

研究与开发

木门五金件孔槽专用数控加工机的研发

姚 遥¹, 张占宽², 李伟光², 许亚东¹

(1. 上海跃通木工机械设备有限公司, 上海 201505;

2. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 针对当前木门五金件孔槽多工序、多工位加工时多次装夹,导致的加工精度差、效率低等问题,根据木门五金件孔槽的结构特点及数控加工原理,开发了集自动装卸料与自动条码识别管理技术、门扇尺寸自动测量与补偿技术、门扇随动夹紧技术为一体的数控木门五金件孔槽加工专用机床,通过一次定位装夹,实现了同时完成木门两侧锁孔槽与铰链槽的加工,大大提升了设备的自动化程度。

关键词: 木门; 数控; 五金件; 孔槽机

中图分类号: TS642 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2013)06-0021-04

Development of Computerized Machine for Hardware Hole and Slot Processing for Wooden Door

YAO Yao¹, ZHANG Zhan-kuan², LI Wei-guang², XU Ya-dong¹

(1. Shanghai Yuetong Woodworking Machine Equipment Co., LTD, Shanghai 201505, China;

2. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: In wooden door production, hardware hole and slot of wooden door leaf were usually processed by multiple procedures, which caused a poor processing accuracy and low productivity. Based on structural characteristics and principles of computerized machining, the authors developed a kind of numerically controlled door lock hole and slot processing machine which could provide loading and unloading door leaf material automatically, automatic bar code identification, automatic door leaf size measurement with compensation and door leaf servo clamping. Using the computerized machine, the processing of hardware hole and slot on both sides of wooden doors leaf were able to finish in a single position clamping.

Key words: wooden door; computerized control; hardware; hole and slot process machine

近年来,我国木门产业发展迅猛,2012 年的产值已达 880 亿元人民币^[1],产量和产值均居世界第一,而我国要由木门制造大国向制造强国转变,开发先进的木门加工设备以适应其发展势在必行^[2]。

收稿日期: 2013-03-30; 修改日期: 2013-10-14

基金项目: 林业公益性行业科研专项经费项目“实木复合门机械化制造与环保涂装技术研究”(201204703)。

作者简介: 姚遥(1988—),男,上海跃通木工机械设备有限公司工程师。

通讯作者: 李伟光,男,中国林科院木材工业研究所助理研究员。

木门的门锁、门铰链等五金件安装槽加工,是重要工序之一,也是实现木门生产机械化、自动化的难点之一。传统加工方式是在铣床、钻床等设备上分步骤往复加工,不仅工作量大、效率低、操作复杂,而且多次定位夹持,造成位置偏差大、加工精度低,不能满足高质量木门生产的要求^[3]。

德国、意大利、日本等先后开发出数控木门门锁和铰链槽的加工专用机床,实现了木门门锁和铰链槽

加工的高速化、高精度化、集成化和智能化。但其单件设备的价格高达百万元人民币,且铰链槽和锁槽、锁孔必须分两道工序、在两台机器上分别加工,或在同一台机器上分两次装夹加工完成^[4-5]。

鉴于此,笔者开发出木门五金件孔槽专用数控加工机机床,集合了自动装卸料与自动条码识别管理技术、门扇尺寸自动测量与补偿技术、门扇随动夹紧技术等,通过一次装夹即可完成门锁和门铰链等安装孔位的加工,以期提高木门的加工精度、效率和机械化程度,为我国木门制造产业的创新升级提供装备的支持。

1 木门五金件孔槽专用数控加工机的结构与工作过程

1.1 总体结构

木门五金件孔槽加工机的总体结构和主要组成,如图 1 所示。

图 1 显示,数控机床共配置了 7 个加工主轴:加工五金件孔槽时,锁孔加工装置沿工作台长度移动的方向为 X 轴,水平垂直工作台长度方向为 Y 轴,垂直于工作台面方向为 Z 轴;铰链槽加工装置沿工作台

长度移动的方向为 X' 轴,水平垂直工作台长度方向为 Y' 轴,垂直于工作台面方向为 Z' 轴;活动工作台横向移动方向为 W 轴。其中,X 与 Y 轴、Y 与 Z 轴、X' 与 Z' 轴间,具有圆弧插补功能。

为了提高加工速度和精度,采用数控运动控制器作为控制系统,触摸屏为人机界面,伺服电机为各轴提供驱动力,以高频电机主轴提供刀具动力,在门扇长度、宽度方向安装基准检测开关,以确定夹紧的动作顺序,采用填表方式编写加工程序。

主要技术参数:加工工件长度 1 800 ~ 2 400 mm,宽度 500~1 100 mm,高度 30~60 mm;刀具最大移动速度 20 m/min;槽侧右旋、左旋电机功率分别为 6、3.7 kW;锁孔电机功率 2×3.7 kW;铰侧右旋、左旋电机功率均为 3.7 kW;铰侧引孔电机功率 0.4 kW。所有电机频率均为 200 Hz,转速 12 000 r/min。

1.2 主要部件构成及其工作原理

图 2 为木门立体示意图。

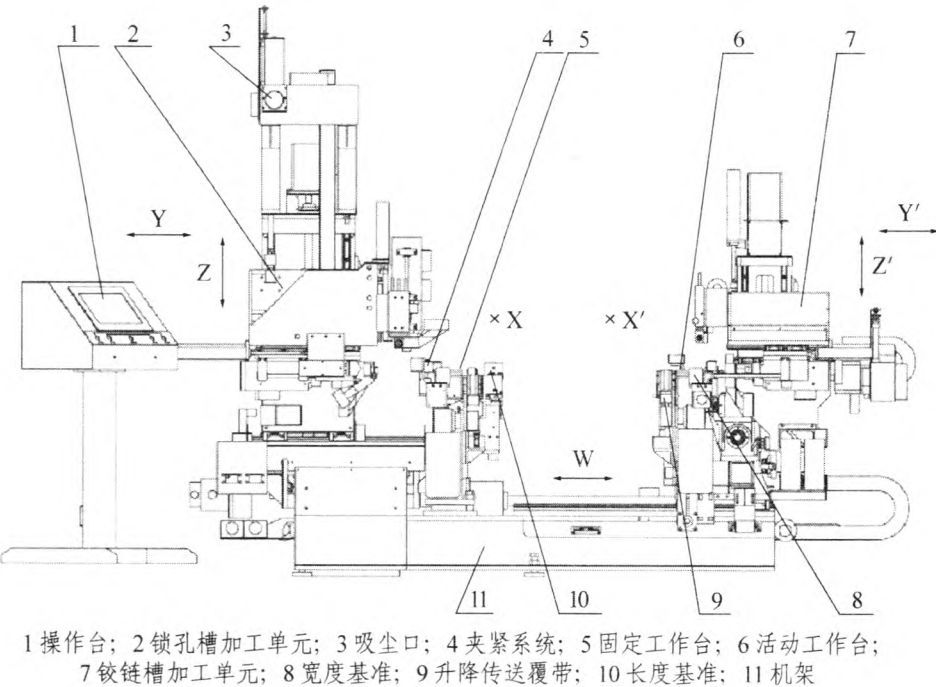
加工时,木门首先经过真空吸附上料,经辊台传送至数控木门孔槽加工机,设定木门宽度尺寸后,W 轴驱动活动工作台横向移动至指定位置,通过传送机构将木门送至工作台。

当木门侧面 A 接触到长度基准定位气缸后,侧向压紧气缸伸出,将侧面 B 紧靠在宽度基准面上,压紧机构将木门压紧定位。

1.2.1 锁孔槽加工单元的结构及工作过程

木门五金件锁孔槽加工单元如图 3 所示。

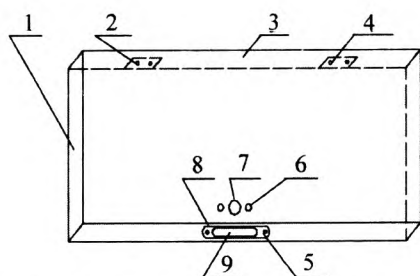
锁孔槽加工单元可完成 X、Y 和 Z 三个方向的运动。三个方向的滑座分别与滚珠丝杠的滑块相连,滑座两侧分别支撑在 X、Y 和 Z 向的直线导轨上,



1 操作台; 2 锁孔槽加工单元; 3 吸尘口; 4 夹紧系统; 5 固定工作台; 6 活动工作台; 7 铰链槽加工单元; 8 宽度基准; 9 升降传送覆带; 10 长度基准; 11 机架

图 1 木门五金件孔槽加工机结构示意图

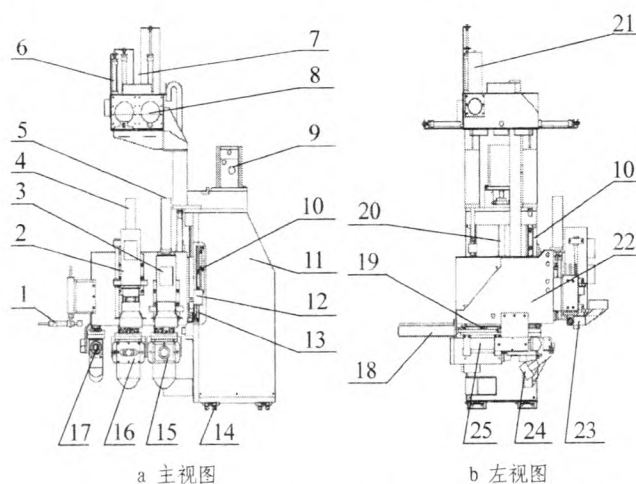
Fig. 1 Schematic diagram of computerized numerical control machine for hardware hole and slot processing of wooden door



1 侧面A; 2 铰链槽; 3 侧面B; 4 铰链引孔; 5 槽阶引孔;
6 执手孔; 7 锁孔; 8 锁槽阶; 9 锁槽

图2 木门五金件孔槽位置示意图

Fig. 2 Schematic diagram of hardware hole and slot of wooden door



1 长度测量装置; 2、3 高频电机; 4、5 动作气缸; 6 吸尘口控制开关;
7 主吸尘口; 8 分吸尘口; 9 伺服电机; 10 直线导轨; 11 X向滑座;
12 厚度测量装置; 13 宽度测量装置; 14 直线导轨座; 15 锁槽刀;
16 锁槽阶刀; 17 引孔钻头; 18 动作气缸; 19 直线导轨; 20 滚珠丝杠;
21 平衡气缸; 22 Z向滑座; 23 锁孔刀; 24 吸尘口; 25 Y向滑座

图3 锁孔槽加工单元结构图

Fig. 3 Schematic diagram of lock slot processing

通过伺服电机旋转滚珠丝杆,驱动3个方向的滑座沿直线导轨座运动。

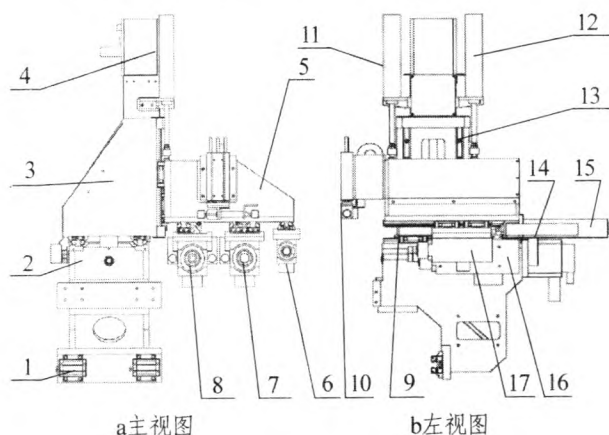
水平布置的3个气缸,固定在Z向滑座上,分别控制引孔电机和引孔钻头、锁槽阶电机和锁槽阶刀、以及锁槽电机和锁槽刀的伸缩;Z向滑座上垂直布置的1个气缸,控制高频电机带动锁孔刀伸缩。长度、厚度和宽度测量装置亦固定在Z向滑座上,平衡气缸固定在主吸尘口旁,用于平衡锁孔槽加工单元结构的自重。

加工锁孔槽时,长度、宽度和厚度测量装置测量木门规格后,找出公称尺寸与实际尺寸之间的误差,程序自动进行修正。气缸推动锁槽刀伸出至预设位

置,首先加工锁槽,刀具右旋,加工完成后锁槽刀退回;然后加工锁槽阶,气缸推动锁槽阶刀伸出,其为左旋,加工完毕锁槽阶刀退回。然后加工锁引孔,气缸推动引孔刀伸出,刀具右旋。锁引孔加工完成后,加工锁孔,2个气缸分别控制2把锁孔刀进退,进行锁孔和执手孔的加工,刀具为右旋。

1.2.2 铰链槽加工单元的结构及工作过程

铰链槽加工单元的结构如图4所示。



1 直线导轨座; 2X' 向滑座; 3Y' 向滑座; 4Z' 向电机;
5Z' 向滑座; 6 引孔刀; 7 铰链槽刀; 8 预铣刀; 9Y' 向直线导轨;
10 长度测量装置; 11、12 平衡气缸; 13Z' 向直线导轨;
14、15 动作气缸; 16、17 电机

图4 铰链槽加工单元结构图

Fig. 4 Schematic diagram of slot processing

铰链槽加工单元亦可完成X'、Y'和Z'三个方向的运动。X'向滑座与滚珠丝杠的滑块相连,直线导轨座一侧支撑在机架直线导轨上,另一侧支撑在床身侧面的直线导轨上,两直线导轨平面呈90°。伺服电机固定在机架上,通过滚珠丝杆驱动X'向滑座移动;固定在X'和Y'向滑座上的2组伺服电机,分别驱动Y'和Z'向滑座移动。在Z'向滑座上,水平布置的2个气缸分别控制铰链槽刀、预铣刀伸缩;另外1个气缸控制铰链引孔刀伸缩。长度测量装置亦固定在Z'向滑座上。

铰链槽加工刀具工作示意图见图5。

加工铰链槽时,长度测量装置对木门的实际长度进行测量后,程序自动修正公差。气缸推动预铣刀伸出,进行木门边缘预铣,以防止崩边,预铣刀转向为左旋;预铣完毕,气缸推动铰链槽刀沿铰链槽外沿,由外向内进行铣削,刀具右旋;最后气缸推动引孔刀伸出,进行铰链引孔加工,转向为右旋。

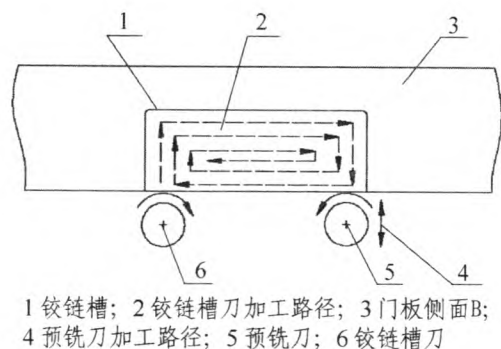


图5 铰链槽加工过程示意图

Fig. 5 Schematic diagram of milling path
in hardware slot processing

2 关键技术的应用及效益分析

2.1 关键技术的应用

1) 自动装卸料技术

通过真空吸盘,吸附门扇自动装卸料,并采用辊台输送门扇至机床工作台,定位夹紧后完成门扇孔槽加工,实现木门孔槽加工机的装卸料自动化,减少装卸料辅助时间,降低操作工人的劳动强度。

2) 自动条码识别管理技术

通过激光扫描自动识别门扇条码,根据不同种类、规格门扇的加工信息,自动调用相应的加工程序进行加工,使设备具有柔性生产能力,适应木门的定制生产,操作程序简化。

3) 门扇尺寸自动测量与补偿技术

木门压紧机构将木门压紧定位后,长度、宽度和厚度三个测量机构测量木门的实际规格后,自动修正公差,机床根据修正后的数据进行加工。当加工不同宽度的门扇时,通过识别加工工件条码,活动工作台可自动调整至指定位置,以适应不同宽度的门扇加工。

4) 门扇随动夹紧技术

机床配备有多个随动夹紧头,在固定待加工门扇时,当加工刀具在某一位置加工时,该处的随动夹紧头松开,自动避让,而其他随动夹紧头则保持夹紧状态,使得门扇夹紧的可靠性大大提高,加工质量得到保证。

2.2 效益分析

采用目前国内门锁、门铰链安装孔槽的传统加工方法,镗铣机、钻床等通用木材加工机床需要辅助搬运工约3~4人,每天产量60~70套。

使用笔者研发的木门五金件孔槽加工机,前期设备费用预计增加约50万元,但平均每扇门的加工时间可缩短为50~70s,节省2~3人,且日产量可增至400套,合计节省人工35人。按目前人工工资100元/天计,一年将节约80万元左右,一年内即可收回投资成本。

国外同类机床的价格约为20万欧元,而笔者所研发的该机床价格为50万元左右。经检测,加工精度已达到国外同类机床的加工水平,锁孔、锁槽(阶)、铰链槽的位置精度,可以控制在0.1mm以内,加工效率亦已接近国外同类设备。

3 结语

1) 采用自动装卸料技术与自动条码识别功能,门扇尺寸自动测量与补偿技术及门扇随动夹紧技术,实现了自动测量门扇的长度、宽度和厚度,保证了加工位置和尺寸精度;使设备适应木门定制生产,自动化程度、效率和精度均大幅提高,适用加工范围更广。该机床的用户验收结果表明,机床可完全达到加工要求。

2) 国内目前还未见同类设备。与传统加工方式相比,生产效率提高4倍以上;与国外同类设备相比,该机床实现了一次定位装夹,即可在木门两侧同时完成锁孔槽与铰链槽的加工,功能相近,而价格仅为国外同类产品的1/3。

3) 由于木门的安装和开启方式众多,其五金孔槽的位置和形状亦多样,该专用设备主要适用于目前普遍采用铰链安装的平开门加工。开发适用于移门、折叠门等特种木门五金件孔槽的专用加工设备,是今后的研究方向之一。

参考文献:

- [1] 吕斌,傅峰. 木质门[M]. 北京:中国建材工业出版社,2013.
- [2] 吕斌,付跃进,张玉萍. 我国木质门行业的发展现状与趋势[J]. 木材工业,2008,22(5):17-20.
- [3] 王慧,张自鹏,姜新波,等. 木门五金件槽孔数控加工机床的总体设计[J]. 木工机床,2010(4):12-14.
- [4] 姚永和. 创新带来发展力[N]. 中国绿色时报,2006-01-12(B01).
- [5] 喻虎德. 橱柜门五金件槽孔数控专用设备与工艺研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2010.

(责任编辑 张一萍、姜征)