

新疆兴地河基性-超基性杂岩体岩石学-地球化学特征及其意义*

展新忠, 郭瑞清[†], 张晓帆

(新疆大学 地质与勘查工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830046)

摘 要: 兴地河基性-超基性杂岩体, 位于兴地断裂之南约10 km, 由辉石岩、橄榄岩和辉长岩类组成的基性-超基性岩带。对本区基性-超基性杂岩体岩石学、主量元素、微量元素和稀土元素地球化学特征研究, 表明该杂岩体为同源岩浆多期次分异作用的产物。

关键词: 基性-超基性; 杂岩体; 地球化学; 兴地河

中图分类号: P588.12 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-2839(2010)03-0264-05

Geology-Geochemistry Characteristics and Its Significance of the Mafic-ultramafic Complex in Xingdi River in Xinjiang

ZHAN Xin-Zhong, GUO Rui-qing[†], ZHANG Xiao-Fan

(College of Geology and Exploration Engineering, XinJiang University, Urumqi, Xinjiang 830046, China)

Abstract: The mafic-ultramafic complex in Xingdi River, distributed in the south of Xingdi fault, about 10 km away. The mafic-ultramafic complex contains pyroxenite, olivine and gabbro. The geochemistry characteristics of their geology, major element, trace element and rare earth element of the mafic-ultramafic complex reveal that these complex being products in a cognate composition evolution.

Key words: mafic-ultramafic; complex; geochemistry; Xingdi River

0 引言

库鲁克塔格地区的基性-超基性岩位于塔里木盆地北缘的兴地深裂两侧。深断裂带呈北-西西向到东西向延伸, 长数百公里, 宽约15 km。沿断裂带出露和隐伏了数十个基性-超基性岩体。在航磁图上出现的一系列航磁异常, 其中大部分是由基性-超基性岩引起的。在有的基性-超基性岩体内具有铜镍异常。基性-超基性岩体由南向北可分为三个岩带, 即兴地河基性-超基性岩带; 且干布拉克-结村北山超基性岩带; 中途站北超基性岩带及阿什干暗色岩群^[1]。本文着重从地质地球化学方面对兴地河基性-超基性岩带进行研究, 讨论本区基性-超基性杂岩体的成因, 以期为本区大地构造演化提供信息。

1 区域地质概况

新疆库鲁克塔格地区属于东天山南支, 南邻塔里木盆地, 北临南天山古生代边缘海, 西起库尔勒, 东接北山裂陷槽, 大地构造位置处于塔里木板块东北缘库鲁克塔格断块隆起区(如图1)。库鲁克塔格断隆区因出露新疆境内目前已知最古老的岩石而引起众多学者的关注, 前人^[1~4]在岩石地层、地质地球化学、岩浆作用、变质作用和地壳演化等领域已做了大量工作。

区内出露地层由基底和盖层两部分组成。基底由上太古界托格杂岩, 古元古界兴地塔格群, 中元古界波瓦姆和爱尔基干群, 及新元古界帕尔岗塔格群和库鲁克塔格群构成^[2,4,7]。托格杂岩主要由角闪岩、片麻

* 收稿日期: 2010-03-21

基金项目: 国家973项目“中亚造山带大陆动力学过程与成矿作用”(课题编号: 2007CB411301)资助; 新疆大学博士后启动基金项目(项目编号: 070384)资助

作者简介: 展新忠(1981-), 男, 河南人, 硕士, 地球探测与信息技术专业

[†] 通讯作者: 郭瑞清(1964-), 男, 讲师, 从事中亚地质矿产相关研究。E-mail: guoruiqing8888@163.com

苏长辉长岩类:主要包括橄榄苏长辉长岩、苏长辉长岩和辉长岩等.主要产在杂岩体周围接触带.

橄榄苏长辉长岩:岩石新鲜面为灰黑色,具球状风化,球体几十厘米至1m不等.岩石致密坚硬,耐风化,故形成正地形或山脊.主要矿物有斜长石、紫苏辉石、透辉石,并有少量橄榄石、古铜辉石等.斜长石约占30~40%,自形-半自形晶,板柱状晶体,柱长1~2mm, $An=65$,为拉长石;单斜辉石含量10~20%,为透辉石和次透辉石,包裹橄榄石而形成包橄结构.斜方辉石为紫苏辉石和古铜辉石,含量10~30%,辉石类矿物为自形-半自形晶,粒度0.5~1mm,橄榄石以自形晶为主,粒度0.5~1mm,沿裂隙有弱蛇纹石化,有时有紫苏辉石反应边.角闪石含量5~10%,分布在单斜辉石边缘,形成次变边,由辉石蚀变形成,部分角闪石进一步蚀变,可被黑云母交代.

辉长岩:主要分布在杂岩体外缘与围岩接触带,与苏长辉长岩为渐变过渡关系.岩石为灰黑色,镜下可见矿物有单斜辉石、斜长石.斜长石含量达60~70%,并见聚片双晶、肖-钠长石双晶、卡-钠联晶, $An=60$,为拉长石.单斜辉石为透辉石,含量达30~40%,大都有铁镁闪石-阳起石化,有的转化为角闪石.岩石中局部见到橄榄石,可为橄榄辉长岩.有时粒度较粗,达10mm,称为粗粒或伟晶状辉长岩.岩石中局部富含磷灰石,并含少量磁铁矿、赤铁矿等.

3 杂岩体地球化学特征

选择该岩体几个典型岩石类型的样品所做岩石化学分析结果列于表1.

注:数据6-9由广州澳实实验室测试,常量元素采用ME-XRF06测试,微量元素采用ME-MS61测试,稀土元素采用ME-MS81测试.1-5引自参考文献[1].

3.1 常量元素

由表1可以看出各岩石 SiO_2 含量为42.34~51.08%(仅个别样品达54.42%),属超基性-基性岩类.方辉岩类岩石 SiO_2 平均含量为50.38%,苏长辉长岩类岩石 SiO_2 平均含量为50.72%,它们都大于45%,应属基性岩类;二辉橄榄岩类岩石 SiO_2 平均含量为42.67%,应属超基性岩类.总的来看杂岩体以基性岩为主. K_2O+Na_2O 为0.32%~5.03%,平均为2.29%, Na_2O/K_2O 为1.33~4.31, TiO_2 为0.22%~1.6%,平均为0.75%, CaO 为1.62%~10.81%,平均为5.85%, Al_2O_3 为2.91%~16.43%,平均为10.03%,高 CaO 指示源区的石榴石组成特征^[9].从方辉岩类到苏长辉长岩类其它成分也有一定的规律变化,表现为 MgO 、 MnO 和 (FeO) 的含量是逐渐降低,而 Al_2O_3 、 CaO 、 Na_2O+K_2O 的含量是逐渐升高的,说明该杂岩体从方辉岩类到苏长辉长岩类,岩石由富含 MgO 逐渐演化为富 Al_2O_3 和 Na_2O+K_2O .

3.2 岩石微量元素特征

杂岩体岩石样品微量元素分析结果列于表1.从表中可知杂岩体各岩石微量元素变化有一定规律性,橄榄岩、方辉岩中 Cr 、 N 、 Co 、 Cu 含量明显高于辉长岩中相应元素的含量,辉长岩中的 S 、 V 、 Ti 、 Zr 、 Sr 等含量明显高于橄榄岩中的含量.

3.3 岩石稀土元素特征

杂岩体岩石稀土元素分析结果列于表1.从表1可见从岩浆演化的方辉岩类至苏长辉长岩类,稀土总量 σ_{REE} 逐渐增大, σ_{REE} 为 $20.2695 \sim 164.61 \times 10^{-6}$.这正好反映随着岩浆结晶分异作用的进行,从方辉岩类到苏长辉长岩类的岩石稀土相对富集. $LREE/HREE$ 为1.66~2.36,轻稀土略显富集.

4 讨论与结论

4.1 讨论

从岩石镁铁比值 $m/[Mg/(Fe^{2+}+Fe^{3+}+Mn)]$,由方辉岩类到苏长辉长岩类为:(2.49~2.11)、(2.02~1.9)、(0.42~0.29),比值逐渐降低,说明杂岩演化趋势是基性程度降低.

从岩石的分异指数($SI=MgO \cdot 100/(MgO+FeO+Fe_2O_3+Na_2O+K_2O)$),由方辉岩类到苏长辉长岩类,由75.2→68.3→30.1→21.5.随着分异指数的降低, MgO 递减, Al_2O_3 、 Na_2O 、 K_2O 、 CaO 含量增加.

从 $SiO_2-K_2O+Na_2O$ 变异图(图2)上看出方辉岩类岩石全部落入贫(钙)碱质,二辉橄榄岩类岩石落入弱碱质区,苏长辉长岩类岩石大部分落入碱质区,个别样品落入弱碱质区.

从岩石AFM图解(图3)可以看出,随岩浆从方辉岩类至苏长辉长岩类演化, $F.A$ 值逐渐升高,演化曲线

表 1 兴地河基性-超基性杂岩体岩石化学组成(%)与微量元素丰度(10⁻⁶)

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
样品号	E086	B472	E085	E079	E095	XD1-11	XD1-12	XD1-13	XD1-15
岩石名称	橄榄方 辉岩	橄榄方 辉岩	方辉 石岩	含长二辉 橄榄岩	含长二辉 橄榄岩	橄榄辉 长岩	橄榄辉 长岩	橄榄辉 长岩	橄榄辉 长岩
SiO ₂	46.58	50.13	54.42	42.34	43.00	50.20	51.07	51.08	50.55
TiO ₂	0.22	0.22	0.23	0.25	0.50	0.78	1.48	1.60	1.44
Al ₂ O ₃	2.92	3.55	2.91	7.13	8.95	16.42	16.43	15.96	15.98
Fe ₂ O ₃	3.47	2.00	1.84	3.85	3.79	8.61	9.79	9.97	8.99
FeO	7.93	8.02	8.63	7.31	6.19	6.35	7.20	7.28	6.72
MnO	0.16	0.16	0.20	0.17	0.13	0.15	0.18	0.15	0.15
MgO	33.97	32.17	28.72	28.71	24.04	7.78	7.04	6.10	6.87
CaO	1.62	1.76	1.69	4.86	7.18	10.81	8.15	7.76	8.79
Na ₂ O	0.22	0.35	0.20	0.70	0.95	2.50	3.21	3.53	3.67
K ₂ O	0.10	0.25	0.15	0.30	0.25	0.58	1.12	1.50	1.03
P ₂ O ₅	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.082	0.226	0.245	0.214
Los	2.20	1.20	0.77	3.90	4.38	1.24	1.32	1.19	1.20
Total	99.43	99.68	99.81	99.57	99.41	99.22	100.15	99.18	98.98
La	4.0340	4.1910	4.2720	5.9600	7.6900	12.70	19.60	24.80	18.70
Ce	2.9650	4.8930	4.3320	8.7480	12.7900	26.60	41.00	52.20	38.90
Pr	0.7111	0.9749	0.8767	1.4840	2.1630	3.47	5.18	6.50	4.95
Nd	3.8630	5.4490	5.0400	7.2510	9.4880	14.10	20.30	25.10	19.70
Sm	0.9017	1.2060	1.0300	1.7930	2.4490	3.23	4.52	5.51	4.45
Eu	0.1795	0.2456	0.2158	0.4937	0.7669	0.90	1.41	1.57	1.31
Gd	1.0420	1.2300	1.2690	1.8780	2.6370	3.25	4.74	5.73	4.75
Tb	0.1339	0.1434	0.1507	0.2667	0.3800	0.58	0.82	0.98	0.86
Dy	0.6257	0.6872	0.8785	1.5630	2.1160	3.24	4.54	5.35	4.65
Y	4.6940	5.0620	5.4680	9.2790	11.6500	16.60	24.50	29.00	25.10
Ho	0.1461	0.1503	0.1773	0.2700	0.3945	0.64	0.95	1.10	0.96
Er	0.3887	0.4180	0.5493	0.7661	1.1550	1.86	2.63	3.08	2.78
Tm	0.0670	0.0670	0.0937	0.1233	0.1851	0.25	0.37	0.44	0.39
Yb	0.4444	0.4259	0.5452	0.7107	0.9160	1.52	2.36	2.81	2.37
Lu	0.0735	0.0749	0.0921	0.1063	0.1424	0.23	0.37	0.44	0.39
Ti(%)			0.21	0.25	0.39	0.406	0.824	0.921	0.812
V			84.00	54.00	108.00	149.00	168.00	181.00	170.00
Cr			1587.50	1175.00	1075.00	75.00	137.00	115.00	139.00
Mn			1597.50	1136.00	997.20	1020.00	1270.00	1140.00	1100.00
Co			92.00	24.00	99.00	27.70	33.80	32.50	34.50
Ni			949.90	799.90	1383.30	49.20	91.20	69.20	84.00
Cu			151.00	158.00	167.00	35.30	46.20	26.70	16.10
Zn			97.00	79.50	56.50	88.00	130.00	106.00	82.00
Pb			20.00	30.00	25.00	19.40	16.80	16.10	16.30
Zr			1.03	28.35	23.43	102.50	123.50	93.80	89.70
Ag			0.26	1.83	1.64	0.06	0.07	0.06	0.05
Rb			1.64	8.36	4.91	17.30	27.90	44.40	25.20
Sr			34.40	205.60	229.30	491.00	414.00	419.00	453.00
(La/Yb) _N	1.54316	1.67286	1.33206	1.42564	1.42718	1.42039	1.41186	1.50036	1.34135
(Ce/Yb) _N	1.85331	3.19128	2.20714	3.41916	3.87858	4.86111	4.8258	5.16014	4.55931
ΣREE	20.2696	25.2182	24.9903	40.6928	54.9229	89.17	133.29	164.61	130.26
ΣLREE	12.6543	16.9595	15.7665	25.7297	35.3469	61	92.01	115.68	88.01
ΣHREE	7.6153	8.2587	9.2238	14.9631	19.576	28.17	41.28	48.93	42.25
ΣLREE/ΣHREE	1.66169	2.05353	1.70933	1.71954	1.80562	2.16542	2.22892	2.36419	2.08307

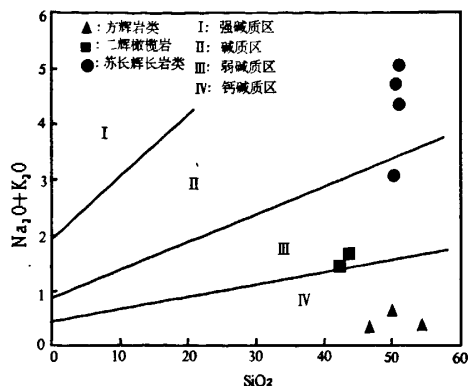
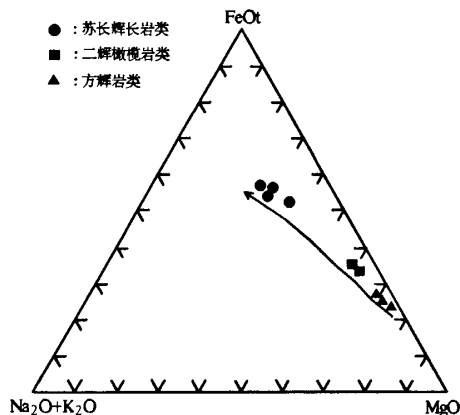
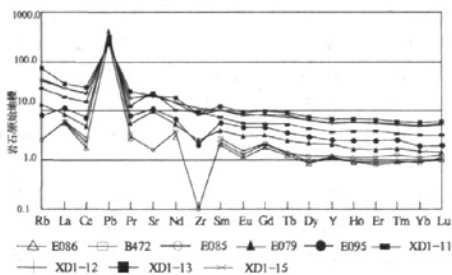
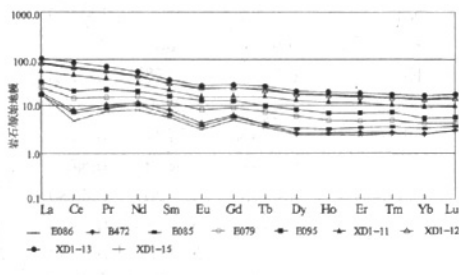
图2 杂岩体 $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O+Na}_2\text{O}$ 变异图

图3 杂岩体AFM图解

有规律变化,可见它们属于同一岩浆源分异、多次侵入的产物,可能为拉斑玄武岩系列岩浆岩。

岩石微量元素球粒陨石标准化图解(图4)具有轻微的右倾斜配分型式,仅在丰度上有所差别,说明它们可能是同源岩浆分异,多期次作用的产物。

图4 杂岩体微量元素球粒陨石标准化图解(标准化值据Sun和McDonough)^[10]图5 杂岩体稀土元素球粒陨石标准化图解(标准化值据Sun和McDonough)^[10]

由稀土配分曲线(图5)知Eu亏损由大到小到不亏损,Eu的含量与造岩矿物斜长石含量有关,Eu易进入斜长石,故早期岩石中出现辉石、橄榄石,Eu含量少,随着岩浆演化,斜长石含量增加,故Eu的亏损相应减小。稀土配分曲线为轻微右倾斜型曲线(图5),从稀土配分曲线上可以看出Eu的亏损情况,轻重稀土比值等均有差异,但曲线具有相似性,相对平坦,说明岩石的同源性。

综上所述,可以推测在中元古代末期,伴随兴地运动,兴地群褶皱隆起,同时引起上地幔物质的部分熔融,产生基性—超基性岩浆源。这种部分熔融产生的岩浆具有轻稀土富集、重稀土亏损特点。随着温度、压力条件的变化,岩浆房发生不同程度的分异作用,首先在一定深度分异出成分近似于方辉岩类岩石平均化学成分的基性岩浆,随着地壳构造运动形成的深断裂,切割深部地壳及至上地幔,使已分异出的基性岩浆沿兴地断裂带侵入,在深断裂带的次一级断裂中侵位,之后,由就地结晶分异作用形成以方辉岩类为主的基性岩石。随着地壳演化,岩浆房物化条件的改变,热流值继续升高,岩浆房分异出成分二辉橄辉岩类岩石平均化学成分的超基性岩浆,随着兴地断裂的重新活动,超基性岩浆沿早期岩浆通道侵位,形成以二辉橄辉岩类为主的超基性岩。随着地壳继续演化,岩浆房继续发生脉动式分异,分异出与苏长辉长岩类岩石平均成分近似的基性岩浆,继续沿早期通道侵位、形成以苏长辉长岩类为主的基性岩、分布于杂岩体边部。

(下转第279页)

Proposition 1, we have $\omega(G-S) \leq n$. Consequently $|S| = mn - \omega(G-S) \geq mn - n$, and then $\omega(G-S) - |S| - \tau(G-S) \leq 2n - mn - 1$.

Next let $\tau(G-S) \geq 2$. Then, by Lemma 1, we have $\omega(G-S) = 2$. Let G_1, G_2 be the components of $G-S$. If $\min\{|G_1|, |G_2|\} = 1$, then $\tau(G-S) = mn - |S| - 1$ and consequently $\omega(G-S) - |S| - \tau(G-S) = 3 - mn \leq 2n - m - 1$ since $n \geq 3$. If $|G_1| = |G_2| = 2 = \tau(G-S)$, then $\omega(G-S) - |S| - \tau(G-S) \leq m + n - mn - 1 \leq 2n - mn - 1$ since $n \geq m \geq 2$.

Now we have $r(G) \leq 2n - mn - 1$.

The cut set $S_0 = \{\omega_{ij} : 2 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n\}$ of G will be used to obtain a lower bound. Note that $|S_0| = mn - n$, $\omega(G - S_0) = n = \alpha(G) \geq 3$ and $\tau(G - S_0) = 1$. Since $\omega(G - S_0) - |S_0| - \tau(G - S_0) = 2n - mn - 1$, we have $r(G) \geq 2n - mn - 1$.

References:

- [1] West D B. Introduction on Graph Theory[M]. 2001, second ed, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- [2] Jung H A. On maximal circuits in finite graphs[J]. Ann Discrete Math, 1978, 3:129-144.
- [3] Barefoot C A, Entringer R, Swart H. Vulnerability in graphs - a comparative survey[J]. J Combin Math Combin Comp, 1987, 1:13-22.
- [4] Barefoot C A, Entringer R, Swart H. Integrity of trees and powers of cycles[J]. Congr Numer, 1987, 58:103-114.
- [5] Cozzens B, Wu Y. Vertex-neighbor-integrity of trees[J]. Ars Combin, 1996,43: 169-180.
- [6] Cozzens B, Wu Y. Vertex-neighbor-integrity of powers of cycles[J]. Ars Combin, 1998, 48:257-270.
- [7] Gambrell M J. Vertex-neighbor-integrity of magnifiers, expanders, and hyper-cubes[J]. Discrete Math, 2000, 216:257-266.
- [8] Li Y, Zhang S, Li X. Rupture degree of graphs[J]. Int J Comput Math, 2005, 82:793-803.
- [9] Alon N, Lubetzky E. Independent set in tensor graph powers[J]. J Graph Theory, 2007,54:73-87.
- [10] Brešar B, Imrich W, Klavžar S, et al. Hypercubes as directproducts[J]. Discrete Math, 2005, 18: 778-786.
- [11] Lammprey R H, Barnes B H. Products of graphs and applications[J]. Modeling and Simulation, 1974, 5:1119-1123.
- [12] Ghoozi S A. A finite automata approach to modeling the cross product of interconnection networks[J]. Mathematical and Computer Modeling, 1999, 30:185-200.
- [13] Li F, Li X. Computing the rupture degrees of graphs[J]. ISPAN, 2004, 368-373.
- [14] Zhang S, Li X, Han X. Computing the scattering number of graphs[J]. Int J Comput. Math, 2002, 79:179-187.
- [15] Choudum S, Priya N. Tenacity of complete graph products and grids[J]. Networks, 1999, 34:192-196.
- [16] Mamut A, Vumar E. Vertex vulnerability parameters of Kronecker products of complete graphs[J]. Inf Proces Lett, 2008,106:258-262.

责任编辑:王宪清

(上接第268页)

4.2 结论

1、本区基性超基性杂岩体,从方辉岩类到二辉橄榄岩类,再到苏长辉长岩类,具有岩浆同源性特征,可能为同源岩浆分异多期次作用的产物。

2、本区基性超基性杂岩体可能为同源岩浆三期分异作用的产物,方辉岩类为第一期次岩浆作用的产物,二辉橄榄岩类为第二期次岩浆作用的产物,苏长辉长岩类为第三期次岩浆作用的产物。

参考文献:

- [1] 冯本智,周裕文,迟仕福,等.新疆库鲁克塔格地区震旦纪地质与贵重金属矿床[M].北京:地质出版社,1995.
- [2] 高振家,陈晋镛,陆松年,等.新疆北部前寒武系[M].北京:地质出版社,1993,1-134.
- [3] 胡霭琴,格雷姆,罗杰斯.新疆塔里木北缘首次发现33亿年的岩石[J].科学通报,1990,37(7):627-630.
- [4] 胡霭琴,涂光炽,王中刚,等.新疆北部地质演化及成岩成矿规律[M].北京:地质出版社,1997.
- [5] 孙宝生,黄建华.新疆且干布拉克超基性岩-碳酸岩杂岩体Sm-Nd同位素年龄及其地质意义[J].岩石学报,2007,23(07):1611-1616.
- [6] 何金有,徐备,孟祥英,等.新疆库鲁克塔格地区新元古代层序地层学研究及对比[J].岩石学报,2007,23(07):1645-1654.
- [7] 胡霭琴,张国新.新疆北部大陆前寒武纪基底同位素地球化学研究新进展[J].见:赵振华等著.新金属矿产资源的基础研究[M].北京:科学出版社,2001,137-156.
- [8] 郭召杰,刘树文,张志诚.库鲁克塔格-星星峡是古生代末天山最高地区[J].新疆地质,1998,16(4):381-387.
- [9] Peacock S M, Rushmer T, Thompson A B. Partial melting of subducting oceanic crust[J]. Earth Planet Sci Lett, 1994, 121:227-244.
- [10] Irvine T N, Baragar W R A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks[J]. Canadian Journal of Earth Science, 1971, 8:523-548.
- [11] Sun S S, McDonough W F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. Saunders A D, Norry M J. Magmatism in the Ocean Basins[C]. London: Geol Spec Pub, 1989, 42:313-345.

责任编辑:周蓉

新疆兴地河基性-超基性杂岩体岩石学-地球化学特征及其意义



作者：[展新忠](#)，[郭瑞清](#)，[张晓帆](#)，[ZHAN Xin-Zhong](#)，[GUO Rui-qing](#)，[ZHANG Xiao-Fan](#)
作者单位：[新疆大学, 地质与勘查工程学院, 新疆, 乌鲁木齐, 830046](#)
刊名：[新疆大学学报（自然科学版）](#)
英文刊名：[JOURNAL OF XINJIANG UNIVERSITY \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)
年，卷(期)：2010, 27 (3)

参考文献(11条)

1. [胡霭琴;涂光炽;王中刚](#) [新疆北部地质演化及成岩成矿规律](#) 1997
2. [胡霭琴;格雷姆;罗杰斯](#) [新疆塔里木北缘首次发现33亿年的岩石](#) 1990 (07)
3. [高振家;陈晋镡;陆松年](#) [新疆北部前寒武系](#) 1993
4. [Sun S S;Mcdonough W F](#) [Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts:implications for mantle composition and processes](#) 1989
5. [Irvine T N;Baragar W R A](#) [A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks](#) 1971
6. [Peacock S M;Rushmer T;Thompson A B](#) [Partial melting of subducting oceanic crust](#) 1994
7. [郭召杰;刘树文;张志诚](#) [库鲁克塔格-星星峡是古生代末天山最高地区](#) 1998 (04)
8. [胡霭琴;张国新](#) [新疆北部大陆前寒武纪基底同位素地球化学研究新进展](#) 2001
9. [何金有;徐备;孟祥英](#) [新疆库鲁克塔格地区新元古代层序地层学研究及对比](#)[期刊论文]-[岩石学报](#) 2007 (07)
10. [孙宝生;黄建华](#) [新疆且干布拉克超基性岩-碳酸岩杂岩体Sm-Nd同位素年龄及其地质意义](#)[期刊论文]-[岩石学报](#) 2007 (07)
11. [冯本智;周裕文;迟仕福](#) [新疆库鲁克塔格地区震旦纪地质与贵重有色金属矿床](#) 1995

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_xjdxxb201003003.aspx