



建筑玻璃 加工技术

JIANZHU BOLI
JIAGONG JISHU

中空玻璃加工设备与技术

Zhongkong Boli Jiagong Shebei Yu Jishu

■ 中国南玻集团工程玻璃事业部 编著

华南理工大学出版社



建筑玻璃 加工技术

JIANZHU BOLI
JIAGONG JISHU

中空玻璃加工设备与技术

Zhongkong Boli Jiagong Shebei Yu Jishu

■ 中国南玻集团工程玻璃事业部 编著

常州大学图书馆
藏书章

华南理工大学出版社

· 广州 ·

图书在版编目(CIP)数据

中空玻璃加工设备与技术/中国南玻集团工程玻璃事业部编著. —广州:
华南理工大学出版社, 2010. 3
(建筑玻璃加工技术)
ISBN 978-7-5623-2966-4

I. 中… II. 中… III. ①建筑玻璃: 中空玻璃-生产设备 ②建筑玻璃:
中空玻璃-加工 IV. TQ171. 72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 232451 号

总发行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼 邮编 510640)
营销部电话: 020-87113487 87110964 87111048 (传真)
E-mail: scutc13@scut.edu.cn http://www.scutpress.com.cn

策划编辑: 乔丽 吴翠微

责任编辑: 吴翠微

印刷者: 惠州市海天印刷有限公司

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 67 字数: 1 673 千

版次: 2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

定价: 128.00 元 (全 4 册)

版权所有 盗版必究

序

中国南玻集团股份有限公司经过 25 年的不懈努力，从 50 万美元创业开始，发展成长为迄今资产过百亿、产品涵盖绿色可再生能源和节能环保产品的大型企业集团。其核心产业——玻璃深加工产业由一条钢化炉和一条镀膜线，发展到今天拥有 10 多条大型磁控溅射连续镀膜生产线及与之相配套的钢化、中空等深加工生产线。产品方面，由刚起步时提供简单钢化片和热反射镀膜单片，到现在提供单银、双银和三银低辐射中空系列产品。产品不断升级，产能不断扩大，广泛应用到国内外大型建设项目和民用建筑。

这些都是与南玻集团广大工程技术人员的艰苦努力和技术创新分不开的，为此，我们组织南玻集团工程玻璃事业部的专业技术人员编写了“建筑玻璃加工技术系列书”。本系列书总结了南玻集团工程玻璃事业部 20 多年来积累的玻璃深加工技术和经验，按照玻璃深加工工艺及专业分为《玻璃镀膜工艺技术》、《玻璃镀膜真空技术》、《安全玻璃加工技术》、《中空玻璃加工设备与技术》、《玻璃设备电气控制》等。内容涵盖有关建筑玻璃深加工方面的生产设备原理和生产工序工艺技术知识，其宗旨是希望能对建筑玻璃深加工从业人员专业技术水平的提高有所帮助，为国家的建筑节能事业作出更大的贡献。

本系列书的出版，也将给南玻集团的玻璃深加工从业人员提供很好的学习培训教材。借此系列书出版之际，谨向南玻集团参加编写此系列书的同事们表示深切的谢意。

吴国斌

2009 年 7 月

前 言

随着科技的进步，生活水平的提高，人们对生活环境条件和产品使用寿命的要求也越来越高，尤其是进入 21 世纪，世界范围的能源紧张，各国对节能、环保型产品的推广使用愈来愈重视，中空玻璃作为一种新型的节能环保材料，以其产品品种多样化、功能多元化和优异的性价比在建筑业、交通业、冷藏业得到了广泛的应用，而中空玻璃的最大市场应属于建筑业。

随着我国经济的发展，降低建筑门窗、外墙的能耗，提高建筑门窗及外墙的隔热性、气密性是建筑节能工作的重点。采用中空玻璃是降低建筑使用能耗最经济、最有效的途径之一。近年来，中空玻璃在建筑上的应用范围迅速扩大，消费对象亦发生了很大的变化。中空玻璃产品生产、研制也逐步向节能、环保型方向发展。经过多年的发展，中空玻璃的生产技术已经相当成熟，实际使用十分广泛，节能效果特别明显。

本分册针对中空玻璃生产，重点介绍了切割机、磨边机（清洗机）、钻孔机，以及中空线的生产工艺、设备调试、维护保养规范，并对设备的操作做了部分介绍，供中空玻璃生产工艺技术人员和设备维护人员参考。

本分册由中国南玻集团工程玻璃事业部组织编写，具体分工为：玻璃切割由魏华金、莫际朗及左养利编写；玻璃磨边由左养利及魏华金编写；玻璃钻孔由莫际朗及左养利编写；中空玻璃工艺由王健及左养利编写。

在编写过程中，东莞南玻技术部、成都南玻设备部、天津南玻设备部、吴江南玻设备部给予了支持并提出了宝贵意见，对此表示衷心的感谢。

由于编者经验不足、水平有限，不妥与疏漏之处敬请广大读者指正。

编 者
2009 年 11 月

《建筑玻璃加工技术》

编 委 会

顾 问 吴国斌

主 任 江少华

编 委 陈可明 白振中 陈海峰 左养利 梁 忠

执行编委 李文胜 叶光岱

《玻璃镀膜工艺技术》

主 编 陈可明

参 编 (按姓氏笔画排序)

许武毅 黄达权 黄成德 崔平生 曾小绵

《玻璃镀膜真空技术》

主 编 陈海峰

参 编 余洪书

《安全玻璃加工技术》

主 编 白振中

参 编 (按姓氏笔画排序)

李文胜 张会文

《中空玻璃加工设备与技术》

主 编 左养利

参 编 (按姓氏笔画排序)

王 健 莫际朗 魏华金

《玻璃设备电气控制》

主 编 梁 忠

参 编 (按姓氏笔画排序)

李元生 张学强 张文东 韩全寿

集团简介

中国南玻集团股份有限公司成立于1984年，为中外合资企业。1992年2月，公司A、B股同时在深交所上市，成为中国最早的上市公司之一。经过25年的发展，集团目前拥有下属企业33家，总资产100余亿元，员工近万人，是中国玻璃行业最具竞争力和影响力的大型企业。

南玻集团主营业务为：玻璃原材料（石英砂）开采、高档浮法玻璃原片、工程及建筑玻璃、精细玻璃、光伏科技绿色能源产品（高纯硅材料、太阳能超白玻璃、晶体硅太阳能电池、薄膜太阳能电池及其组件）等产品的研制、开发、生产经营及设备技术的咨询和服务，以及投资控股、兴办实业等。

从优质砂矿基地和现代化的浮法玻璃生产基地，到先进的工程玻璃制造基地，南玻集团拥有从硅砂—玻璃原片—玻璃深加工完整的传统玻璃产业链；集团同时在东莞麻涌建立了以太阳能超白玻璃、太阳能电池为主要产品的绿色能源产业园；在湖北宜昌建立了高纯多晶硅生产基地，形成了从多晶硅—硅片—电池片—太阳能电池的太阳能产业链。

南玻集团在国内建有完整的产销网络体系，并在中国香港、澳大利亚、中东等地设有子公司，产品远销美国、日本等多个国家，是国内玻璃行业中产品门类最全、技术含量最高、品牌最响并完成了全国性产业布局的龙头企业，也是中国最大的工程及建筑玻璃供应商。

工程玻璃事业部

工程玻璃是南玻集团最重要的品牌支柱产业之一。工程玻璃事业部总部位于深圳蛇口，在深圳、东莞、天津、成都、吴江等地设有大型生产基地，在国内近50个大中型城市布有销售网点，在中国香港、澳大利亚、中东等地设有子公司，在日本、美国、俄罗斯设有销售办事机构，产品远销世界各地。

南玻集团工程玻璃产品涵盖全部种类的建筑玻璃，产品包括：低辐射镀膜玻璃（Low-E玻璃）、热反射镀膜玻璃、中空玻璃、夹层玻璃、图案夹层玻璃、彩釉玻璃、热弯玻璃、钢化玻璃、弯钢化玻璃、防火玻璃及由上述玻璃构成的各种复合玻璃产品。

目 录

第一章 玻璃冷加工简介	(1)
第一节 玻璃切割简介	(1)
第二节 玻璃磨边简介	(3)
第三节 玻璃钻孔简介	(6)
第二章 玻璃切割	(8)
第一节 玻璃切割工艺	(8)
第二节 玻璃切割机器调整	(9)
第三节 玻璃切割设备操作	(34)
第四节 玻璃切割设备维护保养	(46)
第五节 玻璃切割质量缺陷分析	(51)
第三章 玻璃磨边及清洗	(52)
第一节 玻璃磨边	(52)
第二节 玻璃清洗	(70)
第四章 玻璃钻孔	(77)
第一节 卧式玻璃钻孔机	(77)
第二节 立式玻璃钻孔机	(78)
第五章 中空玻璃工艺	(85)
第一节 中空玻璃概述	(85)
第二节 玻璃上片(机械手)	(102)
第三节 除膜机	(109)
第四节 中空玻璃清洗机	(124)
第五节 上框机	(129)
第六节 合片机	(133)
第七节 封胶机	(138)
第八节 自动丁基胶机	(163)
第九节 弯框机	(167)
附录 I 中空线清洗机保养作业指导书	(174)
附录 II 除膜机检修保养内容及试机要求	(179)
附录 III 中空玻璃国家标准	(181)

第一章 玻璃冷加工简介

随着建筑行业的室内装饰和装潢的快速发展，为追求美感及艺术感，对玻璃的性能、美观要求越来越高，玻璃的形状也是千奇百怪，因此对其加工精度及边部质量要求越来越高；随着科技的进步，生活水平的提高，人们对生活环境条件和产品使用寿命的要求也越来越高，尤其是进入 21 世纪，世界范围的能源紧张，各国对节能、环保型产品的推广使用愈来愈重视。中空玻璃作为一种新型的节能环保材料，以其产品品种多样化、功能多元化和优异的性价比在建筑业、交通业、冷藏业得到了广泛的应用，而中空玻璃的最大市场应属于建筑业。

第一节 玻璃切割简介

玻璃切割工作是玻璃深加工的第一个环节，它将从玻璃原片厂的原片玻璃按照客户的需要切割成各种尺寸形状。玻璃切割在玻璃加工厂一般用水切割、金刚石锯切割、机械切割（自动切割机切割、手动切割）等。

(1) 水切割：把水加压至 200 ~ 400 MPa 的超高压，经水喷嘴喷出，再加入金刚砂磨料送至 0.8 mm 或 1 mm 左右直径的磨料喷嘴，水与磨料的混合液以高速冲击作用于工件，使工件表面在极小的面积上脆性破损，材料碎屑自工件基体剥离，连续作用即可穿透工件，形成切割。高压水切割起源于苏格兰，经过 100 年的试验研究，才出现了工业高压水切割系统。

1936 年美国 and 苏联的采矿工程师成功地利用高压水射流方式进行采煤和采矿，到 1956 年，苏联利用 2000 bar^① 压力的水切割岩石。1968 年美国的哥伦比亚大学的教授在高压水中加入磨料，通过水的高压喷射和磨料的磨削作用，加速了切割过程的完成。水切割主要用于大理石、瓷砖、玻璃、钢板、塑料、布料、聚氨酯、木材等。

水切割的运行成本较高，喷嘴、导流套、高压密封件都是进口的耗材，价格较贵。

(2) 金刚石锯切割：是用金属材料 and 磨料粘接锯片，使用研磨液切割玻璃的方法。磨料一般为 40# ~ 200#。

(3) 机械切割：在玻璃加工企业中，普遍使用机械切割，机械切割是利用玻璃抗张应力低的性能，用金刚石刀锯在玻璃表面施压切割，再沿切割线两侧施力，受力部位由于受到张应力而切断的方法。

一般在玻璃不太厚，单片小批量时用玻璃刀手动切割。玻璃刀加煤油，利于掰片和保护刀头。

在成批量生产时，切割玻璃用自动切割机切割。南玻集团玻璃加工中主要是自动切割机切割，它有切割精度高、切割速度快和可切割任意形状等特点。

^① 1bar = 1 × 10⁵ Pa.

一条完整的自动切割线主要由原片架、上片台、切割台、掰片台、传输机和气浮台等部分组成。原片架和上片台组成上片系统，三工位的上片台利用率很高，可以放 6 组原片，在多种规格原片进行交替使用时，会减少等待原片吊装的时间，很多情况下可以使等待时间减少到零。上片台将玻璃从原片架吸取到传动台上，经过定位等工作，放置到传动位后等待切割台信号并传送到切割台进行切割。

切割台是切割工序最重要的一个部分，它由传送带、定位块、切割桥、切割头、操作柜等部分构成。它是经过传送带将玻璃传到台面，经定位块或光电开关定位后，经过切割头扫描确认其位置等，再经过操作人员在操作台上将所需尺寸输入操作台电脑内，由切割桥带动切割头按照要求进行切割。在切割头上使用硬质合金刀轮，以一定的压力和速度在玻璃表面划出均匀连续的尖锐切痕，这个切割痕迹部位会有很大应力集中，玻璃只需稍加外力就可分开。在切割过程中，会用煤油等易挥发的液体对刀轮进行冷却：一是用煤油对硬质合金刀轮进行冷却，避免刀轮因切割产生的大量热量导致刀轮烧损；二是通过分子膨胀效应使较厚玻璃更加容易掰开。现在南玻集团使用的切割机中，切割机的切割速度最高可达到 150 m/min，在配置人员合理并且切割单整齐的情况下每个班次可以切割玻璃 2 000 m² 以上。

自动掰片台是通过传感器和编码器等电子器件对玻璃按照切割时的切割痕迹进行自动分片，它可以减轻人工的劳动强度、提高生产效率。合理的切割排版对自动掰片机的效率有重要的作用。自动掰片后的玻璃，经过传输机送到气浮台上进行下片工作。气浮台主要由风机、毛毡台面等组成，气浮台可以在玻璃和毛毡台面间产生一层气垫，将玻璃吹起来，使玻璃悬浮在空中，使其在台面可以轻松移动，而且可以避免毛毡上的玻璃碎屑等造成玻璃表面的划伤。

电脑异型玻璃切割机（图 1-1）采用 CNC 系统控制，从搬片到传送定位、切割和掰片一次完成，适用于大批量的玻璃深加工生产。

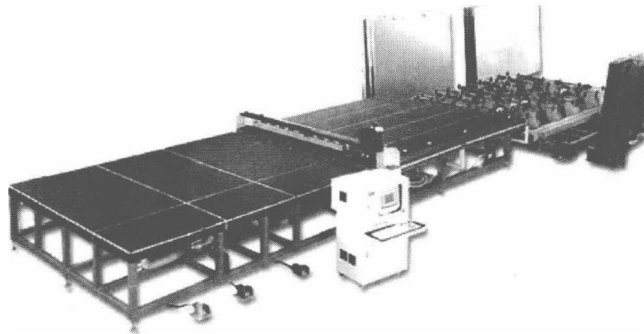


图 1-1 电脑异型切割机

电脑异型玻璃切割机主要的生产厂家有意大利的 Bottero 公司、瑞士的 Bystronic 公司、奥地利的 Lisec 公司、中国的中山富山玻璃机械有限公司、中国“台湾”的伍益机械股份有限公司等。

采用电脑异型玻璃切割机切割玻璃时应注意以下几个方面：

- (1) 对于 15 mm 厚以上的玻璃，切割余量要大些，在掰片时可能出现崩边。
- (2) 切裁率，即玻璃利用率，根据订单结构和原片大小，在电脑中输入优化，尽量

提高玻璃利用率。

(3) 分片余量：分片余量一般不能小于玻璃厚度的 2 倍，对于厚度 10 mm 以下的玻璃，分片余量不能小于 20 mm。

(4) 磨边余量：在切割玻璃时，考虑到磨边的质量，一定要留出磨边余量（见表 1-1）。

表 1-1 玻璃厚度与磨边余量

单位：mm

玻璃厚度	粗磨边余量	精磨边余量
3, 4	2	2
5, 6, 8, 10	3	4
12	4	5
15	5	8
19	8	10

第二节 玻璃磨边简介

玻璃的磨边是利用专用机器通过对玻璃边部进行磨削加工，达到改变玻璃边部形状和质量的加工方法。由于切割后的玻璃边部非常锋利，不但容易伤人，也由于边部应力集中不能进行钢化加工。对于钢化玻璃来说，微裂纹是玻璃热炸裂的重要因素，经过倒角、磨边处理后的玻璃，消除了因切割造成玻璃边部的微裂纹，提高了玻璃的使用强度。

玻璃磨边就是用一定形状的磨轮，将玻璃的边部磨削成所需形状的、对玻璃边部的加工，对于家具玻璃、建筑玻璃、幕墙玻璃等的加工，用得最多的是玻璃的磨边。

玻璃边部形状要求美观，现在就有各式各样的玻璃边部加工，边部形状主要有直边、圆边、斜边、波浪斜边、多斜边等，如图 1-2 所示。

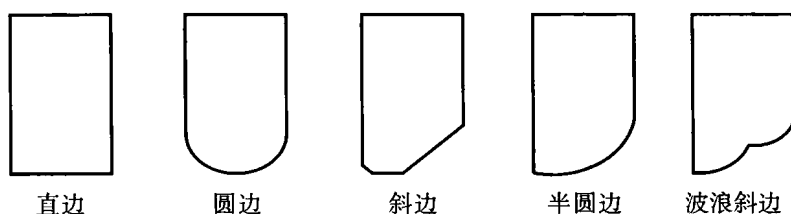


图 1-2 玻璃磨边边部形状示意图

玻璃磨边从磨边的效果来分，有精磨、粗磨、手工磨、上机倒棱等。玻璃磨边机根据机器可分为异型磨边机、立式直线磨边机、水平双边直线磨边机、CNC 电脑数控玻璃加工中心，砂带磨边机等。

(一) 异型磨边机

异型磨边机主要用来加工家具玻璃、汽车玻璃等，可加工平边、半圆边、圆边、波浪斜边、斜边等；是批量加工非直线边异型玻璃的理想设备。它一般由底座、大小臂、吸盘（五星盘）、立柱、磨头、真空部件、羊角件等部分组成。吸盘固定在五星盘上，五星盘

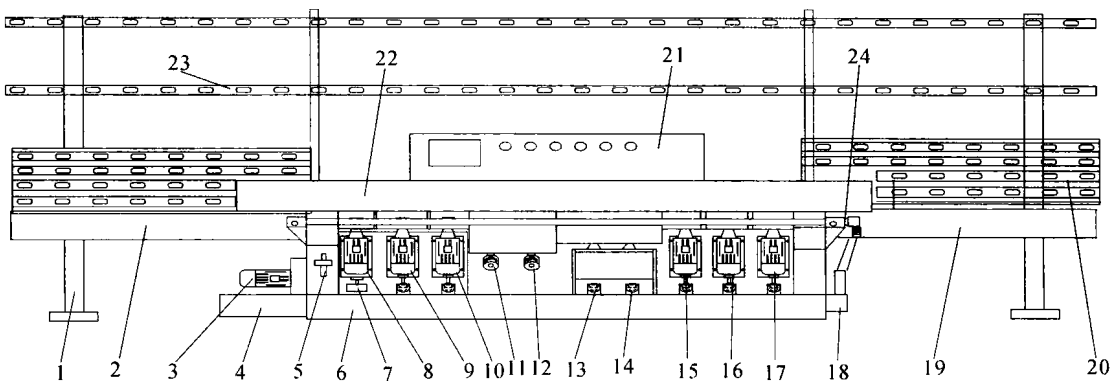
由装在底座下的减速机传动，为了保证五星盘的平稳运转，消除间隙，在五星盘主轴传动齿轮部分安装一套刹车装置，在停机时用 500 N 左右力旋转五星盘而保证五星盘没有转动间隙，玻璃放在吸盘上，开动真空使吸盘吸住玻璃，这样在磨削玻璃时不会出现玻璃逆方向抖动。大臂可以绕立柱做 360° 旋转，小臂可以绕大臂做 300° 左右旋转，磨头部分可以在羊角架上摆 45°，这样可以保证磨削 45° 斜边。

加工玻璃时，磨削圆形玻璃，只需转动五星盘，固定大小臂，用调节手轮调整好磨轮位置并在羊角架上摆到所需角度，打开喷水管就可自动磨边；加工异型玻璃时，固定好玻璃，调整好磨轮位置，打开喷水管，五星盘不转，用手推动磨轮头加工。

(二) 立式直线磨边机

立式直线磨边机主要加工玻璃的直线边，可以加工平边、半圆边、圆边、波浪边等形状。

立式直线磨边机（图 1-3）一般由底座、输入输出梁、玻璃夹紧链板（前后夹紧梁）、配电箱、供水系统、磨轮传动部分、玻璃辅架等部分构成，整部机器呈 5° 垂直安全角安装。



- 1—左支架；2—输出导轨；3—主传动电机；4—蜗轮箱；5—油水分离器；6—底座；7—气缸；
 8—羊毛毡轮抛光电机；9—二道抛光电机；10—一道抛光电机；11—前倒角抛光调节手轮；
 12—前倒角磨轮调节手轮；13—后倒角抛光调节手轮；14—后倒角磨轮调节手轮；15—三道金刚轮；
 16—二道金刚轮；17—一道金刚轮；18—输入导轨传动减速机；19—输入导轨；20—玻璃靠板；
 21—配电箱；22—前链板护罩；23—辅架；24—前梁进出移动机构

图 1-3 玻璃直线磨边机

磨头部分是机器的核心。磨头是磨削玻璃边的工具，它们安装在前后夹紧链板的下面，每个磨头都由一电机带动。当夹紧链板将玻璃输送到磨轮上方时，使磨轮上表面磨削玻璃。根据磨头的配置情况，一般 1# 金刚轮磨削掉磨削量的 65%~70%，2# 金刚轮磨削掉磨削量的 20%，3# 金刚轮磨削掉余下的磨削量，抛光轮一般磨削量很小，主要是将金刚轮加工的磨痕消除，并尽量地达到玻璃原色的效果。为了增加玻璃抛光效果，最后一道抛光用羊毛毡轮，采用气动控制，保证毡轮总是以一定的压力作用在玻璃上，以保证抛光效果。当玻璃输送到羊毛毡轮上沿时，玻璃碰到一连杆装置，连杆装置摆动，按压到控制气缸电磁阀的行程开关，行程开关闭合，电磁阀动作，气缸顶住抛光电机上升紧压在玻璃

边上，抛光轮以 1500 r/min 的转速抛光玻璃。用羊毛毡轮抛光时，必须配以抛光液，抛光液用氧化铈和水混合而成。

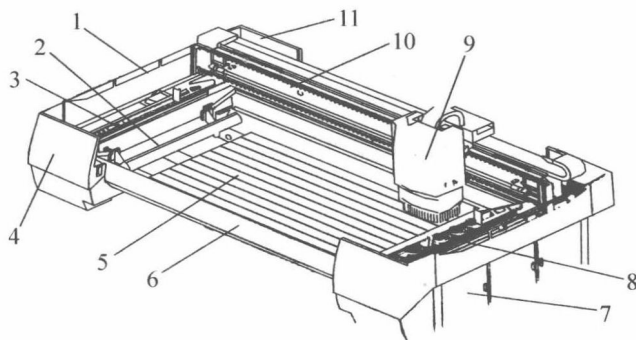
每个磨轮上都有两个喷水管，喷水管在磨轮转动时同时供水，要求喷水管的水量一定要满足冷却需要，否则易烧玻璃甚至打碎玻璃。

立式直线磨边机前后夹紧梁采用箱式梁结构，前后梁刚度大；前后梁导轨系统采用端头圆导轨和两侧高耐磨性的镶钢淬火轨道；前后夹紧链板呈 U 形在前后梁上同步转动，玻璃在前后夹紧链板中随夹紧链板做直线运动，调整前后夹紧链板之间的距离，使之夹紧玻璃。一般的立式直线磨边机可承受磨削 200 kg 左右的玻璃，当玻璃较重时，要使用吊夹吊住玻璃，随玻璃磨削向同方向运动，避免因玻璃较重而损坏设备。

(三) CNC 电脑数控玻璃加工中心

CNC 电脑数控玻璃加工中心（简称 CNC 加工中心）（图 1-4）由电脑部分、加工站、辅助设施构成，是由电脑、储存微处理器的程式所控制。每一个需要修改的工作都是由特定的程式所负责。只要改变输入的程式，电脑数控加工中心便能将工件切割出精密的尺寸和形状。南玻集团于 2003 年引进的意大利 INTERMAC 数控加工中心工作台尺寸为 4000 mm × 2100 mm，可加工玻璃的最大尺寸为 3800 mm × 1800 mm。

CNC 加工中心能自动对浮法玻璃表面进行不同层次的刻画和雕花、铣削、边沿加工，图案可以做到线条细密、优美、复杂，适合于各种新潮艺术玻璃的加工。它满足了玻璃用户对高档玻璃产品的新需求。机器高级的数控系统、三维 CAD/CAM 软件编程、六轴控制、四轴联动（三个线性轴及一个旋转轴）充分保证了机器的稳定性和运行精度。对加工参数和刻花图案采用电脑管理和控制。通过参数设定对磨轮磨损进行自动补偿。系统配有功能强大的专用花形设计软件。用户可以自行设计各种花形。大面积工作台，可同时加工 1~20 块同样花形的玻璃。配有不同规格的磨轮，通过磨轮选择，花形图案的线条宽度、形状可灵活调整，自动换刀并自动循环加工，电脑进行速度控制和刀具补偿，工件真空吸附、润滑，供水自动控制，刀具库容量大、运行速度快、加工精度高、加工尺寸范围大、自动化程度高，是平板玻璃加工各种三维复杂图案的高级数控加工设备。



1—左侧固定保护装置；2—左侧刀具架；3—左侧 X 轴；4—气动控制罩板；5—工作台面；
6—前侧护板；7—电动室；8—右侧刀具架；9—加工头；10—Y 轴；11—左右侧保护板

图 1-4 CNC 加工中心工作站图

CNC 加工中心可以对玻璃进行的加工操作包括：玻璃边沿的磨削加工，铣削加工，玻璃上的钻孔、铤孔，玻璃表面雕刻。

目前数控加工中心主要应用于家具玻璃和汽车玻璃，而用于建筑玻璃相对较少。但随着对建筑玻璃外观质量要求的提高，数控加工中心的使用也在增多。主要用于外露的切角挖槽处的处理、异型边的加工等。

(四) 水平双边直线磨边机

水平双边直线磨边机是用来加工平板玻璃和镜子的，它是通过一套金刚石轮和抛光轮来完成。

磨边机的结构根据生产厂家的不同会有所差异，但基本操作调试原理基本一样，南玻集团运用最多的是意大利 BAVELLONI 磨边机的 VX10 类型，此类型有 3 个金刚轮、1 个上倒角金刚轮、1 个上倒角抛光轮、1 个下倒角金刚轮、1 个下倒角抛光轮、3 个抛光轮组成，该类型的磨边机可以对玻璃进行抛光处理。

用水平双边直线磨边机加工大规格玻璃时，常用两台磨边机和一台转向输送架组成一组配套使用，两台磨边机通常布置成 90° ，在作业位置限制时，也可以两台磨边机和一台转向输送架成一直线布置，当玻璃在第一台机器加工完两个边后，在转向输送架上转向，直接喂入下一台水平双边直线磨边机加工。

水平双边直线磨边机主要技术参数如表 1-2 所示。

表 1-2 水平双边直线磨边机主要技术参数

玻璃厚度/mm	最小玻璃/ (mm × mm)	最大玻璃/ (mm × mm)	加工速度/ (m · min ⁻¹)	气压/kPa	水流/ (m ³ · min ⁻¹)
3 ~ 19	130 × 130	6000 × 6000	0 ~ 10	600	500

第三节 玻璃钻孔简介

玻璃钻孔是利用专用机械和特制钻头、钻套等工具在玻璃板面上加工出符合用户所需形状的孔的加工方法。玻璃钻孔机是用来对玻璃钻孔的专用设备，从玻璃的两面钻孔。钻头用磨料和金属粘接而成，中间是空的，以利于冷却液通过，钻头壁厚 1 mm 左右，磨料一般是 $80^\# \sim 180^\#$ 金刚砂，金属用黄铜等。玻璃钻孔机有立式玻璃钻孔机和卧式玻璃钻孔机两种。

(一) 卧式玻璃钻孔机

卧式玻璃钻孔机一般由底座、弓形臂、工作台、上下主轴、传动装置、玻璃压紧装置、气动系统、冷却水系统、气缸、控制箱等部分组成。卧式玻璃钻孔机采用气动装夹，轻按操作手柄，玻璃压紧装置在气缸作用下使压板压紧玻璃，压板下面粘接一层橡胶，避免玻璃产生震动，下钻头冷却水开，快速上升，在接近玻璃时，阻尼气缸作用，钻头缓慢上升钻玻璃，下钻头先自动钻孔约 $1/2$ 厚度后，再将上钻头用手按下，上钻头从玻璃压紧

装置的压板中间通过，上钻头冷却水开，手动钻孔（套料），配有气动升、降工作台，用于支承大面积平板玻璃。

卧式玻璃钻孔机的主要优点：半自动操作，整机操作方便；钻孔（套料）同心度高，且调节方便，不爆边。

（二）立式玻璃钻孔机

立式玻璃钻孔机用来加工成批量多孔的大板玻璃，定位准确，生产效率高，定位 X 、 Y 轴精度偏差可达到 0.25 mm 左右。

立式玻璃钻孔机采用数控系统，钻孔原点位置一般提前设定，一旦原点位置设定后，不再变更。钻孔时，首先按孔的工艺要求更换所需的钻头。其次将玻璃放到 X 轴上，背靠玻璃架； X 轴由同步带、减速机、电机、同步带传动机构等组成。第三步在电脑显示器输入要钻孔的形状尺寸，钻孔机按输入数据进行微机优化；按工作按钮， X 轴同步带传动开，按微机优化参数将玻璃输送到钻第一个孔位置（第一个孔位置按原点的位置相对而定）；钻头升降电机开，前后钻头总成在 Y 轴上同步移动到第一个孔位置；玻璃压板压紧玻璃，后钻头在气缸作用下自动移向玻璃，当接近玻璃时，阻尼缸作用，使钻头按要求速度工作，冷却水在后钻头移动时同时打开，当后钻头钻到玻璃厚度大约一半时，限位开关工作，后钻头退出；前钻头钻穿玻璃；前钻头退出到起始位置后，钻头升降电机根据微机参数自动开，将前后钻头总成移动到第二个孔的位置；重复以上动作，直到自动钻完玻璃上所有的孔。

立式玻璃钻孔机适用于高度在 $150\sim 2500\text{ mm}$ 、宽度在 4000 mm 以下的平板玻璃孔加工，是建筑幕墙玻璃加工的理想设备。

第二章 玻璃切割

第一节 玻璃切割工艺

由于玻璃的厚度、硬度、玻璃镀膜等问题，对切割刀轮、切割油的控制十分重要，玻璃越厚，刀轮给玻璃表面施加的压力应该越大，刀轮角度也应该越大，切割油也需要加大，这样分片才比较容易。在切割过程中，切割刀轮与切割桥角度非常重要，要求切割刀轮与切割桥要保持绝对的垂直，否则会造成切割尺寸的误差和造成分片费力、出现斜边的情况。一般说来切割精度都在 0.2 mm 左右，如果角度出现偏差会造成 1~2 mm 的偏差，玻璃的尺寸误差超过 1 mm 就要考虑调整刀轮与切割桥的角度。

除了切割精度问题，在切割时我们还要考虑玻璃原片的利用率：玻璃原片成本是玻璃深加工企业的主要成本，提高原片的利用率也是降低成本的重要环节，我们一般根据用户订单通过优化软件对玻璃进行排版处理。对于自动掰片机，要想得到良好的掰片效果，要求修边量和留边量大于玻璃厚度的 5 倍，这样才可以正常将玻璃自动分开并保证斜边等的产生。

一、切片玻璃对角线误差

不同切片玻璃对角线误差如表 2-1 所示。

表 2-1 对角线误差

单位：mm

玻璃厚度	$L \leq 1500$	$1500 < L \leq 2500$	$L > 2500$
4~8	1.5	2.0	3.0
10, 12	2.0	2.0	3.0
15, 19	2.0	3.0	4.0

注：L 为玻璃长度。

二、切割轮的选用

根据玻璃厚度的不同，选用不同角度的切割轮，如表 2-2 所示。

表 2-2 切割轮角度和玻璃厚度关系

切割轮角度/°	116	120	127	135	140	145	150	155
玻璃厚度/mm	1 或以下	1~2	1~3	3~8	4~10	5~12	8~19	10~25