

煉鉄学

(第三部分)

技術科學副博士、副教授 伊・彼・蕭米克 著

—僅供內部參考—

東北工學院

1956

蘇聯專家講稿

煉 鐵 學

(第三部分)

技術科學副博士、副教授 伊·彼·蕭米克講稿

煉鐵教研組整理

——僅供內部參考——

東 北 工 學 院

1 9 5 6



煉 鐵 學 (第三部分)

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	公 私 合 營 營 學 圖 書 印 刷 廠

印數: 1-1,500 (長春版) 成本費: 1.60元

出版說明

本講稿是根據蘇聯專家蕭米克同志給煉鐵專業研究生講課的聽課筆記整理的。其中分四部分：第一部分——高爐冶煉的原料及其冶煉前的處理；第二部分——高爐冶煉過程的理論；第三部分——高爐構造與高爐車間的設備；第四部分——高爐操作。另外還有專家的幾篇科學報告我們亦作附錄附於本講稿後面。

本講稿整理出版需要作以下幾點說明：

1. 本講稿的性質是聽課筆記的整理稿，不是И·П·蕭米克專家講課的手稿，因此本講稿中一切內容與文字上不妥之處，甚至錯誤地方概由編者負責；
2. 本講稿所涉及的範圍只是專家講課時講的和一些代替講課或與講課內容有很大關係的科學報告，至於大家閱讀的一些參考文獻，沒有把它整理進來；
3. 本講稿的章節是整理者加的；
4. 整理時沒有把講稿中所涉及的所有參考文獻作出引證，請讀者原諒；
5. 講稿中內容是有時間性的，由於技術在日新月異地發展着，個別地方現在已有新的觀點，所以讀者閱讀時請加以注意。

本講稿出版可作為高等學校講授煉鐵課的參考教材，並可作為所有從事煉鐵工作的同志作為學習參考之用。

特別要指出的是由於我們學識水平所限，加之整理時間又很匆促，講稿中錯誤一定是不不少的，請同志們提出指正。

本講稿是由煉鐵教研組研究生裴鶴年，張鎮揚，楊兆祥，孔令澣，李永鎮，徐楚韶，陸鳴，戚以新等八人整理，並由裴鶴年負責總的校對。最後由煉鐵教研組張清連，杜鶴桂，李思再，李殷泰，范顯玉等教師負責分章校閱。

目 錄

第三部分 高爐構造與高爐車間的設備	1
第一章 高爐內形及其發展史	1
第一節 高爐的基本部分	1
第二節 高爐內形發展簡史	1
第三節 高爐內形的主要尺寸	3
第四節 高爐內形尺寸的計算	12
第二章 高爐爐基	13
第三章 高爐的砌磚及各種耐火材料	16
第一節 高爐爐襯的工作條件及損壞爐襯的各種因素	16
第二節 耐火粘土磚的性質	20
第三節 礮磚的質量	22
第四節 耐火泥的質量	24
第五節 高爐襯磚的質量	24
第四章 高爐的金屬外殼及支柱	33
第一節 高爐的外殼	33
第二節 高爐的支柱	40
第三節 支柱的基礎	43
第五章 高爐的冷卻方法及各部分的冷卻裝置	45
第一節 冷卻的目的	45
第二節 爐缸盛鐵部分和爐底的冷卻	45
第三節 爐缸風口帶的冷卻	48
第四節 爐腹部分的冷卻	49
第五節 爐身部分的冷卻	51
第六節 爐身上部圓筒形部分（爐喉）的加固	57
第六章 鉄口、渣口及送風口的設備	61
第一節 鉄口	61
第二節 渣口	63
第三節 風口設備	66

第四節 熱風圓管	67
第七章 高爐冷卻水的供應	68
第八章 裝料設備及佈料器	71
第一節 裝料設備	71
第二節 爐頂布料器	72
第三節 料鐘與料斗	75
第四節 小鐘鋼杆	76
第五節 料鐘的平衡錘	77
第六節 料鐘的操縱	79
第九章 爐頂卷揚設備	83
第一節 卷揚橋	83
第二節 料車	84
第三節 卷揚室	86
第四節 料車坑	87
第十章 高爐車間原料儲放場	89
第一節 儲放場構造	89
第二節 儲放場的設備	91
第十一章 儲礦槽	98
第一節 儲礦槽的用途及其容量	98
第二節 儲礦槽的構造	100
第三節 儲礦槽的設備	102
第十二章 熱風爐和風的供應	106
第一節 熱風爐的發展	106
第二節 熱風爐格子磚的構造	112
第三節 近代熱風爐的構造及其尺寸	112
第四節 熱風爐的設備	115
第五節 熱風爐的簡單計算	126
第六節 送風管	127
第七節 近代換熱式熱風爐	129
第十三章 高爐煤氣的除塵和輸送	131
第一節 高爐煤氣的除塵	131
第二節 煤氣上升管	139
第三節 煤氣管道的設備	142

第四節 炉頂安裝梁·····	149
第十四章 生鉄和爐渣的處理·····	154
第一節 鉄罐車·····	154
第二節 鑄鉄机·····	156
第三節 渣罐車·····	157
第四節 計算必須的鉄水罐及渣罐的數目·····	159
第五節 炉前使用的机械裝置·····	159
第十五章 供电·····	160
第十六章 高爐車間平面布置·····	160
附錄: 高压操作后高爐設備的改變·····	164

第三部分 高爐構造與高爐車間的設備

第一章 高爐內形及其發展史

第一節 高爐的基本部分

高爐內形就是高爐內工作空間之形狀（見圖1）。

高爐由下面三部分組成：

1) 炉缸——：由出鉄口中心綫至風口中心綫的距離就是炉缸的高度。

鉄口中心綫以下之位置稱為“死鉄”層。一般在高爐開始工作時，它為0.4—0.5公尺。

渣口中心綫以下之地區，稱“盛鉄水部分”。

風口中心綫至渣口中心綫之地區，稱風口帶。

一般炉缸與炉腹交接之處，高於炉缸高度0.5公尺。因為把風口直接筑於炉缸與炉腹之間是有困難的。

2) 炉腹——：為一向下漸小之圓錐形部分

3) 炉身——有三部分：炉身下部之圓柱形部分稱炉腰；

炉身上部之圓柱形部分稱炉喉；

炉身圓錐形部分就稱炉身（或炉胸）。

或者說，炉身是指炉身中部圓錐部分，不包括炉腰、炉喉。

以上二種說法都可以。

高爐有效容積——：系指出鉄口中心綫至大鐘下降位置之下緣所包含之空間。當然，這種說法不很精確，因為大鐘下降位置之下緣離料綫水平尚有一段未填滿炉料的空間，故正確的說法應為出鉄口中心綫至料綫水平間之空間。但應注意，料綫最高之口限為大鐘下降位置的下緣水平，而這個水平是任何時候都不允許達到的，一般總較其低0—1公尺。由此可見，有效容積並非指高爐內滿填以炉料的容積。

有效高度——：出鉄口中心綫至大鐘下降位置下緣之高。

高爐全高——：由出鉄口中心綫至支持大鐘料斗的炉頂法蘭盤之距離。

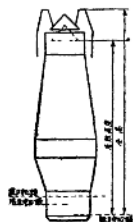


圖1

第二節 高爐內形發展簡史

它是由土高爐（Домница）演變而來的。土高爐不是煉生鉄，而是煉熟鉄。土高爐之形狀如圖2，它與高爐之差別僅是高爐較高而已。由於高度之增加，出現了第一個高爐。此時之所以能獲得液體生鉄，是因為低溫帶延長了的緣故，礦石在進入高溫區時已被很好地還原了，在滲鐵之後，於炉缸高溫作用下使其熔化而成液體生鉄。

当炉子的高度仍保持以前的高度時，由於間接還原少，在進入高溫區時，尚有大量

氧化鐵未被还原，形成含 FeO 高之炉渣，因而生鐵也就不可能獲得。以前，由于木炭强度較差，是不允許增加高度的。当时由于人工鼓風，風量不足，炉缸直徑僅为 0.5—1 公尺。并且認為炉缸直徑是不能擴大的了，因为害怕这样会引起炉缸溫度不够，煤气分布不均。当然用現在的观点來看，炉缸直徑是可以增大的，但应当明了現代的鼓風能力比那时要强大得多了。

以前，炉頂布料是用人工，由于害怕料在炉頂的分布不均，因之，也就限制了炉喉直徑的擴大。

在这种炉喉与炉缸直徑都受到限制的情况下，为了要增加產量，就只有擴大炉腰直徑。这种内形的高炉一直保留到 19 世紀的中叶，尤以在德國为数最多。圖 3 为德國的一个炉子。顯而易見，該炉之煤气分布当然不会好，中心一定是过分發展，而邊緣煤气則很少發展。这种现象形成的原因是：

1) 邊緣路徑較曲長；

2) 邊緣料給炉腹支撐住，不能下降，以致透气性很坏。該高炉之有效容積利用系数很坏，为 60 立方公尺/吨生鐵每晝夜。

上面講的为西欧高炉开始时期發展的路綫。

在俄國烏拉尔区，高炉炉形的發展与上有所不同。其發展路綫較接近于現代高炉。它的發展路綫是：不僅擴大炉腰直徑，并且也擴大炉喉和炉缸直徑，而炉子高度也有所增加。正如畢克 (И. Бек) 所述：“烏拉尔高炉是最好的木炭高炉，它有着能力大的圓筒形送風机 and 水的供应設備。炉的高度是 10.5 到 15.0 公尺，炉腰直徑为 3.6—3.9 公尺。每星期能生產 100—150 吨生鐵，这样的能力，甚至是当时最大的，英國焦炭高炉也是不能达到的”。不僅如此，技術經濟指标也較西欧为好。高炉内形可見圖 4。

后来由于采用了水力鼓風，炉缸直徑就逐漸增加了，炉腹傾角也相应的增加了。由于炉缸高度的增加，炉腹高度是减少了。



圖 2

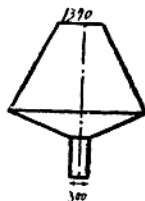


圖 3



圖 4

然而，在發展中人們得出了这样一个錯誤的結論：那就是，“只要增加炉缸直徑，就能增加產量”，而炉喉等則不隨之改变，其原因是怕料分布不均，直到最近美國仍有產量达 1000 吨的高炉，而其炉喉直徑則不超过 5.5 公尺。这种内形的高炉，称“瓶

式”高炉。其技術經濟指标，当然是不好的。

在1914年以后，在俄國炉喉直径开始增加。

所以，关于高炉内形發展簡單的情况可以認為是：开始是擴大炉腰；繼之是擴大炉缸直径，在这个时期中俄國高炉内形是較西欧为好；最后是炉缸、炉喉都逐漸增加，高度也隨着增加。这样可以看出，在近百年來，高炉内形是向圓柱形方向發展，并逐漸接近于圓柱形。

有效容積： $V=K'HD^3$

中 D = 炉腰直径 H = 全高。

对圓柱体 $K'=0.785$

对以前的内形 $K'=0.44$

現在 $K'=0.53-0.56$ 。

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{D}{d_2} \approx 13 \quad (\text{以前}) \text{ 式中 } D = \text{炉腰直径}, \quad d_2 = \text{炉缸直径} \\ \frac{D}{d_2} \approx 1.1-1.15 \quad (\text{現在}) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d_k}{D} \approx 0.35 \quad (\text{以前}) \quad \text{式中 } d_k = \text{炉喉直径} \\ \frac{d_k}{D} \approx 0.7-0.75 \quad (\text{現在}) \end{array} \right.$$

高炉内形發展是趨向圓柱形，但絕不能就做成圓柱形，这由研究炉子工作情况及个别主要的内形尺寸就可以知道。

例如，内形应与炉内之物理化学作用相适应。炉料在下降过程中受到加热作用，因而炉料体積有膨脹，如果炉身不是圓錐形，而是圓柱形，則炉料下降过程中必然受到阻碍。

另外，由煤气流动情况也可以看出，煤气在上升时，由于傳遞热量而使本身温度下降，因而体積縮小，如果炉子的截面不隨之减小，則煤气流速肯定会降低，煤气分布自然亦就不好了。

第三節 高爐內形的主要尺寸

爐身傾角：

炉身傾角在現代高炉上一般是 $85^\circ-87^\circ$ 。 $>85^\circ$ 者一般沒有，而大于 87° 者一般亦沒有，因为，如果炉身傾角 $>87^\circ$ ，則容易產生懸料現象。

炉身傾角，在靠近于 85° 的，一般是对采用粉礦作原料的炉子有利，而在靠近 87° 的，則对采取塊狀礦石之炉子有利。

在采取某种炉身傾角时，必須注意到这样一点，就是，当此傾角太小时，邊緣煤气就太發展，煤气的利用就較差，因而焦比就較大；而当此傾角大一些时，邊緣煤气之發

展程度就受到約束，不至于過分發展。但是太大了亦是不行的，原因下面再談。因此，
爐身傾角必須採用得適當，不宜過大過小。

近代高爐之爐身傾角一般是 $85^{\circ}-87^{\circ}$ ，這由現在的观点來看是最適宜的了。然而，
現在的爐形是否合理，這要由事實來證明。只有事實才能最終的確定人們願望的合理性。

另外，尚必須注意到，爐形的變化尚與冶煉條件有關，如果冶煉條件有了變化，則
爐形亦應作相應的變化。所以爐形之合理與否，亦只是一個相對的概念。

為什麼爐身要有一定的傾角呢？其原因在于：

(1) 爐身之所以要有一定的傾角，是因為爐料在下降過程中受到加熱作用而產生膨脹，
為了使爐料能順利的下降，必須逐漸增加爐子斷面的大小；

(2) 第二個原因是，煤氣在向上運動過程中逐漸冷卻，體積收縮。如不相適應地縮
小爐身斷面，則由於煤氣體積縮小之緣故，氣流速度必然變慢，因而氣流分布不好；

(3) 在爐身有一定傾角時，由於礦石較重，故向下運動時作直線運動，把比重較小
的焦炭擠向爐牆，其結果是礦石只分布在牆一段距離以外之位置。這樣，在爐料熔化
與生成初渣時，不至靠近爐牆而發生懸料、結瘤等事件。

但當把爐身做成圓筒形之後，上述不利現象就可能產生。因此爐身傾角無疑是需要的
了。

在以前，爐身傾角一般都較小，以後逐漸增大。近代高爐爐身傾角一般在 $85^{\circ}-87^{\circ}$ ，
(查表 1 及表 2，在此兩表中列舉了蘇聯和其他外國各種高爐的尺寸)。

近幾年來，根據高爐實際經驗，奧立希金 (Орешкин) 和考洛勃夫 (Коробов) 認
為：爐身角度現今已太大了，最合理的角度應該是 $82^{\circ}-83^{\circ}$ 。他們的根據是：在高爐的
整個使用期間（一代中），不是在開爐就可達到最高的冶煉強度，只有在經過幾個月
或某一段時間之後，才能把風量加到最大，產量亦達到最高，其他技術指標亦最好。而
在一代的末期，即接近大修時期，則重新又變壞。

如果畫出圖形來，則可以表示於圖 5（圖中虛線為爐牆侵蝕後的形狀）。

由圖 5 可見，在停爐大修時之爐形已不是開爐時之爐形了，而是比開爐時之爐身傾
角要小，這就是說，爐身磚牆在冶煉期中有部分已被燒損掉了。

因此，我們沒有理由認為開爐時之爐身角度最好。但亦不能認為，停爐時之爐身角
度最好，因為，正因為爐子不好了才停爐大修。應當認為，最好之爐身傾角是開爐與停
爐兩期間中之某一時間之爐身傾角。奧立希金曾經作了測定，其方法是在冶煉期中打孔
測量各個時期爐身磚牆的厚度。測量研究結果，認為 $82^{\circ}-83^{\circ}$ 之爐身傾角為最合
理。

根據這一事實，他們主張，在筑爐時就把爐身做成這種形狀，以免在冶煉時期被燒
損掉，這樣作在開爐後便有可能達到最高的產量。

以後，在一個大爐子上，試行了奧立希金的建議，但為慎重起見將爐中磚牆的角度
仍舊和以前一樣，只是將冷卻水箱之裝置改變成圖 6 所示方式，使得磚牆在燒損一部分
後（如圖 6 中虛線所示）能得到奧立希金所建議之形狀。

試行結果尚不知道。

表 1 苏联某些高炉的内型尺寸 (1950年1月1日)

編 号	最 近 開 爐 年 份	直徑, 毫米			高 度			寬 度			米			傾 角 β	爐 面 積 A, 米 ²	比			率			編 号			
		爐 缸 直 徑 d	爐 缸 喉 直 徑 d ₁	大 爐 直 徑 d ₀	全 高 H	有 效 高 度 H _n	死 層 高 度 H _n	渣 口 □	風 口 □	爐 缸 直 徑 h ₁	爐 缸 喉 直 徑 h ₂	爐 缸 喉 直 徑 h ₃	爐 身 直 徑 h ₄			爐 喉 直 徑 h ₅	V A	H D	D d	d ₁ D	d ₁ d				
1	1949	980	700	785	610	4500	28500	24850	462	1420	2540	3060	3240	3200	13000	2350	82° 32'	86° 10'	38.5	25.5	3.63	1.12	0.78	0.87	1
2	1950*	1300	800	900	600	4800	28500	25750	450	1420	2540	3200	3200	2200	15400	1750	81° 08'	85° 44'	50.3	25.8	3.17	1.13	0.71	0.84	2
3	1946	940	700	785	5630	3960	28500	25800	500	1420	2540	3060	3240	1860	14205	3435	82° 32'	85° 32'	38.5	24.5	3.63	1.12	0.72	0.81	3
4	1948	994	700	785	5500	4200	28500	25800	500	1420	2540	3060	3240	3000	12850	3650	82° 32'	85° 53'	38.5	25.8	3.63	1.12	0.70	0.86	4
5	1951*	700	600	680	5300	3900	27400	24000	300	1660	3000	3200	3000	2700	11800	3300	82° 25'	86° 22'	28.3	24.7	4.00	1.03	0.78	0.88	5
6	1949	1000	700	800	6100	4500	28500	25350	450	1420	2540	3200	3100	2450	13250	3350	80° 49'	86° 20'	38.5	26.0	3.56	1.14	0.76	0.90	6
7	1949	1000	700	800	6300	4500	28500	25000	450	1420	2540	3200	3100	2450	13250	3000	80° 49'	86° 20'	38.5	26.0	3.56	1.14	0.79	0.90	7
8	1947	1300	800	900	6800	4800	31000	27155	450	1400	2800	3200	3200	2000	14800	3955	81° 08'	85° 10'	50.3	25.8	3.45	1.13	0.72	0.81	8
9	1948	1300	800	900	6800	4800	31000	25750	450	1400	2800	3200	3200	2200	13620	3530	81° 08'	85° 23'	50.3	25.8	3.45	1.13	0.76	0.85	9
10	1948	627	550	650	5000	3400	26300	23475	300	1600	3000	3195	2600	2840	11974	2866	78° 22'	86° 15'	23.7	26.5	4.00	1.20	0.76	0.91	10
11		1143	750	850	5860	4000	29300	26610	225	1700	3000	3100	3100	2500	15568	2342	80° 49'	85° 09'	44.2	25.9	3.52	1.13	0.69	0.78	11
12		942	660	750	5700	4000	29900	26644	225	1700	3000	3100	3200	3100	13000	4244	82° 0'	86° 03'	34.2	27.5	4.00	1.14	0.76	0.86	12
13	1949	1140	750	850	6000	4350	29700	26000	450	1700	3000	3200	3200	2200	14400	3000	81° 08'	85° 38'	44.2	25.8	3.49	1.13	0.71	0.84	13
14		795	600	720	5500	4000	27635	24850	375	1500	3100	3600	3200	3400	12000	2650	79° 23'	85° 57'	28.3	28.1	3.84	1.20	0.76	0.92	14
15		930	700	785	5410	3960	28130	25900	300	1600	3100	3640	2750	1520	15730	2260	81° 13'	85° 34'	38.5	24.1	3.58	1.12	0.69	0.77	15
16		1020	740	8250	6060	4500	24840		450			3370	2620	2000	14000	2850									16
17	1949	1300	800	900	6700	4800	28500	25750	450	1420	2740	3200	3200	2200	15400	1750	81° 06'	85° 43'	50.3	25.8	3.16	1.13	0.75	0.84	17
18	1949	1300	800	900	6300	4600	31000	27400	450	1400	2800	3200	3200	2000	16000	3000	81° 06'	85° 11'	50.3	25.8	3.45	1.13	0.70	0.79	18
19		600	550	6500	5000	3500	26200	23200	450	1600	2800	3200	3000	2000	12000	2800	80° 32'	85° 29'	23.8	25.2	4.03	1.18	0.77	0.91	19
20		1180	7620	8600	6400	4600	30520	26770	300	1580	2930	3525	3900	3000	12870	3475	82° 51'	85° 06'	45.6	25.8	3.55	1.13	0.75	0.84	20
21		1370	800	9230	6600	4800	31250	27275	450	1400	2800	3200	3200	2000	16100	2773	79° 08'	85° 20'	50.3	27.2	3.39	1.15	0.72	0.83	21
22	1947	1100	720	820	6000	4400	30000	26760	375	1420	2540	3075	3225	3300	15000	2160	82° 30'	86° 02'	41.1	26.7	4.15	1.13	0.74	0.83	22
23	1946	1044	700	785	6300	4600	29850	26000	500	1420	2540	3060	3240	4000	12777	2923	82° 32'	86° 31'	38.5	27.1	4.26	1.12	0.80	0.90	23
24		1165	7620	8380	6300	4600	30210	27130	455	1125	2360	3050	3050	1985	16705	2340	82° 54'	86° 26'	45.6	25.4	3.61	1.10	0.75	0.83	24

設計部

表2

外國高炉的尺寸

編 号	符 号	名 称	年 代												Число в Част. (13)
			1940	1942	1942	1942	1942	1942	1942	1942	1942	1942	1942	1942	
1	有效容积, 立方米	Vn	465	654	1033	1145	1160	1173	1247	1251	1386	1413	1580	1940	1950
1	直径, 米:	d	4.801	5.80	7.62	7.77	7.62	7.62	7.77	7.72	8.23	8.38	8.55	8.55	780
2	炉缸, 米:	D	5.945	6.86	8.23	8.61	8.54	8.53	8.84	8.76	9.14	9.29	9.45	9.45	6.10
3	炉腰, 米:	d ₁	4.419	5.38	5.95	5.95	5.95	5.95	4.88	5.95	5.95	6.40	6.55	6.25	7.01
4	炉喉, 米:	d ₂	—	3.96	—	—	—	4.42	—	—	—	—	—	—	5.18
5	大罐, 米:	H	25.605	25.99	28.35	29.72	30.48	30.78	31.09	32.00	32.50	31.40	32.92	27.50	5.49
6	高炉, 米:	Hu	23.124	23.47	25.00	25.45	26.69	26.53	27.37	28.27	28.73	26.92	24.94	24.50	3.96
7	有效高度, 米:	—	—	1.27	1.83	—	—	1.42	—	1.42	—	—	1.42	—	28.27
8	风口, 米:	—	—	2.25	2.60	2.53	—	2.44	—	2.44	—	—	2.50	—	23.85
9	炉缸, 米:	h ₁	2.59	3.75	3.20	3.12	2.90	2.97	3.05	3.13	3.10	2.60	3.66	2.82	—
10	炉腹, 米:	h ₂	3.465	3.35	2.44	3.58	3.05	3.05	3.05	3.50	3.60	3.13	4.00	3.45	3.73
11	炉腰, 米:	h ₃	1.829	1.90	1.83	2.29	2.90	2.90	2.44	3.05	2.29	3.66	1.00	1.83	3.35
12	炉身, 米:	h ₄	12.192	11.28	15.09	16.46	16.16	16.39	17.23	16.46	17.68	16.00	16.86	14.78	2.29
13	炉喉, 米:	h ₅	3.048	3.89	2.44	—	1.68	1.22	1.60	2.03	2.06	1.53	2.10	2.70	12.65
14	角度:	α	80°40'	81°	82°50'	83°20'	81°28'	81°30'	80°35'	81°30'	82°50'	81°45'	83°30'	79°40'	1.83
15	炉身, 米:	β	86°30'	85°45'	85°40'	85°25'	86°50'	83°30'	83°25'	85°10'	84°50'	84°50'	87°37'	85°10'	80°
16	炉身, 米:	—	25.5	24.8	22.6	24.1	25.4	25.7	26.2	26.8	25.8	25.7	28.1	27.5	85°50'
17	比例 Vn = $\frac{\pi d^2}{4}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26.4

由此可见，现今炉形发展的趋势已不是圆筒形，而是向相反的方向发展，即减小炉身倾角，其原因可能是以前炉喉过于扩大，炉身倾角过于放大之缘故。

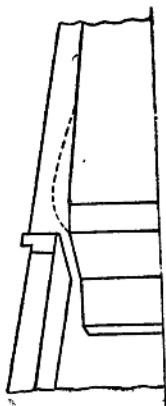


圖 5

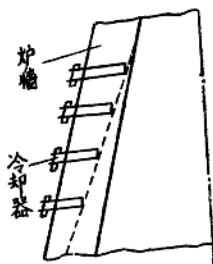


圖 6

爐 腹 傾 角：

現在高炉之炉腹倾角一般在 80° — 83° 之范围。见(查表 1 及表 2)

最近有这样一种说法，认为炉腹可不要，也就是说，把炉缸筑成和炉腰一样宽。

在 1949 年馬哈涅克 (H. Г. Маханек) 曾做了这方面的研究，又增长了这一种倾向。他的实验研究如下：

做高炉模型(如图 7)，分别测量在有炉腹和无炉腹时，炉缸风口水平所受到之炉料压力。结果是，在有炉腹 (80° — 81°) 时，风口水平所受到之压力只有炉料全部重量的 10%；而没有炉腹时，压力增加到 22%；而在炉腹平缓的老炉子中，则此炉料垂直压力就减小为 1%。

而我们知道，炉料之垂直压力对炉子工作是有很大意义的。垂直压力大时，风量可加大，而不至悬料。

由此，馬哈涅克作出结论：高炉应该不要炉腹。

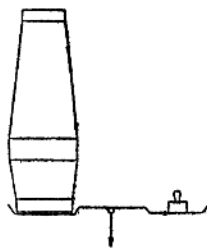


圖 7

馬哈涅克这一实验研究是有很可贵的价值的，因为以前关于高炉内的机械过程方面 (Механический процесс) 研究很少，而物理化学过程方面研究较多。然而他这一次的

研究仍是有缺點的，這些缺點在他後來的研究中得到了糾正。其缺點在於：測量料料垂直壓力時，料柱是靜止不動的。而我們知道，高爐內的實際情況是料料在不斷運動着的，因而測量結果就未免不切合實際。因為我們知道，靜摩擦力和動摩擦力是不同的，動摩擦力要小得多。

例如，蕭米克專家曾領導學生做過這樣的實驗研究，在圓筒中盛滿料，而在下部耙出，用壓力計測量料料在運動時之垂直壓力。

(圖 8)。

實驗證明：運動時之料料垂直壓力比靜止時要大得多，甚至能把水銀管中水銀擠到外面。

但是，馬哈涅克的上述研究仍有很大價值：他是第一個用機械運動的方法研究了高爐中的料料運動。要知道這一方面尚是一個新的題目，許多問題尚須鑽研，其中包括測量儀器及測量方法。

但是大多數人仍認為爐腹是需要的，其理由是：

(1) 在有爐腹時，風口燃燒帶離爐腹磚牆有一段距離，磚牆不會被燒化。而在沒有爐腹時，此時料料直達爐腰，燃燒帶就會貼近於磚牆，這樣會把磚牆燒化；

(2) 在有爐腹時風口燃燒帶大約相對應於爐喉離牆不遠之位置，在此位置礦石裝得最多，這樣是適宜的（如圖 9）。但當取消爐腹之後，燃燒帶更向邊緣移動，由於在邊緣焦炭較堆尖位置為多，這種移動之結果會促使邊緣煤氣太發展，燒壞爐牆，並且煤氣利用率也變壞了；

(3) 尚有第三種說法，說在爐身時，料料受熱膨脹，所以爐身要向下擴張。同樣，在爐腹處，由於料料中礦石與石灰石熔化，料料體積縮小，所以也要縮小斷面積。

這種推論是不對的，料料有部分熔化，體積縮小這一事實只能說明為何料料在爐腹處不至於懸料，但絕不能說明為何需要爐腹。亦就是說，這一事實只說明有爐腹時無害處，然而不能說明有益處。

上面三個理由，除第三個不正確外，前二原因從理論上看來是對的，然而其正確與否需待事實證明。

有效高度：

現今大多數高度之有效高度為 25—27 米（產量在 1000 噸/一夜左右者），有個別高爐達到 29—30 米。

一般高爐之有效容積的變化很大，然而高度則均差不多。其主要原因是怕爐子太高了，焦炭強度不足。這一想法是有其事實根據的。但是在從前當爐子很矮時，亦有同樣的想法，可以說，高爐冶煉一開始就有此想法了，然而，至今爐子高度已增加了許多。

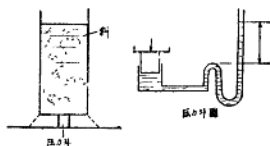


圖 8

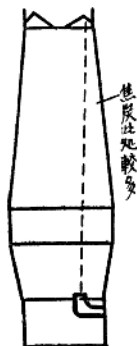


圖 9

所以，不能完全肯定以后炉子不会再加高了。

但事实是最可信賴的，事实表明：炉子太高时，冶炼强度就差些。所以說，上述想法基本上是对的。例如在美国有一座高炉曾經加大了高度，后来因冶炼情况不好而又改矮了。

在講到炉子的有效高度时，尚必須研究炉子的 H/D 之比值。[H —炉子的全高（Полная высота）， D —炉腰直徑] 此比值与炉子的有效容積有关。比值 H/D 过大过小均是不好的。过大无疑是不必要的，而过小则会使气流分布情况变坏。

格柳聶尔（Грюнер）根据許多炉子工作的实际經驗得出結論：“高炉的炉形應該是瘦長的， H/D 之比值对于焦炭高炉來說应不小于 4.0；而对木炭高炉來說应不小于 4²/₃。只有这样才能达到最好的冶炼强度”。

在巴甫洛夫（Павлов）著“煉鉄学”“Металлургия чугуна”一書中亦是这样寫着的。

在近代高炉中，虽然其高度和断面尺寸均較旧高炉增大了，有效容積最大达到 1600 米³，而日產量从 1927 年的約 1000 吨增加到如今的約 2000 吨。然而，增加有效容積和產量之办法，主要是靠擴大炉子的断面尺寸。所以，对現今的高炉來說， H/D 之比值已不是 4.0 了，而是—3.5。

在此要注意的是，当着实际要求增大炉子容積时，而又不能增大炉子高度的时候，此时只有增大寬度。而增大寬度的結果是炉子工作很好：炉料与气流之分布很好，技術指标亦很好。

为何会有这一现象呢？我們不能說格柳聶尔不对。格柳聶尔是对的，因为在当时的条件下的确是如此。但是現今条件不同了，例如風压与風量均变了，因而他的結論要作适当的修正。

要知道，格柳聶尔在做結論时不是根据个人臆想出發的，而是根据大量实际材料出發的。

我們对待各种結論，絕對不應該当作偶像一样來崇拜它，当着条件变化时，結論亦应作修正。

在关于高炉之高度問題上尚有几种說法：

第一种說法是以前已經講到的基太也夫（Китаев）的說法，他認為在高炉中有“空”段（Холостая высота）存在，所以可以把高炉降低 ¹/₃。

第二种說法，是“高炉冶炼”（Доменное производство）一書作者之一，列奥尼多夫（Н. К. Леонидов）之說法，他从气体动力学的观点出發，認為高炉應該大大降低高度，其原因是，如高炉太高了，就阻碍气体的流动，也就是說，料柱透气性变坏了。要增加風量就應該降低料的高度。

而拉姆（Рамм）教授則反对以上的說法，認為现有高度是需要，不能放矮。因为放矮了，煤气利用就会变坏。

究竟那一种說法正确呢？这需由事实來証明，我們不能草率地得出結論。可能列奥尼多夫之說法是对的，如果炉内單位面積上通过煤气量一定，則說明較矮的高炉中煤气分布会变坏的这一說法是无根据的。

由于高炉建造費用很大,所以不能輕易地來作試驗,以便看降低高炉高度是否有利。

爐 缸 直 徑:

在近代高炉中炉缸直徑一般为8米左右,有一外國的炉子达到8.55米,(查表1及表2)。

在过去当炉缸直徑很小时就認為:炉缸直徑已达到了極限,不能再增大了,然而,事实上發展到今天,炉缸直徑已增加到了如此大,所以不能說今后也不能再大了。然而必須注意到,在增大炉缸直徑的同时,必須將其他尺寸作相適應的改变。

爐 腰 直 徑:

現今一般近代高炉中均約为9米左右。(查表1及表2)。

在其他尺寸不作改变时,炉腰直徑D亦不应自由变动。 $\frac{D}{d}$ 之比值(d—炉缸直徑)一般为定值:

$$\frac{D}{d}=1.1-1.15。$$

此比值太小是有危險的,太小即意味着取消炉腹了。

爐 喉 直 徑:

近代高炉的炉喉直徑和炉腰的直徑之間有着嚴格的关系,和料鐘的直徑也有着直接的关系。

铁路是不允許运输过大的料鐘,特别是比料鐘更大的大鐘料斗(因为由铁路搬运的貨物是不能超过一定的大小)。如果將大料斗分成几部分后,由铁路运输至高炉車間中再鉚接或焊接起來运用,則鉚接或焊接起來的大鐘料斗就不堅固,并且容易漏煤气。故过去炉喉直徑的擴大也受铁路运输的条件所限制。但是如果本厂自己能制造大料斗,那末問題也就解决了,或者改用如图10的火車車皮搬运方法,那么这一困难也是可以解决了(参阅1953年8期“鋼”雜誌)。

因为炉身角的大小比較穩定,故当炉腰直徑确定后炉喉直徑也就一定了。当然,如果炉腰直徑已經一定,而炉身角有变化时,那么炉喉直徑也应有相適應的变化。

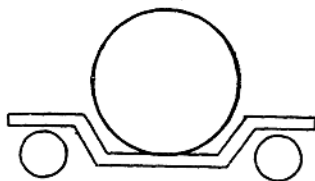


圖10