

文章编号 :1006 - 544X(2001)01 - 0035 - 07

关于花岗岩类形成作用概念的讨论

刘 家 远

(桂林工学院隐伏矿床预测研究所, 广西桂林 541004)

摘 要:以江西及南岭地区不同时代花岗岩类形成过程的一系列特征及其与内生金属成矿作用的关系等方面大量的实际资料为依据,论证了花岗岩类形成作用及其成矿连续演化的完整过程;进而提出现代花岗岩类形成作用的完整概念包括岩浆的发生,岩浆的作用与成岩,以及岩浆热液的活动与成矿三个部分。三者属同一作用过程发展演化的不同阶段。岩浆的发生过程(混合岩化,花岗岩化)是所有壳型(或改造型)花岗岩类形成所必经的第一步,但往往只是一些在地质历史早期或特定的构造环境(同造山,同碰撞)下形成的花岗岩才不同程度保留混合岩化、花岗岩化的特征。岩浆热液的活动与成矿是花岗岩类形成作用发展的最高阶段,但并不是所有花岗岩类都具备这一发展阶段,往往是在地质历史晚期或特定的构造环境(晚造山、后造山为主)下形成的花岗岩,才不同程度地发育岩浆热液的活动与成矿。不同地区、不同造山带,有其特定时代的成矿花岗岩。

关键词:花岗岩化;岩浆作用;花岗岩类形成作用;热液活动与成矿

中图分类号: P588.115; P588.121

文献标识码: A^①

自 20 世纪 70 年代以来,从岩浆物质来源及其岩石形成作用相结合的角度探讨花岗岩类的成因,已成为当时国内外花岗岩研究新发展的一个鲜明标志。这方面著述甚多,无需赘赘,这里只想就花岗岩类形成作用、特别是形成作用概念方面的问题,加以讨论。欣逢我国著名花岗岩学家和宝玉石及观赏石地质学专家袁奎荣教授 70 华诞,谨以此文诚志庆贺。

1 花岗岩类形成作用的概念问题

花岗岩类形成作用是花岗岩成因的重要组成部分之一。自 19 世纪中叶以来,长达一个多世纪的花岗岩混合交代(变质)成因与岩浆成因的争论,实质上主要即是花岗岩形成作用的争论。两者都有其正确的一面,也都有其片面性;因为双方所强调的都只是花岗岩形成作用的一种方式。

20 世纪 50 年代,里德(1956)提出了花岗岩系的演化思想^[1]。他最先把花岗岩形成的混合交代成因同岩浆成因,从演化的角度统一了起来。与此同时,Ю.А.库兹涅佐夫(1953)在全苏岩石学会议上,也提出“自然界存在着岩浆花岗岩,也存在变质花岗岩,但它们是同一作用发展的不同阶段不同地质环境形成的”^[2]。这样一来,把花岗岩从成因上分为岩浆花岗岩和混合花岗岩两大类,在一段时间内,几乎成为世界各地岩石学界一致的趋势,我国也不例外。正是在这样的基础上,人们逐渐感到,无论是用单纯的混合交代作用,还是单纯的岩浆侵入作用,都不能全面地根据花岗岩类的形成过程,而必须代之以一个更完整的概念。于是,逐渐产生了“花岗岩类形成作用”的提法和概念。50 年代后期,在辽东半岛地区花岗岩类区域地质调查和研究工作中,董申保、穆

① 收稿日期:2000 - 10 - 12

基金项目:原国家地质总局及江西省科技攻关项目“江西铜矿成矿条件、分布规律与找矿方向研究”和“江西及其邻区钨矿成矿规律研究”部分成果

作者简介:刘家远(1935 -),男,湖南长沙人,研究员,主要从事花岗岩类及其成矿作用研究。

克敏、张秋生等(1959)就提出和使用过“花岗岩形成作用”这一概念。徐克勤等(1982)在《华南不同时代花岗岩类及其与成矿的关系》一书中,对这个问题进一步作了很好的概括。他们提出:“现代的花岗岩化作用的概念应当具有更广的涵义。过去,只是把花岗岩化理解为‘岩汁’通过交代作用将先存的岩石通过各种方式转变为花岗岩类的作用,而不包括任何的熔化作用,事实上在适合花岗岩条件下,把沉积岩、变质岩等改造成为花岗岩类过程中,在不少情况下,交代作用和熔化作用常是紧密相连的,是不能截然分割的。所以,广义的花岗岩化作用应理解为将地壳中先存的岩石通过各种方式转变为花岗岩类的作用;因此,也可称为花岗岩的形成作用^[3]。按照这一概念,广义的花岗岩化作用即花岗岩的形成作用;二者是一个涵义。这一认识比之以往片面地强调岩汁交代形成花岗岩的观点,并提高到花岗岩形成作用的角度来认识问题,无疑是前进了一大步。这是否已经达到了十全十美的完善程度呢?显然不能这样看问题,科学是没有止境的。从许多地区花岗岩类发育及其成矿的情况为看,不少问题还值得慎重考虑或重新认识。比如花岗岩化是否等于花岗岩形成作用,成矿在花岗岩形成作用中的地位等等。下面拟就这些问题作进一步讨论。

2 几个问题的讨论

2.1 混合岩化、花岗岩化与花岗岩形成作用的关系

花岗岩化是否等于花岗岩类形成作用呢?笔者的回答是否定的。二者是既有区别又相联系的两个概念。花岗岩类形成作用比之花岗岩化无疑是一个内涵更广级别更高的概念。花岗岩化的传统概念一向是指,通过来自深部(上地幔)的岩汁(一种高硅富碱富挥发分的流体)的交代作用,使地槽沉积物(或原岩)在固态下直接转变为花岗岩的作用过程,不包括任何熔化。然而,正如前面徐克勤等所指出的那样,愈来愈多的研究证明,在花岗岩化作用过程中,岩汁的交代与原岩的熔化往往是相辅相成不可分割的。在江西铜、钨等优势矿产成矿规律的研究工作中,笔者通过20多年来对江西花岗岩类的系统研究,获得一个进一步的认识,即包括加里东

早期以前的混合交代花岗岩在内的江西所有花岗岩类岩石,都是岩浆作用的产物。依据何在呢?以江西晋宁期九岭岩体、加里东早期武功山岩体、慈竹岩体等三处混合交代花岗岩的典型岩体为例,剖析其主要事实依据如下:

(1)混合交代花岗岩与围岩之间的侵入接触关系。九岭岩体北界与围岩全部呈侵入接触;南界与围岩一部分为交代渐变关系,另一部分也为侵入接触。接触处不仅二者接触界线截然可分,且接触处围岩重结晶、角岩化等热变质现象也十分明显。类似的侵入突变接触现象,在武功山、慈竹等加里东交代花岗岩体与围岩接触处,也都不同程度地可以见到。

(2)混合岩与变质岩的接触性状。有两点一般混合岩区(田)所少见的反常现象,而在江西无论是赣北晋宁期混合岩区抑或赣中南加里东早期混合岩区却极为普遍。这就是:①混合岩与浅变质岩直接接触,很少出现深变质岩,甚至连变质稍深的结晶片岩类都少见,通常均为板岩、千枚岩、绿泥石(或绢云母)石英片岩等所构成的浅变质绿片岩相产物。②九岭、武功山等混合岩区,经常见到混合岩与交代花岗岩呈渐变过渡接触,而与变质岩呈致密的突变接触,不仅界线分明,而且二者片理产状相互交切。以上现象表明混合岩伴同交代花岗岩一道,在构造的向上挤压和吸引双重因素作用下,从发源地向上运移了一定距离。

(3)广泛发育塑性流动和侵入特征。对慈竹岩体来说,这大概是南大地质系的学者们将其命名为“深成流化花岗岩”的原因所在。武功山岩体原来大部分划为原地型混合交代花岗岩,经过调查,笔者认为实际上主要是条痕状混合岩和眼球状混合岩;真正够得上称为原地交代花岗岩者,只是呈小范围团块状产于条痕状和眼球状混合岩中。在数百平方公里范围内展布的混合岩分布区中,到处可以见到树枝状、肠状等各种形态长英质、花岗质脉体的广泛发育,它们与周围界线分明,经常穿切片理;从该区章江—三江剖面的路边和河谷的露头上,可以看到,当这种脉体范围扩大时,就可以转化为花岗岩团块或岩瘤。混合岩中的长英质或钾长石眼球大小不等,形状千姿百态,常见眼球两端尖梭伸展,与周围环绕的暗

色基体组分作流状产出，呈定向排列。作串珠状延展的眼球常逐渐递变为长英质脉体，或在一个侧面表现为断续串布的眼球，另一侧面则变为连续的脉体等等。这些现象都生动地反映了交代花岗岩及伴生混合岩的塑性流动侵入特征^[4]。

(4) 岩浆的多次活动、多次侵入特征。九岭岩体包括2次活动。第1次为主体，呈出露面积2 000 km²以上的巨型岩基产出，主要为堇青黑云花岗闪长岩；第2次为石花尖岩体，呈100 km²左右的小岩基侵入主体内，由粒度稍细的堇青黑云花岗闪长岩构成。武功山混合岩区内，也见有规模不大的淡色片麻状花岗岩与交代花岗岩呈侵入接触的现象。在武功山主峰金顶下的武功山钨矿坑道内，尚可见有富挥发分矿物电气石富集成单矿物脉充填在混合岩的花岗质脉体中。上述岩浆多次活动侵入以及气液贯入等现象的存在，显然不是固态条件下改造成岩的机理所能解释的。

(5) 熔融包裹体的存在和成岩温度资料。九岭、慈竹等混合交代花岗岩中，均发现有熔融包裹体的存在。对九岭岩体青黑云花岗闪长岩，笔者在不同地段多次采集的样品，经江西地质研究所实验室包裹体组鉴定，均发现有玻璃质和晶质熔融包裹体；通过淬火法测温，包裹体均一温度大于850℃。慈竹岩体经南大地质系研究，也证实有熔融包裹体的存在，淬火法测得其均一温度大于820℃。武功山交代花岗岩，经长春地质学院成岩成矿实验室的初熔实验和研究，在200 MPa压力下，岩石初熔温度为680℃，比九岭岩体（初熔温度为730℃）稍低，但与马莫关于混合交代花岗岩温度低于500℃的结论出入很大^[5]。

(6) 稀土元素地球化学特征。通过稀土元素地球化学的研究，发现混合岩特别是混合岩化程度较低的混合岩，其稀土元素分布模式与浅变质岩基本一致，铈的负异常不明显；而交代花岗岩则有所变化，开始出现明显的铈的负异常。其稀土的分馏的趋势，呈现由早到晚 ΣREE ， $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ ， δEu 递减的特征，与正常花岗岩稀土演化规律雷同。

上述事实充分证明，江西壳型花岗岩类（改造型花岗岩类）所属的交代花岗岩（即所谓混合交代花岗岩），同侵入花岗岩一样，都经过了岩浆发生和演化的过程，都是岩浆作用所形成的产物。

其实，这也不是什么新的观点；关于混合岩、混合花岗岩的某些深熔特点，被称为极端变成论者的苏多维科夫（1955），在他的著作中也早已提到过^[6]。近年来，则愈来愈被强调而发展成为“深熔成因”；如温克勒（1976）认为花岗岩类和玄武岩类形成的基本原理都是深熔；片麻岩、片岩的部分熔融产生花岗岩浆，橄榄岩的部分熔融产生玄武岩浆。对于经过深熔而形成的花岗质岩石，温克勒采用了半融合岩（metatexite）和全融合岩（diatexite）两个术语^[7]。所谓半融合岩即脉体与基体共存的低级混合岩，所谓全融合岩即原岩已全部熔融的高级混合岩或交代花岗岩。总之，随着科学的发展，人们对于自然界本质的认识和揭示，也是在不断深化和发展的。

通过上述讨论，对于“花岗岩化”这一传统概念，有必要按照现今的认识状况作出新的解释。笔者认为，所谓花岗岩化是指固态原岩经过选择熔融（包括交代，熔融包含交代，交代促进熔融）转变为花岗岩浆的过程。因此，花岗岩化乃是花岗岩形成的初级阶段（岩浆发生阶段）的特征作用。混合岩化则系花岗岩化过程的低级阶段，故也可以称为低级花岗岩化。其与花岗岩化的区别，在于仍以未经熔融的原岩居主导地位；当混合岩化进一步发展，熔融岩浆由少变多及至居主导地位，未经熔融的原岩由多变少乃至仅为小块残留体残存于广大的熔融岩浆中时，即进入花岗岩化的高级阶段，也即花岗岩浆形成阶段。总之，无论混合岩化或花岗岩化，都只是花岗岩类形成过程的组成部分之一，明确地说，都是花岗岩类形成作用过程初级阶段的基本作用形式。

2.2 成矿作用在花岗岩形成作用中的地位

内生金属成矿与花岗岩类形成的成因联系，对于多数地质工作者来说，都是公认无疑的，但是，成矿在花岗岩类形成作用中究竟处于什么样的地位？或者说二者究竟是一种什么样的关系？这似乎并不是一个明确的问题。一般，大家多趋向于认为成矿是在成岩之后，特别是通常所论述的岩浆期后热液矿床，无疑更是成岩之后的产物。至于成矿与成岩，除了时间上的差异，究竟还有什么更为本质的内在联系，这个问题讨论不多。80年代以来，通过江西钨矿成矿规律研究中花岗岩与成矿关系的研究，发现不少有趣的现象，

对于这个问题的探讨很有助益。下面加以讨论。

(1) 据资料报导,在江西及南岭地区许多与钨矿有关的成矿岩体中,都发现有严格控制成生于岩体内(多系岩体顶部或边部)的浸染状、稠密浸染状的钨矿化,有的已构成工业矿体,如江西大吉山钨矿 69 号岩体顶部的浸染状 Ta, Nb, W, Be 矿体,广东红岭以浸染状钨矿化为主的钨矿床等。

(2) 据梅勇文、刘鹏程等研究^[8],在西华山、荡坪、大龙山等许多脉钨矿床中,都可见到细粒花岗岩脉或细晶岩脉—伟晶岩脉—含钨(长石)石英脉三者渐变过渡的现象,以及矿脉被岩脉切穿的现象。另据管志伟、钱姣凤等报道,木梓园钨矿区细粒花岗岩脉体内发现有具工业价值的浸染状钨矿化。这些事实说明,脉状钨矿——一向视为典型的岩脉期后热液矿床,也可以是在花岗质脉岩成岩的同时形成,甚至是在酸性脉岩之前形成。如果承认脉岩也是一种岩石,酸性脉岩的形成也属花岗质岩浆成岩的范畴;那么,不加区分地把成矿都笼统地看作是岩浆成岩之后的产物,就甚为不妥。当然,许多金属矿床主要是紧随成矿岩体成岩之后形成,这也是客观事实。问题是成矿岩体成岩与成矿之间的关系,绝非截然分割的。

(3) 江西黄沙、湖南瑶岗仙、一〇一矿区等成矿岩体内,普遍见有不规则团块状、透镜状、条带条痕状黑钨矿囊包体的存在,呈规律的同心环状产出,环中颗粒粗细不等的黑钨矿,均匀地嵌布于造岩矿物长石、石英颗粒间。显然,它们如同花岗岩中黑云母等铁镁矿物析离体一样,也是岩浆作用过程中所产生、分离出来的一种特殊析离体——黑钨矿析离体。王联魁等(1999)认为是一种富含 WO_3 的钠长花岗岩熔体不混熔的结果,并将其列为他所提出的南岭花岗岩浆分异的一种重要方式——“液态分离”的证据之一^[9]。其它矿区,如江西 414 成矿岩体顶部规律产出的浸染型钼铌矿床,铜厂、富家钨等斑岩型铜(钼)矿床成矿岩体内带与岩浆作用晚期交代自变质过程伴生的低品位浸染状铜矿化等,均揭示了金属成矿与花岗岩形成作用之间不可分割的内在联系。如果说,可以从基性—中基性岩浆中分离出独立的铁矿浆或形成熔离成因的铜、镍矿床,为什么不

可以从花岗岩浆中直接分离出钨、铍、铌、钽、铜等稀有、有色金属的含矿熔体呢?作者认为,上述事实可以对这个问题作出肯定的回答。

原江西 908 地质队(1965)通过对西华山矿田的深入工作得出结论:“矿田范围内花岗岩的成矿作用是成岩作用的继续和发展”。莫柱荪(1979)通过对华南花岗岩与成矿关系的长期研究,曾明确指出:“与花岗岩有关的成矿过程,显然可以大致分为 4 个阶段:①岩浆阶段,形成各类稀土矿床;②岩浆晚期交代作用阶段,形成各类稀有矿床;③伟晶岩阶段,形成各类稀有元素伟晶岩矿床;④气成热液——热液阶段,形成各种有色金属(与稀有元素共生)多金属矽卡岩和石英脉矿床。”等等这些论点,都从不同的侧重点提出和论证了成矿与成岩的连续演化关系^[10]。

江西地质研究所李逸群等(1983)认为“岩浆期后热液矿床”中的“期后”二字是不确切的,建议删去。因为上述事实证明,即使是典型的脉状热液矿床,也不一定都形成于岩浆期后,确切地说是形成于紧随岩浆作用过程的岩浆热液阶段;至于直接产于成矿岩体内的浸染型矿化就更不能说是岩浆期后的产物。按照岩浆杂岩体的观点,杂岩体的形成包括 2 个阶段,即侵入体形成阶段和脉岩形成阶段,而热液矿化或矿床则是与脉岩阶段紧密联系的。热液矿化与各类脉岩在形成顺序上错综复杂的交替穿插关系足以证明这一点。上述西华山等矿区,含矿(长石)石英脉与伟晶岩脉、细晶岩脉、细粒花岗岩脉渐变过渡的关系,表明所谓矿脉实质上也是一种岩脉或岩脉的一部分。而侵入体本身所孕育形成的浸染状矿床,实质上是侵入体一个组成部分或者一个特殊的岩相带——含矿岩相带,当其具有工业意义和开发利用价值时,则被从侵入体内人为地划分开来而成为“矿体”。

基于上述,笔者认为,花岗岩有关金属(包括某些非金属)成矿作用乃是花岗岩类形成作用过程一个不可分割的组成部分。当然,这个部分通常都是处于花岗岩类形成作用的最后阶段或晚阶段;因为它是岩浆不断分异演化的产物。而且,一方面从总体演化关系来看,成矿与成岩都属于花岗岩类形成作用的组成部分;另一方面,二者又属于同一作用发展的不同演化阶段,既相互联

系又相互区别。甚至，在时间上成矿与成岩可以出现较大的差距。

3 花岗岩类形成作用的完整概念

通过以上剖析论证，至少可以归纳出一个按现有资料和研究程度相对较完整的花岗岩类形成作用的概念。即由花岗岩浆的发生，花岗岩类岩石及岩体的形成，直到岩浆的热液活动和矿化作用这一全部过程，统称花岗岩类的形成作用。因此，花岗岩类形成作用，无论与混合岩化作用，花岗岩化作用或岩浆作用、成岩作用等等术语，均不能同一而论。按照这一概念，可以把花岗岩类的形成作用进一步划分为以下既相联系又相区别的 3 个阶段：岩浆的发生阶段（或称生浆阶段）；岩浆的作用和成岩成矿阶段（或称为主要的成岩阶段）；岩浆的热液活动和矿化作用阶段（或称主要成矿阶段）。

3.1 岩浆的发生阶段（或称生浆阶段）

是花岗岩类形成作用的第 1 阶段。对壳型花岗岩（改造型花岗岩）来说，本阶段的基本作用为“选择熔融”，也就是混合岩化、花岗岩化作用。作用的直接结果，则是固态的原岩（多数为变质岩，也可以是沉积岩或早期的岩浆岩特别是花岗岩）转变为塑态的熔融体——花岗岩浆。不同成因类型的花岗岩类，其岩浆发源的部位和方式不同，岩浆的物质来源或物源组合比例亦各异；但都通过不同形式的熔融产生花岗岩浆这一点（其它如俯冲带局部熔融、幔源岩浆分异、断裂深熔等），则是共同的。“选择熔融”（或花岗岩化）乃是壳型花岗岩形成的必由之途。不过，本阶段花岗岩浆发生过程的一些作用痕迹和特征（比如混合交代特征），只有在地质历史早期所形成的一些交代花岗岩（如江西晋宁期九岭交代花岗岩，华南加里东褶皱带内广泛发育的加里东早期交代花岗岩）中才有所保留和显示；而在晚加里东以后的各期侵入花岗岩，特别是印支晚期以后的高侵位成矿花岗岩，则早已消失无余了。有的话，也只能是存在于目前人类尚无法窥及的地下深处岩浆发源地。这也就回答了为什么江西以及大部分南岭地区，不会出现加里东旋回以后的混合岩和交代花岗岩。也许有人会质疑，何以解释福建东南沿海地区所出露的中生代混合岩、混合花岗

岩呢？显然，那是一个新的课题，一个本文目前所无法包括进来的新领域——花岗岩浆发生和成岩的新模式。笔者认为，这一课题的研究和突破，将进一步丰富花岗岩类形成作用的理论。

3.2 岩浆的作用和成岩成矿阶段（或称主要的成岩阶段）

为花岗岩类形成作用的第 2 阶段。本阶段的作用形式丰富多姿，主要包括岩浆的早期交代（原地或半原地）作用、侵入作用、喷出作用（或称局部火山作用），以及与上述三项基本作用相联系的各种特征和形式的分异作用（包括液态分离）、岩浆与围岩之间的相互作用（如同化混染作用、接触变质作用），岩浆晚期的自变质交代作用、岩浆与岩浆的混合作用，特定条件下的岩浆隐蔽爆破作用等等。作用的直接结果主要是成岩，形成各种各样的花岗质岩石。一般，岩浆的早期交代作用形成交代花岗岩（即通称之混合交代花岗岩）；岩浆侵入作用形成侵入花岗岩；喷出作用形成花岗质浅成侵入——火山杂岩；岩浆隐蔽爆破作用形成隐爆碎屑岩类。同时，也包括成矿。岩浆晚期的交代自变质过程，往往也就是初始的或局部的成矿过程。前面已经谈到一些岩体内的浸染状或细脉浸染状金属矿床，如大吉山的 69 号矿体，414 稀有矿床等，都是这一阶段所形成的产物。

3.3 岩浆的热液活动和矿化作用阶段（或称主要的成矿阶段）

为花岗岩类形成作用的第 3 阶段。本阶段的主要作用是不同性质的热液蚀变作用及与特定的蚀变组合相伴生的不同程度金属（或非金属）矿化作用。作用的直接结果是形成各类蚀变岩石及不同程度的矿化乃至矿床。

上述 3 个阶段，从岩浆的发生，花岗岩类岩石及其岩体的形成到岩浆的热液矿化，属于一个连续演化的统一作用过程。然而，对于不同的花岗岩类，不同的阶段，发育的完善程度也不可能是一致的。第 1、2 个阶段，是一切花岗岩形成所必须的历程；也就是说，任何花岗岩（包括交代花岗岩）都必须经过岩浆的发生和岩浆的作用、成岩两项基本步骤才得以最终形成。而第 3 阶段的发育情况，就不能一概而论了。不同时期不同成因类型不同构造演化的花岗岩类，岩浆热液活

动和矿化作用的发育程度显著不同。影响的因素很多,其中最主要的是岩浆分异演化的程度。比如,伴随江西地壳从地槽阶段→地台阶段→地洼阶段的构造发展历程,江西花岗岩类也可相应地划分为地槽、地台、地洼3个阶段的花岗岩^[11,12]。

(1) 地槽阶段(赣北前震旦纪,赣中、南前震旦纪至早古生代)花岗岩类,主要为交代花岗岩,晚期出现少量侵入花岗岩。岩石类型以花岗闪长岩-富斜(或二长)花岗岩组合的弱酸性花岗岩为特征;属岩浆分异演化程度极低的低级花岗岩类。

(2) 地台阶段(赣北震旦纪—中三叠世,赣中、南泥盆纪—中三叠世)花岗岩类,全为壳型侵入花岗岩;岩石类型仍以弱酸性花岗岩居多,显示对地槽阶段花岗岩类的明显继承性,晚期出现酸性花岗岩而岩浆分异有所增强,属岩浆分异演化程度低至中等程度的低—中级花岗岩类。

(3) 地洼阶段(晚三叠世—白垩纪)花岗岩类,包括壳型花岗岩类的侵入花岗岩和花岗质浅成侵入—火山杂岩,过渡型花岗岩类的浅成—超浅成侵入斑(玢)岩,次火山侵入斑(玢)岩,以及隐爆碎屑岩类。岩石类型丰富,壳型侵入花岗岩以黑云母(或黑云母二长)花岗岩→白云母花岗岩→碱性长石花岗岩的组合序列为标志,过渡型花岗质潜火山杂岩以石英闪长岩→花岗闪长(斑)岩→二长花岗斑岩(或石英斑岩)的组合序列为标志。两类花岗岩均以同源岩浆多次活动、侵入所构成的分异杂岩体的广泛发育为特征。本阶段花岗岩类的地质学、岩石学及地球化学特征,都表明属岩浆分异演化程度高级的高级花岗岩类。正因为如此,加里东旋回以前的地槽花岗岩类,其同期的岩浆热液活动和矿化作用均极不明显。而江西南北两地地台阶段的各期花岗岩,其同期的岩浆热液活动和矿化作用总的看来也是微弱的;只是到了晚期,随着分异演化较好的酸性花岗岩的出现才有所增强,个别或少数岩体甚至形成一定工业意义的矿化,如赣北的海西期甘坊岩体等。印支晚期以后的地洼花岗岩类,则以广泛而强烈发育的岩浆热液活动和矿化作用为突出特色,成为江西名符其实的成矿花岗岩。江西目前已经探明与花岗岩类岩石有关的 Cu, Mo, Pb, Zn, Au, Ag, W, Sn, Nb, Ta, REE, U 等一系列内生金属矿产的主要工业矿床,几乎都是这一时期的花岗

岩所形成的。其中,尤以地洼极烈期(中、晚侏罗世—早白垩世)的花岗岩成矿最盛。这种花岗岩成矿在时间上的特定性和集中性,决不是偶然的。正是伴随江西地壳的发展,江西花岗岩类活动长期发展演化的必然结果。涂光炽(1975)认为:“.....和花岗岩有关的矿床是演化成矿,不是多旋回成矿^[13]”,笔者完全支持这一论断。没有演化,没有长期的充分的演化,就不可能出现花岗岩类的工业成矿,而岩浆的分异演化,无疑属于花岗岩类形成作用的范畴;花岗岩类形成作用愈完善,岩浆分异演化的程度愈高,则其岩浆成矿作用愈充分。当然,岩浆本身是否含矿或含矿多少也是个重要因素。

大量实际资料证明,花岗岩类成矿作用丰富多姿,由其所形成的各类金属、非金属及宝玉石矿产资源,在矿产领域日益显示其重要地位。她不仅直接服务于国家经济建设对各种矿产资源日益增长的需要,也极大地丰富了我国矿床学的理论宝库。近年来,在我国西域边境的新疆,与碱性花岗岩有关锡矿的探明;与闪长质—石英闪长质为主的中酸性浅成岩浆活动有关金矿床雨后春笋般地涌现,特别是吐哈盆地东南缘土屋超大型斑岩铜矿床的问世,这一系列新的进展都有力地证明了这一点。随着地质找矿和矿山开发事业的深入发展,隐伏矿的探寻逐渐提上日程,并日益显示其重要意义。大体始自20世纪80年代,以袁奎荣教授等为代表率先提出了隐伏花岗岩及其伴生隐伏矿床的预测问题,做了大量找矿预测的实际工作,并编制了1:100万中国南方部分地区隐伏花岗岩分布及预测图,出版了隐伏花岗岩预测及深部找矿的专著。这一开拓性的工作,将花岗岩类及其成矿作用的研究推向了一个新的更深的层次。

4 结束语

(1) 岩浆的发生过程(对壳型(改造型)花岗岩来说即为花岗岩化)是花岗岩类形成所必经的第一步:一切花岗岩都是岩浆作用的产物,区别主要在于岩浆发生的途径不尽相同及成岩作用方式的差异。

(2) 花岗岩有关的成矿作用(至少相当一部分成因上与花岗岩密切相关的成矿作用),同成岩

作用一样是花岗岩类形成作用不可分割的组成部分之一。

(3) 现代花岗岩类形成作用的完整概念包括岩浆的发生, 岩浆的作用与成岩, 以及岩浆热液的活动与成矿。三者属同一作用过程发展演化的不同阶段。

(4) 成矿花岗岩均是形成作用发育最完善、岩浆分异演化最充分的花岗岩。不同地区, 不同造山带, 有其特定时代的成矿花岗岩。在江西乃至整个中国东部, 主要是燕山期花岗岩成矿, 只是在台湾, 以及云南和西藏的部分地区出现喜山期成矿花岗岩; 而在新疆、青海等西北部地区则主要是华力西中、晚期花岗岩成矿。这里充分揭示了花岗岩类形成作用与造山带及造山运动必然的内在联系。

参考文献:

- [1] Read H H. The granite Controversy [M]. Thomas Murby London, 1956.
- [2] 库兹涅佐夫 Ю А. 花岗岩成因问题 [A]. 阿法纳谢夫 Г Д, 库兹涅佐夫 Ю А. 火成岩起源与花岗岩问题 [C].

- 北京: 科学出版社, 1953.
- [3] 南京大学地质系. 华南不同时代花岗岩类及其与成矿的关系 [M]. 北京: 科学出版社, 1982. 341 ~ 371.
- [4] 刘家远, 王蓉嵘, 吴郭泉. 区域变质—混合岩化—花岗岩形成连续演化的模式 [J]. 桂林冶金地质学院学报, 1990, 10 (2): 109 ~ 117.
- [5] 江西地质科学研究所. 江西花岗岩类的基本特征及与钨矿成矿的关系 [R]. 向塘: 江西地质科学研究所, 1983. 158 ~ 159.
- [6] 苏多维科夫 Н Г. 混合岩及其成因和研究方法 [M]. 北京: 地质出版社, 1957.
- [7] H. C. F. 温克勒. 变质岩成因 [M]. 北京: 科学出版社, 1976.
- [8] 梅勇文, 刘鹏程. 脉钨矿床成岩成矿演化特征 [R]. 向塘: 江西地质科学研究所. 1983. 1 ~ 10.
- [9] 王联魁, 黄智龙. Li - F 花岗岩液态分离与实验 [M]. 北京: 科学出版社, 1999. 83 ~ 94.
- [10] 莫柱荪. 南岭花岗岩地质学 [M]. 北京: 地质出版社, 1981.
- [11] 陈国达. 地台活化及其找矿意义 [M]. 北京: 地质出版社, 1960. 62 ~ 66.
- [12] 刘家远. 江西花岗岩类的构造演化与钨的成矿 [M]. 南岭地质矿产文集第 1 集. 北京: 地质出版社. 1985.
- [13] 涂光炽. 花岗岩的演化与成矿作用 [J]. 湖南地质科技情报 (铁矿座谈会资料汇编 (一)), 1975.

A discussion on the conception of the forming process of granitoid

LIU Jia-yuan

(Research Institute of Prediction of Hidden Ore Deposits, Guilin Institute of Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: On the basis of a large number of actual data of a series of characteristics of the forming process of granitoids of different ages associated with endogenic metallogenesis in Jiangxi and the Nanling region, the forming process of granitoid and the perfect course of its ore-forming continuous evolution have been expounded and proved. On this basis, the perfect conception of the forming process of modern granitoids including magmatic generation, magmatism and petrogenesis, and magmatic hydrothermalism and metallogenesis has been suggested. Above-mentioned three parts belong to different stages of development and evolution of the same process. The process of magmatic generation (namely migmatization and granitization) is the first step of undergoing formation of all granitoids. However only, some granites formed in the early period of geological history or the specified tectonic environment (synorogenesis and syncollision) can preserve characteristics of migmatization and granitization in some degree. Magmatic hydrothermalism and metallogenesis are the highest stage of the development of the formation of granitoids, but the developmental stage is not of all granitoids. Generally, some granites formed in the late stage of geological history or the specified tectonic environment (mainly late-orogenesis and post-orogenesis) should develop magmatic hydrothermalism and metallogenesis in some degree. The ore-forming granites of the specified ages occur within different regions and different orogenic belts.

Key words: granitization; magmatism; forming process of granitoid; hydrothermalism and metallogenesis