第44卷 第4期 地 質 学 报 Vol. 44, No. 4
1964年11月 ACTA GEOLOGICA SINICA November, 1964

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

# 花崗岩类岩石的合理矿物定量分类*

苏 良 赫

## 一、建立新的和适用的花崗岩类岩石矿物定量分类的必要

花崗岩类岩石包括各种花崗岩、二长岩、花崗閃长岩、斜长花崗岩、正长岩以及浅色的石英閃长岩和浅色閃长岩等。

这些岩石是在岩石学工作中最常碰到的侵入岩。它們在全部岩浆岩（侵入岩及噴出岩）中所占比例极大。

根据 Daly[8] 对北美洲的統計：花崗岩占全部岩浆岩分布面积的 23%；花崗閃长岩占 12%；閃长岩占 2%；正长岩略少于 0.5%。仅此四种岩石分布面积合計共占全部岩浆岩分布面积的 37.5%。

根据苏联的統計[28]，单是酸性侵入体分布面积約占全部岩浆岩分布面积的 48.7%。

这些酸性和中性侵入岩不仅数量多，而且經常和多种內生金属矿床有着成因上的联系。对于它們的研究是兼备学术意义和实际意义的；对于它們的定名也就不能满足于野外粗略定名，而須要在室內作精确的定名。

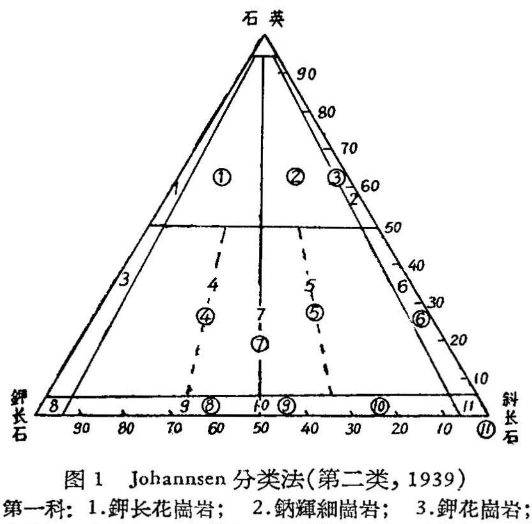


图1 Johannsen 分类法(第二类, 1939)

第一科：1.鉀长花崗岩； 2.鈉輝細崗岩； 3.鉀花崗岩； 4.鈉长石花崗岩； 5.鈉长石花崗閃长岩； 6.鈉长石-英閃岩； 7.鈉长石石英二长岩； 8.鉀正长岩； 9.鈉长石正长岩； 10.鈉长石二长岩； 11.鈉长石閃长岩。

第二科：①石英花崗岩； ②石英花崗閃长岩； ③石英-閃长岩； ④花崗岩； ⑤花崗閃长岩； ⑥英閃岩； ⑦石英二长岩； ⑧閃长岩； ⑨二长岩； ⑩正长閃长岩； ⑪閃长岩。

不幸的是对于这个非常重要的岩类，当前尙沒有統一的分类法和定名意見。这对于进一步做岩石对比工作，区域岩石研究等都是极为不利的。

現行的岩浆岩矿物定量分类法有許多种，其中比較著称的有：Johannsen 法[14]、Куплетский 法[29]、Гендлер 法[25]、Tröger 法[24]、Niggli 法[23] 和最近 Гинзберг 等人提出的分类法[26]。在国內以前三法比較通行，曾先后在岩石文献中被采用过。按这些不同的分类法，对于同一岩石名称其規定是不同的。对于它們的优缺点应該予以評价。

Johannsen 分类法（图1）首先将岩浆岩按照浅色矿物容积的多少分成四大类。花崗岩类岩石属于第一类（浅色成分占100—95%）及第二类（浅色成分占 95—50%）。

* 本文在1962年12月全国地质学会年会上报告过。

每类各分四科。科的划分是按照斜长石中 Ab 与 An 之比。第一科 $Ab_{100}An_0$—$Ab_{90}An_{10}$；第二科 $Ab_{90}An_{10}$—$Ab_{50}An_{50}$；第三科 $Ab_{50}An_{50}$—$Ab_{10}An_{90}$；第四科 $Ab_{10}An_{90}$—$Ab_0An_{100}$。科之下再分族。前三类岩石中族的划分是根据岩石中石英(或副长石)含量之多少以及鉀长石与斜长石含量的比例。

在 Johannsen 分类法中一般采取 0:5:50:95:100 以及 0:33.3:66.6:100 的分界綫。从图中可以看出分界綫的对称性很高，便于記忆是其优点，但过分形式化，不尽能符合各类岩石的主要区别是其缺点。

Куплетский 分类法(图 2)是根据大量已定名的岩石的定量矿物分析总結出来的。这样的分类曾被誉为"自然划分"。然而 Куплетский 分类法也还存在着一些使用上不方便之处。

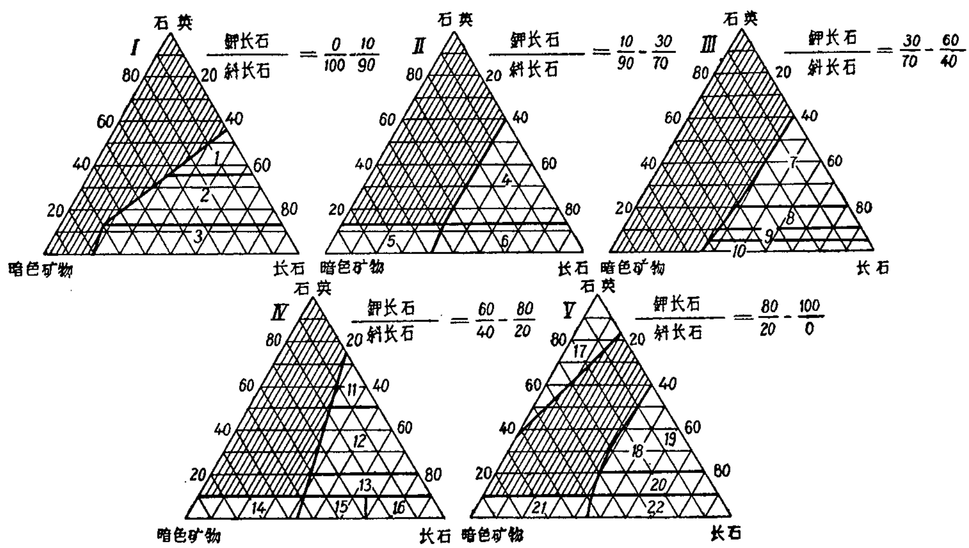


图 2 Куплетский 分类法(1953)

I. 閃长岩与斜长石花崗岩族； II. 花崗閃长岩族； III. 花崗岩族； IV. 碱性花崗岩族； V. 正长岩族。
1.斜长花崗岩及更长花崗岩； 2.英閃岩和花崗閃长岩； 3.閃长岩和石英閃长岩； 4.花崗閃长岩； 5.暗色閃长岩； 6.閃长岩和二长岩； 7.花崗岩； 8.石英閃长岩； 9.石英二长岩； 10.二长岩； 11.浅色花崗岩； 12.花崗岩； 13.石英正长岩； 14.正长輝石岩； 15.二长岩； 16.正长岩； 17.云英岩； 18.碱性花崗岩； 19.白崗岩； 20.石英正长岩； 21.正长輝石岩； 22.正长岩。

在 Куплетский 图中，同一矿物組成可得两个岩石名称，用图人将不知如何取舍。例如，3 区旣可称为閃长岩，也可称为石英閃长岩；6 区旣可称为閃长岩，也可称为二长岩等。其次，在族的分界綫上的岩石，可以得两种不同的岩石名称。例如，含鉀长石与斜长石之比为 60:40 (属于 III 或 IV 族) 同样成分的岩石旣可命名为石英閃长岩(8 区)，也可命名为石英正长岩 (13 区)。此外还有某些岩石按他的图中所允許的矿物含量和一般习惯所用相差很大。例如，閃长岩(6 区)属于 II 族，其中鉀长石:斜长石可达 30:70，这似乎含鉀长石太多了。使用 Куплетский 法，每定一岩石名称須从五个三角形中考虑投影位置，每个三角形中岩石的分界綫也不易記忆，使用时是不太方便的。工作者如不将五个三角形图放在手边就很难給岩石定名了。

Гиндлер 分类法(图 3)比 Куплетский 法有所改进，岩石定名比較明确，使用上也比較簡便。南岭区域地質測量普查大队所用分类法[1]即按 Гиндлер 法稍加修改的（图 4)。最近又見 Гинзбург, Ефремова, Воловикова 及 Елисеева[26] 发表新的分类法（图 5）和 Гиндлер 的也是大同小异。

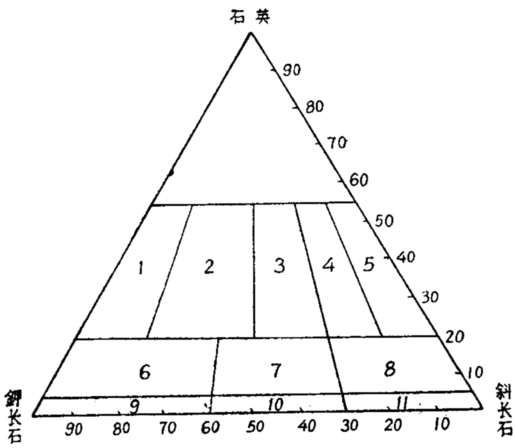


图 3　Гиндлер 分类法(1956)

1.碱性花崗岩； 2.花崗岩； 3.二长花崗岩； 4.花崗閃长岩； 5.斜长花崗岩及英閃岩； 6.石英正长岩； 7.石英二长岩； 8.石英閃长岩； 9.正长岩； 10.二长岩； 11.閃长岩。

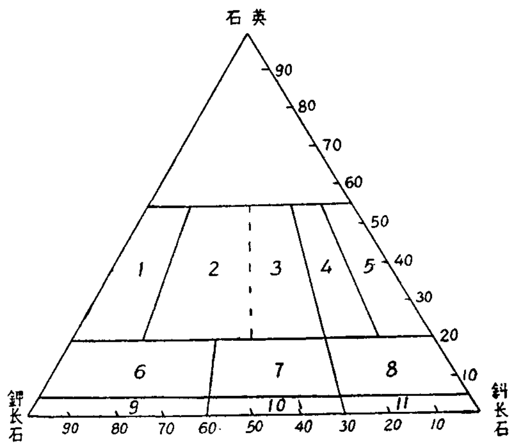


图 4　南岭队分类法(1959)

1.鉀长花崗岩； 2.花崗岩(鉀长石>斜长石)； 3.花崗岩(斜长石>鉀长石)； 4.花崗閃长岩； 5.斜长花崗岩； 6.石英正长岩； 7.石英二长岩； 8.石英閃长岩； 9.正长岩； 10.二长岩； 11.閃长岩。

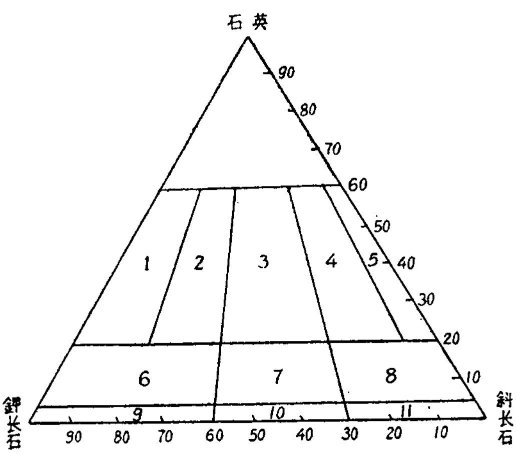


图 5　Гинзбург, Ефремова, Воловикова 及 Елисеева 分类法(1962)

1.白崗岩； 2.含鉀长石花崗岩； 3.正常花崗岩； 4.花崗閃长岩； 5.斜长花崗岩及英閃岩； 6.石英正长岩； 7.石英二长岩； 8.石英閃长岩； 9.正长岩； 10.二长岩； 11.閃长岩。

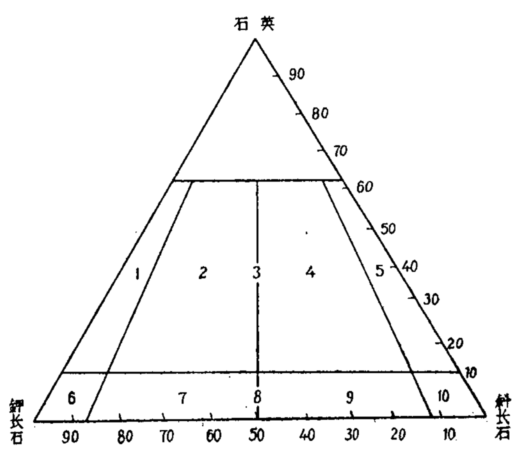


图 6　Niggli 分类法(1939)

1.碱性花崗岩； 2.花崗岩； 3.二长花崗岩； 4.花崗閃长岩；5.稀見的石英輝长岩与石英閃长岩；6.碱性正长岩； 7.斜长正长岩； 8.二长岩； 9.正长閃长岩； 10.閃长岩与輝长岩。

研究 Гиндлер 等人分类法后，作者認为也还存在下列問題須待商榷:

将許多以斜长石为主，鉀长石为輔的岩石也都称之为花崗岩，这似乎不符合世界大多

数岩石学家的意見。将石英二长岩中石英含量限于 20% 以下,似乎太偏低了。石英閃长岩及閃长岩中都容許鉀长石含量高达 30%，这似乎太高了。 正长岩中允許含斜长石达 40%，也是太高了。对于 Гинзбург 等人(图 5)分类法中白崗岩的定名似乎是不适当的。

与 Гиндлер 等人分类法基本相似的还有 Niggli 分类法(图 6)及 Tröger 分类法（图 7、图 8)[1]。这几个分类法都是比較知名的，它們彼此都有区別,讀者可从图中自行比較。

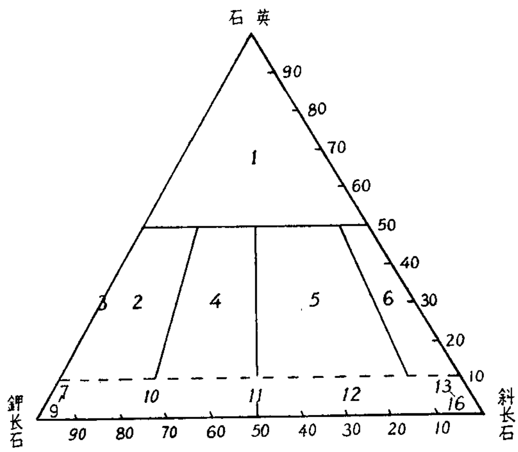


图 7　Tröger 分类法(1935)

1.超酸岩；　2.細晶岩-花崗岩；　3.碱性花崗岩；　4.鈣碱性花崗岩；　5.花崗閃长岩；　6.石英閃长岩；　7.全正长岩；　8.碱性正长岩；　9.鈉輝閃碱性正长岩；　10.鈣碱性正长岩；　11.二长岩；　12.微紋长輝二长岩；　13.斜长岩；　14.閃长岩；　15.輝长岩-閃长岩；　16.輝长岩。

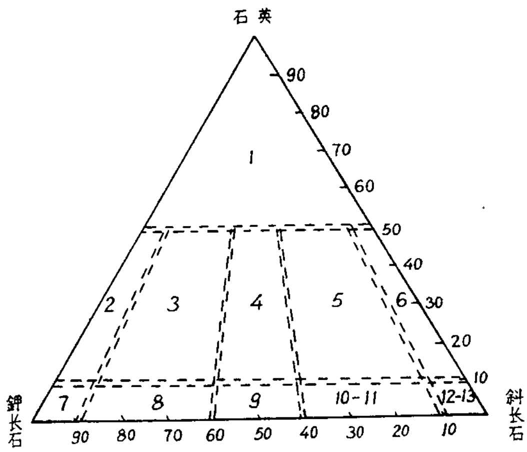


图 8　Tröger 分类法(1938)

1.超酸岩；　2.碱性花崗岩；　3.正常花崗岩；　4.石英二长岩；　5.花崗-閃长岩；　6.石英閃长岩；　7.碱性閃长岩；　8.正常閃长岩；　9.二长岩；　10+11.正长閃长岩,正长輝长岩；　12+13.閃长岩,輝长岩。

綜上所述,由于花崗岩类岩石在岩浆岩中所占数量极多；它和矿床学关系非常密切；現行的几种分类法又各不相同,其中的一些,或多或少地存在着一些缺点,因此,作者訒为建立新的和适用的花崗岩类的矿物定量分类法在当前是迫切需要的。

## 二、制定合理矿物定量分类的原則及討論

制定任何事物的分类必先考慮应依据什么原則。作者初步訒为在制定岩石分类时应考慮下列四个原則：

(1) 应尽可能符合岩石生成的物理化学条件。这是成因分类的最重要标准，也是自然分类的最重要标志。当然对于花崗岩类岩石来講，它們的成因問題依然还是岩石学家們爭論未决的問題。考慮在短时期內这个問題也还难得最后解决，那就不得不假定从某种成因論(例如岩浆論)出发。这仅是为了制定分类的方便，并非否定了其它花崗岩成因学說。

(2) 应尽可能符合最初命名某种岩石的人所給予該岩石的定义。这一方面是表示对

1) Johannsen, Niggli, Tröger 等人分类法中原用的都是底边相对的两个等边三角形，在本文中将它們的下部略去。

前人工作的尊重，另一方面也是避免后人过多的改变引起混乱。

(3) 应尽可能符合世界各国岩石学家命名习惯，因为只有这样才能达到有統一的語言，便于大范围(国际、洲际)的对比研究工作。

(4) 应尽可能簡单化，便于記忆，便于使用。

四項原則中的(4)不說自明。現就前三項原則进行討論，用以衡量現行各家分类法中存在的問題，并提出解决意見。

**1. 制定分类应尽可能考虑岩石結晶的物理化学問題**

花崗岩类岩石按其矿物組成，如将为量不多的鉄鎂矿物略去不計，基本上可以認为是属于鉀长石—斜长石—石英三元系中物。远自 Tröger, Niggli 等人，近及 Гиндлер, Гинзбург 等人使用鉀长石、斜长石及石英三端員作为三角形的頂端进行分类的理論基础卽在于此。但是在这些分类法中都沒有認眞考慮鉀长石—斜长石—石英三元系相图的实質。比較一下他們的分类（图 1、3、4、5、6、7、8）不难看出来所有图中都是由两組綫条組成的，卽一組平行于鉀长石—斜长石底边的綫条，和一組以石英作原点成放射形的綫条。各家分类的区别仅在于第一組綫条的間距以及第二組綫条相互間的角度差而已。至于这两組綫条是否与鉀长石—斜长石—石英三元相图有什么联系则沒有注意到。

早在 1921 年 Vogt[22] 就曾考慮鉀长石—斜长石—二氧化硅三元系与花崗岩組成之間的关系問題。他認为近共結（anchi-eutectic）花崗岩的成分是石英$_{30}$:正长石$_{28}$:鈉长石(+鈣长石)$_{42}$(图 9)。在 Vogt 的年代里，硅酸盐相图的研究还很不够詳細，他的方向肯定是正确的，但精度存在着問題。

近年来硅酸盐实驗工作开展得很多了，大量相图的发表給岩石学研究提供了不少的帮助。卽使到現在尙沒有完善的专門表示鉀长石—斜长石—石英的相图出現，也还可以根据已知的資料作一些推論。

Schairer 和 Bowen[17] 于 1937 作出白榴石—鈣长石—二氧化硅三元相图(图 10)。在这个相图中包括了鉀长石—鈣长石—二氧化硅三元相图。图中鈣长石与二氧化硅的共結点約为 $SiO_2 = 50\%$。

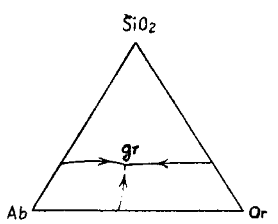


图 9 鉀长石—鈉(鈣)长石—石英三元系相图 (Vogt 1921)
gr 代表近共結花崗岩成分

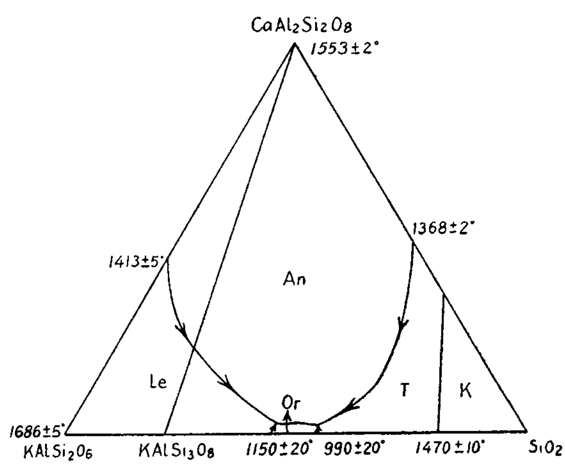


图 10 白榴石—鈣长石—二氧化硅三元系相图 (Schairer 及 Bowen 1937)
Le = 白榴石; Or = 正长石; T = 鱗石英; K = 方英石。

Schairer 及 Bowen[18] 于 1956 作出鈉长石—二氧化硅相图（图 11)。在此图中鈉长石

和二氧化硅的共結点約为 $SiO_2 = 30^+\%$。斜长石是鈣长石和鈉长石的固溶体，因此斜长石与二氧化硅的共結点应介于 $SiO_2 = 50—30\%$ 之間，$SiO_2$ 含量最多也不超过 50%。以鉀长石—鈣长石—二氧化硅相图类推鉀长石—斜长石—二氧化硅相图，則在石英与两种长石之間应存在一个 $SiO_2$ 不超过 50% 的共結綫。Bowen 及 Tuttle[6] 通过实驗得出在 $P_{H_2O} = 1000\ kg/cm^2$ 压力下，石英与鉀鈉长石的共結綫約为 $SiO_2 = 45\%$，这可以作为推断在压力下石英与斜长石之間的共結綫的位置的参考。

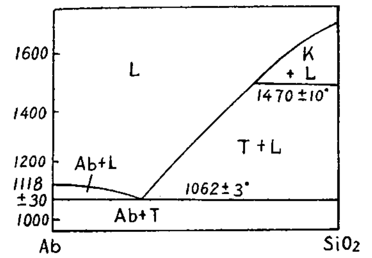


图 11　鈉长石—二氧化硅二元系相图
(Schairer 及 Bowen 1956)
Ab = 鈉长石；　T = 鱗石英；
K = 方英石；　L = 液相。

在鉀长石—鈣长石—二氧化硅三元系中除去鉀长石之外，含鉀矿物尙有白榴石。考虑花崗岩类岩石屬于深成岩，它們結晶过程是在較大压力下进行的。根据 Goranson[9] 实驗，白榴石在 2.84 仟巴压力以上是不出現的，因此可将鉀长石—斜长石—二氧化硅相图中的白榴石区也作为鉀长石区。这样鉀长石—斜长石—二氧化硅三元相图(在压力下)基本上应是由两条共結綫构成，即一个大致为 $SiO_2 = 50\%$ 的石英与斜长石共結綫，和一个大致为鉀长石 = 50% 的鉀长石与斜长石共結綫。这两条共結綫是在，或者非常靠近鉀长石—石英边上相遇。这就是鉀长石—斜长石—石英三元系的基本形式（图 12）。

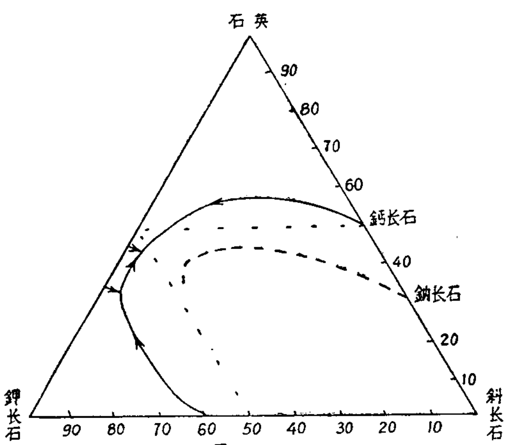


图 12　鉀长石—斜长石—石英
三元系相图基本形式

图12中两条共結綫将三角形划分为三个初相区 (primary phase region)，即一个是石英含量大致在 50% 以上的石英初相区，一个是鉀长石含量大致在 50% 以上的鉀长石初相区，和其余部分都是斜长石初相区。从物理化学观点看来，在同一初相区中的各种組成，不論其中各端員的百分含量有多大的变化，它們之間都仅仅是量的差別而沒有質的不同；反之，在不同初相区中相邻的組成，即使其端員的百分含量变化不大，它們之間却存在着質的不同。据此，作者認为在花崗岩类岩石分类中必須将这两条共結綫和三个初相区考虑进去，方能認为是比較合理的分类。

下边就花崗岩类岩石中石英含量的上限，狹意的花崗岩应分为几种，和如何合理地規定組成正长岩和石英正长岩的矿物定量这三个問題进行討論。

在上述各家分类中，花崗岩类岩石所含石英的上限是很不一致的。Гиндлер 及南岭队采取石英含量为 55% 作为花崗岩类岩石石英含量上限。Гинзбург 等人将此界限提高到 60%。Niggli 将上限定为 63%，并称石英含量超过 63% 的仅为“稀見的英石岩”。Tröger 認为花崗岩类岩石中石英含量应在 50% 以下，并称石英含量多于 50% 为超酸性

岩。在 Johannsen 分类中则甚至将石英含量自 50% 到 95% 的也都称为“石英-花崗岩”或“石英-花崗閃长岩”。对于这些不同的規定我們将何取何舍？作者认为如仅根据經驗或个别地区岩石分布的局部情况来规定各种岩石中矿物含量的界限，则不同岩石工作者会各有自己意見，必将无法取得一致。如从鉀长石—斜长石—石英三元相图基本形式考虑，则将花崗岩类岩石中石英含量的上限放在石英为 50% 为宜，因为石英 = 50% 是两个初相区的分界綫。

在各家分类中对狭意的花崗岩还給了种种区分。Niggli 分类中有“碱性花崗岩”和“花崗岩”；Johannsen 分类中有“鉀长花崗岩”、“鉀花崗岩”、“鈉长石花崗岩”、“石英花崗岩”、“花崗岩”；Tröger（1935）分类中有“細晶岩-花崗岩”、“碱性花崗岩”、“鈣碱性花崗岩”；Tröger（1938）分类中有“碱性花崗岩”和“正常花崗岩”；Гиндлер 分类中有“碱性花崗岩”和“花崗岩”；南岭队分类中有“鉀长花崗岩”、“花崗岩（鉀长石＞斜长石）”和“花崗岩（斜长石＞鉀长石）”；Гинзбург 等分类中有“含鉀长石花崗岩”和“正常花崗岩”。名目确实繁多。此外有些分类中还有“二长花崗岩”；Гинзбург 等人还放入“白崗岩”，后两岩石名称的应用是否妥当将在本文后边討論。

作者认为碱性花崗岩和鈣碱性花崗岩主要应从岩石化学成分上来区分，这是化学分类法的任务，例如，应用 Заварицкий[27] 化学分类法或其他化学分类法即可达成此目的。如根据矿物成分来区别碱性花崗岩和鈣碱性花崗岩则不但須要考虑岩石中碱性长石和斜长石的比例，也还要考虑岩石中是否存在有副长石和鉄鎂矿物是否属于碱性的。仅仅从鉀长石—斜长石—石英三角图中来决定花崗岩是属于碱性或鈣碱性是不够的。“石英花崗岩”、“鉀长花崗岩”、“含鉀长石花崗岩”等名称似也不十分恰当，因为在所有的花崗岩中，石英和鉀长石都是主要矿物。

作者考虑在鉀长石—斜长石—石英三元系中富含石英和鉀长石，一般称为各种名称的花崗岩的范围内，基本上可分为两种花崗岩。这两种花崗岩被鉀长石为 50% 的共結綫划分开来。在鉀长石初相区的花崗岩，鉀长石先斜长石晶出；在斜长石初相区的花崗岩，虽然鉀长石的数量仍占多数，但是鉀长石晚于斜长石晶出。这两种花崗岩应有本質的区别。区别这两种花崗岩很可能与其含矿性有一定联系，这有待于今后驗証。

在前述各家分类中对于正长岩和石英正长岩的規定，虽在矿物含量的数値上有所不同，但都是按鉀长石与斜长石之比作規定的。作者对此持有不同意見。作者认为在花崗岩、石英二长岩、花崗閃长岩等岩石中主要的矛盾对立面是鉀长石和斜长石。对于它們的規定以鉀长石和斜长石之比作为标准是正确的。但是正长岩和石英正长岩是以鉀长石为主的岩石，它們主要的矛盾对立面应是鉀长石和其他矿物的总和（包括斜长石及石英等）。因此对于正长岩和石英正长岩的規定应以鉀长石的絕对含量为标准。在鉀长石—斜长石—石英三元系中鉀长石为 50% 的鉀长石与斜长石共結綫作为上述两种岩石的边界綫似乎最为合理。

**2. 制定分类应尽可能尊重最初命名意見**

在同一初相区內的岩石进一步划分是为了将岩石分得更細，这种划分的标准显然是人为的，沒有物理化学理論依据的。对于这些岩石的規定，作者认为，应尽可能尊重最初命名某一岩石名称的学者給予該岩石的定义（当然如果最初命名是极不合理的，那将另做

别論)，不宜多所变动，以免引起混乱。

下边就二长岩、石英二长岩、花崗閃长岩等几个名称的規定进行討論。对于白崗岩名称的涵意也須要商榷。所有这些名称在上述各家分类法中的使用都存在着分歧。

回顾一下这些岩石名称产生的历史对于正确地使用它們有帮助。

在十九世紀九十年代以前还沒有成分介于花崗岩和石英閃长岩之間的通用岩石名称。1886 年以后在加利福尼亚，Sierra Nevada 制图的地質工作者們，Becker, G. F., Turner, H. W., Lindgren, W. 等人，发現了大量的既非花崗岩又非石英閃长岩的中間岩石。1891 年他們給这类岩石起名花崗閃长岩。1894 年加利福尼亚地質工作者进一步規定花崗閃长岩是一种与花崗岩相似的粒状侵入岩，它含有长石、石英、黑云母和角閃石，經常有較多的鈉-鈣长石，数量多于碱性长石。与此同时 Lindgren 还試图从化学成分方面来划定花崗閃长岩的范围。

1895 年在欧洲工作的 Brögger, W. C., 最初显然是沒有知道加利福尼亚的工作，同样也感到在花崗岩和石英閃长岩之間須要增加新的岩石名称。他提出了石英二长岩这个名称，用以命名恰好在花崗岩和石英閃长岩二者中間的岩石。

1896 年以后美洲的岩石工作者們又将花崗閃长岩的定义限制于石英-云母-閃长岩与石英-二长岩之間。

1900 年 Lindgren[15] 在总結花崗閃长岩及其他所謂中間岩石一文中認为 Brögger 提出来的石英二长岩名称是有道理的，但是須要給以明确的两种长石含量的范围。将他們自己提出来的花崗閃长岩和 Brögger 提出来的石英二长岩一并考虑，Lindgren 作出下列划分标准。

表 1

| 石英二长岩 | 花崗閃长岩 | 石英閃长岩 |
|---|---|---|
| 碱性长石＝20—40% | 碱性长石＝8—20% | 碱性长石＜8% |

作者認为如表 1 以碱性长石含量为 8% 划分花崗閃长岩和石英閃长岩；以及以碱性长石含量为 20% 划分石英二长岩与花崗閃长岩应被采納到花崗岩类岩石分类中来。

关于二长岩和石英二长岩名称的使用在岩石学文献中有不少爭論。Brögger 于 1895 最初描述 Monzoni, Tyrol 的岩石，其中矿物成分是：石英 2.5%，鈉正长石 30%，斜长石(No. 40—50) 32%，黑云母和角閃石 15%，普通輝石 15%，金属矿物和其他副矿物 6%。但是他所謂的二长岩是包括了正长石和拉长石大致相等以及正长石和酸性斜长石大致相等的岩石。Левинсон-Лессинг 于 1898 及后来一些別的学者仅認为二长岩应是輝长正长岩，这是強調了斜长石属于基性的一面。在北美洲出現的大面积中性和酸性斜长石和鉀长石大致相等的岩石也都名之为二长岩和石英二长岩，这是強調两种长石数量上大致相等，不拘泥于斜长石的成分。这两种对于二长岩和石英二长岩的概念是有区别的。作者意見，既然 Brögger 本人沒有規定二长岩中斜长石必須是偏基性的，那么最好将所有斜长石(不論其成分如何)与鉀长石大致相等的岩石都归入二长岩类之中；否則如果限制二长岩中斜长石必須偏基性，則中性和酸性斜长石与鉀长石大致相等的岩石就須要另起名称，这就会使名詞更复杂化了。

关于石英二长岩中石英含量的上限也是个有爭論的問題。Johannsen (图 1)和 Tröger 1938 (图 8)分类中都將石英二长岩中石英含量的上限齐于花崗岩及花崗閃长岩中石英含量的上限。Niggli 用二长花崗岩名称代替石英二长岩，命名介于花崗岩和花崗閃长岩之間，所含石英上限相同的岩石。Гиндлер (图 3) 兼用了二长花崗岩和石英二长岩两个名称，二者以石英含量在 20% 以上或以下来区別。南岭队(图 4)和 Гинзбург 等人(图 5)則又取消了二长花崗岩，并將石英二长岩的石英含量上限規定在 20% 以下。

追溯石英二长岩原来命名人的意見，Brögger 未曾提过石英二长岩 (quartz-monzonit) 中所含石英数量的上限。但他在 1899 又曾用富英二长岩 (adamellif)[1] 这个名称指 $SiO_2$ 含量超过 67% 的酸性石英二长岩。如按多数岩石学家意見不再細分石英二长岩与富英二长岩，那么在石英二长岩这一术語中还应包括了酸性的石英二长岩在內。这样，如果还要把石英二长岩中石英的含量限制在 20% 以下，似乎就很不恰当了。

从几种岩石的化学分析数値进行比較也可以看出相同的結論。按美国地質調査所統計花崗閃长岩中 $SiO_2$ 含量范围是 58—77%，而酸性石英二长岩中 $SiO_2$ 要超过 67%，也就是远远高于花崗閃长岩中 $SiO_2$ 的下限。从此看来，如象 Гиндлер、南岭队和 Гинзбург 等分类法中將石英二长岩中石英含量的上限齐于花崗閃长岩中石英含量的下限的办法和两种岩石中 $SiO_2$ 的含量也是不相适应的。

Niggli 的花崗二长岩实际上即是石英二长岩，似无別立名称的必要。

二长岩和石英二长岩在自然界中不应为非常罕見的岩石。在北美洲[8]它們的分布，从数量級上看，是可与閃长岩及石英閃长岩相比的。例如，石英二长岩及二长岩的分布面积各为 11 及 17.5 平方英里。与之相比，石英閃长岩及閃长岩的分布面积各为 45.3 及 113.5 平方英里。最大的单独的石英二长岩体和二长岩体的面积分別为 8000 及 20 平方公里。与之相比，最大的单独的石英閃长岩和閃长岩的分布面积分別为 12000 及 65 平方公里。据此推論，石英二长岩和二长岩在我国也很可能象石英閃长岩和閃长岩一般有着一定数量的分布。使作者感到惊奇的是象大兴安岭地区，这样大面积的正規地質調査中[4]竟沒有石英二长岩或二长岩的报导！又如南岭队的岩石研究是相当深入的[1]，但在諾大的地区中也仅报导有百余平方米的橄欖二长岩和 1.5 平方公里的二长岩！上述两区的工作都是国內近年来較有成績的地質工作，調査工作的精度应該是足够的。何以二长岩类岩石在此两大地区如此之少？是地区的岩石特点如此？抑或岩石命名中有問題？作者愿提出这一間題来。

Гинзбург 等人分类中包括有白崗岩。討論白崗岩在該分类中的位置是否恰当还須追溯白崗岩这一术語出現的历史。白崗岩 (alaskite) 最初是由 Spurr 命名的[16]。他指的是由石英及碱性长石(正长石、微斜长石、微条紋长石或鈉长石)所組成的浅色岩石。此后岩石学家公認从矿物組成上看鉄鎂矿物极少；从化学組成上看 $SiO_2$ 含量較高，FeO、$Fe_2O_3$ 及 MgO 含量較低应是白崗岩的特征。Заварицкий[28] 称花崗岩中有色矿物接近于零的称为白崗岩。如果不論岩石中鉄鎂矿物含量多少，仅根据斜长石很少和鉀长石很多就命名为"白崗岩"，这是不符合 Spurr 原意的 (Куплетский 分类中白崗岩的命名是正确的，他

1) 按"岩石学名詞" adamellit 也譯作"石英二长岩"。为了和 quartz monzonit 有所区別，作者建議將 adamellit 譯为富英二长岩。

指的是鉀长石含量极高，暗色矿物极少的岩石）。

**3. 制定分类应尽可能符合世界岩石学家命名习惯**

对于任何事物的分类都要注意便于同类对比。岩石分类也应如此。除有特殊理由外，分类方案中岩石命名如果符合世界各国岩石学家习惯才可以为大家所采用，才能达成在世界范围内进行岩石对比的目的。

"花崗岩"本是一个古老的地質学术語，它在地質文献中的出現应不迟于 1594 年[13]。早年所謂"花崗岩"中的矿物組成是沒有明确規定的，它甚至于泛指現代所称的多种深成岩和片麻岩。从十九世紀 60 年代起，当岩石学进入了显微鏡时期以后，"花崗岩"才逐步地获得了公認的定义。1861 年 Rath, J. 在分类中将花崗岩归入含正長石为主（經常含少量奥长石）并有石英的岩类中。Zirkel, F. 1866, Rosenbusch, H. 1877 和 Карпинский, A. П. 1891 等著作中都称花崗岩为"正长石岩石"。1900 年法国岩石学会的火成岩分类中也称花崗岩以含碱性长石和石英为特征[28][7]。

进入本世紀，世界岩石学界对于花崗岩一詞的概念更为定型了。这可以从岩石学专著，岩石学詞典书籍以及有名的岩石分类图表中都可以看到。

在著名的岩石学专著中，Lacroix, A. 1933 明确規定在花崗岩中碱性长石要多于斜长石。Tyrell, G. W.[21] 1949 称在正常的花崗岩中以鉀长石为主，常有少量的斜长石，通常是奥长石。在他用以說明花崗岩一閃长岩系列岩石关系的图解中，他指出在花崗岩中碱性长石的数量要明显地超过鈣鈉长石的数量。Лучиукий В. И.[31] 1949 在将具有花崗岩类性質的岩石分类中，称正长石大大地多于斜长石的岩石为花崗岩。Turner, F. J. 及 Verhoogen, J.[20] 1951 認为在花崗岩中鉀长石是占主要的，奥长石是次要的。Заварицкий, A. H.[28] 1955 在他的根据矿物成分和結构的火成岩分类中規定花崗岩中大量的碱性长石通常都占优势，附带有一些斜长石（大部分为酸性），再加上有色矿物及石英。

在岩石学詞典类的书籍中也可以看到对于花崗岩一詞的定义。Левинсон-Лессинг, Ф. Ю. 及 Струве, Э. A.[32]所著"岩石学詞典" 1937 称"花崗岩……現在是用以表示所有属于花崗岩类的粒状深成岩的总称；这种深成岩主要由碱性长石（通常是正长石或微斜长石）、石英、斜长石及云母类、閃石类或輝石类中的一种或数种矿物所組成……"。注意他們将碱性长石作为第一个組成矿物。Holmes, A.[10] 著"岩石学名詞" 1928 称花崗岩是"一种显晶質的岩石，主要組成矿物是石英及碱性长石以及下列矿物之一些：黑云母、白云母、角閃石及輝石。当奥长石或中长石对于碱性长石相对增多时，花崗岩經过富英二长岩（石英-二长岩）过渡到花崗閃长岩及石英閃长岩（英閃岩）。石英含量减少时，花崗岩經过石英正长岩过渡到正长岩"。

在著名的岩石学鉴定表中对花崗岩的規定也表示出公認的花崗岩的概念。Niggli, P.[23] 1946 的火成岩一覽表中認为花崗岩是由鉀长石加少量斜长石和石英等組成。同书中的火成岩的矿物定量分类图表（即本文图六）也指出在花崗岩中鉀长石含量应多于斜长石。Левинсон-Лессинг, Ф. Ю. 及 Белянкин, Д. С.[30] 1933 的第九表"最主要的火成岩及变質岩的鏡下鉴定"中認为各种花崗岩的鉴定特征是石英多，长石主要是或只是正长石（或微斜长石或条紋长石）。

各国出版的岩石学教材中一般也都是規定在花崗岩中鉀长石的含量要多于斜长石。

国内早年著名岩石学家所作分类表，例如张遹駿[5] 1937 所作，以及解放后比較著称的岩石学教材中也提出同样观点。王嘉蔭[2] 1957 第 163—164 頁称"花崗岩……矿物成分主要是石英、正长石、鈉长石、微斜长石、白云母、角閃石以及輝石等"。孙鼐[3] 1961 的岩浆岩肉眼鉴定表中将花崗岩定为碱性长石为主，含有酸性斜长石及石英及黑云母等的岩石。

从上述看来，在花崗岩中鉀长石应多于斜长石一点应是世界岩石学家对于花崗岩这一术語概念的主流。

但是从几十年以前也有些人就提出过另外的說法。C. I. P. W. 1903[7] 給花崗岩下的定义是"一种显晶質的火成岩由石英及任何种长石所組成，并含有少量的云母、角閃石或其他的鉄鎂矿物"。此外，有人将美洲某些地区、日本、挪威以及苏联某些地区的所謂"花崗岩"的矿物組成作过平均数値的計算。他們得到的結果是有些平均值中斜长石多于鉀长石，有些則是二者趋近相等。据此他們認为在花崗岩这一名称下应包括斜长石多于鉀长石的岩石。

从"花崗岩"的平均矿物成分来給花崗岩下定义，不能得到岩石学家的普遍承認。这是因为过去对花崗岩类岩石的鉴定不够严格，文献中所謂的"花崗岩"实际上包括了許多不是眞正花崗岩的岩石。早在 1917 年 Johannsen[11] 曾将当时比較新的岩石学文献中的所謂"花崗岩" 109 个岩石的矿物成分投入鉀长石—斜长石—石英三角图中。这些岩石的投影点分布得非常分散。試举其中三个所謂"花崗岩"的石英、斜长石和鉀长石的含量分别为(69:6:25)，(13:0:87)，(26:67:7)。試想岩石学文献中所謂"花崗岩"的矿物組成可以有这样大的差别，那么从这些岩石得出的矿物含量平均值焉能代表眞正的花崗岩应有的成分！

作者認为在花崗岩中鉀长石应多于斜长石这是带有普遍性的对于花崗岩的概念，应該在制定分类中充分考虑。如果将鉀长石多于斜长石的和大量斜长石多于鉀长石的酸性岩石一股脑都称之为"花崗岩"，其結果必将如 Shand, S. J.[19] 指出的，这样不加限制地使用"花崗岩"則这个名称，充其量，仅能具有野外定名的意义！这岂不是对于精确的岩石学研究不利！

有人認为区别鉀长石是多于或少于斜长石在野外制图时有困难，因此主张不必将鉀长石多于斜长石作为花崗岩定义的一部分。作者意見我們現在談的是花崗岩类岩石的矿物定量分类，这是为室內鉴定使用的。在野外制图，如无室內鉴定配合，不但花崗岩、石英二长岩和花崗閃长岩难以区分，还有許多其他岩种，例如橄欖岩和純橄欖岩；苏长岩和輝长岩等也都是很难区分的。但在精細的岩石研究中，所有这些区分都是必要的，都必須有室內鉴定配合进行。不能說因为在野外不易区别而滿足于将苏长岩称之为輝长岩；将純橄欖岩称之为橄欖岩；或将石英二长岩称之为花崗岩！

## 三、合理矿物定量分类的提出和說明

根据前边所提出来的制定分类的前三个原則，同时也考虑到使用中的便利，作者試拟了花崗岩类岩石合理矿物定量分类如图 13。

在这个分类图中将鉀长石—斜长石—石英三元系中的两条共結綫，即 $SiO_2$ = 50%

和鉀长石 =50% 两条綫都采納进来。花崗閃长岩和相邻岩石的分界綫基本上依从 Lindgren 的原意。这些理由前边都已申述过了。分属于两个初相区的两种花崗岩分别命名叫花崗岩①和花崗岩②。

作者还比較了前人分类法中的一些优缺点，取其优点作为新分类法中的一些規定。

在 Tröger 和 Johannsen 分类法中，含石英超过閃长岩允許含量以上的岩石都称为“石英閃长岩”或“英閃岩”。在 Гиндлер、南岭队和 Гинзбург 等人分类法中則更将含石英在 20% 以上的称为“斜长花崗岩”。作者同意后者意見，将斜长花崗岩納入分类中，并明确在此分类中的斜长花崗岩包括了 Goldschmidt, V. M. 1916 的奥长花崗岩（trondjemite), Федров, Е. С. 1901 斜长花崗岩（плагиотранит）以及 Högbom, A. G. 1903 的斜长石-花崗岩（plagioclase-granite)。

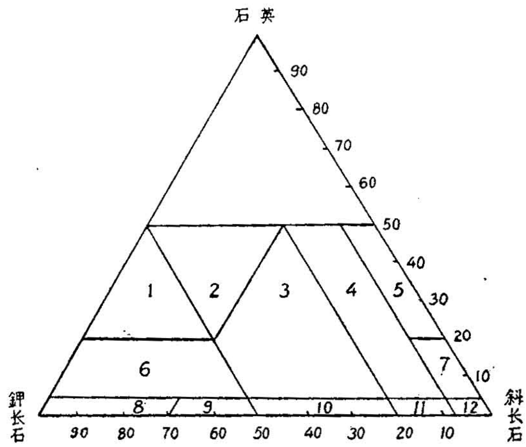


图 13 花崗岩类岩石合理矿物定量分类

1.花崗岩①； 2.花崗岩②； 3.石英二长岩； 4.花崗閃长岩； 5.斜长花崗岩； 6.石英正长岩； 7.石英閃长岩； 8.正长岩； 9.二长正长岩； 10.二长岩； 11.二长閃长岩； 12.閃长岩。

在 Tröger 分类法中不加“石英”形容詞的“正长岩”及“閃长岩”都允許含石英可达 10%。对于同样的名詞，Гиндлер、南岭队、Гинзбург 等人及 Johannsen 則仅允許含石英不超过 5%。作者同意后边諸人的意見。

Заварицкий[28] 說过閃长岩中不应含正长石或含正长石不超过 1/8。Johannsen[13] 认为閃长岩中鉀长石不应超过 5%。他們的共同意見在閃长岩中正长石含量不应太多，这是合理的。在 Гиндлер、南岭队和 Гинзбург 等人分类法中的閃长岩都允許含鉀长石可高达 30%，这似乎是太多了。作者拟将介于二长岩与閃长岩之間，相当于花崗閃长岩，但含石英在 5% 以下的岩石称为二长閃长岩（monzonodiorite)[1)]。

Гиндлер、南岭队和 Гинзбург 等人分类法中正长岩允許含斜长石达 40%，这似乎也是太多了。作者建議将含石英在 5% 以下，含鉀长石不超过 50%，含斜长石不超过 30% 的岩石称为二长正长岩（monzonosyenite)。

除去以上一些規定之外，作者还考虑任何以单綫作岩石分界綫的图表中都会遇到一个問題，即如果有一岩石組成点恰好落于分界綫上时（例如二长岩与花崗閃长岩的分界綫上），那时将如何定名？作者建議凡是恰好落于或极为接近分界綫上的点应該用复合岩石名称命名之。前举之例可称之为“二长岩-花崗閃长岩”（monzonite-granodiorite)。又如可有下列复合岩石名称：“二长閃长岩-二长岩”（monzonodiorite-monzonite)，“正长岩-石英正长岩”(syenite-quartz syenite)，“石英閃长岩-斜长花崗岩”(quartz diorite-plagiogranite)

1) Johannsen 1920[12] 曾提出过“monzodiorite”一名称，后来他又不用了。

……等。复合岩石名称均系将分界綫两側岩石全名用小横綫联結組成。

新分类法与过去各家分类法有一根本不同之处在于图中所有分界綫都平行于三角形的三个边，沒有放射形分界綫。这种方式带来使用中的便利。实际上在应用新分类法給岩石定名时无须将組成点投入到三角图中，仅根据表 2 就可定名。

**表 2　花崗岩类岩石合理矿物定量分类鉴定表**

（石英＋鉀长石＋斜长石＝100）

| | 石　英 | 鉀长石 | 斜长石 | 岩石名称 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 20—50 | | 少于 30 | 花崗岩 |
| 1 | 20—50 | 多于 50 | 少于 30 | 花崗岩① |
| 2 | 20—50 | 少于 50 | 少于 30 | 花崗岩② |
| 3 | 5—50 | 20—50 | 多于 30 | 石英二长岩 |
| 4 | 5—50 | 8—20 | | 花崗閃长岩 |
| 5 | 20—50 | 少于 8 | | 斜长花崗岩 |
| 6 | 5—20 | 多于 50 | | 石英正长岩 |
| 7 | 5—20 | 少于 8 | | 石英閃长岩 |
| 8 | 少于 5 | | 少于 30 | 正长岩 |
| 9 | 少于 5 | 多于 50 | 多于 30 | 二长正长岩 |
| 10 | 少于 5 | 20—50 | | 二长岩 |
| 11 | 少于 5 | 8—20 | | 二长閃长岩 |
| 12 | 少于 5 | 少于 8 | | 閃长岩 |

新分类法中一些主要岩石的組成矿物含量变化范围和前人分类法中同名岩石的組成矿物含量变化范围的比較見表 3，表 3 里边还把綜合前人分类法中主要岩石的組成矿物含量最高和最低变化范围給出来。将它和新分类法比較，可以看出，新分类法中各种主要

**表 3　各家分类法中部分同名岩石組成矿物含量变化范围对比**

| | | Tröger 1938 | Johannsen 1939 | Niggli 1939 | Гендлер 1956 南岭队 1959 | Гинзбург 等 1962 | 前人分类中最高及最低变化范围 | 合理矿物定量分类 1962 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 花崗岩 | 鉀长石 | 31—90 | 25—95 | 19—88 | 14—80 | 12—80 | 12—95 | 20—80 |
| | 斜长石 | 0—35 | 0—48 | 0—44 | 0—56 | 0—56 | 0—56 | 0—30 |
| | 石英 | 10—50 | 5—50 | 12—63 | 22—55 | 20—60 | 5—63 | 20—50 |
| 石英二长岩 | 鉀长石 | 20—55 | 17—63 | | 24—56 | 24—56 | 17—63 | 20—50 |
| | 斜长石 | 20—55 | 17—63 | | 33—68 | 33—68 | 17—68 | 25—70 |
| | 石英 | 10—50 | 5—50 | | 5—20 | 5—20 | 5—50 | 5—50 |
| 花崗閃长岩 | 鉀长石 | 5—35 | 3—48 | 4—44 | 7—24 | 4—24 | 3—48 | 8—20 |
| | 斜长石 | 31—80 | 25—90 | 18—78 | 32—68 | 28—72 | 18—90 | 30—87 |
| | 石英 | 10—50 | 5—50 | 12—63 | 20—55 | 20—60 | 5—63 | 5—50 |
| 石英閃长岩（或英閃岩） | 鉀长石 | 0—11 | 0—5 | 0—11 | 0—29 | 0—29 | 0—29 | 0—8 |
| | 斜长石 | 45—90 | 48—95 | 33—88 | 56—95 | 56—95 | 33—95 | 72—95 |
| | 石英 | 10—50 | 5—50 | 12—63 | 5—20 | 5—20 | 5—63 | 5—20 |
| 二长岩 | 鉀长石 | 36—60 | 32—67 | | 29—60 | 29—60 | 29—67 | 20—50 |
| | 斜长石 | 36—60 | 32—67 | ? | 38—70 | 38—70 | 32—70 | 45—80 |
| | 石英 | 0—10 | 0—5 | | 0—5 | 0—5 | 0—10 | 0—5 |

岩石組成矿物含量变化范围，絕大部分都沒有超出前人使用过的分类中同名岩石組成矿物含量最高和最低变化范围之外。

## 四、結　束　語

花崗岩类岩石无論从其分布面积来說，或从其和矿床学的关系来說都应認为是一类极为重要的岩类。現行对于这类岩石的各家分类和命名意見頗不一致，因此給岩石学研究带来麻煩，制定新的矿物定量分类法是迫切需要的。

作者認为制定新分类法須要考虑本类岩石生成的物理化学条件；須要尊重命名某种岩石的人最初給予該岩石的定义；須要符合世界各国岩石学家命名习慣；須要簡单、明确，便于使用。

作者在党的"百家争鳴"方針的鼓舞下，試拟出花崗岩类岩石的合理矿物定量分类法，供同志們討論这一問題的参考。作者相信經过大家討論我們最后会制定出最适用的花崗岩类岩石分类法来。

## 参　考　文　献


[1] 广东省地质局南岭区域地質測量普查大队，火成岩組　1959　南岭侵入岩。地质出版社。

[2] 王嘉蔭　1957　火成岩（增訂本）。地質出版社。

[3] 孙　鼐　1961　岩浆岩岩石学。江苏出版社。

[4] 黑龙江省地质局　1959　大兴安岭及其邻区区域地质与成矿規律。地质出版社。

[5] 张遹駿　1937　火成岩之分类及定名。地質論評 2 卷 4 期。

[6] Bowen, N. L. and Tuttle, O. F. 1950 The system $NaAlSi_3O_8$—$KAlSi_3O_8$—$H_2O$. J. of Geol. vol. 58.

[7] C. I. P. W. 1903 Quantitative Classification of Igneous Rocks. Washington.

[8] Daly, R. A. 1933 Igneous Rocks and the Depth of the Earth. McGraw-Hill Book Co. New York.

[9] Goranson, R. W. 1931 Solubility of water in granite magma. Am. J. Sci. vol. 22.

[10] Holmes, A. 1928 The Nomenclature of Petrography. T. Murby and Co. London.

[11] Johannsen, A. 1917 Suggestions for a quantitative mineralogical classification of igneous rocks. J. of Geol. vol. 25. The Univ. of Chicago Press.

[12] Johannsen, A. 1920 A quantitative mineralogical classification of igneous rocks—revised. J. of Geol. vol. 28.

[13] Johannsen, A. 1932 A Descriptive Petrography of the Igneous Rocks. vol. II. The Univ. of Chicago Press.

[14] Johannsen, A. 1939 A Descriptive Petrography of the Igneous Rocks. vol. I. The Univ. of Chicago Press.

[15] Lindgren, W. 1900 Granodiorite and other intermediate rocks. Am. J. Sci., vol. 9.

[16] Spurr, J. E. 1900 Classification of igneous rocks according to composition. Am. Geol. vol. 25.

[17] Schairer, J. F. and Bowen, N. L. 1937 The system $SiO_2$—leucite—anorthite. Am. J. Sci., vol. 33.

[18] Schairer, J. F. and Bowen, N. L. 1956 The system $Na_2O$—$Al_2O_3$—$SiO_2$. Am. J. Sci., vol. 254, No. 3.

[19] Shand, S. J. 1949 Eruptive Rocks. Thomas Murby & Co. London.

[20] Turner, F. J. and Verhoogen, J. 1951 Igneous and Metamorphic Petrology.

[21] Tyrell, G. W. 1948 The Principle of Petrology Methuen & Co. Ltd. London.

[22] Vogt, J. H. L. 1921 The physical chemistry of the crystallization and differentiation of igneous rocks. Journal of Geology, vol. 29.

[23] Niggli, P. 1946 Tabellen zur Petrographie und zum Gesteinsbestimmen.

[24] Tröger, W. E. 1938 Spezielle Petrographie der Eruptivgestexine Fortschritte der Minerallogie, Kristallographie und Petrographie. Band 23, Teil 1.

[25] Гендлер, В. Е. 1956 О классификации гранитомдов Советская Геология. № 51.

[26] Гинзбург, И. В., Ефремова, С. В., Воловикова, И. М. и Елисеева, О. М. 1962 Количественно-минеральный состав и его значенние для вопросов петрологии и номенклатуры. Советская Геология № 3.
[27] Заварицкий, А. Н. 1950 Введение в петрохимию изверженных горных пород. Изд. А. Н. СССР.
[28] Заварицкий, А. Н. 1955 Извеженные горные породы Издательство А. Н. СССР, Москва.
[29] Куплетский, Б. М. 1953 Колеичесвенно-минералогический состав гранитоидов. Вопросы петрографии и Минералогии I. Москва.
[30] Левинсон-лессинг., Ф. Ю. и Белянкин, Д. С. 1933 Петрографические таблацы. Москва.
[31] Луческий, В. И. 1949 Петротрафия. Москва.
[32] Левинсон-лесинг, Ф. Ю. и Струве, Э. А. 1937 Петрографический словары. Москва.

# РАЦИОНАЛЬНАЯ КОЛИЧЕСТВЕННО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ГРАНИТОИДНЫХ ПОРОД

Су Лян-хэ

(**Резюме**)

1. Необходимость разработки новой и приемлемой количественно-минералогической классификации гранитоидных пород.

Гранитоидные породы занимают очень важное место по своему количеству среди магматических пород. С ними генетически связаны разнообразные эндогенные рудные месторождения. В связи с этим чрезвычайно важно разработать их классификацию и дать им наименования.

В статье даны сопоставление и оценка методов Johannsen, Куплетского, Гендлера, примененных в петрографии Китая, и классификаций Niggli, Tröger, Гинзбурга и др., более известных в мировой литературе по петрографии. И нам представляется необходимой разработка новой количественно-минералогической классификации гранитоидных пород.

2. Замечания о принципах разработки рациональной количественно-минералогической классификации.

Автор считает, что при разработке рациональной количественно-минералогической классификации необходимо учесть четыре принципа:

1) Классификация должна всемерно отразить физико-химические условия образования пород, в особенности основные формы фациальной схемы трёхкомпонентной системы ортоклаза—плагиоклаза—кварца.

2) Классификация должна всемерно отвечать тому определению породы, которое было дано первым автором—исследователем. Это означает уважение к труду предка, с одной стороны, и с другой стороны, лишаетая хаоса, вызванного неоднократным переименованием последующих исследователей.

3) Классификация должна всемерно соблюдать традицию петрографов всех стран при наименовании. Ибо только таким образом возможно будет добиться "общего языка" и удобно будет провести её для сопоставления и исследования на большой территории, охватывающей страны или континенты.

4) Классификация должна быть очень проста, чтобы можно легко её запомнить и использовать.

3. Пояснения к предложенной рациональной количественно-минералогической классификации.

Исходя из вышесказанных принципов, автор предложил рациональную количественно-минералогической классификацию гранитоидных пород по количественному отношению минералов (см. схему 13).

Существенная разница между предлагаемей автором классификацией и классификациями другихавторов заключается в том, что в новой классификации все границы параллельны трем гранам треугольника, в ней нет радиальных границ, как в предыдущих классификациях. Нам думается, что такая классификация и рациональна, и удобна для её использования.

В статье проведено сопоставление пределов изменения содержания минералов главных пород в новой классификации с пределами изменения содержания минералов одноименных пород в предыдущих классификациях (табл. 3).