

研究论文

在线接触式人造板厚度检测系统的设计

葛 娇, 花 军, 刘亚秋

(东北林业大学, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要: 为了提升我国人造板生产质量,利用光栅尺位移传感器,设计一种在线接触式人造板厚度检测系统。系统基于 Windows 操作系统平台应用,可实现板材厚度参数设置、数据分析、检测记录、存储及实时显示数据等功能;同时,可与更高级管理系统或 TCP/IP 以太网或 H1 总线进行数据通讯,为板材厚度纠偏传递信息。应用试验结果表明,系统运行平稳,在线重复性测量数据稳定、可靠。

关键词: 在线检测; 人造板; 厚度检测系统; 接触式

中图分类号: TP274; TS653

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2013)01-0013-04

Design of an Online Contact Thickness Detection System for Wood-Based Panel

GE Jiao, HUA Jun, LIU Ya-qi

(Northeast Forestry University, Harbin 150040, Heilongjiang, China)

Abstract: In order to improve quality of wood-based panels, the authors designed an online contact thickness detection system. The system based on the Windows operating platform uses a grating displacement sensor and takes Siemens S7-300 CPU314 as control core. It can set parameter, analyze data, create data-base, and display the result in real-time. It also can transfer data information for deviation correction by conducting with higher-level management system or TCP/IP Ethernet or H1 bus. A filed trial showed that the system worked smoothly and reliably.

Key words: online detect; wood-based panels; thickness testing system; contact

人造板厚度的精度和偏差,是衡量产品质量的重要技术指标之一,并直接关系生产能耗和原材料消耗,影响企业的生产成本和经济效益^[1]。因此,设计和开发在线检测系统,实现人造板厚度精确、连续、实时的在线检测并及时纠偏,对保证人造板产品质量和提升企业效益,均具有重要的意义。

目前,国外最具有代表性的测厚装置有:德国 GreCon 公司生产的 DMR 5000,可快速在线检测人造板厚度,显示当前测量值和历史测量值,测量精度

可达 $\pm 0.01 \text{ mm}$ ^[2];此外,意大利 IMAL 公司生产的 WINTHICK 型测厚装置、德国 EWS (Electronic Wood Systems GmbH)公司生产的人造板厚度在线检测装置,亦得到广泛应用。

我国在线检测技术的应用,主要集中在振动检测、温度检测、噪声检测等生产机械状态检测方面,人造板厚度在线检测控制技术的设计研发较为滞后,亦不够成熟。国产人造板生产线大多缺少在线厚度检测装置,导致板材厚度精度低,偏差大,造成原材料和能源的浪费,影响企业经济效益^[3]。因此,笔者对人造板厚度在线检测技术进行了研究,旨在设计开发出符合我国企业实际需要的人造板厚度在线检测装置,促进我国人造板工业的技术进步。

收稿日期: 2012-11-05; 修改日期: 2012-12-14

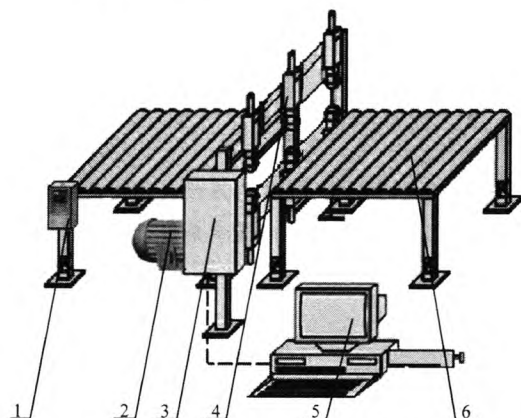
基金项目: 国家林业局引进国际先进林业科学技术计划(948 计划)项目(2012-4-21)。

作者简介: 葛娇(1988—),女,东北林业大学硕士研究生。

通讯作者: 花军,男,东北林业大学教授,博士生导师。

1 人造板厚度检测系统总体方案

根据人造板生产线的特点,人造板厚度检测系统的组成如图 1 所示。



1 变频器; 2 三相异步电动机; 3 厚度检测控制装置(含PLC主控单元);
4 气动控制光栅尺位移传感器; 5 显示器; 6 辊式板材输送机。

图 1 人造板厚度检测系统组成

Fig. 1 A designed thickness detection system

系统工作原理为:从热压机出来的板材通过厚度检测系统时,与系统设定的厚度值进行比较,判定板材厚度是否在允许的范围内;若板材厚度超出系统设定值,系统显示该结果以提示操作人员,并将结果记录、反馈到铺装、热压等前端工序控制系统,完成对板材厚度的纠偏控制操作。根据生产实际要求,系统主要设计参数列于表 1。

表 1 系统设计参数

Tab. 1 Parameter designed for the system

参数名称	参数设计值
检测精度	$\pm 0.01 \text{ mm}$
检测方式	接触式连续测量
检测厚度范围	2~100 mm
工作环境温度	$-10 \sim +40 \text{ }^{\circ}\text{C}$
检测板材幅面	1 300 mm $\times$ 2 500 mm
板材进给速度	0~80 m/min(变频调速)

根据测头与被测板材接触与否,板材厚度测量分为接触式测量和非接触式测量两类^[4]。接触式测量具有设备简单、维修方便、价格低廉等优点,使用灵活,适合在温度高、粉尘大的环境下工作。本系统设计应用气动控制接触式测量法,即采用两个气动控制压头,分别置于被测板材的上下两个表面上,通过测量两个压头的位移,并利用光栅尺位移测量原理,测量板材的厚度。测量数据通过 PLC(Programmable

Logic Controller, 可编程逻辑控制器)控制单元、CRT(Cathode Ray Tube, 使用阴极射线管的显示器)等得以实时处理、计算和显示,实现板材厚度在线检测的自动化和可视化。

2 人造板厚度检测控制系统设计

2.1 检测控制系统组成

采取动态在线测量方法,即在板材移动的过程中,直接测量板材的厚度。测量控制系统的总体框图如图 2 所示。



图 2 厚度检测控制系统

Fig. 2 Control system for thickness detection

系统各部分单元功能如下:

1) 板材位置检测单元:在检测装置前端设置光电传感器,用于检测板材的位置是否在厚度检测区内。当板材进入检测区时,光电传感器的输出状态由 1 变为 0,板材厚度检测单元开始工作;当板材离开检测区时,光电传感器的输出状态由 0 变为 1,板材厚度检测单元结束检测;同时,光电传感器还有计数检测的作用。

2) 板材厚度检测单元:是检测系统的关键部分,其中关键部件是位移传感器。系统采用的光栅尺位移传感器,具有可靠性好、精度高、抗干扰能力强、安装方便和性能稳定等特点。

3) 板材输送机构单元:采用三相异步电动机作为动力源,通过链传动带动滚筒输送板材,板材滚筒输送机的进给速度通过变频调速来控制。

4) 信号与数据处理单元:主要采用离散傅里叶变换对信号进行放大、滤波,再经过 PLC 主控单元分析,得到在线测量的数据,最后传输至计算机。

5) PLC 主控单元:采用西门子 S7-300 系列 PLC,由多个模块组成,以 S7-300 CPU 343 作为检测控制的核心;数字计数器模块采用 FM 350-1,数字量输入模块采用输入点数为 32 的 SM 321 模块,数字

量输出模块采用输出点数为 32 的 SM 322 模块,对采集的各种信号进行分析处理和输出。同时通过 RJ45/4 接口、以太网交换机与计算机通讯连接,将所得板材厚度结果实时显示、输出,并传递反馈到铺装、热压等前端工序控制系统,对板材厚度进行纠偏控制。

2.2 厚度测量系统工作原理

光栅尺位移传感器是一种利用光栅的光学原理工作的测量反馈装置,根据物理上莫尔条纹的形成原理进行工作^[5]。

笔者设计的板材厚度测量系统由光栅传感器、光栅信号放大及整形电路、莫尔条纹信号辨向及其细分电路、计数及数显系统等组成,如图 3 所示。光栅信号的数字测量,必须经过辨向电路和脉冲计数电路,才能转化为数字信息输出^[6];光栅信号的辨向与计数,是实现光栅动态测量的关键步骤。

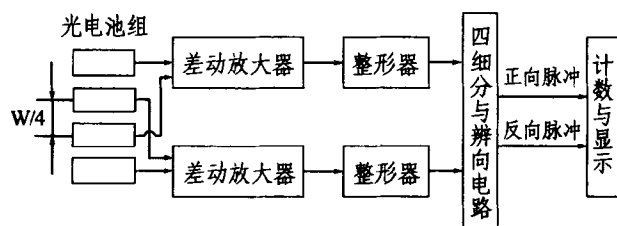


图 3 光栅尺测量系统

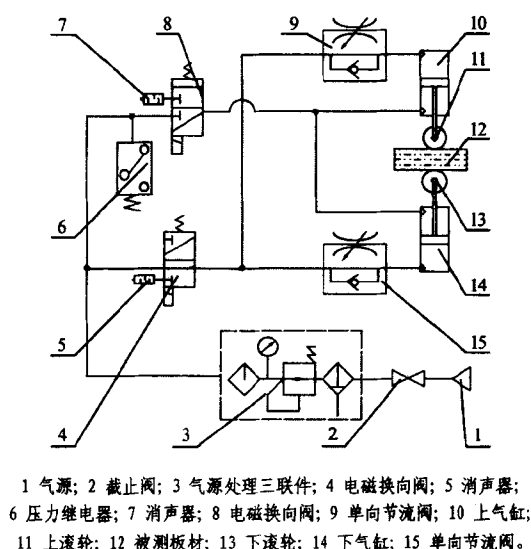
Fig. 3 The grating measurement system

图 4 所示为系统气动控制原理图。光栅尺位移传感器安装在测量头内,通过气动装置控制测量头的运动。当光电传感器检测到板材后,气动控制装置启动,通过光栅尺位移传感器测量气缸活塞杆的垂直位移,经过信号的采集及处理,将该位移转化为板材的厚度检测结果。

2.3 PLC 主控单元设计

考虑到板材厚度检测系统的控制要求,对于不同宽度的板材,一般采用 3~5 组测量头。系统选用了德国西门子公司的 PLC S7-300 CPU 314 作为控制部分的核心,S7-300 属于模块化中型 PLC 系统,具有可自由扩展功能;使用 step7v5.5 编程软件编写系统控制过程,其流程如图 5 所示。

当板材到达检测位置,光电传感器收到信号后,气动控制装置控制上下测量头动作,光栅位移传感器启动检测板材厚度;板材厚度信号经信息处理计算,



1 气源; 2 截止阀; 3 气管处理三联件; 4 电磁换向阀; 5 消声器; 6 压力继电器; 7 消声器; 8 电磁换向阀; 9 单向节流阀; 10 上气缸; 11 上滚轮; 12 被测板材; 13 下滚轮; 14 下气缸; 15 单向节流阀。

图 4 系统气动控制原理

Fig. 4 Pneumatic principle of the system

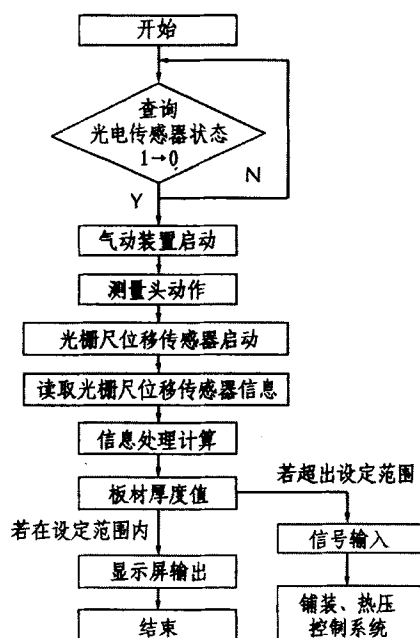


图 5 系统检测流程

Fig. 5 System detection flowchart

所有厚度检测值在显示屏输出。对于超出设定厚度值范围的板材,显示屏显示、记录,并通过系统的数据通讯功能,将信号反馈到板坯铺装及热压控制系统,实现板材厚度纠偏控制。

3 板材厚度检测系统软件开发及应用

3.1 软件开发设计

系统软件基于 Windows 操作系统平台应用,针

对检测系统的要求,考虑到调试的方便以及未来可能扩展的需要,由三个模块组成。

- 1) 配方管理模块:用来存储板材类型及其生产参数,针对不同板材厚度变化,进行参数的设置;
- 2) 数据图形化模块:是软件的核心,用于记录、存储并显示所有的测量数据;
- 3) 历史数据库模块:用于存储检测数据,并为以其他形式的数据处理提供了可能。系统可实现的基本功能包括:工作单管理功能、图像显示功能、数据分析和打印功能等;系统还可与更高一级管理系统或 TCP/IP 以太网或 H1 总线进行数据通讯,为板材厚度纠偏实现信息传递。

3.2 应用试验

在东北林业大学木材加工装备实验室,应用笔者开发的检测系统,对规格为 2 440 mm×1 220 mm×10 mm 的中密度纤维板进行了在线厚度检测试验。板材厚度检测采集系统界面如图 6 所示;部分检测结果列于表 2,板厚平均值为 9.4864 mm。

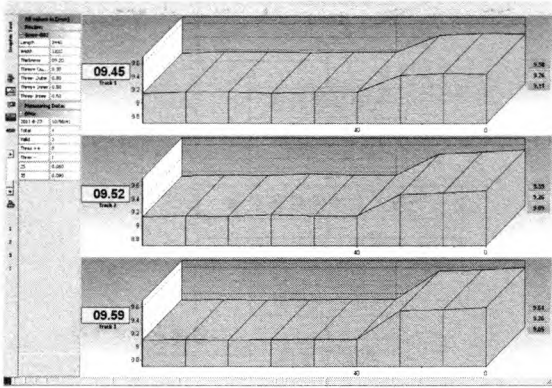


图 6 板材厚度检测采集系统界面
Fig. 6 A data acquisition system interface

表 2 应用试验测量结果
Tab. 2 The results of a field trial

测量次数	测量头 1	测量头 2	测量头 3	测量平均值	实际平均值	测量误差
1	9.444	9.534	9.600	9.526	9.510	-0.016
2	9.379	9.451	9.550	9.460	9.480	0.020
3	9.407	9.427	9.542	9.459	9.470	0.011
4	9.430	9.453	9.521	9.468	9.450	-0.018
5	9.487	9.507	9.564	9.519	9.520	0.001

GB/T 11718-2009《中密度纤维板》厚度偏差规定值:
-0.30~+1.50 mm(厚度≤12 mm 未砂光板)

表 2 数据显示:系统测量的最大相对误差为 0.21%,合并样本标差 $s_p=0.0386$, $3s_p$ 检验粗大误差 $\bar{x} \pm 3s_p=9.3706 \sim 9.6022$ 。

表 2 测量值均在此范围内,说明检测结果不存在粗大误差^[7],达到人造板厚度检测精度的要求;所测板材的厚度偏差,亦满足 GB/T 11718-2009《中密度纤维板》的规定。

4 结语

针对我国多数人造板生产企业设备现状和技术改造的需求,结合现代传感技术、测试技术、自动控制技术及计算机数据处理技术,并借鉴国内外相关的成熟检测理论,基于 Windows 操作系统平台,设计开发了适合我国国情的在线接触式人造板厚度检测系统。系统采用气动控制测量头,以光栅尺位移传感器为板材厚度测量元件,检测精度达到±0.01 mm,可实现无级调速进给、连续在线测量,及时纠偏,实时显示测量结果。

系统可以安装应用于中密度纤维板、刨花板生产线的铺装、预压、热压、冷却及砂光等生产工序中,也可应用于人造板生产旧线改造、单板类人造板生产线上,满足人造板生产过程中厚度在线检测的要求,以提高板材厚度控制精度,降低原材料消耗,节约资源,具有良好的经济和社会效益。

参考文献:

- [1] 卫红,郭晓磊,曹平祥,等. 人造板连续平压机板坯厚度在线监测技术的现状与研究[J]. 中国人造板,2011,18(8):19-23.
- [2] 德国格雷康(GreCon)公司中国代表处. 几种人造板生产线的在线检测装置[J]. 木材工业,2001,15(3):38.
- [3] 王伟. 人造板厚度在线监测系统的研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学硕士论文,2000.
- [4] 贾治国,卢治功. 在线厚度检测技术[J]. 仪表技术,2009(2):19-21.
- [5] Jinjie Chen, Bo Liu. Review of fiber Bragg grating sensor technology [J]. Front Optoelectron China, 2011, 4 (2): 204-212.
- [6] 蔡志辉. 光栅数显位移测量系统[J]. 电子测试,2009(6):60-63.
- [7] 郑金艳. 板材厚度测量结果的不确定度评定与合格判定[J]. 石油化工设备,2010,39(6):93-96.

(责任编辑 向 琴)