

浙江梧村地区钾玄质岩浆岩的发现及其找矿意义

卢成忠

(浙江省地质调查院, 浙江 杭州 311203)

摘要: 野外地质、岩石学、元素地球化学研究表明, 以往被认为是钙碱性系列岩石的浙江梧村地区西山头组火山岩、潜火山岩与沐尘岩体应为典型的钾玄质岩石。这套岩石富碱($w(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) = 7.80\% \sim 11.48\%$)、高钾($w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{Na}_2\text{O}) = 1.10 \sim 1.67$)、贫钛($w(\text{TiO}_2) = 0.22\% \sim 0.88\%$)、低铁($w(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) = 2.91\% \sim 6.36\%$)、铝含量较高($w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 15.39\% \sim 18.24\%$)、 SiO_2 含量中等($w(\text{SiO}_2) = 56.96\% \sim 69.02\%$)、富集大离子亲石元素和轻稀土元素, 且 $w(\text{Ce})/w(\text{Yb})$ (27.29 ~ 38.19)、 $w(\text{Ta})/w(\text{Yb})$ (0.32 ~ 0.74) 和 $w(\text{Th})/w(\text{Yb})$ (4.76 ~ 7.72) 比值高, 具有钾玄质系列的岩石地球化学特征。梧村地区矿产资源丰富, 矿床在时间和空间上与钾玄质岩浆岩密切共生, 钾玄质岩浆岩为成矿母岩, 是重要的找矿岩石学标志。

关键词: 钾玄质岩石; 元素地球化学; 西山头组火山岩; 潜火山岩; 沐尘岩体; 梧村地区; 浙江

中图分类号: P588.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-8527(2007)03-0443-08

The Discovery of Shoshonitic Magma Rocks in the Wucun Area in Zhejiang Province and Its Ore-seeking Significance

LU Cheng-zhong

(Zhejiang Geologic Investigation Institute, Hangzhou, Zhejiang 311203, China)

Abstract: Field geological, petrological and elementary geochemical studies reveal that the volcanic rocks, subvolcanic rocks and Muchen pluton of Xishantou Formation in the Wucun area in Zhejiang Province, which were formerly identified as calciculous alkaline series rocks, should be typical shoshonitic rocks. These rocks are rich in alkali ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 7.80\% \sim 11.48\%$) and potassium ($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 1.10 \sim 1.67$), and poor in titanium ($\text{TiO}_2 = 0.22\% \sim 0.88\%$) and ferrum ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2.91\% \sim 6.36\%$), also they have a relatively high content of aluminum ($15.39\% \sim 18.24\%$), a moderate content of SiO_2 ($56.96\% \sim 69.02\%$), and high ratios of Ce/Yb (27.29 ~ 38.19), Ta/Yb (0.32 ~ 0.74) and Th/Yb (4.76 ~ 7.72). Besides, they abound in macroion lithophile element and light rare earth element. All these are petrological geochemical features of shoshonitic rock series. The Wucun area is rich in mineral resources, its mineral deposit symbioses closely with shoshonitic magma rocks both in time and in space, and the shoshonitic magma rocks are its rock-forming matrix. These are important signs for ore-seeking petrology.

Key words: shoshonitic rock; elemental geochemistry; Xishantou Formation volcanic rock; subvolcanic rock; Muchen pluton; the Wucun area; Zhejiang

0 引言

钾玄质岩石 (shoshonitic rock) 是一类高碱 ($w(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) > 5\%$)、高 $w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{Na}_2\text{O})$ 比

值 (当 $w(\text{SiO}_2) = 55\%$ 时, $w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{Na}_2\text{O}) > 1.0$)、低 $w(\text{TiO}_2)$ ($< 1.3\%$)、 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 高且变化范围大 ($14\% \sim 19\%$)、强烈富集大离子亲石元素和轻稀土元素的富碱高钾岩类, 钾玄质系列的

收稿日期: 2007-01-15; 改回日期: 2007-07-03; 责任编辑: 楼亚儿。

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目 (200413000021)。

作者简介: 卢成忠, 男, 高级工程师, 1950 年出生, 矿物岩石学专业, 从事区域地质调查研究工作。Email: cz5064@163.com。

万方数据

岩石并不局限于火山岩,也包括相应的浅成和深成侵入岩^[1]。近年来的研究表明,钾玄质岩石可出现在板缘和岛弧环境^[2],也可形成于拉张环境^[3]和后碰撞环境^[4],对于区域构造演化(特别是古构造重建)和构造岩石学的研究具有特殊的意义。同时,钾玄质岩石与中温热液型金矿和斑岩型铜、金矿等金属矿床在时间和空间上密切共生^[5],对其研究不仅具有潜在的经济地质意义,而且在某种意义上,钾玄质岩石已成为重要的找矿岩石学标志^[6]。浙江梧村地区西山头组火山岩、潜火山岩与沐尘岩体以往被认为是钙碱性系列岩石^[7,10],本文通过岩石地球化学研究,发现其是典型的钾玄质岩石,并综合前人关于该区成矿特征的研究资料探讨找矿意义。

1 地质背景

梧村地区钾玄质岩岩浆地处华南板块与扬子板块结合部,位于江山—绍兴断裂带西南段,分布在龙游县溪口、梧村至遂昌县高坪一带。钾玄质岩岩浆由西山头组火山岩、潜火山岩与沐尘岩体组成。沐尘岩体出露于龙游县沐尘至遂昌县双溪口一带,长18 km、宽3~5 km,走向NE30°,略呈长椭圆状岩株产出,面积58 km²。该岩体侵入于元古宇龙游岩群变质岩与早白垩世早期高坞组、西山头组火山岩及潜火山岩,周围又被卫星状的4个花岗岩体、3个钾长花岗岩体及2个石英正长岩体侵入(图1),其全岩Rb-Sr等时线年龄为 $(141 \pm 7) \text{ Ma}^{[2]}$,根据2004年国际地层委员会最新公布的侏罗系与白垩系的分界年龄 $(145.5 \pm 4.0) \text{ Ma}^{[8]}$,结合侵入围岩的最新时代,沐尘岩体的形成时代应为早白垩世早期。潜火山岩出露面积18 km²,侵入元古宇龙游岩群变质岩与早白垩世早期高坞组、西山头组火山岩。西山头组火山岩分布面积61 km²,厚度1 439.13 m,与沐尘岩体出露面积相差无几。其火山岩地层序清楚,上有早白垩世晚期朝川组沉积岩不整合覆盖,下伏早白垩世早期高坞组为巨厚的酸性高晶屑熔结凝灰岩堆积。沐尘岩体与西山头组火山岩、潜火山岩的空间分布关系密切,沐尘岩体分布于内侧,潜火山岩分布于旁侧,西山头组火山岩分布于外侧及旁侧,具有相互依存的空间环境,它们在空

间上明显受江山—绍兴断裂带的控制,呈北东向带状展布。区域地质调查资料表明,西山头组火山岩、潜火山岩与沐尘岩体在空间、时间和物质来源上具有密切的联系,它们的形成时间相近,同属燕山晚期岩浆活动的产物^①。

2 岩石学特征

沐尘岩体岩性分带明显,可划分为中心相、过渡相和边缘相3个相带。在岩石类型上,中心相为细中粒(石英)二长岩,过渡相为斑状中细粒石英二长岩(局部过渡为二长岩),边缘相为多斑状细粒石英二长岩(可过渡为石英正长岩)。3个相带的主要造岩矿物基本相同,都是由钾长石(微斜微纹长石)、斜长石(更一中长石)、石英、角闪石和黑云母等组成,但它们的含量发生有规律的变化,即由中心相、过渡相到边缘相,石英、钾长石的含量不断增加,而斜长石、角闪石和黑云母的含量逐渐减少。经电子探针测定,黑云母富镁贫铁,属镁质黑云母;角闪石属于镁普通角闪石^①。沐尘岩体以常见暗色岩石包体并发育环斑长石为特征。包体分布不均匀,从内部相到边缘相,岩石包体出现增多增大的趋势。包体大小不等,长轴一般为5~15 cm,大者达35 cm左右,小者仅1~2 cm。包体形态多样,以椭圆形、卵圆形多见,有的呈舌状、水滴状、撕裂状、火焰状等塑变形态。包体中的暗色矿物主要是普通角闪石及黑云母,有时有少量透辉石;浅色矿物主要为斜长石及钾长石,偶见石英,但各个包体的暗色矿物与浅色矿物的比例不尽一致。与寄主岩相比,它们的矿物组成相似,但岩石包体粒度细、色率大、铁镁矿物含量较高。包体与寄主岩之间的界线一般比较清晰,呈突变关系,但有的包体边缘呈锯齿状或港湾状,甚至被熔蚀成孤岛状,有的包体与寄主岩之间呈弥散状,甚至几乎已合二为一,反映出两种岩浆比较均匀混合的特征。包体一般为微细粒结构,大部分包体中心结晶较粗,往边缘变细,少量包体还发育冷凝边,即包体边缘粒度更细、颜色更深;在冷凝边外侧的寄主岩部分出现富钾长石、贫铁镁矿物的肉红色镶边构造。冷凝边和肉红色镶边构造表明,包体岩浆团的边缘部分曾在寄主岩浆中发生了淬冷结晶作用

① 浙江省地质矿产厅,1:5万衢州市幅、龙游县幅、灵山县幅、沐尘幅、蕉川幅区域地质调查报告,1995。

② 浙江省地质矿产研究所,浙江省铜矿成矿地质条件与找矿方向研究报告,1993。

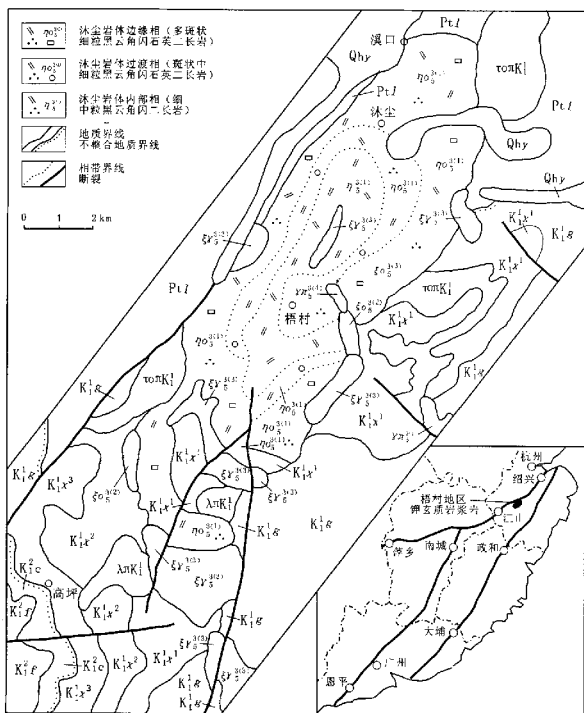


图1 浙江嵛村地区地质图

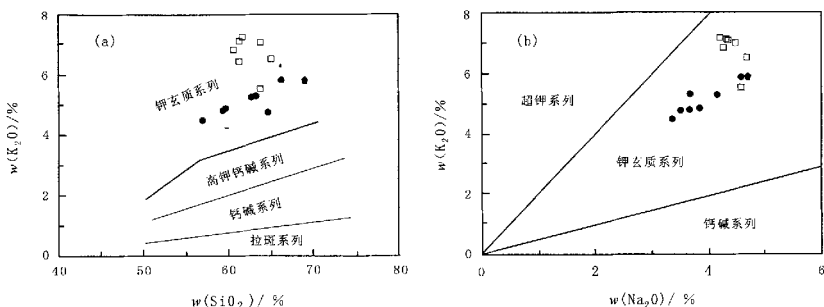
Fig.1 Geologic map for the Wucun area in Zhejiang Province

Qhy. 鄞江桥组; K_1f . 方岩组; K_1c . 朝川组; K_1x^3 . 西山头组第三段; K_1x^2 . 西山头组第二段; K_1x^1 . 西山头组第一段; K_1g . 高坞组; PtI . 龙游岩群变质岩; $\gamma\pi_5^{3(4)}$. 花岗斑岩; $\epsilon\gamma_3^{(2)}$. 钾长花岗岩; $\epsilon\sigma_5^{(2)}$. 石英正长岩; $\tau\pi K_1$. 石英粗面斑岩潜火山岩体; $\lambda\pi K_1$. 流纹斑岩潜火山岩体

及局部地段的岩浆分异作用, 在成因类型上属淬冷包体。沐尘岩体还常见环斑长石, 多为正环斑长石, 即内核为钾长石, 环边为斜长石; 也有的环斑长石内核为斜长石, 环边为钾长石。环斑长石与暗色包体呈正消长的关系, 暗色包体多, 环斑长石也多, 以边缘相居多, 它们之间存在成因上的密切联系, 均是两种岩浆不均一混合作用的产物。

根据野外观察、室内薄片鉴定以及国际地质科学联合会的火山岩化学分类^[9], 西山头组火山岩主要为粗面质岩石, 局部过渡为粗面英安质岩石; 潜火山岩比喷出岩略偏酸性, 主要为粗面英安质岩石。局部过渡为流纹岩。西山头组火山岩

依据岩性组合和冷却单元划分为3个岩性段, 岩石类型以熔结凝灰岩为主体, 在冷却单元的下部, 局部出现火山-沉积岩、角砾集块岩、凝灰角砾岩及凝灰岩等。熔结凝灰岩按碎屑组分进一步划分, 以玻璃屑熔结凝灰岩为主, 西山头组第三段出现较多的玻璃屑屑熔结凝灰岩, 晶屑成分主要是钾长石及少数斜长石、黑云母, 局部还有少量角闪石等。潜火山岩呈灰紫色, 具斑状结构, 斑晶含量5%~15%不等, 以钾长石为主, 次为斜长石及角闪石、黑云母; 基质由隐晶-微晶质长石及少量石英组成, 粗面结构, 局部为显微包含结构。斜长石斑晶或晶屑周围时见钾长石环边, 喷出岩中暗色矿物常有暗化边或已全部暗化。

图3 梧村地区钾玄质岩石的 $w(\text{K}_2\text{O}) - w(\text{SiO}_2)$ (a) 和 $w(\text{K}_2\text{O}) - w(\text{Na}_2\text{O})$ (b) 图解Fig. 3 Diagram of K_2O vs. SiO_2 (a) and K_2O vs. Na_2O (b) for the shoshonitic rocks from the Wucun area(底图据 Peceenillo, 1976^[11]; 图中符号同图2)表2 浙江梧村地区钾玄质岩石的稀土元素含量 ($w_p/10^{-6}$)Table 2 REE abundance of the shoshonitic rocks from the Wucun area in Zhejiang $/10^{-6}$

序号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	$\delta(\text{Eu})$
1	27.6	74.6	5.63	24.6	4.18	0.93	3.07	0.71	4.07	0.94	2.92	0.42	2.59	0.43	16.5	152.91	0.77
2	63.5	89.6	12.20	47.7	8.72	2.90	6.30	1.07	6.90	1.16	3.13	0.46	2.94	0.47	27.3	247.05	1.15
3	56.7	82.4	11.00	43.6	8.29	3.77	6.62	1.22	7.19	1.20	2.79	0.44	2.64	0.41	23.1	228.27	1.52
4	44.6	67.2	9.34	39.6	7.46	3.27	5.60	0.90	5.46	0.98	2.48	0.35	2.15	0.34	22.2	189.73	1.50
5	43.7	63.4	8.92	38.3	7.54	4.50	5.76	0.89	5.98	1.03	2.25	0.35	2.10	0.32	18.4	185.04	2.03
6	45.0	75.3	9.13	35.0	6.97	3.55	5.32	0.97	5.14	0.85	2.30	0.36	2.16	0.34	16.3	192.39	1.73
7	47.0	80.0	9.77	36.4	7.07	3.89	5.02	0.84	5.10	0.86	2.42	0.36	2.18	0.33	16.8	201.24	1.92
8	76.0	106.0	15.60	67.2	10.80	1.56	7.53	1.23	7.47	1.55	4.67	0.64	3.74	0.56	32.0	304.55	0.51
9	67.4	96.6	12.60	50.8	8.49	1.19	6.47	0.81	6.29	1.30	4.00	0.60	3.54	0.53	28.4	260.62	0.47
10	56.9	110.0	12.01	42.6	7.60	1.39	6.61	1.02	6.18	1.16	2.91	0.63	3.59	0.56	31.5	253.16	0.31
11	59.17	104.7	12.74	41.51	7.37	1.45	6.41	1.09	5.03	1.09	3.06		3.00	0.50			0.63
12	57.6	88.9	11.20	49.7	8.72	1.67	6.43	0.94	5.67	1.17	3.48	0.51	2.70	0.42	24.5	238.66	0.68
13	58.3	110.0	12.28	43.3	7.70	1.87	6.85	1.02	5.96	1.10	2.73	0.53	2.88	0.48	29.5	255.00	0.39
14	45.2	90.0	10.34	37.7	7.00	1.80	5.85	0.95	5.61	1.07	2.60	0.54	3.00	0.49	28.6	212.15	0.42
15	53.2	83.0	10.80	49.6	8.02	1.88	5.97	0.91	5.48	1.15	3.26	0.45	2.56	0.37	21.7	226.65	0.80

注: 序号说明同表1; 6~7、10、13~14由中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所用 ICP-MS 方法测定, 其他由宜昌地质矿产研究所用 ICP-AES 方法测定, 分析误差均小于5%。

0.31, $\delta(\text{Eu})$ 值变化与 $w(\text{SiO}_2)$ 不相关, 与分异指数(DI)也不呈线性相关; $w(\text{LREE})/w(\text{HREE})$ 为 8.9~10.8, 反映轻稀土明显富集、重稀土亏损的特点。从稀土元素球粒陨石标准化配分模式(图4)可以看出, 除 Eu 外, 表现为近于平行的向右倾斜曲线, 说明它们是同源岩浆演化的产物。从西山头组火山岩、潜火山岩到沐尘岩体, Eu 由正异常转变为负异常, 这与岩浆的结晶分异作用过程有关, 西山头组火山岩由于分异不充分等复杂原因, 使 Eu 出现正异常, 而沐尘岩体经历了较长期的结晶分异作用, 分离结晶出大量的斜长石, 致

使 Eu 转变为负异常。

表3列出了梧村地区钾玄质岩石的微量元素含量。岩石样品的原始地幔标准化的微量元素蛛网图见图5。可以看出, 西山头组火山岩、潜火山岩与沐尘岩体具有基本一致的曲线模式, 大离子亲石元素(Rb、Ba、Th、K)明显富集, 使微量元素分布模式显示出“隆起”的特点。微量元素分布模式的另一个特点是所有样品具有明显的 Ta、Nb、Ti 负异常, Sr 和 P 也有不同程度的负异常, 具有火山弧花岗岩和板内花岗岩的某些特征。Ti 和 Sr 的负异常可能与钛铁矿的分离结晶作用有关;

表3 浙江梧村地区钾玄质岩石的微量元素含量($w_B/10^{-6}$)Table 3 Abundance of trace elements for the shoshonitic rocks from the Wucun area in Zhejiang $/10^{-6}$

序号	Rb	Ba	Th	U	Nb	Sr	Zr	Hf	Ta	Sc	Cr	Co	Ni	V	Ta/Yb	Ce/Yb	Th/Yb
1	170.0	840	14.8	0.64	15.5	161	308	9.6	1.20	6.9	2	5.8	4	22.0	0.46	28.80	5.71
2	179.0	790	17.6	1.98	21.9	84	260	5.9	1.60	3.6	2	5.1	4	16.0	0.54	30.48	5.99
3	194.0	910	13.8	1.31	18.5	400	285	8.8	1.20	6.7	4	7.3	8	18.0	0.45	31.21	5.23
4	148.0	1800	16.6	0.64	27.5	245	310	7.1	1.60	6.2	2	5.0	7	20.0	0.74	31.26	7.72
5	183.0	1280	12.2	1.00	17.9	640	230	6.1	1.50	6.5	2	6.1	1	20.0	0.71	30.19	5.81
6	175.0	1400	13.2	1.98	16.6	900	260	11.3	1.20	6.1	3	6.6	6	23.0	0.56	34.86	6.11
7	176.0	1360	12.7	1.76	15.7	805	220	7.6	1.20	5.6	4	9.0	4	18.0	0.55	36.70	5.83
8	197.0	830	21.4	1.98	28.2	123	250	8.2	1.20	2.8	0	4.4	2	1.9	0.32	28.34	5.72
9	230.0	760	25.1	1.98	24.6	550	210	7.6	1.60	4.3	1	7.8	6	38.0	0.45	27.29	7.09
10	217.7	564	18.4	2.29	26.4	426	277	15.0	1.70						0.47	30.64	5.13
12	167.0	670	18.5	2.42	15.1	800	170	5.9	1.20	11.5	2	14.5	4	101.0	0.44	32.93	6.85
13	151.9	616	13.7	2.88	19.9	709	242	14.3	1.18						0.41	38.19	4.76
14	191.4	575	15.5	3.24	21.0	618	232	15.2	1.49						0.50	30.00	5.17
15	154.0	840	16.2	1.98	17.6	1100	210	4.9	1.20	15	5	17.3	3	122.0	0.47	32.42	6.33

注: 序号同表1, 测试单位及方法同表2。

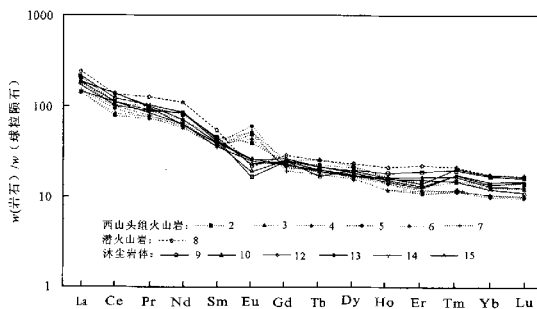


图4 梧村地区钾玄质岩石稀土元素球粒陨石标准化配分模式

Fig. 4 Chondrite-normalized REE patterns for the shoshonitic rocks from the Wucun area

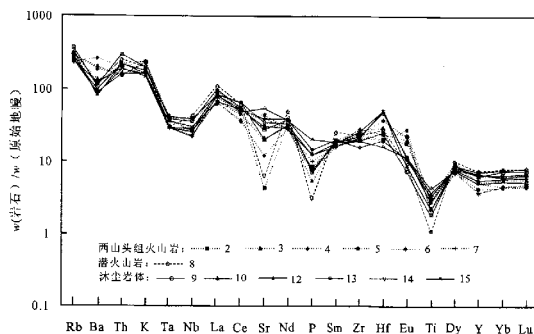
(底图据 Boynton, 1984^[12])

图5 梧村地区钾玄质岩石原始地幔标准化微量元素蛛网图

Fig. 5 Primitive mantle-normalized trace element spider diagram for the shoshonitic rocks from the Wucun area

(底图据 Sun, et al, 1989^[13])

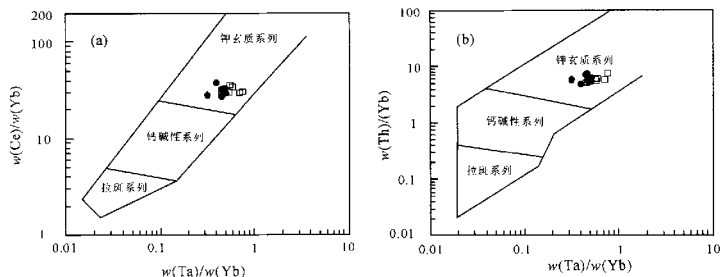


图6 梧桐地区钾玄质岩石的 $w(\text{Ce})/w(\text{Yb}) - w(\text{Ta})/w(\text{Yb})$ (a) 和 $w(\text{Th})/w(\text{Yb}) - w(\text{Ta})/w(\text{Yb})$ (b) 图解

Fig. 6 Diagram of Ce/Yb vs. Ta/Yb (a) and Th/Yb vs. Ta/Yb (b) for the shoshonitic rocks from the Wucun area

(底图据 Muller, 1995^[5]; 图中符号同图2)

而P负异常,表明有磷灰石的分离结晶。岩石具有高的 $w(\text{Ce})/w(\text{Yb})$ (27.29 ~ 38.19)、 $w(\text{Ta})/w(\text{Yb})$ (0.32 ~ 0.74) 和 $w(\text{Th})/w(\text{Yb})$ (4.76 ~ 7.72) 比值,在 $w(\text{Ce})/w(\text{Yb}) - w(\text{Ta})/w(\text{Yb})$ (a) 和 $w(\text{Th})/w(\text{Yb}) - w(\text{Ta})/w(\text{Yb})$ (b) 图解(图6)上,所有样品均落入钾玄质系列岩石区。为确定钾玄质岩石形成的构造环境,利用 Pearce 的 $\text{Rb} - (\text{Y} + \text{Nb})$ 判别图解^[14],样品投影点落在火山弧花岗岩(VAG)和板内花岗岩(WPG)的交界处(图7),表明岩石具有板内花岗岩的某些特征,而非板内花岗岩,是一种后碰撞花岗岩

岩^[15],说明梧桐地区钾玄质岩形成于燕山晚期挤压造山作用以后的区域拉伸构造环境^[16]。

4 找矿意义

梧桐地区矿产资源丰富,形成以沐尘岩体为中心的银、多金属(黄铁矿)矿田,矿田内有大型多金属(黄铁矿)矿床1处,小型铅锌矿床、银矿床各1处,小型萤石矿床2处,铅锌矿点6处,多金属矿点1处,铜矿点1处,金银矿点1处,另有黄铁矿矿床(点)共9处,其成因类型属中温—中低温热液矿床^[17, ③]。矿床(点)主要定位于沐尘岩体、西山头组火山岩、潜火山岩与龙游岩群变质岩的接触带上。溪口大型中温热液型多金属(黄铁矿)矿床就产在沐尘岩体的内外接触带,内接触带矿体往往较外接触带矿体厚,且品位富,矿石中含有较高的氟,这些现象说明矿液来自沐尘岩体,属岩浆期后中温热液交代矿床^③。矿体与钾玄质岩浆岩在时间和空间上密切共生,从所圈出的地球化学异常分布看,也与钾玄质岩浆岩存在空间联系,钾玄质岩浆岩本身就是成矿母岩,是重要的找矿岩石学标志。

5 结论

(1) 浙江梧桐地区西山头组火山岩、潜火山岩与沐尘岩体富碱 ($w(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) = 7.80\% \sim 11.48\%$)、高钾 ($w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{Na}_2\text{O}) = 1.10 \sim 1.67$)、贫钛 ($w(\text{TiO}_2) = 0.22\% \sim 0.88\%$)、低铁 ($w(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) = 2.91\% \sim 6.36\%$)、铝含量较

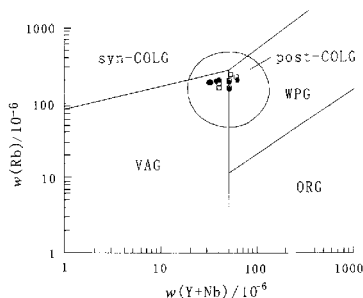


图7 梧桐地区钾玄质岩石构造环境的微量元素判别图

Fig. 7 Tectonic discrimination diagram using trace elements for the shoshonitic rocks from the Wucun area

(底图据 Pearce, 1996^[15]; 图中符号同图2)

syn-COLG. 同碰撞花岗岩; post-COLG. 后碰撞花岗岩; VAG. 火山弧花岗岩; ORG. 洋脊花岗岩; WPG. 板内花岗岩

③ 浙江省地质矿产局. 浙江省区域矿产总结. 1988: 246 ~ 250.

高($w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 15.39\% \sim 18.24\%$)、 $w(\text{SiO}_2)$ 中等($56.96\% \sim 69.02\%$)，富集大离子亲石元素和轻稀土元素，且 $w(\text{Ce})/w(\text{Yb})$ ($27.29 \sim 38.19$)、 $w(\text{Ta})/w(\text{Yb})$ ($0.32 \sim 0.74$)和 $w(\text{Th})/w(\text{Yb})$ ($4.76 \sim 7.72$)比值高，表明是典型的钾玄质岩石。

(2) 西山头组火山岩、潜火山岩与沐尘岩体在空间上密切共生，在岩石类型、岩石化学和稀土元素、微量元素地球化学方面具有相似性和一致性，说明它们具有成因上的相关性。而 $w(\text{K}_2\text{O})$ 与 $w(\text{SiO}_2)$ 不呈明显的线性关系，其 $\delta(\text{Eu})$ 值变化与 $w(\text{SiO}_2)$ 、分异指数也不呈线性相关，表明钾玄质岩石具有独立的富碱高钾的岩浆来源。根据微量元素地球化学分析，钾玄质岩石形成于燕山晚期挤压造山作用以后的区域拉伸构造环境。

(3) 梧村地区矿产资源丰富，矿床在时间和空间上与钾玄质岩浆岩密切共生，钾玄质岩浆岩本身就是成矿母岩，是重要的找矿岩石学标志。

参考文献:

- [1] Morrison G W. Characteristics and tectonic setting of shoshonite rock association [J]. *Lithos*, 1980, 13(1): 97-108.
- [2] 李献华, 周汉文, 刘颖, 等. 粤西阳春中生代钾玄质侵入岩及其构造意义: I. 岩石学 and 同位素地质年代学 [J]. *地球化学*, 2000, 29(6): 514-520.
- [3] Rottura A. Origin and significance of the Permian high K calc-alkaline magmatism in the Central-Eastern Southern Alps, Italy [J]. *Lithos*, 1998, 45: 329-348.
- [4] Ugo Pognante. Shoshonite and ultrapotassic post collisional dykes from Northern Karakorum Sinking (China) [J]. *Lithos*, 1990, 26: 305-316.
- [5] Muller D, Groves D I. Potassic Igneous Rocks and Associated Gold-copper Mineralization [M]. Berlin: Springer Verlag, 1995: 1-144.
- [6] 李献华, 周汉文, 刘颖, 等. 桂东南钾玄质侵入岩带及其岩石学和地球化学特征 [J]. *科学通报*, 1999, 44(18): 1992-1998.
- [7] 浙江省地质矿产局. 浙江省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1989: 222-280.
- [8] Gradstein F M, Ogg J G, Smith A G. 国际地层表 [J]. 金玉珏, 王向东, 王玥, 译. *地层学杂志*, 2005, 29(2): 98.
- [9] Le Bas M J, Le Maitre R W, Streckeisen A, et al. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram [J]. *Journal of Petrology*, 1986, 27: 745-750.
- [10] 王先一, 赵振华, 包志伟, 等. 浙江花岗岩类地球化学与地壳演化——I. 显生宙花岗岩类 [J]. *地球化学*, 1997, 26(5): 1-15.
- [11] Peceenillo A, Taylor S R. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey [J]. *Contrib Mineral Petrol*, 1976, 58: 68-81.
- [12] Boynton W V. Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies [M] // Henderson P. *Rare Earth Element Geochemistry*. Amsterdam: Elsevier, 1984: 63-114.
- [13] Sun S S, McDonough W F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes [J]. *Geol Soc Spec Publ*, 1989, 42: 313-345.
- [14] Pearce J A, Harris N B W, Trindle A C. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks [J]. *Journal of Petrology*, 1984, 25(4): 956-983.
- [15] Pearce J A. Sources and settings of granitic rocks [J]. *Epi-sodes*, 1996, 19(4): 120-125.
- [16] 肖庆辉, 邓晋福, 马大铨, 等. 花岗岩研究思维与方法 [M]. 北京: 地质出版社, 2002: 12-53.
- [17] 陶奎元, 高天钧, 陆志刚, 等. 东南沿海火山岩基底构造及火山-侵入作用与成矿关系 [M]. 北京: 地质出版社, 1998: 63-65.