

## 摘要

近几年智能化的不断发展，人们生活中无处不在的智能化产品，成为人们生活的日常搭配，智能手环便于携带和能够随时检测身体情况，记录日常的数据，对生活中身体的状况进行实时的督促。此次设计的智能手环是由单片机 STM32F103C8T6 芯片作为主控制，ADXL345 倾角传感器模块测量步数、Pulse Sensor 脉搏心率传感器采集心率变化、DS18B20 采集温度，结合 LED1602 液晶显示、电源供电模块通过蓝牙调试助手输出数据。各个功能模块采集完信息后，并经过电路处理将信号放大后发送到核心芯片进行数据分析处理，处理后数据会在 LED1602 液晶上进行显示和通过蓝牙调试助手传输数据到 APP 端，将步数、脉搏、温度等显示出来。电路的设计研究和对数据的分析更加完善系统，合理的实现功能。

**关键词：**STM32 单片机；智能手环；心率监测模块；ADXL345 传感器；

## **Abstract**

Abstract: In recent years, with the continuous development of intelligence, intelligent products that are nowhere to be seen in people's life have become the daily collocation of people's life. The smart bracelet is easy to carry and can detect the body condition at any time, record the daily data, and supervise the body condition in real time. The smart bracelet designed this time is mainly controlled by STM32F103C8T6 chip. The ADXL345 Angle sensor module measures steps, the Pulse sensor pulse heart rate sensor collects heart rate changes, and the DS18B20 collects temperature. In combination with LED1602 LCD display, the power supply module outputs data through blue tooth debugging assistant. After the information is collected by each function module, the signal is amplified and sent to the core chip for data analysis and processing through circuit processing. After the processing, the data will be displayed on LED1602 LCD and transmitted to the APP terminal through blue tooth debugging assistant to display the number of steps, pulse and temperature. The circuit design research and the analysis to the data more perfect system, reasonable realization function.

**Keywords:** STM32 single chip microcomputer; intelligent bracelet; heart rate monitoring module; ADXL345 sensor;

# 目 录

<b>1 概述</b> .....	1
1.1 课题背景及其意义 .....	1
1.2 国内外的研究状况 .....	1
1.3 论文主要工作 .....	2
<b>2 方案的设计与论证</b> .....	3
2.1 设计任务及要求 .....	3
2.2 模块技术和方法综述 .....	3
2.3 设计过程遇到困难 .....	3
<b>3 硬件部分</b> .....	5
3.1 硬件设计 .....	5
3.2 STM32F103C8T6 单片机的概述 .....	5
3.3 1602 液晶显示模块 .....	7
3.4 ADXL345 倾角传感器模块 .....	7
3.5 Pulsesensor 脉搏心率传感器模块 .....	8
3.6 温度传感器模块 .....	9
<b>4 系统部分</b> .....	11
4.1 主程序流程框 .....	11
4.2 编程环境工具 KEILMDK .....	11
4.3 液晶显示程序 .....	12
<b>5 系统调试</b> .....	14
5.1 主芯片测试 .....	14
5.2 温度模块的调试 .....	14
5.3 心率模块的调试 .....	14
5.4 ADXL345 倾角传感器模块调试 .....	14
5.5 电源调试 .....	15
5.6 实物测试 .....	15

总结.....	17
参考文献.....	19
致谢.....	20

# 第一章 概述

## 1.1 课题背景及其意义

经济不断快速发展，促进科技的快速发展，人们的生活重点已经从温饱转移到生活质量上，身体的健康是人们关注的重点，为了方便人们关注自己的身体情况，市面上出现许多各类的机器，科学技术的不断缩小，便于查看和携带。市面上的计步器是目前推广性很大的一款测量健康的产品，实现计步和能量消耗，帮助健身和减肥人群提供精确的身体数据，指定合适的健身计划，根据市场需求设计出手持式的计步器，简单的设计易操作。

计步器的工作机是对日常活动情况的记录，数据化的提供参考，能够更加针对的指定运动计划，提升免疫力。计步器的实质是通过范围幅度变化的频率计算步数，在计步器的内部设置摆锤或者金属球的形式，球的晃动打到挡板的次数就是步数。人在行走的过程中，人的重心是在腰部的位置，在行走的过程会更具两脚移动而上下变化，手持式的手环，在人们运动的过程中摆动手臂，就会有更加明显的效果。主要运用重力加速度测量是速度变化的大小，根据加速度的变化来实现计步。

心率的计算心脏在 60S 内的跳到次数，进行判断心脏的跳动程度快慢。女性的心率会比男性的心率稍微快点，正常保持在 60 到 100 次/分，心跳的范围超过 100 次/分或低于 60/分都可能是生命危险，心脏是身体机能的动力源，所以时刻关注心脏的健康十分重要；基于此，本设计选择研发一种将步数和心率及温度连接一体的智能手环。

## 1.2 国内外的研究状况

现今世界的医疗的行业的不断发展，贸易进口上医疗设备的进出口上成交率非常高，也帮助国民的经济促进提升，目前，医疗器械已经成为了全球经济在高新产业中的竞争焦点，技术和人力都是需要多维度全面发展，就美国、意大利、德国等发达国家的医疗器械技术优先我国的医疗技术，主要在于我国没有掌握成熟的医疗器械的核心技术，目前掌握的技术也还不够成熟，所以在国际医疗器械的舞台上，我国的地位相对来说比较困难。

无论是发达还是发展中的国家都对医疗器械的技术要求非常的高,承担救死扶伤的重任需要非常成熟的技术支持才能确保质量过关,科学技术的发展是一个国家的技术优先的体现,也成为了重要的技术发展引擎。目前,国际上的医疗领域的成熟标志就是需要从:电子、材料、信息、纳米等方面的技术。创新能力的落后,没有形成成熟的创新体系,生产与科研的结合需要提升,我国目前的就是在创新和医疗设备的核心技术上与发达国家的差距大,只有不断的创新弥补不足,在医疗设备上实现医疗器械的核心技术逐步成熟,只有掌握核心的技术才能让一个国家在各国受到重视和尊重,已然是国家的科技进步和国民经济水平是国家实力的重要指标。

### **1.3 论文主要工作**

论文分部结构如下:

第一章: 首先介绍单片机目前发展形式, 说明论文研究的国际医疗器械发展研究的背景和意义, 最后介绍了国内外医疗器械的研究状况。

第二章: 是概括本次论文设计任务及内容, 设计方案的选择、智能手环设计中可能遇到的困难。

第三章和第四章: 系统总体框架的说明, 其中包括主控芯片和各个功能模块硬件设计和软件部分。

第五章: 实现本次论文设计智能手环的功能, 对智能手环的功能分部进行调试和整体调试。

第六章: 制作过程的自我的总结。

## 第二章 方案的设计与论证

### 2.1 设计任务及要求

1、智能手环选用单片机 STM32F103C8T6 芯片作为主控制，ADXL345 倾角传感器模块测量步数、Pulse sensor 脉搏心率传感器采集心率变化、DS18 B20 采集温度，电源供电结合 LED1602 液晶显示、通过蓝牙调试助手输出数据。

2、LED1602 液晶能显示当前的温度值、每分钟的心率、以及当前的步数，并且能够实时更新数据变化。

### 2.2 模块技术和方法综述

1. STM32F103C8T6 单片机：该款芯片是以 C 语言为编程语言，内置资源丰富，有充足的定时器、计数器、寄存器、大量的串口，程序运行稳定，能进行仿真，体积小，市场推广下久、应用价值高。

2. 1602 液晶显示屏：LED1602 液晶作为显示屏，显示效果美观，能根据需要调节亮度，数字和字符都能显示，操作简单，价格低。

3、倾角传感器：采用基于 ADI 公司的倾角传感器 ADXL345 模块在 ADXL345 模块不能检测倾斜的角度并且来检测老人的位置信息，而且内置具有很多寄存器配置，而且成本低，易于控制，容易开发，资料齐全。

4、心率监测模块：采用 Pulse Sensor 脉搏心率模块采集心率数据，采集到的数据精确、并且干扰性强，开发简单，经过 LM393 电压放大后，模拟量转化成数据量，并且通过主控芯片处理并显示出来。

5、温度传感器模块：DS18B20 温度传感器是数字温度传感器，主控芯片不需要模数转化就能直接采集并显示，测量范围广、温度显示精确。

### 2.3 设计可能遇到的困难

预计研究过程中可能遇到的困难和问题，以及解决的措施问题：

(1) 主控制芯片的选择，需要选择内部资源具有 AD 的功能，功能模块多，内部配置的资源要充足；

(2) 程序的编写和调用模块的源代码，包括各个传感器信息采集处理，数据传输和显示；

解决措施:

(1) 可以在图书馆的资料库或者上网查询产品中寻找满足智能手环功能的芯片, 芯片体积小, 内置资源丰富, 模块兼容性好并且价格低;

(2) 提前查阅了解相关功能模块的数据信息, 找到合适要求的模块, 了解掌握相关的模块的资料, 并且能够编写和调用相关的程序。

## 第三章 系统总体框架

### 3.1 硬件设计

在智能手环由 STM32F103C8T6 单片机为主控制芯片、ADXL345 传感器模块测量倾斜角度对步数的计量、心率传感器对人体的心率进行实时检测、温度传感器采集人体的体温、LED1602 液晶显示屏心率、温度、时间、步数等信息、电源模块对各个功能模块进行供电等部分组成。在 ADXL345 倾角传感器和心率采集传感器、温度传感器采集相应的数据后，传输给主控制芯片 STM32F103C8T6，再由主控制芯片对采集到的数据处理分析，并通过液晶显示、蓝牙调试助手 APP 进行参数数据显示。

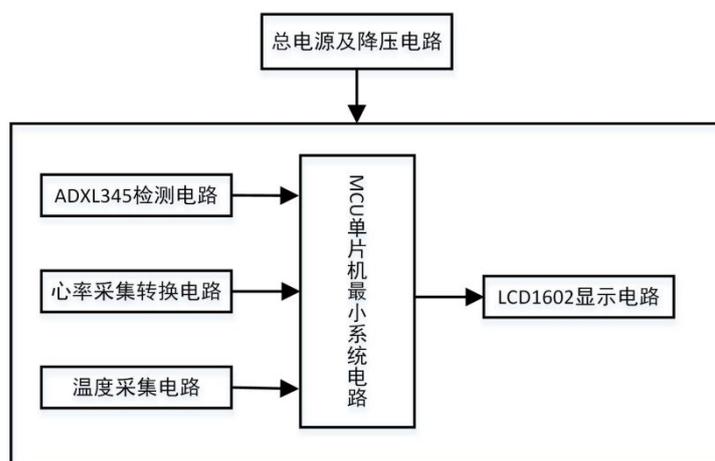


图 3-1 系统硬件框图

### 3.2 STM32F103C8T6 单片机的概述

STM32F103C8T6 是携带 32 位 ARM 寄存器的芯片，属于中等容量的增强型，在嵌入式中运用最多，大量的工程代码能够进行 RISC 先进的代码压缩技术，内部集成寄存器、看门狗、计数器、时基单元等多种资源，主要有数据转换器 A/D、程序存储器容量 64KB、多路高精度定时器、自带串口和 PWM 等功能，配置能够快速处理异常情况的 240 优先级和 8 个物理抢占优先级的中断处理器，处理器也还能自动进行数据处理保存和恢复，芯片的工作电压范围 2 到 3.6V 之间。STM32F103C8T6 芯片运行速度快、功耗低、价格便宜、性能高、稳定，在电子研发市场上的价值非常可观。STM32 单片机核心板接口原理如图 3-2 所示



### 3.3 1602 液晶显示模块

智能手环系统采用采用 1602 液晶显示，1602 液晶共有 16 个引脚，1602 液晶是一种点阵液晶显示器，是由 128\*64 点组成的，在液晶先说好中可以通过串行和并行方式来驱动液晶显示，其中液晶可以显示数字、字符等多种应用，在智能手环系统中 1602 液晶主要显示心率、温度、步数、日期等信息。如图 3-4 下图所示。

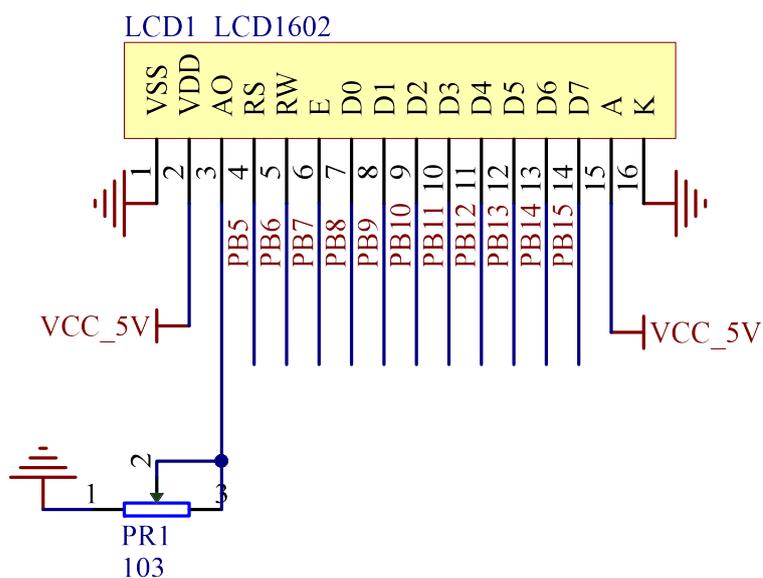


图 3-4 LED1602 液晶显示电路原理图

### 3.4 ADXL345 倾角传感器模块

智能手环计步功能选择 ADXL345 倾角传感器模块，对运动的步数进行实时检测。ADXL345 是 16 位二进制的补码的数字输出，功耗低，分辨率高，非常适合用于移动型的设计，内置的特殊检测功能是通过敲击检测对各个方向的检测，利用自由落体的检测功能判断事物是否落下，进而完成计步的功能。另外模块内置具有很多寄存器配置，易于操作，成本低，容易开发，资料齐全。ADXL345 模块接口图如图 3-5 所示。

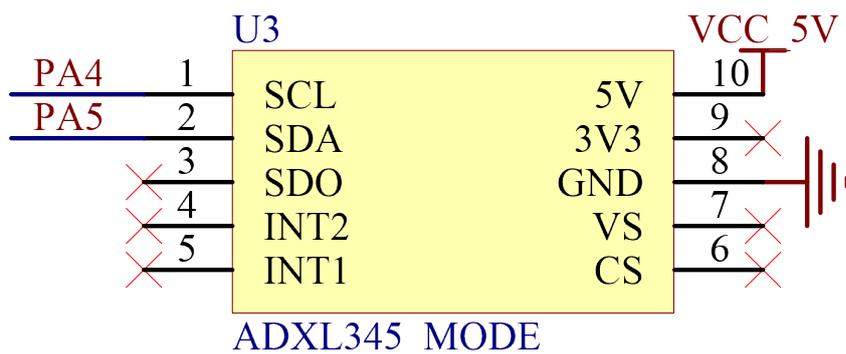


图 3-5 ADXL345 模块接口图

### 3.5 Pulse Sensor 脉搏心率传感器模块

智能手环的心率部分采用的是 Pulse Sensor 脉搏心率传感器，原理是采用了反光光电传感器，通过模拟信号传输进行心率测量的工具，把手指或者耳垂方式放在传感器上，传感器将脉搏转化成电信号，在由 LM393 电压比较器将电信号进行后传输给主控制芯片，主控制芯片对接受到的信号进行分析处理。脉搏心率传感器内部设置的集成放大信号电路，就是为了将采集到的心率信号进行放大，内部同时还集成发光二极管，用于检测手指是否放在传感器上，透过指尖的光强度就会发生变化。另一侧的光电三极管将接收到的红外光信号转化为电信号。脉搏心率传感器实物图如下图 3-6 所示。

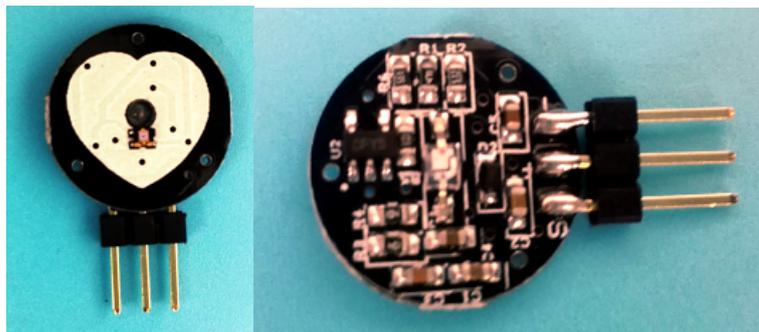


图 3-6 脉搏心率传感器实物图

此脉搏心率传感器理论上输出的波形如下图 3-7 所示：

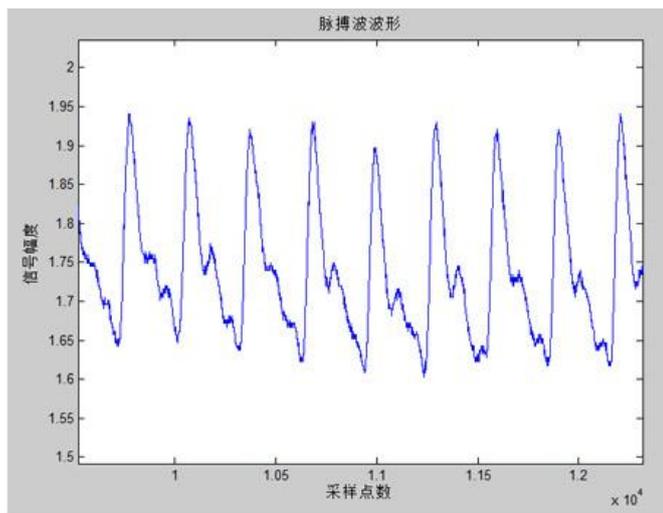


图 3-7 心率脉搏传感器输出波形图

在实际波形中，如果是 Pulse Sensor 传感器采集到的波形，主控芯片是无法进行读取的，需要由 LM393 对采集到的波形进行处理后，再将处理后的波形传输给主控芯片，主控芯片在波形上根据频率来计算出心率。

### 3.6 温度传感器模块

智能手环的温度传感器采用的是 DS18B20 数字温度传感器，数字信号形式输出，抗干扰能力强，成本低、精度高的优点。DS18B20 数字温度传感器采用是独特的单线接口的方式，一条线就能实现于主芯片的通信，测量的温度范围在零下 55 到高温 125 左右，温度传感器能够在支持多个组网功能，最多能一次并联 8 个同时进行测量，工作电源需要 3.0-5.5V。DS18B20 温度传感器耐磨性很好，在许多电子产品设计中经常会被应用在许多的需要测量温度场合，也非常适用于狭小的空间。10K 电阻为上拉电阻，保证 DS18B20 传感器数据读取更稳定，原理图如图 3-8 所示：

U2 DS18B20

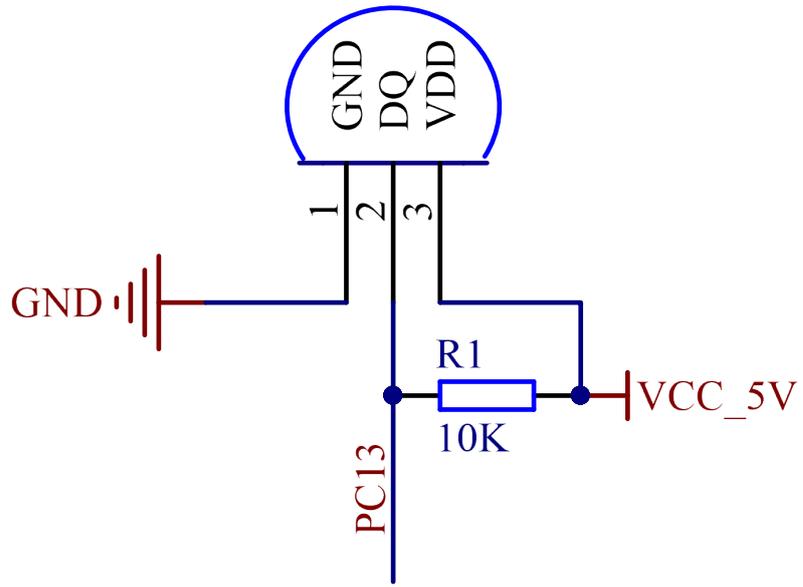


图 3-8 DS18B20 温度传感器原理图

## 第四章 软件部分

### 4.1 主程序流程框

对智能手环上电的过程中，系统各个部分开始分布进行初始化主要分为两个部分：STM32F103C8T6 芯片内部时钟、IO 口、定时器、计数器和串口等进行初始化；各个功能模块也进行初始化。芯片内部定时器来控制每次温度、步数、心率采集时间，同时 ADXL345 模块、Pulse Sensor 脉搏心率模块、DS18B20 温度模块将把采集到相应数据传输到 STM32F103C8T6 主控制芯片处理分析，在通过液晶和蓝牙调试串口显示出相应的温度、心率、步数、时间等数据。主程序流程图如图 4-1 所示。

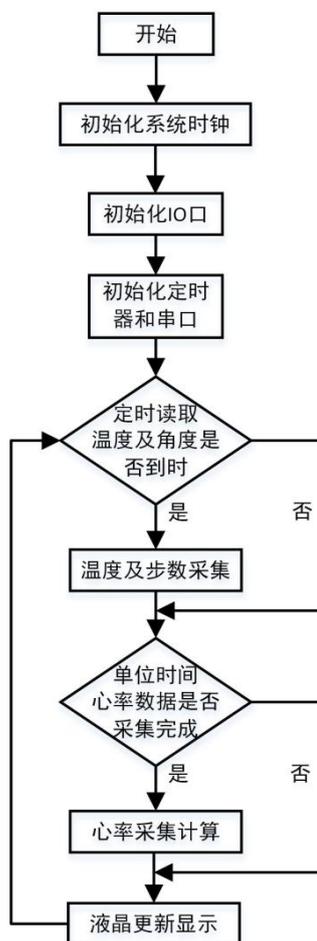


图 4-1 主程序流程图

## 4.2 编程环境工具 KEILMDK

开发软件采用的 UVision4，这款软件功能性全，操作界面简单清晰易懂，非常适用于 STM32 和 STC89 系列的芯片编码编译。在嵌入式设计上，进行不同的项目编写的多种编译代码时，UVision4 软件对微细节的处理非常好，友好的界面设计，为软件工程师营造舒适的操作环境，在 STC89 系列和 STM32 系列的使用，还能满足嵌入式环境，多种芯片都能进行编码的环境，功能性强，从各个方面来说的，选择 UVision4 软件作为软件发开的工具编程环境工具 KEILMDK。

UVision4 运行是四核运行模型，在嵌入式的设计工程上，C 语言和 C++ 的编译环境，环境功能舒适，即使是嵌入式的开发也非常适用。

在 Keil 使用过程中，我们基本有以下几个步骤：

(1) 创建一个新的 project 工程，选择芯片，针对所选择的芯片进行一些必要的配置

(2) 编写 C 源文件

(3) 编译工程代码

(4) 修改源程序中的 bug

(5) 在编译大工程代码，管理多个子程序同时操作互不影响，调试的需要分批调试或者结合性调试都能同时进行，解决 BUG 的操作简易，对于工程师最好的操作就是编译、下载和调试的窗口一目了然，提升工作效率。

软件 KeilMDK 的优点：编译开发环境适合在 STM 和 STE、STC 等工程的开发，基础工作链是 C 语言或者 C++，模块的操作是数据化的，软件还有自带的码源，编写调试和模拟仿真能在一个操作键面里看到执行的结果，编译的环境和芯片的连接需要通过 USB 串口进行通讯传输，或者在需要进行独立完成任务操作时，可以软件直接外界模块连接。

## 4.3 液晶显示程序

在智能手环系统显示选用 LED1602 液晶，主要显示温度值和心率、步数，当 ADXL345 倾角传感器和 Pulse Sensor 心率采集传感器、DS18B20 温度传感器采集数据后，传输给 STM32F103C8T6 主控制芯片，再 STM32F103C8T6 主控制芯片进行数据的分析处理，经过系统的执行 1602 液晶相关的读写指令，将读取

到的数据显示到 LED1602 液晶上, 如图 4-2 所示。

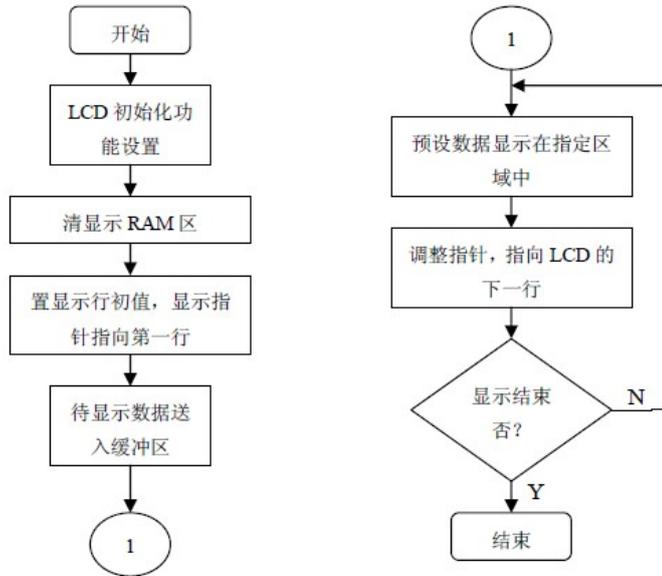


图 4-2 液晶显示流程图

液晶通过上电将液晶的程序进入初始化状态，液晶屏幕会清屏，并开启接受 STM32F103C8T6 主控芯片处理后的数据进入缓冲区，通过地址码显示出相应的温度、心率、步数和时间，每 100MS 液晶的屏会进行自动更新数据。

## 第五章 系统调试

### 5.1 STM32F103C8T6 主芯片测试

STM32F103C8T6 芯片的最小系统的集成电路，各个功能模块的连接系统的 IO 口要对应，程序上应用的 IO 口和硬件连接的 IO 口要对应，程序代码下载的时候提前生成 HEX 文件，利用串口将程序下载到单片机中，烧录软件需要在下载前设置查看后的串口号、9600 波特率、STM32F103C8T6 芯片型号，在进行程序代码的下载，代码下载成果还是失败，烧录软件的显示界面上都会进行相应的提示，最小系统的适用可以通过和程序的下载检测是否存在问题。

### 5.2 BS18B20 温度模块的调试

智能手环的上电之前要检查下 BS18B20 模块的引脚于 STM32F103C8T6 芯片的 IO 口连接是否正常，模块的引脚的说明可以通过配套资料区分引脚，在上电后，模块初始化过后，将手直接放在 BS18B20 温度传感器上，观察 LED1602 液晶显示的温度数值是否有升高，将手撤走，液晶显示温度是否下降。

### 5.3 Pulse Sensor 心率模块的调试

智能手环系统中的 Pulse Sensor 心率模块调试，需要配合示波器观察波形，通过频率来进行调节，同样的在给作品上电之前，需要根据资料对引脚的连接在核对一遍，确保模块不会烧坏，上电后，Pulse Sensor 心率模块上的发光二极管会进行闪烁提示，将手指放在 Pulse Sensor 心率模块上，并用示波器对心率模块进行抓波形，示波器将出现类似正弦波的波形，并且在经过 LM393 芯片，将类似正弦波转成方波，说明心率模块是正常的。

### 5.4 ADXL345 倾角传感器模块调试

与 STM32F103C8T6 芯片的通信过程中，先检查 ADXL345 倾角传感器的引脚是否有对应连接，避免因为连接失误导致模块电路出现短路而烧坏，在 STM32F103C8T6 主芯片烧录下载好程序后，同样采用示波器对 ADXL345 模块的输出进行抓类似正弦波的波形，并在 ADXL345

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/078067130033006052>