

粤西庞西垌-桂东南金山银金成矿带晚燕山期花岗岩的性质与成矿作用

王祖伟 周永章 张海华

(中国科学院广州地球化学研究所,
广州 510640)

吴家勇 李春武

(中国有色金属工业总公司广东省廉江银矿,
廉江 524459)

关键词 花岗岩 成矿作用 银金矿床 云开地区

摘要 分析了云开地区粤西庞西垌-桂东南金山银金成矿带晚燕山花岗岩的特征与成矿作用的关系。认为晚燕山期英桥花岗岩体属于铝过饱和富钾质的钙碱性花岗岩系列,是同熔型花岗岩。晚燕山期岩浆活动与银金矿床在空间和时间上密切相关,在微量元素、稀土元素、稳定同位素和包体成分等地球化学特征上具有相似性,晚燕山期岩浆活动对银金矿床的形成起着重要的作用。

1 概述

庞西垌-金山银金成矿带位于广东廉江县与广西博白县的交界处,云开隆起的西南端,岑溪-博白大断裂之东,金山-庞西垌断裂带的中段,是一个以银为主,含有金、铅、锌等伴生有益组分的银多金属矿床的矿化集中区。

带内出露的地层主要为一套早加里东期形成的夹有少量云母石英片岩的条纹-眼球状混合岩和片麻岩等,原岩为夹有少量中基性火山岩、硅质岩的类复理石沉积,形成时代可能为中晚元古代^[1],是银金矿床的矿源层。

带内从古生代至中生代均有岩浆岩产出,以塘蓬花岗岩体和燕山晚期的英桥花岗岩体最为主要。塘蓬岩体位于庞西垌-金山断裂带的东南端,是原地改造型花岗岩,与混合岩呈渐变过渡,形成于印支期^[2]。英桥花岗岩岩体沿北东走向的庞西垌-金山断裂带侵入,是两次活动的产物(主期英桥岩体,补充期六环岩体),形成时间为105-81Ma(广西第六地质队,1985)。庞西垌-金山断裂带是银金矿床的控矿断裂,庞西垌、金山、樟木塘、中苏、大沙等矿床赋存在断裂带内。

2 燕山晚期花岗岩的特征

2.1 岩石特征与矿物组成

(1) 英桥似斑状角闪黑云二长花岗岩

呈岩株状,与印支期塘蓬花岗岩侵入接触,与区域混合岩呈断裂接触和侵入接触。岩石

为中粗粒似斑状结构,块状构造,斑晶为微斜条纹长石。矿物成分为微斜条纹长石 21%—45%,奥长石 25%—38%,石英 24%—35%,黑云母 8%—12%,角闪石 1%—10%。基质成分为奥长石、石英、微斜条纹长石、黑云母等,常见有榍石、磁铁矿、磷灰石、锆石、绿帘石、钛铁矿等副矿物。

(2) 六环黑云母花岗岩

六环岩体出露于金山一带,呈岩枝状,沿庞西坳—金山断裂带的下盘产出,与主期英桥岩体呈侵入接触。岩石为细粒花岗结构,块状构造。矿物成分主要为微斜条纹长石 31%—37%,奥长石 29%—33%,钾长石 3%—4%,石英 15%—35%,黑云母 8%—13%,角闪石微量,常见有榍石、磁铁矿、磷灰石、锆石、褐帘石等副矿物。

2.2 地球化学特征及成因

(1) 主元素

表 1 为六环、英桥花岗岩的主元素化学分析结果^[2-3]。从表中可知,英桥和六环花岗岩为富铝花岗岩(Al_2O_3 含量 14.14%—15.29%), $K_2O + Na_2O$ 的值高(7.19%—8.23%), K_2O/Na_2O 比值为 1.14—2.31,相对富钾贫钠,碱度 1.62—2.66, $Fe_2O_3/(Fe_2O_3 + FeO)$ 的值为 0.23—0.44,氧化系数较高。里特曼指数 2.04—2.72,指示岩石为钙碱性花岗岩,岩石的碱度率图解(图 1)亦证实英桥花岗岩为钙碱性花岗岩。与华南花岗岩中 Na_2O 、 K_2O 含量相当。

表 1 花岗岩岩石主元素化学分析结果

Table 1 Analytical results of main elements in granites

序号	岩性	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	来源
1	六环花岗岩	68.4	0.43	14.31	0.84	2.62	1.11	2.89	2.96	4.3	0.18	A
2		67.15	0.45	15.29	0.75	2.31	1.80	3.14	3.29	4.35	0.19	A
3		68.98	0.45	15.02	0.92	1.87	0.90	2.41	3.14	5.0	0.14	A
4		72.34	0.23	14.72	0.34	1.85	0.47	1.96	3.08	3.81	0.06	C
5	英桥花岗岩	69.92	0.26	14.77	1.25	1.31	1.06	1.36	2.86	4.55	0.13	A
6		67.93	0.30	14.75	1.70	2.28	1.60	1.58	3.39	4.63	0.14	A
7		67.15	0.55	15.27	1.43	2.05	1.37	3.32	3.45	3.92	0.26	A
8		67.46	0.35	15.13	0.98	2.40	1.27	3.04	3.33	4.10	0.18	A
9		71.32	0.26	14.14	0.63	2.09	1.31	2.01	3.46	4.4	0.12	B
10		66.56	0.57	14.49	1.60	2.07	1.83	3.00	3.23	4.28	0.00	B
11		70.00	0.30	14.88	0.42	1.67	0.87	1.96	3.08	5.14	0.06	C
华南花岗岩		72.05	0.28	13.73	0.98	1.96	0.66	1.38	3.22	4.54	0.12	
花岗岩(据黎彤)		71.99	0.21	13.81	1.37	1.72	0.81	1.55	3.42	3.81	0.20	

注: A: 陈辉琪, 1987; B: 王鹤年, 1991; C: 本文

英桥花岗岩和六环花岗岩的 A/NKC 值为 0.69—1.01,多数在 0.7—0.9 之间。据 B. W. Chapple 和 A. J. R. White(1974)的经验统计结果^[4],S 型花岗岩的 A/NKC 值大于 1.1,I 型花岗岩的 A/NKC 值小于 1.1。英桥花岗岩和六环花岗岩的 A/NKC 值表明它们属于 I 型花岗岩。

在 A—C—F 三角判别图解中(图 2),花岗岩体的岩石样品基本落在 I 区的范围,表明岩体为同熔成因,与利用 A/NKC 值获得的结果一致。

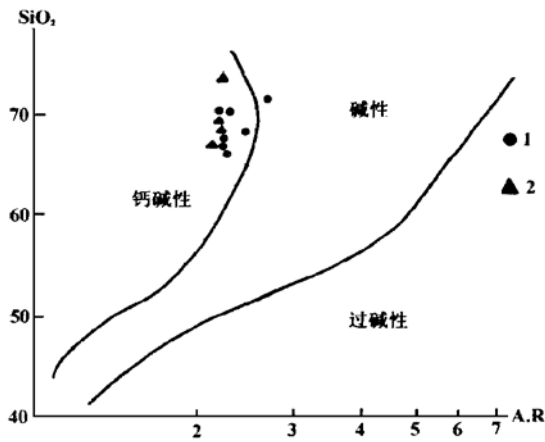


图 1 花岗岩岩石的碱度率图解

Fig. 1 Alkalinity of granites

$$A \cdot R = \frac{(Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)}{(Al_2O_3 + CaO - Na_2O - K_2O)}$$

1—英桥花岗岩; 2—六环花岗岩

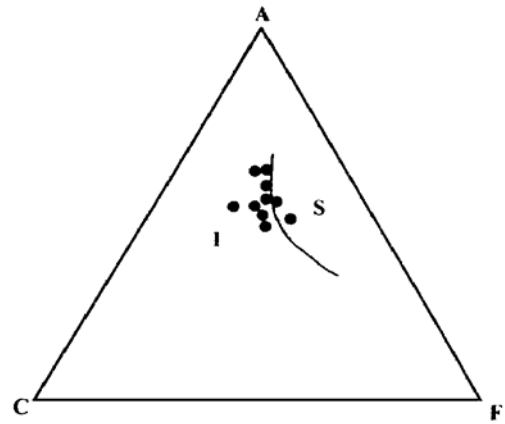


图 2 花岗岩的 A—C—F 图解

Fig. 2 A—C—F diagram of granites

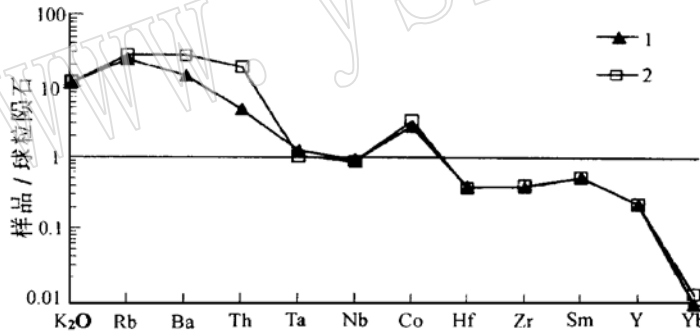


图 3 花岗岩的微量元素标准化图解

Fig. 3 Normalized diagram of trace elements in granites (Pearce, 1984)

1—英桥二长花岗岩; 2—六环黑云母花岗岩

(2) 微量元素和稀土元素

花岗岩的微量元素和稀土元素含量见表 2。在 Pearce 的标准化图解中, 岩石以 Rb、Ba 和 Th 富集, Hf、Zr、Sm、Y、Yb 亏损为特征(图 3), 与王联魁划分的系列 I 型(混合源同熔型)花岗岩类似^[5]。

稀土元素的研究结果表明, 英桥岩体和六环岩体具有一致的球粒陨石标准化稀土元素配分模型, 稀土元素总量较高, LREE/HREE 为 16.9—33.9, 轻重稀土元素分异明显; (La/Yb)_N 的值 18.83—113.6,

轻稀土元素高度富集, 稀土元素配分曲线向右陡倾(图 4); δEu 的值为 0.70—0.87, 显示较弱的负铕异常, 几乎无 Ce 异常。稀土元素的特征显示为壳幔混源同熔型花岗岩^[6]。由于上地幔岩石具有光滑近水平的稀土元素配分模式, 下地壳岩石以轻稀土元素富集、Eu 为弱负异常为特征, 因此可以推测花岗岩物质来源主要为下地壳。

(3) 铅、氧同位素

英桥岩体氧同位素数据较少, 其 δ¹⁸O 值(全岩)分别为: 英桥二长花岗岩 9.47‰, 六环黑

云母花岗岩 6.90‰—10.41‰^[3]。王联魁等(1982)对我国南岭及邻区花岗岩研究发现^[7], 系列I型(同熔型)花岗岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 值多小于10‰。英桥岩体的 $\delta^{18}\text{O}$ 值基本具有系列I型花岗岩的特征。

表2 花岗岩微量元素和稀土元素的化学组成(10^{-6})
Table 2 Trace element and REE compositions of granites

序号	Rb	Ba	Th	Ta	Nb	Hf	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm
1	134	817	13.9	0.92	10.20	3.77	140	16.8	35.1	106.9	7.00	26.11	4.36
2	141	1613	23		10.5		147	14.5	119	202.5	22.87	75.68	9.15
3	112	1406	15.1	0.76	9.50	3.62	146	17.0	53.3	120.6	10.19	35.07	5.16
4		1525						16.7	81.4	141.9	14.45	47.76	7.69
5	222	856	22		16		166	23.7	57.8	101.2	8.22	29.05	4.39

序号	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	REE	LREE/HREE	δEu	La/Yb _n
1	0.88	3.54	0.52	2.88	0.53	1.53	0.21	1.27	0.19	191.0	16.9	0.70	18.83
2	1.81	5.27	0.92	3.13	0.45	1.50	0.28	1.03	0.12	443.7	33.9	0.74	113.6
3	1.14	3.44	0.55	2.73	0.51	1.45	0.19	1.11	0.15	235.6	22.3	0.83	47.22
4	1.36	4.67	0.97	0.34	0.24	1.65	0.15	1.45	0.23	307.9	22.2	0.70	33.39
5	0.89	2.78	0.59	2.18	0.41	1.57	0.29	0.62	0.21	210.2	23.3	0.73	91.67

注: 1—2为六环花岗岩; 3—5为英桥花岗岩; 1, 3为本文资料; 2, 5取自陈辉琪(1987); 4取自王鹤年(1991)

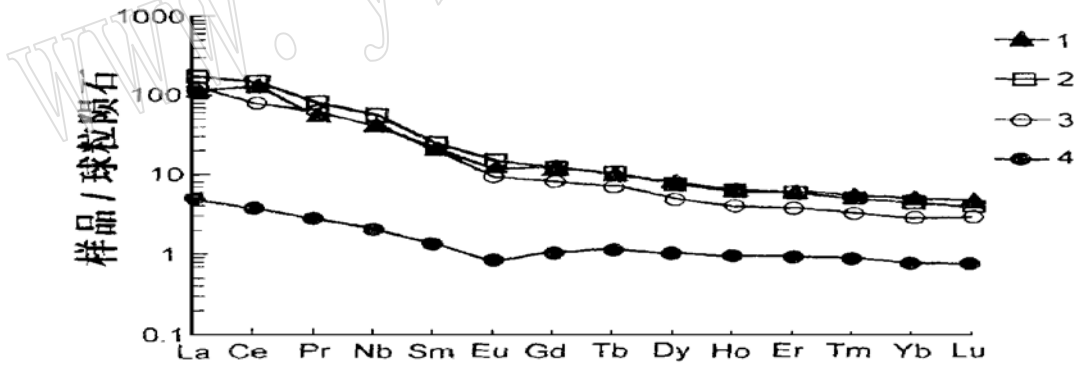


图4 花岗岩、绢英岩和石英脉的稀土元素配分模式

Fig. 4 Chondrite-normalized REE patterns of granites, quartz_sericites and quartz veins

1—六环花岗岩; 2—英桥花岗岩; 3—绢英岩; 4—石英脉

英桥花岗岩两个长石铅同位素 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 的比值分别为18.575—18.648、15.690—15.717和39.255—39.432^[8], 在铅同位素 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ — $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图解中位于造山带及其附近(图5), 具有I型花岗岩的特征。

主元素、微量元素、稀土元素和铅、氧稳定同位素的分析结果表明, 英桥花岗岩为混合源同熔型花岗岩(I型花岗岩)。

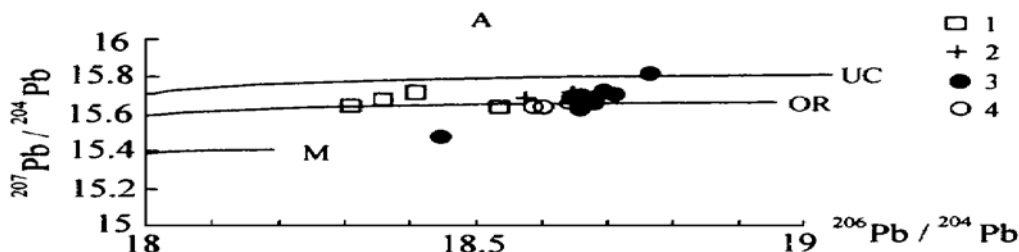


图 5 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ — $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图解

Fig. 5 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ versus $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ diagram

1—混合岩; 2—花岗岩; 3—庞西垌矿石; 4—金山矿石; UC—上地壳; OR—造山带; M—地幔

3 燕山晚期岩浆活动与成矿

3.1 岩体的含矿性及与银矿床在空间和时间上的关系

对英桥岩体花岗岩岩石的含矿性分析表明, 英桥花岗岩和六环花岗岩中 Ag 的含量较高, 为 0.2—0.3(10^{-6}), 远高于地壳的丰度, 成为 Ag 矿床的衍生矿源层。

庞西垌—金山含矿断裂带由各种蚀变构造岩组成, 自上而下可划分为绿泥石化碎裂状混合岩(或二长花岗岩)、绢英岩化混合质(花岗质)碎裂岩、断层泥砾岩带、绢英岩(碎裂状)+石英脉、绢英岩化花岗质碎裂岩、绢云母化绿泥石化碎裂状花岗岩, 银矿床主要分布在含矿断裂带中心断层泥砾岩的下部, 主要由矿化绢英岩和石英硫化物细脉组成。

庞西垌矿区, 矿体产于由英桥花岗岩经过热液蚀变和构造变形过程形成的碎裂状绢英岩中, 部分以石英细脉充填于绢云母化、硅化花岗质碎裂岩的裂隙中, 在含矿断裂带的断层泥砾岩上部的蚀变混合岩质碎裂岩中无矿体产出。金山矿区的矿体主要分布在由六环花岗岩蚀变形成的绢英岩中, 部分赋存在下盘的绢英岩化中细粒花岗岩中, 在断层中泥砾岩上部蚀变混合质碎裂岩中基本无重要矿体产出。银金矿床的空间产出特征显示矿化与晚燕山期花岗岩体在空间上的密切关系。

银金矿床与岩体在空间上的关系表明, 银金矿床的形成时间应该发生在晚燕山期英桥岩体及六环岩体形成之后。庞西垌银矿床中绢云母化花岗质碎裂岩中的蚀变矿物绢云母的 K—Ar 法测年结果(92Ma)显示^[2], 成矿热液蚀变产生于英桥岩体侵位之后不久, 与岩体的形成年龄一致, 岩浆活动与矿床形成的关系密切。

3.2 地球化学特征上的相似性

(1) 稀土元素

稀土元素的研究结果表明, 除稀土元素的总量较低外, 矿化石英脉、绢英岩和花岗岩具有相似右倾的稀土元素配分模式(见图 4), 其它的地球化学参数也具有一定的相似性, 指示花岗岩可能提供了部分成矿物质。

(2) Pb 同位素特征

铅同位素分析结果表明^[3,8-9], 矿石、混合岩和花岗岩的铅同位素组成集中分布在造山

带演化线上(图5),说明它们具有相同的源区。

矿石方铅矿铅同位素组成变化较大, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为18.43—18.77,多数样品集中在18.6—18.7之间, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值15.48—16.1,多数集中在14.64—17.2之间, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为38.35—39.35。围岩混合岩 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为18.31—18.53, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 的比值为15.63—15.71, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为38.3—38.7。与混合岩相比,矿石铅同位素明显偏高。与花岗岩相比,除 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 稍大于花岗岩外,与花岗岩接近但低于花岗岩。

由于方铅矿中U、Th的含量极微,形成后铅同位素不会有大的变化,而混合岩和花岗岩长石中有可能含有一定量的Th和U,其衰变产物会使长石铅同位素比值随时间增长而加大。本区成矿时间与花岗岩成岩时间一致或稍晚,明显早于混合岩。因此根据矿石、花岗岩和混合岩铅同位素比值,推测矿石铅主要由花岗岩提供。至于矿石铅 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 稍大于花岗岩,可能是由于成矿溶液对混合岩和花岗岩淋滤的原因所致^[10]。

混合岩、花岗岩和矿石铅同位素组成的特点说明,本区银矿床的成矿物质可能主要来源于花岗岩,部分来源于混合岩,同时说明成矿物质具有多源性。

(3) 包体成分

花岗岩和矿石中石英矿物的流体包裹体成分的分析结果显示,成矿溶液和岩浆热液的成分特征具有一致性,均具有 $\text{K}^+ > \text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^- > \text{F}^-$ 和 CO_2 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 含量较高的特点^[2,3],这指示了二者之间可能存在密切的关系,花岗岩可能提供了部分成矿流体。

4 结论

庞西垌—金山银金成矿带晚燕山期花岗岩的性质以及燕山期岩浆活动与银矿床的关系研究表明,本区晚燕山期岩浆岩属于铝过饱和相对富钾贫钠的钙碱性花岗岩系列,是混合源同熔型花岗岩。晚燕山期岩浆活动为银金矿床的形成提供了成矿物质和部分成矿溶液,对矿床的形成具有明显的控制作用。

参 考 文 献

- 1 简平. 云开隆起西南端混合岩、花岗岩同位素地质年代研究. 广东地质, 1991, 6(1): 58—58.
- 2 王鹤年、张景荣、陆建军等. 粤西金矿床地球化学. 南京: 南京大学出版社, 1991.
- 3 陈辉琪. 广东庞西垌银金矿床地质特征. 广东地质, 1987, 2(2): 93—108.
- 4 Chappel B W and White A J R. Two contrasting granite types. Pacific. Geol., 1974, 8: 173—174.
- 5 王联魁. 花岗岩三级成因分类. 见:“七五”地质重要成果论文集. 北京: 地质出版社, 1992.
- 6 Zhao Zhenhua. Petrogenetic models of crust type and crust-mantle type granitoids and evidenced by REE patterns. In: Petrogenesis and mineralization of granitoids. Science Press., 1992, 54—65.
- 7 王联魁、朱为方、张绍立. 华南花岗岩两个成岩成矿系列的演化. 地球化学, 1982(4): 329—339.
- 8 张乾、潘家永、张宝贵等. 广东庞西垌银金多金属矿床成因探讨. 广东地质, 1994, 9(1): 12—20.
- 9 李赋屏、耿文辉. 桂东南混合岩区金银矿床地质地球化学特征. 矿产与地质, 1995, 9(4): 263—266.
- 10 林尔为、贾叶飞、卢民杰. 岩石中金和铅在热液流体中浸出实验研究. 长春地质学院学报, 1992, 22(1): 51—58.
- 11 Pearce J A, Harris N B W and Tindle A G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic

rocks. J. Petrol., 1984, 25, 956-983.

The Relationship between Late Yanshanian Magmatism and Association of Ore-forming Elements in Pangxidong-Jinshan Silver-Gold Metallogenic Belt, West Guangdong

Wang Zuwei Zhou Yongzhang Zhang Haihua

(Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640)

Wu Jiayong Li Chunwu

(Lianjiang Silver Mine, CNNC, Lianjiang 524459)

Key words: granites; mineralization; silver-gold deposit; South China

Abstract

The Pangxidong-Jinshan silver-gold metallogenic belt, located in the border area between Guangdong and Guangxi, include a series of deposits distributed along the Pangxidong-Jinshan fault. The Late Yanshanian granites in the belt are of Type I. The silver-gold deposits and the granites are closely related to each other, and characterized by very similar trace elements, REE and Pb isotopes and fluid composition. The Late Yanshanian magmatism may have provided part of hydrothermal solution and metallogenic materials for mineralization.