

关于广西姑婆山-里松岩体的定(侵)位 年龄和冷凝历史的探讨

张德全 王雪英 孙桂英

(中国地质科学院地质研究所)

广西里松岩体位于姑婆山复式岩体的中心部位,它与姑婆山岩体的关系,认识上曾存在严重的分歧。一种意见认为里松岩体属于姑婆山岩体的内部相^[1,2,3];另一种认为属于它的顶部边缘相^[4]。这样就导致对姑婆山岩体形态认识的分歧。前者认为是穹状岩基,而后者认为是锅状岩基。关于该岩体的时代,亦长期存在燕山期^[5,6]和印支期^[1,3,7,8]的争论。主张印支期的主要理由是:①南岭地区存在东西向印支期花岗岩带,且花山岩体有202百万年的年龄数据^[3];②岩体虽未发现与侏罗系直接接触,但在离姑婆山岩体不远的侏罗系下统西湾煤系中,发现有类似姑婆山岩体中的锡石存在^[3,7]。主张燕山期的主要依据是大量的K-Ar年龄和一些锆石U-Pb年龄数据都属燕山期^[5,6]。为了弄清这一问题和探讨姑婆山复式岩体的冷凝历史,笔者于1981年冬,在对里松岩体及其包体进行岩石学研究的同时,还进行了Rb-Sr全岩等时线及黑云母,钾长石K-Ar年龄的研究。

了弄清这一问题和探讨姑婆山复式岩体的冷凝历史,笔者于1981年冬,在对里松岩体及其包体进行岩石学研究的同时,还进行了Rb-Sr全岩等时线及黑云母,钾长石K-Ar年龄的研究。

一、岩体地质及化学成分特征

姑婆山复式岩体的总面积约678平方公里。北部和南部主要与寒武系砂页岩、西部和西南部与泥盆系或石炭系灰岩、东部与加里东期大宁花岗闪长岩体呈侵入接触。里松岩体位于该复式岩体的中心部位,面积约50余平方公里。岩性为中粒斑状角闪黑云母花岗岩,含有大量的基性包体(闪长质包体)。包体的平均密度为2.4个/米²。与其相邻的姑婆山岩体的过渡相为中粗粒斑状黑云母花岗岩,不含角闪石,亦未发现闪长质包体。它们之间具急变接触关系,(或称隐蔽侵入接触),其宏观的特点是:无穿插关系,但在比较短的距离内(如图1的65点与66点之间,两岩体交界处十余米范围内)岩性突然变化,即一进入里松岩体,暗色包体就大量出现。本文所用样品采自里松河及其支流以及里松至新路的公路旁(详见图1)。样品新鲜,具有代表性。用于年龄测定的样品大都同时作了

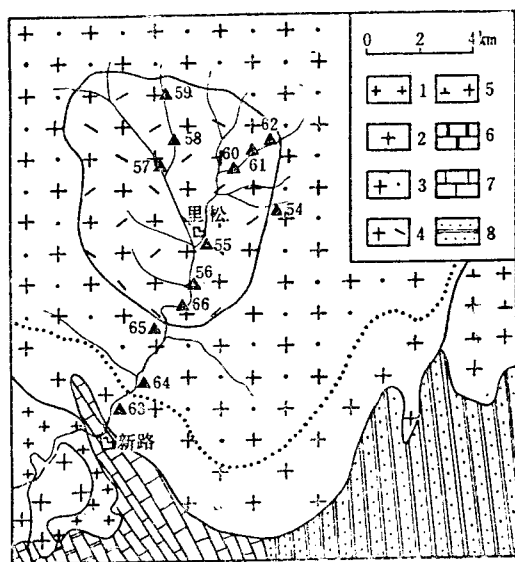


图1 姑婆山-里松岩体地质略图

1—细粒斑状黑云母花岗岩(姑婆山西体);2—中粗粒黑云母花岗岩(姑婆山岩体边缘相);3—中粗粒斑状黑云母花岗岩(姑婆山岩体过渡相);4—中粒斑状角闪黑云母花岗岩(里松岩体);5—大宁花岗闪长岩体(加里东期);6—石炭系灰岩;7—泥盆系灰岩;8—寒武系砂页岩(图中数字为取样编号)

以及里松至新路的公路旁(详见图1)。样品新鲜,具有代表性。用于年龄测定的样品大都同时作了

表 1 广西姑婆山—里松岩体及其包体的化学成分表

岩 体	姑婆山													
岩 性	黑云母花岗岩				角闪黑云母花岗岩				闪长质包体					
样 号	63—1a	65—1a	54—1a	66—1a	56—1a	58—1a	61—1a	56—1	56—2	56—3	58—3	59—1	66—1	61—2
SiO ₂	76.26	74.14	73.98	71.23	68.74	70.60	70.12	63.82	57.96	56.60	65.30	57.19	57.28	62.96
TiO ₂	0.11	0.13	0.14	0.43	0.53	0.40	0.42	0.88	1.32	1.40	0.66	1.28	1.30	1.24
Al ₂ O ₃	12.04	12.31	13.33	13.14	14.26	13.82	13.98	15.40	15.70	17.09	15.06	16.11	16.48	14.64
Fe ₂ O ₃	0.16	0.82	0.38	1.21	0.71	0.85	0.96	1.40	1.54	1.72	1.46	1.69	2.04	1.45
FeO	1.47	1.85	1.44	2.29	2.96	2.30	2.35	4.12	6.09	6.08	3.11	5.75	5.97	5.56
MnO	0.03	0.03	0.03	0.06	0.07	0.06	0.05	0.09	0.16	0.16	0.10	0.22	0.19	0.12
MgO	0.12	0.24	0.17	0.65	0.57	0.53	0.68	1.47	2.23	1.94	1.15	2.03	2.34	2.77
CaO	1.00	1.35	0.94	2.26	2.22	1.83	1.85	3.04	3.41	5.24	2.19	4.24	4.03	2.54
Na ₂ O	3.46	3.26	3.74	3.68	3.94	3.88	3.48	4.18	4.10	5.46	3.68	4.25	4.36	3.78
K ₂ O	4.68	4.73	5.20	3.94	4.90	4.74	4.58	4.24	4.16	2.38	5.20	6.10	4.22	3.32
H ₂ O ⁺	0.24	0.40	0.34	0.37	0.38	0.47	0.48	0.54	1.94	0.84	1.24	0.71	0.62	0.84
H ₂ O ⁻	0.04	—	0.08	—	0.08	0.09	—	—	—	0.08	—	0.06	—	—
P ₂ O ₅	0.15	0.07	0.14	0.25	0.40	0.28	0.16	0.37	0.54	0.88	0.31	0.69	0.59	0.47
CO ₂	—	0.16	—	0.02	—	—	0.18	0.04	0.50	—	0.36	—	0.42	0.04
合 计	99.78	99.47	99.91	99.53	99.76	99.85	99.45	99.60	99.65	99.87	99.82	100.3	99.84	99.73

分析者: 王芹香等。

表 2 广西姑婆山—里松岩体及其包体的黑云母成分表

岩 体	姑 婆 山			里 松						
岩 性	黑云母花岗岩			角闪黑云母花岗岩		闪 长 质 包 体				
样 号	63—1a	63—2a	54—1a	56—1a	66—1a	56—3*	56—1*	56—2*	59—1*	61—2*
SiO ₂	34.88	35.04	32.24	32.90	33.40	34.12	34.85	33.67	33.46	35.10
TiO ₂	2.91	3.28	3.49	4.04	3.93	4.05	4.12	3.20	3.76	3.75
Al ₂ O ₃	14.67	14.58	13.59	12.42	12.41	12.27	12.69	13.26	12.67	12.61
Fe ₂ O ₃	8.70	8.15	10.83	7.82	9.23	8.02				
FeO	20.29	19.48	19.77	20.54	18.60	19.09	26.22	26.68	24.97	25.05
MnO	0.64	0.53	0.46	0.40	0.43	0.39	0.25	0.32	0.34	0.24
MgO	3.10	4.00	4.23	7.46	6.64	7.72	7.04	8.48	6.73	6.75
CaO	0.64	0.80	1.51	1.25	1.95	1.39	0.02	0.15	0.07	0.08
Na ₂ O	0.14	0.15	0.14	0.13	0.23	0.18	0.12	0.06	0.18	0.04
K ₂ O	7.90	7.97	6.40	6.90	6.56	8.00	10.35	9.14	10.04	9.98
H ₂ O ⁺	3.50	3.22	5.00	4.66	4.17	3.65				
H ₂ O ⁻	1.28	1.14	1.54	1.24	1.13	0.99				
P ₂ O ₅	0.42	0.48	0.27	0.38	0.51	0.32				
Li ₂ O	0.20	0.23	0.20	0.15	0.16	0.12				
Rb ₂ O	0.17	0.14	0.13	0.12	0.13	0.14	0.05	0.01	0.09	0.03
BaO		0.088	0.039	0.066	0.068	0.099				
CO ₂	0.34	0.17	0.33	0.26						
F	1.20	1.53	0.88	0.74	0.72	0.82				
-F=O	0.51	0.64	0.37	0.31	0.30	0.35				
合 计	99.78	100.45	100.17	100.74	99.55	100.55	95.71	94.97	92.31	93.63

合计中不包括F; * 电子探针分析, 分析者: 周科子; 余为化学分析, 分析者夏莲月, 戴莺。

表3 广西姑婆山—里松岩体钾长石的化学成分表

岩体	姑婆山	里松									
岩性	黑云母花岗岩	角闪黑云母花岗岩					闪长质包体				
样号	54—2a	56—1a	55—2a	66—1a	58—1a	56—1	56—2	66—1	059—1*	59—1*	58—3*
SiO ₂	65.64	65.16	65.36	65.40		64.72		64.88	65.57	68.54	62.70
Al ₂ O ₃	18.54	18.60	18.68	18.47		18.54		18.77	18.75	23.13	18.20
CaO	0.34	0.34	0.34	0.47	0.39	0.34	0.43	0.48	0.06	0.56	
Na ₂ O	3.64	3.50	3.60	3.64	3.10	3.50	3.60	3.74	1.15	8.33	0.25
K ₂ O	10.92	11.20	11.00	11.00	11.00	11.20	9.96	10.92	17.17	0.17	18.41
An%	1.70	1.7	1.7	2.0	2.0	1.7	2.3	2.4	0.3	3.3	0
Ab%	33.0	32.0	33.0	32.7	29.4	32.0	34.9	33.4	9.9	91.5	2.0
Or%	65.3	66.3	65.3	65.3	68.6	66.3	62.8	64.2	89.8	5.2	98.0

059—1为钾长石主晶；59—1和58—3为条纹钾长石；*为电子探针分析，分析者：周科子；余为化学分析，分析者：史昆云。

表4 广西姑婆山—里松岩体斜长石的化学成分表

岩体	姑婆山			里松									
岩性	黑云母花岗岩			角闪黑云母花岗岩					闪长质包体				
样号	54—1a	63—1a	65—1a	66—1a	66—1a	56—1a	56—1ab	56—1a*	56—1	56—1	56—2	66—1	59—1
SiO ₂	64.19	69.86		65.62	60.11	58.29	65.61	65.89	69.51	65.71	61.81	64.83	68.56
Al ₂ O ₃	22.99	21.35	22.08	25.19	23.04	26.58	24.06	24.57	21.85	23.63	22.86	23.06	22.47
CaO	3.70	0.29	1.31	4.89	4.60	7.80	4.22	4.84	1.10	4.12	4.50	3.45	1.69
Na ₂ O	8.39	9.08	9.23	1.46	4.97	7.11		6.03	8.74	6.90	8.40	8.11	9.77
K ₂ O	0.67	0.39	0.18	0.24	0.31	0.57	0.46	0.38	0.05	0.10	0.43	0.21	0.31
An%	18.8	1.8	7.0	62.6	34.8	36.6	88.2	29.8	6.2	24.6	22.3	9.2	8.5
Ab%	77.2	95.6	91.8	34.1	62.4	60.2		67.4	93.5	74.7	75.0	76.5	89.5
Or%	4.0	2.6	1.2	3.3	2.8	3.2	11.8	2.8	0.3	0.7	2.7	14.3	2.0

56—1a为斜长石核部；56—1ab为斜长石环带；56—1*为斜长石环带边缘；样品均为电子探针分析。分析者：周科子。

全岩或单矿物的化学分析。部分矿物还作了电子探针测定。其结果见表1至表4。由此可知里松包体比主体富含Mg, Fe, Al, Ti, Mn而贫Si, 而里松岩体又比姑婆山岩体富含上述前五种元素而贫Si (表1)。黑云母的成分特点亦略有差异, 里松岩体比姑婆山岩体富含Mg, Ti而贫Fe, Li, Al, 而包体黑云母却与里松主体黑云母成分相近, 均为富铁黑云母, 仅后者的Mg略低 (表2)。表3中, 钾长石成分较稳定。K₂O一般为11%, Na₂O 3.10—3.74%, CaO 0.34—0.48%, Or 62.8—68.6%, Ab 29.4—34.9%, An 1.7—2.4%。电子探针测定值与化学分析值有某些差别, 即K₂O前者偏高, 后者低, 其原因之一是钾长石的条纹很发育, 且含有细小的斜长石包体, 选取化学分析样时很难把它们分选出来。闪长质包体中钾长石斑晶与主体钾长石在成分上无重大差别。从宏观和微观的现象分析, 包体中钾长石斑晶的形成, 与富含挥发组分的岩浆沿包体的微裂隙 (或微孔隙) 渗入有关。斜长石的成分变化较大 (表4), 主体斜长石多具摆动式的环带构造。里松岩体斜长石的An值比姑婆山岩体的高, 前者多为中长石或更中长石, 后者为钠长石或更长石。里松包体斜长石一般不具环带 (或仅有两环的弱环带) 构造, 多为钠长石或更长石, 详见表4。

二、同位素年龄测定结果

黑云母和钾长石的K-Ar年龄, 是用我所MM-1200质谱计稀释法测定的, 采用常数是 $\lambda, 0.581 \times$

10^{-10} /年, $\lambda_{\beta} 4.962 \times 10^{-10}$ /年, $^{40}\text{K}/\text{K} = 1.167 \times 10^{-4}$ (原子比)。其结果见表5, 里松闪长质包体中黑云母的K-Ar年龄为161.82百万年, 里松岩体中黑云母年龄则为154.44百万年, 而姑婆山岩体边缘相中黑云母的年龄为129.82百万年。过渡相中钾长石的K-Ar年龄为99.81百万年, 里松岩体中钾长石年龄为112.56和117.63百万年, 闪长质包体中钾长石年龄为109.73和117.64百万年。

Rb-Sr年龄是用MAT-260质谱计测定的。 ^{87}Rb , ^{86}Sr 含量都是用同位素稀释法, 经二次阳离子交换树脂分离, 获取Rb和Sr的氯化物后在该质谱计上测定, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值是利用 ^{86}Sr 测定时的同位素比值计算而得。其结果见表6, 图2和图3。由表6可知, Rb-Sr全岩等时线年龄值比黑云母K-Ar年龄值略高, 但相差甚小。里松闪长质包体6个样的全岩Rb-Sr等时线年龄为 164.3 ± 3.6 百万年, 仅比包体黑云母K-Ar年龄值高3百万年, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值 0.70562 ± 0.00036 , 斜率 $b = 0.002336 \pm 0.00005$, 相关系数 r 为0.999 ($\lambda_{\text{Rb}} 1.42 \times 10^{-11}$ /年)。里松岩体4个样(全岩)等时线年龄为159.6百万年, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值0.70783, 比黑云母的K-Ar年龄值高5百万年, 或者与已有的测定数据相近(表7)。姑婆山岩体3个样的全岩Rb-Sr等时线年龄为148百万年, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值0.7081, 比黑云母的K-Ar年龄值(表5的63-2a和表7的2号样)高8—18百万年。值得提出的是里松和姑婆山岩体共7个全岩样又能组成一条相关性很好的等时线, 其年龄值为 149.6 ± 7.8 百万

表5 广西姑婆山—里松岩体的K-Ar年龄数据表

序号	样号	岩 性	岩 体	测定对象	样重 (克)	K ₂ O%	⁴⁰ Ar _{mol} ×10 ⁻¹¹	⁴⁰ Ar _{mol} × 10 ⁻¹¹ /g	⁴⁰ Ar/ ⁴⁰ K (×10 ⁻³)	视年龄 (×10 ⁶)
1	63—2a	黑云母花岗岩	姑婆山 里 松	黑云母	0.023	7.97	3.55436	1.54537	7.82134	129.82
2	56—1a	角闪黑云母花岗岩			0.0265	6.90	4.24487	1.60169	9.36927	154.44
3	56—3	闪长质包体			0.03425	8.00	6.67805	1.94979	9.83728	161.82
4	54—2a	黑云母花岗岩	姑婆山 里 松	钾长石	0.0233	10.92	3.75908	1.61334	5.96320	99.81
5	66—1a	角闪黑云母花岗岩			0.0335	11.00	6.41905	1.92475	7.06248	117.63
6	56—1a	角闪黑云母花岗岩			0.0265	11.20	4.96253	1.87265	6.74861	112.56
7	56—1	闪长质包体			9.0322	11.20	5.87375	1.82414	6.57381	109.73
8	56—2	闪长质包体			0.0258	9.96	4.49690	1.74298	7.06334	117.64

$\lambda_{\alpha} 0.581 \times 10^{-10}$ /年, $\lambda_{\beta} 4.962 \times 10^{-10}$ /年, $^{40}\text{K}/\text{K} = 1.167 \times 10^{-4}$ (原子比)

表6 广西姑婆山—里松岩体的Rb-Sr全岩等时线年龄数据表

序号	样号	岩性	岩体	Rb(微克/克)	Sr(微克/克)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	等时线年龄(t) 及有关参数	
1	54-1a	黑云母花岗岩	姑婆山	313.52	74.11	12.2353	0.73300	r0.9865 a0.7081 b0.002106 t148 $\times 10^6$ 年	r0.993 a0.7085 ± 0.0014
2	65-1a			373.24	56.22	19.2012	0.75098		
3	63-1a			336.95	41.10	23.7075	0.75667		
4	58-1a	黑云母花岗岩	里松	267.98	209.34	3.7021	0.71812	r0.9883	b0.002127
5	66-1a			243.27	168.34	4.1793	0.71573	a0.70783	± 0.00011
6	61-1a			256.89	147.05	5.0523	0.71888	b0.002271	t149.6 $\pm$
7	62-1a			305.37	70.61	12.5078	0.73640	t159.6 $\times 10^6$	7.8百万年
1	56-3	闪长质包体	里松	299.09	277.97	3.1118	0.71266	r0.999	
2	56-1			312.9	239.84	3.7733	0.71489		
3	62-1			382.1	170.8	6.4067	0.72039	a0.705622 ± 0.00036	
4	58-2			449.12	172.33	7.5373	0.72315	b0.002336 ± 0.00005	
5	59-1			457.2	158.16	8.8607	0.72527		
6	57-1			506.1	140.09	10.4483	0.73012	t164.3 ± 3.6 百万年	

$\lambda_{\text{Rb}} 1.42 \times 10^{-11}$ 年

年, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值为0.7085, 斜率 b 为 0.002127 ± 0.00011 , 相关系数 r 为0.993。这可能说明二者的岩浆是同源的, 该年龄值(149.6百万年)可能代表两阶段侵位年龄的平均值。

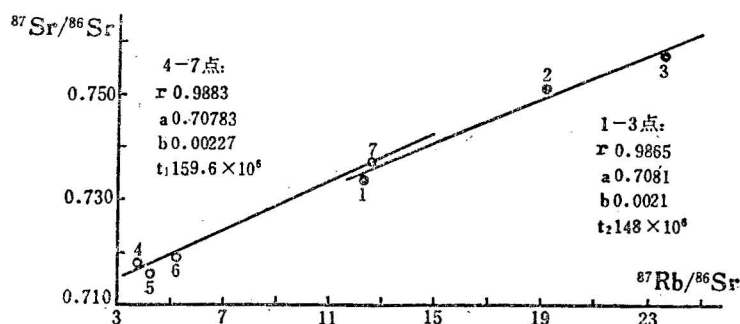


图2 广西姑婆山-里松岩体的全岩Rb-Sr等时线年龄图

1, 2, 3—姑婆山岩体; 4, 5, 6, 7—里松岩体

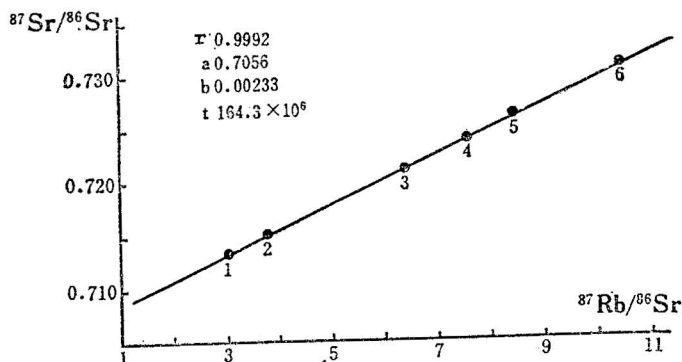


图3 广西里松岩体中闪长质包体的全岩Rb-Sr等时线年龄图

三、年龄测定的地质意义及问题讨论

(一) 本次测定结果与已有资料的比较: 据笔者所知, 姑婆山复式岩体已有 11 个 K-Ar 年龄数据, 1 个锆石 U-Pb 年龄数据。其中有两个试样的原始数据有误, 有一个试样未查出原始数据, 故表 7 仅列出 8 个年龄数据。由该表可知, 属于里松岩体的一个黑云母 K-Ar 年龄值为 161.3 百万年, 一个锆石 U-Pb 年龄值为 140 百万年。属于姑婆山岩体的一个黑云母 K-Ar 年龄值 140.7 百万年, 一个全岩 K-Ar 年龄值为 135.9 百万年。属于姑婆山南缘小岩体的一个黑云母 K-Ar 年龄值为 156.5 百万年, 3 个全岩 K-Ar 年龄值为 104.8; 145.0 和 133 百万年。结合本次测定结果来看, 里松岩体略早于姑婆山岩体是有充分依据的。

(二) 岩体的定位年龄和冷凝历史: 由上述资料可知, 用不同方法和不同的测定对象所获得的年龄值有所差别, 即全岩 Rb-Sr 等时线年龄值大于黑云母 K-Ar 年龄值, 而后者又比钾长石的 K-Ar 年龄值大。另一方面, 单个黑云母或全岩 K-Ar 年龄值变动较大。地质上应如何解释这种变化呢? 我们知道放射性同位素年龄是指冷却过程中, 在某一温度下, 放射性成因核停止向体系外扩散的时间, 即所谓“封闭年龄”。严格地讲, 它并不代表矿物或岩石结晶的年龄。目前人们确认的有效封闭温度^[9-11]: Rb-Sr 法全岩为 750℃, 黑云母为 300℃; K-Ar 法角闪石为 475℃±75℃, 黑云母为 220℃±40℃或 300—350℃, 微斜长石为 160℃。这样, 上述的全岩 Rb-Sr 等时线年龄值 159.6

表 7 广西姑婆山—里松岩体的K—Ar, U—Pb年龄数据表

序号	产 地	岩体	岩 性	测定对象	K %	$^{40}\text{Ar}(10^{-6})$ 克/克	$^{40}\text{Ar}/\text{Ar}_0$	视年龄 (百万年)	资料来源	注
1	贺县里松村东 3 公里	里松	中粒斑状黑云母花岗岩	黑云母	7.07	0.0827	0.0096 0.0098	157* 161.3	b	
2	不 详	姑婆山	黑云母花岗岩	黑云母	6.75	0.0670	0.0081 0.00832	140* 140.7	a	
3	贺县新路水井	姑婆山岩体南缘的小岩体	中细粒黑云母花岗岩	黑云母	6.74	0.0764	0.0093 0.0095	160* 156.5	a	
4	贺县新路浮船岭		中细粒斑状黑云母花岗岩		4.12	0.0308	0.0061 0.00626	107* 104.8	a	
5	贺县新路水井山			全岩	4.32	0.0452	0.0086 0.00877	148* 145.0	a	
6	贺县新路弯山				4.08	0.0391	0.0078 0.00803	135* 133	a	
7	贺县里松河（新路）	姑婆山	粗粒黑云母花岗岩	全岩	4.58	0.0449	0.0080 0.0082	138* 135.9	a	
8	贺县里松村东 3 公里	里松	中粗粒斑状黑云母花岗岩	锆石				140 191	b	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ $^{208}\text{Pb}/^{237}\text{Th}$

a. 全国同位素地质年龄数据汇编第1集, 1975, 地质出版社, b. 全国同位素地质年龄数据汇编第2集, 1977, 地质出版社;
注 * 者为 $^{40}\text{K} = 1.22 \times 10^{-4} \times \text{K}$; 未注 * 者为 $^{40}\text{K} = 1.193 \times 10^{-4} \times \text{K}$ (重量), $\lambda_0 0.581 \times 10^{-10}/\text{年}$, $\lambda_\beta 4.962 \times 10^{-10}/\text{年}$ 。

百万年, 应为里松岩体定位后岩浆温度约为 750°C 时的年龄。而包体黑云母的K—Ar年龄值 (161.82百万年) 和包体全岩Rb—Sr等时线年龄值 (164.3百万年), 应代表岩浆温度略大于 750°C 时的年龄, 即更接近于里松岩体的定位年龄。因为这些包体是下地壳的难熔耐火残余, 在岩浆中长期地处于高温状态, 它和岩浆之间的同位素逐渐趋于均一化, 但又不可能达到完全的平衡, 因而所测出的放射性同位素年龄比主体的略高是合乎逻辑的。里松岩体黑云母的K—Ar年龄值154.4百万年则代表该岩体冷凝至 300°C 时的年龄, 而钾长石的K—Ar年龄值 (112.56和117.63百万年, 其平均值为115百万年) 则为冷凝至 160°C 时的年龄。假如上述判断是正确的, 那就很容易估算出里松岩体的冷凝速度和冷凝历史: 定位年龄为160—164百万年, 岩浆温度由 750°C 冷凝至 300°C 大约经历了600万年 (由160至154百万年), 平均冷凝速度为 $0.75^\circ\text{C}/\text{万年}$, 而由 300°C 冷凝至 160°C 却经历了近4,000万年 (由154至115百万年), 平均冷凝速度为 $0.035^\circ\text{C}/\text{万年}$ 。用同样的方法估算出姑婆山岩体的冷凝历史: 侵位年龄148百万年, 岩体冷凝至 300°C 时的平均年龄约为135百万年 (129.82百万年和140.7百万年取平均值)。其平均冷凝速度为 $0.346^\circ\text{C}/\text{万年}$, 由 300°C 冷凝至 160°C 却经历了3,500万年 (135—99.8百万年), 平均冷凝速度为 $0.04^\circ\text{C}/\text{万年}$ 。上述估算表明里松岩体前一阶段 (岩浆温度由 750°C 降至 300°C) 的冷凝速度比姑婆山岩体前一阶段的冷凝速度快, 而后一阶段 (由 300°C 降至 160°C (则前者慢。这一现象可作如下解释: 由于里松岩体位于姑婆山岩体的中心部位, 定位时间略早, 岩浆规模小, 故定位初期的冷凝速度较快, 当姑婆山岩体定位时, 里松岩体虽已固化, 但岩体温度至少大于 250°C 。这样, 岩浆侵入不仅提高了里松岩体的温度, 而且还使散热条件更差, 故后一阶段的冷凝速度比姑婆山岩体慢。

(三) 关于固化时间的估算: 假如我们知道岩体定位时的岩浆温度和岩浆完全固结时的温度

(即固相线温度),用上述的平均冷凝速度进行估算,很易求出岩浆固化所需的时间。问题在于如何求出姑婆山-里松岩体定位时的岩浆温度和完全固化时的温度呢?笔者从下述几方面来考虑:

1.根据花岗岩的重熔实验资料估计:据一些实验资料,在 $P_{H_2O}=2$ 千巴条件下,多数花岗岩的始熔温度约为 680°C 左右(如德国的Albtal花岗岩^[12],美国的内华达岩基花岗岩^[13],华南诸广山花岗岩^[5]),因而推测里松岩体完全固化时的温度亦应为 680°C 左右。2.根据表2黑云母化学成分所计算的含铁度($\text{Fe} \times 100 / (\text{Fe} + \text{Mg})$)和含铝度 $[\text{Al} \times 100 / (\text{Si} + \text{Al} + \text{Ti} + \text{Fe} + \text{Mg} + \text{Mn})]$ 与温度的关系求出里松岩体的结晶温度为 $650-700^{\circ}\text{C}$,姑婆山岩体为 630°C 。3.利用里松岩体环带斜长石核心成分($\text{An}_{36}\%$)计算它与岩浆平衡时的温度约为 890°C (压力采用1千巴,并假定岩体的平均成分接近定位时的岩浆成分)。若用Ikeda(1977)^[14]修改后的斜长石温度计进行估算,里松岩体的岩

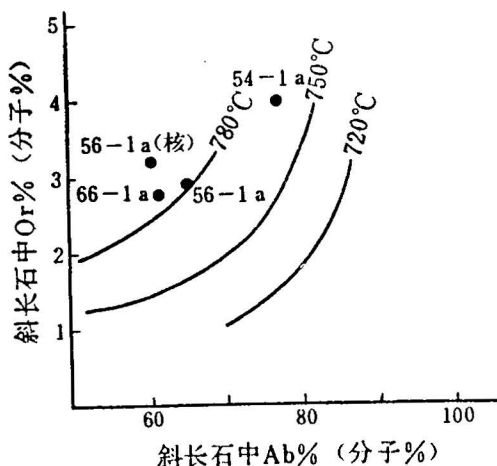


图4 根据斜长石成分估算的岩浆温度
(据Ikeda, 1977)^[14]
(图中样号与表4的样号相同)

体的岩浆温度应为 $\geq 780^{\circ}\text{C}$ (图4)。因此笔者认为里松岩体定位时的岩浆温度最高为 890°C ,最低为 $750-780^{\circ}\text{C}$,平均为 820°C 左右。而固相线温度为 670°C 左右。姑婆山岩体的固相线温度为 630°C 。这样里松岩体由 820°C 冷凝至 670°C 需时200万年(按平均冷凝速度 $0.75^{\circ}\text{C}/\text{万年}$ 计算)。假如岩浆定位时最低温度为 750°C ,冷凝至 670°C 亦需113万年,以最高温度计算则需293万年。至于婆姑山岩体,由 750°C 冷凝至 630°C 则需340万年,由 820°C 冷凝至 630°C 则需549万年。当然这种估算尚不够精确,只是一个概略值,但却能告诉我们这样一个事实:即中深成侵入体的冷凝过程是十分缓慢的,而系统地进行同位素年代学的研究,就有可能定量或半定量地揭示这一过程。

(四) 里松岩体的定位年龄为160—164百万年,姑婆山岩体的定位年龄为148百万年,它们无

疑都属于燕山期的侵入体。至于前述西湾煤系中锡石的来源可解释为来自本区或邻区前燕山期的岩体,而与姑婆山岩体无关。

(五) 里松岩体中闪长质包体的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值低(0.7056),表明它们不是由就地碳酸盐岩(围岩)改造而成,而是一种变质火山岩,由岩浆从深部(下地壳)带上来。故里松岩体属于I型花岗岩。姑婆山岩体,不含角闪石和闪长质包体,但 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值(0.7081)与里松岩体的很接近(0.70783),成分演化亦有一定的规律性,表明二者的岩浆源互有联系,只不过后者的原岩中沉积岩的组分更多些,具有I型和S型过渡的某些特点,属IS型花岗岩。

(六) 里松岩体既不是姑婆山岩体的内部相,亦不是顶部边缘相,而是该复式岩体的早期侵入体,二者具急变(或称隐蔽侵入)接触关系。这种关系在中深成侵入体中极为常见,我们应予以足够的重视。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院地质研究所, 1965, 富钟矿物志。科学出版社。
- [2] 南岭区域地质测量大队火成岩组, 1959, 南岭侵入岩。地质出版社。
- [3] 南京大学地质系, 1981, 华南不同时代花岗岩类及其与成矿关系。科学出版社。
- [4] 袁奎荣, 1981, 姑婆山里松花岗岩体原始形态的恢复及其形成机制的探讨。桂林冶金地质学院学报, 第1期。

- [5] 中国科学院贵阳地球化学研究所, 1979, 华南花岗岩类地球化学。科学出版社。
- [6] 陈好寿, 1978, 关于南岭地区燕山期花岗岩浆活动的分期问题。地球化学, 第3期。
- [7] 王伟玉, 1965, 广西富贺钟地区姑婆山花岗岩的时代问题。地质论评, 第43卷, 第5期。
- [8] 鄂莫岚, 1978, 广西乌羊山花岗岩体形成时的物理化学条件。地球化学, 第6期。
- [9] 朱炳泉, 范嗣昆, 1979, 根据同位素年龄与封闭温度研究地质体的热历史、磁历史。地质地球化学, 第6期。
- [10] 陈祥高, 张忠奎, 1983, 北京房山花岗岩闪长岩裂变径迹年龄测定和热史的探讨。科学通报, 第6期。
- [11] Dallmeyer, R. D., 1978, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ incremental-release ages of hornblende and biotite across the Georgia Inner Piedmont, their bearing on late Paleozoic-early Mesozoic tectonothermal history. *Am. J. Sci.* Vol. 278, No. 2, PP. 124-149. *J. Geol.*, Vol. 76, p. 548.
- [12] Büsch, W. and Otto, J., 1980, Endogenetic inclusions in granites of the Black Forest, Germany. *N. Jb. Miner. M.*, Vol. 6, pp. 269-282.
- [13] Piwiskii, A. J., 1968, Experimental studies of igneous rock series, central Sierra Nevada Batholith, California. *J. Geol.*, Vol. 76, p. 548.
- [14] Ishihara, S. and Takeenouchi, S., 1980, Granitic magnetism and related mineralization. p. 45, Tokyo, The Society of Mining Geologist of Japan.

COOLING HISTORY AND EMPLACEMENT AGES OF THE GUPOSHAN-LISONG GRANITE MASSES, GUANGXI

Zhang Dequan, Wang Xueying and Sun Guiying

(*Institute of Geology, Academy of Geological Sciences*)

Abstract

Different ages were recorded within the Guposhan-Lisong granite masses by using whole-rock Rb-Sr, biotite K-Ar and K-feldspar K-Ar methods. On the basis of these age values, the authors put forward a new view on the relationship between the Guposhan and the Lisong mass: the latter is neither marginal facies nor inner facies of the former, but rather an early-stage intrusion of the composite mass. The Lisong mass has an emplacement age of about 160-164 m. y. and an average magmatic temperature of about 820°C. The temperature range of 650°C to 670°C may be considered as its solidus temperature. Its cooling from 820°C to 670°C took about 2 m. y., with an average cooling speed of 75°C/m. y.; while the cooling from 300°C to 160°C took 40 m. y., with an average cooling speed of 3.5°C/m. y. For the Guposhan mass, the emplacement age is 148 m. y. and the solidification age is 3.40-5.49 m. y., while cooling of the magma from 300°C to 160°C took 35 m. y.