

基于 STM32 的便携式车灯检测箱研制

李玉群,周莉萍,徐 龙

(华中科技大学 机械科学与工程学院 仪器系,湖北 武汉 430074)

摘 要: 为满足对汽车车灯的电气参数、使用寿命等项目进行检测的需要,提出了一种基于 STM32 处理器的便携式检测箱设计方案。该设计成功实现了 10 路 AD 采样通道、6 路开关量输出通道、4 路 PWM 输出通道、1 路 CAN 通信通道和 1 路 LIN 通信通道。软件设计采用 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 实时操作系统及分层设计思想,提高了程序的稳定性。结果表明,该试验箱不仅便于携带和升级,而且具有较高的可靠性,降低了车灯厂家的生产成本。

关键词: 车灯检测;STM32;CAN 通信;LIN 通信

中图分类号: TP23

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)15-0028-03

Design of portable test device for automobile lamp based on STM32

Li Yuqun, Zhou Liping, Xu Long

(Department of Precision Instrument, School of Mechanical Science & Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: To satisfy test requirements of automobile lamp's electrical parameters and lifespan, a new design of portable device that based on STM32 microprocessor has been put forward. It includes 10 AD sampling channels, 6 digital output channels, 4 PWM channels, 1 CAN channel and 1 LIN channel. It adopts $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ real-time operating system and hierarchical design to improve the program's stability. The result shows that the device is reliable, portable and easy to update, and reduces the costs for the manufacture.

Key words: lamp test; STM32; CAN bus; LIN bus

在新产品发布之前,车灯生产厂家需对车灯电气参数进行抽样检测,并对车灯在复杂环境下的使用寿命进行抽样试验。电气参数的检测项目涉及电压值、电流值及 CAN 通信和 LIN 通信是否正常等。另外要配合雨淋箱、气候箱、灰尘箱、盐雾箱、振动试验台等设备长时间控制灯的运转,以测试车灯在暴雨天气、酷热和严寒天气、沙尘天气、腐蚀环境和颠簸路面等极端状况下的使用寿命。由于雨淋箱等实验箱笨重而庞大,其被放置在实验室中无法轻易移动,而生产线上的在线监测系统更是无法被移动到实验室中去配合雨淋箱等做数百小时的实验而停止生产。此外,质检部进行产品抽检、销售部进行功能演示以及售后部进行售后服务时,都需要一种便携式检测箱,因此本检测箱的研制十分必要。

1 系统整体方案设计

结合车灯生产厂家的实际需要,便携式车灯检测箱在功能上包含手动和实验两种工作模式。检测箱的硬件

结构框图如图 1 所示,包括 AD 采样、CAN 通信、LIN 通信、PWM 控制、开关量控制和液晶显示等部分。其中 AD 采样部分要实现 10 路 AD 采样通道,每两路为 1 组实现对一个灯的电压和电流采样;PWM 部分采用软件实现;CAN 通信和 LIN 通信要安全可靠。

系统的工作流程为:系统上电初始化后,控制单元首先判断按键和开关的状态,相应地进入手动或实验模式;使用者参考显示终端的状态提示,通过控制面板将控制信息输入到控制单元,从而对车灯进行检测;检测结果送显示终端并根据检测要求驱动报警电路对有误的电参数进行报警;若进入实验模式,则系统按既定要

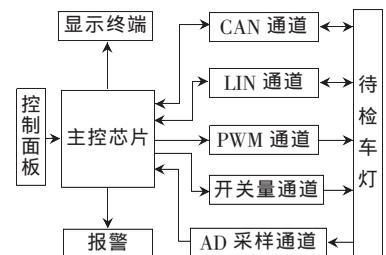


图1 检测箱系统结构框图

求控制车灯进行试验。

2 硬件电路设计

本设计选择的主控芯片是 STM32 处理器。该类芯片的时钟频率最高为 72 MHz, 含有 CAN 控制器、可配置成 LIN 口的 USART、转换速度为 $1 \mu\text{s}$ 的 12 位 A/D 转换器等丰富的片上外设, 性价比很高。STM32 的多数 GPIO 引脚都有复用功能, 可通过重映射的方式由软件配置, 对不需要的片上外设就无需为其分配 I/O 端口, 节约了 I/O 资源, 实现了硬件裁剪。

2.1 CAN 通道

STM32 内含 CAN 协议控制器, 只需在片外电路中加上 CAN 驱动器。CAN 驱动器采用 PCA82C250 芯片, 该芯片完全兼容 ISO11898 协议, 功耗低, 且保证断开的 CAN 节点以高阻状态隔离于总线之外, 避免对 CAN 总线上其他节点产生影响^[1]。所设计的驱动电路如图 2 所示, TXD 脚与 RXD 脚分别接到 STM32 的 CAN 引脚上。 R_1 、 R_2 为 CAN 总线的终端电阻, 通常取值为 120Ω 。芯片的 R_s 引脚提供模式选择, 当 R_s 接地时芯片工作于高速模式, 此时发送器的晶体管输出只以最快速度进行简单的打开和关闭, 不能对信号的上升沿和下降沿进行斜率控制; 当 R_s 串接电阻至地时芯片工作于低速模式, 此时可控制信号斜率来减少射频干扰, 斜率大小和流经 R_s 引脚的电流大小成比例; 当 R_s 接高电平时芯片进入待机模式, 此时发送器关闭, 接收器进入低电流模式。如果检测到总线上有有效信号, 则 RXD 引脚变低电平, STM32 芯片对 RXD 的这一变化作出反应, 控制 Q_1 导通, 使收发器进入工作模式。但在待机模式下总线上的第一条消息会丢失。STM32 通过控制 Q_1 的导通和截止来切换驱动器的运行模式。

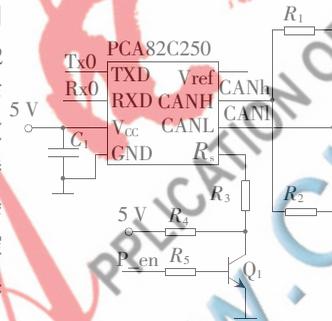


图2 CAN通信驱动电路图

2.2 LIN 通道

STM32 的 USART 端口可配置成 LIN 协议控制器, 只需在片外电路中加上 LIN 驱动器。LIN 驱动器采用 MCP2021 芯片。该芯片性能稳定, 电磁辐射低, 支持 LIN2.1 协议中所有波特率下的通信, 接口兼容标准 USART^[2]。所设计的驱动电路如图 3 所示。做主机时要在 LIN 总线上加一个上拉电阻 R_1 和保护二极管 D_1 , 做从机时无需加此电阻和二极管, 因为传输距离不长的一条 LIN 总线上只需一个上拉电阻。电容 C_2 起滤波作用。 D_2 是一个保护二极管, R_3 与 C_1 组成一个低通滤波电路, 用于滤除高频干扰, 稳定芯片电源。电阻 R_2 将 FAULT/TXE 引脚拉高以使能其发送器, 当驱动器出现发送错误或工作温度过高时会在 FAULT/TXE 引脚上输出一个低电平, 该下降沿可作为 SMT32 的外部中断信号。该芯片的 RXD 和

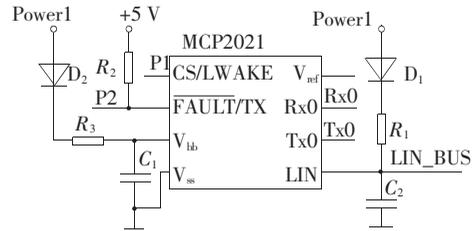


图3 LIN通信驱动电路图

TXD 引脚直接连接至 USART 的对应端口。

2.3 PWM 通道与开关量通道

PWM 通道和开关量通道的本质都是用低电平控制高电平, 此处采用功率场效应管实现。功率场效应管的电路设计可参考参考文献^[3], 此处不再赘述。

2.4 AD 采样通道

STM32 内部集成了 A/D 转换器。电压的采样用一个分压电路即可实现, 电流的采样选用电流检测芯片 MAX4080^[4]。对某一通道的电流采样电路设计如图 4 所示, 图中的电源 1 和电源 2 分别是供给车灯和 MAX4080 芯片的电源, 其电压输入范围都是 $4.5 \text{ V} \sim 76 \text{ V}$ 。采样电阻 R_1 的选取受诸多因素的影响, 推荐 R_1 的取值应使得当使用 5 倍增益时采样电阻两端的满量程分压为 1 V , 20 倍增益时采样电阻两端的满量程分压为 250 mV , 60 倍增益时采样电阻两端的满量程分压为 100 mV 。 R_1 两端的电压被取样到芯片内部, 经调理放大后由 OUT 引脚输出, 再经电位器分压后由抽头引至 STM32 的 ADC 的输入引脚进行 A/D 转换。因为电流的变化与采样电阻 R_1 两端的电压差及芯片的输出电压都是线性关系, 故以此来间接地测量电流的大小。采样通道在使用之前必须调节 R_4 进行标定。

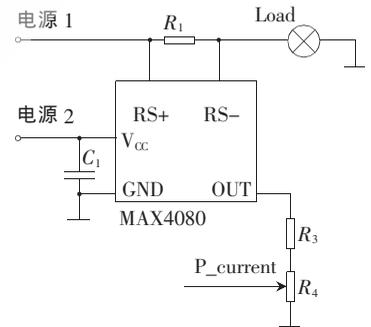


图4 AD采样通道电路图

3 软件设计

3.1 软件层次划分

本设计为了提高系统的健壮性和实时性, 将嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 移植到 STM32 中^[5]。首先应用分层的思想设计, 本软件可分为硬件驱动层和应用层。在硬件层上要建立的抽象模型有:

(1) 按键模型。将各类按键和钮子开关抽象成一个按键模型, 该模型不但记录了某按键的功能信息, 还记录了该按键在上一次和本次扫描中的状态。

(2) 液晶模型。将液晶显示屏抽象为指令的收发函数和数据的显示函数, 要能够实现液晶任意位置的字体反白和闪烁显示等功能。

(3) 车灯模型。将待检车灯抽象成一个统一的模型, 该模型记录了车灯内灯的总数目及各灯的参数, 如点亮位置

灯的 PWM 频率及占空比和正常的电压/电流范围、转向灯闪烁频率和占空比、近光灯是氙灯还是卤素灯等。该模型还记录了 CAN 通信及 LIN 通信的指令地址及波特率。

对应用层来说,要建立各种控制模型,利用控制模型对硬件资源的使用进行有效的管理,如:

(1) 液晶显示模型。该模型对液晶显示内容的指针和同类内容的显示次序进行记录,要实时反映当前面板和受检车灯的状态。

(2) AD 控制模型。该模型要合理地分配 AD 资源,实现对多个采样通道的管理。由于本设计用的是一个 A/D 转换器的分时复用,因此要注意对共享资源的访问问题。

(3) 通信控制模型。该模型负载 CAN 通信与 LIN 通信的建立与调度,控制每帧数据间的时间间隔,并完成相应的错误处理。

要在 STM32 上使用操作系统,首先需要进行移植工作,然后进行任务划分。本设计的主要任务划分为 7 个,其功能如表 1 所示。

表 1 操作系统的任务划分

任务名称	优先级	主要功能
TaskStart	0	系统初始化并创建其他任务
TaskCom	1	进行 CAN 通信和 LIN 通信的控制
TaskPanel	2	扫描面板并产生驱动事件
TaskManual	3	完成手动模式下的流程控制
TaskTest	4	完成实验模式下的流程控制
TaskADC	5	控制 A/D 转换器及相关数据模型
TaskLCD	6	控制各类信息在液晶上的显示

3.2 主要流程设计

本设计采用的系统是一个多任务操作系统,任务之间并没有严格的顺序关系,但是要完成一个具体的功能就需要进行各任务间的同步。此处给出了 TaskManual 和 TaskTest 任务的大致流程图。

TaskManual 任务的流程如图 5 所示。任务首先进行模式及数据的初始化,将液晶显示模型和 AD 控制模型设置为初始状态。然后查询信号量 SemNewPanel,该信号量由 TaskPanel 任务产生。若该信号量处于失信状态,则调用延时函数将本任务阻塞;当该信号量有效时,说明当前的面板状态已被记录到按键模型中,同时产生驱动事件。程序获得 SemNewPanel 信号量后继续向下运行,判断是否有新的事件被触发。如果没有则直接调用延时函数将本任务阻塞,否则要通过被抽象出来的车灯模型对车灯的各类信号量进行投递,以同步相应的任务完成相应的功能。

TaskTest 任务的流程如图 6 所示。任务首先进行模式及数据初始化,完成对时钟的配置,然后根据既定的实验要求运行。在实验模式中,要保证多个循环之后实验节拍的准确性,本设计采用用户时钟与相对时钟相结合的方法实现。用户时钟是根据一个相对精确的时钟源(定时器的定时或时钟芯片)通过计数的方法建立对时、分、秒的记录,该时间一方面作为液晶显示的试验运行时间,另一方面作为试验某阶段的结束和开始的时间依据以及一个试验循环结束的依据。然而,仅有一个用户时钟是不够的,因为同一试验阶段在不同的循环中的起始和结束时间是不一样的,所以需要一套相对时钟实现

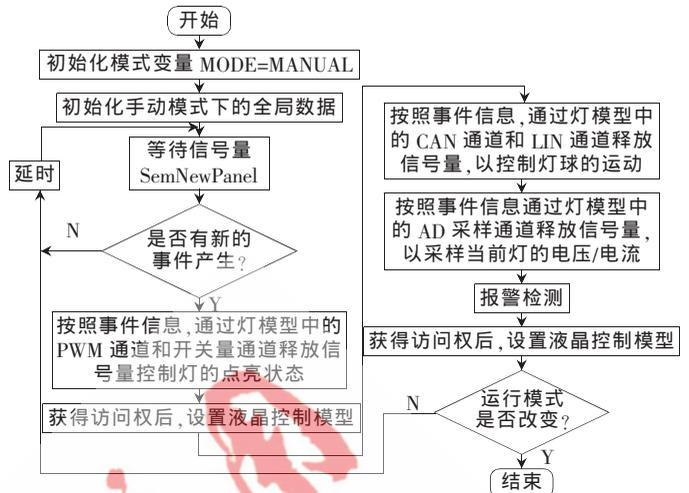


图 5 TaskManual 任务的流程图

对循环内部各试验阶段的控制。

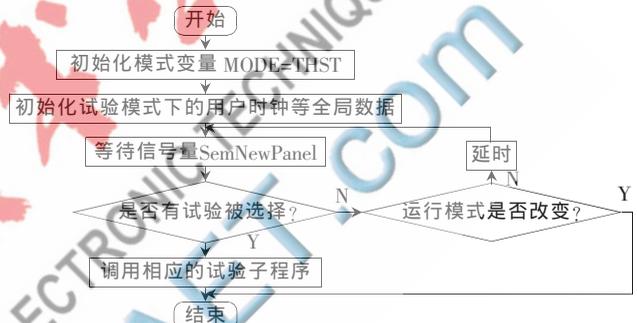


图 6 TaskTest 任务的流程图

本设计采用 STM32 芯片实现了 CAN 通信、LIN 通信和 AD 采样等通道,外围电路的设计模块分明,可靠性高。该车灯检测箱提供的电气功能检测满足了多数型号车灯的需要,且软件采用分层设计思想便于修改升级。该检测箱性能稳定,便于携带,满足了车灯生产厂家的工作需要。

参考文献

- [1] 吴坎,赵薇,李封.基于 SJA1000 和 PCA82C250 的 CAN 总线接口设计[J].机械设计与制造,2010(7):55-57.
- [2] 马军,李泽滔.基于 LIN 总线的电动车窗控制器设计[J].微型机与应用,2011,30(16):57-59,63.
- [3] 刘星平.功率场效应管驱动电路的研究[J].电气开关,2002(2):1-2,25.
- [4] 张亮,莫岳平,江东流.智能型锂电池组管理系统设计[J].电工电气,2012(5):24-25,34.
- [5] 任哲.嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 原理及应用(第 2 版)[M].北京:北京航空航天大学出版社,2009.

(收稿日期:2013-04-02)

作者简介:

李玉群,男,1988 年生,硕士研究生,主要研究方向:测量控制技术与仪器。

周莉萍,女,1965 年生,博士,教授,主要研究方向:光电测量技术。

徐龙,男,1966 年生,高级工程师,主要研究方向:测试技术及仪器。