

栗木矿田位于南岭东西向复杂构造带与湘中—桂东—海南岛南北向构造带的反接部位，基城向斜的北部扬起端。

区内发育东西、南北、北东、北西、北北东和北东东等方向的断裂，东西向和南北向两组断褶构造组成基本构造格架，南北向隆起上发育东西向横跨褶皱。

栗木花岗岩为一同源、同期、不同幕的

栗木花岗岩

长石与矿化的关系

黄雅乔

复式岩体，产于多组构造复合部位，主体轴向南北，呈岩株状侵入上中泥盆统与下石炭统地层，出露面积约1.5km²，深部可能是一个岩基，同

位素地质年龄为160~196百万年（锆石，铀—铅法），属燕山早期产物。根据岩石、矿物特征，副矿物组合，接触关系和同位素年龄，将岩体分为三幕，各幕花岗岩中微量元素丰度见表1。

花岗岩微量元素丰度表 (ppm)

表1

元素	Ta	Nb	W	Sn	Be	F	Cu	Pb	Ga	Ni	Ti	Ag
幕次												
一 幕	30	37	40	100	25	6300	90	30	50	110	228	
二 幕	21	30	119	120	4	8200	90	30	24	30	228	26000
三 幕	31	24	79	100	6.8	5000	130	30	35	19	138	
维氏 (1962)	3.5	20	1.5	3	5.5	800	20	20	20	8	2300	0.05

注：Ta、Nb、W、Sn为化学分析，F用离子电极分析，其余为光谱半定量分析。

栗木花岗岩中长石和云母类矿物的化学成分和分布特征，对于探讨花岗岩的成岩成矿演化规律有重要的意义，本文仅就长石特征进行探讨。

花岗岩中的长石主要为正长石、中微斜微纹长石和完全有序型的斜长石。

1. 长石含量：长石类矿物（钾长石和斜长石）总含量（用体积百分比表示）一般在42.16~56.2%。从第一幕到第三幕钾长石依次减少，斜长石显著增多，斜长石比华南同期花岗岩高出17.1~49.5%（表2）。两种长石的量比关系，也可从碱长石系数中看

花岗岩中钾长石和斜长石含量表

表2

地 区	含 量 (%)		备 注
	钾 长 石	斜 长 石	
华 南	34.8	26.3	
栗 木			
第三幕碱长花岗岩	13.34	29.32	Ta、Nb矿床
第二幕二长花岗岩	21.60	30.84	
第一幕二长花岗岩	24.07	32.20	Ta、Nb矿化

出，从第一、二幕的二长花岗岩演化到第三幕的碱长花岗岩，其碱长石系数依次增加，分别为54.68、55.26和79.11%。

2. 长石成分变化：斜长石在第一幕二长花岗岩中含量为32.2%，An_{28~35}，为更长石和中长石；第二幕二长花岗岩中含量30.84%，An_{0~14}，其中钠长石仅7.4%，以更长石为主；第三幕碱长花岗岩中含量

39.32%，An_{0~20}，绝大多数是An<3的钠长石。说明栗木花岗岩随着岩浆演化到晚期阶段，斜长石中的钠组分逐渐富集，从而使斜长石向酸性演变。

从分析结果来看，钾长石的CaO含量低，Ab组分由早到晚渐增（表3），这是由于花岗岩岩浆演化到晚期阶段富含钠，从而形成富含Ab分子的钾长石。

岗 花 岩 体 中 钾 长 石 成 分

表 3

幕次	地点	分 析 项 目 (%)					长 石 组 分 (%)		
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	Or	Ab	An
第三幕	水溪庙	64.03	18.27	15.57	1.19	0.10	20~40	60~80	未 予 测 定
		65.27	18.56	15.43	1.13	0.22			
		64.86	18.78	16.32	0.79	0.18			
	老虎头	64.93	18.70	15.52	0.83	0.10	60~40	40~60	
		65.90	18.26	15.85	0.41	0.07			
		65.81	18.76	12.16	3.66	0.05			
		65.21	19.02	14.87	0.51	0.08			
	金竹源	65.54	18.22	14.65	1.42	0.04	60~40	40~60	
		65.55	18.38	15.27	1.13	0.10			
第二幕	香坑	65.45	18.30	15.22	1.24	0.39	80~60	20~40	
		65.65	18.40	15.32	0.92	0.10			

3.长石的有序度:长石的Si—Al有序程度与形成温度和冷却速度有极为密切的关系。本区花岗岩中长石采用X射线分析(湖北

宜昌502所测定),测定数据见表4。本文拟用长石的Si—Al有序度的变化来探讨花岗岩型钽铌矿床成矿作用的某些物理化学条件。

栗 木 燕 山 期 花 岗 岩 中 长 石 的 有 序 度

表 4

时 代	年龄 (百万 年)	岩石名称	钾 长 石				斜 长 石				备 注
			2θ°CuK ^α		三斜度	有序度	2θ°CuK ^α		An%	有序度	
			(1 3 1)	(1 $\bar{3}$ 1)			(1 3 1)	(1 $\bar{3}$ 1)			
第 三 幕	160	碱长花岗岩	29.44	30.12	0.84	0.91	31.24	30.16	0	84	1.第三幕为 Ta、Nb矿床 2.钾长石、 三斜度根据戈 尔德史密斯 (1954)的公式: Δ=12.5(d 131-1 $\bar{3}$ 1) 而计算的有序 度是根据索赛 德科(1974)的 图解而确定 的。 3.斜长石:有 序度是根据史 密斯(1956)的 图解确定的。
		碱长花岗岩	29.62	30.20	0.71	0.62	31.30	30.16	8	80	
		碱长花岗岩	29.40	30.08	0.81	0.91	31.36	30.22	8	70	
		碱长花岗岩	29.60	30.34	0.76	0.91	31.20	30.14	0	90	
		钾长花岗岩					31.50	30.40	1	80	
		富石英花岗岩	29.58	30.18	0.76	0.75	31.22	30.12	1	89	
		碱长花岗岩	29.70	30.24	0.66	0.62	31.18	30.10	0	79	
		碱长花岗岩	29.74	30.34	0.73	0.62	31.22	30.14	0	90	
		钾长花岗岩	29.50	30.18	0.83	0.75	31.20	30.12	0	99	
		二长花岗岩	29.64	30.34	0.84	0.91	31.32	30.26	0	98	
第 二 幕	174	二长花岗岩	29.46	30.04	0.72	0.91	31.20	30.18	0	85	
		二长花岗岩	29.60	30.26	0.81	1.00	31.22	30.16	0	95	
		二长花岗岩	29.58	30.24	0.81	1.00	31.18	30.06	2	79	
		二长花岗岩	29.66	30.22	0.71	0.91	31.28	30.18	1	100	
		二长花岗岩	29.54	30.20	0.81	0.66	31.20	30.12	0	92	
		二长花岗岩	29.60	30.28	0.83	1.00	31.30	30.20	1	82	
		二长花岗岩	29.50	30.06	0.69	0.62	31.20	30.16	0	98	
		二长花岗岩									

(1)钾长石:栗木花岗岩中钾长石的三斜度变化范围($\Delta = 0.66 \sim 0.84$,多数在 $0.7 \sim 0.84$ 之间)不大,与华南燕山期花岗岩中的钾长石($\Delta = 0 \sim 0.95$)有所不同,钾长石以完全有序型为主,出现少数过渡型,过渡型微斜长石的出现,说明中微斜长石—正长石有序度的变化是一个连续的完整

系列。过渡型微斜长石是浅成(或半深成)侵入体特有的矿物,它们是岩浆侵入到浅成带后结晶而成。这些高有序度微斜长石的出现,与本区花岗岩富含挥发分有密切关系,由于岩浆演化导致在晚期阶段中挥发份富集,而使岩浆的结晶温度下降,为形成高有序度微斜长石创造了有利条件,因此这些高

有序度的微斜长石应属于低温下岩浆结晶作用的产物（石英包裹体测温结果为300~340℃）。

（2）斜长石：人工合成和热处理天然斜长石实验研究证实了斜长石系列Si—Al有序度变化的连续性，高温系列斜长石是无序的，低温系列斜长石是有序的，介于两者之间为一系列过渡型的斜长石，栗木的斜长石均为有序型，没有出现过渡型及无序型斜长石，从测定结果可以看出，这些高有序型斜长石An值均很低。

金结祐和舟桥三男^[1]在研究世界某些花岗岩斜长石有序度变化时指出，花岗岩时代越老，斜长石的有序度愈高。而栗木和华南地区燕山期花岗岩中斜长石的有序度则与其相反，说明本区花岗岩形成和发展是地壳演化不均匀性的表现。

（3）两种长石有序—无序的组合：根据两种长石有序—无序类型绘制成长石共生结构状态分类图，栗木花岗岩在图中投影点分布在Ⅱ、Ⅰ—Ⅱ区，说明长石的有序—无

从华南稀有元素矿化花岗岩来看，其侵入时代多属燕山期，尤其是燕山早期及中期。含矿岩体呈小岩株、岩瘤、岩枝、岩脉产出，多数为小岩株状复式岩体，具有明显分带性，属浅成相。栗木稀有元素矿化花岗岩属燕山早期产物，呈小岩株状复式岩体。矿体赋存于岩体不同标高的相对凸起的较高部位，矿床具有垂直分带特点。随着岩浆不断地演化，其分带也愈完全，方向性与顺序性的演变特征更为明显，导致稀有元素进一步富集产生矿化或形成矿床。

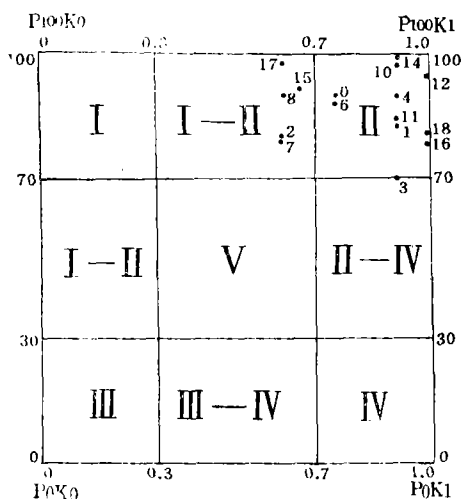
钼铌矿化花岗岩，不像稀土矿化花岗岩在较高温和迅速冷却条件下形成，缺乏充分结晶分异作用的时间，稀土元素在岩浆结晶过程中未能产生相对富集，因此其分布较均匀。而钼铌花岗岩是在较低温度形成，这是由于岩浆富含挥发份，一方面使岩浆结晶温度下降，另一方面促使岩浆分异作用，同时使稀有元素得到进一步的富集并产生矿化，这就是钼铌花岗岩矿床往往集中在岩体顶部、长石具有高有序度的原因。

栗木钼铌花岗岩中的长石属有序型组合，说明系低温条件下形成，这与石英包裹体测温资料是吻合的。

因此，花岗岩中的长石有序—无序状态变化，不仅是反映成岩成矿作用的重要标志，而且是寻找花岗岩型稀土、稀有矿床的重要标志之一。

主要参考文献

- 〔1〕Kim, C.W., Hunahachi, M., Lithos, 1972, 5, №. 8
- 〔2〕中国科学院地球化学研究所，华南花岗岩类的地球化学，1979，科学出版社



长石共生组合分类图

P K 完全无序型；P₁₀ K₁ 完全有序型；
P K 斜长石无序—钾长石有序型；P₁₀₀ K₀ 斜长石有序—钾长石无序型

序组合是有一定范围的。钼铌花岗岩型矿床长石主要投影在Ⅱ区，说明钼铌花岗岩型矿床形成的温度较低，少数在Ⅰ~Ⅱ区，表明是中温条件。

