

**摘要：**为了在交通事故第一时间参与救援，降低事故死亡率，本文设计了基于北斗定位的车祸自动报警器。首先分析了北斗定位在车祸自动报警器中的应用潜力，使用压力传感器、北斗定位模块以及陀螺仪：MPU-6050 加速度测量模块来判断车祸有无，利用 SIM800C 无线通信模块进行报警功能，并简要分析了车祸判断算法的实现原理和计算过程。本系统精度高，可靠性强，成本低，可以作为汽车电子系统安全体系的重要扩展功能。

**关键词：**嵌入式系统；北斗定位系统；车祸判断算法；云平台

**中图分类号：**TP277

**文献标识码：**A

**文章编号：**1006-883X(2020)10-0033-05

**收稿日期：**2020-09-07

# 基于北斗定位的车祸自动报警器的设计

吴林 王雨晴 刘淇 王子荣 张晋平 樊希平 彭梓齐

湖南文理学院数理学院，常德 415000

## 一、引言

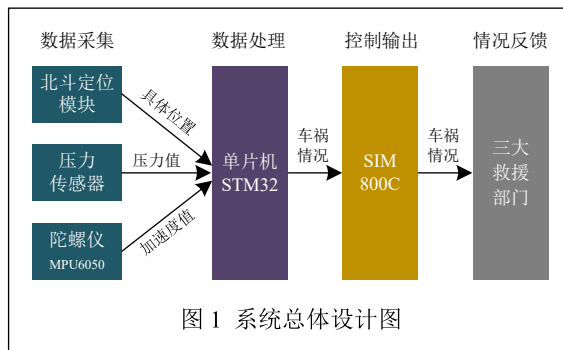
随着科学技术的不断发展，交通工具越来越先进，交通工具的使用越来越普及，在极大方便了人们出行的同时，带来的公共交通问题也日益突出。据国家统计局数据显示，近几年交通事故发生数及死亡人数不断上升，自 2016 年来，每年交通事故发生数超过了二十万起，每年因交通事故死亡人数超过六万，受伤人数超过二十万。目前，我国正在实施北斗卫星导航系统的建设，在 2012 年左右就已具备亚太地区的定位导航和通信服务能力，并努力在 2020 年左右建成覆盖全球的导航系统。北斗卫星导航具有精度高、卫星信号强、功能丰富以及自主知识产权等功能，北斗卫星导航是导航应用发展的新趋势。为了让处于车祸中的人们能够第一时间得到及时救援，本文基于北斗定位系统设计了一款能够在人员发生车祸时进行快速报警并发送位置信息，并对救援部门发出求救信号，实现对突发事件的应急响应，减少车祸中的人员伤亡的车祸报警器。

## 二、系统总体设计及工作原理

该车祸报警器是以 STM32 单片机为核心的嵌入式

应用装置。总体设计如图 1 所示，所用模块有北斗定位模块、压力传感器、陀螺仪（MPU-6050）、加速度传感器和 SIM800C 无线通信模块。

**总体工作原理：**整个系统以 STM32F103ZET6 单片机为核心，及时获取北斗定位模块、压力传感器、陀螺仪（MPU-6050）、加速度传感器采集的信息与数据并对采集的信息进行处理之后，将数据与系统设定的值进行比较。如果该值在预设值允许范围内，则取消警报，反之则判断车祸已经发生。单片机进一步提取以上收集的信息并存进内存中，内部算法对数据进行处理并得到结果。单片机控制输出不同的处理指令来控制 SIM800C 无线通信模块，在第一时间将车祸详



情信息发送给后台服务器，救援部门与家人能够通过网页客户端和 App 客户端查看车辆情况并在同一时间通知三大救援部门。系统将提前绑定家庭手机号码，将车祸信息发送给绑定的手机号码<sup>[1]</sup>。除此之外，此系统还设置有手动报警功能。在发生小型车祸时，达不到预设报警范围可进行手动报警。整个系统做到准确、迅速、及时、有效。

三、系统硬件设计及工作原理

1、硬件总体设计

硬件总体设计如图 2 所示。本设计使用的单片机模块是 STM32F103ZE 核心板。其中 SIM800C 无线通信模块和北斗定位模块利用串口与核心板通信，获取位置信息并将信息发送出去；陀螺仪（MPU-6050）利用 IIC 进行通信，得到加速度值，压力传感器利用 AD、DA 转换获取压力值，得到压力值大小。

2、定位系统设计及原理

定位模块选用的是北斗定位模块，由空间段、地面段、用户段三部分组成。我国北斗定位系统逐渐成熟，北斗采用 30 颗卫星进行定位服务，精度愈来愈高，完全满足本设计对定位功能的需求。

北斗定位原理为“双星定位”：以 2 颗在轨卫星的已知坐标为圆心，各以测定的卫星至用户终端的距离为半径，形成 2 个球面，用户终端将位于这 2 个球面交线的圆弧上。地面中心站配有电子高程地图，提供一个以地心为球心、以球心至地球表面高度为半径的非均匀球面。用数学方法求解圆弧与地球表面的交点即可获得用户的位置。用户利用一代“北斗”定位方法是首先用户向地面中心站发出请求，地面中心站再发出信号，分别经 2 颗卫星反射传至用户，地面中心站通过计算两种途径所需时间即可完成定位。一代“北斗”与 GPS 系统不同，对所有用户位置的计算不是在卫星上进行，而是在地面中心站完成的。因此，地面中心站可以保留全部北斗用户的位置及时间信息，并负责整个系统的监控管理。

北斗定位模块与单片机通信是通过 RXD、TXD、GND、VCC 四个引脚分别与单片机的 PA9(USART1\_TX)、PA10(USART1\_RX)、CNG、VCC 四个引脚进行

连接完成，使用这四个引脚完成对北斗定位模块的设置以及读取信息。其中 TXD 是串行数据发送端，RXD 为数据接收端，进行实时获取当前位置信息并通过串口（RXD、TXD）传送给单片机，实现实时监控位置信息的功能。引脚图如图 3 所示。

3、压力传感器硬件设计

压力传感器有很多种，本设计选用的是电阻式薄膜压力传感器进行模拟。该传感器利用 A/D、D/A 转换原理来对压力值进行测量，是一款线性范围大、性能好、误差小的压力传感器模块。采用双面布线结构，能体现压力变化趋势。在获取信息时利用传感器获取压力值（模拟量），转换成电压值（数字量）后通过输出端口 OUT 输出给 STM32 的 PA1 口，PA1 口接收数字信息后，利用内部的 A/D、D/A 转换器转换得到压力值（模拟量），从而实现压力的测量。

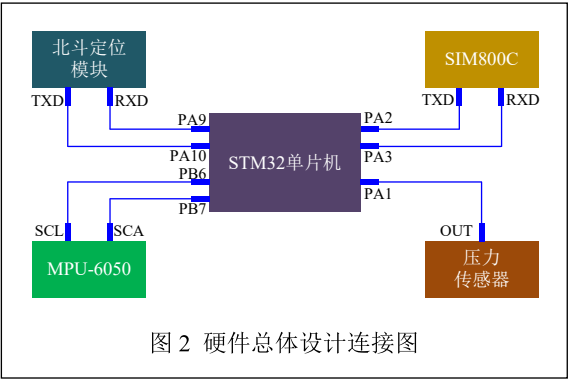


图 2 硬件总体设计连接图

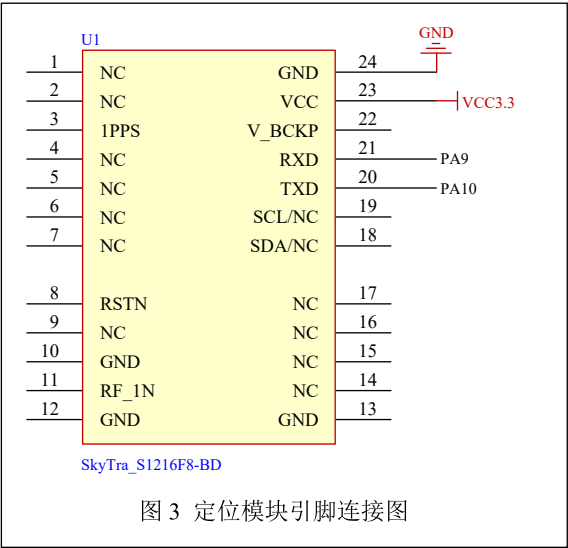


图 3 定位模块引脚连接图

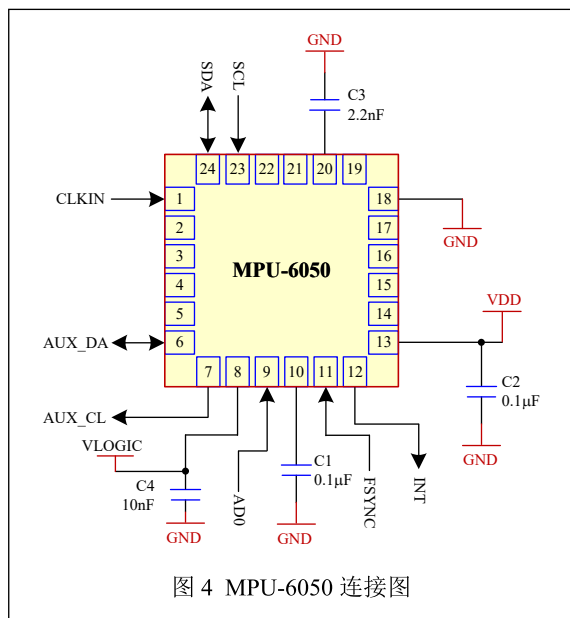


图4 MPU-6050 连接图

#### 4、加速度传感器硬件设计

利用 MPU-6050 来测量加速度，它集成了 3 轴 MEMS 陀螺仪、3 轴 MEMS 加速度计以及一个可扩展的数字运动处理器（Digital Motion Processor, DMP），可用作陀螺仪来检查车身位置，也可以用作加速度器来获得加速度值，其加速度可测范围为  $\pm 2$ 、 $\pm 4$ 、 $\pm 8$ 、 $\pm 16g$  [2]。

将 MPU-6050 的 SCL、SDA 分别与单片机的 PB6、PB7 连接，单片机就能接收到该模块采集到的信息和数据，如图 4 所示。信息包括加速度信息、倾角信息等。加速度数据判断车辆加速度大小是否为车祸加速度，倾角数据检测车身的位置情况，是否有较大的偏移角度。这两组信息是用来判断车祸是否发生的重要依据。

#### 5、无线信息传输设计

采用 SIM800C 无线通信传输模块，它是一款四频 GSM/GPRS 模块，支持 AT 指令集接口，支持工作频率为 GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz，低功耗实现语音、SMS 和数据信息的传输，可以快速、可靠、安全地实现本设计中的数据传输、短消息等任务 [3]。

单片机采用 AT 指令来实现与模块的通信，将 SIM800C 的 TX1、RX1 与单片机的 PA2、PA3 连接。其中，单片机的 PA2、PA3 分别负责模块接收返回信

息和为模块发送相关指令，使用串行异步收发方式控制该模块进行报警功能。实现了传输的迅速与准确。

#### 四、车祸判断

##### 1、采集数据

(1) 北斗模块实时采集位置信息（间隔一秒）

$X_i (i=1, 2, 3, \dots)$ ;

(2) 陀螺仪实时采集加速度信息（间隔一秒）

$a_i (i=1, 2, 3, \dots)$ ;

(3) 陀螺仪采集车身的角度  $\theta_x$ ,  $\theta_y$ ,  $\theta_z$ ;

(4) 碰撞时的最大压力值  $F$ 。

##### 2、处理数据

假设第  $k$  秒发生车祸，计算并保存得  $k$  秒的速度：

$V_k = (X_k - X_{k-1}) / m/s$ ，保存  $k$  秒的加速度  $a_k$ 、碰撞时最大压力  $F$ ，并当  $V_i = 0$  时测量车身与标准位置的夹角  $\theta_x$ ,

$\theta_y$ ,  $\theta_z$ （标准位置：以车辆直行方向为  $X$  轴，竖直方向为  $Z$  轴的空间直角坐标系）从而计算出车身偏移角度  $\alpha$ 。

如下图所示，向量  $K$  为标准方向，向量  $N$  为  $V_i = 0$  时车辆的朝向。使用余弦定理可利用  $\theta_x$ ,  $\theta_y$ ,  $\theta_z$  三个量求向量  $N$  与  $K$  的夹角大小即为车身倾斜角，如图 5 所示。

设向量  $K(1, 0, 0)$ ：

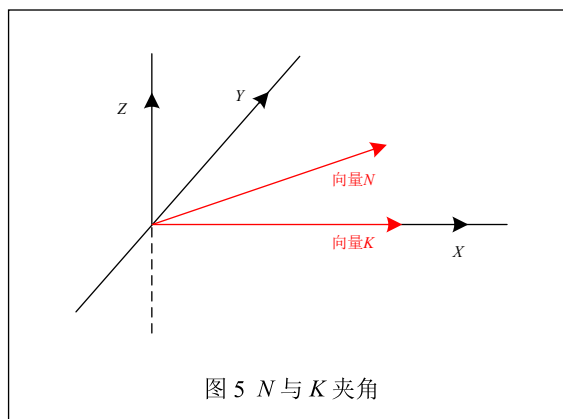
$$\cos \alpha = \frac{\cos \theta_x}{\sqrt{\cos^2 \theta_x + \cos^2 \theta_y + \cos^2 \theta_z}} \quad (1)$$

式中， $\cos \alpha$  一向量  $N$  与  $x$  轴的夹角；

$\cos \theta_x$  一向量  $N$  与  $xy$  平面的夹角；

$\cos \theta_y$  一向量  $N$  与  $yz$  平面的夹角；

$\cos \theta_z$  一向量  $N$  与  $xz$  平面的夹角。

图5  $N$  与  $K$  夹角

通过上述方法得到数据： $V_i$ 、 $V_k$ 、 $a_k$ 、 $F$ 、 $\alpha$ 分别是车辆实时速度、碰撞时速度、碰撞时加速度、碰撞时最大压力和车身偏移角度。

3、算法处理并得出结果

经数据调查，当加速度达到 11g 且碰撞所受力大于 165000N 时就能证明发生了汽车严重的碰撞事故，故以此来作为界限。但为防止因急刹车而判断错误的情况，该算法还利用  $\alpha$ 、 $V_i$ 、 $F$  三个值进行二次判断。具体情况如表 1 所示。此处均在加速度值大于 11g 的前提下（1 为真，0 为假）。

五、系统软件设计

1、软件总体设计

硬件将传感器采集的数据传入服务器数据库中，利用服务器将数据与网页和 App 进行互通，网页和 App 终端利用这些数据进行显示与反馈。具体流程如图 6 所示。

2、数据库设计

本项目使用的是 SQL Server 数据库，设计了车祸发生时综合数据。当车祸发生时，北斗定位模块将立即定位实时位置，压力传感器、陀螺仪与加速度传感器计算出压力以及车辆偏移角度与加速度值。压力值、偏移角度、加速度值将被发送到数据库中保存。数据库如表 2 所示，E-R 图如图 7 所示。

3、网页客户端设计

网页分为用户端和交通警察端。

用户端：用户输入想要查询的车辆车牌号，网页将数据以 POST 的方式发送给云服务器，然后云服务从数据库中调出相关数据返回给网页。用户就可随时查询车辆的具体状况，包括车辆位置信息和车辆是否发生车祸。

交通警察端：交通警察具有管理员权利，可以在任何时间段查询任何车辆的信息。除此之外，交通警察还需时刻接受管理路段的车祸发生情况并及时进行处理。信息包括车牌号、车辆位置信息、车祸发生信息、加速度信息和车辆偏移角度信息等等。网页客户端如图 8 所示。

表 1 二次判断具体情况表

| $a_k > 11g$ | $F > 165000N$ | $\alpha > \frac{\pi}{6}$ | $V_i = 0$ | 发生车祸 |
|-------------|---------------|--------------------------|-----------|------|
| 1           | 0             | 0                        | 0         | 0    |
| 1           | 0             | 0                        | 1         | 0    |
| 1           | 0             | 1                        | 0         | 0    |
| 1           | 0             | 1                        | 1         | 0    |
| 1           | 1             | 0                        | 0         | 0    |
| 1           | 1             | 0                        | 1         | 1    |
| 1           | 1             | 1                        | 0         | 1    |
| 1           | 1             | 1                        | 1         | 1    |

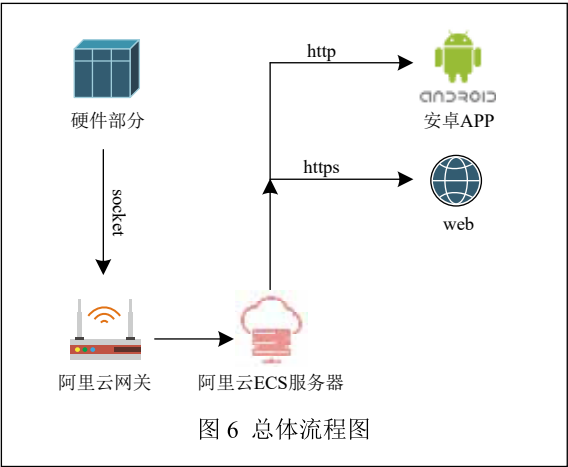


图 6 总体流程图

表 2 综合数据数据库图

| 项目     | 字段名        | 类型与宽度        | 是否主键 | 是否允许空值 |
|--------|------------|--------------|------|--------|
| 姓名     | name       | Varchar(10)  | 否    | 否      |
| 地址     | address    | Varchar(100) | 否    | 否      |
| 压力     | press      | Varchar(10)  | 否    | 否      |
| 车辆偏移角度 | angle      | Varchar(10)  | 否    | 否      |
| 加速度值   | accelerate | Varchar(10)  | 否    | 否      |
| ID 号   | dept_id    | Int(10)      | 是    | 否      |

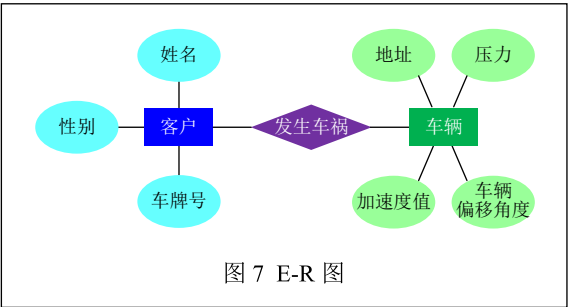


图 7 E-R 图



图 8 网页客户端



图 9 App 客户端设计图

#### 4、App 客户端设计

本系统主要用于车祸状态查询以及车祸发生地点显示。App 通过 http 协议与云服务器进行通信。App 端可以显示车祸发生的地点以及车辆状态，包括车辆偏移角度以及车祸处理情况。救援人员通过本系统可以更快地了解事故发生情况以及伤亡状况，方便对交通事故进行管理。App 客户端设计图如图 9 所示。

#### 六、总结

本文对以下内容进行了详细设计：系统硬件与 STM32F103ZET6 的总体连接线路设计、测加速度硬件的设计、北斗定位硬件的设计、测碰撞压力值硬件的设计、报警系统硬件的设计以及车祸判断算法的设计。分别使用各大常用的模块：陀螺仪（MPU-6050）实现测量加速度、北斗定位模块实时进行定位、小型压力传感器测量碰撞压力。利用上述测量的数据结合车祸判断算法实现车祸自动报警功能，并通过 SIM800C 模块进行报警。该系统功能齐全、软硬件结合并且数据可实时测量、计算，可以让处于车祸的驾驶员得到更快速的救治，从而减少车祸的死亡率，为人们的出行保驾护航。

#### 参考文献

- [1] 石云, 侯书伟, 莫小灵. 基于 GPS 定位的车祸报警器的设计[J]. 电子制作, 2017, (20): 100, 91.
- [2] 张兴辉, 张维杰. 基于加速度的车祸报警系统设计及实现

[J]. 现代电子技术, 2012, 35(17): 163-165.

[3] 郭致纲. 车祸自动语音报警系统设计[J]. 北华航天工业学院学报, 2015, 25(2): 45-48.

#### Design of Auto Accident Alarm Based on Beidou Location

WU Lin, WANG Yu-qing, LIU Qi, WANG Zi-rong, ZHANG Jin-ping, FAN Xi-ping, PENG Zi-qi  
(School of Mathematics and Physics, Hunan University of Arts and Science, Changde 415000, China)

**Abstract:** This design describes how to reduce the increasing death rate of traffic accidents in my country. In response to this problem, an automatic alarm for car accidents based on Beidou positioning is proposed.

It analyzes the application of Beidou positioning in the automatic alarm of car accidents, uses the pressure sensor, Beidou positioning module and gyroscope: MPU-6050 acceleration measurement module to judge whether there is a car accident, uses the SIM800C wireless communication module for the alarm function, and briefly analyzes the car accident Judgment algorithm implementation principle and calculation process. Finally, this system can bring hope of life to people in car accidents and give travel a guarantee.

**Key words:** embedded system; beidou positioning system; car accident alarm

#### 作者简介

吴林: 湖南文理学院数理学院, 学生, 研究方向为 Linux 开发。

通信地址: 湖南省常德市武陵区湖南文理学院西苑

邮编: 415000

邮箱: 609960071@qq.com

王雨晴: 湖南文理学院数理学院, 学生, 研究方向为嵌入式开发。

刘淇: 湖南文理学院数理学院, 学生, 研究方向为 android 开发。

王子荣: 湖南文理学院数理学院, 学生, 研究方向为 PC 端应用程序便携式开发。

张晋平: 湖南文理学院数理学院, 讲师, 研究方向为嵌入式开发。

樊希平: 湖南文理学院数理学院, 讲师, 研究方向为物联网应用。

彭梓齐: 湖南文理学院数理学院, 讲师, 研究方向为 光学遥感。