文章编号：1001－4756（2002）01－0012－05

阿尔金地块南西缘钙碱性侵入岩带特征及其地质意义①

马铁球，王先辉，孟德保
（湖南省地质调查院基础地质调查所，湖南 湘潭 411100）

摘 要：阿尔金地块南西缘钙碱性侵入岩带由10余个大小不等的花岗岩体组成，其岩石类型主要有石英闪长岩、英云闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩。对带内有代表性岩体的岩石矿物学、岩石化学、微量元素、稀土元素及同位素地球化学研究表明，其属钙碱性系列，具有同源岩浆演化特征，其形成环境为活动大陆边缘。花岗闪长岩全岩Rb—Sr等时线年龄为575 Ma，确定为晚震旦世产物。这一发现，对于深入研究阿尔金地块活动机制，再造震旦期造山过程有一定作用。

关键词：阿尔金地块；侵入岩带；活动大陆边缘；晚震旦纪
中图分类号：P588 文献标识码：A

近EW向展布的阿尔金地块向西延伸呈楔形嵌布于塔里木地块与东昆仑地块之间，在SW缘断续分布1条近NE向展布的侵入岩带（以下简称该侵入岩带）。共有10余个中酸性岩体，向NE延伸被塔克拉玛干沙漠覆盖，总长度百余km。早、中元古代变质岩为该侵入岩带各岩体的主要围岩（图1），各类侵入岩与围岩均呈侵入接触。围岩热接触变质作用明显；侏罗纪沉积的陆源碎屑岩不整合覆盖其上。部分岩体受后期构造作用改造，具弱片麻状构造。

绝大多数岩体呈岩基、岩株产出，基本岩石类型为石英闪长岩（δo）、英云闪长岩（γoB）、花岗闪长岩（γδ）、二长花岗岩（ηγ）。花岗闪长岩全岩Rb—Sr等时线年龄为575 Ma，说明其形成时间相当于晚震旦世。这一发现，为该区再造震旦造山旋回的造山过程提供了充分的依据。

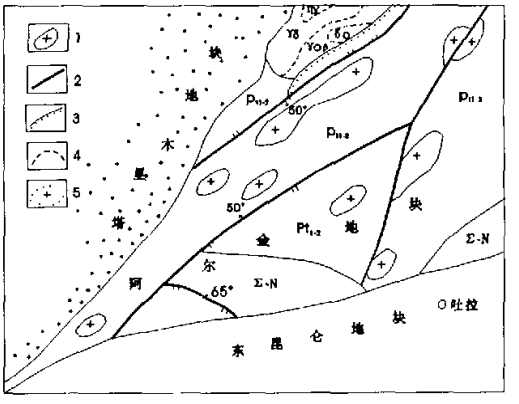


图1 阿尔金地块南西缘侵入岩分布略图
Fig.1 Distribution sketch map of the intrusion at Southwestern border of Altun massif
∑－N 蛇绿混杂岩 δo 石英闪长岩 γoB 英云闪长岩 γδ 花岗闪长岩 ηγ 二长花岗岩 Pt_{1-2} 下、中元古界 J 侏罗系 1 岩体 2 断裂 3 不整合界线 4 花岗岩脉动界线 5 沙漠

1 岩体地质特征

在不同的岩体中，岩浆侵位的先后顺序是一致的，即最先是中性岩浆侵位，随后是中酸

收稿日期：2001－12－28； 修订日期：2002－01－08
第一作者简介：马铁球，男，中专，地质工程师，从事区调工作20多年。
①本文是1：25万区调新疆且末县一级电站幅部分成果。

万方数据

性岩浆，最后以酸性岩浆侵位结束，具体的岩石类型从早到晚依次为细粒石英闪长岩、细—中细粒英云闪长岩、细中—中粒黑云母花岗闪长岩和中粒黑云母二长花岗岩，反映出正序岩浆演化序列特征。各单元之间均为脉动式接触关系。

通过对塔特勒克苏、艾沙汗托海、哈底勒克萨依等代表性岩体的详细研究查明，一般来说早期石英闪长岩、英云闪长岩单元，多呈捕虏体或残留体分布在岩体边部，随后的花岗闪长岩、二长花岗岩规模较大，多分布于岩体中心部位。岩体与围岩接触界线附近，围岩捕虏体较多，混染岩化特征较明显；晚期单元边部多具细粒边，一般宽十几厘米到几十厘米不等。岩体中包体少见，一般在早期岩石单元中可见少量的闪长质及富云包体。

2　岩石学、岩石化学特征

2.1　岩石学特征

各岩石单元的矿物平均成分见表1。在QAP分类图解中（图2左），岩石类型从石英闪长岩向英云闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩演化。从表1总体来看，岩石学特征规律性明显，从早期的中性向晚期的中酸性演化，斜长石、黑云母、角闪石等矿物逐渐减少，钾长石、石英逐渐增加。

表1　该侵入岩带各单元岩石特征及主要矿物平均含量

Table1　Rock Characteristics of the every unit and the average contents of the main minerals in the intrusion zone

岩石类型 岩石特征	石英闪长岩	英云闪长岩	花岗闪长岩	二长花岗岩
样品数	2	4	4	6
石英 (%)	5.5	22.3	27.3	30.5
斜长石 (%)	64.5	63.2	49.1	26.3
钾长石 (%)		少许	15.3	36.3
黑云母 (%)	7.0	14.5	8.3	6.9
角闪石 (%)	23.0	少许	极少	
副矿物	榍石、磁铁矿、锆石、磷灰石	榍石、磁铁矿、锆石、磷灰石	磁铁矿、磷灰石、锆石	锆石、磷灰石
结　构	半自形粒状结构	中细粒花岗结构	细中粒花岗结构	中粒花岗结构
包　体	暗色包体	闪长质包体	富云包体	
斜长石牌号	48	40	35	28
钾长石类型		微斜长石	微斜长石为主，微斜微纹长石	微斜微纹长石为主，微斜长石

2.2　岩石化学特征

各单元岩石化学分析结果列于表2，从表2可知，早期石英闪长岩到晚期二长花岗岩，具有中性向酸性演化特征，SiO_2和Na_2O+K_2O逐渐增加，而铁、镁、钙、铝、钛等元素的氧化物均逐渐降低。与中国岩浆岩平均化学成分相比，石英闪长岩中FeO、MnO、CaO、Ti_2O略偏高，而其它元素氧化物则偏低。英云闪长岩—二长花岗岩中除SiO_2均偏高外，其它则相应地略偏低。

在AFM图解中（图2右），该侵入岩带岩石属钙碱性岩浆系列。里特曼指数（σ）为1.25～2.09，同样为钙性—钙碱性系列，相当于强太平洋—正常太平洋型。

部分特征参数（表3）及CIPW标准矿物计算结果表明，在不同的岩石单元之间标准矿物组合、含量及长石的端员组份都呈一定规律性演化，显示出同源岩浆演化特征。随着岩浆结晶分异作用的进行，从早到晚各单元分异指数（DI）逐渐增大（39.5～69.5～76.4～87.57）；

万方数据

结晶指数（CI）逐渐降低（27～20～14.3～6.7），说明岩浆具良好的分异性。CIPW标准矿物中出现微量的刚玉（大多＜1％），为SiO_2和铝过饱和岩石类型。

表2 该侵入岩带各岩石单元岩石化学成分

Table2 Rock's chemic composition of the every unit in the intrusion zone （$\times10^{-2}$）

单元	样号	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	灼失	总和
二长花岗岩	8-21	74.81	0.13	13.32	0.46	1.17	0.03	0.33	1.38	2.29	5.08	0.05	0.79	99.84
	8-39	72.83	0.23	14.18	0.30	1.48	0.02	0.43	1.16	3.23	5.55	0.17	0.26	99.84
	8-40	74.17	0.23	13.00	0.52	1.38	0.02	0.44	1.27	2.57	5.46	0.13	0.63	99.82
	8-41	72.02	0.21	14.69	0.41	1.60	0.03	0.55	1.99	3.52	4.13	0.10	0.54	99.79
	8-42	73.65	0.19	14.01	0.41	1.27	0.02	0.43	1.28	2.92	5.04	0.12	0.50	99.84
	平均	73.50	0.20	13.84	0.42	1.38	0.02	0.44	1.41	2.91	5.05	0.11	0.54	99.82
	中国平均	71.27	0.25	14.25	1.24	1.62	0.08	0.80	1.62	3.79	4.03	0.16		
花岗闪长岩	10-1-1	70.81	0.33	14.39	1.22	2.33	0.06	1.17	3.15	3.78	2.02	0.11	0.63	100.00
	8-46	70.04	0.43	14.87	0.59	3.15	0.04	1.11	3.30	3.98	1.88	0.14	0.27	99.80
	518	69.36	0.38	14.28	1.29	2.75	0.05	1.12	2.67	3.32	3.26	0.13	1.20	99.81
	平均	70.07	0.38	14.51	1.03	2.74	0.05	1.13	3.04	3.69	2.39	0.13	0.70	99.86
	中国平均	54.98	0.52	16.33	1.89	2.49	0.09	1.94	3.70	3.67	2.99	0.32		
英云闪长岩	10-2	66.84	0.43	16.04	1.93	2.55	0.06	1.70	4.54	3.88	1.36	0.16	0.35	99.84
	10-4	67.77	0.41	15.76	1.52	2.28	0.06	1.71	4.20	3.83	1.64	0.12	0.47	99.77
	1510	68.81	0.35	15.67	1.28	1.87	0.05	1.41	3.85	4.29	1.70	0.14	0.35	99.77
	平均	67.81	0.40	15.82	1.58	2.23	0.06	1.61	4.20	4.00	1.57	0.14	0.39	99.89
	中国平均	65.70	0.65	15.24	2.88	1.56	0.10	1.57	4.00	3.13	2.83	0.16		
石英闪长岩	Y5	53.8	0.99	16.55	1.82	8.13	0.16	4.74	6.76	2.96	1.64	0.21	2.04	99.80
	中国平均	60.51	0.73	16.70	2.84	3.49	0.14	2.54	4.68	3.68	2.65	0.46		

表3 该侵入岩带各岩石单元有关特征参数值

Table3 The feature parameter value concerned of the every unit in the intrusion zone

单 元	样数	A/NCK	DI	SI	CI	U/Th	Rb/Sr	Zr/Hf	δ
二长花岗岩	5	1.07	87.5	4.27	6.7	3.12	0.20	24.39	2.09
花岗闪长岩	3	1.02	73.4	10.34	14.3	0.35	0.22	26.68	1.37
英云闪长岩	3	0.99	69.5	14.6	20.0	0.08	0.38	29.24	1.25
石英闪长岩	1	0.87	39.5	13.93	27.0	0.04	0.40	25.79	1.96

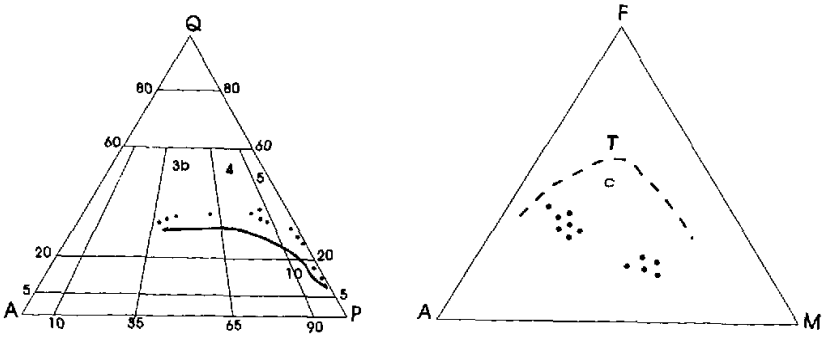


图2 QAP图解（左）与AFM图解（右）

Fig.2 Qap diagram(left) and AFM diagram(right)

左图：3b 二长花岗岩 4 花岗闪长岩 5 英云闪长岩 10 石英闪长岩

右图：T 拉斑玄武岩系列 C 钙碱性岩系列（据T.N.Irvine等）

利用Na_2O、K_2O百分含量投影到K_2O—Na_2O相关图上，大多数样点落在“I”型花岗岩区，晚期少数二长花岗岩则落在“S”型花岗岩区。说明Na_2O含量大多在3.2以上，K_2O含量大

万方数据

多在5以下。A/NCK比值均小于1.1，说明岩浆可能来源于下地壳。而在晚期的二长花岗岩中又出现一些异常，个别样$Na_2O<3.2$，$K_2O>5$，花岗闪长岩中（$^{87}Sr/^{86}Sr)_0$值相对较大，为0.712 6，CIPW标准矿物中的刚玉百分重量>1 %，表明岩浆演化到后期（或上升到浅部）有壳源物质的加入。

从以上特征看，该侵入岩带花岗岩类岩石为壳幔混合来源，与岩浆上侵过程中对成熟陆壳物质强烈同化混染有关。

3　稀土、微量元素及同位素地球化学特征

3.1　稀土及微量元素地球化学特征

随着各单元岩石的酸性度增高，岩石稀土元素总量增加（表4），负铕异常亦增高，愈往晚期愈明显，δEu值大多在0.7以上，据王中刚等[1]的划分，此种花岗岩属壳幔型花岗岩，其成因与板块碰撞有关。晚期二长花岗岩δEu值为0.29～0.42，说明在岩浆演化过程中存在有斜长石结晶分离作用。Ce/y比值变化较大（2.6～8.8），在稀土元素配分曲线上表现为轻稀土富集型，近于平行的曲线向右陡倾斜，反映出各岩石单元的同源性和构造环境的相似性。

表4　该侵入岩带各岩石单元稀土元素丰度值

Table4 REE abundance value of the very unit in the intrusion zone

单元	样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
二长花岗岩	8-21	37.25	78.77	7.92	27.96	5.85	0.72	5.48	0.88	4.27
	8-40	62.62	144.9	14.89	54.15	10.44	0.83	7.59	1.01	4.22
花岗闪长岩	8-46	31.62	65.37	6.39	22.94	3.76	0.86	2.64	0.33	1.55
	518	29.57	58.97	5.83	20.39	3.67	0.81	3.01	0.47	2.55
英云闪长岩	10-2	12.4	25.47	2.65	9.14	1.83	0.63	1.57	0.23	1.26
	10-4	14.66	29.77	3.05	10.57	1.98	0.61	1.68	0.25	1.37
	1510	29.67	56.03	5.49	18.82	2.87	0.71	2.14	0.29	1.56
石英闪长岩	Y5	7.77	17.77	2.19	9.15	2.03	0.89	1.97	0.29	1.56
单元	样号	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	∑REE	∑Ce/∑Y	δEu
二长花岗岩	8-21	0.87	2.18	0.33	1.99	0.26	26.74	201.48	3.68	0.42
	8-40	0.66	1.38	0.18	0.94	0.13	17.19	321.04	8.64	0.29
花岗闪长岩	8-46	0.31	0.78	0.12	0.74	0.10	8.31	145.82	8.80	0.86
	518	0.49	1.37	0.22	1.37	0.21	14.30	143.22	4.97	0.75
英云闪长岩	10-2	0.24	0.65	0.11	0.69	0.10	6.93	63.91	4.42	1.20
	10-4	0.28	0.74	0.13	0.81	0.12	7.82	73.81	4.60	1.10
	1510	0.32	0.82	0.13	0.78	0.12	8.24	127.57	7.87	0.91
石英闪长岩	Y5	0.34	0.89	0.15	0.88	0.13	9.09	55.10	2.60	1.48

在火山弧玄武岩标准化原始地幔的微量元素比值蛛网图上[2]（图3），其曲线与火山弧玄武岩相似，为Ba、Rb、K、Th等大离子亲石元素的强烈富集，而Ta、Nb、Zr、Hf、Ti等高场强元素相对亏损，显示出典型的板块边缘岩浆岩地球化学特征[3]。

从早期的石英闪长岩到晚期的二长花岗岩，Rb/Sr比值由小到大，0.04→0.08→0.35→3.12；U/Th比值由大到小，0.4→0.38→0.22→0.20；反映出较好的岩浆演化过程。

3.2　同位素地球化学特征

在花岗闪长岩中作全岩Rb—Sr等时线分析，结果见表5，等时线图见图4，其年龄值为575 Ma，表明该侵入岩带主要形成于晚震旦世。（$^{87}Sr/^{86}Sr)_0$值较大，为0.712 6，同时也说明深部岩浆在上升过程中有地壳物质的加入，与前面得出的结论相吻合。

万方数据

表5 该侵入岩带Rb—Sr同位素分析结果

Table5 Analysis result of Rb—Sr isotope in the intrusion zone

岩 性	Rb（μg/g）	Sr（μg/g）	$^{87}Rb/^{86}Sr$	$^{87}Sr/^{86}Sr$	±2σ
花岗闪长岩	1.897×10^{2}	2.027×10^{2}	2.710	0.736 190	11
花岗闪长岩	2.502×10^{2}	1.284×10^{2}	5.654	0.755 746	13
花岗闪长岩	1.872×10^{2}	2.037×10^{2}	2.660	0.734 366	11
花岗闪长岩	2.507×10^{2}	1.024×10^{2}	7.092	0.770 163	12
花岗闪长岩	2.530×10^{2}	9.665×10^{2}	7.578	0.777 201	14

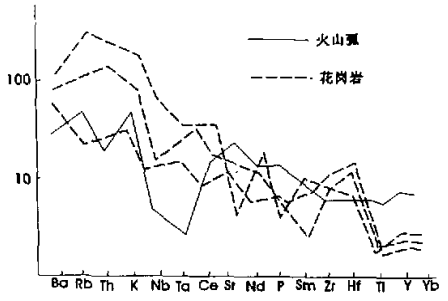


图3 微量元素比值蛛网图

Fig.3 The spider net map of trace elements ratio (据Ellam等，1982)

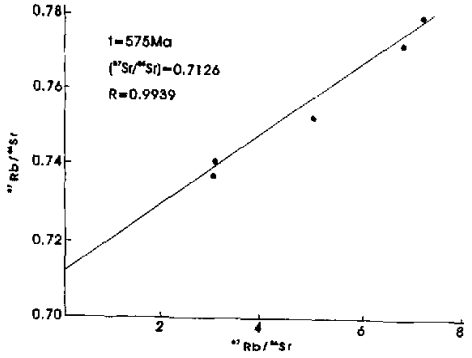


图4 全岩Rb—Sr等时线图

Fig.4 Rb-Sr isochron map of the whole rock

全岩氧同位素 $\delta^{18}O$ ($\times10^{-3}$) (SMOW)：英云闪长岩为+7.35，花岗闪长岩为+7.97，二长花岗岩为+8.42，均属正常 $\delta^{18}O$花岗岩类；早期的石英闪长岩为+3.05，属低 $\delta^{18}O$花岗岩类，说明有可能岩浆来源于深部的玄武岩浆。

4 大地构造环境及其地质意义

综上所述，根据岩石组合、岩石化学成分及其有关图解（图5）、稀土元素和微量元素地

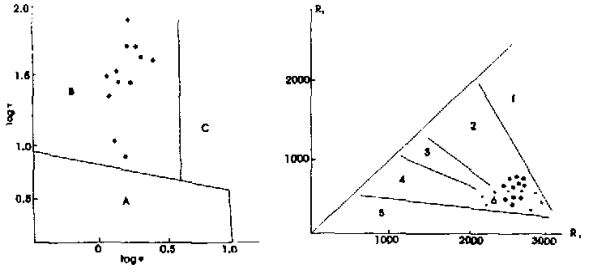


图5 该侵入岩带的 $\log\tau-\log\sigma$ 图解（左）与$R_1—R_2$图解（右）

Fig.5 $\log\tau-\log\sigma$ diagran(left) and $R_1—R_2$ diagram(right) in the intrusion zone

左图：A 板内稳定区非造山带火山岩 B 岛弧及活动大陆边缘造山带火山岩 C AB派生的碱性岩 (据A.Rittmann，1970)

右图：1 幔源 2 碰撞前俯冲 3 碰撞后隆升 4 造山晚期 5 非造山 6 同碰撞 (据R.A.Batchelor等，1985)

球化学特征等不难看出，该侵入岩带形成于板块汇聚边缘，应属活动陆缘型侵入岩带。工作中同时还发现，与该侵入岩带共生的有蛇绿混杂岩带、变火山岩带和高压榴辉岩带，蛇绿混杂岩带组分主要为方辉橄榄岩，经年龄测定为早震旦世。由此可见，

（下转第34页）

万方数据

CHARACTERISTICS PHASE AND METALLOGENIC MODLE OF SEDIMENT FACIES DURING XIANGMENG PERIOD EARLY SINIAN IN SOUTHWEST HUNAN

LIU Tie-sheng, ZHOU Xu-lin
(Middle Hunan Institute of Mineral Resources and Geology Survey, HNIGS, Loudi Hunan 417000, China)

Abstract: The micro-facies in basin center is the best environment for Mn ore to deposit, with manganese deposit in shallow sea shelf basin sub-phase and Xiangmeng Period of southwest Hunan in shallow sea deposit environment. Three aspects of ancient geography, ancient structure and ancient climate allied to control the form and space distribution of Mn-deposit. Xinluhe-Shuping region and Niutoupo area were forecast as 2 prospective zones according to metallogenic regulation. The modle of metallogenic by alga living creature and ammonia gas in the course of deep original manganese in land transferred to shallow sea shelf basin was established. The reaction formula: $NH_3+H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$; $Mn(HCO_3)_2 + OH^- \rightarrow MnCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$.

Key words: Shallow sea facies; Micro-facies in basin center; Forecast Mn ore; Southwest Hunan

（上接第16页）

阿尔金地块南西缘的活动陆缘型侵入岩及蛇绿混杂岩带都是昆仑洋盆闭合阶段B型俯冲作用的产物，B型俯冲作用[4]的主要方向是向北，即东昆仑地块向塔里木地块下面俯冲。

本文承郑基俭、刘耀荣、何建泽等高级工程师指导和修改，在此一并深表谢意。

参 考 文 献

[1] 王中刚，于学文，赵振华，等.稀土元素地球化学[M].北京：科学出版社，1989.
[2] 李昌华.火成岩微量元素岩石学[M].武汉：中国地质大学出版社，1991.
[3] 崔军文，唐哲民，邓晋福，等.阿尔金断裂系[M].北京：地质出版，1998.
[4] 姜常义，等.塔里木板块北缘活动陆缘型侵入岩带的岩石学与地球化学[J].中国区域地质，2001，（2）：158～163.

CHARACTERISTIC AND GEOLOGY MEANING OF ALKALINE CALCIUM INVADE—ROCK ZONE AT THE SW FRINGE OF ALTUN MASSIF①

MA Tie-qiu, WANG Xian-hui, MENG De-bao
(Institute of Foundation Geology, HNIGS, Xiangtan Hunan 411100, China)

Abstract: Alkaline calcium invade-rock zone at the SW fringe of Altun massif composed by 10 granites of different size, mainly including quartz diorite, tonalite, granodiorite, monzonitic granite. Investigation of rock mineralogy, rock chemistry, and geochemistry on trace element, rare earth elements and isotopes, indicates that they belongs to alkaline calcium series with the evolvement characteristic of the same magma origin in the environment of movable mainland fringe. As the isochrone age of Rb-Sr is 575 Ma, granodiorite was formed in late Sinian. This discover may help to investigate the movement mechanism of Altun massif deeply, and rebuild the process of orogenic movement of Sinian Period.

Key words: The SW fringe of Altun massif; Invade-rock zone; Movable mainland fringe; Late Sinian

万方数据

阿尔金地块南西缘钙碱性侵入岩带特征及其地质意义

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 马铁球， 王先辉， 孟德保
作者单位： 湖南省地质调查院基础地质调查所,湖南,湘潭,411100
刊名： 湖南地质
英文刊名： HUNAN GEOLOGY
年，卷(期)： 2002,21(1)
被引用次数： 2次

参考文献(4条)

1. 姜常义 塔里木板块北缘活动陆缘型侵入岩带的岩石学与地球化学[期刊论文]-中国区域地质 2001(02)

2. 崔军文;唐哲民;邓晋福 阿尔金断裂系 1998

3. 李昌华 火成岩微量元素岩石学 1991

4. 王中刚;于学文;赵振华 稀土元素地球化学 1989

引证文献(2条)

1. 邓瑞林. 马铁球. 柏道远 新疆木纳布拉克蛇绿岩地球化学特征及形成构造背景分析[期刊论文]-沉积与特提斯地质 2005(3)

2. 马铁球. 邓瑞林. 孙海清. 曾钦旺. 王先辉 阿尔金山西端似埃达克岩的地球化学特征及构造背景[期刊论文]-华南地质与矿产 2002(4)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_hunandz200201003.aspx