

★★世纪期刊网-专业期刊论文原文服务网站★★

【关于我们】

世纪期刊网专业提供中文期刊及学术论文、会议论文的原文传递及下载服务。

【版权申明】

世纪期刊网提供的电子版文件版权均归属原版权所有人，世纪期刊网不承担版权问题，仅供您个人参考。

【联系方式】

商务及广告服务电话 13328196150 电子邮件 support@verylib.com

【网站地址】

世纪期刊网 <http://www.verylib.com>

【网上购书推荐商家】

[当当网](#) [卓越网](#) [读书人网](#)

[京东IT数码商城](#)

本次文章生成时间：2010-1-26 12:17:23

[文章内容从第二页开始!](#)

请将本站向您的朋友传递及介绍!

中小型马蹄焰玻璃窑炉的节能技术措施

湘潭市玻璃厂 刘小波

摘 要

本文就中小型玻璃工厂马蹄焰池窑的节能做了阐述,指出窑炉在玻璃厂的重要性和马蹄焰窑炉的一些优点,并对马蹄焰窑炉的节能措施做了详尽的论述。如果在窑炉设计中综合采用有效措施,那必将在降低产品能耗,提高产品质量增加效益等多方面取得满意的进展。

序 言

玻璃窑炉是玻璃厂最重要的热工设备,其能耗占整个工厂总能耗的80%以上。所以,玻璃窑炉的设计合理与否,不仅直接决定了能否生产出合格的玻璃液,而且也决定了玻璃厂能耗的高低以及生产的经济效益。因此,无论哪家玻璃厂总是把窑炉设计摆在十分重要的位置,而能耗又正是窑炉设计中的一个重要指标。

对于中小型玻璃窑炉(熔化面积在 $40M^2$ 以下),马蹄焰窑比同样产量的横火焰窑在一些主要技术、经济指标上具有明显的优点。单位能耗低10~15%,占地面积小约30%,造价约低25%。因此,目前国内已得到广泛的推广和应用。在能源供应十分紧张、各企业更加注重经济效益的今天,探讨一下中小型马蹄焰窑炉设计中的节能技术措施是很有必要的。根据各厂的实际情况,我们认为可以从以下几个方面着手。

一、增加蓄热室的受热面积

蓄热室的特点就是通过格子砖的蓄热作用吸收烟气的余热,然后在下半个周期中(火焰换向后)传给助燃空气。所以,蓄热室格子砖与烟气的接触面积越大,它所储蓄的热量也就越多,因而传给助燃空气的热量也越多,助燃空气温度便提高。这是显而易见的。这样,可加速燃料的完全燃烧,提高窑炉的熔化温度,因而也就可以提高窑炉的熔化率。据国外有关资料介绍,助燃空气温度提高 $200\sim 300^{\circ}C$,可使单位能耗下降10~15%,或者在能耗不变的情况下提高产量约10%。可见,增加蓄热室的受热面积,是节约能源,提高窑炉的工作效率和热效率的有效手段。

我们把蓄热室的受热面积与熔化池面积之比称作窑炉的蓄熔比。蓄熔比越大,蓄热室的受热面积也越大。过去,我国烧油的马蹄焰窑炉由于材质等因素的限制,蓄熔比一直采用较低值,一般为15~30,近年来有增大的趋势,一般都提高到20~35,有的高达40左右。就中小型马蹄焰窑炉而言,熔化池面积在 $25M^2$ 以下的,其蓄熔比可取30~40,而熔化池面积为 $25\sim 40M^2$ 的,其蓄熔比可取30~35。这样的效果往往比较理想,助燃空气的预热温度一般都能达到 $1200^{\circ}C$ 以上。

当然,采用高的蓄熔比,必须同时注意选用格子砖的耐火材料,过去的格子砖一般

都使用高铝砖和粘土砖，这种材料容易熔蚀，也会受烟气中的碱性粉尘的腐蚀，因而蓄热室的寿命大都较短，有时还必须进行热修、甚至造成停产。目前，蓄热室格子砖的中上层高温区一般都使用碱性镁质耐火材料，其特点是耐火度高(可达2000℃以上)，有良好的抗蠕变性，导热性能良好，吸热和放热的速度也较快，且热容量随温度的升高而增大，还不易与配合料飞散的纯碱发生反应而剥落以致堵塞格子砖。

二、熔化池的合理设计

玻璃窑炉的熔化池面积大小确定之后，有两个重要参数即熔化池的长宽比和玻璃液的深度需要根据产量、质量以及能耗要求等指标来确定。

熔化池的长宽比即熔化池长度和宽度的比值，是窑炉设计中的一个重要参数。长宽比的选择是否合理，即直接影响窑炉的产量和玻璃液的质量，也关系到窑炉能耗的高低。长宽比过小，则熔化池内的澄清、均化带的长度可能不够，尽管窑内的温度比较均匀，但窑炉的产量较低，单位产品的能耗较高，玻璃液有时均化也不充分。适当加大长宽比后，玻璃液在窑内停留的时间增长，澄清和均化的效果变好，熔化率可望提高，从而达到降低单位产品能耗的目的。

加大窑炉熔化池长宽比的前提是窑炉必须保温良好，并使用合适的燃烧设备。因为，长宽比增加后，窑体的散热面积相应增大，散热量增多。如不采取有效的保温措施，最终的综合效果可能是没有节能作用。

随着窑炉熔化率的提高，池底保温、池底鼓泡等技术的应用，适当加深熔化池的好处也更加明显。熔化池加深后，增大了窑炉的容量，并加剧了玻璃液的垂直液流，降低了池底的温度，有利于提高玻璃的产量和质量。

一般中小型马蹄焰窑炉熔化池的长宽比和池深，要根据其熔化面积和玻璃的颜色等因素来定(见表1)。根据我们的一些实践经验认为，熔化池面积小的窑炉，长宽比可大一些，而熔化池面积大的窑炉，其长宽比则相应小一些。如果是生产深色玻璃(如棕色、绿色料)，其长宽比也应相对小些。玻璃液的深度还取决于窑炉的保温效果和其它如鼓泡等辅助技术的应用。保温效果好、有池底鼓泡的窑炉，其熔化池可相对深一些，反之，则应浅些。

表1 熔化池长宽比和池深

| 熔化池面积 | 玻璃颜色 | 长宽比 | 池深(米) |
|----------------------|------|---------|---------|
| 25M ² 以下 | 深色料 | 1.6~1.8 | 0.8~1.0 |
| | 浅色料 | 1.7~1.9 | 0.9~1.2 |
| 25~40 M ² | 深色料 | 1.5~1.7 | 1.0~1.3 |
| | 浅色料 | 1.7~1.8 | 1.1~1.4 |

三、适当增大窑炉的火焰空间

窑炉的熔化率提高，重油和天然气等高热值燃料使用以及窑炉的保温技术应用之后，适当增大窑炉的火焰空间，以促进燃料的完全燃烧，提高窑炉

内部的温度，已越来越引起人们的重视。

我们知道，配合料在熔化池熔化时所吸收的热量一部分来自火焰的辐射和对流，另

一部分则来自窑炉胸墙和窑顶辐射，而且辐射传热要占整个传给玻璃总热量的90%。根据斯蒂芬·玻尔兹曼定律可以导出：

$$E = \varepsilon C \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

其中：E为辐射能力， ε 为黑度，

C为辐射系数，T为开氏温度

我们不难看出，辐射能力与其黑度和辐射系数成正比，与辐射体开氏温度（°K）的四次方成正比。若窑炉的火焰空间过小，重油等燃料燃烧将不充分，火焰黑度较大。另外，配合料投料后飞扬的粉尘也会增大火焰的黑度。这样的结果会导致火焰的温度降低，减少玻璃液的热辐射。同时，窑体对玻璃液的辐射热量被黑度较大的火焰空间所吸收而很少达到玻璃液。最终是玻璃的熔化时间增长，且熔化困难。适当加大火焰空间后，燃料在窑内可保证有完全燃烧的空间和时间，火焰明亮，窑内的温度提高，不仅改善了窑炉内火焰与玻璃液、窑体与玻璃液的热交换，提高了窑炉的热效率，而且降低了窑炉的热负荷，延长了窑炉的寿命。

中小型马蹄焰窑炉的火焰空间高度要根据窑炉的熔化池面积、熔化池的长宽比以及窑炉的耐火材料等来确定。以重油为燃料时，熔化池面积在25M²以下，火焰空间高度（包括窑顶升高）可取0.8~1.1米，熔化池面积在25~40M²的，火焰空间高度可取1.0~1.4米。

四、设置窑坎，采用池底鼓泡

在熔化池内，玻璃液的回流往往是工作流的3~4倍。澄清好的玻璃液又回到窑炉的熔化带，这不仅使窑炉的效率降低，而且这些玻璃液又需要重新加热，也造成了热量损耗。在熔化池中设置窑坎可以解决这一问题，并有一定的节能效果。据有关资料介绍，在池深1.5米的条件下，设置一道1.1米高的窑坎，其玻璃液的回绕量仅为没有窑坎时的30%。

窑坎的高度大都为池深的 $\frac{1}{2}$ 以上，有时甚至高达池深的 $\frac{2}{3}$ ，其实质是将局部池底抬高，因而具有浅层澄清的作用，迫使澄清带的玻璃液流全部经过窑坎的上部并呈一薄层。于是，玻璃液的温度可以进一步均匀、提高、玻璃液粘度也随之降低，有利于气泡的排除，也有利于玻璃中各离子的扩散和均化，能大大加快玻璃液的澄清速度和提高玻璃液的质量。更重要的是，由于窑坎的设置，大大减少了玻璃液在熔化池内的回流系数，延长了玻璃液在熔化池内熔化带停留的时间，并有效地阻止了熔化池底的脏料进入工作池，对降低窑炉的能耗，提高产品质量有不可低估的作用。

对窑内玻璃液进行鼓泡，是强化玻璃的熔化过程的有效方法。由于鼓泡对玻璃液的搅拌和翻腾作用，这有利于减少玻璃液纵深方向的温差，加强玻璃液内部的热交换。同时，鼓泡气相当于在玻璃液中形成一道“气幕”，阻止未熔化的粉料进入澄清均化带，并能带出玻璃中的一部分气体而加速澄清过程。

在窑炉设计中，如果即设置窑坎又配合使用池底鼓泡技术（如图1所示），则其在降低单位产品能耗方面比使用其中某一项时都有更明显的效果。

五、分隔装置的选用

窑炉的分隔装置分气体空隔分隔（如花格墙）和玻璃液分隔（如流液洞）两部分。

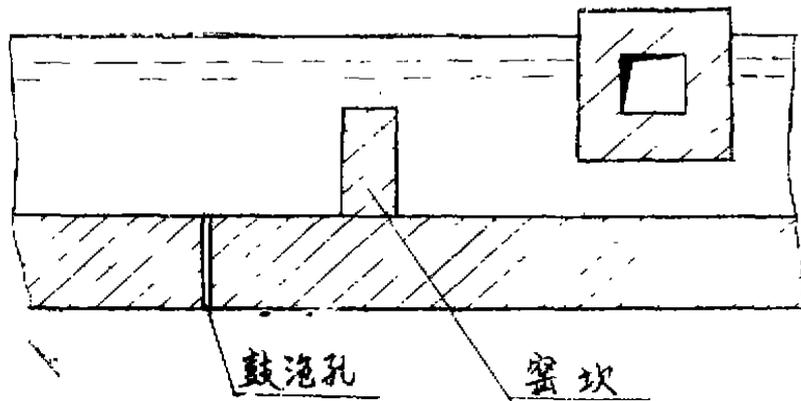


图1 窑坎和池底鼓泡布置

前些年，我国的马蹄焰窑炉的气体空间分隔大都是半分隔，用一堵花格墙把熔化池和工作池的上部空间隔开，但因为过火面积仍然留得较大，熔化部的火焰对工作池的温度有直接影响，有时甚至会对工作池内的玻璃液有重新加热的作用，这不仅使工作池外表散热量增加，而且还容易产生二次气泡，影响玻璃液的质量，并使成型温度难以稳定。目前，全分隔窑炉的优越性已得到大家一致公认，因而采用全分隔技术的也正在增多。这样一来，工作池与熔化池仅通过流液洞相通，工作池的热量几乎全是由玻璃液提供的，这既保证了工作池温度的相对稳定，有利于成型操作，又降低了工作池的温度，减少了工作池表面的对外散热。

玻璃液的分隔装置一般都用流液洞，也有同时配合使用窑坎的。流液洞由于处于窑炉深层，以单位玻璃容量计的散热面积大，冷却快，故能显著降低玻璃液的温度（可降低 $80\sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 不等）。此外，由于只有熔化好的玻璃液才能沉入深层，因而流液洞对提高窑炉的熔化能力有一定的作用。当然，流液洞减少玻璃液的回流的作用是很明显的，

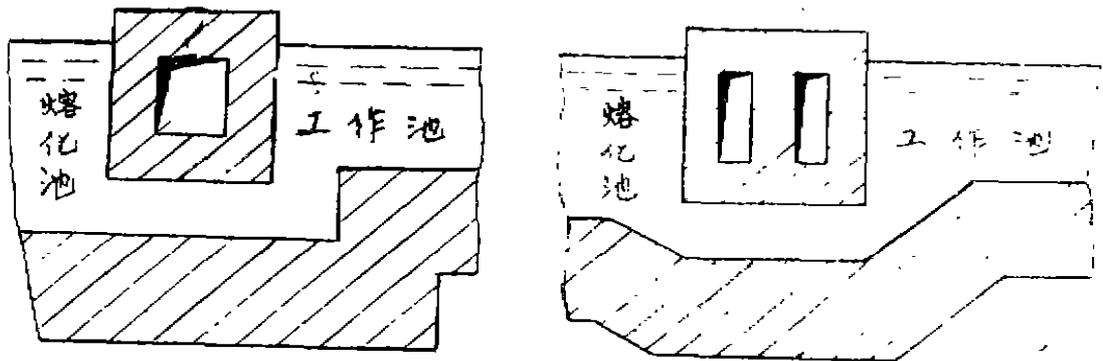


图2 流液洞及工作池抬高 图3 下流式流液洞

这对提高窑炉的热效率也有帮助。

流液洞的形式很多，最常用的是图 2 和图 3 所示的两种。近年来，下沉流液洞（如图 3）得到了广泛的推广和采用。生产实践证明，这种形式具有以下四种优越性。（1）对玻璃液的选择作用好，能有效地阻止未熔化和澄清好的玻璃液进入工作池。这不仅保证了玻璃液的质量，并为扩大熔化面积，提高熔化率和采用池底鼓泡技术等创造了条件。（2）对玻璃液的冷却作用好，为缩小工作池面积创造了条件。（3）对流液洞砌砖的冷却作用好，延长了流液洞的寿命。（4）减少了从工作池回流的玻璃液及其所造成的热损失。

六、工作池的设计

我们知道，有流液洞窑炉的工作池的作用，主要是对玻璃液进行冷却、均化和分配。工作池面积的大小，玻璃液的深浅以及工作池的结构形式等，是决定工作池性能的主要参数。

玻璃液在工作池内不仅有流向供料槽的工作流，而且还会以流液洞为中心形成较强的回流。工作池的面积越大，池内的玻璃液越深，则参与回流的玻璃液越多。回流过多的结果是，已进入工作池冷却的玻璃液又回到流液洞处被重新加热，一方面降低了工作池的效率，且影响玻璃的均化质量，另一方面也造成能量的耗费。

目前，在工作池设计中所采取的节能技术措施大都是工作池底部、缩小工作池面积，同时尽量减少工作池内存在的液流“死角”。通常，工作池池底比熔化池池底可抬高 300~600mm（见图 2），工作池面积与熔化池面积之比为 10~20%，工作池形状往往被设计成扇形或矩形。这样，工作池内玻璃液的回流减少，散热面积变小，且由于抬高了工作池池底，玻璃液的温度更均匀，对提高产品质量也有好处。另外，窑炉砌筑时的投资也相应降低。

当然，中小型马蹄焰窑炉设计中的节能技术措施远远不以上述所说的这些方面，而且这些技术措施的效果还必须以窑炉保温良好和耐火材料质量符合要求等因素为前提。但是，可以肯定，在窑炉设计中如果综合采用以上所介绍的几项措施，那必将在降低产品的能耗、提高产品质量、增加经济效益等诸方面取得满意的进展。