

中等專業學校教學用書

金屬工藝學

勃留哈諾夫、拉赫金、馬婁施也夫、
尼柯拉也夫、舒瓦洛夫著

機械工業出版社

中等專業學校教學用書



金屬工藝學

譚德福、石 霖、吳培英、趙國華

汪大年、郭希烈、陳心錚譯

蘇聯高等教育部中等專業學校教育司審定為
中等技術學校教學參考書



機械工業出版社

1956

出版者的話

本書係根據蘇聯國立機器製造書籍出版社(Машгиз)出版的布留哈諾夫(А. Н. Брюханов)拉赫金(Ю. М. Лахгин)、馬裏施也夫(А. И. Малышев)、尼柯拉也夫(Г. Н. Николаев)、舒瓦洛夫(Ю. А. Шувалов)所著的[金屬工藝學](Технология металлов) 1954年版譯出,原書經蘇聯高等教育部中等專業學校教育司審定為中等技術學校教學參考書。

本書內容分為:冶煉、金屬學、鑄造、壓力加工、銲接、金屬切削加工等六個部分。

本書是由譚德福(冶煉部分)、石霖、吳培英(金屬學部分)、趙國華(鑄造部分)、汪大年(壓力加工部分)、郭希烈(銲接部分)、陳心鏢(金屬切削部分)七位同志譯出的。

書號 0884

1956年3月第一版 1956年3月第一版第一次印刷

787×1092¹/₁₈ 字數534千字 印張21⁷/₉ 插頁2 0.001—5.000冊

機械工業出版社(北京東交民巷27號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第003號

定價(8) 3.61元

緒言	11
----------	----

第一篇 冶金(馬婁施也夫)

概論	13
----------	----

工業用金屬	14
-------------	----

耐火材料	14
------------	----

燃料	15
----------	----

第一章 煉鐵	18
--------------	----

1 煉鐵原料	18
--------------	----

2 高爐	21
------------	----

3 高爐反應	23
--------------	----

4 高爐冶煉產品	26
----------------	----

第二章 煉鋼	29
--------------	----

5 煉鋼的主要方法	29
-----------------	----

6 轉爐煉鋼	29
--------------	----

7 碱性轉爐的操作法	32
------------------	----

8 在火鎗爐爐底上煉鋼	34
-------------------	----

9 電爐煉鋼	37
--------------	----

10 鋼的澆注	39
---------------	----

11 直接用礦石煉鐵	42
------------------	----

第三章 有色金屬的冶煉	43
-------------------	----

12 有色金屬礦石	43
-----------------	----

13 銅的冶煉	44
---------------	----

14 鋁的冶煉	47
---------------	----

第二篇 金屬學(拉赫金)

概論	51
----------	----

第四章 金屬的結晶構造	52
-------------------	----

15 金屬的構造與性能	52
-------------------	----

16 結晶過程	53
---------------	----

17 金屬中的同素異形轉變	56
---------------------	----

第五章 金屬與合金的研究及檢驗法	57
------------------------	----

18 粗型分析	57
---------------	----

19 顯微分析	58
---------------	----

20 X-射線分析	59
-----------------	----

21 研究及檢驗金屬和合金的其他方法	61
--------------------------	----

第六章 金屬的機械試驗法	62
--------------------	----

22 拉伸試驗	63
---------------	----

23 衝擊韌性試驗	66
-----------------	----

24 硬度試驗	67
25 疲勞試驗	70
26 高溫試驗	72
27 工藝試驗	73
第七章 合金的理論基礎	73
28 相律	73
29 第一類平衡圖	74
30 第二類平衡圖	77
31 第三類平衡圖	79
32 第四類平衡圖	81
第八章 鐵-碳平衡圖	83
33 鐵	83
34 鐵-碳平衡圖	84
第九章 鋼的熱處理	89
35 鋼的淬火	90
36 鋼的回火	106
37 鋼的退火	108
38 鋼的正火	109
39 鋼的表面淬火	110
第十章 鋼的化學熱處理	113
40 鋼的滲碳	113
41 鋼的氮化	116
42 鋼的氰化	118
43 滲入金屬法	118
第十一章 熱處理車間設備	120
44 熱處理爐	120
45 淬火裝置	122
46 測量及控制溫度的儀器	125
第十二章 鋼	126
47 鋼的一般分類	126
48 碳及平常雜質對鋼性能的影響	127
49 普通熱軋碳鋼	128
50 中質碳結構鋼	129
51 碳工具鋼	130
52 合金元素對鋼性能的影響	131
53 合金結構鋼	133
54 合金工具鋼	139
55 高速鋼	140
56 不銹鋼及耐酸鋼	141
57 抗氧化鋼及抗熱鋼	142
58 抗磨鋼	143

59 具有特殊物理性能的鋼	144
第十三章 有色金屬及合金	145
60 銅及其合金	145
61 鋁及其合金	149
62 鎂及其合金	153
63 巴比合金	155
第十四章 金屬陶瓷材料, 硬質合金	156
64 金屬陶瓷材料及零件	156
65 硬質合金	156
第十五章 金屬的腐蝕及其消除方法	159
66 金屬的腐蝕	159
67 防止腐蝕的保護方法	160

第三篇 鑄造生產(尼柯拉也夫)

概論	163
第十六章 造型材料	164
68 對造型材料的要求	164
69 型砂及其性能和分類	165
70 型心砂及對它的要求	165
71 攪料、塗料及其他輔助材料	167
72 型砂、型心砂及輔助材料的製備	167
73 模具	169
74 造型用工具和附具	171
第十七章 造型	172
75 造型方法	172
76 手工造型	173
77 砂箱造型	173
78 刮板造型	174
79 機器造型	175
80 型心的製造	178
81 鑄型及型心的乾燥	179
82 澆注系統	181
83 型心在鑄型中的固定	182
第十八章 鑄件的獲得	182
84 鑄造材料	182
85 熔爐設備	191
86 鑄型的澆注	196
87 鑄件的落砂和清理	197
88 鑄件的廢品及其生成原因	198
第十九章 可鍛鑄鐵	200
89 鐵素體可鍛鑄鐵的退火	200

90 珠光體可鍛鑄鐵的退火	202
第二十章 鋼鑄件	203
91 獲得健全鋼鑄件的條件	203
第二十一章 有色金屬合金鑄件	203
92 有色金屬合金鑄件的生產特點	204
第二十二章 特種鑄件及特殊鑄造法	205
93 帶冷硬表面鑄件的獲得	205
94 金屬型(硬模)鑄造	205
95 離心鑄造	206
96 壓鑄	207
97 熔模精密鑄造	209
第四篇 金屬壓力加工(布留哈諾夫)	
概論	211
第二十三章 金屬壓力加工原理	212
98 金屬的組織及由於壓力加工後它所發生的變化	212
99 塑性變形的過程	213
100 影響金屬塑性的各種因素	215
第二十四章 熱規範	216
101 熱加工的溫度範圍	216
102 加熱規範	217
103 加熱設備	218
第二十五章 輾軋	222
104 輾軋過程的實質	222
105 輾軋設備	223
106 輾軋生產的產品	224
第二十六章 擠壓	226
第二十七章 拉絲	227
107 一般概念	227
108 拉絲設備及工具	228
第二十八章 自由鍛造	229
109 一般概念	229
110 基本操作及工具	230
111 鍛造舉例	232
112 用錘鍛造	233
113 用水壓機鍛造	236
第二十九章 鍛件的模型鍛造	238
114 模鍛方法	238
115 軋料截成均整的坯料	239
116 在錘上模型鍛造	239
117 在曲柄熱模鍛壓機上模型鍛造	244

118 切除毛邊	245
119 在臥式鍛造機上模型鍛造	246
120 在摩擦壓機及其他機械上模型鍛造	249
121 完成和精整工序	252
122 有色金屬的模鍛特性	254
第三十章 冷鍛工作	254
第三十一章 板料衝壓	255
123 衝壓方法	255
124 板料衝壓的主要工序及其衝模	255
125 板料熱衝壓	258
126 板料冷衝壓	259
第五篇 金屬的銲接、切割和釐鐸	
概論	261
第三十二章 電弧銲	262
127 概論	262
128 電弧銲所應用的機器和用具	262
129 電弧銲應用的銲條	265
130 電弧銲的技術	266
131 具有高度生產率的手工電弧銲接法	268
132 自動電弧銲	269
133 保護氣體中的電弧銲	270
134 氬原子銲	270
135 鋼、鑄鐵、有色金屬及其合金的電弧銲接工藝	271
136 電弧銲的安全技術	272
第三十三章 氣銲	273
137 概論	273
138 在氧氣中乙炔的燃燒過程	274
139 熔銲器具和附件	275
140 氣銲工藝	279
141 銲接時銲縫的組織、應力和變形	280
第三十四章 氣壓銲和鑄銲	281
第三十五章 接觸銲	282
142 概論	282
143 對銲	282
144 點銲	283
145 滾銲	285
第三十六章 金屬的切割	286
146 各種金屬的氣割及其本質	286
147 氣割器的型式和構造	287
148 氣割的規範和工藝	287

149 各種金屬的電弧切割	288
150 各種金屬的水下切割	288
第三十七章 銲接接頭質量的檢查	289
第三十八章 鈐銲	290
151 概論	290
152 應用軟銲料的鈐銲	290
153 應用硬銲料的鈐銲	291
第六篇 金屬切削加工(舒瓦洛夫)	
第三十九章 金屬切削加工的基本概念	293
154 金屬切削加工的主要方式和切削過程的要素	293
155 刀具的幾何形狀和切屑的形成過程	296
第四十章 公差與技術測量	299
156 公差與配合的基本概念	299
157 量具	303
第四十一章 鉗工	308
158 基本知識	308
159 劃線	308
160 鑿削和切削	310
161 銼削	311
162 刮削和研磨	311
163 鑽削、鉸削和切螺紋	312
第四十二章 金屬切削機床	316
164 機床的力學	316
165 主運動的驅動裝置	316
166 進給運動機構	320
第四十三章 車床	325
167 車削過程	325
168 車刀	329
169 車床	331
170 車床上所做的工作	338
第四十四章 鉋床	343
171 鉋削過程和鉋刀	343
172 鉋床	345
第四十五章 鑽床	349
173 鑽削過程	349
174 加工孔用的刀具	352
175 鑽床	354
第四十六章 銑床	359
176 銑削過程	359
177 銑刀	362

178 銑床.....	364
179 銑床上所做的工作.....	368
第四十七章 磨床	374
180 磨削過程.....	374
181 磨床的類型.....	378
參考文獻	383
中俄名詞對照表	384

金屬工藝學是研究金屬與合金生產、性質及其加工方法的科學。

金屬乃是通常組成碱性氧化物的單原子元素；常態下的固體金屬成結晶結構。金屬具有很好的高導熱性和高導電性，不透明性（對普通光線而言），斷面上有特殊的金屬光澤，而大多數又都具有冷加工性和熱加工性。

在地殼內，除了金、銀、鉑、銅之外，幾乎所有金屬都和其他元素結成化合物存在。含有金屬的天然化合物稱為礦物或礦石。為了提煉金屬，須將礦石加以複雜的機械處理和化學處理。

金屬工藝學中，講述用礦石熔煉金屬的工業方法的這一部分，稱為冶金。

可作為金屬特徵的物理-機械性能和化學性質與其內部構造有關。為了在工業技術上合理地使用金屬，必須研究金屬與合金的結構和性質。金屬學是金屬工藝學中研究金屬與合金的內部結構，確定它們的成分、組織、性質以及用途之間關係的部分。

擁有良好鑄造性能的金屬與合金，被用來製造鑄件。製造鑄件的全部工序總稱之為鑄造工藝學。

所有金屬以及大部分合金都具有足夠的塑性，這樣便有可能用來製造半製品和進行冷態或熱態的壓力加工的製品。屬於壓力加工過程的有：軋、壓、拉絲、鍛造和衝壓。

使金屬結構得到不可拆卸結合的最先進方法之一，是銲接和熔接。它們已在工業上得到了廣泛的應用。

獲得圖樣規定尺寸和公差範圍內的製品，主要是用手工工具或在專門的機床上除去切屑的方法進行的。在大多數的情形下，金屬的切削加工是製得成品的最後工序。

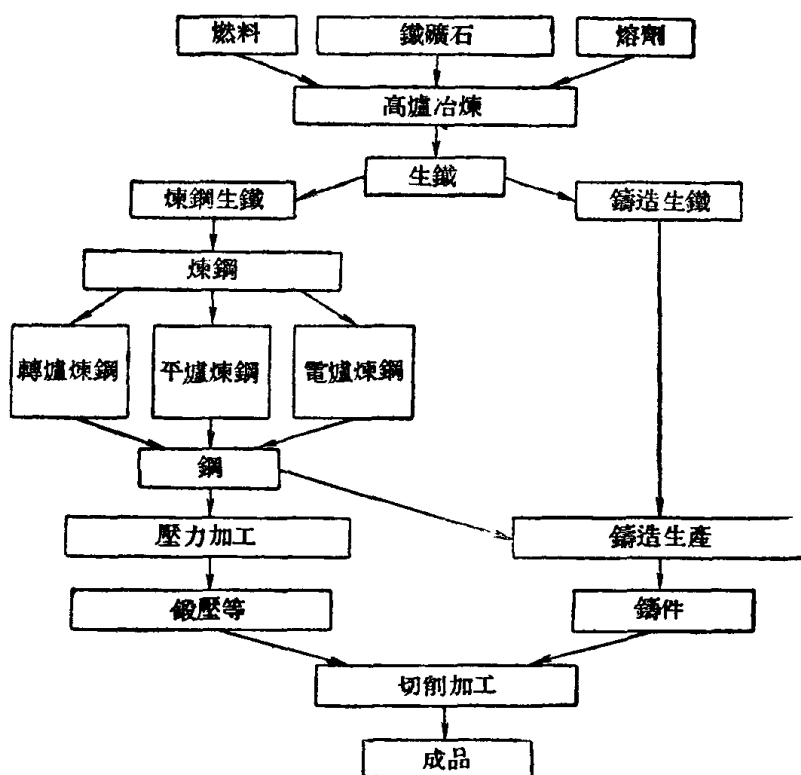


圖1 將鐵礦石製成成品的最主要的過程。

因此，科學——金屬工藝學是由下述主要部分組成的：

- | | | |
|----------|----------|----------|
| 1) 冶金； | 2) 金屬學； | 3) 鑄造生產； |
| 4) 壓力加工； | 5) 銲接生產； | 6) 切削加工。 |

圖1所示簡圖即表明了將鐵礦石製成成品的最主要的過程。

第一篇 冶金

概 論

冶金(或金屬生產),和燃料工業以及化學工業同是國民經濟中的主要部門。而在建設共產主義的我國(蘇聯),金屬的作用尤其巨大。

在蘇聯共產黨的領導下,我國已建成了高度發展的冶金工業,足以保證熔煉出足夠數量的金屬,以滿足重工業、交通運輸業、機械製造業以及整個農業全盤機械化的需要。

愈益完善的強大的蘇聯冶金基地,使拖拉機、康拜因以及其他農業機械、汽車、飛機、機車、電氣機車的生產可以有計劃的擴展,同時又可以製造出各種機器、機床和工具,加強住宅建築、交通運輸和電訊工具等。

俄羅斯的冶金歷史,源於遠古。還是在第十世紀,俄國的鍛造和熔鐵作坊就製造了大量武器,供給第一個俄國王侯的衛隊和兵士。不過,俄羅斯的金屬生產,幾乎到十六世紀末還不很發達。冶金工業的迅速發展是在1700年開始的,到1724年的時候,俄國的生鐵產量已居世界首位。在這時期內,烏拉爾冶金工業的發展速度更為迅速。

1763年,偉大的俄國學者羅蒙諾索夫(М. В. Ломоносов)發表了他的卓越的著作[冶金或礦業的首要基礎]。這本書曾是冶金上的第一部主要著作,羅蒙諾索夫發表的思想整整超過了西歐思想一百年。

但是在封建農奴制度的條件下,俄國冶金工業的發展速度開始減慢,在生產率很低的農奴勞動基礎上的俄國工業,不能和西方競爭,到1860年,金屬生產已退居為世界的第七位。

到十九世紀八十年代,當俄國走上發展到資本主義道路的時候,冶金工業開始了劇烈的增長。但是,這一增長被1902~1910年的危機所阻滯,而僅在第一次帝國主義戰爭前夕,黑色冶金工業又開始了迅速的高漲。在1913年時佔世界生鐵產量第五位,鋼產量第六位的帝俄,按人口計的金屬需要比例來說是最落後的國家。

十月社會主義革命勝利之後,我國(蘇聯)開始恢復因帝國主義戰爭和國內戰爭而遭破壞的國民經濟。1929年冶金工業開始高漲。在1929~1940年間,蘇聯生產的生鐵和鋼幾乎超過1913年革命前俄國的四倍。

在偉大的衛國戰爭中,蘇聯的冶金工業曾不斷地以必須數量的金屬供應給前後方。

在第四個五年計劃期間,金屬的生產仍在繼續不斷地發展着。1950年熔出的黑色金屬較之1940年高出45%。

在黨和政府的領導下,蘇聯學者、設計師和生產革新者們,在最新的科學和技術成果的基礎上,在統一的社會主義生產體系的基礎上,實現着國民經濟的進一步發展。

蘇聯共產黨第十九次代表大會,曾在其具有歷史意義的決議中批准了當前黑色和有色金

屬生產的五年計劃。按照代表大會的決議，1955 年的黑色和有色金屬生產，較之 1950 年將有如下的增長：

生鐵	增加76%	精煉銅	增加90%	鋅	增加2.5倍
鋼	增加62%	錫	增加80%	鋁	增加2.6倍
壓延	增加64%	鎳	增加53%	鉛	增加2.7倍

完成這一計劃，便在蘇維埃人民面前開闢了進一步走向共產主義道路的美妙前途。

工業用金屬

工業用金屬分為兩類：黑色金屬和有色金屬。

黑色金屬——生鐵、鋼、鐵——所以能够在工業上獲得很廣泛的應用，是因為它們有着很好的機械性能和工藝性能，地殼中含有大量的鐵，用鐵礦石熔煉金屬比較簡單和便宜。全世界的黑色金屬生產超過 94%；其餘的才是有色金屬的生產。黑色金屬是鐵和碳、矽、錳、磷、硫的合金。碳是最主要的雜質。

普通的鐵（工業用）是鐵和碳的合金，其中碳量不超過 0.2%。鐵很柔軟，易於壓力加工，易於銲接；其實工業用鐵就是低碳鋼（軟鋼）。

含碳量在 2.0% 以下的鐵碳合金稱為鋼。鋼比工業用鐵的硬度大，不易受壓力加工和銲接，淬火的影響表現得更為有效。

生鐵也是鐵合金，但含碳量高於 2.0%。生鐵是製造零件毛坯的良好鑄造原料。

有色金屬分為重有色金屬、輕有色金屬、稀有有色金屬和貴有色金屬。

許多有色金屬（銅、鋅、錫、鉛等）都是在純體時使用，但主要的却是被用來製造比黑色金屬合金具有更多特性的合金。

耐火材料

近代冶金過程都是在高溫下進行，因此，冶金爐的重要部分都砌以耐火材料，以便使得它能够經得住爐內的高溫以及液體金屬與爐渣對它的作用，同時又不致破損。

各種形狀和尺寸的耐火磚，填充材料，粉末以及各種成型製品都是用耐火材料製成的。

耐火材料應符合下列要求：

- 1) 耐火度（其特徵就是材料的熔化溫度和軟化溫度）；
- 2) 抵抗爐氣、液體金屬以及渣子的侵蝕；
- 3) 高溫下的機械強度；
- 4) 受熱時體積固定，亦即不生漲縮。

耐火材料分為酸性的（矽磚）、碱性的（鎂磚、白雲石、滑石磚）和中性的（粘土磚、鉻鐵磚）。

矽磚由磨細的石英滲以少量的石灰製成。含有 92~96% 的二氧化矽（ SiO_2 ）。熔化溫度 1730°C。在焙燒矽磚時（1450~1470°C），石英便轉變成為一種體積增加（膨脹）了的變態物——白矽石。如燒成合理，則在再次受熱時可防止膨脹現象。矽磚可被用來建築平爐和電爐的爐頂，以及轉爐和在熔化過程中組成酸性渣的任何爐子的爐襯。

鎂磚由天然菱鎂礦(MgCO_3) (焙燒過的)和少量的粘土與石灰溶液製成。含有75%以上的氧化鎂(MgO)。耐火度達 2000°C ，不過鎂磚對溫度變化的抵抗較弱，而易於破裂。它能很好地抵抗碱性渣的侵蝕。可砌平爐爐底和爐牆。

白雲石是碱性耐火磚。含有30.45%的氧化鈣(CaO)，21.75%的氧化鎂(MgO)和47%二氧化碳(CO_2)。耐火度 $1800\sim 1950^\circ\text{C}$ 。焙燒過的白雲石耐火磚，易吸收空氣中的水分，保管時間長久後便會鬆散；因此建議在使用地點進行白雲石的焙燒。它可用來燒結平爐爐底和轉爐爐襯。

滑石磚用天然礦物——滑石或用滑石和菱鎂礦混合物製成。含有63.5%二氧化矽(SiO_2)，31.7%氧化鎂(MgO)。耐火度達 1450°C 。滑石磚可代替鎂磚砌造加熱爐的爐頂和爐牆。

鉻鎂磚由鉻鐵礦和菱鎂礦的混合物製成。它的成分是：35%氧化鉻(Cr_2O_3)；25.5%氧化鎂(MgO)；4%氧化鈣(CaO)；28.6%三氧化二鋁(Al_2O_3) + 三氧化二鐵(Fe_2O_3)；6.59%二氧化矽(SiO_2)。

鉻鎂磚除了具有高耐火度($1850\sim 1950^\circ\text{C}$)之外，還可經受劇烈的溫度變化；所以可用來砌作冶金爐的爐頂、爐拱、爐底以及爐牆。

粘土磚是最通用和最便宜的耐火材料。它是由在粉碎前曾於 800°C 下焙燒以去掉水分的白耐火粘土製成。粘土磚的大約成分是：50~65% 二氧化矽(SiO_2)；30~40%三氧化二鋁(Al_2O_3)。耐火度在 $1580\sim 1730^\circ\text{C}$ 之間。可用來砌作高爐和冲天爐等。

不受高溫作用的爐砌，可用普通的磚來砌作。

燃 料

在工業上，把那些能够在燃燒時放出工業用熱能的物質稱為燃料。燃料分為固體、液體和氣體。任何一種燃料都是由可燃部分和不可燃部分(殘渣)組成的。

固體燃料中的可燃部分是碳和氫。氮、水分、灰分(複雜物質)、硫屬於灰渣，它們雖然在燃燒時放出熱量，但對金屬有害。

在冶金生產中，採用固體燃料——木柴、泥煤、烟煤(無烟煤)，以及焦化天然燃料——木炭和焦炭。

木柴 我國最富有的森林資源對於整個國民經濟具有重大意義。木材是極好的建築材料，同時又是製造許多貴重產品的原料。作為燃料的則通常是商業木材加工時的廢料。木材燃料的最大優點是灰分少(1%左右)，完全不含硫和容易引火。木柴的發熱量依所含水分的不同(20~65%)，而在 $1500\sim 3500$ 仟卡/公斤之間。在冶金上，木柴被作為製造木炭和發生爐煤氣，以及點爐子用的原料。

泥煤 泥煤是由沼地底上的植物殘骸形成的。分為纖維質泥煤(最年青的)，土質泥煤和樹脂質泥煤(最老的)。全蘇聯都有泥煤層的發現。

泥煤的大約成分是：53~60% C；5.5~6.5% H；5~20% 灰分和20~30% 水分。發熱量 $2500\sim 3500$ 仟卡/公斤。

除了水分和灰分高之外，強度小也是泥煤的缺點，以致即使是短距離也難以運輸。在冶金

上, 泥煤被用來製取發生爐煤氣和泥煤焦。

褐煤 和泥煤比較起來, 褐煤是植物中分解較晚的有機體產物。其結構與木柴相似。燃燒時即發出帶有濃烟的長火燄。因為含有大量殘渣和具有風化能力, 故褐煤是低級燃料。

褐煤的大約成分是: 55~73% C; 4.5~8% H; 1.5~4% S; 20~30% (O+N); 7~15% 灰分; 12~30% 水分。

發熱量平均為 5000 仟卡/公斤。

在冶金上, 褐煤用來製取發生爐煤氣。富產褐煤的地區有: 莫斯科近郊地區, 烏拉爾, 西伯利亞。

烟煤 是植物殘骸最後轉變為煤的產物, 它可分為幾級。

煤的礦物化程度, 化學成分, 燃燒火燄的特徵, 焦炭的出量, 煉焦行程等等都被作為分類基礎。

無烟煤是礦物煤中最老的一種。它的特點是比重與光澤較大。不易燃燒, 但在燃燒時, 却可以放出大量熱量。可用在暖氣設備中以及代替全部或部分 (60%) 焦炭而作為冲天爐燃料。烟煤的發熱量為 6000~8000 仟卡/公斤。含有硫 0.5~3%; 灰分 4.5~10%; 水分 2~6%。

在蘇聯, 煤的蘊藏量佔世界第二位。我國主要產煤區是: 頓巴斯, 庫茲涅茨克, 卡拉岡達等地。

木炭 隔絕空氣加熱 (乾餾) 木柴便可獲得木炭。像很早以前所實際運用的那樣, 用堆燒法燒木炭時, 分出的乾餾產物都損失掉了。現在, 乾餾則是在帶有收集揮發物和焦油的特殊爐子內進行。

優質木炭具有光亮的黑色。大約成分是: 80~90% C, 10~20% (H+O+N)。灰分為 0.6~1.0%。發熱量 6500~8000 仟卡/公斤。木炭的主要優點是不含硫和灰分少。因此, 常用木炭在高爐內熔煉高級生鐵。木炭的缺點是強度不夠 (20~40 公斤/公分²) 和價值較高。

焦炭 焦炭是熔煉生鐵的主要原料。它是在特殊的煉焦爐中, 將煉焦煤乾餾後得到的產品。圖 2 即係煉焦爐及其附屬設備的簡圖。

首先將從車裏卸在坑 1 中的煤, 用轉運裝置 2 和 3 運到粉碎選洗間 4, 除去礦物雜質 (包括硫化物), 再送入儲煤塔 5, 然後分批裝入爐內。爐子是由連接成一體的 50~70 個狹長爐室組成 (圖 3)。煤從每一爐室頂

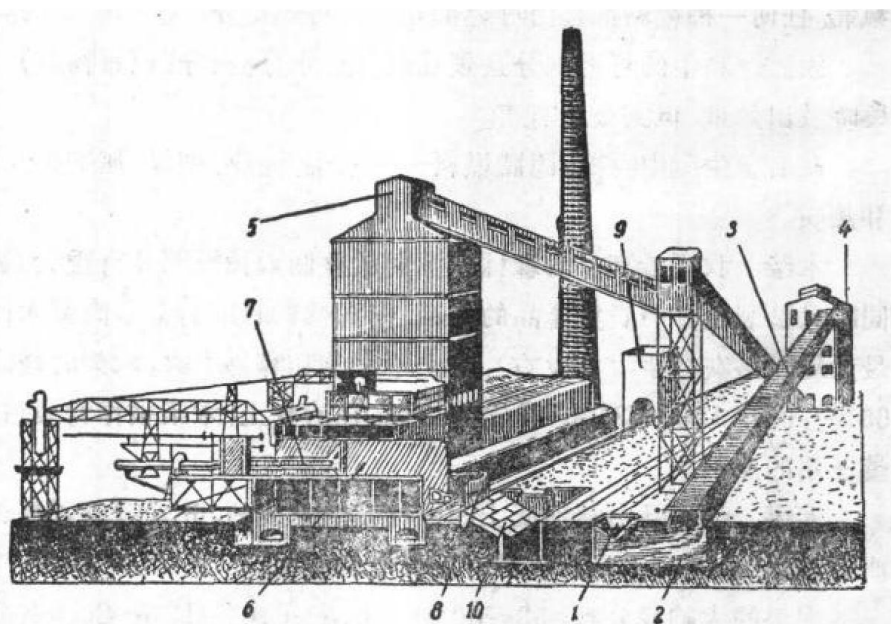


圖 2 煉焦爐簡圖。