

## 新疆鄯善乔尔山花岗岩体的地质地球化学\*

杨荣勇<sup>1,2)</sup> 李兆麟<sup>1)</sup> 孙晓明<sup>1)</sup> 翟伟<sup>1)</sup>

(1) 中山大学地球科学系, 广州 510275; 2) 南京大学成矿作用研究国家重点实验室)

**摘要** 乔尔山花岗岩体的矿物学、地球化学、同位素等特征研究表明它是东天山地区晚古生代陆内俯冲、挤压、推覆等构造作用, 发生重熔改造的产物, 且受到后期强烈的韧性剪切作用, 流体-岩石作用也相当明显。该岩体的形成、演化及后期的地质作用对该区金矿的形成有着内在的联系。

**关键词** 地球化学, 乔尔山花岗岩体, 新疆鄯善

**分类号** P 594. 1

乔尔山花岗岩体在大地构造位置上属于塔里木板块与准噶尔板块的拼合地带, 在区域上位于中天山星星峡群地层南部地区乔尔山金矿区的北部 ( $89^{\circ}45'$ ,  $41^{\circ}43'$ ), 出露面积约  $2 \text{ km}^2$ , 围岩为志留-泥盆系地层。该岩体呈长椭圆状产出, 近东西向展布, 遭受了强烈的构造作用, 片理化强烈。该岩体形成时代为  $307 \text{ Ma}$ , 是海西期构造热事件的产物。本文从矿物学、地球化学、同位素等方面对其进行了研究并探讨了其成因及地质意义。

## 1 构造变形及矿物学特征

乔尔山花岗岩体主岩性为花岗岩, 呈灰白色、浅灰黄色, 具有变余斑状结构及粒状鳞片变晶结构, 片理化构造发育, 中至中粗粒结构。因岩体受到强烈的糜棱岩化作用, 岩体的岩带难以区分。该岩体蚀变较强, 造岩矿物蚀变为绿泥石、方解石及不透明矿物, 且绿泥石、绢云母明显具定向排列, 大部分已发生重结晶。石英、长石残斑具有压扁拉长等特点, 残留斑晶被周围重结晶的细小矿物环绕形成似流动状构造, 部分具有“核幔”构造。

岩石中主要矿物变形特征为: ① 石英多呈他形粒状结构, 主要分为石英残斑和重结晶石英两种, 且以前者为主。石英残斑可呈似鱼状、压扁拉长状或次圆状 (压熔所致)。重结晶石英亚颗粒, 其消光现象十分明显; ② 钾长石具似斑状结构, 残斑结构, 常具卡斯巴双晶, 聚片双晶不发育。颗粒边缘熔蚀现象明显, 压熔特征显著, 颗粒长轴大致平行于片理方向; ③ 斜长石呈板条状, 聚片双晶发育, 为中-更长石 ( $An=25\sim34$ ), 环带构造也可见。常呈不对称眼球残斑构造出现, 残斑较圆, 有压熔现象。斜长石斑晶破碎, 碎块之间

\* 国家自然科学基金 (49703043)、国家 305 项目基金 (85-902-05-05) 和南京大学成矿作用研究国家重点实验室课题基金 (049809) 资助项目

收稿日期: 1998-07-10 杨荣勇, 男, 34 岁, 副教授

错动较大, 为蚀变碳酸盐矿物充填, 残斑内部见玻状消光; ④ 绢云母呈细小鳞片状, 杂色干涉色. 具定向排列, 常与重结晶石英一起组成核幔构造的外形, 显示出构造应力的作用.

## 2 地球化学特征

由于该岩体形成后受到强烈的糜棱岩化作用, 产生了大量的硅化. 该岩体 ANKC 值为 1.06~1.81, 平均为 1.48,  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  为 0.07~1.00, 平均为 0.53, 在 ACF 图解中, 属于 S 型花岗岩. 随硅化作用的加强, Al Mg Ca 减少.

该岩体的 REE 分析结果表明, 其  $\Sigma \text{REE}$  为 118.63~178.63,  $\text{LREE}/\text{HREE}$  = 7.45~7.56,  $\delta_{\text{Eu}}$  = 0.31~0.70, 明显表现为 Eu 亏损. 从稀土配分模式图中 (图 1) 可以看出, 该岩体的富集系数大于 10, 各样品的稀土曲线形态一致, 均为右倾且曲线基本重合, 表现出同一物质来源. 该岩体的物源成熟度较高, 它的稀土特征与 S-D 地层岩石非常接近.

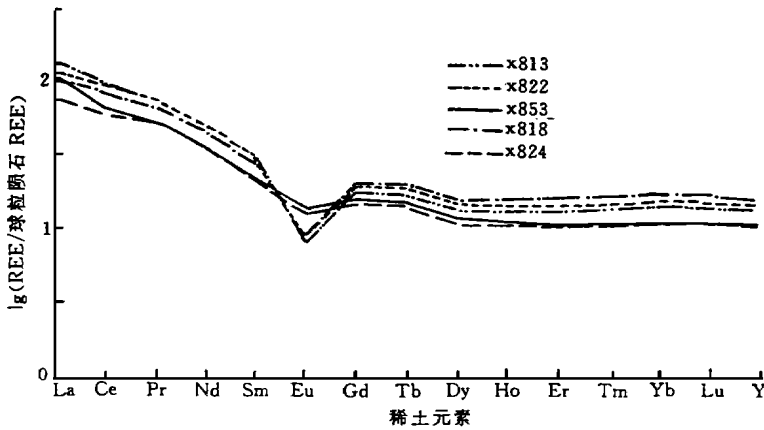


图 1 乔尔山岩体的稀土配分型式

与东天山地区同一时代未经强烈剪切作用影响的花岗岩类 (如黄山-镜儿泉岩带海西期双岔沟岩体及镜儿泉岩体) 存在一定差异, 它们在矿物学、岩石变形上的特征是很显然的, 而在地球化学方面则主要表现为: 乔尔山花岗岩体以低  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  及  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  为特征, 相对高  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$  比值. ANKC 值相近均大于 1.

与东秦岭造山带花岗岩类尤其是中生代花岗岩相比, 乔尔山花岗岩在地球化学上表现为: 低  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ , 而高  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{SiO}_2$ , 稀土特征两者相近, HREE 丰度相对偏高, Ba、Sr、Li 明显偏低.

通过对比发现, 由于韧性剪切带的强烈作用, 硅化作用加强, Al、Ca、Na、Mg 含量明显降低, 大离子不相容元素 Ba、Sr、Li、Rb 等也发生了迁移, 而  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  则明显偏高.

## 3 同位素特征

乔尔山花岗岩体全岩 Rb-Sr 同位素等时年龄为  $(30 \pm 3) \text{ Ma}$ ,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  初始比为  $0.714 \pm 0.0009$ , 相关系数  $r = 0.9996$ ,  $X_r = 81.50 \sim 187.84$ ,  $X_r$  平均值为 143.09 (表 1). 该特征与西欧 Queriquit 海西期花岗岩非常相似 (Allegre 等, 1980) ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  初始比为 0.7153,  $X_r = 156$ ,  $t = 280 \text{ Ma}$ ). 将该岩体的  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  初始比投影于  $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$  与年龄关系图解上

可以发现其位于大陆增长线的下方, 且很相近, 而远离玄武岩增长线, 表明其岩浆来源以陆壳为主. 与比利牛斯花岗岩及 Querigut 一致, 该岩体也为海西造山运动时期就位的, 按照 Mattauer (1974) 对西欧海西造山运动的解释, 这些花岗岩是一次大陆碰撞过程中产生的, 情况与喜马拉雅极相似. 大部分的造山期花岗岩都和相对年轻的大陆混合过 ( $Sm/Nd$  模式年龄为 600~ 1 200 Ma), 这些岩石包括日本、内华达山脉、欧洲海西期花岗岩类和安第斯花岗岩类或安山岩, 这些地区基底不会很老, 因而本岩体也有同样的特征.

表 1 乔尔山岩体的全岩 Rb, Sr, Sm, Nd 同位素组成

样品号	岩性	$^{87}Rb$	$^{87}Sr/^{86}Sr$	$^{147}Sm$	$^{143}Nd/^{144}Nd$	$X_r$	$X_{Nd}$	$T_{CHUR}$
		$/^{86}Sr$	(2 $\delta$ )	$/^{144}Nd$	(2 $\delta$ )	(T)	(T)	(Ma)
X 813	石英斑岩	26.582	0.830 35 $\pm$ 0.000 1			187.84		
X 815	中粒花岗岩	30.703	0.849 93 $\pm$ 0.000 07			156.96		
X 818	中粒花岗岩	13.806	0.774 60 $\pm$ 0.000 04			144.06		
X 822	中粒花岗岩	5.155 9	0.737 39 $\pm$ 0.000 1	0.124 7	0.512 50 $\pm$ 50	152.32	0.17	288.5
X 824	中粒花岗岩	3.643 9	0.727 64 $\pm$ 0.000 7			107.67		
X 850	中粒花岗岩	20.445	0.799 20 $\pm$ 0.000 2			81.50		
X 852	中粒花岗岩	6.082 7	0.743 58 $\pm$ 0.000 1			182.73		
X 853	石英斑岩	57.572	0.965 39 $\pm$ 0.000 7	0.116 0	0.512 49 $\pm$ 9	138.10	0.32	276.4

由于该岩体遭受了强烈的韧性剪切作用, 硅化作用也十分强烈, 已使原有体系的 Rb-Sr 化学封闭系统受到破坏, 因而该 Rb-Sr 年龄可能偏年轻.

乔尔山花岗岩体的中粒花岗岩和石英斑岩进行了 Sm-Nd 同位素的测定, 其  $^{143}Nd/^{144}Nd$  比值与本区星星峡群岩石相似,  $X_{Nd}(t)$  值为 0.17~ 0.32, 其  $X_{Nd}(0)$  值 (岩石现在的 Nd 同位素比值与 CHUR 岩浆库同 Nd 同位素现在值的万分偏差) 为 -2.65~ -2.85, 小于零, 表明其与地层的作用有关. 岩体物源主要为地层.

在  $^{207}Pb/^{204}Pb$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$  关系图中, 由于异常铅的不断混入, 使其全部投影于上地壳范围内.  $^{208}Pb/^{204}Pb$  丰度很高明显说明地层作用影响很大. 由于其受韧性剪切带作用最为强烈, 所以其异常铅加入的丰度远高于其它岩石, 体现了构造作用的强烈影响.

本岩体的全岩  $\delta^{18}O$  值为 1.56% 远大于 1.0% 与 S 型花岗岩和改造型花岗岩相似, 在  $X_{Sr}$ - $\delta^{18}O$  图解上 (图 2), 该岩体位于古生代沉积岩范围内, 从而表明该岩体的岩浆物质来源为上地壳的古生代沉积岩, 与 Rb-Sr 同位素结论一致.

## 4 岩体的成因及地质意义

该岩体在 Pearce (1984) 提出的洋脊花岗岩 (ORG) 标准化地球化学模式中, 属同碰撞和造山期后花岗岩. 在 Rb-Sr 和 Nb-Y 关系图中, 投影于碰撞区域, 而不是板内花岗岩或洋脊花岗岩区域.

Harris 等 (1986) 所研究的喜马拉雅、阿尔卑斯和西南欧洲海西褶皱带等同碰撞花岗岩是主要由地槽沉积物改造而成的 S 型花岗岩或改造型花岗岩. 该岩体为海西期花岗岩类, Rb-Sr Sm-Nd Pb-O 同位素均说明其上地壳物质来源, 乔尔山花岗岩体的 ( $^{87}Sr/^{86}Sr$ ) 初始比为 0.714 0, 与中元古代变质基底改造而成的片麻状花岗岩一致 (0.712 4~ 0.715 1).

该岩体的稀土特征与星星峡群也基本一致,而与 S-D 地层则非常相似,表明该岩体由 S-D 地层改造而成的 S 型或改造型花岗岩,乔尔山花岗岩围岩中压力影构造发育,它是压溶作用直接的显微证据,在该围岩的低级变质泥质岩石、粉砂岩中发育普遍.碎屑矿物石英、长石等矿物的两端,在平行压应力的方向上发生矿物溶解,而在平行张应力方向上则出现矿物生长.

Beach 根据压溶作用在矿物相变化的表现,将压溶作用分成同相 (congruent) 和异相 (incongruent) 压溶,前者表现为压溶矿物和沉淀矿物为相同的矿物相,如:乔尔山花岗岩中石英压溶后仍析出石英;相反,后者表现为压溶后析出的矿物为不同的矿物相,如石英被压溶后,常析出云母和石英.压溶作用造成的矿物相变化导致变形岩石的物质分异,同时发生了流体迁移及岩石化学成分的变化.

岩石在压溶变形过程中会发生一定程度的体积损失,而被压溶的物质的迁移和沉淀过程无疑与流体的传质作用有直接的关系,流体的作用不仅导致岩石发生同构造期的化学成分分异,而且流体-岩石相互反应也是岩石弱化和进一步变形的重要原因.

因此该岩体可以指示东天山地区存在着晚古生代陆陆碰撞,沿拼合带原弧后盆地沉积地层,由于陆内俯冲、挤压、推覆等构造作用,发生重熔改造,产生此类花岗岩.该花岗岩体产生后又受到后期韧性剪切作用的强烈作用,流体-岩石作用也相当明显,表现出构造作用的强度与岩石主、微量元素迁移变化的内在联系,对于构造作用的岩石地球化学研究具有重要的理论意义,同时对本区金元素的迁移及金矿的形成具有实际应用价值.

## 参 考 文 献

- 1 李兆麟,孙晓明,杨荣勇,等.新疆南天山志留泥盆系地层中金矿床的首次发现及其地质意义.矿床地质, 1996, 15 (3): 287-288
- 2 Pearce J A. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granite rocks. Jof Petrol. 1984, 25: 956-983

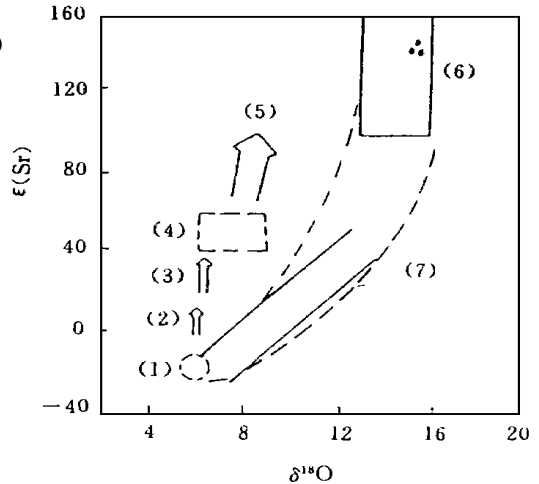


图 2  $\bar{X}(\text{Sr})-\delta^{18}\text{O}$  图解 (参照 De Paolo, 1981)  
1 幔源岩浆或火山岩; 2 富集型地幔; 3 地幔岩 + 沉积岩; 4 前寒武纪下地壳; 5 前寒武纪变质岩; 6 古生代沉积岩; 7 简单混合; ° 本区

## The Geochemical Characteristics of Qiaogashan Granite in Shanshan, Xinjiang

*Yang Rongyong*<sup>\*</sup> *Li Zhaolin* *Sun Xiaoming* *Zhai Wei*

**Abstract** The studies of mineralogy, geochemistry and isotope show that Qiaogashan granite derived from the sedimentary strata remelting and deforming due to the late Palaeozoic intracontinental subduction, layer slip, nappe, etc. in East Tianshan mountain. The stock was influenced by the late period strong ductile shearing, and also reacted by fluid-rock reaction obviously. The forming, evolution of the stock and the effect of later geological event are associated with the formation of gold deposit in this area.

**Keywords** geochemical characteristics, granite stock, Xinjiang

---

<sup>\*</sup> Department of Earth Sciences, Zhongshan University, Guangzhou, 510275, China