

基于 PL3105 的低压电力线通信系统的设计与实现

杨 顺, 张海艳

(辽宁工程技术大学 电子与信息工程学院, 辽宁 葫芦岛 125105)

摘 要: PL3105 是为智能控制设计的电力线通信专用芯片, 具有 8051 指令兼容的高速微处理器、直序扩频的载波通信等强大功能。介绍了 PL3105 的主要特点及其载波通信原理, 分析针对载波通信应用的硬件、软件设计方法。

关键词: PL3105; 直接序列扩频通信; 载波通信

中图分类号: TP273

文献标识码: A

Data transmission design and implementation of power line carrier based on PL3105

YANG Shun, ZHANG Hai Yan

(Electronic and Information College, Liaoning Engineering Technology University, Huldau 125105, China)

Abstract: PL3105 is an intelligent control ASIC chip of powerline communication. It has 8051 compatible MCU instructions and direct sequence spectrum carrier communication. The paper introduces main characteristics and carrier communication principle of PL3105, analysis hardware and software design method for carrier communication application.

Key words: PL3105; direct sequence spread spectrum carrier communication; carrier communication

电力线载波通信 PLC (Power Line Communication) 是指利用高压电力线(35 kV 及以上电压等级)、中压电力线(10 kV 电压等级)、低压配电网(380/220 V 用户线)作为信息传输媒介进行语音或数据传输的一种特殊通信方式。电力载波通信以电力线路为传输通道, 具有通道可靠性高、投资少、见效快, 与电网建设同步等得天独厚的优点, 因而成为当前通信研究的一个热点领域。电力线载波通信芯片是电力线载波通信系统的核心, PL3105 是为智能仪表应用设计产品, 它除了具有功能强大的微处理器外, 在高精度模/数转换以及电力线载波通信方面具有更大的优势, 它内嵌的直扩单元是专门针对我国电力网络恶劣的信道环境所研制开发, 具有更强的抗干扰能力、更高的数据通信速率和更大的软件可配置灵活性。

1 低压电力线载波通信系统硬件电路设计

1.1 PL3105 载波通信原理

PL3105 载波通信原理如图 1 所示, 数据由主机 A (或主机 B) 的串口 RS-232 发出, 通过 PC 接口电路进行电平转换后送入 PL3105。在 PL3105 中, 先由扩展串口

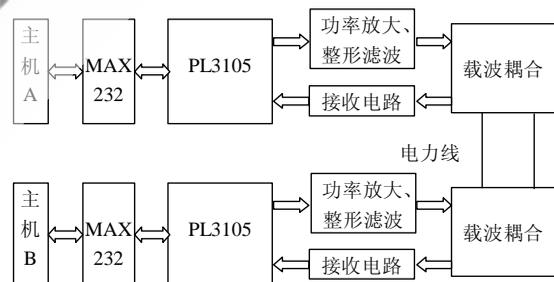


图 1 载波通信系统框图

UART(通用异步收发器)接收数据, 经内嵌 8051 型微处理器控制处理, 再送入载波通信单元, 对数据进行直接序列扩频, 扩频后的信号经 120 kHz 的载波频率调制后输出。此信号通过电力线接口电路进行功率放大、滤波并耦合到低压电力线上, 实现电力线载波通信。在接收端, 经过电力线接口电路将电力线上的信号耦合出来并对信号进行滤波限幅。限幅后的信号送入 PL3105 进行捕获、同步及解扩处理, 经由内嵌 8051 处理, 由 PL3105 的 UART 串口发送数据。数据经 PC 接口电路进行电平转换后, 经 PC 的 RS-232 接口送到主机 B(或主机 A)。

网络与通信 Network and Communication

PL3105 内部集成了 PL2101 电力线载波通信模块,载波通信的扩频解扩工作完全由 PL3105 内部的硬件电路实现。载波通信采用直接序列扩频的 DPSK 调制解调方式:将要发送的信息用伪随机序列扩展到较宽的频带上,在接收端用同样的伪随机序列来进行同步接收,恢复信息。接收的过程包括载波信号的捕获和同步。捕获和同步过程由载波通信控制单元的硬件电路自动完成。

在实际应用中,两个 PL3105 可分别作为中心控制器和智能节点,一方与计算机连接实现人机交互,另一方与各电器(或其它需要控制的设备)相连,控制相应设备进行动作。

1.2 系统硬件结构

系统硬件包括主控芯片 PL3105 电路、载波数据收发电路、串口通信电路及电源电路。

PL3105 电路主要为晶振、陶瓷滤波等电路,根据芯片资料即可连接。

串口通信电路采用 RS-232 连接方式,采用美信公司生产的专用电平转换芯片 MAX202 芯片。

电源电路提供 +12 V、+5 V 电源,电源取自普通电力插座,为 220 V/50 Hz 工频交流电,由电源变压器引入,在电源变压器的二次侧可获得 +12 V 的电压。滤波电容的输出端接 +5 V 的三端稳压器 7805,再经过滤波电容即可得到单片机和 PL3105 所需的工作电源(芯片供电电压为 5 V)。

载波数据收发电路包括功率放大电路、整形滤波电路、耦合电路及接收电路。

典型的载波发射电路如图 2 所示,典型的载波接收电路如图 3 所示。

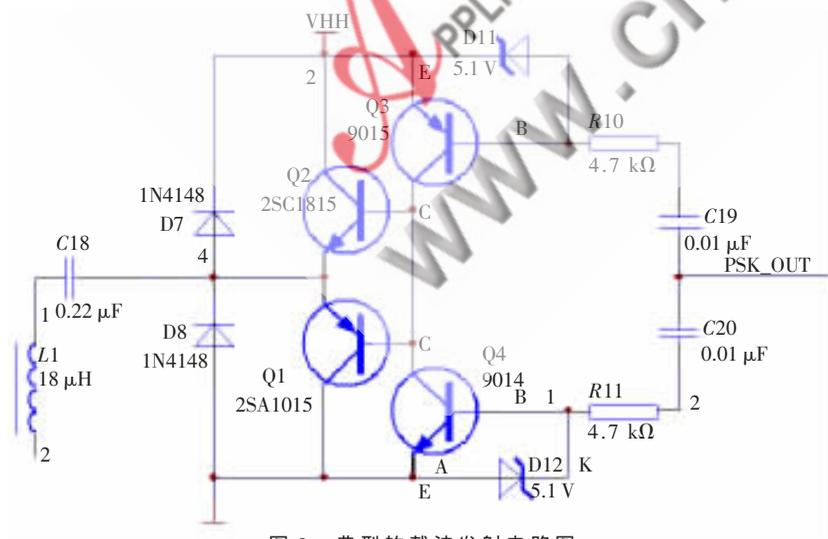


图 2 典型的载波发射电路图

2 系统软件设计

2.1 通信协议

在电力载波通信的过程中,因为通信方式为半双工

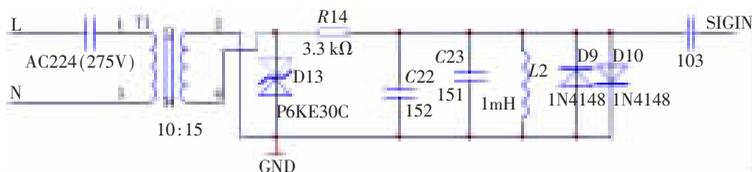


图 3 典型的载波接收电路

方式,所以一定要有包含控制机制的传输协议,以确保数据的可靠传输。在本文所讨论的通信协议主要任务是维持调制解调器和 PC 机之间的通信,采用帧传输的方式,即所有的数据和命令都是以帧的形式出现。

(1) 通信接口

接口标准:PC 机和调制解调器之间采用 RS-232C 通信接口,由于 RS-232 与 TTL 逻辑电平不同,因此采用 MAX232 进行电平的转换。

接线方式:三线制工作方式,使用 DB9 型 RS232C 接口的第 2 脚-TXD,第 3 脚-RXD,第 5 脚-GND。

工作方式:半双工,PL3105 只能进行半双工操作,不能同时收发数据。

通信格式:串行异步方式 1,即标准的异步通信方式,每帧包括 10 个数据,包括 1 位起始位、8 位数据位和 1 位停止位。

通信速率:2 400 b/s。

(2) 报文格式

其帧结构见下表,并具体描述如下:

同步字符为四个字节的 0FFH,是为了缩短 PL3105 在接收扩频载波信号时捕获同步的时间而设定的特殊字符。

同步帧头包括两个字节:09H 和 AFH。连续接收到这两个特定字符即表示接收系统在硬件已经获得同步,其后接收到的数据即为有效信号数据。

命令字是表征通信双方控制与响应的特殊字符。在复杂的系统中应用,如在通信长度受限而采用中继发送时和一发多收系统中,都可以在此处设置地址编码和相应命令。电力载波终端将在这里设置一个字节的地址编码,若接收机收到的地址字节与本机的相同时,则向载波终端发送出接收到的数据体;若接收到的地址字节与本机的地址不符,则不做任何响应。

数据长度 Length 为一个字节,表示载波发送和要接收到的有效数据体 (Data Body) 字节长度。

校验码采用冗余校验码 (CRC),对同步帧头之后和校验码之前的数据进行冗余校验。

帧尾用特殊字节 AAH 表示一帧数据的结束。

2.2 数据传输的软件设计

载波通信为总线方式通信,所以载波模块的常态必须设置为接收态,不同的载波模块必须分配不同的通信地址。模块接收到校验正确的命令后,只有地址相同的模块才允许按规约进行应答。由于载波通信速率(500 b/s 或 250 b/s)相对于系统 CPU 主频(4.8 MHz)低很多,为提高 CPU 效率,接收和发送一般均设计为外部中断方式处理,每次进入中断,完成对 1 位数据的接收或发送处理。

主程序流程图如图 4 所示。

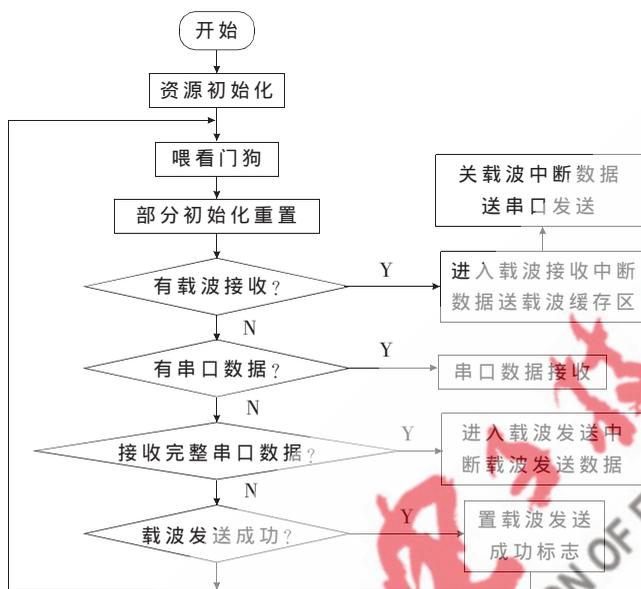


图 4 主程序流程图

3 实验结论

在完成硬件电路设计、电路板加工、通信协议的制订及软件总体设计、编程后,只有通过测试才能证明它

是否达到了设计目标。测试工作按从模块到整体的思路逐步进行。将首先测试各个模块电路性能,然后对整个系统的数据传输特性进行测试,进而分析该实验系统性能的优劣。

实验过程:利用北京福星晓程公司提供的演示软件,通过 PC 机 1 发送一帧数据给实验板 1,载波通信模块将数据调制扩频后耦合到电力线上,实验板 2 上的载波通信模块进行信号接收,通过 RS232 口上传给 PC 机 2,PC 机 2 反馈一帧数据,经过上述过程,PC 机 1 接到反馈的数据,如果接收的数据跟期望收到的数据一致,则判定为这次通信成功,否则失败。

经测试,通信成功率达到 98% 以上,经实验室检测该系统能够实现正常的通信功能。实验证明,利用 PL3105 在低压电力网中进行数据信号传输时,能在很大程度上克服电力线的强衰减、强干扰的缺陷,整个系统可靠性较高,电路模块工作稳定,是一个较佳的选择方案。

参考文献

- [1] 王赞基,郭静波.电力线扩频载波通信技术及其应用[J].电力系统自动化,2000,33(10):60-64.
- [2] 吕仲瑜,孟力,李璐.低压电力线载波通信中的抗干扰问题[J].电测与仪表,2003,40(6):36-39.
- [3] 夏为民,陈劲操.基于 PL2000 的电力线扩频载波通信设计[J].电测与仪表,2002,35(4):21-25.
- [4] 吴明捷,张威.直接序列扩频系统抗干扰性能分析.工矿自动化,2002,10(6):10-14.
- [5] 查光明.扩频通信[M].西安:西安电子科技大学出版社,2004.
- [6] 刘辉.基于扩频技术的电力线载波通信系统设计[J].成都电子机械高等专科学校学报,2006,22(30):33-35.

(收稿日期:2009-04-03)