

1.工作顺序

(1) 野外地质学和年代学

→ (2) 岩石分类命名

→ (3) 火成岩组合

→ (4) 大地构造相

→ (5) 编图

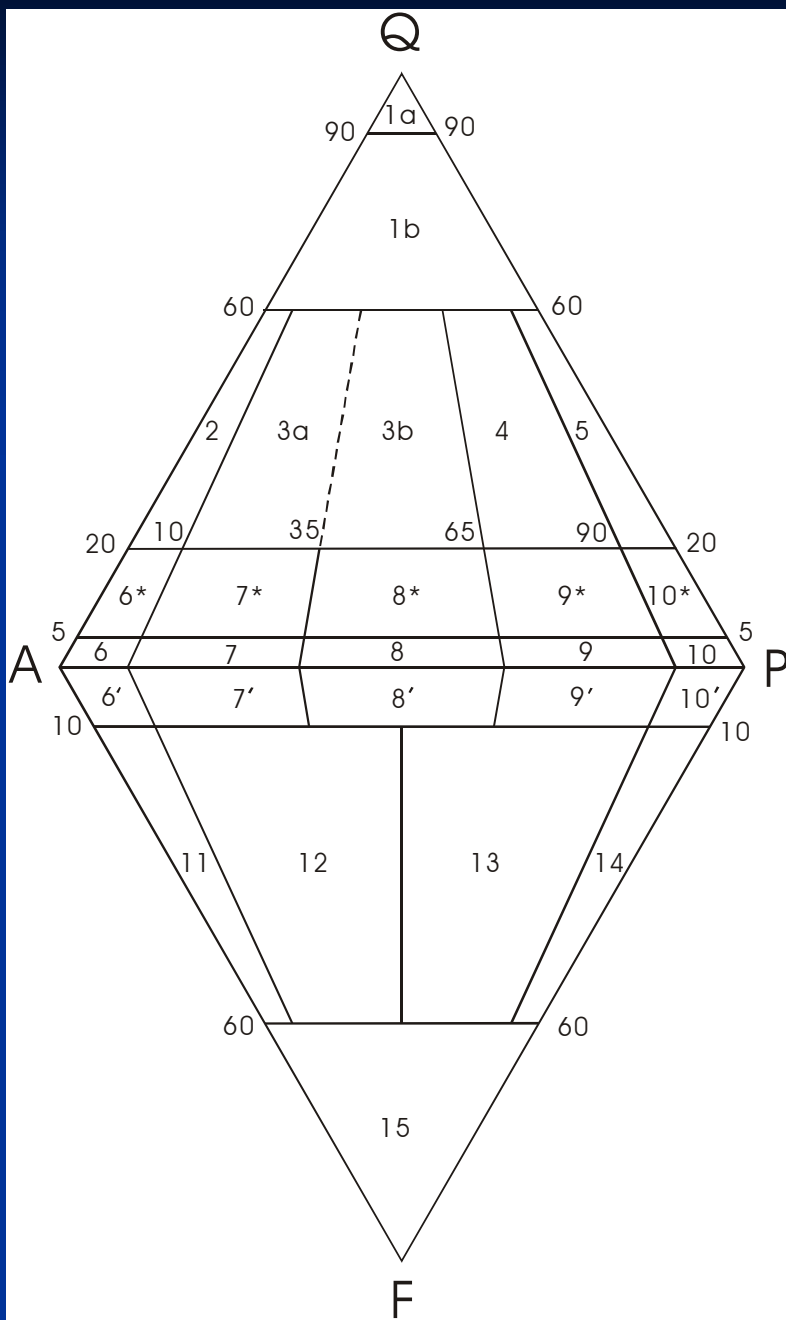
2.双重分类

➤ (1) 矿物学

➤ (2) 化学

总体上，两者相互对应。

3. QAPF分类



• 侵入岩的QAPF分类双三角图

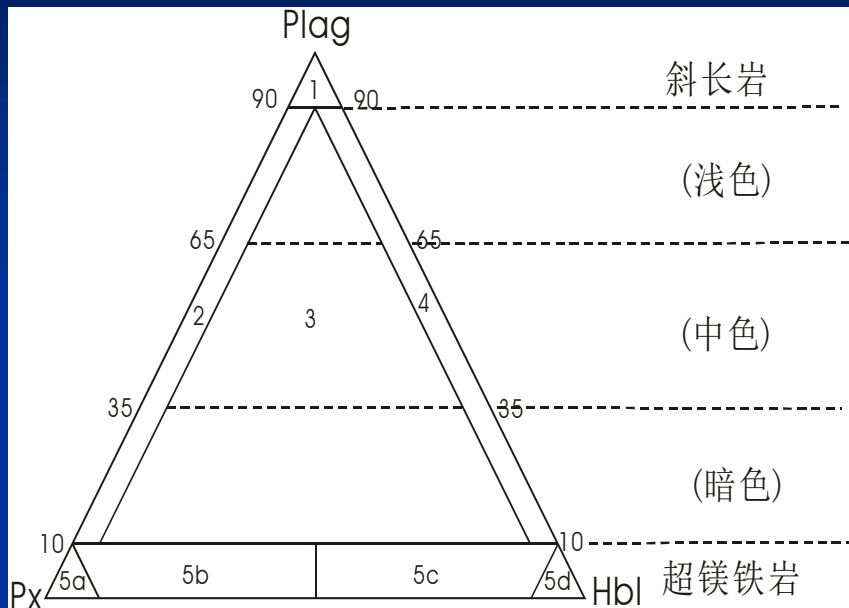
1. 富石英花岗岩；2. 碱性长石花岗岩；3. 花岗岩；3a.正长花岗岩；3b.二长花岗岩；4. 花岗闪长岩；5. 英云闪长岩；6*. 石英碱性长石正长岩；7*. 石英二长岩；8*. 石英二长闪长岩；9*. 石英二长闪长岩/石英二长辉长岩；10*. 石英闪长岩/石英辉长岩/石英斜长岩；6.碱性长石正长岩；7. 正长岩；8.二长岩；9.二长闪长岩/二长辉长岩；10.闪长岩/辉长岩/斜长岩；6'.含似长石碱性长石正长岩；7'.含似长石正长岩；8'.含似长石二长岩；9'.含似长石二长岩/二长辉长岩；10'.含似长石闪长岩/辉长岩；11.似长石正长岩；12.似长二长正长岩；13.似长二长闪长岩；14.似长石辉长岩；15.似长辉长岩。

Q.石英 A.碱性长石 P.斜长石 F.似长石
(IUGS 1972推荐, R, LeMaitre,1989)

3.QAPF分类

- (1) 碱长/r与过碱性/r
- (2) 正长/r (中文含义双重性) (syenogranite)
- (3) 区5, 英云闪长岩 (T_1 , T_2 , 洋pl/r)
- (4) 区10. (v, δ , pl-岩)

4.关于角闪/v



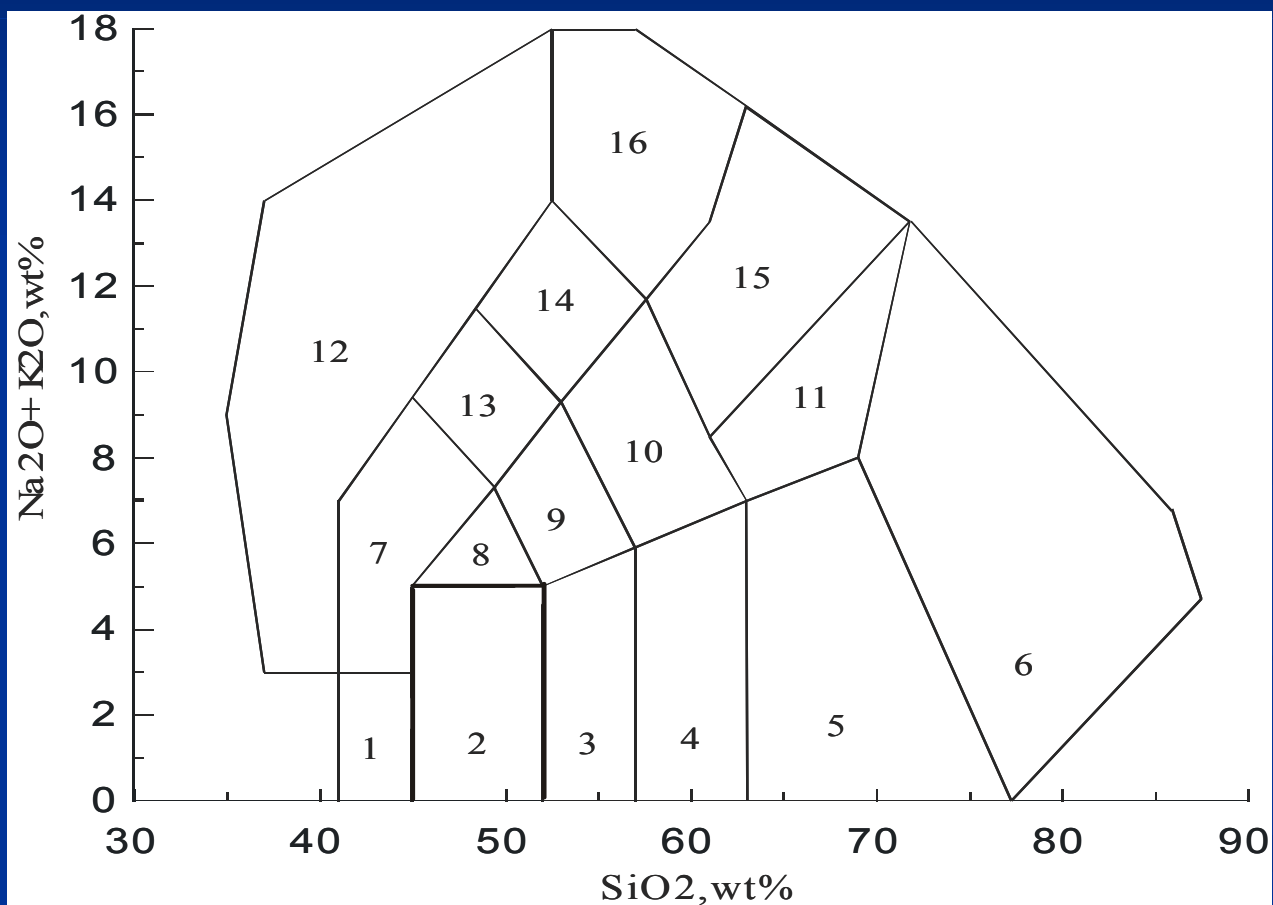
辉长岩矿物分类图

1, 斜长岩; 2, 辉长岩 ($Cpx > Opx$)、
苏长岩 ($Opx > Cpx$)、辉长苏长岩
($Cpx \approx Opx$); 3, 辉石角闪辉长岩、
辉石角闪辉长苏长岩、辉石角闪苏
长岩; 4, 角闪辉长岩; 5a, 含斜长
石辉石岩, 5b, 含斜长石角闪辉石
岩, 5c, 含斜长石辉石角闪石岩,
5d, 含斜长石角闪石岩

(1) 角闪/v ($\neq$ 闪长岩)

(2) 角闪石岩 ($\neq$ 角闪岩) (hornblendite)

5. TAS分类



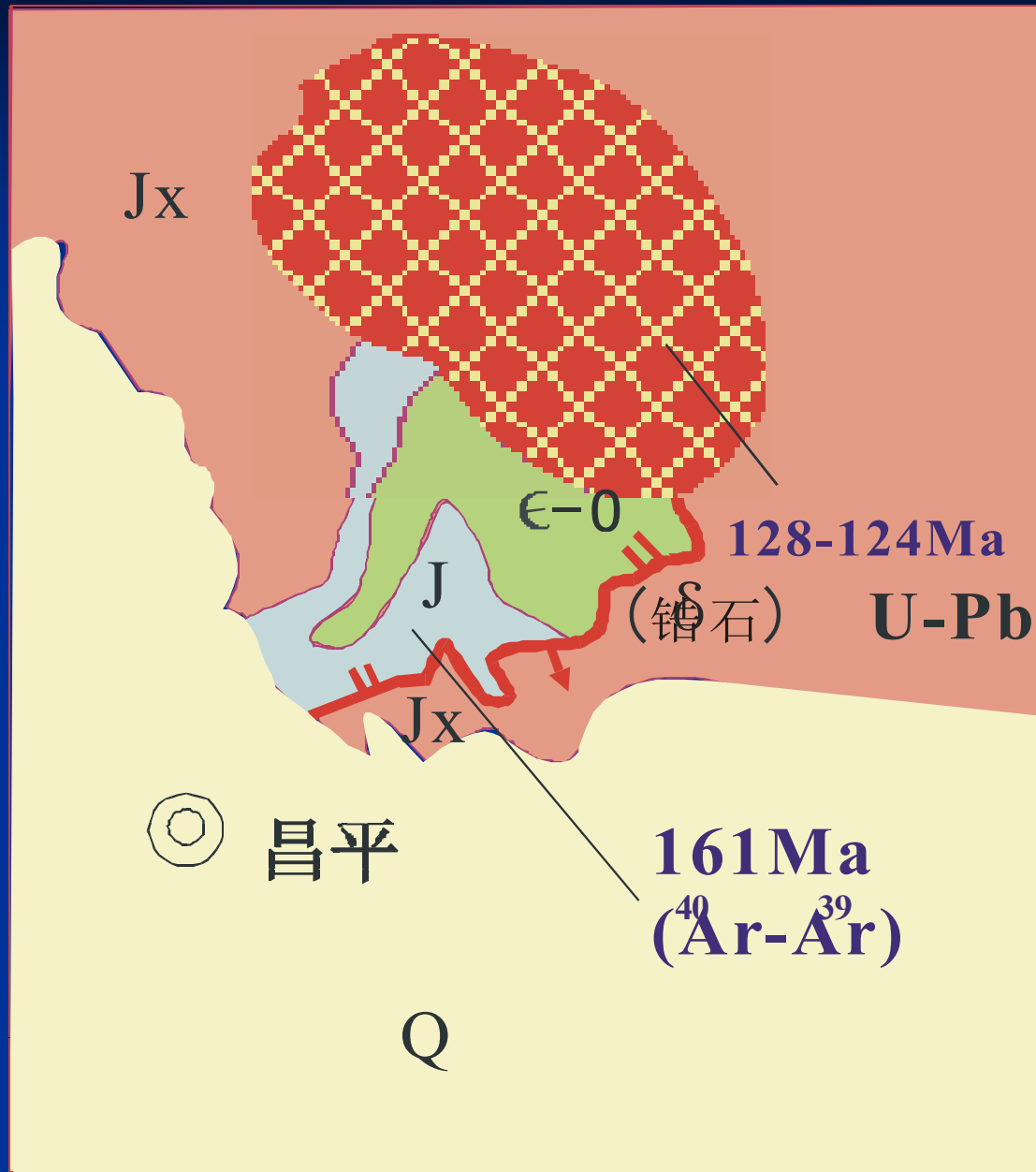
侵入岩主元素分类图解
(据Middlemost, 1994,
重绘)

1、橄榄辉长岩, 2、辉长岩, 3、辉长闪长岩, 4、闪长岩, 5、花岗闪长岩, 6、花岗岩, 7、似长石辉长岩, 8、二长辉长岩, 9、二长闪长岩, 10、二长岩, 11、石英二长岩, 12、似长石岩, 13、似长石二长闪长岩, 14、似长石二长正长岩, 15、正长岩, 16、似长石正长岩

5.TAS分类

- (1) 干的100%；可与火山岩对比
- (2) 橄榄/v（中文含义双重性）（peridotgabbro）
- (3) r区很大，无细分
- (4) T_1 在 δ 区
- (5) alk $\uparrow$,岩石类型为何改变？

6. 年代学 (1)

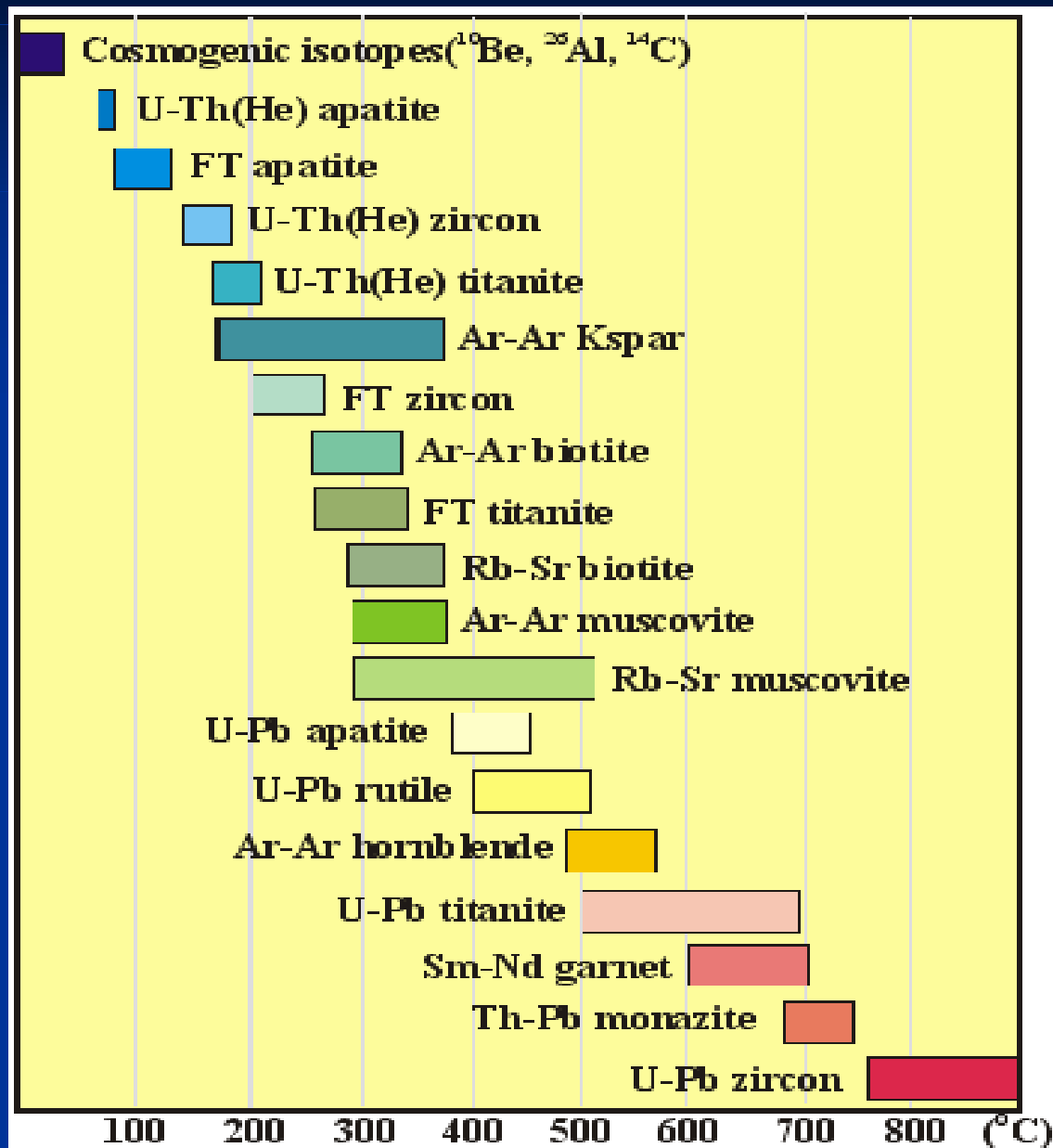


7.年代学 (2)

同位素表示:

方法; 年龄 $\pm$ 值; 来源, 测试单位, 年月

8. 年代学 (3)



现有的测年
方法及其同位
素体系的有效
封闭温度

化学参数

10.化学参数 (1)

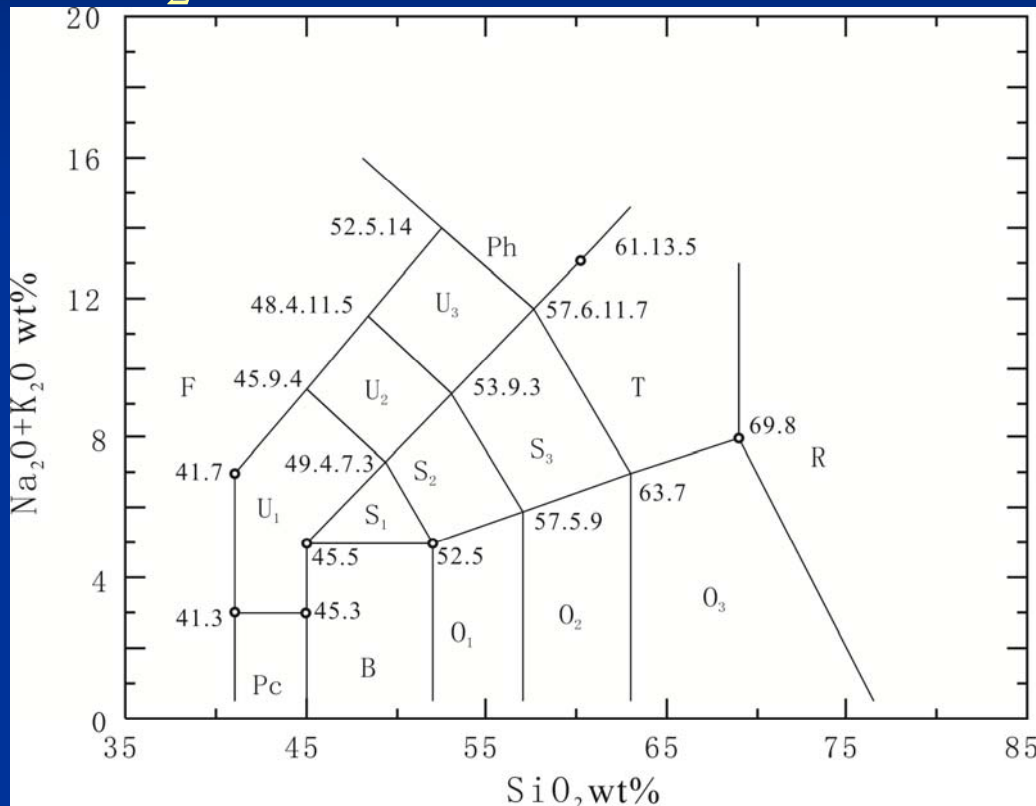
列出同一个标本的主、痕量，

同位素组成；以及同位素年龄，

以及QAPF和TAS分类名称

11.化学参数 (2)

SiO₂ wt%参数的分类

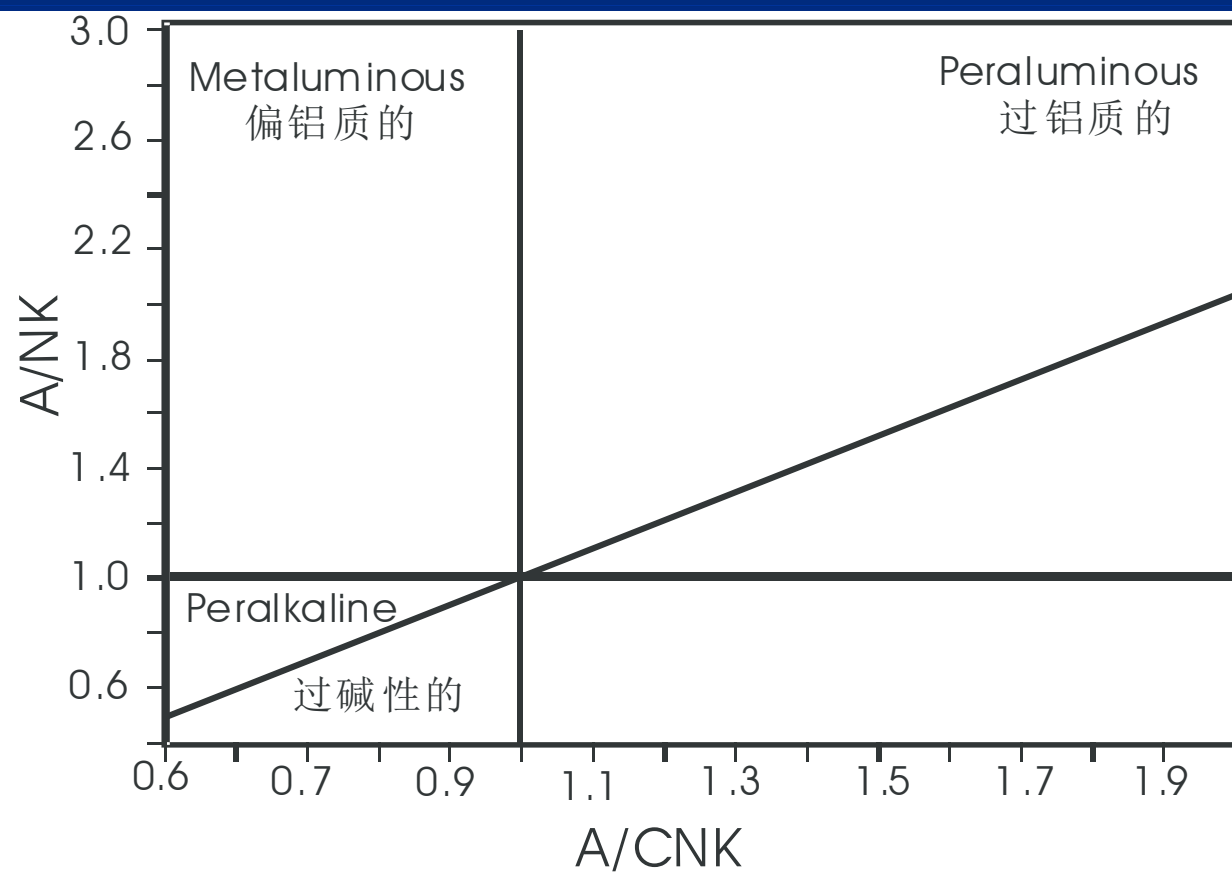


- (1) SiO₂饱和度的两个依赖 (SiO₂和alk)
- (2) O, S, U 区与标型矿物的对比



12.化学参数 (3)

Al_2O_3 参数分类 (分子数)



偏铝:Am,Py

过铝 :Bi(弱)

Ms,Ga,

Cord(强)

过碱: Alk-Am,-Py

亚铝 (Sub-):

Alk-fsp为主,

pl很少

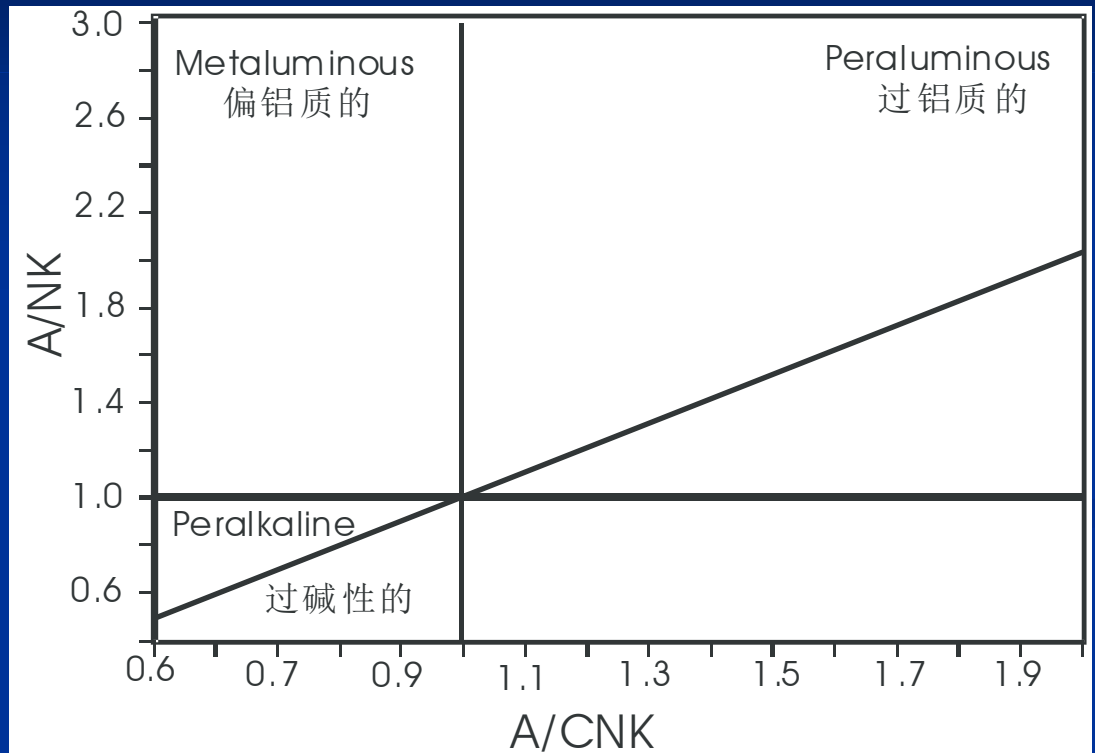
以 Al_2O_3 为参数的岩石划分方案

12. 化学参数 (3)

- (1) A/CNK

- (2) A/NK

偏铝，过铝，过碱
和亚铝 (sub-)

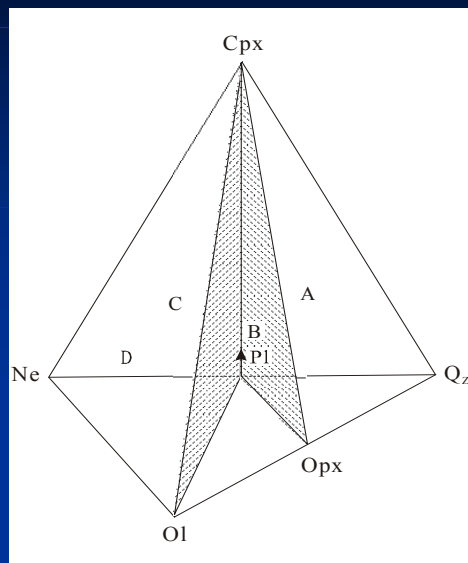


13. 岩石系列 (TH, CA, A) 的多种含义

因为确定岩石系列的座标参数不同，

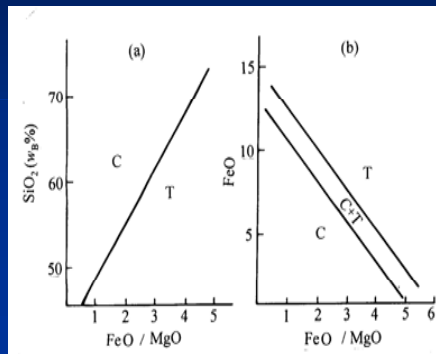
同一个名称的系列的科学内涵不同！

14 TH: 三个座标参数的三个内涵的TH

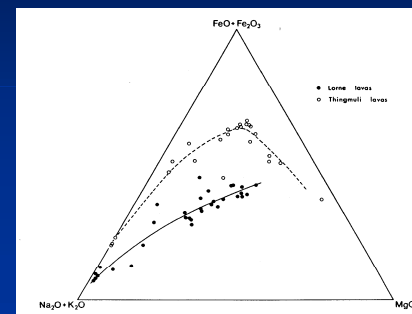


玄武岩四面体 (按CIPW标准矿物的分类)
(据Yoder & Tilley, 1962)

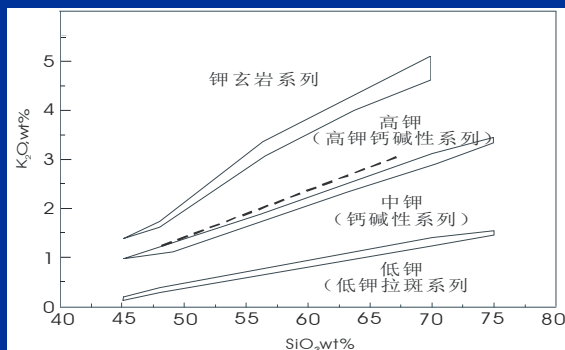
A—石英拉斑玄武岩区；B—橄榄拉斑玄武岩区；C—碱性橄榄玄武岩区；D—碧玄岩区；
Cpx—单斜辉石；Ne—霞石；Ol—橄榄石；
Opx—斜方辉石；Qz—石英



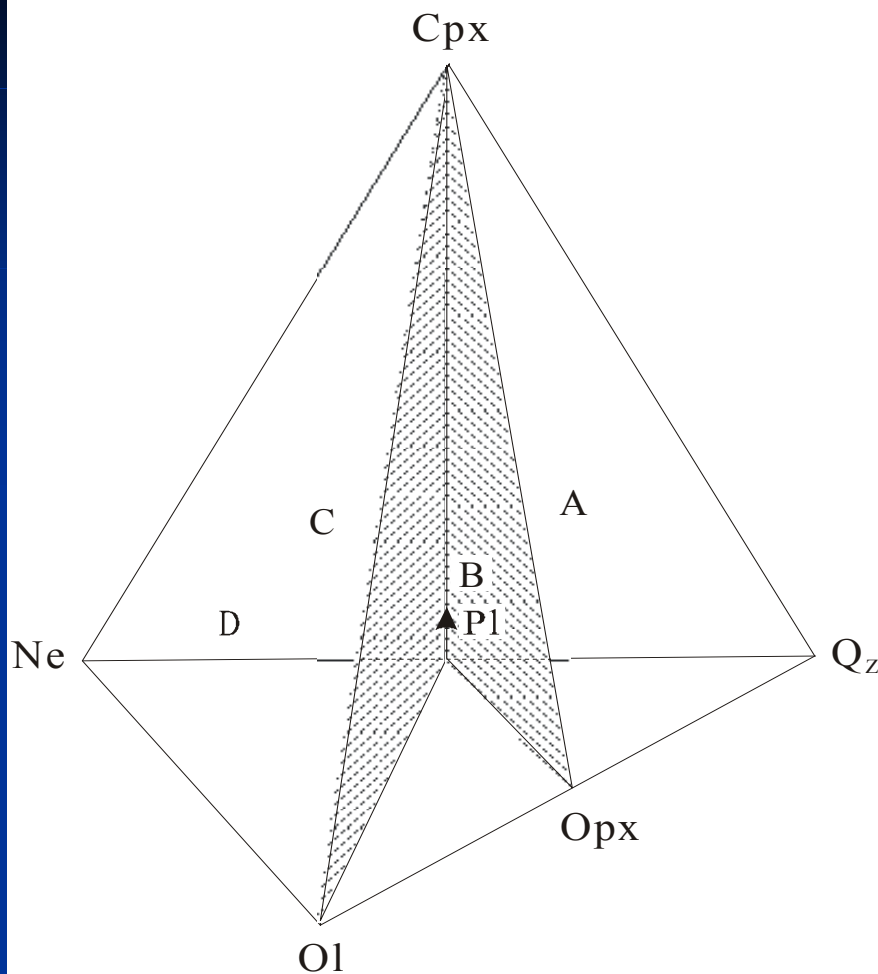
拉斑玄武系列与钙
碱性系列判别图
(Miyashiro, 1974)
T: 拉斑玄武岩系列,
C: 钙碱性系列



AFM三角
图解
曲线为拉斑
系列，直线
为钙碱系列



亚碱性系列岩石的进一步分类
(Rollinson, 1993)



玄武岩四面体 (按CIPW标准矿物的分类)

(据Yoder & Tilley, 1962)

A—石英拉斑玄武岩区；B—橄榄拉斑玄武岩区；
C—碱性橄榄玄武岩区；D—碧玄武岩区；Cpx—单斜
辉石；Ne—霞石；Ol—橄榄石；Opx—斜方辉石；
Qz—石英

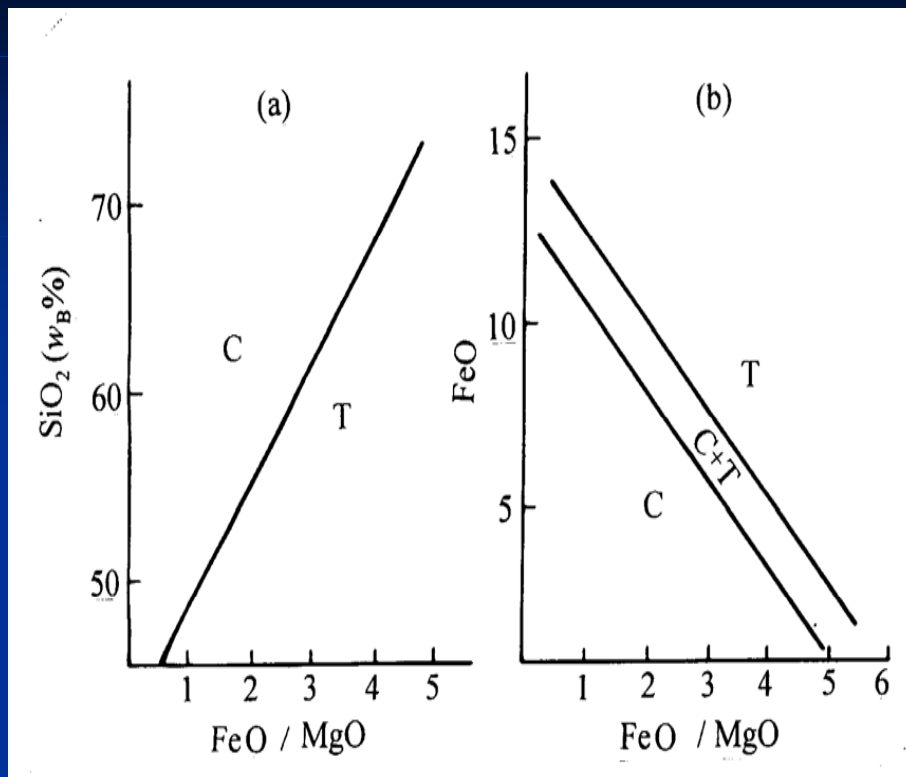
(1) 以CIPW-norm为参数

(2) 2个临界面

(3) 区分TH和A (无CA)

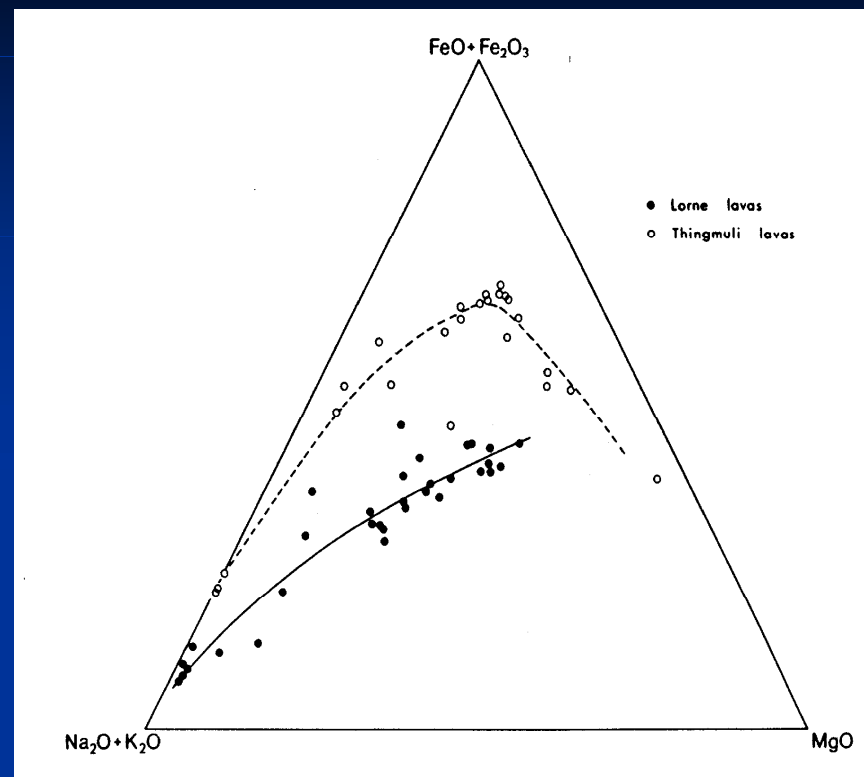
表 玄武岩按CIPW标准矿物的分类(按Yoder 和Tilley, 1962)

岩套	组成	
拉斑玄武岩岩套	石英拉斑玄武岩	Qz+Hy(图 1-2 中 A)
	橄榄拉斑玄武岩	Ol+Hy(图 1-2 中 B)
过渡岩套	橄榄玄武岩	硅临界不饱和面附近, Hy<3%
碱性玄武岩岩套	碱性橄榄玄武岩	Ol, 0-5%的 Ne(图 1-2 中 C)
	碧玄岩(basanite)	Ol, >5%的 Ne(图 1-2 中 D)
	橄榄霞石岩(olivine nephelinite)	Ol+Cpx+Ne, 无 Ab (同 1-2 中 Ne-Cpx-Ol 面)



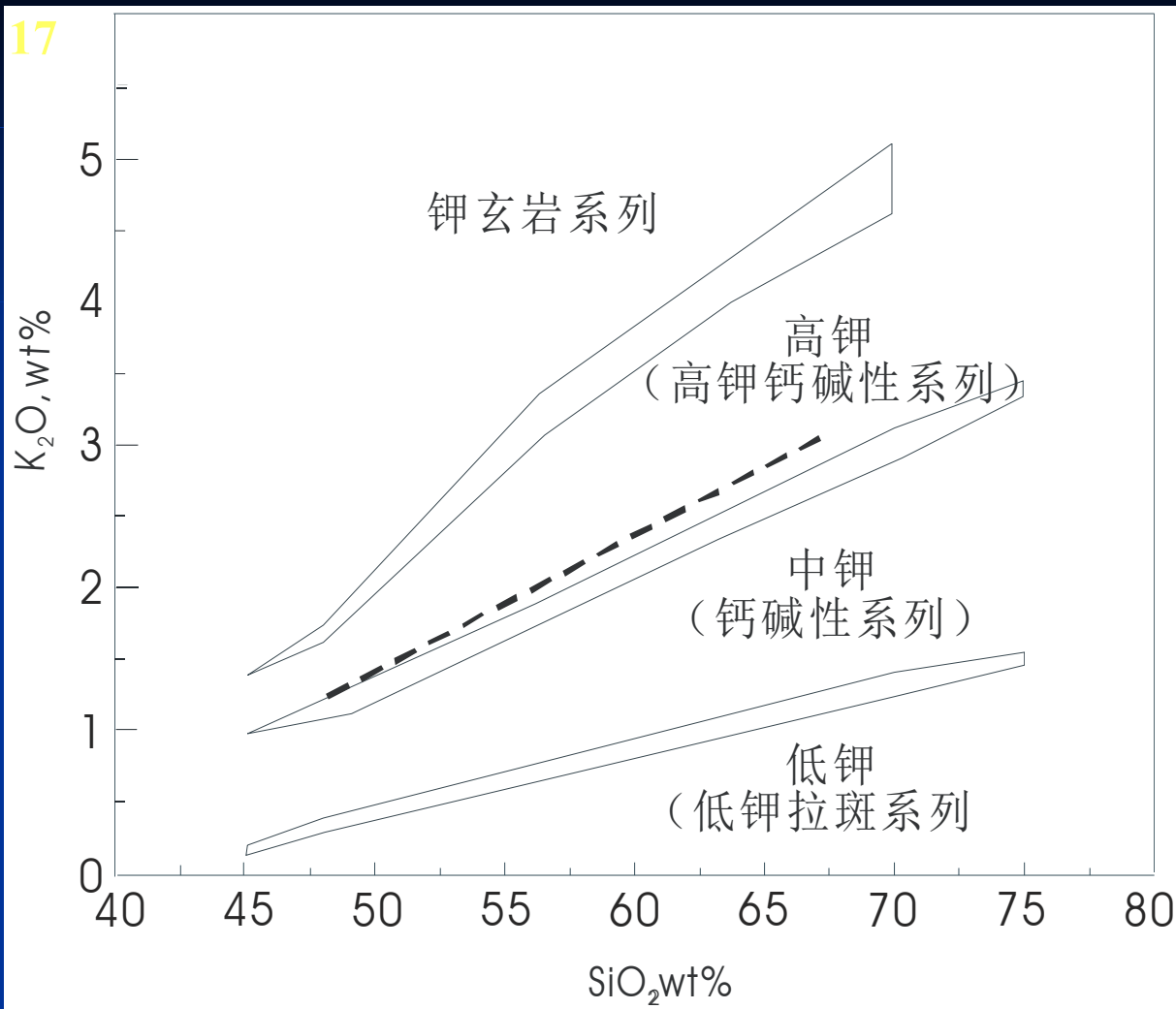
拉斑玄武系列与钙碱性系列判别图
(Miyashiro, 1974)

T: 拉斑玄武岩系列, C: 钙碱性系列



AFM 三角图解曲线为拉斑
系列, 直线为钙碱系列

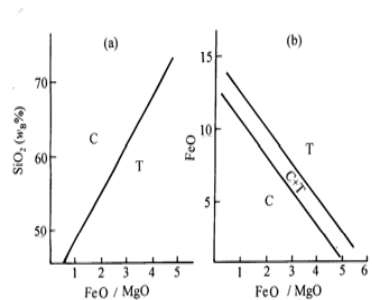
- (1) 区分TH和CA (无A)
- (2) 区分的第一定义和第二定义



- (1) LK—TH/CA
- (2) 其它: MKCA, LKCA, SH
- (3) K_2O 绝对含量 (高、低之意), 与 K_2O/NaO 比值无关
- (4) K60

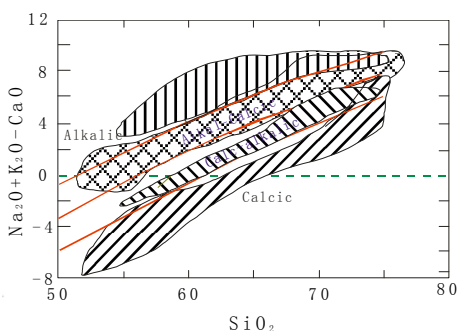
亚碱性系列岩石的进一步分类
(Rollinson, 1993)

18 CA: 7种学术涵义

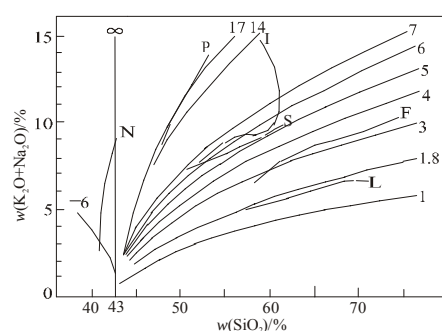


拉斑玄武岩系列与钙碱性系列判别图
(Miyashiro, 1974)

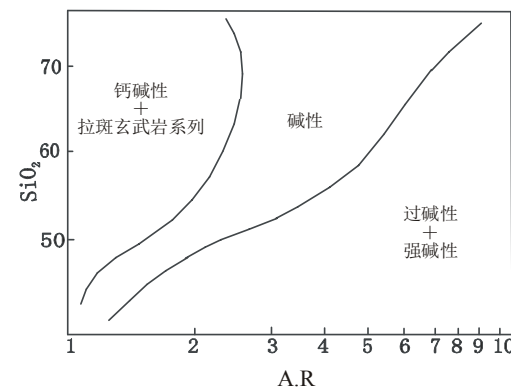
T: 拉斑玄武岩系列, C: 钙碱性系列



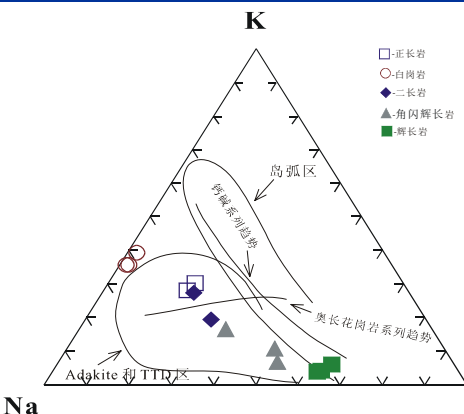
SiO₂—(Na₂O+K₂O—CaO) 图



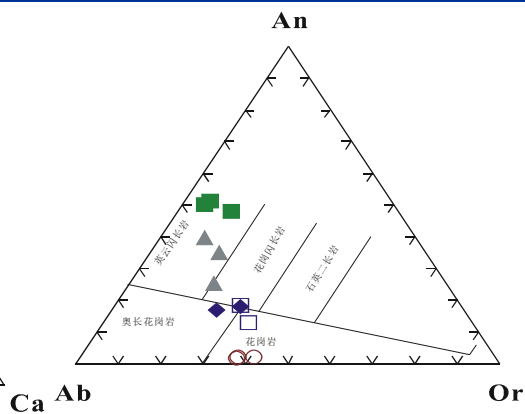
李特曼组合指数图解(据Rittmann, 1957)细线代表σ等值线, 粗线L, F...为六个代表性火山岩组合



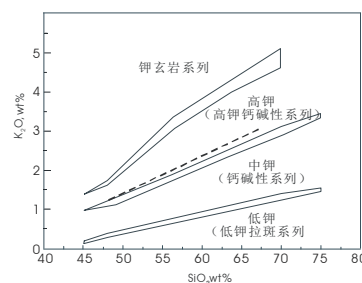
Wright碱度指数图解
(据Wright, 1969)



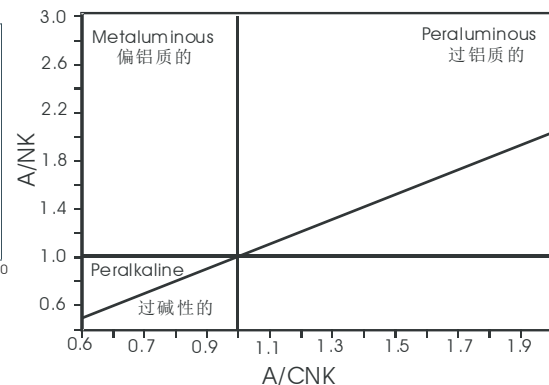
Na-K-Ca图解



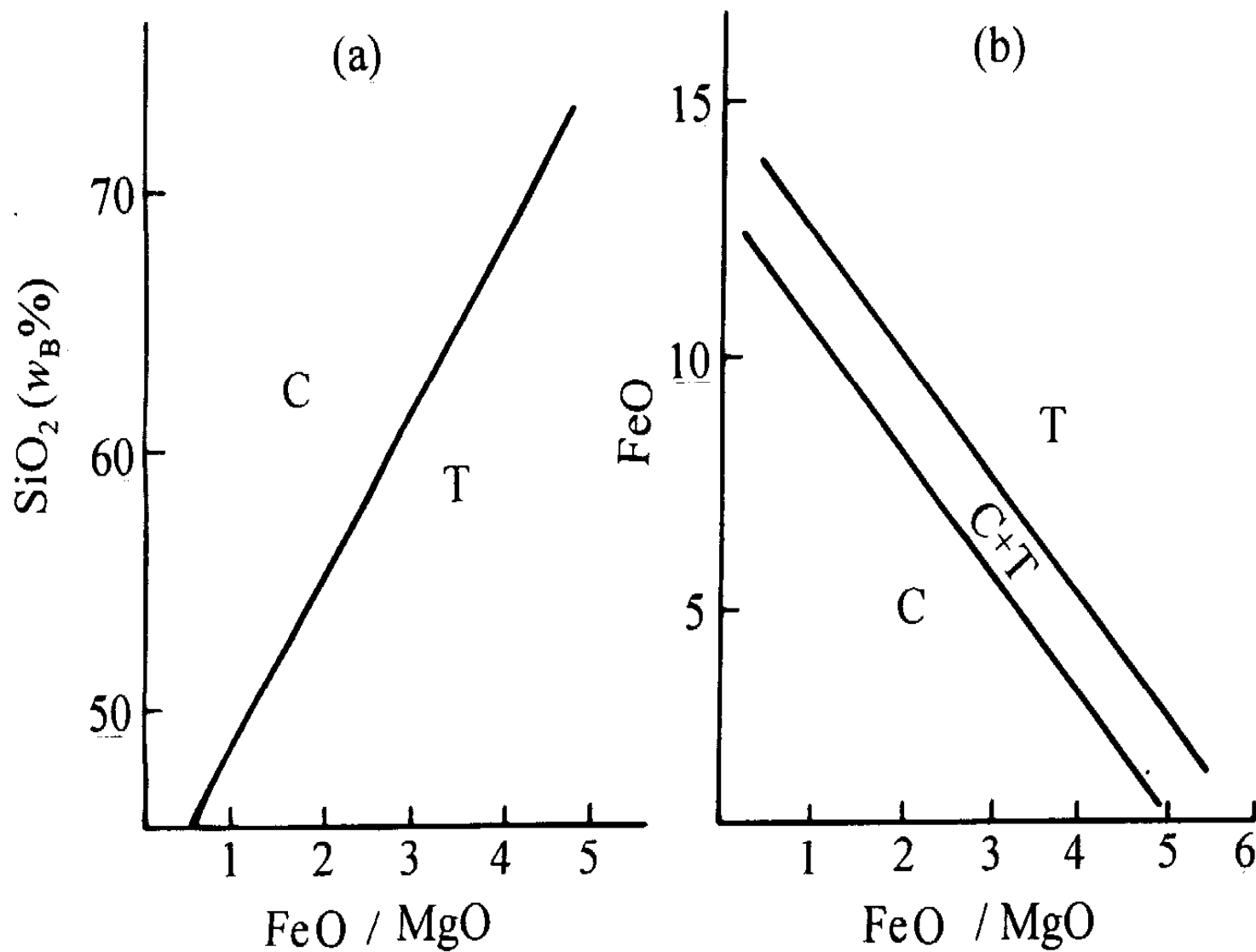
An-Ab-Or图解



亚碱性系列岩石的
进一步分类
(Rollinson, 1993)

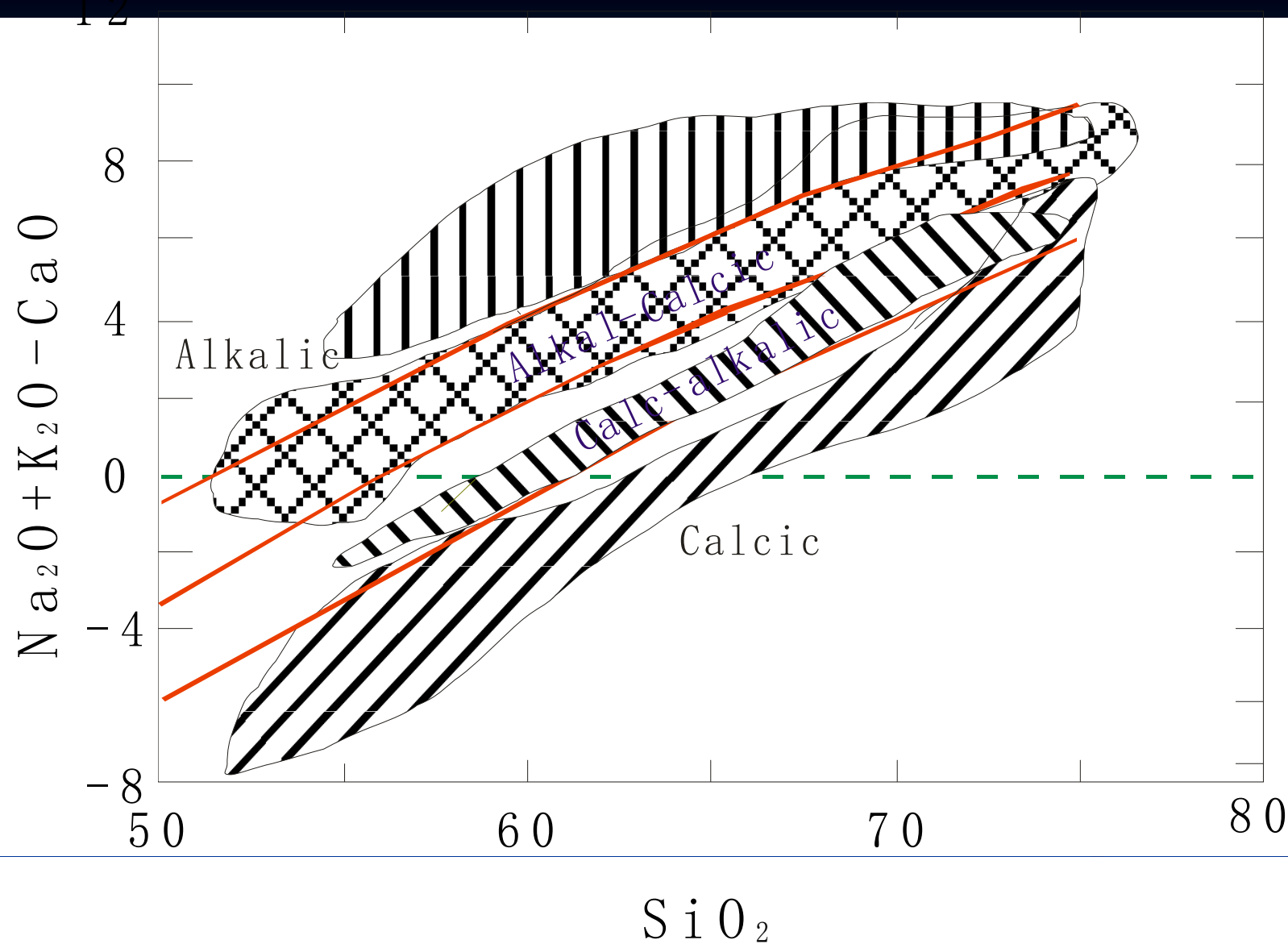


偏铝=CA
(Barbarin, 1999)

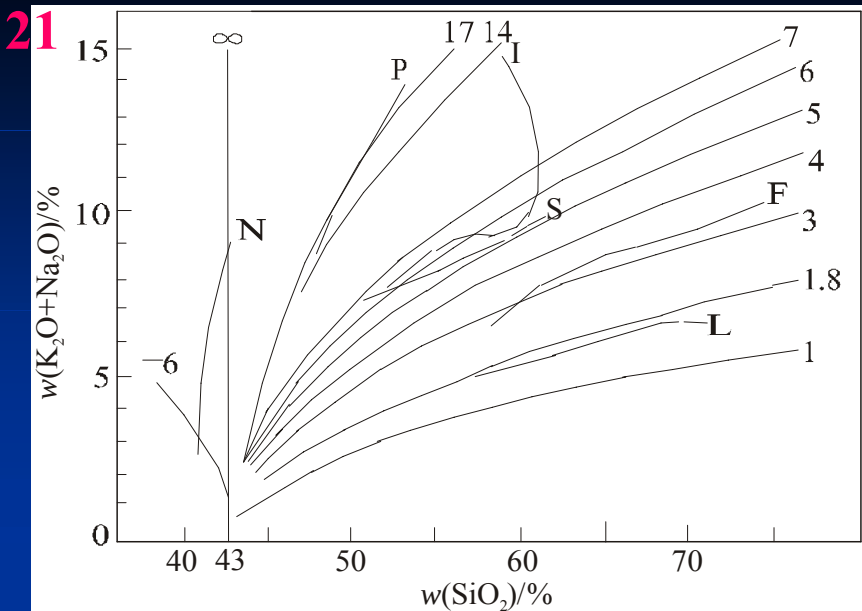


拉斑玄武系列与钙碱性系列判别图
(Miyashiro, 1974)

T: 拉斑玄武岩系列, C: 钙碱性系列



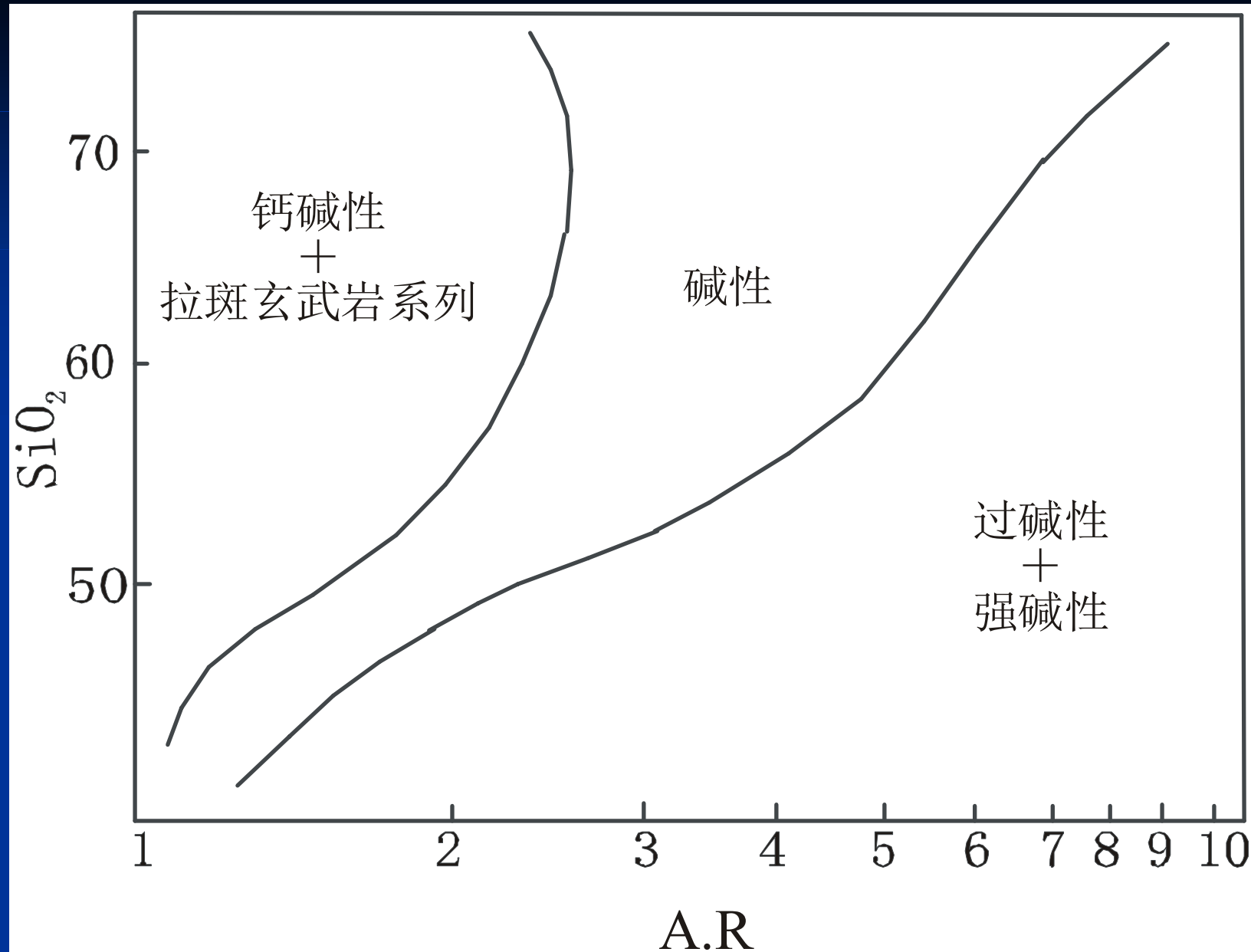
SiO_2 — $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO})$ 图



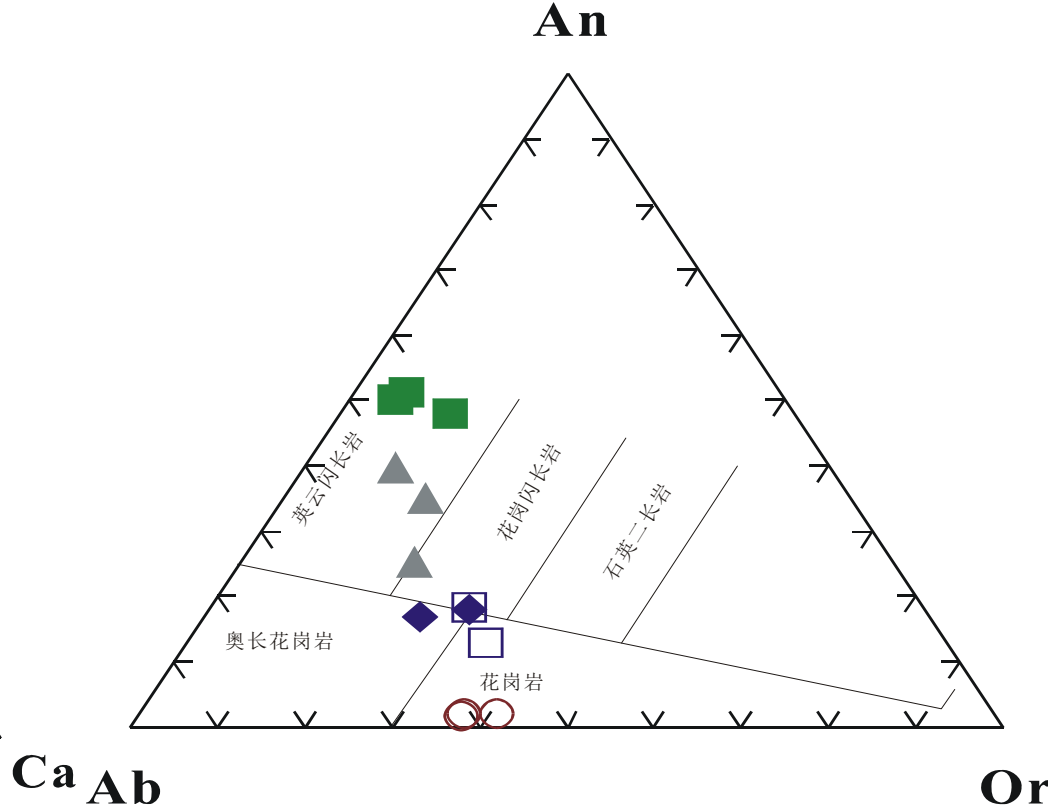
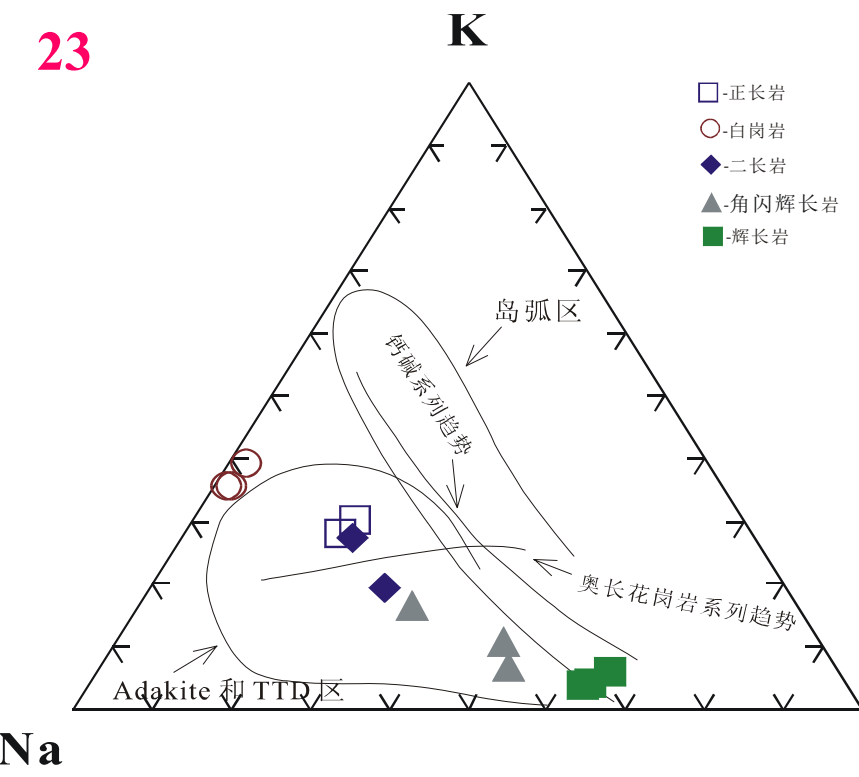
- (1) 以 $\sigma=4$ 分为 CA与A
- (2) $\sigma < 4$, CA, 太平洋岩套
- (3) $\sigma > 4$, A, $Na_2O > K_2O$, 大西洋岩套
- (4) $\sigma > 4$, A, $K_2O > Na_2O$, 地中海岩套

李特曼组合指数图解(据Rittmann, 1957)

细线代表 σ 等值线，粗线L, F...为六个代表性火山岩组合。
 L: 美国拉森峰火山($\sigma=1.65$, 钙性岩系); F: 美国旧金山圣弗兰西斯科($\sigma=3.74$, 钙碱性岩系); S: 苏格兰晚古生代火山岩($\sigma=6.11$, 碱钙性岩系); I: 意大利伊斯基亚岛($\sigma=8.67$; 碱钙性岩系); P: 意大利蒙特松姆—维苏维($\sigma=17.1$; 碱性岩系); N: 乌干达纳巴克火山($\sigma=122.0$; 碱性岩系)。



Wright碱度指数图解 (据Wright, 1969)

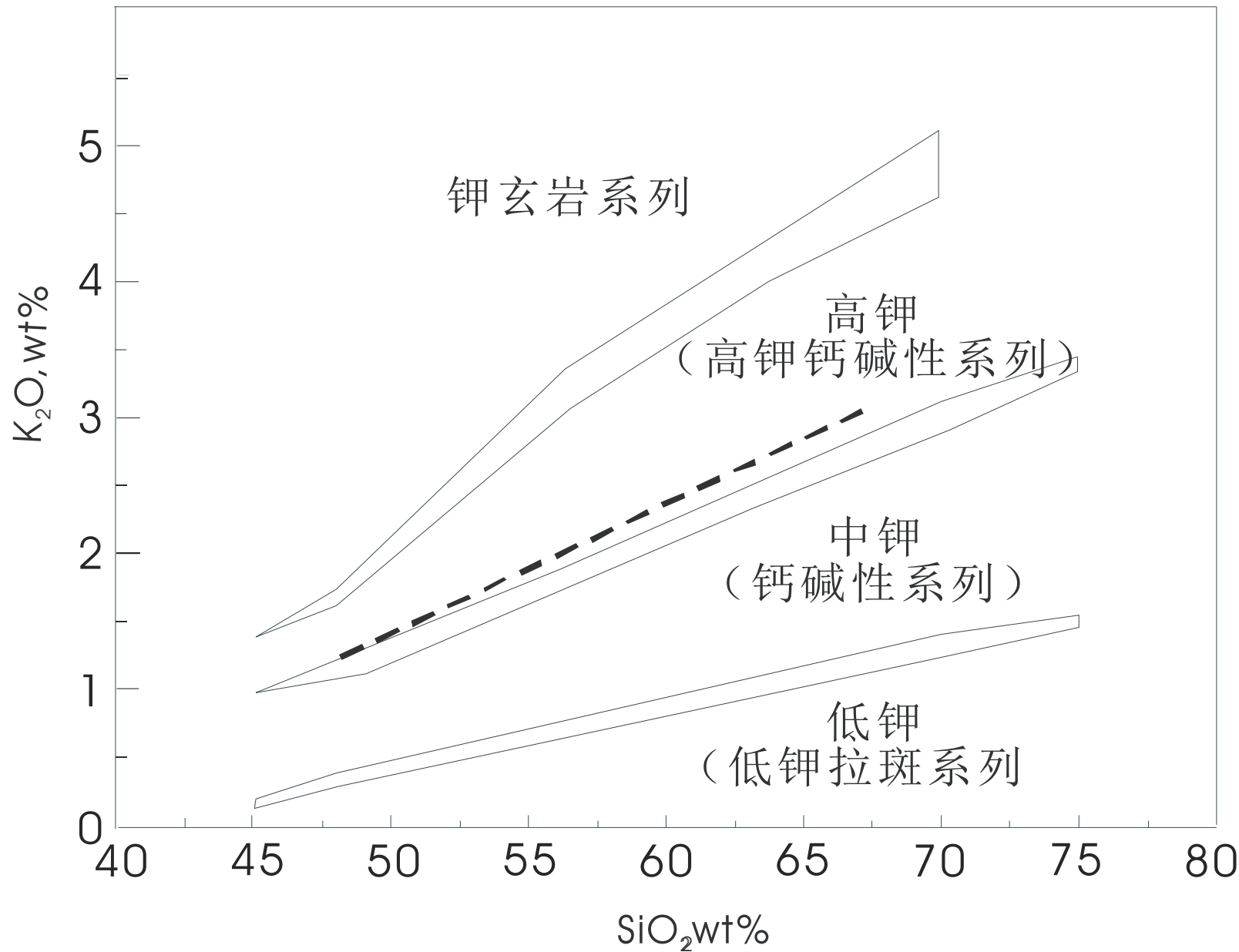


Na-K-Ca图解

An-Ab-Or图解

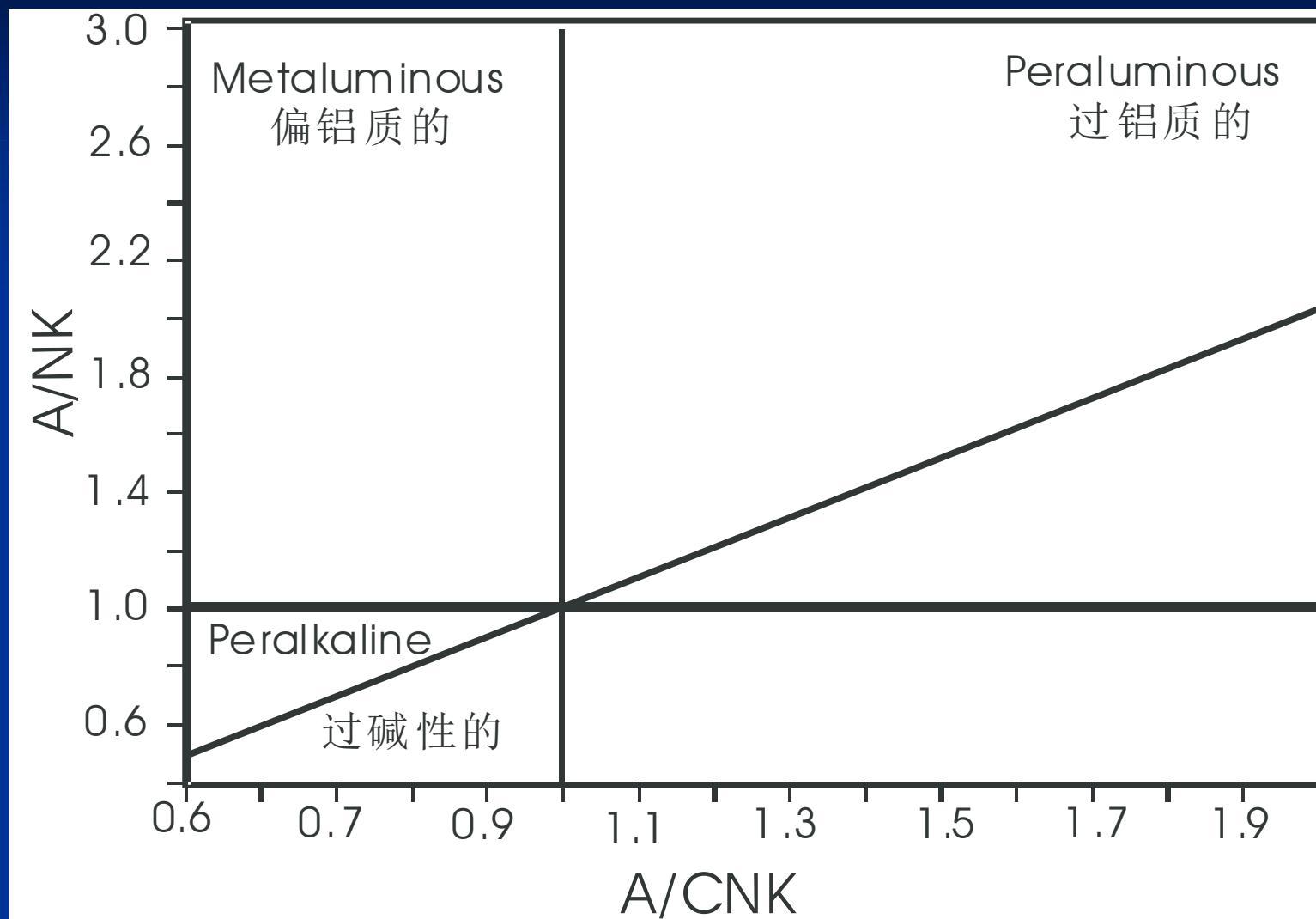
注意：用An-Ab-Or图解时的岩石，必须是Q-norm (CIPW) >10%者

- (1) 奥长/r趋势
- (2) CA趋势



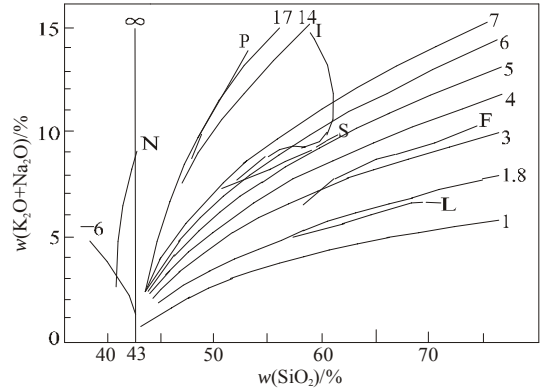
亚碱性系列岩石的进一步分类(Rollinson, 1993)

Al_2O_3 参数分类 (分子数)

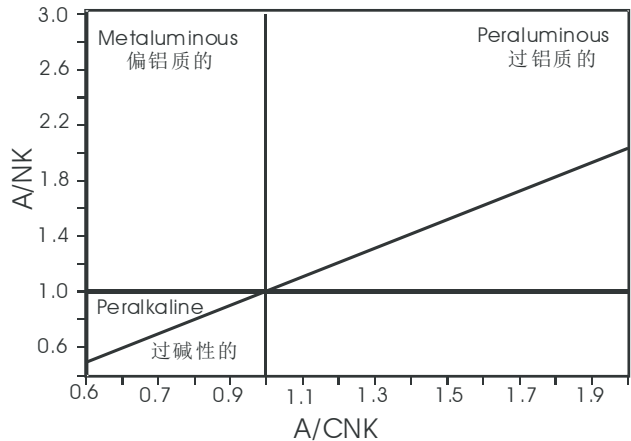


偏铝 = CA (Barbarin, 1999)

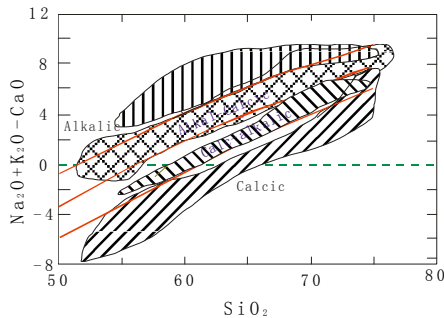
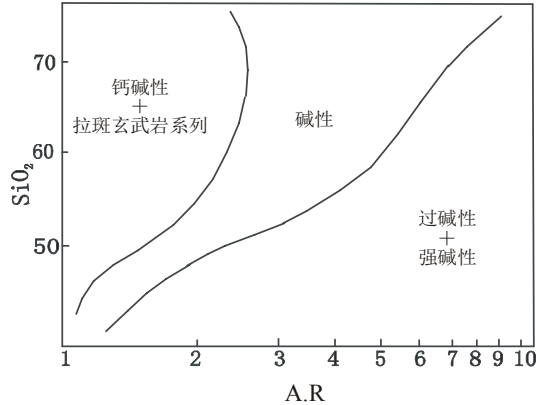
26 A: 7种含义



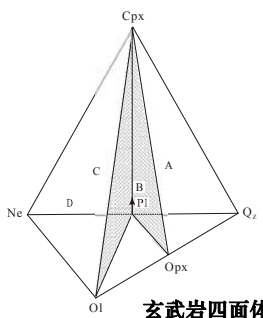
李特曼组合指数图解(据Rittmann, 1957)
细线代表σ等值线, 粗线L, F...为六个
代表性火山岩组合。



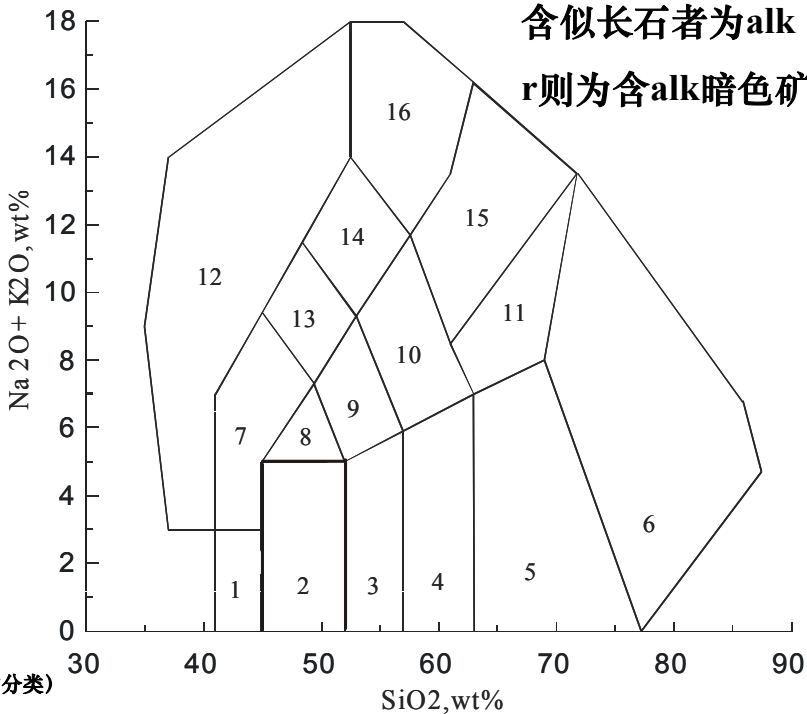
以Al₂O₃为参数的花岗岩划分方案



SiO₂—(Na₂O+K₂O—CaO) 图



玄武岩四面体 (按CIPW标准矿物的分类)
(据Yoder & Tilley, 1962)

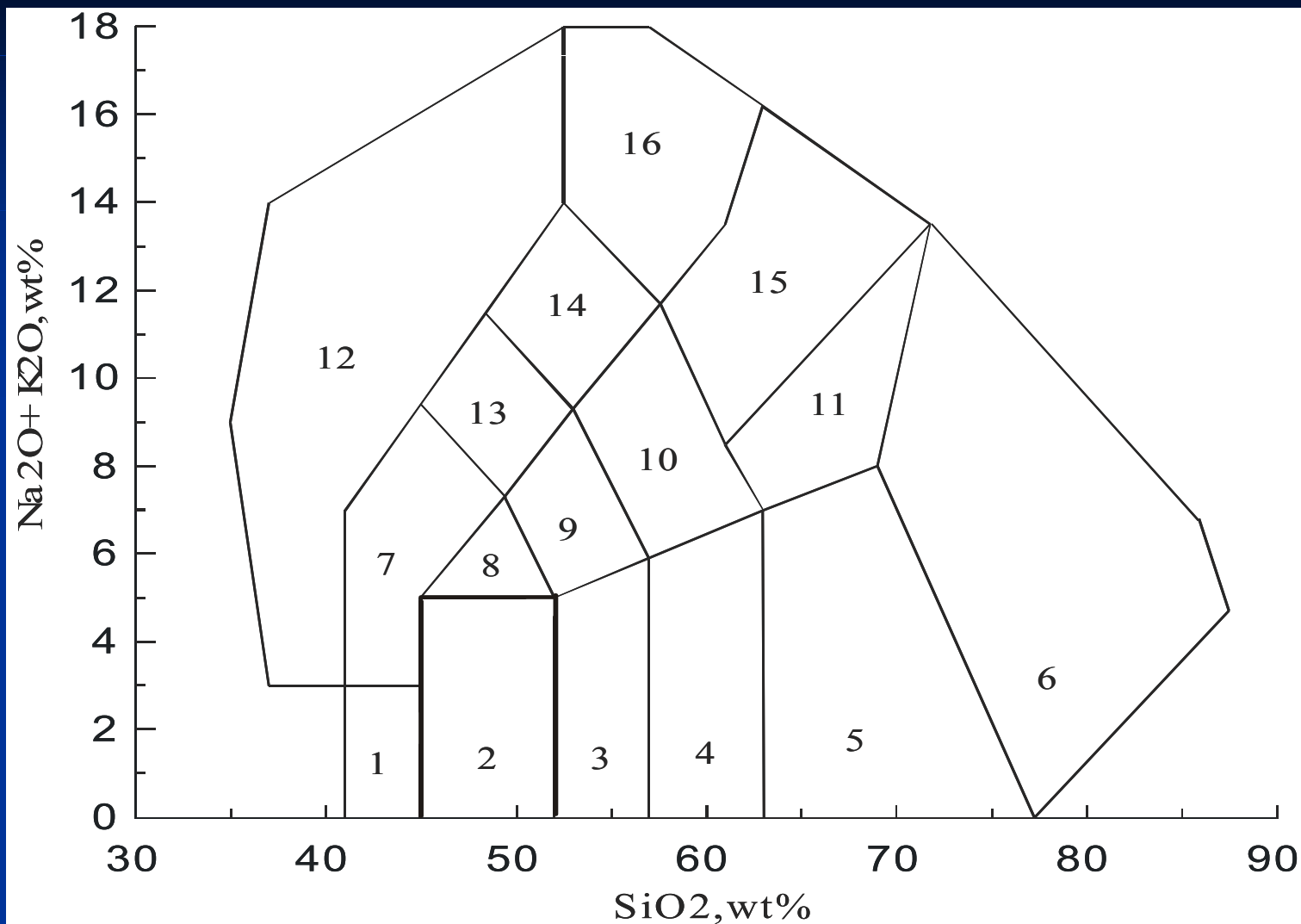


侵入岩主元素分类图解 (据Middlemost, 1994, 重绘)

含似长石者为alk (A)
r则为含alk暗色矿物者

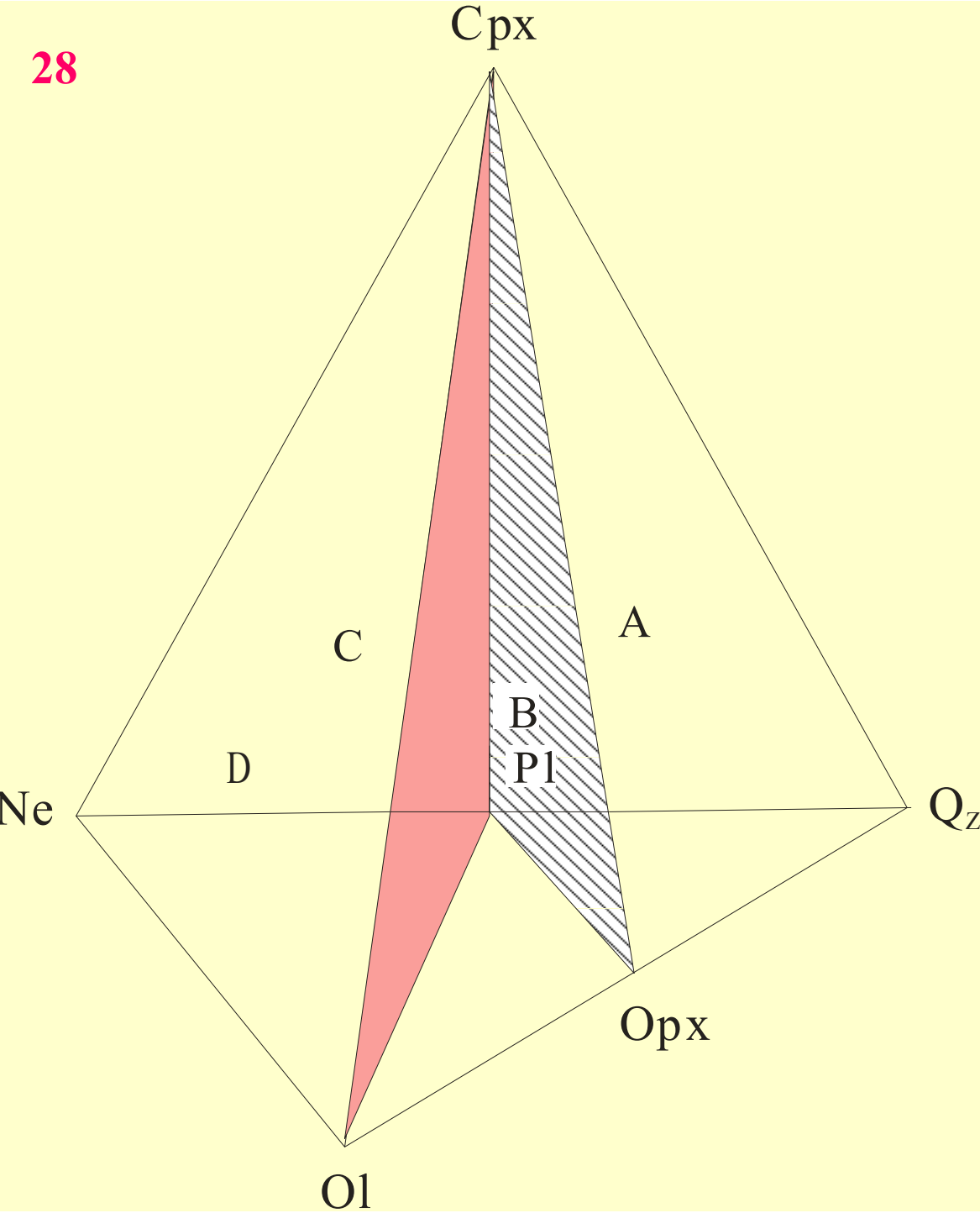
Wright碱度指数图解
(据Wright, 1969)

LeMaitre等IUGS分类
碱性/γ=过碱性/γ



侵入岩主元素分类图解 (据Middlemost, 1994)

1、橄榄辉长岩, 2、辉长岩, 3、辉长闪长岩, 4、闪长岩, 5、花岗闪长岩, 6、花岗岩, 7、似长石辉长岩, 8、二长辉长岩, 9、二长闪长岩, 10、二长岩, 11、石英二长岩, 12、似长石岩, 13、似长石二长闪长岩, 14、似长石二长正长岩, 15、正长岩, 16、似长石正长岩



玄武岩四面体 (按CIPW标准矿物的分类)

(据Yoder & Tilley, 1962)

A—石英拉斑玄武岩区；

B—橄榄拉斑玄武岩区；

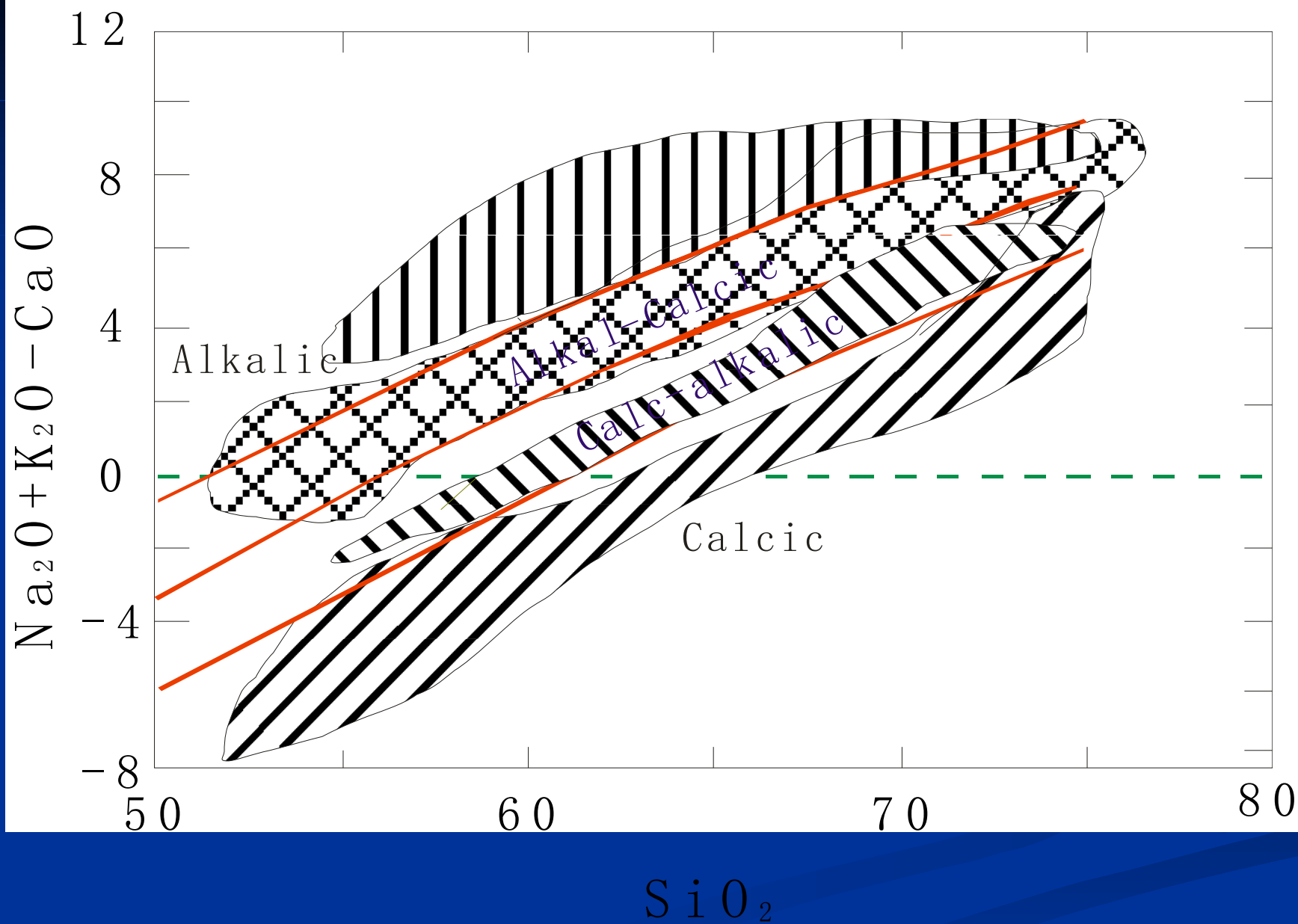
C—碱性橄榄玄武岩区；

D—碧玄武岩区

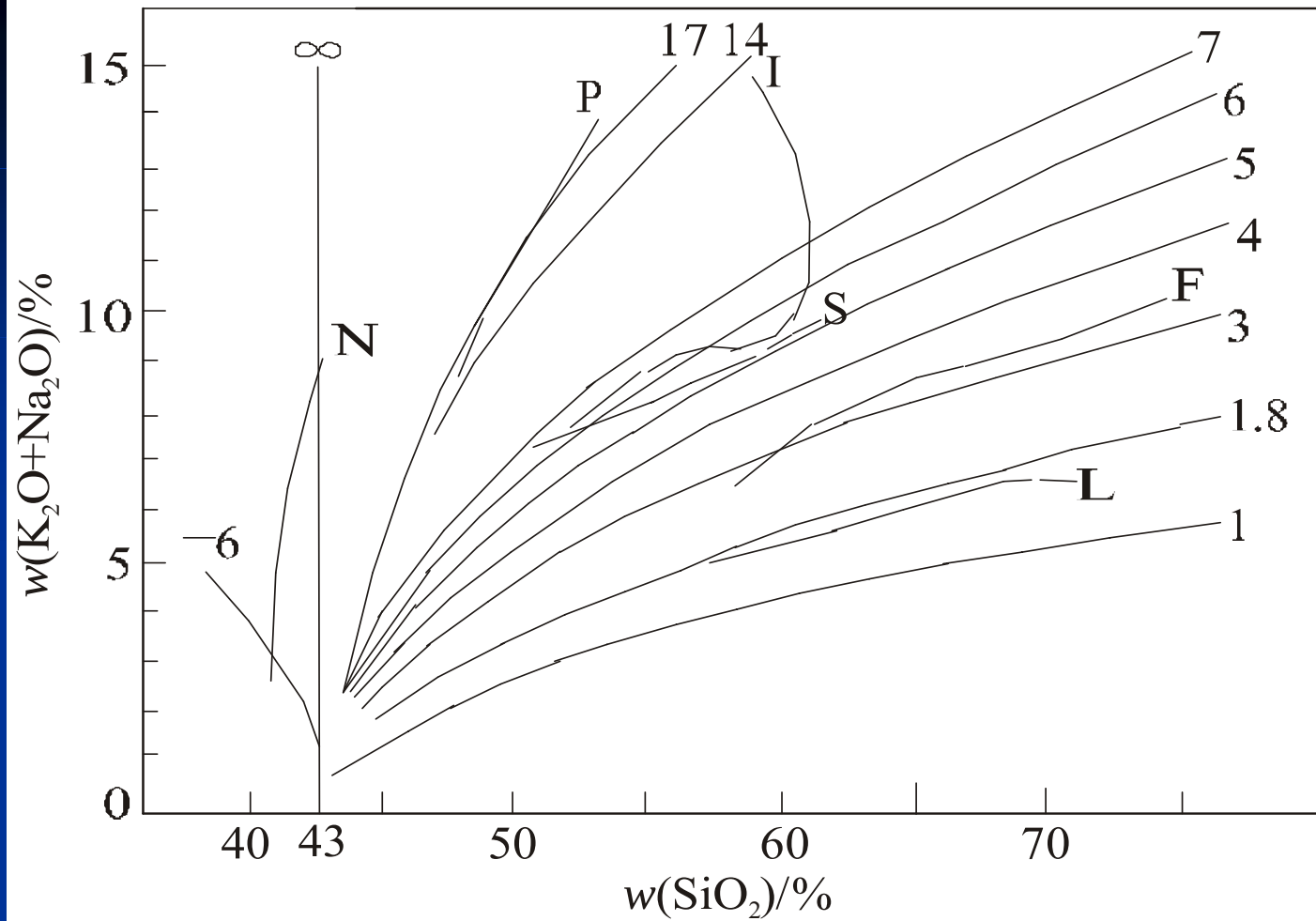
Cpx—单斜辉石； Ne—霞石；

Ol—橄榄石； Opx—斜方辉石；

Qz—石英

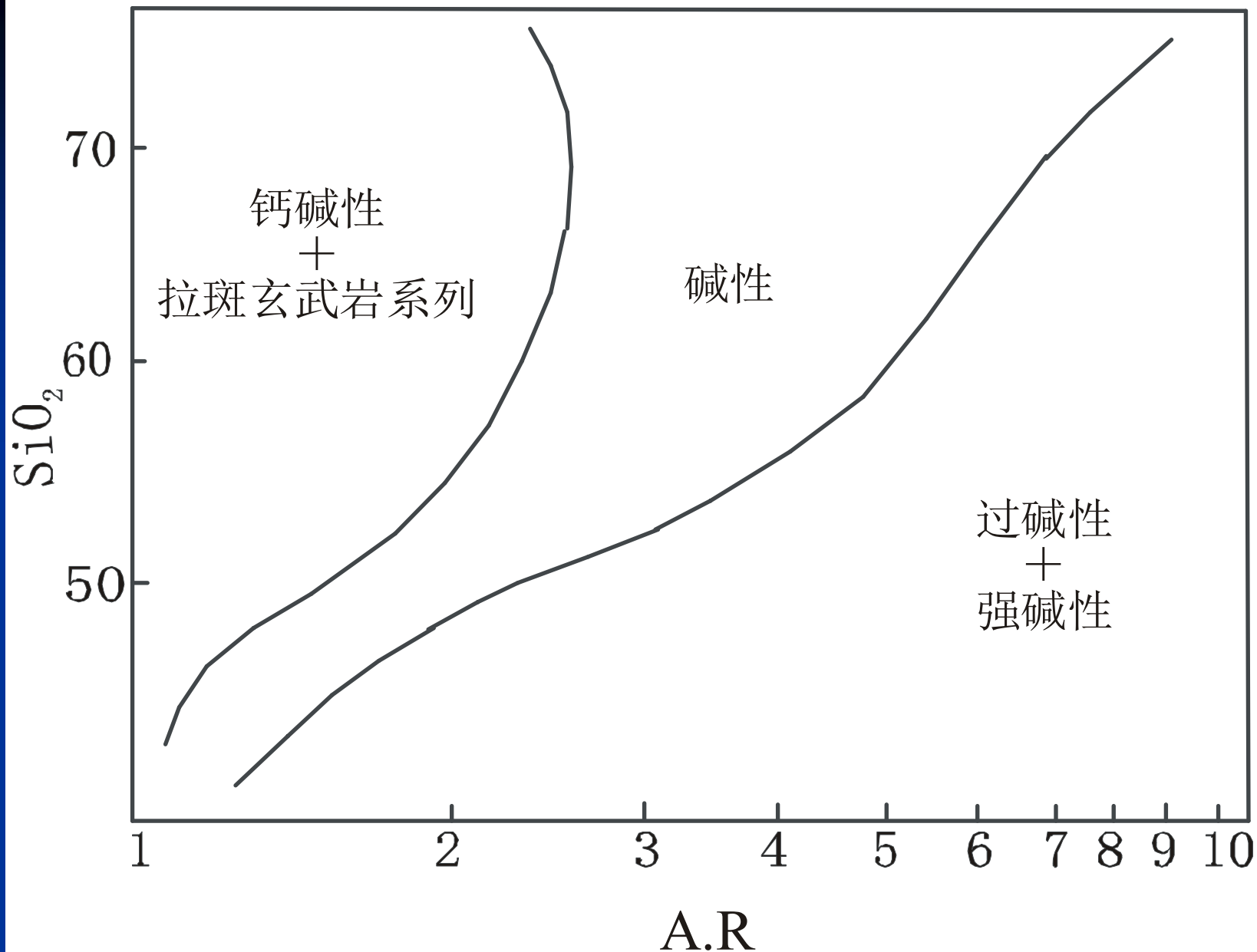


SiO_2 — $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO})$ 图

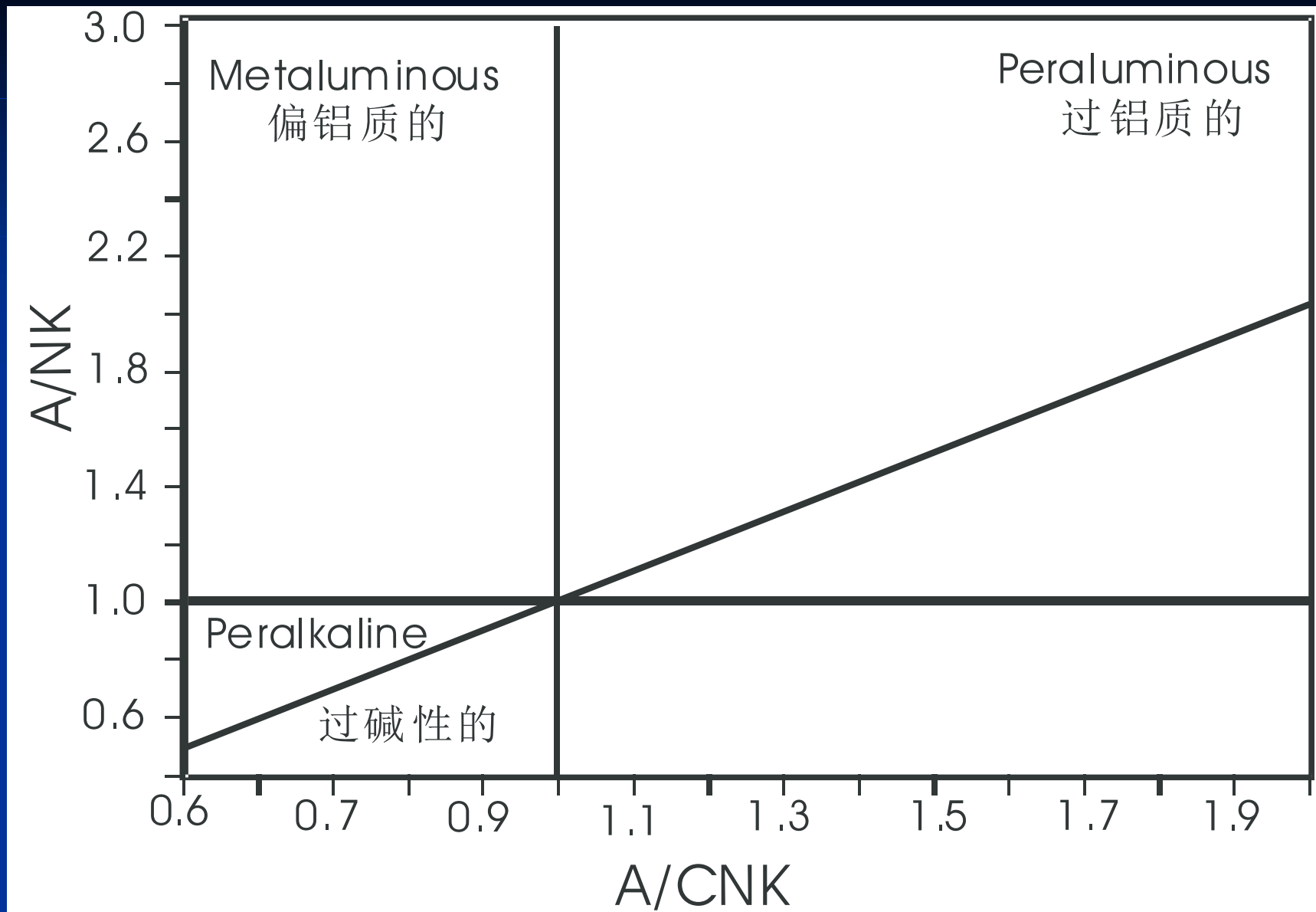


李特曼组合指数图解(据Rittmann, 1957)

细线代表 σ 等值线，粗线L，F...为六个代表性火山岩组合。L: 美国拉森峰火山($\sigma=1.65$ ，钙性岩系)；F: 美国旧金山圣弗兰西斯科($\sigma=3.74$ ，钙碱性岩系)；S: 苏格兰晚古生代火山岩($\sigma=6.11$ ，碱钙性岩系)；I: 意大利伊斯基亚岛($\sigma=8.67$ ；碱钙性岩系)；P: 意大利蒙特松姆—维苏维($\sigma=17.1$ ；碱性岩系)；N: 乌干达纳巴克火山($\sigma=122.0$ ；碱性岩系)。



Wright碱度指数图解
(据Wright, 1969)



以 Al_2O_3 为参数的花岗岩划分方案

LeMaitre的碱性/ $r \neq$ 其他参数的 A/r

大地构造相

- (一) 洋中脊扩张 (Mid-Ocean Ridge Spreading) (MORS) 环境的岩浆岩组合

洋中脊玄武岩 (MORB) + 辉绿岩岩墙 + 辉长岩及其堆
晶岩 + 斜长花岗岩 (pl-r) + 变质橄榄岩

(一) 洋中脊扩张 (Mid-Ocean Ridge Spreading) (MORS) 环境的岩浆岩组合

- 1、洋中脊玄武岩 (MORB) 为低 K_2O ($\leq 0.2\text{wt}\%$) 的橄榄拉斑玄武岩 (Ol-th)
 (按玄武岩CIPW四面体分类) 为Ol-norm + Hy-norm; 斑晶组合为Ol ($Fo=73-91$) $\pm$ 镁铬尖晶石 ($Al_2O_3: 12-30\text{wt}\%$, $Cr_2O_3: 25-45\text{wt}\%$), 或Pl ($An=88-40$) + Ol $\pm$ 镁铬尖晶石, 或Pl+Ol+普通辉石 ($Wo=35-40$, $En=50$, $Fs=10-15$); 岩相学上普通辉石是唯一的辉石 (即无斜方辉石), 和二个世代的Ol (即斑晶与基质中均有Ol); 演化趋势为th ($SiO_2 - FeO^*/MgO$ 图, FeO^* (为全铁) $= FeO + 0.8998 \times Fe_2O_3$)。
- 洋中脊玄武岩 (MORB) (在CIPW的四面体中为ol-th) 以低 K_2O 和斑晶组合中普通辉石为唯一的辉石, 以及二个世代的Ol, 区别岛弧拉斑玄武岩、洋岛拉斑玄武岩、大陆拉斑玄武岩。

(一) 洋中脊扩张 (Mid-Ocean Ridge Spreading) (MORS) 环境的岩浆岩组合

- 2、低K₂O、橄榄拉斑玄武岩 (Ol-th) 质的辉绿岩岩墙以及均质辉长岩。
- 3、堆晶岩为纯橄榄岩+橄长岩+辉长岩±洋pl-r。
- 4、洋斜长花岗岩 (pl-r) 以低K₂O (SiO₂—K₂O图中的低钾钙碱 (LKCA))，无实际矿物钾长石 (Or)，拉斑玄武岩 (th) 系列 (±CA系列) (SiO₂—FeO*/MgO图)，AC (碱钙性) 和A (碱性) (Peacock碱钙指数)，以及Pearce图解 (Nb—Y图, ppm) 位于ORG (洋中脊花岗岩) 区别于俯冲环境有关的岛弧和大陆边缘弧中的TTG英云闪长岩-奥长花岗岩-花岗闪长岩 (TTG) 类 (因为ORG与TTG中的TT均位于QAP分类中的英云闪长岩区 (QAP图中的5区))。

(一) 洋中脊扩张 (Mid-Ocean Ridge Spreading) (MORS) 环境的岩浆岩组合

➤5、变质橄榄岩，以方辉橄榄岩 (harz) 为主，加弱亏损的二辉橄榄岩 (lherz)，Pl相或Sp (尖晶石) 相，以变质结构区别于堆晶形成的橄榄岩。

➤6、洋中脊玄武岩 (MORB) 的痕量元素和同位素特征在球粒陨石为标准的稀土元素 (REE) 分配图中为轻稀土 (LREE) 亏损模式，蛛网图中为大离子亲石 (LIL) 元素 (包括LREE) 亏损模式。

同位素： $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值，0.70229~0.70316

$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 初始值，0.5130~0.5133

(二) 洋岛环境的岩浆岩组合

- 洋岛拉斑玄武岩 (OIT) + 洋岛碱性玄武岩类 (OIA) + Na质系列 (TAS分类) 的夏威夷岩 (TAS图解中的S₁区), Ol-粗安岩 (S₂) 和歪长粗面岩 (S₃) + 粗面岩类 + 碱性流纹岩 + 响岩, 以及相应的Na质系列的侵入岩类, 包括辉长岩 (ν)、碱性辉长岩、二长辉长岩、二长闪长岩、二长岩 (η)、正长岩 (ξ)、碱性花岗岩、霞石正长岩。
- 歪长粗面岩 (benmoreite) (S₃) 属粗面安山岩类, 不是粗面岩类。译为歪长粗面安山岩为好。

(二) 洋岛环境的岩浆岩组合

1、岩石组合上，以宽的岩石组成谱系；出现洋岛碱性玄武岩类（OIA）洋岛碱性玄武岩类（OIA）洋岛碱性玄武岩类（OIA）洋岛碱性玄武岩类（OIA）；和双峰式组合（玄武岩-粗面岩-（±响岩）），玄武岩-碱性流纹岩（±碱性粗面岩））区别于MORB环境的岩浆岩组合。

(二) 洋岛环境的岩浆岩组合

2、洋岛拉斑玄武岩 (OIT) ，在矿物学上，O1只作为斑晶出现 (基质中无O1) ，有二种辉石 (Cpx+Opx) ，有高的Hy-norm， $K_2O > 0.2\text{wt}\%$ ，以
上述特征区别于MORS的O1-th。

(二) 洋岛环境的岩浆岩组合

3、OIA，包括碱性Ol玄武岩、碧玄岩、霞石岩（玄武岩四面体分类），在矿物学上有二个世代Ol（斑晶和基质），只有一种Cpx，这种岩相学特征类似洋中脊橄榄拉斑玄武岩（Ol-th），但是，以有Ne-norm、Alk（ K_2O+Na_2O ）高、位于TAS分类图中S1区和U1区， $K_2O>0.2wt\%$ 区别于MORS的橄榄拉斑玄武岩（Ol-th）。

(二) 洋岛环境的岩浆岩组合

- 4、以缺失或极少量中性岩为特征的双峰式岩浆岩组合区别于岛弧和大陆边缘弧岩浆岩组合。
- 5、在 $\text{SiO}_2 - \text{FeO}^*/\text{MgO}$ 图上为th演化趋势，在 $\text{SiO}_2 - \text{Alk}$ 图上碱性与亚碱性系列均发育。
- 6、痕量元素球粒陨石标准化图上，对REE分配图来说，为LREE富集型；蛛网图上LIL和LREE富集型，并以明显的K谷（相对于Nb和La）、Nb、Ta峰（相对于K和La）和Zr谷（相对于Sm和Ti）区别于MORB。
 - 同位素： $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值，0.70272~0.70651
 - $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 初始值，0.5130~0.5123

(三) 岛弧环境的岩浆岩组合

- 岩浆岩组合为，火山岩以安山岩 (A) 为主的玄武岩 (b) + 安山岩 (A) + 英安岩 (D) $\pm$ 流纹岩 (R) 组合；侵入岩以 δ +TTG 为主的 v + δ +TTG $\pm \gamma$ 组合。

(三) 岛弧环境的岩浆岩组合

- 1、高镁安山岩 (HMA) 和高镁闪长岩 (HMδ) 是识别岛弧环境一种特征岩类, 发育于弧、弧前和弧后; MORs和洋岛环境中是没有这一岩类的。
- 2、不成熟的岛弧, 常称为拉斑玄武质岛弧, 以玄武岩 (b) +玄武安山岩 (bA) 为主, TH系列 ($\text{SiO}_2 - \text{FeO}^*/\text{MgO}$) >50%; 以 $\text{TiO}_2 < 1.2\text{wt}\%$ 区别于洋中脊与洋岛玄武岩类。

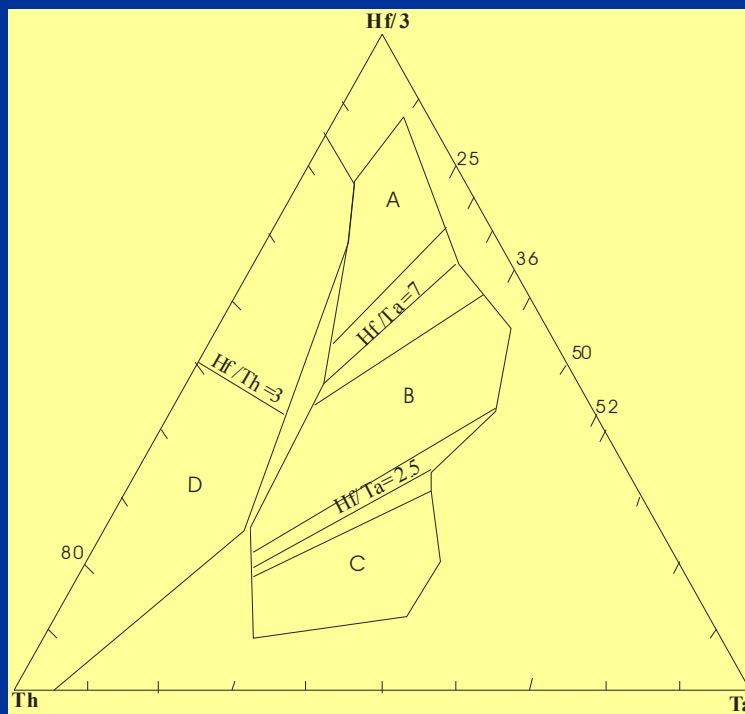
(三) 岛弧环境的岩浆岩组合

- 3、成熟的岛弧，常成为CA岛弧，以安山岩（A）为主，CA系列（ $\text{SiO}_2 - \text{FeO}^*/\text{MgO}$ ） $>50\%$ 。
- 4、堆晶岩，以纯橄榄岩+辉石岩+辉长岩组合区别于MORS的堆晶岩。
- 5、QAP分类中位于5区（即英云闪长岩区）的花岗岩类：
 - (a) 在不成熟岛弧中常为洋斜长花岗岩（pl-r）、LKCA（ $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ 图）、拉斑玄武岩（TH）系列或CA系列（ $\text{SiO}_2 - \text{FeO}^*/\text{MgO}$ 图）、C（钙性）（Peacock碱钙指数），它以钙性（C）区别于MORS洋斜长花岗岩的AC（碱钙性）和A（碱性）。
 - (b) 在成熟岛弧中常为TTG组合，中钾钙碱（MKCA）为主（ $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ 图）、CA系列（ $\text{SiO}_2 - \text{FeO}^*/\text{MgO}$ ）。

(三) 岛弧环境的岩浆岩组合

➤6、微量元素判别图解：

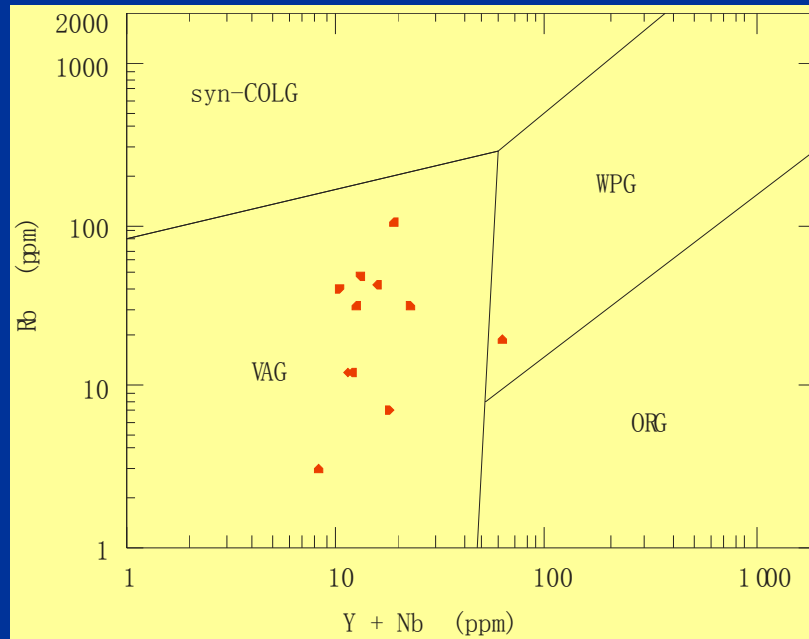
- (1) 对玄武岩和玄武安山岩和相应侵入岩，在Hf/3-Th-Ta图(图5-22)上，位于火山弧玄武岩（VBA）区与大陆边缘弧一样，但区别于其它环境。



(三) 岛弧环境的岩浆岩组合

➤ 6、微量元素判别图解：

- (2) 对 $\text{SiO}_2 \geq 56\%$ 和实际石英矿物 $>5\%$ 的侵入岩类（及相应的火山岩类）在Rb-Y-Nb-Ta系列图（Pearce图解）中，位于VAG区，与大陆边缘弧一样，但区别于其它环境。



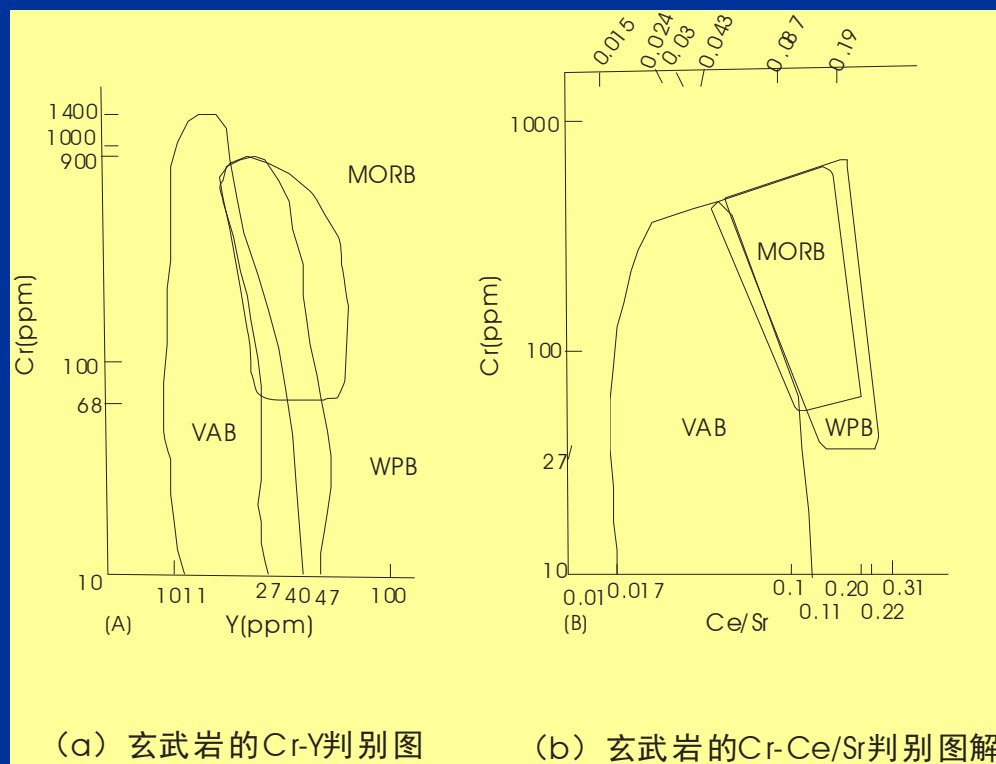
(三) 岛弧环境的岩浆岩组合

➤6、痕量元素判别图解：

- (3) 在MORB标准化的痕量元素蛛网图上，岛弧拉斑玄武岩表现为LIL富集，和高场强元素（Nb、Ta、Zr、Hf、Ti）与REE的亏损；岛弧钙碱（CA）玄武岩，则表现为LIL富集的同时，与总体上高场强元素和重稀土的亏损（为谷）和轻稀土（Ce）和中稀土（Sm）以及磷（P）的富集（为峰）。

(四) MOR型与SSZ型蛇绿岩的区别

- 1、MOR型蛇绿岩中，为MORB；SSZ型为IAB，而HMA (δ) 为其特征岩类。另外，Peace的Cr-Y图、Cr-Ce/Sr图、Hf/3-Th-Ta图和Th/Yb-Ta/Yb图，有助于判别这两类蛇绿岩。



（四）MORS型与SSZ型蛇绿岩的区别

- 2、对于斜长花岗岩类来说，MORS型中为AC和A（Peacock碱钙指数含义）特征的洋斜长花岗岩，无TTG组合；SSZ型中为钙性（C）或钙碱性（CA）特征的洋斜长花岗岩，还出现TTG组合。
- 3、堆晶岩，MORS型为橄长岩型；SSZ型则为辉石岩型。
- 4、地幔橄榄岩，MORS型为无交代作用记录的变质橄榄岩类；SSZ型则为明显交代作用记录的变质橄榄岩类（俯冲带上面的地幔楔的标本）。

（五）活动大陆边缘弧环境的岩浆岩组合

火山岩以安山岩、英安岩和流纹岩为主的组合（少量玄武岩）；

侵入岩以TTG和r为主，少量的 $Q\delta$ ， δ ， v 。

(五) 活动大陆边缘弧环境的岩浆岩组合

- 1、CA系列 ($\text{SiO}_2\text{--FeO}^*/\text{MgO}$ 图) 占绝对优势, $>80\%$, 以高碱钙钾 (HKCA) 为主 ($\text{SiO}_2\text{--K}_2\text{O}$ 图), 无负Eu异常的石英闪长岩 ($\text{Q}\delta$)、石英二长岩 ($\text{Q}\eta$)、二长岩 (η)、正长岩 (ξ) 及其相应的火山岩类广泛发育, 微晶闪长岩质包体广泛发育。

(五) 活动大陆边缘弧环境的岩浆岩组合

- 2、TTG组合发育于靠海沟一侧，为奥长花岗岩类演化趋势； $\gamma\delta$ - γ 组合发育于靠内陆一侧，为钙碱性演化趋势

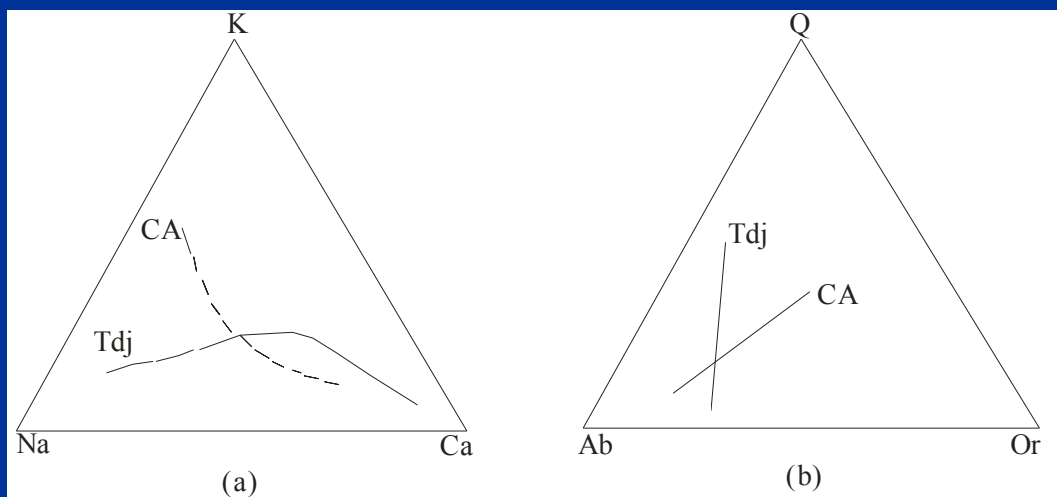
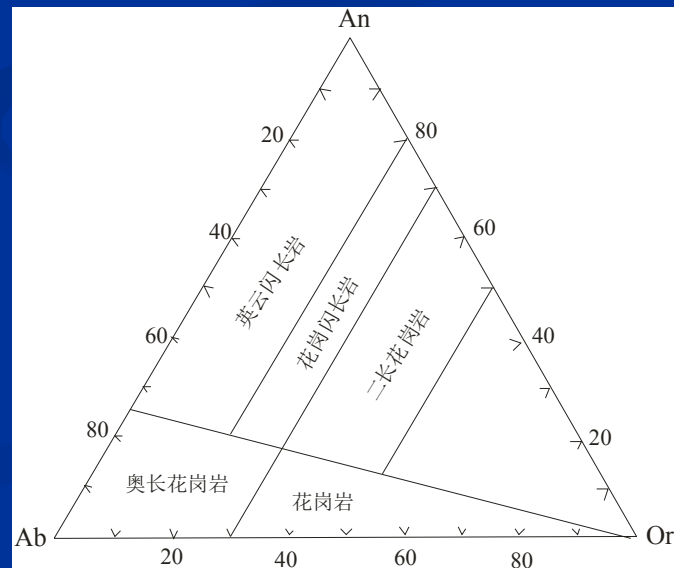


图 英云闪长岩-奥长花岗岩系列在K-Na-Ca(a)及Q-Ab-Or(b)图上的演化趋势



(五) 活动大陆边缘弧环境的岩浆岩组合

- 3、以MORB标准化的痕量元素蛛网图上，除Y和Yb亏损外，其它均富集，LIL为强富集，高场强元素和轻、中稀土元素总体上弱富集，在弱富集背景之上，Nb、Ta和Zr、Hf常显示“谷”形。

(六) 关于与俯冲作用有关的岩浆弧的组成极性

- 随远离海沟，和随时间从早到晚，岩浆岩中在相同 SiO_2 wt% 条件下 K_2O wt% 增加， $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比值增加，从 SiO_2 — K_2O 图上的 $\text{LKCA} \rightarrow \text{MKCA} \rightarrow \text{HKCA} \rightarrow \text{SH}$ 系列，以及从玄武岩和玄武安山岩组合占优势， $\rightarrow$ 以安山岩-英安岩-流纹岩组合占优势，从 TTG 组合 $\rightarrow \gamma\delta$ - γ 组合，被称为组成极性，它一方面指示俯冲的方向，另一方面指示地壳成熟度与厚度的不断增加。

(七) 陆—陆碰撞环境的岩浆岩组合

- 有两种情况：
 - 1、碰撞期常常缺乏岩浆岩。
 - 2、碰撞期出现岩浆岩，例如青藏高原65Ma~45Ma时段的林子宗火山岩和同时代的冈底斯花岗岩类。