

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

横断山区花岗岩类铷-锶等时年龄讨论

张玉泉 朱炳泉 谢应雯

(中国科学院地球化学研究所, 贵阳)



据横断山地区花岗岩类获得的 Rb、Sr 同位素结果, 讨论和提出了全岩 Rb-Sr 等时线种类及其地质意义, 以及影响同位素均一化的因素。对经常得不到线性较好的等时线的闪长岩类和富碱侵入岩(包括碱性岩和碱性花岗岩), 用单矿物外部等时线, 可能获得线性关系较好的等时线, 以及可信度大的 Sr 初始比值和年龄。要获得好的 Rb-Sr 等时线必须根据样品 Rb/Sr 值与可能的年龄计算判别值, 符合要求的才可作 Rb-Sr 等时线。衡量等时线的质量, 应根据相关系数、MSWD 值和均一度 3 个指标。

Rb-Sr 法是地质年代学研究中应用较广泛的一种方法。由于测定对象涉及面广和比较复杂, 有时得不到线性关系较好的等时线。任何一种方法都有它的优点与缺点, 有一定的适应范围。本文以横断山区花岗岩类岩石为例, 对 Rb-Sr 等时年龄和岩石、矿物的适应性作初步探讨。

一、Rb-Sr 等时线年龄

等时年龄包括全岩等时线、内部等时线和单矿物外部等时线, 形成全岩等时线有 3 种情况: 1) 真实等时线: 其年龄反映真实年龄, 样品来自一个同位素均一化的地质体系; 2) 混合等时线: 样品取自一个某一时间形成的二元混合地质体系, 其线性关系好, 但年龄失真; 3) 混杂等时线: 样品来自两种以上不同期次的岩石以及具不同初始值的岩石体系。由于 Rb/Sr 值差别大, 也能形成相关系数很好的等时线, 但年龄意义各不相同。

1. 全岩等时线实例讨论

对结晶分异较好的酸性花岗岩, 如斑状与等粒黑云母花岗岩、二云母花岗岩和浅色花岗岩等, 由于 Rb/Sr 值高, 而且变化范围大(1—1000), 因此容易获得线性关系较好的等时线。而闪长岩类岩石(包括闪长岩、云英闪长岩与花岗闪长岩), 一般 Rb/Sr 值很低, 变化范围极小(常常 <1), 因此岩石初始值的不均一性和测定误差, 将造成数据点分散, 经常不能形成良好的等时线。在富碱侵入岩中, 尤其是浅成和超浅成的碱性岩和碱性花岗岩也有类似的情况。

表 1 同德岩体中闪长岩 Rb、Sr 含量

Tab. 1 Contents of Rb and Sr for diorite from the Tongde pluton

序 号	样品号	Rb%	Sr%	Rb/Sr
1	83-577	0.0033	0.0702	0.05
2	83-580	0.0021	0.0674	0.03
3	83-582	0.0006	0.0872	0.0068
4	83-584	0.0009	0.0784	0.01
5	83-576	0.0028	0.0794	0.04
6	83-579	0.0024	0.0800	0.03
7	83-581	0.0022	0.0672	0.03
8	83-457	0.0007	0.0834	0.0084

表 2 同德闪长岩全岩 Rb、Sr 同位素数据

Tab. 2 Rb and Sr isotopic data for diorite from the Tongde pluton

序 号	样品号	$^{87}\text{Rb}(\mu\text{mol/g})$	$^{86}\text{Sr}(\mu\text{mol/g})$	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
1	83-577	0.10100	0.78246	0.12908	0.70638 ± 6
2	83-580	0.07851	0.71814	0.10494	0.70515 ± 1
3	83-582	0.03148	0.96921	0.03248	0.70554 ± 2
4	83-584	0.03780	0.87968	0.04297	0.70665 ± 3

渡口同德闪长岩, 8 个样品的 Rb、Sr 分析表明 Rb/Sr 均小于 0.05, 而且十分相近(表 1)。选择其中 Rb/Sr 变化较大一些的 4 个样品(1—4 号), 进行同位素测定, 结果不能形成等时线(表 2)。计算表明样品中放射成因 Sr 的积累使 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 的增长小于 0.0004, 而花岗质岩石的初始值不均一性可达到 0.001, 因此, 不可能形成等时线。

个旧龙岔河斑状黑云母花岗岩 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 较均匀地变化在 0.87—2.86 范围内, 表明是同一物质来源、同时形成的岩石。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 变化在 0.71202—0.71616 之间, 有显著的变化, 因此能形成好的等时线, 它的年龄(150Ma) 应代表岩石的真实年龄^[1]。

神仙水等粒黑云母花岗岩, 从 Rb、Sr 含量与 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值^[1], 落在两个不同数量级区段, 因此并不是一种岩石或者同种岩石中有些样品有其他体系的同位素组分加入。其中一组 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr} = 9.247—14.342$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.72169—0.72764$; 另一组为 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr} = 131.52—273.90$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.97503—1.04395$ (表 3)。如果把它们当作同时形成的和属于同一物质来源的等粒黑云母花岗岩的同位素组成, 得到的年龄 $t = 84.2\text{Ma}$, Sr 初始比值 $a = 0.7083$, 相关系数 $r = 0.9988$ 。尽管线性关系比较好, 得到的年龄, 实际上是一种人为混杂全岩 Rb—Sr 等时线年龄。根据物质来源相同和同时形成的岩石(属于同一次侵入的岩石), ^{87}Rb 、 ^{86}Sr 同位素含量和 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值类似的话, 明显的可分成两组: 一是 1、2、3、7 号样品等时线年龄, $t = 79\text{Ma}$, $a = 0.7112$, $r = 0.9606$ 。线性关系是差些, 但等时线年龄还是可以反映成岩年龄, 它的 Sr 初始比值和本区复式岩体是一致的。龙岔河和神仙水岩体都是个旧西区复式岩体的组成部分。前者侵入时间早, $a = 0.7101$, 后者侵入时间晚, $a = 0.7112$ 。这种现象也符合同位素演化的理论;

表 3 神仙水岩体花岗岩全岩 Rb、Sr 同位素数据
Tab. 3 Rb and Sr isotopic data of whole rock for granite from the
Shenxianshui pluton

序 号	样品号	$^{87}\text{Rb}(\mu\text{mol/g})$	$^{86}\text{Sr}(\mu\text{mol/g})$	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
1	82-S-1	1.448	0.1567	9.247	0.72169
2	82-S-6	1.503	0.1108	13.561	0.72537
3	82-S-8	1.581	0.1134	13.941	0.72764
4	82-S-9	2.921	0.01301	224.48	0.97503
5	82-S-8a	2.838	0.01036	273.90	1.04395
6	82-S-10	2.625	0.01996	131.52	0.85247
7	82-S-4	1.546	0.1078	14.342	0.72749

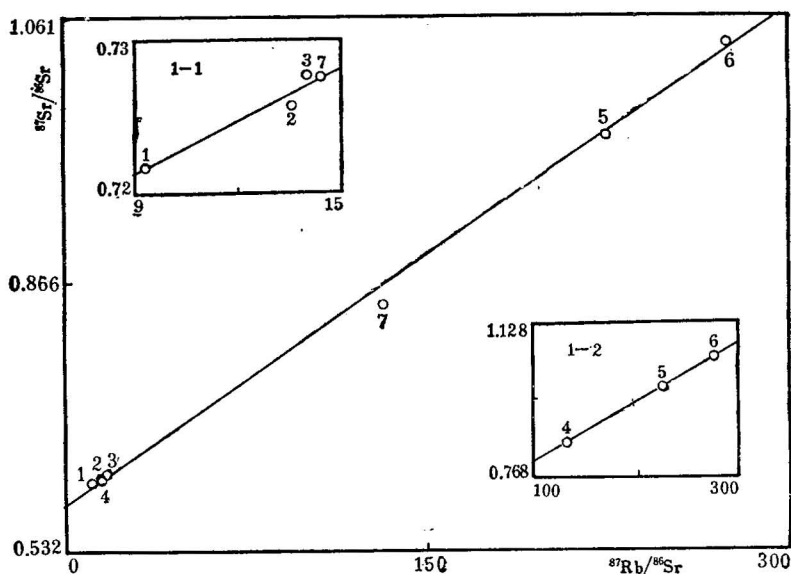


图 1 神仙水等粒黑云母花岗岩全岩 Rb-Sr 等时线

Fig. 1 Whole-rock Rb-Sr isochron for equigranular biotite granite from the
Shenxianshui pluton

$t = 84.4 \pm 1.1 \text{ Ma}$; $b = 0.000120 \pm 2$; $a = 0.7102 \pm 8$. 1-1, 全岩 Rb-Sr 等时线
(1, 2, 3, 7); 1-2, 全岩 Rb-Sr 等时线(4, 5, 6)。

二是 4、5、6 号样品等时线年龄, $t = 94 \text{ Ma}$, $a = 0.6754$, $r = 0.9998$, 线性关系虽然好, 但 Sr 初始比值太低, 中生代花岗岩不可能有这样低的初始比值, 所以更进一步说明是混杂线(图 1)。

2. 混杂全岩 Rb-Sr 等时线年龄

混杂等时线, 有时反映早期侵入的岩石年龄, 有时反映晚期侵入的岩石年龄, 有时则是早、晚期侵入岩石的大致平均值。这些不同情况取决于两组岩石 Rb/Sr 的差异和样品数量。显然高 Rb/Sr 值和样品多的岩石, 对年龄取指导或控制作用。如哈戛拉岩体,

表 4 哈夏拉花岗岩全岩 Rb、Sr 同位素数据

Tab. 4 Whole-rock Rb and Sr isotopic data for granites from the Hager pluton

序 号	测定对象	$^{87}\text{Rb}(\mu\text{mol/g})$	$^{86}\text{Sr}(\mu\text{mol/g})$	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
1	不等粒黑云母花岗岩	1.31996	0.04007	32.9413	0.76922
2	不等粒黑云母花岗岩	1.03727	0.07373	14.0685	0.73399
3	不等粒黑云母花岗岩	1.19403	0.04627	25.8057	0.75839
4	不等粒黑云母花岗岩	1.10967	0.05180	21.4222	0.75183
5	不等粒黑云母花岗岩	1.31030	0.05774	22.6931	0.75318
6	不等粒黑云母花岗岩	1.28606	0.07595	16.9330	0.74074
7	不等粒黑云母花岗岩	1.36254	0.05964	22.8461	0.75227
8	浅色花岗岩	0.85396	0.09214	9.2681	0.72618
9	浅色花岗岩	0.82368	0.12480	6.6000	0.72222
10	浅色花岗岩	0.75307	0.15068	4.9975	0.71946

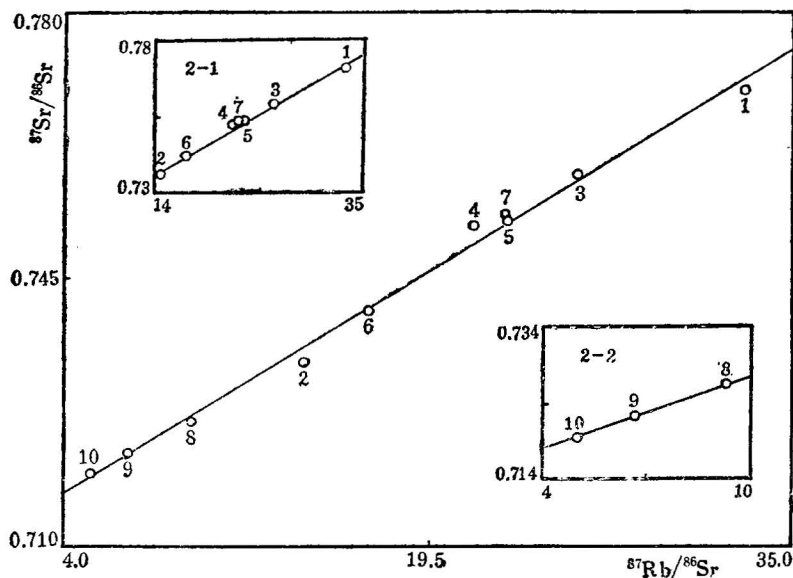


图 2 哈夏拉混杂全岩 Rb-Sr 等时线

Fig. 2 Mixed whole-rock Rb-Sr isochron from the Hager pluton

$t = 130.8 \pm 3.2 \text{ Ma}$; $a = 0.7097 \pm 8$; $b = 0.00185 \pm 5$. 2-1, 哈夏拉不等粒黑云母花岗岩全岩 Rb-Sr 等时线; 2-2, 哈夏拉浅色花岗岩全岩 Rb-Sr 等时线。

测定对象是早期侵入的不等粒黑云母花岗岩和晚期侵入的浅色花岗岩。Rb、Sr 同位素测定结果如表 4、图 2。可以看出, 同一种岩石所有的样品, Rb、Sr 含量和 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值变化范围不大, 而且非常类似; 不同类型的岩石, 差别显著。如果用两种岩石的 10 个样品计算的年龄, $t = 130.8 \text{ Ma}$, $a = 0.7097$, $r = 0.9971$ 。将不同类型岩石分别计算年龄: 不等粒黑云母花岗岩(1—7)全岩 Rb-Sr 等时线年龄(图 2-1), $t = 130.9 \text{ Ma}$, $a = 0.7097$, $r = 0.9910$; 浅色花岗岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄(8—10) $t = 110.1 \text{ Ma}$, $a = 0.7117$, $r = 0.9992$ (图 2-2)。年龄计算结果表明, 早期侵入的不等粒黑云母花岗岩, 无

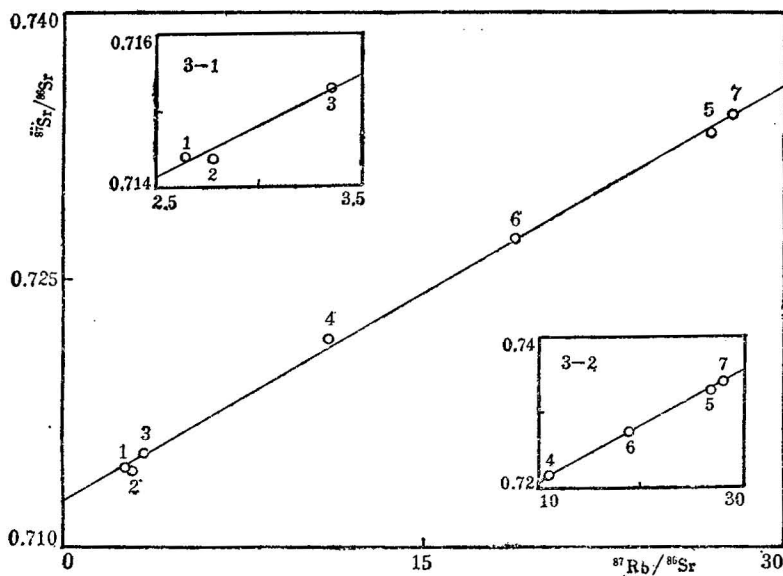


图 3 莱莉山花岗岩混杂全岩 Rb-Sr 等时线

Fig. 3 Mixed whole-rock Rb-Sr isochron for granites from the Lailishan pluton

$t = 54.8 \pm 1.7 \text{ Ma}$; $b = 0.00077 \pm 9$; $a = 0.7125 \pm 0.0004$. 3-1, 斑状黑云母二长花岗岩全岩 Rb-Sr 等时线; 3-2, 等粒黑云母花岗岩全岩 Rb-Sr 等时线。

论是单独计算,还是混合计算,其年龄值和 Sr 的初始比值都不变。对晚期侵入的浅色花岗岩,如果单独计算,就可以得到它的真实年龄和 Sr 的初始比值。和早期侵入的岩石样品一起计算年龄,没有起到任何作用。因为年龄值和初始比值,都受早期侵入的不等粒黑云母花岗岩控制和摆布。所以会出现这种情况,由于早期侵入的岩石, $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值之间拉的比较开,占据了控制点的位置和样品数量多,也有一定关系。

又如莱莉山岩体,测定的对象有早期侵入的斑状黑云母二长花岗岩,和稍晚侵入的等粒黑云母花岗岩。Rb、Sr 同位素测定结果¹⁾, 计算得混杂全岩 Rb-Sr 等时线年龄, $t = 54.8 \text{ Ma}$, $a = 0.7125$, $r = 0.9993$ (图 3)。如果分开计算: 早期侵入的斑状黑云母二长花岗岩(1—3)全岩 Rb-Sr 等时线年龄, $t = 84.2 \text{ Ma}$, $a = 0.7112$, $r = 0.9278$ (图 3-1); 晚期侵入的等粒黑云母花岗岩(4—6)全岩 Rb-Sr 等时线年龄, $t = 51.9 \text{ Ma}$, $a = 0.7135$, $r = 0.9997$ (图 3-2)。从年龄计算结果,混杂全岩等时线年龄,接近晚期侵入的岩石全岩等时线年龄。样品数量虽然相近,由于晚期侵入的岩石点距大,占据了高低控制点的位置,控制了早期侵入的岩石的点,所以混杂全岩等时线年龄值和 Sr 初始比值都接近晚期侵入的岩石。

古永岩体,对早期侵入的斑状黑云母二长花岗岩和稍晚侵入的黑云母花岗岩,根据 Rb、Sr 同位素资料²⁾,获得混杂全岩 Rb-Sr 等时线年龄(图 4), $t = 76.2 \text{ Ma}$, $a = 0.7107$,

1) 王文懿, 1984, 铷-锶法同位素年龄测定数据, 云南地质, 1期, 79—96 页。

2) 王文懿, 1984, 铷-锶法同位素年龄测定数据, 云南地质, 1期, 79—96 页。

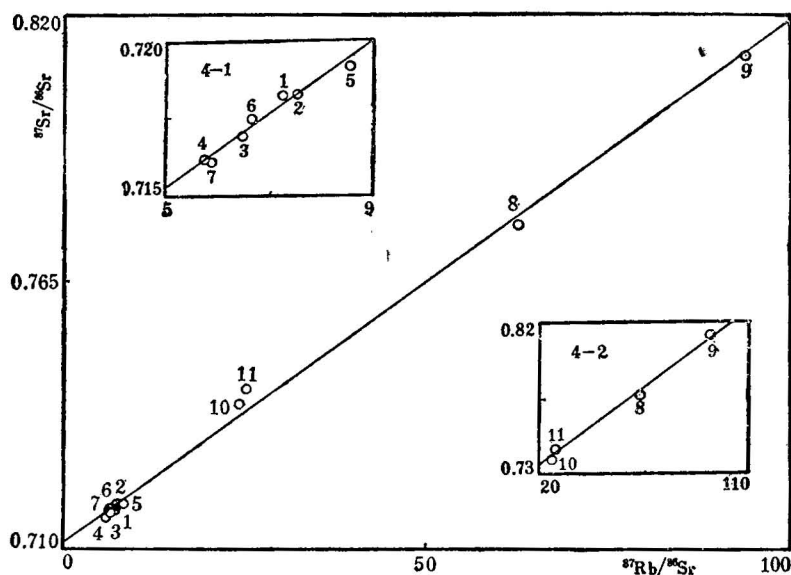


图4 古永花岗岩混杂全岩 Rb-Sr 等时线

Fig. 4 Mixed whole-rock Rb-Sr isochron for granite from the Guyong pluton

$t = 76.2 \pm 0.8 \text{ Ma}$; $a = 0.7107 \pm 3$; $b = 0.00108 \pm 8$. 4-1, 斑状黑云母二长花岗岩全岩 Rb-Sr 等时线; 4-2, 黑云母花岗岩全岩 Rb-Sr 等时线。

表5 铜厂角闪正长斑岩 Rb-Sr 内部等时线年龄和云母 K-Ar 年龄比较

Tab. 5 The comparison of Rb-Sr inside isochron ages with mica K-Ar ages of hornblende syenite porphyry from the Tengchang pluton

序号	测定对象	年龄 (Ma)	测定方法	资料来源
1	全岩+黑云母+钾长石	33.9	Rb-Sr	谭雪春, 1985
2	全岩+黑云母+钾长石+斜长石	35.1	Rb-Sr	谭雪春, 1985
3	全岩+黑云母+钾长石+斜长石+磷灰石	36.1	Rb-Sr	谭雪春, 1985
4	黑云母	36.8	K-Ar	本文

$r = 0.9983$ 。斑状黑云母二长花岗岩(1—7)全岩 Rb-Sr 等时线年龄(图 4-1) $t = 83.6 \text{ Ma}$, $a = 0.7093$, $r = 0.9773$; 黑云母花岗岩(8—11)全岩 Rb-Sr 等时线年龄(图 4-2) $t = 71.4 \text{ Ma}$, $a = 0.7156$, $r = 0.9989$ 。两组样品年龄值,反映了平均年龄,与早期侵入的岩石样品多有关。

3. 内部 Rb-Sr 等时线年龄

内部等时线,用全岩、单矿物(造岩矿物、副矿物)作为测定对象,在于对上述各类岩石都可以获得线性关系较好的等时线。其年龄值基本上有两种情况,一是被测定的岩石没有受到明显的后期地质作用的影响,所得的年龄值基本上反映成岩年龄;二是被测定的岩石受到后期的变质作用,其年龄值往往反映变质时间。而且内部等时线年龄常同 K-Ar

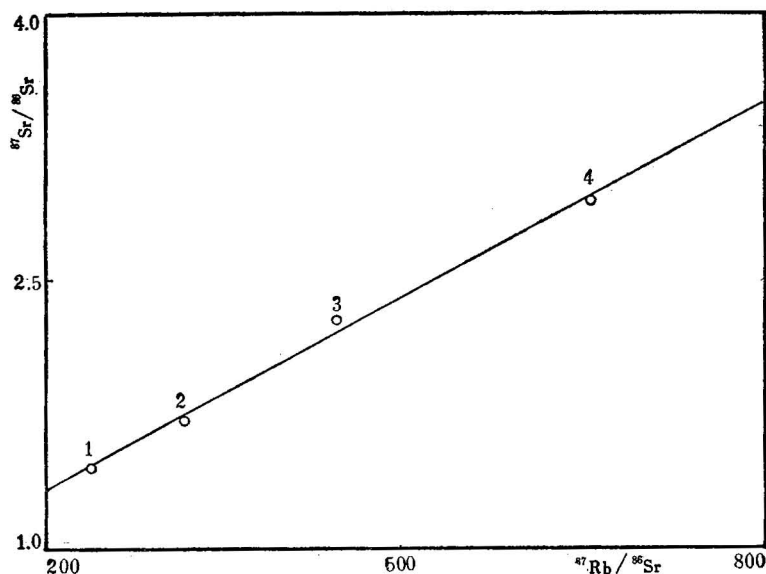


图 5 临沧岩体南段花岗闪长岩中黑云母 Rb-Sr 等时线

Fig 5 Rb-Sr biotite outside isochron of granodiorite in the southern part of the Lincang pluton

年龄,如表 5 所示。

勐宋岩体二云母花岗岩内部等时线,用 5 个样品(2 个全岩、2 个黑云母和 1 个白云母)计算的等时线年龄¹⁾, $t = 238.7\text{Ma}$, $a = 0.7605$, $r = 0.9974$ 。如果用全岩(S_{1-1})、黑云母(S_{1-2})和白云母(S_{1-3}) 3 个样品计算年龄, $t = 235.7\text{Ma}$, $a = 1.1937$, $r = 0.9972$ 。相比之下,用 5 个和用 3 个样品计算的年龄值基本相同,只是用 3 个样品时有白云母,使初始比值变得较大。

上述资料表明。做内部等时线的样品,除用 1 个全岩外,加上 2—3 种单矿物,基本可以获得一条很好的内部等时线。

4. 单矿物 Rb-Sr 等时线年龄

Rb-Sr 单矿物等时线,或称矿物等时线,用单矿物,如长石(钾长石、斜长石)、云母或角闪石等一种矿物作为测定对象,它适应于同位素均一化程度低的岩石。目前对这方面的工作开展的不多。从少数资料表明,同一种岩石,全岩的数据点分散,得不到线性关系较好的等时线和可信的年龄值。用单矿物却能获得线性关系较好的等时线和可信度大的成岩年龄,如临沧岩体南段花岗闪长岩,全岩样品作等时线,点子特别分散($r = 0.1361$);黑云母单矿物作等时线(图 5),不仅线性关系好($r = 0.9944$),而且还可以得到可信度大的成岩年龄, $t = 256\text{Ma}$, 与该岩体中段花岗闪长岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 263Ma 接近。

1) 王文懿, 1984, 铷-锶法同位素年龄测定数据, 云南地质, 1 期, 79—96 页。

二、讨 论

1. 影响同位素均一化的因素: 作为部分熔融的花岗岩类岩浆, 在深部的封闭体系中, 同位素可能都达到了均一化。由于岩浆上侵定位过程中, 围岩或捕虏体成分的加入和同化混染作用程度的差异, 在不同程度上破坏了同位素均一化。如在闪长岩类中, 常见大小不等的和成分复杂的包体或捕虏体, 有的保存原岩面貌, 有的失去原岩面貌类似围岩 (包体或捕虏体的围岩) 面貌。对捕虏体来说, 面貌虽然改变了, 但同位素组成并不一定完全改变了。碱性岩类也有类似的情况。如石鼓小桥头正长斑岩, 分析 6 个样品, 有 5 个样品同位素含量和组成类似: $^{87}\text{Rb} = 0.3983\text{—}0.4576\mu\text{mol/g}$, $^{86}\text{Sr} = 1.3557\text{—}1.6031\mu\text{mol/g}$, $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr} = 0.2612\text{—}0.3104$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7061\text{—}0.7069$ 。其中 81-913 样品出现特别明显的异常现象: $^{87}\text{Rb} = 0.5378$, $^{86}\text{Sr} = 0.1264$, $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr} = 4.2548$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7436$ 。原因在于 81-913 样品是带有包体的标本。分析前虽然把肉眼可见的包体去掉了, 但在包体周围的岩石同位素组成已经受到了影响。这种影响靠肉眼和元素分辨不出, 只有靠同位素组成才能检索出来, 乡城斑状黑云母花岗岩, 分析 5 个样品, 其中 4 个样品同位素含量和组成很相近, 如 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr} = 1.8778\text{—}2.7383$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.71011\text{—}0.71176$ 。只有靠近接触带的 1 个样品, $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr} = 3.2438$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.72674$ 。两组比值都高于前者, 亦说明靠近接触带的岩石同位素组成受到了影响; 太阴宫花岗闪长岩, 分析 9 个样品, 其中 8 个样品同位素组成近似: $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr} = 1.3217\text{—}3.7096$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7257\text{—}0.7415$ 。其中一个云英岩化的样品, 同位素组成出现特别显著的异常: $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr} = 16.4450$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7883$, 说明后期热液蚀变, 对同位素组成或同位素均一化的程度有很大影响。

2. 等时线样品的选择: 由于花岗岩形成温度 ($600\text{—}700^\circ\text{C}$) 要比火山岩与其它基性岩 ($1200\text{—}1300^\circ\text{C}$) 低, 因此花岗岩形成时同位素初始值比火山岩具更大的不均一性, 一般同一源区的近代火山岩, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 也常常有 $0.0003\text{—}0.0005$ 的变化范围。根据扩散系数与温度关系的估计, 同一源区形成的花岗岩初始值的不均一性可能要达到 0.001 。按这个不均性数量级作计算, 要得到一条年龄误差小于 10% 的等时线, 必须要满足以下关系式:

$$K = t \cdot \sqrt{\frac{N-2}{N} \sum_{i=1}^N u_i^2} > 0.4 \quad (1)$$

式中 t 为岩石年龄, $\sum_{i=1}^N u_i^2$ 为一组等时线样品 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 值与平均值的离差平方和 (如取 Rb/Sr 代替, 应将所求的平方和乘 2.8)。要满足关系式 (1), 对于一定年龄 t 来说, 必须使 Rb/Sr 足够大, 并有充分大的离散或有足够多的样品数。对于闪长岩类来说, 常常不能满足这一关系式, 因此难于形成好的等时线。而黑云母与二云母花岗岩则容易满足这一关系。因此对一组样品可否得到等时线, 必须根据 Rb/Sr 数据用 (1) 式进行判别。如不能满足关系式, 是不必作进一步同位素分析以造成浪费。如同德 8 个样品的 K 值只有 0.1 (即使取年龄为 $b.y$), 因此不可能形成等时线。个旧龙岔河黑云母花岗岩 $K = 1.4$, 因此能形成等时线。

在满足上述关系后, 还必须作均一性系数判别:

$$H = \sum_{i=1}^N (P_{i-1})^2 / N - 2 \quad (2)$$

将 N 个样品的 Rb/Sr 最大与最小值之间分成 N 个等间隔区段, P_i 为落在第 i 个区段中的样品数。 H 值一般在小于 2 时, 获得的等时年龄将较为可信。大于 2 时可能是混杂等时线, 或存在个别同位素异常的样品, 应排除。

3. 等时线质量评价: 在完成上述用 Rb/Sr 值选择样品后, 可以作同位素分析, 然后作出等时线。这时还要进行以下计算, 对等时线质量作评价:

(1) 相关系数: 如果 $H \leq 2$, 则相关系数越接近 1, 等时线越可信; 如 $H > 2$ 时, 则相关系数不是主要的判别依据。

(2) $MSWD$ (平均标准重权偏差):

$$MSWD = \sum_{i=1}^N W_i (\dot{Y}_i - bX_i - a)^2 / N - 2 \quad (3)$$

其中 $W_i = \frac{1}{b^2 \sigma_{X_i}^2 + \sigma_{Y_i}^2}$, σ_{X_i} 、 σ_{Y_i} 为 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 与 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 的测量误差, b 为斜率, a 为初始值。对于一条没有其他干扰因素的等时线, 样品点与等时线的离差应与测量误差大致相等, 因此 $MSWD$ 值也应小于 2 为好。

(3) 斜率误差: 它直接反映了年龄误差的大小, 一般相关关系好, $MSWD$ 小的等时线则也必然小。

$$\Delta b = \sqrt{\sum_{i=1}^N (Y_i - bX_i - a)^2 / (N - 2) \sum_{i=1}^N W_i u_i^2} \quad (4)$$

(4) 初始值: 初始值的太小应基本符合地球演化不同时代的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 变化范围。如在 < 0.7 时常常是混合或混杂等时线, 表明年龄与初始值均不可信。

参 考 文 献

- [1] 伍勤生等, 1984, 个旧含锡花岗岩的锶同位素特征及找矿标志的研究, 地球化学, 4 期, 293—302 页。

DISCUSSION ON Rb-Sr ISOCHRON AGES OF GRANITOIDS IN THE HENGDUAN MOUNTAINS

Zhang Yuquan, Zhu Bingquan and Xie Yingwen

(Institute of Geochemistry, Academia Sinica, Beijing)

Abstract

Based on the Rb-Sr isotopic study of the granitoids in the Hengduan Mountains, the classification and geologic significance of whole-rock Rb-Sr isochrons as well as the factors influencing homogenization of the isotopic system are discussed. Usually, there is no good linear correlation of isochrons for diorites and alkaline intrusions. But by means of the outside isochron of minerals from those rocks, isochrons with good linear relation as well as ages and initial ratios with a high confidence can be obtained. In order to obtain a satisfied isochron, the discriminant value should be calculated from the Rb/Sr ratios and estimated ages of the samples. Only those that meet the requirements can be used as the Rb-Sr isochrons. The quality of an isochron should be judged from three factors, i.e. correlation coefficient, MSWD and homogeneous degree.

作 者 简 介

张玉泉,男,1935年生。1960年毕业于长春地质学院找矿系,长期从事花岗岩及其矿产的研究。副研究员。工作单位:中国科学院地球化学研究所;通讯地址:贵阳市91号信箱。