

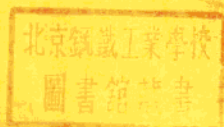


煉鉄学

(第二部分)

技術科學副博士、副教授、伊·彼·蕭米克著

——僅供內部參考——



東北工学院

1956

蘇聯專家講稿

煉 鐵 學

技術科學副博士、副教授 伊·彼·蕭米克著

煉鐵教研室譯

——僅供內部參考——

東 北 工 學 院

1 9 5 6

煉 鐵 學 (第二部份)

著 者	伊・彼・蕭 米 克
出版者	東北工學院編譯室
訂購處	東北工學院出版科
印刷者	東北工學院印刷廠

印數 0001—1,500冊・成本費 1,50 元

出 版 說 明

在我院工作之蘇聯專家，為我院研究生講過許多門課程。這些課程都系統地介紹了蘇聯先進的科學技術。為了解決目前教材的不足，及時地供給我院教師、學生、兄弟學校以及有關科學工作人員作參考，我院決定將這些講稿陸續整理出版。

煉鐵學係根據蘇聯專家技術科學副博士 Н. И. 謝米克 (Н. И. Семик) 副教授為煉鐵專業研究生講課之講稿翻譯整理而成。由煉鐵教研室全體研究生翻譯整理，煉鐵教研室負責審校。

本譯稿未經作者本人校對，如有錯誤，概由翻譯者負責。

目 錄

第二部分 高爐冶煉過程的理論

緒 論

第一章 煤氣的運動和爐料的分佈

第一節 煤氣的運動	2
第二節 爐頂布料	5
第三節 爐料在下降過程中的再分佈	16
一、爐料的下降	17
二、爐料的水平移動及「縮減」現象	19
三、爐料的「先行」現象	20
第四節 高爐工作強度的指標	21

第二章 高爐內下降爐料的化學成分和物理狀態的變化

第一節 爐料的分解和揮發物的去除	23
一、游離水的蒸發	23
二、結晶水的分解	24
三、爐料中揮發物的揮發	25
四、碳酸鹽的分解	26
五、高爐中造渣氧化物的揮發	29
第二節 還 原	30
一、用 CO 來還原各級鐵的氧化物	30
二、用 H ₂ 來還原各級鐵的氧化物	35
三、直接還原	37
四、礦石的還原性及其影響因素	38
五、矽酸鹽中鐵的還原	53
六、鐵鐵礦中鐵的還原	55
七、直接還原與間接還原的比較	56
八、錳的還原	58
九、矽的還原	60
十、磷的還原	64
十一、Cr、Ni、V、Ti、Zn、Pb、As 等元素的還原	66
十二、高爐車間內對各元素還原進行研究的實際資料	66
第三節 滲 碳	67
第四節 生鐵與爐渣的形成	70
一、高爐渣的成分及其黏能	70
二、爐渣的熔化性	70
三、爐渣的粘度與流動性	83
四、高爐中的造渣過程及熔渣過程	90
五、初成渣對生鐵成分（主要是Si）的影響	91

六、選擇冶煉各種生鐵所需要的渣的成分的原則	93
七、煉各種生鐵時所需的適宜的渣比	101
第五節 脫硫	101
一、爐內脫硫	101
二、爐外脫硫	102
三、用曹達灰在爐外脫硫	103
四、用石灰在旋轉爐中脫硫（根據德國一論文講授）	105
五、蕭米克(H. H. Cismak)建議的並經實驗試驗過的一種脫硫方法	105
第六節 高爐爐缸中的燃燒過程	107
一、燃燒帶	107
二、氧化帶對高爐過程的影響	112
三、在氧化帶中已還原元素的氧化	114
第三章 煤氣的溫度、壓力和化學成分的變化，熱風的應用， 富氧送風，乾燥鼓風與蒸氣鼓風，高壓操作。	
第一節 高爐內煤氣的溫度	117
一、爐缸部分之溫度及溫度的分佈情況	117
二、爐身煤氣的溫度	119
三、按高爐高度煤氣及爐料溫度的分佈情況	121
四、生鐵及爐渣的溫度	123
第二節 高爐內煤氣壓力之分佈	124
一、爐缸中煤氣的壓力	124
二、按高爐高度煤氣壓力的分佈情況	125
三、高爐橫斷面上煤氣壓力的分佈情況	125
第三節 煤氣的成分	126
一、爐缸中煤氣的成分	126
二、高爐爐頂煤氣的成分	126
第四節 熱風的應用	128
第五節 富氧送風	132
第六節 乾燥鼓風與蒸氣鼓風	135
第七節 高壓操作	135
第四章 煉鐵計算	
第一節 配料計算	138
第二節 煉鐵計算的實例	139
一、配料計算	140
二、風量及煤氣量的計算	147
三、物質平衡和熱平衡的計算	152
四、區域熱平衡的計算	158
附錄：（蕭米克專家的幾篇報告）	
一、鉄渣的性質和鉄矽渣礦冶煉的特點	167
二、高爐高壓操作的理論	173
三、高爐爐渣脫硫能力的測定	178
四、高爐爐渣脫硫性的測定——利用伏斯考勃尼可夫的方法	181

第二部分 高爐冶煉過程的理論

緒 論

高爐冶煉過程乃是許多過程的綜合，嚴格講來，目前完整的冶煉的理論還沒有，但爲了便於研究起見，冶煉過程可近似地分成幾個組成部分：

1. 爐料及煤氣的機械運動過程。他們在爐內相向而行，他們對還原過程起重大影響。此外還有些次要的機械運動過程，他們對還原的影響不大，如爐料的摩擦等。

2. 爐內的熱交換。爐料的被加熱乃是由於爐內煤氣同爐料之間進行熱交換的結果，這種熱可供給爐料的熔化和還原。

3. 爐料受熱作用而生之變化，如礦石或其他爐料所含水份的蒸發，焦炭揮發物的失去，礦石結晶水的失去，碳酸鹽（如石灰石）的分解等。它們的變化有物理狀態的變化，也有化學成份的改變，但其改變的原因却都是由於加熱。

4. 各種元素的還原過程。生鐵中含有 Fe、Si、Mn、S、P 等元素，這些元素都是從礦石及其他爐料中還原而來，這種還原過程乃是高爐冶煉的主要過程，即從金屬氧化物獲得金屬的過程。

5. 鐵和渣的形成及滲炭。生鐵是許多被還原的元素所組成之合金，在爐缸上部熔化和滲炭。渣乃是由一切未被還原到生鐵中去而又不到煤氣中去的氧化物所組成的合金，他對還原過程有重大的影響。

6. 爐缸部份的氧化與燃燒過程。首先是焦炭的燃燒，他可以供給還原以熱量及還原劑，同時所有的生鐵的組成元素在風口前都有一定的氧化，風口氧化帶對上述諸冶煉過程有很大意義。

對上述諸過程進行研究所得出的理論就是「高爐冶煉原理」。

這些過程在實驗室中可分別地進行研究，但在實際高爐內却是許多過程相互影響着，並錯綜複雜地結合着的。因此，在考慮實際高爐冶煉的問題時，必須是相互聯系地全面地考慮，片面地考慮就會得出錯誤的結論，某些蘇聯學者從高爐熱交換的觀點出發，認爲高爐高度太高了，應當降低高度，但他們不知道祇有足夠的高度才能保證充分的還原。

近代高爐冶煉理論出現並不早，它是與其他科學特別是化學理論的發展分不開的。M.A. 巴甫洛夫院士在近代高爐理論方面有重大貢獻，修正了若干重要的，然而是不正確的結論，同時也在近代大高爐上進行了很多的研究工作，出版了許多重要的而又出色的煉鐵方面的著作。

第一章 煤氣的運動和爐料的分佈

第一節 煤氣的運動

煤氣同爐料的接觸及煤氣在爐內的運動乃是冶煉中的重要過程。他決定了冶煉中的其他一些過程，也決定着最終產品的指標。在過去和現在高爐工作者都竭力設法使煤氣同爐料作用得更良好。在將來還應如此。

遺憾得很，至今這一問題還未完全解決，高爐內氣體運動的規律性還沒有完全搞清楚，但是從純氣體力學的研究知道，在具有一定截面的直線管道中氣體運動的規律是服從於下述的一般公式的：

$$h_n = K \frac{W^2}{2g} \quad (1)$$

其中 h_n ——氣體的壓頭損失； K ——氣體運動的阻力係數；
 W ——氣體的運動速度； g ——重力加速度。

對於圓筒直線管道講， K 決定於下列因素：

$$K = \mu \frac{L}{d} \quad (2)$$

式中 L ——管道長； d ——管道之直徑； μ ——為計算氣體對管壁的摩擦的係數，他與管壁表面有關。

因此，
$$h_n = \mu \frac{L}{d} \cdot \frac{W^2}{2g} \quad \text{單位：米·氣柱。} \quad (3)$$

但在實際高爐中，煤氣流通管道不是直線的而是曲線的，管道直徑也是時刻變化的，表面也不是光滑的，因此，這公式不能應用來實際計算高爐內煤氣的壓頭損失。但從這公式中可以看出，管道愈長時，壓頭損失愈大；管道直徑愈小時，則損失也愈大；煤氣速度愈快時（在其他條件相同時），壓頭損失也愈大。由這些基本概念出發，可得出下述重要的結論：

在高爐中，爐缸壓力及爐頂壓力基本上是不變的，因此其壓頭損失也是變化不大的，則

$$P_{\text{爐缸}} - P_{\text{爐頂}} = h_n$$

雖然在料柱中的管道很多，且各自不同，但其壓頭損失却是一樣的。因此，在壓頭損失及管道長度相同的條件下，如管道愈大時，則氣體流速加快，單位面積通過的氣體量就愈大。而 L , d 的變化是決定於原料的大小，原料的塊度愈大時，則 L 愈小，而 d 却愈大。因此流速就愈大，反之亦然。

但是爐料的形狀是各式各樣的，如用相同大小的球狀原料加入爐內時，則同截面上各點壓力相同。但是邊緣的阻力要小得多，這就稱之為邊緣作用（Эффект стенки），

它本身對氣體分佈上就有很大意義。

高爐冶煉的進一步改善是建立在煤氣分佈進一步改善的基礎上的。通常有下列三種措施：

1. 爐頂佈料的調劑可以改善煤氣的分佈，高爐工作者很早就知道了它，並應用了。
2. 改進冶煉前的原料準備處理，形狀與大小應差不多相同，如果是球形的那就更好了，這樣就可以大大地改善煤氣分佈。目前小於 10 毫米的粉礦都應送去造塊。
- 3) 煤氣分佈也決定於煤氣本身的壓力，本身壓力愈小（在爐缸中），則氣流的分佈不均勻性就愈大，而氣體的壓力又決定於風量，（在其他條件不變時）也就是風量愈大，則分佈愈均勻，煤氣化學能的利用就愈好。從 (3) 式中可以看出，前項 $\rho \frac{L}{d}$ 決定於塊度。在風量少的時候，氣流速度不大，則此項起主要作用，即大塊礦石的地方通過的煤氣多得多。當風量逐漸加大時，氣流速度增加，因為 $h_a \propto W^2$ ，所以 h_a 的增加也較快，因此當此處之阻力增加到等於透氣性不好的料柱的阻力時，如再增加速度則有一部份氣體就通過透氣性不好的地方了，故風量增大有利於煤氣的均勻分佈。

這一點同樣也為蘇聯某廠的一個實例所證明，某廠有三個高爐，因原料供應不上而有使個別高爐停工的危險，廠長為了不使生產停頓，結果採用了減風操作使冶煉在各個高爐上慢慢地進行，結果使得冶煉的各種技術經濟指標變壞了。

增加風量還是有一定界限的，否則就會產生管道行程，或造成懸料及難行。究竟多大的風量最好呢？這要用實驗來確定，根據具體不同的冶煉條件，這個界限風量是不同的。

1870年英國高爐的冶煉週期為 50 小時左右，現在世界各國的大高爐一般為 7~8 小時，從還原的角度來看，4 小時也就足够了。在現有條件下，風量已增加到界限了，但如果原料的準備處理及布料還可以進一步改善的話，則這一風量的界限還可進一步提高。

近代高爐煤氣在爐內停留的時間可以用計算的方法來求得，其公式是這樣的：

$$t = \frac{V_n}{V_r} \text{ (秒)} \quad (4)$$

其中 V_n ——爐料之間的空隙；

V_r ——煤氣運動速度（立方米/秒）。

例：某高爐有效容積為 1000 立方米， $V_r = 2200$ （立方米/分鐘）

（按在戰前蘇聯高爐 1 立方米容積有 2 立方米/分鐘的風量，而戰後已升高為 2.2 立方米/分鐘）

求 $t = ?$

在 0°C ，1 大氣壓時（表壓力），空氣速度為 $= 2200/60 = 36.7$ 立方米/秒。

煤氣量一般為空氣量的 1.35 倍（即 1 立方米空氣生成 1.35 立方米煤氣）。

即煤氣速度 $= 36.7 \times 1.35 = 49.5$ 立方米/秒。

設爐缸溫度為 1600°C ，爐頂溫度為 300°C ，故其平均溫度（近似）為 $\frac{(1600+300)}{2}$
 $= 950^\circ\text{C}$

(按：爐內溫度的下降並不是直線關係，而是曲線關係)，
在950°C時煤氣的體積已增加，故其速度為

$$49.5(1 + \frac{950}{273}) = 223 \text{ 立方米/秒。}$$

同時爐內壓力也不是一樣，但在 1000 立方米的高爐內可以認為：

爐缸壓力為 1.3 表壓力或 2.3 絕對大氣壓力；

爐頂壓力為 0.1 表壓力或 1.1 絕對大氣壓力。

平均壓力 = $(2.3 + 1.1) / 2 = 1.7$ 絕對大氣壓力。

在 1.7 大氣壓下之煤氣體積變小，其速度為

$$223 / 1.7 = 131 \text{ 立方米/秒。}$$

V。也是從來還沒有人研究過，但如果知道原料的堆比重時也可以計算出來的，但堆比重常常變化，因此 V。也是常常波動的。為了近似地研究，首先假定沒有爐料時，某煤氣停留時間為

$$t_1 = \frac{1000}{131} = 7.6 \text{ 秒。}$$

因為當爐料為球形時則其空隙容積為全容積之 47%，故可近似地認為在有爐料充填時，其空隙容積為全容積的 1/2。

$$\text{故煤氣停留時間} = 7.6 \cdot 0.5 = 3.8 \text{ 秒。}$$

因為在實際高爐中爐料形狀不一，其空隙容積比此值還小，故實際停留時間還要比此值小。

如果煤氣從風口到爐頂的距離為 23 米，則其運動之線速度為 $23 / 3.8 = 6$ 米/秒。

一般速度不小於 6 米/秒，因為停留時間要比 3.8 秒為小。但在實際高爐中，同一截面上的各點，同一管道內的各部份的速度都不是一樣的。

蘇聯研究人員在實際高爐上進行了有關煤氣速度的測定，測定是用專門的儀器進行的，雖然這種測定是不十分準確的，但在某種限度上還是可取的，測定說明煤氣速度可達 60 米/秒。

(這種測量儀器的構造可見“冶煉廠熱工測量儀器”一書，第 127 頁)。

此外，煤氣速度還可用某些放射性物質來測定，因為這種物質在高溫下成為氣體，

當從風口部份加入時算起，到它在爐頂煤氣中出現為止，可以計算出它的時間，其結果可以繪成下述的曲線(見圖 1)。

曲線的特性也證明了爐內各點的煤氣速度不是一樣的。

這種放射性物質有時也事先分層地放置在爐基中，如當在生鐵及煤氣中發現有這種物質的出現時就可估計到爐基被侵蝕的程度。上述的實驗在美國曾進行過，測得的煤氣停留時間最少為 2.75 秒，最大為 6.75 秒，由於蘇聯高爐的冶

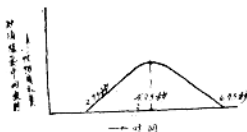


圖 1

煉強度比美國高爐為大，故煤氣停留於爐內的時間也就少。

近代高爐冶煉要中心及邊緣煤氣有一定的發展，他們的速度應高於其他地方的速度，如圖 2 所示：

因為邊緣過份地發展會引起焦炭消耗的増加與爐襯的損壞，而如中心不發展，則必引起邊緣的過份發展；但如邊緣不發展時，則容易在邊緣產生高 FeO 之初渣，而有結瘤的危險。

如果由於某種原因而造成偏行時，也必引起焦炭消耗的増加。

煤氣速度是與煤氣成份及煤氣溫度有很緊密的關係的，如煤氣中 CO_2 愈少，溫度愈高，則意味着煤氣速度愈大。

現在，一般常用的改變煤氣分佈的措施是爐頂調劑，因為原料準備處理的改善不是每天都可以改變的，而且近代高爐鼓風機都已全是風量送風，因此再大的風量是受到限制的。

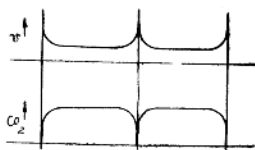


圖 2

第二節 爐頂佈料

從前，煤氣與爐料在爐頂斷面的分佈情況，是可以憑眼來觀察的，因為當時爐子較矮，並且沒有爐頂裝置，應用人工佈料。這樣，只要發現爐頂某處火焰熾烈，就意味着該處煤氣較多。為了糾正此種煤氣不正常的分佈，就可在該處多加入礫石或細粒的原料。

在1848—1850年時，實行了封閉爐頂，加料也機械化了，其目的是為了回收高爐煤氣作為燃料，利用其熱能。這樣一來，煤氣的分佈就不能直接觀察判斷，而只能靠煤氣溫度，煤氣成分來判定。

爐頂爐料的分佈，決定了煤氣的分佈。而爐料的分佈，我們是利用已知的爐料分佈的規律掌握它的。

爐料分佈的規律是：若取成分一樣，但粒度不同的料堆積起來（如圖 3），並自 0—0 線的兩側對稱的分割原料，然後分別篩分，結果我們知道：

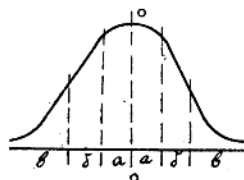


圖 3

在 aa 段有最多的小粒，最少的大塊；

在 bb 段有最多的大塊，最少的小粒；

而 cc 段料之粒度是位於上述二者之間。

料的自然堆角是解釋這一現象的原因。我們知道，每一種料都有其自己的自然堆角，而它的大小是取決於料的物理性質的，如：水分、比重、形狀大小……等。

同一種料，若粒度不同，則大粒度的自然堆角就小於小粒度的自然堆角。例如，在大小粒度混合的礫石中，大塊礫石總是滾到礫堆的下邊，這就是所謂偏析現象。除此之

外，偏析現象還與料落下的高度有關。

高爐爐頂佈料，不僅在料面上有此偏析現象，而且當料自料鐘落下時就已產生了，因為由於料的粒度、比重大小及表面形狀等的不同，都會按不同的拋物線下降。大地下降所畫的拋物線將較小塊為平緩（如圖4所示）。比重大的料其軌跡較比重小的離爐牆為近。物體表面愈粗糙，則其軌跡與光滑之料相比，將較陡直。

爐頂爐料的分佈，還要視採用怎樣的加料裝置。加料裝置是多種多樣的，但一般常用的，或原理與此相似的是“漏斗—料鐘”式。

高爐爐頂佈料，在有料的偏析與料表面影響之下，是如何分佈的呢？

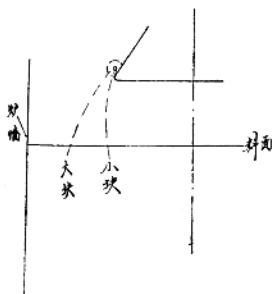


圖 4

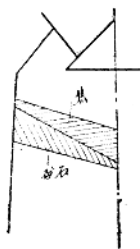


圖 5

由於自然堆角的不同，焦炭與礦石在爐內的分佈亦不同（如圖5），但這僅是指當料由靜止或均速下降時才如此分佈。假設料下降速度在爐子橫截面上各點都相同，則焦炭與礦石的料層將平行下降。但實際上，料下降速度是不均勻的。由於邊緣煤氣較多，這就要求邊緣有較多的礦石，而這種要求，恰為“漏斗——料鐘”式的設備所能滿足。

在近廿年來，蘇聯曾在一些高爐開爐前研究料在爐內的傾角，研究結果證明，料在爐內的傾角，不僅不同於自由落下的自然堆角，而且此傾角除與料之性質有關外，尚受其他因素的影響。傾角近似的計算可用下列公式：

$$\tan \alpha = \tan \alpha_0 - K \frac{h}{r} \quad (5)$$

式中 α = 高爐內料的傾角，

α_0 = 料的自然堆角，

h = 落下的高度，

r = 爐喉半徑， K = 常數（對各種不同原料有不同的值）。

自此公式可以知道， h 愈高則傾角愈小（因落下動能不同）； r 愈小，則傾角愈小。

r 對堆角之影響可以解釋如下：

如圖6所示，當 r 較小時，可能發生料擁擠於牆角及兩堆中心交界處，使實際上的

堆角 α 變得比自由堆角要小。但當料的量尚不足產生上述擁擠的現象時，則堆角就能達到自由堆角的大小。

高爐中的傾角，是礦石的大於焦炭的，小塊的大於大塊的。這個結論曾被巴甫洛夫·克拉沙夫采夫等證實過。但應指出，他們的具體數據是有些差異的，唯有Н.Л.哥爾得謝(Н.Л.Гольдштейн)的研

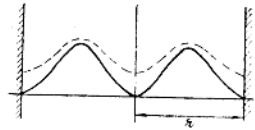


圖 6

究結果與此相反，(為焦炭的大於礦石的，大塊的大於小塊的)。這意味着尚有其他因素影響傾角，正確的結論是必須繼續進行該種原料的實驗才能得到。在未開爐的爐中進行實驗的結果證明第一種結論是正確的。

除了料本身的自然堆角外，尚有其他的因素影響料的分佈，這些因素是：

1. 料柱表面形狀。在邊緣的料下降速度比同截面其他點的要快，因而在料面開始形成的傾角(如圖7中之直線)，將隨料下降而逐漸改變。

自克拉沙夫采夫著「生鐵冶金學」一書中295頁圖93知：料下降是不均勻的，爐牆處下降較快。由同書圖94可以看到實際料面的形狀。

測定料面形狀的儀器(見圖8)

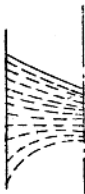


圖 7

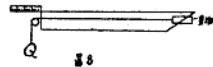
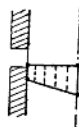


圖 8

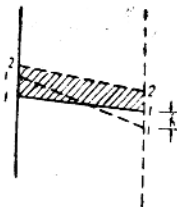


圖 9

- 1-1 —— 原來之料面
- 1'-1' —— 打擊後實際之料面
- 2-2 —— 加砂石後之料面

此種方法是將該儀器經爐牆孔伸至爐中任何部位，測其距離，然後將重錘放下，落至料面上，並在儀器刻度上，讀出其距離。此距離大小即為該平面至料面之高低。用這種方法在爐喉截面上測量許多點的距離，則料表面形狀就可得知。

此法之缺點是：

1) 測爐中心與牆邊兩處較準，而在測中間其他各點，會發生重錘落至料面時由於有一堆角，重錘向下滾滑，因而影響了測量的準確性。

2) 在礦石加入焦炭表面時，如果在礦石裝入前與裝入後，各測一次，則可能發生

在爐中心之礦石反較邊緣為多的反常現象（如圖9），而實際上仍然是礦石在牆邊多於爐中心。這是因為礦石落下，打擊焦炭之表面，使其表面形狀改變，也就是使爐中心焦炭增加了 h 高度。而我們誤認為礦石在爐中心較多。

2. 料線高度。

有三種可能情形：

- 1) 爐料堆尖位於牆邊（如圖10中之1所示），此時牆邊有多量的小塊礦。
- 2) 堆尖離爐牆某些距離，如圖之2所示，這時大塊礦石有可能向兩旁都滾動，而小塊礦石是集中於離爐牆一定距離之堆尖處。
- 3) 爐料下降，先打擊爐牆，然後反跳至距爐牆某一距離之處下落。此時粒度大、動能大之料就離牆較遠；而粒度小的，就落在邊上。如圖3，3'，3''，他們是由於料線高低不同而引起，但它顯明的告訴我們，凡離點1愈遠（即料線水平較低）則堆尖愈向中心。這由捷爾任斯基工廠某高爐開爐前，由爐頂裝料入爐時觀察所證實了的（如圖11，圖中虛線表示堆尖移動情況）。

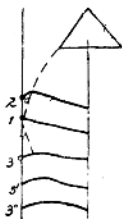


圖 10

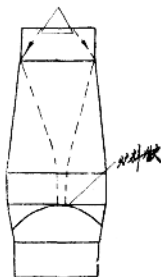


圖 11

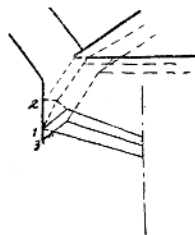


圖 12

由上可知：在第一種情形時，邊緣煤氣發展最少；在第二種情形時，邊緣煤氣發展最顯著，在第三種情形時，邊緣煤氣位於上述二者之間。

除了料線影響佈料外，尚與料之動能、所受摩擦力、比重等有關，對各個不同爐子，其情況也是不同的，自然對煤氣分佈也就有影響。

3. 爐喉與大鐘邊緣之間隙。

現設有三種情形：

- 1) 間隙大小恰巧能使料落下與牆接觸。這是正常的佈料，堆尖在牆邊（如圖12中之1）。
- 2) 間隙較小，堆尖離牆某些距離（如圖12中之2）。
- 3) 間隙較大，堆尖也離牆某些距離（如圖12中之3）。

較小間隙，會增加爐料的機械損失。為了減少這種損失就要提高料線，使堆尖位於

牆邊。但如料面太高，料鐘下降會感到困難。如間隙過大，則堆尖離開爐牆，爐牆處大塊多，邊緣煤氣過分發展，必將引起爐牆被侵蝕，焦比增加，高爐工作不正常。

理想的間隙是多少呢？對此問題，任何高爐工作者在現有理論基礎上都不能肯定地加以回答。它必須由經驗來決定。在蘇聯一般是 700—850 毫米，但最常見的是 750—800 毫米，此數字應視具體情況，作具體決定。方法為高爐第一代試用某一間隙大小，觀察其是否合適，還是過大或過小，在第二代時，予以改正，這樣屢次試驗，最終會得出理想的間隙大小。

應該記住，提高降低料線可以調整不合適的間隙。如間隙過大，可以降低料線，這樣便可以使佈料在一定程度上較正確一些。例如烏拉爾有一高爐曾降低料線幾米，當時一般認為爐子未裝滿料，高爐工作一定不好，但恰巧相反，爐子工作變好了，這說明該高爐找到了適合的料線。另外也應說明，料線應視具體情況而變動，如原料改變，而間隙未變，此時應該調整料線至適合的位置。

4. 高爐上部內形輪廓。

1) 爐頭與煤氣上升管相接處斷面擴大（如圖 13 所示），目的是想藉煤氣容積突然擴張減低煤氣速度，減少爐塵損失。

蘇聯在戰後，曾築過此種高爐，但結果却與設計所希望獲得之結果相反，因料首先落至傾斜部分，然後滾至料之表面。

料之堆尖，必將離爐牆某些距離，這樣促使邊緣煤氣發展，增加爐料機械損失，所以蘇聯冶金工業部規定， h 不應超過 500 毫米。

2) 爐喉直徑。當其他一切條件一定時（包括爐牆至大鐘邊緣之間隙），增大爐喉直徑，則將使礦石集中在牆邊而中心就較少，爐料的分佈也將改變（見圖 14）。

這樣，某些技術人員認為，增大爐喉直徑，在爐中心會出現無礦石的區域，為了避免此種現象，建議設置特殊佈料設備。

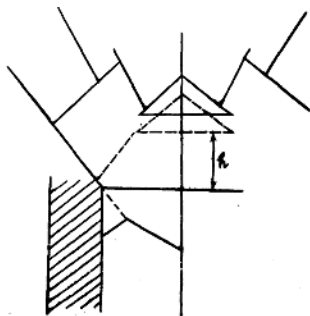


圖 13

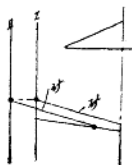


圖 14

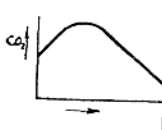


圖 15

首先研究這一問題的為美國人 Кивви，他得出了爐頂 CO_2 分佈曲線（如圖 15 所示），指出爐中心無礦石，以致 CO_2 較少。這樣更鞏固了這些學者的看法。以致有人建議改造佈料設備，使礦石能落至中心。這一類的設計較多，圖 16 為其中的兩種。

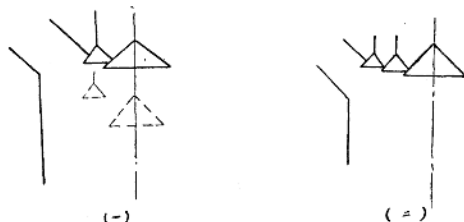


圖 16

應該指出，此種論點是錯誤的，因經驗證明在爐喉直徑為 6.3m 的大高爐上，爐中心有礦石存在， CO_2 有時反而會高於邊緣的 CO_2 。因而上述裝置自然也是多餘的了，並且由於構造複雜，按裝調換麻煩，並且磨損，所以這些裝置亦就沒有得到應用。

3) 爐喉高度。以前尚認為爐內形應該是拋物線形的，使礦石永遠堆於牆邊較多。（圖 17 a）但由於築爐困難等原因，因而現在不用了。

但現今尚有人認為可以不要爐喉這一圓柱形部分，直接與爐身一起做成圓錐形的（如圖 17 b）。

至於圓柱高度，克拉沙夫采夫與其他一些人認為此高度愈低愈好，因為爐身將逐漸擴張，當料線有上下波動之情況時，可促使料的分佈變動較小，自然煤氣分佈變動也會很小（原理與拋物線者一樣）。



圖 17

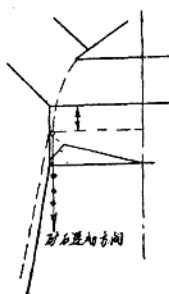


圖 18

蕭米克專家不同意這種看法，因為他們忘記了高爐過程是許多現象的綜合，這些現

象彼此是有機聯繫着的。在此問題上，他們只注意了爐喉形狀，而未考慮爐料下降中所產生的一些變化的影響。礦石下降中由於慣性作用（比重較大）而把焦炭擠到兩邊（見圖18），這樣，邊緣料柱透氣性變好，因而邊緣煤氣較發展。若此圓柱形部分較短，則由於邊緣礦石較少，將無法改變邊緣的過分發展；但若此圓柱部分較長，則由於在此部分範圍內，邊緣礦石較多，因而可糾正邊緣的過多發展。圓柱的高度一般為3米。

4) 爐喉保護板。它是為了防止煤氣中塵粒的摩擦與礦石打擊對磚牆之破壞作用而設。但此裝置亦不可能保證長期的使用，經過一定時間後將被磨損（如圖19虛線所示）。此時爐料分佈不正常，並且亦無法使布料正常，唯一措施是迅速檢修。

5) 爐瘤形成。無論在那一部分結瘤，都將影響爐頂的布料。由於爐瘤形成，爐料下降較慢，而料面亦將與平時不同，即料面漏斗形的深度將較平常的為大。

6) 爐襯的損壞。它經常發生在爐身下部、中部（圖20）。它將影響料的分佈，因礦石下降是垂直的方向，砌磚損壞後所擴大的空間中為焦炭所充填，這樣就使邊緣煤氣過度發展，導致爐襯進一步的損壞。如此反復作用，會使整個爐襯破壞。

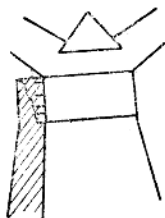


圖 19

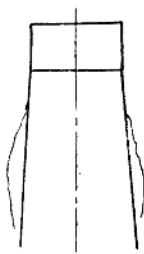


圖 20

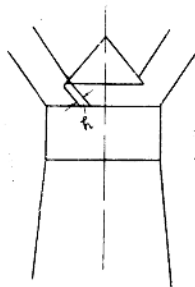


圖 21

5. 料鐘底部突出部分（如圖21中之h）。一般此值不應太大，愈大則料之堆尖愈接近於牆，因為有了此突出部分，則料會在其上先行滾動，然後再以拋物線形向料面下降。此段愈長，料之動能愈大，堆尖會離爐中心愈遠。圖22即表示這兩種料下降情況之比較。但一般爐頂調節並不利用這個因素，只有在高爐修理爐頂設備時，才留意此突出部分之長度對布料的影响，不適合時，才加以改變。

6. 大料鐘的傾角（見23圖）。傾角愈小，則料之堆尖愈靠近爐牆。此角一般為 45° — 55° 。在蘇聯此傾角統一規定為 53° ，因為在標準化以後，製造方便，成本也可降低。當然，料鐘傾角是與原料性質有關的。但這點也並不阻礙料鐘傾角的統一，因為尚可以用別的因素來調節。

7. 大鐘下降速度。速度大，堆尖靠近爐牆，反之，則遠離爐牆。因大鐘下降速度小時，料鐘與漏斗間之縫隙逐漸增大，爐料不是在大鐘下降位置一起滑出，而是零落地