

138543

Н. И. 克拉薩夫柴夫

高炉前工

陳 名 銓 譯

重工業出版社

Н. И. КРАСАВЦЕВ

工 前 爐 爐 高

陳 名 銓 譯

鞍 鋼 編 輯 委 員 會 印 行

Н. И. КРАСАВЦЕВ

ПОДРУЧНЫЙ ГОРНОВОГО
ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

МЕТАЛЛУРГИЗДАТ 1951

譯	者	陳	名	銓
校	閱	楊	毓	英
編	校	趙	香	苓
出	版	重	工	業
印	行	鞍	鋼	編
總	經	中	國	圖
印	售	書	發	行
定	冊	公	司	
	數	0001—	6,000	
	價	20,000元		

1953 9月付排
1953 11月出版

引 言

關於化學與物理的基本常識

在我們周圍的自然界中，發生着物質的物理變化或化學變化。如果變化僅為形式的改換（如一塊鋼製成某一種工具），或只是狀態的改變（如冰變為水、水變為汽），而該物質的成份仍然如故，這就叫做物理變化。物理變化並不隨之產生具有新性質的物質。

物質發生化學變化時，會失去本身原有的性質，變成具有新性質的物質。例如煤炭燃燒的結果（碳素與空氣中的氧化合）生成了煤氣與灰燼，它們與煤炭及空氣的原來狀態或性質都不相同。這種情形便是發生了化學變化。

一種物質，其組成可被分解為數種單質，這種物質叫做化合物（例如鐵與氧的化合物——叫做氧化鐵）。化合物的性質與組成它的各種單質的性質完全不同。氧化鐵的性質與純氧或純鐵的性質就全然不一致。水由氧與氫化合而成，但水的性質既與氧的性質不同，又與氫的性質相異。可以組成化合物的單質稱為元素。現在已知的元素約百來種。其中包括：氫（H）、氧（O）、氮（N）、碳（C）、鐵（Fe）、錳（Mn）、矽（Si）、磷（P）、鈣（Ca）、鎂（Mg）、硫（S）、鋁（Al）……等等。

兩種或兩種以上的元素互相作用而生成化合物，在該化合物中，這些原素彼此保持一定的絕不改變的比率。例如一氧化鐵永遠是由56份重量的鐵與16份重量的氧化合而成。矽與氧的化合物——二氧化矽——則是由28份重量的矽與32份重量的氧化合而成。

元素的最小部份但仍然保持其固有性質的叫做原子，化合物中，不同單質的原子相互組成分子。分子是具有該種化合物的性質的最小部份。

元素的原子通常也彼此組合成為分子。例如氧元素常由 2 個原子組成分子，因此氧分子以符號 O_2 表示。氮分子也是由 2 個原子組成，其符號為 N_2 。碳、鐵及其他很多元素的分子構造比較複雜，至今尚未研究清楚，因此它們簡單地以符號C和Fe等來表示，但這並不是說它們的分子都是由 1 個原子組成的。

不同的元素或物質彼此相互作用，因此發生這樣或那樣的化學變化而產生新的物質。這種作用稱為化學反應。

化學反應的主要種類如下：

化合作用 其特徵是由兩種或兩種以上的物質組成一種或一種以上的新物質。氧化作用(即氧與某種物質或元素化合)就屬於這一類。任何元素與氧的化合物，稱為該元素的氧化物。

還元作用 將氧化物中的氧除去，並使前此在該氧化物中與氧化合的元素恢復為自由狀態——這種作用叫做還元作用。高爐內鐵的氧化物被還元就可作為例子。在高爐內，從三氧化二鐵(Fe_2O_3 ——這個符號表示 1 個三氧化二鐵的分子是由 2 個鐵原子與三個氧原子組成的)中除去氧，因而獲得自由狀態的金屬鐵。

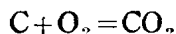
作為還元劑的元素或化合物，它們與氧化合的化學親和力比被還元的元素與氧化合的化學親和力更大。碳素(C)、一氧化碳(CO)或氫(H_2)用作鐵的氧化物的還元劑。

分解作用 在這種作用中，化合物分解成為組成該化合物的各元素，或者分解成為另外數種化合物。從石灰石中製造石灰，可為此種作用的例證。

當加熱至溫度約 900° 時，石灰石幾乎全部分解成為石灰(CaO ——由 1 個鈣原子與 1 個氧原子組成的分子)與碳酸氣(CO_2 ——一個碳原子與二個氧原子組成的分子)。

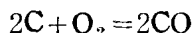
燃燒過程 煤在空氣中熱至 600° 以上，則碳素(煤的主要成份)迅即與空氣中的氧化合，同時放出大量的熱。因此燃燒即是氧化作用。

、 碳素燃燒得完全或不完全，兩者有別。燃燒完全時，碳素全部燒掉變為碳酸氣，此時發生下列反應：



即一原子碳與1分子氧化合，成為1分子二氧化碳。

供燃燒用的空氣量不足時，燃燒不能完全，此時生成物不是二氧化碳，而是一氧化碳。



即二原子碳與一分子氧化合，成為二分子一氧化碳。

燃燒過程中放出熱並昇高物質的溫度。溫度是物體加熱的程度，它的衡量單位叫做度。在工程技術上採用百分分度法來量計溫度，這種分度法以冰融化時的溫度為零度，以沸水的溫度為100度。

測定熱量的大小採用專有的單位——卡路里（亦簡稱卡），它是指1克或1公斤水昇高溫度1度所需的熱量。

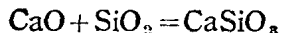
大卡和小卡有區別，前者是指加熱1公斤水所消耗的熱量，後者是指加熱1克水所消耗的熱量。

任何化學反應都隨之發生某種熱的效果。某些化學反應進行時會放出熱（譬如燃燒）另一些化學反應却吸收熱（某些還元作用）。

碱性的與酸性的氧化物 所有的元素，按其化學性質可分為兩類。第一類元素與氧化合後成為碱性氧化物或鹽基；第二類則成為酸性氧化物或酐。

第一類元素稱為金屬；第二類元素稱為非金屬。

酸性氧化物溶解於水即成酸；碱性氧化物溶解於水即為碱。碱性氧化物對於酸具有極大的化學親和力。例如碱性氧化物——氧化鈣 CaO ——在某種條件下常與酸性氧化物——氧化矽 SiO_2 ——按照下列反應化合：



所得的化合物稱為矽酸鈣鹽，或簡稱矽酸鈣。

空氣的組成與壓力 空氣是兩種氣體——氮與氧的混合物。絕對乾燥的空氣中含有79份容積的氮，與21份容積的氧。但是空氣從來沒有絕對乾燥的，總含有若干份量水蒸汽。蘇聯主要的冶金工業地區中，空氣含水蒸汽量常在0.5—1.5%（容積）的範圍內波動。

因為空氣像其他一切物體一樣也具有重量，所以包圍地殼的大氣

層對於地上的任何物體都給予一定的壓力。實驗與計算證明，1 平方公分平面上的空氣柱有 1.033 公斤的壓力。此壓力通常稱為 1 大氣壓。

鐵 及 其 合 金

鐵在地殼中的含量次於氧、矽、鋁、而位居第四。有一種意見認為地球中心的極大部份是鐵所組成的。

我們周圍的自然界中並不存在純淨的鐵，它全部是化合物。礦物〔1〕中含有多量鐵的某種化合物時，稱為鐵礦。

化學純粹的鐵，僅在實驗室中獲得極少量。工業生產條件下製得的鐵，主要是鐵與少量碳的合金。

必須注意，合金與化合物根本不同。

數種元素化合的結果，成為具有新性質的物質。在此新物質中任何部份都具有完全一致的新性質。組成此新物質的各元素已不再保有當其為自由狀態時的性質了。此外，已經指出過，在生成的化合物中，這些元素彼此保持嚴格的一定而且不變的重量比。例如在鐵與氧的化合物——三氧化二鐵——中，112 份重量的鐵與 48 份重量的氧化合。這個重量比不僅在該三氧化二鐵的標本中各部份完全一致，而且在別的由任何地方取來的三氧化二鐵的標本中也完全一致。

合金則相反，組成它的各元素或化合物，彼此之間並無一定的關係。絕大多數情形，合金是將組成它的各元素或化合物共同鎔融而製成。

在鎔融狀態時，一種元素或化合物溶解於他種元素或化合物之中，好像糖或鹽溶解於水中一樣。

隨着合金冷卻凝固的程度，溶解了的元素全部或一部份自溶液中析出，它的晶粒〔2〕散佈在別種元素的晶粒之間。

組成合金的物質，它們彼此的重量比可能有很大的波動，與化合物正好相反，這是合金的特點。因此可以製得具有不同機械性能的各

註：1. 礦物——相的無機物，在自然界中為固體狀態。

2. 晶粒——相的固體物，其原子的排列有一定的位置，有嚴正的多邊形的外形。

種合金。譬如鐵與碳就可製得一系列的合金。含碳量不多——0.05—0.15%——的製品稱為軟鋼（從前這種含碳量的金屬在攪拌爐中製得，作成塊狀稱為熟鐵）。含中等碳量——0.5—1.0% 或有時高至1.7% 者，稱為硬鋼。含碳量3—4%，有時稍高一些的產品即是生鐵。

除碳素之外，鐵還能夠與其他元素組成合金，如錳、矽、鎳、鈷、鉻、鈹……等等。

鐵與碳、錳、矽的合金（含錳及矽之量不多，不超過1%）就是普通的碳素鋼。鐵與碳的合金，如含有附加的鎢、鉬、鈹或其他元素，或含有高量的錳、矽，便稱為合金鋼。

鐵的合金的成份中，不可避免地還含有少量有害的混雜物——硫、磷，有時還有砷。硫使金屬具有熱脆性，就是說，含硫的金屬在赤熱的溫度時變得不堅實。磷也使金屬脆弱，受到打擊時容易損壞。硫與磷不同之處在於：硫在任何鐵的合金中都是極為有害的混雜物；磷則不然，某幾種生鐵（如托馬士鐵及數種鑄造鐵）和某幾種鋼（如自動切削用鋼〔註〕）中，一定的含磷量乃是必要的組成成份。砷為有害的雜質，因為它降低金屬的鍛鋸性。

高爐生產發展的幾個主要階段

很久以前人類就已學會用鐵來製造自己需用的工具。隨着人類社會的發展和文化的提高，鐵的作用增多了，也擴大了鐵的生產。

如果沒有鐵，便不可能有現代社會的物質文明。所有人民經濟部門——農業，運輸，工業——只有在利用主要是由鐵和鋼製成的器材、機械、工具等的基礎上，才能發展到今日如此高度的水平。另一方面，沒有鐵和鋼的器材、機械和工具就不能製得近代的武器。甚至近代的藝術，如果沒有由鐵及其合金，或者用鐵來幫助製成的物品，便也不可思議。

註 自動切削用鋼——蘇聯規格：硫0.08—0.20%；磷至0.15%；碳0.08—0.40%；錳0.6—1.4%；矽0.15—0.35%；。（譯者）

人類學會煉鐵已經很久。最初，鐵是以十分原始的方法在原始煉爐中（圖1）製成。這種爐子的爐腔不高，裡面裝鑛石與木炭。製成的產品是海綿鐵，混有鑛渣並含多量的氧化鐵。將海綿鐵經過鎚打，除去鑛渣，再製成需要的形狀。這種爐子的產量極小，但燃料與鑛石的消耗量却很高。所以此種製鐵方法終於廢棄，被所謂“兩段式”製鐵法代替。歷史家將這種方法的發現列入14世紀中葉。“兩段式”製鐵法實質上就是：第一步先在爐腔很高的煉爐——高爐——中，從鑛石煉出熔融的含碳的金屬，叫做生鐵。然後將這種生鐵在另一設備——精煉爐中加工製成鐵。精煉爐與前述原始煉爐的作用相仿，而且構造也相似，只是將鐵塊代替了鑛石而已。

所以，高爐煉出的生鐵僅是一種半成品。雖然如此，高爐生產仍

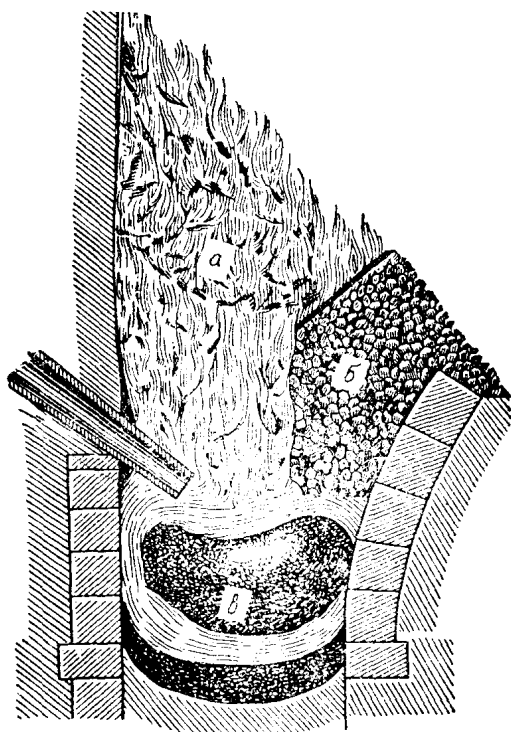


圖1 原始煉鐵爐

a—木炭 Г—鐵鑛石 B—鐵團

是現代冶金工業的基礎。沒有高爐煉出的生鐵，就不能保證如此大量的鋼鐵生產，而這種大量生產正是現代冶金工業的特徵。

有很長的時期高爐只用木炭作為燃料。顯然，隨着煉鐵的發展，保證冶金工業的燃料就變得越來越困難，這種情況迫使探求以鑛物燃料來代替木炭的方法。經過長期失敗之後，終於成功而且習慣於利用煤來進行高爐冶煉了。不過，裝入高爐的煤並非原來的狀態，而是所謂焦炭。焦炭是煤在密閉的小室內隔絕空氣加熱至約 1000° 的產品。

焦炭發明於1735年，但在冶金工業中推廣使用焦炭從19世紀才開始。直到該世紀末，絕大多數高爐才使用焦炭。還有一些高爐至今仍繼續使用木炭，雖然它們為數不多。

次一個階段，在高爐生產技術發展過程中起着重要作用的是使用熱風。將加熱過的空氣送入高爐，可以顯著地提高高爐爐缸的溫度。爐缸溫度提高使高爐行程大大改善而且產量增加。

使用強力的鼓風機，保證通常在1.5—2.0大氣壓的壓力時能夠供給高爐需要的任何風量，是對高爐生產的發展具有決定意義的第三階段。

因為使用了強大的鼓風機，同時裝料設備及產品處理也機械化了，便創造了建立近代大型高爐所必需的先決條件。這些大型高爐的有效容積超過1000立方公尺，每晝夜產鐵達1500噸。

現在全世界每年的生鐵產量已超過1億噸。

18世紀後半期，俄羅斯的產鐵量佔世界第一位。以後，俄國的冶金工業停頓不前。整個19世紀中，她的產鐵量遠落後於其他國家。“就是由於農奴制度，它幫助烏拉爾區在歐洲資本主義萌芽的時期發展到如此高度；但也正是由於農奴制度，使烏拉爾區在資本主義昌盛之期變得落後”（列寧全集俄文版第3版第3卷第377頁）。只有在偉大的十月革命以後，因為實現了斯大林的五年計劃，蘇聯的冶金工業（包括高爐生產）才提高到應有的高度，蘇聯的鋼鐵產量已佔世界上的頭等地位。

從技術設備方面說來，蘇聯的高爐生產大大超過了所有歐洲國家，

並且很多地方優於美國。例如，40%的蘇聯高爐都有每晝夜1,000噸或超過此數的產量，這些爐子的25%應列入世界最大的高爐之中，它們的日產生鐵量都達到1300—1500噸。

除極少數例外，所有蘇聯工廠的出鐵及鑄塊工作都已機械化；裝料設備是舊式的或尚未全部機械化的高爐已極少，而且更在逐年減少。

在冶金工業中也像在蘇聯別的人民經濟部門中一樣，廣泛開展了斯達漢諾夫運動，使高爐生產大大提高。蘇聯的生鐵產量已經超過戰前水平，戰後五年計劃中的生鐵計劃也已完成並超過。

1946年2月9日，在候選人為斯大林的選區的會議上，斯大林同志提出了蘇聯冶金工業當前的任務：“我們必須做到，使我們的工業能够每年生產5千萬噸生鐵，6千萬噸鋼……”。

為了實現這一歷史任務，年青的正在成長中的高爐工作者，尤其是正在技工學校或工廠訓練班中學習的青年，應當起很大的作用。要執行和完成這一任務，這些青年們必須不僅能够全盤掌握近代的高爐工作，而且能够推動工作前進，在生產中廣泛運用先進的能够提高生產的工作方法。

高 爐 車 間 的 簡 述

高爐的使命就是從鑛石煉出生鐵。前面已經說過，生鐵是鐵與碳及其他一些元素的合金。除了生鐵之外，高爐還出產鑛渣。各種不含鐵的鑛物都變成鑛渣。

熔鐵與熔渣都流到高爐的最低部份——爐缸，而且積貯在爐缸的底部——爐底。

高爐是一種直立的圓筒形的爐子。

高爐不間斷地進行生產。經由叫做風口的專門設備，不斷地將空氣吹入爐缸，使燃料內的碳素燃燒。燃燒的結果，在爐缸內風口附近造成了空凹之處，上面的原料便沉落下來，因此爐內料面不停地下降。按照爐內原料下降的程度將新爐料裝入。爐料包括燃料（現在幾乎都是用焦炭），鐵鑛石（常是數種鐵鑛石），石灰石及一些別的物質

如錳鑛，平爐渣，均熱爐渣，碎鐵等等。

送風機將空氣不斷地吹入高爐。現代的送風機是能力強大的複雜的機器，它的能力約為10000—12000瓩。

空氣送入高爐之前，先在熱風爐中加熱，通常至450—750°，熱風爐設在高爐之旁側。

將原料裝入高爐，有專門的裝料設備。

因為高爐每晝夜需用大量的原料（現代1000立方公尺以上的高爐，日需原料量達4000噸或尤過之），所以必須在高爐附近利用貯鑛場或貯鑛槽儲備一定數量的原料。從鑛槽中利用原料本身的重量，使之漏入秤量車（鑛石、石灰石、其他附加物等）或帶秤漏斗（焦炭），然後再運到捲揚機。從貯鑛場將鑛石、石灰石運到貯鑛槽，則是利用橋型吊車或運鑛車。

自高爐取出液體產品——熔鐵與熔渣——，按照它們在爐缸內貯積的情況定時進行。熔鐵從高爐流出，盛入鐵水罐車中，熔渣則盛入渣罐車中。

鐵水罐車載着熔鐵，或

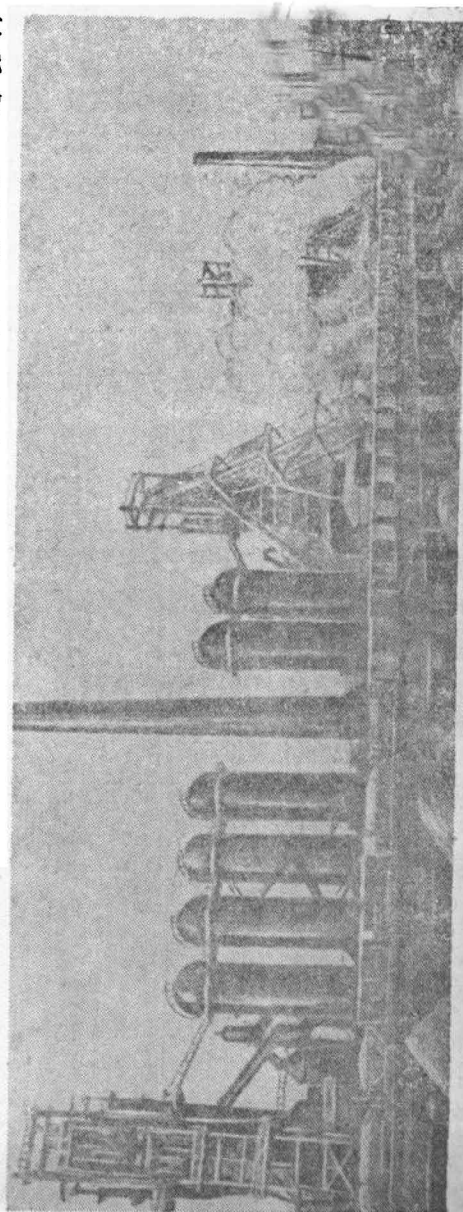


圖2 高爐車間之一

者送去煉鋼廠，將熔鐵煉製為鋼；或者送至鑄鐵機，將熔鐵鑄成小塊（型鐵），每塊之重大約為 50 公斤。型鐵 冷却後 送至生鐵庫，再由 此處發送給需要者。

渣罐車載着熔渣，或者送至將鑄渣加工的場所（例如製成疏鬆細碎的水渣，可以供做水泥或其他用途），或者送到棄渣場去。

高爐除了產出液體的產品——鐵和渣——之外，還產出氣體產品——高爐煤氣，可以用作燃料。

因為高爐煤氣自爐頂引出時具有極高的速度，所以煤氣中攜帶着很多爐料的細碎粉末，必須在燃用之前將它們清除。

為了這個目的，設有初步的及精細的除塵設備。

高爐車間由 2 座至 6 座高爐組成，只有極少數的高爐車間是僅有一座高爐的。

蘇聯優秀的高爐冶金工作者

俄羅斯優秀的冶金家中，天才學者 M.B. 羅蒙羅索夫佔着顯著地位。由於他的工作，奠定了化學的科學基礎，也奠定了高爐冶煉理論的基礎。

在我們現代，最有聲望的是科學院院士 M.A. 巴甫洛夫，M.K. 庫拉柯和 И.П. 巴爾金。

M.A. 巴甫洛夫被稱為俄羅斯冶金之父。他在高爐冶煉過程的理論方面及在高爐構造方面的淵博豐富的著述，促進了冶金學的進步，並且使蘇聯的高爐工作者擁有最先進的理論的武裝。

本書就是根據 M.A. 巴甫洛夫院士的著述而寫的。

M.K. 庫拉柯是掌握高爐爐況和處理高爐最嚴重事故的最優秀的導師。並且，庫拉柯還是罕有的天才的高爐建築家，在高爐建築方面有很多改進。

庫拉柯最親近的學生是 И.П. 巴爾金院士，他在工廠裡多年的工作中，將庫拉柯的掌握爐況的經驗傳播給很多高爐工作者。巴爾金最偉大的功績是改善高爐建築與建立新的冶金工廠。現在，巴爾金院士領導着蘇聯的更向前發展的冶金理論與在冶金工業中運用先進技術等的最重要的工作。

簡 註

本書以通俗簡要的方式，敘述了爐前工作的基本知識，規則與方法。可以幫助責任重大而又光榮的工作者——高爐爐前工的學習，能在最短時期內對上述範圍有足夠深刻的瞭解。

爲使掌握一點基本的知識，在引言中講到：關於化學和物理的常識；關於高爐生產發展的主要階段和高爐車間的簡述。另外，比較詳盡地講到：關於高爐冶煉的原料的問題；高爐冶煉作業的理論（通俗性的）；高爐的構造及附屬設備；開爐；掌握爐況；爐前工作；以及預防和消除出鐵出渣時的事務的措施。

爲了預防不幸的事故，書中特別講到爐前工作的技術保安規則。

本書適用於技工學校和工廠訓練班的學生，也適於高爐車間的爐前工閱讀。

目 錄

引 言	1
關於化學與物理的基本常識	1
鐵及其合金	4
高爐生產發展的幾個主要階段	5
高爐車間的簡述	8
蘇聯優秀的高爐冶金工作者	10
第一章 高爐冶煉的原料	1
鐵礦石	1
蘇聯主要鐵礦產地	3
鐵礦石在冶煉前的準備	7
錳礦	12
蘇聯主要錳礦產地	12
高爐冶煉用的燃料	13
熔劑	16
金屬附加物	17
第二章 高爐冶煉作業的理論	18
高爐的產品	18
一、生鐵	18
二、鑄渣	19
三、高爐煤氣	21
高爐冶煉過程概況	21
原料的分解	24
還元作用	24
一、藉一氧化碳來還元	24
二、藉固體碳素來還元	28
三、藉氫來還元	29

四、矽、錳、磷、硫的還元	30
鐵的碳化	31
鑄渣的形成	32
燃燒	31
上昇煤氣的溫度、壓力及化學成份的變化	38
原料在爐頂的分佈；原料與煤氣的運動	42
一、料面	43
二、裝料設備	44
三、決定爐料分佈的因素	45
四、原料與煤氣的運動	48
關於高爐原料平衡表與熱平衡表的概念	51
關於配料計算的概念	53
第三章 高爐的構造及附屬設備	56
高爐剖面輪廓及其容積	56
高爐的基礎	58
爐缸	62
出鐵口	66
出渣口	67
爐腹	69
爐身及耐火磚壁	71
裝料設備	79
將原料裝入高爐的供應設備	87
煤氣管道與除塵設備	100
熱風爐	101
送風機	111
處理高爐產品的設備	115
第四章 開爐，掌握爐況，不正常的爐況	126
開爐	126
掌握爐況	127
不正常的爐況	137
第五章 爐前工作	147
出鐵場的設備	147
爐前工作所用的機械	150

第六章	爐前工作事故及預防和消除事故的方法	195
	爐缸潰破.....	195
	出鐵時的故事.....	196
	出渣時的故事.....	200
	風口大量燒壞.....	206
	爐前工作的技術保安規程.....	208
第七章	高爐修理與停爐	213
第八章	高爐冶煉的技術經濟指數	216