

浮法锡槽升温加锡化锡新工艺

杨忠红 谢军 屈明 郭凤姣 李伟

中国洛阳浮法玻璃集团有限责任公司 河南洛阳 471009

摘要 本工艺属于建筑行业浮法玻璃生产技术领域，主要用于锡槽升温过程，将锡锭熔化成锡液后导入锡槽中，缩短加锡时间、减少锡液的污染，将对提高浮法玻璃质量、增加企业效益产生重大意义。

关键词 锡槽 升温过程 化锡

1 引言

目前，国内浮法玻璃生产线在锡槽升温加锡时，一般都是岗位工在锡槽中温区或低温区打开操作门一块一块加入。通常为保证锡槽温度，加锡速度不能过快，一般采用间歇式操作，这样存在一个问题：一条400t/d浮法玻璃熔窑配套的锡槽需要锡液约150t，大量的锡块依靠手工加入，一是劳动强度大，耗时比较长，二是长时间打开操作门易造成锡槽的升温不稳定和锡液的大量氧化，锡液氧化可生成氧化锡和氧化亚锡，氧化锡不溶于锡液，在正常生产条件下为固体，往往以浮渣的形式出现在低温区的锡液液面上，进而造成玻璃的擦伤缺陷；在玻璃下表面的还原气氛中，氧化亚锡溶解于锡液中和以蒸汽形式存在于气氛中，当锡液中氧化亚锡含量增高，侵入玻璃下表面的亚锡离子浓度超过一定量时，玻璃下表面会发生沾锡现象，严重影响玻璃的质量和总成品率。三是锡的密度大，在常温下的密度为 7.3g/cm^3 ，锡槽的槽底砖用的是耐热黏土砖，直接将锡块加入，会对槽底造成一些损伤。因此，想方设法缩短加锡时间、减少锡槽温度波动和锡液的污染，将对提高浮法玻璃质量、增加企业效益产生重大意义。

2 锡作为浮法成型池浮抛介质的必要性

根据浮法玻璃的成型原理，玻璃液是漂浮在一定温度的液体表面得到成型的，玻璃液本身的成型工艺条件，决定了对浮抛介质的性质要求。

- (1) 作为浮法工艺所采用的浮托介质、其比重必须大于玻璃的比重，即必须 $>2.5\text{g/cm}^3$ 。
- (2) 浮抛介质的熔点应低于 500°C 。因玻璃带的锡槽出口温度为 $500\sim600^\circ\text{C}$ ，这时浮抛介质应为液体状态，如已凝固为固态则要擦伤玻璃带。
- (3) 浮抛介质的饱和蒸汽压要低，沸点要高，且不易挥发。以减少长期处于高温下的浮抛介质的挥发，避免由此引起玻璃板面产生畸变点，并有利于设备保养和工人操作。
- (4) 浮抛介质与玻璃液应互不浸润，不与玻璃黏着，不与玻璃成分起显著的化学反应和容易被还原等。
- (5) 所选用的这种浮抛介质来源要容易，价格要便宜，且无毒性。

表1 符合浮抛介质物理性能要求的元素

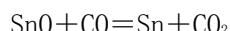
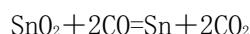
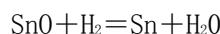
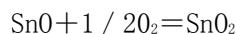
金属名称	熔点(℃)	沸点(℃)	1100℃时比重(g/cm ³)	1027℃时的蒸汽压(Pa)
要求值	<500	>1100	>2.5	<13.20
Ca 铷	30	2420	5.5	1.00
In 钨	156	2075	6.5	10.39
Sn 锡	232	2623	6.5	0.025

从表1可以看出，其他金属镓和铟虽然物理性能符合要求，由于其属于稀有金属，提纯很难，价格昂贵而不能选用。锡较为理想，蒸汽压低、无毒，并且容易还原，所以目前已广泛用作浮抛介质。

3 生产用锡的质量要求及生产过程防污染控制

浮法玻璃生产线应按国标 GB728-84 规定的“特号锡”以上的要求采购“加工纯锡”作为锡槽用锡，并严格检测和控制进厂锡的化学成分，对于冷修的锡槽来说，在对复用的锡进行净化提纯过程中，应严格控制锡中易挥发杂质的含量。

按照锡的化学性能得知：锡的原子序数为50，原子量为118.7，锡的外层有四个电子，可以形成稳定的四价化合物和不稳定的二价化合物。



上述反应，在锡槽的不同温度区域内保持着不同的平衡状态，其状态同温度相关。锡的氧化反应是放热反应，温度愈高愈容易氧化，随温度的降低产生还原反应。氧化锡 SnO_2 ，比重为7.00，熔点约2000℃，在锡槽的温度条件下为固体。在常温时，它的蒸汽压非常小，基本不挥发，不溶于锡液，如果在高温条件下， SnO_2 混入锡液中，或与锡液接触，并且 $Sn + SnO_2$ 会生成 SnO 挥发气体，当温度接近1000℃时，挥发速度急速提高，严重影响玻璃的质量和总成晶率。为此，在加锡过程中更应该加快加锡速度，有效防止锡液的氧化。

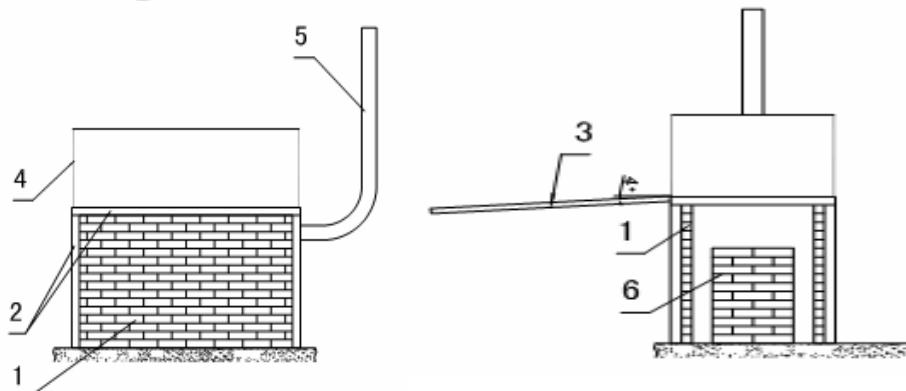
4 锡槽烘烤过程加锡化锡新工艺

4.1 工艺创新点

锡槽内锡液深度，一般在50~100mm范围内。根据玻璃成型需要，采用阶梯形槽底，增设槽底挡坎，控制锡液液流。这种阶梯形槽底，结构较复杂，但减少了加锡量。锡槽烘烤时，在这种阶梯形锡槽的中温段锡槽池外侧设计加装一套加锡化锡的装置，一方面将化锡池中熔化好的锡液通过导流管流入锡槽中，既可加快加锡时间，降低劳动强度，减少锡槽中锡的氧化，减少升温过程中温度的大幅波动，稳定锡槽的升温，对槽底砖起到保护作用，另一方面，本工艺采用的新加上层冷锡块覆盖下层熔化好的锡液方法，可保护下层锡液在高温状态免受室内空气的氧化污染，最终达到提高玻璃质量，提高经济效益的目的。

4.2 工艺的关键装置

浮法玻璃生产线用的化锡炉装置架设在锡槽中温区，由化锡槽、燃烧炉、固定架等部分组成，化锡槽由钢板焊接而成，里外满焊；燃烧炉由耐火砖砌筑而成；固定架由角钢焊接而成。



1 燃烧炉侧墙，用标准高铝砖砌筑； 2 固定架； 3 化锡槽的锡液导流管，用钢管按设计尺寸焊接固定在槽体上；
4 化锡槽侧壁； 5 燃烧炉的烟囱，采用 DN100mm 的钢管按设计尺寸制作

图1 阶梯形锡槽结构图

4.3 制作、安装及使用说明

本装置离线按如下顺序焊接或装配：

(1) 化锡槽制作：根据生产线规模，确定化锡槽的容量及尺寸。按设计要求裁截好化锡槽所用的化锡槽底板和化锡槽侧壁钢板材料，而后按示意附图里外满焊形成盛锡的池槽。盛锡的池槽侧面底部按设计要求打孔，而后按设计要求截好3（化锡槽的锡液导流管），按示意附图插入池槽底部孔中并焊接固定牢靠。

(2) 固定架制作：按设计尺寸要求裁截好固定架所用 L63X63X8角钢，并按示意附图焊接。固定架的平面尺寸与化锡槽配套设计，固定架的高度与燃烧炉配套设计。

(3) 燃烧炉制作：燃烧炉采用现场砌筑方式，现场加锡位置确定后，按设计要求准备后炉体所用的标准高铝砖若干块和配套烟囱材料，并按示意附图砌筑炉体侧壁、炉体内风火墙并固定安装好烟囱。燃烧炉的高度根据锡槽沿口高出地面的尺寸确定。待加热开始时从燃烧炉的后端墙插入水银温度计，以观察控制炉温。

4.4 本工艺在线安装及使用

(1) 在线安装：化锡槽运到现场后，首先用水检查炉内外是否满焊，检查是否有渗漏现象。确定加锡位置后，槽内垫好砖，以使流入的锡液直接流到砖上，保护好锡槽底部。将化锡槽按图示装配关系置于固定架上，将装配好的化锡炉的导流管出口固定在锡槽内垫砖上，导流管必须用玻璃布包好。按图示装配关系砌筑好燃烧炉膛和烟囱后，支好柴油枪架，铺设好柴油和压缩空气管道，接好油枪，调试好油枪备用。压缩空气的压力 $\geq 2\text{Pa}$ 即可。

(2) 在线操作使用说明：①首先对锡槽进行整体密封。②将干净的不沾水的锡块规范的摆入化锡槽内，不高出化锡槽上沿即可。③将准备好的木柴加入燃烧炉内，添加柴油引燃。

启动加油泵的电源和压缩空气，缓慢打开油枪前的油门开关，对准点燃的木柴，待油枪喷出的柴油燃烧后，缓慢打开油枪前的压缩空气调节阀，火焰的颜色逐渐由红色变为白色即可。油枪不能直接对着化锡槽底钢件烧，应直接打在砌筑的风火墙上。

当燃烧炉炉温加热到 450°C 时，化锡炉内的液态锡就会顺着导流管流入锡槽，化锡速度的快慢由油枪调整燃烧炉炉温决定，温度越高流速越快，化锡的速度一般控制在 30t/d 。

随着锡液流入锡槽，化锡炉内码好的锡块高度会一层一层下降，操作人员要及时补充冷锡块并码好层次。如加锡时浮法锡槽内局部温度波动较大，可适当用锡槽电加热调整控制。

锡槽加锡过程，要专人负责，每4小时对锡槽高、中、低温区温度进行观察，检查保护气体和槽底钢壳温度至加锡结束。为了安全操作，现场要有专人24小时看守。

从理论上讲，锡液液面位置应尽可能和锡槽沿口平齐，实际上为了避免锡液的溢出和生产时被玻璃带带出锡槽，通常锡液位置低于沿口 20mm 左右。因此锡槽在设计、施工甚至在烧烤后上沿口应很整齐且保持水平，不得出现不平整或缺口，以防止锡液从缺口处溢出，因此加锡时不仅要严格按照设计量，更要仔细观察加锡量是否到位。

5 结束语

本工艺在本公司参与设计的国内外生产线上安装使用后，效果良好。使用该装置后，岗位工加锡可比以往提前48小时，可减少锡液的氧化，减少玻璃的缺陷，增产增效明显，同时，使用该装置后，也大大减少了操作工人许多无为的劳动，降低了工人的劳动强度，社会效益明显。由于该装置设计、制作、安装简便，操作简单、适用，所需材料少，制作费用低，对锡槽的升温影响小，且对槽底能起到保护作用，具有很好的推广应用价值。

参考文献

- [1] 陈正树等.浮法.武汉：武汉工业大学出版社.
- [2] 张占营,姜 宏等.浮法玻璃生产技术与设备.北京：化学工业出版社.

作者简介

谢军, 1966年12月出生, 男, 教授级高级工程师, 武汉理工大学博士研究生, 主要从事玻璃生产企业的管理工作。工作单位: 中国洛阳浮法玻璃集团有限责任公司。通讯地址: 河南省洛阳市西工区唐宫中路9号, 邮编: 471009。

E-mail:xiejunlyg@163.com

杨忠红, 女, 工程师, 毕业于武汉理工大学硅酸盐材料工程系, 十几年来从事浮法玻璃工艺的生产和研究工作。工作单位: 中国洛阳浮法玻璃集团有限责任公司。通讯地址: 河南省洛阳市西工区唐宫中路9号, 邮编: 471009。

E-mail: yangzhonghong1988@126.com