

文章编号:1674-2869(2011)12-0089-05

基于 LTC4151 的汽车过载监控电源接口设计

刘礼华¹, 宋俊杰¹, 罗继庚², 黄元峰^{3*}

(1. 汉江丹江口铝业有限责任公司, 湖北 丹江口, 442700;

2. 黄石市有色机电设备制造公司, 湖北 黄石 435005;

3. 武汉工程大学电气信息学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要:介绍了一款具备输出功率监控的汽车电源接口的设计. 设计中采用了宽范围、高直流电压输入的专用功率检测芯片 LTC4151 作为功率采集核心部件, 在微控制器的管理下对输出功率测量、判断并作出报警处理. 详细介绍了接口的硬件及软件设计. 该设计很好的解决了汽车电源复杂环境的监控问题, 电路简洁, 可靠性高.

关键词:电源监视; 功率检测; LTC4151

中图分类号: TM571.2U463.63

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.1674-2869.2011.12.022

0 引 言

随着人们工作、生活节奏的加快和消费水平的提高, 家用汽车已逐步普及, 并取代自行车、摩托车、电动车, 成为最主要的代步和交通工具, 同时也引起了人们生活方式的改变. 传统的家庭多媒体影音娱乐设施、GPS 导航等车用辅助电器、甚至包括车用冰箱等大功率设备都被装配到了汽车上. 据相关统计, 随着汽车电子和电气附件的增加, 车载附件所产生的功耗呈逐年上升之势, 汽车电子和电器设备正以平均每辆车每年超过 110 W 的速度递增^[1]. 汽车系统的供电电源包括蓄电池和汽车发电机, 而且很多车用电器还是在发动机没启动的情况下主要依靠蓄电池供电的. 车载附件的功耗增加, 势必会引起过载故障频发. 这种不确定的电压下跌或浪涌现象, 有可能会影响到电动助力系统(EPS)等汽车核心电气设备的供电, 从而导致更为严重的行车安全事故. 为了保证汽车的安全运行, 就有必要对其扩展的用电附件的功耗进行监视, 因此, 对于基于汽车电源接口供电的车载电器的功耗监视就有着很重要的现实意义.

汽车车载电器的过度增加会对汽车电源系统带来不确定的危害, 对车载电器的功率监控十分必要. 但电压高瞬变、宽范围波动的汽车供电特点增加了对电源输出功率的监测难度. 汽车系统一般采用 12 V 或 24 V 供电. 汽车系统供电的一个

明显特点就是电压的波动幅度比较大. 家用小汽车一般用电压是 12 V, 其正常工作电压指标为 10.5~14.8 V, 实际波动电压会在 9~16 V 区间; 大型汽车一般用电压为 24 V, 其正常工作电压指标为 20~29 V, 实际电压范围在 18~30 V 区间. 如果用测量电源接口输出电流的简易方法(这种方法假定供电电压基本不变)来检测汽车电器的功耗, 显然达不到检测目的, 因此, 要准确测量该系统的功率, 必须同时测量出某一时刻的电压和电流. 但这样对电流和电压就需要设计相应的传感器信号电路, 还要考虑电压宽范围的波动因素, 硬件设计变得复杂. 设计中采用了适用宽电压(7 V 至 80 V)输入的、能同时在线测量电压和电流的专用功率检测芯片 LTC4151 作为功率监控的主要部件, 有效的解决了汽车这种高瞬变环境中的电源功率检测, 简化了相应的电压和电流检测电路的设计, 硬件电路简洁、可靠.

1 电源埠的硬件设计

该项设计为小型汽车+12 V 的电源扩展接口. 从汽车的+12 V 供电母线上, 扩展出 3 路带功率检测的电源接口(接口端子为 JP1~JP3). 扩展接口带有一个显示文字信息的小块 LCD 液晶显示屏、指示各自接口 O 状态的三个红/绿双色 LED, 以及一个对报警功率门限值进行调整的按键.

系统的硬件电路原理如图 1 所示.

收稿日期:2011-10-31

作者简介:刘礼华(1973-), 男, 江西遂川人, 工程师, 研究方向:计算机应用技术、自动化技术等. * 通信联系人

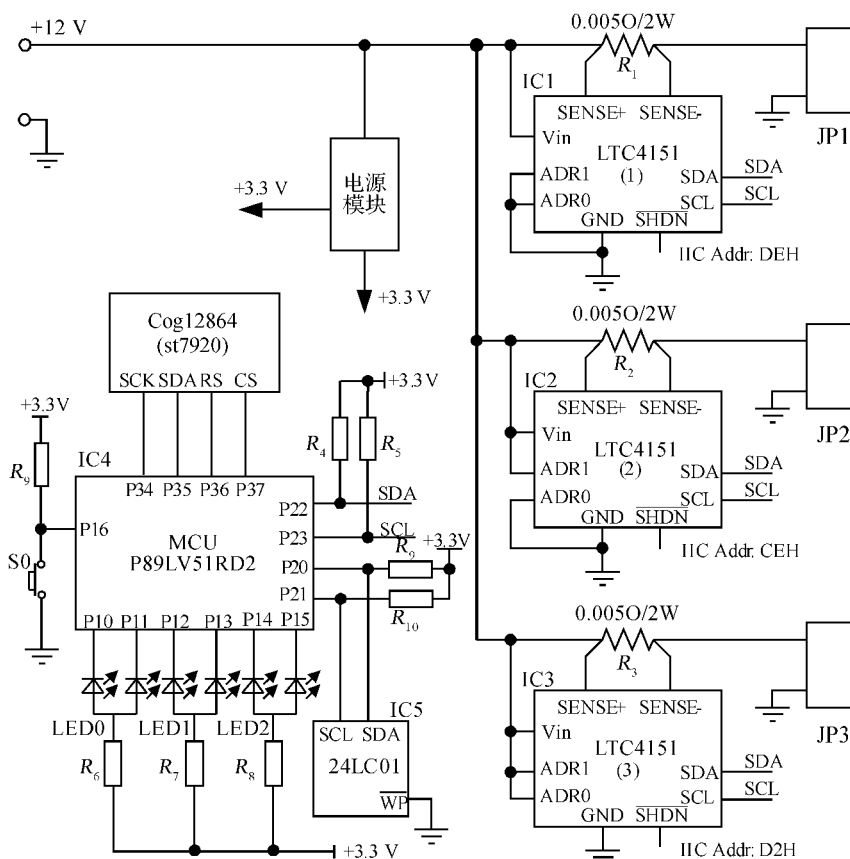


图 1 电源埠硬件原理图

Fig. 1 The hardware schematic of power socket

汽车系统的+12 V母线分别连接到三个以LTC4151芯片为核心的功率检测单元,并通过 $0.005\ \Omega$ 、2 W的电流检测电阻连接到接口的插座孔(JP1~JP3)上.车载电器插入到JP1~JP3中获取电源(实际使用中,用户可以在单个接口上并接多个车载电器).单片机MCU及LCD、双色二极管LED0~LED3、蜂鸣器B0、按键S0、存储器AT24LC01构成系统的管理单元.+12 V转+3.3 V的稳压电源模块为MCU单片机、LCD液晶显示器等提供+3.3 V供电.

1.1 功率采集单元

设计中采用了三片LTC4151分别对三路输出电源进行检测.如图1中的IC1~IC3.

LTC4151是凌力尔特(Linear Technology)推出一款高压端功率监视器^[2],该芯片的内部结构及典型应用电路如图2所示.该产品可测量电流

以及7 V至80 V之输入电压.LTC4151利用本身内部12位ADC,可连续测量高压端电流与输入电压,以提供一个真实的功率值.LTC4151的功率测量单芯片解决方案,适用于宽广输入范围下测量输入功率,非常适合于12 V或24 V的汽车电子行业或48 V电源系统的通讯电子行业应用.LTC4151的Vin既是电压输入引脚,也是芯片的供电电源引脚.SENSE+与SENSE-脚之间为 $0.005\ \Omega$ 、2 W的功率采样电阻,根据所带负载不同,此采样电阻两端的电压也会随之变化,其最大电压范围为81.92 mV.ADCIN引脚为第三个ADC采样输入,可采样范围为0~2.048 V,设计中此引脚没有用来采样电压,直接作接地处理.SHDN引脚为器件关闭使能引脚,低电平有效.该引脚在片内被上拉为6.3 V,使用中不能将器件关闭,因此将该引脚作悬空处理.

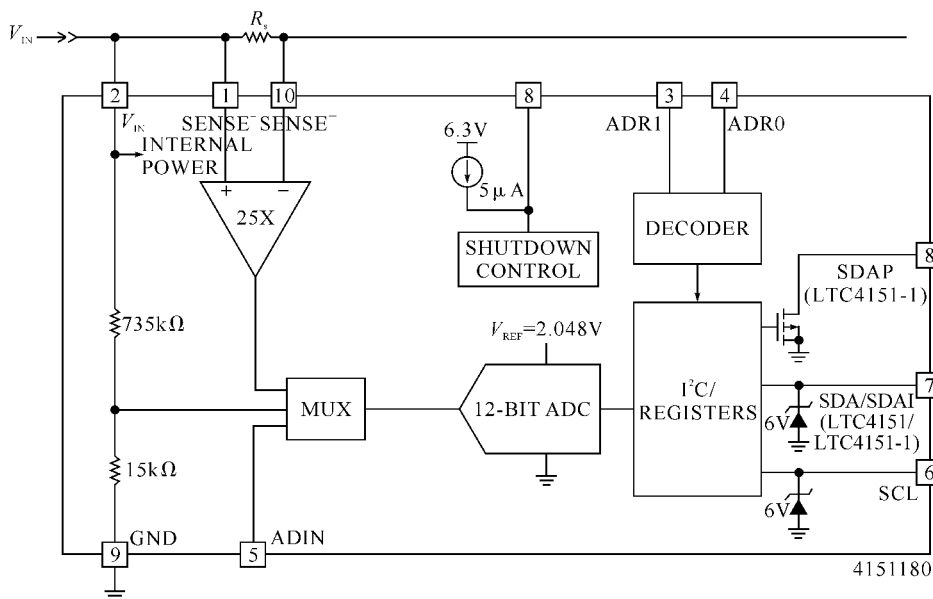


图 2 LTC4151 片内结构及典型应用电路

Fig. 2 LTC4151 chip structure and a typical application circuit

数据通信是通过 I2C 来进行的, SDA 为数据引脚, SCL 为时钟引脚. 在与 MCU 的通信中, LTC4151 为从器件, MCU 为主器件. LTC4151 有 9 个设备地址可供选择, 其地址由 ADR1 与 ADR0 两根地址引脚来决定. 每个地址引脚有 3 种状态: 高电平 H、低电平 L、悬空 NC, 当 ADR1 或 ADR0 引脚悬空 NC 为不确定状态时, 被认为是一个地址状态, 因此这两个引脚一共可解析为 9 种地址. TLC4151 的地址解析如表 1 所示. MCU 通过写入地址信息, 才能与对应的 LTC4151 芯片通信.

表 1 LTC4151 器件地址设置

Table 1 The setting of LTC4151 device address

序号	地址(十六进制)	引脚 ADR1	引脚 ADR0
0	CE	H	L
1	D0	NC	H
2	D2	H	H
3	D4	NC	NC
4	D6	NC	L
5	D8	L	H
6	DA	H	NC
7	DC	L	NC
8	DE	L	L

功率采集单元与微控制器 MCU 的硬件接口电路如图 1 所示. 图 1 中的硬件连接由三片 LTC4151 组成, 其中 (1)~(3) 的地址依次为: DEH、CEH 和 D2H. 输入电源 V_{IN} 由汽车系统 +12 V 电源母线提供; 电流采样电阻串联在负载工作的主回路上, LTC4151 通过检测到采样电阻两端的电压, 计算出负载上流过的电流, 再与采样到的 V_{IN} 相乘便得出实时功率. 再由 MCU 实时计算出三路功率输出总和.

1.2 系统管理单元

系统的功率检测和附件过载判断由 MCU 微处理器 P89LV51RD2 单片机来管理. P89LV51RD2 是 NXP 公司生产的一款增强型 MCS51 系列单片机, 片内包含 64 kB Flash 和 1 024 字节的数据 RAM, 可在 +3 V 电源电压下工作, 工作频率最高可达 33 MHz. 其典型特点是设计者可选择以传统的 80C51 时钟频率(每个机器周期包含 12 个时钟)或 X2 方式(每个机器周期包含 6 个时钟)的时钟频率运行. 为了保存功率过载报警门限值等相关参数, 扩展了 1 kbit 容量的 I2C 串行 EEPROM 器件 AT24LC01, 用 P89LV51RD2 单片机的 I/O 脚 P2.0、P2.1 模拟串行口对 AT24LC01 进行读写操作.

LCM 显示模块 cog12864A 为内嵌控制器 ST7920 的点阵式液晶显示屏. COG (Chip on Glass) 显示模块将控制芯片直接绑定在显示玻璃基片上, 这种安装方式可以大大减小 LCD 模块的体积. 这种 COG 液晶显示模块以其低功耗、体积小、显示内容丰富、超薄轻巧的诸多优点, 在袖珍式仪表和低功耗应用系统中得到了广泛的应用. 该项设计中 cog12864A 模块, 128×64 点阵可显示 4 行 16 个字符, 用来显示系统的三个接口端子 JP1~JP3 的实时功耗及总功耗信息, 并提示汽车系统车载附件用电负荷超载状况. cog12864A 和 MCU 以 SPI 串行总线相连, 简化了硬件连线.

LED0、LED1、LED2 三个红/绿双色二极管, 分别连接到 MCU 的 P1.0~P1.5 引脚. 用来直观显示三个电源接口端子 JP1~JP3 的工作状态. 如

当接口端子 JP1 有电器负载接入, LED0 发绿光常亮. 若三路总负荷过载时, 输出功率最大的一路 LED 指示灯发红光警示, 告知用户从负荷最重的接口端子或其他工作的接口端子上移除外接的车载电器.

采用连接到 MCU I/O 口 P1.6 的独立式按键 S0 作为总功率报警临界值设置. 长按 S0 进入临界值 P_{alarm} 设置状态, 随后每短按一次(间隔时间在 1 s 以内)调整一次临界值 P_{alarm} , 调整结束后间隔 4 s 以上再长按 S0 完成对临界值 P_{alarm} 的确认(间隔 4 s 以上短按 S0 则取消本次数据设置), 并将确认的临界值 P_{alarm} 保存到扩展的串行 EEPROM 器件 AT24LC01 中.

MCU 通过 I2C 与 LTC4151 进行通信, 从而读出电源接口的功率并计算总功率. 同时, 用户可以通过按键设置最大功率门限 P_{alarm} . MCU 将通过 LTC4151 测得的总功率与此功率门限 P_{alarm} 进行比较, 当总功率超载时, 三路输出中输出功率最大的一路的 LED 报警指示灯会呈红色点亮, 同时 LCD 屏上会有详细负载功率信息显示.

2 系统软件设计

系统软件采用 C 语言编写, 并在 keil 环境中编译调试^[3].

为实现接口的设计功能, 在系统软件实现中, 使用了一个定时器中断资源. 使用 P89LV51RD2 的片内定时器 timer0 用作 1 ms 定时, 并结合定时器中断, 通过在定时器中断服务程序中重启下一个 1 ms 定时, 来得到 1 ms 的连续定时信号, 并将此信号作为整个软件调度使用的全局时钟 G_timer_1 ms.

系统的主程序流程图如图 3 所示. 在完成 LCD 显示屏、LED 指示灯、定时器及中断等相关外设的初始化后, MCU 进入反复运行空指令 `_nop_()` 的死循环状态. 接口端的监控管理实际上都在 timer0 定时器的 1 ms 中断服务程序中进行.

接口的功率监测周期为 500 ms. 定时器 timer0 每进一次 1 ms 的定时器中断, 全局变量 G_timer_1 ms 的值增加“1”. 当 G_timer_1 ms 的值为 500 的整数倍时(间隔周期为 500 ms), 调用一次事务处理子程序. 在事务处理子程序 `EvProc_subr()` 中, 完成对三路接口端子瞬时输出功率的测量、总输出功率计算、警戒功率比较、报警显示处理等监控任务. 事务处理子程序流程图如图 4 所示.

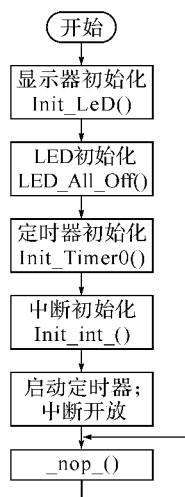


图 3 系统软件结构图

Fig. 3 The structure of system software

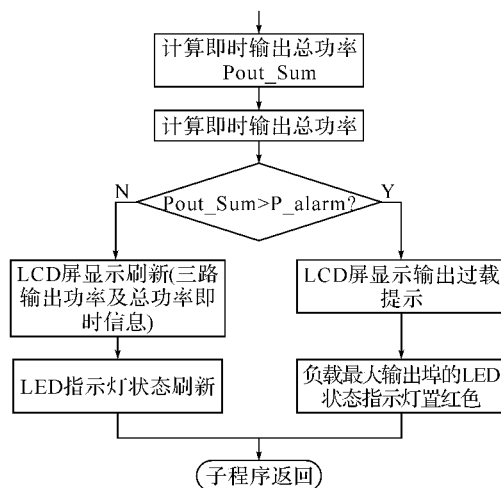


图 4 事务处理子程序流程图

Fig. 4 The flow chart of transaction processing subroutine

S0 独立按键的键盘管理采用了“定时器中断-计数”法^[4]. 在全局时钟 G_timer_1 ms 的驱动下, 结合按键的即时状态并对中断次数计数来实现对按键长/短按识别、去抖动处理, 从而实现总输出功率报警临界值 P_{alarm} 的设定和确认保存. 在长按 S0 进入设置状态后, 每短击一次 S0, 设置值可在预置的 5 个预设值当中循环切换, 选择预设值之后, 保持 4 s 以上时间不击键, 再以长按 S0 的操作确认所选取的预设值作为总功率报警临界值 P_{alarm} , 该值同时会被保存到存储器 AT24LC01 中.

3 结语

综上所述, LTC4151 的采用, 有效的解决了汽车供电电压高瞬变这种复杂环境下的电源监测问题, 电压、电流信号可直接连接到芯片上进行测量, 减少了硬件配置, 使得硬件设计十分简洁. 与采用分立组件和其它电源监视器的传统实施方法

比较,在复杂性、功能或性能方面都有着很明显的优势.

参考文献:

- [1] John M. Mille. 用电附件过载引发汽车电源设计新思考 [DB/OL]. <http://www.21ic.com/app/auto/201001/52828.htm>, 2010-12-08.
- [2] LinearTech LTC4151-High Voltage I2C Current and Voltage Monitor [DB/OL]. <http://cds.linear.com/docs/Datasheet/4151fc>, 2008-10-29.
- [3] 马忠梅. 单片机的 C 语言应用程序设计 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.
- [4] 郭建, 张新政. DSP 系统中键盘处理的一种新方法 [J]. 半导体技术, 2003, 28(1): 53-55.

Design of auto overloaded monitoring power supply socket based on LTC4151

LIU Li-hua¹, SONG Jun-jie¹, LUO Ji-geng², HUANG Yuan-feng³

(1. Han Jiang Danjiangkou ALumium CO., LTD, Danjiangkou 442700, China;

2. Huangshi Non-ferrous Machine-electricity Equipment Manufacture Corporation, Huangshi 435005, China;

3. School of Electrical and Information Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: A design of auto power interface port with monitoring output power was introduced by this paper. Dedicated power detection chip LTC4151 was used as the core components of the power collection in the design, which had wide range and high DC voltage input can measure output power, determine and make alarm processing under the management of the micro-controller. The hardware and software design of interface port were described in detail. The problem of monitoring automobile power under the complex environment was solved by the design which was high reliable with Simple circuit.

Key words: Power monitoring; Power detection; LTC4151

本文编辑:陈小平