西天山特克斯达坂一带晚古生代花岗岩类的地球化学特征及其构造意义

杨俊泉[1,2],李永军[1],张素荣[2],司国辉[1],张洪瑞[1],栾新东[3]
YANG Jun-quan[1,2], LI Yong-jun[1], ZHANG Su-rong[2],
SI Guo-hui[1],ZHANG Hong-rui[1], LUAN Xin-dong[2]

1. 长安大学地球科学与国土资源学院,陕西 西安 710054; 2. 中国地质调查局天津地质矿产研究所,天津 300170;
3. 新疆地质矿产勘查开发局第九地质队,新疆 乌鲁木齐 830000
1. *School of Earth Sciences and Land Resources, Chang'an University, Xi'an* 710054,*Shaanxi, China;*
2. *Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Tianjin* 300170, *China;*
3. *No.9 Geological Party of Xinjiang Bureau of Geological and Mineral Exploration and Development, Wulumuqi* 830000, *Xinjiang, China*

摘要:依据地质学、岩石学和年代学特征,西天山特克斯达坂一带花岗岩类被解体为早石炭世库勒萨依序列和早二叠世其那尔萨依序列,其同位素年龄分别为 347 Ma、291~292 Ma。通过对该花岗岩类地球化学特征的研究得出,库勒萨依序列 A/CNK 平均值为 1,K_2O/Na_2O 平均值为 0.96,$(Na_2O+K_2O)/Al_2O_3$ 平均值为 0.66,里特曼指数 σ 平均值为 3.2,为准铝质钙碱性花岗岩;其那尔萨依序列 A/CNK 平均值为 1.05,K_2O/Na_2O 平均值为 1.17,富钾,为过铝质碱性花岗岩。库勒萨依序列为形成于岛弧环境的钙碱性花岗岩,是古亚洲洋向北俯冲的产物;其那尔萨依序列为形成于后造山期松弛阶段的碱性花岗岩。

关键词:西天山;特克斯达坂;晚古生代;花岗岩类;地球化学特征;构造意义
中图分类号:P588.12+1;P595 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-2552(2009)06-0746-07

Yang J Q, Li Y J, Zhang S R, Si G H, Zhang H R, Luan X D. Geochemical characters and tectonic significance of Late Paleozoic granitoids from Tekesi Daban, Western Tianshan. ***Geological Bulletin of China,*** **2009, 28(6):746–752**

Abstract: Granitoids of Tekesi Daban have been subdivided into two successions of the Kulesayi succession with age of 347Ma in the early Carboniferous period and the Qinaersayi succession with age of 291-292Ma in the early Permian period. By the research of geochemical features for the granitoids in this paper, some differences can be observed: the Kulesayi succession is characterized by A/CNK=1, K_2O/Na_2O=0.96, $(Na_2O+K_2O)/Al_2O_3$=0.66 and σ=3.2 on the average, whereas the Qinaersayi succession is characterized by A/CNK=1.05 and K_2O/Na_2O=1.17 on the average. The former is rich in Na_2O, the latter is rich in K_2O relatively. The Kulesayi succession is metaluminous rocks which is different of the latter (peraluminous granitoids). The Kulesayi succession which belongs to the calc-alkalic rock type is formed in the island arc tectonic setting and the Qinaersayi succession which belongs to the alkalic rock type is formed in post-orogenic episode.

Key words: Western Tianshan; Tekesi Daban; Late Paleozoic; granitoids; geochemical characters; tectonic significance

新疆巩留县-特克斯达坂以北的花岗岩类呈近 EW 向分布(图 1),出露面积约为 180 km^2[1]。2004—2006 年,笔者参与了该区的 1:5 万区域地质矿产调查工作,依据岩体的野外地质产状、岩石学特征及同

收稿日期:2008-03-07;**修订日期**:2009-04-20
地调项目:中国地质调查局新疆巩留县特克斯达坂一带 1:5 万区域地质矿产调查项目(编号:XJQDZ2004-12)资助
作者简介:杨俊泉(1980-),男,硕士,助理研究员,从事岩石学研究。E-mail:dap-yangjunquan@163.com

位素资料,将该花岗岩体解体为 2 个序列:早石炭世库勒萨依序列和早二叠世其那尔萨依序列(图 1),并初步认为前者为岛弧钙碱性序列,后者为板内碱性序列[2]。近年来,笔者对岩体的地球化学特征进行了研究,并结合区域地质背景及岩体地质特征,对岩体形成的构造环境进行了分析,认为早石炭世库勒萨依序列形成于岛弧环境,早二叠世其那尔萨依系列则形成于后造山阶段,而非先前认为的板内环境。

1　地质概况

特克斯达坂一带属中天山地层区伊宁地层小区[3],大地构造归属中天山造山带伊宁地块[4-8],是古亚洲造山区的一部分[9-10]。

岩体围岩有早石炭世大哈拉军山组(朱永峰等[11]认为该火山岩组形成时代应老于 363 Ma,为晚泥盆世)、早石炭世阿克沙克组和中二叠世晓山萨依组。岩体在围岩中呈岩枝状或岩株状产出,部分岩体呈脉状产出于围岩中,脉体总体为近东西走向。

大哈拉军山组为一套浅海相的中、酸性火山熔岩及火山碎屑岩。熔岩包括流纹岩、英安质流纹岩、英安岩和少量安山岩,火山碎屑岩有英安质凝灰岩、流纹质凝灰岩及流纹质火山角砾岩。地球化学特征显示其为一套岛弧钙碱性火山岩建造[12]。

阿克沙克组为一套浅海相碳酸盐岩-碎屑岩建造,主要岩石类型有粉砂质灰岩、钙质砂岩夹钙质泥质粉砂岩、钙质砂岩夹数层厚层状砾岩和含砾砂岩-粗砂岩,具中—薄层水平层状构造,硅质条带-条纹-条带、纹层、条带-纹层结构。该组在区域上与下伏大哈拉军山组呈角度不整合接触[13-14]。

晓山萨依组超覆不整合于大哈拉军山组之上,为陆相碎屑岩建造[14-16],主要岩石类型有砾岩、岩屑砂岩(普遍含砾)、泥质砂岩、砂质泥岩、砾岩与泥质粉砂岩和砂质泥岩互层。其中砾岩砾石为下伏的下二叠统乌郎组,乌郎组为一套双峰式火山岩[14-17]。

2 个序列间为超动接触,宏观上看,库勒萨依序列被其那尔萨依序列隔开,总体呈捕虏体状包裹于

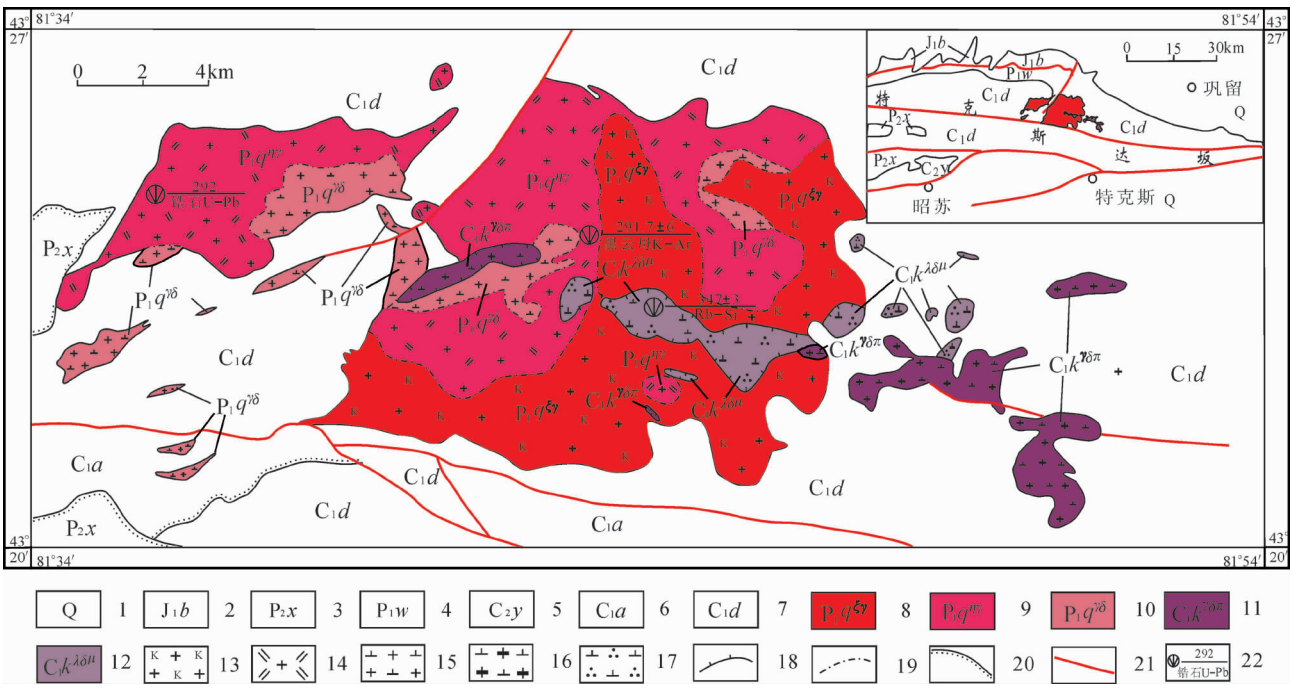


图 1　特克斯达坂一带花岗岩类的分布(据参考文献[2],有修改)

Fig. 1　Geological sketch map of granitoids in Tekesi Daban

1—第四系;2—下侏罗统八道湾组;3—中二叠统晓山萨依组;4—下二叠统乌郎组;5—上石炭统伊什基里克组;6—下石炭统阿克沙克组;7—下石炭统大哈拉军山组;8—早二叠世其那尔萨依序列正长花岗岩;9—早二叠世其那尔萨依序列二长花岗岩;10—早二叠世其那尔萨依序列花岗闪长岩;11—早石炭世库勒萨依序列花岗闪长斑岩;12—早石炭世库勒萨依序列石英闪长玢岩;13—正长花岗岩;14—二长花岗岩;15—花岗闪长岩;16—花岗闪长斑岩;17—石英闪长玢岩;18—超动;19—脉动;20—角度不整合;21—断层;22—同位素年龄(单位 Ma)及分析方法

其那尔萨依序列中。露头见有其那尔萨依序列二长花岗岩与库勒萨依石英闪长玢岩接触处呈港湾状(图 2)，在其那尔萨依序列二长花岗岩中见有库勒萨依序列石英闪长玢岩捕虏体(图 3),其那尔萨依序列正长花岗岩中见有库勒萨依序列花岗闪长斑岩捕虏体(图 4)。另见有库勒萨依序列石英闪长玢岩包裹于其那尔萨依序列正长花岗岩中(图 5)。

库勒萨依序列主要岩石类型有石英闪长玢岩和花岗闪长斑岩，露头尺度见花岗闪长斑岩中有石英闪长玢岩的捕虏体。二者岩性特征为:石英闪长玢岩为灰白—灰色，似斑状结构，基质为微细粒花岗结构,块状构造,主要由中长石、石英、角闪石组成;斑晶约占 15%,由自形和半自形板状中长石组成。花岗闪长斑岩为肉红色,斑状结构,基质为微细粒花岗结构,块状构造。主要由板状、粒状更—中长石、钾长石、他形石英及角闪石组成。斑晶为自形和半自形板状更—中长石,含量 15%~25%。

其那尔萨依序列为主岩体,分布面积大。由早到晚可识别出花岗闪长岩、二长花岗岩、正长花岗岩 3 类侵入体,从宏观产状来看,花岗闪长岩被二长花岗岩和正长花岗岩侵入，露头尺度见二长花岗岩中有正长花岗岩脉。这 3 类岩石的总体岩性特征为:颜色均为浅肉红色—肉红色，近等粒花岗结构和似斑状结构,块状构造。岩石主要由板条状斜长石、钾长石及他形石英组成。长石类含量为 50%~70%,石英的含量总体在 20%~30%之间。斑晶分布不均,为肉红色钾长石,局部含量可达 4%~10%。暗色矿物主要为角闪石和黑云母，除在花岗闪长岩中含量可达 15%以上外,在其他 2 类岩石中含量都较低。

库勒萨依序列花岗闪长斑岩 Rb-Sr 同位素年龄为(347±3)Ma[2],侵入时代为早石炭世。其那尔萨依序列同位素年龄为 291~292 Ma[2](黑云母 K-Ar 法、

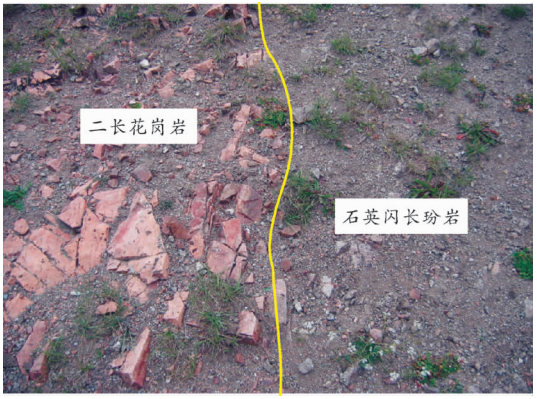


图 2 其那尔萨依序列二长花岗岩与库勒萨依序列石英闪长玢岩的接触界线

Fig. 2 Intrusive contact relationship between quartz-diorite of Kulesayi series and adamellite of Qinaersayi series

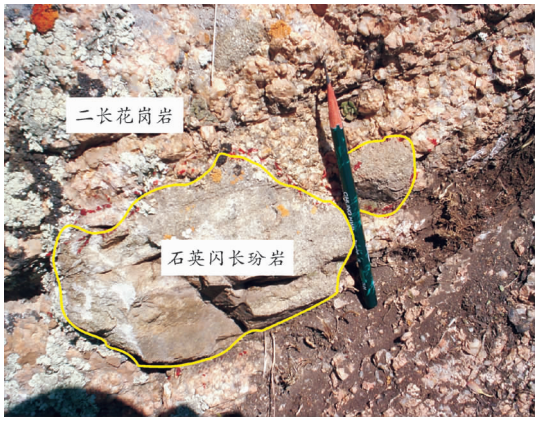


图 3 其那尔萨依序列二长花岗岩中的库勒萨依序列石英闪长玢岩捕虏体

Fig. 3 Quartzdiorite xenolith of Kulesayi series in the adamellite of Qinaersayi series

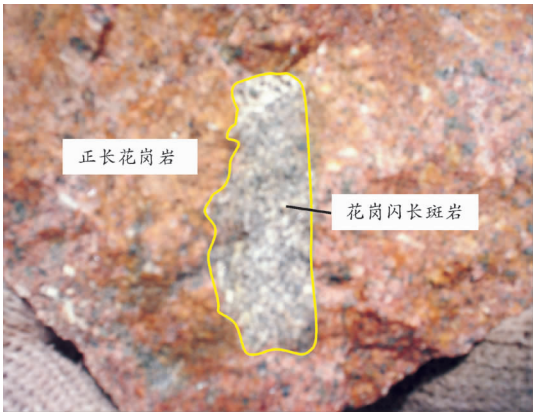


图 4 其那尔萨依序列正长花岗岩中的库勒萨依序列花岗闪长斑岩捕虏体

Fig. 4 Granodioritic porphyry xenolith of Kulesayi series in the syenogranite of Qinaersayi series

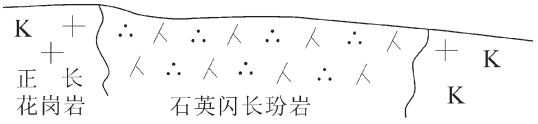


图 5 库勒萨依序列石英闪长玢岩包裹于其那尔萨依序列正长花岗岩中

Fig. 5 Intrusive contact relationship between quartz-diorite of Kulesayi series and adamellite in Qinaersayi series

锆石 U-Pb 法),侵入时代为早二叠世(年龄样采集点见图 1)。

2　地球化学特征

岩石全分析、稀土元素、微量元素数据见表 1。

从常量元素的特点看,库勒萨依序列 A/CNK 平均值为 1,为准铝质花岗岩;K_2O/Na_2O 平均值为 0.96,总体富钠;CaO 含量平均值为 3.14%;$Mg^{\#}$ [MgO/(MgO+<FeO>)克分子比值×100]平均值为 42.81;$(Na_2O+K_2O)/Al_2O_3$ 平均值为 0.66,均小于 0.9,属钙碱性系列[11];里特曼指数 σ 平均值为 3.2,也说明其属钙碱性系列。其那尔萨依序列 A/CNK 平均值为 1.05,为准铝质—过铝质花岗岩;K_2O/Na_2O 平均值为 1.17,呈现富钾的特点;CaO 含量平均值为 0.24%;$Mg^{\#}$ 平均值为 11.17;在 R_1-R_2 图解(图 6)上,均落在碱性花岗岩区,SiO_2-AR 图解(图 7)显示岩体属碱性序列。

在 R_1-R_2 图解(图 6)上,库勒萨依序列花岗岩主要投在英云闪长岩和花岗闪长岩过渡区,一些样品投在闪长岩、石英二长岩和二长花岗岩区域,其那尔萨依序列主要投在正长花岗岩和碱性花岗岩区域。

微量元素地球化学特征方面,库勒萨依序列(图 8-a)中大离子亲石元素 K_2O、Rb、Ba、Th 含量较高,其中 Th 的标准化丰度值特别高,Sr 含量较高,多数样品大于 450×10^{-6},具有高 Sr 花岗岩的特点。Nb、Ta 相对于相邻的大离子亲石元素发生弱亏损。与 Pearce J A 的岛弧花岗岩的地球化学特征相吻合。其那尔萨依序列(图 8-b)中大离子亲石元素 K、Rb 和 Th 明显富集,Ba 亏损并具明显的负异常,高强场元素 Nb、Ta 等未发生亏损,与 Pearce J A 的以萨巴洛

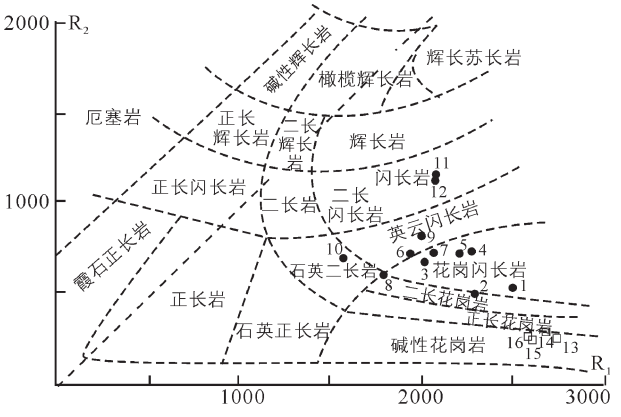


图 6　岩体 R_1-R_2 岩石分类图解

(据参考文献[18];图中序号所示岩性见表 1)

Fig. 6　R_1-R_2 classification diagram of granitoids in Tekesi Daban

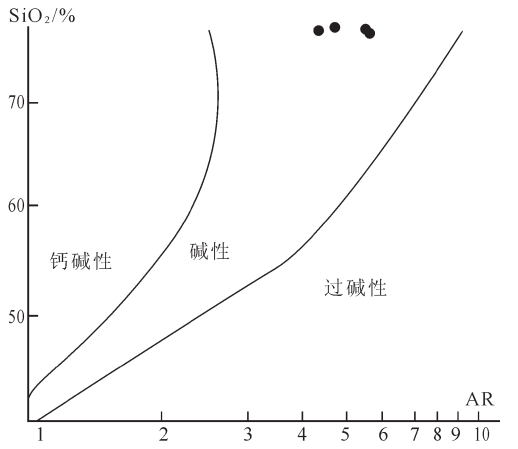


图 7　其那尔萨依序列 SiO_2-碱度图(据参考文献[19])

Fig. 7　SiO_2-AR diagram of the Qinaersayi series

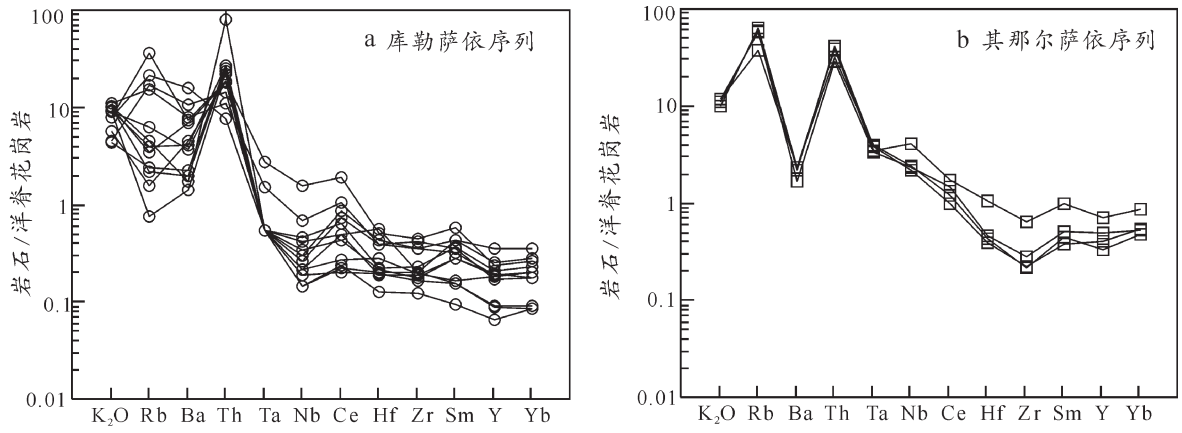


图 8　特克斯达坂一带花岗岩类微量元素蛛网图

Fig. 8　Trace element distribution patterns of granitoids in Tekesi Daban

表 1 西天山特克斯达坂岩基主量元素、稀土元素、微量元素分析结果

Table 1 Analysis results of major element, trace element and REE of Granitoids in Tekesi Daban

	库		勒		萨		依		序		列		其那尔萨依序列			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO_2	68.42	66.85	62.2	63.7	63.16	62.8	62.04	60.61	62.05	58	57.6	55.14	77.34	76.44	76.56	76.12
TiO_2	0.4	0.502	0.919	0.715	0.839	0.571	0.923	0.894	0.882	0.894	0.703	0.9	0.059	0.056	0.064	0.063
Al_2O_3	14.52	15.28	16.23	15.46	15.47	16.04	15.9	16.41	16.44	16.88	17.18	18.66	11.96	12.7	12.04	12.04
Fe_2O_3	0.99	1.58	2.16	1.74	2.14	1.63	2.22	2.25	2.94	3.14	3.11	2.5	0.081	0.398	0.431	0.294
FeO	1.96	2.95	1.83	3.95	3.36	3.47	3.45	3.42	2.96	3.1	4.83	5.07	1.88	0.641	1.34	1.31
MnO	0.08	0.08	0.097	0.103	0.093	0.123	0.106	0.096	0.112	0.119	0.139	0.118	0.035	0.048	0.018	0.027
MgO	0.88	1.21	0.834	1.69	1.69	2.63	1.61	2.14	1.72	2.71	3.22	2.45	0.094	0.123	0.072	0.091
CaO	1.77	1.3	2.74	3.36	3.19	2.51	3.19	1.65	3.86	2.26	6.27	5.63	0.204	0.357	0.126	0.256
Na_2O	4.41	4.29	4.27	3.57	3.85	4.43	4.02	4.94	4.64	5.26	3.05	4.1	3.97	3.83	3.77	3.81
K_2O	3.15	3.74	4.41	3.86	3.73	2.34	4.09	4.16	3.32	4	1.8	1.79	4.02	4.41	4.75	4.75
P_2O_5	0.14	0.149	0.281	0.215	0.243	0.114	0.249	0.286	0.3	0.373	0.174	0.282	0.013	0.073	0.031	0.016
Ba	804	188	411	209	74.2	229	101	88	378	353	116	540	115	109	118	83.4
Rb	87.6	26	62.4	16.5	3.15	6.4	9.1	18.6	146	14.3	9.8	68.8	252	238	149	230
Sr	643	626	538	543	454	452	593	441	190	526	284	794	21.9	18.5	28.4	13
Y	12.3	14.2	18.7	13.3	4.73	13.5	6.48	6.56	17.2	14.9	25.3	13.6	23.6	28.6	50.2	34.8
Zr	146	65.7	125	69.2	43.1	62.9	58.6	72.1	156	82	71	126	74.4	74.8	218	95.3
Nb	2.69	2.21	7	2.22	1.52	3.57	1.97	1.51	16.1	4.75	4.34	3.14	24.3	21.9	40.4	23.2
Th	6.22	18.3	9.1	22.2	19.3	15.4	20.3	64.7	15.2	14.6	22.4	11.6	25.5	32.4	30.2	22.6
Ga	27	17.6	29	15.7	10.5	15.1	14.6	13.4	18.1	12.6	22.5	23.4	17.7	22.8	26.6	20
Ni	14.8	111	4.4	68.6	130	12.8	69.6	83.8	22.9	5.5	29.4	11.8	12	7.4	8.4	3.2
Cr		65		107	112	24.4	10.6	218	7.8	2.4	7.1	160	0.9	111	118	
Hf	3.63	1.79	3.66	2.6	1.2	2.03	1.81	1.86	4.77	2.06	5.19	4.06	3.89	3.49	9.32	4.18
Sc	13.6	27.4	16.8	44.8	10.8	36	9.39	21.4	4.23	31.6	71.6	14	2.4	1.67	0.63	2.6
Ta	0.4	0.4	1.09	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.96	0.4	0.4	0.4	2.8	2.63	2.38	2.3
Co	13.6	25.9	8.1	21.8	36.8	24.9	20.3	27.8	3.5	24.4	37.7	1.9	3.8	1.2	8.5	2.8
Li	20.1	21.1	12.2	10.9	4.2	52.1	9.3	16.8	8.4	38	13.9	13.1	4.1	3	3.1	1.9
Be	2.5	1	2.81	1.06	0.4	1.18	0.69	0.67	3.48	1.31	6.01	1.34	2.35	3.77	3.41	6.16
Sn	4.5	3.55	4	2.4	1.9	6	2.3	2.7	4.6	3.4	3.7	2.75	4	3.8	2.8	21
La	13.4	10.6	19.4	5.23	5.17	8.71	3.99	4.53	44.1	14.1	8.51	16.6	18.5	14.2	31.2	19.9
Ce	26.8	18	38.6	10	8.5	15.5	7.38	7.99	69.9	23.6	17.6	31	41.7	34.8	59.6	51.5
Pr	3.4	2.18	4.26	1.43	0.52	2.47	0.74	0.73	7.62	3.04	3.67	3.46	4.01	3.29	7.83	4.66
Nd	16.3	9.9	20.8	7.49	3.49	11.9	5.14	4.31	27.1	15.2	14.8	15.4	18.7	15.5	35.9	21.4
Sm	3.3	2.64	3.96	1.55	0.87	2.64	1.44	1.43	5.42	3.38	4.02	3	4.08	3.46	8.95	4.61
Eu	0.92	1.11	1.24	0.78	0.59	0.99	0.58	0.68	0.94	1.17	1.85	0.96	0.13	0.091	0.11	0.11
Gd	3	3.06	3.95	2.59	1.06	2.93	1.26	1.29	3.67	3.61	5.06	3.28	4	3.97	7.9	4.43
Tb	0.48	0.5	0.68	0.45	0.2	0.51	0.23	0.23	0.57	0.62	0.97	0.5	0.82	0.84	1.61	0.85
Dy	2.94	3.36	4.52	3.23	1.11	3.15	1.48	1.53	3.5	3.73	6.61	3.28	5.47	6.61	11.1	6.79
Ho	0.52	0.58	0.81	0.64	0.2	0.6	0.24	0.19	0.69	0.71	0.98	0.63	1.14	1.41	2.58	1.44
Er	1.7	1.81	2.76	2.07	0.64	1.69	0.71	0.8	1.91	2.1	3.93	1.64	3.95	4.67	7.35	4.47
Tm	0.26	0.26	0.4	0.32	0.1	0.26	0.11	0.12	0.3	0.32	0.52	0.26	0.6	0.72	1.12	0.68
Yb	1.45	1.46	2.36	1.66	0.7	1.65	0.7	0.77	2.15	1.88	2.95	1.7	3.8	4.37	6.93	4.28
Lu	0.18	0.2	0.3	0.22	0.073	0.2	0.075	0.087	0.25	0.23	0.37	0.2	0.47	0.58	0.88	0.62

注：由宜昌地质矿产研究所测定。主量元素含量%，稀土元素、微量元素含量 10^{-6}。各序号对应样号：1：049-11-Ⅵ-96/1；2：059-11X.W.Y-Ⅷ-3/2；3：049-11-Ⅵ-34/1；4：059-11X.W.Y-XXV-4/1；5：059-11X.W.Y-Ⅷ-3/3；6：059-11X.W.Y-Ⅳ-7/1；7：059-11X.W.Y-Ⅷ-3/1；8：059-11X.W.Y-D1330-1；9：049-11-Ⅵ-78/1；10：049-11-Ⅵ-45/1；11：059-11X.W.Y-XXV-8/1；12：049-11-240；13：049-11-245/1；14：049-11-241/2；15：049-11-244/1；16：049-11-243/1。

岩性：1、3、10—花岗斑岩；2、4、5、7、8、9—花岗闪长斑岩；6、11、12—石英闪长玢岩；13、15、16—正长花岗岩；14—二长花岗岩

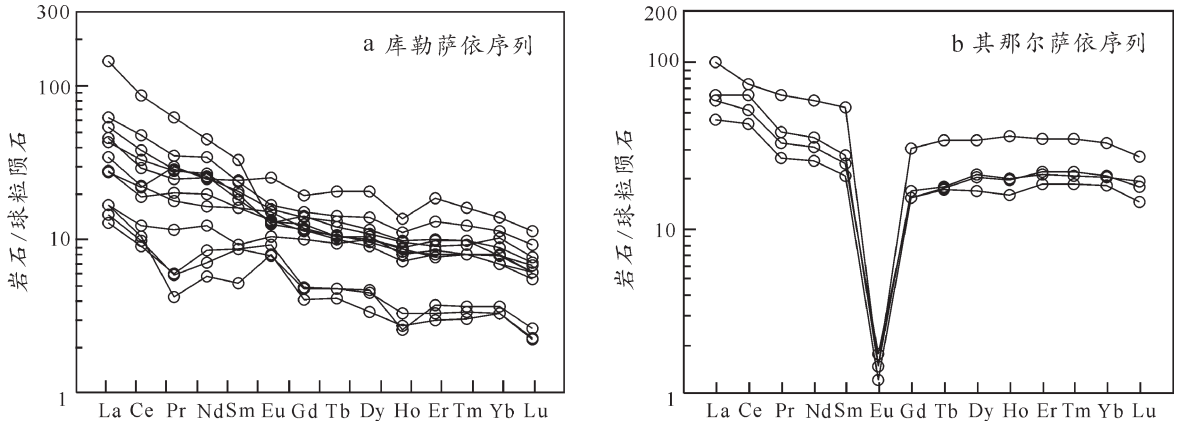


图 9　特克斯达坂一带花岗岩类稀土元素配分图

Fig. 9　REE distribution patterns of Granitoids in Tekesi Daban

卡侵入体为代表的板内花岗岩(即以地壳为主的图谱)的特征相吻合。

库勒萨依序列花岗岩的稀土元素总量为 27.95×10^{-6}~235.56×10^{-6},变化幅度较大,其平均值为 91.28×10^{-6}。稀土元素配分曲线(图 9-a)可以划分为 2 类,一类具有相对较低的稀土元素总量、相对较弱的轻重稀土元素分异程度和正 Eu 异常;另一类则具相对较高的稀土元素总量、较为强烈的轻重稀土元素分异程度,Eu 异常不明显。2 类稀土元素地球化学特征的差异与 SiO_2、MgO 不存在相关关系,可能存在岩浆混合作用。稀土元素地球化学特征具有低的 Y 和 Yb 含量,结合高 Sr 的地球化学特点,表明其岩浆源深度可能较大,局部熔融程度高;Eu 呈正异常,反映结晶分异程度较低。其那尔萨依序列稀土元素总量为 123.11×10^{-6}~233.26×10^{-6},平均值为 161.97×10^{-6}。稀土元素配分曲线(图 9-b)表现为轻重稀土元素分异程度较低、具明显的负 Eu 异常,类似于碱性花岗岩的稀土元素图谱。

此外,库勒萨依序列花岗闪长斑岩的 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始值为 0.70548[2],具幔源型花岗岩的特征[20-21]。

3　构造意义

据笔者参与的 1:5 万区调项目组的研究,大哈拉军山组的全岩 Rb-Sr 等时线年龄为(347±3)Ma,地球化学特征显示该组为一套钙碱性岛弧火山岩建造。本文研究的库勒萨依序列全岩 Rb-Sr 等时线年龄为(347±3)Ma[2],为钙碱性花岗岩,相对亏损高场强元素 Nb、Ta,具右倾的稀土元素配分曲线,R_1-R_2 构造判别图解(图 10)、Y-Nb 图解(图 11)和 Rb-(Y+Nb)图解(图 12)均显示其为造山期的岛弧花岗岩,它与大哈拉军山组火山岩共同组成了岩浆弧,同为古亚洲洋向北俯冲的产物。

1:5 万区调项目获得的乌郎组火山岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄为(293±3)Ma。据吴明仁等[17]的研究,乌郎组火山岩是造山运动过程中松弛阶段的产物。本文研究的其那尔萨依序列同位素年龄为 291~292Ma[2](黑云母 K-Ar 法、锆石 U-Pb 法),为碱性花岗岩,其地球化学特征表现为:微量元素中大离子亲石元素 Ba 亏损并具明显的负异常,高强场元素 Nb、Ta 等未发生亏损,稀土元素配分曲线具明显的负 Eu 异常,轻重稀土元素分异程度较低。地球化学图解(图 10 至图 12)显示其为后造山花岗岩。因而

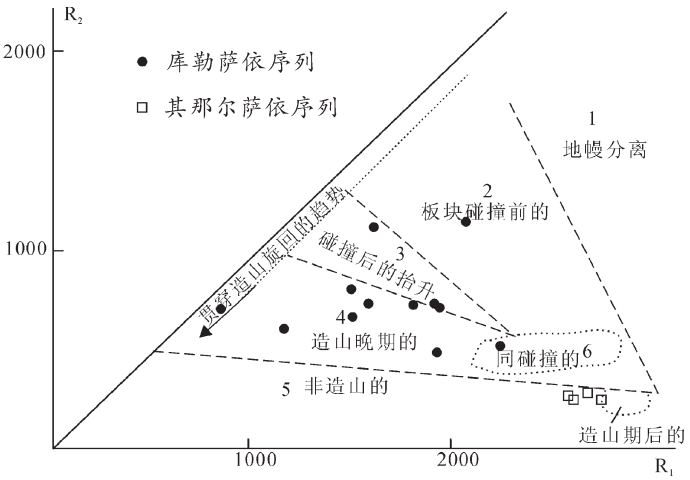


图 10　特克斯达坂一带花岗岩类 R_1-R_2 构造环境判别图[18]

Fig. 10　R_1-R_2 diagram of Granitoids in Tekesi Daban

判断其那尔萨依序列形成于后造山环境，它与乌郎组火山岩同为造山运动过程中松弛阶段的产物。

4 结 论

西天山特克斯达坂一带古生代花岗岩类被解体为早石炭世库勒萨依序列和早二叠世其那尔萨依序列。该花岗岩类的地球化学特征为：库勒萨依序列 A/CNK 平均值为 1，K_2O/Na_2O 平均值为 0.96，$(Na_2O+K_2O)/Al_2O_3$ 平均值为 0.66，里特曼指数 σ 平均值为 3.2，为准铝质钙碱性花岗岩；其那尔萨依序列 A/CNK 平均值为 1.05，K_2O/Na_2O 平均值为 1.17，富钾，为过铝质碱性花岗岩。岩体的地球化学特征显示：库勒萨依序列为形成于岛弧环境的钙碱性花岗岩，其岩浆源深度可能较大，局部熔融程度高；其那尔萨依序列为形成于后造山期的碱性花岗岩。

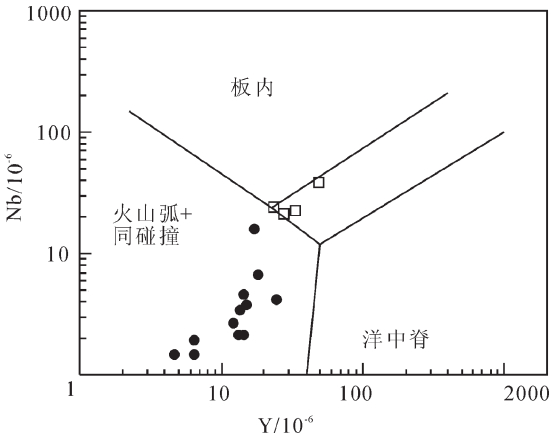


图 11 特克斯达坂一带花岗岩类 Y-Nb 图解

（据参考文献[22]，图例同图 10）

Fig. 11 Y-Nb diagram of Granitoids in Tekesi Daban

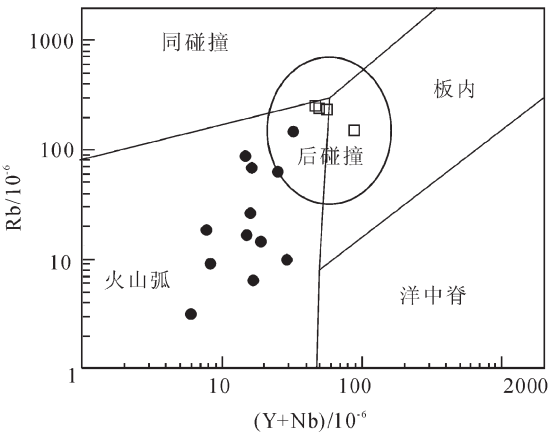


图 12 特克斯达坂一带花岗岩类 Rb-(Y+Nb)图解

（据 J.A.Pearce，1984；后由其修改）（图例同图 10）

Fig. 12 Rb-(Y+Nb) diagram of Granitoids in Tekesi Daban

致谢：在写作过程中得到天津地质矿产研究所基础室赵风清、刘永顺研究员的悉心指导，高永利、庞政甲、张天继、杨高学同志在资料收集过程中给予了帮助，在此表示诚挚的谢意。

参考文献

[1]新疆维吾尔自治区地质矿产局.新疆维吾尔自治区区域地质志[M].北京：地质出版社，1993.

[2]李永军，庞振甲，栾新东，等.西天山特克斯达坂花岗岩基的解体及其找矿意义[J].大地构造与成矿学，2007，31(4)：435-440.

[3]新疆维吾尔自治区地质矿产局.新疆维吾尔自治区岩石地层[M].武汉：中国地质大学出版社，1999.

[4]成守德，王元龙.新疆大地构造演化基本特征[J].新疆地质，1998，16(2)：97-107.

[5]成守德，刘朝荣，肖立新.塔里木盆地西部及邻区构造格局与演化[J].新疆地质，2002，20(增刊)：13-18.

[6]李锦轶，王克卓，李亚萍，等. 天山山脉地貌特征、地壳组成与地质演化[J].地质通报，2006，25(8)：895-909.

[7]张良臣，吴乃元.天山地质构造及演化史[J].新疆地质，1985，3(3)：1-14.

[8]隗合明，王全庆，宁晰春.西天山北部大地构造背景与成矿关系及找矿预测[J].西安工程学院学报，1999，21(4)：14-18.

[9]李锦轶，肖序常.对新疆地壳结构与构造演化几个问题的简要评述[J].地质科学，1999，34(4)：405-419.

[10]任纪舜，王作勋，陈炳蔚，等. 从全球看中国大地构造——中国及邻区大地构造图简要说明[M]. 北京:地质出版社，1999.

[11]朱永峰，周晶，宋彪，等.新疆"大哈拉军山组"火山岩的形成时代问题及其解体方案[J].中国地质，2006，33(3)：487-497.

[12]李注苍，李永军，李景宏，等.西天山阿吾拉勒一带大哈拉军山组火山岩地球化学特征及构造环境分析[J].新疆地质，2006，24(2)：120-124.

[13]高永利，李永军，孔德义，等.西天山阿吾拉勒一带阿克沙克组的厘定[J].新疆地质，2006，24(3)：215-218.

[14]张二朋.西北区区域地层[M].武汉：中国地质大学出版社，1998.

[15]崔智林.新疆伊犁晚二叠世 Ophiomorpha 的环境意义[J].沉积学报，1999，17(2)：209-213.

[16]郝继鹏，杨志勇，史建宏，等.伊犁盆地石炭系—二叠系含油气性特征[J].沉积与特提斯地质，2003，23(1)：75-83.

[17]吴明仁，楼法生，宋志瑞，等.西天山塔尔得套地区乌郎组地球化学特征和构造环境[J].东华理工学院学报，2006，29(3)：217-224.

[18]De la Roche H, Leteeeier J, Grande Claude P, et al. A classification of volcanic and plutonic in the European Variscides: northern Vosges (France) and northern Schwarzwald (Germany) [J]. Lithos, 1980,50: 51-73.

[19]江晓波，谭光国.岩石化学数据应用手册[M].天津：天津科学技术出版社，1993.

[20]Faure G, Powell J L. Strontium Isotope Geology[M]. Springer Verlag, New York, 1972.

[21]高秉章，洪大卫，郑基俭，等.花岗岩类区 1:5 万区域地质填图方法指南[M].武汉：中国地质大学出版社，1991.

[22]Pearce J A, Harris N B W, Tindle A G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks [J]. Journal of Petrology, 1984, 25(4):956-983.