

鋼鐵工業叢書

鑄鐵

余名鈺著

(增訂本)

龍門聯合書局印行

鋼鐵工業叢書

鑄鐵

余名鈺著

龍門聯合書局印行

序

‘幼而學，壯而行’，行有所得，則述作以見於世。前後累積，推陳出新；孳乳文化，進步無已。作者從事礦冶事業三十餘年，學習所得，見聞所及，實際工作所體驗；甘苦得失，了然胸中，自應編述成冊；以供參考和印證。更鑒於我國當前對於鋼鐵工業用書需求的迫切，如能拋磚引玉，以致其里，尤為極大的願望。

回溯最近二十餘年中，專營鋼鐵事業，雖因限於環境，經營規模較小，但其原理的應用相同，所遭遇的問題亦同樣複雜；且往往因單位太小，缺乏參考資料而反不如具有標準規模者之易於措手。尤以八年抗戰期中，工廠內遷重慶，時值海口封鎖，國內交通阻塞，一切皆須就地取材，自力更生。初則電爐石墨電極無法向國外採購，而自行設計製造千噸以上之油壓機壓製電極。煉鋼所需的矽、錳、鎢、鉬等鐵合金，亦不得不自行煉製。以後，因日夜轟炸，電源不繼，產量低落，遂趕建貝色姆爐以增產量。但因酸性貝色姆爐不能去磷，而就地產鐵的含磷量均接近千分之二，故不得不應用各種原理和方法，於爐外去磷。又因焦炭含硫較高，致煉成的鋼，含硫量有高至千分之十以上者，又須先行去硫。宜昌失守，湖南錳礦無法內運，乃於遵義自採錳礦。再因土鐵不敷供應，則在合川清平，採煤煉焦以化鐵。貝色姆爐裝設簡易，產量亦極易提增，但爐外提硫去磷的操作，太感繁重，故復於張家沱，添設平爐。在軋製方面，為供應多種鋼料起見，乃於原有八寸軋的軋機之外，添造十二寸及十五寸軋軋機各一排。因各軋機的原動力都是一百餘匹的小型蒸汽舊輪機，故不得不在各軋機上裝置能儲十倍以上慣性力的大飛輪。抗戰末期中，蒸汽鍋爐上無縫鋼管無貨換新，既不能製造出孟納斯曼戳坯機 (Mannesmann Piering Machine) 和壓小延長機，便只好採用離心鑄鋼法以鑄成管坯，而用最陳舊的慢步式軋機 (Pilger

mill) 來延長鋼管坯，再以拉管機來拉成適當尺度。斯時一切設施因陋就簡，工場亦七零八落，在長期的自力更生之下，作者深切體會到歐美專門著述雖多，對於鋼鐵製煉的記載不夠詳盡，有許多材料不能使讀者融會貫通，一目了然；有的又僅記載其操作程序，而未說明其理由。至於我國則連一般的有關文字記載都感缺乏，冶煉事業者盲目摸索的苦況，自可想見。所以作者於日本投降以後，即開始準備編著本書；著述程序原擬由化鐵而煉鋼，然後再述鍛軋和熔鑄，名為鋼鐵工業叢書。現因龍門聯合書局程克猷先生之建議，為適應目前需要計，乃將熔鑄生鐵部份先行付印。但因限於篇幅，在本叢書第一本裏，僅能敘述冲天爐鑄鐵和通常應用的生鐵鑄件。至於卒冷的硬鐵，展性的軟鐵，以及加入合金的鑄鐵，都列入第二本裏；離心鑄製鋼鐵亦附載其中。並於敘述反射爐熔鐵之外，更敘述電爐和平爐在熔鐵鑄件方面的應用。因變更編著的程序，鑄鋼部份當隨於鑄鐵部份之後。至於各種煉鋼方法，及鍛軋等製造方法，則當編在鑄鋼之後。化煉生鐵則編入最後一本。第一本裏敘述正常生鐵鑄件的熔鑄。熔鐵方面的重點，是防止熔鐵的氧化，與保持熔鐵的正常溫度。必須把握輸入的風量，確定底炭的厚度，並嚴格處理加料上必要的操作，才能得到正常的高溫度熔鐵而不受氧化。至於熔鐵的成分，比較容易核計配合，惟含硫成分有增無減，應於熔爐外去硫。製模方面在操作方法以外的重點，是免除氣孔和防止內縮成孔，所以模砂的品性應徹底研考，澆口、出氣、和儲鐵的地位，更須放置準確。上述各點倘能一一付之實踐，則對於現時鑄鐵操作上的改進，可能有極大的幫助。

本書全文力求通俗易解，不引用高深學理；但每一操作與設置，都詳述理由以明究竟。對於工場裏的實際工作者，將容易閱讀而瞭解各種原理。其有科學基礎者，可一一根據所敘的實際事實，加以學理上的詳細闡述。出版倉卒，解說或仍有未盡之處，尚希國內學者賜以指教。

余名鈺

一九五〇年十一月於

上海太原路一八八號

目 錄

第一章 鋼和鐵有什麼區別.....	1—7
化學性的區別.....	1—3
物理性的區別.....	3—5
冶煉與製造方法的區別.....	5—7
第二章 生鐵的分類和用途.....	8—17
根據生鐵鑄塊方法來分類.....	8
根據冶製方法來分類.....	8—9
根據化學成分來分類.....	9—11
生鐵的用途.....	11—17
第三章 鑄件的成分.....	18—22
鑄件裏的含矽成分.....	18
鑄件裏的含錳成分.....	19
鑄件裏的含硫成分.....	19—20
鑄件裏的含磷成分.....	20
鑄件裏的含碳成分.....	20
鑄件裏的含有其他金屬成分.....	20—22
第四章 鑄鐵的配合和如何克服各種原料上缺點.....	23—29
配合鑄件裏含矽成分的計算法.....	23—25
配合鑄件裏含磷錳和矽成分的計算法.....	25—27
配入錳矽合金的方法.....	27—28
應用熔劑的理由.....	28—29
第五章 鑄鐵鑄鋼和煉鑄其他金屬在操作設備上的異同.....	30—32
模型放大的尺寸不同.....	30

砂和砂的結合劑的不同.....	30—31
鑄口和澆口的不同.....	30—31
設備的異同.....	31—32
第六章 製造模型的材料和工具.....	33—37
第七章 鑄鐵工場所用的砂.....	38—52
模砂的選用.....	38—40
模砂的整理.....	40—43
試驗模砂和泥心砂的器具.....	43—49
泥心砂的配合.....	50—51
分隔劑及塗料.....	51—52
第八章 模型設計的簡討.....	53—56
厚薄分配的設計.....	53—54
撐筋及撐檔的設計.....	54—55
第九章 模砂的處理.....	57—64
整理模砂的順序.....	57
烘砂.....	58
碾砂.....	59—60
篩砂.....	60
拌砂.....	61
鬆砂.....	61—63
打漿.....	63—64
第十章 製模的工具.....	65—68
第十一章 砂箱.....	69—74
木製砂箱.....	69
鑄鐵砂箱.....	69—73
活動砂箱.....	73
薄鐵板砂箱.....	74
第十二章 製造泥心.....	75—85
模製普通泥心.....	75
模製彎形泥心.....	76—77

用導板刮製泥心·····	77—78
用轉軸車製泥心·····	78—79
裝置各種泥心方法·····	79—85
各式泥心撐·····	82—83
第十三章 製造外模 ·····	86—131
澆鑄明模·····	86—91
模製實樣·····	87—89
用旋板、導板和刮板製模·····	92—95
用實樣加補砂泥心製模·····	95—99
用對剖模型製模·····	96—99
用泥型製模·····	99—103
用爛砂製模·····	103—107
挖地坑製模·····	107—114
澆口的種類與應用·····	115—122
明暗儲口的應用·····	122—128
內外冷鐵的應用·····	128—130
襯補法的應用·····	130—131
第十四章 製模機 ·····	132—140
人力壓砂製模機·····	132—134
機動壓砂製模機·····	135—138
手動泥心機·····	138—139
壓氣噴砂製造泥心機·····	140
第十五章 砂模和泥心的烘乾方法 ·····	141—148
就地烘模·····	141
烘房烘模·····	142—143
烘房的空心牆·····	144
烘房門的裝置·····	144—145
烘車的構造·····	145—147
泥心烘爐的構造·····	147—148
第十六章 鑄件的整理工作 ·····	149—154

	壓氣噴射石英砂	149—152
	壓氣噴射鐵子	152—153
	高水壓夾砂噴射	153
	滾砂機	153
	磨光機	154
第十七章	熔鐵爐的種類	155—156
第十八章	立式鼓風熔鐵爐	157—175
	撓爐	157—158
	三節爐	158—159
	改造的三節爐	159—161
	冲天爐	161—169
	進風口的形狀及大小	169—175
第十九章	鼓風設備	176—183
	硬壓式鼓風機	177—180
	離心式鼓風機	179—183
第二十章	量風方法	184—193
	風壓表	184—185
	風量表	185—193
第二十一章	砌築爐壁	194—199
	砌爐材料	194—195
	火磚砌爐	196—197
	獨塊爐壁	197—199
第二十二章	熔爐的操作	200—225
	測定底炭厚度	200—203
	修爐	203—208
	點火	208—210
	裝料	210—217
	試樣	217—219及224—225
	放錢出渣	219—220
	歇爐	221

記錄	222—224
第二十三章 流槽	226—231
分隔溶渣的裝置	226—230
儲鐵流槽的應用	230—231
第二十四章 盛鐵桶及儲鐵器	232—245
人力抬提的盛鐵桶	232—233
大型的盛鐵桶	234—238
爐前窩存鐵	238—245
第二十五章 去硫的操作	246—255
焦炭的標準	246—248
去硫劑	248—249
去硫的作用	249—255
第二十六章 冲天爐的特種裝置	256—272
特種風嘴	256
多排風嘴	256
施用熱風	256—265
管制空氣的含水量	265—267
機動加料的裝置	267—270
防禦火花的裝置	270—272
索 引	1—7

鑄 鐵

第一章 鋼和鐵有什麼區別

在各種金屬中，佔世界產量最多，供一切用途最廣的，要算是鋼和鐵了。我們日常生活裏離不開鋼鐵，各種工程計劃的完成，必須依靠鋼鐵，農業和工業的建設，更要首先把握着鋼鐵。這種極其重要的金屬，我們應當有透澈瞭解它的必要。

鐵是從鐵礦中用煤焦或木炭熔煉出來的。鋼則是用鐵來煉成的。說起來似乎簡而易明，但其種類繁複，名目混雜，製成後的外觀又大同小異，常會使我們指驢爲馬，苦於辨識。因此如果我們對鋼和鐵尚不能分辨，便來侈談冶煉、製造、及各種應用的方法，一定會感到無所適從，有似盲人摸象；若應用到各種的工程上，更將造成若干的錯誤。反過來說，如果我們具備了區別它們的智能，在學習冶煉、製造、和應用的時候，有了一個明確的認識，那麼我們就會得心應手，別有天地；有時還能夠隨機應變，發現出新大陸。譬如本來鋼是由鐵煉出來，但當廢鋼價廉而生鐵價昂的時候，我們略動腦筋，便可能想到變鋼成鐵，以節省成本了。因此各種工程部門的設計取材，和估計成本，都要首先對鋼、鐵有辨識的能力，才能夠得其所用，達於善境。

鋼鐵的種類雖然繁複，名目雖然混雜，但總括說來，也不過三大類：就是生鐵 (Pig iron)、熟鐵 (Wrought iron) 和鋼 (Steel)。海綿鐵 (Sponge iron) 與純鐵 (Pure iron) 的產量比較有限，留在以後電化鐵講題中再行討論。生鐵普通從其斷面上色澤而分做灰口與白口兩種。再從其錳、矽、磷的含量，以訂出各種不同的名稱。又因其鑄製方法的不同，於是有展性鑄鐵 (Malleable iron) 強性鑄鐵 (High test iron) 卒

冷鑄鐵(Chilled iron)等類。

熟鐵的物理性頗似軟鋼(即低碳鋼)，但因發明這種製造方法的時候，還沒有鋼的名稱，習用已久，所以現在仍沿舊名。況且熟鐵的產量日見萎縮，煉鋼的技術又突飛猛進，不論在產量、成本和性能等方面，都有壓倒熟鐵之勢，不久的將來，熟鐵的名稱便要送進博物館了。至於熟鐵製造的方法，有乾炒(Dry puddling)和濕炒(Wet puddling)的區別，容後當一一講述。

鋼的種類最多，一般說來，分碳鋼(Carbon steel)與合金鋼(Alloy steel)兩大類。碳鋼就其含碳量來講，又可分為一二十種。合金鋼因其加入合金種類與量的不同，和含碳量的多寡，而可分為好幾百種，這些以後都要分別詳細講解。鋼的種類雖多，但所含的主要成分，却相差無幾。

現在談到辨別鋼鐵的方法，我們可以先從下列三種主要類別來討論：(一)是化學性的區別。(二)是物理性的區別。(三)是冶煉與製造方法的區別。

(一) 化學性的區別

現在先提出幾種生鐵、熟鐵、和鋼的化學成分，列表作一個比較：

鋼鐵名稱 成分百分量	灰口生鐵 (Gray pig iron)	白口生鐵 (White iron)	高碳鋼 (High carbon steel)	中碳鋼 (Medium carbon steel)	低碳鋼 (Low carbon steel)	*熟鐵 (Wrought iron)
總 碳 量	3.20	2.50	0.80	0.40	0.10	0.07
錳	0.70	0.25	0.75	0.75	0.40	0.03
矽	2.00	0.75	0.22	0.20	0.15	0.13
硫	0.08	0.25	0.05	0.05	0.05	0.10
磷	0.30	0.75	0.04	0.04	0.04	0.06

* 熟鐵內除含表列成分外，尚夾有細碎熔渣約 1.95%

從上表可以明白看出：生鐵所含的碳與矽，比熟鐵和鋼所含的高得多。熟鐵含碳與低碳鋼相似，但錳和矽的含量比鋼低，且夾雜有百分

之二左右的渣子，這渣子是鋼裏所沒有的。從這個比較裏，我們不但可以根據成分來區別鋼與鐵，同時還可以瞭解鋼與鐵的不同，不過是所含錳、矽、硫、磷、碳等五種原素的或多或少而已。所以配鐵煉鋼，並不是一件太難的事。

上列五種元素中，硫、磷的化學性比較特別，留到後面再講。現在先就鐵、錳、矽、碳的化學變化過程加以說明。如加熱到燃燒的時候，矽就搶先同空氣中的氧化合，變成氧化矽(SiO_2)，浮入渣裏，與鐵脫離了關係。隨後錳也同空氣中的氧化合，變成了氧化錳(MnO)，浮入渣裏，再同渣裏的氧化矽化合，而變成矽酸錳($\text{MnO} \cdot \text{XSiO}_2$)。錳快要化合完了，碳也燃燒起來，化為氧化碳(CO_2 & CO)，而成氣體飛到空氣中去了。假若碳已燒完，還再加熱，則鐵也要和空氣中的氧化合，而成氧化鐵(Fe_2O_3 & FeO)。歸納說來，若把生鐵變成鋼的時候，只須減少生鐵裏的矽、錳、碳便行了。同時減少矽、錳、碳的成分，也不是一件十分難的事，只要加熱到相當程度，使熔鐵和空氣相接觸就成。但切不可將所有的碳量去盡，以免鐵的本身也燃燒起來，變成一爐鐵銹。若鐵內仍含有少量的碳，鐵便不會燒壞了。

現在調回頭來說，若要把廢鋼變鐵，那就容易得多了。只須把廢鋼熔化後，加入錳、矽、碳，便成為鐵。至於如何操作，採取那種原料，以及應用什麼熔爐，隨後當分別敘述。現在有了這個比較，我們已可以從化學的成分，來區別出鋼與鐵的不同。同時，也可以認識配鐵煉鋼，在原則上並不是一件難事。

(二) 物理性的區別

熔化點(Melting point): 熟鐵的熔點最高，平均為攝氏 1500 度(華氏 2732 度)。生鐵的熔點最低，灰口生鐵平均為攝氏 1204 度(華氏 2264 度)，白口生鐵平均為攝氏 1100 度(華氏 2012 度)。而鋼的熔點，便介於生鐵與熟鐵之間。低碳軟鋼接近熟鐵，高碳硬鋼接近灰口鐵，其熔點是和含碳量成反比例。白口生鐵含碳最高，在 3% 以上，所以熔點最低。灰口生鐵含碳總量雖在 3% 以上，但與鐵相化合的不到

1%，其餘的2%都是石墨結晶，不含在鐵裏，所以熔點較高。（白口生鐵所含化合碳為何這樣高？而灰口生鐵所含化合碳為何這樣低？請參看鑄鐵翻砂配合。）至於鋼呢？因為軟鋼含碳量接近熟鐵，所以熔點也接近熟鐵。而硬鋼含碳量近似生鐵，所以熔點也接近生鐵。由此可見其物理性的熔點和化學性是有密切關係的。

抗牽強度 (Tensile strength): 灰口鐵的抗牽度最低（特種者例外，參看鑄鐵配合），每平方英寸有15000磅至42000磅。熟鐵稍高，有42000磅至52000磅。而低碳軟鋼的抗力才不過40000多磅。但鋼的含碳量加大，其抗牽度也就隨之提高。所以硬鋼的抗力，可高達90000餘磅。由此我們可以知道，碳是加強抗牽度的主要成分。抗牽度差不多是和含碳量成正比的。灰口生鐵以其含碳量來講，應該有很大的抗牽度，但因其總含碳量3%中，化合碳只有0.7%，其餘都是結晶碳（即石墨碳），不與鐵相化合的。這種結晶碳，自然沒有抗力可言。灰口生鐵含化合碳既有0.7%，其每平方英寸的抗牽度，最低應該在50000磅以上，現在為何竟低到20000磅以下呢？便是因為裏面夾了沒有抗牽力的結晶碳的緣故。若能減少生鐵裏的結晶碳成分，就能夠增高抗牽度。這也就是配合強性鐵的主要原理。（如何配鐵，參看鑄鐵翻砂。）

伸長度 (Elongation): 熟鐵與軟鋼都能拉長到30%以上而不斷，但含碳0.4%的鋼，拉長到20%就要斷了。硬鋼只拉長到5%便斷。這表示鐵裏含碳愈多，伸長度愈少。灰口生鐵因為含有結晶碳，所以很少有伸長度（特種配合的例外）。白口生鐵含碳量太高，所以根本沒有伸長度。

冷縮量 (Shrinkage): 和冷縮量相對的，就是熱脹係數 (Coefficient of expansion)。同在攝氏零度加熱到100度，熟鐵的熱脹係數是 11.40×10^{-6} ，生鐵是 10.5×10^{-6} 。這個數字表明熟鐵的熱脹係數高出生鐵。也說明鐵裏含碳越少，熱脹係數便越高。冷縮與熱脹是相對成正比例的。在鑄鐵及鑄鋼工場裏，製造木型與翻砂製模時，我們知道對於白口鑄鐵須放長1.5至2%，灰口鑄鐵須放長0.75至1.20%。鑄鋼須放長2%，鑄錳鋼須放長2.6%。從上述數字，我們要問何以

錳鋼含碳只有1至1.4%，而冷縮性頂大？原因是普通錳鐵含碳6—8%，而錳的脹縮量又要比鐵大80%；鋼內含有14%的錳，所以發生這種情形。又白口生鐵含碳有3%之多，而灰口鐵實際含碳只有0.75%，何以白口鑄件的冷縮性要比灰口的大呢？是因為灰口鐵裏的結晶碳不大伸縮的緣故。這裏又可以說明：如將灰口生鐵的結晶碳減少，那麼冷縮性就會變大。

比重 (Specific gravity)：鋼與白口生鐵的比重是7.8；熟鐵因為夾有渣子，比重是7.6至7.7；生鐵因為含有結晶炭，比重是6.8至7.2。

硬度 (Hardness)：生鐵鑄件出砂後，用白力內爾 (Brinell) 硬度器試驗，不過是150至200度。經退火後，可低至100度。如經過熱處理，又會硬到600度（參看熱處理）。白口生鐵鑄件出砂後，有300度白力內爾硬度，如含碳過3%，硬度可達500度。軟鋼硬度不到100度，如把含碳量提高，硬度也就增加，再加合金和熱處理，可能增到600度。鋼經熱處理後，從其硬度可估計其抗牽度，雖非絕對精確，相差也不太遠。若在200度至500度之間，便比較可靠。以白力內爾度數乘以500，便是它的抗牽度。例如中碳鋼含碳0.38%，錳0.55%，矽0.15%，磷0.024%，硫0.05%，加熱至攝氏815度，浸在水內，試驗出硬度是白力內爾 223度，試驗出抗牽度是每平方英寸110,000磅。如以223×500，所得的是111,500磅，相差甚微。再如18—4—1鋒鋼，含碳0.7%，含錳0.15%，含硫與磷都是0.03%，含鎢18%，含鉻4%，含鈮1%，其硬度為255度，抗牽度是125,000磅，以500乘硬度，所得的是127,500磅，相差也不太遠。

屈服點 (Yield point)：生鐵的屈服點和斷裂點 (Point of rupture) 非常接近，所以只試驗撓曲度 (Deflection)，而不試驗屈服點。普通鑄鐵，12英寸對徑，於相距24英寸的最高撓曲度是0.15英寸，就是配成強有力的生鐵，最高也不過0.24英寸，同鋼和熟鐵比較，便相差太多了。

(三) 冶煉與製造方法的區別

生鐵是用鐵礦加焦炭來發熱，加石灰石來造渣，在鼓風化鐵高爐 (Blast furnace) 裏熔煉出來的 (參看熔煉生鐵)。熟鐵是用生鐵在反射爐 (Puddling furnace) 裏用氧化火焰炒煉出來的 (古法用土罐燒煉以製海綿鐵，可參看熟鐵煉製)。1920年後，美國匹茲堡 (Pittsburgh) 的拜野司公司 (A. M. Byers Co.) 用阿斯東 (Aston) 方法，將去過硫的生鐵，先在貝色姆 (Bessemer) 爐裏去了矽、錳、碳，徐徐傾入較鋼熔點低數百度的熔渣裏，根據物理化學的原理，氣體能够大量留存在高熱的熔鋼裏，但凝結的鋼便留不住氣體了。所以這個操作，乃在使熔渣吸去熔鋼熱度，和使鋼從液體變為固體時，發洩出所存的氣體，這些氣體的源源發出，便可以將鋼吹成海綿狀，其成分與上等熟鐵相似 (再參看熟鐵製煉)。

鋼在最初是用熟鐵加碳做成的，後來則是用已加過碳的熟鐵，在坩堝裏溶化出來的，經過這個熔化，含碳成分均勻，而不夾渣質，成功為坩堝鋼 (Crucible steel)。1860年亨利貝色姆 (Henry Bessemer) 在英國設斐爾德 (Sheffield) 建立工廠，用酸性貝色姆爐煉鋼。1885年士馬司 (Thomas) 用鹼性貝色姆爐煉鋼，盛行於歐洲各國，同時威廉西門子 (Karl Wilhelm Siemens) 又根據氣體加熱原理，以節省燃料，並能提高溫度，於是經其弟斐特列 (Frederick Siemens) 的建議，將其原理應用於反射爐上，而成功現在的馬丁煉鋼爐 (Siemens-Martin furnace)，因其構造是平的，所以又叫做平爐。西門子雖於1868年在英國北明漢 (Birmingham) 建廠研究，但彼於1883年逝世時，對於煉鋼工作，仍未能盡善盡美。馬丁 (Martin) 弟兄用生鐵和廢鋼配合煉鋼，以代替西門子原來用生鐵和鐵礦配合製煉的方法。此後又經 Talbot, Campbell, Bertrand-Thiel, 及 Monell 等，將製煉方法略加修改，而成為現在的鹼性平爐煉鋼方法 (詳細情形參看鋼的煉製)。

從它們的冶煉方法看來，我們不獨可以明瞭其生產過程，還能夠區別其種類。同時，也可以回想出1860年時鋼鐵生產方法，是如何的幼稚！而發展到現在大規模的生產，其中不過九十年的光景。各種煉爐實際應用之時，是在1860年以後，到現在也僅六十餘年。我們中國若

能及時迎頭趕上，尚不算晚。

現且細察全部鋼鐵冶煉發展的記錄，應該瞭解其中最主要之點，就是氣體交換加熱的再生原理(Regenerative principle)，這是鋼鐵學裏的一個大進展，現在之能大規模生產鋼鐵，都是靠着這個原理的實踐。至於其他機械上和化學上的改進，還是次要的了。應用氣體加熱，溫度可能提高 300 至 500 度。平式反射爐以前只能炒小量的生鐵，變成熟鐵，現在則可以熔煉大量的鋼鐵了。生鐵爐以前用冷風，不獨燃料消耗巨大，熔化帶容易向上移動，熱力不能集中，爐內易生故障，使產鐵的矽、錳成分比較低，而且無法擴大煉爐，以增加產量。自採用氣體交換加熱的再生法以後，以往的一切困難和缺點，都已大半克服。以前每爐日夜只能煉出幾十噸生鐵，現在日夜便能够生產一千噸以上了。如不受原料運輸供應的影響，每個煉爐日夜的生產量，還可達二千噸以上，與以前相比，相差達數十倍之多。由此使我們可以看到一種新的原理應用到實際工作上時，便能够把現狀改觀，將技術的水平，提早到幾十年，甚至一百年以前。

第二章 生鐵的分類和用途

生鐵的分類：

(一)根據生鐵鑄塊方法來分類：可分為砂模鐵 (Sand mold) 和硬模鐵 (Machine mold) 兩種。用同樣的鐵澆到砂模或鐵模裏，從外觀看來，便變成兩種不同的鐵了。因為砂模鐵不但外面粘上了砂，不像硬模那麼光潔，而且擊斷之後，斷面稜粒也絕對不同。至於這兩種鑄模方法誰優誰劣？見仁見智，各有不同。砂模鐵皮上牢粘了一層砂，當鐵在熔爐裏受熱時，這層砂多少能夠保護鐵塊不致氧化，直到熔化而流動為止。但若這層皮面所粘的砂，也要作為生鐵等值計價，受貨者實在太不值得。同時在配合熔渣時，又要多加石灰石，多消耗燃料，在成本計算上，是值得考慮的。再說，一般買鐵的習慣，多半憑斷面稜粒來決定生鐵的等級，稜粒大的是頭號，稜粒小的是二號，稜粒不很明顯的是三號。因此用砂模鑄塊，便可以在這上面玩弄手段了。如果我們將鑄模加大，使生鐵塊既大且厚，再於澆滿時立刻用砂蓋上，使熔鐵掩蔽起來而逐漸冷卻，結果鐵的斷面稜粒，便會又粗又大，本來其化學成分應是三號鐵的，現在只從其斷面的稜粒來看，便會誤認為頭號鐵了。鐵在硬模裏因為冷卻得快，所以含砂高的頭號鐵，也不會顯出粗稜結晶碳，如含砂低的，斷面就成白色了。由於冷卻太快，鐵裏的碳來不及結晶，多半變成了化合碳，因為化合碳多，鐵的熔點要比澆在砂模裏的低攝氏一百度左右，同時外表光潔，熔爐裏的渣子也減少了。若從利害方面來講，硬模生鐵要比砂模的來得好，不過硬模鐵的塊狀太大，不易擊碎，入爐後容易落生，為了配合實用，應該改薄，使其容易擊碎。

(二)根據製造方法來分類：可分為一、木炭生鐵 (Charcoal pig)：是用木炭做燃料，從鐵礦中煉出來的，這是品質優良的生鐵。木炭生