

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本

礦物學教程

上 冊

A. Г. БЕТХТИН 著
丁 浩 然 譯

154



商務印書館

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本



礦 物 學 教 程

上 冊

A. I. 別捷赫丁著
丁 浩 然 譯

商 務 印 書 館

本書係根據蘇聯國營地質書籍出版社(Государственное издательство геологической литературы)出版的別捷赫丁(А. П. Бетехтин)著“礦物學教程”(Курс минералогии)1951年版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為高等學校地質勘查系教科書。
本書中譯本分兩冊出版。

礦 物 學 教 程

上 冊

丁 浩 然 譯

★ 版權所有 ★

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一四號

中國圖書發行公司發行

商務印書館上海廠印刷

(51272A)

1953年8月初版 版面字數293,000

印數1—7,000 定價¥16,500

上海市書刊出版業營業許可證出〇二五號

振

前 言

著者在編寫本礦物學教程之際，主要地注重於具體的實際知識，因為這些知識能幫助我們精確地鑑定各種礦物和闡明礦物在自然界中形成的條件，而這正是我們教授礦物學的主要任務。同時，對學生們來說重要的不僅是要獲得關於各種礦物的性質的知識，而且也要了解產生這些性質的原因，並須知道礦物學所依據的現代數理科學的成就對這些問題闡明到一個什麼程度。

因此，在本教程的總論（理論部分）和結論部分裏就從一定的觀點研究了這些問題。此外，在各論中，又引述了礦物的標準結晶構造的特性，同時也分析了礦物的重要性質和結晶構造的關係。

與以前的礦物學教科書比較起來，本書有關礦物在自然界形成的條件和存在條件的章節中，也添加了一些極重要的補充。

最後，對於礦物的實際性質的知識曾經特別予以重視。這一點也可以說明為什麼我們對那些在工業方面比較重要的礦物如硫化物、氧化物和一部分含氧鹽，就比以前的礦物學教程要敘述得更詳細一些。

在本教科書中只是沒有研究自然界有機形成物（石油、油頁岩、煤等），因為它們不是礦物個體，而是複雜的、至今尚未全部了解的化合物的機械混合（詳見礦物的分類一章）。

最後，著者謹向曾經對本書提供過寶貴意見的 H. A. 斯莫梁尼諾夫、M. Ф. 司特列爾金、I. II. 巴爾沙諾夫以及其他專家同志表示誠懇的謝意，在本書付印前著者對這些同志的寶貴意見都一一考慮過了。

目 錄

前言.....	1
總論	
緒論.....	1
礦物學和礦物的概念.....	1
礦物學發展史的主要階段.....	3
礦物在工業上的意義.....	19
第一章 地殼及其組成的特性.....	22
第二章 礦物的性質.....	32
1. 概論.....	32
2. 礦物的化學性質和化學式.....	49
3. 礦物的物理性質.....	56
礦物的形態特點.....	57
透明度.....	62
礦物的顏色.....	64
條痕的顏色.....	69
光澤.....	70
解理和斷口.....	73
硬度.....	76
脆性、延展性、彈性.....	78
比重.....	79
磁性.....	80
放射性.....	81
發光性.....	83
礦物的其他性質.....	84
第三章 詳細研究礦物的方法.....	87
第四章 自然界礦物的形成.....	98
1. 概述.....	98

2. 造礦地質作用.....	116
內營力造礦作用	117
外營力造礦作用	125
區域變質及與之相關的作用	130

各論

礦物的分類.....	135
------------	-----

第一大類 自然元素和金屬互化物.....	140
----------------------	-----

1. 金族.....	142
2. 鐵——鉑族.....	152
3. 銀——鈳族(鐵化銀).....	157
4. 半金屬族.....	161
5. 硫族.....	164
6. 碲族.....	167

第二大類 硫化物、含硫鹽及其類似化合物	176
---------------------------	-----

第一類 簡單硫化物及其類似化合物.....	179
-----------------------	-----

1. 輝銅礦族	179
2. 方鉛礦族	184
3. 閃鋅礦族	186
4. 磁黃鐵礦族	195
5. 黃銅礦族	203
6. 銅藍族	211
7. 雄黃族	213
8. 輝銻礦族	217
9. 輝砷礦族	222
10. 黃鐵礦族	225
11. 方鈷礦族	243

第二類 含硫鹽.....	247
--------------	-----

1. 黝銅礦族	249
2. 斜方硫砷銅礦族	251
3. 車輪礦族	252
4. 硫砷銀礦族	255
5. 鉛的含硫鹽	258

第三大類 鹵族化合物.....	261
第一類 氟化物.....	264
第二類 氟化物、溴化物和碘化物	269
1. 石鹽族	270
2. 角銀礦族	278
第四大類 氧化物.....	280
第一類 簡單的和複雜的氧化物.....	286
1. 冰族	287
2. 赤銅礦族	290
3. 紅鈣礦族	292
4. 鋼石——鈦鐵礦族	293
5. 褐鈦礦族	303
6. 尖晶石族	304
7. 金紅石族	317
8. 鈣鈦礦族	331
9. 黃綠石族	335
10. 非晶鈉礦族	339
11. 石英族	344
第二類 氫氧化物或含氫氧根之氧化物.....	359
1. 氫氧鎂石族	359
2. 水鉛氧石族	361
3. 綠鐵礦——針鐵礦族	365
4. 硬鈦礦族	375
後記	379

緒 論

礦物學和礦物的概念

礦物學為研究地殼的地質科學之一。按字義說，這門科學是研究礦物的學問，包括有關礦物的一切問題及其產生狀態。礦物一詞源於古字“Минера”，即礦石塊的意思。這就說明礦物學的成立與採礦業的發展是關聯着的。

遠在 1798 年時，我國傑出的學者 B. M. 謝維爾金院士即已給礦物學下了一個極好的定義。他說：“礦物學是自然歷史的一部份，它教導我們認識礦物，即按其所獨具的特徵與其他物體區別開來；教導我們明瞭礦物的性質，用途和它們相互間以及與其他物體之間的關係”。這條定義在今天說來還是有意義的。

前世紀末，我國另一個最卓越的學者——B. И. 維爾納茨基院士以“研究地殼中成礦作用”為基礎，創立了礦物學中極重要的新的學派。他認為礦物學是“地殼的化學”，而礦物則是天然化學反應的產物。從這一觀點出發，他指出所謂礦物的生成這一概念係指“生成礦物的化學過程”而言。

我們永遠不要忘了科學與實踐的有關聯系。科學，從生活實際需要而產生，它永遠應該朝着為人民服務的方向而發展。我們應該重視，實際經驗不僅是科學知識的準則，同時與科學處在辯證的統一中，使科學更富有成就。

因此，作為研究礦物的礦物學在今天的最主要任務是：(1) 研究自然化合物（礦物）的組成，物理性質和化學性質，以供各種實際需要之

用；(2)研究自然界礦物的結合和礦物按次序形成的規律，以求更真實地瞭解其生成條件，並藉此用之於覓礦和探礦工作上。

礦物是岩石和礦石的組成部分，彼此之間按化學組成和物理性質（顏色、光澤、硬度及其他）的不同而區別。譬如花崗岩是一種岩石，它由兩種成分不同的主要礦物——長石和石英所組成。這些礦物按其外觀（特別是在磨光面上）也易於區別。有的岩石由一種礦物組成，叫做單一礦物岩石。好比大理石即為方解石細粒（碳酸鈣）的集結體。

礦物即自然化合物和少數自然元素^①，它們是由地殼中各種地質作用而產生，大部分為固體，有時也呈液態和氣態存在。固體礦物具有一定的物理性質和化學性質，這些性質決定於構成這些礦物的物質的結晶構造和化學成分。在液體礦物（自然汞）和氣體礦物（碳酸氣、硫化氫氣等）中，這種物質的性質與物質晶體構造的關係自然就不存在了。

在某種程度上，我們可以大致地認為每一礦物不論其大小如何在其所佔空間內是一種均一介質。此外，一些固體礦物，雖然絕大多數是以具有不規則外形的晶粒在自然界中分佈着，但往往也有一些是具有完整晶形的晶體。

可見，礦物是岩石和礦石的組成部分，為組成和構造均一的自然化合物^②（或元素），呈任何一種物態（固態、液態、氣態）存在，由地殼中進行的各種地質作用，包括生物作用的結果而產生。

礦物的概念和礦物學的任務是在歷史過程中形成的。隨着地質學和整個自然科學的發展，對礦物自然性的概念也發生了變化。下面談談自然科學史上有關礦物學發展的重要事件。

①實驗室和工廠製造的各種人造化合物，不能稱為礦物。這些化合物的大部分在自然環境裏不存在或不可能存在。只有某些組成和結晶構造與自然化合物相合的人造化合物可有條件地稱做礦物。

②化學上和物理上絕對均一的礦物在自然界中並不存在。

礦物學發展史的主要階段

礦物學萌芽時期 遠在古老的先史(文字歷史)時代,人們對礦物、如對有用礦石的注意即已開始萌芽。礦物知識的擴大與人類物質文化的發展密切相關,特別是在這一時期的青銅時代和鐵器時代的採礦業的發展在這方面起了極重要的作用。據考古學材料推斷,從事採礦業的古文化民族為中國人、巴比倫人、埃及人、希臘人以及其他地中海沿岸民族。

除了利用自然金屬——銅、金、銀而外,原始時代的人已經知道並且會尋找富含銅、錫和鐵的礦石。他們逐漸學會了開採這些礦石,從中冶鍊金屬,並開始製造飾品以及和生存鬥爭不可或缺的武器,乃至各種工具。同時,除了利用金屬外,他們又知道並且收集了使他們驚奇和引起他們迷信的各種顏色的石塊。

無疑地,古代居民從實踐中瞭解了個別有用礦物的某些特性。憑



第1圖 中亞細亞古代銅礦礦坑之一,據B. H. 少保列夫斯基。

經驗知道了礦石分佈和產生狀況的規律，並利用它們來尋找和開採新的礦床。好些地方的古代礦坑，至今猶有遺跡可考（第1圖）。關於礦石和礦物產生的科學概念在那時還不可能出現。由於那時幾乎沒有文字，礦工們累集起來的知識和經驗只能口頭地由一代傳至另一代，由一地傳至另一地。

最早用文字記載並嘗試將自然界無機物分類的是希臘學者和哲學家亞里斯多德（公元前384—322年）。他把與金屬相類似的礦物歸屬於“似金屬類”。他的學生提奧弗拉斯特（公元前371—286年）寫了一篇有關礦物學的專文“石頭論”。這篇文章從實用的觀點出發，描述了十六種礦物（主要是寶石）的形狀。更後，羅馬博物學家老普利尼（死於公元79年維蘇威噴火之難）寫了四篇論文，搜羅了當時已知的所有礦物的知識，包括荒誕的傳說在內。

中世紀早期，東方阿拉伯國家吸收了古希臘和印度文化之後，科學創作有顯著的進展。據考知，當時為巴格達回教國家所統治的中亞細亞（烏茲別克斯坦）人民中產生的學者，對阿拉伯科學的發達起了巨大的影響。十一世紀初礦物學方面傑出的自然科學家為偉大的學者、天文學家和數學家花拉子摸（烏茲別克斯坦）人比羅尼（972—1048）。在其論寶石的著作中，他對礦物作了當時算是極精闢的記載，而更重要的是他第一次在礦物學史上用物理常數如相對硬度、比重等來鑑定礦物的種類。那時另一個傑出學者的代表者，也是花拉子摸人亞維哉納——伊布——西納（980—1037）。在其著作“羣石論”中，他將當時已知礦物分為四類：（1）石和土，（2）可燃或硫化礦物，（3）鹽，（4）金屬。

歐洲國家方面，在整個中世紀由於黑暗的宗教制度統治，科學思想呈現着完全停滯狀態。這時期唯一的一冊礦物學文獻叫做石頭學的，主要的也是引用了許多無稽的關於石頭的神怪性質。

因此，礦物學經過了它初期的巨大發展階段之後，至中世紀末為止，還是處在萌芽時期。所謂礦物，基本上只指礦石。對礦物的分類也是極簡陋的。關於化學元素和化學本身的知識還沒有出現。自然也不可能有礦物的化學性質的概念了。中世紀末期，化學才以煉金術的姿態出現，直到十八世紀止，人們對它還是戀戀不捨。古化學家費盡心機想找一種“點金石”用它來把普通的或“不完全”的金屬變成貴金屬，主要的是變成金子。他們認為金屬是由砷、硫和水，或水銀和硫按不同比例所組成，或由砷所組成。當然，古化學家對“硫”和“水銀”的觀念與我們現時的觀念是完全不同的。由於致力尋找“點金石”的誘惑，長期地使得古研究者耗費精力從事編寫一些極其荒誕無稽的材料，而脫離了化學上科學發展的道路和對自然的系統的研究。

礦物學發展的現階段 約從十五世紀後半期文藝復興時代開始，特別是在十八、十九世紀，隨着商業資本的蓬勃興起，自然科學逐漸擺脫宗教的枷鎖，進入革命的發展階段。具有科學思想的巨人如哥白尼、拉普拉斯、萊葉、達爾文等等，粉碎了神怪的創世論，對地球和宇宙的自然發展作了科學的論證。一系列科學的發展水平顯著上升，其中特別是數學、物理學、化學、生物學和地質學。自然科學家開始累積科學事實，研究自然現象的規律，並開始自覺地進行科學實驗。

甚至在十六世紀的歐洲文獻中，即已出現了不少有關礦物學的著作。譬如意大利人 B. 比林古齊（死於 1538 年）和捷克牙喜莫夫醫生格奧爾基·阿格利科拉（1490—1555）各自獨立地出版了當時內容豐富的礦物知識總集，書中包羅了沙克蘇尼亞、捷希亞（礦山）、意大利和其他歐洲國家各礦區實際採礦中所累積的知識。

、擯棄古化學家的拘束，阿格利科拉在礦區對各種礦物的產生和形成條件方面作了很多正確的觀察。結果，他創立了礦物分類法。一般

說來,他的分類雖然與前面所說的亞維戡納分類法差別不大,但要深刻得多。阿格利科拉將礦物分為可燃礦物、土、鹽、寶石、金屬和混合礦物。值得指出的是,他詳細地描寫了能鑑定礦物的特徵:顏色、透光度、光澤、味、嗅、重量、硬度等,但他還沒有礦物的化學組成的材料。在他的著作中,也論及了礦床生成問題。阿格利科拉的著作對他以後好幾輩的礦物學研究上有很大影響。

我國礦業和與之關聯的有用礦物知識的顯著進展,開始於封建君主時代,特別是伊凡第四時代(十六世紀)。這時期,由於莫斯科俄國國力的壯大,特別是烏拉爾以東西伯利亞地方的韃靼游牧部落的威脅解除之後,礦產資源的需要顯著增加。然而,礦業發展的急劇轉折點,開始於十八世紀初的彼得大帝時代。以前埋沒地下的烏拉爾礦產富源,這



第2圖 下塔吉爾城(烏拉爾)附近高山之近代礦井,據 И. И. 雅可夫列夫。

時起了巨大的作用。彼得大帝七十年代初期，派了鐵工到烏拉爾區去，其中有德米道夫兄弟。由於他們的努力和本地驗礦人的幫助，在好些地方發現了鐵礦和銅礦的礦床。其中有些直到今天還在開採（第2圖）。在中部烏拉爾設立了數十個鐵工廠（卡麥斯克、涅維揚斯克、下塔吉爾等）。這就給烏拉爾礦業奠定了穩固的基礎，使它後來在我國工業的發展上居於首要地位。

祖國礦物學發展的開始與天才的俄羅斯學者 M. B. 羅蒙諾索夫院士(1711—1765)的名字是分不開的。這個阿爾漢格爾斯克省普通農民的兒子，他的特出的天才和多方面的教養不僅無可比擬地超出了當時在科學院工作的德國學者，而且也遠居於歐洲最傑出的天才之上。根據其“微粒哲學”，他發表了結晶物質構造論，發揚了氣體動力學和熱力學，這些，幾乎超過他同時代的學者一百年的時間。作為一個天才的化學家，他採用了化學上的定量分析，闡明了有機物燃燒時空氣的作用，遠早於拉瓦錫發明了物質不滅定律。

M. B. 羅蒙諾索夫的科學工作的後半段時間直接從事於礦物學的研究，1742年他開始研究礦物並編纂了科學院博物館礦物一覽表。在其去世前不久，他着手編著極端重要的“俄羅斯礦物大綱”。1761年他向上議院提出收集礦物的計劃，擬蒐集全國“各種顏色不同的砂粒、石塊、黏土”至彼得堡加以通盤研究。1763年他向各工廠主持者發出



M. B. 羅蒙諾索夫(1711—1765)

呼籲，“希望他們儘量寄來工業金屬礦石，以備編著俄羅斯礦物學”。不幸得很，驕傲的死亡使他的宏願未得實現。

作為一個熱愛祖國的愛國者，他用俄文出版了其地質著作（“因地震而產生的金屬講話”、“地層學”及其他）。在其著作中他給覓礦方面許多實際的指示。更應該指出，羅蒙諾索夫與採礦業是密切結合着的，他對礦業的發展貢獻甚大。

這一時期，在西歐方面居於統治地位的是採礦業與冶金業普遍發達的瑞典。十八世紀中葉以前，這裏出現了一批顯赫的礦物學家。在此提出與 M. B. 羅蒙諾索夫同時的利涅和克倫斯德特。K. 利涅（1707—1778）是名著“自然體系”的作者，他嘗試仿照他在動植物分類上所用過的方法，對礦物亦採用了雙重名稱（族和類）。A. 克倫斯德特（1702—1765）的功績是他將有機礦物從礦物學領域中刪除出去。對礦物的吹管分析和化學組成的研究他曾加以很大的注意。然而應該指出，由於十六世紀德國化學家巴拿切斯所採用的關於“基本元素”（“燃素”、“石灰”及其他）的神秘觀念至此尚未推翻，所以化學以及與之相關的礦物學的發展在這時還是受到嚴重的阻礙。

十八世紀末，歐洲各主要國家中，隨着工業資本的發達，文化和科學的各個部門產生了一個新的強有力的進展。由於這時期一系列的重大發明，技術有了真正改變。隨着物理學和化學上的成就，礦物學的發展也有了新的、顯著的進步。

十八世紀時，隨着採礦業的發達，在富於各種金屬礦產的沙克蘇尼亞繼續不斷的進行了礦物研究。這時，出現了以 A. F. 維爾聶爾（1750—1817）及其以後的 H. A. 布列特高普特為首的弗列別爾學派，其影響及於隣國。

維爾聶爾對礦物學新的原則上的貢獻甚少，他的功績在於他和他

的學生們利用前人和他的同時者所創造的科學成果，對礦物及其外表特徵以至結晶學方面的材料作了詳細記載。當時的結晶學是由維爾聶爾同時者法國科學家羅曼·德·利爾（1736—1790）和 P. 瓦·加約（1743—1822）所創立的。

這時期，俄國礦物學的發展獨立進行着，並且迅速地達到了高度水平，引起了西歐各國的注意。其中起重要作用的是十八世紀下半世紀科學院所組織的龐大的學者旅行隊在我國遼闊的土地上，主要是在烏拉爾和西伯利亞所進行的調查。這種調查事業是當時俄羅斯帝國工業的蓬勃發展所促使的。這時期出版了 И. И. 列別興（1771—1772），И. С. 巴拉斯（1771—1788），И. Ф. 格爾曼（1789—1811），В. Ф. 卓也夫，В. М. 謝維爾金等人的地理學、人種學、動物學、植物學、礦產誌等巨著。

在開發礦產資源中，地方上的熱心人——普通農民和採礦工作者起了不小的作用。由於所有這些人的努力，十八世紀末和十九世紀上半期調查清楚了無數的寶石礦（黃晶、水晶、綠寶石、孔雀石等），金礦，首先在烏拉爾發現的鉑礦以及鐵、銅、鉛、銀礦等。所有這些發現，特別是新發現的礦物在國際展覽會上獲得了廣泛的稱譽，並成為世界科學史上的偉大貢獻。

這時期俄羅斯礦物學者中最顯赫的是卓越的自然科學家 В. М. 謝維爾金和 Л. И. 沙可洛夫。

В. М. 謝維爾金（1765—1826）是 М. В. 羅蒙諾索夫科學工作的繼承者，他與礦物學上的各種經院學派、特別是德國維爾聶爾學派的信徒們進行了不調和的鬥爭。В. М. 謝維爾金的偉大貢獻在於他綜合了科學院調查隊所收集的巨量資料，實現了羅蒙諾索夫編著“俄羅斯礦物大綱”的理想。1809年，他出版了兩卷“俄國礦物誌”，在該書中他力圖將

有關各個礦物的知識加以很好的系統化，以備“有一個一致的標準可以



B. M. 謝維爾金(1765—1826)

用來評論到今天為止在俄羅斯帝國各地所發現的所有礦物”。他的大量著作中特別值得提出來的有：“礦物學基礎或礦物自然史”(1798)，
“礦石的試管實驗或化學實驗”(1801)，
“礦物詳解辭典”(1807)，
“按礦物外表特徵所製定的新礦物分類”(1816)。這些著作對礦物知識在我國的普及與大眾化起了巨大的作用。他所採用的許多命名在礦物學和化學文獻中一直援用。謝維爾金也是一個最有修養的化學家，

所以他在研究礦物時，不僅只注意其外表物理性質，同時也注意其化學特性。

Л. И. 沙可洛夫(1788—1852)，科學院名譽院士，最負盛名的多才多藝的教授，曾講授礦物學和地質學其他課程於1773年創立的彼得堡礦業學校(現為礦業學校)三十三年。同時，他也是彼得堡大學(創設於1819年)頭等地質學教師之一。他培養了無數傑出的在礦山工作的實際地質工作者，也培養了大批在各大學任教的學者。1832年他出版的兩卷“礦物學指南”是學生們的標準教材。在該書序言中他寫道：“我所盡力以求的是使我的著作——礦物學儘可能包括關於俄羅斯所產礦物的完備的與正確的知識，這些，在外國書籍中往往是簡略的和錯誤的”。和B. M. 謝維爾金一樣，他對礦物知識的普及工作也有很大的貢獻。他的大眾講座常常吸引了廣泛的聽眾。