

人造板密度在线检测系统的设计

肖 江¹, 杨建华²

(1 北京林业大学 工学院, 北京 100083; 2 国家林业局 北京林业机械研究所, 北京 100029)

[摘 要] **【目的】**设计人造板密度计算机在线检测系统,以有效控制和监测人造板产品的质量,满足人造板生产企业发展的需要。**【方法】**利用现代传感器技术、测试技术、计算机数据处理及控制技术,分别采集人造板材的质量及长、宽、厚等参数,由计算机及数据处理程序计算出所测板材的密度。**【结果】**实现了对板材密度的快速、在线、无损、动态检测,其检测结果与静态对比试验结果基本一致,可以有效监控人造板产品的质量。**【结论】**设计的人造板密度在线检测系统高效、经济,实用性较强,易于推广和应用。

[关键词] 人造板; 板材密度; 板材质量; 几何尺寸; 在线检测系统

[中图分类号] TS653; TP274

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2010)03-0179-05

Design of on-line testing system for density of wood-based panels

XIAO Jiang¹, YANG Jian-hua²

(1 School of Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2 Beijing Forestry Machinery Research Institute of the State Forestry Administration, Beijing 100029, China)

Abstract: **【Objective】** This paper does research in the computer on-line testing system of wood-based panels density. It can measure and control the quality of the wood-based panel effectively to meet the requirement of the development of the wood-based panel production enterprises. **【Method】** Using the modern sensor technology, testing technology, computer data processing and control technology, the mass, geometry (Length, width, thickness) and other parameters are measured on-line. The lumber density is calculated through computer and data processing program. **【Result】** The system can test the density of lumber through a rapid, non-destructive, on-line and dynamic testing way, and the testing result is very close to the static contrast test. The system can monitor the quality of the wood-based panels effectively. **【Conclusion】** The testing method of the system is efficient, economical, practical, promotable and applicable.

Key words: wood-based panel; lumber density; lumber mass; geometry size; on-line testing system

我国既是木材及木制品的生产大国和消费大国,同时也是林木资源十分匮乏的国家,木材资源的严重供需缺口制约着林业产业与国民经济的整体发展^[1],合理地利用人工林资源是林业研究的重要课题^[2]。人造板是指以木材或其他非木材植物为原料,经机械加工分离成各种单元材料后,通过胶黏剂和其他添加剂胶合而成的板材或模压制品。进入新世纪以来,由于国家经济和社会需求、政府资源

综合利用政策和企业家的卓越努力,以综合利用林区“三剩”物、人工林木材和次小薪材为原料的人造板制造业得到了超常规快速发展^[3]。人造板主要包括单板层积材、胶合板、刨花板、纤维板等产品,通常具有工程性能均匀、耐候性好、加工方便等特点^[4],兼具较好的力学性质^[5-6]和极强的抗振减振性能^[7-9],能做到小材大用、劣材优用^[10],可应用于建筑承重结构材、车辆制造用材、家具制材和室内装修

* [收稿日期] 2009-09-08

[基金项目] 国家林业局“948”引进项目(2004-4-41),国家林业局林业科学技术推广项目(2009-23)

[作者简介] 肖 江(1956—),女,北京市人,副教授,博士,主要从事电子技术应用及木材检测技术研究。

E-mail: xiaojiang56@gmail.com

用材等^[11-13]。

密度是人造板材的主要物理参数之一,同时也是其力学性能的重要参数之一。由于木材的强度与其密度和传播波速的平方成正比例关系,所以密度是无损检测材料强度的基础参数,同时也是关键参数之一。目前,用于板材密度的检测方法主要有静态直接测量法、射线检测法、微波共振法、光谱分析法等^[14-16],但由于这些方法或是不易于实现在线检测、检测效率较低,或是可能对人体造成伤害、审批流程严格,而不易于应用于生产实践。虽然国内一些人造板生产线是引进的国外设备,有较先进的检测与控制手段,其生产的人造板有较高的质量,但价格较为昂贵,操作也相对复杂。对国内多数中小企业来说,由于资金、技术、生产规模等原因,生产线上还没有相应的检测与控制设备,主要依靠生产工人的观察与经验,难以保证产品的质量^[17]。因此,寻求一种更为直接、有效且低成本的板材密度实时检

测方法,已经成为一些木材加工企业生产、加工以及应用的迫切需求。本研究以将要出厂的成品板材为检测对象,设计了一种位于生产线末端的板材密度实时在线动态检测系统,以期为板材质量的实时控制提供依据。

1 检测系统的设计方案

本研究对板材密度检测所采取的方法是动态直接测量法。在板材移动的过程中,首先测量板材的质量;其次测量板材的长度、宽度和厚度,计算出板材的体积;最后结合板材的质量和体积,计算出板材的密度。

2 检测系统的总体结构

2.1 硬件组成

整个系统的硬件结构如图 1 所示。

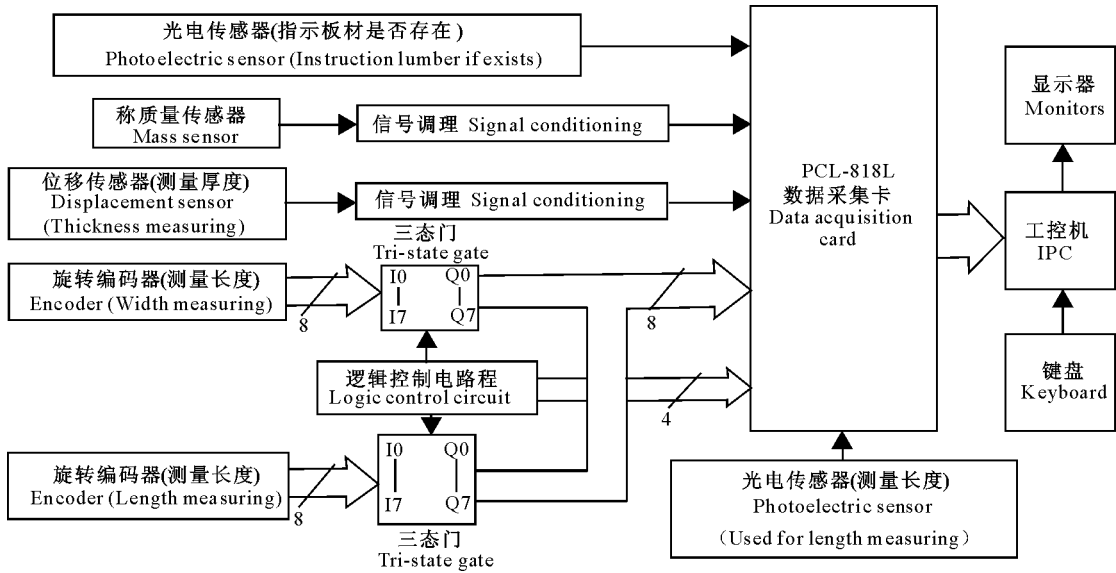


图 1 人造板板材密度在线检测系统的硬件组成

Fig. 1 Hardware components of density on-line testing system for wood-based panel

2.2 检测过程

在线检测系统的运行过程如下：

- ①当指示板材到达检测位置的光电传感器收到信号后,通过 PCL-818L 数据采集卡“数字量输入通道”发送信号给计算机,启动相关检测程序。
- ②由安装在检测台 4 角上的 4 个称质量传感器将质量信号转化成毫伏级的电信号,经过信号调理电路将其放大并滤波,然后再经过 PCL-818L 数据采集卡的“模拟量输入通道”将信号采集到计算机里面。

- ③位移传感器(4 个)是用来测量板材厚度的,其信号处理的过程同前述称质量传感器相同。
- ④用旋转编码器将板材的宽度信息转化成角位移,通过 PCL-818L 的“数字量输入通道”实现信号采集。
- ⑤板材的长度信息是通过旋转编码器和光电传感器进行检测,通过 PCL-818L 的“数字量输入通道”实现信号采集。
- ⑥由于系统中用到 3 个旋转编码器(其中用于测量宽度的旋转编码器有 2 个),每个旋转编码器的

输出为 8 位数字量,而 PCL-818L 的数字量输入资源仅为 16 位,故需要通过“共用数据总线”的方式来实现信息采集。本系统是通过“三态门”和“逻辑控制电路”来实现的。

⑦工控机是最终数据的处理和运算核心,通过应用软件和程序的处理,最终保存、显示和打印板材的各种实测信息以及其密度信息。

⑧当检测板材离开检测范围后,系统通过检测指示板材是否存在的光电传感器的信息转变,使系统停止相关检测程序,并等待下一板材的到达。

3 检测系统的硬件设计

3.1 板材质量的检测

板材质量的检测装置如图 2 所示。该装置由分布在四角的 4 个称质量传感器撑起称台,传感器选用珠海市长陆工业自动控制系统有限公司生产的 LC3100 系列称质量传感器,测量范围为 200 kg。当板材到达检测位置后,由光电传感器 M 发出信号并开始检测,工控机开始对传感器信号进行采样。

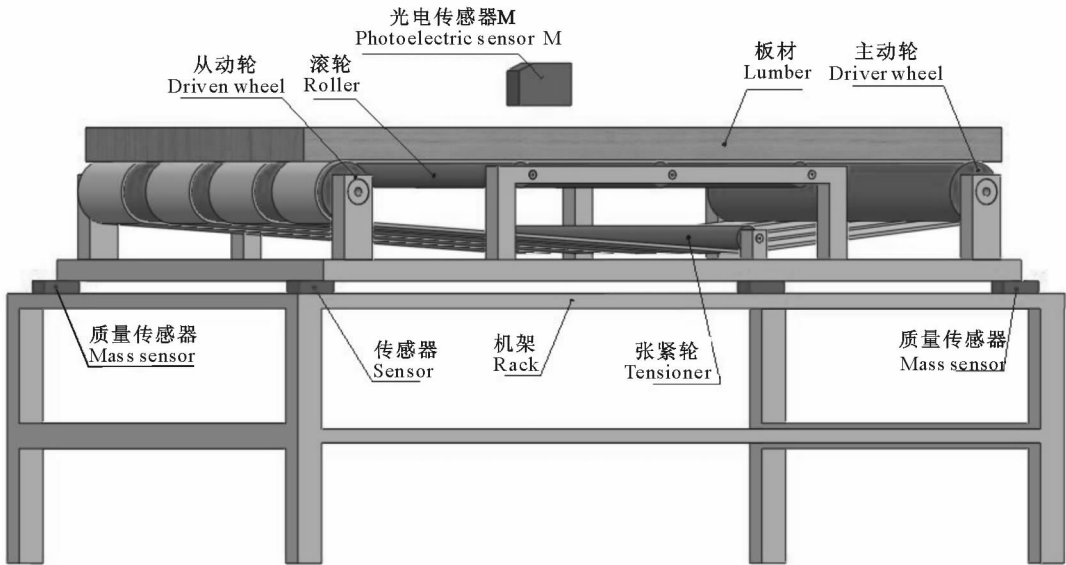


图 2 板材质量称量系统的结构

Fig.2 Structure of mass measuring system for lumber

3.2 板材厚度的检测

板材的厚度是通过位移传感器来测量的,其原理如图 3 所示。

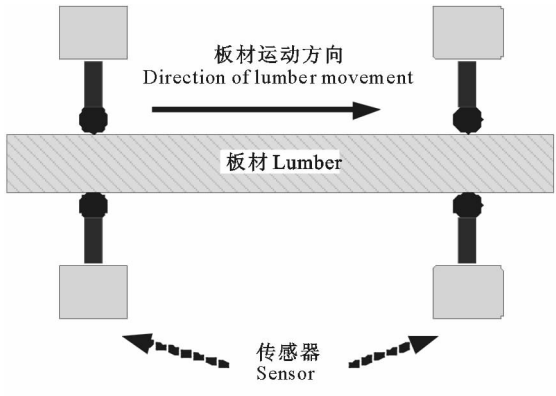


图 3 板材厚度检测装置的组成

Fig.3 Components of lumber thickness testing device

本研究选择辽宁省阜新传感器厂生产的接触式直流差动变压器式位移传感器 FX-81N,量程为 10

mm。通过两对上下相对的位移传感器,将板材的厚度信息转化为精位移电信号,通过对电信号进行采集,最终由计算机算出其厚度值。

3.3 板材长度与宽度的检测

在板材传送过程中,对其长度、宽度参数的检测是通过光电传感器和旋转编码器来完成的。本系统选用长春禹衡光学有限公司生产的 FZX-2-180 旋转编码器,是 8 位绝对式单圈编码器,由 8 根线以格雷码的形式输出所测到的角度值。光电传感器选用基恩士反射式光电传感器 PS-49,输出信号为数字信号。

所采用的测量原理如图 4 所示。当板材在运动过程中,撞开左右宽度测量架时,采集旋转编码器 A 与 B 的数据,根据两编码器转过的角度值,结合测量杆的长度,很容易计算出宽度值;当光电传感器 N 检测到板材的后端边沿信号时,采集旋转编码器 C 的角度值,通过几何关系计算输出长度值。

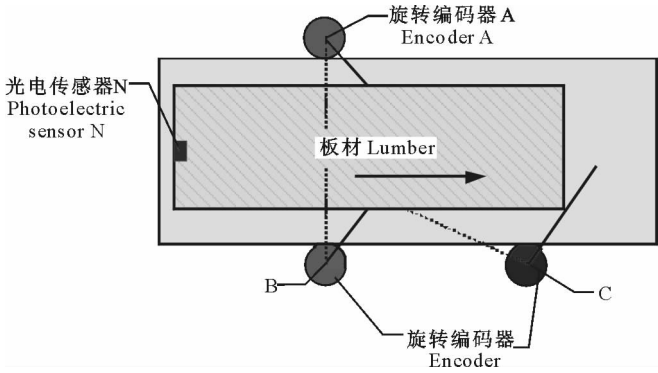


图 4 木材长度与宽度检测装置的组成

Fig. 4 Components of width and length testing device for lumber

4 数据采集

采用台湾研华公司生产的高性能多功能数据采集卡 PCL-818L,来实现各传感器与工控机之间的通信。PCL-818L 是一种高性价比的数据采集卡,可以实现各类电信号的采集、控制和输出。此卡有 16 个模拟信号输入通道,可以通过跳线开关选择 16 路单端或 8 路差分模拟信号输入;12 位的 A/D 转换器,用来转换模拟输入;同时提供最大为 40 kHz 采样速率^[18-19]。此外,还可以通过跳线或软件两种方式来选择模拟量输入范围,同时此卡还提供 16 路数字输入和数字输出通道^[20]。

4.1 模拟信号的采集

采用 8 路差分模拟量输入方式,用 4 个称质量传感器信号分别接 AI0—AI3,4 个位移传感器信号分别接 AI4—AI7。通过调用模拟量输入函数 DRV_AIVoltageIn(DriverHandle, (LPT_AIVoltageIn) &ptAIVoltageIn),将数据采集到计算机,通过软件计算出板材长度和厚度值。

4.2 数字信号的采集

数字量的输入是用 PT_DioReadPortByte 配置数字量输入通道等信息,并用数字量输入函数 (DRV_DioReadPortByte,读字节函数),通过软件触发方式(使用 Windows Timer)实现数据的采集。

系统中用到的旋转编码器有 3 个(即 A、B、C),每个旋转编码器的输出为 8 位数字信号,而 PCL-818 数据采集卡有 16 位(DI 0—DI 15)数字输入接口,若要对实现 3 个 8 位数据的计算机采集,则需要通过共用数据总线的方式对其进行分时采集。

具体方案如下:

①将 16 位数字总线分成 2 部分,低 8 位(DI 0—DI 7)用作共用数据总线,高 8 位(DI 8—DI 15)

用于信号的识别;

②3 个旋转编码器的输出端通过 74LS244 三态门后并接在一起,作为共用数据总路线;

③高 8 位(DI 8—DI 15)资源的分配。分配方案为:DI 8、DI 9:测宽用旋转编码器信息;DI 10:测长用旋转编码器信息;DI 11:保留(扩展用);DI 12:测长用光电传感器信息;DI 13:板材到达信号用光电传感器信息;DI 14,DI 15:系统保留。

④3 个旋转编码器输出信号通过“逻辑控制电路”分时选通,然后分时传输信号,同时将“逻辑控制电路”的相关输出接 DI 8—DI 10,实现 3 路信息的识别。

最后,通过计算机进行码制转化和计算,进而算出其长度值和宽度值。

5 系统软件

针对检测系统的要求,设计的系统软件结构如图 5 所示。考虑到调试的方便以及未来可能扩展的需要,设计的软件可实现的基本功能有数据配制、通道测试、实时显示、历史数据存储、重量信号实时显示以及端口控制(用于系统扩展与升级)等。此外,还设计有保存、打印等常用功能。

6 结论

本研究针对我国多数人造板企业缺乏有效密度在线监测手段这一问题,在充分考虑我国中小型人造板企业对生产线进行技术改造的经济能力的基础上,利用现代传感器技术、测试技术、计算机数据处理及控制技术,并借鉴国内外相关的成熟检测理论,针对单板层积材等人造板材进行了密度计算机在线检测系统的设计与研究。通过多个接触式位移传感器、旋转编码器和光电传感器的有机结合,实现了对

板材的长、宽、厚等参数的实时测量;应用板卡等硬件电路实现了 8 位数字量共用数据总线,不仅解决了数据输入资源紧张的问题,而且为系统的未来扩展升级预留了资源。检测设备在实验室环境下运行平稳,人造板在检测台经动态测试后,再将板材制成

小尺寸试件,采用静态测试法(直接测量法)进行对比,结果表明两种测试结果基本一致;在线重复性测量数据基本稳定,能够满足当前人造板行业的检测需求。

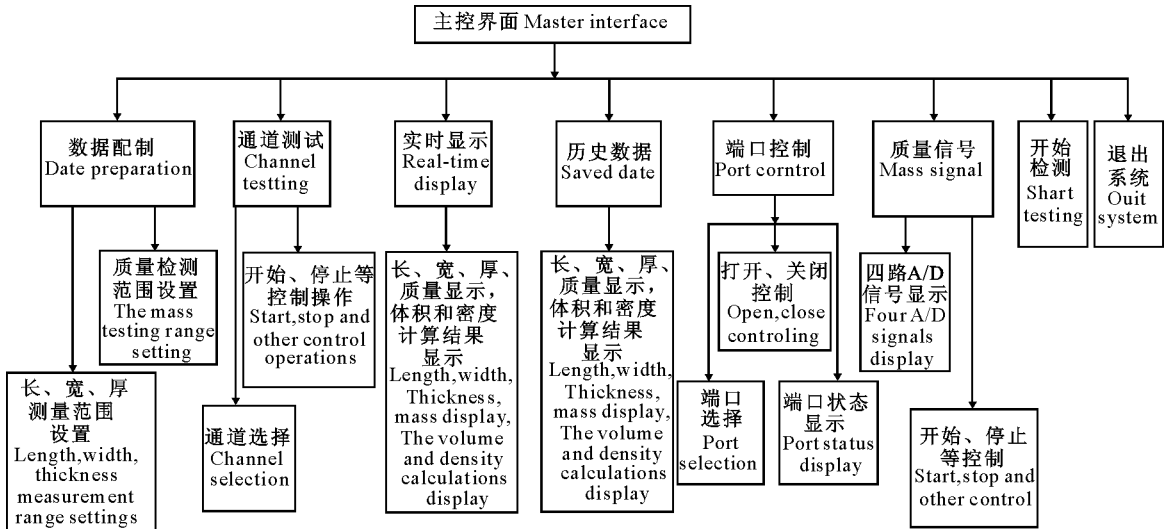


图 5 人造板板材密度在线检测系统的软件组成

Fig. 5 Software components of density on-line testing system for wood-based panel

[参考文献]

[1] 杨红强, 聂影. 中国木材供需矛盾与原木进口结构分析 [J]. 世界农业, 2008(7): 53-56.
Yang H Q, Nie Y. Analysis of supply and demand for lumber in China and import structure of log [J]. Word Agriculture, 2008 (7): 53-56. (in Chinese)

[2] 余养伦, 于文吉, 王戈. 桉树单板层积材的制造工艺和主要性能 [J]. 林业科学, 2007, 43(8): 154-158.
Yu Y L, Yu W J, Wang G. Manufacturing technology and main properties for laminated veneer lumber of eucalyptus [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2007, 43(8): 154-158. (in Chinese)

[3] 钱小瑜. 我国人造板工业“十一五”展望 [J]. 木材工业, 2006, 20(2): 12-15.
Qian X Y. Wood-based panel industry “Eleventh Five-Year” Looking in China [J]. Wood Industry, 2006, 20(2): 12-15. (in Chinese)

[4] 程伟, 朱典想, 李迎超. 杨木单板层积材地板的试制 [J]. 林产工业, 2007, 34(3): 32-33.
Cheng W, Zhu D X, Li Y C. Trial production of flooring made from laminated poplar veneer lumber [J]. China Forest Products Industry, 2007, 34(3): 32-33. (in Chinese)

[5] 张心安, 关明杰, 朱一辛. 单板层积材的研究现状 [J]. 林业科技开发, 2005, 19(5): 1-3.
Zhang X A, Guan M J, Zhu Y X. Current situation on research of laminated veneer lumber [J]. China Forestry Science and

Technology, 2005, 19(5): 1-3. (in Chinese)

[6] 朱照纲, 郭飏. 单板层积材及其应用 [J]. 林业科技, 2001, 26(3): 45-45.
Zhu Z G, Guo B. Laminated veneer lumber and its utilization [J]. Forestry Science & Technology, 2001, 26(3): 45-45. (in Chinese)

[7] 吴盛富. 浅析单板层积材在我国的应用和发展 [J]. 人造板通讯, 2003(2): 6-9.
Wu S F. Analysis of laminated veneer lumber application and development in china [J]. Wood-Based Panels, 2003(2): 6-9. (in Chinese)

[8] 张言海. 单板层积材的生产工艺介绍 [J]. 木材加工机械, 2001(3): 25-27.
Zhang Y H. Introduction of technology of laminated veneer lumber [J]. Wood Processing Machinery, 2001(3): 25-27. (in Chinese)

[9] 张一帆. 单板层积材的应用和发展前景 [J]. 林产工业, 2001, 28(3): 9-12.
Zhang Y F. Application and develop prospect of laminated veneer lumber [J]. China Forest Products Industry, 2001, 28(3): 9-12. (in Chinese)

[10] 刘国杰, 颜镇. 浅议胶合木与胶粘剂 [J]. 林产工业, 1998, 25(3): 1-4.
Liu G J, Yan Z. Discussion of the laminated wood and adhesive [J]. China Forest Products Industry, 1998, 25(3): 1-4. (in Chinese)