

一种简单的基性-超基性岩岩石化学研究方法

张 雯 华 从 柏 林

(中国科学院地质研究所)

基性-超基性岩组合形成与地质构造环境密切相关。不同类型的基性-超基性岩组合的岩石化学特征有其相似之处,但也明显地有其差异即各个组合类型的特殊性。目前,国内外研究岩石化学的计算方法很多,但方法复杂,步骤繁多,甚为费时。

本文的目的,试图采用简便的岩石化学

研究方法,确定自然界中各种组合类型基性-超基性岩化学上的特殊性。

计算原理和作图方法

在基性-超基性岩中反映岩石化学特征的主要造岩元素是 Si、Al、Fe、Mg、Ca、K 和 Na。本方法表示岩石中上述主要元素之间的

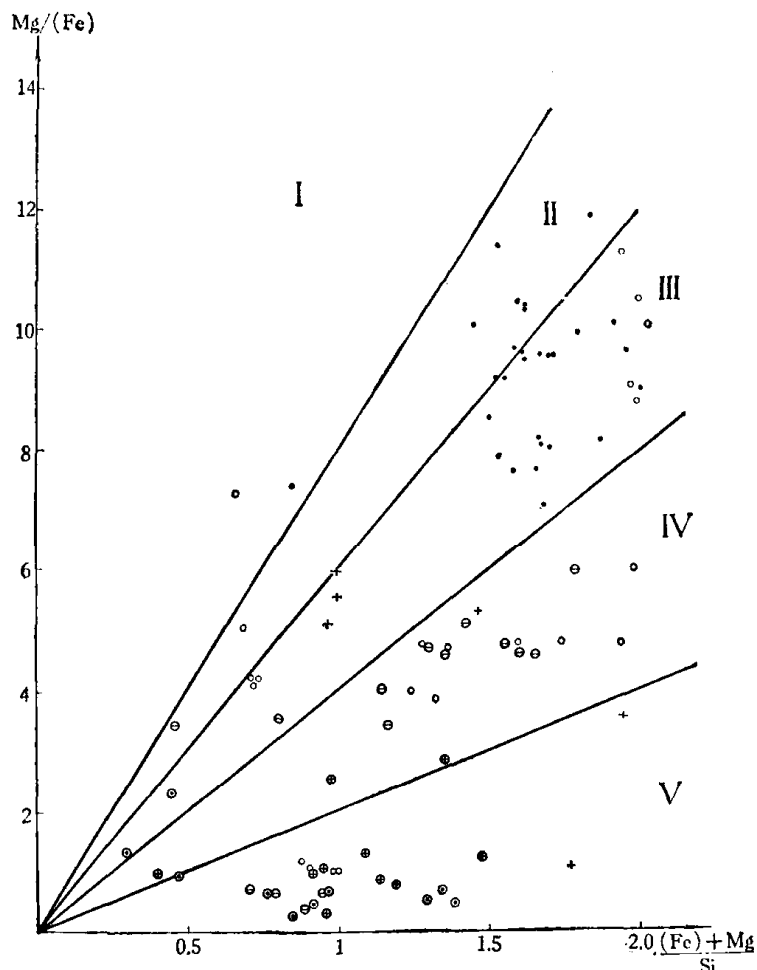


图 1 不同组合类型基性-超基性岩的 $Mg/\langle Fe \rangle$ 与 $\langle Fe \rangle + Mg/Si$ 的变异图

● 阿尔卑斯型; ○ 阿拉斯加型; + ⊕ 层状或似层状组合类型; ⊖ 分异良好的岩床(墙、盖)及小侵入体中的组合类型; ⊙ 环状碱性杂岩中的组合类型; + 布尔什维德岩体

本文 1975 年 6 月 27 日收到。

相互关系,说明基性-超基性岩岩石化学特殊性。

1. 镁铁比值 ($Mg/\langle Fe \rangle$) 与基性度 ($Mg + \langle Fe \rangle / Si$) 变异图(图 1)

本图纵座标为 $Mg/\langle Fe \rangle$, 横座标为 $Mg + \langle Fe \rangle / Si$, 纵横座标之比为 5:1。镁铁比值是指岩石中镁原子数对全铁原子数的比值。基性度是指岩石中镁原子数及全铁原子数之和对硅原子数的比值, 基性度反映了岩石中镁铁组分的相对含量以及 SiO_2 的饱和程度。通常, 岩石中的镁铁比值随基性度变异而变异。因此, 表示岩石的镁铁组分之间的相对关系时, 必须同时考虑到岩石的基性度。在图上还作出了斜率相当于 $Mg/\langle Fe \rangle : Mg + \langle Fe \rangle / Si$ 分别为 8:1, 6:1, 4:1 及 2:1 的四条直线, 划分五个区: I——超镁质区; II——镁质区; III——镁铁质区; IV——铁镁质区; V——铁质区。

2. $(Na_2O + K_2O)$ 与 SiO_2 变异图(图 2)

该图采用岩石中 $(Na_2O + K_2O)$ 重量百分数为纵座标, SiO_2 重量百分数为横座标(以 30% 的 SiO_2 为起点)。纵横座标之比为 1:2。图上还作出了斜率相当于 $(Na_2O + K_2O) : SiO_2$

分别为 1:5, 1:10 及 1:20 的三条直线, 将图划分为四个区: I——强碱质区; II——碱质区; III——弱碱质区; IV——贫碱质区。

3. Al_2O_3 与 SiO_2 变异图(图 3)

本图采用岩石中 Al_2O_3 重量百分数为纵座标和 SiO_2 重量百分数为横座标(以 30% 的 SiO_2 为起点)。纵横座标之比为 1:1。在此图上作出斜率相当于 $Al_2O_3 : SiO_2$ 分别为 1:1, 3:5, 1:5 的三条直线, 将全图划分为四个区: I——高铝质区; II——铝质区; III——低铝质区; IV——贫铝质区。

4. F-M-C 图解(图 4)

本图是将岩石中镁、全铁及钙的重量百分数换算成三者的原子数百分比数后, 在以 F (全铁)、M (镁) 及 C (钙) 为正三角形顶端的图上投影而作出的。它反映了岩石中 $\langle Fe \rangle$ 、Mg、Ca 之间的关系。为便于对比分析, 该图可划分以下几个区:

Mg——镁质区 ($Mg_{100} Fe_{15}, Ca_{15}$);

Fe——铁质区 ($Fe_{100} Mg_{15}, Ca_{15}$);

Ca——钙质区 ($Ca_{100} Mg_{15}, Fe_{15}$);

I——贫钙质区 $\begin{cases} Ia \text{ 贫钙的镁铁质区,} \\ Ib \text{ 贫钙的铁镁质区;} \end{cases}$

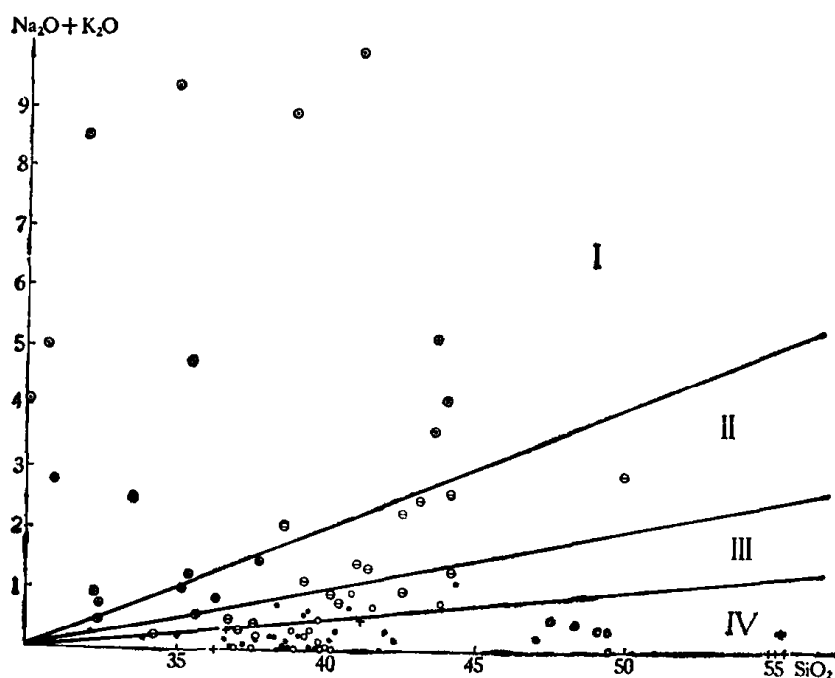


图 2 不同组合类型基性-超基性岩的 $(Na_2O + K_2O)$ 与 SiO_2 变异图
(图例同图 1)

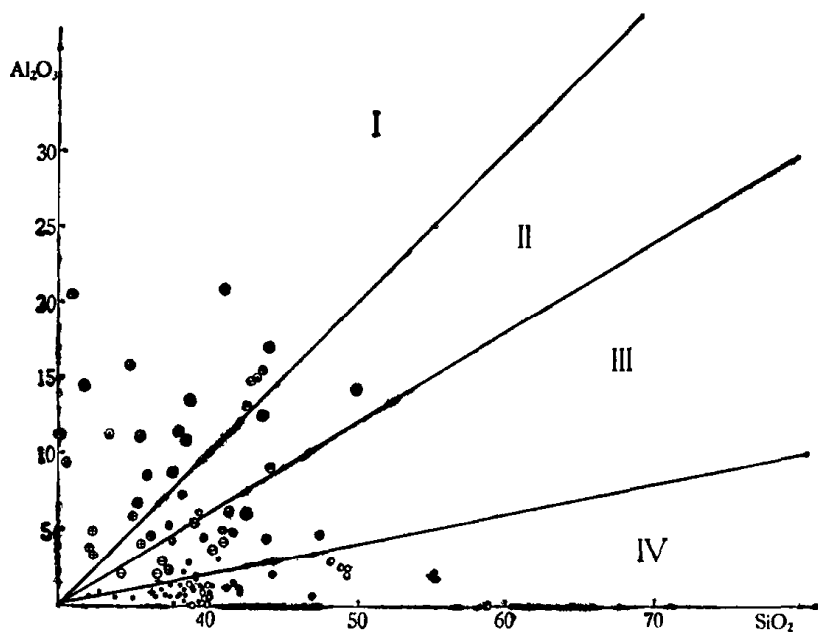


图3 不同组合类型碱性-超碱性岩的 Al_2O_3 与 SiO_2 变异图
(图例同图1)

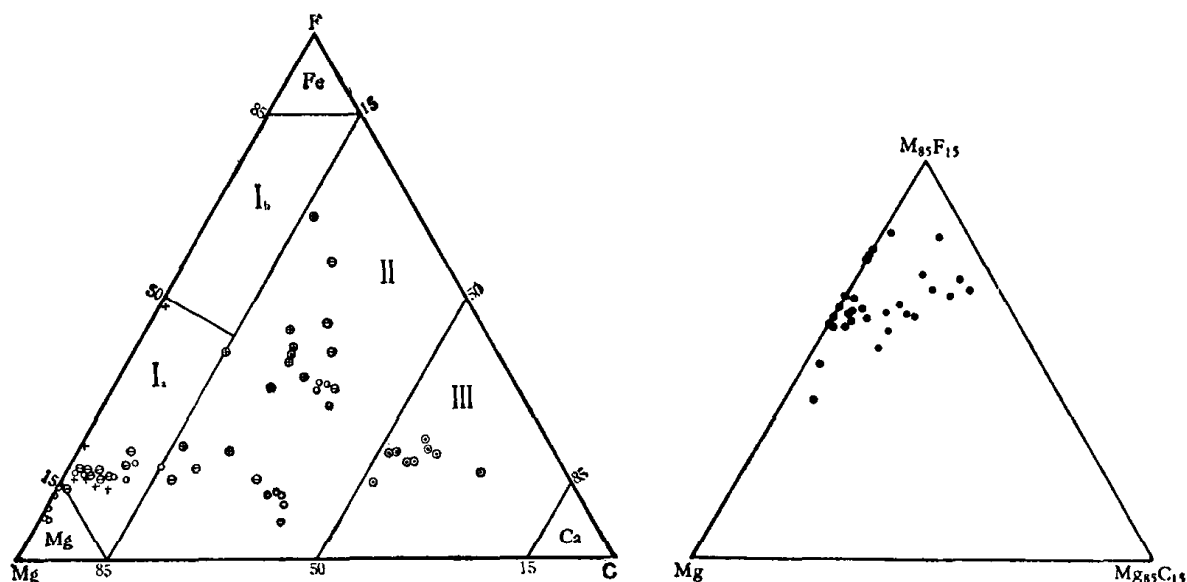


图4 不同组合类型碱性-超碱性岩的 F-M-C 图解
(图例同图1)

图4 中 $\text{Mg-Mg}_{85}\text{Fe}_{15}\text{-Mg}_{85}\text{C}_{15}$ 的放大图

- II——低钙质区；
III——适度钙质区。

图解的判读

关于超碱性岩及有关岩石的成因争论很大，但对其母源物质来自上地幔已被绝大多数研究者所确认。因此，这类岩石的时空分布、共生组合类型及岩石化学特征主要受深断裂的深度、规模和活动性质所控制。我们

根据我国碱性-超碱性岩的时空分布规律，结合块断构造概念，将我国碱性-超碱性岩划分为以下几种组合类型。

1. 阿尔卑斯型蛇纹岩-橄榄岩组合类型。它们产于线形的强烈变形的断褶中，往往与断块缝合线共生。其组分变化不大，矿物中以富镁的橄榄石和辉石为主，往往有铬尖晶石的富集。普遍地遭受强烈的形变，一般无高温接触变质晕。为具有工业价值的、质量

较高的铬铁矿矿床的母岩。

2. 阿拉斯加型同心带状纯橄岩-橄榄岩-辉石岩组合类型。主要产于造山带(现代为岛弧)中安山质火山杂岩的根部,未受侵入后的构造作用影响。矿物组分中含有原生相磁铁矿及富钙的辉石。为小型的铬铁矿矿床的母岩。

3. 层状或似层状的辉长岩-苏长岩-橄榄岩组合类型。其最重要的特点是矿物组合具韵律性的变异,以及在超基性岩石中含有不定量的斜长石。它们大多数侵位于地堑型的裂谷带中,普遍地保持了未受形变作用的特点。在世界上,它们中往往发育巨大型的铬铁矿矿床。在我国则富铁质和碱质,往往形成钒钛磁铁矿床。

4. 分异良好的岩床(墙、盖)和较小的侵入体中的基性-超基性岩组合类型。此类岩体除受深断裂控制外,无确切的构造位置,既可以沿断裂产于同构造期的断拗中,也可以沿断裂产于不同时代的褶皱基底上。它们又可分为两个亚类:在分异较好的以超基性岩为主的亚类中,常形成铜、镍和铂族元素的矿化或矿床;在分异较差的以基性岩为主的亚类中,往往形成具有工业价值的钒钛磁铁矿床。

5. 环状碱性杂岩中的基性-超基性岩组合类型。空间上它们常与火成的碳酸盐岩及榴辉岩共生,产于稳定断块边部具有裂谷性质的深断裂中。

为便于对比,除选用国内代表性岩体及岩带的资料外,还收集了世界上一些典型地区的岩体、岩带(如南罗得西亚、布尔什维德、乌拉尔、阿拉斯加、加拿大、土耳其等)资料。

采用本文提出的方法将上述五种组合类型的基性-超基性岩代表岩体(带)的化学成分作图后,它们化学上的主要区别在于:

1. “阿尔卑斯型”岩石组合的投影点,在图1和图4中均落在镁质和镁铁质区中, $Mg/\langle Fe \rangle$ 高、基性度高且变化范围小,在图2

和图3,均落在III和IV区。总之,此类型以富镁,贫钙,铝,碱质,基性度高为特征,是主要的铬矿工业类型。

2. 阿拉斯加型岩石组合:投影在图1的各区尤集中在III和IV区中,基性度变化范围大,在图2和图3上投影于III和IV区中,在图4分布在低钙、贫钙的镁铁质区中。说明该类岩石为镁质和镁铁质,贫铝,碱质,低钙,具有分异作用的特点,是小型的铬矿工业类型。

3. 层状或似层状岩石组合。国内的此类岩体投影在图1的IV和V区,基性度较低,在图2和图3的I和II区及图4的IV区中;国外的布什维尔德岩体则反映出分异良好的现象,在图1的II至V区均有,基性度较高,图2和图3均落在IV区,图4落在Ia区。虽然这两类岩石在产状上极为相似,但在化学上具有显著的差异,前者以铁质、高铝、富碱和稍高的钙为特征;后者属于镁铁-铁镁质,贫铝、钙、碱质岩类。反映在成矿专属性上也截然不同,前者以产钒钛磁铁矿为主,后者则是大型的铬铁矿产地。

4. 呈分异良好的岩床(墙、盖)和小侵入体的岩石组合。在图1它们的投影点散布在各区,其中分异良好的超基性岩多集中在IV区,分异较差的基性岩多集中在V区;在图2分布在II和III区,在图3除IV区外均有分布,在图4中分异良好的超基性岩落在Ia和II的下部,分异较差的基性岩则在II区的上部。此两亚类的岩石各有特点,其中分异良好的超基性岩亚类为镁铁质、低铝、碱质和低钙(或贫钙);分异程度差的基性岩亚类以铁质、高铝、碱质和低钙为特征。前者以铜、镍、铂族元素矿化或矿床为主,后者以钒钛磁铁矿为主。

5. 环状碱性杂岩中基性-超基性岩组合类型,是以铁质、高铝、高碱和较高钙含量为特征,明显地区别于其它四种类型。

最后,我们认为:

第一,自然界中基性-超基性岩总是以一定的共生组合成群或带产出。它们一方面都来自上地幔物质,这就决定了它们在化学上的普遍性;另一方面,上地幔物质是不均一的,形成不同组合类型的地质构造环境也不相同,这就决定了它们在化学上的差异即特殊性。“科学研究的区分,就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性。”一种合理的基性-超基性岩岩石化学研究方法,就应该将着眼点放在研究各种组合类型(但这种组合类型是各种岩石规律的组合,而不是个别岩石)在化学上的特殊性。自然,由于各组合类型在化学上的普遍性,从而在本文图中出现一些交叉现象,这也是符合客观规律的。

第二,“世界上的事情是复杂的,是由各方面的因素决定的,看问题要从各方面去看,不能只从单方面看。”基性-超基性岩组合类

型,不仅在化学上有特殊性,而且在矿物学、地质构造、岩体构造上都有各自的特点。因此,要确切地区别基性岩-超基性岩组合类型,就应考虑上述诸因素以及相互间的联系。

参 考 资 料

- [1] A. H. 扎瓦里茨基,火成岩岩石化学导论,1962,科学出版社。
- [2] C. Д. 契特维里科夫,岩石化学换算指南,1963,中国工业出版社。
- [3] 吴利仁,地质科学,1963, 1, 24—41。
- [4] 中国科学院地质研究所大地构造编图组,地质科学,1974, 1, 1—18。
- [5] 王恒升,白文吉,地质学报,1975, 1, 77—91。
- [6] Wyllie, P. J. (Editor), *Ultramafic and Related Rocks*, Wiley, New York, 1967。
- [7] Wyllie, P. J. *The Dynamic Earth: Textbook in Geosciences*. John Wiley & Sons Inc., 1971。
- [8] Moores E. M., *Earth Science Reviews*, 9 (1973) 3, 241—298。