

嵌入式智能家居控制系统设计

曲爱玲, 刘红梅, 高 倩, 王少华

(北京农业职业学院, 北京 102442)

【摘 要】嵌入式技术与物联网技术的不断发展,加速了家居智能化时代的到来。基于嵌入式 DSP 技术和 GPRS 远程通信技术设计智能家居控制系统,可以对家居环境中温度、湿度、CO₂ 浓度、可燃气体泄漏、烟雾、火灾等指标进行安全检测,对检测到的安全隐患进行智能控制,实用性强。

【关键词】DSP 处理器;智能家居;安全检测;智能控制

【中图分类号】TP277 **【文献标识码】**B **【文章编号】**1671-7252 (2014) 01-0038-05

智能家居系统是信息时代科技发展的必然产物。本设计以智能家居系统的普及和实用性为前提,设计了一款具有温湿度检测、烟雾检测、火灾监测、空气质量检测的嵌入式智能家居系统,当上述实时检测的参数与系统设定的阈值不符时,CPU 处理器控制执行结构进行相应动作或系统进行远程短信或电话报警。

1 系统整体实现功能

嵌入式智能家居控制系统主要实现如下功能:

- (1) 温度实时检测;
- (2) 湿度实时检测;
- (3) 燃气实时检测;
- (4) 烟雾实时检测;
- (5) 火灾实时监测;
- (6) 二氧化碳/一氧化碳实时检测;

(7) 可燃气体泄漏、烟雾或火灾发生时蜂鸣器、指示灯及智能短信、电话报警;

(8) 室内空气质量不达标时启动排风换气系统;

(9) 火灾发生时启动喷水装置;

(10) 各种检测参数的实时显示。

本系统可以有效地解决众多家居中普遍存在的安全问题,是家居实现智能化的关键一步。

2 系统硬件设计

2.1 CPU 选型

考虑到本系统监测的实时性和动作的灵敏性,传感器信息需要 AD 转换的特性,综合目前各种处理器的特点和性能,选择处理速度较高的 DSP 处理器,为方便扩展其所需的硬件资源,应充分使用所选 DSP 的外设资源,易于和便于硬件接口。为此,本课题选择 CPU 处

【基金项目】2012 年北京农业职业学院大学生科技创新项目

【收稿日期】2013-10-29

【作者简介】曲爱玲(1978-),女,黑龙江佳木斯人,北京农业职业学院信息技术系实践指导教师、工程师,硕士。研究方向:嵌入式 DSP 技术应用。

理速度高达 40MHz 的 TMS320LF2407 DSP 处理器芯片，此芯片内部集成定时器、PLL 倍频器、外部中断接口、大量 GPIO 引脚、16 路 10 位的 AD 转换通道、两组事件管理器单元、SPI 接口、串口等丰富外设，为硬件外围电路设计提供了强大支撑。此外，LF2407 芯片采用 3.3V 电源供电，加之芯片本身具有的低功耗模式，为产品低功耗设计提供了有利条件。本设计选用北京精仪达盛科技有限公司的 TMS320LF2407 EXP 板卡。

2.2 所需硬件模块选型

北京精仪达盛科技有限公司的 EXP 开发平台、GSM 模块、可燃气体传感模块，CO₂ 传感器模块，温湿度传感器模块。

2.3 硬件整体实现方案

本设计中主要工作就是如何实现系统的硬件连接，即 LF2407 CPU 处理器如何在硬件电路搭建正确的基础上实现对各个模块及其他外围电路的控制。系统的整体组成如图 1 所示。

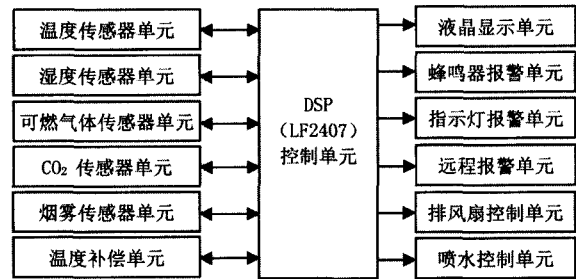


图 1 系统整体组成框图

2.3.1 LF2407 开发板硬件改动和 CPLD 译码逻辑改写

LF2407 开发板插接在 EXP 开发平台的 EXP-CPU 总线上。此设计选用的 GSM 模块属于总线类模块，除数据线和地址线外，需要片选信号、读信号、写信号。在 LF2407 开发板的外部接口总线上只有信号，设计时需要 CPLD 译码程序进行重新译码，将信号译码成信号和信号，用来控制 GSM 模块上 16C450 芯片的读写操作，/IS 信号必须参与译码，保证片选时序匹配。

关键译码信号硬件连接如图 2 所示。

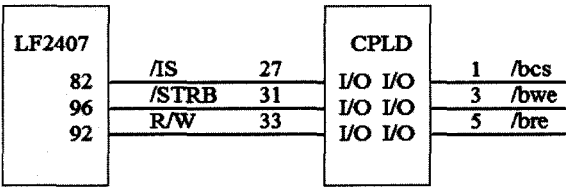


图 2 关键译码信号硬件原理图

部分译码程序如下：

```
STRB: in std_logic;
RW: in std_logic;
bre:out std_logic;
bwe:out std_logic;
BCS:out std_logic;
BCS<='0' when IS='0' and STRB='0' else '1';
bre<= STRB or not(RW);
bwe<= STRB or RW;
```

2.3.2 LF2407 开发板与 GSM 模块的硬件连接实现

在 EXP 开发平台合适位置焊接兼容 E_{LAB} 总线的插针。GSM 模块插接在 EXP 开发平台焊接好的 E_{LAB} 插针上。LF2407 开发板和 GSM 模块的硬件连接关系如图 3 所示。

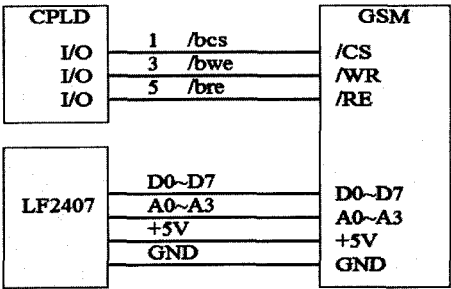


图 3 LF2407 开发板与 GSM 模块的硬件连接原理图

2.3.3 LF2407 开发板与可燃气体传感器模块的硬件连接实现

在 EXP 开发平台焊接兼容可燃气体模块总线的插针。可燃气体传感器模块插接在焊接好的插针上。在硬件控制接线中，LF2407 开发板 AD 单元的 ADCIN1 输入通道负责采样可燃气体传感器的模拟输出信号，并进行模数转换。LF2407 开发板和可燃气体传感器模块的硬件连接关系如图 4 所示。

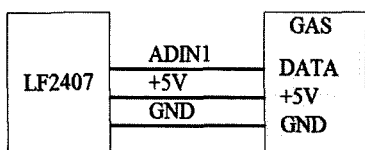


图 4 LF2407 开发板与可燃气体传感器模块的硬件连接原理图

2.3.4 LF2407 开发板与 CO₂ 传感器模块的硬件连接实现

在 EXP 开发平台焊接兼容 CO₂ 传感器模块总线的插针。CO₂ 传感器模块插接在焊接好的插针上。在硬件控制接线中，LF2407 开发板 AD 模块的 ADCIN0 负责采样 CO₂ 传感器的模拟输出信号，并进行模数转换。LF2407 开发板和 CO₂ 传感器模块的硬件连接关系如图 5 所示：

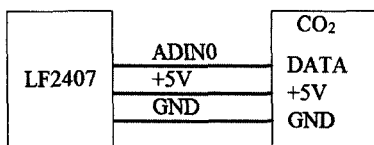


图 5 LF2407 开发板与 CO₂ 传感器模块的硬件连接原理图

2.3.5 LF2407 开发板与温湿度传感器的硬件连接实现

温湿度传感器模块采用 SHT11 芯片，SHT11 是集温湿度传感器于一体的数字集成式传感器，具有极高的可靠性和稳定性，SHT11 传感器包括一个电容式聚合体测湿元件和一个能隙式测温元件，并与一个 14 位的 A/D 转换器以及串行接口电路在同一芯片上实现无缝连接。两线制串行接口和内部基准电压，使系统集成变得简易快捷。在硬件控制接线中，LF2407 开发板 PWM1 和 PWM2 配置为通用的 GPIO 功能，分别模拟 DATA 和 SCLK 时序，负责温湿度传感器寄存器的写入和温湿度转换值的读出。LF2407 开发板和 SHT11 传感器的硬件连接关系如图 6 所示。

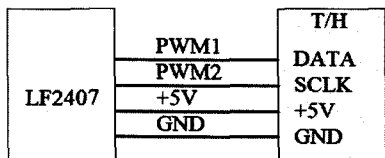


图 6 LF2407 开发板与温湿度传感器模块的硬件连接原理图

2.3.6 液晶显示电路设计

显示单元选用中文液晶显示模块 LCM12864ZK，其字型 ROM 内含 8192 个 16×16 点中文字型和 128 个 16×8 半宽的字母符号字型；另外绘图显示画面提供一个 64×256 点的绘图区域 GDRAM；而且内含 CGRAM 提供 4 组软件可编程的 16×16 点阵造字功能。本系统选择 5V 供电，低功耗设计可满足产品的省电要求。本单元采用并行 8 位接口方式，其电路原理图如图 7 所示。其中，数据线 D0~D7 接 LF2407 板卡的数据线 D0~D7，RD、WE 接 CPLD 译码出的读、写信号（对应 P1、P3 引脚）。GPIO0、GPIO1 分别接 LF2407 板卡的 PWM3、PWM4 引脚，+5V 电源接 EXP 开发平台的 +5V 电源，GND 接 EXP 开发平台的 GND。液晶显示屏用来显示监测参数的实时数据。

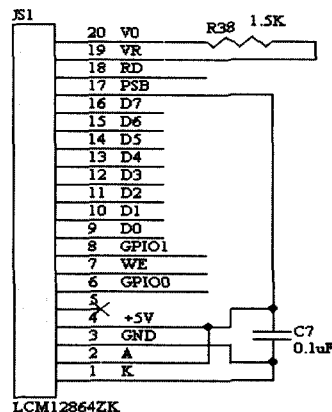


图 7 显示单元原理图

2.3.7 继电器电路设计

利用继电器的开与关状态控制蜂鸣器报警、排风扇换气排风、喷水装置动作。本设计中共需搭建三组继电器电路，选用 5V 继电器，其硬件电路原理图如图 8。

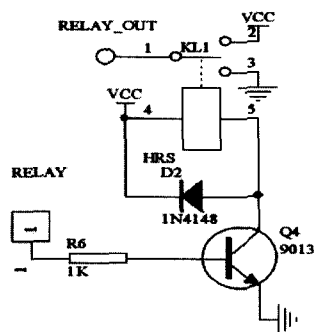


图 8 继电器电路原理图

2.3.8 蜂鸣器电路设计

当室内有烟雾产生、可燃气体泄漏、火灾发生时，启动室内蜂鸣器报警，提醒室内人员采取有效控制措施和安全措施，选取 5V 蜂鸣器，蜂鸣器单元电路的原理如图 9。

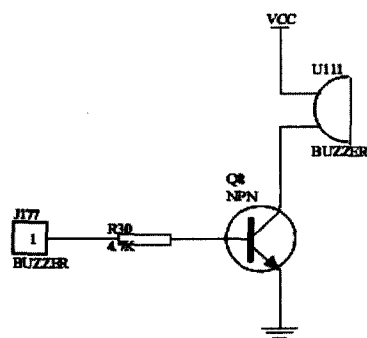


图 9 蜂鸣器电路原理图

2.3.9 指示灯电路设计

加入五组指示灯单元，分别用来指示温度、湿度、可燃气体、烟雾、空气质量等监测值与系统设定阈值的不同或相应执行结构的动作过程，在阈值范围内，指示灯处于不亮状态，反之则亮。其电路原理如图 10。

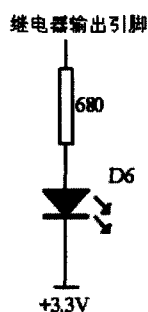


图 10 指示灯电路原理图

2.3.10 排风电路设计

选用一个 +5V 的风扇，用来模拟排风系统，其实现原理非常简单，风扇的地接 EXP 开发平台的 CND，+5V 电源与控制风扇继电器的常开引脚连接即可。

2.3.11 LF2407 对继电器控制

利用 LF2407 的三个 GPIO 引脚（接在继电器三极管放大电路的电阻输入端）分别控制三组继电器的开启与闭合状态，具体控制功能如表 1 所示。

表 1 CPIO 引脚控制继电器实现功能

LF2407 对应引脚	控制继电器实现功能
IOPF0/CAP5	控制喷水系统；高电平开喷水系统，指示灯亮；低电平关闭喷水系统，指示灯灭
IOPF1/CAP6	控制蜂鸣器，高电平蜂鸣器响，低电平蜂鸣器关
IOPF6	控制风扇，当 CO2 浓度大于正常浓度，开启排风系统；正常，关闭排风系统

3 软件实现

3.1 软件程序编写思想

(1) 系统不断地对室内的烟雾、可燃气体、火灾进行检测，当检测的指标大于系统设定的正常指标时，启动蜂鸣器报警，相应指示警戒灯点亮，如有火灾发生时，系统启动喷水装置自动喷水，并发送智能短信报警；当现场情况恢复或解决后，关闭蜂鸣器警戒、喷水装置、关警戒指示灯。在程序设置中，若检测指标连续不达标，系统设定大约每 3 分钟发送报警短信一次。

(2) 系统不断地对室内的 CO₂ 浓度进行检测，当检测的指标大于正常指标时，启动室内的排风系统，相应指示警戒灯点亮；当空气指标正常后，关闭排风系统，关警戒指示灯。

(3) 系统不断地对室内的温湿度进行检测，当检测的指标大于正常指标时，启动相应的执行机构进行控制，相应指示警戒灯点亮；当检测指标正常后，关闭相应执行结构控制，关警戒指示灯。

(4) 系统检测参数的实时数据通过液晶屏显示。

(5) CPLD 译码程序的编译环境选择 Xilinx ISE 9.1，编程语言选用 VHDL 语言，DSP 应用程序的编译环境选择 CCS3.3，编程语言选用汇编语言与 C 语言混合编程实现。

3.2 软件程序实现流程图

系统软件程序编写的流程图如图 11 所示。

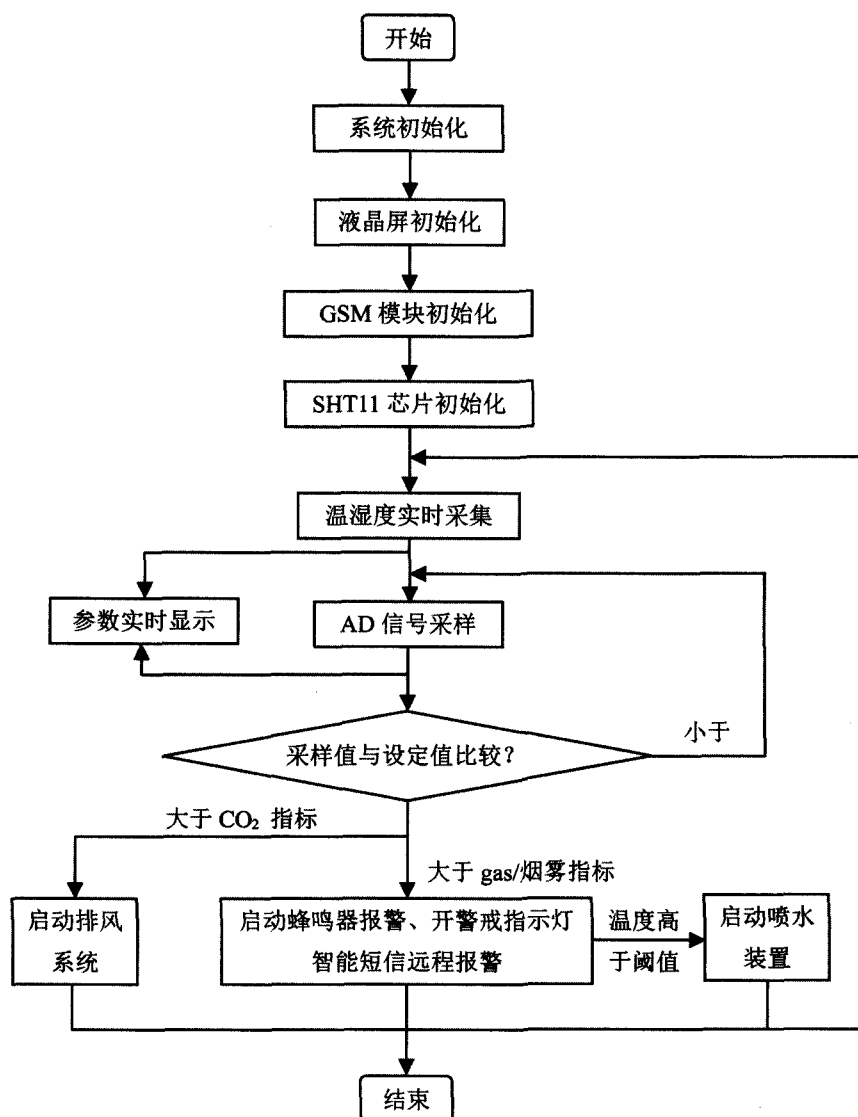


图 11 系统软件流程图

4 结论

利用 LF2407 DSP 设计的智能家居控制系统, 可解决现代居家环境普遍存在的温度、湿度、室内空气质量、可燃气体泄漏、烟雾、火灾等多种安全问题, 蜂鸣器报警、警戒指示灯、智能短信或电话远程报警等多种报警方式可满足不同群体的要求。本系统具有较好的性价比, 高性能 DSP 处理器, 便于系统功能的扩展和升级, 该系统实用性强, 具有一定的应用价值。

【参考文献】

- [1] 秦迎春, 秦瑞. 基于 SHT11 温湿度远程监控系统设计[J]. 电子设计工程, 2012,23(20):75-77.
- [2] SENSIRION THE SENSOR COMPANY. SHT1x / SHT7x Humidity & Temperature Sensor[EB/OL]. [2013-09-01].<http://pdf.dzsc.com/SHT/SHT11.pdf>.

(责任编辑 胡鑫)