

邮轮客房火灾自动探测与报警电路的设计

王益斌, 王荣杰

(集美大学 轮机工程学院, 福建 厦门 361021)

摘要: 邮轮客房火灾具有突发性, 不易控制, 危害大等特点, 火灾自动探测与报警装置对于邮轮必不可少; 针对邮轮客房防火的特点, 设计了一种基于单片机的邮轮客房火灾并报警电路; 该电路包括主控模块、温度检测模块、烟雾检测模块、显示模块和报警模块, 并运用 Keil 软件进行编程和 Proteus 软件进行仿真实验; 当温度值和烟雾浓度值同时超过上限值时系统会发出声光报警信号; 仿真分析表明: 该电路工作稳定可靠, 可及时、准确地实现客房温度、烟雾浓度的显示和自动报警。

关键词: 邮轮; 单片机; 烟雾; 自动探测与显示; 声光报警; 仿真

Design of Automatic Fire Detection and Alarm Circuit for Cruise Ship Room

Wang Yibin, Wang Rongjie

(Marine Engineering Institute, Jimei University, Xiamen 361021, China)

Abstract: The existence of the cruise room as a special guest room, room fire with a sudden, not easy to control, great harm, to control the hidden dangers of the most effective method is accurate, timely and to detect the fire alarm, will put out the fire in infancy, not entirely to the flame growth opportunities. Accurate and timely detect the fire alarm device is a cruise ship passenger. A kind of automatic detection method based on single chip microcomputer was introduced to detect timely and accurately cruise rooms and fire alarm. The circuit design mainly includes the main control module, temperature measurement module, smoke detection module, display module and alarm module design. If the temperature and smoke density more than the limit value at the same time, then the system will send out the alarm signal of sound and light. The circuit performance is stable and reliable, which can realize the temperature, smoke concentration appeared in real time and automatic alarm function, and use the keil software programming and Proteus simulation software.

Keywords: cruise ship; single chip microcomputer; automatic detection and display; sound-light alarm; simulation

0 引言

海上航行的邮轮, 与在岸上行驶的交通工具不一样, 没有太强的自救能力, 一旦客房失火, 由于邮轮的结构以钢板和木材为主, 木材极易燃烧, 钢板的热传导性非常强, 客房易燃物多, 火势蔓延迅速, 而且客房空间小、过道窄、人员密集, 疏散速度慢, 如果不幸发生火灾, 后果不堪设想。控制火灾最有效的方法是准确、及时探测到火情并报警, 将火情扑灭在萌芽阶段, 完全不给火焰壮大的机会。基于单片机的火灾自动探测与报警电路正是可以及时发现火情的一种智能监测系统, 它通过温度传感器和烟雾传感器能够迅速检测出人类不易发现的火灾早期特征, 经过单片机控制电路和音讯放大器报警电路, 及时报警, 方便船

舶消防员准确及时地找到隐患点, 迅速排除隐患。

1 邮轮客房火灾自动探测与报警电路架构

图 1 所示为简易的邮轮房间图, 邮轮房间的高度一般为 2.4 至 2.8 米, 房间面积多为 12 至 17 平米, 这样的设置是为了有良好的采光和通风, 同时这样标准的房间高度和房间面积, 刚好处在本系统工作范围之内。根据邮轮客房的结构特点, 基于单片机的火灾自动探测与报警电路的组成框图如图 2 所示。

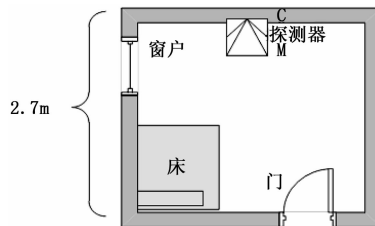


图 1 简易邮轮客房图

收稿日期:2018-08-20; 修回日期:2018-10-17。

基金项目: 国家自然科学基金(51309116); 农业部渔业装备与工程技术重点实验室基金(2016002); 福建省自然科学基金(2016J01736)。

作者简介: 王益斌(1978-), 男, 江西宜春人, 硕士, 实验师, 主要从事计算机以及自动化等方向的研究。

王荣杰(1981-), 男, 福建晋江人, 博士, 硕导、副教授, 主要从事智能信息处理方向的研究。

在基于单片机的火灾自动探测与报警电路中, DS18B20 传感器和 MC14467 传感器根据 51 单片机控制模块发送的指令分别对邮轮客房内的温度和烟雾环境参数进行采集, 然后经 51 单片机 I/O 接口传输到控制器, 51 单片机控制器对

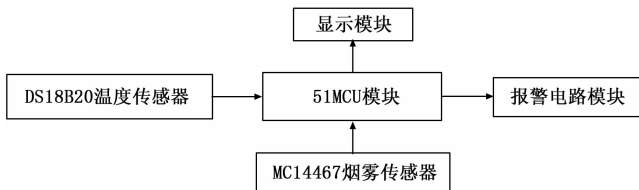


图 2 系统组成框图

接收到的温度和烟雾浓度信息进行数模转换以及和预设的阈值比较等处理。如果客房的温度和烟雾浓度正常，控制器将数据实时显示到液晶显示屏上；一旦实时采集到现场的温度和烟雾超过上限值，控制器仍将实时显示客房的温度和烟雾浓度，同时触发报警电路发出报警信号。

2 系统硬件设计

邮轮客房火灾自动探测与报警整体电路如图 3 所示，其功能是要根据邮轮客房防火的特点，对邮轮客房的室内温度和烟雾浓度实时显示，并判断室内是否发生火灾，当温度高于 39℃ 且烟雾浓度高于 61% 时电路发出报警信号。

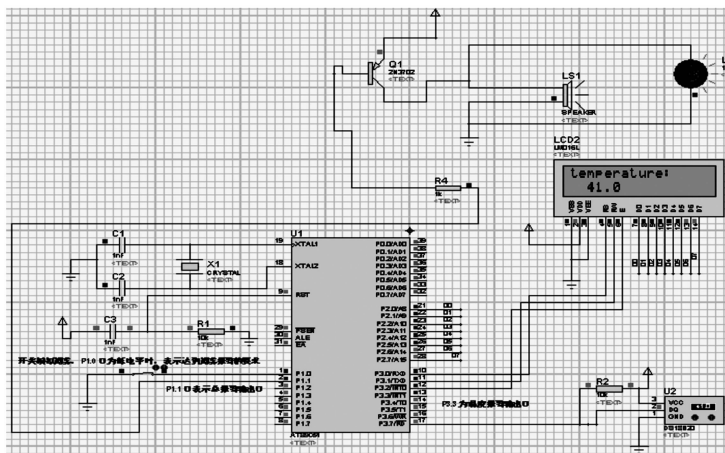


图 3 整体电路

2.1 单片机外围接口电路

单片机组成的控制器是火灾自动探测与报警电路的核心，设计中选用的 AT89C51 型单片机属于典型的 51 系列兼容机的代表作品，它的优点突出：功能强大、低电压、高性能，属于 CMOS8 位机，在市场上占有相当大的份额。单片机内含有 4k bytes 反复可擦写的 Flash 只读程序存储器，还有 256 bytes 随机存储数据存储器（RAM）。AT89C51 采用的是兼容标准 MCS-51 指令系统，指令容易理解，方便记忆，大部分复杂控制系统的都可以使用，适用于火灾自动探测电路需要实时采集室内温度和烟雾浓度，以及实时判断和显示更新的指标。AT89C51 单片机相关的外围接口电路如图 4 所示，外围电路由复位电路、时钟电路、电源、EA 端组成。晶体振荡器 X1、C1、C2 构成时钟电路，与单片机上的 XTAL1 和 XTAL2 相连 R1 和 C3 一起构成复位电路。EA 接在 VCC 上，功能是选择片内程序存储器电源接通的那一瞬间，电容 C3 被视为导通。由于电源

接通的一刹那属于高频，高频电流通过电容，置单片机的 RST 为高电平，从而达到复位的目的，复位由电容来实现。通电瞬间，复位端、VCC 端，这两端的电位是相等的充电电流慢慢减少，RES 的电位随之下降直至变为 0V，外围电路实现自动复位功能。为了满足邮轮客房火灾自动探测与报警的实时性要求，晶体振荡器 X1 选取振荡频率为 12 MHz，它与电容 C1、C2 构成时钟电路为单片机提供工作周期为 1 微秒的脉冲信号。

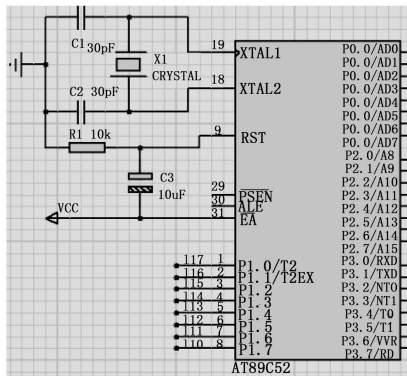


图 4 单片机外围电路

2.2 温度采集电路

传统的老式温度传感器存在许多缺点：热惯性比较大，响应时间非常缓慢。DS18B20 是一款集成传感、模数转换、寄存器和接口电路于一体的数字式温度传感器。DS18B20 传感器是利用如图 5 所示的偏上测量技术来对温度进行测量，其测量原理：通过计数器的计数值得到温度值其内部含有两个振荡器，一个是高温系数振荡器，另一个是低温系数振荡器前者确定门周期。原理上如图 3 中 DS18B20 传感器温度测量电路的分辨率可以达到 0.5℃。电路工作时，AT89C52 单片机通过 P3.7 端口向 DS18B20 的 DQ 口发送读取指令后，DS18B20 将经转换所得的温度值以补码形式存放在 9 位高速暂存存储器的数据传送给 AT89C52 单片机。单片机在读取数据时，一次会读取两字节共 16 位，读完后将低 11 位的二进制数转化为十进制数后，再乘以 0.625 便为所测量的实际温度。另外需要判断温度的正负值、前五位数字为符号位。同时为 1 时候，读取的温度为负值，且测量到的温度需要取反加 1 再乘以 0.0625 才可以得到正确温度值，前五位为 0 时，读取温度为正值，直接乘以 0.0625 即可。

2.3 烟雾采集电路

由 MC14467 组成的烟雾浓度采集电路如图 6 所示。有烟雾时，收集极的电位保持平衡当有烟雾产生，烟雾进入电离室，对电离电流产生影响。烟雾首先进入外电离室，在进入内电离室，外电离室中的烟雾量更大。所以烟雾对外电离室电流的影响更大受此影响的结果是：电离电流下降，收集极开始工作，重新充电，充电过程一直持续到新的平衡电位。这种电位变化一直传送到 MC14467 的检测端

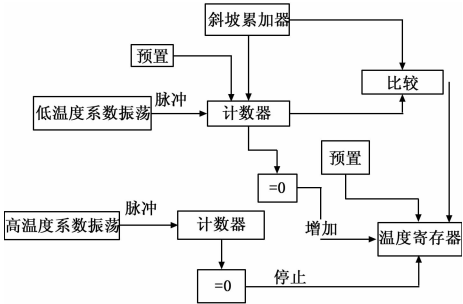


图5 DS18B20 温度测量电路

15, 内部逻辑电路对这一系列的变化进行处理, 然后启动报警电路。

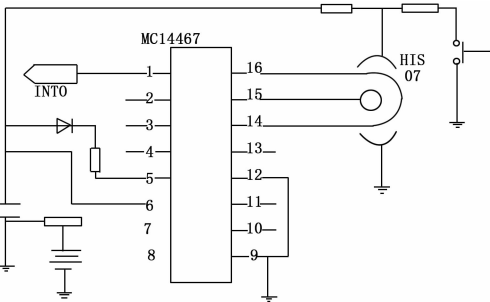


图6 烟雾采集电路

MC14467的9脚与12脚短接为采用内部振荡器模式, 其振荡周期为1.67秒。14脚与16脚分别为烟雾浓度检测信号上限和下限, 所接两个电阻均为1兆欧。6脚接9伏电源电压, 其滤波电容为10微法。1脚为信号输出端, 与AT89C52单片机通过P3.3端口连接。当MC14467一旦检测到有烟雾时, 内部振荡器的振荡周期变为40毫秒, 压电蜂鸣器振荡驱动电路启动, 启动使能输出为维持高电平160毫秒后, 停止80毫秒。在停止期间, MC14467继续检测烟雾浓度的变化, 如果没有检测到烟雾, 那么禁止蜂鸣器振荡电路; 当检测到烟雾, 6脚的发光二极管亮(该发光二极管的限流电阻为1千欧姆), 同时将实时采集到的烟雾浓度通过1脚送到AT89C52单片机的P3.3, 再由单片机控制器进行显示及后续处理。

2.4 显示电路

为了显示结果直接明了, 一目了然, 本文采用了16×2液晶显示器。与单片机连接组成显示模拟中, 使能E端连P3.2口, 读写R/W端连P3.1口, 寄存RS连P3.0口, P0口作为数据传输线与液晶显示器的D0~D7连接, 连接电路如图7所示。AT89C52单片机从MC14467烟雾浓度采集和DS18B20温度采集电路接收的信号经处理计算后, 译码处理转换成8位二进制数据送至液晶显示模块进行动态轮流显示。

2.5 声光报警电路

通过分析实际工程数据可知, 邮轮客房内发生火灾温度和烟雾浓度分别表现为39℃和61%及以上。如图8所示声光报警电路, 当温度传感器测量到的温度值高于39℃时,

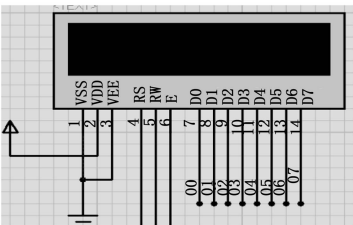


图7 液晶显示器端口连接图

同时烟雾传感器测量到的烟雾浓度超过61%, AT89C52单片机输出高电平, 至三极管Q1基极, 此时三极管饱和导通, 即集电极和发射极导通, 声和光报警器同时得电, 从而触发声光报警。

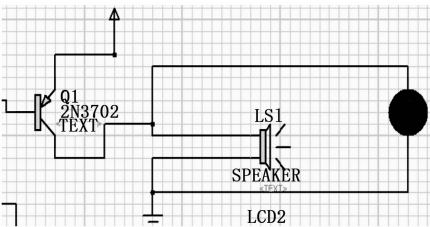


图8 声光报警电路

3 软件设计

3.1 主程序流程

基于单片机的邮轮客房火灾自动探测与报警电路的主要功能涉及具体包括: 初始化单片机系统、定义各个外围功能芯片的工作参数以及数据传输、处理和显示的控制。自动探测与报警电路主程序流程如图9所示。

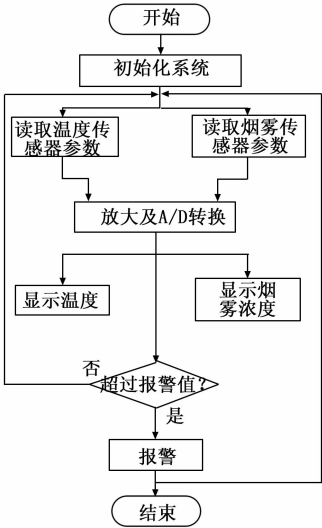


图9 主程序流程图

邮轮客房火灾自动探测与报警电路上电工作后, 温度采集电路和烟雾浓度采集电路随之进行工作, 它们的工作方式相互独立, 并根据单片机的读取指令把各自检测到的数据传送给单片机控制器; 单片机控制器对接收数据进行计算处理后, 一是送给液晶显示模块进行显示, 二是判定

实时采集到的温度和烟雾浓度是否超标,若温度和烟雾浓度值同时超过各自所预置的阈值,则单片机输出触发信号触发报警电路发出声光报警信号;若温度和烟雾浓度值正常,则报警电路不工作。但不管温度和烟雾浓度值有没有超阈值,AT89C52 单片机都必须控制温度采集电路和烟雾浓度继续采集,即重复上述过程。

3.2 温度采集子程序

温度采集处理子程序的流程如图 10 所示。步骤 1: 初始化 DS18B20 传感器, 然后开始温度采集; 步骤 2: 根据 AT89C52 控制指令传输数据, 并按第 2.2 节所述进行计算处理; 步骤 3: 实时显示温度的同时进行火灾判断, 如果温度值正常, 即温度值没有超过预置上限值, 则返回, 重复执行信号采集; 如果检测到的温度值已经超过所设阈值, 表示初步判断有发生火灾的可能, 则需进入火灾判断子程序。

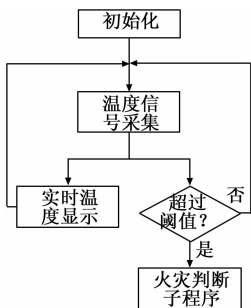


图 10 温度采集子程序流程图

3.3 烟雾浓度采集子程序

烟雾处理流程图如图 11 所示, 其过程与温度采集子程序流程相似。首先, 初始化 MC14467 烟雾传感器, 开始烟雾浓度采集; 然后, 根据 AT89C52 控制指令传输数据, 并对采集的数据进行处理; 最后, 实时显示烟雾浓度, 同时进行火灾判断, 如果烟雾浓度值正常, 即烟雾浓度值没有超过预置的 61%, 则返回, 重复执行信号采集; 如果检测到的烟雾浓度值已经超过 61%, 表示初步判断有发生火灾的可能, 则需进入火灾判断子程序。

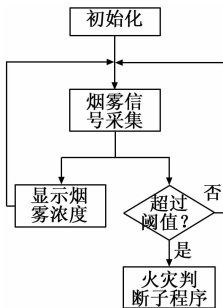


图 11 烟雾浓度采集子程序流程图

3.4 火灾判断与报警程序

图 12 为火灾判断与报警流程图。系统初始化完成后, 同时接收实时采集到的烟雾信号采集和温度信号, 然后根据这两个信号值来判断它们是否超过所设置的各自上限值;

如果仅仅是温度或者是烟雾浓度值超标, 则邮轮客房内没有发生火灾, 系统不会报警; 有且仅有温度值和烟雾浓度值同时超标时, 此时邮轮客房内已发生火灾, 也满足了报警的条件系统, 系统执行声光报警程序, 否则系统返回信号采集, 循环执行程序。也即是说, 温度值超标, 烟雾浓度值超标, 二者满足“与”逻辑门。

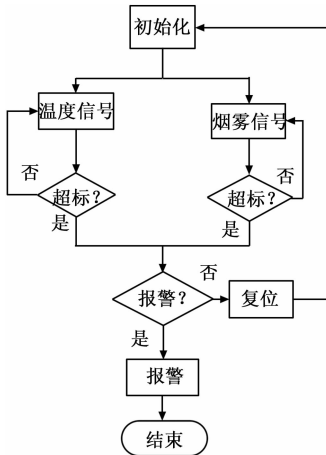


图 12 火灾判断与报警流程图

4 Proteus 仿真与结果分析

为了更好地验证基于单片机的邮轮客房火灾自动探测与报警电路的可行性, 我们进行了温度过高、烟雾浓度以及温度与烟雾浓度同时过高 3 种情况进行仿真实验。仿真实验用处理器主频为 2.1 GHz 双核的 Samsung 便携型计算机, 实验平台为 Proteus 8.6。

4.1 温度过高时

当温度高于所设置的阈值, 烟雾未达到所设置的阈值时, 即温度传感器测量到的温度值高于 39℃, 但烟雾传感器测量到的烟雾浓度没有超过 61%, 这种情况邮轮客房没有发生火灾, 单片机并不会给出报警信号, 声光报警不动作, 这种情况的仿真结果如图 13 所示。

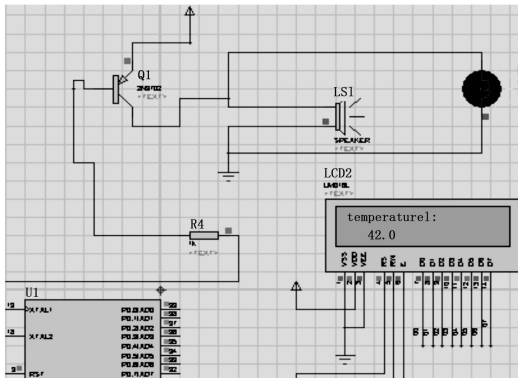


图 13 温度过高时的仿真图

4.2 烟雾浓度过高时

当烟雾高于所设置的阈值, 温度未达到所设置的阈值时, 即烟雾传感器测量到的烟雾浓度超过 61%, 但温度传

传感器测量到的温度值低于 39℃, 这种情况邮轮客房没有发生火灾, 单片机不会给出报警信号, 声光报警不动作, 仿真如图 14 所示。

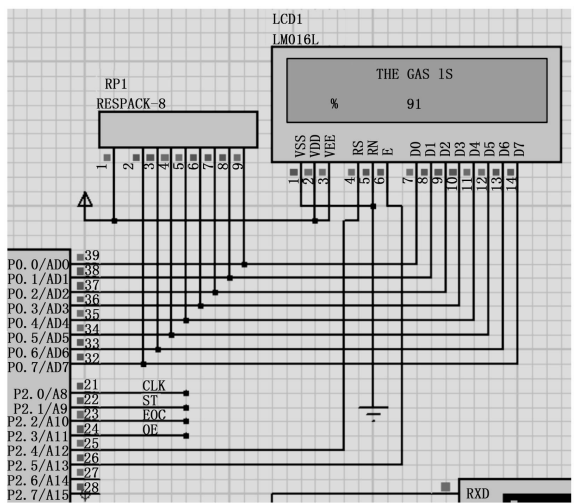


图 14 烟雾浓度超标时的仿真图

4.3 温度与烟雾浓度同时过高时

当烟雾浓度值与温度值同时超过所设置的阈值的时候, 即烟雾传感器测量到的烟雾浓度超过 61%, 同时温度传感器测量到的温度值高于 39℃, 这种情况邮轮客房已经发生火灾, 报警电路需工作响应, 此时单机会给出报警信号, 系统发出声光报警信号, 仿真结果如图 15 所示。

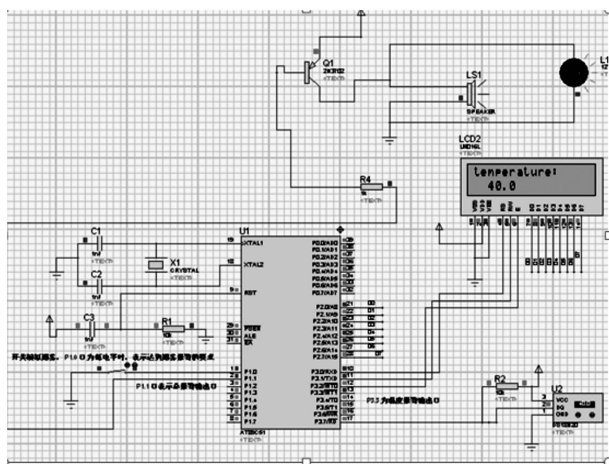


图 15 温度与烟雾浓度同时过高的仿真结果

5 结束语

针对邮轮客房防火的特点, 完成了基于单片机的邮轮客房火灾自动探测与报警电路的系统设计, 使用 Proteus 仿真软件对温度过高、烟雾浓度以及温度与烟雾浓度同时过高 3 种情况进行仿真实验验证。仿真结果表明, 温度或者是烟雾浓度值超过阈值时, 系统不会报警, 只有当温度值和烟雾浓度值同时超过阈值时, 满足了报警的条件, 系统才会发出声光报警信号, 即设计的邮轮客房火灾自动探测与报警电路实现了游轮客房火灾的自动探测与报警功能, 并它可根据客房环境中的烟雾浓度和温度情况, 实现自动声光报警。

参考文献:

[1] Hnatek, Eugene R. A user's handbook of D/A and D/A converters [M]. NEW York: Wiley, 1976. 50-57.

[2] 李光忠. 基于单片机的湿温度检测系统的设计 [D]. 济南: 山东大学, 2008.

[3] 丰翠翠. 可燃气体传感器原理及其在原油储罐火灾报警系统中的应用 [J]. 科技与企业, 2014 (4): 107-108.

[4] 丘静. 家用火灾自动报警装置的设计 [J]. 西安航空技术高等专科学校报, 2008, 2 (1): 1-4.

[5] 王黎明, 刘健. 火灾报警系统在智能建筑中的应用 [J]. 电子测试, 2014 (5): 100-101.

[6] 齐斌. 火灾自动报警系统中探测器的选择 [J]. 电子技术与软件工程, 2014 (7): 227-228.

[7] 吴永春. 单总线数字温度传感器 DS18B20 及其在单片机系统的应用 [J]. 三明学院报, 2004, 21 (2): 33-36.

[8] 李元密. 烟雾传感检测装置 [J]. 现代仪器使用与维修, 1996 (6): 15-17.

[9] Daniel T Gottuk, Michelle J Peatross. Advanced fire detection using multi-signature alarm algorithms [J]. Fire Safety Journal, 2002, 37 (4): 381-394.

[10] 赵伯海. 浅谈电气火灾监控报警系统的强制性安装 [J]. 智能建筑, 2014 (8): 114-115.

[11] 郭飞燕. 城市轨道交通火灾自动报警及气体灭火系统探析 [J]. 品牌, 2015, 2 (4): 172-173.

[12] 陈俊梅, 卢莉蓉, 周晋阳. 一种多用智能温度测量仪的设计与实现 [J]. 现代电子技术, 2010, 24 (8): 161-163.

(上接第 140 页)

[4] 邹晓康, 刘帅, 张浩然. 基于 STM32 嵌入式多协议网关设计 [J]. 微型机与应用, 2016, 35 (16): 38-40.

[5] Texas Instrument, TMS320F28xxx Digital Signal Controllers (DSCs) Data Manual [Z]. 2007, 6.

[6] Xilinx, Virtex-4 Family Overview v3.1 [Z]. 2010, 8.

[7] 张洁, 傅明. LwIP 协议栈在嵌入式 Linux 下的移植与实现 [J]. 微计算机信息, 2011, 27 (4): 94-96.

[8] Philips Semiconductors, TJA1050 High Speed CAN transceiver Data Sheet [Z] 2000, 5.

[9] Analog Devices, ADuM1402 Quad-Channel Digital Isolators Datasheet [Z].

[10] SMSC, LAN8740A/LAN8740Ai small footprint MII/RMII 10/100 Energy Efficient Ethernet Transceiver with HP Auto-MDIX and flexPWR Technology datasheet [Z]. 2005, 10.