第23卷 第3期

RESOURCES SURVEY & ENVIRONMENT

Vol.23 No.3

文章编号:1671-4814(2002)03-0185-08

新疆萨吾尔山哈尔交一带相同 环境下形成的两种不同类型花岗岩[。]

周刚^{1,2} 龙志宁² 黄薇² 赵华²

(1 中国地质大学研究生院 湖北武汉 430074)

(2新疆地矿局第四地质大队新疆阿勒泰836500)

摘要 出露于新疆西准噶尔北缘萨吾尔山北坡哈尔交一带的哈尔交岩体和阔依塔斯岩体 同时形成于早二叠世的拉张环境,但地质、地球化学特征存在明显差异。前者 $Na_2O + K_2O$, Zr, Hf 偏高 ,Rb, Sr, Ba, Nb, Th, Rb/Sr, Rb/Ba 偏低, \sum REE = 99.66~249.47, 平均为 177.08, ∂ Eu = 0.66~ 0.77, 平均 0.72。与区内华力西中期形成的'I'型花岗岩中的酸性岩地球化学特征相近,为'I'型 花岗岩;后者富硅、碱 高 \sum REE, 低 Ca, Mg, Al ∂ Eu = 0.15~0.23, 与典型'A'型花岗岩地球化学一 致。两种不同成因类型花岗岩是在碰撞造山之后的应力松弛阶段,随着拉张程度的不断增强, 岩浆向着硅、碱和稀土元素含量增加的方向演化过程中不同阶段的产物。

关键词 拉张环境 地球化学 ; I '型花岗岩 ; A '型花岗岩 哈尔交 新疆 中图分类号 :<u>P588.12</u> 文献标识码 :A

新疆萨吾尔山位于西准噶尔北部 属于在不成熟的加里东新陆壳之上发展起来的晚古 生代岛弧带¹¹。哈尔交一带位于萨吾尔山北坡 ,处于华力西晚期形成的陆内拉张火山盆地 中。区内出露的最老地层为中泥盆统萨吾尔山组 (D₂s)。区内岩浆活动发育 ,中泥盆世便有 火山喷发 ,早石炭世和早二叠世火山活动尤为强烈。而岩浆侵入活动则主要集中在晚石炭 世和早二叠世 ,即华力西中期和晚期²¹。华力西中期侵入岩岩石类型复杂 ,从超基性至酸性 均有出露 ,且多为复式岩体 ,广泛分布于萨吾尔山地区 ,属形成于岛弧环境的"I"型花岗岩^②。 而华力西晚期侵入岩主要分布于萨吾尔山北坡哈尔交一带 ,岩性比较单一 ,均为酸性岩类 , 却具有不同成因类型。笔者曾对阔依塔斯岩体的地球化学进行过研究 ,并与邻区及国内外 典型" A "型花岗岩进行对比 ,认为该岩体为形成于拉张环境中的' A "型花岗岩^[3]。本文着重 讨论分布于哈尔交一带的与其在相同环境条件下形成的另一种类型的花岗岩的地球化学特 征 ,并与之进行对比。同时讨论两种不同类型花岗岩可能的形成机制。

① 收稿日期 2002-03-12
第一作者简介 周秋 1966~),男 湖南新化县人 高级工程师 大队副总工程师 ,专业方向为矿产及岩石学。
② 周帆 秦纪华、何立新等,新疆萨吾尔山托斯特一带 1:5万区域地质调查报告。





Fig.1 Geological map of Haerjiao rock body

1-新生代地层 2-下二叠统卡拉岗组 3-下二叠统哈尔加乌组 4-下石炭统吉木乃组 5-下石炭统哈拉巴依组 6--中泥盆统萨吾尔山组 7-钠长花岗斑岩 8-花岗斑岩 9-钾长花岗斑岩 ;10-碱性花岗岩 ;11-流纹斑岩 ;12-二长 花岗岩 ;13-涌动接触界线 ;14-不整合界线 ;15-平行不整合界线 ;16-岩体编号 ;17-研究区

1 岩体地质特征

1.1 哈尔交岩体

哈尔交岩体是指分布于哈尔交一带,呈不规则状岩株、岩枝、岩脉侵位于下二叠统哈尔加乌组(P₁h)和卡拉岗组(P₁k)地层中的小侵入体的统称(图1),主要包括3、4、5、6、7、8、10、11、12 号等岩体。哈尔加乌组为一套陆相基性、中基性火山岩及火山碎屑沉积岩;卡拉岗为 一套陆相酸性和基性火山岩夹火山碎屑沉积岩,含可采煤层。在这两组地层中均见有 Noeggerathiopsis subangusta Zalessky(较窄匙叶)、Noeggerathiopsis theodori Tschirkova et Zalessky(特氏 匙叶)、Noeggerathiopsis derzavinii Neuburg(德氏匙叶)等早二叠世植物化石。

该岩体中的小侵入体与地层呈明显的侵入接触关系,但接触带附近围岩产状很少受其 影响,且围岩蚀变轻微,仅局部可见较窄的挤压片理化带。不同侵入体之间的接触界线也不 明显,往往呈涌动接触关系。这些岩体与早二叠世火山岩关系密切,属于火山活动晚期形成 的'高位深成岩体"。其岩性主要为钠长花岗斑岩、花岗斑岩、钾长花岗斑岩和流纹斑岩等。 岩石具斑状菊粉^据块状构造。除钾长花岗斑岩中的斑晶成分为钾长石外,其它岩石中斑晶主 要为钠长石 ,花岗斑岩中见有部分钾长石。基质由碱性长石和石英组成 ,可见细粒结构、球 粒结构、显微似文象结构和霏细结构等。岩石中很少有暗色矿物 ,仅个别薄片中含少量黑云 母和白云母。

1.2 阔依塔斯岩体(2号)

该岩体呈近圆形岩基侵位于下石炭统哈拉巴依组(C₁hl), 吉木乃组(C₁j)及下二叠统哈 尔加乌组(P₁h), 地层中。围岩具明显的热接触变质作用。哈拉巴依组为一套海相基性~中 酸性火山岩及火山碎屑岩建造; 吉木乃组为一套陆相基性~中性火山岩、火山碎屑岩及火山 碎屑沉积岩建造。

该岩体岩石成分变化极小,仅为结构和粒度上的变化,由似斑状碱性花岗岩、中细粒碱 性花岗岩和中粗粒碱性花岗岩组成。各侵入体之间呈涌动接触关系。岩石主要由条纹长 石、微斜长石等碱性长石、石英及少量暗色矿物钠闪石、含钛黑云母、角闪石等组成。暗色矿 物往往呈它形晶分布于碱性长石和石英之间,说明其形成晚于碱性长石和石英。岩石中条 纹结构、文象结构发育。

1.3 岩体的形成时代

在哈尔交岩体的钾长花岗斑岩和阔依塔斯岩体的中细粒碱性花岗岩中分别采取全岩 Rb – Sr 同位素等时线年龄样品进行测试。获得全岩 Rb – Sr 同位素等时线年龄分别为 295 Ma和 296 Ma, 锶同位素初始比值均为0.703。二者年龄近于相等,由低的锶同位素初始比值 推测岩浆均来源于上地幔。由于这些岩体侵入的最新地层均为下二叠统,因而将其形成时 代定为早二叠世是适宜的。在阔依塔斯岩体东南见哈尔交岩体与其直接接触,二者接触界 线不明显,不存在冷凝边等,也说明其形成时代相近,应为同一时期的产物。

2 岩石化学

哈尔交岩体和阔依塔斯岩体及萨吾尔山华力西中期花岗岩(参与统计的仅限于 SiO₂ > 66%的酸性岩类)的岩石化学成分及有关特征值列于表 1。由表可以看出,阔依塔斯岩体岩石化学成分总的特征为 SiO₂、Na₂O + K₂O 高、MgO、CaO、Al₂O₃低,灼失量低(无水),碱度率 AR



值高,为5.01~6.81,平均5.72,在碱度率图解(图2) 上落在碱性岩区;A/CNK < 1,岩石类型属碱过饱和类 型。NK/A = 0.99~1.06,平均1.03,Na₂O/K₂O < 1。 CIPW标准矿物计算除1个样品未出现Ac外,其它样 品均出现Ac,个别样品有Ns。与邻区^[4]及中国和世 界碱性花岗岩特征相近,与典型"A"型花岗岩一致。

与阔依塔斯岩体相比,哈尔交岩体 K₂O + Na₂O 含 量虽然也较高,但其 Al₂O₃和大多数样品的 MgO、CaO 含量偏高,灼失量也较高,且大多数样品的 Na₂O/K₂O >1 属钠质型,与典型"A"型花岗岩特征不同。哈尔 交岩体大多数样品 A/CNK < 1.1 ,属铝不饱和类型,但 A/CNK 值大多大于 1 或约等于 1 ,较阔依塔斯岩体偏 高,哈尔交岩体 AN > 1 较阔依塔斯岩体偏大;哈尔交

万方数据

表 1	岩体主元素(%)稀土和微量元素(10-6)含量

Table 1 The chemical composition(%) REE and trace elements($\times\,10^{-6}$) of rocks

		阔依塔斯岩体碱性花岗岩			哈尔 交			きんしょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう		本	苗五		
		似 斑 状	中	1 细	粒	中 粗 粒	钠t 岗球	关花 斑岩	花岗 斑岩	钾 花詞	长 岗岩	流纹 斑岩	炉台 尔山 花岗岩
	SiO_2	73.54	74.3	76.57	77.09	74.89	69.32	69.8	66.55	70.3	70.72	73.83	71.18
氧	TiO_2	0.24	0.25	0.16	0.13	0.21	0.46	0.29	0.77	0.49	0.51	0.47	0.27
	$\mathrm{Al}_2\mathrm{O}_2$	12.3	11.7	11.14	11.43	11.63	14.79	13.76	15.05	15.4	15.67	13.19	14.15
	$\mathrm{Fe}_2\mathrm{O}_3$	1.64	1.75	0.96	1.25	1.46	1.34	1.27	2.28	0.98	1.72	2.08	1.34
1七	FeO	1.18	1.48	1.43	0.92	1.42	1.39	1.23	1.49	0.9	0.2	0.13	1.45
物	MnO	0.04	0.05	0.04	0.04	F0.19	0.09	0.13	0.1	0.12	0.19	0.07	0.08
	MgO	0.34	0.35	0.15	0.15	0.16	0.88	0.56	1.01	0.22	0.16	0.17	0.79
含	CaO	0.60	0.28	0.28	0.12	0.2	1.49	1.8	1.37	0.47	0.36	0.27	1.57
量	NaO	4.42	4.00	4.00	4.08	4.40	5.19	4.84	5.31	4.87	4.71	4.09	4.46
-	K_2O	4.66	4.82	4.84	4.48	4.68	3.02	3.18	3.77	5.35	5.28	4.02	3.03
	P_2O_5	0.14	0.13	0.09	0.07	0.12	0.13	0.18	0.19	0.05	0.05	0.06	0.13
	灼失	0.45	0.42	0.31	0.28	0.26	1.14		1.2	0.7	1.3	1.04	1.06
	总量	99.59	99.5	99.97	100.04	99.47	99.24	99.30	99.09	99.8	100.67	99.42	99.51
	La	46.51	64.7	38.51	37.98	50.28	22.35	20.91	30.78	45.4	37.39	41.83	20.15
	Ce	81.23	136	86.51	74.28	103.40	38.29	33.64	56.38	86.0	73.48	75.42	36.19
	Pr	15.15	19.7	11.99	11.97	16.31	4.31	6.34	6.41	10.1	8.47	8.97	5.56
孫	Nd	45.00	61.2	36.00	31.98	49.2	13.13	14.57	23.29	39.3	30.87	35.51	16.61
	Sm	9.04	12.8	7.81	7.49	10.06	2.57	2.63	5.11	8.83	7.29	8.00	3.37
d th	Eu	0.67	0.90	0.36	0.35	0.56	0.60	0.60	1.21	1.98	1.64	1.68	0.75
	Gd	8.16	10.6	6.67	6.61	8.77	2.20	2.02	5.01	7.13	6.80	7.33	2.92
	Tb	1.41	1.81	1.20	1.19	1.54	0.30	0.32	0.82	1.17	1.05	1.12	0.49
	Dy	9.03	11.3	7.98	7.93	10.08	1.81	1.84	4.46	6.04	5.60	6.07	2.99
	Ho	2.08	2.55	1.86	1.84	2.32	0.41	0.41	0.97	1.27	1.20	1.30	0.67
+	Er	6.26	7.55	5.65	5.62	6.98	1.18	1.17	3.05	3.90	3.62	3.99	1.99
-	Tm	1.00	1.19	0.99	0.92	1.13	0.18	0.20	0.41	0.51	0.49	0.59	0.33
	Yb	6.65	7.85	7.09	6.28	7.61	1.21	1.42	2.71	3.39	3.25	3.26	2.23
	Lu	1.02	1.20	1.11	0.93	11.49	0.18	0.23	0.40	0.40	0.44	0.36	0.36
	Y	50.55	60.4	40.75	44.26	55.0	11.02	10.36	26.16	33.8	31.78	37.68	16.80
	ΣREE	284.7	400	255.4	248.8	324.40	99.74	99.66	167.20	249	213.38	233.02	124.05
	Rb	120	98	155	132	122	54	55	75	102	100	80	51.1
	\mathbf{Sr}	66	26.8	9.7	10.9	16.3	417.7	197	218.8	74.5	43.4	85.1	233.7
微	Ba	240.7	141	29.44	40.4	67.58	488.9	519.8	573.8	786	630.3	653	538.5
量	Zr	354	674	420	298	490	114	120	322	336	353	319	132.1
元	Hf	8.9	18.5	10.8	7.2	12.7	12	3.7	14	16	16	16	4.94
系	Nb	30	27	37	26	32	9	9	13	8	8	7	13
	Th	12.0	9.8	12.9	12.6	10.9	4.24	5.40	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	5.7
	Ga	24.42	23.1	23.61	27.84	24.9	20	17.1	20	21	22	18	13.6

- 3 稀土和微量元素地球化学
- 3.1 稀土元素



Fig.3 REE distribution patterns of the rock body A 哈尔交岩体 B 阔依塔斯岩体 C 萨吾尔山 I 型花岗岩

哈尔交岩体和阔依塔斯岩体稀土元素含量及有关特征值列于表 1。可以看出,阔依塔 斯岩体稀土总量较高,∑REE为 248.8 ~ 399.9 × 10⁻⁶,平均 302.64 × 10⁻⁶,轻重稀土比值 LREE/HREE为 2.17 ~ 2.83,变化较小,箱亏损明显 åEu为 0.15 ~ 0.23。不同样品的的稀土 分布模式一致 均为右倾, 轻稀土分馏程度明显高于重稀土(图 3)。

哈尔委客秘的稀土元素含量与阔依塔斯岩体相比稀土总量明显偏低, SREE为 99.66

~249.47×10⁻⁶,平均177.08×10⁻⁶ 轻稀土富集程度更高,轻重稀土的比值LREE/HREE为2.78~4.39,变化较大,平均3.43,铕亏损程度较低, 3Eu为0.66~0.77,平均0.72。该岩体与萨吾尔山华力西中期 1型花岗岩各特征值比较接近,稀土分布模式也基本上一致。

3.2 微量元素

由表1可以看出,阔依塔斯岩体以富Zr、Rb、Th、Ga,贫Sr、Ba等为特征,Rb/Sr比值较高, 为1.82~15.98,平均8.21;Zr/Hf比值和Ga/Al比值也比较高。而哈尔交岩体与之相比,

3000 1000 5 84 в 200 100 10 ဂ C,0+Na,0 00⁰ В 6 100 C,O+Na,O 10 В o Ò o 10000×Ga/A1

 图 5 10 000 Ga/Al 对 K₂O/MgO, K₂O + Na₂O, Zr 图解 (据 Whalen et al ,1987)
Fig.5 The K₂O/MgO, K₂O + Na₂O and Zr vs. 10 000 Ga/Al diagrams
·A - A型花岗岩 β - I + S + M型花岗岩区
·阔依塔斯岩体 ;○哈尔交岩体 ;□萨吾尔山 I 型花岗岩 Rb/Sr 比值和 Ga/Al 比值明显偏低,而 Sr、Ba 含量偏高,Th、Rb、Ga、Nb、Zr 含量偏低。与 区内华力西中期"I"型花岗岩相比,除 Zr 偏 高,Ga/Al 比值偏高外,其它元素含量和特征 元素比值相近。与维氏花岗岩平均值相比, 贫 Rb、Sr、Ba、Nb、Th、富 Zr、Hf。

在微量元素蛛网图(图4)上,阔依塔斯 岩体曲线与乌伦古河碱性花岗岩相似,Rb、 Th 明显呈"峰",Ba、Ta 具明显的"谷";哈尔 交岩体与其明显不同,Rb、Ce呈"峰",与萨 吾尔山"I"型花岗岩特征相似,只是Ta 元素 具有更明显的"谷"。

在 10000 × Ga/Al 对 K₂ O/MgO、K₂ O + Na₂O、Zr 图解(图 5)上,阔依塔斯岩体全部 样品落在"A"型花岗岩区,哈尔交岩体的绝 大多数样品落在 I、S、M 型花岗岩区,仅少数 样品落在"A"型花岗岩区,但多数样品在界 线附近。

综上所述 哈尔交岩体的地质、岩石学、 岩石化学及地球化学特征均与属于"A"型花 岗岩的阔依塔斯岩体有很大的差别,而与该 区内华力西中期形成的"I"型花岗岩比较接 近,应属于"I"型花岗岩。

4 岩体形成环境及形成机制的讨论

前已述及 哈尔交岩体和阔依塔斯岩体 同属于早二叠世产物。萨吾尔山地区缺失 上石炭统地层 表明该区晚石炭世已碰撞隆 起,同时有大量的"I"型花岗岩侵入(310~ 320 Ma)。早二叠世,萨吾尔山北坡一带火

山活动强烈,形成下二叠统一套陆相'双峰式'火山岩,属陆内拉张环境的产物。区域上,这 一时期在东准噶尔乌伦古河一带(309~292 Ma)和西准噶尔哈图一带(280~240 Ma)均有 万万数据 "A "型花岗岩侵入^[5],说明这一时期区内普遍拉张活动的存在。这次拉张活动可能与中亚 地区这一时期大规模的陆壳增生有关。哈尔交岩体和阔依塔斯岩体是继早二叠世火山岩浆 活动之后所形成的。在 R₁ – R₂多阳离子图解(图 6)中,哈尔交岩体绝大多数样品落在非造 山区域内,少数样品落在造山晚期和后造山区域内。阔依塔斯岩体和邻区乌伦古河"A"型 花岗岩样品主要落在后造山区域内。在 LgCaO₂(Na₂O + K₂O) – SiO₂图解(图 7)上,哈尔交岩 体的绝大多数样品落在拉张区。由此可以看出,哈尔交岩体和阔依塔斯岩体均形成于拉张 环境,但岩石成分存在一定的差异,二者的分布范围不完全重合,反映其一定的演化趋势。 由哈尔交岩体至阔依塔斯岩体,岩石向高硅、高碱方向演化,与图 2 所反映的特征一致。也 表明其形成环境的拉张程度逐渐加强。



图 6 R₁ - R₂图解

Fig.6 R₁ – R₂ diagram 1 – 地幔分异 2 – 板块碰撞前 3 – 碰撞后抬升 4 – 造山晚 期 5 – 非造山 δ – 同碰撞 7 – 后造山 A 型花岗岩 ·阔依塔斯岩体 :▲哈尔交岩体 ;•乌伦古河碱性花岗岩



图 7 SiO₂ - Log lgCaO (K₂O + Na₂O)]图解 Fig. 7 SiO₂ - Log lgCaO (K₂O + Na₂O)]diagram 1 - 挤压型 2 - 挤张型

·阔依塔斯岩体 ;▲哈尔交岩体 ;∘乌伦古河碱性花岗岩

在图 5 上,由区内" I "型花岗岩→哈尔交岩体→阔依塔斯岩体,在碱质含量增加的同时, 微量元素 Zr 等及 Ga/Al 比值也呈逐渐增加的演化趋势,且哈尔交岩体多数样品处于分界线 附近,个别样品落在" A "型花岗岩区,具有一定的过渡性特征。由哈尔交岩体→阔依塔斯岩 体 随着 dEu 的降低,Th 含量和 Ga/Al 比值呈增加趋势,也反映了哈尔交岩体部分微量元素 与" A "型花岗岩具有一定的相似特征,说明了该区" A "型花岗岩对" I "型花岗岩的继承性。 因而,哈尔交岩体与阔依塔斯岩体均属于在碰撞造山后的应力松弛阶段,在陆内拉张条件 下,由上地幔物质部分融熔形成原始岩浆,在早期形成" I "型花岗岩时,岩浆已经历了一定程 度的结晶分异作用,岩石显示一定的铕负异常。随时间的推移,拉张程度加剧,温度逐渐提 高,岩浆碱性程度增高,结晶分异作用也进一步加强,形成" A "型花岗岩。

5 结论

哈尔交一带存在两种成因类型的花岗岩,一种为"I"型,一种为"A",这两种不同类型花 岗岩均是在单当些该区处于拉张环境的条件下形成的。这一时期的拉张活动可能与中亚 地区大规模的陆壳增生有关。在大规模的陆壳增生过程中 ,地幔物质大量涌入 ,使该区这一 时期形成的大量的花岗岩显示出幔源岩浆的特征。哈尔交一带的' I '型花岗岩与' A " 型花 岗岩岩浆均来源于地幔 ,是随着拉张程度的增加 ,不同岩浆演化阶段的产物。

致谢:在本文的编写过程中,得到新疆地矿局第四地质大队总工程师杨文平高级工程师 的指导和帮助,何立新高级工程师做过大量的工作,在此谨表谢忱!

参考文献

- [1] 何国琦 ,李茂松 ,刘德权 ,等. 中国新疆古生代地壳演化及找矿[M]. 乌鲁木齐 :新疆人民出版社 ,香港 :香港文化教 育出版社 ,1994:56-88
- [2] 周刚 秦纪华 何立新 等. 新疆萨吾尔山花岩类的形成时代[]]. 岩石矿物学杂志 ,1999 (3):237 242
- [3] 周刚.新疆吉木乃县阔依塔斯花岗岩的地球化学及构造意义[J].新疆地质,1999(2):179-187
- [4] 王式 洸,韩宝福,洪大卫,等.新疆乌伦古河碱性花岗岩的地球化学及其构造意义[J].地质科学,1994(4)373-382
- [5] 金成伟 涨秀棋. 新疆西准噶尔花岗岩类的时代及成因[J]. 地质科学 ,1993 (1) 28 36

Two different type granites formed in the same tectonic environment in Haerjiao , Sawuer Mountain , Xinjiang

ZHOU Gang^{1 2} ,LONG Zhi – ning² ,HUANG Wei² ,ZHAO Hua²

(1 China Geology University, Wuhan 430074, China)

(2 No.4 Geology Exploration Team, CGMR, Xinjiang 836500, China)

Abstract

Although the Haerjiao pluton and Kuoyitasi pluton , which occur in north Sawuer mountain of north of Zhunger terrance in Xinjiang , were formed in early Permian extension environment at the same time , they are abvious different in geochemistry and geology. The former has higher Na₂O + K₂O, Zr, Hf and lower Rb, Sr, Ba, Nb, Th, Rb/Sr, Rb/Ba. Its \sum REE ranges between 99.66 and 249.47 and averages 177.08. δ Eu ranges from 0.66 to 0.77 and averages 0.72. Its geochemistry is similar with that of the Hercynian I – type granites in this region. The latter has higher silicon , alkaline , \sum REE and lower Ca , Mg and Al. Its δ Eu is between 0.15 and 0.23 , which is in accord with characteristics of typical A – type granites. We suggest that the two type granites were the products of different periods in the course of extension after the collision orogeny and silicon , alkaline and REE of the magma in-crease steadily in the process.

Key words : extension environment ; geochemistry ; I-type granites ; A-type granites ; Haerjiao ; Xinjiang