

XN297 产品说明书

2.4GHz 单片高速无线收发芯片

概述

XN297是一款工作在2.400~2.483GHz世界通用ISM频段的单片无线收发芯片。该芯片集成射频收发器、频率发生器、晶体振荡器、调制解调器等功能模块，并且支持一对多组网和带ACK的通信模式。发射输出功率、工作频道以及通信数据率均可配置。

主要特性

1、低功耗

发射模式（0dBm）工作电流15mA；接收模式工作电流14mA；休眠电流2uA。

2、省方案成本

外围元器件（除晶振外）仅需要少量的电阻、电感、电容；

支持双层印制板设计，可以使用印制板微带天线；

芯片自带部分链路层的通信协议；需要配置参数的寄存器少，使用方便。

3、高性能

1/2Mbps模式的接收灵敏度为-88/-85dBm；最大发射输出功率11dBm；

抗干扰性好，接收滤波器的邻道抑制高。

其它特性

通信数据率支持1或2Mbps	SPI 接口速率最高支持8Mbps
支持最大数据长度为32/64字节	20引脚QFN封装
支持16MHz晶振±60ppm	工作电压支持2~3.6V
GFSK通信方式	支持自动应答及自动重传
支持RSSI检测功能	数据带扰码和自动校验功能

应用方案

无线鼠标键盘

电视和机顶盒遥控器

无线游戏手柄

遥控玩具

有源无线标签

智能家居及安防系统

工业传感器及无线工控设备

目录

1 主要电特性	1
2 极限最大额定值	2
3 系统结构方框图	3
4 引脚定义	3
5 芯片工作状态	5
5.1 工作模式	5
5.2 工作状态图	5
5.3 休眠模式	6
5.4 待机模式-I	6
5.5 待机模式-II	7
5.6 接收模式	7
5.7 发射模式	7
6 数据通信模式	8
6.1 不带自动重传不带 ACK 的通信模式	8
6.2 带自动重传带 ACK 的通信模式	8
6.3 带自动重传带 ACK 的发送模式	9
6.4 带自动重传带 ACK 的接收模式	10
6.5 带自动重传带 ACK 通信模式下的数据包识别	10
6.6 带自动重传带 ACK 通信模式下的 PTX 和 PRX 的时序图	11
6.7 带自动重传带 ACK 通信模式下的接收端一对多通信	11
6.8 DATA FIFO	13
6.8 中断引脚	13
7 SPI 控制接口	14
7.1 SPI 指令格式	14

2.4GHz 无线收发芯片

7.2 SPI 时序.....	15
8 控制寄存器.....	17
9 数据包格式描述.....	34
9.1 不带自动重传不带 ACK 通信模式的数据包形式.....	34
9.2 带自动重传带 ACK 通信模式的数据包形式.....	34
9.3 带自动重传带 ACK 通信模式的 ACK 包形式.....	35
10 典型应用电路.....	36
11 联系方式.....	错误!未定义书签。

版本	修订时间	更新内容	相关文档
V1.2	2014.07		
V1.3	2015.03	更正规格书上的部分错误	02_XN297 硬件设计和调试参考 03_XN297 软件设计和调试参考 04_XN297_RFdemo 05_SampleCode

1 主要电特性

表1 XN297主要电特性

特 性	条件(除另有规定外, VCC = 3V±5%, TA=25°C)	参数值			单位
		最小	典型	最大	
<i>ICC</i>	休眠模式		2		uA
	待机模式 I		50		uA
	待机模式 II		750		uA
	发射模式 (0dBm)		15	16	mA
	发射模式 (8dBm)		23	25	mA
	接收模式 (2Mbps)		15	16	mA
	接收模式 (1Mbps)		14	15	mA
系统指标					
<i>f_{OP}</i>	工作频率	2400		2483	MHz
<i>PLL_{res}</i>	锁相环频率步径		1		MHz
<i>f_{XTAL}</i>	晶振频率		16		MHz
<i>DR</i>	码率	1		2	Mbps
Δf_{1M}	调制频偏@1Mbps		160	250	KHz
Δf_{2M}	调制频偏@2Mbps		320	500	KHz
<i>FCH_{1M}</i>	频道间隔@1Mbps		1		MHz
<i>FCH_{2M}</i>	频道间隔@2Mbps		2		MHz
发射模式指标					
<i>PRF</i>	典型输出功率 1		8		dBm
<i>PRF</i>	典型输出功率 2		0		dBm
<i>PRFC</i>	输出功率范围	-11		11	dBm
<i>PBW₂</i>	载波调制的 20dB 带宽(2Mbps)		1.8	2.1	MHz
<i>PBW₁</i>	载波调制的 20dB 带宽(1Mbps)		0.9	1.1	MHz
接收模式指标					
<i>RX_{max}</i>	误码率 < 0.1% 时的最大接收幅度		0		dBm
<i>RXSENS2</i>	接收灵敏度 (0.1%BER) @2Mbps		-85		dBm
<i>RXSENS1</i>	接收灵敏度 (0.1%BER) @1Mbps		-88		dBm
<i>C/I_{CO}</i>	同频的通道选择性@2Mbps		13		dBc

2.4GHz 无线收发芯片

C/I_{1ST}	第 1 相邻道选择性@2Mbps		-8		dBc
C/I_{2ND}	第 2 相邻道选择性@2Mbps		-12		dBc
C/I_{3RD}	第 3 相邻道选择性@2Mbps		-20		dBc
C/I_{4TH}	第 4 相邻道选择性@2Mbps		-28		dBc
C/I_{CO}	同频的通道选择性@1Mbps		13		dBc
C/I_{1ST}	第 1 相邻道选择性@1Mbps		5		dBc
C/I_{2ND}	第 2 相邻道选择性@1Mbps		-10		dBc
C/I_{3RD}	第 3 相邻道选择性@1Mbps		-16		dBc
C/I_{4TH}	第 4 相邻道选择性@1Mbps		-24		dBc
操作条件					
V_{DD}	供电电压	2.0	3	3.6	V
V_{SS}	芯片地		0		V
V_{OH}	高电平输出电压	VDD-0.3		VDD	V
V_{OL}	低电平输出电压	VSS		VSS+0.3	V
V_{IH}	高电平输入电压	2.0	3	3.6	V
V_{IL}	低电平输入电压	VSS		VSS+0.3	V

2 极限最大额定值

表2 XN297极限最大额定值

特 性	条 件	参 数 值			单 位
		最 小	典 型	最 大	
最大额定值					
V_{DD}	供电电压	-0.3		3.6	V
V_I	输入电压	-0.3		5	V
V_O	输出电压	VSS		VDD	
Pd	总功耗 ($T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$)			100	mW
T_{OP}	工作温度	-40		85	$^{\circ}\text{C}$
T_{STG}	存储温度	-40		125	$^{\circ}\text{C}$

* 注意：使用中强行超过一项或多项极限最大额定值会导致器件永久性损坏。

* 小心：静电敏感器件，操作时遵守防护规则。

3 系统结构方框图

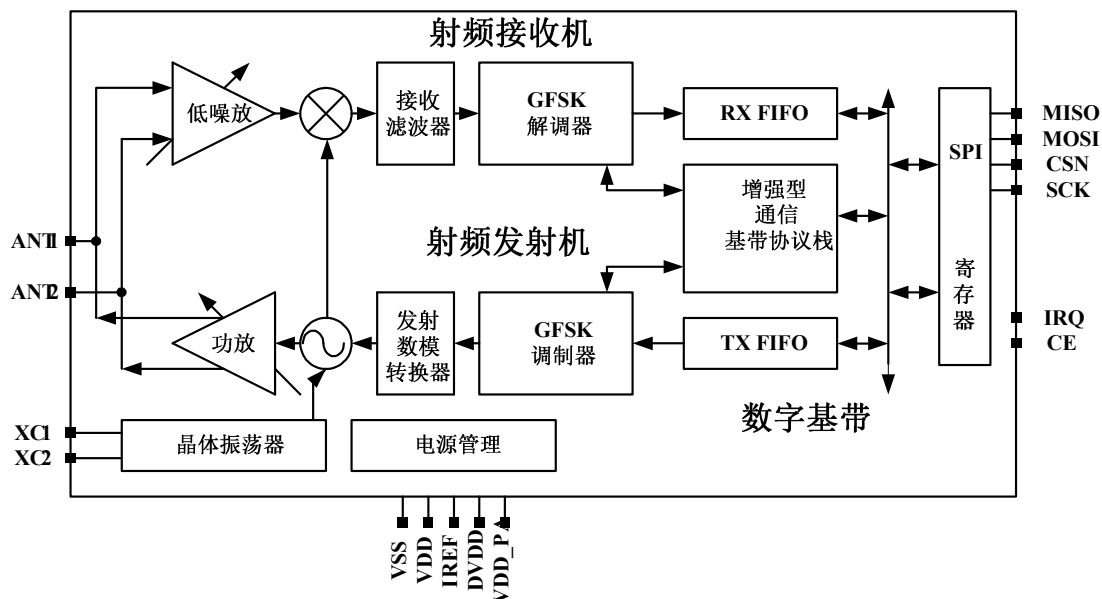


图1 XN297系统结构方框图

4 引脚定义

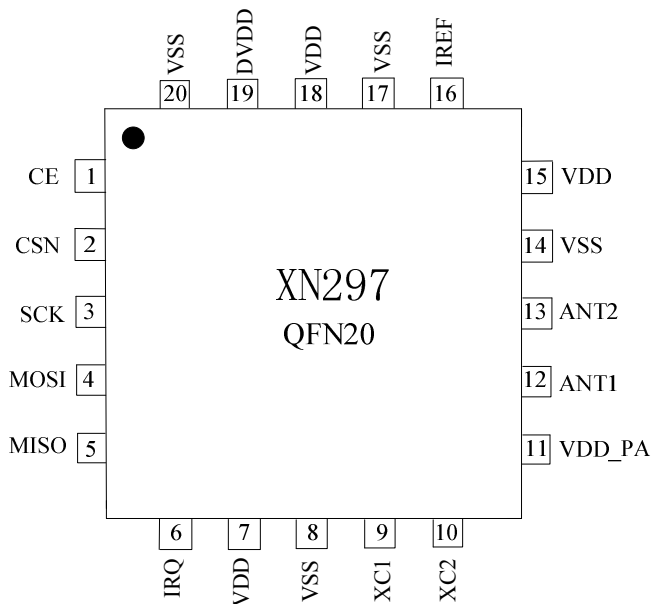


图2 XN297引脚功能图

表3 引脚功能说明

2.4GHz 无线收发芯片

引出端 序号	符号	功能	引出端 序号	符号	功能
1	CE	模式片选信号	11	VDD_PA	内部电压输出
2	CSN	SPI 片选信号	12	ANT1	天线端口 1
3	SCK	SPI 时钟信号	13	ANT2	天线端口 2
4	MOSI	SPI 数据输入信号	14	VSS	地 (GND)
5	MISO	SPI 数据输出信号	15	VDD	电源输入
6	IRQ	中断信号	16	IREF	参考电流
7	VDD	电源输入	17	VSS	地 (GND)
8	VSS	地 (GND)	18	VDD	电源输入
9	XC1	晶振输入	19	DVDD	内部电压输出
10	XC2	晶振输出	20	VSS	地 (GND)

5 芯片工作状态

本章描述XN297各种工作模式，以及用于控制芯片进入各工作模式的方法。XN297芯片自带状态机受控于芯片内部寄存器的配置值和外部引脚信号。

5.1 工作模式

XN297有5种工作模式。表4给出了各模式对应的控制寄存器和FIFO寄存器状态。

表4 XN297的5种工作模式对应的控制参数配置和FIFO寄存器状态

模式	PWR_UP位 (CONFIG寄存器)	PRIM_RX位 (CONFIG寄存器)	CE引脚	TX FIFO寄存器状态
接收模式	1	1	1	X
发送模式	1	0	1	有数据在TX FIFO寄存器中
待机模式-I	1	X	0	X
待机模式-II	1	0	1	TX FIFO为空
休眠模式	0	X	X	X

5.2 工作状态图

图3是XN297工作状态图，表示5种工作模式之间的跳变。XN297在VDD大于2.0V才开始正常工作。即使进入休眠模式，MCU还是可以通过SPI发送配置命令及CE管脚使芯片进入其它4种状态。

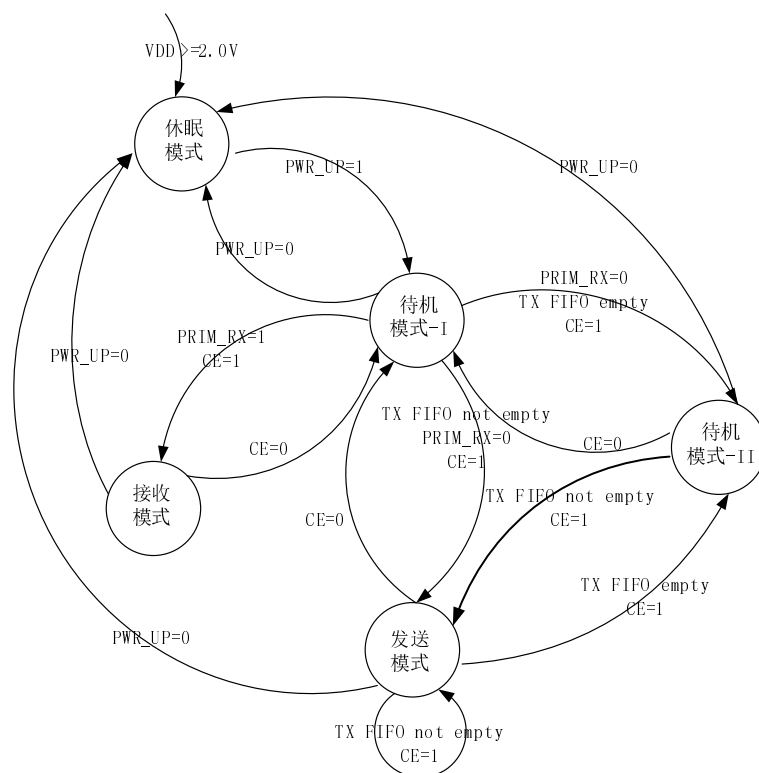


图3 工作状态图

5.3 休眠模式

在休眠模式下，XN297所有功能关闭，保持电流消耗最小。进入休眠模式后，XN297停止工作，但寄存器内容保持不变。休眠模式由寄存器中PWR_UP位控制。

5.4 待机模式-I

在待机模式-I下，芯片维持晶振低电流振荡而其余功能模块均关闭，消耗的平均电流较小。在休眠模式下，通过配置寄存器PWR_UP的值为1，芯片即可进入待机模式-I。而处于发射或接收模式时，只要CE引脚置0芯片就会重新返回到待机模式-I。

5.5 待机模式-II

发送端TX FIFO寄存器为空并且CE引脚置1，进入待机模式-II（待机模式-II通常可以理解为预备发射模式）。此时，晶振有较强的输出驱动能力且芯片的电源管理模块开启。待机模式-II下，如果有数据包送入TX FIFO，此时芯片内部锁相环立刻启动工作并且经过一段锁相环的锁定时间后，发射机将数据包发射出去。

5.6 接收模式

当PWR_UP、PRIM-RX、CE引脚置1时，进入接收模式。

在RX模式下，射频部分接收从天线来的信号，将其放大、下变频、滤波和解调，根据地址、校验码、数据长度等，判断是否收包有效，有效收包上传RX FIFO，上报中断。如果RX FIFO是满的，接收的数据包就会被丢弃。

5.7 发射模式

当PWR_UP置1、CE引脚有置1脉冲（从0置1并维持20us以上，再置0）、PRIM-RX置0且TX FIFO中存在有效数据，进入发射模式。

XN297在数据包发送完之前都会保持在发送模式。发送完成后（CE=0），返回到待机模式-I。XN297采用PLL开环发射方式。

6 数据通信模式

XN297芯片搭配MCU来共同完成通信功能。链路层，如数据组帧、校验、地址判断、数码去噪白化、数据重传和ACK响应等处理是由芯片内部完成的，无需MCU参与。

XN297芯片可配置为二个不同的RX FIFO 寄存器（32字节）或者一个RX FIFO寄存器（64字节）（6个接收通道共享）、二个不同的TX FIFO 寄存器（32字节）或者一个TX FIFO寄存器（64字节）。在休眠模式和待机模式下，MCU可以访问FIFO寄存器。

XN297芯片主要有二种数据通信模式：

- ◆ 不带自动重传不带ACK的通信模式；
- ◆ 带自动重传带ACK的通信模式；

6.1 不带自动重传不带 ACK 的通信模式

不带自动重传不带ACK的通信模式下，发送端从TX FIFO寄存器中取出数据并且发送，发送完成后上报中断（中断需要清除），同时TX FIFO寄存器清除该数据（TX FIFO需要清空）；接收端接收到有效的地址和数据时上报中断通知MCU，随后MCU可将该数据从RX FIFO寄存器中读出（中断需要清除，RX FIFO需要清空）。

不带自动重传不带ACK的通信模式，（0X01）EN_AA寄存器置0X00，（0X04）SETUP_RETR寄存器置0X00，（0X1C）DYNPD寄存器置0X00，（0X1D）FEATURE寄存器的低3位置000。

6.2 带自动重传带 ACK 的通信模式

带自动重传带ACK的通信模式下，把主动发起通信的一方称为PTX（主发端），把接收数据并响应的一方称为PRX（主收端）。PTX发出数据后等待应答信号，PRX接收到有效数据后回应信号。PTX规定时间内未收到应答信号，自动重新发送数据。自动重传和自动应答功能为XN297芯片自带，无需MCU参与。

PTX在发送数据后自动转到接收模式等待应答信号。如果没有在规定时间内收到正确的

应答信号，PTX将重发相同的数据包，直到收到应答信号，或传输次数超过ARC的值（SETUP_RETR寄存器）产生MAX_RT中断。PTX收到应答信号，即认为数据已经发送成功（PRX收到有效数据），清除TX FIFO中的数据并产生TX_DS中断（中断需要清除，TX FIFO需要清空）。

PRX每次收到一包有效数据都会回ACK应答信号，该数据如果为新数据（PID值与上一包数据不同）保存到RX FIFO，否则就丢弃。

带自动重传带ACK的通信模式，需要保证PTX的TX地址（TX_ADDR）、通道0的RX地址（如RX_ADDR_P0），以及PRX的RX地址（如RX_ADDR_P5）三者相同。例：在图5中，PTX5对应PRX的数据通道5，地址设置如下：

PTX5 : TX_ADDR=0xC2C3C4C5C1

PTX5 : RX_ADDR_P0=0xC2C3C4C5C1

RX : RX_ADDR_P5=0xC2C3C4C5C1

带自动重传带ACK的通信模式有如下特征：

- ◆ 减少MCU的控制，简化软件操作；
- ◆ 抗干扰能力强，减少无线传输中因瞬间同频干扰造成的丢包，更易开发跳频算法；
- ◆ 重传过程中，减少MCU通过SPI接口的每次写入待发送数据的操作时间。

6.3 带自动重传带 ACK 的发送模式

1、CE引脚置0，CONFIG寄存器的PRIM_RX位先置0。

2、当发送数据时，发送地址（TX_ADDR）和有效数据（TX_PLD）通过SPI接口按字节写入地址寄存器和TX FIFO。CSN引脚为低时，数据写入，CSN引脚再次为高，数据完成写入。

3、CE引脚从0置1并维持20us以上，再置0，启动发射。

4、自动应答模式下（SETUP_RETR寄存器置不为0，ENAA_P0 = 1），PTX发送完数据后立即自动将通道0切换到接收模式等待应答信号。如果在有效应答时间范围内收到ACK应答信号，则认为数据发送成功，状态寄存器的TX_DS位置1并自动清除TX FIFO中的数据。如果在设定时间范围内没有接收到应答信号，则自动重传数据。

5、如果自动传输计数器（ARC_CNT）溢出（超过了设定值），则状态寄存器的MAX_RT位置1，不清除TX FIFO中的数据。当MAX_RT或TX_DS为1时，IRQ引脚产生低电平中断（需要使能相应中断）。中断可以通过写状态寄存器来复位。

6、数据包丢失计数器（PLOS_CNT）在每次产生MAX_RT中断后加一。自动传输计数器

ARC_CNT统计重发数据包的次数；数据包丢失计数器PLOS_CNT统计在达到最大允许传输次数时仍没有发送成功的数据包个数。

7、产生MAX_RT或TX_DS中断后（CE引脚置0），系统进入待机模式-I。

6.4 带自动重传带 ACK 的接收模式

1、CE引脚置0，CONFIG寄存器的PRIM_RX位先置1。准备接收数据的通道必须被使能（EN_RXADDR 寄存器），所有工作在增强型通信模式下的数据通道的自动应答功能是由EN_AA寄存器来使能的，有效数据宽度是由RX_PW_PX寄存器来设置的。

2、接收模式由设置CE引脚为1启动。

3、预设的等待时间后，PRX开始检测无线信号。

4、接收到有效的数据包后，数据存储在RX_FIFO中，同时RX_DR位置1，产生中断。

状态寄存器中RX_P_NO位显示数据是由哪个通道接收到的。

5、自动发送ACK应答信号。

6、如果CE引脚保持为1，继续进入接收模式；如果CE引脚置为0，则进入待机模式-I；

7、MCU以合适的速率通过SPI口将数据读出。

6.5 带自动重传带 ACK 通信模式下的数据包识别

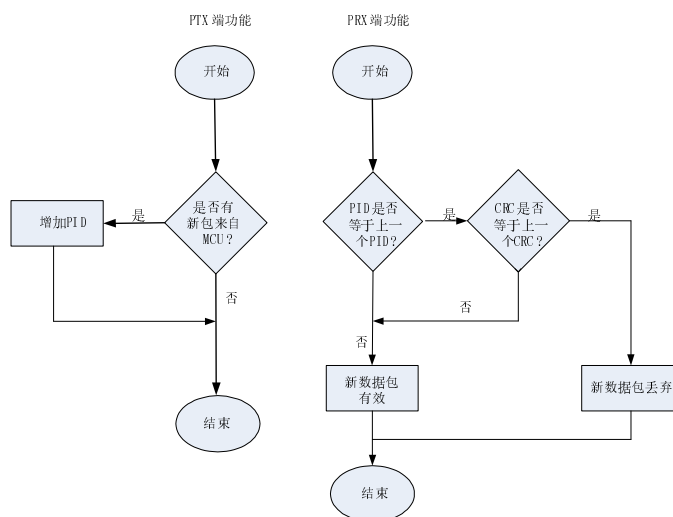


图4 PID生成和检测

每一包数据都包括两位的PID（数据包标志位），来帮助接收端识别该数据是新数据包还是重发的数据包，防止多次存入相同的数据包，PID的生成和检测如图4所示。发送端从MCU取得一包新数据后PID值加一。

6.6 带自动重传带 ACK 通信模式下的 PTX 和 PRX 的时序

图

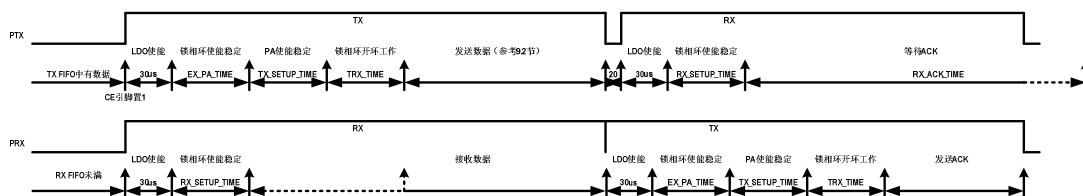


图5 带自动重传带ACK通信模式下的PTX和PRX的时序图（发送成功）

如图 5 所示的是一次 PTX 和 PRX 通信的芯片内部时序图，使得通信成功必须满足以下两个条件：

- ◆ 条件 1、PTX (或 PRX) 发射的锁相环使能稳定+ PA 使能稳定+锁相环开环工作的三段时间之和，大于 PRX (或 PTX) 接收的锁相环使能稳定时间 20us 以上，这样可以保证 PTX (或 PRX) 发射数据的时间段落在 PRX (或 PTX) 接收数据的时间段内；
- ◆ 条件 2、PRX 发送 ACK 的锁相环使能稳定+PA 使能稳定+锁相环开环工作+发送 ACK 的四段时间之和，小于 PTX 接收的锁相环使能稳定+等待 ACK 的两端时间之和，这样可以保证 PRX 回复 ACK 的时间端落在 PTX 等待 ACK 的时间段内；

各时间段的定义参考 8 章；发送数据的时间参考 9.2 节，为发送数据长度×一位数据传输时间。

6.7 带自动重传带 ACK 通信模式下的接收端一对多通信

XN297芯片作为发射端，对于一对多通信，可以采用不同的地址与多个接收端进行通信。

XN297芯片作为接收端，可以接收6路不同地址相同频率的发送端数据。每个数据通道拥有自己的地址。

使能哪些数据通道是通过寄存器EN_RXADDR来设置的。每个数据通道的地址是通过寄存器RX_ADDR_PX来配置的。通常情况下不允许不同的数据通道设置完全相同的地址。如下，表5给出了一例多接收通道地址配置的示例。

表5 多通道地址设置

2.4GHz 无线收发芯片

	Byte 4	Byte 3	Byte 2	Byte 1	Byte 0
Data pipe 0(RX_ADDR_P0)	0xF1	0xD2	0xE6	0xA2	0x33
Data pipe 1(RX_ADDR_P1)	0xD3	0xD3	0xD3	0xD3	0xD3
	↓	↓	↓	↓	
Data pipe 2(RX_ADDR_P2)	0xD3	0xD3	0xD3	0xD3	0xD4
	↓	↓	↓	↓	
Data pipe 3(RX_ADDR_P3)	0xD3	0xD3	0xD3	0xD3	0xD5
	↓	↓	↓	↓	
Data pipe 4(RX_ADDR_P4)	0xD3	0xD3	0xD3	0xD3	0xD6
	↓	↓	↓	↓	
Data pipe 5(RX_ADDR_P5)	0xD3	0xD3	0xD3	0xD3	0xD7

从表5可以看出数据通道0的5byte总共40位的地址都是可配的；数据通道1~5的地址配置为32位共用地址（与数据通道1共用）+8位各自的地址（最低字节）。

XN297芯片在接收模式下可以与最多6路不同通道通信，如图5所示。每一个数据通道使用不同的地址，共用相同的频道。所有的发射端和接收端设置为带自动重传带ACK的通信模式。

PRX在接收到有效数据后记录PTX的TX地址，并以此地址为目标地址发送应答信号。PTX数据通道0被用做接收应答信号时，数据通道0的RX地址要与TX地址相等以确保接收到正确的应答信号。图6给出了PTX和PRX地址如何配置的例子。

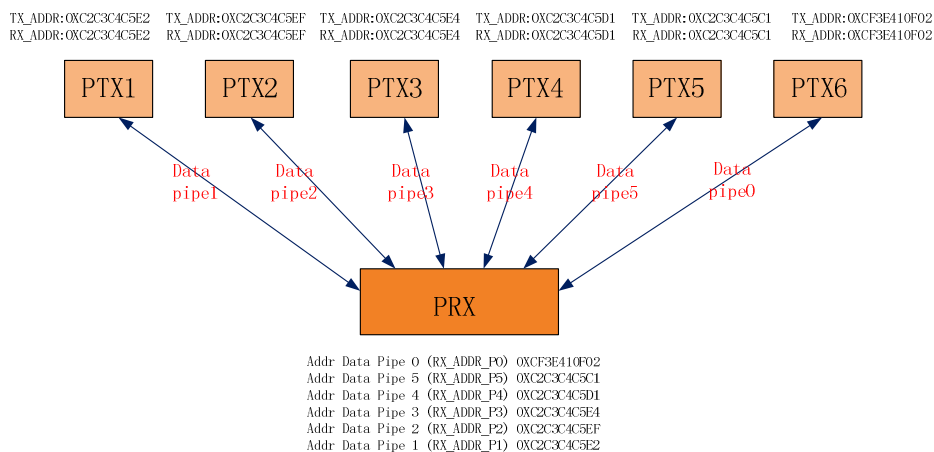


图6 多通道数据传输应答地址示例

6.8 DATA FIFO

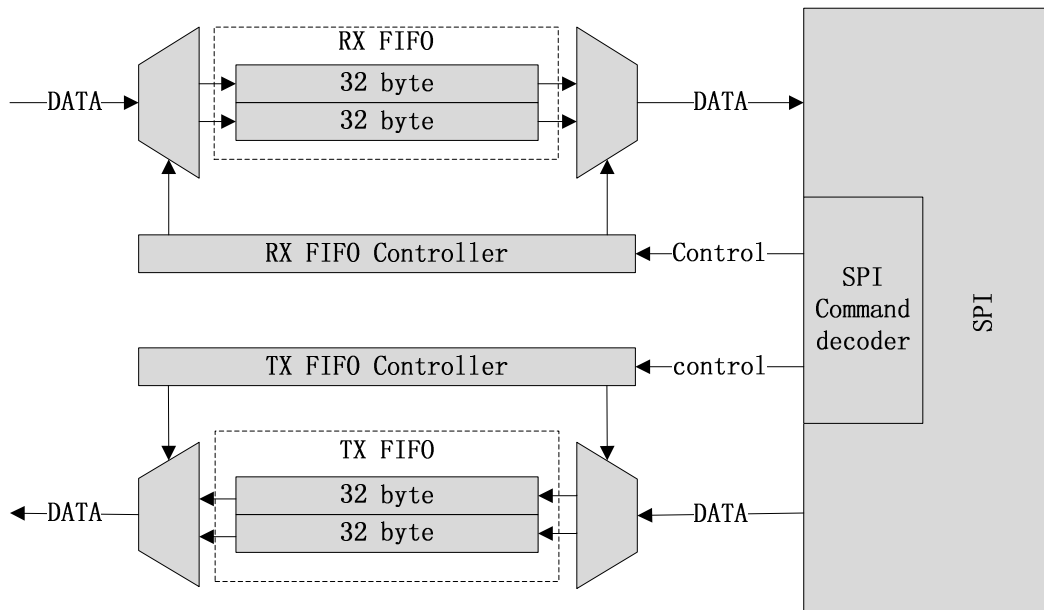


图7 FIFO 框图

XN297包含发TX_FIFO,RX_FIFO。通过SPI命令可读写FIFO。在发送模式下通过W_TX_PAYLOAD和W_TX_PAYLOAD_NO_ACK指令来写TX_FIFO。如果产生MAX_RT中断,在TX_FIFO中的数据不会被清除。在接收模式下通过R_RX_PAYLOAD指令读取RX_FIFO中的payload, R_RX_PL_WID指令读取payload的长度。FIFO_STATUS寄存器指示FIFO的状态。

6.8 中断引脚

XN297芯片的中断引脚(IRQ)为低电平触发,IRQ引脚初始状态为高电平,当状态寄存器中TX_DS、RX_DR或MAX_RT为1,以及相应的中断上报使能位为0时,IRQ引脚的中断触发。MCU给相应中断源写'1'时,清除中断。IRQ引脚的中断触发可以被屏蔽或者使能,通过设置中断上报使能位为1,禁止IRQ引脚的中断触发。

7 SPI 控制接口

XN297芯片通过SPI控制接口对各寄存器进行读写操作。XN297芯片作为从机，SPI接口的数据率一般取决于MCU的接口速度，其最大的数据传输率为8Mbps。

SPI接口是标准的SPI接口见表6，可以使用MCU的通用I/O口模拟SPI接口。CSN引脚为0时，SPI接口等待执行指令。一次CSN引脚由1到0的变化执行一条指令。在CSN引脚由1变0后可以通过MISO来读取状态寄存器的内容。

表6 SPI接口

引脚名称	I/O接口方向	SPI引脚的功能描述
CSN	输入	片选使能，低电平使能
SCK	输入	时钟
MOSI	输入	串行输入
MISO	输出	串行输出

7.1 SPI 指令格式

表7 SPI指令格式

<命令字：由高位到低位（每字节）>

<数据字节：低字节到高字节，每一字节高位在前>

命令名称	命令字 (二进制)	后带数据 (字节数)	操作
R_REGISTER	000A AAAA	1 to 5 低字节在前	读状态寄存器 AAAAA=5bit 寄存器地址
W_REGISTER	001A AAAA	1 to 5 低字节在前	写状态寄存器 AAAAA=5bit 寄存器地址 仅在休眠和待机模式-I下执行。
R_RX_PAYLOAD	0110 0001	1 to 32/64 低字节在前	读接收数据，读操作通常由第0字节开始，读完过后数据将从RX FIFO中删除，接收模式下执行。
W_TX_PAYLOAD	1010 0000	1 to 32/64 低字节在前	写发射数据，写操作通常由0字节开始。
FLUSH_TX	1110 0001	0	清TX FIFO, TX模式下执行。

2.4GHz 无线收发芯片

FLUSH_RX	1110 0010	0	清 RX FIFO, RX 模式下执行。
REUSE_TX_PL	1110 0011	0	用在 PTX 端, 再次使用最后一帧发送的数据并且发送。该命令在刚发送数据并执行 FLUSH_TX 命令后可用。
ACTIVATE	0101 0000	1	用该命令后跟数据 0x73, 将激活以下功能 <ul style="list-style-type: none"> • R_RX_PL_WID • W_TX_PAYLOAD_NOACK 再次使用该命令后跟同样数据, 将关闭上述功能。该命令仅在休眠模式和待机模式-I 下执行。
R_RX_PL_WID	0110 0000	0	读 RX FIFO 最顶部 RX-payload 数据宽度。
W_TX_PAYLOAD_NOACK	1011 0000	1 to 32/64 低字节在前	写发射数据, 写操作通常由 0 字节开始。TX 模式下执行, 使用该命令发送数据不判自动应答。
NOP	1111 1111	0	无操作。

R_REGISTER 和 W_REGISTER 寄存器可能操作单字节或多字节寄存器。当访问多字节寄存器时首先要读/写的是最低字节的高位。对于多字节寄存器可以只写部分字节, 没有写的高字节保持原有内容不变。例如: RX_ADDR_P0 寄存器的最低字节可以通过写一个字节给寄存器 RX_ADDR_P0 来改变。

7.2 SPI 时序

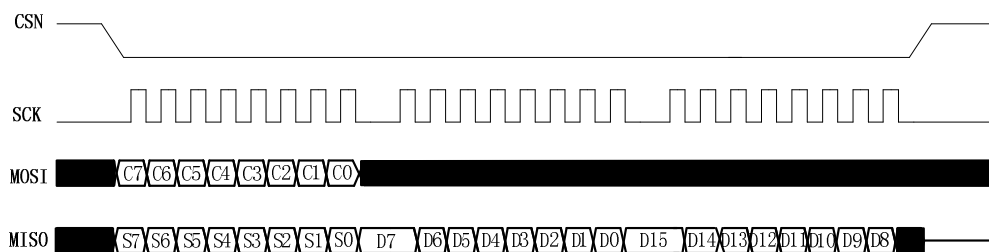


图8 SPI读操作

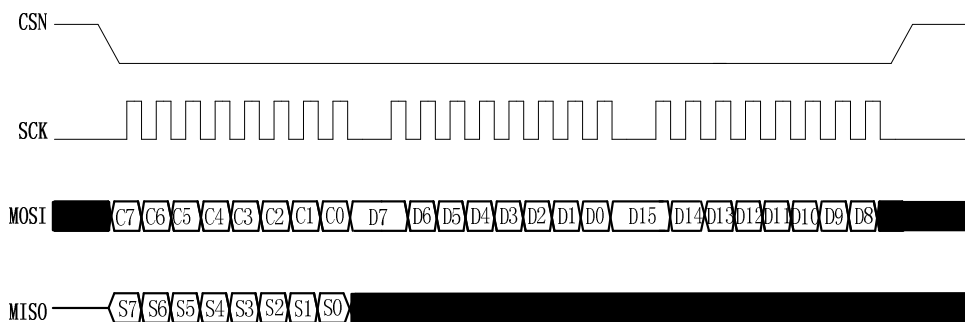


图9 SPI写操作

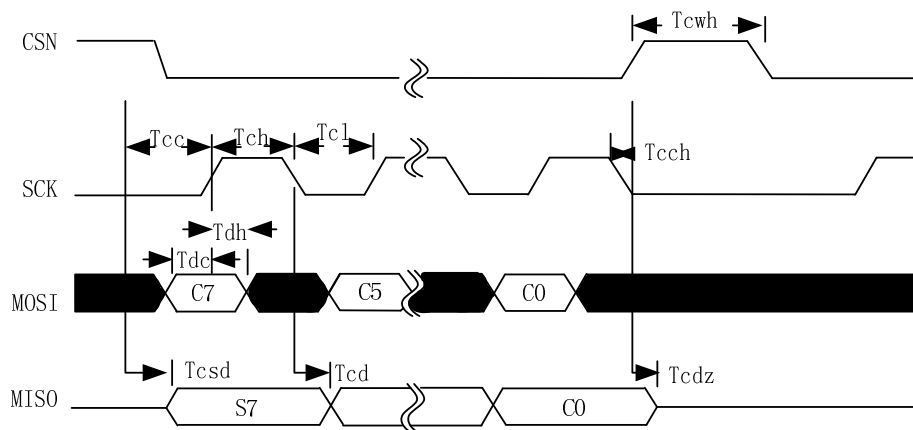


图10 SPI, NOP操作时序图

表8 SPI操作参考时间

SYMBOL	PARAMETERS	MIN	MAX	UNITS
Tdc	数据建立时间	15		ns
Tdh	数据保持时间	2		ns
Tcsd	CSN信号有效时间		40	ns
Tcd	SCK信号有效时间		51	ns
Tcl	SCK信号低电平时间	38		ns
Tch	SCK信号高电平时间	38		ns
Fsck	SCK信号频率		8	MHz
Tr, Tf	SCK信号上升下降时间		110	ns
Tcc	CSN信号建立时间	2		ns
Tcch	CSN信号保持时间	2		ns
Tcwh	CSN无效时间	49		ns
Tcdz	CSN信号高阻抗		40	ns

注：表8的参数可根据选择的MCU进行调整

图8~10和表8给出了SPI操作及时序。在写寄存器之前一定要进入休眠模式或待机模式-I。在图中用到了下面的符号：

C_i -SPI指令位

S_i -状态寄存器位

D_i -数据位 (备注：由低字节到高字节，每个字节中高位在前)

注： $i = 1, 2, 3, \dots, n$ 。

8 控制寄存器

可以通过SPI读写操作表9中的寄存器，来配置和控制XN297。表9中未定义的寄存器，读取结果为“0”。

表9 控制寄存器

2.4GHz 无线收发芯片

地址 (HEX)	寄存器	BIT	推荐值	读写	说明
00	CONFIG				工作寄存器
	DATAOUT_S EL	7	0	R/W	数据读取选择位 (测试用) 1: 0X09 的 DATAOUT 寄存器读取的值为第一种测试功能的值 0: 0X09 的 DATAOUT 寄存器读取的值为第二种测试功能的值
	MASK_RX_D R	6	0	R/W	接收数据成功的中断上报使能位 1: 中断不反映到 IRQ 引脚 0: RX_DR 中断反映到 IRQ 引脚
	MASK_TX_D S	5	0	R/W	发送数据成功的中断上报使能位 1: 中断不反映到 IRQ 引脚 0: TX_DS 中断反映到 IRQ 引脚
	MASK_MAX_ RT	4	0	R/W	发送失败并达到最大传输次数的 中断上报使能位 1: 中断不反映到 IRQ 引脚 0: MAX_RT 中断反映到 IRQ 引 脚
	EN_CRC	3	1	R/W	CRC 使能位 1: CRC 使能, 2byte 0: CRC 不使能, 并且不判 CRC 校验
	N/A	2	1	R/W	保留
	PWR_UP	1	0	R/W	芯片使能位 1: POWER_UP 0: POWER_DOWN
	PRIM_RX	0	0	R/W	RX/TX 控制位 1: PRX 0: PTX
01	EN_AA Enhanced Burst				接收通道的自动应答使能
	Reserved	7:6	00	R/W	Only 00 allowed
	ENAA_P5	5	0	R/W	使能 pipe5 自动应答
	ENAA_P4	4	0	R/W	使能 pipe4 自动应答
	ENAA_P3	3	0	R/W	使能 pipe3 自动应答

2.4GHz 无线收发芯片

	ENAA_P2	2	0	R/W	使能 pipe2 自动应答
	ENAA_P1	1	0	R/W	使能 pipe1 自动应答
	ENAA_P0	0	1	R/W	使能 pipe0 自动应答
02	EN_RXADDR				接收通道使能
	Reserved	7:6	00	R/W	Only 00 allowed
	ERX_P5	5	0	R/W	使能 data pipe 5
	ERX_P4	4	0	R/W	使能 data pipe 4
	ERX_P3	3	0	R/W	使能 data pipe 3
	ERX_P2	2	0	R/W	使能 data pipe 2
	ERX_P1	1	0	R/W	使能 data pipe 1
	ERX_P0	0	1	R/W	使能 data pipe 0
03	SETUP_AW				地址宽度设置
	Reserved	7:2	000000	R/W	Only 000000 allowed
	AW	1:0	11	R/W	RX/TX 地址宽度 00:无效 01: 3 字节 10: 4 字节 11: 5 字节 如果地址宽度设置低于 5 字节， 地址使用低字节
04	SETUP_RETR				自动传输设置
	ARD	7:4	0000	R/W	自动传输延时 0000 :250μs 0001 :500μs 0010 :750μs 1111: 4000μs
	ARC	3:0	0011	R/W	自动传输次数设置 0000: 不带自动重传不带 ACK 的通信模式 0000 ~ 1111: 带自动重传的通信模式 0001: 带 ACK 的 1 次传输 0002: 带自动重传带 ACK 的 2 次传输 1111: 带自动重传带 ACK 的 15

2.4GHz 无线收发芯片

					次传输
05	RF_CH				通信频道设置
	Reserved	7	0	R/W	Only 0 allowed
	RF_CH	6:0	1001110	R/W	设置使用频道为 Channel=RF_CH + 2400
06	RF_SETUP				通信参数配置
	RSSI_EN	7	0	R/W	RSSI 使能位 (测试用) 1: RSSI 使能 0: RSSI 不使能
	Reserved	6	0	R/W	Only 0 allowed
	RSSI_SEL	5	0	R/W	RSSI 输出数据方式 (测试用) 1: 采样信号经过滤波器 0: 采样信号不经过滤波器
	Reserved	4	0	R/W	Only 0 allowed
	RF_DR	3	0	R/W	数据速率 0: 1Mbps 1: 2Mbps
	RF_PWR	2:1	10	R/W	设置 RF 输出功率 00: -10dBm 01: 0dBm 10: 8dBm 11: 最大输出功率 11dBm
	LNA_HCURRE	0	1	R/W	设置 LNA 高电流使能 1: 高电流 0: 低电流
07	STATUS				状态寄存器
	Reserved	7	0	R/W	Only 0 allowed
	RX_DR	6	0	R/W	RX FIFO 接收数据中断位， 在新数据被接收到达 RX FIFO 时 产生中断。 写 1 清中断
	TX_DS	5	0	R/W	TX FIFO 发送数据成功中断位， 在不带自动重传模式下，数据发 送完成后产生中断； 在带自动重传模式下，仅在发送 端收到 ACK 信号后才会将该位 置高。

2.4GHz 无线收发芯片

					写 1 清中断
	MAX_RT	4	0	R/W	发送达到最大传输次数未成功中断位。 写 1 清中断 产生该中断后，继续进行通信必须先清该中断
	RX_P_NO	3:1	111	R	可从 RX_FIFO 读取的 pipe 号 000-101: pipe 号 110: Not Used 111: RX_FIFO 空
	TX_FULL	0	0	R	TX FIFO 满标志 1: TX FIFO 满 0: TX FIFO 未滿可用
08	OBSERVE_TX				传输状态寄存器
	PLOS_CNT	7:4	0	R	丢包计数器 该计数器达到最大值 15 时将停止计数， 该计数器在写 RF_CH 时被复位，未复位该值时不可继续进行通信
	ARC_CNT	3:0	0	R	自动重传的传输次数计数器 自动重传增加一次，ARC_CNT 加一； 在 ARC_CNT 达到 ARC 限定值时，视为丢包，并将 PLOS_CNT 加一； 当新数据写入 TX FIFO 时该计数器复位。
09	DATAOUT				数据读取寄存器（测试用） 根据 0X00 的 CONFIG 寄存器的 DATAOUT_SEL 位选择输出 当 DATAOUT_SEL=1 时，读取的值为第一种测试功能的值 当 DATAOUT_SEL 为 0 时，读取的值为第二种测试功能的值
	ANADATA6	7	0	R	接收带通滤波器自动校验位第 3 位（测试用）， 或 接收机实时的 4 位 RSSI 值的第 3

2.4GHz 无线收发芯片

					位 (最高位) (测试用)
	ANADATA5	6	0	R	接收带通滤波器自动校验位第 2 位 (测试用), 或 接收机实时 RSSI 值的第 2 位 (测试用)
	ANADATA4	5	0	R	锁相环锁定指示位 (测试用), 1: 锁定 0: 未锁定 或 接收机实时 RSSI 值的第 1 位 (测试用)
	ANADATA3	4	0	R	锁相环选择频段位第 3 位 (最高位) (测试用) 或 接收机实时 RSSI 值的第 0 位 (测试用)
	ANADATA2	3	0	R	锁相环选择频段位第 2 位 (测试用) 或 接收机成功接收包的 RSSI 值的第 3 位 (最高位) (测试用)
	ANADATA1	2	0	R	锁相环选择频段位第 1 位 (测试用) 或 接收机成功接收包的 RSSI 值的第 2 位 (测试用)
	ANADATA0	1	0	R	锁相环选择频段位第 0 位 (测试用) 或 接收机成功接收包的 RSSI 值的第 1 位 (测试用)
	RSSIO	0	0	R	保留为 0 或 接收机成功接收包的 RSSI 值的第 0 位 (测试用)
0A	RX_ADDR_P0	39:0	0xE7E7E7E7E7	R/W	data pipe 0 的接收地址, 最长 5 字节。(由低字开始写。地址长

2.4GHz 无线收发芯片

					度由 SETUP_AW 定义)
0B	RX_ADDR_P1	39:0	0xC2C2C2C2C2C2	R/W	data pipe 1 的接收地址,最长 5 字节。(由低字开始写。地址长度由 SETUP_AW 定义)
0C	RX_ADDR_P2	7:0	0xC3	R/W	data pipe 2 的接收地址,仅最低位,高位等于 RX_ADDR_P1[39:8]
0D	RX_ADDR_P3	7:0	0xC4	R/W	data pipe 3 的接收地址,仅最低位,高位等于 RX_ADDR_P1[39:8]
0E	RX_ADDR_P4	7:0	0xC5	R/W	data pipe 4 的接收地址,仅最低位,高位等于 RX_ADDR_P1[39:8]
0F	RX_ADDR_P5	7:0	0xC6	R/W	data pipe 5 的接收地址,仅最低位,高位等于 RX_ADDR_P1[39:8]
10	TX_ADDR	39:0	0xE7E7E7E7E7E7	R/W	发送端地址(由低字节开始写)只能在配置为 PTX 模式的芯片中使用,需要设置 RX_ADDR_P0 等于该地址以便接收 ACK 自动应答。
11	RX_PW_P0				data pipe 0 中的 RX payload 的数据长度
	Reserved	7	0	R/W	Only 0 allowed
	RX_PW_P0	6:0	0000000	R/W	data pipe 0 中的 RX payload 的数据长度(1 到 32/64 字节) 0: 该 Pipe 未用 1 = 1 byte ... 32/64 = 32/64bytes
12	RX_PW_P1				data pipe 1 中的 RX payload 的数据长度
	Reserved	7	0	R/W	Only 0 allowed
	RX_PW_P1	6:0	0000000	R/W	data pipe 1 中的 RX payload 的数据长度(1 到 32/64 字节) 0: 该 Pipe 未用 1 = 1 byte

2.4GHz 无线收发芯片

					... 32/64 = 32/64 bytes
13	RX_PW_P2				data pipe 2 中的 RX payload 的数据长度
	Reserved	7	0	R/W	Only 0 allowed
	RX_PW_P2	6:0	0000000	R/W	data pipe 2 中的 RX payload 的数据长度 (1 到 32/64 字节) 0: 该 Pipe 未用 1 = 1 byte ... 32/64 = 32/64 bytes
14	RX_PW_P3				data pipe 3 中的 RX payload 的数据长度
	Reserved	7	0	R/W	Only 0 allowed
	RX_PW_P3	6:0	0000000	R/W	data pipe 3 中的 RX payload 的数据长度 (1 到 32/64 字节) 0: 该 Pipe 未用 1 = 1 byte ... 32/64 = 32/64 bytes
15	RX_PW_P4				data pipe 4 中的 RX payload 的数据长度
	Reserved	7	0	R/W	Only 0 allowed
	RX_PW_P4	6:0	0000000	R/W	data pipe 4 中的 RX payload 的数据长度 (1 到 32/64 字节) 0: 该 Pipe 未用 1 = 1 byte ... 32/64 = 32/64 bytes
16	RX_PW_P5				data pipe 5 中的 RX payload 的数据长度
	Reserved	7	0	R/W	Only 0 allowed
	RX_PW_P5	6:0	0000000	R/W	data pipe 5 中的 RX payload 的数据长度 (1 到 32/64 字节) 0: 该 Pipe 未用 1 = 1 byte ...

2.4GHz 无线收发芯片

					32/64 = 32/64 bytes
17	FIFO_STATU S				FIFO 状态寄存器
	ANADATA9	7	0	R/W	接收解调器的 96MHz 锁相环锁 定指示位 (测试用) 1: 锁定 0: 未锁定
	TX_REUSE	6	0	R	调用上一帧数据发送的指示位 在使用REUSE_TX_PL命令后,该 位为1,重传上一次发送中最后 一帧数据。该位可以由命令 W_TX_PAYLOAD或FLUSH TX 进行复位操作。
	TX_FULL	5	0	R	TX FIFO 满标志位 1: TX FIFO 满 0: TX FIFO 可用
	TX_EMPTY	4	1	R	TX FIFO 空标志位 1: TX FIFO 空 0: TX FIFO 有数据
	ANADATA8	3	0	R	接收带通滤波器自动校验位第 5 位 (最高位) (测试用)
	ANADATA7	2	0	R	接收带通滤波器自动校验位第 4 位 (测试用)
	RX_FULL	1	0	R	RX FIFO 满标志位 1: RX FIFO 满 0: RX FIFO 可用
	RX_EMPTY	0	1	R	RX FIFO 空标志位 1: RX FIFO 空 0: RX FIFO 有数据
N/A	TX_PLD	255:0	X	W	TX 发送数据 通过 SPI 命令写入 TX 数据,数 据被存放在 2 级 32 字节或 1 级 64 字节 FIFO 中
N/A	RX_PLD	255:0	X	R	RX 接收数据 通过 SPI 命令读出 RX 数据,数 据被存放在 2 级 32 字节或 1 级 64 字节 FIFO 中,所有 RX PIPE 共享同一个 FIFO

2.4GHz 无线收发芯片

19	DEMOD_CAL	7:0 15:8 23:16 31:24 39:32	0x0B 0xDF 0xC4 0xA7 0x03		调制解调参数寄存器 (测试用)
	CHIP	39		R/W	设置芯片是否进入测试模式 1: 进入测试模式 0: 退出测试模式
	PIN	38:36		R/W	设置芯片进入测试模式后的输出 PIN (MISO 引脚/IRQ 引脚) 000(且 CHIP 为 0)为工作模式, 作数据输出和中断输出 000(且 CHIP 为 1)为测试灵敏度模式, 作解调数据和时钟输出 110(且 CHIP 为 1)为测试接收模式, 作 limit I 和 Q 两路输出
	EN_RX	35		R/W	接收通道是否与锁相环同时开启 1: 同时打开 0: 分时打开
	GAUS_CAL	34:31		R/W	高斯滤波器输出到 DAC 的信号大小调整, 该输出信号大小是发射调制频偏大小的决定因素之一 1111: 信号较小 1000: 信号中等 0000: 信号较大
	Reserved	30		R/W	Only 0 allowed
	DELAY2	29		R/W	扰码功能是否使能, 开启扰码功能可以对于待发送的数据进行白化操作, 从而减少长 1 长 0 数据, 使能扰码功能需要收发两端进行相同配置 1: 使能扰码 0: 关闭扰码
	DELAY1	28		R/W	锁相环开环是否使能, 锁相环使能开环状态可以作为发射的载波漂移测试

2.4GHz 无线收发芯片

					1: 锁相环使能开环 0: 锁相环开环受状态机控制
	DELAY0	27		R/W	解调器是否叠加收报的初始偏移量，解调器不叠加初始偏移量可作为接收灵敏度测试 1: 不叠加初始偏移量 0: 叠加初始频偏，接收状态下可以抵消由于中心频偏引起的误码
	Reserved	26:23		R/W	Only 1111 allowed
	TH1	22		R/W	在待机模式-II 下，LDO（除 DVDD 的 LDO 外）是否使能，在测试模式下，测试发射单载波和接收灵敏度时该位置 1 1: 使能 0: 不使能
	Reserved	21:17		R/W	Only 00010 allowed
	PTH	16:13		R/W	接收机数字解调器前导码相关阈值设置，24 位前导码的相关阈值 = PTH+16 1000: 24 位 0110: 22 位 0000: 16 位
	SYNC_SEL	12		R/W	接收机数字解调器的 4 倍采样，取几点相关上计算该位数据正确 1: 3bit 0: 2bit
	DECOD_INV	11		R/W	前导码是否按位取反，一般置 1 使能该功能需要收发两端进行 1: 不按位取反 0: 按位取反
	GAIN1	10:7		R/W	解调器的数据中心值调整环路的基准波形的幅度，置 1110
	GAIN2	6:1		R/W	解调器的数据中心值调整环路的根据基准波形的调整速度，置 000101
	AGGRESSIVE	0		R/W	解调器的码率同步单元的速度选择 1: 大步长调整，速度快

2.4GHz 无线收发芯片

					0: 小步长调整, 速度慢
1C	DYNPD				动态 PAYLOAD 长度使能
	Reserved	7:6	00	R/W	Only 00 allowed
	DPL_P5	5	0	R/W	使能 PIPE 5 动态 PAYLOAD 长度 (需要 EN_DPL 和 ENAA_P5)
	DPL_P4	4	0	R/W	使能 PIPE 4 动态 PAYLOAD 长度 (需要 EN_DPL 和 ENAA_P4)
	DPL_P3	3	0	R/W	使能 PIPE 3 动态 PAYLOAD 长度 (需要 EN_DPL 和 ENAA_P3)
	DPL_P2	2	0	R/W	使能 PIPE 2 动态 PAYLOAD 长度 (需要 EN_DPL 和 ENAA_P2)
	DPL_P1	1	0	R/W	使能 PIPE 1 动态 PAYLOAD 长度 (需要 EN_DPL 和 ENAA_P1)
	DPL_P0	0	0	R/W	使能 PIPE 0 动态 PAYLOAD 长度 (需要 EN_DPL 和 ENAA_P0)
1D	FEATURE				特征寄存器
	Reserved	7:5	000	R/W	Only 000 allowed
	DATA_LEN_S EL	4:3	00		数据长度选择 11: 64byte (512bit) 模式 00: 32byte (256bit) 模式
	EN_DPL	2	0	R/W	使能动态 PAYLOAD 长度
	Reserved	1	0	R/W	Only 0 allowed
	EN_DYN_AC K	0	0	R/W	使能 W_TX_PAYLOAD_NOACK 命令
1E	RF_CAL	7:0 15:8 23:16 31:24 39:32 47:40 55:48	0xDA 0x9A 0xB0 0x79 0xBB 0xAB 0x9C	R/W	射频参数寄存器 (测试用)

2.4GHz 无线收发芯片

	EN_STBII_RX 2TX	55		R/W	PTX 端在从发送模式转为接收模式过程中短暂进入待机模式-II 使能位, 进入待机模式-II 会使得除 DVDD 的 LDO 之外的其余 LDO 都掉电一次 1: 使能 0: 不使能
	BPF_CTRL_B W	54		R/W	接收中频滤波器的 1dB 带宽选择 1: 2MHz 0: 1.7MHz
	BPF_CTRL_G AIN	53		R/W	接收中频滤波器增益控制 1: 19dB 0: 5dB
	PH_SEL	52:51		R/W	快速锁定相位翻转器的初始相位等待选择 11: 等待 6 个相位 10: 等待 5 个相位 01: 等待 4 个相位 00: 等待 3 个相位
	EN_PH	50		R/W	快速锁定相位翻转器使能位 1: 使能 0: 不使能
	Reserved	49		R/W	Only 0 allowed
	RSSI_Gain_C TR	48:47		R/W	RSSI 的信号增益衰减的选择位 00: 不衰减 01: -6dB 10: -12dB 11: -18dB
	Reserved	46		R/W	Only 0 allowed
	MIXL_GC	45		R/W	接收 MIXL 的增益选择 1: 14dB 0: 8dB
	VCOBUF_IC	44:43		R/W	VCO 驱动 MIXH 的驱动器电流选择 00: 600uA 01: 800uA 10: 1mA

2.4GHz 无线收发芯片

					11: 1.2mA
	VCO_CT	42:41		R/W	VCO 负载添加电容选择 00: 电容少, VCO 频率高 11: 电容多, VCO 频率低
	CAL_VREF_SE L	40		R/W	VCO 自动校正参考电压选择 1: 1.15V 0: 1.25V
	DA_VREF_M B	39:37		R/W	DAC 的高参考电压位, 高参考电压位值较大, DAC 输出 幅度较大 111: 高参考电压位值大 000: 高参考电压位值小
	DA_VREF_LB	36:34		R/W	DAC 的低参考电压位, 低参考电压位值较小, DAC 输出 幅度较大 111: 低参考电压位值小 000: 低参考电压位值大
	DA_LPF_CTR L	33		R/W	DAC 的输出幅度控制位 1: 输出幅度 ×0.8 倍 0: 输出幅度 ×0.5 倍
	SPI_CAL_EN	32		R/W	VCO 单次触发自动校正过程 每次该位从 0 置 1 的过程都会触 发一次 VCO 自动校正过程 此外, 在改变工作频道和切换芯 片工作模式并进入收发状态下, 也会触发 VCO 自动校正过程
	PREAMP_CT M	31:29		R/W	PA 驱动级的负载电容选择 000: 399fF 100: 171fF 111: 0fF
	PA_BC	28:27		R/W	PA 的直流电流选择位 00: ×1 01: ×2 10: ×3 11: ×4
	DA_LPF_BW	26		R/W	DAC 的滤波带宽选择 1: 宽带 0: 窄带

2.4GHz 无线收发芯片

	RX_CTM	25:24		R/W	LNA 的谐振频率(负载电容)选择, 00: 2.45GHz 01: 2.52GHz 10: 2.59GHz 11: 2.66GHz
	RCCAL_EN	23		R/W	接收带通滤波器的自动校正使能 1: 使能 0: 不使能
	IB_BPF_TRIM	22		R/W	接收带通滤波器的电流选择 1: $\times 1$ 0: $\times 0.5$
	EN_VCO_CAL	21		R/W	VCO 自动校正使能位 1: 使能 0: 不使能
	PRE_BC	20:18		R/W	预分频器直流电流选择 000: $\times 1$ 001&010: $\times 1.5$ 100&011: $\times 2$ 101&110: $\times 2.5$ 111: $\times 3$
	MIXL_BC	17		R/W	接收 MIXL 电流选择 1: $\times 1$ 0: $\times 0.5$
	VCO_CODE_I N	16:13		R/W	VCO 频段选择位, 仅在 EN_VCO_CAL 为 0 时有效 1111: 高频段 0000: 低频段
	LNA_GC	12:11		R/W	LNA 增益选择 11: 17dB 10: 11dB 01: 5.4dB 00: -0.4dB
	RCCAL_IN	10:5		R/W	接收带通滤波器校正位设置, 仅在 RCCAL_EN 为 0 时有效 111111: 中频中心频率低 000000: 中频中心频率高
	VCO_BIAS	4:2		R/W	VCO 电流设置

2.4GHz 无线收发芯片

					000: 900uA 001: 1050uA 010: 1200uA 011: 1350uA 100: 1500uA 101: 1650uA 110: 1800uA 111: 1950uA
	CPSEL	1:0		R/W	锁相环电荷泵电流设置 00: 26uA 01: 52uA 10: 78uA 11: 104uA
1F	BB_CAL	7:0 15:8 23:16 31:24 39:32	0xCD 0x3F 0x7F 0x9C 0x20	R/W	数字基带参数寄存器 (测试用)
	Reserved	39:32		R/W	Only 0X00100000 allowed
	INVERTER	31		R/W	进入 RX_block 前是否取反 RX 通路数据 1: 取反 0: 保持不变
	DAC_MODE	30		R/W	dac_out[5:0] 是否需要取反输出 ,dac_out[5:0]为 DAC 数据输入端 1:dac_out[5:0]<= [0:5] 0:dac_out[5:0]<= [5:0]
	DAC_BASAL	29:24		R/W	预发送阶段的 DAC 数据输入的初始值
	TRX_TIME	23:21		R/W	锁相环开环到开始发射数据的时间间隔, 时间长度计算: $TRX_TIME \times 8 + 7.5$, 单位为 us
	EX_PA_TIME	20:16		R/W	发射锁相环使能到 PA 使能的时间间隔, 时间长度计算: $EX_PA_TIME \times 16$, 单位为 us
	TX_SETUP_TIME	15:11		R/W	发射 PA 使能到锁相环开环的时间间隔, 时间长度计算:

2.4GHz 无线收发芯片

					TX_SETUP_TIME × 16, 单位为 us
	RX_SETUP_TIME	10:6		R/W	RX 射频通路锁相环稳定时间, 时间长度计算: RX_SETUP_TIME × 16, 单位为 us
	RX_ACK_TIME	5:0		R/W	PTX 转为接收模式后等待 ACK 的最长时间, 超出该时间则认为本次传输失败, 2Mbps 模式下的时间长度计算: RX_ACK_TIME × 16 + 15.5, 单位为 us 1Mbps 模式下的时间长度计算: RX_ACK_TIME × 32 + 31.5, 单位为 us

注：XN297 芯片上电复位后的所有寄存器（包括读/写在内）的初始值均为 0。

注：表 9 的配置为 1Mbps 通信模式的推荐值。

当访问多字节寄存器/地址/数据时，读/写顺序为低字节在前高字节在后。单个字节内部高 bit 在前低 bit 在后。

9 数据包格式描述

9.1 不带自动重传不带 ACK 通信模式的数据包形式

不带自动重传不带ACK通信模式的数据包格式如表10所示。

表10 不带自动重传不带ACK通信模式的数据包形式

前导码 (3字节)	地址 (3~5字节)	数据 (1~32/64字节)	CRC校验 (0/2字节)
--------------	---------------	-------------------	------------------

表 10 中地址和数据部分可以选择扰码方式，根据使能/关闭扰码配置位。

9.2 带自动重传带 ACK 通信模式的数据包形式

带自动重传带 ACK 通信模式的数据包格式如表 11 所示。

表11 带自动重传带ACK通信模式的数据包形式

前导码 (3字节)	地址 (3~5字节)	标识 (10bit)			数据 (0~32/64字节)	CRC校 验 (0/2字 节)
		数据长度标识 (7bit)	PID标识 (2bit)	NO_ACK标识 (1bit)		

表 11 中地址、标识和数据部分可以选择扰码方式，根据使能/关闭扰码配置位。

9.3 带自动重传带 ACK 通信模式的 ACK 包形式

带自动重传带 ACK 通信模式的 ACK 包格式如表 12 所示。

表12 带自动重传带ACK通信模式的数据包形式

前导码 (3字节)	地址 (3~5 字节)	标识 (10bit)			CRC校验 (0/2字节)
		数据长度标识 (7bit)	PID标识 (2bit)	NO_ACK标识 (1bit)	

表 12 中地址和标识部分需要选择与 PTX 相同的使能/关闭扰码方式。

10 典型应用电路

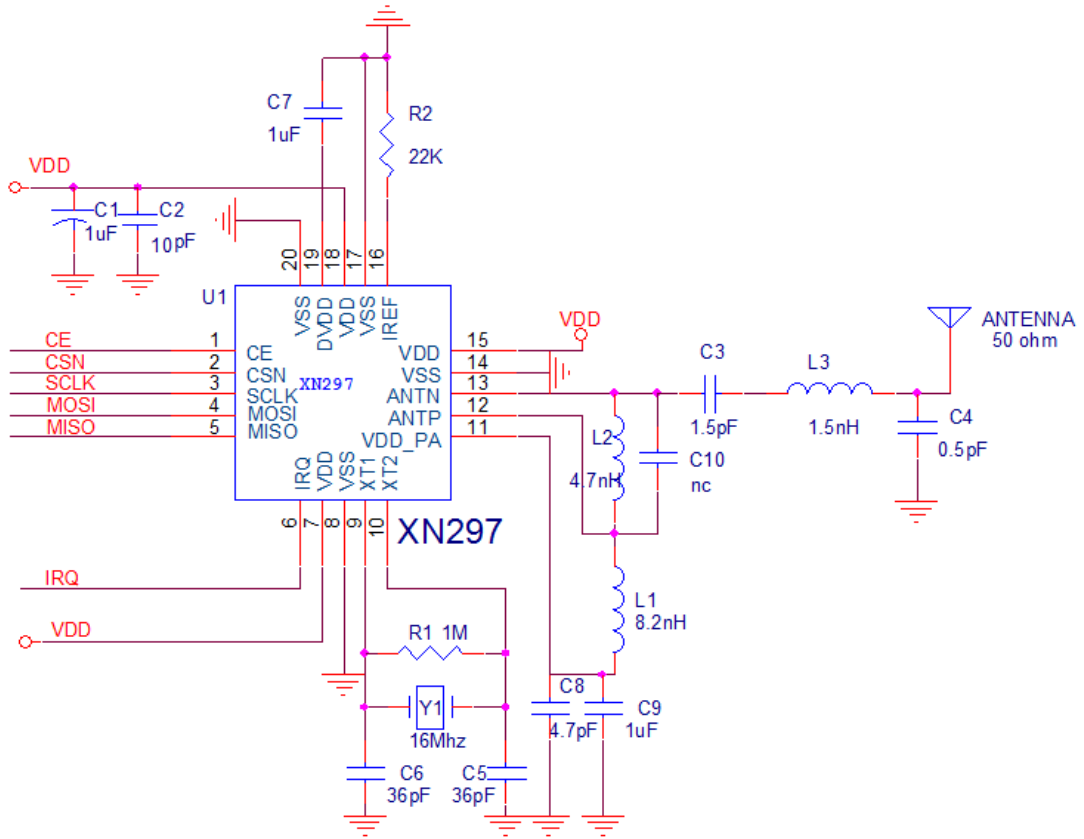


图11 XN297应用电路

注 1: nc 器件表示不焊接，为通过安规认证预留位置；

注 2: C5/C6 的晶振谐振电容需要根据不同型号的晶振微调。