

板式定制家具智能分拣系统关键技术架构

刘慧¹, 熊先青¹, 于克², 费建良²

(1. 南京林业大学家居与工业设计学院, 江苏南京 210037; 2. 浙江云峰莫干山家居用品有限公司, 浙江湖州 313200)

摘要: 针对板式定制家具生产现有分拣模式的问题和弊端, 结合智能分拣系统理论, 搭建板式定制家具智能分拣系统关键技术架构, 包括: 信息采集技术、智能机械设备、MES 系统、WMS 仓库管理系统。并详细介绍条形码识别技术、射频识别技术、立体库货架、分拣机器人、输送线设备的功能, 为板式定制家具企业高效率、低成本、低错误率的分拣作业提供借鉴。

关键词: 板式定制家具; 智能分拣系统; 关键技术

中图分类号: S77; TS664; TP27 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2019) 06-0033-05

Technical Framework of Smart Sorting System for Making Customized Panel Furniture

LIU Hui¹, XIONG Xian-qing¹, YU Ke², FEI Jian-liang²

(1. College of Furniture and Industrial Design, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;

2. Zhejiang Yunfeng Moganshan Household Products Co., LTD., Huzhou 313200, Zhejiang, China)

Abstract: To solve manual sorting problems, a key technical framework including information collection technology, intelligent machinery, MES and WMS etc. was developed for customized panel furniture manufacturing, based on smart sorting concept and theory. The functions of bar code recognition technology, radio frequency identification technology, three-dimensional library shelves, sorting robots, conveyor equipment were introduced in detail. The application of the smart sorting system is recommended for improving production efficiency as well as lowering cost and error rates in customized panel furniture manufacturing.

Key words: customized panel furniture; smart sorting system; key technology

“个性化定制、柔性化生产”已成为家居产业转型升级和未来发展的方向^[1]。在定制家具制造过程中, 通过信息化技术和智能化设备, 能减少制造成本, 保证产品质量, 提高生产效率。但是, 定制家具生产也面临一些难题: 由于客户需求的产品规格

和样式不尽相同, 若采用一单一生产的方式, 势必造成生产成本高、生产周期长和板材利用率低的局面。一些企业采用揉单生产方式, 即将多个订单相同的零部件提取出来, 在一个设备上加工^[2]。利用标准化技术, 虽然有助于减少产品内部多样性, 简化生产过程, 优化生产管理^[3-4], 但弊端是产生大量的分拣工作, 而分拣工作多由人工操作, 存在错误率高、劳动强度高、效率低等问题, 导致订单排产难、信息传递滞后、车间计划和生产调度不足等, 影响生产的正常进行^[5]。

收稿日期: 2019-01-18; 修改日期: 2019-10-12

基金项目: “十三五”国家重点研发计划“木质家居产品柔性制造技术”(2018YFD0600304); 国家木竹产业技术创新战略联盟项目“基于揉单生产的定制家居智能分拣系统的研究”(TIAWBI201808)。

作者简介: 刘慧(1994—), 硕士研究生。Email: 2762009022@qq.com。

责任作者: 熊先青, 副教授。Email: 96xiong0450@sina.com。

鉴于此,笔者通过实地调研,在分析板式定制家具现有分拣模式的基础上,针对分拣问题和弊端,提出满足定制家具揉单生产的智能分拣系统关键技术架构,以期为企业开发低成本、高效率的生产技术,提供理论依据。

1 智能分拣系统的概念和特点

1.1 智能分拣系统的概念

智能分拣系统由先进的机械设备、完善的信息采集与传递系统、灵敏准确高效的控制系统组成。在工业生产中,智能分拣系统可以根据物料、颜色、订单信息等,快速准确地对产品进行分类,并按照系统指令,将其放置在指定的智能货架上;还能快速找到订单中的所有产品,并将其运输到包装区进行集中包装^[6],在美国和日本等发达国家的大型物流中心和配送中心广泛应用。

1.2 智能分拣系统的特点

1) 分拣效率高。

在信息生产管理下,整个生产过程是流水化操作,可以快速读取货物信息。在控制系统的支持下,可以有效地组织分拣操作。由于使用智能设备,单位时间分拣的产品数量增加,并且不受体力劳动强度的影响,因此,可以保持连续有效的分拣速度。

2) 分拣差错率低。

传统的手工分拣常常导致分拣错误,甚至货物丢失现象。智能分拣系统依靠智能信息技术,通过智能设备进行分拣,还能实时存储数据,既保证了分拣的正确率,又避免了货物的丢失和损坏,保证货物安全。

3) 人工成本低。

智能分拣系统可以控制智能机械设备自动分拣货物,分拣过程基本上是无化,大大减少了人员的使用。

2 板式定制家具智能分拣系统关键技术

板式定制家具智能分拣系统的关键技术主要包括:信息采集技术、智能机械设备、制造执行系统(Manufacturing execution system, MES)、仓库管理系统(Warehouse management system, 简称 WMS),如图 1 所示。

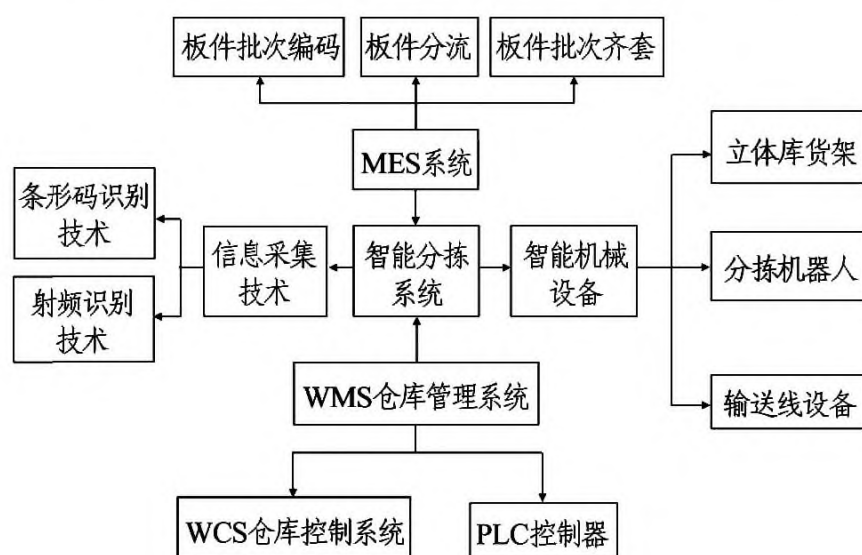


图1 智能分拣系统关键技术示意图

Fig.1 Diagram of key technologies in smart sorting system

2.1 信息采集技术^[7]

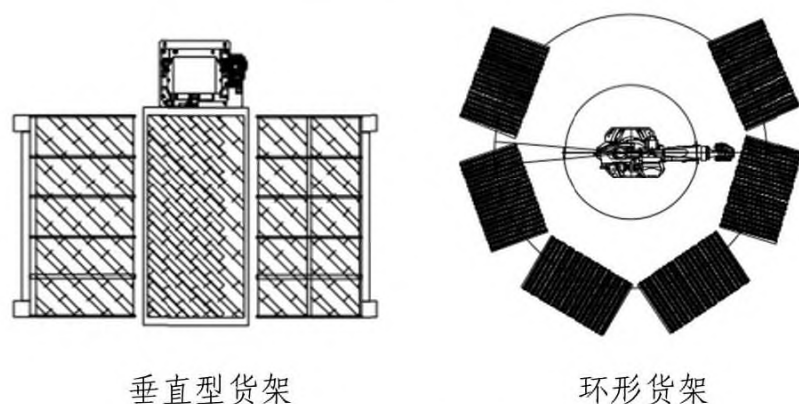
目前,定制家具企业主要采用条形码识别技术采集信息。在生产过程中,每块板材开料后都会贴附一个条形码标签,负载了板材所有加工信息、订单信息和工艺路线。经激光扫描器读取后,信息即输入到控制系统中,使得板材在车间内有序流转和准确定位。但是,条形码识别系统也有些缺点,如人工粘贴位置具有一定随机性,影响高效准确读取,且条形码识别系统读取距离短,难以重复使用。

较为先进的信息采集技术为射频识别技术(Radio frequency identification, RFID),是一种非接触的自动识别技术,利用无线电波进行通讯,电子标签与阅读器之间的识别距离可以长达几十米,实现远距离识别。RFID技术还可以在高速运动情况下自动识别,且可以同时识别多个附有电子标签的板件。但是RFID电子标签的价格高,影响了其推广应用;其次,受专利影响,不同厂家的电子标签和阅读器系统比较封闭,无法相互识别。

2.2 智能机械设备

1) 立体库货架 立体库利用智能搬运设备,将货品进行出入库,实现自动化、智能化存储作业。在智能分拣系统中,立体库货架用于临时存储分拣机器人分拣的板件。

考虑家具企业板件类型和操作要求,笔者建议选用两种立体库货架:垂直型货架和环形货架(图2)。目前,物流业和制造业中多以垂直型货架为主,其货位多,载重量大,但结构相对复杂,体积大,直线型的布置方式不太适合于特殊机械设备的操作;而环形货架占地面积小,适合设备灵活操作的场合。



垂直型货架

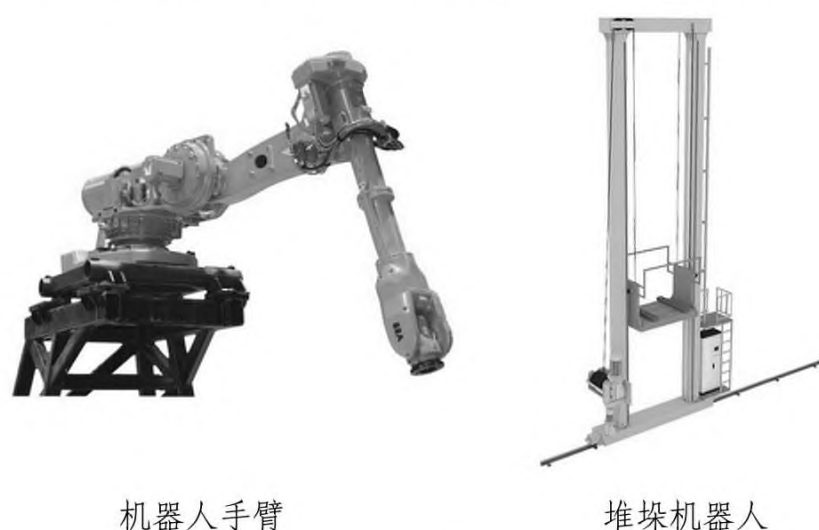
环形货架

图2 板件货架结构

Fig.2 Panel shelf structure

2) 分拣机器人 具有传感器、电子光学系统等机器人，主要工作是准确抓取输送线上的板件，并放至指定货架位置，实现板件有效地分放。当某一个订单货品全部到齐后，根据系统软件获取的自动包装数据，按板件顺序自动发出，继续完成后续检验包装。

根据板件类型和货架结构，可选用两种分拣机器人，即机器人手臂和堆垛机器人，如图3所示。



机器人手臂

堆垛机器人

图3 分拣机器人结构选型

Fig.3 Sorting robots

① 机器人手臂：在软件技术的控制下，利用气压、液压或电力驱动方式，完成抓取动作。工业用分拣机器人一般属于关节型机器人，机械部分主要包括手部、手腕部和手臂部。手部是其最核心的组成部分，负责抓取货品。

目前常见的夹取方式包括：真空吸附或真空吸盘式、内撑式、外夹式等^[8]。定制家具的板件表面光滑平整，质量轻，适合采用真空吸盘式。

② 堆垛机器人：在计算机系统的控制下，可沿轨道运动到指定位置，通过载货台的上下移动和货叉伸缩装置，模拟人取物的动作，完成货物存取工作^[9]。堆垛机最开始是一种桥式起重机，即在起重车

上装置一个立柱，通过立柱的旋转运动和货叉的升降运动存取货物，之后出现了巷道式堆垛机。图3所示为双立柱形式、沿直线单轨穿梭于货架和输送线之间的堆垛机。

3) 输送线设备

主要包括：滚筒输送机、直走横送机构、自动上料机。

滚筒输送机由电机驱动滚筒，将待分拣的板件沿直线输送到指定位置，适合输送底部为平面的物品，且机构之间容易实现衔接，可用于包含多条滚筒线及多种输送设备的自动分拣系统。

直走横送机构用于改变板件的输送方向，连接滚筒输送线。工作时，气缸带动横送机构升起时，横送机构的同步带输送面高于直走机构的滚筒输送面，同步带将板件完成输送；气缸带动横送机构下降时，则滚筒发挥输送作用。

自动上料机是一种将板件自动输送到智能分拣线上的机械设备。其工作方式是利用吸盘把板件吸取住，通过升降机构升高到指定高度并横向输送，再由吸盘将板件放置到分拣线上，实现板件的自动上料^[10]。具有操作简单、可靠性高、自动化水平高等特点，可以降低劳动成本、提高生产效率^[11]。

2.3 MES 系统

MES 系统可以通过信息传递优化车间管理，其作为连接层，处理 ERP 系统中的信息与计划，形成生产指令，并将指令传送给控制层，由控制层指导各工序设备按指令进行生产^[12]。在家具制造业中，MES 系统主要负责执行生产计划，提供车间计划和生产调度的功能。MES 系统的核心功能是通过建立工艺标准、制定生产工艺参数，实现生产线的自动分配和车间的有序生产^[13-14]。

根据智能分拣系统的作业要求，需制定三点工艺标准。

1) 板件批次编码。由于智能分拣系统是每两个批次板件同时分拣，为了方便确认分拣对象、防止板件批次混乱，提高智能分拣效率，板件除了要设置代表自己身份的二维码外，还要设置批次编码。企业在制定开料任务时，可形成生产开料批次编号，并将编码信息导入到 MES 系统中，由 MES 系统实时监控板件批次在车间的流转情况。

2) 板件分流。为了区分板件是否进入智能分拣线,需要进行板件分流:在相同工艺路线的前提下,按是否异形、功能件和大小板分堆,采用智能分拣和人工分拣两种方式协同实施,以提高生产效率。

3) 板件批次齐套。智能系统和人工分拣的板件应该分开进行齐套。智能分拣系统只需要扫描分堆中某一件板件的二维码,整堆板件即为全部齐套。如此操作直到此批次的板件全部齐套。人工分拣方式仍需扫描每个板件的二维码,直到板件全部齐套。

2.4 WMS 仓库管理系统

WMS 仓库管理系统是一种由计算机控制的立体库,可实现无人工参与的自动存取作业。其最核心的工作是有效管控进货和出货作业,其对库存容量有着直接影响。合理利用控制技术,可避免拣货作业的盲目性,提高分拣效率和仓库空间利用率。

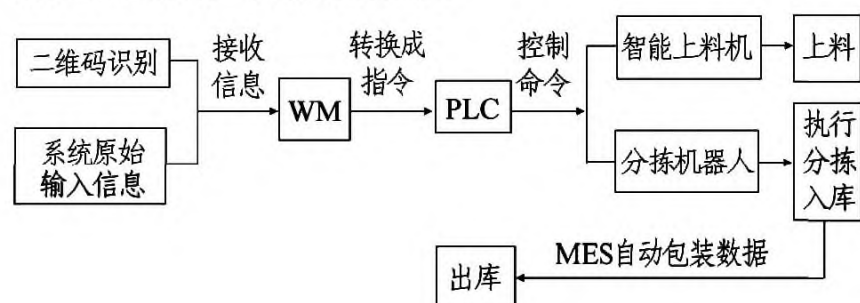
WMS 仓库管理系统还需要其他信息化系统的支持,包括 WCS 仓库控制系统和 PLC 控制器。WCS 仓库控制系统是仓库实现规范化、信息化管理的前提,负责统一调度和管理各机械设备,通过 WMS 的业务指示执行分拣作业。

在实际生产中,WMS 是最上层,主要分析和处理仓库分拣业务的逻辑,WCS 是中间层,负责连接最上层 WMS 和最下层各种机械设备。WCS 还可以实时收集各设备反馈的信号,有效跟踪和管控设备的工作状态和分拣执行情况。

智能分拣系统控制模块不仅要控制机械设备执行分拣动作,还要识别和处理一系列分拣信息。PLC 控制器是一种可以随时储存和执行控制指令的微型电子设备。以 PLC 作为系统控制技术的核心,通过数字信号的输入和输出,并进行信息处理形成控制指令,控制各类机械完成分拣执行工作。

3 案例分析

在浙江省某板式定制家具企业,进行了智能分拣过程实践,其流程如下:



首先,依据板件长度,区分小板件(长 300~1 000 mm)和大板件(长 $\geq$ 1 000 mm),并分别设置环形货架和垂直货架。

其次,依据板件二维码,由 WMS 仓库管理系统读取信息数据,确定分拣设备和输送设备。

然后,PLC 控制器接到分拣指令,控制上料机输送板件至 WMS 仓库管理系统指定的输送设备,由 WMS 仓库管理系统指定的分拣设备分拣至相应的存储货架。其中环形库通过分拣机器人抓取小板件,在出入库线和环形货架之间存取;垂直库通过堆垛机分拣大板件,在出入库线和垂直型货架之间存取。通过板件的齐套分拣码和批次编码进行各个订单的板件齐套。

最后,由分拣设备,根据 MES 制造执行系统中的自动包装数据,按顺序将板件放置到出库线上,进入包装工序。

相比完全依靠人工分拣,智能系统的分拣准确率由人工 77%提升至 95%以上,基本满足揉单生产对分拣效率和准确率的需求。

4 结语

分拣是定制家具生产的重要环节,实施智能分拣系统可以避免人工分拣错误,并提高分拣效率、节省劳动力成本。通过阐述板式定制家具智能分拣系统的关键技术构架理论,以及具体的案例分析,全工序的分拣过程对板件二维码、板件批次编码和板件齐套分拣码实时扫描采集信息,在区分大小板的基础上,进行板件分流,在控制单元的指导下,利用分拣机器人和堆垛机快速而准确地分拣大小板件,解决了揉单生产的模式下自动分拣的技术难题。但系统关键技术平台搭建和具体设计开发程序,尚需进一步研究和实践验证。

参考文献:

- [1] 吴智慧. 工业 4.0 时代中国家居产业的新思维与新模式[J]. 木材工业, 2017, 21(2): 5-9.
WU Z H. New Thinking and new models of the Chinese home furnishings industry in the industry 4.0 Era[J]. China Wood Industry, 2017, 21(2): 5-9.
- [2] 毕海波, 林国湘. 大规模定制家具板材自动分拣系统的研究[J]. 制造业自动化, 2015, 37(21): 42-44.
BI H B, LIN G X. Research on automatic sorting system of mass

- (责任编辑 向琴)

(上接第 32 页)

- (责任编辑 姜 征)