

文章编号:1671-251X(2014)01-0097-04 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.026
周良平,王文华,徐乐年. 基于 CCD 的三维垂线坐标仪设计[J]. 工矿自动化,2014,40(1):97-100.

基于 CCD 的三维垂线坐标仪设计

周良平¹, 王文华², 徐乐年²

(1. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029; 2. 山东科技大学 信息与电气工程学院, 山东 青岛 266510)

摘要:针对现有垂线坐标仪存在只能测量一个方向的位移变化的问题,设计了一种基于 CCD 的三维垂线坐标仪,给出了仪器的组成及测量方法;详细介绍了仪器平行光源电路及基于 CPLD 的 CCD 时序驱动电路设计。试验结果表明,该仪器工作稳定,数据处理方便快捷,实现了对由井壁变形造成的水平和竖向位移的精确测量。

关键词:三维垂线坐标仪; CCD 传感器; 平行光源电路; CPLD 驱动

中图分类号:TD178 文献标志码:A 网络出版时间:2013-12-31 09:56

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.026.html>

Design of 3D vertical plumb line coordinator based on CCD

ZHOU Liangping¹, WANG Wenhua², XU Lenian²

(1. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China; 2. College of Information and Electrical Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, China)

Abstract: In order to solve the problem that existing vertical plumb line coordinator can only measure displacement change in one direction, a 3D vertical plumb line coordinator based on CCD was designed. Composition and measurement method of the instrument were given, and circuits of parallel light source and CCD timing drive based on CPLD were introduced in details. The experiment result shows that the instrument is stable, fast and convenient for data processing, so as to realize accurate measurement of horizontal and vertical displacements caused by the deformation of mine shaft.

Key words: 3D vertical plumb line coordinator; CCD sensor; circuit of parallel light source; CPLD drive

0 引言

立井井筒是煤矿生产的关键部位,关系着矿井的安全和生产,其破裂事故的发生将会对国家经济造成重大损失。从井壁出现细小裂隙到发生破裂事故,是一个渐进演化过程,而井壁的位移是这个过程中最直观的显现,通过对井壁的水平及竖向位移的监测,可以及时了解到井壁的变形情况,防止进一步的破坏,这对煤矿的安全生产有着非常重要的作用。

近年来,对井壁变形位移的监测由最初的人工测量,发展到集采集、监测、传输和管理于一体的自

动化测量,由接触式测量发展为非接触式测量。垂线测量法是观测井壁变形位移的一种简便而有效的方法,垂线坐标仪的种类多种多样,有步进式、电感式、涡流式、光电式等,而基于 CCD(Charge Coupled Device, 电荷耦合器件)的光电式垂线坐标仪较前几种坐标仪具有工作稳定、受环境影响较小、数据处理快捷等优点。由于现有的二维 CCD 垂线坐标仪只能测量一个方向的位移变化,故设计了基于 CCD 的三维垂线坐标仪,该坐标仪除了具有普通 CCD 光电式垂线坐标仪的优势外,还能够对水平和竖向位移同时进行非接触式测量。

收稿日期:2013-10-09;修回日期:2013-11-06。

作者简介:周良平(1963—),男,江西丰城人,高级工程师,主要从事水文自动监测方面的研究工作,参加并完成了多项物理模型试验科研任务及 948 项目,并参加了交通部及水利部行业标准制定,E-mail:zlp3611@163.com。

1 仪器的组成及测量方法

基于 CCD 的三维垂线坐标仪在二维垂线坐标仪的基础上,增加了 Z 方向上的平行光源及 CCD 传感器,可完成 X,Y,Z 三个方向上的位移测量。仪器包括 3 个方向的平行光源、CCD 传感器以及 CPLD 驱动电路、信号处理电路、数据处理电路(单片机)等,其组成如图 1 所示。

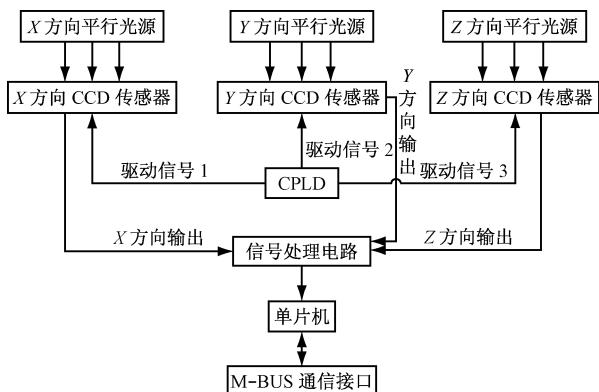


图 1 基于 CCD 的三维垂线坐标仪组成

该仪器的测量方法是采用正垂线法来确定其垂直基准线,为了使 2 个方向的基准互不影响且受光均匀,在水平方向的垂直基准线上固定一个与其垂直的圆盘,作为竖直方向的垂直基准,设计测量示意图如图 2 所示。

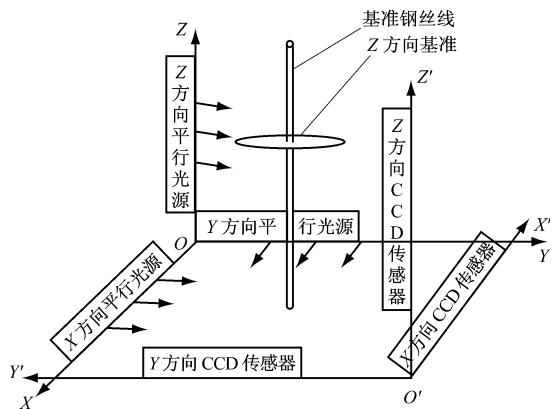


图 2 基于 CCD 的三维垂线坐标仪的测量方法示意图

测量水平位移时,将 4 条由重锤拉直的垂直基准钢丝线分别悬挂在井筒的 4 个方位,垂线坐标仪固定在井壁上。正常情况下,当平行光源均匀入射到 CCD 传感器的光敏面上时,由于光敏单元具有光电转换功能,因而可以将正垂线的“投影”光信号转换成电信号“图像”,然后通过时钟脉冲的控制作用,并利用移位寄存器将电信号顺序输出,这个输出信号就是视频信号;当井壁发生水平变形时,垂线坐标仪随井壁移动,由于垂直基准线位置基本不变,所以

井壁相对于基准垂线的位移就是垂线的相对位移,垂线在 CCD 上的暗区也发生相对位移,通过 CCD 光电信号的转移存储,输出 CCD 的光电信号^[1],经过适当预处理后,送入单片机进行数据处理,从而得知垂线投影在光敏面上的位移情况。

2 平行光源设计

采用 LED 点光源阵列代替传统的激光器来产生所需要的平行光,满足了低功耗和便于调节光强的要求。驱动电路采用 MBI5028 芯片,它有 16 个恒流输出通道,内部含有可以将输入的串行式数据转换为并列式数据输出的串并移位寄存器和输出锁存器,并且具有可编程电流增益功能。MBI5028 最大输出电流值为 90 mA,可以设计 16 个稳定的电流源,只需外接一个电阻,便可调整电流输出值,为 LED 提供均匀稳定的驱动电流。为使光源得到充分利用,此处只采用 12 个稳定的电流源,并用单片机控制 X、Y、Z 三个方向的 LED 光源轮流工作,X 方向的 LED 光源电路如图 3 所示。Y、Z 方向的 LED 光源电路类似。

3 CCD 时序驱动电路的设计

CCD 时序驱动采用基于 CPLD 芯片的驱动法,选用 EPM7128SLC84-15 芯片并通过 VHDL 语言编程来实现对 CCD 的驱动^[2]。EPM7128SLC84-15 芯片由宏单元、扩展乘积项、逻辑阵列块、可编程互连阵列(PIA)和 I/O 控制块 5 个模块组成,并可利用 JTAG 口进行 5 V 电压的片上编程。CCD 驱动脉冲由 EPM7128SLC84-15 提供,通过具有高速特性的 AD8031 对其像素输出电压进行处理后,可以产生像素同步信号和行同步信号,供外部处理器采集 CCD 像元输出。

CCD 选用 TCD1702C,它是一种高灵敏度、低暗电流、7 500 像元的线阵 CCD 图像传感器^[3],其驱动脉冲与输出脉冲波形如图 4 所示,包括 5 路驱动脉冲,其中转移脉冲 SH 的宽度为 1 μs;两相移位脉冲 Φ1 和 Φ2 的频率为 1 MHz,周期为 1 μs;复位脉冲 RS 和箝位脉冲 CP 的周期均为 1 μs,占空比为 1:3;正常输出 OS1 和补偿输出 OS2 是并行输出的。

由图 4 可知,CCD 的每个工作周期包括 2 个阶段,当 SH 为低电平时处于光积分阶段,这一阶段的像是通过光敏区采光实现的,并完成对光生电子的积累。当 SH 为高电平时处于电荷转移阶段,这一阶段 OS1 和 OS2 停止工作,移位寄存器与存储

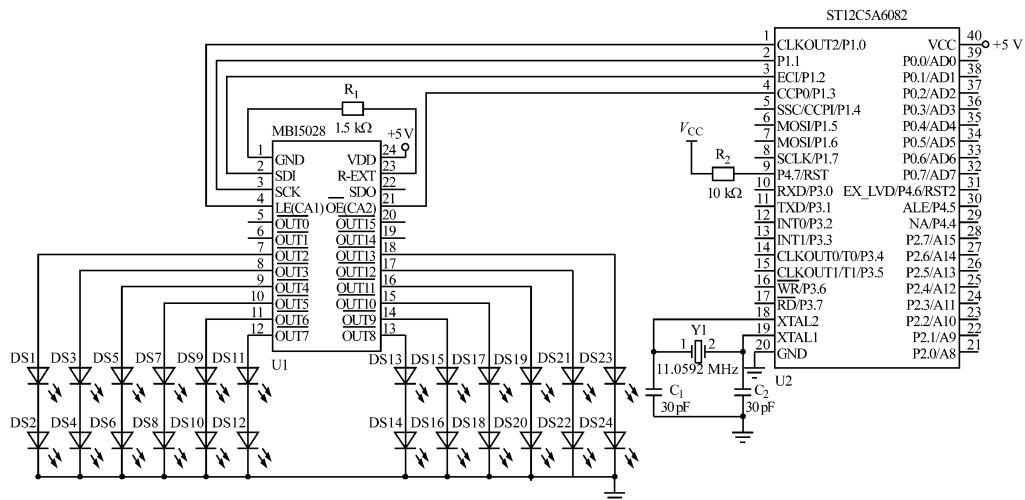


图3 LED光源电路(X方向)

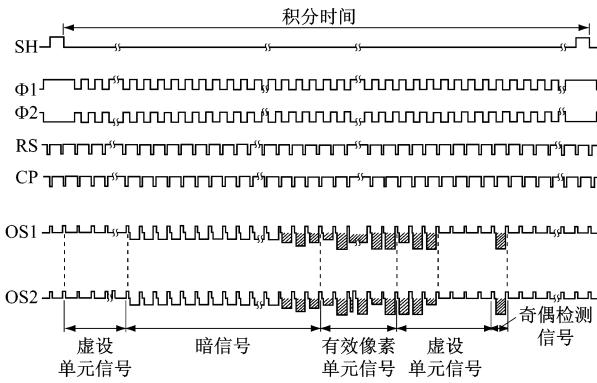


图4 TCD1702C的驱动脉冲与输出脉冲波形

栅不再截止,此时无有效信号从输出端输出。对于两相移位脉冲 Φ_1 和 Φ_2 ,每遇到一个高电平就有一个电荷包输出,所以在一个周期内有2个电荷包输出,复位脉冲也输出2次,且两侧电极的高电平轮流出现。输出脉冲OS1和OS2先输出13个虚设单元信号和51个暗信号,接着7500个有效像素单元信号以及7个信号和1个奇偶检测信号被连续输出,最后输出空驱动。

将驱动电路设计成4个部分,每部分内部程序都用VHDL编写,其驱动电路如图5所示。

U1单元将输入的4 MHz的脉冲信号分频获得1 MHz的方波复位脉冲,其占空比为1:3,同时将输出的1 MHz信号传送脉冲CLK传送到U2、U3、U4单元。U4单元内含4个同步十进制计数器,首先完成对虚设单元、暗信号单元和有效像素单元的计数,输出FC信号,FC的上升沿即为有效像素单元的开始,可作行同步信号;然后根据积分周期的规定,对CLK-1H信号的计数达到设定值后向U2单元发出信号,U2单元根据U4单元传来的信号向U4单元发送CLR和CLR1信号,即令计数器停止工作的复位信号,并将宽脉冲信号WIDEP传送给

U3单元。U3单元将输入的信号CLK-1H和宽脉冲信号WIDEP组合后输出转移脉冲SH和移位脉冲 Φ_1 、 Φ_2 。最后对各路驱动脉冲进行整形和放大,并送至CCD相应输入端以驱动CCD工作。

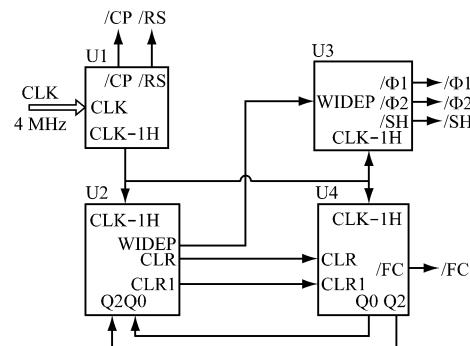


图5 CCD驱动电路

4 CCD信号处理电路设计

4.1 二阶低通滤波电路

由于CCD传感器输出的视频信号包含被测物体信息的高频脉冲信号,为了获取被测信息的幅值信号,需要采用一个低通滤波器将CCD输出视频信号中的高频成分滤掉。为了实现较高精度的测量,此处采用二阶巴特沃思低通滤波器,该滤波器使用元件少,对放大器的要求较低^[4]。二阶低通滤波电路如图6所示。

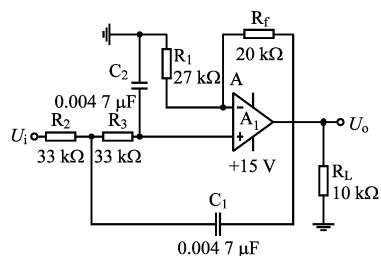


图6 二阶低通滤波电路

4.2 CCD 信号放大电路

CCD 传感器输出的视频信号非常微弱,必须对滤波后的视频信号进行幅值放大后才能送入单片机作进一步的处理。放大电路如图 7 所示。

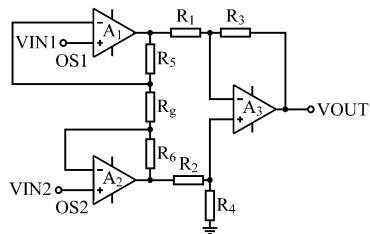


图 7 CCD 信号放大电路

仪表放大器包括两级差分放大电路,且运放 A1、A2 的输入方式是相同的,均为同相差分输入。其中 CCD 的正常输出信号 OS1 由 VIN1 端输入,补偿输出信号 OS2 由 VIN2 端输入。该电路可完成对来自 CCD 的 2 路信号 OS1 和 OS2 的差分运算,不仅实现了对有用信号的放大,还可有效滤除 OS1 中的直流成分。此外,当 $R_1 = R_2, R_3 = R_4, R_5 =$

R_6 时,通过控制 R_g 值的大小便可调节电路增益。

5 结语

介绍了基于 CCD 的三维垂线坐标仪的结构设计、LED 平行光源电路和 CCD 驱动电路设计,并对 CCD 输出视频信号作了预处理。该垂线坐标仪能够同时实现对由井壁变形造成的水平和竖向位移的精确测量。

参考文献:

- [1] 王庆有. CCD 应用技术 [M]. 天津: 天津大学出版社, 2000: 56-57.
- [2] 刘仁伟, 郑坚, 马春庭, 等. 基于 CPLD 和 VHDL 的一种线阵 CCD 驱动电路的设计 [J]. 微计算机信息, 2007, 23(8-2): 296-297.
- [3] 田学隆, 邵佩. 基于 PIC 单片机的 TCD1702C 数据采集系统 [J]. 微计算机信息, 2010, 26(5-2): 86-87.
- [4] 徐新军, 章钦, 袁会敬, 等. 基于 CPLD 的线阵 CCD 驱动的实现 [J]. 中国测试技术, 2006, 32(2): 124-126.

第 23 届全国煤矿自动化与信息化学术会议

暨第 5 届中国煤矿信息化与自动化高层论坛会议纪要

中国煤炭学会煤矿自动化专业委员会与中国煤炭工业技术委员会信息与自动化专家委员会,于 2013 年 12 月 6 日至 7 日在北京召开第 23 届全国煤矿自动化与信息化学术会议暨第 5 届中国煤矿信息化与自动化高层论坛。

出席会议的有来自全国大型煤矿企业集团公司、科研院所、设计院、大专院校等 60 多个单位,95 名代表。

中国煤炭学会煤矿自动化专委会主任、中国煤炭工业技术委员会信息与自动化专家委员会主任孙继平教授介绍了第 23 届全国煤矿自动化与信息化学术会议暨第 5 届中国煤矿信息化与自动化高层论坛征文、论文集编辑出版和会议筹备等情况,布置了 2013—2014 年度专委会工作,并就如何将专委会年会办出品牌、办出特色提出了要求。专委会副主任于励民教授级高工作了《信息与自动化专家委员会工作报告》,专委会副主任刘建功教授级高工作了《煤矿自动化专业委员会工作报告》,专委会副主任马小平教授宣读了“第 22 届全国煤矿自动化与信息化学术会议”优秀论文名单。

大会学术报告由煤矿自动化专委会副主任马小平教授主持,共有 9 位专家教授围绕我国煤矿自动化与信息化建设的热点和前瞻性问题作了学术报告,作报告的专家不仅熟知报告所涉及领域的国内外最新动态,而且都有丰富的实践经验。学术报告理论联系实际,受到与会代表的热烈欢迎。

- ① 孙继平教授: 安全高效现代化矿井监控与通信;
- ② 于励民教授级高工: 矿用隔爆变频器在综采工作面刮板输送机应用研究;
- ③ 刘建功教授级高工: 煤矿低温热能利用研究;
- ④ 马小平教授: 云计算和大数据及其在煤矿应用;
- ⑤ 黄强研究员: 基于物联网的煤矿安全综合监控系统;
- ⑥ 朱尚嵩高工: 煤矿监控与通信新技术;
- ⑦ 龚大力高工: 煤矿安全生产调度指挥系统;
- ⑧ 王鹏高工: 物联网技术与煤矿安全监控系统;
- ⑨ 王文清教授: 矿车动态称重关键技术研究;
- ⑩ 孙继平教授: 矿用宽带无线与有线传输技术。

本次会议共收到应征论文 176 篇,经评审,录用 92 篇,并评选出优秀论文 13 篇。录用的文章收入《第 23 届全国煤矿自动化与信息化学术会议暨第 5 届中国煤矿信息化与自动化高层论坛论文集》。