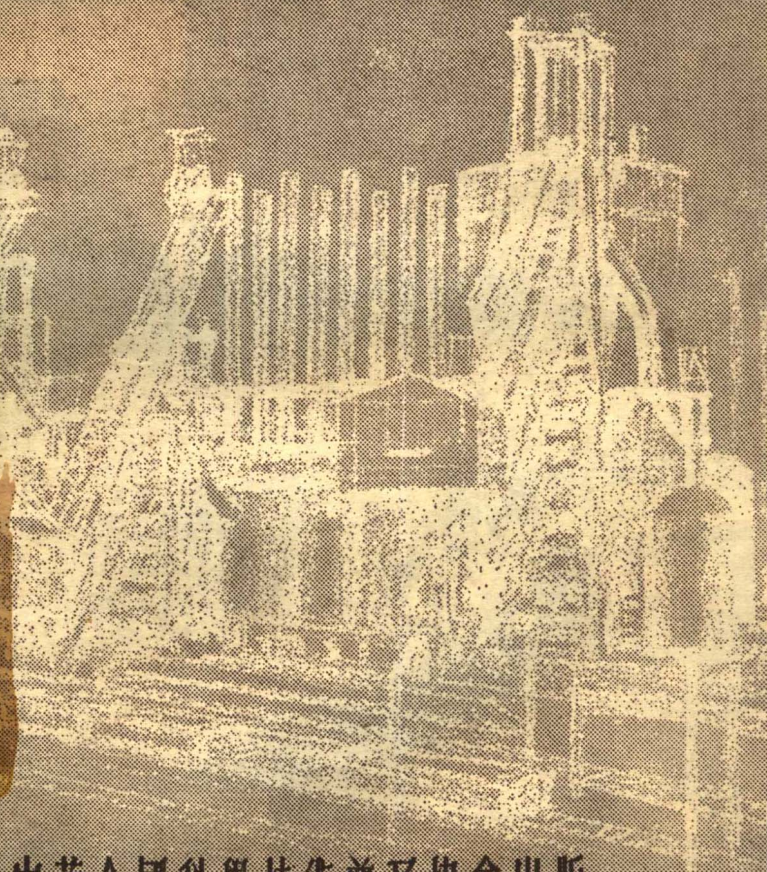


鋼鐵工業知識

煉鐵知識

周傳典



中華全國科學技術普及協會出版

7725

鋼鐵工業知識

煉鐵知識

周傳典

(鞍山市科學技術普及協會供稿)

中華全國科學技術普及協會出版

一九五五年·北京

科 普 小 冊 子

蘇聯的鋼鐵工業	林宗彩著 1,200元
鞍鋼三大工程	李馬可等著 1,900元
鞍鋼煉鐵和煉鋼的技術革新	楊毓英等著 1,500元
採礦知識	劉之祥、么殿煥著 即 出

出版編號: 139

煉 鐵 知 識

著 者: 周 傳 典

責任編輯: 陳 少 新

出 版 者: 中華全國科學技術普及協會
(北京市文津街三號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第053號

發 行 者: 新 華 書 店

印 刷 者: 北 京 市 印 刷 一 廠
(北京市西便門南大街乙一號)

開本: 51×43 $\frac{1}{2}$ 印張: 1 $\frac{1}{2}$ 字數: 12,000

一九五五年三月第一版 印數: 10,500

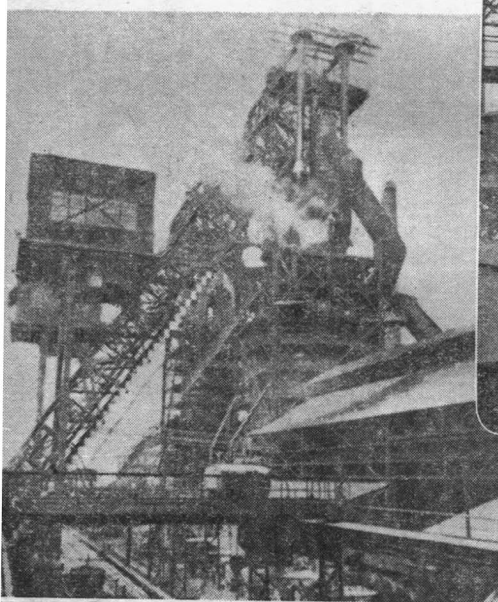
一九五五年三月第一次印刷 定價: 1,500元



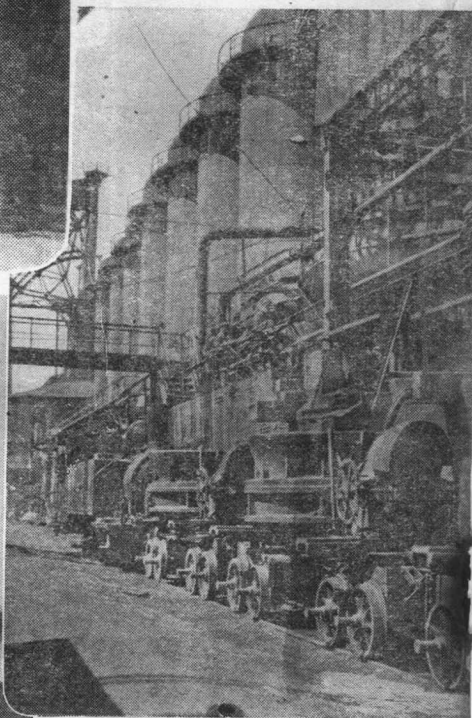
左：本書作者鞍山市特等勞動模範周傳典（右第二人）和煉鐵工人在觀察用燒結礦煉製成功的低矽鐵鐵水。

CAB93/06

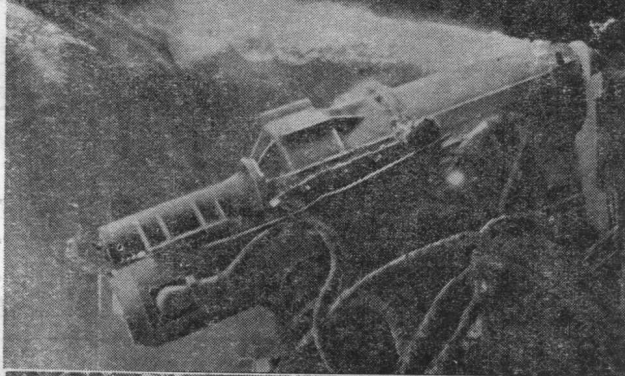
下：煉鐵高爐出渣。



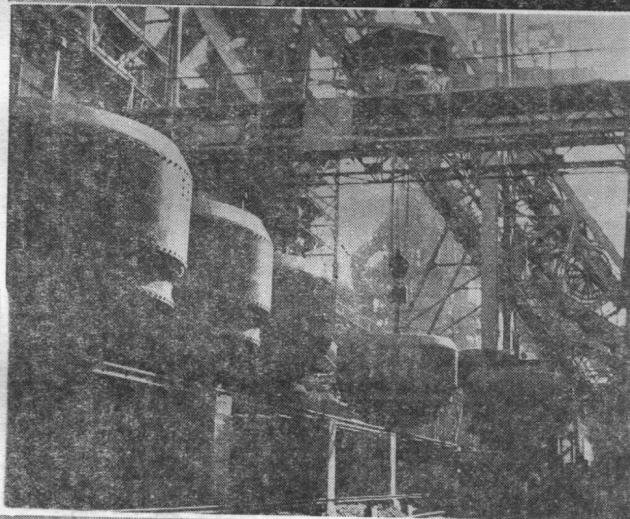
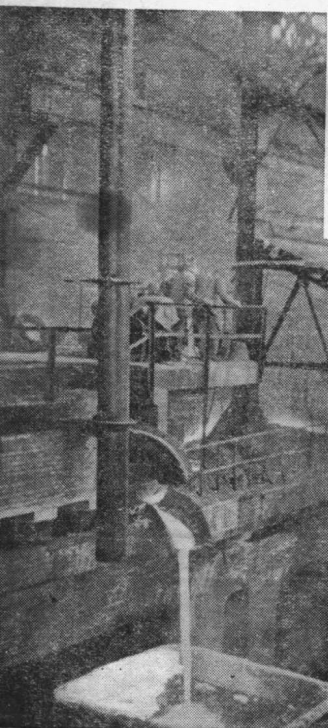
左：鞍鋼自動化七號煉鐵爐。



右：用電炮打泥泡杜塞爐口。



下：鞍鋼七號煉鐵高爐出鐵水。



上：鞍鋼八號煉鐵高爐的自動化運送料罐，

本書提要

近代高爐是一個龐然大物；是一個複雜的技術裝備。

但是近代高爐的生產過程基本上却和土爐子的沒有多大不同。

這本小冊子，就是先從講解土爐煉鐵原理開始，進而說到近代高爐。從土爐生產過程上的缺點談到近代高爐的技術操作和技術裝備，還介紹了這些技術裝備的科學道理。

目次

中國是最早發明煉鐵的國家之一	1
土爐煉鐵的過程	3
煉鐵技術的發展——從土爐到高爐	6
使用新的燃料——焦炭	8
巨大的送風設備——蒸氣透平鼓風機	10
冷風加熱和煤氣回收	11
裝料工作的機械化與自動化	16
出鐵與出渣	20
高爐生產概況	23

封面設計：沈左堯

中國是最早發明煉鐵的國家之一

我國是最早發明煉鐵的國家之一。我國歷史學家翦伯贊曾經作過這樣的敘述：

「河南輝縣發現的戰國時代的遺物中有刻紋細緻的銅器，……更重要的是在這裏的固圍村戰國墓中發現的大批戰國時代的鐵製生產工具，其中有犁、鋤、口鋤、斧、鍤、鑿、刀、匕首等。

鞍山的戰國遺址中也出土了大批刀幣和鐵製農具。

「……特別是大批鐵製生產工具的發現，更是有力地說明了鐵製的生產工具的使用在戰國時已經極為普遍。……不僅普遍應用於當時文化發達的中原地區，而且也普遍應用於當時中原以外的邊遠地方了。我們知道，從鐵製生產工具的發明到普遍使用，需要一段時間；從文化發達的中原地區的普遍使用到邊遠地方的普遍使用，又需要一段時間；從邊遠地方的普

遍使用到自己的製造乃至大規模的製造又需要一段時間。
……從而也暗示了中國鐵器的發明和應用是很早的。」(註一)

戰國時代距今已有兩千多年了，我們研究這些出土的鐵製農具，可以斷定中國在兩千多年以前鐵的冶煉已很盛行。

近代的煉鐵學家認為煉鐵歷史的發展有兩個主要階段：在第一個階段裏，人們找着了煉鐵的方法，這種方法十分簡單，大概就是在地面上挖一個坑，把鐵礦石和木炭裝進坑裏面，燃燒的溫度很低，礦石還原之後，變成海綿狀的鐵和未熔化的渣混在一起。古代的煉鐵工人就用錘子把渣打掉而得到了鐵，用這個方法冶煉出來的鐵很純，幾乎不包含什麼雜質，我們如今通常叫它為熟鐵。在第二個階段裏，出現了跟近代高爐相似的爐子，這種爐子雖然又矮又小，但是爐內的溫度却比較高，鐵和渣都變成鮮紅的液體，從爐子下部流了出來，這種鐵和我們現在煉出來的鐵一樣，它在高溫的爐中吸收了一些其他元素，這就是我們常用的生鐵。

根據上面所說的煉鐵歷史發展的兩個階段，考古學家就可以對出土的鐵器進行化學分析，確定它屬於那一個階段產物。在我國西北發現的公元一千年左右的古代鐵器，經過化學分析的報告說明這是很好的鑄造生鐵，也就是屬於煉鐵歷史中的第二個階段中的產物。可見我國的古代冶金者遠在一千年前就將煉鐵技術推進到第二個階段了，歐洲直到一千三百五十年才具有近代錐形的圓筒形爐子，也就是說比我國晚了至少三百多年。

古代煉鐵爐的爐形和結構不知是什麼樣子，從歐洲對於第一座高爐的記載看來，它很可能和現在我國西北山區的土爐相似。關於這種土爐子，在一九五二年林宗彩等編著的煉鐵學裏會這樣敘述過：「我國老式煉鐵爐至今在內地很多地方還可以看到。此種土爐子係用沙石蓋成，外方內圓，高約十五至二十呎，爐頂與爐缸之直徑約為二至四呎，爐腹直徑約為三至六呎。煤氣任其由爐頂跑走，每日產量約在一·五至三噸左右。土爐子採用木炭或當地土法所煉的焦炭作燃料，用人力風箱打風，沒有熱風的設備，進風口只有一個，燃料消耗頗大，每產一噸生鐵約需木炭二至三噸。」（註二）

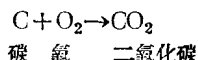
由於中國封建主義的長期統治，冶金工業長久沒有得到一點發展；這種土爐子沿用了一千多年，而很少改進。

這種土爐子的冶煉過程並不複雜，沒有什麼高深的理論，一般人都容易學會這種冶煉技術，舊社會把它當做「祖傳神技」，完全是騙人的話。

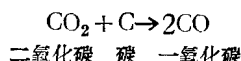
土爐煉鐵的過程

煉鐵工人從土爐爐頂的開口裝進木炭、鐵礦石和石灰石（這些東西統稱為爐料），一層一層地裝滿一爐子。裝料不使用機械，用人工把爐料送到爐頂，然後裝進爐子裏去。用人力拉動風箱，把冷空氣從爐子下部僅有的一個進風口打進去。空氣裏大約含有五分之一助燃的氧氣和五分之四不助燃的氮氣，所以當空氣在爐子裏遇到了赤紅的木炭，木炭就發

出熊熊的火焰，溫度高的時候，火焰會變成像電燈光一樣的亮白色。木炭很快地和空氣中的氧化合，生成碳酸氣（二氧化碳），在化學書上叫做木炭的燃燒，用化學方程式來表示就是：

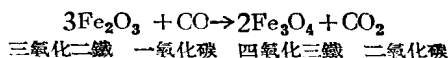


燃燒生成了大量的熱，加熱了送進爐子裏去的冷空氣。空氣中的氮氣不發生變化，和二氧化碳一起上升，二氧化碳遇着紅熱的木炭，就生成煤氣（一氧化碳），這和我們燒火爐子一樣，當爐門關閉，空氣的供應不充分時就會發生煤氣，可以使人中毒。用下列化學方程式表示這個變化。

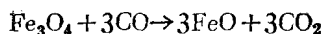


大量的一氧化碳從進風部分和氮氣一起上升，沿途將礦石裏鐵的氧化物還原。同時，爐料又繼續不斷地從爐頂裝入，從爐子上部逐漸下降。所以高爐內部的變化發生在兩種不同的流動的交錯上。一種是從下到上的煤氣的氣體運動。一種是從上到下的爐料的固體運動。

爐料裏有鐵礦石，鐵礦石大多是鐵的氧化物，如三氧化二鐵就是一種。爐料從爐頂開始下降後不久，三氧化二鐵就被一氧化碳還原，變成四氧化三鐵：

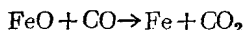


爐料繼續下降，四氧化三鐵又被還原為一氧化碳鐵



四氧化三鐵 一氧化碳 氧化鐵 二氧化碳

生成的一氧化鐵，再被一氧化碳所還原，就變成海綿狀的鐵



氧化鐵 一氧化碳 鐵 二氧化碳

此外，還有一種東西也可以幫助煤氣使氧化鐵還原，這就是爐子下部赤熱的炭。

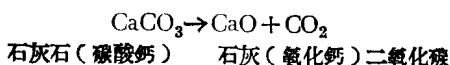
一氧化碳經過還原作用變成的二氧化碳、未起作用的一氧化碳、不起作用的氮氣、和從石灰石分解出來的二氧化碳，從爐頂散出，這就是有毒的高爐煤氣。舊式高爐的裝料工人只得冒着高熱在這種有毒的氣體中緊張地勞動，以致使他們的健康受到嚴重的損害。

生成的海綿狀鐵逐漸下降，吸收了一些雜質，其中主要的有硫、磷、矽、錳等。硫、磷是木炭和礦石中帶來的硫和磷的氧化物經一氧化碳還原產生的，矽和錳是它們的氧化物在高熱的爐缸裏被碳直接還原生成的。鑄造生鐵含矽常達百分之二到百分之三，再其次是碳，碳是從二氧化碳沉積下來的，生鐵含碳一般在百分之四左右，由於生鐵吸收了這些雜質，它的熔點大為降低，爐子下部燃燒生成的高熱就把它變成液體，這就是鐵水。

世界上天然礦石都不是純粹的氧化鐵，它的內部或多或少含有一部分雜質，如二氧化矽、三氧化二鋁等等。我們管含雜質多的礦石叫貧礦，含雜質少的叫富礦。木炭燃燒之

後，也要剩下一些灰燼，其中主要的成分也是二氧化矽、三氧化二鋁等。根據化學的知識知道這些東西的熔點很高，難於熔化。如果不想辦法把它們從爐子裏去掉，爐子就會慢慢塞死，不能繼續進行冶煉。古代的冶金工作者，經過長期試驗的結果，找出了降服牠們的東西；這種東西就是石灰（氧化鈣）。爐子裏加入適量的石灰，和那些雜質混合起來，在通常的爐溫下，就能使其熔化，從爐口流出。流出來的東西叫做爐渣。

因此，爐料中除掉礦石之外，又加入一部分石灰石（碳酸鈣），石灰石下降到爐子的中部，受熱分解成石灰和二氧化碳，這和石灰窯裏燒石灰的作用一樣



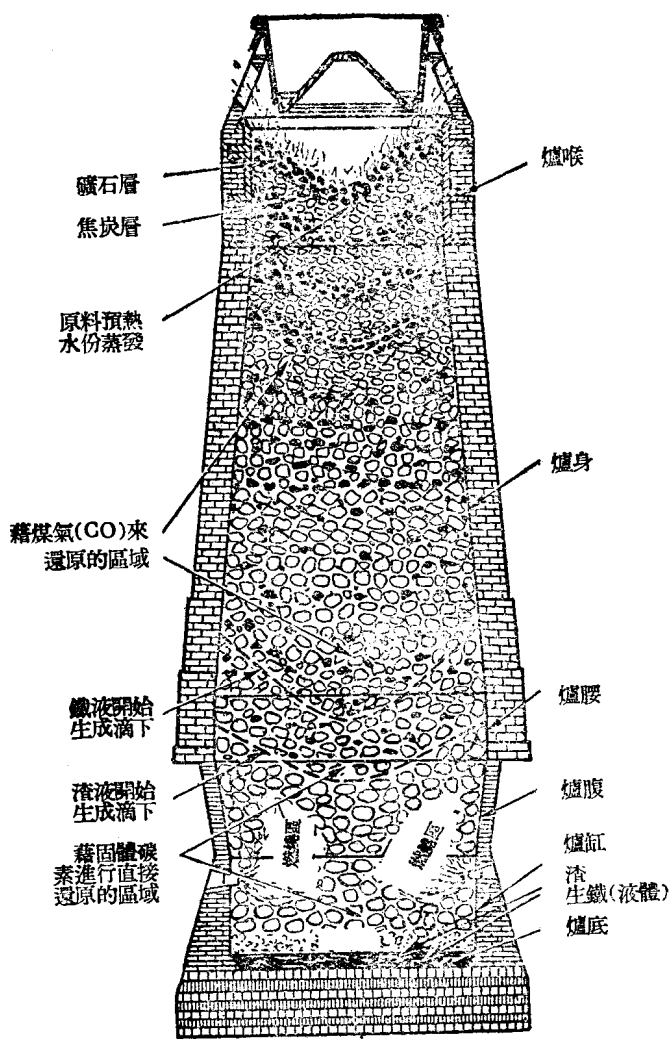
二氧化碳隨煤氣上升散出，而生成的氧化鈣，就變成熔化雜質的熔劑。

鐵水和爐渣都沉在爐底。每隔一定時間，我們就從爐子最下部另一個開口（出鐵口），把它們放出來。鐵水比重大，沉在下面，先流出來，渣比較輕，浮在鐵水上面，後流出來。流完後我們再用泥把鐵口堵住。

以上就是土爐子冶煉生鐵的基本過程。

煉鐵技術的發展——從土爐到高爐

近代高爐生產技術的發展一日千里。高爐的日產量已超



圖一 高爐內各區域及冶煉情況。

過一千五百噸，爐身已有七層樓房那麼高。裝料設備已完全機械化和自動化。對高爐煤氣有了回收設備。送風的能力較土爐子的風箱增加了千倍以上。出鐵出渣也機械化了。

儘管近代高爐的設備與技術操作千變萬化，日新月異，生鐵冶煉的基本原理還是一樣的，但是究竟土爐子怎樣發展為近代高爐？下面就介紹些高爐煉鐵技術的主要改進：（圖一，高爐內的冶煉情況）

使用新的燃料——焦炭

煉鐵工業的發展並不是很快的。歐洲第一座高爐出現於十四世紀中葉，直到十七世紀的三百多年間，高爐冶煉的技術一直停滯不前。和在中國的情形一樣，封建統治阻止了黑色冶金工業的成長。

黑色冶金的技術革新，是十八世紀工業革命的產物之一，而焦炭的使用就是這個革新的開端。

十八世紀開始，冶鐵工業有了發展，這時原始的大森林已經採伐殆盡，高爐使用的燃料——木炭——的供應日見缺乏，尤其是在當時工業發達的英國，受到的威脅更大，這種新的情況促使了黑色冶金工作者去尋找木炭的代用品。

很久以來，地下埋藏的黑色燃料「煤」就被人們使用，這種燃料埋藏量很豐富，發熱量大，引起了冶金家的注意，他們就嘗試用煤來代替木炭作高爐燃料，這個試驗沒有獲得成功。由於煤的黏結性質和它的堅實無孔，把爐子堵塞得不通空氣，高爐的正常生產也就遭到破壞。

試驗失敗了，但却從失敗的試驗中生長出成功的因素。

人們不禁要問：木炭和煤之間的區別是什麼呢？木炭的好處，是它的多孔性，使爐內上昇的煤氣流容易通過，並且它本身從裝入爐頂開始一直下降到進風口平面燃燒為止，除稍微破碎外沒有什麼大的變化。木炭的優點正是煤的缺點。因此，當時的冶金家就嘗試把煤在高爐外面進行處理，使它變成和木炭一樣好用。

經過許多年代的研究，最後終於從原煤煉出新的產品，這就是焦炭。這種產品是把原煤放在密閉的窖裏，在隔絕空氣的情況下加熱到攝氏一千度左右而製成的，蘇聯出版的一本煉鐵學上這樣記載着：

「經過許多年代的尋求和失敗，於一七三五年英國在高爐上用焦炭煉出了生鐵（不用木炭），但到十九世紀初期祇有英國的高爐才已經完全不用木炭。在當時的歐洲，這樣的焦炭高爐是為數不多的。到十九世紀五十年代中期，西歐大部的高爐已經轉向使用焦炭了」。（註三）

煉鐵使用焦炭，從開始試用到全面推廣，差不多經歷一百多年之久。為什麼這種新的技術發展得如此之慢呢？其中主要的關鍵問題之一，就是大的高爐還沒有出現。因為對於小爐子來說，木炭仍然是一種好的燃料，直到今天，擁有大量森林的國家如瑞典，仍然保留着木炭高爐。

隨着爐子的容積不斷擴大，木炭高爐的操作發生了困難。因為木炭的性質比較脆，在日產量超過一百五十噸的高

爐裏，它的全部爐料的壓力，就會把木炭壓碎。焦炭的強度和硬度都比木炭大，經得起摩擦和大的壓力。近代高爐的日產量一般都已達到一千五百多噸，在這樣巨大的爐子內，用脆的木炭做燃料是不可能的，因此，焦炭的發明和使用爲近代高爐的誕生創造了條件。

巨大的送風設備——蒸氣透平鼓風機

古代煉鐵採用自然通風，多少年代之後，有了風箱。現在農村中的打鐵鋪裏我們可以看到一個工人拉着風箱向爐子裏吹風。古代煉鐵使用的風箱操作大概就是這個樣子。這樣的煉鐵爐，每天只能煉出很少的鐵，只能論斤來計算。

這種手拉風箱的缺點是：風量很小而且風量時來時停。由於送風設備的缺陷使煉鐵生產不能提高，古代的冶金家就設法加以改良：有的增大了風箱的容積；有的使用獸力和水力來拉動風箱。中國的冶金家們在這一方面貢獻較大，他們發明了雙筒風箱，使活塞一來一回都可以不斷送出風去，送風量的增大和送風的不間斷同樣也促使近代高爐雛型的出現。但在十八世紀以前，高爐的日產量一般只達到一噸至兩噸。當時最大的冶金工廠是在俄國的烏拉爾，即使在那個工廠裏，高爐產量也沒有超過十噸。

蒸氣的發明引起了高爐送風設備的巨大改革，那時大約在公元一七七七年，距離高爐開始使用焦炭已經四十二年之久了。冶金家們用蒸氣作爲鼓風的動力，這就出現了蒸氣鼓風機。因爲蒸氣的動力很大，所以送出去的風量加大了，排

出風的壓力也提高了。

十九世紀末葉，開始使用蒸氣透平鼓風機，它能以很高的壓力送出大量的風，現在蘇聯的巨型鼓風機每分鐘能送出四千立方公尺風並達到兩個大氣壓的壓力（一個大氣壓約等於在一平方厘米面積上受一公斤的壓力）。

這時高爐進風口已經不是一個了，蒸氣透平鼓風機送出的高壓力風，通過冷風管道，進入加熱爐——熱風爐——內加熱後，再經過用磚砌成的熱風管道從爐子周圍的進風口均勻地送進高爐的內部。這種進風口，一般高爐有八個到十二個，大型高爐有十六個。對稱地排列在爐子四周。

蒸氣透平鼓風機的使用，是促使大型高爐出現的主要原因之一。

冷風加熱和煤氣回收

十九世紀以前，高爐使用冷風煉鐵。十九世紀初葉，冶金家們方才從事於空氣加熱設備的研究。

第一個使用加熱設備的據說是英國人諾爾遜。一八二八年，他成功地使用了管式熱風設備。這種設備就是把跟鼓風機連接的風管通過密閉的加熱室，加熱室就和火車頭上的燃燒室相似，可以從外部不斷加入煤、木炭等燃料。從風管內流過的風經加熱後送進高爐。利用這種設備，可以將冷風加熱到攝氏三百度，使冶煉每噸生鐵的焦炭消耗量大大降低，因而獲得了良好的經濟效果。冶煉燃料的節約為高爐的增產開闢一條新的道路。其次，熱風的使用提高了爐缸溫度，這樣