

鋼鐵冶金學

郭承華編著

1951

★鞍鋼叢書之一★

鋼 鐵 冶 金 學

(又名黑色金屬冶金學)

邵象華編著

鞍鋼編譯委員會編印
東北工業出版社出版

★ 鞍鋼叢書之一 ★

鋼 鐵 冶 金 學

(又名黑色金屬冶金學)

作 有
權 著

編 著 者 邵 象 華
校 對 者 閻 慶 甲
編 印 者 鞍 鋼 編 譯 委 員 會

(地址：東北鞍山鋼鐵公司)

出 版 者 東 北 工 業 出 版 社

定 價 甲 種 東 北 幣 肆 拾 萬 元
乙 種 參 拾 陸 萬 元

一 九 五 一 年 三 月 初 版

前 言

這本書是在人民的鞍鋼修復生產的第一年中寫成的，在這一年中，解放了的勞動者以無比的力量，從一堆廢墟裡重新創造了一個巨大的鋼鐵工業中心，奠定了全國重工業發展的基礎，其他地區的鋼鐵廠，也在解放以後迅速地恢復起來了，已有成千成萬的人們參加了鋼鐵的生產建設工作，而且無疑地，隨着今後鋼鐵事業的更進一步擴大，將有更多的人們也來參加這一工作。

這本書的目的，是（一）供給從事鋼鐵廠工作的同志們一些有系統的參考資料；（二）供給準備參加鋼鐵生產的同志們一些學習資料。據作者所知，和本書性質相似的關於鋼鐵冶金的书籍，在國內至今還沒有過。

目前國內還沒有統一而完整的冶金名詞標準，本書中所用的專門名詞，儘可能採用習慣上已較常用的，但無習慣名詞可用的，則不能不新創造。雖然在這方面曾費過不少的時間和精力，但相信有些名詞還是不很妥善的，這些，以及書中其他的錯誤或遺漏之處，極盼國內冶金工作者給與指正，以便再版時訂正。

書中資源統計數字都根據已發表的資料，已在文中分別註明來源，在編寫中曾參考過不少書籍雜誌，其中主要的書有下列幾種：

Camp and Francis: "The Making, Shaping and Treating of Steel"

Durrer: "Erzeugung Von Eisen und Stahl"

Teichert: "Ferrous Metallurgy"

昭和製鋼所綱要

Sisco, etc.: "Basic Open Hearth Steelmaking"

Eisenhütte

有一部份插圖，也是由這些參考書中選用的。

在本書卷末附有英俄中名詞對照表，以備查考。表中的俄文名詞，全部是由馬賓副經理收集的，他在百忙中所完成的這項工作給本書生色不少，謹在此誌謝。

一九五〇年十一月於鞍山

邵 象 華

內容目錄

插圖目錄 附表目錄

第一章	鐵礦石	1— 17
第二章	燃料與燃燒	18— 40
第三章	耐火材料、熔劑、熔渣	41— 56
第四章	生鐵的冶煉	57— 88
第五章	鑄鐵	89—115
第六章	熟鐵	116—132
第七章	早期的煉鋼——滲碳鋼和坩堝鋼	133—137
第八章	近代煉鋼方法和鋼的分類	138—142
第九章	貝式麥煉鋼法、托馬斯煉鋼法	143—157
第十章	平爐煉鋼法	158— 201
第十一章	電爐煉鋼法	202—210
第十二章	鋼錠	211—228
第十三章	鋼的機械加工	229—241
第十四章	軋鋼	242—258
第十五章	鍛鋼	259—266
第十六章	鑄鋼	267—276
第十七章	鐵炭合金的組成	277—295
第十八章	鋼和鑄鐵的組成	296—308
第十九章	鋼的熱處理	309— 326
第二十章	合金鋼和合金鑄鐵	327—350

附錄 鋼鐵廠的操作參考數字

名詞對照表——英、俄、中

索引

插 圖 目 錄

圖號	名 稱	頁數
1	洗礦設備.....	11
2	鞍山選廠程序圖.....	12
3	磁化焙燒爐.....	13
4	下行加煤法.....	29
5	行走爐橋.....	29
6	上行加煤設備.....	30
7	上行加煤的燃室.....	30
8	吸用式燃室器.....	32
9	毛根式發生爐.....	33
10	蜂窩式煉焦爐.....	37
11	副產煉焦爐的加熱原理.....	38
12	煉焦副產物回收程序.....	39
13	耐火材料的膨脹率.....	44
14	耐火材料導熱係數.....	45
15	煉鐵廠主要設備的關係.....	58
16	煉鐵爐.....	59
17	爐頂雙筒裝置.....	60
18	裝料桶和爐頂裝置.....	61
19	熱風爐.....	63
20	鑄塊機.....	66
21	煉鐵爐內的主要化學反應.....	73
22	熔鐵爐.....	90
23	熔鐵反射爐.....	100
24	搖擺式電爐.....	103
25	括砂模.....	105
26	木型和泥心.....	106
27	做好後的砂模.....	107
28	灰口鑄鐵和熱鐵的顯微組織.....	117

29	炒熟鐵爐	119
30	擠壓爐	126
31	坩堝熔鋼爐	136
32	正口式吹煉爐	144
33	偏口式吹煉爐	144
34	吹煉爐爐底	144
35	泥鐵爐	146
36	風嘴磚	149
37	鞍山第一煉鋼廠切面圖	159
38	煉鋼平爐	161
39	固定式平爐爐頭	162
40	鞍山可傾式平爐爐頭	163
41	福丁式變向氣門	165
42	碱渣平爐鐵液中C和FeO含量的平衡曲綫	193
43	熔渣成分和P分配比例的關係	194
44	P和含Mn量的關係	195
45	S分配比例與熔渣成份及含Mn量的關係	196
46	各種脫氧元素的強度比較	196
47	海羅爾式電弧爐	203
48	高週率感應電爐	208
49	鐵結晶的骨架	212
50	上小下大鋼錠模	213
51	上小下大鋼錠的切面	214
52	上天下小鋼錠模	215
53	上天下小鋼錠的切面	215
54	半脫氧鋼錠的切面	216
55	聚緣鋼錠的切面	218
56	鋼錠的橫切面	220
57	鉗鋼筒	222
58	圓鋼錠模	223
59	底錠的錠模佈置	225
60	中炭鋼的顯微組織	230

61	炭鋼的臨界溫度	232
62	軋鋼的作用	238
63	錘、壓、和軋的效果	239
64	初軋機傳動裝置	244
65	鞍山的大坯軋鋼軋軋軋	245
66	鋼軋廠的佈置	249
67	50公斤鋼軋軋製過程(例)	250
68	鋼及平爐鐵的原理	251
69	高能鋼板機原理	252
70	鋼索軋的佈置(例)	253
71	32公厘圓條軋製過程	254
72	連續式鋼坯再熱爐	256
73	軋設的幾種基本動作	263
74	滯法蘭的軸	264
75	擴大壓殼	264
76	側夾貝式麥爐	270
77	鋼繩導輪的磨損	274
78	機車汽缸鑄模構造	275
79	純金屬的冷卻曲線	278
80	純鐵的顯微組織	278
81	固溶體的冷卻曲線	279
82	完全可溶兩元素合金的平衡圖	280
83	固態時不溶兩元素合金的冷卻曲線	281
84	固態時不溶兩元素合金的平衡圖	282
85	不溶合金的顯微組織	283
86	固態時有限可溶兩元素合金的平衡圖	284
87	包含不溶化合物的兩元素合金平衡圖	286
88	包含固變反應的兩元素合金平衡圖	287
89	高溫可溶，低溫不溶兩元素合金的平衡圖	288
90	鐵炭合金的平衡圖	290
91	鐵元素的結晶陣式	292
92	次低解鐵的顯微組織	297

93	低合金鋼的顯微組織	299
94	低合金鋼零件的顯微組織	300
95	鐵碳合金含碳量與物理性質的關係	302
96	灰口鑄鐵的顯微組織	305
97	灰口鑄鐵的顯微組織	307
98	各種鋼的實用臨界溫度	311
99	球化珠閃體	314
100	半球化珠閃體	314
101	冷卻速度對臨界點的關係	318
102	馬氏體的顯微組織	319
103	鐵和在 γ 鐵中易溶元素的平衡圖	328
104	鐵和在 α 鐵中易溶元素的平衡圖	329
105	合金元素，對低解溫度和低解含碳量的影響	330
106	合金鋼和炭鋼硬化深度的比較	331
107	硬化後的高速鋼	345
108	退火後的高速鋼	348
109	灰鑄鐵熱處理和物理性質的關係	350

附表目錄

表號	名 稱	頁數
1	主要鐵礦石的分類	2
2	各國鐵礦產量估計	3
3	中國歷史鐵礦石的產量	4
4	東北鐵礦石儲量	5
5	鞍山區鐵礦石的化學成份	6
6	燃料的分類	18
7	主要氣體燃料的成份、發熱量等	20
8	固體燃料的工業分析	22
9	東北煤儲量	24
10	東北煤的工業分析	26
11	華北煤的工業分析	27
12	氣體的可燃限度	32
13	耐火化合物的熔點	42
14	銼流和軟化溫度	43
15	耐火材料的化學成份	48
16	東北的鎂石資源	49
17	耐火磚在鋼鐵廠中的主要用途	50
18	耐火磚的性能	51
19	石灰石成份	53
20	熔渣的化學成份	55
21	生鐵的名稱和成份	69
22	煉鐵爐配料單	82
23	酸生鐵爐爐配件	85
24	生鐵除硫的效率	87
25	熔鐵爐的大小	91
26	鑄鐵用鐵合金的成份和用法	97
27	裝料用的原料成份	98
28	計算結果的證實	99

29	灰口鑄鐵成份	112
30	冷硬條件的成份	113
31	熟鐵的成份	116
32	炒鐵過程中鐵的成份變化	122
33	炒鐵過程中熔渣的成份變化	122
34	炒熟鐵的重量損耗	125
35	吹煉完畢的成份 (艾斯登法)	127
36	熔渣成份 (艾斯登法)	127
37	熟鐵的物理性質	128
38	瑞典海綿鐵的成份	130
39	炭鋼的成份	138
40	鋼的分類	140
41	托馬斯爐內徑與容量的關係	145
42	貝式麥鋼液的成份	151
43	貝式麥吹煉過程中各元素的變化	153
44	預煉混鐵爐內的成份變化	167
45	生鐵廢鋼法所用生鐵成份	170
46	放渣成份	178
47	渣餅外表與成份的關係	182
48	脫氧劑和增碳劑成份	186
49	脫氧劑和增碳劑的用法和效率	187
50	20 噸酸平爐煉鋼記錄	198
51	海羅爾式電弧爐的某些特點	204
52	碱性電弧爐熔渣成份	207
53	各種鋼的均熱溫度	228
54	軋鋼機的分類	242
55	鑄鋼成份和強度	268
56	鑄鋼廠中各煉鋼法的比較	269
57	鐵元素的同素異形體和牠們的特性	293
58	鋼和鑄鐵根據組織的分類	296

59	鐵炭合金組成物的物理性質	301
60	鋼的熱處理	309
61	珠閃體的物理性質	315
62	炭鋼經過不同熱處理後的抗張力	317
63	退火溫度對0.75%炭鋼的危險	322
64	退火顏色和溫度	323
65	滲炭劑	325
66	滲炭深度與時間的關係	325
67	滲氮鋼成份	326
68	γ -環的最高合金含量	329
69	合金元素的作用	332
70	鎳鋼成份及熱處理	333
71	3%鎳鋼的物理性質	333
72	中錳鋼成份及熱處理	334
73	中錳鋼物理性質	334
74	鉻鎳鋼成份及熱處理	337
75	鉻鎳鋼物理性質	337
76	鉻鉍鋼、鉻鈾鋼、鉻鎳鉍鋼的成份及熱處理	338
77	表76所列各鋼的物理性質	338
78	矽鋼成份和用途	339
79	滲炭硬化合金鋼	339
80	矽鋼成份和用途	340
81	工具鋼的成份、熱處理和用途	343
82	合金鑄鐵成份	346
83	煉焦爐操作舉例	351
84	煉焦爐產量	352
85	煉鐵爐操作	353
86	煉鐵爐氣用途分配	354
87	平爐加熱及保溫耗熱量	354
88	碱性平爐操作	355

89	加熱爐操作.....	356
90	加熱爐加熱時間.....	356
91	煤氣發生爐操作.....	356

鋼 鐵 冶 金 學

第一章 鐵 礦 石

礦 物 和 鑛 石

在大自然中，存在着無數不同的物質，有些是固體，有些是液體，有些是氣體，有的是無機物，有的是有機物，任何一種天然存在的固體無機物，都叫做礦物。

有些礦物只含一種單獨的元素，但極大多數的礦物，都是由二種或二種以上的元素化合而成。金、鉍、貴金屬的大部份，銀、銅、銻（水銀）、硫等元素的一部份，單獨存在於自然界中。但這些單純礦物的數目很少，化合物的礦物却已經發現千種以上了。

許多礦物都分佈於地球表面很遼闊的各處，但是在地殼的某些個別地點，往往儲藏着比較大量的一種或少數幾種有用的礦物，這些礦物的開採成本如果低於他的使用價值，那麼就稱為礦石。根據這個定義，某處的某種礦物是否礦石，是與許多社會的和技術的條件，有密切關係的。舉例來說：一切粘土都含有大量的鋁，但一般的粘土並不能稱為鋁礦石。以前煉鋁的原料，全用礬鐵礦及少數其他的含鋁較粘土更多的礦物，那些礦物的產地不多。後來因為鋁的用途日廣，需要量日增，而原有的鋁礦石不夠應用，同時技術上由粘土煉鋁的方法已經發明，因此在某些地方，成份適當的粘土已經可以作為煉鋁的原料礦石而開採利用。又如鞍山區域的貧鐵礦含鐵量一般只在35%左右，在貧礦利用的方法未完成前，本不能算作礦石，但貧礦利用的技術發展到某種程度，使他能與富礦石競爭時，就成為鐵礦石了。由於貧礦利用在技術上的成功，東北不但成為東亞主要的鐵礦石產地，而且成為世界主要產地之一。

含鐵礦物和鐵礦石

鐵是一種比較容易和別的元素化合的金屬元素，在自然界中除了在格林蘭（Greenland）發現的少量自然鐵和隕石含有的自然鐵外，全部是以

化合物的狀態存在着的。

含鐵的礦物，至少有二百種以上，但成份較高，儲量較大，可能作為鋼鐵工業原料的礦物，只有四類，即氧化物、碳酸化合物、矽酸化合物、和硫化物。四者之中以氧化物為最重要，炭化物礦石只在個別的地區開採應用，而矽酸化合物和硫化物作為鐵礦石開採的事實是較少的。（雖然硫化鐵是煉硫酸的主要原料，而且硫酸廠的廢礦石可以用來煉鐵）。各種主要鐵礦石的名稱和他們的重要特性，見表1。

表 1 主要鐵礦石的分類

礦物名稱	分子式	純礦物含 鐵量 %	顏色	痕色	比 重	主要雜質
赤 鐵 礦	Fe_2O_3	70	紅 鋼灰 或黑	紅	約5	H_2O , SiO_2 , Al_2O_3 , MnO
磁 鐵 礦	Fe_3O_4	72.4	黑	黑	約5	H_2O , SiO_2 , Al_2O_3 , Mn , TiO_2
褐 鐵 礦	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	59.9	黃至褐	黃褐	3.4—4.0	Al_2O_3 , SiO_2
菱 鐵 礦	FeCO_3	48.2	灰至褐	灰	3.8	CaO , MnO SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MnO

表1所列的主要雜質，僅指礦石內普通含量最高的雜質，每種礦石往往還含有多種其他的雜質，未列在內；尤其是硫和磷，是任何鐵礦石都含有的。這兩種雜質的含量並不高，但對於煉鐵和煉鋼有莫大的關係，留待後述。表內的「痕色」一項，是指將礦石在未上釉的磁板上劃一條痕跡的顏色，是礦物學上鑑別礦物的重要方法之一，痕色實際上就是礦石研成細粉的顏色，和塊礦石的顏色往往不同。

世界上主要的鐵礦石產地

根據不完全的統計，全世界按現時的標準可用的鐵礦石儲量，（不包括將來因探礦、選礦、運輸和冶煉技術繼續改進而增加的儲量在內），超過600億（60,000,000,000）噸。其中最主要的，儲量在5億噸以上的，約如表2。

表2 世界各國已分佈的鐵礦儲量估計

(除東北外,根據Making, Shaping and Treating of Steel, U. S. A. 1941)

(儲量在5億噸以下的未計)

地 區	礦 別	可用儲量 (百萬噸)	大 約 成 份 %		
			Fe	Mn	SiO ₂
英 國	炭 酸 礦	6,000	30-35		3-18
法 國	菱鐵礦、褐鐵礦	8,160	25-37	7-2.5	6-16
德 國	赤鐵礦及其他	1,320	18-35	1-16	3-25
西 牙	各 種	1,120	30-60	0.2-4	3-20
瑞 典	磁 鐵 礦	2,200	40-70		0.1-?
蘇 聯	磁 鐵 礦	2,030	40-70	1-16	1-15
紐 芬 蘭	赤 鐵 礦	4,000	18-37	0.5-1	9.5-?
美 國	赤鐵質、磁鐵礦	4,950	33-65	0.07-15	2-20
古 巴	赤 鐵 礦	3,160	35-65		
南 非 聯 邦	赤 鐵 礦	1,100	44-68		2-35
印 度	赤 鐵 礦	23,800	55-68		0.7-14
菲 律 賓	赤 鐵 礦	810	47-65		1-10
東 印 度 群 島	磁 鐵 礦	820	56-70		2-9
中 國 (東 北)	磁鐵礦、赤鐵礦	5,474	30-65		5-55

表2中僅僅把各儲礦最多的國名列出，由於各處估計標準並不相同，所以儲量的數字是不能嚴格地互相比較的。此外瑞典的礦石，雖然產儲量並不特別大，因為有許多非常純粹的礦石，所以在世界上是很著名的。

蘇聯在第二次大戰爭中發現了許多巨大的礦藏，最近公佈的全國鐵礦石儲量數字是2,600億噸，但包括了目前還未能利用的在內。

中 國 的 鐵 礦

中國的鐵礦開發最早的(手工開採的小礦不算)是湖北的大冶，是以前漢冶萍公司的基本鐵礦，那裡的礦石含鐵約50至65%，但儲量僅約30,000,000噸。此外察哈爾的龍烟礦區(儲量約90,000,000噸富礦)是華北鋼鐵公司煉鐵的原料，四川綦江的赤鐵礦也有較小規模的開采，但是這些地方，和抗戰期中在大後方其他各地開發的鐵礦，儲量也都器不大，和東北是不能比的。表3是1936年中國經濟年報發表的比較重要鐵礦的儲量(

東北不在內)。

中國最重要的鐵礦石產區，是東北九省，在日本佔領時期，有過大規模的開發，主要有鞍山、本溪、和在計劃中的東遼道（通化等地），這三個鐵礦區是東北鋼鐵工業的中心。而全東北的鐵礦石的總儲量，已經發現的達54億7千多萬噸，是世界上最重要的鐵礦石區之一，尤其是中國重工業建設的基礎。

東北各主要鐵礦石產品區的含鐵量及儲量（包括確定儲量及推定儲量），見表4。

表3 中國幾處鐵礦石的儲量

1936 中國經濟年報

地名	儲量(千噸)	備註
察哈爾：龍煙	91,645	包括辛密、龐家堡、煙筒山、三叉口等礦
綏遠：白雲山	30,000	
河北：灤縣	42,423	晉城、高平、長治、平定等縣
井陘	5,000	
山西	80,000	前漢冶萍所屬及隸鼎山各礦合計
山東：金嶺鎮	13,700	
湖北：大冶	25,883	指桃沖鐵礦
鄂城	10,200	
宜都	4,262	
湖南：新化、安化	9,850	銅官山及鷄冠山合計
安徽：繁昌	4,645	
當塗	7,250	鳳凰山鐵礦
銅陵	9,000	
江蘇：銅山	5,000	鳳凰山鐵礦
江寧	4,500	
浙江：長興	3,430	
越德	2,024	
江西：九江	6,288	
廣東：英德	10,000	
雲浮		
紫金		
四川：秦江	10,000	
威遠	5,000	
西康：榮經	10,000	
合計	383,306	