



浮法玻璃生产操作丛书

浮法玻璃 冷端生产操作

FUFA BOLU LENGDUAN SHENGCHAN CAOZUO

总主编◎韩建军

主编 吕在国

2



武汉理工大学出版社
WUTP Wuhan University of Technology Press

浮法玻璃工厂操作丛书·第五册

浮法玻璃冷端生产操作

总主编 韩建军

主 编 吕在国

武汉理工大学出版社

· 武汉 ·

图书在版编目(CIP)数据

浮法玻璃冷端生产操作/吕在国主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2015.3

(浮法玻璃生产操作丛书)

ISBN 978-7-5629-4470-6

I. ①浮… II. ①吕… III. ①浮法玻璃-冷端-生产工艺
IV. ①TQ171.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 250810 号

项目负责人:王兆国

责任编辑:李兰英

责任校对:余士龙

装帧设计:芳华时代

出版发行:武汉理工大学出版社

地址:武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮编:430070

经销:各地新华书店

印刷:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

开本:880×1230 1/32

印张:5.375

字数:143 千字

版次:2015 年 3 月第 1 版

印次:2015 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—3000 册

定价:19.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87515778 87515848 87785758 87165708(传真)

· 版权所有 盗版必究 ·

浮法玻璃生产操作丛书

编审委员会

名誉主编 程金树 赵修建 吕在国

丛书总主编 韩建军

丛书副总主编 徐麟 刘超 谢俊 吕鑫

丛书总编委(按姓氏笔画排列):

王道德 王 静 田培静 汤李缨 孙宜华

阮 健 刘新生 李 平 陆 平 张 成

李 宏 张金奎 张明德 何 峰 金文国

周学东 郑 滔 胡开文 贺建华 胡魁亮

谈小平 高贤安 陶海征 黄俊波 黄玲林

前 言

玻璃是现代社会生活中不可缺少的材料。平板玻璃工业是我国建材工业的重要组成部分。目前,我国有三百多条浮法玻璃生产线。近年来,行业结构调整、资源整合以及生产工艺技术的自主创新等举措初见成效,促进了我国浮法玻璃工业产值增长和节能减排等目标的实现。但纵观整个行业的发展现状,我国对浮法玻璃生产一线岗位操作进行规范、培训指导等方面的理论总结还相对滞后,在原料选择、燃料使用、设计规范、生产操作、质量控制、问题处理等方面存在参差不齐的现象。为了推动玻璃生产企业规范技术操作与可持续发展,硅酸盐建筑材料国家重点实验室(武汉理工大学)、绿色建筑材料及制造教育部工程研究中心(武汉理工大学)、湖北省玻璃工业工程技术研究中心(湖北三峡新型建材股份有限公司)、河北省沙河玻璃技术研究院、三峡大学、上海睿信玻璃技术装备工程有限公司、上海和利玻璃技术有限公司等院校及浮法玻璃相关企业,共同编著了这套《浮法玻璃生产操作丛书》。

本丛书共分六册,第一册《浮法玻璃原料生产操作》,第二册《浮法玻璃熔化生产操作》,第三册《浮法玻璃成形生产操作》,第四册《浮法玻璃退火生产操作》,第五册《浮法玻璃冷端生产操作》,第六册《燃料与燃烧生产操作》。丛书全面介绍了浮法玻璃生产各工段使用设备概况、基本工艺计算、正常生产操作、事故处理操作、质量缺陷判断与处理措施等专业操作知识,符合现代浮法玻璃生产的实际情况。

丛书由韩建军任总主编,徐麟、刘超、谢俊、吕鑫任副总主编,胡开文为第一分册主编,谢俊为第二分册主编,吕鑫为第三分册主

编,刘超为第四分册主编,吕在国为第五分册主编,陆平为第六分册主编。

丛书第一分册的第1章由胡开文、谢俊编写,第2章由张金奎、胡开文编写,第3章由徐麟、吕鑫编写,第4章由汤李缨、王静编写,第5章由李平、吕鑫编写,第6章由胡开文、刘新生编写,第7章由王道德、郑滔编写,第8章由刘新生、韩建军编写,第9章由刘超、孙宜华编写,第10章由周学东、黄玲林编写。

第二分册的第1章由程金树、谢俊编写,第2章由何峰、胡开文编写,第3章由李宏、田培静编写,第4章由吕鑫、张成编写,第5章由黄俊波、刘超编写,第6章由吕在国、韩建军编写,第7章由徐麟、陆平编写,第8章由张金奎、刘超编写,第9章由刘超、黄玲林编写。

第三分册的第1章由张明德、吕鑫编写,第2章由吕在国、何峰编写,第3章由谢俊、王静编写,第4章由田培静、王静编写,第5章由黄俊波、胡开文编写,第6章由吕鑫、汤李缨编写,第7章由刘新生、韩建军编写,第8章由周学东、黄玲林编写。

第四分册的第1章由高贤安、陆平编写,第2章由吕在国、刘超编写,第3章由谈小平、陶海征编写,第4章由韩建军、谢俊编写,第5章由刘超、黄玲林编写。

第五分册的第1章由吕在国、周学东编写,第2章由郑滔、陶海征编写,第3章由郑滔、陆平编写,第4章由胡魁亮、周学东编写,第5章由吕鑫、阮健编写,第6章由金文国、周学东编写,第7章由阮健、胡开文编写,第8章由刘超、黄玲林编写。

第六分册的第1章由徐麟、田培静编写,第2章由吕在国、王静编写,第3章由陆平、阮健编写,第4章由汤李缨、李宏编写,第5章由何峰、陶海征编写,第6章由孙宜华、吕鑫编写,第7章由吕在国、何峰编写,第8章由谢俊、吕鑫编写,第9章由贺建华、田培静编写,第10章由陆平、吕鑫编写,第11章由汤李缨、胡开文编写,第12章由贺建华、刘超编写,第13章由周学东、黄玲林编写。

丛书由韩建军、吕在国、谢俊、刘超、吕鑫、陆平、胡开文审校定稿。

丛书在内容编排上,遵循“理论上够用,指导生产中实用”、“注重岗位,遵循行业标准”的原则,力求突出浮法玻璃生产的实践性、实用性和职业性,同时兼顾内容的理论性和实时性;书中有大量的图表,适合从事浮法玻璃生产的管理人员、技术人员、主要岗位操作人员阅读,本丛书也可作为玻璃工程人员的技术参考、岗前培训用书。

丛书中所介绍的生产技术操作知识大多来源于实际生产经验、业界知名专家的著作,以及所有编委的实践经历。笔者希望浮法玻璃生产线从设计投产之初就建立起规范统一的良好操作习惯,使企业在投产后的生产操作和管理过程中少走弯路,尽早步入正轨,并试图使企业员工在学习本书后能独立进行岗位操作。但需要声明的是,即使是在生产上和实践中多属有效的操作,由于部分内容出现的年代较早、生产线装备差异、玻璃成分变化以及各企业的操作方法略有不同等多方面的因素,不一定能符合所有企业的实际情况。为此,望读者根据企业自身工艺装备特点和实际操作方法进行补充和完善。

虽然我们多年从事无机非金属材料,特别是玻璃材料的教学、科研与生产,并且取得了一些理论成果和积累了生产实践经验,但是由于水平有限,丛书中错误及疏漏之处在所难免,敬请读者及各界同仁批评指正。

在丛书资料多年收集与整理过程中,承蒙各位专家、学者和企业家们提供的宝贵帮助,使得丛书能顺利出版,在此深表谢意!

编者

2013年12月30日

目 录

第一章 浮法生产线冷端工艺原理	(1)
一、概述	(1)
二、冷端系统工艺流程	(4)
三、冷端的区段划分	(5)
四、玻璃板切割机理	(7)
五、玻璃板掰断的基本原理.....	(13)
六、玻璃纵向掰边的基本方法.....	(14)
七、玻璃板切割掰边时的破裂机理.....	(14)
八、浮法生产线冷端装备的现状 & 展望.....	(17)
第二章 冷端设备的功能与使用	(20)
一、前言.....	(20)
二、切割设备.....	(20)
三、掰断掰边装置.....	(24)
四、输送装置.....	(31)
五、玻璃表面保护装置.....	(44)
六、质量检测装置.....	(47)
七、堆垛装置.....	(55)
第三章 自动控制系统	(64)
一、前言.....	(64)
二、冷端控制系统主要控制功能.....	(64)
三、应急区控制系统.....	(65)
四、切割区控制系统.....	(65)
五、输送堆垛区控制系统.....	(69)

六、碎玻璃系统的控制	(71)
第四章 玻璃的包装与运输	(73)
一、前言	(73)
二、木箱包装	(73)
三、代木包装	(76)
四、玻璃集装架	(78)
五、裸片包装	(79)
六、玻璃包装在物流环节中的功能效用	(81)
七、玻璃成品的运输	(82)
第五章 冷端生产岗位操作规程	(84)
一、管理人员工作职责	(84)
二、生产管理规程	(85)
三、切裁工操作	(86)
四、改板、扩缩板时的操作	(91)
五、掰边掰断工操作	(92)
六、喷粉工操作	(93)
七、铺纸工操作	(95)
八、水平堆垛机堆垛操作	(96)
九、机械手堆垛机操作	(100)
十、封箱打包操作	(105)
十一、人工装箱操作	(106)
十二、入库工操作	(107)
十三、碎玻璃皮带工操作	(108)
十四、冷端电气控制柜的操作	(109)
十五、行车工操作	(110)
十六、叉车岗位操作	(112)
十七、设备的日常检查维护	(114)
十八、玻璃质量检验操作	(114)

十九、集装架维修操作	(117)
第六章 冷端事故预防与处理措施	(119)
一、平面应力造成的切割问题及处理	(119)
二、端面应力造成的切割问题及处理	(124)
三、玻璃划伤的查找与处理	(126)
四、薄玻璃生产常出现的问题及处理	(127)
五、厚玻璃生产常出现的问题及处理	(128)
六、紧急情况的处理	(129)
七、炸板时的处理	(130)
八、碎玻璃回收系统	(131)
九、玻璃跑偏的原因及调整	(131)
十、玻璃板纵分碰角问题及处理	(133)
十一、堆垛机设备故障及处理	(134)
十二、横切跑尺问题及处理	(135)
十三、切割机尺差产生的原因及消除方法	(136)
十四、掰边故障与处理	(138)
十五、玻璃破碎机故障与处理	(138)
十六、除尘系统故障与处理	(139)
十七、横掰故障与处理	(139)
十八、横切机故障与处理	(140)
十九、喷粉机故障与处理	(140)
二十、气浮桌故障与处理	(141)
二十一、热端与冷端连接万向联轴器故障与处理	(141)
二十二、转向及旋转辊道故障与处理	(141)
二十三、纵掰纵分故障与处理	(142)
二十四、纵切机故障与处理	(142)
第七章 玻璃霉变的预防	(143)
一、前言	(143)

二、玻璃发霉的机理	(143)
三、发霉的识别和检查方法	(145)
四、玻璃化学成分与霉变的关系	(145)
五、浮法在线防霉处理工艺技术	(148)
六、玻璃储存运输预防和减少玻璃霉变的主要措施	(151)
第八章 国家标准规范主要内容介绍	(153)
一、《平板玻璃行业准入条件》	(153)
二、《平板玻璃工厂设计规范》	(153)
三、《玻璃工厂工业卫生与安全技术规程》	(154)
参考文献	(155)

第一章 浮法生产线冷端工艺原理

一、概 述

冷端是浮法生产线的重要生产环节,它将从退火窑出来的玻璃板进行切裁、掰断、去板边后,使其成为合格的玻璃产品,并输送至采装区进行取片堆垛或装箱。

1. 浮法冷端的主要作用

用浮法工艺生产的玻璃表面质量优异,厚度均匀,上下表面平整,力学性能好,是用任何一种传统的工艺方法生产的平板玻璃无法比拟的。浮法玻璃替代机械抛光玻璃,直接用于制镜玻璃、汽车玻璃、高级建筑玻璃和其他高级加工玻璃。因此,浮法生产线的冷端主要有三个作用:

(1)玻璃板切掰输送功能。把从退火窑中出来的玻璃板切断、切边、掰断、掰边、输送、取片堆垛或装箱。

(2)玻璃板质量检测功能。主要有玻璃板厚度检测、应力检测和瑕疵点检测。检测结果经过计算机分析,提供调整生产操作和优选切割,保证产品质量。

(3)玻璃板表面保护功能。主要有洗涤、喷粉或喷保护液、包纸等,防止玻璃板被擦伤和发霉。

2. 冷端技术的发展

近二十年来,随着浮法玻璃技术的完善和发展,浮法生产线规模的增大,产品规格的丰富,玻璃质量要求的提高,浮法生产线在成品输送、质量在线检测、切割、取板、控制、安全防护等方面的变

化很大。

(1) 玻璃质量控制理念和装备的变化

原来玻璃质量的在线判定,由操作人员在生产线的人工检测台,凭借玻璃板下的日光灯反射,依靠眼睛快速判断玻璃板面的各类缺陷,用粉笔在玻璃板上判定玻璃板的质量等级。这种检验方法,存在人工判定误差率高、无法与生产线联动等弊端。

2000年后,国内玻璃深加工市场发展的需求很大,大部分浮法生产线配备在线全自动缺陷检测设备,可以快速准确地对玻璃板上的气泡、结石、划伤进行判定,确定玻璃板质量等级;采用自动缺陷检测信号与生产线自动切割控制系统连锁方式,将质量信息传输到输送和切割系统,实现玻璃板的优化切割,提高玻璃的成品率;同时,将玻璃板质量信息通过电脑屏幕,向管理人员和操作人员显示,对缺陷进行分类,提高玻璃板质量的控制水平。

(2) 玻璃输送系统的改进和提高

随着玻璃原板宽度的增大,为提高玻璃板输送的稳定性,减少传送辊挠度变形对玻璃表面的划伤,安全地将玻璃板从生产线取下来;国内开发并使用支线分片机,通过快速上、下垂直升降系统,将玻璃板快速分散到各个支线上,满足采用国产水平堆垛机或人工取板在大吨位生产线和生产薄玻璃时的需要;同时,也减少玻璃分片时的破损。

(3) 高精度切割系统

20世纪90年代初期,浮法生产线玻璃的简易切割系统,因切割误差大、改裁损失多,不能满足用户对玻璃质量的要求。2002年以后,通过吸取玻璃深加工行业所引进的高精度切割技术,高精度切割系统逐步取代了进口或原来的切割系统,玻璃产品的切割精度达到了高端用户的要求。

(4)玻璃成品堆垛的变化

在 2000 年以前,浮法生产线玻璃成品的堆垛以人工为主,由于玻璃破损后断口锋利的特性,玻璃堆垛成为操作人员伤亡的主要危险来源。

2000 年以后,市场对玻璃大板、厚板的需求逐渐旺盛,有的浮法生产企业选购进口垂直堆垛机替代人工堆垛。现在,国产水平堆垛机技术已经成熟,与进口垂直堆垛机、机械手一起,在国内大部分浮法生产线上替代了人工堆垛,使冷端自动化程度提高,人工劳动强度降低,生产事故大幅度减少。

(5)控制系统的发展

原来冷端设备采用直流传动,无法实现自动控制以及人工取片。现在,浮法冷端的线控技术不断提高,能够完成板面缺陷检测、优化切割、自动落板、自动转向、按质分类、自动取片,以及对退火窑主传动速度的自动跟踪,真正做到高效率、智能化、机械化。

3. 冷端的发展趋势

冷端的发展趋势是将浮法玻璃生产过程中相对独立的几个过程有效协调统一,综合运用运筹学、专家系统和流程仿真等技术,实现对生产的物流跟踪、质量跟踪、能耗跟踪、生产组织及生产流程优化,包括:

- (1)故障的自诊断、自排除功能;
- (2)多种输送方案,满足不同生产规模、不同产品规格的需要;
- (3)方便工程技术人员进行生产状况和事故分析;
- (4)实现对落板设备、堆垛设备等单体设备的智能调度工作,实现冷端设备的一体化管控。

二、冷端系统工艺流程

从退火窑中出来的玻璃板,经过质量检测、纵横切割、加速分离、掰断掰边后,通过输送辊道,将玻璃板送到主线末端或分送到各自的支线,铺防霉纸或喷防霉粉,最后输送到取片堆放区。在支线上,中、小片玻璃板由机械自动堆放装架或装箱;在主线末端,大片玻璃板由真空吸盘吊(取)片,并进行人工辅助装架或装箱。详见冷端系统工艺流程图(图 1.1)。

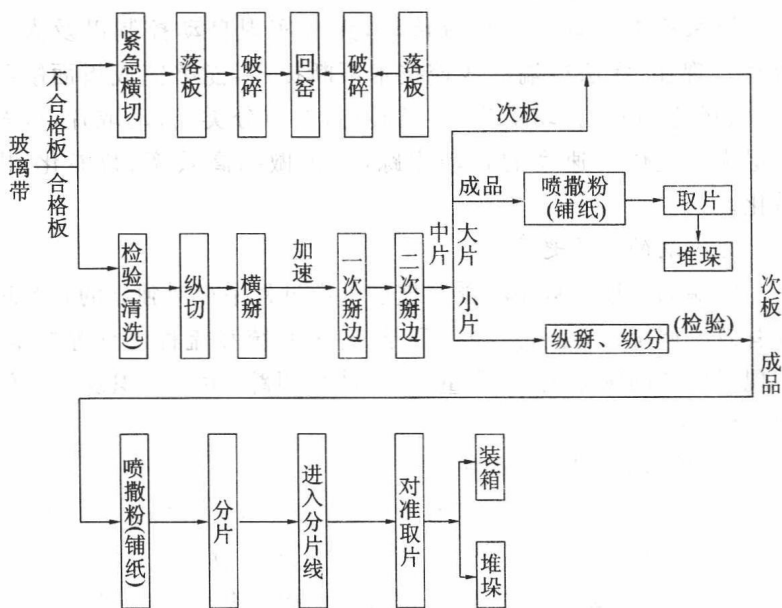


图 1.1 浮法冷端系统工艺流程

三、冷端的区段划分

1. 根据冷端设备的使用功能与先后顺序

冷端分为以下 3 个主要区段。

(1) 玻璃板质量检测 and 预处理区段

在此区段,对从退火窑中出来的玻璃板进行应力分布、全板宽度、玻璃厚度和玻璃质量的检验。此外,在该区段将引头子、玻璃厚度改变的过渡段、本体着色换色的过渡色板、出现生产事故造成的不合格玻璃板等废玻璃板,通过紧急横切、落板、破碎后,用皮带机送入碎玻璃存储仓,起到保护冷端的切裁、掰断和输送设备的作用。

为了避免粉尘和玻璃表面附着物对检测缺陷的干扰,有的浮法生产线在此区段设置洗涤干燥机、吹风机。为防止玻璃板表面发霉,有的浮法生产线还安装涂布防霉药剂的装置。

(2) 切裁掰断区段

在此区段,主要有玻璃板纵切、横切、横向掰断、加速输送、掰边、纵向掰断、纵向分片和落板等生产工序。此外,在该区段将不合格的玻璃板和掰断产生的废玻璃板,通过落板装置,经破碎机破碎后,用皮带机送入碎玻璃存储仓。

有的浮法生产线在该区段,只进行纵切、横切、横向掰断和掰边,不在主线上进行纵向掰断和纵分,而是到支线上进行分片、掰断,以减少主线长度,保证主线畅通无阻。

(3) 分片、堆垛及装箱区段

在此区段,将切割掰断后质量合格的玻璃板,按大、中、小片不同规格和质量等级,分别输送到大片堆垛区、中片堆垛装箱区和小片堆垛装箱区。在玻璃板堆垛装箱前,通过喷撒防霉粉或铺防霉纸进行玻璃板的表面保护。

2. 各区段的速度要求

浮法生产线冷端的辊道,分为拉引段、加速段和高速段。

(1) 拉引段

从冷端第一根辊子到横向掰断辊为拉引段。拉引段设置有应急切割、应急落板、吹风清扫、缺陷检测、测长发讯、纵切、横切、横掰等设备。该段的作用是承接从退火窑中出来的玻璃板,提供一系列的功能设备。

拉引段的速度,通过以下公式计算。

$$V = \frac{10^9 T}{24 L h \rho}$$

式中 V ——拉引速度(m/h);

T ——玻璃原板的产量(等于熔窑的熔化量)(t/h);

L ——玻璃原板的宽度(mm);

h ——玻璃原板的厚度(mm);

ρ ——玻璃的密度(kg/m^3)。

拉引段辊子的胶圈外径比退火窑辊子的辊径小,二者通过一个过桥齿轮箱连接,起到改变转速的作用。拉引段辊子胶圈的线速度比退火窑辊道的线速度稍微快一点,起到牵引玻璃板向前走的作用,减小退火窑内玻璃板向前运行的阻力。通常,拉引段辊道的线速度比退火窑辊道的线速度大1%~2%。

(2) 加速段

加速段位于横掰辊道后,是玻璃板由低速段进入高速段的过渡段。加速段的功能是通过加速辊道,将玻璃片与玻璃带快速分开,避免玻璃的掰断边相互擦伤,影响玻璃质量,使玻璃片按所需要的速度输送。浮法生产线冷端常用单片玻璃一次加速的形式。加速段玻璃片的输送速度为低速段的2~5倍。

(3) 高速段

加速段以后直至主线末端被称为高速段。高速段设置若干节