

# 传感与微传感基础设计报告

题目 电子指南针的设计

班级 17 电信 学号 1728403018 姓名 李原百

## 一、设计目标

1. 设计一个电子指南针，可全方位测量  $360^\circ$ ，分辨率为  $0.1^\circ$ 。
2. LCD1602 显示测得方位的角度。
3. 绘制系统流程图、电路原理图、软件流程图。
4. 进行实物电路的焊接。

## 二、设计方案

### 1. 系统框图

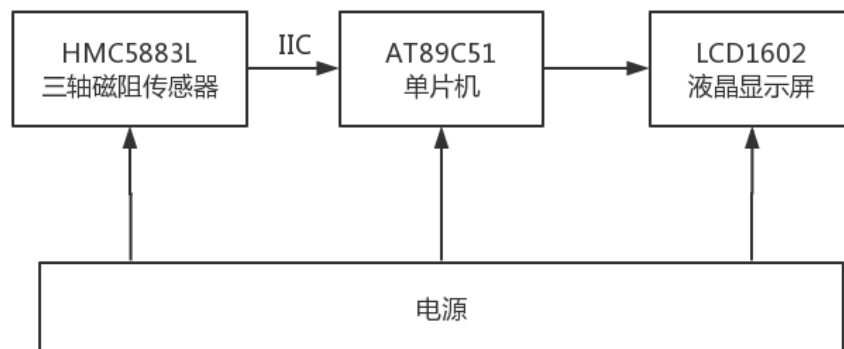


Figure 1 系统框图

#### (1) HMC5883L 三轴磁阻传感器

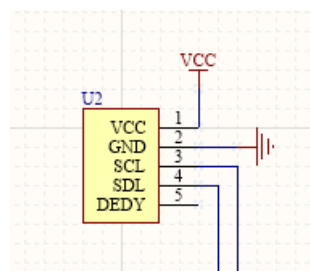


Figure 2 传感器部分

霍尼韦尔公司的 HMC5883L 是一种表面贴装的高集成模块，并带有数字接口的弱磁传感器芯片。HMC5883L 包括最先进的高分辨率 HMC118X 系列磁阻传感器，附带霍尼韦尔的集成电路包括放大器、自动消磁驱动器、偏差校准、能使罗盘精度控制在  $1^\circ \sim 2^\circ$  的 12 位 A/D 转换器。HMC5883L 采用霍尼韦尔各向异性磁阻(AMR)技术，该技术领先于其他磁传

感器技术。这些各向异性传感器具有在轴向高灵敏度和线性高精度的特点。传感器具有的对正交轴的低灵敏度的固相结构能用于测量地球磁场的方向和大小，其测量范围从  $5 \times 10^{-3}$  高斯到 8 高斯(gauss)。

(一) HMC5883L 的主要特点:

- a. 12 位的 A/D 与低干扰 ARM 传感器，可以在  $\pm 8$  高斯的磁场中实现 5 毫高斯的分辨率，罗盘精度可达  $1 \sim 2^\circ$ 。
- b. 使用 I<sup>2</sup>C 数字接口，通信较方便。
- c. 内置自检功能，可获得罗盘航线、硬磁、软磁以及自动校准库。
- d. 三轴磁阻传感器和 ASIC 都被封装在  $3.0 \times 3.0 \times 0.9 \text{mm}$  的 LCC 表面装配中，为无引线封装结构。体积较小，便于使用。
- e. 工作温度为  $-30 \sim 85^\circ\text{C}$ ，适用于常规环境。

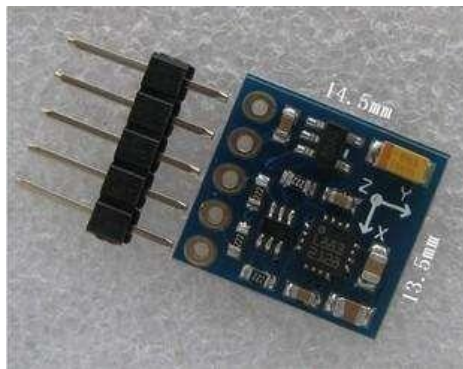


Figure 3 HMC5883L 实物图

(二) HMC5883L 的工作原理:

HMC5883L 磁阻传感器电路是三轴传感器加以辅助电路来测量磁场的。通过电源供电，传感器可以将测量轴方向上的任何入射磁场变成一种差分电压输出。磁阻传感器是由一个镍铁薄膜放置在硅片上，并构成一个带式电阻元件。在磁场存在的情况下，桥式电阻元件的变化将引起跨电桥输出电压的相应变动。这些磁阻元件两两对齐，形成一个共同的敏感轴，随着磁场在敏感方向上的不断增强，电压也就正向增长。因为输出只与沿着轴线方向上的磁阻元件成比例，其他磁阻电桥也放置在正交方向上，就能精密测量其他方向的磁场强度。

(三) HMC5883L 的优势

HMC5883L 使用 Set/Reset 回路，目的是在其每次测量数据之前可以进行自动消磁，以及消除设备本身存在的偏置，从而使得传感器在一个较为纯净的磁场中进行测试。HMC5883L 还具有取平均值的功能，它可取 2、4、8 个点的读数进行平均后再输出从而降低外界干扰的影响。

(2) 主控芯片 STC89C52

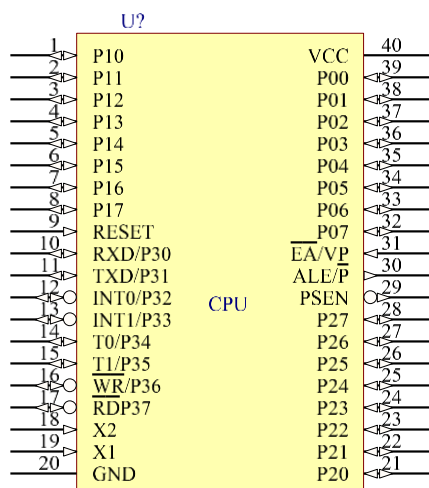


Figure 4 STC89C52 芯片

单片机的选择在整个系统设计中至关重要，要满足足够内存、较高速率、价格合适等要求，鉴于以上考虑本设计选择 51 单片机作为整个系统的主控芯片。

STC89C52RC 是 STC 公司生产的一种低功耗、高性能 CMOS8 位微控制器，具有 8K 字节系统可编程 Flash 存储器。STC89C52 使用经典的 MCS-51 内核，但是做了很多的改进使得芯片具有传统的 51 单片机不具备的功能。在芯片上，有 8 位 CPU 和在系统可编程 Flash，使得 STC89C52KE44 可为众多嵌入式控制应用系统提供高灵活、更有效的解决方案。

S1 为复位按键，上电后按下 S1，将 Reset 引脚置为高电平，单片机将复位；按键释放时，此时 Reset 为低电平，单片机正常工作。

### (3) 电源模块

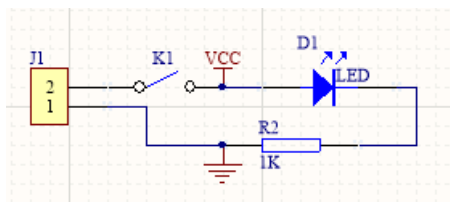


Figure 5 电源模块原理图

LED 灯为电源指示灯，上电后 LED 灯被点亮，限流电阻取值较大，可降低 LED 使用时的亮度，有利于延长 LED 指示灯的使用寿命。

### (4) LCD1602 液晶显示模块

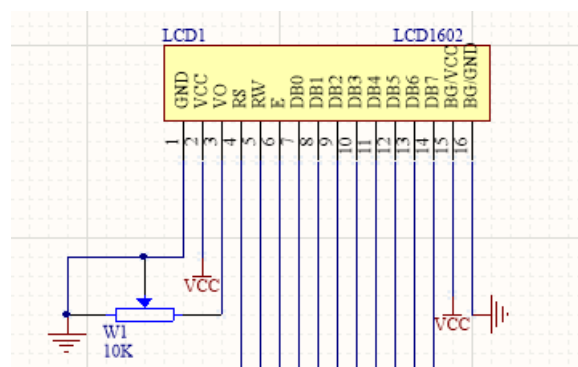


Figure 6 LED1602 液晶显示模块

LCD1602 液晶显示模块具有体积小、功耗低、显示内容丰富等特点，液晶显示模块已经是单片机应用设计中最常用的信息显示器件。LCD1602 可以显示 2 行 16 个字符，有 8 位数据总线 D0-D7，和 RS、R/W、EN 三个控制端口，工作电压为 5V，并且带有字符对比度调节和背光。调节滑动变阻器 W1 即可调节液晶显示器的亮度，此处的 P0 口不需上拉电阻，因为此时 P0 口接 1602 液晶显示屏，作为数据总线时不需要接上拉电阻。

### 三、 电路设计

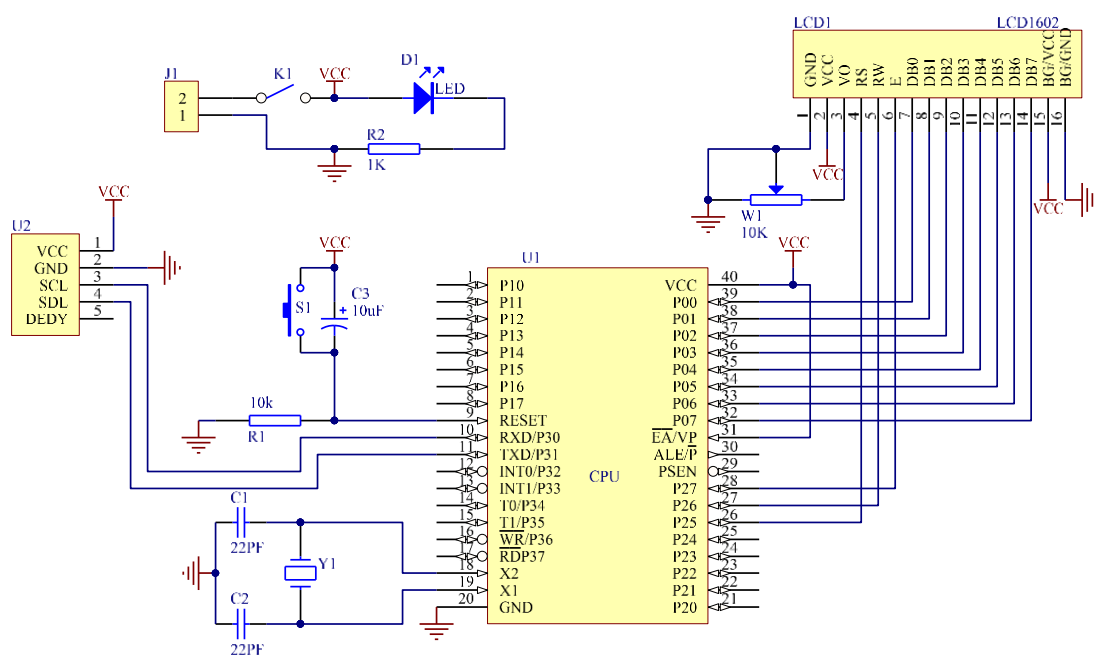


Figure 7 电路原理图

系统整体电路原理图如 Figure 7 所示，由电源部分、传感器部分、51 单片机最小系统、液晶显示部分组成。电源使用 LED 灯进行指示，系统采用 HMC5883L 三轴磁阻传感器，控制部分的主控芯片使用 STC89C52 单片机，显示部分使用 LCD1602 进行显示。

### 四、 软件设计

#### (1) HMC5883L 与单片机通信软件设计

HMC5883L 是一款集成 IIC 总线接口的数字传感器，而 STC89C52RC 单片机没有 IIC 接口，所以采用在单片机上模拟 IIC 通讯时序与 HMC5883L 进行通信，而 HMC5883L 可以采用单字节读取和多字节读取方式，在本设计中采用的是多字节读取方式，一次将 X、Y、Z 的值读到单片机内，具体通信软件设计思路如下：

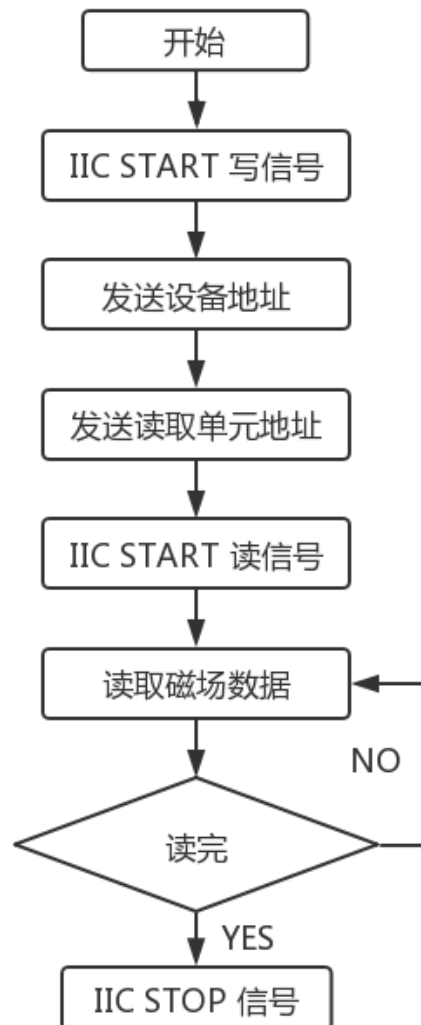


Figure 2 HMC5883L 模块与单片机通信软件流程图

## (2) LCD1602 设计

本设计采用 LCD1602 作为显示设备，显示的信息包括当前方位信息与与地理南极的夹角信息（角度制）。我们从 HMC5883L 得出地磁方向在 X 与 Y 轴上的磁场强度分量，采用  $\text{atan2}()$  这个函数得出其与地理北极之间的夹角（弧度），再通过弧度到角度的转换，得到角度值，最后加上  $180^\circ$ ，使其变为与南极之间的夹角，而且所有值变为正数，方便处理。得到度数后，根据我们预先设定好的角度范围，判断当前所在哪个方位，并在 LCD1602 上显示，然后将其乘以 10 倍，变为整数，通过转换，在 LCD1602 上显示与南极夹角的值，具体设计思路如下：

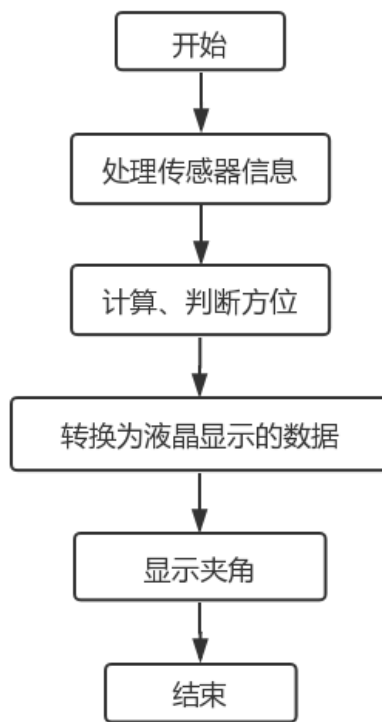


Figure 3 LCD1602 人机界面软件流程图

### (3) 系统总统软件设计

本设计的软件设计总体思路是将 HMC5883L 得到的信息送至单片机内进行处理，再转换为液晶显示数据在 LCD1602 上进行显示，得到当前的方位信息与角度信息，由于硬件模块较少，所以很大部分工作放在了软件上，具体流程图如下：

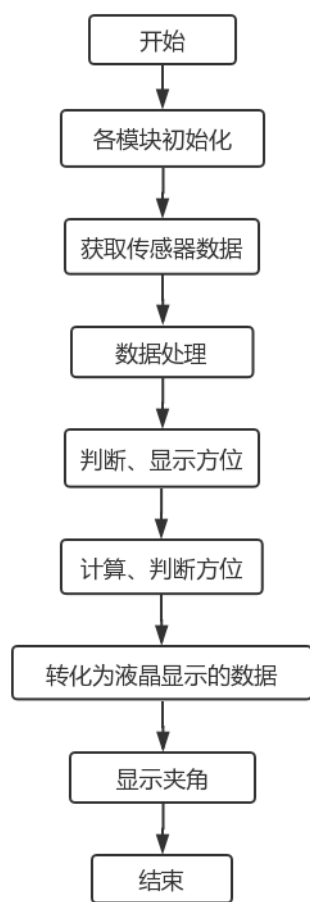


Figure 4 系统总体软件流程图

## 五、 焊接调试（电路板正反面、调试效果）

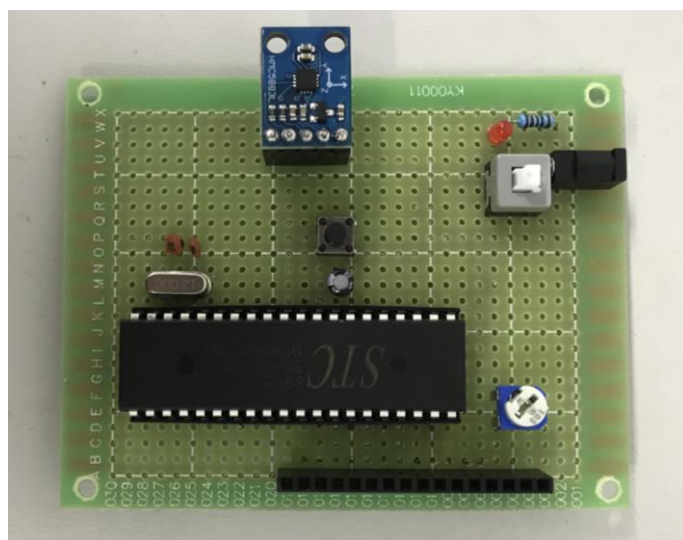


Figure 5 电路板正面图一

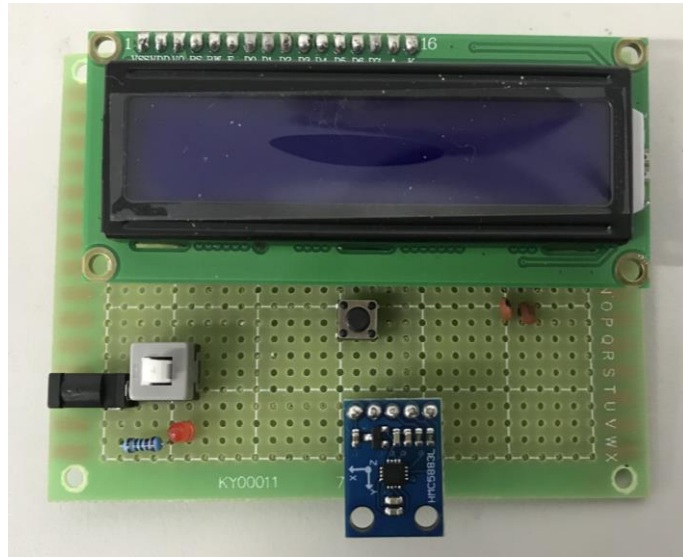


Figure 6 电路板正面图二

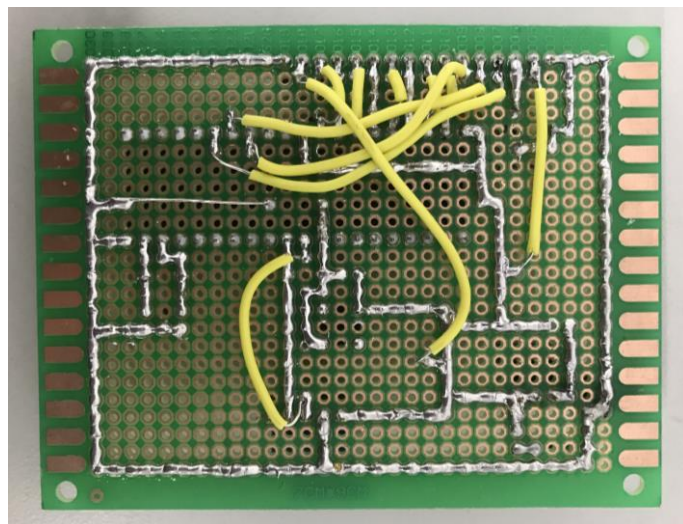


Figure 7 电路板反面图

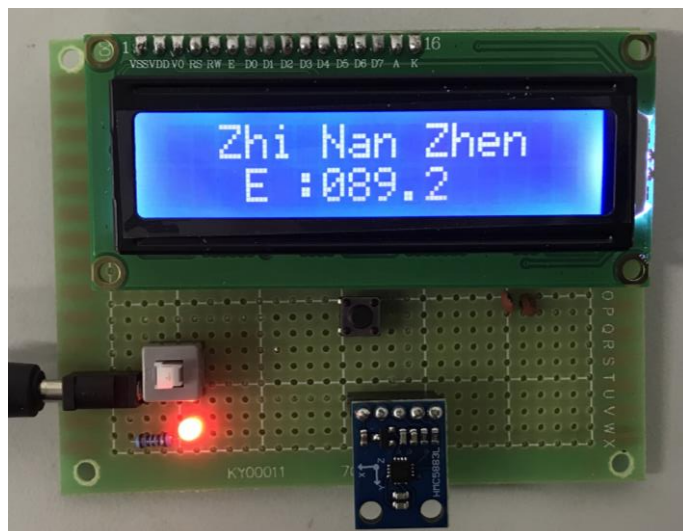


Figure 8 测试正东方向





Figure 9 测试正北方向

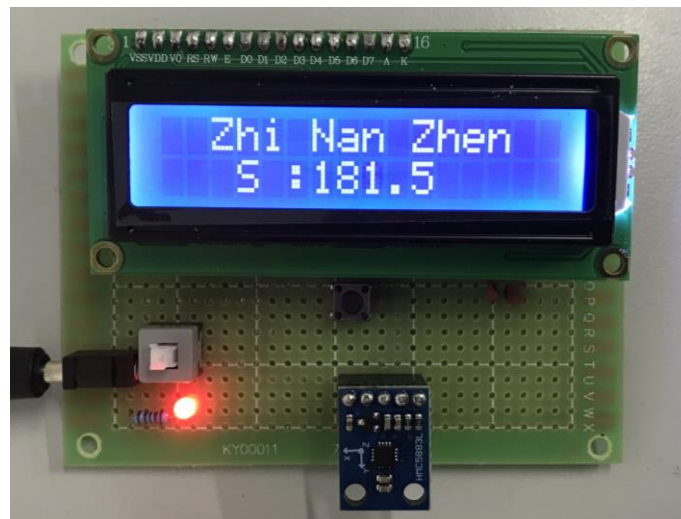


Figure 10 测试正南方向

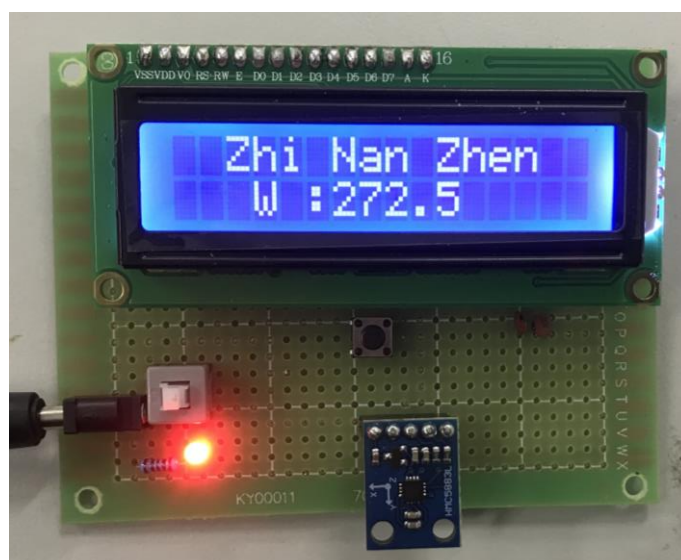


Figure 11 测试正西方向



Figure 12 测试西南方向

## 六、 总结

经过期中选题时的查找资料，到这几周购买元器件、焊接、编程、调试，我终于完成了传感器设计的任务。本次设计锻炼了我动手实践能力，也是对我们以后的研究生学习或是工作能力的训练和考察过程。

本设计并不简单，这是大学期间第一个自己选题、自己设计的实验，开放性比较大，从选题到最后完成作品都是自己一个人进行，没有任何参考。这锻炼了我们分析问题、解决问题的能力。在确定了硬件电路后，本设计重点在软件代码上，LCD1602 的编程在课程设计这门课程中有所学习，难点在于 HMC5883L 的编程。通过上网查找芯片手册，对 HMC5883L 的功能有了初步的认识，再找到了一些范例程序，对其工作时序有了一定的了解。在设计程序时，我不敢妄想一次就将整个程序设计好，经历了反复修改，对自己的程序进行注释程序，以此来让自己的理解更加深刻。

由本次传感器设计从挑选设计方向，查阅资料，到决定总体设计，绘制原理图，进行初步仿真，购买元器件，再到最后的上机编程，调试，修改程序，完善程序，让我收获了很多。这锻炼了我分析问题、解决问题的能力，扩充了知识面，提高了知识水平，使自己在动手能力上有了很大的提高。通过本次设计，我认识到自己对 C 语言的应用编程有很大的欠缺，需要在今后的学习中进一步提高。