

51 兼容载波通信单片机 PL3105

的通信软件设计

■ 中科院过程工程所 张瑞红

摘要 PL3105 芯片是为智能仪表设计的专用 SoC 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。本文介绍 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软件设计方法。

关键词 PL3105 直接序列扩频 载波通信 软件设计

引言

随着嵌入式系统及集成电路技术的飞速发展, 针对智能仪表应用而设计的专用芯片获得了长足发展。智能仪表一般要具备 CPU 单元、显示单元、标准工业总线接口、A/D 信号转换、实时钟、看门狗等功能。传统的智能仪表设备在选定了 CPU 后, 需要配置复杂的功能芯片及接口芯片, 完成显示驱动、外部程序存储、数据存储及其它要求功能。众多的接口芯片导致仪表的体积大、成本高、功耗增加、可靠性降低; 同时调试、维护困难。

为适应智能仪表的应用需要, 针对某类产品的专用单芯片上系统 SoC(System on Chip) 解决方案获得了巨大的发展机遇^[1]。国内外各 IC 设计公司都针对不同领域、不同应用需求推出了各自的 SoC 产品。具有 8051 指令兼容高速微处理器的 SoC 产品 PL3105, 采用最新的 CMOS 数/模混合工艺制造, 是针对智能仪表行业应用而推出的低成本、高性能的解决方案。

1 PL3105 的主要特点

采用 8051 指令兼容的高速微处理器, 软件易于开发; 具有 8/16 位双模式 ALU、8 倍速于标准 51, 运行速度快, 数据处理能力强。图 1 为 PL3105 的基本功能结构方框图^[2]。

针对智能仪表的应用, PL3105 内部集成了 2 通道 16 位精度的 $\Sigma - \Delta$ 调制 A/D, LED(8 × 8 笔划式)/LCD(24 × 4 笔划式) 显示驱动模块, 2 个 UART, 内置 1KB 的 RAM 和 16KB 的 E²PROM 程序存储器

(采用 ISP 方式编程); 内置低功耗实时钟。同时集成了完善的电压监测, 上电、掉电复位, 看门狗电路, 确保了工业环境下运行时系统的可靠性。

内嵌的载波通信控制单元, 使产品具备了在低压电力线上组网、远程通信的强大功能; 是低压电力线载波通信接口专用芯片 PL2101 的升级^[3], 具有强抗带内同频干扰能力, 灵敏度高的优点。内嵌的 CPU 通过配置寄存器来实现对载波通信的控制, 比 PL2101 芯片的接口方便, 可靠性更高。

2 载波通信的工作原理

载波通信采用直接序列扩频的 BPSK(Bipolar Phase Shift Keying) 调制解调方式: 将要发送的信息用伪随机码序列扩展到较宽的频带上, 在接收端用同样的伪随机码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。

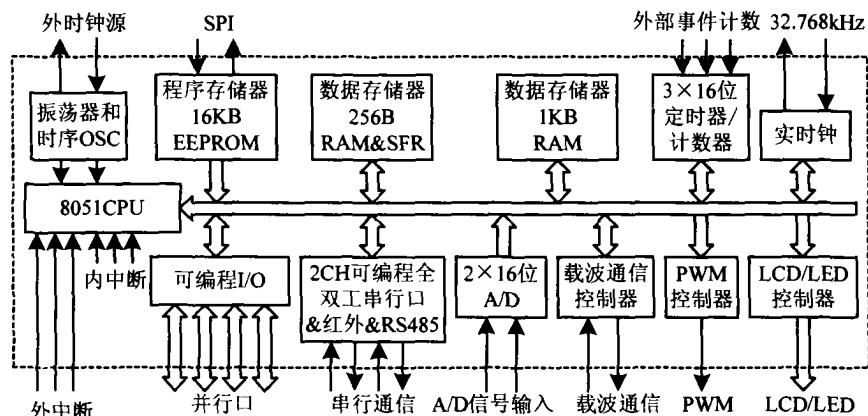


图 1 PL3105 的基本功能结构方框图

捕获是接收模块在扩频序列精确同步前，搜索接收信号，使接收信号的扩频序列与本地扩频序列在相位上进入可同步保持的范围之内，即二者的相位在一个扩频序列码元之内。采用每次滑动步长为半个位的串行积分搜索方式，理论上最大捕获时间需要29个数据位(15位PN码时)。捕获完成后进入跟踪阶段，动态地调整本地伪码产生器的时钟速率，使本地伪码能够自动地和接收到信号的伪码保持精确同步。扩频序列的跟踪电路采用全数字基带延迟锁定环(delay locked loop)电路。

解扩过程为保证捕获和同步均能完成，发送模块在每次传送有效数据前至少发送40个位全“1”，用作捕获和同步训练(15位PN码)。

由于所选用的扩频伪码具有很强的自相关性，所以通过比较本地伪码和接收序列之间的相关性与设定阈值的高低，来判定是否停止伪码的滑动、完成捕获。500bps时，默认的捕获门限值为30H。载波通信的扩频、解扩工作完全由SoC内部的硬件电路实现，简单可靠，解扩阈值可以软件调节。

图2(a)-(b)为PL3105内部的载波通信发送/接收工作时序图，收发数据位在芯片内部连接到P3.7，芯片未做封装引出。

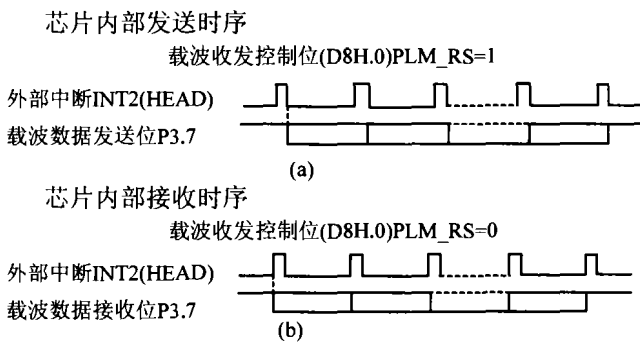


图2 PL3105的载波发送/接收工作时序图

载波通信控制器采用帧同步方式的串行移位通信，半双工方式，速率500bps/250bps可选；中心频率为120kHz，带宽为±7.5kHz。内嵌的CPU使用外部中断2(INT2)，为同步收发中断，载波通信配置流程如图3所示。

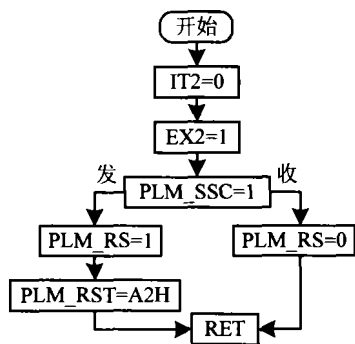


图3 载波通信配置流程

① 使能INT2中断(EX2=1)，且为下降沿触发方式(IT2=0)。

② 使能载波通信控制位PLM_SSC(EXT_CFG.0)=1，INT2作为载波通信同步信号的中断。

③ 载波收发控制位PLM_RS(EXT_CTRL.0)=1时，载波控制器处于发送状态；PLM_RS(EXT_CTRL.0)=0时，载波控制器处于接收状态。

④ 载波发送复位寄存器：用于避免载波通信模块长时间处于发送状态，使整个通信系统处于失控状态而设置。它是一个13位计数器，发送状态时，计数器递减，递减到0后，载波发送模式被强制返回接收态；接收态时，计数器停止工作。长时间发送数据时，需要向PLM_RST寄存器写入“A2H”，写入后计数器自动复位、保持发送。

低压电力线载波通信的原理结构框图如图4所示。需要配合外围的功率放大、接收回路工作，载波通信的距离与外围电路设计优劣、功率大小等密切相关。

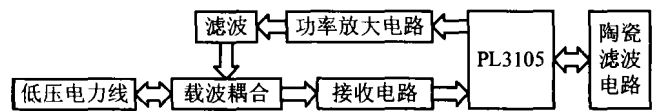


图4 载波通信原理结构框图

3 接收和发送的软件设计

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。由于载波通信速率相对主频低很多，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。

按图3所示流程对模块进行配置、选择速率为500bps后，内部自动选择为15位PN码。载波通信控制器即进入接收态，进行载波信号的捕获和同步。

接收时，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，不需要软件部分参与。由于电力线的噪声一直存在，所以有效数据前必须增加同步帧头，依据相关性标准选择为0x09、0xAF，后续为通信的有效数据体及校验字节。

图5为载波通信接收过程框图。载波通信控制单元解扩出1位数据后，产生一次中断。接收时，首先采用16位接收窗口、1位滑动方式来接收通信的同步帧头0x09、0xAF。帧头接收成功后，后续数据按每8位一个字节的的方式进行截取，得到传送的有效数据。接收过程中，按有关的通信协议进行地址判别、长度接收、校验

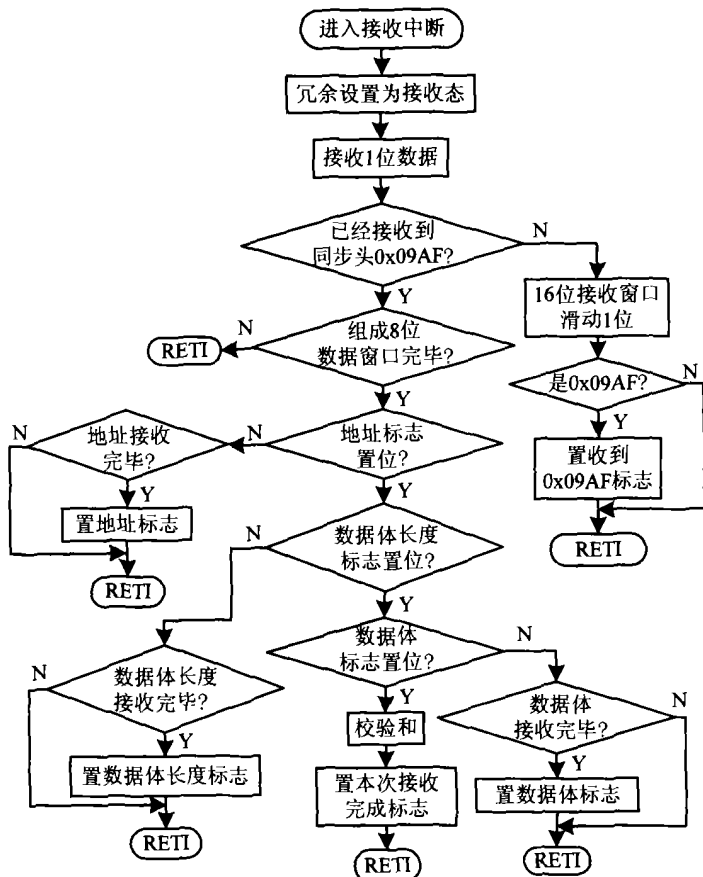


图5 载波通信接收过程框图

计算。地址相同的模块对符合通信协议的数据进行应答，转入发送态。

图6为载波通信发送过程框图。用于载波通信的主叫方发出命令或接收方的应答。置为载波发送态时，载波通信控制单元发送完1位的扩频数据后，自动产生一次中断，允许下一位数据发送。

根据捕获和同步过程需要，首先发送至少40位的全“1”；然后按位发送同步帧头0x09、0xAF；之后根据用户的有关通信协议按位发送通信地址、数据长度、数据体、校验等字节。

数据全部发

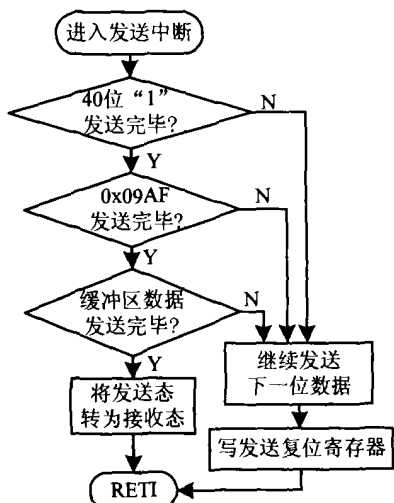


图6 载波通信发送过程框图

送完成后，载波模块即可转入接收态。但为确保待发送数据的最后一个位发送成功，必须在发送完最后一位数据后等到下一次发送中断到来后，才可以转换载波发送态到接收态。

载波发送未，将全部数据发送完成前，CPU必须及时向PLM_RST寄存器写入“A2H”，使计数器复位，避免自动复位提前进入载波接收态。发送中断程序如下：

```

void PLM_int(void) interrupt 7 //载波收发中断
{
    if(PLM_RS==1) zb_tx(); //载波发送中断服务程序
    else zb_rx(); //载波接收程序服务程序，略
}

void zb_tx(void) //载波发送程序
{
    if(len8==0) s_byte=buf_send[zbs_count];
    //取待发送字节到位发送缓冲

    ACC=s_byte;
    P3.7=ACC^7; //位发送，最高位在前
    s_byte=s_byte<<1; //左移
    len8++; //移位计数计算
    if(len8>7) //8位发送完毕
    {
        zbs_count++; //下一字节
        len8=0; //移位计数清零
    }
    PLM_RS=1; //载波发送允许
    PLM_RST=0xA2; //载波发送复位寄存器清空
}
    
```

结 语

由SoC芯片PL3105设计的具有载波通信功能的智能仪表，在智能电表行业中得到了应用和推广。其简单的接收、发射处理方式使应用程序设计十分方便。同时灵活的ISP编程方式，使产品升级换代和功能扩展灵活；达到了低成本、高性能的设计指标。

参考文献

- 1 刘志才. 国内ASIC设计业的发展趋势浅析. 芯片工程. 2002(10): 43-46
- 2 北京福星晓程电子科技股份有限公司. PL3000系列芯片手册. 2003
- 3 余剑峰, 徐辉. 基于PL2101的单片机低压电力线载波通信接口扩展. 电子设计应用, 2004(2): 90-92

张瑞红: 博士, 研究方向为过程控制自动化。

(收稿日期: 2004-03-24)

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训推荐课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/tuijian/>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

手机天线设计培训视频课程

该套课程全面讲授了当前手机天线相关设计技术,内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计,最常用的几种手机内置天线类型——如 monopole 天线、PIFA 天线、Loop 天线和 FICA 天线的设计,以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计;通过该套课程的学习,可以帮助您快速、全面、系统地学习、了解和掌握各种类型的手机天线设计,以及天线及其匹配电路的设计和调试...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/133.html>



WiFi 和蓝牙天线设计培训课程

该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP) 公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像,课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结,主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用,匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识,以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您,绝对值得拥有和学习! ...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/134.html>



CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>