

问题讨论

对414矿床成因的讨论

王成发

(江西有色地质勘探公司地质研究室)

江西414钽铌矿床是我国六十年代末期普查找矿的一个重大发现。目前一致认为414矿床成因与花岗岩浆有关,或者是花岗岩浆分异作用形成的^[1,2],将矿床归为岩浆矿床,称为岩浆自变质矿床^①或者是岩浆期后气化热液形成^[3]。作者在实地考察的基础上认为:414矿床的形成是花岗岩化过程中碱质交代作用的产物,即非岩浆成因

一、矿床地质

1. 地层 矿区及附近出露的地层为寒武纪以前的变质岩,主要岩性是变质砂岩、粉砂岩夹结晶灰岩与炭质板岩。

2. 构造 该矿床位于武功山有色稀有金属成矿带的中段,矿带作北东东向展布,构造复杂,混合岩化、花岗岩化不同程度发育。

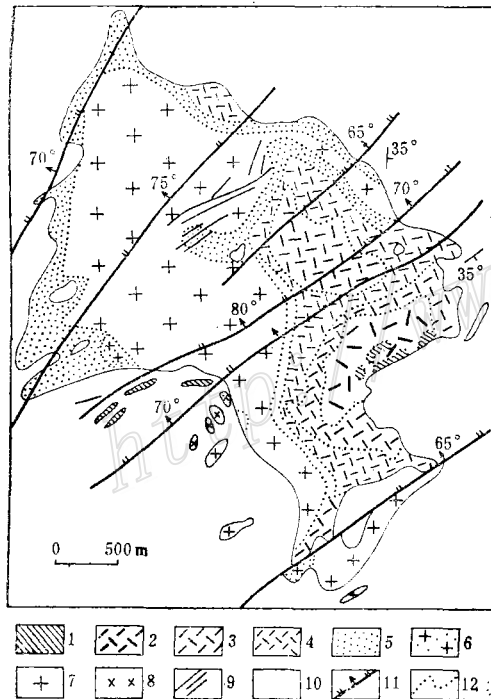


图1 雅山岩体岩相分布图

(据勘探报告改编)

1—似伟晶岩; 2—强钠长石化、锂云母化花岗岩; 3—中钠长石化、锂云母化花岗岩; 4—弱钠长石化花岗岩; 5—中粒二云母花岗岩; 6—细粒白云母花岗岩; 7—中粗粒黑云母花岗岩; 8—基性岩脉; 9—石英脉; 10—寒武纪以前的变质岩; 11—断层; 12—岩相分界线

Fig. 1. Diagrammatic geological map showing lithofacies of Yashan intrusive body.

1—Pegmatoid; 2—Intensely albitized and lepidolitized granite; 3—Moderately albitized and lepidolitized granite; 4—Weakly albitized granite; 5—Medium-grained two-mica granite; 6—Fine-grained muscovite granite; 7—Medium-course grained biotite granite; 8—Basic vein; 9—Quartz vein; 10—Precambrian metamorphic rocks; 11—Fault; 12—Boundary of lithofacies.

① 袁见齐等, 1979年, 矿床学, 45—54页。

3. 花岗岩类岩石 雅山花岗岩是矿区的主要岩体, 作岩株产出, 面积 9.5km^2 , 主要岩性是中粗粒至粗粒黑云母花岗岩和细粒白云母花岗岩, 局部有中粒二云母花岗岩 (图1)。

矿区西部出露的武功山混合岩中有条带混合岩、条痕状混合岩和均质混合岩, 并有典型的花岗岩化花岗岩。

4. 交代蚀变现象 有三种现象是明显的: ①雅山岩体内部碱交代强烈。表现为强烈的钠长石化、钾长石化、锂云母化; ②硅交代广泛分布。除岩体内部不少地段有硅交代外, 变质岩中也有硅的交代作用, 多数表现为硅化, 少数表现为云英岩化; ③交代分异体普遍发育。早阶段形成的交代分异体有石英体、长石石英体、透闪石脉体, 以及石榴石、符山石、绿帘石透镜体, 局部有黑云母团块; 晚阶段形成的有长石脉、石英脉及团块、碳酸盐脉、伊利石脉等。

二、岩体成因

414 钽铌矿位于雅山花岗岩东部, 要讨论矿床成因是岩浆的亦或是非岩浆的, 首先必须阐明岩体的成因。

1. “层状花岗岩”的发现。笔者在实地考察中发现雅山岩体东部即 414 矿床的内外, 花



照片 1 层状花岗岩 人子岭北西公路旁
照片 2 层状花岗岩 人子岭北西公路旁
照片 3 层状花岗岩 人子岭南西公路旁
照片 4 层状花岗岩 采场中部

岗岩普遍呈层状产出,为了形象地描述这一地质现象,称层状产出的花岗岩为“层状花岗岩”(照片1—4)。“层状花岗岩”的成层性有以下几个特点:①象沉积岩一样,多数呈中厚层至厚层状,“层”的厚度为30—100cm,少数为巨厚层状,可达1.5—2m,极少数呈薄层状,10—20cm。②成层性由分开岩石的一些剥离面表现出来,这些剥离面一般是平直的,也有一定的稳定性,延长可达几米到几十米。花岗岩风化后,剥离面更清楚,甚至由于差异风化,在露头上形成“似蘑菇状”的风蚀残岩。

③“层状花岗岩”的层面产状多数缓倾斜,少数倾角大于 30° ,而且“层状花岗岩”的层面产状与附近变质岩产状是一致的。④高富岭西侧不远的岩体内部,发现“层状花岗岩”的层面和变质岩残块的片理面是沟通的,两者是一个东西(图2)。

“层状花岗岩”的成层性,显然不同于侵入花岗岩的“层节理”,因为“层状花岗岩”的成层性是矿物定向和岩石成分上的差异造成,而层节理则没有这种定向构造和成分上的差异,同时这里的成层性除了缓倾斜的产状外,还有倾角大于 30° 的,这是“层节理”不可能有的。需要指出,“层状花岗岩”多分布在靠近变质岩的花岗岩内带,其范围一般为200—300m,向岩体内部逐渐消失。

从这些特点可以认为花岗岩的成层性是变质岩成层性造成,“层状花岗岩”的层面就是变质岩的片理面(这里相当于层面)的残存表现。这种现象自然导致“层状花岗岩”是变质岩改造而成的结论。

2. 花岗岩岩性变化大。按理说,由侵入作用形成的小岩体岩性是稳定的,由简单的几种岩石类型组成。而雅山岩体虽然面积小,但岩性变化大(图1),常常在短距离内几种岩性反复出现。岩性变化表现在三个方面:一是花岗岩的粒度从粗粒→中粒→细粒→不等粒→微晶;二是斑晶含量从多斑(达20—30%)→少斑(1—2%);三是石英含量从少(10%左右)多(50%或更多)。岩性变化这样大,表明岩体不是从成分大致均一的岩浆中结晶形成。

3. 岩体内部花岗岩化残影体的发现。残影体可大可小,图2中所示是较大的残影体,较小的见于矿区CK156孔附近,在离接触面垂距50—60cm处见有花岗岩化变质石英砂岩条带、条带宽度为2—3cm左右,经镜下鉴定变质岩的石英砂粒清楚,并有黑钨矿化。残影体多数在近变质岩不远的内带见到,在岩体内少见。其次,花岗岩中见有清楚的片麻状构造(照片5)。

4. 靠近岩体的变质岩中有顺层分布的花岗岩化变质砂岩,层厚为80—100cm,与变质岩比较,矿物粒度增粗,长石、云母增加。有的地段花岗岩化微弱,变质砂岩仅被改造为长英岩。花岗岩与变质岩间常有似伟晶岩分布,且接触面同变质岩的片理面多数情况下相一致(照片6)。

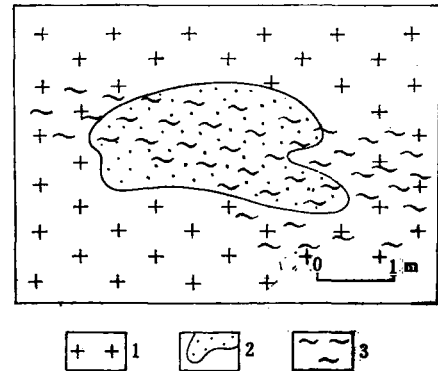


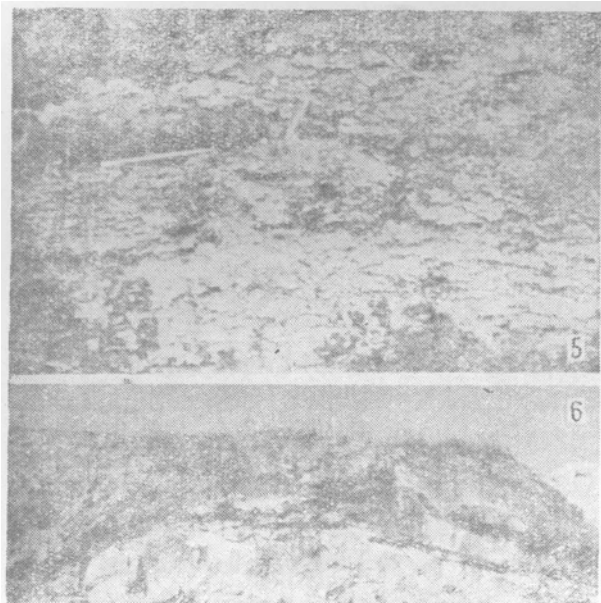
图2 变质岩残影体素描图

1—细粒花岗岩; 2—变质砂岩; 3—片理

Fig. 2. Sketch of a skialith in metamorphosed rocks.

1—Fine-grained granite; 2—Metamorphosed sandstone; 3—Schistosity.

5. 同位素年龄的差异。中国科学院贵阳地化所用钾-氩法对锂云母和锂白云母测定了两个同位素年龄：一个是强钠长石化花岗岩，年龄值为131Ma，定为燕山晚期；另一个是矿床西部早占龙的白云母花岗岩，年龄为157Ma，定为燕山早期^①。两个数据相差26Ma。两个样



照片5 花岗岩中保留的片麻状构造 工人村北东公路上

照片6 层状花岗岩与变质岩 (AnG) 的整合接触 采场西接触带

品取样相距仅在1.5km左右，其间无岩体分期分相界线。这表明相距不大的花岗岩，形成时代相差较大，这不是岩浆侵入岩的特征，而是交代作用形成花岗岩所具有的特征。这是因为侵入花岗岩冷凝时间短，而花岗岩化花岗岩成岩延续时间长的道理。同时早占龙位于岩体内部，强钠化花岗岩位于岩体东部边缘，按岩浆论观点，应该是岩体边部先结晶，成岩时间应该是内部晚于边部，而已有数据却相反。这种情况正好说明花岗岩化的进程是从岩体中心开始的，随着地质年代的推移逐渐向外发展。

6. 花岗岩中长石的有序度。由于有序型长石一般是低温下缓慢结晶形成，无序型长石是高温下快速结晶形成，所以在一般情况下，微斜长石特别是高有序度的微斜长石是作为区域变质

岩石或花岗岩化岩石中最稳定的钾长石形式出现的。根据贵阳地化所的鉴定资料^[1]，矿区花岗岩中钾长石的三斜度为0.82，属有序型，斜长石An值从0—7，有序度等于100，也属有序型。因此长石的有序度也表明矿区的花岗岩不是岩浆成因，而是花岗岩化成因。

7. 矿区花岗岩的熔化实验进一步证明花岗岩不是岩浆成因，而是花岗岩化形成。贵阳地化所^[1]对华南花岗岩类熔化实验的结果表明：在等压 $2000 \times 10^5 \text{pa}$ 下的初熔温度，414矿区锂云母钠长石花岗岩为576℃，诸广山黑云母花岗岩为680℃，大容山堇青石花岗岩为710℃，和平石英闪长岩为720℃，后三者很接近，相差仅40℃，它们同国外花岗岩的初熔温度也很接近（图3）。属于岩浆花岗岩，这同日本都城秋穗1977年根据Tuttle和Bowen两人的曲线改编的花岗岩熔融曲线一致，即在饱和水的情况下，在一万个大气压下，花岗岩的熔融温度最低为600℃。据此，低于600℃的花岗岩不是岩浆花岗岩，而是花岗岩化花岗岩。414矿区锂云母钠长石花岗岩，在 $2000 \times 10^5 \text{pa}$ 下的初熔温度只有576℃，远远低于华南岩浆花岗岩，也低于伟晶岩（图3），表明414花岗岩不是岩浆成因，而是花岗岩化成因。

中国科学院地球化学研究所对华南变质岩的熔化实验也说明了这一点^[1]，在 $500 \times 10^5 - 2000 \times 10^5 \text{pa}$ 下，板溪群石英片岩初熔温度为830—670℃，建瓯群条带状石英长石云母片岩为730—660℃，同岩浆花岗岩相一致，而同414花岗岩相差很远，表明414花岗岩不是这套老变质

① 据中国科学院地球化学研究所1973年资料。

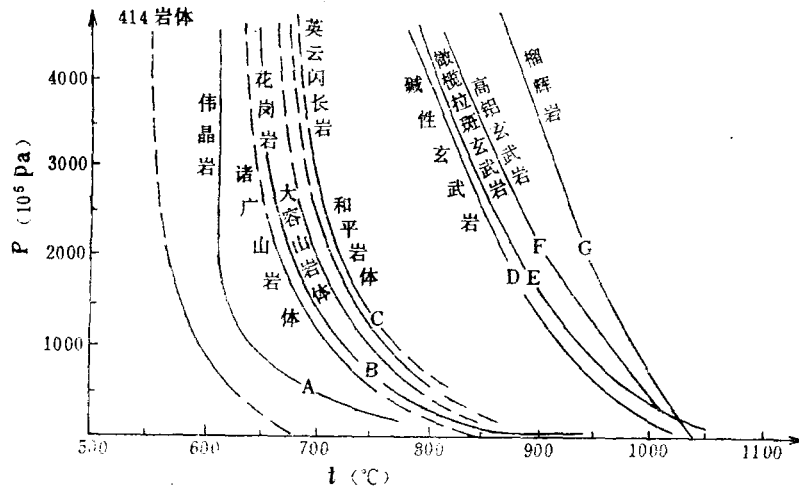


图3 华南花岗岩类初熔曲线与国外其他岩石初熔曲线比较

(据贵阳中国科学院地球化学研究所)

A—沃恩, 1963; B—卢思, 1964; C—皮温斯基, 1968; D、E、F、G—约德和蒂利, 1962

Fig. 3. Initial melting curves of South China type granitoids as compared with initial melting curves of other types of rocks abroad.

岩通过熔融状态生成。

上述几点表明, 雅山岩体不是岩浆侵入形成, 而是原地花岗岩化的产物。显然, 这个结论同目前地质界已作结论之间的距离是很大的。可以预料, 花岗岩化成因观点将会遇到很多困难, 比如, 如何解释雅山岩体和变质岩之间的突变接触关系; 按照已有的同位素年龄资料, 容易得出花岗岩化完成于燕山期的结论, 这样新的时代里能有花岗岩化吗? 等等。在对待新结论与传统认识之间的矛盾时, 首先需要的是尊重事实, 只有在承认事实的基础上, 才可能发现新的问题, 地质理论才有可能不断前进。例如, 花岗岩体与围岩之间的突变接触关系, 长期以来一直作为岩体侵入成因的重要证据之一在地质界广泛运用。同时认为花岗岩化的岩体其接触界线必然是不清楚的, 是渐变的。应该承认, 这种传统认识有正确的一面。所以正确就在于迄今为止, 这种认识在自然界仍然可以找到若干实例。但要看到这种认识亦有局限性的一面。其局限性在于岩体接触界线清晰程度的原因不单是取决于“侵入”作用, 或者是“花岗岩化”作用, 同时也取决于接触界面形成时, 该界面与主应力之间的夹角大小。当夹角小时, 界面清楚; 当夹角大时, 界面不清楚, 甚至有较大的渐变范围。笔者在野外发现, 混合岩化与花岗岩化都可以形成清楚的和不清楚的两种界线。因而雅山岩体与变质岩成突变接触界线, 并不能作为否定花岗岩化的证据。至于说燕山期有没有可能发生花岗岩化的问题, 如果单从时代新老去研究花岗岩化, 正反结论都是推测性的, 没有可靠证据。

三、矿床成因

既然雅山岩体是变质岩原地花岗岩化的产物, 而不是岩浆侵入形成, 因此414矿成岩成矿过程中花岗岩浆就不存在了, 下面将继续列举前人的某些材料来阐明矿床是花岗岩化过程中碱质交代作用的产物。

1. 矿床的岩石类型自上而下可以分为八个带, 即: ①似伟晶岩石英带; ②似伟晶岩长石石英带; ③钠长石锂云母云英岩带; ④强钠化锂云母化花岗岩带; ⑤中钠化锂云母化花岗岩带; ⑥弱钠化花岗岩带; ⑦二云母花岗岩带; ⑧黑云母花岗岩带。这八个带的厚度大小不等, 各带上下相叠, 类似于“似层状”, 更重要的是这些带在空间上的分布近似地平行于岩体周围变质岩的产状 (图4)。各带的这种似层状产出形态, 加上同变质岩产状的一致性, 不能不使人们把矿床成因同变质岩的层性挂上钩。

2. 矿床化学成分不均一 (表1)。

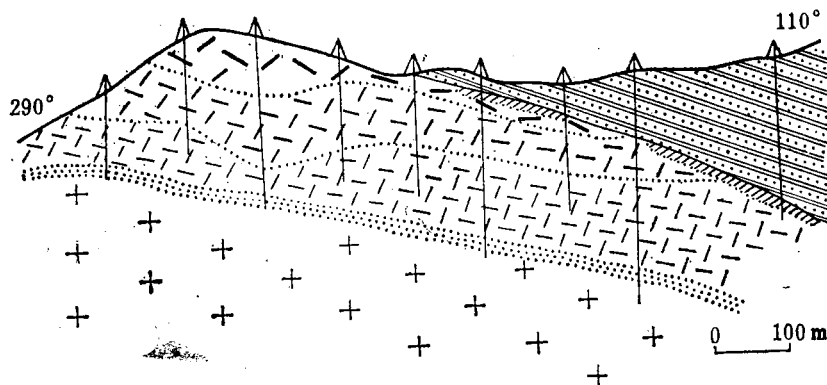


图4 414矿区0线地质剖面图

(据勘探报告改编; 图例同图1)

Fig. 4. Geological section along exploration line No. 0 of the 414 ore district.

(Symbols as for fig. 1)

表1 矿床硅酸盐分析成果 (%)

Table 1. Analyses of silicates in the deposit (%)

岩石类型	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	F	Cl	烧失量	合计
似伟晶岩石英带	96.15	0.033	0.84	0.12	1.48	0.057	0.20	0.53	0.22	0.34	0.050	0.03	0.01	0.49	100.55
似伟晶岩长石石英带	65.70	0.054	16.42	0.19	0.63	0.22	0.20	0.80	2.60	12.92	0.055	0.09	0.01	0.95	100.83
钠长石锂云母云英岩带	70.51	0.11	15.45	0.12	0.56	0.54	0.32	0.80	1.15	6.90	0.52	0.36	0.01	2.70	100.05
强钠化锂云母化花岗岩带	70.07	0.033	17.19	—	0.35	0.11	0.24	0.52	5.83	2.93	0.55	0.86	0.02	1.48	100.18
中钠化锂云母化花岗岩带	72.84	0.018	16.46	0.25	0.10	0.35	0.19	0.37	4.34	4.46	0.31	0.08		0.59	100.38
弱钠长石化花岗岩带	73.59	0.015	16.31	0.30	0.39	0.23	0.20	0.28	3.47	4.72	0.24	0.06		0.76	100.57
二云母花岗岩带	74.52	0.07	13.78	0.38	0.56	0.13	0.17	1.23	4.21	4.18	0.18	0.16	0.01	1.19	100.73
黑云母花岗岩带	74.22	0.08	14.08	0.51	0.42	0.11	0.27	0.27	3.69	4.31	0.28	0.07		0.52	98.63

注: 表中数据取自中国科学院地球化学研究所“江西省宜春414钽铌矿区气液包裹体测温报告”

表1的数据表明, 矿床内岩石化学成分除SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃+FeO、MgO、Na₂O+K₂O变化较小外, 变化较大的成分有TiO₂、MnO、CaO、F, 变化幅度见表2。这四种成分变化较大的现象是不能用岩浆成因观点给予解释的。同样是这四种成分, 在典型的由岩浆侵入作用形成的老虎头、水溪庙、牛岭坳三个钽铌矿床中变化是很小的 (表3)。对比研究之后, 可以认为414矿床内化学成分变化大的原因是由于矿石不是通过岩浆结晶交代作用形成, 与

成分较为均一的花岗岩浆无成因联系。矿石或岩石是花岗岩化过程中碱交代作用生成,因而导致成分上差异的原因,要追溯到发生花岗岩化的原岩上去。

表 2 TiO_2 、 MnO 、 CaO 、 F 变化幅度
Table 2. Variation range of TiO_2 ,
 MnO , CaO and F

元 素	变化范围(%)	变化幅度(倍)
TiO_2	0.015→0.11	6.3
MnO	0.11→0.54	3.9
CaO	0.27→1.23	3.6
F	0.06→0.86	13.3

3. 岩体化学成分的“成层性”。花岗岩型钽铌矿床从上到下化学元素尤其是碱金属元素逐渐变化的结论在地质界影响较深,不同矿床具有不同的变化趋势,这种认识只适合于由岩浆及其交代作用形成的那些矿床里。而在花岗岩化形成的那些钽铌矿床中则是另一番情景,414矿床就是一个明显的例子。矿床顶部的伟晶岩带由于分布不连续,暂不考虑,从表1中可见,其余六个岩带在化学成分上的变化并不表现为从上至下的规律变化,下列元素从上至下的变化特征,表现出化学成分具有“成层性”:

FeO 从高→低→高
 MnO 从高→低→高→低
 TiO_2 从高→低→高
 CaO 从高→低→高→低
 K_2O 从高→低→高
 Na_2O 从低→高→低→高→低
 P_2O_5 从高→低→高
 F 从高→低→高→低

表 3 岩浆成因花岗岩型钽铌矿床中 TiO_2 、 MnO 、 CaO 、 F 变化幅度
Table 3. Variation range of TiO_2 , MnO , CaO and F in niobium-tantalum deposits of magmatic granite type

矿 点	TiO_2		MnO		CaO		F	
	范围(%)	幅度(倍)	范围(%)	幅度(倍)	范围(%)	幅度(倍)	范围(%)	幅度(倍)
老虎头	0.02—0.02	0	0.03—0.04	0.3	0.15—0.18	0.2	0.06—0.20	2.3
水溪庙	0.02—0.02	0	0.1—0.18	0.8	0.17—0.35	1.1	0.29—0.68	1.3
牛岭坳	0.04—0.04	0	—	—	0.16—0.32	1	0.08—0.17	1.1

注:表中数据来源于冶金部地质研究所,1977,南岭及邻区花岗岩型钽铌矿床成矿规律、找矿标志及找矿方向

值得指出的是碱金属 K_2O 、 Na_2O 本来应该是从上部向下部逐渐降低,但实际上不是这样,如表1,弱钠长石化花岗岩的 Na_2O 含量低于二云母花岗岩和黑云母花岗岩。按照岩浆结晶交代观点, F 应该是聚集在岩体顶部,或散失在岩体以外的围岩中,但矿区内出现的情况却完全不同,除了岩体顶部较高以外,在矿床下部的二云母花岗岩中还很高。这种现象不能不使人们怀疑 F 的来源是否就只有岩浆成因。

特别应当强调的是,矿区二云母花岗岩厚度很小,但化学成分与上下岩石截然不同,表

现有大量的CaO、K₂O + Na₂O、Fe₂O₃ + FeO、F，以及低含量的Al₂O₃。F和K₂O + Na₂O两项比上下的矿石（岩石）要高，CaO是全区最高的，即高于它之上的所有矿体，也高于它之下的黑云母花岗岩，Al₂O₃是全区除伟晶岩外最低的。

4. 锂白云母化学成分不均一。贵阳地化所对矿区锂白云母作了系统分析，结果见表4。

表 4 不同岩石中锂白云母的化学成分(%)

Table 4. Chemical composition (%) of lithium muscovite from different rocks

岩 性	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Li ₂ O	H ₂ O*	P ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅
中钠长石化花岗岩	47.41	0.11	31.30	1.82	1.35	0.80	0.066	0.12	0.79	10.58	0.63	3.97	0.09	0.0096	0.0150
弱钠长石化花岗岩	49.68	0.16	27.89	3.06	1.78	1.29	0.07	0.38	0.83	10.34	1.37	3.12		0.0136	0.0260
二云母花岗岩	45.90	0.50	30.84	1.50	2.48	0.23	1.20	0.16	0.81	10.90	0.70	3.50	0.01	0.0075	0.055
白云母花岗岩	45.89	0.35	30.59	3.51	2.39	0.21	0.55	0.50	1.05	10.86	0.38	3.49	0.04		
变化幅度(倍)	0.10	3.5	0.1	1.30	0.8	5.1	16.1	3.1	0.3	0.1	2.6	0.3	1.3	0.7	2.7

按照岩浆成因的观点，矿床内同一种矿物的化学成分应当是稳定的，如果有变化，变化幅度小，而且从矿床上部至下部表现出随着交代作用减弱，化学成分应该有连续的趋势变化。而表4的数据说明，锂白云母化学成分变化是比较大的，如TiO₂变化幅度为3.5倍，MnO为5.1倍，MgO为16.1倍，CaO为3.1倍。这4种元素都是活动性不强的组分，在同种矿物中含量成几倍至十几倍的变化，不能不说原始成分上的差异是大的。同前面一样，二云母花岗岩的锂白云母化学成分又与上下岩石（矿石）不同，具有独特的特征。如CaO、SiO₂、MnO偏低，而TiO₂、FeO、MgO是最高的，相反Fe₂O₃最低，再一次说明在原岩成分上二云母花岗岩与上下岩石是不相同的。厚度不大的二云母花岗岩在矿床深部连续稳定分布，在化学成分上具有区别于上下岩石与矿石的独特性，这不能不给岩浆成因论提出一个疑问，在岩浆作用中是什么因素促成岩体内形成一个化学成分特殊的、厚度不大的稳定层位，这是岩浆观点无法

表 5 矿区石英包裹体测温资料

Table 5. Temperature measurements of inclusions in quartz from the ore district

岩 石 名 称	样 号	温 度	形 成 温 度 ① (°C)								
			次 生 包 体			交代变质包体			原 生 包 体		
			数目	范 围	平均	数目	范 围	平均	数目	范 围	平均
似伟晶岩	石 英 带	S-1	4	80	80	5	285—330	300	3	445—510	483
	长石石英带	S-2	4	80—195	166	7	280—315	306	1	495	495
	长石石英带	S-3									
含铌钽花岗岩	强钠长石化花岗岩带	S-5	1	165	165	7	294—330	312	6	475—525	512
	中钠长石化花岗岩带	S-6	4	142	142	4	325	325	4	520	520
	弱钠长石化花岗岩带	S-7	3	187	187	2	320	320	1	530	530
含钨石英脉	石 英	C-1	73	52—168	138				19	254—321	273
		C-2									

① 未经压力校正，由均一法和爆裂法测得

解释的。可以作出一种大胆的设想,矿区二云母花岗岩是一种原岩成分比较独特的、厚度不大的变质岩就地改造而成。

5. 从包裹体测温资料中获得的启示。贵阳地化所卢焕章等同志对矿区石英中的包裹体测定了大量数据^[4](表5、图5)。包裹体测温资料表明有三个特点:①矿床内不同地质体的石英都同时具有三组温度,即483—530℃、300—325℃、80—187℃;②石英包裹体温度变化区间大,从80—530℃,温度间隔为450℃;③不管是伟晶岩或是花岗岩中的石英包裹体温度都低于岩浆花岗岩的形成温度。根据这三个特点,说明矿床中的石英不是从岩浆或者派生的岩浆热液中结晶形成,而是经历了比岩浆作用复杂得多的地质作用,也就是花岗岩化及其相关的碱质交代作用。根据石英的测温资料,这个过程大体上简化成以下的形式:即原生沉积(包括变质作用)石英砂→花岗岩化石英(温度区间为483—530℃)→碱质交代阶段形成的交代石英(温度区间为300—325℃)→晚期硅化石英(温度区间80—187℃)。

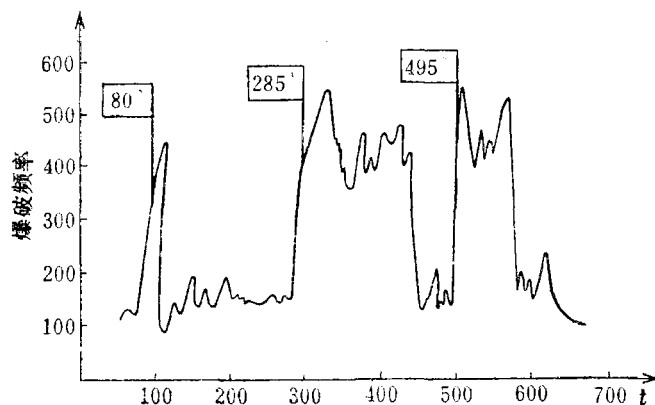


图5 似伟晶岩石英中包裹体爆裂曲线
(据卢焕章, t为℃)

Fig.5. Decrepitation curve of inclusions in quartz from the granitoid.

6. 根据冶金部地质研究所和江西有色地质勘探公司实验室所作的矿床物质组分研究工作成果来看,矿石中含有辉石类、闪石类、石榴子石等矿物,这些矿物在其他一些岩浆形成的钽铌矿床中是罕见的,而在矿区的变质岩中可以找到这些矿物。

7. 关于伟晶岩的成因,到目前为止,地质界一致认为是岩浆分异形成^[1],作者对此有不同的认识。矿床中多层似伟晶岩的出现提供了碱金属多次交代的证据。矿区出露的似伟晶岩依据产出部位可以分为两类:一类是产于花岗岩与变质岩接触带上的似伟晶岩(如人子岭采场);另一类是产于雅山花岗岩体内部的似伟晶岩(如工人村北西和早占垅钨矿I号窿)。根据产出标高可以分为三个大层次:第一大层产于雅山花岗岩体顶部的似伟晶岩,厚度从0—7m,局部可分成若干小层(照片7)。据矿山龙任柏同志讲,采场上可见到5—6层的似伟晶岩与花岗岩相间出现,单层厚几公分到20cm。交代伟晶长石向一个方向生长,个别晶体中保留了变质岩的残留物质。第二大层产于雅山岩体中部的似伟晶岩(照片8),这里的伟晶岩伴随着细晶岩的下盘发育,在伟晶岩之下出现强烈的钠化。第三大层产于雅山花岗岩体的下部,如早占垅钨矿I号窿内似伟晶岩。因此可以认为:每一个层次的似伟晶岩代表着一次碱金属的交代面,伴随着一次稀有金属矿化。

8. 关于石英晶体内钠长石呈环带状分布的现象,有称环带结构的,有称“雪球”结构的,都把它置于岩浆成因的产物^[1,5]。这种现象实际上是两个阶段两种成因形成。早期靠“自净作用”^[6]形成的石英变晶,把包裹体推到了周围。其中一部分包裹体(较基性组分)被限



照片 7 多层状似伟晶岩P 采场西接触带

照片 8 第二层似伟晶岩 工人村北东公路上

P—第二层似伟晶岩；1—强钠长石化花岗岩；2—细晶岩；3—弱钠长石化花岗岩

表 6 矿区附近变质岩中稀有元素含量 (ppm)

Table 6. RE contents of metamorphic rocks neighbouring the ore district

位 置 与 岩 体	样 数	Nb	Ta	Li	Rb	Cs
矿区西部变质岩	7	24	4.9	151	594	48
矿区东部变质岩	5	64	5.3	105	158	14
矿区顶部变质岩	6	20	5.0	4397	3800	435
矿区外围变质岩	2	58	6.0	40	105	6
矿区外围变质岩	4	26	5.0	58	183	8
黎形元素丰度值 ^①		8	0.5	45	95	3.4

①黎形1981年元素丰度表

制在石英晶体内的结晶方位上。晚期在碱金属交代时，这些较基性的组分被交代生成钠长石，并依石英的结晶方位呈六边形环带状分布。因此，这种环带状结构实际上是花岗岩化基础上碱交代的产物。

9. 成岩成矿过程中某些元素的变化。据龙任柏的资料，矿区附近变质岩有较高的 Nb、Ta、Li、Rb、Cs 含量（表6），一般高出黎形的元素丰度值的2—12倍，因此，可以认为变质岩中较高的稀有元素丰度值是414矿床成矿时就地取材的物质基础。

其次，从碱金属钾钠的变化情况看，矿区附近变质岩中15个样品含K 2.822%，略高于

黎形的丰度值 (1.9%), 含Na 0.181%, 远低于黎形的丰度值 (0.9%)。即是说, 变质岩中Na大幅度减少 (达5倍), 表明花岗岩化使变质岩中Na元素析出, 富集在花岗岩中, 形成强烈的钠长石化。而K则变化不大 (达0.4倍), 但方向相反。表明花岗岩化时变质岩内的K略有增加, 它源于414花岗岩体所在位置, 因矿区内花岗岩平均含K值为3.465%, 比黎形的丰度值 (4.2%) 低。于是可以得出结论: 成矿过程中碱金属K、Na发生了方向相反的分异作用, Na元素从变质岩向花岗岩聚集, K元素则从花岗岩向变质岩聚集。只是前者聚集程度较后者大, 所以成矿过程中起主导作用的仍然是Na的强烈交代。显然这种作用与稀有金属的聚集作用是同时发生的, 这便是成矿作用的实质。

总之, 本文旨在通过作者所接触的零星材料提出了一个矿床地质的新认识, 即有非岩浆作用形成的花岗岩型钽铌矿床。就414钽铌矿床为例, 这种矿床是通过花岗岩化及碱质交代作用将变质岩就地改造而成。很明显, 这种认识偏离传统理论很远了。文中所述, 可能有不少谬误之处, 请批评指正。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院贵阳地球化学研究所 1979 华南花岗岩类的地球化学 PP.96—101, 267—278, 357—373 科学出版社
- [2] 莫柱荪、叶伯丹等 1980 南岭花岗岩地质学 地质出版社
- [3] 徐克勤 1980 中国东南部花岗岩类的时空分布、岩石演化、成因类型和成矿关系的研究 南京大学学报
- [4] 卢焕章 1975 某钽钼花岗岩成岩成矿温度的研究 地球化学 第3期
- [5] 章锦统 1982 关于华南稀有元素矿化花岗岩成因的几个问题 地球科学 第1期
- [6] S.S.奥古士梯蒂期 1979 花岗岩、片麻岩及有关岩石结构图册 地质出版社 13—14页

A DISCUSSION ON GENESIS OF THE 414 DEPOSIT

Wang Chengfa

(Metallurgical-Geological Exploration Company of Jiangxi Province.)

Abstract

The 414 granite type niobium-tantalum deposit is regarded as an important discovery in late 1960's ore prospecting. Up till now, it is almost unanimously considered that the formation of this deposit is related to the granitic magma; nevertheless, the author believes that, instead of being genetically connected with the granitic magma, this deposit seems to be a product of alkali-metasomatism in the process of granitization, i. e., being of nonmagmatic origin. Following is some convincing evidence:

1. The ore-bearing granite and its adjacent barren granite occur in bedded form; each bed has a thickness of 30—100cm with some even reaching 1.2—2m.

This character is expressed by exfoliation, so the granite is called "bedded granite" with the attitude of its bedding consistent with that of the surrounding metamorphic rocks.

2. The ore-bearing granite varies considerably in lithology, and contains skialith of metamorphic rocks; the metamorphic rocks adjacent to the granite body have experienced granitization and migmatization.

3. Isotopic ages of the granite body vary from 157 Ma to 131 Ma within a distance of less than 1.5 km where no phase or facies distinctions are observed; the ages inside the rock body are older than those along the margin of the rock body.

4. The triclinicity of potassium-feldspar from the granite is 0.82, and the order of plagioclase is 100, suggesting that these two minerals are of ordering type and thus the granite is of granitization origin.

5. Under the constant pressure of 2000 bar, the initial melting temperature of the granite is 576°C, much lower than that of magmatic granites in South China.

6. Rock type and chemical components of the ore-bearing granite as well as chemical composition of lithium muscovite all show bedded characteristics.

7. The formation temperatures of quartz from the ore-bearing granite fall into three groups, i. e., 483—530°C, 300—325°C; 80—187°C, which are all lower than crystallization temperature of magma and represent respectively temperatures of granitization, alkali metasomatism and late-stage silicification.

8. The development of multilayered pegmatites refutes the magmatic origin; each layer of pegmatoid stands for the peak plane of a alkali metasomatism.

9. Rather than being magmatic origin, the zonal texture of albite in quartz crystals from the ore is a combined product of early "self-cleaning process" of metacrystal and late alkali metasomatism.

10. The rare element abundances are relatively high in metamorphic rocks near the granite body with tantalum 10 times, niobium 7 times, lithium twice, rubidium twice and cesium three times higher than their respective Clark values. This provides material basis for mineralization.