

拉引量调整过程中的熔化控制技术

梁其尤

深圳南玻浮法玻璃有限公司 广东深圳 518103

摘要 针对浮法生产中拉引量频繁的调整问题,本文介绍了一种熔化控制技术,使熔窑内液流和温度场不致产生大的变化,确保玻璃质量的稳定

Abstract This paper introduces the melt controlling technology when faced to the problem of frequent pull adjustment, the glass flow and temperature fields will only occur small changes by this technology, so it can ensure the stability of the glass quality.

关键字 拉引量 熔化控制技术 电助熔

Key words pull melt controlling technology electric booster

1 引言

在浮法玻璃生产过程中,因为生产品种的变换,经常需要大幅调整拉引量。以某线为例,生产2mm时,拉引量仅500T/D,生产常规品种约570T/D。因此如何保证拉引量调整时工艺和板面质量的稳定就是一个很重要的课题。本文在某线使用重油和电助熔的基础上提出了一套相应的熔化控制技术。

2 熔化控制技术

熔窑内的玻璃液从大的方面可分为三个区域,分别为投料回流区、成形流区和不动层。就熔化操作来讲,各个区域都有自己的特征。投料回流区主要用来熔化原料,成形流区用于澄清、均化和冷却玻璃液,而不动层三角区则由投料回流和成形流二者相互作用而成,是熔化制度是否稳定,运行工况是否合理的主要特征之一。玻璃液流发生了紊乱易造成将熔化不良的玻璃液带入成形流,同时不动层三角区长时间沉积的杂质可能带入成形流影响玻璃质量。要获得优质的适合于成形的玻璃液,关键就是要控制好玻璃的液流状况,包括玻璃液温度场和速度场,保证前行流和回流的直流流速和流层厚度,使得玻璃液的宏观质量不受影响。正常稳态下熔窑内玻璃液流和温度场如图1所示。

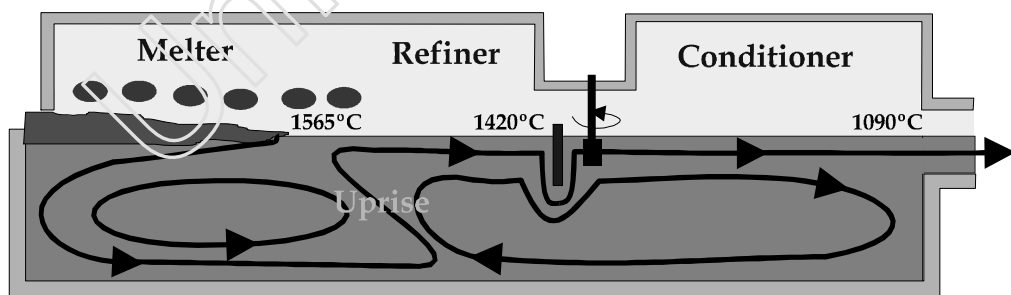


图1 熔窑玻璃液流和温度场示意图

因此,在拉引量大幅变化时,如何尽可能减少玻璃液流和温度场的波动就显得十分关键。

2.1 总热量(含电助熔和重油)控制技术

大多数浮法窑仅使用重油或天然气等单一方式进行加热,某线在重油的基础上还使用了电助熔。电助熔的加热方式和效率与重油有明显不同,对熔化的影响也有明显差异,因此在拉引量改变时需要作针对性调整。

08年某线拉引量作了两次较大幅度的调整,每次调整幅度50-70T/D,1-3个班调整到位。调整期间,对熔化工艺状况作完整记录以供分析。记录内容包括各碛顶和池底温度、总油量、电功率、拉

引量、投料速度、稀释风开度、流道温度、流量闸板开度等参数。

根据热量平衡原理，对重油和电助熔所提供的能量与拉引量作了对比，发现两者有很强的线性关系，如图2

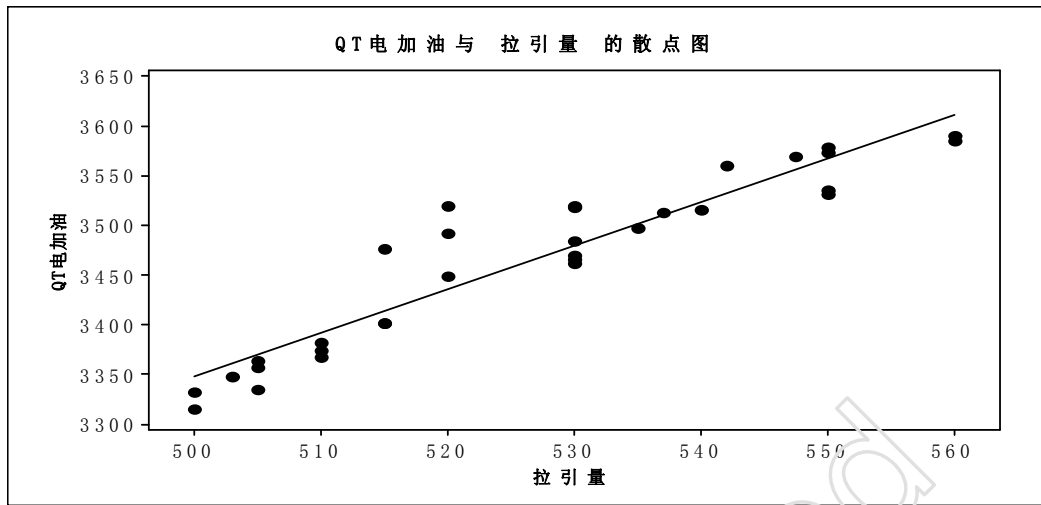


图2 电加油与拉引量的散点图

备注：为简化分析，将电功率按一定系数折算成油量（以 $Q_{电}$ 表示），并与总油量 $Q_{油}$ 相加，得出一个值 $Q_{T电加油}$ （ $Q_{T电加油} = Q_{电} + Q_{油}$ ，即以油量表示的输入热量之和）

从上图可以看出， $Q_{T电加油}$ 与拉引量呈高度线性关系。利用MINITAB的多元线性回归分析工具得出如下的结果：

回归方程1：

$$Y = -127 + 0.0190X_1 + 0.188X_2$$

备注：Y=拉引量，X1=电功率，X2=总油。

方程的相关数据如下：

自变量	系数	系数标准误	T	P
常量	-127.44	68.56	-1.86	0.073
电功率	0.019024	0.002572	7.40	0.000
总油	0.18727	0.02064	9.10	0.000

S = 6.40888 R-Sq = 28.4% R-Sq (调整) = 87.6%

方差分析

来源	自由度	SS	MS	F	P
回归	2	9064.3	4532.1	110.34	0.000
残差误差	29	1191.1	41.1		
合计	31	10255.4			

此方程的R-Sq为87.6%，P值为0，回归关系显著，查看其四合一残差图亦正常，说明该方程有一定实用性。

根据上述的分析结果，结合生产实践，可供参考的一种控制模式为：（1）确定目标拉引量；（2）确定目标电功率；（3）根据目标电功率和目标拉引量算出目标总油量（通过方程1计算，若有必要，目标总油量可根据油质等情况作适当调整）；（4）计算与当前的拉引量、电功率和总油三者的差值；（5）将差值等比例细分成多个可供班组执行的详细步骤。

因窑内热量变化的滞后性，在提升或降低拉引量时，其调整会有少许差异。降低拉引量前，热量需要提前减少一个值（约30公斤/小时的油量），拉引量降到位后一定时间再恢复正常，可使池底温度不会上升过快、过多。提升拉引量时，热量需要提前增加一个值（约30公斤/小时的油量），并

持续保持这个量直至拉引量调整到位后的一定时间再恢复正常。

2.2 温度控制技术

因拉引量的大幅调整，熔化部和工作部的温度以及液流也会发生较大变化。因此在拉引量调整过程中，有必要针对多个温度点实施监控。实践中，如下几个温度点可作重点监控，如热点碓顶、澄清碓顶、热点池底和工作部池底。碓顶温度反映的是火焰空间的温度，反应速度快，其值波动也较大。池底温度可以较真实地反映玻璃液的温度，但也相对滞后。我们最终控制的是池底温度的稳定，因此碓顶和池底需要结合起来控制。工作部池底温度反映的是成型流的情况，需要其保持稳定，以保证进入流道的玻璃液质量的稳定。

2.2.1 油比的调整

不同的拉引量，为保证各个温度点的相对稳定，需要对热负荷进行重新分配。具体是高拉引量时，前区的负荷需要增加，后区减少，低拉引量时，前区减少，后区增加，一般调整幅度如下表：

表1 高低拉引量时不同小炉油比的变化

位置	1#	2#	3#	4#	5#	6#
油比						
幅度	1.5	1.7	0	1.2	1	1

2.2.2 稀释风的调整

拉引量调整过程中，进入工作部的玻璃液热量的改变，使工作部温度发生较大变化，为使其保持稳定，必须及时对稀释风量进行调整。根据两次调整的数据进行分析，得出如下方程：

方程2：

$$Y = 106 - 0.0753X$$

备注：Y=稀释风开度，X=拉引量

此方程相关数据如下：

自变量	系数	系数标准误	T	P
常量	106.071	3.172	33.44	0.000
拉引量	-0.075350	0.006007	-12.54	0.000

$$S = 0.500508 \quad R-Sq = 91.8\% \quad R-Sq(\text{调整}) = 91.2\%$$

方差分析

来源	自由度	SS	MS	F	P
回归	1	39.410	39.410	157.32	0.000
残差误差	14	3.507	0.251		
合计	15	42.917			

从分析结果可以看出，稀释风量与拉引量呈高度线性关系，回归方程成立。在实践中，根据拉引量的变化及时调整稀释风量以使流道温度和工作部温度稳定。

根据实践，拉引量调整过程中，通过电助熔功率、总油量与拉引量的匹配性调整，可以使池底温度波动幅度在5度以内，为液流和板面质量的稳定提供了保障。

2.3 料堆和泡界线控制技术

不同拉引量下，料堆和泡界线位置会有相当大的变化。提升拉引量时，单位时间内单位熔化面积熔化的玻璃液将增加，此时如果热量供给不足，会引起料堆偏远，降低拉引量时，单位时间内单位熔化面积熔化的玻璃液将减少，此时如果热量过多，料堆会变近，泡界线也会有相应的变化。因此，调整时根据经验确定目标拉引量的相应料堆位置，及时对油量、热负荷分配和电功率作相应调整，使料堆和泡界线保持相对稳定。

3 效果对比

08年拉引量大幅调整了两次，经统计，调整前后优等品比例无明显变化，优等品比例约95%，板面气泡、结石等缺陷也属于较好水平，完全可满足各订单的要求。

4 结语

拉引量的大幅调整时，通过采取合理的熔化控制技术，可以使熔窑内玻璃液流、温度场等工艺制度保持在一个较小的范围内波动，确保了玻璃质量的稳定。

参考文献

- [1] 窦彦彬. 熔窑内玻璃液流层厚度对熔化的影响. 中国玻璃. 2005. 6.
- [2] 姜 宏等. 熔化控制技术在超薄浮法生产中的应用. 玻璃. 2004. 1.
- [3] 刘学理等. 拉引量调整时的熔化操作. 玻璃与搪瓷. 2002. 2.
- [4] 陈国平等著. 玻璃工业热工设备. 化学工业出版社. 2007. 1.

作者简介

梁其尤(liangqiyou)，男，出生年月：1977年4月出生，籍贯海南，熔化工程师，主要从事：熔窑建设施工及生产工艺控制，燃烧及节能工艺的改进。深圳南玻浮法玻璃有限公司。

E-mail: liangqy@csgholding.com