

苏联高等学校教学用书

矿物學實習指導

斯莫利揚尼諾夫著

地质出版社

礦物學實習指導

斯莫利揚尼諾夫 著

地質出版社

1957·北京

本書係根據蘇聯國立地質書籍出版社(Госгеолиздат)1948年出版的斯莫利揚尼諾夫(Н. А. Смольянинов)教授所著的“礦物學實習指導”(Практическое руководство по минералогии)而譯出的,原書經蘇聯高等教育部審定作為高等學校礦物學實習的主要參考書。

本書的翻譯與校對工作是在北京地質學院結晶礦物教研室的領導下進行的。

本書的用途與內容請參看原序。

原書中的蘇聯最重要礦床的礦物以及在各論中個別礦物的產地都沒有包括在這一譯本內。

書中許多礦物名詞過去沒有譯名,是由地質出版社編輯部參照本社新出版俄華簡明地質辭典及其他各參考書籍暫行擬定的,可能有不妥當和不統一之處,請讀者多提意見。

礦物學實習指導

著者	斯 莫 利 揚 尼 諾 夫
譯者	北京地質學院結晶礦物教研室
出版者	地 質 出 版 社 北京宣武門外永光寺西街3號 北京市書刊出版業營業許可證出字第050號
發行者	新 華 書 店
印刷者	地 質 印 刷 廠 北京廣安門內教子胡同甲32號

印數4,001—7,020冊	1954年10月北京第1版
定價(10)2.80元	1957年1月第2次印刷
開本31"×43" ¹¹ / ₂₅	印張20 ⁸ / ₂₅
字數400,000字	

目 錄

原序	5
通論	7
礦物常識簡述	7
礦物各論	39
自然元素	39
硫化物	50
一、簡單硫化物	51
二、複雜硫化物	53
三、氧硫化物	53
氧化物	82
一、簡單氧化物	82
二、複雜氧化物(以及鈦化物和鉍鈣化合物)	85
矽酸鹽	121
一、矽酸鹽及鋁矽酸鹽	124
1. 正矽酸鹽	124
2. 雙矽酸鹽	125
3. 環狀矽酸鹽	125
4. 鏈狀矽酸鹽	126
5. 帶狀矽酸鹽	126
6. 層狀矽酸鹽	127
7. 架狀矽酸鹽	129
8. 未確定構造的矽酸鹽	131
二、硼矽酸鹽及硼鋁矽酸鹽	131
三、鈦的矽酸鹽和錯的矽酸鹽	131
四、錫的矽酸鹽	132
五、鈾的矽酸鹽	132
硼酸鹽	133

1. 無水硼酸鹽	193
2. 含水硼酸鹽	193
碳酸鹽	199
一、無水碳酸鹽	199
二、含水碳酸鹽	201
硝酸鹽	215
磷酸鹽、砷酸鹽、鈮酸鹽	217
一、無水磷酸鹽及其類似礦物	217
二、含水磷酸鹽及其類似礦物	218
硫酸鹽、鉻酸鹽、鉬酸鹽、錳酸鹽	230
硫酸鹽	230
一、無水硫酸鹽	230
二、含水硫酸鹽	231
鉻酸鹽	247
鉬酸鹽	249
錳酸鹽	250
有機酸鹽	254
鹵化物	255
一、無水鹵化物	255
二、含水鹵化物	256
三、氧鹵化物	262
礦物鑑定表	264
按外部特徵的礦物鑑定表	264
吹管礦物鑑定表	302
附錄	350
礦物的最主要的共生系列	350
元素的礦物表	359
礦物的一般分類和礦物的化學式	392
化學元素原子量	466
索引	470

原 序

在礦物學文獻方面，為地質工作者——勘探和普查工作者日常工作所必需的參考書和手冊很少。能够幫助大學生獨立進行礦物學實習的參考書也沒有。作者認為本書就可彌補這一不足。本書是為已掌握化學、結晶學和礦物學基本知識的人而作。因此，在編寫這本書時，作者沒避去專門名詞，並僅在開始時提出必須瞭解的礦物學的基本概念。

本書共分四章。第一章是礦物學緒論的綱要。第二章是敘述礦物學，該章^①與前一版比較擴充了很多，所述的礦物達442種，這些礦物或是其本身有實際價值，或者是能作其他礦物的找礦標誌，或者是科學研究的對象。第三章包含有鑑定表，是敘述藉肉眼和次管鑑定礦物的表。鑑定表未能將所有的礦物皆加以敘述，因為不是每一種礦物都能用所述方法去鑑定，但是，用這些方法能鑑定的所有最重要礦物却都寫於書內。

第四章內提供了對本書有益的參考性質的表格。該章內又分下列幾節：

1. 最主要的共生礦物表 其意即是使我們認識自然界內礦物的有規律的共生關係，從而有助於礦物的尋找和鑑定。
2. 蘇聯最重要礦床的礦物表——是前面的共生礦物表的發展與補充（未譯）。
3. 礦物一般分類並附有構造式——為瞭解礦物的成分和化學構造特性的必備參考材料。
4. 個別元素的礦物表，該表涉及很多稀有元素。

① 斯莫利揚尼諾夫：鑑定礦物、地質勘探者們的有關地質參考書。

在編寫本書所利用的參考書和手冊有：

波爾德列夫：描述礦物學教程第一、二、三冊，1926—1935 年版。

別傑赫琴等：礦物學教程，1936 年版。

維爾納德斯基：地殼礦物史。第一卷。第二分冊 1927 年 2 月版。

德納：描述礦物學，1937 年版。

澤米亞欽斯基：礦物學教科書，描述章，1910 年版。

列別捷夫：礦物學教科書 1907 年版。

蘇聯的礦物，第一卷和第二卷，1940 年版。

德納：系統礦物學，1920 年版。

德納：系統礦物學第一卷，1944 年版。

在繪結晶體圖樣時，作者認為有必要用字母符號標誌其晶面（據德納），雖然在本書內這些符號未曾提到。

如果該書對蘇聯礦物事業的發展有所幫助和在某一程度內對研究和瞭解我們自然界內的財富有所幫助，作者將感到莫大滿意。

斯莫利揚尼諾夫

通 論

礦物常識簡述

什麼是礦物？ 礦物是發生於地殼中的天然的物理及化學物體，它們是未經人類任何特殊干預的物理和化學作用的結果。因此礦物與在實驗室及工廠中所獲得的人造產物不同，從物理化學的觀點來看，每一個礦物都相應於它的發生環境的一定狀態和成分。

在大多數情況下 礦物是固體，有時候是液體和氣體。礦物的化學成分通常以化學分子式來表示。此外，每一個礦物都相應於一定物理特徵的綜合。這些物理特徵在礦物類型的範圍內，隨着成分的變化和混合物的變化等而發生改變。

礦物的數目約二千，而其名稱的數目則有兩倍甚至三倍之多，這是因為某些礦物由於特徵的差異而具有不同的名稱，這些特徵就使我們能夠談到變種。上述礦物的數目中有不多的礦物，約幾十種是非常普通的，而其他礦物則是稀見的。有呈巨大塊體的礦物，例如鐵礦，相反地也有為量剛剛够分析上和其物理性質的研究上用的微小礦物。礦物在難於分割的混合物中也極常見。因此，困難是在於獲得純質礦物而危險的是將混合物當做獨立的礦物。以前所確定的“礦物”原來是混合物的很不少見。

每年大約發見 30—40 種新的礦物。

礦物的化學成分 礦物的化學成分以總的化學分析數字的百分比及化學分子式來表示，例如；

$$\begin{array}{r}
 (1) \text{ Fe—30.47\%} \\
 \text{Cu—34.40\%} \\
 \hline
 \text{S—35.87\%} \\
 100.74\%
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 (2) \text{ SiO}_2 \text{—55.12\%} \\
 \text{Al}_2\text{O}_3 \text{—22.99\%} \\
 \text{Na}_2\text{O—13.53\%} \\
 \hline
 \text{H}_2\text{O—8.27\%} \\
 99.91\%
 \end{array}$$

爲了獲得分子式應當以相應的原子量或分子量去除上述的數字，結果得到原子數及分子數。這些成比例的並且儘可能的簡化了的數字就作爲礦物化學分子式中的常數。下面是計算的例子：

(1) 重量百分比 原子數 原子數間的比值 分子式

$$\text{Fe—30.47} \quad \frac{30.47}{56} = 0.544 \quad 1$$

$$\text{Cu—34.40} \quad \frac{34.40}{63.5} = 0.541 \quad 1 \quad \text{FeCuS}_2 \text{ (黃銅礦)}$$

$$\text{S—35.87} \quad \frac{35.87}{32} = 1.120 \quad 2$$

(2) 重量百分比 分子數 分子數間的比值 分子式

$$\text{SiO}_2 \text{—55.12} \quad \frac{55.12}{60} = 0.9187 \quad 4 \quad 4\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \text{—22.99} \quad \frac{22.99}{102} = 0.2254 \quad 1 \quad \text{或}$$

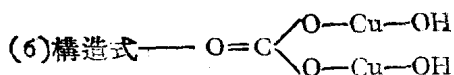
$$\text{Na}_2\text{O—13.53} \quad \frac{13.53}{62} = 0.2182 \quad 1 \quad \text{H}_4\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{14} = \text{H}_2\text{NaAlSi}_2\text{O}_7$$

$$\text{H}_2\text{O—8.27} \quad \frac{8.27}{18} = 0.4594 \quad 2 \quad \text{(方沸石)}$$

假若分子式只能代表礦物化學成分者稱爲實驗式，而分子式除表示化學成分外，還能夠決定化合物的類型，決定其各個元素間的相互關係者稱爲構造式。

例如：

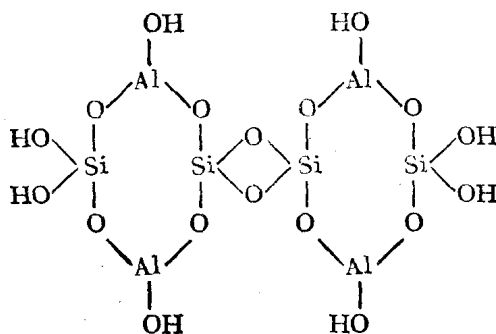
(1) 孔雀石分子式：(a) 實驗式—— $\text{H}_2\text{Cu}_2\text{CO}_3$



或者： $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ ——基性銅碳酸鹽

(2)高嶺土分子式：(a)實驗式—— $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$

(6)根據維爾納德斯基的構造式：



或者 $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9 \cdot \text{H}_2\text{O}$

(鋁矽酸鹽的水化物)

構造分子式的確定與論證是相當困難的事。對大多數礦物來說還不知道他們的構造式，現在X射線構造分析法在這方面有着巨大的意義。爲了表示礦物的化學成分通常利用實驗式。

某些礦物的成分是可變的，也就是說個別元素或元素羣，由於類質同像的緣故，可以爲其他與之相似的元素或元素羣所替換。因此在分子式中相互替換的元素符號用逗點來分開，並且以括弧括起來，含量多的元素放在前面，例如橄欖石 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$ ，古銅輝石 $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{SiO}_3$ ，鎂鐵白雲石 $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})(\text{CO}_3)_2$ 。

上述這種類型的分子式表示了礦物成分的一般概念。爲了使它們更加明顯起見，必須指出相互替換的組成成分中原子數間的比值。

礦物中的雜質 各種雜質都使礦物的化學成分複雜起來：(1)機械混入的雜質——粗大，容易分離；(2)微細的雜質——難於分離或者根本不能分離。

粗大雜質的出現可以解釋爲：(1)正在生長的晶體機械地捕捉了外來物質；(2)一個礦物被其他礦物所插生，這常常因爲礦物被破壞和轉變爲另外一種礦物的結果；(3)礦物的帶狀構造，不同的層帶化學成分不同，或者甚至是不同的礦物。

微細的雜質決定於固體溶液的存在，決定於類質同像交代作用或類質同像混合物，決定於離子爲膠體所吸附的作用。

固體溶液與普通液態的溶液或熔體類似。其中的溶劑是固體物質。被溶解的物質可能是固體、液體和氣體。

假若把被溶解物質的結晶格子分置於溶劑中而不損害溶劑的結晶格子，就會發生固體溶液現象。具有“寬敞的”格子的礦物——也就是當被溶解物質的構造單元（離子、原子等），就其本身的大小而言與溶劑的格子間隙相適應時，才能發生固體溶液。類質同像混合物是固體溶液的一種特殊情況。它們的組成成分具有相似的構造，已知有很多礦物的類質同像系列，例如：斜長石系（鈉長石—鈣長石）、橄欖石系（鎂橄欖石—鐵橄欖石）、石榴子石系等。

固體溶液現象就廣義的來說，可以用礦物中“分散”元素的存在來解釋。某些礦物，例如閃鋅礦，有時是非常複雜的溶液，在這些溶液中一個組成成分就起了溶劑的作用。

在膠體礦物中所見到的雜質常常用吸附作用（膠體吸收各種外來離子）來解釋。由膠體化學可以知道在稱爲膠粒的膠體質點的表面上形成有荷電層+或-，因此膠粒吸引着並且抓住在其周圍電解質中的異價離子，這些電解質與膠體質點共存於溶液中，因此而被攫取的雜質數量可達百分之幾。通常含有鉀、鋁、鈷、銅等雜質的錳質膠體礦物就是一個例子。

礦物的外形 礦物常呈晶體狀、雙晶、連生體、粒狀緻密塊體、土狀堆積物、被膜、鐘乳狀體、硬殼狀等，最後也呈具有膠體特點的分泌體，它是凝固了的膠凍。

礦物的形狀具有很多特性，因此礦物的形狀就具有鑑定的意義。

就這一方面講以晶體最主要。

根據對稱特點可將晶體分為幾個晶系。

等軸晶系 等軸晶系晶體對稱最高。晶體成為立方體、八面體、菱形十二面體、四面體等(圖1—6),或者是幾個單形的聚形(圖7—10)。等軸晶系晶體由外形上的三向等長性,也就是長、寬和厚度近於相等,可以和大多數其他晶系的晶體區別出來。

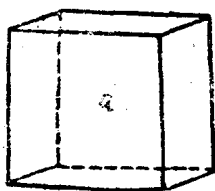


圖1. 螢石: $a(100)$

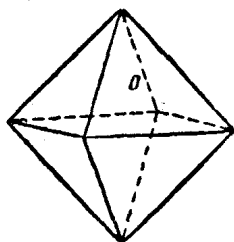


圖2. 尖晶石: $o(111)$

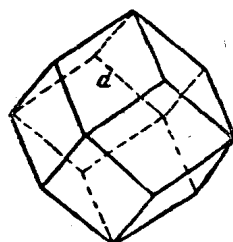


圖3. 石榴子石: $d(101)$

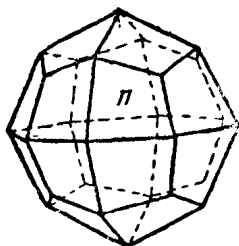


圖4. 白榴石: $n(211)$

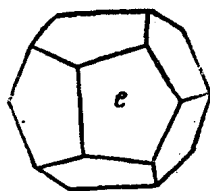


圖5. 黃鐵礦: $o(210)$

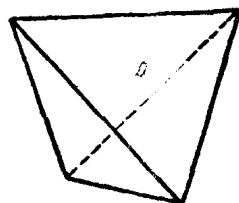


圖6. 翠銅礦: $o(111)$

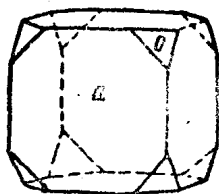


圖7. 鉀鹽: $a(100);$
 $o(111)$

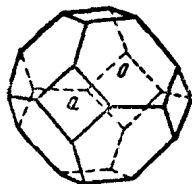


圖8. 方鉛礦: $a(100);$
 $o(111)$

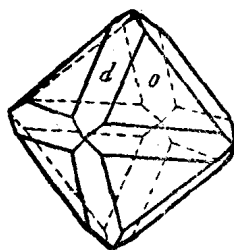


圖9. 尖晶石: $d(101);$
 $o(111)$

正方晶系 正方晶系晶體在大多數情況下其橫斷面為正方形。常常為延長形，並且主要為正方柱或正方錐（圖11—12）。本品系的礦物數目不多。

六方晶系 本品系晶體特具有一個六次對稱軸。此外，屬於本品系中的還有兩個具有三次對稱軸的對稱形（ L^3P 和 L^33L^24P ）的晶體。晶體通常為細長的六方柱，三方柱少見（圖13、14）。在自然發育中很難與三方晶系晶體區別。

三方晶系 三方晶系晶體特具有一個三次對稱軸（除去上述屬於六方晶系的二個對稱形以外）。本品系晶體與六方晶系一樣，主要是細長的六方柱或三方柱，而粗短的、扁平、鱗片狀的較少。在各種聚形中菱面體、複三方偏三角面體較多見（圖15）。很多常見的礦物（石英、方解石、電氣石等）都屬於三方晶系。

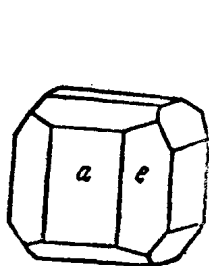


圖 10. 黃鐵礦： $a(100)$;
 $e(210)$

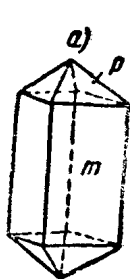


圖 11. 石英： $a(100)$;
 $m(110)$; $p(111)$

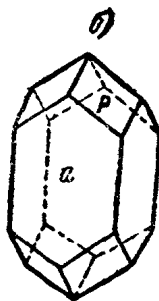


圖 12. 白堊

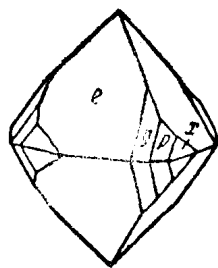


圖 13. 綠柱石： $c(0001)$; $m(10\bar{1}0)$;
 $p(10\bar{1}1)$; $s(11\bar{2}1)$

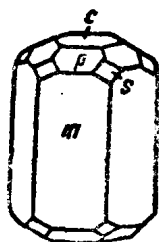


圖 14. 霞石： $c(0001)$;
 $m(10\bar{1}0)$; $p(10\bar{1}1)$

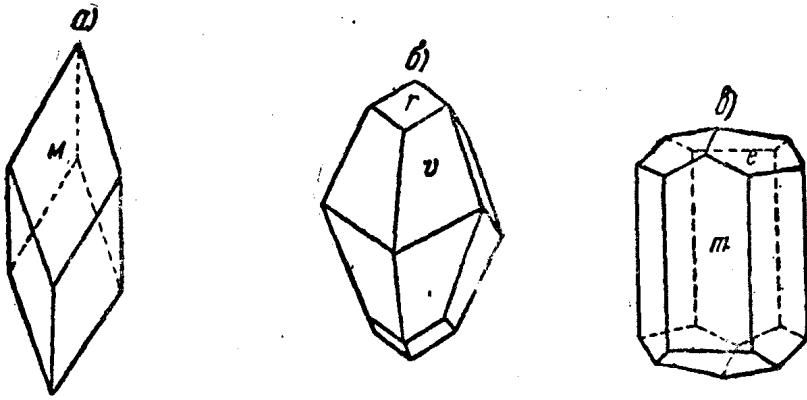


圖 15. 方解石: $m(10\bar{1}0)$; $r(10\bar{1}1)$; $M(40\bar{4}1)$; $v(61\bar{7}5)$; $e(01\bar{1}2)$

斜方晶系 晶體通常很複雜,呈柱狀,為某些位置不同的斜方柱、斜方錐和平行雙面所成的聚形(圖 16—18)。本晶系礦物為量頗多。

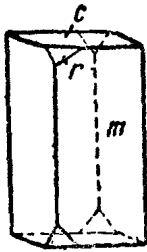


圖 16. 紅柱石: $c(001)$;
 $m(110)$; $r(101)$

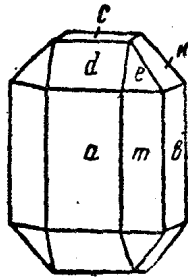


圖 17. 榍榴石: $a(100)$;
 $b(010)$; $c(001)$;
 $m(110)$; $d(101)$;
 $k(021)$; $e(111)$

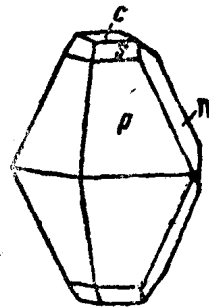


圖 18. 硫: $c(001)$;
 $n(011)$; $e(113)$;
 $P(111)$

單斜晶系 晶體就形狀而言頗似斜方晶系晶體,但對稱程度較低是不同的地方,有時為細長的、柱狀的和板狀的晶體(圖 19—22)。

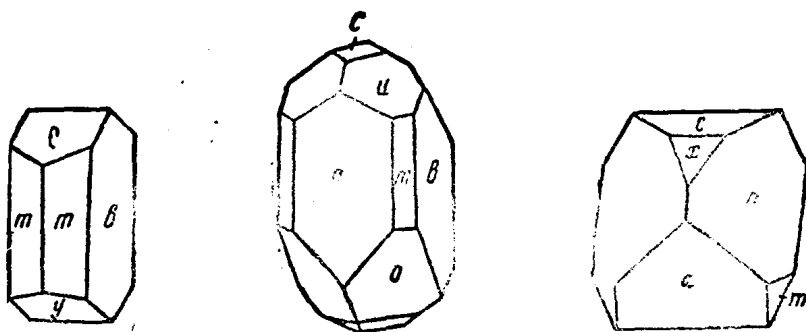


圖 9. 正長石: $b(010)$; 圖 10. 透輝石: $a(100)$; $b(0'0)$; 圖 21. 輝石: $a(100)$;
 $c(001)$; $m(110)$; $c(001)$; $m(110)$; $u(111)$; $c(00)$; $m(110)$;
 $y(201)$ $o(221)$ $x(102)$; $u(111)$

很多常見的礦物屬於單斜晶系: 正長石、雲母、輝石、角閃石等。

三斜晶系 晶體的對稱程度最低; 形狀近於單斜晶系晶體(圖23—24)。斜長石是最重要的代表。

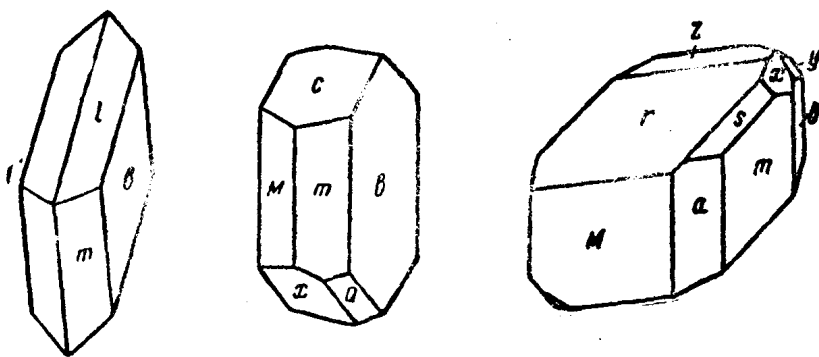


圖 22. 石膏: $b(010)$; 圖 23. 鈉長石: $b(010)$; 圖 24. 斧石: $a(100)$; $b(0'0)$;
 $m(110)$; $l(111)$ $c(001)$; $m(110)$; $M(110)$; $a(101)$; $o(110)$ $m(110)$; $M(110)$;
 $s(201)$; $y(021)$; $x(111)$; $x(112)$; $r(111)$

天然晶體的發育通常是不均勻的。因此天然晶體常常沒有外表的對稱, 所以根據外形鑑定其所屬的晶系就困難了。

晶體的大小變化很大——由顯微狀到重達一噸或數噸的巨大晶體。有一個人高的石英和長石；美國達利他州凱斯頓(Кейстон)礦床所產鋁輝石晶體長達十四公尺，厚達一公尺。另一方面，在烏拉爾的仙鶴(Журавлинское)礦床所產的最微細的明礬石粉是由大小約 0.01 公厘左右理想的有規則的小晶體所構成。

晶體很少是單個的。常常連生而成雙晶，形成晶簇、集合體、緻密塊體及粒狀塊體。雙晶可以作為正長石(圖25)、鈉長石(圖26)、錫石(圖27)、十字石(圖28)、辰砂(圖29)、石膏(圖30)等的特徵。常常外形非常完好有如單晶者，而實際上却是複雜的雙晶。雙晶的標

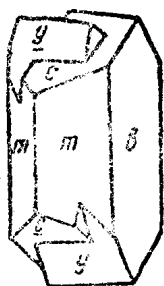


圖 25. 正長石雙晶

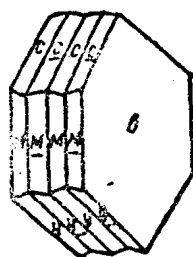


圖 26. 鈉長石晶體的聚片連生

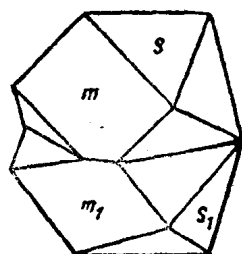
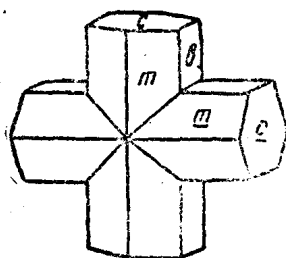
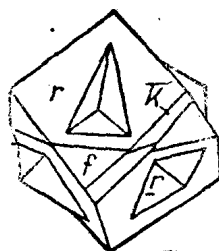
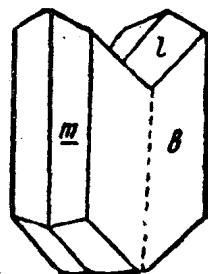


圖 27. 錫石雙晶

圖 28. 十字石雙晶：
 $c(001); m(110)$ 圖 29. 辰砂雙晶： $r(10\bar{1}1);$
 $f(20\bar{2}5); K(4\bar{2}63)$ 圖 30. 石膏雙晶： $b(010);$
 $l(111); m(110)$

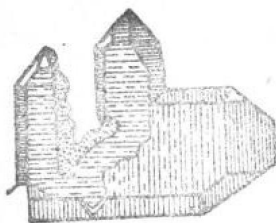


圖 51. 石英的雙晶結合面

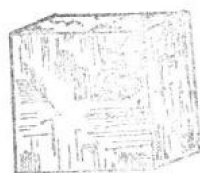


圖 52. 鈦鐵礦上複雜的雙晶結合面



圖 53. 閃鐵礦的浸蝕像及條線

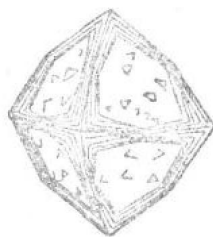


圖 54. 金剛石的生長像及浸蝕像

誌，有時根據晶面上的特有雙晶結合面可以看到（圖31）。除去在某些情況下形成複雜圖形（圖32）的雙晶結合面外，晶面可以具有條線和種種生長像及浸蝕像（圖33—35）。所有這些都構成了晶面的“彫刻像”。研究晶面的“彫刻像”非常重要，而特別對鑑定礦物來說有很大的意義。

晶體常呈集合體或形成晶簇，即在同一基礎上生成的晶體羣（圖36）。

在礦物集合體中有時可以看到晶體有次序的排列，因此將構造分為：放射狀（圖37）、纖維狀（圖38）、粒狀等。

由顯微狀小晶體構成的塊體稱為隱晶質塊體。

膠體礦物甚至在顯微鏡下也不能看到結晶構造。對這些礦物來說鐘乳狀和鮑狀是標準形狀（圖39、40）。再結晶了的膠體仍然保存着膠體原來的外形者稱為變膠體。

在土壤表面，在岩石上及空洞壁上礦物形成鹽華、被膜和硬殼（圖41）。在微細裂隙中形成樹枝石（圖42）。在自然界中很容易看到的