

# 招莱地区花岗岩钾长石变斑晶 特征及其形成

王炳成

(山东省地质科学研究所)

**提要** 本文论述了招莱地区与金矿关系密切的花岗岩,尤其是郭家岭斑状花岗岩中,发育大量的钾长石斑晶。从钾长石斑晶的化学成分、光性特征、与其他矿物的交代关系以及被其包裹的先成矿物与基质的相似性,表明钾长石斑晶是在花岗岩化过程中的钾化阶段,由成岩溶液对先成岩石的渗透—扩散交代而成。

招莱地区与金矿有关的花岗岩,尤其是斑状花岗岩(郭家岭斑状花岗岩),发育大量的钾长石变斑晶,研究这些钾长石变斑晶的特征及其形成,对于探讨花岗岩的成因,进而解决金矿的物质来源,指导找矿,具有一定的理论和实践意义。本文试在以往工作的基础上提出粗浅认识,不当之处,敬请指正。

## 一、钾长石变斑晶的特征

### (一) 钾长石变斑晶在岩体中的分布

本区钾长石变斑晶主要是微斜长石或微斜条纹长石,主要出现在斑状花岗岩中,在玲珑片麻状花岗岩的局部地段也有零星出现。在斑状花岗岩内钾长石变斑晶的含量一般为10%±,有的地段比较密集,可达30%±,例如上庄岩体。钾长石变斑晶在岩体中的分布一般没有规则,但在局部地区(例如上庄岩体)呈大致的平行定向排列。这些钾长石变斑晶的晶形多呈不规则状,少数具有较自形的板状、柱状的晶形(照片1、2)。粒径大小不一,小的不足1厘米,大的可达十几厘米,一般为几厘米。在钾长石变斑晶内通常包含有数量不等的各种先成矿物,常见的有石英、斜长石,其次为黑云母、普通角闪石以及锆石、楣石、磷灰石、褐帘石等副矿物。这些先成矿物在钾长石内的分布状态有不规则零散分布的,也有沿钾长石边缘集中分布的,亦常见呈平行定向排列或环带状分布的(照片3、4)。显微镜下观察,钾长石通常较为新鲜,可以见到被钾长石包裹的斜长石已全部绢云母化粘土化,而钾长石仍保持新鲜洁净,显然表明它的生成晚于斜长石(照片5)。

### (二) 钾长石变斑晶与其他矿物的关系

通过显微镜观察,钾长石变斑晶除被晚期的钠长石交代外,皆是交代包裹或替代其他矿物,最明显的现象是交代斜长石,有时斜长石被钾长石替代了,但其中的石英嵌晶

仍被保存下来而零星散布在钾长石内(照片6)。除了大量的交代现象和交代残余现象外,还可以见到下列因钾长石交代而产生的现象:

1. 在斜长石与钾长石的接触部位出现的蠕英石结构(照片7);
2. 斜长石与钾长石交接部分出现的钠长石反应净边结构(照片8);
3. 黑云母与钾长石相交部位出现的白云母反应边(照片9);
4. 钾长石交代黑云母、黝帘石等形成的似文象结构(照片10、11)。

除了上述钾长石变斑晶交代其他矿物的现象外,也可以见到钾长石本身被晚期的钠长石化所交代而形成的条纹长石(照片12)。

### (三) 钾长石变斑晶的光性特征

本区的钾长石为微斜长石,普遍发育格状双晶,由于受构造引力的作用,常具有波状消光、双晶扭拆、碎裂等现象。

经费氏台测定本区钾长石的光轴角 $[2v(-)]$ 为 $82.5^\circ$ 。有序度:费氏台测定为0.97, X光测定为0.89—0.93,红外光谱测定为1.06(其谱线见图)。其成分(Or%) : 费氏

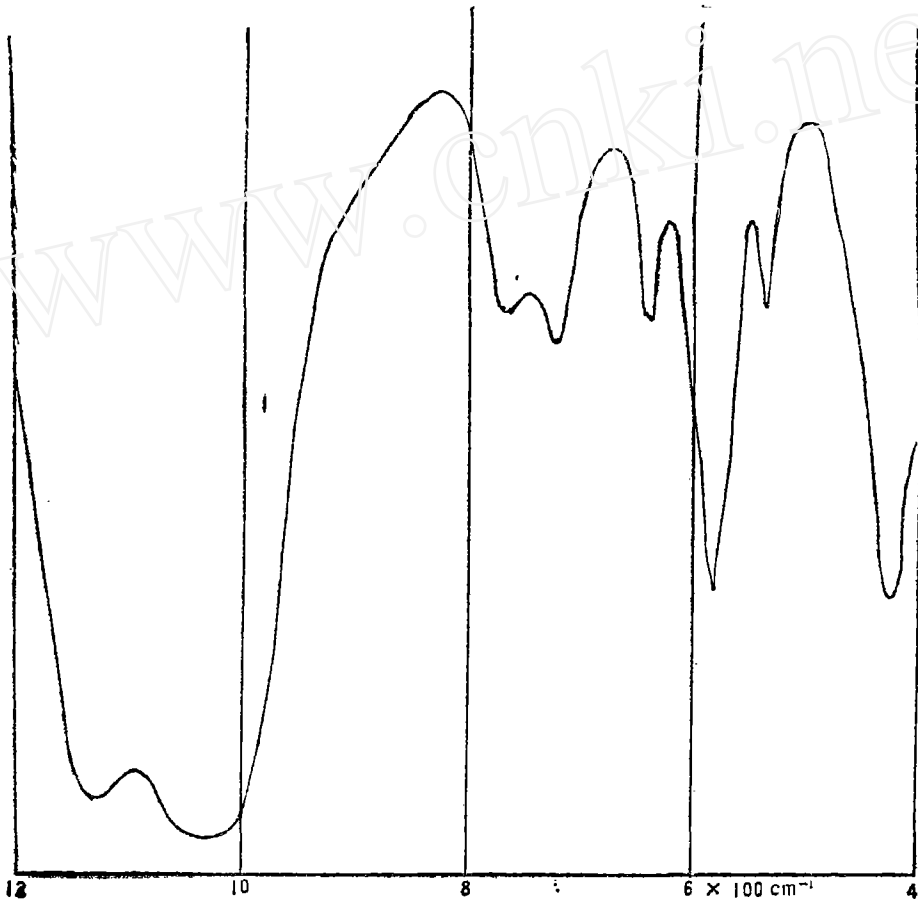


图1 招莱地区花岗岩中钾长石变斑晶的红外光谱图  
(江苏省地矿局中心实验室贺玉琨等测)

台测定为76, x光测定为68—77。以上测定结果见表1。

表1 钾长石变斑晶的光性特征常数

	面网	$2\theta$	有序度	成分(Or%)
x	201	21.20	0.89	68
	131	30.00		
	131	30.20		
	060	41.96		
	204	50.80		
光	201	21.20	0.93	77
	131	30.00		
	131	30.06		
	060	41.94		
	204	50.36		
费氏台	光轴角(2V-)		有序度	成分(Or%)
	32.5°		0.97	76
红外光谱	$\nu_1$	$\nu_2$	$\Delta\nu$	有序度
	640 $\text{cm}^{-1}$	536.5 $\text{cm}^{-1}$	103.5	1.06

• 岩石中钾长石混合样品, x光由辽宁、山东省地矿局实验室测定。

据C·汤姆生等资料, 中微斜长石—中三斜正长石的光轴角(2V)为60—80°, 红外有序度为0.66—1.10, 最大微斜长石的光轴角为81—85°, 红外有序度为1.1—1.20。因此本区钾长石应为中—最大微斜长石。花岗岩中钾长石的有序度与岩体的成因有关, 大多数交代成因的钾长石是有序度>0.90的最大微斜长石, 它们的形成温度较低, 通常稳定温度为375°±50°C。

#### (四) 钾长石变斑晶的化学成分

1. 主要化学成分(%): 据2个单矿物样品分析, 其主要化学成分为SiO<sub>2</sub>64.28—65.09、TiO<sub>2</sub>0.00—0.20、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>17.81—19.10、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.02—0.30、FeO0.05—0.83、MnO0.00—0.03、MgO0.08—0.21、CaO0.33—0.80、Na<sub>2</sub>O1.77—1.85、K<sub>2</sub>O11.62—12.99、H<sub>2</sub>O+0.45、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>0.09、CO<sub>2</sub>0.27、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.00。与岩石中钾长石的平均化学成分(SiO<sub>2</sub>64.13、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>18.90、CaO0.32、MgO0.13、Na<sub>2</sub>O1.84、K<sub>2</sub>O13.33、MnO0.00、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.03、FeO0.05、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.00)十分接近, 表明与岩体中的钾长石系同一成岩溶液的产物。与通常的微斜长石成分(SiO<sub>2</sub>63.67、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>19.60、BaO0.98、

CaO 0.40、Na<sub>2</sub>O 3.62、K<sub>2</sub>O 11.16, (据文献〔2〕)相比, 本区钾长石的钾含量高, 而钠含量低, 这可能与钾长石中所含钠长石条纹的多少有关。

2. 微量元素: 据 2 个光谱分析结果本区钾长石变斑晶的微量元素含量为: Be < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、Pb 1—2 ( $\times 10^{-3}$ )、Sn < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、Ga < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、Cr < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、Ni < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、Mo < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、V < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、Cu < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、Zr < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、Ag < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、Zn < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、Co < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、Y < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、Sc < 1 ( $\times 10^{-3}$ )、Ce < 100 ( $\times 10^{-3}$ )、La < 10 ( $\times 10^{-3}$ )。定量分析 (%): Ba 0.98—1.08、Rb 0.021—0.022、Sr 0.103—0.128。可见, 本区钾长石变斑晶中微量元素含量都较低, 相对而言, 轻稀土元素含量较高。

3. 含金性: 本区钾长石变斑晶的金含量分别为 0.010—0.023—0.030 克/吨。与地壳平均含量 (0.004 克/吨, 黎形, 1976) 和花岗岩的平均含量 (0.004 克/吨, 维诺格拉多夫, 1962) 相比都明显的高, 联系到本区花岗岩的围岩—太古代胶东群地层的含金性也较高 (64 个样品加权平均含量为 22.91 ppb\*), 不难理解, 花岗岩钾长石变斑晶中如此高的金含量显然是在交代改造过程中从围岩中攫取的。

## 二、钾长石变斑晶包裹的先成矿物特征

### (一) 先成矿物的化学成分

本区花岗岩钾长石变斑晶包裹的先成矿物化学成分测定结果列于表 2。由表可见, 石英、斜长石、黑云母、榴石、褐帘石等被钾长石变斑晶包裹的先成矿物的化学成分与岩石中同种矿物的平均化学成分都十分相似。

### (二) 先成矿物的矿物包裹体特征

1. 包裹体温度: 用爆裂法测得钾长石变斑晶内石英包粒的温度为 290—355℃, 这与岩石中石英包裹体的爆裂温度 (340—375℃) 较为相近。

2. 包裹体的气相成分: 钾长石变斑晶内石英包粒矿物包裹体的气相成分经南京大学地质系测定为 (微升/克): CO<sub>2</sub> 16.13, CH<sub>4</sub> 21.35, N<sub>2</sub> 15.70。与同一岩体中石英包裹体的气相成分 (微升/克) CO<sub>2</sub> 20.70, CH<sub>4</sub> 35.30, N<sub>2</sub> 15.00 相比, 有的接近, 有的差异, 但差别不明显。

### (三) 先成矿物的氧同位素组成

对浑圆状石英 (显然是经钾长石交代溶蚀了的) 进行了氧同位素组成测定, 其结果为 ( $\delta^{18}\text{O}\text{‰}$ ) + 8.96, 与岩石中的石英平均氧同位素 + 9.78 较为相似。

### (四) 先成矿物斜长石的光性特征

据 x 光测定钾长石变斑晶内包裹的斜长石的成分为 18(An%), 有序度为 0.95, 这与同一岩石中的斜长石的成分 (An18)、有序度 (0.93) 几乎完全一致。

从上述被钾长石变斑晶交代包裹的各种先成矿物的化学成分、光性特征、矿物包裹

\* 见作者与第六地质队张毓朴等研究报告“山东招莱地区金矿控矿条件及矿床特征”, 1983。

表2 钾长石斑晶包裹体的化学成分(%)

石	SiO <sub>2</sub>		CaO		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		K <sub>2</sub> O		Na <sub>2</sub> O		Ba		Rb		Sr		Au(克/吨)		方石英		
英	98.40	0.13	0.10	0.71	0.015	0.0018	0.0031	0.24													
	98.92	0.10	0.01	0.015	0.0018	0.0031	0.24														
斜长石	63.23	4.27	0.94	21.20	0.10	0.005	0.004	0.009	0.059												
	65.79	0.94	0.05	21.64	0.05	0.00	0.004	0.009	0.109												
黑云母	35.40	0.71	9.75	15.20	0.09	0.03	0.09	0.33	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	37.55	1.25	13.00	18.88	0.38	7.53	0.29	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
辉石	1.30	27.24	34.47	0.17	0.09	0.12	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
	1.09	27.05	32.75	0.19	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
褐帘石	32.00	16.65	15.44	0.0060	0.02550	0.0295	0.265	4.60	0.065	0.118	1.08	2.66	0.0621	0.0325							
	32.48	16.55	15.61	0.0059	0.0230	0.0300	0.264	4.55	0.052	0.105	1.07	2.25	0.0619	0.0310							

\* 岩石中该矿物的平均含量

体特征及氧同位素组成特征等, 表明, 它们与岩石中的基质组成矿物本是同一成岩阶段的产物, 只是在钾长石化过程中部分矿物被钾长石交代包裹而被虏进钾长石变斑晶的。

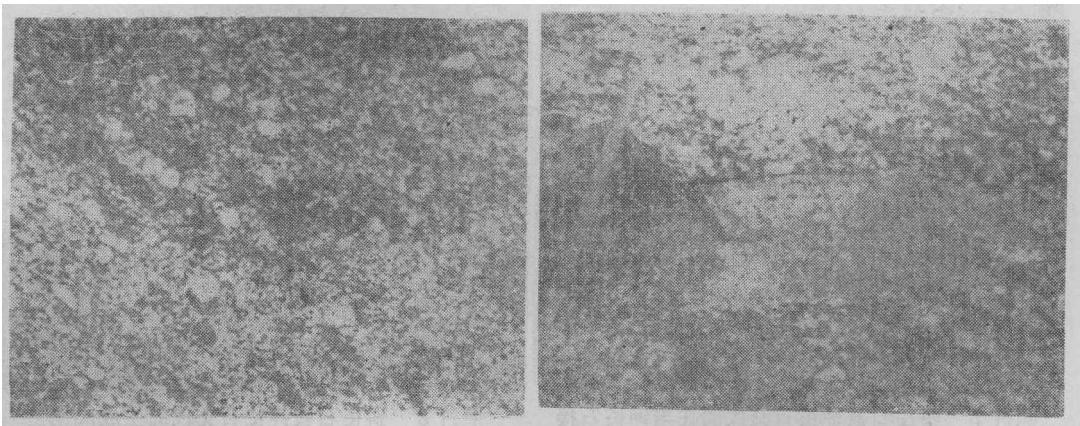
### 三、钾长石变斑晶的形成

从上述钾长石变斑晶的大量特征, 不难看出, 本区钾长石变斑晶是在花岗岩化过程中的钾化阶段(成岩方式见文献〔4〕), 由成岩溶液对先成岩石组分进行渗透—扩散交代而成。在其交代生长过程中, 由于“自净作用”(s.s.奥古士梯蒂斯, 1979), 使被包裹的先成矿物推向边部, 导致先成矿物沿钾长石变斑晶边部集中的现象。如先成矿物沿钾长石的某结晶方位分布, 则被交代包裹的先成矿物在钾长石变斑晶内呈平行的定向排列。当钾长石变斑晶具有不同时期的带状生长情况, 则先成矿物被分期带入而呈环带状为钾长石变斑晶所包裹。钾长石变斑晶在岩石中的生长分布一般是无规律的, 但是当成岩溶液在其交代结晶的环境中遇到可透性较大的地段(如岩石微缝、矿物晶隙发育处), 则在较大的可透性方向上钾长石变斑晶能够呈大致平行的定向排列分布。

文中的化学成分由山东省地矿局实验室分析, 氧同位素由地矿部宜昌研究所张理刚等测定, 在此表示感谢。

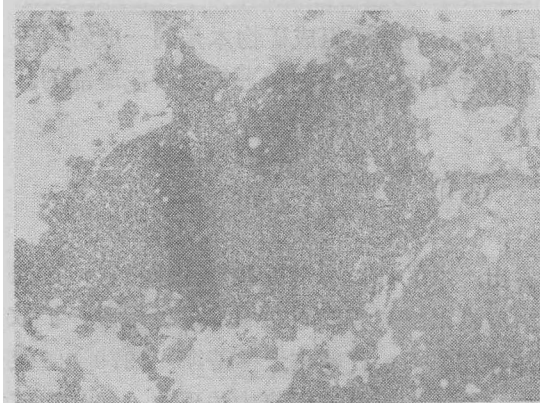
### 参 考 文 献

- 〔1〕C. 彭姆生, 1957, 用红外光谱测定长石的成分。国内地质参考资料1974年, 第1期。
- 〔2〕中国地质科学院, 1977, 透明矿物显微镜鉴定表。地质出版社。
- 〔3〕S.S.奥古士梯蒂斯, 1979, 花岗片麻岩及有关岩石结构图册(中译本)。地质出版社。
- 〔4〕王炳成, 1986, 玲珑花岗岩的岩石化学与地球化学。山东地质, 第二卷, 第一期。
- 〔5〕刘高魁等, 1979, 长石的红外光谱及其在测定硅铝有序度上的应用。《地质地球化学》第11期。

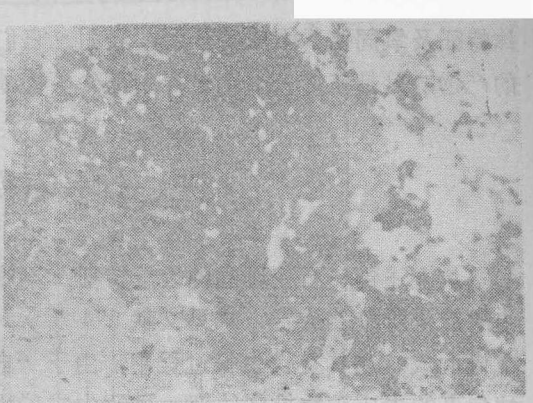


照片1 花岗岩与胶东群接触带大量不规则状钾长石变斑晶(白色颗粒)

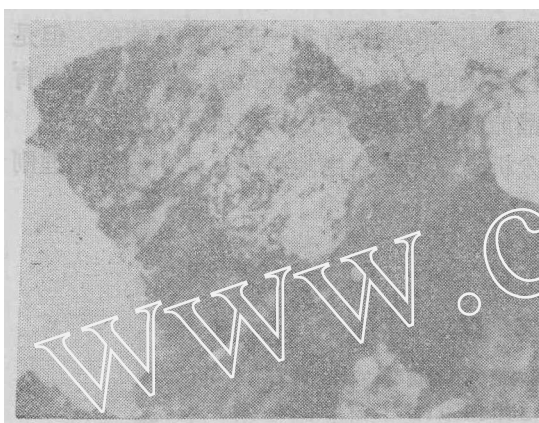
照片2 花岗岩中较自形柱状钾长石变斑晶, 可见先成矿物呈平行定向排列



照片3 钾长石中被包裹的先成矿物呈边缘集中分布。(正交,×4)



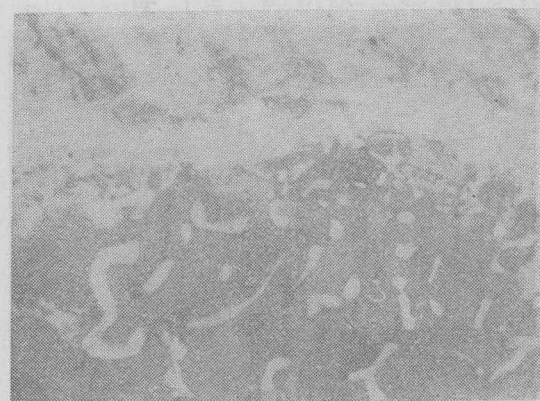
照片4 先成矿物在钾长石变斑晶向呈环带状分布。(正交,×4)



照片5 被交代包裹的斜长石已全部绢云母化粘土化,而钾长石仍保持新鲜洁净。(正交,×120)



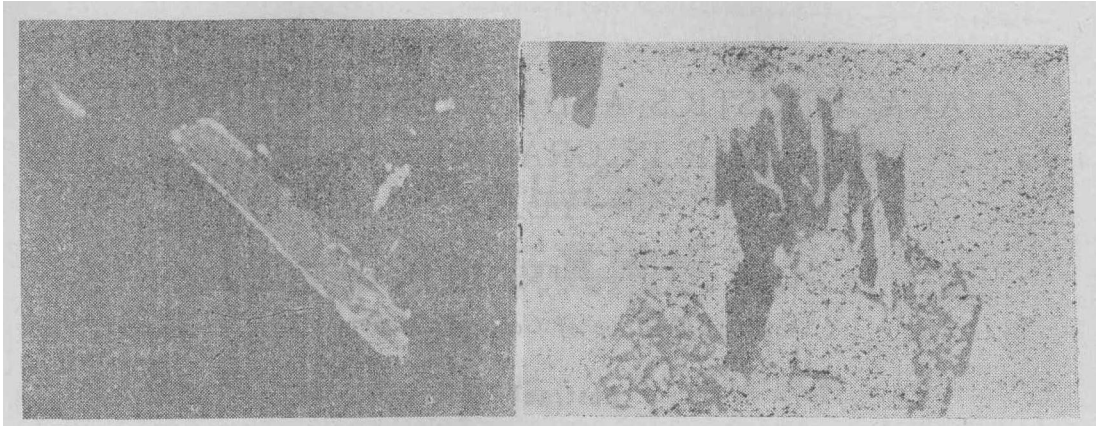
照片6 部分斜长石已被钾长石交代替换,但其中的石英嵌晶仍残留在钾长石变斑晶内。(正交,×260)



照片7 斜长石被钾长石交代而在与钾长石接触处产生的 hornblende 结构(正交,×260)

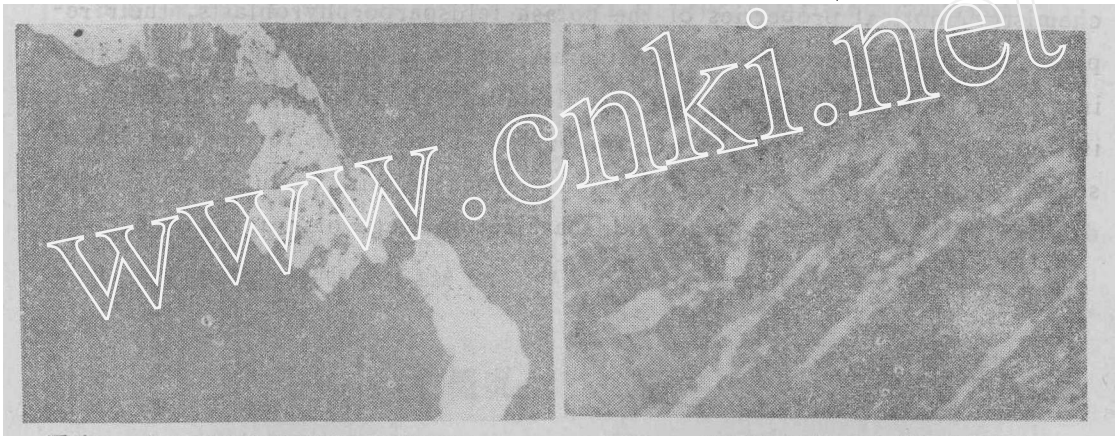


照片8 斜长石被钾长石交代而生成的钠长石反应边(正交,×120)



照片9 黑云母被钾长石交代而生成的白云母反应净边。(正交, ×260)

照片10 黑云母被钾长石交代而形成的文象状结构(黑云母本身已黝帘石化)。(单偏光, ×640)



照片11 钾长石交代黝帘石而形成的文象状结构。(正交, ×640)

照片12 晚期钠长石细脉交代钾长石而生成的条纹长石。(正交, ×120)

CHARACTERISTICS AND CENESIS OF POTASH  
FELDSPAR IN GRANITES IN THE  
ZHAOYUAN-YEXIAN AREA

Wang Bingcheng

(*Shandong Institute of Geological Sciences*)

**Abstract**

Potash feldspar porphyroblasts occur in large quantity in the granite closely related to the gold ore deposits in the Zhaoyuan-Yexian area, especially in the Guojialing porphyritic granite. Based on the study of the chemistry, optical properties of the potash feldspar porphyroblasts, their replacement relationship with other minerals, and similarities to the pre-existing minerals enclosed in the porphyroblasts and the matrices of granites, it is suggested that the potash feldspar porphyroblasts were formed by metasomatic process of infiltration-diffusion of rock-forming solution into pre-existing rocks during the potash feldspathization stage of granitization.