

湖南千里山花岗岩体的 Nd-Sr 同位素 及岩石成因研究^{*}

毛景文 李红艳 裴荣富

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京)

提 要: 本文利用 Rb-Sr 等时线方法测得第一阶段似斑状黑云母花岗岩、第二阶段等粒黑云母花岗岩和第三阶段花岗斑岩的成岩年龄分别为 $(152 \pm 9) \times 10^6$ a、 $(137 \pm 7) \times 10^6$ a ~ $(136 \pm 6) \times 10^6$ a 和 $(131 \pm 1) \times 10^6$ a。Sr-Nd 同位素资料表明各阶段花岗质岩石均基本上源于地壳物质的重熔。与钨多金属矿化有关的似斑状黑云母花岗岩和等粒黑云母花岗岩属同一岩浆体系分异演化的产物, 其钨模式年龄 ($t_{DM} = 2307 \times 10^6$ a) 反映出成岩物质来自早元古宙地层的重熔。与铅-锌-银矿化有关的花岗斑岩的钨模式年龄 ($t_{DM} = 1284 \times 10^6 \sim 1578 \times 10^6$ a) 示意出其成岩物质来自中元古宙地层的重熔。

关键词: Rb-Sr 同位素 Nd-Sr 同位素 钨模式年龄 花岗岩 柿竹园钨矿床

湘南地区是我国重要的钨多金属矿产基地之一。其内有柿竹园、瑶岗仙、红旗岭、新田岭、黄沙坪和界牌一批大型、超大型矿床。与这些矿床有关的花岗岩类在地质地球化学和成因方面具有类同性。本文将柿竹园钨多金属矿区内的千里山岩体作为代表研究其 Sr-Nd 同位素特点。

近 10 多年来, 王昌烈等 (1987)^[10]、王书凤等 (1988)^[11]、胥友志等 (1989)^①、赵永鑫 (1988)^[17] 和熊鹏飞 (1989)^[12] 在研究柿竹园钨多金属矿床时, 曾对千里山花岗岩体的岩体地质、造岩矿物和地球化学进行了部分研究, 毛景文等 (1994)^[7] 对该岩体的岩石学、岩石化学、微量元素和稀土元素及从形成超大型矿床的异常方面作了系统地探讨。本文利用 Rb-Sr 同位素等时线方法测试了千里山岩体中各阶段岩石的成岩时代, 并利用 Nd-Sr 同位素方法厘定该岩体形成的物质来源和生成演化的某些特点。

1 岩体地质和地球化学简述

千里山花岗岩体为一个复式岩体, 由三个阶段岩石所组成。从早到晚有似斑状黑云母花岗岩 (5.9 km^2)、等粒黑云母花岗岩 (4.1 km^2) 和花岗斑岩脉。值得指出的是王昌烈等 (1987)^[10] 曾把等粒黑云母花岗岩中的粗粒相划为第二阶段, 细粒相列为第三阶段, 依次花岗斑岩为第四

^{*} 地质行业基金资助项目——“柿竹园钨多金属矿床成矿作用”研究成果的一部分

毛景文, 男, 38 岁, 研究员, 从事矿床学研究。邮政编码: 100037

① 胥友志、孙纯成、徐文光等, 1989, 东坡矿田及其外围锡铅锌隐伏矿床预测, 59~114

阶段。笔者经野外调查认为原划分的第二阶段和第三阶段属同一期,二者具相变关系,并用地质地球化学资料加以佐证(毛景文等,1995)^[7]。

千里山花岗岩体中三个阶段岩石的造岩矿物均为钾长石、钠长石、石英和黑云母。岩石化学资料表明其均属于铝过饱和系列花岗岩;分异指数分别为 94.3, 95.8 和 92.5;微量元素配分型式也类同。但似斑状黑云母花岗岩、等粒黑云母花岗岩与花岗斑岩之间的副矿物组合有所差别,前者为锆石、独居石、磷钇矿和钼石,后者为褐帘石、磷灰石、锆石、金红石和独居石,而且两者之间不存在地球化学演化关系。从似斑状黑云母花岗岩到等粒黑云母花岗岩,岩石分异程度增强、基性元素、Zr/Hf、La/Yb 比值降低,铀亏损趋于强烈;酸性不相容元素、挥发组分、成矿元素及 Rb/Sr、U/Th 比值增高。两期岩石均伴生有钨多金属矿化。花岗斑岩的分异程度低于前两期,Rb/Sr、U/Th 比值相对较低,Zr/Hf、La/Yb 比值增高,铀亏损程度较弱。

2 采样和测试

此次工作在坑道和公路旁侧采集了 21 件比较新鲜的花岗岩样品,其中 5 件似斑状黑云母花岗岩,11 件等粒黑云母花岗岩和 4 件花岗斑岩。在 11 件等粒黑云母花岗岩中,5 件具中粗粒构造,6 件为细粒构造。

对全部 21 件样品均进行了 Rb-Sr 和 Sm-Nd 同位素测试。Rb-Sr 同位素于中国地质科学院地质研究所实验室完成。样品破碎至 200 目以下,称取数十毫克至数百毫克样于聚四氟乙烯烧杯中,加入最佳稀释度的⁸⁷Rb,⁸⁴Sr 稀释剂,以混合酸(HF+HClO₄)溶解,蒸干。加 4NHCl 将

表 1 千里山花岗岩 Rb-Sr 和 Sm-Nd 同位素资料

Table 1. Rb-Sr and Sm-Nd isotopic data of granitoids in the Qianlishan Granite stock

样品 编号	样品 名称	Rb (10 ⁻⁶)	Sr (10 ⁻⁶)	Sm (10 ⁻⁶)	Nd (10 ⁻⁶)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	ε _{Sr} (t)	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	2σ	ε _{Nd} (t)	t _{DM} (10 ⁶ a)	t _{2DM} (10 ⁶ a)
Q3	似斑状	723.93	53.71	10.51	44.12	39.3157	0.79231	43.1	0.1440	0.512258	8	-6.39	1949	1289
Q-4		577.76	71.29	11.79	49.25	23.5670	0.76060	76.0	0.1448	0.512228	9	-6.99	2037	1338
Q-5	黑云母	597.26	59.11	7.34	28.42	29.4114	0.77079	41.4	0.1561	0.512222	13	-7.33	2450	1348
Q-6	花岗岩	633.27	43.54	8.34	32.01	42.4523	0.80021	59.0	0.1576	0.512241	8	-6.99	2465	1317
490-46		745.32	57.59	8.07	30.60	39.7505	0.79348	107.7	0.1595	0.512212	16	-7.59	2632	1364
490-18	等粒中	945.53	22.40	30.19	90.02	125.2856	0.97225	339.9	0.2566	0.512312	8	-7.41	—	1206
490-19	粗粒黑	916.90	9.70	11.56	33.70	289.5376	1.30381	506.2	0.2074	0.512322	6	-6.35	—	1188
490-20	云母花	664.76	15.57	15.81	36.85	126.5452	0.95812	104.5	0.2595	0.512313	7	-7.44	—	1204
490-21	花岗岩	918.30	8.87	16.49	35.52	317.6460	1.32806	73.4	0.2808	0.512341	9	-7.27	—	1159
490-22		941.78	12.58	6.36	59.47	225.8068	1.14096	-43.91	0.0647	0.512288	9	-4.25	—	1238
490-28		946.20	18.67	15.49	38.53	151.1954	1.02954	314.8	0.2430	0.512302	8	-7.34	—	1221
490-29	等粒细	837.70	16.50	15.50	37.39	151.4687	1.02996	313.0	0.2506	0.512312	7	-7.28	—	1205
XN-1	粒黑云	1061.79	18.15	24.22	52.49	174.6716	1.03590	86.5	0.2791	0.512344	14	-7.16	—	1154
XN-4	母花岗	748.20	45.11	7.46	24.82	48.5073	0.81890	295.27	0.1817	0.512033	24	-11.55	—	1654
490-31	岩	921.90	17.54	13.44	35.22	156.5534	1.00892	-130.4	0.2308	0.512304	8	-7.10	—	1218
490-32		740.16	55.26	3.83	13.33	39.0755	0.79465	170.3	0.1739	0.512232	12	-7.53	—	1332
490-5		436.27	60.84	9.64	54.92	20.8363	0.75558	176.6	0.1061	0.512224	23	-6.56	1313	+
490-6	花 岗	400.42	100.65	9.52	51.02	11.5431	0.73828	176.6	0.1128	0.512301	25	-5.17	1284	+
490-7	斑 岩	383.57	80.73	9.55	50.32	13.7928	0.74252	177.3	0.1147	0.512125	9	-8.64	1578	+
490-9		458.78	75.24	8.38	44.65	17.7108	0.74994	179.1	0.1135	0.511124	16	-8.64	1560	+

注:测试单位:中国地质科学院地质研究所 Rb-Sr 同位素实验室;一铷模式年龄为负值;+没有必要计算两阶段模式年龄;测试误差 16;计算方法:双误差法(据 York,1966)

盐类溶解、离心。经二次阳离子交换树脂淋洗、分离,分别接取铷和锶的氯化物蒸干。然后在MAT-260热表面电离源固体同位素质谱计上测定,精度十万分之几至万分之几。Sm-Nd同位素在中国科学院地质研究所完成,其测试流程和精度已为Huang Xuan(1992)^[23]报导。

所有Rb-Sr和Sm-Nd同位素测试结果列于表1。为了便于讨论,兹将计算所得的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 和 $\epsilon_{\text{Sr}}(t)$ 亦一并列入表1中。

3 结果和讨论

3.1 千里山花岗岩体成岩时代

中国地质科学院宜昌地质矿产研究所和湖南冶金地质研究所曾用K-Ar方法和Rb-Sr方法对千里山花岗岩体中各个阶段岩石进行测试,获得 $172 \times 10^6 \sim 63 \times 10^6$ a的数据(转自王昌烈等,1987)^[10]。但迄今为止,尚未见到原始测试资料和Rb-Sr等时线图的刊出。因而,对于如此离散的数据很难判断其可靠性。本次工作在重新厘定花岗岩侵入期次的基础上,并在同一实验室对三阶段花岗质岩石进行了Rb-Sr全岩等时线的测定,结果示于图1~3和表1中。

采用York(1969)^[24]回归方程求出等时线年龄值。获得第一期似斑状黑云母花岗岩为 $(152 \pm 9) \times 10^6$ a;5件样品相关系数 r 为0.9934;第二阶段中粗粒等粒黑云母花岗岩为 $(137 \pm 7) \times 10^6$ a,5件样品的相关系数 r 为0.9960;第二阶段细粒等粒花岗岩为 $(136 \pm 6) \times 10^6$ a,6件样品的相关性 r 为0.9904;第三阶段花岗斑岩为 $(131 \pm 1) \times 10^6$ a,4件样品的相关程度最高, r 为0.9999。这四组数据表明三阶段花岗岩在约 22×10^6 a期间先后侵位。也进一步证明了中粗粒等粒黑云母花岗岩与细粒等粒花岗岩属同一阶段岩浆活动的产物而不是两个阶段。

3.2 花岗质岩石成因和物质来源探讨

在图1~3中还可以看出,似斑状黑云母花岗岩的锶同位素初始值 $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 0.7088 $\pm$ 0.0045;中粗粒等粒黑云母花岗岩的 $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 0.7187 $\pm$ 0.0127,细粒等粒花岗岩的 $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 0.7215 $\pm$ 0.0073,花岗斑岩的 $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 0.7168 $\pm$ 0.0002。锶同位素初始值表明三阶段

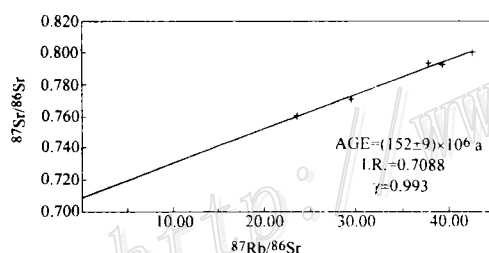


图1 似斑状黑云母花岗岩Rb-Sr等时线图

Fig. 1. Whole-rock Rb-Sr isochron of pseudoporphyritic biotite granite in the Qianlishan granite stock.

花岗岩均来源于地壳本身的重熔。第一阶段花岗质岩浆起源的深度较大,可能含有较高的地幔组分,因而锶的初始值较低。毛景文等(1995)^[7]的地质地球化学研究论证等粒黑云母花岗岩与似斑状黑云母花岗岩为同源岩浆不同阶段分异演化的产物,由此可以认为从第一阶段到第二阶段花岗岩浆的生成演化过程中,深部物质组成减少。

在千里山花岗岩体中,似斑状黑云母花岗岩5件样品的Sm/Nd比值相当接近(0.24~0.26),示意出成岩物质均匀和成岩体系比较封闭,进入体系的外来物质较少。其 ϵ_{Sr} 相对低(41.4~107.7), ϵ_{Nd} 为负值,也可以说明成岩物质来自地壳深部。等粒黑云母花岗岩的Sm/Nd和Rb/Sr比值相当分散,分别为0.11~0.46和13.39~103.5,反映岩浆中Nd-Sr体系曾受到同化混染作用的干扰和改造。本阶段岩体另一

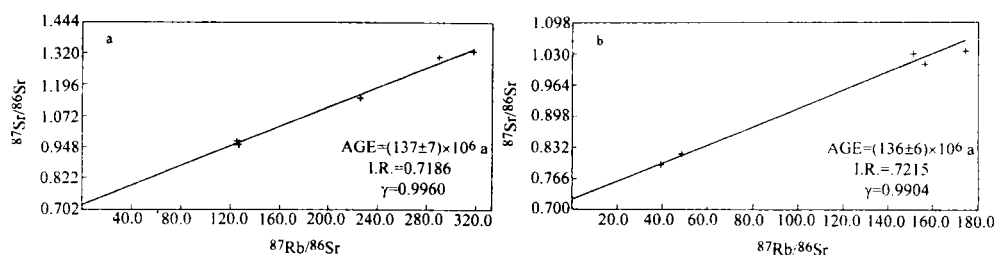


图2 中粗粒等粒(a)和细粒等粒(b)黑云母花岗岩 Rb-Sr 等时线图

Fig. 2. Whole-rock isochrons of coarse-medium-grained and equigranular biotite granite(a) and equigranular and fine-grained biotite granite(b) in the Qianlishan granite stock.

个显著特点是 $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 远远高于其它两期岩体。除个别样品异常外,大部分样品的 $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 变化从0.1739到0.2808之间, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 也相应最高。同样,由于等粒黑云母花岗岩的Rb含量居于各阶段花岗岩之冠,其 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 也最高。花岗斑岩的成岩体系相当封闭, Sm/Nd 和 Rb/Sr 比值分别为0.18~0.19和3.98~7.17。花岗斑岩的高 $\epsilon_{\text{Sr}}(t)$ 和低 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值也说明成岩物质来自于地壳。

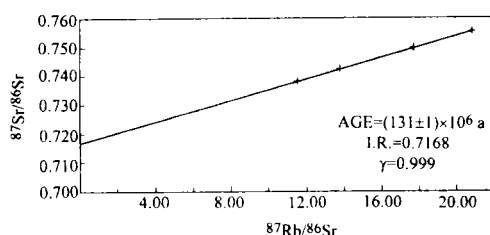


图3 花岗斑岩 Rb-Sr 等时线图

Fig. 3. Whole-rock isochron of granite porphyry in the Qianlishan granite stock.

在同一套花岗质岩浆以多阶段形式分异演化过程中,从早到晚铷愈来愈富集, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 趋于增高; Sm 相对于 Nd 也不断富集, Sm/Nd 增生。因此,在 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 对 Sm/Nd 图解中投影可以分析岩浆的演化特点和判别不同阶段岩浆是否为同源产物。在图4中,从第一阶段似斑状黑云母花岗岩到第二阶段等粒黑云母花岗岩, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 和 Sm/Nd 均增高,表现为同一岩浆体系的分异演化。而第三阶段花岗斑岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 和 Sm/Nd 同时下降,反映出其不属前一岩浆体系分异演化的组成部分,为另一来源之花岗岩在同一地点的叠加和复合。

Carter等的研究^[22]表明,利用Nd-Sr同位素图解可以清楚地区分地幔型花岗岩与下地壳或上地壳花岗岩。在 ϵ_{Nd} 对 ϵ_{Sr} 图解(图5)中,除2件等粒黑云母花岗岩样品投影于 $\epsilon_{\text{Nd}} < 0$ 和 $\epsilon_{\text{Sr}} < 0$ 区(左下区),其余均投影右下区,即 $\epsilon_{\text{Nd}} < 0$ 、 $\epsilon_{\text{Sr}} > 0$ 区,而且所有的投影点几乎呈水平状态分布。这表明千里山花岗岩主要来源于地壳物质的重熔(沈渭洲等,1987)^[8],与华南陆壳改造系列花岗岩的相吻合。Allégre(1980)^[21]指出在右下长方区的花岗岩投影反映同位素与中、上地壳的亲缘性而不是麻粒岩相。第一阶段和第三阶段花岗岩的投影点相当集中。前者的 ϵ_{Sr} 较 ϵ_{Nd} 变化稍大(图5),后者的 ϵ_{Nd} 变化在-65.7~-10.03之间, ϵ_{Sr} 值却相当接近。第二阶段花岗岩的 ϵ_{Sr} 变化相当大,这也可能示意着花岗质岩浆在上升过程中混染了大量的上地壳物质。至于投影到左下区可能由分析误差所致,但Carter等(1978)^[22]曾述及Lewisian麻粒岩一般投影于左下区。

花岗斑岩的 Sm/Nd 比值介于0.18~0.19之间,属于地壳岩石正常值(0.16~0.24)范围。似斑状黑云母花岗岩的 Sm/Nd 比值为0.23~0.26之间,基本上也类同于地壳岩石。由此

可以认为,这两个阶段岩石的形成曾经历过单阶段演化。单阶段模式年龄计算结果(表1)表明,第一阶段似斑状黑云母花岗岩的模式年龄为 $1949 \times 10^6 \sim 2632 \times 10^6$ a, 平均 2307×10^6 a。反映出其成岩物质来源于早元古宙地层的重熔。第三阶段花岗斑岩的模式年龄为 $1284 \times 10^6 \sim 1578 \times 10^6$ a, 平均 1434×10^6 a, 其岩浆来自中元古宙地层的重熔。

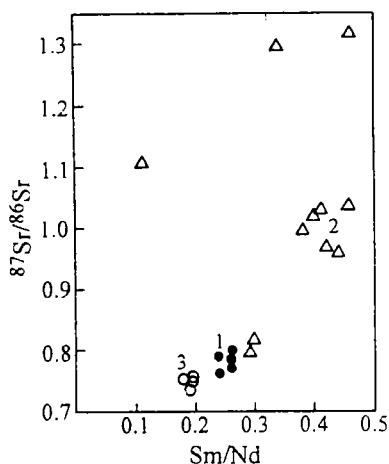


图4 花岗岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 对 Sm/Nd 图解
1—似斑状黑云母花岗岩; 2—等粒黑云母花岗岩;
3—花岗斑岩

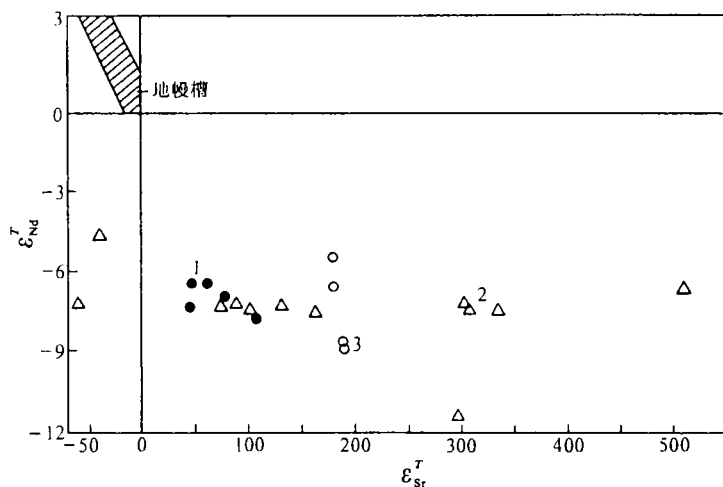
Fig. 4. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ versus Sm/Nd diagram for granites of the Qianlishan granite stock.
1—Pseudoporphyritic biotite granite; 2—Equigranular biotite granite; 3—Granite porphyry.

等粒黑云母花岗岩的 Sm/Nd 比值为0.29~0.74, 远远超过地壳岩石正常值。岩石化学及稀土元素地球化学研究(毛景文等, 1995)^[7]业已证明, 该阶段岩石为第一阶段似斑状黑云母花岗岩进一步分异演化的产物, 故应按两阶段演化模式计算铽的模式年龄, 其结果为 $1154 \times 10^6 \sim 1332 \times 10^6$ a (表1)。考虑到似斑状黑云母花岗岩的个别样品的 Sm/Nd 比值也大于0.24, 也计算出其两阶段演化模式为 $1289 \times 10^6 \sim 1364 \times 10^6$ a (表1)。由这些结果似乎可以推论, 这两阶段花岗质岩石与花岗斑岩同来自中元古宙地层的重熔。但从岩石学、副矿物组合、岩石化学、微量元素及成矿专属性等方面特征(毛景文等, 1995)^[7]对比可知, 前两阶段与第三阶段花岗质岩石并非源于同一套地层单元。因此, 用单阶段演化计算铽模式年龄比较合理地反映了岩石的物质来源, 两阶段演化计算的铽模式年龄仅具理论意义。

在过去几年中, $\text{Sm}-\text{Nd}$ 同位素的广泛应用, 确定了在华南地区有下、中元古代地层的存在和

出露。例如, 毛景文等(1990)^[6]测得桂北四堡群的 $\text{Sm}-\text{Nd}$ 等时线年龄为 2219×10^6 a; 袁忠信等(1991)^[14]对闽北麻源群研究, 获得 2116×10^6 a 的等时线年龄资料; 马长信(1991)^[5]测得赣北障公山群的 $\text{Sm}-\text{Nd}$ 等时线年龄 1939×10^6 a。对华南地区存在中元古代地层已有共识, 并且于赣浙皖地区获得一批数据(徐备等, 1989^[13]; 周新民等, 1989^[19]; 周国庆等, 1991^[18]; 张光弟等, 1993^[16])。另外, 华南地区花岗质岩石的 $\text{Sm}-\text{Nd}$ 同位素模式年龄数据(黄萱等, 1986, 1989^[1,2]; 朱金初等, 1989^[20]; 沈渭洲等, 1989^[9]; 李献华等, 1991^[3]; 李志昌等, 1991^[4]; 袁忠信等, 1992^[15]), 主要集中于早元古代 $2100 \times 10^6 \sim 2400 \times 10^6$ a 和中元古代 $1300 \times 10^6 \sim 1700 \times 10^6$ a。也就是说早元古代和中元古代是华南地区壳幔分异和成陆作用的两次高峰。因此可以认为在华南地区下元古界和中元古界是重熔生成花岗质岩石的重要层位。

目前, 尽管对华南地区不少花岗岩体进行了比较多的 $\text{Nd}-\text{Sm}$ 同位素研究, 但尚未针对与 $\text{W}-\text{Sn}$ 矿床有关花岗岩进行专门的 $\text{Nd}-\text{Sr}$ 同位素工作。现有的铽模式年龄资料: 例如, 三防岩体为 2201×10^6 a (沈渭洲等, 1989)^[9], 花山岩体 2412×10^6 a (朱金初等, 1989)^[20], 千里山岩体的似斑状黑云母花岗岩 2307×10^6 a, 表明早元古代地层与 W 、 Sn 、 Mo 、 Bi 、 Be 、 Li 多金属矿床有关的花岗岩有着密切的成因联系。

图 5 ϵ_{Nd} 对 ϵ_{Sr} 图解

图例同图 4

Fig. 5. ϵ_{Nd} versus ϵ_{Sr} diagram for granites of the Qianlishan granite stock.

Symbols as for Fig. 4.

本文是地质行业基金委员会资助项目“柿竹园钨多金属矿床成矿作用”研究成果的一部分。在工作过程中曾得到湖南地质矿产局湘南地质勘察院王昌烈、胥友志、柿竹园矿山地测科的支持和帮助,曾与地矿部矿床地质研究所聂凤军、地矿部地质研究所张宗清进行过有益的讨论,李献华详细审阅此稿,并提出诸多宝贵意见,特此致谢。

参 考 文 献

- 1 黄董,孙世华,Depaolo D J and 吴克隆. 福建省白垩纪岩浆岩 Nd, Sr 同位素研究. 岩石学报, 1986, (2): 50~63
- 2 黄董 and Depaolo D J. 华南古生代花岗岩类 Nd-Sr 同位素研究及华南基底. 岩石学报, 1989, (1): 28~36
- 3 李献华,赵振华,桂训唐等. 华南前寒武纪地壳形成的 Sm-Nd 和 U-Pb 同位素制约. 地球化学, 1991, (2): 255~263
- 4 李志昌,赵子杰. 广西晚元古代本洞和三防花岗岩类岩体 Nd, Sr 同位素特征. 广西地质, 1991, 4(1): 53~60
- 5 马长信. 赣东北障公山群的 Sm-Nd 同位素及其地质意义. 科学通报, 1991, (19): 1518~1519
- 6 毛景文,张宗清,董宝林. 江南古陆南缘四堡群钨同位素年龄研究. 地质论评, 1990, 36(3): 264~268
- 7 毛景文,李红艳, Raimbault L, Guy B. 千里山花岗岩体地质地球化学及与成矿关系. 矿床地质, 1995, 14(1): 12~25
- 8 沈渭洲,黄耀生. 稳定同位素地质. 北京:原子能出版社, 1987, 304~336
- 9 沈渭洲,朱金初,刘昌实. 从 Nd 模式年龄谈华南地壳的形成时间. 南京大学学报(地球科学版), 1989, (3): 82~91
- 10 王昌烈,罗仕微,胥友志等. 柿竹园钨多金属矿床地质. 北京:地质出版社, 1987, 29~48
- 11 王书凤,张绮玲. 柿竹园矿床地质引论. 北京:北京科学技术出版社, 1988, 30~45
- 12 熊鹏飞. 湖南柿竹园钨、锡多金属矿床. 见:陈毓川,裴荣富等编著. 南岭地区与中生代花岗岩类有关的有色及稀有金属矿床地质. 北京:地质出版社, 1989, 101~113
- 13 徐备,乔广生. 赣东北晚元古代蛇绿岩套的 Sm-Nd 同位素年龄及原始构造环境. 南京大学学报(地球科学版), 1989, (3): 108~113
- 14 袁忠信,吴良士,张宗清等. 闽北麻源群 Sm-Nd, Rb-Sr 同位素年龄研究. 岩石矿物学杂志, 1991, 10(2): 127~132

- 15 袁忠信,张宗清. 南岭花岗岩类岩石 Sm、Nd 同位素特征及岩石成因探讨. 地质论评,1992,38(1):1~15
- 16 张光弟,姚士新. 安徽歙县一休宁一带海相火山岩的 Sm-Nd 同位素研究及其地质意义. 岩石矿物学杂志,1993,12(4):325~331
- 17 赵永鑫. 就柿竹园钨多金属矿床与岩体的关系(试论千里山花岗岩的成矿机制). 地球科学,1988,13(2):155~162
- 18 周国庆,赵建新. 华南扬子克拉通东南缘赣东北蛇绿岩的 Sm-Nd 同位素研究. 科学通报,1991,(16):1243~1245
- 19 周新民,邹海波,杨杰东. 安徽歙县伏川蛇绿岩套的 Sm-Nd 等时线年龄及其地质意义. 科学通报,1989,(16):1243~1245
- 20 朱金初,李向东,沈渭洲等. 广西花山复式岩体成因的铈、钕同位素研究. 地质学报,1989,63(3):225~235
- 21 Allègre C J, Othman D B. Nd-Sr isotopic relationship in granitoid rocks and continental crust development: A chemical approach to orogenesis. *Nature*,1980,286:335~342
- 22 Carter S R, Evensen N M, Hamilton P J, O'Nions R K. Neodymium and strontium isotope evidence of crustal contamination of continental volcanics. *Sciences*,1978,202:743~747
- 23 Huang Xuan. The study on the granitoids in Shaanxi Province by Nd-Sr isotopes. *Advances in Geosciences* (2). Institute of Geology, Academia Sinica. Beijing: China Ocean Press,1992,212~219
- 24 York D. Least squares fitting of a straight line with correlated errors. *Earth Planet. Sci. Lett.*,1969,5:320~324

Nd-Sr ISOTOPIC AND PETROGENETIC STUDIES OF THE QIANLISHAN GRANITE STOCK, HUNAN PROVINCE

Mao Jingwen, Li Hongyan and Pei Rongfu

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037)

Key words: Rb-Sr whole-rock isochron, Nd-Sr isotopes, granite, polymetallic tungsten deposit, Shizhuyuan

Abstract

The Qianlishan granite stock is genetically associated with the world-famous Shizhuyuan supergiant polymetallic tungsten deposit. Being a composite stock, it consists of a pseudoporphyrific biotite granite body with an area of 5.9 km², an equigranular biotite granite body with an area of 4.1 km², and granite porphyry dikes.

Radiometric dating with Rb-Sr whole rock isochron method was successfully applied to the measurement of various stages of granites in the Qianlishan granite stock, yielding the data $(152 \pm 9) \times 10^6$ a for pseudoporphyrific biotite granite, $(137 \pm 7) \times 10^6$ a for central phase of the equigranular biotite granite body, $(136 \pm 6) \times 10^6$ a for marginal phase of the equigranular biotite granite body, and $(131 \pm 1) \times 10^6$ a for granite porphyry dikes.

Initial ϵ_{Nd} and ϵ_{Sr} values are calculated to be -6.39 to -7.59 and 43.1 to 107.7 for pseudoporphyrific biotite granite, -4.52 to -7.53 and 73.4 to 506.2 for equigranular biotite granite, and -5.17 to -8.64 and 176.6 to 179.1 for granite porphyry. Initial $^{87}Sr/^{86}Sr$ values of pseudoporphyrific biotite granite, equigranular biotite granite, and granite por-

phyry are 0.7088, 0.7187~0.7215, and 0.7168 respectively. These data indicate that all of the granitoid rocks are derived from the crust. Neodymium model ages (t_{DM}) range from 1949×10^6 a to 2632×10^6 a with a mean of 2307×10^6 a for pseudoporphyrific biotite granite, and 1284×10^6 a to 1578×10^6 a for granite porphyry. As equigranular biotite granite was formed through the differentiation of pseudoporphyrific biotite granite magma, there is no reasonable single-stage evolutionary model ages for it. The model ages, to some extent, suggest that pseudoporphyrific biotite granite and, possibly, equigranular biotite granite are remelting products of the Lower Proterozoic strata which are generally considered to be the material source of tin and tungsten granites in South China, and the granite porphyry is derived from the Middle Proterozoic strata.

Derived from different sources, different granitoid rocks in Shizhuyuan area show remarkable difference in preferentiality for metallogenic elements, i. e., pseudoporphyrific biotite granite and equigranular biotite granite are associated with W-Sn-Mo-Bi-Be mineralizations, whereas granite porphyry is related to Pb-Zn-Ag mineralizations.



勘误:

第 14 卷, 第 1 期, 第 22 页删掉倒数第 16 行第 10~15 字, 即“柿竹园地区”。从该行第 16 字至倒数第 6 行第 32 字, 即兹提议“提前到同页第 3 行第 19 字之后, 即“高钙花岗岩”之前。另外, 同页讨论和图 8 中, 定义华南地区高热花岗岩 $U+TH \geq 80 \times 10^{-6}$, 而不是 $U+TH \geq 200 \times 10^{-6}$ 。

<http://www.kcdz.ac.cn/>