

從青銅器特展 談工業用煉銅礦物

文・圖/何恭算、鍾坤煒

摘要

銅是人類最早應用於日常生活中的金屬，在史前時代即用來製作鐘鼎、器皿和工具，現今大多應用在電器工業、貨幣、裝飾品等方面。銅具有良好的延展性、導熱性及導電性，顏色與條痕均為銅紅色，若在潮濕空氣中暴露太久，會發生化學作用生成一層綠色碳酸銅或硫酸銅薄膜，是為銅綠。除了自然銅之外，自然界中的銅多數以硫化物、氧化物或碳酸鹽等化合物所構成之礦物體存在。我們日常所使用的銅，大部分是由黃銅礦、輝銅礦、斑銅礦、自然礦、孔雀石等礦物提煉而來。臺灣的銅礦主要分布於新北市金瓜石礦區的銅金礦床，以及東部地區的斑岩銅礦和含銅硫化鐵礦床，過去曾有規模不等的零星探勘與開採，而目前則已全面停採。

關鍵詞：青銅器、煉銅礦物、臺灣銅礦

「鼎立三十：看先民鑄鼎鎔金的科學智慧特展」正在本館第四特展室盛大展出，這項以青銅器為主的展覽，除了具備深厚的文化意涵，也讓人驚豔於遠在三千多年前的夏禹和殷商時代的先民，竟有如此高超的鑄鼎鎔金技術。這些青銅器到底含有那些重要金屬成分？又它是由哪些礦物提煉而成的？而含銅礦物在臺灣主要的分布區域與開採情況又是如何？這些都是本篇所要介紹的內容。

青銅的主要金屬成分

一般純銅呈銅紅色（又稱紅銅），若在潮濕空氣中暴露太久，會發生化學作用，先是在表層呈深褐色，隨後慢慢的生成一層綠色碳酸銅或硫酸銅薄膜，是為銅綠（圖 1）。紅銅雖有美麗的顏色和光澤，還具有延展性，經過錘打，可以製造簡單的工具和裝飾品。但純銅的熔點高達 1083°C，質地軟，製成的器具容易變形，且其溶液黏稠，很難燒鑄複雜的大件容器。因此，先民便將紅銅摻入少量的錫和（或）鉛，煉製成青灰色的合金來製造各種器具，稱之為青銅器。其中錫主要提煉自錫石(Cassiterite)，而方鉛礦(Galena)和白鉛礦(Cerussite)則是鉛的重要來源。



圖 1. 自由女神矗立在美國紐約港口，表面已形成一層銅綠保護層。

青銅比純銅的熔點低，更容易鑄造，而且硬度高，抗腐蝕性強，融化後流動性好，更適於鑄造造型複雜和細密紋飾的物件。例如在銅中加入 25% 的錫，熔點便降為 800°C，硬度也大為增加。這種合金材料具有良好的鑄造性、耐磨性和化學穩定性，所以廣為使用。

重要的煉銅礦物

自然界中的銅礦除了自然銅(Native copper)之外，多數以硫化物、氧化物或碳酸鹽等化合物所構成之礦物體存在。茲將常見煉銅礦物之物化特性及其野外產狀，略述如下：

黃銅礦(Chalcopyrite, 圖 2)是含銅礦物中分布較廣的一種礦物，同時，也是提煉銅的重要來源。化學式為 CuFeS_2 ，新鮮表面呈銅黃色，若暴露潮濕空氣過久，會風化變為青銅色。黃銅礦與黃鐵礦十分相似，但顏色偏黃，硬度稍低，條痕為帶綠的黑色可相互區別。



圖 2. 產自羅馬尼亞的黃銅礦與水晶共生 (標本寬約 15 公分)

斑銅礦(Bornite)的成因與產狀和黃銅礦十分類似，也是一種相當普遍的銅礦。化學式為 Cu_5FeS_4 ，常以緻密塊狀或不規則粒狀產出。新鮮者呈暗銅紅色，風化後呈暗紫或藍紫暈色，時間久了之後，會變為暗黑色。灰黑色條痕、低硬度為其特色。

輝銅礦(Chalcocite)在銅礦區是一種常見的礦物，但原生者數量不多，在自然界以次生者為主，多產在硫化礦床的富集帶內。化學式為 Cu_2S ，通

常以殼狀或塊狀集合體產出。顏色從鉛灰色到黑色，若長久曝露空氣中，易變為暗黑色，具鉛灰黑色條痕。

自然銅（圖 3）屬於自然元素類礦物，主要產於蝕變的含硫化銅礦脈地區，但易氧化，氧化後常變為銅的氧化物或碳酸鹽，如赤銅礦、孔雀石、藍銅礦等次生礦物。晶體以立方體、菱形十二面體或四面體居多，顏色與條痕均為銅紅色。



圖 3. 源自美國密西根州 Keweenaw 半島的樹枝狀自然銅(高約 33 公分)

孔雀石（Malachite，圖 4）多產於含銅硫化物礦床的氧化帶內，屬於次生礦物的一種。化學式為 $\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$ ，顏色與條痕均為綠色，溶於鹽酸，溶液呈綠色，並有氣泡產生。通常以葡萄狀、鐘乳狀、纖維狀等集合體產出，內部具有同心層狀或放射纖維狀構造。



圖 4. 產自非洲剛果具絲絹光澤的孔雀石（寬約 20 公分）

上述含銅礦物經過焙燒後會形成氧化銅(CuO)，再用碳還原，便可淬煉出純銅。

臺灣銅礦的分布與開採概況

臺灣銅礦主要分布在三大區域，其中以新北市金瓜石銅金礦區產出之硫砷銅礦（Enargite，圖 5）、呂宋礦(Luzonite)等含銅礦物最為知名，其次為花蓮奇美地區與臺東樟原、都蘭山區之斑岩銅礦(Porphyry copper)，再者是宜蘭的銅山、東澳、太白山和花蓮的銅門、瑞穗，以及臺東的蕨等地之含銅硫化鐵礦床。



圖 5. 產自金瓜石銅金礦區的硫砷銅礦

1905 年在金瓜石礦區發現了硫砷銅礦礦體之後，次年臺灣便開始生產銅礦，其後產量逐年增加，到了 1937 年銅產量達到最高峰，約 6,955 公噸。為供應國內銅市場需要，臺灣金屬礦業公司於 1981 年在水湳洞附近興建「禮樂煉銅廠」專責生產銅礦。1985 年該廠移交臺灣電力公司經營，1990 年因儲酸槽之鐵管破裂，造成大量硫酸外洩，政府勒令其停工，同年 6 月關閉煉銅廠（圖 6），也結束了臺灣銅礦的開採與生產。



圖 6. 禮樂煉銅廠座落在北濱公路水湳洞附近，已荒廢二十餘年。

臺灣東部的銅礦大致可分為「斑岩銅礦」和「含銅硫化鐵」兩類。斑岩銅礦以奇美地區最為重要，在 1903 年首先發現，也是臺灣最早產銅的地區，在臺灣光復後曾有瑞陽金屬礦業公司從事小規模開採。而分布在宜蘭的銅山、東澳以及花蓮的銅門等中央山脈東斜面大南澳片岩中的含銅硫化鐵礦床，礦物種類包含黃銅礦、黃鐵礦、磁黃鐵礦、閃鋅礦、方鉛礦等。宜蘭銅山在 1917 年即有日本人開始探勘，光復後收為國營，由峰源礦業公司承租開採，是臺灣第二大銅礦公司，在 1963 年至 1980 年間共計開採銅礦約 2,197 公噸，如今已停採三十餘年。

銅礦的多元用途

銅的導電性僅次於銀，但因其數量較多，價位低廉，是人類應用最廣

泛的金屬之一。在青銅器時代銅礦多用在鐘鼎、器皿和工具上。隨著時代演進，冶煉技術不斷提升，在現今科技發達時代裡，銅不但廣泛應用在電線、電纜、電子零件等電氣與電子工業，以及貨幣、裝飾品等方面，而無氧銅可製造超高頻電子管，黃銅可製造槍彈和砲彈，鋅白銅可製造航空儀的彈性原件，青銅可製造軸承、軸套等，另外銅化合物在農業上可用作殺蟲劑和除草劑，而且銅還是製造防腐油漆的主要成分……等。因應人類的需要，銅及其合金以多樣的面貌，廣泛的應用在我們日常生活之中。

參考文獻

- 余炳盛，方建能，1995。金瓜石一九份金銅礦床導覽。臺灣省立博物館。
- 陳培源、劉德慶、黃怡禎，2004。臺灣地質之十四—臺灣之礦物。經濟部中央地質調查所。
- 譚立平、魏稽生，1997。臺灣地質之十一—臺灣金屬經濟礦物。經濟部中央地質調查所。
- 顏滄波，1950。臺灣之銅。臺灣銀行季刊(三)：二，pp.65-70。
- Gaines, R. V., Skinner, H. C. W., Foord, E. E., Mason, B. and Rosenzweig, A.,1997. Dana's New Mineralogy, 8th ed., John Wiley & Sons, New York, p. 802.
- 網路資料：自然與人文數位博物館 (<http://digimuse.nmns.edu.tw>)