

板块构造与花岗岩的成因分类

胡善亭 孙克勤

(中国地质大学,北京)

赵东甫

(长春地质学院)

提要 花岗岩的成因是地质科学中争议最大的问题之一。70年代提出的著名的I型和S型花岗岩分类以及“磁铁矿系列”与“钛铁矿系列”花岗岩分类,所考虑的是成岩物质来源。与“槽—台”构造学说有关的花岗岩成因分类,则朝着构造地质环境分类迈出重要的一步。应用板块构造理论可以科学地解释花岗岩的成因。本文根据板块构造单元将花岗岩的成因类型划分为四大类和九亚类。

一、前言

花岗岩成因的研究对于大地构造理论、成矿作用理论及地球动力学体系都具有重要的意义。18世纪后期的“水火之争”,其主要焦点就是花岗岩的成因问题。19世纪后期出现了岩浆论与转化论之争,岩浆论者(以H. Rosenbusch为代表)认为花岗岩与火山岩都属于火成岩类,而片麻岩则划归为变质岩类;转化论者(以J. J. Sederholm为代表)主张非岩浆岩经过交代作用,在固体状态下可以转化为花岗岩。后者还认为深成作用是岩浆作用与变质作用密切相关的统一过程,因而否认火山岩与花岗岩有成因联系^[1]。

本世纪以来,许多学者普遍接受了H. H. Read(1957)^[2]提出的存在“多种多样的花岗岩”,即花岗岩不止是一种成因的观点。B. W. Chappell和A. J. R. White(1974)^[3]根据对澳大利亚东部塔斯曼造山带(Tasman Orogenic Zone)花岗岩的研究,提出将花岗岩分为I型和S型两种不同成因类型,这种分类大致分别相当于S. Ishihara(1977)^[4]所划分的“磁铁矿系列”和“钛铁矿系列”花岗岩。I型花岗岩的源岩物质来自未经地壳风化作用的岩浆岩,S型花岗岩的源岩物质来自壳层沉积物质。这些分类已经具体考虑了花岗岩的成岩物质来源,但并没有同其产出的构造地质环境相结合。

二、“槽—台”构造学说与花岗岩的成因分类

近年来,花岗岩研究中最引人注目的成就,是将花岗岩产出的构造地质环境引入花岗岩的成因分类中。

本文1993年11月收到,1994年8月改回。

早在 60 年代初,谢家荣教授就曾提出我国不同构造单元和不同构造旋回发育的花岗岩,具有不同特征及成矿规律。莫柱孙(1985)^[5]根据花岗岩产出的地质环境,将南岭花岗岩分为 4 类:(1)地槽区花岗岩,有分异型和变质型两种;(2)地台区花岗岩,分布较少;(3)活化区(地洼区)花岗岩,分布甚广;(4)大陆边缘断裂区花岗岩。

徐克勤等(1982)^[6]将花岗岩划分为三大成因系列:第一类为地槽沉积物经交代、变质和花岗岩化而形成的大陆地壳改造型花岗岩;第二类位于大陆边缘活动带或大陆内部断裂带,与安山岩浆或基性岩浆有关,为不同程度地受到陆壳混染同化及混熔作用而形成的过渡性地壳同熔型花岗岩;第三类产于深断裂带或裂谷带,为与超镁铁质岩石及基性火山岩有成因联系的幔源型花岗岩。这三大类花岗岩(陆壳改造型、过渡性地壳同熔型和幔源型)以及前面的分类,是与“槽—台”构造学说及其构造地质环境相联系的。

三、板块构造理论与花岗岩的成因

70 年代以来,板块构造理论一直在向地质科学的各个领域渗透,对于花岗岩的成因研究产生了积极的影响。正如尹赞勋(1973)^[7]所指出的那样,“在地质学上,板块学说标志着—个时代的终止和另一个时代的开始。”

王联魁等(1984)^[8]研究了我国东南部花岗岩的同位素年龄变化,发现花岗岩的分布和迁移与板块的运动方向之间存在着同步关系,即花岗岩带严格地平行于板块敛合界线。花岗岩带这种呈带状分布的特征,已经为地质学家所重视。杨树锋(1987)^[9]在研究华南同一时代的板块边缘挤压型(岛弧型)花岗岩和板内改造型花岗岩后,发现它们往往成对出现,且平行大陆边缘排列。

对于花岗岩的成因,至少有一点是许多学者所公认的,即无论是重熔作用还是交代作用,都需要有相当可观的能量输入。现在越来越多的人认为,当地壳深部发生超变质作用时,其温度或水的浓度均不足以使重熔作用发生。至少在缺少来自地幔岩浆作用参与的情况下,是不能发生重熔作用的(G. C. Bronn, 1978)^[10]。目前看来,板块构造理论不仅很好地解决了能量的来源问题,而且也解决了地幔中贫钾贫水的问题。带有 H₂O 和 K₂O 的洋壳在俯冲带不断地沿海沟向下俯冲,插入到陆壳或洋壳底下穿入软流层,并被软流层呈高温和高压状态的基性物质所熔化或同化,同时,俯冲带附近的沉积层也被强大的液流体所浸润,从而发生交代作用生成 S 型花岗岩。同样,玄武岩浆亦可受到改造或分异成 I 型花岗岩。板块运动的方式不仅提供了巨大的能量,而且也提供了富含二氧化硅和碱质的热液,从而为花岗岩的形成创造了极为有利的环境。至于板块内部,由于深部物质差异的调整及远距离的构造应力热效应,因而使大陆内部深大断裂带及薄弱地带受到挤压—剪切,导致地幔物质上升,并发生去气、去碱作用,或使地壳物质发生交代和重熔作用而形成花岗岩。

四、板块构造与花岗岩的成因分类

正因为板块构造理论为花岗岩的成因研究带来了巨大的推动作用,因此 W. S. 皮彻

(1979)^[11]指出“我们需要朝着花岗岩的环境分类的方向努力。”W. S. Pitcher(1983)^[12]认为不同特征的花岗岩与其产出的构造地质环境密切相关,指出不同成因类型的花岗岩代表着不同的活动带,并根据板块构造理论将花岗岩划分出五种类型:

(1)M型花岗岩——产于大洋火山岛弧内的斜长花岗岩。

(2)I型花岗岩(科迪勒拉)——形成于安第斯型活动大陆板块边缘的中酸性岩石组合。

(3)I型花岗岩(加里东)——形成于造山期后隆起带的花岗闪长岩和花岗岩。

(4)S型花岗岩——主要形成于大陆碰撞褶皱带(海西型)或克拉通内的韧性剪切带上,属于过铝型花岗岩组合。

(5)A型花岗岩——主要形成于稳定的碰撞带,也可以形成于大陆裂谷,是一种非造山构造环境的碱性花岗岩。

杨树锋(1987)^[9]从板块构造运动角度出发,将花岗岩划分为五种类型:(1)板块俯冲幔源型;(2)板块边缘挤压型;(3)板块边缘拉张型;(4)板块内部改造型;(5)板块内部裂谷型。

J. A. Pearce(1984)^[13]根据花岗岩的形成构造环境将花岗岩分为四大类:洋脊花岗岩(ORG)、火山弧花岗岩(VAG)、板内花岗岩(WPG)和碰撞带花岗岩(COLG)。每一类花岗岩又可根据其确切的产出环境和岩石特征被进一步划分。

上述一些学者根据各自的研究,从不同的角度将花岗岩的成因与板块构造结合起来,并对其类型作了划分。这对花岗岩成因分类的深入研究,无疑起了极大的推动作用。

对于花岗岩的成因类型,本文根据花岗岩形成时所处的板块构造单元将其划分为四大类和九亚类,参见下表。

花岗岩的板块构造单元分类表

类	亚类	主要岩石组合
俯冲带花岗岩	板缘花岗岩	石英二长岩、花岗闪长岩
	岛弧花岗岩	石英闪长岩、斜长花岗岩
碰撞带花岗岩	陆—陆碰撞花岗岩	混合花岗岩
	岛弧—陆碰撞花岗岩	花岗闪长岩、斜长花岗岩
	岛弧—岛弧碰撞花岗岩	斜长花岗岩
裂谷型花岗岩	大陆裂谷花岗岩	云英闪长岩、石英闪长岩
	洋脊花岗岩	斜长花岗岩
板块内部花岗岩	克拉通(稳定地区)花岗岩	混合花岗岩、二长花岗岩
	深大断裂花岗岩	黑云母花岗岩、花岗闪长岩

(1)俯冲带花岗岩系列主要岩石组合为石英闪长岩、石英二长岩、斜长花岗岩及花岗闪长岩等,以磁铁矿、黑云母和普通角闪石为主要暗色矿物,⁸⁷Sr/⁸⁶Sr范围值为0.702—0.715,我国浙江桐庐岩体及福建魁岐岩体可作为代表。

(2)碰撞带花岗岩类,一般位于施特雷凯森图解(狭义)的花岗岩区,含有白云母,并

属于过铝型岩石,大部分具有 I 型花岗岩的特征。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 一般大于 0.7000。该类型的花岗岩与 W. S. Pitcher 分类中的海西型花岗岩相近。天山花岗岩可作为该类型的代表。

(3) 裂谷型花岗岩,以普通角闪石为主要暗色矿物,在施特雷凯森图解上位于云英闪长岩处,部分花岗岩具有 S 型花岗岩特征。攀西花岗岩属于这一类型。

(4) 板块内部花岗岩,大部分与 S 型花岗岩相同,以正常花岗岩为主,缺少同源的火山岩,岩石中钾长石多为微斜长石。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值较高,一般大于 0.706,以黑云母为主要暗色矿物,常含堇青石等高铝副矿物。岩石种类有黑云母花岗岩和花岗闪长岩等。华南地区邓埠仙花岗岩可作为典型代表。

表中的各亚类还可以根据花岗岩的物质来源的具体类型划分出 S 型(源于壳层沉积物者)和 I 型(来自未经地壳风化作用的岩浆岩)。

本文撰写过程中曾得到长春地质学院李志超教授的指导,深表谢意。

参 考 文 献

- [1] 邱家骧主编,1985,岩浆岩石学。地质出版社。
- [2] Read, H. H., 1957, The granite controversy. T. Murby, London.
- [3] Chappell, B. W. and White, A. J. R., 1974, Two contrasting granite types. *Pacific Geology*, Vol. 8, pp. 173—174.
- [4] Ishihara, S., 1977, The magnetite—series and ilmenite—series granitic rocks. *Ming. Geol.* Vol. 27, pp. 293—305.
- [5] 莫柱孙, 1985, 试论南岭花岗岩的地质环境分类。大地构造与成矿学, 第 9 卷, 第 1 期, 第 17—18 页。
- [6] 徐克勤等, 1982, 华南两个成因系列花岗岩及成矿特征。桂林冶金地质学院学报, 第 2 卷, 第 1 期, 第 1—10 页。
- [7] 金性春, 1984, 板块构造学基础。上海科学技术出版社。
- [8] 王联魁等, 1984, 花岗岩带状分布与板块关系。岩石学研究, 1984 年, 第四辑, 第 1—14 页。
- [9] 杨树锋, 1987, 成对花岗岩带和板块构造。科学出版社。
- [10] Brown, G. C. and Hennessy, J., 1978, The initiation and thermal diversity of granite magmatism, *Philos. Trans. R. Soc. London*, A. 288, PP. 631—643.
- [11] W. S. 皮彻, 1979, 关于花岗岩地质环境的评述。见: M. P. 艾瑟顿, J. 塔奈伊编, 花岗岩岩基的成因地球化学证据(王德滋等译)。1985 年, 北京; 第 1—6 页, 地质出版社。
- [12] Pitcher, W. S., 1983, Granite type and tectonic environment, *Mountain Building Processes*, London; Academic Press, PP. 19—40.
- [13] Pearce, J. A., Harris, N. B. W. and Tindle, A. G., 1984, Trace discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *J. Petrol.* Vol. 25, PP. 956—983.

PLATE TECTONICS AND THE GENETIC CLASSIFICATION OF GRANITES

Hu Shanting, Sun Keqin

(*China University of Geosciences*)

Zhao Dongpu

(*Changchun University of Earth Sciences*)

Abstract

The genesis of granites is one of the most controversial issues in the geosciences. Some ideas of the genetic types of granites are gradually accepted by scholars. The well-known classification which divides granites into the I-type and s-type and that which divides granites into the magnetite series and ilmenite series consider mainly the source materials forming the granites. The genetic classifications of granites related to the "geosyncline—platform" tectonics has advanced an important step towards the classification concerning tectonic settings. The genesis of granites can be explained scientifically by the theory of the plate tectonics. In this paper the authors divide granites into four genetic types and nine sub types according to the plate tectonic theory.