

特种火石玻璃单坩埚漏料工艺研究

史宝权 赵东来

摘要: 本文根据流体力学原理及模拟实验结果,设计出实用的铂坩埚及搅拌器。建立了一套熔制特种火石光学玻璃的实验装置,确定了特种火石光学玻璃单坩埚漏料新工艺。

一、引言

目前,光学玻璃的单坩埚漏料工艺在国内已开始采用^[1]。与浇注法相比,单坩埚漏料工艺有利于变换成型方式,既可以漏制块料,又可以控制板料和棒料,为光学玻璃二次压型提供毛坯材料,从而提高了玻璃的成品率和利用率。用单坩埚漏料时,更换玻璃牌号是比较容易的。适合于小批量、多品种特殊光学玻璃生产。因此,研究单坩埚漏料新工艺,对特殊光学玻璃生产具有实际意义,还可以为研究光学玻璃连熔新工艺提供实验基础。

本文根据流体力学原理和模拟实验结果,设计了铂坩埚和搅拌器的合理形状。建立了一套光学玻璃单坩埚漏料实验装置,确定了特种火石玻璃单坩埚漏料新工艺。

(一) 实验装置

1. 坩埚

特种火石玻璃单坩埚漏料工艺实验采用5L铂坩埚。利用流体力学原理推导出的流量和流速公式^[2],确定了铂坩埚的尺寸及漏料管的直径和长度,如图1所示。

2. 搅拌器

为了消除玻璃中的条纹,要求熔体在坩埚中、上、下、左、右活动较大。搅拌器做圆周运动时,带动周围熔体在坩埚中也做圆周运动,造成熔体中各部分冲撞,掺和及扩散,从而提高熔体的均化程度。当熔体通过分子扩散迁移,达到分子尺度上的均匀之后,即可开始漏料成型。这时,不希望熔体有显著的上下翻动,否则表面的挥发条纹将掺和到熔体中,造成新的不均匀。为此在成型时,要求搅拌器能延缓表面层条纹过早地进入漏管以及降低表面层

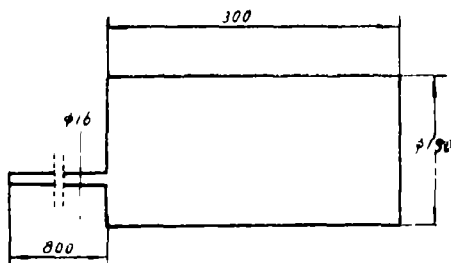


图1 5L铂坩埚示意图

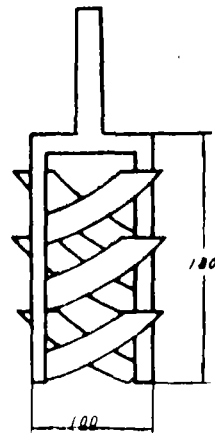


图2 搅拌器示意图

的下降速度，这是提高玻璃成品率的关键。我们共做了六种不同类型搅拌器模拟实验，从中优选出了符合上述要求的无中心杆框叶式搅拌器。搅拌器的示意图如图 2。

3. 控温设备

采用 ZK03 三相可控硅电压调整器与 DWT—702 精密温度控制仪相配合以控制熔炉温度。副炉采用二级控制。第一级采用硅碳棒加热。用 DWT—702 精密温度控制仪控温。第二级采用铂管电极自身加热，改变初级电压，以控制铂管温度。

二、实验过程及结果

特种火石玻璃是阿贝数较小，且在短波区相对部分色散也小的一类特殊色散光学玻璃。玻璃的基本组成是 $B_2O_3-PbO-Al_2O_3-SiO_2$ 系统，该系统玻璃粘度非常小，料性长，易挥发组分多，容易产生表面挥发条纹。

光学玻璃是高度透明及高度均匀的光学材料，在玻璃中不允许存在用仪器能检查到的条纹。玻璃中的条纹是与玻璃基本成分折射率不一致的局部缺陷，它影响光学系统的成像质量。因此，如何消除玻璃中的条纹是确定坩埚尺寸，搅拌器形状和制定熔制工艺的主要依据。

玻璃中的条纹主要来自熔体表面组分的选择性挥发所造成的组分不均，以及搅拌遗留下的中心条纹。不同的玻璃种类、熔化温度及熔化时间，表面挥发条纹层的厚度也不同，而中心条纹的尺度也不一样。如何消除表面挥发条纹和中心搅拌条纹是提高玻璃质量和成品率的关键。

在高温时，玻璃熔体表面的选择性挥发造成了表面层的熔体组成不同于内部熔体的组成。搅拌时，表面熔体卷入到熔体内会造成不均匀区，形成条纹。如果搅拌消除条纹的能力大于产生不均匀的能力，玻璃熔体在一定时间内，就可以达到均匀。反之，熔体则达不到均匀。玻璃熔体表面组分的选择性挥发，与熔体表面积、熔体温度以及该组分的蒸气压之间存在着复杂的关系，但是，熔体表面积大，温度高，蒸气分压大，组分的选择性挥发量也大。因此，在确定工艺条件下，减小坩埚表面积，尽量采用低温熔制工艺，是减少表面条纹层厚度的有效方法。我们采用高桶坩埚的直径与高度之比为 1:2 是比较合适的。

将玻璃中表面条纹层完全消除是不可能的，只能采取合适的工艺手段，以减小这一表面层的厚度。在漏料过程中，防止表面层残余条纹过早地进入漏料管是十分重要的。在漏料过程中，必须制定合理的搅拌制度，我们选择了停搅、5 转及 10 转等三种操作方法，实验结果表明，用停搅操作有近三分之一的无条纹玻璃。用 5 转操作，无条纹玻璃为四分之三。10 转和 10 转以上时，玻璃中条纹严重，且无规律，有时还出现 2—3mm 表面条纹层。因此确定漏料时用 5 转搅拌，比较合适。

从模拟实验结果可以看出，无中心杆框叶式搅拌器的搅拌效果高于其它类型搅拌器，条纹的运动轨迹以及最终条纹消除的实验结果符合设计要求，模拟实验表明，快速搅拌时，由于三组叶片的作用，有较大的翻动能力，加速了熔体的均化。而在低速搅拌时，由于框架的作用，会使玻璃液呈水平方向运动。而上下翻动作用是有限的，这就保证了玻璃熔体的充分均化。同时，也延缓了表面挥发条纹的下降速度，由于取消了中心杆，坩埚内不存在由于中心轴而引起的中心搅拌条纹。

玻璃成型时，如果成型工艺制度不合理也可以形成条纹。其中最主要是折叠条纹。当漏

料口与模具之间距离不当，玻璃液柱表面温度降的快，与模具温度不相匹配，流入到模具中的玻璃同先流入到模具的玻璃温度差大，导致折叠条纹出现。在我们的实验中，证明将漏咀高度选择为10mm以下，比较合适。

模具温度是一个相当重要的参数，模具温度过高，熔体容易粘盘，玻璃冷却时容易炸裂。模具温度过低，容易产生多层次折叠，同时玻璃块四周出现波纹，即模具温度越低，其波纹越深，玻璃中堆积条纹也越严重。一般模具温度选择在玻璃的软化点与转变点之间，对于特种火石玻璃，选定480℃左右比较合适。

把玻璃液流到模具斜坡上，会起到缓冲作用，比直接流到模板上好。漏块料时，玻璃液应从模具底部向上升高，起初形成的表面层始终保持自然上升趋势，才不致于出现折叠条纹。

漏料管的长度不会影响漏料的流量和速度，但可以控制玻璃的粘度，调节和缓冲由于坩埚内液体压力的减少而引起的流速起伏。对于特种火石玻璃的漏料，采用800mm的漏管比较合适。漏料管采用二级温度控制，保证了选取合适成型粘度的可能性。

特种火石玻璃单坩埚漏料工艺曲线见图3。

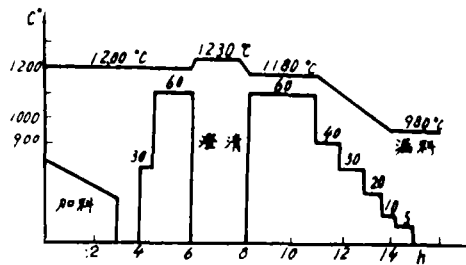


图3 特种火石玻璃单坩埚漏料工艺曲线

采用本文所述设备和熔制工艺制度，可获得300×250×30mm TF₃、TF₄特种火石光学玻璃成品。玻璃气泡A级，条纹1C，成品率达60%。其它各项技术指标均达到无色光学玻璃国家标准要求。

三、结 论

1. 本工作设计了一套适合于单坩埚漏料的铂坩埚及搅拌器，性能良好。
2. 建立了一套熔制光学玻璃的单坩埚漏料装置。
3. 确定了特种火石光学玻璃的单坩埚漏料新工艺，有实用价值。

● 考 文 献

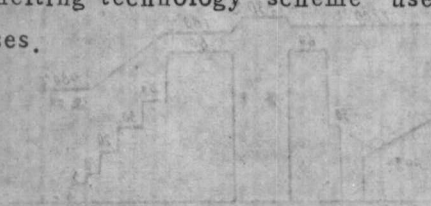
[1] 刘贵志，戴英明，光学工程，1983年 第5期，19页。
 [2] 干福熹等，光学玻璃，科学出版社，1985，745页。

Dropping Technology of a Single Pot Used for Melting Special Flint Optical Glasses

Shi Baoquan Zhao Donglai

Abstract

This paper describes a design of a more reasonable shape of platinum crucible and stirrer on the basis of the principle of hydromechanics and results of simulated test, a complete set of equipment of the dropping technology of a single pot used for melting special flint optical glasses, new melting technology scheme used for melting special flint optical glasses.



参 考 文 献

1. 玻璃熔窑设计手册, 机械工业出版社, 1980年。
2. 玻璃熔窑设计手册, 机械工业出版社, 1980年。
3. 玻璃熔窑设计手册, 机械工业出版社, 1980年。

第 一 次 校 对

1981年10月10日 校对人: 王德成
1981年10月10日 校对人: 王德成