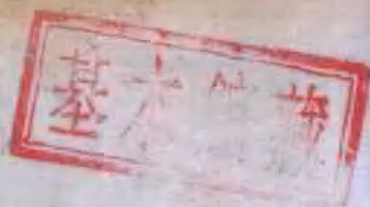


71399



化鐵爐設計和構造

(煉鐵高爐設計和構造)

余 名 鈺 校
余 宣 揚 譯



龍門聯合書局出版

化鐵爐設計和構造

МЕТАЛЛУРГИЯ ЧУГУНА ДОМЕННАЯ ПЕЧЬ

Акад. М. А. ПАВЛОВ 原著

余 名 鈺 校
余 宣 揚 譯

龍 門 聯 合 書 局 出 版

化鐵爐設計和構造

М. А. ПАВЛОВ
МЕТАЛЛУРГИЯ ЧУГУНА
ДОМЕННАЯ ПЕЧЬ
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ
1951

【版權所有】

一九五二年九月初版

一九五三年三月再版

定價人民幣 23,500 元

譯 者	余 宣 揚
出版者	龍 門 聯 合 書 局 上海南京東路六一號一〇一室 電 話 一 八 八 一 九
發行處	龍門聯合書局及各地分局 上海發行所 南京東路157號 北京分局 東安門大街82號 重慶分局 中山一路368號 漢口分局 江漢一路3號 瀋陽分局 太原街40號 天津分局 羅斯福路308號 西安分局 中山大街217號

對於本書名稱問題的說明

對於化鐵爐的名稱問題，有詳細說明的必要，不獨化鐵爐的本身問題，而且還有爐的各部份名稱，將來都會引起讀者的反映，但是在全國名稱未確定之前，還是不願有所更變。理由是所用名稱都是採用以往在國內已經習用而且合理者，所以除非中央規定，決不能改用日本名稱或不合理者。擇定化鐵爐名稱有兩個理由：（一）從歷史上來講，中國最早的漢陽鐵廠在三十餘年前就是叫化鐵爐，後來六河溝鐵廠才叫煉鐵爐，最近編著者往往根據德日譯名又稱為高爐。（二）從科學的出發點來講，應該是化鐵爐而不是煉鐵爐，因為化是化學的化，而不是熔化的化；鐵礦含氧在爐裏和焦炭的碳與所發的一氧化碳起了反應而化為鐵，其作用是完全化礦石為熔鐵，其中絕無任何精煉作用在內，若名為煉鐵，則在有精煉作用的煉鋼爐上，是否還有再進一步的名稱可以應用呢？所以『煉』字必須留給有精煉作用的爐上去用，不能給僅有單純的化學作用的爐上來用。漢陽稱化鐵爐，因為還有煉鋼爐，所以就將化和煉分開了。六河溝只有一座化鐵爐，所以美其名為煉鐵爐，因為沒有煉鋼這會事，稱為煉鐵爐亦未嘗不可。此外還有一種矛盾，就是近來有許多編著者把熔生鐵的冲天爐不叫熔鐵爐而稱做化鐵爐，這就動搖了化鐵爐的名稱。這個錯誤就更混淆了。就實際來講，翻砂廠冲天爐是熔鐵爐，它只是把生鐵來熔化，就是把固體變成液體，鐵的本身未經基本的化學作用，我以為應該稱冲天爐為熔鐵高爐而不應稱為化鐵爐。現在有幾本書都稱熔鐵爐為化鐵爐，使讀者先入為主的覺化礦為鐵不應稱化鐵爐，而應名為煉鐵爐，不知還有熔字可以用到冲天爐，把煉字用到精爐上去呢。至於高爐呢？實也太不專一。凡豎立而高的都是高爐：冲天爐以及銅鉛礦的化煉爐都是。若要用高爐必須再添上化鐵或煉鐵字樣以示區別，不能因德文名稱是高爐，日文也採用了這個名稱，我們也就跟着跑。最後為免去讀者混淆起見，擬在書名之下加“即煉鐵高爐”五字。

化鐵爐設計和構造刊正表

頁	行	圖	誤	正
2	10		淮	堆
8	末 4		依據上以	依據以上
34	14		1943 年	1948 年
56	6		焦炭	煤炭
69	6		(V_u)	(H_u)
73	18		有名的含炭極高	有名的含灰極高
76	21		07	0.7
78	6		10	1.0
84	16		土馬斯生鐵含 0.25—	土馬斯生鐵含砂 0.25—
85	21		直徑	容積
91	末 4		高度帶的高度	高溫帶的高度
91	末 2		爐窩	爐斗
93	末 1		($d_1=0.750$)	($d_1=0.75 D$)
95	11		未	非
117		121	圖倒置	
165		161	缺 6 字	補入 6 字
173	末 2		沈澱物	沉澱物
186	末 5		排板錯誤	應排齊
200	末 7		若用大磚	若用火磚
201	末 2		$1\frac{1}{2}$ 倍	$1\frac{1}{2}$ 倍
202	5		風嘴	渣口
202	6		風嘴	渣口
207	末 1		因而	然而
215	12		流通性	流動性
216	10			刮弧反向
217	末 5		燒苦	枯燒
229	末 6		要增加的	要增加的。
232	9		分	秒
232	11		每分鐘 10 公厘	每秒鐘 10 公尺
232	13		分	秒
232	15		分	秒
233	1		公分	公厘
234	6		調換風嘴	調換風嘴到
234	8		公分	公厘
237	8		露茜	羅盤
237		192	圖倒置	
239	2		$1\frac{1}{2}$ 倍	$1\frac{1}{2}$ 倍
242	末 10		公分。(四處)	公厘。(四處都改)

序

在化鐵爐的構造中，首先應該核定爐形內線的尺寸，因為這是化礦成鐵的工作地，直接影響每日產量，間接的是操作和爐齡。一樣高度而又同樣的爐斗直徑，只要窩徑配合不當，生產能力就會減低很多。若是高度够，除了燃料消耗增多之外，生產能力更會減低。爐筒和爐斗的周壁斜度不能配合鐵礦與焦炭的品質，其所造成的後果，不是礦料損耗增多，就是爐內消化不會正常；影響所及，是操作困難和爐齡縮短。這本書裏的第一篇從最古老的爐形內線說起，逐漸發現不利情形，於是很自然的根據現實而加以改正，以至演進到現在的化鐵爐內形。經過這樣敘述，對於各種內形尺寸的利害得失，就表示很明顯；同時對於內形之必須達到現代的形狀和尺寸，是正確而有信心了。在第二篇裏作者擬定一種計算方法，並應用這方法核對現今正在生產的各地化鐵爐，經過實際許多舉例對照，證明用這種計算方法設計化鐵爐內形不會有什麼大偏差的。

化鐵爐的內形能够正確，雖然解決了設計上的重大問題，但是襯壁不能持久，內形還是不能保留，操作也難維持正常，爐齡也不會太合理想，所以第三篇中又用事實證明襯壁厚薄的關係，以及各種施用冷水退却熱度以減少襯壁侵蝕的利害。尤以多方應用有水管的鑄鐵冷却鐵板代替銅水箱，適合蘇聯產銅不豐的環境，也就合乎我們目前的情形。

化鐵爐內腔就是設計正確，爐壁也能保持到相當完美，而加料不能分佈均勻，氣體流速就避重就輕，使熱度上昇，化煉過程失常，操作上也會發生困難；所以第四篇裏對於加料敘述特詳；於是再就基礎、窩底、爐窩、爐斗、支柱承熱圈、支柱、支架圈、爐筒以及爐頂的加料檯，都經分別敘述；對於化鐵爐本身的構造，說明得非常詳盡。不獨設計新爐可以參考應用，現有舊爐也可參照改建，以增進效能而提高產量。校閱之後，

對於本書資料的豐富，敘述的詳盡以及立論的正確，十分感佩；並以其切合實用，特序其梗概以作介紹。

余 名 鈺

連化頭屯河鋼鐵廠

1952年8月30日

譯 者 序

蘇聯化鐵爐專家巴伏洛夫院士在 1900 年對化鐵爐的技術工作已有驚人的成就。1936 年他發表了化鐵爐設計的著述後，德法兩國即轉載在雜誌上和印成單行本。1937 年日文本又從法國雜誌譯出，以其解說的詳盡，立論的正確，巴伏洛夫不愧為世界化鐵權威，而此書也可稱為世界的名著了。1951 年增訂的俄文本中材料更豐，數字又新；茲特詳細譯述，以供同好。

本書共分四篇：第一篇評論各國用木炭、焦炭、以及無煙煤化鐵爐的發源和內形的改進，使讀者了解化鐵爐內形的演進程序，經過失敗與成功而達現代的標準。讀了之後不獨能體會今昔從業者摸索的困難，也可以見到各種荒謬的主張都被事實證明其不能存在，使後學者不復聽信謬論而遭受損失。

第二篇敘述化鐵的計算標準和方法，並列舉實例來核對各化鐵爐而加以批評；使讀者明白如何來設計一座優良的化鐵爐，並且還可以核對現有的化鐵爐，分析其優劣之所在，進而作合理的改正；使生鐵產量得以增加，燃料消耗量可以降低，減少無形的浪費，增加優良的產品，獲益實非淺鮮。

第三、第四篇將化鐵爐構造的歷史經過以至近代的各種裝置詳列無遺。為使讀者明瞭起見，另輯圖表一冊，列為附篇，表示各種化鐵爐的裝置情形。不獨為初學者所必須精究細讀，也是從事鋼鐵者隨時應用的手冊。茲於譯成之後，爰序其顛末。

余 宣 揚

迪 化 頭 屯 河

1952 年 3 月 10 日

原 序

這本再版生鐵冶金學——化鐵爐(化鐵爐設計和構造)敘述各種操作方法中的化鐵爐內形的選擇與其尺寸大小的核算方法,並列舉建造化鐵爐的演進情形。

和第一版對照,這版裏就有許多修訂的地方,並且補充幾處最偉大的化鐵爐及其附件的設計與構造。在重訂此書時,對於名詞也有些更改。

本書是配合多數未曾學習專門冶鐵學的人們之所需要;同時對於冶金工業專科學校的學生,還是很有用處的。

科學會員 姆·巴伏洛夫

莫斯科 1951

目 錄

第 一 篇

化鐵爐內形的演進與其大小尺寸和生產量的關係

第一章	概論化鐵爐內形和尺寸	1
第二章	木炭化鐵爐的內形	15
第三章	焦炭化鐵爐的內形	27
第四章	煤炭化鐵爐的內形	43
第五章	結論	58

第 二 篇

化鐵爐尺寸的核定

第一章	核定化鐵爐尺寸的方法	59
第二章	化鐵爐內形各部的尺寸與其相互的關係	63
1.	化鐵爐的高度	63
2.	化鐵爐的容積	71
3.	爐窩	82
4.	爐筒的直筒部份與爐斗	89
5.	爐筒	93
第三章	核定實地應用化鐵爐內形的各種實例	96

第 三 篇

化鐵爐構造的演進

第一章	用實壘磚砌成方或圓形的爐子	123
第二章	用減薄磚壁的爐子	132

第三章 爐筒周壁薄的化鐵爐	191
---------------------	-----

第 四 篇

現代化鐵爐的各種構造

第一章 概論現在應用的化鐵爐構造	195
第二章 分枝化鐵爐的各部構造	214
1. 化鐵爐的耐火磚	218
2. 化鐵爐底座和基礎	220
3. 窩底、爐窩及爐斗	224
4. 供風入爐窩及從爐窩放渣的方法	232
5. 支柱、支架圈及支柱下的墊板	235
6. 爐筒	230
7. 加料設備	257
索 引	I-VIII

第一篇

化鐵爐內形的演進與其大小尺寸和生產量的關係

第一章 概論化鐵爐內形和尺寸

1. 化鐵爐 本來是從鍛鐵爐改造出來的；在鍛鐵爐裏，就用鍛鐵法直接把鐵礦鍛鍊成鐵。鍛爐的容積，即熔化室的容積，就是在以耐火材料築成上下倒置的雙錐形爐壁裏面。最大鍛爐內形的高度，正常未曾超過 4.5 公尺；其中段最大處的對徑，則在 1.5—1.8 公尺。這種鍛爐內形的縱斷面是兩個不平行四邊形，如圖 1。

化鐵爐最初的内形和鍛爐大同小異，不過稍高而已。當時以為十分加高是不可能的事，因為木炭組織太鬆，恐怕受不起壓力。

從鍛爐演進到化鐵爐的過程中，因為認為不可能增加高度，於是從事於橫擴其面積，使爐的容積加大，以求多產生鐵。但人工操作限制了化鐵爐上口的擴大；因為上口是原料加入的地方，如若要使原料加得在水平層全面積均勻分佈的話，上口擴大了是很困難達到的。於是增加爐的下部的對徑，就是擴大了燃燒供熱地段，換句話說呢，也就是增加爐窩的直徑。如根據舊的觀念，那是有害的辦法，以為應該用高熱集中來生產鑄鐵用的生鐵——在化鐵爐初期工作時的主要產品。事實上對於煉鋼用的生鐵可用較低溫度化煉，而普遍的經驗都證明大爐窩有增進化鐵爐工作效率的可能，這是因為用了狹窄的爐窩，其結果則四周逐漸都經燒蝕。話雖如此，但在此一世紀中，每次修爐，還是把爐子的原來內形重又照樣建造。不管

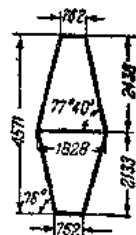


圖 1
鍛爐的内形。

其如何醜陋而不合理，這種內形還是繼續存在十九世紀的中葉。圖 2 表示這種內形的凡格海根廠古老德國木炭爐，在 1838 年還用木炭在化鐵。當時本生曾第一次做他有名的這座爐子上爐筒裏的氣體化驗。

有經驗者，一見圖 2，對於操作這種內形的爐子，從他們的觀察上就明確的知其結果，當第一期剛在開爐之後，產量是少的；只有待爐窩十分熔蝕之後——熱力改正了建造者的錯誤——，產量才逐漸增多而達正常；因為爐窩擴大，能使風量增多（如實際工作者常說狹小的爐窩不會受風），於是爐裏的作用就十分猛進，推積的熔料也就下降而移動了。若爐窩狹小，不獨爐的容量不能十足利用，因生鐵對每單位爐量的生產量很低；而且氣體的熱力和化學能力都會大部損失，因為氣體向最短途徑上昇時，沿途與小量下降熔料相接觸就排入空氣中，溫度稍低而且內含大量的一氧化碳。

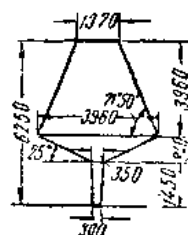


圖 2
德國凡格海根廠木炭爐的內形，有效容量 28 立方公尺，每月產量 1.5 噸煉鋼生鐵。

若把凡格海根廠的爐子來定其內形高度(H)和最大橫斷面對徑(D)的比例，定其最大橫斷面對徑(D)和爐窩對徑(d)的比例，及定其頂上爐喉對徑(d_1)和爐斗上緣最大橫斷面對徑(D)的比例；則這三個比例，就很顯明的描寫這種化鐵爐內形的典型；於是以我們的方法用數字來表示：

$$H:D=1.5; \quad D:d=11 \quad \text{及} \quad d_1:D=0.346$$

這三個比例都明確表示古老化鐵爐中和現代化鐵爐中比例的不同。

但當時所有一切爐子，並不是都像凡格海根廠的爐子有這樣醜陋的內形和如此低的高度的。同時，在德國萊茵廠的一個廠裏，有一座爐子，用木炭化鐵，其內形則如圖 3。

這座爐子就有相當的高度。在 19 世紀的上半紀中，這樣高度是認為用木炭化鐵爐中的最高限度了。當時用木炭化鐵的，尚有許多爐子，也是這樣的高度。萊茵爐的爐斗對徑比凡格海根的是略小些，其至高和爐斗對徑的比例是 3.6，這種比例就接近現代的比例了。但爐子下部的第三段，仍有大部份和十九世紀上葉的陳舊內形相同。爐窩是很高。

而窄；爐斗傾斜則不像凡格海根爐的角度那麼銳。

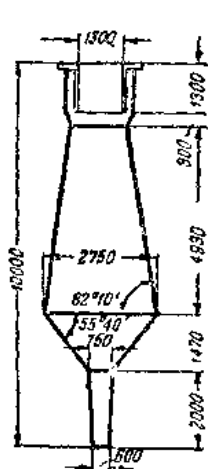


圖 3

在 19 世紀初葉德國萊茵區木炭爐的內形；有效容量 32.3 立方公尺，每日產量 4 公噸。

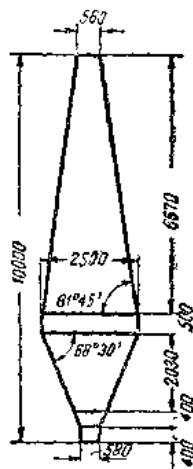


圖 4

法國克賴法爾廠木炭爐的內形；有效容量 21.9 立方公尺，每日生產鋼生鐵 3 公噸。

當本生在試驗凡格海根爐時，愛倍爾曼同時在研究克賴法爾廠及奧登考爾廠的法國木炭爐，供給我們這些爐子內形的數字；從他的研究論文中，我們得到克賴法爾廠爐子的內形，如圖 4。

這座爐子的高度和萊茵爐相同，但其內形是很不正常，爐的裝料上口非常狹窄，但爐斗是一直達到風嘴帶；因風嘴左近所造成的空處和爐斗傾斜較陡的便利，所以料的下降進行得非常順利而均勻。在這座爐子上，其爐高和斗徑的比例達到 4。其爐喉狹窄，則為當時西歐許多爐子的通常情形。在烏拉爾，由第一根尼那指導而建造的第一座爐裏（第 18 世紀初期 25 年間），斗徑和喉徑的比例約為 0.75。這個烏拉爾和西歐爐子的不同點，以後仍是保留的。

烏拉爾爐子的高度比西歐的，不獨不低，而且還要高些。在 1740 年，普羅可比·第米道夫在尼維安斯基廠建造一座化鐵爐，根據革爾曼，其內形如圖 5。因全高 12.8 公尺，這座爐子有克賴法爾 3.5 倍以上的有效容量，從伏蘇戈耶山的富礦裏，每日化出 14 噸生鐵。這樣的產量，

在當時，是隨便那座歐洲的化鐵爐所未曾達到過的。圖5表示第米道夫化鐵爐的內形式樣，那是和圖3萊茵廠爐子相同，不過其主要尺寸是約計高出25%。爐窩也較高，但因其周壁向上擴大，造成與爐斗部接合處的面積廣大。斜度也比萊因爐子的陡些。

應用圖5的內形和尺寸是一個很大的進步。此外，尼維安斯基廠的爐子，在第一次開爐是施用兩個風嘴。這也是一樁重要的創舉，使這座爐，在產量方面，高居化鐵爐首席至相當長久的時間。

2. 用焦炭化生鐵 是1740年在英國一座木炭爐裏始創進行的。在英國建造第一座焦炭化鐵爐的高度和內形，是同木炭化鐵爐一樣。其產鐵量，每日約2.5噸，比木炭化鐵爐略多些。

加大焦炭化鐵爐的尺寸，演進得非常之慢。加大尺寸的工作之所以遲緩，是因為當時只有用水力帶動的普通鞴式風箱，而沒有大型鼓風機的緣故。

1776年以後，應用到蒸汽機來供給化鐵爐的壓風，才能把爐的尺寸加大，使產量提高。

話雖如此，在實際上對於加大尺寸和增加產量，還是演進得很慢；就是在1736年西利西亞的格萊維次廠裏，焦炭化鐵爐的高度和橫斷面積，還是比第米道夫在56年前所造的化鐵爐矮小些（對照圖5和圖6）。

在十九世紀最初25年中，大不列顛境內焦炭化鐵爐的每日產量未曾超過7噸，而平均則為5噸。一座這種產量的化鐵爐，即蘇格蘭的卡隆廠裏的焦炭化鐵爐，列示在圖7。同凡格海根廠的化鐵爐對照，則這裏的爐高和斗徑的比例(2.65)是大些，而斗徑和窩徑的比例(5.15)則小

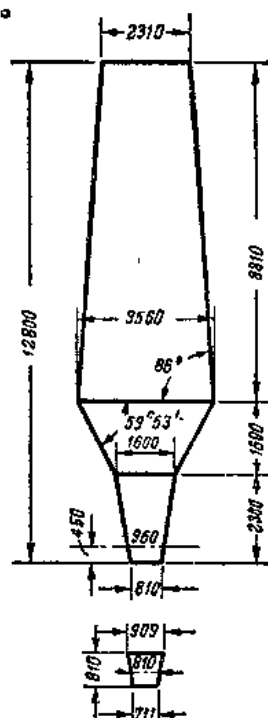


圖 5

1740年尼維安斯基廠爐子的內形，有效容量72立方公尺，每日生產煉鋼灰口生鐵14公噸。

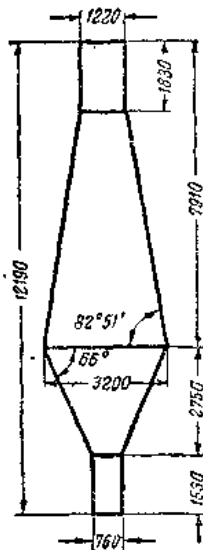


圖 6

1786 年西利亞亞格來維次廠焦炭化鐵爐的內形；有效容量 27 立方公尺，每日產量 2.1 至 2.5 噸。

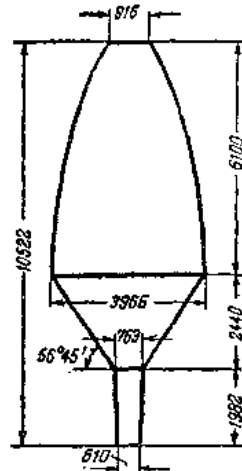


圖 7

十九世紀初葉蘇格蘭卡隆廠焦炭化鐵爐的內形；有效容量 47 立方公尺，每日產量 5 噸。

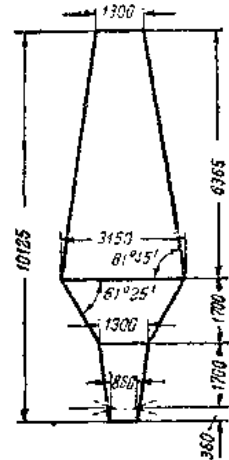


圖 8

法國維也納廠在 1843 年所建焦炭化鐵爐的內形；有效容量 30 立方公尺，每日產量 4 噸。

些。總之，爐窩面積（喉口面積也是一樣）是十分狹小的。

在歐洲大陸的化鐵爐，多沿習英國的模型，其內形多如圖所示。圖 8 和圖 9 分別表示法國維也納廠和普魯士西根斯區的化鐵爐。這兩座爐的高度，都和卡隆廠的一樣，但維也納廠的爐窩較大和爐斗較陡，其內形可謂比蘇格蘭的都有成就；但其上口的爐喉，還是狹窄的。在西根斯區的爐子裏，對於爐喉這一點是改正了的，但是爐窩狹窄得很，比法國爐子的還要小。

在這個時期，雖然實際在生產的爐子，其內形多數是極類似的，但對於化鐵爐內形應究竟如何選定才有利的思想，則當其時已經開始見於論述的了。

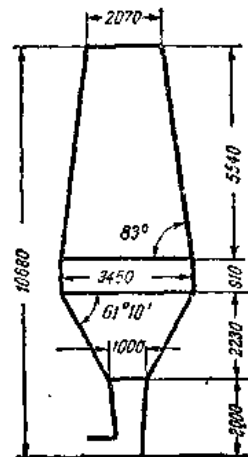


圖 9

普魯士的西根斯區在 1880 年所建焦炭化鐵爐的內形；有效容量 52.3 立方公尺，每日產量 7 噸。

在 1839 年，約翰·吉蓬斯曾編印一本小冊子，叫做“斯塔福郡化鐵爐建造的實際記錄”，在冊子裏他曾這樣寫着：

『因為有充分的機會來做詳細觀察化鐵爐的工作，我就利用這個機會來研究熱力對於爐內操作地段形狀的影響，從開爐始至最後放爐修理為止。

在斯塔福郡，化鐵爐開爐一次，能持久 4—5 年；但我在許多年中同時管理六座爐子，我就把這些爐子分期放爐，從開爐後三個月起開始注視爐子的燒蝕情況，注意力逐漸加強，待至最後，爐子完全蝕穿，為止。

在放爐後，又注意到爐子工作各段耐火周壁的情形，我就對自己說“火的數字好像都書寫在爐壁上似的，我想用心去瞭解這些所書寫的是些什麼，於是許多事實竟會使我明白了”。

首先使我感想的是爐窩及爐斗的周壁，在開爐之後就會很快燒蝕的事實；可以說在開爐六個月後，平均的數字是 $\frac{1}{3}$ 爐壁厚度；若是磚砌的話，則以後燒蝕很少，但逐漸加深以至爐斗完全燒蝕到必須修爐之時為止。

這就使我體會到：若我這樣建造一座爐子，使其工作地段的內形，預先就砌成三個月後所燒蝕的形狀，那末，我可以限制火的侵蝕，並能保護爐窩和爐斗的大部份不至燒蝕。這種試造是不會有什麼危險的，所以我就照這樣做了』。

首先是：把爐窩的對徑加大到支撐爐壳的磚柱所能容許為止。爐窩較大的爐子比舊式的能在早幾個月達到正常的標準生產量，而修理時間可晚些，就是說，可以使用得更長久些。

第二是：把爐斗加陡和把爐筒加大。做這樣改造化鐵爐的工作結果，是和建爐者的預計完全相符合的；經過 $4\frac{1}{2}$ 年繼續不斷的施用，這座爐子比鄰近各爐的化煉全量，放出加倍的生鐵，而且以後還是始終保有這樣優良的成績；其化鐵全程維持到七年之久，而在放爐停息之後，爐的磚壁仍若完好。圖 10 就是這個內形的寫照。

這個內形的爐高和最大爐徑比例增加到 3.5，而斗徑和窩徑比例降低到 3.5。從現代的觀察，斗徑和窩徑比例，還是太高——對於這樣內形，若用再大些的爐窩，還是有利的。在觀摩各部尺寸之後，還要注意