

· 电路与控制 ·

基于STM32的智能家居系统

刘鹏飞, 刘云学

(烟台大学光电信息科学与技术学院, 山东 烟台 264005)

摘要: 系统以STM32F103为控制核心, 将现代传感器技术与现代信息处理技术相结合, 通过分析各传感器信息、GSM模块接收的信息与用户通过人机界面的操作信息, 向电机模块发送相应的动作命令(控制开关窗户), 同时将危险报警信息通过GSM模块发送至用户手机, 以保证居住的舒适性及安全性。系统采用多种保护措施和隔离措施, 并加入了备用电源以保证掉电后开关窗操作仍然能够得到执行。整个系统具有很强的抗干扰能力及很高的可靠性, 本方案可适用于智能家居及智能农业等多种应用领域。

关键词: STM32F103; 智能家居; GSM模块

中图分类号: TP272

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2013)-03-0055-06

Smart Home System Based on STM32

LIU Peng-fei, LIU Yun-xue

(Institute of Science and Technology for Opto-electronic Information, Yantai University, Yantai 264005, China)

Abstract: Incorporating with modern technologies of sensor and information processing, STM32F103 is used as a control center in the system. Relative action orders such as control switch window are transmitted to a motor module on the basis of analyzing information from sensors, received by GSM module and user by human-computer interface operating. And dangerous warning information is transmitted to user mobile phone through GSM module to guarantee security and comfortableness of living. Protection and isolation measures are taken in the system. And a standby power supply is added so as to keep the switch window in operation state when the power supply is off. The smart home system has strong anti-interference ability and high reliability. And it can be applied to many areas such as smart home and intelligent agriculture.

Key words: STM32F103; smart home system; global system for mobile communications (GSM) module

随着经济的不断发展和生活水平的不断提高, 人们对个人人身、财产的安全以及生活和工作环境的质量越来越关注^[1]。为了保障个人生命和财产的安全, 就需要有安全可靠的智能家居系统。传统的自动化家居设施已经不能满足需求, 于是各种新型智能家居系统应运而生。文中将智能报警系统与开窗电机相结合, 不仅实现了智能报警的功能, 同时还实现了由MCU根据传感器信息自动控制窗的开关, 从而调节环境的功能。

1 系统整体结构

系统通过分析各个传感器的信息, 遥控器信息, 用户通过人机界面输入的命令和GSM模块的远程控制信息, 执行相应的开关窗动作; 同时系统对检测危险状况进行声音提示, 并通过GSM模块将报警信息发送至用户手机。对于停电情况, 由备用电池维持系统的正常运行, 同时系统实时检测电池电量, 在电量不足时通过充电电路对电池充电。系统整体结构

收稿日期: 2013-04-15

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2011BAK09B05); 山东省自然科学基金(ZR2010FM026)

作者简介: 刘鹏飞(1988-), 男, 山东临沂人, 硕士研究生, 研究方向为嵌入式系统设计及高速实时信号处理; 刘云学(1965-), 男, 山东威海人, 博士, 副教授, 研究方向为统计信号处理、认知无线电、软件无线电、嵌入式系统。

如图1所示,主要由MCU及多个子模块组成,子模块部分包括:24 V开关电源电路、备用电池充电电路、开窗电机驱动控制模块、多路传感器接口、实时时钟、声音报警、人机界面、433 MHz 遥控器接收模块、GSM模块、系统隔离电路等。MCU主要用于分析和处理传感器信息、遥控器信息、用户操作信息、控制GSM模块的接收和发送、控制电机和备用电池充电,并按优先级执行相应的任务^[2]。

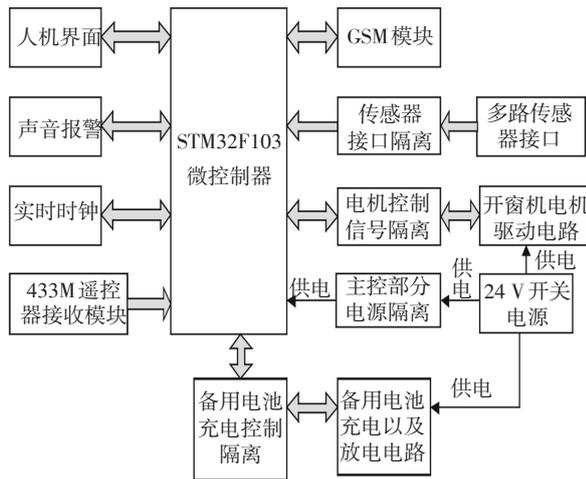


图1 系统组成框图

2 系统硬件电路设计

在系统硬件电路设计中,为了提高系统的性能,系统采用高性能的Cortex-M3内核的微控制器STM32F103VCT6。STM32F103VCT6比常规的单片机具有更强的处理能力和更丰富的外设^[3],足以满足设计的要求。为了提高系统的抗干扰能力和可靠性,系统采取了多种隔离和保护措施,使系统具有更强的环境适应性。

2.1 系统供电系统设计

系统供电系统框架如图2所示,首先系统直接输入220 V交流电,通过板上的开关电源产生实际为26 V的直流电源(调整后输出),可直接用于电机驱动,同时也可以满足为24 V锂电池充电的要求。为了避免外围部分对主控制部分的干扰,系统采用隔离的DC/DC降压模块和线性稳压芯片产生主控制部分电源,系统外围部分的电机驱动控制部分和传感器部分供电,可以直接由DC/DC降压芯片产生^[4]。如此不仅可以产生系统各部分所需要的供电,也使主控制部分与电机驱动部分和外部传感器输入部分隔离开,从而避免了外部输入信号和电机产生的干扰,提高了系统的可靠性。

2.2 传感器接口电路

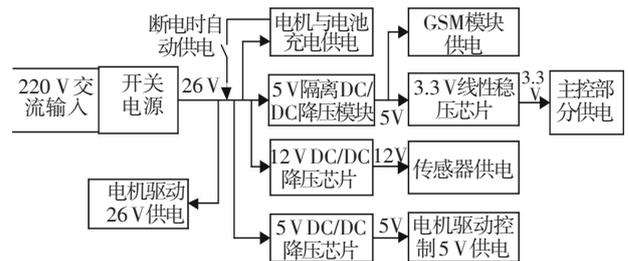


图2 供电系统结构图

系统中包括的传感器主要有:温度传感器、湿度传感器、燃气传感器、烟雾传感器、CO₂传感器、雨传感器、风传感器、光照传感器等。这些传感器信号都为外部输入信号,并且分为模拟量和开关量两类,为了提高系统的抗干扰能力,必须对开关量进行数字信号隔离,对模拟量进行模拟信号隔离。

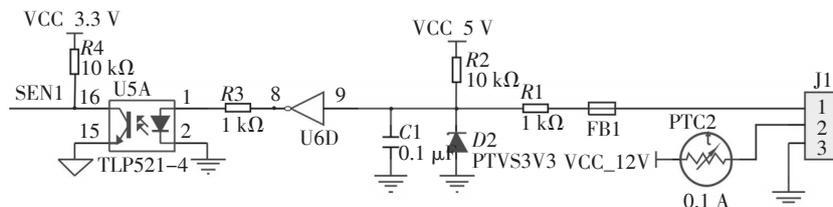


图3 开关信号隔离电路

(1) 数字量隔离

数字量的隔离如图3所示,信号输入端串联磁珠FB1,用于抑制信号线引入的高频噪声和尖峰干扰;

R1电阻为限流电阻,防止对地端接入的TVS PTVS3V3直接被外来瞬间大电流损坏。然后用具有施密特功能的74HC14DB反相器对开关信号进行预处理

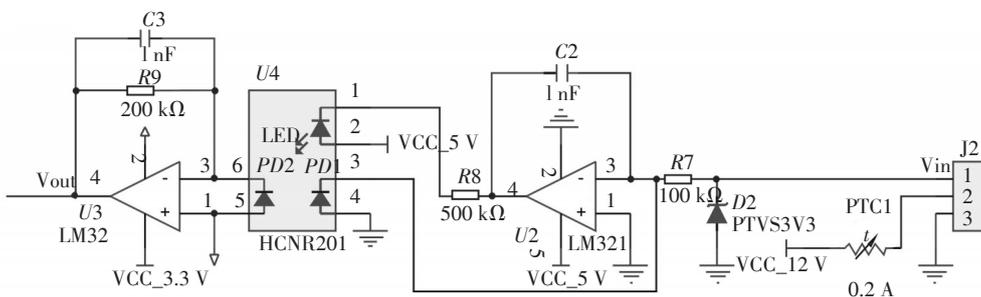


图4 模拟信号隔离电路

理,再用光耦进行隔离,最后将隔离后的信号送入MCU。此设计将外部信号与主控部分隔离开,提高了系统的可靠性及抗干扰能力。

(2)模拟量隔离

对于模拟量输入的接口如图4所示,首先接入TVS用于吸收外来的浪涌冲击(ESD保护),然后再用线性光耦进行隔离。线性光耦采用HCNR201芯片,它由一个高性能的发光LED和两个具有严格比例关系的光电二极管PD1和PD2组成(见图4)。发光LED与光电二极管PD1组成隔离转换电路的输入部分并形成负反馈,PD2则构成隔离转换电路的输出部分。由于整个电路输入部分构成负反馈回路,因而只要负反馈通道的发光LED和光电二极管PD1关系确定,隔离转换电路的输入部分就稳定。又因为PD1与PD2工艺相同有严格的比例关系,这就可以通过适当的电路使输出信号与输入信号有稳定的比例关

系^[5]。由图4根据运放的“虚短”和“虚断”特性,有

$$I_{PD1} = V_{in}/R_7 \tag{1}$$

$$\text{那么 } k = I_{PD2}/I_{PD1} \tag{2}$$

集成运放U3和电阻R9组成了一个放大器把电流转化为电压,即

$$V_{out} = I_{PD2} \cdot R_9 \tag{3}$$

上述三个方程联立,即可表示出输入电压和输出电压之间的关系

$$V_{out}/V_{in} = k \cdot R_9/R_7 \tag{4}$$

因此,也可以通过调节R9、R7之间的比值调节运算放大电路的输出电压,而流过两个光电二极管电流的比值k可以认为是定值,为了提高精度,具体数值可以根据实际电路测量而定。

2.3 GSM模块接口电路

GSM模块采用西门子公司生产的TC35模块,该

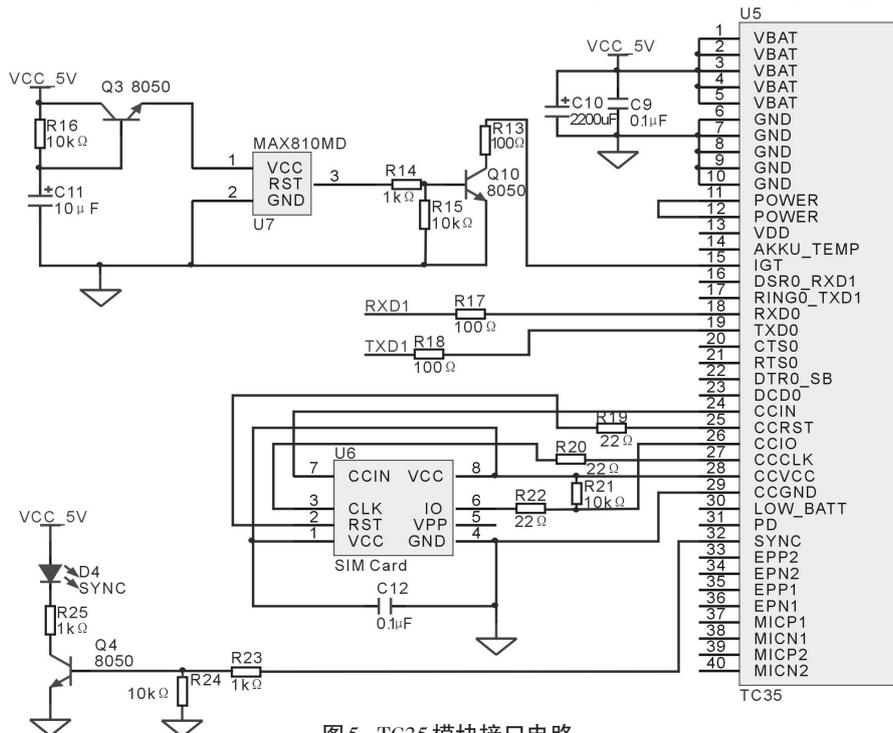


图5 TC35模块接口电路

模块是一种支持中文短信息的工业级 GSM 模块,模块自带 RS232 通讯接口,可以方便地与 PC 机、单片机连机通讯。TC35 模块的工作电压为 3.3~5.5 V,峰值电流 1.8 A,空闲模式消耗电流 10 mA,各项功能和参数都可以满足本设计的要求^[6]。模块接口电路如图 5 所示。

电路主要包括:上电启动、SYNC 信号指示、SIM 卡接口、通信接口四部分。由于 TC35 模块在上电以后可以通过将 IGT 引脚拉低至少 100 ms 来启动模块,所以设计采用 MAX810MD 复位芯片来实现该模块的启动。在 MAX810MD 的 VCC 端电压上升至 4.38 V 时 RST 端产生一个 140 ms 的高电平脉冲,驱动三极管 Q10 导通将 IGT 引脚拉低至少 140 ms,从而使 TC35 模块启动。

2.4 电机驱动电路

由于开窗电机使用的电机为 24 V 直流电机,正常工作电流不超过 0.4 A,所以在设计中采用 L298P 作为电机驱动芯片。L298P 芯片的电机驱动电源电压最高为 50 V,最大输出电流为 2 A,峰值可达 3 A,足以满足驱动开窗电机的要求。电机驱动电路结构如图 6 所示。为了避免电机工作时对主控制部分产生干扰,设计中将主控制部分与电机驱动部分进行了隔离。为了避免电机在动作过程中出现堵转现象,需要实时检测流过电机的电流。系统通过 ADC 采样经过线性光耦隔离的电流采样信号,判断当前

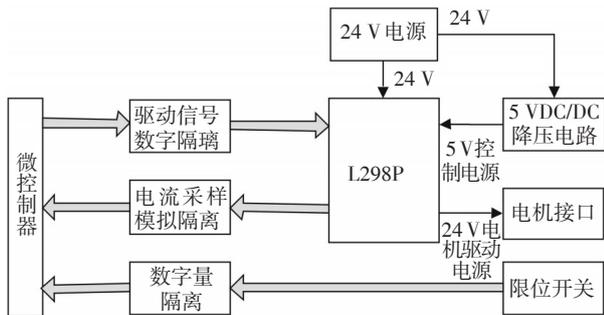


图6 电机驱动电路结构图

电机是否堵转,如果电流超过系统设置值则立即停止电机,由此可以使电机不至于因为长时间过流而损坏(无限位开关失效时)。限位开关安装在窗的两端,用于判断窗是否已开到位或已关到位,如果限位开关触发则立即停止电机,由于限位开关为外部输入信号,所以也必须对其进行隔离。

2.5 电池充电电路

为了使系统在停电时能继续工作,设计中加入了备用电池和相应的充电电路。由于电池只用作后备供电并不经常使用,所以设计采用体积和容量较小的 24 V/1 300 mAh 的锂电池(由 6 节 4.2 V 锂电池串联构成)。为了避免 PWM 形式的充电电路对主控制部分产生干扰,设计中将对主控制部分与电池充电部分进行了隔离。电路主要包括电池充电电压采样电路、充电电流采样电路、PWM 驱动 MOSFET 开关及充电滤波电路、控制信号隔离电路,电路结构框图如图 7 所示^[7]。

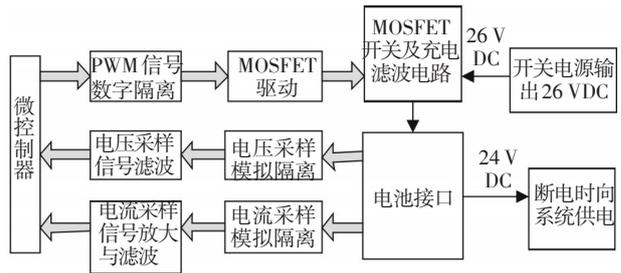


图7 电池充电电路结构图

为了使电池随时都有足够的电量来应对突发的断电事故,设计中系统实时检测电池电压,当电池电压低于设定值时启动充电过程,同时 MCU 根据实时采样到的充电电压和电流的大小,调整输出 PWM 输出的占空比,从而控制充电电流和充电电压的大小,实现对锂电池的恒流充电和恒压充电过程。

3 软件设计

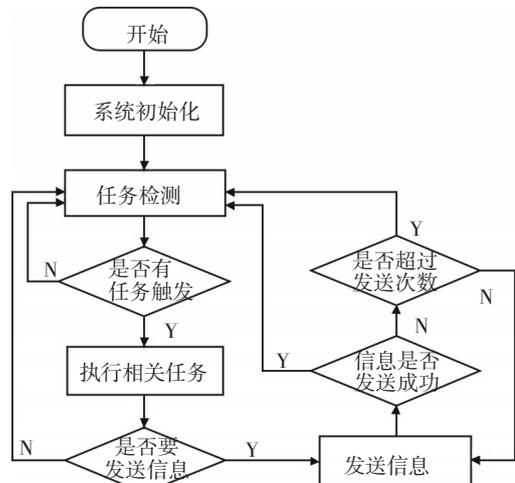


图8 系统软件流程图

软件控制部分主要由 GSM 模块收发信息、人机界面、433 MHz 遥控信号接收、电机驱动控制、电池充电控制、传感器信号接收等部分构成。系统软件整体流程如图 8 所示。系统上电后首先完成系统初始化,然后检测是否有任务触发,一旦有任务触发则按任务优先级执行相关任务;如果需要发送信息,则在消息发送队列中标记,当系统监测到消息标记后立即发送相应消息;如果发送失败,进入重复发送;如果重复发送次数超限,则在 LCD 上显示发送错误提示,同时系统放弃本次发送任务,继续进行任务检测^[8]。

3.1 电池充电软件设计

由于系统使用 24 V 锂电池作为备用电源,为了

充分发挥电池的效能和使用寿命,必须对充电过程进行合理有效的管理。充电控制流程如图 9 所示,首先系统周期性地检测电池电压,当电池电压小于设定值时立即进入恒流充电过程(设定值高于涓流充电过程电压),根据 ADC 采集到的充电电流大小,调整 PWM 的占空比,使充电电流维持在设定的范围内;同时检测电池电压,当电压满足恒压充电电压时,进入恒压充电过程,根据 ADC 采集到的充电电压,调整 PWM 的占空比,使充电电压维持在设定的范围内;并检测充电电流的大小,当电流小于 130 mA 时进行延时累计,当满足延时条件时关闭 PWM 输出完成本次充电^[9]。实验测量证明,充电电压的精度优于 1%,可以满足锂电池充电要求。

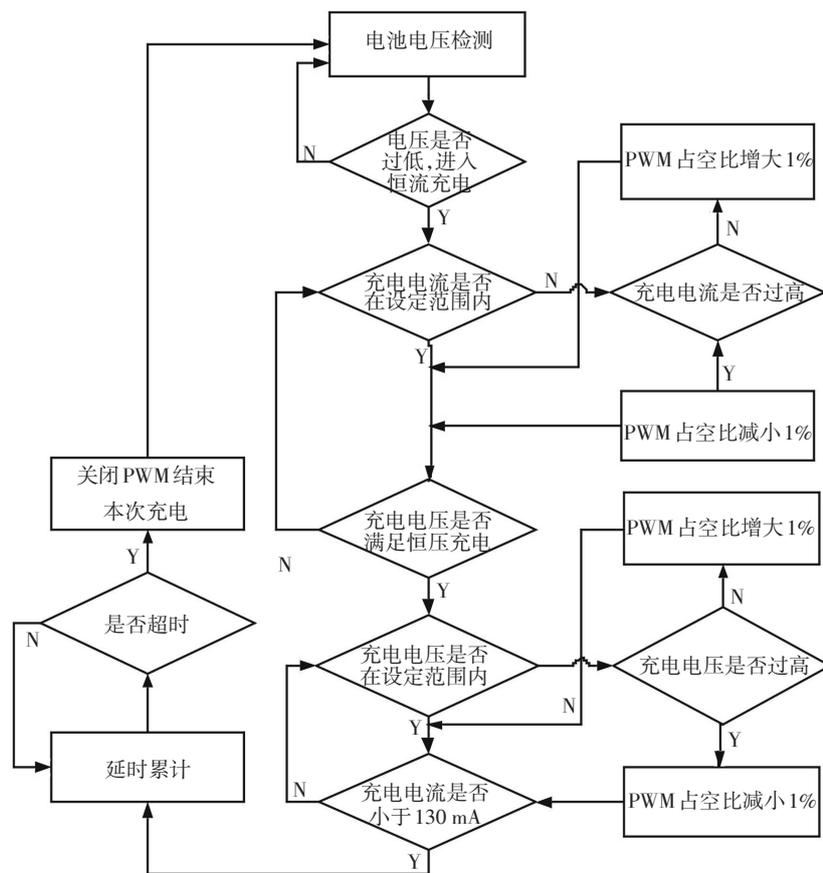


图9 充电控制流程图

3.2 TC35 发送信息软件设计

TC35 模块用于用户手机与主控制板的远程通信,主要包括发送报警信息、接收用户控制命令和发送命令应答等功能。工作流程如图 10 所示,软件检

测是否有要发送的报警信息,如果有则立即发送相关信息;如果失败则重复发送,直至发送次数超限;如果没有要发送的信息,则检测是否接收到了新信息;如果收到新信息则先比对号码是否为用户手机号码;如果是则立即提取信息,并根据信息执行相应

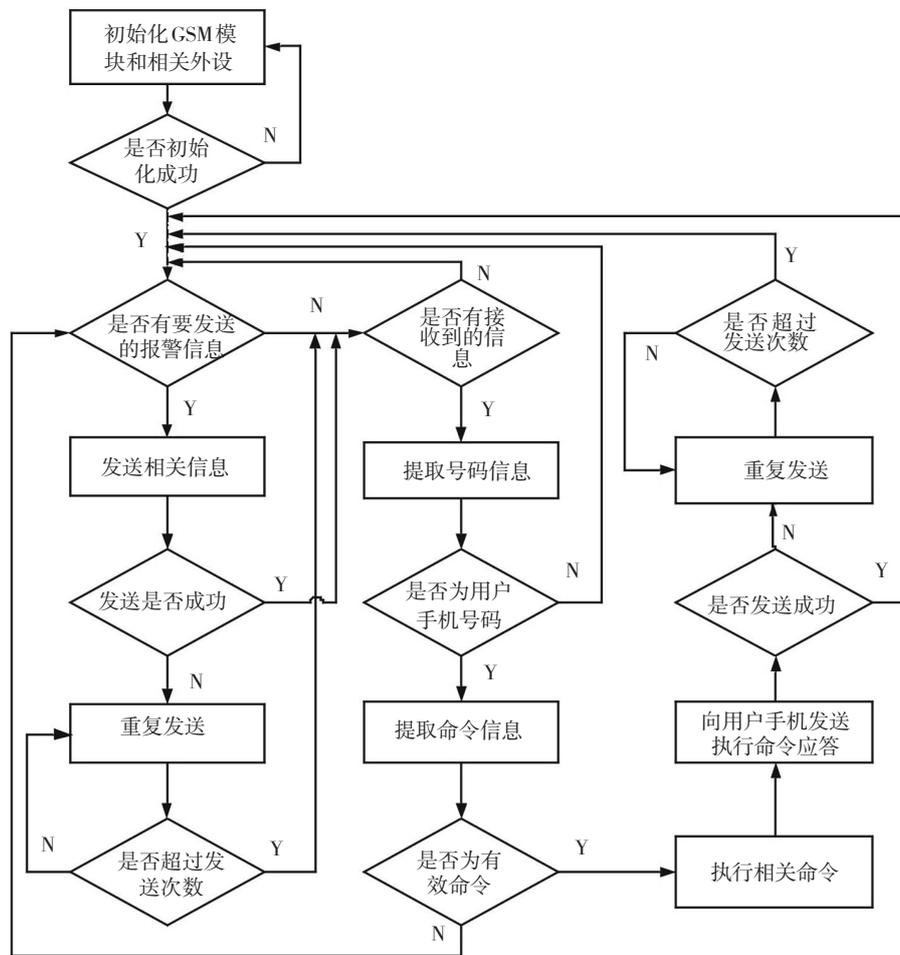


图10 TC35发送信息流程图

动作,在执行动作后还要向用户发送命令执行应答;如果为无效号码或无效信息则不作任何动作,继续进行检测^[10]。

文中以STM32F103为控制核心,实现了通过传感器监控室内环境并由微控制器根据传感器信息控制开窗机的开关来调节室内环境的目的;同时对于危险传感器的报警信息通过GSM模块发送至用户手机,用户也可以通过手机远程控制窗的动作,实现了远程报警和远程控制的功能。为了增强系统的可靠性,系统采用了主控制部分与外部输入输出信号完全隔离的设计,使系统具有很强的抗干扰能力及环境适应性。本系统已在现场安装使用,运行稳定可靠,控制精确。

参考文献

- [1] 叶国伟. 智能家居市场现状与趋势[J]. 中国建设信息, 2012(9): 54-55.
- [2] 张璘,陶琳,袁江南,等. 基于GSM网络的远程温湿度检测系统的研究及实现[J]. 电子技术应用, 2012, 38(6): 93-96.
- [3] 意法半导体(中国)投资有限公司. STM32F系列 ARM 内核32位高性能控制器件参考手册 V10_1, 2010.
- [4] 周同民. 电子电气电路的隔离技术浅探[J]. 企业技术开发, 2011, 30(12): 35-36.
- [5] 杨小晨,王欣. 高精度线性光耦HCNR200/201及其应用[J]. 仪器仪表用户, 2003, 10(5): 41-42.
- [6] 潘斌,郭红霞. 短信TC35i的外围电路设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2004 (7): 38-41.
- [7] 师公社,陈超波. 并网馈维护性放电应急照明系统的设计[J]. 西安工业大学学报, 2008, 28(1): 59-61.
- [8] 刘军. 例说STM32[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2011.
- [9] 贾英江,傅孝忠,王耀济,等. 锂电池充电方法分析[J]. 科技资讯, 2009(2): 123.
- [10] 冯金超,张秀娟. 智能家居系统中的短信收发程序设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2012(10): 52-54.