

礦產是怎樣生成的

苗迪青著



新 知 識 出 版 社

04514

442
4415

礦產是怎樣生成的

苗迪青著

新知識出版社

一九五五年·上海

內 容 提 要

本書比較全面地介紹了礦產生成的道理，首先敘述了地殼的構造和礦物岩石的一般知識，再詳述了內生成礦作用和外生成礦作用，最後介紹了發現礦產的理論和方法。本書可作為中學地理教師參考讀物，也可供地質學課的學習參考。（本書封面上的圖：1.自然銅，2.黃玉，3.赤銅礦，4.瑪瑙，5.輝銻礦，6.紫水晶，7.孔雀石。）

礦 產 是 怎 樣 生 成 的

苗 迪 青 著

*

新 知 識 出 版 社 出 版

（上海湖南路九號）

上海市書刊出版業營業許可證出〇一五號

上海大東印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

書號：新 0120

開本：787×1092 1/32 印張：3 3/8 字數：65,000

一九五五年八月第一版 一九五五年八月第一次印刷

印數：1—7,610本

定價：（7類）0.40元

定價 0.40 元

目 錄

第一章 緒論	1
一 地球內部的構造	1
二 地殼的成分	4
三 礦物和礦物的生成	5
四 岩石和礦物的關係	16
五 地殼的簡史	27
第二章 成礦作用	31
一 內生成礦作用	31
二 外生成礦作用	68
三 動力變質成礦作用	87
第三章 怎樣發現礦產	91
附 錄 本書主要參考資料目錄	104

第一章 緒 論

一 地球內部的構造

地球是一個很大的球體，直徑有一萬二千七百餘公里。地球上有海洋和陸地，海洋約佔地球總面積的 71%，陸地約佔 29%。地球的外部有四個圈層，就是氣圈、水圈、生物圈和岩石圈。氣圈是包圍在地球體外的大氣層，接近地面的空氣最密，越向上空，空氣就越稀薄。水圈是指地表低窪儲水的部分如江湖海洋。各種岩石所構成的地殼，稱岩石圈。水陸和空氣間一般就稱為生物圈，生物圈內到處佈滿了生物。

那末，地球內部的情況究竟如何？我們就地震波的傳導可以知道越近地心密度越大。又據各處測驗，知道愈向下溫度愈高，平均約向下深入 33 公尺，溫度增加攝氏 1 度，這樣的熱度稱為“地熱”，是不受太陽影響的。假若按這樣比例增加下去，向下深達 3000 公尺處，就有攝氏 100 度左右的高溫。這種地熱，在深井和礦坑中都能覺察出來。因之地球內部除岩石圈的上層我們可以直接觀察研究以外，到深處就無法直接觀察了，只有藉許多間接方法才可以知道。

研究地球的構造，可以把它分為若干同心狀的圓圈，稱為密度圈，自中心向外，密度逐漸減低，由地震波的觀察和研究

就可以證實。在地球核心的部分，密度最大，主要是由鐵鎳所構成，也包含有各種重金屬。這樣鐵鎳核心部分的半徑約3400公里，平均密度為9.6；再向外的第二層為中間層，厚約1700公里，成分除鐵鎳以外，還有金屬的氧化物和硫化物，平均密度約為6.4；更向外的第三層為重岩層，厚約1200公里，平均密度為3.4，它的成分一般用橄欖岩作代表。最外層稱為地殼，厚約120公里，分上下兩部：上部為矽鋁層，平均密度為2.6，所含物質以矽和鋁為主，花崗岩可作代表；下部為矽鎂層，平均密度為3，玄武岩可作代表。

我們再將各圈層和它所含有的元素說明一下：

第一圈 鐵鎳核心。它所含有的物質，稱為親鐵元素，也就是最能和鐵在一起的元素，如鎳、鈷、鉬和少量的硫、磷、碳，以

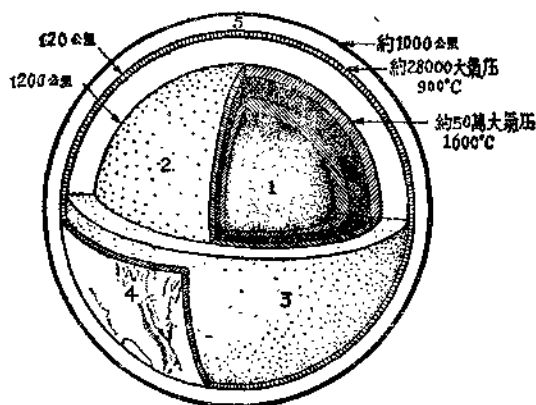


圖1 地球的構造：

- 1.鐵鎳核心。 2.中間層。 3.重岩層。
- 4.地殼。 5.大氣圈。

及少量的鉑和鉕的伴生礦物鈦、鐵、鈮和銻等。

第二圈 中間層即硫化物氧化物帶，主要是由一硫化鐵和硫化鎳鐵等組成。這一帶的物質，稱爲親硫元素，也即是說這些元素都有親硫的性質，各種有色金屬如銅、鉛、鋅、汞、鉍、金和銀，就屬這一類，常組成金屬硫化物和氧化物。

第三圈 重岩層也稱榴輝岩層，是由礦物石榴子石和輝石所組成，含鎂和鐵的成分較多。

第四圈 地殼。它所含的主要成分，稱爲親石元素，如氧、矽、鈣、鉀和鈉等，常互相化合成各種礦物，又構成各種岩石。

如上所述，我們知道地球內部的各種圈層和物質，並且愈向內部溫度愈高，密度也愈大，同時所受的壓力也愈大。但是地球內部究竟是固體狀態，液體狀態，還是氣體狀態？這個問題到現在還沒有解決。因爲地中溫度太高，沒有人能夠下去，所以無法確定。只有根據各種事實來推斷，所以就產生了各個學者對於地球內部狀態的各種不同主張。第一是固體說：英國萊耳認爲地球的內部受壓力很大，一定是固體狀態。第二是液體說：他們主張地球內部既有那樣高的溫度，按地熱增溫率來看，也就是根據愈向下溫度逐漸增加的狀態來看，在地面以下96公里的地方，一切物質都能熔化爲液體。第三是中間液體說：他們說地球中心因受壓力大而成固體，在接近地表的部分，又因溫度低和所受壓力較小，所以也能成爲固體。但是在中間的一層，所受壓力不大，只能是液體。地殼上一切火山活動和地層變動，都是由於液體部分的收縮凝固等作用所引起的。第四是氣體說：他們說地球內部溫度既是那樣高，液體也

都可以變成氣體。不過這種氣體所受壓力極大，密度也大，所以有一種特殊剛性，就是投以金屬薄片也能浮起。如遇地殼有空隙發生時，即行膨脹爆發。

根據各種研究，推測地球內部物質可能是處於固體狀態。至於火山噴發常有液體岩漿流出，是因為地殼某處發生震動陷裂等變動，岩石圈的某些部分所受壓力減小時，過熱的物質就以極大速度變成液體狀態的岩漿。但是岩漿的脹力仍然極大，它可以依據它的上部岩層壓力大小而有各種不同的活動形式。如上部地層發生裂隙，它即爆發衝出，形成火山的噴發。假若上部地層僅發生弱點而減低壓力不大，岩漿只能侵入地層裂隙中冷凝成各種深成火成岩。如果它上部地層壓力仍然是很強大，岩漿也就被封閉在地層的深處，作為一部分岩漿而潛藏着。根據地殼常常有不穩定的情況來估計，地球內部一定存在着大量的岩漿。

二 地殼的成分

地殼是由各種岩石所組成，岩石又是一種或兩種以上礦物的集合體，而礦物又是各種元素的天然化合物。所以地殼的化學成分，就可以由分析岩石的成分來判定。據克拉克的計算，火成岩約佔地殼的 95% 左右，所以研究火成岩的平均成分，也就可以看出地殼中所含化學元素的比例。根據蘇聯礦物學家費爾斯曼的計算，可將地殼中所含元素列表如後：

從表中我們可以看到，前八種元素最為重要。氧幾佔其中的半數，矽次之，約佔四分之一，鋁居第三，再次為五種金屬，其

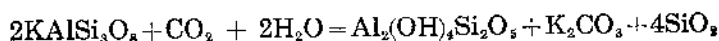
元 素	重量百分比	元 素	重量百分比	元 素	重量百分比
氧 O	49.13	氯 Cl	0.20	硼 B	0.01
矽 Si	26.00	磷 P	0.12	銣 Rb	0.008
鋁 Al	7.45	錳 Mn	0.10	鈺 Y	0.005
鐵 Fe	4.20	硫 S	0.10	鋰 Li	0.003
鈣 Ca	3.25	氟 F	0.08	銩 Be	0.008
鈉 Na	2.40	鋇 Ba	0.05	鈷 Co	0.002
鉀 K	2.35	鉻 Cr	0.03	鉛 Pb	0.001
鎂 Mg	2.35	銩 Zr	0.025	溴 Br	0.001
氫 H	1.00	鎳 Ni	0.02	鉬 Mo	0.001
鈦 Ti	0.61	釩 V	0.02	釷 Th	0.0016
碳 C	0.35	鋅 Zn	0.02		
銣 Sr	0.35	銅 Cu	0.01		

次序爲鐵、鈣、鈉、鉀和鎂。在自然界中的元素有些是可以單獨存在的，如金、銅、硫等。但是多數元素都是相互化合在一起成爲化合物存在的，如氧化鐵、硫化鐵、氧化鋁和氟化鈣等。那些化合物和單獨存在的元素都能形成各種各樣的礦物。

三 礦物和礦物的生成

礦物既是由單獨的元素構成，或是由元素化合而成，它就有一定的化學性質，例如有一大塊硫化銅，無論在它身上任何一個地方取下一點來，它的化學性質都是相同。每一種礦物都有它一定的硬度和一定的比重，在不上釉的瓷板上畫條痕時，也都各有一定的條痕顏色。各礦物的透明度也各不相同。如製造眼鏡的材料——水晶，就是礦物，它的化學成分是二氧化

矽(SiO_2)，是無色透明的晶體，比重是 2.65，也就是比水重 2.65 倍，硬度為 7 度。硬度是把所有礦物的硬度相互比較，定最軟的滑石為 1 度，最硬的金剛石為 10 度，來作各種礦物的硬度標準。同時由二氧化矽的成分在不同的情形下又能生成燧石、瑪瑙、石英和碧石等等的同類礦物。由矽、氧、鋁、鉀四種元素化合而成為正長石(KAlSi_3O_8)，也是很重要的礦物，顏色常為肉紅，硬度是 6—6.5 度，比水晶稍軟。正長石遇到水和二氧化碳氣體時能變成高嶺土，也就是磁土，可用它燒製瓷器。正長石的變化，可用下列式子來說明：



正長石 + 二氧化碳 + 水 = 高嶺土 + 碳酸鉀 + 二氧化矽

普通輝石是由氧、矽、鋁、鎂、鐵、鈣諸元素化合而成，也可寫作 $\text{Ca}(\text{MgFeAl})(\text{SiAl})_2\text{O}_6$ 。

上述礦物都是二氧化矽與其他元素的化合物，二氧化矽又稱為矽酸，所以這一類礦物也稱為矽酸鹽類礦物，如長石類，輝石類，雲母類，角閃石類和橄欖石類等，也就是普通造成岩石的礦物。此外礦物還可以分為下列幾種：

1. 硫化礦物 礦產中有很多金屬元素常和硫黃化合成為各種硫化金屬礦物。主要的有下列幾種：

硫化鐵——黃鐵礦(FeS_2)或磁硫鐵礦(Fe_7S_8)。

硫化銅——黃銅礦(CuFeS_2)。

斑銅礦(Cu_5FeS_4)。

輝銅礦(Cu_2S)。

銅 藍(CuS)。

硫化鉛——方鉛礦(PbS)。

硫化鋅——閃鋅礦(ZnS)。

硫化鉬——輝鉬礦(MoS_2)。

硫化銻——輝銻礦(Sb_2S_3)。

硫化銀——輝銀礦(Ag_2S)。

硫化鈷——輝砷鈷礦(CoAsS)。

硫化汞——辰砂(HgS)。

2. 氧化礦物 礦產中金屬元素和氧化合而成的氧化礦物也很多,主要的有下列幾種:

氧化鐵——赤鐵礦(Fe_2O_3)。

磁鐵礦(Fe_3O_4)。

氧化錫——錫石(SnO_2)。

氧化錳——軟錳礦(MnO_2)。

硬錳礦($\text{MnO}_2, \text{MnO}, \text{H}_2\text{O}$)。

氧化銅——赤銅礦(Cu_2O)。

氧化鋅——紅鋅礦(ZnO)。

此外還有含水的氧化物,也稱氫氧化物,如褐鐵礦($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)、針鐵礦($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)、水錳礦($\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)和水礬土礦($(\text{AlFe})_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)等。

3. 碳酸鹽礦物 它是二氧化碳和金屬元素的化合物。主要的有下列幾種:

碳酸鈣——方解石(CaCO_3),白色。

碳酸鎂——菱鎂礦(MgCO_3),白色。

碳酸鎂鈣——白雲石($\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$)。

碳酸錳——菱錳礦(MnCO_3)，淡紅色。

碳酸鐵——菱鐵礦(FeCO_3)，褐色。

碳酸鋅——菱鋅礦(ZnCO_3)，灰白色。

碳酸銅——孔雀石($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$)其中含氧化銅和水分，係重要銅礦，綠色。

藍銅礦($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$)藍色。

4. 其他礦物

硫酸鹽礦物——如石膏、明礬石。

鎢酸礦物——如鎢錳鐵礦($(\text{FeMn})\text{WO}_4$)，鎢酸鈣礦(CaWO_4)。

磷酸鹽礦物——如磷灰石。

硼酸鹽礦物——如方硼石。

元素礦物——如金、鉑、金剛石和硫黃等。

有機礦物——如琥珀、土瀝青、石油和煤等。

我們平常所用的各種金屬物品和很多原料，就是從上列各種礦物中煉出來的，如從孔雀石中煉取銅，從鎢酸鈣中煉取鎢。

礦物究竟是怎樣生成的？它是由下列各種方式生成的。

1. 岩漿的結晶

岩漿遇有地殼震動發生裂隙或弱點時，就活動上升侵入到地層中，或噴出到地面上冷卻凝結成礦物。

2. 升華作用

氣體狀態的物質，因溫度減低而凝結，如硫黃在高溫時為氣體，混在火山噴出物中。噴出後溫度降低，就在火山口附近

冷凝爲硫黃。

3. 蒸發作用

溶液中所含的鹽類，因溶液蒸發，其中所溶的鹽類過濃時就開始沉澱。如我國西北有許多鹽湖，水分蒸發後就沉澱出固體食鹽。

4. 氣體和氣體的作用

在很高的溫度時，各種金屬物質也可以變成氣體和其他氣體化合而生成礦物。如硫化氫氣(H_2S)和二氧化硫(SO_2)相互作用時，生成固體硫黃沉澱。在火山噴氣孔附近所見到的磁鐵礦、硫化礦、砷化物、硼酸鹽、硫黃和輝鉬礦等就是這樣生成的。

5. 氣體和液體的作用

氣體無論在高溫或在常溫下，均可與液體起作用而生成各種礦物，如二氧化碳氣和石灰水($\text{Ca}(\text{OH})_2$)起作用時，呈白濁狀態，即生成碳酸鈣(CaCO_3)。又如含有硫酸銅的礦泉中，受硫化氫(H_2S)氣體的作用，而生成硫化銅。

6. 氣體和固體的作用

在高溫時，氣體和固體常起作用而生成各種礦物。如銀和硫化氫氣相互接觸時，便生成黑色的硫化銀(Ag_2S)。所以帶着銀質的手錶和眼鏡或其他銀質物品，到有溫泉地方去的時候，很快的變爲黑色，就是因爲溫泉中放散出硫化氫氣體的緣故。

7. 液體和液體的作用

由岩漿中生出的熱液，含有很多金屬成分。此種溶液和含

有其他成分的水溶液相混合時常會沉澱。例如含有鐵或銅的溶液，若遇到過剩的鹼性硫化物時，可以沉澱出鐵或銅。又如氯化鈣(CaCl_2)的水溶液和碳酸鈉(Na_2CO_3)的溶液相混時，產生白色沉澱物——方解石(CaCO_3)。

8. 液體和固體的作用

無論淺成礦物作用或深成礦物作用均甚重要。因為含有金屬成分的熱液在上升的途中常常和固體的岩石或礦物相接觸，就生成新礦物。這樣的作用，又可分為下列的幾種：

交代作用 交代作用是由於化學作用將原有物質的一部分和新物質成分的一部分，交換而生成新物質的現象。這種作用無論在何種溫度下都可以進行，而且是非常普遍的。一種含礦物的溶液浸入原有礦物或岩石中進行交代的作用。如將硫酸注入石灰岩中，即能生成石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，普通的硫酸係由硫化物分解而成的。但是在火山地區，噴出物中的二氧化硫也能生成硫酸。硫酸和石灰岩當然也可以互相起作用。

溶解度的不同 如硫化銅溶液和閃鋅礦相遇時，因閃鋅礦的溶解度大，將鋅溶解，而生黃銅礦沉澱。

氧化作用 若在銅的溶液中加入鐵時，則發生氧化作用而沉澱銅。

吸收作用 某種特定的物質，可吸收他種特定的物質，而生成礦物。例如高嶺土可從含銅溶液中吸收銅，而生成矽孔雀石($\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。

9. 固體和固體的作用

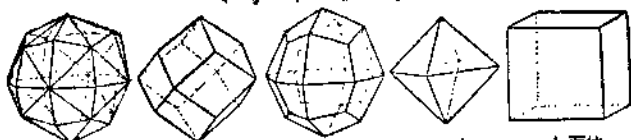
固體和固體相互作用，也可以生成新礦物，如方解石(Ca

CO_2)和石英(SiO_2)粉末加高熱時，即產生矽灰石(CaSiO_3)。所以在石灰岩區生成的礦物中，常常可以看到矽灰石。此外，一種固體將他種固體混溶於其自身之中，即稱為固溶體。如金和銀、磁鐵礦和鈦鐵礦都可以構成固溶體。有些固溶體在溫度減低時，仍能保持安定狀態，但是也有一些固溶體僅在高溫時保持安定狀態，若遇溫度減低到一定程度時就要分離，這種現象稱為融離。如鈦鐵礦可以從磁鐵礦中融離出來，銅藍可以從輝銅礦中融離出來。

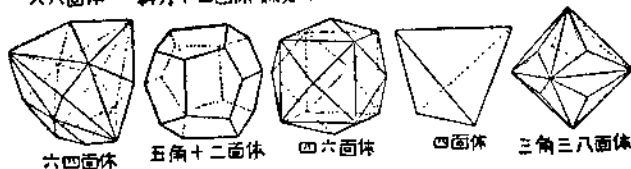
另外，礦物還有一個很重要的性質，那就是當它生成的時候，如果在適當的情況下，它能生成各種幾何形狀外形的結晶體，例如水晶能成為六方柱狀的結晶體，黃鐵礦和鹽都能成為方方正正的立方結晶體，方解石能成為菱面形結晶體。按各種晶體形狀，可把它們分為等軸晶系、立方晶系、六方晶系、斜方晶系、單斜晶系和三斜晶系等六種晶系。最近又將六方晶系中的一部分稱為三方晶系，所以也稱為七種晶系。

但是礦物一般很少成晶體，因為生成時常受到大力擠壓，不能自由結晶。只有某些部分的礦物熱液和多量的熱氣侵入空洞或裂隙中，冷凝後能生成完整的晶形。普通礦物只能依據它的習性形成各種狀態如柱狀、針狀、板狀、塊狀、片狀、粒狀等。

(等轴晶系)

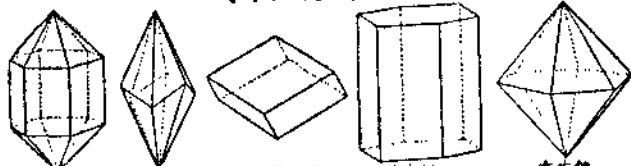


六八面体 斜方十二面体 偏菱形二十四面体 八面体 六面体



六四面体 五角十二面体 四六面体 四面体 三角三八面体

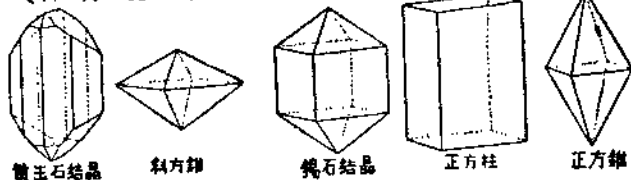
(六方晶系)



水晶结晶 六方偏三角面体 菱面体 六方柱 六方锥

(斜方晶系)

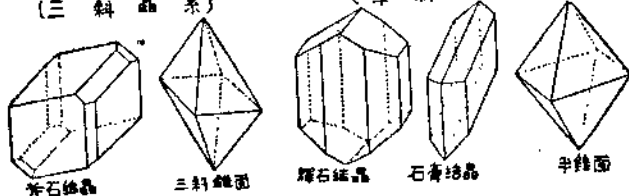
(正方晶系)



黄玉结晶 斜方锥 辉石结晶 正方柱 正方锥

(三斜晶系)

(单斜晶系)



斧石结晶 三斜锥面 辉石结晶 石膏结晶 半锥面

圖2 各晶系的主要結晶形。