

# 怎樣找鉻鐵礦

趙宗溥

目前我們已經廣泛地開展了地質礦產的勘探工作，無論那種有益礦物都是社會主義工業化建設中所不可缺少的地下資源。現在的中國正和三十年前的蘇聯一樣，在工人階級成為我們國家政權的領導力量以後，礦產的勘探與開採纔得到了空前的發展。在我們地大物博的祖國國土內，未經地質勘探的地方尚多，也就是我們所發現的礦產資源與地下埋藏着的相差還很遠。本文擬將在中國發現不算普遍而急迫需要的鉻鐵礦及其尋找方法加以概括的介紹：首先說明鉻鐵礦的工業用途和鑑別方法，其次闡述關於鉻鐵礦在成因上和分佈上的成礦規律，最後提出在我們國家甚麼地方可能找到鉻鐵礦和一些探礦上應該注意的問題，希望愛好地質學和對礦產探勘有志趣的讀者能對鉻鐵礦尋找的方法作到一般的掌握，進而能夠發現更多的鉻鐵礦，供給我國偉大的社會主義工業化第一個五年計劃所需要的礦物資源。

## 1. 鉻鐵礦的工業用途和品位要求——鉻鐵礦有甚麼用處？

中國的鉻鐵礦發現的尚不多，而大規模經濟建設突飛猛進的發展，鉻鐵礦在工業上的需要日益迫切。概括來說，鉻鐵礦是冶煉鉻鐵合金，製作耐火材料和鉻化學製劑的礦物原料。鉻鋼因其有堅硬、強韌、抗熱、抗震、耐酸蝕、耐氧化等特殊性質，在工業上的用途很為廣泛。含鉻低於5%的稱為低鉻鋼，可用於製造汽車的引擎部份、軍艦的裝甲板和兵器的穿甲彈；含鉻3—12%的稱中鉻鋼，可製高速工具、機器活塞、滾珠軸承和許多耐酸蝕與氧化的機件；含鉻在12—18%或12—30%時，即普通所稱的不銹鋼或超不銹鋼（通常含鎳7—10%）。現已證明，含鉻20—30%的鉻鋼是目前在高溫時耐氧化力最強的金屬，淨化石油的洗滌塔和化學的與醫療的裝備、器械都需要這種鉻鋼來製造。金屬鉻在金屬工業上應用更廣，普通日用品像刀、剪、匙、叉等常

鍍薄層的鉻，既明亮美觀又可防腐蝕和生銹。鉻鐵礦並可直接的用在耐火材料方面，天然的鉻鐵礦起初用以隔離反射爐的酸性爐頂和基性爐裏。最近更證明，用鉻鐵礦作為反射爐的各帶砌襯材料比鎂與矽的耐火材料，更為經濟，因鉻鐵礦堅固耐久，不易破壞和蝕解。此外，烘鋼爐、水泥焙燒窯、和紙漿乾燥爐等的內壁很多用鉻鐵礦作塗襯材料。鉻鐵礦與菱鎂礦（燒結的或不燒結的）製成的鉻鎂磚，在高溫下具有更高的抗熱力和機械強度，在冶金工業上是目前急迫需要的耐火材料。鉻鐵礦在化工的用途上也很廣，主要是製造鉻鹽的產品，在製革方面可用為鞣皮劑，在紡織方面作為優美的染料，在油漆方面製成紅、黃、綠等鮮明顏料。此外，重鉻酸鹽還可作為很多鉻化合物和藥品生產的原料，其用途不必詳加敘述。鉻鐵礦因其應用範圍的不同，所要求的質量也有差別。一般來說，應用在鉻鐵合金方面的礦石含氧化鉻不能低於40%，氧化鉻與氧化鐵的含量比要大於2.5。應用在耐火材料方面礦石含氧化鉻一般是在35—37%範圍內，希望含相當量的氧化鋁；如氧化矽和氧化鈣的含量增多時，對耐火磚的製造是極為不利的。鉻鐵礦在化學工業上應用，並不要求高品位的礦石，同時氧化鉻與氧化鐵的含量比也不起主要作用，不過氧化鋁和氧化矽含量高時，也是有害的。含氧化鉻在34—37%的礦石即可達到工業上的要求。

## 2. 鉻鐵礦的種類和鑑定方法——怎樣認識鉻鐵礦？

鉻鐵礦是唯一有工業價值的鉻礦石。由地球化學和礦物學上的研究，地殼內鉻的總含量的99.9%成為鉻尖晶石類的氧化物而存在於超基性火成岩內。正因為鉻尖晶石類礦物都在自然界同一條件下產生，它們的外表頗為相似，若沒有化學分析就不能區別其礦物種類。因此，在礦產的普查和探勘的工作中，統稱各種鉻尖晶石礦物為

鉻鐵礦。現已證明，鉻尖晶石類礦物中氧化鉻的含量多少決定於 Mg、Al、和 Fe 等類質同像物的含量。鉻尖晶石類礦物的種類雖可分為十幾種，但其中具有工業價值的鉻尖晶石類只有鎂鉻鐵礦  $(\text{Mg,Fe})\text{Cr}_2\text{O}_4$ 、鋁鉻鐵礦  $\text{Fe}(\text{Cr,Al})_2\text{O}_4$  和鐵富鉻尖晶石  $(\text{Mg,Fe})(\text{Cr,Al})_2\text{O}_4$  三種礦物。和理論分子式  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$  相符的鉻鐵礦，常見於隕石內，地殼內很為稀少。

鉻鐵礦的顏色、形態、硬度、比重（稍輕）都大致和磁鐵礦差不多。所以看來也和黑色、塊狀、沈重、堅硬的磁鐵礦相似。不過鉻鐵礦的條痕（畫在瓷板上）是褐色、無磁性、半金屬（瀝青）光澤，表面常附有綠色的次生鉻礦物，如鉻華、鉻榴子石等，並且與綠色蛇紋石或紫色堇泥石等伴生。這些現象都是與磁鐵礦不同的，由此可加以區別。最好再用化學方法加以鑑認，鉻在吹管分析法磷酸鹽球試驗時，無論氧化焰或還原焰與熱或冷時都呈翠綠色，極為靈敏。用此法尚不能肯定時，可再用蘇打球試驗。鉻在蘇打球內呈濃黃色，然後溶於醋酸內，若加一滴二苯胺基脲（Diphenyl-Carbazide）試劑，溶液即變為紫紅色，此試驗法極為靈敏顯明，即含 0.00001 毫克的鉻皆可檢出。

在此應該提出，鉻鐵礦的質量評價和其他金屬有些不同，不決定於礦石的品位，而是決定於鉻尖晶石類的礦物成分。有時如散漫狀礦石含鉻尖晶石顆粒僅 10—20%，但是經過選礦後，由於剔除其餘 90—80% 的矽酸鹽夾雜物，也能成為很高品位的淨礦。可是若組成散漫狀礦石的鉻尖晶石類礦物本身所含的氧化鉻就很少，雖選出淨礦，也仍不可能達到工業上要求的品位。

### 3. 鉻鐵礦的生成規律——鉻鐵礦有哪些找礦的標誌？

由現代地質學的研究，已經判明，鉻鐵礦的成因和分佈都和超基性岩有密切的關係。由世界上各地鉻鐵礦的產狀來看，鉻鐵礦的主要礦體產於純橄欖岩和直輝橄欖岩的侵入岩體，或這些岩石的變質產物——蛇紋岩和滑石片岩內。只有少數地方是生於分異強烈的蘇長岩複雜岩體的超基性岩部份輝岩內或其附近。在成因來說，絕大多數的鉻鐵礦的生成時期不超出形成超基性岩的岩

漿時期，因此，具有工業價值的鉻鐵礦都是屬於礦床學分類上的岩漿分泌礦床。鉻鐵礦的形態或構造類型和成因上也有密切的關係。大概來說，生於早期岩漿時期的鉻鐵礦，多均勻的散漫在超基性岩內，有時也因重力沉降關係密集成帶狀的異離體，此種生成的鉻鐵礦，顆粒常受溶蝕，礦體內夾雜很多矽酸鹽礦物，與圍岩的境界線常是漸變的，不能生成大的礦床。但生在蘇長岩複雜岩體內的鉻鐵礦，因重力分異作用關係，形成特別顯著的層狀，並且深處的延展也很大。若鉻鐵礦在岩漿中與凝固的造岩礦物分離後，藉助於揮發成分在殘餘的岩漿內富集起來，或在當時凝成不規則形的塊狀，或被壓入原生構造裂隙而凝成凸鏡體或似脈狀體，這種生成的礦石常緻密成塊狀，與圍岩的境界清楚，並形成有工業價值的主要鉻鐵礦床。超基性岩凝固後，如橄欖岩，常經過或深或淺的熱液變蝕作用，在形成蛇紋岩化的階段，由於鉻鐵礦被熱水溶解重新沉澱在蛇紋岩的各種裂隙內，每形成熱水礦床，鉻鐵礦大都形成細脈狀，有時並可侵入到蛇紋岩的圍岩內，不過規模都很小，不能形成大的礦床。橄欖岩內的鉻鐵礦受風化崩解作用後，也有時可形成風化礦床，在沖積層內採取鉻鐵礦的轉石或礦砂。前已述及，鉻尖晶石類礦物因本身所含雜質的不同而可分為許多種類。由世界各地所產鉻鐵礦的成分研究，發現鉻尖晶石的種類與本身的圍岩成分有清楚的關係。產於純橄欖岩中的鉻鐵礦是鎂鉻鐵礦或鐵富鉻尖晶石，含氧化鉻成分最高，常為優級的冶金原料。產於直輝橄欖岩中的鉻鐵礦是鋁鉻鐵礦，有時是鐵富鉻尖晶石，這類礦石含相當高的氧化鋁（約 25%），是低級和中級的鉻礦，常適用於耐火材料。產在輝岩或輝長岩複雜岩體內的鉻鐵礦多為鐵富鉻尖晶石，常含鐵分甚高，亦含相當高的氧化鋁，大都是低品位的鉻礦。此種原因乃是在岩漿凝固過程中，構成鉻鐵礦的元素與圍岩內元素互相反應的結果。亦即鉻鐵礦的成分實受制於生成岩漿的化學成分。綜合上述，對鉻鐵礦的形成規律總算有些瞭解，對找尋鉻鐵礦上供給些探礦上的標誌。

鉻鐵礦床的構造形態雖在產狀上有許多類型，但是在礦石上只能分為散漫的和塊狀的兩種。礦石的類型可影響它的採樣方法，品位計算

和開採方法，並且在工業的用途上也受些限制。散漫狀礦石其礦物顆粒的大小對礦石機械選礦的結果也有決定性的影響。因為這些都是比較專門性的探勘、選礦和採礦上的問題，在此不擬詳說。

我們已經說明怎樣去認識鉻鐵礦和它的生成規律，現在還要說明在我們國家甚麼地方可能找見鉻鐵礦？地質學能不能預先說出在甚麼條件下可能發現鉻鐵礦？我們都已知道，一切礦產的生成和分佈都與大地構造有密切的關係，其中尤其是超基性岩（主要是橄欖岩或蛇紋岩）的分佈和鉻鐵礦的產出與大地構造的關係尤為清楚。世界上超基性岩的露出，歸納來說，主要分佈於各地質時代的地槽沉積區。其地理上的分佈可分為兩種形式：

甲、島弧構造上，如太平洋弧（自蘇聯庫頁島經日本四島、台灣、菲律賓、民大諾、摩鹿加、新幾內亞、新加里東諸島至新西蘭），東印度弧（自安達曼羣島經蘇門答臘、爪哇、的摩爾、西里伯斯諸島接太平洋弧），西印度弧（自危地馬拉經古巴、海地、波爾多黎各、小安的列斯諸島至委內瑞拉接考地列拉山脉），所有各島幾皆有橄欖岩的分佈並產鉻鐵礦。

乙、新褶皺山脉的中心和古褶皺山脉的根或側部，如第三紀阿爾卑斯造山褶皺帶（自歐洲西班牙北部經意大利、南斯拉夫、希臘、入亞洲小亞細亞、南高加索、巴基斯坦、喜馬拉雅至緬甸東部、接太平洋弧），在美洲起自阿拉斯加海岸沿加里弗尼亞喀斯喀德山脉經下加里弗尼亞、墨西哥、危地馬拉至哥倫比亞接考地列拉山脉），古生代末華力西造山褶皺帶（如蘇聯烏拉爾山脉、美國阿帕拉欽山脉、澳洲東海岸諸山脉）都是橄欖岩分佈地帶而有鉻鐵礦產出。英國和挪威的超基性岩和蛇紋岩的分佈，大部都是古生代中期的加里東造山運動的產物。

此外，超基性岩在古老地台的斷裂帶上也有分布，除橄欖岩侵入體外，以蘇長岩複雜岩體型的侵入岩盤最為有名，在其中超基性岩部分也產出鉻鐵礦。

中國鉻鐵礦的產狀也不例外，如東北延吉和吉林的鉻鐵礦就是產在侵入於石炭二疊紀（豆滿河或吉林層）的橄欖岩內，屬華力西造山運動的

產物，並且鉻鐵礦的分佈，只限於橄欖岩體內的純橄欖岩部份。寧夏小松山的鉻鐵礦，是生於蘇長岩分異岩體的橄欖岩部份內，屬地台區的侵入岩體。

#### 4. 中國鉻鐵礦的探勘遠景和探勘常識——到哪裏去找鉻鐵礦？

根據以上所述，可知在中國要找尋鉻鐵礦，也要到地槽區古期褶皺山脉的根（側）部，同時有橄欖岩露出的地方（中國是大陸國家與島弧山脉無關，新褶皺山脉大部經過西藏高原，交通不便，暫不考慮）。東北的吉林層或豆滿層露出的地區，都是屬滿蒙地槽華力西褶皺帶的侵蝕殘餘地層，並且已經發現了橄欖岩露出和鉻鐵礦的產出。可惜滿蒙地槽內花崗岩化非常劇烈，像大興安嶺分佈的地區，自然不能到那裏去找鉻鐵礦。甘肅南部和青海區域大部屬古生代南山地槽區，像祈連山即屬華力西造山帶的古期褶皺山脉，地質情形和滿蒙地槽相似，最近在×××附近也發現了相當大片面積的蛇紋岩，並見有散漫狀的鉻鐵礦，所以像祈連山附近應該是中國探勘鉻鐵礦的遠景地區。

探勘地台區那些地方能有基性複雜岩體和勘探鉻鐵礦生於超基性岩的一定部位問題一樣，還沒有找到一般的規律。

總結來說，要想找到鉻鐵礦首先要找超基性岩，尤其是橄欖岩或蛇紋岩的分布地區。首先可在河谷沖積層內找尋鉻鐵礦的轉石，或在河流內採取重砂。反之，如發現有鉻鐵礦，也可在附近找尋橄欖岩的露頭。在橄欖岩地區作地質調查工作時，應特別注意純橄欖岩的分佈和形狀，因為世界上大多數的鉻鐵礦是產生在純橄欖岩部分，特別是含氧化鉻甚高的鎂鉻鐵礦，更很少例外地產在其他橄欖岩內。這些橄欖岩在野外也不難區別，像直輝橄欖岩蛇紋化後，輝石常生成假像的絹石，在蛇紋岩內呈似斑狀結構，岩石的斷面也參差不平，純橄欖岩經蛇紋化後則成緻密的塊狀，岩石的斷面亦平坦光滑。發現鉻鐵礦的露頭後，應立即瞭解鉻尖晶石的成分，對散漫狀礦石尤應注意此點，對於這種礦石該用於那一部門和是否適合機械選礦的問題很為重要。這自然要用化學的系統分析。（下接43頁）

的結晶科學應該研究些什麼？在我國領導這門科學的蘇聯科學院的結晶學學院面前有着什麼樣的任務？這任務就在於綜合，研究和利用並且要建立能促進結晶體的綜合，研究以及利用的有效的理論。

結晶體合成的任務就是要研究新的以及改善舊的，製造實際上所需要的結晶體的方法，而這些結晶體直到現在為止還是以天然礦物的形式出現的。這任務就是要找尋和製造出新的具有人們需要的性質的結晶體，研究結晶體生長和發育的過程。

在加多林 (А.В. Гадолин)，費多羅夫 (Е.С. Федоров)，吳爾夫 (Ю. В. Вульф) 的經典性工作以後，我國還在上一世紀的下半葉就在結晶科學的領域中擁有首要的地位，但是這門科學只有在蘇維埃才開始了真正的高漲。在莫斯科的結晶學學院，在列寧格勒的被命名為費多羅夫學院，在莫斯科大學，列寧格勒大學，里沃夫大學裏都設有結晶教研室這就是明證。

在結晶學學院存在的短暫的時日裏已經完成了巨大的各種各樣的工作，其中的某一些促進了物質研究的新的精密方法的建立及完善，而另一些給予有關晶體的構造及特性方面的概念上以巨大的影響。

黨和政府不斷地注視了結晶學學院的成就，在今年（1952 年譯者註）結晶體結構研究所主任，蘇聯科學院通訊院士別洛夫 (Н.В. Болон) 獲得了第一等的斯大林獎金。別洛夫是我國“構造

體”(структурист) 學派的創立者，別洛夫創造性地發展了天才的，俄羅斯結晶學家費多羅夫的理論，更完善並深入了在結晶體中緊密“排列”的理論，使它得以根據結晶體的 X 光分析法解釋一系列有關矽酸鹽的複雜結構的問題，給予這類還研究得很少的礦物以合理化的分類，並發現了國外科學家在研究中的錯誤，奠定了在這領域中綜合工作的基礎。

由於藉染料來確定粘土的礦物成分的工作，在今年結晶學學院的結晶光學研究所主任，物理數學博士維勒涅耶娃 (Н.Е. Воложенева) 所完成的研究粘土的特快方法給予礦物的找尋和勘探方面以極重要的幫助，因而被授以第三等斯大林獎金。

在學院以前的著作中關於壓電性構造——具有壓電性特性的新材料，以及波波夫 (С. К. Попов) 的為了工業需要製造貴重紅玉的新的完善方法的著作被授以斯大林獎金。

為了實現在蘇聯共產黨十九次代表大會上所指出來的發展我們祖國的偉大計劃，在結晶學家面前展開了廣闊的活動場所。在黑色金屬和有色金屬，在綜合性工業和建築材料工業，在機器製造和儀器製造上，在通訊器材等的發展上，以及在各個科學領域中解決一系列的理論問題，在所有的這些領域中，先進的蘇維埃結晶科學將較現在更顯示出它的巨大的積極性！

葛實勛譯自「自然」

1952 年第 11 期 77—80 頁

（上接第 33 頁）

在勘探鉻鐵礦時還應注意其他貴重礦物，如金鋼石和鉑礦等。鉑礦的生成與橄欖岩有密切的關係，如不含鈾的粗鉑礦、鈾鉑礦都生在鐵鎂橄欖石組成的純橄欖岩內，含鈾的鈾鉑礦、鎳鈾鉑礦等的產出則與蘇長岩有關，同時還常有鎳黃鐵礦等礦物。

由於中國的地質條件和近幾年來發現的各種

礦產，可以證明中國的地下資源是非常豐富的，鉻鐵礦也不能例外。偉大的俄國天才學者 М.В. 羅蒙諾索夫曾說過「地大物博的俄羅斯需要精力與勞動去發掘她的金屬 我似乎聽到她向她的兒子們預告說：請把你們的希望與雙手伸向我的心裏面吧，不要認為你們的發掘將是徒勞無功的。」這些話可作為中國地質工作者的箴言。