

大 學 用 書 選 譯

礦

物

學

正 中 書 局 印 行
教 育 部 出 版

蔡 東 建 譯

Edward H. Kraus
Walter F. Hunt
Lewis S. Ramsdell
原著

版權所有



翻印必究

中華民國六十一年十月臺初版

中華民國六十三年四月臺二版

大學用 礦物學
書選譯

(MINERALOGY)

全一冊 基本定價 精裝六元一角
平裝五元

(外埠酌加運費郵費)

原 著 者	Edward H. Kraus
	Walter F. Hunt
	Lewis S. Ramsdell

譯 者	蔡 東	建
出 版 者	教 育	部
發 行 印 刷	正 中 書	局

(臺灣臺北市衡陽路二十號)

暫遷臺北市南昌路一段十二號

發 行 人 李 潔
海外總經銷 集 成 圖 書 公 司

(香港九龍旺角洗衣街一五三號地下)

海 風 書 店

(日本東京都千代田區神田神保町一丁目五六番地)

內政部登記證 內版登業字第〇六七八號(6357) 志
(1000)

序

一、本書係美國密歇根大學

結晶學礦物學名譽教授 克勞斯 (Edward Henry Kraus)

岩石學名譽教授 韓特 (Walter Fred Hunt)

礦物學教授 蘭斯黛爾 (Lewis Stephen Ramsdell)

共著 “Mineralogy”

An Introduction to the Study of Minerals and Crystals

第四版的全譯。原著由紐約 McGraw Hill Book Company, Inc.
於一九五一年出版。

- 二、原著取材新穎，講解簡明，不僅由美國各大學又由世界各國大學直接或間接廣泛採用為課本。實極適合礦物學入門之用。
- 三、本書礦物中名，悉依據教育部公布礦物學名詞（極少數例外），其尚無中名者，按其英名意義、結晶形、物理性、化學性、產地等暫擬中名。是否有當，請各位先進不吝指正。
- 四、本書地名，除國名、山川名、大地方名用一般習用中名外，小地名概不譯為中名，以便有必要時可查閱外國地圖。
- 五、原著上幾處明為誤植者外，譯者忠實順從原文。雖盡最大努力，參考各種典籍，尚恐難免有誤譯之處。願海內外賢達，隨時賜教以匡不逮。

蔡東建 謹誌

民國四十九年七月於臺灣省立師範大學

原著第四版序

自從本書第三版問世後十五年之間，礦物學各部門均有驚人進步。尤其關於結晶內部構造及礦物化學成分方面為甚。此皆為 X 射線分析法有飛躍改進所致。因此每章解說以及鑑定表均澈底改訂以求符合時代之進步。一方面又添加精選參考書目錄。插圖又改良又增加，總數共達 736 圖之多。如此全書重新編排。第三版一直出版達十三批，實為著者等不勝感激之處。

我們承蒙同事史勞遜教授(Chester B. Slawson)，哈因利希教授(E. Wm. Heinrich)及使用本書之各位先生有益指教，或惠允借用寶貴資料，由衷誌謝。

克勞斯 (E.H. Kraus)

韓特 (W. F. Hunt)

蘭斯黛爾(L. S. Ramsdell)

一九五一年六月

於美國密歇根州Ann Arbor

原著第一版序

本書以對初學礦物學的大學大班級學生的長年教學經驗為基礎而編。因此，內容力求具體而簡潔。本書講解礦物學各部門的重要事項，期能符合一般學生之需要。向來慣用的結晶線圖一向為普通學生所難具體了解之處，本書盡量使用結晶模型、天然結晶和礦物的清晰照相而取代。此法如同在實驗室裏給學生看模型或標本一樣。這些照相直接從密歇根大學的各標本室陳列品拍照製成。

為了使本書更具體化，加進「礦物學對現代文明的重要性」、「寶石」、「主要經濟礦物之開採與用途」等各章。又希能增加些人情味，插進許多著名礦物學者照片及簡短資歷。

結晶學的幾章大部分根據克勞斯著「結晶學要義」一書。又本書中百五十種礦物的說明亦多取材於克勞斯著「礦物學各論」。礦物鑑定表則為韓特著「礦物表」的節要。

我們深謝密歇根大學照相技術專家史衛因君 (George R. Swain) 有該君的豐富經驗及卓越技術始能拍出優秀模型、標本照片。又承蒙坤次博士 (George F. Kunz) 賜助，獲得多數極寶貴照片，於茲一併誌謝。

克勞斯 (Edward H. Kraus)

韓特 (Walter F. Hunt)

一九二〇年八月

於密歇根大學礦物研究所

目 次

序.....	I
原著第四版序.....	II
原著第一版序.....	III
第一章 緒論.....	1
第二章 結晶學.....	9
第三章 等軸晶系.....	25
第四章 六方晶系.....	45
第五章 正方晶系.....	71
第六章 斜方晶系.....	82
第七章 單斜晶系.....	90
第八章 三斜晶系.....	97
第九章 複晶.....	102
第十章 物理性.....	111
第十一章 光性礦物學.....	133
第十二章 結晶構造及X射線分析.....	170
第十三章 化學性.....	201
第十四章 礦物成因與及產狀.....	209
第十五章 定性吹管法.....	230
第十六章 礦物學各論.....	277
第一節 元素礦物.....	279
第二節 硫化及硫磺鹽礦物.....	303
第三節 氧化及水氧化礦物.....	325
第四節 鹵化礦物.....	361

第五節 硝酸鹽、碳酸鹽及硼酸鹽礦物·····	367
第六節 硫酸鹽、鋁酸鹽、鉬酸鹽及鎢酸鹽礦物·····	385
第七節 磷酸鹽、矽酸鹽及釩酸鹽礦物·····	400
第八節 矽酸鹽礦物·····	408
第十七章 寶石·····	490
第十八章 依據元素的礦物分類·····	508
附錄·····	553
三十二晶族的單形及對稱要素分類表·····	563
礦物鑑定表·····	579
精選參考書目錄·····	748
索引·····	754

第一章 緒論(Introduction)

礦物學與文明 (Mineralogy and Civilization) 早期博物學者將自然界物質分爲動物(animal)、植物(vegetable)、礦物(mineral)三「界」。他們將陸上、海中、空中所有的動物歸屬於動物界 (animal kingdom)。各種動物的研究發展爲動物學、解剖學、外科、動物育種和其他有關科學。草木歸屬於植物界(vegetable kingdom)。從草木的研究，發達爲植物學及與共有密切關係的森林學、農學。礦物界 (mineral kingdom) 包括所有無生命的世界。即礦物、岩石、土壤以及地球上的水。因爲礦物具有明亮顏色、整齊外形、透明及其他顯著物理性容易引人注意，加上形形色色種類繁多，一定成爲原始人最初研究對象之一。

礦物學雖然比較晚期始發達（比天文學遲的多），但礦物、結晶、岩石却在文明萌芽的最早期已被人類利用。文明發達的最早期稱爲石器時代 (stone age)。原始人將岩石鑿成各樣形狀當做器具使用，又製成爲粗糙武器。事實上初期石器極粗糙。但後來他們逐漸改進製法，終於能製成多少磨光石器。因此石器時代可分爲粗石器時代及光石器時代，各稱爲古石器時代 (Paleolithic age) 與新石器時代 (Neolithic age)。

人類對岩石礦物知識漸豐，竟能從礦物鍊出金屬而順利地進入銅、青銅、鐵及煤的時代。由於科學、工業的飛躍進步，礦物使用量急遽增加。近幾十年來，機械時代 (machine age)、馬達時代 (motor age)、空中時代 (air age)、原子時代 (atomic age) 等名辭膾炙人口。據保守的估計一九〇〇年以後從地上地下開採礦物量超出其以前時代之總和。因受兩次世界大戰刺激，礦物消耗量大爲增加。

此外，因新興工業發達，舊用礦物得了新用途。如今，石英之一變種水晶廣泛被利用做現代無線電發振器（128 頁）可控制電波週率。第二次世界大戰中爲了供應軍方幾百萬片發振石英薄片，不得不設計其快速而大量生產法。現時工業界普遍地使用鑽石工具（299 頁），以快速而精密方法加工金屬及其他製品。每年各種工業要消耗大量金剛石。

若干礦物向來被認爲無經濟價值者，今天却已大量地被應用。例如紅柱石（419 頁）、藍晶石（420 頁），從前只能在標本室裏見到。但如今幾噸幾噸地用於製造電火花栓和化學用瓷器。目前對原子能發展上，鈾礦（瀝青鈾礦）及其他含鈾礦物負有極高度重要性，當不必贅言。

鑑於礦物在現在工商業中所佔優越地位，現代文明常常被稱爲礦物文明(Mineral Civilization) (1)。於是關於礦物之性質、產狀、用途需有正確知識，不但需要且比任何時代要更多。世人未曾有比今天更關心礦物之時代。

原料來源(Source of Raw Materials) 供人類使用的各種原料，其主要來源爲礦區、石廠、農場、森林、海洋與大氣。其中以農場、森林、礦區、石廠爲最重要。但因由於近代化學處理法之發達，海洋成爲錢的重要來源之一。大氣亦成爲肥料及炸藥最重要成分之一的氮的來源。

人類活動部門 (Divisions of Human Activity) 開採及利用上述天然資源，產生了最大最重要的人類活動各部門。卽爲農業、礦業、商業與工業。如衆所周知，農業供應我們生活必需的五穀與其他糧

(1) 參考T. T. Read "Our Mineral Civilization", The Century Company, New York, 1932

食，又間接供給肉類衣着等。爲使農業圓滿達成上述使命，關於土壤成分，及其性質的知識應爲絕對必需。適合於農耕的理想土壤，其中所含礦物質實具有決定性的重大意義。

開礦時需要最豐富礦物學知識，自不待言。貴金屬，工業用重要金屬及寶石新礦床的發現與開採，常常導致地方繁榮，人口集中。

下面舉幾個例子。一八四九年美國加利福尼亞州發現金礦，大爲刺激而引起世界性大量移民與貿易。一八五〇年英國人爲了進一步探勘金礦，開始殖民於遙遠的澳洲。又於一八六七年非洲慶伯利(Kimberley)附近發現金剛石，一八八五年在 Rand 地區發現金礦，結果激發了大半非洲之移民。阿拉斯加至十九世紀末因發現金礦及其他重要礦物始漸聞名，自從發現金礦以後阿拉斯加已產出約十億美元價值之礦物，與一八六七年美國以七百二十萬美金從蘇俄買進整個阿拉斯加相比，竟高出數倍，實爲極饒有趣之一件事。

礦業往往爲農業打前鋒，又相當廣泛成爲工商業的基礎。事實上可說工商業大體建在農業和礦業之上。爲了開採經濟礦物礦床，必要建設重要交通、通信幹線。例如美國五大湖之主要商業，以每年從蘇必略湖(Lake Superior)地區搬運大量(約九千萬噸)鐵礦到水位較低之其他湖岸港口，廻航時從此等港口以運回煤礦營利爲大宗。同樣，五大湖周邊之各種工業，直接依靠礦物，即利用礦山及石廠產品而立足。又據保守的估計，礦物及礦物製品之運輸量約佔鐵路全運輸量之三分之二，海洋貿易額之三分之一。

國家及其礦物資源(The Nation and Its Mineral Resources)近代與過去不同，國家的礦產資源視爲國力之一重要要素，又被認爲最有價值的財產之一。關於此點，美國可說非常幸運而擁有極富經濟價值的岩石與礦物的大礦床以及極肥沃的廣大土地。開採天然資源獲得成

功，可說對使美國目前在世界各國中佔有領導地位一事有莫大貢獻。過去相當長期間美國每年出產全世界產銅量的40%，50%的鐵，30%的鉛，45%的鋅，25%的銀，70%的石油，40%的煤，60%的玉米，20%的小麥，45%的棉花。第二次世界大戰中若干產品產量百分比尚比上述比率高出許多。

礦物學與其他科學的關係(Relation of Mineralogy to Other Sciences) 礦物學應被認為現代文明之基本科學之一。為各門科學——即地質學、化學、物理學、森林學、土壤學、工程學等系科學生之最重要學科，對將來期以礦物學為終身職業之學生其重要性更不待言。

地質學家之工作為觀察與解釋地球上現在與過去各種作用之變化。地球大部分由岩石構成，岩石又由礦物構成，因此他們必需有良好的礦物學基礎。化學者廣泛處理由礦物所成原料，尤其是無機化學。例如製造鹼類之所謂索爾未法(Solvay process)，使用石灰岩、石鹽或食鹽和煤——此等無一非為礦山或石廠的產品。進而許多科學研究或工業亦須應用礦物學者發明之光性方法始能發展。只有極少量物質，用光性方法即可迅速而正確地鑑定。

物理學上許多重要定律，特別是重要光學定律亦從結晶質礦物的研究而得來。一九一四年及一九一五年的諾貝爾獎金頒給用X射線(170頁)闡明結晶構造而完成劃時代研究的拉衛(Laue)及布拉格父子(Braggs)。

在美國，森林官、土壤學者常常前往未開發地區工作。他們從事野外調查時必須一瞥就能辨別土壤及岩石露頭性質。又必須相當正確判斷或可發現的礦物或礦床之可有價值。為了達成此等工作，須備有礦物學知識。

建設鐵路、公路、水路時工程師時常遭遇有關礦物學知識之問題。他們同森林官、土壤學者一樣常到未開發地區工作。若干重要礦床直接由敷設鐵路時發現。茲舉兩例為證。一例為加拿大安大略省 (Ontario) 現在供給大量鎳礦的 Sudbury 大礦床，另一例為富有經濟價值的 Cobalt 銀山，兩處均如此被發見。

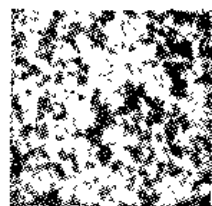
礦物學的歷史 (History of Mineralogy) 礦物學為一門較新科學，較天文學、化學、數學、物理學發達為晚。礦物與金屬雖然頻繁地由古代人使用，直至一五四六年阿格利可拉 (Georg Agricola) 出版“De Nature Fossilium”才成為礦物學第一本大著作。大家公認德國薩克遜尼的著名 Freiberg 採礦學校教授衛爾納 (Werner, 1750-1817) 為奠定礦物學基礎的第一人。最初礦物學與地質學不分科，一直到比較最近始明分為兩門科學。



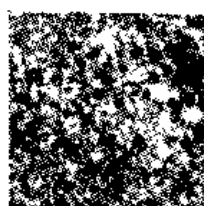
第1圖 衛爾納

Abraham G. Werner
(1750-1817) 礦物學始祖

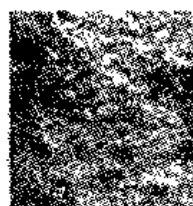
礦物與岩石 (Minerals and Rocks) 地球外部係由固體、液體與含有氣體物質造成。固體物質通常稱為岩石。



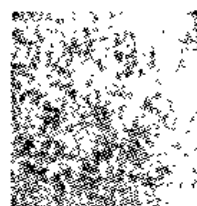
第2圖 花崗岩



第3圖 正長岩



第4圖 砂岩

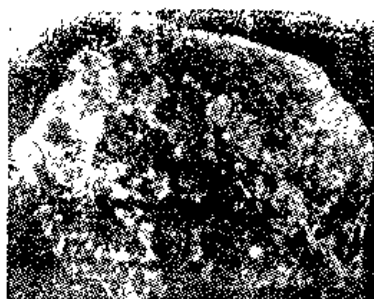


第5圖 大理石

岩石即是我們要討論的。茲將幾種最常見岩石的一般性質說明於下。當觀察一塊花崗岩標本 (第2圖) 時即可知其屬於非均質。換言之，

花崗岩乃由數種成分構成：(1)呈無色、粒狀、玻璃質稱為石英，(2)具有平滑面者稱為長石，(3)黑色鱗片狀者為雲母。如果分析此三種結晶質成分，可得其特有的化學成分。如石英為 SiO_2 ，長石為 KAlSi_3O_8 ，雲母為 $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{OH})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$ 。吾人如觀察另一種常見岩石，正長岩（第3圖），即可發現此種岩石通常係由兩種成分——雲母與長石組成。其他如砂岩（第4圖），大理石（第5圖）則祇由一種成分組成——石英⁽¹⁾或方解石 (CaCO_3) 。礦物一名詞係指組成岩石之各個成分。礦物在自然界中可有各種產狀，而通常具有良好晶體。所謂晶體即指由天然整面圍成而有一定外形者。

礦物的定義 (Definition of Mineral) 礦物為天然產物，具有一定化學成分，通常有一定結晶構造，有時呈幾何學上之外形或輪廓者。



第6圖 硬石膏

密歇根州底特律Oakwood鹽坑產

天然出產為礦物一大特點。例如化學物質 CaSO_4 可在自然界發現，又可在化學實驗室裡製造，在自然界得到者稱為礦物，給予一特定礦物名——硬石膏（第6圖）。在化學實驗室製造者不認為礦物而通常以其化學名硫酸鈣稱呼之。所以天然出產之物質始能分類為一種礦物。其在實驗室裡以化學反應製造者稱為人造礦物。

大多數礦物係無機物，為化學元素或元素合成之化合物。若干有機物如煤、琥珀、石油、瀝青通常亦分屬於礦物。如上述，少數礦物如硫磺、銀、銅、金等成分非常簡單。此等即為元素礦物。

結晶質和非晶質 (Crystalline and Amorphous Substances) 大部

(1) 譯者註：砂岩成分雖大體為石英，但尚有少量其他礦物。

分固體物質，無論天然產或實驗室製品，具有由成分原子有規則排列的一定內部構造。此稱為結晶質構造(crystalline structure)。結晶質物體在適當條件下生成時發達為天然平整表面圍成之固體，此為晶體(crystals, 第7圖, 第8圖)。天然平整表面稱為晶面(crystal faces)。



第7圖 方解石晶體
美國密蘇里州 Joplin產



第8圖 石英晶體
法國 Dauphiné產

結晶質集合體(crystalline aggregates or masses)通常由具有規則的內部構造，但外形不整齊的粒狀體組成(第5圖)。內部無整齊原子排列之固體稱為非晶質(noncrystalline or amorphous)。玻璃與蛋白石為非晶質。

一般結晶質物質之物理性依方向而相異。非晶質却無論方向如何物理性均相同。X射線分析法為研究原子排列所成結晶內部構造之最重要方法(第十二章)。多數礦物呈良好結晶。認清晶形，大多數礦物即可極正確而迅速鑑定。結晶學討論結晶質物質的形狀與各種性質。通曉幾何結晶學的要點為迅速鑑定礦物時絕不可缺少之法寶。

礦物學分科(Divisions of Mineralogy) 礦物學初步課程分為(1)

結晶學，(2)物理礦物學，(3)光性礦物學，(4)結晶構造與X射線分析，(5)化學礦物學，(6)礦物各論，(7)礦物鑑定學等分科。

結晶學(Crystallography) 該分科目標爲使學生認識礦物的常見晶形。須先研究結晶模型，然後認識天然晶體各種外形。

物理礦物學(Physical Mineralogy) 考察礦物的各種物理性如硬度、解理、顏色、光澤、條痕、比重。

光性礦物學(Optical Mineralogy) 該分科包括討論礦物的光性，並記述鑑定礦物與結晶時所需各種光學器具及方法。

結晶構造與X射線分析(Crystal Structure and X-ray Analysis) 此門討論現代結晶構造理論發展的簡短過程。記述X射線法及X射線分析法所得若干結果。

化學礦物學 (Chemical Mineralogy) 該分科講解礦物的各種化學性及起源、生成、化學成分決定法。尤其將吹管分析法詳細付予討論。

礦物各論 (Descriptive Mineralogy) 於第十六章將討論大多數普通礦物結晶形、物理性、化學性、產狀、共生礦物、用途。第十七章說明寶石及其用途。第十八章記載礦物生產量統計、工業用礦物、以主要化學成分爲根據的礦物分類法。

礦物鑑定學(Determinative Mineralogy) 爲要使讀者依據物理性可迅速辨認礦物起見，於579頁至747頁載有百五十種以上重要礦物鑑定表。

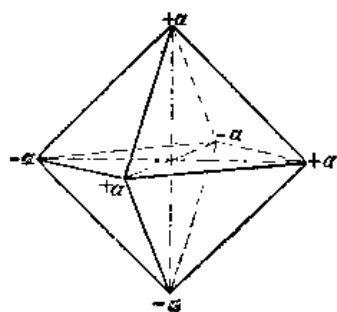
第二章 結晶學 (Crystallography)

結晶學通常以下列各項為研究對象。(1)結晶質固體的各種性質。(2)晶體天然平整表面的特定排列，分類以及支配晶面發達之定律。(3)由成分原子有規則排列而成之內部構造之鑑定與解釋。

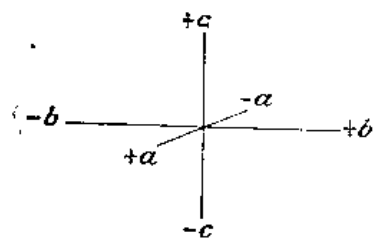
結晶學小分科 (Subdivisions of Crystallography) 結晶學以晶體及結晶質物質為研究對象。其小分科為(1)幾何結晶學(2)物理結晶學，(3)化學結晶學，(4)光性結晶學，(5)構造結晶學。

幾何結晶學 (Geometrical Crystallography) 顧名思義，該小分科記述晶體之各種形狀。有時稱為**形態結晶學** (Morphological Crystallography)。為要迅速認識與鑑定晶體及礦物，必須熟習該小分科的要點。晶形與晶體的物理性、化學性的關係為結晶學第二、第三小分科的主要討論題目。請參考第十與第十三章。第四、第五小分科分別討論光性及晶體構造。其要點述於第十一、第十二章。

晶軸 (Crystallographic Axes) 任何物質的晶體外形概因原子之整齊排列而來。因為化學物質之種類及構造排列法之繁多，晶形幾有無限多樣。為要研究晶形，決定晶面之位置，通過每一個晶體中心



第9圖



第10圖

假設幾條直線，此等直線稱為晶軸。晶軸相交，而成軸交(axial cross)第9圖示一種普通晶形，稱為八面體(octahedron)。圖上並指出三條晶軸。因為三軸均等長，各由同一英文字a表示。軸之兩端以(+)與(-)記號分別。

假如晶軸不等長，前後方向一條為a軸，左右方向者為b軸，垂直者為c軸。請參照第10圖。表示晶軸時則以a, b, c為次序。

晶系(Crystal Systems)雖然晶形可能非常之多，但我們從各方面研究已明白可把晶形分為六大羣——稱為晶系。晶系分類時以晶軸為依據。各晶系的晶軸有下列分別。

等軸晶系(Cubic System)三晶軸等長而正交。三軸以a, a, a表示。

六方晶系(Hexagonal System)共有四軸，三軸等長，位於水平平面以 60° 相交。通常稱為側軸(lateral axes)以a, a, a表示。對側軸面垂直之一條為垂直軸，比a軸長或短。該第四條軸稱為主軸(principal axis)或c軸。

正方晶系(Tetragonal System)具有三軸，兩側軸等長位於水平互相正交。垂直之c軸與水平軸或側軸正交。c軸比側軸長或短。垂直軸通常稱為主軸。

斜方晶系(Orthorhombic System)三軸不等長，正交，各以a, b, c表示。請參照第10圖。

單斜晶系(Monoclinic System)三軸不等長，兩軸(a, c)斜交。第三軸(b)與該兩軸正交。

三斜晶系(Triclinic System)三軸不等長，斜交。

軸率(Axial Ratios)某種物質晶軸長度之間有一定比率，稱為軸率。等軸晶系三軸等長，軸率為a:a:a或1:1:1，勿用贅言。