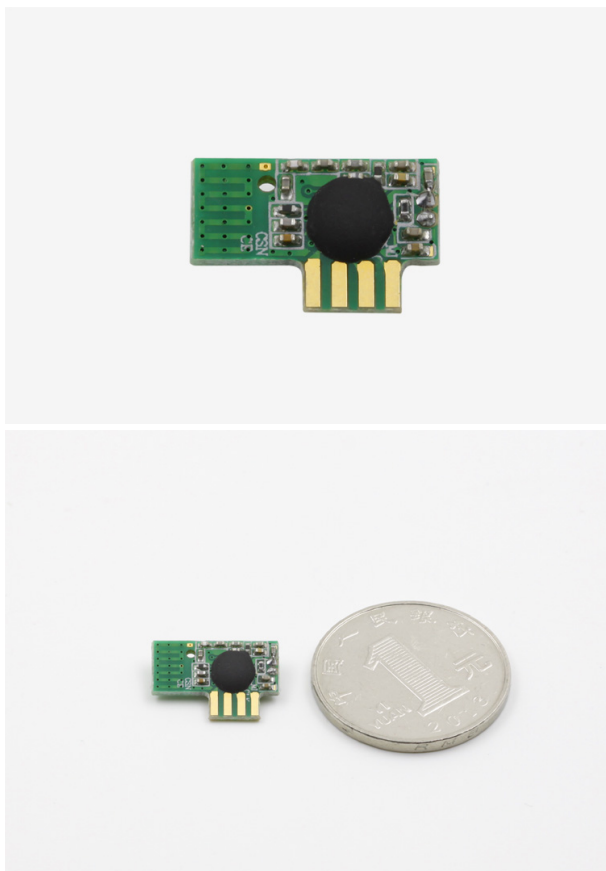


## LCX24 无线通信模块



### 概述

LCX24 是一款工作在 2.400~2.483GHz 通用 ISM 频段的低功耗、高带宽无线数字通信模块。该模块具有成本低、体积小、工作稳定、产品一致性好等特点，最高空间速率可达 2Mbps，可以广泛应用于日常生活中需要无线连接的场合，也可用于工业控制、门禁、考勤、监控和安防等行业。产品设计先进，各项技术指标优良，符合 FCC 规范的参数要求，可以满足客户的认证需要。

### 特性

- 4-Pin SPI 接口；
- 支持 1Mbps, 2Mbps 的空间无线传输速率，数据吞吐量高；
- 采用 FSK/GFSK 的方式调制；
- 可编程控制的输出功率：9~ -35dBm
- 2M 速率下接收灵敏度为-88dBm，视距可靠传输距离可达 100m；
- 可编程配置载频 2400-2483.5MHz，83 个频段可选；

- 可灵活配置多种通讯信道，快速频点切换，可满足跳频系统的需要；

- 超低功耗：

接收电流<17.5mA

发射电流<14mA

休眠时电流<3uA；

- 数据缓冲、突发数据传输，带自动接收应答、重发处理；

- 支持 1 对 6 数据通讯通道连接；

- 强大的数字特征，可使用廉价的 MCU 得到高性能的 RF 系统；

## 应用范围

- 无线玩具、无线游戏手柄
- 无线音视频传输、无线耳机
- 儿童寻找和跟踪器
- 医疗设备和遥控器
- 物流跟踪、仓库巡检、电子标签等
- 消费类电子无线应用
- 低功率遥感勘测
- 无线传感器网络应用

## 外部控制

LCX24 备有 Slave 方式的 SPI 接口，通过主控 MCU 可以存取设置其寄存器和 FIFOs，四线 SPI (CSN, SCK, MOSI, MISO) 提供了一个 SCK 可以达到 8MHz 的高速接口。

## 主要技术指标

工作频率 2400M

调制方式 FSK/GFSK

发射功率 0dBm (1mW)

接收灵敏度-88dBm

传输速率 1Mbps/2

发射电流 <14mA

接收电流 <23mA

待机电流  $< 3\mu\text{A}$

工作信道 83 个频段选择

数据接口 SPI 接口

通讯距离 0-50 米 (0dbm, 2M 速率, 可视距离)

天线阻抗  $50\Omega$

工作温度  $-40\sim 85^\circ\text{C}$

供电方式 DC 1.9V~3.6V

尺寸 10x16mm

## 天线布局

- 天线要放在系统板的边缘
- 在天线的发射方向确保没有障碍物 (元器件, 金属或地)
- 系统板上, 在天线区域的下面确保没有地或其他线路

## 引脚排列

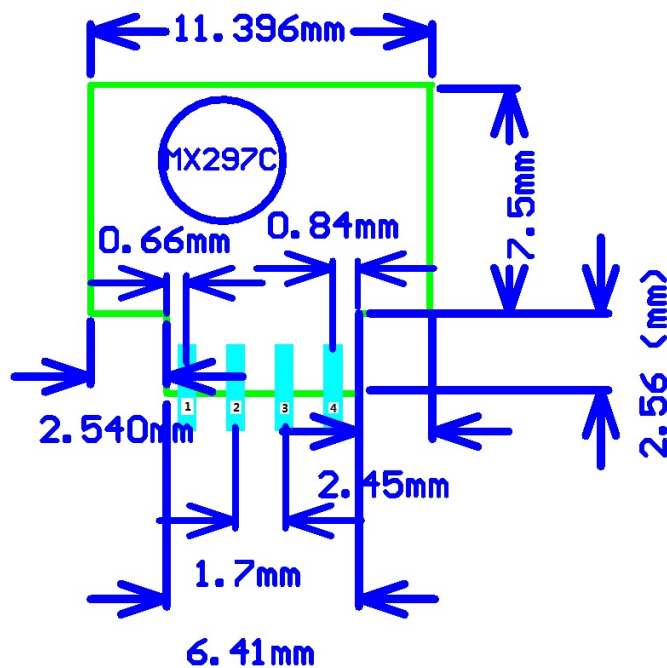


图 1. LCX24 模块尺寸示意图

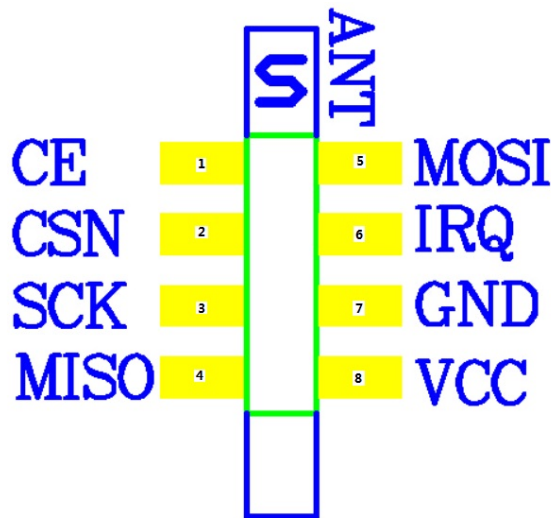


图 2. LCX24 模块 PCB 俯视图

## 引脚定义

编号	名称	方向	功能描述
1	GND	--	地
2	VDD	--	电源输入
3	CE	I	模式片选信号
4	CSN	I	SPI 片选信号
5	SCK	I	SPI 时钟信号
6	MOSI	I	SPI 数据输入信号
7	MISO	O	SPI 数据输出信号
8	IRQ	O	中断信号

## 示例程序设置

### 1. 通用程序配置流程

#### 1.1 接收模式配置流程

下述流程都以重新上电复位后的芯片进入休眠模式为起点

表 1 接收模式配置流程

NO	Action	Address
1	上电默认进入休眠模式	
2	清除 RX FIFO 和状态寄存器	0x07
3	设置 rf_cal、bb_cal、demo_cal 寄存器	0x1E、0x1F、0x19
4	打开接收通道 n (0-5)	0x02
5	设置通道 n 的地址宽度 (3-5 字节) 和地址	0x03、0x0A ~ 0x0F
6	设置工作频点	0x05

7	设置发射功率、接收低噪放电流、数据率模式	0x06
8	选择通信方式：是否带自动重传、重传次数、重传时延、是否带自动应答	0x04、0x01
9	如为静态 payload，需要设置 payload 长度	0x11 ~ 0x16
10	如为动态 payload，按照动态 payload 长度读取 payload	0x1D、0x1C
11	设置 config 寄存器，控制 CE 脚为高，进入接收模式	0x00

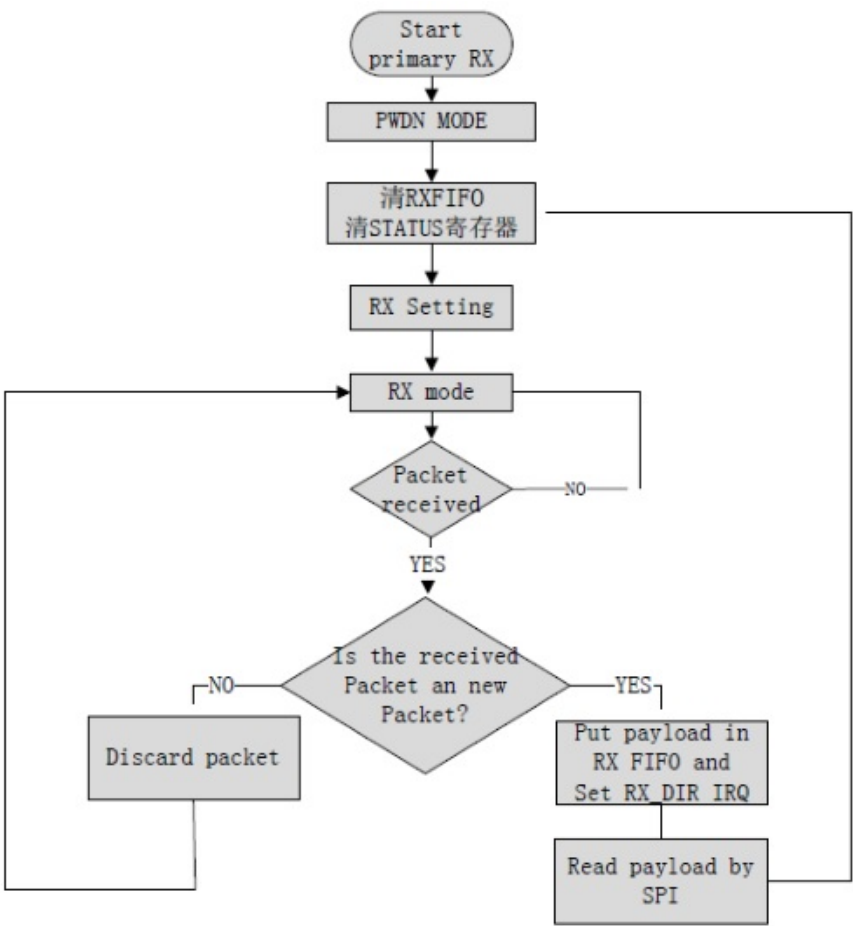


图 3 接收端工作流程

1.2 发送模式配置流程

表 2 发送模式配置流程

NO	Action	Address
1	上电默认进入休眠模式	
2	清除 TX FIFO 和状态寄存器	0x07
3	设置 rf_cal、bb_cal、demo_cal 寄存器	0x1E、0x1F、0x19
4	设置发射通道 的地址宽度（3-5 字节）和地址	0x03、0x10
5	设置工作频点	0x05
6	设置发射功率、接收低噪放电流、数据率模式	0x06
7	选择通信方式：是否带自动重传、重传次数、重传时延、是否带自动应答	0x04、0x01
8	写入 TX payload	
9	设置 config 寄存器，控制 CE 脚为一个到高的脉冲波形	0x00

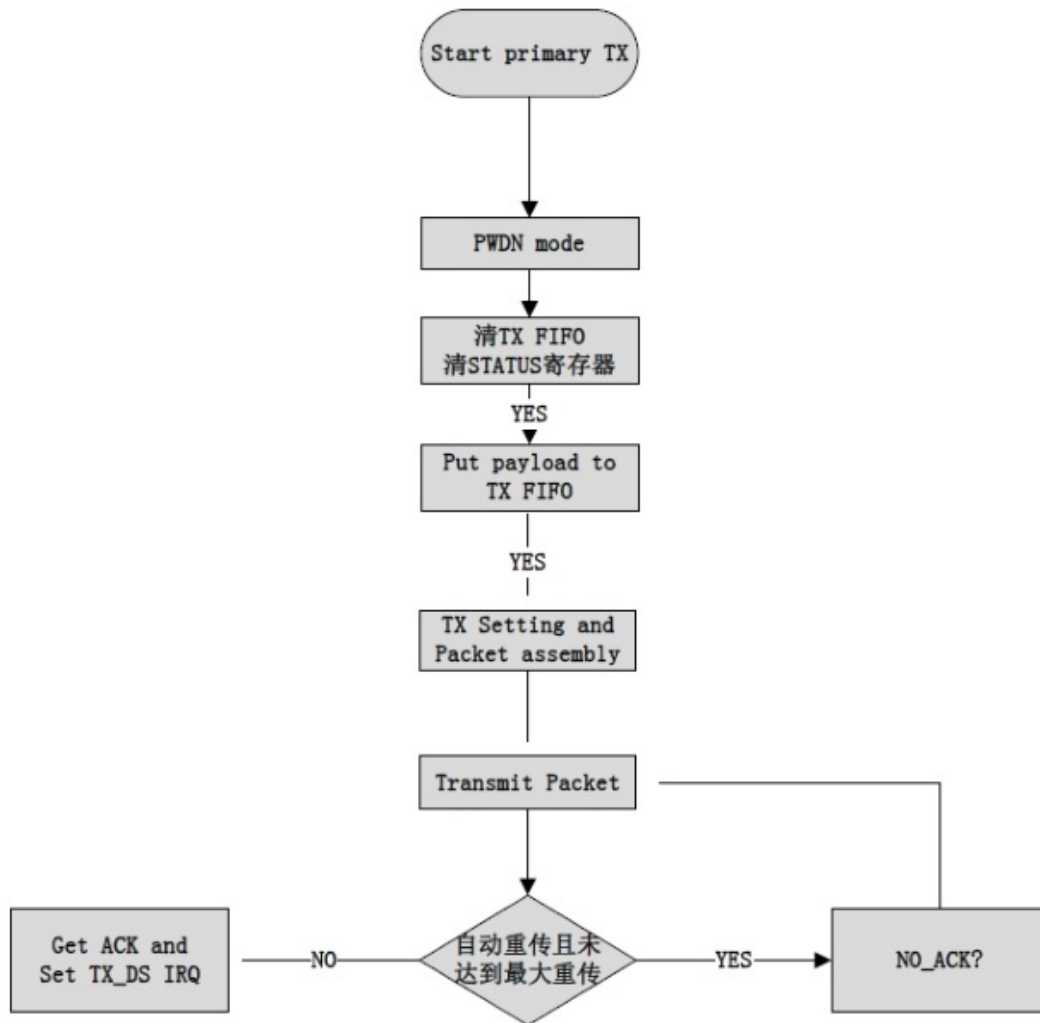


图4 发射端工作流程

### 1.3 单载波模式配置流程

单载波模式多用于初步判断硬件的功能和性能。

表3 单载波模式配置流程

NO	Action	Address
1	上电默认进入休眠模式	
2	设置 rf_cal、bb_cal、demo_cal 寄存器	0x1E、0x1F、0X19
3	配置为发送模式，设置发射功率、工作频点	0x00、0x06、0x05
4	CE 引脚拉低，SCK 和 MOSI 引脚拉高	

## 2. 特殊寄存器配置

LCX24的内部寄存器有通用寄存器和特殊寄存器，通用寄存器包括一些和其他芯片兼容的寄存器，如 RF\_SETUP等，这里不再列出；特殊寄存器是LCX24独有的寄存器，分为BB\_CAL(address:0x1F)、DEM\_CAL(address:0x19)、RF\_CAL(address:0x1E)。

BB\_CAL是与状态机相关寄存器。

DEM\_CAL是与调制解调相关的寄存器。

RF\_CAL是与射频收发相关的寄存器。

## 2.1 2M模式通讯配置

BB\_CAL: {0xCD, 0x3F, 0x7F, 0x9C, 0x20}

DEM\_CAL: {0x0B, 0xDF, 0xC4, 0xA7, 0x03}

RF\_CAL: {0xC9, 0x9A, 0xB0, 0x79, 0xBB, 0xAB, 0x9C}

1. 单次带应答的通讯时间在1.6ms左右。

2. 单次不带应答的通讯时间在0.8ms左右。

3. 以上配置针对数据包长度8byte。

4. 当数据包长度在8~32byte时，修改BB\_CAL: {0xEA, 0x3F, 0x7F, 0x9C, 0x20}。

5. RF\_SETUP建议配置为0x0D，发射功率8dBm(可以过安规认证)。

## 2.2 1M模式通讯配置

BB\_CAL: {0xCD, 0x3F, 0x7F, 0x9C, 0x20}

DEM\_CAL: {0x0B, 0xDF, 0xC4, 0xA7, 0x03}

RF\_CAL: {0xDA, 0x9A, 0xB0, 0x79, 0xBB, 0xAB, 0x9C}

1. 单次带应答的通讯时间在1.7ms左右。

2. 单次不带应答的通讯时间在0.85ms左右。

3. 以上配置针对数据包长度8byte。

4. 当数据包长度在8~32byte时，修改BB\_CAL: {0xD1, 0x3F, 0x7F, 0x9C, 0x20}。

5. RF\_SETUP建议配置为0x05，发射功率8dBm(可以过安规认证)。

## 2.3 单载波模式配置

BB\_CAL: {0xCD, 0x3F, 0x7F, 0x9C, 0x20}

DEM\_CAL: {0x0B, 0xDF, 0xC4, 0xA7, 0x83}

RF\_CAL: {0xDA, 0x9A, 0xB0, 0x79, 0xBB, 0xAB, 0x9C}

## 2.4 RSSI应用及寄存器配置

RSSI用来指示接收信号的强度。将寄存器RSSI\_EN和RSSI\_SEL设置为高，DATAOUT\_SEL设置为低，就可以从寄存器DATAOUT读出RSSI的值。DATAOUT低四位表示接收数据的信号强度，DATAOUT高四位表示接受信号前干扰信号的强度。

## 2.5 近距离通信配置

通信测试均基于RF demo板作为收发端的测试结果。

2M模式通讯:

通信距离>30m (发射功率8dBm, 接收灵敏度-85dBm)

RF\_SETUP: 0x0D

RF\_CAL: {0xC9, 0x9A, 0xB0, 0x79, 0xBB, 0xAB, 0x9C}

通信距离0.5m (发射功率-20dBm, 接收灵敏度-65dBm)

RF\_SETUP: 0x08

RF\_CAL: {0xC9, 0x82, 0xB0, 0xE1, 0xBB, 0xAB, 0x9C}

1M模式通讯:

通信距离>30m (发射功率8dBm, 接收灵敏度-88dBm)

RF\_SETUP: 0x05

RF\_CAL: {0xDA,0x9A,0xB0,0x79,0xBB,0xAB,0x9C}

通信距离1m (发射功率-20dBm, 接收灵敏度-68dBm)

RF\_SETUP: 0x00

RF\_CAL: {0xDA,0x82,0xB0,0xE3,0xBB,0x83,0x9C}