

# 目 录

1 产品功能分析 .....	1
2 设计方案遴选 .....	1
2.1 单片机的选择 .....	2
2.2 显示模块的选择 .....	2
2.3 脉搏检测传感器的选择 .....	2
2.4 系统框图设计 .....	3
3 产品硬件设计 .....	3
3.1 STC89C52RC 单片机核心电路设计 .....	4
3.2 信号采集电路设计 .....	5
3.2.1 光电传感器 .....	5
3.2.2 滤波电路 .....	6
3.2.3 放大整形电路 .....	6
3.3 按键电路 .....	7
3.4 DS18B20 温度传感器 .....	8
3.5 LCD1602 液晶显示模块电路 .....	8
4 产品软件设计 .....	10
4.1 主程序流程图 .....	11
4.2 LCD1602 液晶显示程序设计 .....	11
4.3 产品程序清单 .....	12
5 产品使用说明 .....	13
5.1 产品装配图 .....	13
5.2 产品调试 .....	13
5.3 产品使用说明 .....	14
6 产品设计技术标准 .....	14
参考资料 .....	15
附录 .....	16
附录 1 元器件清单 .....	16

附录 2 电路原理图 .....	17
附录 3 PCB 设计图 .....	18
附录 4 产品实物图 .....	19
附录 5 主程序代码 .....	21

# 基于 51 单片机的智能手环生理监控报警系统

## 设计与制作

### 1 产品功能分析

随着经济与科技的快速发展, 各种病毒变异与传播速度加快, 对人们的身体健康造成很大的伤害, 甚至会威胁到人类的生存与发展, 所以人们越来越重视自身和家人的健康状况。本文设计的是一个智能手环生理监控报警系统, 可以用来帮助检查个人、病患, 以及老人与儿童等人的心率与体温。同时, 这款系统也适用于其他需要监测生命机能的人群。这个设计不仅可以帮助人们随时了解自己 and 家人的身体状况, 也能在发现异常时及时发出警报通知他人, 一定程度上确保人们身体出现问题时能够得到及时的帮助和救治, 可以有效地保障人们的健康安全。

本系统由 STC89C52RC、按键、蜂鸣器、LCD1602、光电传感器、温度传感器、运放等构成。

心率在生理监控中是最常见的参数之一, 心率变化往往由人们所做的一些活动引起。比如在睡眠或休息时, 身体放松, 呼吸节奏较慢, 神志较为平缓, 心率也会变慢, 但心率也往往会随着人们压力过大、紧张焦灼, 情绪不稳定或者运动而加快。该设计使用红外光电传感器产生脉冲信号, 经过放大整形后, 将其连接到单片机的 IO 口。单片机利用外部中断对其进行计数, 从而测量出一分钟内的脉搏跳动次数, 实现了快捷方便的测量。系统不但可以供用户测量当时的脉搏跳动情况, 可以把采集到的脉搏信号显示在 LCD1602 屏上。同时还可以设定它的上限阈值和下限阈值, 当测量出结果的范围超过设定的范围时, 则蜂鸣器报警提醒。除此之外, 本设计也加入了温度传感器模块, 可以检测体温情况, 把结果显示在显示屏上。

### 2 设计方案遴选

在进行硬件电路设计时必须选择合适的元器件, 发挥器件的基本功能。

一个完整的生理监控报警系统需要几个模块组成, 从经济方面以及产品兼

容性上考虑，产品基本形式由主控模块、显示模块、报警模块、检测体温和脉搏模块组成。

## 2.1 单片机的选择

方案 1：使用 STM32 系列单片机。STM32 系列主要是为低成本，低功耗，高性能的嵌入式应用设计的 ARM，基本集成市场市面中工业领域的功能的 STM32，对于学生来说，成本偏高，使用起来较为复杂。

方案 2：使用 51 系列单片机。51 系列的单片机非常简单，并且它是一种非常经典的产品。该单片机具有高可靠性、超低价、无法被解密和高性能。它有 32 个 IO 口，并且 STC 系列的单片机还可以在线编程和调试，使程序的下载和整机的调试更加方便。虽然 51 单片机还是有一些缺点，比如保护芯片能力较差，EEPROM 功能需要扩展。

综合成本、技术问题以及产品功能需求，最终决定选用方案 2 中的 51 系列单片机作为主控芯片。

## 2.2 显示模块的选择

方案 1：使用点阵式数码管。点阵式数码管比较适合显示文字信息，因为它由 8 行 8 列的发光二极管组成，适合显示文字。如果用它来显示数字，会造成功能上的浪费，且点阵式数码管价格相对其它来说较高，对于本设计而言有其它更合适，性价比更高的选择，因此不使用点阵式数码管作为本设计的显示。

方案 2：使用 LED 数码管动态扫描。LED 数码管虽然价格不是很贵，对于显示数字也合适，采用动态扫描法与单片机连接时，占用单片机口线少。但是 LED 数码管动态扫描需要借助 74LS164 移位寄存器进行移位，容易在电路调试时产生问题，因此不采用 LED 数码管作为显示。

方案 3：采用 LCD 液晶显示屏，该款显示屏的显示功能强大，可以显示文字以及图形，显示效果清晰，对于本设计而言一个 LCD1602 液晶显示屏已经足够满足需求，价格也相对便宜，虽然需要的接口线较多，但也会给调试带来诸多方便。

综上所述，本设计中使用方案 3 中的 LCD1602 液晶显示屏作为显示模块。

## 2.3 脉搏检测传感器的选择

方案 1：采用压电传感器用来提取人的脉搏信号，压电传感器是利用某些电介质受力后产生的压力效应制成的传感器。所谓压电效应是指某些电介质在受

到某一方向的外力作用而发生弯曲和伸缩形变时，由于内部电荷的极化现象，会在其表面产生电荷的现象。通过此现象可以提取出人的脉搏信号 0。

方案 2：利用光电传感器提取人体脉搏信号，手指的组织可分为皮肤、肌肉和骨骼等非血液组织和血液组织。在这些非血液组织中，光吸收量是固定的。而在血液中，静脉血的脉动相对于动脉血脉动来说非常微弱，可以忽略不计。因此，透过手指的光的变化可以归因于动脉血的充盈。在一定波长恒定光源照射下，通过检测透过手指的光强，可以间接测量出人体的脉搏信号。

综上所述，而且市面上光电传感器更容易购买，因此选用方案 2 中光电传感器。

## 2.4 系统框图设计

产品系统框图设计如下：

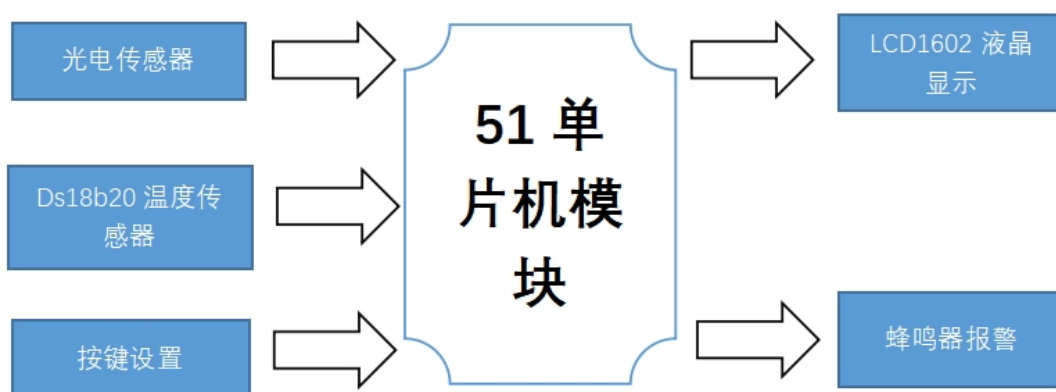


图 2-1 系统框图

## 3 产品硬件设计

由STC89C52RC单片机，光电传感器，温度传感器，LCD1602 液晶显示器，蜂鸣器模块，按键模块以及电源组成。

LCD1602 液晶显示第一行显示测试出的心率和体温的值，心率单位是次/分钟，温度单位为 $^{\circ}\text{C}$ ，第二行显示心率报警的上下阈值。

将手指放到红外传感器上，可读出人体当前心率；将温度传感器握在手中，可测量出当前体温；

按键可以设置上下限心率值，若是超过安全阈值，蜂鸣器鸣叫报警。

四个按键：一个是中断，其余三个按键一个是设置功能，一个是加数值，

一个减数值。设置键按下，设置心率上限值，且脉搏上限不能低于脉搏下限，按第二次设置下限值，第三次退出设置。

### 3.1 STC89C52RC 单片机核心电路设计

使用STC89C52RC单片机核心芯片的原因是它具有很多的优点，该款单片机是宏晶科技发布的，这是一种低功耗、高速、抗干扰性强的新一代单片机。它可以与传统的 8051 单片机指令代码兼容，并且支持 6 时钟、机器周期与 12 时钟、机器周期可自主选择。具有EEPROM功能和看门狗功能，具有 3 个 16 位定时器/计数器，外部中断 4 路和通用异步串行口。而且还便于设计各类项目所需要各种外围扩展电路，该单片机使用广泛，学习材料和案例丰富，简单容易上手，适合初学者学习，也适合专业人士进行深入研究和应用。

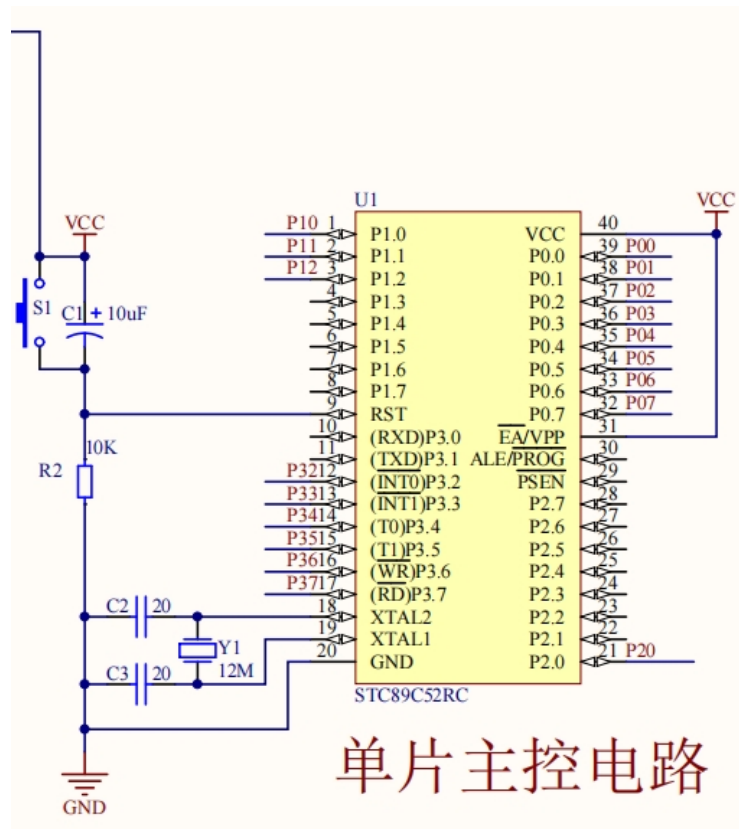


图 3-1 STC89C52RC 单片机最小系统原理图

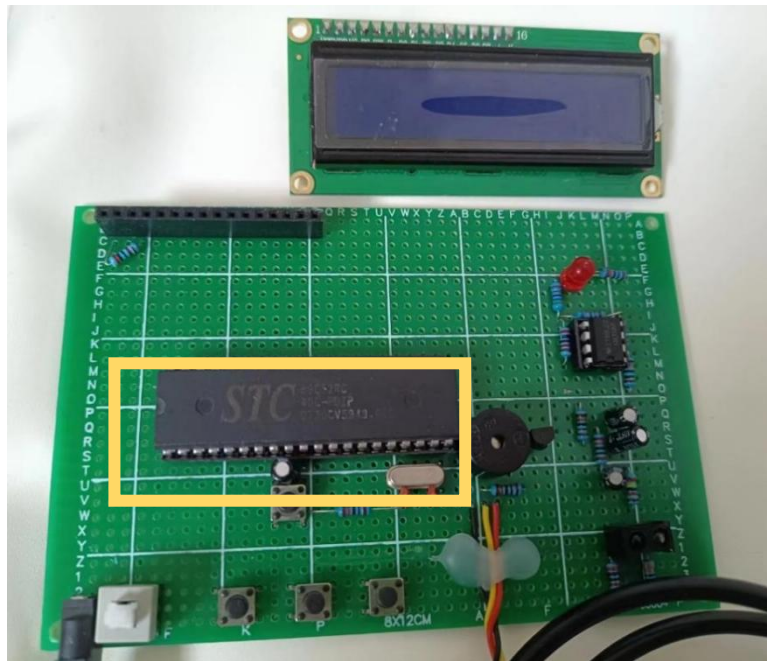


图 3-2 STC89C52RC 单片机实物图

### 3.2 信号采集电路设计

信号采集电路的功能是由传感器将脉搏信号转换为电信号，一般为几十毫伏，对信号加以放大，以达到整形电路所需的电压，一般为几伏。放大后的信号波形是不规则的脉冲信号，所以必须加以滤波整形，整形电路的输出电压应满足计数器的要求<sup>0</sup>。放大整形电路框图如图 3-3 所示。

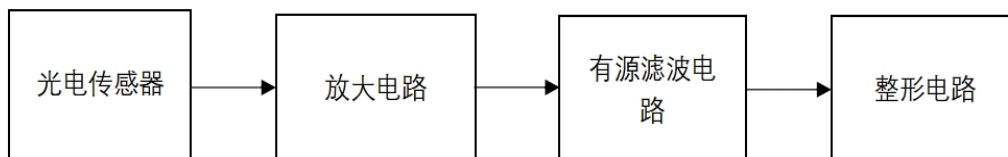


图 3-3 放大整形电路框图

#### 3.2.1 光电传感器

采用了红外光电传感器，作用是通过红外光照射人的手指的血脉流动情况，把脉搏跳动信号转换为电信号，其原理电路如图 3-4 所示。

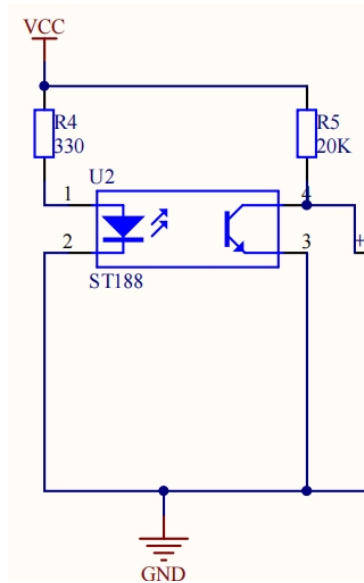


图 3-4 传感器信号调节电路原理图

如图 3-4 中，红外管 VD 采用 ST188。用+5V 电源供电，R4 取 330 $\Omega$ ，R5 取 20k $\Omega$ ，把手指放在发光二极管和光电二极管之间，光电二极管接收到的信号会随着人脉搏强度的改变而改变。

### 3.2.2 滤波电路

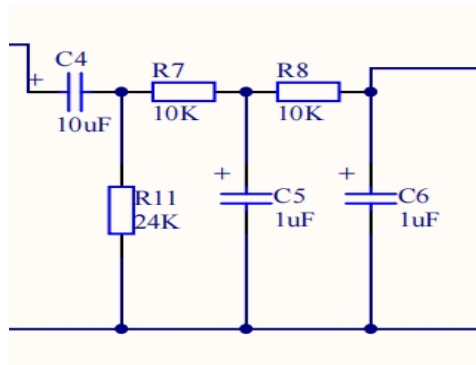


图 3-5 放大滤波电路原理图

图 3-5 为放大滤波电路，因为脉搏信号输出的信号十分微弱，一般在微伏级别，除此之外，输出的信号一般会伴随很大的噪声干扰，所以在这里用 LM358 搭建了一个放大滤波电路，以去除噪声，使信号平滑，并便于后续的数字处理。

### 3.2.3 放大整形电路

对信号进行整形，经过放大滤波后的脉搏信号仍是不规则的脉冲信号，并且伴有低频干扰，仍然不能适应后续计数器的输入要求，必须采用整形电路，这里选用了滞回电压比较器，如图 3-6 所示，其目的是为了提高抗干扰的能力



。集成运放采用了 LM358，除此之外，LM358 还接上了一个 LED 灯用作指示脉搏跳动的状态。

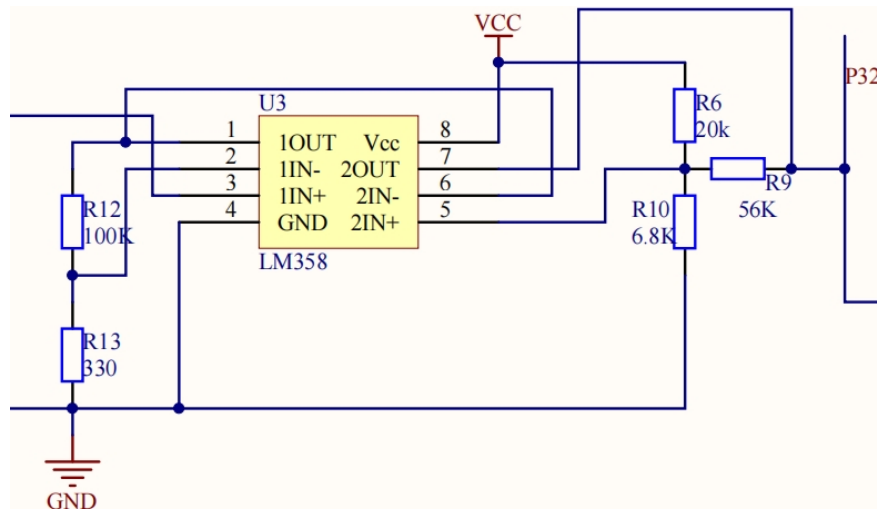


图 3-6 波形整形电路原理图

### 3.3 按键电路

按下按键实现开关接通，松开按键即断开连接，实现原理是轻触按键内部金属弹片受力弹动触发来实现接通断开功能。独立按键直接用 I/O 口线构成单个按键电路，其特点是每个按键单独占用一根 I/O 口线，每个按键的工作不会影响到其他 I/O 口线的状态。独立式按键电路配置灵活，软件结构简单。

按键单片机控制引脚默认为高电平，按键按下，单片机对应引脚成为低电平，然后实现按键所对应的功能。

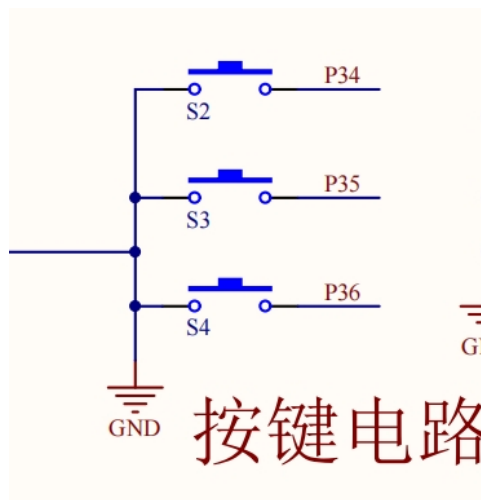


图 3-7 按键电路原理图

### 3.4 DS18B20 温度传感器

DS18B20 传感器是单总线数字温度传感器，它的体积小、构成的系统结构简单，可以直接将温度转化成串行数字信号给单片机处理，然后实现温度显示。另外 DS18B20 温度传感器测温范围为 $-55^{\circ}\text{C}$ ~ $+125^{\circ}\text{C}$ ，测温分辨率可达 0.0625 摄氏度，其测量范围与精度都符合本设计要求。

单总线通常要求接一个约 10K 左右的上拉电阻，如图 3-8，当总线空闲时，其状态为高电平。



图 3-8 DS18B20 温度检测电路

### 3.5 LCD1602 液晶显示模块电路

LCD1602 液晶模块采用 HD44780 控制器，hd44780 具有简单而功能较强的指令集，可以实现字符移动，闪烁等功能，LM016L 与单片机 MCU 通讯可采用 8 位或 4 位并行传输两种方式，hd44780 控制器由两个 8 位寄存器，指令寄存器（IR）和数据寄存器（DR）忙标志（BF），显示数 RAM（DDRAM），字符发生器 ROM（CGROM）字符发生器 RAM（CGRAM），地址计数器 RAM（AC）。IR 用于寄存指令码，只能写入不能读出，DR 用于寄存数据，数据由内部操作自动写入 DDRAM 和 CGRAM，或者暂存从 DDRAM 和 CGRAM 读出的数据，BF 为 1 时，液晶模块处于内部模式，不响应外部操作指令和接受数据，DDRAM 用来存储显示的字符，能存储 80 个字符码，CGROM 由 8 位字符码生成 5\*7 点阵字符 160 种和 5\*10 点阵字符 32 种。8 位字符编码和字符的对应关系，CGRAM 是为用户编写特殊字符留用的，它的容量仅 64 字节，可以自定义 8 个 5\*7 点阵字符或者 4 个 5\*10 点阵字符，AC 可以存储 DDRAM 和 CGRAM 的地址，如果地址码随指令写入 IR，则 IR 自动把地址码装入 AC，同时选择 DDRAM 或 CGRAM<sup>0</sup>。LCD1602 液晶模块的引脚图如图 3-9 所示。

### LCD1602液晶接口

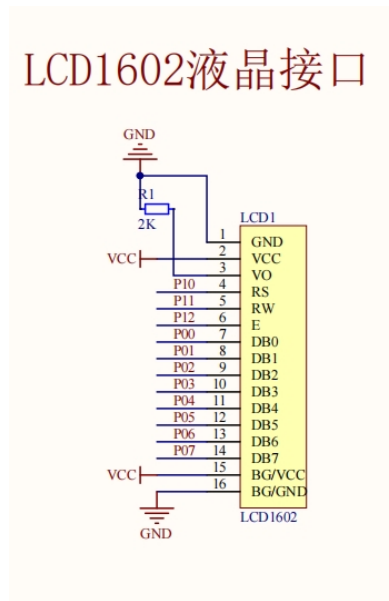


图 3-9 LCD1602 液晶模块引脚图



图 3-10 LCD1602 液晶模块实物图

表 3-1 LCD1602 引脚功能表

引脚	符号	功能描述
1	VSS	接地
2	VDD	接电源
3	V0	液晶显示器对比度调整端。
4	RS	RS 为寄存器选择。
5	R/W	R/W 为读写信号线。
6	E	E 端为使能端，下降沿使能。
7	D0	双向数据总线 0 位
8	D1	双向数据总线 1 位
9	D2	双向数据总线 2 位
10	D3	双向数据总线 3 位
11	D4	双向数据总线 4 位
12	D5	双向数据总线 5 位
13	D6	双向数据总线 6 位
14	D7	双向数据总线 7 位
15	B	背光电源正极
16	B	背光电源负极

#### 4 产品软件设计

本产品采用了 C 语言，KELL 编程环境，采用的是简单的模块化设计，由多个程序和模块化程序组成的整体程序。

## 4.1 主程序流程图

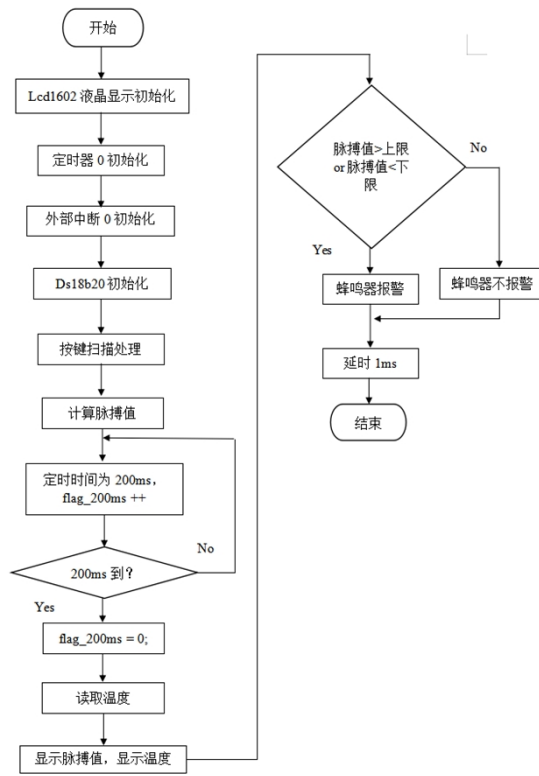


图 4-1 主程序流程图

## 4.2 LCD1602 液晶显示程序设计

LCD1602 液晶显示寄存器选择控制如表 4-1。

表 4-1 寄存器选择控制

RS	R/W	操作说明
0	0	写入指令寄存器（清除屏等）
0	1	读 busy flag (DB7)，以及读取位址计数器 (DB0~DB6) 值
1	0	写入数据寄存器（显示各字型等）
1	1	从数据寄存器读取数据

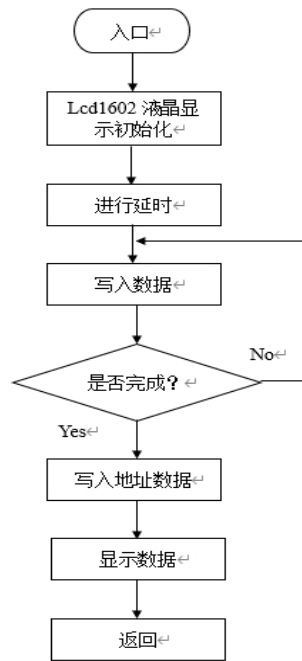


图 4-2 lcd1602 液晶显示流程图

### 4.3 产品程序清单

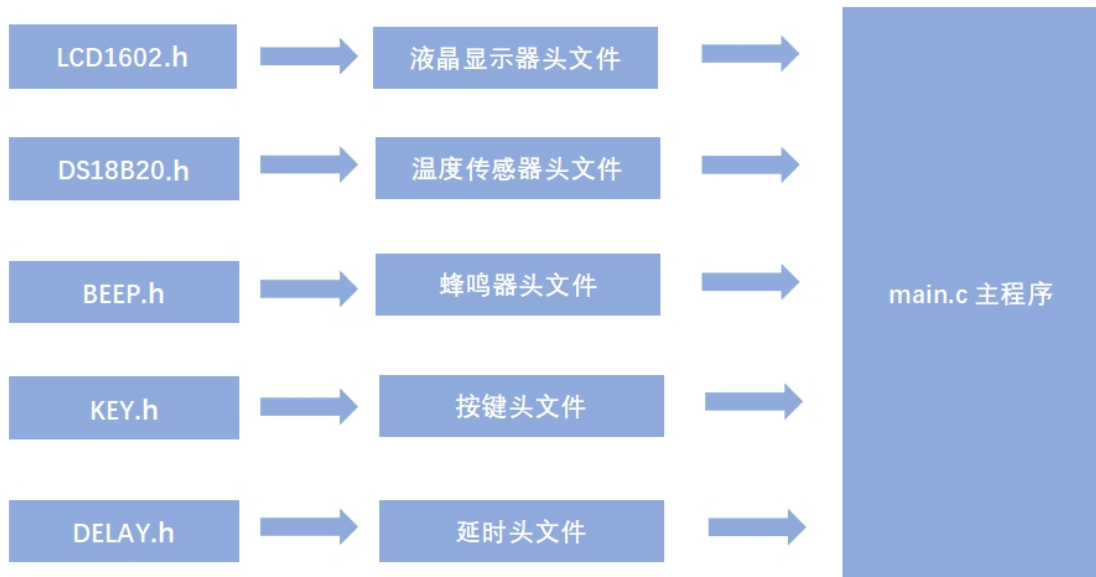


图 4-3 产品程序清单

## 5 产品使用说明

### 5.1 产品装配图

本系统由 STC89C52RC、按键模块、报警模块(蜂鸣器)、LCD1602 液晶显示模块、光电传感器、温度传感器、运放等构成。

装配图如下：



图 5-1 装配图

### 5.2 产品调试

1、检查是否所有的零部件都焊接到万用板上，对每一个焊点进行仔细检查，因为电路系统中只要出现一处错误，都会对产品后续检测造成很大的不便，并且影响产品功能的实现，所以必须要确保没有虚焊漏焊和没有毛刺的现象，而且由于电路之间的交线比较多，元器件摆放比较密集，对于各种锋利的引脚要注意是否完全处理干净，否则锋利的引脚会刺破带有包皮的导线，极有可能使电路短路。

2、使用万能表进行板件的测试，查看各焊点连接状况是否合格，再检查各电源线与地线是否有短路的现象。

- 3、对产品进行上电检查。
- 4、烧录编写好的程序。

### 5.3 产品使用说明

1、按下电源开关，LCD1602 液晶显示屏第一行显示心率和温度，心率单位是心率/分钟，温度单位为° C，第二行显示心率报警的上下阈值。

2、使用时将食指轻放在红外传感器上，可以看到 led 指示灯随心跳的跳动而闪烁。如果出现 led 灯没有闪烁或者闪烁不规律时可以适当调节手指位置和压力，如果 led 指示灯闪烁规律，则表示信号正确，然后在测试过程中保持手指位置和压力不要变。单片机会检测心率数据，大约五次信号后会开始显示算出的平均心率。

3、如果手指有抖动或者不稳定的情况，指示灯会乱闪，这时测出来的数据会不准确，所以在测试过程中要保持手指稳定。

4、将温度传感器握在手中，可测量出人体当前体温。

5、按键可以设置上下限心率值，从左往右数，第一个按键是加，第二个是减，第三个是设置。若是超过设置的安全阈值，则蜂鸣器鸣叫报警。

## 6 产品设计技术标准

- [1] J-STD-001E 电气与电子组件的焊接要求
- [2] IPC-A-610D (中文版), IPC-A-610E 电子组件的可接受性要求
- [3] IPC-7711/21 电子组件和电路板的返工&返修
- [4] GB/T 11457-2006 信息技术软件工程术语
- [5] GB/T 8566-2007 信息技术软件生存周期过程标准
- [6] GB/T 8567-2006 计算机软件文档编制规范



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/945014244042011142>