

机车综合无线通信设备语音单元的设计与实现

谢晓燕, 石晓龙

(西安邮电大学 计算机学院, 陕西 西安 710061)

摘要: 机车综合无线通信设备(Cab Integrated Radio communication equipment, CIR)是目前国际流行的列车无线调度通信用车载设备。设备的语音单元主要负责机车在铁路移动通信系统(GSM-Railway, GSM-R)网络覆盖下进行语音调度通信,在系统中起着至关重要的作用。为了满足CIR通过GSM-R进行语音通话的实际需求,文中设计了一种基于Cinterion-MC55i无线通信模块、单片机和复杂可编程逻辑器件(Complex Programmable Logic Device, CPLD)组成的CIR语音通信单元。在分析实际系统功能需求和应用特点的基础上,提出了系统的总体结构,并给出了主控电路、无线通信电路等主要硬件电路的详细设计。在此基础上,对单片机主控程序及看门狗芯片控制、串口数据传输等系统核心软件模块进行了详细说明。测试结果表明,设计的语音通信单元运行状态稳定,能够满足CIR设备的通信要求。

关键词: 机车综合无线通信设备;语音单元;铁路移动通信系统;无线通信模块;单片机

中图分类号: TP368

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2016)02-0136-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2016.02.031

Design and Implementation of Voice Unit for Cab Integrated Radio Communication Equipment

XIE Xiao-yan, SHI Xiao-long

(School of Computer Science, Xi'an University of Posts and Telecommunications, Xi'an 710061, China)

Abstract: Recently, Cab Integrated Radio communication equipment (CIR) becomes a kind of popular vehicle equipment for train radio dispatching. The voice unit is an important part of CIR equipment, mainly in charge of locomotive voice dispatching communication function via GSM-R network. In order to meet the needs of practical application, a kind of CIR voice communications unit based on wireless communication module Cinterion-MC55i, MCU and CPLD was designed in this paper. Based on the function requirements and application features of voice unit, put forward an overall design scheme of the system, and gives the hardware design principle diagram. The design details of key components are involved in, such as main control unit, GSM peripheral circuit. And then, the software design of some kernel modules are given, such as watchdog chip control, serial data transmission, and master control program etc. The test results show that the voice communication module operating is stable, which can meet the communication requirements of the CIR equipment.

Key words: CIR; voice unit; GSM-R; wireless communication module; microcontroller

0 引言

随着我国铁路 GSM-R 网络建设的快速发展,铁路通信设备也随着铁路通信技术的发展得到了提高,机车综合无线通信设备(CIR)逐步取代了原有的无线调度通用式机车电台,成为新一代列车无线调度通信的主要车载设备^[1-3]。它既能满足我国新建铁路 GSM-R 数字移动通信系统,又能够兼容传统模拟制式 450 MHz 模拟无线通信系统^[2]。CIR 主要由主控制单元、GSM-R 语音单元、GSM-R 数据单元、GPS 卫星定位

单元、记录单元、450 MHz 机车电台单元、电源单元和接口单元等组成^[4-6]。

GSM-R 语音单元为 CIR 设备的核心单元,该单元是在主控制单元的控制下完成 GSM-R 语音调度通信功能。主要包括点对点的语音呼叫业务、语音广播业务、语音组呼业务、公众紧急呼叫业务和多方通信^[7-9]。目前该单元的主流设计方案是芯片级设计的移动通信终端^[10]。国内厂商在这方面起步较晚,并且提供的套片在电磁兼容性及 GSM-R 协议栈等方面存

收稿日期:2015-05-22

修回日期:2015-08-26

网络出版时间:2016-01-26

基金项目:陕西省自然科学基金基础研究计划项目(2013JC2-32)

作者简介:谢晓燕(1972-),女,硕士生导师,CCF 会员,研究方向为计算机系统结构;石晓龙(1988-),男,硕士,研究方向为计算机信息系统集成与分析。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20160126.1521.062.html>

在许多问题^[11]。

基于此,文中提出了一种基于技术成熟的 GSM 模块和嵌入式技术的 GSM-R 语音单元。该系统利用 GSM 模块 MC55i 作为系统的无线数据发送/接收终端,数据的处理由单片机 HD64F3048BVTE 和 CPLD 来完成。该系统具有性能稳定、可靠性高和成本低等特点。

1 系统组成

文中提出的 GSM-R 语音单元主要由单片机、GSM 通信模块、复杂可编程逻辑器件(CPLD)等组成,系统结构框图如图1所示。

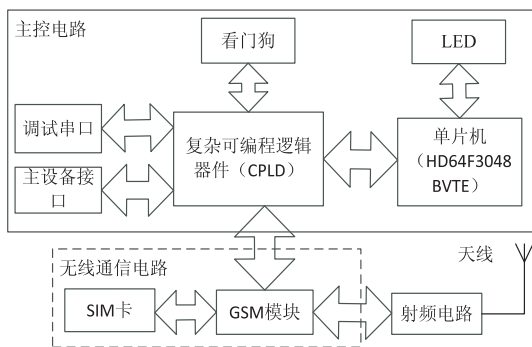


图1 系统结构框图

其中,微控制器作为系统的主控芯片,通过串行总线与 GSM 模块进行数据传输。系统开机时由单片机给 GSM 模块发起开机信号,GSM 模块上电后自动监测网络是否连通并进入工作模式。当机车司机通过 GSM-R 语音单元进行呼叫通信时,通过 CIR 的操作终端发送呼叫请求,GSM-R 语音单元的 CPLD 将接收的数据发送给单片机,单片机对数据进行处理后发送给 CPLD,CPLD 最后将数据交给无线通信模块 MC55i 进行合适的调制,MC55i 将数据转化为电磁波通过天线发射出去。被呼模式原理相同。

2 系统硬件设计

2.1 主控电路

单片机采用瑞萨科技公司生产开发的 HD64F3048BVTE,它是以 H8/300H CPU 为核心,且集成了若干重要的系统支持功能部件的高档微控制器^[12]。H8/300H CPU 内部体系结构为 32 位,128 K RAM,4 K ROM,2 路 SCI 串行通信接口,最大时钟频率 25 MHz^[13]。

CPLD 采用 ALTERA 公司的 EPM3064 - ATC100 芯片^[14],主要进行数据传输和看门狗芯片的逻辑信号控制。CPLD 的时钟是通过单片机的外脉冲信 P67/φ 引脚提供,其时钟频率与单片机的时钟频率相同。串口电路用于 PC 机和系统通信,采用芯片

ADM3202ARU 实现 RS232 标准的数据传输。看门狗复位电路利用看门狗监测芯片 ADM706SAR 监测系统是否工作正常。

接口电路连接图如图2所示。

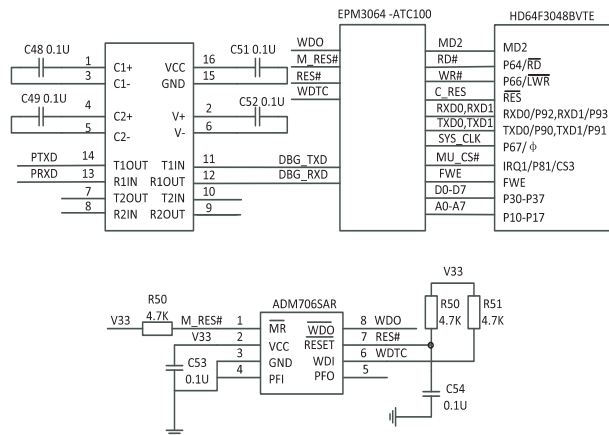


图2 CPLD 接口电路连接图

其中,RD 和 WR 信号为单片机的读写使能信号,CS 为片选信号。当 CS、RD 或 CS、WR 为低电平时,单片机对 CPLD 芯片进行读写操作。C_RES 信号为看门狗发送给单片机的复位信号,当看门狗计数器溢出以后,看门狗芯片给单片机发出复位信号,低电平有效。MD2 引脚为单片机的模式选择引脚,FWE 信号为加载使能信号。当通过串口给单片机加载程序时,FWE 信号有效并且根据芯片手册 MD2 模式引脚在加载程序时要进行改变。

2.2 无线通信电路

数据的接收与发送采用 Cinterion 公司的 GSM 无线通信模块 MC55i。该模块为工业级 GSM/GPRS 模块,支持的频率为 GSM 850/900/1 800/1 900 MHz。集成了 TCP/IP 协议栈,使用十分方便,主要应用在消费类电子产品和工业控制领域^[15]。

GSM 模块电路连接图如图3所示。

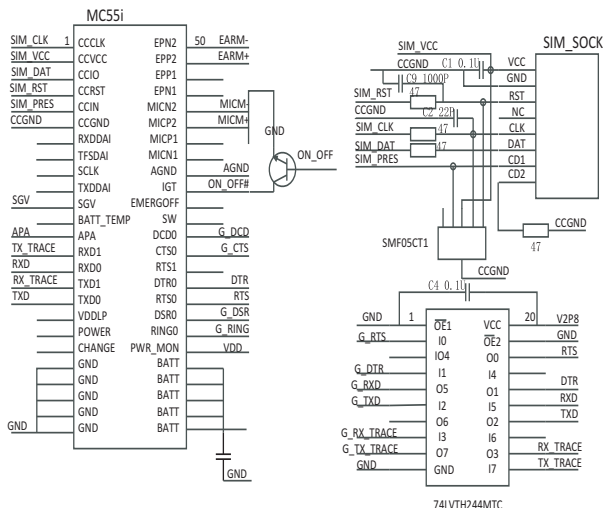


图3 GSM 模块电路连接图

3 系统软件设计

文中的 GSM-R 语音单元采用嵌入式系统设计,系统软件采用模块化的设计思想,分为 CPLD 软件程序和单片机驱动程序两大部分。

3.1 CPLD 程序设计

CPLD 程序模块包括看门狗芯片控制模块和串口数据传输模块。

(1) 看门狗芯片控制模块。

为了使硬件看门狗更加可靠,使用起来更加灵活,设计采用看门狗芯片配合逻辑器件(CPLD)来使用。考虑到给单片机加载程序时单片机给看门狗芯片不发送喂狗信号,看门狗在最大计数时间没有收到喂狗信号,就会发送复位信号使系统复位,所以设计在加载程序时禁止看门狗对系统进行复位。

主要代码如下:

```
assign debug=(! fw_dn_); //CPU 加载程序
assign mrst_706_=(debug ? 1'b1:wdo_706_) ? 1'bz:1'b0; //
CPLD 输出复位信号给看门狗芯片,wdo_706_为输出看门狗信号
assign wdtc_706=wdtc_reg ? 1'bz:1'b0; //CPLD 输出清狗信号

assignnc_res_=reset_ ? 1'bz:1'b0; //给单片机复位,reset_为
看门狗输出复位信号
```

(2) 串口数据传输模块。

当 CPLD 接收到来自调试串口或主设备接口的数据时,将数据通过单片机的串口 1 发送给单片机,单片机将接收的数据进行处理后通过串口 0 发送给 CPLD, CPLD 最后把数据传输给 GSM 模块,相反如此。对串口接收的数据进行判断传输的关键代码如下:

```
assign m_txd_o = cpu_txd0_i;
assign cpu_rxd0_o=m_rxd_i; //GSM 无线通信模块串口
assign dbg_txd_o = cpu_txd1_i; //系统通信口和 CPU 调试
串口

assign cpu_rxd1_o=(cpu_sio1_sel || debug)? dbg_rxd_i:sys
_txd_i;

assign sys_rxd_o=(cpu_sio1_sel || debug) ? 1'bz:cpu_txd1_
i;
```

3.2 单片机程序设计

3.2.1 主程序的设计

主程序是整个系统软件程序的核心部分,系统初始化包括:单片机 I/O 口初始化、指示灯初始化、定时器初始化、串口初始化、CPLD 初始化、看门狗初始化、GSM-R 模块初始化、LED 初始化等。

系统的主函数程序如下:

```
void main(void)
{
    Tick_Init(SYSTICK_DIV); //定时器初始化
    Task_Init(); //任务函数初始化
    SCI_Init(); //串口初始化
```

```
Led_Init(); //指示灯初始化
Module_Init(); //GSM 模块初始化
if(0x80==( *((U8 *)0x0fff8fL)&0x80))
{
    Printf(" \r\n\r\nCpuWDT_Reset");
    *((U16 *)0x0fff8eL)= 0xA500;
}

CREATE_TIMER_TASK(" wdtc", 20, ClearWatchdog, 0); //
每隔 100 ms 发送喂狗信号
}
```

3.2.2 GSM 模块初始化

GSM 模块与单片机之间以标准的 AT 指令集进行控制和数据交换,当单片机上电复位后,系统对 GSM 模块进行初始化设置,单片机以异步通信的方式与 GSM 模块进行通信。

单片机向模块发送“AT”测试其工作状态,考虑到发送 AT 指令存在发送一次不成功的情况,因此文中设计采用了多次发送 AT 指令的方式来避免出错。如果多次发送后没有得到正确的响应,则不再发送并通过设置 LED 指示灯的工作状态报错,并且系统进入复位状态。单片机向模块发送“AT”,模块回复“AT/rOK”后,表示模块通信正常,通过软件将通信波特率设为 9 600 bps,设置 LED 灯的工作方式,然后执行下一步对模块的初始化操作。

4 系统测试

将 GSM-R 语音单元(连接天线和电源)通过 USB 转串口线与电脑相连,利用 PC 机的超级终端通过串口向 GSM-R 单元发送 AT 指令进行相关功能测试。该系统进行了通用 AT 命令、短信数据传输、语音拨号以及 GSM-R 电路交换业务等功能测试,在调试中,选取短信数据传输和语音拨号的结果进行分析。

(1) 短消息传输测试。

短消息的发送和接收控制模式有 PDU 模式和 Text 模式。Text 模式不支持中文,PDU 模式发送中文时需要采用 UCS2 编码方式,每个中文字符用 16 位的 Unicode 字符表示,短消息的收发通过 AT 指令完成。

①Text 模式发送短信。

Text 模式比较简单,发送格式如下:

```
AT+CGMF=1<回车> //设置发送模式为 Text 模式
AT+CGMS="18700834458"<回车>
>Hello! <Ctrl+Z>
+CMGS: //指示消息发送成功
```

②PDU 模式发送短信。

向号码 8618700834458 发送“你好!”,实际发送的二进制字符串为:0891683108200905F011000D91688107804354F8000800064F60597D0021,其含义见表 1。

表1 PDU 模式下发送消息的含义

消息	含义
08	短消息中心(SMSC)地址长度
91	SMSC 号码类型
683108200905F0	SMSC 号码,实际号码为 8613800290500(陕西移动服务中心号码),F 为填充码
1100	发送短信时的固定数字
0D	目的手机号码长度
91	目的手机号码类型
688107804354F8	目的手机号码,实际为 8618700834458,F 为填充码
000800	固定数字
06	信息长度
4F60597D0021	信息内容,“你好!”UCS2 编码

PDU 模式的短信发送方式和 Text 模式的短信发送模式相同,发送格式如下:

```
AT+CGMF=0<回车>
//设置发送模式为 PDU 模式
OK//PDU 模式设置成功
AT+CGMS=<length><回车> //<length>为短信的长度
> PDU is given<Ctrl+Z> //输入 PDU 模式下的二进制字符串
+CMGS: //指示消息发送成功
```

采用以上两种发送模式发送短信均以成功,同时目标手机也相应接收到了短信。

(2) 语音拨号测试。

语音应用呼叫 AT 指令(打电话 ATD+电话号码; ATA 接电话;挂断电话 ATH),测试结果如图 4 所示。

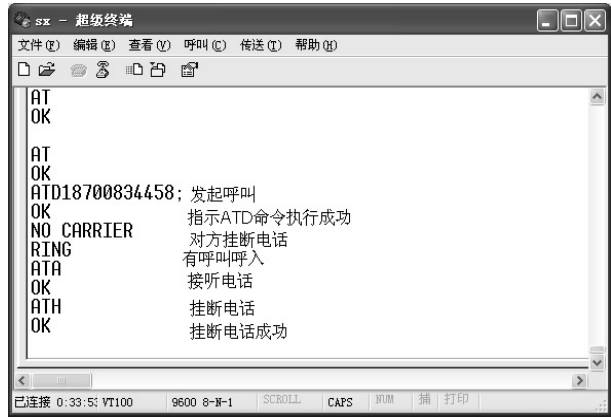


图4 语音呼叫测试结果

通过测试结果可以看出,系统打电话时被呼移动设备能够准确收到语音呼叫请求,在进行接、挂电话测试时系统均响应正常。

5 结束语

文中对机车综合无线通信设备 GSM-R 语音单元的各个模块进行了详细说明,充分结合了单片机和 CPLD 可编程器件两者的长处,实现了单片机+CPLD 的嵌入式平台,提高了系统的可靠性及实时性。用 CPLD 实现串口数据的发送和传输以及信号的逻辑控制,充分发挥了 CPLD 可重构的优势,克服了模拟电路不易修改的弊端。该语音单元经过测试验证,工作稳定可靠,能够达到预期设计要求。

参考文献:

[1] 鄢江艳. CIR 设备在 GSM-R 系统中的应用[J]. 科技创新与应用,2014(20):25-25.

[2] 陈志杰,徐 钧,郑 敏. 机车综合无线通信设备(CIR)的技术方案[J]. 铁道通信信号,2006,42(5):45-47.

[3] 蒋志勇,徐 钧. 机车综合无线通信设备构思和关键技术[C]//GSM-R 数字移动通信学术研讨会论文集. 出版地不详:中国铁道学会自动化委员会,2005.

[4] 周 超. GSM-R 技术及机车综合无线通信设备的研究与设计[D]. 北京:北京邮电大学,2006.

[5] 白国岩. 基于 GSM-R 技术的机车无线通信设备的设计[J]. 硅谷,2008(21):101-102.

[6] 宋旭刚. 基于 GSM-R 网络多方通信平台的设计与实现[D]. 北京:北京交通大学,2007.

[7] 容 蓉. 基于 GPS/GPRS 的 MCU 车载智能终端的设计[D]. 成都:西南交通大学,2011.

[8] 刘骁健. 高速铁路移动通信系统集成方案及关键技术研究[D]. 济南:山东大学,2011.

[9] Baldini G, Fovino I N, Masera M, et. al. An early warning system for detecting GSM-R wireless interference in the high-speed railway infrastructure[J]. International Journal of Critical Infrastructure Protection, 2010, 3(3):140-156.

[10] Peng Chunhua, Jiang Xinhua. A low cost real-time communication system of locomotive based on GPS[C]//Proc of IEEE international conference on networking and digital society. Guiyang, Guizhou, China: IEEE, 2009:8-11.

[11] 王庆国. 机车综合无线通信设备(CIR)的改进方案[J]. 上海铁道科技, 2010(2):130-131.


[12] 李 勋, 卢景山, 李新民, 等. 日立 H8/3048 系列单片机应用技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 1997.

[13] H8/3048B group hardware manual 3.0[EB/OL]. 2006-09-27. <http://cn.renesas.com>.

[14] MAX 3000A programmable logic device family data sheet[EB/OL]. 2006. http://www.ic37.com/ALTERA/MAX-3000A_datasheet_13442240/.

[15] MC55i hardware interface description[EB/OL]. 2009. <https://support.industry.siemens.com/>.

机车综合无线通信设备语音单元的设计与实现

作者: [谢晓燕](#), [石晓龙](#), [XIE Xiao-yan](#), [SHI Xiao-long](#)
作者单位: [西安邮电大学 计算机学院, 陕西 西安, 710061](#)
刊名: [计算机技术与发展](#) 
英文刊名:
年, 卷(期): 2016 (2)

引用本文格式: [谢晓燕](#), [石晓龙](#), [XIE Xiao-yan](#), [SHI Xiao-long](#) [机车综合无线通信设备语音单元的设计与实现](#) [期刊论文] - [计算机技术与发展](#) 2016 (2)