

面向包装物品的激光扫描测径系统设计

张伟科

(沈阳理工大学, 沈阳 110159)

摘要: **目的** 为适应包装物品测径的需求, 设计面向包装物品的激光扫描测径系统。**方法** 通过研究激光扫描技术在测距方面的应用, 设计出适合包装物品测径需求的激光扫描测径系统装置, 原理是将光源设计为可见激光, 将包装防护的物品通过可见激光的测量扫描后, 经过光电转换程序将光信号转化为电信号。转换后的电信号再经数据处理系统进行整理, 得出准确结果, 并在激光扫描测径系统中显示出来。**结果** 该装置具有数字化的通信接口, 与 PC 机连接组成智能化的包装物品测径装置, 可对激光信号转化成电信号进行整理、分析和处理, 并进行实时跟踪、监控, 形成记录, 如在包装物品扫描测径过程中出现意外时, 能及时反馈给控制系统。**结论** 该激光扫描测径系统实现了包装物品的全自动化、快速、精确测径, 可靠性高, 可进行动态、流水化、实时在线检测, 同时对包装物品没有损伤。

关键词: 包装物品; 激光扫描; 在线测量; 测量精度; 自动测量

中图分类号: TS207 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)11-0100-05

Design of Laser Scanning Diameter Measurement System for Packaged Goods

ZHANG Wei-ke

(Shenyang Ligong University, Shenyang 110159, China)

ABSTRACT: This work aimed to design a laser scanning diameter measurement system for packaged goods to meet the demand for diameter measurement of packaged goods. This paper designed a laser scanning diameter measurement system device meeting the demand for diameter measurement of packaging materials based on the study on application of laser scanning technology in terms of distance measurement. The principle was to use visible laser as the light source, after measurement and scanning of the packaged goods with visible laser, the light signals were transformed into electric signals. The transformed electric signals were arranged using data processing system to get accurate results, which were displayed in the laser scanning diameter measurement system. The device had a digitized communication interface, which was connected with the PC to constitute the diameter measurement device for packaged goods, and could transform the laser signals into electrical signals followed by arrangement, analysis and processing. Real-time tracking and monitoring were realized, forming records. If accidents occurred in the process of scanning diameter measurement of packaged goods, the information could be feedback to the control system. The laser scanning diameter measurement system could achieve fully automated, fast and precise diameter measurement, with high detection efficiency, high reliability, and capability of dynamic, streamline and real-time online testing, and meanwhile causing no damage to the packaged goods.

KEY WORDS: packaged goods; laser scanning; line measurement; measurement accuracy; automatic measurement

收稿日期: 2016-01-22

基金项目: 辽宁省科学计划 (2012217005); 辽宁省科学事业公益研究基金 (2012004002)

作者简介: 张伟科 (1965—), 男, 河北秦皇岛人, 硕士, 沈阳理工大学讲师, 主要研究方向为计算机视觉、智能检测与控制。

随着电子商务产业的发展,越来越多的物品通过快递物流进行流通。在流通过程中,物品包装是一次物流行为的起点,其包装防护在该次物流运输过程中具有显著的地位和作用,是必备的要素之一。其中,物品包装尺寸与物品的契合程度与包装效率都会影响物品的流通效率与运输安全。对于物品尺寸的精确快速测量,能够最大程度地满足物品包装与物品的契合度。以往的人工测径方式或者是粗略估算一般效率跟精度都较低,已经不能适应包装物品的发展。

经过近十多年的研究和现代化科学技术的发展,物流物品的包装防护途径、手段和花样越来越多,导致包装后的物流物品在物品包装尺寸与物品的契合程度方面的测径需求带来了诸多不便^[1]。这是因为,物流物品的测径不仅要求效率高、速度快、可靠性高,更重要的是已经面临着测径自动化、实时处理数字化、测径程序智能化的要求^[2]。传统的人工静态、点触式测径效率低、出错率高,已经越来越不能满足现代化技术要求,必将被动态、流水化、实时在线检测系统所取代。随着可见激光测径检测技术的发展^[3-4],已经成为了一种高效的检测手段,在国内外物品包装尺寸和物品的契合程度方面有了广泛应用^[5]。

可见激光测径检测技术^[6-7]在测控方面取得了长足的发展,是一个全新的领域,是实现测径自动化、实时处理数字化、测径程序智能化的有效途径。可见激光测径系统原理上应用可见激光作为测径扫描的工具,对流水线上的包装物品进行高效、高速、高可靠性的非接触式测量。由于其具有非接触式的功能,在测径过程中检测对象不受任何影响,能够适用于各种冷热、软硬和不规则的物品,因此被作为在线检测包装物品外形尺寸的发展方向。

1 激光扫描测径原理

测量原理见图 1。首先从可见激光发生器发出一束的激光光束射向位于可见激光发生器斜对面的激光反射镜,其中,激光反射镜与可见激光发生器具有一定的夹角。当激光光束经过激光反射镜的 2 次反射后,达到扫描转镜,扫描转镜具有一定的发散作用。扫描转镜通过其独特的反射棱面的反射作用,射向准直透镜。准直透镜能够将扫描转镜发散的可见激光光束转化为一道平行的激光光束,利用这道平行的激光光束就可以实现对包装物品动

态、流水化、实时的在线非接触式检测。此时经过被测对象的激光光束通过聚光镜的已经带有了包装物品的尺寸等信号特征,光电接收器对这束激光信号特征进行聚集接收,然后通过激光信号转化成电信号,并实时对电信号进行整理、分析和处理^[8],便获取了包装物品的包装尺寸和物品的契合程度等信息。

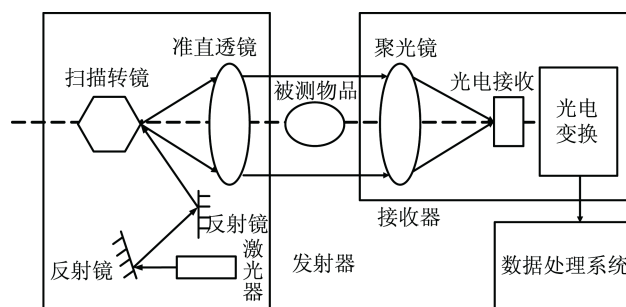


图 1 可见激光测径扫描原理

Fig.1 Principle of visible laser scanning diameter measurement

由图 1 描述的激光扫描测径的原理可知,准直透镜转化的平行激光光束通过被测对象后,能够发生激光的调制效应,从而赋予了激光光束被测对象的信号特征,这种信号特征再经过转化、处理、分析和实时结果显示。可以通过下面的公式进一步说明,假设被测包装物品是圆球形,其直径设为 D ,那么检测对象直径 D 可通过式(1)来表示。

$$D = vt \quad (1)$$

式中: v 为扫描速度; t 为扫描时间。当 v 为定量,如果检测出被测对象影响激光光束的时间 t ,那么通过对转换成电信号的信号特征进行实时的整理、分析和处理,便可获得被测对象的直径 D 。激光光束的时间 t 可以通过对时钟脉冲的检测来获取。

同时,从公式(1)可知,激光扫描测径的原理仅仅考虑了 v 和 t 这 2 个变量。在应用过程中,激光扫描测径设计的因素非常多,具有动态的特征,而且受到扫描速率、激光光束强弱等的影响。为了满足高效、高速、高可靠性的非接触式测量要求^[9-10],就有必要设计一套具有优异动态扫描特征的激光扫描测径系统,下面对它进行讨论。

系统工作的理论扫描速度 v 为

$$v = 2wf \quad (2)$$

式中: w 为扫描转镜角的扫描速度; f 为扫描光学系统焦距。

当 w, f 确定后, v 为常数。根据可见激光测径系统自身的特征,其扫描速度 v 往往并非为一个常数,所表征的是可见激光光束在被测对象主面扫描的速

度,意味着像高 H 随时间的变化率,因此进一步推

导出其扫描速度特性方程 v :

$$v = \frac{[k_2 \sin(\theta - \varphi) - \sin^2(\theta - \varphi)] \cos(\theta - 2\varphi) + k_1 \cos \varphi - k_1}{\cos(\theta - \varphi) \cos^2(\theta - 2\varphi)} 2\omega R \frac{1}{\cos^2(\theta - 2\varphi)} 2\omega f \quad (3)$$

式中: k_1 为 $\cos \theta$; k_2 为 $\sin \theta$; v 为扫描速度; R 为扫描转镜的内切圆半径; ω 为扫描转镜的角速度; f 为扫描光学系统的焦距; θ 为激光束在扫描转镜的入射角; φ 为扫描转镜的角位移。

由公式(1)可知,激光扫描测径的原理仅仅考虑了 v 和 t 这 2 个变量,然后公式(3)说明了在实际检测过程中速度 v 非理论上的扫描速度 $2\omega f$,它是一个变量,受到 φ 的影响,并与 φ , R , f , θ 有关。当 $v \neq 0$ 时,就会引起测量误差。同时时间 t 也会受到检测系统中时钟频率和电机转速等因素的影响。可见, v 和 t 都不是绝对独立的参数。

通过公式(1)—(3)可知,可见激光扫描技术的设计和应用可以实现通过对包装物品外形尺寸的测量来转化为脉冲时间间隔的测量。这样就能够有效实现动态、流水化、实时在线非接触式检测,提升检测的可靠性。

2 激光扫描测径系统设计

通过对激光扫描测径系统的原理进行分析,设计了测径系统的各硬件组成和参数,同时结合后期对转换成电信号的信号特征进行实时的整理、分析和处理的要求,将系统设计为单片机^[11-12]、激光发射与接收、显示、通讯等部分,见图 2。

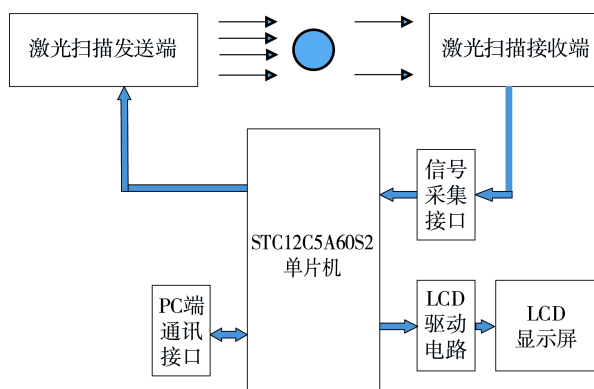


图 2 激光扫描测径系统结构

Fig.2 Configuration of the laser scanning diameter measurement system

激光扫描测径系统单片机的主要控制芯片可采用具有稳定抗干扰优点的 STC12C5A60S2 单片机^[13],该款单片机主控芯片搭配 22.1184 MHz 晶振可实现 9600 bps 波特率下对串口数据收发的稳定性及对数

据处理的快速性。在 LCD 显示屏的选择上,选用 Nokia 5110 液晶显示屏,LCD 显示屏的驱动电路采用 PCD8544 芯片实现。其中,PC 端的连接通讯口采用 RS-232 电平转换芯片。

2.1 激光扫描发射端

激光器选用苏州新桥电子科技有限公司研发的激光传感器,精度为 ± 1.5 mm,测量频率最高在 7 Hz 以上。激光类型为 620~690 nm,激光等级为 II 级,功率 < 1 mW。激光扫描发射端主要由控制开关与激光发射器组成,单片机通过控制开关与激光发射器相连。系统进行扫描测径时,单片机通过 I/O 口输出高电平信号,闭合控制开关,使得激光发射器开始工作,发出激光信号。同时,控制芯片等待接收端信号的采集,激光发射器控制电路见图 3。单片机通过 P1.0 引脚输出高电平,控制三极管的导通,控制激光发射器启动。

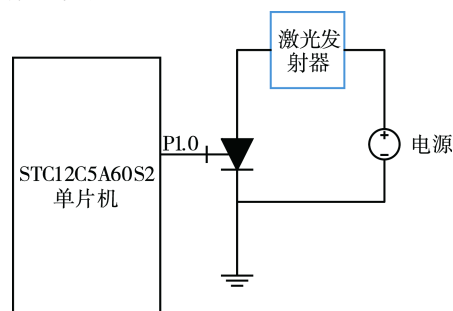


图 3 激光发射器控制电路

Fig.3 Control circuit of laser transmitter

2.2 激光扫描接收端

激光扫描传感器在启动扫描后,会将测量结果以一定频率发送给信号采集接口电路,采集接口将信号转换后发送给单片机进行处理显示。相关电路见图 4,激光接收器发送数据采用串行总线方式。由于单片机端的串行接口为 TTL 方式,因此需要通过 MAX232 芯片进行信号转换。

2.3 测径系统软件设计

系统主程序流程见图 5。主程序完成系统的初始化,并控制激光发射器的启停,采集激光接收器的数据,根据测量结果进行检测、判断、显示、上传工作。

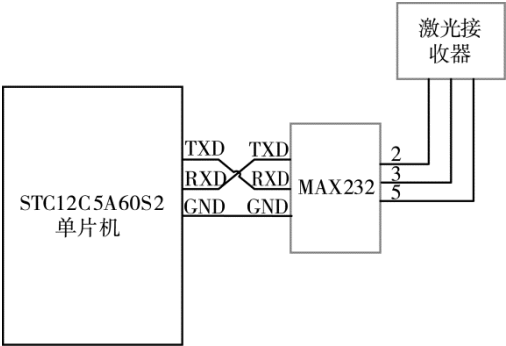


图 4 激光发射器接收采集电路
Fig.4 Receiving acquisition circuit of laser transmitter

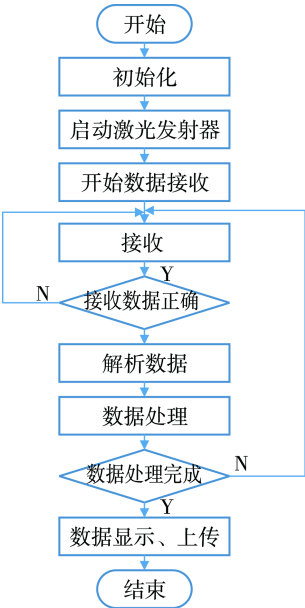


图 5 系统主程序流程
Fig.5 Flow chart of main program of system

3 实验结果

通过激光扫描测径系统设计，制备的面向包装物品的激光扫描测径系统实物见图 6。



图 6 面向包装物品的激光扫描测径系统
Fig.6 Laser scanning diameter measurement system for packaged goods

系统开启后，等待开始按键按下，LCD 出现提

示信息“等待测量”。当开始键按下，LCD 出现“开始测量”，单片机通过控制器给激光发送器发送启动命令。当收到激光传感器回应信号后，单片机向激光传感器发送连续测量命令。当再次接收到激光器回应信号后，记录激光扫描所用时间。根据激光扫描速度计算出物品直径，并显示到液晶屏上。激光扫描测径装置操作及结果显示见图 7。紧接着发送关机命令给激光传感器，激光传感器关机后，整个测量过程结束。



图 7 测量操作及结果显示
Fig.7 Measurement operation and result display

4 系统方案的优势

通过实际应用检测，面向包装物品的激光扫描测径装置检测效率高，可靠性高，可进行动态、流水化、实时在线检测。后期对电信号进行整理、分析和处理实时，包装物品尺寸的检测方面具有重要的推广应用价值。该面向包装物品的激光扫描测径装置价格低，PC 端的连接通讯口采用电平转换芯片后，能够对激光信号转化成电信号进行整理、分析和处理，从而实现包装尺寸和物品的契合程度等检测的动态、流水化、实时在线的自动化。

5 结语

该激光扫描测径系统实现了包装物品的全自动化、快速、精确测径，该系统测量速度快，检测效率高，可靠性高，可进行动态、流水化、实时在线检测，同时对包装物品没有损伤。该装置具有数字化的通信接口，与 PC 机连接组成智能化的包装物品测径装置，可对激光信号转化成电信号进行整理、分析和处理，进行实时跟踪、监控，形成记录，如在包装物品扫描测径过程中出现意外会及时反馈给控制系统。由此可见，该系统具有广泛的应用前景。

参考文献：

[1] 王一，程大林，任永杰，等. 透射式激光扫描测径技术

- [J]. 光电工程, 2011, 38(7):64—68.
WANG Yi, CHENG Da-lin, REN Yong-jie, et al. Transmission Laser-scanning Diameter Inspection Technology [J]. Opto-Electronic Engineering, 2011, 38(7):64—68.
- [2] 孟秀玉, 曹巨江, 陈秀梅. 药品自动包装生产线监控系统设计[J]. 起重运输机械, 2008(12):54—55.
MENG Xiu-yu, CAO Ju-jiang, CHEN Xiu-mei. Monitoring and Control System for Automated Medicine Packaging Line[J]. Hoisting and Conveying Machinery, 2008 (12):54—55.
- [3] 王洋, 颜昌翔, 胡春晖, 等. 非接触式扫描反射镜转角测量系统[J]. 光学精密工程, 2014, 22(4):850—855.
WANG Yang, YAN Chang-xiang, HU Chun-hui, et al. Non-contact Rotation Angle Measurement System for Scanning Mirrors[J]. Optics and Precision Engineering, 2014, 22(4):850—855.
- [4] 罗胜彬, 宋春华, 韦兴平, 等. 非接触测量技术发展研究综述[J]. 机床与液压, 2013(23):150—153.
LUO Sheng-bin, SONG Chun-hua, WEI Xing-ping, et al. Review for the Development and Research of Non-contact Measurement Technology[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2013(23):150—153.
- [5] 袁得春, 韩玉杰. 计算机控制激光在线检测木材表面粗糙度[J]. 东北林业大学学报, 2010, 38(5):126—127.
YUAN De-chun, HAN Yu-jie. Computer-based Online Monitoring of Wood Surface Roughness by Laser Measurement[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2010, 38(5):126—127.
- [6] 朱嘉, 李醒飞, 谭文斌. 基于激光干涉仪的测量机几何误差检定技术[J]. 机械工程学报, 2010, 46(10):25—30.
ZHU Jia, LI Xing-fei, TAN Wen-bin. Method of Geometric Error Detection for Measuring Machine Based on Laser Interferometer[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2010, 46(10):25—30.
- [7] 郭隐彪. 激光检测技术的发展[J]. 激光与光电子学进展, 2006, 43(10):71—73.
GUO Yin-biao. Development of Laser Detection Technology[J]. Laser & Optoelectronics Progress, 2006, 43 (10):71—73.
- [8] 丁大尉, 纪淑波, 王立志. 光电式钢轨磨损实时检测系统[J]. 中国铁道科学, 2006, 27(1):64—67.
DING Da-wei, JI Shu-bo, WANG Li-zhi. Photoelectric Real-Time Detection System for Rail Abrasion[J]. China Railway Science, 2006, 27(1):64—67.
- [9] 邵伟, 张琳, 李仕春. 非接触式机器人测控系统的开发[J]. 机床与液压, 2007, 35(6):157—159.
SHAO Wei, ZHANG Lin, LI Shi-chun. Development of Noncontact Robotic Measuring and Control System[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2007, 35(6):157—159.
- [10] 王晓丽, 段春霞, 周阳. 高精度非接触式自动外径测量方法研究[J]. 仪表技术与传感器, 2011(8):79—81.
WANG Xiao-li, DUAN Chun-xia, ZHOU Yang. High Precision Non-contact Automatic Diameter Measurement Methods[J]. Instrument Technique and Sensor, 2011(8):79—81.
- [11] 罗宁, 李柏年, 杨昊, 等. 基于红外测距传感器的倒车雷达系统设计[J]. 价值工程, 2013(20):244—245.
LUO Ning, LI Bo-nian, YANG Hao, et al. Design of Reversing Radar System Based on Infrared Distance Sensor [J]. Value Engineering, 2013(20):244—245.
- [12] 宋凤娟, 付侃, 薛雅丽. STC12C5A60S2 单片机高速 A/D 转换方法[J]. 煤矿机械, 2010, 31(6):219—221.
SONG Feng-juan, FU Kan, XUE Ya-li. Method of High Speed Transformation of A/D of STC12C5A60S2 SCM [J]. Coal Mine Machinery, 2010, 31(6):219—221.
- [13] 崔国丽, 车喜龙. 基于 STC12C5A60S2 与 AD620 的小信号采集系统[J]. 电子设计工程, 2012, 20(11):112—114.
CUI Guo-li, CHE Xi-long. STC12C5A60S2 and AD620-based Acquisition Systems for Small Signal[J]. Electronic Design Engineering, 2012, 20(11):112—114.
- [14] 张英平, 张朝阳. 基于单片机的逐次比较型 AD 转换电路设计[J]. 阜阳师范学院学报(自然科学版), 2014 (2):54—57.
ZHANG Ying-ping, ZHANG Chao-yang. Successive Approximation Type AD Conversion Circuit Based on Microcontroller[J]. Journal of Fuyang Teachers College (Natural Science Edition), 2014(2):54—57.