

倒焰窑的操作法

潘玉芳等編

輕工業出版社

內 容 介 紹

本書闡述了大型倒焰式窯的結構以及裝窯和燒窯的詳細操作，并仔細介紹了燒窯操作過程中產生制品缺陷的原因以及其克服辦法。在全書中，作者除根据亲身參加燒窯几十年的操作經驗進行論述外，還結合了一部分理論，提出了有關窯爐設計的改進意見。

所以，這是一本理論與實際相結合的工人編著，很值得國內從事燒窯工作，特別是衛生陶瓷器燒窯工人和技術人員以及設計人員閱讀。

倒焰窯的操作法

潘玉芳 賈步興 劉生文 合編
王連增 張印才

謝 谷 初 審校

*

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080號

輕工業出版社印刷廠印刷

新华書店發行

*

787×1092公厘1/32·1 $\frac{22}{32}$ 印張·1插頁·35,000字

1959年2月 第1版

1959年2月北京第1次印刷

印數：1—3,500 定價：(10.00)25元

統一書號：15042·506

倒焰窑的操作法

潘玉芳 賈步兴 刘宪文 合編
王連增 張印才

謝 谷 初 审校

輕工业出版社

1959年·北京

目 录

前言	(4)
第一章 窑爐构造	(5)
(一) 燃烧室	(5)
(二) 吸火孔	(8)
(三) 挡火牆	(9)
(四) 烟道的结构	(10)
(五) 烟筒	(11)
(六) 放热眼——天眼	(11)
第二章 装窑	(12)
(一) 装窑的一般情况介绍	(12)
(二) 几种主要卫生陶器的装窑方法	(14)
(三) 装窑操作中所使用的工具	(15)
(四) 制品在装窑过程中容易出现的毛病	(16)
第三章 烧成	(16)
(一) 烧窑操作的改进和发展	(16)
(二) 燃料	(17)
(三) 窑爐通风的问题	(20)
(四) 窑爐內的傳热方式	(27)
(五) 陶瓷坯釉在烧成中的物理化学变化	(29)
(六) 烧窑操作	(33)
(七) 季节对烧窑操作的影响	(47)
(八) 烧成時間的问题	(48)

第四章 窑爐冷却	(49)
(一) 窑爐冷却的方法和步驟	(49)
(二) 冷却的快慢对制品及匣鉢的影响	(50)
第五章 測溫及通风控制的仪器	(50)
(一) 三角錐	(50)
(二) 热电偶	(52)
(三) 光学高溫計	(53)
(四) 微压計的构造和使用	(53)

前 言

倒焰窑是一种比較新式的窑，現已广泛地流行采用于南北各省区，为数極多。这种窑的結構比較合理；建筑費用省，燃煤消耗率低，窑爐的溫度一般也容易掌握。

但倒焰窑的操作技术与产品的燒成質量大有关系。操作技术不当，極易产生劣質产品，所以及时交流和总结燒窑操作的經驗，是非常必要的。

本書是由我們几个燒窑工人根据自己亲身的操作經驗把唐山陶瓷厂大型倒焰窑的結構以及陶瓷燒成阶段中决定产品质量的技术操作經驗加以介紹，集体編写而成的。書中叙述了造成产品缺陷的原因及其克服办法，又把有关燒成的主要基础知识，如窑內通风及窑內傳热等問題加以闡明。我們还根据自己的燒成經驗提出了窑爐設計的改進意見。

不过限于我們的理論水平以及再加上缺乏此类专业的参考资料，因此叙述中的錯誤或說明不肯定之处，是在所难免的。深望陶瓷工业界的同志們加以指正。

在編写此書的过程中，承本厂党委委員郑仲元、張祝三两位同志的亲身指導，并經唐山陶瓷研究所刘可栋工程师的具体帮助，也在此一并致謝。

作者

于唐山陶瓷厂

1958年10月

第一章 窑爐構造

我們都知道，采用粘土、长石、石英等原料配合而成的坯体，是沒有任何的使用价值，它遇水或經碰撞后立即崩解和破損。然而，在窑爐中經過高溫处理以后，它就会变成与先前性質完全不同的另一种物体——即所謂陶瓷器。它所表現的特性为：既美观，又坚硬，并具有一定的化学稳定性。因此，在陶瓷工业中窑爐的功用在于有效地利用燃料所发生的热量經過高溫处理使由各种原料配合而成的坯料变成我們所需要的陶瓷器。

由于窑爐在陶瓷工业中具有重要的地位；因此，窑爐的改進在陶瓷工业的发展上一直是極為重要的。从当前的情况来看，在不同的陶瓷工厂中已經采用的有倒焰窑、直焰窑、室式窑、輪窑和隧道窑等。截至目前为止隧道窑是最先進的燒成工具。由于在我們厂目前还只是用的倒焰窑，因此只将我厂倒焰式窑爐的构造情况簡單的介紹于下，結構見图1。

(一) 燃燒室

在我們工厂中，大部分工人把燃燒室称为“灶火”。加進去的煤就在这里燃燒。它的构造形式的确定，主要是根据所采用燃料的性質和它的物理状态（气体的，液体的，块状的还是粉状的等）。因为这些因素对于操作有很大的关系。

由于我們厂是采用末煤，所以燃燒室結構中的主要部分，即所用的爐条型式，与末煤是相适应的。燃料就是在爐条上受热后放出可燃气体，在燃燒室內或者是到窑室內進行燃

燒，剩下的固体碳仍在爐条的上面燃燒。我們采用爐条形式基本上是傾斜式的，但是傾斜角度并不大，約有15度。我們所确定的操作規程基本上也是根据傾斜爐条来确定的；采用这种形式的爐条，根据我們的經驗，在使用目前燃料的情况下，比較合适。

燃燒室的个数和它的总面積，应当根据生产技术要求来确定，也就是根据产品及产品性質所决定的燒成時間和所采用的燃料的性質。目前各个陶瓷厂都已开展起来的技術革命，都是以

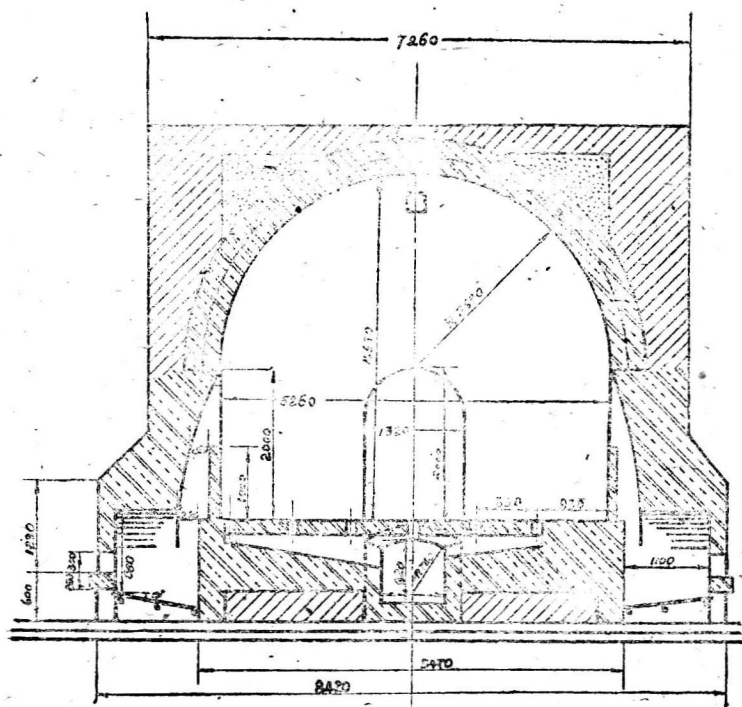


图1 171立方米倒焰式窑爐橫断面图

加速窑爐周轉为主要革新內容；因此我們在考虑窑爐燃燒室面積的时候，不要使它过小而影响了升溫速度，致使縮短燒成時間难于实行。在設計窑爐的时候，就应当充分的考虑到在今后的快速燒成中，燃燒室的大小能否保証窑內溫度的正常上升。我們厂的倒焰式窑爐容積有 171米^3 和 149米^3 的。共設有八个燃燒室，每面四个，燃燒室的构造如图2。容積 171米^3 的窑，爐柵总面积为 7.15米^2 ，占窑底面積17%；容積 149米^3 的窑爐是 5.62米^2 ，占窑底面積13%强。按照这样的比例，在我們的实际操作中，

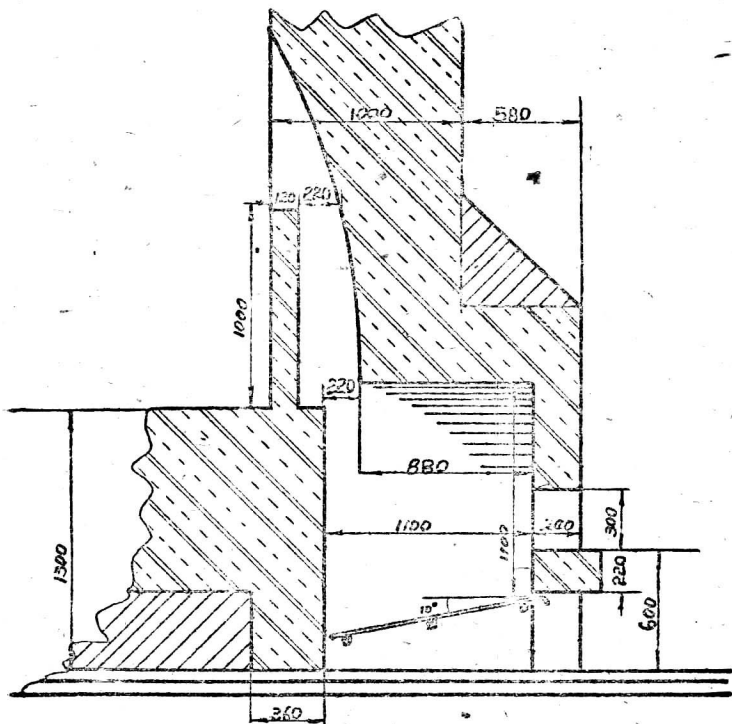


图2 171立方米窑爐燃燒室側面图

若采用質量比較好的燃料，在36~38小時的燒成時間內，升溫基本正常。當所采用的燃料質量比較差時，在操作中便感到升溫困難。占窑底面積13%強的爐柵，升溫更感到困難。根據這種情況，如果窑爐的燒成時間再進行縮短時，升溫就會更感到困難。因此，我們在新建的窑爐上，已經考慮到了這個問題，並且適當的增大了爐柵面積。

關於爐條的形式，我們采用的是可以活動的，爐條材料是用約25毫米的圓鋼。活動爐條的缺點是難于均勻的分布在爐柵上；但是它的最大優點是：①便于落灰及清除較大塊的灰渣。如在操作中出現大塊灰渣時，可以適當的把爐條向外抽一下，使灰渣從爐條上漏下來；②在燒成進行中，可以根據特殊情況，適當變化爐柵的有效面積。

(二) 吸 火 孔

吸火孔也是窑爐構造上的主要部分，它与窑底組成一個整體；窑內的燃燒氣體即是通过吸火孔進入窑底烟道。吸火孔在窑內的分布情況，直接关系到燒窑操作的正常進行。因為氣體在窑內流動的時候，總是流向阻力最小的地方。

關於窑室內溫度能否均勻分布，窑底吸火孔的個數和它在窑底的排列形式具有很大的關係。吸火孔的分布見圖3所示。在大多數的窑爐結構上，通向烟筒的窑底总烟道一般都是從窑爐的一頭引出在接近烟筒的那一端，由於氣體流動的阻力較小，流過的热氣體就多，因此這一端的溫度比离烟筒遠的一端容易上升。關於這一點，我們在实际操作中有很深刻的體會。

為了能够取得窑爐下部溫度的均勻分布，解決靠近烟筒那一端溫度偏高的情況，在吸火孔的面積上進行了適當的調整；把靠近烟筒那一端的吸火孔適當縮小，加大了离烟筒遠的那一

端吸火孔的截面積。經過這樣的調整以後，已經取得了較為明顯的效果。

在容積 171米^3 的窑爐構造上，窑底吸火孔共設有六十二個，總面積為 0.645米^2 ；吸火孔的尺寸靠烟筒的那一端為90毫米，離烟筒遠的那一端為95毫米；吸火孔與爐柵面積的比例為1:11。在容積 149米^3 的窑爐上，窑底吸火孔是五十八個，總面積是 0.737米^2 ，與爐柵面積的比例為1:8（吸火孔的尺寸大）。

從以上這兩個窑爐吸火孔的分布情況來看，容積 149米^3 的窑爐所設置的吸火孔個數雖少，但是它的總面積較容積 171米^3 的大 0.092米^2 。由於容積 149米^3 窑爐的吸火孔面積大些，在實際操作中它的下部溫度容易上升， 171米^3 的窑爐下部溫度上升就比較困難。假若吸火孔的總面積過大時，也會造成操作上的不良情況。由於吸火孔總面積過大，使得熱氣流在窑室內流動的阻力過小，燃燒氣體所帶的熱量還沒有被下部制品所充分吸收，即進入了窑底烟道，從而下部溫度也不容易上升。

（三）擋火牆

擋火牆的作用，在於它能產生熱的氣柱，將燃燒室內的燃燒氣體送入窑室，窑室內的正壓就是由擋火牆所構成的熱火袋所產生的。擋火牆的高度對於燒成操作有很大的影響。如果擋火牆太高了，則進入窑內的火焰大部分都集中在窑爐頂部，這樣便造成頂部溫度過高，底部溫度較低，特別是擋火牆的下部附近；因此擋火牆高了是有缺點的。但是低了也不恰當。如果擋火牆過矮時，火焰便不能有效的達到窑爐頂部，而大部分火焰走了短路，使得窑內同一斷面上難於求得均一的溫度。因此，適當的選擇擋火牆的高度是非常重要的。合理高度的擋火牆能够使窑內的溫度分布均勻。

(五) 烟 筒

烟筒是促進窑爐通风不可缺少的組成部分。它能供給窑爐必要的通风强度，另一方面它又能把燃燒气体排出窑室，使窑內气体处在經常的流动状态。

烟筒高度的确定是基于烟道阻力及窑底結構以及高溫时需要排出的烟气溫度来决定的。烟筒口徑的大小是根据排出烟气量的多少来决定的。如果窑爐离烟筒比較远时，烟筒可以适当的加高些；反之，則矮些。一般在燒成初期，窑室內还处在低溫阶段，此时烟筒的溫度也很低，烟筒的通风能力很弱。比較科学的办法是采用一个烟筒带着两个窑爐，这样能够使得烟筒經常处在热的状态。因为这一个窑爐在燒成初期的时候，另一座窑爐可以進行冷却；具有以上情况的烟筒，通风能力将不会感到不足。我厂 39 米高的烟筒带着两个窑爐。容積 171米^3 的窑爐距烟筒 30 米远，容積 149米^3 的窑爐距烟筒 20 米远。根据我們的实际体会，如上設計，在操作中，并未碰到什么不良情况。

总之，要想合理的使用烟筒，最好是两个或者三个窑爐使用一座。这样在高溫操作的窑爐通风强度有余，而在冷却或低溫阶段的窑爐具有溫度比較低的气体，当两者混合后，即能保証两个窑爐的良好通风。

(六) 放热眼——天眼

放热眼一般是指天眼，但是同窑門一样也可以起到散热的作用。

天眼的作用可以分为两个方面：一是加速窑爐冷却，一是排出水汽。但是后者在目前的快速燒成中，不管是在耐火材料工业还是陶瓷工业，在这方面已經起不到什么作用。从現在的

情况看来，設天眼的目的主要是加速窑爐冷却。我們知道，空气受热后，它的密度就要大大的减小。其溫度越高，密度越小。密度小的气体，它的比重比空气輕，因此就有向上升的性能；所以当窑爐進行冷却的时候，窑室內热的气体即会通过天眼排到大气中去而补充新的冷空气。这个过程的進行是連續的，因此使得窑室內的匣钵和制品受到冷却作用。天眼向外排出热的气体量与天眼的截面積有直接关系。截面積越大时，向外排出的热气体越多，則窑室內冷却作用的進行也就越迅速。

在我厂容積 171米^3 的窑爐上，共設有10个散热眼，总面積为 5.1米^2 （連两个窑門面積也計算在內）； 149米^3 的窑爐共設有8个，总面積为 5.3米^2 （窑門面積也在內）。具有如上放热眼的窑爐，在冷却过程中还是感到不足。在生产大跃进中，許多陶瓷工厂和耐火材料工厂都加大了天眼的截面積，作为加速窑爐周轉的主要措施。

第二章 裝 窑

（一）裝窑的一般情况介紹

1) 窑具：

以卫生陶瓷器为例，在燒制过程中，因为采用固体燃料，为了防止火焰与制品相接触，在制品的外面需要用一层耐火制品加以保护，这种使用在窑爐中保护制品的工具，即称为窑具。

我們厂在窑具的使用上共有三种，即匣钵、匣钵盖和棚板。

甲、匣钵——这是一种采用矾土、熟料、粘土所制成的耐火制品。其形状有椭圆和近似椭圆的。为了更有效地利用窑爐容積，合理地选择匣钵的形状和尺寸是非常重要的。我厂为了使匣钵能够适合装放高矮不同的产品，采用了高度为260毫米和170毫米两种尺寸，厚度为30~35毫米。

乙、匣钵盖——由于我们采用的匣钵是无底的椭圆筒形，所以这种盖就是用来代替匣钵底使用，其形状与匣钵相同，比匣钵的周边约計大10毫米，其厚度为35~40毫米（配料与匣钵基本同）。

丙、棚板——其配料基本与匣钵相同，形状是一块长方形的耐火板，四周的擋火板是采用标准形的耐火磚砌在窑爐中。擋火板出窑时固定不动。棚板的高度約計40~45毫米。

丁、垫——是一种粘土、熟料制品。它的形状是根据制品在装窑时接触匣钵盖部分的形状来确定。它是用来为了防止制品燒制中出现变形的。

2) 装窑法:

甲、匣钵法——装窑时先在匣钵下部放一块平盖，然后在匣钵和盖相接触的部分用耐火泥制的泥条隔开，以防火焰進入匣钵内部后两者粘接在一起。然后，在匣钵盖上放一托制品的垫，并在垫的上面撒一层高铝質粘土粉，以防制品和垫熔結在一起，另一方面也起到稳固制品的作用。高铝粉撒上后，即把坯子平稳端正的放于垫上，并按照以上的方法再装第二件制品。如此类推，将同样大小的匣钵一一垒積起来，即构成窑內的匣钵柱。

在進行匣钵法装窑中，匣钵柱与匣钵柱之间的距离必須适当。如果安排不适当，不但会影响窑內气体的流动，而且还会影响窑爐容積。

本厂匣钵柱在窑爐內的安置情况大致如下：

匣钵柱之間的距离約30~50毫米。

匣钵柱与窑壁間的距离約80~100毫米。

匣钵柱与噴火口間的距离約100~160毫米。

匣钵柱与窑頂間的距离約180~200毫米。

匣钵柱与窑底間的距离約150~160毫米。

中間看火道寬約160~170毫米。

乙、棚板法——棚板装窑法是在生产大跃进中由本厂工人首先提出的。此法在剛提出时，还比較笨重。在棚板法的基础上不久便出現了格式法，目前正在試驗柱式法。根据初步看到的情况，柱式法比格式法又進了一步，它更進一步的提高了窑爐容積和減輕了劳动强度。

棚板装窑法的最大优点是：①增加窑爐容積，可比匣钵法提高25~40%；②比匣钵法可以大大的減輕工人的劳动强度；③棚板的破損率比匣钵少，可节省匣钵料。

（二）几种主要卫生陶器的装窑方法

1) 座式大便器的装法。在装此种制品的时候，首先把匣钵盖放好，并在盖上均匀地放上三根粗泥条，并把垫放在泥条上使其稳固。垫上要撒一层高铝粘土粉。当放置垫的时候，应当把带下水管的那一端放低一些。垫放置好后，再放上一个椭圆形的小匣钵（匣钵高170毫米，长620毫米，寬445毫米），然后放置制品。制品放上后，再放上两个小匣钵，并用盖盖起来。这一件制品的装窑过程到此結束。但是，在放置制品的时候，要用手电筒检查一下制品，看看是否有髒东西落到上面。如果現发上面有髒东西，应当用軟毛扫帚扫去，以防燒后造成落髒。

2) 蹲式大便器（本厂工人叫大板）的装法。此种制品的

基本操作与座式大便器近似，只是垫的形式不一样。此种制品的垫共分两部分，是用前垫和后垫组成。装时先把垫的上面撒一层高铝粘土粉；并把带瓢的那一端放低一点。制品放上后，再放匣钵；所使用的匣钵近似椭圆形（高170毫米，长670毫米，宽470毫米）。

3) 脸盆（洗面器）的装法。目前我厂装此种制品不使用垫，只是在底下用四根粗泥条，中间的两根放的高些。当泥条放下后，把制品稳上，并在背面放一支棍，支在脸盆的下水管部位。在放置制品时，要求放正装直。装此种制品时，先放制品再放匣钵，共用两个椭圆形的高匣钵（高260毫米，长620毫米，宽445毫米）。

4) 高水箱的装法。当装高水箱时，最主要的是将下部的垫放平，否则就会出现走形的情况。装此种制品时，一共需用两层垫。底下放一层厚垫（是用粘土—熟料制的），厚约25毫米。在厚垫的上面再放一薄垫，厚约10毫米（是一半耐火土和一半瓷泥制的）。在两层垫的中间撒一层高铝粘土粉，并尽量使两层密接起来。垫好后，再放入制品，然后把匣钵放上，使用一高一矮的两个椭圆匣钵。

（三）装窑操作中所使用的工具

1) 小扫帚——扫帚把上带一铁钩，装窑工人将其挂在腰带上，这样使用很方便。它的作用主要是扫除匣钵盖上的尘灰及鳞东西，以免烧后沾污制品。

2) 长条平面桌——放置预备装窑的制品。

3) 高凳子——在装窑时，把匣钵盖放在上面，进行圈泥条操作。

4) 圆形旋转凳子——制品从浸釉工段拿来后，在这上面