

桁架梁挠度 CCD 测量系统

王春雨* 丁杰雄 文吉

(电子科技大学电子机械系 成都 610054)

【摘要】介绍了一种自行设计制造的专用电荷耦合(CCD)测量系统。该系统在单片机的控制下采集、存储、处理CCD接收系统输入的光点位置信号,并通过远程通信接口将所得结果传至计算机中由PC机测量软件进行存储、显示和处理,可以对桁架梁上多点挠度进行实时监测。经长期运行表明,该系统具有快速准确、使用方便等特点,可广泛应用于需多点监测的各种场合。

关键词 挠度; 电荷耦合器件; 远程通信接口; 单片机

中图分类号 TB123

桁架在自重或载荷的作用下产生的挠度可以用多种位移传感器测得,但这些测量方法需要有良好的基础,在大型桁架梁测量现场,难于找到这种基准,给挠度测量带来极大的困难,而采用电荷耦合器件,并利用激光进行实时挠度测量,即可以解决这个难题。

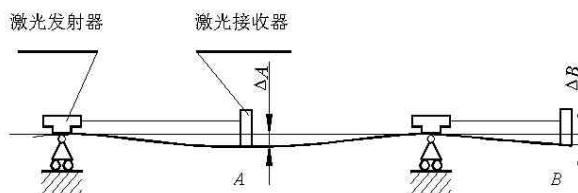


图1 测量原理示意图

如图1所示,在桁架梁的支点上方安放激光发生器,在需要监测挠度的位置(A、B)放置激光接收器。激光器采用浮动支承,使其射出的光线恒定为水平方向,当放置于梁上监测点处的激光接收器随梁的变形而产生位移(ΔA 、 ΔB)时,激光束照射在接收器上的位置亦产生与位移相等的变化,通过检测接收器上的光斑位置即得到被测点处梁的挠度。

CCD电荷耦合器件是一种微型图像传感器^[1,2],既有光电转换功能,又具有信号电荷的存储、转移和读出功能,能把一幅空间域分布的光学图像,变换成一系列按时间域分布的离散信号。它具有灵敏度高、光谱响应宽、动态范围大、不怕震动和潮湿及成本低等特点,线阵CCD作为一种高灵敏度光电传感器,已广泛用于工业非接触检测和控制中^[3]。

本文介绍的桁架梁挠度实时检测的电荷耦合(CCD)测量系统由CCD接收系统、单片机测量系统和PC机测量软件三部分组成^[4,5],系统框图如图2所示。该系统采用线阵CCD为传感器,以8031为控制核心,在单片机系统和PC机软件之间建立了可靠的通信,能在比较恶劣的条件下获取、显示、存储、处理和比较桁架的挠度值。该测试系统具有快速准确、稳定可靠、操作简便的特点。

1 CCD接收系统

激光接收器采用线阵CCD器件,该器件是由1024个相互独立的MOS光敏单元构成。在半导体(Si)衬底上,生长一层二氧化硅,再蒸涂一定形状的金属层作为电极,在金属电极上加正电压时,电极P型区内的多数载流子(空穴)被排斥,从而形成耗尽区,对少数载流子(电子)来说作用恰好相反,他们被吸引到耗尽区中,即耗尽区对电子来说相当于一个势能很低的势阱。此时,光束从背面或正面射入光敏单元内产生电子—空穴对,光生电子将被势阱所吸收,形成一个电荷包。线阵CCD

一般采用双沟道线型结构,它采用三相脉冲使电荷包转移,在光敏区的两边设有读出寄存器。在多个金属电极中,以每三个电极为一组,组成一个传输单元,在各传输单元对应的三个电极上,分别施加三相脉冲电压,各势阱与之相对应依次变化,电荷包即随势阱的变化产生移位,实现电荷包传输作用。电荷传输的最后输出装置是在最右边电极的一侧扩散的一个N型区作为电荷收集区,它与衬底之间形成P-N结,当电荷包中电子传输到达时就被该收集极收集,在电阻上流过电流,并转化为电压信号输出,输出的幅值依次与原存于对应势阱中的电荷包的电荷数成正比,形成串行输出。

如图3所示,当第L~H光敏单元被适当波长的光照射时,在单元中产生电荷积聚,积聚的电荷数量与所接受的光能量成正比。利用驱动脉冲使积聚的电荷依次向最右边的读出寄存器转移,并还原成电压信号输出,从而得到CCD器件所受光照的帧信号即图4中的模拟信号。图4中,选通信号用于提供帧起点,二值化信号是模拟信号与基准阈值的比较结果,用以提高信号传输的可靠性。

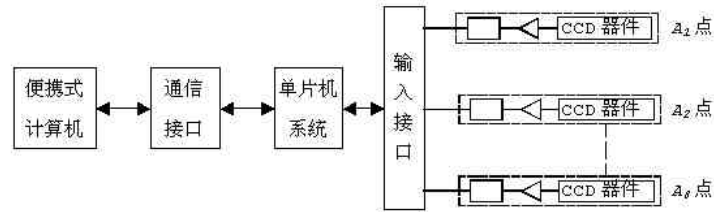


图2 系统框图

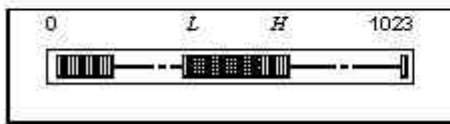


图3 线阵CCD结构示意图

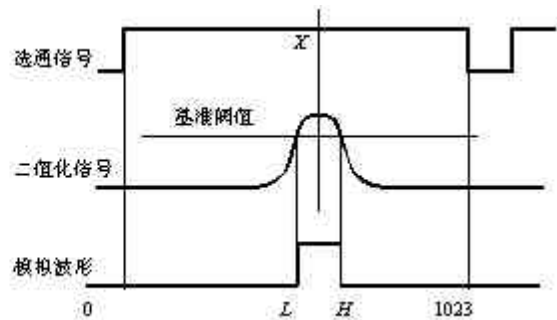


图4 模拟信号与基准阈值相比较得到二值化信号

由图4可知,光斑中心位于 $(L+H)/2$ 单元处,每单元宽度 $14\mu\text{m}$,即距第0单元的距离 X 为

$$X=7(L+H)$$

2 单片机测量系统

单片机系统的原理框图如图5所示。单片机测量系统核心采用了8031单片机作为控制芯片,使用8255A可编程并行I/O接口芯片来扩展并行接口,CCD信号经光耦隔离后输入8255,输出数据则通过MAX232A接口芯片发送给便携式计算机,单片机通过激光控制继电器来控制激光发射源的开闭。

由于单片机系统与PC机距离较远,直接通过RS232接口连接必然引起信号较大的衰减,从而引起数据失真。本系统在单片机系统的MAX232A芯片和PC机的RS232接口上各加了一个RS232/485转换器,能够有效地抑制信号失真,延长了有效通信的距离。

在硬件电路的设计中,要考虑电导通路耦合噪声的影响^[6]。采用隔离技术用光电耦合器把CCD部分的数字信号耦合到单片机系统中,具有完全电隔离的功能,其电流能量传输方式能有效提高抗干扰性能,消除了电导通路噪声的影响。

单片机系统能同时处理多路CCD测量信号,每路CCD信号包含数据信号、选通信号和采样起始信号。这些信号通过6个光电耦合电路接到8255的A、B、C口上。单片机在一定时间范围内

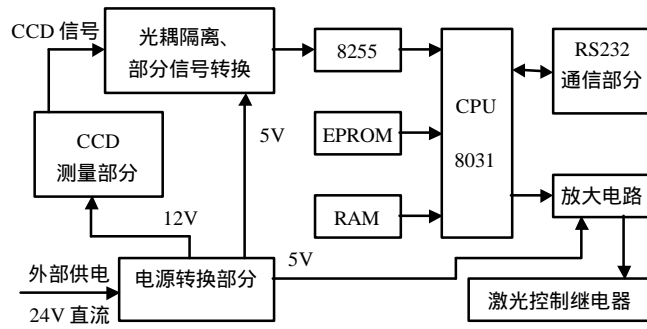


图 5 单片机系统的原理框图部分

采集并存储 CCD 的数据信号，再对所得信号进行分析计算，得到光点位置值并将其通过串口发送至 MAX232A，由 PC 机对数据进行进一步处理。

CCD 光点信号一帧包含 1024 位数字信号，代表某一时刻 CCD 器件的受光情况，位值为 1 表示此点受到激光照射，为 0 则相反。在理想情况下，位值为 1 的点连续分布，而其余则为位值为 0 点。显然，光点中心在连续受光点的中心处。但由于激光强度在光点边缘处相对较弱且考虑外界杂散光干扰等因素，实际所得光点信号和理想情况有差别，表现在位值为 1 的点在受光区域连续分布而在其余点并不完全为 0。要找到光点中心，就必须剔除干扰信号，寻找连续位值为 1 点的起始和终点位置，光点中心即为二点的中点。图 6 为单片机软件中寻找光点中心位置子程序的程序流程图。

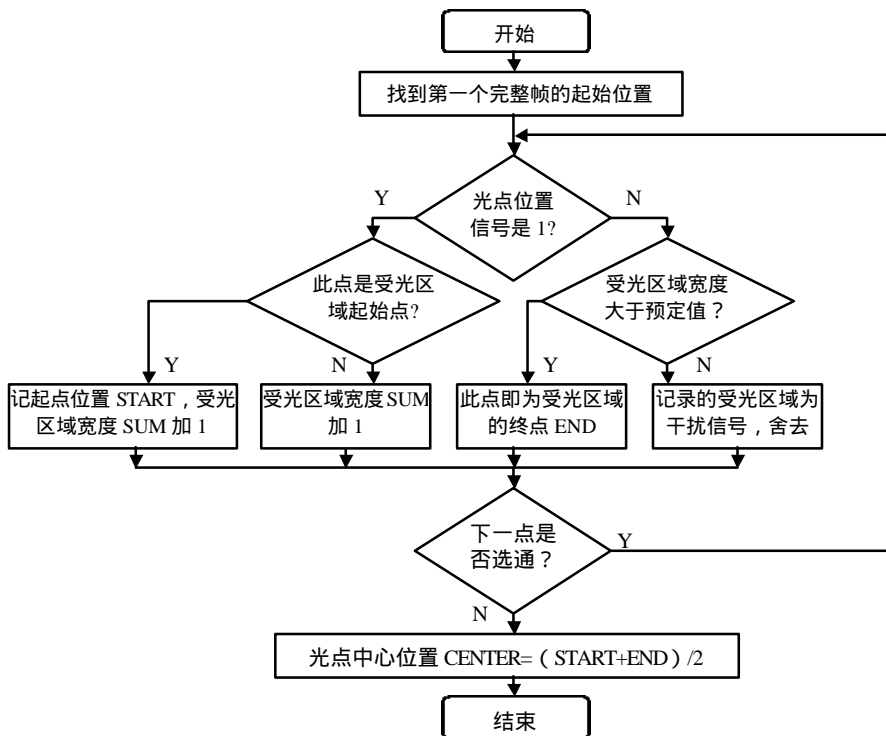


图 6 寻找光点中心位置的算法

3 结束语

桁架梁挠度 CCD 测量系统经现场较长时间运行表明,具有较高的测量精度和速度,且操作简便易用,测试结果直观,系统性能稳定可靠,达到了设计要求,该系统克服了手工测量的不足,具有很好的在线性、实时性和较高的抗干扰能力。

参 考 文 献

- 1 Karasev , Vladimir . Charge-coupled devices and CCD system . SPIE-the International Society for Optical Engine,1996
- 2 蔡文贵. CCD 技术及其应用. 北京. 电子工业出版社. 1992
- 3 Cheng Ming . Application of CCD linear matrix in millikon oildropse xperiment . Journal of University of Electronic Science and Technology of China , 1998,27 (2):181~184[陈 鸣. 线阵 CCD 在密立根油滴实验中的应用. 电子科技大学学报, 1998,27 (2):181~184]
- 4 胡汉才. 单片机原理及其接口技术. 北京. 清华大学出版社, 1999
- 5 Zhu Yaping ,Yang Chengzhong ,Zhu Zhonggan .Application of single-chip microcomputer in detection of diesel engine' s operation condition .Journal of University of Electronic Science and Technology of China , 1998, 27(2) :148 ~150[朱亚萍,杨成忠,朱钟淦. 单片机在柴油机工况检测中的应用. 电子科技大学学报, 1998,27 (2) : 148 ~150]
- 6 刘振安. 微型机应用系统抗干扰技术. 北京. 人民邮电出版社, 1991

A CCD Measurement System for the Deflection of Truss

Wang Chunyu Ding Jiexiong Wen Ji

(Dept. of Electromechanics, UEST of China Chengdu 610054)

Abstract It describes a kind of Charge-Coupled Device(CCD) Measurement System for special use . Under the control of the single-chip microcomputer subsystem, the measurement system can collect, save and process the positioning signal of laser spots from CCD, then sends the result to computer for storage, display and processing through far-distance communication interface, and with the system it can detect the deflection of truss at multi points at the same time . Through a long time operation, it shows that the system has the characteristics of celerity, accuracy and convenience, and also it can be widely used for multi-point measurement and detection .

Key words deflection; charge-coupled device; far-distance communication interface; single-chip microcomputer