第 11 卷　第 18 期　2011 年 6 月
1671—1815(2011)18-4228-04

科　学　技　术　与　工　程
Science Technology and Engineering

Vol. 11　No. 18　June 2011
© 2011　Sci. Tech. Engng.

基于线阵 CCD 的钢丝直径测量系统设计

李　焘　周云飞

(华中科技大学数字制造与装备国家重点实验室,武汉 430074)

摘　要　提出了一种基于 ARM 微控制器和线阵 CCD 的钢丝直径测量系统设计方案。在详细分析了线阵 CCD 的工作原理的基础上,利用 CPLD(复杂可编程逻辑器件)高主频和编程灵活的特点来驱动线阵 CCD,并设计了以 ARM 微控制器 STM32F103ZE 为中心的信号处理硬件电路。

关键词　ARM　线阵 CCD　直径测量

中图法分类号　TP368.1;　　**文献标志码**　A

提升钢丝绳质量是矿井提升设备的一个重要组成部分。钢丝绳钢丝为优质碳素钢,直径(0.4—4) mm。过细或过粗,都不能满足要求;或易于磨损腐蚀,或难以保证抗拉和疲劳性能。因此,选择合适直径的钢丝构成提升钢绳,是矿井安全生产中一个值得重视的问题,本系统的设计就是为了解决在选择钢丝构成提升钢绳时确保所选钢丝的直径符合所要求的直径范围,确保矿井提升设备的安全性及可靠性。CCD 是一种新型图像信息的转换和探测器件,通过光电转换可以将尺寸转化成连续输出的电荷信号,经微处理器运算处理可得到钢丝直径的数值,从而完成测量工作[1]。本文采用的是系统的 TOSHIBA 公司生产的 TCD1702C 型线阵 CCD 来作为感光元件,每个像元尺寸为 7 μm×7 μm,可保证 7 μm 的测量精度。主要难点在于如何完善 CCD 驱动时序电路的设计保证 CCD 输出稳定可靠的光电信号。本文采用 CPLD(复杂可编程逻辑器件)来设计线阵 CCD 驱动时序电路,使得整个驱动电路更为精简,节省了 PCB 面积,缩短了设计周期并提高了设计效率,保证了整个电路的可靠性和灵活性。

1　系统结构及硬件设计

1.1　系统总体结构

钢丝直径测控系统原理方框图如图 1 所示。系统以钢丝为检测物体,经过稳定的光源照射,确保 CCD 输出稳定的光电信号。

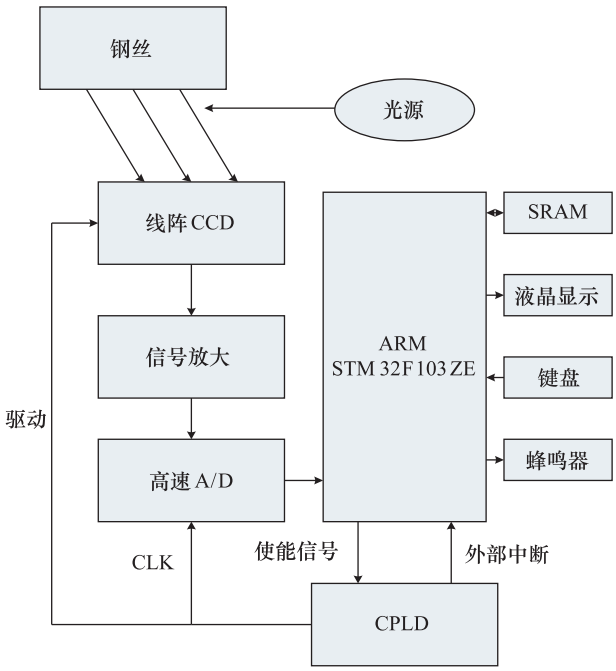

图 1　系统原理方框图

1.2　CCD 驱动设计

本系统采用 TOSHIBA 公司生产的 TCD1702C 型线阵 CCD 来作为感光元件,它具有 7 500 个有效的像敏单元,每个像元尺寸为 7 μm×7 μm,所以可以保证 7 μm 的测量精度。CCD 驱动需要转移脉冲 SH、驱动脉冲 CR1 和 CR2、复位脉冲 RS 和缓冲控制脉冲 CP,这 5 路信号要求的频率为 1 MHz。OS1 为其输出端口,如图 2 所示。

2011 年 3 月 14 日收到,3 月 15 日修改

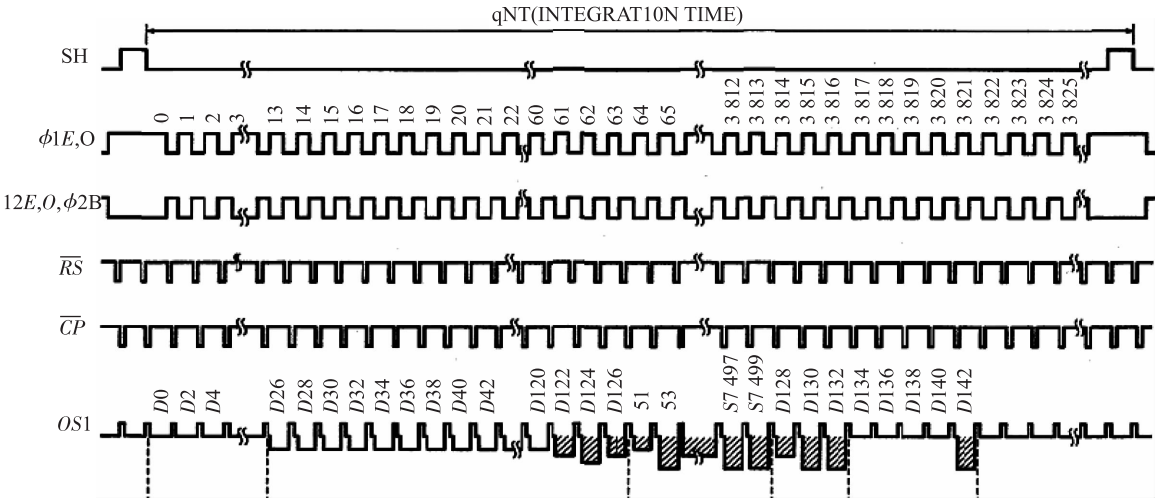

图 2　CCD 驱动时序

本文采用 ALTERA 公司生产的 CPLD 芯片 MAX—200 进行驱动,使能信号由 ARM 给出,为 CCD 视频信号处理提供各种同步控制和驱动时序发生器,并按其要求,产生 CCD 所需的 5 路驱动信号。编程采用 Verilog 硬件描述语言,编译后仿真得到时序波形与图 2 驱动脉冲波形相同。因 CPLD 输出的驱动脉冲是 3.3 V 的电压,而 CCD 要求信号电压是 5 V,不能驱动 CCD 工作。故经 SN74HC04 反相器,将 CPLD 输出转换为 5 V 后送至 CCD 进行驱动。

1.3　信号放大处理

CCD 在驱动脉冲的作用下,经移位寄存器顺序输出视频信号,复位脉冲 RS 每复位一次,CCD 输出一个光脉冲信号。其视频输出信号中叠加了一些由周期性复位信号 RS 引起的串扰信号,而且有效信号幅值较小,约为 500 mV,直流电压约有 4.1 V,这是一组典型的共模电压较高、有效差模信号较低的差分信号[2]。所以模拟信号输出在进行 A/D 转换之前要进行一系列预处理,消除视频信号中的复位脉冲串扰及其他干扰,将微弱的视频信号进行幅值放大及驱动能力的放大。在电路设计中选用了 ADI 公司的仪器仪表放大器 AD623,选用该器件可增强信号的驱动能力并消除采用普通运放和外围电阻所引起的输出信号的温度漂移。内部结构原理如图 3 所示。

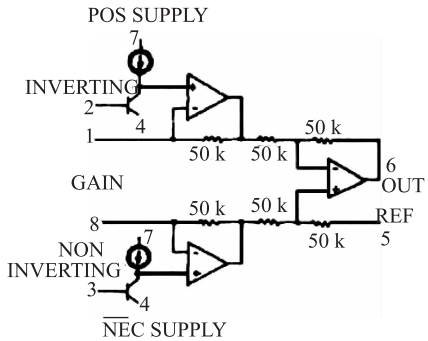

图 3　AD623 原理图

1.4　A/D 采集

该光电信号经过放大电路之后,模拟信号再通过高速 A/D 进行数模转换。本系统中 A/D 转换芯片采用 TI 公司生产的 8 位并行 A/D 转换芯片 TLC5510A,它具有 20 Ms/s 的最大转换速率,可满足 1 MHz 的 CCD 信号的处理需求。具体工作时序如图 4 所示。

因为复位脉冲 RS 每到来一次 CCD 将输出一个光敏单元信号,CPLD 在驱动 CCD 的同时引出一个 CLK 信号与复位脉冲 RS 同步以保证 A/D 转换和光敏单元信号的输出在时间上同步。每次模数转换完成都将由 CPLD 产生中断信号,提示 ARM 提取数据。

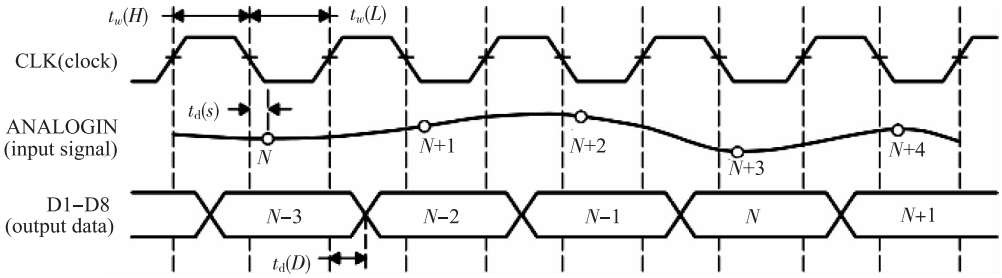

图 4 A/D 时序图

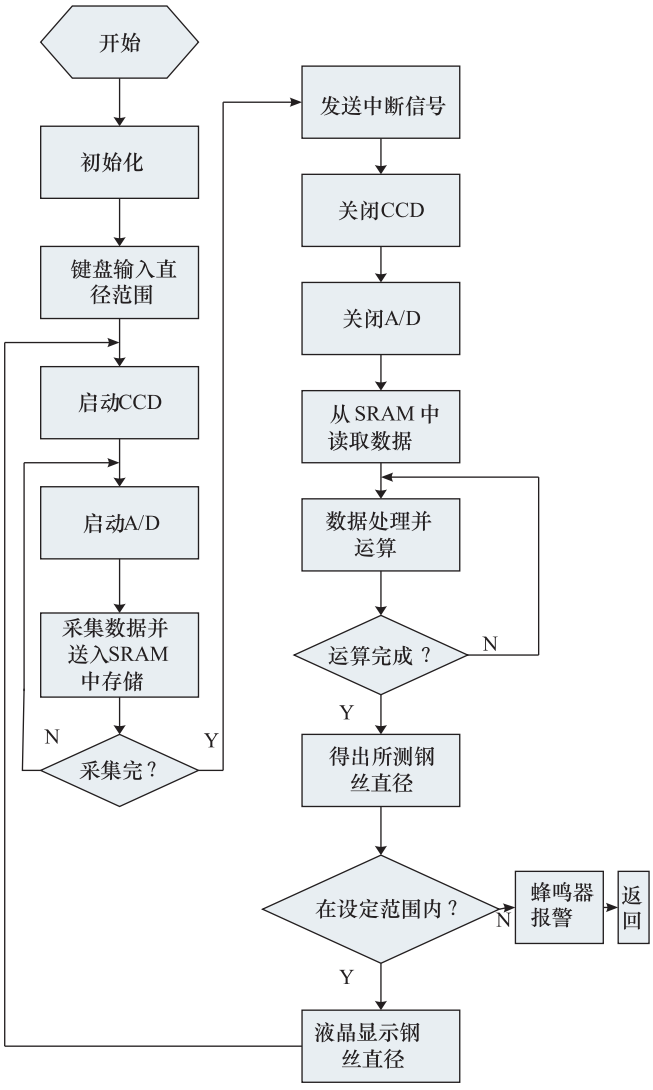

图 5 数据处理软件流程图

1.5 数据采集及运算处理

当全部像敏单元信号转化结束之后，A/D 器件停止工作，ARM 处理器得到一个中断信号，获得 A/D转换后的数据，通过数据总线输入到 SRAM 中进行缓存，本系统的 SRAM 采用的是三星公司生产的 K1S2816BCM 芯片，它是 8 M × 16 bit 的存储器，对于 8 bitA/D 足够存储所有数据。

在数据处理的程序中，ARM 从 SRAM 中读取 7 500组图像数据存储在片内数据存储空间。首先滤掉波形中的毛刺，剔除实际应用中不可能出现的数值。然后对数据进行计算。由于采用的是 8 位的 A/D 转换芯片，所以在 ARM 中，每个像敏单元的模拟信号都表示为一个 0 到 255 之间的十进制数值，将每个数值与事先确定好的阈值进行比较[3,4]，若高阈值则高位寄存器内的值加 1，否则低位寄存器内的值加 1。将 7 500 个数值都比较完毕，然后对于低位寄存器内的数值采用直线拟合的方法计算出精确的线阵 CCD 被遮挡而未能感光的像敏单元数，将该数值与 CCD 像敏单元尺寸 7 μm 相乘，再乘以 CCD 镜头的光学放大倍率 β，即是被测线缆直径的实际尺寸[5]。并将其进行液晶显示，通过键盘可输入所要求设定的直径范围，要是检测的钢丝直径超出该范围，系统则会通过蜂鸣器报警。

2 软件设计

整个系统的关键部分在于如何在 ARM 中进行数据的采集和处理。当系统初始化之后，CPU 开始进行运算处理。设计中以单组数据为单位进行采集和处理。单组数据的基本流程如下：

① 系统初始化并由键盘输入所要求的钢丝直径范围；

② CPLD 接收到使能信号，使能 CCD 及 A/D

转换器;

③ 将采样得到的数字信号通过数据总线存入 SRAM 中并进行存储;

④ 当一组数据采集完毕时,CPLD 发送中断信号给 ARM,关闭 CCD 及 A/D,读取 SRAM 中存储的数据并进行运算处理。

⑤ 运算得出所测钢丝直径,若在所要求的范围内则液晶显示所测钢丝直径并进行下一次流程,若不在所要求的范围内则蜂鸣器进行报警并返回。

3　结束语

本系统以高速 ARM 微处理器代替传统的单片机,且充分发挥 CPLD 的时序优势对线阵 CCD 进行驱动,使得系统硬件结构更为精简、可靠,软件调试更为方便。与以往的测径系统相比,在节省了 PCB 空间和成本后,完全满足系统设计的要求。本系统是测量钢丝直径,但同样适用于测量工件的长度、测距等很多方面,有很广阔的应用前景。

参　考　文　献

1　徐大诚,翁桂荣. 线阵 CCD 数据的高速采集系统. 传感器技术,2002;21(9):45—48

2　王庆有. CCD 应用技术. 天津: 天津大学出版社,2000

3　张文革,段晨东,董革平. 线阵 CCD 检测技术中二值化方法的研究. 现代电子技术,2003;(17):91—93

4　徐国盛. 一维线阵 CCD 边缘检测中阈值电平的确定. 潍坊学院学报,2008;8(2):26—28

5　王光艳,尤一鸣. 一种基于 P89LPC932 与线阵 CCD 的测径仪. 嵌入式系统,2005;(6):92—94

Based on Linear CCD Wire Diameter Measurements System Design

LI Tao,ZHOU Yun-fei

(State Key Lab of Digital Manufacturing Equipment & Technology,Huazhong University of Science & Technology,Wuhan 430074,P. R. China)

[**Abstract**]　The wire diameter measuring system based on ARM and linear CCD is designed. After the analysis of the working principle of the linear CCD,CPLD high frequency and programming flexible characteristics to drive the linear CCD is used. The signal processing hardware circuit with ARM micro controller STM32F103ZE as the center is designed.

[**Key words**]　ARM　　linear CCD　　measuring diameter