

建筑玻璃应用手册

王永恒 柴洪泉 郑遂林 编
李秀云 杨复和 李文红

武汉工业大学出版社

建筑玻璃应用手册

王永恒 柴洪泉 郑遂林 编
李秀云 杨复和 李文红

江苏工业学院图书馆
藏书章

武汉工业大学出版社

(鄂)新登字 13 号

〔内 容 简 介〕

本手册主要包括:一次成型的平板玻璃生产工艺、几种主要的深加工玻璃工艺、平板玻璃制品、平板玻璃的安装与维护、异型玻璃和特殊建筑玻璃、国内主要建筑玻璃生产厂家产品索引与企业介绍等。

本手册主要供从事建筑玻璃的生产、建筑安装施工与维护的工程技术人员、建筑材料购销人员使用;亦可供从事建筑玻璃的教学、科研及管理工作者阅读参考。

建筑玻璃应用手册

© 王永恒 柴洪泉 郑遂林 编
李秀云 杨复和 李文红

责任编辑:田道全

*

武汉工业大学出版社出版、发行

全国新华书店经销

湖南省华容县印刷厂印刷

*

开本:850×1168 1/32 印张:9.25 字数:203千字

1993年9月第1版 1993年9月第1次印刷

印数:1-3000册 定价:(平)10.00元 (精)14.00元

ISBN 7-5629-0813-3/TQ·88

编 者 的 话

中国的平板玻璃工业曾经相当落后,在 80 年代以前的一个很长的历史时期内,不但产品质量差,品种单调,而且产量很低,远远不能满足国内市场需求。建筑行业需要的一些深加工玻璃和优质平板玻璃,完全依赖进口。

党的十一届三中全会以来,随着建筑业的蓬勃发展,我国的平板玻璃工业也实现了历史性的飞跃,由我国科技人员依靠自己的力量发展起来的“洛阳浮法玻璃工艺”遍地开花,现已建成 25 条浮法玻璃生产线,这些生产线和新建的与扩建的多条垂直引上玻璃生产线及平拉玻璃生产线,使我国的平板玻璃产量跃升至世界各国的首位,从 1980 年的 2466 万重量箱上升到 1991 年的 8596 万重量箱,11 年间增长了 2.4 倍。平板玻璃工业的腾飞,带动了深加工玻璃工业的发展。现在,我国不但平板玻璃供不应求的局面得到了彻底扭转,而且产品还进入了国际市场,仅 1990 年就出口平板玻璃 3018 万 m^2 ,创汇 7877 万美元。

为使读者充分了解我国目前已有的和即将有的建筑玻璃产品,我们编写了这本《建筑玻璃应用手册》。

本手册系统地介绍了普通平板玻璃和深加工平板玻璃 18 种、异形玻璃和特殊建筑玻璃 5 种的简单生产工艺、产品品种、性能、现行标准、用途及施工方法。为避免重复,施工方法大体相同的平板玻璃和深加工玻璃的安装与维护在第四章中统一做了介绍,对于具有不同施工特点的中空玻璃、各种饰面玻璃、异形玻璃和特殊建筑玻璃,本手册分别做了介绍。为方便用户与生产厂家的联系,本手册后附有国内主要建筑玻璃生产厂家及其产品的索引。

目 录

第一章	一次成形的平板玻璃生产工艺	(1)
第一节	浮法玻璃生产工艺	(1)
第二节	垂直引上法拉制玻璃生产工艺	(1)
第三节	平拉法玻璃生产工艺	(2)
第四节	压延法玻璃生产工艺	(3)
第五节	在线热喷涂玻璃镀膜工艺	(4)
第六节	本体着色玻璃生产工艺	(4)
第七节	电浮法玻璃镀膜工艺	(5)
第二章	几种主要的深加工玻璃工艺	(6)
第一节	钢化玻璃生产工艺	(6)
第二节	夹层玻璃生产工艺	(9)
第三节	中空玻璃生产工艺	(11)
第四节	镀膜玻璃生产工艺	(14)
第三章	平板玻璃制品	(18)
第一节	浮法玻璃	(18)
第二节	垂直引上法拉制玻璃	(32)
第三节	平拉玻璃	(39)
第四节	压花玻璃	(43)
第五节	夹丝、夹网玻璃	(48)
第六节	热反射玻璃	(52)
第七节	吸热玻璃	(63)
第八节	低辐射玻璃	(69)
第九节	钢化玻璃	(74)
第十节	夹层玻璃	(81)
第十一节	中空玻璃及其施工	(88)
第十二节	喷砂玻璃	(107)

目 录

第十三节 釉面玻璃及其施工	(110)
第十四节 彩绘玻璃	(117)
第十五节 玻璃镜	(119)
第十六节 蚀刻玻璃	(122)
第十七节 雕磨玻璃	(125)
第十八节 冰花玻璃	(127)
第四章 平板玻璃的安装与维护	(131)
第一节 平板玻璃的性能	(131)
第二节 安装玻璃时所需材料的种类和特性	(141)
第三节 平板玻璃的施工	(145)
第五章 异形玻璃和特殊建筑玻璃	(181)
第一节 空心玻璃砖及其施工	(181)
第二节 槽形玻璃及其施工	(205)
第三节 玻璃马赛克及其施工	(233)
第四节 泡沫玻璃及其施工	(242)
第五节 微晶玻璃及其施工	(252)
附录一 全国主要建筑玻璃生产厂家产品索引与企业介绍	(259)
(一) 建筑玻璃生产厂家产品索引	(259)
(二) 建筑玻璃生产企业介绍	(276)
附录二 平板玻璃产品的规格及有关换算	(288)
(一) 平板玻璃标准箱和重量箱的换算	(288)
(二) 平板玻璃的一般规格	(288)
参考文献	(290)
(17)	
(18)	
(88)	
(101)	

第一章 一次成形的平板玻璃生产工艺

第一节 浮法玻璃生产工艺

浮法玻璃生产工艺是指玻璃液在熔融金属液面上浮动前进形成平板玻璃的工艺。其主要流程如下：经过称量、混合后的玻璃配料被送入玻璃熔窑，在 $1450\sim 1540^{\circ}\text{C}$ 的温度下熔化，形成玻璃液，质地均匀的玻璃液达到成形所需的温度和粘度后，由熔窑出口流出，经流槽进入成形室内的熔融金属（通常为熔融锡）表面上。成形室内保持微正压，以防外部空气侵入。锡槽的锡液面上方为氮氢保护性气氛，用以防止锡液被氧化。成形室两侧有拉边器或挡边器，以促使玻璃展薄或增厚。玻璃液流到锡液面上，在重力和表面张力的作用下自然摊开，形成平衡厚度（6mm）的玻璃带，并继续向前移动，当玻璃带冷却到 600°C 时被拉引装置拉出成形室，经过渡辊台送入退火窑进行退火。经良好退火处理的玻璃带经切割检验、包装，最后送入成品库。

当生产 6mm 以下的薄玻璃时，需要利用成形室内的拉边器对玻璃带进行拉薄；如需要生产 6mm 以上的厚玻璃，则利用成形室内的挡边器挡住玻璃液流边部，往中央推，从而使玻璃带增厚。

浮法玻璃生产工艺是目前国际上最先进的平板玻璃生产工艺。

第二节 垂直引上法拉制玻璃工艺

垂直引上法拉制玻璃工艺是将玻璃液垂直向上拉引形成平板玻璃的工艺过程。

垂直引上法分有槽法、无槽法和对辊法三种,目前国内采用对辊法的只有秦皇岛耀华玻璃厂,采用无槽法的有几家工厂,其他均为有槽法。

垂直引上法玻璃生产工艺流程如下:



各种玻璃原料经准确称量后,送入混合机进行充分混合,然后加入适量的碎玻璃送入玻璃熔窑,在 $1450\sim 1550^{\circ}\text{C}$ 的温度下熔化,经澄清、冷却后到达成形室,靠垂直引上机的拉力缓慢向上拉引成形,在上升过程中,玻璃带进行充分退火。到达引上机顶端后,先进行掰板,然后再按预定尺寸对玻璃板进行切割,产品经检验后包装入库。现分述如下:

一、有槽引上法

所谓有槽引上法,是指在熔窑成形室中压有一块槽子砖,达到成形温度的玻璃液在静压力差和拉力的作用下溢出槽口,垂直向上拉引形成玻璃带。

二、无槽引上法

这种工艺方法不用槽子砖,而是在引上窑中沉有一块引砖,玻璃原板是从引砖上方玻璃自由液面被垂直向上拉引成形的。

三、对辊法

这种方法是两根半浸在玻璃液中的成形辊代替有槽法的槽子砖,玻璃原板从两根辊之间的缝隙中被向上拉引形成的。

第三节 平拉法玻璃生产工艺

平拉法是通过水平拉制手段生产平板玻璃的方法。这种工艺的原料制备和熔化与浮法和垂直引上法基本相同,只是成形和退火工艺不一样。

平拉法又分柯尔本法和格法。

一、柯尔本法

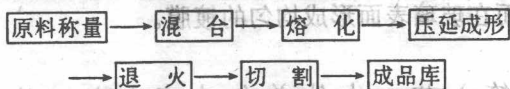
该法的主要工艺特点是,在玻璃熔窑末端设有一个深度仅为150~200mm的成形池,成形池盆砖是由一个整体的异形耐火材料模制件构成的,其宽度为2600~3800mm,长约1000mm左右。盆的下方有加热保温机构。玻璃液到达成形池以后,在平拉机辊子牵引力作用下先垂直向上拉引,然后经转向辊转向,被水平辊道拉引,送入水平设置的退火窑中退火,退火后经切割、检验、包装入库。

二、格法

该法的特点是,取消了柯尔本法浅成形池的整体盆砖和池盆以下的加热保温机构,采用深成形池。玻璃液到达深成形池后,在拉引机辊子牵引力作用下,被向上拉引,然后转向水平拉引,其他工艺与柯尔本法相同。我国四川玻璃厂和天津市玻璃厂的平拉玻璃生产线均采用格法工艺。

第四节 压延法玻璃生产工艺

压延法玻璃生产工艺是指玻璃液通过压延展薄形成平板玻璃的工艺。其主要工艺流程如下:



玻璃原料经准确称量、混合后,按比例加进碎玻璃,然后送入玻璃熔窑。达到成形温度和粘度的玻璃液从熔窑尾部的溢流口经溢流槽和托砖进入压延机的一对压延辊之间,不断转动的压延辊把玻璃液挤出,使其延展形成一定厚度的玻璃带,玻璃带随即被送入退火窑中进行退火,退火后的玻璃带经切割、检验后包装入库。

第五节 在线热喷涂玻璃镀膜工艺

在线热喷涂玻璃镀膜工艺是在浮法线或平拉玻璃生产线上用液态、气态或粉状物料对玻璃表面进行改性处理的技术。目前,国外多采用喷涂液和气相沉积镀膜方式。

采用喷涂液镀膜时,涂层站是设在浮法玻璃生产线上的成形室与退火窑之间的过渡辊台处或退火窑首端的AO区。涂层站内设有横向布置的梁或滑轨,喷嘴装在梁上。含有喷涂液(通常为某种金属化合物的溶液)的运载气流从喷嘴喷向运动着的玻璃带的上表面,金属化合物与玻璃表面接触后立即在高温下热解,从而在玻璃表面形成一种具有一定特性的金属氧化物薄膜。热解后的残余液体和气体被排气孔收集起来,经有关管道排入大气。

采用气态物料进行热喷涂镀膜时,涂层站通常是设在浮法玻璃成形室的末端。其主要方法是:在成形室末端内设一个反应器,将装在高压瓶内的气体硅烷和乙烯之类的反应气体经汇流排减压后用管道送往配气盘,与从另一管道来的氮气一起进入混合器中混合,然后以一定的压力和流量送往反应器。混合气体进入反应器后,经过带水冷的气室和特制的喷嘴,以均匀的层流状态进入反应室,与前进中的玻璃带上表面接触。气体与玻璃表面接触后立即发生热解,从而在玻璃表面形成均匀的镀膜。

第六节 本体着色玻璃生产工艺

本体着色玻璃生产工艺是指用浮法、垂直引上法、平拉法、压延法或其他成形方法生产带有某种颜色的玻璃的一种技术。

该工艺的主要措施是,根据所希望得到的玻璃的颜色,将相应的着色剂按精确的配比掺入普通玻璃的配合料中,投入熔窑熔化,从而使玻璃液本身着上预定的颜色,然后按选定的成形方法制成

玻璃产品。

采用这种工艺时,为使玻璃液着色均匀,一般都要在熔窑内设置玻璃液搅拌器,对玻璃进行必要的搅拌。

为使无色玻璃转变为颜色玻璃,需要有一定的时间过程,随着着色剂的加入,玻璃颜色由无色向有色、由浅色向深色变化,逐渐过渡到预定的颜色。在由颜色玻璃转为无色玻璃时,是首先停止掺着色剂,玻璃的颜色由深到浅,逐渐过渡到无色。

第七节 电浮法镀膜工艺

电浮法镀膜工艺是在浮法玻璃生产线上对玻璃带的上表面进行镀膜的一种工艺,其特点是通过在玻璃带上表面进行电化学处理,使其镀上一层具有某种特性的薄膜。其具体的工艺方法是:在浮法玻璃生产线的成形室内,玻璃带在锡液面上漂浮前进的过程中,使粘在一个定位件上的金属或合金(铜/锡、铜/铝、银/铋、铜/铅、铜/铋等)的熔融体与玻璃带的上表面接触,熔融体与玻璃带表面同宽。在金属定位件与锡液之间施加电压,使金属熔融体中的金属离子向玻璃表面层中迁移,随之,金属离子被成形室内的氮氢保护气体还原成金属原子,从而在玻璃表面形成具有某种颜色和特性的镀膜。

第二章 几种主要的深加工玻璃工艺

第一节 钢化玻璃生产工艺

钢化玻璃生产工艺是指用物理或化学手段使平板玻璃得到增强的工艺,由于化学法生产效率很低,所以目前多采用物理钢化法生产钢化玻璃。

钢化玻璃生产工艺的流程简述如下:



一、垂直钢化工艺

垂直钢化工艺是物理钢化法的一种。该系统主要由加热炉、压弯装置和钢化风栅三部分组成。

经过切割、磨边、洗涤和干燥等预处理的玻璃板用夹具(挡板夹具、滚珠夹具、铰接夹具或螺钉夹具)夹住,送入钢化加热炉中,进行加热。

钢化加热炉有电加热和燃气加热两种方式。由于燃气加热炉结构复杂,维修量大,现在已不再采用。

钢化加热炉中的加热温度为 $630\sim 704^{\circ}\text{C}$,对玻璃双面进行对称均匀加热,玻璃的加热时间一般为 $2\sim 4\text{min}$ (视玻璃的厚度而定,一般每 1mm 厚的玻璃需加热 40s 左右)。玻璃的加热温度应接

近玻璃的软化温度,使玻璃呈塑性状态。

当玻璃被加热到所需温度后,快速从加热炉中移至风栅中,进行淬冷。

钢化风栅有箱型、分部式、管式和回转式四种。风栅做 120~150 次/min 的往复振动,或者进行 50~75r/min 的旋转运动,使玻璃的淬冷尽可能均匀。在风栅的两个互相对立,互相平行的风栅板上,设有直径为 3~5mm 的气体喷出孔,风栅气体喷出孔到玻璃表面的距离为 40~55mm。

在钢化风栅中,用压缩空气均匀、迅速地喷吹玻璃的两个表面,使玻璃急剧冷却。在玻璃的冷却过程中,玻璃的内层和表面层之间产生很大的温度梯度,因而在玻璃的表面层产生压应力,内层产生拉应力,从而提高玻璃的机械强度和热稳定性。

淬冷后的玻璃从风栅中移出并从夹具上卸下,经检验即可包装入库。

使用垂直钢化法生产曲面钢化玻璃,有一步法和二步法两种。

二步法是在钢化加热炉和钢化风栅之间,设有一个由前、后模组成的压弯装置。当玻璃在加热炉内加热到接近软化温度时迅速移入压弯装置中,被压弯装置弯曲成所需要的曲面,然后经淬冷获得曲面钢化玻璃产品。

一步法时,钢化风栅和压弯模具用对接的方式结成一體,玻璃的弯曲和淬冷在同一工位内完成。

二、水平辊道钢化工艺

水平辊道钢化工艺是使玻璃由水平辊道支承,水平输送通过加热炉加热到接近软化温度,然后经淬冷区淬冷,使玻璃获得增强的一种钢化方法。现简述如下:

经过预处理的玻璃板,水平放置在水平辊道钢化炉的输送辊上,输送辊道平稳地将玻璃送入加热炉加热。

加热炉使用燃气加热或电加热,能够均匀地将玻璃加热到 620℃ 左右的温度,时间约为 2~4min,加热后的玻璃快速输送到

相邻的淬冷区进行淬冷。

在淬冷区域,压缩空气经压力调整装置由一系列喷嘴均匀地喷射到玻璃的上、下表面上。喷嘴与玻璃表面的距离为30~60mm。淬冷后的玻璃经检验即可包装入库。

水平辊道钢化法生产曲面钢化玻璃有两种方法,一种是重力弯曲法,一种是模压法。

重力弯曲法生产曲面钢化玻璃是将玻璃板放在与曲面钢化玻璃所需曲率一致的敞开式周边模上,然后使玻璃连同模具一起进入加热炉。在加热炉中,采用煤气或者电加热元件对玻璃需要弯曲的部位集中加热。玻璃加热至软化温度后,在自身重力的作用下,形成与模具相同的曲率。然后玻璃与模具继续向前移动,进入固定式淬冷装置进行淬冷,淬冷后的玻璃经检验、包装入库。

在生产曲面钢化玻璃的模压法水平辊道钢化玻璃生产线上,设加热区、压弯区和淬冷区。玻璃板按通常方法在加热炉内加热到软化温度后,快速移到压弯区。在压弯区设有一个压弯模具,该模具由一个能上、下移动的下模和一个固定的上模组成。玻璃板输送到上、下模之间,然后下模向上移动,与固定的上模接触,将玻璃压成预定的弯曲度。弯曲后的玻璃板输送到淬冷区进行淬冷,淬冷后的成品经检验入库。

连续生产曲面钢化玻璃,旧的模压法须用许多模具,而新的工艺中,下模上移将玻璃板压弯后下移,接着向已压弯的玻璃板表面喷吹压缩空气进行淬冷却,使玻璃板得到必要的应力。此应力足以使它从压弯区输送到淬冷区的过程中保持其形状,而模具仍留在压弯区,继续压弯下一块玻璃,因此,只需一对模具。

三、水平气垫钢化工艺

水平气垫钢化法是指玻璃板由加热的气体或燃烧产物构成水平或略带倾斜的气垫支承,在加热炉内加热到接近软化温度,然后进入淬冷区域淬冷,从而获得钢化玻璃产品的一种工艺。现简述如下。

预处理后的玻璃板被放到水平气垫钢化炉前端的气垫床上，将玻璃的某一直边搁靠在气垫床一侧链条上的输送挡板上。玻璃被气垫床喷出的气体支承而平稳地托起，与链条上的输送挡板贴紧。玻璃与气垫床表面保持平行，但与地面保持一倾斜角($3^{\circ} \sim 12^{\circ}$)。链条由电机等驱动装置传动，使输送挡板携带着玻璃进入加热炉内。

水平气垫钢化加热炉采用辐射加热器加热，炉内托起玻璃的气垫也具有相当高的温度(约 649°C)，玻璃下表面与气垫床气体喷嘴的距离为 $0.2 \sim 0.5\text{mm}$ 。当玻璃加热到接近软化温度时，立即输送到淬冷区。在淬冷区，玻璃被从喷嘴喷出的压缩空气淬冷而钢化，钢化后的玻璃板经检验即可包装入库。

生产曲面钢化玻璃的气垫床有 $2/3$ 是平的， $1/3$ 是弯曲的，其曲面必须逐渐过渡到所需要的曲率。

在使用水平气垫钢化法生产钢化玻璃的过程中，玻璃表面实际上不与任何固体构件相接触，因此产品具有较高的质量。

第二节 夹层玻璃生产工艺

夹层玻璃的生产方法主要有两种，一种是干法，亦称胶片法；另一种是湿法，亦称灌浆法。

一、干法

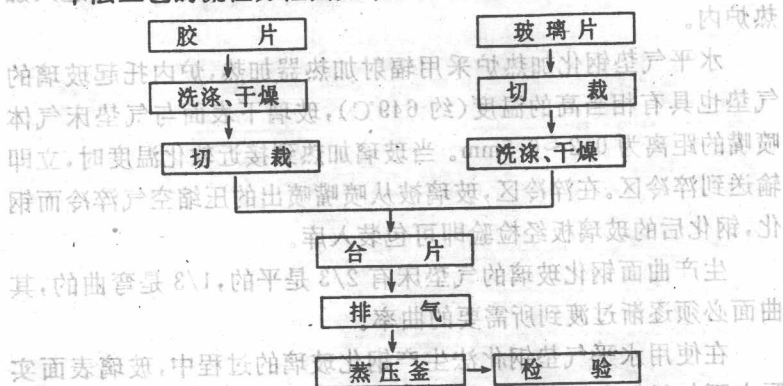
玻璃原片经严格挑选后，送至切割台按样板切裁，切好的玻璃片经磨边、洗涤和干燥后，送至合片工段。

生产夹层玻璃用的 PVB 胶片经过专门的洗涤干燥机处理后，按与夹层玻璃产品相应的尺寸进行切裁，然后送至合片工段。

在合片工段，先用沾有酒精的蒸馏水的滤布将玻璃板擦拭干净，然后按操作规程把 PVB 胶片夹在两片玻璃之间，将组装好的毛坯用夹具夹紧，送入电热隧道炉进行加热加压处理，以便把玻璃与胶片之间的残留空气排除干净，同时使玻璃与胶片粘合。经过预

热预压处理后的毛坯放在架子上,推入蒸压釜作最终处理。在蒸压釜内,温度逐步从室温提高到 150°C ,压力上升到 $1.2\sim 1.4\text{MPa}$ 。玻璃坯料在上述温度和压力下保持 6h 左右,然后出釜,产品经检验后入库。

干法工艺的流程方框图如下:



二、湿法

按照严格的操作规程,先对甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸等多种化工原料进行除水、干燥和提纯处理,然后再按配方和配制要求对各种物料进行准确称量、混合和预聚合,以备灌浆之用。

玻璃原片经选片、切裁、磨边、洗涤、干燥(必要时热弯)处理后,被送到合片工段。待合片的玻璃板放在合片架上,先用软布沾少量的蒸馏水将玻璃表面擦净,自然干燥 24h。将干燥后的玻璃板平放,在玻璃四周放上 $5\sim 8\text{mm}$ 宽的 PVB 胶片条,借助电吹风的热风将胶条粘在玻璃周边上,留下 100mm 左右的口,留做灌浆之用。

取另一片经过相同方法预处理过的、尺寸一样的玻璃,合在粘有胶条的玻璃板上,重叠对齐,在两片玻璃之间形成空腔,然后用夹子将组合好的玻璃四周夹紧。

将合好的玻璃片放在灌浆架上,使玻璃与水平面成一定角度,