



土办法遍地开花

談談小高爐煉鐵

湖北人民出版社

談談小高爐煉鐵

湖北人民出版社編輯、出版（武漢解放大道332號）

武漢市書刊出版業營業許可證新出字第1號

新华书店武汉发行所发行

汉口新华印刷厂印刷

787×1092 1/32 开 · 1/32 印張 · 12,000 字

1958年8月 第1版

1958年8月第1次印刷

印数：1—10,000

統一書號：T 15106·60

定 价：(7) 0.07 元

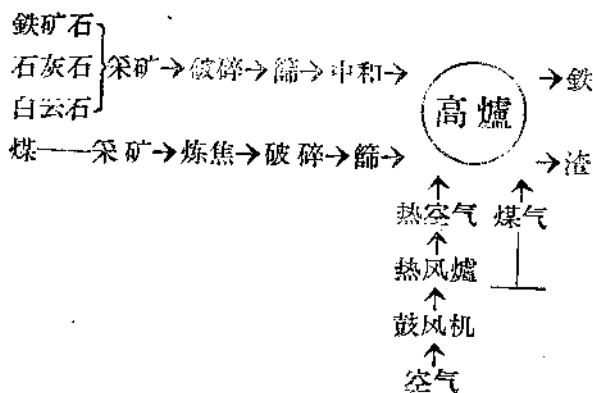
目 录

高爐怎样炼鉄.....	1
高爐用的原料和燃料.....	6
高爐的构造和性能.....	9

高爐怎样煉鐵

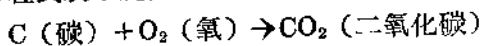
1. 基本生產過程：

煉鐵的開始就是礦山採礦，由於從礦山採來的原礦一般塊度較大都是不合乎高爐冶煉所需要的，所以這種大的鐵礦石，不能直接加入高爐，而預先要將礦石進行破碎。破碎以後的礦石，因大小不均勻，有大的，有細末等混在一起，如果就這樣加入高爐內，是不好的，會使風打不進去，不透氣而發生事故。必須把破碎後的礦石過篩，把太大的和太小的篩掉，合格的留下來，再按大小規格將小塊和大塊的合格礦石分開堆放。分過以後的礦石為了使成分均勻，必須中和混勻，其方法平鋪截取（按一定的方向一筐一筐的鋪好，厚度為100—150mm，每鋪完一層之後再鋪第二層，直鋪到規定高度為止，切取與平鋪的方向垂直），中和效果壞會影響高爐正常生產，容易產生廢品，生產程序如下：

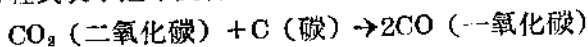


2. 土爐煉鐵的簡單化學原理：

煉鐵工人從土爐爐頂的加料斗裝進焦炭，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。點火後，把空氣從爐子下部的進風口打進去。空氣里大約含有五分之一助燃的氧氣和五分之四不助燃的碳氣，所以當空氣在爐子裡遇到了赤紅的焦炭，焦炭就發出熊熊的火焰，溫度高的時候，火焰會變成象電燈光一樣的亮白色。焦炭很快地和空氣中的氧化合，生成碳酸氣（二氧化碳），在化學書上叫做焦炭的燃燒，用化學方程式表示就是：

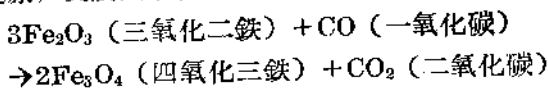


燃燒生成了大量的熱，爐內空氣溫度增高。空氣中的碳氣不發生變化，和二氧化碳一起上升，二氧化碳遇着紅熱的焦炭，就生成煤氣（一氧化碳），這和我們燒火爐子一樣，當爐門關閉，空氣的供應不充分時就會發生煤氣，可以使人中毒，用下列化學方程式表示這個變化：



大量的一氧化碳從進風部分和碳氣一起上升，沿途將礦石裡的鐵的氧化物還原。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气体運動；一種是從上到下的爐料的固体運動。

爐料里有鐵礦石，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

Fe_2O_3 (四氧化三鐵) + CO (一氧化碳)

$\rightarrow 3\text{FeO}$ (氧化鐵) + CO_2 (二氧化碳)

生成的一氧化鐵，再被一氧化碳所还原，就变成海綿狀的鐵。

FeO (氧化鐵) + CO (一氧化碳)

$\rightarrow \text{Fe}$ (鐵) + CO_2 (二氧化碳)

此外，还有一种东西也可以帮助煤气使氧化鐵还原，这就是爐子下部赤热的炭。

FeO (氧化鐵) + C (碳) $\rightarrow \text{Fe}$ (鐵)

+ CO (一氧化碳)

一氧化碳經過还原作用变成的二氧化碳，未起作用的一氧化碳，不起作用的氮气，和从石灰石分解出来的二氧化碳，从爐頂散出，这就是有毒的高爐煤气。可以从煤气下降管通到热风爐燃燒噴嘴燒热冷风。

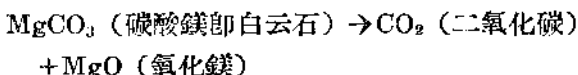
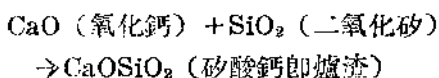
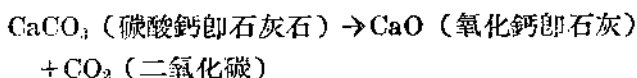
生成的海綿狀鐵逐漸下降，吸收了一些雜質，其中主要的有硫、磷、矽、錳等。硫、磷是焦炭和矿石中带来的硫和磷的氧化物經一氧化碳还原产生的。

鑄造生鐵含矽常达 2—3%，再其次有碳，碳是从二氧化碳沉积下来的，它的熔点大为降低，爐子下部燃燒生成的高热就把它变成液体，这就是鐵水。

世界上天然矿石都不是純粹的氧化鐵，它的内部或多或少含有一部分雜質，如二氧化碳、三氧化二鋁等。我們把含雜質多的矿石叫貧矿（含鐵量小于 50%），含雜質少的叫富矿（含鐵量大于 50%）。

焦炭燃燒之后，也要剩下一些灰燼，其中主要的成分也是二氧化矽，三氧化鋁等。这些东西的熔点很高，难于熔化。如果不想办法把它从爐子里去掉，爐子就会慢慢塞死，不能繼續熔

炼。古代的冶金工作者，经过长期试验的结果，找出了降服它们的東西，这种东西就是石灰石和白云石。爐子內加入适量的石灰石和白云石，和那些杂质混合起来，在通常的爐温下，就能使其熔化，从渣口流出。流出来的东西叫爐渣，因此，爐料中除掉矿石之外，又加入一部分石灰石（碳酸鈣）和白云石（碳酸鎂）。



鉄水和爐渣都沉在爐底。每隔一定時間，我們就从爐子最下部另一个开口（出鉄口），把它們放出来。

鉄水比重大，沉在下面，先流出来，渣比較輕，浮在鉄水上面，后流出来。流完后我們再用泥把鉄口堵住。

3. 高爐冶炼产品：

（一）生鉄

它是我們生产的主要产品，对于小高爐來說，主要炼翻砂的灰口鉄，我們希望每次都出灰口鉄，因此对翻砂鉄有如下要求：

（1）含矽不能太低，也就是不希望出白口鉄。而希望出灰口鉄。

（2）含錳不能太低，但也不能太高，現在一般規定在0.5—1.2%。

（3）含磷不能太高，因含磷高生鉄冷脆，一般規定在0.1—1.2%。

（4）含硫愈低愈好，硫磺太高生鉄熟脆。

鑄造生鐵化學成分

鉄 号	化 学 成 分 %								
	矽	碳		磷			硫		
		1 等	2 等	1組 不大于	2 組	3 組	1 类 不 大 于	2 类	3 类
生 00	3.74—4.25	0.50— 0.90	0.91— 1.30	0.10	0.11— 0.35	0.36— 0.75	0.02	0.03	0.04
生 0	3.26—3.75								
生 1	2.76—3.25						0.03	0.04	0.05
生 2	2.26—2.75								
生 3	1.76—2.25						0.04	0.05	0.06
生 4	1.25—1.75								

(二)爐渣

是高爐生產副產品之一，用于下面幾個地方：

(1) 造水渣：將剛出來的爐渣用冷水來沖，就成為白色的渣粒，很脆很輕，適合作水泥。

(2) 一般渣可以用來鋪馬路，也可以製成一塊塊的渣磚。

(3) 可以將某些渣做成渣棉，是絕熱的好材料。

(三)煤氣

也是高爐副產品，這種東西用途很大，因為它里面含有很多可以燒的東西，可以用它來燃燒風爐，可以用來煉鋼，可以用來燒鍋爐，還可以用來燒飯煮菜。煤氣雖然有很大用途，但它也有害處。第一，就是煤氣有毒，因此工作時應時常注意煤氣，有風時應站在上風頭工作，以防煤氣中毒。第二，煤氣如果和空氣混合，空氣量占35%至60%時，很容易發生爆炸，但我們把煤氣放入空氣中為什麼不爆炸呢？因為煤氣量和空氣相比，比較小得多，當然不會爆炸，所以只要操作人員遵守操作規程，爆炸和中毒是可以避免的。

高爐用的原料和燃料

1. 鐵矿石:

含鐵量在20%以上的矿石叫做鐵矿石，所謂鐵矿石并不是作机械的鐵，要得到生鐵，必須經過高爐的冶炼才行；从矿山里开出来的鐵矿，有四种类型：1. 磁鐵矿；2. 赤鐵矿；3. 褐鐵矿；4. 菱鐵矿。

2. 矿石性質:

(1) 含鐵量越高越好。

(2) 无用之雜質愈少愈好（硫磺、磷）。

(3) 二氧化矽（和石头样）希望少些，这样可以少加石灰，但要求不能太少，否則影响鐵的質量，出白口鐵。

(4) 組織要求疏松，但强度要好，容易还原。

3. 石灰石和白云石:

(1) 高爐中須要得到一定成分的爐渣，也就是說：渣子里面帶酸性的东西和帶碱性的东西，两者之間，应有一定的比例，但是在原料中，含酸性的东西总是多些，因此加入含碱性大的石灰石来平衡。石灰石的好坏看其成分，含碱性的要高（氧化鈣），同时含酸性的东西要少（二氧化矽），一般氧化鈣55% 二氧化矽在1%以下。

(2) 白云石成分和石灰石差不多，只不过白云石含氧化鎂特別高，在高爐中的作用是适当的氧化鎂，在渣中可增加渣的流动性。

4. 燃料:

(1)一般高爐用的燃料有焦炭和木炭。用木炭的高爐一般為小爐子，建在無焦炭來源，盛產木炭的地方。用木炭煉鐵強度不好，因體積大所以使產量降低，但它有一些優點，還原性好，着火容易，灰少，硫磷低。

(2)焦炭。一般大高爐上用，強度好；它在高爐上之作用：
①供給熱量；②作還原劑；③作疏松劑用，能改善爐子的透氣性能。對焦炭之要求：

①有很好的強度，焦炭裝入爐中要經受沖擊和摩擦，如果強度不好，容易生粉末，使高爐不透氣。②適當的塊度，粒子太大，透氣性好，影響爐缸溫度，同時爐頂溫度高容易燒壞爐頂設備，粒子小高爐容易不透氣。③含碳要高硫磷灰少。④含水分穩定，以免爐溫波動，因此焦炭最好不放在露天。

(3)白煤煉鐵。由於冶金工業的大量發展，冶金焦炭的需用量大大增加，所以目前許多小高爐都要使用焦炭，是有一定的困難的，所以必須找代用品——白煤。雖然白煤有它一定的缺點，強度差，氣孔率低，熱穩定性壞，因此 100m^3 以上大高爐是不能應用，但是在 30m^3 以下的小高爐，我們認為可以使用，根據湖南省、四川省等地的經驗，用 8m^3 小高爐作了試驗，獲得了良好效果，他們以40%白煤代替焦炭，在利用系數和風溫方面都有不同程度的提高，同時因為白煤的價格比焦炭便宜二分之一以上，所以對成本的降低起了很大的作用，所以我們認為可以推廣，並且還必須努力學習其他地區的使用白煤經驗（山西土高爐全部用白煤煉鐵），繼續不斷地提高。

根據湖南、四川等地使用白煤煉鐵有以下特點：

①風壓增高。因白煤的氣孔率比焦炭小，比重比焦炭大，所以風壓要比焦炭為大。

②爐頂濕溫降低。因白煤含水分及揮發分比焦炭高，同時白煤具有使爐子的溫度集中的作用，所以爐頂濕、溫度降低。

③風溫提高。由於白煤中含揮發物高，使煤氣發熱量增加，使熱風爐溫度提高而增加風溫。

④生鐵中含矽量升高。因為白煤致密能使爐缸溫度集中，加強矽的還原。根據我們使用的結果，生鐵中含矽略有提高，但數字不大。

使用白煤操作應注意的地方：

①要選擇含硫量較低熱穩定性較好的使用，但如果含硫特高熱穩定性特別差的可採用白煤預熱的辦法解決，白煤的塊度約在40—60公厘之間，要平鋪切起分送入爐。

②降低渣的鹼度，同時將渣中氧化鎂含量增加，以增加渣的流動性並維持渣量不低於500公斤（每噸生鐵），否則渣量過低爐溫波動大，難掌握。

③經常吹鐵口把爐內石墨炭吹出，防止爐底堆積升高並且必須定期用酸料，均熱爐渣洗爐。

④使用白煤後因白煤的燃燒性比焦炭差，所以要求盡量提高熱風溫度。

⑤注意煤氣管道的堵塞，因白煤放出的煤焦油容易在管道內凝結，必須要定期清理以防管子內徑縮小或堵塞。

高爐的構造和性能

(一)高爐，高爐的構造和一個人差不多，有喉——爐喉，身——爐身，腰——爐腰，腹——爐腹，小肚子——爐缸。

爐缸部分有出鐵口，出渣口及進風口，其所以要作成這樣的一個形狀，是由于必須給爐內發生的各種冶煉過程爐料自上而下的下降，煤氣自下而上的流動，發生一系列的物理化學變化的進行創造良好的條件。

高爐的大小以高爐有效容積來表示，即高爐出鐵口中心至高爐料鐘下降綫之間的體積立方公尺（通常以 m^3 來表示）。

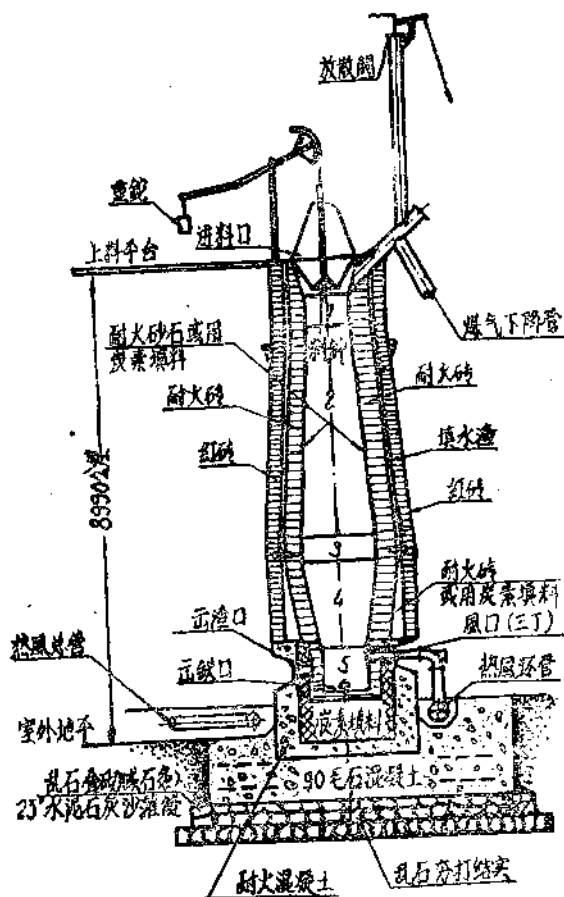
高爐的有效高度即高爐出鐵口中心至料鐘下降綫的高度。高爐的全高即高爐出鐵口中心至爐頂平台的全部高度。

1. 爐喉：

高爐的爐料首先加入爐喉，上面有一個加料斗和鐘蓋，料斗旁有一個探料孔，測爐內料高低（大高爐有一個大鐘和一個小鐘）。

加料斗和鐘蓋必須關閉嚴密以防煤氣漏出，爐喉側面有一個煤氣管是把爐內的煤氣通出利用，經過煤氣下降管，送到熱風爐燃燒，多餘的煤氣通過煤氣上升管，放入空中，上面有一個放散閥，可以調節大小，爐喉的溫度大約 700°C — 800°C 使爐料預熱和水分蒸發。為了使爐料均勻順利的下去，要求裏面的爐料分布得很均勻，所以做到直圓筒形，它的直徑大小比爐缸直徑約在1左右（大高爐約0.7—0.75）。

8 立方米示范小高爐縱剖面圖



1. 爐喉 2. 爐身 3. 爐腰 4. 爐腹 5. 爐缸

2. 爐身:

主要的作用是借煤气来还原的，区域里面的温度上部約 800°C — $1\,000^{\circ}\text{C}$ ，下部 $1\,000^{\circ}\text{C}$ — $1\,200^{\circ}\text{C}$ ，因为爐料下降加热后，体积的膨胀，使爐料順利的下降以及由于在爐喉不远处，一氧化碳分解而产生的微粒碳，沉积在爐料中。因此，为使煤气很快的通过固体料块，爐料必須稍为疏松，所以它的形状是一个上小下大的圓錐形，其底下的爐腹角一般作成 85° — 87° 。

3. 爐腰:

主要的作用是还原区域，在这里已經有鉄和渣变成液体，开始滴下，这里的温度約 $1\,200^{\circ}\text{C}$ — $1\,300^{\circ}\text{C}$ ，因为这里的体积变化不大，所以做成直圓筒形，它的直径比爐缸直径大 1.5 倍左右（大高爐約 1.1—1.5），难还原的矿石，爐腰窄些；易还原的矿石，爐腰可以做得寬些。

4. 爐腹:

它的主要作用是矿石借固体碳来进行直接还原的区域，其中的矿石在此已全部变成液体，焦炭逐漸下降，到风口部分，全部熔化，所以体积縮小很多，这里的温度最高，下部約 $1\,300^{\circ}\text{C}$ — $1\,400^{\circ}\text{C}$ ，下部熔化带温度約在 $1\,500^{\circ}\text{C}$ — $1\,700^{\circ}\text{C}$ 。所以这里的爐壁比較重要，需要有很高的耐火度和很好的抗鉄抗渣的侵蚀性，一般的高爐都用冷却板和爐喷水冷却保护耐火磚，延长高爐寿命，现在各地設計的土高爐因各种条件的不同，除了 2.5m^3 高爐，爐腹用三圈冷却水管外，其他比較小的不考虑冷却。

5. 爐缸:

它的作用主要是貯鉄水和渣水，但也是一部分直接还原的作用和鉄水的渗碳作用。它的形状是直圓筒形，它的直径大小能貯出一次鉄的鉄水容量和出一次渣的渣液容量。爐缸最下面

有一个出鉄口，用来放出鉄水，上面有一个事故鉄口，如爐內鉄水冻结，不能打开下面鉄口出鉄时，可以从事事故鉄口出鉄。再上面还有一个渣口，用来放出渣水，在渣口上面是进风口，从鼓风机打出来的冷风通过热风爐加热从风口打入爐內，风口外端有一个窺視孔可以观察爐內温度和爐內情况。窺視孔可以打开用鉄棒搗爐內爐料，这里的温度有 1400°C — 1500°C ，所以这里的爐壁非常重要，因为风口附近的温度最高以及鉄水渣水的温度都很高，所以必須要有很高的耐火度和强度及抗鉄抗渣的侵蚀性。一般的高爐在这里的耐火磚墙和爐底設計得較厚，耐火磚都加工磨准确，砌筑时按国家规定的标准爐底、爐缸，磚縫不大于0.5公厘，外部用冷却板冷却保护耐火磚。現在土高爐的設計在这里不考虑磨磚和冷却，但是要求磚縫做到愈小愈好，以延长使用寿命。

6. 高爐外壳：

現在一般高爐外壳都采用鋼板焊接，主要的是因为它有一定的强度和封密性，但是現在我們国家鋼板的产量尚不能滿足使用需要，特別是鋼板供应比較困难，所以土高爐的設計采用磚砌外壳用 #50沙浆砌筑，外面加扁鋼箍箍紧，这样可以为国家节约鋼材。另外外壳与內壁的中間有一层伸縮縫，中間嵌以填料，主要是防止內外温度相差很大也发生膨脹，而损坏外壳和爐壁，发生裂紋。填料爐身用爐渣，爐腹、爐缸用炭素填料。

7. 高爐的加料：

現在一般的高爐加料都采用斜桥和卷揚机等机械化和半机械化加料，这样可以減輕劳动强度和劳动力，同时人可以不接触爐頂煤气。但是有些土高爐因为体积小，每批原料的重量不多，另外在投資上和設備的制造和建造時間上都受到一定的困难，所以采用人工上料，搭竹架或木架上料，用人工把料挑上

去倒入料斗，分布均匀后，工人下来打开料鐘使料进入爐口以防煤气中毒。

(二)热风爐:

高爐的热风爐有二种:一般大高爐采用蓄热式热风爐;小高爐采用換热式热风爐(即管式热风爐)。小高爐可以采用管式热风爐,主要因为投資小,結構简单,管理容易。管式热风爐内部有很多的热风管子,前端有煤气燃燒噴嘴,利用高爐煤气燃燒把内部的管子燒热,燃燒后的廢气从后面烟道通入烟囱排出,从鼓风机打出的冷风通过热风爐内部燒热了的热风管吸收热量变成热风注入高爐,它受的热面积一般約5—7倍,高爐有效容积爐内温度 700°C — 900°C 时,风温可达到 400°C — 600°C 。风温的大小对高爐的燃料节约与鉄的質量有很大的关系(大高爐风温在 700°C — 900°C),所以应尽量提高风温。用普通的鑄鉄制成热风管一般的可用三个月至六个月。但是,如果改进热风管的成分用耐火鑄鉄,这样可以大大的提高热风温度,延长管子使用寿命。

(三)鼓风机:

現在一般小高爐的鼓风机大都采用罗茨或叶氏鼓风机。它的风量約等于高爐有效容积的4—8倍,风压在1000公厘水柱以上,但現在因鼓风机的制造不能滿足需要,亦可以用单級离心鼓风机代用。 2.5m^3 高爐可以用8吋出口的鼓风机, 1.5m^3 高爐可以用6吋出口离心鼓风机,风压在500公厘水柱以上。

关于 1m^3 以下的土高爐爐壁可以不用耐火磚砌筑,可用炭素爐衬或耐火水泥爐衬,并且可以不用电动鼓风机而用木风箱人力鼓风。

(四)高爐建造时的注意事項:

(1)高爐的砌磚为了防止渣鉄的侵蝕,延长使用寿命,砌

磚磚縫愈小愈好，特別是爐缸爐底部分更為重要，同時砌磚時上下的磚縫必須挫開。

(2) 外殼砌築時磚縫沙漿必須填滿，磚縫挫開要保證密封不漏氣。

(3) 高爐砌築時爐子內形必須按設計形狀，並且中心垂直不能偏斜，否則會影響爐內爐料均勻順利下降和煤氣均勻上升發生結瘤等事故。

(4) 爐頂加料鐘蓋和漏斗必須關閉嚴密，否則會漏出煤氣，影響操作工人的身體健康和發生煤氣中毒。

(5) 爐缸風口位置的分布必須均衡，否則會造成爐內風量不均勻現象。

(6) 冷風管熱風及煤氣管等管道及聯接處必須嚴密不漏氣。

(7) 上料的梯及爐頂工人操作的地位在安裝時必須注意風向，應經常在風的上方向，以防煤氣中毒。

(8) 鼓風機必須安裝妥善，並在開爐前進行試車4--8小時，詳細檢查有否發熱及震動等不正常現象。