

128704



高等學校教學用書

學 鉛 煉

上 冊

Д. М. ЧИЖИКОВ 著
傳 崇 說 譯



高等教育出版社

高等學校教學用書



煉

鉛

學

上 冊

Д. М. 契日科夫 著
傅 崇 說 譯

高等教育出版社

高等學校教學用書



煉鉛學

下冊

Д. М. 契日科夫 著
傅崇說 譯

高等教育出版社

本書係根據蘇聯國立黑色與有色金屬冶煉科技書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии) 出版的契日科夫(Д. М. Чижилов) 所著“煉鉛學”(Металлургия свинца) 1914 年版譯出。

原書經蘇聯有色冶金人民委員部教育司審定為高等工業學校教科書。

中譯本分上下兩冊出版，上册內容：第一篇一般部分、第二篇鉛礦及鉛精礦的焙燒和燒結、第三篇火法煉鉛；下冊內容：第四篇鉛的精煉、第五篇鉛的濕冶和電冶、附錄。

本書由中南礦冶學院傅崇說翻譯。

煉 鉛 學

上 冊

書號28(譯26)

契 日 科 夫 著

傅 崇 說 譯

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北 京 瑞 瑞 廠 一 七 〇 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

新 華 書 店 總 經 售

京 華 印 書 局 印 刷

北 京 南 新 華 街 甲 三 七 號

開本850×1092 1/28 印張8 1/2 字數185,000

一九五四年六月北京第一版 印數1—2,000

一九五四年六月北京第一次印刷 定價洋13.50元

陽
興

本書係根據蘇聯國立黑色分有金屬冶煉科技書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии) 出版的契日科夫 (Л. М. Чижиков) 所著“煉鉛學” (Металлургия свинца) 1944 年版譯出。

原書經蘇聯有色冶金人民委員部教育司審定為高等工業學校教科書。

中譯本分上下兩冊出版，上册內容：第一篇一般部分、第二篇鉛礦及鉛精礦的焙燒和燒結、第三篇火法煉鉛；下冊內容：第四篇鉛的精煉、第五篇鉛的濕冶和電、附錄。

本書由中南礦冶學院傅崇說翻譯。

煉 鉛 學

下 冊

書號 127 (總 122)

契 日 科 夫 著

傅 崇 說 譯

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北 京 瑞 鳴 廠 一 七 〇 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

新 華 書 店 總 經 售

京 華 印 書 局 印 刷

北 京 南 新 街 甲 三 七 號

開本 850×1072—1/28 印張 69/14 字數 146,000

一九五四年十月北京第一版 印數 1—1,500

一九五四年十月北京第一次印刷 定價 洋 11.000

上 册 目 錄

第一篇 一般部分

第一章 歷史.....	1
第二章 鉛的物理化學性質.....	4
第三章 鉛的用途.....	8
第四章 鉛的生產及消費的統計.....	10
第五章 鉛礦物及鉛礦石.....	16
§1 鉛礦物.....	16
§2 硫化鉛礦石.....	17
§3 氧化鉛礦石.....	17
第六章 蘇聯鉛工業的原料基地.....	20
§1 遼東的礦床.....	21
§2 外貝加爾東部的礦床.....	22
§3 薩拉伊爾的礦床.....	23
§4 阿爾泰的礦床.....	23
§5 卡拉套山區的礦床.....	25
§6 卡拉烏套山區的礦床.....	26
§7 北高加索的礦床.....	26
第七章 鉛礦的處理方法.....	27

第二篇 鉛礦及鉛精礦的焙燒和燒結

第八章 燒結焙燒過程的實質.....	30
§1 概論.....	30
§2 燒結焙燒過程的物理化學基礎.....	30

第九章 燒結焙燒過程的技術研究	32
§1 過程的熱條件	32
§2 燒結的速度	34
§3 爐料透氣性的保證	35
§4 各種金屬化合物在燒結焙燒過程中的行為	37
§5 對燒結爐提出的基本要求	54
第十章 燒結焙燒的設備	57
§1 燒結爐	58
§2 燒結盤	60
§3 圓形燒結機	61
§4 帶式燒結機	63
第十一章 帶式燒結機燒結焙燒的實踐	65
§1 硫化精礦的雙重焙燒	65
§2 硫化精礦的一次焙燒	68
§3 爐料的準備	68
§4 燒結機的給料	70
§5 爐料的點火	70
§6 爐料的燃燒	72
§7 鉛精礦燒結過程中的煙塵形成	72
§8 燒結機燒結焙燒的優點及缺點	74
第十二章 帶式燒結機燒結焙燒的技術經濟指標	76
§1 帶式燒結機的主要規格	76
§2 帶式燒結機作業的實踐數據	77
§3 燒結焙燒可能強化的方法及二氧化硫的利用	80

第三篇 火法煉鉛

A. 鼓風爐還原熔煉法

第十三章 鉛還原熔煉的實質	82
---------------	----

第十四章 各種金屬化合物在鼓風爐還原熔煉過程中的行為.....84

§1 鉛的化合物.....	84
§2 銅的化合物.....	89
§3 鋅的化合物.....	92
§4 鎳的化合物.....	94
§5 銀的化合物.....	94
§6 砷的化合物.....	95
§7 銻的化合物.....	96
§8 鐵的化合物.....	97
§9 鈣的化合物.....	101
§10 鋁、矽和鉍的化合物.....	103
§11 爐料在通過鼓風爐內不同區域的過程中所起的變化.....	104

第十五章 煉鉛爐渣..... 107

§1 煉鉛爐渣的概論.....	107
§2 爐渣的物理化學性質.....	110
§3 各種組成物對爐渣性質所起的影響.....	113
§4 煉鉛爐渣的成分.....	132

第十六章 煉鉛時產出的銻及黃渣..... 134

§1 概論.....	134
§2 銻的構造.....	136
§3 鉛、銀及金在銻中的溶解度.....	141
§4 硫化銻對銅鉛銻的性質所起的影響.....	144
§5 煉鉛所產銻的成分.....	145
§6 煉鉛所產的黃渣.....	145
§7 煉鉛時形成的氣體和煙塵的成分.....	150

第十七章 煉鉛鼓風爐..... 153

§1 煉鉛鼓風爐構造上的特點.....	153
§2 爐缸的構造.....	159

§3 水套	161
§4 風口	163
§5 爐頂的構造	164

第十八章 煉鉛水套爐正常作業的條件 167

§1 爐料	167
§2 燃料	171
§3 鼓風	173

第十九章 鼓風爐作業的實踐 174

§1 開爐	174
§2 高料柱作業和低料柱作業	175
§3 鼓風爐的跟蹤	177
§4 爐結的形成及其防止方法	181
§5 停爐及修爐	185
§6 鼓風爐的物料平衡和熱平衡	186
§7 水套爐的尺寸及作業技術指標	196

第二十章 鉛鼓風爐熔煉所得副產物的處理 200

§1 爐渣的處理	200
§2 銅鉛銕的處理	205
§3 黃渣及煙塵的處理	210

5. 膛式熔煉及沉澱熔煉

第二十一章 膛式熔煉 212

§1 基本的反應	212
§2 膛式熔煉過程的物理化學	213
§3 各種金屬化合物對膛式熔煉的影響	217
§4 膛式熔煉的設備構造	219
§5 膛式熔煉的實踐	221

第二十二章 沉澱熔煉 228

下 册 目 錄

第四篇 鉛的精煉

第二十三章	粗鉛的成分	229
第二十四章	除銅法	239
	§ 1. 冷却熔析除銅法	241
	§ 2. 加熱熔析除銅法	244
	§ 3. 用硫除銅法	245
	§ 4. 粗鉛除銅過程的合理化方法	246
	§ 5. 含銅渣的處理	246
第二十五章	除錫、除砷和除銻	248
	§ 1. 氧化精煉法	248
	§ 2. 鹼性精煉法	262
第二十六章	除銀方法	280
	§ 1. 巴蒂遜法	280
	§ 2. 巴克斯法	288
	§ 3. 富集鉛的灰吹法	310
第二十七章	除鋅方法	319
	§ 1. 氧化精煉法	319
	§ 2. 氯化精煉法	325
	§ 3. 鹼性精煉法	329
第二十八章	除銻方法	333
	§ 1. 用鈣精煉法	334
	§ 2. 用鎂精煉法	337
	§ 3. 鉛、鈣和鎂的共同作用的精煉法	339

§ 4. 含鉍渣的處理.....	341
§ 5. Pb-Ca合金的製備.....	342
§ 6. 鉛的除鈣(及鎂)的精煉.....	342
第二十九章 連續精煉法.....	343
§ 1. 連續氧化精煉法.....	344
§ 2. 連續除銀法.....	348
§ 3. 連續除銻法.....	354
第三十章 電解精煉(柏茲法).....	357
第三十一章 鉛錠澆鑄法.....	366
第三十二章 煙塵的捕集.....	369
§ 1. 根據重力或離心力的作用使浮懸在氣體中的顆粒沉澱.....	370
§ 2. 氣體經布袋過濾法.....	371
§ 3. 電沉澱法.....	376

第五篇 鉛的濕電冶方法

§ 1. 氯化鉛的物理化學性質.....	381
§ 2. 鉛精礦的氯化處理法.....	382
§ 3. 氯化法提鉛的實驗結果(根據著者的方法).....	388
§ 4. 用鹼金屬或鹼土金屬的氯化物溶液直接使鉛浸出.....	391
§ 5. 鉛在熔融介質中從其硫化物電解析出.....	398
附錄 I 鼓風爐熔煉成粗鉛的配料計算.....	396
附錄 II 關於煉鉛廠保安技術及生產衛生方面的基本規則.....	399
參考書刊目錄.....	402

煉鉛學

第一篇 一般部分

第一章 歷史

在銅、錫、鐵、鉛等重金屬中間，鉛在各民族的史前文化發展中，從來沒有起過像銅和鐵那樣的作用。這是由於鉛的性質柔軟及強度很小的原故。這些物理性質使得鉛既不適於製造生產工具又不適於製造進攻或防禦的武器。鉛在空氣中會迅速變暗和失去金屬光澤，這使它也不適合用作裝飾品。

鉛與金和銀係同時在紀元前 7000—5000 年初次出現於埃及。不列顛博物館現陳列有紀元前 3800 年左右的鉛的標本

可稱為冶金鼻祖的腓尼基人，曾在紀元前 2000—3000 年開採里奧廷托(西班牙)的鉛銀礦床。在里奧廷托附近有古代遺留下來的鉛爐渣堆積場。在初期，鉛的生產是與銀的提煉相互關聯着的。

希臘人曾在羅得島、塞浦路斯島、優卑亞島開採鉛礦並煉出鉛來。在紀元前 500 年，拉維里奧尼(阿提克)的銀鉛礦床曾被開採，後乃被作為廢坑捨棄。1863 年，這個礦床曾被重新“發現”，並直到現在還在經營，而且各種老爐渣也被用來與礦石一道熔煉。

古羅馬人曾在高盧、不列顛及德國開採鉛礦。在紀元前 700 年與 1000 年之間，萊茵河流域的鉛礦床曾被羅馬人發現。羅馬人不僅會提煉金屬鉛，而且還能用鉛來製造水管、鉛皮、錢幣等。

在古世紀及中世紀，除了金屬鉛外，人們還知道某些鉛的化合物。

例如，密陀僧和鉛白便曾被用在醫學上。那時，人們也知道鉛與銀的合金。

在舊俄羅斯帝國的領域內，有色金屬及其中鉛的開採，曾在還要更遠古的時期便已進行。許多古代遺留下來的老礦窿及廢渣場便可證明：曾在土耳其斯坦、阿爾泰、烏拉爾及遠東等地進行的有色金屬生產，按當時情況說來，規模是相當大的。現在認為金屬開採術是屬於神勇的“楚吉”部族。按照楚吉人採掘的蹤跡，不久以前，有各種有色金屬的新礦床發現出來。俄羅斯有色金屬生產的發展，肇始於十六世紀，當時莫斯科公國在推翻韃靼人的壓迫後，曾同西歐開始發生貿易上和政治上的關係。1705年，曾在尼布楚（外貝加爾）設立第一個銀鉛冶煉廠。

十八世紀中葉，曾開始經營阿爾泰區的富礦床。在1764年至1795年這一時間內，曾設立了五個煉銀廠。鉛也於煉銀時順便被提取出來。

到十八世紀末葉，尼布楚及阿爾泰兩個地區的銀的總產量為28.7噸；鉛則被煉出1300噸。

1795年，由於第三次瓜分波蘭，上敘列芝亞曾隨同各種鉛鋅礦床一起歸屬到俄羅斯。1801年，格魯吉亞被兼併，與其一道歸屬俄羅斯的有阿拉凡爾德及夏姆魯格兩地的鉛銀工廠，這些工廠係在十八世紀下半期設立的。薩多礦床是在1860年征服高加索之後才歸屬於俄羅斯。在十九世紀上半期，鉛每年平均生產600噸到1000噸，而銀則為19噸到22噸。在十九世紀下半期，鉛工業曾陷於十分不景氣的狀態。

二十世紀初，各種鉛礦床曾開始出租。曾被租出的礦床計有：捷秋赫礦床租給德國人（1902年），薩多礦床租給比利時人（1914年），阿爾泰礦床租給英國人（1905年）。1913年，曾有1518噸鉛、14噸銀及11,000噸鋅產出。

在1914—1918年世界大戰和以後國內戰爭的期間內，俄羅斯的鉛生產陷於十分衰落的狀態。在1918年內，鉛總共祇產出100噸，在1921—1922年之內，約有300噸鉛產出。及至恢復時期，煉鉛工業才開

始逐漸復興起來。大的發展則是在第一個五年計劃時期中擬定的。到第二個五年計劃末期，蘇聯便已有下列四個煉鉛廠開工：捷秋赫（海濱地方）、列寧高爾斯克（阿爾泰）、奇姆喀特斯克（南卡查赫斯坦）、阿爾朱尼基巽（北高加索）。

聯共（布）十八次代表大會已提出任務：把鉛的生產進行到完全滿足工業及國防對此金屬的需要。佔蘇聯已勘查鉛蘊藏量第一位的阿爾泰區，應在此項任務的決議中起相當大的作用。

在反對德國侵略者的衛國戰爭的幾年中間，鉛工業曾達到相當大的成就。

關於在經濟方面趕上並超過各資本主義國家（特別是有色金屬生產最強大的美國）的決議，在蘇聯鉛工業面前提出了各項巨大任務。在1929—1939年這一時期內，美國按人口計算每人每年平均有3.32公斤鉛（圖1）。要達到美國的水平，蘇聯的鉛生產便必須增加幾倍。

此項偉大鉛工業任務的實現，只有在最新的科學技術成就以及高度的生產文化的基礎上才有可能。

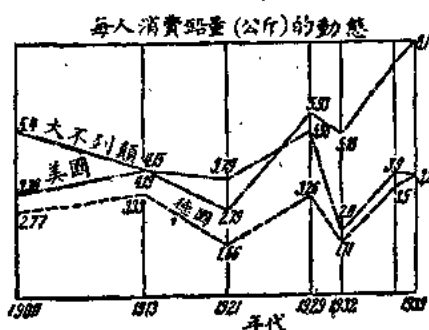
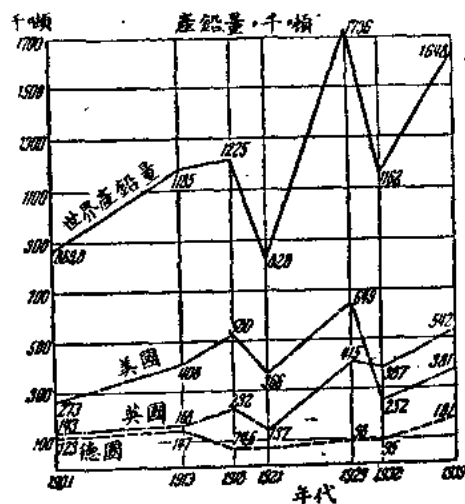


圖1 資本主義國家中的世界鉛產量及每人消費量。

第二章 鉛的物理化學性質

鉛的物理性質 鉛是灰白色和新鮮斷面能發光的金屬。鉛很柔軟，可用指甲畫痕，且其抗張強度也很小。用鉛在紙上畫痕時，便有灰色條痕留下。少量含在鉛中的銻、砷、銅或鋅能使鉛的硬度增高。鉛能軋展良好並能捲起，但却不能拉成鉛絲。

當純鉛傾注在預先已加熱的鑄模中而慢慢冷卻時，便有八面體結晶形成。若鉛為電積析出，則可獲得等軸晶系和單斜晶系的晶體。某些研究家(德賓^①，朱勒斯克^②)認為：鉛有幾種同素異形體存在。關於鉛的同素異形變態方面的意見不一致。埃勒克^③曾根據加熱曲線及冷卻曲線發現鉛有兩個臨界點：59°及62°。

慢慢冷卻的鉛比迅速冷卻者更柔軟。

在每平方厘米2噸的壓力下，可使鉛屑變為完全單一塊的質體。固體鉛在每平方厘米5噸的壓力下可變為流體狀態。

O₂、SO₂、H₂、N₂、CO、CO₂、C₂H₂等氣體既不可溶解於固體鉛，也不可溶解於液體鉛中。

固體鉛的比重為11.35。表1所列為液體鉛的比重隨溫度變化的情況。

表1 液體鉛的比重與溫度的關係^④

溫度，°C	327	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850
比重……	10.654	10.650	10.597	10.537	10.477	10.418	10.369	10.302	10.245	10.188	10.132	10.078

① "Eng. Mining", L. 1, 1916.

② "Zt. Phys. Chem.", XC, 257, 313, 1915.

③ Jänecke, "Zt. Phys. Chem." 74, 202, 1910.

④ Day, Sosman, Hostetter, N. Jahrb. Min. Big., Bd. 40, 1902.

鉛的熔點為 327.4

揮發性。熔融鉛加熱至 500—520° 時幾乎不發生揮發；在 625° 的溫度下，則發生非常微弱的揮發；鉛的顯著揮發是在 850—1000° 下出現。

蒸氣壓力。鉛沸騰於 1525°。

表 2 所列為鉛的蒸氣壓力 (P) 與溫度的關係。

表 2 鉛的蒸氣壓力與溫度的關係

溫度, °C	527	600	705.3	808	920	1000	1118
P , 毫米水銀柱.....	2.3×10^{-5}	3.0×10^{-4}	6.0×10^{-3}	0.08	0.49	1.77	5.70

續 表 2

溫度, °C	1150	1217	1360	1515	1615	1525	1870	2870
P , 毫米水銀柱.....	8.25	16.7	41.4	105	289	760	6.9 大氣壓	93 大氣壓

若有蒸氣壓力較大的其他金屬相混在內，則鉛會在較低的溫度下開始揮發。如果使混有鋅或銻的鉛經受揮發，便有相當多的鉛蒸氣與鋅和銻的蒸氣一道帶走。

鉛的熱容量，根據不同的來源，列舉在表 3、表 4 和表 5 中。

表 3 鉛的真實熱容量與溫度的關係^①

溫度, °C	-100	0	18	100	200
比熱 c_p	0.0292	0.0305	0.0299	0.03155	0.0353
原子熱容量 C_p	6.05	6.31	6.19	6.53	7.00

① Klinkhardt, Dixon, Rodebusch, "Journ. Am. Chem. Soc.", 49, 1172, 1927.

續 表 3

溫度, °C	300	327	400	450	500
比熱 c_p	0.0356	0.0362	0.0363	0.0366	0.0370
原子熱容量 C_p	7.37	7.50	7.62	7.57	7.66

表 4 固體鉛的平均熱容量

溫度, °C	18—100	18—200	18—300
比熱 c_p	0.0303	0.0318	0.0327
原子熱容量 C_p	6.34	6.59	6.78

表 5 液體鉛的平均熱容量

溫度, °C	350	400	500	600	700	800
比熱 c_p	0.046	0.0452	0.0421	0.0408	0.0398	0.0389
原子熱容量 C_p	9.53	9.36	8.72	8.45	8.27	8.06

固體鉛的比熱 (c_p) 及原子熱容量 (C_p) 與溫度的關係, 可以下列方程式表示之:

$$c_p = 0.0286 + 0.0419t;$$

$$C_p = 5.92 + 3.92 \times 10^{-3}t.$$

熔融鉛在熔點時的含熱量等於 11.6 仟卡/公斤。熔化潛熱為 4.0 仟卡/公斤。蒸發潛熱為 230 仟卡/公斤。

鉛蒸氣與同溫同壓下的氫氣的相對密度為 103.5, 或在 0° 及 760 毫米水銀柱壓力下, 鉛蒸氣的密度為 9.315 克/立方厘米。

鉛的導熱率為 18°—0.083 及 100°—0.076 (銀的導熱率在 10° 到 97° 的溫度範圍內為 1.096)。

表 6 所列為鉛在不同溫度下的比電阻; 為了比較起見, 銀的比電阻