

中國接觸交代型銅礦分布規律 及成礦條件初步探討

郭 文 魁

中國一向被稱為貧銅的國家，但是解放以來短短幾年內，在黨和政府的領導下，在蘇聯專家的幫助下，通過地質人員的努力，不僅發現了而且還勘探了不同類型的銅礦，取得了極大的成果，洗刷了貧銅的論調。接觸交代型銅礦與其他類型銅礦（如細脈浸染型、層狀型、黃鐵礦型）相比，在世界產量上，雖不占最主要的位置，但在當前的中國，這一類型礦床冶煉出來的銅還有效地幫助着迅速發展的工業建設。將來為了發展小型工業基地，接觸交代型銅礦亦還不失為一重要的礦物資源。

文內所應用的材料除部分為作者親自參加觀察、普查勘探獲得的以外，部分係參考了地質部及冶金工業部幾年來工作的結果，其中有許多還是未正式發表的資料。在此特向這些資料的編寫者致謝。

一、接觸交代型銅礦的分布

研究涉及的此類含銅地點共95處，其中有的為生產礦山，如東北天寶山、石咀子、華銅及桓仁銅礦、山東金嶺鎮、江蘇利國驛、安徽銅官山等；有的為經過勘探證明具有工業價值的礦床，如大冶、陽新、寿王坟及銅山等；有的為普查的礦化地點，地質情況比較清楚。至於一般的情報礦化點，避免在地質上發生錯誤，則未羅集。

（1）分布規律

十分值得注意的現象是日前已知的材料，90多處含銅地點，極大部分分布在中國靠近太平洋的地區，更正確的說，就在大興安嶺經太行山直至湘黔交界山區以東的地區。這恰好位於黃汲清氏的燕山期太平洋式褶皺地帶之內。在此山區以西，由於研究程度不夠，目前僅知有少數的含銅礦點為接觸交代型，如甘肅安西、陝西鎮安及青海共和，另外在雲南保山亦有含銅砂巖，而箇舊文山及其附近地區還有含銅的錫礦及多金屬亦屬接觸交代類型。

在近海地區內接觸交代型銅礦分布表示了一定的規律，由北向南約分為三帶，與中國陸台東部的大地

構造吻合。這三帶就是燕遼准地槽的褶皺帶，中朝地塊與江南古陸之間的揚子准地槽的褶皺帶及江南古陸與華夏古陸間的凹陷帶。另外還有一些這一類型的銅產地存在於古地塊之中與華北平原沉陷帶的邊緣地帶。

燕遼准地槽：此構造帶中的接觸交代型銅礦分布範圍，西起遼源、易縣、涿鹿，東延經怀柔、興隆、青龍、平泉至錦西及興城。分為南北二帶：南帶越渤海至遼東半島的復縣、新金及庄河。北帶經本溪、桓仁、至臨江（包括礦山礦床及礦化點35處）。總的礦帶延展呈北東向，接觸變質的圍岩極大部分為震旦紀石灰岩，個別地區如桓仁沙尖區及易縣八里庄由寒武紀灰岩組成。主要有用礦物組合為磁鐵礦、黃銅礦及輝鉬礦，不少礦床還有鉛鋅礦的存在，而在此一礦帶的南部如遼源及復縣還有硼鎂鐵礦的存在，為應十分值得注意的現象。由於此帶內的礦床大都含有相當量的鉬，而且有的還成為具有單獨工業價值的鉬礦，所以燕遼准地槽礦帶的特征應為以銅、鉬為主的組合。

燕遼准地槽褶皺帶鄰近的地塊上亦有接觸交代型的銅礦。位於主要礦帶以北的為磐石銅礦，在其以南者為寬甸及鳳城銅礦，形成這些礦床的圍岩為石炭二疊紀灰岩及前寒武紀的大理岩。

揚子准地槽：此一顯著的凹陷位於淮陽地盾與江南古陸之間，與揚子江下游河道一致。其中的接觸交代銅礦共22處，西起大冶陽新，東北延經貴池、青陽、銅陵、繁昌、全椒、滁縣、南京以至鎮江，斷續延展達五百餘公里，上游至大冶陽新一帶的礦帶呈東西向；由貴池以下至南京礦帶作東北向；南京至鎮江又改為東西向。接觸交代的圍岩主要為二疊紀及三疊紀的灰岩，有的亦產在石炭紀灰岩中，如陽新銅礦。在滁縣全椒更有銅礦產在震旦紀灰岩中，但已不具有重大工業價值。主要有用礦物為磁鐵礦及黃銅礦，其中以鐵占首要地位，部分礦床含有輝鉬礦及白鎢礦，至於鉛鋅礦雖亦有時存在，但均屬次要。因此揚子准

地槽礦帶的特征應為鐵、銅組合。

江南古陸與華夏古陸間的凹陷中目前經過普查、勘探或開采的接觸交代型銅礦尚少，但就現在材料所知幾個含礦區已足說明其一般的特性。東北自浙江富陽、武康、諸暨、昌化起，經江西的鉛山、上高至湖南郴縣，構成一東北西南向延展的狹長礦帶，自郴縣向南則入于湘粵邊境的含礦地區。接觸交代型礦床亦廣泛存在，組成接觸變質圍岩的岩層，有的為寒武紀灰岩（如富陽武康），有的為二疊紀灰岩（如郴縣）。此一礦帶的主要特征為多金屬礦床，以鉛鋅為主，而含有一定量的銅，不過由於此礦帶延長很遠，超過一千公里，因此在礦帶二端的礦物組合亦有顯著的區別。東北端武康、富陽、諸暨等礦床的有用礦物組合除鋅礦、方鉛礦、黃銅礦以外，還有硫鎢礦的存在。中部鉛山、上高一帶主要為閃鋅礦、方鉛礦及黃銅礦。而郴縣向南有用礦物組合更為複雜，除鉛、鋅、銅外，還有錫元素的加入，如安源及金船塘均為銅鉛鎢礦床，有的礦床更有錫石的存在。而此處的接觸交代生成的脈石亦有獨特之處：电气石、黃玉經常出現，為其他礦帶所少見或未見。

在華北平原沉降帶東西邊緣，亦有一系列接觸交代型礦床的存在。西部邊緣在太行山東麓有沙河、武安、安陽、林縣等含礦地點，與太行山一致呈南北向分布，東部邊緣在山東地塊上有金嶺鎮及利國驛礦山。這些礦山一般含銅較少，以磁鐵礦及赤鐵礦為主，存在於奧陶紀灰岩因接觸變質所生成的砂礫岩化地帶。

在古地塊之中的接觸交代銅礦，可分三部分，一部分存在於東滿地塊之中的有吉林延吉、汪清及黑龍江東寧、牡丹江及阿城等地的礦組，以延吉天寶山為代表，沒有氧化鐵的成分或含氧化鐵極少，礦物組合為黃銅礦、閃鋅礦及方鉛礦，而在研究較詳的延吉區內，還含有黝銅礦為其特征。其圍岩主要為石炭二疊紀的灰岩，亦有的產在灰岩下部的凝灰岩中。另一部分存在於山東地塊之中，即沂南、沂水的礦組，寒武紀灰岩為其圍岩，有用元素組合為鐵、銅、金。還有在華夏古陸上的浙江臨海及福建南平的礦組，因研究不詳，其特征還不能確定，不過均為銅鉛鋅礦床。

秦嶺東段最近所找到的接觸交代礦化區與鎮安礦化點聯繫起來，將指示秦嶺地槽亦可能有此類礦床的存在，並且還可能向西伸延以達青海共和一帶。

此外內蒙大興安嶺的三個礦化區系生在花崗岩與鈣質板岩、片岩及灰岩接觸變質的區域內，亦是銅鉛鋅多金屬礦。

甘肅安西生在下部古生代灰岩中的含銅多金屬礦及銅礦，將指示甘肅走廊北山區沿東西方向有可能找

到更多的此一類型的礦床。

（2）生成時代

解決這類礦床的生成時代，首先要認識與銅礦有成因關係的火成岩侵入體形成的時代。在揚子淮地槽內，由於與礦床有關的岩體侵入於三疊紀大冶灰岩之中，而且由第三紀礫岩不整合地復蓋其上，可以肯定指出其生成時代應在中生代的後期，根據葉良輔、喻德淵二人的研究，寧鎮山脈一帶的酸性侵入岩生成於白堊紀的中期或晚期，這一結論仍然是正確的。因此揚子淮地槽中的成礦時代，屬於燕山運動期是不容置疑的。

江南古陸與華夏古陸之間凹陷帶含銅礦床的生成時代，還沒有進一步的明確論據，加以肯定；曾見到與成礦有關的類花崗岩，在不同地區分別穿插於寒武紀及二疊紀岩層之中，在瑤崗仙類似的岩體穿入侏羅紀地層。因此將此一地區內接觸交代型銅礦的成礦時期歸諸於燕山期，亦具有一定程度的可靠性。

燕遼地槽帶的成礦時代在不同礦區工作的地質家認識還很不一致，大部分認為系燕山期的產物，但在桓仁區却列為二疊紀的產物，這主要是因為該區未曾見到與礦床有關的火成岩體侵入於更新岩層的結果。同樣問題亦曾發現在壽王墳銅礦區，該區有二種不同的侵入體，一種為具有不顯著片麻構造的微斜長石花崗岩，為震旦紀以前的產物，故與成礦無關，一種為與成礦有成因關係的花崗岩，對其生成時代有二種不同見解，一種認為是華力西期之產物，其論據為：

1. 在上侏羅紀的礫岩中有很多花崗岩的礫岩；
2. 上侏羅紀安山岩經常大片地復蓋在花崗岩之上；
3. 中生代有碳酸鹽質岩層，但從未形成砂礫岩礦床。

但是經過詳細工作結果，發現礦區的類花崗岩穿過了侏羅紀頁岩，而且還有下白堊紀粗面岩的捕掇體，因此說明成礦的侵入體還是燕山期的產物。

在古地塊上的銅礦雖無確鑿證據以摺除其為更老時期的產物，但這些地塊均曾在燕山運動期強烈復活，確有火成岩之侵入，因此這些礦床生成於中生代末期，並非是不可能的。

華北平原沉降帶西側的有關礦化地點，一般系沿着斷裂帶發生，而這種斷裂之發生不應早於中生代末期，因為太行山山崖還是屹立于平原之上，未因侵蝕削平，從這一點亦可間接推測其生成之時代不應早於燕山運動。至於華北平原東側的造礦時期，一般認為亦為中生代後期之產物，雖然迄今還沒有可靠的証據。

古地塊上的成礦期，多數地質家亦認為是中生代

火成岩活动的結果，亦有待覓取更多事实証明。

值得注意的是內蒙、甘肅安西及秦嶺區各礦化点，它們处于華力西構造广泛發育的地区，因此其成礦时代有待更進一步的研究。根据目前資料推断，安西銅礦与含銅多金屬礦很可能与天山一样，同为華力西褶皱之產物。

二、接触交代型銅礦成礦的地质条件

接触交代型銅礦除在大区域上的分布具有一定規律已如上述外，其礦体在某一構造單位中存在的位置，还受各种不同地质条件的影响，其中最主要的因素有三种，这就是：（1）火成侵入体的控制；（2）圍岩性質的控制；（3）構造的控制。

（1）火成岩侵入体的控制

在95处礦山、礦床及礦化点中，与其有成因关系的火成岩体，全部为由酸性至中性的类花岗岩性質。岩石种类有花岗岩、花岗斑岩、石英斑岩、花岗閃長岩、二長岩、石英閃長岩、閃長岩及閃長斑岩，个别地区如新金山山村类花岗岩变为片麻岩。值得特別注意的是許多经过詳細研究或勘探过的礦区，与以銅为主的礦体直接接触的侵入岩，都不是真正酸性的花岗岩，而为花岗閃長岩、二長岩或閃長岩。因此那些僅作过普查的礦区，便認為其直接成礦圍岩为花岗岩的論断，不能不使我們对其鑑定的正确性怀疑。

各个含礦的大構造帶內，作为岩基出現的岩石多为黑云母花岗岩，但在岩基附近出露的小岩体的岩性，往往与岩基不同，視其圍岩性質而有所变化。这些小岩体可能为从岩基分出的岩鐘，亦可能为另外的岩株。如在揚子准地槽內，九華山花岗岩岩基，分布面積达一千余平方公里，其周圍出現了許多小侵入体，其出露面積由一、二平方公里至十数平方公里。这些小侵入体侵入于石灰岩中者，大都变成石英閃長岩或閃長岩，并为更晚期的石英斑岩或細粒花岗岩所貫穿。不論石英斑岩、細粒花岗岩或閃長岩都以榴石、磷灰石、磁鉄礦为其副礦物，与岩基花岗岩的副礦物一致。这种事实導致該区工作人員得出一个概念，認為小侵入体与岩基为同一岩漿源，由于与圍岩發生混染同化作用，方生成不同性質的岩石。正是这些小侵入体的石英閃長岩与閃長岩，才与礦床有直接的成因关系，而大岩基的接触帶未見到有顯著礦化現象。

燕遼准地槽中的花岗岩，经过冶金工業部的研究，在礦区内的小侵入体主要为花岗閃長岩，其次还有角閃云母花岗岩、角閃花岗岩、二長岩，而在岩体边缘部有閃長岩、正長岩、花岗斑岩等。

大冶及陽新的含銅礦床亦同样生在閃長岩及花岗

閃長岩小侵入体的接触帶上，在陽新歐陽山的岩体内，中央部为花岗閃長岩而边缘部則变为閃長岩。

銅官山石英閃長岩体的边缘亦顯著鈣質增加的現象，岩石中發生新的礦物透輝石，同时長石亦顯示反帶狀的結構，指出了結晶过程中不断增加鈣質，鈣質來源应是混染圍岩的結果。

太行山东麓及山东地塊边缘的成礦火成岩亦为花岗閃長岩、石英閃長岩、閃長岩及二長岩等。武安、鉄山岩体还有顯著分異或混染現象：中部为花岗閃長岩，边部則变为閃長岩。

东滿地塊延吉一帶的岩石为花岗閃長岩及花岗岩，而山东地塊沂水一帶及華夏古陸的成礦岩石为石英斑岩及閃長斑岩等。

总而言之，与礦床直接联系而可能有成因关系的岩体主要为小岩体，并可能为岩基分出的岩鐘或岩株，部分呈菌蕈狀。岩石性質以中酸性为主，包括花岗閃長岩、二長岩、石英閃長岩及閃長岩等。但有錳、錫共生的含銅礦床，其相关联的火成岩則偏于酸性。

此外岩体的產狀結合其他条件对成礦亦起一定控制作用，極大多數接触交代礦床都顯示了由岩体伸出的小岩舌或岩枝附近为礦体集中地帶，而含礦硫化物亦較多。銅官山、銅山、陽新，以及以鉬为主和以錫为主的接触交代礦床均顯示这种現象。其次在岩体的凹入部分或包裹体中亦往往有礦体之生成，但礦体比較零散，不十分集中。

岩体与圍岩接触面的不同產狀对成礦作用亦有不同的影响。接触面傾向岩体以內者在銅官山、大冶及以多金屬为主的水口山均生成了各該区的主要礦体，接触面直立者，一般生成零散的囊狀礦体；而接触面傾向岩体以外者，結合其他因素亦可生成礦体，但其規模，就目前所知还是不如第一种情况下所產生的礦体。

（2）圍岩性質的控制

中國接触交代型銅礦的圍岩95%屬碳酸鹽类，極个别的礦区是由其他岩石組成。如延吉天宝山部分圍岩为凝灰岩，鉛山部分为砂岩，內蒙巴林部分为片岩、角岩及板岩，而在庄河及新金还有部分礦区圍岩为片麻狀酸性侵入岩石。

关于碳酸鹽質岩石的生成时代，从前震旦紀變質大理岩起，經震旦紀、寒武紀、奧陶紀、泥盆紀、中上石炭紀、二疊紀直到三疊紀各时代均有，但以石炭二疊紀灰岩造成的礦床为最多。各期碳酸鹽質岩石的性質亦迥然不同，震旦紀多为砂質灰岩，寒武奧陶紀灰岩含鎂質較多，有的且已变为白云岩，石炭紀及二疊紀灰岩含有机質。因此经过接触變質后其生成的矽鹼岩中的礦物組合亦不尽相同。

中國各地接觸變質帶所見到的矽酸鹽礦物有鈣鋁榴石、鈣鐵榴石、鈣鐵輝石、透輝石、矽灰石等。含水矽酸鹽有角閃石、透閃石、陽起石、綠帘石、符山石、綠泥石、蛇紋石、滑石、水鎂石等。常見的其他礦物為石英、方解石、白云石、磁鐵礦、黃銅礦、方鉛礦、閃鋅礦、輝鉬礦等。少數接觸帶還有白錫礦、錫石、电气石、硼鐵礦、螢石及黃玉的存在。個別礦區還有含鉍礦物如日光榴石及鉍榴石等。

有的接觸帶沒有新礦物的產生，但重結晶現象十分顯著，如石灰岩變為大理岩，並且有顯著的褪色現象。

經過詳細研究過的區域，圍岩由接觸變質生成的外接觸變質帶中的矽岩，還有帶狀分布的現象，如銅官山的外接觸變質帶自內向外便可分為四帶：（一）柘榴石帶，以鈣鐵榴石為主亦有透輝石、綠帘石及石英；（二）透輝石帶，以透輝石為主，為粗晶透輝石及柘榴石所穿插；（三）矽灰石大理岩帶；（四）透閃石大理岩帶，其中還含水鎂石等。以上內三帶為無水矽酸鹽矽岩帶，但其中經常有較晚期含水矽酸鹽礦物的穿插。最後一帶有含水矽酸鹽礦物帶。

矽岩帶的厚度視其所存在的位置不同而有所變化，從幾公分直到數百公尺。一般說來在岩枝突出的地方，矽岩化廣泛；突入火成岩體內的圍岩或包裹體接觸變質亦較顯著。當岩層層面與接觸面平行，而又沒有其他裂縫存在的情況下，矽岩化範圍較為狹小，反之如圍岩傾向岩體之內，則接觸變質現象較為發育，此種現象在銅官山、獅子山，及箇臼等表現得最為突出。

磁鐵礦體往往存在於外接觸變質矽岩帶之中或矽岩的外帶，而含銅的礦體在幾個礦區中常在磁鐵礦體的外圍。如壽王坎黃銅礦是浸染狀或細脈狀分布在磁鐵礦體的周圍；在大冶的銅礦體多富集在鐵礦體靠近大理岩和接近尖滅的部分，有時亦集中在鐵礦體的中心；銅官山區的含銅硫化物礦體，亦經常在磁鐵礦帶以外的地帶，松樹山礦體最為顯明，而老廟基山礦體亦有相同的現象，不過因為石灰岩是一個半包體插在閃長岩中，亦就是矽岩中心，代表接觸變質的最外帶，所以自閃長岩向外可見到有重複現象，其具體分為柘榴石帶，磁鐵礦帶，含礦蝕變柘榴石帶，含水磁鐵礦帶，含礦蝕變柘榴石帶，磁鐵礦帶，及蛇紋石滑石礦物帶，最後一帶有矽岩或白云灰岩蝕變而成。

不同岩石交替的接觸處，特別是不透水的頁岩、矽質岩石與石灰岩交替的地方，常為礦體富集所在。陽新灰岩沿着壘天灰岩與志留紀富池頁岩交界綫生成

礦體，銅官山及銅山在陽新灰岩之下，烏桐系頁岩之上及其上盤孤峰層矽質層之下均有礦體生成，特別是烏桐系頁岩之上為重要礦體集聚之所。

圍岩產狀與接觸面的關係，不僅如上節所述控制了矽岩化範圍之廣狹，而且對銅礦的礦化亦起着同樣的控制作用。銅官山所以在烏桐系頁岩之上為重要礦體集聚所在，正因為那里的灰岩傾向於閃長岩體，而孤峰層與侵入接觸面平行的復蓋在閃長岩體之上，所以該處生成之礦體較為零星。在以錫為主的接觸交代型礦床中亦可清楚的看到這種現象，圍岩平行蓋在侵入岩體之上，在接觸帶生成的礦體較深，而當圍岩層面傾向於岩體時，則礦體可沿層面與節理相交之裂縫伸出達數百公尺。

（3）構造的控制

接觸交代型銅礦床存在的空間位置除受上述二種因素的控制外，在一定的程度上還受地質構造的控制。在已知的銅礦區中，有許多研究較為詳細的礦床都與區內背斜構造有空間位置上的聯繫。延吉天寶山為一近於南北向的穹窿背斜層，礦床分布在背斜層的東北翼。遼寧桓仁銅礦在構造上看是在穹窿背斜褶曲附近。庄河美蓉銅礦區為一大背斜構造，東北兩翼為二北東向之平行大斷層所切斷。復縣華銅礦區內之地層向外傾斜 $10^{\circ}-40^{\circ}$ ，構成半穹窿狀構造。湖北大冶礦區位於保安復背斜的鐵山背斜的北翼，同時還有小型褶曲，密集於礦體附近。陽新赤馬山礦區北部為赤馬山大背斜，而銅洞山銅礦位於大背斜的軸部，銅官山銅礦圍繞著傾沒背斜的頂端生成。共和銅礦位於一個背斜層的北翼。

從上述事實可以看出許多銅礦雖然與背斜構造有關，而並不經常位於背斜的軸部，相反許多礦床存在於背斜的翼部，亦就是說火成岩體往往是在與背斜相毗鄰的向斜層中或其翼部侵入。

褶皺的背斜部分常發生層間裂縫，很多礦床沿著層間裂縫生成，而硫化礦體往往沿著此種裂縫自接觸變質矽岩帶向外伸延由數十公尺達2000公尺。銅官山圍繞著背斜傾沒頂端所造成的礦床，基本上是沿著這種裂縫生成的。

斷裂破碎構造亦為控制接觸交代銅礦生成的主要因素。天寶山礦床沿著北西向之斷層裂隙發展，大冶礦區之南部有逆掩斷層及橫斷層發育，興隆銅礦區亦有近於東西向之斷裂帶。陽新赤馬山斷層方向一般以東西或北東二組為最發育，有時此組裂縫即為含銅礦脈充填交代。銅山的閃長岩侵入體即沿著斷層生成。銅官山即斷層附近礦化比較劇烈，沿著斷層不僅在矽岩帶中有礦床生成，即在閃長岩中亦生成具有工

業价值的礦體，因此火成侵入體附近的斷裂帶對銅礦的生成亦有極大的控制意义。

三、接触交代銅礦成礦作用的討論

关于接触交代銅礦的成因銅官山隊的工作已經作了進一步的討論，認為含銅硫化物的晶出主要是在高温热液时期，这种論断亦符合研究中的所有其他接触交代銅礦。

关于热液成礦作用的論据，銅官山隊曾就热液蝕變現象加以論証，因为在該区不論在閃長岩体之内，砂礫岩中或接触變質帶以外的圍岩中，只有含銅硫化物的存在，即分別見到不同的热液蝕變現象，表現為絹云母化，綠泥石化，高嶺土化，蛇紋石化及滑石化等。

如从各礦床地質控制条件看，亦顯示了这种礦床是在流动性極大的介質中形成的，因为含銅硫化物是沿着各种裂罅沉積的，这些裂罅包括斷裂、層面、節理甚至更微小的如晶隙及劈理等。此外不透水的岩層亦能使含礦溶液在該岩層附近集聚起來，形成富礦，如銅官山礦床由于上有煤系頁岩的封閉，下有砂質層的阻擋，含礦流体便集聚該处，分別交代石灰岩、砂礫岩及閃長岩，而形成不同的礦石。

各礦床所見礦物的生成順序一般在岩漿結晶后期所生成的接触交代礦物，无水矽酸鹽形成最早，其次为含水矽礫岩礦物，至于磁鉄礦生成时期，有的从无水矽酸鹽期开始，有的从含水矽礫岩开始，而硫化物則均在磁鉄礦以后，并已完全到达了热液时期。

硫化礦物中最早晶出者为磁硫鉄礦，以后依次为毒砂、黃鉄礦、黃銅礦、閃鋅礦及方鉛礦等。

黃銅礦与磁硫鉄礦的关系，有的为分解結構，有的則黃銅礦是呈脉狀切穿磁硫鉄礦，而黃銅礦在許多礦床中均交代了黃鉄礦。

为了進一步論述接触交代銅礦生成过程，今以銅官山的一区为例說明。該区为一正常的接触交代礦区，自閃長岩接触綫向外在外接触變質帶中顯示了不同礦物組合的帶狀分布，1.內帶为砂礫岩帶，以无水矽礫岩礦物为主，但被晚生的含水矽礫岩礦物如綠帘石、石英及方解石所穿插，并伴随有磁鉄礦及硫化礦礦化，若以礦物体積計算，含黃銅礦3—5%；2.磁鉄礦帶，含磁鉄礦達50%，其他礦物含量較少，标本測算依次为磁硫鉄礦、黃鉄礦、黃銅礦、方解石等。含黃銅礦達6%。在此帶中还夾有柘榴石的条帶未計在內；3.磁硫鉄礦帶，含磁硫鉄礦約70%，其他礦物含量依次为黃鉄礦、褐鉄礦、黃銅礦、透閃石、磁鉄礦及方解石，黃銅礦含量为3.5%；4.最外为黃鉄礦帶，含黃鉄礦約85%，其他礦物依次为磁硫鉄礦、方解石、石

英及黃銅礦，黃銅礦体積含量为1.5%。

从上述各帶不同礦物組合的事实可以看出自接触綫向外是按順序逐漸結晶的。除矽酸鹽的砂礫岩帶外，含鉄的礦物中Fe的原子价逐漸降低，如磁鉄礦中的鉄为 Fe^{2+} 及 Fe^{3+} ，而至磁硫鉄礦及黃鉄礦中鉄主要为 Fe^{3+} ；相反的硫的成分逐漸增多，如磁鉄礦无硫，磁硫鉄礦为 FeS 而在黃鉄礦帶則为 FeS_2 。黃銅礦在各帶俱有，而在磁鉄礦帶中最多。无水矽酸鹽礦物常至磁硫鉄礦为止，更外則絕迹。含水矽酸鹽及碳酸鹽与黃銅礦相結合存在于各帶之中。

上面例子指示接触交代銅礦的成礦过程，应是在氧不足条件下形成的。在岩漿結晶期后分泌出金屬元素及Si、O、S、 CO_3 、B、F等的溶液，呈气态或液态，直到矽酸鹽接触變質礦物生成的晚期，其中的剩余的氧已不足与Fe結合生成 Fe_2O_3 ，而造成磁鉄礦，磁鉄礦結晶过程中，該溶液中的氧逐漸減少，而相对地硫逐漸增多，因而鉄开始与硫結合，Fe的逐漸晶出使液体中S及其他金屬物相对增多，因此在硫与鉄結合的晚期生成 FeS_2 。

这种解釋，虽然还有待更多的事实加以証明，但顯然可用以說明現有帶狀分布的現象。岩漿結晶期后分泌出的溶液，一次注射到岩体附近圍岩中，在封閉还原条件下，由于溫度及压力自岩体向外逐漸減低，分別結晶形成礦物組合的帶狀分布。

不过，这还不足以解釋黃銅礦出現的規律。銅是親硫元素，按各礦檢查黃銅礦晶出的順序是在黃鉄礦之后，那么在黃鉄礦帶或黃鉄礦帶以外应为黃銅礦富集的区域，現并非如是，而黃銅礦之出現以磁鉄礦帶为最多，磁硫鉄礦帶次之，表示成礦中有間断存在。

这种现象要从磁硫鉄礦帶中黃銅礦的產狀進行分析：一种黃銅礦是極細致的星点浸染在塊狀磁硫鉄礦之中，应为同一礦液結晶出的分解結構；一种黃銅礦石英脉穿插于磁硫鉄礦体之中，应为更晚期的產物。在磁鉄礦帶中亦有类似現象，一种黃銅礦浸染在磁鉄礦晶粒中，一种黃銅礦为脉狀。以上情况体现了斯米尔諾夫脉动成礦学說，不过在接触交代銅礦中，除氧化期一次分泌礦液在高压下注射較远外，以后由岩体逐漸冷却，因此礦液到达之区逐漸向岩体退縮，直至退縮到成礦侵入体的中心还可見到含銅石英脉，脉壁还有顯著蝕變，指出礦脉的生成已在岩体固結以后。由于礦液到达区域逐漸退縮，故最外帶可能僅有一次礦化，而向內各帶則可經過二次甚至多次礦液的來臨，因此使磁鉄礦帶的黃銅礦增多。这种脉动成礦現象为退縮性質。

此外太行山东麓許多接触交代礦床除磁鉄礦外还

有大量可能為原生的赤鐵礦，表示成礦時氧較充足，將部分 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} 。由於銅是親硫元素，不利於在多氧的環境下積聚，亦足以說明該區黃銅礦較少的現象。

含銅的錫鎢礦床中，在岩漿期後分泌出的溶液，不僅包括上述各種元素，而且還存在着大量的氟及硼，可由矽鹼岩及硫化礦體中大量存在的螢石及电气石來說明。這種易于氣化的元素將使當時礦液成氣體狀態，在高压下能使礦液沿裂縫噴射更遠，箇舊沿石灰岩層面與節理相交綫生成的柱狀礦體，長達二三公尺甚至五六百公尺，可能就是在這種情況下生成的。

四、結 語

中國接觸交代銅礦，已知礦山、礦床及礦化點95處中，95%分布在中國鄰近太平洋的地台区，亦即燕山褶皺發育的區域；極少數礦點位於地台西部。

太平洋含礦區內銅礦的主要成礦時期為中生代後期。礦化點顯明的聚集於以下幾個構造帶中：

(1) 燕遼准地槽，以銅、鉬、為主；

(2) 揚子准地槽，以鐵、銅為主；

(3) 江南古陸與華夏古陸間的四陷帶，以含銅多金屬為主，西南部并有錫鎢的滲入；

(上接第31頁)

羅斯陸台的基底上包含了厚大的鐵礦層；在烏克蘭地盾的古地層中包含着克里沃羅格鐵礦區的礦藏，而在波羅的地盾的礫性岩體中包含着肥料生產的重要原料——厚大的磷灰石礦層。

陸台復蓋蘊藏着另外一組礦產。其中居于主要地位的是石油。這種大規模的油藏在塔拉里亞，巴什基里亞，在哈薩克斯坦的烏拉爾河和恩巴阿下游，在伏爾加河流域的薩拉托夫和古比雪夫，在烏克蘭，都可以找到。石油的經常伴侶是天然氣。天然氣礦床在薩拉托夫，在謝別林克，在烏克蘭都有所見。

油藏和氣藏在陸台上的分布情況是有一定規律性的：它們常存在於陸台上那些復蓋的厚度最大而基底表面潛伏最深的地段。例如，伏爾加—烏克蘭含油區的礦床分布在東俄羅斯盆地。恩巴油區位於基底深達10公里的里海盆地，東烏克蘭的油田和氣田居于德聶伯—頓涅茨盆地。

在陸台復蓋上，煤聚集在那些堆積着大陸沉積層并保存着植物質料的窪地里，或者沿着古海盆地分布

4) 中朝地台上的主要斷裂帶，如太行山東麓及山東地塊邊緣，以鐵為主，含銅量微。

中國地台西部的接觸交代型銅礦礦化點存在於北山地槽及秦嶺地槽中，可能為華力西的產物。至於保山一帶的含銅矽鹼岩，可能還是中生代生成的。

各區銅礦礦體存在的空間位置主要受火成岩體、圍岩性質及構造的控制。

類花崗岩特別是中酸性火成岩的小侵入體附近易于成礦，而由小侵入體分出的岩枝、岩舌周圍常為礦體聚集所在。

碳酸鹽岩石為接觸交代型銅礦的主要圍岩，在碳酸鹽岩石與不透水岩層接觸處常有礦體富集。含銅硫化物多數生在外接觸帶矽鹼岩的外帶，亦常在磁鐵礦的外圍。

多數銅礦床產於背斜的翼部，礦體受層間裂縫、斷層及節理的控制。

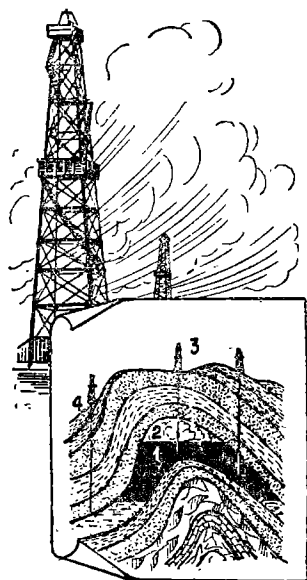
含銅礦物系在氧不足的封閉情況下，高溫至中溫熱液期晶出，個別礦區顯示退縮性的礦化作用。

中國濱太平洋區廣泛分布着接觸交代型銅礦的事實修正了斯米爾諾夫過去在材料不足的情況下所提出的論斷。

在窪地的兩側，例如莫斯科煤田就居于曾經被海洋復蓋過的莫斯科盆地的南部邊緣，在陸台上遭受過若干破裂并出現暗色岩的那些地段存在着對這些地方來說是特有的一些礦產。例如，西伯利亞陸台上的鐵礦和金剛石礦就與暗色岩有關。

× × ×

科學既然能夠闡明地殼中礦產分布的規律性，它就有助於擴大我國的礦物原料基地，促進國民經濟的高漲。



油田的剖面：1—石油的聚集，2—天然氣的聚集，3—4油井

文 修 譯自科學與生活 1957 年 2 月号