

# 手持式多参数环境检测记录仪设计

北方工业大学微电子系 王忠鹏 栗明 赵治乾 宁可庆

**【摘要】**提出了一种基于STM32系列单片机手持式多参数环境检测记录仪设计方案。采用STM32F103VCT6为控制芯片,结合温度传感器PT100和双积分土壤含水量传感器等,实现了环境相关参数的测量,测试数据可实时记录并通过段式LCD显示并存储。通过该系统的开发,可以为地理监测等相关研究人员提供测量方便,更大程度的提高监测的自动化水平及测试范围。

**【关键词】**单片机;传感器;数字式

**Abstract:** It provides a designing project that the handheld equipment can test the parameters of environment as to the STM32 of microcontrollers. The chip model is STM32F103VCT6. Combining temperature sensor of PT100 and double integral soil moisture sensor, it can measure environment-related parameter. What is more, the test data can be saved and it will show in the LCD. All in all, by studying the system, it is convenient for the related researchers to monitor the geographical situation and improve the range of monitoring.

## 1. 系统概述

本文提出了基于STM32系列单片机手持式多参数环境检测记录仪设计方案。该仪表主要由温度传感器处理模块、土壤含水量水分传感器处理模块、盐分传感器处理模块、A/D转换电路、电源电路、单片机系统电路、LCD显示屏等组成。系统原理图如图1所示。

本系统由+12V蓄电池供电,对PT100温度传感器的数据采集方面采用了双水臂非平衡电桥,通过检测电桥的输出电压就能够计算出电阻的变化,从而确定温度。对于土壤含水量采集是采用了电场法来采集土壤水分信号,由于土壤容积内的含水量会影响到土体的介电常数,所以通过测量插入土壤的两个电极和土壤组成的电容器的等效介电常数的转换成电信号的变化来达到测量土壤水分的目的。高压由TL494产生固定频率的PWM经一定匝数比的变压器产生,高压部分给土壤水分传感器部

表1 测试结果

样品编号	温度	测量误差	水分	测量误差
样品1	25.1	0.9%	27.3%	1.0%
样品2	23.2	1.2%	30.1%	0.9%
样品3	30.0	1.1%	15.7%	0.7%
样品4	18.9	1.4%	10.2%	0.8%

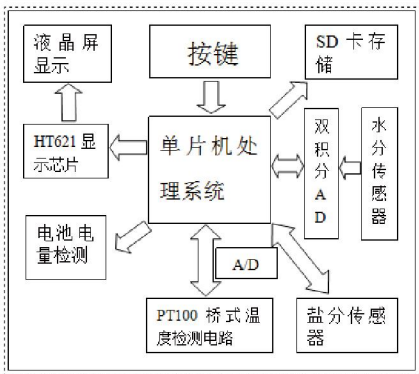


图1 系统原理图

分提供电压。土壤水分含量采样由双积分电路完成。单片机检测比较器的电平变化来确定反向积分的时间。经过计算得到土壤水分含量值,然后送入由HT1621控制的段式液晶屏显示。

## 2. 温度传感器PT100的处理电路实现

PT100温度传感器为正温度系数的热敏电阻传感器,本系统对PT100温度传感器的数据采集方面采用了双臂非平衡电桥,将传感器接入电桥的一个桥臂,当传感器的阻值发生变化,电桥的输出电压就会发生变化,通过检测电桥的输出电压就能够计算出电阻的变化,由于在-30℃至70℃的温度范围区间PT100的阻值变化范围为88.22Ω至127.08Ω,调整输出电压的变化范围为0至82mV。为了能够便于AD转换特将输出电压经过运放LM358进行放大,在此放大倍数为30倍,为了防止单级放大倍数过高引起的非线性误差,放大

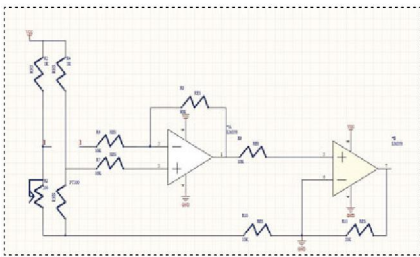


图2 PT100温度检测电路



图3 号的采集流程

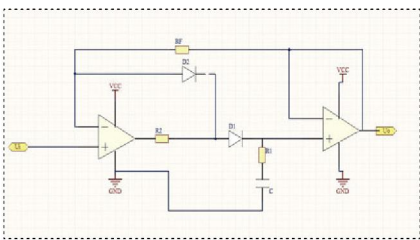


图4 检波电路

部分采用两级放大,第一级放大10倍,第二级放大3倍,输出信号接单片机的AD输入。电路如图2所示。

## 3. 水分传感器的处理电路实现

对于土壤水分的采集是采用了电场法来采集土壤水分信号,由于土壤容积内的含水量会影响到土体的介电常数,所以通过测量插入土壤的两个电极和土壤组成的电容器的等效介电常数的转换成电信号的变化来达到测量土壤水分的目的。整个信号的采集流程如3所示。

信号源方面采用高频正弦信号源(频率50MHz),解决方案采用了集成集体振荡器,将信号源发生的信号接入传感器探针,并利用峰值检波电路检测输出电压,检波电路如图4所示。

经过检波电路检测后的模拟电压信号再经过双积分AD转换器转换成数字量接入给处理器,在由处理器经过数据解析得到

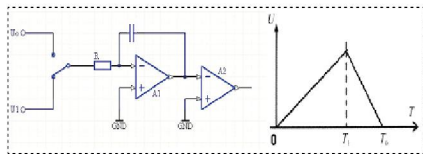


图5 A/D转换原理图

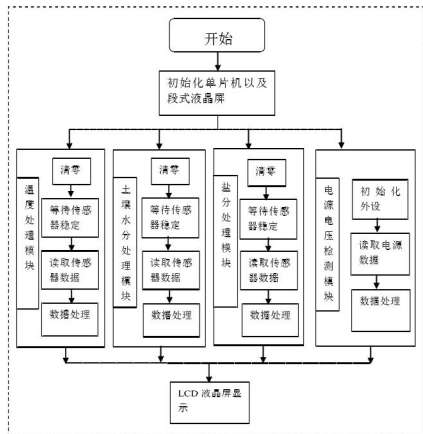
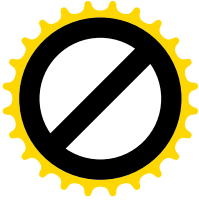


图6 系统流程图



## I》设计应用

对应的土壤水分含量值。

双积分式ADC的基本电路如图5左图所示,运放A1、R、C组成积分器,运放A2作为比较器。电路先对未知的模拟输入电压U<sub>1</sub>进行固定时间T<sub>1</sub>的积分,然后转为对标准电压U<sub>0</sub>进行反向积分,直到积分输出返回起始值,反向积分时间为T<sub>0</sub>。如图5右图所示,输入电压U<sub>1</sub>越大,则反向积分时间越长。整个采样期间,积分电容C上的充电电荷等于放电电荷,因有:

$$(U_1 \times T_1) / R \times C = (U_0 \times T_0) / R \times C$$

$$\text{即: } T_0 = (T_1 \times U_1) / U_0$$

由于U<sub>0</sub>及T<sub>1</sub>均为常数,因而反向积分时间T<sub>0</sub>与输入模拟电压U<sub>1</sub>成正比,此期间单片机的内部计数器计数值与信号电压的大小成正比,此计数值就是U<sub>1</sub>所对应的数字量。

### 4. 显示模块

HT1621是有2.4~5.2V供电的段式液

晶屏驱动器,是128点、内存映象和多功能的LCD驱动器,HT1621的软件配置特性使它适用于多种LCD应用场合,包括LCD模块和显示子系统。段式液晶屏具有4个行(COM)及4个列(SEG),段式液晶屏驱动HT1621的信号输出端按一定时序分别发出特定的连续脉冲,供给LCD屏的行列电极做驱动源,从而使被选行与被选列交叉位置上的液晶像素或笔段在电场作用下呈显示状态(遮光或透光)。段式液晶显示及其系统流程图如图6所示。

### 5. 实验结果

对不同的样品进行测试,测试结果如表1。

从表1数据可以看出测量系统在不同的样品条件下表现出良好的稳定性和重复性。

### 6. 结论

这款手持式多参数环境检测仪充分利用了STM32系列单片机的低功耗、高集成度和抗干扰的优点;因此具有功耗低,体

积小,成本低,利于便携等特点,适合于多种场合下的多种环境参数的检测。

### 参考文献

- [1] 卞金洪.基于AT89C52的智能湿度控制器的设计[J].盐城工学院学报(自然科学版),2007(9):24-26.
- [2] 甘露萍,谢守勇,杨艳.一种土壤湿度传感器的研制[J].农机化研究,2008(10):91-94.
- [3] 田思庆,史庆武,程佳生.基于单片机的土壤湿度测试仪的研究[J].农机化研究,2008(9):75-77.
- [4] 沈屹,李舜酩,周华鹏,李芳培,柏芳超,李忠.高精度铂电阻温度测量新方法[J].压电与声光,2010(10):889-893.
- [5] 韩晨燕,封维忠,施山菁,申斌.基于FDR原理的土壤湿度实时监测灌溉系统[J].节水灌溉,2012(2):75-77.
- [6] 余松.庄拟仪器在电力系统中的应用研究[J].科技综述,2008(12):68-71.
- [7] 陈楨.土壤容重变化与土壤水分状况和土壤水分检测的关系研究[J].节水灌溉,2010(12):47-50.
- [8] 黄震宇.温湿度控制系统设计[J].粮食与食品工业,2008(1):42-44.

(上接第124页)

```

if(clkin'event and clkin='1')
then
    if temp=n1-1 then
temp<=0;
    else
temp<=temp+1;
    end if;
end if;
end process;
process(temp,reset)
begin
    if reset='1' then
        一输出信号脉宽
        If temp<m1 then
            clkout<='1';
        else
            clkout<='0';
        end if;
    else clkout<='0';
    end if;
end process;

```

先描述一个分频计数器电路,通过计数器对时钟进行计数,然后通过计数值来控制输出时钟高低电平的时间;用电路的并行输出信号来控制输出时钟的高低电平;输入同步信号clr做计数器的清零信号,利用时钟和clr信号对输出信号经过两次锁存器<sup>[6]</sup>(s,clear)控制采样,完成数据输出的同步化,并可有效防止亚稳态。

上述电路中,参数n1用于调节分频倍数,m1用于控制输出脉宽,设置n1,m1为generic类属说明,通过从外部对类属参量的重新设定,改变元件内部结构和功能。n1/m1=占空比,选频标为5Mhz,则t=1/f=200ns,则输出信号的脉宽为Pulse=200ns\*m1。

### 4. 实际应用电路

采用5Mhz时钟晶振,输入同步信号clr为1hz时,利用通用模块设计一个输出脉宽为5us的100hz窄脉冲和50hz方波的电路如图1所示。

采用f=5Mhz=5\*10<sup>6</sup>hz时钟晶振,Inst1对其进行n1=100000分频,对时钟clk信号进行m1=50000次计数,得到50hz的与clr同步的方波输出信号,即占空比为m1/n1=1/2。Inst2对时钟clk进行n1=500000次分频,对时钟m1=25次计数,得到脉宽为25/(5\*10<sup>6</sup>)S=5uS,频率为100hz的同步输出信号。

### 5. 仿真结果

采用Quartus II<sup>[7]</sup>仿真,结果如图2所示。

从波形图可以看出,输出50hz信号为方波信号,输出100hz信号为窄脉冲信号,两个信号的信号前沿在清零信号clk到来时刻与clr信号同步。

### 6. 结论

设计通用的输入端口参数可调的VHDL语言模块,在进行数字电路顶层设计时,只需要简单的参数设置就可以完成同步分频模块阵列的设计和直流码编码输出,使

得顶层设计简单。该电路在工程实践中的测量结果为同步精度<0.2us,功能和精度都满足设计要求。

### 参考文献

- [1] 本社编.时间统一技术[M].国防国内工业出版社,2004.9.
- [2] 何照才等.导弹航天测量控制系统光电测量[M].国防工业出版社,2002.10.
- [3] 刘延飞等.基于Altera FPGA/CPLD的电子系统设计及工程实践[M].人民邮电出版社,2009.9.
- [4] 王金明等.数字系统设计与VHDL[M].电子工业出版社,2010.5.
- [5] 李仁发等.数字逻辑设计(第四版)[M].人民邮电出版社,2006.
- [6] 曾繁泰等.VHDL程序设计[M].清华大学出版社,2000.
- [7] 周润景等.基于Quartus II的FPGA/CPLD数字系统设计[M].电子工业出版社,2007.