

四川平武稀有金属花岗岩与绿柱石的成矿属性

叶松¹ 元利剑¹ 罗永安¹ 周开灿² 裴景成¹

1. 中国地质大学,湖北 武汉 430074; 2. 西南工业大学,四川 绵阳 621000

摘要:通过对四川平武稀有金属花岗岩体的岩石地球化学特征的研究,阐述该区花岗岩与绿柱石的成矿关系。研究表明:平武花岗岩体造岩矿物组合为石英、钠长石、钾长石和白云母;岩石化学成分铝过饱和、富钠、偏碱性,稀土元素含量很低,富含 Be、W、Sn、Li、Ta、Rb 等稀有元素;属花岗岩浆高度分异演化晚期阶段的产物;由岩浆期后的云英岩化形成气成—热液型绿柱石宝石矿床。

关键词:稀有金属花岗岩;岩石地球化学;绿柱石宝石;成矿属性

中图分类号:P588.12⁺1;P619.28⁺101 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7849(2001)02-0065-06

四川平武—甘孜—丹巴等地,新近发现多处规模较大的绿柱石宝石矿床。产出的绿柱石晶体块度大,晶形较完整,透明,净度较高,与之伴生的尚有宝石级的锡石和白钨矿晶体,矿床具较广泛的开发应用前景。虽然该区绿柱石矿床的地质特征有待深入研究,但初步研究表明,该区绿柱石矿床的成因明显有别于我国其它产地的绿柱石^[1],属典型的花岗岩浆期后气成—热液矿床。笔者重点对平武稀有金属花岗岩体的岩石地球化学特征进行了研究,在此基础上初步阐述了该区花岗岩与绿柱石及白钨矿成矿的关系,以期寻找更多的非伟晶岩型绿柱石宝石矿床提供有用的信息。

1 地质背景

平武绿柱石矿区位于扬子地块西北缘的松潘—甘孜印支褶皱带内,地处东西向的磨子坪—纳采倒转复向斜中的次级紫柏杉穹窿背斜核部。燕山早期花岗岩(白云母 K-Ar 同位素年龄 164 Ma)分布于平武县虎牙乡的紫柏杉—武柱塘一带,构造上岩体明显受控于紫柏杉穹窿背斜,在沿背斜核部的中三叠纪地层中侵入一些出露面积小于 1 km² 的小花岗岩体,这些岩体呈“岩滴”状成群产出,并近似整合地侵入于杂谷脑组下段变质砂板岩夹结晶灰岩岩层中^[2,3],围岩蚀变明显。与绿柱石成矿关系密切的有紫柏杉、蒲口坡、哗哗水、武柱塘 4 个出露面积 0.16

~0.35 km² 的小岩体,其中紫柏杉岩体较大,出露较好。紫柏杉岩体平面上呈不规则椭圆状,沿北东—南西方向延伸,长轴约 800 m,短轴约 700 m。岩体以近于整合的产状顺层侵入于杂谷脑组下段的大理岩与绢云母千枚岩互层的地层中。接触面产状与围岩的产状近于一致,并向外倾斜,岩体东南倾角较陡,约 40°左右,西北倾角较缓,约 10°~20°。从岩体产状推测,紫柏杉岩体与相邻的另外 3 个岩体出现在大致相同的层位上,在平面上彼此之间的距离都在几公里之内,它们有可能在地下深处连为一体。

这些岩体与围岩的接触带附近蚀变较强烈,主要为云英岩化、白云母化及萤石化。蚀变带厚度不等,多呈似层状、透镜状沿接触面断续分布。局部见钠长石化、电气石化及硫锑铅矿化。绿柱石矿化与岩浆期后云英岩化关系密切,属典型的云英岩型和石英脉型矿床。在岩体顶部或边部的云英岩化花岗岩中白云母含量可达 30%左右,在白云母富集的部位常产出宝石级的绿柱石、锡石和白钨矿晶体。岩体周围有大量的花岗岩或花岗斑岩细脉及各种石英脉沿节理和围岩的层间裂隙产出。花岗岩脉的岩石化学成分和矿物组成与主岩体基本相同。石英脉类包括纯石英脉、长石石英脉、白云母石英脉、电气石石英脉、萤石石英脉和方解石石英脉,它们常相互交叉,构成网脉状。石英脉裂隙和晶洞内常生长有绿柱石、白钨矿和锡石晶簇,构成含矿脉。

收稿日期:2000-12-10

编辑:曲梅兰

基金项目:国家自然科学基金资助项目(49772096)

作者简介:叶松,男,1964年5月生,工程师,主要从事岩石矿物测试与研究

2 岩相学和矿物学特征

本区紫柏杉、蒲口坡、哗哗水和武柱塘4个岩体的岩石学特征相似。岩石均为白色—灰白色,造岩矿物的组成和含量(w_B)范围:石英为15%~35%,钠长石为35%~50%,钾长石为20%~40%,白云母为5%~15%。常见副矿物有磷灰石、电气石、石榴石、锆石和黄铁矿等。岩石具有中细粒不等粒结构和似斑状结构。不同岩石中钠长石粒度存在较大差异,多数岩石中钠长石具有大小不等的两种粒度,大者0.5~3.0 mm,呈宽板状,聚片双晶发育;小者0.1~0.2 mm,呈细小板条状。钾长石多呈板状晶体,常见粒度0.5~2.0 mm,大者可达3~4 mm。部分钾

长石中含有细小的钠长石出溶条纹。有些钾长石中包裹的小板条状钠长石嵌晶常以其延长方向沿钾长石的(010)和(001)方向规则排列,形成一种类似棋盘格子状的结构。在岩体的某些部位或矿脉中钾长石还以巨晶或晶簇形态产出。在似斑状结构的岩石中,斑晶是钾长石、石英和粗粒钠长石,而细小板条状的钠长石微晶构成基质。长石成分的电子探针分析结果(表1)表明,钾长石中的or分子和钠长石中的ab分子多数都在95%以上,二者都近于端员组成。白云母无色,片状,粒度为0.075×0.25~0.38×1.25 mm。白云母成分的电子探针分析结果列于表2,与典型白云母相比,本区白云母化学组成相对富Si和Al。

表1 平武花岗岩长石成分和端员成分

Table 1 Chemical composition and end members of feldspar in Pingwu granite

岩体	样号	矿物	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	总和	ab	an	or
紫柏杉岩体	ZP-2-1	钾	64.46	17.43	0.03	0.55	16.60	99.08	4.80	0.10	95.10
	ZP-12-1	长	63.32	17.32	0.00	0.38	17.04	98.10	3.30	0.00	96.70
	ZP-12-2	石	63.41	17.47	0.00	0.46	16.51	97.87	4.10	0.00	95.90
	ZP-2-1	钠	68.19	19.33	0.75	11.65	0.07	100.00	96.20	3.40	0.40
	ZP-2-2	长	66.79	18.90	0.73	11.63	0.00	98.08	96.70	3.30	0.00
	ZP-12-1	石	67.49	19.51	0.21	11.23	0.14	98.64	98.20	1.00	0.60
蒲口坡岩体	P-2-1	钾长石	65.72	17.72	0.00	0.68	15.79	99.99	6.10	0.00	93.90
	P-2-2		67.18	18.66	0.01	0.85	14.85	101.57	8.00	0.00	92.00
	P-4-1		64.44	18.76	0.00	0.43	14.83	98.54	4.20	0.00	95.80
	P-4-2		64.97	18.38	0.01	0.50	17.21	101.07	4.20	0.00	95.80
	PP-01-1		64.19	18.77	0.00	0.30	16.88	100.17	2.60	0.00	97.40
	P-01-2		63.91	17.49	0.08	0.84	16.02	98.35	7.40	0.40	92.30
	PP-02-1		65.38	18.87	0.03	0.44	16.03	100.76	4.00	0.10	95.90
	PP-02-2		63.97	18.33	0.03	0.23	15.87	98.48	2.10	0.10	97.70
坡岩体	P-2-1	钠长石	69.41	19.86	0.00	11.47	0.70	101.49	96.10	0.00	3.90
	P-2-2		69.16	19.93	0.01	10.57	0.12	99.94	99.20	0.00	0.70
	P-2-3		68.00	19.56	0.00	12.05	0.10	99.77	99.50	0.00	0.50
	P-2-4		66.48	19.57	0.33	11.38	0.11	97.91	97.80	1.60	0.60
	P-4-1		68.62	19.45	0.00	10.71	1.20	100.00	93.10	0.00	0.90
	P-4-2		66.95	19.43	0.29	12.24	0.07	98.99	98.30	1.30	0.40
	PP-01-1		67.42	20.30	0.63	10.99	0.07	99.42	96.50	3.10	0.40
	P-01-2		68.15	18.63	0.04	11.33	0.05	97.97	99.50	0.20	0.30
	YP-02-1		68.46	19.93	0.01	11.47	0.09	99.97	99.40	0.00	0.50
	YP-02-2		69.75	20.23	0.02	11.01	0.09	101.10	99.30	0.10	0.60

注:总和中还包括微量的Ti、Fe、Mn、Mg等杂质。测试仪器:电子探针(JCXA-733);测试条件:加速电压15 kV,束流 2×10^{-8} ;测试人:杨勇

表2 平武花岗岩白云母成分

Table 2 Chemical composition of muscovite in Pingwu granite

岩体	样号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	总和
紫柏杉岩体	ZP-2	49.19	0.14	31.59	3.61	0.14	0.47	0.00	0.28	10.64	96.20
	ZP-12	48.78	0.50	33.12	2.21	0.20	0.84	0.00	0.21	10.86	96.72
	PP-01	48.12	0.54	33.29	1.84	0.11	1.06	0.00	0.51	10.64	96.16
蒲口坡岩体	P-4	47.71	0.16	34.35	1.20	0.16	1.23	0.00	0.17	10.71	95.69
	YP-02	47.88	0.03	35.80	1.06	0.08	0.65	0.02	0.13	8.97	94.62
	P-2	47.06	0.37	34.33	1.80	0.18	0.80	0.04	0.21	10.12	94.91

测试仪器:电子探针(JCXA-733);测试条件:加速电压15 kV,束流 2×10^{-8} ;测试人:杨勇

3 岩石地球化学特征

3.1 岩石化学成分

平武花岗岩的化学成分列于表3。岩石化学成分特征表现为铝过饱和富钠偏碱性,平均含量 $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 15.76$, $w(\text{Na}_2\text{O}) = 4.60$, $w(\text{K}_2\text{O}) = 4.25$ 。 $n(\text{Al})/n(\text{K} + \text{Na} + \text{Ca})$ 为 1.01~1.43, $n(\text{Na})/n(\text{K})$ 为 1.33~2.15。与中国花岗岩平均成分^[4]相比,也明显高Al、富碱、富Na,而Ti、Fe、Mg、Ca含量偏低。CIPW标准矿物中刚玉分子 $w(\text{C})$ 为 2.55%~5.05%,an含量极低, $w(\text{or})$ 和 $w(\text{ab})$ 之和达 52.62%~79.61%。反映在矿物组成上,岩石中不含暗色铁镁矿物,斜长石均为小于 An_{10} 的钠长石,钾长石也接近or端员组成。用AR—SiO₂图(图1)判别,岩石属碱性系列。用q'—ANOR岩石化学分类图(图2)判别,大多数样品点都投入2区和3a区,且3a区中的投点均靠近2区,因此岩石类型为碱长花岗岩。

岩石的分异指数高,D1值为 87.59~94.20。将CIPW标准分子投入q—ab—or等压平衡图(图3)上,投点落在 0.3~0.5 GPa 等压线之间。这表明平武花岗岩是花岗岩浆经高度分异演化的低熔岩浆在水压较高的条件下结晶的,岩石矿物组成中的钠长石和钾长石都近于端员组成,二者正是在水压较高条件下的低温共结晶的产物。

表3 平武花岗岩岩石化学成分

Table 3 Petrochemical composition of the Pingwu granite

组 分	紫柏杉花岗岩				蒲口坡花岗岩			中国花岗岩
	ZP-2-①	ZP-12	S4 ^②	S5 ^②	P-2	YP-02	PP-10	平均值 ^④
SiO ₂	73.02	67.35	72.30	72.12	71.58	71.69	72.37	71.27
TiO ₂	0.03	0.08	0.05	0.05	0.10	0.03	0.07	0.25
Al ₂ O ₃	15.55	18.47	15.08	14.48	16.43	14.75	15.58	14.25
Fe ₂ O ₃	0.09	0.38	0.47	1.01	0.33	0.07	0.57	1.24
FeO	0.58	0.45	0.99	1.17	0.75	0.38	0.52	1.62
MnO	0.08	0.03	0.04	0.03	0.05	0.02	0.03	0.08
MgO	0.18	0.28	0.06	0.04	0.37	0.20	0.29	0.80
CaO	0.29	0.33	0.86	0.54	0.34	1.99	0.35	1.62
Na ₂ O	5.32	5.29	4.43	3.70	4.15	4.47	4.85	3.79
K ₂ O	3.76	5.83	3.43	3.57	4.00	5.05	4.10	4.03
P ₂ O ₅	0.08	0.09			0.11	0.29	0.12	0.16
CO ₂	0.17	0.26			0.27	0.31	0.27	0.53
H ₂ O ⁺	0.62	0.89			1.25	0.76	0.63	0.56
总 和	99.77	99.73	97.71	96.71	99.73	100.01	99.75	100.20
or	22.27	34.51	20.04	21.15	23.94	30.06	24.49	
ab	45.10	45.10	37.76	31.47	35.14	37.76	40.91	
an	0.42	0.70	4.17	2.78	0.70	5.29	0.70	
q	26.83	13.28	30.82	34.97	30.76	23.19	27.58	
c	2.60	3.21	2.55	3.47	5.05		3.16	
D1	94.20	92.89	88.62	87.59	89.84	91.01	92.89	
AR	3.57	3.84	2.95	2.88	2.89	3.64	2.56	
$n(\text{Na})/n(\text{K})$	2.15	1.39	2.00	1.58	1.56	1.33	1.77	
$n(\text{Al})/n(\text{K} + \text{Na} + \text{Ca})$	1.19	1.21	1.28	1.38	1.43	1.01	1.22	

注:①据四川区调队,1:20万区调报告;②据文献[4]

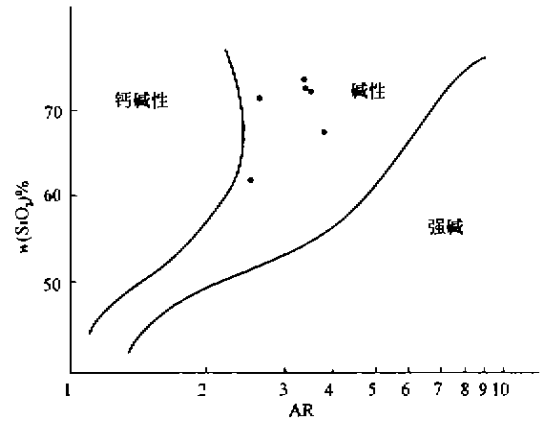


图1 平武花岗岩在AR—w(SiO₂)图^[5]中的位置

Fig.1 Position of the Pingwu granite in AR—w(SiO₂) diagram

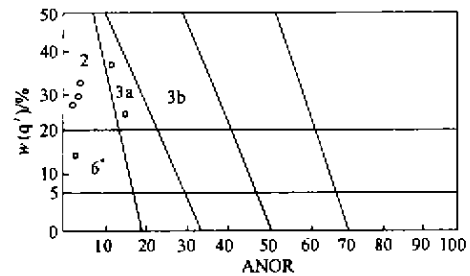


图2 平武花岗岩在w(q')—ANOR图^[5]中的位置

Fig.2 Situation of the Pingwu granite in w(q')—ANOR diagram

2. 碱长花岗岩; 3a. 花岗岩; 3b. 二长花岗岩; 6'. 碱长石英正长岩

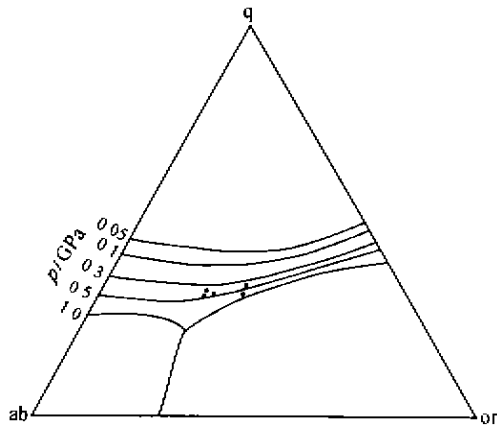
图3 平武花岗岩在q-ab-or图^[6]中的位置

Fig. 3 Position of the Pingwu granite in q-ab-or diagram

3.2 稀土元素

平武花岗岩稀土元素分析结果列于表4。球粒陨石标准化配分型式如图4。为便于对比,表中同时列入酸性岩的稀土元素含量平均值、430 锂云母钠长石花岗岩^[7]和华北 M111 稀有金属花岗岩^[8]的稀土元素平均含量。平武花岗岩的稀土元素含量很低, $w(\text{REE})$ 为 $12.01 \times 10^{-6} \sim 25.83 \times 10^{-6}$, 平均为 19.09×10^{-6} 。远远低于酸性岩平均值,也低于 430 和 M111 稀有金属花岗岩。平武花岗岩的稀土配分型式为轻稀土略富集的 V 型曲线,轻重稀土分馏不明显, $w(\text{LREE})/w(\text{HREE})$ 为 0.62~5.73, 平均为 2.27; 具有明显的负铕异常, $\delta(\text{Eu})$ 为 0.21~0.68, 平均 0.40。我国华南地区一些花岗岩的研究结果表明,随着花岗岩浆分异演化由早到晚,稀土元素含量

逐渐降低,到晚期形成的稀有金属花岗岩,其稀土元素总量 $w(\text{REE}) < 130 \times 10^{-6}$, 其中最晚形成的含钽钠长石花岗岩,稀土元素更极度贫化, $w(\text{REE}) < 30 \times 10^{-6}$ 。稀土元素在花岗岩中的赋存状态通常有两种形式:①形成稀土元素独立矿物,如独居石、磷钇矿、褐帘石等;②赋存于暗色造岩矿物角闪石、黑云母和某些副矿物(如榍石)中。而浅色造岩矿物中稀土元素含量极低。平武花岗岩中没有上述富含稀土元素的矿物,这是其稀土元素含量极低的原因。

3.3 微量元素

平武花岗岩微量元素含量列于表5。显著的特点是 Be, W, Sn, Li, Nb, Ta, Rb 等稀有元素含量较高,与花岗岩平均值相比,富集系数均大于 1。其中 Be, W, Sn 的富集系数分别为 13.02~35.22, 3.71~100.89, 13.4~17.2。据我国华南燕山期花岗岩的研究结果^[9],花岗岩浆分异演化晚期阶段形成的岩体,其稀有元素含量明显增高,特别是 Be, 岩浆经过运移分异形成的岩体比未经明显分异岩体的 Be 含量要高得多,当 Be 含量超过花岗岩平均值 1 倍即可形成 Be 的独立矿物,而在岩浆的富 Na, Li, F 阶段主要形成绿柱石。看来,平武花岗岩稀有元素含量明显增高既表明它是花岗岩浆高度分异演化的产物,也为绿柱石、白钨矿、锡石的矿化提供了物质基础。此外,较高的 $w(\text{Rb})/w(\text{Sr})$ 和 $w(\text{Rb})/w(\text{Ba})$ 比值也是花岗岩明显分异演化的佐证。

综合上述岩石学、矿物学、岩石化学、稀土和微量元素地球化学特征,平武花岗岩与典型的稀有金属花岗岩^[8,10]可以对比,因此平武花岗岩应属于稀有金属花岗岩。

表4 平武花岗岩稀土元素丰度

Table 4 Abundance of rare earth elements in Pingwu granite

样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	REE	$\delta(\text{Eu})$	$w(\text{LREE})/w(\text{HREE})$
	$w_{\text{g}}/10^{-6}$																	
P-2	6.80	6.65	0.86	2.17	0.60	0.06	0.07	0.18	0.97	0.16	0.45	0.07	0.48	0.06	6.03	25.83	0.29	1.84
P-4	3.29	3.94	0.19	0.58	0.20	0.03	0.22	0.06	0.29	0.05	0.14	0.02	0.16	0.02	2.81	12.01	0.44	2.18
ZP-12	8.44	9.39	0.65	1.31	0.30	0.07	0.34	0.08	0.40	0.05	0.14	0.02	0.15	0.02	2.30	23.68	0.68	5.73
ZP-2-5	2.47	3.27	0.19	0.63	0.21	0.04	0.29	0.08	0.49	0.08	0.29	0.06	0.51	0.08	3.74	12.43	0.50	1.21
YP-02	0.22	5.78	0.42	1.07	0.42	0.03	0.45	0.12	0.69	0.13	0.25	0.04	0.38	0.04	4.81	20.72	0.21	2.06
PP-10	2.32	2.92	0.43	1.63	0.59	0.06	0.71	0.19	1.19	0.20	0.66	0.11	0.92	0.11	8.21	19.88	0.29	0.62
酸性岩 平均值 ^[7]	60	100	12	46	9	1.5	9	1.5	6.7	2	4	0.5	4	1	34	292.2	0.5	3.59
430 花 岗岩 ^[7]	10	55.4	4.6	12.5	3.4	0.1	2.6	0.7	3.9	0.7	2.1	0.4	2.7	0.4	8.6	124.1	0.10	4.62
M111 花 岗岩 ^[8]	7.5	22.30	3.67	11.55	4.40	0.08	3.01	0.54	1.81	0.21	0.42	0.11	0.34	0.04	15.68	71.82	0.064	2.21

注:①据Виноградов А. П., 1962

① 孙恭安,等.南岭钽花岗岩稀土元素地球化学特征(会议交流资料).1987

表 5 平武花岗岩微量元素丰度
Table 5 Abundance of trace elements in Pingwu granite

元 素	紫 柏 杉 岩 体				蒲 口 坡 岩 体						花岗岩 平均值 ^②	
	ZP-2-5	ZP-12	平均	富集系数 ^①	P-2	P-4	YP-02	PP-10	平均	富集系数 ^①		
	$w_{ij}/10^{-6}$											
Be	35.2	108.00	71.60	13.02	46.2	588.0	86.9	53.7	193.7	55.22	5.5	
W	5.12	6.01	5.57	3.71	6.5	98.7	488.0	11.8	151.33	100.89	1.5	
Sn	39.9	40.5	40.20	13.40	60.3	127.0	18.1	<1.0	51.6	17.20	3.0	
Li	157.0	476.0	316.50	7.91	389.0	257.0	285.0	35.7	249.18	6.24	40.0	
Nb	33.0	15.0	24.00	1.20	38.5	24.9	12.6	6.5	20.63	1.03	20.0	
Ta	28.2	1.6	14.90	4.26	12.7	3.9	9.1	6.3	8.0	2.29	3.5	
Rb	349.0	463.0	406.00	2.03	349.0	388.0	223.0	304.0	316.0	1.58	200.0	
Sr	17.8	80.2	49.00	0.16	33.8	305.0	292.0	25.7	164.13	0.55	300.0	
Ba	24.8	182.0	103.40	0.13	87.9	21.9	21.4	37.5	42.18	0.05	830.0	
Zr	42.5	39.8	41.15	0.21	39.5	25.4	28.6	36.3	32.45	0.16	200.0	
Hf	3.1	2.5	2.80	2.80	2.4	3.2	2.1	2.0	2.18	2.18	1.0	
Cu	9.7	11.4	10.55	0.53	51.6	11.6	5.4	6.5	18.78	0.94	20.0	
Pb	69.0	80.9	74.95	3.75	147.0	26.9	17.2	98.6	72.43	3.62	20.0	
Zn	36.2	104.0	88.20	1.47	89.4	77.0	25.0	33.1	56.13	0.94	60.0	
Ni	2.5	3.2	2.85	0.36	2.7	2.5	3.2	2.1	2.63	0.33	8.0	
Tb	1.4	<1.0			1.2	<1.0	<1.0	1.0			18.0	
$w(\text{Rb})/w(\text{Sr})$	19.61	5.77	8.20		10.33	1.27	0.76	11.83	1.93			
$w(\text{Rb})/w(\text{Ba})$	14.07	2.54	3.93		3.97	17.72	10.42	8.11	7.49			

注:①富集系数=平均值/花岗岩平均值;②花岗岩平均值据 田德胜等,1998 A 刊,1962

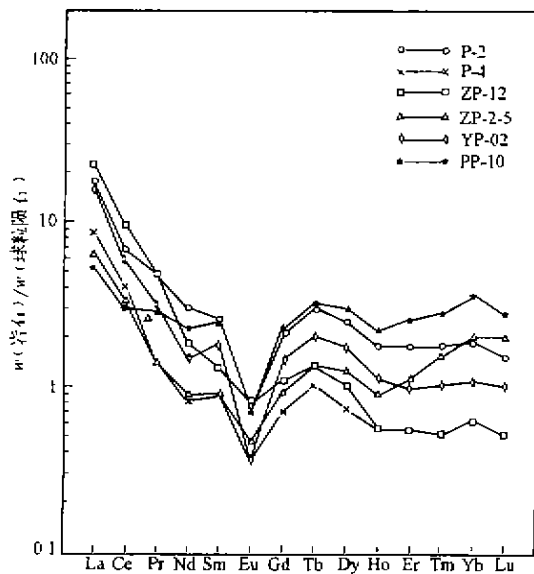


图 4 平武花岗岩稀土元素配分曲线
Fig. 4 REE distribution pattern in Pingwu granite

4 花岗岩与绿柱石矿化的关系

本区绿柱石矿化与花岗岩有密切关系。在空间上岩体的接触带发育云英岩化和萤石化等蚀变,其

中云英岩化与 Be, W, Sn 矿化关系密切,在云英岩化花岗岩中常出现网脉状矿化。在外接触带,含石英英脉呈脉状、网脉状产出,如在穹窿背斜东侧的厚层大理岩中,分布有产状不同的 4 组含石英英脉。其中一组主干矿脉长 100 m 以上,宽 0.3~3.0 m,脉间距 1~10 m。其余矿脉长 10~30 m,厚 0.3~2.0 m。矿脉的主要矿物成分是石英,次要矿物是白云母、长石、萤石等,矿石矿物是绿柱石、白钨矿和锡石。有的矿脉发育明显的带状构造,由内向外依次是:①石英带,全由石英组成;②萤石—石英带,此带为绿柱石、白钨矿和锡石的富集带;③白云母—萤石化大理岩带,该带也含有绿柱石和白钨矿。绿柱石、白钨矿、锡石常产于脉壁或晶洞中,呈团块状或晶簇状产出。这些矿物晶体巨大,单个晶体大者可达 1 kg 以上,且透明度好,具有极高的宝石学价值。在时间上,矿化形成于岩浆期后的气成—热液阶段。花岗岩浆中富含的 Be, W, Sn 等稀有金属元素是矿化的物源,它们呈易溶络合物形式在岩浆期后的残余岩浆—气水热液中进一步富集,随着钠长石和钾长石大量晶出,气水热液的酸碱度发生改变,导致云英岩化蚀变和含石英英脉的形成。随着地质作用的演化,在适当物理化学条件下,成矿元素络合物发生沉淀晶出成矿。

5 结 论

(1)平武花岗岩造岩矿物组成为石英、钠长石、钾长石和白云母,属碱长花岗岩类,岩石名称定为白云母钠长石花岗岩。

(2)平武花岗岩岩石化学成分富碱、富钠、高Al,低FeO,MgO,CaO。REE含量很低,轻重稀土分馏程度低,Eu负异常明显。富含Be,W,Sn,Li,Ta,Rb等稀有元素。花岗岩体是花岗岩浆高度分异演化晚期阶段的产物,具有稀有金属花岗岩的岩石地球化学特征,亦可命名为稀有金属花岗岩。

(3)绿柱石矿化与花岗岩岩浆期后的云英岩化关系密切,形成气成—热液云英岩型和石英脉型矿床。绿柱石、白钨矿和锡石晶体巨大,透明度高,构成优质宝石矿床。

文中岩石化学,稀土元素和微量元素测定由湖北地质实验研究所完成,矿物成分电子探针分析由中国地质大学(武汉)电子探针室完成,特此致谢!

参考文献:

- [1] 李兆麟,杨荣勇,李文,等.中国不同成因伟晶岩形成的物理化学条件[J].地质科技情报,1998,17(增刊):29-34.
- [2] 四川省地质局.四川省区域地质志[M].北京:地质出版社,1982.
- [3] 王实.中国宝玉石资源大全[M].北京:科学技术出版社,1999.300-319.
- [4] 黎彤,饶纪龙.中国岩浆岩的平均成分[J].地质学报,1963,43(3):271-280.
- [5] 邱家骥.应用岩浆岩岩石学[M].武汉:中国地质大学出版社,1991.161-176.
- [6] 邓晋福.岩石相平衡与岩石成因[M].武汉:武汉地质学院出版社,1987.10-16.
- [7] 王中刚,赵振华,赵惠兰.华南花岗岩的稀土元素分布模式[J].地球化学,1980,(1):1-11.
- [8] 叶德隆,任迎新,邵道乾.河北兴隆M111稀有金属花岗岩地球化学和矿化特征研究[J].现代地质,1991,5(1):13-23.
- [9] 中国科学院贵阳地球化学研究所.华南花岗岩的地球化学[M].北京:科学出版社,1979.267-278,317-338.
- [10] 叶德隆,邵道乾,任迎新.河北兴隆M111稀有金属花岗岩体地质和岩石学特征[J].地球科学——中国地质大学学报,1987,12(3):265-275.

RELATIONSHIP BETWEEN THE RARE-METAL CONTAINED GRANITIC INTRUSIONS AND BERYL MINERALIZATION IN PINGWU, SICHUAN, CHINA

Ye Song¹ Qi Lijian¹ Luo Yong'an¹ Zhou Kaichan² Pei Jingcheng¹

(1. China University of Geosciences, Wuhan Hubei 430074, China;

2. Southwest-China Institute of Technology, Mianyang Sichuan 621000, China)

Abstract: This paper presents lithochemical characteristics of the rare metal granite mass in Pingwu, Sichuan and discusses preliminarily the relationship between the granite and Be, W, Sn mineralogenesis. The forming minerals of the granite mass rock are composed of quartz, albite, potassium-feldspar and phlogopite in Pingwu. Its petrochemical compositions are supersaturated Al, rich Na and inclined to alkali. Its REE content is very low but its rare elements are many such as Be, W, Sn, Li, Ta, Rb etc. The granite mass is formed by high differentiation evolution of granite magma at its latest stage. While the pneumatolytic-hydrothermal deposits of beryl, scheelite and cassiterite are formed by the postmagmatic greisenization.

Key words: rare metal granite; petrochemistry and geochemistry; beryl gem; mineralization