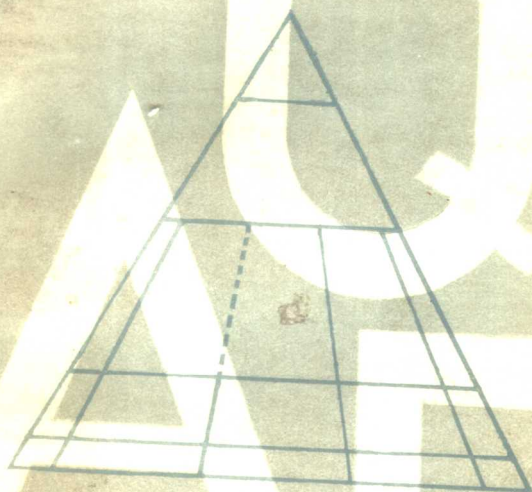


朱为方 唐春景 编著



花岗岩类

天然矿物岩石化学换算法及其应用

贵州人民出版社

花岗岩类自然矿物岩石 化学换算法及其应用

朱为方 唐春景 编著

贵州人民出版社

责任编辑 黄绍琨
封面设计 钱大喜

**花岗岩类自然矿物岩石
化学换算法及其应用**

朱为方 唐春景 编著

贵州人民出版社出版

(贵阳市延安中路5号)

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店发行

787×1092毫米 32开本 3.625印张 71千字

1983年11月第1版 1983年11月第1次印刷

印数 1—6,000

书号 15115·153 定价 0.57元

内 容 简 介

本书吸收了一般岩石化学换算原理的合理部分,结合对花岗岩类自然矿物组合与化学成分之间规律性联系的认识,确定出现各种稳定的常见矿物组合的岩石化学特征标志值。用简单的数学方程式解出同一元素在不同矿物中的配比,依据不同的岩石化学条件,确定某些成分多变的矿物中的元素组合和分配方式,并考虑了钠钾长石之间的最常见的类质同象容量范围,以确定较为符合自然实际的矿物组合及含量。计算结果投影于Q-A-P三角图,以确定岩石的矿物成分分类命名。大于1%的各种副矿物亦参加词冠的命名。

本文对各种花岗岩类都建立了系统的自然矿物换算方案,其中包括各种含锂的云母类花岗岩、碱性花岗岩、萤青石花岗岩、萤石黑云母花岗岩、角闪石黑云母花岗岩以及常见的黑云母-白云母花岗岩等岩种的换算方案。这些方案同样适用于华南以外地区的花岗岩类。

本换算法改正了部分不适用于花岗岩类换算的传统公式和方法,是一种新换算法的尝试。

本书可供地质战线从事花岗岩类及有关工作的人员以及地质院校师生阅读参考。

前 言

通过花岗岩类岩石化学数据，直接推导出接近自然实际的造岩矿物，以便进行花岗岩类的分类命名，这种工作过去还很少有人尝试过。我国花岗岩类型复杂，与之有关的矿产十分丰富，在世界上颇具特色。但深感采用前人岩石化学换算法难以充分反映出我国花岗岩类的实际。因此，创立“花岗岩类自然矿物岩石化学换算法”，乃是作者多年的愿望。除了对花岗岩类进行分类命名这一基本目的以外，把该换算法应用于花岗岩类区域地球化学演化与成矿领域的研究，仍是作者另一主要目的。

本换算法在指导思想和具体方法上，都基本上不同于前人的传统方法。尤其按铝的不同配位形式来换算矿物组合、对含堇青花岗岩、含钠辉石—钠闪石花岗岩以及含锂的云母系列花岗岩自然矿物换算法的建立，均是前人未曾解决过的重要环节。这些换算法的完善，对于华南花岗岩类的研究，具有一定的实际意义。

七十年代，中国科学院地球化学研究所涂光炽教授、郭承基教授组织和领导了该所的“华南花岗岩类地球化学”研究工作的全面总结。本换算法是当时的成果之一。初稿完成之后，曾于1977年6月在广西召开的《华南花岗岩类地球化学》书稿审议会，以及1978年10月在贵阳召开的中国地质学会第二届岩、矿、地化学术讨论会上宣读，引起有关地质工

作者的兴趣。他们希望作者能补充有关电子计算自动程序并尽速出版。以后,《地质与勘探》杂志1979年9期曾摘登了换算法部分,受到部分同行的重视,他们开始试用并给予认真研究。江西地科所沈纪利工程师通过实践和检验后,于同一杂志1981年10期发表了他对该换算法的评论文章。其他未公开发表的杂志和交流论文中亦见承认和引用该换算法。

经过上述过程,本书终于和广大读者见面了。为节省篇幅,决定删除TQ-16机电算程序一章而仅发表逻辑框图部分。若读者需要该程序或纸带,可另行联系。

本书在撰写过程中,涂光炽教授审阅了书稿并给予指导,郭承基教授在理论上给予指导。欧阳自远副所长、王联魁副教授、张绍立工程师、沈纪利工程师等对本书提出了许多宝贵的意见和建议。华南各省冶金地质系统的生产科研单位、本所有关测试、计算、复照、绘图、出版等方面人员——吴泽霖、向晓荣、王典凤、来崇仪、李永明等均给予多方面协助。对以上有关个人和集体,在此表示衷心感谢。

限于学识水平,错误或不足之处,请读者批评指正。

编著者

1982年10月

目 录

一、绪论·····	(1)
二、花岗岩类的定量矿物分类命名方案·····	(14)
三、花岗岩类自然矿物的岩石化学换算法·····	(21)
(一) 建立花岗岩类自然矿物岩石化学换算法 所必须遵循和反映的岩浆结晶化学的规律 ·····	(21)
(二) 对某些具体计算问题的处理和改进·····	(26)
(三) 确定花岗岩类自然矿物组合的岩石化学 标志·····	(30)
(四) 花岗岩类各岩种自然矿物含量的换算步骤 ·····	(33)
四、花岗岩类自然矿物岩石化学换算法在地球化学研 究中的应用举例·····	(76)
五、存在问题和改进的办法·····	(89)
六、花岗岩类自然矿物岩石化学换算法及分类命名的 电算程序逻辑框图·····	(90)

一、绪 论

《花岗岩类自然矿物岩石化学换算法及其应用》是作者根据对华南花岗岩类多年的研究以及批判地吸收前人岩石化学换算方法的合理部分并加以发展的产物。现简述其意义、改进、发展及用途。

(一) 意 义

通过岩石化学换算获得近似自然矿物的定量组合,以克服难以在镜下估量矿物成分的困难,并以一个投影点表达这种组合和分类命名,使实际矿物分类与化学分类获得统一。这种统一,除A.李特曼(A. Rittman, 1979)法外,还没有任何换算法实现过。附属于前人换算法的分类方法均是化学分类向自然矿物分类的过渡产物。通过岩石化学换算获得近似自然矿物的组合及元素组合,始终是一种难以实现的任务,在CIPW法问世的时代,甚至认为是无法实现的。因而通过岩石化学换算使得化学元素获得一定的归纳,并粗略地反映元素结合的某些自然规律,是一切岩石化学换算所力求达到的目的。五十年代以前以此为满足,六十年代主要是停留在对过去方法的运用上,七十年代在岩石化学换算方法的创造上要数A.李特曼法最具权威和影响,其方法因最接近实际而受到普遍重视。

本换算法计算出的矿物化学成分,近似地反映实际化学

成分。例如最多变的含锂的云母系列，亦能通过换算获得近似的反映，因而可以给出具有找矿标志意义的云母变种的命名。例如锂云母、锂白云母或绿磷云母的出现，是钽、铌（钨、锡）的重要找矿标志。这些方面，过去一切权威的换算法均未涉及过。

本换算法用一个点（如在 Q-A-P 图上的投影点或 CL-DI 图上的投影点）来综合表示岩石化学性质与矿物组合，有利于反映花岗岩浆分异、岩石化学演化及区域成矿的岩石化学标志，从而提供较清晰的图解。

（二）改 进

本换算法在下列几方面进行了改进：

（1）用接近自然矿物化学式代替死板的“标准矿物”化学式，例如云母类成分随化学条件而改变。

（2）某一矿物是否出现亦以化学条件和自然经验规律为转移。例如本换算法计算出实际存在的黄玉及高铝云母在 CIPW 法中部分地为虚拟的刚玉代替。同样本法计算出实际存在的角闪石、黑云母在 CIPW 法中为虚拟的辉石类代替。

（3）用阳离子数的百分数代替“标准分子团”或重量的百分数，已证实误差不甚大（一般小于 0.2%，石英误差较大约为 2.5%），因而简化了程序。

（4）对于花岗岩而言，过饱和公式较之查氏公式确切合理。碱过饱和公式的改正，弃除了查式不确切的 $\bar{C}$ 概念和斜长石 No 恒为零的不实际环节。

（5）余铝的计算和处理更实际合理，纠正了查氏把余

铝一律归入B值而引起的某些(如高铝浅色花岗岩)混乱。如图1、2是用本法对某区铈、钼、钨、铍矿化花岗岩类计算的投影,所反映的岩浆演化顺序是按1、2、3、4点的顺序发展,和实际(参见章崇真,1975)相符。Cl代表“颜色指数”,指由换算获得的铁镁质硅酸盐及硫化物、氧化物等的总和,考虑到磷灰石的演化规律亦应归入Cl之列。DI为全部长石、石英、浅色云母(如白云母、锂白云母、锂云母、绿帘云母、铁锂云母)及其他浅色矿物的总和。图4是查氏法的投影。由于查氏法把全部余铝归入B值,使高铝的白云母花岗岩(点3)及矿化的白云母花岗岩(点4)倒置于二云母花岗岩(点2)之下,引出了颠倒的岩浆分异演化的概念。凡类似的富铝花岗岩类都不可避免这种B值倒逆的现象,因此提供了混乱的找矿标志。与之比较,本换算法对于铝的分配比较精确和比较科学,尤其在研究与稀有元素及钨、锡矿化有关的花岗岩时会清楚地显示出这一特点。

(6) 给定判断不同组合类型的岩石化学特征标志,并以不同的计算方法处理不同的组合,使之更接近实际,这点和李特曼法类似。

(7) 以一点代替多点投影比较简便,如图5,6,7。

(8) 考虑了碱长石和斜长石中钠长石的类质同象容量,并予修正,使长石类的数量及斜长石牌号较接近实际。

(9) 力图解决深成-浅成、超浅成-火山岩的对应命名。

(三) 发 展

本换算法在计算铝的分配时考虑了铝硅酸盐矿物中铝的

两种本质不同的配位形式（四和六配位）及其和其他元素之间的量比规律，建立了较合理的判断 Ca、Na、Al 的饱和度判断公式，因而能较实际地反映复杂的云母变种的命名与数量，以及判定黄玉、蓝晶石、硅线石等含铝矿物出现的条件与数量。李特曼法对高铝岩石常计算出虚拟的蓝晶石，又未能合理反映出黄玉和云母变种，原因仍在于对铝的两种不同配位特点考虑不够（这种毛病在其他换算法中同样存在）。因此这些方面可认为是本换算法的新发展。根据铝硅酸盐类结晶化学的一般规律，钙或钠过饱和的判断公式虽形式上相似，但可以用完全不同的次级岩石化学特征标志对这两种不同组合予以区别。本法已确定了这些特征标志，而不采用查氏判断钠过饱和的公式，使计算钠碱花岗岩时获得了接近实际的效果。对解决钠辉石、钠闪石、钠铁闪石、黑云母、磁铁矿及赤铁矿组合中的钠和铁的错综复杂的分配、某一矿物出现与否的综合判断及具体计算，对于解决蓝晶石、硅线石、云母类组合中铁、铝的分配以及它们出现与否的判断及具体计算，尤其对于复杂多变的云母变种中 Li、Al、Fe 组元素含量的判断与计算，都是本换算法的新发展。这些方面是前人未解决过的环节。

（四）应 用

本换算法对下述几方面的工作是有帮助的：

（1）为花岗岩类的分类命名服务。

（2）使野外或室内的岩石鉴定获得换算结果的对照。

对于颗粒过粗或过细的酸性侵入岩或火山岩，这种换算结果

尤其必要。

(3) 用于研究花岗岩类的岩浆分异或为岩期的划分提供参考。图1、2、3是以某钽、铌、钨、铍矿化有关的花岗岩类的分异演化为例，在三个图上均反映出较明显的分异演化顺序，与实际情况相符，尤其Cl—DI图反映了黑云母花岗岩（点1）和其余花岗岩（点2、3、4）之间，可能在形成时间和温度上都存在较大的间隔或差距，而二云母花岗岩（点2）和白云母花岗岩（点3、4）之间则显示明显的同源亲缘性，应属同源不同阶段的分异产物，后二者尤其如此。同时图1和图3显示了钠长石化强度与成矿之间的密切关系。图2则反映了暗色组分的减少对矿化富集有利的一般规律。

(4) 用于讨论或揭示区域花岗岩类岩石化学演化趋向及进程。例如华南不同时代花岗岩岩石化学平均值换算结果投影于图7（空圆圈21—25），显示了随时代变新有向酸性增加暗色组分减少方向发展的趋势。海西花岗岩与加里东花岗岩的投点很接近，似值得进一步考虑其他地质问题。燕山早晚期花岗岩的类似，显示其同源性，从投点位置所反映的化学性质来看，燕山花岗岩和稀有钨锡含矿花岗岩很接近，因而应具有钨锡稀有金属的成矿专属性，含矿花岗岩最容易由燕山期花岗岩分异演化而获得。当然，是否成矿还需结合多种地质因素来考虑。

(5) 提供区域找矿的岩石化学标志。如图5和图7是某些典型的矿化中酸性母岩的换算投影，在此基础上显示了粗略的成矿区划。图6是图5的理想化模型。这些图显示了华南地区不同成岩成矿的演化规律及彼此对应的关系（或称

成矿的岩石专属性),并有可能区别开不同的物质来源方式,这个问题正在研究中。图8反映了成矿母岩对于钠碱质的数量的依赖关系(其中Ab'表示斜长石No>10的岩石中的Ab分子数%)。可以看出富钠对于玢岩铁矿(I)及稀有钨锡矿化(Ⅱ)的Ta、Nb、Li、Rb、Cs、W亚系列(A)尤其重要。根据现代实验岩石学的结论(见图9和表1),这种富钠岩系应是在相对较高的水(及其他挥发分)分压和相对较低的温度下形成。

表1 合成花岗岩熔体成分随压力的变化

水蒸汽压(千巴)	石 英	钠 长 石	钾 长 石	温 度 ℃
2	35	40	25	685
4	31	46	23	655
5	27	50	23	650
10	23	56	21	625

(据H.G.F.温克利尔,1959)

图5、6、7、8仅是为了举例说明本换算法在这些方面获得运用的可能性,只选择了较有代表性的岩体来讨论。由于代表性强和部分点是许多有关岩体的平均值,故所获得的图式具有一定意义,其结论也和多年来华南花岗岩类研究结论吻合。当然,随着投点的加密,其结果会更可靠而精确。

(6)用以讨论某些元素分散富集的地球化学。如图16、17是对澳大利亚塔斯曼尼亚一含锡花岗岩区的材料(据Groves, D. I. 1972)换算及整理的结果,试图用来讨论某些成矿地球化学问题,已于本文第三部分详细叙述。

(7) 综合各种换算结果, 有可能为划分岩石或地球化学区(省)提供重要的依据。

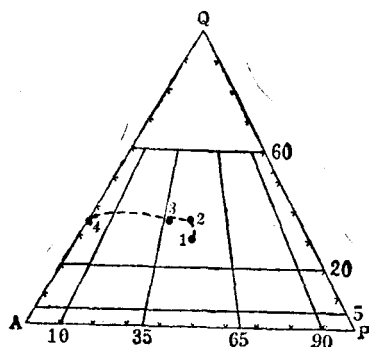


图1 某区花岗岩类岩浆分异作用在Q-A-P图上的反映

1. 黑云母花岗岩(4个平均); 2. 二云母花岗岩(5个平均);
3. 白云母花岗岩(21个平均); 4. Ta, Nb, W, Be 强矿化花岗岩(13个平均)。
(根据章崇真, 1975 数据整理, 图2, 3, 4 同)

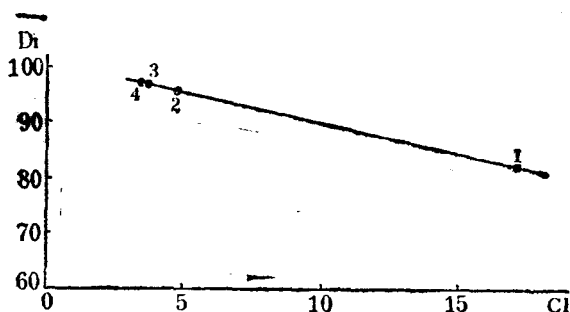


图2 某区花岗岩类岩浆分异作用在Di-Cl图上的反映(图例同图1)

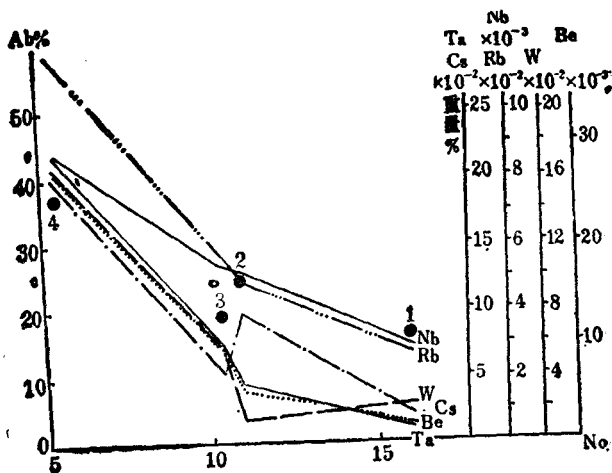


图3 某区花岗岩类岩浆分异作用在Ab-No图上的反映 (图例同图1)

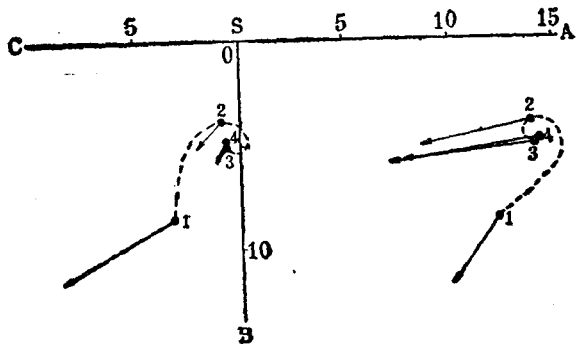


图4 某区花岗岩类岩浆分异作用反映在查氏图上B轴投影的倒置现象 (图例同图1)

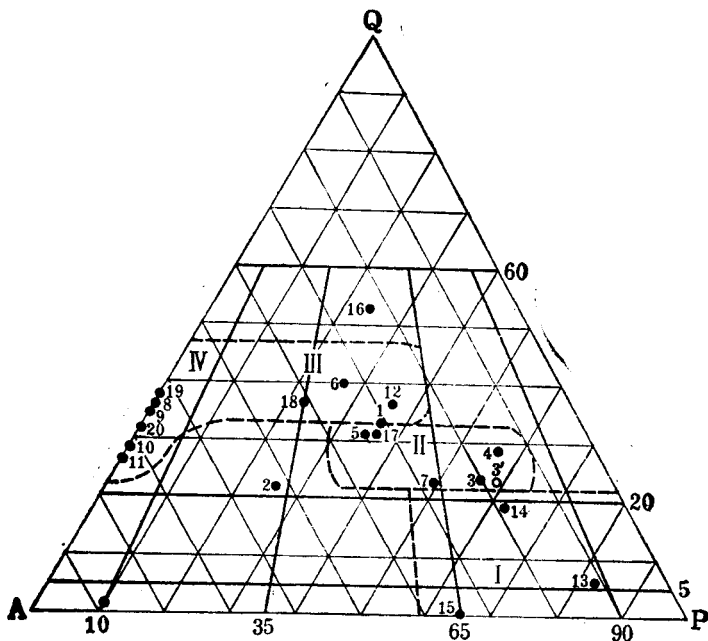


图5 华南某些含矿花岗岩类成岩成矿演化在Q-A-P图上的反映

I. 玢岩铁矿矿化区； II. Cu、Mo、Co、Fe、S、Zn、Pb、Au、Ag矿化区； III. Sn、W、Mo矿化区； IV. Sn、W、Σy、Nb、Be、Ta、Li、Rb、Cs矿化区。 1. 产离子吸附型风化壳Σy矿床的白云母花岗岩（5个样平均）； 2. 产离子吸附型风化壳ΣCe矿床的花岗斑岩； 3. 产斑岩型Cu、Mo矿床的花岗闪长斑岩； 3'. 同3的薄片实测矿物含量（ZK301, 006, 007平均）； 4. 产热液型Pb、Zn矿的黑云母花岗岩； 5. 产热液型Pb、Zn矿的花岗闪长斑岩； 6. 燕山早期产钨矿的母岩（87个岩体139个样品平均）； 7. 17产矽卡岩-斑岩-脉型Cu、Fe、S矿床的花岗闪长斑岩； 8. 产Ta、Nb、W、Be的白云母花岗岩； 9. 产Σy、Nb的黑云母花岗岩； 10. 产Ta、Nb、Li、Rb、Cs、W的中钠化花岗岩； 11. 同10的强钠化花岗岩； 12. 16. 产斑岩型W、Mo矿床的二长花岗岩斑岩； 13. 14. 玢岩铁母岩——闪长玢岩； 15. 同13. 辉石闪长玢岩； 18. 19. 20. 含Sn花岗岩（澳、塔斯曼尼亚）。

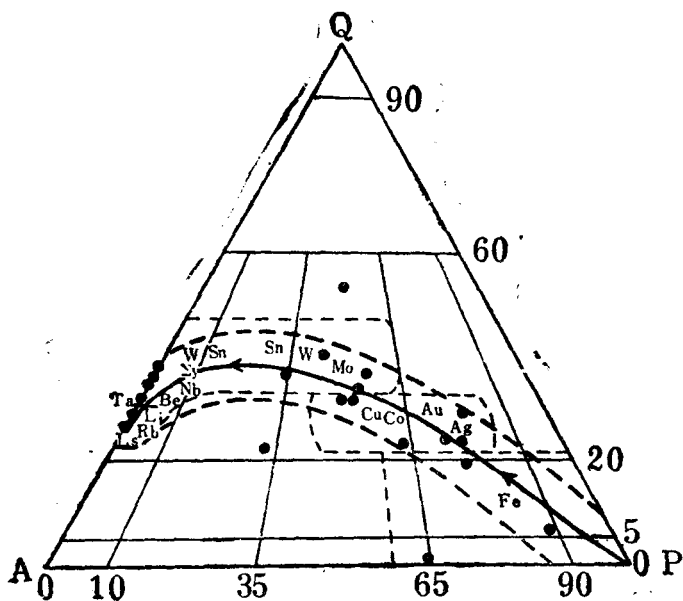


图6 据图5获得的成岩成矿演化模式
箭头表示演化趋势，虚线界限示最可能的成分范围。