<table>
<thead>
<tr>
<th><strong>Title</strong></th>
<th>Petrogenesis of charnockites from western Junggar, Xinjiang, China; 西准噶尔紫苏花岗岩成因岩石学研究</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Author(s)</strong></td>
<td>Zhang, LF; Xian, WS; Sun, M</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Citation</strong></td>
<td>Xinjian Geology, 2004, v. 22 n. 1, p. 36-42; 新疆地质, 2004, 第22卷第1期, pp. 36-42</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Issued Date</strong></td>
<td>2004</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>URL</strong></td>
<td><a href="http://hdl.handle.net/10722/72559">http://hdl.handle.net/10722/72559</a></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Rights</strong></td>
<td>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
西准噶尔紫苏花岗岩成因岩石学研究
张立飞 1,2, 冼伟胜 1,2, 孙敏 2
(1. 北京大学地球与空间科学学院, 北京 100871; 2. 香港大学地球科学系, 香港特别行政区)

摘要: 紫苏花岗岩呈岩体形式侵入于石炭纪地层中，又为碱长花岗岩侵入。紫苏花岗岩由斜方辉石、单斜辉石、铁橄榄石、条纹长石、石英组成，以正εNd为特征（εNd = +4.8~+5.8）。矿物组成、结构和野外产状表明：这些紫苏花岗岩是火成成因的。温压计算估测其结晶条件是T = 700~800 °C, P = 420~575 kPa。紫苏花岗岩中有小的富云母包体和巨大的条带状捕虏体。前者被认为是残留体，后者与其围岩—火山碎屑岩相当。残留体中较低的εNd正值（εNd = +2.6~+3.5）要求新生的下部地壳是紫苏花岗岩的主要源岩：来自这些源岩的紫苏花岗岩的母岩浆在结晶前与一些来自于亏损地幔中的融体混合。该地区体积巨大的碱性花岗岩可能也来自相同的岩浆源，只不过它是在较浅的地壳深度上结晶的。

关键词: 新疆; 西准噶尔; 紫苏花岗岩; 富云母包体; 碱性花岗岩

紫苏花岗岩是一种含有紫苏辉石的特殊类型的花岗岩，通常出现在前寒武纪高级变质岩区，如世界上的几个典型的前寒武纪克拉通地区都有紫苏花岗岩出露[1]。显生宙的紫苏花岗岩比较少见，特别是含有橄榄石的岩浆型紫苏花岗岩，目前有报道的只有澳大利亚显生宙紫苏花岗岩[2]。我国在广东云开大山一带发现过加里东期紫苏花岗岩[3]，但它是含有石榴石等特征变质矿物的变质成因的紫苏花岗岩[3]，至今尚没有显生宙岩浆型紫苏花岗岩的报道。根据笔者在西准噶尔庙尔沟地区工作发现了岩浆型紫苏花岗岩[4]，并较详细地报道了新疆西准噶尔庙尔沟含橄榄石的紫苏花岗岩体的岩石学和地球化学特征。

1 区域地质概况
张立飞等：西准噶尔紫苏花岗岩成因岩石学研究

第 22 卷第 1 期

又为晚期的庙尔沟碱长花岗岩（240~270 Ma）侵入[11]，因此西准噶尔庙尔沟含橄榄石的紫苏花岗岩形成时代应为古生代晚期。

2. 野外产状和岩石学特征

紫苏花岗岩出露在新疆西准噶尔地区最大的庙尔沟岩体的东南部和北部边缘。在紫苏花岗岩体中含有几米长的条带状围岩凝灰质火山岩捕虏体和小的扁豆状的麻粒岩相富云母包体。

紫苏花岗岩呈青黑色、块状中粗粒花岗结构，特征矿物包括紫苏辉石（15%）、普通辉石（10%）、条纹长石（10%）、斜长石（40%）、石英（10%）、角闪石（10%）、黑云母（3%）、铁橄榄石（<2%）和一些副矿物。

紫苏辉石呈粗粒自形粒状，含少量 Fe-Ti 氧化物包裹体，与普通辉石、铁橄榄石呈平衡结构；橄榄石并不常见，经常被 Fe-Ti 氧化物包围；角闪石可达 10%，似是辉石的次生矿物；条纹长石、反条纹长石（总量~10%）呈粗粒自形-半自形，与斜长石和它形石英平衡共生（斜长石组分一般是 An20~An30）；其他组成矿物包括黑云母（3%）和副矿物磁铁矿/钛铁矿、榍石和锆石等。

3. 矿物化学

矿物成分的电子探针分析是在中国科学院地质研究所岩石圈开放实验室的 Cameca SX51 型电子显微镜上进行的，加速电压 15 kV，定向束流 20 nA（表 1，图 2A）[20]，计数器时间 10~20 s，最后结果用 PAP 矫正。

表 1 西准噶尔紫苏花岗岩辉石的代表性成分

<table>
<thead>
<tr>
<th>样品号</th>
<th>321</th>
<th>322</th>
<th>841</th>
<th>842</th>
<th>302</th>
<th>273</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Opx</td>
<td>Opx</td>
<td>Opx</td>
<td>Opx</td>
<td>Opx</td>
<td>Opx</td>
<td>Opx</td>
</tr>
<tr>
<td>SiO₂</td>
<td>49.9</td>
<td>49.0</td>
<td>51.0</td>
<td>51.3</td>
<td>48.9</td>
<td>48.5</td>
</tr>
<tr>
<td>TiO₂</td>
<td>0.12</td>
<td>0.25</td>
<td>0.18</td>
<td>0.17</td>
<td>0.13</td>
<td>0.16</td>
</tr>
<tr>
<td>Al₂O₃</td>
<td>0.27</td>
<td>0.24</td>
<td>0.30</td>
<td>0.28</td>
<td>0.14</td>
<td>0.24</td>
</tr>
<tr>
<td>FeO*</td>
<td>35.6</td>
<td>32.0</td>
<td>29.0</td>
<td>29.2</td>
<td>19.1</td>
<td>0.249</td>
</tr>
<tr>
<td>MnO</td>
<td>0.94</td>
<td>1.05</td>
<td>0.81</td>
<td>0.98</td>
<td>1.05</td>
<td>1.08</td>
</tr>
<tr>
<td>MgO</td>
<td>11.9</td>
<td>12.1</td>
<td>17.0</td>
<td>16.9</td>
<td>9.65</td>
<td>10.8</td>
</tr>
<tr>
<td>CaO</td>
<td>1.61</td>
<td>1.64</td>
<td>1.16</td>
<td>1.84</td>
<td>1.28</td>
<td>1.37</td>
</tr>
<tr>
<td>Na₂O</td>
<td>0.02</td>
<td>0.00</td>
<td>0.02</td>
<td>0.03</td>
<td>0.03</td>
<td>0.03</td>
</tr>
<tr>
<td>K₂O</td>
<td>0.00</td>
<td>0.02</td>
<td>0.00</td>
<td>0.03</td>
<td>0.03</td>
<td>0.03</td>
</tr>
<tr>
<td>Total</td>
<td>100.5</td>
<td>100.8</td>
<td>99.6</td>
<td>99.6</td>
<td>100.1</td>
<td>100.3</td>
</tr>
<tr>
<td>O</td>
<td>6</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

注：FeO* —— 全铁；Opx —— 斜方辉石；Cpx —— 单斜辉石；单位：常量为%。

图 2 紫苏花岗岩中辉石化学成分图解

(A) —— 辉石的化学成分分类；(B) —— 单斜辉石温度计。
Table 2  The representative analyses of various minerals from charnockites, Western Junggar

![Table 2](https://www.cnki.net)

Table 3  Major and trace elements for charnockites from Western Junggar

![Table 3](https://www.cnki.net)
紫苏花岗岩的初始地幔标准化痕量元素分布模式

Fig.3 QAP diagram of charnockitic rocks

Rb
Ba
U
K
Nb
Ti
P
Zr
Sr

Table 4 Sm/Nd isotope data for charnockites from Western Junggar

<table>
<thead>
<tr>
<th>Sm x 10^6</th>
<th>Nd x 10^6</th>
<th>143Sm/144Nd</th>
<th>147Sm/144Nd</th>
<th>εNd(T=320 Ma)</th>
<th>T(DM) ε(T=320 Ma)</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>207</td>
<td>32.08</td>
<td>0.1495</td>
<td>0.5120104</td>
<td>790</td>
<td>5.59</td>
</tr>
<tr>
<td>841</td>
<td>32.78</td>
<td>0.1390</td>
<td>0.5120146</td>
<td>690</td>
<td>5.78</td>
</tr>
<tr>
<td>134</td>
<td>13.84</td>
<td>0.1391</td>
<td>0.5127524</td>
<td>790</td>
<td>4.82</td>
</tr>
<tr>
<td>114</td>
<td>42.88</td>
<td>0.1428</td>
<td>0.5128174</td>
<td>690</td>
<td>5.93</td>
</tr>
</tbody>
</table>

5 P-T

- Wood and Banno
- Ca-Mg

T=709–826 °C

- Di-En-Hd-Fs

700–800 °C

Fe-Mg

Muller

- 21: P=–41.224

+23.709X_{OxFe}+18.263X_{OxFe}+0.014 37 °C

- 700–800 °C

- 15–20 km

- Davidson and Lindsley

- 800 °C

- 378–575 kPa

- 700–820 °C

- 378–525 kPa

6

- 2

- 15–20 km
Fig. 5 Chondrite normalized REE patterns for charnockites (a) and surmicaceous enclaves (b)

6.1 

6.2 

6.3 

6.4
上涌机制开始起作用

同一个源分异的岩浆或演化的岩浆

地壳部分熔融、分异结晶的结果

要求紫苏花岗岩的母岩浆是从这个原始新生的下部

位素数据表明

区晚古生代—中生代时期新生的下部地壳的部分熔

板底垫托机制解释西准噶尔地区的地壳增生和演化

形成后造山碱性花岗岩

区的紫苏花岗岩不可能是碱性花岗岩的残留体

结晶于较浅的地壳深度

ε

第

℃

A

杂岩的成因

1

Eu

Sr

[24,27~30]

Ba

[44]

正异常

2

Ba

[43]

引起

[38]


[18] Sun Ss and McDonough W F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes[M].
PETROGENESIS OF CHARNOCKITES FROM WESTERN JUNGGAR, XINJIANG, CHINA

ZHANG Li-fei1, XIAN Wei-sheng2, SUN Min2

1. Department of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing, China;
2. Department of Earth Sciences, The University of Hong Kong, Hong Kong, SAR, China

Abstract: Charnockites occur as giant enclaves or pendants(?) in the Miaogou Batholith, Western Junggar region. These rocks are composed of ortho- and clinopyroxenes, fayalite, perthite, antiperthite, and quartz, and are characterized by positive εNd values (+4.8~+5.9). Mineral assemblage, texture and field occurrence indicate an igneous origin for the charnockites. Temperature and pressure estimations give 700~800 °C and 4~5 kb crystallization conditions. The charnockites enclose small sarmicaceous enclaves and large banded angular xenoliths. The former are considered as restites, while the latter are equivalent to the country pyroclastic rocks. The positive but lower εNd values (+2.6~+3.5) for the restites require that the juvenile lower crust was the dominant source for charnockitic magma, and parental magma of the charnockites from this source was mixed with some melt from depleted mantle, before crystallization. The voluminous alkaline granites in the region were probably from the same magma source, but crystallized at upper crust depth.

Key words: Xinjiang; Western Junggar; Charnockite; Sarmicaceous enclaves; alkaline granite