

基于 USB 接口的大容量数据采集存储系统设计

山东 聂阳

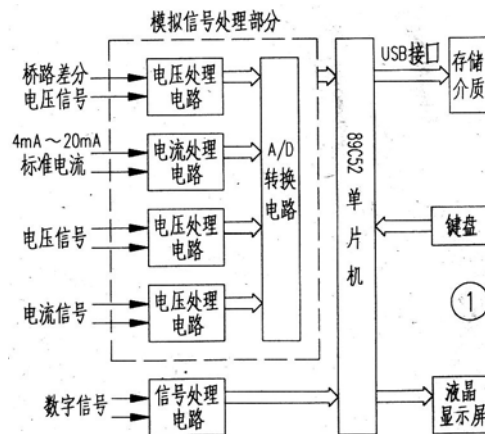
常用的数据采集存储系统,是采用数据采集卡与计算机相连的方式,利用微机扩展插槽将经过数据采集卡采集的数据存储到微机硬盘中。但是,在一些特殊场合,如对高海拔地区的气温、湿度等气象数据的采集等,传统的联机采集方式受到制约。日前,虽然有可移动存储数据采集系统,但其价格昂贵、专业性强,通用性受到限制。

现在,基于 USB 接口的移动存储介质(如 U 盘、移动硬盘)已被普遍使用,并有专用接口芯片可以利用,笔者将其与单片机技术结合起来,设计了一种基于 USB 接口的大容量数据采集存储系统。该系统可以方便地与测量设备输出端相连,将采集的数据存储到 U 盘、移动硬盘等存储介质中,整个过程不需要 PC 机支持,其有通用性和大容量的特点,有效地解决了特殊场合的数据采集问题。

一、整体设计

数据采集系统所能处理的信号一般有以下五种:1.二路 0-10V 的电压输入端,适合于输出信号为电压的传感器或变送器,如电源电压的输出;2.二路 0-100mA 的电流输入端,适合于输出信号为电流的传感器或变送器;3.二路差分电压输入端,适合于电阻桥类传感器,如应变式压力传感器;4.二路 4mA-20mA 标准电流输入端,针对输出信号为 4-20mA 传感器或变送器信号,如带变送器的 PT 温度传感器;5.二路用来计数的数字信号输入端。

根据以上分析,本设计基于 USB 接口的大容量数据采集存储系统组成框图如图 1 所示。89C52 单片机为中央处理器,控制整个系统的运转;前端信号处理电路负责将电压、电流等原始信号转化为适合于 A/D 转换芯片处理的 0-5V 和 0-10V 电压;A/D 转换芯片为 8 通道 12 位并行数据输出的 MAX197;采集处理后的数据通过专用 USB 接口芯片 CH375 存储到移动存储介质中进行后续处理。此外,用户还可以通过由 LCD 显示器和按键组成的控制面板,方便地设置系统的各种采集参数和监测采集的进程。



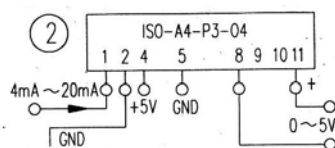
二、硬件电路设计

1. 电流转换电路

在将电流转换成电压时,为保证转换精度和较大的适用范围,要求 I/V 转换器有低输入电阻及低输入阻抗,故选用采样电阻加运算放大器的 I/V 转换电路,通过合理选择电阻,将 0-100mA 的电流转换为 0-10V 的电压,既简单又满足了测量需要。

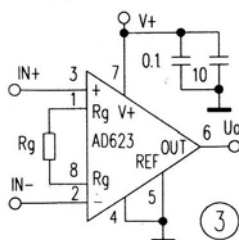
对于 4mA-20mA 标准工业电流,则采用 ISO-A4-P3-04 专用 I/V 隔离转换器,直接将标准电流转换为 0-5V 电压。该 IC 内含一组高隔离 DC-DC 电源和电流信号高效率耦合隔离变换电路等,可以将直流电流小信号直接转换为直流电压信号输出,具有很小的输入电阻(\leq

250Ω) 和很大的输出电阻 (≥2kΩ), 能实现小信号远程无失真传输。该模块使用方便、免零点和增益调节, 无需外接调节电位器等元件, 即可实现测量现场信号的隔离转换功能 (如图 2 所示)。由于与光电隔离器件产品相比, 该芯片的电磁干扰能力不足, 因此在印刷电路板制作中, 务必采取抗电磁干扰措施。



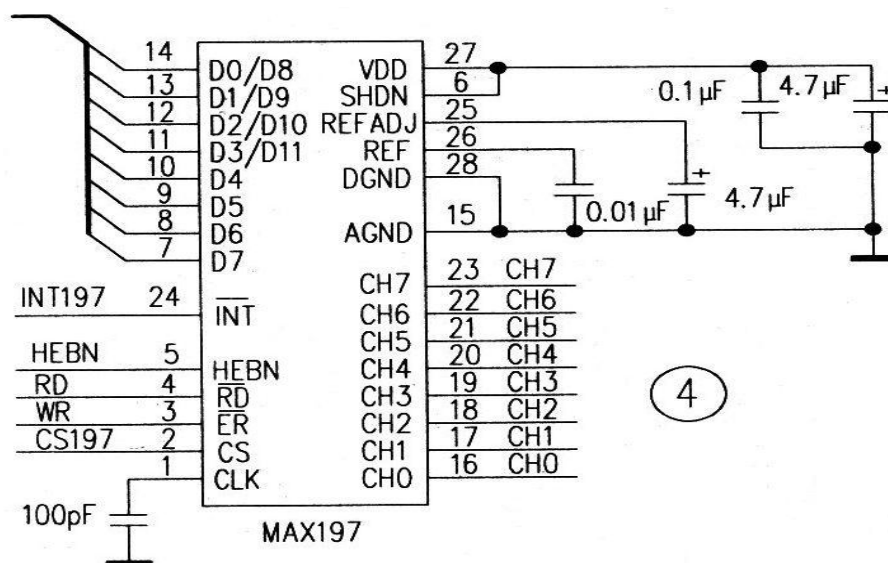
2. 电压处理电路

电压处理电路的主要作用, 就是对原始信号进行滤波去噪, 并将差分电压放大转变为单端电压。根据系统对电源、功耗和体积的要求, 选用单电源仪表放大器 AD623 作为差分放大器。该放大器在单电源 (+3V~+12V) 下能提供满电源幅度输出, 并且使用单一电阻进行增益编程, 在接入外接电阻 R_g 后, 可以获得 1-1000 倍的增益, 放大倍数可由公式 $G=1+100k\Omega / R_g$ 确定。一般桥路电压输出都在几十 mV, 因此选用 R_g 为 1.02kΩ, 放大倍数为 100, 电路如图 3 所示。



3. A/D 转换电路

从采集系统的精度、速率和通道数等几方面考虑, 选取通用 MAX197 模数转换芯片。MAX197 是一款多输入范围、多通道的 12 位模数转换器, 只需单+5V 供电, 通过软件编程来选择 8 个输入通道中的一个进行模数转换。每个输入通道的模拟信号电平范围为 0-10V 或 0-5V, 可以非常方便地与 ±12V 和 ±5V 供电的传感器接口; 芯片内带采样保持器。转换时间为 6μs, 采样速率可达 100kbps。该芯片提供数据读取并行接口方式, 可与处理器简便连接, 其电路如图 4 所示。

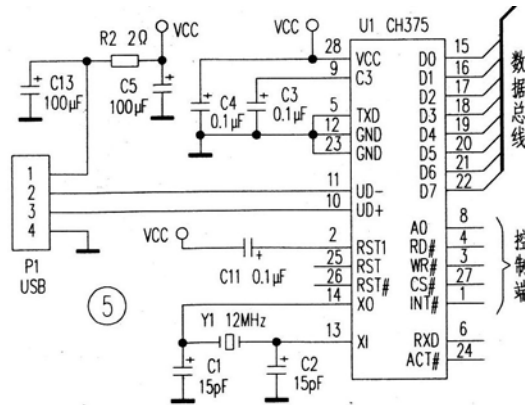


MAX 197 通过并行接口与 MCU 相连，数据总线与 MCU 的 P0 口相连，通道和采样范围的控制字，以及转换结束的数据都由 P0 口传输。HBEN 为 12 位的转换结果选择端，当 HBEN 为高电平时，选择读取转换结果的高 4 位；当 HBEN 为低电平时，选择读取转换结果的低 8 位。由于 MAX197 的转换时间较短且基本是一个固定值，故程序中没有采用中断方式，而是采用固定延时方式读取转换结果，以提高数据通过率 and 程序效率。在 HBEN 为高电平时，向 MAX197 写入控制字，就能启动一次 A/D 转换。

4. 存储电路

通过性能比较，系统 USB 接口芯片选用了 CH375。CH375 是一个 USB 总线通用接口电路，支持 HOST 主机方式和 SLAVE 设备方式，其内部已经集成了 PLL 倍频器、主从 USB 接口 SIE、数据缓冲区、被动并行接口、异步串行接口、命令解释器、控制传输的协议处理器和通用的固定程序等。在本地端，CH375 具有 8 位数据总线和读、写、片选控制线及中断输出，可以方便地挂接到单片机、DSP 和 MCU 等控制器的系统总线上。CH375 的 USB 的主机方式支持各种常用的 USB 全速设备，外部单片机、DSP 和 MCU 可以通过 CH375 按照相应的 USB 协议与 USB 设备通信。

在本系统中，CH375 采用并行接口方式，如图 5 所示。为减少外界信号的干扰，在制作 PCB 板时，退耦电容 C3 和 C4 要尽量靠近与 CH375 相连的引脚；D+和 D-信号线应基本平行布线，并在两侧提供地线并覆铜；应缩短 X1 和 X0 引脚相关信号线的长度，减少高频时钟对周围器件的干扰。



5. 其他电路

为方便用户现场选择采集方式，系统设计了由按键和液晶显示屏组成的控制面板。用户可以通过按键和菜单提示对采集方式进行选择和设置。为扩大系统使用范围，还利用单片机内部两个 16 位定时 / 计数器，使系统增加了计数功能，该系统也可以完成测频、测周期任务。

三、软件设计

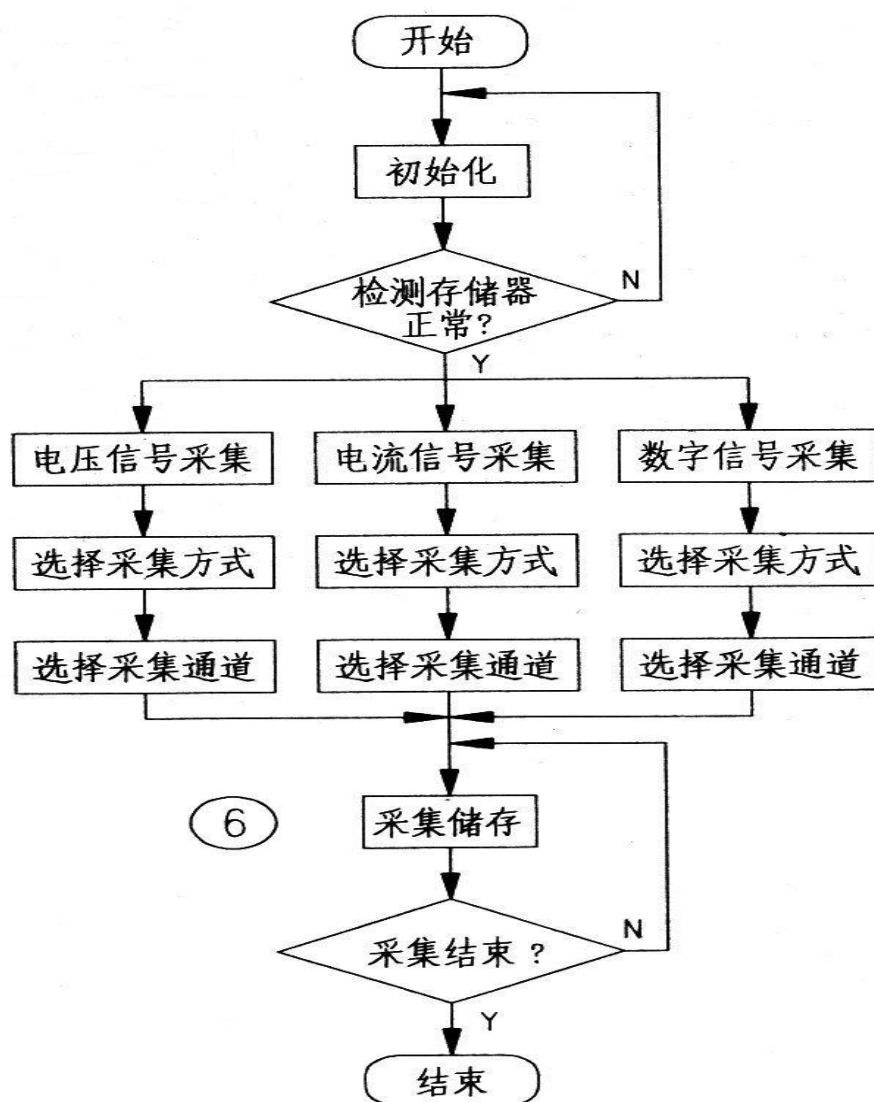
程序采用 KeilC 编译，并采用 C 语言和汇编相结合的方式编程，来提高采集精度和代码工作的效率。软件主要包括数据采集程序、数据存储程序及显示控制菜单程序。程序流程如图 6 所示。

在完成初始化并检测存储设备工作正常后，用户根据菜单提示，选择采集方式和采集通道，进入数据采集程序。整个程序包括 A/D 转换、计数等子程序。采集处理结束后，数据由存储程序存储到存储介质中。

USB 接口数据传输采用 CH375 的 U 盘文件级子程序库，支持常用的 FAT16 和 FAT32 文件系统，最大支持容量为 100Gb，支持多级子目录，支持文件打开、新建、删除和读写等功能。

文件每次打开、关闭和读写，都需要一定的时间。为提高程序执行效率和减少 U 盘擦

写次数，系统对高速和低速数据采集设计了不同的存储方式。高速采集时，采用无缓存文件追加方式，即整个采集期间存储文件不关闭，每完成一次 A/D 转换，数据就追加到文件的末端，一直至采集结束后文件才关闭。低速数据采集时，采用有缓存文件追加方式，因低速采集单位时间内的数据量小，故系统将采集的数据先缓存到单片机数据存储区，等缓存区存满以后再将 U 盘存储文件打开并追加数据，数据追加完毕后关闭文件，等待下一次缓存区存满并追加数据，直至数据采集结束。



四、结论

本文所介绍的基于 USB 的通用大容量数据采集存储系统，已经过实践检验，并取得了较好的数据采集、存储效果，符合设计要求。该系统还具有体积小、易携带的特点，并可以和传感器连在一起组成具有存储功能的智能传感器。本系统通过添加通道选择电路，还可以实现更多通道的数据采集，具有良好的可扩展性。