

製銅工業

汪賓清修訂
郭紹宗編著

現代工業小叢書



現代工業小叢書

製 銅 工 業

郭紹宗編著
汪寰清修訂

(62813)

現代工業製銅工業
小叢書

★版權所有★

編著者	郭紹	宗
修訂者	汪賓	清
出版者	商務印書館	
	上海河南中路二一四號	
發行者	中國圖書發行公司	
	北京鐵廠胡同六十六號	
發行所	三聯書店 中華書局 商務印書館 開明書店 聯營書店 各地分店	
印刷者	商務印書館印刷廠	

1937年3月初版

1951年5月3版(修訂)

定價人民幣14,000元

(滬)2501-4500

修訂本序

郭紹宗先生所著『製銅工業』一書，早已蜚聲於冶金界中。其中編敘述黃銅之熔化及加工術，實踐與理論並重，可稱當行出色。其下編敘述青銅之分類及性質，雖所佔篇幅不多，而於各種正式青銅及特殊青銅，其重要者均已包括在內。惟其上編闡述銅之性質及冶煉方法，就今日之情形而論，則覺過分簡略。近代歐美各國在冶銅技術上均有進展：無論在反射爐，熔礦爐，轉爐及電解煉銅法，莫不有所改進。本編之編著，似宜加以修訂，以應時代之需要。不佞不揣淺陋，爲之擴充篇幅，增加圖表。回憶十數年前，不佞於上海設廠煉銅，曾採用電解法以製電氣銅，又曾採用乾式反射爐法製得商用銅，前者之成分爲99.96%，後者之成分爲99.7%，供給造船廠造幣廠之用，不幸於八一三戰役停歇，回首前塵不勝惋惜。茲就本人經驗，參考各種書籍，將第五章第二節重行寫過。對於煉銅方法之原理，各種爐灶之構造，均敘其大概。

一九五〇年五月汪雲清識

自序

我國鑛產，甲於全產，久爲世界所公認，亦即帝國主義者素所覬覦之一最大目標也。夫中國寶藏之富，固更僕難數，然就今日之急待開發以應時勢之需要與杜無窮之漏卮而言，鋼鐵煤油而外，厥惟銅鑛。查全國各兵工廠製造各種砲彈引信，平時每日需用紫黃等銅總額在十五公噸左右，約合二百五十擔。假定每擔估值以規銀五十六兩計算，共合規銀一萬五千兩。又假定一年工作爲三百日，則所需銅值規銀四百五十萬兩。此外如鑄造貨幣銅器其額亦鉅，綜合其他工業所需者計之，每年不下二三萬噸之譜。況值此電業日臻發達之際，電綫電器之需要日益增，而銅之爲用亦愈廣。乃我國著名各銅鑛，非產量銳減，卽自行倒閉。每年產銅不過八九百噸，杯水車薪，無補實際。至就銅之合金言，種類甚多，但其爲用最廣，製造方法最繁者，莫如黃銅與青銅，諸如熔煉之方，製造棒管與板之術，在在均須有深切之研究，否則製造時卽不能以達預期之目

的。我國各兵工廠以及工業界對於黃銅等合金成品多係仰給舶來，不能自給，一旦有事亦屬可慮。不佞前曾赴日考察冶銅及黃銅製造技術，當時在工場及礦山中對於實地經驗，每日均詳加記錄。及歸，乃本經驗上之記載，參照各種典籍，草成是編，名曰製銅工業。上編闡述銅之性質及冶鍊方法，多取材於雜誌典籍，中編則特注重黃銅之熔化及加工術，以供兵工廠及工業界方面之參考，多半係由工場中實驗得來。現在各種工業，均係以鐵爲經，以銅爲緯，故銅在工業上之位置，與其關係於社會之進化者，視鐵實無多讓。此類述作，當此全國注重經濟建設實際技術之時，自亦爲我學術界所必需，凡將舊稿加以整理，表而出之。倘使我採冶界及各地兵工界因此而獲有涓埃之神益，則著者之榮幸即無以復加矣！茲當付梓之初，謹略贅數言如上。

一九三五年七月著者識

目次

上編 銅

第一章	總論	1
第二章	銅之分類	9
第三章	銅之性質	12
第一節	銅之性質	12
第二節	銅軟化時之性質	16
第三節	銅在高溫度中之機械性質	17
第四章	不純物之影響	21
第五章	銅鑛石及冶金法	34
第一節	銅鑛石	34
第二節	銅冶金法	49
第一項	冶金法之概略	49
第二項	近代製煉法	70

中編 黃銅

第一章	總論	95
第二章	黃銅之平衡狀態圖	97
第三章	黃銅之分類	100
第四章	黃銅之性質	110
第一節	黃銅之物理的性質	110
第二節	黃銅之機械的性質	114
第三節	高溫度中之機械性質	123
第五章	第三元素及不純物之影響	128
第一節	第三元素之影響	128
第二節	不純物之影響	135
第六章	黃銅熔化法	139
第一節	黃銅原料及配合法	139
第二節	黃銅熔化爐之構造及其作業法	148
第三節	選煉工場	213
第七章	石墨坩堝製造法	217
第一節	原料	217
第二節	製造	220

第三節 石墨坩堝之優點.....	222
第八章 黃銅成品製造法	225
第一節 棒類製造法.....	229
第二節 管類製造法.....	243
第一項 銅管製造法.....	243
第二項 黃銅管製造法.....	263
第三節 板類製造法.....	273
第一項 大板製造法.....	278
第二項 小板製造法.....	283
第三項 彈藥殼製造法.....	291
第九章 溫度測定法	295
下編 青銅	
第一章 青銅之平衡狀態圖	309
第二章 青銅之分類	311
第三章 青銅之性質	321
第四章 第三元素之影響	326

製銅工業

上編 銅

第一章 總論

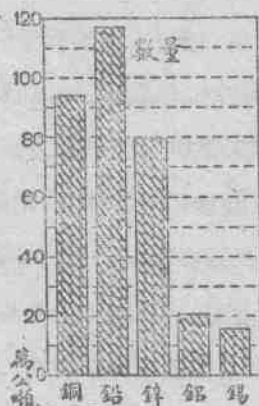
銅之爲用甚廣，產藏既多，價值又廉，具備工業用品之特質，復爲軍用品之必需資材，實爲重要金屬之一。就其產額言，於賤金屬類中除鐵外，有銅、鉛、鋅、錫、鋁、鎳、及汞等。於銅、鉛、鋅、錫、鋁、鎳、汞中，其用途較廣，經濟上亦較爲重要，且世界產額均在百萬噸以上者，除鉛與鋅外，卽爲銅。在歐戰前民國二年時，世界之產銅額爲百九萬噸。歐戰中因軍用方面需銅增多，民國六年時達百五十七萬噸。及後因歐戰休止，銅產漸減，民國十年時，激減至六十一萬噸。嗣復逐年增加，民國十五年時，世界產銅額突破戰時中最高之記錄，民國十七年時達百九十一萬噸。至民國二十年，世界之產銅額亦尙有百三十六萬噸，詳細約如下表：

民國二十年世界銅產額

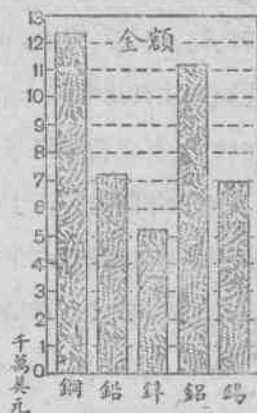
國 名	產 額	百 分 率
美 國	475,945 公噸	34.9%
智 利	224,998 公噸	16.5%
非 州	153,618 公噸	11.2%
加 拿 大	132,117 公噸	9.7%
日 本	76,547 公噸	5.6%
世 界 總 額	1,362,147 公噸	100%

今以民國二十一年之統計為根據，於銅、鉛、及鋅中，由產額之重量言，雖以鉛為最多，但若就產額之金額言，仍以銅為第一，列表示之，概如下圖：

民國二十一年世界賤金屬產額圖



第 1 圖



第 2 圖

次就其地球中之存在量言。依美國地質調查所之報告，構成地球之重要元素，共有八種。其名稱及比率，概如次表：

地球主要元素表

氧	46.68%	矽	27.60%
鋁	8.05%	鐵	5.03%
鈣	8.63%	鈉	2.72%
鉀	2.56%	鎂	2.07%

即以上八種共佔地球百分中之 98.56。其他元素如碳、磷、硫、氫、鋇、錳、氯等全部，僅為 1.44%。至與人生最有關係之有用金屬，如金、銀、鉑、銅、鉛、鋅、銻、砷、錫、汞等，則不過 0.01%。若僅就銅論，則更微不足道。惟此均係對地球全體而言，於此謂有用金屬之過少，毋寧謂地球之重量過大。今就有用金屬言。其在地球內之存在量，若以金為一，銅則為 1500，雖較鋁、鐵、錳、鎳等遙少，然較鋅、鉛、銀、及金等，則固甚多也。列表示之如次：

地球內有用金屬存在比率

金 屬	存 在 率	以 金 為 一 之 比 率
鋁	7.84%	15,680,000
鐵	4.44%	8,800,000

錳	0.08%	160,000
鎳	0.023%	46,000
銅	0.0075%	15,000
鋅	0.0040%	8,000
鉛	0.0020%	4,000
銀	0.00001%	20
金	0.0000005%	1

復次就銅之用途言。因其導電率極良(僅次於銀)故,電業殆可稱為銅之獨舞台。例如電信電話之導線,電車之架空線,電力輸送線,發電機,電動機,以及其他各種電機等,均須用銅。又以其熔解點頗高故,如急速發生蒸汽之機車,防火唧筒汽鍋之火箱,以及其他各種蒸餾器,冷却器等,亦盛行使用。此外因其腐蝕只限於表面,故船底,屋瓦多用銅板。又因其與他金屬如鋅、錫、鋁等造成合金,富有強韌性,故軸承、汽車、建築、造船、貨幣、裝飾等,亦多使用。至若彈丸上之彈藥殼因質係黃銅尤非用此不可。某西人言:『於近世之戰爭,兵士一人,若無銅二噸銅一噸之準備,則一年以上之戰爭,為不可能。』誠屬有據,故就國防上之資源言,銅亦實佔其重要位置之一。

最後再就其產額及價值言,依亨利特那氏(T. Henery

Turner) 之計算,金屬之產額與價值,就產額言,銅居第三位,僅次於鐵及鉛,其詳細如次表:

第一表 世界金屬產額表(民國十四年)

(單位噸約 1016 公斤)

金 屬	重 量	金 屬	重 量
鉑	2.76	錫	150,000
鎳	182	鋁	180,000
金	579	鋅	1,320,000
鈷	1,272	銅	1,410,000
鎂	2,500	鉛	1,500,000
汞	3,030	生鐵及合金鐵	74,000,000
銀	7,460	銅塊及鑄物	86,000,000
鐵	36,500		

次就其價值言,銅則居第二位,僅次於鐵。列表如下:

第二表 世界金屬年產額之比較價值(單位千磅)

金 屬	價 值	金 屬	價 值
鎳	78	鐵	6,370
鎂	905	鋁	17,100
鉑	1,210	銀	26,300
鈷	1,425	錫	27,000
汞	2,070	鋅	29,000

鐵	45,000	生鐵	296,000
金	80,500	鋼	602,000
銅	98,700		

上表係將世界金屬之產額以貨幣價值計算。若就每噸言之，銅價之廉，實居金屬中之第四位。約如次表：

第三表 金屬一噸之價值（單位磅）

金 屬	價 值	金 屬	價 值
鉑	440,000	鎳	175
金	139,000	鉛	95
銀	3,530	銅	70
鈷	1,120	鉛	30
汞	687	鋅	22
錫	429	鋼	7
鎂	364	生鐵	4
錫	185		

又此種金屬比重不同，若將此等價值以立方英尺算出之，銅之價值仍居第四位，概如次表：

第四表 金屬之價值（每立方英尺）（單位磅）

金 屬	價 值	金 屬	價 值
鉑	266,000	金	75,100

銀	1,022	銅	17.3
鈷	267	鉛	9.5
汞	247	鋁	6.9
鎳	101	鋅	4.3
鎢	43	鋼	1.53
錫	37	生鐵	0.79
鎂	17.5		

綜觀上述，可知銅在賤金屬類中，除鐵外年產價值，位居第一，地球中之存在量，亦不在少。年產量位居金屬中之第三位，價僅較鐵及鋅鉛等高，與鋁略相等，但遠低於其他各種金屬。即產藏多而價值特廉，工業用品之特質，可謂業已具備。加以在其用途中，軍用品尤為必需，現在欲鞏固國防，第一須兵器獨立，若欲兵器獨立，第一須先謀資材自給。返觀我國所用之紫銅多係來自日本。自民國元年至十年間，由日本購來之銅塊達一億四千七百五十萬斤，價格達八千萬元。今假定全國兵工廠每日所出之子彈為百萬發，則其所需之紫銅約為二萬五千磅，即一百八十七擔半，每擔以海關兩三十八兩計算，共需銀七千一百二十五兩。再合銅元，電用器具，以及其他日用品物等計之，其為量之鉅，可想而知，一旦對外有事，來源斷

絕，兵器之補給上，勢必發生恐慌。是誠吾國國防上之重要問題。次就銅之將來言，溯自 1800 年以降，以二十五年為一期，銅生產額之增加率約為 180%。今假定此後銅之生產增加率亦略如此，則因 1901-25 年間之產額為二千三百萬噸，1926-50 年間當為六千五百萬噸。對於十九世紀中。全產銅額為一千萬噸者，二十世紀中當有七億八千萬噸之多。以既知之銅鑛埋藏量言，對此實不足用。現在關於銅供求之變化，依數字上之推理，固遽難預斷，然徵以過去之前例，其需要之增加率，實遠超過供給之增加率，則屬毫無疑問。吾國關於銅鑛，川滇湘貴等省歷有開採。其中心產區在漢為豫浙，在唐為閩贛，在清為雲南四川。現在則如雲南之東川年產尚有八千噸，川之彭興，湘之桂陽，吉之磐石、延吉，鄂之陽治、房竹，亦均為銅產名區，當此銅用日廣，銅礦漸竭之始，是誠吾國之重寶。探掘銅鑛，冶煉製造，以杜漏卮，而利國防，為中國冶金界之急務，政府亦應加以獎勵及提倡也。