

# 一种新的脉冲同步 CCD 数据处理技术

凌鸣逸 林尊琪

(中国科学院上海光机所, 上海 201800)

**提要** 介绍了用于激光参数测量 CCD 数据系统特有的同步要求及 CCD 的改装方法, 着重介绍了最新研制的脉冲同步 CCD 数据系统及相应软件。

**关键词** 脉冲激光, CCD, 同步, 改装

## 1 引言

当前用 CCD 探测器进行光学参数的测量已相当普遍。从使用范围看, 大体可分为用线阵 CCD 及面阵 CCD 探测。大多数 CCD 是针对连续激光或高重复率激光而配备的。对于脉冲激光, 如果需要进行光斑探测分析测量, 那么首先需要解决同步问题。已有诸多解决方法, 但尚未形成统一规范。市场上也没有产品化的脉冲式 CCD 数据系统。事实上, 同步方案将最终决定脉冲同步 CCD 数据系统方案。

## 2 CCD 同步技术分析

一般 CCD 内部固有的同步机制是帧同步机制, 原理是当外触发信号到达时, 等过当前一帧扫描的剩余时间, 在下一帧扫描开始时积分、采集数据。这种同步机制要求被摄物停留或出现时间大于或等于 CCD 帧扫描周期。而一般 CCD 帧扫描周期约为几十毫秒, 高速的可达毫秒左右。对于纳秒级光脉冲进行光参数测量, 有两种解决方法, 第一种是在 CCD 前附加长余辉时间的荧光屏; 第二种方法是改装 CCD 驱动电路, 研制相应的后续图像处理卡及软件。对于方法一, 由于长余辉时间的荧光屏的空间分辨率较差, 引入的非线性效应也不能忽视, 故只能在一般低精度测量场合或探测 CCD 本身不能响应波段的光时使用。对于方法二, 通过对 CCD 内部驱动电路的改装, 使其同步方式能适应直接式脉冲激光测量要求。

一种较多采用的方法是, 对视频式面阵 CCD 进行改装, 并用它进行了脉冲激光场图的拍摄。原理如图 1 所示, 将 CCD 头部驱动电路中的帧周期控制信号取出, 用它去控制脉冲激光的电源系统, 从而控制脉冲激光出现的时刻, 最后达到两者的严格同步(电容放电到激光器出光的时间间隔可在  $1\sim 100\ \mu\text{s}$  之间)。

这种同步方式的优点是改装过程比较简单, CCD 后续的传输、图像及软件系统都不需要作任何改动, 只要保证在引出帧周期控制信号时, 不要带入太多噪声。缺点是这种脉冲式 CCD

数据系统应用范围比较窄。首先,如果要实现多个参量测量,那么困难较大。由于 CCD 帧周期控制信号是连续不断的方波串,各个 CCD 按各自晶体振荡器输出各自的控制方波,相互间的相位关系是随机的,合拍的可能性随着 CCD 个数增加而减小,这是该方案致命的弱点,而且对于远距离测量也是有问题的,因为控制线太长、太多,这会引起许多不稳定问题,从而使整机稳定性下降。

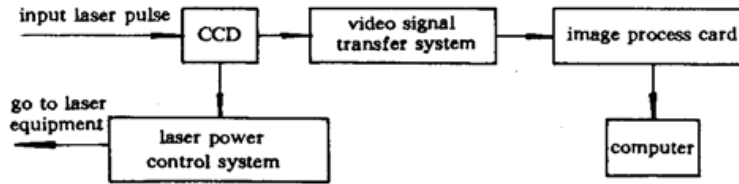


Fig. 1 Gernel CCD circuit re-arrangement principle

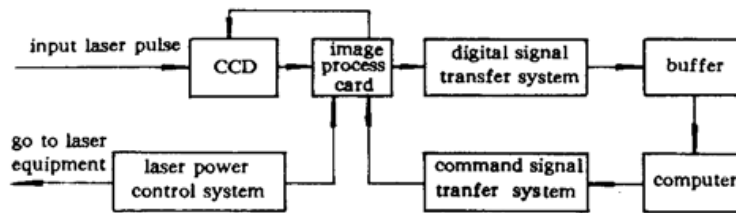


Fig. 2 Our new CCD circuit re-arrangement principle

### 3 一种新的 CCD 改装方案

我们已研制了一种新的,适合于单次短激光脉冲探测的 CCD 探测方案。将 CCD 头部驱动板上的晶体振荡器拔去,所有控制信号由前置的图像卡提供,外触发控制信号经图像卡处理后再转向 CCD 头部,外触发控制方波的宽度为 CCD 像素的积分时间。其原理如图 2 所示。

这种改装方法的优点是,平时 CCD 始终处于等待、清零状态,只有当外触发电信号到达时才开始积分,只要将光脉冲的持续时间段控制在外触发时间方波之内,那么就能保证抓住整幅图像。这个方案易于适应多路拓展和远距离测量等要求。既有相对的独立性,又有很好的统一性。缺点是 CCD 后续电子线路全部需要专门设计、研制,没有现存品可以购买,配套软件也需自己研制开发。但由于后续数据采集、传输、分析、处理部分全部由自己开发,这部分误差产生和传递可以得到人为控制,各种校正处理可以任意进行,可谓一劳永逸。所以,在大量使用 CCD 做测量的脉冲激光系统中,配备这样的 CCD 数据系统还是值得的。

### 4 配套激光图像采集和分析、处理

在中文 Windows 环境下,能够处理多达 8192 个点的一维曲线和 2048×2048 点阵的二维图像。能够观察任意的位图文件内容。如果像素数据为 8 位的字节数据或单精度浮点数据,则数据文件可以直接被软件读取处理;否则,需要将图像文件转化为上述两种形式之一。数据存放格式为顺序存放形式,即从左到右,从上到下,没有附加的控制字节数据。软件大体上能适应近 600 个选项的变化,而且绝大部分操作仅用鼠标的左、右按钮就可完成。

本软件主要分四个部分,分别为 Mykernel. dll, Mycalc. dll, Mygraph. dll 和 Liap. exe。另外,

还有附属的 Datapick.dll 和 Collect1.exe, Collect2.exe。  
其关系和功能如图 3 所示。

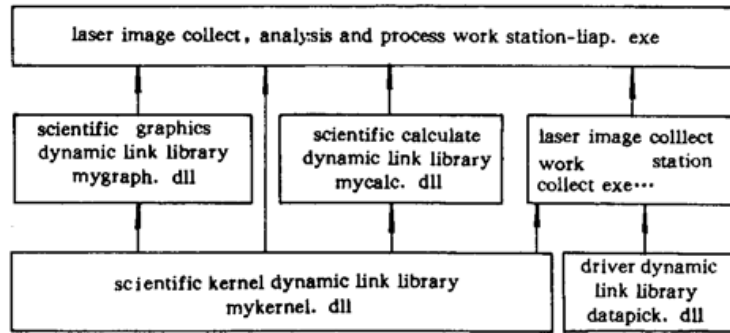


Fig. 3 The structure of laser image analysis and processing software

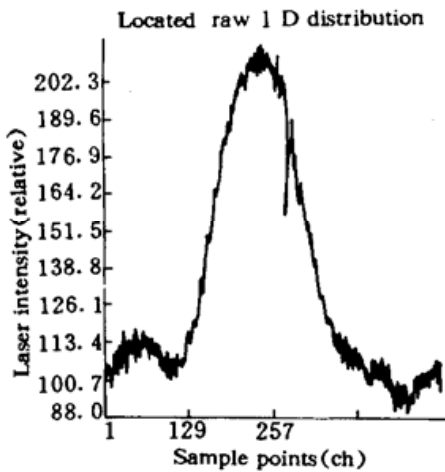


Fig. 4 It can display 1D distribution among 2D image and can process its details

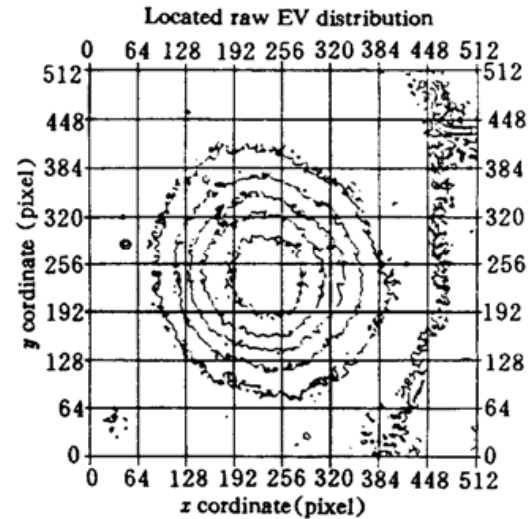


Fig. 5 With drawing equal value curves, it can give 2D distribution about image

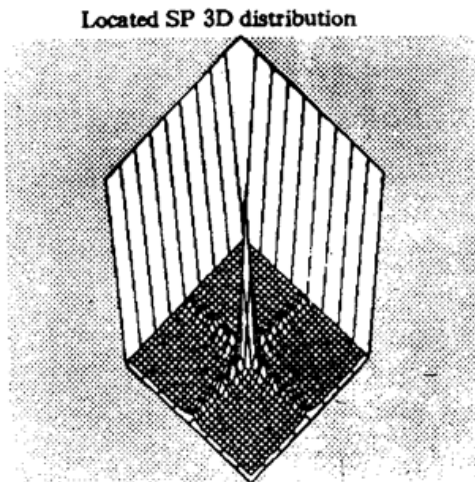


Fig. 6 Through calculating 2D spectrum, we can achieve messages on aspect of laser near area

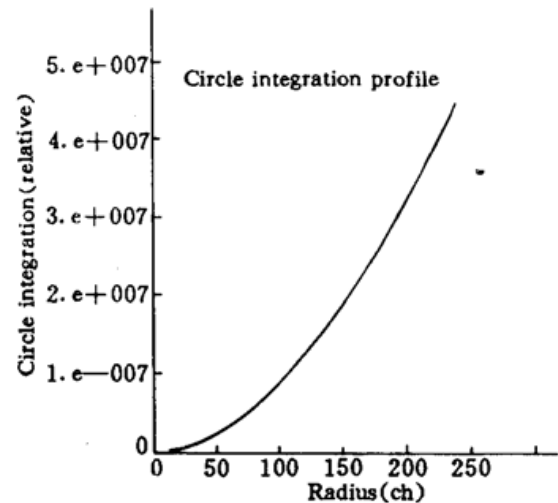


Fig. 7 Through calculating curve of energy via radius and defined energy radius, we can directly achieve many messages on aspect of laser far area and others

图 4~图 7 是该软件采集、分析、处理了一个激光瞄靶远场图得到的结果样例。

## 5 结 论

我们研制开发的这种 CCD 脉冲同步数据处理技术,可用于多参数、单脉冲大型激光测量系统中,也能适应连续激光或高重复率激光测量。

### A New Pulse Style CCD Data Processing Technology

Ling Mingyi Lin Zunqi

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800)

**Abstract** This paper describes special synchronization requirements of CCD data system in laser parameters measurement, and CCD rearrangements. A pulse synchronized CCD data system developed in this lab very recently and its relevant software are emphasized.

**Key words** pulsed laser, CCD, synchronization, rearrangement

## 大功率全固化绿光激光器

最近,我们利用中国科学院物理所生长的 Nd:YVO<sub>4</sub>, KTP 晶体和福建物构所生长的 LBO 晶体,采用角度相位匹配的 KTP 腔内倍频和温度相位匹配的 LBO 腔内倍频,成功地研制了一台 LD 泵浦的全固化大功率绿光激光器。

对 KTP, LBO 这两种非线性晶体的腔内倍频特性进行了系统的研究。KTP 晶体按 I 类相位匹配方向切割,尺寸为 3×3×5 mm; LBO 晶体按 I 类相位匹配方向切割,尺寸为 3×3×12 mm。晶体的两端均镀有 1.06 μm 和 0.53 μm 的双色增透膜。激光器采用三镜折迭腔结构,端面泵浦,腔内倍频。LD 和 Nd:YVO<sub>4</sub> 之间采用光纤与透镜耦合,腔长约 210 mm,选用的 Nd:YVO<sub>4</sub> 晶体的 Nd 离子掺杂浓度为 1%,尺寸为 3×3×3 mm。泵浦光波长为 808 nm。当泵浦光功率为 7.8 W,用 KTP 倍频, I 类相位匹配( $\theta = 90^\circ$ ,  $\varphi = 23.5^\circ$ ),得 532 nm 单横模连续波功率最大输出 613 mW,光-光效率达到 7.86%,斜效率为 10%。激光器结构紧凑,输出性能稳定。

(冯宝华 吴 星 何京良 王建明 肖 莹 赵宗源 许祖彦

中国科学院物理所,北京 100080 1996 年 8 月 23 日收稿)