

锯材分拣检测装置的设计与功能评价

李海芸, 邱荣斌, 姜红, 叶大鹏

(福建农林大学机电工程学院; 现代农业装备福建省高校工程研究中心, 福建福州 350002)

摘要: 基于分模块控制系统理论, 设计锯材分拣检测装置, 以单片机为主控单元, 多传感器和触点开关为反馈信息输入, 协调控制多个电机, 实现锯材的输送、分拣和检测。样机试运转表明, 装置对锯材分拣、颜色和厚度异常检测等性能可靠, 有助于提高锯材分拣、检测的自动化程度和生产效率。

关键词: 锯材; 分拣; 模块化设计; 材色检测; 厚度检测

中图分类号: S77; TS64; G356.6

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654 (2019) 05-0057-04

Design and Function of a Sawn Timber Sorting and Detection Device

LI Hai-yun, QIU Rong-bin, JIANG Hong, YE Da-peng

(College of Mechanical and Electronic Engineering, Fujian Agriculture and Forestry University; Fujian Colleges and Universities Engineering Research Center of Modern Agricultural Equipment, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, Fujian, China)

Abstract: Based on the sub module control system design, a sawn timber sorting device was designed and developed. A single chip microcomputer, which controls transportation, separation and detection of sawn timber was used as the main control unit with multi sensors and contact switches as feedback information input.

The test results showed that the prototype is reliable in separating sawn timber and detecting uneven colored and off-sized timber, which is helpful of improving automation and production efficiency of sawn timber sorting and detection.

Key words: sawn timber; sorting; modular design; color detection; thickness measurement

原木经初加工得到锯材, 因存在厚度尺寸不均和表面色差等缺陷, 需对其进行分拣处理, 筛选合格的锯材进入下一步工序。目前, 木材分拣处理等操作基本靠人工完成, 工作强度大、效率低, 自动化程度不高, 仅少部分工位使用自动化设备完成^[1-3]。

鉴于此, 笔者采用激光、颜色识别等多传感信息融合技术, 设计了锯材分拣检测装置控制系统,

对锯材厚度和表面缺陷等特征进行识别, 通过反馈信息对锯材分拣装置进行控制, 实现对锯材的自动分拣和色差自动识别, 旨在提高锯材分拣检测的自动化水平和生产效率提供参考。

1 总体结构及工作原理

1.1 总体结构

锯材分拣检测装置系统, 采用模块化的结构设计, 如图 1 所示, 包括了进料及转向模块、输送缓冲模块、分拣模块、清扫及颜色检测模块^[4-6]、传送及锯材厚度检测模块、无动力自动靠边候料模块等六部分。

投稿日期: 2018-09-12; 修改日期: 2019-08-25

基金项目: 国家自然科学基金“滚动轴承结合部热-力耦合特性分析与建模研究”(51605091); 福建省高峰高原学科项目“农业工程”(712018014)。

作者简介: 李海芸(1988—), 女, 实验师。Email: 2502012851@qq.com。

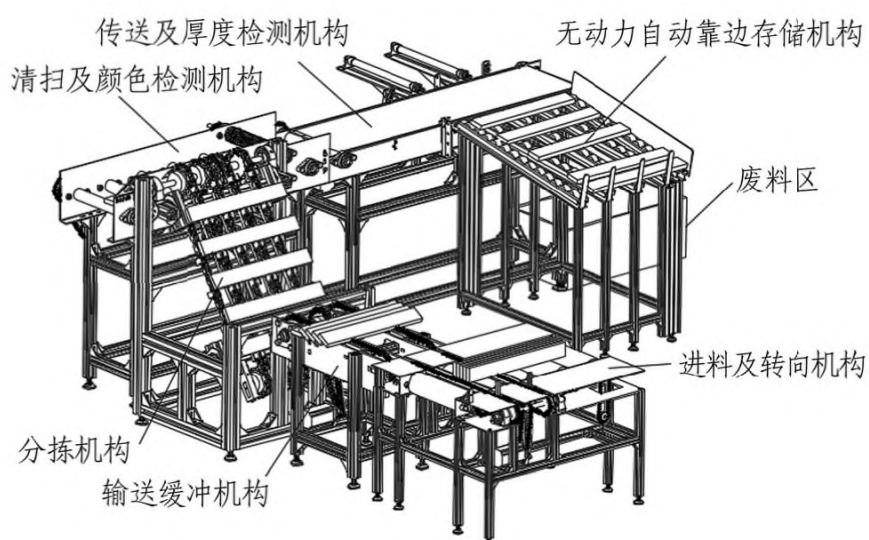


图1 锯材分拣检测模块组装示意图

Fig.1 Assembly diagram of a sawn timber sorting and detection prototype

1.2 工作原理

锯材分拣检测装置，是通过各个模块子程序的协调控制实现连续循环，完成锯材的分拣和检测控制，其程序流程如图2所示。

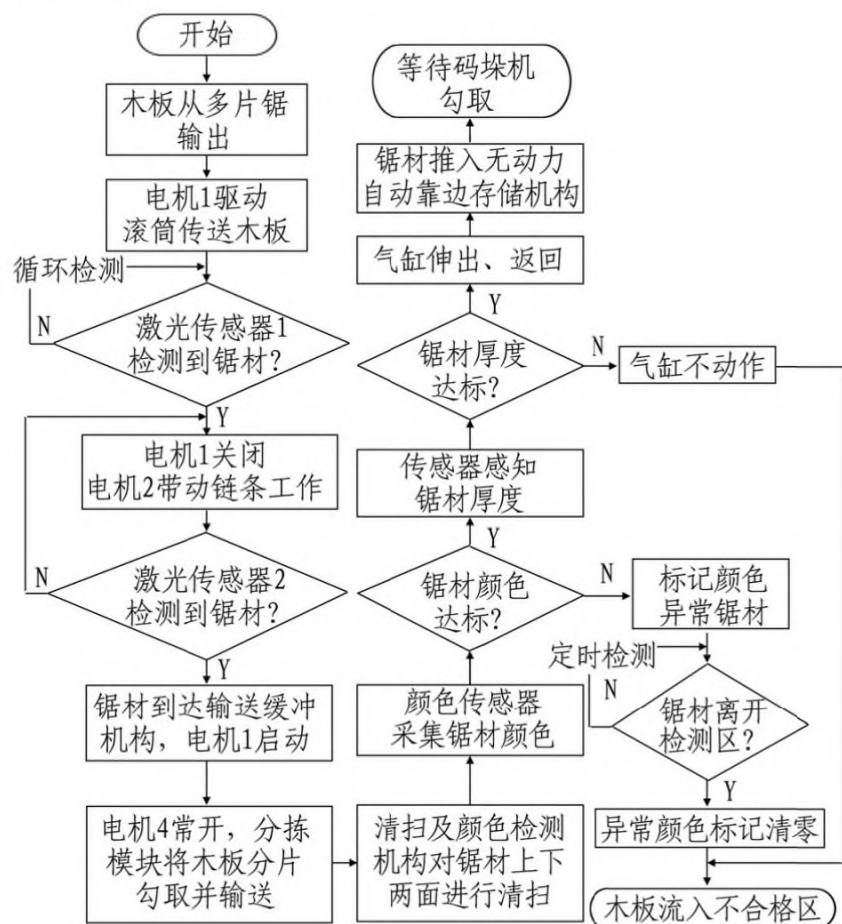


图2 锯材分拣检测整体运行流程

Fig.2 Flow chart of sawn timber sorting and detection system

各子程序功能如下：

1) 锯材分拣：相互紧贴的锯材流入进料及转向模块，经缓冲输送模块传送至链条分拣模块，被逐块勾取，实现锯材分拣。

2) 锯材材色检测：先由锯材清扫单元清除锯材表面的木屑，再进行颜色检测。材色异常的锯材流

入废料区；满足要求的锯材进入厚度检测环节。

3) 锯材厚度检测：对颜色检测达标的锯材检测其厚度，厚度满足要求的锯材被推送至无动力自动靠边候料模块进行规整，为后续锯材堆垛做准备。

2 主要工作部件结构设计

2.1 控制系统结构

锯材分拣检测装置控制系统结构，如图3所示。

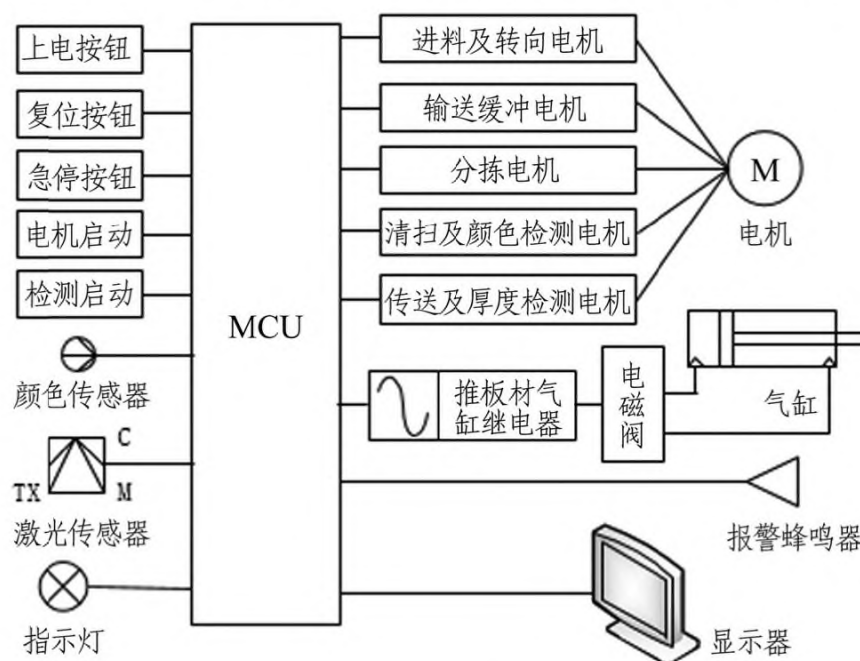


图3 锯材分拣及检测控制系统

Fig.3 Control system of sawn timber sorting and detection system

该装置以STC89C52RC单片机为主控单元，分别控制进料及转向电机、输送缓冲电机、分拣电机、清扫及颜色检测电机、传送及厚度检测电机等5个步进电机。颜色传感器TCS3200D用于锯材表面颜色检测；2个激光传感器相互配合，实现锯材厚度检测。LCD1602显示器可实时显示三原色R(red)、G(green)、B(blue)值，通常情况下取值范围为0~255，以及初始时刻的白平衡提示校验等^[7]。

2.2 工作部件模块设计

2.2.1 锯材表面颜色特征图像采集及RGB参数确定

在锯材表面颜色合格和异常的区域（图4），颜色传感器分别采集多组R、G、B值，并记录、分析数据，得到颜色正常及异常的平均值及范围，如表1所示，并进一步确定颜色的识别方案。

由表1可知，当R值介于31~180之间，G值在21~134范围内，B值在10~76范围内，且R和B的分量差值最大为95，G和R的最大差值为59，G和B的最大差值为38时，锯材表面颜色表现异常。



图4 杉木锯材材色样本的实物图
Fig.4 Samples of sawn timber with different colors

表1 杉木锯材表面颜色数据

Tab.1 Data information from detecting surface color of Chinese fir sawn timber

颜色 参数	材色检测合格			材色检测不合格		
	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值
R	218.2	241	180	90.7	141	31
G	189.9	219	134	49.4	88	21
B	152.1	180	76	33.2	61	10

需说明的是,当传感器检测到纯黑色($R=0$ 、 $G=0$ 、 $B=0$)时,锯材表面的颜色也不合格。调试中,三原色 R、G、B 对应值需满足锯材颜色异常的条件为:

- 1) 三原色对应值:
 $0 \leq R \leq 180$ 、 $0 \leq G \leq 134$ 、 $0 \leq B \leq 76$;
- 2) 分量差值:
 $|R-G| \leq 59$ 、 $|R-B| \leq 95$ 、 $|G-B| \leq 38$ 。

此数据值为程序编写调试的基础,利用颜色传感器 TCS3200D 识别颜色,并对多块锯材进行相关的试验数据采集及分析^[8-10]。

2.2.2 锯材厚度检测

锯材厚度检测原理示意图,如图5所示。

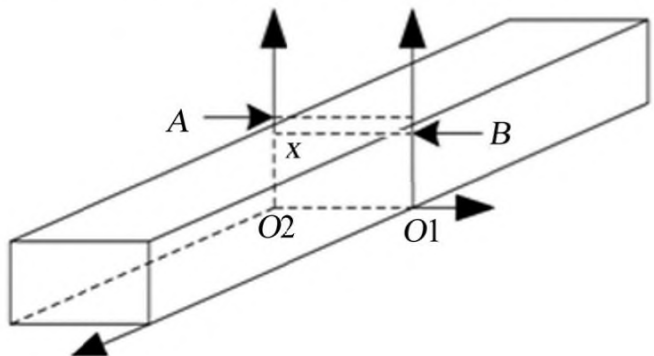


图5 锯材厚度测量原理示意图
Fig.5 Schematic diagram of sawn timber thickness detection

A、B 分别为两传感器激光束发射的方向,x 为两平行激光束在竖直方向上的距离,即锯材厚度误差允许的范围。只有当上激光传感器 A 信号不触发,

而下激光传感器 B 触发时,锯材厚度满足要求;其他情况均表示锯材厚度不符合加工要求。

3 锯材分拣样机应用效果验证

1) 验证试验材料

杉木锯材:规格 1 200 mm×50 mm (长×宽),分三类:① 厚度 15 mm,无颜色异常的杉木锯材 60 片,用于锯材分拣;② 厚度 15 mm,颜色异常且至少带有一块直径>15 mm 结疤的锯材 20 片,用于材色检测;③ 厚为 14 和 15 mm 的锯材各 60 片,每次随机取 5 片用于检测。

传送速度:设定 5 组,分别为 60、120、180、240、300 mm/s。

2) 分拣成功率评价

检测分拣结果列于表 2。

表2 不同传送速度下锯材分拣、检测成功率

Tab.2 Sawn timber sorting and detecting at different feeding speeds

检测成功率/%	末端锯材传送速度/(mm·s ⁻¹)				
	60	120	180	240	300
锯材连续分拣	88.8	87.8	86.2	86.3	85.6
材色检测识别	79.3	76.7	71.3	68	55.3
锯材过厚/过薄检出	96	95.3	95	94.5	93.5

表 2 显示,在不同的传送速度下,锯材能够被一次分拣的成功率达到了 85.6%以上,表明样机能够准确地对紧贴在在一起的锯材进行分拣;动态锯材表面材色检测时,传送速度越慢,则颜色异常锯材的检出效果越好;在不同传送速度下,超出标准厚度±1 mm 的锯材,被检出的成功率达到了 93.5%以上。说明该装置在加工过程中,及时检测出锯材厚度异常情况的效果较好。

3) 成本估算

试制本试验台的成本主要包括:机械结构制作加工费约 6 000 元、控制系统硬件材料费约 10 070 元。

4 结论

1) 采用模块化设计开发的锯材分拣装置,可实现对锯材分拣及颜色、厚度的检测。

2) 锯材分拣机分拣的产品还未实现全部达标,

仍需进一步改进。特别是搜集更多颜色异常的试验样本,并建立该类型锯材颜色异常的数据库;也可考虑应用图像处理技术进行锯材表面颜色检测等。

参考文献:

- [1] 李海芸,邱荣斌,姜红,等.锯材自动堆垛机的结构设计与分析[J].木材工业,2019,33(1):41-45.
LI H Y, QIU R B, JIANG H, et al. System design and performance analysis of an automatic sawn timber stacker[J]. China Wood Industry, 2019, 33(1): 41-45.
- [2] 李海芸,邱荣斌,林辉煌,等.多规格木板自动码垛机控制系统设计与实现[J].中南林业科技大学学报,2019,39(2):108-112.
LI H Y, QIU R B, LIN H H, et al. Design and implementation of control system of multi-specification automatic wood plank palletizer[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2019, 39(2): 108-112.
- [3] 马启升,吴奇.从世界经济形势看我国木工机械出口走势[J].木材加工机械,2012,23(4):48-49.
MA Q S, WU Q. Woodworking machinery exports trend in China under the situation of the world economy[J]. Wood Processing Machinery, 2012, 23(4): 48-49.
- [4] 吴晓东,朱永强.基于PLC的多片锯自动送料下料系统的设计[J].科技资讯,2016,14(4):45-46.
WU X D, ZHU Y Q. Design of automatic feeding and discharging system of multi-blade saw based on PLC[J]. Science & Technology Information, 2016, 14(4):45-46.
- [5] 濮良贵,陈国定,吴立言.机械设计[M].9版.北京:高等教育出版社,2013.
- [6] 李飞,胡剑,李刚炎,等.气缸冲击过程动力学特性仿真分析方法研究[J].液压气动与密封,2016,36(4):73-76.
LI F, HU J, LI G Y, et al. Simulation analysis method on dynamic characteristics of cylinder impact process[J]. Hydraulic Pneumatic & Seals, 2016, 36(4): 73-76.
- [7] 李富强,张同庄,于泽宽.TCS3200在机器人短跑竞赛中的应用[J].电子设计工程,2013,21(15):159-161.
LI F Q, ZHANG T Z, YU Z K. TCS3200 application in robot sprint race[J]. Electronic Design Engineering, 2013, 21(15): 159-161.
- [8] ZHANG J, YANG Y, ZHANG J, et al. Color reproduction and classification with TCS3200D[J]. Engineering Journal of Wuhan University, 2013, 46(2): 257-260.
- [9] 康海,刘书林,赵坤.基于TCS3200D芯片的色彩变化识别系统设计[J].电子设计工程,2015,23(8):91-93.
KANG H, LIU S L, ZHAO K. Design of color change identification system based on TCS3200D[J]. Electronic Design Engineering, 2015, 23(8): 91-93.
- [10] 陈鉴,夏庆锋,贾静雯,等.基于TCS3200的识别技术及其在机器人上的应用[J].机器人技术与应用,2016(5):34-39.
CHEN J, XIA Q F, JIA J W, et al. Recognition technology based on TCS3200 and its application in robot[J]. Robot Technique and Application, 2016(5): 34-39.

(责任编辑 孟凡丹、向琴)



青岛三山碳素有限公司

碳星牌石墨布

1、快装式压磨板

2、强力HD石墨布

3、标准石墨布

4、砂光机专用毛毡衬带

5、细工羊毛毡

6、天然乳胶海绵轮

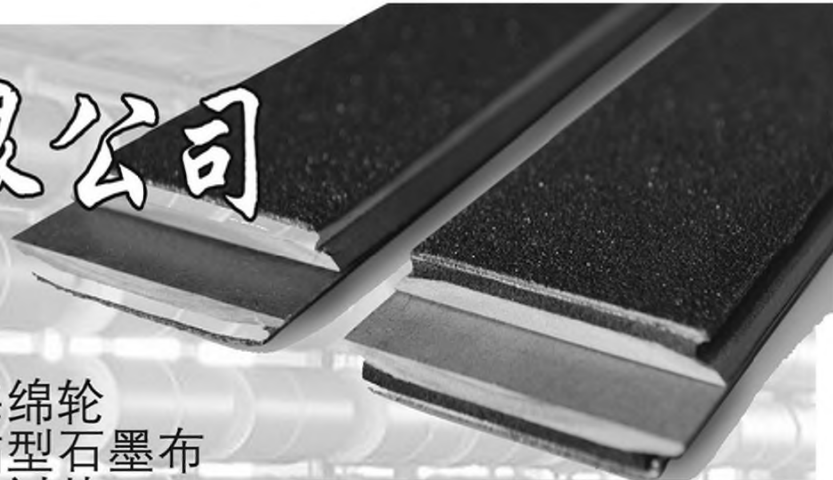
7、不干胶自粘型石墨布

8、耐温型弹性衬垫

9、代理德国、韩国羊毛毡

10、密封条

新品推荐: 各类砂光机快装式压磨板



地址: 山东青岛平度市同和工业园 圣达路21号 邮编266706
电话: 0532-87315611 87315612 传真: 0532-87315610
E-mail: qdsanshan@163.com http://www.sanshancarbon.com
QQ: 1204859040 阿里巴巴店: http://sanshantansu.1688.com
淘宝店: http://shop58278457.taobao.com 业务微信: 17866621338