

煉 鐵 工 人 訓 練 班 試 用 教 材



小型高炉

炼铁工人读本

冶金工业出版社

煉鐵工人訓練班試用教材

小型高爐煉鐵工人讀本

北京冶金專科學校
煉鐵專業三年級學生

集體編寫

冶金工業出版社

出版者的話

本書是北京冶金專科學校煉鐵專業三年級學生發揮敢想敢幹的精神，在校校黨委的領導以及有關專業教師的指導和幫助下，集體編寫成的。書中內容主要是根據各地小高爐煉鐵的豐富經驗，參考有關煉鐵理論書籍並結合編者參加鋼鐵大躍進中的實際生產體會來寫的。今年小高爐煉鐵將在我國鋼鐵生產中起着重大的作用，為了促進小高爐生產渡過技術關，為了協助地方廠礦提高煉鐵工人技術水平，我們特將此書出版，供各地開辦的煉鐵工人訓練班及技工學校作為試用教材。當然，這本書還存在有一定的缺點（如理論部份寫得不夠通俗等），我們希望廣大讀者在閱讀本書後提出批評和意見，以便將來修訂再版時供編者參考改正。

目 录

前言.....	5
緒論.....	6

第一篇 建 爐

第一章 厂址选择.....	8
第二章 高爐車間的平面佈置.....	10
第三章 高爐內型的簡單設計.....	13
第四章 高爐建筑所用的耐火材料.....	20
第五章 高爐砌磚.....	23
第六章 高爐車間附屬設備的建筑.....	29

第二篇 机械設備的安裝和檢查

第一章 爐頂的机械設備.....	34
第二章 上料的机械設備.....	36
第三章 送風、冷却及煤气管道設備的安裝.....	38
第四章 动力設備的安裝.....	44
第五章 設備的檢查和維護.....	49
第六章 各种仪表的安裝.....	51

第三篇 高爐冶煉原料及其处理

第一章 高爐冶煉用的原料.....	56
第二章 冶煉前原料的处理.....	61
第三章 煉鉄燃料的制作和处理.....	71

第四篇 高爐冶煉基本原理

第一章 高爐內机械作用及热交換.....	76
第二章 高爐內煤气上升过程中的变化.....	82

第三章	高爐內水份的蒸發和碳酸鹽的分解.....	85
第四章	高爐內的还原作用.....	88
第五章	生鉄和爐渣的形成	102
第六章	爐缸內的燃燒反应	114
第七章	高爐产品	118
第八章	高爐配料計算及其他計算	121

第五篇 高 爐 操 作

第一章	高爐开爐	142
第二章	高爐爐前、爐頂及热風爐操作	150
第三章	爐況的判断及其調整	156
第四章	高爐的事故及其处理	161
第五章	高爐的休風、复風及停爐檢修	168

前 言

一九五八年是不平凡的一年。在党的社会主义建設总路綫的光輝照耀下，在全国范围内掀起了一个全党全民大办鋼鐵工業的高潮。土高爐、小高爐像雨后春笋般發展起来，有力地支援了鋼帥升帳，保證了鋼产量加番的任务的提前完成。它嚇坏了帝国主义及其走狗，它更大地鼓舞了全国人民建設社会主义的热情。我們深信，在党的英明领导下，我国的鋼鐵等主要工業产品的产量將在很短的时期內，赶上并超过英国。

在这个新的形势下，工人的技术知識还不能很好适应于形势發展的要求，尤其是小高爐冶煉。因此，培养新工人掌握冶煉技术是当前高速發展鋼鐵工業的一个重要問題。但到目前为止，还没有一本較完善的有关小高爐煉鉄的教材，因而也就促成了这本书的誕生。

我們是本着土洋結合、由土到洋的方針，根据地方和农村人民公社發展工業的特点編写的。編写內容以 6.5米^3 高爐为中心，結合 50米^3 以下的高爐生产的特点来討論的。因此，我們期望它將对小高爐的建爐生产起一定的作用。本書可作为各地举办煉鉄工人訓練班的教材和技工学校有关小型高爐生产的教材，同时也可作为中等技术学校和一般煉鉄技术人員的参考用書。

本書是党的新的教育方針的产物。它是在我校党委关怀下，以及在有关專業老师的指导和帮助下，由三年級一部份同学执笔編写的。本書根据各地高爐煉鉄的丰富經驗，参考有关煉鉄理論書籍，結合参加生产中的实际体会集体編写成的。但由于我們知識水平所限，加之生产經驗貧乏，編写時間又很倉促，因此，本書存在些缺点和錯誤是难免的。請讀者指教。

在編写过程中，曾得到本校煉鉄教研組崔祖耀、張光祖、賈世軫、夏岩和等老师的热心指导和帮助，特別是审阅了我們的初稿，提了很多寶貴的改进意見，在此特致以衷心的謝意。

編者 1959年3月

緒 論

一、發展鋼鐵工業的重要意義

党中央向全国人民提出了战斗的任务：要在十五年或更短一些的时间內在鋼鐵和其他重要工業产品的产量方面，赶上或者超过英国。这个豪迈而光荣的任务，大大地鼓舞着全国人民，而一九五八年更是我們党的社会主义建設总路綫取得偉大胜利的一年，由于全党全民大办鋼鐵工業，由于貫徹了土洋并举、兩条腿走路的方針，胜利地超额完成了生产 1070 万吨鋼的偉大任务。

我們为什么要这样大力發展鋼鐵工業呢？这是因为鋼鐵的用途非常广泛，它已經成为一切工業和国民經济發展的基础，無論在工業、農業、交通運輸業，或是在国防工業和日常生活方面都需要大量的鋼鐵。

鋼鐵之应用如此广泛，是由于：它具有良好的性能，可用来制造各种机器零件；如果在鋼鐵中加入适当的合金元素（如鉻、錳、鎳、鈦等），同时用热处理的方法，就可以得到各种性能的合金鋼（如耐热鋼、不銹鋼、高速鋼等）；又由于鉄矿产量丰富而集中，提煉較容易成本也低；所以，鋼鐵就成为現代工業中最重要的構造材料。

二、我国古代及近代煉鉄事業的發展

在世界冶金史上，中国的鋼鐵冶煉技术成就最早，而且極其出色。近几年来，我国考古工作者已發現最早的鉄器是公元前五世紀的，以此推断中国冶鉄术的發明，可能是在西周时代。

到战国时代，冶鉄术就有了長足地进展。至汉代炒煉熟鉄的技术更加提高，鉄兵器的应用更加普遍。到了唐代每年产鉄达一千万斤以上，以后逐渐發展到明代年产生鉄达九千万斤以上。

清初禁矿，但經過人民斗争，統治者也不得不开放，这时煉鉄厂的規模也更加大了，最多时每爐每日产鉄有高达六千斤的。

在冶煉技术方面，我們祖先的發明創造不仅是世界上最早

的，也是最先进的。例如，在公元 31 年杜詩創造了水排并且使用多管进行鼓風，这些都要比欧洲早 1000 到 2000 年以上。又如以石炭作燃料进行煉鉄也比欧洲早 1000 年以上。

如上所述，在煉鉄生产及冶煉技术方面，我国比欧洲国家發明得早而且有許多独創的地方。有許多冶煉鋼鉄的高度技巧，几千年或几百年前就为我們祖先所掌握。

只是近百年来，由于外国帝国主义的侵略和本国反动政府的殘酷統治，我国才落后于其他先进国家。

解放以来，由于党的領導，苏联無私的援助，以及全国人民的忘我劳动，我国鋼鉄工業才飞躍發展。在解放几年的时间里我們作了前人几十年几百年甚至几千年沒有作到的事情。目前，我国正在以鋼为綱，开展着一个規模壯闊的全民煉鋼运动。在中央工業和地方工業同时并举，大型企業和中、小型企業同时并举，洋法生产和土法生产同时并举的工業建設方針的指导下，可以預期几年以后，我国在鋼鉄工業上將很快赶上世界先进水平，站在工業先进国的行列里。

第一篇 建 爐

第一章 厂址选择

近年来，我国的煉鉄事業發展得很快，到处建起了煉鉄厂。因之，建厂的地理条件能否选择好就直接关系到少花钱，多办事，省时间，省劳力，因地制宜的办企业的重要因素。

从实际体验到，將小型煉鉄厂，一部分建立在靠近原料采地的山区，就构成了建爐的有利因素，同时，厂址选择应按当地的气候和常年方向而定，对一般现在还不能机械代替人工的鉄厂，最好爐址的一边靠近山崖，这样便于架設料台，不必設立斜桥了。这里着重把水、电、交通运输談一下。

第一节 电 源

高爐生产是連續不断的，它要求供电一时一刻也不能停止，一旦停电，就会造成产量降低，設備损坏，为了保証安全生产起見，通常必須建立两个电源，每个电源的發電量必須滿足全厂的动力和照明的应用，如电源不在本厂，那么要求供电厂必須有足够的供电量。

表 1

高爐容积(米 ³)	55	28	13	8	3
用电量(瓩)	276	66	54	23	17

煉鉄車間应用的电源，有直流和交流两种。直流电动机因控制方便，多用于

常調節轉速的設備，直流電動機用於熱風爐的燃燒器等，交流電常用於起重機，交流電動機也用於熱風爐的燃燒器等，一般照明也應用交流電。用电量如表 1。

第二节 水 源

煉鐵車間所用的冷却水，一般是从江、河、湖泊中抽出来的，經過過濾后再送到供水站。

当水源离車間很远时，則供水就要消耗很大的动力，而且还会因供水困难造成生产上的緊張。

所以选择厂址时应考虑水源問題。水量能保證生产的需要，水源愈近愈好。大高爐的冷却用水每小时每立方米容积消耗水 $1.5 \sim 2.0$ 米³。小高爐較上数少。表 2 为每座高爐消耗水量的总合。

表 2

另外对水的性質提出以下的要求：

高爐容积(米 ³)	55	28	13	8	3
用水量(米 ³ /小时)	100	50	20	12	6

一、水的清

潔度：在江、河中抽出来的水往往帶有很多泥沙、草等杂物，必須經過過濾，以防止堵塞管道。

二、水的硬度：当一升水中含有相当 10 毫克 CaO 和 Ca^{++} 及 Mg^{++} 称为一度，水的硬度愈小愈好。当水溫在 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}\text{C}$ 时不会有大量沉淀产生即可。

三、水的溫度：水的溫度愈低，冷却强度就愈大。

四、水的流速：不同冷却系統，应采用不同的水流速度。水溫高于 60°C 时就会使溶於水中的鹽类沉淀下来，降低設備导热性，使冷却設備燒坏，增加水的流速就可避免这种事故。

第三节 交通運輸

煉鉄車間所用原料，包括矿石、石灰石、燃料等，往往从外地运来，而生产出来的产品也須經過運輸到外地，所以要鋪設很多的路綫，为了保証原料及时供应和節約運費，最好把厂建到离原料最近的地方。

厂址应建在交通方便的地方，在公路附近和鉄路附近。大的鋼鉄厂都有自己的交通專用綫。

厂內的交通主要是向車間运送矿石、燃料、石灰石、沙石、砲泥等，以及把冶煉产品生鉄和副产品爐渣送出。在大型鋼鉄厂中，車間內运每种东西都有自己的專用綫。

第二章 高爐車間的平面佈置

随着我国鋼鉄工業的發展，各地正在建立土洋結合的中小型鋼鉄联合企業。为了使場地得到有效的利用，高爐車間的平面佈置是必然要考虑的問題。如果对原料、动力、水源等以及車間与其相鄰車間关系佈置不好，这样每天运进和运出产品都要受到严重影响，因此在設計时对高爐車間的平面佈置应当給予重視，从全盤考虑。

当設計車間时应注意以下几个問題：

一、運輸路綫必須保証有最大運輸能力和運輸上的安全。

二、尽量靠近水源、电源、原料等并与其它的车間密切的配合起来。

三、一切管道安裝应采用最短距离，以减少流量、热量、压力的損失和降低设备的費用。

四、車間的平面佈置与办公室、住宅区适当佈置，以保証这些地方的空气新鮮和工作方便。

五、設計車間时还应考虑將来的扩建。

車間平面佈置有以下兩種形式：

(一) 并列式佈置

按其平面佈置方法又分兩種：

一種是高爐與熱風爐位於同一直線上，如石景山鋼鐵公司煉鐵廠，如圖 1 所示。另一種是高爐與熱風爐位於兩條直線上，如馬鞍山鋼鐵公司煉鐵廠，如圖 2 所示，帶換熱式熱風爐的高爐佈置如圖 3 所示。

(二) 島式佈置

隨着現代煉鐵事業的發展，高爐容積逐漸增大，煉鐵車間的運輸量大大增加了，而并列式車間佈置已不能滿足大高爐的運輸要求，因此出現了島式佈置，如圖 4 所示。

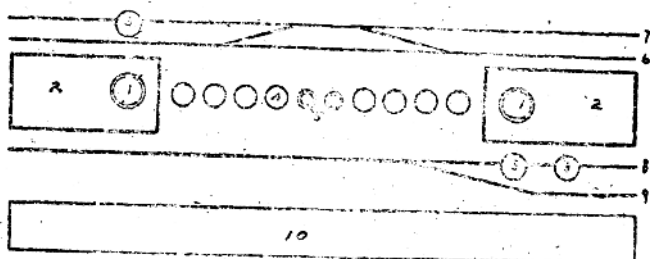


圖 1 高爐的平面佈置(之一)

1—高爐；2—出鐵場；3—除塵器；4—熱風爐；5—煤倉；6—運輸線；7—貯礦場

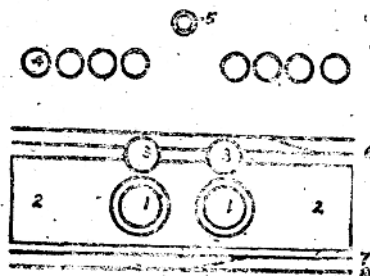


圖 2 高爐的平面佈置(之二)

1—高爐；2—出鐵場；3—除塵器；4—熱風爐；5—煤倉；6—運輸線

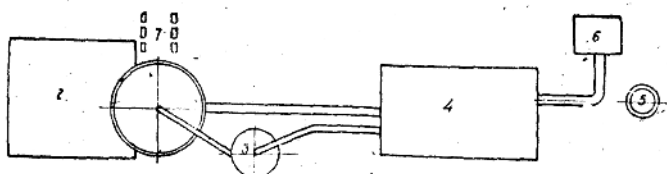


圖 3 高爐的平面布置(之三)

1—高爐；2—出鉄場；3—除塵器；4—熱風爐；5—鋼錠；6—風機房；7—料台

小高爐的佈置一般是按地形和自然条件以及交通運輸選擇，沒有特定的形式。佈置應遵循下列原則：

1. 車間辦公室和宿舍应在高爐的上風側，保證空氣新鮮。
2. 高爐的上料系統和送風、煤氣系統，分佈于爐子的兩側。上料系統应在交通方便的一側。
3. 煤氣管道和送風管道以及送水管道愈短愈好，減少輸送過程中的熱量和壓力損失，並降低基建費用和維修費用。
4. 在鋼鐵聯合企業中，應考慮和有關車間，像煉鋼車間、動力室、機修廠等的聯系。愈方便愈好。
5. 倘若車間內鋪設鐵路，應當考慮每條鐵路最好只專送一種東西，運鉄水的專運鉄水，不運渣和原料。

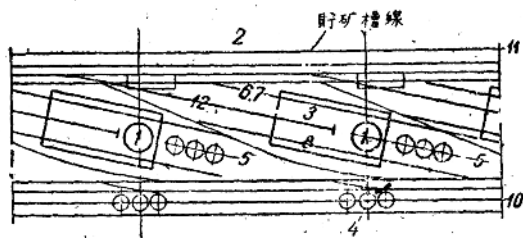


圖 4 鳥式平面佈置簡圖

1—高爐；2—貯矿場；3—出鉄廠；4—除塵器；5—熱風爐；6—出上渣用綫路；7—出下渣用綫路；8—鉄水運輸綫路；9—輔助材料的綫路；10—爐底運輸綫路；11—碎焦運輸綫路

第三章 高爐內型的簡單設計

第一节 高爐的內型

高爐是圓形豎爐的一種，近年來由於我國全民辦工業，出現了各種各樣內型的土高爐。小高爐也有大同小異，有關小高爐合理結構正在探討中。不管是土高爐或是小高爐，它們的工作特點基本上都是一樣的。

爐料由上部加入受熱作用慢慢下降，煤氣則由下逐漸上升，在生產的過程中，礦石不斷進行還原和進行造渣作用，最後形成生鐵和爐渣，為適應這種生產特點，對高爐的形狀有一定的要求。

高爐主要由爐缸、爐腹、爐腰、爐身、爐喉五部分組成，其作用分別加以說明，

一、爐缸：在爐體的最下部分，從爐底到爐腹下緣間的圓筒部分，它的作用主要是盛鐵水和爐渣。另外也促使燃料在風口上部進行燃燒，形成所謂燃燒帶。

風口多少隨高爐有效容積而定，小型高爐一般留3~6個，爐缸外圍有環形風管，熱風爐的熱風經環風管進入風嘴而後送到爐缸，使焦炭進行燃燒。

風口下面有渣口和鐵口，分別供出鐵出渣之用。

二、爐腹：在爐缸上部，成上大下小的倒截圓錐形，這是因為礦石和熔劑在這部分已多數由固態變為液態，體積逐漸減少，而燃料在風口前燃燒後煤氣體積迅速增大的原因。

三、爐腰：在爐腹上部成圓筒形狀。當上部分爐料受熱後，體積要膨脹，並且到達爐腰時不再膨脹了，主要起緩沖穩定爐料下降的作用。對一些特別小的土高爐可以不要，因為它起的作用不大。但在實際操作中，認為有爐腰對造渣比較順利，所以在稍大一點的小高爐中，要爐腰還是比較好的。

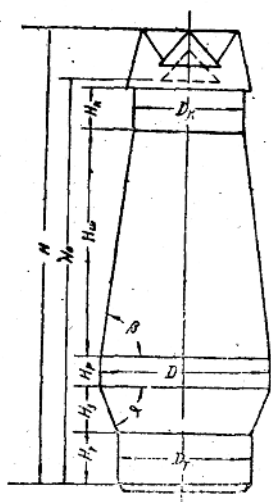


圖 5 高爐內型

- H ——爐全高；
- H_e ——有效高；
- H_1 ——爐喉高；
- H_2 ——爐腹高；
- H_3 ——爐腰高；
- H_4 ——爐身高；
- H_5 ——爐底高；
- D ——爐喉直徑；
- d_1 ——爐腹直徑；
- d_2 ——爐腰直徑；
- d_3 ——爐身直徑；
- d_4 ——爐底直徑；
- α ——爐喉角；
- β ——爐身角。

四、爐身：在爐腹上部，它剛好與爐腹相反，這部分是高爐容積最大的部分，因為爐料從爐喉加入後，必定要經過很長時間預熱，使其逐漸下降，爐料在預熱過程中體積要膨脹，只有直徑逐漸擴大，才能保證料柱疏松，同時，爐料在此處還要進行再分佈。很明顯，如體積不增大，爐料就要擠在一起，使得爐料下降受到影響。

當煤氣由下向上運動的過程中，與冷料接觸體積必定逐漸縮小，所以在保持爐料與煤氣均勻接觸或接觸更多的話，採取上小下大的爐身是完全合理的。

五、爐喉：在爐身上部，它也是圓筒狀，其作用在於通過它和料鐘控制爐料的分佈。這部分以上有爐頭，裝有煤氣排氣管，一般為2~4根，主要是導出過多高爐的煤氣，6.5米以下的小高爐可用一個就行。

第二節 高爐內形尺寸計算

高爐內形合理的尺寸計算，是關係着高爐一代壽命長短和生產指標的好壞。北京黑色冶金設計總院已設計出一套小高爐的通用設計，但到目前為止，關於我國小高爐爐形問題尚有某些不同的見解，現在正在探討中。

這裡只談談簡單的設計方法。

小高爐爐型簡易計算及實例:

1. 高爐容積的選擇: 根據產鐵的要求和其他廠大小相似的爐子的有效容積利用係數, 按下式求出高爐的容積。

$$V = \frac{P}{n}$$

上式中 V ——高爐的有效容積, 米³;

P ——高爐每晝夜生鐵的產量, 噸;

n ——有效容積利用係數, 噸/米³ 高爐有效容積, 晝夜。

如某廠要設計日產 10 噸生鐵的高爐, 其利用係數約為 1.38, 求高爐容積:

$$V = \frac{P}{n} = \frac{10}{1.38} = 7.3 \text{ 米}^3$$

2. 決定高爐全高(H)和爐腰直徑(D):

大型高爐高度主要取決於燃料的強度和礦石的性質。而小型高爐的高度一般在 15 米以下, 所以對於燃料的強度要求不像大型高爐那樣嚴格, 而且礦石還應當選用易還原者。因此對小型高爐來說, 高爐的高度和爐腰直徑之比(H/D), 對決定高爐爐型仍有重要的意義。可通過下列關係求出 H 和 D , 再驗算 $H:D$ 之值。一般小高爐 $H:D=4.5\sim 5.2$ 。

$$H = \eta \sqrt[3]{V} \quad \eta \text{——經驗係數 } 3.4\sim 3.9$$

$$D = m \sqrt[3]{V} \quad m \text{——經驗係數 } 0.73\sim 0.78$$

如: 7.3 米³ 高爐, $n=3.8$, $m=0.76$

$$H = 3.8 \sqrt[3]{7.3} = 3.8 \times 1.93 = 7.280 \text{ 米}$$

$$D = 0.76 \sqrt[3]{7.3} = 0.76 \times 1.93 = 1.480 \text{ 米}$$

$H:D=5.05$, 認為適宜。

3. 決定爐缸直徑(d_r):

$$d_r = \sqrt{\frac{4K}{\pi i_r}}$$

上式中 K ——每小時燃燒的燃料量, 公斤/小時;

i_r ——燃燒強度, 公斤/米²·小時;

用白煤時約在 250~500 公斤/米²·小時;

用焦炭時約在 450~600 公斤/米²·小時。

求出 d_r 后，算出 $\frac{D}{d_r}$ 之比，此值在 1.20~1.50 時為宜。

如：7.3 米³高爐日產生鐵 10 噸，焦比 1.2。

$$K = \frac{10 \times 1.2 \times 1000}{24} = 500 \text{ 公斤/小時}$$

$$i_r = 580 \text{ 公斤/米}^2 \cdot \text{小時}$$

$$d_r = \sqrt{\frac{4 \times 500}{\pi \times 580}} \approx \sqrt{1.09} = 1.042 \approx 1.04 \text{ 米}$$

$$\frac{D}{d_r} = 1.35, \text{ 認為合適。}$$

4. 爐喉直徑(d_k)的決定：

$$d_k = D \times K' \quad K' \text{——經驗系數 } 0.60 \sim 0.68$$

如 7.3 米³高爐

$$d_k = 1.480 \times 0.61 = 0.900 \text{ 米}$$

5. 爐缸高度：爐缸高度由三部分組成，即盛鉄水帶、渣水帶、風口帶。

分別求出各部分的高度：

$$\text{鉄水帶} \quad V_{r1} = \frac{P}{\frac{C}{7.2}} k_1 \text{ 米}^3$$

$$H_{r1} = \frac{V_{r1}}{\frac{d_r^2 \pi}{4}} \text{ 米}$$

V_{r1}, H_{r1} ——鉄水帶的體積和高度；

P ——生鉄的日產量，噸；

C ——每日出鉄的次數；

7.2——鉄水比重，噸/米³；

k_1 ——安全系數 1.2~1.5。

$$\text{渣水帶} \quad V_{r2} = \frac{P \times N}{\frac{C \times 2}{2.2}} k_2 \text{ 米}^3$$

$$H_{r2} = \frac{V_{r2}}{\frac{d_r^2 \pi}{4}} \text{ 米}$$