

数字车载音响系统设计

石鑫焱, 刘 权, 曹成茂

(安徽农业大学 工学院 机电工程系, 安徽 合肥 230036)

摘要: 介绍了新型数字多媒体存储式智能车载音响系统的解决方案。采用高效率的开关电源实现了省电模式下低功耗操作。单片机通过 I²C 总线控制收音、MP3 解码、音效处理芯片相应的寄存器, 分别实现数字调频立体收音、音频解码、音效处理功能。该系统融入了智能自检、异常应错机制, 实现了记忆操作及 MP3 续播功能, 且优化了用户操作及视听感受。

关键词: 车载音响; 开关电源; 低功耗; I²C 总线

中图分类号: TN709

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)19-0019-03

Design of digital car audio system

Shi Xinyan, Liu Quan, Cao Chengmao

(Department of Electromechanical Engineering, College of Engineering, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: This paper mainly introduces a solution of new digital storage smart car audio system. By using high-efficiency switching power supply, the lower power consumption can be achieved in power-saving mode. The MCU controls the corresponding registers of radio, MP3 decoder and audio processing chip by the I²C bus to implement the digital tuned stereo radio, audio decoding, audio processing functions. In order to achieve the operating memory and continuous playback function of MP3, and the optimization of the user operation and audio-visual experience, the system integrated into the intelligent self-checking and error correction mechanism.

Key words: car audio; switching power supply; low power consumption; I²C bus

随汽车电子技术的迅速发展, 车载音频领域正在经历一个前所未有的技术变革, 使用者对车载音频提出了功能多样化、操作人性化的要求, 主要包括以下三个方面^[1]: (1) 具备更好的电台接收效果以及更简便的数字式调台操作; (2) 支持多种外加存储设备, 如支持大容量的 U 盘和 SD 卡等; (3) 提供更加丰富的音效处理, 如高音、重低音、等响度、平衡度等的调节以及提供流行、摇滚、爵士、古典等音效处理。以这些需求为出发点, 设计了一款数字车载音响系统。

1 I²C 协议

I²C 总线作为同步串行数据输出总线, 由一条串行数据线(SDA)和一条串行时钟线(SCL)组成。它是一个真正的多主机总线, 如果多个主机同时进行初始化数据传输, 可以通过冲突检测和仲裁防止数据被破坏。每个连接到总线的器件都可以通过唯一的地址和一直存在的简单的主机/从机关系软件设定地址。主机可以作为主机发送器或主机接收器。

2 硬件电路

2.1 电路设计

根据车载音响系统的特点, 设计选用 STC12C5624AD 系列单片机, 它是宏晶公司推出的 51 增强型单片机, 具有低功耗、计算速度快等特点。当关闭音响系统时, 单片机进入低功耗休眠状态, 单片机切断所有外围模块的供电; 当系统需要工作时, 通过外部中断唤醒单片机工作, 这样最大限度地减少功耗。音响系统电路图如图 1 所示。

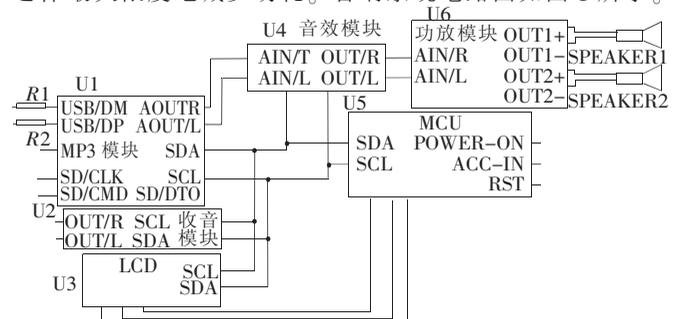


图 1 音响系统模块电路图

2.2 外围硬件模块

该系统以 STC12C5624AD 单片机为核心,通过 I²C 总线控制其他模块的工作。硬件模块框图如图 2 所示。

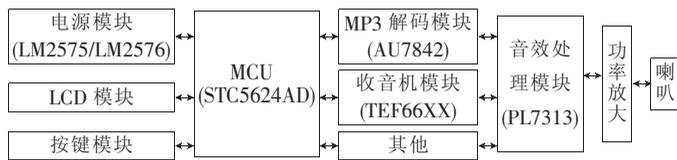


图 2 车载音响系统硬件模块框图

2.2.1 电源模块

电源模块采用美国国家半导体公司推出的电流输出降压开关型集成稳压电路 LM2576 和 LM2575,它们内含固定频率振荡器(52 kHz)和基准稳压器(1.23 V),并具有完善的保护电路(电流限制及热关断电路)。集成稳压电路引入闭环控制,只需极少的外围器件便可构成高效为稳压电路,输出端电压稳定、纹波小^[2]。

输入端电压范围为 10 V~40 V。输入电压范围宽使系统能够适应 12 V/24 V 两种供电车系,同时也很好地解决了汽车工作在不同工况时,输出电压变化的问题。

2.2.2 MP3 解码模块

MP3 解码模块选用的是 AU7842,集成了微控制器、MP3/WMA 解码器、USB 主机控制器、SD/MMC 卡控制器、16 bit 音频解码器和一个红外线解码器,如图 3 所示。

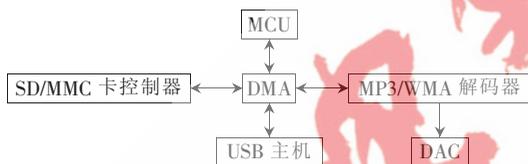


图 3 MP3/WMA 解码模块电路

AU7842 芯片是将以数字信号形式存储的音乐文件(MP3 和 WMA)解码成可以播放的模拟信号。开机后,单片机循环检测解码芯片周围电路的动作。当检测到芯片外围有存储设备接入,单片机控制芯片直接访问(DMA)存储器里的内容,读取数据并送入 MP3/WMA 解码器,解码得到的数字信号通过数模转换器(DAC)转换成模拟信号,经模拟音频放大和低通滤波,就可以得到听到的音乐^[3]。

2.2.3 收音机模块

收音芯片采用恩智浦半导体公司针对汽车收音机主机设计的一款包含 PLL 调谐系统的低中频调谐器 TEF6606。除了基本特征外,TEF6606 还提供良好的弱信号处理功能和一个动态频宽控制。TEF6606 工作原理如图 4 所示,其本振信号由 PLL 调谐系统产生,通过 I²C 总线对可编程分频器的分频系数进行调谐,使压控振荡器(VCO)输出的本振频率发生变化,从而达到数字化调台的目的^[4]。收音系统电路原理图如图 4 所示。

TEF6606 芯片具有良好的微弱信号处理功能,提高了汽车在高速行驶和在大山之间行驶过程中收音机的

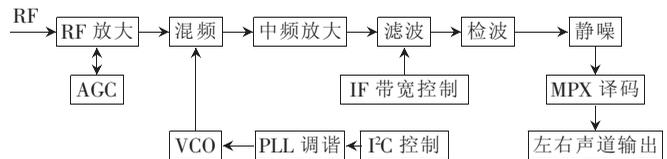


图 4 收音系统电路原理图

收音性能。

2.2.4 音效处理模块

音效处理模块处理来自 MP3 解码芯片和收音芯片的声音。主控芯片通过 I²C 总线控制音效芯片相应寄存器,可以设置音量、音调(低音、高音)、平衡度(左、右)和响度(前、后);选择流行、摇滚、爵士、古典等音效;芯片在低音量时通过提升高频和低频声进行听觉补偿,可以得到低失真、低噪声和低直流电平漂移的听觉效果。

2.2.5 按键系统和显示系统电路

按键系统采用的是两个 ECU1 编码器和 4 个按钮开关,便于汽车在行驶过程中驾驶员的操作。LCD 采用根据汽车音响的功能而定制的笔段液晶,能够显示包括收音频率、音频播放时间、U 盘状态、SD 卡状态、RPT 单曲重复播放、RDM 随机播放、ST 立体声状态、LOUD 等响度、MUTE 静音和左右声道的电平指示等状态。

3 系统软件设计

系统软件的总体流程框架如图 5 所示。在软件的辅助下,系统可以完成断电记忆功能,即在手动关机或自动掉电时,系统能记忆断电前系统的动作和各项设定值,并在下次开机时直接调用。收音头电路可实现以 10 kHz 的步长进行手动搜台和自动搜台,并且能够存储 18 个常听的频段。

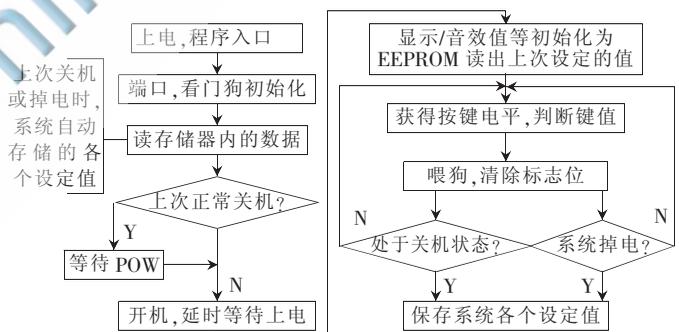


图 5 系统软件流程图

断电记忆子程序如下:

```
void Save_Data(void) /* 定义断电记忆函数 */
{
    Wirte_EEPROM(0x06db, vol_val); /* 记忆断电前音量设定值 */
    Wirte_EEPROM(0x06dc, bass_val); /* 记忆断电前低音设定值 */
    Wirte_EEPROM(0x06dd, tre_val); /* 记忆断电前高音设定值 */
    Wirte_EEPROM(0x06de, loud_val); /* 记忆断电前响度设定值 */
}
```

```

Wirte_EEPROM(0x06e0, (uint8)(Temp_Freq
[Band_LW]&0x00ff)); /* 记忆断电前 LW 频段值 */... ..
Wirte_EEPROM(0x06e2, (uint8)(Temp_Freq[Band_MW]
&0x00ff));/* 记忆断电前 MW 频段值 */
... ..
Wirte_EEPROM(0x06e4, (uint8)(Temp_Freq[Band_SW]
&0x00ff));/* 记忆断电前 SW 频段值 */
... ..
Wirte_EEPROM(0x0700, Save_USB_Song1);
/* 记忆断电前 USB 曲目顺序号 */
... ..
Wirte_EEPROM(0x0703, Save_USB_Min1);
/* 记忆断电前 USB 中正在播放曲目的播放时间 */
... ..
Wirte_EEPROM(0x0707, Save_SD_Song1);
/* 记忆断电前 SD 中正在播放的曲目顺序号 */
... ..
Wirte_EEPROM(0x070a, Save_SD_Min1);}
/* 记忆断电前 USB 中正在播放曲目的播放时间 */
使用了断电记忆子程序,无论是人为关机还是系统
掉电,系统都将会自动保存断电前使用者所设定的音效
值如音量、平衡度、响度等值,以及断电前收音机的频段
值或者是 USB 和 SD 中正在播放的曲目及播放的时间
值,通过 Wirte_EEPROM 函数存入 EEPROM。下一次系统
开启时,使用者不必重新设定,系统可以直接从
EEPROM 值读取断电前的各个设定值。
收音头收音子程序如下:
void Ftun_Seek {static xdata uint32 step,max,min;
/* 定义搜台时的步长,最高频率,最低频率 */
static xdata uint32 freq;
/* 显示实时频率 */
static xdata uint16 stepnum;
/* 搜台时搜索的步数 */
... ..}
void RD_CI2cStart(void)
/* 收音头工作起始条件 */
{byte j;
RD_DAT=1;
RD_CLK=1;
... ..}

```

```

void RD_CI2cStop(void)
/* 收音头工作停止条件 */
{ byte j;
RD_DAT=0;
RD_CLK=1;
... .. }

```

主控芯片通过 PC 总线控制收音头寄存器,通过改变 RD_DAT 的逻辑值来控制收音头的工作状况。通过键盘上按键操作就可以控制收音头以三种波段切换搜台。旋转搜台按钮,可以以 10 kHz 的步长进行手动搜台。通过控制自动搜台按钮,收音头可以完成 10 kHz 的步长进行自动搜台。

本文设计的数字车载音响系统兼容了收音机和 MP3 播放功能,在 MP3 音频文件存储设备方面有较大的突破,新型大容量存储设备(USB/SD)取代了传统卡带存储。系统操作简便,收音机和 MP3 播放性能良好。为保证系统稳定工作,实验模拟了汽车行驶状况^[5],将系统分别置于-40℃和+60℃环境中以及四度空间振动试验台,结果表明,该系统能长时间运行,且各项功能稳定。该系统已经成功应用在某些品牌工程车。

参考文献

- [1] 陈永隆,朱维杰.基于 BU9435KV 的车载音响系统设计[J].电子技术,2008(11):18-20.
 - [2] 李文.一种新型 5 V 大功率开关稳压电源[J].微电子学,2003(1):74-77.
 - [3] Shanghai Mountain View Silicon Technology Co Ltd. AU7842USB Host MP3/WMA decode SoC[Z]. 2007,6.
 - [4] 肖宁,吕盼稔,王余涛,等.基于 TEF6606 车载收音机模块设计[J].微型机与应用,2010(8):32-35.
 - [5] GRAZIANO M, ROCH M R. An automotive CD-player electro-mechanics fault simulation using VHDL-AMS[J]. Journal of Electronic Testing, 2008,24(6): 539-553.
- (收稿日期:2011-05-05)

作者简介:

石鑫焱,男,1986年生,硕士研究生,主要研究方向:汽车电子。

曹成茂,男,1964年生,教授,硕士生导师,主要研究方向:智能检测与控制技术等。