

**摘要：**随着人口老龄化问题不断突出，居家养老已经成为一种趋势。与此同时，老人在居家的过程中可能会发生一些安全问题。该文针对这种情况设计了居家养老安全智能检测系统。系统采用 STM32 作为控制模块，检测部分由加速度传感器、烟雾传感器、燃气传感器、水位传感器组成，通过无线传输将信号发送给控制模块，控制模块用 SIM900A 作为主要模块发送报警信息，并且设置语音警示提醒。该系统具有多方位安全检测、及时报警救援等功能，大大地降低了居家养老安全事故的发生。

**关键词：**居家养老；传感器；STM32

**中图分类号：**TP277

**文献标识码：**A

**文章编号：**1006-883X(2020)12-0027-05

**收稿日期：**2020-10-26

# 居家养老安全智能检测系统

王一飞<sup>1</sup> 朱嘉林<sup>2</sup> 程进<sup>1</sup> 任宝凯<sup>1</sup> 李晓彤<sup>1</sup> 王晓岚<sup>1</sup> 邹小平<sup>1</sup>

1. 北京信息科技大学北京市传感器重点实验室，北京 100101；2. 北京信息科技大学自动化学院，北京 100192

## 0 引言

随着社会老龄化越来越严重，居家老人安全问题逐渐突出，出现事故的种类也变得越来越多样。由于居家老人无人看管，行动迟缓，家中出现突发事件不能及时处理，老人独自在家摔倒，这样的安全事件屡见不鲜，严重的将会威胁生命安全。其次，独居老人发生火灾、燃气泄漏、水泄漏这样的事也经常出现<sup>[1]</sup>，而老人往往不能及时有效地处理这些事故。对于居家的老人，当发生事故时，及时联系上家里的子女是十分重要的，这为子女及时处理事故争取宝贵的时间。因此，设计一款居家养老安全智能检测系统是很有必要的。

目前，新建成的社区可能会配备智能家居系统，能监测家中的情况，但与总住宅数相比，占比很小。此外，老人居住的房子大多是几十年前建成的，基本没有集成的智能家居系统，而市面上目前也没有针对居家老人安全状况的监测系统。针对这种现状，本文设计了一种针对居家老人安全状况的检测，及时发现意外事故并向老人的子女或亲属（紧急联系人）发送提醒信息，让紧急联系人能够及时发现危险情况并进

行处理。

本系统采用多个传感器<sup>[2]</sup>对老人摔倒、发生火灾、燃气泄漏以及水泄漏进行多方位监测，比单一传感器更加可靠。传感器探测到危险之后则向主机发出信号，再由主机向预先设置的紧急联系人员手机上发送短信，同时门外扬声器播报警示语音和紧急联系人手机号<sup>[3]</sup>，提醒过路人员打开密码钥匙盒进入屋子采取施救等措施，避免事故的发生。

## 1 系统设计

### 1.1 系统的总体框架

系统是由检测模块、无线传输模块、功能报警模块组成。检测模块由 STM32 作为主控制器，搭载加速度传感器、烟雾传感器、燃气传感器和水位传感器；无线传输模块分为发送和接收两部分，分别连接两个单片机实现传感器与主机之间的通信；功能报警模块由 STM32、SIM900A、语音播放器和密码钥匙盒组成<sup>[4]</sup>。当系统启动之后，检测模块工作，检测家中是否发生安全问题，若发生安全问题，通过无线传输模块发送信号，单片机接收其信号进行分析处理以及判断，启

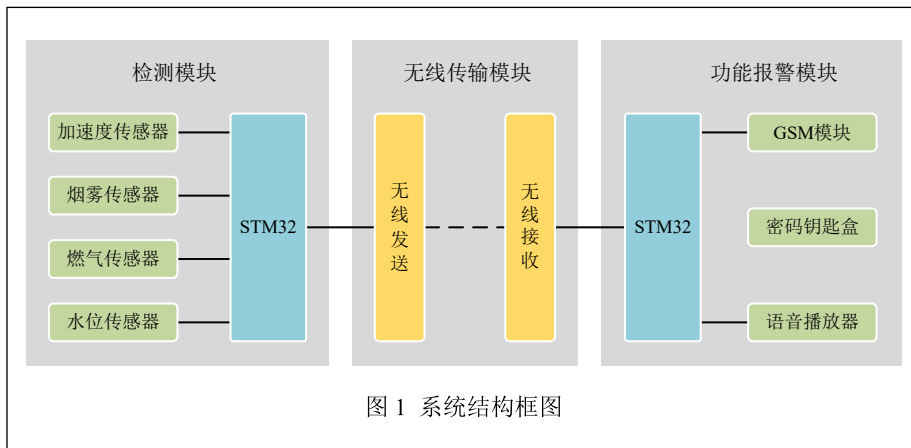


图1 系统结构框图

动相应的功能报警模块。系统结构图如图1所示。

## 1.2 系统硬件设计方案

### 1.2.1 检测模块

检测模块包括加速度传感器、烟雾传感器、燃气传感器和水位传感器<sup>[5]</sup>。首先打开检测模块开关，将加速度传感器安装至老人腰部位置，正常情况下，老人在家活动幅度较小，误触的可能性低，但是为了防止误触，设置了每隔1秒采集1次加速度，若连续采集3次加速度仍然大于阈值，则判定老人摔倒并发出信号。所用传感器实物图如图2所示。

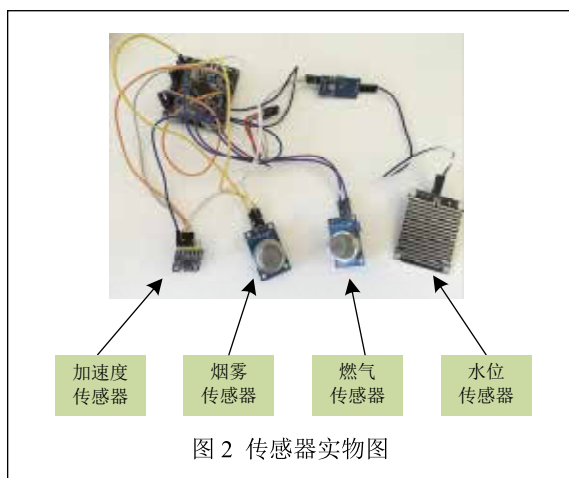


图2 传感器实物图

将烟雾、燃气和水位传感器放置在需要被检测的位置，若家中发生火情、燃气泄漏、漏水这些情况时，烟雾和燃气传感器检测烟雾和燃气的浓度，超过阈值便会触发。烟雾和燃气传感器的接触端设计为圆柱形，增加了与烟雾和燃气接触的面积，当有烟雾和燃气与

传感器接触时，会引起表面导电率的变化，从而改变输出电压并影响电压的输出。水位传感器接触端设计成扁平状，增大与水的接触面积，若有水接触时便会触发。传感器工作后，烟雾、燃气和水位报警LED灯闪烁，输出由原来的低电平转变为高电平，并将这一变化传输到单片机内，单片机的串口输出由0变为1，并通过无

线传输装置发送到功能报警模块进行处理。

检测模块所使用的4种传感器如表1所示。

表1 4种传感器的介绍。

	分类	原理	工作情况	输出
1	加速度传感器	惯性力的变化	电压变化	加速度值
2	烟雾传感器	表面电导率的变化	电平由低变高	由0变为1
3	燃气传感器	表面电导率的变化	电平由低变高	由0变为1
4	水位传感器	表面电导率的变化	电平由低变高	由0变为1

### 1.2.2 无线传输模块

无线传输模块选用 Semtech 原装的 SX1278 型号的射频芯片，分为两部分。第一部分作为信号的发送端，前接单片机，当4个传感器被触发时，单片机接收到信号并且进行处理，处理后变成数字信号，利用串口发送给接收端；另一部分作为信号的接收端，后接单片机，接收端接收到数据后发送给单片机进行处理<sup>[6]</sup>。

### 1.2.3 功能报警模块

本系统的功能报警模块由 STM32、SIM900A、语音播放器和密码钥匙盒组成。

选择 SIM900A 模块实现系统的远程信息交互，SIM900A 是一个 2 频的 GPRS 模块和 GSM 模块，模块的 RXD 口与单片机的 TXD 口相连，模块的 TXD 口与单片机的 RXD 口相连，构成串口通讯，从而使单片机处理后的数据触发 SIM900A 模块发送警报短信，与此同时，语音播放器播放警示语音和紧急联系人手机号时，路人通过打开密码钥匙盒进入屋内实施救援，然后系统向预先设定的紧急联系人手机发送短信。

### 1.2.4 整个系统电路设计

系统电路原理图包括检测模块、无线传输模块和功能报警模块。电路检测模块由加速度、烟雾、燃气和水位传感器组成，分别连接单片机 I/O 口上。无线模块两引脚分别接单片机的 TXD 和 RXD 引脚，实现串口通信。功能报警模块由 SIM900A 和 YS-3M 语音播放器组成，SIM900A 连接单片机 TXD 和 RXD 引脚，也构成串口通信，YS-M3 语音播报器与 STM32 单片机的输出端相连组成整个系统，每当检测模块传感器被触发后，信号经过无线模块传到功能报警模块，STM32 单片机经过信号处理后，把对应的语音提示通过语音播报模块播放<sup>[7]</sup>。系统前端和主机电路原理图如图 3、图 4 所示。

### 1.3 系统软件设计方案

本系统所用编程语言为 C 语言，当把检测开关打开时，4 个传感器开始预热，之后加速度、烟雾、燃气和水位传感器分别在相应位置采集数据。当采集到加速度数据时，设置了 3 次阈值判断，若超过阈值，则进入下次判断，此时，GSM 模块会把短信发送给之前预留的手机并且播放警示语音和紧急联系人手机号提醒路人，否则继续返回第 1 次数据采集阶段，多次判断很大程度上降低了系统误报的可能性；当烟雾和燃气传感器检测到烟雾和燃气浓度大于阈值时，GSM 模块会把短信发送给之前预留的手机并且播放警示语音和紧急联系人手机号提醒路人；当家中水泄漏时，水位传感器被触发，随后向预留的手机上发

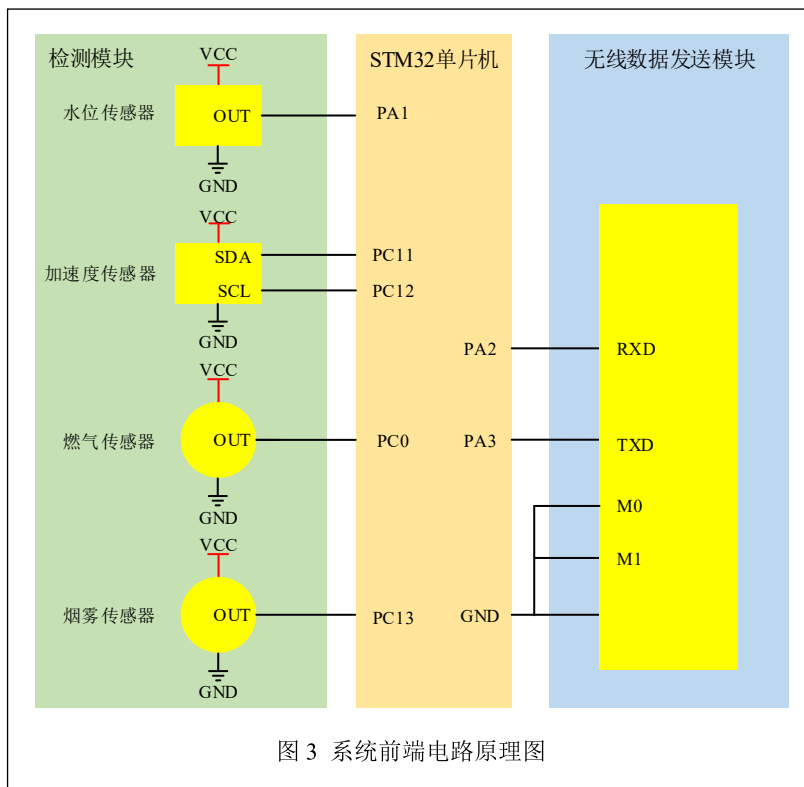


图 3 系统前端电路原理图

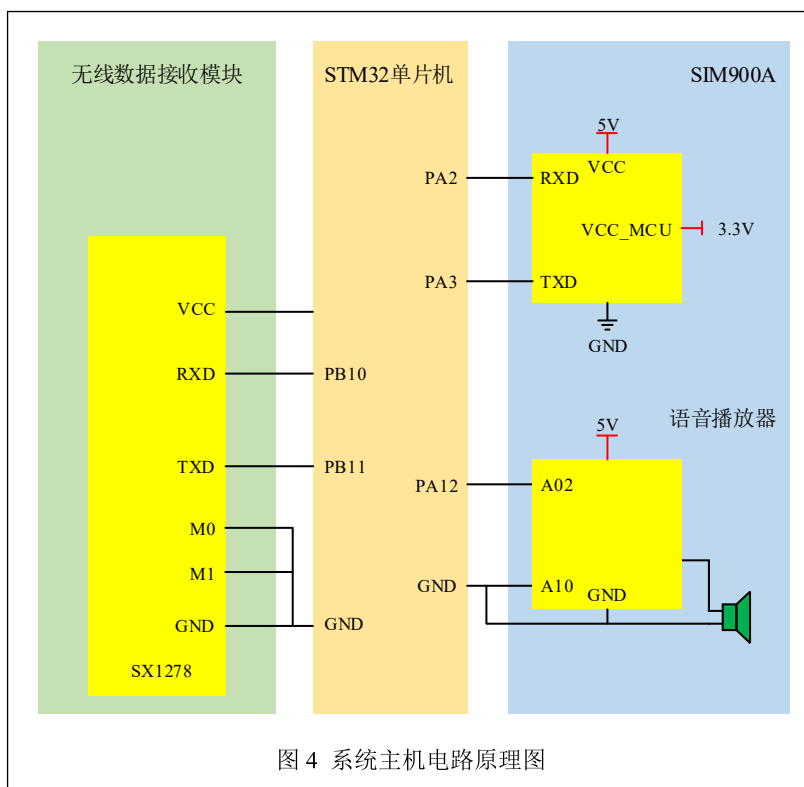


图 4 系统主机电路原理图

送短信并且播放警示语音和紧急联系人手机号，提醒路人进行施救。系统加速度检测软件流程图如图 5 所示。系统烟雾、燃气和水位检测软件流程图如图 6 所示。

## 2 系统功能验证

将加速度传感器安装在实验者腰部位置，烟雾、燃气和水位传感器放置室内需要被检测的地方。系统验证过程中，实验者从各个方向倒向软垫 30 次，其中 28 次均能发送短信给预留的手机且门外播放警示语音。此外，模拟室内烟雾、燃气泄漏，水泄漏传感器均能响应，主机都能向预留的手机发送短信和播放警示语音。由此可见，此系统是非常可靠稳定的。测试结果如表 2 所示。另外，从测试结果还可以发现，判断老人是否摔倒还是存在漏报的情形，而这也是紧急联系人十分关心的问题，下一步改进系统时将重点优化判断老人摔倒的情况，进一步提高可靠性。

## 3 结束语

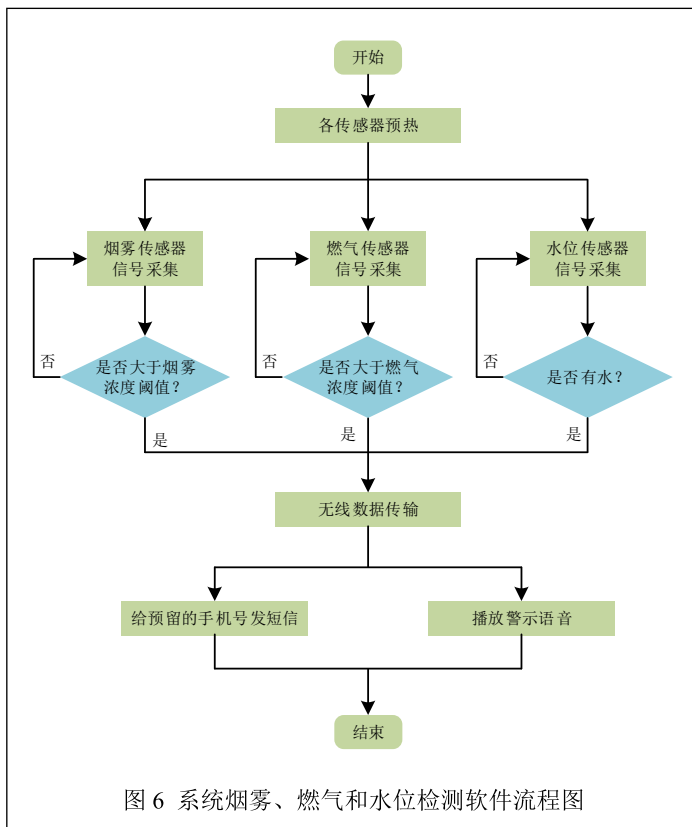
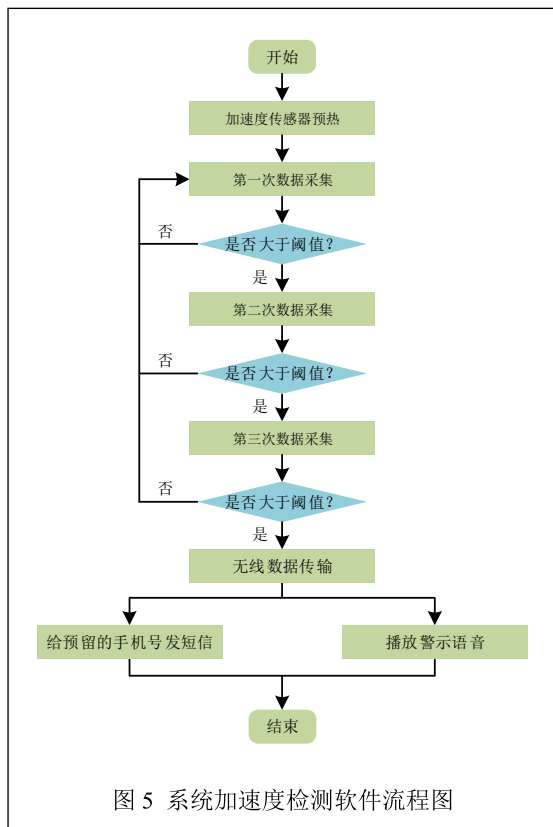
在如今经济社会高速发展的情况下，中国社会老龄化

问题严重，居家养老已成为了社会热点问题，本产品针对居家养老可能发生的事故而设计，具有很强的针对性，并且面对庞大的老年人群拥有着非常可观的市场前景。

表 2 测试结果

测试内容	测试次数	语音播报次数	发送报警短信次数
老人摔倒	30	28	28
发生火灾	30	30	30
燃气泄漏	30	30	30
水泄漏	30	30	30

目前，关于居家养老安全智能检测系统的研究多数处于设计层面，而且形式单一。本系统可以实时检测家中状况，并且可以第一时间发送求救短信和语音播报，降低事故发生的可能性。同时，该装置结构简单、价格低廉、易安装、适用范围广，系统的部分功能有待在改进中进一步提高。



## 参考文献

- [1] 宁锐红, 张晶, 房圣, 等. 智能家居防火防盗报警系统设计[J]. 价值工程, 2016, 35(28): 77-79.
- [2] 张亚萍, 宗桂林, 鲁加宝. 儿童滞留校车报警系统的设计[J]. 唐山学报, 2018, 31(06): 27-32.
- [3] 王大雷, 姚积欢, 王楠, 等. 基于 STM32 与 GSM 的家庭智能防火防盗报警系统设计[J]. 宿州学院学报, 2016, 31(7): 106-108.
- [4] 马振, 宋雅庆, 王珂, 等. 低成本智能家居系统设计[J]. 自动化仪表, 2015, 36(3): 49-52.
- [5] 李雪峰. 多传感器数据融合技术在家庭安防系统中的应用[J]. 现代电子技术, 2016, 39(12): 32-36.
- [6] 张晓萍. 智能家居控制系统的设计与实现[D]. 南昌: 江西财经大学, 2016.
- [7] 孔令荣, 王昊, 温宏愿, 等. 智能家居安防系统研究与设计[J]. 自动化仪表, 2016, 37(5): 52-58.

### Intelligent Detection System for Home-based Old-age Security

WANG Yifei<sup>1</sup>, ZHU Jialin<sup>2</sup>, CHENG Jin<sup>1</sup>, REN Baokai<sup>1</sup>,  
LI Xiaotong<sup>1</sup>, WANG Xiaolan<sup>1</sup>, ZOU Xiaoping<sup>1</sup>

(1. *Beijing Sensor Key Laboratory, Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100101, China;*  
2. *College of Automation, Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100192, China*)

**Abstract:** With the growing problem of population aging, home care has become a trend. At the same time, the elderly may have some safety problems in the process of staying at home. The article designs an intelligent detection system for the safety of home care for the elderly. The system uses STM32 as the control module. The detection part is composed of acceleration sensor, smoke sensor, gas sensor, and water level sensor. The signal is sent to the control module through wireless transmission. The control module uses SIM900A as the main module to send alarm information and set voice warnings. The system has the functions of multi-directional safety detection, timely alarm and rescue, etc., which greatly reduces the occurrence of home care safety accidents.

**Key words:** home care; sensor; STM32

## 作者简介

王一飞: 北京信息科技大学北京市传感器重点实验室, 硕士研究生, 研究方向为物联网技术。

通讯地址: 北京市北四环中路 35 号教 3 楼 117 实验室  
邮编: 100101

邮箱: 501263515@qq.com

朱嘉林: 北京信息科技大学自动化学院, 教授, 主要从事信号处理与功能材料方面的研究。

程进: 北京信息科技大学北京市传感器重点实验室, 研究员, 主要从事光纤声学传感器方面的研究。

任宝凯: 北京信息科技大学北京市传感器重点实验室, 硕士研究生, 研究方向为物联网技术。

李晓彤: 北京信息科技大学北京市传感器重点实验室, 硕士研究生, 研究方向为物联网技术。

王晓岚: 北京信息科技大学北京市传感器重点实验室, 硕士研究生, 研究方向为物联网技术。

邹小平: 北京信息科技大学北京市传感器重点实验室, 硕士生导师, 研究员, 主要从事物联网方面的研究。