

东昆仑祁漫塔格地区华力西期花岗岩地质地球化学特征

李光明, 沈远超, 刘铁兵

(中科院地质与地球物理研究所, 北京 100029)

[摘要]通过对祁漫塔格地区华力西期花岗岩类型、空间分布、地质地球化学特征的研究表明,该区花岗岩分布最广的是华力西中、晚期花岗岩。华力西中期花岗岩岩石组合为钾长花岗岩、花岗岩、二长花岗岩,为高钾钙碱性系列,稀土元素含量较低,属轻稀土富集型,钨亏损较小,LILE中的Cs、Rb、Ba、K等含量相对富集,而LILE中的Sr、HFSE中Nb、Ti和P相对亏损,形成于碰撞后或造山晚期;华力西晚期花岗岩岩石组合为钾长花岗岩、花岗闪长岩、中粗粒黑云母二长花岗岩、花岗斑岩,为高钾钙碱性系列,稀土元素含量高于华力西中期花岗岩的稀土元素含量,钨亏损较为明显,微量元素以Sr、Ti和P更为亏损为特征,形成于活动大陆边缘到碰撞后花岗岩的过渡环境。

[关键词]华力西期 花岗岩 地球化学 祁漫塔格 东昆仑

[中图分类号]P594;P588.12 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2001)01-0073-06



岩石·矿物

东昆仑位于青藏高原的北部,是研究东昆仑乃至青藏高原形成演化过程的关键地区。花岗岩特别是古生代花岗岩在祁漫塔格地区分布广泛,对花岗岩的研究,可以为东昆仑形成的地球动力学过程研究提供重要信息。对该区的花岗岩虽有一些学者^[1,3]进行了研究,但研究程度仍然很低。本文通过研究试图查明祁漫塔格地区华力西期花岗岩类型、空间分布、地质地球化学特征,探讨花岗岩形成演化机制及其大地构造指示意义。

1 区域地质背景及花岗岩分布

祁漫塔格地区位于阿尔金断裂与昆中断裂所夹持的楔形域(新疆境内)内(图1),在大地构造划分上,属于东昆仑古生代岛弧带^[2,3,9]。昆中断裂北部地区可划为3个地层分区:(1)白干湖地层区,该区位于阿尔金断裂与白干湖一大通沟断裂之间。主要出露中元古界长城系和蓟县系地层,以云母斜长片岩、黑云斜长片麻岩、石榴石二云片岩、二云石英片岩、斜长角闪岩和白色大理岩夹透闪石大理岩为特征,角闪岩相变质。(2)鸭子泉地层区,主要为下古生代奥陶系祁漫塔格群地层。分布于鸭子泉—鸭子达坂断裂及白干湖大通沟断裂所夹区域,以一套灰绿色—浅灰绿色中厚层砂板岩、钙质板岩、千枚岩、片理化粉砂岩、砂岩、片岩、凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩、大理岩、结晶灰岩为特征。是一套富含石英质的

浊积岩和富含碱钙—钙碱性火山岩屑的浊积岩,同时伴有滑塌堆积,具类似于安第斯型复理石建造的某些特点,与蛇绿混杂岩共生,应是古海沟岛弧系复理石建造的重要标志,但这种浅海浊积岩沉积也可能是孤立的弧后残余海盆的沉积特征。(3)石雪尖地层区,本区地层主要有中元古界长城系和上古生界有少量的石炭系地层。

研究区断裂构造极为发育,主要表现为EW(NW)、NE、NW和向北突出的弧形展布的区域性断裂系,其中以EW(或NW)向断裂系尤为突出;EW向断裂的大型主干断裂系主要有那棱格勒河断裂、昆中断裂、鲸鱼湖断裂3组,是区域内规模最为宏大的断裂构造系,基本控制了该区的构造格局;NE向断裂主要包括阿尔金断裂、白干湖—大通沟断裂、鸭子泉蛇绿岩带、韧性剪切带等;鸭子泉蛇绿混杂岩带^[7]沿鸭子泉大坂到鸭子泉一线呈NE向分布,由东西两条蛇绿岩带组成,断续延长30 km以上,带宽约十余千米。混杂岩带主要由超基性岩、硅质岩、火山岩、杂砂岩(变质为石英片岩)等组成。在达坂一带,每条蛇绿岩带宽约100 m左右,主要由方辉橄榄岩、辉长岩、辉绿岩、硅质岩等组成,呈构造推覆体形式产出。在鸭子泉附近的硅质岩中,发现了放射虫的残片,初步拟定其时代为早石炭世^[5,6]。鸭子泉韧性剪切带发育于鸭子泉蛇绿混杂岩带与祁漫塔格群第一亚群片岩接触附近祁漫塔格群片岩一侧,总体上呈NE向展布。

华力西中期花岗岩呈岩株、岩镰、岩基状侵位于

[收稿日期]2000-11-20; [修定日期]2000-12-01; [责任编辑]曲丽莉。
[基金项目]“九五”国家攻关305项目(96-915-01-06A)资助。

祁漫塔格群、石炭纪大干沟组和中石炭大九坝组,主要分布于鸭子泉断裂带、阿特阿特坎河断裂两侧,以28、29、34、35、37、45、48等岩体为典型代表(图1)。

华力西晚期花岗岩主要呈岩枝、小岩株侵位于晚石炭统或华力西早中期岩体内,含大量闪长岩捕虏体(有的是熔融残留),以30、31、32、33、50、52、73、

74、38、44为典型代表(图1),在昆中断裂以北主要分布于走滑或平移断层中或附近,包括鸭子泉断裂带、白干湖—那棱格勒河断裂交汇处、祁漫塔格山南缘。岩体空间上严格受区域构造控制,其展布方向(长轴方向)与所处区域构造线一致,多呈NW-SE向或EW向展布。

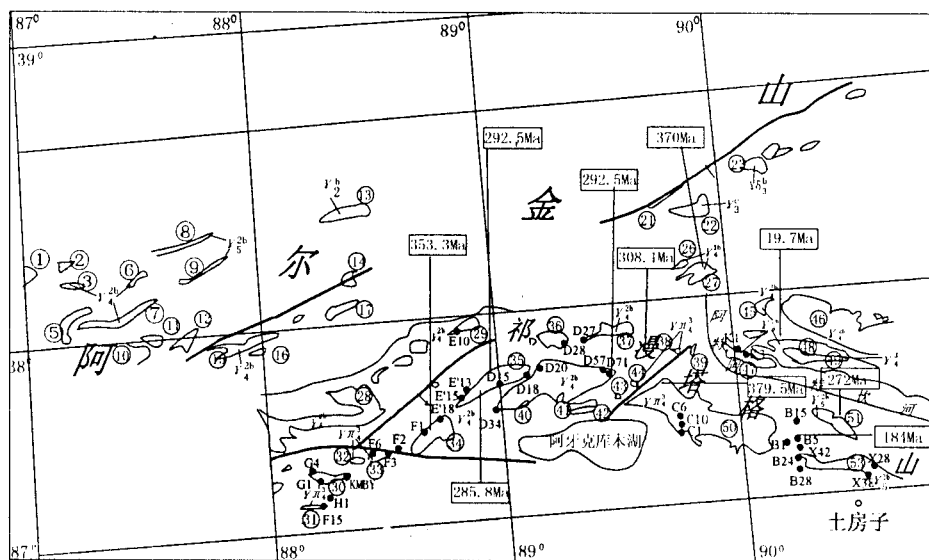


图1 东昆仑祁漫塔格地区华力西期花岗岩分布

γ_3^b —燕山期花岗岩; γ_4^a —华力西晚期石英正长斑岩; γ_1^a —华力西晚期花岗岩; γ_2^b —华力西中期花岗岩; γ_4^b —华力西早期花岗岩; γ_5 —加里东期花岗岩; γ_6^b —加里东期花岗闪长岩; 285.8 Ma—同位素年龄(阿牙克库勒湖1:100万区调报告, 1986。)^[4]; ①—岩体编号; C10—取样位置

2 花岗岩岩石学

祁漫塔格地区华力西期花岗岩主要有华力西中期和晚期。华力西中期花岗岩以花岗岩、二长花岗岩、钾长花岗岩、中细粒花岗岩为其主要岩性。花岗岩:中粒结构,块状构造,主要由微斜长石(44%)、斜长石(22%)、石英(30%)、黑云母及角闪石(3%~4%)构成。二长花岗岩:粗粒花岗结构,块状构造,主要由斜长石(33%)、微斜长石(33%)、石英(33%)、黑云母(6%)等组成。上述岩性的副矿物组合可分为两组,一组钛铁矿+磁铁矿+磷灰石,一组为磷灰石+磁铁矿+锆石+榍石;类似于造山期后隆起加里东期I型花岗岩和褶皱带或大陆碰撞带S型花岗岩^[12]。CIPW标准矿物分子有的含较多的透辉石分子、有的含较多的刚玉分子(表1)。岩体年龄:35号岩体290 Ma(K-Ar)^①。华力西晚期花岗岩以钾长花岗岩、花岗闪长岩、中粗粒黑云母二长花岗岩、花岗斑岩为主要岩性。钾长花岗岩:肉红色,中粒花岗结构,块状构造,主要由钾长石(55%)、斜长石(13%)、石英(30%)、黑云母(1%)等组成。二长

花岗岩:中粗粒花岗结构,块状构造,主要由斜长石(30%)、钾长石(35%)、石英(28%)和黑云母(5%)等组成,副矿物组合为榍石+磷灰石+磁铁矿+锆石,具I型花岗岩的主要矿物和副矿物组合,CIPW标准矿物含较多的透辉石分子(表1)。

3 花岗岩地球化学

3.1 主元素

3.1.1 华力西中期花岗岩

据表1花岗岩全岩化学成分分析结果,该期花岗岩在QAP分类图解(图2)上落入钾长花岗岩、花岗岩、二长花岗岩区;SiO₂介于65.72%~77.8%(平均72.41%),K₂O=2.43%~5.8%(平均4.46%),Na₂O=2.31%~3.72%(平均3.21%),K₂O+Na₂O平均7.67%,Al₂O₃=10.71%~15.83%(平均13.59%),里特曼指数 σ 为:1.12~2.57,平均2.04,系富钾钙碱性岩石,K₂O/Na₂O=1.39,Al/(K+Na+Ca/2)约为1.0(1.02);具有造山期后隆升加里

① 阿牙克库勒湖1:100万区调报告(K-Ar法),1986。

东期 I 型花岗岩的岩石化学性质^[12],同时也表现出褶皱带或大陆碰撞带 S 型花岗岩的某些特征。祁漫塔格山之花岗岩成分变化较大,如 MgO 变化于 0.08 ~ 1.97;阿特阿特坎河断裂北侧奥陶纪火山岩可能对该区花岗岩的富 MgO、TFeO、TiO₂ 有贡献。

3.1.2 华力西晚期花岗岩

根据表 1 岩石化学成分分析结果,在 QAP 分类图解(图 2)中落入钾长花岗岩和花岗岩区,其 SiO₂

介于 68.3% ~ 75.77% (平均 72.89%), K₂O = 3.51% ~ 5.21% (平均 4.45%), Na₂O = 3.28% ~ 4.85% (平均 3.98%), K₂O + Na₂O 平均 8.42%, K₂O/Na₂O 平均为 1.15, Al/(K + Na + Ca/2) 变化于 0.89 ~ 1.21, 平均 1.06 (< 1.1), 富 F; 里特曼指数为 2 ~ 2.55, 平均 2.39, 为钙碱性。上述特征表明,华力西晚期花岗岩既类似于活动大陆边缘的科迪勒拉 I 型花岗岩,同时兼具 A 型花岗岩的某些特征^[12]。

表 1 东昆仑祁漫塔格地区华力西中晚期花岗岩岩石化学成分 (%) 及稀土元素、微量元素含量 (10⁻⁶)

样品编号	华力西晚期						华力西中期									
	Cl	C10	G1	F6	F15	KMBY	D18	D20	D28	D34	D57	E'13	E'15	E'18	F1	
SiO ₂	74.36	75.52	75.77	69.66	73.71	68.3	72.3	77.8	74.66	68.28	73.34	65.72	74.14	73.22	72.2	
TiO ₂	0.23	0.13	0.08	0.32	0.14	0.36	0.27	0.27	0.07	0.73	0.22	0.62	0.08	0.25	0.19	
Al ₂ O ₃	12.72	12.56	12.3	14.93	13.11	15.68	13.72	10.71	13.28	14	13.02	15.83	13.77	13.58	14.42	
Fe ₂ O ₃	1	0.65	0.9	0.43	1.58	1.49	0.71	0.39	0.78	0.79	0.82	1.42	0.86	0.65	0.7	
FeO	1.51	0.9	0.45	1.94	0.89	1.16	1.51	1.74	0.83	4.23	1.28	3.37	0.44	1.03	1.08	
MnO	0.06	0.03	0.01	0.04	0.09	0.06	0.04	0.02	0.03	0.06	0.04	0.08	0.01	0.04	0.03	
MgO	0.39	0.18	0.06	1.11	0.05	1.13	0.58	0.47	0.12	1.77	0.73	1.97	0.08	0.37	0.59	
CaO	1.2	0.87	0.7	1.98	0.22	2	0.87	1.32	1.02	3.06	1.26	3.15	0.68	0.96	0.92	
Na ₂ O	4.42	3.77	3.65	3.28	4.85	3.88	3.69	2.31	3.52	3.08	3.4	3.51	3.72	2.71	2.96	
K ₂ O	3.51	4.83	5.21	4.92	4.05	4.15	5.02	3.94	5.03	2.88	4.38	2.43	5.22	5.8	5.4	
P ₂ O ₅	0.08	0.03	0.02	0.18	0.02	0.15	0.17	0.11	0.02	0.27	0.09	0.19	0.03	0.11	0.26	
LOI	0.35	0.49	0.75	0.8	0.7	1.16	0.94	0.67	0.62	0.63	1.29	1.56	0.8	0.84	1.15	
Total	99.83	99.96	99.9	99.59	99.96	99.52	99.82	99.75	99.98	99.78	99.87	99.85	99.83	99.56	99.9	
里特曼指数 σ	2.00	2.27	2.40	2.52	2.58	2.55	2.59	1.12	2.31	1.41	1.99	1.55	2.57	2.40	2.39	
%AN	10.74	8.817	5.483	23.75	2.288	21.41	9.31	22.97	14.2	33.99	16.45	32.63	9.169	14.99	10.27	
Q	31.89	33.02	33.69	25.41	29.77	24.51	28.87	45.36	32.46	28.41	33.1	25.4	31.33	32.92	32.08	
Or	20.85	28.7	31.05	29.43	24.25	24.93	30	23.5	29.92	17.17	26.26	14.61	31.15	34.72	32.32	
Ab	37.6	32.07	31.15	28.09	41.58	33.38	31.58	19.73	29.98	26.29	29.18	30.22	31.79	23.23	25.36	
An	4.526	3.101	1.807	8.753	0.973	9.091	3.242	5.884	4.961	13.53	5.745	14.64	3.209	4.096	2.902	
C	0	0	0	1.053	0.401	1.554	1.054	0.514	0.24	0.907	0.62	2.191	0.844	1.38	2.689	
Di	0.787	0.883	0.325	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hy	2.267	0.964	0	5.585	0.395	3.284	3.296	3.669	1.126	10.52	3.248	9.204	0.201	1.963	2.649	
Wo	0	0	0.479	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mt	1.457	0.947	1.262	0.631	2.321	2.196	1.041	0.571	1.138	1.155	1.206	2.095	1.231	0.955	1.028	
Il	0.439	0.248	0.153	0.615	0.269	0.695	0.519	0.518	0.134	1.398	0.424	1.198	0.153	0.481	0.365	
Ap	0.186	痕量	痕量	0.422	痕量	0.353	0.398	0.257	痕量	0.631	0.212	0.448	痕量	0.258	0.61	
Ba	385.1	599.2	723.1	859.8	1119	1361	2023	511	1185	578.9	1219	587.2	277.6	578.6	296.5	
Rb	300	257.4	352.3	241.2	154.4	277.1	195	168.5	260.5	134.2	193.9	173.1	399.9	417.8	252.8	
Sr	126.8	129.6	35.72	154	118.7	291	145	100.6	92.92	185.8	160	413.9	60.3	117.5	109.6	
Cs	11.85	1.64	10.04	19.59	5.25	12.25	7.51	4.85	6.09	4.91	4.09	18.32	20.29	14.35	11.58	
Ta	1.43	1.3	1.83	2.02	1.38	1.34	1.93	0.73	1.18	1.12	1.78	0.73	1.35	2.6	1.99	
Nb	18.24	14.55	19.32	11.28	15.91	9.05	13.82	7.22	10.13	12.74	10.8	10.45	12.83	23.82	15.26	
Hf	3.71	3.67	3.08	1.63	4.27	2.09	3.11	2.63	3.28	1.12	2.77	2.36	3.59	3.62	2.88	
Zr	122.4	116.3	64.47	46.56	110.1	79.95	99.35	90.12	84.56	38.18	74.78	78.64	77.92	130.2	88.51	
Y	26.08	25.43	56.91	10.28	38.45	18.4	26.15	18.88	20.11	25.2	26.24	32.48	24.22	19.88	8.77	
Cr	21.48	12.16	16.32	36.95	15.4	31.34	14.58	24.12	9.13	49.99	17.42	59.38	22.63	16.02	16.32	
Ni	0.66	1	1	19.02	3.96	5.07	3.51	4.66	1	17.67	5.76	13.53	1	1	7.08	
Co	2.16	0.92	0.56	5.74	0.61	6.03	2.67	3.61	0.87	10.63	3.81	11.29	0.89	1.91	2.79	
Cu	2.24	3.03	5.13	14	9.22	17.81	13.44	67.49	5.72	20.44	6.5	80.24	7.78	3.08	14.59	
Pb	19.09	28.86	39.19	40.04	37.96	35.34	41.83	31.2	44.07	19.03	37.94	17.94	52.15	50.58	43.63	
Zn	51.25	33.99	560.6	55.98	114.4	47.21	262.7	37.72	42.66	70.92	28.01	80.78	395.6	394.7	512.2	
Bi	0.12	0.13	0.17	0.91	0.15	1.04	0.22	0.65	0.53	0.19	0.29	1.87	0.75	1.03	2.03	
Sn	3.3	7.95	3.99	4.23	3.43	2.83	8.67	3.26	4.11	2.65	4.04	4.8	5.62	10.44	5.77	

续表 1

样品编号	华力西晚期						华力西中期									
	C1	C10	C1	F6	F15	KMBY	D18	D20	D28	D34	D57	E'13	E'15	E'18	F1	
La	53.12	21.47	22.13	21.41	44.08	24.08	41.6	39.65	12.79	20.67	25.7	38.38	10.33	44.13	18.55	
Ce	106.8	46.15	55.85	45.14	91.76	51.7	88.78	85.4	42.45	39.66	54.28	79.18	23.06	122.6	39.47	
Pr	13.39	6.32	8.97	6	12.21	7.03	12.23	11.77	4.67	5.85	7.58	10.74	3.4	13.61	5.41	
Nd	41.22	20.42	36.64	22.03	44.23	25.53	43.07	42.26	16.95	22.18	28.2	40.13	13.49	45.59	19.35	
Sm	7.12	4.89	11.64	4.7	9.19	5.31	8.76	8.96	4.77	5.22	7.27	8.38	4.01	10.11	4.71	
Eu	0.59	0.57	0.82	1.08	1.78	1.42	1.49	1.09	1.18	1.67	1.13	1.8	0.68	0.98	0.69	
Gd	3.43	2.86	8.12	3.05	6.42	3.52	5.61	5.32	3.07	4.28	4.45	5.72	3.2	4.7	3.06	
Tb	0.72	0.61	1.64	0.5	1.23	0.63	1.01	0.87	0.65	0.83	0.89	0.99	0.63	0.77	0.52	
Dy	3.88	3.68	8.96	2.45	7.06	2.95	5.26	4.4	3.56	4.68	4.56	5.26	3.97	3.89	2.06	
Ho	0.79	0.78	1.73	0.39	1.45	0.54	0.93	0.7	0.69	0.95	0.89	1	0.86	0.61	0.32	
Er	2.46	2.44	4.89	0.93	4.32	1.41	2.43	1.8	2.05	2.44	2.39	2.95	2.55	1.65	0.71	
Tm	0.39	0.39	0.75	0.14	0.68	0.23	0.32	0.22	0.3	0.36	0.39	0.41	0.38	0.22	0.1	
Yb	2.71	2.36	4.59	0.84	4.21	1.23	2.16	1.33	2.16	2.07	2.48	2.64	2.22	1.56	0.62	
Lu	0.41	0.39	0.64	0.13	0.65	0.18	0.28	0.19	0.3	0.3	0.36	0.35	0.4	0.23	0.09	
ΣREE	237.1	113.3	167.4	108.8	229.3	125.8	213.9	204	95.59	111.2	140.6	197.9	69.18	250.6	95.66	
LREE	222.3	99.82	136.1	100.4	203.3	115.1	195.9	189.1	82.81	95.25	124.2	178.6	54.97	237	88.18	
HLREE	14.79	13.51	31.32	8.43	26.02	10.69	18	14.83	12.78	15.91	16.41	19.32	14.21	13.63	7.48	
LHREE	15.03	7.389	4.344	11.91	7.811	10.76	10.89	12.75	6.48	5.987	7.566	9.245	3.868	17.39	11.79	
HLREE																
δEu	0.081	0.107	0.061	0.205	0.168	0.237	0.152	0.112	0.221	0.262	0.141	0.188	0.141	0.095	0.13	
(La/Yb) _N	13.22	6.133	3.251	17.18	7.059	13.2	12.98	20.1	3.992	6.732	6.987	9.801	3.137	19.07	20.17	

测试单位:中科院地质所九室分析。

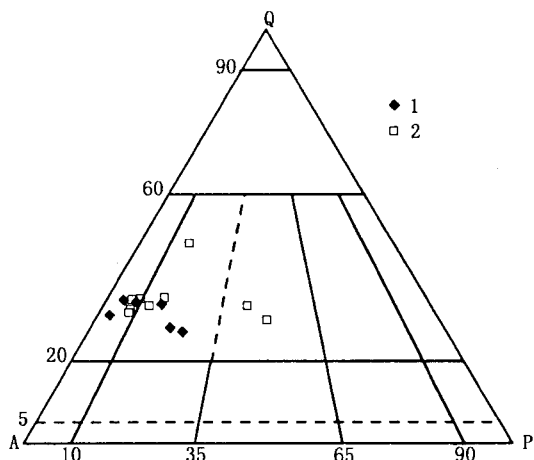


图2 华力西中晚期花岗岩 QAP 分类图解

1—华力西晚期花岗岩;2—华力西中期花岗岩

3.2 稀土及微量元素

稀土元素分析结果表明(表 1)华力西中期花岗岩 $\Sigma\text{REE} = (69.19 \sim 250.64) \times 10^{-6}$, $\text{LREE}/\text{HREE} = 3.87 \sim 17.39$, $(\text{La}/\text{Yb})_N = 3.14 \sim 20.17$, 轻稀土富集,重稀土元素亏损,轻重稀土分馏明显, $\delta\text{Eu} = 0.095 \sim 0.26$, 稀土元素球粒陨石标准化曲线呈右倾(图 3),具铕的负异常。微量元素分析结果(表 1)表明,该期花岗岩在以原始地幔为标准化的蛛网图上 LILE 元素如 Cs、Rb、Ba、K 等含量相对较高(富集),而 Sr、Nb、Ti 和 P 亏损为特征(图 4)。

华力西晚期花岗岩稀土元素分析结果(表 1)显

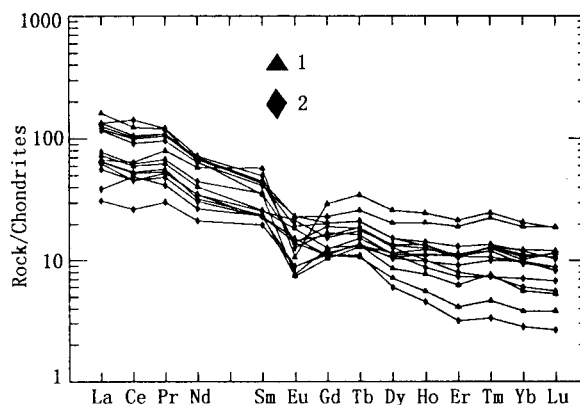


图3 稀土元素球粒陨石标准化曲线

(球粒陨石数据据 Nakamura, 1974)

1—华力西晚期花岗岩;2—华力西中期花岗岩

示,该期花岗岩 $\Sigma\text{REE} = (108.79 \sim 237.05) \times 10^{-10}$, $\text{LREE}/\text{HREE} = 4.3 \sim 15$,轻稀土富集,重稀土元素亏损, $(\text{La}/\text{Yb})_N = 3.25 \sim 13.22$,轻重稀土分馏较明显, $\delta\text{Eu} = 0.06 \sim 0.27$,稀土元素球粒陨石标准化曲线呈右倾(图 3),铕的负异常比较明显。微量元素分析结果(表 1)表明,该期花岗岩在以原始地幔为标准化的蛛网图上富集元素与华力西中期的类似,而 Nb、Sr、P、Ti 亏损更为明显(图 4)。

4 花岗岩成因类型及形成环境

华力西中期花岗岩化学成分在 Shander 指数图解中落于大陆弧型、造山后、造陆隆升型花岗岩区

域,表现为偏铝质或过铝质;在 $R_1 - R_2$ 图解(图 6)中落于碰撞后或造山晚期(Ⅲ、Ⅳ型)花岗岩区,表明该期花岗岩是以碰撞后为其主要构造环境;与造山后伸展型钙碱性岩的典型代表希腊北部 Skaloti 侵入岩相比较类似^[13],与东昆仑(青海)晚泥盆世早期-晚石炭世花岗岩成分区域基本吻合^[9],说明该期花岗岩属非造山期花岗岩。

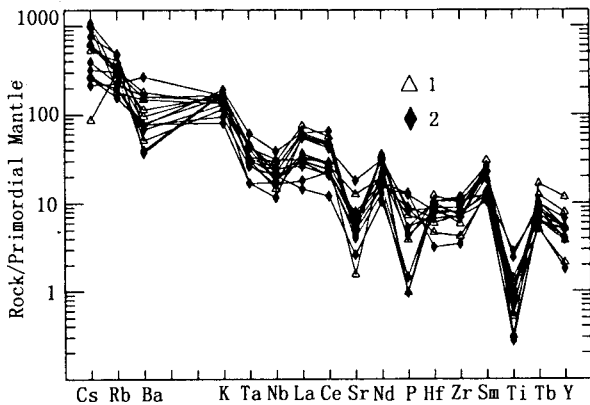


图 4 微量元素比值蛛网图
(原始地幔数据据 Wood, 1979)

1—华力西晚期花岗岩;2—华力西中期花岗岩

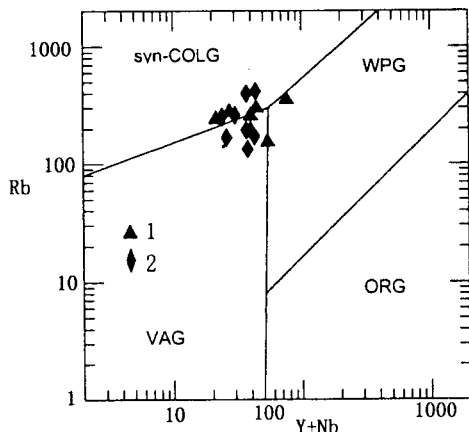


图 5 微量元素 Y + Nb - Rb 构造判别图解
(Pearce J. A., 1984)

1—华力西晚期花岗岩;2—华力西中期花岗岩

在微量元素 Y + Nb - Rb 构造判别图上大部分落入同碰撞花岗岩区(图 5)。Bonin(1989)认为造山钙碱性岩岩石系列以富 Al_2O_3 而有别于非造山钙碱性岩石系列,非造山钙碱性系列具有明显的混染现象,本区 Al_2O_3 平均 13.59,低于造山钙碱性岩石,那棱格勒河断裂以南之求勉雷克花岗岩和四千旦花岗闪长岩中含大量深源暗色包体,发育分离结晶而成的结构和粒度差异明显斜长石巨晶。

华力西晚期花岗岩在微量元素 Y + Nb - Rb 构造判别图(图 5)上落入同碰撞花岗岩区和板内花岗

岩区,表明该期花岗岩形成于从活动大陆边缘到碰撞后花岗岩的过渡环境,在 $R_1 - R_2$ 判别图解中(图 6),投点绝大部分落于非造山区,少数落在造山晚期和碰撞后环境。

综上所述,华力西中期区内花岗岩表现为碰撞后花岗岩的地球化学特征,岩浆的形成与侵位受早期基底断裂的活动控制;华力西晚期是区内构造活动的重要转折点,由区域挤压应力转变为张性伸展,形成碰撞后具 A 型花岗岩地球化学特征的岩石系列。

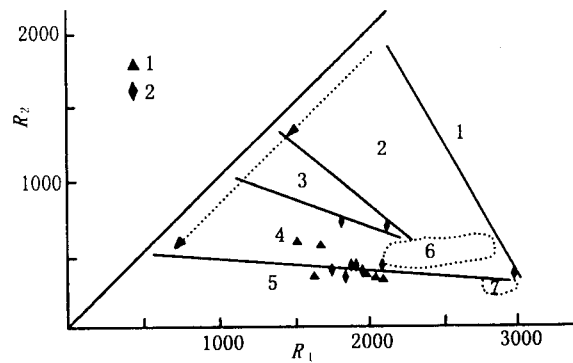


图 6 $R_1 - R_2$ 多阳离子构造判别图解

(Batcheler R. A., 1985)

1—华力西晚期花岗岩;2—华力西中期花岗岩

5 讨论及结论

华力西中期(320 Ma 左右)花岗岩类富钾铝钙碱性花岗岩,广布于祁漫塔格地区,形成于地壳加厚造山带区碰撞后构造环境。早古生代东昆仑北部的汇聚碰撞导致的地壳加厚系地壳底部由于蠕变作用等而热升温^[8,14],导致加厚地壳底部花岗质岩浆的生成^[17];该期花岗岩类岩石与欧洲华力西造山带、澳大利亚 Lachlan 造山带碰撞后花岗岩地球化学特征应具可比性^[11]。造山带脉动性隆升与地壳底部花岗岩形成的动力学模式^[14],可以作为华力西中期祁漫塔格山大面积花岗岩形成及其隆升作用机制的一种解释。

华力西晚期(270 Ma ~ 250 Ma)花岗岩类岩石形成于从活动大陆边缘到碰撞后花岗岩的过渡环境,其形成与早二叠世特提斯洋向北俯冲有关。事实上昆中断裂带托库孜达坂群蛇绿混杂岩^[10],祁漫塔格南缘打柴沟组后陆磨拉石沉积、下二叠统底部角度不整合,以及昆南—昆中地区由北而南构造强度依次减弱的极性变化,均表明晚古生代晚期古特提斯洋沿昆中断裂向北斜向俯冲消减于昆中隆起带之下。相应地中昆仑北部祁漫塔格则转化为活动大陆

边缘。

参加该项目野外工作的还有谢宏远、曾庆栋、张启锐、杨金中、邹为雷、S. Samygin 等。

[参考文献]

- [1] 姜春发,杨经绥,冯秉贵,等. 昆仑开合构造[M]. 北京:地质出版社,1994,58~160.
- [2] 潘裕生,周伟明,许荣华,等. 昆仑山早古生代地质特征与演化[J]. 中国科学(D辑),1996,26(4):302~307.
- [3] 潘裕生,文世宣,邓万明. 岩石圈的形成与演化[A]. 见:孙鸿烈主编,青藏高原的形成演化. 上海:上海科学技术出版社,1996,10~99.
- [4] 新疆地质矿产局第一区域地质调查大队. 新疆同位素地质年龄数据汇编[J]. 新疆地质,1987,5(4):68~71.
- [5] 李曰俊,贾承造,郝杰,等. 东昆仑铁石达斯群发现放射虫动物群[J]. 科学通报,2000,45(1):205~208.
- [6] 李曰俊,郝杰. 东昆仑铁石达斯群中发现放射虫动物群[J]. 地质科学,1998,33(2):254.
- [7] 杨金中,沈远超,李光明,等. 新疆东昆仑鸭子泉蛇绿岩的基本特征及其大地构造意义[J]. 现代地质,1999,13(3):309~314.
- [8] 王岳军,范蔚茗,等. 青藏高原中北部热应力演化及其隆升机制[J]. 地球学报,1998,(1):1~7.
- [9] 古凤宝,姜常义. 东昆仑花岗岩岩石组合及其构造环境[J]. 青海地质,1996,(2)13~24.
- [10] 边千滔,常存发,郑祥身. 青海可可西里大地构造基本特征[J]. 地质科学,1997,32(1):38~45.
- [11] Brid P. Initiation of intracontinental subduction in Himalayas[J]. Geophys. Res., 1978, 83(B10):4975~4987.
- [12] Pitcher W S. Granite type and tectonic environment[A]. In: Hsu K (eds). Mountain building processes. London: Academic Press, 1983, 19~40.
- [13] Bonin B. From orogenic to anorogenic setting: evolution of granitoid suites after a major orogenesis[J]. Geol. J., 1990, 25: 261~270.
- [14] Hollister L. S. , The role of melt in uplift and exhumation of orogenic belts[J]. Chem. Geol., 1993, 108: 31~48.
- [15] Brown M. The generation, segregation, ascent and emplacement of granite magma the migmatite - to - crustally - derived granite connection in thickened orogens[J]. Earth Sci. Reviews, 1994, 36: 83~130.

GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF VARISCAN GRANITE IN THE QIMANTAGE REGION, EASTERN KUNLUN

LI Guang-ming, SHEN Yuan-chao, LIU Tie-bing

Abstract: The middle and late Variscan granite distributes widely in the Qimantage region, Eastern Kunlun. The geological and geochemical characteristics of the Variscan granite have been systematically studied in this article. The results indicate that the rock association of the middle Variscan granite is moyite - granite - adamellite. The rock series has K - high calc - alkaline with low content of REE, little Eu negative anomaly, rich Cs, Rb, Ba, K of LILE and depleted Sr, Nb, Ti, P. The middle Variscan granite has been generated in the post - collision or the late orogenic stage. And our work suggests that the rock association of the late Variscan is moyite - granite - adamellite - granodiorite - granite - porphyry. The rock series is K - high calc - alkaline and its middle content of REE, with obvious Eu negative anomaly, is more than REE content of the middle Variscan granite, characterised by more depletion of Sr, Ti, P. The late Variscan granite has been generated in the transitional environment from active continental margin to post - collision.

Key words: Variscan, granite, geochemistry, Qimantage, Eastern Kunlun