

工業礦物原料叢書

銅

古達林 雷舒克 謝多娃 合著

地質出版社

銅

林克娃
達舒多
古雷謝
合著

地質出版社

本書係蘇聯地質部全蘇礦物原料研究所主編的「對礦物原料之質量方面的工業要求叢書」(Требования промышленности к качеству минерального сырья)(爲簡便起見,我們簡稱「工業礦物原料叢書」)的第廿五冊「銅」(выпуск 25, Медь),係古達林(Г. Г. Гудалин)、雷舒克(М. А. Рышук)、謝多娃(Г. А. Седова)合著。蘇聯國營地質出版社1947年出版。由本部翻譯室翻譯,編譯出版室審校出版,地質出版社再版。

工業礦物原料叢書 第五號

銅

МЕДЬ •

原著者: 古達林、雷舒克、謝多娃

Г. Г. Гудалин, М. А. Рышук, Г. А. Седова

中央人民政府地質部編譯出版室編譯

(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—4000冊)

一九五四年一月北京第一版第二次印刷(4001—8000冊)

目 錄

原 序.....	(1)
一 銅的總述及其性質和應用.....	(3)
二 銅礦石的礦物成分	(8)
三、蘇聯銅礦的工業類型	(14)
蘇聯各種工業類型銅礦述評	
四、其他各國有工業價值的銅礦產地	(28)
層狀礦床	
斑狀銅礦	
含銅石英脈	
矽噯岩銅礦	
黃鐵礦型銅礦	
多金屬礦、銅鉬礦和銅鎳礦	
含銅砂岩	
自然銅礦	
五、銅礦的選礦	(34)
按礦石的工業類型和技術品級來談礦石的	
可選性	
銅礦石可選性總述	

六、銅礦礦石及淨礦的處理	(45)
概述	
高溫冶煉	
濕法治煉	
伴生組份之利用	
七、工業上對銅礦原料質量的要求	(54)
對新礦床礦石質量的要求	
對現正開採礦床的礦石與淨礦的要求	
八、銅礦質量試驗	(59)
找礦時礦石質量試驗	
勘探時礦石質量試驗	
九、主要經濟資料	(69)
十、銅礦床技術經濟評述的必須資料	(76)
參考文獻	(78)

原 序

這套叢書的任務，是爲了幫助地質工作者對於礦物原料質量進行評價。針對這個任務，本叢書主要是敘述各個工業部門對各種礦物原料及其加工產品所提出來的技術要求。

書中所列述的技術定額均附有說明及技術的根據，這就大大地便於了解各種指標的作用及意義。

本書對地質學、礦物學、技術樣品的取樣、加工、選礦、經濟學以及野外試驗及實驗室試驗等問題，也都約略談到。

這樣，野外地質工作者就有可能從一本小冊子中來找到他們在勘探某種礦產時，有關工業評價上的許多極重要的實際問題的答案。

本叢書擬分冊出版，共分六十冊。其中有五十冊敘述最重要的礦產，其餘十冊是對於根據工業上不同的用途而分類的各種礦物原料的綜合性的敘述。例如磨料、填料、陶瓷原料、光學礦物等。

這樣的小冊子還是初次編印出版，無論是在國內或國外的文獻中，都沒有類似的出版物，書中可能有遺漏、錯誤、含混及其他疏忽的地方。編輯部要求所有的讀者對於每一冊書都提出自己的批評和希望。我們將非常感謝，並在再版時

很好地考慮這些意見。

本手冊是由蘇聯地質部委託全蘇礦物原料研究所編寫而成。

一、銅的總述及其性質和應用

銅的重要性質。原子量爲 63.57；比重隨加工方法不同而異；一般爲 8.3—8.9；熔點爲 1083°；沸點爲 2310°；硬度按莫氏硬度表爲 3，按白氏 (Бринель) 約爲 50；瞬息抗張強度爲 15—24 公斤/平方毫米；電阻爲 56.05 歐姆/立方厘米；導熱力爲 0.93 卡/厘米秒度 (攝氏)。

沒有氧化物薄層蓋覆的純銅具有鮮明玫瑰色。氧化物薄膜給銅罩上一層紅褐色。銅性柔軟，具展性，延性極大。

在技術上銅可分爲：粗銅 (черновая) ($\text{Cu} \sim 99.0\%$)，精煉銅 (рафинированная) ($\text{Cu} \sim 99.6\%$) 和電解銅 (электролитическая) ($\text{Cu} \sim 99.95\%$)。精煉銅常製成銅錠，電解銅在陰極製成。陰極上的銅再熔化，即可鑄成銅塊，作爲製銅絲的材料。

根據蘇聯國家標準 (ГОСТ) 859—41，訂出各種商品銅及其用途如表 1。

對銅的質量要求之所以高，是因爲如銅內混有雜質，它的導電力即急劇降低，而且這些雜質對銅的機械性質也起着壞的影響。最有害的雜質是鋁，如果含鋁十萬分之幾，則銅剛一燒紅即發生碎裂現象，結果使軋製困難，甚至不可能軋

商品銅（銅塊、銅極和銅錠）的分類（根據國家標準 859—41）

表 1

4

牌 名	(含 銅) 不 少 於	雜 質 （不超過）										雜質總量
		含 量										
		Bi	Sb	As	Fe	Ni	Pb	Sn	S	O ₂	Zn	
M0	99.95	0.002	0.002	0.002	0.005	0.002	0.005	0.002	0.005	0.003	0.005	0.05
M1	99.9	0.002	0.002	0.002	0.005	0.002	0.005	0.002	0.005	0.08	0.005	0.1
M2	99.7	0.002	0.005	0.01	0.05	0.2	0.01	0.05	0.01	0.1	—	0.5
M3	99.5	0.005	0.05	0.05	0.05	0.2	0.05	0.05	0.01	0.1	—	0.5
M4	99.0	0.005	0.2	0.2	0.1	—	0.3	—	0.03	0.15	—	1.0

大致的用途：

- M0——製造導電體和很純的合金
- M1——製造導電體、銅材和不含錫的高級質量青銅
- M2——製造高級質量的半製品（導電體和壓力製作的合金除外）
- M3——製造普通質量的銅材和合金，鑄造用合金
- M4——製鑄造用青銅和不重要的合金

註：1. 銀的含量計入銅的含量中。

3. 做成錠子的銅中，容許有下列情況：

M3 中，鎳的含量不得超過銅的 0.4%；鉛的含量不得超過雜質總量的 0.035%。

M5 中，鎳的含量不得超過銅的 0.6%。

3. 在 M4 牌子的銅中，鎳、錫和鉍雜質之和只要不超過雜質的總量即可。

製。如果含鉛萬分之幾，其結果也是一樣，含硫的銅在冷空氣中易碎。

銅的應用。在技術上和日常生活中銅的應用很廣，其原因是它有下列特性：

(1) 導電力高，因而使銅成為電工上的主要金屬（電機製造業、電力傳輸線、電線等等）。

(2) 純銅具有優良的導熱能力和高度的化學穩定性，因此它在有機化學工藝上具有廣泛的用途（真空器、蒸餾器、釀造鍋、冷凍器、加溫器、試管、蛇形管及其他等等）。

(3) 能够和其他金屬（鋅、錫、鋁、鎳）按任何比例熔成合金。

最重要的銅合金的成分見表 2。

銅 合 金 表 2

名 稱	含 量 %					
	Cu	Zn	Ni	Sn	Al	其 他
砲 銅 (томпаки)	90—80	10—20	—	—	—	—
黃 銅 (латуни)	70—59	30—40	—	0—1.5	—	Pb 0—3.0
含錫青銅 (бронзы оловянные)	95—70	0—6	—	3—11	—	Pb 0—15.0
含鋁青銅 (бронзы алюминиевые)	95—82	—	0—8	—	5—10	Si 0—2.0
白 銅 (мельхиор)	80—65	0—18	13—20	—	—	—
銅、鎳、鋅合金 (нейзильбер)	65—50	20—25	10—25	—	—	Pb 0—1.2
康 銅 (константан)	59	—	40	—	—	Mn 1.0
鎳 銅 (никелин)	67	—	32	—	—	Mn 1.0
錳 銅 (манганин)	84	—	4	—	—	Mn 12.0

銅和鋅的合金（黃銅）在工業上應用最廣。用來製造銅板、銅管、彈壳、鐘錶零件及其他精密機械和儀器的零件。

銅和錫的合金（青銅）用於一般的機器製造業、重要的鑄件、配件、軸承及其他。

銅和鋁的合金（含鋁青銅）在化學性質方面較銅、黃銅、含錫青銅為穩定。在機器製造業上它常用來製造物理儀器和精密的儀器、齒輪、送風機、抗酸泵、用於汽車製造工業和造船工業、也用於鐘錶製造業、珠寶業或用來製造外科醫療器械。

銅和鎳的合金用作不易腐蝕的金屬或在電工上作為一種高電阻的金屬。白銅和銅鎳鋅合金具漂亮的銀白色，抗蝕力強，可以磨得很亮，並能長久保持其光澤和顏色。用來製造外科醫療器械、光學儀器、日常生活用具（小匙、小盤）和藝術品。康銅、鎳銅和錳銅在電工學上用作電阻合金。

銅的代用品。在電工學上，廣泛地用鋁來代替銅，鋁的導電力約為銅的導電力的一半。由於純鋁的機械強度較小，所以就開始用具有良好機械性質的鋁與鎂、矽的合金（鋁矽（альмасилиум）、鋁鎂（альмелек 或 альдрей）等等）來製造電線。用鋁鎂合金（альдрей）（除鋁之外，約含鐵 0.3%，含鎂 5%）製成的電線比具有同等導電力的銅製電線幾乎輕一半，強度為它的一倍半。

在機器製造工業各部門中，特別是在製作單位負荷大的和速度小的軸承時，常用抗磨生鐵作青銅的代用品，這種生鐵的主要用途就是製造車床。

在化學器材方面，銅和銅的合金在許多場合下可以順利地用抗酸材料來代替，諸如陶器、天然耐酸材料（石英基性斑岩、安山岩、花崗岩等等），被融熔過的輝綠岩、玻璃、耐酸混凝土等。

二、銅鑛石的礦物成分

銅的礦物。在自然界中，已知的含銅礦物約有 170 種，各種礦物的分佈和工業意義也很不一致。從岩漿中心起至次生富集硫化帶止的每一聚結階段中，由於銅表現了顯著的親硫性，所以銅的硫化物佔絕對多數，蘇聯各有經濟價值的銅礦中，90% 以上是銅的硫化物。而其餘的則為銅的碳酸鹽、氧化物、矽酸鹽及自然銅。

能够說明各種工業銅礦礦物的主要資料的見於表 3。

黃銅礦（халькопирит） 是一切類型銅礦的主要銅礦礦物。在膠結帶，則為輝銅礦和銅藍所代替。

斑銅礦（борнит） 在哲茲卡茲甘（Джезказган）銅礦中，和黃銅礦同為主要銅礦礦物；偶而也見於黃鐵礦型的銅礦中。在硫化富集帶中，僅起次要的作用。

輝銅礦（халькозин） 常替換其他硫化物而生成。在斑狀銅礦的富集帶中為主要銅礦礦物。在這種情況下，它是代替黃鐵礦和黃銅礦而生成的。在矽噶岩銅礦和烏拉爾的黃鐵礦型礦床中，特別是在巴什基里亞（Башкирия）的礦床中，輝銅礦是很普通的一種礦物。輝銅礦也可以是原生礦物（哲茲卡茲甘）。

銅藍 (ковеллин) 常與輝銅礦相伴而生，為次生硫化物，但其數量則遠不及輝銅礦。

黝銅礦 (блеклые руды) 主要為砷黝銅礦 (теннантит)。在黃鐵礦型的銅礦、銅礦脈和矽噯岩銅礦中有時形成少量的雜質。

斜方硫砷銅礦 (энаргит) 在蘇聯的銅礦中很少見。是美國蒙大拿州標特城 (Бьютт) 銅礦的重要礦物。

孔雀石 (малахит) 是各種類型的銅礦經氧化而形成的，為最廣泛的一種礦物。

藍銅礦 (азурит) 和矽孔雀石 (хризоколла) 和孔雀石同見於氧化銅礦中，但數量極少。

膽礬 (халькантит) 和銅綠礬 (пизанит) 在黃鐵礦型銅礦的氧化帶中甚多。

水膽礬 (брошантит) 和氯化銅礦 (атакамит) 見於哲茲卡茲甘銅礦的氧化帶中。

赤銅礦 (куприт) 是銅的硫化物特別是輝銅礦和斑銅礦氧化的產物。

黑銅礦 (тенорит) 繼赤銅礦之後進一步的銅的氧化物。

自然銅 (самородная медь) 在各種類型的氧化銅礦中甚多。美國蘇必略湖最大的自然銅礦床是人所共知的。

有經濟價值

名 稱	化 學 成 分	含 銅 量 (%)	晶 系	硬 度
黃 銅 礦	CuI eS_2	54.56	正方晶系	3—4
斑 銅 礦	Cu_3FeS_3 至 Cu_7FeS_5	55.5—63.3	等軸晶系	3
輝 銅 礦	Cu_2S	79.33	斜方晶系	2—3
銅 藍	CuS	64.44	六方晶系	1—2
砷 黝 銅 礦	$3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$	—	等軸晶系	3—4
黝 銅 礦	$3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2 \cdot \text{S}_3$	—	等軸晶系	3—4
斜方硫砷銅礦	Cu_3AsS_4	48.36	斜方晶系	3
孔 雀 石	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	57.5	單斜晶系	3.5—4
藍 銅 礦	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	55.4	單斜晶系	3.5—4
矽孔雀石	$m\text{CuO} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot p\text{H}_2\text{O}$	約 45	非 晶 體	2—4
膽 礬	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	25.4	三斜晶系	3
銅 綠 礬	$(\text{Fe}, \text{Cu})\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	10—18	單斜晶系	2—3
水 膽 礬	$\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu(OH)}_2$	56.2	斜方晶系	3.5—4
氯 銅 礦	$\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu(OH)}_2$	61.2	斜方晶系	3—3.5
赤 銅 礦	Cu_2O	88.8	等軸晶系	3—4
黑 銅 礦	CuO	79.85	單斜晶系	3—4
白 然 銅 礦	Cu	—	等軸晶系	2—3

的 銅 礦 礦 物

表 3

比 重	顏 色	條 痕	光 澤
4.1—4.3	青銅色或金黃色	淡綠黑色	金屬光澤
4.9—5.2	在銅紅色與砲銅褐色之間	淡灰黑色	金屬光澤
5.5—5.8	淺黑色、鉛灰色	暗灰色	金屬光澤
4.55—4.64	靛藍黑色、淡藍黑色	灰色至黑色	不完全的金屬光澤和 樹脂光澤
4.37—4.49	灰白色	灰色	金屬光澤
4.4—5.1	灰白色；較砷黝銅礦暗 而且藍一點	灰色	金屬光澤
4.4	淡灰黑色或鐵黑色	淡灰黑色	金屬光澤
5.9—4.1	翠綠色至黑綠色	淡綠色	玻璃光澤、絲絹光澤
5.7—5.9	由天藍色至暗藍色	淺藍色	玻璃光澤
2.0—2.2	淺藍、藍色、褐色至黑 色、藍色至天藍色	淡綠褐色	釉狀光澤、脂肪光澤
2.3	藍色	無色	玻璃光澤
2.15	藍色	無色	玻璃光澤
5.9	翠綠色，淡黑綠色	淡綠色	玻璃光澤
5.7—5.8	翠綠色，黑綠色	蘋果綠色	玻璃光澤
6.0	紅色至黑色	淡褐紅色	金屬光澤
6.0	黑色	黑色	金屬光澤
8.5—3.9	銅紅色	光亮之金屬色	金屬光澤

伴生組份。在銅礦的其他組份當中，值得指出的有下面幾種：

鐵和硫——幾乎在一切銅礦床中都有，而在黃鐵礦型的礦石中更是首要的組份。在黃鐵礦型的銅礦中，含鐵和硫的主要礦物為黃鐵礦，其數量可達 95% 或 95% 以上。不管有色金屬是否存在，黃鐵礦型的礦石都是生產硫酸和硫黃的重要原料，同時剩下的殘渣還可煉鐵。當黃鐵礦型的礦石氧化時，其中的鐵就形成了鐵帽（褐鐵礦）。

金和銀在各種銅礦中常常出現。在黃鐵礦型的礦石中鋅和鎳是相當重要的，有時鉛也存在於黃鐵礦型的礦石中，而且在哲茲卡茲甘的銅礦中，其數量之多可供提煉，這就表示着由銅礦過渡成為多金屬礦。

鎳（和鉑在一起）、鈷、鉬、鈳、鈦，在中部非洲還有鈾，都常見於銅礦中，而且在數量上足以使這種金屬成為重要組份（參看本叢書有關的冊子）。

在蘇聯各礦區的銅礦中，錫和銻沒有獨立的實際意義。在某些黃鐵礦型的礦石中有砷，很容易從逸出的氣體中聚集。

硒存在於硫化物中，稀疏分佈，對黃鐵礦型的礦石來說，很值得注意。

重晶石和磷灰石為非金屬礦物，在某些情況下，開採銅礦時有可能採取這些礦物。