第13卷 第2期 2013年1月
1671—1815(2013)02-0434-05

科 学 技 术 与 工 程
Science Technology and Engineering

Vol. 13 No. 2 Jan. 2013
© 2013 Sci. Tech. Engrg.

西昆仑陆内造山花岗岩特征及构造环境分析
——以阿卡孜岩体为例

谢朝永[1] 张红强[2] 韩江伟[1] 巴 燕[1]

(河南省地质调查院[1];河南省地质调查四队[2],郑州 450001)

摘 要 阿卡孜岩体发育在西昆仑地区叶城县境内的阿卡孜大阪北侧。阿卡孜岩体不仅是西昆仑造山带构造演化的产物,也是大规模陆内造山作用开始的标志。通过对其地球化学特征的研究表明,其 SiO_2 含量(63.68% ~74.83%)较高,富钾(碱总量8.25% ~9.02%)。里特曼指数2.14 ~3.25,属钙碱性岩系。铝指数在0.97 ~1.05之间,为铝饱和型花岗岩。其Rb、Th、Ce、Sm富集,Ba、Nb、Hf、Zr及Yb亏损。稀土元素丰度总体偏高($\sum REE=(166.14\sim992.1)\times10^{-6}$),斜率$(La/Yb)_N=10.85\sim30.45$,为轻稀土富集型具微弱-强烈Eu负异常($\delta Eu=0.16\sim0.77$)。该岩体的化学成分在S型花岗岩区,微量元素比值K/Rb=206.5 ~278.1,Rb/Sr=0.72 ~3.83,Rb/Li=10.98 ~38.98,均属同熔型花岗岩。综合判定其形成环境为板内同碰撞期—造山晚期,岩体形成时代为古元古代。

关键词 阿卡孜岩体 地球化学特征 西昆仑地区

中图法分类号 P617.9:45; **文献标志码** B

西昆仑山位于青藏高原的西北部,北与塔里木板块相邻[1],是古亚洲构造域和古特提斯构造域的结合部位[2],大地构造位置特殊,也是全球构造活动最活跃和地质景观最宏伟的地带之一。复杂的构造环境使该区花岗质岩石广泛分布,也成为众多地质学者关注研究的热点地区。

2002 ~2004年,笔者在西昆仑地区进行国土资源大调查工作过程中收集了大量第一手资料。宏观上,西昆仑地区岩体时代空间上总体呈现自北向南由老变新的特点,而阿卡孜岩体是西昆仑地区众多中酸性侵入体中同位素年龄最古老的酸性岩体,通过对阿卡孜岩体的研究,在揭示西昆仑地区构造演化历史方面具重要意义。通过对阿卡孜岩体的地球化学特征进行研究,并结合区域地质背景对其构造意义进行探讨,对西昆仑地区陆内造山活动进行反演追踪。

2012年8月30日收到 国土资源大调查项目(200213000004)资助
第一作者简介:谢朝永(1970—),男,硕士,高级工程师。研究方向:资源潜力评价与科研。

1 地质特征

阿卡孜岩体因位于西昆仑地区叶城县境内的阿卡孜大坂北侧而得名(图1)。出露面积19 km^2,长约9.5 km,最宽处约3 km,岩体呈近东西向不规则透镜状岩株产出。大地构造位置属于西昆仑复合造山带北带。岩体北部、西部侵入古元古界赫罗斯坦岩群,南部与长城系塞拉加兹塔格群呈断层接触,东部被蓟县系博查特塔格群不整合覆盖[3]。岩体中部以细粒正长花岗岩为主,边部以细粒二长花岗岩为主。岩石呈灰红、浅灰白色,细粒花岗结构,块状构造、微定向构造、片麻状构造。据野外观察,该岩体岩石定向构造明显,定向面理向北北西方向,以60°以上倾角倾斜;岩体内局部可见较小暗色富云包体,包体沿区域构造片麻理方向强烈拉长,定向排列,包体长宽比一般为3∶1 ~5∶1,大者可达10∶1以上,清楚地表明该构造带的变形以强烈挤压、横向缩短为主要特征;相关岩脉主要为灰黑色辉绿岩墙,岩墙规模0.35 ~10 m,具冷凝边,长度不等,产状123° ~170° ∠60° ~70°,为后期侵位的产物。

万方数据

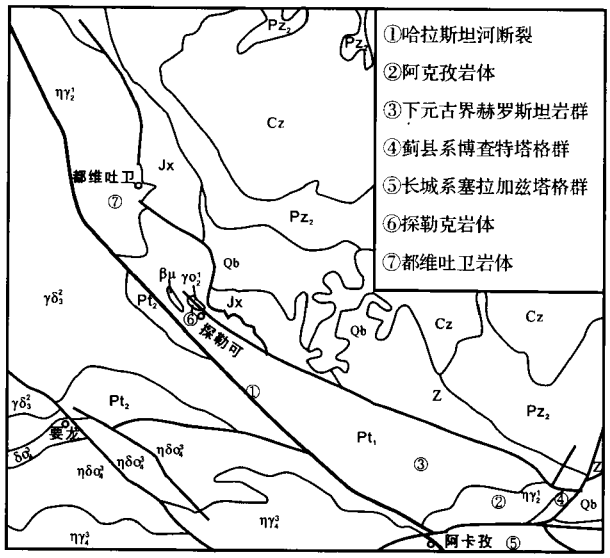


图 1　西昆仑阿卡孜岩体地质简图

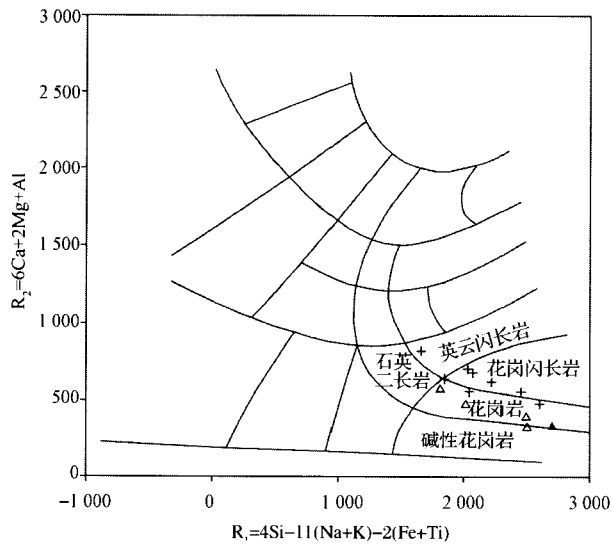


图 2　阿卡孜岩体岩石分类图

2　岩石地球化学特征

2.1　岩石化学特征

该岩体岩石主量元素组成及有关参数显示。其中 SiO_2 含量较高，为 63.68% ~ 74.83%，变化较大，K_2O 为 4.35% ~ 6.5%，Na_2O 为 2.91% ~ 3.75%，Na_2O/K_2O = 0.67 ~ 0.58，具富钾特征，全碱含量 8.25% ~ 9.02%，里特曼指数 2.14 ~ 3.25，属钙碱性岩系，铝指数在 0.97 ~ 1.05 之间，为铝饱和型花岗岩。岩石主量元素接近于板内花岗岩的成分，在 R1—R2 命名图（图 2）等多种类型样品成分投图判断，投点主要落入二长花岗岩及正长花岗岩区。

2.2　岩石微量元素特征

阿卡孜岩体的微量元素含量在球粒陨石标准化图[4]上（图 3），显示富集 Rb、Th、Ce、Sm，亏损 Ba、Nb、Hf、Zr 及 Yb。具明显的大陆亲缘性，表明阿卡孜岩体物源是大陆物质或被大陆物质所混染。

2.3　岩石稀土元素特征

阿卡孜岩体岩石稀土元素丰度大于 80×10^{-6}，$\sum REE = 166.14 \times 10^{-6} \sim 992.1 \times 10^{-6}$。稀土元素含量总体偏高，变化较大，分馏程度高，稀土元素球粒陨石标准化模式图[5]上（图 4），其斜率为 10.85 ~ 30.45，显示出向右倾的不对称“V”字型特点，显

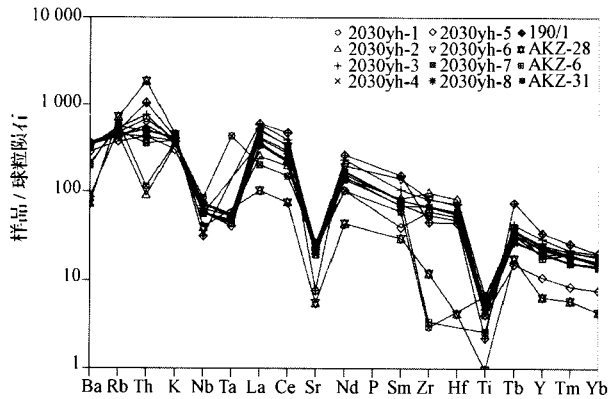


图 3　阿卡孜岩体微量元素标准化图

示了轻稀土元素明显富集的特征，具有明显的 Eu 负异常，与岩浆混合花岗岩有所不同，岩石具壳源型花岗岩特征，但源岩基性程度明显较高。图 4 显示除了一个样品外，绝大数样品均具有明显的 Eu 负异常，表明该岩体经历了大量的斜长石的分离结晶。

3　构造环境分析

该岩体的化学成分在 A-C-F 图解上均落入 S 型花岗岩区，微量元素比值 K/Rb = 206.5 ~ 278.1，Rb/Sr = 0.72 ~ 3.83，Rb/Li = 10.98 ~ 38.98，均属同熔型花岗岩，另据岩体与围岩关系，岩石富硅、碱、高钾、铝指数及稀土总量偏高、负 Eu 异常等综合判断，表明岩浆应来自地壳的部分熔融，相当于岩石 S

万方数据

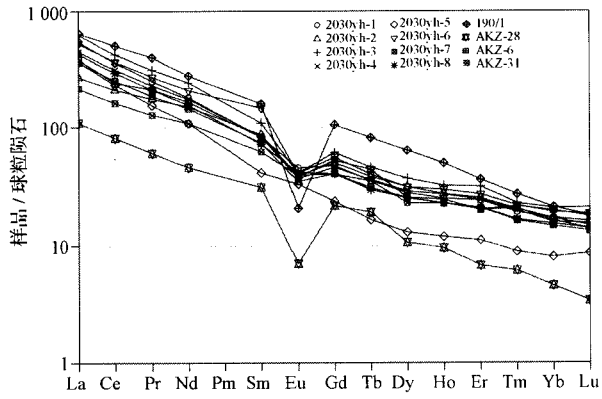
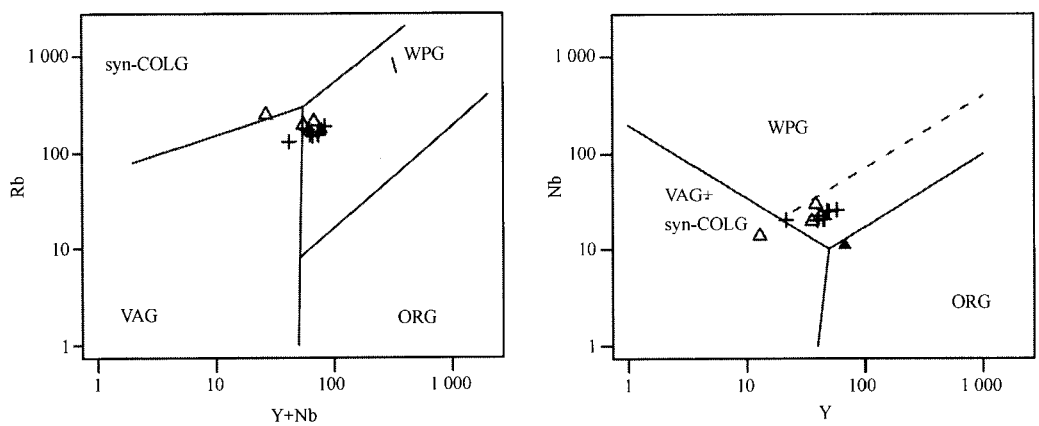


图 4 阿卡孜岩体稀土元素配分模式图
（球粒陨石值据[5]）

型花岗岩。而其中石英的 $\delta^{18}O = 11.8\%$，属高 $\delta^{18}O$ 花岗岩，也说明其属 S 型花岗岩。阿卡孜岩体在 Rb－Y＋Nb 和 Rb－Yb＋Ta 图解[6]（图 5）上均落入板内花岗岩区域，在 R_1-R_2 构造环境分类均落在晚期（接近同碰撞）花岗岩区，地球化学型式（图 3）苏丹萨巴洛卡板内花岗岩类似。总体上显示碰撞后花岗岩的地球化学特征，综合判定其形成环境为板内同碰撞期—造山晚期。据前述接触关系可判定该岩体形成时代早于蓟县系，晚于新太古代。岩体锆石 U-Pb 谐和曲线上交点年龄为 $2\,261^{+98}/_{-75}$ Ma[7]，侵入其中的浅色角闪正长花岗岩株、岩脉钾长石 Rb-Sr 模式年龄为 1 508.0 Ma[8]，全岩等时线年龄为 1 408.0 Ma[9]。综合判断阿卡孜岩体应形成于古元古代。从西昆仑地区规模不等的 52 个中酸性侵入岩体地质年龄比较判断（见表 2），阿卡孜岩体为该地区地质年龄最老的酸性侵入岩体。

4 结论与讨论

西昆仑地区不同时代不同规模的中酸性侵入岩体众多，通过对阿卡孜岩体的岩石地球化学特征及构造环境分析研究，表明西昆仑造山带陆内岩浆活动从古元古代就一直非常活跃。从卷入阿卡孜岩体地层特征来看，古元古界赫罗斯坦岩群已强烈变质变形，而蓟县系博查特塔格群不整合在阿卡孜岩体之上，推断西昆仑造山带强烈的陆内造山活动应在古元古代已经开始了。另外，纵观西昆仑地区，基底的硬结年代及性质、沉积相和沉积建造的类型、岩浆活动的方式和年代、构造变形的样式及年代、变质作用等，表现出由北向南减弱等差异特征，显然也指示西昆仑地区的构造活动和变质作用是自北向南发起的。通过对西昆仑地区不同时代的中酸性侵入众多岩体分析结果表明，阿卡孜岩体不仅是西昆仑造山带构造演化的产物，也是大规模陆内造山作用开始的标志。该时期陆内造山作用下的岩浆作用不仅使地壳增生加厚，同时也是古老的结晶基底隆起成山。西昆仑地区中酸性侵入岩横向对比也表明，阿卡孜地质年龄最老一期岩浆活动的产物，从另一个角度揭示出，塔里木板块在太



+ 张传林等，2003 数据；△王中刚等，2000 数据；▲王世炎等，2004
VAG—火山弧花岗岩，WPG—板内花岗岩，ORG—花岗岩，Syn—COLG—花岗岩，B—阿卡孜岩体
图 5 阿卡孜岩体构造判别图

万方数据

古代晚期就已经存在板块构造活动迹象。

区域上，在我国华北地区太古代末期～古元古代初期的钾质花岗岩侵入具有普遍性，代表太古代末期～古元古代初期曾有一次重要的构造—热事件发生，也表明本区前寒武纪构造演化及陆壳增生事件与华北地区具有相似性。

表 1　西昆仑地区中酸性侵入岩主要同位素地质年龄数据

岩体位置	岩石名称	测定对象	测年方法	年龄/Ma	年代
阿卡孜	混合花岗岩	锆石	U-Pb	$2\,261^{+98}_{-75}$	Pt_1^2
阿卡孜	钾长花岗岩	钾长石、全岩	Rb-Sr	1 508，140 8	Pt_2^1
托赫塔卡鲁姆山	花岗闪长岩	角闪石	Rb-Sr	1 567	Pt_2^1
坎地里克	二长花岗岩	全岩	Rb-Sr	644	Z_2^2
科克玉孜沟	花岗伟晶岩	钾长石	Rb-Sr	577	Z_2^2
三十里营房东	闪长岩	黑云母	Rb-Sr	539	$\in_1$
阿克陶阿瓦勒克	混合石英闪长岩	角闪石	K-Ar	519.9	$\in_2$
新藏公路 128 km	花岗闪长岩	角闪石、锆石、全岩	K-Ar、U-Pb、Rb-Sr、$^{40}Ar/^{39}Ar$	517.2—449	$\in_2$-O_4
库地北	黑云母二长花岗岩	黑云母、全岩	K-Ar、Rb-Sr	517—423	$\in_2$-S_3
大同乡西	黑云母闪长花岗岩	锆石	U-Pb	480.43^{+-5}	O_2
普鲁－克里阳大阪	花岗闪长岩	锆石、全岩	U-Pb、Rb-Sr	466—356	O_3-C_1
赛图拉	片麻状花岗岩	全岩	Rb-Sr	$460.02^{+-9.4}$	O_4
策勒雅门西	二长花岗岩	黑云母	K-Ar	925.7	S_2
哈巴克	片麻状花岗岩	全岩	Rb－Sr	$406.71^{+-28.8}$	D_1
赛图拉北	花岗闪长岩	黑云母	K-Ar	406—257.8	D_1-P_1
阿孜那个	辉长闪长岩	黑云母	K-Ar	394.2	D_1
康西瓦北西	闪长岩	黑云母	K-Ar	393.8	D_1
库地南	黑云母钾长花岗岩	锆石、全岩	$^{40}Ar/^{39}Ar$、U-Pb、K-Ar	384—277.63	D_2-P_1
土日苏	二长花岗岩	钾长石	K-Ar	291.8	C_2
阿克阿孜山	花岗闪长岩	黑云母	K-Ar	278、274	P_1
霍峡尔	二长花岗岩	黑云母	K-Ar	269.49	P_1
土日苏河下游北侧	黑云母二长花岗岩	钾长石	K-Ar	258.4	P_2
康西瓦河以北	伟晶岩	白云母	K-Ar	224.7	T_3
新藏公路 464*km*	花岗岩	全岩	Rb-Sr	$220.82^{+-20.8}$	T_3
赛图拉西 331*km*	花岗闪长岩	黑云母	Rb-Sr	203	T_3
麻扎	黑云母二长花岗岩	黑云母	K-Ar	211.39	T_3
黑卡兵站 15*km*	花岗闪长岩	黑云母	K-Ar	207.8	J_1
麻扎兵站西	花岗岩	锆石	U-Pb	203	J_1
塞力亚克大阪西	二长花岗岩	钾长石	K-Ar	201.7	J_1
胜利桥南	二长花岗岩	钾长石	K-Ar	197.1	J_1
三十里营房西南	花岗岩	全岩	$^{40}Ar/^{39}Ar$	185	J_1
卡克雷姆	黑云母二长花岗岩	钾长石	K-Ar	184.4	J_1
哈北克西	二长花岗岩	白云母	K-Ar	178.5	J_1
509 道班	黑云母二长花岗岩	黑云母	K-Ar	172.23，169	J_2
求库台	黑云母花岗岩	黑云母	K-Ar	166	J_2
大红柳滩	黑云母二长花岗岩	黑云母	K-Ar	163.44	J_2
胜利桥北西 10 km	花岗闪长岩	黑云母	K-Ar	156.8	J_3
康西瓦南（俘虏沟）	二长花岗岩	黑云母	K-Ar	117.2	K_1
克勒青河上游西	黑云母闪长花岗岩	钾长石	K-Ar	112.44	K_1
红旗拉甫	黑云母二长花岗岩	黑云母	K-Ar	110.90	K_1
罗布盖孜	黑云母二长花岗岩	黑云母	K-Ar	95.61	K_2
塔什库尔干	二云母花岗岩	白云母	K-Ar	94.2	K_2
塔吐鲁沟西	二长花岗岩	黑云母	K-Ar	79.95	K_2
瓦古力亚特	闪长岩	角闪石	K-Ar	76.88	K_2
沙雷克塔格	花岗闪长岩	黑云母	K-Ar	75.2	K_2
考他孜大阪东	黑云母二长花岗岩	黑云母	K-Ar	74.7	K_2
明铁盖	黑云母二长花岗岩	黑云母	K-Ar	70.9	K_2
塔吐鲁沟	黑云母二长花岗岩	黑云母	K-Ar	66.6	K_2
中巴公路苏巴什西	黑云母二长片麻岩	黑云母	K-Ar	62.4	E_1
乔戈里峰西侧	黑云母花岗闪长岩	钾长石	K-Ar	56.3	E_2
苦子干	透辉正长岩	长石、全岩	$^{40}Ar/^{39}Ar$、K-Ar	54—11	E_1-N_1
赞坎	透辉正长岩	全岩	K-Ar	10.59	E_1

表 2 数据来源于（毕华等，1999）

万方数据

参 考 文 献

1 吴文奎. 西昆仑山北岐1:20万地质测量与普查工作报告. 地质部第十三地质大队. 1958

2 姜春发,王宗起,李锦轶. 中央造山带开合构造. 北京:地质出版社,2000

3 王世炎. 1:25万塔什库尔干塔吉克自治县幅(J43C003003),克克吐鲁克幅(J43C003002),叶城县幅(J43C003004)区域地质调查报告. 郑州:河南省地质调查院. 2004

4 Thompson R N. British Tertiary volcanic province. Scottish Journal of Geology, 1982;18:59—107

5 Boynton W V. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. Henderson P. rare earth element ceochemistry. Amsterdam: Elsevier, 1984

6 Pearce J A, Harris N W, Tindle A G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. Journal of Petrology, 1984;25:956—983

7 Xu Ronghua, Zhang Yuquan. Isotopic geochemistry of plutonic rocks. In: PanYusheng(ed). Geological evolution of the Karakorum and Kunlun Mountains. Beijing: Seismological Press, 1996

8 王玉珍,方锡廉. 西昆仑山—喀喀昆仑山花岗岩类时空分布规律初步探讨. 新疆地质,1987;5(1):9—24

9 汪玉珍. 1新疆南疆地质图(1:50万)及说明书,新疆地质矿产局二大队. 1985

Geochemical Characteristics of Akezi Pluton from Western Kunlun and Their Tectonic Implications

XIE Chao-yong[1], ZHANG Hong-qiang[2], HAN Jiang-wei[1], BA Yan[1]

(Henan Institute of Geological Suevey[1]; No. 4 Team of Geologcial Survey Bureau of Henan Province[2], Zhengzhou, 450001, P. R. China)

[**Abstract**] Akazi pluton on the northern side of Akezi Daban, Western Kunlun, is characterized by relatively high SiO_2 ((64.78%—74.83%), alkali-rich(total alkali = 8.25%—9.02%). Rittmann index ranging from 2.14 to 3.25 of Akazi plutonic rock suggests their affinity to calc-alkali series and ACNK from 0.97 to 1.05 indicates Al-saturated granite. The trace elements of the plutonic rock shows Rb-, Th-, Ce-, Sm- and LREE-enriched and Ba-, Nb-, Hf-, Zr-, Yb- depleted as well as Eu anomaly($\delta Eu = 0.16—0.77$). Their chemical compositions plot into S-type granite field and their K/Rb(206.5—278.1), Rb/Sr(0.72—3.83) and Rb/Li(10.98—38.98) indicate that they are syntectic granite. All geochemical characteristics of above allow us to conclude that the tectonic environment of Akezi pluton belong to syn-collision to post-orogenic period. The age of pluton emplacement occurred in Palaeoproterozoic. As the result of tectonic evolution of western Kunlun orogenic belt, Akezi pluton markes beginning of a large-scale intracontinental orogeny.

[**Key words**] Akezi pluton geochemical charateristics intracontinental orogeny western Kunlun

万方数据

西昆仑陆内造山花岗岩特征及构造环境分析——以阿卡孜岩体为例

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 谢朝永， 张红强， 韩江伟， 巴燕， XIE Chao-yong， ZHANG Hong-qiang， HAN Jiang-wei， BA Yan
作者单位： 谢朝永,韩江伟,巴燕,XIE Chao-yong,HAN Jiang-wei,BA Yan(河南省地质调查院,郑州,450001)， 张红强,ZHANG Hong-qiang(河南省地质调查四队,郑州,450001)

刊名： 科学技术与工程ISTIC
英文刊名： Science Technology and Engineering
年，卷(期)： 2013,13(2)

参考文献(9条)

1. 吴文奎 西昆仑山北岐1∶20万地质测量与普查工作报告 1958

2. 姜春发;王宗起;李锦轶 中央造山带开合构造 2000

3. 王世炎 1:25万塔什库尔干塔吉克自治县幅(J43C003003),克克吐鲁克幅(J43C003002),叶城县幅(J43C003004)区域地质调查报告 2004

4. Thompson R N British Tertiary volcanic province 1982

5. Boynton W V Cosmochemistry of the rare earth elements:meteorite studies 1984

6. Pearce J A;Harris N W;Tindle A G Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks 1984

7. Xu Ronghua;Zhang Yuquan Isotopic geochemistry of plutonic rocks 1996

8. 王玉珍;方锡廉 西昆仑山-喀喽昆仑山花岗岩类时空分布规律初步探讨 1987(01)

9. 汪玉珍 新疆南疆地质图(1∶50万)及说明书 1985

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_kxjsygc201302035.aspx