

科學新知 / 技術先導

礦物學(下)

國立海洋學院教授 梁繼文 編著

科學新知 / 技術先導

礦物學 (下)

國立海洋學院教授 梁繼文 編著

國立編譯館 主編
五南圖書出版公司 印行

礦 物 學 (下)

中華民國73年 8 月初版

編著者 梁 繼 文

著作權
所有人 國 立 編 譯 館

發行人 楊 榮 川

發行所 五南圖書出版公司

局 版 臺 業 字 第 0598 號

臺 北 市 銅 山 街 1-1 號

電 話 : 3916542 號

郵政劃撥 : 106895 號

基本定價 : 7.78 元

印刷所 明 文 印 刷 廠

(本書如有缺頁或制裝，本公司負責換新)



前 言

本書主要是根據美國哈佛大學和麻省理工學院所使用的礦物學教本，同時參考多種有關的著作以及個人多年的教學經驗所編寫而成。由於字數在六十萬以上，並附插圖五百八十幅，因此無論在水準和內容等各個方面，已足供當前大專院校地質系組礦物學的教學之用。

本書分上、下兩冊，內容共有三十二章。上册十五章，旨在對結晶化學、結晶學、晶體的對稱、結晶系統、礦物的物理與光學性質，和化學分析的技術等，作一扼要的介紹。下册十七章，是用系統的方式，從事礦物的個別敘述，並儘量加入有關寶石方面的智識。全書預定一年授完。不過在實際教學的時候，為配合有限的時間，亦可以由教師擇要講述，其餘的部份，則指定由學生自行研讀。為此，既可維持一定的進度，亦可訓練學生主動學習的能力，以充分吸收其中的內容。

礦物學，是地質科學的一門基礎學問，也是人類開發地球礦物資源的必備智識。但是因為內容艱深，不易

為初學者所理解，再加上目前在國內的大專院校裏，大家又喜歡運用英文的原本來教學，結果便逐漸使得學生視礦物學為畏途。本書，是用本國的文字寫成，自然去除了語言方面的障礙，不過由於它仍然是高度專門性的，因此學生除了要一貫耐心地聆聽老師的講解之外，還要在課餘對本書從頭到尾，詳細閱讀，仔細思維，這樣才能有所收穫。

當前我們的科技，在歐美各國無止境的進步當中，已呈現普遍落後的現象。說到落後的原因，當然不止一端，不過科學之未能中文化，極可能也是其中之一。筆者在大專院校擔任地質礦物學教授多年，為使地質的學術，能夠在群眾中生根，因此在過去，已先後出版「地質學」四冊，「二百年來地形學」一冊，「地理學研究」一冊，以及「工程地質學」二冊，字數合計，不下兩百萬言。今又蒙國立編譯館提供這樣的一個機會，得以繼續完成本書上、下兩冊，令人非常感佩。此外，本書資料的蒐集，和文稿的整理，曾得力於鄒鳳春小姐的幫忙不少，在這裏，也一併表示由衷的謝意。至於本書在編輯和內容等各個方面，如有錯誤或未盡妥善之處，尚盼各界的學術先進，多予批評指教，以作今後改進的依據。

梁繼文 謹識

礦 物 學 (下)

目 次

第十六章 自然元素礦物	655
16.1 概 述	656
16.2 自然元素礦物分述	657
第十七章 硫化礦物	733
17.1 概 述	733
17.2 硫化礦物分述	735
第十八章 磺酸鹽礦物	805
18.1 概 述	805
18.2 磺酸鹽礦物分述	806
第十九章 氧化礦物	819
19.1 概 述	819
19.2 氧化礦物分述	821
第二十章 鹵化礦物	897
20.1 概 述	897
20.2 鹵化礦物分述	899

第二十一章 碳酸鹽礦物.....	919
21.1 概 述.....	919
21.2 碳酸鹽礦物分述.....	921
第二十二章 硝酸鹽礦物.....	961
22.1 概 述.....	961
22.2 硝酸鹽礦物分述.....	962
第二十三章 硼酸鹽礦物.....	967
23.1 概 述.....	967
23.2 硼酸鹽礦物分述.....	968
第二十四章 硫酸鹽礦物.....	977
24.1 概 述.....	977
24.2 硫酸鹽礦物分述.....	978
第二十五章 鎢酸鹽和鉬酸鹽礦物.....	1007
25.1 概 述.....	1007
25.2 鎢酸鹽和鉬酸鹽礦物分述.....	1008
第二十六章 磷酸鹽、砷酸鹽和釩酸鹽礦物.....	1019
26.1 概 述.....	1019
26.2 磷酸鹽、砷酸鹽和釩酸鹽礦物分析.....	1021
第二十七章 矽酸鹽礦物—單矽酸鹽.....	1051
27.1 概 述.....	1051

27.2 單矽酸鹽礦物分述.....	1058
第二十八章 矽酸鹽礦物—雙矽酸鹽.....	1101
28.1 概 述.....	1101
28.2 雙矽酸鹽礦物分述.....	1102
第二十九章 矽酸鹽礦物—環矽酸鹽.....	1117
29.1 概 述.....	1117
29.2 環矽酸鹽礦物分述.....	1119
第三十章 矽酸鹽礦物—鏈矽酸鹽.....	1135
30.1 概 述.....	1135
30.2 鏈矽酸鹽礦物分述.....	1140
第三十一章 矽酸鹽礦物—片矽酸鹽.....	1177
31.1 概 述.....	1177
31.2 片矽酸鹽礦物分述.....	1191
第三十二章 矽酸鹽礦物—體矽酸鹽.....	1225
32.1 概 述.....	1225
32.2 體矽酸鹽礦物分述.....	1234
參考書目.....	1285

附：上册目次

第一章 概 述.....	1
1.1 礦 物.....	1
1.2 礦物與岩石.....	3
1.3 礦物學的定義與內容.....	5
第二章 礦物學發展史.....	9
2.1 早期人類對礦物的利用.....	9
2.2 中世紀以前對礦物來源的看法.....	10
2.3 十五世紀到十九世紀初期的發展.....	13
2.4 十九世紀以後的礦物學.....	18
2.5 二十世紀礦物學發展的新途徑.....	22
第三章 結晶化學的基本原理.....	25
3.1 原子的構造.....	25
3.2 元素的週期分類.....	45
3.3 電價 (Valence) 與攔阻性 (Screening)	51
3.4 原子的半徑 (Atomic Radii)	53
3.5 化學鍵 (Chemical Bonds)	59
3.6 原子的堆集 (Packing of Atoms)	78
3.7 原子集結的缺陷 (Imperfection)	94
第四章 結晶學.....	105
4.1 概 說.....	105
4.2 結晶體的發生.....	108
4.3 結晶體的生長.....	110

4.4	結晶軸 (Crystallographic Axes)	126
4.5	結晶系統 (Crystal System)	128
4.6	軸比 (Axial Ratio)	132
4.7	標軸距和標軸比	134
4.8	密勒指數	136
4.9	晶形和晶態	141
4.10	晶帶	164
4.11	結晶體的投影	165
第五章 對稱		183
5.1	對稱運動 (Symmetry Operation)	184
5.2	平面的對稱	202
5.3	三度空間的對稱	225
5.4	點羣的對稱	245
5.5	空間群的對稱	250
第六章 等軸晶系		291
6.1	概 述	291
6.2	六八面晶族 (Hexoctahedral Class) - $\frac{4}{m} \frac{3}{2} \frac{2}{m}$	295
6.3	五角二十四面晶族 (Gyroidal Class) - 432	306
6.4	六四面晶族 (Hextetrahedral Class) - $\bar{4}3m$	309
6.5	偏方二十四面晶族 (Diploidal Class) - $\frac{2}{m} \bar{3}$	316
6.6	四半面晶族 (Tetartoidal Class) 23	321
6.7	等軸晶系晶體的特點	324

第七章 六方晶系.....	327
7.1 概 述.....	327
六方部分 (Hexagonal Division)	329
7.2 複六方雙錐面晶族 (Dihexagonal Dipyramidal Class)	
$-\frac{6}{m} \frac{2}{m} \frac{2}{m}$	329
7.3 六方偏方錐面晶族 (Hexagonal-Trapezohedral Class)	
-622	338
7.4 複六方錐面晶族 (Dihexagonal Pyramidal Class)	
-6 mm	341
7.5 複三方雙錐面晶族 (Ditrigonal-Dipyramidal Class)	
$-\bar{6}m2$	344
7.6 六方雙錐面晶族 (Hexagonal-Dipyramidal Class) $-\frac{6}{m}$	347
7.7 六方錐面晶族 (Hexagonal Pyramidal Class) -6	350
7.8 三方雙錐面晶族 (Trigonal Dipyramidal Class) $-\bar{6}$	353
菱面部分 (Rhombohedral Division)	354
7.9 六方偏三角面晶族 (Hexagonal Scalenohedral Class)	
$-\bar{3} \frac{2}{m}$	355
7.10 三方偏方錐面晶族 (Trigonal Trapezohedral Class)	
-32	362
7.11 複三方錐面晶族 (Ditrigonal Pyramidal Class) $-3m$	366
7.12 菱面晶族 (Rhombohedral Class) $-\bar{3}$	370
7.13 三方錐面晶族 (Trigonal Pyramidal Class)	373
7.14 軸比的計算	374

第八章 正方晶系.....379

8.1 概 述..... 379

8.2 複正方雙錐面晶族 (Ditetragonal Dipyramidal Class)

$$-\frac{4}{m} \frac{2}{m} \frac{2}{m} \dots\dots\dots 381$$

8.3 正方偏方錐面晶族 (Tetragonal Trapezohedral Class) 387

8.4 複正方錐面晶族 (Ditetragonal Pyramidal Class)

$$-4mm \dots\dots\dots 389$$

8.5 正方偏三角面晶族 (Tetragonal Scalenohedral Class) $\bar{4}2m$ 391

8.6 正方雙錐面晶族 (Tetragonal Dipyramidal Class)

$$-\frac{4}{m} \dots\dots\dots 395$$

8.7 正方錐面晶族 (Tetragonal Pyramidal Class) -4 3988.8 正方雙楔面晶族 (Tetragonal Disphenoidal Class) $\bar{4}$ 400

8.9 軸比的計算..... 402

第九章 斜方晶系.....407

9.1 概 述..... 407

9.2 斜方雙錐面晶族 (Orthorhombic Dipyramidal Class)

$$-\frac{2}{m} \frac{2}{m} \frac{2}{m} \dots\dots\dots 409$$

9.3 斜方雙楔面晶族 (Orthorhombic Disphenoidal Class)

$$-222 \dots\dots\dots 414$$

9.4 斜方錐面晶族 (Orthorhombic Pyramidal Class)

$$-mm2 \dots\dots\dots 416$$

9.5 軸比的計算.....	418
第十章 單斜晶系.....	421
10.1 概 述.....	421
10.2 單斜柱面晶族 (Monoclinic Prismatic Class) - $\frac{2}{m}$...	423
10.3 單斜楔面晶族 (Monoclinic Sphenoidal Class) - 2 ...	425
10.4 單斜坡面晶族 (Monoclinic Domatic Class) - m	430
10.5 單斜晶體的特點.....	432
第十一章 三斜晶系.....	433
11.1 概 述.....	433
11.2 三斜軸面晶族 (Triclinic Pinacoidal Class) - $\bar{1}$...	434
11.3 三斜單面晶族 (Triclinic Pedial class) - 1	439
第十二章 礦物的相互關係.....	441
12.1 結晶體的平行生長.....	441
12.2 雙 晶.....	446
12.3 假 像 (Pseudomorphs)	472
12.4 固溶作用 (Solid Solution) 與同形體 (Isomorphs)	474
12.5 多形體 (Polymorphs)	481
12.6 過溶作用 (Exsolution)	487
12.7 似礦物 (Mineraloid)	488
第十三章 礦物的物理性質.....	489

13.1	概 述.....	489
13.2	解 理 (Cleavage)	490
13.3	裂 理 (Parting)	491
13.4	折 斷 (Fracturing)	495
13.5	硬 度 (Hardness)	496
13.6	韌 性 (Tenacity)	500
13.7	比 重 (Specific Gravity)	504
13.8	與光有關的表面性質	503
13.9	其 他	513
第十四章 礦物內部的光學性質.....		523
14.1	概 述.....	523
14.2	光的性質	523
14.3	反射與折射 (Reflection and Refraction)	537
14.4	折射率 (Index of Refraction)	538
14.5	全反射 (Total Reflection) 和臨界角 (Critical Angle)	542
14.6	等向性的 (Isotropic) 和異向性的 (Anisotropic) 晶 體	542
14.7	偏光 (Polarized Light) 與偏光顯微鏡 (Polarizing Microscope)	543
14.8	單軸晶體 (Uniaxial Crystals)	553
14.9	二軸晶體 (Biaxial Crystals)	562
14.10	薄片 (Thin Section) 的製備	568
14.11	等向性礦物在偏光顯微鏡下的觀察	572
14.12	單軸晶體在正交偏光下的觀察	579

14.13 二軸晶體在正交偏光下的觀察.....	611
--------------------------	-----

第十五章 礦物的化學分析.....623

15.1 概 述.....	623
15.2 吹管試驗.....	624
15.3 熔 度.....	628
15.4 木炭塊和石膏片的使用.....	630
15.5 開管與閉管試驗.....	636
15.6 火發試驗.....	639
15.7 燒珠試驗.....	641
15.8 常用的試劑.....	645
15.9 元素的綜合鑑定.....	647
附 I 普通礦物干涉色圖.....	653
附 I 干涉圖.....	654

第十六章

自然元素礦物

根據地質礦物學家的調查和研究知道，在地球表面上經確實鑑別出來的礦物，約有二千種左右。不過在這二千種當中，其比較常見的，只有數十種；其餘的，據說大多數比金還難找。一般研究礦物的書籍所列舉的，也僅兩百種上下而已。

本書的內容，是要把礦物加以分類，並逐一予以敘述。在敘述的時候，原則上，是儘量包括下列的各個項目，此即：

(一)結晶 (Crystallography) 。

(二)物理性 (Physical Properties) 。

(三)化學成份 (Chemical Composition) 。

(四)鑑定特徵 (Diagnostic Feature) 。

(五)產狀 (Occurrence) 與共生 (Association) 。

(六)變化 (Alteration) 。

(七)用途 (Use) 。

(八)有關或類似的礦物 (Similar Species) 。

(九)名稱來源。

此外，對於某些重要金屬的礦床、選礦或冶鍊的情形，在可能的情形之下，亦將加以扼要的說明，俾大家對某些礦物，有更完整而徹

底的瞭解。

礦物分類的方法很多，現時最通用的，是根據化學成份來作為基礎。下面所列舉的，便是根據化學成份分類的情形。

(一) 自然元素 (Native Elements) 。

(二) 硫化物 (Sulfides) 。

(三) 磺酸鹽 (Sulfosalts) 。

(四) 氧化物 (Oxides) 。

(五) 氫氧化物 (Hydroxides) 。

(六) 鹵化物 (Halides) 。

(七) 碳酸鹽 (Carbonates) 。

(八) 硝酸鹽 (Nitrates) 。

(九) 硼酸鹽 (Borates) 。

(十) 硫酸鹽 (Sulfates) 。

(十一) 鎢酸鹽 (Tungstates) 和鉬酸鹽 (Molybdates) 。

(十二) 磷酸鹽 (Phosphates) 、砷酸鹽 (Arsenates) 和釩酸鹽 (Vanadates) 。

(十三) 矽酸鹽 (Silicates) 。

本書在礦物的敘述上，也將依照上述分類的順序；所要說明的，大約有兩百種左右。

16 • 1 概 述

在大自然中，除掉大氣裏的自由氣體不計之外，其以自然狀態發生的元素，大約有二十種左右。它們可以分為三大類，此即金屬 (Metals) 、半金屬 (Semimetals) 和非金屬 (Nonmetals) 。在自然金屬方面，其最普通常見的，可以歸屬為下述三個等構造群