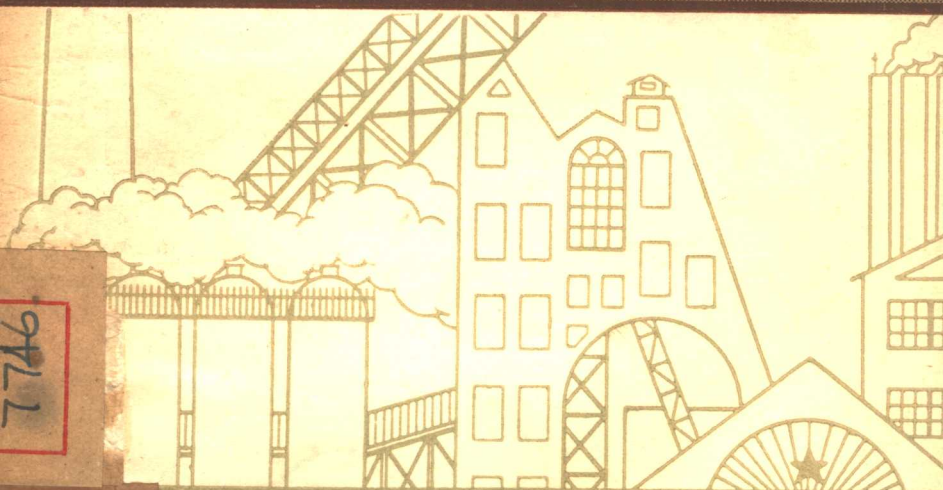


工業礦物原料叢書

多金屬礦

巴斯曼諾夫 古達林 洛斯庫托夫著

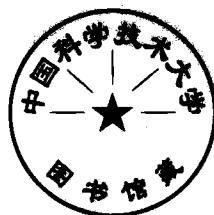


中央人民政府地質部編譯出版室編印

7746

多 金 屬 礦

巴斯曼諾夫 古達林 洛斯庫托夫著



中央人民政府地質部編譯出版室編印

本書係蘇聯地質部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”)的第四十二冊“多金屬礦(鉛、鋅、銀、鎳)”(выпуск 42, “полиметаллические руды [свинец, цинк, серебро, кадмий]”),巴斯曼諾夫(В. А. Басманов)、古達林(Г. Г. Гупалин)、洛斯庫托夫(Ф. М. Лоскутов)合著,蘇聯國立地質書籍出版社1948年出版。由本部編譯出版室翻譯出版。

工業礦物原料叢書 第六號

多金屬礦

(鉛、鋅、銀、鎳)

Полиметаллические руды

(свинец, цинк, серебро, кадмий)

原著者: 巴斯曼諾夫、古達林、洛斯庫托夫

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

一九五三年十一月北京第一版第一次印刷(1—10,000冊)

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估價。針對着這個任務，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根據，這就大大地便於了解各種指標的作用及意義。

本書對於地質學、礦物學、技術礦樣的採樣工作、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有關他們所進行勘探的礦床的工業估價上有許多極重要的實際問題的答案。

本叢書擬分爲六十冊出版。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。

由於考慮到這樣的小冊子還是第一次編印出版，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。

定價：4.200

目 錄

原 序

一. 多金屬礦的總述、性質及應用.....	(1)
二. 多金屬礦石的礦物成分.....	(7)
三. 蘇聯礦石及礦床的工業類型.....	(12)
四. 國外礦床的工業類型.....	(25)
五. 選礦.....	(30)
六. 鉛及鋅的冶金.....	(47)
七. 對多金屬礦石及淨礦質量的工業要求.....	(52)
八. 質量試驗.....	(61)
九. 一些最重要的經濟資料.....	(72)

參考文獻

一、多金屬礦的總述、性質及應用

所謂多金屬礦石是指含鉛、鋅、銀、鎢以及銅、金和其他金屬等有用組份的綜合礦石。本書僅就前四種金屬的基本性質及其用途進行介紹。至於組成多金屬礦石的其他金屬的工業要求，在相應的各分冊中再分別介紹。

鉛 莫氏硬度^① 1.5，布氏 (Бринель) 硬度 4。可延伸，但不堅實，易斷裂。極限強度 1.8 公斤/平方毫米，彈性係數 0.16×10^6 公斤/平方厘米。比重 11.37，熔點 327.4° ，沸點 $1,525^\circ$ 。在 $850-900^\circ$ 時鉛開始顯著地揮發；含其他金屬（銻、鋅）雜質時其揮發性增加。鉛是熱和電的不良導體；在空氣中其表面氧化而生成氫氧化鉛 ($\text{Pb}(\text{OH})_2$) 的薄膜；熔融的鉛經空氣的作用變成一氧化鉛 (PbO)；冷硫酸和冷鹽酸對純鉛不起作用，氫氟酸加熱時能強烈腐蝕鉛。硝酸為鉛的最好溶劑，能使鉛變成鉛的硝酸鹽 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ，鉛能和銀、金、銻、砷等很好地熔合。其他物質的雜質對鉛的性質有很大的影響。例如砷能促使鉛易於成粒，銻能使它容易結晶等等。

由於鉛的柔軟性，延展性及良好的耐磨性質，它在工業

①鉛的硬度和鉛的其他某些性質一樣，隨所含 Sb、Cu、Bi、Ag、Zn、As、S 等雜質的數量不同而有差異。

上用途很廣。鉛可以作成許多合金：軸承合金，活字版合金等。鉛在生產蓄電池的電氣工業方面用途特別廣泛，隨着汽車工業的發展此種蓄電池的需要不斷大量地增加着。在鉛的消費上分佔第二位和第三位的是顏料生產和電纜生產。鉛箔用來保護許多物體免受光線和潮濕的損害。鉛箔的厚度可從 0.025 毫米至 0.0125 毫米。在許多生產部門中鉛製的管子可用來輸送腐蝕性的液體。鉛版因具有韌性和延展性，常用作鐵器、銅器和其他器具上的蔽覆物，以免這些器具受到某種物質的腐蝕。銅、鋅及其他金屬的電解槽，也可用鉛版將其周圍。鉛在 X 光工藝學上的應用也很廣泛。

表 1 為 1939 年美國鉛的消費資料。

1939 年美國鉛的消費

表 1

應 用 部 門	千 噸	百分率 (%)
蓄電池	180	29.8
顏料	120	19.9
電纜包皮	67	11.1
建築	45	7.4
彈藥	38	6.3
鉛箔，軸承合金及活字版合金，鋅料	65	10.3
其他方面	92	15.2
合 計	605	100.0

鋅 為青白色金屬，在常溫下相當脆，但在 100—110° 時很易壓延。鑄造鋅的抗張強度為 12—14 公斤/平方毫米。布氏硬度為 40；壓延鋅的強度為 16—18 公斤/平方毫米，布氏硬度

爲 45。比重 7.2。熔點 419.4° ，沸點 907° 。鑄件的溫度越高，凝固越慢，則鋅的結晶構造也就愈顯著。當溫度爲 $100-150^{\circ}$ 時，鋅可壓延爲極薄的鋅片（不到 0.05 毫米）；在 250° 時它重新變脆。鋅在乾燥的空氣中不起變化，但在潮濕空氣中或在含碳酸和氧的水中則鋅的表面生成一層 $\text{ZnCO}_3 \cdot 3\text{Zn(OH)}_2$ 的薄膜。這層薄膜緊緊地蓋着鋅的表面使鋅不再繼續氧化。薄膜的厚度通常不超過 0.02 毫米。鋅與各種酸發生反應即可放出氫，其反應的速度隨鋅中所含的雜質而定，若爲純鋅時則反應速度極小，當鹼類作用於溶解的鋅鹽時即生成氫氧化鋅呈白色沉澱而落下： $\text{ZnSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Zn(OH)}_2$ 。氫氧化鋅可溶於酸，生成鋅鹽，也可溶於鹼而生成鋅酸鹽： $\text{Zn(OH)}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Zn(ONa)}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

因此，鋅爲兩性元素，在酸中爲金屬，而在強鹼中爲非金屬。

鋅鹽中最常見的有硫酸鋅 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、氯化鋅 ZnCl_2 及硫化鋅 ZnS 。

鋅廣泛地用來製作各種合金。例如鋅和銅、錫是青銅的組成部分（見本叢書——“銅”）。鋅和銅、鎳合金稱爲德國銀（白銅〔мельхиор〕或洋銀〔нейзильбер〕）；鋅和鉛、錫及鎳的合金稱爲耐磨金屬或“活字版金屬”。上述各種合金在機器製造業、汽車工業、運輸及許多其他生產方面用途很廣（見本叢書——“銅”）。在壓力鑄造方面鋅的用途也在日益

增長，較純的鋅就用在這方面。鋅加上銅、鋁及鎂會得到很好的結果。在冶鉛工廠中鋅用來從粗鉛中提取金和銀，在醫學上鋅用來製造各種製劑，在鋅的濕法冶金時鋅可以用來淨化硫酸鋅，除去其中的銅、鉛和鎘。在製造汽車輪胎時鋅的氧化物廣泛地作為填充料使用。從前在顏料工業方面用鋅（鋅白）的數量也很大。現在鋅白常為其他白色顏料所代替。

美國鋅的消費詳列於表 2 中。

1939年美國鋅的消費

表 2

應 用 部 門	千 噸	百分率(%)
鋼板鍍鋅	134	23.6
管子鍍鋅	39	6.9
金屬線及金屬細線	37	6.5
生產黃銅	159	27.8
模型製品	40	7.1
鋅材	56	9.9
壓力鑄造	76	13.4
其他方面	27	4.8
合 計	568	100.0

銀 ●純銀易於機械加工和研磨。莫氏硬度為2.5—3，布氏硬度為32.3。抗張強度為10—30公斤/平方毫米，其大小隨加工法而不同，可延長3—45%。比重約10.5。熔點為960.5°，沸點約2,150°。銀在真空中當溫度為680°時即行氣化。就導電力來說，銀在各種金屬中佔第一位，在零度時它

的導電力為 6.73×10^5 歐姆厘米。銀的延展性特別強，可以用它製成厚僅 0.25 微米的薄片。

銀在化學性質上是相當穩定的，因此把它歸入貴重金屬一類。銀不能和氧直接化合，在熔融狀態下它可以溶解氧，而在凝固時又把它分離出來。含有大量雜質的銀沒有這種性質。硫化氫，特別有水存在時，能與銀發生反應，生成黑色的硫化銀。在高溫時銀能和元素硫相化合。銀能溶於硝酸及濃硫酸中，在常溫下和鹵素化合。銀能和大部分重金屬組成合金。鐵、鈷例外，它們不能與銀混合，銀與錳和鎳混合的比例是有一定的。銀和水銀組成汞合金。

世界上銀產量的 50 % 用來鑄造銀幣。在化學工業上是製造儀器的堅固材料。在攝影術及電影業方面也大量應用。銀的許多化合物應用於醫學、化學實驗室及物理實驗室。

鎘 為白色有強烈光澤的金屬，極柔軟而韌性強，莫氏硬度為 2.0，布氏硬度為 15.3。比重 8.65，熔點 321° ，沸點 778° ，差不多比鋅的沸點低 150° 。因此就容易將這二種金屬分開。在空氣中易於氧化，並為此氧化物薄膜所包蓋。燃燒時火焰呈紅色。其蒸氣有毒。純鎘很難溶於酸，在鹽的溶液中為鋅所置換。

鎘用來和許多金屬組成合金。它與鋁、鉍的合金其特點是熔點低，這種合金可用來作軟的鋁料、印刷用的鉛版、熔劑。26 % 的鎘和 74 % 的水銀合成的汞膏可用來鑲補牙齒，

鎘與金、銀的合金用來製造貴重物品。硫化鎘用來配製顏料和焰火。

二、多金屬礦石的礦物成分

在多金屬礦石中往往同時有數種成分存在，通常為鉛、鋅和銀，而有時還有銅、鎢和金，這樣就使多金屬礦石的礦物成分極其複雜。在這方面，其他任何一種礦產都比不上多金屬礦石。鉛、鋅、銀等礦物的數目依次為 130, 50, 50。但各種礦物的價值並不相同，而且絕大多數礦物在有經濟價值的多金屬礦石中都不甚重要或者很少。下面看到的僅僅是幾種最主要的礦物（表3、4、5 和 6）。

方鉛礦 (галенит)——為主要的鉛礦物，分佈於各種類型的多金屬礦石中。僅在完全被氧化的阿奇賽類型 (ачисайский тип) 礦石中，才遇見極少，而為白鉛礦所置換。

硫銻鉛礦 (буланжерит)——存在於尼布楚區 (Нерчинский район) 的許多礦床的礦石中，數量不大。

車輪礦 (бурнонит)——分佈範圍比硫銻鉛礦為小。

白鉛礦 (церуссит)——為多金屬礦石氧化帶的主要礦物，常常形成富集的有工業價值的聚集體，有時和硫化物礦石沒有明顯的聯系（阿奇賽）。

鉛礬 (硫酸鉛礦) (англезит)——分佈範圍比白鉛礦小，因為它沒有白鉛礦穩定，常常變成白鉛礦。

磷酸氯鉛礦及砷酸鉛礦 (пироморфит и миметезит) 分

最 主 要 的 鉛 礦 物 表 3

名 稱	化 學 成 分	鉛的含量(%)	晶 系	比 重	顏 色	光 澤	條 痕	硬 度
方 鉛 礦	PbS	86.6	等軸晶系	7.4—7.6	鉛灰色	金屬光澤	淺灰黑色	2—3
硫 錫 鉛 礦	5PbS2Sb ₂ S ₃	55.4	斜方晶系	—	鉛灰到鐵黑色	金屬光澤	灰黑而帶紅色	2.5—3
車 輪 礦	2PbSCu ₂ SSb ₂ S ₃	42.5	斜方晶系	5.7—5.9	鉛灰到鐵黑色	金屬光澤	灰到黑	2—3
白 鉛 礦	PbCO ₃	83.5	斜方晶系	6.4—6.6	無色、白色、灰色等	金屬光澤及玻璃光澤	無色	3—3.5
鉛 礬 礦	PbSO ₄	73.6	斜方晶系	6.1—6.4	無色、灰色和白等	金屬光澤	白色	2.5—3
磷 酸 鉛 礦	3P ₂ O ₅ Pb ₃ PbCl ₂	74.3	六方晶系	6.7—7.1	各種綠色及黃色等	脂肪光澤及金屬光澤	白色	3.5—4
砷 酸 鉛 礦	3As ₂ O ₅ Pb ₃ PbCl ₂	67.4	六方晶系	7.0—7.2	淡黃色、橙黃色、偶爾為綠色	脂肪光澤到金屬光澤	白色	5.5
褐 鉛 礦	3V ₂ O ₅ Pb ₃ PbCl ₂	70.94	六方晶系	7.0	黃色、淡紅褐色到紅色	油脂光澤到金屬光澤	白色	3
彩 鉛 礦	PbMoO ₄	60.7	正方晶系	6.3—6.0	黃色、橙黃紅色	脂肪光澤或金屬光澤	白色	3

最主要的鋅礦物

表 4

名 稱	化 學 成 分	鋅的含量(%)	晶 系	比 重	顏 色	光 澤	條 痕	硬 度
閃 鋅 礦 ^①	ZnS	67.06	等軸晶系	3.5—4.2	由褐黑色到淡色	脂肪光澤及金剛光澤	褐色、黃色、淺色	3—4
菱 鋅 礦	ZnCO ₃	64.8	三方晶系	4.1—4.5	無色、淡黃色或淡綠色	玻璃光澤或珍珠光澤	白色	5
水 鋅 礦	2ZnCO ₃ ·5Zn(OH) ₂	75.24	單斜晶系	3.6—3.8	白色、淺灰色或淡黃色	——	白色	2—2.5
綠 銅 鋅 礦	2(Zn,Cu)CO ₃ ·3(ZnCu)(OH) ₂	——	單斜晶系	3.6	淡綠到天藍色	珍珠光澤	——	2
異 極 礦	SiO ₃ (ZnOH) ₂	67.5	斜方晶系	3.4—3.5	白色、淺灰色等	玻璃光澤	白色	4.5—5

① 含鐵 1% 以上的一種閃鋅礦稱為鐵閃鋅礦 (марматит)，淺色透明，而不含鐵的一種稱為純閃鋅礦 (клейофан)。

最主要的銀礦物

表 5

名 稱	化 學 成 分	銀的含量(%)	晶 系	比 重	顏 色	光 澤	條 痕	硬 度
輝 銀 礦	Ag ₂ S	87.1	等軸晶系	7.2—7.4	鉛灰色到鐵黑色	金屬光澤	灰色	2—3
自 然 銀	Ag	100	等軸晶系	10—11	銀白色，具有灰色或黑色薄膜	金屬光澤	金屬光彩	2—3
硫 銻 銀 礦	3Ag ₂ S·Sb ₂ S ₃	59.9	三方晶系	5.8	紫紅色	半金屬光澤	鮮紅色	2—3
硫 碲 銀 礦	3Ag ₂ S·As ₂ S ₃	65.4	三方晶系	5.6	朱砂紅色	金屬光澤	朱砂紅色	2—3

佈於礦床的氧化帶。這種礦床的原生礦石是必含有少量的磷和砷，它們以穩定化合物的狀態集中於鉛礦的表面附近（尼布楚區，卡拉馬札爾（Карамазар））。

褐鉛礦（ванадинит）——此種礦物很少遇見，但有時也能形成很大的聚集體（蘇列曼賽（Сулейман—Сай））。

彩鉬鉛礦（вульфенит）——此種礦物在許多金屬礦床的氧化帶中遇見（堪賽、克茲爾——厄斯彼（Кансай, Кыл-Эспе）等）。在美國（馬摩特礦床（Маммот））彩鉬鉛礦類型的鉬礦石中（見本叢書“鉬”）有大量彩鉬鉛礦產出。

閃鋅礦（сфалерит）——為多金屬的硫化礦石的主要金屬礦物，在多金屬硫化礦石中閃鋅礦通常為方鉛礦的 1.5—2 倍。

菱鋅礦和異極礦（смитсонит и каламин）——為多金屬礦床氧化帶分佈最廣的礦物。

水鋅礦和綠銅鋅礦（гидроцинкит и аурихальцит）——常產於氧化礦石中，但數量不大，特別是綠銅鋅礦。

多金屬礦石中，大部分的銀和方鉛礦產在一起，作為方鉛礦的雜質而產出，其礦物形狀常不能確定。此外，成分為 $(As, Sb, Bi)_2 \cdot 3(3-6) (Cu_2Ag_2Pb, Hg, Fe, Ni, Co, Zn)S$ 的黝銅礦也是含銀的礦物。

上述各種銀的礦物在多金屬礦石中最常見者為輝銀礦。