

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

基性岩与超基性岩岩石化学计算 及图解方法

王恒升 白文吉

超基性岩和基性岩常常伴生,而且两者有时是就地分异而成的。为适合基性岩和超基性岩化学成分特点,我们曾拟定一种计算方法及图解,并在我国试用。经过几年来的生产及科研实践,又在原来的基础上进行了较大的修改与补充。其目的是要把岩石的化学分类和实际矿物分类统一起来。

一、方法的原理

现在几乎所有的火成岩岩石化学计算方法,都将分析取得的氧化物重量百分比换算成相应的分子比,然后计算为各种数字特征,或计算成标准矿物分子数目,用以反映火成岩的岩石化学特点。在本方法中,我们计算数字特征时采用原子数目。

1. 主要数字特征

在基性岩,超基性岩中,主要化学成分为: SiO_2 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 Al_2O_3 等。主要组分合并成四组: SiO_2 为第一组; MgO 为第二组; $\langle \text{FeO} \rangle$ 为第三组, CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 Al_2O_3 为第四组。

令 S 代表岩石内硅酸盐和铝硅酸盐矿物中的硅原子的数目。它反映了岩石中的 SiO_2 数量及其在造岩矿物组成中所起的化学作用。

令 M 代表岩石中硅酸盐矿物中镁的原子数目。主要表示岩石中 MgO 的含量。在基性岩、超基性岩中 MgO 的含量变化较大,它决定了岩石的镁铁比值,对研究火成岩和成矿作用有重要意义。

令 F 代表岩石内硅酸盐矿物中铁等原子的数目,在基性岩、超基性岩中变化较大,与镁呈类质同像。

令 AC 代表组成岩石内铝硅酸盐类矿物中钙、碱金属和铝原子的数目。 AC 值是随岩石的酸性增加而增大的。在基性岩中 CaO 、 Na_2O 、 Al_2O_3 的含量比超基性岩高,因此 AC 值较大。

将 S 、 M 、 F 、 AC 之和计算成 100, 求出它们相应的百分比,并分别以 s 、 m 、 f 、 ac 来表示,称之为主要数字特征。它们分别代表着岩石中硅酸盐矿物及铝硅酸盐矿物的硅组原子、镁组原子、铁组原子、碱金属原子及钙和铝原子的百分比。

2. 补充数字特征

补充数字特征分成四组:

第一组反映暗色矿物中镁、铁、钙、铝等原子的百分比,并以 m' 、 f' 、 $c'(a', n')$ 来代表。

第二组为 k 、 na 、 ca , 主要反映组成长石矿物中的 K 、 Na 、 Ca 原子百分比。

第三组为 ti 、 cr 、 p 、 h 分别表示 TiO_2 、 Cr_2O_3 、 P_2O_5 、 H_2O^+ 的多寡。

需要指出,我们未将 TiO_2 同 SiO_2 合并,而将它单独计算成补充数字特征,是因为钛和硅虽然是四价元素,但钛是以六次配位进入结晶格架中,不能代替硅。把钛和硅合并是不符合结晶化学实际情况的。尤其是在基性岩、超基性岩中 TiO_2 的含量较高时,若与硅合并,会导致岩石分类上的严重错误。因此把钛单独分出,作为补充数字特征是适宜的,而且有时还可以表示岩石的含矿特征。

第四组: al' 、 ca' 、 n' ; 它们是加入暗色矿物中的 Al 、 Ca 、 Na 原子数值分别与岩石中 Al 、 Ca 、 Na 原子数值之比。 al' 的存在,说明岩石是铝过饱和系列的, n' 的存在说明岩石是碱过饱和的, ca' 的存在,说明岩石属正常系列。

二、计算方法

首先确定岩石的化学类别,是属正常系列,还是铝过饱和系列或碱过饱和系列。

在计算过程中使用原子数值。

正常系列岩石: $2Ca + K + Na > Al > K + Na$; 所有的 Al 都组成长石类矿物,组成长石之后多余的 Ca 组成暗色矿物。因为 Ca^{2+} 半径($1.06 \text{ \AA}$)与 Fe^{2+} ($0.83 \text{ \AA}$)和 Mg^{2+} ($0.78 \text{ \AA}$)相比更接近于前者,因而把多余的 Ca 合并于 F 中。

铝过饱和系列: $K + Na + 2Ca < Al$; 这时所有的 K 、 Na 、 Ca 原子都组成长石类矿物后还有剩余的 Al , 这部分剩余的 Al 加入暗色矿物中。 Al^{3+} 的半径($0.57 \text{ \AA}$)与 Fe^{3+} ($0.67 \text{ \AA}$)更为接近,因此把剩余的 Al 也合并于 F 中。

碱过饱和岩石为: $K + Na > Al$, 这时所有的铝都组成碱长石还剩余一部分 Na , 这部分钠以及岩石中全部 Ca 均合并于 F 中,因为 Na^{+} 半径($0.98 \text{ \AA}$)仍和 Fe^{2+} 接近。

三、计算程序

1. 将化学分析所得的氧化物重量百分比换算成相应的元素的原子数目。

2. 按岩石的不同化学系列分别计算:

①计算 S 值,各系列岩石相同:

$$S = si \text{ (代表原子数目,下同)}$$

②计算 AC 值,各系列岩石不同:

a. 正常系列岩石:

A 值为组成钠长石和钾长石所用的 K 、 Na 、 Al , 从钾长石、钠长石分子式可知,组成它们的钾钠原子数之和加与它们等量的 Al 原子数即是 A 。

$$A = (K + Na) + (K + Na) = 2(K + Na)$$

C 值为组成钙长石所需用的 Ca 和 Al 的原子数目,依据钙长石所需用之 Ca 和 Al 的原子数目看, Ca 的数量为 Al 的数量的二分之一; 而 Al 恰是岩石中的 Al 减去组成钾、钠长石所用的 Al , 因此:

$$C = \frac{1}{2} [Al - (K + Na)] + Al - (K + Na)$$

$$C = \frac{3}{2} [Al - (K + Na)]$$

$$AC = 2(K + Na) + \frac{3}{2} [Al - (K + Na)]$$

$$AC = \frac{1}{2} (K + Na + 3Al)$$

b. 铝过饱和系列岩石:

岩石中所有 K 和 Na 都与其等量的 Al 组成钾钠长石, 所以 K、Na、Al 三者的数值:

$$A = 2(K + Na)$$

岩石中全部 Ca 与其数量二倍的 Al 结合, 组成钙长石, 所以:

$$C = Ca + 2Ca = 3Ca$$

$$AC = 2(K + Na) + 3Ca$$

c. 碱过饱和系列岩石:

全部 Al 与其等量的 K、Na 组成钾、钠长石, 因而:

$$A = Al + Al = 2Al$$

$$C = 0$$

$$AC = 2Al$$

③ 计算 M 值, 各系列岩石相同:

$$M = Mg + Ni$$

④ 计算 F 值, 各系列岩石不同:

a. 正常系列岩石

$$F = Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn^{2+} + Ca'$$

$$(Ca' = Ca - \frac{1}{2} [Al - (K + Na)])$$

b. 铝过饱和系列岩石

$$F = Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn^{2+} + Al'$$

$$(Al' = Al - [K + Na + 2Ca])$$

c. 碱过饱和系列岩石

$$F = Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn^{2+} + Ca + Na'$$

$$(Na' = Na + K - Al)$$

⑤ 把 AC、M、F、S 换算成百分比, 即得 ac、m、f、s 四个主要数字特征, 计算方法是使 $AC + M + F + S = N$, 则:

$$ac = \frac{AC}{N} \cdot 100$$

$$m = \frac{M}{N} \cdot 100$$

$$f = \frac{F}{N} \cdot 100$$

$$s = \frac{S}{N} \cdot 100$$

⑥ 求第一组补充数字特征

a. 正常系列:

使 $Mg + \langle Fe \rangle + Ca' = N'$ ($\langle Fe \rangle = Fe^{3+} + Fe^{2+}$) (Ca' 求法如前)

$$m' = \frac{Mg}{N'} \cdot 100$$

$$f' = \frac{\langle Fe \rangle}{N'} \cdot 100$$

$$c' = \frac{Ca'}{N'} \cdot 100$$

b. 铝过饱和系列:

使 $Mg + \langle Fe \rangle + Al' = N'$ (Al' 求法如前)

$$m' = \frac{Mg}{N'} \cdot 100$$

$$f' = \frac{\langle Fe \rangle}{N'} \cdot 100$$

$$a' = \frac{Al'}{N'} \cdot 100$$

c. 碱过饱和系列:

这时岩石中全部 Ca 和部分 K、Na 加入暗色矿物中, 使 $Mg + \langle Fe \rangle + Ca + Na' = N'$

$$m' = \frac{Mg}{N'} \cdot 100 \quad (Na' \text{ 求法同前})$$

$$f' = \frac{\langle Fe \rangle}{N'} \cdot 100$$

$$n' = \frac{Ca + Na'}{N'} \cdot 100$$

⑦求第二组补充数字特征

a. 正常系列岩石:

$$k = \frac{K}{K + Na + \frac{1}{2} [Al - (K + Na)]} \cdot 100$$

$$= \frac{K}{\frac{1}{2} (K + Na + Al)} \cdot 100$$

$$na = \frac{Na}{K + Na + \frac{1}{2} [Al - (K + Na)]} \cdot 100$$

$$= \frac{Na}{\frac{1}{2} (K + Na + Al)} \cdot 100$$

$$ca = \frac{\frac{1}{2} [Al - (K + Na)]}{K + Na + \frac{1}{2} [Al - (K + Na)]} \cdot 100$$

$$= \frac{\frac{1}{2} [Al - (K + Na)]}{\frac{1}{2} (K + Na + Al)} \cdot 100$$

b. 铝过饱和系列岩石:

$$k = \frac{K}{K + Na + Ca} \cdot 100$$

$$na = \frac{Na}{K + Na + Ca} \cdot 100$$

$$ca = \frac{Ca}{K + Na + Ca} \cdot 100$$

c. 碱过饱和系列岩石:

$$k = \frac{K}{Al} \cdot 100$$

$$na = \frac{Al - K}{Al} \cdot 100$$

$$ca = 0$$

⑧求第三组补充数字特征

$$ti = \frac{Ti}{N} \cdot 100 \quad (N = AC + M + F + S)$$

$$cr = \frac{Cr}{N} \cdot 100$$

$$p = \frac{P}{N} \cdot 100$$

⑨求第四组补充数字特征

$$ca' = \frac{Ca'}{Ca} \cdot 100 \quad \left(Ca' = Ca - \frac{1}{2} [Al - (K + Na)] \right)$$

$$al' = \frac{Al'}{Al} \cdot 100 \quad (Al' = Al - [K + Na + 2Ca])$$

$$na' = \frac{Na'}{Na + K} \cdot 100 \quad (Na' = K + Na - Al)$$

四、图 解

1. 主要数字特征图解

为反映岩石化学成分的主要数字特征: s 、 ac 、 f 、 m 四个组分的互相关系,用直角四面体的投影展开图。直角四面体的四个隅角分别代表 s 、 ac 、 m 、 f 的数值(100%),并以 S 、 AC 、 M 、 F 符号标于四面体的四个角。四面体内每一个空间点位都是由 s 、 ac 、 m 、 f 值决定的。

为了便于使用和作图,参照查瓦里茨基作图法把直角四面体展开为平面图。

直角四面体内任意一点 P (其数字特征为 ac 、 m 、 f 、 s),可在 S - F - M 、 S - AC - M 、 F -

$S-AC$ 、 $F-AC-M$ 这四个面上各有相应的一个投影点, 拟定 P_1 为在 $S-F-M$ 面上, P_2 为在 $S-AC-M$ 面上的两个投影点, 用这两个投影点即可代表 P 点在四面体空间中的位置。换言之, 四面体内任何一点可借用它在 $S-F-M$ 、 $S-AC-M$ 面上的两个投影点表示就足够了。这样就可以用平面图来代替直角四面体。图 1 就是以直角四面体的 SM 棱为轴, 将 $S-AC-M$ 和 $S-F-M$ 二个面展开在一个平面上的三角图形, P_1 和 P_2 点是 P 点分别在 $S-F-M$ 和 $S-AC-M$ 面上的投影点。

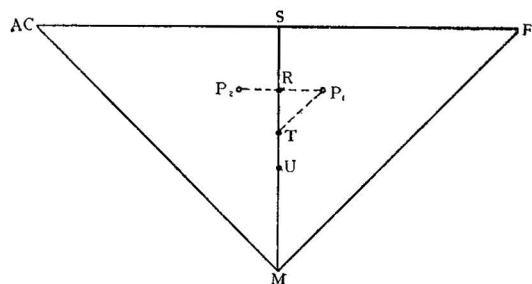


图 1 主要数字特征在直角四面体平面展开图上的投影点

在展开了的三角图形上, $SR = m$; $P_1R = f$; $P_2R = ac$; 而 S 可以间接地作图求出: $S = 100 - (SR + RT + TU) = UM$ 。

主要数字特征的投影方法如图 2, 即沿 SM 轴取 m 值, 沿 SF 轴取 f 值, 通过两值点分别平行于 SM 和 SF 引平行线相交于 P_1 点。 P_2 点的求得方法与 P_1 点求法相同。

主要数字特征的投影方法如图 2, 即沿 SM 轴取 m 值, 沿 SF 轴取 f 值, 通过两值点分别平行于 SM 和 SF 引平行线相交于 P_1 点。 P_2 点的求得方法与 P_1 点求法相同。

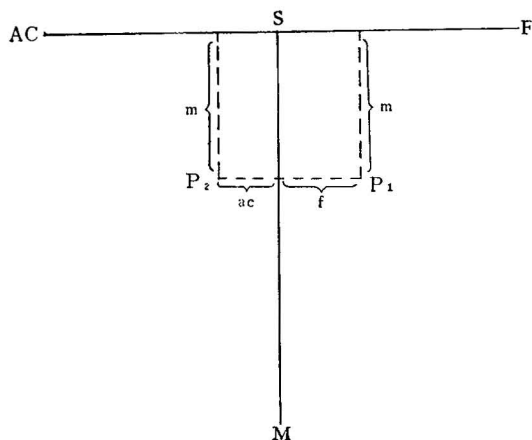


图 2 主要数字特征投影图

2. 补充数字特征的图解

补充数字特征中主要的两组, 即第一组和第二组, 采用六面体的三度空间的向量投影方法。

正常系列的第一组补充数字特征: m' , f' , c' ; 铝过饱和系列第一组补充数字特征为: m' , f' , a' ; 碱过饱和系列第一组补充数字特征: m' , f' , n' 。它们的三度空间向量投影方法, 均以 P 点为基点构成三度空间立体图, 以前后轴表示 m' , 直立轴代表 f' 。如果有 C' 则左右轴表示 C' 并由 P 点向右方向 (PC 方向) 作图; a' 值也以左右轴表示而由 P 点向左作图, 以便与正常系列相区分; 如果碱过饱和则有 n' , n' 数值仍与正常系列相同, 向右作图, 但向量线以虚线表示以与正常系列的向量相区别。联结六面体的对角线为合成向量 PQ_2 , 把它投影到 $S-F-M$ 面上为 $P_1Q'_2$ (正常系列、碱过饱和系列), 向量 PQ_1 投影成 $P_1Q'_1$ (铝过饱和系列)。第一组补充数字特征的作图方法如图 3。

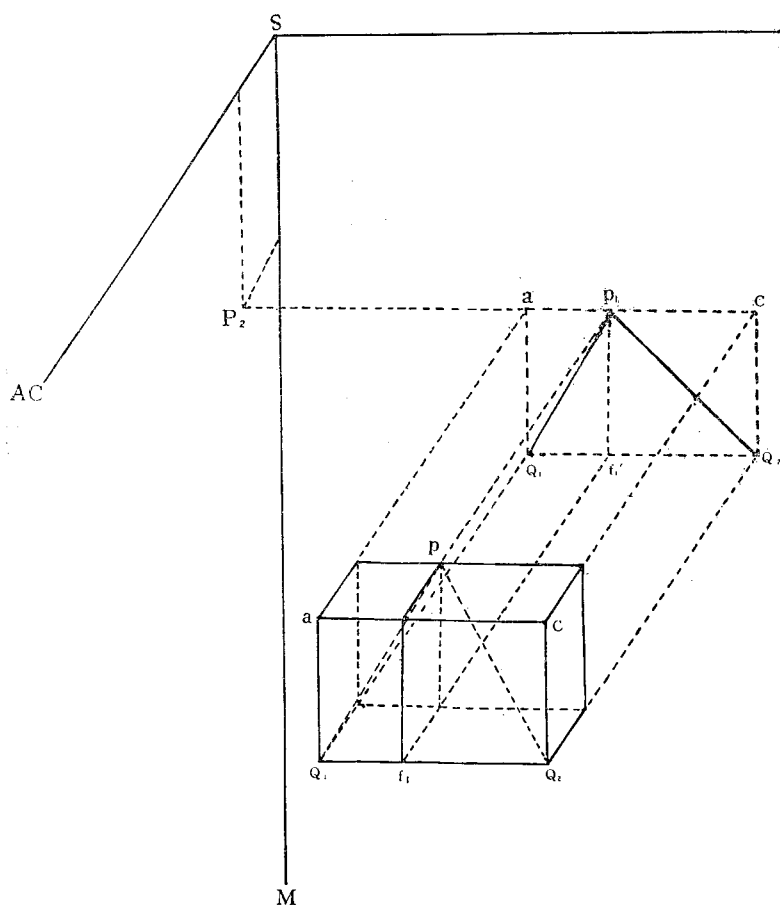


图 3 第一组补充数字特征立体投影图

第二组补充数字特征的作图方法与第一组的方法相同，仍然用 P 点为基点构成六面体，用前后轴代表 k ，使 $k = Pk$ ；左右轴代表 ca ，使 $ca = Pca$ ；直立轴代表 na ，使 $na = Pna$ ；联结这一立体图的对角线 PQ_1 ， PQ_1 在 $S-AC-M$ 面上的投影为 P_2Q_2 。第二组补充数字特征向量投影方法如图 4。

补充数字特征是用空间向量表示的，并借用投影方法把它由立体图变成平面图。

第一组补充数字特征： m' 、 f' 、 a' 之间的关系的平面图作法，是以 P_1 点为基点平行与 SM 轴作 P_1E ，使 $PE_1 = f'$ ；由 P_1 点向左（铝过饱和）作 P_1R 垂线，使 $P_1R = a'$ ；作 P_1RDE 正长方形，联结 P_1D ， P_1D 便是铝过饱和系列第一组补充数字特征向量投影图（图 5）。如果岩石为碱过饱和和正常系列时，作图方法相同，即前后轴仍代表 m' ，直立轴方向表示 f' ，左右轴是由 P_1 点向右表示 c' 和 n' 。

第二组补充数字特征—— k 、 na 、 ca 的作图方法是以 P_2 为基点， $P_2G = na$ ， $P_2H = ca$ ；作 P_2HLG 长方形，联结 P_2L ， P_2L 即为第二组补充数字特征的向量投影图（图 6）。

对于主要数字特征图解的比例尺可采用 1 厘米代表 1%，即 1 米代表 100%，也可缩小。

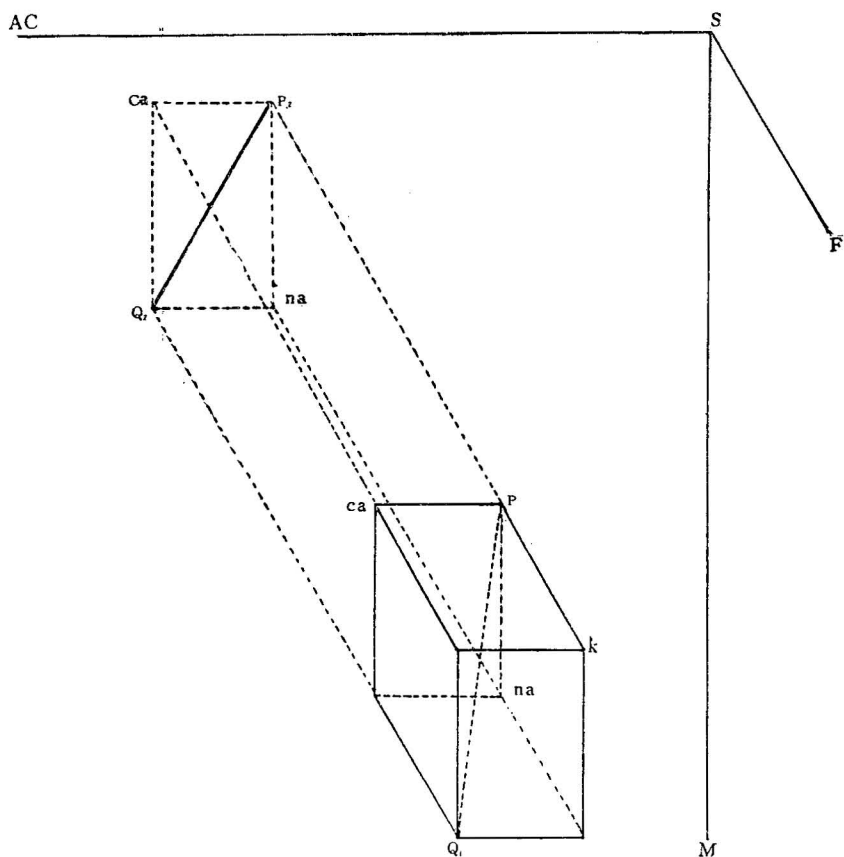


图 4 第二组补充数字特征立体投影图

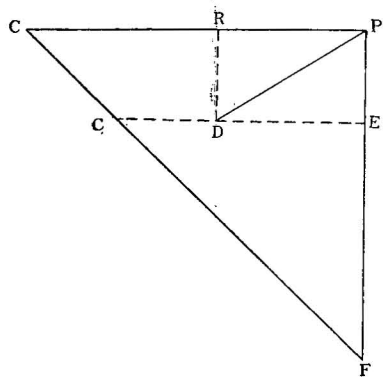


图 5 第一组补充数字特征作图方法

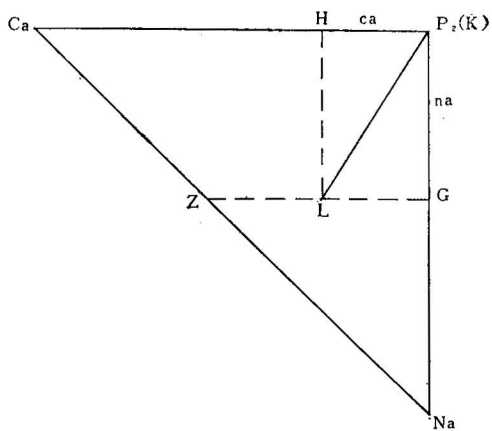


图 6 第二组补充数字特征作图方法

补充数字特征的比例尺比主要数字特征的比例尺缩小 10 倍, 即 1 厘米代表 10%, 10 厘米代表 100%。当主要数字特征图解比例尺缩小时, 补充数字特征的比例尺相应缩小。

五、主要数字特征与造岩矿物的关系

为阐明岩石化学的主要数字特征和基性岩、超基性岩造岩矿物之间的关系,在图解上可同时把主要造岩矿物注出。下表综列了几种造岩矿物的阳离子的比例关系。必须说明,前面曾提及在计算 $AC(ac)$ 值时与钙和碱金属相结合组成斜长石的那部分铝,必须计算到长石中去,这与查瓦里茨基的方法有原则的差别。

符 号	矿 物 名 称	分 子 式	阳 离 子 总 数	硅与阳离子总数之比
<i>Fo</i>	镁 橄 榄 石	$2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$	3	1:3
<i>Fa</i>	铁 橄 榄 石	$2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$	3	1:3
<i>En</i>	镁 辉 石	$\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$	2	1:2
<i>Fs</i>	铁 辉 石	$\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$	2	1:2
<i>Di</i>	透 辉 石	$\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$	4	1:2
<i>An</i>	钙 长 石	$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	5	2:5
<i>Ab</i>	钠 长 石	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	10	3:5

由矿物分子式可知它们的主要数字特征,例如,镁橄榄石 $ac:m:f:s$ 为 0:66.7:0:33.3; 铁辉石 0:0:50:50; 透辉石 0:25:25:50; 等等。

在图解上表示这些矿物的位置,如图 7。

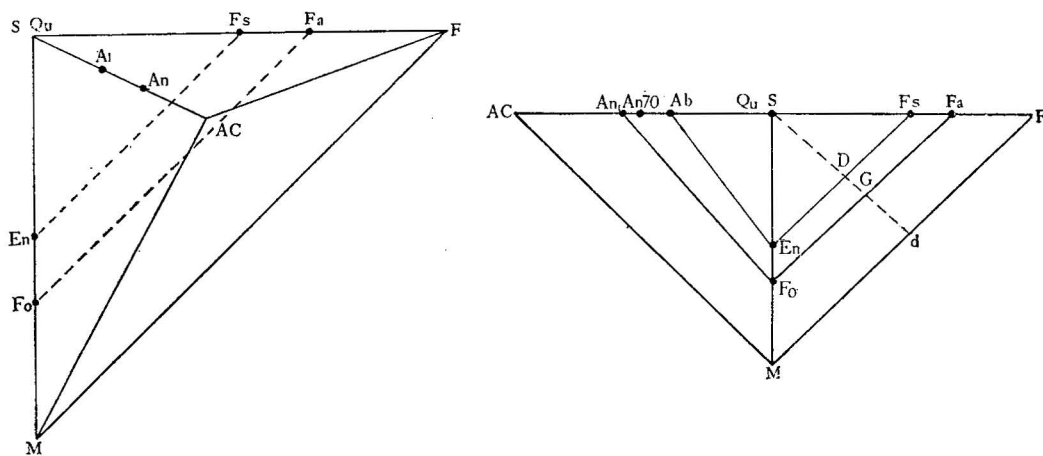


图 7、8 一些标准矿物在直角四面体及平面展开图上的位置

Qu——石英; Ab——钠长石; An——钙长石; En——镁辉石;
Fo——镁橄榄石; Fs——铁辉石; Fa——铁橄榄石。

在 $S-F-M$ 面上,联 Fo 和 Fa 为橄榄石线,联 En 和 Fs 为辉石线。在 $S-AC-M$ 面上联 En 和 Ab 得镁辉石-钠长石线,联 Fo 和 An 得镁橄榄石-钙长石线。将 $FoFa$ 线与 $EnFs$ 线之间的长度分成 10 等分,画出平行线,可以表示橄榄石和辉石之间的相对含量。如果岩石中不含斜长石,则岩石化学图点之 P_2 点落在 SM 轴上或很靠近 SM 轴, P_1 点将落在橄榄石线($Fo-Fa$)和辉石线($En-Fs$)之间。若含长石,则 P_2 点将离开 SM 轴而落在 $S-AC-M$ 三角形内,并随着长石含量的增多而离开 SM 轴越远。

在 $S-AC-M$ 面上, $Fo-An$ 、 $En-Ab$ 两线在实际平面展开图上可不必画出,因为在基

性岩、超基性岩中,钠长石和钙长石是以斜长石类这样的类质同像出现的,斜长石号码在 $An\ 55-90$ 之间。统计表明,大多数基性岩、超基性岩中的斜长石号码在 $An\ 70$ 左右,以 $An\ 70$ 代表这种岩石中的斜长石的成分。因而可以联结 En 和 $An\ 70$, Fo 和 $An\ 70$ 。这样,对研究矿物组合和含量是更加方便的。

六、图解的化学成分解释及矿物含量的判读

(1) 在 $S-F-M$ 面上, P_1 点愈位于图的下方,硅越低,愈靠近 SM 轴含镁愈高;反之,远离 SM 轴含铁愈高。

(2) 在 $S-AC-M$ 面上, P_2 点越位于图的下方含硅愈低,越靠近 SM 轴则含碱、钙、铝低,反之就增高。

(3) 向量长度,在 $S-F-M$ 面上向量越长,岩石中的暗色矿物含铁越高;反之含镁高。向量越陡直,岩石之暗色矿物含钙越低,反之钙量增高。

(4) 在 $S-AC-M$ 面上,向量短,表示浅色矿物(长石类)中含钾高,反之含钠则高。向量陡表示含钙低;反之含钙高。

(5) 纯橄岩、斜辉辉橄岩、辉石岩不含长石时, ac 值很小,纯橄岩不过 1%,斜辉辉橄岩略小于 1.5%或在 1.5%左右,辉石岩、角闪石岩类可达百分之几。无长石超基性岩之所以具有 ac 值,是因为辉石尤其是单斜辉石常常含有契尔马克组分 ($CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$) 和硬玉组分 ($NaO \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$),角闪石中也含有契尔马克组分。但是在岩石化学计算时,则将这些 CaO 和 Al_2O_3 都计算到钙长石中去了。另外,当岩石中云母族矿物含量较多时,则 ac 值自然增大。

(6) 当岩石的 ac 值很小时,在 $S-F-M$ 面上可以直接看出橄榄石类和辉石类的含量,而且利用 M/F 线(如图 8 的 sd 线即代表 $M/F = 1$ 的线,投点 P_1 在此线上,岩石的镁铁比值为 1),可读出岩石的镁铁比值。

(7) 无长石的超基性岩的 ac 值较小时,可以根据 P_1 点在 $S-F-M$ 面上的 $FoFaFsEn$ 梯形中的位置判读橄榄石和辉石矿物的百分含量。如上所述,把 $Fo-Fa$ 和 $En-Fs$ 两直线间的长度分为 10 等分,每一分代表着 10% 的矿物含量,看 P_1 点在等分线间的位置,即能读出两种矿物的相对含量。

当岩石不含斜长石,而 ac 值较小,可以将 ac 值加入 f 值中,于是四组分系就成为三组分系,可用 $S-F-M$ 面来表示它。作法也简单,把 ac 值加入 f 中,得“ f' ”,则 $s+m+“f”=100$;这时将用 s 、 m 、“ f' ”值向 $S-F-M$ 面上投点,根据投点的位置便可读出辉石和橄榄石的含量。

倘认为有必要把斜方辉石和单斜辉石的含量亦估算出来,可用方便的计算方法(而不是图解方法)求出:

以 W 代表从图解上已求得的辉石含量; x 为其中的单斜辉石含量; $W-x$ 之差即为斜方辉石的含量。在不含斜长石的超基性岩里,所有的 Ca 、 Na 、 K 都组成单斜辉石。因此以 Ca 、 Na 和 K 三种元素的原子数目的总和为基础,计算出单斜辉石含量。单斜辉石所用 Ca 、 Na 、 K 原子数目:

$$Ca + K + Na = \Sigma \quad (1)$$

如图 9, 岩石化学主要数字特征的图点 P_1 , 其 M/F 值为 SG 线所反映出来, D 点为其辉石成分点(辉石成分点不是端元成分 En 、 Fs , 而是 En 和 Fs 的中间一点), 空间一直线 $An70-D$ 是斜长石和辉石的二组分系的代表线。同样, G 点是橄榄石成分点, 如果联 D 、 An 和 G 、 An , 则求得一个三度空间的平面, 即三角形 $D-An-G$, P (三度空间点) 位于该三角形上, 这时 P 与二组分系直线 $An70-D$ 及三组分系三角形发生关系, 利用这种关系才可求出矿物的含量。

明确了矿物成分的空间几何图形之后, 应了解 P 点的投影点 P_1 和 P_2 在空间和平面上的地位。图 9 标出 P_1 和 P_2 点, PP_1 线垂直于 $S-F-M$ 面, PP_2 线垂直于 $S-AC-M$ 面。联结 S 和 P_1 点并延长与 $En-Fs$ 相交于 D 点, D 点代表辉石的成分; 同 $Fo-Fa$ 相交于 G 点, 为橄榄石的成分。再作包含 P 、 P_1 、 S 、 AC 四个点的平面(图 9 暗影部分) $S-G-AC$; 在这一平面上, D 、 $An70$ 和 G 组成三角形, 三角形的顶角(即 D 、 $An70$ 、 G) 分别代表辉石、斜长石、橄榄石含量各为 100, P 点位于三角形内或 $An-D$ 直线上方附近。如果岩石仅含有辉石和斜长石, 在理论上, P 点应当落在 $An-D$ 直线上, 并将该直线分为两段。但是, 因为计算或分析的误差所致, P 点不常落于这个空间线段上, 这时由 P 点向 $An-70$ 直线作垂线, 其交点即为辉石和斜长石含量比例的划分点。

现在, 可以把立体图形转变为平面图形, 以 $S-AC$ 为转轴, 使 $S-G-AC$ 面转动到 $S-AC-M$ 面上, 则 G 点落在 G_1 点, D 点落在 D_1 点上; 这时, $SD_1 = SD$, $SG_1 = SG$; P_1 点落在 P_3 点上, $SP_3 = SP_1$; 空间点 P 落在 P_4 点上; $An70-D$ 直线落在 $An70-D_1$ 上; 空间三角形 $D-An70-G$ 变成平面 $S-AC-M$ 上的一个三角形了。

在空间图形上看比较复杂, 但在平面上的作图方法是很简单的。怎样求出转动后的各点在平面图上的相对位置呢?

如图 10、11:

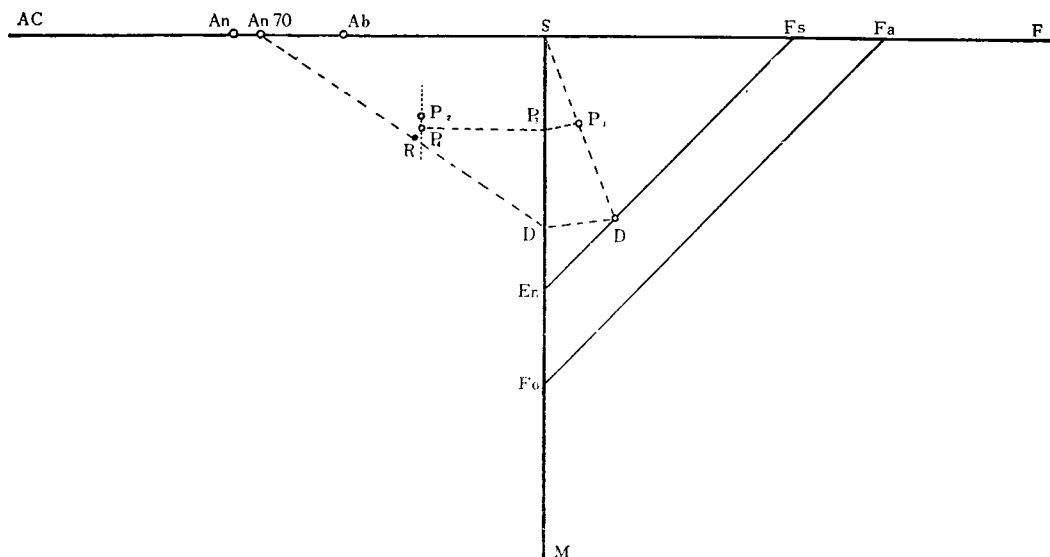


图 10 两组分系矿物含量判读的平面作法图

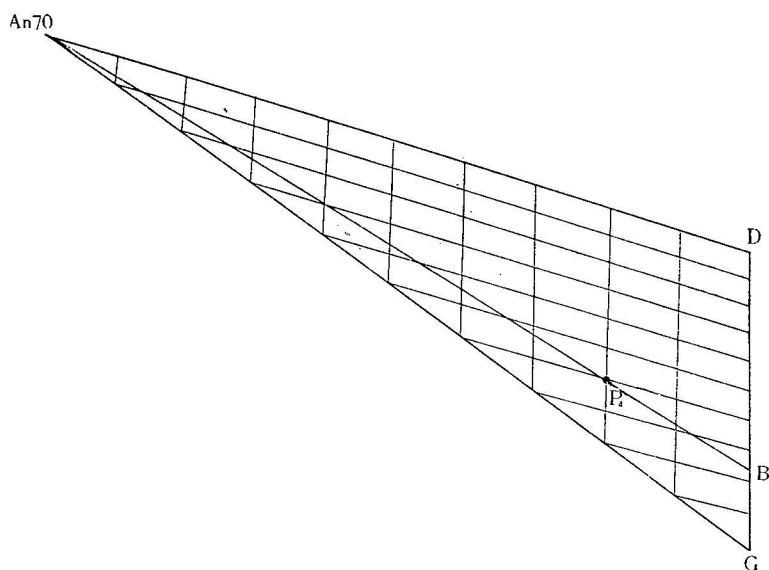


图 12 三组分系矿物含量三角形读图法

其余两点 D_1 和 G_1 含量求法相同。

这种方法在平面图上读用起来实很简便。这样就使我们所建议的方法的数字特征和矿物含量大致结合起来了。

关于岩石化学分类,不在此叙述,因为本文着重于介绍方法本身。

参 考 资 料

- [1] Niggli, P. 1954 Rocks and Mineral Deposits, pp. 120—137.
- [2] Заварицкий, А. Н. 1941 Пересчет химических анализов изверженных пород. М., Изд-во АН СССР.

A METHOD FOR THE CALCULATION OF CHEMICAL ANALYSES OF BASIC AND ULTRA-BASIC IGNEOUS ROCKS

WANG HENG-SHENG PAI WEN-CHI

Abstract

A method for the calculations of chemical analyses of basic and ultra-basic igneous rocks was previously proposed by the authors during the 32nd annual meeting of the Geological Society of China (1962). Since then, discrepancies in amount between the modal mineral constituents and the calculated ones have occasionally been found in practice. The method presented in this paper is a modified one of the old, with the aim that the amount of modus has to accord, in the main, with that of the normative, what is a basis for the unification of modal as well as chemical classification of igneous rocks. This is a rather long endeavour of many petrographers, since the beginning of the present era.

With this revised method, the principle of molecular units of rock-forming minerals as suggested by Niggli is selected in the calculations and plottings instead of Zavaritsky's, after which the former method has followed. As the molecular units in expressing the normative mineral association nearly accord with the modus, the choice of using them make the discrepancy, as pointed out above, diminishing to the least, and thence facilitating the petrological work to the most.