

中國區域地質

REGIONAL GEOLOGY OF CHINA

地質出版社

Geological Publishing House

15

中国区域地质

REGIONAL GEOLOGY OF CHINA

15

地质出版社

Geological Publishing House

中国区域地质

15

责任编辑：魏书章

地质出版社出版

(北京西四)

妙峰山印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·全国新华书店经售

*

开本：787×1092 $1/16$ 印张：10 $3/8$ 插页一张 字数：240,000

1985年12月北京第一版·1985年12月北京第一次印刷

印数：1—2,810册 定价：2.20元

统一书号：13038·新180

中国区域地质 15

目 录

• 区调成果 •

- 广西各成因类型花岗岩的特征及演化.....廖庆康(1)
江西中生代火山岩.....何晓亮(13)
北秦岭古裂谷带地质特征及其在大地构造中的意义.....王振东 单振刚(29)
贵州高原分散小型红色盆地堆积物的划分与对比.....沈志达(41)
黔南地区的栖霞组及其顶底界.....龙家荣(51)
豫西南早志留世笔石带.....薛子俭(61)

• 专题研究 •

- 沉积建造的新概念及其分析原理.....孟祥化 葛铭(67)
地堑系、断陷盆、边缘海的成因与地壳伸展运动.....林辉德(79)
关于中条运动.....柴东浩(89)

• 问题讨论 •

- 辽河群时代探讨.....方如恒(99)
川滇西部构造带的四川运动.....崔广振 朱占祥(113)
水系重砂矿物含量浅析.....许映邦(121)

• 区调新知 •

- 陕西山阳县中村地区下、中寒武统三叶虫的新发现及其地层意义.....傅建元(129)
江西崇义地区发现晚二叠世晚期大隆组.....廖祖生(131)
河南省林县奥陶系下统亮甲山组牙形石的发现.....裴放 蔡淑华(132)
新疆婆罗科努山特马豆克期一新三叶虫.....张太荣(133)
安徽巢县早二叠世鱼龙化石.....陈烈祖(139)

• 遥感地质 •

- 用处理后的卫星图片研究云南省活动断裂及其与地震
的关系.....吴舒敏 吴一凡(147)

• 译文选登 •

- 岩石圈的构造分层.....S.V.鲁赞特西夫 V.G.特里福诺夫(153)

REGIONAL GEOLOGY OF CHINA

NO.15

CONTENTS

ACHIEVEMENTS IN REGIONAL SURVEYS

- Characteristics and evolution of various genetic types of granite
in Guangxi.....*Liao Qingkang* (1)
- Mesozoic volcanic rocks in Jiangxi.....*He Xiaoliang* (13)
- Geological characteristics of the ancient Qinling rift zone and its
significance in tectonics.....*Wang Zhendong Shan Zhengang* (29)
- Stratigraphical division and correlation of the red beds in small
basins dispersed on the Guizhou plateau
..... *Shen Zhida* (41)
- The Qixia Formation in southern Guizhou and its upper and
lower boundaries*Long Jiarong* (51)
- Early Silurian graptolite zones in southwestern Henan province
..... *Xue Zijian* (61)

THEMATIC RESEARCH

- A new concept of sedimentary formations and the principles for
analysis.....*Meng Xianghua and Ge Ming* (67)
- Origin of graben system, down-faulted basin and marginal
basin and crustal extension.....*Lin Huide* (79)
- On the Zhongtiao movement.....*Chai Donghao* (89)

DISCUSSIONS

- The age of the Liaohe Group.....*Fang Runheng* (99)
- The Sichuan orogeny in western Yunnan and Sichuan
.....*Cui Guangzhen and Zhu Zhanxiang* (113)
- Heavy mineral content in a drainage system.....*Xu Yingbang* (121)

NEW KNOWLEDGE OF REGIONAL SURVEYS

- The discovery of trilobites in the Lower and Middle Cambrian in

the Zhongcun area, Shanyang county, Shaanxi province, and their stratigraphical significance	<i>Fu Jianyuan</i> (129)
The discovery of the latest Permian Dalong Formation in the Chongyi area, Jiangxi.....	<i>Liao Zhusheng</i> (131)
A new species of trilobites of Tremodoc age from Mt. Borohoro, Sinjiang	<i>Zhang Tairong</i> (133)
Early Permian Ichthyosauria fossils from Qiaoxian county, Anhui.....	<i>Chen Lizhu</i> (139)

REMOTE SENSING GEOLOGY

The use of processed satellite photos in the study of active fractures and their relations to earthquakes in Yunnan province	<i>Wu Shumin and Wu Yifan</i> (147)
--	-------------------------------------

SELECTED TRANSLATIONS

Tectonic layering of the lithosphere	<i>S.V. Ruzhentsev and V.G. Trifonov</i> (153)
---	--

· 区调成果 ·

广西各成因类型花岗岩的
特征及演化

廖 庆 康

(广西区域地质调查队)

广西花岗岩类分布广泛,出露面积近二万平方公里。据可靠的地质及同位素年龄资料,将岩体划分为四堡期、雪峰期、加里东期、华力西期、印支期、燕山期。花岗岩类多样,且与内生金属成矿有密切关系。本文在1:20万区调工作所取得的丰富资料基础上,拟就广西花岗岩类成因分类及其特征、演化作初步探讨。

据广西花岗岩类的地质背景,岩石学、岩石化学、副矿物、成矿、同位素组成等方面的显著差异,将花岗岩类初步划分为幔源分异型、壳源交代型、壳源重熔型、混合源同熔型。

(一)幔源分异型(简称分异型):系上地幔玄武岩浆分异产物,并有硅铝层物质混染。岩体分布于桂北九万大山地区,包括四堡期本洞、蒙洞口、才滚等11个岩体。岩体规模小,出露面积约80平方公里。岩体均侵入于中元古界四堡群,其中本洞、大坡岭岩体被上元古界丹洲群(以前称板溪群)沉积复盖,本洞岩体全岩样作铷锶法测定,将结果作全岩等时线图,求得年龄值 1063 ± 95 百万年, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (初始) = 0.7001 ± 0.0039 。岩体与四堡早期的细碧-角斑岩、基性超基性侵入岩在空间上密切相伴产出。基性超基性岩体部分由单一岩类组成,而大部分为多种岩类组成,如形成超基性-基性岩体、基性-中性岩体、超基性-基性-中性(闪长岩、石英闪长岩)岩体,各岩类之间为相变关系,反映了岩浆的结晶分异作用。蒙洞口、才滚、龙有等花岗岩体明显侵入于超基性、基性岩中。其次,本洞、蒙洞口岩体边缘相的石英闪长岩,在矿物成分、岩石化学特征上与超基性、基性岩体中分异出来的石英闪长岩相近。故知,四堡期超基性岩、基性岩、中性岩、花岗岩类构成一个完整的岩浆演化系列。花岗岩类岩体是该岩浆演化系列分异演化的最后产物。

岩性以斜长花岗岩为主,石英闪长岩,花岗闪长岩、花岗闪长斑岩为次。斜长花岗岩由中长石(近50%)、黑云母(5~20%)、角闪石(0~6%)、石英(18~38%)、钾长石(0~16%)组成。岩石中 SiO_2 在61~68%, $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$ 为1.15~1.25(图1), $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 在0.69~1.30,在查佩尔($\text{Al} \sim \text{Na}-\text{K}$)— Ca —($\text{Mg} + \text{Fe}^{2+}$)三角图解中(图2),投影点多分布于斜长石-黑云母组合内。据本洞岩体黑云母化学分析资料,黑云母富镁(含 MgO 9.3~13.0%), $\text{Mg}/(\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+} + \text{Mg})$ 在0.44~0.50之间。据张玉学($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$)/($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO}$)— MgO 关系图(图3),投影点落入Ⅱ区。据岩石光谱分析, Cr 600~1400ppm、 Ni 60~213ppm、 CO 10~66.7ppm、 Cu 30~277ppm。副矿物以锆石、磷灰石、磁铁矿、钛铁矿、榍石较为常见,部分岩体含铬铁矿

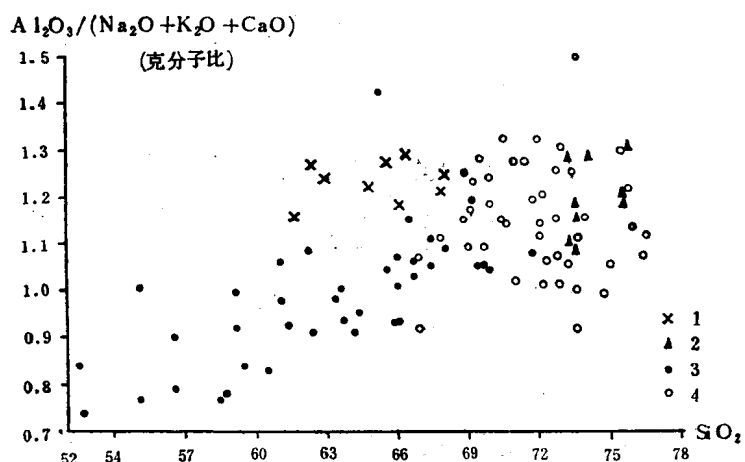


图 1 广西各成因类型花岗岩 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$ (克分子比) - SiO_2 关系图
1—分异型花岗岩; 2—交代型花岗岩;
3—同熔型花岗岩; 4—重熔型花岗岩

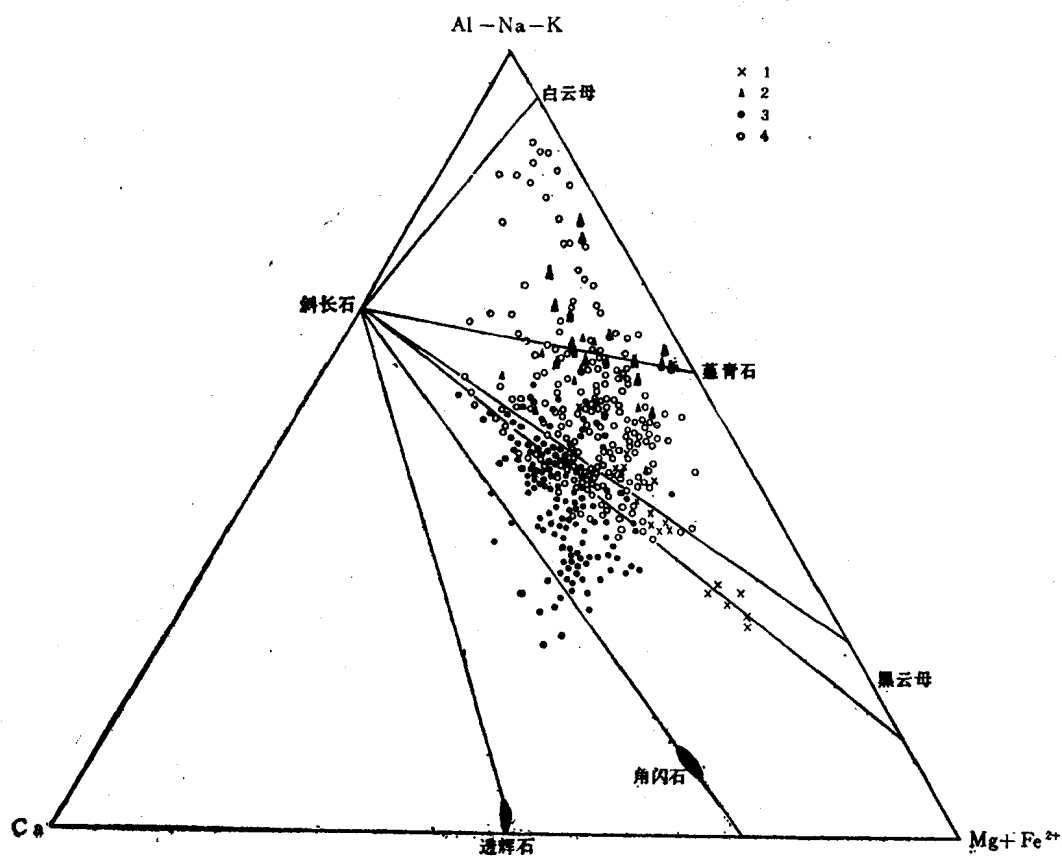


图 2 广西各成因类型花岗岩 (Al-Na-K) - Ca - $(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+})$ 三元图解
1—分异型花岗岩; 2—交代型花岗岩;
3—同熔型花岗岩; 4—重熔型花岗岩

(2.3~8.5克/吨)、铬铁尖晶石等,磁铁矿与钛铁矿比值在1:1~268:1。锆石以浅玫瑰色为主,晶体形态主要为{100}、{110}、{311}、{111}、聚形的柱状针状体,其中柱面(110)、锥面(111)极不发育以至消失(图4)。

四堡期花岗岩类属幔源玄武岩浆演化最后产物,在形成斜长花岗岩、花岗闪长岩后,演化即告终止。

(二)壳源交代型(简称交代型):这里所述的交代型花岗岩,不是一般所指的花岗岩化作用形成的原地半原地花岗岩,而是在形成原地半原地花岗岩的基础上,由于温度升高,绝大部分岩石熔化、上侵结晶而形成的花岗岩类。也就是相当吕德提出的从原地半原地花岗岩发展而形成的侵入花岗岩。故其具有花岗岩化作用及岩浆结晶作用的双重特点。为了与未经花岗岩化作用而形成的重熔型花岗岩区别,故划分出此类交代型花岗岩。

雪峰期摩天岭、元宝山岩体分布于桂北,呈大型岩基产出,侵入于四堡群,摩天岭岩体北东部局部侵入于丹洲群,据10个锆石样用图解法求得年龄值760百万年。岩体位于四堡群穹窿构造核部,与围岩大体上呈协调的空间关系,接触面产状与围岩产状大体一致。东部与围岩呈突变侵入接触,有明显的穿插关系,围岩具弱角岩化,西部与围岩呈渐变的交代侵入接触,出现边缘混合岩。岩体边部有较多的片岩残留体,其大小悬殊,形态不定,排列方向与岩体接触面产状一致。围岩是四堡群浅变质岩,近岩体围岩变质程度明显加深,由绢云片岩、二云片岩变为黑云片岩及含石榴石云母片岩。据以上地质特征,以及岩体不是出露于混合岩、混合花岗岩区,而是出露于区域浅变质岩区。推测花岗岩化作用发育于丹洲时期,至震旦纪早世由花岗岩化发展起来的再生岩浆脱离花岗岩化区而上侵,形成摩天岭、元宝山岩体。

加里东期甬表、北界、六靖等10个岩体,分布于桂东南地区。呈岩株产出,产于加里东期混合岩、混合花岗岩区。北界岩体锆石样年龄411百万年。岩体与混合岩、混合花岗岩多为侵入接触关系,热变质微弱,局部为渐变交代侵入接触。岩体边部矿物粒度变细,局部具冷凝边。岩体中常有较多的混合岩残留体,残留体产状与围岩相同,大小在数厘米至数十厘米。据上述资料及区调资料,花岗岩化作用发生于加里东期,至加里东末期,由花岗岩化发展起来的再生岩浆产生,且稍有移动,侵入于混合岩、混合花岗岩中。

岩石为黑云母或二云母花岗岩,岩石中钾长石明显多于斜长石,钾长石为微斜条纹长石,部分岩石具片麻状构造。 SiO_2 平均含量在74%以上, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 值在0.47~0.68之间, $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO})$ 为1.08~1.30(图1),在查佩尔三角图解中,投影点多落于斜长石-黑云母-堇青石组合内(图2)。副矿物组合简单,锆石、独居石,石榴石普遍出现,磁铁矿及钛铁矿含量均较低,比值一般在12:1~1:10之间。锆石以棕色、浅玫瑰色为主,晶形见图4。岩体中浑圆状锆石常见,表面常呈毛玻璃状。岩石微量元素量Pb42

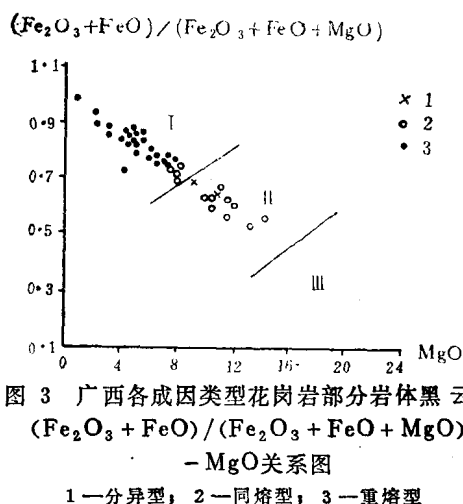


图3 广西各成因类型花岗岩部分岩体黑云母
($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$) / ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO}$)
-MgO关系图

1—分异型; 2—同熔型; 3—重熔型

~350ppm、Sn12~60ppm、Li150~312ppm，部分岩体Ce、Ge也较高。不形成有色、稀有矿床。

交代型花岗岩是花岗岩化演化产物，有由原地、半原地混合花岗岩向交代型花岗岩演化的趋势。据统计，由混合质岩→混合岩→混合花岗岩→交代型花岗岩，岩石中斜长石牌号下降，石英、钾长石增加。据岩石化学分析资料，由混合质岩到交代型花岗岩， SiO_2 、 K_2O 含量明显增加， CaO 、 MgO 、 $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$ 则明显降低， Al_2O_3 、 Na_2O 变化较少（图5）。

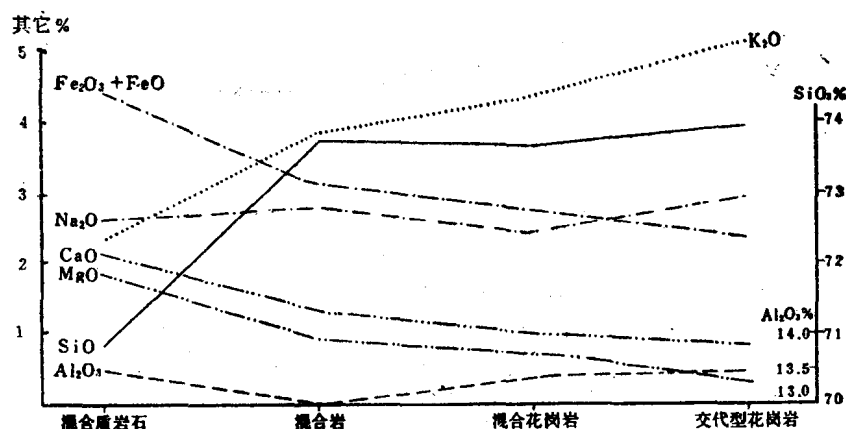


图5 广西混合岩、混合花岗岩、交代型花岗岩中某些氧化物含量的演化曲线图

（三）壳源重熔型（简称重熔型）：是指陆壳硅铝层的某些部位，因温度升高而发生重熔作用，由此而产生的岩浆上侵形成的花岗岩类。与查佩尔划分的S型花岗岩，石原舜三划分的钛铁矿花岗岩系列基本相当。

广西花岗岩类以重熔型占绝大多数，出露面积近18000平方公里，占花岗岩类出露面积的91%，包括加里东期越城岭、苗儿山、海洋山等岩体，华力西期大容山、六万山、旧州等岩体，印支期伏波山、五团、大寺、台马等岩体，燕山早期都庞岭东体、栗木、银锭山、金鸡顶等岩体，燕山晚期笼箱盖、大明、谢仙嶂、大王嶂等岩体。另外，加里东期钦甲岩体，华力西期六阵、旺垌岩体，燕山早期姑婆山、花山、广平等岩体，燕山晚期昆仑关岩体兼具同熔型、重熔型花岗岩的特征，但以具重熔型花岗岩特征为主，故暂划属重熔型花岗岩。

岩体规模大，广西所有大型岩基均属此类型，如苗儿山、越城岭、六万山、大容山、金鸡顶等岩体面积都在一千平方公里以上，其中六万山岩体近四千平方公里。其它如海洋山、旧州、台马、花山、姑婆山、广平、青平、昆仑关等岩体，面积也在340~950平方公里。岩体受褶皱造山运动及断块造山运动控制，呈区域性带状或面状分布。与区域火山岩活动关系不密切。据现有资料，仅钦州板城小董一带上二叠统、下三叠统各有25米及12~24米的酸性熔岩，其与华力西期旧州岩体、印支期台马岩体可能为同源产物。其它各期岩体与火山岩活动无联系。

岩石以黑云母花岗岩为主，部分岩体为二云母花岗岩，白云母花岗岩、花岗闪长岩，

个别出现钾长花岗岩。如按盖特列尔岩石分类,部分岩体属二长花岗岩。黑云母花岗岩斜长石含量21~29%、钾长石33~38%、石英30~32%、黑云母4~7%。岩石中 SiO_2 含量一般在70%以上, K_2O 明显大于 Na_2O , $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$,在0.41~0.78之间(多数小于0.7), $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$ 一般在1.00~1.30(多数大于1.10)(图1)。在查佩尔三角图解中,投影点多分布于斜长石-黑云母-堇青石或斜长石-堇青石-白云母组合内(图2)。据部分岩体黑云母化学分析资料,黑云母低镁(含 MgO 0.61~7.55%)高铁(Fe_2O_3 0.43~9.72%、 FeO 17.3~26.3%), $\text{Mg}/(\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+} + \text{Mg})$ 多在0.16~0.39之间,在 $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})/(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO}) - \text{MgO}_2$ 关系图中(图3),投影点多落于工区。副矿物组合较简单,以磁铁矿、钛铁矿、锆石、独居石(磷钇矿)、石榴石、电气石为主,并经常出现锡石、黑钨矿,燕山期岩体尚出现铌钽矿物。部分燕山期岩体(如花山、昆仑关岩体等),含磷灰石、金红石、褐帘石、榍石等矿物。磁铁矿与钛铁矿之比,一般在20:1~1:75之间。大容山一十万大山一带,华力西期、印支期岩体含钛铁矿特别高,一般在34~270克/吨,最高达727克/吨。锆石颜色浅,为无色、浅黄红、浅玫瑰色,晶形以{100}、{110}、{311}、{111}聚形的柱状、纺锤状为主,锥面(111)发育较差(图4),燕山期岩体锆石含铀钍较高。据岩石光谱半定量分析,本类型岩体Pb 30~170ppm(最高达200ppm)、Sn 6~44ppm(社山岩体达347ppm、栗木岩体180ppm以上),部分岩体W 5~110ppm(笼箱盖岩体133ppm)、Li 50~160ppm(银锭山岩体266ppm、栗木岩体530ppm)、Sc 6~28ppm、Bi 3~8ppm(大明山岩体35ppm),个别岩体(钦甲)Cu 238ppm。

本类型花岗岩与内生矿床关系密切,成岩与成矿在空间上时间上基本一致,具有内在的成因联系,主要有钨、锡、铌、钽、稀土及部分铜、铅、锌等矿产,个别岩体形成锂、铍、铷、铯矿产。

苗儿山岩体 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值为0.719、大容山岩体为0.7198、大厂笼箱盖岩体为0.7217、0.7202、0.7223,均落在福尔等的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值与年龄值变异图大陆壳增长线上方。据贵阳地球化学研究所重熔实验研究,大容山堇青石黑云母花岗岩在2000巴水蒸气压下,初熔温度为710°C,包体测温结果是650°C。桂林冶金地质学院方清洁研究,堇青石-石榴石地温计,地压计计算,岩体形成温度850°C压力5000巴。广西区调队汪绍年用二长石温度计求得温度680~690°C。表明大容山岩体形成温度在650~850°C。笼箱盖岩体成岩温度707°C,两江龙头石英斑岩成岩温度700°C。上述锶初始比值及成岩温度数据,对重熔岩浆观点,提供了一方面的论据。

重熔型花岗岩的演化,表现在以下几方面

1.岩性方面:有由黑云母花岗岩(加里东期、华力西期、印支期)→黑云母花岗岩、二云母花岗岩、白云母花岗岩(燕山早期第一次)→黑云母花岗岩(燕山早期第二次)→黑云母花岗岩、浅色花岗岩(燕山晚期第一次)→花岗斑岩、石英斑岩、白云母花岗岩(燕山晚期第二次)的演化趋势。

2.造岩矿物方面:斜长石加里东期、华力西期、印支期以奥-中长石为主。燕山早期以奥长石为主,也有部分钠长石。燕山晚期为钠长石、奥长石。说明斜长石中Ca、Al质依次降低,而Na、Si质含量依次增高。

钾长石有由微斜微纹长石、微斜长石向正长条纹长石、正长石（燕山晚期第二次）演化的趋势。

云母类矿物无论岩体新老，均以黑云母为主。但由老到新亦有由富铁黑云母向黑磷云母、白云母演化的总趋势。

据主要岩体造岩矿物含量：加里东期、华力西期钾长石偏低，到印支期、燕山期钾长石含量增高；斜长石由加里东期到燕山期总趋势为增高；石英含量变化较少（图6）。

3. 岩石化学方面：加里东期至燕山期， SiO_2 明显增高， K_2O 、 Na_2O 总趋势也是增高，而 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ 、 Al_2O_3 、 MgO 、 CaO 总趋势是降低（图7）。

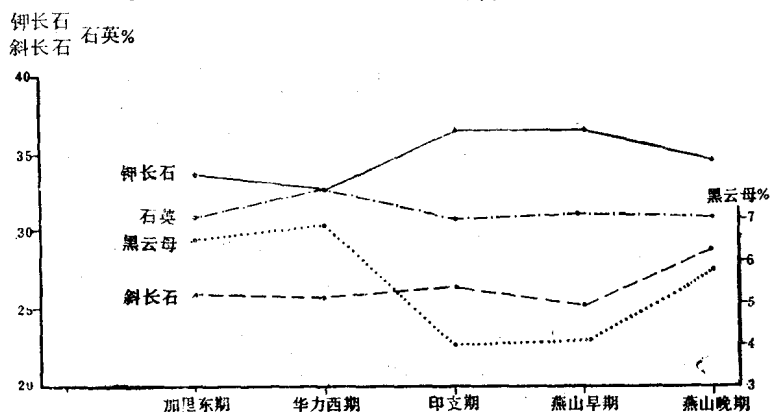


图6 广西各时代重熔型花岗岩类实测矿物演化曲线图

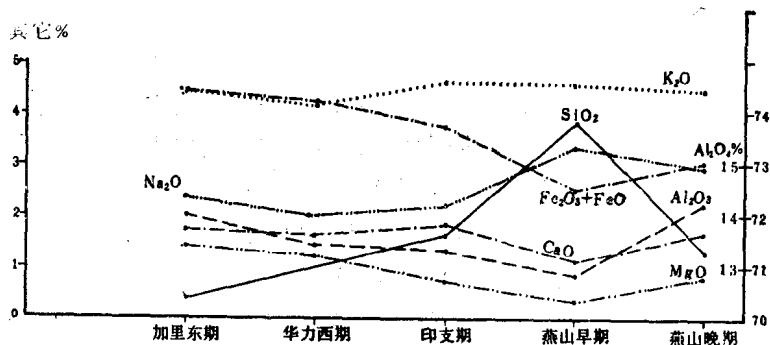


图7 广西各时代重熔型花岗岩类岩石化学成分变化曲线图

4. 副矿物方面：加里东期岩体组合较复杂，但含量低，一般在20克/吨以下，锆石、独居石、钛铁矿、磁铁矿、石榴石常见，锡石普遍出现，黑钨矿在个别岩体中可见。锆石黄褐色、棕褐色，长0.1~0.5毫米，部分岩体含铀；华力西期、印支期岩体组合简单，以富钛铁矿为特征，锆石、石榴石、电气石、独居石含量也较高，一般在200克/吨以上。锆石无色、浅黄色、浅玫瑰色，长0.1~0.6毫米，长宽比多为3:1；燕山早期岩体副矿物种类相当丰富，一般为锆石、钛铁矿、独居石、石榴石、电气石组合，有用矿物黑钨矿、锡石、铌钽矿物特别高，含铀矿物亦有出现。锆石浅黄色、浅棕褐色、浅棕色，长0.1~0.3毫米，长宽比2:1~3:1，锆石普遍含铀含钍；燕山晚期岩体副矿物组合又趋于简单，

一般锆石、钛铁矿、独居石含量高,锡石、白钨矿、黑钨矿在个别岩体中出现。锆石无色、浅黄色、浅玫瑰色、长 $0.1\sim 1$ 毫米,长宽比 $3:1$,锆石含铀。

综上所述,由加里东期到燕山期锡石、黑钨矿由少变多。铌钽矿物以燕山早期最富,矿物种类也特别多。燕山期锆石含铀、含钍。

5.微量元素方面:加里东期各元素含量较低。华力西期Cr、Ni、Co、V等元素偏高,其它元素偏低。燕山早期第一次Cu、Li、W、Sn较高,其中Sn含量特别高。燕山晚期Pb、Li、W、Sn、Be较高。

(四)混合源同熔型(简称同熔型):由于上地幔玄武岩浆侵入地壳硅铝层,使热流增大,地热梯度急骤升高,引起地壳硅铝层与其同熔(或称混熔),由此而形成的花岗岩称混合源同熔型花岗岩。有人称为过渡型地壳同熔型或深源混熔过渡型。与查佩尔划分的I型花岗岩,石原舜三划分的磁铁矿花岗岩系列基本相当。

广西同熔型花岗岩出露少,总面积1500平方公里左右,占广西花岗岩类的7.6%左右。计有加里东期大宁、永和岩体,印支期牛庙、杨梅山、回龙、善村、新地、东胜、河村,礼贤等岩体,燕山早期清湖、南渡、马山、南安、大黎、河圹、大天平山、戊马圹等三十余个岩体,燕山晚期陆川、大王岭、米场、柏桥、安垌、油麻坡、英桥、斗垌、马其岗头顶,十二垌、乾厢、周公顶等岩体。岩体规模小,面积多在20平方公里以下。多数岩体沿博白—岑溪深断裂带呈串珠状分布。部分岩体受灵山—藤县深断裂、凭祥—大黎深断裂控制。部分岩体与基性、中酸性火山岩在时、空上密切伴生,为同源产物。如加里东期大宁、永和岩体与下志留统角斑岩均出现于博白—岑溪深断裂上。燕山早期马山、清湖、罗容等杂岩体中,出现基性火山岩。燕山晚期乾厢、周公顶、新圹、十二垌、白底、凤村、火烧岭等岩体,与晚白垩世中酸性火山岩密切伴生,是火山岩机理中的次火山岩相。

岩性较复杂,有石英闪长岩、斜长花岗岩、花岗闪长岩、花岗岩、正长岩、石英二长岩。部分岩体见闪长岩、基性岩与主体呈过渡关系,或呈侵入突变关系,表现为同期次不同亚次的杂岩体。岩石中斜长石含量一般高于钾长石,斜长石属中长石,石英含量低,暗色矿物常出现角闪石。 SiO_2 含量以 $55\sim 70\%$ 占绝大多数,多数岩体 Na_2O 大于 K_2O , $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 多在 $0.70\sim 1.65$ 之间, $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO})$ 为 $0.74\sim 1.25$ (多数小于1.1)(图1)。在查佩尔三角图解上,投影点落于斜长石-黑云母-角闪石及斜长石-角闪石-透辉石组合内(图2)。据部分岩体黑云母化学分析,黑云母含镁相对重熔型花岗岩为高(MgO $7.45\sim 14.07\%$), $\text{Mg}/(\text{Fe}^{3+}+\text{Fe}^{2+}+\text{Mg})$ 在 $0.38\sim 0.62$ 之间,在 $(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO})/(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}+\text{MgO})$ - MgO 关系图中(图3),投影点多落于II区,部分落于I区靠近II区的一侧。副矿物为磁铁矿、锆石、磷灰石、金红石、榍石、褐帘石组合(杨梅山岩体磷灰石呈针状、礼贤岩体出现微量铬铁矿),并出现辉钼矿、白钨矿、方铅矿、黄铜矿等有用矿物。磁铁矿与钛铁矿比值为 $50:1\sim 3000:1$ 为主。锆石为棕色、褐色、黄色、玫瑰色,锆石晶形以 $\{110\}$ 、 $\{111\}$; $\{110\}$ 、 $\{100\}$ 、 $\{111\}$ 或 $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、 $\{111\}$ 、 $\{311\}$ 聚形的柱状为主,柱面(100)与偏锥面(311)很不发育直至完全消失(图4)。据岩石光谱分析,岩体Mo在 $2\sim 12\text{ppm}$ 、部分岩体W在 $22\sim 78\text{ppm}$ 、大黎岩体Cu 205ppm 、新圹岩体Pb 197ppm 、马其岗头顶岩体Zn 250ppm ,且Cr、Ni、Co、V含量都较高。

与其有关的矿产以钨钼矿、铜钼矿为主,其次有铅、锌、金、银等。

同熔型花岗岩的演化：岩性有由花岗闪长岩、石英闪长岩、斜长花岗岩、石英二长岩（加里东期、印支期）→花岗闪长岩、石英闪长岩、斜长花岗岩、石英二长岩、花岗岩（燕山早期）→黑云母花岗岩、花岗斑岩（燕山晚期）演化趋势；造岩矿物，由加里东期、印支期→燕山早期→燕山晚期，钾长石、石英明显增高，而斜长石、角闪石明显降低（图8）；据岩石化学分析资料，由印支期至燕山晚期 SiO_2 、 K_2O 含量明显增加， Na_2O 含量略有增高，而 CaO 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ 、 MgO 明显降低，反映出有向偏酸偏碱演化之特征（图9）；印支期岩体副矿物组合较复杂（以钛铁矿，磁铁矿、锆石、磷灰石为主），且含量特别高，一般在180克/吨以上，河村岩体达8600克/吨。锆石为浅玫瑰色、玫瑰色、长0.1~0.8毫米，长宽比3:1（少数6:1）。燕山早期岩体副矿物组合更复杂（以磁铁矿、锆石、磷灰石为主），并常有黄铜矿、方铅矿、白钨矿、辉钼矿、闪锌矿出现。锆石浅黄色、浅棕褐色，长0.1~0.9毫米，长宽比1.5:1~3:1。燕山晚期岩体副矿物组合又趋于简单，但含量较高，以磁铁矿、锆石、榍石、褐帘石、金红石为主，并含有辉钼矿、白钨矿、方铅矿、辉铜矿、黄铜矿。锆石无色、浅黄色、黄色、黄褐色，长0.1~1毫米，长宽比2:1~3:1；据岩石光谱分析，印支期岩体含Ni、Co、V、Zn较高，燕山早期岩体含Cu、W、Mo较高，燕山晚期岩体W、Mo、Cr较高。

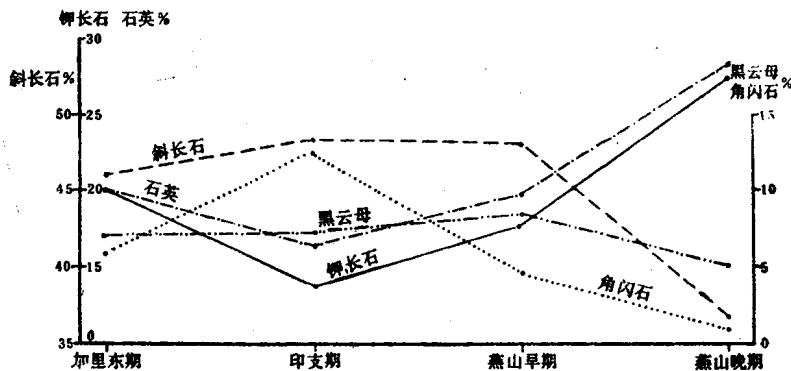


图8 广西各时代同熔型花岗岩类实测矿物演化曲线图

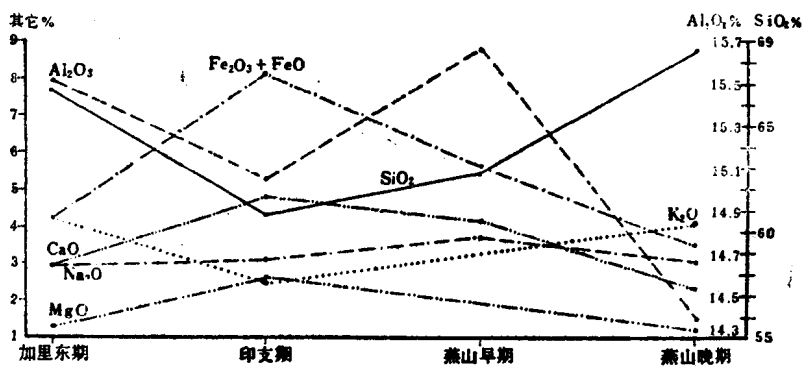


图9 广西各时代同熔型花岗岩类岩石化学成分变化曲线图

小 结

综上所述, 广西各成因类型花岗岩的演化, 从老到新大致有以下几个特点:

1. 演化具连续性和阶段性; 由玄武岩浆演化而成的分异型花岗岩只演化到石英闪长岩、斜长花岗岩、花岗闪长岩; 花岗岩化发展而成的交代型花岗岩, 可发展到黑云母二云母花岗岩, 重熔花岗岩可以由黑云母花岗岩发展到浅色花岗岩、二云母花岗岩、白云母花岗岩, 花岗斑岩、石英斑岩; 同熔型花岗岩有由石英闪长岩、斜长花岗岩、花岗闪长岩、石英二长岩发展到花岗岩。

2. 岩石中 SiO_2 、 K_2O 、 Na_2O 含量依次增加, 而 MgO 、 CaO 、 $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$ 降低, 反映出岩石有由偏基性向偏酸偏碱的方向演化特征。

3. 造岩矿物钾长石、石英明显增加, 而斜长石、黑云母总趋势为降低。

4. 副矿物组合类型, 由简单到复杂。有用矿物种类及含量由少到多。

参 考 文 献

- [1] 从柏林, 1979, 岩浆活动与火成岩组合, 地质出版社。
- [2] 南京大学地质系, 1981, 华南不同时代花岗岩类及其与成矿关系, 科学出版社。
- [3] 莫柱孙等, 1980, 南岭花岗岩地质学, 地质出版社。
- [4] 全国同位素地质会议文集编辑小组, 1979, 全国同位素地质会议文集第二集, 地质出版社。
- [5] 汪绍年, 1983, 大容山花岗岩形成的物理化学条件和地质背景推测, 岩石矿物及测试第2卷, 第1期, 地质出版社。
- [6] 张玉学, 1982, 阳储岭斑岩钨钼矿床地质地球化学特征及其成因探讨, 地球化学第二期, 科学出版社。
- [7] 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, 科学出版社。

CHARACTERISTICS AND EVOLUTION OF VARIOUS GENETIC TYPES OF GRANITE IN GUANGXI

Liao Qingkang

(Regional Geological Survey Party of Guangxi)

Abstract

The granitoids in Guangxi may be classified into four genetic types.

1. Mantle-derived differentiated type. Examples are given by the Bentong granite mass and other masses of Sibao age. The granite masses, small in scale, are spatially associated with spilite-keratophyre and basic-ultrabasic intrusions

and are intruded into these rocks. Plagioclase granite predominates, in which SiO_2 constitutes 61-68% and the $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ ratio is between 0.69-1.30 and in which the biotite is high-Mg and the abundances of the trace elements Cr, Ni, Co and Cu are high. Part of the masses contain chromite.

2. Crustal metasomatic type. Rocks of this type are formed by partial melting of autochthonous and hypautochthonous granites due to elevated temperatures and their ascent and crystallization. Examples include the Xuefeng-age Motianling granite mass and the Caledonian Beijie granite rock mass. Being spatially in harmony with the country rocks, the rock masses display abrupt intrusive contacts or metasomatic intrusive contacts with the country rocks. There are a lot of residual country rocks at the edges of the masses, which are highly variable in size and are aligned parallel to the strike of the country rocks. Biotite (or two-mica) granite predominates, with K-feldspar predominating over plagioclase. Part of the rocks show a gneissic structure. SiO_2 accounts for more than 74% and $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ is between 0.47-0.68. The accessory minerals include a zircon, monazite and garnet suite and rounded zircon is common. No non-ferrous metal or rare metal deposits are formed.

3. Crustal anatectic type. Anatectic granite in Guangxi covers 91% of the area of granitoids, including Caledonian, Variscan, Indosinian and Yanshanian granite masses. The rock masses are large in scale and of regional zonal or areal distribution. They are not closely related to regional volcanic activity. The rocks are dominated by biotite granite, with K-feldspar predominating over plagioclase. SiO_2 constitutes over 70%, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ is mostly less than 0.7 and $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$ is mostly greater than 1.10. Biotite is low-Mg and High-Fe and the accessory minerals consist of an ilmenite, zircon, monazite and garnet suite. The abundances of the trace elements Sn, W, Li, Bi and Pb are high, forming deposits of tungsten, tin, niobium and tantalum.

4. Mixed syntectonic type. Syntectonic granite in Guangxi is poorly exposed, making up 7.0 of the granitoids. Part of Caledonian, Indosinian and Yanshanian granite masses are represented. The rock masses are small in scale, mostly covering an area of less than 20 sq km. They are controlled by the Bobai-Cenxi and Pingxiang-Dali deep fractures. Part of the masses are closely associated with basic and intermediate-acid volcanic rocks in time and space. The lithologies are complex, including quartz diorite, plagioclase granite, granodiorite, granite, syenite and quartz monzonite. In the rocks, plagioclase (andesine) predominates over K-feldspar, the quartz content is low, SiO_2 constitutes 55-70%, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ is between 0.70-1.65, and $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$ is mostly less than 1.1. Biotite in the masses is high-Mg, and the accessory