

简易数字存储器示波器研究

高鹏

(长春市万易科技有限公司 吉林长春 130052)

摘要: 简易数字存储示波器(简称DSO)是用于示波器前端的利用单片机和CPLD制作的数字存储设备,它通过接口与计算机相连,分析复杂的瞬变信号。将待检测的模拟信号经过A/D变换后,变成数字信息并存储于数字存储器中。待需要显示此信号时,再从存储器中读出,经D/A变换器重新转变成模拟信号送入示波器从而显示在示波器上。

关键词: 数字存储器 示波器 瞬变信号

中图分类号: TP721

文献标识码: A

文章编号: 1674-098X(2008)01(c)-0035-02

1 系统说明

简易数字存储示波器的功能是将被测信号进行数字存储并由普通示波器将被测信号显示出来。它可以方便的实现对模拟信号进行存储,并能利用微处理器对存储数据做进一步处理的示波器,它有实时与存储两种模式。

由于采用的是数字化存储的方法,所以需要将被测的模拟信号进行调理、量化,转变为数字信号后存入数字存储器中,当有进行显示时,即可从存储器读出数据并恢复为模拟信号,作为普通示波器的Y通道输入,同时还要对通用示波器的X通道加入扫描信号,才能够将被测信号显示在荧光屏上。所以本简易数字存储示波器应该具有A/D、RAM、D/A等主要器件,以便对信号进行量化、存储和恢复。与一般的示波器不同在于数字存储示波器需要用到高速数据的采集和处理技术,因而,高速数据采集、存储和回放以及双踪显示是本课题的要点。

本文选用单片机和复杂可编程逻辑器件CPLD作为主控芯片,即用MCS-51系列单片机和CPLD实现两层控制作用,CPLD进行底层控制,而由单片机组成的最小系统进行顶层控制几数据处理作用,初步拟订系统框图如图1所示。

2 方案设计与论证

数据采集: 采用高速模数转换器AD7822,直接用CPLD准确定时,控制ADC的采样速率。AD7822的转换时间是460ns,若用高速器件控制则可实现整个频段的全速采样。CPLD内部的门延时一般为10ns左右,用此器件来控制AD7822,速度上完全可以满足要求,即可以实现2MHz的最高采样速率,这种数据采集方法叫做实时采样法。

所谓实时采样法是在信号存在期间对其

进行采样,按照采样定理,采样速率必须高于信号中最高频率分量的两倍。(对于周期性正弦信号,一个周期内应该有两个采样点。若考虑实际因素的影响,为了不失真的恢复原被检测信号....)

数据存储: 采用双口RAM(IDT7132)存储采样量化后的波形数据,用CPLD控制RAM的地址线。IDT7132有两组相互隔离的数据线、地址线、片选线和读写控制线,它们可以对RAM内的存储单元同时进行读写操作,并且互不影响,从而实现高速存储和读取。

双踪显示: 在对存储信号进行显示时,可以选择一个合适的速率将存储的双通道信号数据分别读出到两片D/A转换器中。恢复后的模拟量作为通用示波器的Y通道输入信号;另一方面,本仪器还要提供与Y通道速率相适应的扫描电压作为X通道的输入信号,并且可以实现双踪显示。

幅度控制: 采用模拟开关4051、宽带运放LM356,配合精密电位器实现从0.01V/div到1V/div的多档的垂直分辨率。P2口的三条控制线4051选通不同通道的接入电阻值,从而实现不同的放大倍数,达到程控放大的目的。

3 参数计算

3.1 采样速率

最大采样速率指单位时间内完成的完整A/D转换的最高次数,常以频率表示,采样速率越高,说明捕捉信号能力越强。常以如下公式计算采样速率:

$$f = \frac{N(\text{每格的取样数})}{t/\text{div}(\text{扫描时间因数})}$$

模数转换器AD7822的最大采样速率为2.174MHz,而CPLD的时钟信号是4MHz,按水平分辨率范围0.2s/div到20μs/div,每格取样数按20计算,则最大采样时间为

$$T = 0.2/20 = 0.01s$$

则其数据累加位数M需满足 $2M \geq f_{clk} \times T$,可得 $M \geq 16$ 。所以CPLD内分频器的数据位数为16。单片机根据键盘的设定通过初始化CPLD,实现10μs/div,20μs/div,50μs/div,0.1ms/div,.....0.1s/div,0.2s/div等十四档对应的水平分辨率。

3.2 幅度控制

用模拟开关4051、LM356以及精密电位器构成程控放大电路,规定输入信号最大幅度为8V,而ADC的输入电压最大幅度为2.5V,垂直分辨率的要求范围为0.01V/div—1V/div,所以放大倍数的范围为

$$0.3125 \leq N \leq 31.25$$

从而实现1V/div、0.5V/div、0.2V/div、0.1V/div、50mV/div、20mV/div和10mV/div的七档垂直分辨率。

3.3 波形数据处理

①峰—峰值测量 用单片机扫描RAM中的波形数据,查找数据的最大值和最小值,再根据下式计算波形的峰—峰值,即

$$V_{pp} = [(D_{max} - D_{min}) / (255/8)] \times A$$

式中Dmax为波形数据最大值,Dmin为波形数据最小值;A为垂直分辨率,单位V/div。

②频率测量用单片机扫描RAM中的波形数据,找到波形上升过零点位置,并记下此点的地址ADR1,再扫描下一个波形上升过零点位置的地址ADR2,则信号的频率可用下式计算: $f = 1/[B \times (ADR2 - ADR1)/20]$

其中,B为水平分辨率,单位s/div。

③有效测量值 先扫描RAM中的数据值,用测频法算出波形信号一个周期的地址间隔N,然后用下式计算信号的有效值:

$$\text{有效值测量: } \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} u^2(n)}$$

④自动切换功能单片机自动切换水平和垂直分辨率,每切换一次都对采样的数据进行一次处理,测出RAM内波形的峰—峰值和频率值,直到RAM中的波形数据适合显示和外界观察时,便停止换档,从而稳定显示。

4 电路设计

4.1 信号调理电路

有模拟开关4052和数据选择器74F157构成的单、双踪切换及程控放大电路如下图所示。此电路的主要功能是控制两路信号的分时选通或单通道选通,并对输入信号的幅值进行程控放大,使输入信号的幅度达到模数转

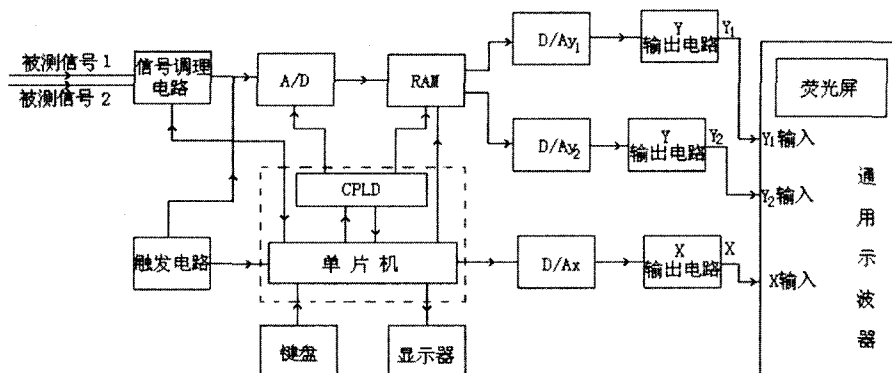


图1 简易数字示波器系统框图

(下转 37 页)

工程技术

现有经验及静态观测数据。

(1) 建立基准站

动态定位过程中,基准站是二级控制网定位数据的起算点,其 WGS-84 坐标精度对加密控制网的精度影响较大,因此,一般选择首级控制点作为基准站,并且,为了数据传输的便利,多选择地势比较高的控制点。在工程外业测量中,通过比较选择一确定的基准站。基准站包括一台 GPS 接收机、电台、发射天线等设备。确定基准站位置后,架设好仪器设备,通过手持计算机设置 GPS 接收机为动态定位模式,输入已知的基准站 WGS-84 坐标,核定无误后,按下设置键,则该控制点 GPS 接收机被定义为基准站,随后,接收机开始工作,并通过发射电台把接收到的导航定位数据实时传送到流动站的手持计算机中。

(2) 设置流动站

流动站将 GPS 卫星传输的定位数据与基准站传输的定位数据一并进行处理,实时解算基线向量,在坐标转换参数已知的前提下,计算待测点在地方坐标系下的高斯平面直角坐标。流动站包括一台 GPS 接收机、电台、手持计算机等设备。在待测点位置上架好仪器,连接电台、接收机、手持计算机,确认连接无误后,打开 GPS 接收机,开始接收定位数据,通过手持计算机设置 GPS 接收机为动态定位

模式。手持计算机通过电台接收基准站传输的定位数据,再与流动站接收的定位数据联合解算基线向量,对计算结果进行坐标转换得到待测点的北京-54 坐标。外业测量过程中,流动站与基准站之间的共同锁定卫星数目应不小于 5 颗,且 GPS 卫星分布几何因子小于 3 为较好观测时间,在该时段观测,待测点的定位精度收敛比较快,并且可以得到精度比较高的固定解。在每一个待测点观测前,都对流动站重新进行数据初始化,重新建立数据连接通道,把以前接收到的定位数据过滤掉,保证重复观测时,定位数据之间的不相关性。对一个待测点,一般重复观测 5 次,得到 5 个待测点的直角坐标,大致比较 5 组数据之间的差值,如果观测的坐标差值在 1cm 以内,则认为 5 次观测数据为有效,否则,对流动站重新初始化,再次进行观测。

(3) 内业处理

外业测量完毕后,利用随机配置的数据下载软件以及数据处理软件,连接手持计算机和微机,下载观测数据。观测数据分为 WGS-84 大地坐标和地方高斯平面直角坐标两部分,因此,可以对动态观测数据事后计算处理,或者直接应用现场观测、计算得到的高斯平面坐

标。

4 结语

随着社会的不断进步发展,测量技术已经应用于工程建设的各个领域,测量手段也越来越多,依靠高科技的测量手段是建设优质工程的必然趋势。GPS 测量技术精度高,效率高,为社会许多生产部门带来了直接的经济效益,将会受到更多部门的青睐。

参考文献

- [1] 周忠谟,易杰军,周琪.GPS 卫星测量原理与应用[M].北京:测绘出版社,1995.
- [2] 张雨化,公路勘测设计,西安.人民交通出版社[M],1986.
- [3] 刘基余,李征航,王跃虎等,全球定位系统原理及应用[M].北京:测绘出版社,1992.
- [4] 中华人民共和国交通部.公路勘测规范[S].北京:人民交通出版社,1999.
- [5] 中华人民共和国交通部.公路全球定位系统测量规范[S].人民交通出版社,北京,2000.
- [6] 中华人民共和国铁道部.客运专线无碴轨道铁路工程测量技术暂行规定(报批稿),北京,2006.

(上接 35 页)

换器所要求的范围 1.25~3.75V。两路波形信号经过 LM356 构成的电压跟随器后输入模拟开关 4052,而 74F157 的通道一输出通道的选择信号线,PI.3 为高电平时双踪显示,此时由 CPLD 产生的地址信号的最低位 ARO 控制 CH1 和 CH2 的高速轮流切换,采样两路信号,PI.3 位低电平时单踪显示,此时再由 PI.5 控制通道 CH1 和 CH2 的选择。后续运算放大器构成两级电路分别完成 31.25~0.3125 倍的精确放大和 +2.5V 的电平平移。

4.2 数据采集电路

系统选择高速模/数转换器 A/D7822,用 MAX873 产生的 2.5V 基准电压,将 EOC 与 RD 相连,这样便可使数据转换结束时自动呈现在数据线上,同时还用该信号作为双口 RAM 的 WR 信号,这样高速采样量化后的数据就存入 RAM 中。A/D 转换速率取决于被测信号的频率范围,或本设计对扫描速度的要求。

4.3 数据存储控制电路

采用 EPM7128、双口 RAM 及数据选择器构成的数据存储控制电路。双口 RAM 的右端口既是数据采样输入口,又是单片机进行数据处理时的操作口,用单片机的 PI.2 控制,PI.2 为低电平时为 ADC 数据存入 RAM 状态,PI.2 为高电平时,单片机对 RAM 内的数据进行处理。

4.4 信号恢复电路

当信号要求显示时,要求将数字量化后的存储数据恢复为示波器所要求的模拟信号。选择两片与 RAM 中数据相应的数模转换器,按照前期存储的双通道数据的奇偶地址位,分别将双通道数据用两片 A/D 转换器进行数模转换。

4.5 同步扫描电路

恢复后的单通道被测信号可经通用示波器的 Y 通道显示在其荧光屏上,但需要利用本简易数字存储示波器内部所产生的同步扫描

电压作为 X 通道的跟踪扫描电压。

4.6 双踪显示的实现

双踪显示时,若按照上述信号恢复方法将会出现光迹重叠现象,为了将 1、2 两路信号分别都显示在荧光屏上必须要进行光迹分离。具体方法是在单片机中存入适当的偏移量,当两路信号进行 D/A 转换的同时加入和减掉此偏移量从而实现双踪显示。

4.7 键盘及显示功能

对于简易 DSO 来说,键盘是输入控制命令的人机接口。本设计可以采用矩阵扫描非编码键盘方式。本设计思想是设置八个功能键,分别是:扫描速度(s/div)、垂直灵敏度(V/div)、单次/连续、单踪/双踪、扩展(移动)/常态、锁存、启动/停止、上/下。其中启动/停止键为总控制键,扩展(移动)/常态键用于调整输出波形。此外,本设计还可以单独设置一个 RESET 键。

另外,由于信号波形显示在示波器上,所以单片机直接控制的显示器部分只需要显示本数字存储示波器控制系统的工作状态,用简单的 LED 显示器或 LCD 显示器都可满足要求。

本简易数字存储示波器与传统的模拟存储器相比有以下优点:1)可以永久的存储信息,反复读出这些数据,反复在荧光屏上再现波形信息,迹线即不会衰减,也不会模糊。2)由于信息是在存储器中存储,而不是记忆在示波管的栅网上,所以它是动态的而不是静态的。即更新存储器的内容,就改变存储的波形,在完成了波形的记录、显示、分析之后,即可更新存储器的内容。

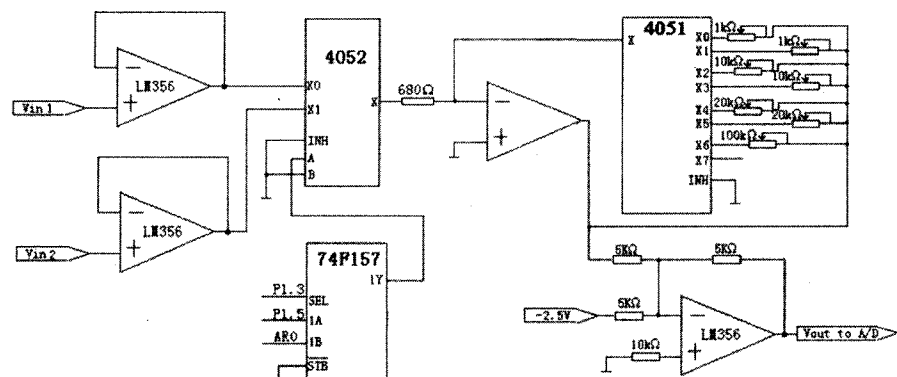


图2 信号调理电路