

科學譯叢

岩石學與岩石鑑定圖表

尼 格 理 著

科學出版社出版

科學譯叢

岩石學與岩石鑑定圖表

P. 尼 格 理 著

趙 宗 溥 譯

何 作 霖 校

科學出版社出版

1954年10月

岩石學與岩石鑑定圖表

TABELLEN ZUR PETROGRAPHIE  
UND ZUM GESTEINSBESTIMMEN

---

尼 格 理 (P. Niggli) 原 著

趙 宗 溥 譯

科 學 出 版 社 出 版

北 京 東 四 區 帽 兒 胡 同 2 號

新 光 明 記 印 刷 所 印 刷

上 海 康 定 路 162 號

新 華 書 店 上 海 發 行 所 總 經 售

---

(譯) 54043 1954年10月第 一 版

(滬) 0001-4,190 1954年10月第一次印刷

自然: 069 開本: 787 × 1092 1/25

字數: 102,000 印張: 6 $\frac{18}{28}$

定價: 10,000 元

## 內 容 提 要

本書包括火成岩、變質岩和沉積岩的分類與鑑定方法以及有用礦床的基本知識，全書均用圖表清晰描述，對地質工作者無論是在野外岩石鑑定上和一般有關地質的業務參考上，當有很好的幫助。

## 原 序

後面這些編纂的圖表是供岩石鑑定和岩石學初級教程用的。本書在瑞士工業大學用作講授“瑞士應用岩石學”的教本。此新版本即由教學時間積集的各種一覽表而成。

1934 春於屈利錫 P. 尼格理

1939 版是一個新增訂的版本其中包括重新修改的部分。

1939 夏 P. 尼格理

新版 1943, 1946.

## 何 序

這一部岩石學與岩石鑑定圖表包括火成岩、沉積岩與變質岩的主要成因及岩石的分類和鑑定方法，礦床的普通知識和岩石的普通工程性質也搜羅在內。全書都用圖表描述，清晰明顯，類似手冊，對於已有岩石學基本知識的人，無論教學或是從事野外地質工作都能供給豐富的參考資料。內容方面，除了各種岩石的主要用途都有簡要說明外，有很多部分是著者數十年來研究的成果，雖然有些理論方面曾被近代學者所批判，但是對於這本小冊子的內容還無大影響。在現在全國開始大規模建設的時期，爲了配合野外地質勘探，普及並提高地質和岩石的知識和一般有關地質的業務參考上，這本岩石學和鑑定圖表的翻譯和介紹是有必要的。

何作霖 1954年2月20日

## 譯 序

本書係瑞士著名礦物岩石學者 P. 尼格理教授所著，在十幾年前曾有湖南大學胡伯素的譯本。張文佑教授因見本書內容精粹，簡明扼要，無論就地質學的普及和配合野外地質勘探上，皆有譯述的價值，遂從北京地質學院馬杏垣教授處借得本書新版本，就胡伯素的譯本加以改譯，但因業務繁忙，中途擱置。1953年初囑譯者繼續其事。譯者因感胡伯素的譯本內容尚多可議之處，此新版本又較舊本增訂甚多，為求名詞、語調一致起見，似不如從頭重譯，乃於業餘之暇着手譯述；為譯文信實起見，力求在意思上和語句上儘量符合原文，但並不是所謂直譯。至1953年勞動節前夕，全書脫稿，後來又作一次修改。因譯者限於知識和能力，錯誤和不妥當處一定還難免，尚希同志們指正。本書得張文佑教授協助與鼓勵，馬杏垣教授惠借新版原本，朱夏先生糾正疑難譯句，又蒙何作霖教授詳加校閱並贈序言，就此統致謝忱。

譯者 1954年4月

# 目 次

## 原序、何序、譯序

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 一、礦物                   | 1—40  |
| 造岩礦物的主要化學成分一覽          | 1     |
| 主要造岩矽酸鹽礦物的化學組成的說明      | 4     |
| 矽酸鹽                    | 7     |
| 數種主要礦石                 | 11    |
| 斜長石類的成分與命名             | 13    |
| 輝石類的主要混晶(輝石)           | 14    |
| 角閃石類的主要混晶(角閃石)         | 15    |
| 摩色氏硬度表及造岩礦物的硬度         | 16    |
| 造岩礦物的比重                | 17    |
| 結晶系及在各晶系中發生的重要晶形       | 18    |
| 造岩礦物的形態                | 23    |
| 主要造岩礦物鑑定表              | 24    |
| 一些造岩礦物的標準特徵            | 38    |
| 二、礦床的普通知識              | 41—47 |
| 礦床的主要分類                | 41    |
| 岩石的化學分類                | 42    |
| 在岩漿殘液中所富集的稀有元素與其所造成的礦物 | 43    |
| 岩漿起源的原生礦床              | 44    |
| 沉積輪迴中的物質富集作用(舉例)       | 45    |
| 岩石的結構                  | 46    |
| 岩石的構造                  | 47    |
| 三、火成岩                  | 48—86 |

|                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| 火成岩的結構                             | 48            |
| 火成岩的主要礦物                           | 50            |
| 火成岩中礦物組成與化學成分的關係                   | 51            |
| 岩石中主要化學成分分子數的計算                    | 52            |
| 重要化合物或分子位對於礦物從岩漿中結晶情形的說明           | 53            |
| 由岩石的化學分析計算礦物組成的舉例                  | 55            |
| 地殼外部火成岩出露的頻度                       | 56            |
| 重要岩石在常溫下的平均比重                      | 57            |
| 火成岩岩漿的幾個主要類型舉例                     | 58            |
| 火成岩區的學說                            | 60            |
| 鈣鹼質系、鈉系、鉀系岩石中化學成分關係的圖解             | 61            |
| 由玄武岩質岩漿到花崗岩質岩漿的正常分異過程              | 62            |
| 岩漿岩中化學成分的變異                        | 62            |
| 深成凝結的正常情況                          | 63            |
| 花崗岩岩漿淵中岩漿分化情形的示意圖                  | 64            |
| 岩石圈外部岩漿岩的平均成分                      | 65            |
| 火成岩一覽表                             | 66            |
| 最常見的火成岩(無似長石)                      | 68            |
| 含似長石的火成岩                           | 69            |
| 含淡色成分在 $\frac{1}{4}$ 以上的火成岩的礦物定量分類 | 70            |
| 能識別礦物的噴出岩依淡色成分的種類的礦物定量分類           | 71            |
| 火成岩鑑定表(名稱、性質、用途)                   | 72            |
| 主要造岩氧化物的約計的分子重量                    | 86            |
| 從岩石分析氧化物的重量百分數計算分子值舉例              | 86            |
| <b>四. 變質岩</b>                      | <b>87—111</b> |
| 岩石的化學成分與礦物組成的進一步關係, 特別注重變質岩        | 87            |
| 一些重要的礦物變化關係的公式                     | 87            |
| 礦物的生成與溫度(概要的)                      | 91            |
| 變質作用的主要方式                          | 92            |
| 變質岩石(結晶片岩)                         | 93            |



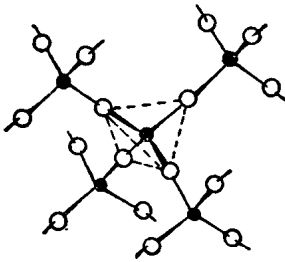
|                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| 接觸變質作用的概念圖                    | 94             |
| 阿爾卑斯式動力變質作用的概念圖               | 95             |
| 主要變質岩補助鑑定表                    | 96             |
| 礦物在變質帶的分佈                     | 98             |
| 變質岩一覽表(名稱、性質、用途)              | 100            |
| 由礦物相(組合的種類)所劃分的變質岩區與分類        | 106            |
| 岩石變化舉例                        | 109            |
| 變質岩的結構                        | 110            |
| 雪與冰                           | 111            |
| <b>五. 沉積岩</b>                 | <b>112—139</b> |
| 從溶液中化學與生物的沉積                  | 112            |
| 風化作用的過程                       | 113            |
| 淡色成分風化的變化情形舉例                 | 114            |
| 暗色成分風化的變化情形舉例                 | 115            |
| 依照粒度大小組構顆粒劃分的舉例               | 116            |
| 疏鬆岩石的無機物質成分                   | 117            |
| 碎屑沉積按其平均粒度的命名, d' 粗者 d'' 細者部分 | 118            |
| 搬運與沉積的種類                      | 118            |
| 機械的沉積物(碎屑岩、泥質岩)               | 119            |
| 沉積岩一覽表(種類、性質、用途)              | 120            |
| 沉積岩岩區舉例                       | 132            |
| 一些沉積物的分析舉例                    | 135            |
| 石膏與硬石膏的關係                     | 136            |
| 海水在 25°C 時蒸發的正常過程             | 137            |
| 碳質的循環                         | 133            |
| 煤與石油的生成過程                     | 139            |
| <b>六. 岩石的普通工程性質</b>           | <b>140—149</b> |
| 塊狀岩石的工程性質                     | 140            |
| 岩石在指定應用範圍的要求                  | 141            |
| 疏鬆岩石的工程試驗                     | 143            |
| 一些疏鬆岩石的顆粒分佈                   | 149            |

# 矽酸鹽中 Si-O 的結合關係

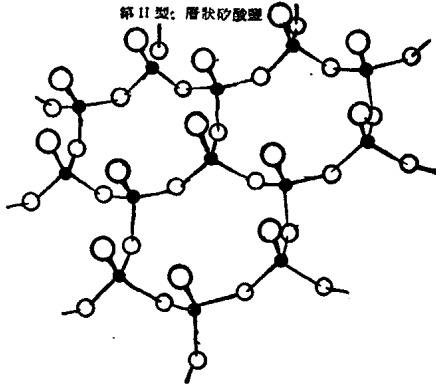
(參看 6 至 9 頁)

在鋁氧矽酸鹽中一部 Si 被 Al 代替。

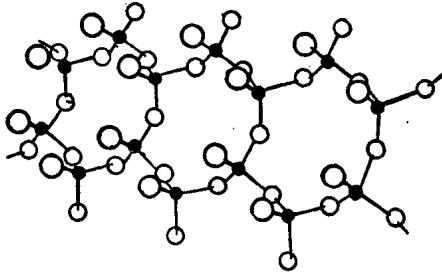
第 I 型：架狀或晶格狀的鋁氧矽酸



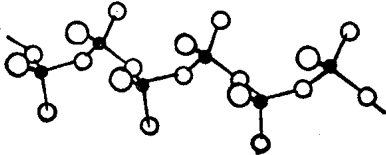
第 II 型：層狀矽酸鹽



第 III 型：帶狀矽酸鹽



第 IV 型：鏈狀矽酸鹽



第 V 型：正矽酸鹽



Si 有時 Al ●  
○ ○

## 一. 礦 物

### 造岩礦物的主要化學成分一覽

#### A. 硫化物與元素

約為 FeS 磁黃鐵礦 (3) FeS<sub>2</sub> 黃鐵礦 (4) C 石墨 (6)  
(含 H 與 O 的炭質物: 瀝青物質)。

#### B. 氧化物與似氧化物的化合物

SiO<sub>2</sub> 石英 (66) TiO<sub>2</sub> 金紅石 (11) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 剛玉 (20)  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 赤鐵礦 (10) ZrO<sub>2</sub> · SiO<sub>2</sub> 鋯英石 (17)  
FeTiO<sub>3</sub> 鈦鐵礦 (9) FeFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> = Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 磁鐵礦 (7)  
(Mg, Fe) Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 尖晶石 (19) 含 Cr 尖晶石 鉻鐵礦 (8)  
凝膠體物質與其脫水產物。

SiO<sub>2</sub> 緻密, 由 SiO<sub>2</sub> · nH<sub>2</sub>O 構成:

玉髓, 角石, 碧玉 (65) SiO<sub>2</sub> · nH<sub>2</sub>O 蛋白石 (64)

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · nH<sub>2</sub>O 褐鐵礦, 褐色瘤狀鐵礦 (13)

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 緻密產物: 赤鐵礦, 紅色瘤狀鐵礦 (15)

#### C. 磷酸鹽, 碳酸鹽, 鹵化物與硫酸鹽

磷酸鹽:

(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Ca<sub>10</sub>(Cl<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, (OH)<sub>2</sub> CO<sub>3</sub>) 磷灰石 (26)

碳酸鹽:

CaCO<sub>3</sub> 方解石 (51) (霏石) MgCa(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 白雲石 (53)

FeCO<sub>3</sub> 菱鐵礦 (14) MgCO<sub>3</sub> 菱鎂礦 (54)

硫酸鹽與鹵鹽：

$\text{CaSO}_4$  硬石膏 (52)  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  石膏 (45)

$\text{NaCl}$  岩鹽 (47)  $\text{KCl}$  鉀岩鹽 (48)

$\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  光鹵石 (49)  $\text{CaF}_2$  螢石 (25)

#### D. 矽酸鹽

I 不含水分的造岩矽酸鹽。

##### a. 鋁氧矽酸鹽

鹼質—Al—矽酸鹽：似長石類：

霞石 (59) 藍方石 (34) 勳方石 (34) 方鈉石 (34)

鈣霞石，白榴石 (60)

長石類：鉀與鹼長石

(正長石，透長石，歪長石，微斜長石 (61)，(62))。

|   |   |                           |                           |     |                           |
|---|---|---------------------------|---------------------------|-----|---------------------------|
| <table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;"> <table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">鈉長石</td> <td rowspan="2" style="border: none;">} 斜長石 (63) 成分與方柱石相類似 (56)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">鈣長石</td> </tr> </table> </td> <td rowspan="2" style="border: none;">} 斜長石 (63) 成分與方柱石相類似 (56)</td> </tr> </table> | <table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">鈉長石</td> <td rowspan="2" style="border: none;">} 斜長石 (63) 成分與方柱石相類似 (56)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">鈣長石</td> </tr> </table> | 鈉長石                       | } 斜長石 (63) 成分與方柱石相類似 (56) | 鈣長石 | } 斜長石 (63) 成分與方柱石相類似 (56) |
| <table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">鈉長石</td> <td rowspan="2" style="border: none;">} 斜長石 (63) 成分與方柱石相類似 (56)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">鈣長石</td> </tr> </table>   | 鈉長石   | } 斜長石 (63) 成分與方柱石相類似 (56) |                           | 鈣長石 |                           |
| 鈉長石   | } 斜長石 (63) 成分與方柱石相類似 (56)   |                           |                           |     |                           |
| 鈣長石   |   |                           |                           |     |                           |

Ca—Al—矽酸鹽

|  |                                |            |      |            |
|--|--------------------------------|------------|------|------------|
| <table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">黃長石 (含少許鹼質，貧於 <math>\text{SiO}_2</math>)</td> <td rowspan="2" style="border: none;">} 榴子石 (16)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">鈣榴子石</td> </tr> </table> | 黃長石 (含少許鹼質，貧於 $\text{SiO}_2$ ) | } 榴子石 (16) | 鈣榴子石 | } 榴子石 (16) |
| 黃長石 (含少許鹼質，貧於 $\text{SiO}_2$ )   | } 榴子石 (16)                     |            |      |            |
| 鈣榴子石   |                                |            |      |            |

Mg—Fe—Al 矽酸鹽

Mn—Fe—Mg—榴子石

藍青石 (37)

Be—Al—矽酸鹽：

綠柱石

純 Al—矽酸鹽

矽線石，紅柱石，藍晶石 (68, 36)

含 F：黃玉 (69)

b. 普通矽酸鹽 (一部亦含 Al-Fe<sup>II</sup>-Na)

Mg-Fe-矽酸鹽:

橄欖石 (33) (鈣橄欖石亦含 Ca)

斜方輝石 } 輝石 (輝石類)

Ca-矽酸鹽: } (30, 39, 40, 41)

含 Ca-Mg-Fe } 一部含 Al 及鹼質

矽灰石 (純 Ca-矽酸鹽) (55)

Ca-Ti-矽酸鹽:

榭石 (27)

II 貧於水分的造岩矽酸鹽:

(大部僅含 H<sub>2</sub>O 約 5%, 多以 (OH) 類的形式存在)。

a. 鋁氧矽酸鹽

鹼質-Al-矽酸鹽: 白雲母 (絹雲母) (50)

鹼質-Al-Mg-Fe-矽酸鹽: 黑雲母 (38)

B-Al-矽酸鹽, 含 Mg, Fe 等: 電氣石 (43)

Fe-Al-矽酸鹽: 十字石 (18)

Ca-Al-矽酸鹽: 符山石 (31), 勳簾石 (32), 綠簾石 (含 Fe) (32),

葡萄石

b. 普通矽酸鹽

Mg-Fe-Ca-矽酸鹽 (一部含 Al 與 Na) 角閃石 } 常貧於 (OH)  
 (閃石類) } (28, 29, 35, 42, 57)

Mg-矽酸鹽 ..... 滑石 (21)

III 富於水分的造岩矽酸鹽 (常超過 10% 的 H<sub>2</sub>O)

純 Al-矽酸鹽: 高嶺石 (44)

Mg—Al—矽酸鹽：**綠泥石**

Mg—矽酸鹽：貧 Al 的**綠泥石** (22)，**蛇紋石** (24)

Fe—Mg—Al—矽酸鹽：**硬綠泥石**，**Fe—綠泥石**

Ca—與鹼質—Al—矽酸鹽：**沸石** (含“結晶水”)

水凝膠體： $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  含  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  亦常含  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$   
常含鐵的粘土物質

K—Fe—矽酸鹽，一部非晶質，一部結晶質 **海綠石** (23)

### 主要造岩矽酸鹽礦物的化學組成的說明

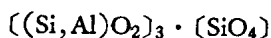
在許多造岩矽酸鹽的構造式內可以識出有與表示石英化學式相類似的 Si—O 結合。但其中的一部分 Si 常被 Al 代替，同時再由二價或一價元素的加入，而達穩定狀態。因此，我們就以最簡單的量論式  $\text{SiO}_2$  表示石英，而以分子式  $(\text{SiO}_2)_n \cdot (\text{AlO}_2)_m \cdot \text{R}_x$  表示此種第 I 型礦物。此式中遊離的負價數 = m，當 R 為一價時，則  $x=m$ ；R 為二價時，則  $x=m/2$ ，有時數個一價或二價元素可以加入此構造式中，此後再為酸根所抵消（造成複鹽，如方鈉石、方柱石等）。在此種結晶構造中，Si 或 Al 被 O 作四面體式包圍，每一個 O 連接兩個 Si 或 Al（四面體的隅角全部連結），Mg 或 Fe 即在此四面體間所成的八面體空間內緊密填裝，而 Na, Ca 或 K 則在較大而常無規律的空間內疏鬆綴入。因此，後者大多數容易被交替，風化時溶濾而去。我們將此種鬆動綴入的元素（或陽離子）書於括號之外，而將嵌填緊密的元素書於此括號之內。

矽酸鹽構造的另一端為具有  $(\text{SiO}_4)^{4-}$  的**正矽酸鹽型**。此型的 Si—O 四面體雖不互相連接，但彼此的位置常如此接近，致

各四面體的O組成八面體的隅角。其間再為Fe, Mg或Al原子所佔據(第Va型)。此種構造式亦不規則,且依間隔言,亦為疏鬆結合的微粒,可以寫在括號之外。又常有O, (OH)或F加入,但不與Si直接結合,所以在四面體周圍的構造,須有Al, Fe, Mg或Ti的補入,方達穩定狀態。此O, (OH)等在SiO<sub>4</sub>的構造式中也要單獨分開寫出(第Vb型)。

其餘的矽酸鹽構造殆為第I型與第V型間的過渡式。Si-O四面體雖在個別的隅角彼此相連,但有其他一些O隅角尚空出。此種構造的基本式可以寫為[(Si, Al)O<sub>2</sub>]<sub>n</sub> · (SiO<sub>4</sub>)<sub>m</sub>。在此式中SiO<sub>4</sub>有四個自由價, AlO<sub>2</sub>則有一個。

再有O, OH或F可能加入,但不在接連的四面體內,只在八面體內與Al, Fe, Mg, Mn, Ti相結合,故另寫於第二行。Ca, Na或K(容易交替,既不屬於接連的四面體亦不屬於其間的八面體),可書於括號之外。在第II型內四面體的連接隅角與自由隅角的比例為6:4,即3:2,其基本式可書為:



此種結合普通成層狀,在接連着四面體上面的八面體疊層內,必須有O或OH的補入。一切雲母狀葉片體的主要造岩矽酸鹽礦物皆屬此型。

在第III型(角閃石型)中SiO<sub>2</sub>:SiO<sub>4</sub>=5:3,即在10個雙接連的四面體上有12個自由隅角。

在第IV型(輝石型)中SiO<sub>2</sub>:SiO<sub>4</sub>=1:1,即在2個雙接連的四面體上有4個自由隅角。此種Si-O的結合每成鏈狀。

其他類型在岩石中不重要，故僅以相類似的分子式舉二端過渡式爲例。（黝簾石—綠簾石與符山石）。

在上述矽酸鹽礦物的所謂混晶\*中，下列各種可能交替性特爲常見。

Al 代替 Si 至一定的百分數(亦常作化學量論的比例關係)。

特別是 Fe 或 Ti, Mn 代替 Mg.

特別是 Na, 有時 K 及 Mn 代替 Ca.

特別是在高溫時, Na 代替 K.

若代入的元素的原子價不相同，則必有任何一種的抵補情形發生。下面我們可以見其他各組的配合交替情形：

#### 矽酸鹽礦物中主要原子的配合交替

|     |        |    |    |                  |    |   |    |    |        |        |
|-----|--------|----|----|------------------|----|---|----|----|--------|--------|
|     | Al     | Al | 由  | Si               | Mg | 或 | Si | Fe | 代替     |        |
| 原子價 | 3      | 3  |    | 4                | 2  |   | 4  | 2  | 原子價和=6 |        |
|     | <hr/>  |    |    |                  |    |   |    |    |        |        |
|     | Al     | Ca | 由  | Si               | Na | 或 | Ti | Na | 代替     |        |
| 原子價 | 3      | 2  |    | 4                | 1  |   | 4  | 1  | 原子價和=5 |        |
|     | <hr/>  |    |    |                  |    |   |    |    |        |        |
|     | Mg     | Ca | 由  | Fe <sup>II</sup> | Na | 或 | Al | Na | 代替     |        |
| 原子價 | 2      | 2  |    | 3                | 1  |   | 3  | 1  | 原子價和=4 |        |
|     | <hr/>  |    |    |                  |    |   |    |    |        |        |
|     | Al(OH) | 由  | Si | ○                |    |   |    |    | 代替     |        |
| 原子價 | 3      | -1 |    | 4                | -2 |   |    |    |        | 原子價和=2 |

\* 即固溶液(Solid solution)——譯者。



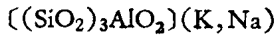
矽 酸 鹽

第 I 型：含架狀或晶格狀鋁氧矽酸的矽酸鹽

在鋁氧矽酸架中 (Si + Al) : O = 1 : 2

長石類

鹼長石



單斜晶系，以 K 為主：

正長石，透長石，(冰長石)

三斜晶系

以 K 為主

微斜長石

K 與 Na

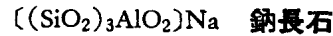
歪長石

常不混和

(條紋長石)

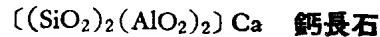
Na-Ca-長石，斜長石

三斜晶系混晶由：



中間區分  $\left\{ \begin{array}{l} \text{奧長石} \\ \text{安長石} \end{array} \right\}$  酸性，富鈉質

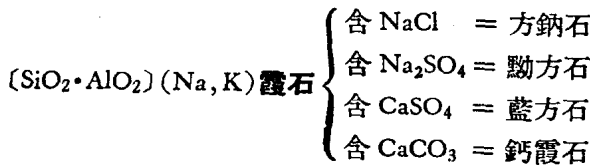
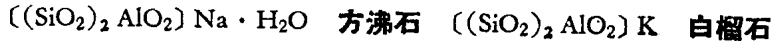
$\left\{ \begin{array}{l} \text{拉長石} \\ \text{倍長石} \end{array} \right\}$  基性，富鈣質



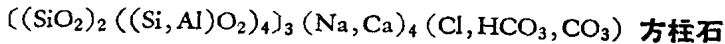
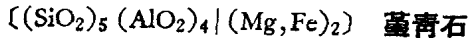
固溶而成。

Na：鈉長石

似長石，長石代表物或准長石。



其他架狀鋁氧矽酸鹽



與堇青石構造相似 (但 Be 代替 Al) 如

