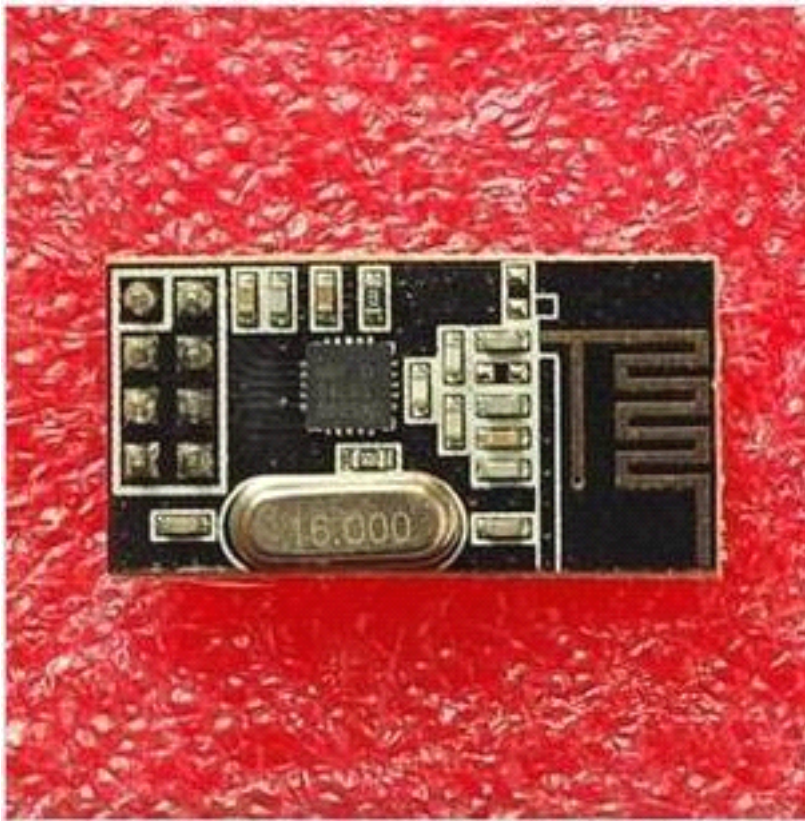


NRF24L01 无线模块使用说明书

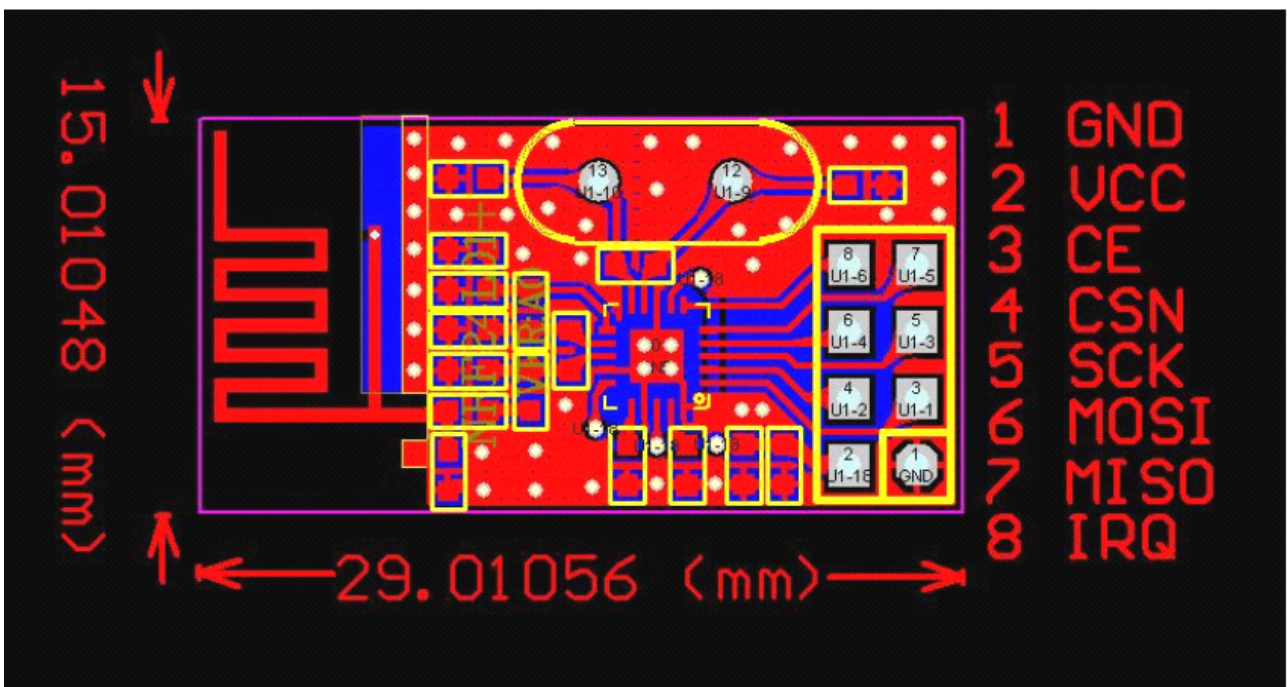
■ 模块介绍:

- (1) 2.4Ghz 全球开放 ISM 频段免许可证使用;
- (2) 最高工作速率 2Mbps, 高效 GFSK 调制, 抗干扰能力强, 特别适合工业控制场合;
- (3) 126 频道, 满足多点通信和跳频通信需要;
- (4) 内置硬件 CRC 检错和点对多点通信地址控制 ;
- (5) 低功耗 1.9 -3.6V 工作, 待机模式下状态为 22uA; 掉电模式下为 900nA
- (6) 内置 2.4Ghz 天线, 体积小巧 15mmX29mm;
- (7) 模块可软件设地址, 只有收到本机地址时才会输出数据 (提供中断指示), 可直接接各种单片机使用, 软件编程非常方便;
- (8) 内置专门稳压电路, 使用各种电源包括 DC/DC 开关电源均有很好的通信效果;
- (9) 2.54MM 标准接口, 方便焊接和移植;
- (10) 工作于 Enhanced ShockBurst 具有 Automatic packet handling, Auto packet transaction handling, 具有可选的内置包应答机制, 极大的降低丢包率;
- (11) 与 51 系列单片机 P0 口连接时候, 需要加 10K 的上拉电阻, 与其余口连接不需要;
- (12) 其他系列的单片机, 如果是 5V 的, 请参考该系列单片机 IO 口输出电流大小, 如果超过 10mA, 需要串联电阻分压, 否则容易烧毁模块! 如果是 3.3V 的, 可以直接和 NRF24L01 模块的 IO 口线连接。比如 AVR 系列单片机如果工作电压是 5V 的, 一般 IO 口串接 2K 的电阻和 NRF24L01 模块相连。

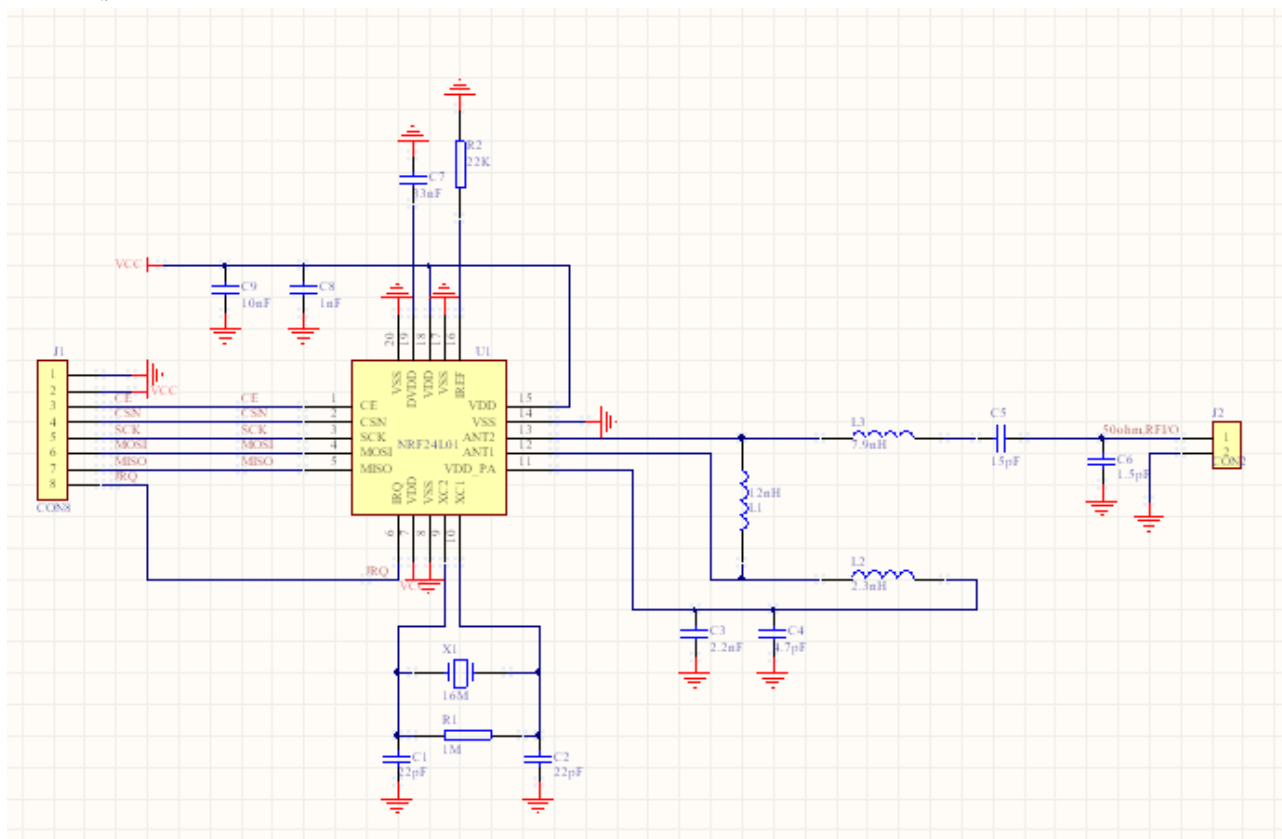
■ 实物相片:



■ 接口电路



模块原理图

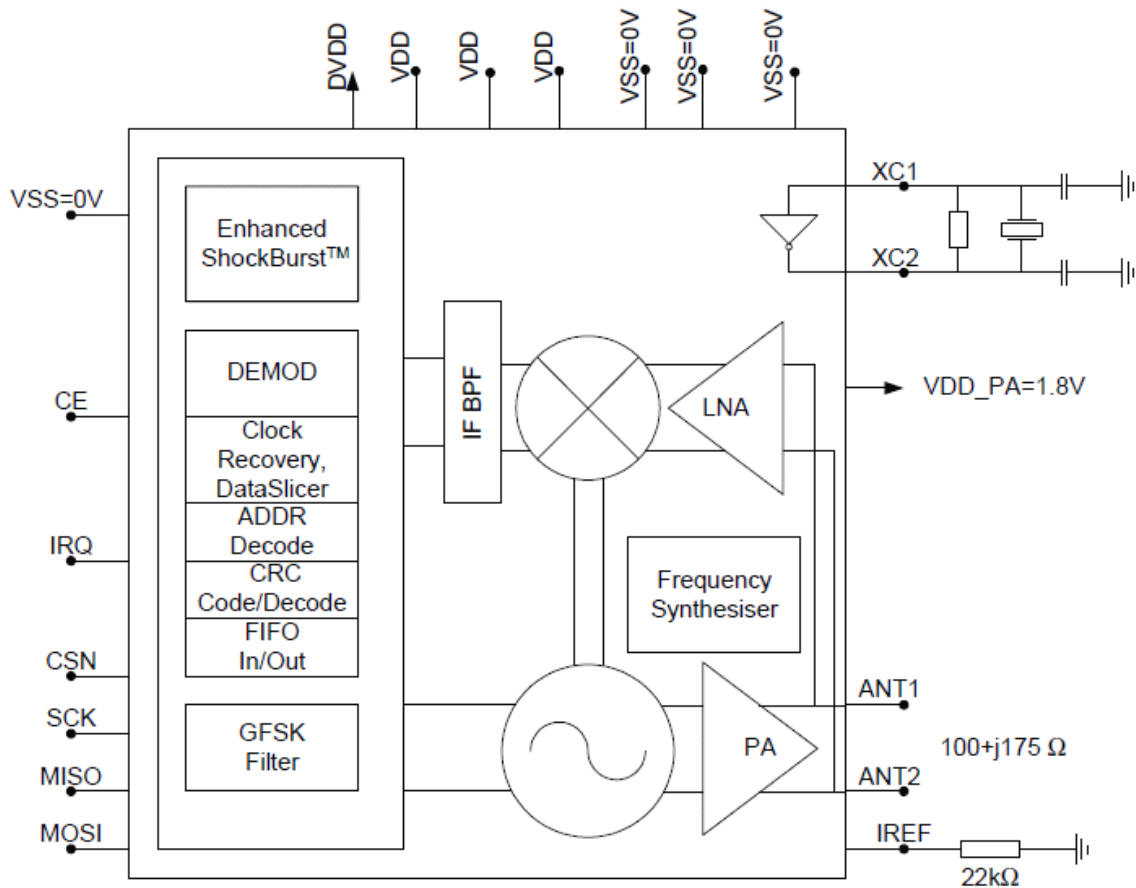


说明

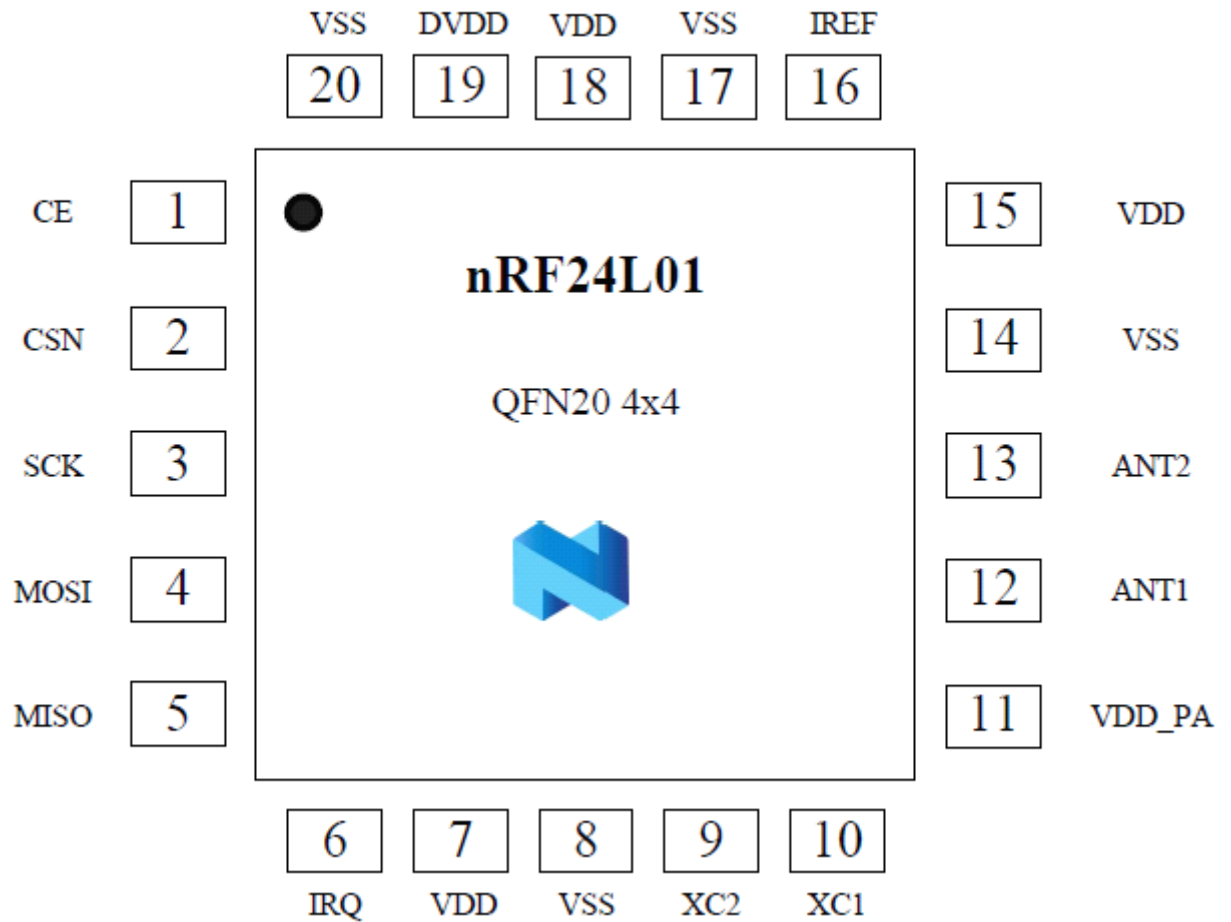
- (1) 模块 VCC 脚接电压范围为 1.9V~3.6V 之间,不能在这个区间之外,超过 3.6V 将会烧毁模块。推荐电压 3.3V 左右,推荐 AMS1117-3.3 稳压。
- (2) 除电源 VCC 和接地端,其余脚都可以直接和普通的 5V 单片机 IO 口直接相连,无需电平转换。当然对 3V 左右的单片机更加适用了。
- (3) 硬件上面没有 SPI 的单片机也可以控制本模块,用普通单片机 IO 口模拟 SPI 不需要单片机真正的串口介入,只需要普通的单片机 IO 口就可以了,当然用串口也可以。
- (4) 如果需要其他封装接口,比如密脚插针,或者其他形式的接口,可以联系我们定做。

■ 模块引脚和接口电路

NRF24L01 模块使用 Nordic 公司的 nRF24L01 芯片开发而成。



NRF24L01 结构图



NRF24L01 引脚图

PIN FUNCTIONS

Pin	Name	Pin function	Description
1	CE	Digital Input	Chip Enable Activates RX or TX mode
2	CSN	Digital Input	SPI Chip Select
3	SCK	Digital Input	SPI Clock
4	MOSI	Digital Input	SPI Slave Data Input
5	MISO	Digital Output	SPI Slave Data Output, with tri-state option
6	IRQ	Digital Output	Maskable interrupt pin
7	VDD	Power	Power Supply (+3V DC)
8	VSS	Power	Ground (0V)
9	XC2	Analog Output	Crystal Pin 2
10	XC1	Analog Input	Crystal Pin 1
11	VDD_PA	Power Output	Power Supply (+1.8V) to Power Amplifier
12	ANT1	RF	Antenna interface 1
13	ANT2	RF	Antenna interface 2
14	VSS	Power	Ground (0V)
15	VDD	Power	Power Supply (+3V DC)
16	IREF	Analog Input	Reference current
17	VSS	Power	Ground (0V)
18	VDD	Power	Power Supply (+3V DC)
19	DVDD	Power Output	Positive Digital Supply output for de-coupling purposes
20	VSS	Power	Ground (0V)

■ 工作方式

nRF24L01 有工作模式有四种：

- 收发模式
- 配置模式
- 待机模式
- 掉电模式

工作模式由 PWR_UP register、PRIM_RX register 和 CE 决定，详见下表

nRF24L01 可以设置为以下几种主要的模式，

模式	PWR_UP	PRIM_RX	CE	FIFO 寄存器状态
接收模式	1	1	1	-
发送模式	1	0	1	数据在 TX FIFO 寄存器中
发送模式	1	0	1→0	停留在发送模式，直至数据发送完
待机模式 II	1	0	1	TX FIFO 为空
待机模式 I	1	-	0	无数据传输
掉电模式	0	-	-	-

表 6、 nRF24L01 主要工作模式

nRF24L01 在不同模式下的引脚功能

引脚名称	方向	发送模式	接收模式	待机模式	掉电模式
CE	输入	高电平>10us	高电平	低电平	-
CSN	输入	SPI 片选使能，低电平使能			
SCK	输入	SPI 时钟			
MOSI	输入	SPI 串行输入			
MISO	三态输出	SPI 串行输出			
IRQ	输出	中断，低电平使能			

表 7、 nRF24L01 引脚功能

待机模式：

在保证快速启动的同时减少系统平均消耗电流，在待机模式 I 下晶振正常工作，在待机模式 II 下部分时钟缓冲器处在工作模式，当发送端 TX FIFO 寄存器为空并且 CE 为高电平时进入待机模式 II 在待机模式期间寄存器配置字内容保持不变。

掉电模式：

在掉电模式下，nRF24L01 各功能关闭，保持电流消耗最小。进入掉电模式后 nRF24L01 停止工作，但寄存器内容保持不变。启动时间见芯片 datashhet, 掉电模式由寄存器中 PWR_UP 位来控制。

数据包处理方式

nRF24L01 有如下几种数据包处理方式

ShockBurst™ (与 nRF2401 nRF24E1 nRF2402 nRF24E2 数据传输率为 1Mbps 时相同)

增强型 ShockBurst™ 模式

ShockBurst™ 模式

ShockBurst™模式下nRF24L01可以与成本较低的低速MCU相连高速信号处理是由芯片内部的射频协议处理的nRF24L01提供SPI接口数据率取决于单片机本身接口速度ShockBurst™模式通过允许与单片机低速通信而无线部分高速通信减小了通信的平均消耗电流在ShockBurst™接收模式下当接收到有效的地址和数据时IRQ 通知MCU 随后MCU 可将接收到的数据从RX FIFO 寄存器中读出在ShockBurst™发送模式下nRF24L01自动生成前导码及CRC 校验参见表格数据发送完毕后IRQ通知MCU减少了MCU的查询时间也就意味着减少了MCU 的工作量同时减少了软件的开发时间nRF24L01 内部有三个不同的RX FIFO 寄存器6 个通道共享此寄存器和三个不同的TX FIFO 寄存器在掉电模式下待机模式下和数据传输的过程中MCU 可以随时访问FIFO 寄存器这就允许SPI接口可以以低速进行数据传送并且可以应用于MCU 硬件上没有SPI 接口的情况下

增强型的ShockBurst™ 模式

增强型ShockBurst™模式可以使得双向链接协议执行起来更为容易有效典型的双向链接为发送方要求终端设备在接收到数据后有应答信号以便于发送方检测有无数据丢失一旦数据丢失则通过重新发送功能将丢失的数据恢复增强型的ShockBurst™模式可以同时控制应答及重发功能而无需增加MCU工作量

增强型的ShockBurst™发射流程

- A. 把接收机的地址和要发送的数据按时序送入NRF24L01;
- B. 配置CONFIG寄存器, 使之进入发送模式;
- C. 微控制器把CE置高(至少10us), 激发NRF24L01进行Enhanced ShockBurst™发射;
- D. NRF24L01的Enhanced ShockBurst™发射
 - (1) 给射频前端供电;
 - (2) 射频数据打包(加字头、CRC校验码);
 - (3) 高速发射数据包;
 - (4) 发射完成, NRF24L01进入空闲状态

增强型的 ShockBurst™接收流程

- A. 配置本机地址和要接收的数据包大小;
- B. 配置CONFIG寄存器, 使之进入接收模式, 把CE置高;
- C. 130us后, NRF24L01进入监视状态, 等待数据包的到来;
- D. 当接收到正确的数据包(正确的地址和CRC校验码), NRF2401自动把字头、地址和CRC校验位移去;

- E. NRF24L01通过把STATUS寄存器的RX_DR置位 (STATUS一般引起微控制器中断) 通知微控制器;
- F. 微控制器把数据从RF24L01读出;
- G. 所有数据读取完毕后, 可以清除STATUS寄存器。NRF24L01可以进入四种主要的模式之一。

ShockBurst™收发模式:

ShockBurst™收发模式可以与NRF24L01A, 02, E1及E2兼容, 具体表述前看芯片DATASHEET。

待机模式:

NRF24L01的待机模式是为了减小平均工作电流而设计, 其最大的优点是, 实现节能的同时, 缩短芯片的起动时间。在待机模式下, 部分片内晶振仍在工作, 此时的工作电流跟外部晶振的频率有关。

掉电模式:

在关机模式下, 为了得到最小的工作电流, 一般此时的工作电流为900nA左右。关机模式下, 配置字的内容也会被保持在NRF24L01片内, 这是该模式与断电状态最大的区别。

■ 配置 NRF24L01 模块

NRF24L01的所有配置工作都是通过SPI完成, 共有30字节的配置字。我们推NRF24L01工作于Enhanced ShockBurst™ 收发模式, 这种工作模式下, 系统的程序编制会更加简单, 并且稳定性也会更高, 因此, 下文着重介绍把NRF24L01配置为Enhanced ShockBurst™收发模式的器件配置方法。ShockBurst™的配置字使NRF24L01能够处理射频协议, 在配置完成后, 在NRF24L01工作的过程中, 只需改变其最低一个字节中的内容, 以实现接收模式和发送模式之间切换。

ShockBurst™的配置字可以分为以下四个部分:

数据宽度: 声明射频数据包中数据占用的位数。这使得NRF24L01能够区分接收数据包中的数据和CRC校验码;

地址宽度: 声明射频数据包中地址占用的位数。这使得NRF24L01能够区分地址和数据;

地址: 接收数据的地址, 有通道0到通道5的地址;

CRC: 使NRF24L01能够生成CRC校验码和解码。

当使用NRF24L01片内的CRC技术时, 要确保在配置字(CONFIG的EN_CRC)中CRC校验被使能, 并且发送和接收使用相同的协议。NRF24L01配置字的CONFIG寄存器的位描述请参考NRF24L01芯片DATASHEET。