

温度测控单元设计与实现

(实训单元一)

一、课题名称：温度测控单元设计与实现

二、技术要求

- 1、使用 STC15F60S2 单片机完成系统设计。
- 2、温度测量采用 3950 NTC 热敏电阻。
- 3、通过 2.5V 基准电压源测量供电电压。
- 4、设置 4 位 LED 数码管用于温度、电压等信息显示，温度显示分辨率 0.1℃，电压 0.01V。
- 5、设置 3 位独立按键用于输入。
- 6、设置 RS485 接口用于数据远程传输。
- 7、系统设计应考虑低功耗。
- 8、系统需 24 小时连续运行，应采取措施保证可靠工作。
- 9、预留接口供后续实训单元使用。

三、设计任务

- 1、写出详细设计报告叙述电路工作原理。
- 2、程序设计
 - ① 编写程序简要说明，绘制程序流程图。
 - ② 使用汇编语言或 C 语言编写程序。
- 3、编写简要使用说明书。
- 4、完成电路焊接和系统调试。

四、设计演示验收要求

(一) 基本要求

1、电路板焊接装配要求

元器件放置整齐，同类元件高度及方向一致，无错装、倾斜、歪倒等现象。
保持焊点饱满，有光泽度，焊锡不应过多。

2、功能演示要求

上电后数码管显示学号后四位。
按键切换显示当前温度值和供电电压。

3、现场回答问题

(二) 提高扩展

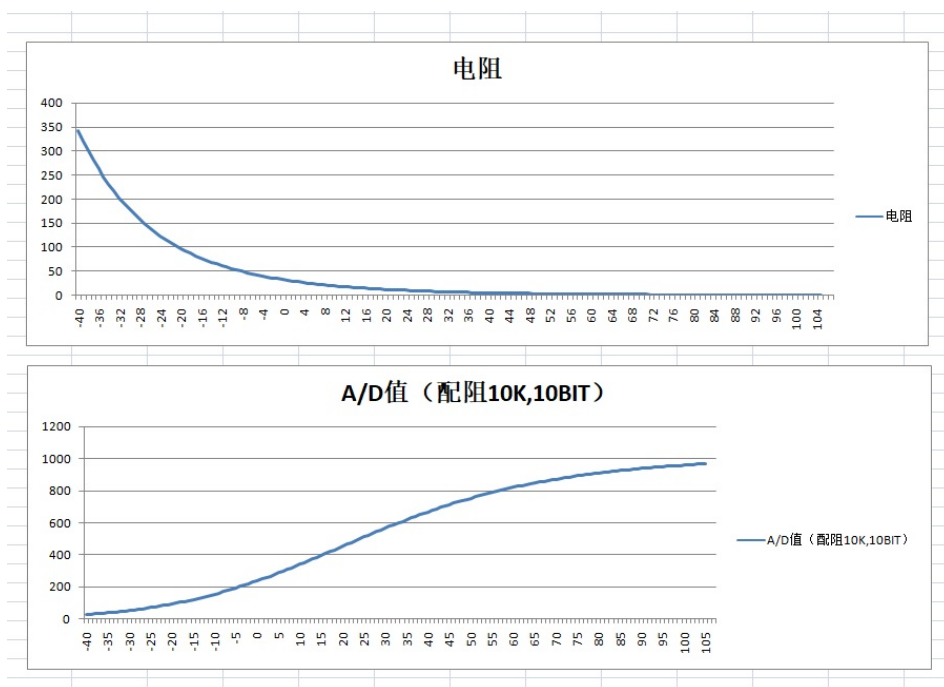
- 1、通过 RS485 通讯口将温度值传输至 PC 机。
- 2、设置上下限实现温度控制。

五、课题分析与提示

1. 温度传感器

3950 热敏电阻（10k）阻值与温度关系

温度	阻值	温度	阻值	温度	阻值	温度	阻值
-40	340.9281	-3	38.2307	34	6.7996	70	1.7411
-39	318.8772	-2	36.294	35	6.5223	71	1.6826
-38	298.3978	-1	34.4668	36	6.2577	72	1.6264
-37	279.3683	0	32.7421	37	6.0053	73	1.5723
-36	261.6769	1	31.1138	38	5.7645	74	1.5203
-35	245.2212	2	29.5759	39	5.5345	75	1.4703
-34	229.9072	3	28.1229	40	5.315	76	1.4222
-33	215.6488	4	26.7496	41	5.1053	77	1.3759
-32	202.3666	5	25.4513	42	4.905	78	1.3313
-31	189.9878	6	24.2234	43	4.7136	79	1.2884
-30	178.4456	7	23.0618	44	4.5307	80	1.2471
-29	167.6783	8	21.9625	45	4.3558	81	1.2073
-28	157.6292	9	20.9218	46	4.1887	82	1.169
-27	148.246	10	19.9364	47	4.0287	83	1.1321
-26	139.4807	11	19.0029	48	3.8758	84	1.0965
-25	131.2888	12	18.1184	49	3.7294	85	1.0623
-24	123.6294	13	17.28	50	3.5893	86	1.0293
-23	116.4648	14	16.4852	51	3.4553	87	0.9974
-22	109.76	15	15.7313	52	3.3269	88	0.9667
-21	103.4829	16	15.0161	53	3.2039	89	0.9372
-20	97.6037	17	14.3375	54	3.0862	90	0.9086
-19	92.0947	18	13.6932	55	2.9733	91	0.8811
-18	86.9305	19	13.0815	56	2.8652	92	0.8545
-17	82.0877	20	12.5005	57	2.7616	93	0.8289
-16	77.5442	21	11.9485	58	2.6622	94	0.8042
-15	73.2798	22	11.4239	59	2.5669	95	0.7803
-14	69.2759	23	10.9252	60	2.4755	96	0.7572
-13	65.5149	24	10.451	61	2.3879	97	0.735
-12	61.9809	25	10	62	2.3038	98	0.7135
-11	58.6587	26	9.5709	63	2.2231	99	0.6927
-10	55.5345	27	9.1626	64	2.1456	100	0.6727
-9	52.5954	28	8.7738	65	2.0712	101	0.6533
-8	49.8294	29	8.4037	66	1.9998	102	0.6346
-7	47.2253	30	8.0512	67	1.9312	103	0.6165
-6	44.7727	31	7.7154	68	1.8653	104	0.599
-5	42.462	32	7.3954	69	1.8019	105	0.5821
-4	40.2841	33	7.0904				



3950 系列 NTC 热敏电阻灵敏度高，但阻值与温度为非线性关系，可将各温度下的电阻值做成常量表格（数组），采用查表法等方式进行非线性修正。

为获得 0.1 度的温度分辨率，可采用线性内插方法。



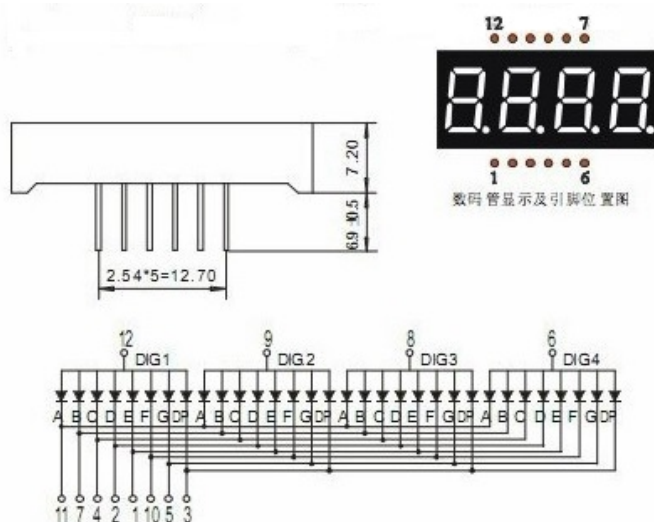
电阻值测量采用分压法，此方式测量值独立于 A/D 转换参考电压，只要参考电阻取值准确就能获得较高电阻测量精度。为获取稳定值可以采用多次采样取平均。测量值超范围显示端点值。

设计中采用带不锈钢封装的 3950 传感器，电路中取 10K 高精度电阻作为参考电阻。



2. 显示电路

系统采用四位共阳极数码管作为显示电路，单片机应采用扫描方式驱动显示四位数字。数码管内部结构如图：



为获得稳定显示效果，扫描周期应不大于 20ms。

板上另外设置三个独立 LED 发光管，L1(P4.2), L2(P4.3), L3 电源指示。可用于状态指示。

3. 按键处理

设计中采用 6X6 乒乓轻触按键，扩展 3 位独立式按键，占用 I/O 口 P3.6, P3.5, P3.4。可使用它们做显示内容切换，提高扩展部分中可用于设置温控上下限等输入操作。

机械按键按下和释放过程中存在抖动，容易造成单片机检测出按键多次按下释放，需要在软件上做消抖动处理。当单片机检测到按键按下或释放，间隔 20ms 等抖动过后再次确认，如果状态一致认为按键状态稳定可用。

一般按键功能处理采用按键按下后动作一次，在按键持续按下过程中不应再次动作，在软件处理中可以设置状态标志记录按键原有状态，当当前按键状态与原状态不一致时处理按键对应功能。

4. 通讯接口

为适应后续的网络通讯设计，模块需设计上 RS485 接口，使用芯片的串口配合 485 电平转换芯片（MAX485/SP486/75LBC184 等）构成。利用单片机的 P5.5 口作为收发控制端。使用 P2.4-P2.7 连接四位拨码开关用于在 485 总线多点通讯中需要配置本机地址。

5. 基准电压及电源电压监测

电路中设置 2.5V 基准电压源 MC1403，连接在最后一个 A/D 转换通道（P1.7）。可利用此基准电压计算出 VCC，作为 A/D 转换参考电压，用于下一单元热电阻电压测量。

6. 扩展接口、下载接口和电源接口

电路中设置一个 IDC16 排线插座 J2 用于连接后续单元的热电偶信号放大电路，同时也引出一部分 I/O 口可用于其它扩展功能。

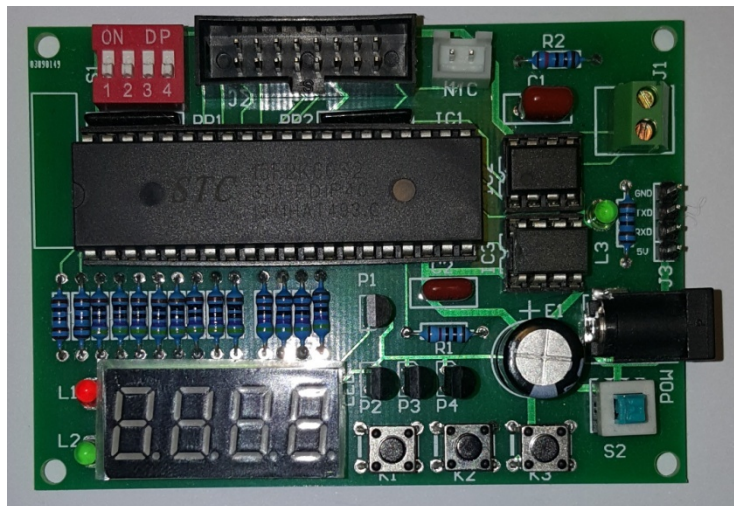
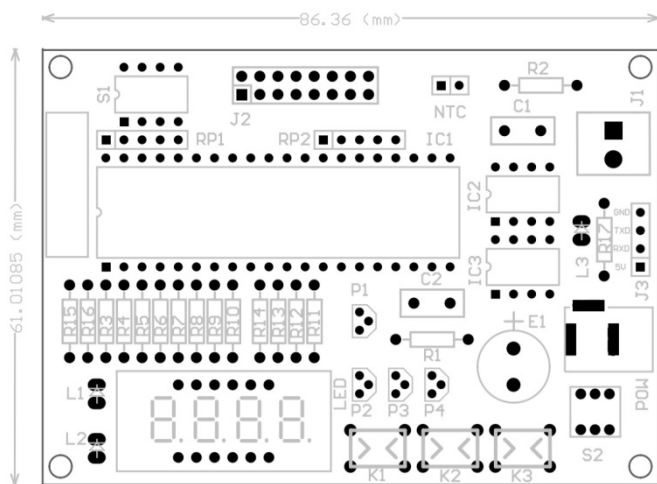
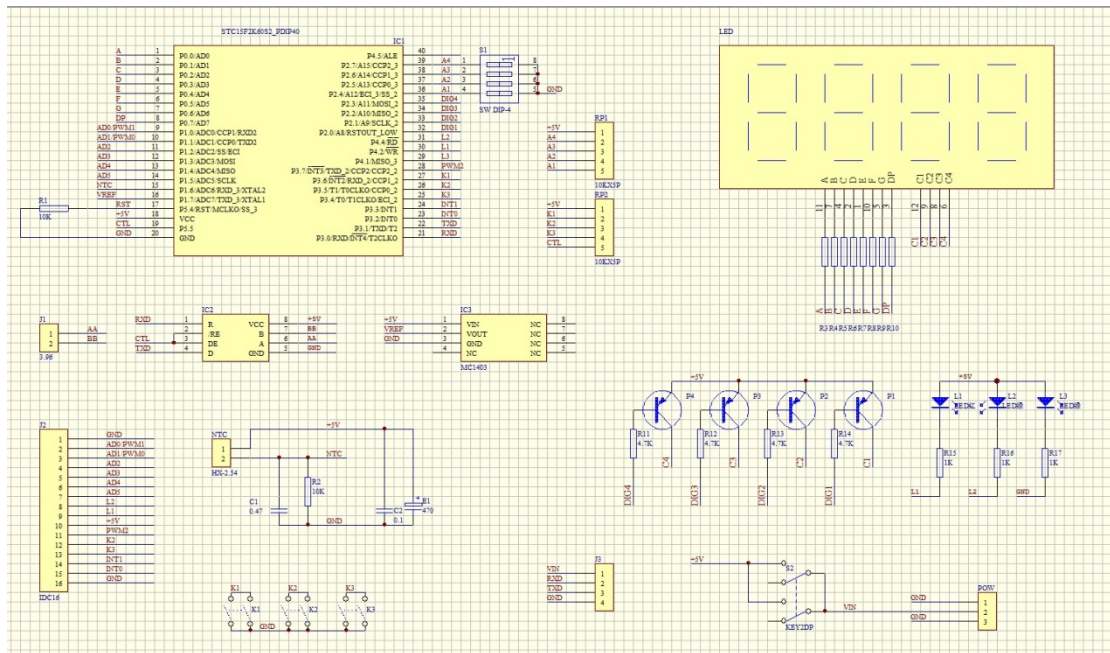
1	数字地
2	A/D0 PWM1 捕获输入 1
3	A/D1 PWM0 捕获输入 0
4	A/D2
5	A/D3
6	A/D4
7	A/D5
8	I/O P4.4
9	I/O P4.2
10	+5V
11	PWM2 捕获输入 2
12	T1
13	T0
14	INT1
15	INT0
16	模拟地

电路中设置一个 TTL 电平串口 J3 用于程序下载。此接口也可以通过 USB 转串口模块为电路板供电。如果通过 5.5 插口供电，此接口的 VIN 端应悬空。

1	VIN
2	RXD
3	TXD
4	GND

电路板的电源输入端采用 5.5X2.1 接插件连接电源适配器。电源输入通路配有自锁开关 S2 用于电源控制。

7. 原理图及电路板图



板上设备资源列表

P0	数码管段驱动，低电平点亮	P0.0-A……P0.7-DP
P2.0-2.3	数码管位驱动，低电平选通	P2.0-最左位
P3.4	K3	
P3.5	K2	
P3.6	K1	
P4.2	L1	
P4.4	L2	
P2.4-2.7	拨码开关	P2.7 第一位
P5.5	485 收发选择	高电平发（使用下载口应保持高电平）
A/D6 (P1.6)	NTC 信号输入	
A/D7 (P1.7)	MC1403 输入	

接口功能列表

J1	485 接口（上正下负）
J2	扩展接口
J3	下载调试接口（5V 不要接）
POW	电源适配器接口
S2	电源开关
NTC	NTC 温度传感器接口

8. 电路板装配和焊接

元器件在电路板上的插装应分布均匀，排列整齐美观，不允许斜排、立体交叉和重叠排列；不允许一边高、一边低，也不允许引脚一边长、一边短。

元件器件焊接的顺序是先低后高，先小后大，先轻后重，先易后难，先一般元器件后特殊元器件，且上道工序安装后不能影响下道工序的安装。

元件放置尽量离电路板 1-2mm。

元件放置方向尽量一致。

焊接时应保证插装好的器件不移动，焊接时间应少于 2 秒。焊点成内弧形(圆锥形)，焊点整体要饱满、光滑、无针孔、无松香渍。如果有引线，引脚，它们的露出引脚长度要在 1-2MM 之间。焊锡将整个上锡位置及元件脚包围。

9. 系统软件设计

设计中有一定的数据运算，使用 C 语言编程比较方便。

在程序存储区设置数组存放 7 段码字模和 3950 电阻值表。

主程序启动后需完成初始化，构成循环结构。根据 AD 转换结果查表计算温度值及电源电压等运算量比较大的处理部分应放在主程序循环中。

使用一个定时器中断完成数码管显示扫描和按键检测及防抖动处理。

A/D 转换的启动和结果读取可以在主程序中完成也可使用定时器中断启动转换，在 A/D 转换中断中读取结果。

注意尽量简化中断子程序，缩短执行时间。在中断处理程序中只应完成必须的操作，复杂处理应在主程序中做。

程序编译调试可采用 KEIL 集成开发环境。

10. 软件下载

程序下载使用 USB 转串口适配器连接 PC, 通过 STC-ISP 工具软件完成 HEX 格式程序的下载。



USB 串口适配器引脚定义如下：

红色 +5V
黑色 GND
白色 RXD
绿色 TXD

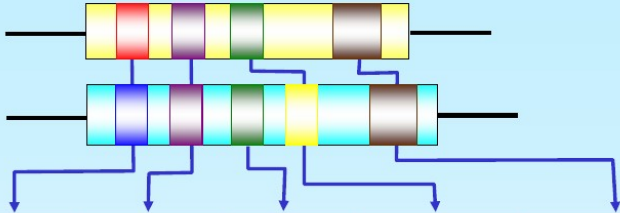
串口适配器与实训板 J3 连接时，GND 与 GND 相连，RXD 与 TXD 交叉连接，+5V 线悬空。

11. 元件表

数量	名称	电路板位置
1	0.1 CBB 电容	C2
1	0.47 CBB 电容	C1
3	1K 电阻	R15 R16 R17
1	3.96 接线端子	J1
4	4.7K 电阻	R11 R12 R13 R14
1	10K 电阻	R1
2	10K 0.5%精密电阻	R2
2	10KX5P 阻排	RP1 RP2
1	470uf/16v 电解电容	E1
8	470 电阻	R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10
4	8550 三极管	P1 P2 P3 P4
1	HX-2.54 插座	NTC
1	IDC16 排线座	J2
1	7X7 自锁按键	S2
3	5X5 轻触按键	K1 K2 K3
1	LED 红	L1
2	LED 绿	L2 L3
1	4P 单排插针	J3
1	MC1403	IC3 配 DIP8 座
1	SN75LBC184	IC2 配 DIP8 座
1	STC15F2K60S2_PDIP40	IC1 配 DIP40 座
1	SW DIP-4 4 位拨码开关	S1
1	5.5X2.1 三脚电源接口	POW
1	3950 10K NTC 传感器（金属封装，带 0.5 米线）	
1	USB 转 TTL 串口适配器	
1	5V/1A 电源适配器，5.5X2.1 口	

附录 1：色环电阻定义

色环色标



颜色	I	II	III	倍率	误差
黑	0	0	0	10^0	
棕	1	1	1	10^1	$\pm 1\%$
红	2	2	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	10^3	
黄	4	4	4	10^4	
绿	5	5	5	10^5	$\pm 0.5\%$
兰	6	6	6		$\pm 0.25\%$
紫	7	7	7		$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8		
白	9	9	9		
金				10^{-1}	$\pm 5\%$
银				10^{-2}	$\pm 10\%$