Vol. 23 No. 4 Aug. 2014

文章编号:1671-1947(2014)04-0369-07

中图分类号 :P588.12 ;P595

文献标识码:A

# 阿尔金山北缘喀腊大湾地区早古生代中酸性侵入岩岩石 地球化学特征及构造意义

# 刘 牧<sup>1</sup>,陈柏林<sup>2</sup>,李松彬<sup>2</sup>

(1. 俄克拉荷马大学地球与能源学院 美国 俄克拉荷马州 73072;2. 中国地质科学院地质力学研究所 北京 100081)

摘 要 喀腊大湾地区位于阿尔金山脉东北缘,当地早古生代时期构造环境复杂并且伴随剧烈的花岗质岩浆活动.通过对区域内早古 生代中酸性侵入岩 5 个岩体(大平沟岩体、阿北银铅矿岩体、阿北岩体、4337 北花岗岩体、喀腊大湾南岩体)的岩石学、岩相学、地球化 学特征研究,探讨早古生代区域重大构造事件和构造环境.南部的喀腊大湾南岩体表现低钾性质,其余 4 个岩体样本为中高钾钙碱性 中酸性岩,并且有向高钾演变的趋势,铝饱和指数在 1.0~1.1 之间,数据统计和分析大部分样品具有 I 型花岗岩特征,少部分显示了 I 型向 S 型过渡的性质,代表了洋壳-陆壳活动性大陆边缘的环境.结合喀腊大湾周边地质背景,本地区应该是阿尔金古洋壳和塔里木 地块南北向碰撞作用的火山岛弧区域.

关键词 阿尔金山 ;早古生代 ;花岗岩 地球化学 ;构造环境 DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2014.04.011

# GEOCHEMISTRY AND TECTONIC IMPLICATION OF THE EARLY PALEOZOIC INTRUSIVE ROCKS IN THE KALADAWAN AREA, NORTHERN ALTUN MOUNTAINS

LIU Mu, CHEN Bai-lin, LI Song-bin

(1. ConocoPhilips School of Earth and Energy, University of Oklahoma, Norman, OK 73072, USA; 2. Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China)

**Abstract** : The Kaladawan area is located in the northeast of Altun Mountains, where the Early Paleozoic tectonic settings were complicated, accompanied by intense granitic magmatism. Based on the research of petrology, geochemistry and geochronology of the Early Paleozoic acid-intermediate intrusive rocks in this area, the regional geological events and tectonic settings are discussed. Four of the five plutons in this study are characterized by high-K calc-alkaline. The other presents low-K character. Most of the samples analyzed show the characteristics of I-type granite, with a few as transitional products from I-type to S-type, indicating the active continental margin environment of oceanic-continental crust. Regards Combining the surrounding geological background, this region should be the volcanic island arc when the ancient Altun oceanic crust collided with Tarim massif.

Key words : Altun Mountains; Early Paleozoic era; granite; geochemistry; tectonic setting

## 1 区域研究背景及地质概况

阿尔金山北缘地区是阿尔金北东向构造带与北 祁连构造带西段的交汇复合部位,北接塔里木地块南 缘,位于阿尔金走滑断裂东北缘地区(图 1a).喀腊大 湾地区地层属于阿尔金山地层小区,是塔里木地层区中的塔南地层分区(图 1b).本区内地层自老到新依次出露太古宇米兰岩群达格拉格布拉克组(Ardg)的一套中、高温变质的高角闪岩相-麻粒岩相变质岩系;中元

收稿日期 2013-09-02 修回日期 2014-01-17. 编辑 张哲.

基金项目:"十二五"国家科技支撑计划项目新疆跨境成矿带战略性矿产资源预测与靶区评价专题"阿尔金成矿带多元信息成矿预测与找矿示范"(编 号 2011BAB06B08-04)、中国地质调查局地质矿产调查专项"阿尔金喀腊大湾地区铁多金属矿构造控矿研究与找矿预测"(编号 1212011085043)联合 资助.

作者简介:刘牧(1990一),男,现为美国俄克拉荷马大学在读硕士,通信地址 Department of Geology and Geophysics, University of Oklahoma, Norman, OK 73072, JJSA. E-mail//Mu.Liu-1@ou.edu



图 1 喀腊大湾地区地质图及采样位置



Ardg 一太古字米兰岩群达格拉格布拉克组(Archean Dagelagebulake fm.) Zj 一震旦系金雁山组(Sinian Jinyanshan fm.); C<sub>3</sub>μ 一上寒武统卓阿布拉克组(U. Cambrian Zhuoabulake fm.); C<sub>3</sub>μ 一上寒武统卓阿布拉克组(U. Cambrian Simierbulake fm.); C<sub>3</sub>μ 一上石炭统因格布拉克组(U. Carboniferous Yingebulake fm.); E<sub>3</sub>g 一渐新统上干柴沟组(U. Oligocene Ganchaigou fm.); N<sub>3</sub>g 一 中新统下干柴沟组(L. Miocene Ganchaigou fm.); Mb 一大理岩(marble); γδ<sub>3</sub>--早 古生代花岗闪长岩(Early Paleozoic granodiorite); γ<sub>3</sub>-早古生代花岗岩(Early Paleozoic granite); δ<sub>3</sub>-早古生代闪长岩(Early Paleozoic diorite); V<sub>3</sub>-早古 生代辉长岩(Early Paleozoic gabbro); ▲ -采样点(sampling spot)

古界震旦系金雁山组( $Z_j$ )一套碳酸盐岩;上寒武统卓 阿布拉克组( $\epsilon_{sz}h$ )的复杂岩石组合,包括泥岩、泥灰 岩、碳质千枚岩、千枚岩化粉砂岩、板岩、英安斑岩结晶 灰岩、大理岩和流纹岩、英安岩、安山质玄武岩、中--酸 性火山凝灰岩、晶屑凝灰岩、钠长霏细斑岩、辉绿岩,并 且其中夹有铁矿层;上寒武统斯米尔布拉克组( $\epsilon_{ss}$ )的 片岩、千枚岩和板岩;上古生界上石炭统因格布拉克组 ( $C_{sy}$ ),主要由石英砂岩、砂砾岩、粉砂岩组成;新生界 渐新统下干柴沟组( $E_{sg}$ );新近系中新统上干柴沟组 ( $N_{1g}$ ),第四系(Q).

本区岩浆岩的主要类型、岩性特点和构造环境已 成为近 20 余年来研究热点之一. 研究区花岗岩即属于 沿红柳沟-拉配泉俯冲碰撞杂岩带分布的一条中酸性 岩浆岩带,呈近东西向集中而不连续. 围绕这条近东西 向分布的岩浆岩带,学者从不同角度进行了很多细致 研究.

陈宣华等(2001)对阿尔金北缘花岗岩类构造环 境分析和判别结果表明,阿尔金山北缘早古生代处 在破坏性活动板块边缘,构造环境可能经历了早古 生代活动陆缘的(火山)岛弧时期;同时对阔什布拉 克岩体进行了锆石 U-Pb(TIMS)年代学研究,认为岩 体的形成时代为 443 Ma<sup>[1]</sup>. 其研究区域位于喀腊大湾 东侧毗邻地区. 戚学祥(2005)在对位于喀腊大湾西部 毗邻地区恰什坎萨依 481.5 Ma 的定年基础上,认为该 区在当时确实存在岛弧岩浆作用<sup>[2]</sup>;另外,通过同年在 对位于恰什坎萨伊西部的喀孜萨依岩体进行研究后, 将其定年为较为年轻的 404.7 Ma<sup>[3]</sup>,而且认为并非形 成于岛弧环境,而是走滑过程中以地幔楔为源区的岩 浆上升过程中同化部分壳源物质形成具有岛弧性质的 岩浆形成的.

### 2 早古生代中酸性岩岩石学和地球化学特征

整体岩石样本属于中酸性至酸性岩浆岩区域.银 铅矿岩体呈现斑状结构,南部岩体含有较高的斜长石, 其他长石的含量较低,钾钠比值较低,而其他岩石的矿 物成分和含量差别不大.整体岩石组合表现为含角闪 石黑云母花岗岩-斜长花岗岩-正长花岗岩,可能与不 同期次岩浆作用息息相关.

韩凤彬等(2012)经过研究包括本文中 5 个岩体后 发现喀腊大湾一带的大部分中酸性侵入岩时期为早古 生代,并将其划分为碰撞前岩浆活动(520~500 Ma)、 碰撞期岩浆活动(490~470 Ma)和碰撞后岩浆活动 (440~410 Ma)阶段<sup>[4]</sup>.3个阶段均位于早古生代.

本次野外工作挑选具有代表性的 14 个样本的元 素分析是在国家地质实验测试中心完成的,采用 X 荧 光光谱和等离子体质谱(ICP-MS)仪器测试得到结果. 样本 H247-1、H248-1 和 K354-1 采集于大平沟北段 的大平沟岩体,划分为第一组;K405-1、K272-2 是阿 北岩体的样本,为第二组;K439-1、K480-1、K480-2 采 集自阿北银铅矿岩体,为第三组;K139-1、K140-1、 K140-4 采集自齐勒萨依沟的 4337 高地北缘,记做第 四组;K484-1、K495-1、K901-2 是采自喀腊大湾南花 岗岩体样本,划分为第五组.

表1汇总了这14个样本的地球化学元素测试数据.

第一组,即大平沟岩体,其SiO2含量偏高且变化 范围较小(73.42%~76.36%),主量元素显示出低Mg、 Ti,高K的特征,主量元素的变化均比较稳定,表现高 钾钙碱性岩石系列的特征.第二组阿北花岗岩体的 SiO2变化范围大,从花岗闪长岩到花岗岩均有分布, SiO2-K20图(图2)投在钙碱性系列区域内.第三组阿 北银铅矿岩体的样本SiO2变化范围不大(68.01%~ 69.89%),具有富K低Na的特征,表现出钙碱性特征. 第四组4337北岩体的SiO2(67.00%~76.18%),A1和Ti 等主量元素随Si含量的增多而减少.第五组喀腊大湾 南岩体SiO2的样本含量变化范围不大(74.12%~ 75.05%),主量元素的含量比较集中,基本无变化,另 外显示出了极强的低K的现象.众所周知,洋脊花岗 岩十分少见,另外该岩体Na含量相对其余4组岩体







1-大平沟岩体(Dapinggou rock body) 2-阿北花岗岩体(Abei granite body) 3-阿北银铅矿岩体(rock body in Abei Ag-Pb deposit)4-4337 北 岩体(4337N rock body) 5-喀腊大湾南岩体(Southern Kaladawan rock body) 较高(6.92%~7.34%),可能与该岩体与 7918 铁矿玄武 岩围岩和矿体夕卡岩化带接近的缘故,由于铁矿的形 成与岩浆钠化密切相关,说明这可能导致了该样品的 K、Na 异常表现.另外,岩石 ORG(洋脊花岗岩)标准化 的微量元素图解(图 3)也显示,喀腊大湾南部岩体原 岩并不是洋脊花岗岩.



根据 A/KNC-A/NK 图解,除阿北银铅矿,岩体显示了较高的铝饱和指数.但笔者认为这种表现可能由于该岩体为银铅矿赋矿围岩而导致的蚀变,其余岩体的铝饱和指数均在 1.0~1.1 附近(图 4).投图数据选用了全部本地区花岗岩样本而没有按照岩体划分.



Fig. 4 The A/KNC-A/NK of the Kaladawan acid-intermediate intrusive rocks

铝饱和指数小于 1.0 的为 I 型花岗岩特征,大于 1.1 为 S 型花岗岩特征,1.0~1.1 之间的花岗岩同时具

表 1 喀腊大湾地区中酸性岩主量元素、微量元素、稀土元素含量分析 Table 1 Element content of the Kaladawan acid-intermediate intrusive rocks

样本编号	H247-1	H248-1	K354-1	K272-2	K405-1	K439-1	K480-1	K480-2	K139-1	K140-1	K140-4	K495-1	K484-1	K901-2
岩体名称	大平沟岩体		阿北岩体		阿北银铅矿岩体		4337 岩体			大湾南岩体				
$SiO_2$	73.42	76.36	74.03	71.70	58.37	69.89	68.06	68.01	67.00	67.60	76.18	75.05	74.82	74.12
${\rm TiO}_2$	0.22	0.07	0.16	0.27	0.66	0.51	0.48	0.47	0.36	0.32	0.05	0.18	0.20	0.24
$Al_2O_3$	13.21	12.30	14.14	14.83	15.59	14.78	13.74	13.42	15.00	14.47	12.71	13.14	13.49	13.37
$\mathrm{Fe_2O_3}$	1.46	0.73	0.50	1.18	3.24	2.17	1.98	3.40	1.61	1.21	0.07	1.04	0.75	0.17
FeO	0.34	0.20	0.63	0.68	3.79	0.47	1.35	0.27	1.63	1.81	0.34	0.93	0.99	1.74
MnO	0.04	0.02	0.04	0.04	0.16	0.04	0.04	0.10	0.07	0.08	0.01	0.02	0.02	0.02
MgO	0.35	0.64	0.39	0.73	3.90	0.75	1.29	0.60	1.15	1.20	0.09	0.49	0.41	1.31
CaO	0.85	0.38	1.24	2.62	6.32	1.94	2.04	3.14	3.09	2.84	0.70	0.63	0.43	0.39
Na <sub>2</sub> O	3.60	3.76	3.64	4.05	3.41	0.06	2.49	0.75	3.37	4.21	3.30	6.92	7.34	7.04
K <sub>2</sub> O	4.58	4.85	4.35	2.44	1.88	5.09	3.46	4.19	3.78	2.59	5.08	0.83	0.57	0.12
$P_2O_5$	0.05	0.02	0.07	0.11	0.19	0.08	0.07	0.08	0.17	0.14	0.00	0.03	0.03	0.04
A/CNK	1.063	1.015	1.092	1.054	0.815	1.618	1.19	1.169	0.983	0.972	1.042	0.979	1.001	1.076
Rb	159	202.8	228	118	51	194	143	180	195	159	299	20.6	25.4	2.14
$\mathbf{Sr}$	68.55	39.96	140	312	317	16.5	56.1	25.7	509	353	71.6	71.4	55.5	40.8
Ba	281.9	135.1	668	775	639	211	277	269	1252	826	67.3	167	129	40.1
Th	46.86	36.53	22.2	14.5	4.36	14	16.2	18.1	20.2	19.2	13.9	30.9	28.2	29
U	3.79	3.09	2.34	1.14	3.19	2.48	3.01	2.6	3.44	3.32	6.06	6.61	4.16	4.6
Nb	21.63	33.22	12.9	9.32	8.7	13.6	12.6	12.9	16.5	22.9	12	16.4	17.9	12.9
Та	1.94	2.79	1.33	0.97	0.53	1	1.06	1.13	1.52	1.21	1.25	1.06	1.2	0.93
Zr	183.1	121.5	98.5	130	119	235	207	214	176	154	47.4	273	236	245
Hf	6.17	5.74	3.09	3.69	3.35	6.35	5.97	5.96	4.47	3.83	2.99	7.14	6.12	5.95
Co	1.896	0.53	1.76	4.04	21.3	10.2	7.37	7.32	6.63	5.74	0.51	3.74	2.39	2
Ni	1.49	8.58	2.42	4.3	25	18.2	15	12.1	3.93	6.36	0.26	2.09	1.98	1.53
Cr	2.757	19.34	4.52	7.02	69	22.8	36.9	20.8	9.31	13.2	1.41	5.18	3.19	3.17
Cu	5.57	3.78	7.00	6.99	41.9	5.26	9.86	17.1	25.5	9.54	2.45	1.62	1.44	1.78
Pb	11.13	12.62	32.6	15.9	14.2	16.1	21	724	35.7	41.3	74.2	4.4	2.26	2.39
Zn	19.71	10.28	16.9	29.9	85.4	349	31	1939	68.4	81.2	21.6	13.3	23	17.3
La	63.65	27.18	26.90	33.40	14.60	31.10	39.80	48.40	54.80	35.90	5.97	39.80	53.20	46.10
Ce	88.14	50.96	47.40	57.80	41.20	62.10	86.20	102.00	105.00	66.60	9.81	60.50	78.60	71.80
Pr	12.54	7.04	5.10	6.15	5.12	7.03	8.75	10.40	10.10	6.75	1.04	7.29	8.88	6.69
Nd	41.58	25.06	16.40	20.00	23.60	26.30	32.20	38.50	36.40	23.70	3.23	25.00	30.30	21.60
Sm	6.74	5.38	3.06	3.44	4.93	4.59	5.61	7.03	6.03	3.74	0.57	4.72	5.10	3.36
Eu	0.66	0.20	0.46	0.74	1.19	0.67	0.87	1.14	1.46	0.77	0.16	0.54	0.47	0.46
Gd	5.40	4.91	2.08	2.37	4.72	4.24	4.85	5.80	4.45	2.82	0.47	4.14	4.83	2.92
Tb	0.80	0.73	0.33	0.29	0.71	0.69	0.70	0.97	0.64	0.39	0.08	0.76	0.81	0.49
Dy	4.91	4.49	2.02	1.67	3.97	4.24	3.84	5.31	3.06	1.93	0.44	4.61	4.84	2.66
Но	0.95	0.85	0.39	0.31	0.80	0.84	0.76	1.05	0.59	0.35	0.10	0.95	0.97	0.54
Er	3.00	2.52	1.12	0.87	2.44	2.71	2.37	3.21	1.74	1.12	0.37	3.00	3.29	1.84
Tm	0.43	0.35	0.18	0.12	0.34	0.39	0.30	0.43	0.22	0.15	0.06	0.43	0.45	0.27
Yb	3.23	2.41	1.20	0.84	2.43	2.64	2.21	2.83	1.50	1.12	0.64	3.07	3.16	1.99
Lu	0.46	0.35	0.18	0.12	0.37	0.41	0.33	0.41	0.23	0.19	0.13	0.47	0.48	0.32
Y	26.00	21.71	11.1	8.23	22.90	25.00	6.77	5.99	17.70	11.70	3.78	27.30	29.70	17.70
ΣREE	232.50	132.43	117.74	136.23	106.42	147.95	188.79	227.48	226.22	145.53	23.07	155.28	195.38	161.04
LREE	213.32	115.82	99.32	121.53	90.64	131.79	173.43	207.47	213.79	137.46	20.78	137.85	176.55	150.01
HREE	19.19	16.61	18.42	14.70	15.78	16.16	15.36	20.01	12.43	8.07	2.29	17.43	18.83	11.03
L/H	11.12	6.97	5.39	8.27	5.74	8.16	11.29	10.37	17.20	17.03	9.07	7.91	9.38	13.60
(La/Yb) <sub>N</sub>	14.13	8.09	16.08	28.52	4.31	8.45	12.92	12.27	26.21	22.99	6.69	9.30	12.08	16.62
δΕυ	0.32	0.12	0.53	0.75	0.74	0.46	0.50	0.53	0.82	0.70	0.92	0.37	0.29	0.44
δCe	0.72	0.88	0.93	0.92	1.17	0.99	1.08	1.06	1.02	0.98	0.89	0.81	0.81	0.89

含量单位:主要元素为%,微量元素、稀土元素为10-6.

有 I、S 型花岗岩特征 需要进一步确定<sup>[5]</sup>.

经过 Zr-TiO<sub>2</sub> 投图(图 5)显示 绝大多数花岗岩样 本投在了 I 型花岗岩的区域内 ,少部分位于 S 型或 I-S 型交界处呈现出过渡性质. 这说明本地区花岗岩应该 大部分属于 I 型花岗岩大类,可能代表着火山岛弧花 岗岩性质<sup>[6]</sup>.



Fig. 5 Classification of I- and S-types of the granites in Kaladawan area

5 个岩体的稀土元素总量均低于世界酸性岩平均 稀土元素总量(288×10<sup>-6</sup>,维诺格拉多夫,1962). 它们 的分布情况大致可以分为两种类型,即有 Eu 亏损低 谷的和无 Eu 低谷或 Eu 低谷不明显的两组.大平沟岩 体、阿北银铅矿岩体、喀腊大湾南岩体为有 Eu 低谷亏 损表现的,阿北花岗岩岩体和 4337 北岩体则为第二种 型式.结合微量元素、稀土元素特征,具有 Ba、Eu 负异 常,Th、K 等的正异常,可能显示出源区存在斜长石而 缺少石榴子石和角闪石.镜下观察的结果是均有斜长 石发现,而实验数据显示斜长石在大于 1500 MPa 的 环境下不稳定,因此推断它们的源区应该不会过深.

大平沟岩体富集稀土元素  $\Sigma$ REE=117.74×10<sup>-6</sup>~ 232.50×10<sup>-6</sup> ,从球粒陨石标准化的分布图(图 6a)中可 以看出,大平沟岩体稀土元素表现为为轻稀土富集轻 度右倾斜,呈较为平坦的"V"字型图线.轻重稀土分 馏,LREE/HREE 范围为 5.39~11.12,(La/Yb)<sub>N</sub> 介于 2.60~12.23 之间  $\beta$ Eu 负异常明显,型式图中铕的尖锐 低谷说明斜长石大量晶出导致了残余熔体中的负异常. 阿北岩体  $\Sigma$ REE=106.42×10<sup>-6</sup>~136.23×10<sup>-6</sup> 稀土元素呈 右倾图线(图 6b) 轻重稀土分异程度较小 LREE/HREE =5.74~8.27 ,表明轻稀土富集  $\beta$ Eu 轻微负异常(0.74~ 0.75). 球粒陨石标准化图上并未有 Eu 元素的低谷. 阿



图 6 喀腊大湾地区中酸性岩体稀土元素分布型式图 (标准取自 Sun and McDonough ,1989)



(Standards from Sun and McDonough, 1989)

a-大平沟岩体(Dapinggou rock body) 步一阿北花岗岩体(Abei granite body) 定一阿北银铅矿岩体(rock body in Abei Ag-Pb deposit)d-4337 北 岩体(4337N rock body) 定一喀腊大湾南岩体(Southern Kaladawan rock body) 北银铅矿岩体稀土元素分布经过球粒陨石标准化显示 右倾,角度较大(图 6c)稀土总量  $\Sigma$ REE=147.95×10<sup>-6</sup>~ 227.48×10<sup>-6</sup>,轻重稀土比 LREE/HREE=8.16~11.29.分 布型式图上显示 Eu 元素的低谷  $\beta$ Eu=0.46~0.53,为负 异常.4337 高地北岩体稀土元素总量从 145.53×10<sup>-6</sup>~ 226.22×10<sup>-6</sup>不等,LREE/HREE=9.07~17.20,显示曲线 斜率较大,轻重稀土元素分异程度较大.分布型式图 (图 6d)显示该岩体稀土元素无明显富集和亏损迹象.  $\delta$ Eu 有弱负异常(0.70~0.92).喀腊大湾南岩体 REE 总 量范围为 155.28×10<sup>-6</sup>~195.38×10<sup>-6</sup> 経重稀土元素比为 7.91~13.60,曲线呈右倾,Eu 元素低谷尖锐明显(图 6e) $\beta$ Eu=0.29~0.44.

3 构造环境讨论

在 Pearce 的花岗岩微量元素比值构造环境图解 100 1000 ■1 ■2 ■3 ■4 ■5 WPG WPG 10 100 syn-COLG VAG + La syn-COLG QN 1.1 10 ORG ORG VAG 10 100 1000 10 100 0.1 1 Y Yb 10000 10000 syn-COLG syn-COLG 1000 1000 WPG WPG Rb 2100 100 ORG VAG 10 VAG 10 ORG 10 100 10000 1 1000 01 10 100 1 1000 Y+Nb Yb+Ta 喀腊大湾地区中酸性岩体微量元素构造环境判别图解 图 7

(据 J.A. Pearce et al., 1984)

Fig. 7 Tectonic environment discrimination by trace elements for the acid-intermediate intrusive rocks in Kaladawan area (After J.A. Pearce et al., 1984)

1-大平沟岩体(Dapinggou rock body) 2-阿北花岗岩体(Abei granite body) 3-阿北银铅矿岩体(rock body in Abei Ag-Pb deposit)4-4337 北岩体 (4337N rock body) 5-喀腊大湾南岩体(Southern Kaladawan rock body) ;NAG-火山弧花岗岩(volcanic are granite) ;WPG-板内花岗岩(within-plate granite) ;syn-COLG-同碰撞花岗岩(syn-collisional granite) ;ORG-洋中脊花岗岩(oceanic ridge granite)

(图 7)中,大平沟岩体、阿北银铅矿岩体和 4337 高地 北部岩体的点在同碰撞环境和火山弧环境交界处,阿 北花岗岩体和喀腊大湾南部岩体则更偏向火山岛弧的 构造环境.

在 Rb/30-Hf-Ta×3 花岗岩构造环境图解(图 8) 中 喀腊大湾南岩体显示出 Rb 元素十分亏损的特点, Rb 和 K 同族且均为大离子亲石元素,有相似的活动 性质.基于前文对于南部岩体 K 元素的推测,笔者认 为,喀腊大湾南岩体花岗岩的原岩 K 元素和 Rb 元素 的含量比当下含量要高,在 Rb/30-Hf-Ta×3 图中喀腊 大湾南岩体的投点应该相对向火山弧区域靠拢,该岩 体的性质可能更偏向火山岛弧性质而不是板内花岗 岩.这样看来,这 5 个岩体的构造环境特征处于火山弧 和碰撞作用的交界处,与 Pearce 相关图解反映出的结



图 8 喀腊大湾地区 Rb/30-Hf-Ta×3 花岗岩构造环境图解 Fig. 8 The Rb/30-Hf-Ta×3 tectonic setting diagram of granite in Kaladawan area

1-大平沟岩体(Dapinggou rock body) 2-阿北花岗岩体(Abei granite body) 3-阿北银铅矿岩体(rock body in Abei Ag-Pb deposit)4-4337 北 岩体(4337N rock body) 5-喀腊大湾南岩体(Southern Kaladawan rock body)

论类似. 从整体看 5 个岩体处于同碰撞环境和火山岛 弧环境的过渡转换时期.

阿尔金地区存在两条高压变质相带(阿尔金北缘 高压变泥质岩带和阿尔金榴辉岩带)和两条蛇绿混杂 堆积岩带(阿尔金北部蛇绿混杂岩带和阿帕-茫崖蛇 绿混杂岩带).研究区内发现许多典型的枕状玄武岩以 及同时的远洋硅质岩沉积,是新元古代早期海相沉积 的证据,两条蛇绿岩是古洋后期闭合后的痕迹.中国地 质科学院地质力学研究所提出了红柳沟-拉配泉早古 生代沟-弧-盆的构造体系演化<sup>●</sup>,认为在新元古代末 期至早古生代,由于俯冲作用的发展和影响,形成与俯 冲作用有关火山岛弧和弧后盆地.位于红柳沟-拉配 泉一带的喀腊大湾地区具有火山岛弧性质的早古生代 花岗岩,特征较为明显,是进行阿尔金主断裂两盘寻找 对应地质单元的一个选择.

### 4 结论

通过对 5 个岩体的化学特征的研究,初步认为这 5 个岩体中阿北岩体和喀腊大湾南岩体物源为较为低 温的中酸性岩浆,可能与下地壳密切相关,化学性质主 要表现为 I 型花岗岩,具有岛弧性质,可能与北祁连的 加里东期火山岛弧花岗岩[7]为同时期的岩浆活动作 用产物,从整体看 5 个岩体处于同碰撞环境和火山岛 弧环境的过渡转换时期,与周边地区如北祁连以及东 部敦煌地块中酸性岩在地球化学角度呈现相似特征.

#### 参考文献:

- [1]陈宣华,王小凤,杨风,等.阿尔金山北缘早古生代岩浆活动的构造 环境[J].地质力学学报,2001,7(3):193-200.
- [2] 戚学祥,李海兵,吴才来,等.北阿尔金恰什坎萨依花岗闪长岩的锆 石 SHRIMP U-Pb 定年及其地质意义[J].科学通报,2005,50(6): 571-576.
- [3] 戚学祥,吴才来,李海兵.北阿尔金喀孜萨依花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其构造意义[J].岩石学报,2005,21(3):859-866.
- [4]韩凤彬,陈柏林,崔玲玲,等.阿尔金山喀腊大湾地区中酸性侵入岩 SHRIMP年龄及其意义[J].岩石学报,2012,28(7):2277-2291.
- [5]肖庆辉. 花岗岩研究思维与方法[M]. 北京 地质出版社, 2002.
- [6]王德滋,舒良树.花岗岩构造岩浆组合[J].高校地质学报,2007(3): 362-370.
- [7]许志琴 杨经绥,张建新,等.阿尔金断裂两侧构造单元的对比及岩石圈剪切机制[J].地质学报,1999(3):193-205.