

实用技术

木材表面缺陷的激光在线检测技术

韩玉杰¹, 朱国玺¹, 田中千秋²

(1. 东北林业大学, 哈尔滨 150040; 2. 日本岛根大学, 松江 690-8504, 日本)

摘要: 本文介绍了采用激光位移传感器对刨削加工后的木材表面的裂纹及节子缺陷进行在线检测的方法。测试原理是利用激光位移传感器扫描木材表面, 提供特征信号, 由傅里叶分析仪 FFT 记录时间信号的波形, 计算机进行数据处理和分析判断。这不仅可以快速识别裂纹及节子等缺陷, 并从记录波形上即可计算出裂纹的宽度和深度。

关键词: 激光; 在线检测; 木材表面缺陷

中图分类号: TS67 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2002)03-0028-02

Method of On-line Detecting Wood Surface Defects by Laser

HAN Yu-jie¹, ZHU Guo-xi¹, Chiaki TANAKA²

(1. Northeast Forestry University, Harbin 150040, China; 2. Shimane University, Matsue 690-8504, Japan)

Abstract: This paper presents an on-line method for detecting crack and knot of planed lumber surface. The system is consisted of a laser sensor which provides scanning signal, a FFT analyser which records a curve and a personal computer which analyses and processes data from FFT analyser. The system could not only distinguish crack and knot of wood surface quickly and accurately, but also calculate size of each defect according to the data from record curve.

Key words: Laser; On-line detect; Wood surface defect

随着计算机技术的飞速发展, 先进的自动化检测技术已较普遍地应用于木材加工的各个领域, 木材表面缺陷的在线检测对木材加工过程中的质量控制及产品分等均具有重要意义。目前国际上木材表面特征检测多采用声音控制、光学控制及图象识别等非接触式的检测方法, 例如, Faust^[1]应用图象分析的方法对单板表面粗糙度进行实时检测; Cyra^[2]等使用声发射传感器测量木材表面粗糙度来监控 CNC router (数控铣床) 的进给速度; Lemaster 等^[3]用表面光度仪测量中密度纤维板的表面粗糙度; Forrer 等^[4]用电学的方法探测木材表面缺陷的介电性质; Costes 等^[5]用三维粗糙度系数表分析圆锯加工后的微表面特征。非接触式的检测方法都具有检测速度快、精确度高、易于实现自动化等在线控制的特点, 而激光位移传感器也具有这些特点。因此, 笔者采用激光位移传感器对刨削后木材表面的裂纹及节子等缺陷特征进行检测和分析。

1 试验装置及试材

1.1 试验装置组成及原理

试验装置组成: (1) LC-2400 系列激光位移传感器 (由 LC-2450 型激光头和激光控制器组成), 分辨率为 $0.5 \mu\text{m}$, 测量最大位移为 $\pm 8 \text{ mm}$, 输出模拟电压信号 $\pm 10 \text{ V}$; (2) FFT CF-360 快速傅里叶分析仪; (3) PC 计算机, 如图 1 所示。

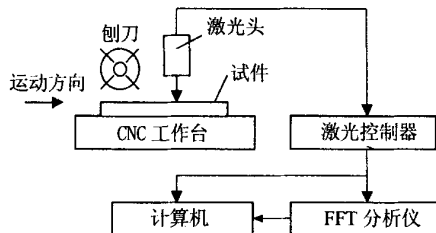


图 1 试验装置框图

Fig. 1 Frame figure of experiment set-up

工作原理: 激光头被安装在一个独立支架上, 被测试件放在 CNC 工作台上, 在工作台做水平运动时由激光扫描检测缺陷。激光头将获取的测量信号传递

收稿日期: 2002-01-10

作者简介: 韩玉杰 (1951-), 男, 东北林业大学教授, 硕士。

给激光控制器,经过转换输出一个与位移成比例的模拟电压信号送至 FFT 仪,FFT 仪记录下随时间变化的电压信号波形,再通过计算机进行数据分析。

1.2 试验材料

日本黄杉(*Pseudotsuga japonica*),试件表面经刨削加工,幅面 150 mm×80 mm,含水率 10%~12%,密度 0.53 g/cm³。

2 结果及分析

2.1 裂纹的检测

对带有裂纹的三个试件 a、b、c,激光传感器测量的曲线波形见图 2。从图 2 可以看出,每一个曲线波形都有一处向上跳变的峰值存在,这是由于试件上的裂纹使激光信号产生大的位移变化所致。激光传感器的输入和输出特性是:以其测量点(即零点)为基准,被测点远离激光头方向,其输出为 0~+10 V 的电压信号;反之,被测点接近激光头方向,其输出为 0~-

10 V 的电压信号。裂纹的存在,使激光信号远离激光头方向的向下位移变化,因此,在 a、b、c 三个曲线波形上产生的都是正向的峰值信号跳变。在每个跳变峰值信号两侧的非裂纹处的信号波形也有上下的小幅波动,是由试件表面刨削加工的粗糙度产生的信号波形。

由前面的技术数据可知,激光传感器的测量范围是±8 mm,其对应的输出模拟电压信号是±10 V。由于激光传感器的线性度较好,所以,可得出 1 mm 的位移产生 1.25 V 电压的比例关系,故可从测得的电压信号的幅值估算出裂纹的深度。设裂纹的深度为 x (mm),测得的电压信号的幅值为 v (V),则裂纹深度的计算公式为 $x=v\times 1/1.25$ 。

例如,从图 2a 的曲线波形可知,其电压信号的最大幅值出现在 1.26 s,其值为 1.75 V,从而可得出试件 a 的裂纹深度是 1.4 mm。同样,可计算出试件 b 和 c 的裂纹深度分别为 1.5 mm 和 2 mm。

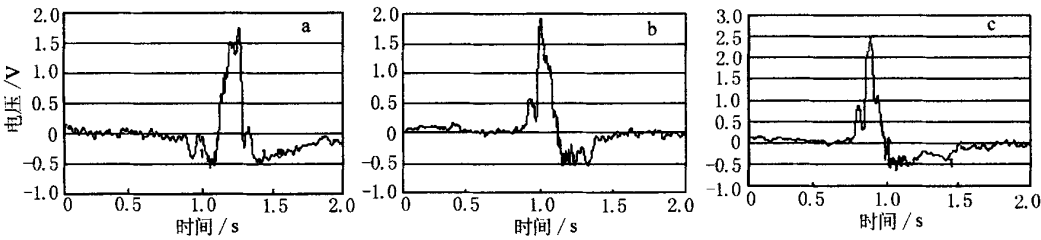


图 2 带有裂纹试件的曲线波形
Fig. 2 Waveforms of cracked specimen

裂纹宽度可根据裂纹产生的电压跳变信号在时间坐标轴上持续时间的长短和测量时试件的进给速度来计算。设裂纹宽度为 W ,则计算公式为:

$$W=V\times(t_2-t_1)$$

其中: V —试件的进给速度,mm/s;
 t_1 —产生电压跳变信号的起始时间,s;
 t_2 —产生电压跳变信号的结束时间,s。

已知试件的进给速度为 6 mm/s,由图 2a 曲线波形的时间坐标轴可知, t_1 等于 1.11 s, t_2 等于 1.33 s,则试件 a 的裂纹宽度为 1.32 mm;同样,试件 b 和 c 的裂纹宽度分别为 1.5 mm 和 1.56 mm。

为了便于分析比较,上述 3 个试件的裂纹深度和宽度的测量及计算值列于表 1。

2.2 节子的检测

激光位移传感器检测木材表面的节子,仅限于检测在节与非节木材连接处或在节本身存在裂纹的一类节子(多数是由于干燥而造成裂纹,还有一部分是

表 1 试件裂纹深度和宽度值				
Tab. 1 Datum of depth and width of crack				
试件 编号	裂纹深度		裂纹宽度	
	信号幅值/V	深度/mm	信号时间/s	宽度/mm
1	1.75	1.44	0.22	1.32
2	1.87	1.5	0.25	1.5
3	2.46	2	0.26	1.56

死节)。其原理是通过裂纹来确认节子的存在。用三个带有节子的试件 a'、b'、c',采用激光位移传感器检测到三个试件的曲线波形如图 3 中 a'、b'、c' 所示。从图 3a' 可见,曲线有两个正向峰值的跳变,其原因是试件 a' 的节子两侧与非节子的连接处都存在裂纹;图 3b' 的曲线波形只有一个峰值,是因为试件 b' 的节子在中间处有一个裂纹;图 3c' 上出现两个持续时间较长的峰值,是因为试件 c' 的节子上有两个较宽的裂纹。

对检测到的跳变信号,如何判别其缺陷类型是节子还是裂纹,需要对跳变信号两侧的粗糙度信号波形

(下转第 32 页)

求。电测法测量的含水率受木材温度影响很大,因此,解决含水率受温度影响的修正问题,成了提高测量含水率精度的另一技术关键。WDCS-4 系统不再简单地用代数加减解决温度补偿,而是通过对各种木材进行反复试验,建立数学模型,用软件进行含水率温度修正,从而大大地提高了含水率测量的精度,确保了木材的干燥质量。

3 WDCS-4 系统总体功能

WDCS-4 木材干燥控制系统可以作为控制仪单机使用,也可以数台控制仪由 PC 机集中管理控制,还可以实现由供货方的远程测控。

控制仪单机使用时,可通过薄膜面板的开关和液晶显示窗完成各种功能选择和参数设置。单机可工作在半自动模式,即通过人工修正基准完成各干燥阶段;也可工作在全自动模式,操作人员只需根据干燥材的树种、厚度从已贮存的几十个工艺中选取一种,确认后,控制仪即可自动完成整个干燥周期。为适应

一些特殊需要,控制仪还可随时保存认为较理想的工艺,供下次调用。

3.1 集中测控

每个控制仪均具备和 PC 机相连的功能,一台 PC 机可集中测控几十台控制仪。操作人员通过鼠标在引导界面下,完成对任一窑的所有执行器件的手动、半自动或全自动控制的参数设定,同时彩色显示器将窑内干湿球温度、含水率变化的数据、曲线显示出来,用户即可分析、研究、了解当前各窑的工作状况。

3.2 远程测控

WDCS-4 木材干燥控制系统增加了远程测控功能,用户只需按一个键,就可将干燥窑各种实时数据、状态,通过网络线传输给开发商的计算机,开发商对其工作状况进行分析、研究,通过计算机将各种参数和控制指令传给用户控制仪,协助用户完成木材的干燥。同时开发商也可通过计算机将最新的研究成果传送给用户,为用户的控制仪软件和干燥工艺更新换代、降低木材干燥的运行成本提供帮助。

(上接第 29 页)

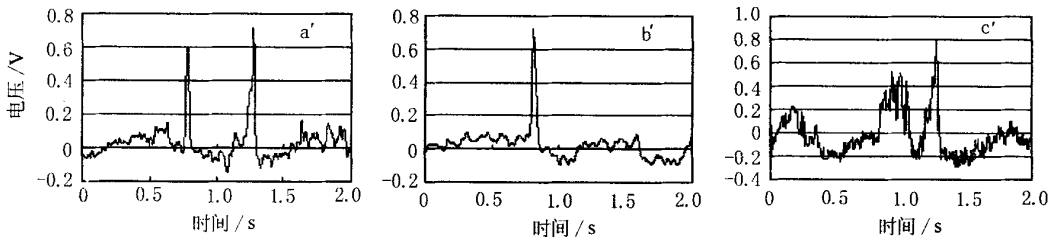


图 3 带节子试件的曲线波形

Fig. 3 Waveforms of knotted specimen

变化进行仔细的比较。由于节子周围木材纹理的变化,在切削加工过程中总会出现呛茬现象,使其粗糙度信号的幅值变大,与非节子处木材的粗糙度信号有很大差异,而普通裂纹则不存在这种现象。本文因篇幅所限,暂不做此类信号波形的比较分析。

3 结论

使用激光位移传感器检测木材表面的裂纹和节子缺陷是可行的。其特点一是检测速度快,采集一点数据仅用 20 μ s,容易实现在线检测;二是检测信号准确,从裂纹和节子的缺陷信号波形分析可知,其与非缺陷信号波形相比,具有明显的特征,易于木材缺陷的识别和判断。

参考文献:

- [1] Faust T D. Real Time Measurement of Veneer Surface Roughness by Image Analysis[J]. Forest Prod. J., 1987, 37(6): 34~40.
- [2] Cyra G, Tanaka C, Nakao T. On-line Control of Router Feed Speed Using Acoustic Emission[J]. Forest Prod. J., 1996, 46(11/12): 27~32.
- [3] Lemaster R, Beall C. The Use Optical Profilometer to Measure Surface Roughness in Medium Density Fiberboard[J]. Forest Prod. J., 1996, 46(11/12): 73~78.
- [4] Forrer J B, Funck J W. Dielectric Properties of Defects on Wood Surface[J]. Holz als Roh-und Werkstoff, 1998, 56(1): 25~29.
- [5] Costes J, Larricq P. Surface Characterization with 3-Dimensional Roughness Parameter[C]. Proceedings of the 15th International Wood Machining Seminar, 2001, 473~476.