

doi: 10.7690/bgzd.2025.12.004

一种儿童误锁车内报警系统的设计与开发

鱼 静, 施 宁, 鲁磊纪

(陆军炮兵防空兵学院信息工程系, 合肥 230031)

摘要: 为解决当前儿童被误锁车内事故频发的现实问题, 设计开发一种车内报警系统。以单片机 STC89C516 为核心处理器, 结合红外线人体感应器和 GSM 通信模块, 实现对车内状况的实时监测和发现儿童被锁险情的远程报警。测试结果表明: 该设计灵敏度高、性能可靠、成本低廉、易于安装, 对提高儿童乘车安全具有较高的实用价值和现实意义。

关键词: 乘车安全; 儿童; 报警; 单片机

中图分类号: TP277 **文献标志码:** A

Design and Development of an Alarm System for Children Locked in Cars

Yu Jing, Shi Ning, Lu Leiji

(Department of Information Engineering, PLA Army Academy of Artillery and Air Defence, Hefei 230031, China)

Abstract: To solve the current problem of frequent accidents of children being mistakenly locked in cars, a car alarm system is designed and developed. Using the STC89C516 microcontroller as the core processor, combined with infrared human body sensors and GSM communication modules, real-time monitoring of the situation inside the car and remote alarm for detecting the danger of children being locked can be achieved. The test results show that the design has high sensitivity, reliable performance, low cost, and easy installation, which has high practical value and practical significance for improving children's ride safety.

Keywords: ride safety; children; alarm; single chip microcomputer

0 引言

随着国民经济的飞速发展, 家用汽车已成为家庭出行时首选的交通工具, 具有便捷、经济等优点; 但是, 低龄儿童的乘车安全问题却越来越突出, 对儿童乘车生命安全威胁最大的是因各种原因儿童被误锁车内造成的死亡, 其中有 54% 的情况是由于监护人将孩子遗忘在车内^[1]。由于儿童只是家用汽车占比较小的一类乘客, 所以绝大多数家用汽车的设计中没有单独考虑此类特殊人群的需求, 导致目前汽车出厂时很少有针对儿童遗忘车内的相关报警装置, 目前已知的只有 2017 年 3 月份通用汽车公司推出的新款阿卡迪亚汽车搭载了一款车载后座提醒系统, 从使用效果来看也不甚理想。从网购搜索结果来看, 市场针对此需求的产品尚属空白^[2-3]。基于此, 设计开发了一种儿童误锁车内报警系统。

1 系统设计

1.1 系统设计思路

本系统以红外感应和远程 GSM 技术为核心进行车内是否有遗忘儿童的检测并报警, 控制核心采

用 STC89C516 单片机。检测功能使用红外感应技术。红外感应是非接触式生命检测技术之一。原理是每种物体会因自身的温度而产生热辐射, 利用红外线来检测物体与周围环境温度的温差, 根据这种温差就可以检测物体的存在^[4]。GSM 是目前最流行的全球通信系统, 其频谱利用率高, 抗信道衰落能力强, 保密性好, 所以目前得到了广泛应用。系统的主要设计思路: 当系统红外感应检测到有儿童被遗忘车内, 通过 GSM 系统将报警信息等发送给车主进行提示, 同时车内蜂鸣器进行报警音提示, 引发路人关注。系统具体细节要求:

- 1) 当系统检测到车门状态为关闭时, 则报警系统开始进入工作状态;
- 2) 对儿童人体的检测范围要控制在车内, 不能受汽车周围活动的人和动物的影响;
- 3) 能准确检测车内温度, 温度超标是启动报警系统的必要条件之一;
- 4) 报警系统触发后, 系统做出实时响应, 为被锁儿童生命安全赢取更多的救援时间;
- 5) 电源满足系统的长时间工作需求;

收稿日期: 2024-10-11; 修回日期: 2024-11-11

第一作者: 鱼 静 (1976—), 女, 陕西人, 博士。

6) 系统状态实时显示。

系统采用如下硬件：热释电人体红外线传感器、温度传感器、霍尔接近开关、控制器、动态数码管、液晶显示器、GSM 通信模块、蜂鸣器以及电源模块。其中人体红外线传感器用于检测是否有人存在，安装于车内顶部或汽车中控台，通过调节探测距离和安装角度，可实现只探测车内部而不受车外部活动的人和实物的影响；温度传感器 DS18B20 检测车内温度；霍尔接近开关用于检测车门是否关闭并将车门信号发送给控制器；控制器采用普中 51 单片机开发板，芯片为 51 单片机 STC89C516；动态数码管用于精确实时显示车内温度；液晶显示器显示系统界面及实时状态；GSM 通信模块用于发送报警短信；蜂鸣器用于声音报警；电源模块采用普通手机充电宝为系统供电，并与汽车 USB 口连接。

1.2 系统结构设计

该报警系统可分为信息采集、控制和执行 3 大模块。信息采集模块包括汽车车门状态信息采集、车内温度信息采集和有无人员在车内的信息采集；控制模块用于处理相关采集信息并实时显示和触发执行模块完成动作；执行模块包括通信模块和语音（短信）报警模块。系统结构组成如图 1 所示。

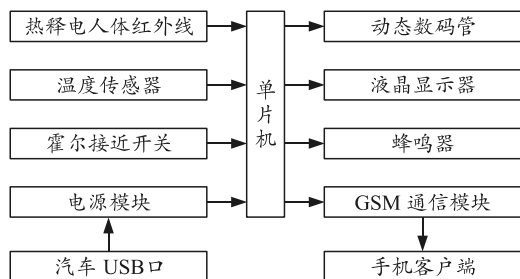


图 1 系统结构

首先设置短信中心号码，GSM 模块进行初始化，显示系统状态界面，霍尔接近开关将车门锁信息及发动机状态反馈给单片机，然后单片机启动温度传感器，接收温度监控信号后判断车内温度是否超标，接下来通过人体红外线传感器检测是否有人在车内，如同时满足车门关闭、车内有人、温度超标 3 个条件，则发送报警信息至移动电话端。同时开始计时，如果设定时间内（本系统设定为 5 min）车门打开，系统退出，否则继续报警。

动态数码管和液晶显示器通过单片机中断系统显示实时状态。其中，霍尔接近开关为直流常开磁性接近开关，由磁铁和感应器组成，感应器固定于汽车 B 柱上，磁铁固定于车门上，车门关闭时，感

应器会与磁铁接近，从而触发产生开关信号，则霍尔接近开关将所述开关信号作为车门关闭信号发送给控制器。电源模块为锂离子可充电电池，其中，锂离子可充电电池通过汽车 USB 端口充电。温度传感器为 DS18B20 数字式温度传感器，检测温度范围 -55°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 。该温度传感器体积小，精度高，抗干扰能力强，测温范围较大，不需要任何外围元件，本系统中可根据需要设置温度范围为上限温度 30°C （实际应用时可设为 35°C ），下限温度 5°C 。报警装置采用蜂鸣器。电源模块、蜂鸣器、温度传感器、控制器、动态数码管和液晶显示器集成在同一块电路板上，人体红外线传感器及通信模块分别通过杜邦线与所述控制器连接。

2 系统硬件设计

2.1 系统器件

1) 控制器。该系统通信响应速率要求不高。综合考虑经济成本，选用的控制器为 51 单片机 STC89C516，采用 8051 核的（in system programming, ISP）在系统可编程芯片，指令代码完全兼容传统的 8051 单片机，最高工作时钟频率为 80 MHz，片内含 4 KBytes 的可反复擦写 1 000 次的 Flash 只读程序存储器，器件兼容标准 MCS-51 指令系统及 80C51 引脚结构，芯片内集成了通用 8 位中央处理器和 ISP Flash 存储单元，具有在系统可编程（ISP）特性，配合 PC 端的控制程序即可将用户的程序代码写入单片机内部。STC89C516 是单时钟/机器周期（1T）的兼容 8051 内核单片机，内部集成 MAX810 专用复位电路。

2) 霍尔传感器。又称霍尔接近开关，是利用传感器对接近物体有敏锐感知能力的特性制作而成。当某种特定物体移向具有“感知”能力的传感器，并接近到一定距离时，传感器就会“捕获”该物体。该报警系统中利用霍尔接近开关检测汽车车门是否关闭。

该系统中选择的霍尔接近开关如图 2 所示，属于 PNP 型，检测物体为磁铁，工作电压 $5\sim 12\text{ V}$ ，响应频率 3 kHz，输出电流 20 mA，使用环境 -25°C 到 75°C ，检测距离 10 mm（其他距离可定制）。将传感器固定于车辆 B 柱上，磁铁固定于车门上，当车门关闭时，磁铁靠近传感器，传感器内部电平衡状态翻转，翻转信号传递给系统控制器，系统控制器“感知”车辆关门信号。



图 2 霍尔接近开关

3) GSM 通信模块。GSM 通信功能采用全球鹰 SIM900A 模块，能够通过发送短信息或其内嵌的 TCP/IP 协议，实现设备的远程通信。其物理尺寸 50 mm×48 mm×28 mm，采用 5V1A 直流电源供电，带有 SMA(外旋内孔)天线接口，正常工作温度为 -30~80 ℃。单片机通过串口与 SIM900A 进行数据通信，通信速率为 9 600 kbps，采用 8 位异步通信方式。

4) 温度传感器。该系统中温度传感器采用 DALLAS 半导体公司的 DS18B20，它是一种“一线总线(单总线)”接口的温度传感器。与传统的热敏电阻等测温元件相比，具有体积小、适用电压宽、与微处理器接口简单等特点。测温范围 -55 ℃~+125 ℃，在 -10 ℃~+85 ℃时精度为 ±0.5 ℃。

5) 热释电人体红外线传感器。系统采用基于红外感应技术的自动控制 HC-SR501 人体感应模块，其探头为德国生产的 LHI778，工作电压范围直流电压为 4.5~20 V，工作温度 -15~+70 ℃，感应角度为 100°锥角。当传感器感应到有人时则输出高电位，相反则自动延时并关闭高电位，输出低电位。还可以设置触发方式为重复触发：即一旦输出为高电位后，会延时一段时间，在这个延时时间内，如果依然能感知到人体活动，则输出一直维持为高电位。感应模块每检测到一次新的人体活动信号，就会以这次活动时刻为计时起始点，自动再顺延一个延时时间区间。一般默认的感应封锁时间设置为 2.5 s。感应模块在每一次感应输出后(高电平变成低电平)，因为封锁时间段的设置，在这段封锁时间任何外界感应信号将被忽略。

6) 动态数码管。系统在精确显示温度时需要显示多位数值，因此，采用数码管动态显示。该系统采用 2 个四位一体的共阴数码管，外部驱动芯片为 74HC245，同时采用 74HC138 译码器芯片，只需单片机 3 个 I/O 口就可以实现 8 个位选管脚的控制，节省了芯片的 I/O 资源。

7) 液晶显示器。为了实时显示系统界面及监测状态，采用了一种彩色液晶显示装置——薄膜晶体管液晶显示器(thin film transistor-liquid crystal display, TFTLCD)。它不仅可以显示汉字、字符、数字信息，而且可以显示 16 位色真彩图片，通常采用 8080 总线时序通信。TFTLCD 模块采用垂直两排插针，横向是一个 20 Pin 的插针，纵向是一个 16 Pin 的插针，与开发板上 TFT/LCD12864 接口连接。

8) 蜂鸣器。为了使系统在感知到有儿童被遗忘车内时启动声音报警，在 I/O 口控制板设置了有源压电式蜂鸣器。压电式蜂鸣器主要由多谐振荡器、压电蜂鸣片、阻抗匹配器及共鸣箱和外壳等组成。多谐振荡器由晶体管或集成电路构成，当接通电源后(1.5~15 V 直流工作电压)，多谐振荡器起振，输出 1.5~5 kHz 的音频信号，阻抗匹配器推动压电蜂鸣片发声。

9) 电源模块。电源模块采用普通手机充电宝为系统供电，并通过转接线与汽车 USB 口连接，当汽车启动状态时持续为装置充电，保证装置持久工作。

2.2 硬件设计原理

该装置通过控制器外围不同 I/O 口与各个传感器及相关模块连接，整个装置的硬件原理如图 3 所示。

3 系统软件设计

儿童误锁车内监测报警装置采用结构化程序设计，包括主程序设计、传感器采集数据模块程序设计、GSM 通信模块程序设计等功能模块子程序，均采用 C 语言编程。通过在仿真软件上进行程序调试并进行优化，最后通过烧录软件写入单片机。由于液晶屏显示采用串口中断，为避免串口中断冲突，该系统 GSM 模块通信时仅发送数据，故当触发报警后，采用等待方式发送报警信息。

系统软件流程如图 4 所示。装置上电后，首先进行初始化，初始化包括动态数码管初始化、液晶屏初始化、单总线数据传输初始化、串口初始化、定时器中断初始化、GSM 模块初始化、温度传感器初始化和人体红外线传感器初始化等。初始化完成，液晶屏显示系统界面，对各传感器采样，并将各个检测结果在系统界面实时显示，通过定时器中断系统将温度值提交动态数码管显示。接下来分析各传感器采样结果：霍尔接近开关检测车门关闭信号，如果车门关闭则警示变量+1；温度传感器探测车内温度是否超标，如果温度超标则警示变量+1；人体

红外线传感器探测是否有人存在, 如果车内有人则警示变量+1。分析完毕后, 判断警示变量是否等于 3 (即上述 3 个条件同时满足), 如为 3, 则启动报警程序, 进行声音报警, 同时调用 GSM 模块向车

主发送报警信息, 若无人时, 系统进入循环等待状态, 随时响应各检测模块的中断信息, 并间隔一段时间后继续发送报警信息。当车门打开后, 霍尔接近开关输出低电平, 报警装置停止报警。

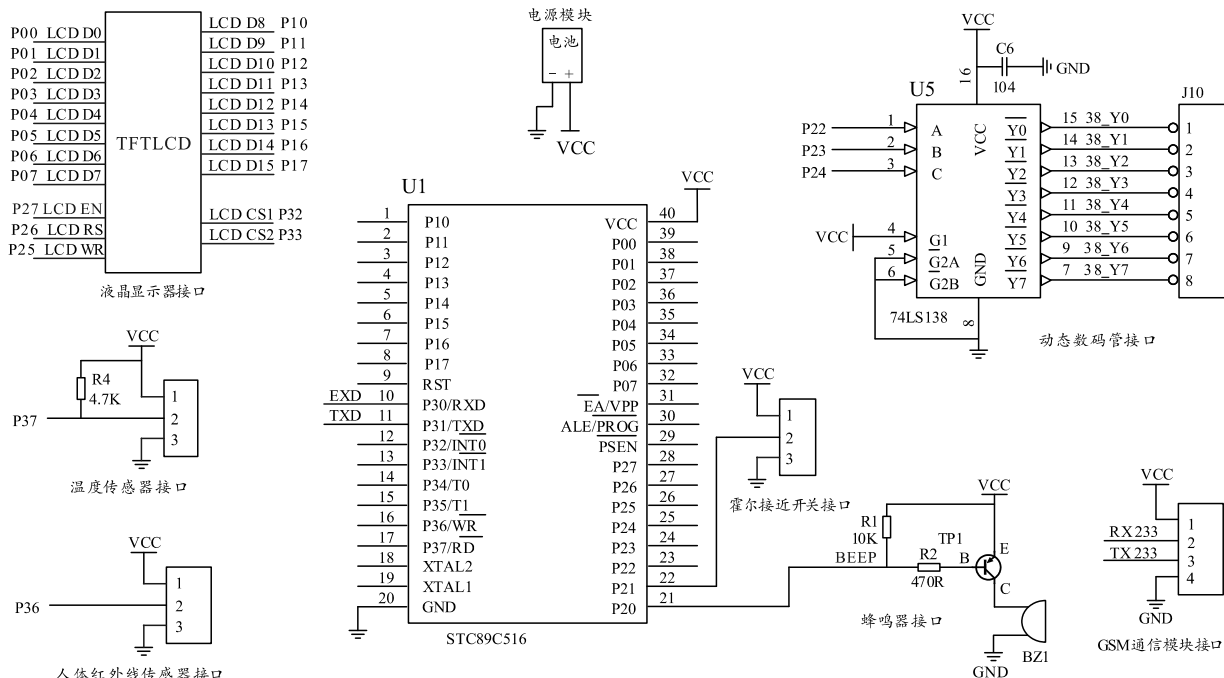


图 3 系统原理

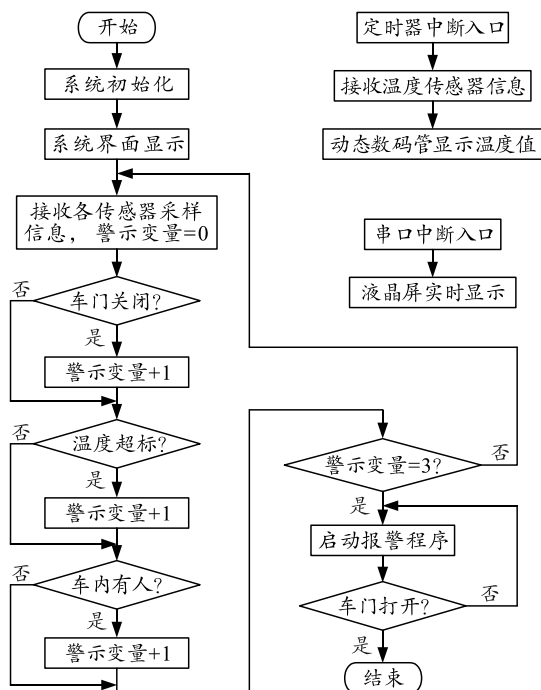


图 4 报警系统流程

4 系统安装

该系统属于外接装置, 与汽车生产制造过程没有直接的联系, 汽车上并没有预留安装此装置的位置, 因此, 需要考虑其安装的便利性及合理性。传

感器安装位置不仅要保证准确检测相应的信息, 不受其他因素的干扰, 而且也不能影响用户对车辆的正常使用。由于控制器采用的是 51 单片机开发板, 集成程度很高, 除了霍尔接近开关、GSM 通信模块之外的其他模块均可集成在开发板上并放置于集成箱内, 并通过从集成箱内引出杜邦线与上述 3 模块相连。集成箱可置于汽车中控台上, 或放进前排收纳柜内。GSM 通信模块由于带外置天线, 因此可将其固定在中控台上。霍尔接近开关固定在汽车前后车门之间的 B 柱上, 检测所用磁铁固定在前后车门的对应位置, 确保车门关闭时, 磁铁距离霍尔接近开关在 10 mm 左右, 以达到检测车门是否关闭的目的。为确保儿童不被遗漏在车内, 人体红外线传感器检测范围应该覆盖整个汽车内部。人体红外线传感器的检测范围为 100°锥形区域, 因此可将其侧立放置于中控台上, 或倒立放置于车内中间位置的顶端, 并通过旋钮调节使检测区域控制在车内, 避免车外移动的人和物体的误触发。集成箱体积在 240 mm×220 mm×60 mm 左右, 占用空间较小, 整套装置安装方便, 无需拆卸汽车本身的部件, 如图 5 所示。