

中國富源小叢書

中國的銅鉛鋅

胡爲柏編著



前 言

我們祖國有遼闊廣大的土地，在這土地上埋藏着許多寶貴的礦產，這裏介紹的銅、鉛、鋅，就是其中的一小部份。

我們祖國有悠久的歷史和光輝的文化，我們從研究銅鉛鋅開採冶煉的發展史中更加可以證明。

先說銅吧，我國太古社會，由石器進入銅器時代，開始很早。傳說的“黃帝採銅首山”（史記）和“禹鑄九鼎”等，雖然其年代尚難以確斷，但是我們由此也可以知道我們祖先對於金屬不但早會應用，而且早已積累了許多冶金的知識。根據科學的考古研究，在公元前 2000 年左右的現今河南一帶，我們便有了以彩陶爲主的仰韶文化期。由於在河南安陽發掘研究的結果，證明在公元前 1500 年左右，中國已大量應用花紋異常精美的青銅器，而那時候歐洲美洲尚是在蒙昧時代。在安陽小屯曾經發掘得大量的煉銅渣：有重達 18.8 公斤的孔雀石（銅礦的一種），有作爲煉銅工具的鍋式器具（土名將軍盔），有作爲耐火材料用的紅燒土，有作爲還原氧化銅礦用作燃料的大塊木炭，更有花紋美麗作爲鑄銅的模子用的所謂“銅範”。這些發現說明了在殷商時代的銅器，已不僅是原始的粗糙的

尖錐形兵器，而且已經成為人民生活上應用的物品之一了。那時候的銅器大略可以分為四類：(1)禮器：觚和爵，(2)兵器：戈矛和鏃，(3)用具：針、錐、鑊和小刀，(4)裝飾：貝紋裝飾及饕餮裝飾。從這些古老的青銅器中就可表示出我們古老的文化對人類冶金技術科學的貢獻，是何等的偉大！

我們根據化學的分析，知道那些青銅器的成份大致如下：

標本 1: 銅	59.21%	標本 2: 銅	28.09%
錫	10.71%	錫	5.06%
鐵	1.14%	鐵	2.16%
氧化矽	7.3 %	銀	微痕
		鉛	微痕
		氧化矽	3.66%

我們再從那些青銅器的美麗精細的花紋來看，我們還可知道遠在公元前 1500 年，我們祖先不僅懂得煉鑄，並且對加工修飾金屬器皿也已經很有研究了。

再說對於銅器知識的積累方面，我們祖國在世界上也有着偉大的貢獻。從“史記”起，我們的歷史記載着許多金屬開採冶煉的情況，就以銅來說，如“漢書”“地理志”上寫道：“龔元懷山出銅，”龔元便是現今的雲南澂江縣南部；“元史”“食貨志”：“銅在澂江者，至元二十二年撥漏籍戶於薩矣山煬煉，凡十一所；”由此可見雲南銅礦遠在元朝（十三世紀）已經大規模地開採冶煉，比美國銅礦的開採早了五百多年。遠在歐洲蒙昧黑暗時代，我們祖先已經積累記載了合金的知識，如考工記寫道：“削殺矢之齊，五分其金而錫居

二；戈戟之齊，四分其金而錫居一；鐘鼎之齊，六分其金而錫居一……。”照現代的口語來說，就是“用作箭頭等的合金，是 60% 銅，40% 錫；用作戈戟的合金，是 75% 銅，25% 錫；用作鐘鼎的合金，是 83.3% 銅，16.7% 錫。……”這與我們今日所配的青銅合金成份沒有什麼差別。在明宋應星所撰的“天工開物”裏，也詳細地敘述並繪圖說明了銅鉛等的鑄、冶、鍛、錘等等冶金作業及鐘、鼎、錢、釜等的製造方法。這些都可以稱為世界銅鉛鋅開採冶煉發展史的寶貴文獻。

除了文獻以外，我們勞動人民還積習相傳着許多冶金技術，像東川的土法煉銅和鑄錢，湖南的土法煉鉛，這裏面就包含着許多合於科學原理的經驗，值得我們加以總結，整理，和發揚光大！

在 1685 年（清康熙年間）雲南銅礦就曾大規模開採和冶煉過，當時規模之大是世界上其他銅礦無可比擬的。

我們民族是偉大勤勞的，但是在近一百年來，封建主義和帝國主義的兩座大山給我們深重的災禍，帝國主義者更惡意的抹殺了中國人民在科學技術方面的光輝貢獻，惡意地歪曲了中國資源的情形，帝國主義份子要我們尊崇他們的所謂“發明”和“發現”，要我們永遠買他們的銅鉛鋅，或等待他們來開發。

然而，全國大陸解放僅僅兩年，事實已確切地證明了我們祖國有許多的銅鉛鋅資源，同時也證明了我們自己有冶煉銅鉛鋅的能力，單就銅說，在 1951 年，銅的生產就比 1949 年增加了三倍。

這小冊子介紹中國現階段已知的銅鉛鋅的礦床開採選礦冶煉情形，因為中心在談中國的實際，所以對於各種先進的大規模的方

法僅約略提一提，讀者在這方面如果要想進一步鑽研，可以再看其他的參考書。爲了照顧一般讀者，所以對於各廠礦的操作方法儘量簡明，同時我要聲明的，因爲我們的建設正在飛速前進中，本書所述僅是現在的一些情況，而這些情況正在不斷的變動和發展，這是希望讀者預先要認識的。

目 次

前言.....	1—4
壹、中國的銅	
一、銅的性質和用途	1
二、重要的含銅礦物	9
三、中國銅礦.....	16
四、中國銅礦開採及選礦情形.....	22
五、中國銅礦的冶煉.....	31
貳、中國的鉛	
一、鉛的性質和用途.....	41
二、重要的含鉛礦物.....	44
三、中國鉛礦.....	48
四、中國鉛礦的開採和選礦.....	56
五、中國鉛礦的冶煉.....	60
叁、中國的鋅	
一、鋅的性質和用途.....	67
二、重要的含鋅礦物.....	68

三、中國鋅礦.....	70
四、中國鋅礦的開採選礦和冶煉.....	70
五、水冶電積提鋅法.....	75
結語.....	78

中國的銅鉛鋅

壹 中國的銅

一 銅的性質和用途

(一) 銅的重要性質

銅是我們常見常用的金屬之一，從歷史上看，人類製作生產工具的材料先是從石器演進到銅器。雖然鐵和金的發現和利用也相當早，但因為鐵多呈氧化物存在，在自然界深得鐵礦後，還需加以還原製煉方能成鐵，而自然金的產區及產量又不普遍，所以自人類有史以來至中古時代，銅和銅合金（如青銅即是銅錫合金）就成為人類製造工具的主要的金屬材料。後來因為鐵礦儲量的豐富和分佈的普遍，以及冶鐵技術的進步，鐵的用途日廣，更因自十八世紀貝色麥及平爐煉鋼法的應用，使鋼鐵能大規模的生產，於是銅便退居第二位，成為僅次於鐵的重要金屬了。

銅之所以重要，是因為（1）儲量豐富，不像金鉑等稀少得成為貴重金屬；（2）容易做成性質優良的合金，如黃銅和青銅等（黃銅是主要兵工材料，其用途之廣和需要量之大僅次於銅）；（3）銅有極優良的導電性，在現有各種金屬中，比銅導電性更良好的只有銀，但銀產量太少，太貴，並且機械性能不够堅強。所以在電氣時代，銅是最重要的金屬。社會主義建設需要電氣化，我們祖國今後在傳電、輸電、電報、電話、電機製造等工業建設方面，以及兵工製造如炮彈、鎗彈等國防建設方面，都需要大量的銅和銅合金。

純粹而新鮮的銅應該是紅色或玫瑰色的，但如暴露日久，表面變成常見的橙黃色，這橙黃色不是純銅的本來顏色，而是銅表面氧化生成一層氧化銅薄膜的顏色。銅熔化後成為淡綠色，極細的銅粉呈黑色，極薄能透光的銅片呈綠色。

銅的結晶面或磨光的表面，呈現常見的金屬光澤，但粗糙的表面或銅粉則灰暗而無光澤。

銅的密度 普通為 8.4—8.94。在熔點時，液態銅的比重為 7.93，在 1600°C 時為 7.53。

銅的物理性質 銅是延性最大的金屬，所以易於抽成細絲，銅的展性亦佳，故可軋成薄片。銅的機械性質經加工處理而增加：抗張強度——自每平方公分 1,400,000—4,200,000 克。硬度——這種性質可用不同單位衡量，如用摩氏 (Mohs) 硬度，則銅為 2.5—3，介於結晶礦物石膏及方解石之間；如用通常材料試驗所用的勃魯納硬度計測量，則馴煉銅或鑄銅為 42，經冷作加硬後可高到 100。熔點——1083°C。沸點——2325°C。線膨脹——銅因受熱膨脹，每

增加攝氏一度，將膨脹伸長其本身長度的 0.00001678。導熱度——銅極易導熱，導熱度的度量單位，是厚 1 公分，面積為 1 平方公分的薄片，兩面溫度的差保持為 1°C 時，每秒鐘傳過的熱量，銅為 0.918 卡，僅次於銀，比金鉛鐵等傳熱都快得多。導電度——銅極容易導電，如將銅的導電度定為 100，則僅有銀比銅更易導電，約為 106，其他普通金屬如鋁為 60.5，鐵僅 17.4，所以在電器工業上，銅是一種最重要的材料。

銅的耐蝕性也強，在乾燥空氣中，或在不含二氧化碳的潮濕空氣中，銅被氧侵蝕很少；在真空中，銅不溶於稀硫酸或稀鹽酸，但可溶於硝酸或熱濃硫酸。在空氣中，銅可溶於稀酸，不過溶解很慢；熱水冷水對銅毫無作用，所以銅壺及銅製水管可經久不壞。鐵被潮濕空氣侵蝕生成鐵銹，並且生了鐵銹後，使得鐵更易被侵蝕；但銅表面受侵蝕生成綠色的碳酸銅薄膜後，就起保護作用，使銅不至繼續腐蝕。從許多腐蝕性試驗結果，證明銅比鐵鋁都耐久，這裏引一些簡單數字來比較一下（每年腐蝕掉的吋數）：

	在 屋 頂 上	在鐵道山洞中	在 烟 囱 中
銅	0.0000	0.004	0.014
鋁	.0011	.013	
鐵	0.001—0.004	.15	.018
鋼		.12	.020

上表中銅在每種情況下被侵蝕的吋數最小；可見銅在任何環境下，比其他金屬都堅強耐久。

銅的另一特性是經得起鍛煉，愈加錘鍛，愈加堅強，但如我們

覺太堅硬時，只要把它加熱到一定溫度後慢慢冷卻（即所謂回火），就可使它變軟，因為這種馴順而又堅強和易於處理的特性，就使銅能更好的爲人類服務。

銅又很容易同其他金屬密切混合成合金，這些合金各有其優良的特性，這就使銅更加顯得重要了。

（二）銅的用途

銅是電工器材 假使我們沒有銅或者現在銅突然失去他寶貴的性質，那末電燈將不能放光，電機停止轉動，電車擱在軌道上，電

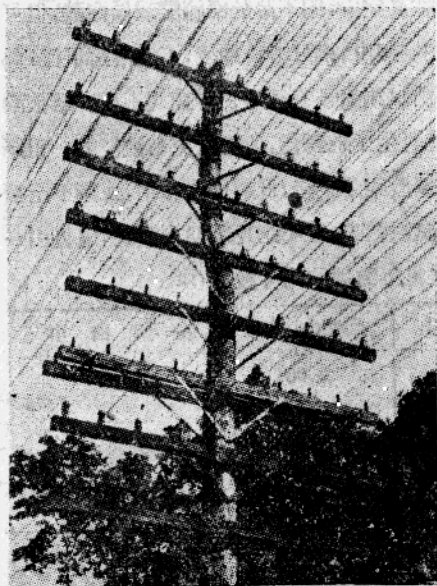


圖1. 城市架空電線密如蛛網，顯示銅與近代文明的關係。

話不響了，收音機不靈了，許許多多不方便和驚扯的事都因而發生。

電線是由純銅製成，通常爲單線，分別按裝在電桿上，這是我們在馬路上所常見的，但在新式大都市裏，電話電報電燈太多，如完全架在空中，不僅電桿載重所限，有時空間也有限，所以新式的城市電話線都是幾千根扭在一起

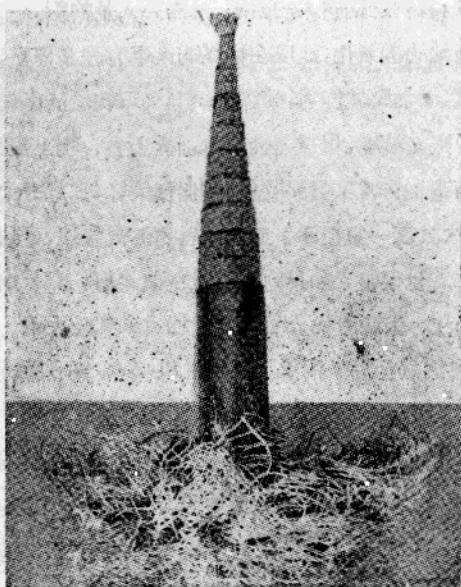


圖2 城市愈發達，電線愈來愈多，空中架不下，於是另用新式的電纜。這是 2400 根電線扭成的電纜，直徑不過 7.5 公分，埋在地下，比將 2400 根電線架在空中方便得多了。

成爲一根粗繩子似的埋在地下。我國正在大力發展發電事業，就得靠大量的銅製成電線，將電輸送到偏僻的鄉村和小城市裏去。譬如說要使河北省主要城市及大村鎮電氣化，最少需要輸電線 1000 公里，如果用七絲七股扭成的電纜（即其中包括 $7 \times 7 = 49$ 根電線），這種電纜每公里長度的重量是 2.6 噸，那就需要 2600 噸銅，換句話說，就需要 1500 捲電纜，需要 100 輛火車來運它。單從電

線一項來講，我們遼闊廣大的祖國，就需要大量的銅。

鐵路運輸的電氣化，比現在燒煤的火車有許多優點，乾淨迅速以外，還可以增加爬坡能力，燒煤的蒸氣火車爬坡能力有限，建造鐵路時就要限定坡度，但電氣火車可加大馬力，爬上較高坡度，這一點對於西南各省將來發展交通，關係很大，因為那些地方山嶺重疊，遇到的大坡度一定很多，而西南各省河流急湍，可利用作為水力發電的地方也很多，如果應用新式電氣火車，靠着銅的傳導，就可利用烏江、大渡河的天然水力發的電來駕駛火車。據估計每 1 公里鐵路電氣化約需銅 2.5 噸——10 噸，一條成渝鐵路就需要銅 4,000 噸。而製造一輛普通蒸氣火車頭亦需銅 2 噸。

城市電車設備也要用大量銅，普通一輛電車需要銅 0.5 — 1 噸，另外還要架空線、聯接線、輸電廠等，平均每公里，城市電車需要 4.5—8 噸銅。城市其他交通工具如汽車飛機等，也需要很多銅製機件及電線聯繫，才能開動。

電報及電話需要銅更多。全世界用於此項之銅約有 1,500,000 噸，我們拿起電話機可從上海叫到迪化，這其間全靠銅的傳導。（圖 3 是一個電話局總機背後的銅線情景。）

無線電廣播及無線電報似乎可以不要電線，但事實上，天線發報機及收音機內部還是要很多銅，一個收音機約需 2—4 公斤銅。

發電機、電動機、電扇、電爐，……樣樣需要銅，做 300,000 個電燈泡，就要 1 噸銅。蘇聯現在一年要造 150,000,000 個燈泡，我們在三、五年後也要大量的製造燈泡，銅對於我們今後電氣化的社會主義建設，關係真不小哩！

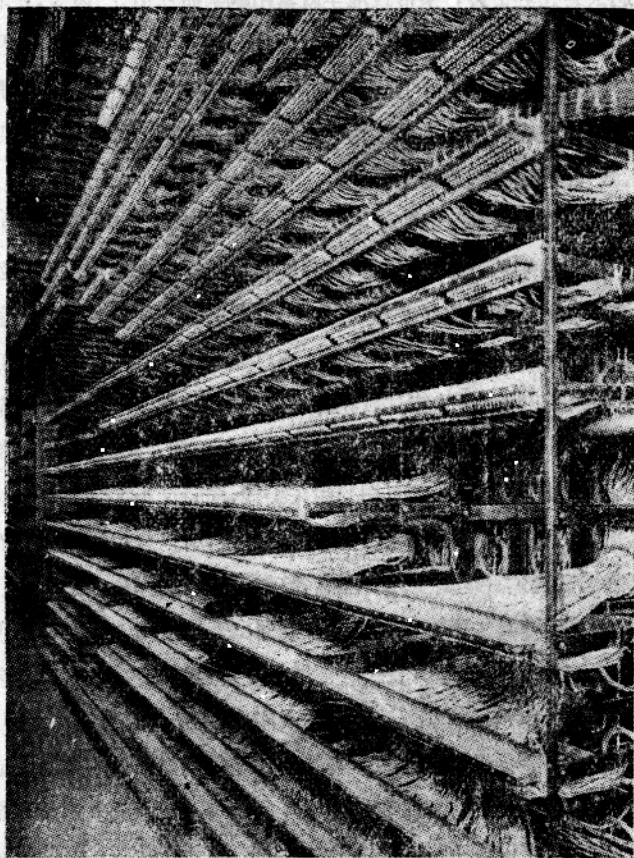


圖3 銅製的都市神經系統。這是電話總機背後的千百根電線，傳達了人們的千言萬語。

銅是建築器材 因為銅既美觀又耐久，是很理想的建築器材。在過去封建社會裏，皇帝或地主就常用銅來做屋頂、門窗等，在北京頤和園有一座亭，據說是用了 360,000 斤銅，裏面樑、柱、桌、屋頂、台階全是用銅做成的，許多地方的廟宇佛像亦全用銅鑄成，歷久不壞。在近代化的大建築物裏，如水閘、門窗、升降機、屋頂、傢具、滅火機、洗衣機等都需要銅。

銅器用途最廣 我們家庭用具，如果用鐵做，不但粗黑不好看，又容易生銹腐蝕；用錫做容易燒化掉或變成灰；用鋁則傳熱不够快也不及銅器堂皇美觀；用玻璃瓷器易碎；木器竹器都不耐久；而沒有以上的缺點的，就是銅。所以如銅鍋、銅壺、銅燭台……等，便成為比較高貴的傢具，在許多小城市裏都有銅器店，製造這些傢具，過去因為中國銅礦沒有大規模開採冶煉，銅器比較貴，勞動人民不能普遍享受，但因銅的耐久美觀，同時又不如金銀那樣稀貴，還是一種最適合做各種傢具的金屬材料，所以大規模開發祖國的銅礦，對於國民經濟生活的提高，將起着重大的作用。

銅是主要兵工原料 從考古家發掘出來的古物，就可看出古代將青銅大宗作為兵器，我國故宮博物院裏陳列的古物中，有許多是青銅和黃銅做成的兵器。在近代武器中，銅比其他金屬都重要。譬如子彈，除掉彈頭及內裝炸藥外，其餘彈殼等都必需用銅合金做，因為鋼鐵容易生銹，只有用銅鎳合金做的子彈不至生銹而能在鎗筒內滑進滑出，不致塞死或傷害來復線，據估計做一百萬發普通子彈就需要 12—15 噸銅。除子彈外，各種炮、坦克、軍艦中的許多機件也必須用銅合金。

二 重要的含銅礦物

(一) 重要銅礦的辨認

理論上含銅礦物種類繁多，但儲量大而成為銅礦的，事實上却種類不多，茲將各種含銅礦物列表如下，然後再擇其重要的來詳細說明。

自然銅 為天然產，呈銅紅色，有時因被氧化，表面成綠色或藍色，結晶屬等軸晶系，但常成不規則的樹枝狀，在野外頗易鑑別。自然銅生成情況有三：(1)由於含硫酸根的地下水與原生的他種銅礦變化而成，常與赤鐵礦輝銅礦等共生；(2)由於上升的銅礦溶液，沉積於黑矽岩氣孔，礫岩或方解石脈內生成。(3)也有少量的自然銅產於砂積層。

黃銅礦 為主要硫化礦，呈黃色，硬度 3.5—4，比重 4，常成緻密的塊狀，間或成正方晶系的櫛形結晶，條痕色微綠黑。野外鑑別時，注意其顏色比黃鐵礦深，硬度較小；其黑色的條痕和脆性，可與相似的自然金區別。如放在木炭上燒它，容易熔成有磁性的小球，如再拿它的殘渣加鹽酸少許來燒，發生的火焰呈深藍色，這種礦物如溶於硝酸中，便成藍色的溶液，再加 Na_2OH ，就發生紅棕色的沉澱。生成情況有五：(1)在深成岩中為極微量的造岩礦物，(2)在偉晶岩脈或接觸交代礦床，有時因次生富化可能生成富礦，(3)熱液礦床，多與黃鐵礦伴生，(4)熱液浸染礦床，(5)生於與空氣不接觸的水成礦床。

輝銅礦 灰黑色有金屬光澤，為緻密塊狀，間或有成斜方晶系

表
物
礦
銅
合

名 稱	化 學 式	含Cu%	常含雜質	佔全世界銅產量%	代 表 產 地
1. 自然銅	Cu	99.9	Ag, Bi	0-7%	北美密執根州我國黔東獨山附近
2. 硫化銅	Cu ₂ S, FeS ₂	34.6	FeS ₂ , PbS ZnS, NiS Au, Ag Fe, Ag	25%	四川彭縣
黃銅礦	Cu ₂ S	79.9	Pb, Fe	50%	雲南東川
輝銅礦	3Cu ₂ S, FeS ₂	55.6		3%	西康越嶲
斑銅礦	Cu ₂ S	63.5			
銅藍	3Cu ₂ S, FeS ₂	48.4			
斜方硫砷銅礦	3Cu ₂ S, AS ₂ S ₃	43.3			
脆硫銅礦	3Cu ₂ S, Sb ₂ S ₃	46.7			
黝銅礦	3Cu ₂ S, Sb ₂ S ₃	52.7			
神鈷昇礦	3Cu ₂ S, As ₂ S ₃				
3. 氧化銅	Cu ₂ O	88.8	褐鐵礦		
赤銅礦	Cu ₂ O	79.9			
黑銅礦	Cu ₂ O	57.5			
孔雀石	Cu CO ₃ ·Cu(OH) ₂	55.3			
石青(藍銅礦)	2Cu CO ₃ ·Cu(OH) ₂	36.2		15%	遼東清原
孔雀石	Cu Si O ₃ ·2H ₂ O	56.2			
矽孔雀石	Cu SO ₄ ·3Cu(OH) ₂	25.5			
水膽礬	Cu SO ₄ ·5H ₂ O	59.5			
膽礬	Cu Cl ₂ ·3Cu(OH) ₂				
銀銅礦	Cu SO ₄ ·Na ₂ SO ₄ ·3Cu(OH) ₂	42.8			
柱晶鈉銅礬					