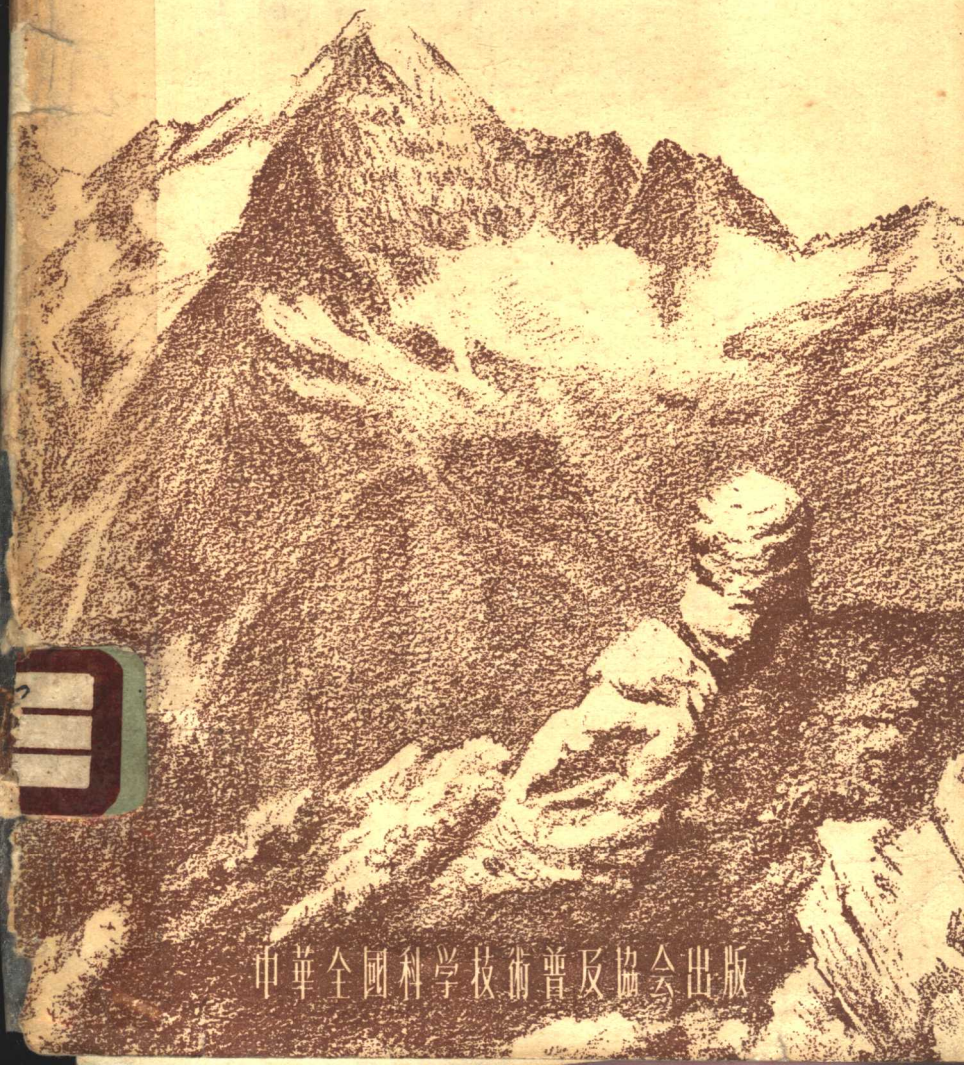


金屬礦是怎樣形成的

(苏联) Д. И. 謝尔巴科夫著



中華全國科學技術普及協會出版

金屬礦是怎樣形成的

(苏联) Д. И. 謝尔巴科夫著

鮑永泉 王立文譯

中華全國科學技術普及協會出版

1955年·北京

C

出版編號: 187

金屬礦是怎樣形成的

КАК ОБРАЗУЮТСЯ РУДЫ

原著者: (苏联) Д. И. ЩЕРБАКОВ

原編者: ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО ПО
РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИ-
ЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

原出版者: ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

譯者: 鮑 永 泉 王 立 文

審校者: 周 起

責任編輯: 鄭 文

出版者: 中華全國科學技術普及協
(北京市文津橋3號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第053號

發行者: 新 華 書

印刷者: 北 京 市 印 刷 一 廠

(北京市西便門南大街乙1號)

開本: 31×43 1/2 印張: 1 1/2

字數: 26,000

1955年8月第1版

印數: 6,000

1955年8月第1次印刷

定價: 1角5分

本書提要

本書是一本關於金屬礦成因的書籍。它相當詳盡而且全面地敘述了各種內成金屬礦床、沉積礦床和變質礦床的形成；尖銳地批判了美國資產階級學者們的偽科學理論；根據先進的科學理論，闡明蘇聯金屬礦床分布的規律。

對於我國廣大的中級和初級地質工作幹部、地質院校學生和有關地質工作的人，這是一本合適的讀物。

目次

緒言	I
礦石和礦床	2
礦石和礦床是怎樣形成的	4
岩漿——金屬的攜帶者	
偉晶脈	
氯化物	
矽酸岩	
熱液礦床	
地質環境在成礦中的作用	
成礦沉積的帶狀分布和不連續現象	
礦床與岩漿源的成分	
熱液學說史話	
對美國地質學家觀點的批判	
沉積岩和沉積礦床	
沉積礦床的成因類型	
蘇聯學者在研究沉積金屬礦床方面的貢獻	
變質作用	
金屬礦床分布區域的規律	35
大陸構造的主要特徵	
礦床分布的規律	
結語	40

「關於礦物和礦坑的科學必須
很清楚地闡明礦物的成因，闡明礦
物爲什麼以及在什麼地方可以產
生，而什麼地方就不能產生，這樣
就可以大大減輕我們的勞動。」
（羅蒙諾索夫：「論地層」）

緒 言

斯大林指示說：「…五金業是一切工業的基本基礎，因爲若無五金工業强有力的發展，無論輕工業、無論運輸、無論燃料、無論電氣化、無論農業，均不能有強固基礎。五金工業的發展即是一切工業發展的基礎和一般國民經濟發展的基礎。」（「關於俄共十四次代表會議工作底總結」）

斯大林發展了這個思想，他說：「鋼鐵是我國工業基礎的基礎，所以必須使鋼鐵生產量與工業及運輸業方面的需求量相適合。」（「在聯共（布）第十四次代表大會上關於中央政治工作的總結報告」）

要有足夠的金屬，首先必須具備金屬礦床。因爲只有開採礦床才能供給工業所必需的礦石。

一九四六年二月九日斯大林在莫斯科斯大林選區選舉前大會上的演說中提出，生鐵的年產量要達到五千萬噸，鋼的年產量——六千萬噸，煤的年產量——五億噸，石油的年產量——六千萬噸。這個任務就決定了金屬基地發展的速度。

上述鋼和生鐵的產量雖然能保證機器製造業、運輸業和農

業的巨大發展，但發展鋼鐵生產的同時還必然應當開採相當數量的有色金屬、稀有金屬、耐火材料、雲母、石墨、石棉、磷鈣土及其他礦產。

要知道什麼地方有金屬礦，必須懂得各種金屬礦是怎樣形成的。

礦石和礦床

在現代技術條件下，在經濟上有開採價值的，从中可以獲得一種或數種金屬、或者別的在實際中能夠應用的礦物原料的聚集體的，叫做礦石。

過去，對礦石提出了很高的要求：其中金屬含量必須很高。但是隨着工業的發展，就越來越多地採用品位低的貧礦石了，而這些礦石在技術水平較低的情況下實際上是沒有用處的。比如，在十九世紀，品位高於百分之五至百分之六的銅的礦物聚集體才算銅礦；現在却往往開採含銅百分之〇·七至百分之一的銅礦石。

對礦石進行綜合性的處理，而處理時又儘可能地利用礦石中的一切貴重組分，能幫助降低對所採礦石的要求（條件）。

今後，隨着我們的技術的全面發展，能進一步機械化地開採和處理礦石時，則開採貧礦石，特別是大量存在的貧礦石，將是很有利的。

礦產分為三類：一、金屬礦；二、非金屬礦，如雲母、石棉、石墨等；三、可燃礦（石油、褐煤、煤、碳質頁岩等）。

地殼中有足夠數量可供工業開採的有用礦物的天然的聚集體，叫做礦床。

金屬礦物的聚集体叫做金屬礦床。

能生成各種金屬礦的自然作用是多種多樣的。要判明礦床的成因，就必須了解這些自然作用。知道礦床的成因後，就能幫助解決在蘇聯國土的哪些地方能找到礦床以及礦床的正確估價、勘探和開採工作的正確方向問題。

只知道礦石生成的方式是不能對礦床的成因有所了解的。要斷定礦床的成因，還必須知道能找到礦床的那個地區的地質環境如何，或如專家所說，它的地質情況怎樣；同時也要對礦體的形狀及它的物質成分和礦物成分有所了解。

要完成供給各種礦石和礦物原料、保證我國工業原料需要的這個任務，地質科學具有極重要的意義。因為地質學是研究地史（地球的發展史）、查明我國礦藏形成及分布規律性的一門科學。

地質工作者正是根據我們地球的地質構造知識，礦物學、岩石學及地質科學中的其他科目，才能指出在什麼地方能找到金屬礦床、煤礦和石油礦，以及為了查明它們的儲量，應當怎樣勘探這些礦床。

很多必須有地質工作者參加的勘探隊和普查隊，年復一年地研究着我國遼闊的大地。

首先，他們要繪製蘇聯地質圖，在這個圖上要指明各種岩石的產地及它們彼此間的關係；要指明各種礦藏和它們大概分布的地區；也要指明地質構造和在構造上彼此不同的地區，因為不同的構造能反映出各地區地史發展的特點。

依據地質圖並估計到礦產的生成條件，地質工作者往往就能預先指出金屬礦、鹽礦、煤田和油田的所在地。

知道礦床的各種生成條件，對實際工作有極大幫助。早在約二百年以前，俄國偉大的學者羅蒙諾索夫在「論地層」一書中就指出了這點。

礦石和礦床是怎樣形成的

我們簡單地研究一下，什麼樣的自然作用能形成礦石和礦床。

岩漿——金屬的攜帶者

在地殼深處能發生許多作用，這些作用表現在稱為岩漿的熔融體侵入到地殼中。我們現在就從這種作用開始講起。

對形成地殼的各種岩石所進行的研究證明，這些岩石之中有許多岩石無疑地曾經處於熔融狀態，而後來才變硬的。凡是這樣的岩石都叫做火成岩，因為它們曾經是從地心中噴發出來的；或叫做塊狀岩，因為它們失去了沉積岩所特有的層理；而有時也叫做岩漿岩，因為它們是由岩漿形成的。

由於造山作用的影響而從地球內部上升的岩漿，並不是都能到達地表呈火山噴發狀態流出的。從岩漿形成的大多數岩石來看，停留在某種深度的侵入體，即所謂貫穿地殼的侵入體，具有極重要的意義。

侵入體有極不相同的形狀和大小。最大的侵入體叫做岩基，它的面積達幾十到幾百平方公里。

岩漿常常能把地層頂成穹窿狀，凝結成大圓麵包狀的岩體，即所謂岩盤。岩盤底下常有一個通道，岩漿就是沿着這個通道上來的。

但是侵入岩並不像按其成因判斷、推測起來那樣大片連續

存在。通常侵入體被很多裂隙切成不規則的岩塊，岩塊間的裂隙叫做岩石節理。有時節理可被錯認為層理。

岩漿流出地表時，通常形成圓錐狀的火山。

按化學成分來看，所有的火成岩都是由矽酸鹽類組成的，也就是由矽酸和鹽基（氧化鈉、氧化鈣、氧化鉀、氧化鐵、氧化鋁和其他化學元素的混合物）的化合物所組成的。

根據這些組成礦物的氧化物的相對含量的不同，可分為富含矽酸的花崗岩屬岩漿岩、閃長岩屬的中性岩石和貧矽酸的基性玄武岩屬岩石。

岩漿並不是不同的化學元素的簡單的混合物，而是複雜的熔融體。正是岩漿熔融體是各種金屬的最初攜帶者。

岩漿在地殼深處凝固時，岩漿源開始冷卻，岩漿冷卻時能生成許多礦物。這些礦物因受重力影響在液體中流動。

岩漿在深處結晶時，能發生礦物的分泌作用。礦物的分泌作用是與當岩漿岩主要部分基本形成時所發生的結晶作用的主要階段相符的。因此，這時殘留的熔融體就不斷地失去某些元素（因這些元素構成了分泌出來的礦物）而富集了另一些元素。結果便形成了「殘餘」熔融體。殘餘熔融體在成分上和在各種氣體的含量上都與早期熔融體大不相同。這是引起岩漿組成部分重新分配的一個準備階段；但是在這個階段中很少能形成那種造成隔離或所謂分結礦床的金屬礦。

由於這樣的岩漿分異（分化）作用形成的礦床就叫做岩漿礦床。這種礦床通常分布在與其同源的岩漿岩內或在其附近。岩漿礦床乃是獲取自然鉬以及鉻礦、鈦礦、鎳礦、部分鈷礦的主要來源地。

苏联沙瓦里茨基院士、别捷赫丁教授、索柯洛夫教授等曾詳細地研究了這類礦床，他們從本質上確定了它的生成作用，並指出大多數岩漿礦床都是在岩漿結晶作用後期，在氣體（氟族等）參與的情況下生成的。

偉晶脈

与上述富含氣體的殘餘熔融體的結晶作用有關的下一階

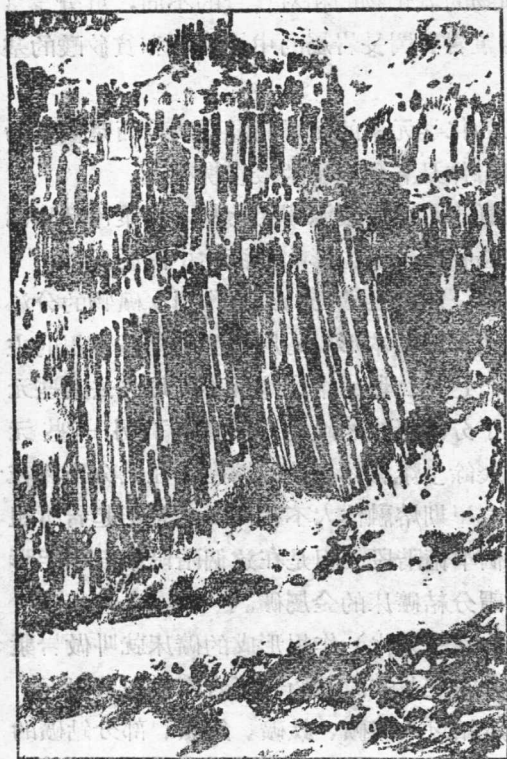


圖1 天山西部的古老熔岩流的柱狀節理。

段，能生成名叫偉晶岩的特殊岩石。偉晶岩常常呈脈體形狀，它是由長石、石英、雲母和其他比較稀有的礦物的極大晶体組成的。花崗岩型的偉晶岩在成分上与花崗質岩石頗相像，它的分布極廣，並具有工業意義。

研究這個類型礦床的大師——費爾斯曼院士，認為花崗岩型的偉晶岩的形成作用就是富含揮發組分——氟和氯、鋰的化合

物、水蒸氣等的殘餘熔融體的結晶作用。偉晶脈一般是生在花崗岩源的最上部分，充塞花崗岩中的裂縫，或是生在離花崗岩鐘外殼很近的地方。許多貴重稀有的礦物，如：綠柱石、鋰輝石（鋰礦物）、鈮鐵礦（鈮鉭礦物）、錫石等都生於偉晶岩中。開採偉晶脈主要是採取陶瓷工業用的長石和石英，以及白雲母、各種寶石和某些稀有元素。

沙瓦里茨基對偉晶岩的生成有另一種看法，他認為偉晶岩是因岩漿中分泌出來聚集成各種氣體重新熔化了花崗岩的某些部分而生成的。

有關偉晶脈如何生成的問題，至今尚未得到一致的答案。一方面這是由於不能直接觀察這種脈的生成條件，另一方面，想做偉晶脈生成作用的實驗再現是非常困難的。

在可拉半島、



圖2 在風化過程中露出來的偉晶脈。

卡列里亞、外貝加爾、瑪姆區（西伯利亞），中亞細亞和哈薩克斯坦都有大型的偉晶岩礦。

氣 化 物

遠不是岩漿中所有的揮發性組分，都能成為被金屬化合物壓縮的氣體和水蒸氣，而加入偉晶岩熔融體中去。這些揮發物多是單獨分泌出來，侵入到岩石的裂縫中；這時水蒸氣與氣體

發生反應，並與以前已經生成的礦物發生反應，於是便生成了新的名叫做氣成的礦物聚集體，或變為熱液。

這些後來往往會凝結為溶液的氣體是怎樣分離出來的呢，它們的成分又怎樣，在循環道路上它們在時間與空間方面又是如何改變的呢——這些問題是整個成礦作用問題中很重要、同時也很少被闡明過的問題。蘇聯研究者認為這些問題



圖3 生於花崗岩中的偉晶脈。

是成礦理論中的主要問題，是直接影響採礦業實際工作的問題，因而他們正在努力研究這些問題。

尼古萊耶夫根據揮發組分在矽酸鹽溶液中的有限溶解度的概念，曾詳細研究了含礦溶液形成的作用。尼古萊耶夫證明：當矽酸鹽熔融體進行結晶作用時，必然會產生氣相（含礦氣態溶液）分離作用。

但是，這些氣態溶液是否能成為搬運成礦元素的充分有效的因素呢？希達洛夫和塞羅米特尼科夫靠實驗工作解決了這個重要問題。他們的實驗以及別良金對技術加工過程中氧化矽的氣體搬運所做的觀察證明：氣態溶液在高於臨界溫度的情況下，即在它受到高壓而又不能變為液體的情況下，是真正能搬運頗大量的氧化矽、錫、鉬和其他金屬的。所以說，上面所得到的證明對各種呈氣態溶液的非揮發性化合物的搬運能生成金屬礦一說是有利的。

氣體和水蒸氣對圍岩的影響常常會引起所謂圍脈變質。花崗岩若發生一種特有的變質作用就能形成「雲英岩」，即所形成的岩石富含雲母和石英，有時也含黃玉、綠柱石、錫石、黑鎢礦等。上述的變質岩石證明，起作用的水蒸氣和熱液的溫度是極高的。

有一些錫石礦、黑鎢礦和輝鉬礦是氣成礦床。但是，我們所研究的礦物聚集是由氣體還是由熱液生成，這在自然條件下很難而有時不可能解決，所以現在通常就不把氣成礦床單獨地分為一類。

矽 嘜 岩

岩漿岩與圍岩接觸的地方，因熱力和岩漿分異產物的影響，

能產生「接觸帶」。接觸帶中含有火成岩或圍岩中都沒有的礦物。矽嘎岩，即一種緻密的、很重的深色岩石，常常大量地生於岩漿侵入體與石灰岩接觸帶中。矽嘎岩具有特殊的意義。鋁矽酸礦物，即矽酸和鋁與各種鹽基的化合物：石榴子石、輝石、綠簾石、方柱石，金屬礦中的磁鐵礦、白鎢礦（鎢的化合物）、黃銅礦、方鉛礦、閃鋅礦等是矽嘎岩中典型的礦物。這種類型的礦床叫做接觸變質礦床或矽嘎岩礦床。

沙瓦里茨基院士的專論「磁鐵山及其鐵礦」是接觸變質礦床進行科學研究的一部重要著作，是進一步研究接觸變質礦床的經典著作。作者詳細地研究了礦床後證明：磁鐵山上的矽嘎岩和金屬礦，是石灰岩由於受到正在結晶的花崗質岩漿中氣體分離作用的影響，有岩漿中的氧化矽和鐵加入，起交代作用而成的。有些地方火成岩也能發生交代作用，但它不能變成真正的矽嘎岩和金屬礦。各種礦物是按一定的順序生成的（它們彼此間可以部分地交代）：首先生成的多是無水矽酸鹽（輝石、石榴子石）和磁鐵礦，然後生成的是含水矽酸鹽和黃鐵礦。沙瓦里茨基院士的這部著作和他後來所寫的論文，是磁鐵山大型鐵礦床及磁鐵礦（氧化鐵——氧化亞鐵）詳查計劃的根據。

最近科爾仁斯基在研究矽嘎岩的成因理論上作了很多工作，他成功地把物理化學的定律應用到自然作用上去。烏茲別克學者阿勃杜拉耶夫在這方面也做了許多工作，他正確地指出：岩漿熔化石灰岩時能使岩漿中金屬化合物進行分離或分泌。

北高加索的提爾內阿烏茲，外高加索著名的達什克桑鐵礦床（即以磁鐵礦石供應第比里斯冶金工廠的那個礦床）；西伯

利亞戈拉沙里亞的一些鐵礦床；遠東的捷丘與多金屬礦床；中亞細亞的天山、阿賴山和努拉金山脈上的許多礦床都是矽噁岩類礦床。

熱液礦床

氣體和水蒸氣離開冷卻着的岩漿源，能够沿圍岩走出很遠時，它們就會逐漸失去熱力，而變為上升的熱水溶液——熱液。

水蒸氣能够由岩漿源中分出來，這一事實可用下列材料証實。

岩漿是一種溫度達八百度至一千二百度的矽酸鹽熔融體；其中幾乎經常含有某種數量的揮發組分，首先是水。

水的含量能達岩石重量的百分之幾。在高溫熔融體中所以能含水，是因為地下深處的外壓力極大。誰都知道，在某些情況下急劇上升的火山岩流是「沸騰」着的，到達地表附近時開始發生泡沫，並能生成浮石。這是因為熔融體中，所含的水和氣體因壓力突然降低而劇烈地分出所致。

另一個可靠的證據是：在侵入地殼而結晶的自然岩漿中含有溶解的水，可以認為在岩漿岩中，有時在其岩漿源之上的圍岩中，廣泛地分布着像閃石（普通角閃石）和雲母那樣的礦物，這些礦物的成分中含有化學家稱為羥（鹽基）的水質點，一般講來，它們是不能由「無水熔融體」生成的。普通角閃石和雲母這樣的礦物分布很廣，多散布在花崗岩或閃長岩中；此外，在安山質熔岩中可見到它們呈斑晶存在着。這種斑晶顯然還是在早期，即當熔融體還在地下深處時生成的。根據有普通角閃石或雲母存在這個事實可以斷定，當時的熔融體是飽含水分的。

在某些新鮮而透明的天然火山玻璃（黑耀岩）中，經化學分析發現有百分之七或百分之七以上的水分，這也是岩漿中含有原始水的同樣可靠的證明。很明顯，在地表上發生極迅速的冷卻作用時，黑耀岩的凝固，比起由其中分出溶解的水來，是要來得快的。

但是，粒狀結晶深成岩漿岩中所含的水分少於噴發出來的



圖4 在高加索西北部生於頁岩中的石英礦脈。

火山岩中所含的水分。這種現象證明：發生緩慢結晶作用時，從岩漿中可以放出一定數量的水。

當溶液冷卻和氣體分出而某些化合物的溶解度降低時，以及由於溶液對圍岩和對以前沉澱的礦物影響的結果，就能由這些所謂「初生」溶液中產生許多不同的礦物。

如果新生成的礦物填充了裂隙時，那麼就能生成

所謂熱液脈礦床。這種礦床通常分為脈體及脈體中所含的金屬礦物。根據溶液的大約溫度，可分為高溫的深成熱液金屬脈（約在三百度下生成）、中溫熱液脈（二百至三百度下生成）和低溫熱液脈（在更低的溫度下生成）。礦脈生成的溫度，只是根據實驗室研究了這些礦脈的代表礦物的生成條件和溫度而大致確定的。美國地質學家最常採用的把礦脈分成高溫、中溫、低溫三種礦脈，目前遭到了蘇聯學者的嚴正駁斥。

熱液金屬礦床有極大的工業價值，因為它含有各種各樣的礦物，如銅礦，部分的錫礦、鎢礦、鉬礦，鉛鋅礦（多金屬礦），金礦，鈾礦和水銀礦，砷礦和鐵礦。

一般說來，熱液礦床的一部分金屬礦物是硫的化合物，總稱為硫化礦物。熱液礦床的另一部分金屬礦物是氧的化合物，總稱為氧化礦物。在組成礦脈基本物質的脈石礦物中，常常可以看到石英、方解石、重晶石和螢石。在與礦脈相接觸的邊界上，圍岩可遭到劇烈的變質，結果圍岩便富集了各種礦物。圍岩多被矽酸浸染，有時為碳酸化合物浸染；在圍岩中常常能生成小雲母片（絹雲母）或深色葉片狀的含鐵礦物（綠泥石）。

北高加索薩多鉛鋅礦是典型的脈式熱液礦床。外高加索自古有名的克達別卡銅礦、阿拉維爾金銅礦和卡風銅礦都是脈式熱液礦床。阿爾泰山的多金屬礦也是熱液礦床。東北亞細亞的許多錫礦，外貝加爾的多金屬礦和金礦等也都是熱液礦床。

有時，熱液對某些沉積岩，如對石灰岩，有極大的影響，熱液能溶解石灰岩並能以各種產物跟沉積物交代，於是就能生成所謂交代礦床。哈薩克斯坦的卡拉達烏山上的許多鉛鋅礦床