

基于 USB 接口的无线数传回弹仪系统记录器的研制

王金武^{1,2}, 伍先达¹, 董磊^{1,2}

(1. 中国科学院合肥智能机械研究所 安徽合肥, 230031; 2. 中国科学技术大学 安徽合肥, 230028)

摘要:介绍了一种基于无线数传回弹仪系统的设计方案,主要介绍了记录器的研制。该记录器以 Philips 公司的 P89C58 微控制器为核心,并由 PDIUSB12 芯片、中文液晶显示模块 LCM12864ZK 等主要器件组成。文中,重点介绍了记录器的硬件电路、整体软件设计以及 USB 固件程序的设计并给出了部分源程序。该系统成品已通过专家认定并在实际中应用。

关键词:回弹仪;记录器;USB;无线数传

Abstract: This paper introduces the development of a recorder, which is based upon the design options of a wireless communication concrete rebound hammer. The recorder adopts the P89C58 MCU of Philips, the chip of PDIUSB12 and the module of LCD (LCM1286ZK) are composed of its peripheric modules. The paper emphatically introduces the hardware and software design of the recorder, the firmware development of USB and presents parts of the source program. The product has passed the expert statement and has been applied to practice.

Key words: Concrete rebound hammer; Recorder; USB; Wireless communication

中图分类号: TP368.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-9227(2007)02-0068-04

0 引言

混凝土抗压强度是影响建筑工程质量的重要因素之一,无损检测混凝土抗压强度是检测建筑工程质量的重要方面,其中,最为关键的是回弹值的检测。目前普遍使用的机械式回弹仪系统,采用的是人工对回弹仪模拟刻度的直接读取。本无线数传回弹仪系统对回弹值的检测是在模拟式示读框上增加一个新型的精密导电塑料做位置传感器,它相比较于传统的薄膜电阻具有使用次数多、线性好、重复性好等优点,同时也符合现行国家标准。在回弹仪数字传感器部分采用 C8051F005 单片机为核心,经无线数据传输,把测区抗压强度回弹值传到数据记录器中存储,并做处理,然后通过 USB 接口把数据传到 PC 机里,按照国标 JGJT23-2001 进行数据处理,进行强度换算,生成报表。图 1 为无线数传回弹仪系统的原理框图。本文以下主要介绍记录器的硬件电路和软件设计。

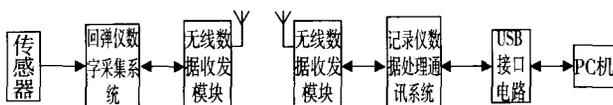


图 1 无线数字回弹仪系统原理框图

1 系统硬件组成

记录器以 P89C58 单片机为核心,回弹仪传感器数据经过无线数据传输进入智能记录器,经过智能数

据处理和记录,把测点的抗压强度回弹值显示在液晶屏幕上,并通过 USB 串口把数据传到上位机。图 2 为记录器的硬件原理框图。

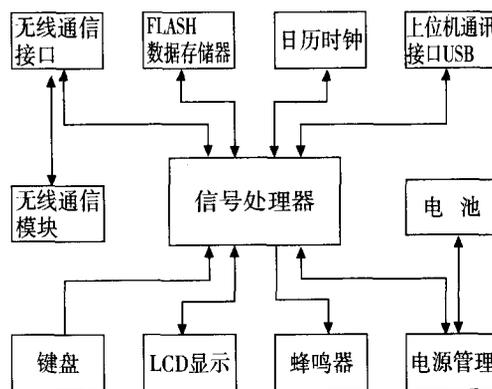


图 2 数据记录器电路构成框图

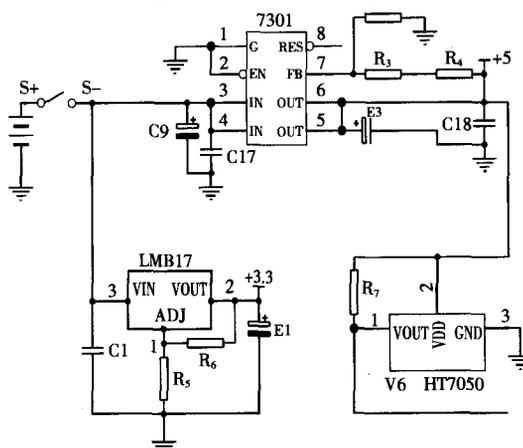


图 3 电源管理及转换模块电路图

1.1 电源电路

由于要求记录器便携、轻巧,本系统采用干电池供电。系统需要 3.3V 和 5V 电压,图 3 中,TPS7301 电源转换芯片输出为 5V 电压,LM317 输出为 3.3V 电压。

1.2 无线数传模块接口电路

无线数据传输模块工作在 ISM 频段,无需申请频段。载频频率 430 ~ 438MHz,基于 FSK 的调制方式,接口为 TTL 电平。无线数据传输模块接口有四条线,分别为:VCC(电源输入),GND(地),DOUT-RX(数据输出),DIN-TX(数据输入)。DOUT-RX 和 DIN-TX 分别与 P89C58 单片机 UART 接口的 TX,RX 相连。

1.3 USB 接口电路

P89C58 单片机与 PDIUSB12 芯片构成的接口电路,P1.6 为 D12 的片选,D12 的 8 位并行数据接 P89C58 单片机的 P0 口。D12 与单片机可以用地址数据总线复用/非复用两种连接方式。由于本系统单片机的连接外设较多,D12 的 ALE 脚与 P89C58 的 ALE 脚相连,采用了地址数据总线复用连接方式。D12 与 89C58 之间通过外部中断触发,中断引脚 INT_N 与 P89C58 的外部中断相连(INT0/P32)。当 D12 的外部中断有一位为 1 时,INT_N 输出低电平,触发 P89C58 的外部中断。USB1.1 协议规定,当总线上空闲 3 μ s,无活动时,外设进入挂起(SUSPEND)状态。同时,D12 的 SUSPEND 引脚输出高电平。将此引脚与 PC9C58 的 P3.2 脚相连,当 MCU 检测到 D12 进入挂起状态,同时也没有其他待处理事物时,MCU 也进入休眠状态。

1.4 LCD 驱动及其显示电路

本记录器采用了含有中文字库的液晶图形显示模块 LCM1286ZK,该模块的显示点阵数为 128 \times 64,LCM12864ZK 与单片机的接口方式有 8 位/4 位并行和 2/3 线串行模式。这里利用二线串行模式与 89C58 单片机接口,简化了与单片机的接口电路设计,并减少了硬件资源的占用。当 PSB 脚接低电平时,模块将进入串行传输方式。主机通过同步时钟线 SCLK 和串行数据线 SID 完成数据的传输。在片选引脚 CS 为高电平时,主机时钟线上的时钟信号才能被液晶显示模块接受;当引脚 CS 为低电平时,液晶显示模块内部寄存器将被复位,即终止数据传输。因此,为了可靠的传输数据,将 CS 引脚始终接高电平。

1.5 其他电路

除了以上电路,系统还包括外部时钟电路等。外部时钟电路采用 DS12887 芯片,在产生的报表中有测点抗压强度值的采集时间,更具客观性。外部时钟电路和 USB 接口电路同用单片机的 P3.7 和 P3.6 口(图 4)。外部 Flash 存储器接口电路存储传感器的位移数据、相应的时间等数据,其中 45DB081 的片选由 P1.2

控制,SI,SO 分别和 P1.4、P1.5 连接。系统的复位电路采用按键复位形式,利用电容的充放电对单片机进行正确的复位。当按键被按下时,P89C58 单片机的 RST 引脚即为低电平,只要此电平保持 2 个机器周期以上,单片机就可以复位。

2 整体软件设计

本系统的软件设计采用模块化设计的方法,整个程序包括主程序、无线数据通信子程序、LCD 驱动程序、USB 设备固件程序、定时器中断程序、外部 Flash 存储器驱动程序、外部时钟驱动程序,所有的程序均采用 C 语言编写。限于篇幅,本文只给出主程序的流程图以及 USB 固件部分程序(图 4)。

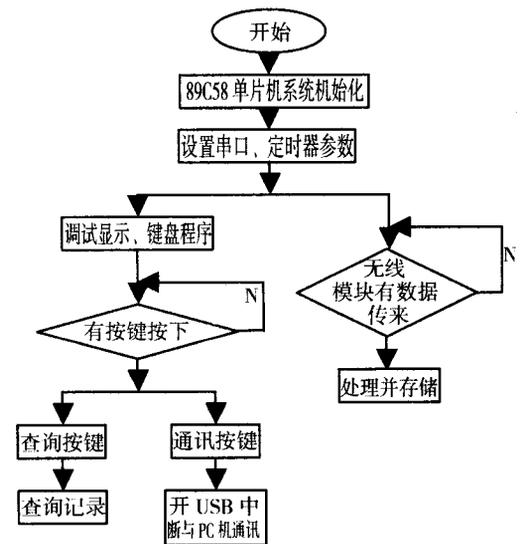


图 4 系统主程序流程图

记录器主程序主要完成 P89C58 单片机系统的初始化,设置系统时钟和中断字,设置 UART 口的通讯模式、波特率等参数,调用键盘处理子程序,根据不同的按键转入相应的程序运行,其中,按下通讯键,就和上位机通过 USB 进行数据传输,把记录器中的数据传到 PC 机上,得到测区抗压强度值。

3 单片机与 D12 的通信软件设计

USB 通信固件采用层次结构,如图 5 所示:

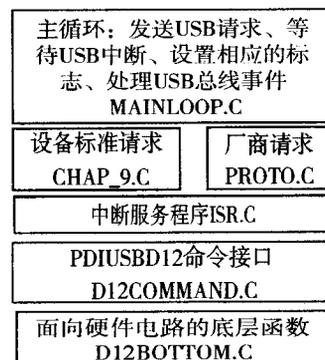


图 5 USB 通信固件层次图

USB 固件程序由三部分组成:①初始化单片机和所有的外围电路(包括 D12);②主循环部分,其任务是可以中断的;③中断服务程序,其任务是对时间敏感的,必须马上执行。根据 USB 协议,任何传输都是由主机(Host)开始的。单片机做它的前台工作,等待中断。主机首先要发令牌包给 D12,D12 接收到令牌包后就给单片机发中断。单片机进入中断服务程序,首先读 D12 的中断寄存器,判断 USB 令牌包的类型,然后执行相应的操作。MCU 与 D12 的通信主要是靠 MCU 给 D12 发命令和数据来实现的。D12 的命令字分为三种:初始化命令字、数据流命令字和通用命令字。D12 数据手册给出了各种命令的代码和地址。单片机先给 D12 的命令地址发命令,根据不同命令的要求再发送或读出不同的数据。因此,可以将每种命令做成函数,用函数实现各个命令,以后直接调用函数即可。D12 固件编写成分层结构简洁且易于修改和测试,既增加了代码的可读性,又增加了程序的通用性。将 MCU 的中断设置为电平触发;中断后读上次传输状态寄存器,以清除中断寄存器中的中断标志使 D12 的中断输出变回高电平。在接收到 Setup 包后,调用 D8 命令重新使能端口 0。在向 IN 端写完数据后,调用命令 FAH,指明缓冲区中的数据有效,可以发送到主机。读写数据后,调用命令 F2H,以保证可以接收新的包。可以通过调用命令 FDH,检查 D12 是否工作。

下面是固件程序 mainloop 的部分代码:

```
void mainloop(void)
{
    usb_st=0;
    MCU_D12CS = 0x0;
    ITO = 0;    // 初始化中断
    EX0 = 1;
    PX0 = 0;
    EA = 1;
    MCU_D12CS = 0x1;
    MCU_D12CS = 0x0;
```

```
D12_SetDMA(0x0);
bEPPflags.value = 0;
reconnect_USB(); // 连接 USB 总线
while(1)
{
    if(bEPPflags.bits.configuration)
        usb_trans();
        //check_key_LED();
// 连接正常,调用按键和 LED 控制处理
usbserve();//USB 服务数据处理
if(usb_st)
{
    ITO=1; // 关中断 0
    EX0 = 0;
    PX0 = 1;
    return;
}
```

4 结束语

通过和回弹仪使用人员的不断沟通,逐步完善设计,使得功能符合专业人员的期望,记录器携带、使用方便,同时减少了人工读数、查表、计算过程中出现差错的概率,提高了回弹仪检测结果的可靠性和实时性。带有智能数据处理功能的无线混凝土抗压强度回弹仪,比机械模拟指针式回弹仪效率更高、客观性更强,将会广泛的应用在建筑测量等领域。

参考文献

- 1 高锋.单片机应用系统设计及实用技术[M].北京:机械工业出版社,2004
- 2 马忠梅,籍顺心等.单片机的 C 语言应用程序设计[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003
- 3 陕西省建筑科学研究设计院国家计量检定规程——回弹法检测混凝土抗压强度技术规程 JCJT23-2001
- 4 周立功等.D12 USB 固件编程与驱动开发.北京:北京航空航天大学出版社,2003

迁 址 启 事

因工作需要,《自动化与仪器仪表》杂志社已搬迁到新址办公。请与我刊联系的作者、读者、编委及有关单位人士,注意我刊的新办公室地址为重庆市渝北区黄山路中段杨柳路 1 号 B 区,邮编 401147。电话号码更改为 023-89137852、89137853。通讯地址暂使用原地址不变,确定新通讯地址后另行通知。