

# 可编程 RF 收发器 CC1100 的原理及开发

孙维明, 石江宏, 陈岳林  
(厦门大学 通信工程系 福建 厦门 361005 )

摘要: 介绍了 Chipcon 公司推出的一款具有极低功耗的可编程 RF 收发器 CC1100 的功能特点, 给出了 CC1100 的应用电路设计及芯片配置方法, 最后讨论了 RF 开发中常见的问题及解决方案。

关键词: RF; CC1100; 电路设计; 芯片配置;

中图分类号: TN4092

文献标识码: B

文章编号: 1006-6977(2007)09-0040-03

## Principle and development of programmable RF transceiver CC1100

SUN Wei-ming, SHI Jiang-hong, CHEN Yue-lin

(Department of Communication Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: The characteristics of the ultra low power RF transceiver CC1100 produced by Chipcon Company are introduced. The application circuit design and configuration are given. The general questions of RF research and its solutions are also discussed.

Key words: RF; CC1100; circuit design; chip configuration

### 1 引言

CC1100 是 Chipcon 公司推出的一款低成本单片的 UHF 收发器, 专为低功耗无线应用而设计。该 RF 收发器工作在 315 MHz、433 MHz、868 MHz 和 915 MHz 的 ISM (工业、科学和医学) 和 SRD (短距离设备) 频率波段, 也可通过软件编程设置频率波段 300 MHz~348 MHz、400 MHz~464 MHz 和 800 MHz~928 MHz。CC1100 内部还集成了一个高度可配置的调制解调器, 该调制解调器支持不同的调制格式, 其数据传输率最高可达 500 Kb/s。CC1100 能为数据包处理、数据缓冲、突发数据传输、清晰信道评估、连接质量指示和电磁波激发提供硬件支持。

CC1100 适用于 AMR- 自动仪表读数、电子消费产品、RKE- 两路远程无键登录、低功耗

率遥感勘测、住宅和建筑自动控制、无线警报和安全系统、工业监测和控制以及无线传感器网络等应用领域。

### 2 CC1100 内部结构

CC1100 内部结构框图如图 1 所示。CC1100 先通过低噪声放大器 (LNA) 对接收到的射频信号进行放大, 然后再对信号的中间频率求积分向下转换。

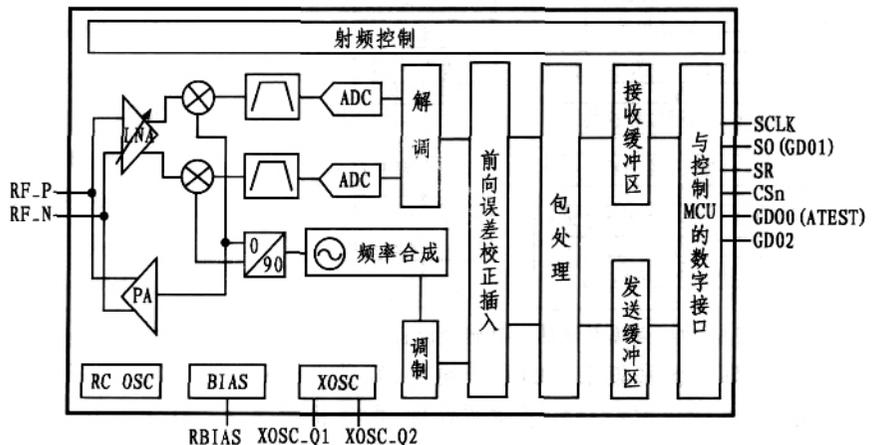


图 1 CC1100 的内部结构

项目简介: 福建省重点科技计划项目 (2005H041)

在中频 I/Q 信号通过 ADC 进行数字化。CC1100 的自动增益控制 (AGC) 细微频率滤波和解调位/数据包同步均数字化工作。

CC1100 发送器部分在 RF 频率直接合成的基础上实现其功能。RF 频率合成器包含一个完整的片上 LC 压控振荡器 (VCO) 和一个对接收模式下的向下转换混频器产生 I 和 Q 的 LO 信号的 90 相移装置。XOSC\_Q1 和 XOSC\_Q2 之间连接晶体可产生合成器的参考频率, 同时为数字部分和 ADC 提供时钟。CC1100 的数字基带可支持频道配置、数据包处理及数据缓冲。

### 3 应用电路

CC1100 采用 QLP 4 mm×4 mm 封装, 该器件共有 20 个引脚。图 2 是 Chipcon 公司推荐的 CC1100 应用电路, 表 1 是应用电路采用的外部元件清单。CC1100 应用电路所需外部元件根据工作频率不同

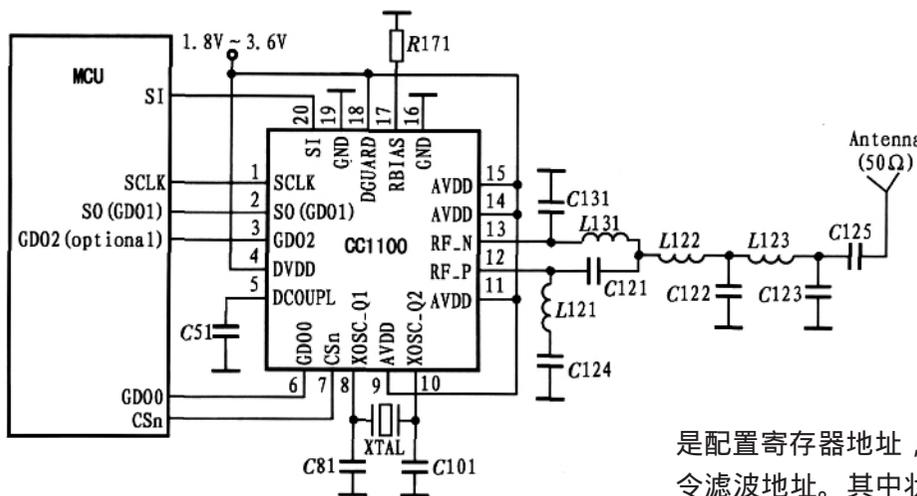


图 2 CC1100 电路原理图

表 1 外部元件清单 (不包括供给退耦电容)

| 元件         | 描述                                 |
|------------|------------------------------------|
| C51        | 数字部分的片内电压调节器的 100 nF 退耦电容          |
| C81/C101   | 晶体负载电容                             |
| C121/C131  | RF 平衡转换器/匹配电容                      |
| C122/C123  | RF 滤波/匹配电容                         |
| C124       | RF 平衡转换器 DC 模块电容                   |
| C125       | RF LC 滤波 DC 模块电容 (只在天线中有 DC 通路时需要) |
| L121/L131  | RF 平衡转换器/匹配电感 (便宜的多层类型)            |
| L122/ L123 | RF LC 滤波/匹配电感 (便宜的多层类型)            |
| R171       | 内部偏电流参考的 56 kΩ 电阻                  |
| XTAL       | 26 MHz ~ 27 MHz 晶体                 |

而略有偏差。

需要注意的是, 应用电路中没有给出退耦电容。实际应用时, 能量供给必须在靠近供给引脚处恰当地退耦。退耦电容器的放置及大小必须严格遵照 Chipcon 公司给出的参考设计以达到最优性能。

## 4 CC1100 与 MCU 的接口

### 4.1 SPI 总线接口

如图 2 所示, CC1100 通过 4 线 SPI 总线接口 (SI、SO、SCLK 和 CSn) 实现与单片机通信, CC1100 工作在 SPI 的从模式, 该模式同时用作写缓存数据。SPI 接口上所有操作都包含一个读/写位, 一个突发访问位和一个 6 位地址的头字节。

地址和数据转换时, CSn 引脚 (低电平有效) 必须保持低电平。如果在转换过程中 CSn 变为高电平, 则转换取消。当 CSn 变低, 在开始转换头字节之前, MCU 必须一直等待, 直到 SO 引脚变低。SO 变低

表明电压调制器已达到稳定, 晶体正在工作中。除非器件处在 SLEEP 或 XOFF 状态, SO 引脚在 CSn 变低之后总会立即变低。

### 4.2 CC1100 内部寄存器配置

单片机通过 SPI 总线读写 CC1100 内部寄存器地址为 0X00~0X3F, 实现功能设定及测试。其中, 0X00~0X2E 是配置寄存器地址, 0X30~0X3F 是状态寄存器和命令滤波地址。其中状态寄存器为只读, 命令滤波为只写。当访问地址为 0X30~0X3F 时, 读写位决定是对寄存器访问还是写命令滤波。利用突发访问实现对地址单元的访问, 但必须注意不能对状态寄存器进行突发访问。CC1100 配置寄存器的读写操作时序如图 3 所示。

(1) 配置寄存器: 对配置寄存器写入相应的设定值便可设定器件的工作状态。比如工作频率、波特率及通信带宽等。

(2) 状态寄存器: 读 0X30~0X3F 地址, 可获悉器件工作状态, 如 CCA 信息, RX 是否溢出等。

(3) 命令滤波: 单片机往 SPI 接口上写 0X30~0X3F 的地址就可命令器件执行某个任务, 如: 器件重启、开启并校准频率合成器及启动 RX/TX 等。

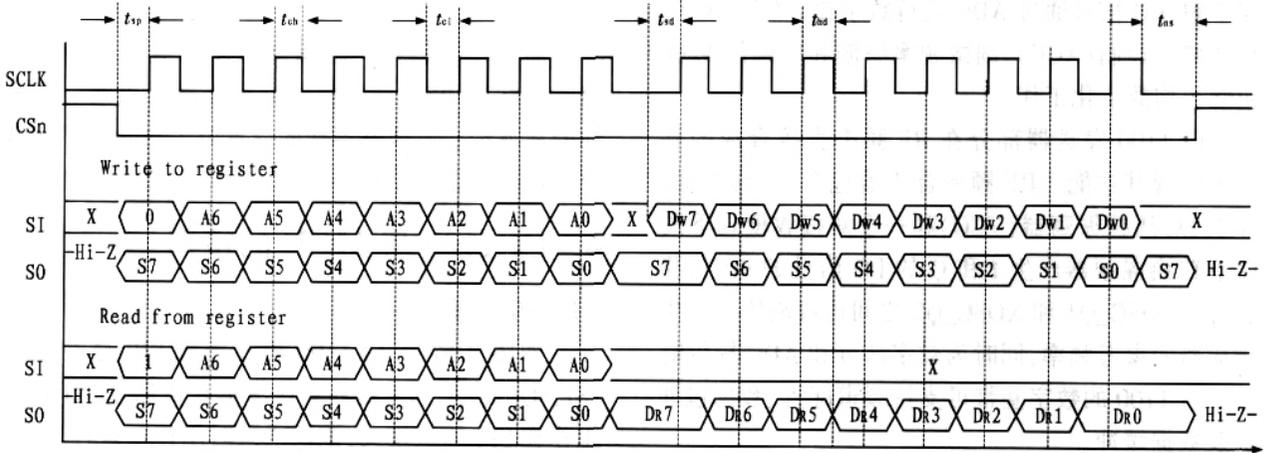


图 3 CC1100 配置寄存器的读写操作时序

### 5 器件的工作状态

#### 5.1 工作状态获取方式

##### (1) 状态寄存器位

获取器件工作状态方式是通过读取状态寄存器值来获得的,比如 CCA、RSSI 和 LQI。

##### (2) 附加的两字节状态字节

除了通过读取状态寄存器值获得器件工作外,还可通过相应设置,在接收端接收数据后通过接收附加的两个状态字节 RSSI [7:0]、CRC\_OK 以及 LQI [6:0]获取器件状态信息。

#### 5.2 状态字节

向器件引脚写头字节时,可以从 SO 引脚上读取器件状态字节:CHIP\_RDYN + STATE[2:0] + FIFO\_BYTE\_AVAILABLE[3:0]

CHIP\_RDYN 一直保持高电平直到电源和时钟达到稳定。从 STATE[2:0]中可获悉当前主机的模式,比如:发送、接收、RX FIFO 上溢及 FX FIFO 下溢等。从 FIFO\_BYTE\_AVAILABLE[3:0]中可以得知当时 TX FIFO 的可用位数和自由位数。

#### 5.3 GDO 测试引脚

通过对 IOCFGX\_GDOX 寄存器写入相应值可得到不同的测试信号,如:前导质量到达标记、CCA 状态、在侦测到同步词汇时产生一个中断触发信号、产生 FIFO 状态信号等。

### 6 常见问题及解决方案

#### 6.1 电源噪声干扰

RF 电路对电源噪声干扰十分敏感,尤其是高次谐波和电压毛刺,当干扰严重时可导致 RF 器件无

法正常工作。因此,含 RF 电路的 PCB 板在布板时需要十分小心,电源部分一定要加耦合电路,而且最好不要采用自动布线,以保证器件可靠接地。

#### 6.2 RF 通信异常

实验时经常会发现 CC1100 之间通信异常现象,原因是接收方 RXFIFO 溢出后 RF 无法再接收新的数据。首先,初始化 RF 时应关闭中断,然后在接收失败时清空 RXFIFO 就能解决此问题。

### 7 结束语

CC1100 支持 2FSK、GFSK、ASK、MSK 调制方式,适合跳频(具有高速频率合成器),具有高灵敏度(1.2 Kb/s 下 -110 dBm,1%包误差)、低电流(RX 下 15.6 mA,2.4 Kb/s 433 MHz)、可编程输出功率(对所有频率支持 -30 dBm~+10 dBm)、电磁波激活(WOR)等强大的功能特性,极大满足了短距离微功率的无线通信需求,将广泛应用于 ISM(工业、科学和医学)和 SRD(短距离设备)中。

#### 参考文献:

[1] Chipcon.CC1100 Data Sheet[DB/OL].[http://www.chipcon.com/files/CC1100\\_data\\_sheet\\_1\\_0.pdf](http://www.chipcon.com/files/CC1100_data_sheet_1_0.pdf), 2005.  
 [2] 朱卫华,黄智伟.单片编程 RF 收发器 CC4400 的原理及应用[J].国外电子元器件,2001(5):32-34.  
 [3] 王晓利.低功率 RF 收发器在无线耳机通信方面的应用[J].现代电子技术,2004,27(2):53-54.

作者简介:孙维明(1984-),男,厦门大学硕士研究生。主要研究方向:移动自组织网技术。

收稿日期:2007-04-25

咨询编号:070913