

温敏电阻特性曲线自动测量系统

姓名：张泽鹏 学号：1206020101A 签名： .

摘 要：本文介绍了一套基于 STC12C5A60S2 单片机和 DS18B20 数字温度传感器实现的温度实时测量系统，用于检测汽车水箱温控系统中温敏电阻阻值的变化特性，并通过软件在 PC 上动态地绘制出阻值随温度变化的曲线图，取代传统的、使用万用表人工测量的方法，提供检测效率和精确性。

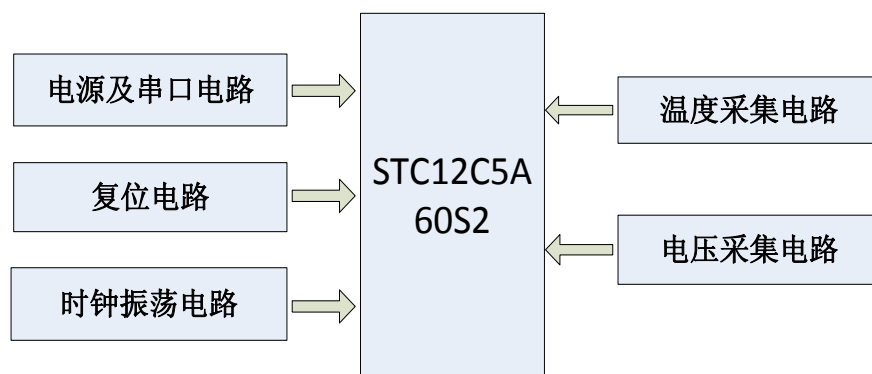
关键词：单片机；温敏电阻；数字温度传感器；自动化

一、背景

对于生产汽车水箱温度控制系统的产商而言，测量其中的温敏电阻特性曲线是一件麻烦的事情。传统的方法采用湿测：将油的温度从 20 摄氏度缓慢升到 80 摄氏度，期间使用万用表人工测量温敏电阻的阻值，并同时记录下温度，绘制成表格。这种方法人力成本高，且误差大。本文将提供一种方法，设计并实现一套自动实时测量油温和电阻阻值的系统，同时绘制出一张展示性更好的曲线变化图。

二、系统设计

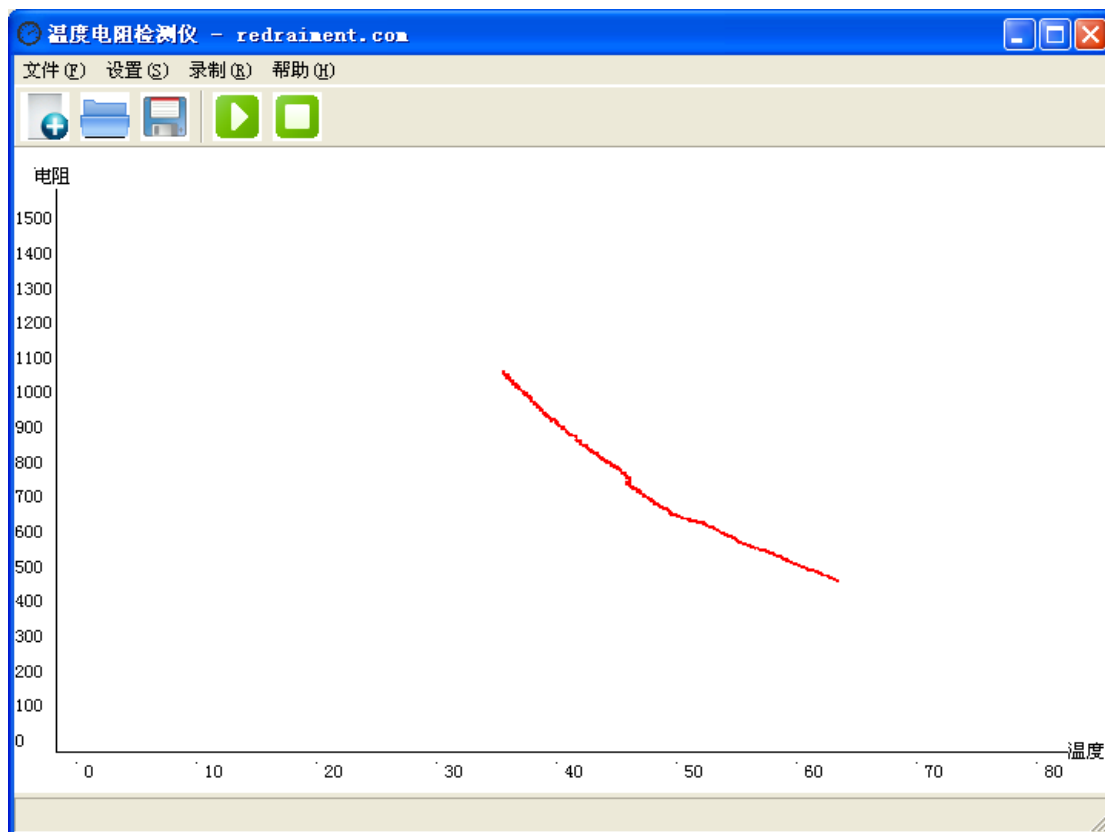
本系统由硬件设备和软件程序两部分组成。其中硬件设备负责温度和电压的实时采集；软件程序处理并展示采集到的数据。



图表 1 硬件设计框图

硬件设备的框图如图表 1 所示。系统采用 STC 单片机，其中 STC12C5A60S2 系列带 A/D 转换口（P1.7-P1.0）：8 路 10 位高速电压输入型 A/D 转换器，速度可以达到 25 万次/秒（250KHz），可做温度检测、电压检测、频谱检测和按键扫描等。在本系统中，用于温度和电压的采集。

软件程序的界面如图表 2 所示。程序的核心功能是从硬件设备处实时地获取温度和电阻的值，并在温度和电阻的坐标轴上绘制变化的曲线。除了基本的录制功能，程序还允许用户自定义串口号、坐标轴范围、坐标轴间隔等设备信息，并且提供保存、暂停、回放、导出成图片等实用的功能。



图表 2 软件界面

三、硬件设计

硬件系统由单片机最小系统、电压采集模块、温度采集模块，以及电源串口模块四部分组成。电路原理图如图表 3 所示。

3.1 电源串口模块

本系统采用串口作通信。考虑到目前市面上主流 PC 都没提供串口，而 USB 接口很常见，因此系统使用第三方串口转 USB 设备——STCisp H1032。

USB 除了通信，同时为设备供电。其中引脚 1、4 用于供电，2、3 用于数据传输；C3 和 C4 用于滤波；DS 用作电源接通指示灯；阻值为 1K 的电阻 R4 用作 LED 限流电阻。

3.2 电压采集模块

电压采集模块由一块阻值恒定为 676 欧姆的精确电阻与温敏电阻串联而成，整个电路由电源模块提供稳定的 5 伏特电压。该模块返回温敏电阻两端的电压值。

虽然系统的目标是检测温敏电阻的阻值，但由于硬件条件的限制，硬件设备只能返回电阻两端的电压值，再由软件程序根据欧姆定律：

$$I = \frac{U}{R}$$

推算出电阻值。

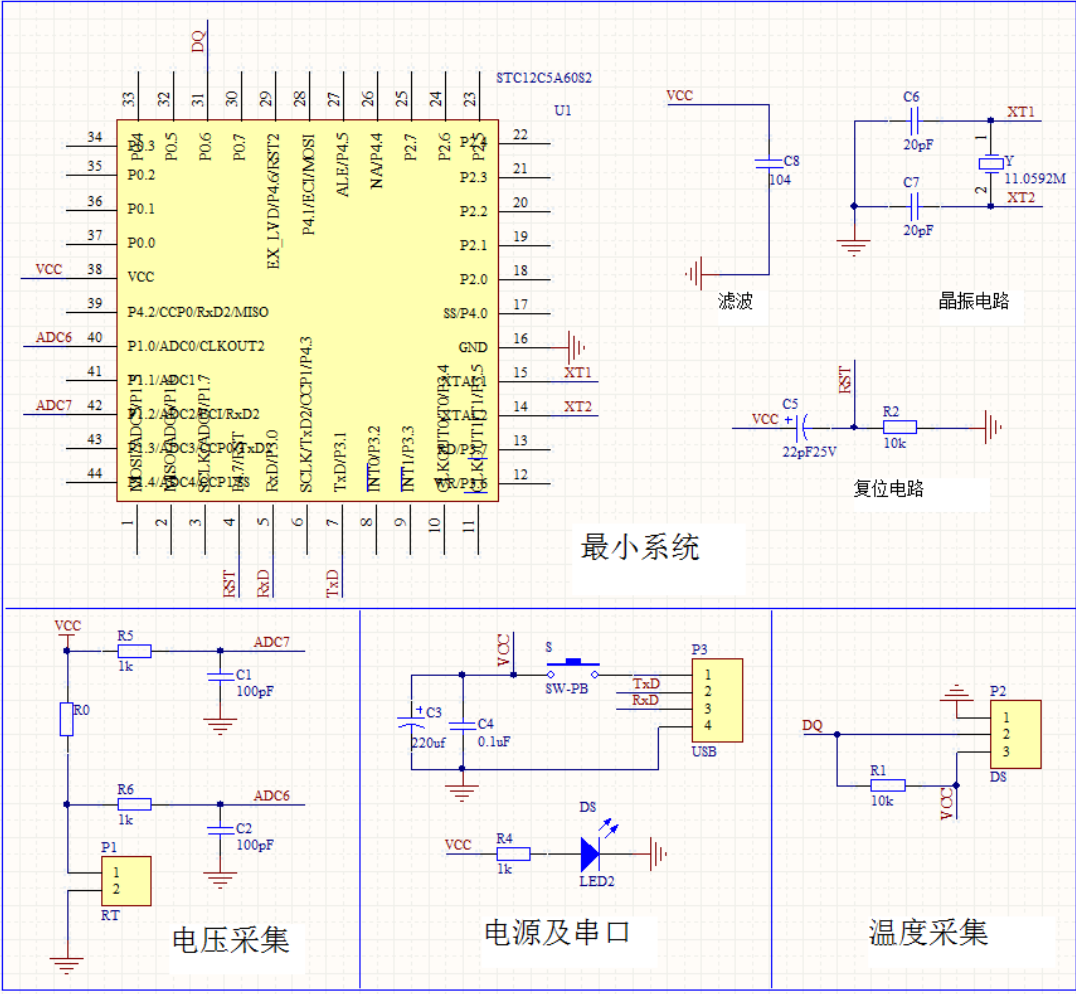


图 3 硬件电路原理图

3.3 温度采集模块

温度采集模块由 DS18B20 数字温度传感器实现。DS18B20 提供 16 位温度值，但其中只有低 11 位有效。如图表 4 所示。

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
LS Byte	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
	bit 15	bit 14	bit 13	bit 12	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8
MS Byte	S	S	S	S	S	2^6	2^5	2^4

图 4 DS18B20 数据格式

此外，DS18B20 同时提供数据供电方式和外部供电方式。前者能节省一根导线，但测量周期较长；后者测量速度快，且工作稳定、可靠、抗干扰能力强。因此本系统采用后者。

3.4 最小系统

单片机最小系统是整个硬件设备的核心，由 STC12C5A60S2 单片机、滤波电路、晶振电路以及复位电路组成。

硬件设备启动后即进入监听状态，任意时刻，当接收到来自串口的“0x5A”

的消息，就返回当前的温度和电阻值。硬件的代码用 C 语言实现：

```
while (true) {
    // 读取电压值
    V[0] = ADRead(V1_CHAN);
    V[1] = ADRead(V2_CHAN);

    ...
    // 读取温度值
    T = DS18B20ReadT();

    if (UartHasChar()) {
        cmd = UartGetChar();

        if(cmd == 0x5A) {
            // 输出温度和电压
            UartSend((unsigned char *)&T, 2);
            UartSend((unsigned char *)&V, 4);
        }
    }
}
```

四、软件设计

本系统的设计思路是把复杂度保留在软件上，尽量保持硬件设计的简单。本系统的软件由配置模块、串口通信模块、数据解析模块、心跳模块、绘图模块五部分组成。程序采用 VB6.0 开发，因为它拥有许多实用的控件，有助于提高开发效率。

程序启动时先通过配置模块加载配置信息（包含串口端口号、心跳频率、坐标轴范围等）；用户可通过设置菜单动态地修改配置信息；当用户连接好硬件设备，点击启动按钮，心跳模块就会定时地向设备发送“0x5A”消息，来获得当前温度和电阻的数据；数据交由数据解析模块解析；最终由绘图模块展示。

4.1 配置模块

配置模块是软件的辅助模块，它用于保存/加载系统的配置信息。其中包括温度的范围、温度间隔、阻值范围、阻值间隔、串口端口号、心跳频率等。在系统启动时会首先加载配置信息，用于初始化串口通信模块、心跳模块等。

配置文件格式采用 ini，使用 Windows API 来存取。接口声明如下：

```
Private Declare Function GetPrivateProfileString Lib "kernel32"
Alias "GetPrivateProfileStringA" ( _
    ByVal lpApplicationName As String, _
    ByVal lpKeyName As String, _
    ByVal lpDefault As String, _
    ByVal lpReturnedString As String, _
    ByVal nSize As Integer, _
    ByVal lpFileName As String _
```

```

) As Integer
Private Declare Function WritePrivateProfileString Lib "kernel32"
Alias "WritePrivateProfileStringA" ( _
    ByVal lpApplicationName As String, _
    ByVal lpKeyName As String, _
    ByVal lpString As String, _
    ByVal lpFileName As String _
) As Integer

```

同时在程序中自定义了结构体 Config 统一管理配置项

```

Public Type Config
    TempMin As Long
    TempMax As Long
    TempStep As Long

    ResiMin As Long
    ResiMax As Long
    ResiStep As Long

    CommPort As Long
    CommInterval As Long
End Type

```

LoadConfig 用于加载配置信息，SaveConfig 用于保存配置信息。

```

Public Sub LoadConfig()
    Dim value As String * 32

    GetPrivateProfileString "temp", "min", "0", value, 32, ConfigFile
    AppCfg.TempMin = CLng(value)
    ...
End Sub

Public Sub SaveConfig()
    WritePrivateProfileString "temp", "min", AppCfg.TempMin, ConfigFile
    WritePrivateProfileString "temp", "max", AppCfg.TempMax, ConfigFile
    WritePrivateProfileString "temp", "step", AppCfg.TempStep, ConfigFile
    ...
End Sub

```

4.2 串口通信模块

本系统采用 MSComm 控件来实现与串口通讯的功能,其中波特率为 115200、奇偶校验为 n、数据位为 8、停止位为 1。当串口有可读的数据时,就会自动执行 OnComm 回调函数。本系统中,回调函数会调用数据解析模块(ParseMessage)解析数据,并把解析结果提供给绘图模块(box)展示。

```

Private Sub Phone_OnComm()
    Dim buffer() As Byte

```

```

Dim msg As CommMessage

If Phone.CommEvent = comEvReceive Then
    buffer = Phone.Input
    msg = ParseMessage(buffer)
    If msg.Resistance <> INVAILD_DATA Then
        box.PutPoint msg.Temperature, msg.Resistance
    End If
End If
End Sub

```

4.3 数据解析模块

由“硬件设计”一节可知，从硬件设备中直接读取的数据时不能直接用于计算的，需要做以下处理：

- 温度值计算：(Temperature & 0x7FF) / 16
- 电阻值计算： $\frac{U_{总}}{R_{定}+R} = \frac{U_{测}}{R} \rightarrow R = \frac{U_{测} \times R_{定}}{U_{总} - U_{测}}$

因为温度值中只有 11 位有效，故而先与 0x7FF 做与操作。

```

Public Type CommMessage
    Temperature As Double
    Resistance As Double
End Type

Public Function ParseTemperature(bHigh As Byte, bLow As Byte) As Double
    ParseTemperature = (bHigh And &H7) * 16 + bLow / 16
    If (bHigh And &H8) <> 0 Then
        ParseTemperature = ParseTemperature * -1
    End If
    ParseTemperature = Round(ParseTemperature, 1)
End Function

Public Function ParseVoltage(bHigh As Byte, bLow As Byte) As Double
    ParseVoltage = (bHigh And &H7) * 256 + bLow
End Function

Public Function ParseResistance(dRealVoltage As Double, dTotalVoltage) As Double
    Const ReferenceResistor As Double = 676

    If dRealVoltage < dTotalVoltage Then
        ParseResistance = dRealVoltage * ReferenceResistor /

```

```
(dTotalVoltage - dRealVoltage)
    ParseResistance = Round(ParseResistance, 1)
Else
    ParseResistance = INVALID_DATA
End If
End Function
```

4.4 心跳模块

心跳模块由 Timer 控件实现，时间间隔由用户配置，默认为一秒钟。心跳模块的任务就是向串口发送“0xA5”消息。

```
Private Sub Interval_Timer()
    If Phone.PortOpen Then Phone.Output = "Z"
End Sub
```

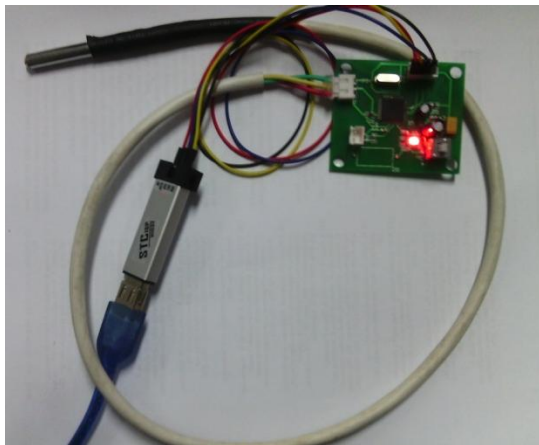
其中字符“Z”的 ASCII 码为“0xA5”。

4.5 绘图模块

绘图模块由 PictureBox 控件实现。PictureBox 控件允许程序动态地绘制直线、文字、点等基本图形。其中坐标轴由横向和纵向的直线，以及文字组成。在系统录制的过程中，每当接收到一组数据，就在相应的位置绘制一个点，在数据全部录制完毕后再讲它们连接成一条连续的曲线。

五、应用及讨论

基于上述设计，分别实现了硬件设备（如图表 5 所示）和软件系统。该系统通过调试，已成功应用于实际生产环境中，运行稳定、可靠。



图表 5 硬件实物图

六、总结与展望

相较于传统的方法，该系统无需人工干预，测量的数据实时性强、精度高，并且设备成本低廉，中小型企业亦能承受。同时，该系统对开发其他类似的系统具有很好的参考价值。

参考文献：

- [1] 马兴, 童卓, 周丽娟. 基于 VB 的 PC 机与单片机间串口通讯及程序设计.

- 兵工自动化[J], 2010, 29(10): 94-96.
- [2] 于军, 李坤. 基于 STC12C5A60S2 的马弗炉温度控制器设计. 今日电子[J], 2010, (6): 56-58.
- [3] 李虹, 温秀梅, 高振天. 基于 MSP430 单片机和 DS18B20 的小型测温系统. 微计算机信息[J], 2006, 22(20).
- [4] 王双秋. 在 VC 下利用 Windows API 进行异步串口通信软件的开发. 电子质量[J], 2012, (4).
- [5] 张越, 张炎, 赵延军. 基于 DS18B20 温度传感器的数字温度计. 微电子学[J], 2007, 37(5): 709-711.