



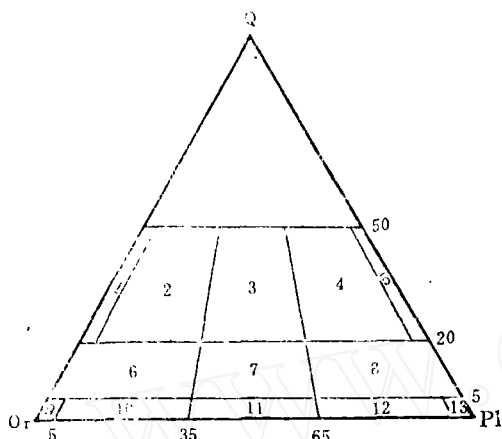
中-酸性侵入岩类矿物定量分类和命名图解

武汉地质学院 王人镜

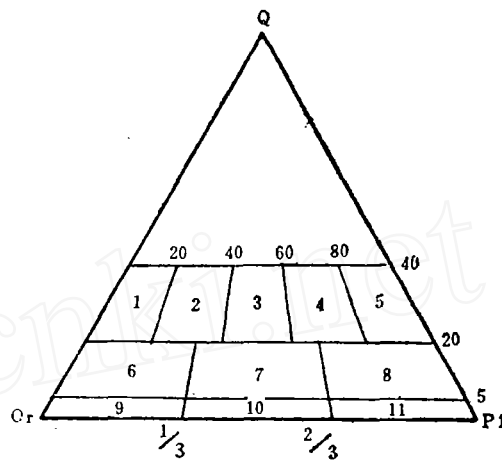
中-酸性侵入岩类包括三个部分：酸性岩、中性岩(正长岩、二长岩、闪长岩)及它们之间的过渡类型——中酸性岩(石英正长岩、石英二长岩及石英闪长岩)。习惯上把酸性岩和中酸性岩通称为花岗岩类。中-酸性侵入岩类在成因及分布上有十分密切的联系，往往一个岩体随着石英含量的减少，从中心到边缘，由酸性岩可逐渐过渡为中酸性

岩，直至中性岩，因此其分类和命名常放在同一图解上来研究。

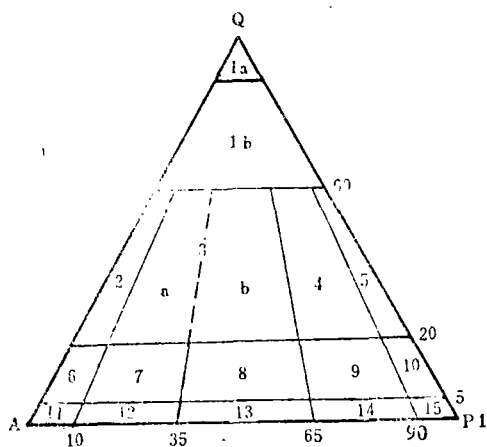
绝大多数图解是等边三角形图解，三个端元分别为石英、斜长石、钾长石(或碱性长石)。这种图解目前在国内不下十几种，总的来看，大的轮廓逐渐趋于统一，和1972年国际地质会议上推荐的相应分类图解十分接近(图1)，但这些图解多数都有两个缺点：



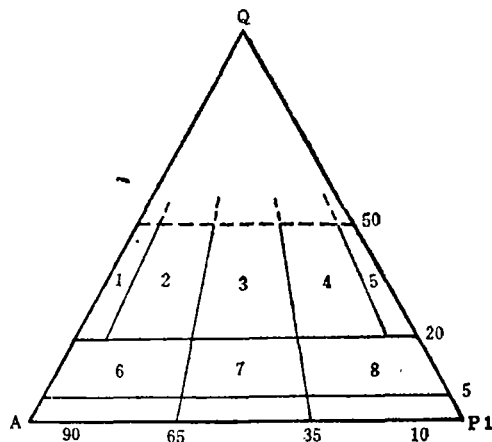
a (广东省地质局实验室)



b (据戎嘉树等, 1963)



c (据国际分类, 1972)



d (据孙乃等, 1978)

图1 几个有代表性的三角图解

(a) 1—碱性花岗岩, 2—花岗岩, 3—二长花岗岩, 4—花岗闪长岩, 5—斜长花岗岩, 6—石英正长岩, 7—石英二长岩, 8—石英闪长岩, 9—钾长正长岩, 10—正长岩, 11—二长岩, 12—二长闪长岩, 13—闪长岩, (b) 1—钾长花岗岩, 2—普通花岗岩, 3—二长花岗岩, 4—花岗闪长岩, 5—斜长花岗岩, 6—石英正长岩, 7—石英二长岩, 8—石英闪长岩, 9—正长岩, 10—二长岩, 11—闪长岩, (c) 1a—英石岩, 1b—富石英花岗岩, 2—碱性长石花岗岩, 3—花岗岩(a—正长花岗岩, b—二长岩), 4—花岗闪长岩, 5—斜长花岗岩(英闪岩), 6—碱性长石石英正长岩, 7—石英正长岩, 8—石英二长岩, 9—石英二长闪长岩, 10—石英闪长岩/石英辉长岩, 11—碱长正长岩, 12—正长岩, 13—二长岩, 14—二长闪长岩/二长辉长岩, 15—闪长岩/辉长岩, (d) 1—碱性长石花岗岩, 2—花岗岩, 3—二长花岗岩, 4—花岗闪长岩, 5—斜长花岗岩, 6—石英正长岩, 7—石英二长岩, 8—石英闪长岩

第一,岩石中测定的石英、斜长石、钾长石或碱性长石的含量(体积百分比),不能直接引用,必须重新换算为100%才能投影,确定岩石种属名称,使用起来不简便;而且由于换算,常常歪曲了岩石的本来面貌。例如某地石英闪长岩,其矿物成分为:

普通角闪石	17.3%	斜长石	43%
黑云母	9.5%	钾长石	12%
石英	14.5%	副矿物	3.5%

三个浅色矿物经换算后的百分比是:

石英	20.9%
斜长石	61.8%
钾长石	17.3%

很明显,换算后的石英含量比原来的约增加了44%,若投影于上述三角图解上则定名为花岗闪长岩。

第二,石英在岩石中的体积百分含量是划分酸性岩、中酸性岩和中性岩极其重要的一个参数,往往岩石中石英含量一确定,大体上就可以确定岩类。然而石英含量多少是中性岩与中酸性岩的界限?石英含量多少是中酸性岩与酸性岩的界限?不少图解没有说明其定量的依据,有一些还带有某些随意性,因此,就出现了各不相同的分类界限。界限的不同,导致岩石种属定名的不同,这是目前岩石定名比较混乱的原因之一,这对于资料的交流,岩石的区域对比,甚至找矿都是不利的。

为克服上述两个缺点,本文设计了一个直观而又简便的三角分类命名图解。

任何分类界限的确定都必须以实际资料为依据,为此,作者共收集国内1151个样品资料,其中,酸性岩886个(占77%),中酸性岩—189(16%),中性岩—76(7%)。选用这些资料时,保持了其原始岩石名称,从而保证了依据这些资料得出的分类命名方案符合我国大多数地质工作者的习惯用法和叫法。为保证资料的代表性,重点收集了南岭(占全部资料的32.3%)、秦岭—祁连(31%)、东北(17.9%)、燕山(15%)等地区的资料。从时代上看,95%以上为后寒武纪的资料,而以燕山期所占比例更大(约75%)。

石英含量界限的确定

很早以来,石英含量及两种长石含量的比例就成为中—酸性侵入岩类分类和命名的主要依据,尤其石英的含量在划分岩类中更有重要的意义。

首先,分别统计了酸性岩、中酸性岩、中性岩的真实石英体积百分含量,作频数分布曲线。统计结果表明(图2),三条曲线有两个交点5%及18%,它们分别应是中性岩与中酸性岩、中酸性岩与酸性岩在石英含量上的自然分界。与国内外该类图解对比,5%的界限是一致的;而18%的界限则偏低一点,其原因在于现有三角图解上是经换算后的石英含量,而这里的是石英真实含量。

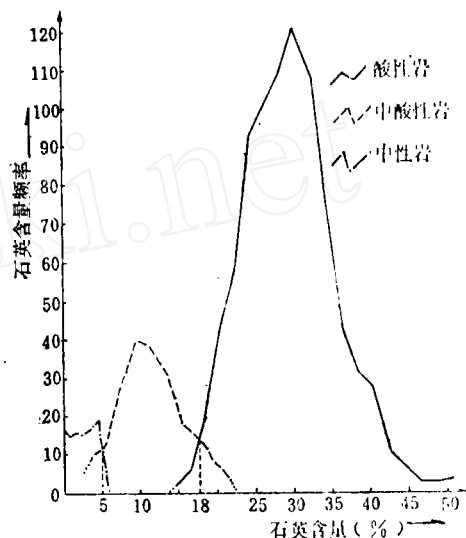


图2 石英含量频数分布曲线

为了进一步说明石英真实含量18%处是中酸性岩与酸性岩的分界点的可靠性,对收集的886个酸性岩资料做了数理统计分析(表1),运用 χ^2 —检验和概率格纸投影,证明服从于正态分布。从概率格纸上估计的石英百分含量两个参数值为:

$$\begin{aligned} \bar{x} (\text{均值}) &= 28.6 \\ \sigma (\text{均方差}) &= 5.6 \end{aligned}$$

通过886个数据计算的两个参数值为:

$$\begin{aligned} \bar{x} (\text{平均值}) &= 29.07 \\ S (\text{均方差}) &= 5.99 \end{aligned}$$

可见石英百分含量的估计值和计算值接近。

表 1

特征数	频 数	组 中 值	频 率	累 积 频 率	$f_i x_i$	$f_i(x_i - \bar{x})$
组 距	f_i^*	x_i	f_i	F_i		
15.5—17.5	12	16.5	0.014	0.014	0.231	2.21
17.5—19.5	21	18.5	0.024	0.038	0.444	2.68
19.5—21.5	43	20.5	0.049	0.087	1.005	3.60
21.5—23.5	59	22.5	0.067	0.154	1.508	2.89
23.5—25.5	93	24.5	0.005	0.259	2.573	2.19
25.5—27.5	101	26.5	0.114	0.373	3.021	0.75
27.5—29.5	110	28.5	0.124	0.497	3.534	0.04
29.5—31.5	137	30.5	0.155	0.652	4.728	0.32
31.5—33.5	107	32.5	0.121	0.773	3.933	1.42
33.5—35.5	74	34.5	0.083	0.856	2.864	2.45
35.5—37.5	43	36.5	0.049	0.905	1.789	2.71
37.5—39.5	31	38.5	0.035	0.940	1.348	3.11
39.5—41.5	27	40.5	0.031	0.971	1.256	4.05
41.5—43.5	11	42.5	0.012	0.983	0.510	2.16
43.5—45.5	7	44.5	0.008	0.991	0.356	1.91
45.5—47.5	10	46.5	0.011	1.002	0.512	3.44
Σ	886		100.2%		29.07	35.83
					$\bar{x} = 29.07$	$S = \sqrt{35.83} = 5.99$

根据正态分布概率计算公式, 确定石英含量大于18%为酸性岩的概率是:

$$\begin{aligned}
 F(x > 18) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\frac{18 - \bar{x}}{s}}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \\
 &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \\
 &\quad - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{18 - \bar{x}}{s}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \\
 &= 1 - \phi \left(\frac{18 - 29.07}{5.99} \right) \\
 &= 1 - 0.03 = 0.97 = 97\%
 \end{aligned}$$

这表明如果把中酸性岩与酸性岩界限定在石英含量为18%时, 有97%的酸性岩投影点是落在酸性岩区域内。因此, 石英含量为18%这个界限确定为酸性岩的下界(即中酸性岩与酸性岩分界线)是比较合理的。

酸性岩石英含量的上限认识也不统一, 有的选在40%、45%, 有的选在50%、60%等等。根据作者收集的资料, 上限选在45%

比较合适。因为酸性岩中石英含量大于45%的很少见, 概率很小。其概率为:

$$\begin{aligned}
 F(x > 45) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{45 - \bar{x}}{s}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \\
 &= 1 - \phi \left(\frac{45 - \bar{x}}{s} \right) \\
 &= 1 - 0.99 = 0.01 = 1\%
 \end{aligned}$$

此外, 不少地质资料表明, 石英含量大于45%的酸性岩, 并不是原生的, 往往是岩石硅化蚀变的结果。

钾长石与总长石量比问题

根据岩石中钾长石与全部长石的百分比(为简便起见, 以下简称为钾长石量比, 代号or/or+pl)来划分岩石种属, 早为国内外普遍采用, 同样, 本文也采用此原则划分种属。由散点图(图3、4、5)可知, 不同岩石种属有不同的密集区域。一定的密集区, 代表一定的岩石种属, 它也是多数人不约而同的共同语言, 所以依密集区来划分岩石种属也是应遵循的一个原则。至于种属间的具体界线则应依据钾长石量比频数分布曲线的特征, 结合习惯用法和便于记忆等因素而定。

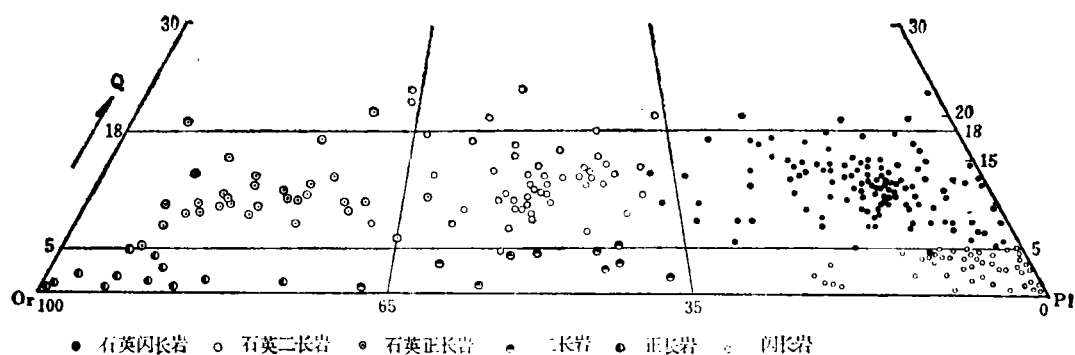


图3 若干岩石的散点图

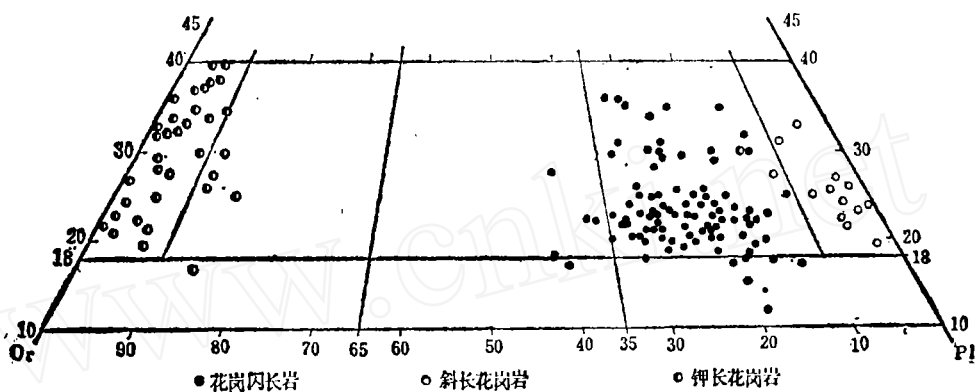


图4 斜长花岗岩、钾长花岗岩、花岗闪长岩散点图

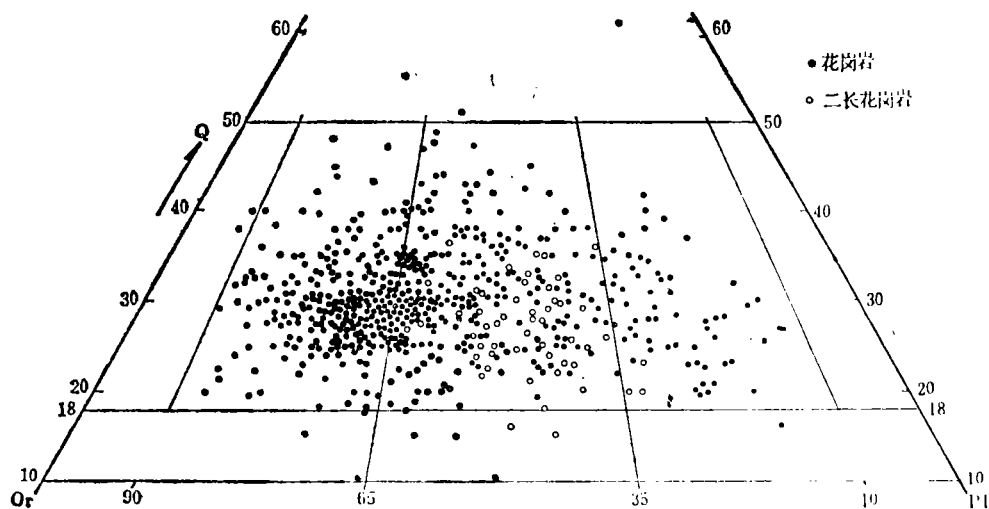


图5 花岗岩、二长花岗岩散点图

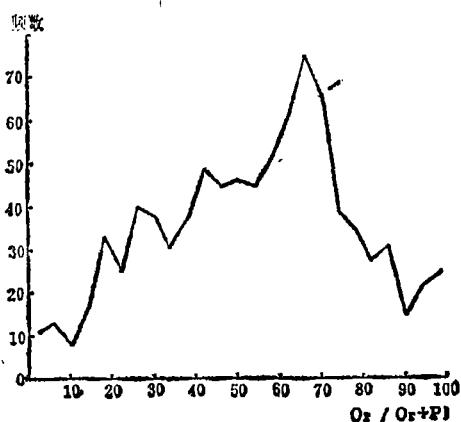


图6 酸性岩钾长石量比频数分布曲线

1. 中性岩、中酸性岩种属的划分(石英含量为0~18%的范围内): 国内外许多岩石专家,如F.C.林肯、B.M.库普列茨基、И.В.金兹布尔格、孙鼐、戎嘉树等,都主张把中性岩、中酸性岩三分,而且近几十年来采用近于三等分法的越来越多。从我们收集到的资料来看(图3),近于三等分法比较合适,具体的钾长石量比界限是0—35—65—100。中性岩三分为闪长岩、二长岩及正长岩;中酸性岩三分为石英闪长岩、石英二长岩及石英正长岩。这种三分法既避免了名称的繁杂,又可满足生产科研之用,既合乎逻辑,又便于记忆。

2. 酸性岩种属的划分(石英真实含量>18%范围): 从图4上看,斜长花岗岩和钾长花岗岩分别集中于酸性岩区域两端狭窄的范围内,从886个钾长石量比分布曲线(图6)上看,曲线两端分别有一个明显的凹槽,显然它们相对应的钾长石量比(10%及90%附近)应是岩石种属的自然分界。钾长石量比为0~10%的区域斜长石占绝对优势,定名为斜长花岗岩。钾长石量比为90~100%的区域钾长石占绝对优势,定名为钾长花岗岩。

关于“花岗闪长岩”的位置一直存在着不同的看法。一种看法认为它属于酸性岩范畴,另一种则认为属于酸性岩与中酸性岩之间过渡类型。从历史上看,最早提出“花岗闪长岩”一词的是贝克尔和林格伦(F. Becker, W. Lindgren, 1892),原意是指含钾长石较少的花岗岩。随后林格伦(1893年)

作过一些描述,认为“花岗闪长岩”以石英、钾长石及斜长石为主,斜长石含量大于钾长石含量,介于花岗岩与闪长岩之间的岩石。相隔数年之久(1897, 1900)林格伦发表了专门讨论“花岗闪长岩”的论文,指出花岗闪长岩的矿物成分为:暗色矿物14%,石英23%,钾长石14%,斜长石44%,其它5%,主张把花岗闪长岩从花岗岩中划分出来,把钾长石与全部长石的比值13.3%和33.3%作为花岗闪长岩的范围边界。此后,大多数学者都使用林格伦关于“花岗闪长岩”的定义,钾长石量比范围也和林格伦的十分接近。从我国的资料来看(图4),花岗闪长岩的石英含量多数集中于20~28%之间,钾长石量比集中于10~35%之间,从频数分布曲线(图7)上看,长石量比范围和林格伦定义的比较一致。为了整齐化一,把钾长石量比分界点定为10%及35%较为合理。

对于“花岗岩”,也有两种不同的认识。一种认为钾长石(或碱性长石)多于斜长石的酸性岩才叫花岗岩(A.H. 札瓦里茨基、A. 约翰生、列文生—列信格等);另一种意见,认为斜长石多于钾长石的酸性岩也叫花岗岩(B.H. 洛多契尼科夫、B.M. 库普列茨基等),这样,“花岗岩”一词实际上成了酸性岩的一个代称,囊括了许多岩石种属。这也是图5上投影点所占范围很广的原因。随着花岗岩研究的日益深入,广义的“花岗岩”已满足不了生产和科研的需要,必须对“花岗岩”进一步详细划分。除了上述把花岗闪长岩划分出来外,又把那些钾长石和斜长石含量近于相等部分也划分出来,命名为二长花岗岩,余下的部分就叫

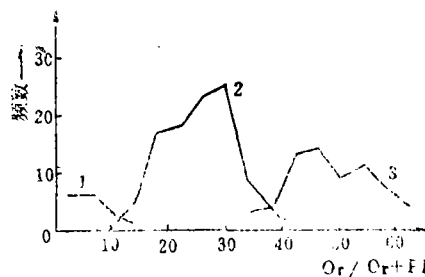


图7 斜长花岗岩、花岗闪长岩、二长花岗岩频数分布曲线

1—斜长花岗岩; 2—花岗闪长岩; 3—二长花岗岩

普通花岗岩或简称花岗岩。二长花岗岩应当占据酸性岩的中间位置,由图5及图7可知,二长花岗岩的钾长石量比确定在35~65%较合适。

因此,酸性岩依据钾长石量比的自然分界(0—10—65—90—100)划分五个种属,依次命名为斜长花岗岩、花岗岩闪长岩、二长花岗岩、花岗岩及钾长花岗岩。

中—酸性侵入岩类矿物定量分类命名图解

建议的中—酸性侵入岩类分类命名图解是采用Q(石英)—Or(钾长石)—P1(斜长石)三种浅色矿物作等边三角形的端元(图8)。依据石英真实含量(体积百分含量)5%和18%,划出两条平行三角形底边的平行线,把三角形分为三个区域,下部为中性岩区,中部为中酸性岩区,上部为酸性岩区。然后,再根据钾长石占长石总量的百分比把每个区域进一步划分为若干小区。共分为3个岩类、11个岩石种属。具体名称和界线如图8。

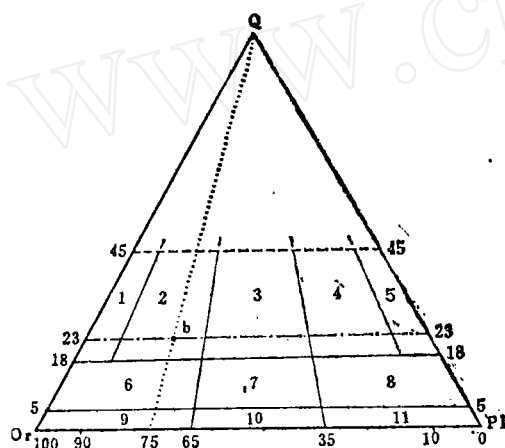


图8 中—酸性侵入岩类矿物定量分类命名图解

酸性岩: 1—钾长花岗岩, 2—花岗岩, 3—二长花岗岩, 4—花岗岩闪长岩, 5—斜长花岗岩;
中酸性岩: 6—石英正长岩, 7—石英二长岩, 8—石英闪长岩; 中性岩: 9—正长岩, 10—二长岩, 11—闪长岩

对一个岩石定名时,先在三角图解底边找到钾长石量比点,通过此点与石英端元(Q)连线(该线上的钾长石量比都相等),沿此线由底边向上找到石英真实含量点,该点

所在的区域就是该岩石的名称。例如某地岩石,其矿物含量是:斜长石18%、钾长石54%、石英23%、黑云母3%、副矿物2%。其钾长石量比 $Or/(Or+P1)$ 为 $54/(54+18)=75\%$ 。有了钾长石量比75%和石英真实含量23%,就可投影了。投影过程如下:首先在三角形底边Or—P1线上,找到75处,由此处和Q端元连一条线(图8上点线),然后在三角形的Q—Or及Q—P1两边找到23处,通过此处再作一条平行底边Or—P1的直线(图8上的点划线。该线上的任何一点都代表石英含量为23%),这两条线的交点b,便是该岩石的投影点。b点落在2区,2区是花岗岩区,所以该岩石便定名为花岗岩。

本分类命名图解的主要特点:不是通常采用的依据石英、斜长石和钾长石三者换算为100%后的含量进行投影,而是直接根据石英的真实含量和钾长石与全部长石含量的百分比(即钾长石量比),因而投影过程简便,定名直观明确。只要给出石英真实含量,就能很快确定该岩石是属于酸性岩、中酸性岩或中性岩任何一类。另外,作者还设计了一个确定钾长石量比图解(图9),其纵座标代表斜长石真实含量,横座标代表钾长石含量,放射线方向就是要确定的钾长石量比。只要给出钾长石和斜长石在岩石中的真实含量,从图9上可直接读出钾长石量比(如钾长石含量是24%,斜长石是56%,则从图9上读出钾长石量比为30%),不需要任何换算,从而使投影过程更为简便。

岩石的进一步命名,一般多用暗色矿物的不同加以区分,如黑云母花岗岩,角闪石花岗岩等,也有根据副矿物加以区别的,如锆石花岗岩,萤石花岗岩等等。总之,视生产及科研的需要,从不同角度来进一步命名。

需要说明的是:①本图解斜长石端元(P1)是指 $An>10\%$ 的斜长石,而没有采用 $An>5\%$ 以上归斜长石的划法,这是因为目前所有的鉴定图表都是把 $An<10\%$ 的称为钠长石,若把 An 为5~10%的划归斜长石,把 $<5\%$ 的划归钠长石,事必将造成一些混乱。②由于中—酸性侵入岩类中大量出现的是正常类型,而正常类型里的碱性长石主要是钾长石(包括正长石、微斜长石、

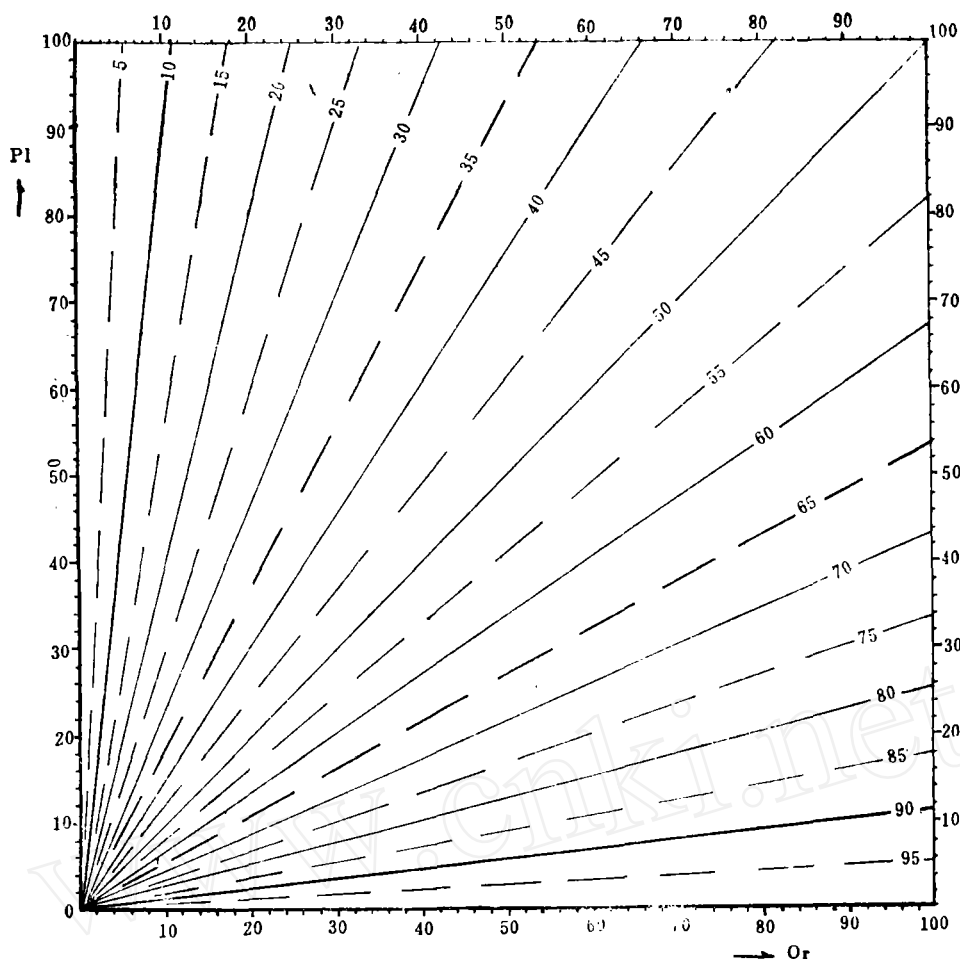


图9 钾长石量比 $Or/(Or + Pl)$ 图解

纵座标—斜长石在岩石中的含量% (体积百分比)；横座标—钾长石在岩石中的含量% (体积百分比)；放射线—钾长石占全部长石含量的百分比

微纹长石、条纹长石等)，所以选择钾长石作一个端元的代表 (Or)，使其和图解上的名称相对应。如果原生的而不是次生的钠长石很多 (这种岩类不多见)，那么就把钾长花岗岩改称钠长花岗岩，把正长岩改称钠质正长岩 (也有称钠长岩) 等等；若暗色矿物

为碱性种属则可分别改称为碱性花岗岩、碱性正长岩等等。这样处理重点和一般性问题就都照顾到了。

在成文过程中及成文后，蒙邱家骧老师、游振东老师和周珣若老师指教，在此表示感谢。

平果岩溶坠积成因碎屑铝土矿的形成条件及其准胶结物中三水铝石的发现

冶金部天津地质调查所 刘长龄

广西冶金地质勘探公司270队几年来对我国特大型优质铝土矿——平果铝土矿进行了勘探。我们从1978年以来参加了矿区的科研工作^{*}，现谈谈笔者一些初步认识。

我国铝土矿新的工业类型——岩溶坠积成因碎屑铝土矿的形成条件

许多学者将产在碳酸盐岩岩溶面上的

^{*} 参加工作的还有庞文忠、汪再民等同志。