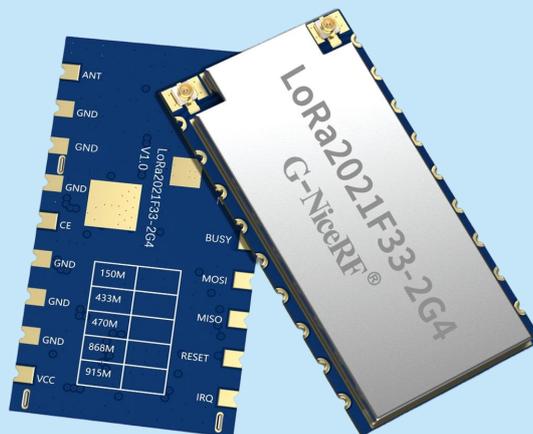


## LoRa2021F33-2G4 大功率无线通讯模块

- 双频段覆盖：150-960MHz 和 2.4-2.5GHz
- 传输速率高达 2.6Mbps@FLRC，125Kbps@LoRa
- 多种调制方式：FSK、LoRa、LR-FHSS、FLRC、O-QPSK、OOK
- 兼容多种低功耗无线协议：Amazon Sidewalk, Wireless M-BUS, Wi-SUN FSK, and Z-Wave
- 支持 LoRaWAN 协议、支持 RTToF 测距
- SUB-G 2W, 2.4GHz 1w@5v，2.4GHZ 内部有 LNA，灵敏度提升了 6dB
- 工业级 TCXO 晶振 0.5PPM

## 产品规格书



## 目 录

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 一、 产品描述 .....         | 3  |
| 二、 产品特点 .....         | 3  |
| 三、 应用领域 .....         | 3  |
| 四、 内部框图 .....         | 4  |
| 五、 典型应用电路 .....       | 4  |
| 六、 性能参数 .....         | 5  |
| 七、 脚位定义 .....         | 6  |
| 八、 指标参数 .....         | 7  |
| 九、 机械尺寸(单位: mm) ..... | 7  |
| 附录 1: 功能演示板 .....     | 8  |
| 附录 2: 炉温曲线图 .....     | 10 |

### 注：文档修订记录

| 历史版本号 | 发布时间   | 修改内容 |
|-------|--------|------|
| V1.0  | 2026-2 | 初次发布 |
|       |        |      |
|       |        |      |

## 一、 产品描述

LoRa2021F33-2G4 模块是采用 SEMTECH 的 LR2021 芯片，该收发器集成了第四代 LoRa IP 核，支持在 Sub-GHz、2.4GHz 频段中运行。向后兼容以往的 LoRa 设备，确保了与 LoRaWAN 的无缝兼容。

此外，该设备还具备扩展的物理层调制功能，可以支持快速远程通信（FLRC）；当与第三方协议栈集成时，它还能兼容多种低功耗无线协议，包括 Amazon Sidewalk、Wireless M-BUS、Wi-SUN FSK 以及 Z-Wave。LoRa2021F33-2G4 严格使用无铅工艺生产和测试，均符合 RoHS 和 Reach 的标准。

## 二、 产品特点

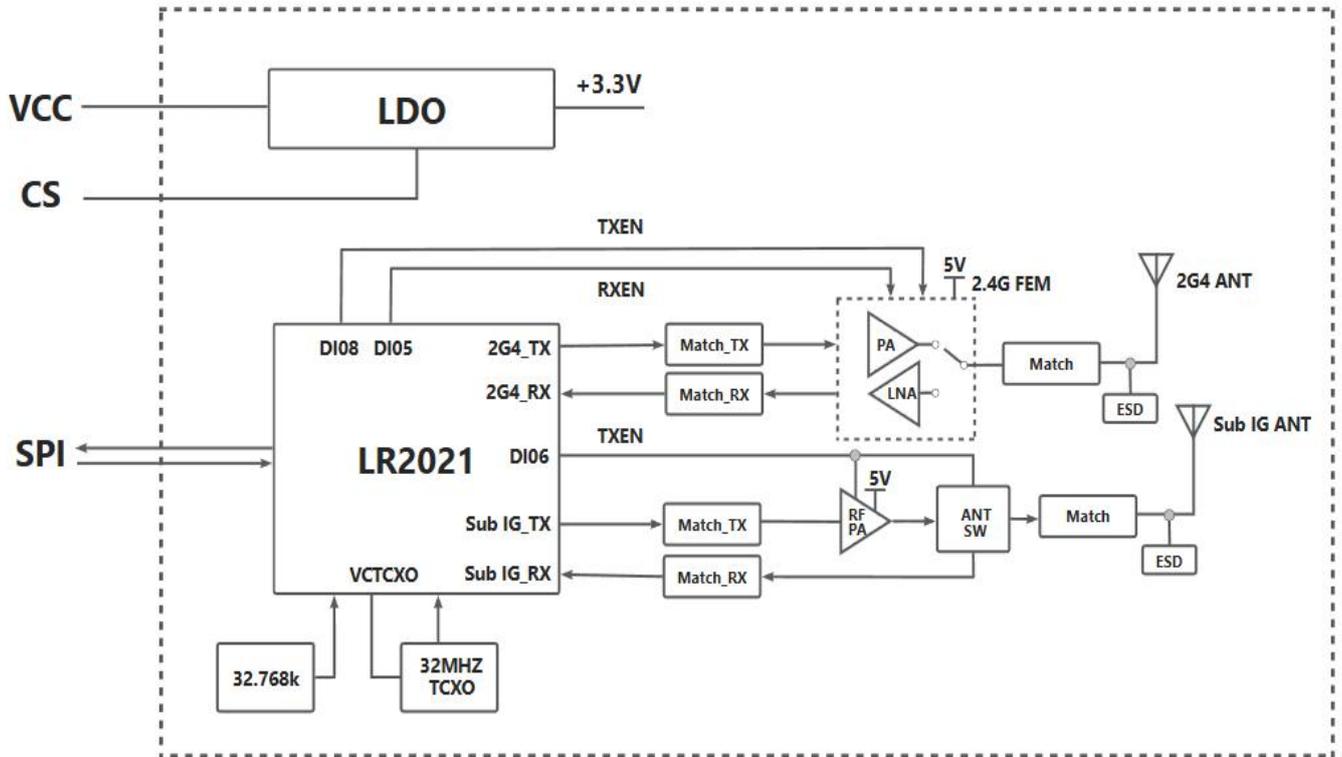
- Sub-GHz 频段：433/470MHz 2W
- Sub-GHz 频段：868/915MHz 1W  
(可定制 150~960MHz 的频率)
- 2.4G 频段：2400-2500MHz 1W
- 2.4GHz 频段灵敏度高达  
-136@BW=125KHz, SF=10
- Sub-GHz 接收灵敏度高达  
-144dBm @BW=62.5KHz, SF=12
- 内置静电保护电路
- 支持 LR-FHSS
- FLRC 最高可达 2.6 Mbps
- LoRa 最高可达 125 Kbps
- 第四代 LoRa IP 技术
- 多扩频因子同时检测
- 增强型 CAD(信道活动检测)
- 更高的频率偏移容限(适应恶劣射频环境)
- 支持多种主流通讯协议  
LoRa / LoRaWAN® (Sub-GHz+2.4GHz)  
Bluetooth® LE 5.0  
IEEE® 802.15.4 (Thread®/Zigbee™)  
Wi-SUN、Wireless M-BUS、Z-Wave 等
- 开阔地 Sub-GHz 传输距离为 10 公里以上
- 休眠电流小于 20uA 以下
- 小体积，邮票孔设计，方便客户二次开发

## 三、 应用领域

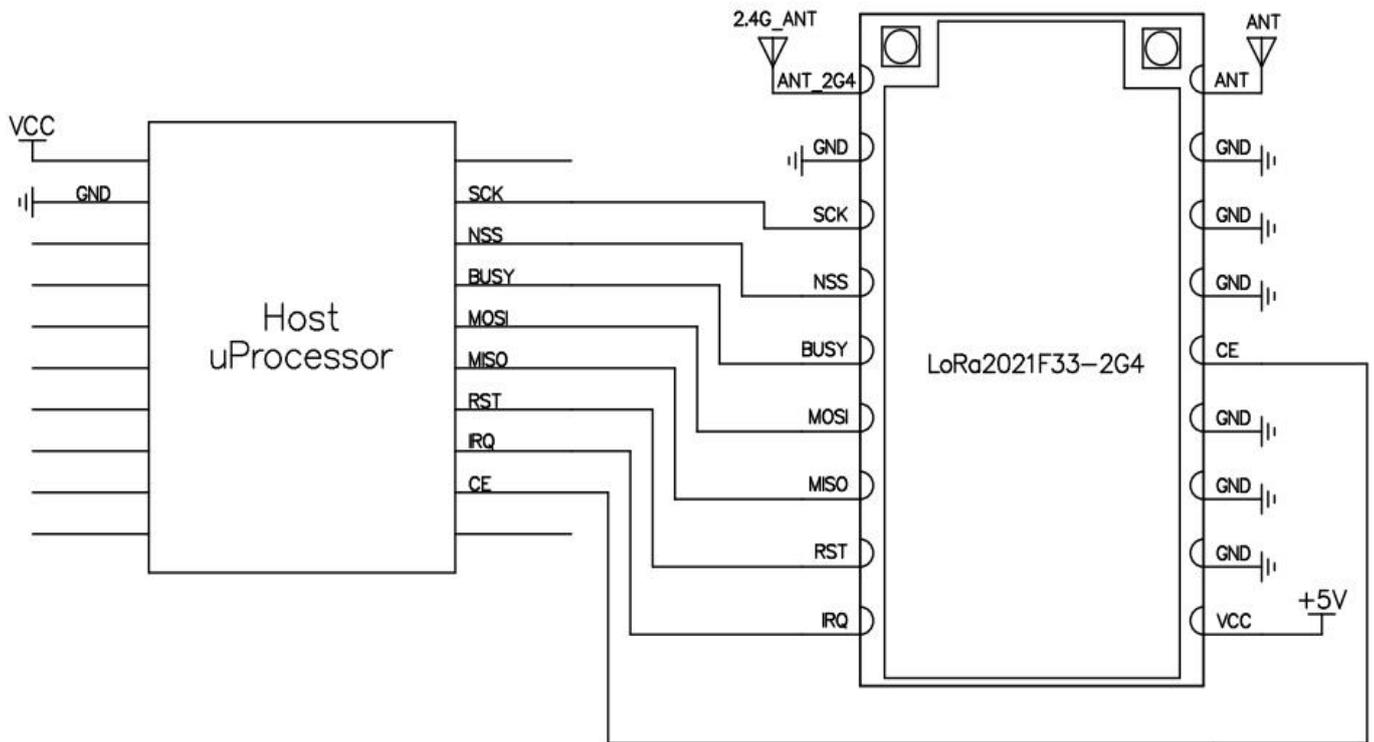
- 无人机应用
- 智慧农业 / 智能家居
- 远程灌溉
- 工业制造

四、内部框图

LoRa2021F33-2G4



五、典型应用电路

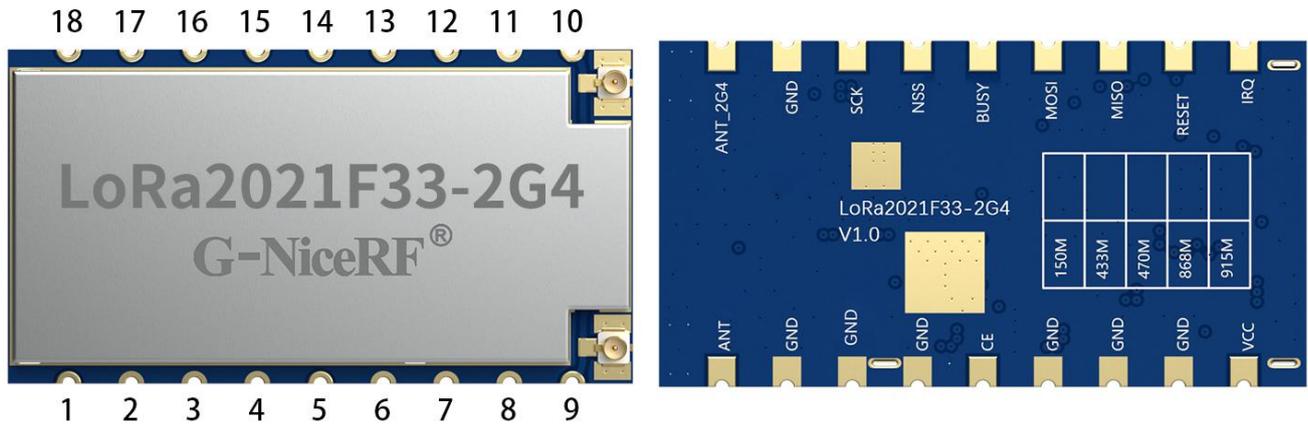


## 六、性能参数

| 参数                 | 测试条件                                     | 最小     | 典型     | 最大    | 单位   |
|--------------------|--|--------|--------|-------|------|
| 工作电压范围             |  | 3.0    | 5      | 5.5   | V    |
| 工作温度范围             |  | -40    | 25     | 85    | °C   |
| 最大输入信号             |  |        | 10     |       | dBm  |
| <b>电 流 消 耗</b>     |  |        |        |       |      |
| 发射电流               | @433MHz, 5V, 2W                          |        | < 1100 |       | mA   |
|                    | @868/915MHz, 5V, 1W                      |        | < 1000 |       | mA   |
|                    | @2.4GHz, 5v, 1w, TxPower=5               |        | < 1000 |       | mA   |
| 接收电流               | @sub-G                                   |        | < 8    |       | mA   |
|                    | @2.4G bypass ON                          |        | < 9    |       | mA   |
|                    | @2.4G bypass OFF                         |        | <42    |       | mA   |
| 休眠电流               |  |        | < 20   |       | uA   |
| <b>射 频 参 数</b>     |  |        |        |       |      |
| 频率范围               | @433MHz                                  | 410    |        | 450   | MHz  |
|                    | @470MHz                                  | 470    |        | 510   | MHz  |
|                    | @868MHz                                  | 840    |        | 880   | MHz  |
|                    | @915MHz                                  | 890    |        | 930   | MHz  |
| 发射功率可调范围           | @sub-GHz@433MHz                          | 18     |        | 33    | dBm  |
|                    | @sub-GHz@868MHz                          | 10     |        | 31    | dBm  |
|                    | @sub-GHz@915MHz                          | 6      |        | 31    | dBm  |
|                    | @2.4G 频段                                 | 11     |        | 30    | dBm  |
| 接收灵敏度              | BW=62.5KHz, SF=12 @sub-GHz               |        | -143   |       | dBm  |
|                    | BW=125KHz, SF=10 @sub-GHz                |        | -136   |       | dBm  |
|                    | BW=125KHz, SF=10 @2.4G 频段,<br>Bypass ON  |        | -124   |       | dBm  |
|                    | BW=125KHz, SF=10 @2.4G 频段,<br>Bypass OFF |        | -136   |       | dBm  |
| 频率误差               |  |        | 0.5    |       | ppm  |
| 调制速率<br>(@sub-GHz) | @LoRa                                    | 0.0458 |        | 125   | Kbps |
|                    | @FSK                                     | 0.2    |        | 2000  | Kbps |
| 调制速率<br>(@2.4G 频段) | @LoRa                                    | 0.476  |        | 101.5 | Kbps |

**注: 2.4G 的 LNA(DIO5), 正常设为高电平 (关 Bypass), 如果设成低电平灵敏度会下降 12dB (开 Bypass)**

## 七、脚位定义



| 脚位编号                    | 引脚定义    | I/O | I0 电平  | 描述                                     |
|-------------------------|---------|-----|--------|--|
| 1                       | VCC     |     |        | 接电源正极                                  |
| 2, 3, 4, 6,<br>7, 8, 11 | GND     |     |        | 接电源负极                                  |
| 5                       | CE      | I   | 0-5.5V | 内部 LDO 的使能控制脚, 拉高或者悬空工作, 接地休眠, 内部有上拉电阻 |
| 9                       | ANT     |     |        | Sub-G 天线接口, 外接 50 欧天线                  |
| 10                      | ANT-2G4 |     |        | 2.4G 天线接口, 外接 50 欧天线                   |
| 12                      | SCK     | I   | 0-3.3V | SPI 时钟输入                               |
| 13                      | NSS     | I   | 0-3.3V | SPI 片选输入                               |
| 14                      | BUSY    | O   | 0-3.3V | 用于状态指示, 详情查看芯片资料                       |
| 15                      | MOSI    | I   | 0-3.3V | SPI 数据输入                               |
| 16                      | MISO    | O   | 0-3.3V | SPI 数据输出                               |
| 17                      | RESET   | I   | 0-3.3V | 复位触发输入, 具体见芯片规格书                       |
| 18                      | IRQ     | O   | 0-3.3V | 多用途数字接口, 具体见芯片规格书                      |

## 八、指标参数

### ➤ 功率等级对照表（433MHz & 2.4GHz）

| 433MHz<br>@BW=125KHZ, SF=12 |            |           | 2.4GHz<br>@BW=203KHZ, SF=12 |            |           |
|-----------------------------|------------|-----------|-----------------------------|------------|-----------|
| 寄存器值 <sup>1</sup>           | 输出功率 (dBm) | 发射电流 (mA) | 寄存器值 <sup>1</sup>           | 输出功率 (dBm) | 发射电流 (mA) |
| -11                         | 17.3       | 430       | -18                         | 10.8       | 247       |
| -5                          | 20.8       | 460       | -14                         | 16.3       | 294       |
| 1                           | 22.7       | 560       | -11                         | 20.1       | 356       |
| 7                           | 25.1       | 550       | -7                          | 23.6       | 458       |
| 13                          | 27.3       | 628       | -3                          | 27.1       | 620       |
| 19                          | 29.3       | 730       | 1                           | 29.1       | 770       |
| 25                          | 31.4       | 900       | 4                           | 30.1       | 790       |
| 31                          | 32.4       | 1000      | 7                           | 30.1       | 810       |
| 37                          | 33.1       | 1100      | 10                          | 30.1       | 820       |
| 44                          | 33.1       | 1150      | 13                          | 29.5       | 820       |

寄存器值<sup>1</sup>：SetTxParams(0x0203)命令中的TxPower

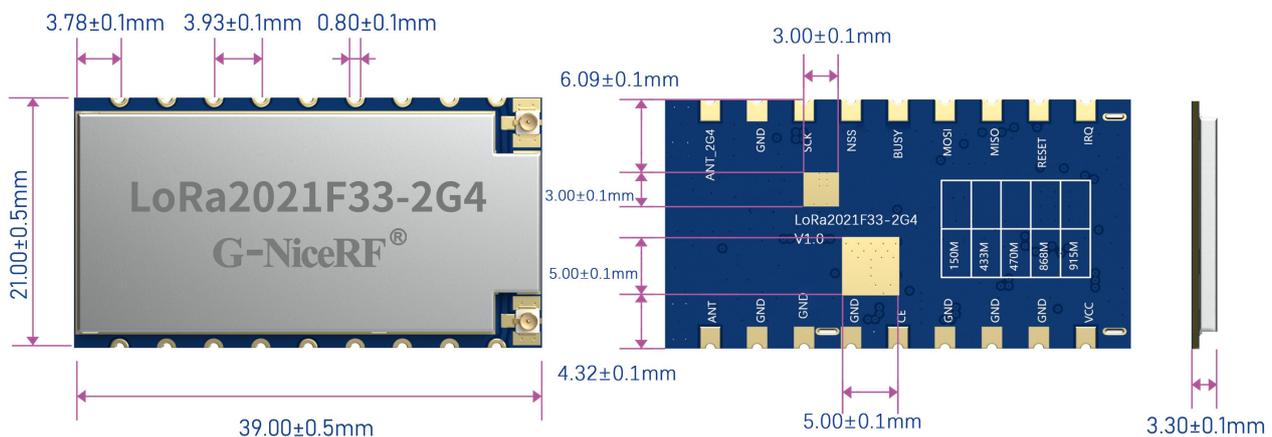
注意：1. 433MHZ 的寄存器值设到 36 就可以了，这样效率最高。

2. 2.4G 的 TxPower 最好不要设到超过 4，这样效率最高，如果功率设到最大，功率更低，电流更大，长时间不间断发射，会有可能损坏功放。

### ➤ 电压与功率对照表

| 工作电压 (V) | 433MHz   |           | 2.45GHz  |           |
|----------|----------|-----------|----------|-----------|
|          | 功率 (dBm) | 发射电流 (mA) | 功率 (dBm) | 发射电流 (mA) |
| 3.3      | 28.9     | 770       | 26.4     | 590       |
| 3.6      | 30.3     | 903       | 27.3     | 650       |
| 4.0      | 31.2     | 994       | 28.3     | 730       |
| 4.5      | 31.8     | 1008      | 29.5     | 820       |
| 5.0      | 33.0     | 1100      | 30.0     | 840       |
| 5.5      | 33.3     | 1118      | 30.2     | 860       |

## 九、机械尺寸(单位：mm)



## 附录 1：功能演示板



### 1. 功能说明

LoRa2021F33-2G4 大功率无线模块 DEMO 板主要实现了 LoRa 模式下的收发双向通信（Master、Slave），休眠（Sleep）以及发射功率（TxTest）和接收灵敏度（RxTest）的测试功能。

注：发射功率和接收灵敏度需配合仪器测试。

### 2. 按键功能

DEMO 演示板上有三个按键，分别为 SET 键、UP 键和 DOWN 键；功能如下：

| 按 键       | 功 能        |
|-----------|------------|
| SET 键 短按  | 确定或进入下一级界面 |
| SET 键 长按  | 返回上一级界面    |
| UP 键 短按   | 光标上移或参数加 1 |
| UP 键 长按   | 参数加        |
| DOWN 键 短按 | 光标下移或参数减 1 |
| DOWN 键 长按 | 参数减        |

操作方法：正常供电，拨动电源开关，打开电源，演示板 LCD 屏幕会出现主界面。短按 UP 键或短按 DOWN 键上下移动光标，当光标处于要修改的参数行时，短按 SET 键光标开始闪烁。此时短按 UP 或 DOWN 修改设定的参数，最后再短按 SET 键即可完成修改。长按 SET 键进入 Mode 参数对应的测试功能。短按 SET 键返回主界面。

### 3. 主界面参数说明

| 参数项         | 说明         | LoRa 模式   | FLRC 模式                                   |
|-------------|------------|---|---|
| Mod         | 调制方式       | LoRa  | FLRC                                      |
| Mode        | 工作功能       | Master、Slave、TXTEST、RXTEST、SLEEP                      |   |
| Band        | 频段         | LF: 150-960MHz, HF: 1500-2500MHz                      |   |
| FREQ        | 中心频率 MHz   | 设定值 (MHz)   |   |
| POWER       | 发射功率       | 0-9 级   |   |
| SF(LoRa)    | 扩频因子       | 5-12  | N/A                                       |
| BW(LoRa)    | 带宽         | 62.5/125/250/500/1000 (Sub-GHz)<br>203/406/812 (2.4G) |   |
| CR(LoRa)    | 编码率        | 4/5-4/8   | N/A                                       |
| DR_BW(FLRC) | 速率、带宽 Mbps | N/A   | 0.26/0.32/0.52/0.65<br>/1.04/1.3/2.08/2.6 |
| CR(FLRC)    | 编码率        | N/A   | 1/2、3/4、1、2/3                             |
| Shape(FLRC) | 脉冲形状       | N/A   | BT_05、BT_1、OFF                            |

#### 4. 通讯测试

准备两块 LoRa2021F33-2G4 的演示板，选择调制方式 LoRa 或 FLRC。一个选择 Master 模式作为通讯主机，一个选择 Slave 模式作为通讯从机。（将 LoRa 或 FLRC 通讯参数设置成一样，否则无法通讯）。通讯界面的屏幕上显示：Tx\_cnt 和 Rx\_cnt 的数字不断增加（红色指示灯代表发射成功一次，蓝色指示灯代表接收成功一次）。



附录 2：炉温曲线图

