

# 邵阳职业技术学院 毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目：基于可佩戴血压计的医疗监护系统的设计与实现

学生姓名：张辉

学 号：201810300883

系 部：电梯工程学院

专 业：机电一体化技术

班 级：机电 1182

指导老师：叶慧芳

二〇二一年六月一日

# 目 录

一、腕式血压计设计方案 .....	5
(一) 设计要求 .....	5
(二) 设计方案 .....	5
二、采集端硬件模块 .....	6
(一) 单片机电路设计 .....	6
1. 单片机的特点 .....	6
2. 单片机复位电路 .....	7
3. 单片机晶振电路 .....	8
(二) 血压采集模块 .....	8
1. MPS110 压力传感器硬件电路设计 .....	8
2. 模数转换器 ADS1115 及其电路设计 .....	9
3. LCD12864 简介及其电路设计 .....	10
4. 袖带简介 .....	11
5. 充气泵硬件电路设计 .....	12
6. 泄气阀硬件电路设计 .....	12
(三) 位置采集模块 .....	13
(四) GPS 定位 .....	15
(五) GSM 短信模块 .....	17
(六) 数据传输模块 .....	17
1. GPRS 模块应用电路 .....	17
2. HTTP 协议栈请求方法 .....	18
3. GPRS 实现远程数据传输 .....	19
三、采集端软件设计 .....	19
(一) 采集端主流程设计 .....	19
(二) 数据采集程序设计 .....	20
1. 血压采集流程 .....	20

2. 位置采集流程 .....	21
3. 数据处理 .....	21
成果.....	21
参考文献.....	22
致 谢.....	23

# 基于可佩戴血压计的医疗监护系统的设计 与实现

## [摘要]

当今社会,高血压是一种很常见的病症。截至 2019 年我国成年人高血压患病率已经达到了 31.89%,其中老人是易患病群体,一旦跌倒病情突发,很难在第一时间得到救治。本文设计并实现了一个基于可佩戴血压计的“互联网+医疗”智能监护系统,能够实现对用户的血压参数以及位置的实时监控。该系统主要实现了以下功能:实时采集血压和位置信息。利用单片机和传感器技术实现了血压和位置的实时自动采集。

[关键词] 监护系统 传感器 单片机

# 一、腕式血压计设计方案

## (一) 设计要求

数据采集端的设计要实现以下几个目标：

### 1. 实时采集设备用户的血压参数

将电子血压计佩戴在人体上，可以采集到实时的血压信息。

### 2. 实时采集设备用户的定位信息通过 GPS

模块实现对用户的实时定位，设置每隔 5 分钟实现一次血压测量以及定位

### 3. 一键求助功能

当设备用户在使用该采集设备时，若突然感到身体不适需要联系自己的监护人或者需要去医院就医时，可以一键发送位置短信到预设联系人。

### 4. 数据传输功能

将采集到的实时数据通过 GPRS 模块传输至后台服务器。

## (二) 设计方案

根据上述设计要求以及成本考虑等因素，最终确定下图的设计方案。

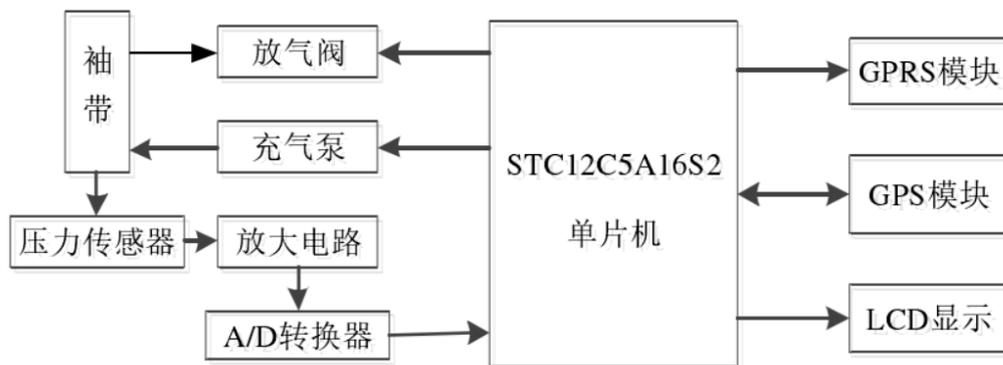


图 1 采集设备设计方案

采集设备的工作原理：接通电源后，单片机检测到采集信号后，一方面会驱动 GPS

模块开始定位,获得位置信息;另一方面会驱动充气泵开始对袖带进行充气操作,当袖带内气体压力高于某个设定值时,充气就会停止,接着单片机会控制泄气阀以一定的速度放气。在此过程中,压力传感器采取脉搏波信息和袖带内压力数据,每个数据对应一个输出,然后将输出电压值传送给 A/D 进行转换得到数字信号,通过对多个脉较搏波幅值的比,找到最大的脉搏波幅值,记录下此时袖带内气体的压力值,然后通过公式计算出收缩压和舒张压。最后单片机会把测得的血压数据传送到 LCD12864 中,显示屏幕上就会出现测量结果。

## 二、采集端硬件模块

### (一) 单片机电路设计

#### 1. 单片机的特点

本设计采用的是 STC12C5A60S2 型号的单片机,它比传统的单片机功耗要低、运行速度快,并且具有较强的抗干扰能力该单片机的管脚封装图如下所示。

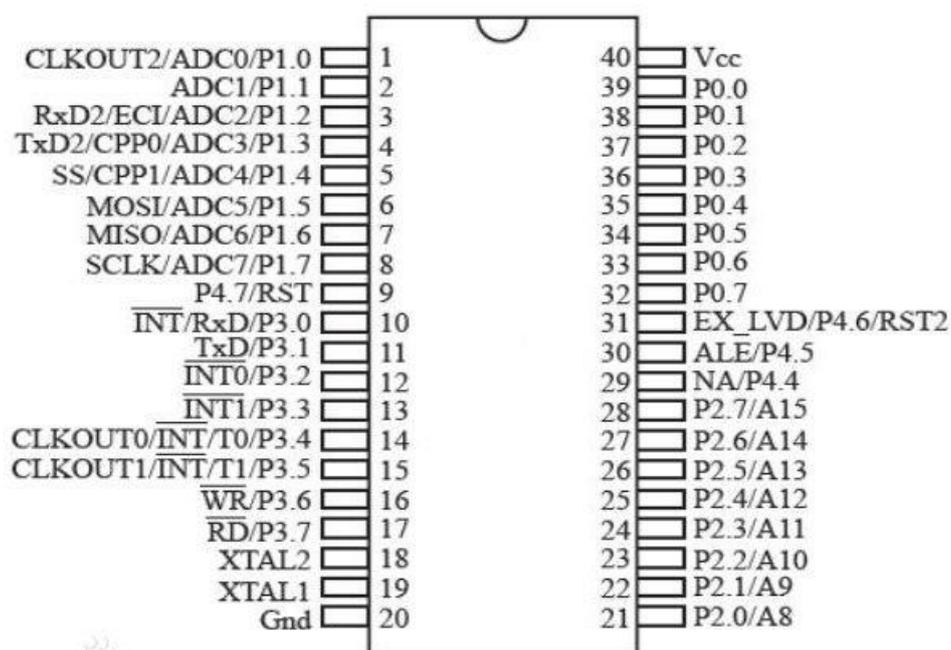


图 2 STC12C5A60S2 引脚图

1. P0 口: P0 口与 LCD12864 数据口连接,用来将计算得到的舒张压与收缩压数据送到 LCD 12864 进行显示。
2. P1 口: P1 口用了其中四个引脚,其中 P1.0 用来控制充气泵, P1.1 控制泄气阀,

模数转换器连接 P1.2 和 P1.3，一个控制时钟信号，一个用来数据传输。

3. P2 口:P2 口用到了 5 个引脚，P2.0 与蜂鸣器模块连接，控制蜂鸣器工作;另外显示屏数据的读写与显示由 P2.3, P2.4, P2.6 和 P2.7 来控制。

4. P3 口:P3 口主要用做按键电路设计与串口数据传送设计，本设计采用 3 个按键分别与 P3 口单独一个引脚相连接，串口输出传送通过 P3.0 和 P3.1

5. RST: 复位输入，单片机通电后可以复位操作。

6. VCC: 接\_5 V 电源。

7. VCC: 接\_5 V 电源。

8. GND: 接地。

## 2、单片机复位电路

单片机复位电路设计有很多种方法，本设计要求血压计能够实现自动测量，所以采用上电自动复位的设计，利用电阻加电容的方式来实现该功能。

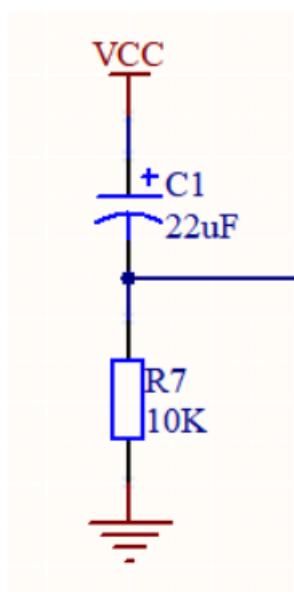


图 3 复位电路图

复位电路需要接的是 STC12C5A60S2 单片机的 RST 引脚，当接通电源时，电源就会给电容 C1 充电，充电过程中，电容和电阻之前会产生一个高电位此时为高电平，对应的 RST=1，此时单片机进入复位状态，当下的复位电路才是有效的；当电容 C1 充满电后，电容与电阻之间不导电，变为低电平，RST=0，复位操作，单片机继续执行需要执行的指令。

### 3、单片机晶振电路

如图 4 所示，使用内部时钟电路作为该单片机的时钟电路，由两个等势电容和一个晶振组成，两个电容接在晶振的两端。

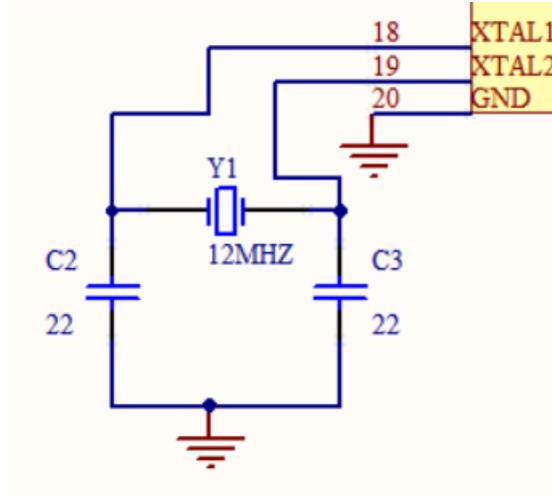


图 4 晶振电路

其连接方式也比较简单，将晶振电路的两个脚与单片机的外接晶振管脚相连。两个电容相交的那一块直接接地，完成时钟电路设计。

其中，晶振 Y1 选择 12MHZ，电容 C2, C3 选择 22pF。根据公式时钟周期  $T=1/f$ ，可以算出时钟周期为  $1/12\mu s$ ，那么也就是说本设计的机器周期大致为  $1\mu s$ 。

## (二) 血压采集模块

### 1. MPS110 压力传感器硬件电路设计

本设计选择多量程、高精度、体积小且响应速度快的 MPS1100 压力传感器。MPS 1100 传感器量程为  $0\sim 20$  kPa，输出 0-5 V 电压信号，最主要的是能够进行温度补偿。其工作原理是利用压阻效应，将袖带通过导管直接与 MPS1100 压力传感器连接，此时袖带内空气压力就会将气体压力传感器内部的膜片发生一定的位移。膜片就相当于一个滑动变阻器，发生一定的位移，阻值就会相应的改变，传感器输出的电压也就会发生相应的改变。

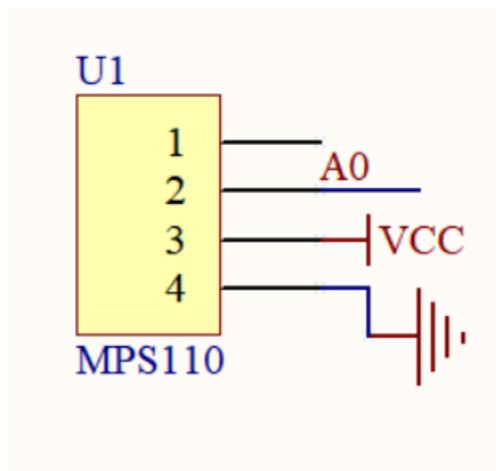


图 5 MPS 110 压力传感器硬件电路

MPS110 压力传感器硬件电路原理如图 5 所示，该传感器一共有 4 个引脚。1 为空引脚，可以不接；2 为传感器的输出引脚，接 ADS1115 的输入引脚以实现数据的转换；剩下两个管脚按照下面的电路图接到相应的地方就行。当压力传感器测得压力数据后，根据压力与输出方程，会通过 A0 口输出测得压力所对应的电压值  $V_{out}$ ，其输出引脚与 ADS5 的 A0 引脚连接，能够将输出的电压信号转化为数字信号。

## 2. 模数转换器 ADS1115 及其电路设计

本设计的模数转换器选用体积小、转换速度快且功耗低的 ADS1115，每秒最多可以转换 860 采样数据。全部数据通过 I2C 总线以 8 位数据传送，其工作主要靠 SDA 和 SCL 这两个引脚。SDA 用来传送数据；SCL 提供时钟；ADS1115 还具有四个输入端口 A0-A3，它们可以组合成四个单端输入或者 2 个差分输入，本设计采用的为单端输入，所以选择了 A0 引脚。下图为 ADS1115 的管脚连接电路图，本设计只利用了它的五个引脚。

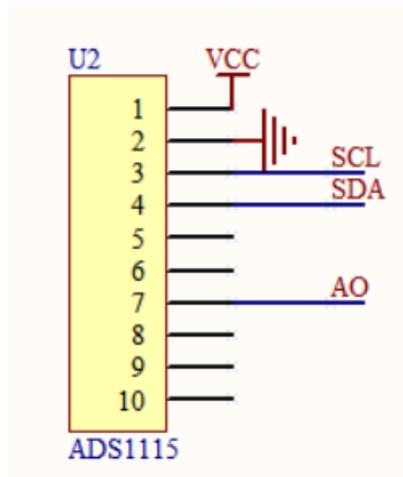


图 6 ADS1115 硬件电路

ADS111\_5 硬件电路设计，其接线方式如图 3-6 所示，前两个引脚的操作很简单，就不再做过多的说明，单片机的 P1.2 管脚接数据线，即 SDA，是用来将转换成功的数字信号发送给单片机的；P1.3 管脚与 ADS111\_5 的第三个脚 SCL 相接，用来提供是时钟，可以控制数据的传送。因为本设计采用的为单端输入，所以从压力传感器传送的信息只需要和 ADS1115 的 AO 口相连接。

当 SCL 为高电平时，并且数据线由高电平变低的过程就是在进行数据传送；若数据线的动向与上述相反时，则表示这个过程已经结束。

### 3. LCD12864 简介及其电路设计

本设计需要显示中文字符，所以要求显示屏要有中文数据库，刚好 LCD 12864 这一款液晶显示屏可以达到这个要求，而且分辨率高。LCD12864 接口方式很简单，它可以通过软件编程来选择串行输入或者并行输入，只需要将 DB0-DB7 与单片机 I/O 口连接即可。读写操作也相对简单。

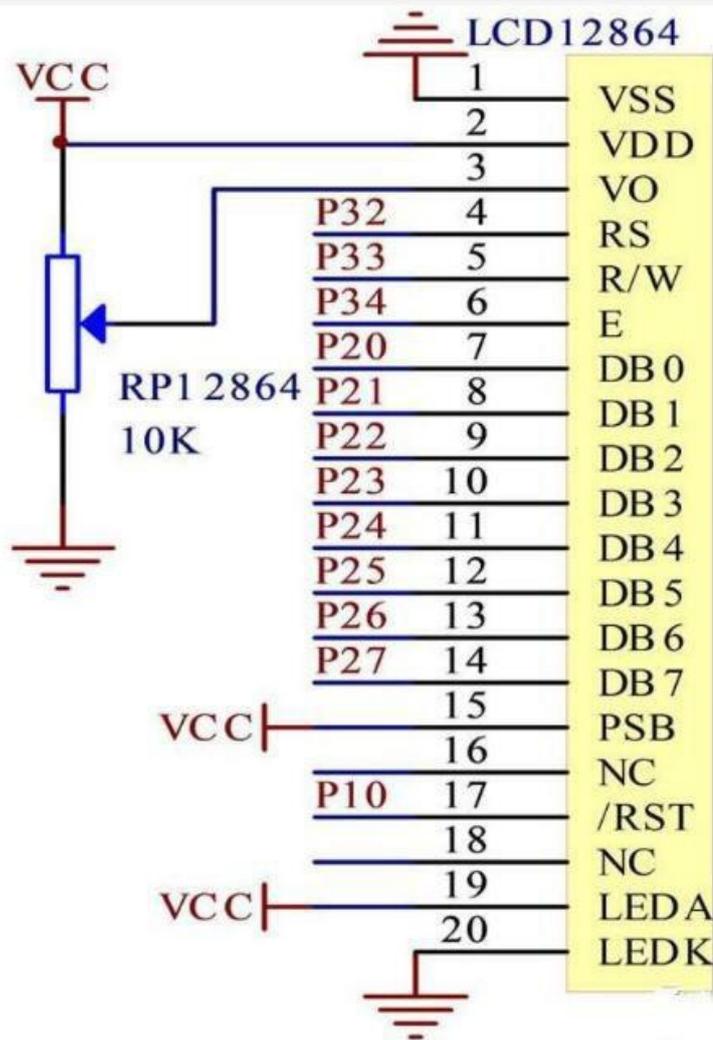


图 7 LCD 12864 电路图

LCD12864 硬件设计如图 7 所示,该液晶显示屏的 19 和 20 管脚用来接电源,VO 引脚需要外接与一个 10K 欧姆的滑动变阻器,可以通过调整阻值的大小来改变屏幕显示的对比度;D0 到 D7 位数据线,分别与单片机的 P0 口 8 个引脚连接,尤其注意的是每条连接线需要接一个电阻来防止电流过大,从而烧坏显示屏。

#### 4. 袖带简介

本设计采用的是腕式袖带,它比常规的袖带更加小巧,更易于携带。它由一体式气囊布带、充气管、充气泵和电磁阀组成,四根线分别为充气泵和电磁阀的电源线。另外还有一根导气管,它需要和压力传感器连通,这样压力传感器就可

以读取到袖带内的空气压力信息。

### 5. 充气泵硬件电路设计

充气泵的硬件电路设计如图 8 所示。P10 接单片机的 P1.0 接口，由该接口的输出控制充气泵工作。三极管 PNP 的基集在接 P10 中间会接一个欧姆电阻 R3 来限流，防止电路发生短路现象。发射极接 5V 电压，充气泵一个管脚接地，一个管脚接集电极 J3，当通电时，就会启动 Q2，引导充气泵进行充气。当启动按键按下时，单片机产生 PWM 波控制充气泵给袖带充气到达设置值。

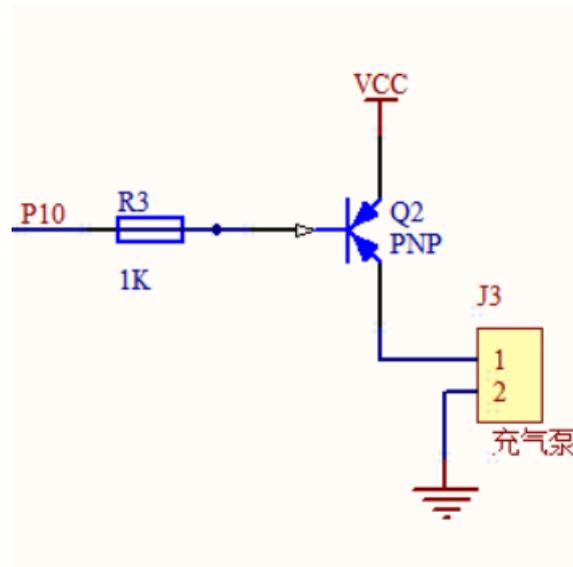


图 8 充气泵硬件电路

### 6. 泄气阀硬件电路设计

泄气阀的硬件电路设计如图 9 所示。P11 接单片机的 P1.1 接口，由该接口来控制泄气阀工作。三极管的基集接 P11，中间采用一个 1k 欧姆的电阻来防止电流过大。发射极接 5V 电压，集电极与泄气阀相连，泄气阀另外一个引脚接地。泄气阀工作后，大概会以每秒 5 mmHg 的速度放气。

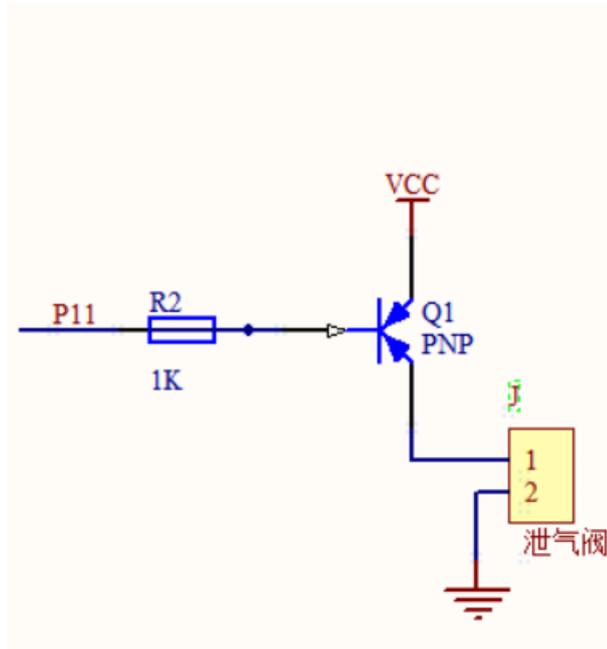


图 9 泄气阀硬件电路

### (三) 位置采集模块

关于定位及通信方案，需要实现以下三个功能：

- 1.能够获取腕式血压计用户的位置信息；
- 2.能够发送数据至特定人员的手机终端；
- 3.能够将用户的血压以及位置信息每隔\_5 分钟定时的发送给后台服务器。

通信方案选用相对成熟、成本低、覆盖范围广的 GPRS 模块;定位功能需要由全球定位系统的硬件模块来实现。

SIM808 模块刚好可以满足上述要求，如图 10 所示，SIM808 模块是新一代集 GPS 定位功能、GSM 短信功能、GPRS 数据传输为一体的新型通讯设备。

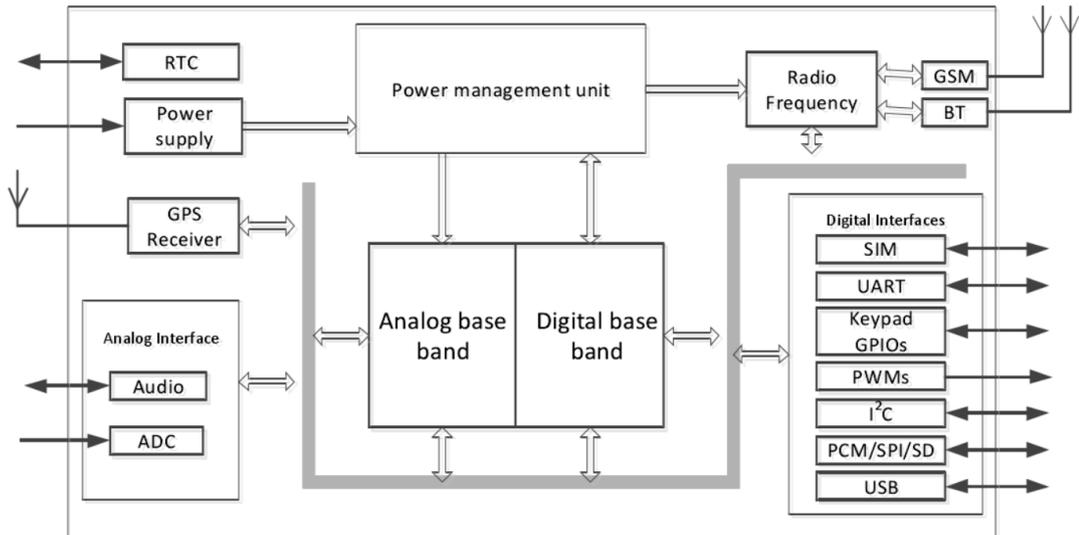


图 10 SIM808 功能模块图

其优势主要体现在它的高性能、小巧易携带，成本低，被广泛的应用于无线通信开发设计中，可以低功耗的实现语音和数据的传输。电源的接口可支持 5-12v 的电压的输入，通信的接口为 TTL 串口电平，可以完全兼容 Arduino，同时支持通过 USB 接口或者串口来更新 SIM800C 固件。模块本身通过 TTL 串口电平与外部系统实现通信，默认的是可与电压为 5 V 的系统直接进行通信，不再需要电平的匹配。通信的接口命令为 AT 指令，也就是通过 AT 指令来控制模块进而实现相应的通信功能。如图 11 所示，SIM808 芯片共有 68 个管脚，而且给出了模块和客户板之间的全部硬件接口。

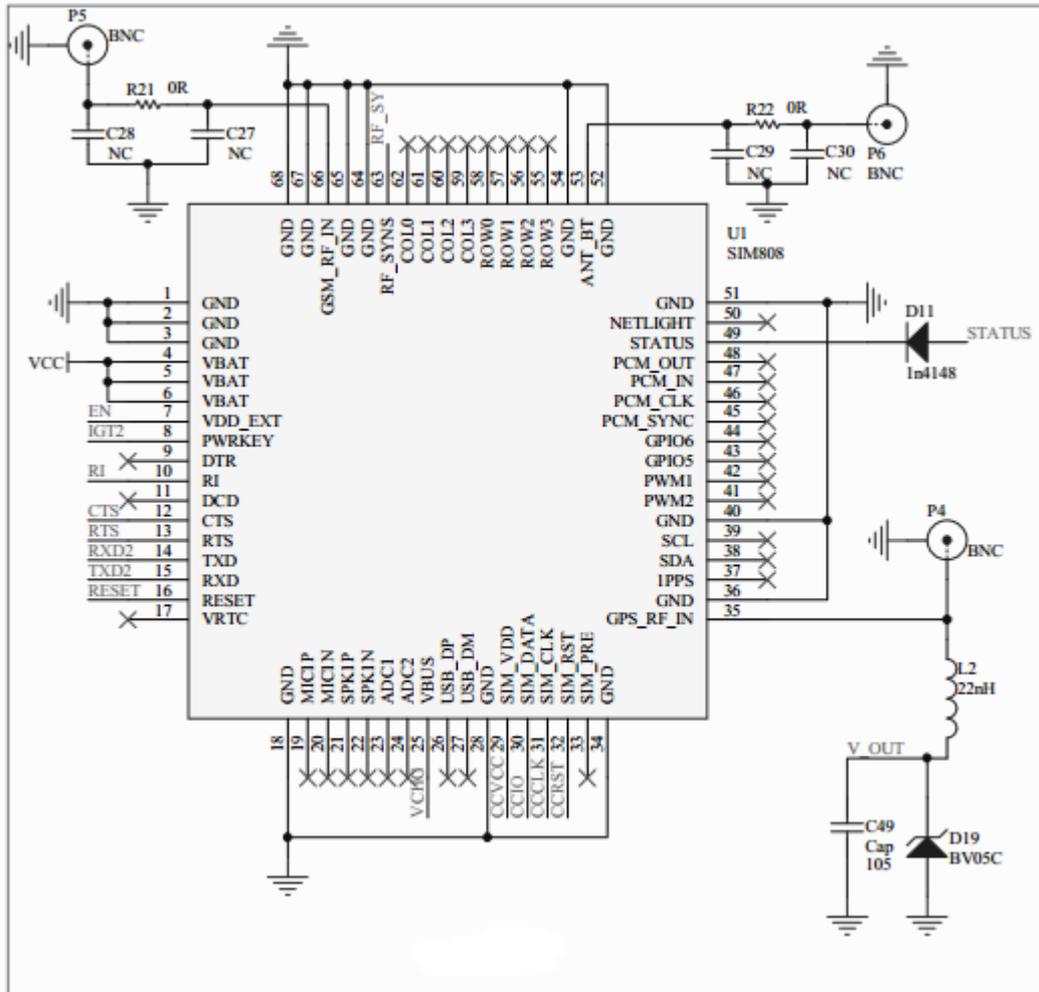


图 11 SIM808 模块的管脚图

SIM808 模块可通过串口与单片机通信，其中，RXD 接单片机的 TXD, TXD 接单片机的 RXD，完成数据的传输。

#### (四) GPS 定位

对于 GPS 定位，SIM808 模块的 GPS 天线提供基于北斗算法的定位功能，该模块反应灵敏且精度比较高。

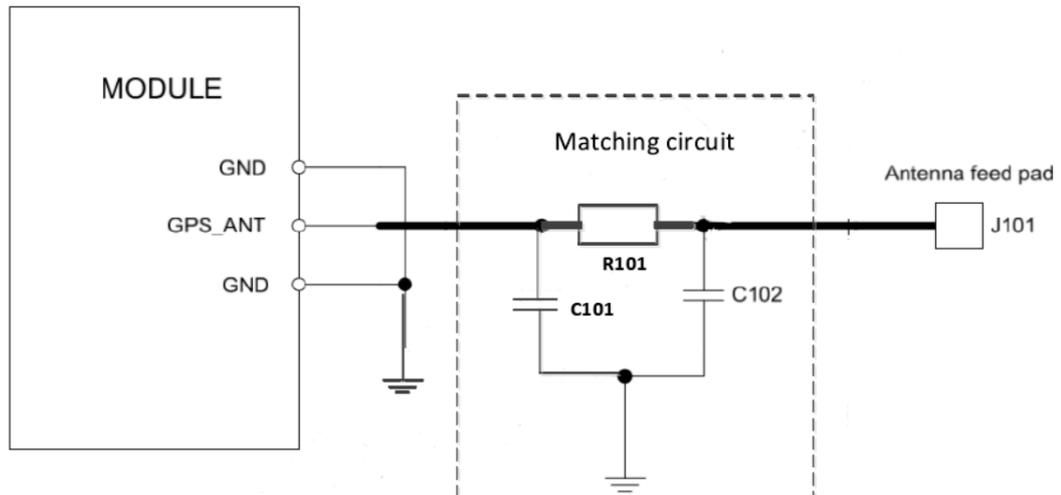


图 12 GPS 天线匹配电路

上图为 GPS 天线匹配电路图，其匹配电路包括一个电阻和两个等势电容。在对用户进行定位时，首先将 SIM 卡插入 SIM808 的芯片卡槽内，在 SIM808 芯片的表面上有连接 GPS 天线的标识，在定位之前需要将 GPS 天线连接到 35 引脚上；GPRS 天线接在 66 引脚上，确保模块接入网络。由模块的管脚图可以看出芯片的 14 管脚接 STC12CSA60S2 单片机的 P3.0 管脚，15 与单片机的 P3.1 管脚相连，就可以通过串口与单片机实现通信，完成数据的传输。

当接好线开始启动时，单片机通过发送 AT 指令，驱动 GPS 模块工作。GPS 天线在室外能够接收到卫星信号，然后会把接收到的卫星生成标准的定位语句，SIM808 芯片会利用发送串口 TXD 将采集的位置语句发送给单片机，单片机会将 GPS 天线采集到的数据进行处理，从中分析出用户所处地理位置的信息参数，并驱动 GPRS 模块将获得的数据和之前腕式血压计测量得到的血压信息传输到后台服务器，用户可以在后台看见自己在百度地图上的位置显示。在硬件电路搭建完成后，获取用户经纬度信息。下表是 GPS 定位功能常用的 AT 指令。

Commands	Description
AT+CGNSPWR=1	打开 GPS 电源
AT+CGNSTST=1	每闷 1 秒送数到 ATUART

表 1 AT 指令

## （五）GSM 短信模块

当用户感到身体不适时，可通过按键实现发送短信的功能，短信的内容为用户的位置信息。

首先将 SIM 卡插入 SIM808 的芯片卡槽内，GPRS 天线接在 66 引脚上，确保模块接入网络。单片机通过 AT 指令驱动 GSM 发送短信。下面我们来介绍一下关于发送短信所需要的 AT 指令：

Commands	Description
AT	握手指令，确保 PC 与模块通信正常
AT+CMGF=1	选择短信模式
AT+CSCS="GSM"	AT+CSCS="GSM"
AT+CSMP=17, 167, 0, 241	设置短消息文本参数
AT+CSCA?	获取短信中心号码指令
AT+CMGS="139*****"	设置电话号
AT+CGNSINF\r\n	发送 GPS 定位信息

表 2 发送短信所需 AT 指令

## （六）数据传输模块

当腕式血压计采集完血压和定位信息后，需要利用单片机驱动 GPRS 模块将数据发送到后台服务器，匹配好的 IP 服务端。

### 1. GPRS 模块应用电路

在第二部分中已经提及到当前比较流行的无线通信技术，通过对其技术指标的分析，我们选择 GPRS 通用分组无线服务技术来设计这个腕式电子血压计监护系统的通信方案。为了系统运作的流畅性，选择了 SIM808 芯片的 GPRS 模块来实现数据的传输。

其接线方式很简单，首先我们要根据单片机与模块的接线原理，TXD，RXD 两个接线口交叉相接，两者的 END 相接实现共地，这样就可以实现单片机采集的数据通过 GPRS 无线通信模块传输出去。

SIM808 芯片的 GPRS 通信模块应用电路如图 13 所示。

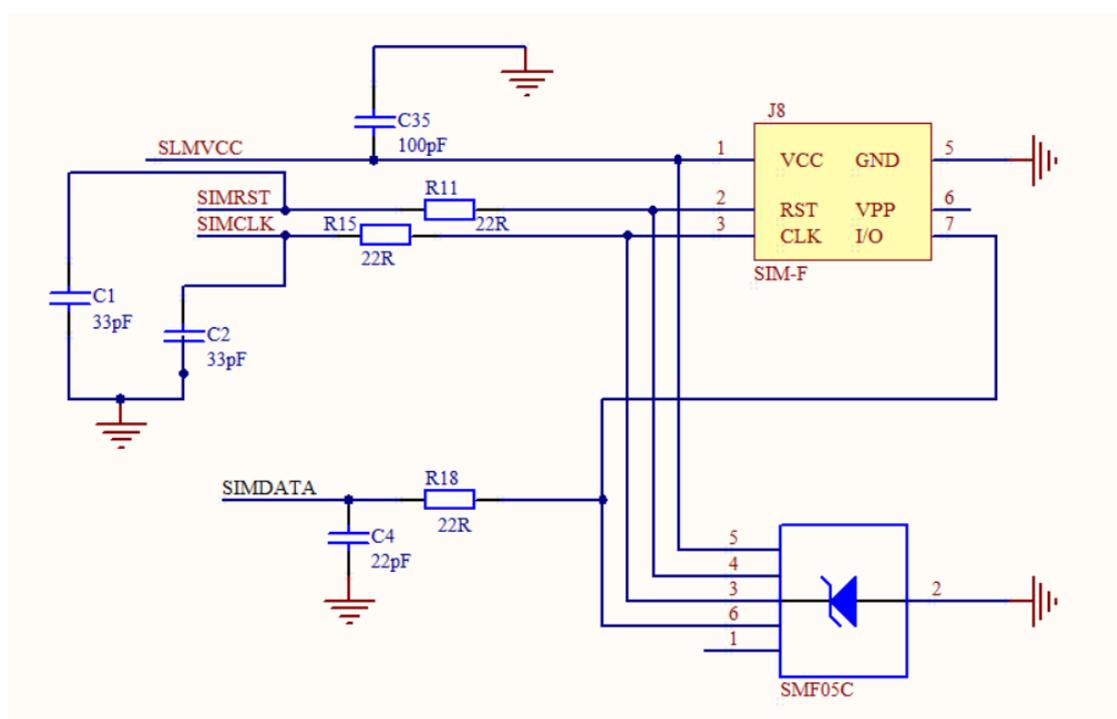


图 13 GPRS 模块电路

## 2. HTTP 协议栈请求方法

HTTP 协议栈工作方式:在数据传输过程中, GPRS 模块为客户端, 后台服务器为服务器端。利用 C/S 模式, 由单片机向 GPRS 模块发送与后台服务器建立 TCP/IP 连接的 AT 指令(这个功能常用的 AT 指令见下表), 当建立连接之后, 双方就可以开始通信了, GPRS 模块可以向后台发起 HTTP 请求 SEQ, 用来传送数据, 后台同意接受 GPRS 模块上传的数据, 并且会发送一个回执 ACK 给 GPRS 模块。最后断开 TCP/IP 连接, 资源释放。但每次连接只能完成一个处理指令, 刚好适用于本系统的 5 分钟传输一次。

命令	描述
AT+CP	检查 SIM 卡状态
AT+CSQ	检查网络信号强度
AT+RREG	检查网络注册状态
AT+CGATT	检查 GPRS 附着状态

AT+CGCLASS	设置模块工作类型
AT+CGDCONT	上网设置
AT+CIICR	建立无线链路
AT+CIPSTART	建立 TCP 链接
AT+CIPSEND	发送数据到远端服务器

表 3 HTTP 协议栈请求方法

### 3. GPRS 实现远程数据传输

- (1) GPRS 模块初始化，检测信号状态。
- (2) 与后台服务器建立 TCP/IP 连接。
- (3) 这个操作需要在函数中定义一个指针常量，这个指针常量要包含服务器端的域名和端口号，然后再单独编写一个子函数，子函数的作用是向 GPRS 模块发送 AT 指令，并有相应的返回值，然后调用程序的主函数来驱动 GPRS 模块在单片机程序中找到存放血压和位置信息的变量。
- (4) 最后 GPRS 模块以 GET 方式发送 HTTP 请求 SEQ 到服务器，请求上传采集到的血压参数以及位置信息，服务器端完成数据接收后，反馈相应信息 ACK。

## 三、采集端软件设计

### (一) 采集端主流程设计

采集系统的工作流程如下图所示，当采集设备接通电源之后，单片机会先检测有无采集信号，若有直接开始数据采集，数据处理，数据传输以及血压结果显示等一系列操作。其中，数据是指血压参数以及位置信息。如下图所示，采集信号分为两部分：

1. 自动采集信号，每隔\_5 分钟采集一次自动信号。设置\_5 分钟的计时器，每计满 5 分钟，计时器归零。
2. 手动采集信号，防止用户身体不适，且未达到计时测量时间情况。

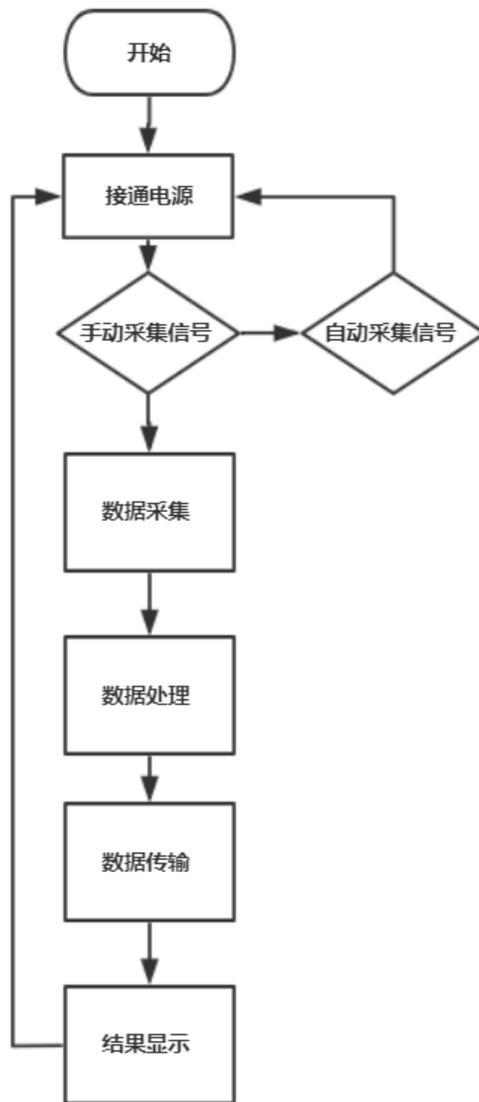


图 14 采集端主流程图

## (二) 数据采集程序设计

数据采集包括血压参数采集和位置采集两部分。

### 1. 血压采集流程

首先对系统进行初始化，接通电源，若检测到采集信号，采集设备开始工作。单片机的 P1.0 口控制气压泵对袖带进行充气，达到 200mmHg 之后，气压泵结束工作，P1.1 驱动泄气阀工作，压力传感器 MPS 1100 会在这一过程中采集电路信号，随后将采集到的数据经过 A0 口传送到 ADS1115 的输入端，它会将压力传感

器的输出信号  $V_{out}$  转化为数字信号,并将这一数字信号传给单片机的时钟电路,单片机会根据指令对这些数据进行处理和计算,通过对多个脉搏波幅值的比较,找到最大的脉搏波幅值所对应的压力传感器的输出值,通过计算进而得到收缩压和舒张压。然后单片机会驱动时钟电路再将得到的血压参数以及心率信息传送至 LCD12864 液晶显示屏显示出来,到这表示一次采集结束。

## 2. 位置采集流程

位置采集需要用到 GPS 模块,当单片机检测到采集信号时,会驱动 GPS 模块开始工作。单片机接收到的数据包括当前时间、经纬度以及海拔信息。

## 3. 数据处理

对于采集到的压力信号需要进行数据处理才能得出正确的收缩压和舒张压,本节将会用三种算法对数据进行处理。分别是幅度系数法,变幅度系数法以及基于高斯拟合的变幅度系数法。

# 四、成果

该系统的硬件采集端的设计,首先对这个腕式血压计进行了分析及其要实现的功能,列出了概要设计方案以及硬件系统工作流程图。第二小节阐述了采集端各个功能模块的硬件选择及其电路原理图,并给出了各个硬件模块的接线方式。第三节是数据采集流程图及其采集程序设计。第四节是数据处理,采用了三种算法对采集到的脉搏波进行数据处理,分别是幅度系数法,变幅度系数法和基于高斯的变幅度系数法,基于高斯的变幅度系数法得到的测量结果最优。

## 参考文献

- [1] “健康中国 2020” 战略研究报告编委会. 《“健康中国 2020” 战略研究报告》[M]. 人民卫生出版社, 2016: 13-15.
- [2] 国家卫生计生委. 《“健康中国 2030” 规划纲要》建设健康中国的行动纲领[[J]. 亚太传统医药, 2016, 12(21):2-6.
- [3] 国务院办公厅发布《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》[J]. 医学信息学杂志, 2018, 39(05):94.
- [4] 王梓宁. 中医药治疗心血管病的文献计量分析[D]. 中国中医科学院, 2017:34-37.
- [5] 桑树东, 王锦. 我国基层高血压病的现状与防治进展[J]. 中外女性健康研究, 2017(23):33-34.
- [6] 罗媛. 高血压老年患者跌倒现状及相关因素分析[J]. 成都医学院学报, 2017(05):1-5.
- [7] 韦铂. 基于 GPRS 的人体智能监护系统设计与实现[D]. 重庆大学, 2016:2-5.
- [8] 许建国, 张佳, 郭麦成. 基于物联网的医院病房智能监护系统设计与实现[[J]. 现代电子技术, 2018, 41(08):83-86+91.
- [9] 谢景卫. 基于 STM32 和 MT2511 的智能监护系统[J]. 大连大学学报, 2017, 38(06):14-18.
- [10] 杜新峰, 章祖华. 移动医疗发展的现状与前景[J]. 医疗卫生装备, 2015, 36(12):113-115.

## 致 谢

大学三年学习时光已接近尾声，在此我向我的母校，我的父母亲人们，我的老师和同学们表达我由衷的谢意，感谢我的家人对我大学三年学习的默默支持，感谢我的母校给了我在大学三年深造的机会，让我能继续学习和提高。本次毕业设计是在叶老师的悉心指导下完成的，在毕业设计的过程中，叶老师严谨的治学态度深深影响了我。在我即将结束时，整个系统的硬件和软件系统已初步成型，这与支持我的老师和同学的关心是分不开的。衷心的感谢我的导师叶老师，正是因为叶老师的悉心指导，我的设计才得以顺利完成，谢谢老师。