

中等專業學校教學用書

燃料與冶金爐

上 冊

А. Я. МИХАЙЛЕНКО 著

中央人民政府重工業部工業教育司譯校

高等教育出版社

中等專業學校教學用書



燃 料 與 冶 金 爐

上 冊

A. Я. 米 哈 連 科 著

中央人民政府重工業部工業教育司譯校

高 等 教 育 出 版 社



中等專業學校教學用書



燃 料 與 冶 金 爐

下 冊

A. Я. 米海連科 著
中華人民共和國重工業部工業教育司譯校

高 等 教 育 出 版 社 000406

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)出版的米哈連科(А. Я. Михайленко)所著“燃料與冶金爐”(Топливо и металлургические печи)1949年第二版(增訂版)譯出。原書經蘇聯冶金工業部教育司審定為中等技術學校用教科書。

本書中譯本分上下兩冊出版，上冊內容包括冶金爐概要、燃料、燃燒計算、氣體力學原理和傳熱原理，下冊內容包括耐火材料、冶金爐構造實例和電爐

燃 料 與 冶 金 爐

上 冊

書號51(冊48)

米 哈 連 科 著

中央人民政府重工業部工業教育司譯校

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北 京 珠 硯 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 華 東 總 分 店 總 經 售

商 務 印 書 館 印 刷 廠 印 刷

上 海 天 運 港 路 一 九 〇 號

開本787×1092 1/25 印張8 5/12 5 字數 158,000

一九五四年八月上海第一版 印數 1—3,000

一九五四年八月上海第一次印刷 定價 ¥ 12.000

本書係根據蘇聯國立黑色與有色冶金科技書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии) 出版的米海連科 (А. Я. Михайленко) 所著“燃料與冶金爐”(Топливо и металлургические печи) 1949年第二版(增訂版)譯出。原書經蘇聯冶金工業部教育司審定為中等技術學校用教科書。

本書中譯本分上下兩冊出版：上册內容包括冶金爐概要、燃料、燃燒計算、氣體力學原理和傳熱原理；下冊內容包括耐火材料，冶金爐構造實例和電爐。

本書由中華人民共和國重工業部工業教育司陳略、張煥光等同志譯校。

燃 料 與 冶 金 爐

下 冊

書號286(標264)

米 海 連 科 著

中華人民共和國重工業部工業教育司譯校

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北 京 瑞 璃 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

商 務 印 書 館 印 刷 廠 印 刷

上 海 天 通 巷 路 一 九 〇 號

開本850×1168 1/32 印張6 6/16插頁1=2頁 字數 123,000

一九五五年四月上海第一版

印數 1—3,000

一九五五年四月上海第一次印刷

定價(7)八角四分

中俄人名對照表

Н. Н. 多布羅赫托夫

А. К. 沙納札洛夫

А. С. 貝列日諾依

Д. М. 奇依科夫

Х. К. 阿維齊祥

Б. И. 施什金

И. С. 納烏莫夫

В. И. 崔卡娜

В. А. 勃朗

Н. Н., Доброхотов

А. К. Шахназаров

А. С. Бережной

Д. М. Чижигов

Х. К. Аветисян

Б. И. Шишкин

И. С. Наумов

В. И. Цыпкина

В. А. Брон

序 言

本書是第二版，1938 年出版的“燃料與冶金爐”一書大加增訂而成。

本書增補了“廢氣中熱量的利用”、“燃料的燃燒裝置”、“冶金爐構造實例”和“電爐”各章。“氣體力學原理”一章經過全面的修改。其餘各章則根據最新的資料加以修訂和補充，而且參照了在爐子熱工方面有巨大成就的祖國科學家們的著作。

本書的內容與中等技術學校“燃料與冶金爐”的新教學大綱相一致。

“電爐”一章是與 B. II. 巴甫洛夫副教授共同編寫的，而其中“電爐計算”一節是技術科學候補碩士 B. B. 克拉普與編寫的。

A. Я. 米哈連科

上 册 目 錄

序言

第一章 爐子及其主要部份	1
§ 1. 爐子在冶金方面的意義	1
§ 2. 爐子的分類標準	3
§ 3. 豎爐	4
§ 4. 反射爐	9
§ 5. 廢氣中熱量的利用	11
§ 6. 加熱爐	14
§ 7. 圓筒爐	16
§ 8. 馬弗爐	18
§ 9. 坩堝爐	19
第二章 燃料的主要性質	21
§ 10. 對燃料的要求	21
§ 11. 燃料的種類	21
§ 12. 燃料的用途	21
§ 13. 碳	22
§ 14. 氫	23
§ 15. 氮	24
§ 16. 氧	25
§ 17. 硫	25
§ 18. 灰份	25
§ 19. 水份	27
§ 20. 燃料的元素分析	27
§ 21. 氣體燃料的組成	28
§ 22. 燃料元素分析的換算	30
§ 23. 燃料的乾餾	33
§ 24. 燃料的工業分析	33
§ 25. 發熱量	33
§ 26. 最高發熱量換算成最低發熱量	34
§ 27. 測定發熱量的方法	35
§ 28. 理想燃料	36
第三章 天然固體燃料	37
§ 29. 木柴的基本成份和發熱量	37
§ 30. 木柴的濕度	38
§ 31. 木柴的灰份	39

§ 32. 木柴燃料的性質	39
§ 33. 礦物燃料	40
§ 34. 泥煤, 泥煤的生成及其基本成份	40
§ 35. 泥煤的含水量	41
§ 36. 泥煤的灰份	41
§ 37. 泥煤的發熱量	41
§ 38. 泥煤燃料的性質	42
§ 39. 褐煤, 褐煤的形成及其基本成份	43
§ 40. 褐煤的儲存	43
§ 41. 褐煤燃料的性質	45
§ 42. 煙煤, 煙煤的形成及其化學成份	45
§ 43. 煙煤的分類	47
§ 44. 煙煤的燒結	47
§ 45. 煙煤的風化和自燃	48
§ 46. 煙煤作為燃料的意義	48
§ 47. 無煙煤	51
§ 48. 油頁岩	52
第四章 加工的(人造)固體燃料	54
§ 49. 燃料加工的方法	54
§ 50. 選礦	54
§ 51. 製煤磚	55
§ 52. 燒木炭	56
§ 53. 木炭, 它的成份和性質	57
§ 54. 燒木炭的產品	59
§ 55. 煉焦	59
§ 56. 焦炭, 它的成份和性質	62
§ 57. 煉焦副產品	65
§ 58. 泥煤煉焦	65
第五章 液體燃料	67
§ 59. 液體燃料的優點	67
§ 60. 石油燃料的性質	67
§ 61. 石油的提煉	68
§ 62. 重油的性質	69
§ 63. 由固體燃料製造液體燃料	70
第六章 氣體燃料	72
§ 64. 氣體燃料的優點	72
§ 65. 天然煤氣	72
§ 66. 燈用煤氣	73
§ 67. 發生爐煤氣	74

§ 68. 木柴發生爐	80
§ 69. 泥煤和褐煤的氣化發生爐	81
§ 70. 煤炭發生爐	83
§ 71. 發生爐煤氣的淨化和乾燥	86
§ 72. 蘇聯煤氣化事業的發展	88
§ 73. 高爐煤氣	90
第七章 燃燒計算	91
§ 74. 燃燒計算的意義	91
§ 75. 空氣消耗量和發氣量的計算	91
§ 76. 煤炭的燃燒計算	94
§ 77. 氣體燃料的燃燒計算	98
§ 78. 燃燒的快速計算公式	98
§ 79. 燃料的燃燒溫度	100
§ 80. 燃點	106
§ 81. 燃燒速度	107
§ 82. 火焰	107
第八章 氣體力學原理	109
§ 83. 概論	109
§ 84. 給呂薩克定律, 氣體的比重	109
§ 85. 流動氣體的數量、速度和煙道橫斷面面積的關係	111
§ 86. 幾何壓頭	111
§ 87. 靜壓頭	113
§ 88. 動壓頭	115
§ 89. 流體的流動性質	117
§ 90. 消耗於克服各種阻力的壓頭	119
§ 91. 作用於垂直部份的阻力	121
§ 92. 氣體在爐內流動的一般情形	122
§ 93. 自然通風時煙囪的計算和工作	124
§ 94. 空氣的壓力輸送和人工通風	129
§ 95. 氣流的分佈規則	130
第九章 傳熱原理	133
§ 96. 傳熱的基本形式	133
§ 97. 熱傳導的基本方程式	133
§ 98. 多層平壁的熱傳導	138
§ 99. 圓筒壁的熱傳導	140
§ 100. 對流傳熱	140
§ 101. 對流給熱係數的計算公式	142
§ 102. 輻射傳熱	144
§ 103. 朗伯定律	149

§ 104. 兩固體間的輻射傳熱	150
§ 105. 氣體的輻射	152
§ 106. 火焰的輻射	157
§ 107. 爐膛的熱交換	157
§ 108. 一氣體通過爐壁傳熱給另一氣體	158
§ 109. 爐牆的熱損失	160
第十章 燃料消耗量的計算和爐子的熱平衡	165
§ 110. 問題的提出	165
§ 111. 燃料燃燒所放出的熱量	166
§ 112. 燃料的顯熱	166
§ 113. 空氣的顯熱	167
§ 114. 水蒸汽帶入的熱量	167
§ 115. 爐料的顯熱	167
§ 116. 由爐料的放熱反應所發出的熱量	170
§ 117. 加熱爐料所消耗的熱量	170
§ 118. 廢氣的顯熱	171
§ 119. 由於不完全燃燒所引起的熱損失	171
§ 120. 熱的機械損失	173
§ 121. 爐料吸熱反應所消耗的熱量	174
§ 122. 通過火箱壁與爐腔壁的熱損失	174
§ 123. 透過敞開的爐門及其他孔隙的輻射熱損失	174
§ 124. 由於爐氣從爐門和縫隙逸出所引起的熱損失	177
§ 125. 冷却水中的熱損失	177
§ 126. 積存在砌磚中的熱損失	178
§ 127. 其他熱損失	179
§ 128. 熱平衡方程式	179
第十一章 廢氣中熱量的利用	181
§ 129. 空氣與燃料的預熱對於爐子熱狀態的意義	181
§ 130. 換熱器	182
§ 131. 蓄熱室	181
§ 132. 廢熱鍋爐	189
中俄人名對照表	191
中俄名詞對照表	192

下 冊 目 錄

第十二章 耐火材料199

§ 133. 耐火材料及對於耐火材料的要求	199
§ 134. 耐火黏土	207
§ 135. 黏土磚的製造	211
§ 136. 黏土製品的特性	222
§ 137. 高火土耐火材料	223
§ 138. 高礬土耐火材料	224
§ 139. 矽砂耐火材料	225
§ 140. 矽磚的製造	228
§ 141. 矽砂製品的特性	230
§ 142. 半酸性耐火材料製品	231
§ 143. 鎂砂	232
§ 144. 鎂磚的特性	233
§ 145. 滑石	235
§ 146. 鉻鐵礦	236
§ 147. 鉻鎂耐火材料	236
§ 148. 矽碳製品	237
§ 149. 碳質耐火材料	238
§ 150. 鉻氧製品與鉻矽製品	240
§ 151. 耐火塗料	240
§ 152. 耐火混凝土	241
§ 153. 絕緣材料	241

第十三章 燃料的燃燒裝置244

§ 154. 塊狀固體燃料的燃燒	244
§ 155. 燃煤火箱	245
§ 156. 燃燒固體燃料的火箱的計算	249
§ 157. 粉狀燃料及其應用範圍	251
§ 158. 粉狀燃料的製造	252
§ 159. 粉煤的輸送	255
§ 160. 粉狀燃料燃燒嘴的構造	256
§ 161. 粉煤裝置在操作時的保安措施	259
§ 162. 向爐子輸送重油	260
§ 163. 重油的燃燒原理	261
§ 164. 高壓噴霧器	261
§ 165. 低壓噴霧器	263
§ 166. 氣體燃料及其在有色冶金方面的應用範圍	265

§ 167. 高壓燃燒嘴	265
§ 168. 低壓燃燒嘴	266
第十四章 爐子的構造要素	270
§ 169. 爐基	270
§ 170. 爐牆	270
§ 171. 爐頂	276
§ 172. 熔煉爐爐底和爐池的構造	280
§ 173. 加熱爐爐底的構造	284
§ 174. 爐子的加固	286
§ 175. 裝料口	288
§ 176. 排出口	291
§ 177. 煙道	291
第十五章 冶金爐構造實例	294
§ 178. 硫化礦和精礦的焙燒爐	294
§ 179. 硫化礦和硫化精礦的懸浮狀焙燒	300
§ 180. 燒結爐	301
§ 181. 煉銅鼓風爐	303
§ 182. 煉鉛鼓風爐	313
§ 183. 熔鐵爐	316
§ 184. 計算豎爐的主要數據	319
§ 185. 將銅礦或銅精礦煉成冰銅的反射爐	320
§ 186. 銅的精煉反射爐	326
§ 187. 計算反射爐的主要數據	331
§ 188. 鋅的蒸餾爐	334
§ 189. 軋製用連續式加熱爐	338
§ 190. 均熱爐	342
§ 191. 熱處理爐	344
第十六章 電爐	351
§ 192. 電爐的優點和缺點	351
§ 193. 電爐的分類	351
§ 194. 電弧爐	352
§ 195. 感應電爐	360
§ 196. 無芯感應電爐	364
§ 197. 電阻爐	365
§ 198. 帶金屬加熱元件的電阻爐的計算概要	379
中俄名詞對照表	392
中俄人名對照表	395

燃料與冶金爐

第一章 爐子及其主要部份

§1. 爐子在冶金方面的意義 用於熔化、焙燒、加熱物料、半成品或製品，以求適應於進一步加工或使之具有一定性質的裝置稱為工廠用爐。很難舉出一個不使用熱能的工業部門。特別是在冶金工業中，爐子的作用是很大的。大部份冶煉過程都是在高溫之下進行的，因此，合理地裝備和管理煉爐是提高冶金工廠生產率的最重要的條件。事實上，唯有煉爐正常的熱狀態才能保證得到快速熔煉所必要的條件。例如，煉銅爐的溫度較低時，熔煉冰銅的操作過程就要受到阻礙；如果加熱爐沒有達到適當的溫度，它就不適合於熱處理之用。

每個爐子都被指定用於某一工藝過程，因此，爐子的設計和建築都必須完全滿足該過程的各種特性和所提出的特殊要求。爐子的設計者不僅應當是一個良好的熱工家，而且對於他所設計的爐子所擔任的工藝過程還應具有充分的知識。

俄國學者在爐子的熱工方面曾有過不少的貢獻。早在 1742 年，天才的 M. B. 羅蒙諾索夫就對烟焰作了正確的闡述。世界上第一架蒸汽機的建造者 H. H. 波爾佐諾夫(1728—1766)大大地促進了冶金工廠的發展；他所繪製的許多爐子的圖樣以及巴爾納烏里工廠改建的總圖一直保留到現在。B. B. 彼得洛夫(1761—1834)發現了電流的光效應和熱效應，並由此打下了研究電熱的基礎。里涅夫在“俄國烟火製造術”(1799)一書中首先提出了關於節省爐內燃料的重要問題。

在十九世紀促進了爐子熱工工作發展的俄國學者當中應該特別提出下面幾個卓越的冶金學家：H. H. 亞諾索夫建造了第一座火焰反轉

移動的煅燒爐；斯維雅節夫和 C. Γ. 魯卡舍維奇打下了氣體力學的基礎；A. A. 伊茲諾斯科夫在 1870 年建立俄國第一座蓄熱爐。

把流體力學上的基本定律應用於爐子上的計算這一巨大的功蹟應屬於 B. E. 格魯姆-格爾葉馬洛，他的爐中火焰運動的流動力學原理，(1905—1912)無論在改進國內或國外的爐子上都有很大的影響。關於燃料性質的研究以及發展我們的煤炭和石油工業的問題，這些巨大的功蹟應歸於 Д. И. 門得雷也夫。

從蘇維埃國家建立的第一天起，列寧和斯大林就非常注意恢復和進一步發展冶金工業。

1925 年 12 月在第十四次黨代表大會上，斯大林曾說：“鋼鐵是我國工業基礎的基礎，所以必須使鋼鐵出產量與工業及運輸業方面的需要量相適合^①”。

在斯大林五年計劃的年代裏，無論是黑色冶金或有色冶金都有極大的成就。在極短的時期內建立起來並使之投入生產的工廠有：馬格尼托哥爾斯克和庫茲涅茨冶金公司；札波洛什冶金工廠、克里涅洛什冶金工廠、諾沃-塔格里斯克冶金工廠；亞速鍊鋼廠、克拉斯諾烏拉爾和巴爾哈什煉銅廠；沃爾合夫煉鋁廠和德涅泊煉鋁廠；烏法利斯克煉鎳廠和許多其他工廠。這許多工廠都是用最新式的具有高度生產力的機器裝備起來的。卓越的蘇聯學者直接參加了設計和澈底改造工廠的工作。其中在爐子的熱工方面的偉大功蹟應歸於 И. И. 巴爾金，M. B. 基爾比切夫，M. A. 巴甫洛夫，H. И. 奇也夫斯基以及他們的許多學生。由於蘇聯築爐工作的進步，使得我們的工廠完全被機械化的、備有控制測量器和調整器的爐子設備裝配起來。

在偉大的衛國戰爭初期，敵人暫時佔領了頓巴斯、彼利得涅普洛沃及中央區的一部份。但是，在東方預先建立起來的強大冶金工業基地能夠不斷地把武器供給我們的軍隊。

① “斯大林全集”第 7 卷，第 317 頁，1947 年俄文版。

在 1946—1950 年恢復與發展蘇聯國民發濟的新五年計劃中，對黑色和有色冶金工業提出了新的巨大任務。在 1950 年生鐵、鋼的熔煉及鋼材的生產應比戰前水平提高 35%，1950 年有色金屬產量與 1945 年比較，銅應增加到 1.6 倍；鉛為 2.6 倍；鋅為 2.5 倍；鋁為 2 倍；鎂為 2.7 倍；鎳為 1.9 倍；錫為 2.7 倍；鎢精礦為 4.4 倍；鎢精礦為 2.1 倍。要完成這些任務不僅要依靠建築新的工廠，而且很大部份要依靠現有企業工作進一步的改進。因此，進一步發展爐子的熱工技術是有特別意義的。擺在蘇聯築爐工作者面前的主要任務是：提高設備的生產力，改進加熱的質量和減少燃料的消耗量。

§2. 爐子的分類標準 因為各種工業部門的技術過程種類繁多，而所用爐子的構造式樣也不一致，所以要將所有工業用爐作精確的分類是很困難的。通常是按下列主要特徵來分類：

1. 按所用燃料的種類來劃分：

- (a) 固體塊狀燃料爐；
- (б) 粉狀燃料爐；
- (в) 液體燃料爐；
- (г) 氣體燃料爐；
- (д) 以部份爐料作燃料的爐子（轉爐、硫化礦石的焙燒爐）；
- (e) 利用電能的爐子（電爐）。

2. 按爐膛的形狀來劃分：

(a) 豎爐（爐膛有一垂直軸，操作時爐料往下降，而爐氣則向上升）；

(б) 火焰爐（爐膛是水平設置的爐池，爐氣向水平方向運動）；

3. 按傳熱的方法來劃分：

(a) 燃料和爐料一同裝入爐內，爐料直接與燃料及燃燒所產生的氣體相接觸而進行傳熱（如高爐、熔鐵爐、鼓風爐）；

(б) 燃料並不與爐料直接接觸，而是在另外的火箱中燃燒，利用所

產生的氣體將熱傳給爐料(如火焰爐、反射爐);

(B) 爐料既不與燃料接觸,也不與廢氣接觸,而是用爐壁將爐料和燃料隔離,熱即藉此爐壁傳遞(如蒸餾爐、馬弗爐)。

4. 按燃料燃燒和爐料加工(雜質的氧化)所需空氣的供給方法來劃分:

(a) 自然通風爐——空氣藉火箱或煙囪所產生的吸力作用,從大氣進入爐內;

(b) 人工通風爐——應用鼓風機在一定壓力下將空氣鼓入爐內。

5. 按用途來劃分:

(a) 熔煉爐——爐料在爐內進行熔化;

(b) 加熱爐——爐料在熔點以下的溫度進行加熱(如煅燒爐)。

6. 按工作的方法來劃分:

(a) 間歇式爐——裝入爐料或金屬坯時,爐子暫時停止工作;

(b) 連續式爐——只在大修理時它才停止工作。

現在我們來研究最常見的幾種冶金爐。

§3. 豎爐 豎爐的爐膛是垂直的,它的水平截面可能是圓形、正方形和長方形。若水平截面的形狀對冶煉過程沒有特別的作用,一般都是採用圓形的,因為圓形的周長與截面的比值最小,因而爐壁的散熱損失也就最少。

爐身的上端叫做爐喉。爐料、燃料和熔劑即從此處裝入爐內,廢氣也經過此處排至爐外。在若干豎爐中,假如不欲使燃料的灰份與爐中的原料混合,燃料則可在獨立的火箱中燃燒。豎爐中的燃料一般在爐身的下部燃燒,所產生的爐氣上升時,便將本身的熱傳給在爐身中的爐料。

豎爐的工作是連續性的。原料一直裝至爐喉。燃燒所必需的空氣從爐子的下部引入,因此燃料在爐子的下部燃燒得最劇烈。爐料在爐內進行煅燒還是熔化,要按爐子的用途而定。焙燒物或熔融物從爐子