

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

关于“侵入岩谱系单位填图方法”有关问题的讨论

杨崇辉¹⁾ 庄育勋²⁾ 王新社¹⁾ 张尚坤³⁾ 刘增校⁴⁾

1) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037; 2) 中国地质调查局, 北京, 100812

3) 山东省地质科学实验研究院, 济南, 250013; 4) 河北省区域地质矿产调查研究所, 河北廊坊, 065000

内容提要 本文简单地阐述了岩浆作用的多样性, 指出不能以同源岩浆演化一种岩浆作用方式来概括或代表所有的岩浆活动。通过对“侵入岩谱系单位填图方法”在实际应用中存在的一些问题的讨论, 指出同源岩浆演化理论尚不完善, 不能人为地夸大同源岩浆演化理论的作用, 未经深入研究和试验不宜把这个方法应用于所有时代和任何构造背景的花岗岩类。

关键词 侵入岩 同源岩浆演化 谱系单位 填图

以同源岩浆演化理论(comagmatic evolution)为基础的花岗岩谱系单位填图方法(亦称作花岗岩等级体制填图方法), 起源于中生代安第斯山脉海岸岩基花岗岩类(Cobbing et al., 1977, 1983)和美国内华达山脉岩基花岗岩类(环太平洋花岗岩)的研究(Bateman et al., 1970, 1979)。洪大卫(1986)及高秉璋等(1991)在我国开创性地进行了花岗岩等级体制的研究工作, 并将其作为1:5万填图方法指南在全国范围内进行推广。该方法具有许多优点, 它的推广和应用确实提高了我国花岗岩的区域地质调查和研究工作的水平, 但对该方法本身还存在一些不同认识, 洪大卫(1991)已就有关花岗岩等级体制的分歧和争论进行了详细的论述, 本文主要对该方法在实际应用过程中存在的一些问题进行讨论, 希望引起大家的注意。

1 同源岩浆演化的理论尚不完善

虽然自然界存在着同源岩浆演化这样一个事实, 但其理论并不完善, 比如说岩浆是如何、以何种方式从偏基性向偏酸性演化的, 目前尚没有大家可以普遍接受的解释(假说), 也缺乏相关实验的证明。《花岗岩类区1:5区域地质填图方法指南》(以下简称《指南》, 高秉璋等, 1991)中也指出“甚至关于花岗岩类等级体制划分的一些基本概念都还未能取得一致意见, 理论上和实践上更有一系列问题需要进一步阐明和探讨, 总的来看, 花岗岩等级体制的研究尚处于萌芽阶段。特别是花岗岩等级体制划分的原则和

方法, 迄今为止都是建立在对南美安第斯海岸岩基和北美内华达山脉岩基的I型花岗岩研究基础上的, 至于S型、M型、A型等花岗岩中能不能建立等级体制, 是目前国际上正在探讨而尚未解决的问题”(《指南》6页)。《指南》中指出“同源岩浆序列是一次熔融事件演化所形成的一套岩石组合, 可能是由于岩浆离开一个公共母岩浆房之后分异演化形成, 这种分异显然发生在深部”(《指南》69页)。而“分异作用是指岩浆在没有外来物质的加入下, 仅因受物理化学和地质条件的控制, 原来单一均匀的岩浆发生变化或分化为几种不同的岩浆或形成不同岩石的现象”(《指南》55页), “目前认为普遍能接受的深部分异的模式是晶体分离作用”(《指南》55页)。笔者理解这就是众所周知的“分离结晶作用”(fractional crystallization)或“结晶分异作用”(crystallization differentiation), 但这只是岩浆作用(演化)一种常见的方式, 而自然界中岩浆演化的机制是非常复杂的, 远非这一种方式所能代表或概括。

2 岩浆作用是复杂多样的

无论地质事实还是实验结果都已证实, 岩浆作用是相当复杂的, 除了分异作用或分离结晶作用外, 尚存在如下事实: ①强烈的同化(assimilation)和混染作用(hybridization, contamination)可以造成岩浆性质的改变, 而不符合分异的规律; ②当前不同岩浆的混合或混熔作用(mixing, mingling)越来越受到重视(马昌前等, 1992; Chappell, 1996; 王德滋

收稿日期: 2000-12-25; 改回日期: 2001-05-18; 责任编辑: 刘淑春。

作者简介: 杨崇辉, 男, 1965年生。1987年毕业于长春地质学院地质系。现任中国地质科学院地质研究所副研究员, 主要从事变质地质及区域地质调查研究。通讯地址: 100037, 北京百万庄路26号, 中国地质科学院地质研究所; 电话: 010-68326477。

等,1999),无论国内外均已发现了相当多的这样的实例,这显然与同源岩浆演化理论有着本质的不同;③ 同样岩浆的液态不混溶现象(liquid immiscibility)也越来越受到关注,并进行了不少相关的实验工作(Lucido, 1981; 苏良赫, 1983; 侯增谦, 1987; 朱永峰, 1995; 王联魁等, 2000),其液相分离或叫熔离(magmatic segregation)会造成岩浆成分的改变,也与同源岩浆演化理论从偏基性向偏酸性演化有着实质性的差别;④ 一些岩浆演化到后期,挥发份等活性组分通常越来越富集,它们可与围岩发生强烈的相互作用,造成岩浆成分的改变甚至是逆向改变;⑤ 即便是同一岩浆房的同源岩浆,在许多情况下还存在着母岩浆的不断补给问题,那么对岩浆房来说,它就不是一个封闭体系,随着母岩浆的不断补给岩浆房中的岩浆也不可能完全遵循从偏基性向偏酸性演化的规律;⑥ 非均匀母岩浆的不同部分可以派生出不同的岩浆。

上述的前三点显然与同源岩浆演化有着理论基础上的差别,后三点虽然是同源岩浆,但显然也不符合岩浆从偏基性向偏酸性演化的理论体系。

对复式岩体的成因也还存在不同的认识。Carmichael (1974)认为一些从基性—酸性岩石中心侵入复合岩体,花岗质岩石占多数,甚至是成分的主体,其不可能由玄武质岩浆演变而来,花岗质岩浆独立成因的可能性更大(邱家骧, 1985)。张德全等(1988)则认为一个复式岩体可能不全是由同一岩浆源分异而成,可能一小部分是分异,大部分是岩浆源深度变化,原岩的不同所造成。

3 S型花岗岩如何应用同源岩浆演化理论

① 岩石初熔时熔体基本为长英质组分,低程度的熔融亦是如此,成分变化非常狭窄,很难再继续分异演化(林景仟, 1987);② 岩石熔融后分凝(segregation)的岩浆往往会含有残留体,不同量的熔体和残留体混合,产生成分不同的岩浆(邱家骧, 1985; 林景仟, 1987);③ 熔融的不同阶段分凝的液体成分不同,如果是渐进熔融(progressive melting)的话,成分会向偏基性演化(林景仟, 1987);④ 花岗岩等级体制填图方法的创始人之一 Cobbing 等(1983)通过对东南亚花岗岩的研究表明,在S型花岗岩地区,每一个花岗岩体似乎都是独一无二的,而且与其他的任何一个岩体都是不同的,每个花岗岩单元都是由独立的侵入体组成(Cobbing et al., 1983),所以不能

把这个方法毫无限制地推广到任何时代和任何构造环境的花岗岩类岩基;⑤ 目前,对S型花岗岩普遍根据岩石组构的变化来划分岩石谱系单位,但是岩石结构的变化主要反映岩浆侵位时的环境差异(温度、压力及其作用的时间等),或是由于岩浆与围岩相互作用的结果,与岩浆的演化不是一种必然的因果联系,究竟以什么作为S型花岗岩单元的划分标志,还值得进一步研究。

4 应慎重在变质岩区应用同源岩浆演化理论

同源岩浆演化理论填图方法起源于中生代安第斯海岸岩基花岗岩类(大洋板块向大陆地壳下俯冲作用所形成的环太平洋花岗岩)的研究,是在特定的构造背景下建立的,能否应用到岩浆作用特点与其不同的、并且已经变质变形的前寒武纪花岗岩研究中,也还值得进一步研究。有的省区建立的岩浆岩谱系单位中出现了许多变质岩的名称,如蛇纹石岩、透闪阳起片岩、变橄榄岩、斜长角闪岩、变辉长岩等,且不说岩浆岩谱系单位中出现变质岩是否合适,单就填图的准则来说图面上应该客观地反应现存的事实,而不应去推断或恢复其原岩是什么。

5 同源岩浆演化理论在实际应用中存在扩大化现象

同源岩浆演化理论是自然界客观存在的一个事实,该方法填图存在许多优点。但是,它只是岩浆作用常见的一种方式,从哲学的角度讲属具体的、个性的范畴,不能当作普遍的、共性的规律推而广之。自然界的岩浆作用是非常复杂的,不能以一种简单的方式处理这样丰富多彩的客观存在,笔者只是想强调岩浆作用的多样性和复杂性,以期引起大家的注意,不要过分地夸大同源岩浆演化理论的作用,使同源岩浆演化理论“一统天下”,而忽视或掩盖了其他类型的岩浆作用。其次,同源岩浆演化理论的应用应有一定的前提,那就是限于花岗岩类的研究,而具有独立起源的超基性岩、辉长岩和闪长岩等不应归入花岗岩填图单元,也不要将它们看作是演化出花岗岩的母岩浆,否则应用的前提就成了Bowen(1922)等主张的花岗岩浆是由玄武质岩浆分异而来的“鲍文反应系列”了。目前,一些省建立了全省统一的侵入岩岩石谱系单位划分序列,普遍存在扩大化的趋势。其中有一些并不太理想也未见得合理,一些单位缺乏表明它们具有同源关系的共同点以及相互间的

演化(过渡)关系;还有的由下而上从基性到中性再到酸性把十几个甚至二十几个单元罗列在一起,共同构筑成一个超单元,在没有外来物质加入的情况下,同一岩浆房很难分异(演化)出如此众多的岩体。此外,一些应用者对单元、超单元的理解可能也存在偏差,比如有的省把一个构造岩浆旋回的所有岩浆岩作为一个超单元,而不是通常理解的一个复式岩体或岩基。而且在具体应用过程中,由于主观的认识差异和客观条件的限制,不同测区在套用过程中往往出现同名异物和同物异名的现象。肖庆辉(1985)^①也曾指出“如果我们在区域地质填图中研究程度不够,往往会把本来就互不相关的侵入体人为地组合在一起,从而歪曲了岩基的本来面目,得出错误的认识”。所以,在实际工作中应该本着实事求是的原则,具体问题具体分析,对花岗岩类岩性和结构不同(或差异)的填图单位,如果能够证明它们是同源的、并存在演化关系,当然可以应用同源岩浆演化理论建立岩石谱系单位。而对可能存在其他情况(如第二节中所列事实)或者工作程度较低无法确定其为同源时,则不应生搬硬套该理论,盲目地归并和建立单元和超单元,最好作为独立的填图单位或未明确归属单元处理。同时应该从理论和方法上研究如何以合理的方式表达那些不符合同源岩浆演化理论的岩浆作用所形成的侵入体。

沈其韩院士和耿元生研究员认真审阅了原稿,并提出了具体的修改意见;本刊审稿人也为本文提出了很好的修改意见;洪大卫研究员也提供了帮助,在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- 高秉璋,洪大卫,郑基伦,等. 1991. 花岗岩类区1:5万区域地质填图方法指南. 武汉:中国地质大学出版社.
- 洪大卫. 1986. 试论华南花岗岩岩套(岩石序列)的划分原则和研究方法. 中国区域地质, (3):193~203.
- 洪大卫. 1991. 有关花岗岩等级体制的分歧和争论. 地质科技通报, (7):42~45.
- 侯增谦. 1987. 岩浆不混溶的物理化学条件——以河北阳原岩体为例. 岩石矿物学杂志, 6 (3):212~220.
- 林景仟. 1987. 岩浆岩成因导论. 北京:地质出版社.
- 马昌前,王人竟,邱家骧. 1992. 花岗岩浆起源和多次岩浆混合的标志:包体——以北京周口店为例. 地质论评, 38(2):109~119.
- 邱家骧. 1985. 岩浆岩石学. 北京:地质出版社.
- 苏良赫. 1983. 液相不共溶在岩石学及矿床学中的重要性. 地球科学, 24 (1):1~14.
- 王德滋,周金城. 1999. 我国花岗岩研究的回顾与展望. 岩石学报, 15(2):161~169.
- 王联魁,王慧芬,黄智龙. 2000. Li-F 花岗岩液态分离的微量元素地球化学标志. 岩石学报, 16(2):145~152.
- 张德全,孙桂英. 1988. 中国东部花岗岩. 武汉:中国地质大学出版社.
- 朱永峰,曾贻善,艾永富. 1995. 长英质岩浆中的液态不混溶与成矿关系的实验研究. 岩石学报, 11(1):1~8.
- ### References
- Bateman P C, Dodge F C W. 1970. Variations of major chemical constituents across the central Sierra Nevada batholith. Geological Society of America Bulletin, 81(2): 409~420.
- Bateman P C, Chappell B W. 1979. Crystallization, fractionation, and solidification of the Tuolumne Intrusive Series, Yosemite National Park, California. Geological Society of America Bulletin, 90(5): 465~482.
- Bowen N L. 1922. The Reaction Principle in Petrogenesis. J. Geol., 30:177~198.
- Carmichael I S E, Turner F J, Verhoogen J. 1974. Igneous Petrology. (2nd ed.) New York: McGraw-Hill.
- Chappell B W. 1996. Magma mixing and the production of compositional variation within granite suites: evidence from the granites of southeastern Australia. J. Petrology, 37(3): 449~470.
- Cobbing E J, Pitcher W S, Taylor W P. 1977. Segments and Superunits in the Coastal Batholith of Peru. Journal of Geology, 85: 625~631.
- Cobbing E J, Mallick D I J. 1983. A new approach to mapping granites. Episodes, (3): 10~14.
- Gao Bingzhang, Hong Dawei, Zheng Jijian, et al. 1991. A guide to the method of the 1:50000 regional geological survey in igneous granite areas. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- Hong Dawei. 1986. On the principles and methods for establishing granitic suites(sequences) in Southern China. Regional Geology of China, (3): 193~203 (in Chinese with English abstract).
- Hong Dawei. 1991. The divergence and controversy about hierarchical system of granites. Geological Science and Technology Bulletin, (7): 42~45 (in Chinese).
- Hou Zengqian. 1987. The physicochemical condition of silicate liquid immiscibility——An example from Yang Yuan Complex, Hebei. Acta Petrologica et Mineralogica, 6 (3): 212~220 (in Chinese with English abstract).
- Lucido G. 1981. Silicate liquid immiscibility in alkaline rocks of western Sicily. Chem. Geol., 31:335~346.
- Ma Changqian, Wang Renjing, Qiu Jiaxiang. 1992. Enclaves as indicators of the origin of granitoid magma and repeater magma mingling: An example from the Zhoukoudian intrusion, Beijing. Geological Review, 38 (2): 109~119 (in Chinese with English abstract).
- Qiu Jiaxiang. 1985. Igneous Petrology. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Su Lianghe. 1983. The importance of liquid immiscibility in petrology and mineral deposits. Earth Science——Journal of Wuhan College of Geology, 24(1): 1~14 (in Chinese with English abstract).
- Wang Dezi, Zhou Jincheng. 1999. Look back and look forward to granite research. Acta Petrologica Sinica, 15(2): 161~169 (in Chinese with English abstract).
- Wang Liankui, Wang Huifen, Huang Zhilong. 2000. Geochemical in-

① 肖庆辉. 1985. 国外花岗岩区填图方法研究. 地质矿产部情报研究所. 4~10.

- dicators of trace element in Li-F granite liquid segregation. *Acta Petrologica Sinica*, 16(2): 145~152 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Dequan, Sun Guiying. 1988. *Granites of Eastern China*. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese with English abstract).
- Zhu Yongfeng, Zeng Yishan, Ai Yongfu. 1995. The experimental study about the liquid immiscibility and ore-forming process in felsic magma. *Acta Petrologica Sinica*, 11(1): 1~7 (in Chinese with English abstract).

The Mapping Method of Lithodemic Units of Intrusive Rocks

YANG Chonghui¹⁾, ZHUANG Yuxun²⁾, WANG Xinshe¹⁾, ZHANG Shangkun³⁾, LIU Zengxiao⁴⁾

1) *Institute of Geology, CAGS, Beijing, 100037*; 2) *China Geological Survey, Beijing, 100812*

3) *Shandong Institute and Laboratories of Geological Science, Jinan, 250013*

4) *Hebei Institute of Regional Geology and Mineral Resources, Langfang, 065000*

Abstract

This paper introduces the diversity of magmatism in terms of the theory and suggests that the comagmatic evolution cannot represent all kinds of magmatism. As there exist some problems in the practical application of the mapping method of lithodemic units (or hierarchical system) of intrusive rocks, the authors point out that the theory of comagmatic evolution is not perfect yet. The role of the theory of comagmatic evolution should not be overstated factitiously. It is not suitable to use this method in granitoids of all ages with various tectonic settings before intensive study experiment are erformed.

Key words: intrusive rocks; comagmatic evolution; lithodemic units; mapping
