

文章编号: 1672-8785(2008)12-0036-04

玻璃厚度在线检测系统的研究

杜晓强 王伟 王召巴

(中北大学信息与通信工程学院, 山西太原 030051)

摘 要: 用位移传感器在线测量玻璃厚度是一种有效的方法。在玻璃的生产过程中, 玻璃的厚度是否均匀直接关系到产品的质量。为此, 本文介绍了一种在线测量玻璃厚度的装置。提出了一种利用 CCD 激光位移传感器作为信号接收装置, 实时显示测量结果的玻璃厚度测量系统。通过用 A/D 卡对所测得的数据进行高速采集和存储, 由电脑实时读出数据, 便可得到玻璃厚度。

关键词: 位移传感器; 玻璃厚度; 误差分析

中图分类号: TN2 **文献标识码:** A

Research on On-line Glass Thickness Detection System

DU Xiao-qiang, WANG Wei, WANG Zhao-ba

(School of Information and Communication Engineering, North

University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: To measure the thickness of glass by using a displacement sensor on line is an effective method. In the production process of glass, the thickness of glass is directly related to the product quality. Therefore, in this paper, an on-line glass thickness measurement apparatus is presented and a glass thickness measurement system which uses a CCD laser displacement sensor as its signal receiver and can display measurement result in real time is proposed. After the measured data are collected and stored with an A/D card and read out by a computer, the glass thickness can be obtained.

Key words: displacement sensor; glass thickness; error analysis

1 引言

玻璃厚度是玻璃生产过程中的主要工艺参数之一, 是检测玻璃产品质量的重要指标。目前国内对玻璃平均厚度的检测, 大多采用由人工用千分尺测量玻璃边缘部位的多点厚度值, 并用手计算平均厚度值的方法。此种方法的缺点是, 读数误差较大, 不迅速, 难以测量到远离玻璃边缘部位的厚度值。计算出的平均厚度值准确性差, 而且会造成资源的浪费。因此, 我们研制出了利用位移传感器作为检测元件, 用 A/D 卡采集并由微机实时读取数据, 从而测出玻璃

厚度的玻璃厚度在线检测系统。该检测系统能够非常精确、快速地测量出一定面积的玻璃厚度, 对于提高我国玻璃成品的质量, 减少原料浪费具有很大的意义。

2 系统部件简介

CCD 激光位移传感器的测量原理如下:

CCD 激光位移传感器使用一个三角量测系统。本系统采用日本基恩士公司的 LK 系列传感器作为研究仪器。LK 系列使用一个 CCD 作为光接收元件。由标的物反射的光线通过接收器的镜片组聚焦于 CCD 上。CCD 以进入光线元

收稿日期: 2008-09-09

作者简介: 杜晓强(1981—), 男, 山西清徐人, 助教, 硕士研究生, 研究方向为检测与自动化装置。

件的整个光点之光量分布来决定光点的中心, 并以此作为标的物的位置。然而, 由于光量的分布会受标的物的表面条件所影响, 所以会造成量测上的误差。

为了确保实验研究的准确性、便捷性, 设计了一个实验台。该实验台的结构如图 1 所示。

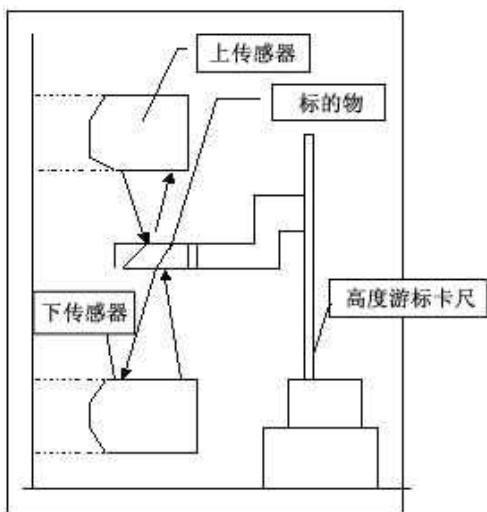


图 1 实验台的结构图

实验主要用到的实验仪器有 LK-085CCD 传感器、LK-2110 控制器、A/D 采集卡、计算机、高度游标卡尺、手持千分尺、传感器固定架以及被测物 (玻璃)。

LK-085 是一种长距离非接触式位移传感器, 它的测量参考距离为 80mm, 测量范围为 15mm, 在参考距离处的光点的直径为 70 μ m, 分辨率为 3 μ m, 采样周期为 1024 μ s, 模拟输出为 5V (3mm/V)。

3 测量方法及原理介绍

本文采用 CCD 三角测量法。激光三角测量仪器主要由激光光源、透镜和光敏传感器组成。其基本原理是, 如图 2 所示, 在激光三角测量法中, 由光源发出的一束激光照射在待测物体的平面上, 通过反射最后在检测器上成像。当物体表面的位置发生改变时, 其所成的像在检测器上也发生相应的位移。通过像移和实际位移之间的关系式, 真实的物体位移可以通过对像移的检测和计算得到。

根据图 2 中的三角关系:

$$\begin{aligned} \therefore \cos \beta &= \frac{L}{\sqrt{L^2 + l^2}} & m &= \sqrt{L^2 + l^2} \\ \therefore \frac{X}{f} &= \frac{YL \frac{1}{\sqrt{L^2 + l^2}}}{\sqrt{L^2 + l^2} + YL \frac{L}{\sqrt{L^2 + l^2}}} \end{aligned}$$

得 X 、 Y 之间的关系为

$$\begin{aligned} Y &= \frac{Xl^2 + lfL}{lf - LX} \\ X &= \frac{lf(Y - L)}{YL + l^2} \end{aligned}$$

式中, Y 为被测距离, f 为成像系统的焦距, l 为发光点中心到透镜中心的距离, 即基线长度, L 为某一已知距离, 在该距离处所成的像正好位于 CCD 的中心。为了使测量范围内的各点都能被很好地成像, 应使过镜头中心的垂线成为测量范围起始点与镜头中心连线所构成角的平分线。 X 为该被测距离在光敏接收器上与已知距离在光敏接收器上像点的距离, 因此只要测出 X , 就能测出 Y 。

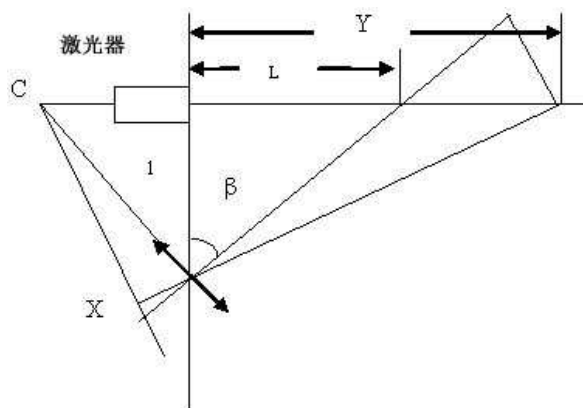


图 2 激光三角测量原理图

4 实验数据的处理与分析

通过用 CCD 激光位移传感器对玻璃厚度进行测量, 获取了大量实验数据, 然后利用 Matlab 软件对这些数据进行了处理。利用一块玻璃标的物进行传感器水平放置和倾斜 12° 放置测量, 根据电脑采样数据对每个标的物分别测量了两组数据。这样可以提高实验的准确度和可信度。

4.1 实验数据 1

(1) 选取表面平整度比较好的玻璃为标的物;

(2) 传感器水平放置;

(3) 传感器输出线性研究。

图 3(a) 和 (b) 的横坐标为采样点数, 无单位; 纵坐标为玻璃厚度测量误差值, 单位为 mm。

图 4(a) 和 (b) 的横坐标为采样点数, 无单位; 纵坐标为玻璃厚度测量误差值, 单位为 mm。

结论分析: 本实验测量的两组数据中, 没有

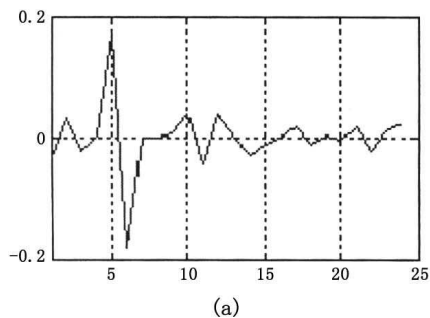
发现系统误差。第一、二组的正负误差与偏离中心误差都比较小。最大误差为 $0.05\text{mm} \sim 0.06\text{mm}$ 。两组都没有出现同一点的重复性误差。

4.2 实验数据 2

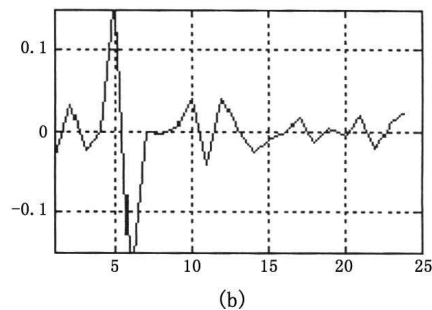
(1) 选取表面平整度比较好的玻璃为标的物;

(2) 传感器倾斜 12° 放置;

第一组



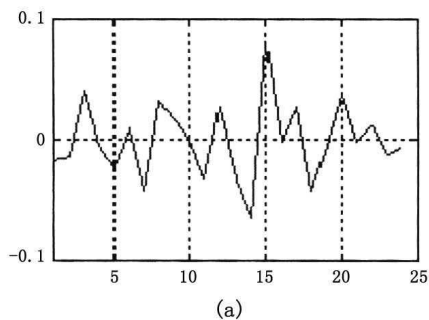
(a) 上传感器每点输出误差比较曲线图



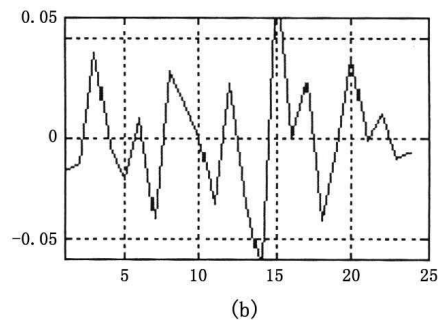
(b) 误差分析图

图 3

第二组



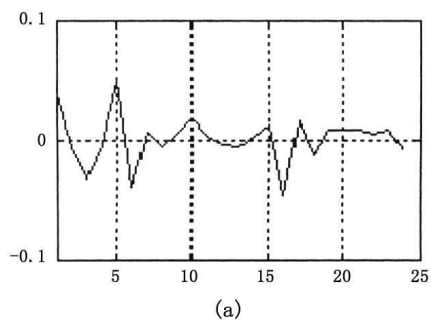
(a) 上传感器每点输出误差比较曲线图



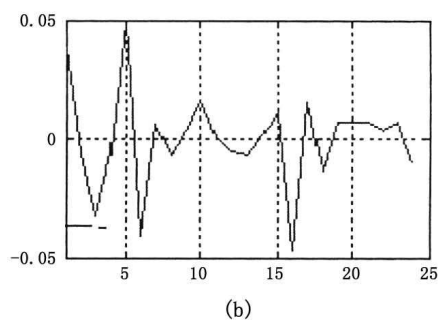
(b) 误差分析图

图 4

第一组



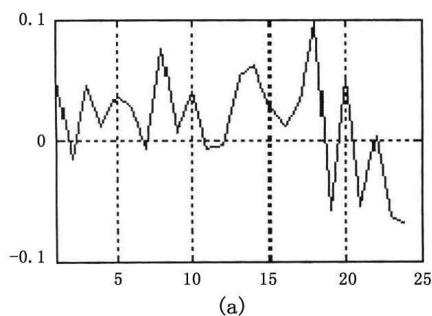
(a) 上传感器每点输出误差比较曲线图



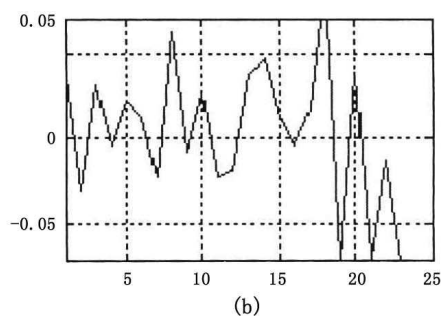
(b) 误差分析图

图 5

第二组



(a) 上传感器每点输出误差比较曲线图



(b) 误差分析图

图 6

(3) 传感器输出线性研究。

图 5(a) 和 (b) 的横坐标为采样点数, 无单位; 纵坐标为玻璃厚度测量误差值, 单位为 mm。

图 6(a) 和 (b) 的横坐标为采样点数, 无单位; 纵坐标为玻璃厚度测量误差值, 单位为 mm。

结论分析: 本次第二组实验的显示曲线普遍偏离零点上方, 出现了较小的系统误差。正负误差和偏离中心误差都超过了 0.05mm, 误差较大, 误差波动也较大。两组实验也没有出现同一点重复性误差。

5 结束语

玻璃是国家建设中非常重要的基础材料, 成品玻璃的厚度是否达到要求是玻璃质量好坏的重要技术指标。在玻璃生产线中采用实时在线厚度测量系统, 对于提高玻璃成品质量、减少原料浪费具有很大的意义。本文采用的基于激光三角法的激光三角位移传感器在小型化、高速度、非接触、高精度等方面表现出了较强的优

越性。特别是, 其扫描测头可以非接触方式测量易划伤物体, 具有接触式测头无法替代的作用。本课题还将需要进一步的研究和改进的地方。比如: 测量误差的研究; A/D 卡采样速度的提高、信号的进一步处理、测量精确度的提高以及高温状态下的测量准确性的提高等。

参考文献

- [1] 韩超, 王小妮. 基于 MATLAB 的红外 / 射线图像增强方法研究 [J]. 红外, 2008, 29(2): 1-4
- [2] 胡庆英, 尤政, 罗维国. 激光三角法及其在几何量测量中的应用 [J]. 宇航计测技术, 1996, (4): 10-14.
- [3] 石成英, 姜勤波, 王少龙, 等. CCD 激光微位移测量头在应用中的问题及对策 [J]. 激光杂志, 2004, 25(4): 78-79.
- [4] Powell G L. Floating Glass Thickness Measurement On-Line [J]. Non Contact System Announced, Glass International, 1989, 25(12): 61-65.
- [5] Zhang Qinyan, Li Dongsheng. Research for large area ribbons thickness on-line measuring method [C]. IS MTH, Wuhan, 1993, (2): 1133-1138.

简 讯

短波红外行扫描摄像机

美国 Goodrich 公司提供一种短波红外线阵数字视频行扫描摄像机。这种摄像机基于该公司具有专利权的 InGaAs 探测器工艺技术, 能在室温下操作, 没有活动

部件, 使用标准的玻璃光具。摄像机中使用的探测器线阵具有 256、512、1024 元等多种规格和多种几何形状, 其像元也可以 $25\mu\text{m}$ 或者 $50\mu\text{m}$ 的间距排列。这些线阵的标准工作波段为 800nm 至 1700nm, 但也可以扩展到 1100nm 至 2200nm 波段。不管是以连续的还是触发的扫描模式, 摄像机都能提供 14bit 的数字输出。

□ 顾聚兴