

通代文粹

沈氏題

近代高爐

沈 乃 敏 譯

鞍鋼編譯委員會印行
東北工業出版社出版

近 代 高 爐

有 著
作 權

著 者	T. J. Ess
譯 者	沈 乃 敏
印 行 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
印 刷 者	東 北 區 行 造 幣 廠
定 價	人 民 幣 精 裝 40,000元 平 裝 32,000元

一 九 五 一 年 八 月 初 版

(2000冊)

序 一

近年來高爐作業及構造方面的進步很多，其附屬設備也隨了形勢之需要而大有改進。美國鋼鐵工程師月刊 (Iron and Steel Engineer) 之編輯 T. J. Ess 氏，綜合近年來高爐各方面的發展情況，根據各權威作家之論說，撰為「近代高爐」(The Modern Blast Furnace) 一文，刊載於1946年4月號的鋼鐵工程師月刊上，其後並有單行本問世，蘇聯亦有俄文譯本。

此書之優點在於有系統地論述了近三十年來美國高爐發展的理論與實際，所列舉之資料極為豐富，當中國鋼鐵工業日在發展之際，不無參考之價值。

原文發表後，曾有譯文，連載於「西北實業」月刊；惟或以限於印刷條件，附圖多被刪減；譯文中錯誤之處亦甚多。今由沈乃敏同志根據原文再為譯出，較前項譯文改善良多。文中所用各項單位，亦一律改為公制，以便參照查考其他文字書籍。至所有插圖，雖無刪減，但仍因客觀條件之限制，未能改製（其中原文說明一如其舊），或為全璧之瑕。

鞍鋼編委會已決定將此書印行，特為紹介。

白 薩 章

一九五一年四月

序 二

愛斯 (T. J. Ess) 的著作內將近代高爐作了一個全面的敘述，對於了解美國煉鐵情況是有價值的資料，特別在高爐構造方面。

爲使讀者能够比較，特將蘇聯高爐作一簡單介紹（根據1946年以前的資料）。

蘇聯現有高爐的尺寸爲：

V_n m^3	d m	D m	d_1 m	$D:d$	$d_1:d$	α_s 75°33'—84°39'	α_m 86°55'—87°34'
97—1335	2.2—8.0	3.4—9.23	2.7—6.6	1.05—1.58	0.75—1.23		

與美國高爐來比，蘇聯高爐的爐缸直徑較小，而爐腔直徑較大；同時， $D:d$ 與 $d_1:d$ 的比值也比較大，這點可從蘇聯的新建高爐的尺寸看出：

V_n m^3	d m	D m	d_1 m	$D:d$	$d_1:d$
200—1335	3.3—8.0	4.45—9.23	3.5—6.6	1.05—1.29	0.75—1.06

據愛斯所說，爐腔磚壁與大鐘之間的距離，從前不會超過0.61—0.84m的範圍，但現在在美國已有擴大這距離的趨勢，這點在蘇聯早已實行。

由於爐缸直徑的增加，趕不上有效容積的增加，蘇聯高爐內爐缸斷面每 $1m^2$ 的燃燒強度，較美國的大。

蘇聯高爐的產量較美國的高；例如按愛斯所說，美國高爐有效容積利用係數爲1.01—1.19，而蘇聯則低於1.0，並且達到0.83，（現在有效容積利用係數更降低了，譬如馬格尼多哥爾斯克鋼鐵公司在1951年四月份寫給斯大林的信中，提出了社會主義競賽公約，達到全年容積利用係數0.78），焦炭消耗量美國高爐是 $0.85T/m^3$ 有效容積，而蘇聯的高爐則達 $1.1T/m^3$ 有效容積（在1932年時，蘇聯高爐還僅燒焦炭 $0.84T/m^3$ 有效容積）。蘇聯月產量的最高紀錄也超過美國所曾達到的。

蔡 博

一九五一年五月十五日

目 錄

緒 論	(1)
產 品	(7)
原 料	(11)
鐵 鑄 石	(11)
熔 劑	(22)
燃 料	(22)
其他原料	(23)
高 爐 爐 體	(24)
耐 火 材 料	(31)
爐 頂	(37)
高 爐 內 型	(39)
裝 料 設 備	(42)
稱 量 車	(45)
料車捲揚機	(47)
佈 料 器	(53)
爐蓋捲揚機	(54)
高 爐 容 量	(58)
生鐵的熔煉	(64)
爐 渣	(70)
爐 內 燃 燒	(72)
高 爐 瓦 斯	(76)
瓦 斯 處 理	(81)
灰泥的回收	(89)
熱 風 爐	(91)
送 風 設 備	(100)
送 風 處 理	(102)

2

出 鐵	(104)
配料計算	(109)
開 爐	(109)
停 爐	(117)
燒結工廠	(119)
動力消耗	(125)

附 錄

1. 本書參考文獻
2. 美國現有各高爐之尺寸及容量 (1946)

插圖目錄

圖 號	名 稱	頁 次
第 1 圖	五十年來高爐內型的變遷.....	(4)
第 2 圖	美國高爐的數量.....	(5)
第 3 圖	美國生鐵年產量及設備容量.....	(6)
第 4 圖	美國高爐平均日產量.....	(7)
第 5 圖	胡爾拉斯特鐵礦.....	(13)
第 6 圖	創世界紀錄的運礦船.....	(14)
第 7 圖	分層堆存的原料.....	(15)
第 8 圖	卸礦機與架橋的聯合應用.....	(20)
第 9 圖	卸 礦 橋.....	(21)
第 10 圖	儲料室至出鐵場橫斷面.....	(24)
第 11 圖	爐缸及爐腹部份的詳細構造.....	(26)
第 12 圖	出鐵口及渣口詳圖.....	(27)
第 13 圖	高爐爐體合縫處焊接法.....	(27)
第 14 圖	高爐支柱及風口安裝位置.....	(28)
第 15 圖	風口式樣.....	(30)
第 16 圖	高爐爐體砌磚詳圖.....	(32)
第 17 圖	爐腹部分展開圖.....	(36)
第 18 圖	爐頂構造.....	(37)
第 19 圖	瓦斯上升管與下降管.....	(38)
第 20 圖	第12頁所指高爐內型及其標誌.....	(42)
第 21 圖	儲 料 室.....	(43)
第 22 圖	濕料旋轉器.....	(44)
第 23 圖	焦炭從貯槽中卸入衡量漏斗.....	(45)
第 24 圖	雙間式秤量車.....	(46)
第 25 圖	料車上下次數.....	(48)
第 26 圖	料車循環的比較.....	(50)
第 27 圖	捲揚機室.....	(51)
第 28 圖	料車斜橋.....	(52)

第 29 圖	旋轉卸料器.....	(53)
第 30 圖	使用空氣的爐蓋捲揚機.....	(55)
第 31 圖	高爐加料控制盤.....	(58)
第 32 圖	爐缸直徑與高爐容量的關係.....	(59)
第 33 圖	料柱在熔煉過程中的反應.....	(68)
第 34 圖	瓦斯特性與焦炭的關係.....	(77)
第 35 圖	瓦斯灰化學成分與其粒度的關係.....	(81)
第 36 圖	除塵器的構造.....	(82)
第 37 圖	瓦斯洗滌塔.....	(84)
第 38 圖	濕法凝結瓦斯處理器.....	(85)
第 39 圖	電力沉積器.....	(87)
第 40 圖	灰泥濃縮池.....	(90)
第 41 圖	熱風爐.....	(91)
第 42 圖	熱風爐斷面圖.....	(92)
第 43 圖	不同溫度空氣中的含熱量.....	(93)
第 44 圖	送風時期的熱風溫度變化.....	(96)
第 45 圖	熱風爐的燃燒器.....	(97)
第 46 圖	熱風爐烟道嘴.....	(98)
第 47 圖	熱風溫度與瓦斯燃燒量及熱風爐效率的關係.....	(99)
第 48 圖	透平送風機.....	(101)
第 49 圖	送風機的作業曲線.....	(102)
第 50 圖	高爐出鐵場.....	(105)
第 51 圖	鑄鐵機.....	(106)
第 52 圖	混合式鐵水罐.....	(107)
第 53 圖	75噸鐵水罐.....	(108)
第 54 圖	燒結工廠斷面圖.....	(120)
第 55 圖	燒結機的點火爐.....	(124)

附 表 目 錄

表 號	名 稱	頁 次
第 1 表	過去七十年間美國高爐的發展情況	(2)
第 2 表	若干舊式高爐的成就	(5)
第 3 表	不同爐缸直徑的高爐數量	(7)
第 4 表	美國生鐵標準分級法	(9)
第 5 表	一般鐵合金平均分析	(10)
第 6 表	原料的消耗	(11)
第 7 表	美國所用各地鐵礦石的分析	(17)
第 8 表	大湖區鐵礦石的平均分析	(18)
第 9 表	各種爐缸直徑的高爐所需風口數量	(29)
第 10 表	高爐耐火材料的性質	(33)
第 11 表	爐缸直徑為 8.08m 的高爐用磚詳表	(34)
第 12 表	近代高爐各主要部門的尺寸	(41)
第 13 表	爐內瓦斯情況	(65)
第 14 表	高爐產品與原料的平衡	(66)
第 15 表	爐內不同高度平面的瓦斯情況	(69)
第 16 表	高爐熱平衡	(75)
第 17 表	焦炭裝入與瓦斯發生量的關係	(78)
第 18 表	瓦斯清理過程	(88)
第 19 表	熱風爐的設計	(94)
第 20 表	典型的熱風爐設備	(95)
第 21 表	理論的配料計算	(110)
第 22 表	開 爐	(114)
第 23 表	用料分析	(116)
第 24 表甲	開爐以後的生鐵分析	(116)
第 24 表乙	開爐以後的爐渣分析	(117)
第 25 表	典型的燒結機資料	(122)

近代高爐

緒 論

生鐵的冶煉，在美國已經有了將近三百年的歷史。最初的第一座高爐 (Blast Furnace) 是建造在麻省 (Massachusetts) 林城 (Lynn) 附近的塞格斯 (Saugus) 河旁；它所使用的原料，是一種貧褐鐵礦 (Bog ore) 和木炭，每日夜間的產量，尚不足一噸。在此以後的一百年間，麻省的冶鐵工業，始終是居於全美的領導地位上；再往後才漸為賓塞維尼亞 (Pennsylvania) 省所代替。

近代以來，在生鐵製煉方法這一方面，與前相較，並沒有太大的變更，仍然是將鐵礦石 (Iron ore)，熔劑 (Flux)，燃料 (Fuel) 等垂直加在矗立的爐腔 (Shaft) 中，當它們逐漸地下降時，遇着由下部上升的熱瓦斯，在這些瓦斯之中，含有大量的 CO 氣體，能將鐵礦石中的氧化鐵還原，使其成為金屬鐵後，再下降在爐缸中熔融，每日按時由出鐵口放出。至於礦石和焦炭中所含的其他非鐵元素，則由於熔劑的作用，成為爐渣，也按時由渣口放出。

如上所述，雖在製煉方面的變動頗小，然而若就高爐本身的構建方面而言，與以前相較，却大有差異。百年以前的那種倚靠山坡建築的小爐，現今則已被發展為近代化的新型大高爐，可是其進步的速度，仍不能算作太快，例如在 1876 年所建造的斯左塞 (Struthers) 高爐，還是利用原煤來作為燃料，爐缸 (Hearth) 直徑為 2.94m，爐腹 (Bosh) 直徑為 5.25m，高度 18m，日產量僅 67 噸，便可證明。

直到廿世紀以來，在高爐的擴大與改良方面，才有比較顯著的變化，而在進展的速度方面，也比以前快了許多。第 1 圖所示為五十年來高爐內型 (Furnace lines) 的變遷情形，其容量由 100 噸至 1000 噸。在五六十多年前一般高爐的爐缸直徑約為 3.6m，爐腹部分較高而趨向平坦。至於近代的

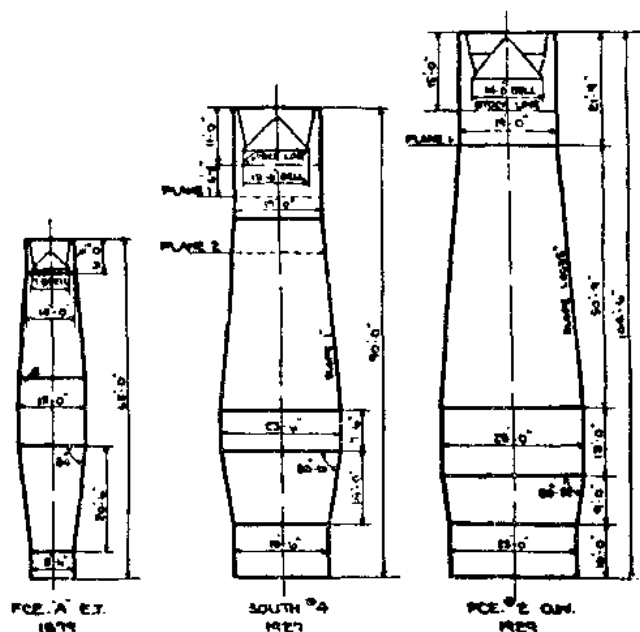
第1表 過去70年間美

	開鑿日期	罐缸直徑 (m)	罐腹直徑 (m)	罐腹高度 (m)
Struthers	1871	2.74	4.88	—
Duquesne	—	4.43	6.71	4.20
South 5	1881	2.74	6.41	8.37
South 5	1884	3.35	6.10	9.00
South 7	1908	5.18	6.95	4.60
South 4	1914	5.39	6.71	4.42
South 4	1926	5.64	7.18	4.27
E.T. -A	1880	2.59	3.95	6.26
E.T. -B	1880	3.35	6.10	8.25
E.T. -C	1885	3.05	6.10	6.20
E.T. -D	1882	3.51	7.02	9.15
E.T. -D	1885	3.35	6.71	9.06
F.T. -C	1887	3.35	6.41	6.26
E.T. -F	1886	3.35	6.71	6.71
E.T. -F	1889	3.35	6.71	6.71
E.T. -H	1894	3.96	6.10	4.57
E.T. -E	1900	4.27	6.71	4.37
E.T. -K	1902	4.72	6.71	4.21
O. W. 1	2/14/00	4.57	7.02	4.81
O. W. 1	7/24/03	4.88	7.02	4.18
O. W. 1	5/2 /05	4.88	7.02	4.18
O. W. 1	5/27/08	5.18	7.02	4.18
O. W. 1	7/21/11	4.57	7.02	4.18
O. W. 1	3/9 /19	5.33	7.02	4.18
O. W. 1	1/3 /25	6.02	7.48	4.27
O. W. 1	2/13/37	7.01	7.92	2.74
O. W. 2	6/6 /00	4.57	7.02	4.81
O. W. 2	1/5 /04	4.88	7.02	4.18
O. W. 2	8/19/05	4.88	7.02	4.18
O. W. 2	11/28/08	5.18	7.02	4.18
O. W. 2	7/22/14	5.18	6.71	3.66
O. W. 2	11/17/21	5.64	7.18	4.35
O. W. 2	5/20/29	7.62	8.53	3.35
O. W. 3	3/29/01	4.88	7.02	3.28
O. W. 3	9/24/02	5.11	6.71	2.83
O. W. 3	5/14/04	4.88	7.02	3.90
O. W. 3	6/21/05	5.03	7.02	4.27
O. W. 3	1/27/08	5.03	7.02	4.27
O. W. 3	6/29/00	5.18	7.02	4.27
O. W. 3	12/30/11	5.18	7.02	4.27
O. W. 2	2/5 /13	5.18	7.02	4.27
O. W. 3	1/14/16	5.18	7.02	4.27
O. W. 3	7/13/19	5.64	7.02	4.12
O. W. 3	2/13/26	6.56	7.48	2.74
O. W. 3	6/19/33	7.18	8.09	2.74

國高爐的發展情況

爐腹角 (度、分、秒)	爐體傾斜度 (cm/m)	料鐘直徑 (m)	爐蓋直徑 (m)	爐高 (m)
—	—	—	—	16.7
74-0-0	5.67	5.18	3.81	30.5
76-0-0	—	4.57	2.74	22.8
80-30-0	—	4.68	2.74	22.8
78-0-0	6.25	5.42	—	28.6
80-0-0	6.25	5.18	—	27.4
80-10-0	8.35	5.18	3.98	27.4
80-0-0	—	3.05	2.13	19.8
80-0-0	—	5.18	3.66	24.4
79-0-0	—	4.96	3.20	24.4
79-0-0	—	5.18	3.35	24.4
79-0-0	—	4.83	3.51	24.4
76-0-0	—	4.57	3.13	24.4
75-0-0	—	4.88	3.66	24.4
75-0-0	—	4.72	3.66	24.4
75-0-0	4.01	4.88	—	27.1
72-30-0	6.75	4.57	—	26.8
75-0-0	6.25	4.88	—	26.9
75-40-0	4.46	5.18	3.66	33.1
75-40-0	3.61	5.48	3.35	33.1
75-40-0	5.98	5.03	3.35	33.1
77-37-9	6.20	5.03	3.35	33.1
77-37-9	6.16	5.03	3.35	33.1
78-37-20	6.00	5.03	3.66	33.1
80-0-0	7.00	5.33	4.07	33.1
80-32-16	7.00	5.79	4.27	33.1
75-40-0	4.46	5.18	3.66	33.1
75-40-0	3.62	5.48	3.35	33.1
75-40-0	5.98	5.03	3.35	33.1
77-37-9	6.19	5.03	3.35	33.1
78-13-54	5.28	5.03	3.68	33.1
80-2-0	6.92	5.18	3.96	33.2
80-30-0	8.85	5.79	4.27	32.8
72-4-0	5.28	4.88	3.66	33.1
74-11-0	2.71	5.48	3.66	33.1
74-41-8	6.61	5.48	3.35	27.4
74-41-8	7.32	4.83	3.35	27.4
77-8-23	7.19	5.18	3.66	27.4
77-54-20	6.96	5.03	3.66	27.4
77-54-20	6.96	5.03	3.35	27.4
77-54-20	6.96	5.03	3.76	27.4
77-54-20	6.96	5.03	3.76	27.4
80-32-15	8.35	5.03	3.96	27.2
80-32-15	6.67	5.33	4.06	33.5
80-32-15	6.75	5.94	4.31	33.5

標準高爐，它的爐缸尺寸和其他部分的比例較小，爐缸直徑和高爐本身的高度，都漸有增加，但是當高爐各部分直徑漸漸增加時，其高度的變動，反而不太顯著。第1表係說明五十至七十年來美國高爐的發展情況，第2表則為其平均成績。

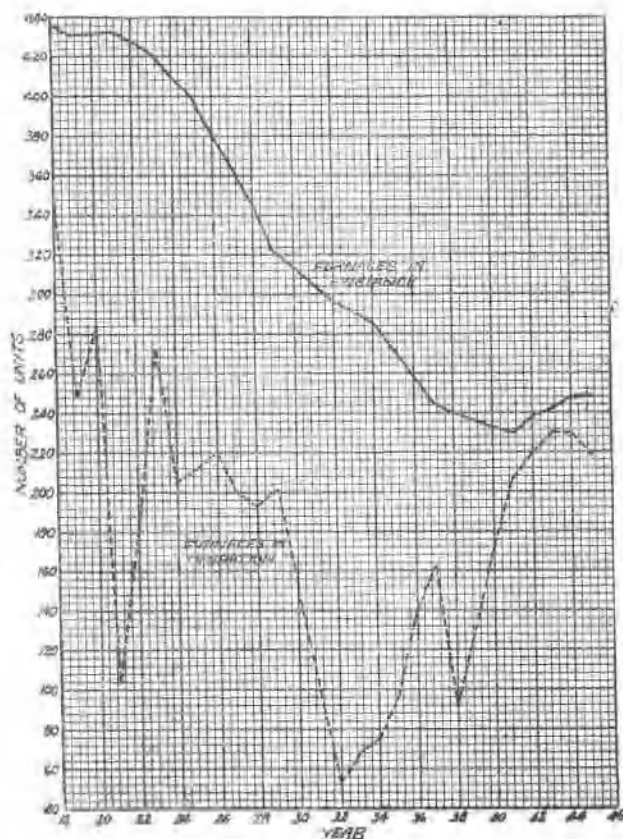


第1圖 五十年來高爐內型的變遷（日產量自100噸增至1000噸）

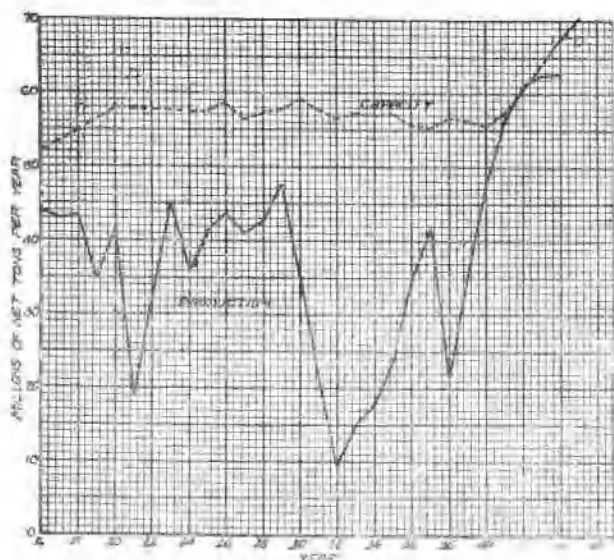
由於生鐵的用途日趨迫切，因此高爐的數量也隨之激增。在1884年時，美國已有大小高爐676座，在這些高爐中，它們所使用的燃料，包括：烟煤，無烟煤，木炭，焦炭等多種。但就容量方面而言，都不甚大，總的年產量，亦不過9,471,182噸，而其中作業高爐的數量，僅為其容量的一半。

第2表 若干舊式高爐的成就

	開爐年代	爐缸直徑 (m)	第一年操作中平均數量	
			生鐵日產量(噸)	每噸鐵使用焦炭(kg)
E. T. -A	1830	2.59	77.3	1,067
E. T. -B	1840	3.35	134.4	1,274
E. T. -D	1842	3.51	285	1,190
E. T. -C	1845	3.05	182	1,188
E. T. -D	1846	3.37	208	1,006
E. T. -C	1887	3.35	202	975
E. T. -F	1885	3.35	248	961
E. T. -F	1889	3.35	315	837



第2圖 自1915年至1945年美國已有的，以及在工作中的高爐數量。

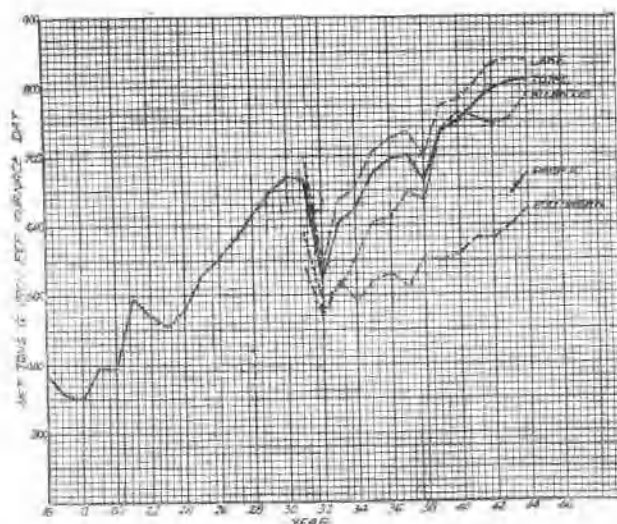


第3圖 自1916年至1945年美國生鐵的年產量及設備容量。

當高爐尺寸逐漸增大的時候，它的單位數量便當減少（容量保持不變）。但以後由於戰爭的關係，情形又略有改觀，第2圖表示自1918年至1946間，美國已有的高爐數量，與正在作業中的高爐數量，從這張圖上，可以看出在1918年時，美國擁有高爐436座，及至1946年時，卻僅剩249座，共減少約43%，可是在產量方面，反而增加了約20%，如第3圖所示。

若再以第4圖作比較，便更足以說明美國高爐的尺寸和容量的逐漸增加情況，它顯示了在1916年時，平均每座高爐的日產量為380噸，24年以後，就增加了近乎一倍（750噸），及至1944年，每座高爐的平均日產量，已經達到了808噸；但在1931，1932，1933，1934各年中，也曾有猛烈的下降情形，圖中虛線部分，表示美國各地的不同情況。

第3表中，列舉1935，1938以及1945各年中，美國高爐尺寸的變遷情況，可以約略窺知近代高爐的發展趨勢。



第4圖 自1916年至1938年美國所有高爐的平均日產量。

第3表 在1939、1938、1945各年間，不同
爐缸直徑的高爐數量

爐缸直徑 (m)	1935	1938	1945
4.46以下	53	31	25
4.48—6.10	128	115	99
6.10—7.63	74	81	86
7.63—7.94	3	6	23
7.94—8.24	2	2	10
8.24—8.54	—	—	4
8.70	1	2	2
	261	237	249

產 品

鐵礦石在高爐中被還原熔煉，最後所得的產品，就是所謂金屬的「生鐵」(Pig iron)。但生鐵中所包含的物質，並不僅祇是純粹的鐵分一項，