



绵阳职业技术学院

1953

国家示范性高等职业院校建设项目成果

玻璃深加工

主编 方久华



武汉理工大学出版社

WUTP

Wuhan University of Technology Press

国家示范性高等职业院校建设项目成果

玻璃深加工

主 编 方久华
副主编 郭志敏 赵 勇
主 审 廖其龙

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

内 容 提 要

本书属于材料工程技术专业(玻璃工艺方向)的系列教材之一,共分为8个项目,包括玻璃预处理、钢化玻璃制造、镀膜玻璃制造、夹层玻璃制造、釉面玻璃制造、中空玻璃制造、玻璃刻划加工及玻璃器皿的加工与装饰等内容。本书由校企合作编写,内容全面、结构合理、层次分明、循序渐进,突出了实践性和实用性的特点,体现了以“工学结合精神为指导、培养学生实践能力为目标、项目教学为手段”的指导思想。

本书可用作高等职业院校材料工程技术(玻璃工艺方向)及其相关专业学生的教学用书,也可供中等职业学校相关专业的学生及现代玻璃企业的专业技术人员学习参考之用。

图书在版编目(CIP)数据

玻璃深加工/方久华主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2011.3

ISBN 978-7-5629-3439-4

I. ① 玻… II. ① 方… III. ① 玻璃-加工 IV. ① TQ171.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 038477 号

项目负责人:王利永

责任编辑:段 智

责任校对:彭佳佳

装帧设计:牛 力

出版发行:武汉理工大学出版社

社 址:武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编:430070

网 址:<http://www.techbook.com.cn>

经 销:各地新华书店

印 刷:武汉理工大印刷厂

开 本:787×960 1/16

印 张:23.75

字 数:452 千

版 次:2011 年 3 月第 1 版

印 次:2011 年 3 月第 1 次印刷

定 价:42 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:027-87394412 87383695 87384729 87397097(传真)

· 版权所有 盗版必究 ·

绵阳职业技术学院 重点专业课程改革教材编审委员会

主任:文晓璋

副主任:肖争鸣 郑学全

委员:(材料工程技术专业)

左明扬 杨 峰 方久华 刘 成 况金华 胡 骅

王 伟 牟思蓉 邓小锋 梅朝鲜 石建屏 任冬燕

(电子信息工程技术专业)

王荣海 胥勋涛 陈思海 何小河 李 川 胡应洪

乔之勇 唐洪彦 霍维容 刘传辉

(机械设计与制造专业)

黄泽森 张 明 邓先智 王建平 蒲定坤 赵建中

梁春光 章 晓 李 平 刘文彦 刘 军 林慧敏

(旅游管理专业)

王 婷 陈 波 朱飞燕 魏丽亚 刘小兰 肖 昆

总责任编辑:王利永

前 言

教育部《关于提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)中指出:“课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点”。为此,绵阳职业技术学院材料工程技术专业在课程建设与改革方面做了大量的工作。

2009年5月27日,绵阳职业技术学院受教育部材料类专业教学指导委员会委托,组织召开了由河北职业技术学院等6所高职院校、成都南玻集团等23家建材企业的46名专家参加的“材料工程技术专业课程建设与改革研讨会”,专题研究了材料工程技术专业课程建设与改革方案,统一了课程体系的构建思路,确定了各专业方向的核心课程,部署了专业核心课程标准的拟定和教材的编写工作。2010年5月28日,绵阳职业技术学院再次组织上述单位的专家对《材料工程技术专业人才培养方案及课程标准》(初稿)进行了审定。本教材根据2010年5月28日会议制定的《玻璃深加工课程标准》要求编写。

本教材以“工学结合精神为指导、培养学生实践能力为目标、项目教学为手段”为指导思想,通过校企合作进行编写,是材料工程技术专业(玻璃工艺方向)的系列教材之一,可作为高等职业院校材料工程技术专业(玻璃工艺方向)学生的教学用书,也可供中等职业学校相关专业的学生及现代玻璃企业的专业技术人员学习参考之用。

本教材由绵阳职业技术学院方久华任主编,河北建材职业技术学院郭志敏、成都南玻集团赵勇任副主编,全书由西南科技大学廖其龙教授主审。全书编写分工如下:项目1由成都南玻集团赵勇编写,项目2由河北建材职业技术学院郭志敏编写,项目3由成都南玻集团詹勇军编写,项目4、项目5由绵阳职业技术学院方久华编写,项目6由绵阳职业技术学院宁海霞编写,项目7由成都南玻集团徐春来编写,项目8由绵阳职业技术学院王伟编写。

本书在编写过程中得到了众多兄弟院校及友好玻璃企业的大力支持,也参考了部分专家学者的论著和相关科研成果,在此一并表示衷心的感谢!

鉴于编者水平有限,加之时间仓促,难免存在错误和不妥之处。敬请读者批评指正。

编 者

2010年11月

目 录

前续知识	(1)
项目 1 玻璃预处理	(4)
项目任务书	(4)
学习指南	(4)
项目资讯	(5)
1.1 玻璃的装片及卸片设备	(5)
1.1.1 吊车-真空吸盘组合装置	(5)
1.1.2 自动装片机	(7)
1.1.3 行走式自动装片机	(9)
1.1.4 单腿梁式(门式)自动装片机	(10)
1.1.5 行车吊挂吸盘装片机	(11)
1.1.6 旋转吸盘装片机(旋转给料机)	(13)
1.1.7 立式装片(卸片)机	(13)
1.2 玻璃的切割设备	(15)
1.2.1 玻璃自动切割机	(15)
1.2.2 翻转式玻璃切割机	(17)
1.2.3 靠模切割机(靠模开料机)	(18)
1.2.4 水平式夹层玻璃自动切割机	(19)
1.2.5 水平式无齿锯切割机	(20)
1.2.6 立式厚玻璃及夹层玻璃切割机	(20)
1.3 磨边机	(21)
1.3.1 直线立式磨边机	(22)
1.3.2 水平式磨边机	(23)
1.4 玻璃洗涤干燥机	(33)
1.4.1 强力玻璃洗涤干燥机	(33)
1.4.2 普通玻璃洗涤干燥机	(34)

1.4.3 立式玻璃洗涤干燥机	(35)
1.5 玻璃钻孔机	(37)
生产案例	(39)
考核评价标准	(41)
项目2 钢化玻璃制造	(43)
项目任务书	(43)
学习指南	(43)
项目资讯	(45)
2.1 钢化玻璃的生产方法及其品种	(45)
2.1.1 钢化玻璃的生产方法	(45)
2.1.2 钢化玻璃的品种	(45)
2.2 物理钢化玻璃的生产工艺及设备	(47)
2.2.1 物理钢化原理	(47)
2.2.2 物理钢化法的生产工艺	(50)
2.2.3 物理钢化法生产线的种类及其设备	(59)
2.2.4 几种物理钢化法玻璃生产线的比较	(97)
2.3 化学钢化法的生产工艺及设备	(98)
2.3.1 化学钢化的机理	(98)
2.3.2 离子交换的方法及流程	(99)
2.3.3 影响离子交换的工艺因素	(100)
2.3.4 主要生产设备	(106)
2.4 钢化玻璃的性质及玻璃原片质量要求	(106)
2.4.1 钢化玻璃的性质	(106)
2.4.2 玻璃原片质量要求	(107)
2.5 钢化玻璃的质量标准	(107)
2.6 钢化玻璃的应用	(108)
2.6.1 建筑业方面的应用	(108)
2.6.2 交通设备及工程机械方面的应用	(108)
2.6.3 化工方面的应用	(109)
2.6.4 保护屏及观察窗口方面的应用	(109)

2.6.5 其他方面的应用	(109)
生产案例	(110)
考核评价标准	(110)
项目3 镀膜玻璃制造	(112)
项目任务书	(112)
学习指南	(113)
项目资讯	(114)
3.1 概况	(114)
3.1.1 节能减排	(114)
3.1.2 自然界的能量来源与镀膜玻璃的节能原理	(115)
3.1.3 镀膜玻璃	(122)
3.2 镀膜技术	(126)
3.3 热喷涂法	(128)
3.3.1 热喷涂法机理	(128)
3.3.2 喷液法	(128)
3.3.3 喷粉法	(129)
3.3.4 热喷涂法的工艺流程及装备	(130)
3.3.5 喷粉法镀膜玻璃的性能	(131)
3.4 化学沉积法(化学气相沉积法)	(131)
3.4.1 化学沉积法原理	(131)
3.4.2 化学沉积法的生产工艺设备	(132)
3.4.3 产品理化性能	(133)
3.4.4 化学沉积法的优点及前景	(134)
3.5 离子镀膜法	(135)
3.6 真空蒸镀法	(135)
3.6.1 真空	(135)
3.6.2 真空蒸镀法原理	(142)
3.6.3 真空蒸镀法的工艺流程	(143)
3.6.4 真空蒸镀法生产工艺	(144)
3.6.5 真空蒸镀法镀膜玻璃的品种	(155)

3.6.6	真空玻璃镀膜机(制镜镀膜机)	(155)
3.7	真空磁控溅射镀膜法	(158)
3.7.1	真空磁控溅射镀膜法的发展	(158)
3.7.2	真空磁控溅射镀膜原理	(159)
3.7.3	真空磁控溅射镀膜的特点	(160)
3.7.4	真空磁控溅射镀膜法的生产流程与控制要点	(161)
3.7.5	真空溅射玻璃镀膜机配套设备	(170)
3.7.6	提高磁控溅射镀膜生产效率的途径	(171)
3.7.7	生产镀膜玻璃的注意事项	(172)
3.8	溶胶凝胶法(凝胶浸镀法)	(172)
3.8.1	溶胶凝胶法的原理及膜型	(172)
3.8.2	溶胶凝胶法的生产工艺流程	(174)
3.8.3	浸镀溶液	(175)
3.8.4	产品品种和性能	(177)
3.8.5	溶胶凝胶法的优缺点	(180)
3.9	化学镀膜法(化学镀银法)	(180)
3.9.1	化学镀膜法镀银镜的原理	(180)
3.9.2	化学镀膜法镀银镜的生产工艺流程	(180)
3.9.3	化学镀膜法镀银镜的生产设备	(181)
3.9.4	化学镀膜法镀银镜的原材料及其要求	(185)
3.9.5	化学镀膜法镀银镜的膜层厚度及理化性能	(185)
3.10	典型生产应用案例	(186)
3.10.1	镀膜产品的定标	(186)
3.10.2	产品均匀性的调试	(193)
3.10.3	真空磁控溅射镀膜玻璃生产线换靶	(201)
3.10.4	镀膜调试生产	(204)
3.10.5	镀膜玻璃质量缺陷分析	(205)
3.11	镀膜玻璃国家标准及生产质量控制	(210)
3.11.1	镀膜玻璃国家标准	(210)
3.11.2	实际生产过程中镀膜玻璃的质量检验	(223)

3.11.3 镀膜产品质量检验过程的主要仪器简介	(227)
3.12 镀膜玻璃的选型	(230)
3.12.1 装饰功能的选择	(231)
3.12.2 节能特性的选择	(231)
3.13 镀膜玻璃未来的发展	(231)
3.13.1 镀膜产品的均匀性	(231)
3.13.2 镀膜玻璃的边缘效应和大小片颜色差异	(232)
3.13.3 新型靶材的应用	(233)
3.13.4 新膜系产品的研发	(233)
3.13.5 镀膜生产效率	(233)
3.14 镀膜玻璃、玻璃镜的原材料及公共设施	(233)
3.14.1 玻璃基片	(233)
3.14.2 靶材	(234)
3.14.3 电源	(234)
3.14.4 车间环境	(234)
3.15 镀膜玻璃和玻璃镜的应用	(235)
3.15.1 在建筑业、装潢业中的应用	(235)
3.15.2 在玻璃深加工工业中的应用	(235)
3.15.3 在交通运输业中的应用	(235)
3.15.4 用于液晶显示器和太阳能电池中	(235)
考核评价标准	(236)
项目4 夹层玻璃制造	(238)
项目任务书	(238)
学习指南	(239)
项目资讯	(240)
4.1 夹层玻璃概述	(240)
4.2 干法夹层玻璃的生产工艺	(242)
4.2.1 干法夹层玻璃的生产原理	(242)
4.2.2 膜片的选择	(242)
4.2.3 干法生产的工艺流程	(242)

4.2.4 干法生产的主要设备	(245)
4.3 湿法夹层玻璃的生产工艺	(246)
4.3.1 湿法夹层玻璃的生产原理	(246)
4.3.2 湿法生产的工艺流程	(246)
4.3.3 湿法夹层玻璃的生产现状及优缺点	(247)
4.4 生产环境的要求	(247)
4.4.1 厂区环境的要求	(247)
4.4.2 车间局部环境的要求	(248)
4.5 夹层玻璃的性能	(248)
4.5.1 夹层玻璃的光学和热学性能	(248)
4.5.2 抗冲击性能	(250)
4.5.3 抗穿透性能	(250)
4.5.4 隔音性能	(250)
4.5.5 抗风荷载强度	(251)
4.6 夹层玻璃的应用	(251)
生产案例	(252)
考核评价标准	(256)
项目5 釉面玻璃制造	(257)
项目任务书	(257)
学习指南	(258)
项目资讯	(259)
5.1 釉面玻璃概述	(259)
5.2 釉面玻璃的生产工艺过程	(259)
5.3.1 基釉	(260)
5.3.2 色素	(266)
5.3.3 釉浆介质	(267)
5.3.4 施釉	(268)
5.3.5 干燥	(272)
5.3.6 加热与冷却	(272)
5.4 釉面玻璃的性能	(273)

5.4.1	机械性能	(273)
5.4.2	美学效果	(273)
5.4.3	色彩	(274)
5.5	釉面玻璃的应用	(274)
5.5.1	建筑物的外墙及内墙装饰	(274)
5.5.2	建筑物上需要遮阳的地方及其他建筑物构件	(274)
5.5.3	烘箱门、炉顶、台面及高级家具的配套件	(274)
5.5.4	灯罩、消光罩、遮光罩等照明配件	(274)
5.5.5	汽车玻璃的边沿	(274)
5.6	常见质量问题	(275)
5.6.1	色差	(275)
5.6.2	釉裂、脱釉	(275)
5.6.3	针孔	(275)
	考核评价标准	(275)
项目 6	中空玻璃制造	(277)
	项目任务书	(277)
	学习指南	(278)
	项目资讯	(278)
6.1	中空玻璃概述	(278)
6.2	中空玻璃的生产工艺及设备	(279)
6.2.1	焊接法	(280)
6.2.2	熔结法	(282)
6.2.3	胶条法	(282)
6.2.4	胶接法	(283)
6.2.5	几种生产方法的比较	(297)
6.3	中空玻璃的原料要求	(298)
6.3.1	玻璃	(298)
6.3.2	密封胶	(298)
6.3.3	间隔框材料	(298)
6.3.4	干燥剂	(299)

6.3.5	中间介质气体	(299)
6.4	中空玻璃的品种与规格	(299)
6.4.1	中空玻璃的品种	(299)
6.4.2	中空玻璃的规格	(300)
6.5	中空玻璃的主要性能	(300)
6.5.1	主要性能	(300)
6.5.2	提高中空玻璃性能的措施	(302)
6.6	中空玻璃的选择及应用	(302)
6.6.1	中空玻璃的选择	(303)
6.6.2	中空玻璃的应用与效益	(322)
6.7	中空玻璃的失效形式及对策	(323)
6.7.1	结露	(323)
6.7.2	中空玻璃炸裂	(324)
6.7.3	中空玻璃的挠曲	(325)
6.8	中空玻璃生产实践案例——中空玻璃生产质量控制	(325)
6.8.1	中空玻璃基片	(325)
6.8.2	上片	(330)
6.8.3	Low-E 玻璃除膜	(330)
6.8.4	基片的清洗	(330)
6.8.5	制框	(330)
6.8.6	灌分子筛	(331)
6.8.7	涂丁基胶	(331)
6.8.8	放框合片	(331)
6.8.9	封胶	(332)
6.8.10	下片放架	(332)
6.8.11	结构胶拉断试验	(332)
6.8.12	蝴蝶试验	(333)
6.8.13	密封胶固化时间	(333)
6.8.14	密封胶胶深、胶种	(333)
6.8.15	关于中空玻璃的内凹陷	(333)

考核评价标准·····	(334)
项目7 玻璃刻划加工 ·····	(336)
项目任务书·····	(336)
项目资讯·····	(337)
7.1 喷砂玻璃·····	(337)
7.1.1 喷砂玻璃生产工艺流程·····	(337)
7.1.2 影响切削效率的因素·····	(338)
7.1.3 喷砂设备·····	(340)
7.2 蚀刻玻璃·····	(342)
7.2.1 蚀刻液·····	(342)
7.2.2 玻璃表面蚀刻字画的方法·····	(343)
7.3 激光雕刻·····	(344)
7.3.2 激光雕刻原理·····	(345)
7.3.3 激光雕刻机·····	(345)
考核评价标准·····	(348)
项目8 玻璃器皿的加工与装饰 ·····	(350)
项目任务书·····	(350)
项目资讯·····	(351)
8.1 玻璃器皿的初步加工·····	(351)
8.2 研磨与抛光·····	(351)
8.3 毛面装饰·····	(356)
8.4 细线蚀刻·····	(356)
8.5 艺术雕刻·····	(357)
8.6 彩饰·····	(357)
8.7 彩虹·····	(360)
8.8 扩散着色·····	(361)
8.9 制品的上金·····	(362)
8.10 堆釉·····	(362)
考核评价标准·····	(362)
参考文献 ·····	(350)

前 续 知 识

学生在进行本课程的学习时,应该已经了解了玻璃的性能,掌握了配合料制备、玻璃熔制、玻璃成型与退火的基本知识,并应开始思考下列问题:

(1) 玻璃的性质

- ① 透光性是否是玻璃的通性? 玻璃的通性有哪些?
- ② 能否称玻璃为凝固的液体?
- ③ 玻璃的黏度对生产有何影响?
- ④ 玻璃有何结构特点?
- ⑤ 玻璃的晶子学说与无规则网络学说各强调了玻璃结构的哪些方面?
- ⑥ 相同成分的块状玻璃与玻璃纤维相比,哪个机械强度更大,为什么?
- ⑦ 为什么保温瓶壁通常都很薄?
- ⑧ 为什么玻璃受急冷比受急热时更容易破裂?
- ⑨ 为什么水玻璃会溶解于水,而窗玻璃、汽车玻璃等却可以在雨天使用?
- ⑩ 在大气中和在水中相比,哪种情况下玻璃更容易被破坏?
- ⑪ 玻璃在常温状态下为什么可以被看作是绝缘体?
- ⑫ 为什么铅硅酸盐玻璃的折射率比窗玻璃高? 玻璃的折射率与反光率、透过率之间有什么关系?

⑬ 下列氧化物中,哪些能使玻璃着色,为什么?

CaO 、 CuO 、 Cu_2O 、 Cr_2O_3 、 CoO 、 Mn_2O_3 、 Fe_2O_3 、 FeO

- ⑭ 玻璃的传热性能有何特点?
- ⑮ 怎样提高玻璃的透过率?
- ⑯ 哪些因素会影响玻璃的硬度?

(2) 玻璃生产工艺

- ① 生产平板玻璃时,为什么一般不用高岭土引入 Al_2O_3 ?
- ② 以硝代碱引入 Na_2O 有何利弊?
- ③ 生产玻璃时,对配合料质量有何要求?
- ④ 配合料的混合时间越长,均匀度是否越高?
- ⑤ 如何提高配合料的均匀度?
- ⑥ 生产玻璃的过程中,为什么不以氧化钙、氧化镁的形式引入玻璃组分,而要用石灰石、白云石?

- ⑦ 既然澄清的目的是为了排除玻璃液内的气泡,为什么还要使用澄清剂?
- ⑧ 为什么箱式蓄热室比上升道式蓄热室更能将空气预热到较高的温度?
- ⑨ 试说明排烟供气系统上各设备的作用。
- ⑩ 在平板玻璃的生产过程中通常会使用哪些原料,各会引入什么成分?
- ⑪ 原料加工有何意义?
- ⑫ 生产玻璃的过程中一般采用哪些设备加工原料?为什么要避免原料的“过粉碎”?
- ⑬ 采用哪些措施可以提高称量的准确性?
- ⑭ 影响原料混合的均匀度的因素有哪些?
- ⑮ 原料混合过程中加水的目的是什么,可采用哪些形式加水?为什么要控制加水量和加水温度?
- ⑯ 碎玻璃的加入方式有哪些,各有何利弊?
- ⑰ 碎玻璃加入量大时为什么要“补碱”?
- ⑱ 生产中因故障导致硅砂使用量增大时,可能会使玻璃出现什么缺陷?
- ⑲ 配合料的储存一般采用什么设施?储存时间过长或过短各有什么后果?
- ⑳ 玻璃的熔制过程分为哪几个阶段?各阶段的进行受哪些因素的影响?
- ㉑ 玻璃熔制过程中需要做到“四小稳”,其内容是什么?
- ㉒ 泡界线是怎样形成的?泡界线跑偏应如何纠正?
- ㉓ 随着熔制时间的延续,粉料熔化速度是加快还是减慢?
- ㉔ 配合料粒度对熔化速度有什么影响?
- ㉕ 玻璃液澄清有何目的?黏度和表面张力对玻璃液澄清各有何影响?
- ㉖ 为什么采用 As_2O_3 作为澄清剂时需要与 NaNO_3 合用?
- ㉗ 温度及窑压不稳定会影响玻璃液的澄清质量,为什么?
- ㉘ 玻璃液均化的目的是什么?
- ㉙ 玻璃液的冷却要求有哪些?
- ㉚ 熔制温度过高或过低时,会使玻璃制品出现什么缺陷?
- ㉛ 哪些措施可以维持玻璃液面的稳定?
- ㉜ 怎样控制火焰的气氛制度?
- ㉝ 如果在助燃空气中增加氧气的含量,对生产有何影响?
- ㉞ 玻璃中的配合料结石和耐火材料结石各有何特征?其产生的原因有哪些?
- ㉟ 保护气体对浮法玻璃的生产有何作用?
- ㊱ 生产浮法玻璃时,为什么要选择锡作为浮抛介质?
- ㊲ 玻璃为什么会有光滑平整的表面?
- ㊳ 浮法玻璃的组分特点是什么?

- ③ 为什么相同组分的浮法玻璃比其他方法生产的玻璃颜色更深?
- ④ 浮法成型过程可以分为哪几个阶段?
- ⑤ 为什么锡槽要加强密封?
- ⑥ 为什么锡槽槽底要使用钢板并进行冷却?
- ⑦ 锡槽中设置电加热元件的目的是什么?
- ⑧ 玻璃拉薄和增厚时,拉边机的安放方式有何不同?
- ⑨ 玻璃进出锡槽时的温度是怎样的,为什么?
- ⑩ 玻璃退火的目的是什么?
- ⑪ 玻璃中的热应力有哪几种?其产生的原因是什么?
- ⑫ 玻璃经受急冷时,在表面温度稳定前和稳定后,哪种情况下更容易破裂,为什么?
- ⑬ 向室温玻璃杯中加入沸水,玻璃中的应力是暂时应力还是永久应力,为什么?
- ⑭ 为什么生产平板玻璃时需要进行退火处理,而生产玻璃纤维时则不需要?
- ⑮ 相同尺寸的平板玻璃与石英玻璃都经受相同的温度变化,哪种玻璃中出现的应力更大,为什么?
- ⑯ 玻璃内应力的存在对玻璃的性能有何影响?
- ⑰ 对玻璃进行二次加热退火的操作过程是怎样的?试说明其合理性。
- ⑱ 将相同尺寸的平板玻璃进行相同速度的加热和冷却,哪种情况下玻璃更容易破裂,为什么?
- ⑲ 浮法玻璃的一次退火分为哪几个阶段?
- ⑳ 从浮法退火窑各区玻璃的冷却速度看,随着玻璃带向后运动,冷却强度越来越大,为什么?
- ㉑ 浮法玻璃由哪些氧化物构成?各氧化物由哪种原料引入?