

基本馆藏

264706

铸铁管式热风炉

劉志超 王宗仁

石光偉 編



61

14

冶金工业出版社

鑄鐵管式熱風爐

冶金工業出版社

本書扼要地敘述了鑄鐵管式熱風爐的構造、操作以及鑄鐵管化學成份的選擇。此外，書中還簡單介紹了管式熱風爐計算中所應用的原理，並列有計算舉例。可供煉鐵技術人員及熱風爐工人參考。

本書由鋼鐵工業研究院 煉鐵室 劉志超、王宗仁、石光偉同志編寫。

鑄鐵管式熱風爐

冶金工業出版社出版

（北京市房山口市甲45號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

冶金工業出版社印刷廠印·新華書店發行

1960年1月第一版

1960年1月北京第一次印刷

印數 3,020 冊

開本 850×1165·1/32·92,000 字·印張 3 $\frac{22}{32}$

統一書號 15062·1998 定價 0.49 元

前 言

在党和毛主席的领导下，我国社会主义建設正在飞跃地向前发展。钢铁工业有了极大的跃进。炼铁生产亦得到了很大的发展，在大跃进的1958年中，各地兴建了数以万計的小高爐，这些小高爐一般都是使用管式热风爐来得到热风的。根据文献記載，使用这种热风爐，一般風溫仅能維持 $300\sim 450^{\circ}\text{C}$ 左右。但在全民大搞鋼鐵的运动中，湖南攸县等地大胆的改进了管式热风爐的燃烧情况及爐子結構，使热风溫度一跃升至 700°C 。今年小高爐會議上也作出決議推广这一先进經驗，作为降低焦比提高生鉄質量及增产的主要措施之一。但有的厂还未能很好掌握这一先进經驗的本質，所以也未能收到应有的效果。一些工厂的同志們对管式热风爐应如何正确操作（特别是多咀燃烧以后），对鑄鉄管的成份应如何选择，以及对有关一些計算問題感到困难。本書收集了一些有关热风爐的实际資料，并对采用多咀燃烧后热风爐相应的改造部份作了說明。此外，本書还对有关管式热风爐內鑄鉄管化学成份的选择及一些必要的理論計算作了較系統的敘述。但由于編者受到水平的限制及編写時間的倉促，書中缺点及不妥之处是不可避免的。希望同志們提出指正批評。

編 者

目 录

前言

第一章 緒論	1
第二章 管式热风爐的构造及操作	3
第一节 管式热风爐的发展及在我国使用的情况	3
第二节 一般管式热风爐(即多嘴燃烧前情况)	5
第三节 多嘴燃烧后的管式热风爐操作	8
第四节 鑄鉄管在热风爐中的排列	13
第五节 鑄鉄管管口的銲接	20
第六节 烘爐及烘爐曲綫的制訂	26
第七节 管式热风爐的技术改造及多嘴燃烧中的一些問題	29
第三章 鑄鉄管化学成份的选择	38
第一节 生鉄在高温下的性能(氧化、体积变化等)及鑄鉄管化学成份的确定	38
第二节 用耐热合金生鉄制造鑄鉄管以进一步提高风温	46
第四章 管式热风爐計算中所应用的原理	51
第一节 气体燃料的燃烧計算	51
第二节 气体流动原理和气体流动时的压头損失	64
第三节 传热原理和换热器(管式热风爐)的形式与計算公式	77
第五章 管式热风爐的計算举例	105

第一章 緒 論

煉鐵工作者都很清楚的知道，高爐使用熱風煉鐵是降低焦比提高質量的主要和有效的措施之一。根據多年的經驗數據分析，熱風溫度在 500°C 以下每提高風溫 100°C ，則煉一噸鐵所用焦炭量就減少10%，同時產量也可提高10%。風溫由 $500^{\circ}\text{C} \sim 700^{\circ}\text{C}$ 每提高風溫 100°C ，則煉一噸鐵所需要的焦炭量減少6%，產量提高6%。另外，由於提高了熱風溫度高爐中的造渣制度也得到了改善，同時也增強了渣的脫硫能力。因而提高風溫也是改善生鐵質量的好辦法。由此看來，在我們的數以萬計的小高爐中，積極設法提高熱風溫度是一舉三得（降低焦比、提高產量、改善鐵的質量）的有效措施。

多年來（包括中國和外國）使用管式熱風爐所得到的風溫一般為 $400^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$ ，但53年在全民大搞鋼鐵的運動中，打破了一些保守思想，大鬧技術革命，湖南攸縣人民鐵廠首先改進了管式熱風爐的燃燒方法，即由原來的少咀（只前面2~4個燃燒咀）變為多咀（在熱風爐的兩旁也加了咀）的燃燒方法，並相應地改進了操作，使熱風溫度提高至 700°C 。接着河北省平山縣第一鋼鐵廠也由於學習了這一先進經驗，使熱風溫度也提高至 700°C 左右，並經常保持在 650°C 以上。其他各廠採用這一先進經驗後一般來講風溫都有所提高。但是也有些工廠還未掌握這一先進經驗的實質，所以有的廠並未收到應有的效果。也就是說管式熱風爐採用了多咀燃燒後未能提高風溫至應有的水平。有些工廠只是把燃燒咀多安了幾個，而對多咀燃燒後如何相應的改進管式熱風爐的其它設備及操作，則未加以注意，因此收效不大。

根據目前條件來看，在小高爐上使用管式熱風爐來取得熱風還是比較經濟的和合理的。但是，目前所使用的熱風爐內的鑄鐵管，一般都是由普通生鐵製成，且對鑄鐵管的成份不加控制，利

用一般的生鉄管提高风温毕竟仍受到限制，因为若把爐膛温度提高到1100~1200°C，則管壁温度接近于生鉄的軟化温度，所以若想再提高风温至800°C以上就必须使用其他材料的鑄管才能滿足要求。一般使用耐热生鉄作的热风管比采用考伯式的热风爐要經濟，这种耐热生鉄即叫做高硅鑄鉄（5~6% Si，0.5% 左右的Mg），在有条件的地区可以采用。

第二章 管式热风爐的构造及操作

第一節 管式热风爐的發展及在我國使用的情况

高爐中使用热风炼鉄的好处，早就被人們发现了。1928年詹姆氏萊里松在英国建議的，并且专利是属于他一个人。1929年И.М. 沃波維奇肯定在彼切尔布尔格的亚力山大罗夫斯克工厂的木炭爐上采用过热风。由于那时技术水平很低，不知道利用高爐煤气燃烧，而只是利用固体燃料来加热鉄管或耐火砖格子，使冷风通过結構简单的鉄管或耐火砖格子来得到热风的。那时所得到的热风温度仅为 150°C 左右。但高爐上使用了热风后显著地收到了良好的效果。接着对热风爐的构造及如何設法取得更高的风温人們作了很多的努力。

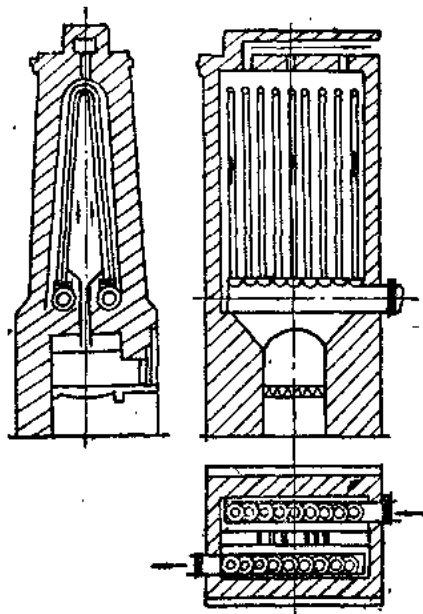


图 II—1 第一座管式热风爐

1930年出现了第一个管式热风爐，如图 II—1。这座热风爐内部是由鑄鉄管連接而成，鑄鉄管内部通入空气，外部用煤气和固体燃料加热，使风温可提至 400°C 左右。以后就在这个基础上进行改进。但当时受到技术水平的限制，在高爐上采用管式热风爐的时代风温一般皆在 $400\sim 450^{\circ}\text{C}$ 。在1857年由于不断改进的结果，热风爐的构造又出现了第一座用砖砌的圓形的内部砌有格子砖的热风爐，也就是考柏式

热风爐的前身。此后管式热风爐就被淘汰了。但是在冶金等工业中为了充分利用热量，人們利用烟道里的废气来加热空气或煤气的金屬换热器得到了进一步的发展。到目前仍被广泛地采用着的有：整体换热器、輻射换热器、平滑鋼管换热器等。在采用的材料上除普通生鉄外还采用了耐热鋼及耐热鑄鉄等以期达到更高风溫的目的。

我国在炼鉄事业上有着悠久的历史，小高爐上也多是用管式热风爐来取得热风的，如四川、湖南等省利用管式热风爐来得到热风有着較长的历史，一般使用的管式热风爐如图 I—2。

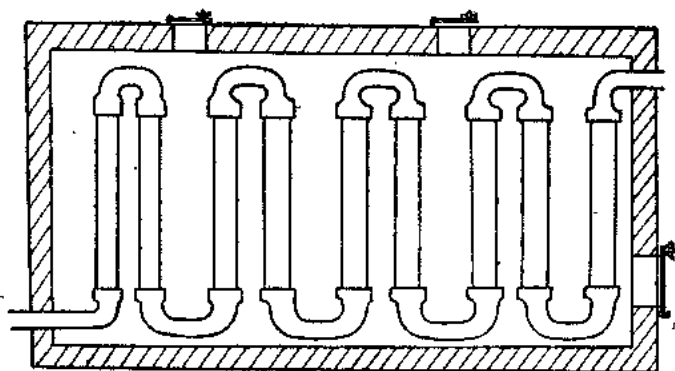


图 I—2 一般使用的管式热风爐略图

在58年党中央提出大中小企业同时并举的方针后，各地建立了許多的小高爐，它們大都是利用简单的，易建造的管式热风爐来达到取得热风的。在短短的一年中，管式热风爐無論在构造、操作上都有了較大的发展，特别是风溫上由多年使用管式热风爐的 500°C 以下风溫一跃而提至 700°C 左右，这一创举对管式热风爐的評價起了重大的作用。証明了用投資节省的、建設速度快的管式热风爐同样可以达到較高的风溫 (700°C 左右)。

第二節 一般管式热风爐（即多嘴燃燒前情况）

在管式热风爐中燃燒咀皆安在前端，煤氣燃燒后由热风爐后端的烟道抽走，这样就形成了两个温度区域，即靠近燃燒咀的一端温度較高，而爐子中部及后部温度較低，爐內顏色前面呈紅亮色，后面呈暗紅色。这样一来冷风从爐子后部的鉄管中进来后流向前端，在同样的換热面积的情况下，风在高温区所停留的时间很短，就到高爐中去了。因此，风温較低，一般在 $400^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$ 范围。若想再提高风温就必须將燃燒的煤氣量增多，使前部温度提高，但这样会使高温区的管子易变形或燒坏。

一般管式热风爐燒咀的安裝位置，見圖（I—3）。

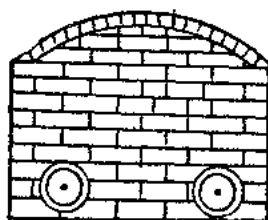


圖 I—3 爐前燒嘴位置

【、热风爐的构造

管式热风爐的基本构造是：用耐火砖或紅砖砌成方室形，室成长方形，其大小可視所負担的高爐容积而定，室內排列U形的鑄鉄管，鑄鉄管直径的大小亦根据在单位時間內所通过的风量而異。目前在 55米^3 以下小高爐中，一般采用 $100 \sim 200$ 毫米直径的鑄鉄管。热风爐的烟道一般放在后面，但目前也有放在中間的。冷风从热风爐后部的冷风管通入爐內的热风支管中。冷风通过相連的U形管，即到爐前的热风总管汇合而成了热风。为了加固爐外壳，通常用角鋼包角、槽鋼加框、圓鋼螺絲連接。热风爐的拱頂角度在結構上是很重要一环，一般在有槽鋼等加固时拱頂可以

平些，若沒有槽鋼等加固，而是用磚垛砌筑時則可將拱角放大，以防倒塌。拱角愈大，則對煤氣的热能利用愈差。

II、燃燒嘴的構造

燃燒嘴的構造一般目前应用的有二种：一种称簡易式燃燒嘴，一种称双筒式燃燒嘴。

1. 簡易式燃燒嘴：这种燒嘴（图 I—4）之所以称簡易式的，就是因为它的構造非常简单，其特点是煤氣与空气分开进入热风爐內，且燒嘴就在爐墙上打个洞，使煤氣管进入爐內即可。也可以安一閘板調節煤氣。

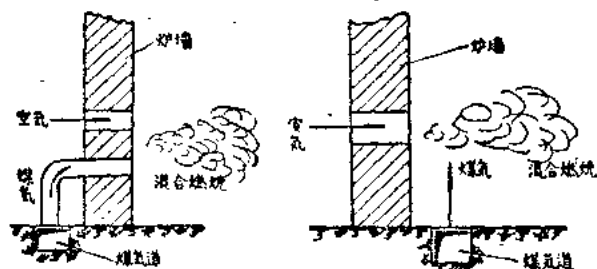


图 I—4 簡易式燃燒嘴示意图

2. 双筒式燒嘴：这种燒嘴（图 I—5）一般系用鋼板制成。空气和煤氣在燒嘴內混合后进入爐內。还裝有煤氣調節閘（閘板式）及調節空气閘（称眼鏡閘）。

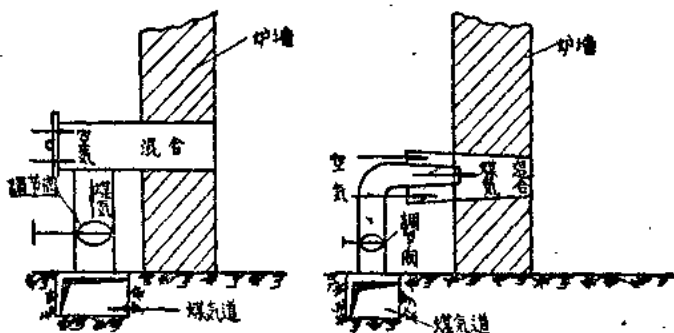


图 I—5 双筒式燃燒嘴示意图

Ⅱ、高爐容積、風機與熱風爐的配合

在小高爐生產中熱風爐配合的適當，則風溫可以提高；否則就會受到影響。在一般生產中 28米^3 以下的小高爐，一般都用一個熱風爐送風，一個備用。對於 $28\sim 55\text{米}^3$ 高爐，如果用一個熱風爐送風，則需熱風爐太大，建築和操作都不方便，所以一般一個高爐皆用二個熱風爐送風，一個備用。或二個高爐共用5個熱風爐。其一般高爐容積與管式熱風爐的性能如表Ⅱ—1，Ⅱ—2所示。

表Ⅱ—1

項 目	高 爐 有 效 容 積 (米^3)					
	6.5	8	13	15	28	55
熱風爐個數	2個高爐 用3個	2個高爐 用3個	2個	1爐用1個	同時用 2個	2個高爐用 5個(或1 個用3個)
每座熱風爐加熱面積 (米^2)	42	45	51	68	70	108
風機能力 ($\text{米}^3/\text{分}$)	25	42	42 (84)	兩個42并聯 (或用1個 84)	$2 \times 84 =$ (84)	200
單位風量之加熱面積 ($\text{米}^2/\text{米}^3$)	2.1	1.3	0.77 (1.21)	1.16 (1.02)	1.19 (2.09)	1.35
每 M^3 高爐容積之加 熱面積 ($\text{米}^2/\text{米}^3$)	9.7	8.47	7.85	9.07 110	5	4.95~5.9
熱風管內徑 (毫米)	100	100	100	250	110	110
管壁厚度 (毫米)	15~20	20	15~20	20	20	20

(注) 入爐風量按風機風量80%計算。并車后打七折計算。

括號內數字為原設計指數。

表Ⅱ—2

一些較好的管式热风爐的一些数据 (風溫經常保持 650°C 左右)

厂 子 名 称	攸 县	平 山	利 民	邵 东
高爐有效容积(米^3)	33	6.5	7	27.5
用热风爐个数	2座	二个高爐用 3个	2座替換	共三座替換使用
每座热风爐的加热面积 (米^2)	116(立式) 121(臥式)	42	54 50	81
风机能力($\text{米}^3/\text{分}$)	两个42米 ³ / 分风机并联	25	38~40	两个42米 ³ /分风机并 联使用,原設計并联后 为75米 ³ /分
单位风量之加热面积 ($\text{米}^2/\text{米}^3$)	1.93(立式) 2.07(臥式)	2.1	1.39 (54) 1.28 (50)	1.35 (按69)
热风管内径(毫米)	140	100	140	8.83
管壁厚度(毫米)	25	20~15	20~25	
每 M^3 高爐容积加热面 积 ($\text{米}^2/\text{米}^3$)	7.27	9.7	14.9	

第三節 多嘴燃燒后的管式热风爐操作

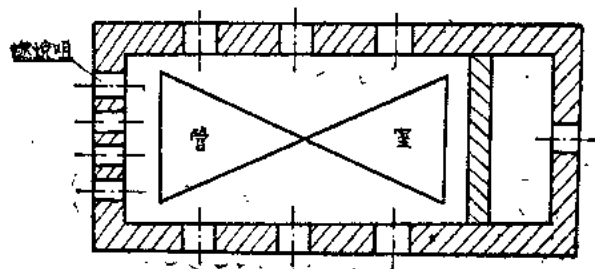
管式热风爐在湖南攸县鉄厂职工們敢想敢干的风格下采取了多咀燃燒,使热风溫度由原来的 $400^{\circ}\sim 500^{\circ}\text{C}$ 提高到 700°C 以上,这是一个很大的成績。其他工厂在很好学习了这一先进經驗也得到了很好的效果。下面是作者根据一些工厂的經驗总结的多咀燃燒的一些技术措施。

1、分段、低位置安装多烧嘴

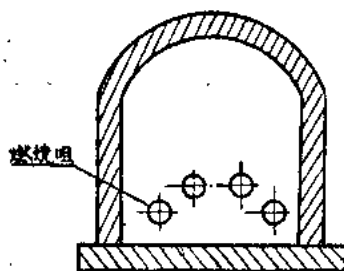
前面已經談过管式热风爐通常燃燒咀的排列只局限在前端,冷空气与热风爐內的火焰呈逆流式,使空气逐漸加热,因此燒咀的数量过去只有前端的2~4个,这样前端燃燒室溫度很高,燒得通紅,而热风爐中部与后部的溫度却很低,因此在热风爐后部低温区热交换效率很差,而在爐的前端高温区风的停留時間又短,所

以风温很难提高。

湖南攸县铁厂对管式热风炉进行了革新，首先实行分段的安装多烧咀，除原来的前端有烧咀外，并在炉墙两侧也分段的安装了燃烧咀，由原来的四个增加至十二个（如图Ⅱ—6，图Ⅱ—7）。



图Ⅱ—6



图Ⅱ—7

燃烧咀的数目应根据高炉大小和热风炉长度的不同，可进行计算加以安装。多咀燃烧后烧咀的计算可根据每个高炉在每小时产生的煤气量，再根据热风炉在每小时燃烧的煤气量（一般为50~80%），加以简单的计算，就可以初步确定燃烧咀的大小和

数量。

$$V = A \cdot W$$

式中 V ——表示煤气单位时间的流量， $\text{米}^3/\text{秒}$ ；

A ——煤气进口的截面积，毫米；

W ——煤气速度，一般为5~10米/秒。

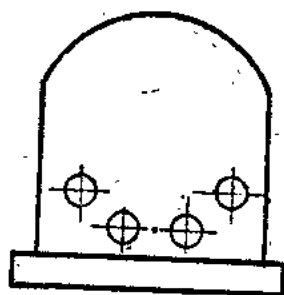
由 A 值即可求出烧咀煤气进口的直径。

燃烧咀空气进口的大小系根据单位时间煤气燃烧率和空气过剩系数来确定，空气过剩系数一般采用1~1.2较为合适。

安装烧咀时应分段設置，即在热风爐的側面隔一定距离安装，每个烧咀間的距离約为1.5~2米即可，最后的烧咀不应太靠后，一般两侧最后一个烧咀可距后隔墙2.5米左右，否則这里燃烧的废气会很容易被烟囱抽走，不起作用。

根据一些实例前墙的烧咀可排成弓形，中間較低些为好，如图Ⅱ—8。

安装烧咀的位置应低于500毫米，将烧咀安放位置降低是充分地利用热能的措施，因为烧咀安放位置太高，势必会使煤气燃烧后产生的大量热废气为在热风管上部和管子上部的空間加热，因而造成爐頂温度很高，



图Ⅱ—8 燃烧嘴排列示意图

管子上部温度也高，而管子的下半部却没有很好的被加热。改为低位置安装后可以解决了这个缺点，这就克服了管子上紅下暗加热不均匀的现象。但应当注意烧咀的安装，不得正对管子而且离得太近，以避免直吹烧坏管子，这样情况在实际中不注意是会经常发生的。

Ⅱ、合理的配合空气量，调节煤气燃烧

合理的调节煤气与空气的配合比例，使煤气发出最高的发热量，是充分加热管壁和提高热风温度的先决条件，要想达到热风爐的合理燃烧，必须符合下列要求：

1. 单位时间内燃烧的煤气量应适合于所需要的最大量。
2. 煤气应达到合理的較完全燃烧。
3. 热损失少。

这就是說，要使煤气与空气合理配合达到所謂煤气的完全燃烧，发出最高热值，就必须供給煤气足够但并不过剩的空气。要达到这一目的除改进設備提高煤气量外，更主要的是改善热风爐的操作，建立正确的操作制度。在目前設備簡陋、缺乏仪表計器

的小高爐上做到上述要求是困難的，而在很多情況下只得憑經驗和肉眼的觀察。根據一些好的操作經驗，一般認為煤氣燃燒後得出的火焰顏色以淺黃微帶些藍色，爐內清晰明亮，管壁為橘紅色最佳，根據湖南攸縣鉄廠的數據達到這種燃燒情況燃燒咀前端溫度一般為 $1000^{\circ}\sim 1200^{\circ}\text{C}$ ，管壁為 $850^{\circ}\sim 950^{\circ}\text{C}$ 。目前，在煤氣與空氣量的配合調節上常常是採取同時調節煤氣與空氣的方法，該法的缺點是不易達到合理配合，致使操作複雜不易掌握。一般認為固定煤氣量調節空氣量為最好，因為對每個高爐來說在爐況順行的情況下，單位時間內產生的煤氣量大致相同，且在成分上變動不大，進入熱風爐燃燒的量在煙道與煙道抽吸力正常情況下（指沒有內外原因，如灰塵堵塞等現象），也基本上是不變的，並且易于控制爐內呈還原焰，以防管壁受氧化。同時，若再調節煤氣就意味着熱風爐在單位時間內燃燒煤氣量的變化，這無疑就不能保證熱風爐在單位時間內燃燒最大的煤氣量的要求。因此看來，固定煤氣量調節空氣量的方法為好。

各個高爐在煤氣管道上應安裝有煤氣流量計和翻板式煤氣調節閥，有條件時可在每個燃燒咀處裝置煤氣調節閥，這在多咀燃燒上是很需要的。因為控制前面燒咀的煤氣流量可相應地增加側面燒咀煤氣的流量，這就促使各燒咀煤氣量均勻，同時在燃燒咀上還應安裝扇形空氣調節板（花板），用來調節進入燒咀的空氣量。

此外，煙囪的抽力是增加廢氣流動速度，促使爐內燃燒旺盛，提高風溫的重要條件之一。目前很多管式熱風爐使用多咀燃燒後，沒有相應的解決煙囪的抽力與煙道截面的問題，致使爐內因燃燒的煤氣量大大增加，同時產生的廢氣量也增加，發現煙囪的抽力不能滿足要求。一般爐內每燃燒 1米^3 的煤氣可產生 $1.5\sim 1.8\text{米}^3$ 的廢氣。在實際生產中也經常發現多咀燃燒後用的煤氣多了，相應的產生的廢氣量也多了，煙囪的抽力則顯然不夠，廢氣流速很慢使得熱風爐發生煤氣不燃或煤氣火焰從燒咀倒流出等現

象，影响了爐內管子的預熱和風溫的提高。所以，隨著多咀燃燒的推行必須相應增加煙囪的高度和煙道的斷面積。例如湖南攸縣鐵廠把原設計15米高煙囪提高至22米，煙道長度由原來的7米增至27米，煙道斷面積比原來也擴大了 0.2米^2 ，同時在熱風爐的後牆上也加開了幾個小排氣孔，因此使得廢氣的流通大大加強了。

河北平山縣第一鐵廠煙囪高度為23米供兩個 6.5米^3 的小高爐使用（一般 6.5米^3 高爐所使用的煙囪是12米）。在主煙道口上部又加開了一個 500×550 毫米的方孔與水平煙道接通。所以由這兩個較好的管式熱風爐的情況看來，多咀燃燒後增大煙囪抽力及擴大煙道斷面積是提高熱風溫度必要的技術措施之一。

關於詳細的計算將在第四章中詳細敘述。

■、清灰

從高爐排出的煤氣隨着它的流速夾帶來較多的爐塵（焦，礦粉末，用石灰代替石灰石冶煉時更帶有大量的石灰粉）。在大高爐上爐頂煤氣的含塵量若用礦粉多的原料可達 $100\text{克}/\text{米}^3$ ，一般為 $10 \sim 40\text{克}/\text{米}^3$ ，在經過除塵後的淨煤氣一般煤氣中只含灰塵5%左右。在設備簡單的小高爐上，一般只有一個喇叭筒形的重力除塵器，粗粒的灰塵可以被除掉，但是粒度很細的灰塵便被煤氣帶入熱風爐，粘結附在熱風管壁上，尤其是使用石灰煉鐵而在除塵器未能相應的解決的情況下，經過數天後就形成了一層厚約 $5 \sim 15$ 毫米的灰膜，對管壁起着隔熱的作用，直接影響了管壁的吸熱和傳熱，影響了熱風溫度的提高。

現在小型高爐上使用管式熱風爐一般應用 $10 \sim 15$ 天左右，風溫即下降很多，被迫換爐清灰檢修，引起高爐入爐風溫的波動，給高爐行程和高爐操作帶來了困難。

目前較好的清灰方法是不用停爐即可清灰的蒸汽清灰法，它是延長熱風管使用期限及延長換爐期限和保持熱風溫度的好辦法。蒸汽清灰是用一個大約直徑為 $3/4$ "的鋼管將前頭堵死，在頭的四周鉗上許多小孔作為噴咀，並用橡皮膠管接通鍋爐房、鍋駝