

研究中國金屬礦床幾個重要問題⁽¹⁾

胡伯素

中國礦產分佈甚廣，尤以南方爲最著，工業上或軍事上佔重要位置之金屬除鐵錳不計外，如鎢鉬錫銅鉛鋅銻汞等，皆分佈於粵桂閩浙贛皖湘黔川滇等省。湖南之銻，產額冠全球，尤屬名震中外，今則鎢錫等礦，在湘省亦漸臻重要，故在歐洲之習礦學者，莫不知湖南金屬礦產之豐富。作者抵德隨許那德助教授 Schn-eiderhöhn 習礦床學及金屬礦物顯微鏡學，與之商研究題目，彼即以湖南重要金屬礦床之研究相囑。適作者爲湘人，於湖南建設廳地質調查所方面尚多老友，因馳函徵求標本，惜路途遙遠，郵寄不便，故所得材料，未能十分宏富，但爲初步室內研究，亦已可措置裕如矣。關於顯微鏡研究應注重之部份，如各礦之同生礦物(Paragenesen)，礦床本身及鄰岩(Nebengesteine)所經之物理的與化學的變化，礦物生成之程序(Bildungsstadien)與其量之遞變(Veränderung der Mineralmenge)等，因材料不足，觀察疏漏，在所難免，但可謂已略得梗概，將來補而充之，正非難事。引以爲幸者，即藉此研究已有不少關於礦床學上之重要結論，對中國礦產分佈得一明確之了解與將來進一步探討之新途徑，此則不特有學術上之意義，且與國家經濟亦有莫大之關係焉。作者願綴其重要者數點於后，以供商討。

(1) 胡君原題爲『研究湖南金屬礦床之後』，編者因其中所討論者頗多涉及全國，因爲改易此題，邇來交通梗阻，函件往返，需時甚久，故未能得胡君允許，即行付印，書此以誌歉意。 編者

在入論以前，不妨略述習礦床學者之責任，與其研究之範圍，則知吾人後之所欲討論者，正亦不逃此律也。許氏之言曰：礦床學家所應研究者，為估定礦物之組織與其化學之成分（礦床之內容），空間之關係，（礦床之形態與大小）鄰岩之種別，礦床在產地附近之地質位置與其地層上或構造上之特徵，鄰岩因礦床所經之物理的與化學的變化，礦床富化之原因，各單獨礦床與較大構造地質及化學地質（Tektonik und Geochemie）之空間與時間單位之關係，礦床在金屬帶（Metallprovinzen）與在火成，水成，或變質地帶或時期中之位置，（Magmatische Sedimentäre oder Metamorphe Provinzen und Epochen）。

在中國與各地質本身有關之問題，尚多懸而未決，故關於礦床學方面之問題，亦鮮能有所確言，而認為毫無疑義者。惟學術須互相參證，庶可日臻完善而進入光明之途，故有期於地質學家礦物學家礦床學家將來繼續不斷之努力與相互為助之精神者，正設且大也。

一 中國主要金屬礦床生成時期

凡古生代及古生代以前所成之金屬礦床，皆不在討論範圍之內，即第三紀與噴出岩有關之金屬礦床，亦不於此具論，今所欲言者即與侵入岩有關之侏羅紀以後遍布中國南北之主要金屬礦床。凡調查礦床，固不可處處拘泥於鄰岩之地質年代，而定礦床產生之時期。在湖南之礦床，如汝城白雲仙鉬鈹錳產生於花崗岩及中泥盆紀之砂岩中，資興瑞崗仙之鈹礦產生於花崗岩與下石炭紀之砂岩（2）與灰岩中；衡山銀坑沖之鉛鋅礦產生於上泥盆紀之石

（2）按張兆璽最近調查，於其岩中獲得植物化石甚富，已確定為侏羅紀。一經者

英質砂岩與千枚岩(3)中；益陽板溪之銻礦產生於中及下奧陶紀之千枚岩與頁岩中，此諸礦產雖發生於不同地質時代之地層中，但究為同一地質時代之產物，不可即歸於古生代也(4)。夫欲定礦床之時代，必先究與礦床生成有關之火成岩之時代，故分佈於中國南北之花崗岩之侵入時期，於此實為先決問題，此蓋盡人知之，無待余喋喋也。蓋礦液之侵入，實緊隨花崗岩侵入之後，後者之時期確定，斯前者之關係亦明。據章鴻釗先生最近之推測，花崗岩之侵入，似可歸之於上白堊紀後與始新統前，換言之，即中國主要金屬礦產之生成，亦在此時，因造山作用，岩漿侵入，及礦液分泌係按一貫之程序而進行，就地質學家之眼光言之，此三者之完成，實屬最短地質時期中繼續不斷之現象也。

今作者願舍地質事實，而僅就韋耐克氏 Wernicke 之經驗，討論中國礦產生成時代，略抒一見。韋氏（現德國新成立之 Leipzig 礦產研究所所長）之言曰“全世界礦床生成之時代愈新者，恒與離地表較淺之侵入岩密邇相接，故寒武紀以前及古生代之礦床，雖其相關之岩塊(Batholithen)上部之地層恒受極烈極深之侵蝕作用，但因此岩塊自始即遙隱地底，故頗難證明其存在。中生代礦床之鄰近，則幾乎全可證明侵入岩之存在；至侵入白堊紀及第三紀地層之火成岩，其所處深度特減，礦液大部或全體流入離地表甚淺或歸於地面之岩體本身內，（即噴出岩）僅極少之礦脈能侵入於火成岩之鄰岩中者。”在湖南各礦床除銻汞礦或一部金礦（其不與花崗岩直接接觸，另有原因，容後論之）附近無侵入

(3) 據最近調查，該處變質岩系應屬志留紀，見謝家榮程裕洪著『湖南中部鉛鋅礦』見地質叢報第二十七期 編者

(4) 在美國有甚多礦床，從前皆視為古生代之產物者，今則漸有人提議並闡明有將其劃分於中生代之必要。

岩之跡外，餘則皆與侵入岩相密處，而多伸入其鄰岩中。但無何證明其與噴出岩有關，按此則中國與花崗岩有關之主要礦床之生成，至遲或在侏羅紀後至白堊紀始，即翁文灝先生所謂燕山運動第一期。因燕山運動為中國南北極顯著極偉大之造山運動，而此體統相關成因一元之主要金屬礦產，亦分佈南北達十餘省，如此洋洋大觀之希世寶藏，則非有一遍及華夏之地殼運動發動於先，固莫能望其處處一露其踪跡也。再按顯微鏡之研究，如電氣石，黃玉石，鉀雲母，輝鉬礦，硫砷礦，黃鐵礦，石英，白雲母，綠泥石，方鉛礦，方解石，輝鎳礦，閃鋅礦，或破碎而再平行排列，或呈曲突不勻之消光，或具彎曲之綫紋，凡此顯示當成礦時期有一繼續不已或岩漿侵入與礦液分泌後曾有一新的造山作用發生，此或即燕山運動之第二期乎？（5）

二 礦床生成與火成岩成立及造山作用之關係

中國地層大都成震旦方向，已為顯著之事實，故作者頗有此種見解，以為中國花崗岩如經詳細調查，或亦具向此方向伸張之趨勢。至少花崗岩之侵入，常與背斜層成一定之方向整合，即主要礦脈走向，亦莫不可證明其為震旦方向。因此可得結論如次：最初地層因造山作用，隆起呈震旦向之背斜層及向斜層，在此背斜層常發生與綫褶平行之裂縫，繼之而有岩漿循此背斜層侵入，

- (5) 諾格里 Niggli 曾將全世界地質史上之造山運動，與其附屬之火成岩及金屬礦床，作一總括的敘述，使吾人於各造山運動之方向及其分佈並火成岩及礦產之性質與其分佈等得一詳確簡明之了解。吾人研究中國礦床，亦宜循此道以進，期與此作一有意義有價值之比較，而探求其連貫之關係。惟在中國真正與噴出岩有關之第三紀金屬礦床，尚未之多聞，此則殆此種礦床之生成，離地面太近，今日皆已被侵蝕以去乎？抑或第三紀地層與火成岩研究尚未詳盡乎？總之以中國之大，將來發現此種礦床，必不無希望，吾人研究之資料，屆時必更宏富，其能助益科學之發揚當可預期，斯正吾人之責任，亦吾人莫大之光榮也。

此時因動力作用產生之裂縫，再加以侵入岩衝擠之關係，或更擴大其形態。顧造山作用，仍進行未已，故侵入岩(如花崗岩)顯受其影響，亦常呈震旦向之裂縫。隨花崗岩之侵入，乃有由岩漿分泌之餘液(即礦液)，循此在花崗岩及水成層中已存之裂縫而沉積，遂造成今日中國之主要礦床。但礦床不能處處成立，最重要者為背斜層破壞最烈之區，即常因綑紮而發生斷層之處，此外與圍岩之物理及化學性質等，亦莫不有重大關係，此問題涉及範圍太廣，在此不能一一詳論及之也。

三 同生礦物或化學元素之成橫縱的次序分佈

凡礦液離母岩愈遠，(即離背斜層或花崗岩中心處)溫度減低，化學元素乃隨之變遷，如拉斯脫氏 Rastall 在 Cornwall 所作之剖面，示各礦帶與花崗岩板岩接觸帶之關係，即為一最好之例。在此不特各元素循縱的方向：由淺入深，遞次變更，即自花崗岩向鄰岩(板岩)其各元素演變之跡，亦於橫的方向，循序漸進，有條不紊。此種元素之遞換，在礦床中常於其同生礦物反映之。如在花崗岩附近，錫石或鎢鉍礦較多，離此母岩稍遠，錫石等漸少，黃銅礦常成主要之礦物，愈遠則黃銅礦亦漸少，至是閃鋅礦及方鉛礦乃起而代之。凡此現象在湖南其例尤不一而足，如栗顯球君等在資興崗瑤仙所見者是。該處在涼亭及香爐寨之花崗岩中鎢鉍礦為礦床之主要礦物，硫砒礦及黃鐵礦僅佔極少量；往北至大廠門，石英質砂岩中鎢鉍礦仍不少，黃鐵礦與硫砒礦亦有，但在爐場坪則多見硫砒礦黃鐵礦及黃銅礦產生於千枚岩中，此處並有少量之方鉛礦及閃鋅礦，但鎢鉍礦僅佔極不重要之位置。再北至管角瑤角，方鉛礦及閃鋅礦乃成主要之礦床，而鎢鉍礦僅有其

跡，此處蓋惟有低溫度之標準礦物存在矣。又在水口山則常見礦床下部閃鋅礦較豐，往上每爲方鉛礦所遞換，凡此皆足以證明礦物之生成，與其時地面之深淺，及離母岩之遠近，即與其生成時溫度之高低，及壓力之大小，皆有極重大之直接關係。故礦床之分類(Systematik der Erzlagerstätten)就其生成史而觀察之，最好應用聶格里及林格崙 Lingdren 所提出之術語，如 peri-, apo- 及 telemgmatisch 以示礦床與母岩之距離，並 hypo-, meso-, 及 epithermal 以說明礦床生成時與地面之距離。許那德勳教授之礦床分類法，如於液成礦床(Hydrothermale Lagerstätten)按金屬而分爲金銅鐵砷類，鉛鋅銀類，銀銻銻銻銻砷類，及鐵鎂氧化物與碳酸鹽類，常混生成史上略有先後之礦床於一畝，而不能進一步以說明各液成礦床生成時彼此之相互溫度壓力關係。近則見彼所主編之 Jahres Buch 亦有棄其從前分類法而引用上列諸術語之傾向。尤其在湖南礦帶顯明之區，如按許氏分類法，常可顛倒並混亂其生成次序，故作者於湖南礦床之分類，完全襲取聶格里及林格崙之意義，極合實際之用，蓋亦爲許氏所默許也。此僅就質的方面而言，再按量的關係而觀察之，亦有可得而言者。習礦床學者，於研究一礦床誠不可不於此二者兼而注重之，尤宜細思其意義之所在。作者於研究湖南礦床，曾試作一礦物性質及其量在礦床發育程序中之消長表(計分爲五期見德文原稿)其結果與錫若熾教授 Cissarz 所作者，僅微有出入。作者固希將來中國各礦床皆能逐一從事調查，並經顯微鏡詳細之研究，俾情形更明，有以改訂此表。則吾人以後如發現一新礦或開採舊礦至一定深度時，僅察其礦物質與量之變化，即同生礦物及其量多寡之關係，或能即可於其礦開採價值方面，有所斷言，即往下或往上，往左或往右

：何種礦物應漸絕跡，何種礦物應繼之而興，何種礦物量將不豐，何種礦物量將大增等，有所預測，此為作者惟一之希望。在中國與此侵入岩有關，系成一統之鉬錫鎢鉍銅鉛鋅金銻汞等礦分佈達十餘省，礦帶序次整然，正一研究礦物質量演變之大好場所。同時亦可應用成層疊積之礦帶與火成岩「空間」的關係 (Räumliche Beziehung)，而可分礦床為若干侵蝕階級 (Abtragungsstufen)，如愛孟斯教授 W. H. Emmons 所作者。於此以求礦物之內容，礦帶縱橫之次序分佈，花崗岩形態及位置之關係，并推定礦床生成後所受之侵蝕程度，此於礦床學應用上，尤有不可忽視者也 (此點在作者擬著之礦床學中詳論之)

四 成礦作用原屬於惟一之侵入岩體

吾人知中國主要礦床如鉬錫鎢鉍銅鉛鋅等，與花崗岩質或花崗閃長質之岩體成密切之關係，但金礦及銻汞礦多在離褶皺主幹極遠之區，在此蓋無任何侵入岩或噴出岩之存在，後者則因其沈積自始即離母岩較遠，屬於第三節所謂之 Mesothemale 至 epithermale 或 apomagmatisch 至 telemagmatisch 礦床，非如第二節所云，應為古生代或其前之產物也。在中國之偉晶汽化至高溫汽化期 (Pegmatitisch bis Pneumatolytische Phase) 之鉬錫鎢礦以至高溫汽化至高溫液成 (Pneumatolytische bis hydrothermale Phase) 期之鉍鉍銅礦以至純粹高溫液成期之鋅鉛礦，而達最後高溫液成末期之金銻汞礦，其間過渡情形，絲毫不爽，其為一貫不斷之礦液分泌，而發源於同一之火成岩漿，蓋無疑義。惟整個鉅大侵入體如岩塊 (Batholithen) 及其支體，因分泌過程，及隣岩性質，強度壓力等，可易地不同，因而發生種種性質各異之岩體，

其岩質構造，顆粒大小，成分組織（即造岩礦物）往往不能處處一致，而無區別。尤其中性及弱酸性岩漿之分裂能力（Spaltungsfähigkeit）甚大，於一定原素組（Elementen gruppe）之凝集，常具極大之變化可能性，故花崗岩及花崗閃長岩，可由同一岩漿分泌而出。鹼性較強之花崗閃長岩正可視為花崗岩之邊緣體或其基部。將來湖南或中國之花崗岩如經顯微鏡及化學分析詳細之研究，或可分為酸性强弱不同構造顆粒互異之若干類別，亦如在各礦床所見之各種不同之礦物羣然，總之其為同一時代同一岩漿所成之岩石，則無可置辯者。今日湖南之鉬錫鉛礦多與花崗岩相隣處，而鋅鉛礦（如水口山然）則與花崗閃長岩相接近者，或為同時代之岩漿與礦液之產物而成之偶然的遇合。今日各地礦床及其母岩所受之侵蝕各異，正予吾人以比較各種礦床性質（如同生礦物等）與特種母岩之關係（即此種偶然遇合）之機會，此中或有至理在，但決不可因母岩性質各地之不同，而目礦床為異時代或成因不同之產物也。聶氏之言曰：『吾人固須研究是否某種岩漿分泌之過程中常與特種礦床成密切之關係，但不可即以此種礦床而歸之於此特種之火成岩』斯言誠可玩味也。附此更有一言，即許教授將我國湘黔等省之銻汞礦歸之於與噴出岩有關之岩漿礦床，其誤由於不明銻汞礦與他種鉛錫鋅鉛等礦之一體關係。蓋無論銻汞等礦附近從未聞有噴出岩之存在，即有之仍亦未可悉從許教授之議也。按希斐德 Shefeld 之經驗，常有許多銻汞礦其表面似與斑狀岩（Porphyry）相關，但循此斑狀岩往下探索，則見其岩性漸變，而直接轉變為花崗岩，蓋二者原為一體，不過此同一岩漿，達至地表，溫度與壓力降低乃成石理不同之斑狀結構，此銻汞礦與花崗岩之連屬關係究仍未可泯滅也。

五 中國礦床區域論

在中國礦床分帶情形，如此顯明，且更少他種異時代異性質之礦床，參雜其間，故十餘年前翁文灝先生僅連結少數同金屬礦產之礦區，已能訂定鉬錫鎢，錫鎢，銅鋅鉛，銻及汞五大金屬帶，而示礦床分佈，係按一定之自然規律。至今日調查日詳，各省建設廳於各縣礦床，多有初步報告或敘述，故足供研究之材料日富。從知甚多各不相關之礦床，有爲翁先生歸於一帶者，又多整個帶所佔之區域現可分成爲若干帶者，更有廣大區域從前不知究有何寶藏者，現則多能知其大概。凡此不特使執礦床分帶說者，獲得不少新據，且使分帶說及礦帶分佈圖以若干改善補充之機會。作者就研究結果，特分金屬帶爲鉬錫鎢，錫鎢，銅，鋅鉛，金，銻汞（并硫砷礦物如雄黃雌黃是）等六帶。其異於翁先生所劃分者，爲將銅與鉛鋅分而爲二，但合銻汞爲一，此外則增加一金帶是也。茲略言其理：銅礦如砷礦，常成獨立，而含電氣石與綠泥石之高溫過渡礦床（Pneumatolytisch hydrothermale Übergangslagerstätten）。在具開採價值之鉛鋅礦，雖多有含銅礦物在礦脈低下部發現，但每不佔重要位置。在高溫汽化接觸變質交換礦床（Kontakt-pneumatolytische Verdrängungslagerstätten）銅與錫之關係較鉛鋅爲密，故即使不將銅歸之於錫，但亦不可與鉛鋅混爲一談也。再使銅獨成一帶，則吾人閱金屬帶分佈圖，（附於作者德文原著）可時時設想在其附近有發現砷或銻礦之可能性及其可能範圍，并可設想岩漿分佈中心之約略處所，對花崗岩之分佈或存在情形，亦可進而揣測其一二。再接鉛鋅帶而加入一金帶者，蓋因自然金礦床除含自然金外，其共生礦物，雖一如前者

，但含硫礦物量之稀少，則極為顯著。再與銻汞礦床較，雖礦床之上部自然金常與輝銻礦伴生，但顯含較高溫度之礦物羣，如方鉛礦綠泥石黃銅礦等。加之金為重要金屬，作者已發現此帶在中國佔極廣之面積，有不可不自成一系之勢者。同時因各省調查尚未臻十分完密，故余圖中每見鉛鋅帶與銻汞帶直接相接，其中金帶則付之闕如，但吾人於此等處所，正可設想將來有發現金礦之可能。如按內人去年自湖南平江來函，有數處發見新金礦，一察其位置適應為金帶出現之區域，此其意義蓋極重大也。附此有值一述者，就作者所作之中國主要成礦時代之金屬帶分佈圖，知新疆甘肅陝西山西青海西藏等省儘多自然金之分佈，而毫無銻汞礦之踪跡。作者意蓋以西北造山作用或造陸作用較盛，銻汞礦因位置較金帶高之故，多被侵蝕以去，不復存在，所留者惟其下部之自然金帶，黃河長江之發源於西北者正以西北地勢較高故也。在河南江蘇皖北等省則毫無主要自然金或銻汞等之存在，豈因地層沈降皆為河流沈積所淹浸乎？最後銻汞經作者合成一帶者，即按其同生礦物及其分佈位置之關係，知銻汞礦完全由一剩餘礦液之最終產物，其金屬質之遞換，多循縱的方面而成立，蓋此時因溫度壓力驟降，致同生礦物由礦液上下緊接疊積，不及作橫的分帶耳。希斐德之經驗，輝銻礦之上，為含螢石之汞銻礦，往上為含方解石之硫汞礦帶，最上為含方解石之雄黃雌黃層，各帶雖判然可分，但橫分佈之現象，則無顯著之跡可尋。但因各地之侵蝕程度不同，故各礦床皆具不同之同生礦物，如一地產輝銻礦，他地則產輝銻礦及硫汞礦，再他處僅產硫汞礦，最上部之雄黃雌黃保存者蓋不經見，於此知湖南之有大宗輝銻礦之存在者，僅因偶然輝銻礦在此適為侵蝕之遺跡，而在貴州等地輝銻礦上部之硫汞礦

大多數仍見保存而已。且在湖南之銻礦或其附近，常亦發現自然汞硫汞礦及雌黃等，在貴州則汞礦常與銻礦混雜并立，故銻汞無在縱的方向割成二帶之理甚明。且常有數處（見金屬帶分佈圖）如汞自成一帶則此帶可在銻帶與鉛鋅帶間發生，此則予礦帶與礦液分泌之自然次序以混淆之觀念，爲不足取也。至金屬礦產分帶之說，不特在中國西北西南東南十餘省，可以應用，即馬來羣島安南緬甸等邊疆之礦床，亦難逃此定律。觀花崗岩之露頭，動則達數十百里，則與其形態大小應成比例之各金屬帶皆可於數省內明察之者，蓋非怪事也。附有言者，即隨鉬鎢錫帶應爲屬胎凝或偉晶高溫汽化期（Liquidmagmatische oder Pneumatolytische Phase）之寶石帶（Edelstein zone），此帶在中國僅見於雲南西部，由此往西南延長以與安南及錫蘭島含石墨藍寶石及紅寶石等之寶石帶相接，惜中國之主要錫鎢鉬除湖南廣東廣西一支外，餘則在福建及廣東者已近於海，即使有寶石帶之存在，蓋亦已被海水所捲去矣。惟有湖南廣東邊境則情形不明，有寶石而未發現乎？或此帶尙深藏於地底乎？或根本即無此寶石帶之存在乎？然則吾人又將何以解釋之乎？是亦一有興趣之問題也。

地質調查所最近出版圖書廣告

揚子江下游鐵礦誌

內附地質圖照片多種各礦地質礦床敘述甚詳定價六元

綏遠察哈爾地質誌

附圖八幅縮尺二十五萬分一書圖各一冊內有照片及插圖多種定價六元

揚子江地文發育史

附地文圖二十餘幅定價二元

雲南個舊附近地質礦務報告

敘述錫鐵分佈及產銷情形詳附圖九幅定價一元

周口店洞穴層採掘記

詳述周口店發現北京猿人及其文化遺物之經過附照片及插圖多種定價二元

中國人類化石及新生代地質概論

內附周口店地質圖五幅插圖八十餘幅定價二元五角

測量經緯圖報告

本所測定一百餘處經緯度及近世經緯度測量及計算方法附圖五十五表五定價一元

第五次鑛業紀要(民國二十一年至二十三年)

詳述近三年來中國鑛業統計凡煤鐵油等礦儲量均有最新估計產銷及進出口皆有詳細數字全書六百餘頁附表一百二十餘定價三元五角

中國之土壤

詳述中國土壤之地理分佈主要土類之性質及土壤侵蝕土壤肥度等附照片九十五版中國土壤圖一幅定價英文本五元中文本四元

地質彙報第二十八號

內載燃料研究報告三篇及中國各省煤質分析第二號定價二元

地質彙報第二十九號

內載湖南中部鉛鋅礦地質湖南宜章廣東乳源狗牙洞煤礦地質及山東東部青島榮成段地質構造等報告附照片圖件多種售價二元

廣西邕寧之土壤

詳述本區土壤與氣候及地形之關係附照片六版土壤圖一幅價二元五角

四川成都區土壤約測

概述本區沖積平原之土壤性質及其與作物之關係附照片八版土壤圖一幅定價二元五角

土壤分析法

詳述各種土壤分析法(1)普通化學分析(2)特殊化學分析(3)物理分析及應用儀器 etc 定價一元

造礁珊瑚的成長率及其與海水溫度的關係

書圖各一冊珂羅版圖百版定價二十元

古生代四射珊瑚成長上的氣候變化與泥盆紀的氣候

圖二十二幅定價六元五角

山東東南部之象類化石

珂羅版圖十三幅插圖六幅定價六元

總發行處 南京珠江路九四二號

地質圖書館

分發行處 北平西四兵馬司九號

地質圖書分館