

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

新疆北天山东段花岗岩类地球化学特征

王碧香 李兆鼎 赵光赞 王富宝 张水哲 费文恒

(中国地质科学院地质研究所, 北京)



本区花岗岩类位于北天山地斜褶皱带。岩体侵入于石炭纪海相火山-沉积岩系中,呈同期多次侵入的中基性-酸性复式岩体。依据 Rb-Sr 全岩等时线其年龄为 315.7 Ma, 属于海西中期。SiO₂ 含量 48—78%, 钙碱指数为 60, 硅碱指数 ρ 为 2.2—2.4 和 σ 为 1.5—2。稀土元素从基性到酸性,总量从 38 ppm 增到 143 ppm, δEu 为 0.47—0.86, 为负异常,各岩类标准化曲线相似性很好。上述情况结合微量元素特点,本区为岛弧-陆缘型的钙碱性系列的侵入体。 $\delta^{18}\text{O}$ 为 5.8—8.9%, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值为 0.705。岩体物质由上地幔顶部和下地壳岩浆混合组成,可能是同源分异演化的产物。具 I 型花岗岩特征。

一、岩体概述及特征

本区辉长岩和花岗岩类位于北天山东段古生代造山带,即阿奇克库都克断裂带以北,呈东西向延伸,与区域构造线方向基本一致,长达 120 km, 面积为 900 km²。岩体侵入于石炭纪中性、中酸性和酸性的海相火山-沉积岩系中,近侵入体围岩遭受热力变质作用,常见有各种角岩,其内接触带具有同化混染特征。在岩体中多处见到石炭纪地层的顶盖悬垂体。这些东西向延伸的岩体,在地表为石炭纪地层所分隔或北东、北西向断裂所分割,自西向东依次为红云滩岩体、铁岭岩体、百灵山岩体和骆驼峰岩体(图 1),它们在一定深度可能彼此相连,多半呈同期多次的复式岩体。大致可分为第一次中基性侵入岩和第二次酸性侵入岩(图 2)。从分布面积看,第一次侵入岩约占 1/3,而第二次侵入岩约占 2/3。第一次中基性侵入体主要是辉长岩、石英辉长岩、石英闪长岩和石英二长闪长岩等,其岩性不均一,岩相变化大,各岩相之间均呈逐渐过渡的关系。第二次为酸性侵入岩,主要是花岗闪长岩、石英二长岩,花岗岩和钾长花岗岩等,为复式岩体的主要部分,且常侵入第一次岩体中。接触面基本清晰,但没有明显快速冷凝的淬火边,有时边缘粒度略变细,形成窄边,表明两者时间间隔很短,为同期不同次的侵入体。花岗岩与火山碎屑岩接触带出现边缘混合岩化。岩体年龄为 315.7Ma¹⁾, 黑云母二长花岗岩的黑云母(钾-氩法)年龄为 290Ma²⁾, 其时代属于海西中期。(图 1 中见有 r₄, 本文暂不讨论)。岩体围岩为中、下石

注:王碧香和李兆鼎执笔。

1) 铷-锶等时线年龄,由本所同位素室测定。

2) 据新疆地质研究所资料。

本文 1987 年 12 月收到,1989 年 1 月改回,原健编辑。

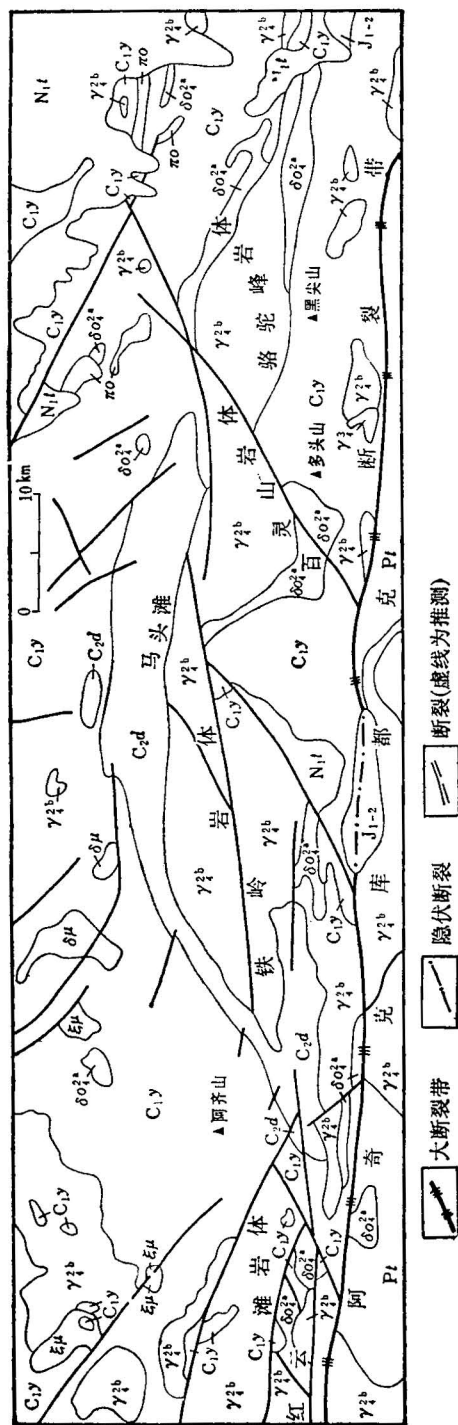


图 1 新疆北天山东段地质图

Fig. 1 Schematic geological map of the eastern sector of the Northern Tianshan Mountains

(根据本所构造室 1/50 万构造图修编)

N_{1t}. 上第三系下统桃树园组; J₁₋₂. 中、下侏罗统煤窑沟组; C_{2d}. 中石炭统底坎尔组;
C_{1y}. 下石炭统雅满苏组; Pt. 元古界; γ_{1b}. 海西期晚期花岗岩;
γ_{1b}. 第二次酸性侵入岩; δ_{1a}. 第一次中性侵入岩; εμ. 正长斑岩;
σ₀. 石英斑岩; δμ. 闪长斑岩

炭世海相火山-沉积岩系,由流纹质和英安质火山灰流凝灰岩、火山碎屑沉积岩、沉积火山

碎屑岩直至正常沉积岩(含生物碎屑灰岩)组成。有良好韵律层理,层中还见有火山泥球。局部为安山质和玄武安山质岩类所组成。属于亚碱性系列,富钠的岛弧-陆缘型火山岩系。火山岩与侵入岩密切伴生,构成了火山-深成岩系。

本区花岗岩类岩石组合类型复杂,从铁镁质辉长岩到长英质钾长花岗岩,有辉长岩、石英辉长岩、石英闪长岩、石英二长闪长岩、花岗闪长岩、石英二长岩、角闪黑云花岗岩和钾长花岗岩等 8 种岩石类型;铁镁矿物中普遍见有角闪石、黑云母和辉石;副矿物中常见磁铁矿、榍石、磷灰石和钛铁矿等; SiO_2 含量 48—78%,岩石成分范围宽; $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 较低,为 0.6, Na_2O 为 3.6%, $\text{Al}/$

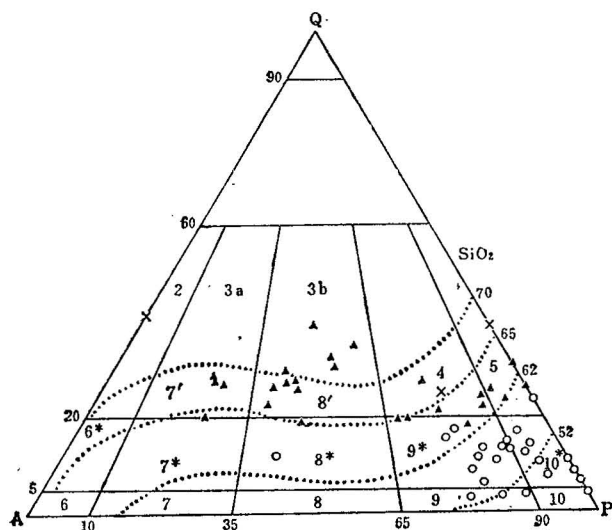


图2 新疆北天山东段花岗岩类 A-P-Q 图解

Fig. 2 A-P-Q diagram of granitoids of the eastern sector of the Northern Tianshan Mountains

(据李兆鼎等,1984)^[1]

○第一次中基性侵入岩 ▲第二次酸性侵入岩 ×脉岩

2. 钾长花岗岩; 3a. 花岗岩 3b. 二长花岗岩(花岗岩); 4. 花岗闪长岩; 5. 石英闪长岩 7. 石英正长岩; 7*. 含石英正长岩; 8. 石英二长岩; 8*. 含石英二长岩 9. 闪长岩; 10. 辉长岩

($\text{K} + \text{Na} + 2\text{Ca}$) 为 0.8, $\text{Fe}^{3+}/(\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+})$ 为 0.35, $\delta\text{Eu}(0.86—0.47)$ 为负锕异常; $\delta^{18}\text{O}$ 为 5—8.91‰, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值为 0.705; 矿物包裹体: 从辉长岩到闪长花岗岩的斜长石中见有熔融包裹体。上述特征均与 B. W. Chappell 等^[2] I 型花岗岩特征相吻合, 本区应为 I 型花岗岩。它与西藏冈底斯岩带曲水岩基 I 型花岗岩特征亦相似^[3], 而与华南 S 型花岗岩特征则有明显区别^[4]。

二、地球化学特征

本区各岩体的主要岩石化学成分列于表 1。从表 1 看出, 本区西边红云滩岩体和东边骆驼峰岩体各氧化物含量变化范围宽, 而中间铁岭和百灵山岩体各氧化物含量变化范围窄。全区从边缘向中间酸性程度增加。

本区从辉长岩、花岗闪长岩到花岗岩的变化, 其造岩氧化物的含量, 依 SiO_2 含量的增加, TiO_2 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 CaO 和 MgO 相应递减, Al_2O_3 也缓慢地减少, 而 K_2O 和 Na_2O 则略有增加。反映出岩浆从早期中基性向酸性的演化, 为正常岩浆的分异趋势。这与野外和室内薄片观察到的侵入顺序和结晶顺序相吻合。

本区红云滩、铁岭-百灵山和骆驼峰各岩体硅碱岩系指数 σ (平均值) 分别为 1.91、1.54 和 1.69 和 ρ (平均值) 分别为 2.35、2.38 和 2.17。全区钙碱指数为 60。故本区岩体

表 1 新疆北天山东段花岗岩类化学成分 (wt%)

Table 1 Chemical composition (wt%) of granitoids in the eastern sector of the Northern Tianshan Mountains

样号	岩性	地点	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	总量
760A-88*	辉长岩	红云滩	48.03	17.77	3.33	7.04	11.75	6.80	0.46	1.81	0.79	0.92	0.15			98.85
760A-85*	辉长岩	红云滩	48.38	19.0	3.95	6.70	10.59	6.27	0.32	2.16	0.67	0.18	0.136			98.36
H020-3	辉长岩	红云滩	51.93	19.68	5.00	4.33	9.30	3.44	0.76	3.45	0.79	0.08	0.11	1.44	0.00	100.42
H020-1	含石英辉长岩	红云滩	54.96	17.64	3.08	5.55	9.30	5.52	0.42	3.04	0.67	0.17	0.13	0.82	0.00	101.3
H022-1	石英二长闪长岩	红云滩	59.47	17.05	3.45	3.82	6.23	2.52	1.24	3.92	0.78	0.07	0.20	0.62	0.12	99.49
H021-1	花岗闪长岩	红云滩	66.12	14.82	1.80	2.82	4.59	2.11	2.58	3.59	0.58	0.03	0.10	0.48	0.18	99.8
760A-14	二长花岗岩	红云滩	69.27	15.17	1.72	1.31	1.29	0.67	4.22	5.25	0.44	0.09	0.09			99.52
760A-86	二长花岗岩	红云滩	70.05	15.32	1.65	0.85	0.85	0.44	4.94	5.08	0.33	0.03	0.024			99.56
H023-3	钾长花岗岩	红云滩	71.92	14.69	1.29	1.01	1.68	0.59	3.82	4.34	0.35	0.05	0.08	0.40	0.00	100.22
760A-15*	花岗岩	红云滩	74.50	12.98	0.96	0.74	1.06	0.29	4.36	4.10	0.22	0.04	0.04			99.29
L426	辉长闪长岩	骆驼峰	53.62	17.25	2.24	7.10	9.55	5.05	1.09	2.40	0.64	0.04	0.12	0.47	0.17	100.09
M12-27-	石英二长闪长岩	骆驼峰	57.65	16.25	2.20	5.37	7.97	4.56	1.66	2.65	0.68	0.15	0.12	1.03	0.13	100.42
L427-3	石英闪长岩	骆驼峰	59.40	15.14	2.17	5.99	6.36	3.07	2.53	2.72	0.65	0.09	0.14	1.12	0.21	99.59
L372-1A	石英闪长岩	骆驼峰	59.66	16.41	1.32	3.63	7.69	3.87	0.97	4.03	0.69	0.09	0.19	0.66	0.30	99.52
L427-4	花岗闪长岩	骆驼峰	60.58	15.32	2.40	4.35	5.68	3.15	3.30	2.84	0.60	0.08	0.13	0.67	0.19	99.29
L372-3	花岗闪长岩	骆驼峰	60.88	15.78	1.10	3.42	6.11	3.85	1.22	4.96	0.73	0.06	0.18	0.85	0.21	99.35
M12-27-3	石英二长岩	骆驼峰	62.01	15.44	0.28	1.57	10.96	3.53	0.79	4.20	0.69	0.06	0.14	0.84	0.00	100.51
M12-27-4	石英二长岩	骆驼峰	62.25	16.10	1.51	1.94	6.45	2.86	2.52	4.78	0.66	0.06	0.14	0.53	0.15	100.35
L378-1	花岗岩	铁岭	73.86	12.57	0.60	1.95	1.14	0.75	3.68	3.87	0.24	0.04	0.05	0.65	0.11	99.65
T33-1	石英二长闪长岩	铁岭	61.90	15.05	3.87	3.59	5.27	3.00	1.19	3.68	0.88	0.10	0.15	0.96	0.24	99.88
T035-1	花岗闪长岩	铁岭	65.46	14.41	0.56	5.48	3.41	1.30	3.72	3.24	0.35	0.20	0.09	1.00	0.48	99.7
T013-1	花岗闪长岩	铁岭	66.03	14.85	2.53	2.87	4.55	1.70	2.12	3.38	0.38	0.27	0.08	0.70	0.30	100.1
T001	花岗闪长岩	铁岭	68.18	14.76	1.75	1.97	3.29	1.42	2.93	3.56	0.38	0.07	0.08	0.76	0.20	99.35
T037-1	花岗岩	铁岭	73.49	14.84	0.33	0.69	4.44	1.10	0.52	4.42	0.29	0.04	0.06	0.39	0.25	100.86
T008-2	角闪黑云花岗岩	铁岭	74.66	12.25	0.78	1.76	1.48	0.45	4.36	3.08	0.18	0.00	0.05	0.44	0.16	99.65
T032-1	角闪黑云花岗岩	铁岭	77.57	12.32	0.21	0.24	1.22	0.18	0.70	6.00	0.37	0.03	0.07	0.54	0.12	99.57
B052-4	花岗闪长岩	百灵山	63.55	15.22	2.67	3.59	4.56	2.28	2.74	3.28	0.50	0.30	0.13	0.65	0.13	99.6
B055	二长花岗岩	百灵山	68.76	14.67	1.66	2.09	3.02	1.20	3.20	3.97	0.38	0.10	0.13	0.60	0.02	99.8

* 据新疆地质研究所资料。

测试者: 本院岩石测试技术研究所

表 2 新疆北天山东段花岗岩类稀土元素丰度 (ppm)

Table 2 Abundance of REE elements(ppm) of granitoids in the eastern sector of the Northern Tianshan Mountains

样 号	岩 性	地 点	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Er	Yb	Lu	La/Sm	δEu
H020-3	辉长岩	红云滩	4.07	11.52	8.21	2.55	0.61	2.63	2.79	1.47	1.37	0.11	1.60	0.79
H020-1	石英辉长岩	红云滩	5.98	14.65	8.25	2.21	0.53	2.45	2.58	1.44	1.43	0.24	2.71	0.77
M12-27-1	石英二长闪长岩	骆驼峰	8.01	19.92	10.51	2.64	0.50	2.78	2.91	1.61	1.58	0.27	3.03	0.62
M12-27-4	石英二长岩	骆驼峰	8.40	24.98	14.03	3.41	0.65	3.21	3.50	2.03	<0.1	0.25	2.46	0.65
B055	二长花岗岩	百灵山	14.40	33.61	15.03	3.40	0.69	3.17	3.59	2.19	2.49	0.32	4.24	0.69
T035-1	花岗闪长岩	铁岭	10.53	22.08	9.35	2.14	0.54	1.99	2.35	1.45	1.68	0.27	4.92	0.86
T032-1	角闪黑云花岗岩	铁岭	16.00	44.23	30.00	8.73	1.28	9.24	9.69	5.97	5.97	0.95	1.83	0.47
H023-3	钾长花岗岩	红云滩	24.42	61.14	25.97	5.40	1.01	4.17	4.69	2.87	3.31	0.56	4.52	0.68

测试者: 本院岩矿测试技术研究所

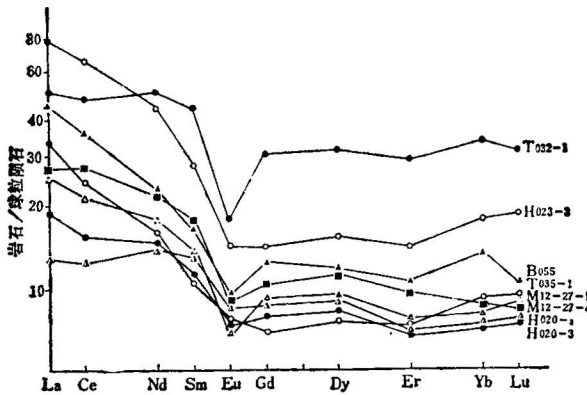


图 3 新疆北天山东段稀土元素球粒陨石标准化配分模式

Fig. 3 Chondritic normalized REE patterns of granitoids in the eastern sector of the Northern Tianshan Mountains

H020-3. 辉长岩; H020-1. 石英辉长岩; M12-27-1. 石英二长闪长岩;
M12-27-4. 石英二长岩; B055. 二长花岗岩; T035-1. 花岗闪长岩;
T032-1. 角闪黑云花岗岩; H023-3. 钾长花岗岩

应属于钙碱性系列。

辉长岩和花岗岩类的稀土元素用电感偶合等离子光谱法进行测定。现将稀土元素的分析结果列于表 2。同时经球粒陨石标准化后,配分模式见图 3,全区 REE (总量)变化于 40—150 ppm,辉长岩的 REE 和 LREE (轻稀土)最低,平均分别为 40.5 ppm 和 30 ppm。角闪黑云花岗岩 (T032-1) REE 最高。而钾长花岗岩 (H023-3) LREE 值最高,标准化曲线倾斜度也最大,由于铁镁矿物的减少,使 HREE 比角闪黑云花岗岩还低。从图 3 看出,稀土标准化曲线基本上平行,由辉长岩经石英二长闪长岩、花岗闪长岩、角闪黑云花岗岩到钾长花岗岩轻稀土逐渐增加,其曲线也从较平缓向右陡倾斜。重稀土标准化曲线,除钾长花岗岩比角闪黑云花岗岩稍低外,其它从基性到酸性随岩石的酸度增加呈平缓的有规律地平行上升,相似性很好。从 REE 标准化曲线的相似性以及它们含量的密

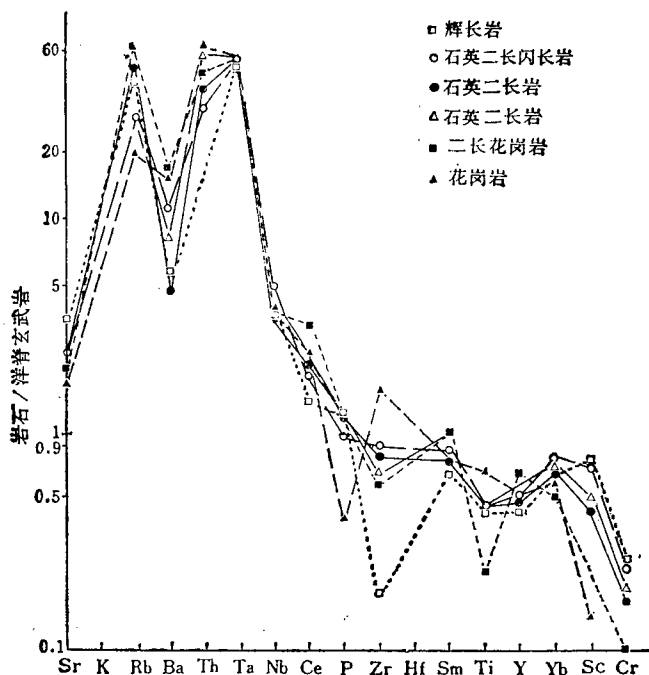


图 4 新疆北天山东段花岗岩类的微量元素标准化图解

Fig. 4 Chondritic normalized trace elements patterns of granitoids in the eastern sector of the Northern Tianshan Mountains

切关系,相关性很强,表明了它们可能来自同一岩浆源。

从图 3 看出,各类岩石均呈负铕异常,而且由基性向酸性岩石负 Eu 异常逐渐加大,即 δEu 从辉长岩类平均值 0.78,到花岗岩类平均值 0.67。从以上数值看出,辉长岩和花岗岩浆一开始就缺乏铕。这种岩浆可能是在深部岩浆房就已经过分离结晶出斜长石的残余熔体,从而造成了 Eu 的亏损。也即,由于部分 Eu^{++} 先期进入斜长石置换 Ca^{++} ,从而使残余熔体中相对负 Eu。当岩浆结晶产物由辉长岩演化到花岗岩类时,随着斜长石晶出数量的增多,岩石中 Eu 亏损也随之增大。但从早到晚,REE 标准化曲线形状十分相似,而 REE 含量逐渐增加。结合前述各种参数的线性变化,反映了这套侵入岩可能是同源岩浆逐渐分异演化的产物。

本区各类岩石的部分微量元素成分列于表 3,其洋脊玄武岩标准化分布曲线见图 4。其横坐标从左至右按元素的不相容程度的次序排列。由此可以看出: 1. 各曲线基本上向右倾斜,而且随着元素不相容程度增加,元素的含量也不断增加。整个岩石序列从基性到酸性显示出规律的变化,各曲线平行度和相似性较好,也表明物质来自相同的源区。2. 各类岩石中,钽、铷和钼的含量相对较高,这种可能是本区深部岩浆的一个特点。而钪相对于钽和钼偏低,一方面和本身的丰度偏低有关,另一方面可能和铕一样,先期进入斜长石所造成。3. 从图 4 标准化曲线中还看出,不相容元素(从 Sr 到 Nb)均为正值,而中等不相容和相容元素(从 P 到 Cr)为负值。这特点与 J. A. Pearce (1982)^[3] 所作的岛弧和活动

表 3 新疆北天山东段花岗

Table 3 Trace elements abundance (ppm) of granitoids in

样 号	岩 性	地 点	Sr	Rb	Ba	Th
H020-1	含石英辉长岩	红云滩	355.1	0.003	108	<3
M12-27-1	石英二长闪长岩	骆驼峰	271.6	0.01	202.6	7.53
M12-27-3	石英二长岩	骆驼峰	257.6	0.003	93.65	8
M12-27-4	石英二长岩	骆驼峰	261.6	0.01	169.5	11.99
B055	二长花岗岩	百灵山	210.9		351.3	9.48
B020	花岗岩	百灵山	206.7		311.6	12.44

注: Ta 值因测试方法的限制,仅供参考。

陆缘的钙碱性火成岩的标准化曲线形状相似,但不相容元素含量相对偏高,这与前述的本区复式岩体位于古岛弧-陆缘区的钙碱性系列的实际情况相吻合。

三、氧和锶同位素组成

氧和锶同位素组成可以用来认识岩体物质来源和变化的特点。从表 4 得知,本区辉长岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 为 5.83‰,与上地幔产生的 $\delta^{18}\text{O}$ 值相符^[6]。从二长闪长岩、花岗闪长岩到花岗岩 $\delta^{18}\text{O}$ 为 8.02—8.91‰,这与下地壳的 $\delta^{18}\text{O}$ 值相符。依据 $\delta^{18}\text{O}$ - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 图解(图 5),辉长岩的点落于地幔范围内,石英二长闪长岩、花岗闪长岩和花岗岩的点落于蚀变的玄武岩的范围内,而钾长花岗岩 ($\delta^{18}\text{O}$ 为 8.91‰)点落于相对更接近于陆源沉积物区,也就是

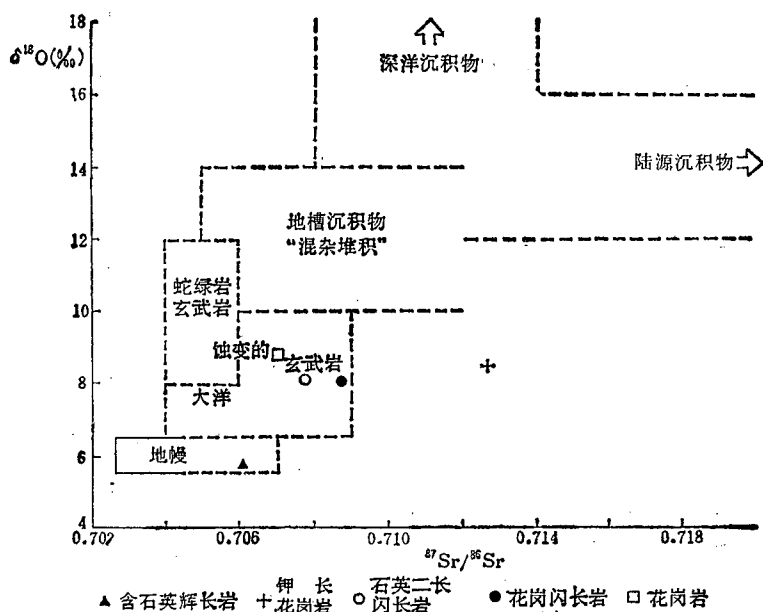


图 5 新疆北天山东段花岗岩类 $\delta^{18}\text{O}$ - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 图解

Fig. 5 $\delta^{18}\text{O}$ - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ diagram of granitoids in the eastern sector of the Northern Tianshan Mountains

岩类微量元素丰度 (ppm)

the eastern sector of the Northern Tianshan Mountains

Ta	Nb	Ce	P ₂ O ₅ (%)	Zr	Sm	TiO ₂ (%)	Y	Yb	Sc	Cr
<10	14.77	13.52	0.13	16.02	2.66	0.38	13.34	2.29	30.93	68.65
<10	17.05	18.98	0.12	79.68	4.13	0.68	16.06	2.68	28.11	60.75
<10	<12	22.19	0.05	70.82	<2.50	0.69	15.36	2.31	17.88	43.31
<10	16.71	20.84	0.14	55.51	2.97	0.66	18.33	2.59	20.51	46.93
<10	12.89	26.21	0.13	53.27	3.64	0.23	18.92	2.78	9.79	6.38
<10	13.68	24.04	0.05	146.8	<2.5	0.22	16.64	2.14	5.55	72.88

分析者: 本院岩矿测试技术研究所

表 4 新疆北天山东段花岗岩类氧和锶同位素组成

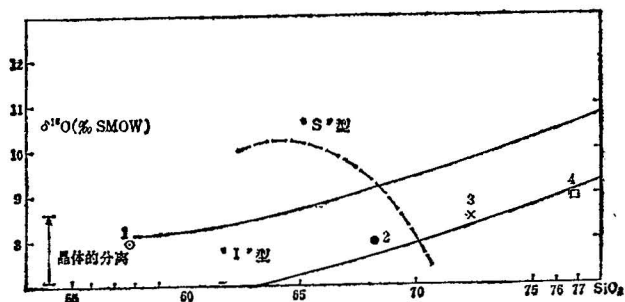
Table 4 Compositions of oxygen and strontium of granitoids in the eastern sector of the Northern Tianshan Mountains

序号	编 号	岩 性	地 点	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	SiO ₂ (%)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(\text{‰})$
1	H020-3	辉长岩	红云滩	5.83	51.93	0.7063
2	H020-1	石英辉长岩	红云滩		54.96	0.7083
3	M12-27-1	石英二长闪长岩	骆驼峰	8.08	57.65	0.7079
4	T001	花岗闪长岩	铁 岭	8.02	68.18	0.7088
5	T032-1	角闪黑云花岗岩	铁 岭	8.91	77.57	0.7071
6	H023-3	钾长花岗岩	红云滩	8.64	71.92	0.7128

测试者: $\delta^{18}\text{O}$ 为本院矿床研究所丁悌平; 铷和锶同位素为本所同位素室

相当于下地壳的顶部^[7]。依据 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 的初始值为 0.705。辉长岩的 Rb/Sr 值为 0.11, 花岗岩类的 Rb/Sr 值平均为 0.28。还依据从辉长岩到花岗岩类发育有熔融包裹体, 说明了辉长岩-花岗岩类的物质来源比较深^[8,9], 主体部分物质可能主要来源于上地幔顶部至下地壳。

氧同位素除了用来认识物质来源外, 还可以用来判别花岗岩类属于 I 型或 S 型花岗岩。如图 6。从 $\delta^{18}\text{O}$ -SiO₂ 图解得知^[10], 本区二长闪长岩和花岗闪长岩的点落于 I 型花

图 6 新疆北天山东段花岗岩类 $\delta^{18}\text{O}$ -SiO₂ 图解^[10]Fig. 6 $\delta^{18}\text{O}$ -SiO₂ diagram of granitoids in the eastern sector of the Northern Tianshan Mountains

1. 石英二长闪长岩; 2. 花岗闪长岩; 3. 角闪黑云花岗岩; 4. 钾长花岗岩

岗岩区,花岗岩点落于过渡区,各点呈良好线性关系,又一次表明花岗岩类具 I 型花岗岩特征和各岩石类型与分异作用有关。

四、结 语

本区辉长岩和花岗岩类形成于海西中期(地质年龄 315 Ma),侵入于中基性—酸性的钙碱性系列岛弧—陆缘型的火山岩系中,自西向东可分为 4 个岩体。岩石类型复杂, SiO_2 从 48—78%, 硅碱指数 σ 平均值为 1.71, ρ 平均值为 2.27, 钙碱指数为 60, 稀土总量为 40—150 ppm, 其标准化曲线呈富集型, Eu 主要为负异常。氧同位素, 辉长岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 为 5.83‰, 花岗岩类的 $\delta^{18}\text{O}$ 为 8.02—8.91‰。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 的初始值为 0.705。辉长岩和花岗岩类各种数值变化都具有规则线性变化。综上所述, 本区复式岩体为钙碱性系列, 岛弧—陆缘型的同期多次侵入体。其物质由上地幔顶部和下地壳岩浆混合组成, 从基性到酸性的各岩类是出自同一岩浆源经过分异演化形成一套从辉长岩、闪长岩到花岗岩的完整侵入岩系。依据花岗岩类的特征, 本复式岩体为 I 型花岗岩。

在工作中得到张元奇工程师热情帮助, 在此深表感谢!

参 考 文 献

- [1] 李兆熙、王碧香、王富宝、王松产、费文恒, 1984, 火山岩的分类命名和鉴定特征。中国地质科学院地质研究所刊, 第 8 期, 第 3—7 页。
- [2] Chappell, B. W. and White, A. J. R., 1974, Two contrasting granite types. *Pacific Geol.*, No. 8, pp. 173—174.
- [3] 王碧香, 1986, 西藏南部地区火成岩中矿物包裹体和氩氧同位素的研究。中国地质科学院地质研究所刊, 第 15 期, 第 200—206 页。
- [4] 徐克勤、胡受奚、孙明志、张景荣、叶俊, 1983, 论花岗岩的成因系列——以华南中生代花岗岩为例。地质学报, 第 2 期, 第 107—116 页。
- [5] Pearce, J. A., 1982, Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. *Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks*, pp. 526—530, John Wiley & Sons.
- [6] Taylor, H. P., 1968, The oxygen isotope geochemistry of igneous rocks. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, Vol. 19, No. 1, pp. 33—44.
- [7] Hawkesworth, C. J., 1982, Isotope characteristics of magmas erupted along destructive plate margins. *Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks*, pp. 549—568, John Wiley & Sons.
- [8] 王碧香, 1986, 西藏中部地区火成岩中熔体和流体包裹体的研究。中国科学, 第 2 期, 第 203—211 页。
- [9] Wang Bixiang (王碧香), 1986, Melt and fluid inclusions in igneous rocks in central Xizang (Tibet). *Scientia Sinica (Series B)*, No. 7, pp. 771—782.
- [10] Harmon, R. S., 1984, Stable isotope geochemistry of Calidonian granitoids from the British Isles and East Greenland. *Phys. Earth and planetary Interiors*, Vol. 35, pp. 105—120.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF GRANITOIDS IN THE EASTERN SECTOR OF THE NORTHERN TIANSHAN MOUNTAINS, XINJIANG

Wang Bixiang, Li Zhaonai, Zhao Guangzan, Wang Fubao,

Zhang Shuizhe and Fei Wenbing

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

Abstract

Gabbros and granitoids in the eastern sector of the Northern Tianshan Mountains, Xinjiang, are tectonically located in the Northern Tianshan geosynclinal fold belt. They, widespread and large in size, extend in an east-west direction, essentially parallel to the regional tectonic trend. The intrusives and their country rocks, the Carboniferous, submarine intermediate, intermediate-acid and acid volcano-sedimentary series, form a volcano-plutonic complex. Two intrusive phases may be distinguished. The first is characterized by intermediate-basic intrusive rocks, and the second, by acid intrusions. They are of middle Hercynian age as shown by a Rb-Sr whole-rock isochron age determination of 315 Ma.

The SiO_2 content of gabbros and granitoids of the study area ranges from 48 to 78%. They belong to the calc-alkaline series with a calc-alkali index of 60 and silica-alkaline indices $\rho=2.2-2.4$ and $\sigma=1.5-2$. From basic to acid compositions the total REE content increases from 38 to 143 ppm and the LREE content increases from 29 to 125 ppm. δEu ranges from 0.47 to 0.86, the Eu anomalies are negative. Their normalized curves of REE are very similar. The characteristics of normalized trace elements conform to the shapes of the normalized curves of calc-alkaline island arc-continental margin igneous rocks constructed by J. A. Pearce (1982). This coincides with foregoing calc-alkaline old island arc-continental margin intrusive body in the area. The $\delta^{18}\text{O}$ values range from 5.8 to 8.9‰ and the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ initial ratio is 0.705. To sum up, the materials of the gabbros and granitoids in the area consist of the top of the upper mantle and the lower crust. This indicates that intrusive rocks might also be consanguineous, gradually differentiated and evolved products and possess the characteristics of the I-type granite.

作者简介

王碧香,女,1938年生。1962年毕业于南京大学地质系。长期从事火山岩和侵入岩及矿物包裹体的研究,现任国际地科联火成岩分类学分委会委员,中国地质科学院地质研究所副研究员。

通讯处:北京百万庄中国地质科学院地质研究所。