

试论华南花岗岩岩套(岩石序列) 的划分原则和研究方法

洪 大 卫

(中国地质科学院矿床地质研究所)

在花岗岩岩基的研究中提出划分岩套(岩石序列),至今才不过十余年的历史,但是由于它较好地揭示了岩基的本来面目,特别是因为基于这一概念在秘鲁安第斯山海岸岩基填图工作中所获得的成果,引起了国内外地质同行的极大兴趣(肖庆辉和周玉泉,1985;洪大卫,1986)。本文试图以华南的某些花岗岩为例剖析这一概念,并对划分花岗岩岩套的原则和方法作一初步的探讨。需要说明的是,本文中的岩石命名,除专门注明者外,均系根据国际地科联火成岩分类学分会通过的实际矿物定量分类(Streckeisen, 1973)。

一、岩套(岩石序列)的概念

长期以来囿于R. A. Daly的理论,人们习惯于认为花岗岩岩基往下延伸会愈来愈大,规模似乎是无限的,并往往把岩基或一个侵入体看作是由单独一次岩浆侵入所造成的简单岩体。我国地质工作者从五十年代末以来在长期的实践中陆续发现,许多花岗岩岩体都不是一次岩浆侵入所成,而是由若干个阶段的岩浆活动组成的复式岩体。例如著名的江西西华山岩体出露面积为 19.12km^2 ,乃是四次侵入的复式岩体。广西的栗木岩体(出露面积 1.5km^2)和湖南的邓阜仙岩体(出露面积 171km^2)为三次侵入所成。广东阳春的鸚鵡岭岩体(出露面积 2.8km^2)和湖南瑶岗仙岩体(出露面积不及 1km^2)为两次侵入所成。福建的行洛坑岩体出露面积仅 0.128km^2 ,却也是三次侵入的产物。特别是当人们逐渐认识到华南花岗岩的活动包括四堡期、雪峰期、加里东期、海西期、印支期和燕山期等六个大的旋迴以后,更进一步发现如诸广山、大东山、汾山、越城岭、苗儿山、都庞岭、白马山等大型岩体都是多期多次的复式岩体,反映了华南地壳多旋迴演化的特点。位于湘、赣、粤三者交界的诸广山—万洋山复式岩体就是一个典型的例子。该岩体成南北向展布,总面积达 5000km^2 。据郑基俭等^①的研究,该复式岩体内包括加里东期、海西期、印支期和燕山期的大小岩体120余个。又如江西北部的九岭岩体,面积达 2500km^2 ,以往除在其中划分出几个较小的燕山期花岗岩之外,被笼统地当成雪峰期的一个均一岩体。但据高秉璋等^②的研究,这个大型岩体从湘赣边境到南昌西山延长达 170km ,基本上呈东西向展布,到奉新以东则折向东北,整个岩体从西到东可以分成三部分。每一部分都由一组岩石构

① 郑基俭等,1984,诸广山复式岩体的研究。

② 高秉璋等,1985,江西省花岗岩类地质及地球化学。

成, 自北向南为英云闪长岩→花岗闪长岩→二长花岗岩→钾长花岗岩。可见整个九岭岩体亦当是一个相当复杂的复式岩体。

在同一时期内类似的现象在国外也逐渐被认识。例如秘鲁安第斯山的海岸岩基, 总长近2000km, 由1000个独立的侵入体构成, 仅仅长400km的利马岩基段即包含230个独立的侵入体(Cobbing和Pitcher, 1972)。在美国的内华达山脉岩基内, 其中内华达山脉岩基就由上百个侵入体构成(Bateman和Dodge, 1970)。因此, Pitcher (1979)认为, 岩基是一种深成岩的组合群体, 即所谓的“群居”岩体, 它们是同源岩浆大体同时侵入并赋存于同一接触界面之内而构成的一个岩体。造成这种现象的原因, 主要是因为岩浆的产生和侵入都是某些占压倒优势的构造(例如断裂)控制的结果。这些事实还清楚地说明, 花岗岩体的大小是有限的。据Pitcher (1979)的统计, 秘鲁海岸岩基、美国南加里福利亚和内华达山脉岩基中的深成岩体(包括中酸性的花岗岩类在内)的面积一般只有150km²左右, 而真正的花岗岩则只有80km²左右。据Cobbing (1981)的意见, 一个简单侵入体的最大直径为25km, 平均直径为15km, 而复杂侵入体的最大规模为100×25km。这可能是因为花岗岩体的顶盖在直径大于15km的圆柱形或球形的熔融体之上, 由于花岗质岩浆粘度的限制, 就难以被支撑住。

过去由于简单地认为一个侵入体乃是一次岩浆侵入活动造成, 因此常把具有成分、结构分带的典型环带状岩体当成因冷凝条件不同发生结晶分异或因同化混杂作用程度不同所造成的岩相分带。现在有事实说明, 许多环带状侵入体实际上代表了一个同源岩浆的演化序列, 其中每一种岩石类型往往代表岩浆演化历史中的一次脉动。因为侵入体定位以后虽然是随温度下降从边缘向内固结, 但是在向内固结的过程中, 往往会被未固结的流态核部岩浆的多次脉动所间断。当岩浆发生脉动时, 早期固结的硬壳发生破裂, 流态的核部岩浆沿同一断裂上侵, 就可能穿过固结的外壳并侵入围岩。岩浆经过这样多次的脉动便形成了成分、结构分带的侵入体。例如江西加里东期的上犹岩体, 面积130km²。以往根据岩性和结构把这个岩体分成边缘相、过渡相和中央相。据高秉璋等最近(1985)研究, 所谓“边缘相”的白云母(或二云母)钾长花岗岩分布极不完整。岩体东侧侵入于寒武系浅变质岩, 没有“边缘相”出露, 直接由所谓“过渡相”的中粒似斑状黑云母二长花岗岩与之接触。在岩体南部虽然有“边缘相”出露, 但是分布不连续。岩体西部被中泥盆统陡水组沉积覆盖, 却出现了呈岩滴状分布的“边缘相”岩石, 直接覆盖在陡水组之下。同时在细粒白云母(或二云母)钾长花岗岩与“过渡相”中粒巨斑状黑云母二长花岗岩之间发现有较明显的界线。有些地段虽然没有看到清楚的界线, 但两者在岩性上的突变, 却说明它们可能都代表了单独一次侵入活动。岩体“过渡相”的中粒巨斑状黑云母二长花岗岩同“中央相”的中粒黑云母二长花岗岩相比, 两者岩性相近, 但前者常含有巨大的变斑晶, 而后者含暗色包体较多, 它们之间界线较明显, 也可能是两期形成。最近铷-锶同位素年龄测定证实: 上述黑云母二长花岗岩为446、426、459、478Ma, 而细粒白云母(或二云母)钾长花岗岩为308、332、345、347和361Ma, 同上述的观察一致。又如广西燕山期的姑婆山岩体, 过去也被分成中央相、过渡相和边缘相, 视为一个典型的同心环式侵入体。后来有人注意到, 闪长质暗色包

① 高秉璋等, 1985, 省江西花岗岩类地质及地球化学。

体主要集中分布在岩体的中央部分(里松),因此认为这里不是中央相而是顶部边缘相。最近的研究证明,这个岩体也是一个复式岩体(张德全等,1985)。中央部分(过去划为中央相或顶部边缘相)属于里松岩体,铷-锶同位素年龄154Ma,钾-氩同位素年龄159Ma。边缘部分乃是姑婆山岩体,铷-锶同位素年龄148Ma,钾-氩同位素年龄129.8Ma,两者之间虽未发现相互穿插关系,但是在短短距离内岩性发生突然变化。里松岩体含角闪石并富含闪长质暗色包体,进入姑婆山岩体这两种特点即迅速消失。

花岗岩岩体的出现一般都不是孤立的,大多具有一定的区域规模。如果从区域岩石学角度进一步考察还会发现,实际上一些大型的岩基不仅是由若干个独立侵入体所组成的复式岩体,而且这些侵入体的出现具有一定的次序,并在一定的区域范围内保持相对稳定。70年代以来,在对美国内华达山脉(Bateman和Dodge,1970)、秘鲁安第斯山海岸岩基(Cobbing和Pitcher,1972)、美国南加里福利亚(Gastil等,1975)、澳大利亚东南拉克兰褶皱带(Chappell和White,1977)等花岗岩岩基进行系统填图的过程中,人们发现在岩基中,尽管一个侵入体内部或者在不同侵入体之间在岩性和结构方面均存在一定的差异,但从区域范围来看,花岗岩类的岩石类型总是有限的几种。岩基内部的侵入体不仅在岩性和结构方面具有一定的相似性,可以合并成数量不多的几个岩石组合,而且这些岩石组合在整个岩基总的侵入顺序中占据着一个特定的位置,具有一定的岩性、结构、构造和时间特征。尽管各种岩石类型是分别出现于许多独立的岩体之中,但仍可以象对比地层上的岩层那样,把不同岩体中具有同样的岩性、结构、构造和时间特征的侵入体归并为同一个填图单位。属于这个填图单位中的各个岩体不仅在空间上紧密伴生在一起,而且在成因上具有一定的联系,因而它们又可以归并到更大一级的岩石单位,组成一个同源岩浆的演化序列。这就是所谓的“岩浆序列”(Magma sequence, Bateman 和 Dodge, 1970)、“超单元”(Super-unite, Cobbing和Pitcher, 1972)和“岩浆套”(magmatic suite, White 和 Chappell, 1977)。这些概念指的大体都是同一个意思。这里所说的同源关系实质上就是指所有岩石构成单位具有稳定的空间和时间组合关系,矿物成分之间的关系,特别是石英和钾长石的相互比例发生渐进演化,同时保持相似的结构特点。按照上述这些原则,在秘鲁海岸岩基中建立了单元—超单元—岩基段三级体制,在美国内华达山脉岩基中建立了侵入体—岩组—侵入岩套三级填图单位。所谓“单元”是指具有相同岩性特点的岩石,多少类似于岩石地层术语中的“组”。“超单元”则指在时间和空间上紧密相关的若干个不同单元,类似于地层意义上的“群”。而“岩基段”则是指在秘鲁海岸岩基这种线性岩基的特定地段内一定数量超单元的组合。海岸岩基岩浆活动经历了70Ma,其中每一个超单元持续的时间大概是11Ma左右。内华达山脉岩基的一个岩套持续的时间是10~20Ma。

我国的区域地质工作者以往在华南的填图工作中根据不同岩石类型之间的相互穿插关系、岩性、结构特点和同位素年龄资料对花岗岩侵入体进行了期一次一阶段的时间划分。虽然还未来得及对岩石序列作出系统的总结,却已积累了丰富的实际材料。以下试以若干地区为例进行一些初步的分析。

二、华南花岗岩中岩套（岩石序列）的若干例实

长江中游的鄂东南地区分布着燕山期的铁山、殷祖、阳新、灵乡、鄂城和金山店等六个大岩体和若干个小岩体（图1），同著名的大冶铁矿等一系列铁、铜矿床有着密切的成因联系， $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 初始值为0.703~0.708，相当于所谓的I型花岗岩。在1:5万区域地质填图的基础上，根据各种岩石类型间的相互穿切关系、岩石成分、结构特点及同位素年龄数据，可以建立起这个地区深成岩的活动序列（表1）。从表1可见：①在一个岩体内所确定的各个岩石类型之间的相对年代关系，在其它岩体中实际上是大体相同的，可以进行横向对比。每一个岩体的岩石活动顺序相当于一个“地层柱状图”，整个地区的岩石序列就相当于一个“区域地层表”；②在这个地区的深成岩活动中先后出现了四个由较基性的向较酸性的演化的岩套。每个岩套均组成一个独立的韵律。整个鄂东南地区的岩浆活动则由四个类似的韵律组成。不过随着时间的推移在下一个韵律中酸性成分的岩石所占的比重愈来愈大；③由于定位的具体情况不同，每个岩体内所具有的分异演化程度并不完全一致。铁

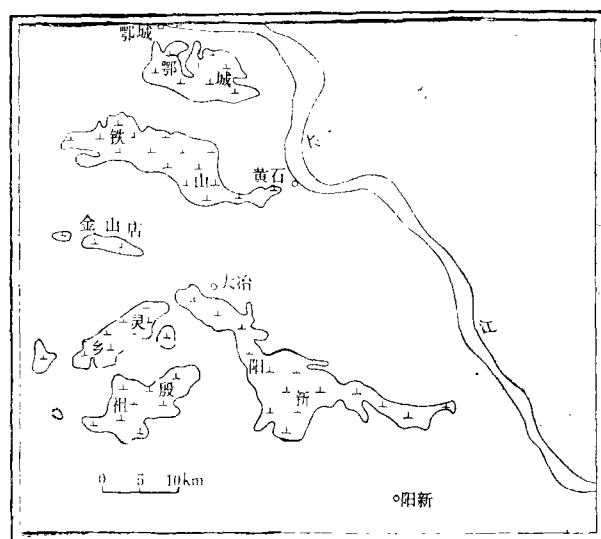


图1 鄂东南岩浆岩分布略图

Fig. 1. Schematic map showing the distribution of magmatic rocks in southeastern Hubei.

山、阳新、灵乡等岩体中第一、二个岩套最发育，鄂城岩体中第三、四个岩套最发育，而金山店岩体只发育一个岩套；④同一个分异演化阶段在不同的岩体内出现的时间也可能稍有先后差别；⑤同每个岩套相对应，各有一期硅化作用，整个鄂东南地区可以划分出四个矿化期。在铁山、鄂城、金山店、灵乡等岩体中矿化作用从早到晚有从 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe} \rightarrow (\text{Cu}) \rightarrow \text{Cu} (\text{Mo}) \rightarrow \text{Pb}, \text{Zn}$ 的演化趋势，而在阳新、殷祖岩体中矿化作用有从 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}, \text{Fe} \rightarrow \text{Cu}, \text{Mo} \rightarrow \text{W}, \text{Mo}, \text{Cu}$ 的演化趋势（葛宗侠等，1984）；⑥这里所说的岩套也就大体相当于一个“超单元”，它们活动的持续时间为10~20Ma，同典型的I型花岗岩秘鲁海岸岩基和美

国内华达山脉岩基的情况基本类似。其中的每一个岩石组合可以叫做岩组，它可以由单独一种岩石类型构成，也可以包含几种岩石类型，相当上述的所谓“单元”，乃是最基本的填图单位。

从这个例子还可以将我们通常划分的花岗岩的期一次一阶段同这里所说的侵入体—岩组—岩套划分作一简单的比较。相同的是，两者都强调岩浆活动的时间顺序，重视某一种岩石类型在全部岩浆活动序列中的时间位置。不同的是：①岩套划分注意到不同岩石类型的出现不是杂乱无章的，而是有规律的。每一个岩套代表同源岩浆的一次演化序列，岩组

表 1 鄂东南地区燕山期花岗岩体的岩石组合对比（同位素年龄：Ma）
Table 1. Comparison between Rock Associations of the Yanshanian Granite Masses in Southeastern Hubei

岩套	岩石组合	年龄	持续时间	岩体名称					期次划分
				铁山	殷祖	阳新	灵乡	鄂城	金山店
I	黑云母透辉石正长闪长岩	165		165			157		
	细斑闪长玢岩	157					▲ 152		
	黑云母石英正长闪长岩	156-153	15	156-149	153	156			
	细斑石英正长闪长玢岩	150		7143		150			
II	黑云母石英（透辉石）正长闪长岩	145-141		▲ 145		▲ 145-142	▲ 144		
	粗斑石英正长闪长玢岩	?	8				145-141		
	花岗斑岩、花岗闪长岩	137.5-136		137.5	136		7137		
	闪长岩	138							
III	细粒石英正长闪长岩	135	11					138	135
	石英二长岩—石英正长闪长岩—花岗闪长岩	127		▲ 132				7114 132	
							▲ 128	127	128
IV	闪长岩	118				118			
	花岗闪长岩—花岗闪长斑岩	113	23	113		▲ 115			
	花岗岩	118						118	117
	花岗斑岩	95						95	

资料来源据葛宗侠等，鄂城—大冶—阳新地区铜铁控矿条件、成矿规律与成矿预测，1984。

岩石名称据原资料，期次划分据本文的意见。

—— 出露的岩石类型 ▲ 主要的矿化

与岩组之间的时间关系是一种自然演化的关系, 不像期一次一阶段的划分那样各次之间的界限有更多的人为色彩; ②期一次一阶段是纯粹的时间概念, 而岩套划分则还注意到一定的岩石组合只出现在一定的空间范围内。例如在秘鲁海岸岩基中所谓“单元”、“超单元”和“岩基段”都有具体的地理界限。整个海岸岩基总长近 2000km, 沿太平洋海岸分布, 自北向南分出五个岩基段, 每个岩基段的长度和超单元的数目都不相同。

分布在赣南、诸广山和湘南、粤北一带的燕山早期花岗岩, 与铌、钽、钨、锡等矿产有关, $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 初始值为 0.7128~0.7494, 相当于所谓的 S 型花岗岩, 构成另一种类型的岩套 (表2), 在该区的不同岩体间同样表现得相当稳定。同鄂东南地区的上述岩套相比, 这个岩套的特点是: ①整个地区基本上由一个岩套组成, 完成一个岩套的周期要 40~50Ma, 至少也要 30~40Ma; ②整个岩套虽然也具有从较基性到更酸性的演化规律, 但是比鄂东南地区明显要更酸性得多; ③岩石类型相对比较简单, 不同岩石类型间的岩石学差异较小。这就在实际填图工作中造成划分岩石类型和追索接触界线的困难, 并可能包含许多更复杂的情况。例如赣南的大吉山岩体 (表3) 的岩石组合同上述赣南—湘南—粤北地区的岩套 (表2) 基本上相似, 但它活动开始的时间较晚, 持续的时间不到 10Ma。类似的情

表 2 赣南—湘南—粤北地区燕山早期花岗岩岩体的岩石组合对比 (同位素年龄: Ma)

Table 2. Comparison between Rock Associations of the
Early Yanshanian Granite Masses in the Southern Jiangxi-
Southern Hunan-Northern Guangdong Region

岩 石 组 合	岩 体 名 称								
	热 水	九 峰	鹅 形	永 丰	江 背	抬 携	黄 陂	珠 兰 埠	陂 头
中—中粗粒斑状角闪石黑 云母二长花岗岩		172—174		—		176—183	170—180	—	—
中—中粗粒斑状黑云母 二长花岗岩	—	168—158	161	—	—	158	160	—	—
中—细粒斑状黑云母钾 长花岗岩	158	155—149	157—152	—	—	—	—	—	—
细粒二云母钾长花岗岩		146—138	146—138	—	—	—	—	—	—
细粒含石榴石白云母碱 长花岗岩	136			—	—	—	—	—	—
花岗斑岩							138	—	—

注: 据 1:20 万区调报告的有关资料编制

况也见于湘中地区更晚期的望湖岩体 (表3), 在 10Ma 内构成了一个完整的岩套。而西华山岩体的四次侵入活动则可能跨越了两个岩套, 并且出露得都不完整 (表3)。这种情况可能说明, 由于 S 型花岗岩的岩石类型相对比较简单, 而且基本相似的几个岩套可能同一地区重复出现, 在野外不易分辨, 不仅给填图工作带来极大困难, 也容易造成同位素年龄数据方面的许多混乱。像上述赣南—湘南—粤北地区的岩套持续时间长达 40~50Ma, 其中就可能隐伏着 2~3 个重复出现的岩套。Cobbing 和 Mallick (1983) 在对比了安第斯山和东南亚的花岗岩之后也曾指出, 在秘鲁海岸岩基和内华达山脉岩基这类 I 型花岗岩区中, 成分的正常变化范围是从闪长岩到花岗岩, 而在东南亚的 S 型花岗岩区中, 成分变化范围

表3 大吉山、西华山、望湘花岗岩的岩石组合对比(铷-锶同位素年龄, Ma)

Table 3. Comparison between Rock Associations of the
Dajishan, Xihuashan and Wangxiang Granites

大 吉 山①	西 华 山②	望 湘③
中粗粒斑状黑云母二长花岗岩 167		
中细粒二云母碱长花岗岩 161		
细粒白云母碱长花岗岩 159		
	斑状中粒黑云母钾长花岗岩 151	
	中粒斑状黑云母二长花岗岩 148	细一中粒斑状一中粒斑状黑云母二长花岗岩 141
	中细粒黑云母二长花岗岩 136	中粒及细一中粒二云母二长花岗岩 137
		细粒二云母二长花岗岩 136
		细粒白云母碱长花岗岩 131
	花岗斑岩(细粒斑状花岗岩) 钾-氩法 131	微细粒斑状白云母碱长花岗岩一白云母碱 长花岗斑岩 138(?)

注: ① 孙恭安等, 1985, 邓阜仙及大吉山稀有金属花岗岩型钽矿床成矿条件、成矿机理及模式的研究。

② 陈志雄等, 1985, 西华山和红岭钨矿床成矿地质特征的研究。

③ 据湖南地矿局473队提供的资料, 1982。

表4 浙闽沿海晶洞花岗岩带的岩石组合对比(同位素年龄, Ma)

Table 4. Comparison between Rock Association of the Mirolitic
Granite Belt along the Zhejiang-Fujian Coasts

福 建 鼓 山	福 建 漳 州	浙江青田	浙江海溪
官山 辉长岩	上房 辉石闪长岩		
南屿 闪长岩	九冬 闪长岩		
洞田 花岗闪长岩 97.7	长太 花岗闪长岩 115.6	石英闪长岩	石英闪长岩
丹阳 角闪石黑云母二长花岗岩 88.8	古衣 角闪石黑云母二长花岗岩 87.3		
福州 黑云母钾长花岗岩 82.4—99		黑云母钾长花岗岩 115.2	黑云母钾长花岗岩 100.2
前洋 含黑云母晶洞碱长花岗岩	新村 含黑云母晶洞碱长花岗岩	含黑云母晶洞碱长 花岗岩	含黑云母晶洞碱长花 岗岩
魁岐 钠闪石晶洞碱性花岗岩 86—91			
笔架山 花岗斑岩	郭坑 花岗斑岩		

注: 据“福建省区域地质志”(1983)和浙江省1:20万区调报告的有关资料编制。

较窄。因此在S型花岗岩地区(例如南岭地区)进行区域岩石学研究要远比在I型花岗岩区工作复杂和困难得多,尚有待在实际工作中去研究解决。

出露在浙、闽沿海的燕山晚期碱性—偏碱性晶洞花岗岩, $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 初始值为0.7034~0.7059, 相当于所谓的A型花岗岩, 同钙碱性花岗岩紧密共生在一起, 其中的鼓山和漳州两个复式岩体的岩石类型和出现顺序完全相似(表4), 构成一个完整的岩浆演化序列, 持续活动的时间至少大于10~20Ma, 在浙闽沿海一带极具代表性。它既不同于上述赣南—湘南—粤北的S型花岗岩, 也不同于鄂东地区的I型花岗岩, 而是A型花岗岩所特有的岩套。综上所述可见, 不同成因类型的花岗岩各有不同的岩套, 反映了它们来源物质的不同。

当然, 由于华南花岗岩岩套(岩石序列)的研究, 现在还刚刚开始, 这里根据现有资料所做的分析仅仅只是一种尝试, 要得出真正符合实际的结论还有待于今后进一步的工作。

附带要指出, 我们曾着重介绍过“单元”、“超单元”的概念(洪大卫, 1986)。考虑到这两个名词的意义比较抽象, 而“岩套”这个名词在岩石学上已经比较通用, 例如蛇绿岩套、绿岩套等等。因此本文建议采用“岩组”(lithodeme)、岩套(suite)这两个名词, 大体上分别相当于“单元”和“超单元”。

三、研究岩体内部接触关系的若干标志

从上述可见, 国内外的大量事实都说明, 花岗岩岩基不仅是可分解的, 而且往往代表了一个同源岩浆的演化序列。为了揭示这个序列的真实面貌, 关键的问题是要深入细致地研究花岗岩体内部的接触关系, 籍以对岩体进行构造划分。这样做不仅具有重要的理论意义, 也有重要的实际意义。因为花岗岩岩浆演化最晚期的小岩体一般对成矿最有利, 岩体之间的接触界面往往是矿液沉淀的有利地段。过去往往忽略了大岩体的找矿工作。既然大岩体可以分解, 就可能提供许多新的找矿线索。例如在巨大的诸广山岩体内部, 许多矿床正是沿着内接触界线及其剪切带分布的。

岩体内部的接触关系有各种各样的情况, 有的呈突变接触, 有的呈渐变过渡。这决定于两个侵入体之间的成分差异, 也决定于当晚期岩体侵入早期岩体时, 后者是已经固结冷却了, 还是虽已固结但仍很炽热, 或甚至部分仍然是液态的。为了追索岩体内部的接触界线、区分岩基内部不同时间的侵入体并建立岩体活动的顺序, 可以利用下列一些标志,

1. 晚期岩体或者它分出的岩枝或岩脉切割早期岩体, 破坏了后者的完整性。如果有几组先后生成的岩脉相交错, 这种穿切关系就更清楚;
2. 晚期侵入体的边部由细粒甚至隐晶质的岩石构成冷凝边;
3. 晚期侵入体中有早期岩石的捕虏体。在北京房山侵入体中平行接触带, 在晚期侵入体中发育“火成角砾岩”带。角砾为早期岩体的碎块, 胶结物则为晚期岩体;
4. 沿接触带早期岩体具有烘烤或接触变质现象;
5. 沿接触带断续发育伟晶岩囊包体, 或由粗大的长石、石英组成不连续的似伟晶岩带, 宽度一般数10cm不等, 长石、石英晶体生长的方向指向晚期岩体;

6. 沿接触带发生矿化蚀变;

7. 早晚岩体之间虽然看不出清楚的界线,但是在短距离内岩性快速过渡,例如前述里松岩体和姑婆山岩体之间的情况。实际上几乎没有一个侵入体是成分完全均匀的,总会有一些变化,不过这种变化有一定的限度。如果岩石成分的变化超出了一定的限度,就必然是跨越了一条内部的接触界线;

8. 在岩基中不同的“超单元”岩石伴生有不同的一套岩墙(脉)群。例如在秘鲁海岸与帕塔普超单元辉长岩伴生的是粗玄岩质岩墙群,与圣罗莎超单元英云闪长岩伴生的是安山岩质岩墙群,与普斯卡奥超单元二长花岗岩伴生的是微花岗岩闪长岩岩墙群。有时可见一套岩脉被某些花岗岩所切割,却未被另一些花岗岩所切割。被切岩脉所在的岩体为早期侵入体;

9. 暗色包体的数量、成分、形状和排列方向。例如前述的里松角闪石黑云母二长花岗岩中暗色包体十分发育,一进入与它接触的姑婆山黑云母二长花岗岩暗色包体的数量就锐减。爱尔兰多内加尔的阿达拉环状侵入体中三次侵入岩的岩性非常相近,但是它们中间的暗色包体的发育情况不同;

10. Cobbing和Mallick (1983)总结他们在秘鲁海岸岩基中工作的经验时强调,划分岩石单元主要是根据岩石结构而不是岩石的成分。例如在蒂巴亚花岗岩单元内,角闪石均呈柱状,彼此相距很远,黑云母则成规则的片状孤立零星分布。而在圣罗莎花岗岩单元内,角闪石和黑云母聚集成任意形状的团块。在拉米纳超单元内在有的岩石中角闪石为嵌晶状,在有的岩石中角闪石为针状,两种岩石间可以追索到一条模糊的接触界线。因此利用矿物的结构差异(粒度、晶形、自形程度、排列方式、产出形式、斑晶的大小和丰度、包裹体等等)可以区分成分变化范围相似(从闪长岩到二长花岗岩)的花岗岩单元;

11. 属于同一岩组(单元)的岩石,它们的矿物成分具有相似的变化程度;

12. 早晚不同的岩体有不同的应变标志。例如在爱尔兰多内加尔杂岩体内,上述的主多内加尔岩体叶理非常发育,但罗塞斯岩体则完全不显叶理。

当然,除上述这些野外地质标志之外,为了确定一个岩套还需要通过矿物—地球化学研究[如黑云母的 $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})/(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO})$ 比值、长石的有序度、副矿物组合、锆石的晶形和Zr/Hf比值、岩石的K/Rb比值等等]和同位素年龄研究等寻找旁证。

上述这些标志,都是人们早已十分熟悉的。只要在野外仔细观察,虽然不能发现全部标志,至少也能找到一部分。需要强调指出的是,研究侵入体内部的接触关系并进而确定一个地区的岩套时,都应该根据上述一组标志,其中的任何一个标本本身,例如岩性都不足以单独确定一个岩组。这样才可能避免把一些本来互不相关的岩石人为地并凑成一个规则的序列,歪曲了自然历史的本来面目。即使通过一条剖面的研究初步建立了岩套之后,也还需要在其他剖面的研究中对它进行验证,不断加以修改、补充直至趋于完善。同时也不能排除确有某些在岩石类型方面完全是独特的独立侵入体存在,代表了岩浆的单独一次脉动,不能硬性进行对比。

莫柱孙、张炳熹总工程师,周维屏副司长,郑恒有、陈克强等同志审阅过本文初稿并提出了宝贵的意见。笔者在工作过程中得到胡惠民、常印佛总工程师,高秉璋、肖庆辉、郑基俭等同志的指导和帮助,在此表示感谢。

参考文献

- [1] 肖庆辉、周玉泉, 1985, 一种值得重视的花岗岩类岩基填图新方法, 中国地质, No.8.
- [2] 洪大卫, 1986, 关于花岗岩区的区域地质调查的若干问题, 中国区域地质, No.2,
- [3] Streckeisen, A. L. 1973 Classification and nomenclature of igneous rocks. Recommendations of the IUGS subcommission on the systematics of Igneous Rocks. Geol. Rundsch., v. 63, pp. 773—786.
- [4] Cobbing, E. J., Pitcher, W. S. 1972 The coastal batholith of central Peru. Jl. geol. Soc. Lond. v. 128, pp. 421—460.
- [5] Bateman, P. C., Dodge, F. C. W. 1970 Variations of major chemical constituents across the central Sierra Nevada Batholith. Bull. geol. Soc. Am. v. 81, pp. 409—420.
- [6] Pitcher, W. S. 1979 The nature, ascent and emplacement of granitic magmas. Jl. geol. Soc. Lond. v. 136, pp. 627—662.
- [7] Cobbing, E. J. 1981 a practical guide to the regional mapping of granites. Institute of geological sciences.
- [8] 张德全、王雪英、孙桂英 1985 关于广西姑婆山—里松岩体的定位年龄和冷凝历史的探讨. 地质论评, V.31, No.3.
- [9] Gastil, R. G. 1975 Plutonic zones in the Peninsular Ranges of southern California and northern Baja California. Geology, v. 3, No. 7, pp. 361—363.
- [10] White, A. J. R., Williams, I. S., Chappell, B. W. 1977 Geology of the Bessidale 1:100, 000 sheet 8625. Geol. Survey new South Wales.
- [11] Cobbing, E. J., Mallick, D. I. J. 1983 A new approach to mapping granites. Episodes, No. 3, pp. 10—14.

ON THE PRINCIPLES AND METHODS FOR ESTABLISHING GRANITIC SUITES (SEQUENCES) IN SOUTHERN CHINA

Hong Dawei

Abstract

The problem of granite is essentially a regional one. The granitic suite is a concept proposed from the view-point of regional petrology on the basis of the study of regional geology.

Taking for example the granites in southeastern Hubei, the southern Jiangxi-southern Hunan-northern Guangdong region and the Fujian-Zhejiang coasts, the paper deals with the principles and methods for the division of granitoids into suites. In southeastern Hubei, the Yanshanian granitoids belong to I-type granite. The magmatic activity involved four older to younger suites. Each suite is characterized by a rhythm of evolution from intermediate to acid rocks, and in each next rhythm the proportion of acid rocks become

progressively larger with time. The duration of each suite is about 10—20Ma.

The early Yanshanian granitoids in the southern Jiangxi-southern Hunan-northern Guangdong region belong to S-type granite. The magmatic activity in the whole region was in the main concerned with one suite. Although this suite also exhibits the law of evolution from intermediate to acid rocks, it is more acid than the granitoids in southeastern Hubei. The range of rock composition of the suite is quite narrow. The duration of the suite is about 40—50Ma.

The late Yanshanian alkaline-slightly alkaline miarolitic granitoids along the Fujian-Zhejiang coasts belong to A-type granite and are usually intimately associated with alkaline granitoids, both combining to form a suite in which the riebeckite granite is the latest product. The duration of the suite is at least greater than 20Ma.

From above it may be recognized that the granitoids of southern China not only can be divided into suites, but granitoids of different origin also possess different granitic suites, which implies that they were derived from different sources.

Finally, this paper presents a series of field indications for the study of the contact relationships within the intrusions, distinction between intrusions of different ages within a batholith and establishment of the sequence of magmatic activity.

祁连山主脊四幅1:20万图幅成果通过验收

甘肃省地矿局于1986年2月下旬在兰州主持验收祁连山主脊1:20万鱼卡幅、喀克吐蒙克幅、哈拉湖幅和瓦乌斯多索卡幅科学考察的地质报告及图件。评审员及与会代表35人对提交的成果进行认真的评审,认为其工作程度达到或超过设计要求,并取得一定的地质找矿效果,省局同意予以验收。

此项科考任务是甘肃省地矿局为支援青海省的区调工作,根据1981年地矿部下达的文件精神,由甘肃省地矿局区调队二分队承担的。工作区地势高,气候多变,交通不便,生活和工作条件都是极为艰苦的。二分队全体同志团结奋斗,同心协力,终于提前一年完成任务,工作程度达到1:50万精度要求。通过工作,初步建立测区的地层系统,构造单元划分合理,测区总体构造轮廓清楚,基本阐明侵入岩、变质岩及喷出岩的地质特征,首次发现霞石正长岩并研究其主要地质特征,为寻找有关矿产提供信息,新发现大理岩、石膏等非金属矿产地7处,进一步证实大哈尔腾河流域砂金成矿的地质前景。

(陈兆棉供稿)