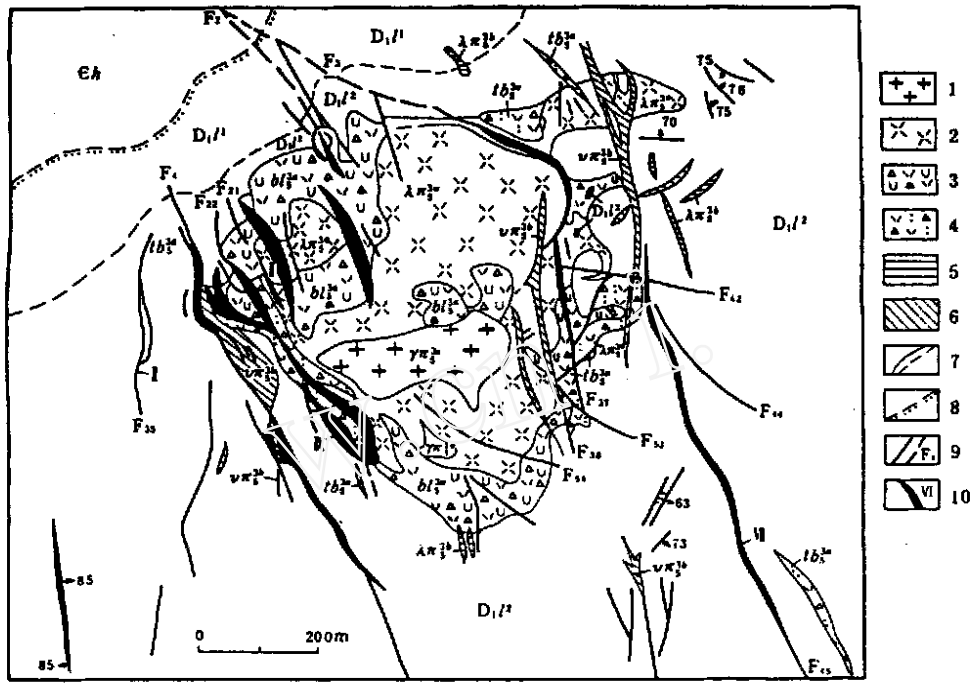


图 1 龙头山金矿床地质略图(据广西地质六队)

Fig. 1 Geologic sketch of Longtoushan gold deposit

D_1l^2- 下泥盆统莲花山组中段 D_1l^1- 下泥盆统莲花山组下段 $\in h$- 寒武系黄洞口组

1- 花岗斑岩($\gamma\pi_5^{3a}$) 2- 流汶斑岩($\lambda\pi_5^{3a}$) 3- 隐爆角砾岩(bl_5^{3a}) 4- 火山角砾岩(tb_5^{3a}) 5- 石英斑岩($\lambda\pi_5^{3b}$)

6- 霏细斑岩($u\pi_5^{3b}$) 7- 实、推测地质界线 8- 实、推测不整合界线 9- 实、推测断层及编号 10- 金矿体及编号

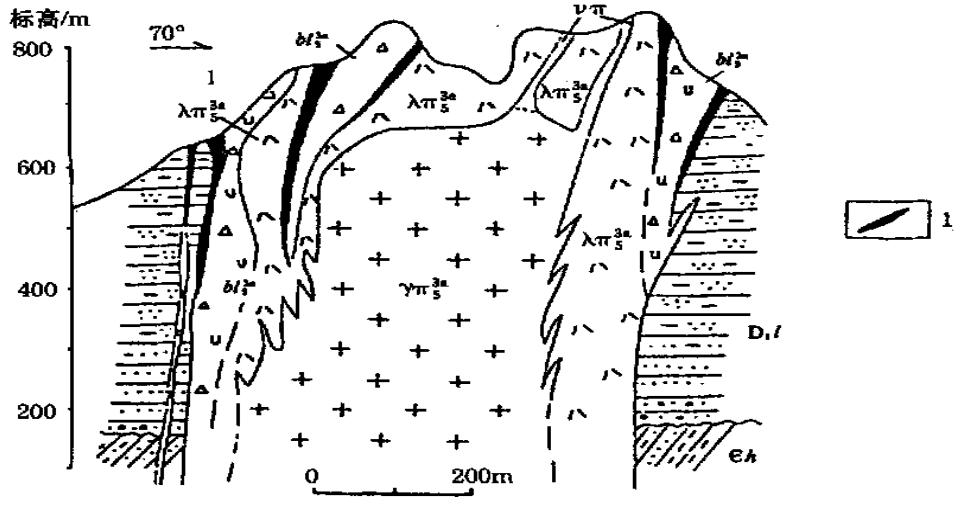


图 2 龙头山矿床剖面图(据广西地质六队)

Fig. 2 Profile of Longtoushan Deposit

D_1l- 莲花山组 $\in h$- 黄洞口组 bl_5^{3a}- 隐爆角砾岩 $\lambda\pi_5^{3a}$- 流纹斑岩 $\gamma\pi_5^{3a}$- 花岗斑岩 $u\pi$- 霏细斑岩 1- 金矿体

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

流纹斑岩分布于花岗斑岩的外缘和岩体中部至北部。岩石斑晶具变余斑状- 自碎斑状结构,主要由石英、长石组成。基质具隐晶- 微粒结构和变余微粒结构,主要由微粒石英和长石组成。

隐爆角砾岩分布于岩体边部与流纹斑岩的外缘,呈环带状断续分布,角砾成分主要为酸性熔岩和砂岩类及少许凝灰质岩屑、长英质晶屑等,基质为流纹熔岩物质胶结,具隐晶- 霏细或显微晶等熔岩构造,是矿床主要含金银岩石之一。

2.4 矿体特征

金矿体产于燕山晚期次火山岩体——花岗斑岩、流纹斑岩、隐爆角砾岩组成的岩筒内外接触带。金矿化类型有次火山期后热液型和裂隙充填型两种。前者金矿化赋存于流纹斑岩- 隐爆角砾岩- 震碎角砾岩中,呈细脉浸染状;后者金矿化赋存于岩体外接触带的断裂破碎带中,呈脉状充填。矿化多穿插、侵入于次火山岩中,或浸染于次火山岩或隐爆角砾岩间的胶结物中。矿床内已发现矿体 20 余条,呈透镜状产出,沿走向或倾向有膨大、收缩、分支复合现象。

Au 的伴生元素有 Ag、Cu、Pb 等,个别矿体向深部过渡为银金矿或银矿体,同时,Cu、Pb 含量也明显增高,局部地段 Cu 可富集成为铜矿体。从上向下形成 Au(Ag)—Ag(Au、Cu、Pb)—Cu(Au、Pb)分带现象。

2.5 矿石矿物成分

硫化物为黄铁矿、白铁矿、毒砂、黄铜矿、辉铋矿、方铅矿、闪锌矿等,氧化物为磁铁矿、褐铁矿、针铁矿、赤铁矿、金红石,硅酸盐为石英、钾长石、斜长石、绢云母、高岭石、电气石、绿泥石等,碳酸盐为方解石、蓝铜矿、白云石、孔雀石,自然元素为自然金、自然银。

2.6 金的赋存状态

金为自然金,呈单体金或少数与石英呈连生体。载金矿物有黄铁矿、石英、方铅矿、黄铜矿、电气石等,金主要分布于黄铁矿等金属硫化物的间隙、裂隙或矿物中。

2.7 围岩蚀变

主要蚀变有电气石化、硅化、黄铁矿化、钾长石化、绢云母化、高岭土化、绿泥石化,其中硅化、黄铁矿化与金矿化关系密切。

电气石化是龙头山金矿最普遍的一种多期热液蚀变,矿区广泛发育面型电气石化。矿石中常见电气石—石英细脉。沉积岩、喷出岩、次火山岩,乃至成矿后的各种酸性岩脉均不同程度地发育电气石化,在火山- 次火山岩中,电气石主要交代长石、黑云母,有时完全交代长石斑晶和基质。在外接触带,电气石交代泥岩、砂岩及粉砂岩中的泥质胶结物,并往往见金红石和电气石相伴出现。

硅化普遍发育于次火山岩体内外接触带和断裂破碎带。SiO_2 交代岩石中长石或角砾成分,或以石英呈细脉状,网脉状充填于岩石的裂隙中,硅化与电气石化叠加,形成电英岩化带,是金矿富集带。硅化与金矿化最为密切。经热液蚀变作用(主要为硅化)隐爆角砾岩—角砾熔岩的岩石化学成分(表 1)可以看出,从上到下岩石中 SiO_2 明显增高,最高达 85.87%,而 Al_2O_3、Na_2O 含量则显著降低,其他化学成分变化不大。

表 1 龙头山蚀变角砾熔岩岩石化学成分(%)

Table 1 Rock chemical compositions in altered breccia lava of Longtoushan

成分	(380 中段)	(500 中段)	(540 中段)		(580 中段)	
	Lt- 48	Lt- 44	Lt- 16	Lt- 23	Lt- 27	Lt- 40
SiO_2	85.87	79.82	78.16	72.24	74.7	60.15
Al_2O_3	4.53	7.49	8.3	13.34	10.92	11.85
TiO_2	0.31	0.47	0.48	0.33	0.43	0.42
Fe_2O_3	1.75	3.85	4.31	2.81	3.03	11.34
FeO	1.23	1	0.99	1.34	1.54	2.31
MnO	0.11	0.066	0.072	0.066	0.076	0.065
CaO	0.82	0.38	0.38	0.3	0.49	0.29
MgO	1.7	2.08	2.49	3.82	3.84	2.95
K_2O	0.12	0.047	0.13	0.097	0.061	0.096
Na_2O	0.15	0.22	0.3	0.42	0.49	0.65
P_2O_5	0.11	0.25	0.16	0.063	0.1	0.067
H_2O	0.76	0.73	0.81	1.05	1.02	0.68
烧失量	1.76	2.13	2.52	1.41	1.44	5.95
总量	98.7	97.91	98.39	96.47	97.29	96.42

黄铁矿化亦较为普遍。主要发育于流纹斑岩,隐爆角砾岩及次火山岩体外接触带的断裂、裂隙中,黄铁矿呈星点状、团块状和细脉状分布,也有呈黄铁矿、石英、电气石脉充填于岩石裂隙中,还有以大脉充填于断裂中。黄铁矿化贯穿整个热液成矿带,与金矿化关系密切。

表 1 中 Lt- 40 样品由于岩石强烈黄铁矿化及近地表的氧化作用,致使岩石中氧化铁含量高达 11.34%(Fe_2O_3)。其他成分无明显变化。

2.8 微量元素特征

在蚀变岩石的微量元素方面,由于矿区岩石普遍已蚀变,表 2 所列的 9 个样品与酸性岩维氏值相比,其成矿微量元素 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Bi、As、Sb 等普遍较高,而 Zn、Hg 含量低于或接近于酸性岩平均值,Rb、Sr 含量显著偏低,说明它们在蚀变过程中被大量带出。表中还可看出,从 580 中段至 380 中段,即从岩体上部至岩体深部的接触带附近,Cu、As、Sb、Bi 等元素含量趋于增高,而 Sn 则向岩体上部趋高。Cu 往岩体下部显著增高,这意味着在龙头山金矿下面有可能找到 Cu 的工业富集。

2.9 稀土元素特征

从稀土元素组成特征来看,①矿区蚀变岩石的稀

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

土总量极低(表 3), 角砾熔岩为 32.04×10⁻⁶～57.80×10⁻⁶, 蚀变粉砂岩为 24.26×10⁻⁶～64.50×10⁻⁶, 远低于酸性岩平均值(165.35×10⁻⁶)和沉积岩平均值(100×10⁻⁶), 说明岩石蚀变过程中稀土被大量带出; ②LREE/HREE 为 1.74～3.17(表 4), 稀土配分曲线向右倾斜(图 3), 但不明显, 说明岩石虽然相对富轻稀土, 但轻重稀土之间分馏程度较低; ③(La/Sm)$_N$ 为 2.34～4.03, (Gd/Yb)$_N$ 为 0.47～1.11, 反映了轻稀土之间分馏明显, 而重稀土之间分馏不明显; ④δEu 值在 0.62～0.83 之间, 说明 Eu 略有亏损, 具有弱负 Eu 异常。但个别样品(Lt-2)的 δEu 值明显偏高(1.41), 显示铕正异常, 溯其原因, 可能由于晚期热液蚀变碳酸盐化叠加造成的。碳酸盐化引起的稀土分布变异主要表现为铕的富集。

表 2　蚀变岩石微量元素含量表

Table 2　Trace element contents of altered rocks　(×10⁻⁶)

成　分	380 中段			500 中段	540 中段				580 中段	酸性岩
	Lt-50	Lt-48	Lt-54	Lt-44	Lt-2	Lt-16	Lt-23	Lt-23	Lt-27	维氏值
Cu	> 1800	271.2	1468	255.2	58.6	99.9	36.4	106	71.6	20
Pb	84	57.9	85	16.8	15.1	28.8	7.7	56.1	326.5	20
Zn	87	86	23	26	47	24	40	32	31	60
Au	0.8	0.35	0.18	0.13	25	0.086	0.4	0.25	0.15	0.004
Ag	> 5	3.58	2.41	3.58	1	3.57	1.35	2.96	1.18	0.05
Sn	76.1	67.6	106.5	59.6	84.1	62.6	114.6	200	177.4	3
Bi	> 100	> 100	> 100	18.5	33	28.5	13	28.5	48	0.01
Rb	4	13	15	5	4	11	11	12	7	200
Sr	19	33	50	22	29	32	34	49	97	300
Hg	0.01	0.08	0.036	0.06	0.02	0.18	0.03	0.08	0.04	0.08
As	1690.1	1249.8	241.29	> 2500	526.4	636.4	300	318.9	796.5	1.5
Sb	60.4	85.66	24.8	29.1	6.61	12.41	13.7	13.07	68.12	0.26

注: Lt-50 为孔雀石化砂岩, 其余样品均为蚀变角砾熔岩

表 3　岩石稀土元素组成

Table 3　REE compositions of rocks　(×10⁻⁶)

样号	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	$\sum_{REE}$
Lt-2	角砾	6.69	16.66	2.02	8.07	1.54	0.66	1.26	0.22	1.42	0.34	1.13	0.2	1.3	0.21	10.02	51.75
Lt-27	熔岩	7.55	16.43	2.3	10.06	2.03	0.38	1.61	0.27	1.68	0.36	1.14	0.21	1.35	0.23	10.72	56.31
Lt-44		10.07	20.72	2.37	8.7	1.66	0.4	1.48	0.25	1.32	0.29	0.88	0.16	1.08	0.17	8.24	57.8
Lt-48		5.29	9.04	1.08	3.85	0.85	0.23	0.85	0.16	0.99	0.24	0.82	0.15	1.07	0.18	7.26	32.14
Lt-10	蚀变	11.65	22.86	2.57	9.05	1.82	0.37	1.54	0.27	1.49	0.33	1.06	0.19	1.38	0.25	9.67	64.5
Lt-50	砂岩	2.65	6.96	0.71	2.96	0.51	0.15	0.59	0.13	0.86	0.22	0.76	0.14	1.01	0.17	7.13	24.26

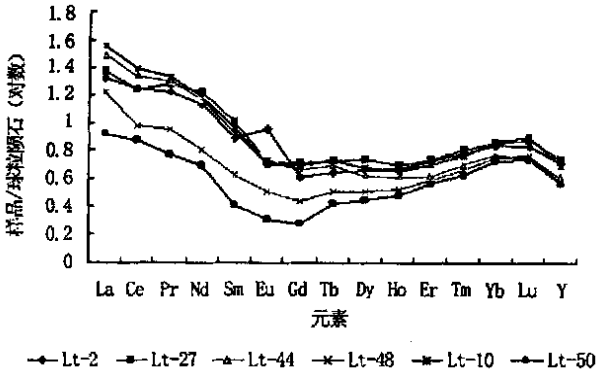


图 3　龙头山金矿岩石稀土球粒陨石标准化曲线

Fig. 3　Chondrite-normalized REE curves of the rocks from Longtoushan gold deposit

表 4　稀土元素参数

Table 4　REE parameters

样号	LREE/HREE	δEu	δCe	(La/Yb)$_N$	(La/Sm)$_N$	(Gd/Yb)$_N$
Lt-2	2.21	1.41	1.08	3.47	2.73	0.78
Lt-27	2.21	0.62	0.94	3.77	2.34	0.96
Lt-44	3.17	0.77	0.99	6.29	3.82	1.11
Lt-48	1.74	0.82	0.86	3.33	3.91	0.64
Lt-10	2.99	0.66	0.97	5.69	4.03	0.9
Lt-50	1.2	0.83	1.2	1.77	3.27	0.47

3　矿床成因探讨

3.1　成矿温度

根据矿物包裹体均一温度测定, 龙头山金矿成矿温度为 177～286℃, 与中国东南沿海一些火山期后

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的中低温热液矿床的成矿温度相近(表 5); 八宝山金银矿成矿温度为 220～ 310℃; 紫金山金铜矿成矿温度为 130～ 300℃。在同一矿床中, 成矿温度从早阶段到晚阶段一般趋于降低, 由上可见, 龙头山金矿床的成矿温度应该属于中- 低温。

3.2 成矿流体成分

龙头山金矿床中与矿化有关的石英、硫化物矿物中均有丰富的包裹体, 流体中阳离子主要为 K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}, 阴离子主要为 SO_4^{2-}, 其次为 Cl^-、F^- (表 6)。气相成分主要为 H_2O、次为 CO_2, 并含 CO、CH_4、H_2、N_2 等(表 7)。与八宝山、紫金山矿床的成矿流体成分总体相近, 表明龙头山矿床应属于火山期后热液型矿床。成矿阶段流体类型为 $Na^+(K^+)-Ca^{2+}-SO_4^{2-}(HCO_3^-)$ 型。

表 5 矿床成矿温度

Table 5 Mineralization temperatures of the deposit

矿床	成矿温度	测试方法	资料来源
龙头山	177～ 286℃	均一法	本次工作
八宝山	220～ 310℃	均一法	[1]、[2]
紫金山	130～ 300℃		

表 6 流体包裹体的液相成分

Table 6 Liquid phase compositions in fluid inclusion

矿 区	测试矿物	分析结果(×10⁻⁶)								比值			资料来源
		K^+	Na^+	Ca^+	Mg^+	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	K^+/Na^+	Ca^{2+}/Mg^{2+}	F^-/Cl^-	
龙头山	黄铁矿	0.17	0.84	1.73	2.94	0.46	0.36	50.63		0.21	0.59	1.27	本次研究
	黄铁矿	0.08	0.59	0.93	3.28	0.18	0.39	49.05		0.14	0.28	0.50	
	黄铁矿	0.61	1.13	2.02	0.79	1.06	1.34	76.30		0.54	2.56	0.79	
	石英	3.55	5.03	5.02	0.38	1.26	11.19	6.92		0.76	13.21	0.11	
八宝山	石英	1.58	0.13	0.20	0.12	0.17	0.05	2.03	6.03	12.15	1.66	3.40	[1]
	石英	0.41	0.88	0.08	0.87	0.10	1.09	15.63	0.20	0.47	0.09	0.09	
紫金山	石英	0.66	0.78	0.15	0.12	0.04	0.66	4.84		0.85	1.25	0.06	[2]
	石英	0.39	0.69	0.72	1.50	0.14	0.68	6.00		0.57	0.48	0.21	
	石英	1.05	0.09	0.86	0.11		0.12	4.99	7.92	11.66		7.82	
	石英	1.74	0.22	0.68	0.17	0.60	0.11	5.21	5.88	7.99	4.00	5.50	
	石英	1.28	0.25	0.44	0.05	0.09	0.09	2.55	5.28	5.12	8.80	1.00	
	石英	0.29	0.33	0.35	0.24	0.20	0.30	0.00	0.00	0.88	1.46	0.66	

表 7 流体包裹体的气相成分

Table 7 Gaseous phase compositions in fluid inclusion (×10⁻⁶)

矿 区	测试矿物	CO_2	CO	CH_4	H_2	N_2	H_2O	资料来源
龙头山	黄铁矿	12.89	1.69	0.03	0.003	0.301	71	本次研究
	黄铁矿	4.84	0.38	0.03	0.006	0.338	136	
	黄铁矿	10.48	0.75	0.11	0.004	0.414	360	
	石英	12.09	1.41	0.21	0.034	1.786	358	
八宝山	长石	135.45	15.93	4.6	4.74		7936.2	[1]
	石英	61.99	1.64	4.17	0.91	1.9	2782.2	
	石英	231.60	29.54	17.96	7.72	3.86	4333.6	
紫金山	石英	5.71	0.01	0	0.14	1.09	747	[2]
	石英	18.87	0.73	0.39	0.14	1.29	468	
	石英	4.99	96.5				536	
	石英	98.6	262.1				642	
	石英	117.1	117.1				583	
	石英	10.7	0	0.5	0.25		581	

3.3 成矿流体来源

龙头山金矿床中石英的氢氧同位素测试结果(表 8)表明, δD 和 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 均为负值。虽然八宝山矿床介于正、负值之间, 紫金山矿床均为正值, 但是所有样品在图 4 中的投影点均处于岩浆水与大气降水之间, 反映了流体系岩浆水与大气降水混合成因。龙头山和八宝山矿床的成矿流体更偏重大气降水, 而紫金山矿床则偏重岩浆水。

3.4 矿质来源

金在自然界中虽呈自然状态存在, 但它是一种经常与 Fe、Cu、Pb、Zn 等硫化物(尤其是黄铁矿)共生的元素, 因此, 完全可以借助于硫、铅同位素组成的特征来探讨成矿元素的来源。

(1) 硫同位素特征: 从表 9 看出, 龙头山金矿床的

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$\delta^{34}S$(‰)平均值为0.91,较接近于零值。近似于陨石硫,显示硫来自深部岩浆。与八宝山矿床和紫金山矿床硫化物的$\delta^{34}S$(‰)平均值(变化范围在-2.80～4.51‰之间)相近。

(2)铅同位素特征:由表10看出,龙头山金矿床的矿石铅同位素组成$^{206}Pb/^{204}Pb$、$^{207}Pb/^{204}Pb$和$^{208}Pb/^{204}Pb$比值变化范围较大,显示矿物铅不是单一来源的正常铅,而是混合型的异常铅。与B.R.Doe的$^{208}Pb/^{204}Pb$、$^{207}Pb/^{204}Pb$及$^{206}Pb/^{204}Pb$的比值[4]相比,铅同位素范围在造山带和上地壳之间。据此推测铅主要来自中生代火山岩,部分来自基底地层。

表8　火山期后热液型金银矿床氢、氧同位素组成

Table 8　Hydrogen and oxygen compositions of post volcanic hydrothermal gold and silver deposits

矿区	测试矿物	产　状	δD(‰)	$\delta^{18}O$(‰)	$\delta^{18}O_{H_2O}$(‰)	资料来源
龙头山	石英	角砾熔岩中的黄	-67.6		-2.20	本次工作
	石英	铁矿团块	-79.5		-5.96	
	石英	黄铁矿石英脉	-60.8		-7.44	
八宝山	石英	含金石英脉	-74.0	7.10	-0.30	[1],[2]
	石英	含金石英脉	-63.0	10.5	2.56	
	石英	含金石英脉	-71.1	4.70	-4.26	
紫金山	石英	金铜矿化阶段	-60.9	13.99	5.31	
	石英	金铜矿化阶段	-60.0	13.02	1.47	
	石英	金铜矿化阶段	-66.1	13.94	1.57	

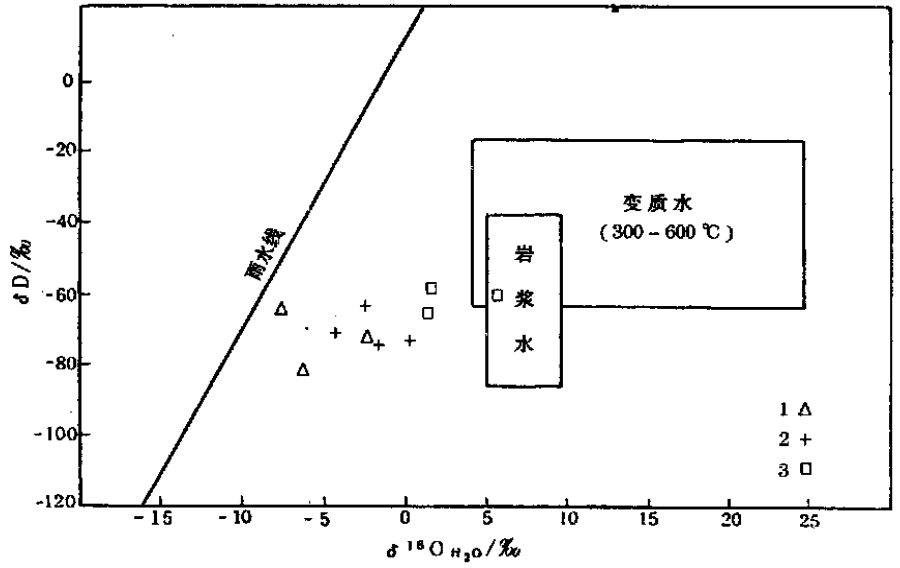


图4　成矿流体δD-$\delta^{18}O_{H_2O}$相关图解

Fig.4　Correlation diagram of δD-$\delta^{18}O_{H_2O}$ in ore fluid

1-龙头山矿床　2-八宝山矿床　3-紫金山矿床

表9　火山期后热液型金银矿床的硫同位素组成特征

Table 9　Characteristics of the sulphur isotope of post volcanic hydrothermal gold and silver deposits

矿区	测试矿物	样数	矿物的$\delta^{34}S$(‰)			矿床的$\delta^{34}S$(‰)			资料来源
			变化范围	极差	均值	变化范围	极差	均值	
龙头山	黄铁矿	13	0.64～2.48	1.84	1.7				
	磁黄铁矿	1	1.22			-9.76～2.48	12.24	0.91	①
	辉铋矿	1	-9.76						
八宝山	黄铁矿	26	4.16～6.40	2.24	4.89				
	闪锌矿	3	4.53～6.34	1.8	5.72	1.14～6.40	5.26	4.51	[3]
	方铅矿	3	1.14～3.40	2.26	2.17				
	毒砂	6	3.39～4.43	1.04	4.17				
紫金山	黄铁矿	8	2.35～5.72	8.07	-2.01				
	黄铜矿	2	-3.71～-9.01	5.3	-6.36	-9.01～2.35	7.52	-2.80	[3]
	硫砷铜矿	1	-7.73						
	辉铜矿	1	-6.84						

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 10　龙头山金矿床铅同位素组成

Table 10　Lead isotope compositions of Longtoushan gold deposit

矿床	样品数	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	资料来源
龙头山	3	18.548～19.019	15.736～16.169	38.972～40.242	①
地幔		18.1	15.42	37.70	[4]
造山带		18.66	15.62	38.83	
下地壳		17.27	15.29	38.5	
上地壳		19.33	15.73	39.08	

4　讨论与结论

(1) 金矿产于花岗斑岩、流纹斑岩、隐爆角砾岩组成的岩筒的内外接触带上，金矿化呈细脉浸染状和脉状充填。根据矿化多穿插、侵入于次火山岩中，浸染于次火山岩或隐爆角砾岩间的胶结物中的产状特征，说明成矿作用晚于主期次火山作用，矿化与次火山岩浆作用期后沿断裂、裂隙充填的热液关系更为密切。

(2) 金矿化与硅化、黄铁矿矿化关系最为密切。虽然电气石中成矿元素含量也较高，但矿区内电气石化呈面型蚀变，且在各类沉积岩、喷出岩、次火山岩乃至成矿后的各种酸性岩脉中均不同程度地发育，在成矿上似乎不具有特别的意义。

(3) 成矿流体处于岩浆水和大气降水之间，反映流体系岩浆水与大气降水混合成因，铅主要来源于中生代次火山岩和部分来自基底地层，而硫则近似于陨石硫，显示深部岩浆硫的特点，说明成矿物质主要来自深部岩浆和部分来自基底地层。

(4) 根据矿床成矿温度范围(177～286℃)和矿床地质特征，以及与我国东南沿海一些典型火山—次火山期后热液型金银矿床的对比，认为龙头山金矿床属中-低温次火山期后热液型金矿床。

野外工作期间，得到龙头山金矿的大力帮助，在此深表谢意！

参考文献：

[1] 王华田等. 浙江八宝山矿床地质特征及其成因，陆志刚等主编. 中国东南沿海火山地质与矿产论文集[C]. 地质出版社，1992.

[2] 张德全等. 紫金山铜金矿床蚀变和矿化分带[M]. 北京：地质出版社，1992.

[3] 陆志刚等. 中国东南大陆火山地质及矿床[M]. 地质出版社，1997.

[4] B. R. Doe et al. Plumb tectonics, the phanerozoic. In geochemistry of hydrothermal ore

STUDY ON GEOLOGICAL CHARACTER AND GENESIS OF LONGTOUSHAN GOLD DEPOSIT OF GUANGXI

ZHU Gui-tian

(*Guilin Research Institute of Geology for Mineral Resources, Guilin, Guangxi, 541004, China*)

Abstract: The deposit occurs in a Mesozoic residual volcanic neck. The main strata around the neck are Lianhuashan group of Lower Devonian Series and Huangdongkou group of Cambrian System. The orebodies are found in granite porphyry, rhyolite porphyry, and crypotoexplosion breccia pipe and in the inner and out zone of their contact with surrounding strata. The main alterations of country rocks are tourmalinization, silicification, potassic alteration, pyritization, sericitizetion, kaolinization, and chloritication. The gold mineralization is closely related with silicification and pyritization of them. The total content of REE in breccia lava and altered siltstone is lower than the average of acid rocks and sedimentary rocks. The right dipping of REE partitioning curves shows rich in light rare earth elements. The oxygen isotope compositions in the fluid suggest a mixing genesis of magma water with meteoric water. The character of sulfur isotope shows multiple origins of sulfur in mineralization fluid, mainly from volcanic-intrusive complex and the basement strata. It is assumpted from lead isotope characters that lead is mainly origin from Mesozoic volcanic rocks and partly from basement rocks. It is therefore believed that the ore forming matter of the deposit is mainly origin from magma of the mantle and partly from strata. The temperature for mineralization is between 177-286℃. The deposit belongs to middle-lower temperature post-subvolcanic hydrothermal gold deposit.

Key Words: gold deposit; post-subvolcanic hydrothermal type; deposit genesis; Longtoushan; Guangxi

①广西地质六队内部研究报告

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net