

以陶代鋼丛书

陶制造纸烘缸

輕工業出版社編

輕工業出版社

以陶代鋼叢書

陶 制 造 紙 烘 缸

輕工業出版社編

輕 工 業 出 版 社

1959年•北 京

內 容 介 紹

在一九五八年大躍進聲中，中央輕工業部向陶瓷工業提出了“以陶代鋼”的革命口號，號召在國家鋼材缺乏的情況下用陶瓷代替鋼鐵製造各種輕工業設備。造紙工業設備是用鋼材較多的，烘缸更需較多的鋼材，且操作也較其他輕工業設備複雜。因此曾經有人對“以陶代鋼”的革命措施抱有懷疑、消極的態度。但敢想敢做的陶瓷工人，在黨的領導下發揮了沖天干劲。經過連續幾個月的奮戰，終於試制成功了陶製造紙烘缸，並用它造出了合格的紙張。

本書搜集了有關試制陶制烘缸的全部技術資料，比較詳盡地總結了造紙烘缸試制成功的技術經驗。書中除介紹試制烘缸的工藝過程而外，還對加熱烘缸的煤氣發生爐裝置作了專章的簡要介紹。

所有這些經驗對於今後進一步鞏固和提高陶瓷造紙烘缸的生產技術將會起到一定的推動作用，特將此書出版，以供陶瓷和造紙工作者參考，使陶瓷造紙烘缸得到遍地開花。

以陶代鋼叢書 陶 制 造 紙 烘 缸 輕工業出版社編

*

輕工業出版社出版
(北京市廣安門內白廣路)

北京市書刊出版業營業許可證出字第099號

北京市印刷一廠印刷
新華書店發行

*

787×1092公厘 $\frac{1}{16}$ •4號印張•96,000字

1959年4月第1版

1959年4月北京第1次印刷

印數：1—2,600 定價：(10)0.63元

統一書號：15042•655

目 录

試制陶瓷造紙烘缸的技术小結	(刘秉誠工程师执笔) 4
采用煤气加热的陶制烘缸	(輕工業部輕工業設計院設備設計室) 10
陶瓷造紙烘缸設備試制的总結	(江苏宜兴丁蜀鎮陶都人民公社) 33
醴陵瓷器公司試制造紙烘缸的技术总結	(游恩溥工程师执笔) 52
石灣試制陶瓷烘缸初步总結报告	(包卓吾工程师执笔) 64
造紙机烘缸試制經過介紹	(辽宁錦州陶瓷厂) 84
陶瓷造紙机械設備試制經過总結	(唐山市东缸窑陶瓷厂) 92
景德镇試制陶瓷烘缸报告	(江西省景德镇市陶瓷工業局) 103

試制陶瓷造紙烘缸的技术小結

刘秉誠工程师執筆

一、陶瓷烘缸行不行，是不是已經成功

我們的答复是：行的，成功的，事实已經摆在面前，即以“以陶代鋼現場會議”所在地的宜兴县丁蜀鎮而言，在鎮委的直接领导下，陶瓷烘缸已經做出来了，也用它造出紙来了，紙也被印成报纸了。陶瓷烘缸有效表面的蒸發水量已达10~12公斤水/公尺²小时(鑄鉄的为16—18)。只要内部热源再行加强，是完全有可能接近鉄烘缸的。

被某些人所担心的陶瓷导热性是否能胜任傳热和是否必須用54个陶瓷烘缸代替一个鉄烘缸(目前陶瓷的导热系数 $\lambda \approx 1$ ，鑄鉄的导热系数 $\lambda = 54$)的問題，以及陶瓷的热稳定性是否能胜任煤气火焰直接加热的問題，通过目前的事实来看，問題已不存在。那么問題是怎样解决的呢？只要我們稍微用些心思，深入探討一下，就可以了然。

先討論一下导热性。烘缸壁在整个煤气內燃烘缸傳热系統中所起的作用是这样的(数据大多数根据造紙工業第11期刊載的“煤气內燃烘缸的初步探討”一文)：

$$\begin{aligned} Q &= k(t_{\text{热}} - t_{\text{紙}}) \text{ 仟卡/公尺}^2 \cdot \text{小时}, \\ k &= \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{25} + \frac{0.015}{1} + \frac{1}{350}} \\ &= \frac{1}{0.04 + 0.015 + 0.0028} = 17.3 \end{aligned}$$

从热工学中我們知道：

(一)載热体与被加热体的相态不不同时，單純提高总傳热系数 t 是不够的。应当弄清主要的熱阻及减小这些熱阻的原因，应力求增大傳热系数較小那一边的傳热数值。

(二)总傳热系数 k 通常由最小的傳热系数所决定，永远比最小的傳热系数为小，最多是与之接近。

(三)壁溫往往与 α_1 值較大方面的溫度相接近。 $\frac{\alpha_2}{\alpha_1}$ 的比值对于器壁的溫度降落具有很大的意义，溫度的降落随这个比值的增長而变大。

因此，尽管总傳热系数 k 值較鑄鉄的为低，但缸壁的熱阻 $\frac{s}{\lambda} = \frac{0.015}{1} = 0.015$ 尚較煤气燃气向烘缸內壁傳热的熱阻 $\frac{1}{\alpha_1} = \frac{1}{25} = 0.04$ 为小。首先被考虑提高的应当是 α_1 ，而不是烘缸隔壁材料的导热系数 λ 。正如处理“煤气烘缸（鑄鉄的）內外溫差可达 550°C ……引上湿紙，缸面溫度能很快下降”（見前引文）的方法，不是將鑄鉄烘缸換为导热性更好的紫銅或銀質烘缸而是設法提高載热体的輻射能力或加大溫度差，也就是提高热源的給热系数（ α_1 ）或加大烘缸內壁溫度来解决的。由于目前煤气內燃烘缸的 α_1 來說，陶瓷的导热系数 λ 已符合基本要求。在 α_1 未解决前， λ 不是主要的問題。一般說来，在煤气內燃烘缸中， α_1 是很难超过 80 的。

其次，再談談热稳定性。关于热稳定性，我們首先应当考虑陶瓷材料的强度（抗折或抗張）、热膨脹系数以及彈性模数。假如陶瓷材料具有这样的数据。

抗折强度 $R_{\text{抗折}} = 1200 \text{ 公斤/公分}^2$,

热膨脹系数 $\alpha = 5 \times 10^{-6}$,

彈性模数 $E = 0.8 \times 10^6 \text{ 公斤/公分}^2$,

則从經驗式中

$$(t_2 - t_1) = 3 \frac{R_{\text{抗折}}(1 - \mu)}{\alpha \cdot E} = 3 \times \frac{1200 \times (1 - 0.3)}{4} = 630^\circ\text{C}$$

是可以胜任 600°C 的溫度差，而这些数据是可以从陶瓷中得到的。同时，这些数据还可 互为消長。不但如此，对于加大烘缸內壁溫度(也就是用直接火加热)而言，若配料多向耐火性質或热稳定性方面考虑，其耐久性將远胜于鑄鉄。正如煉鋼爐都是用耐火材料砌筑的，很少是用鉄做的。

二、陶瓷烘缸的試制經過及目前情况是怎样的

由于各地条件（如原料性質、成型方法、窑爐設備、安裝情况等）不同，所有各地的試制經過及目前情况，均已由各地向大会分別做了彙报，也印成了資料。各地均已取得了一定的成績。有的地方虽尚未进行生产使用上的試驗，但基本上已完成了工艺制造上的过程。請大家參閱有关文件，在此不再做提要的叙述。因为在这些資料中，有的包括了成功的經驗和失敗的教訓，我們不但要學習經驗，也要吸取教訓。

三、陶瓷既可以制做造紙烘缸，为了不断地提高与改进，在目前的情况下，应当考虑哪些方向

經過大会技术小組的研究，初步認為似仍应从导热性和热稳定性兩方面来提高。导热性的最低要求是什么呢？我們可仍以“煤气內燃烘缸的初步探討”一文中所提出的“固体輻射傳热可达 45000 仟卡/小时”为例（文中指輻射面积 $F_1 = 1.28$ ，我們暫以 $F_1 = 1$ ），試做一粗略計算。則：

$$\alpha_1 = \frac{45000}{700 - 120} \approx 77$$

若是 $\frac{1}{\alpha_1} = \frac{s}{\lambda}$, 則 $\lambda = \alpha_1 s = 77 \times 0.015 = 1.155 \approx 1.2$, 即可达到最低要求(起碼条件)。而陶瓷中只要具有相当鎂質或鋼玉質便可达到这一数据。如再加入若干碳化矽, 更能大大提高(1~14.20)。

关于热稳定性, 我們知道鎂質和鋁質陶瓷都具有相当的强度, 热膨脹系数与彈性模数。如抗折强度变动于 560~1200 公斤/公分² 之間, 热膨脹系数变动于 $1.3 \sim 8.3 \times 10^{-6}$ 之間, 彈性模数变动于 $0.4 \sim 0.8 \times 10^6$ 。而某些坯体的强度与彈性模数之間又有互为消長(非比例地)的关系。提高热稳定性达到溫度差 $\approx 600^\circ\text{C}$ 左右的要求是不太困难的。至于烘缸內部采用直接火焰加热时, 陶瓷的耐燒性問題亦不太大, 这首先还是一个热稳定性問題, 也就是考虑沿缸壁厚度的某些溫度降落造成各層非均一膨脹所引起的溫度应力。

或者, 將第一个烘缸用耐火材料做成, 其余的仍用陶瓷做成。而將第一个烘缸用强火加热。

为此, 从工艺順序上試行分別向全国六个試点做下列建議, 其它地区亦不妨用为参考。由于技术小組討論时, 已有各地工程技术人員参加, 并已听取了各地的意見, 放在这里仅做簡略的說明。

(一)配 料

在使用方面应考虑有关的物理参数如导热系数(λ)热膨脹系数(α), 彈性模数(E)与强度(R)。

在工艺方面应考虑: ①易于粉碎, 借以减少功率消耗; ②收縮尽可能小; ③与当地擅長的成型方法相接合, ④保持

一定的坯体强度；⑤易于干燥；⑥根据燒成中的軟化与收縮情况（高溫中液相粘度）考虑裝窑方法与燒成制度。

希望宜兴考虑：①加工問題（光潔度、平滑度、圓度）；②热稳定性（溫度、使用時間）；③省內原料（用鎂砂代一部分滑石，用句容土代焦宝石，用川埠泥或熟白泥代二順泥做一試驗。先行混合，然后提出一部燒成熟料，再行加入）。

希望景德鎮方面多考虑热稳定性与成型坯体强度。

希望唐山方面考虑鎂質方向。

希望湖南方面先用冷水坑柔泥或八里坳($MgO 22\%$)泥或馬恋段粘土做一試驗。

辽宁对采用鎂質原料，大有条件。可做充分試驗。惟要注意气孔問題。

希望广东①少用或不用缸砂；②坯体内酌加 MgO （可用滑石引入）；③选用含 Al_2O_3 量高（30%以上者）的二順泥；④較多采用熟料，在不太影响气孔率的条件下，熟料俾可能多。

（二）成 型

在使用方面应考虑：①坯質是否分層；②气孔多少、大小和性質；③組織是否均一；④在不影响气孔率的情况下，尽量多用熟料。

在工艺方面应考虑①尽量采用水分含量最小的成型方法；②成型后仔細加工。

希望宜兴方面：在現有成型基础上，进一步考虑注漿（包括試行真空注漿或高压注漿）景德鎮方面也希望由拉坯走向注漿。

唐山方面希望进一步提高注漿質量。

湖南方面目前可暫用拉坯或印坯方法，希望將來考慮注漿或搗固。

辽宁方面目前是手捋或机輪，希望將來多向搗固方面考慮。

广东方面目前是印模，希望將來試驗注漿。

不过若从耐热与耐燒來講，似以气錘搗固方法較好，各地有条件时，希望僉先一試。不必过分担心气孔率。如搗固得宜，气孔率也不会太高，本溪用手打成型的高爐磚，有的气孔率仅仅达 12% 左右。

(三) 干 燥

对于烘缸一类的大件坯体应考虑：

- ①陰干——不但避免驟热，也要避免过大的風吹；
- ②用湿度适当控制干燥；
- ③注意翻身，务使上下收縮一致。

(四) 燒 成

①裝窑——裝窑的原則是：

- (甲)加热面积大得多；
- (乙)热气易于流通；
- (丙)水份易于排出；
- (丁)坯体易于收縮；
- (戊)坯体不發生变形現象。要裝得平，裝得直，裝得穩；
- (己)注意坯体的强度及使用垫头的方法。

因此，必須先准备具有相当的高溫强度与相等的高溫收縮的垫头。其次垫头上加垫兩層或一層泥丁，最后上面放一層軟泥丁。軟泥丁外包以白紙，上洒石英粉。对于悬空的地方应預加支撐或吊掛，但要控制收縮一致，强度一致。

②燒窑——控制燒窑快慢的原則是：

- (甲)坯体中熔剂数量 (变形) ;
- (乙)坯体大小与复杂程度 (开裂) ;
- (丙)窑的容积 (均匀程度)、(窑内的温度差);
- (丁)坯体的灼失减量、收缩与泥料的脱水曲线(开裂);
- (戊)坯体内的温度差。

各地可根据个别情况适宜制定升温及冷却曲线。

(五)加 工

可用碳化矽砂輪加工,最好是綠色碳化矽。砂輪粒度为 36~46。硬度选择較軟的,結構选择較松的,可以不致被粉末狀的切屑堵塞。同时以肥皂水冷却,切削深度可达 3 公厘。在干磨的情况下,光潔度可达 $\nabla\nabla_6 \sim \nabla\nabla_7$ 。在采用 5% 的乳化液作潤滑冷却剂并有充分流量的湿磨情况下,表面光潔度可达 $\nabla\nabla_2 \sim \nabla\nabla_8$ 。

希望各地根据参加大会与通过交流所获得的經驗和体会,再結合当地情况积极地行动起来,制訂更好的改进方案及具体措施。使陶瓷造纸烘缸的生产技术得到进一步的提高。

采用煤气加热的陶制烘缸

輕工業部輕工業設計院設備設計室

前 言

在党的鼓足干劲、力爭上游、多快好省的建設社会主义的总路綫的光輝照耀下,自 1958 年 7 月郑州全国輕工業厅

局長會議以來全國各地都掀起了用陶瓷、木材、竹子、玻璃、水泥等各種非金屬材料代替鋼鐵製造輕工業設備的技術革命高潮。在黨的正確領導下，我們投入了以陶制烘缸來製造造紙機的工作。兩個多月以來，由於黨的具體幫助和同志們的沖天干勁，終於用陶制烘缸抄出了令人滿意的紙張。

用陶制烘缸來干燥紙張，這是過去所沒有的。為了能更好的正式投入生產，我們首先進行了小型陶制烘缸的干燥試驗。利用制漿造紙研究所試驗工場的12吋圓網紙機將原鐵制烘缸改為陶制烘缸而進行試驗。試驗次數很多，但總的說來一共是兩個：一個是用瓷制烘缸，一個是用陶制烘缸。試驗結果證明，陶制的比瓷制的好。用陶制的烘缸，在烘缸製造時也較方便，加工時也較不費事。造出來的紙張，表面也很光滑，完全達到了質量要求。並且解除了在試驗前個別人的懷疑，認為陶瓷製造的烘缸不容易領紙和干燥不均勻等問題。經過試驗，已經肯定陶制烘缸完全可以應用在造紙機上。操作時並無任何特殊困難，它能干燥出理想的紙張。

使用陶制烘缸干燥紙張，我們是采用通入煤氣熱風的方法來加熱烘缸的。用煤氣爐代替蒸汽鍋爐，這樣可以節省大量鋼板，並且也節省了鍋爐房廠房和熱風。不但可以加熱烘缸內部，並且余熱還可以加熱烘缸表面，這樣就可大大發揮了熱風的干燥效果。

總的來看，這一段的試驗說明陶制烘缸完全可以干燥出很好的紙張。目前陶制烘缸如何能得到更好的廣泛運用，這還是一個要繼續研究與實踐的工作。願大家攜起手來，一齊進行研究。

一、生产程序說明

采用煤气加热陶制烘缸的生产程序如图 1 所示。煤从煤气爐 2 頂部加入。点火后在爐底用鼓風机 1 鼓風。發生的煤气从爐的上部排出。煤气經瓦管引入洗滌塔 3，經 6 个洗滌塔充分洗滌后的純潔煤气进入煤气貯存罐 4。在此缸內貯存一定量的煤气以备使用。在煤气进入燃燒噴头 5 前，有一閘板閥以調节煤气量来控制燃燒的强弱。煤气从噴头噴出后即在燃燒室 6 燃燒。因有热風机 9 的抽吸作用，室內的冷空气从噴头四周进入燃燒室。一部分空气作助燃用，另一部空气和燃燒后的高溫气体混合成溫度符合要求的熱風。熱風从烘缸的一端进入烘缸內，从另一端排出。排出的熱風經热風机 9 再吹入烘缸罩 8，在烘缸外帮助紙張干燥。在不需热同时可將閘門打开排入大气中。

在熱風进入烘缸和排出烘缸的兩端和烘缸罩前都裝置有溫度計，以測量各段熱風溫度。并在烘缸二端裝有 U 形压力表，以測量熱風風压来控制燃燒情况和風量。在烘缸表面用表的溫度計測量溫度，以掌握整个預热昇溫 and 正常生产的整个情况。

二、主要設備介紹

由于采用煤的性質不同，煤气發生系統的佈置和所采用的設備亦不一样。

我們在試驗中用的是烟煤。由它所發生的煤气中含有許多焦油等雜質，这就引起煤气管道和煤气燒咀堵塞的現象。更重要的是我們要把燃燒后的廢气直接引到紙的表面，这样就影响了紙張的純潔。为了將煤气中这些雜質除掉，我們添

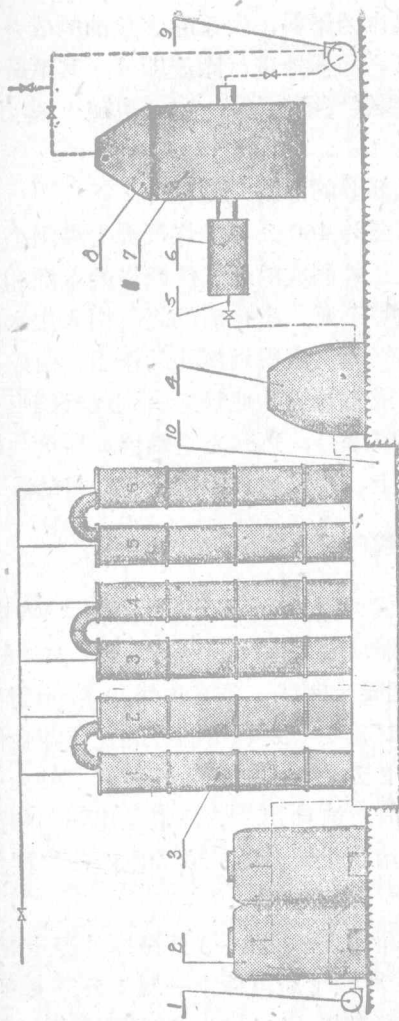


圖 1 煤氣加熱陶瓷烘缸生產流程
 1—鼓風機；2—煤氣發生爐；3—洗滌塔；4—煤氣貯存罐；5—煤氣噴頭；
 6—燃燒室；7—陶瓷烘缸；8—烘缸罩；9—熱風機；10—水封池

圖 例

——	冷風
- - - -	煤氣
——	清水
- - - -	熱風

置了煤气洗滌塔，用来過濾煤气。

如果采用無烟煤作为燃料，由于它含焦油的成分少，就不需要經過水洗，只需簡單地进行除塵即可。其系統的佈置可参考“磚砌和缸瓦制煤气發生爐”一書（机械工業出版社出版）。

燃燒烟煤的煤气部分的佈置是这样的：

用磚砌成爐膛直徑为 460 公厘的煤气發生爐两个。由它發生的煤气經過用缸瓦管制成的煤气洗滌塔的水洗和過濾除去大量的灰塵和焦油等雜質。净化后的煤气引入用水缸制成的煤气貯存罐，使煤气的供应得到緩冲的作用。由貯存罐出来的煤气可用缸瓦管或竹管等其他管道引到煤气燒咀处噴出和自然吸进的二次空气混合，达到完全燃燒。所产生的廢气通入烘缸或吹向紙面上，用以达到干燥紙張的目的。

（一）煤气發生爐（見圖 2）

構造：用紅磚砌成內徑为 46 公分的爐体 8。內襯以 3 公分厚的青灰和缸砂制成的耐火材料 7（青灰：缸砂 = 1：1）。頂盖 6 是用混凝土制成，帶有加煤孔和水封槽。与水封槽相配合的加煤口盖子 5 是利用旧有的瓦質花盆做成。爐条 2 安排的間隙为 2 公分。在爐条上面留有足够大小的清爐口 1，以便在停爐时，清理用。它經常是用磚头和泥土堵住。煤气出口管 9 是用陶土管做的，它的位置应当摆在离爐条 100 公分处。

爐子砌成后外表面抹上一層 2~3 公分厚的泥土層 10（加适量的稻草）。待泥土層稍干后再抹上一層 1 公分厚的表面層（黃土：砂：白灰或青灰 = 1:1:1），使不漏气和减少热損失。

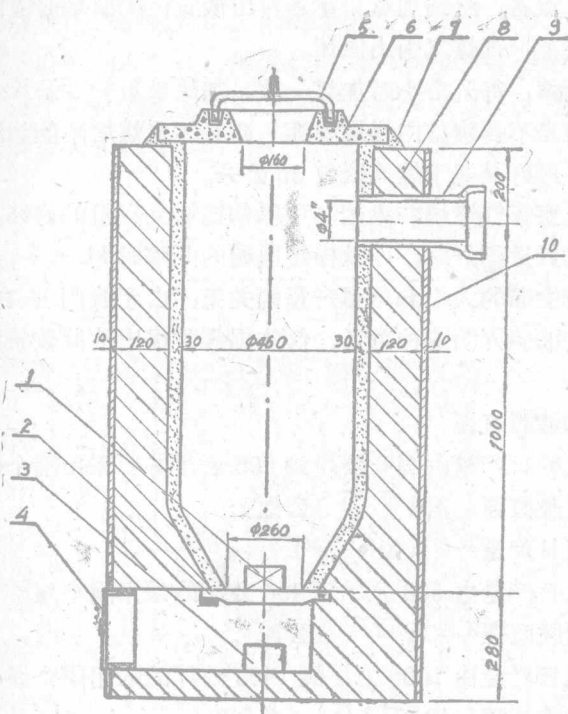


圖 2.

由一台風量約為 50 公尺³/小時的風車（兩爐共用）通過進風口 3 給煤氣爐以連續的機械通風。

爐子砌完後，可在爐膛內生火烤干即可使用。

生爐：燃燒用的是 3~5 公分的烟煤塊。

首先在爐條上鋪上 15~20 公分的鉋花和劈柴，而後加入煤塊至煤氣出口管以下 20 公分處。堵死清爐口，在爐條底部點火，繼而蓋上出灰門 4，開鼓風機往里逐漸鼓風。約十分鐘後，加煤口冒出的烟由淡黃色轉變為帶青黑色。此時証

明煤已点着。直到加煤口重新冒出淡黄色的浓烟时才能將水封盖盖上，把煤气引出使用。

运转：每三个小时加煤一次。加煤数量約 3 公斤。加煤的原則是不要讓爐內煤層燒穿。同时注意煤層不能超过煤气出口，最好是低于煤气出口 20 公分。

观察煤气燃燒的火焰，可以知道煤气質量的好坏。如發現煤气質量不好时，可以縮短通爐的間隔時間。

發生爐的大小和紙張产量的关系：由于我們正在試驗中無法准确弄明这种关系，仅依据經驗提出估計数值供大家參考。

①爐膛直徑

紙的日产量由 200 公斤到 500 公斤的，采用兩個爐子。

爐膛直徑 $= 21 \sqrt{Q}$ (公厘)，

紙日产量 $= Q$ (公斤/日)。

紙日产量由 600 公斤到 900 公斤的采用兩個爐子。

爐膛直徑 $= 20 \sqrt{Q}$ (公厘)。

紙日产量由 1000 公斤到 1400 公斤的采用兩個爐子。

爐膛直徑 $= 19.5 \sqrt{Q}$ (公厘)。

紙日产量由 1500 公斤到 2000 公斤的采用兩個爐子。

爐膛直徑 $= 19 \sqrt{Q}$ (公厘)。

算出来的数字仅仅是个約数，而且只能用于本試驗爐子的形式和單烘缸紙机上。按上式算出来的大小，不包括火泥和爐壁的厚度。

另外当爐膛直徑增大时，爐壁厚度应随之加厚。

②爐箆面积：

爐箆总面积 = 爐膛面积的 30~40%。

爐箆的有效通風面积 = 爐箆总面积的 40~50%。