

矿冶基本知識丛书

炼 铁

江苏人民出版社

內 容 提 要

这本书是介绍炼铁的基本原理，炼铁所需的原料和燃料，熔剂和耐火材料以及高炉冶炼出铁的过程等等。讲解通俗易懂，是炼铁工人和冶炼工作干部的一本参考书。

矿冶基本知识丛书

炼 铁

江苏省科学技术普及协会

汪乃钰 苏芳庭 王德品 编写

*

江苏省书刊出版营业许可证出〇〇一号

江苏人民出版社出版

南京湖南路十一号

江苏省新华书店发行 江苏新华印刷厂印刷

*

开本 787×1092 耗1/36 印张 4/9 字数 7,000

一九五八年七月第一版

一九五八年九月南京第五次印刷

印数 60,001—80,000

统一书号：T15100·68

定 价：(5) 六 分

目 录

炼鉄的基本原理.....	1
炼鉄的原料和燃料.....	2
炼鉄必需的熔剂和耐火材料.....	4
高爐和它的附屬設備.....	6
高爐冶炼出鉄过程.....	10
高爐冶炼产品.....	12
高爐技术經濟指标.....	13

炼鉄的基本原理

在自然界中几乎没有純粹的鉄存在，鉄矿石大都是鉄的氧化物。在鉄矿中鉄的氧化物还和許多无用的废石(其中还有別的元素)混在一起，所以炼鉄的任务，就是要将鉄从鉄的氧化物中分离(还原)出来，并且把废石清除掉。

要把鉄从矿石中分离出来，必須有很高的温度才行，因此需要用大量燃料。炼鉄是用焦炭、木炭等作燃料，而这些又是能和鉄的氧化物起作用而把鉄分离出来的分离还原剂。为了使废石和鉄分开，还要加入石灰石等熔剂。这些原料，都是从炼鉄爐的爐頂上倒进去的(見图1)。在一般情况下总是先装燃料再装矿石再装熔剂。

炼鉄的高爐点火以后，要用鼓风机把空气从爐子下部的进风口打入高爐內部。这时候，爐內有了空气，燃料猛烈燃烧起来，产生大量的热，热量上升，烧得的煤气和上层紅热的焦炭与鉄矿石起作用，这

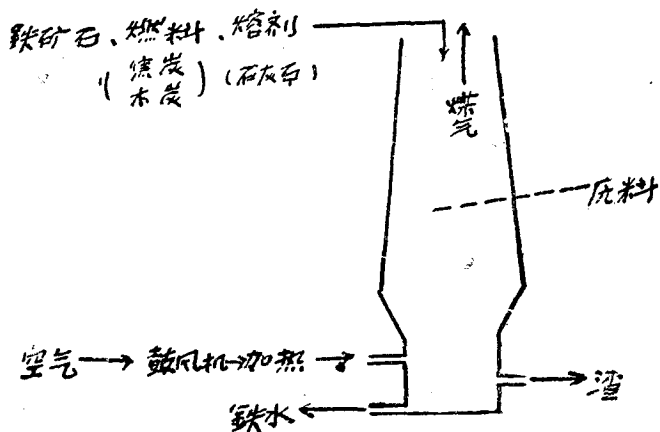


图 1

样铁就从铁矿石中熔化而分离出来。

分离出来的铁化成铁水以后，和炉渣都滴进炉缸内。铁水比重大，沉在下面，渣比较轻，浮在铁水上面，因此应先从出渣口放完炉渣，然后，打开出铁口，让铁水流出。铁水流进沙模子，冷却以后就是生铁块。

炼铁的基本原理和简单过程就是这样的。

炼铁的原料和燃料

(一) 铁矿石：

鐵的氧化物和那些廢石混在一起，就是我們常說的鐵礦石。自然界含鐵的礦石種類很多，用來煉鐵的常常只是下列四種：

(1)紅色的赤鐵礦——用這種礦石煉鐵，一担礦石約可煉得五成到六成的鐵。它內部含鐵的化合物叫做氧化鐵(Fe_2O_3)。這種礦石質地較松，冶煉比較容易。

(2)黑色的磁鐵礦——這種礦石一担約可煉出六成到七成的鐵，但它的質地較細密，冶煉比較困難。它的含鐵化合物叫做磁性氧化鐵(Fe_3O_4)。

(3)淡黃色的菱鐵礦——這種礦石一担只能煉鐵二成到四成，但容易冶煉，它的含鐵化合物叫做碳酸鐵(FeCO_3)。

(4)褐色的褐鐵礦——這種礦石一担約煉鐵三成半到五成半，冶煉也較容易，它的化合物叫做含水的氧化鐵($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)。

放到高爐中去的鐵礦石，如果顆粒太大就不容易還原，若顆粒太小，又會塞住爐子或被吹走，所以一般投進高爐的礦石大小最好在30公厘(約合一寸)到100公厘(約合三寸)之間。

(二)燃料·

炼鉄高爐所用的燃料，一般都是焦炭和木炭。这些燃料不仅是供給爐子以足够的热量，而且是把鉄从鉄的化合物中分离出来的必要材料(还原剂)。

如果当地木炭产量很多，則小高爐可用木炭作燃料，木炭烧完后灰很少，含硫黃低，这对炼鉄很有利，但却容易压碎，因此只能用于高度較低的小高爐。大爐子都用焦炭作燃料。焦炭的最大特点就是不易压碎，因此它即使装在大爐子的最底层，仍能保持完整，而且内部空隙很大，有利于燃烧，它的缺点是灰多硫黃多。

現今山西等地的土高爐有用白煤作燃料的，这是在焦炭供应有困难的情况下的代用品，它的缺点是易碎，内部空隙少，但据苏州等地的試驗，只要适当注意操作(如提高进风压力等)，还是能得到良好的效果；同时白煤的价格比焦炭便宜一半以上，所以用白煤作燃料是一項值得注意的經驗。

炼鉄必需的熔剂和耐火材料

(一)熔剂：

熔剂就是淨鉄剂。利用它和矿石中的废石发生

作用,使鉄矿石中的废石很快熔化,并且它还能和杂质起作用,产生一种重量輕的渣,漂浮在鉄水面上,使鉄和杂质分离,这样就能得到質地良好的鉄。

高爐中常用的熔剂是石灰石和白云石。这两种都是碱性的化合物,这是因为高爐的原料中,酸性东西特別多(例如矿石中的氧化硅“ SiO_2 ”),所以需要加入大量碱性的石灰石(CaCO_3)来平衡,另外加入少量的白云石,是利用它所含的氧化鎂,来使爐中的渣不致太粘,能很好的流动而漂浮起来。

(二)耐火材料:

是用来砌爐子用的。在高爐內的鉄和废石最后都要被熔化成象水一样,爐內的温度是很高的(在进风口附近約1,900度),这就要求砌爐子的材料能耐高温,而且还要有抵抗鉄水、渣等对它的腐蝕。这种材料就叫做耐火材料。

砌高爐用的耐火材料常是火泥粘土砖,它主要含有火泥的耐火粘土,和旧的火砖粉末(为防止粘土烧时开裂)混合,制成砖坯后在窑內烧成。因为它的化学成分是氧化硅(SiO_2)、氧化鋁(Al_2O_3)和氧化鉄(Fe_2O_3),所以既有弱的酸性又有弱的碱性。好的火泥粘土砖熔点可达1,730度。

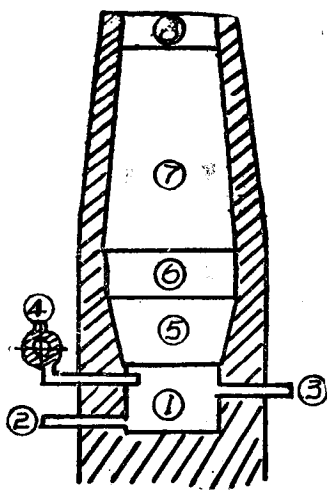
高爐和它的附屬設備

(一)高爐的構造：

煉鐵用的爐子從外表看來，是上面較小、下面漸大的一座很高的豎爐，所以叫它為高爐（如下圖所示）。高爐的內壁是用耐火磚砌成，外面可用青磚。為了使它更加牢固，在外面再加上幾道鐵箍。現代化的巨型高爐，則在耐火磚外面用鋼殼包圍起來，還裝有

自動化的附屬設備，高達三十公尺以上。

煉鐵的爐料（矿石、燃料、熔劑）是從爐頂裝入，在熔煉過程中慢慢下降。燃料是在爐子下部進行燃燒，所產生的爐氣逆着下降的爐料上升，便把鐵矿石中的鐵還原出來。高爐就是這樣連續不斷地工作着，這也是高爐生產的特



高爐縱剖面圖

点。

高爐的縱剖面如上图所示。它的主要組成部份及其作用簡述如下：

爐缸①——是在高爐的最下面，成圓筒形。鐵礦中還原出來的鐵水滴下來都積聚在這裡。在爐缸的底部有一個出鐵口②，平時是用耐火泥把它堵住，防止鐵水流出來。在爐缸上部有一個出渣口③。因為鐵礦中的雜質和燃料中的灰份等與熔劑（石灰石、白云石等）起作用以後，造成液體狀態的渣也流到爐缸里來。因為鐵重渣輕，它們就不會混起來，渣是浮在鐵水的上面，所以出渣口要開在爐缸的上部而出鐵口在下部。出鐵時應該先凿開出渣口，讓渣先流出，然後再凿開出鐵口，讓鐵水沿着出鐵槽流入鐵水包（盛鐵水的容器）中，或流入鑄成鐵塊的沙槽內。在爐缸上部的四周還開有幾個風嘴，煉鐵時所需要的大量空氣，是用鼓風機通過環形風管④進風嘴把空氣吹入爐中，使燃料劇烈燃燒產生高溫。

爐腹⑤——是在爐缸上面，它的形狀是下面小上面漸大的倒錐形。其原因是由於焦炭的燃燒和爐料熔化以後爐料所占的體積會大大縮小，所以必須做成上大下小的形狀；這樣它又能夠支撐裝在爐子

里全部固体爐料的重量，因此它應該具有充分的强度。

爐腰⑥——是在高爐的中部，成圓筒形，是高爐直径最大的部份。鉄矿石中的杂质熔化后，鉄从鉄矿石中分离出来，变成鉄水，然后流入爐缸中。

爐身⑦——是高爐中最长的部份。其外形是上面小下面大成圓錐形，这样，爐料在熔炼过程中依靠爐料的本身重量逐渐下降，使鉄矿石中的氧化鉄逐渐被还原出来。

爐喉⑧——是高爐的最上部，爐料就从頂上加入爐中。現代化的巨型高爐，爐頂上都装有一套自动化的装料設備。它主要是利用上下二个錐形料鐘布料器，能使爐料很均匀的按照先后次序(焦炭、矿石、熔剂)，一层层加入爐中，并且又能防止空气进入高爐，同时也能防止高爐煤气由爐頂跑到空气中去。因此在爐頂上另外装有四个排风管。爐中发生的废气經過处理后，可以把其中大量的煤气收回，这是一种宝贵的燃料。但炼鉄时产生的大部分煤气，是用在加热空气的热风爐中。

(二)鼓风机：

炼鉄时空气和其它爐料(鉄矿、燃料、熔剂)一

样，是高爐炼鉄过程中不可缺少的东西，而且需要量很大。炼一吨生鉄通常需要大約3,000立方公尺的空气。如果把这样多的空气称一下，它的重量約为四吨，因此現代化的大型高爐，需要一套很强大的送风設備——鼓风机。目前各地举办土法炼鉄所建造的土高爐，在沒有电力的农村中，可用手搖式鼓风机或用人力风箱来送风。

(三)热风爐：

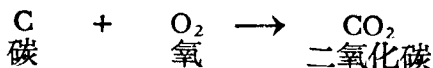
为了保証得到炼鉄时所需要的高温，和改善高爐熔炼的过程，因此必須把爐內温度加热到600—900度以后再用鼓风机吹入爐中，而且这样又能节省很多燃料。

加热空气有一种專門的爐子，称为热风爐。現代化的热风爐均以高爐煤气作为燃料。每个热风爐本身加热要两小时，用它来預热空气，只能使用一小时，以后又必須重新加热。因此，每个高爐至少要准备三个热风爐交换使用。热风爐用过相当长的時間后，必需清理爐灰或加以修理，所以最好还有一个备用爐。因此有些高爐有四个热风爐。

高爐冶煉出鐵過程

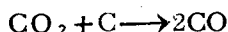
鐵礦中的鐵都是與氧化合而形成鐵的氧化物。同時在鐵礦中還含有其他元素的氧化物，如二氧化矽(石英)，三氧化二鋁等。這些通稱之為廢石。因此，煉鐵的主要任務就是如何把鐵從鐵的氧化物中分離出來，這種過程在化學上叫還原過程。此外要使得還原出來的鐵如何與廢石分離而得比較純淨的鐵。下面就是講高爐內是如何完成這樣一個任務的。

爐料(礦石、燃料、熔劑)從爐頂分層裝入爐中，依靠本身的重量逐漸落下。熱空氣則從爐子下部的風口進入爐中，而逐漸上升，由於空氣里含有氧氣，它可以幫助燃料進行燃燒，所以當赤熱的焦炭遇到空氣時，則焦炭就和空氣中的氧化合而燃燒，同時生成二氧化碳氣(CO_2)，並產生很高的溫度。用化學方程式表示就是：



當產生的二氧化碳在上升的過程中遇到赤熱的焦炭時，就互相作用產生一氧化碳(CO)。一氧化碳

俗称煤气。这种变化用化学方程式表示就是：



产生的一氧化碳气在上升的过程中沿途遇到矿石，就把铁质从其中还原出来。因此炼铁时的一氧化碳，在化学上叫作还原剂。还原过程是从含氧较多的氧化铁还原成含氧较少的氧化物，最后还原成铁，是一个逐渐变化的过程。例如赤铁矿原来是三氧化二铁，首先是被一氧化碳还原成四氧化三铁(Fe_3O_4)，四氧化三铁再被一氧化碳还原，又变成一氧化碳铁(FeO)，一氧化碳最后被还原成铁。

在高炉内除了用一氧化碳来还原矿石外，还有一部分矿石则是直接被赤热的炭所还原。所以炭也是起还原剂的作用。

还原出来的铁，在下落的过程中，还要吸收一部分炭，炭跑到铁中以后，降低了铁熔化的温度，使铁很快地被熔化，熔化后的铁液，最后下降而流进炉缸中。

此外，在原料中还含有硅、锰、磷、硫等元素，在熔炼过程中，这些元素，也大部分为铁所吸收。因此，高炉内炼出来的铁，还不是纯粹的铁，其中还包含硅、锰、磷、硫等别的元素，工业上就叫作生铁。生

鉄中含碳一定在2%以上。生鉄中の杂质，以硫、磷最为有害，它降低了生鉄の質量，因而愈少愈好。

至于在高爐内部，金屬与废石的分离，則是靠熔剂来达到的。因为要使得金屬与废石完全分离，必須在熔融的状态下才可能。而一般废石的熔化温度都很高，很难熔化，加入熔剂后，便与废石起化学作用，降低废石的熔化温度。由于加入熔剂，废石就熔化为爐渣。爐渣比鉄水輕，而浮于鉄水表面，可以从出渣口放出，鉄水比重大，則从出鉄口放出。

高爐冶炼产品

高爐的主要产品是生鉄，副产品是爐渣和煤气。

(1)生鉄:根据工业上的用途，生鉄一般可分为三类：

①鑄造生鉄:又叫翻砂生鉄，它是翻砂厂或翻砂車間的主要原料。这种生鉄含硅量較多，一般在1.25—4.25%之間；含錳在0.5—1.3%之間。性質較軟，断口处呈灰色，所以又叫做灰口鉄。

②炼鋼生鉄:供炼鋼用，性質較硬且脆，断口处呈銀白色，所以又叫做白口鉄。

③特种生鉄:如含錳很高的高錳生鉄,含硅很高的高硅生鉄等,可以用来冶炼成特种鋼。

(2)爐渣:

爐渣的用途很广,可用来制造水泥、渣砖、渣玻璃,或制造渣棉,用作絕热材料;也可用来鋪路。

为了便利运输,必須把爐渣弄碎,弄碎的方法是把刚出爐的爐渣,用冷水冲淋,使爐渣变成疏松易碎的粉粒。

(3)煤气:

高爐煤气中,含有一氧化碳、甲烷、氢气等。这些都是可以燃烧的气体,可以作为工业上的燃料,用来加热热风爐、平爐(炼鋼爐)、炼焦爐、鍋爐等,或把煤气用管子引出,用作日常生活中的燃料。

高爐技术經濟指标

高爐的技术經濟指标是用来衡量高爐生产技术水平的高低。高爐的綜合技术經濟指标是高爐利用系数。

高爐利用系数,就是爐子的有效容积(以立方公尺来表示)和每昼夜爐子的出鉄量(以吨表示)的比

例,用公式表示如下:

$$\text{高爐利用系数 } K = \frac{\text{有效容积 } V}{\text{每昼夜产量 } T} = \frac{\text{公尺}^3}{\text{吨}}$$

从这个公式可以看出,高爐利用系数愈小,則表示生产率和生产技术水平愈高。

解放后,我国高爐的利用系数有很大展发。一九四九年为1.662,一九五二年为0.997,一九五六年为0.770;一九五八年五月二十五日,太原鋼厂生产大跃进,又創造了0.444的新纪录。