

大眾科學講座

中央人民科學館 青年服務部 主編

第四集

礦是怎樣生成的？……李文達

水力發電…………楊學敏

用森林來征服自然……李國華



中國青年出版社

書號187 自然14 32開本 81千字 86定價頁

大眾科學講座 (第四集)

主編者 中央人民科學館
青年服務部

青年·開明聯合組織
出版者 中國青年出版社
北京西總布胡同甲50號

發行者 中國圖書發行公司

印刷者 京華第一印書館北京二廠

印數17,021-37,080 一九五二年二月第一版

每冊定價1,800元 一九五二年十月第二版

一九五三年七月第三次印刷

寫在前面

爲了普及科學知識，一九五〇年四月間，中央人民科學館籌備處與北京青年服務部合辦了經常舉行的‘大衆科學講座’。籌至目前爲止，已經舉辦了四十五次；聽衆包括兵、工、市民和學生等二萬五千餘人。在每次講演時爲着聽衆易於瞭解和提高他們對科學的興趣起見，同時放映與講演內容有關的科學電影或幻燈。

利用講演方式，面向羣衆，把科學知識普及出去，這是一種很好的方法，不過這個方法往往受到時間或地區的限制。爲了彌補這種缺陷，我們決定把講演稿編印出來，使得受了時間或地區限制而要想得到這些知識的人，還可以從文字上看到。這些講稿都是經過講演人——許多都是專家先生們——在事前作了很好的準備講出來的。如果只講一次而不能普遍地達到別的地方去，是很可惜的。同時別的地方可能有些人也準備做同籌的講演，那麼重複收集材料，又重複地編成籌稿，也是一件不經濟的事情。所以我們印出來的這些小冊子，一方面是供給各地區廣大的羣衆去看，另一方面也可作各地做科學普及工作的朋友們以及從事於文教工作的同志們的參考資料。這就是我們所以要把這些講演稿印出來的基本原

因。

把講演稿正式印出小冊子來，這還是我們第一次的嘗試。往往由於科學內容的限制，在整理中，還沒有使文字達到我們理想的通俗。希望讀者暨熱心科學普及工作的同志們，隨時提供意見，多多指教，幫助我們改進！

袁翰青一九五一年五月

礦是怎樣生成的？

李文通

礦 是 什 麼？

普通人都知道，礦是埋藏在地底下的一種寶藏。礦是寶藏這是不錯的，但這個寶藏是有條件的，在一定的條件下它能夠成為寶藏，而在另外的條件下，它也可以成為毫無價值的東西。

專門一點我們可以這樣說：礦是埋藏在地殼中的，自然產生的，對人類有實用價值的物質。空氣裏面和海水裏面也有很多有用的物質，但我們目前並不叫它們礦，平常我們所指的礦是生長在地殼裏面的。封建地主埋在地窖裏面的金銀寶貝也不能算是礦，因為它們並不是自然產生的東西。而所謂‘實用價值’，是說我們把它從地底下挖出來，經過選礦、冶煉等等手續，我們可以從其中得到一種或一種以上有用的金屬或非金屬化合物，這種金屬或非金屬化合物對於我們人類生活是有用的。另一方面的意義是經過這些手續，我們得到的東西要比我們在開採和冶煉過程中所費的金錢更值錢些；也就是說我們用的‘生產成本’和我們得到的全部收入比較起來，我們是有‘利益’可得的。在資本主義國家中，‘有利可圖’是作為礦的唯一條件的。但在我們看來，有利可圖並不是礦

的唯一條件，也不是主要條件。

但一種礦的實用價值，是跟社會生產技術的進步有關係的。有一些地質學上的所謂礦物，在以前是沒有人會把它當做有實用價值的，但是由於近代工業技術的發展，它們就成為有價值的東西了。舉例說，在近代工業上沒有大量利用鋁這種輕金屬以前，鋁礬土就沒有人當它是一種礦的，但現在就不同了，鋁礬土已經成了目前最重要的一種鋁礦。又如近代冶金工業上沒有發明銅與鈹（Beryllium）的合金以前，結晶完美的綠柱石祇是礦物學上的一種珍奇品和寶石原料，除了做裝飾和代表地球的化學成分上一些意義外，它是沒有什麼實用上的大價值的。自從銅鈹合金成為一種抗軟合金（Fatigue resisting alloy）以後，綠柱石就成為一種有實用價值的礦物了。鈹是一種非常輕的金屬，它的比重祇有1.85，目前鈹的來源是從綠柱石中提煉出來的。這告訴我們，生產技術的發展增加了有些礦物的用途，原來沒有價值的東西現在變成有價值了。

另一方面，一個礦的有沒有價值，除了看它所含的有用物質是多或少以外，也決定於這一個礦的地理位置和交通條件。更正確地說，是決定於政治條件。例如蘇聯中亞細亞及西伯利亞的許多礦，在帝俄時代是沒有什麼價值的。因為這些地方人煙稀少，交通不便，即使開採出來，運到莫斯科也不算，還不如到歐洲市場上購買成品便宜。但十月革命後，工業

發展了，由於這些地方的開發，交通運輸方便了，礦也就有價值了。在中國，這樣的例子是很多的，在國民黨統治時代的甘肅油礦就是一個。偽資源委員會的‘中國石油公司’的重要業務，倒是在上海做美國汽油生意，用做汽油生意所賺的錢去彌補甘肅油礦局的虧損。到後來，更不想維持這個油礦局了。由於西北交通不便，在上海做美國汽油生意比開發甘肅石油有利可圖，他們目的是賺錢，當然就放棄所謂‘開發西北’的計劃了。現在人民政府的鐵道計劃中，要建築一條通到西北油礦區的鐵道，這樣就馬上提高了甘肅油礦的價值，使甘肅油礦真正成為人民的財富。這也說明了中國人民革命的勝利，改變了西北油田的價值。

冶煉技術的進步也改變了有些礦的價值。以前世界上開採的鐵礦，其中的含鐵量都必須在百分之五十以上。可是由於冶煉技術的進步，大大地降低了冶煉成本，因此，現在有些地方含鐵在百分之三十的鐵礦也值得開採了。又例如煤礦，我們普通用的煤都是煙煤和無煙煤；還有一種煤，我們是不用的，這就是泥煤，也有人叫做‘皮炭’。原因是這種煤含碳太少，含水分很多，而且有一部分還是沒有分解完畢的植物質。這種泥煤在美國有些地方用來改良土壤；但蘇聯在十月革命以後卻把它用到工業上去了。蘇聯泥煤的儲藏量非常多，十月革命後，因為受交通限制，有些地方燃料缺乏，便發明用泥煤來發電，收到很大效果。帝俄時代彼得格勒的燃料是從德國

及英國來的，但現在列寧格勒附近設有大規模的泥煤工廠，把泥煤加工處理後變成了可用的燃料，解決了列寧格勒的燃料問題。所以一向認為沒有什麼價值的泥煤，在工業技術進步的蘇聯就有了價值。

再說一個礦的價值本身也是可以變的。例如安徽銅陵銅官山的鐵礦，以前我們是把它當作一個鐵礦來開的。但據最近的探測，它卻變成一個銅礦了。這當然不是說鐵會慢慢變成銅的，銅官山鐵礦現在之所以又成為銅礦，是由於這個礦原來就包含着兩種金屬礦物在內，一種是鐵礦，另一種是銅礦。祇因為這兩種礦物在地下的分佈有深淺不同，鐵礦開採了以後又露出銅礦來了。一個金屬礦體，它的成分是常常會改變的，原來成分很好的礦，往下開採官慢慢變得不好，也可能慢慢變成了另一種礦。在銅礦裏面有時含有很多的黃鐵礦，這時銅礦的價值就會減少；但是黃鐵礦的含量很多的話，也可以成為硫黃礦，因為我們也可以從黃鐵礦中提取硫黃。在東北，有很多的銅礦同時也是一個金礦。根據這一原理，一個產量很大的金屬礦，並不能保證經過相當時間以後還仍舊有很大的產量的。反過來說也是一樣。

當然，決定一個礦的有沒有價值，或者價值的高低，主要是看礦石中所含金屬的百分比，也就是一種礦的成分高低。一種礦可以開採的最低的成分，我們叫做‘可採品位’。可採品位的高低是由這種金屬在地殼中的量和人類對它的需要程

度來決定的。如鐵礦，在目前我們認為含鐵的百分比在百分之五十以上的纔算好礦，含鐵百分之三十的就算貧礦了。但換一個例子，如銅礦吧，祇要礦砂中含有百分之一、五的銅我們就認為很有價值了。

所以我們總結起來說，一個礦的有沒有價值，以及價值的高低，是由許多條件決定的。我碰見過很多這樣的朋友，祇要我告訴他某一塊石頭中含某一種金屬元素時，他馬上就問：‘可不可以當作礦來開採呢？’那是因為他沒有知道所謂礦是要由許多條件來決定的。

構成地殼的元素

礦當然是構成地殼的許多成分中的一部分。地殼是由許多東西構成的，礦祇是這些成分中的一種。但構成地殼的東西很多，像我們平常在山上看見的岩石，我們腳下踩的土壤都是。我們是不是隨便可以從這些東西中去找礦呢？這是一個有趣的問題。舉一個例說吧，普通的土壤裏面含鋁和鐵很多，我們是不是可以把泥土當作鋁礦或鐵礦來開採呢？

這一個問題就牽涉到地球中所含元素的量的問題了。原來我們當作礦來開採的元素像金、銀、銅、鉛、鋅等在地殼中的含量是很少的。而它們之能夠成為礦，必須先經過一次集中作用，在礦牀學上叫做‘富集作用’。就是說在某一些區域中，這些元素經過地質作用集中起來，使它們在岩石中的百

分比提高，纔成爲礦。如砂金，就是經過水的沖刷力集中到河流的一定部位而成的。又如錳礦，它常常是由於含有酸性的水把岩石中的錳溶解了，然後流集到一定的地方沈澱而成的。

現在化學家已經知道，構成地球（包括大氣在內）的元素一共有九十八種。而構成地殼的元素主要不過八種。這八種元素和它們在地殼中所佔的百分比是這樣的（根據 Clarke 及 Washington 二氏）：

氧.....	46.71 %
矽.....	27.69 %
鋁.....	8.07 %
鐵.....	5.05 %
鈣.....	3.65 %
鈉.....	2.75 %
鉀.....	2.58 %
鎂.....	2.08 %

這八種元素在地殼中所佔的比河都超過了百分之一。根據地質學家的研究，在地面下十哩（約合十六公里）以內的地殼是由下列十三種元素構成的，這十三種元素是氧、矽、鋁、鐵、鈣、鈉、鉀、鎂、鈦、磷、氫、碳和錳，它們佔了地殼成分的百分之九十九·五。我們認爲有用的金屬元素如金、鉍、銀、銅、鉛、鋅、鎢、錫、銻、鎳等等，合計起來還不足百分之〇·五。這裏也附

帶說明了為什麼鐵礦必須含有百分之五十以上的鐵價值纔高，而銅礦卻含到百分之一·五就算好了。

這樣我們就說明了一價事實，對我們有用的元素如金、鉑、銀、銅、鉛、鋅等等，在地殼中所佔的比例這麼少，如果不經過集中，使它們在某一些地方的百分比局部提高起來，那麼我們今天是不可能有什麼金礦、銀礦的。我們現在也可以這樣說：所謂金礦、銀礦等不過是這些元素的局部集中而已。這些元素怎樣集中和集中到什麼地方去，這是我們今天要談的主要部分。地質學的一門分科‘礦牀學’就是專門研究這一問題的。因為祇有把這個問題研究清楚了，我們纔能去探礦。這是一個比較專門的問題，這裏講的祇是一些最普通的原則性的知識而已。

成礦的幾種作用

現在地球上已經知道並且已經研究清楚的礦物，一共有一千四百種以上。在這一千四百多種礦物中，具有經濟價值的不過二百多種。這裏我們用到了礦物這一個名詞。所謂礦物，可以說是一種有大致一定的化學成分的東西，所謂‘有用礦物’，是說這種礦物可以供給人類做生產方面的某一些原料，如石棉可以用來做防熱原料，石膏可以用來做水泥原料；但更重要的是那些對人類有用的金屬元素在這些礦物中集中了。譬如說銅吧，在地殼裏面銅的含量不過萬分之一左

右，但在一塊純粹的黃銅礦中可以含到百分之三十四，在輝銅礦中可以含到百分之七十九。這些具有實用價值的礦物分佈在岩石裏面，當它們集中到很多時，就成為我們所謂礦了。

現在我們要問的是：這種使原來分散存在的金屬元素集中起來的基本作用是什麼呢？

造成金屬礦的最重要和最基本的作用，是岩漿冷卻過程中後期所發生的岩漿分泌物（在礦牀學上叫做‘水熱溶液’）的凝結作用，和這種岩漿分泌物侵入到別的岩石時所起的‘替換作用’。在這裏，我們須要說明很多事情，首先是所謂‘岩漿’問題。根據地質學家的研究，地球內部經常有一種高溫的液體，這種液體是一種很複雜的溶液，裏面包含着各種物質。我們要是把白糖或明礬溶解在水裏，那就成了白糖或明礬的溶液；但是這溶液是很簡單的，裏面祇溶解着一種東西。岩漿裏面卻包含着很多東西。我們可以簡單地這樣看：如果我們把岩石熔化了，像熔鐵爐裏熔化了的礦石一樣，它們便成了一種溫度很高的流動性的東西，這就類似岩漿。這種岩漿在許多火山地帶我們是可以看見的，意大利的維蘇威火山就常常噴出這樣的東西來。

一種物質的溶解度是隨溫度壓力而改變的。在高溫中溶解的東西，當溫度降低時就不再溶解，而成了晶體從溶液中分出來了；當溫度更低時，溶劑也會凝結成固體。我們把明礬溶解在熱水裏，當熱水變成冷水時，明礬就成了八面體結晶析

出，再繼續冷卻時，水也會凝結成冰。岩漿的溫度是很高的，因此溶解在裏面的東西也特別多。現在要是岩漿逐漸冷卻下來，它會發生怎樣的結果呢？各種物質的溶解度是不一樣的，有的物質在常溫中就可以溶解，有的物質在常溫中不溶解，而需要在高溫時纔溶解。在高溫時溶解的物質，當溫度下降時就最先結晶出來。因此，在岩漿冷卻的過程中，各種物質都可以先後結晶出來。在這一溫度範圍內結晶出來的是這一礦物，在另一溫度範圍內結晶出來的是另一種礦物；這樣就使得同一種成分的礦物在一個時期內沈澱下來，也就是說同一成分的東西集中到一起了。這種作用在地質學上叫做岩漿的‘分化作用’。由於這一作用造成的礦有磷灰石（農業上做磷肥的原料）、鉻鐵礦和一部分的磁鐵礦。

岩漿不是一種靜止的液體；由於溫度的下降，它的成分不斷在改變。同時它是在流動的，當它侵入到岩石的空隙和裂縫中去時，它的成分的變化速率就更大。在岩漿活動的後一階段，在礦牀的造成上來說是非常重要的。這時岩漿中的大部分矽酸鹽類都已經凝結出去，岩漿中留下的水分就逐漸增加起來，流動性也就變大，這就是礦牀學上所謂水熱溶液。這種水熱溶液沿地殼裂縫如斷層面、節理面等流到岩石中去，在空隙處沈澱下來。許多有用的硫化礦物，如黃鐵礦、輝銅礦、輝鉬礦等，都是由水熱溶液的作用所造成的。這種水熱溶液侵入到別的岩石中以後，還可以與被侵人的岩石起作用，

造成了礦牀。如含有鉛和鋅的硫化物的溶液，侵入到石灰岩中以後，它可以使石灰岩溶解，而溶液中的鉛和鋅的硫化物卻沈澱下來。這種作用在地質學上就叫做替換作用。許多鉛礦和鋅礦就是這樣造成的。當水熱溶液與被侵入的岩石接觸時，被侵入的岩石和水熱溶液之間起着各種變化，替換作用不過是其中的一種變化而已。

第二種成礦作用是‘昇華作用’。什麼叫做昇華作用呢？平常的物質從固體變成了氣體，中間是要經過一個液體階段的。譬如冰，我們要使它變成水蒸氣的話，第一步必須先使冰融化成水。但冬天的雪在空氣中不經過融化成水的階段，也會慢慢消失的，這就是由於昇華作用，固體的冰粒（雪）直接成了水蒸氣跑到空氣中去了。後期岩漿即水熱溶液是很熱的一種液體，從這裏面可以放出各種高熱的氣體，如氫、氯、氟、硼、硫以及水和其他的一些化合物，其中有些氣體遇到適宜的環境就會直接凝結成固體而沈積下來的。火山地帶的自然硫黃便是這樣造成成功的。日本是一個多火山的國家，而同時也是一個產硫黃很多的國家。有些火山地帶的氯化鈉（食鹽）也是由這一作用造成的。

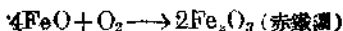
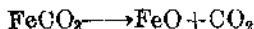
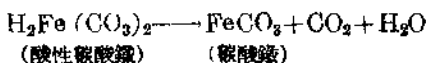
第三種成礦作用是與蒸發作用及飽和溶液有關的。前面我們講過，把多量的明礬溶解在熱水裏，等到冷卻時明礬就成了八面體析出來了。這是因為在一定的溫度下，一定體積的液體所能溶解的物質的數量是有一定的。在溫度高的水裏，

明礬能够溶解的多，而在温度低的水裏，明礬能够溶解的少。所以在高温時加進去多量的明礬，到冷卻時裏面的明礬就超過了水能够溶解的能力。因此多餘的明礬就變成固體析出。一種原來是未飽和的溶液，如果設法使水慢慢減少，例如放在空氣中使水蒸發，也可以達到飽和狀態，再繼續使水減少，就會有固體析出。

海水和湖水裏面都溶解着很多東西。海水爲什麼會鹹？這是因爲海水裏面溶解着很多的鹽類。中國境內有很多的鹹水湖，像山西的解池就是一個顯著的例子。這些海水或湖水爲什麼會有鹽類溶解在裏面呢？這是因爲河水所匯集的雨水流過地面時，把岩石裏面的一些鹽類溶解了，河水流到了海裏或湖裏，便也把各種溶解的鹽類帶到了海裏或湖裏。海水與湖水是每天都在蒸發的，而鹽分卻每時每刻都在增加。這種蒸發作用在接近大陸的海灣及內陸湖中尤其強烈。由於蒸發作用，就使得海水或湖水中的鹽分超過了飽和狀態而沈澱下來。山西的解池和寧夏的吉蘭泰池是出產池鹽很多的地方，這種池鹽便是由於這一原因造成的。中國內地如四川、雲南等地方所產的岩鹽，也是從古代的鹹水湖造成的；不過那些地方後來變成陸地了，這些沈澱在湖底的鹽類便埋入地下，成了今天的岩鹽。

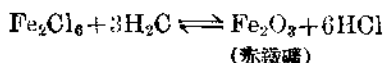
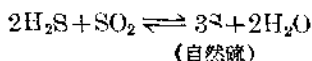
這種由蒸發與飽和的現象造成的礦是很多的，除了食鹽以外，還有石膏、自然鹹（碳酸鈉）、硼砂等。中國各地如湖北

應城、廣東欽縣、湖南湘潭、四川巫山等地所產的石膏，就是例子。內蒙呼倫湖是一個產自然鹼很著名的湖。中國境內的硼砂湖在青海和西藏就有。這裏我們還可以舉一個更好的例子，就是宣化的鐵礦也是由這一作用造成功的。在地質史上，龍關、宣化一帶曾經有一個時期是一個湖沼。這一個湖沼的四周因為有很多岩石，裏面所含的鐵質遇到酸性的水就慢慢溶解在水裏，年代久了，這個湖水中的鐵分就愈積愈多，到後來超過了它飽和濃度時，鐵質的東西便慢慢沈澱下來，在湖底愈積愈多，後來就造成了鐵礦層。當然這一作用不僅僅是由於單一的飽和的現象所引起的沈澱，中間還可以有許多化學作用發生的。例如，鐵溶解在含有酸分的湖水中成了酸性碳酸鐵，然後經過分解和氧化等作用纔變成了氧化鐵即赤鐵礦沈澱下來。這一作用可以寫成下面的化學反應式：



世界上有很多湖區現在還可以看見這種情形的，所謂‘沼鐵礦’(Bog Iron)，就是湖沼中生成的鐵礦。沼鐵礦多半是含水的氧化鐵。南美智利的硫酸銅礦和硝石也是屬於這一類的礦牀。由於這一作用造成的礦牀我們在地質學上叫做‘化學沈積礦牀’。

第四種成礦作用是地殼裏面的氣體，遇到別一種氣體，或遇到別的液體或固體時中間所起的化學作用。前面我們已經講過，岩漿的溫度很高，它放出各種各樣的氣體，如氧、氫、硫黃、氫、氯、溴等等，有些金屬元素的化合物這時也變成了蒸氣放出來。氣體與氣體碰在一起就可以發生化學作用而造成了礦物。在高溫情形下，如自然硫及赤鐵礦便可以在這種情形下生成：



氣體碰到液體也可以生成礦物，並且在常溫中就可以進行。如含有硫酸銅的溶液遇到硫化氫以後，就可以生成硫化銅礦（如輝銅礦和銅藍），很多銅礦區的次生礦物有一部分是由這一作用造成的。

氣體跟固體也可以起作用，在溫度高的時候，這情形是很普遍的。地質學上有一種礦物叫做‘接觸變質礦物’，其中的一部分就是由於高溫的溶液放出很多氣體，這些氣體沿岩石的裂縫和空隙移動，與接觸的岩石起化學作用而生成的。這一作用特別容易發生在碳酸鹽類的岩石如石灰岩等中。

第五種成礦作用是液體與液體，和液體與固體之間的化學作用。這一作用在礦的造成上說是非常重要的。兩種不同