新疆西天山地区堵兰萨依岩体地球化学特征及地质意义①

李登峰[1] 王勇[2] 任彦铭[1] 林成密[1] 陈振亚[1] 王喜龙[1]
(1.中国地质大学(北京) 北京 100083; 2.新疆地质矿产勘查开发局第九地质大队 乌鲁木齐 830000)

摘 要:新疆尼勒克县胡吉尔台堵兰萨依岩体主要有二长花岗岩和花岗闪长岩组成,形成的相对地质年龄为早石炭世,根据堵兰萨依岩体的单颗粒锆石年龄为351.94±2.78Ma。与洋脊花岗岩对比,明显富集K、Rb、Ba、Th等大离子亲石元素,在蛛网图上可以明显看到二者的峰值。稀土元素具有轻稀土较富集,重稀土略微亏损的特征,且配分曲线具有轻微的负销异常。运用稀土判据探讨岩体的形成机制为结晶分异但结晶分异的程度不高,其微量元素的含量特征显示出其形成于岛弧的构造环境。

关键词:堵兰萨依 花岗岩 造山带 岛弧 西天山
中图分类号:P59 文献标识码:A 文章编号:1672-3791(2010)10(c)-0195-03

天山造山带是欧亚大陆内部造山带的一部分,由不同性质的大陆边缘形成的复杂构造带,属于板块边缘褶皱山系的拼合体[1~2](张良臣等,1985);(陨合明等,1999),晚古生代是天山运动的关键时期,天山地区完成了由大洋向大陆的转化[3]。在晚石炭世,天山山脉最重大的地质事件是北天山古洋盆的闭合[4~6](姜常义等,1993;姜常义等,1995;王作勋等,1986)。前人认为堵兰萨依岩体侵入于二叠纪[7]。而据同位素年龄形成于早石炭世的华力西早期的伊犁运动第一幕,李文明等总结了此期间的火成岩岩性以二长花岗岩、花岗闪长岩为主,岩体侵位的同位素地质年龄主要介于359.8Ma~381Ma之间,侵位时代为中晚泥盆世[8]。丁天府将新疆火成岩分为六个火山岩区30个火山岩带,堵兰萨依岩体为天山岩区的博罗科努火成岩带,博罗科努岩带位于尼勒克断裂以北的博罗科努山一带[9]。前人对博罗科努一带的岩体多为大区域的总结而系统性研究较为薄弱,归纳起来主要纯在着两个方面的不足:(1)缺乏系统的岩石地球化学研究;(2)前人较重视博罗科努一带花岗岩的成矿专属性性研究,缺乏对这一带岩体的形成过程和来源的分析。本文选取堵兰萨依岩体作为研究对象,介绍其地球化学特征的同时,试着探讨形成过程和来源。

1 堵兰萨依岩体的地质概况

堵兰萨依岩体的大地构造位置处于哈萨克斯坦-准噶尔板块(Ⅰ级)伊犁-伊赛克湖微板块(Ⅱ级)博罗科努古生代复合岛弧带(Ⅲ级)和阿吾拉勒晚古生代裂谷系(Ⅲ级)的接合部位。主要发育两条断裂喀什河断裂和喀腊巴戈断层,断裂主要以NWW-SEE向和NW-SE向为主,NE-SW向次之。区内的地层多以泥盆系的陆源碎屑岩为主。火成岩岩性主要为二长花岗岩、花岗闪长岩,堵兰萨依序列主体位于东部阿克布早,出露面积总计约40km²。东岩体侵入于中志留统基夫克组灰色条带状硅质粉砂岩和凝灰质细砂岩中,西岩体侵入于上志留统库茹尔组灰绿色细砂岩、粉砂岩中,围岩节理发育,较破碎。堵兰萨依岩体单颗粒锆石U—Pb年龄为351.94Ma±2.78Ma(同位素年龄由西北大学大陆动力学国家重点实验室分析测得)确切时代为早石炭世。

2 微量元素化学特征

2.1 堵兰萨依序列岩体的微量元素地球化学特征

从表1中可以看出堵兰萨依序列中低场强元素Rb、Ba含远低于其在地壳的克拉克值,强不相容元素Nb、Ta含量低于地壳平均水平,Ni、Cr等地幔富集的亲铁元素(相容元素)与其平均值地壳中的克拉克值

表1 堵兰萨依序列中稀土元素标准化数值及参数表($W^B \times 10^{-6}$)
Table 1 REE of the Dulansayi granite formation(ppm)

编号	LaN	CeN	PrN	NdN	SmN	EuN	GdN	TbN	DyN	HoN
1	13.41	11.77	8.47	6.70	4.95	2.72	4.41	3.33	2.81	2.40
2	80.77	59.28	42.86	32.15	19.16	8.23	17.27	13.25	11.64	10.65
3	68.29	54.54	37.70	28.37	16.72	8.23	15.16	11.54	10.29	9.43
4	50.94	44.28	33.86	28.22	16.75	12.88	13.51	8.97	6.98	5.97
5	100.52	80.79	57.52	45.32	27.39	16.65	24.03	18.04	15.33	13.93
6	94.26	76.19	54.54	42.90	25.61	16.19	23.47	17.26	15.06	13.31
7	73.84	67.24	56.66	51.02	31.52	20.69	25.16	17.76	13.77	11.49
8	27.35	24.41	20.02	18.55	13.40	10.82	12.46	9.64	8.40	7.27

编号	TmN	YbN	LuN	δEu	δCe	(La/Yb) N	(La/Sm) N	(Gd/Yb) N
1	2.47	2.77	2.80	0.58	1.08	4.84	2.71	1.59
2	11.08	12.22	12.14	0.45	0.96	6.61	4.21	1.41
3	10.15	11.54	11.83	0.52	1.03	5.92	4.08	1.31
4	5.37	5.57	5.43	0.85	1.04	9.14	3.04	2.42
5	13.52	14.72	14.35	0.65	1.02	6.83	3.67	1.63
6	13.52	14.19	14.32	0.66	1.02	6.64	3.68	1.65
7	9.72	9.68	9.13	0.73	1.03	7.63	2.34	2.60
8	6.30	6.42	6.21	0.84	1.03	4.26	2.04	1.94

表中:HREE(重稀土总量)及ΣREE(稀土总量)包括元素Y;表中数值由分析值经标准化值得来,标准化值采用Boynton(1984)值,δEu=(Eu/0.0735)/((Sm/0.195+Gd/0.259)×0.5),δCe=(Ce/0.808)/((La/0.31+Pr/0.122)×0.5);(La/Yb)N=(La/0.31)/(Yb/0.209);,La/Sm)N=(La/0.31)/(Sm/0.195);(Gd/Yb)N=(Gd/0.259)/(Yb/0.209)

①项目资助:新疆尼勒克县胡吉尔台一带1:5万区域地质矿产调查(项目编号:XJQDZ2007-06)。

万方数据

相差不大，而亲铁元素Sr含量则与克拉克值相差较大。说明岩浆上侵过程中，可能有流体的加入，受到了地壳上部硅铝层的热交换作用，导致地幔富集的一些亲铁元素，一部分流失到了地壳。林克湘等认为Sr、Ba、Rb是活动元素，易溶于含水流体相，常被携带和迁移[10]。相容元素易在矿物晶体中富集，并随着矿物的晶出而逐步在残浆中贫化，而在堵兰萨依序列中相容元素Sc、Al含量远高于克拉克值，说明岩体的分异作用不是很好。

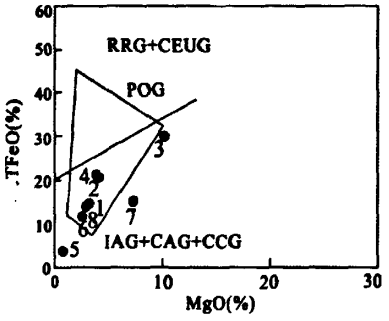

图4 堵兰萨依序列主量元素构造判别图（据Maniar P D,Piccoli P M[16]，1989及肖庆辉等[18]，2002）

Fig.4 The main element plots of Dulansayi series(After Maniar P D,piccolo P M[16],1989 and Qinghui-Xiao al[18].,2002)

而图1为利用洋脊花岗岩标准化的稀土及大离子亲石元素蛛网图，与洋脊花岗岩对比，明显富集K、Rb、Ba、Th等大离子亲石元素，特别是Rb和Th两元素，其富集程度是洋脊花岗岩的2～70倍不等，在蛛网图上可以明显看到二者的峰值。高场强元素Nb、Ta相对贫化，Hf、Zr等则均贫化，而Zr的贫化说明了岩体起源于地幔。弱不相容元素Sm、Y、Yb等则明显亏损，姜常义等，1999)富集Rb、Th、Ce和Sm，而不同程度地贫于Ba、Ta、Nb和Zr，显示了同碰撞花岗岩的配分曲线特征(Pearceet al.,1984)[11]。尤其是Ta和Nb的贫化，是板块汇聚边缘岩浆岩固有的特征。

由于大洋板块的俯冲，活动性元素的离子被携带进入岛弧下的地幔，使得岛弧环境下形成的岩体较之其他环境下形成的岩体更加富集这类元素。总体来看，在蛛网图上，曲线呈现右倾，表现为Rb、Ba、Th等选择性富集，Nb、Ce含量与洋脊花岗岩中含量相当，从Hf－Yb均为贫化，具有岛弧花岗岩的微量元素配分特点(如表1)。

2.2 堵兰萨依序列稀土元素地球化学特征

LREE在19.88ppm～137.21ppm，HREE量在3.64ppm～20.05ppm，ΣREE在23.52ppm～148.86ppm，在各类岩石间变化较大，较花岗岩中稀土总量平均值290ppm低，ω(LREE)/ω(HREE)比较小，在3.45～8.18之间变化，平均值为5.87，轻稀土富集，重稀土弱亏损，各类岩石的轻稀土含量有差异，但重稀土含量近似，由曲线配分图可看出岩浆分异度δEu值大多小于1，

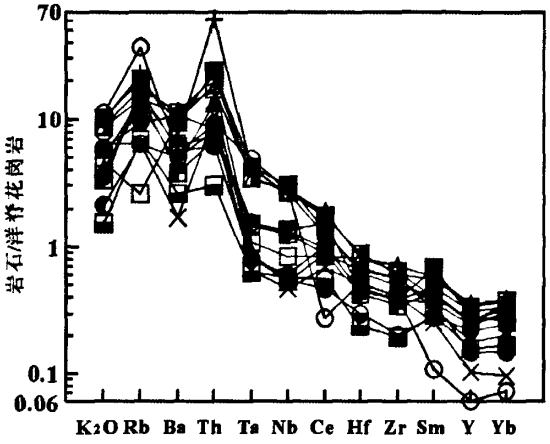

图1 堵兰萨依序列稀土及大离子亲石元素蛛网图

Fig.1 The cobweb diagram of lithophile and REE

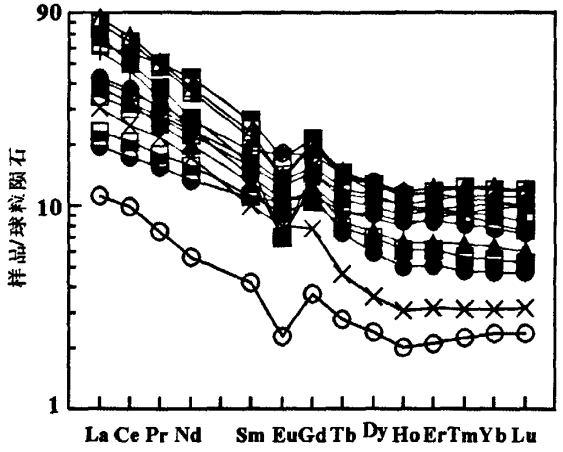

图2 稀土元素配分模式图(P.亨德森[14]，1989) 标准化值采用Boynton[15](1984)

Fig. 2 Chondrite—normalized REE patterns(after P. Henderson[14], 1989),chondrite data from Boynton[15] (1984)

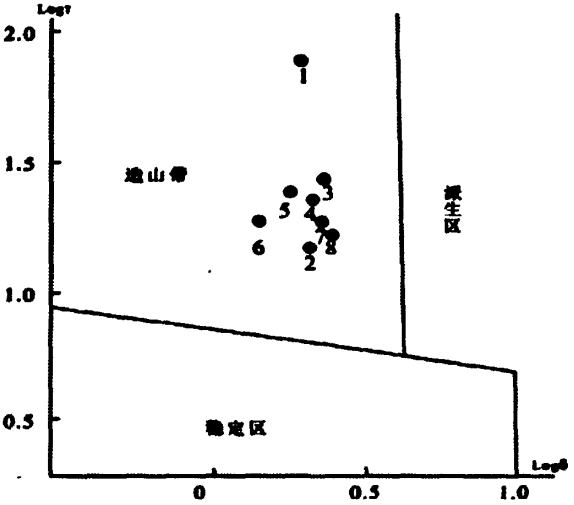

图3 堵兰萨依岩系 log σ－log τ 图解(引自肖庆辉等[17]，2002) $\sigma=(K_2O+Na_2O)^2/(SiO_2-43)$ 戈蒂里指数：$\tau=(Al_2O_3-Na_2O)/TiO_2$

Fig.3 log σ－log τ plots of Dulansayi granite(after Qinghui-Xiao [17], 2002)

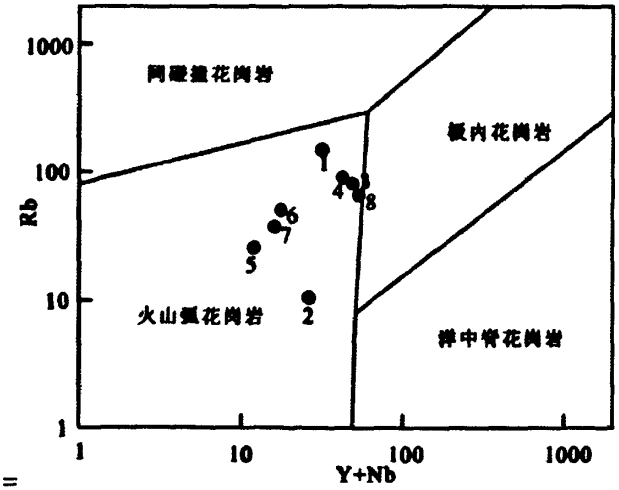

图5 堵兰萨依序列 Rb－Y+Nb 图解(据 Pearce 等[14]1986)

Fig. 5 Rb-Y+Nb and Nb-Y plots of Dulansayi granite (After Pearceet al[14]., 1984)

万方数据

值的变化范围在0.45～1.38之间，总体接近1，稀土配分曲线无明显"V"型谷，铕异常不明显，反映其分异演化程度不高(姜常义等，1999)[11]，这与微量元素所反映的特征一致。样品δCe值约为1，(陈汉林等，1998)经历了弱的岩浆分异作用，说明地壳岩石氧逸度不高[12]。

(La/Yb)N值均小于11，并以4～7居多，平均5.84，(La/Sm)N值为1.79～4.21，平均2.8，指示其轻稀土元素之间的分馏程度较好，均体现出轻稀土元素较富集。而(Gd/Yb)N值为1.31～2.60，平均1.8，其值较大，说明重稀土之间分馏不明显，重稀土元素略为亏损。轻稀土元素分馏强烈，而重稀土元素分馏较弱。这些总体特征反映了造山带中花岗岩的普遍特征(Herderson，1984)[13](图1、图2)。

3 堵兰萨依岩体构造环境分析

根据Maniar和Piccoli(1989)提出的分类方法[16]，将花岗岩的分类方法划分为造山类与非造山类的，造山类包括四种：岛弧花岗岩类(IAG)；大陆弧花岗岩类(CAG)，大陆碰撞花岗岩类(CCG)，后造山花岗岩类(POG)；非造山花岗岩类又可分为：裂谷有关花岗岩类(RRG)，大陆的造陆抬升花岗岩类(CEUG)，大洋斜长花岗岩类(OP)三种。在判别图解图4中，样品落入IAG+CAG+CCG区域，反应了该岩体构造环境应为造山带中。图3堵兰萨依岩系$\log\sigma-\log\tau$图解中显示造山带的构造特征，其中里特曼指数：。而在构造判别图中，岩体多具有岛弧，大陆边缘弧，并显示出碰撞带的特征。

在堵兰萨依序列主量元素构造判别图和堵兰萨依序列Rb－Y+Nb图解中，它们基本上投入弧火山岩区(图5)。这些图解都无一例外的证实该带火成岩形成的构造背景应属活动大陆边缘的岛弧环境。

4 结语

(1)微量元素地球化学特征中，相容元素易在矿物晶体中富集，并随着矿物的晶出而逐步在残浆中贫化，而在堵兰萨依序列中相容元素Sc、Al含量远高于维氏值；在稀土元素配分模式图中，轻稀土富集，重稀土弱亏损，各类岩石的轻稀土含量有差异，但重稀土含量近似，由曲线配分图可看出岩浆分异度δEu值大多小于1，值的变化范围在0.45～1.38之间，总体接近1，稀土配分曲线无明显"V"型谷，铕异常不明显，均反映其分异演化程度不高。

(2)根据Maniar和Piccoli(1989)提出的分类方法，堵兰萨依岩体处在造山带中，可能来源于由洋壳和岛弧建造组成的年轻地壳，形成于岛弧环境之中

参考文献

[1] 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].西北工程学院学报，21(4).
[2] 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.
[3] 刘肇昌.板块构造学[M].成都：四川科学技术出版社，1985：141～158.
[4] 姜常义，吴文奎，谢广成，等.西天山北部石炭纪火山岩特征与沟弧盆体系[J].岩石矿物学杂志，1993，12(3)：2～31.
[5] 姜常义，吴文全，金学仁，等.从岛弧向裂谷的变迁——来自阿吾拉勒地区火山岩的证据[J].岩石矿物学杂志，1995，14(4)：289～300.
[6] 王作勋，邹继易，吕喜朝，等.1986.中国天山大地构造演化概述[J].中国地质科学院地质所所刊，第15号.
[7] 丁天府.新疆火山岩分区及其地质意义[J].新疆地质，1998，3：39～48
[8] 李文明，任秉琛，杨兴科，等，东天山中酸性侵入岩浆作用及其地球动力学意义[J].西北地质，2002，35(4)：41～64.
[9] 国际国科联(IUGS)火成岩分类委员会，王碧香，沈昆，毕立君[译].火成岩分类及术语词典[M].北京：地质出版社，1991.
[10] 林克湘，李艺斌，龚文平，等.新疆三塘湖盆地晚古生代火山岩地球化学特征及构造环境[J].高校地质学报，1997，3(2)：202～211.
[11] 姜常义，穆艳梅，白开寅，等.南天山花岗岩类的年代学、岩石学、地球化学及其构造环境[J].岩石学报，1999，15(2)：298～307.
[12] 陈汉林，杨树锋，贾承造，等.塔里木盆地北部二叠纪中酸性火成岩带的厘定及其对塔北构造演化的新认识[N].矿物学报，1998，18(3)：370～376.
[13] Henderson P.Rare earth element geochemisty[M].Amsterdam：Elsevier Seience Pabliers B.V.1984，75～307.
[14] Pearce J A，Harris N B W and Tindli A G.Trace element dis-criminationdiagrams for the tectonic interpretation of graniticrocks[M]. Journal of Petrology，1987，25：956～983.
[15] 李昌年.火成岩微量元素岩石学[M].北京：中国地质大学出版社，1992：74～184.
[16] Maniar P D，Piccoli P M.Tectonic dis-crimination of granitoids[J].Geol.Soc.Am.Bull.，1989，101：635～643.
[17] 肖序常，汤耀庆，冯益民，等.新疆北部及邻区大地构造[M].北京：地质出版社，1992：1～47，104～124.
[18] 肖庆辉，邓晋福，马大铨，等.花岗岩研究思维与方法[M].北京：地质出版社，2002：53～63.
[19] 韩吟文，马振东.地球化学[M].北京：地质出版社，2003：181～212.
[20] 路凤香，桑隆康.岩石学[M].地质出版社，2002：41～58.

(上接194页)
能达到更大的乳酸值从而提高了其糖酵解能量系统供能的能力。

2 提高400m跑优秀运动员专项成绩的力量的训练方法

在400m跑中，运动员的无氧代谢供能能力占主要地位，但力量耐力也非常重要，它不仅能提高运动员的力量，对改进跑的技术产生促进作用，更重要的是对肌肉产生刺激，使肌肉的代谢能力增强，提高运动员的供能水平。目前认为，力量的训练主要有三种，即渐进负重训练、等长力量训练和等动力量训练，这些力量训练的方法对身体都会产生相适的生物学适应，从而提高肌力。

2.1 渐进性负重力量训练

通过渐进性负重力量训练可以逐步地提高力量，例如：安排组力量练习，负荷量为最大重复举起的重量(Repetition Maximun简写为RM)的次数，每一组为10交1/2RM，第二组为10次3/4RM，第三组为10次RM练习，随着力量的提高逐渐增加10RM的练习次数。

2.2 等长力量训练

等长收缩训练可以提高肌肉中的CP和糖酵解的供能能力，例如：运动员在原来的力量水平上每周增加5%的负荷，每天完成1s～6s的2/3最大的等长收缩重复5～10次，便可以大大提高肌肉力量。

2.3 等动力量训练

等动收缩是通过专门的等动练习器械来实现的，该器械使负荷随关节运动进程得到精确的调整，即在关节角度的张力最弱点负荷最小，而在关节角度张力的最强点负荷最大，因此，在整个关节范围内肌肉产生的张力始终与负荷等同，肌肉能以恒定速度或等同的强度收缩，在作最大等动收缩时，肌肉产生的张力在整个关节范围都是其能力的100%，因而采用等动收缩形式发展力量可使肌肉在关节整个运动范围都得到阳大锻炼。

参考文献

[1] 体育学院通用教材.运动生理学[M].北京：人民体育出版社，1990，6.
[2] 体育学院通用教材.运动生物化学[M].北京：人民体育出版社，1990，6.
[3] 吴纪饶，等.运动生理学教程[M].北京：人民体育出版社，1997，1.
[4] 邹克宁.800m跑的运动员分类及训练特点[J].都体育学院学报，2001(1)：60～61.
[5] 田坤.张华新.中长跑"多课次"训练理论分析及其运用[J].体育科学，2000(3)：41～45.
[6] 冯炜权.运动生物化学原理[M].北京：北京体育大学出版社，1995：233～278.
[7] 陈有源.武汉体育学院.运动训练的生物学基础讲稿.

万方数据

新疆西天山地区堵兰萨依岩体地球化学特征及地质意义

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 李登峰， 王勇， 任彦铭， 林成密， 陈振亚， 王喜龙
作者单位： 李登峰,任彦铭,林成密,陈振亚,王喜龙(中国地质大学(北京),北京,100083)， 王勇(新疆地质矿产勘查开发局第九地质大队,乌鲁木齐,830000)

刊名： 科技资讯
英文刊名： SCIENCE & TECHNOLOGY INFORMATION
年，卷(期)： 2010(30)

参考文献(20条)

1. 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

2. 张良臣;吴乃元 天山地质构造及演化史 1985(03)

3. 刘肇昌 板块构造学 1985

4. 姜常义;吴文奎;谢广成 西天山北部石炭纪火山岩特征与沟弧盆体系 1993(03)

5. 姜常义;吴文全;金学仁 从岛弧向裂谷的变迁--来自阿吾拉勒地区火山岩的证据 1995(04)

6. 王作勋;邬继易;吕喜朝 中国天山大地构造演化概述 1986(15号)

7. 丁天府 新疆火山岩分区及其地质意义 1998

8. 李文明;任秉琛;杨兴科 东天山中酸性侵入岩浆作用及其地球动力学意义[期刊论文]-西北地质 2002(04)

9. 国际国科联(LUGS)火成岩分类委员会;王碧香;沈昆;毕立君 火成岩分类及术语词典 1991

10. 林克湘;李艺斌;龚文平 新疆三塘湖盆地晚古生代火山岩地球化学特征及构造环境 1997(02)

11. 姜常义;穆艳梅;白开寅 南天山花岗岩类的年代学,岩石学、地球化学及其构造环境[期刊论文]-岩石学报 1999(02)

12. 陈汉林;杨树锋;贾承造 塔里木盆地北部二叠纪中酸性火成岩带的厘定及其对塔北构造演化的新认识[期刊论文]-矿物学报 1998(03)

13. Henderson P Rare earth elementgeochemisty 1984

14. Pearce J A;Harris N B W;Tindli AG Trace element dis-crinanationdiagramsfor the tectonic interpretation ofgraniticrocks 1987(25)

15. 李昌年 火成岩微量元素岩石学 1992

16. Maniar P D;Piccoli P M Tectonic discrimination of granitoids[外文期刊] 1989

17. 肖序常;汤耀庆;冯益民 新疆北部及邻区大地构造 1992

18. 肖庆辉;邓晋福;马大锉 花岗岩研究思维与方法 2002

19. 韩吟文;马振东 地球化学 2003

20. 路凤香;桑隆康 岩石学 2002

本文读者也读过(10条)

1. 唐俊华.顾连兴.张遵忠.吴昌志.三金柱.汪传胜.刘四海.张光辉 咸水泉片麻状花岗岩锆石热液增生边阴极发光及稀土元素特征[期刊论文]-自然科学进展2008,18(7)

2. 吴星星.闫峻.唐裕禄.初晓强.彭戈.WU Xing-xing.YAN Jun.TANG Yu-lu.CHU Xiao-qiang.PENG Ge 安徽铜陵沙滩脚岩体年代学及地球化学特征[期刊论文]-矿物岩石2011,31(1)

3. 张晓静.张连昌.靳新娣.吴华英.相鹏.陈志广.ZHANG XiaoJing.ZHANG LianChang.JIN XinDi.WU HuaYing.XIANG Peng.CHEN ZhiGuang 内蒙古半砬山钼矿含矿斑岩U-Pb年龄和地球化学及其地质意义[期刊论文]-岩石学报 2010,26(5)

4. 赖绍聪.秦江锋.李学军.臧文娟.LAI ShaoCong.QIN JiangFeng.LI XueJun.ZANG WenJuan 昌宁-孟连缝合带干龙塘-弄巴蛇绿岩地球化学及Sr-Nd-Pb同位素组成研究[期刊论文]-岩石学报2010,26(11)

5. 赵帅.刘峰.张成江.ZHAO Shuai.LIU Feng.ZHANG Chengjiang 内蒙古中部渣尔泰山群微量元素地球化学特征[期刊论文]-广东微量元素科学2009,16(9)

6. 李端伟 新疆尼勒克乌拉斯台煤矿区煤层沉积环境及煤层对比的可靠性分析[期刊论文]-能源与环境2011(2)

7. 吴明仁.楼法生.宋志瑞.肖晓林.凌联海.程春华.WU Ming-ren.LOU Fa-sheng.SONG Zhi-rui.XIAO Xiao-lin.LING Lian-hai.CHENG Chun-hua 西天山塔尔得套地区乌郎组地球化学特征和构造环境[期刊论文]-东华理工学院学报2006,29(3)

8. 尹光华.李军.张勇.杨章 尼勒克地震滑坡的统计分析及初步研究[期刊论文]-内陆地震2001,15(1)

9. 吴元莉.姚远 新疆尼勒克县黄土湿陷性试验研究[期刊论文]-科协论坛（下半月）2011(2)

10. 周东霞.ZHOU Dong-xia 新疆尼勒克县乌拉斯台勘探区煤层测井解释分析[期刊论文]-企业技术开发（学术版）2011,30(1)

引用本文格式：李登峰.王勇.任彦铭.林成密.陈振亚.王喜龙 新疆西天山地区堵兰萨依岩体地球化学特征及地质意义[期刊论文]-科技资讯 2010(30)