

一种通用低压电力线载波通信模块的性能测试

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: 介绍了开发的一种通用电力载波通信模块, 并对其进行了载波信号波形及通信可靠性测试, 针对误码率问题采用了 CRC 校验。测试结果表明, 此电力载波模块性能稳定, 只要能满足通信要求而又不便布线的地方均可采用。

关键词: 电力线载波通信; 载波模块; 测试; CRC 校验

中图分类号: TN9

文献标识码: B

Performance testing of a general low-voltage power line carrier communication module

YANG Shun, ZHANG Hai Yan

(Electronic and information College, Liaoning Engineering Technology University, Huludao 125105, China)

Abstract: This paper introduced a general power line carrier communication and to module on the carrier signal waveform test, communication reliability testing, according to the CRC check by ber problem. Test results showed that the power line carrier module performance is stable, can be used in any place of meet communication requirements but not convenient wiring.

Key words: power line carrier communication; carrier module; test; CRC checksum

电力载波 PLC(Power Line Carrier)通信是指利用电力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, 因其以电力线为通道, 具有无需布线、应用广泛等特点, 应用前景广阔。国外已有相关成熟产品, 但因其电网特性与中国不同, 不适用于我国。因此, 有必要开发出一种适合我国国情的电力载波通信产品, 可适用于电力线上网、智能家居、工业控制、安防报警等多种场合。本文开发了一种通用电力载波通信模块, 并对其进行了载波信号波形及通信可靠性测试, 力图为模块应用打下可靠的实践基础。

1 载波通信的关键技术

1.1 扩频通信

由于电力线网主要是为提供工频电能而设计的, 存在输入阻抗变化大、信号衰减严重、噪声干扰等特性, 制约着信号传输的距离和质量, 所以要采用特殊的技术手段^[1]。扩频通信由于其突出的抗干扰性优点, 在载波通信中得到广泛应用。它的理论基础可用香农信道容量公式 $C = W \log_2(1 + \frac{S}{N})$ 来描述, 当信道容量 C 为常数时, 可以

通过增加带宽(W)来降低系统对信噪比(S/N)的要求。本文采用直接序列扩频技术, 因其应用较广、成本低、系统实现也最简单, 同时也适合电力线载波通道环境^[2]。

1.2 电力线载波芯片

电力线载波芯片是电力线通信系统的核心, 本文选用专门针对我国电力网络恶劣的信道环境所研制开发的国产 PL3105 调制解调芯片。该芯片除了内嵌直序扩频通信的数据信号处理单元和微处理器外, 还集成了 ADC 转换模块、DPSK 调制、ISP、完善的电压检测、上电、掉电复位和看门狗等功能。载波通信的扩频解扩、调制解调完全由其内部硬件电路完成。

PL3105 芯片的主要通信参数为: 若启用载波功能, 必须使用 9.6 MHz 晶振; 载波频率为 120 kHz, 符合国家规定的载波频率(40~500 kHz)的标准; 波特率为 500 b/s 和 250 b/s 可选, 本文采用默认值 500 b/s; 由于 PL3105 芯片的 CPU 和载波模块内嵌, 所以载波通信控制可以通过配置片内寄存器来实现; 载波通信采用半双工方式。

2 通用模块设计

载波模块主要构成如图 1 所示。

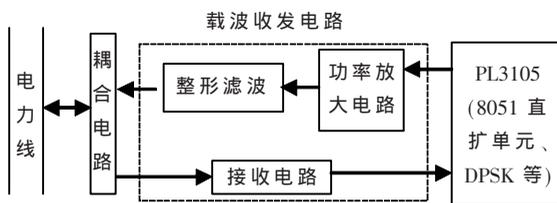


图1 通用载波模块组成

2.1 电源模块

整个电源模块取自普通电力插座,为交流 220 V/50 Hz 工频电,由 12 V 电源变压器引入,经整流器得到直流 +12 V 电压作为放大电路发射电压,再经三端稳压器 7805 即可获得 +5 V 的芯片工作电压。考虑到低压系统实际存在的波动,要接滤波及保护电容。

2.2 耦合电路

耦合电路可将向电力线发送的信号耦合到电力线上,又可将从电力线上接收的信号耦合到通信板。

耦合电路由安防电容(AC224/275)、耦合线圈(原、副边匝比为 10:15)和瞬态抑制二极管组成。对于工频信号,电容 CZ 的阻抗远大于线圈原边电感的阻抗,所以电容 CZ 承担了电力线上的交流电压;对于 120 kHz 的系统信号,线圈原边电感的阻抗远大于电容 CZ 的阻抗,所以系统扩频信号几乎都加在了耦合线圈上,这种电路能把工频与扩频信号叠加和分离开来。

2.3 载波收发电路

载波收发电路如图 2 所示。PL3105 芯片的 PSKout 脚输出的载波调制信号经功率放大电路、整形滤波电路耦合到电力线上,实现电力线载波通信。

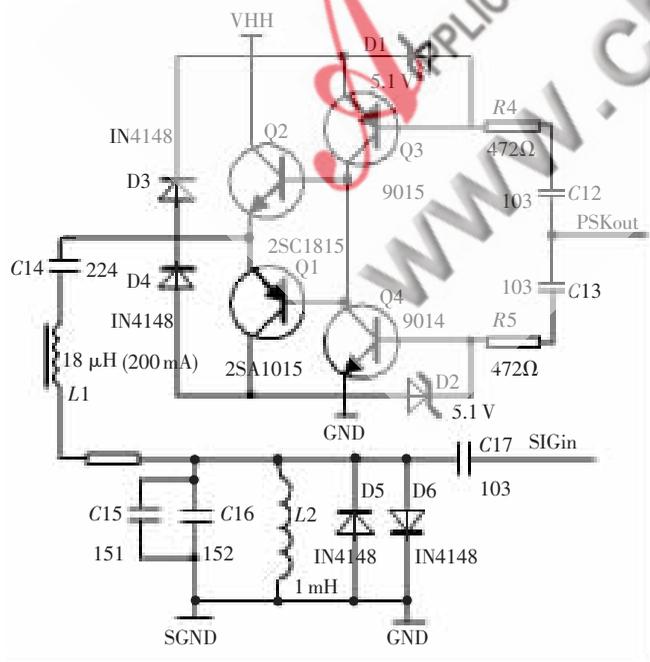


图2 载波收发电路

在接收端,本系统采用无源带通滤波器(C15、C16 与 L2)组成并联谐振回路,谐振回路是以扩频信号的中心频率 120 kHz 为基准进行设计的,以完成对有效信号的带通滤波,良好的选频回路可以有效提高载波接收的灵敏度。接收信号经过电容 C17 后引入到芯片内部进行后续处理。

3 载波模块测试

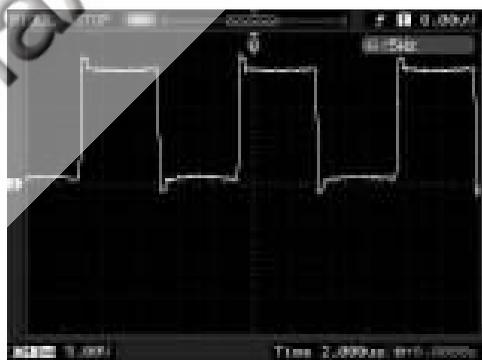
在完成硬件电路设计、电路板加工及软件编程后,只有通过测试才能证明它是否达到了设计目标。测试工作从模块到整体的思路逐步进行。

3.1 载波信号波形测试

测试环境:室温, VHH=12 V。通过示波器测得各部分波形分别如图 3、图 4、图 5 所示。



(a) PSK_OUT 波形(功放前)



(b) 功放后的波形

图3 放大电路前后波形

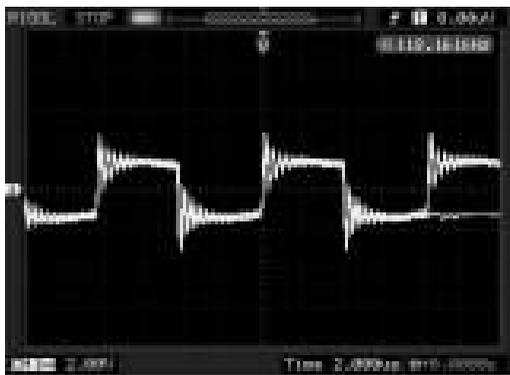
经调试,本系统的功放电路静态工作点正常,放大效果明显。从图 3 可以看出,波形被放大,频率保持不变。

从图 4 可以看出,信号耦合到电力线上后信号特性变差,这也是采用扩频通信的必要性所在。

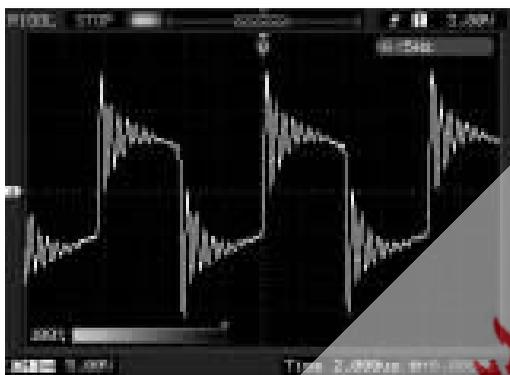
对比图 3(a)和图 5 可知,信号从芯片输出后经由整个通信信道前后波形能够较好地相符合,验证了扩频通信的抗干扰能力。

3.2 通信可靠性测试

将 2 块完全相同的实验板模块按图 6 连接好。

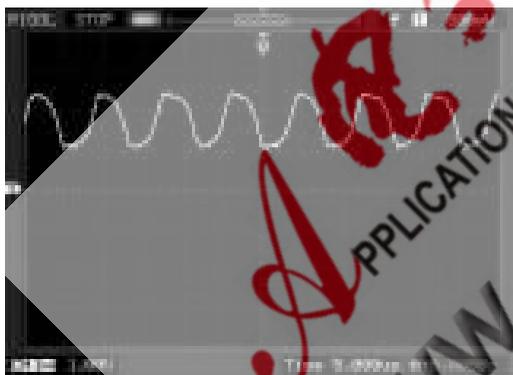


(a)耦合线圈前的波形



(b)耦合线圈后的波形

图4 耦合电路前后的波形(测试点为 10:15 耦合线圈前后)



信号经 103 电容进入芯片前(测试点为 SIGin)

图5 信号 SIGIN 波形

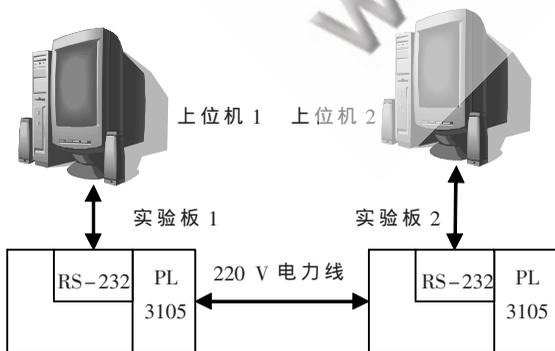


图6 实验台示意图

(1)不加 CRC 校验的情况下

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 1 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 RS-232 口上传给 PC 机 2,PC 机 2 反馈 1 帧数据,经过上述过程,PC 机 1 接收到反馈的数据,如果接收的数据与期望收到的数据一致,则判定为这次通信成功,否则失败。每次通信次数为 1 000 次。PC 机每 500 ms 发送 1 次数据,PC 机串口波特率为 2 400 b/s,非校验,1 位停止位,测试数据如表 1 所示。

表 1 载波通信模块实验结果

序号	测试次数	通信成功次数	通信失败次数	成功率/%
1	1 000	990	10	99
2	1 000	987	13	98.7
3	1 000	993	7	99.3
4	1 000	1 000	0	100
5	1 000	994	6	99.4

(2)加入 CRC 校验的情况下

CRC 校验应用于测控及通信领域,进行差错控制。通过表 1 可以看到,数据传输的成功率已高达 98% 以上,所以采用 CRC-16 位校验就可以满足要求。CRC-16 的生成多项式 $g(x)=x^{16}+x^{15}+x^2+1$ 。将要传送的数据除以生成多项式,所得余数为 CRC 校验码^[4]。

发送方:发出的传输字段为:信息字段+校验字段。

接收方:使用相同的生成码进行校验,接收到的字段/生成码(二进制除法),如果能够除尽,则正确。

重复实验过程,可以发现,采用了 CRC 校验后,模块可以完全正确地进行收发信息。

实验结果表明,基于扩频通信方式的 PL3105 载波通信模块系统工作稳定。采用了 CRC 校验后,在 100 m 范围以内,可以完全正确地收发信息。该模块目前的通信速率为 500 b/s,所以它适用于传送短消息、数据通信量低以及实时性要求不高的场合。

参考文献

[1] 张金波,张学武,郑雪峰.限制低压电力线载波通信的因素及解决办法[J].电工技术杂志,2004(7):15-18.
 [2] 张在玲,韩富春.直接序列扩频在电力通信中的应用[J].低压电器,2004(2):36-39.
 [3] 温莉娟,谭长涛,邱建斌.电力载波通信线路的设计[J].江苏电器,2008(2):17-19.
 [4] 陈壮奕.CRC 校验的 C 语言实现[J].计算机技术与自动化,2006(6):35-37.

(收稿日期:2009-04-09)