

连续玻璃纤维生产技术丛书



拉 丝



中国建筑工程出版社

连续玻璃纤维生产技术丛书

拉 丝

上海耀华玻璃厂

• 内 部 发 行 •

中国建筑工业出版社

本书是连续玻璃纤维生产技术丛书之一。内容主要介绍拉丝用玻璃球、拉丝炉用材料、拉丝炉结构、影响拉丝的主要因素、原丝常见弊病的处理、浸润剂和拉丝机等。其中对拉丝炉用材料、结构和拉丝机等作了较详细的叙述。

本书可供工人、技术人员参考。

本书由平伯全同志执笔，其中浸润剂一章由储凤娣同志执笔。

连续玻璃纤维生产技术丛书

拉 丝

上海耀华玻璃厂

· 内部发行 ·

*

中国建筑工业出版社出版(北京西百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 9 11/16 插页: 2 字数: 218千字

1979年1月第一版 1979年1月第一次印刷

印数: 1—5,260册 定价: 0.68元

统一书号: 15040·3496

前 言

在党的社会主义建设总路线的光辉照耀下，玻璃纤维工业于一九五八年建立，从无到有，从小到大，不断发展壮大，经过无产阶级文化大革命，发展更为迅速，产量和品种日益增加，质量逐步提高，用途越来越广泛，在新产品、新工艺、新技术方面都取得了可喜的成果。小玻璃纤维厂也发展很快。这门新型无机材料工业在我国国民经济中已占有重要地位。

玻璃纤维具有轻质高强、耐高温、耐腐蚀、隔热保温、吸声、电绝缘性能好等优异性能，目前已在电机、机械、化工、石油、冶金、建筑、造船和交通运输等工业中获得广泛的应用。它不仅可以代替大量的天然纤维、木材和金属材料，而且可以促进工业技术水平的提高，已成为尖端技术和国防工业所必不可少的新型材料，发展前途十分广阔。

为了适应玻璃纤维工业蓬勃发展的需要，为玻璃纤维行业广大职工学习技术提供资料，在国家建筑材料工业总局的支持下，我们编写了这套《连续玻璃纤维生产技术丛书》。本丛书分为《制球》、《拉丝》、《退并》、《织造》和《表面处理》五个分册。

为了编好这套丛书，在编写过程中做了些调查研究，并得到了兄弟单位的大力支持，提供了许多资料。书稿写成后，又经株洲玻璃厂、秦皇岛耀华玻璃厂、秦皇岛玻璃纤维厂、天津玻璃纤维厂、常州253厂、北京251厂、桥林玻璃纤

维厂、丹徒玻璃纤维厂、兴平玻璃纤维厂、南京玻璃纤维研究设计院、上海化工学院等单位工人、干部、技术人员三结合审查，提出了许多宝贵意见。对兄弟厂和有关院校的支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于业务水平较低，书中一定会有不少错误和缺点，希望广大读者批评指正。

编 者

一九七七年十一月

目 录

第一章 拉丝工艺流程及概述	1
第二章 玻璃球的准备	4
第三章 拉丝炉材料	7
第一节 铂、铑及其合金的性能	7
第二节 刚玉材料	18
第三节 白泡石	24
第四节 钼	29
第五节 氧化锡	37
第四章 拉丝炉	42
第一节 铂坩埚拉丝炉	42
第二节 铂漏板拉丝炉	44
第三节 非铂拉丝炉	103
第四节 陶土坩埚拉丝炉	105
第五章 拉丝炉安装与升温	111
第一节 拉丝炉安装	111
第二节 拉丝炉升温	119
第六章 拉丝成型原理	125
第一节 拉丝成型	125
第二节 液滴的形成	126
第三节 丝根	128
第七章 影响拉丝作业的主要工艺因素及相互关系	130
第一节 漏板温度	131
第二节 拉丝速度	135
第三节 玻璃液液面高度	139

第四节	漏嘴孔径及长度	142
第五节	玻璃液的硬化速度	145
第八章	拉丝工艺参数、工艺计算和工艺测定	148
第一节	拉丝工艺参数	148
第二节	拉丝工艺计算	152
第三节	拉丝工艺测定	161
第九章	工艺位置	174
第十章	拉丝操作、原丝质量及常见弊病的处理	186
第一节	拉丝操作注意事项	186
第二节	原丝质量	187
第三节	常见弊病及处理方法	192
第十一章	废丝利用	218
第十二章	浸润剂	226
第一节	概述	226
第二节	浸润剂乳化的基本原理	228
第三节	石蜡浸润剂	236
第四节	其它类型浸润剂	251
第十三章	拉丝机	256
第一节	自动换筒拉丝机概述	256
第二节	防震机头	260
第三节	排线机构	264
第四节	换筒部分	266
第五节	机修	267
第六节	主要零件	271
第七节	大卷装拉丝机	274
第十四章	铂漏板电熔拉丝炉的供电和控制	276
第一节	供电	276
第二节	拉丝炉的温度自动控制	277
第三节	拉丝炉液面自动控制	301

第一章 拉丝工艺流程及概述

拉丝是连续玻璃纤维生产的第一道工序，它的任务是把玻璃球或玻璃配合料拉制成各种不同单丝直径、不同支数的连续玻璃纤维。目前，国内外生产连续玻璃纤维的方法，有漏板法、棒拉法、挤压法等。这里介绍的主要是漏板法。漏板法是目前世界各国普遍采用的生产工艺。在漏板法中，又有拉丝炉^①拉丝及池窑拉丝两种。

拉丝炉拉丝的工艺过程简述如下：

玻璃球经过洗选后送入自动加球机的储球箱内。自动加球机由液面自动控制仪及加球机组成。当拉丝炉内玻璃液面下降，铂针离开液面，液面仪发出信号，继电器开始动作，玻璃球经加球机自动加入拉丝炉内。当玻璃液面升高，铂针接触液面，继电器停止动作，加球停止，使拉丝炉内玻璃液高度维持恒定。

拉丝炉是把玻璃球加热熔融成玻璃液并保持所规定的作业温度和液面高度的容器。电源通过变压器及饱和电抗器或可控硅使拉丝炉达到所需要的电流、电压而发热。为了顺利拉丝，使玻璃液维持在合适的温度-粘度范围内，由温度自动调节系统进行控制。

拉丝炉内的玻璃液在一定的温度和液压下，从漏板的漏嘴流出并形成液滴。操作工用玻璃棒将液滴引下成丝，经过浸润槽集束，加入浸润剂，通过排线器排线，以2000～

● 拉丝炉亦称坩埚。

5000 米/分的线速度卷绕在高速旋转的拉丝机绕丝筒上。为了使后道工序顺利退并，排线器的作用是使丝束按照所要求的卷绕结构卷绕在绕丝筒上。当绕丝筒绕满丝束时，自动换筒拉丝机即自动进行换筒。取下满筒的玻璃纤维原丝，经检验、过磅送入下一道工序。

池窑拉丝的生产过程是原丝一次成型法。即不用玻璃球

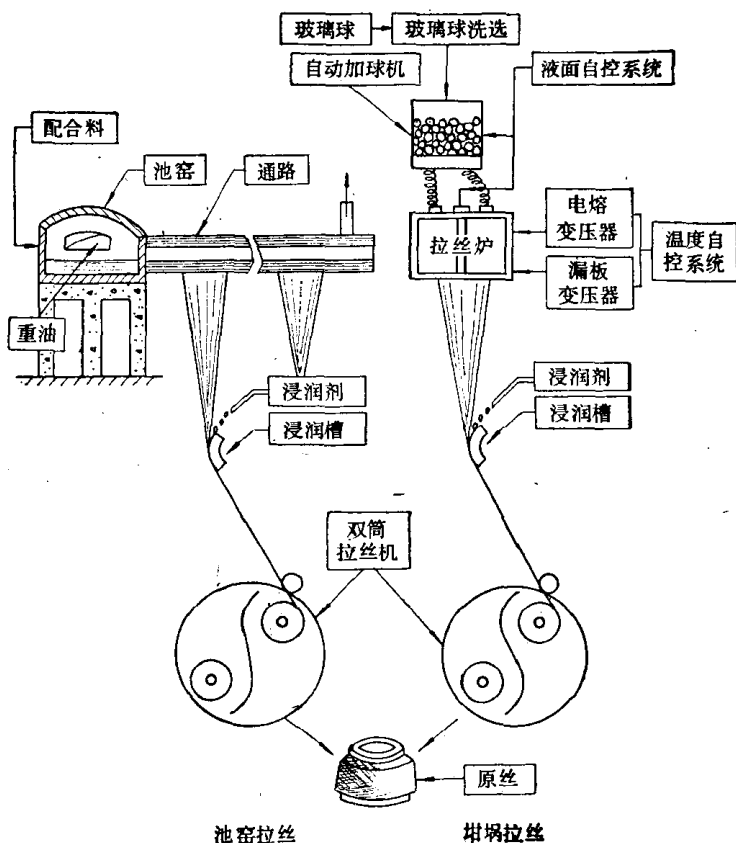


图 1 拉丝工艺流程图

而直接用玻璃配合料投入池窑熔化部，用火焰或电熔加热的方法，使配合料熔化成玻璃液，经过澄清，使优质的玻璃液流入安装好数十块漏板的成型通路内进行拉丝。同时采用火焰或电熔加热的方法以维持通路内玻璃液的温度。

拉丝工艺流程如图 1 所示。

第二章 玻璃球的准备

玻璃球制成圆球形主要是便于在使用前进行洗涤与检验、有利于加球的自动化以及减少由于加玻璃料时而引入熔融玻璃液中的气泡。

玻璃球的重要性可以说是拉丝炉拉丝的“粮食”。它的质量及其严格的管理制度是保证拉丝正常作业的重要环节之一。由于玻璃球的质量或管理的不善，而造成拉丝生产的大幅度波动，甚至于烧坏拉丝炉，熔断电极等的事故，事例不少。

玻璃球的质量，除化学成分及外观质量标准外，更重要的是玻璃球的熔制温度、澄清及其均匀度。这些内在的质量，目前还没有可靠的检验方法。事实说明，如盲目提高产量而增加熔化负荷，或随意降低熔制温度及温度波动较大，甚至于不加澄清剂等都会不同程度的影响玻璃球的内在质量。因此，加强玻璃球的管理，使之尽量避免或减少对大面积生产的影响，甚为重要。

一、玻璃球的管理

(一) 不同成分的玻璃球，如无碱、中碱、锌渣球等从贮存堆放、洗球、选球、输送、使用都应严格分开，不应混杂。

(二) 同一成分的玻璃球应按玻璃球的生产日期按批分堆存放，按批使用。

(三) 在每批每堆使用前，如有条件，最好进行化学成

分分析、做好记录，以掌握前后成分波动情况与拉丝作业的关系。

（四）指定一至两台拉丝炉，作为每批每堆玻璃球在使用前的试验拉丝炉，观察拉丝作业状况，如：断头率、飞丝率、满筒率、单机产量、工艺参数和电工参数等，以便在大面积使用时，决定是否可用或需要相应调整。

也有采用观察加球管内玻璃液面上气泡的数量、密集程度作为玻璃球内在质量好坏的判断参考。加球管内玻璃液面气泡一般划分为四级，如图 2 所示。

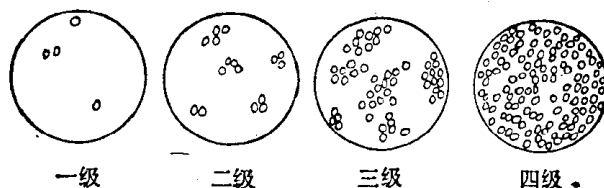


图 2 加球管内玻璃液面气泡图

一级——液面上无气泡或有极少量的气泡；

二级——液面上气泡稍多，但不密集；

三级——液面气泡多而密集；

四级——气泡几乎布满液面。严重时，气泡层很厚，甚至于有上溢倾向。

在一般情况下，属于一、二级的可以使用，属于三、四级的不宜使用。

二、玻璃球的洗选

玻璃球在使用前，用滚筒式洗球机进行洗涤，一般需用 80℃ 以上的热水将玻璃球表面上的灰尘及油污等洗净。

洗球机的主要参数如下：

滚筒转速：23转/分

产 量：700~1000公斤/时

附配马达：JCT-561齿轮减速三相异步电机，功率1.6
千瓦。

出轴转速48转/分

经过洗涤干净后的玻璃球，按质量标准进行选球，拣去其中不合格的球，如：破损、球中含有结石、大量密集气泡等。合格的球贮存于球箱或球仓中备用。

合格的球用电葫芦吊至拉丝机组平台，用人工逐台加入自动加球机的球箱内。上海电机玻璃纤维厂用溜槽、提升斗的方法从洗球直至把球自动加入球箱内的电子控制的自动化作业线，颇有实效。

第三章 拉 丝 炉 材 料

拉制连续玻璃纤维用的拉丝炉材料，目前主要有：铂铑合金、高温陶瓷材料、白泡石、金属钼或钼合金、镍基合金及其他耐火材料、保温材料等。根据不同的拉丝炉型式，采用不同的拉丝炉材料。

合理选用各种拉丝炉材料，对拉丝的产量和质量、作业的稳定性和拉丝炉寿命、降低成本等都有较大的影响。因此，了解其物理、化学、机械、电气等方面的性能，很有必要。

第一节 铂、铑及其合金的性能

一、铂 (Pt)

铂是一种稀有贵金属，它的用途广泛，价格昂贵，而产量很少。

玻璃纤维工业所用铂、铑的纯度为化学纯，即纯度大于99.9%。

(一) 物理性质

铂为银白色、具有光泽的金属，质软，外观与银有些相似。

原子量	195.23
原子序	78
比重 (20°C时)	21.40克/立方厘米
熔点	1773.5±1°C

热膨胀系数。铂的热膨胀系数与温度有关,与玻璃接近。

导热系数。铂能很好导热及辐射热量。在室温时,导热系数为0.17卡/厘米·秒·°C。

加工性能铂的一个很大优点,是加工性能很好,它的形状几乎是没有限制的。尤其是铂可以用熔焊的方法均匀地无缺陷地焊接,所以完全可以避免使用会降低材料在接头处的化学及热工稳定性的药焊进行焊接。铂可以压制成为厚度为0.0025毫米的箔片,可拉制成直径为0.01毫米的细丝。

(二)化学性质

铂的极其可贵的性质是耐化学侵蚀性能良好,它对酸类是惰性关系。盐酸、硝酸、硫酸、氢氟酸及有机酸等均不与铂起作用。加热时,只有硫酸稍微作用于铂。

王水(盐酸和硝酸的混合物)可在热态及冷态下将铂溶解。

熔融的碱及氰化钾能侵蚀铂,但碱的水溶液不与铂起作用。

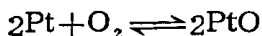
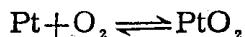
铂更能耐高温熔融玻璃液的侵蚀。

铂与氧生成如下的化合物:氧化亚铂(PtO),为紫色粉末,溶于浓硫酸及浓盐酸。加热时,又重新分解为其组成的元素。二氧化铂(PtO_2),为黑色粉末,不溶于酸类。三氧化二铂(Pt_2O_3),与三氧化二铁(Fe_2O_3)相仿,棕色粉末可溶于盐酸。

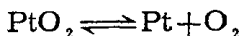
铂在室温下和氧接触,在金属表面上生成一层 PtO_2 或 PtO 的薄膜。由于铂表面与周围氧之间已达到平衡状态而阻止了铂的继续氧化。虽然铂原子与氧原子结合很松弛,但在室温下却十分稳定。

在氧化气氛中把温度升高到425~450°C时,氧化层就变

厚，铂晶片光泽呈红色或蓝色，有时可能产生条纹或小的针状晶体而使铂表面失去原有的金属光泽。



铂在空气或氧气中加热至 450°C 时，金属表面上形成的固相 PtO_2 挥发成气相 PtO_2 。气相 PtO_2 在 510°C 以上时分解为 Pt 和 O_2 。



分解的铂沉积于所遇到的任何固体表面上或逸散于空气中。这就是全铂拉丝炉或代铂拉丝炉铂漏板在生产中和拆拉丝炉时，可以发现托砖表面甚至于砖的内层沉积有铂晶体颗粒的原因。这些晶体有的呈立方形，有的是六角形的雪花片形结晶，还有少量的针状结晶。

铂在同一温度下的氧化速率取决于铂周围气氛中气相 PtO_2 的浓度，也就是取决于气相 PtO_2 从金属热表面上移走的情况。因此，决定铂高温挥发速率的主要因素是气相 PtO_2 在周围气氛中的蒸气分压。已经知道，在一个大气压空气的工业常用条件下，这个分压值非常低，足以使金属表面上的固相 PtO_2 与周围气氛中的气相 PtO_2 达到平衡，从而降低挥发速率。例如：在 1250°C 时，只要有 0.03 毫克的铂就能产生足够的 PtO_2 来饱和 1 升的氧。铂在真空或缺氧的情况下，失重率极小，这就是铂在高温下挥发量较小的原因。但是，如果在高温时，铂周围有大量流动的空气或氧时，则流动的空气或氧带走了气相 PtO_2 ，从而使铂周围气氛中的 PtO_2 的浓度下降，使铂的挥发损耗显著增加。为降低铂的这种挥发损耗，需要在铂拉丝炉或铂漏板上给以表面涂层。

在同一条件下，铂的挥发损耗与温度有关。温度愈高，

挥发愈大。图 3 为铂在空气或氧气中在不同温度下的失重。

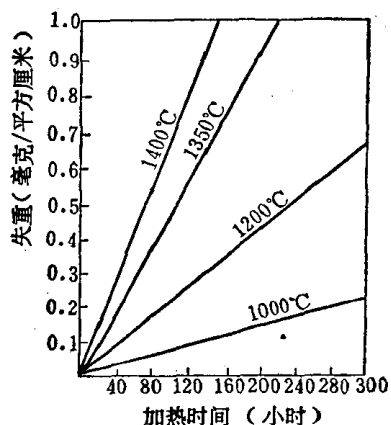


图 3 铂在空气或氧气中在不同温度下的失重

(三) 机械性质

硬度。铂的布氏硬度(负荷为 100 公斤, 测球直径为 10 毫米时)为 23.8, 接近于纯铜的硬度(纯铜的硬度为 28)。摩氏硬度为 4.3。比金和银的硬度高。杂质含量愈多, 硬度愈高。

抗拉强度。室温时为 16~25 公斤/平方毫米。

伸长率。纯铂的伸长率随温度的上升而增至最高点,

然后又逐渐下降。冷加工的铂的伸长率为 7.8%, 而退火铂则为 12.2%。

(四) 电气性质

铂系金属中, 铑的导电性能最好, 铂的导电性能最次, 只有铜的 16.2%。铂的电阻率随温度的提高而增加。

二、铑 (Rh)

铑为银白色可展性金属。其价格与铂相仿。

纯铑的安全工作温度可达 1600°C。

(一) 物理、机械性质

原子量	102.91
原子序	45
比重	12.41 克/厘米 ³
熔点	1966 ± 3°C
沸点	4500°C