

LoRa 模块(SX126X)系列

编程指导说明书

示例代码说明

无线传感网事业部

前言 浙江利尔达物联网技术有限公司提供该文档内容用以支持其客户的产品设计。客户须按照文档中提供的规范，参数来设计其产品。由于客户操作不当而造成的人身伤害或财产损失，本公司不承担任何责任。在未声明前，利尔达公司有权对该文档进行更新。

版权申明 本文档版权属于利尔达公司，任何人未经我公司允许复制转载该文档将承担法律责任。

版权所有 © 利尔达科技集团，保留一切权利。

Copyright © Lierda Science & Technology Group Co.,Ltd

文件修订历史

版本	日期	作者	变更描述
1.0	2018-11-08	成锋	初始版本
2.0	2019-01-26	成锋	
3.0	2019-04-09	成锋	相关函数部分说明补充
4.0	2020-11-18	成锋	删除 demo.bin 介绍

目录

1 概述	4
2 工程文件及移植说明	5
2.1 工程文件说明	5
2.1.1 LoRa 模块相关函数部分说明	5
2.1.2 开发板外设说明	6
2.2 移植说明	7
2.2.1 GPIO 配置	7
2.2.2 SPI 配置	8
3 示例代码介绍	9
3.1 功能函数介绍	9
3.1.1 LoRa 点对点通信	9
3.1.2 FSK 点对点通信	11
3.1.3 CAD 功能示例	12
4 敬告用户	15

1 概述

本文档旨在介绍利尔达 LoRa 模块（SX126x）开发板的例程代码以及移植说明。本例程的开发环境如下：

编译环境：Keil uVision5

MCU：STM32L476VG

- 开发套件：
- 1、利尔达射频开发板 LSD4RF-TEST2002
 - 2、利尔达二代 LoRa 模块（SX126x），图示为 LSD4RF-2R717N40
 - 3、二代 LoRa 模块（SX126x）转接板，图示为 LSD4RF-2R714N1B
 - 4、对应天线，图示为 LSDRFTX1B01.AT.11

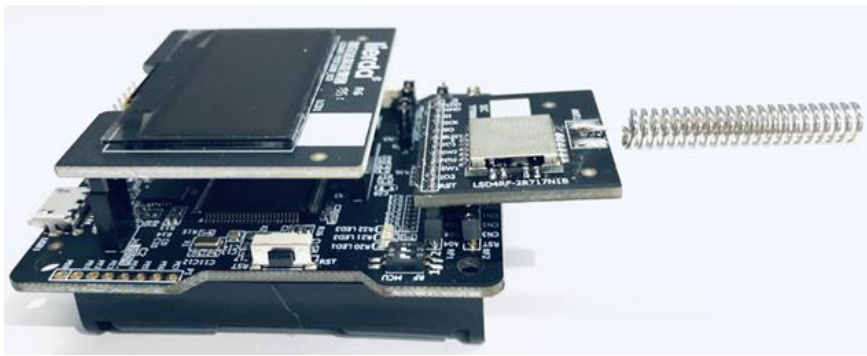


图 1 开发板套件示意图

2 工程文件及移植说明

如果用户需要移植我们代码，需要重点关注 LoRa 模块部分。若仅完成模块的功能操作，则只需要移植 SX126X_Hal.c 和 SX126X_Driver.c 两个文件到相应工程。

2.1 工程文件说明

本工程的文件分为两个部分，第一部分是 LoRa 模块相关函数部分，第二部分是开发板外设部分。开发板外设是本例程开发板上的资源，例如 LCD、LED、按键等，用户如果是移植 LoRa 模块代码，那么开发板外设部分不用过多关注。

2.1.1 LoRa 模块相关函数部分说明

1、LoRa 模块相关函数包括 LoRa 模块硬件层、驱动层以及应用层。如图 1 是 RF 部分的说明：

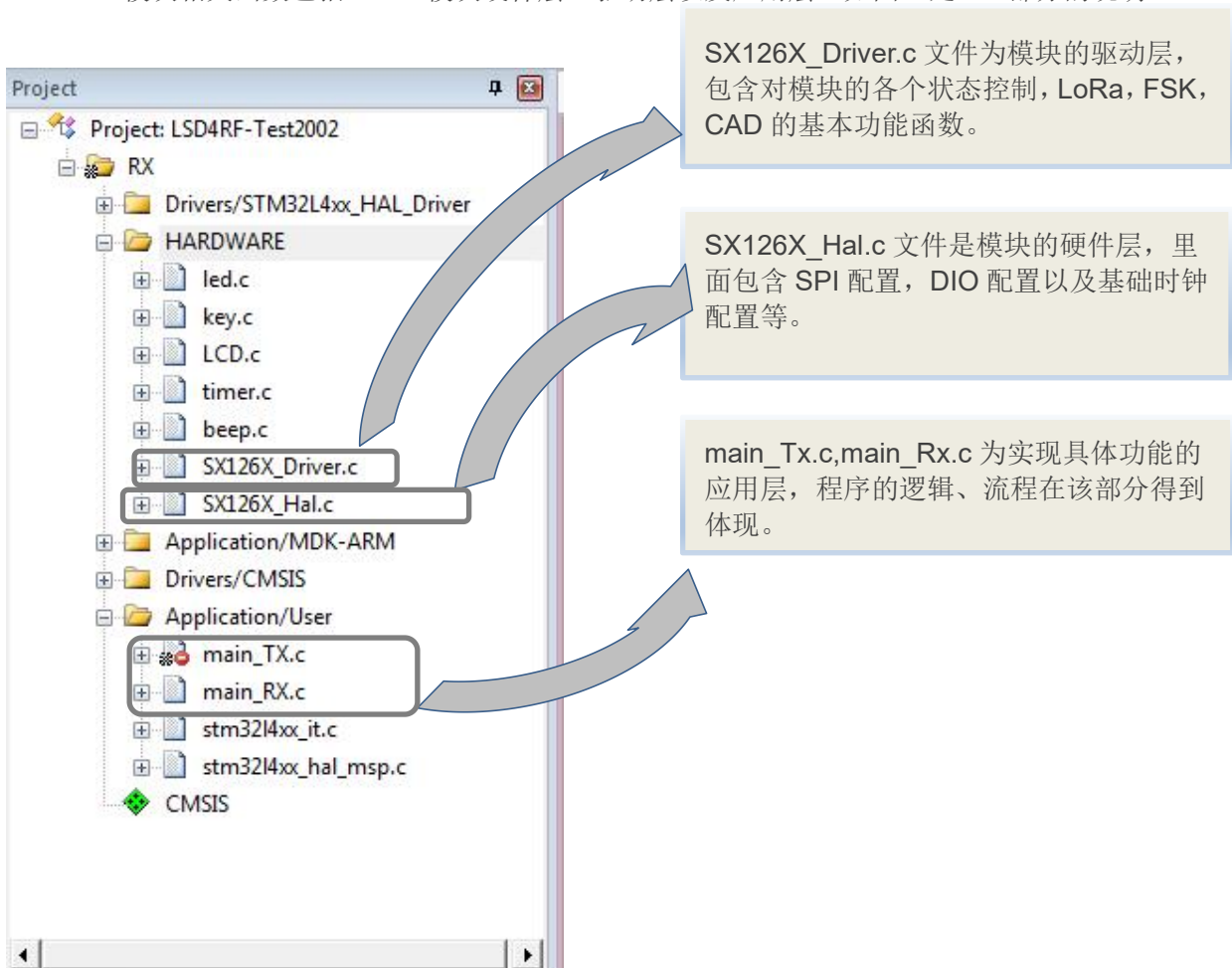


图 2 RF 相关函数说明

2、在使用开发板调试或测试 SX126X 模组时，首选需要根据所使用 Lierda 的具体模组型号在 SX126X_Driver.c 文件中进行设置，例如当使用的模组为 LSDRF-2R717N40 时，在 SX126X_Driver.c 文件中，将 VERSION 宏定义修改为 LSD4RF_2R717N40,再进行相关参数设置调试。

```

1  /**
2
3  * 文件名 :   SX126X_Driver.c
4  * 作者   :   LSD RF Team
5  * 版本   :   V1.0.0
6  * 时间   :   15-Aug-2018
7  * 文件描述:
8  * 该文件为SX126X模块的驱动层，包含对SX126X模块的工作模式控制，FIFO操作，发
9  * 射功率、频率等设置，以及一些数据处理的公共函数
10 * 客户在使用SX126X模块时候需要移植该文件，如果SX126X_HAL.c中各个函数功能都已
11 * 实现且函数名等都没有改动，那本文件可以不用做更改直接使用，客户在应用层直接调
12 * 用本文件函数就可以实现各种操作。
13 */
14 #include "SX126X_Driver.h"
15 #include "stm32l4xx_hal.h"
16 #include "timer.h"
17
18 #define VERSION      LSD4RF_2R717N40 //选择所选产品型号，例如：  LSD4RF_2R717N40
19                                     //                      LSD4RF_2R717N30
20                                     //                      LSD4RF_2R722N20
21                                     //                      LSD4RF_2R714N10
22

```

2.1.2 开发板外设说明

开发板外设说明包括 LCD、LED、按键的驱动以及应用，属于开发板上自带的资源，如果用户不使用开发板做开发，可不做过多关注。如图 2 是开发板外设说明：

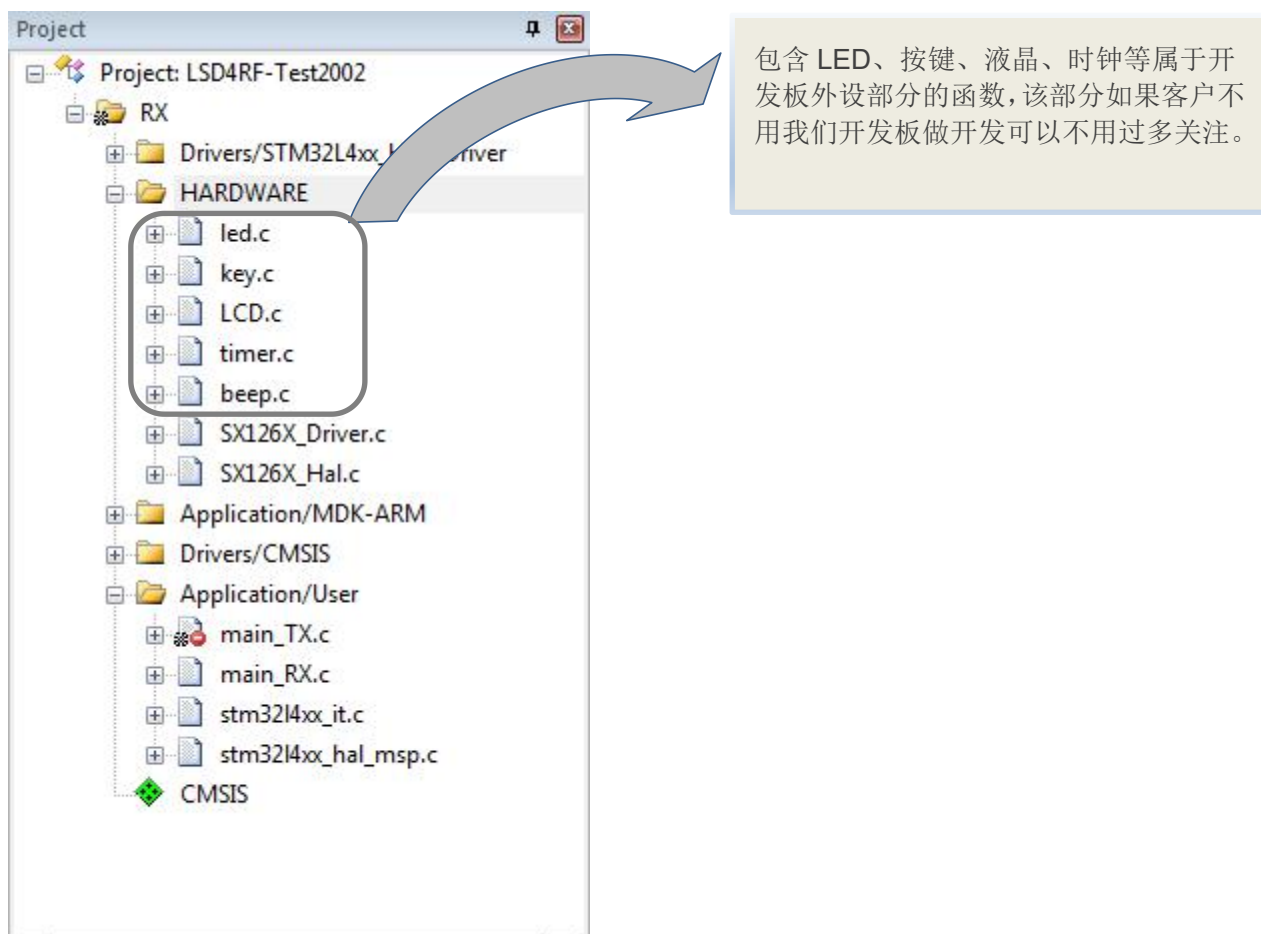


图 3 开发板外设说明

2.2 移植说明

移植的关键是根据用户的平台去修改 `SX126X_Hal.c` 文件，修改时候要注意函数名不能修改，只需要根据不同的 MCU 平台修改函数内容来实现函数功能。在 `SX126X_Hal.c` 修改好后 `SX127X_Driver.c` 文件不用做改动。用户在应用层直接调用里面的驱动函数就可以。

2.2.1 GPIO 配置

如图 3 所示是本工程 MCU 与 LoRa 模块引脚的连接图，箭头方向代表信号流方向。

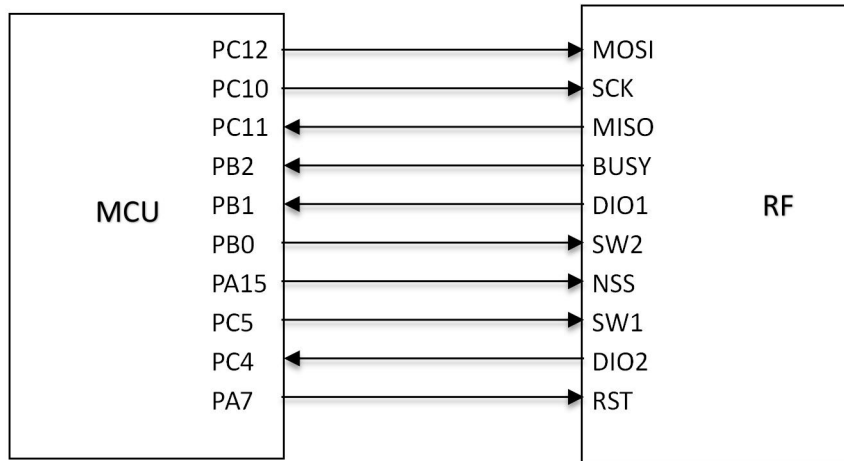


图 4 引脚连接图

用户 MCU 需要建立相应的配置 IO 口的函数，如表 1 所示。也可参见《LSD4RF-2RxxxNxx 产品规格书》

表 1： 相应 IO 口配置函数

引脚	MCU 引脚配置说明	备注
MOSI	SPI 主机输出引脚	
SCK	SPI 时钟引脚	
MISO	SPI 主机输入引脚	
BUSY	MCU 端配置为输入模式	占线指示器
DIO1	MCU 端配置为输入模式	包含 TXDONE、RXDONE、CADDONE 中断
SW2	MCU 端配置为输出模式	射频开关控制引脚 2
NSS	SPI 片选引脚	
SW1	MCU 端配置为输出模式	射频开关控制引脚 1
DIO2	MCU 端配置为输入模式	
RST	MCU 端配置为输出模式	低电平有效，平时为高电平

2.2.2 SPI 配置

用户的 SPI 引脚配置可以根据自己的 MCU 去寻找 SPI 例程进行配置。对于 SPI 操作的函数，用户需要根据自己 MCU 操作 SPI 的方式进行修改。

本文档选取了两个不同平台下相同的 SPI 操作函数来说明 SPI 操作的移植工作。两个不同平台下的函数时序一致，不同点在于 SPI 的操作（关于函数的操作时序用户可以参考 SX126X 数据手册）。下面选取两个平台的 SPI 写 Buffer 函数作为示例，如示例 1 所示该函数是在 STM32L476VG 平台，如示例 2 所示该函数在 MSP430F4152 平台。

```
void SX126xWriteBuffer( uint8_t offset,
uint8_t *buffer, uint8_t size )
{
    SX126xCheckDeviceReady( );
    SX126X_NSS_OUTPUT(GPIO_PIN_RESET);
    SX126X_ReadWriteByte( RADIO_WRITE_BUFFER
);
    SX126X_ReadWriteByte( offset );
    for( uint16_t i = 0; i < size; i++ )
    {
        SX126X_ReadWriteByte( buffer[i] );
    }
    SX126X_NSS_OUTPUT(GPIO_PIN_SET);
    SX126xWaitOnBusy( );
}
```

示例 1 STM32L476VG 平台函数示例

```
void SX126xWriteBuffer( uint8_t offset,
uint8_t *buffer, uint8_t size )
{
    SX126xCheckDeviceReady( );
    SPI_NSS_DIR = 1;
    SPI_NSS_OUT = 0;
    IFG2 &= ~UCB0RXIFG;
    UCB0TXBUF =( RADIO_WRITE_BUFFER );
    while (!(IFG2&UCB0RXIFG));
    IFG2 &= ~UCB0RXIFG;
    UCB0TXBUF =( offset );
    while (!(IFG2&UCB0RXIFG));
    for( uint16_t i = 0; i < size; i++ )
    {
        IFG2 &= ~UCB0RXIFG;
        UCB0TXBUF =( buffer[i] );
        while (!(IFG2&UCB0RXIFG));
    }
    SPI_NSS_OUT = 1;
    SX126xWaitOnBusy( );
}
```

示例 2 MSP430F4152 平台函数示例

3 示例代码介绍

在资料包的示例代码文件夹下，包含三个基础功能的例程文件，如下图所示：

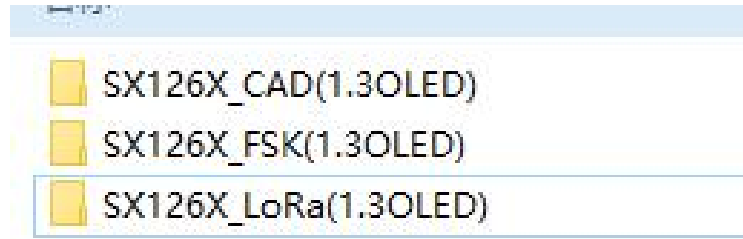


图 5 示例代码文件

1、三个功能函数为单独的三个工程文件，可以使用开发板进行单独烧写或调试，可以参考《LSD4RF-TEST2002 第二代 RF 开发板说明手册》进行操作。

3.1 功能函数介绍

该部分是介绍 3 个功能函数，介绍其实现的功能，对应的流程以及操作的方式。

3.1.1 LoRa 点对点通信

LoRa 点对点通信有发射和接收两端，分别下载“LoRa-TX”和“LoRa-Rx”，可以通过菜单进入，也可以通过下载《SX126X-LoRa》文件夹下的工程实现。实现的功能是：发射端发送一包数据给接收端，接收端收到数据后把数据返回给发射端，液晶上可以显示发送包数、接收包数、错误包数以及 RSSI、SNR 等信息，通过按键 K1、K2 可以设置模块的频点、SF，按键 K3 为确定键。

3.1.1.1 流程图

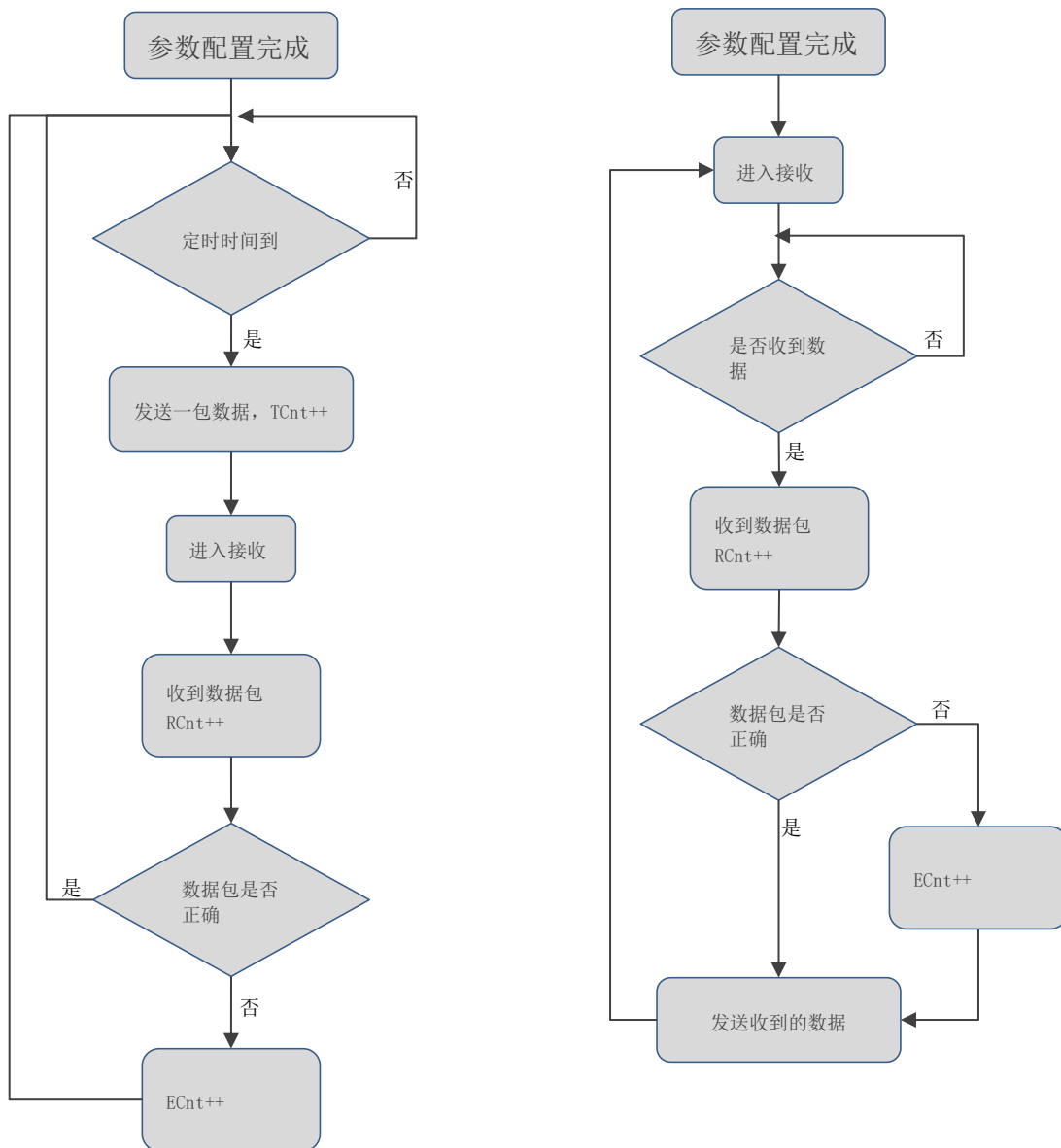


图 7 LoRa 点对点通信流程图（左为发送，右为接收）

3.1.1.2 工作示例

两个模块分别进入发送和接收的例程后，即可开始工作，按键 K1 可以设置频点，K2 可以设置 SF（SF 越大速率越低），K3 为确定键，按下 K3 后模块会重新初始化并且发送和接收的计数会清零。

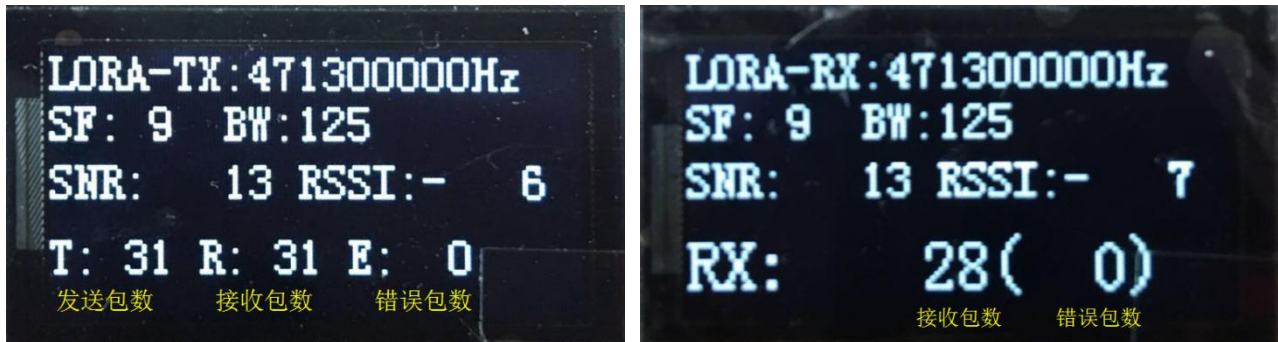


图 8 LoRa 收发示例

3.1.2 FSK 点对点通信

FSK 点对点通信有发射和接收两端，分别进入“FSK-TX”和“FSK-Rx”，可以通过菜单进入，也可以通过下载《SX127X-Fsk》文件夹下的工程实现。实现的功能是：发射端发送一包数据给接收端，接收端受到数据后把数据返回给发射端，液晶上可以显示发送包数、接收包数、错误包数。因为该模块在 Fsk 下的应用比较少，所以没有搭配按键切换参数的功能，例程参数为频点：471MHz，速率：9.6Kbps，Dev：19KHz。

3.1.2.1 流程图

工程流程图与章节“3.1.1.1”一样，区别在调制方式，参数配置，寄存器配置上，需要参照实际程序，整个流程是一样的，这里不做重复。

3.1.2.2 工作示例

两个模块分别进入发送和接收的例程后，即可开始工作。

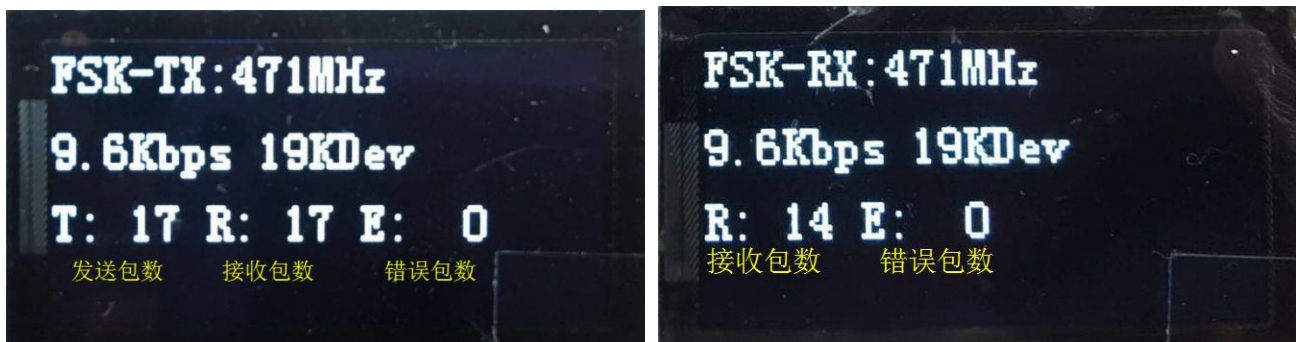


图 9 FSK 收发示例

3.1.3 CAD 功能示例

LoRa 模块的 WOR 的工作原理如下图所示。

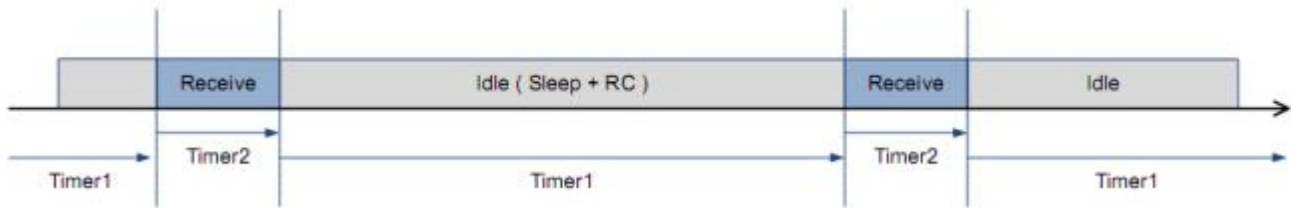


图 10 接收端做 WOR 过程

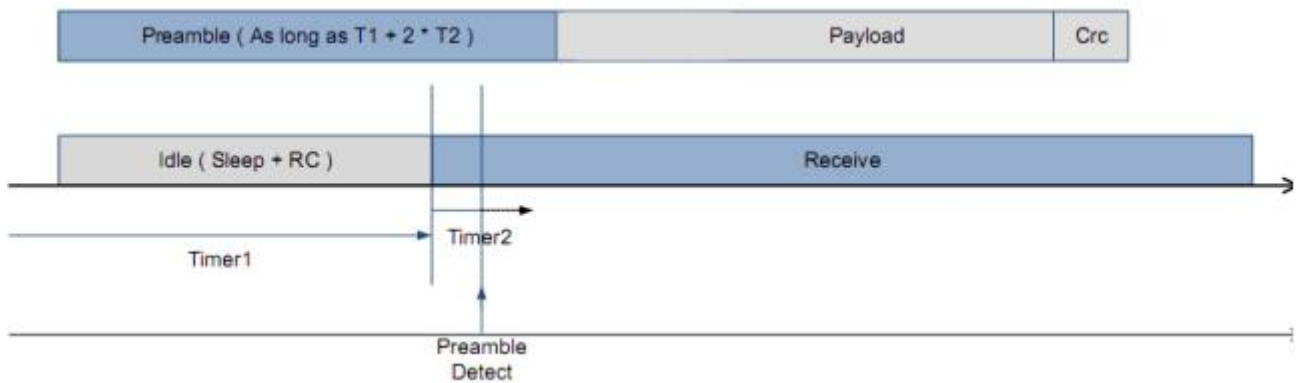


图 11 唤醒过程

这里我们定义 Timer1 为低功耗睡眠时间区间，Timer2 为功耗比较大的接收时间区间。从上图可以看出，若要可靠唤醒 WOR，发送包的前导码必须大于 $T1 + 2 * T2$ 才能可靠唤醒。其中负载部分可以定义为被唤醒的节点的 ID 等，可由客户自定义。

以上图示为一般 WOR 的工作过程，但需要注意的是，在 LORA 调制模式下，由于 LORA 模式是扩频传输，LORA 只能用软件 WOR 方式，T2 时间的接收采用 CAD 方式实现。换句话说解释就是，MCU 发命令让 RF 进入睡眠，MCU 定时 T1 时间，时间到，MCU 发送命令让 RF 进入 CAD 模式，以此循环整个过程，即实现了软件 WOR 的过程。

3.1.3.1 流程图

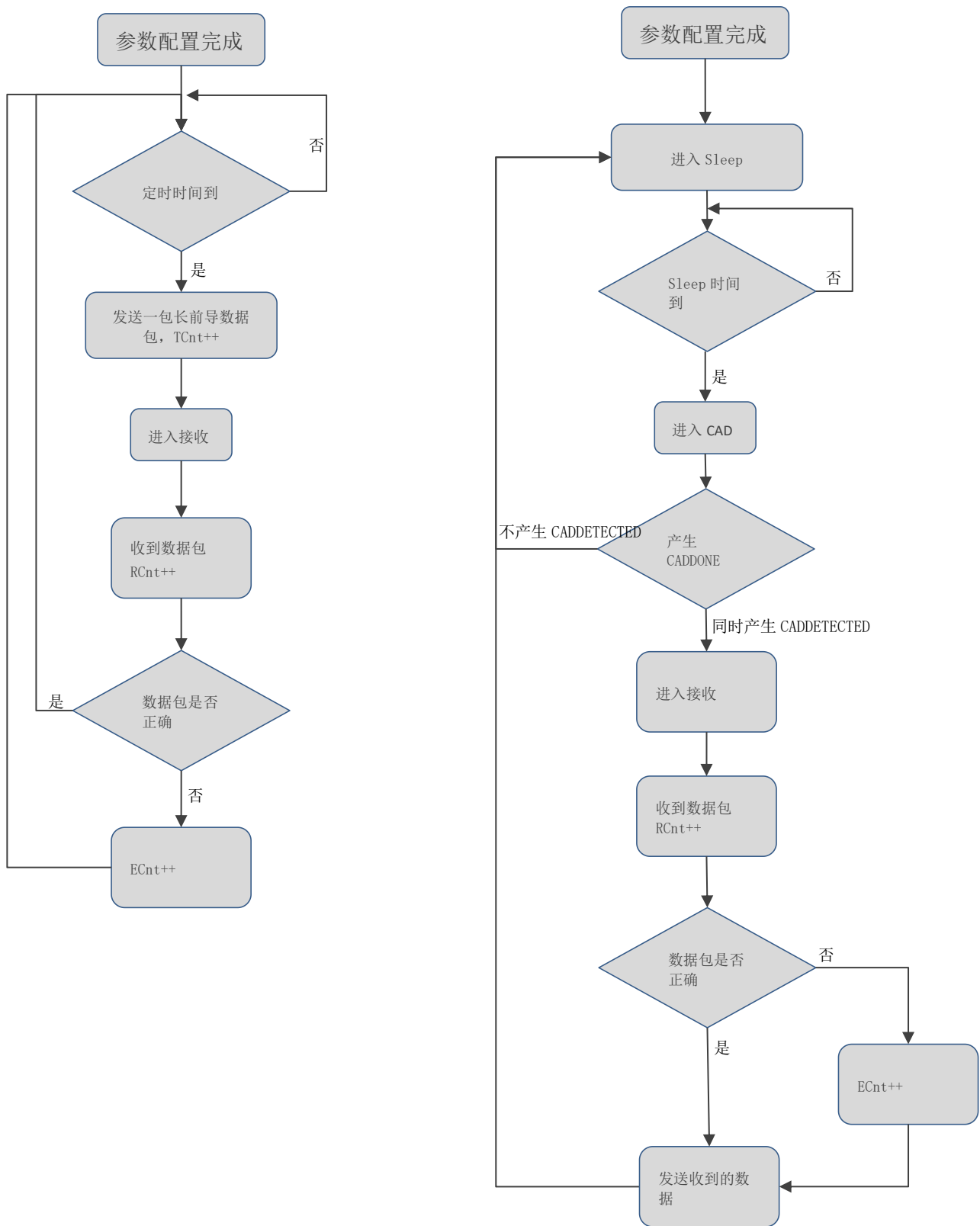


图 12 CAD 通信流程图（左为发送，右为接收）

3.1.3.2 工作示例

两个模块分别进入发送和接收的例程后，即可开始工作，按键 K1 可以设置频点，K2 可以设置 SF（SF 越大速率越低），K3 为确定键，按下 K3 后模块会重新初始化并且发送和接收的计数会清零。

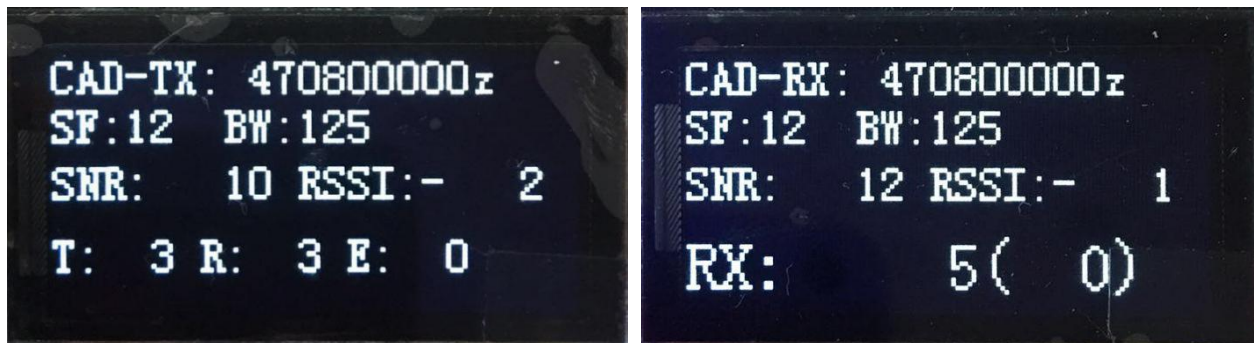


图 13 CAD 收发示例

4 敬告用户

欢迎您使用利尔达科技有限公司的产品，在使用我公司产品前，请先阅读此敬告；如果您已开始使用说明您已阅读并接受本敬告。

利尔达科技有限公司保留所配备全部资料的最终解释和修改权，如有更改恕不另行通知。

编制：利尔达科技集团股份有限公司 无线传感网

2020 年 11 月