

第二代木材单板上板机设计与应用研究

罗文航¹, 周楚虹^{2*}, 韦克磊², 陈大兴²

1. 广西科泰机电工程有限公司, 广西 南宁 530000

2. 广西农业机械研究院有限公司, 广西 南宁 530000

DOI:10.61369/ME.2026070020

摘 要 : 针对现有木材单板上板机处理效率较低、设备成本较高且需要人工辅助等问题, 结合第一代设备应用情况, 开展第二代木材单板上板机研究。设备采用负压箱吸单张单板与皮带机送板技术路线, 通过主升降机和二级升降机接力式传递保证连续上板, 利用变频调速控制送板速度及单板间距。试验结果显示, 设备功能运行正常, 处理量可达5m³/h, 生产和安装总花费约4.72万元, 自动运行过程中无需人工辅助, 达到低投入、高效率 and 自动化运行的预期目标, 为木材单板连续进板提供参考。

关 键 词 : 木材单板; 上板机; 负压吸附; 升降机构; 自动化

Research on the Design and Application of Second-Generation Wood Slab Boarders

Luo Wenhong¹, Zhou Chuhong^{2*}, Wei Kelei², Chen Daxing²

1. Nanning Ketai Machinery Equipment Co., Ltd., Nanning, Guangxi 530000

2. Guangxi Agricultural Machinery Research Institute Co., Ltd. Nanning, Guangxi 530000

Abstract : Addressing the issues of relatively low processing efficiency, high equipment costs, and reliance on manual assistance associated with existing wood veneer loading machines, this study conducts research on a second-generation wood veneer loading machine based on the application experience of first-generation systems. The equipment adopts a negative-pressure chamber for suctioning individual veneers and a belt conveyor for veneer transport; continuous veneer loading is achieved through a relay-driven transmission system utilizing a main lifting mechanism and a secondary lifting mechanism, while the veneer feeding speed and spacing are controlled via variable-frequency drive (VFD) speed regulation. Experimental results demonstrate that the equipment operates normally, with a processing capacity of up to 5m³/h, a total production and installation cost of approximately RMB 47,200, and no need for manual assistance during automatic operation—thereby fulfilling the expected objectives of low investment, high efficiency, and fully automated operation, and providing a reference for the continuous feeding of wood veneers.

Keywords : wood veneer; veneer press; negative pressure adsorption; lifting mechanism; automation

随着木材加工产业向自动化、连续化方向发展, 旋切单板在分选、干燥等工序中的自动进板需求提高。现有木材单板上板设备普遍存在处理效率偏低、设备成本较高、运行依赖人工辅助等问题。基于第一代设备应用中暴露出的不足, 本文围绕第二代木材单板上板机开展研究, 重点分析负压吸附、皮带输送及主升降与二级升降接力等技术方案, 并通过设备制作、安装调试和性能试验验证其处理能力与应用效果, 为木材单板自动上板设备优化提供参考。

一、项目概述

(一) 项目背景

随着科技的发展, 木材加工产业由原来的劳动密集型走向了人机协作型, 单板的干燥逐渐从人工晒板走向设备烘干, 单板的

分选也是逐渐从人工分选走向设备 AI 分选, 而这些设备的应用就涉及一个关键的工序——进板(把堆叠的单板一张张的放进设备中), 堆叠好的单板拆解分散需要花费大量的人工, 严重制约设备的工作效率, 也不符合设备自动化的发展需求。目前市场上也出现了一些木材单板上板机, 但是普遍存在效率低、设备成本

项目名称: 智能木材单板烘干系统开发及应用。

作者简介: 罗文航(1989.08—), 男, 壮族, 本科, 广西贵港人, 工程师, 研究方向: 机电。

通讯作者: 周楚虹(1989.11—), 女, 汉族, 本科, 湖南永州人, 工程师, 研究方向: 机械工程。

高、自动化程度低等问题。

（二）项目目标

目前市场上的木材单板上板机单板处理量通常只有 $3\text{m}^3/\text{h}$ ，设备售价高达30万以上，设运行全过程需要人工辅助才能完成。所以，本项目的木材单板上板机的开发目标是研发并安装一套低投入、高效率的自动上板设备，设备成本控制在5万元以内，处理量达 $5\text{m}^3/\text{h}$ ，全程无人操作，解决行业中木材单板上板机效率低、设备成本高、自动化程度低的问题。

二、技术方案

（一）技术选择

科泰公司第二代木材单板上板机技术选择阶段，针对第一代木材单板上板机在智能木材单板烘干系统开发及应用项目使用过程中存在的问题进行总结、讨论，最终确定优化改进原有的真空吸盘同时吸附四张单板+气缸推动送板的模式，采用负压箱吸单张单板+皮带机送板的技术路线。皮带机的皮带局部打有孔，随着皮带机的转动，当皮带上的孔与负压箱的吸附孔对齐时，负压箱的吸力将单板吸附在皮带上，使其随皮带向前运动。而由于皮带的速度很快（ 2.5m/s ），吸附在皮带上的单板也会被快速（ 0.5s ）地送走。

（二）关键技术难点及解决方案

在第二代木材单板上板机研究中，虽然采用负压箱吸单张单板+皮带机送板的方式可以解决吸板和送板动作耗时长的问题，但是也衍生出有板可吸和有序送板的问题。有板可吸，指的是能不间断地提供单板给吸板机，这就是所遇到的第一个难点：上板的连续性。有序送板，指的是能按要求控制好送板的速度和前后板的距离，这就是所遇到的第二个难点：送板速度和前后单板的距离。针对上述提到有板可吸的问题，我们计划设计两套升降机机构来给吸板机送板，通过主升降机和二级升降机的接力式传递，保证了单板上板的连续性。而针对有序送板的问题，我们计划通过变频电机调速的方式控制传动皮带机的速度进而控制送板的速度。因为只有当传动皮带上的孔与负压箱的吸附孔对齐时负压箱的吸力才能将单板吸附在皮带上，所以只需控制传动皮带上的孔的前后距离，便能实现对前后单板的距离。

三、实施过程

（一）项目开发设计

根据第二代木材单板上板机的技术路线特点，第二代木材单板上板机的总体设计思路如下：单板输送皮带机位置不动，将吸附箱装在单板输送皮带机的上下皮带之间，堆叠的单板从下往上移动，当单板与皮带接触时，被隔着皮带的吸附箱吸住，使其贴着皮带面，皮带机将其往前快速送走，当上方的单板被送走并与皮带分离后，下方的单板再与皮带接触，从而实现循环不断地把下方堆叠的单板一张一张的往前送走。根据第二代木材单板上板机的技术路线特点和功能，我们将第二代木材单板上板机主要分

为机架、主升降机、二级升降机、吸板机等几大机构。第二代木材单板上板机总体布置见图1。

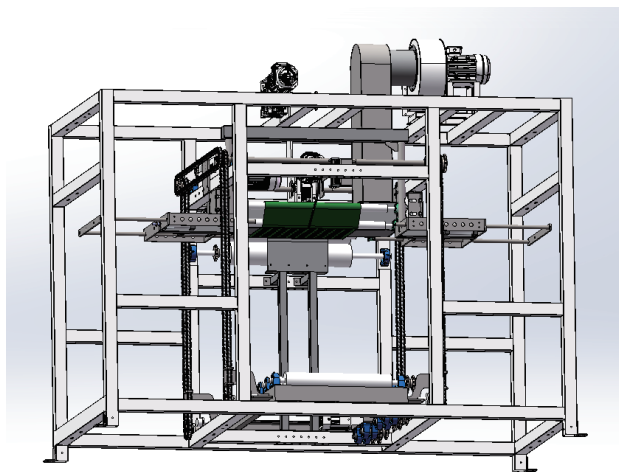


图1 第二代木材单板上板机总体布置

机架：由型钢组焊而成，作为整套设备的支持框架，主升降机、二级升降机、吸板机、出板机、控制系统等机构全部安装在机架里。

主升降机：主要由电减速机、传动链条、升降链条、主升降平台和滚筒等组成；主升降机的升降平台上布置有多个带动力的滚筒，可将放置在滚筒上的整垛单板送到指定位置，升降平台的四个角用链条连接，通过安装在电减速机上的链轮带动链条，实现升降平台的上升及下降，从而实现对整垛单板的举升功能。

二级升降机：主要由电减速机、升降链条、二级升降架、伸缩支撑杆和气缸等组成；为保证单板出板的连续性，待主升降机上的板只剩下 $1/4$ 的时候，安装在二级升降机架两边的气缸伸出，带动支撑杆伸出，支撑杆插入单板的底部，支撑剩余的单板。通过主升降机和二级升降机的接力式传递，保证了单板上板的连续性。

吸板机：主要由电减速机、传动链条、传动皮带机、负压箱和离心风机等组成；吸板机主要是通过负压吸附的原理来实现吸板的功能，负压箱与离心风机的进口相连，通过离心风机的转动、抽气，使得负压箱内部形成负压。负压箱安装在环形打孔皮带的中间，负压箱的底板与打孔皮带接触，负压箱底部开有吸附孔，环形皮带上局部也打有通风孔，当转动的打孔皮带上的孔与负压箱的孔对齐的时候，负压箱的负压把靠近打孔皮带的单板吸附到皮带上，皮带转动的同时把单板往前送。

（二）材料采购

第二代木材单板上板机的结构涉及到大量的标准件和外购件，所以材料的采购成本是我们项目成本控制的关键，针对这一问题，我们也采取了多项措施对采购成本进行控制。实施标准化采购：统一设备、仪表、备件型号和规格，减少“万国牌”现象。

（三）生产制作

第二代木材单板上板机的在设备制作过程中，进度与质量需统筹兼顾。质量上，须严格执行工艺标准和检验规程，强化过程

巡检与“三检制”（自检、互检、专检），确保特殊过程受控。通过首件鉴定、工序交接验收等机制实现质量与进度的动态平衡，确保设备按期、合格交付。

（四）安装及调试

木材单板上板机的安装和调试遵循相关国家及行业标准规范，按《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231—2009规范执行。安装及调试分为前期准备、安装固定、调试运行、验收收尾四大环节，全程需规范操作、严控细节，保障设备稳定运行、规避安全隐患。

四、结果与分析

在第二代木材单板上板机的研发过程中，为确认设备的功能和性能达到设计的要求，我们按规范要求编制了《设备试验大纲》，根据试验大纲编制设备试验方案，按照试验方案对其功能和性能进行严格的测试。动作时序逻辑准确，各项控制指令响应及时，保护装置触发可靠，无动作紊乱、程序卡死、功能失效现象。设备全部功能满足设计任务书及技术规格要求，设备功能测试合格。性能测试方面，经对第二代木材单板上板机7*24小时的性能测试验证，设备各项技术指标满足设计要求，额定工况下运行平稳，精度、产能、负载、能耗等指标达标，无超差、异常发热及振动问题，吸板量能到5m³/h，设备性能测试合格。第二代木材单板上板机试验现场见图2。



图2 第二代木材单板上板机的试验

五、讨论与改进

（一）成果讨论

通过对第二代木材单板上板机功能和性能测试，结果表面设备功能完善、性能良好，设备处理量可达5m³/h，远高于行业设备的3m³/h。通过对第二代木材单板上板机生产制作和安装调试全过程中产生的各种费用进行统计，生产和安装一台合格的木材单板上板机，总花费约4.72万元，远低于行业设备的30万元。设备自动运行过程中，全程不需要人工辅助。虽然第二代木材单板上板机的研发结果达到了项目的初始目标，但是也存在一些不足和问题。1. 设计缺陷：吸板机的支架和二次升降机的滑轨座有干涉，现场更改吸板机的支架避免了干涉，但是也减少了传动皮带的张紧距离，为皮带张紧带来了不确定因素。2. 外购件质量问题：一些外购的成品链轮和齿轮的内孔孔径加工公差控制较差，有些装不上，有些又太松，质量不稳定。

（二）经验教训

第二代木材单板上板机研发过程中，我们积累了宝贵的经验教训。然而，在这过程中也有待改进之处，研发周期较短，部分结构设计考虑不全和方案审核不严谨导致设计缺陷。同时，为控制成本，追求低价，部分外购件在网上购买，产品质量无法管控。

（三）改进建议

基于第二代木材单板上板机研发过程中的经验教训，提出以下改进建议：提升团队素质，通过专业培训与能力建设，增强项目团队的专业技能与工作效率；加强质量管控，通过构建系统化、全流程的质量管理体系，加强对外购产品的检查，明确验收标准，强化来料检验与过程监督，确保源头可控、追溯清晰；加强安全管理，严格遵循安全规程，落实风险评估与防护措施，强化现场监管与应急预案，确保人员与设备安全。

六、结论

广西科泰机电工程有限公司的第二代木材单板上板机研发在全体项目成员的共同努力下圆满完成，并在自治区国资委监管企业科技创新资金核心技术攻关项目和重大科技创新项目——智能木材单板烘干系统开发及应用中得到应用，设备成本控制在5万元以内，处理量达5m³/h，全程无人操作，达到预期目标——研发并安装一套低投入、高效率的自动上板设备。

参考文献

- [1] GB 50231—2009，机械设备安装工程施工及验收通用规范[S].
- [2] 高锐，张伟，王勇. 结构用集成材自动上下料装置真空吸附系统设计与试验[J]. 林业工程学报，2021，6（2）：126—132.
- [3] 高锐. 木结构构件自动上下料码垛装置控制系统设计与应用[J]. 木材科学与技术，2023，37（4）：58—64.
- [4] 李亦珂. 自动化计算机控制系统在相关人造板设备中的应用分析[J]. 林产工业，2020，57（4）：109—112.