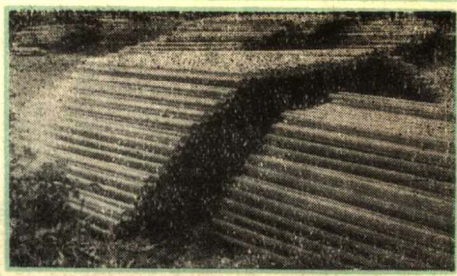


高 志 編



机制耐热厚壁玻璃管 生产工艺

建筑工程出版社

內 容 提 要

本書介紹機制耐熱厚壁玻璃管的生產工藝。耐熱厚壁玻璃管有很多優點，它可以代替金屬管，廣泛地應用在石油工業、化學工業、食品工業、制藥工業、冷藏工業及建築工業中。

本書可供矽酸鹽工業部門及其它有關部門的科學研究工作及生產人員參考。

機制耐熱厚壁玻璃管生產工藝

高志強

1959年11月第1版

1959年11月第1次印刷

3,050冊

787×1092 $1/32$ · 30千字 · 印張 $1\frac{1}{2}$ · 定價(10) 0.20 元

建築工程出版社印刷廠印刷 · 新華書店發行 · 書號: 1762

建築工程出版社出版(北京市西郊百萬莊)

(北京市書刊出版業營業許可證出字第052號)

前 言

我国的玻璃工业基础薄弱，品种尤少。解放以来，由于党的领导和重视，玻璃工业无论在产量、质量和品种上都已出现新的面貌，它正以飞跃的速度向前发展。在1958年全面大跃进中，耐热厚壁玻璃管已经正式投入生产。这在玻璃工业上是一件新事情。耐热厚壁玻璃管价格低廉，具有耐热、耐压、耐侵蚀的优点，在某些用途方面，它还具备着黑色金属及有色金属管道所没有的优点。耐热厚壁玻璃管的正式生产对于社会主义建设事业具有重大的政治意义和经济价值。

从各处实践证明，耐热厚壁玻璃管可以广泛地应用在石油工业、化学工业、食品工业、制药工业、冷藏工业以及一般水暖管道方面；在农田水利方面，可用作排灌水管道。随着经济建设的发展，它的用途还将逐步扩大。

耐热厚壁玻璃管的制造成功，向我国玻璃工业工作者提出了新的课题。“无槽引上法”拉制玻璃管是苏联近年来首创的先进技术，现在具体应用到新产品的工艺上，在我国还是第一次。这是大跃进中政治挂帅，发动群众，解放思想，破除迷信的结果。这是秦皇岛耀华玻璃厂全体工人、技术人员和各级领导密切结合的结果。

这本小册子把有关耐热厚壁玻璃管工艺一些经验整理出来，目的是供大家研究参考，以便进一步解决在实际工作中遇到的问题。由于编者经验有限，水平不高，不妥之处，敬希读者批评指正。

编者 高 志

秦皇岛耀华玻璃厂1959年

目 录

前 言

第一章 概論	(1)
第二章 厚壁玻璃管的原料与配制	(3)
第三章 厚壁玻璃管的制造	(7)
第四章 異型管件的制造和加工	(27)
第五章 厚壁玻璃管的規格、包裝、運輸与安装使用	(35)

第一章 概 論

秦皇島耀華玻璃廠已經試制成功耐熱厚壁玻璃管。耐熱厚壁玻璃管簡稱厚壁玻璃管。它是由矽酸鹽玻璃經過機械成型和熱處理制成的。由於這種玻璃管的化學成分不同於普通矽酸鹽玻璃，因此，它有着用一般玻璃成分制造的玻璃管所不能達到的物理性能，如機械强度高，耐急冷急熱性能強等。

厚壁玻璃管是一種新型的管材。在很多情況下，它可以成功地代替各種價格昂貴的金屬管道（如鉛管、銅管、不銹鋼管、無縫鋼管、鍍鋅管和鑄鐵管等）和耐蝕材料（如聚氯乙稀塑膠、石棉水泥管等）。

厚壁玻璃管的價格不僅比耐蝕管材低廉，而且比無縫鋼管、鍍鋅管和鑄鐵管等便宜（一般說來，約比各種金屬管材便宜 $1/3 \sim 1/4$ 或更多一些）。因此，它可以廣泛地應用在國民經濟中。目前，我國社會主義建設事業飛速發展，工農業生產繼續大躍進，各方面的工程都需要大量的管材。在這種情況下，大規模地發展和製造在某些方面優於金屬管材的厚壁玻璃管，有着重大的政治意義和經濟價值。

一、厚壁玻璃管的用途

厚壁玻璃管主要用在化學、石油、食品等工業上，敷設工藝管道，除氫氟酸外，它可以輸送各種酸鹼性的液體、石油、牛奶、酒類和糖類等；可以作為畜力水車、鍋駝機的輸水管道；用於農田灌溉；也可以作為房屋建築上所用的暗綫套管和自來水管

等等。

二、厚壁玻璃管的性能

抗压:

橫向耐压200~300公斤/平方厘米以上;

縱向耐压700公斤/平方厘米以上;

管内耐压 8 号管作业压力8公斤/平方厘米;

4 号管作业压力4公斤/平方厘米;

破坏压力30~35公斤/平方厘米。

耐急冷急热: 耐急冷急热温差80~100°C。

软化温度: 720°C。

耐热稳定性: 連續升温到120°C 无变化。

耐寒稳定性: 連續降温到零下30°C 无变化。

耐化学稳定性: 水——一級水解;

碱——48~50毫克/平方厘米;

酸——3~5毫克/平方厘米。

剩余应力: 每毫米厚度不大于7.5毫微米/厘米。

膨胀系数: 54×10^{-7} 。

容重試驗: 2.50~2.56克/立方厘米。

三、厚壁玻璃管的优缺点

厚壁玻璃管同鑄鉄管和鋼管等比較, 前者的优点在于: 管子透明, 能够观察出管内所輸送的物料流动情况; 内壁光滑, 流体阻力小, 在同样截面积的管道内, 能增强輸送液体的能力; 清洗和消除管道的堵塞較為方便。前者的缺点是: 性脆, 抗弯和抗冲击能力比后者弱。

厚壁玻璃管的比重比金屬管小, 它与金屬管的比例是1:3。如

果用同样重量的材料，厚壁玻璃管就較多。厚壁玻璃管的价格也較其它管子低廉，其具体数值如表 1 所列。

各种管道价格比較

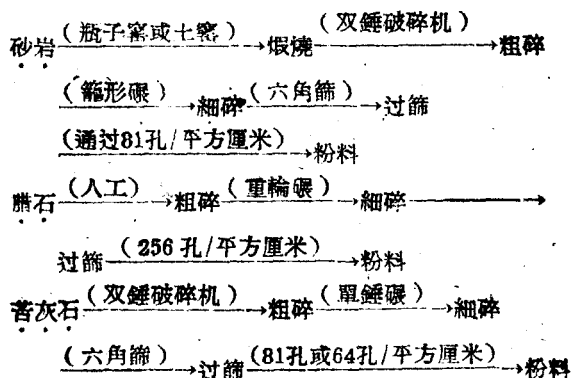
表 1

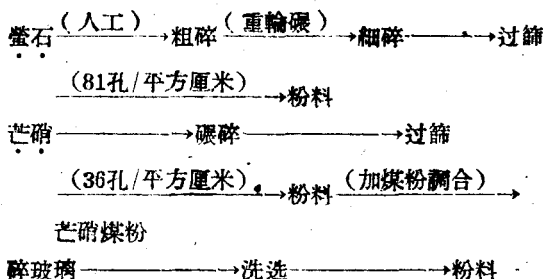
管 名	每 米 价 格 (元)	价 格 比 較
厚壁玻璃管	1.20	100%
鑄鉄管	3.21	268%
黑鉄管	3.70	308%
白鉄管	5.30	458%
无縫鋼管	5.80	483%
鋼管	23.60	1967%

第二章 厚壁玻璃管的原料与配制

第一节 原料及其加工过程

厚壁玻璃管所用的原料品种基本上与平板玻璃相似，仅其用量不同而已。现将各种原料及其加工过程簡單介紹如下：





第二节 配合料的混合与輸送

一、配合料的要求

配合料最基本的要求是称量准确和混合均匀。为此需做到以下几点:

- ①按照配料方法准确地称量各种原料;
- ②保持各种原料的純洁,防止骯髒的东西进入混合料內;
- ③根据多次試驗分析,确定一个比較合理的混合時間,使配合料混合均匀;
- ④儲存、运输及入窖时,避免发生混合料的分层現象。

配合料的均匀性对熔制的玻璃質量起着决定性的作用。如果混合得好,就会加速玻璃形成的过程,得到質量高的产品;如果混合得不好,就会使熔制出来的玻璃成分不均匀,制得的产品有砂粒、气泡等毛病。

配合料中的水分一般在4%左右,不能超过5%。水加于砂岩中。加水的作用是使原料容易混合均匀,减少在輸送过程和投料时粉料的飞揚,防止混合料的分层,并由于砂粒表面潮湿,易于与芒硝煤粉粘結,加速砂粒的熔化。

二、配合料的混合

按照化驗室所規定的配料表（按濕料計），將各種原料分別進行稱量。然後將稱量好的原料，按次序倒入圓柱形儲料罐內，用電葫蘆（單軌吊車）送到螺旋混合機內進行混合。每一份料每次混合時間為20分鐘。最後倒入圓柱形儲料罐內儲存，以待送入窯內。

三、配合料的輸送

配合料的輸送方法很多，如皮帶輸送、單軌吊車、料罐等。

秦皇島耀華玻璃廠玻璃管車間系採用單軌吊車、料罐的方法。原料經過混合後，倒入料罐內，用電葫蘆提升，並沿著軌道水平移向熔窯投料機上部，再用電葫蘆升降送到窯頭料斗上端。當罐放下時，底部之放料門自動打開，料卸入窯頭料斗內。

採用料罐方法的優點是：

①每一個料罐的原料都可以進行檢查。如發現不合格時，可立即停止使用；

②所有原料在投料前都可以進行檢查，這樣就能達到控制生產的作用；

③一般說來，料罐在輸送過程和卸料時，可以防止粉料的飛揚，克服粉料的分層現象，因此它是比較好的一種輸送方法。

第三节 化 学 成 分

厚壁玻璃管的化學成分並不是一成不變的，它是隨著成型方法和對制品性質的要求不同而改變。因此在製造玻璃管時，其成分是不完全相同的。現在將製造玻璃管所採用的幾種化學成分，列舉如下：

成分 %	氧化矽 SiO_2	氧化鋁 Al_2O_3	氧化鈣 CaO	氧化鎂 MgO	氧化鈉 Na_2O	氧化硼 B_2O_3	氧化鋇 BaO	氟 F_2	三氧化二砷 As_2O_3	三氧化硫 SO_3
1	61.9	16.5	15.4	4.0	—	—	—	4.0	—	—
2	76	4.5	—	—	6.5	8.5	4.0	—	0.25	—
3	75	6.2	0.7	—	6.5	7.6	4.0	—	—	—
4	71.5	*2.1	7.0	4.0	15	—	—	—	—	0.4

* 系氧化鋁、氧化鎂含量

秦皇島耀華玻璃廠系採用蘇聯高鋁低鹼無硼的玻璃管成分。
其成分如下：

二氧化矽 (SiO_2)	63.5%
氧化鋁 (Al_2O_3)	15.5%
氧化鈣 (CaO)	13%
氧化鈉 (Na_2O)	2%
氧化鎂 (MgO)	4%
氟 (F_2)	2%

這種化學成分經過蘇聯科學部門多次研究，生產單位多次實際使用後，認為是比較好的。秦皇島耀華玻璃廠經過一年多來的生產實踐，也確實證明了這種化學成分在目前是合適的。

厚壁玻璃管的化學成分不同於平板玻璃的化學成分。前者是高鋁低鹼無硼，因此具有後者所不可能有的許多優良性能。若鋁高，則機械性能好，强度高；若鹼低，則化學穩定性良好，能耐酸鹼侵蝕；又如低鹼無硼，其單位成本就較其它玻璃低廉。但前者也有缺點，若鈣高，使玻璃易於析晶；又若低鹼無硼，則需要很高的熔化溫度。不過這些不是主要的，可以從窯爐結構與生產操作上來彌補。

第三章 厚壁玻璃管的制造

第一节 厚壁玻璃管的制造方法

目前国内采用机器生产厚壁玻璃管的方法只有两种，即秦皇岛耀华玻璃厂所采用的无槽垂直引上法和水平拉制法两种。现在分别介绍如下：

一、水平拉制法

首先应当肯定，采用水平式的拉管机来拉制低碱无硼厚壁玻璃管是可能的。水平拉制法比起其它拉制法来生产效率要高，如生产 $3/4$ 吋管子时，引拉速度可以达到 $1100\sim 1200$ 米/小时，工艺也比较简单。但是在生产直径较大的管子时，确有很大困难。一般说来，直径不超过 $3/4$ 吋，壁厚 $3\sim 4$ 公厘还是可以控制的。

水平式的自动拉管设备主要分以下几部分：

- ①连续作业的池窑；
- ②马弗炉（旋转管加热用）；
- ③旋转管的传动（简称机头）；
- ④传动带（保温罩）；
- ⑤玻璃管的牵引机（又称机尾）。

水平拉制法生产玻璃管的池窑，基本上与无槽垂直引上法相同（下面详细介绍）。这里着重介绍马弗炉及拉管机的构造。

马弗炉是在池窑两侧的成型室，它与流液洞的一端相连接，玻璃原料经池窑熔化好后，通过隔墙底部的流液洞流入成型池进行玻璃管的成型。马弗炉是由粘土砖砌成，流液洞的隔墙最好用石英砖或莫来石砖砌成，拉管机机头旋转管由耐火粘土制成。

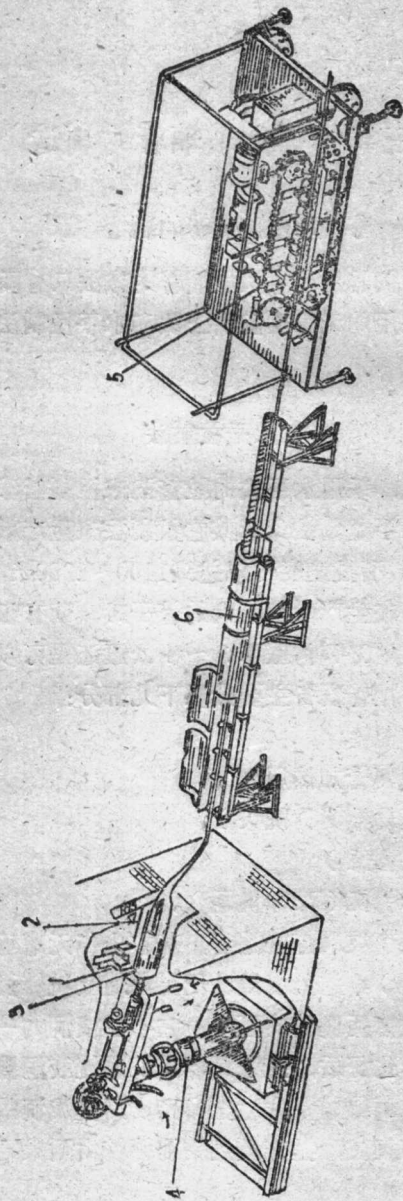


图 1 水平拉管机

1—喇叭；2—作业室；3—烧粉成型器；4—成型器的旋轉机；5—牵引机；6—管道

拉管的时候，玻璃液在25~50毫米的水平面高度成一股股細流，經過档磚和料槽上的孔，流入不断旋轉的旋轉管上。玻璃液的流量大小在料槽孔处用閘板来控制。玻璃液流入旋轉管时，在管的端头形成斜錐。旋轉管心軸上有着进空气的通道（在拉管时心軸的空气用空气压缩机打入）。空气通过旋轉管端头吹出，把流下的玻璃吹成空心管；然后通过牵引机，拉出連續不断的管子。

由于成一股股細流状的玻璃液不断流向不断轉动的旋轉管上，因此馬弗爐需要不断进行加热，以便保持爐內的温度和玻璃液的粘度。馬弗爐用洗滌煤气加热。

旋轉管与牵引机之間装有保温罩，玻璃管通过保温罩逐渐地进行冷却，最后通过牵引机切断。

二、无槽垂直引上法

无槽垂直引上法具有較高的生产率。它能够保証制得几何外形正确的厚壁玻璃管，可以生产出直径由25毫米至150毫米的管子。

无槽垂直引上法所采用的設備是由一个圓形作业室构成的。作业室的內徑为2000毫米，深度为400毫米。池室的一端与流液洞相連接，玻璃液由池室經流液洞进入圓形作业室。在流液洞上端，有一过桥磚，它沉入玻璃液內200毫米。

池室的底和壁是用異型耐火粘土磚砌成的。池室的加热是靠池壁上砌有10个通道孔和燃燒器进行。由于燃燒器的布置而构成一个环形火焰，就可以使成型的玻璃液面进行均匀的加热，而正常地进行生产。

在池底中央有一直径400毫米的圓孔，內部装有一圓柱体形的耐火磚套管，另外有一耐火粘土磚的噴嘴，通过此套管，直立在玻

璃液內部。噴嘴的上端高出玻璃液面約 5~8 毫米。噴嘴的中央有一通道，內設有直徑為 30 毫米的金屬管。金屬管向成型玻璃管供給空氣。在金屬管的上部，焊有耐熱鋼制成的墊圈，借其保護耐火粘土噴嘴，不會受到玻璃碎片的損壞，也借其穩定耐火粘土噴嘴的位置。金屬管通過池底的中央圓孔與空氣管道相接。由鼓風機吹來的空氣，經過金屬管道，通入成型的玻璃管內部。

池室的拱頂中心有一個直徑 800 毫米的圓孔。根據需要，從該孔將冷卻器放入或取出室內。圓孔也是玻璃管從池室內引入機腔的通道。

引上機的運轉和構造，基本上與弗克式垂直引上機相同；所不同的地方在於：全部傳動採用萬向傳動軸，因而石棉滾子開口很大。引上機共有十三對石棉滾子。

採用無槽垂直引上的方法，生產 2 吋的管子時，其引上速度約 90 米~120 米/小時。每次引上後，連續作業約 7 至 10 天。

第二节 熔窖的形式

玻璃熔窖的類型很多，總的來說可分為坩堝窖和池窖兩種。池窖又可分為間隙池窖、橫火焰連續作業池窖與馬蹄形火焰池窖三種。耀華玻璃廠系採用後兩種池窖來生產厚壁玻璃管。下面簡單介紹橫火焰池窖，着重介紹馬蹄形火焰池窖。

一、橫火焰池窖

生產厚壁玻璃管的橫火焰池窖，具有四對小爐與四台垂直拉管機（見圖 2）。它的全部組成包括：熔化部、流液洞、作業室和蓄熱室等。池窖基本上與生產平板玻璃池窖相同，僅是分隔設備與作業室不同。池窖末端與四個流液洞相連接。玻璃液通過流液洞，流入四個作業室內，並由此通過垂直拉管機，連續不斷的

引拉玻璃管。

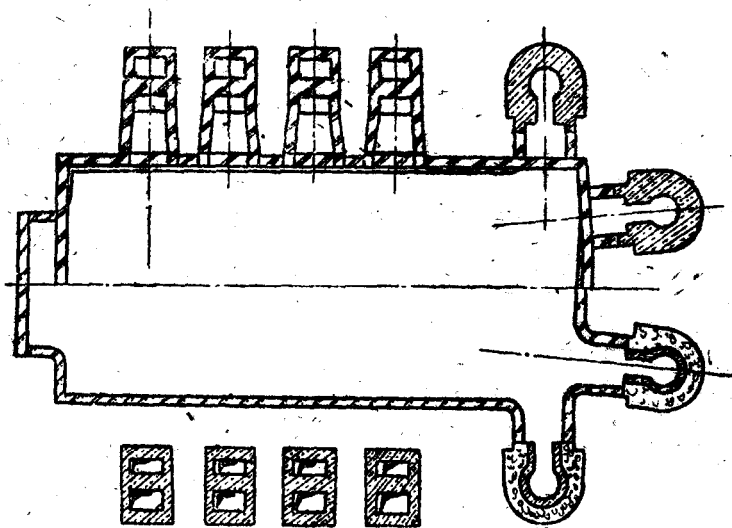


图 2 横火焰池窑平面图

二、馬蹄形火焰池窑

馬蹄形池窑是一座具有一对小爐，一台垂直拉管机連續生产厚壁玻璃管的熔爐（見图 3）。它的全部組成部分与横火焰池窑一样，不过在某些地方的具体构造上是不同的。

① 窑池

窑池（即熔化部）是火焰与投入窑內的原料直接接触的地方，也是原料在馬蹄形火焰的熔融下由固体变为玻璃液及澄清玻璃的地方。

窑池由池底和兩側池壁构成。窑池長4500毫米，深900毫米，寬3600毫米。配合料經過两个位于窑池兩側的喂料口，由两台梳

式投料机投入窑内。

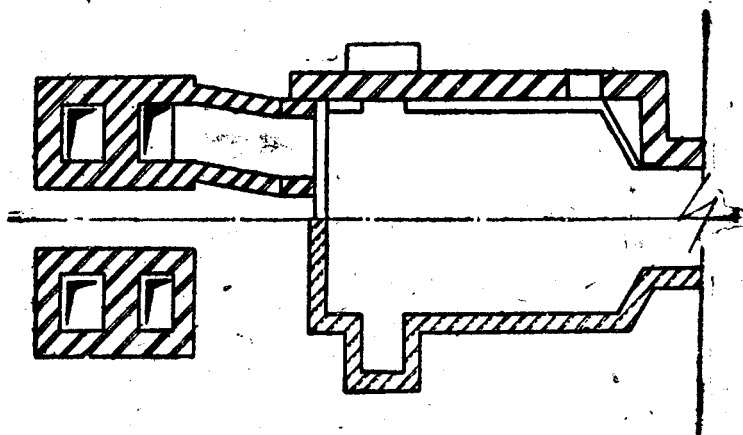


图 3 馬蹄形池窑平面图

由于熔化部温度高以及玻璃液对流的摩擦作用，池壁受玻璃液侵蚀较厉害。一般池壁用电铸莫来石砖砌成。池壁砖厚300毫米，外面吹风冷却，以延长其寿命。池底用厚300毫米的粘土砖砌成。

② 火焰空间

窑池上部的火焰空间由胸墙和大碇构成。为了便于热修，胸墙、大碇与窑池都分开。胸墙与大碇的重量，由架设在两边工字柱上的铁板和角铁承受，两个不相连部分当中的空隙用间隙砖填满，以免窑内火焰向外喷。其结构见图4所示。

③ 小爐

小爐是将預热的空气与煤气进行混合燃烧，噴出火焰的设备。它位于窑池壁的端墙上；煤气与空气混合燃烧后，以一定的角度噴入窑内，其火焰在窑内成馬蹄形状。

a. 吹出口：吹出口是直接噴出火焰的地方。吹出口与大碁不連接，它的頂部碁（平碁）兩側牆與底均由砂磚砌成。

b. 小爐舌頭：小爐舌頭上面是空氣通道，下面是煤氣通道。預熱過的煤氣與空氣在小爐舌頭後相遇混合而燃燒。舌頭可以用砂磚砌成，也可以用高鋁磚砌成。

c. 預燃室：小爐的預燃室是指從舌頭端部到吹出口這一段距離。空氣與煤氣在舌頭後相遇，在預燃室中進行混合。預燃室的碁向下傾斜25度，其底向上傾斜5度。這兩者之和是煤氣與空氣的交角，一般是15度至25度。預燃室一般長1.3至1.7米。它的碁、側牆和底用砂磚砌成，舌頭後的小爐側牆和後牆用砂磚或鋁磚砌成。

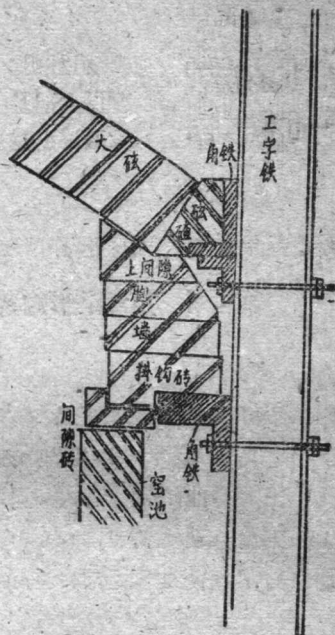


圖 4 胸牆結構示意圖

④ 蓄熱室

蓄熱室在小爐的下面。空氣蓄熱室和煤氣蓄熱室相連接，其間只有一座隔牆，蓄熱室下面的空氣煙道和煤氣道，和總煙道相連接。

蓄熱室與頂部碁是用粘土磚砌成。其內部是粘土磚構成的空格子。格子磚的碼法很多，馬蹄形窯一般采用李赫特式的碼法（見圖 5）。當廢氣通過蓄熱室時，格子磚則吸收了廢氣的一部分熱量。換火後，當煤氣和空氣經過格子磚時，即向格子磚吸收