

用于条纹相机的计算机图象读出系统

山冰 毛席云 张小秋 王淑岩 李丙乾 常增虎

(中国科学院西安光学精密机械研究所, 西安 710068)

何海恩 胡昕 唐道源

(成都525—77信箱, 成都 610003)

摘要 针对条纹相机的使用要求研制了一套计算机图象读出系统,其特点是采用了积分时间可变的单次外同步 CCD,保证了瞬时结果的准确读出,从而可进行绝对测量;软件上采用 WINDOWS 编程,界面规范清晰易操作,数据处理充分考虑了条纹相机的使用特点,开放性的数据结构使得处理功能的扩展十分容易。

关键词 CCD;条纹相机;图象采集;同步测量

0 前言

随着高速摄影技术的飞速发展,与之相配的读出设备也更新很快,近年来计算机图象读出系统因其结果处理的快速直观,数字化输出,处理功能丰富等在条纹相机的结果读出上起到了很大作用¹。

变象管条纹相机的输出特点是在荧光屏上输出一瞬时图象,读出系统的主要功能就是要将此瞬态图象数字化后存入计算机,并对此数字化的图象进行相应处理。以往的读出系统多用硅靶摄像机或普通电视制式 CCD,其工作状态为逐行或隔行扫描,这对瞬态图象的读出非常不利,因为图象的余辉时间为 ms 量级,电视制式扫描一场就需要 20ms,从而会失去许多信息,无法做到条纹相机输出结果的绝对测量²。

针对以上问题,我们在这套系统中采用了非标准制式的 CCD,其特点是 CCD 的整个成象面可以同时曝光,并且加外同步信号后可以使 CCD 的曝光与外信号严格同步,从而极适于瞬态现象的测量。

1 系统构成

整个系统包括微机、图象卡、CCD 和镜头,如图1所示,省掉了以往类似系统中的图象监视器。

CCD 采用了美国 EG&G 公司的 MC4005 慢扫描科学 CCD 摄像机,其象元尺寸为 $27 \times 27 \mu\text{m}$,比一般 CCD 的象元尺寸大两倍以上,因此动态范围较大;且因芯片尺寸大而减小了镜头从条纹相机输出屏到 CCD 的缩小倍率,从而减小

了因镜头引起的畸变及通光损失。另外此 CCD 的工作模式为整个 512×512 成象面同时曝光,避免了以前标准的隔

行扫描模式所造成的对瞬态图象拍摄的不确定性,同时 CCD 可在外同步信号下工作,从而可与所要拍摄的瞬态图象精确同步。

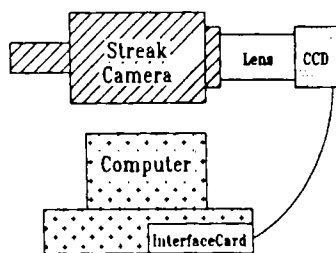


图1 系统框图

Fig. 1 Diagram of the readout system

收稿日期:1995—10—07

图象卡用于控制 CCD 曝光及实现图象采集,工作时接到因手动或外触发引起的信号后即产生一脉宽从 $3.2\mu\text{s}$ 到 200ms 可调的曝光控制信号,该信号送入 MC4005 摄像机,用来控制 CCD 的曝光. CCD 以此曝光时间积分后,就向图象卡输出一幅图象,图象卡将信号数字化并存入图象卡中供主程序调用. 存入图象卡的图象在计算机内直接映射内存 E000 段,主程序可直接读取计算机内存 E000 段来得到图象数据,这样能十分有效地提高图象显示和处理的速度. 图象卡与 MC4005 接口采用 RS422 接口,这种接口传输距离远,抗干扰能力强.

耦合镜头用于将条纹相机荧光屏上的输出图象再次成像到 CCD 靶面上. 在这种系统中,影响象面清晰度的主要因素是系统噪音,为了减少噪音,就光学系统而言应尽量提高透镜的相对孔径,在我们这个系统中相对孔径达到了 $1/0.7$. 此外设计中还充分考虑了视场中心和边缘的一致性,并做到了无畸变、工作距离短等要求. 透镜组的主要技术指标为 $f_1 = 69.1\text{mm}$, $f_2 = 52.3\text{mm}$, $D/f = 1/0.75$, 线视场 $\Phi = 24^\circ$, 放大倍率 $\Gamma = 0.76$.

由于所编制的系统软件工作在 WINDOWS 环境下,并且工作时要进行 256 色 512×512 图象显示,所以对计算机的要求是: 386 以上微机, 4M 以上内存, 256 色 800×600 显示模式.

2 条纹相机输出结果的特点与讨论

条纹相机所输出的结果是在荧光屏上显示的--瞬态图象,其余辉时间为 MS 量级,一般空间分辨率为 15 lp/mm 左右. 我们所用的条纹相机的输出屏大小为 $\varnothing 25\text{mm}$, 读出系统的观测范围为其内接正方形,约 $17 \times 17\text{mm}$. 我们所用的 CCD 象元尺寸为 $27 \times 27\mu\text{m}$, 象元数 512×512 , 分配到观测窗中约为每毫米 30 个象元,以 5 个象元对应 1 线对计算机极限分辨率约为 6 lp/mm . 达不到条纹相机的空间分辨率,所以整个系统的空间分辨率主要受限于 CCD 的象元数.

对于所输出的二维图象,沿扫描方向为一维时间分辨,沿狭缝方向为一维空间分辨,从而可用于得到一维空间(或光谱)随时间的变化.

对所得到的二维图象一般以开窗积分的方式来获取需要的信息,即沿扫描方向开窗得到某一空间(或某一谱段)随时间的变化曲线,沿狭缝方向开窗得到某一时刻空间(或谱线)的分布曲线. 因此条纹相机主要的数据处理就是开窗积分及对积分曲线的处理. 而对于图象处理则没有特殊要求,用一般的通用图象处理软件即可完成.

3 软件操作系统

系统的软件包括核心软件和外围软件. 核心软件是我们所编的软件,针对条纹相机的输出与处理特点包括两个程序:

1) STREAK IMAGE: 用于图象采集、图象显示、开窗积分及一些简易的图象处理,并可将以前的读出系统所得到的非标准格式的图象文件转换为标准格式. 此外,程序在启动时会自动检测计算机内是否配有 CCD 及图象卡,即使没有图象卡,仍可执行除图象采集以外的所有功能,所以整个软件系统可以运行在一般的微机上,提高了系统的实用性.

2) STREAK CURVE: 用于积分曲线的处理,可同时显示管理 8 条曲线,并对曲线进行各种处理,还可进行上升时间、下降时间、FWHM、AREA 等曲线参数的自动测量,亦可用光标测量曲线的各种参数.

如上节所讨论,条纹相机读出系统的重点在于开窗积分及积分曲线的处理,因此我们在研制这套系统时大大加强了其它数学处理软件所不具备的曲线处理的内容,而省掉了以往用户很少用到且一般商业软件即可完成的图象处理部分,这样系统的界面更加清晰易操作. 同时系统以标准格式存储图象文件,可使用外围商业软件直接调用这些文件来完成较复杂的图象处理功能.

上述软件全部采用 WINDOWS 编程,由此就带来了对计算机硬件配置无特殊要求、软件操作界面规范、可执行多任务等一系列优点.

系统的外围软件是一些已成熟的商业软件,因为我们编制的核心软件所输出的数据文件均为标准

格式的,所以可以直接用这些商业软件来进行进一步的规范处理. 我们为用户推荐的软件包括:

1) Photo Shop 2.5 for Windows: 这是市面上最好的图象处理软件之一,可进行图象文件的各种处理,并将图象打印输出到各种图象输出设备上(如打印机、光绘机等).

2) Sigma Plot 1.0 for Windows: 主要用于积分曲线的再处理,可进行 FFT、曲线拟合、曲线间任意运算等更高级的数学处理.

3) Hijaak Pro 2.0 for Windows: 可实现各种标准图象格式间的转换,用于将其它图象转换成 DIB 格式以供 STREAK IMAGE 调用.

图2及图3给出了对条纹相机输出的两个处理结果.

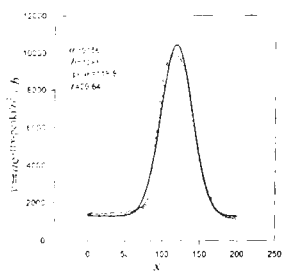


图2 对条纹相机所测的激光脉冲的高斯曲线拟合
Fig. 2 Gaussian fit of a measured laser pulse.

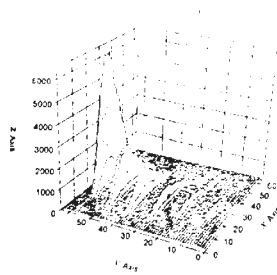


图3 条纹相机扫描象的三维图. 图中Y轴为时间,峰峰间距为500ps

Fig. 3 3D graph of a result of streak camera. Y axis represents time. The time interval between peaks is 500ps.

4 应用

目前这套系统已为上海光机所及九院二所各研制了一套,分别配置在我所研制的可见光条纹相机和软 X 射线条纹相机上,使用良好. 图4所示为读出系统用户界面及配置在条纹相机上的照片.

参考文献

- 1 Vysores M V, et al. Proc. of SPIE 1988, 1032: 782~785
- 2 高峰, 张儒瑞. 光子学报, 1995, 24(2): 107~111

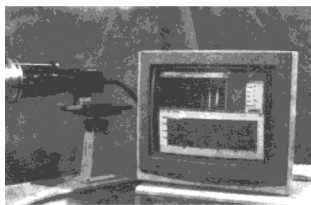


图4 读出系统照片

Fig. 4 A photograph of the readout system

A COMPUTER BASED IMAGE READOUT SYSTEM FOR STREAK CAMERA

Shan Bing, Mao Xiyun, Zhang Xiaoqiu, Wang Shuyan, Li Bingqian, Chang Zenghu

Xi'an Institute of Optics and Precision Mechanics, Academia Sinica

Xi'an, Shaanxi, 710068, China

He Hai'en, Hu Xin, Tang Daoyuan

P. O. Box 525-77, Chengdu 610003

Received date: 1995-10-17

Abstract A computer based image readout system for streak camera was developed. In this system a slow-scanning CCD was used to ensure the synchronization of CCD with other phenomena. So it's suitable for precise measurements. The software of the system was developed under Windows. The system interface is concise and its operation is easy. Its data processing is consistent with the features of the streak camera. Its open data structure makes it easy to enhance the system.

Keywords CCD; Streak camera; Synchronous measurement; Windows

Shan Bing was born in 1965, graduated from Wuhan University in 1985, and did his M. Sc at Institute of Solid Physics, Academia Sinica. He has been working in Xi'an Institute of Optics and Precision Mechanics from 1988. His scientific interests are ultrahigh speed photography and high voltage ultrafast electrical pulse.

