

# 基于 STC89C52 单片机土壤温湿度检测器的设计

谢永超, 杨利

(湖南铁道职业技术学院, 湖南 株洲 412001)

**摘要:** 针对大棚农业、植被种植、特别是育种等农业种植方面对土壤温度和湿度环境的特殊要求, 以 STC89C52 单片机为核心芯片, 并搭配相关的外围功能模块, 设计了一款基于 STC89C52 单片机土壤温湿度检测器; 该土壤温湿度检测器利用温度和湿度传感器 SHT11 采集土壤的温度和湿度信息, 并将采集到的信息并传送到 STC89C52 单片机, 单片机将接收到的信号进行分析和处理, 并将采集到的温湿度信息发送到 LCD1602 进行显示; 同时, 通过将采集到的温湿度信息与设置温度和湿度的门限值进行比较, 进而控制声光报警模块, 实现超限报警功能; 实验表明, 该检测器的温度范围为  $-40 \sim +123.8^{\circ}\text{C}$ 、精度误差为  $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ , 湿度范围为  $0 \sim 100\% \text{RH}$ 、误差为  $\pm 3.0\% \text{RH}$ ; 实验结果表明土壤温湿度检测器的测量精度高、可靠性较高, 而且具有价格便宜、操作方便、方便携带及体积小的优点。

**关键词:** 土壤温湿度检测器; STC89C52; SHT11; LCD1602

## Design of Soil Temperature and Humidity Detector Based on STC89C52 Single Chip Computer

Xie Yongchao, Yang Li

(Hunan Railway Professional Technology College, Zhuzhou 412001, China)

**Abstract:** Aiming at the special requirements of soil temperature and humidity environment in greenhouse agriculture, vegetation planting, especially breeding, the soil temperature and humidity detector based on STC89C52 single-chip computer was designed, which choose the STC89C52 single-chip microcomputer as the core chip and with related peripheral function modules. The soil temperature and humidity detector uses the temperature and humidity sensor SHT11 to collect the temperature and humidity information of the soil, and transmits the collected information to the STC89C52 single-chip microcomputer, and the single-chip computer analyzes and processes the received signal, and collects the temperature and humidity. The information is sent to the LCD 1602 for display. At the same time, by setting the temperature and humidity thresholds, the over-limit alarm function is realized. Experiments show that the detector has a temperature range of  $-40$  to  $+123.8^{\circ}\text{C}$ , an accuracy error of  $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ , a humidity range of  $0$  to  $100\% \text{RH}$ , and an error of  $\pm 3.0\% \text{RH}$ . Provide reference for the development of related products. The experimental results show that the soil temperature and humidity detector has high measurement accuracy and high reliability, and which has the advantages of low price, convenient operation, convenient carrying and small volume.

**Keywords:** soil temperature and humidity detector; STC89C52; SHT11; LCD1602

## 0 引言

温度和湿度是对种植土壤要求的两个重要参数, 在不同的地方和不同的季节, 不同的植物生长对土壤的温度和湿度又有着不同的具体要求。中国由于地势地形的多样化, 农作物的种植非常普及广泛, 有着“农业大国”的称号, 作为农业大国是离不开植物与植物成长的土壤, 在农作物与植物成长的过程中, 土壤的温湿度有着较大的影响作用, 不同的植物而且对土壤湿度的适应不同。土壤的温湿度不仅影响营养物质的吸收程度和植物的生长发育, 还影响土壤中各种养分对植物的有效性。比如石蒜又有对水分的要求, 但根部以上的蒜头部分既要部分保持在土壤中

又不能长期处于湿气过重的环境, 否则, 极易使其根部腐烂致死。因此一种能够精确有效的检测土壤水分, 温度的检测器, 对降低植物死亡起着重要作用<sup>[1-4]</sup>。

在大棚农业、植被种植、特别是育种等方面对土壤温湿度环境的要求特别高, 土壤温湿度环境的合理控制, 将影响着植物的正常生长, 家居种植的盆栽可能损失不大, 然而像那种大棚农业种植的花果蔬菜大面积的死亡, 将对农户造成巨大的经济损失。基于此设计了一种造价便宜、体积较小、检测精准的基于 STC89C52 单片机土壤温湿度检测仪器, 以期更好地检测和控制土壤温湿度, 减小农业损失, 提高经济效益<sup>[1-4]</sup>。

使用 STC89C52 单片机设计的温湿度检测器, 可以使其精确地反应土壤中的温湿度值信息, 同时可以制定相应的人工干预实现调节功能, 实现诸如调节温度至植物适宜生长的温度、也可以降低温度至适宜的温度。而在超过温度上下限范围的时候, 能够时进行自动报警, 同时在湿度

收稿日期: 2019-04-08; 修回日期: 2019-04-29。

基金项目: 湖南省教育厅科学研究项目(18C1526)。

作者简介: 谢永超(1984-), 湖南邵阳人, 工学硕士, 副教授, 主要从事嵌入式技术应用方向的研究。

检测方面的功能也是如此。因此，将此设备运用于农业无疑将为植被生长提供更合适的环境。对于大棚农业、植被种植、育种，合理的使用温湿度设备进行管理。该系统能有效、实时、准确地监测土壤温湿度变化，满足温湿度控制的要求<sup>[1-4]</sup>。

## 1 土壤温湿度检测器系统结构及原理

### 1.1 SHT11 温湿度传感器的工作原理分析

SHT11 温湿度传感器使用的是工业级的 CMOSens™ 集成技术制作而成，该温湿度传感器将温湿度传感器（信号采集单元）、信号的放大处理、模/数转换模块、数据总线接口集成于一体，具有体积小、功能强、使用方面的特点。SHT11 温湿度传感器的输出信号通过自带的模/数转换模块转换成数字信号输出，输出的温度信息的分辨率是 12 位、湿度信息的分辨率是 14 位，并且具有可靠的 CRC 数据传输校验功能<sup>[1]</sup>。

SHT11 温湿度传感器的工程经典应用电路如图 1 所示，输出接口（DATA 等）采用具备工业标准的总线结构，借助时钟信号引脚 SCK 与数据信息引脚 DATA 完成温湿度信息的数据传输功能。时钟引脚 SCK 实现传感器 SHT 与微处理器之间的同步通信，引脚 DATA 为数据引脚，作用是往器件里输入与输出信息数据。当数据信息引脚 DATA 在时钟引脚 SCK 的下降沿之后改变，则在上升沿时候有效。在信息传输的过程中，当时钟引脚 SCK 为高电平时，数据信息引脚 DATA 需要保持稳定。为了避免信号的冲突，微处理器只可以驱动数据信息引脚 DATA 为低电平。所以，需要外加一个上拉电阻拉高信号，一般情况下，上拉电阻一般包含于微处理器的电路当中<sup>[1]</sup>。

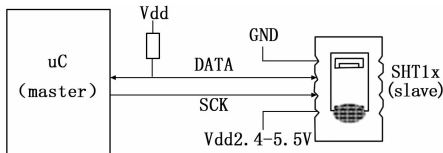


图 1 SHT11 温湿度传感器典型应用电路

SHT11 温湿度传感器具有如下特点：SHT11 温湿度传感器是集成多个功能的小型集成元器件；总共有 VDD、DATA、SCK 和 GND 四个引脚，实现温度和湿度信息和数据传递；SHT11 温湿度传感器可通过编程实现测量精度的调节，内置了模/数转换器，实现模拟信号转换成数字信号，数字信号可以直接传递给微处理器进行信号的处理；SHT11 温湿度传感器形状尺寸超小，便于集成应用，测量与通信工作结束后，SHT11 温湿度传感器自动进入低功耗模式，减小功率损耗，提高电源效率<sup>[1]</sup>。

### 1.2 基于 STC89C52 单片机土壤温湿度检测器的系统结构分析

基于 STC89C52 单片机土壤温湿度检测器总体上分为温湿度信息采集部分、控制模块、显示数字模块以及报警提示模块部分。以 STC89C52 单片机最小系统为核心控制电路，对 SHT11 传感器采集的温湿度转换、LCD1602 液晶

显示屏的显示和蜂鸣器的报警进行控制。通过软件编程来完成内容显示及功能实现。基于 STC89C52 单片机土壤温湿度检测器的系统框图如图 2 所示。

SHT 11 传感器模块与单片机的 P2.1~P2.1 口连接，将采集到温湿度信息通过自身的模数转换模块进行转换后，输入给 STC89C52 单片机，STC89C52 单片机将接受到的信号进行处理，处理后通过连接 P0.0~P0.7 口的显示模块显示土壤温湿度数据。同时，与通过 P3.5~P3.7 口连接的按键模块设定的温湿度设定的门限值进行比较，如果采集到的土壤温湿度超过设定值，则 STC89C52 单片机通过 P1.4 输出信号控制报警模块报警。报警模块由声音报警模块和光信号报警模块组成。

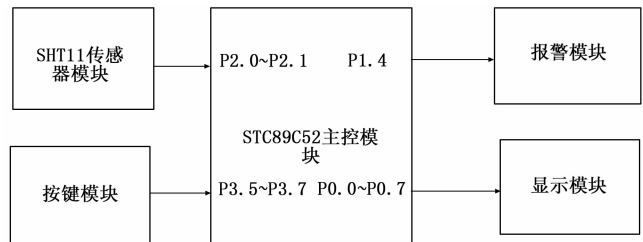


图 2 基于 STC89C52 单片机土壤温湿度检测器的系统框图

## 2 土壤温湿度检测器硬件设计

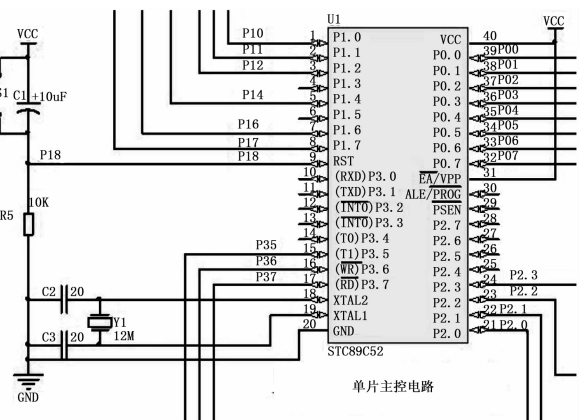


图 3 STC89C52 单片机主控模块原理图

### 2.1 主控模块电路设计

AT89S52 单片机是 ATMEL 公司生产的低功耗、高性能的 CMOS8 位微处理器，单片机内包含有 8 KB 的 EPROM 存储器与 256B 的 RAM 存储器，总共 32 个可编程的 I/O 口，3 个 16 位的定时/计数器，8 个中断源，1 个双工串行通信口及时钟电路，片内置通用 8 位中央处理和 FLASH 存储单元，与 MCS-51 系列指令和引脚完全兼容。该芯片功能强大，适用于复杂控制应用场合<sup>[4]</sup>。

AT89S52 单片机小系统电路由时钟电路和复位电路共同组成（如图 3 所示）。时钟电路是在 STC89C52 单片机的 18 脚 XTAL1 和 19 脚 XTAL2 之间跨接 12M 的晶体振荡器和微调电容 C2、C3 组成，产生稳定的时钟信号。复位电路连接 STC89C52 单片机的 RST 脚，由按钮开关 S1 和电容

C1 组成, 通过按键和复位方式 STC89C52 单片机的 RST 脚输入一个低电平信号, 给实现按键复位和断电复位的功能。

### 2.2 显示模块电路设计

显示模块选用 LCD1602 液晶显示屏, LCD1602 液晶显示屏是目前工控系统中应用最为广泛的液晶屏之一, 显示质量高。LCD1602 液晶显示屏的字符型液晶模块属于点阵型液晶, 驱动比较方便, 可通过单片机小系统的输出信号直接驱动, 经过编程后显示的内容比较<sup>[4]</sup>。

显示模块选用 LCD1602 液晶显示器, 实现对土壤温度和湿度的显示 (电路原理图如图 4 所示)。其中 1 脚 VSS 表示为电源地、2 脚 VDD 为正电源正极、3 脚 VL 为液晶显示偏压信号、4 脚 RS 为数据/命令选择端、5 脚 R/W 为读写信号端、6 脚 E 端为使能端、7~14 脚 D0~D7 端为 8 位双向数据传递端。

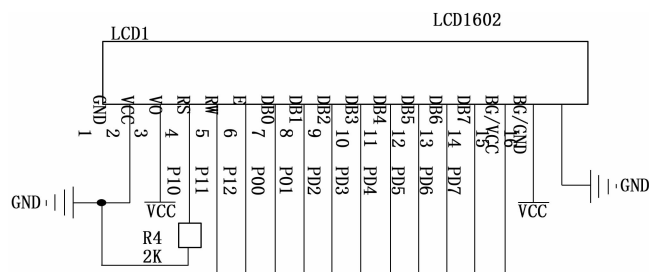


图 4 显示模块电路原理图

LCD1602 液晶显示器的引脚分别与 STC89C52 单片机的 P0.0—P0.7 口连接。其主要功能是显示土壤的温度和湿度, 以便实时观察土壤的温度和湿度信息。

### 2.3 传感器模块电路设计

通过 SHT11 温湿度传感器在接收到单片机信号之后, 通过温度传感器、湿度传感器采集实时场景的温度与湿度信号转换成电信号, 再将信息处理放大, 然后通过数字模拟转化之后, 再通过一些功能对信号进行优化处理, 然后通过 DATA 串口将信号发送给单片机, 当 SHT11 测量和信息传递完毕之后, 传感器将自动进入低功耗模式, 等待下一次命令。

SHT11 温湿度传感器的 SCL (时钟信号端) 1 脚接 STC89C52 单片机 P2.1 口, 2 脚接电源, 3 脚接地, 4 脚 (SDA) 接 STC89C52 单片机 P2.0 口 (如图 5 所示)。SHT11 温湿度传感器将采集到的土壤温度和湿度信息通过处理、放大和转换后通过 P2.0 口输入单片机, 完成土壤温度和湿度信号的实时采集与检测工作。

### 2.4 报警模块电路设计

温湿度检测器包含一个发声装置, 用于在测量温湿度的过程中, 温湿度超过或者低于一定值时将会发出报警提示, 且对应的指示灯也将通过亮灭来告诉我们是温度超限或过低, 还是湿度过高或太低, 电路部分如图 6~8 所示。

报警模块由声音报警电路和 LED 显示电路组成。报警电路 (如图 6 所示) 通过 STC89C52 单片机 P14 口输出信号控制, 由有源蜂鸣器 B1、三极管 Q1、限流电阻 R2 和电

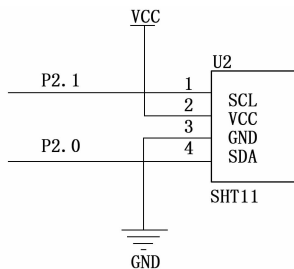


图 5 传感器模块电路连线示意图

源 VCC 组成。三极管 Q1 (8550PNP 型三极管) 作为开关管, 起开关作用, 当土壤温湿度超过或者低于设定的上限或者下限值时, STC89C52 单片机 P14 口输出低电平信号, 三极管 Q1 的基极接收到低电平信号, 三极管饱和导通, 相当于开关闭合, 形成由电源 VCC 到三极管 Q1 到蜂鸣器 B1 到地的导通回路, 蜂鸣器 B1 接收到电平信号发出声音报警信号。温度报警提示灯电路 (如图 7 所示) 和湿度报警提示灯电路 (如图 8 所示) 结构一致、功能相同。温度报警提示电路由电源 VCC、限流电阻 R1、R3、D1 和 D2 组成, 当检测到的温度值超过或者低于设定值时, 单片机 P16 和 P17 口输出低电平信号, 发光二极管 D1 和 D2 导通, 实现双色报警。

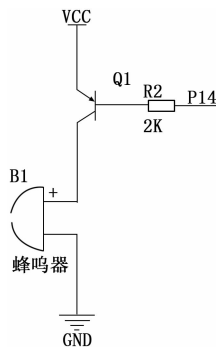


图 6 报警电路图

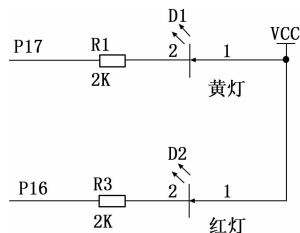


图 7 温度报警提示灯电路图

## 3 土壤温湿度检测器软件设计

根据整个功能, 将整个模块划分为几个不同的子程序模块, 分别进行设计、编程和调试, 各模块实现各自的功能<sup>[2]</sup>。最后, 将各子程序模块合理地连接起来, 形成整个程序。这有利于程序的修改和调试, 增强程序的可变性<sup>[2]</sup>。后再系统通电, 系统初始化。初始化程序主要完成单片机专用寄存器的设置、定时器的工作方式和各端口的工作状

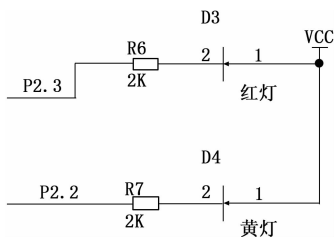


图 8 湿度报警提示灯电路图

态。主程序首先对整个系统进行初始化，然后将采集到的温湿度指令发送给系统，显示数据，并执行报警提示<sup>[3]</sup>。主程序流程图如图 9 所示。

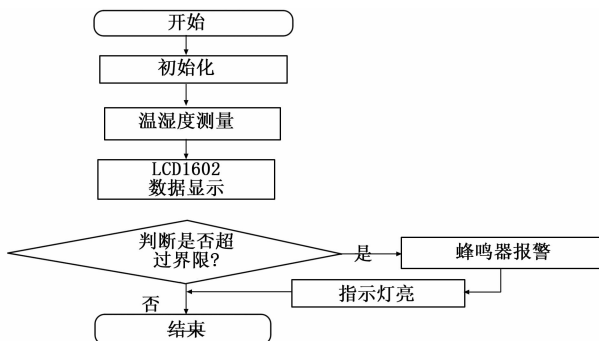


图 9 主程序流程图

首先编写延时函数子程序模块、1602 命令/写函数子程序模块、定时器子程序模块、温度计算子程序模块、湿度计算子程序模块等子程序模块，再编写主程序模块。然后进行软件调试，调试完成后结合硬件进行软硬件联调。在调试过程中不断完善程序，最终完成产品的软硬件联调。

基于 STC89C52 单片机土壤温湿度检测器在上电复位以后，首先初始化各个参数值，扫描的按键是否已经按下，如果有按键按下的话，则开始执行按键处理的程序；如果没有按键按下的话，则开始读取温度和湿度信息。温湿度显示完成后，则开始将读取的温度和湿度与设置的上限和下限温度、湿度值进行数值比较，如果超过设定的上限值或者低于设定的下限，则启动相应的声光报警<sup>[4]</sup>。

编制的主程序如下：

```
void main()
{ P0 = P1 = P2 = P3 = 0xff;
  time_init(); //定时器初始化
  init_1602(); //lcd1602 初始化
  delay_1ms(150);
  while(1)
  { if(flag_300ms == 1)
  { flag_300ms = 0;
  if(menu_1 == 0)
  { text_jisuan_temp11(); //测温湿度
  table_sht11[0] = xianzhi_h; //显示湿度
  table_sht11[2] = xianzhi_t; //显示湿度
  write_sfm2(2,3,table_sht11[0]); //显示湿度
```

```
write_sfm2(1,3,table_sht11[2]); //显示温度
}
clock_h_l(); //报警函数
}
key();
if(key_can < 10)
{ key_with(); //设置报警温度
if(menu_1 == 0)
{ if(k3 == 0)
{ flag_en = 0; //手动取消报警
beep = 1; //关闭蜂鸣器
}
}
beep = 0;
delay_1ms(50);
beep = 1;
}
delay_1ms(1);
}
```

#### 4 实验结果与分析

产品设计制作完成后，用该土壤温湿度检测器对不同温湿度条件下的土壤标本进行了测试，并将测试结果与土壤的温湿度标准值进行了比较，测试结果如表 1 所示。

表 1 不同温度条件下的土壤标本测试结果

标本序号	测试值/℃	标准值/℃	误差
1	-9.88	-10	-0.12
2	0	0	0
3	14.71	15	-0.29
4	34.72	35	-0.28
5	54.82	55	-0.18
6	75.16	75	+0.16
7	94.85	95	-0.15
8	100.21	100	+0.21

表 2 不同湿度度条件下的土壤标本测试结果

标本序号	测试值/%RH	标准值/%RH	误差/%
1	0	0	0
2	10	9.72	-2.8
3	20	19.66	-1.7
4	40	41.04	+2.6
5	60	59.11	-1.5
6	80	82.16	+2.7
7	100	96.8	-3.2

为保证土壤温度和湿度的测量范围，在进行土壤温湿

(下转第 213 页)