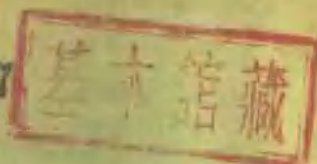


243897



矿床学

上册

美国 A. M. 貝特曼 著



地质出版社

3556

732/6026

T.1

243897

矿床学

上册

美国 A. M. 貝特曼 著
馬祖望 译

地质出版社

1959·北京

ECONOMIC MINERAL DEPOSITS

ALAN M. BATEMAN

Silliman Professor of Geology, Yale University
Editor, *Economic Geology*

Second Edition

John Wiley & Sons, Inc., New York, 1950

本書內容分成三篇，第一篇為成礦總論，第二篇為金屬礦床，第三篇為非金屬礦床。第一篇成礦總論是本書的主體，所涉及的問題很廣泛，舉凡礦物形成理論及各種成因的礦床形成過程和它們的構造控制等都根據作者本人的經驗及綜合各家理論作了詳細和具體敘述，并簡單列舉實例。第二及第三篇是各論，除美國外也搜集世界各地范例。本書第一版出版於1942年，1950年第二版時，作者對第一篇接觸交代、熱液及沉積作用等作了重要的修訂和補充。為了全面反映資本主義國家礦床學特點，將本書內容全部譯出，其中幾點有不正確之處，譯者僅略加附註說明以供讀者參考。原書第一篇最後一章（礦物資源、國際關係和探礦，礦床地球物理、勘探、勘探開拓和冶煉；金屬及礦物的提煉），因內容不適合我國當前需要，均予刪去。譯文分兩冊出版，上冊包括成礦總論，下冊為金屬礦床及非金屬礦床，本冊由邊效曾與盧祥生兩同志校閱，最後修正過程譯者曾參閱前東北人民政府工業部有色金屬管理局地質調查室部分旧經稿。本書適宜於地質院校師生閱讀，也可以供野外地質勘探工作者參考。

礦 床 學

上 冊

著 者 美國 A. M. 貝 特 曼

譯 者 馬 祖 望

出版者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京書刊出版登記證：出字第050號

發行者 新 華 書 店

印刷者 崇 文 印 刷 廠

印數 (京) 1—6400冊 1959年4月北京第1版

開本 31"×43" 1/32 1959年4月第1次印刷

字數 312,000 印張 13 1/2 插頁

定價 (10) 1.65元

原 序

本書第一版出版在1942年末。从那时候起由于战时与战后的变化有力地表明了組成国家工業生命綫和和平时期經濟發展的有關矿物原料的領域的扩展。許多过去大量供应的矿产，現在已显得極其不足，因而世界各国在找寻他們所需要的矿产上，就愈来愈殷切了。本書是叙述这些矿床如何生成，它們是何物，它們怎样产生和在何处产生，以及它們的用途是什么。本書的主要目的是作为一本教科書，供給初級班和高級班之用。而初版也可供所有对矿床及矿业有兴趣的人参考。

本書仍保留初版的結構。共分为三篇：(一)原理与作用，(二)金屬矿床，和(三)非金屬矿床。各篇可以单独閱讀或者結合起来閱讀。本書的主体在于闡述矿床形成的原理和作用(第一篇)，这些作用所产生的矿床將在第二和第三篇的产狀描述中加以举例說明。对高級班，第一篇可以用第二及第三篇的有关內容及其他参考讀物来加以补充。閱讀本書需要預先具备普通地質学和普通矿物学方面的知識。

对矿床的討論，本版仍然根据矿床的成因进行，而不根据矿床的分类。根据作者的經驗，这对学生和野外工作者以及对实际找矿都是比较适当的。人口越来越增加和机械化的程度越来越高，無論家庭和工業对矿物資源的需要量都是越来越大，需要用更科学的勘探方法来寻找新矿床以代替那些業已耗尽的矿床。希望本書能够在这方面提供基本知識。为此作者曾大量地引用本人在世界各地野外研究資料，大部分矿床描述是以本人知識为根据的。

本版和前版一样，岩漿矿床叙述得很詳細，补充了新材料，氧化作用和表生富集也是如此。相当的篇幅是專門叙述由蒸發和沉积生成的矿床；变质作用在矿物形成一章中也佔相当篇幅。保留了地下水这一章。刪去了一般的統計資料。

在此次修訂中，第一篇变动最大。接触交代一节也有很大改变，“接触交代”一詞代替了“接触变质”。过去交代作用及洞穴充填兩节已

合併于热液作用中，对作为洞穴充填和交代作用的基础的热液作用作了新的初步討論。其中的各节都作了很大修正和縮減。沉积作用一节全部重写，原来包括在这一节中的大部分材料都轉到第二及第三篇中了。殘积和机械堆积兩节合併成为一节，并將对二者均能运用的原理加以初步討論。其他每章都經過相当的修改，为的是更加完善并加进最新的材料。在战争年代，矿业有了新的发展和变化，这些已被收罗在本书中。为了满足許多讀者的要求，每章末的选讀参考文献增加到总共 41 頁，包括至 1949 年底^①。还加了许多新的圖解說明。

在本書材料中，作者充分利用了自己野外的、教学的、管理的和編輯的經驗，作者并衷心感謝前輩学者和当代学者的研究成果。本書脚註省略了，文中沒有專門誌謝，作者特此在这里声明致謝。謹向准許利用圖解和善意提出修改意見的人們致謝。

耶魯大学

1950年4月

●为节省篇幅，这些文献在譯本中未印出——編者。

目 录

第一篇 原理和方法

第一章 导言	6
第二章 矿物利用和經濟地質学發展簡史	10
第三章 矿床物質及其形成	22
矿产的物質(23); 矿物的形成(31); 矿物的稳定性(33); 地質溫度計(40)	
第四章 岩漿、岩石和矿床	43
岩漿和分異作用(49); 噴射作用(57); 岩漿和矿床(61)	
第五章 矿床形成的过程	68
5.1 岩漿聚集作用(70); 5.2 升華作用(80); 5.3 接融交代作用(81);	
5.4 熱液作用(91); 洞穴充填(103); 交代作用(132); 5.5 沉积作用	
(156); 5.6 蒸發作用(174); 5.7 殘余和机械聚集作用(191); 殘积作用	
(194); 机械堆积作用(215); 5.8 氧化作用和表生富集作用(233); 5.9	
变質作用(277); 5.10 矿床成因簡短总結(287)	
第六章 矿床位置的控制	290
構造控制(290); 地層控制(292); 物理及化学控制(294); 火成岩(296);	
帶狀分佈(301); 成矿时代和成矿区域(303)	
第七章 矿床的褶皺和断裂	312
褶皺(312); 断層(318)	
第八章 矿床分类	328

第一章 導 言

經濟地質學在於研究人們為了生活需要而從地下取出來的那些礦物原料。為了尋找這些礦物原料，通過航海發現了新陸地，並向新陸地殖民；新陸地佔有結果是商業和政治上的獨霸或者引起爭鬥和戰爭。在探尋這些礦物物質中，逐漸積累了對於它們分佈、性質、產狀和用途的知識，從這些知識得出了關於成因的理論。這樣，礦床這一課題便得以發展起來，在早期的採礦學校中，它作為採礦的科目來講授。由於很大的注意力放在包圍礦床的岩石上面，放在闡明這些岩石的性質、構造、成因上面和放在從岩石發育出來的地貌上面，因而，更廣泛的地質科學才逐漸成長。現在經濟地質學，如同礦物學、岩石學、古生物學、地層學、構造地質學和地文學或地貌學一樣，都是地質學的分支。

作為國民經濟基礎的礦業的未來，很大部分是有賴於經濟地質學來繼續提供原料，C.K.萊斯這樣說過：

“一世紀以前，由於英國進入產業革命，開始了地下資源的真正開發，以致在本質上影響了物質文明。在這個短短的時間內，礦物加速地變成了工業化的基礎……在這百年間生鐵產量增加到100倍，礦物燃料75倍，銅63倍。”

那些礦物資源豐富的国家就變成了最大的工業國。為了維持工業生命對礦物無止境的需要，使得在兩次世界大戰時期內，全世界所采掘並消耗的礦物多於過去的历史時期。過去足夠的供應顯得縮小了，大的資源也漸漸少了。

我們在礦物資源上的驚人耗費和已知儲量的減少，意味着，如果要維持工業的現狀的話，必須發現新產地。隨着明顯的礦產露頭的減少，找礦工作必須要指向不太明顯的礦床；其中大部分都被普遍存在的復蓋層所隱蔽。必須用各種地質方法來達到這個目的，這應當是經

济地質家的重要工作。在这方而，石油地質家采用地球物理方法和仪器来發現石油，常得到令人滿意的成績。

經濟地質学的范围不但包括金屬矿床而且还包括更广泛的非金屬矿床，非金屬矿床的价值現在是金屬矿石的三倍。此外，它包括一般应用地質。例如，它討論工艺的實際問題，討論地下水和土壤的产狀以及地質原理在重要工程設計上的应用。例如任何一个大水坝，都牽涉到基础岩石的适合性、滲水、地下水流动以及建設水坝的物質的性能和来源等問題。經濟地質学也与地理学和經濟学有关，因为它提供关于地下物質的地理分佈和資源的知識，这些地下物質是采矿工業的基础。

經濟地質学与采矿，尤其是金屬开采的关系过去早就很密切，經濟地質学就是随着采矿而發展起来的。这种关系还在繼續保持。現在經濟地質学有一个特殊的分支称为采矿地質学；它專門研究矿床及其与金屬开采的关系問題，在一定程度上研究冶金学的問題。这种关系可从这样的事实来理解：所需要的金屬含在矿石矿物里，而矿石矿物是和不可用的矿物或岩石混雜形成矿石的，使它們分离属于冶金的范围；从地下采出矿石可归到采矿的范围；而关于这些矿石的产狀、位置及成因以及对圍岩关系等的研究就是采矿地質学的范围。采矿地質家在采矿工作开始阶段中的作用是确定矿床的可能形状、大小及价值，尤其是延伸的深度。其次，当采矿进行时期，采矿地質家与采矿工程师合作来进行矿床的勘探和开拓工作，寻找断层錯失矿体和用其他方法帮助掌握矿石資源，决定采矿合适位置以免崩陷。将来采矿地質家会有更多的机会利用地質知識在衰落矿区寻找矿物。冶炼家也常求助于采矿地質家的知識来解决矿石和金屬的提取問題，以及为了經濟地熔煉而获得适当的矿石混合配料等問題。

經濟地質学另一重要的分支是石油地質学。它專門討論許多关于油与气的位置、产狀、迁移和成因等問題。石油地質学家的任务是确定可能含油層，用地質或地球物理方法探测構造、佈置探井。因此，他需要構造地質学、地層学、古生物学以及石油产狀等方面的知識。

这些例子說明經濟地質学有广闊的范围。因为經濟地質学牽涉到

选煉工業的基本原料，其問題与各种工業結合在一起。它与運輸、國際貿易和工程都有关系。在它的領域內也包含了許多有趣的科學問題，其中理論的探求較實用問題更多；不同矿床的成因問題有待于長期不懈的研究。

本書只包括範圍極其廣泛的經濟地質學的某些部分，本書主要講述矿床及其产狀和形成的原理。对提取（采礦）的技术和矿物物質的处理（选礦和冶煉）不予詳細考虑；統計材料仅佔很小的篇幅；矿床以外的地質特点不在本書範圍之內；对矿物物質，除說明用途外，不追溯到工業上去。

在为人們从地下取出应用的种类繁多的有用的矿物物質中，煤是价值最大的；其次是金屬矿物、石油和天然气以及像粘土和石膏一类的其他非金屬矿物。

为了學習方便和易于查考，这些物質在本書中分成兩部分：金屬矿床，例如金、銅、鉄或鎳（第二篇）及非金屬物質，例如煤、粘土、石油或宝石（第三篇）。寻求金屬矿床为的是从中提取金屬。这些矿床又根据金屬的不同而再划分。本書描述了典型实例以便研究它們的成分、产狀及成因。另一方面，对于非金屬物質或土狀物質，一般不考虑其金屬含量，而主要是利用它們采出时的原来形狀，仅是經過适当的处理。例如，粘土不是为着它的鋁含量而开采，石棉也不是为着它的鎂；粘土是作制造瓷器或陶器的混合物，而石棉是用作矿物棉。它們的用途主要是由其物理性質決定的，而不是由化学性質決定的。又例如石墨与金剛石，都是由碳所組成的，但都不是从中取碳。它們的物理性質使其成为一种令人貪求的宝石和另一种冶金所需用的抗热和抗化学作用的物質。

具有不同性質和成因的非金屬物質是如此之多，因而簡單的分類是不可能的。但本書的意圖是根据非金屬矿物的主要用途进行分类，例如分成燃料矿物、陶瓷原料或冶金用原料。对于一本初步入門的書，这种安排方法的好处在于把錯綜复杂的种种物質按其共同用途而分成一些所謂实用分类，这样有利于地質学生和有关方面讀者的参考。这些物質的产狀类型和可采矿床的成分將在每类中予以叙述。

矿床是可以作为一种或多种矿物或金属来开采的地質体。矿床是一些例外性的东西，分散在岩石中或地面上，只是地壳的極微小的部分；但是它們的重要性是远远超过它們的相对容积，因为它们供給国家财富和工業以貴重的物質。在特殊的和例外的情况下矿床积聚在岩石中，这就是我們所要研究的。两个矿床在各方面都相同的是沒有的；但是有一个普遍的原理控制着它們的形成。为了充分了解一个金矿脉或粘土矿床如何形成，就需要首先知道矿床的組成以及它們在地下和地面形成的过程。因此，本书第一篇主要是对矿床生成的原理和作用的一般討論。

在書最后附有一般参考文献。在每章之末附有选讀参考書目。

第二章 矿物利用和經濟 地質学發展簡史

古 代

随着古代矿物产品的利用，可能發軔了經濟地質学。但是在这种早期的粗略知識变成一种技艺，而且后来發展成为一种科学之前，必須經過很長的时间。早先追求这种知識的动机無疑是由于实用，但后来被希臘哲学家提高到理性的領域。

原始人类所用的最早地下物質是非金屬物質——燧石、石英、硬軟石头如石英岩、皂石或石灰岩——用来作为武器、工具、容器及雕刻用具。粘土是广泛和大規模地被利用，先用作陶器然后用以制磚。無疑的，粘土代表第一个大規模的矿物工業，这一種工業一直延續到各年代中。焙燒过的粘土模型之屬於奧里尼亞克时代（Aurignacian）（紀元前30,000—20,000年）的，曾在摩拉維亞（Moravia）發現，而索柳特勒恩（Solutrean）时代（紀元前10,000年）的优美的旧石器时代的陶器曾發現于埃及。磚、瓦和粘土曾被加爾地亞人（Chaldeans）、巴比倫人和埃及人大規模地用来建筑他們的城市，作为灌溉，和作为写字原料。古代亞洲人及非洲人的房屋是用粘土制的磚造成。后来，建筑石料广泛地被利用。在建筑埃及金字塔时（紀元前2980—2925年），这种提取天然产物的工業必定是規模巨大的，如蓋澤（Gizeh）金字塔包括有2,300,000塊石料，平均每塊2½吨。

根据S.H. 波尔（Ball）的記述，在紀元前400,000至7000年間旧石器时代的人用过13种矿物——玉髓、石英、水晶、蛇紋石、黑曜岩、黃鉄矿、碧玉、塊滑石、琥珀、硬玉、方解石、紫水晶及螢石。他們也利用赭石或矿物顏料。大約在新石器时代的人才开始熟悉金和銅，他們也用軟玉、砂錢石和綠松石。这些非金屬物質大部是常見的物質，可能是偶然發現的，但它們的探寻既未很大地刺激人类的好奇

心，也未對它們的產狀產生特殊知識。它們只是被接受下來作為已經發現了的东西而被應用罷了。經濟地質學尚未誕生；這是黎明前期。

埃及、希臘及其有關文化

由於對寶石和金屬的渴望日益迫切，經濟地質學可能逐漸萌芽。人們開始注意和記錄產狀的事實；未成熟的成因理論開始發展；為了發現和開發礦床組織遠征隊；而這些物質的所有權和交易變成人民生活中一種重要部分，從相對的意義上說甚至比今日還重要。在早期埃及人、巴比倫人、亞述人及印度人中這種寶石的应用和它們的開采達到一種高度的技巧。寶石具有很大價值，埃及人不論活的人或死的人都用寶石來裝飾自己，在被神秘所迷惑的羣眾中它具有重要的意義。在王朝以前（紀元前 3400 年），埃及人重視顏色甚於物質。塞伯斯雕刻匠創造出令人喜愛的顏色設計，利用青金石的天青色、肉紅石髓的紅色、紫水晶的紫色、孔雀石的綠色、碧玉的黃色和綠松石的藍色。他們也用瑪瑙、綠柱石、玉髓和石榴石并使硬岩石磨光成形，不僅做出卵圓形的而且也切出帶面的小珠子。除青金石外所有這些岩石都來自埃及本身。但在遠古時候那里必定已經有了國與國之間的交易，因為青金石要經大約在 2,400 哩以外的阿富汗獲得。

根據波爾的記載，當時也發現了其他的石頭，如在第二王朝的瑪瑙，第三王朝的藍銅礦和翡翠；和第六王朝（紀元前 2625—2475 年）的琥珀，內波納（第 18 王朝）的石碑上寫道：“我曾在我父親奧西里斯廟中供奉了許多用銀、金、青金石、銅和寶石制的祭品”（波爾）。後來，在希臘影響下，于托勒密時期，輸入了其他幾種寶石，包括一些印度寶石如藍寶石、鈹石和黃玉等。

最早采礦形式是為了找寶石和裝飾石料，約在二千年以前法老王曾派遣遠征勘探隊包括工程師和勘探人員到西奈半島找尋綠松石，並且到了蘇丹。波爾証實第一個經濟地質學家是埃及人哈羅厄里斯（Haro-eris）隊長，他約在紀元前 2000 年帶領一個遠征隊到西奈，經過了三個月的勘探發現和提取了大量的綠松石。古代埃及人（從紀元前 1925 年開始）在埃及的紅海海岸上為了取純綠寶石挖了幾百個豎井；某些

井据说曾深至800呎和能够容400人在里面同时工作(波儿)。

最初用的金属大概是由原始人从河流中所收集来的自然金属。推断金的利用是在铜以前,某些人认为铜是在公元前18,000年发现的,无疑地,埃及人早在公元前12,000年时对铜就有了认识,而约在公元前4000年时欧洲人就广泛地应用铜了。斯特拉博(Strabo)告诉我们“在萨昂内斯(Saones)王国有一个科尔奇地方(Colchis),冬季急流带来金,土人在窪地挖孔收集并且裹以羊毛。”因此有金羊毛的传奇。此等羊毛,挂在树上晒干以便从里面可以打出细金来,它激励了渣桑(Jason)及阿尔忒弥德人(Argonauts)乘阿尔戈(Argo)船到尤辛内(Euxine)海岸附近来寻找这种金羊毛。这是砂金矿最早的开采记录,是早期采矿冒险的一页诗篇。甚至现代在南美也还利用略相类似的方法来提取细砂金。

在希腊卡桑德拉(Cassandra)古矿中,萨吉(Sagui)估计从公元前约2500至356年曾开采过,这种精巧的金银矿石采取法依据了矿石集中在裂缝交叉处的知识,隧道是在氧化带下向着这个方向鑿进。并且,断裂的复杂性已经认识的足够清楚以致能在一个重要断层的另一侧追踪一条被错移的矿脉。这是对矿石产状认识的开始。

关于矿石产状的知识 and 它们成因方面好奇心的开始见于希腊及罗马哲学家的著作中。希罗多德(Herodotus 公元前484—425年)述说过希腊克利赛特斯(Krissites)地区的石英脉中金的产状,这后来由迪奥多鲁斯(Diodorus)加以描述。提奥弗拉斯特(Theophrastus)(公元前372—287年);是亚里斯多德的一个学生,在他的第一本矿物学教科书岩石论中(Book of stones),描述了16种矿物,分成金属、石头和土。斯特拉博写在公元19年,关于西班牙的砂矿他说:“金不但从矿山挖掘,并且还可收集得来;含金的砂被河水和急流冲刷而下……在目前淘洗出来的金较多于从矿山所采掘出来的。”(H.C. 哈米尔顿[Hamilton]及W. 法尔康纳[Falconer])。在普林尼(Pliny)优秀的学术性著述中有许多关于西班牙矿石产状的描写。他还告诉我们汉尼拔(Hannibal)有一个银矿,称为巴布罗(Baebulo),在南西班牙一个山中,曾鑿至深1,500步。普林尼说该银矿曾每日产出300磅银。在很久以前的一个

时期中，阿提卡(Attica)銀鉛矿石的开采是一个重要工業，著名的勞隆(Laurium)矿山在散諾芬(Xenophon)时代很早以前就开工，散諾芬在紀元前365年写过一个报告。古人在这里挖了2,000个井，其中一个386呎深，而它們的位置显示了古人对矿石产狀的精确知識。在整个黑暗时代中，除了阿維森納(Avicenna) (980—1037年)，很少有新知識可以补充到早期哲学家知識之中，阿維森納是亞里斯多德著作的阿拉伯文翻譯者，他把矿物分成石头、硫矿物、金屬和鹽(克魯克)，从此才肯定地認識硫化物矿物。



圖 2-1. 阿格里科拉的像和簽字●

● 原書附圖均注明出处，譯本从略——編者注。

科学时代的开始

第一个关于矿石成因的比較正确的学說是由阿格里科拉(包厄)(1494—1555)提出的。阿格里科拉出生在薩克森的厄尔士山(Erzgebirge)矿区之中,他成为一个敏銳的矿物观察家和細心記錄者(圖2-1)。虽然他的观点有些是幻想的,在他的論金屬(*De Re Metallica*)中他指出矿脉是始源于矿物在“孔道”(裂縫)中的沉积,些这矿物是由于地下水的循环,主要是地面生成的水,在地下变热而自岩石中溶解了矿物生成。他把均匀矿物(矿物)和不均匀矿物(岩石)作出清楚的区別;前者分为土、鹽、金屬和其他矿物。他也將矿床按成因分为脉(*vena profunda*)、層、株和細脉。在阿格里科拉以前,多数作者認為矿脉与地球同时生成,但他很清楚地認識到它們和圍岩是不同时期的,正如他所述“認為矿脉与地球本身同一时期是庸俗的見解”(De Re Metallica 1556)。他的这种关于地球物質的知識使他成为第一个强烈地反駁用叉狀榛木棍子在寻找金屬和水方面的效力。他在岩石風化和金屬硫化物矿石的地面分解方面作出精确的观察。他的許多細心观察,用有趣的木版离奇古怪地画出(圖2-2)。他的描述和矿脉的木刻是从卡尔伯的1518年的探矿手册(*Beigbüchlein*)中素描得来。

阿格里科拉的著作对矿床成因研究具有最卓越的貢獻。在科学思想上它們有了显著的进步,深深地影响了后来作者的思想。

十七及十八世紀的貢獻

虽然在厄尔士山和哈茨山的非常濃厚的采矿气氛中,有关矿物和岩石的知識一定是在繼續地积累着,但从阿格里科拉至笛卡兒的时期中却很少有材料記錄下来,笛卡兒的哲学原理(*Principia Philosophae*)在1644年出版。他把地球作为一个冷却的星体,內部是热的,这一观念使他認為矿石矿物是由于內部的热从一个很深的金屬壳以噴气和再生地面水形式被驅逐上升,在外部岩石壳的裂縫中沉积成为矿脉。这种观念明显地是今日某些观念的先驅。

十八世紀积累下来的实际知識进一步激起人們关于矿石物質起源

的好奇心。在当时权威者的鼓吹和刺激之下，成因的假說相繼湧出，在十八世紀之末引起激烈的爭論。这些理論大多数从德国采矿区域發出，但瑞典人也作出了早期的貢獻。貝申(Becher)(1703)和亨克尔(Henkel)(1725)將矿脉的成因归于从地球内部“騷动”上升的蒸气对



圖 2-2. 中世紀矿工使用神棍

岩石物質的作用。亨克尔的“变性”(transmutation)觀念具有現代“交代作用”的胚种。1749年齐麦曼(Zimmermann)也先有了这种交代作用的觀念，当时他將矿脉的成因推想为由于溶液通入岩石的無數小裂口或其他孔隙而进入岩石的里面，使岩石轉变为金屬矿物及脉石的作用。这种觀念里面有后生側分泌說的 意义。范阿佩尔(Van Appel)(1749)也是有所貢獻的，他曾指出矿脉主要充填断層裂縫，这些裂縫形成于含矿溶液流通之前。但是他的觀念在很長时期未受重視。

1753年雷曼(Lehman)解釋矿脉向上分叉是說明它是从地球內部上升到地壳的噴出物或蒸气的沉积，如同从树根上升到树枝的液汁。这些就是在1756年以前矿床成因的理論。

在那些年代中發生了一件事情，它深刻地影响到后来經濟地質学的發展。著名的德国弗萊堡矿业学院成立于厄尔士山脉的各种矿产地中間。这个学院的著名导师領導着地質旅行队来研究附近矿石和圍岩；并展开大規模采集标本帶回学院研究。学者羣集在学院领导下进行討論。在这里更新的地質科学兴旺起来，在超过一世紀又四分之一的時間內，它們在矿床学方面的講授影响了全世界的思想。

在大部分十八世紀中流行的看法是矿床从地球內部噴出形成，它从深处帶來金屬而沉积于裂縫，或替換岩石物質。但是拉錫厄斯(Laessius)1789年追隨德利厄斯(Delius) (1770) 及葛哈德(Gerhard) (1781) 之后，解釋矿液为扩散的上升水，它从所通过岩石溶解了呈分散状态的金屬粒。可知，多数矿床的原始理論在郝屯(Hutton)与魏尔納(Werner)爭論之前都曾經討論过，即使是不科学的。

当亞伯拉罕·戈特洛勃·魏尔納 (圖 2-3) (1749—1807) 1775年担任了弗萊堡矿业学院的矿物学和地質学教授之后，他擴棄了金屬的內部来源說，而堅持主張矿脉是由于原始宇宙海洋的下降滲透水所形成，根据他的見解，不但沉积物，并且所有火成岩和變質岩都可以从海洋中沉淀出来。他認為这种水是从上面下降到裂縫中，并且在那里由于化学沉淀作用沉积了矿脉物質。他的善于鼓吹的个性和他的激烈的演講使學生来自全欧，羣集于他的周圍，并在回去后作为熱心弟子来为他的水成学說宣傳。于是他的思想統治着有关矿床成因的理論界，尤其是在1791年，他的关于矿脉成因經典論文出版以后。魏尔納的熱情演說对听众所以有說服力，与其說是由于他所举的事实的可靠性，或許不如說是由于他的个人威望和雄辯。在一方面，他的領導作用阻碍了关于矿物生成思想的發展，但同时他的教条式的敘述引起激烈的反对，这样激起了对其他見解的多方面的考虑，其中最著名的是以郝屯为首的火成学派(Plutonist or Vulcanist)。

郝屯(生于1726)，一个謙遜的蘇格蘭人，他不好表現，是一个謹