

中等專業學校教材

高爐冶煉

下 冊

А. Н. ПОХВИСНЕВ, В. С. АБРАМОВ
Н. И. КРАСАВЦЕВ, Н. К. ЛЕОНИДОВ 著

李思再 李殿泰 陶少傑 譯校
杜鶴桂 范顯玉 楊永宜

高等教育出版社

中等專業學校教學用書



高 爐 冶 煉

下 冊

A. H. 葆黑維斯涅夫, B. C. 阿勃拉莫夫 著
H. H. 克拉沙甫則夫, H. K. 列翁涅多夫

李思再 李殷泰 陶少傑 譯校
杜鶴桂 范顯玉 楊永宜

高 等 教 育 出 版 社

本書係根據蘇聯國立黑色與有色金屬冶煉科技書籍出版社(Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии)出版,由葆黑維斯涅夫(А. Н. Похвиснев)、阿勃拉莫夫(В. С. Абрамов)、克拉沙甫別夫(Н. Н. Красавцев)、列翁涅多夫(Н. К. Леонидов)著“高爐冶煉”(Доменное производство)的1951年版。原書經蘇聯黑色金屬冶金部教育司批准為冶金中等技術學校教科書。

本書中譯本分上下冊出版,譯者為東北工學院李思再、李殷泰、杜鶴桂、范顯玉、陶少傑、楊永宜譯校。

高 爐 冶 煉

下 冊

書號100(課95)

葆 黑 維 斯 涅 夫 等 著

李 思 再 等 譯 校

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北 京 境 理 廠 一 七 〇 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

新 華 書 店 上 海 發 行 所 總 經 售

商 務 印 書 館 印 刷 廠 印 刷

上 海 天 通 巷 路 一 九 〇 號

開本787×1092 1/25 印張16 9/12.5 字數 283,000

一九五四年十月上海第一版

印數 1—3,500

一九五四年十月上海第一次印刷

定價 羊 24,400

下·冊 目 錄

第三部分 高爐構造及附屬設備

第十五章 近代高爐概述·····	1
第七十八節 高爐的主要部分·····	1
第七十九節 高爐冶煉的主要作業·····	4
第十六章 高爐內形·····	11
第八十節 高爐內形發展的過程·····	11
第八十一節 計算高爐產量的方法·····	19
第八十二節 高爐內形尺寸計算·····	21
第十七章 高爐構造·····	31
第八十三節 高爐構造發展過程·····	31
第八十四節 高爐爐基·····	34
第八十五節 高爐爐襯·····	36
第八十六節 高爐的冷卻·····	57
第八十七節 高爐的鋼結構·····	68
第八十八節 出鐵口·····	72
第八十九節 出渣口·····	74
第九十節 風口裝置·····	76
第九十一節 爐頂構造·····	81
第九十二節 裝料裝置·····	85
第九十三節 爐下建築及鑄場·····	92
第九十四節 爐胸小平台、升降機·····	94
第十八章 高爐設備·····	95
第九十五節 出渣口堵塞器·····	95
第九十六節 開口機·····	95
第九十七節 堵出鐵口用的泥砲·····	98
第九十八節 大小鐘升降裝置·····	108
第九十九節 佈料裝置·····	107
第一〇〇節 探料尺與探料尺較車·····	113

第十九章 爐頂捲揚設備	116
第一〇一節 爐頂捲揚設備的發展.....	116
第一〇二節 料車式捲揚裝置.....	116
第一〇三節 料車式爐頂捲揚裝置的機械設備.....	127
第一〇四節 捲揚斜橋.....	136
第一〇五節 捲揚室.....	138
第一〇六節 料車坑.....	138
第一〇七節 碎焦的捲揚設備.....	140
第一〇八節 料罐式捲揚設備的特性.....	141
第二十章 原料儲放場	145
第一〇九節 原料儲放場的構造.....	145
第一一〇節 原料儲放場的設備.....	150
第一一一節 焦炭運輸皮帶.....	159
第二十一章 帶卸礦高道的儲礦槽	161
第一一二節 儲礦槽.....	161
第一一三節 儲礦槽的設備.....	163
第二十二章 風的供應和加熱	169
第一一四節 送風機.....	169
第一一五節 熱風溫度的調節.....	176
第一一六節 熱風爐的發展.....	177
第一一七節 蓄熱式熱風爐.....	186
第一一八節 送風管.....	199
第一一九節 熱風爐的設備.....	200
第一二〇節 近代的換熱式熱風爐.....	212
第二十三章 高爐煤氣的除塵和輸送	215
第一二一節 高爐煤氣的除塵.....	215
第一二二節 煤氣管.....	222
第一二三節 煤氣管道的設備.....	224
第一二四節 高爐及其附屬設備在進行高壓操作時的特點.....	232
第二十四章 生鐵和爐渣的處理	238
第一二五節 鐵水鍋車.....	238
第一二六節 鑄鐵機.....	244

第一二七節	渣鍋車	250
第一二八節	造粒渣	254
第一二九節	計算必需的鐵水鍋及渣鍋的數目	254
第一三〇節	碾泥機	256
第二十五章	供水和供電、生產檢查	259
第一三一節	供水	259
第一三二節	供電	260
第一三三節	監測儀器	261
第二十六章	高爐車間平面佈置	267
第一三四節	高爐及直接與高爐有關設備的佈置	267
第一三五節	產品運輸線路的運輸能力	276
第一三六節	各種類型平面佈置特性的比較	277
第一三七節	附屬設備及倉庫的佈置	278
第一三八節	與相隣車間的聯繫	280
第四部分 高爐操作及冶煉進程的管理		
第二十七章	高爐開爐	281
第一三九節	開爐的基本條件	281
第一四〇節	高爐及各種設備的檢查	281
第一四一節	原料的準備	282
第一四二節	烘爐	282
第一四三節	開爐用的爐料	283
第一四四節	開爐前的裝料	288
第一四五節	開爐	289
第二十八章	高爐的爐前操作	296
第一四六節	出鐵口的維護	296
第一四七節	出鐵	298
第一四八節	出渣及出渣口的維護	299
第一四九節	主溝、沙壩及鐵溝的維護	300
第一五〇節	冷卻系統的檢查燒壞的風口及冷卻水箱的更換	302
第一五一節	冶煉產品的處理及鐵(渣)鍋車的維護	304
第一五二節	熱風爐的操作及休風的規則	306
第二十九章	高爐操作	311

第一五三節	高爐爐況的波動	311
第一五四節	判斷高爐爐況的徵象	312
第一五五節	控制高爐爐況的方法	328
第一五六節	變更裝料制度調節爐況	336
第一五七節	在冶煉各種不同品種生鐵時高爐爐況的特點	340
第一五八節	高爐故障、爐冷	342
第一五九節	消除爐冷的措施	348
第一六〇節	懸料與難行	351
第一六一節	爐瘤	359
第一六二節	事故	364
第三十章	高爐管理和保安技術	370
第一六三節	勞動定員	370
第一六四節	高爐車間工程技術人員的定員	374
第一六五節	高爐車間的保安技術	380
第三十一章	修爐和停爐	383
第一六六節	修爐	383
第一六七節	停爐	387
第三十二章	高爐冶煉的經濟技術指標	392
第一六八節	各種指標的特點	392
第一六九節	生鐵的成本	400
第一七〇節	高爐作業結果的記錄和表報	402
名詞對照表		403

高 爐 冶 煉

第三部分 高爐構造及附屬設備

第十五章 近代高爐概述

第七十八節 高爐的主要部分

高爐是豎爐的一種(第 174 圖),換句話說,它的工作空間是向高裏拉長的。

高爐工作空間的內部形狀叫做高爐的內形(第 175 圖)。

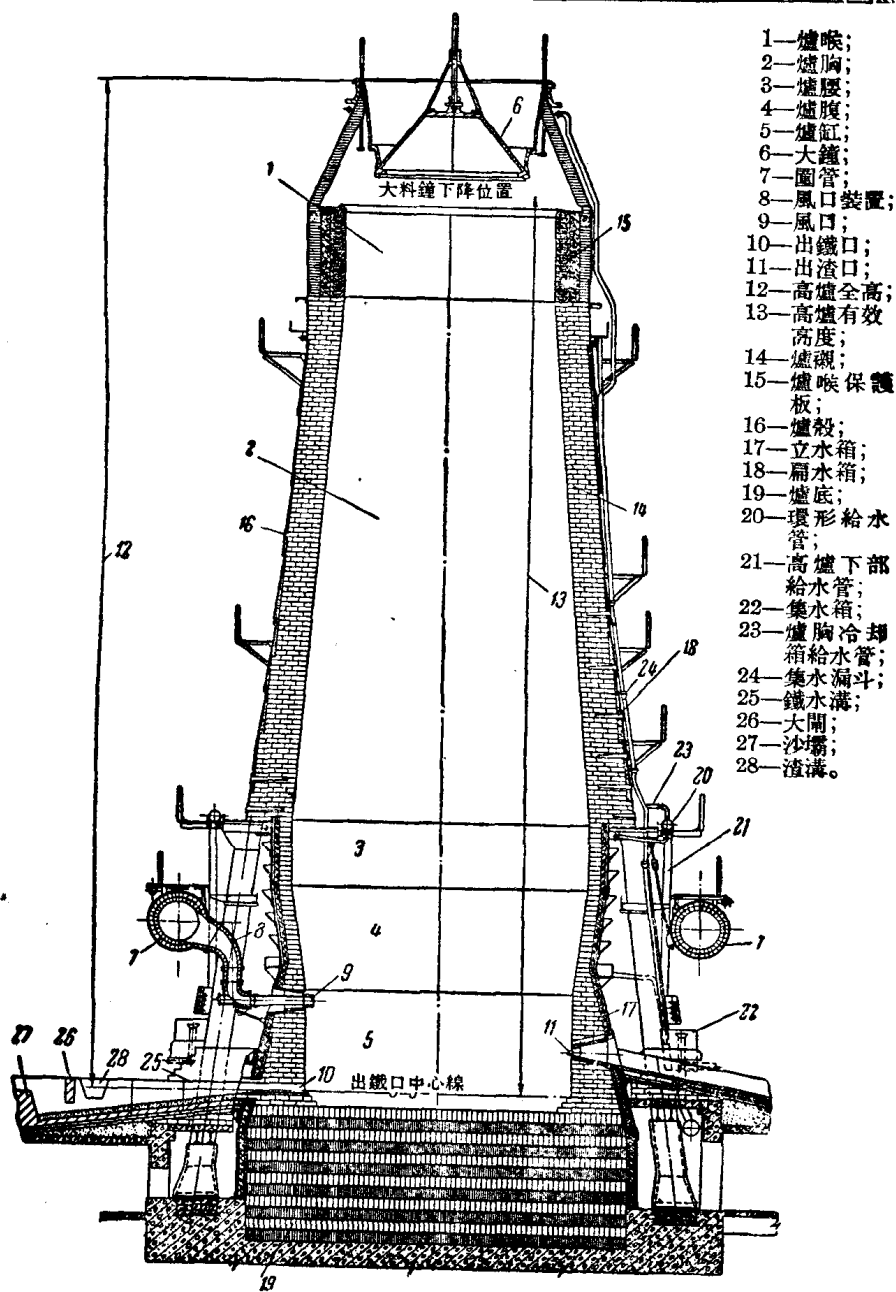
高爐內可分為下列各主要部分:

(1)爐缸——高爐下部從出鐵口中心線到風口(從這裏送風入高爐)中心線的部分;在出渣口以下的部分叫做盛鐵水部分,而出渣口以上的部分叫做風口帶。

(2)爐腹——高爐從風口中心線到爐腰(內形最寬的部分,通常成圓柱形)的圓錐形部分。爲了避免風口的位置處在內形的轉折處,根據構造上的理由,從圓柱形的爐缸轉入圓錐形的爐腹的那一轉折點,往往稍稍高出於風口中心線。

(3)爐胸——高爐爐腹上面的部分。它由下列三部分組成:下部的圓柱形部分叫做爐腰,中間的圓錐形部分是爐胸,上部的圓柱形部分是爐喉。

從出鐵口中心線到爐喉料線的工作空間的容積叫做高爐有效容積。在這兩者之間的高度叫做高爐有效高度。在利用大鐘下降佈料的近代高爐上,高爐的有效高度是從出鐵口中心線到大鐘下降位置的下



第 174 圖 高爐：

緣的距離。

高爐全高是從出鐵口中心線到支着大料斗的爐頂支圈上緣之間的距離。

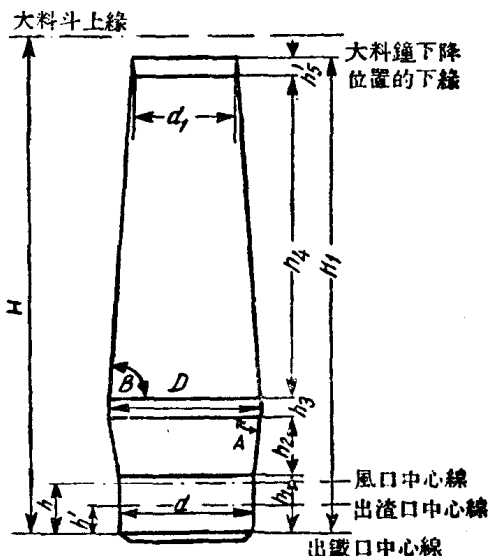
高爐工作空間的牆用耐火材料砌成，在近代高爐上，牆的外面用金屬殼保護。爲了防止由於料塊從大鐘上落下時打擊爐牆所起的破壞作用，爐喉內部用堅固的金屬板保護着。爐胸、爐腰、爐腹和爐缸部分的爐牆，用冷卻水箱進行冷卻，以防止其燒壞。冷卻水箱的內部，循環着冷卻水。

爐牆耐火磚的部分叫做爐襯。爐子底部耐火磚的部分叫做爐底。爐底係支在爐基上。

出鐵口的位置在高出爐底以上 300—600 毫米的地方。

出鐵時，高爐中從出鐵口以下至爐底剩留下一層鐵水，這層鐵水叫做“死鐵”層。它保護着爐底免受爐渣的侵蝕。

近代的大高爐是一個巨大而昂貴的設備。它們有的達到 1600 立方米的容積，33 米的全高和 1700 噸生鐵的平均日產量（在蘇聯，在個別的幾天中，日產量有高達 2000 噸的）。平均日產 1000 噸生鐵的高爐，如不計算其附屬設備，它本身的設備材料即需 2000 噸耐火材料，1000 噸鋼結構及 1000 噸鑄件。這種爐子的爐基，需不下於 1000 立方米的混凝土。這種爐子每晝夜消耗（噸）：



第 175 圖 高爐的內形：

H —全高； H_1 —有效高度； d —爐缸直徑； d_1 —爐喉直徑； D —爐腰直徑； h' —出鐵口中心線到出渣口中心線間的距離； h —出鐵口中心線至風口中心線間的距離； h_1 —爐缸高度； h_2 —爐腹高度； h_3 —爐腰高度； h_4 —爐胸高度； h_5 —爐喉高度， A —爐腹角； B —爐胸角。

高 爐 冶 煉

燃料	800—1000
礦石	1600—2200
熔劑	300—1000
空氣	2900—3800
冷却水	19000—25000

每天生產(噸):

生鐵	1000
爐渣	600—1000
煤氣	4000—5300

第七十九節 高爐冶煉的主要作業

由於冶煉用的原料數量鉅大,所以高爐冶煉是機械化的,同時在現代的情況下,高爐冶煉係一系列作業的綜合,在很多場合下用十分複雜的機械來加以完成(第 176 圖)。

一 原料作業

高爐冶煉的原料係用火車或輪船運到工廠裏來。

火車卸料藉助於翻車裝置或高道。輪船卸料則用挖斗起重機。

料係卸於卸料坑,儲礦槽高道或高道下面的卸料場上。

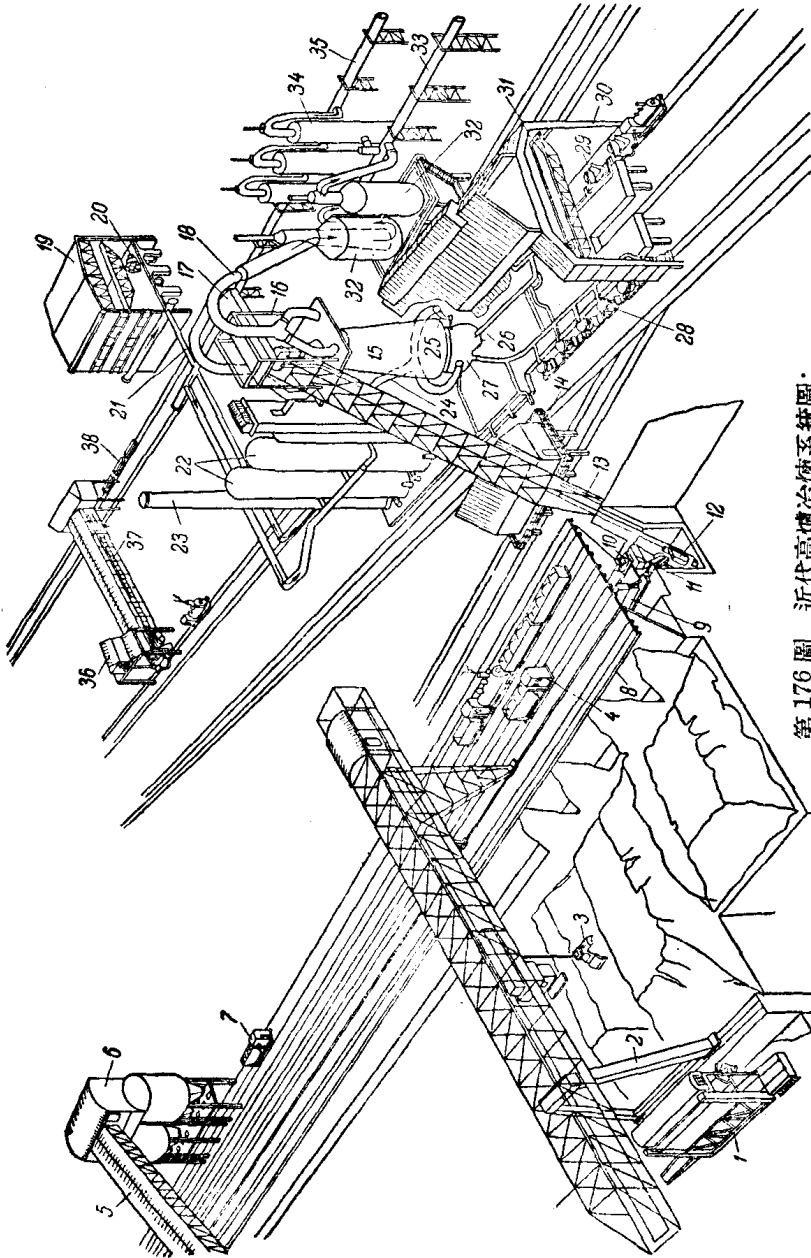
原料的存貯用露天貯料場或儲礦槽。

料的運轉則用門形、橋形和車形挖斗起重機,機械鏟、裝卸機械和掘土機。門形挖斗起重機能從料坑或運輸船中取料,在這種情況下,它能進行運輸船的卸料,同樣能從儲料場中把料取出來。

把原料送往儲礦槽的運輸則用運輸帶或運礦車(第 246 圖)。

根據重量或者是容積來稱量燃料時,係用固定的稱量漏斗。燃料從這個漏斗裏裝入料車中,藉以向上捲揚並裝入爐內。礦石和熔劑則用稱量車來稱量,稱量車從儲礦槽取了礦石和熔劑後,把它們運到料車坑,卸入料車。

煉焦車間通常都在高爐車間的鄰近,爲了減少在運料過程中焦炭



第 176 圖 近代高爐冶煉系統圖：

1—翻車裝置；2—門形起重機；3—挖斗；4—運礦車；5—焦炭運輸帶；6—貯焦塔；7—運焦車；8—儲礦槽高道；9—稱量車；10—用於篩分粉焦的篩子；11—稱量漏斗；12—料車；13—捲揚機；14—捲揚室；15—高爐；16—爐頂支架；17—裝修起重機；18—煤氣管；19—送風室；20—送風機；21—冷風管；22—熱風機；23—煙函；24—熱風管；25—風口裝置；26—出爐口及鑄水溝；27—出渣口；28—渣鍋；29—渣鍋；30—鑄鐵建築；31—鑄鐵起重機；32—除塵器；33—荒煤氣管；34—靜電除塵器；35—滑煤氣管；36—傾倒鑄水鍋用絞車；37—鑄鐵機；38—承接生鐵塊的車皮。

的破碎，兩個車間之間用運輸帶來運輸。

礦石從鄰近的礦石處理工廠中運到高爐車間的工作，則用運礦車或運輸帶。

高爐車間裏僅進行下列的礦石處理工作：

(1) 把粉末多的礦石噴水濡濕，以減少爐塵損失；

(2) 在配料以前用篩子篩去焦炭中的碎塊。

篩下的焦屑則用焦屑料車捲揚送入焦屑倉，從這裏再裝入車皮運走。

現在爐料的捲揚完全是機械化的。

料車捲揚裝置把裝在料車中的料沿着捲揚橋捲揚到爐頂，料車與捲揚機係用鋼繩連接。料車係自動地傾側，把料倒入爐頂裝料裝置的小料斗中，裝料裝置有兩個料鐘（參看第 213 圖）。此二料鐘藉絞車或壓縮空氣筒操縱，在不同時間下降以減少煤氣的損失。

爐料在爐喉的正確分佈，係藉佈料器來保證。

料鐘捲揚裝置則係用料鐘將料捲揚至爐頂。斜橋式料鐘捲揚裝置係藉料鐘車及捲揚機鋼繩之助，將爐料沿捲揚橋向上捲揚。料鐘車使料鐘座於裝料裝置的鐘上。採用雙鐘式或一個鐘與一個料鐘蓋（當鐘下降時，鐘蓋蓋着）的辦法，可消除煤氣的損失。料裝入位於稱量車上的料鐘中進行稱量，裝料入鐘時轉動料鐘，使料能均勻地佈於料鐘中，這樣也就使爐喉部分的料能均勻分佈。在這種情況下，稱量車起着佈料器的作用。

從前曾採用過垂直-平行式的或垂直式的捲揚裝置裝料。垂直-平行式捲揚裝置係用橋形起重機或旋轉起重機來捲揚料鐘並座上爐頂。垂直式捲揚裝置則僅是把料鐘舉起。

水平向的移動和爐喉部分的佈料則用人工來做。

二 送風作業

空氣的吸入和壓縮以及將其沿風管送入高爐的工作，係用送風機

進行。在冷風管上裝有特種風閥，當他將冷風放入空氣中時，可減少或完全切斷送入高爐的風量而不至於破壞送風機的作業制度。

鼓風的準備工作包括：

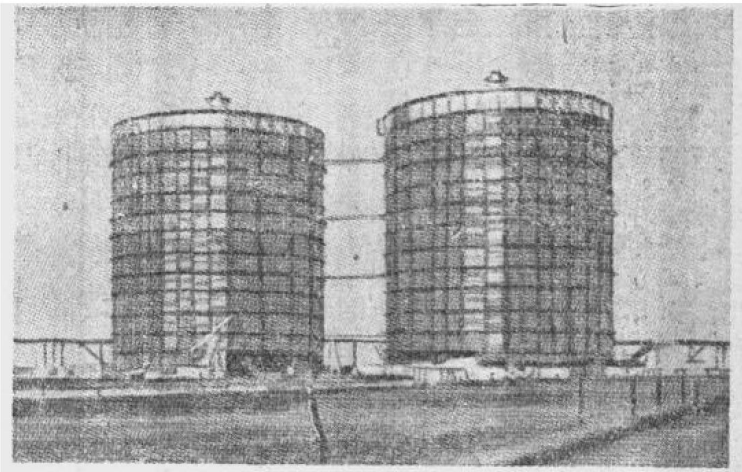
(1) 風中水分的調節——即風的乾燥，但在某一些場合，也有在風中加入蒸汽以調節爐況；

(2) 把風在熱風爐中加以預熱以降低焦炭消耗量和提高高爐冶煉強度。

三 高爐煤氣作業

高爐出來的煤氣及其輸送係藉助於煤氣管，並因送風機壓力的作用沿煤氣管輸送到各個需要的部門。如果送風機所造成的壓力不足把煤氣送達到各個需要的部門，那麼另用風扇增大煤氣的壓力。

煤氣的分配用閥來調節，它能夠調節煤氣的壓力和用量或者完全把某一個應用煤氣的部分切斷。臨時有多餘的煤氣，則貯存於煤氣貯藏塔中(第 177 圖)。



第 177 圖 煤氣貯藏塔。

爲了煤氣的利用，必需清除其中帶有的爐塵。這種作業，根據除塵程度的不同可分做：

(1) 初步除塵——用機械的方法把煤氣和爐塵分開來。其法係把煤氣通入除塵器，利用煤氣速度或方向的改變使爐塵分離出來；或把煤氣通入離心除塵器，利用離心力的作用把爐塵分出來。

(2) 精細除塵——通過過濾器，或通過靜電除塵器（第 274 圖），或通過鼠籠式洗滌機。

在這兩種除塵形式之間尚有一種半精細除塵——把煤氣通過洗滌塔。洗滌塔與除塵器不同的地方是：洗滌塔中有很多木格子，在木格子的上面有噴水管，水由管中噴出，煤氣由下向上通過木格子時就受着由上面下來的水的洗滌。

經常從煤氣管、除塵器、離心除塵器和過爐器中清理爐塵是保證這些設備正常操作的主要條件。乾燥的除塵器中的爐塵則直接卸入車皮；在用水洗滌時，爐塵則被水帶到泥塵沉積池（參看第 73 圖）沉積出來，而水則再次循環使用。

四 生鐵的處理

現代高爐的出鐵完全是機械化的，用開口機打開出鐵口，堵出鐵口則用泥砲。生鐵沿着鐵水溝注入鐵水鍋，運往煉鋼車間，或送至鑄鐵機（參看第 176 圖）鑄成生鐵塊。在貯放鑄塊的貯鐵場中則設有磁力起重機。

生鐵的稱量則當在鐵水鍋中時用車皮稱量機進行。

五 爐渣的處理

出渣和出鐵相似，從出渣口和出鐵口放出來的爐渣沿着渣溝注入運輸爐渣的渣鍋中。為了利用爐渣做建築材料（第二部分，第十四章）故把它製成粒狀，即很快地把爐渣冷卻，使成玻璃狀構造的粉末狀物質。

使爐渣成粒狀的方法有二：

(1) 濕法——在高爐旁的房間中或在水渣池中用水冷卻；

(2) 半濕法——用最少量的水進行冷卻，有時用蒸汽或壓縮空氣。

水渣的堆積則用挖斗起重機或鏟形裝置(常常直接把水渣裝入車皮運走而不用堆棧)。

不利用的爐渣則用渣鍋車運往棄渣坑。

六 輔助材料的供應

堵口泥是用耐火黏土、熟料粉、焦屑和焦油放在研輪磨或攪拌器中加水攪拌混合而成的。堵口泥的運輸和貯藏對高爐車間作業來說是具有重大意義的。

輔助材料(堵口泥原料、耐火材料、貯備零件及潤滑油等)的卸落、堆存和輸送是規模不大的次要作業,用一般的機械來操作。

七 水的供應

水用於高爐的冷卻和洗滌煤氣,有一小部分用於生鐵(生鐵鑄塊)的冷卻,爐料的潤濕及從除塵器中清理塵灰時加濕爐塵之用。但用於冷卻高爐和清洗煤氣的水大都是循環水,在前一種情況下則用一個冷卻池,而在第二種情況下則用一個沉澱池,冷卻高爐的水流入冷卻池進行冷卻,洗滌煤氣的水流入沉澱池進行清潔。所以從天然水源抽水僅是補償在冷卻和清洗系統中損失的水量而已。

對於飲水的供應則另外裝有飲水管道系統。

八 電、蒸汽和壓縮空氣的供應

電通過變電分站輸入高爐車間,在變電分站中把高壓交流電變成低壓交流電或直流電,接着用地下電氣系統分配到各應用部分。

蒸汽通常是由工廠的中央火力發電站用蒸汽管輸送到各個需要部門的。

壓縮空氣由工廠或車間的壓縮空氣站供應。

九 修配、檢查和管理作業

高爐車間應該有鐵水鍋內部磚襯的修理廠、機械和電氣修配廠。

高爐車間所佔面積很廣,所以在高爐車間裏相互的聯繫如電話、信號、記錄與控制各種設備作業結果的儀器等就有了特殊的意義。爲了

檢驗爐料和燃料的品質，爲了檢驗成品的質量，高爐車間中應該有檢驗室。

高爐生產逐漸地複雜起來了。爲了使生產過程的全部機構易於管理起見，通常在現代冶金工廠中，把高爐車間的下面一些組成部分劃分出來：

- (1) 送風機（歸高爐車間管理的僅風的加熱，風溫和風量的調節，高爐車間調節風量是採用經排風閥把風放入大氣的方法）。
- (2) 煤氣的半精細和精細除塵，煤氣的輸送和分配。
- (3) 水的供應（高爐車間內各部分水的分配除外）。
- (4) 電、蒸汽和壓縮空氣的輸送和分配。
- (5) 鐵路運輸。

十 高爐生產的特點

高爐生產有着一系列的特點，這些特點對高爐構造在堅固和可靠性方面提出了更高一步的要求；這些特點是：

(1) 熔融的生鐵、爐渣和高溫煤氣的影響，包括直接由於溫度的作用損壞高爐構造，同時由於溫度增高，化學作用也更形活躍。

(2) 生產過程的連續性。生產的暫時停止都會造成很大的損失（必需保證各部構造的可靠性）。

(3) 冶煉原料用量很多（爲了消除繁重的體力勞動，必需廣泛發展機械化）。

院士依·泊·巴爾金、工程師姆·夫·魯哥夫則夫（現在是烏克蘭社會主義共和國科學院正院士）和恩·格·基齊明克是蘇聯建設大的機械化高爐方面的開創先鋒。他們在馬凱也夫冶金工廠設計並建築了第一個機械化的高爐。