

多通道数字化快门速度测试仪的设计与实现

唐美玲, 刘振江, 张晓辉

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130022)

摘要: 多通道数字化快门速度测试仪主要应用于幕帘式相机快门有效曝光时间的测试。在像面上的不同点设置多组光电接收器, 将像面接收到的光信号转换为电信号。高速数据采集系统利用 DMA 方式按时序对各接收器的曝光信号进行实时瞬态数据采集。采集数据经计算软件处理, 得到各点处的快门有效曝光时间。利用软件解决了瞬态信号与实时采集同步的问题。测试系统简单可靠、测试结果显示直观。

关键词: 幕帘式快门; 多通道快门; 速度测试; 瞬态数据采集

中图分类号: TB853.1 文献标识码: A

1 引言

随着计算机技术特别是微机的快速发展, CPU 处理能力的增强, 总线吞吐能力的提高和标准化以及显示器技术的进步, 使仪器的信号分析和处理、测量结果的表达与输出等功能都可以利用计算机来完成。计算机的高速计算能力和宽大的显示屏更好的实现了传统仪器的功能, 使得数字化测试仪器快速发展起来。

快门是照相机的主要机构, 它用来精确地控制像面曝光时间。快门速度(也称有效曝光时间)是评价照相机性能的主要技术指标之一。快门的原理和结构因照相机的种类和用途而异, 因而对不同种类的快门要求的快门速度测试仪也不同。

本文介绍一种将光电测试技术与微计算机相结合, 针对大画幅相机, 利用数字化技术测试幕帘式快门速度的数字化快门速度测试仪。

2 快门测速原理

幕帘式快门位于照相机的焦平面上, 快门开启后随着幕帘狭缝的移动, 照相机像面逐条进行曝光。理想情况下, 狭缝经过时, 像面某点的曝光曲线如图 1 所示。根据曝光量的定义, 曝光量是照相机像面(胶片)上某点, 在快门曝光时间内, 单位面积上所接收的光通量。曝光量 H 可表示为:

$$H = \int_0^T E(t) dt = \int_0^{T_1} E(t) dt + \int_{T_1}^{T_1+T_0} E(t) dt + \int_{T_1+T_0}^{T_1+T_0+T_2} E(t) dt \quad (1)$$

将曝光曲线近似为一等腰梯形, 在 T_1 与 T_2 时间内的曝光量积分值相同, 则有:

$$H = 2 \int_0^{T_1} E(t) dt + \int_{T_1}^{T_1+T_0} E(t) dt \quad (2)$$

快门的有效曝光时间 T_e 表示用某档光栏时, 底片实际感光时间长短的当量时间, 即让一定数值的光量通过同一孔径的理想快门, 使像面上某点得到与之相同数值的曝光量所需要的时间, 表示快门实际曝光的大小。根据曝光量方程 $H = E \times T_e$, 有效曝光时间为:

$$T_e = H / E_0 = \int_0^T E(t) dt / E_0 \quad (3)$$

式中: E 为像面某点的照度; E_0 为像面某点在快门全开时的最大照度; H 为照度和时间所构成的曲线包络的面积, 即曝光量。

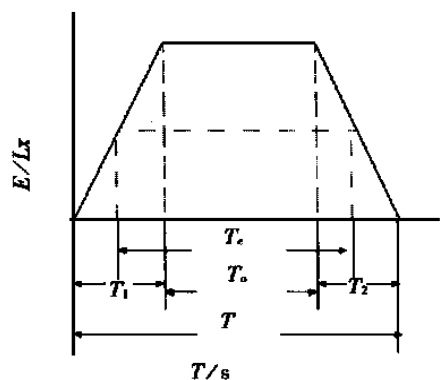


Fig. 1 Exposure curve in the focal plane

利用光电转换装置对曝光信号进行光电转换,将光信号转换为电信号。数据采集系统采集转换后的电压值,输入计算机进行处理。则有效曝光时间的计算转化为电压数据 $V(t)$ 与时间 t 所构成的曲线包络的面积与梯形信号高 V 的比值。

$$T_e = \frac{\int_0^T V(t) d(t) / V}{V} \quad (4)$$

3 测试系统

测试系统主要由光源,光电信号接收器,及放大电路,高速数据采集及转换系统和计算机组成。其结构如图 2。本系统采用三路组件式接收装置,置于一个像面靠背上,在像面的不同视场进行接收。测试系统采用轻便、灵敏度高、响应时间快的 PIN 光电二极管,高速放大电路与光电二极管采用封装形式,整个结构简单轻便,三路接收电路插在一个像面靠背上,可方便拔插,能在不同的像面视场进行接收。

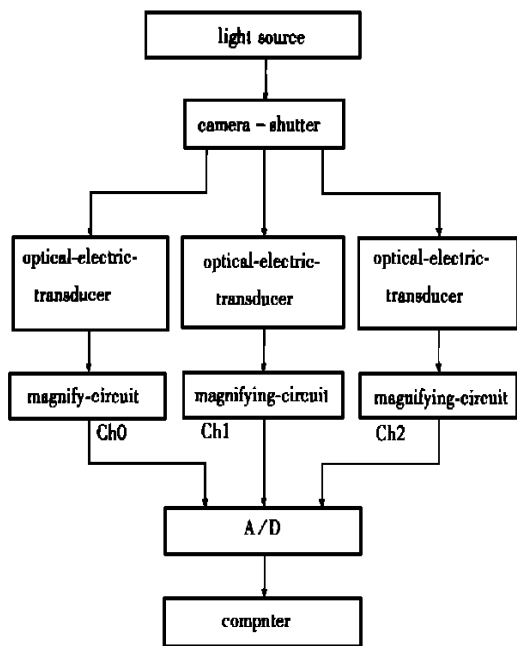


Fig. 2 Structure of the test system

4 数据采集

4.1 瞬态信号采集

本测试系统采用的 A/D 转换器件为 ADC1220,该器件为 12 位模数转换器,最高采样速率 200kHz。设置 A/D 数据传输方式为 DMA

方式(直接存储器存取方式),A/D 采集卡输入模式设为单通道模式,三路光电接收电路分别接通采集卡的 0、1、2 通道,根据不同的快门时间档,采用不同的采样频率。

采集系统必须解决的问题是保证数据采集与瞬态信号同步。DMA 方式是外设与存储器之间直接进行数据传送的方式,在数据传送的过程中,它不需要 CPU 的参与,不必执行指令,而是在一种硬件 DMAC 的控制下完成数据的传输,提高了数据的传输速度。我们通过软件设置采样阈值,根据被测信号波形的前沿过程的长短和采样频率估算出预采样点数。计算机对 DMAC 进行初始化,设置存放数据的 RAM 地址、传输方式和字节数。传输数据字节数设为预采样点数。DMAC 的数据传送与应用程序对采样值进行处理及数据的存储同时进行。

当进行 DMA 传输时,外设中的数据被传送到内存中事先分配好的缓冲区,为使 CPU 有足够的时间进行数据处理等操作,应给 DMA 数据传送分配两个内存缓冲区,一个缓冲区被 DMAC 装入数据时,另一个缓冲区的数据被应用程序使用,两个缓冲区轮换被装入 DMA 传输数据,形成一个循环存储器。缓冲区的大小要选择适当,以使 CPU 在缓冲区交换之前完成必需的数据处理。当应用程序判断到 DMA 传输的数据大于阈值时,记录缓冲区的数据。重新初始化 DMAC,进行新的 DMA 传输,对整个曝光信号进行数据采集。

4.2 实时数据采集的实现

当对计算机键入开始采集命令后,设置 A/D 采集卡的 0 通道接通开始进行数据采集,初始化 DMAC,进行数据的采集传输与阈值判断。快门按下时,随着幕帘狭缝的移动,像面上三路光电接收器顺次接收到曝光信号。第一路曝光信号采集完成后,立即设置接通第二路接收电路,重新初始化 DMAC,数据采集与存储过程与第一路相同。第三路与此过程相同。整个曝光过程通过计数采集得到,采样点数根据快门曝光时间的长短及采样速率确定。

本系统的测量程序用 Turbo C2.0 编写,软件部分主要由主程序及功能子程序组成,完成数据采集、处理、参数计算、图形显示等功能,其主程序框图如图 3 所示。

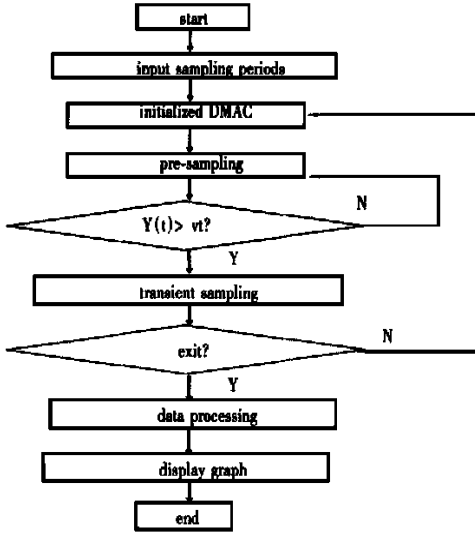


Fig. 3 Main program of the test system

一路光信号大致成一个等腰梯形,因钢片的运动有一定的加速度,所以信号脉宽逐渐变窄。本测试系统在功能上满足测试要求。对本系统的标定利用比对测试方法,对各个通道进行了分别标定。在测试范围内,精度达到5%,可测试画幅尺寸50mm~120mm。本测试系统实用可靠,显示直观,可实现单通道到多通道的测量,体现了数字化仪器的优点。

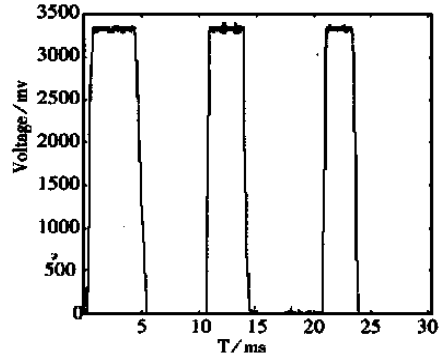


Fig. 4 Three-channel exposal signals

Table 1 The results of functional test

| No | ch. 1(ms) | ch. 2(ms) | ch. 3(ms) |
|----|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 3.213 | 2.974 | 2.250 |
| 2 | 3.477 | 3.143 | 2.352 |
| 3 | 3.387 | 2.917 | 1.045 |

5 实验结果

实验装置利用一个带狭缝的钢片,用弹簧带动钢片移动,模拟横走式幕帘快门。钢片扫过,三路接收装置获得三路光脉冲信号。如图4所示,每

参考文献:

- [1] 雷竹仙,吴仕阔. 快门及快门曝光时间测试仪[J]. 西光技刊, 1987, 9(4): 32-40.
- [2] 沈兰荪. 数据采集技术[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,1990.
- [3] 李贺. 照相机快门微机监测系统的设计与实验研究[D]. 长春:长春光学精密机械与物理研究所,1991.
- [4] 王学良. 基于PCI总线控制器的高速大容量实时数据采集[J]. 光学精密工程, 2000, 8(1): 29-34.
- [5] 秦积容,归绍开. 光电检测原理及应用[M]. 北京:国防工业出版社,1985.

Design of multichannel digital shutter velocity testers

TANG Mei-ling, LIU Zhen-jiang, ZHANG Xiao-hui

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022, China)

Abstract: The multichannel digital shutter velocity tester is mainly used in measuring the exposure time of a camera curtain shutter. Photoelectric receivers are placed at different points in the focal plane, by which the optical signals are converted to electric signals. The test system collects the electric signals through high speed collection channels by the preset order with DMA mode. After data processing, exposure time acquired by the method given in this paper is analysed and measured. The test system is not only accurate, but also reliable. The test results can be visually displayed on the screen.

Key words: curtain shutters; multichannel shutters; speed measurement; transient data collection

作者简介:唐美玲(1975-)女,吉林省吉林市人,1998年毕业于长春光学精密机械学院光电工程系,同年考入中科院长春光学精密机械与物理研究所攻读硕士学位。