

富钟贺矿物志

中国科学院地质研究所

(内部资料·注意保存)

科学出版社

富 钟 贺 矿 物 志

中国科学院地质研究所

(内部资料·注意保存)

科 学 出 版 社

1 9 6 5

目 录

序言	作者	v
一、区域地质概况	朱为方	1
二、姑婆山花岗岩	朱为方	3
三、花山花岗岩	朱为方	8
四、矿物概论	朱为方	12
五、矿物各论		13
(一) 铌钽酸盐及钛铌钽酸盐类矿物		13
1. 褐钇钇矿	林传仙、张 静、顾雄飞、佟 武、郭其悌	13
2. 钇铁矿	林树本、朱为方、陈业材	31
3. 富钽易解石	张 静、佟 武	33
4. 钇钇矿	林树本	37
(二) 硅酸盐类矿物		38
5. 锆英石	王贤觉、田淑贵、顾雄飞	38
6. 钆石	林树本	53
7. 褐帘石	林树本、顾雄飞	58
8. 榍石	林树本	61
9. 绿柱石	李维显	64
10. 黑云母	蔡元吉、蔡仁安	65
11. 长石类矿物	朱为方	71
(三) 磷酸盐类矿物		76
12. 独居石	林树本、顾雄飞、王一先	76
13. 磷钇矿	顾雄飞、林树本	83
(四) 氟碳酸盐类矿物		85
14. 氟碳铈矿	张 静、佟 武	85
(五) 钨酸盐类矿物		87
15. 黑钨矿	林树本、侯鸿泉	87
(六) 氧化物类		89
16. 钛铁矿	顾雄飞、林树本	89
17. 锡石	顾雄飞、林树本	92
18. 石英	朱为方	94
(七) 氟化物类		96
19. 萤石	林树本	96
结论	郭承基	97
参考文献		102

序 言

我国伟大的社会主义革命和社会主义建设，为科学技术的发展开辟了广阔的道路。特别是1958年，在社会主义建设总路线的光辉照耀下，科学技术的发展方向和途径更加明确了，措施和方法更加具体了，因而使地质科学和其它科学一样出现了全新的面貌。富钟贺地区矿物学的研究就是在这种形势下，于1958年开展的。

工作的初期，由本所朱正强、王德孚、张绍立、梁锐等与广西冶金局204队一起，对于富钟贺地区的稀有元素矿床进行了调查和研究。以后，冶金工业部地质研究所、北京大学、中国科学技术大学、湖南省地质局408队湘南分队和本所佟武、朱为方、蔡元吉、林树本以及在本所进修的胡立志(长春地质学院)、董爱梅(合肥工业大学)等，在紧密协作和相互配合下，前后又进行了比较深入细致的工作。

为了阐述该区稀有元素矿化的特征及其分布规律，曾在野外调查的基础上，在室内对该区某些重要的稀有元素矿物如褐钨钨矿等，进行了物理性质的鉴定和化学组成的研究。并于1959年由顾雄飞、张静、郭金弟等初步整理成“广西富钟贺矿物志”初稿。初稿完成后，又于1963年由林传仙、林树本、朱为方等根据新的资料，重新进行了整理和编写。

现在本矿物志的内容，主要包括褐钨钨矿、钨铁矿、富钽易解石、钨钨矿、独居石、磷钨矿、锆英石及钽石等十九种矿物，其中以阐明含钨、钽、稀土、钨、钨、钨、钨及钽等矿物的产状、物理性质和化学组成之间的关系为重点。尤其对于褐钨钨矿等具有工业意义的稀有元素矿物，工作比较详细，且侧重于矿物化学问题的研究。而对于与成矿有关的石英、长石等造岩矿物，则侧重于物理性质的鉴定。由于我们经验及水平所限，在单矿物的分选、钨、钽、钨、钨、钨的分离测定，以及稀土分量的测定等各方面，看来还存在一定的問題，还有待进一步提高，但在数据处理、矿物定名以及理论分析上，采取了较为慎重的态度。

对于褐钨钨矿的化学组成、稀土配分的控制因素、再结晶过程以及似晶体化的原因等进行了比较系统的工作，并提出了某些新的意见。钨铁矿和富钽易解石的发现，为今后在该区及其邻近地区稀有元素矿产资源的寻找，提供了一些新的线索。对于易解石-钨易解石族矿物及钨钨矿族矿物的认识，也提高了一步。

此外，在研究稀有元素矿物化学问题的基础上，对于含矿花岗岩的某些特征，也进行了初步分析，并指出花岗岩中稀有元素的矿化存在有继承、发展关系。而这种关系的产生，主要与岩浆演化过程中的离子作用及离子分异有关。显然，这些问题的进一步阐明，在稀有元素矿产资源的寻找和工业评价方面，以及在稀有元素地球化学和矿物学的研究方面，都具有一定的理论和实际意义。

这是我国第一次从稀有元素矿产资源的角度比较系统地对花岗岩中的副矿物所

进行的初步研究工作。由于这方面的工作具有一定的特点，而我們的工作經驗又很不足，因此难免有欠妥和錯誤的地方，希望同志們提出批評和指正。

此項工作为中国科学院地質研究所七室各實驗室集体研究成果，是在党的直接领导下，以及郭承基教授的具体指导下而完成的。在工作过程中，得到广西冶金局 204 队、湖南省地質局 408 队湘南分队以及本所二室、四室、六室的有关實驗室，业务处及磨片車間，在矿物分选、分析、繪图、照相、薄片制作等各方面給予了大力的协助，謹于此一併致謝。

全文由林树本、朱为方、林传仙、陈业材等同志进行了总編，最后由郭承基教授进行了审校。

作者 一九六五年

一、区域地质概况

(一) 大地构造位置

广西富钟贺地区,位于南岭东西构造带之西端,滇桂台向斜的东部与赣湘台向斜南端相会的局部隆起地段。

(二) 地层与地史简述

区域内出露的最老地层为浅变质的寒武-奥陶纪砂岩、千枚岩及絹云母頁岩,出露厚度約 4800 米。泥盆系不整合覆盖其上,主要为砂岩及灰岩,出露厚度約为 1200—2900 米。与泥盆系呈整合接触的石炭系主要为灰岩,其中夹有白云岩及硅质岩,出露厚度为 1220—1350 米。二迭纪的砂-頁岩仅有局部出露,整合于石炭系之上,出露厚度約 550 米。早泥盆世至晚石炭世的連續海侵到二迭纪即告終結,而轉为海退。二迭纪至三迭纪期間,本区发生隆起,并遭受剝蝕,从此結束了海相沉积。直至早侏罗世,在西湾一带才出現局部的內陆盆地湖相沉积,即西湾煤系;其下部为砾岩、頁岩、煤层及灰岩,上部为石英长石砂岩及頁岩,出露总厚度約为 700—960 米。早侏罗世之后,本区仍有构造运动,致使侏罗系发生輕微的单斜型褶皱和断裂(但远不及古生代地层变动剧烈),且白堊系完全缺失,直至第三纪,区域内局部地段才出現砾岩和紫紅色砂岩等陆相沉积物,厚度仅有 80 米左右。本区的第四系最老者为古老风化壳,分布于各类地层及花崗岩之上,厚度可达 30 米左右。第四系堆积于第三阶地和第二阶地喀斯特盆地中,成分为砾石层、棕紅色砂层及沼泽层等,含有未經石化的巨大植物躯干和犀牛、剑齿虎等动物化石。近代冲积层主要为砾石、砂及亚砂土等,沿近代河流分布。

(三) 区域构造

根据构造形成的時間、方向及所影响岩系的不同,本区的构造可分为以下四組(表 1)。

(四) 火成岩

1. 区域火成岩的分布及侵入順序

沿本区北西-南东构造綫断續出現一系列的侵入体羣,其中占主要地位的是酸性侵入体。中酸性-中性侵入体很少,往往呈小岩株分布于酸性岩基的边緣,并为后者所切割;或者构成酸性岩基的边緣相。其中属酸性岩基的有姑婆山花崗岩体、花山-金子岭花崗岩体和大宁花崗岩体;属中性至中酸性岩株者有长岭石英閃长岩体、同安

表 1 广西富钟贺地区构造活动特征表

构造组	走 向	受 影 响 的 地 层	构 造 变 动 特 点	时 代
I	南 北	寒武-奥陶纪下构造层	褶皱、变质、断裂，泥盆系和下构造层不整合	加里东期
II	北 西	二迭纪以前的地层	侏罗系与石炭系超覆不整合。地层褶皱隆起和断裂，形成本区复式构造，可能有大规模的岩浆活动	印 支 期
III	北 西	侏罗纪以前的地层	使第三系不整合于下部地层，侏罗系发生断裂和单斜型平缓褶皱，可能仅有脉岩侵入	燕 山 期
IV	北 北 西	第三纪以前的地层	使第三系发生倾斜，现代温泉形成	喜马拉雅期

花崗閃长岩-角閃斜长花崗岩体，它們都被花山—金子岭岩基所侵入。大宁花崗岩基的邊緣相为花崗閃长岩，被姑婆山岩基侵入。此外烏羊山花崗岩株与姑婆山西部馬古坳花崗岩株相隔数百米，有泥盆紀地层分布其間，但其根部相連，这一点早为鉆探所証实。根据 1960 年及 1962 年我所工作队的野外观察，在姑婆山南部的新路河边找到了它被姑婆山花崗岩侵入的証据。根据副矿物資料的对比，它們之間沒有連續过渡的关系，姑婆山花崗岩体主要以含褐釷鈾矿为特征，而馬古坳岩体以含鈦鉄矿、鋯英石、少量独居石及磷釷矿为特征，与花山—金子岭花崗岩的副矿物組合特征更为接近，因此推論其侵入阶段与花山—金子岭花崗岩可能更为接近。

根据上述岩体互相侵入关系和花崗岩中稀有元素副矿物的特征对比，可将本区侵入岩的相对侵入阶段划分如下：

(1) 第一侵入阶段：形成大宁岩基，长岭岩株和同安岩株，主要是中性—中酸性侵入体。

(2) 第二侵入阶段：形成花山—金子岭岩基和烏羊山—馬古坳岩株，主要是酸性侵入体。

(3) 第三侵入阶段：形成姑婆山花崗岩基，主要是富硅富碱的酸性侵入体。

同一侵入阶段的不同岩体的稀有元素副矿物有类似的共生組合特征。其中第一阶段侵入体的特征副矿物是鈦鉄矿、鋯英石、磷灰石及楣石等；第二阶段侵入体的特征副矿物是独居石和磷釷矿；第三阶段侵入体的特征副矿物是褐釷鈾矿、鈾石。不同阶段侵入体的矿物的共生組合特征之間有明显的繼承性，但在数量上差別較大，而且后一阶段侵入体的特征副矿物往往是前一阶段侵入体所沒有的。在同一构造区域内，稀有元素矿化的这种繼承发展关系，在南岭地区确有实例。

2. 关于本区侵入时代划分的意見

目前关于南岭地区侵入岩时代的划分尚存在一些疑难問題，原因是缺乏可作为确定时代上限的地层証据和系統的絕對年齡的測定資料。此外在南岭地区的地史发展过程中，普遍地存在多次构造活动，其主要造山运动阶段究竟是在三迭紀还是在白堊紀，目前还难以肯定。富钟贺地区侵入体羣时代的划分中遇到的問題，和南岭其它地区所遇到的問題甚为类似。根据現有資料，初步認為本区侵入体羣的时代很可能

是印支期,其主要根据如下:

(1) 本区的主要构造活动阶段很可能在三迭紀(見前(二)及(三)所述),即印支运动的末期。

(2) 1959年該区的联合工作组曾在侏罗紀长石砂岩中进行人工重砂取样,发现其中有鋯英石、鈦鉄矿、錫石、褐鈮鈷矿及独居石等重矿物,推断这些矿物应来源于姑婆山及花山花崗岩。1960年我所工作队在侏罗系各层进行系統取样,发现的矿物有:鋯英石、錫石、褐鈮鈷矿、独居石、銳鈦矿、鈦鉄矿、电气石、磷灰石、角閃石、黑云母、黄鉄矿、毒砂、石榴石及綠帘石等。其中硫化矿物在侏罗系下部出現較多,而石英、长石、云母、石榴石、綠帘石及其它稀有元素副矿物主要出现在侏罗系上部的长石砂岩中。分布在侏罗系地层中不同层位的副矿物的組合特征,恰好和区域内剝蝕作用发展的順序相吻合。即最先剝蝕的是沉积岩,然后是远离花崗岩的热液硫化矿物矿化带,繼之砂卡岩,最后是花崗岩本身。

重矿物中的大量鋯英石,按其顏色和晶形虽然大部分和泥盆紀地层中的鋯英石类似(图1),但其中仍然約有10—15%左右的鋯英石和姑婆山及花山花崗岩体所产的相似(图2)。上述鋯英石可能为泥盆系及区域内花崗岩的风化、搬运、再沉积的产物。



图1 侏罗紀长石砂岩中鋯英石的晶形

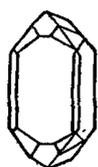
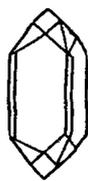
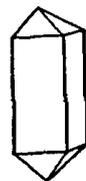


图2 侏罗紀长石砂岩中鋯英石的晶形



(3) 侏罗系的底砾岩北部較薄,南部較厚,并且在北部超复沉积于石炭系之上,故推測侏罗紀以前本区的富鉅复式向斜业已形成。复向斜凹部是侏罗系堆积的构造条件,其北部的隆起,是剝蝕的对象和沉积物的来源。而岩浆侵入是此一隆起与凹陷的动力。

二、姑婆山花崗岩

本矿物志中所論述的大多数矿物均产于姑婆山花崗岩,現将其地質特征簡述如下:

(一) 围 岩

与姑婆山花崗岩接触的围岩,按其部位,东北部和东南部为寒武-奥陶紀砂岩、千枚岩、板岩及部分泥盆紀砂岩、灰岩,少数为石炭紀灰岩;西部主要和馬古坳中粒似斑状黑云母花崗岩接触,并侵入后者;东部侵入大宁花崗閃长岩-花崗岩。由于姑婆山花崗岩侵入的影响,围岩发生了一系列蝕变和矿化現象,如灰岩的砂卡岩化,并形成錫石硫化物建造的矿床;硅鋁质围岩主要为硅化、絹云母化;若围岩为酸性侵入岩,

是印支期,其主要根据如下:

(1) 本区的主要构造活动阶段很可能在三迭紀(見前(二)及(三)所述),即印支运动的末期。

(2) 1959年該区的联合工作组曾在侏罗紀长石砂岩中进行人工重砂取样,发现其中有鋯英石、鈦鉄矿、錫石、褐鈮鈷矿及独居石等重矿物,推断这些矿物应来源于姑婆山及花山花崗岩。1960年我所工作队在侏罗系各层进行系統取样,发现的矿物有:鋯英石、錫石、褐鈮鈷矿、独居石、銳鈦矿、鈦鉄矿、电气石、磷灰石、角閃石、黑云母、黄鉄矿、毒砂、石榴石及綠帘石等。其中硫化矿物在侏罗系下部出現較多,而石英、长石、云母、石榴石、綠帘石及其它稀有元素副矿物主要出现在侏罗系上部的长石砂岩中。分布在侏罗系地层中不同层位的副矿物的組合特征,恰好和区域内剝蝕作用发展的順序相吻合。即最先剝蝕的是沉积岩,然后是远离花崗岩的热液硫化矿物矿化带,繼之砂卡岩,最后是花崗岩本身。

重矿物中的大量鋯英石,按其顏色和晶形虽然大部分和泥盆紀地层中的鋯英石类似(图1),但其中仍然約有10—15%左右的鋯英石和姑婆山及花山花崗岩体所产的相似(图2)。上述鋯英石可能为泥盆系及区域内花崗岩的风化、搬运、再沉积的产物。



图1 侏罗紀长石砂岩中鋯英石的晶形

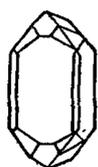
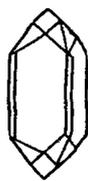
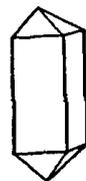


图2 侏罗紀长石砂岩中鋯英石的晶形



(3) 侏罗系的底砾岩北部較薄,南部較厚,并且在北部超复沉积于石炭系之上,故推測侏罗紀以前本区的富鉆复式向斜业已形成。复向斜凹部是侏罗系堆积的构造条件,其北部的隆起,是剝蝕的对象和沉积物的来源。而岩浆侵入是此一隆起与凹陷的动力。

二、姑婆山花崗岩

本矿物志中所論述的大多数矿物均产于姑婆山花崗岩,現将其地質特征簡述如下:

(一) 围 岩

与姑婆山花崗岩接触的围岩,按其部位,东北部和东南部为寒武-奥陶紀砂岩、千枚岩、板岩及部分泥盆紀砂岩、灰岩,少数为石炭紀灰岩;西部主要和馬古坳中粒似斑状黑云母花崗岩接触,并侵入后者;东部侵入大宁花崗閃长岩-花崗岩。由于姑婆山花崗岩侵入的影响,围岩发生了一系列蝕变和矿化現象,如灰岩的砂卡岩化,并形成錫石硫化物建造的矿床;硅鋁质围岩主要为硅化、絹云母化;若围岩为酸性侵入岩,

主要蚀变为硅化、綠泥石化、叶蜡石化、黄鉄矿化、絹云母化、綠帘石化(主要在大宁岩体),个别地方出現云英岩化,但无显著的矿化現象。

(二) 岩体形态及构造

姑婆山花崗岩出露面积約为 400 平方公里(西部馬古坳岩株面积 150 平方公里不包括在內),为一椭圆形穹隆状岩基。在岩体内部有明显的以陡角内傾的环状流面构造。总的看来,伟晶岩和細晶岩脉都不太发育,仅在岩体的边缘相比較常見,其它部位主要发育石英脉和綠泥石-叶蜡石-絹云母細脉,有时这种細脉遍布于某一地段而构成叶蜡石化、綠泥石化、硅化及絹云母化等蚀变地段。上述原生裂隙的方向性不太明显。

(三) 岩相分带

該岩体具有較明显的結晶分异現象,按岩石的矿物成分、岩石結構和岩石化学特征,可划分出三个較明显的岩相带(表 2 和图 3)。

表 2 姑婆山花崗岩岩相分带特征表

岩 相	岩性及结构	斑晶矿物	基 质 矿 物*	副 矿 物		其 它
				主 要 的	次 要 的**	
边 緣 相	粗粒等粒状 黑云母花岗岩		微斜条纹长石 45—50%, 斜长石(An8—17) 10—15%, 石英 30—35%, 黑云母 3—7 %	锆英石、 磁鉄矿、 褐釩鈾矿、 螢石	鈦鉄矿 褐帘石 钽石 独居石	較易见到細晶 岩和伟晶岩 脉,或伟晶結 构的分异体
过 渡 相	粗粒似斑状 黑云母花岗岩	微斜条 纹长石 少量 —30%	微斜条纹长石 15—40%, 斜长石(An5—28) 15—20%, 石英 30 % ±, 黑云母 5—8 %	鈦鉄矿、 锆英石、 褐帘石、 独居石、 磁鉄矿	褐釩鈾矿、 钽石、 磷釩矿、 磷灰石	絹云母-叶蜡 石脉較发育, 本岩相分布在 岩体的环状高 山部位
中 央 相	中粒似斑状 角闪石黑云 母花岗岩	微斜条 纹长石 30—35 %	微斜条纹长石 10—15% 斜长石(An15—34) 20—25% 石英 23—27% 黑云母 10 % ± 角闪石 2—3 %	锆英石、 磁鉄矿、 褐帘石、 鈦鉄矿、 磷灰石、 榍石	褐釩鈾矿、 独居石	有較大量的暗 色“包体”和 明显的流面构 造,后者呈陡 角内傾的闭合 环状

* 造岩矿物的含量,均为估量。

** 根据人工重砂分析,发现花岗岩中有少量的白钨矿和錫石,因其成因尚不太清楚,暫不列为副矿物。

我們試用化学方法对各岩相具有代表性的花崗岩样进行了矿物相分析,其結果列于表 3。

(四) 姑婆山花崗岩岩石化学特征

总的看来,姑婆山花崗岩的平均化学成分以富碱、硅,而貧于 Ti、Al、Fe、Mg、Ca、Mn 等元素为特征。反映碱性度的鈉质火成岩系数 $\frac{K + Na}{Al}$ (原子比)平均为 0.86,高

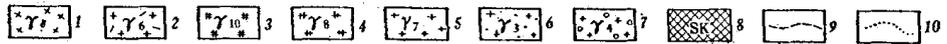
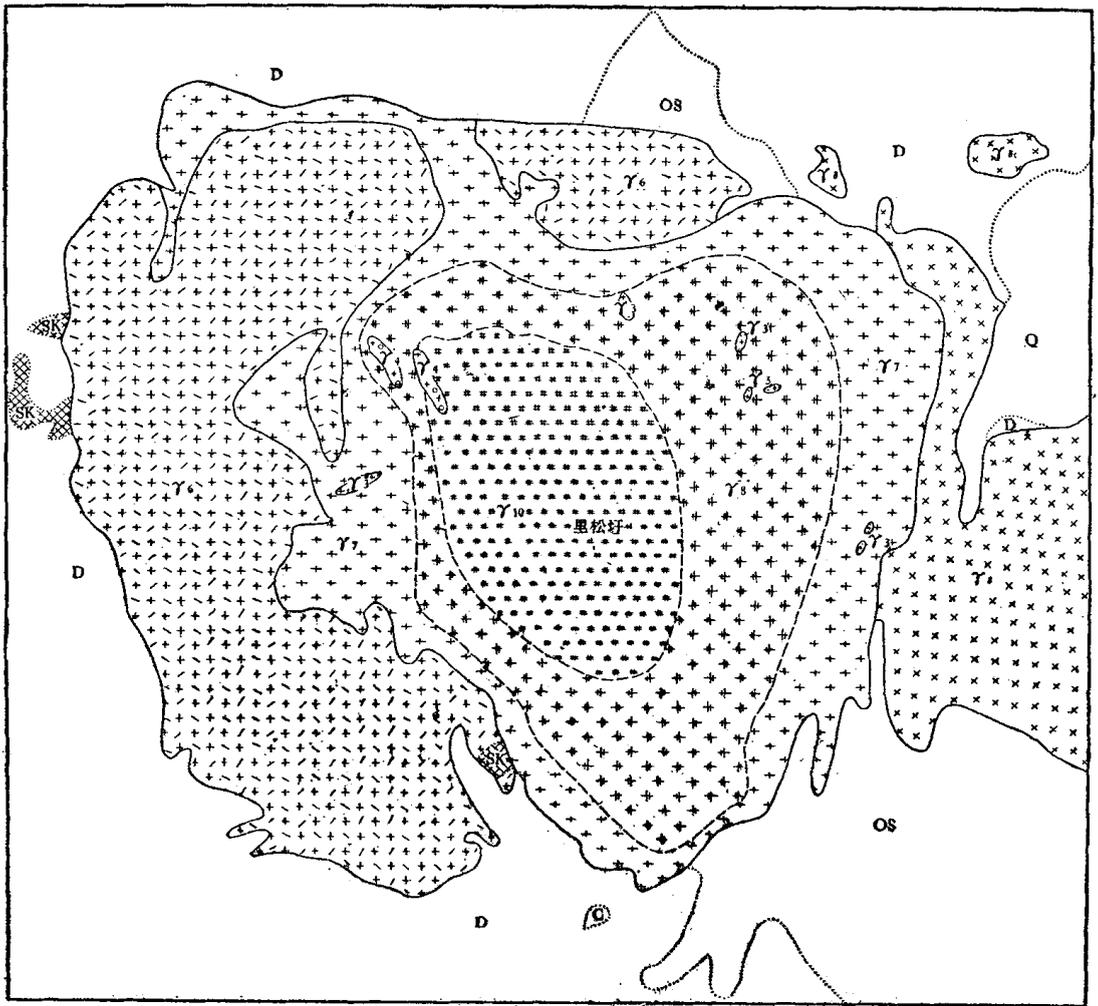


图3 姑婆山花岗岩岩相分带示意图

1—大宁花岗闪长岩-花岗岩； 2—马古坳中粒似斑状黑云母花岗岩； 3—姑婆山花岗岩中央相：中粒似斑状角闪黑云母花岗岩； 4—姑婆山花岗岩过渡相：粗粒似斑状黑云母花岗岩； 5—姑婆山花岗岩边缘相：粗粒等粒状黑云母花岗岩； 6—晚期细粒黑云母花岗岩脉； 7—晚期细粒似斑状黑云母花岗岩； 8—砂卡岩； 9—岩相界线； 10—地层界线。

于一般花岗岩(0.6—0.8)。K/Na 近于1。A. H. 查瓦里茨基参数中 a 、 S 、 a/c 值较高, c 和 b 值较低, 铝稍过饱和(表4)。

由于岩体明显的结晶分异作用, 各岩相化学成分之间有较明显的差别:

1. 由中央相向边缘相碱(尤其是钾)、硅、氧等元素含量递增, 钛、铝、铁、镁、锰、钙等6组元素含量递减。铈、钽、钷族稀土含量随前一组元素含量增加而递增, 随后一组元素含量增加而递减。锆和钪矿物含量恰好相反。而钪族稀土元素矿物的含量似乎随铝的过饱和程度的增大而增大。

表3 姑婆山花崗岩各岩相矿物相分析結果

岩 相	样 号	石英(%)	黑云母(%)	长 石 类 矿 物 (%)*			
				斜长石	钠长石	钙长石	长石总量
边 緣 相	CK6-163	38.54	5.25	23.21	23.68	2.53	49.42
	上皇 299	33.94	5.05	27.20	32.31	1.48	60.99
	2003	35.38	5.36	25.55	27.98	4.24	57.77
	2003B	35.33	4.59	21.17	23.76	4.16	49.09
	2004B	33.52	6.46	31.31	24.83	5.70	61.84
	上皇 301	34.16	5.71	26.73	32.66	0.63	60.02
过 渡 相	联人 003	30.01	5.32	27.89	35.02	0.69	63.60
	2034	33.20	6.42	21.23	24.91	5.67	51.81
	2035B	33.22	5.74	21.72	24.82	5.77	52.31
中 央 相	联人 001	24.79	10.24	23.69	33.67	1.83	59.19
	2010	23.84	9.30	19.56	29.55	8.52	57.63

* 长石分量是用长石类矿物 K_2O 、 Na_2O 、 CaO 的测定值换算而得。

2. 边缘相属 A. H. 查瓦里茨基分类的二类二科至三科, 多属于正常系列, 部分为碱过饱和系列; 过渡相属二类三科; 中央相出现有二类四科和三类八科。整个岩体平均起来属于铝过饱和系列。

3. 姑婆山花崗岩的 Nb_2O_5 含量由中央相的 0.0045% 左右到边缘相的 0.0075% 左右, 过渡相介于二者之间, 和 A. П. 維諾格拉多夫的花崗岩 Nb 的平均原子克拉克值 (2×10^{-6}) 相比, 要高出 1.5—2.5 倍, 是区域内含铌 (鈮) 最高的岩体之一, 铌的背景值的增高, 是铌矿化的重要前提。

(五) 花崗岩的蝕变作用

姑婆山花崗岩的蝕变作用主要有叶蜡石化、綠泥石化、硅化、絹云母化; 云英岩化仅局部地小規模出现。前述四种蝕变作用往往同时出现, 都沿岩石的原生裂隙发育, 当原生裂隙呈网状密集分布时, 蝕变作用就是异常强烈, 可形成大面积的蝕变地段, 在这种情况下, 原生的造岩矿物仅部分地残留下来, 最易受交代的是黑云母和斜长石, 其次是钾长石和石英。经过蝕变后一般副矿物的含量均有所降低, 尤其是褐钨钨矿、鈦铁矿及褐帘石等显著减少。

总的看来, 钠长石化交代作用是很不明显的。除岩体的过渡相和中央相的斜长石号数有某些明显的不连续而显示出微弱的自交代现象外 (例如中央相早世代的斜长石 An_{28-34} , 晚世代的 An_{15-16} ; 过渡相早世代斜长石 An_{25-28} , 晚世代的 An_{5-7}), 边缘相的斜长石号数几乎是连续过渡的, 并都较中央相和过渡相的斜长石号数低。虽然晚世代的鈉-奥长石 (An_{8-13}) 可以溶蚀交代早世代的奥长石。但总的来看, 边缘相的斜长石数量甚少, 它们的出现并没有改变原生岩石的结构特征。从岩石化学成分上来看, 鈉并没有显著的增加, 且 $K_2O\% > Na_2O\%$, 和一般鈉长石化花

崗岩很不相似。因而至少可以認為鈉長石化交代作用不明显。

在姑婆山花崗岩的主体內，以邊緣相較富于微斜長石，岩石中富于鉀的成分，但鉀的交代作用——微斜長石化同样亦不太明显。由于在岩体邊緣相的微斜条紋長石結晶時間相对較晚，因而局部有溶蝕、穿插其它矿物的現象（如黑云母、第一世代的斜長石及第二世代的石英等），但同时又可以被晚世代的鈉-奧長石等所溶蝕和穿插。

表 4 姑婆山花崗岩的岩石化学全分析及其 A. H. 查瓦理茨基参数特征

样号	联人 001	W _上 312	联人 003	反 19	反 18	反 23	联人 004	联人 005	反 25	反 17	联人 008	反 26	反 3
岩相及岩性	中粒似斑状角闪石黑云母花岗岩		粗粒似斑状黑云母花岗岩					粗粒等粒状黑云母花岗岩					
SiO ₂	66.36	67.80	72.54	74.13	70.01	74.88	73.98	73.45	76.13	75.46	74.38	75.68	75.81
TiO ₂	0.08	0.12		0.10	0.10				0.10	0.10		0.05	0.05
Al ₂ O ₃	14.56	15.23	12.85	12.96	13.97	14.14	12.09	11.77	11.49	11.60	11.71	11.38	11.04
Fe ₂ O ₃	1.65	1.43	0.39	0.84	1.29	0.97	1.45	0.33	0.73	0.72	0.48	0.67	1.49
FeO	3.33	2.20	2.23	1.49	2.40	1.31	1.11	1.59	1.86	2.06	1.90	2.34	0.95
MnO	0.18	0.20	0.12	0.08	0.12	0.08	0.10	0.15	0.08	0.08	0.13	0.12	0.05
MgO	1.93	0.76	0.66	0.69	0.69	0.15	0.58	1.00	0.69	0.52	0.62	0.34	0.34
CaO	1.78	2.07	1.32	0.65	0.77	0.14	0.66	0.95	0.38	0.69	0.66	0.65	0.57
K ₂ O	4.65	4.48	4.80	5.00	5.40	4.50	5.00	5.10	5.15	5.15	4.85	5.40	5.15
Na ₂ O	4.44	3.76	4.50	3.65	3.80	2.13	3.40	4.43	3.10	3.40	4.65	2.65	3.37
P ₂ O ₅	0.32		0.33	0.05		0.10	0.50	0.03			0.17		0.03
F			0.12	0.07	0.13		0.12	0.12	0.03	0.07	0.20	0.05	0.05
H ₂ O ⁺			0.41	0.78	1.06		0.79	0.40	0.55	0.69	0.23	0.40	0.40
H ₂ O ⁻			0.17	0.12	0.05		0.24	0.16	0.17	0.05		0.33	0.42
CO ₂			0.08	0.25	0.21		0.16	0.08	0.24		0.15	0.09	0.47
总计	99.28	98.05	100.52	100.86	100.00	98.40	100.18	99.56	100.70	100.59	100.13	100.15	100.19
样号	联人 001	W _上 312	联人 003	反 19	反 18	反 23	联人 004	联人 005	反 25	反 17	联人 008	反 26	反 3
a	16.17	14.81	16.14	14.67	15.87	10.57	14.32	15.15	13.60	14.23	15.03	14.07	14.16
c	1.46	2.52	0.16	0.76	0.92	0.16	0.70		0.44	0.27		0.81	
c̄								1.27			1.52		0.10
b	8.50	5.39	4.89	3.70	5.20	9.20	3.36	3.33	3.62	3.88	2.50	3.60	3.23
s	73.87	77.28	78.81	80.87	78.01	80.07	81.62	80.25	82.34	81.62	80.95	81.52	82.51
a'		10.91		12.39	12.08	75.42			4.31				
f'	54.56	65.23	50.00	57.34	65.94	22.00	69.37	17.75	64.99	64.88	28.80	83.43	62.55
m'	37.66	23.86	21.87	30.27	21.98	2.58	28.26	48.92	30.70	21.57	40.31	16.37	17.00
c'	7.78		28.13				2.37	33.33		13.55	30.89	0.19	20.45
n	59.17	56.10	58.74	52.59	51.69	41.85	50.83	53.12	47.76	50.09	55.18	42.75	49.49
φ	16.20	22.84	6.40	18.76	20.82	8.51	35.96	8.28	16.52	15.05	15.71	16.37	37.65
t	0.09	0.13		0.11	0.11				0.10	0.10		0.05	0.05
Q	13.94	22.42	25.18	31.64	23.36	38.84	33.90	28.93	37.04	34.51	30.32	34.08	26.60
a/c	11.08	5.88	100.88	19.30	17.25	66.06	20.46	11.93	30.91	52.70	9.89	17.31	141.60
类	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
科	8	4	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2

即使如此,岩石中絕大多數的微斜條紋長石仍是原生的,正因为这样,才使得岩石具有典型的原生粗粒結構。至于岩漿作用的最末阶段,很可能伴随有微弱的鉀的交代作用,即微斜長石化作用。这种微斜長石和原生的或早世代的微斜長石不同之处,在于沒有明显的斜長石條紋連晶,且常出現于粗粒礦物的間隙之中,有时以斑點狀交代早世代的斜長石或黑雲母,但目前尚未发现它和構造裂隙有联系。这种交代作用可能是与岩漿作用最末阶段有紧密联系的最早出現的交代現象^[1]。

在姑婆山花崗岩体的湘南部分,局部地段有岩漿期后自變質交代現象的发育,而且有明显的分帶現象。但該区出露的含褐鉭鈮礦中-粗粒黑雲母花崗岩为原生岩帶。其岩性完全可以和广西境内含褐鉭鈮礦花崗岩相比,分布于离內接触帶約 500 米的部位。由含褐鉭鈮礦中-粗粒黑雲母花崗岩向接触帶过渡到中粒鈉長石化花崗岩帶、鋰黑雲母(黑綠色)化帶、鋰黑雲母-黃玉-石英云英岩及白云母-石英云英岩礦化帶(图 4)。在鈉長石化帶可以看到典型的不均匀結構和斑雜結構,細粒鈉長石明显地沿

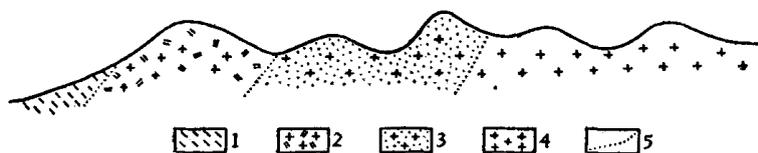


图 4 姑婆山湘南地区蚀变花岗岩剖面图

- 1——鋰黑雲母-黃玉-石英云英岩及白云母-石英云英岩礦化帶; 2——鋰黑雲母化花崗岩;
3——鈉長石化花崗岩; 4——原生中-粗粒黑雲母花崗岩; 5——推測岩界綫。

原生造岩礦物的裂隙、間隙或节理而发育。黑雲母因受交代而含量大大減少,鈉長石化帶是这一地段內鈮的富集帶,岩石中 Nb_2O_5 的含量达 0.0260%, Ta_2O_5 达 0.0026% (根据人 53-2325 号样化学分析),比原生帶岩石的 Nb_2O_5 含量約高 2.1 倍, Ta_2O_5 約高 3.2 倍 (根据人 55-2305 号, $Nb_2O_5 = 0.012\%$, $Ta_2O_5 = 0.0008\%$),在該帶普遍地有不同強度的鈮鐵礦的礦化。在鋰黑雲母化帶,鈉的交代作用有所減弱,鈮、鉭含量也稍有減低($Nb_2O_5 = 0.0210\%$, $Ta_2O_5 = 0.0023\%$),鈮鐵礦的礦化也随之減弱,并开始出現錳、錫的礦化。在云英岩的礦化帶,主要有黑錳礦和錫石的礦化,云英岩內鈮的含量($Nb_2O_5 = 0.078\%$)有增高的趋向,但鈮鐵礦的礦化却很微弱。

在上述地区的鈉長石化交代帶、鋰黑雲母化帶和云英岩礦化帶內还有可能找到鉭鐵礦或細晶石等鈮、鉭礦物。該地区交代作用的发育在空間上很可能和姑婆山花崗岩体在該区内以岩株体突出的頂部有关。A. A. 別烏斯^[2]等認为岩株頂部是有利于交代作用发育的。类似的有利構造,在馬古坳地区也有可能找到。

三、花山花崗岩

本矿物志中所論述的矿物,部分产于花山花崗岩,現将其地質特征簡述如下:

(一) 围 岩

花山花崗岩侵入于泥盆紀砂岩、頁岩、灰岩,以及长岭石英閃長岩中。围岩蝕變

即使如此,岩石中絕大多數的微斜條紋長石仍是原生的,正因为这样,才使得岩石具有典型的原生粗粒結構。至于岩漿作用的最末阶段,很可能伴随有微弱的鉀的交代作用,即微斜長石化作用。这种微斜長石和原生的或早世代的微斜長石不同之处,在于沒有明显的斜長石條紋連晶,且常出現于粗粒礦物的間隙之中,有时以斑點狀交代早世代的斜長石或黑雲母,但目前尚未发现它和構造裂隙有联系。这种交代作用可能是与岩漿作用最末阶段有紧密联系的最早出現的交代現象^[1]。

在姑婆山花崗岩体的湘南部分,局部地段有岩漿期后自變質交代現象的发育,而且有明显的分帶現象。但該区出露的含褐鉭鈮礦中-粗粒黑雲母花崗岩为原生岩帶。其岩性完全可以和广西境内含褐鉭鈮礦花崗岩相比,分布于离內接触帶約 500 米的部位。由含褐鉭鈮礦中-粗粒黑雲母花崗岩向接触帶过渡到中粒鈉長石化花崗岩帶、鋰黑雲母(黑綠色)化帶、鋰黑雲母-黃玉-石英云英岩及白云母-石英云英岩礦化帶(图 4)。在鈉長石化帶可以看到典型的不均匀結構和斑雜結構,細粒鈉長石明显地沿

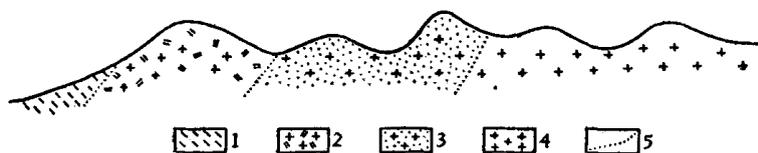


图 4 姑婆山湘南地区蚀变花岗岩剖面图

- 1——鋰黑雲母-黃玉-石英云英岩及白云母-石英云英岩礦化帶; 2——鋰黑雲母化花崗岩;
3——鈉長石化花崗岩; 4——原生中-粗粒黑雲母花崗岩; 5——推測岩界綫。

原生造岩礦物的裂隙、間隙或节理而发育。黑雲母因受交代而含量大大減少,鈉長石化帶是这一地段內鈮的富集帶,岩石中 Nb_2O_5 的含量达 0.0260%, Ta_2O_5 达 0.0026% (根据人 53-2325 号样化学分析),比原生帶岩石的 Nb_2O_5 含量約高 2.1 倍, Ta_2O_5 約高 3.2 倍 (根据人 55-2305 号, $Nb_2O_5 = 0.012%$, $Ta_2O_5 = 0.0008%$),在該帶普遍地有不同強度的鈮鐵礦的礦化。在鋰黑雲母化帶,鈉的交代作用有所減弱,鈮、鉭含量也稍有減低($Nb_2O_5 = 0.0210%$, $Ta_2O_5 = 0.0023%$),鈮鐵礦的礦化也随之減弱,并开始出現鎢、錫的礦化。在云英岩的礦化帶,主要有黑鎢礦和錫石的礦化,云英岩內鈮的含量($Nb_2O_5 = 0.078%$)有增高的趋向,但鈮鐵礦的礦化却很微弱。

在上述地区的鈉長石化交代帶、鋰黑雲母化帶和云英岩礦化帶內还有可能找到鉭鐵礦或細晶石等鈮、鉭礦物。該地区交代作用的发育在空間上很可能和姑婆山花崗岩体在該区内以岩株体突出的頂部有关。A. A. 別烏斯^[2]等認為岩株頂部是有利于交代作用发育的。类似的有利構造,在馬古坳地区也有可能找到。

三、花山花崗岩

本矿物志中所論述的矿物,部分产于花山花崗岩,現将其地質特征簡述如下:

(一) 围 岩

花山花崗岩侵入于泥盆紀砂岩、頁岩、灰岩,以及长岭石英閃長岩中。围岩蝕变

現象主要表現為灰岩的大理岩化和局部的矽卡岩化，并伴有微弱的錳、錫礦化現象。此外硅鋁質圍岩以硅化、絹雲母化為主，石英閃長岩主要為綠泥石化、綠帘石化、硅化，未發現有顯著的礦化現象。

(二) 岩體形態及構造

花山花崗岩基本上為一橢圓形穹窿狀岩基(圖 5)，但其東部沿金子嶺背斜伸出一岩株，總面積約為 510 平方公里。在岩體的穹窿狀頂部，原生裂隙甚為發育，由早到晚，由下列岩脈所充填：細粒二雲母花崗岩脈、花崗偉晶岩脈、網脈狀雲英岩脈、電

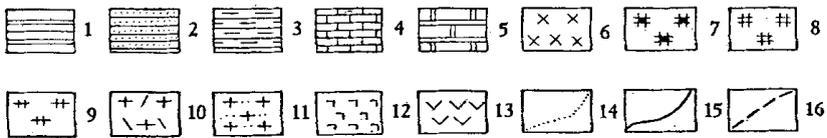
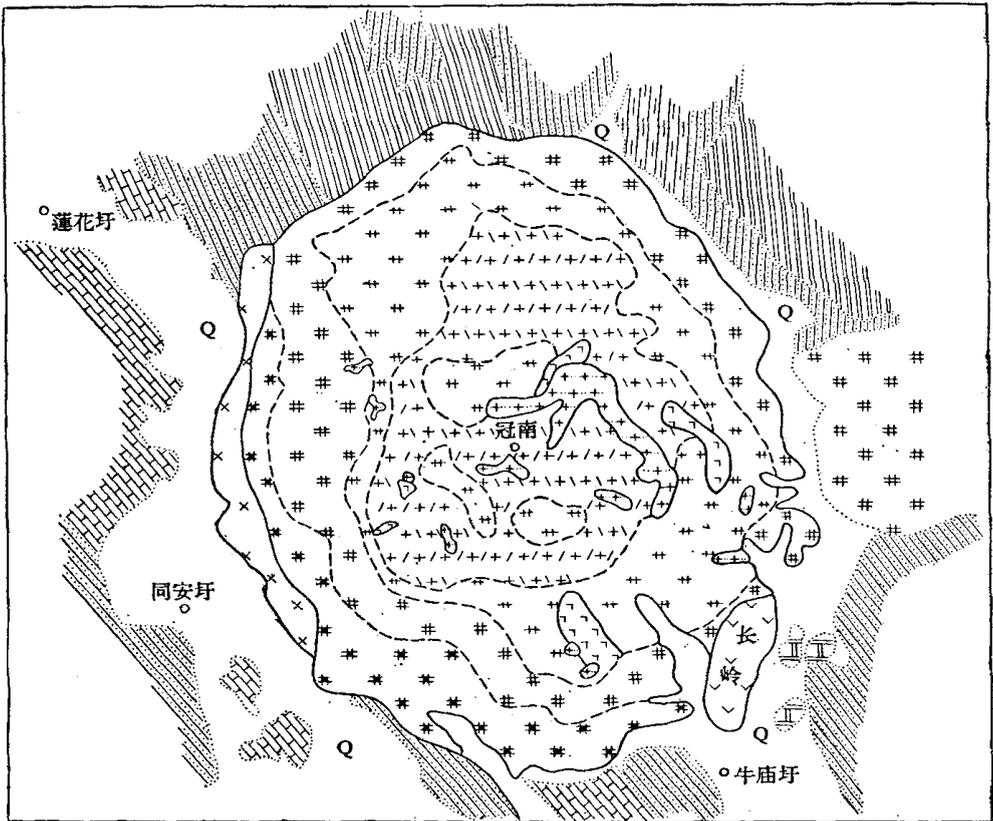


圖 5 花山花崗岩岩相分帶示意圖

1——奧陶紀板岩、千枚岩及絹雲母頁岩； 2——泥盆紀砂岩； 3——泥盆紀頁岩； 4——泥盆紀灰岩； 5——泥盆紀大理岩； 6——同安花崗閃長岩—角閃斜長花崗岩； 7——花山花崗岩混染相：中粒似斑狀角閃石黑雲母花崗岩； 8——花山花崗岩邊緣相：粗粒似斑狀角閃石黑雲母花崗岩； 9——花山花崗岩過渡相：粗粒似斑狀黑雲母花崗岩； 10——花山花崗岩頂部邊緣相：中粒似斑狀黑雲母花崗岩； 11——晚期黑雲母電氣石細粒花崗岩； 12——花崗斑岩； 13——長嶺石英閃長岩； 14——地層界線； 15——岩體界線； 16——岩相界線。

气石-石英脉和石英-叶蜡石脉等等。

(三) 岩相分带

花山花崗岩的岩浆結晶分异程度不及姑婆山花崗岩，但仍可划分出三个岩相带(图 5)。这三个岩相带在造岩矿物和岩石化学特征方面的变化情况与姑婆山花崗岩有所不同，边缘相較基性，頂部边缘相較酸性，其特征列于表 5。

表 5 花山花崗岩岩相分带特征表*

岩相	岩性及结构	斑晶矿物	基质矿物	副矿物		其它
				主要的	次要的	
边缘相	粗粒似斑状角闪石黑云母花岗岩	微斜条纹长石 10—20%	微斜条纹长石 30—40%， 石英 30%， 斜长石(<i>An</i> 7—25) 15—20%， 黑云母 10—15%， 角闪石 2±%	磁铁矿、 鈦铁矿、 锆英石、 磷灰石	褐帘石、 独居石、 榍石	本岩相向东延伸为金子岭角闪石-黑云母花岗岩
过渡相	粗粒似斑状黑云母花岗岩	微斜条纹长石 30—35%	微斜条纹长石 15—20%， 石英 30%， 斜长石(<i>An</i> 7—20) 15%， 黑云母 8—10%， 角闪石 (个别出现)	磁铁矿、 鈦铁矿、 独居石、 榍石	褐帘石、 磷灰石、 榍石、 褐鈦鈳矿、 钽石、 磷鈳矿	云英岩化和脉岩活动不甚发育
頂部边缘相	中粒似斑状黑云母花岗岩	微斜条纹长石 25—35%	微斜条纹长石 15—20%， 石英 30—35%， 斜长石(<i>An</i> 0—7) 15%， 黑云母 5—10%， 角闪石 (个别出现)	磁铁矿、 鈦铁矿、 独居石、 锆英石	褐帘石、 磷灰石、 榍石、 褐鈦鈳矿、 钽石、 磷鈳矿	晚期岩脉发育，云英岩化现象最强烈，有錒石和黑钨矿化

* 矿物含量为目估资料。

(四) 花山花崗岩岩石化学特征

总的看来，花山花崗岩在化学成分上偏于酸性(表 6)。硅、碱的含量仍較其它岩体高，但不及姑婆山花崗岩。 K_2O 的含量高，鋁过饱和程度普遍較高，尤其过渡相和頂部边缘相与姑婆山花崗岩含独居石的过渡相有很多相似之处。各岩相的岩石化学成分有如下特点：

1. 根据 A. H. 查瓦里茨基的分类，边缘相主要为正常类型，属二类三科；过渡相为鋁过饱和类型，亦属二类三科；頂部边缘相仅以鋁过饱和程度特高和硅酸过饱和程度最高与过渡相相区别。花崗岩的頂部中央相出現的暗色包体属四类十二科。

2. 碱的含量以边缘相最高，鉀的氧化物含量高于鈉的氧化物，鈉含量較高显然和斜长石含量較高有关，但鉀的相对富集这点又和姑婆山花崗岩的情况一致，符合于岩浆結晶分异作用下鉀富集于边缘相的一般規律。

3. 可能由于鈣质围岩的影响，边缘相相对富于二价元素，貧于硅。过渡相和頂部边缘相相反，并且出現更酸性的晚期侵入相。根据 M. Г. 魯巴(Py6)^[3]等人的研究，