

礦產普查勘探叢書

銅

古達林 柯瓦列夫合著

中央人民政府地質部編譯出版室編印

礦產普查勘探叢書

銅

古達林 柯瓦列夫合著

中央人民政府地質部編譯出版室編印

本書係根據蘇聯地質部礦物原料研究所主編的“產地在普查與勘探時的評價叢書”(Оценка месторождений при поисках и разведках)第六冊“銅”(Медь)譯出的。爲簡便起見，我們簡稱“礦產普查勘探叢書”。該叢書編輯委員會的成員是：布里塔耶夫(М. Д. Бритаев)、格拉西莫夫斯基(В. И. Герасимовский)、葉爾領夫(А. Д. Ершов)、康士坦丁諾夫(М. М. Константинов)、薩阿克揚(П. С. Саакян)、斯米爾諾夫(В. И. Смирнов)、索洛維耶夫(Д. В. Соловьев)、車爾諾斯維托夫(Ю. Л. Черносвитов)。主編薩阿克揚，本冊編輯阿米拉斯蘭諾夫(А. А. Амирасланов)。本冊作者是古達林(Г. Г. Гудалин)和柯瓦列夫(Ф. И. Ковалев)。蘇聯國立地質書籍出版社1951年出版。

全書十七萬餘字，是蘇聯銅礦地質勘探工作豐富經驗的積累，並有批判地吸收了外國關於這方面的經驗。由本部編譯出版室翻譯。

礦產普查勘探叢書 第一號

銅

МЕДЬ

原著者：古達林、柯瓦列夫

Г. Г. Гудалин, Ф. И. Ковалев

中央人民政府地質部編譯出版室編印
(北京安定門外六鋪炕)

新華書店總經售

北京市印刷一廠印刷

一九五三年十月北京第一版第一次印刷(1—10000)

原 序

本書是工作方法叢書之一。所謂工作方法，係指評價最主要礦產產地所積累起來的經驗的系統化。本叢書編輯的目的是專供地質工作者在初次遇到評價新資源問題時之用。

地質工作者對礦產產地的評價，其內容包括確定礦產的質量、儲量及勘探和開發的條件。隨礦床研究程度的不同，評價可分為：（1）遠景評價，即確定產地作為普查和勘探工作對象的價值；（2）工業評價，此種評價是在勘探工作的成果上進行，並須給開發和原料加工的企業提供設計資料。

在設計過程中必須做一些必要的經濟計算。計算用的原始地質資料，應當在勘探時獲得。本叢書所涉及的經濟知識，僅僅作為設計時的一種方針，不能認為是決定性的意見。

由於自然現象千差萬別，礦床特性各不相同，無從提供一套現成的評價方法。因此，方法問題是本書的主要內容；所引用的例子是我們祖國豐富的實際工作中解決這些問題的有效辦法。

“礦產普查勘探叢書”共分 19 冊。10 冊是金屬礦物原料，9 冊是非金屬礦物原料。

由於所涉及的問題過於複雜，用以說明工作方法的材料範圍又十分廣泛，個別的缺點和不够的地方在所難免。編者希望讀者能通知我們書中所存在的缺點，以便再版時有可能予以更正。

目 錄

原 序

第一篇 總 論

第一章	銅的性質、用途和產量·····	(1)
	銅的世界產量·····	(4)
	利用銅礦的主要趨向和銅產量的增長·····	(5)
第二章	銅在蘇聯國民經濟中的地位 ·····	(7)
	革命前俄國的銅業·····	(7)
	蘇聯的銅業及其原料基地·····	(12)
第三章	世界上其他國家的銅·····	(15)
	銅的產量和銅礦的地理分佈·····	(15)
	外國銅產量的財政操縱·····	(21)
第四章	有工業價值的銅礦物·····	(23)
第五章	銅礦形成的條件·····	(31)
	銅的地球化學的基本特徵·····	(31)
	在自然條件下銅富集的因素·····	(34)
	在自然條件下銅轉移的因素·····	(41)
第六章	銅礦的工業類型·····	(48)
	銅礦工業類型總述·····	(51)
	銅隕鐵床·····	(51)
	黃鐵礦型礦床·····	(51)

	含銅多金屬礦床.....	(56)
	細脈浸染型銅礦.....	(56)
	含銅石英脈.....	(60)
	矽礫岩型銅礦.....	(62)
	銅、鐵、鋁礦床.....	(64)
	層狀銅礦.....	(65)
	銅鉍礦床.....	(70)
	浸染型含銅砂岩.....	(71)
	輝銅礦礦脈.....	(72)
	自然銅礦.....	(73)
第七章	銅礦原料質量方面的工業要求.....	(77)
	對新礦床礦石的要求.....	(77)
	對已開採礦床礦石的要求.....	(79)
第二篇	含銅地區的遠景評價	
第一章	不同類型岩石與銅礦.....	(83)
第二章	作為含銅地區遠景評價標準的火山岩.....	(89)
	細碧角斑岩層系.....	(89)
	正常鈣鹼系列的酸性岩石.....	(105)
	正常鈣鹼系列的中性岩石.....	(111)
	高原玄武岩型基性岩石.....	(114)
第三章	作為含銅地區遠景評價標準的侵入岩.....	(121)
	基性和超基性岩石.....	(121)
	花崗岩類岩石.....	(123)

第四章	作為含銅地區遠景評價標準的沉積岩…… (129)
	大地槽型地區沉積岩含銅遠景評價的地質標準 (129)
	地台型地區沉積岩含銅遠景評價的地質標準… (132)
第五章	作為含銅地區遠景評價標準的地質構造… (137)
	作為礦液通道的區域斷裂帶…………… (137)
	地台區含銅遠景評價…………… (141)
	大地槽區含銅遠景評價…………… (143)
第六章	含銅地區地質工作的任務…………… (145)
	地質測量工作…………… (145)
	地球物理工作…………… (151)

第三篇 銅礦的遠景評價

第一章	黃鐵礦型銅礦的遠景評價…………… (159)
	黃鐵礦型礦床圍岩中次生變化岩石的礦物相… (159)
	形成黃鐵礦型礦床的地質構造條件…………… (164)
	黃鐵礦型礦床風化帶的一般特徵…………… (176)
	黃鐵礦型礦床的預探和根據預探結果的遠景評價…………… (181)
第二章	細脈浸染銅礦的遠景評價…………… (183)
	作為選擇遠景地段的標準要一次生變化岩石的礦物相…………… (183)
	細脈浸染銅礦的地質構造控制…………… (187)
	地表露頭評價…………… (192)
	預探及根據預探結果的遠景評價…………… (199)

第三章	層狀銅礦的遠景評價.....	(201)
	地表露頭評價.....	(201)
	預探和根據預探結果的遠景評價.....	(203)
第四章	矽噶岩型銅礦的遠景評價.....	(207)
	作為矽噶岩銅礦遠景評價標準的矽噶岩礦物相.....	(207)
	硫化礦體與矽噶岩的關係.....	(212)
	地表露頭評價.....	(214)
	預探和根據預探結果的遠景評價.....	(215)
第五章	脈狀銅礦的遠景評價.....	(217)
	脈狀銅礦及其圍岩.....	(217)
	含銅礦脈的構造控制.....	(220)
	地表露頭評價.....	(223)
	預探和根據預探結果的遠景評價.....	(224)
第四篇	銅礦的工業評價	
第一章	詳探.....	(228)
	黃鐵礦型礦床.....	(229)
	細脈浸染銅礦.....	(230)
	層狀礦床.....	(234)
	矽噶岩型礦床.....	(237)
	脈狀礦床.....	(238)
第二章	銅礦的取樣.....	(240)
	岩心鑽進的取樣.....	(240)
	衝擊鑽進的取樣.....	(242)

	山地工作的取樣.....	(243)
	樣品化學分析時必須確定的組份.....	(244)
	技術取樣.....	(246)
第三章	銅礦評價的技術因素.....	(248)
第四章	銅礦儲量的計算法及分類法.....	(252)
	儲量計算方法.....	(252)
	銅礦儲量分類.....	(257)
附錄		(262)
	說明銅礦的材料.....	(262)
	說明區域經濟的材料.....	(263)
參考文獻		

第一篇 總 論

第一章 銅的性質、用途和產量

銅是發現最早的金屬之一。在文化史上，銅器的出現標誌着石器時代的終結和青銅時代的開始。古時，自然銅是製造銅器的材料。紀元前四千多年纔知道從銅的氧化礦物中提煉銅。

埃及的文化古蹟證明紀元前三千多年，冶金術已相當發達。當時青銅器具已得到廣泛的應用，要製成青銅器具就必須知道如何配製銅和錫的合金。那時銅與錫的合金，是在熔煉銅礦時用錫石作混合材所獲得的。其後不久，又以銅礦和鋅礦合熔的辦法製出了黃銅。直到十六世紀始發現純鋅。

紀元前一千年的初期，銅在日常生活上和技術上的用途大為減少，開始了新興的鐵器時代，到目前為止已延續了近三千年。

近百年來銅的作用又顯著增長，因為在現代技術的許多部門中，銅是不可缺少的。銅之所以在日常生活及技術上具有如此廣泛的用途，其最重要的性質有如下述：

1. 導電率高。銅的導電率僅次於銀（就價格而言，銅幾乎僅及銀的七十分之一）。銅的低廉價格和前述的物理性質使它成為電工上最主要的金屬（電機機械製造、電力傳輸線、電信線）。

2. 熱傳導好和化學穩定性強。銅的這些特性決定了它在有機化學製造工業上的廣泛應用（製糖工業的真空器，製酒用的蒸餾鍋、釀造鍋、冷藏器、加熱器、管子、螺形管等）。

3. 有與其他金屬（鋅、鉛、鋁、鎳）熔成合金的能力。

工廠出產有粗銅 ($\text{Cu}=99.0\%$)、精製銅 ($\text{Cu}=99.6\%$) 和電解銅 ($\text{Cu}\geq 99.95\%$)。需用者所得到的是棒狀生銅 (銅錠)，或陰極電解銅。重熔陰極銅可以製造銅塊——而此銅塊可用作軋製銅絲。

電工製品對銅的質量提出很高的要求，因為如果銅含有其他的雜質，銅的導電率就會大大降低；這些雜質且嚴重影響銅的機械性質；同時，降低了銅在熾熱和冷卻情況下的可塑性。鉍就是最有害的雜質；當有鉍存在時，銅就產生紅脆性，從而增加壓延的困難，甚至不能壓延。在銅中只要含有十萬分之幾的鉍就會發生不良影響。如含有萬分之幾的鉛，也會引起同樣的後果。硫則增加冷卻銅的易碎性。

銅 的 合 金

表 1

合 金 名 稱	含 量 (%)					
	Cu	Zn	Ni	Sn	Al	其 他 成 分
砲銅	90—80	10—20	—	—	—	
黃銅	70—59	30—40	—	0—1.5	—	Pb=0—3.0
含錫青銅	95—75	0—6	—	3—11.0	—	Pb=0—13.0
含鉛青銅	95—85	—	0—10	—	5—11	Si=0—2.0
白銅 (鋅、鎳、銅合金)	80—65	0—18	13—30	—	—	—
德國銀 (鋅、鎳、銅合金)	65—50	20—25	10—25	—	—	Pb=0—1.3
康銅 (銅、鎳合金)	59	—	40	—	—	Mn=1.0
鎳銅合金	67	—	32	—	—	Mn=1.0
錳銅 (錳、銅、鎳合金)	84	—	4	—	—	Mn=12.0

銅合金的機械、防蝕、耐磨性質因其成分不同而變化。

銅和鋅的合金 (黃銅) 在工業上應用最廣，用來製造薄片、管子、子彈壳、鐘錶零件和其他精密的機械和儀器的零件。

銅和錫的合金（青銅）用於一般的機器製造業，以供製造重要鑄件、發電子、軸承等。銅和鋁的合金（含鋁青銅）在化學性質方面較銅、黃銅和含錫青銅為穩定。由於含鋁青銅的機械性質和化學性質強，在機器製造業上便採用它來製造物理儀器、精密儀器、齒輪、通風器和耐酸泵，它還可以用於汽車製造業和造船工業以及鐘錶業、珠寶業和製造外科醫療器械。

銅和鎳的合金可用來作為不銹金屬或作高電阻的材料（在電工上）。

德國銀（銅、鎳和鋅的合金）具有悅目的銀白色和強的抵抗腐蝕的穩定性，可以磨得很光亮，並能長久地保持其光澤和顏色。這些合金可用來製造外科醫療器械、光學儀器、日常生活用品（匙子、器皿）和藝術品。

美國對銅的用途（百分比）

表2

應 用 部 門	1936年	1937年	1938年	1939年	1940年
電工製造	31.90	34.65	34.67	33.10	33.08
電話和電報	3.47	4.65	4.93	4.87	4.58
電力傳輸線和電燈線	9.61	9.65	10.20	8.36	6.93
其他各種金屬線	13.89	11.86	9.87	11.86	11.21
汽車	14.13	13.03	9.05	10.61	9.63
建築	9.48	8.30	11.11	11.11	9.53
冷卻器、自動機	3.00	1.57	1.10	1.35	0.98
其他應用部門	23.01	21.17	33.70	23.36	20.20
輸出品	4.33	5.33	6.38	6.38	13.87

康銅、鎳銅合金和錳銅，除含有銅和鎳外，還含有錳。它在電工製造上都是高歐姆電阻的合金。

由於在許多技術部門中，銅的需求不斷增長，因而用較普通的

材料來代替銅的趨勢便隨之而起。

美國純銅消耗的資料（表 2）就可以說明上述銅的各種用途。

表 2 也說明銅在最主要的工業部門中，有着極其廣泛的和多種多樣的用途。

銅的世界產量

隨着銅在技術上的重要性日益增長，這種金屬的生產也就在不斷地擴大。二次世界大戰前百年間銅的總產量中，最後三十年的產量就佔去十分之七，其中十分之三是最後十年的產量（表 3）。

十九世紀以來銅的世界產量

表 3

年 代	世界上的銅產量(噸)①	年 代	世界上的銅產量(噸)①
1801—1850	1,362,883	1891—1900	3,764,268
1851—1860	688,632	1901—1910	6,920,379
1861—1870	1,042,678	1911—1920	11,056,283
1871—1880	1,291,612	1921—1930	13,547,375
1881—1890	2,557,634	1931—1940	16,902,904

如果我們研究一下下面的統計圖（圖 1）即可對近 60 年來銅的生產規模得出一個概念。這個圖說明了美國的生鐵與銅生產的最重要關係。

1. 出產一噸生鐵時，銅的熔鑄量介於 30—40 公斤之間，在戰前最後的幾年，稍有增高的趨勢。個別情況下，這個比例的增高（1921 年是 50 公斤銅比一噸生鐵，而 1933 年是 90 公斤比一噸）是危機年代的徵兆，它表明經濟蕭條，首先在大量應用的生鐵生產水平上反映出來。

① 1930 年以前的數字是引自第十六屆國際地質會議的材料〔53〕。

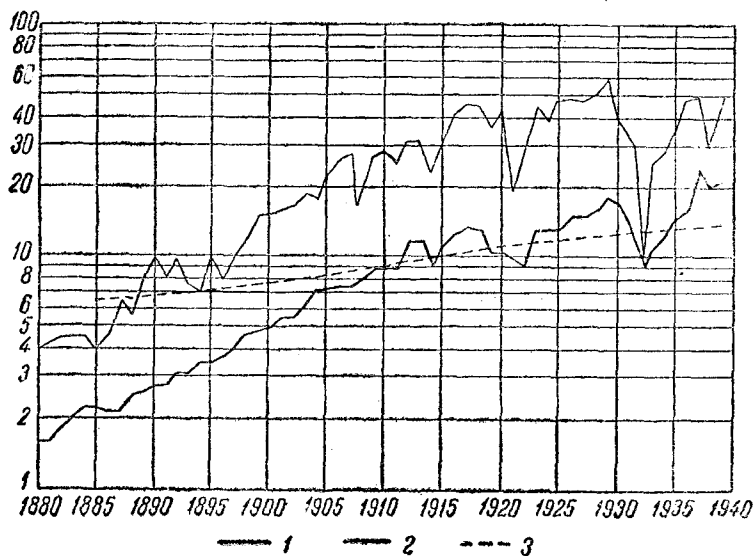


圖 1. 美國銅與生鐵生產的增長

1.——銅(十萬噸)；2.——鐵(百萬噸)；3——人口(十萬)

2. 第一次世界大戰前三十年中，美國按人口計算的銅產量的增長就是一個例證。1880年美國每人平均是2.5公斤銅，1909年已為10公斤。以後其發展陷於停滯，而在危機的年代銅的生產則降到每人10公斤以下(1923年和1933年—7.9公斤)，稍微好轉的年份則提高到12—13公斤。1933年以後又重新高漲起來，而1939年美國的銅產量平均每人達14.5公斤。

按生產規模來說，除鐵以外，銅已超過其他任何金屬。

利用銅礦的主要趨向和銅產量的增長

銅的生產的極大增長，帶來了世界各國原料供應地的擴大。新工業類型礦石的發現，也引起了生產上主要技術經濟指標的重大變

化。這些指標中最主要之一即礦物中銅的平均品位，表現出一般的規律性，這一規律性是由於開採礦體的噸數急劇增加而發生的，這就是可採礦石的平均品位大大減低了。十九世紀初在俄國開採的是平均品位約 10 % 的銅礦，在英國約 9 %，以後銅的平均品位便急劇地降低了。這一點可以從表 4 看得出來。

美國所開採的銅礦中銅的平均品位

表 4

年 份	銅 的 平 均 品 位 (%)
1881—1890	5.20
1891—1900	3.80
1901—1910	2.06
1911—1920	1.64
1921—1930	1.49

由於採礦工程和加工技術的進步，開採質量低的礦石就有了可能。

銅是有色冶金工業中最主要的金屬，大規模地開採銅時就必須使開採工程全部機械化，特別是露天開採和選礦以及部分使用的浮選法。

生產技術的進步，給摻用貧礦以改善經營提供了可能。不管在什麼地方只要是可能和便利，一定要提煉銅礦中的其他成分，特別是金、鋅、鎢、硫、鐵以及鉬、鎳、鈷和鉍。

這樣看來，現代化的採銅企業，勢必是一個巨型的聯合企業。它擁有採礦、選礦、冶金和化學等各個組成部分。

第二章 銅在蘇聯國民經濟中的地位

革命前俄國的銅業

鑄造銅質大砲是古代鑄造業的一支。由於強大的莫斯科國的獎勵，十五世紀末葉俄國已有規模相當大的鑄造業，那時俄國已擁有許多國產大砲，在武裝上與其他國家並駕齊驅。到十六世紀俄國製造的武器更爲流行〔6〕。

位於莫斯科中心(聶格林河岸 [р. Неглин])的普舍奇廠(Пушечный двор)就是最古老的煉銅企業中的一個。十七世紀中葉以前，普舍奇廠要算是當時一個巨型的工廠，現在它是莫斯科的古蹟之一。世界上最大的鑄造物——「王鐘」①(царь-колокол)，乃是俄國工匠高度藝術性的紀念物。

十八世紀以前，煉銅生產已集中到俄國的中部，但原料主要是由外國輸入。從十八世紀初，烏拉爾各礦區已成為銅業主要供應地。西洛夫(Шиловский)、古美舍夫(Гумешевский)(1702年)、亞文(Яйвинский)(1724年)等產地這時已經開採。同時烏拉爾最老的煉銅工廠——烏克土斯(Уктусский)(1702年)、韋斯(Выйский)(1721年)、伊謝特(Исетский)和上土拉(Верхотурский)、波列夫(Полевский)和亞文(1724年)等也已建設起來。

① “王鐘”鑄造於1654年，重約8,000普特。爲利用波利斯·哥都諾夫(Борис-Годунов)時代大約同重的破鐘金屬製成。現在的“王鐘”已經改鑄過，從新增加了金屬，重12,527普特，改鑄於1733年。

在十八世紀最初的二十四年中，在烏拉爾北部沿洛伯瓦(Лобва)和里亞拉(Ляла)河也發現了銅礦。爲了熔煉這些產地的礦石，1724年就建立了里亞拉工廠，由於上述礦床的礦石貧乏，所以康查科夫(Конжаковский)和吉列夫(Гилевский)(1729年)礦床的礦石就在該工廠熔煉。

由於沿瓦格蘭(Вагран)和科朗加(Колонга)河(1753年)發現了很多銅礦，煉銅生產在烏拉爾上述地區更順利地發展起來。1760年至1766年期間發現了土拉礦床(華西里耶夫、蘇霍德(Суходойский)、弗羅洛夫(Фроловский)等)。爲了上述礦床的礦石加工，便建立了別特羅巴甫洛夫(1764年)和波哥斯洛夫(Богослов)(1771年)工廠。

十七世紀到十八世紀烏拉爾附近地區，從索里卡姆斯克(Соликамск)到奧連堡(Оренбург)很大的範圍內，向西直到維亞特卡河(Вятка)和伏爾加河，銅礦產量和金屬熔煉大大擴展，比烏拉爾的規模更大，舊坑道的痕跡證明古時曾在該地開過礦。靠近索里卡姆斯克，在開採過的銅礦上(十七世紀三十年代)又開始了新的開採工作。礦山的數目增加很快，該區礦山的總數在建立銅業的整個時期中，超過9,000個以上，由很多礦山證明各個礦床的儲量不大。

從十八世紀到十九世紀七十年代^①，在該區內建立了很多煉銅工廠。在別爾姆(Пермский)省培斯科爾(Пыскорский)(1724年)、雅果西欣(Ягошихинский)(1723年)、莫托維里欣(Мотовилихинский)(1736年)、蘇克松(Суксунский)(1729年)、維西姆(Висимский)(1735年)、尤果夫(Юговский)(1735年)、沙克文(Шаквинский)

^①到處建立工廠的年代。