

轻型木结构房屋加工的关键设备

编者按:随着木材加工技术的深入开发、产品应用领域的拓展,对加工装备也提出更高的要求。本刊特邀南京林业大学曹平祥教授,以其丰富的教学和应用实践经验,分期就轻型木结构房屋、实木复合地板、强化木地板、板式家具部件、T 形木门、实木窗等新型木制品专用加工设备等专题进行解析,旨在为相关生产企业的设备选型、工艺布置、使用维护提供技术指导。

曹平祥

(南京林业大学, 江苏南京 210037)

摘要: 介绍了轻型木结构房屋的构成,以及各部分构件的相关加工设备:分析了构件 CNC 加工中心、组框 CNC 加工中心和桥式钉板 CNC 加工中心的设备性能及有关技术参数,并给出了符合加工工艺要求的设备布置图。

关键词: 木结构; 结构件; 加工中心; 设备布置图

中图分类号:TS6;TS642

文献标识码:B

文章编号:1001-8654(2010)01-0019-04

Key Machines Used in Light Frame Housing Construction

CAO Ping-xiang

(Nanjing forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: Light frame housing, one of the most popular wood structures in North America, Europe, and Japan, has increased its presence in the Chinese housing market in recent years. Based on the practice of light frame housing construction, this article illustrated three major modules (wood frame processing, frame construction, and wall assemblies) for prefabricating housing components. A detailed processing layout in each module was presented.

Key words: wood structure; construction wood parts; CNC processing station; machine layout

木结构房屋可分为普通木结构、胶合木结构和轻型木结构。其中轻型木结构房屋通常是采用规格材及木基结构板材或石膏板制作木构架墙体、楼盖和屋盖系统,构成的单层或多层建筑结构^[1]。其外墙及内墙是垂直承重构件,楼盖和屋盖是水平承重构件。所有的保温层材料、管线(水、电、气及通讯管道)等,均安装在墙体和楼盖、屋盖构件的空腔内。轻型木结构房屋的构件为工厂化生产,现场吊装。构件之间通过框架、内置金属连接件进行连接固定。

轻型木结构房屋在北美、欧洲以及日本,被广泛应用于低层和多层住宅,具有抗震性能强(可抵御 9 级地震)、可调节室内温、湿度,材料环保可再生、高密封性和阻燃等特点^[2]。近几年来在我国也已得到了快速发展^[3]。

轻型木结构房屋在设计 and 生产上的特点表现为:构件模块化、尺寸标准化、设备自动化、生产工厂化、设计软件化、安装快速化、造型个性化、结构多样化和色彩人文化。

笔者根据轻型木结构房屋生产制造工艺流程,着重介绍木构件加工、组框加工和桥式钉板加工 3 台关键的 CNC 加工中心,旨在为国内木结构房屋生产技术装备的研究与开发提供参考。

收稿日期:2009-11-15; 修改日期:2009-11-19

基金项目:引进国际先进林业科学技术“948 项目”(2006-4-110)。

作者简介:曹平祥(1963—),男,南京林业大学教授,博导。

1 木构件 CNC 加工中心

轻型木结构房屋的主要工艺流程：规格板材→木构件加工中心→组框加工中心→可翻转操作台→桥式钉板加工中心→门窗安装→外墙处理→悬挂存放→装运发货→现场吊装→室内装潢→验收

木构件 CNC 加工中心，是集锯切、铣形、开榫、钻孔、开槽、企口和榫眼等为一体的集成化加工。其主要组成：1) 进料辊筒输送；2) 锯切装置；3) 铣削装置；4) 垂直钻削装置；5) 垂直镗铣装置；6) 标记装置；7) 计算机控制系统。

可加工断面尺寸为 20 mm×50 mm~300 mm×450 mm 的构件，加工精度达到：±2 mm/10 m。加工的部分木构件形状如图 1 所示。



图 1 CNC 加工的部分木构件

Fig. 1 Profiles of wood parts

1.1 进料辊筒输送

由 4 条用不锈钢材料加工的宽度为 115 mm 的

上料输送链组成，可输送长度不超过 8 m 的规格材。

手工或机械手将待加工的板材(最短 300 mm)放在进料输送台上。通过定位驱动辊，将板材输送到锯切位置。定位测量装置检测板材的位置，由光电感应传感器检测锯切的起始位置(零位置)。驱动辊进给速度最高可达 120 m/min。

1.2 锯切装置

锯切装置如图 2a 所示。锯片直径为 700 mm，电机功率为 11 kW，锯轴可倾斜 65°。

锯片可沿 Y 轴方向(宽度方向)水平移动 570 mm，数控液压定位。锯切深度和倾斜角度可根据工件的规格和形状自动改变，以满足檐木、桁架、墙骨柱、木梁等木构件斜口和槽口的加工。

1.3 铣削装置

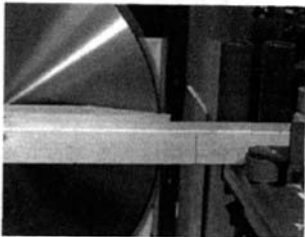
铣削装置见图 2b，可进行 0~360°旋转，电脑控制 X(长度方向)、Y(宽度方向)和 Z(垂直方向)的定位。Y 轴和 Z 轴移动幅度分别为 550 mm 和 1 400 mm。铣削装置驱动电机功率为 11 kW，配置 2 个铣削刀头：装配式铣刀(φ 350 mm×100 mm)和柄铣刀(φ 40 mm×160 mm)。可精确加工斜接接头、榫眼、榫头、燕尾形接头、鸟嘴等各种类型的槽口及木构件所需的外围形状。

1.4 垂直钻削装置

钻削装置(图 2c)位于铣削装置之后，固定在沿线性导轨移动的支架上。驱动电机功率为 2.2 kW，采用专用卡套装夹，可快速更换钻头。由计算机控制构件上的钻孔定位和孔的深度。

1.5 垂直镗铣装置

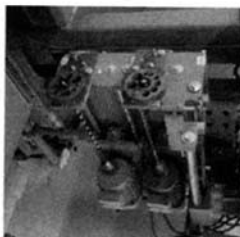
垂直镗铣装置见图 2d，与钻削装置一起安装在同一支架上，驱动电机功率为 5.5 kW，配置一个规格为 φ 40 mm×160 mm 的柄铣刀，用于对工件底部进行榫、槽、榫眼、槽口、铣形等加工。采用专用卡套装夹，可快速更换柄铣刀。



a. 锯切装置



b. 铣削装置



c. 钻削装置



d. 镗铣装置

图 2 CNC 加工中心主要组成装置

Fig. 2 Devices of CNC processing station

1.6 标记装置

由计算机控制的打印系统或记号笔,安装在加工中心的后部,用于在工件表面打印或刻画记号线,为后续工序,如组框、安装作参考;打印系统能打印工件信息或代码。

1.7 计算机控制系统

工业电脑配置了触摸屏、键盘、硬盘、USB接口等,通过网络或移动盘,所有 Autocad 设计图纸可以输入控制电脑中,也可进行自行备份。

设计软件功能全面,除了能完成木结构房屋的造型、构件与节点等设计,还能自动生成所有木构件零部件的清单和部件图,统计零件的规格、种类、清单、数量和其他信息。

控制电脑与设计室电脑联网,可对加工中心有序地下达生产指令和实施切削加工。设备操作员还可以根据需要,在控制电脑上直接修改木构件的形状与加工尺寸。软件中有各种构件的形状,如斜角、倒角、檐木等图纸模块,通过菜单可以任意调用。

当确认了生产图纸后,软件能根据实际要求,优化操作程序,以提高设备工作效率;并实时记录生产程序,以备后用。控制电脑安装了故障远程诊断系统,通过网络可检查设备的运行状况。

2 组框 CNC 加工中心

组框 CNC 加工中心如图 3 所示。木结构房屋设计图纸的数据输入到控制电脑后,组框中心开始自动设定框架宽度,完成墙体、屋盖及楼盖的组框工作;墙骨柱及门窗可通过手动或自动放料,然后自动夹紧和打钉,完成梁板上的门窗框架安装。

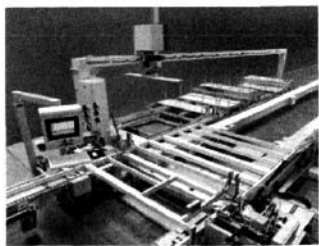


图3 组框 CNC 加工中心

Fig. 3 Layout of frame construction

1) 组框 CNC 加工中心的构成

① 自动上料装置;② 辊筒进料装置;③ CNC 控制钉枪装置;④ 截断装置;⑤ 齿形板压入装置;⑥ 钻孔装置;⑦ 标记装置;⑧ 卸料装置;⑨ 控制系统。

2) 主要技术参数

框架长度:6000~12 000 mm

框架宽度:2000~3 200 mm

框架厚度:75~200 mm

构件宽度:35~200 mm

墙骨柱宽度:35~80 mm

工作台高度:760 mm

空气压力:0.8~0.10 MPa

定位精度:±1 mm

进料速度:0.8~2 m/min

控制系统采用 Windows XP 操作系统,配置的生产管理软件,与木结构房屋的设计软件兼容。控制电脑安装有远程诊断系统,能通过网络检查设备状况。

3 桥式钉板 CNC 加工中心

根据轻型木结构房屋墙体、屋盖或楼盖的结构要求,需要在各个构件的框架两面,固定定向刨花板、石膏板、软质纤维板,及在腔体内填充保温材料和安装管线等。

桥式钉板 CNC 加工中心(图 4)是集打钉、镂铣、锯切、钻孔等功能为一体,与可翻转的工作台配合,完成墙体、屋盖或楼盖的板件安装、门窗洞加工、修边和铣形等工序。

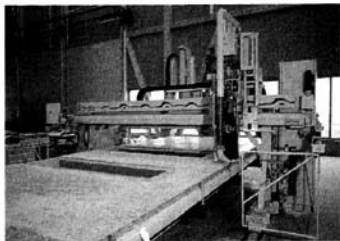


图4 桥式钉板 CNC 加工中心

Fig. 4 Multifunctional bridge processing center

1) 桥式钉板 CNC 加工中心的构成

① 桥式机身;② CNC 控制钉枪装置;③ 带刀库的主刀轴;④ 工作台面;⑤ 地面轨道;⑥ 控制系统。

其中:主刀轴安装 HSK F63(DIN69893)刀具,铣刀最大直径 180 mm,驱动电机功率为 12 kW,采用水冷技术,配置有 12 把刀具的碟形刀库。

2) 刀具的主要功能及技术参数

① 镂铣刀 用于构件周边的铣形及门、窗洞的加工,刀具长度 110 mm,直径 16 mm。最大加工深度<55 mm,进给速度<25 m/min。

② 钻头 钻削通孔或盲孔,钻头长度 160 mm,钻头直径为 10 mm。最大钻削深度可达 95 mm,进给速度 $<25\text{ m/min}$ 。

③ 圆锯片 用于构件的裁切,锯片直径 240 mm,锯路宽 3.2 mm,最大锯切深度 80 mm,进给速度 $<25\text{ m/min}$ 。

控制系统的配置和应用,与组框加工中心相同。

4 设备布置

除以上 3 台关键设备之外,生产还需要配置电子裁板锯、翻转工作台、移板装置、摆渡工作台,及其他特殊要求的木构件工作台。常见的轻型木结构房屋的设备布置如图 5 所示。

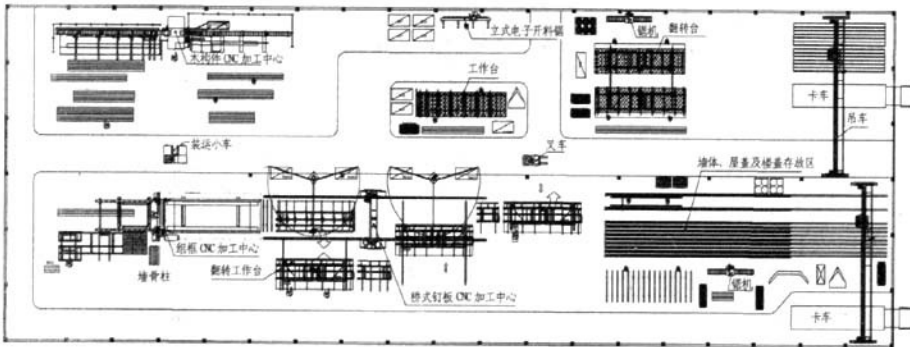


图 5 木结构房屋制造的设备布置

Fig. 5 Machine layout of prefabricated wall production line

5 结语

轻型木结构房屋的生产技术、管理软件、设计软件及机加工设备,在西欧、北美和日本均较为成熟。我国目前亦有几家企业在制造加工槽口的简单设备,用于生产普通木结构和胶合木结构的构件,但尚未开发与制造生产轻型木结构房屋所需的上述 3 台关键设备,国内的生产企业目前主要从国外引进。因此,行业急需引进与消化国外的工艺技术及装备,以加快实现轻型木结构房屋产业的技术与装备国产化步伐。

参考文献:

[1] GB 50005-2003,木结构设计规范[S].

[2] 郭伟,费本华,陈恩灵.我国木结构建筑行业发展现状分析[J].木材工业,2009,23(2):19-22.

[3] 费本华,王戈,任海青,等.我国发展木结构房屋的前景分析[J].木材工业,2002,16(5):6-9.

(责任编辑 鲍加芬)

(上接第 10 页)

参照 GB/T 18103-2000,无论高频热压还是接触式热压的重组材,静曲强度、含水率等均能达到指定要求,而剥离强度指标存在差异。接触式热压重组材因中心位置温度偏低,板坯中胶黏剂难以完全固化,导致其剥离强度指标未达标;而高频热压的板坯整体均匀受热,各试件剥离强度均较好。

3 结论

1) 30 mm 厚桦木重组材,采用高频热压方式,其长、宽方向的边缘密度略大于中心密度,厚度方向上,靠近负极板位置的密度最低;在接触式热压方式下,长、宽方向的边缘密度和中心密度无显著区别,厚度方向上,靠近下压板部位的板材密度最高。

2) 接触式热压按 1 min/mm 工艺,板坯中心部位难以达到树脂固化温度,板坯压缩率低,故密度较

低,剥离强度较难达到要求。

3) 今后进一步的研究可结合内结合强度试验,或利用紫外光谱法,进行树脂固化率的测定,验证密度分布曲线。

4) 该 30 mm 厚桦木重组材产品主要用作体育器材,综合考虑剥离强度等指标的要求,宜采用高频热压方式。

参考文献:

[1] 李增超,邱增处,杨庆,等.桦木板材的快速干燥[J].陕西林业科技,2001(1):42-44.

[2] 石伟,李亚莉.高频加热在人造板热压中的应用[J].林业机械与木工设备,2007,32(7):42-43.

[3] 吴智慧.高频介质加热技术在木材工业中的应用[J].世界林业研究,1994(6):30-36.

(责任编辑 向琴)