

无线测试工程师知识点分享：2.4GHz射频收发芯片nRF2401及其应用，避免踩坑！

产品名称	无线测试工程师知识点分享：2.4GHz射频收发芯片nRF2401及其应用，避免踩坑！
公司名称	深圳市实测通技术服务有限公司
价格	.00/件
规格参数	测试周期:5-7天 寄样地址:深圳宝安 价格费用:电话详谈
公司地址	深圳市罗湖区翠竹街道翠宁社区太宁路145号二单元705
联系电话	17324413130 17324413130

产品详情

摘要：本文介绍了工作于2.4GHz ISM 频段的射频收发芯片nRF2401的芯片结构、引脚功能、工作模式、接收与发送的工作流程，详细描述了nRF2401的器件配置，给出了应用电路图，分析了PCB 设计时应该注意的问题，最后对全文进行了总结。

关键词：nRF2401；射频；无线通信；收发芯片

1. 引言

nRF2401 是单片射频收发芯片，工作于2.4 ~ 2.5GHz ISM 频段，芯片内置频率合成器、功率放大器、晶体振荡器和调制器等功能模块，输出功率和通信频道可通过程序进行配置。芯片能耗非常低，以-5dBm 的功率发射时，工作电流只有10.5mA，接收时工作电流只有18mA，多种低功率工作模式，节能设计更方便。其DuoCeiver™ 技术使nRF2401 可以使用同一天线，同时接收两个不同频道的数据。nRF2401 适用于多种无线通信的场合，如无线数据传输系统、无线鼠标、遥控开锁、遥控玩具等。

2. 芯片结构、引脚说明

2.1 芯片结构nRF2401 内置地址解码器、先入先出堆栈区、解调处理器、时钟处理器、GFSK 滤波器、低噪声放大器、频率合成器，功率放大器等功能模块，需要很少的外围元件，因此使用起来非常方便。QFN24 引脚封装，外形尺寸只有5 × 5mm。nRF2401 的功能模块如图1 所示。

图1nRF2401功能模块

2.2 引脚说明表1：nRF2401 引脚

3. 工作模式 nRF2401 有工作模式有四种：收发模式、配置模式、空闲模式和关机模式。nRF2401 的工作模式由 PWR_UP、CE、TX_EN 和 CS 三个引脚决定，详见表 2。表 2：nRF2401 工作模式

3.1 收发模式

nRF2401 的收发模式有 ShockBurstTM 收发模式和直接收发模式两种，收发模式由器件配置字决定，具体配置将在器件配置部分详细介绍。3.1.1 ShockBurstTM 收发模式 ShockBurstTM 收发模式下，使用片内的先入先出堆栈区，数据低速从微控制器送入，但高速(1Mbps)发射，这样可以尽量节能，因此，使用低速的微控制器也能得到很高的射频数据发射速率。与射频协议相关的所有高速信号处理都在片内进行，这种做法有三大好处：尽量节能；低的系统费用(低速微处理器也能进行高速射频发射)；数据在空中停留时间短，抗干扰性高。nRF2401 的 ShockBurstTM

技术同时也减小了整个系统的平均工作电流。在 ShockBurstTM 收发模式下，nRF2401

自动处理字头和 CRC 校验码。在接收数据时，自动把字头和 CRC

校验码移去。在发送数据时，自动加上字头和 CRC

校验码，当发送过程完成后，数据准备好引脚通知微处理器数据发射完毕。3.1.1.1 ShockBurstTM

发射流程接口引脚为 CE，CLK1，DATAA。当微控制器有数据要发送时，其把 CE 置高，使 nRF2401

工作；B. 把接收机的地址和要发送的数据按时序送入 nRF2401；C. 微控制器把 CE 置低，激发 nRF2401

进行 ShockBurstTM 发射；D. nRF2401 的 ShockBurstTM 发射 给射频前端供电；

射频数据打包(加字头、CRC 校验码)；高速发射数据包；发射完成，nRF2401 进入空闲状态。3.1.1.2

ShockBurstTM 接收流程接口引脚 CE、DR1、CLK1 和 DATA(接收通道 1)A.

配置本机地址和要接收的数据包大小；B. 进入接收状态，把 CE 置高；C. 200us 后，nRF2401

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. nRF2401

通过把 DR1(这个引脚一般引起微控制器中断)置高通知微控制器；F. 微控制器把数据从 nRF2401 移出；G.

所有数据移完，nRF2401 把 DR1 置低，此时，如果 CE 为高，则等待下一个数据包，如果 CE

为低，开始其它工作流程。3.1.2 直接收发模式在直接收发模式下，nRF2401

如传统的射频收发器一样工作。3.1.2.1 直接发送模式接口引脚为 CE、DATAA.

当微控制器有数据要发送时，把 CE 置高；B. nRF2401 射频前端被激活；C.

所有的射频协议必须在微控制器程序中进行处理(包括字头、地址和 CRC 校验码)。3.1.2.2

直接接收模式接口引脚为 CE、CLK1 和 DATAA。一旦 nRF2401 被配置为直接接收模式，DATA

引脚将根据天线接收到的信号开始高低变化(由于噪声的存在)；B. CLK1 引脚也开始工作；C.

一旦接收到有效的字头，CLK1 引脚和 DATA

引脚将协调工作，把射频数据包以其被发射时的数据从 DATA

引脚送给微控制器；[!-empirenews.page-]D. 这头必须是 8 位；E. DR 引脚没用上，所有的地址和 CRC

校验必须在微控制器内部进行。3.2 配置模式在配置模式，15

字节的配置字被送到 nRF2401，这通过 CS、CLK1 和 DATA

三个引脚完成，具体的配置方法请参考本文的器件配置部分。3.3 空闲模式 nRF2401 的空闲模式是为了减

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。在空闲模式下，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，如外部晶振为 4MHz

时工作电流为 12uA，外部晶振为 16MHz

时工作电流为 32uA。在空闲模式下，配置字的内容保持在 nRF2401 片内。3.4 关机模式在关机模式下，为

了得到最小的工作电流，一般此时的工作电流小于 1uA。关机模式下，配置字的内容也会被保持在 nRF2401 片内，这是该模式与断电状态最大的区别。

4. 器件配置

nRF2401 的所有配置工作都是通过 CS、CLK1 和 DATA 三个引脚完成，把其配置为 ShockBurstTM

收发模式需要 15 字节的配置字，而如把其配置为直接收发模式只需要 2 字节的配置字。由上文对 nRF2401

工作模式的介绍，我们可以知道，nRF2401 一般工作于ShockBurstTM 收发模式，这样，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nRF2401 配置为ShockBurstTM 收发模式的器件配置方法。

ShockBurstTM 的配置字使nRF2401 能够处理射频协议，在配置完成后，在nRF2401 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。ShockBurstTM 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nRF2401 能够区分接收数据包中的数据 and 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nRF2401 能够区分地址和数据；地址：接收数据的地址，有通道1 的地址和通道2 的地址；CRC：使nRF2401 能够生成CRC 校验码和解码。当使用nRF2401 片内的CRC 技术时，要确保在配置字中CRC 校验被使能，并且发送和接收使用相同的协议。nRF2401 配置字的各个位的描述如表3 所示。表3：nRF2401 配置字描述

在配置模式下，注意保证PWR_UP 引脚为高电平，CE 引脚为低电平。配置字从最高位开始，依次送入nRF2401。在CS 引脚的下降沿，新送入的配置字开始工作。

5. 应用电路

图2 为nRF2401 的应用电路

由图可知，其只需要14 个外围元件。nRF2401 应用电路一般工作于3V，它可用多种低功耗微控制器进行控制。在设计过程中，设计者可使用单鞭天线或环形天线，上图为50 欧姆单鞭天线的应用电路。在使用不同的天线时，为了得到尽可能大的收发距离，电感电容的参数应适当调整。

6. PCB 设计

PCB 设计对nRF2401 的整体性能影响很大，所以PCB 设计在nRF2401 收发系统的开发过程中主要的工作之一，在PCB 设计时，必须考虑到各种电磁干扰，注意调整电阻、电容和电感的位置，特别要注意电容的位置。nRF2401 的PCB 一般都是双层板，底层一般不放置元件，为地层，顶层的空余地方一般都敷上铜，这些敷铜通过过孔与底层的地相连。直流电源及电源滤波电容尽量靠近VDD 引脚。nRF2401 的供电电源应通过电容隔开，这样有利于给nRF2401 提供稳定的电源。在PCB 中，尽量多打一些通孔，使顶层和底层的地能够充分接触。

7. 结束语

nRF2401 通过ShockBurstTM 收发模式进行无线数据发送，收发可靠，其外形尺寸小，需要的外围元器件也少，因此，使用方便，在工业控制、消费电子等各个领域都具有广阔的应用前景。