

论花岗岩类岩浆的分异作用问题

刘义茂

地壳上与花岗岩类相关的许多矿床的形成，往往和岩浆的分异作用有着密切的联系。后者也是产生多种多样岩浆的因素之一。根据物质来源，可将花岗岩类划分为壳源型、过渡（混合）型和幔源型及相应的三个成岩成矿系列。现简列如下：

类型（系列）	亚 系 列	已知成矿元素组合
一、壳源型（系列）	1.重熔分异演化系列	W、Sn、Mo、Bi、Li Be、Nb、Ta、Pb、Zn U。
	2.混合、交代分异演化系列	
二、过渡（混合）型（系列）	1.过渡分异演化系列	Fe、Cu、W、Mo、Sn
	2.混合分异演化系列	
三、幔源型（系列）	1.基性→中、酸性分异演化系列	Fe、Cu、Pb、Zn、W、 Sn Nb、Zr、Y、La
	2.基性→碱性分异演化系列	

上述三大类花岗岩与成矿的物质来源及成岩成矿条件各异、形成的矿化元素组合亦不相同。但有一点是相同的，即它们在一定条件下都可以分异演化，并可能形成矿床。岩浆岩的分异演化可以通过选择熔融和交代以及岩浆的分异两种途径来实现。这里着重讨论的是岩浆分异作用问题。

岩浆分异的概念，渊源已久，人所皆知，但如何正确认识岩浆的分异作用，却是一个值得大家认真讨论的一个大问题。至今为止的一般经典著作和有关论文和教科书中，把岩浆分异主要地理解为结晶分异甚至把这两种概念等同起来。这一概念是建立在封闭体系下静态平衡的岩石学实验基础上的。尽管已进行的大量实验岩石学研究十分必要并且对于岩浆性质、相平衡原理及结晶作用过程的晶体化学与热力学获得了相当深刻的认识。但它毕竟还存在着一些弱点和急待解决的实验技术和理论问题。关于岩浆分异作用的实验与理论就是其中一例。

火山活动过程喷出和溢出大量的气体和溶液（有一部分来自于围岩），岩体周围许

多热液矿床及挥发晕圈呈围绕岩体的带状分布（有一部分属层控的）以及岩浆分异晚期岩体富于水分和其挥发分，上述大量事实结合近几年来水在花岗岩浆内溶解度的实验的新资料表明，无论是岩基还是小岩体，在有利条件下，花岗岩浆中可以含有较多的水分（如>10重量%—15重量%）、其它挥发分（F、Cl、CO₂、B等）和硷金属元素（K、Na、Li、Rb、Cs），上述组分的存在为岩浆在高温熔融状态下的元素的分异创造了极有利的前提。

花岗岩类岩浆是一个溶解有各种活动组份和固体物的复杂铝硅酸盐熔融体，岩浆的演化是一个不可逆的过程，其趋势是对外来固态物质的消蚀或排除以及气相与液相从溶体相中分离，岩浆分异的方式、分异演化程度取决于熔融体所处的构造条件和介质影响及熔体本身的化学物理状态。自然环境中的熔融体与实验室中的熔融体具有许多差别。前者拥有很大的体积、很长的生、运、定、聚的过程，是一个变化的不均一的相对开放的系统和具有更复杂的成分与结构。这是人们根据实验结果解释花岗岩问题时必须加以考虑的。有幸的是，分布在地壳上，特别是广泛展布在我国境内的各类花岗岩的岩带、岩区、岩石组合，复式岩体、岩相分带及相关的各种矿化现象，它作为刻划自然作用的烙印，从不同的侧面深刻地反映着花岗岩浆分异演化的过程和条件。根据花岗岩的各种地质-地球化学特征和对花岗岩浆性质的最新概念。按照物质运动和分离的方式，我们可以将花岗岩浆的分异划为四种作用：

1. 对流分异作用；
2. 相离分异作用；
3. 液离分异作用；
4. 结晶分异作用。

前三种作用都是在液态下进行的，而结晶分异作用，众所周知，它发生在由溶体相向结晶相转化的过程中。

1. 对流分异作用（Convection differentiation）。

这是一种重要的，然而却被忽略了的作用。在溶体内，物质的反向运动导致岩浆分异的作用，我们统称其为对流分异作用。根据现在的认识，至少还可以进一步划分为三种分异的方式：

- 1) 压差对流分异：由于熔体与围岩介质存在压力梯度，导致活动组分向压力小的方向迁移，惰性组分向反方向运动，造成了岩浆的分异。

- 2) 交代对流分异：熔体与围岩在化学成分上有显著差别，形成了某些组分的交换对流。

- 3) 重力对流分异：溶体向上蠕动过程中，围岩及早期形成的岩体经构造破碎的块体进入熔体后，受重力作用下沉并引起溶体组分的对流分异。

对流分异作用，在我国华南这种典型地洼区的构造环境下，是一种常见的现象。特别是压差对流分异作用，更为普遍，判别标志：1. 岩体存在分相；2. 由内向外，由下向上，酸性、硷性组分、挥发分和成矿元素有递增的趋势。结晶作用也能形成相带。但上述组分的变化趋势恰好与压差对流分异作用相反。

对流分异作用, 对于形成我国华南许多铌钽花岗岩有着重要的意义。我们曾经指出(1972、1975): 富铌钽花岗岩岩相分带和 Ta^{5+} 、 Nb^{5+} 、 K^+ 、 Na^+ 、 F^- ……在岩体上部的富集及稀有元素的成矿, 主导因素是岩浆的分异作用, 主要由于硷质和挥发份向上聚集和震荡脉动导致了溶体的分相和伟晶岩边的形成。^{①②}特别使人感兴趣的是, 在稀有金属花岗岩或浅色花岗岩的各相带中, 成矿温度并非有方向性的顺序降低。如伟晶岩边的形成温度约455 °—503℃而靠内带富钠长石花岗岩相内的铌钽锰矿及细晶石的形成温度则更低一些。所以我们指出“岩体尚未固结之前, 分相已基本完成”^③。上述岩体的分相, 是不能用结晶分异作用, 更无法用交代作用所解释的。它实际上是压差对流分异的结果。

2. 相离分异 (Phase fractionation differentiation)

这是形成气相、液相从熔体中分离的一种作用。在构造稍活动的地区, 当岩浆房与围岩存在较大的压力梯度, 将会出现相分离的现象。降压如果是较缓慢的过程, 分离作用也将是连续过渡地进行。若是突发式的降压, 将出现沸腾现象, 这就是“射气作用”。华南许多云英岩型、石英脉型矿床, 就是这种作用的结果形成的。和前一种作用相比, 相离作用发生在较大压力梯度、没有显著对流、组分定向运动的条件下。在岩株岩浆房熔体运动的前锋方向, 当形成一组未通地表的张力裂隙带, 则相应会产生低压带, 当裂隙接通岩株岩浆房时, 从深部岩浆库→岩株岩浆房→前锋裂隙低压区, 将发生组分的定向迁移, 并按组分的活动性, 产生围绕岩株的矿脉分带: 气晕带(Hg、Cl、F)及气、热变质带; 细脉带(气成-热液带); 大脉带(热液带)。岩体本身也发生分带。本文不拟赘述。总之, 对于形成相关的热液脉状矿床而言, 相离作用是很重要的。

3. 液离作用 (Liquate fractionation differentiation)。这是由于熔体间的不混合性引起的熔体分离作用。它部分地与“熔离”的术语相当。但还包含有“溶离”的涵义。在上述两种作用进行过程中, 往往掺杂了这一作用。而我们常见的花岗岩中的某些析离体, 矿化花岗岩内的黑钨矿矿巢或绿柱石矿巢, 便是液离作用的结果。

4. 结晶分异作用 (Fractional Crystallization differentiation)。

它仍然是重要的一种作用。特别指出的是, 我国许多同源多次侵入的复式岩体相隔时间很短, 成分上从早到晚有变酸的趋势, 这可能与结晶分异作用有关。

最后需强调指出, 上述四种作用彼此往往是同时存在, 但在不同条件下, 各种作用的强度及出现时间有所差别, 在构造多次活动, 形成复式岩体和矿床的地区, 几种作用往往彼此交替, 相互呼应。而且还复合有对已固结岩石的选择熔融, 交代, 对围岩的交代同化, 甚至不同岩浆的混合等等。

由于篇幅和认识所限, 本文不可能对上述所及问题一一加以阐述。仅对对流分异和相离分异作用略作阐述, 希望引起同行的兴趣和讨论。

• 1. 刘义茂、李华梅、林德松, 南君亚我国内生稀有元素矿床的空间分布特征1972. 11.

• 2. 全国稀有元素地质会议论文集P 1—24科学出版社1975.

• 3. 中国科学院贵阳地球化学研究所 华南花岗岩类的地球化学P313科学出版社1979.