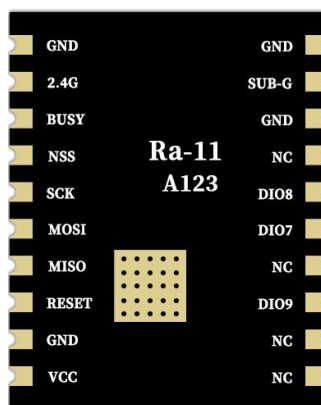


# Ra-11 规格书



产品系列：LoRa 系列

产品型号：Ra-11

版本号：V1.0.3

版权日期：©2026

文档语言：中文

发布日期：2026-09-21

保密级别：公开文档

制造商：深圳市安信可科技有限公司

关键词：LoRa，Semtech LR1121，Sub-GHz，2.4GHz，射频模组，LR-FHSS，物联网

文件履历表

| 版本     | 日期         | 制定/修订内容                         | 制定 | 核准 |
|--------|------------|---------------------------------|----|----|
| V1.0.0 | 2026-05-19 | 首次制定                            | 陈军 | 关宁 |
| V1.0.1 | 2026-06-17 | 修改功耗数据                          | 陈军 | 关宁 |
| V1.0.2 | 2026-08-14 | 1. 修改供电电压及功耗数据；<br>2. 更新模组渲染图   | 陈军 | 关宁 |
| V1.0.3 | 2026-09-21 | 1. 更新模组渲染图；<br>2. 增加频率和功率法规限制说明 | 陈军 | 关宁 |

## 目录

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1 产品概述 .....          | 5  |
| 1.1 特性 .....          | 6  |
| 1.2 应用场景 .....        | 7  |
| 2 主要参数 .....          | 8  |
| 3 电气特性 .....          | 9  |
| 3.1 推荐工作条件 .....      | 9  |
| 3.2 I/O 直流电气特性 .....  | 9  |
| 3.3 静电放电 .....        | 9  |
| 3.4 LoRa 射频性能 .....   | 10 |
| 3.5 功耗 .....          | 12 |
| 4 机械规格 .....          | 13 |
| 4.1 模组尺寸 .....        | 13 |
| 4.2 外部天线连接器尺寸 .....   | 14 |
| 5 管脚定义 .....          | 15 |
| 6 原理图 .....           | 17 |
| 7 设计指导 .....          | 18 |
| 7.1 应用指导电路图 .....     | 18 |
| 7.2 推荐 PCB 封装尺寸 ..... | 19 |
| 7.3 供电 .....          | 20 |
| 7.4 GPIO .....        | 21 |
| 8 存储条件 .....          | 22 |
| 9 回流焊曲线 .....         | 22 |
| 10 产品包装信息 .....       | 23 |
| 11 联系我们 .....         | 23 |
| 免责声明 .....            | 24 |

## 图目录

|      |                          |    |
|------|--------------------------|----|
| 图 1  | 主芯片架构图 .....             | 5  |
| 图 2  | ESD 防静电示意图 .....         | 9  |
| 图 3  | 模组尺寸（单位：mm） .....        | 13 |
| 图 4  | 外部天线连接器尺寸（单位：mm） .....   | 14 |
| 图 5  | 管脚示意图 .....              | 15 |
| 图 6  | 原理图 .....                | 17 |
| 图 7  | 应用指导电路 .....             | 18 |
| 图 8  | 推荐 PCB 封装尺寸（单位：mm） ..... | 19 |
| 图 9  | DC-DC 降压电路 .....         | 20 |
| 图 10 | 电平转换电路 .....             | 21 |
| 图 11 | 回流焊曲线 .....              | 22 |
| 图 12 | 编带包装图 .....              | 23 |

## 表目录

|     |                    |    |
|-----|--------------------|----|
| 表 1 | 主要参数说明 .....       | 8  |
| 表 2 | 推荐工作条件 .....       | 9  |
| 表 3 | I/O 直流电气特性 .....   | 9  |
| 表 4 | LoRa 射频性能 .....    | 10 |
| 表 5 | 各国家/地区射频法规限值 ..... | 11 |
| 表 6 | 瞬时功耗 .....         | 12 |
| 表 7 | 管脚功能定义 .....       | 15 |

## 1 产品概述

Ra-11 是以 Semtech 第三代 LoRa 收发器 LR1121 射频芯片为核心，专为物联网、远距无线通信、工业及医疗等无线通信的超高性能射频前端模组。其核心优势在于极致小型化封装、实现极限射频性能，通过优化功率放大器、低噪声放大器、滤波器及外围匹配网络的协同设计，实现高功率、低损耗、低杂散、强抗干扰能力。

LR1121 射频芯片支持 Sub-GHz、2.4GHz ISM 频段以及授权的 S 频段卫星通信频段，可实现地面通信与卫星通信应用，兼具超远距传输、超低功耗的核心特性。

Ra-11 模组可广泛应用于自动抄表、家庭楼宇自动化、安防系统、远程灌溉系统等领域。

图 1 为 LR1121 主芯片架构图。

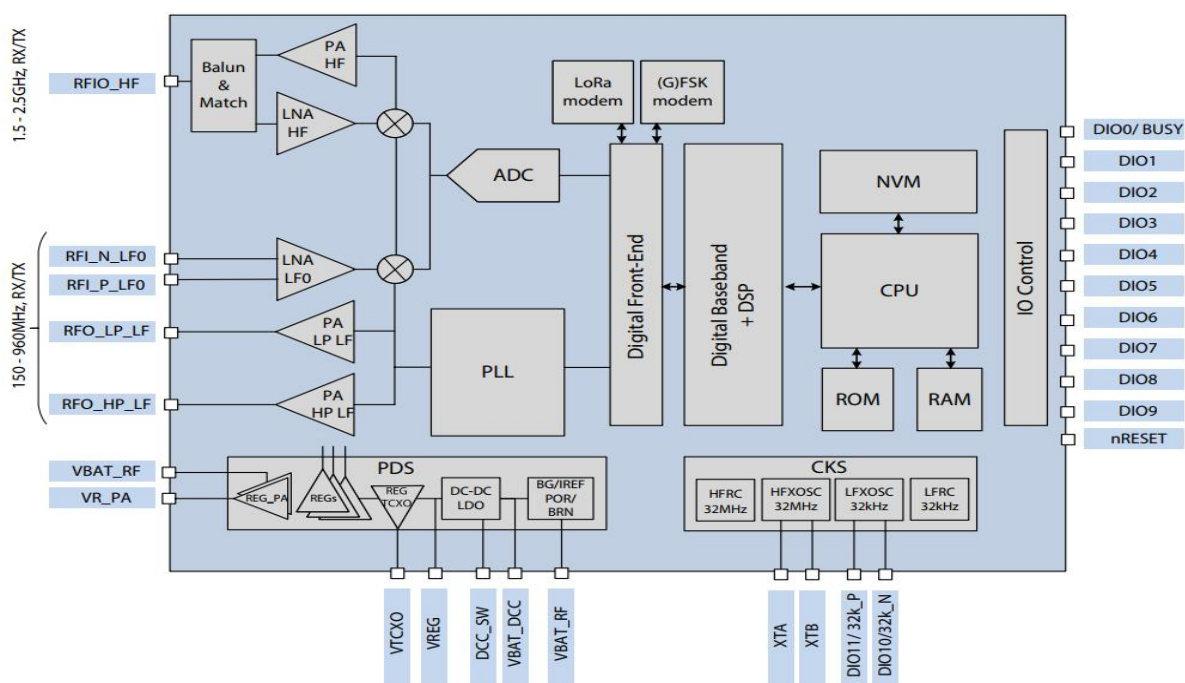


图 1 主芯片架构图

## 1.1 特性

### 射频性能

- 发射功率：理论最大发射功率 22dBm@Sub-GHz，13dBm@2.4GHz
- 集成 PA 稳压器电源选择器，通过此设计简化+15/+22dBm@Sub-GHz 的双电源供电配置，用户可以选择输出最大功率+15dBm 的低功耗工作模式
- 模组需外部 MCU 调整发射功率和工作频率，需严格按照各国家或地区的法规，自行配置
- 接收灵敏度：
  - Sub-GHz：最高 -142dBm@BWLORA = 62.5kHz/SF12/CR4/5（参考芯片手册）
  - 2.4GHz：最高 -112dBm@BWLORA = 406kHz/SF7/CR4/5（参考芯片手册）

### 工作频段

- Sub-GHz：国内默认 470 ~ 510MHz（433MHz 可定制）
- 2.4GHz：国内默认 2400 ~ 2500MHz

### 功耗特性

- 休眠电流  $\leq 40\mu\text{A}$
- 接收电流  $\leq 7\text{mA}$
- 发射功耗：Sub-GHz@22dBm 122mA；2.4GHz@13dBm 34mA

### 通信与协议

- 支持 LoRa/(G)FSK 的调制方式
- 支持 Sub-GHz/2.4GHz 的 LR-FHSS 调制方式
- 出厂可选烧录 Modem-E 固件（内置 LoRa WAN 协议栈）
- 在 Sub-GHz 的频段，兼容 SX126X 和 SX127X 系列产品
- 在 2.4GHz 的频段，兼容 SX128X 系列产品
- 基于 AES-128 加密/解密算法的硬件支持

### 物理特性

- 封装信息：SMD-20
- 模组尺寸（L × W × H）：20.00 × 16.00 × 3.20mm

- 天线形式：IPEX 1 代座子/半孔天线
- 工作温度：-40 ~ 85°C
- 存储环境：-40 ~ 125°C，< 90% RH

#### 电气特性

- 供电电压：2.7 ~ 3.6V（典型值 3.3V）
- 供电电流：> 200mA
- 通信接口：标准 SPI 接口
- 保护特性：内置静电保护电路

备注：未标注特性请参考 Semtech LR1121 官方芯片手册。

## 1.2 应用场景

- 智能工业
- 能源监测
- 户外物联网
- 消费电子
- 无线电及遥控无人机

## 2 主要参数

表 1 为 Ra-11 模组的主要电气与物理参数汇总表。

表 1 主要参数说明

|      |                                        |
|------|----------------------------------------|
| 型号   | Ra-11                                  |
| 封装   | SMD-20                                 |
| 尺寸   | 20.00 × 16.00 × 3.20mm                 |
| 天线形式 | IPEX 1 代座子/半孔天线                        |
| 频段范围 | 470 ~ 510MHz、2400 ~ 2500MHz            |
| 工作温度 | -40 ~ 85°C                             |
| 存储环境 | -40 ~ 125°C, <90% RH                   |
| 供电范围 | 供电电压 2.7 ~ 3.6V, 典型值 3.3V, 供电电流 >200mA |
| 通信接口 | SPI                                    |

## 3 电气特性

### 3.1 推荐工作条件

表 2 为 Ra-11 模组的电气推荐工作参数，超范围使用将存在器件损坏风险。

表 2 推荐工作条件

| 符号  | 参数   | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----|------|-----|-----|-----|----|
| VCC | 供电电压 | 2.7 | 3.3 | 3.6 | V  |
| I   | 供电电流 | 200 | -   | -   | mA |

### 3.2 I/O 直流电气特性

表 3 为 Ra-11 模组的 I/O 直流特性参数，主要用于用户进行外部接口电平匹配和 GPIO 电路设计。

表 3 I/O 直流电气特性

| 符号   | 参数      | 最小值              | 典型值              | 最大值              | 单位         |
|------|---------|------------------|------------------|------------------|------------|
| VIH  | 高电平输入电压 | $0.7 \times VCC$ | -                | $VCC + 0.3$      | V          |
| VIL  | 低电平输入电压 | -0.3             | -                | $0.3 \times VCC$ | V          |
| VOH  | 高电平输出电压 | -                | $0.9 \times VCC$ | -                | V          |
| VOL  | 低电平输出电压 | -                | -                | $0.1 \times VCC$ | V          |
| ZPUD | 上下拉电阻   | -                | 40               | 100              | k $\Omega$ |

### 3.3 静电放电

图 2 为 ESD 防静电示意图。Ra-11 是静电敏感设备，在搬运时需要采取特殊预防措施。



图 2 ESD 防静电示意图

### 3.4 LoRa 射频性能

表 4 为 Ra-11 模组的 LoRa 射频性能参数。射频性能参数为典型测试条件下的数据，实际性能可能会受天线、供电、PCB 布局及测试环境等因素影响。

表 4 LoRa 射频性能

| 描述                                  | 典型值         |      |     | 单位  |
|-------------------------------------|-------------|------|-----|-----|
| 频段范围                                | 2400 ~ 2500 |      |     | MHz |
| 2.4GHz 输出功率（软件设定 13）                |             |      |     |     |
| 模式                                  | 最小值         | 典型值  | 最大值 | 单位  |
| 2400MHz                             | -           | 12.8 | -   | dBm |
| 2450MHz                             | -           | 12.8 | -   | dBm |
| 2500MHz                             | -           | 11.8 | -   | dBm |
| 2.4GHz 接收灵敏度（BW = 406kHz，SF7，CR4/5） |             |      |     |     |
| 模式                                  | 最小值         | 典型值  | 最大值 | 单位  |
| 2400MHz                             | -           | -112 | -   | dBm |
| 2450MHz                             | -           | -112 | -   | dBm |
| 2500MHz                             | -           | -112 | -   | dBm |
| 2.4GHz 谐波抑制 RBW/VBW（1MHz/3MHz）      |             |      |     |     |
| 模式                                  | 最小值         | 典型值  | 最大值 | 单位  |
| 2450MHz@12dBm@二次谐波                  | -           | -45  | -   | dBm |
| 2450MHz@12dBm@三次谐波                  | -           | -45  | -   | dBm |
| 描述                                  | 典型值         |      |     | 单位  |
| 频段范围                                | 470 ~ 510   |      |     | MHz |
| Sub-GHz 输出功率（软件设定 15）               |             |      |     |     |
| 模式                                  | 最小值         | 典型值  | 最大值 | 单位  |
| 470MHz                              | -           | 14.8 | -   | dBm |
| 490MHz                              | -           | 14.6 | -   | dBm |

|                                               |     |      |     |     |
|-----------------------------------------------|-----|------|-----|-----|
| 510MHz                                        | -   | 14   | -   | dBm |
| <b>Sub-GHz 输出功率（软件设定 22）</b>                  |     |      |     |     |
| 模式                                            | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位  |
| 470MHz                                        | -   | 20.8 | -   | dBm |
| 490MHz                                        | -   | 20.6 | -   | dBm |
| 510MHz                                        | -   | 20.4 | -   | dBm |
| <b>Sub-GHz 接收灵敏度（BW = 125kHz, SF7, CR4/5）</b> |     |      |     |     |
| 模式                                            | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位  |
| 470MHz                                        | -   | -127 | -   | dBm |
| 490MHz                                        | -   | -127 | -   | dBm |
| 510MHz                                        | -   | -127 | -   | dBm |
| <b>Sub-GHz 谐波抑制 RBW/VBW（1MHz/3MHz）</b>        |     |      |     |     |
| 模式                                            | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位  |
| 490MHz@22dBm@二次谐波                             | -   | -37  | -   | dBm |
| 490MHz@22dBm@三次谐波                             | -   | -37  | -   | dBm |

表 5 为常见国家及地区的法规要求。模组需外部 MCU 调整发射功率和工作频率，需严格按照各国家或地区的法规，自行配置。Sub-GHz 发射功率可配置范围-9 ~ +22dBm，2.4GHz 发射功率可配置范围-18 ~ +13dBm。

表 5 各国家/地区射频法规限值

| 国家/地区 | 法规            | 工作频段               | 功率要求         |
|-------|---------------|--------------------|--------------|
| 中国大陆  | 2019 年 52 号文  | 470 ~ 510MHz       | ERP ≤ 17dBm  |
| 中国大陆  | 2021 年 129 号文 | 2400 ~ 2483.5MHz   | EIRP ≤ 20dBm |
| 欧盟    | CE            | 433.05 ~ 434.79MHz | ERP ≤ 10dBm  |
| 欧盟    | CE            | 863 ~ 870MHz       | ERP ≤ 14dBm  |
| 欧盟    | CE            | 2400 ~ 2483.5MHz   | EIRP ≤ 20dBm |
| 北美    | FCC           | 902 ~ 928MHz       | EIRP ≤ 30dBm |
| 北美    | FCC           | 2400 ~ 2483.5MHz   | EIRP ≤ 30dBm |

注意：

- $ERP\ (dBm) = Pt\ (dBm) - Cable\ Loss\ (dB) + Antenna\ Gain\ (dBd)$
- $EIRP\ (dBm) = Pt\ (dBm) - Cable\ Loss\ (dB) + Antenna\ Gain\ (dBi)$

根据安信可官网程序，发射功率和工作频率配置方法如下：

\* @param [in] radio Pointer to radio data structure

\* @param [in] output\_pwr\_in\_dbm Output power - in dBm

\* @param [in] rf\_freq\_in\_hz RF frequency - in Hertz

```
static inline ral_status_t ral_set_tx_cfg( const ral_t* radio, const int8_t output_pwr_in_dbm,
const uint32_t rf_freq_in_hz );
```

以上配置方法如有疑问，请联系安信可。

### 3.5 功耗

表 6 为 Ra-11 模组在不同模式下的功耗数据。表中功耗数据基于 3.3V 电源、25°C 环境温度测得。

- 所有发射模式的  $P_{OUT}$  功率是在天线接口处的测量值。
- 所有发射数据基于 100% 占空比，在持续发射的模式下测得。

表 6 瞬时功耗

| 模式                 | 最小值 | 平均值 | 最大值 | 单位 |
|--------------------|-----|-----|-----|----|
| 2.4GHz@TX (13dBm)  | -   | 34  | -   | mA |
| Sub-GHz@TX (22dBm) | -   | 122 | -   | mA |
| 2.4GHz@RX          | -   | 6   | -   | mA |
| Sub-GHz@RX         | -   | 7   | -   | mA |
| 休眠电流               | -   | 40  | -   | μA |

## 4 机械规格

### 4.1 模组尺寸

图 3 为 Ra-11 模组外形尺寸图,其三维外形尺寸(长 × 宽 × 高)为  $20.00 \times 16.00 \times 3.20\text{mm}$ ,尺寸公差均为  $\pm 0.20\text{mm}$ 。

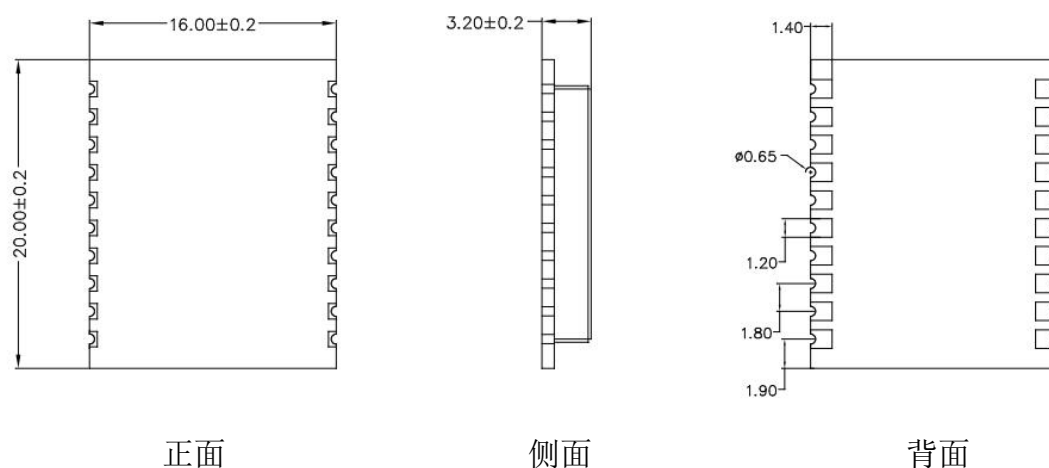


图 3 模组尺寸 (单位: mm)

## 4.2 外部天线连接器尺寸

图 4 为 Ra-11 配套的 IPEX 天线座子工程图纸，该座子用于外接 50Ω 射频天线。

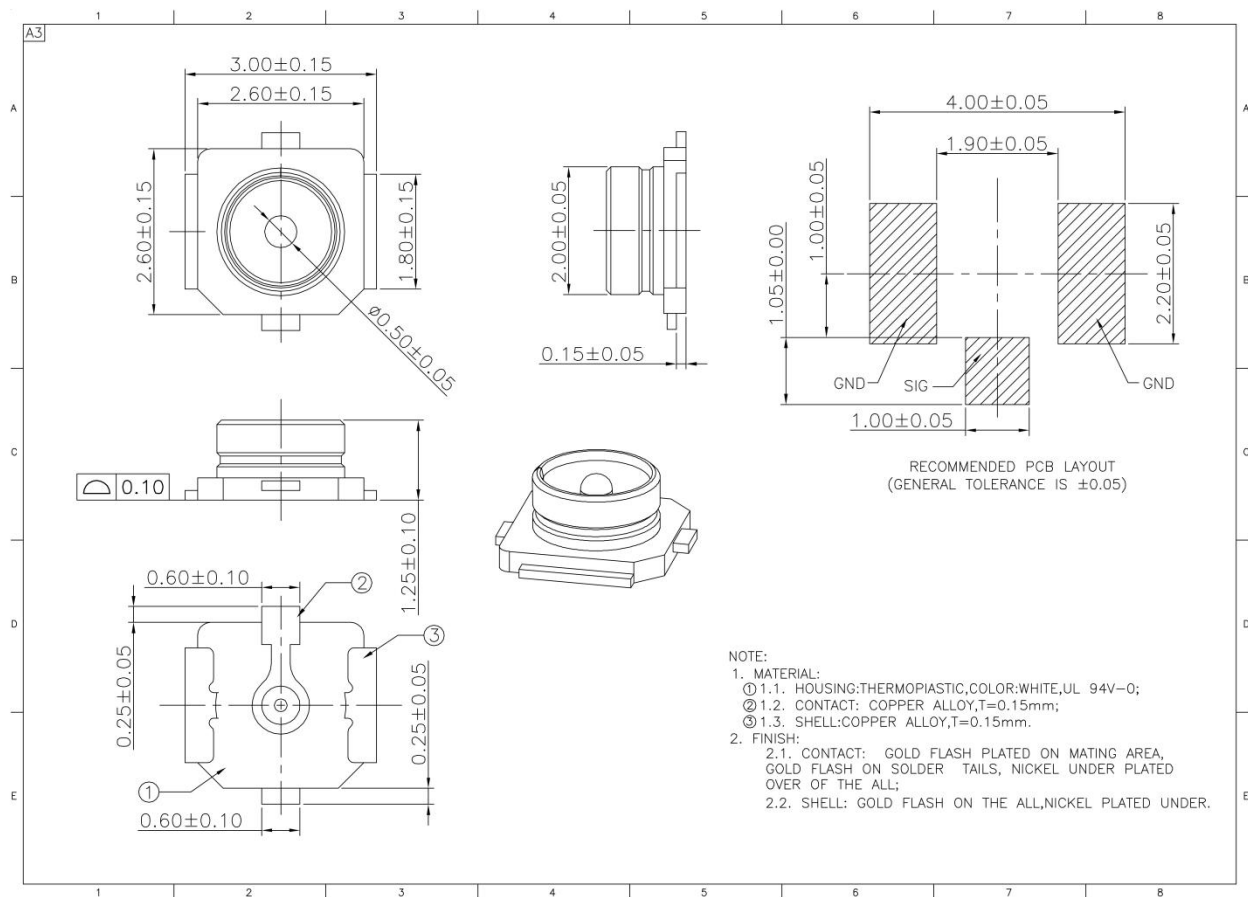


图 4 外部天线连接器尺寸 (单位: mm)

## 5 管脚定义

图 5 为 Ra-11 模组正反面管脚示意图，该模组共接出 20 个管脚。

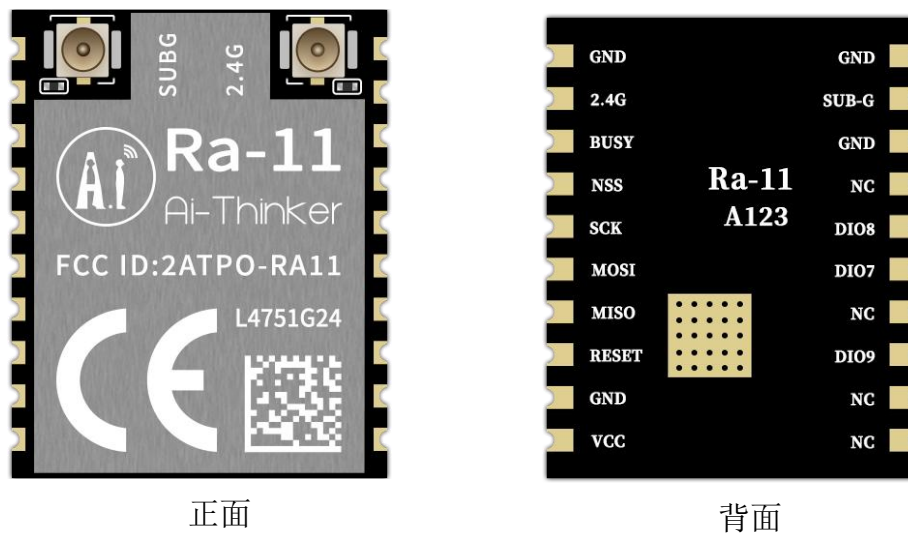


图 5 管脚示意图

表 7 为 Ra-11 模组引脚功能定义，表中列出模组各管脚序号、名称及对应功能定义。

表 7 管脚功能定义

| 脚序 | 名称    | 功能说明                    |
|----|-------|-------------------------|
| 1  | GND   | 模组地                     |
| 2  | SUB-G | Sub-GHz 天线接口，外接 50Ω天线   |
| 3  | GND   | 模组地                     |
| 4  | NC    | NC                      |
| 5  | DIO8  | 默认不可用，官方用于 RFSW3 射频开关控制 |
| 6  | DIO7  | 默认不可用，官方用于 RFSW2 射频开关控制 |
| 7  | NC    | NC                      |
| 8  | DIO9  | 模组中断接口，详情查看芯片资料         |
| 9  | NC    | NC                      |
| 10 | NC    | NC                      |
| 11 | VCC   | 接电源正极                   |
| 12 | GND   | 模组地                     |

|    |       |                       |
|----|-------|-----------------------|
| 13 | RESET | 复位触发输入，低电平有效，详情查看芯片资料 |
| 14 | MISO  | SPI 数据输出              |
| 15 | MOSI  | SPI 数据输入              |
| 16 | SCK   | SPI 时钟输入              |
| 17 | NSS   | SPI 片选输入              |
| 18 | BUSY  | 用于状态指示，详情查看芯片资料       |
| 19 | 2.4G  | 2.4GHz 天线接口，外接 50Ω天线  |
| 20 | GND   | 模组地                   |

注：

- 1、LR1121 芯片的“IO11”和“IO10”引脚，在模块内部用于连接 32.768kHz 晶振。
- 2、LR1121 芯片的“IO5”和“IO6”引脚，在模块内部用于连接射频开关，控制 Sub-GHz 的 TX（+22dBm 高功率和+15dBm 低功率）和 RX 的收发，与官方 SDK 控制状态一致。

## 6 原理图

图 6 为 Ra-11 模组的原理图，集成模组射频天线、电源、时钟及外设预留接口。

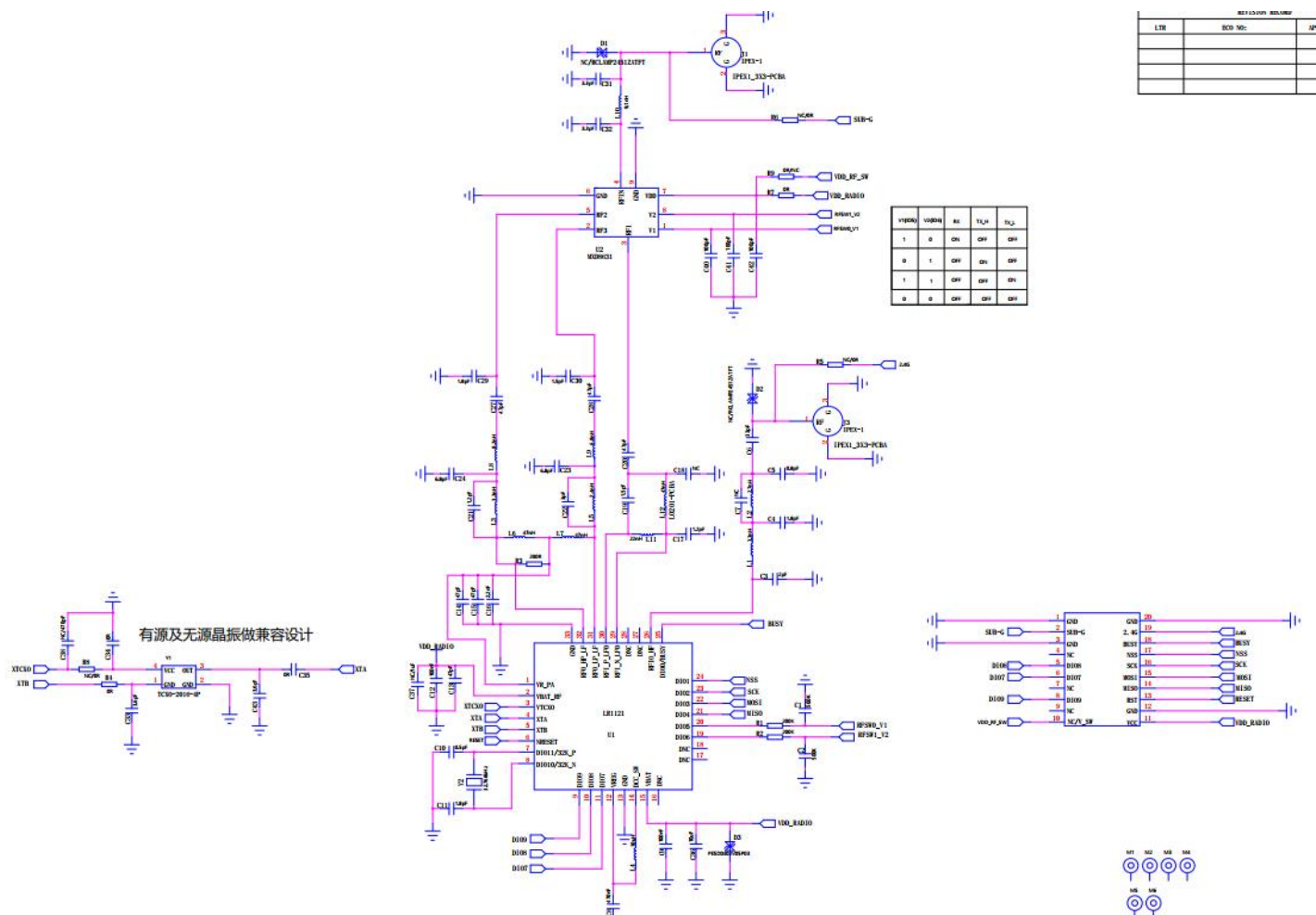


图 6 原理图

## 7 设计指导

### 7.1 应用指导电路图

图 7 为 Ra-11 模组硬件应用参考电路。

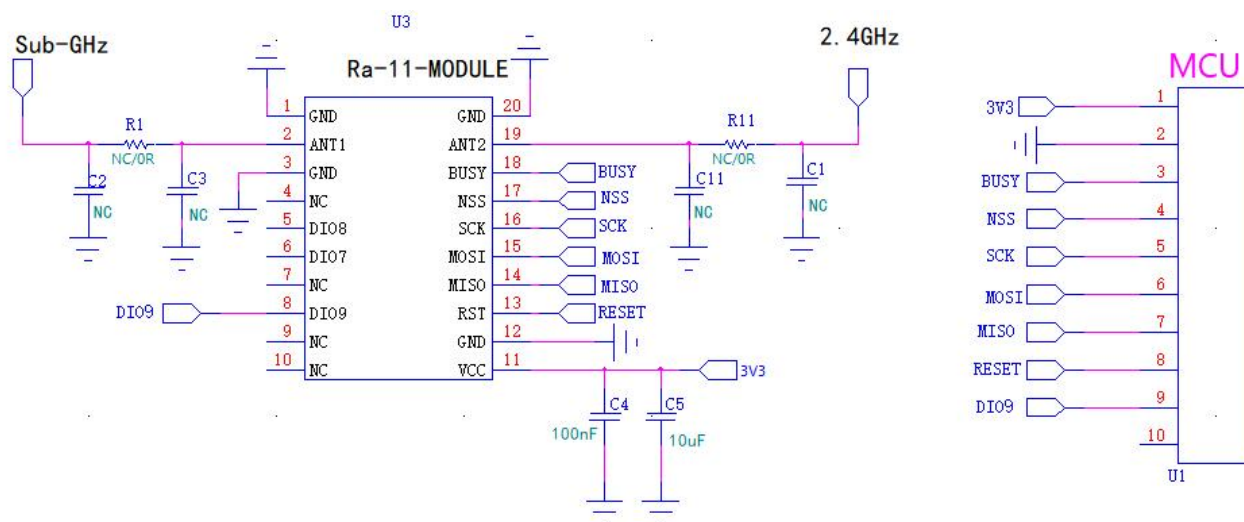


图 7 应用指导电路

应用指导电路图说明：

- VCC 供电电压 2.7~3.6V 供电；外部供电电源输出电流建议在 200mA 以上。
- 射频规格：LoRa ISM 470~510MHz；2.4GHz 无线频段。
- 如果天线焊在主控板上，建议在天线接口处预留  $\pi$  型匹配电路。
- DIO9 是通讯中断脚，要连接到主控 MCU 的 IO 口。
- 通信接口：标准 SPI 通信（NSS/SCK/MOSI/MISO），适配主控 SPI 外设。
- Ra-11 为 LoRa Sub-GHz + 2.4GHz 无线双模模组，双天线独立收发，不可共用天线。

## 7.2 推荐 PCB 封装尺寸

图 8 为 Ra-11 模组的推荐 PCB 封装尺寸图。焊盘尺寸（长 × 宽）为  $2.60 \times 1.20\text{mm}$ ，相邻焊盘中心距为  $1.80\text{mm}$ 。

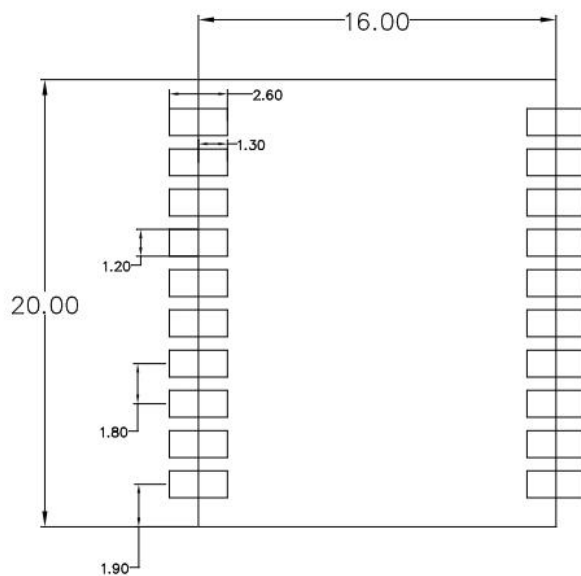


图 8 推荐 PCB 封装尺寸（单位：mm）

## 7.3 供电

图 9 为 12V 转 3.3V、最大输出 2A 的 DC-DC 降压电源电路。

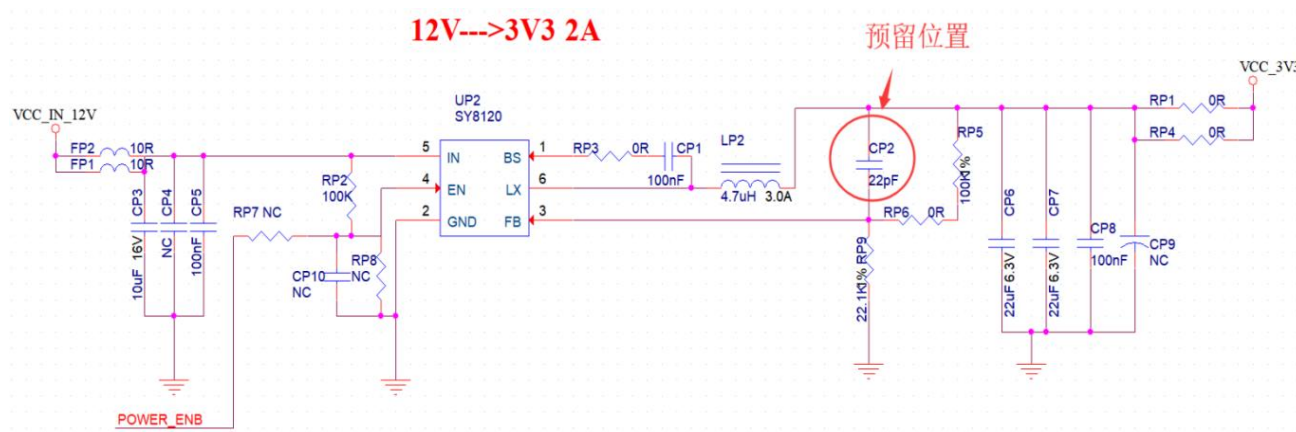


图 9 DC-DC 降压电路

DC-DC 降压电路图说明如下：

- VCC 推荐 3.3V 电压，推荐电流 200mA 以上。
- 建议使用 LDO 供电；如使用 DC-DC 建议纹波控制在 30mV 以内。
- DC-DC 供电电路建议预留动态响应电容的位置，可以在负载变化较大时，优化输出纹波。
- 电源接口建议增加 ESD 器件。

## 7.4 GPIO

图 10 为 3.3V 与 5V 双向 UART 电平转换电路，支持串口收发双向跨压通信。

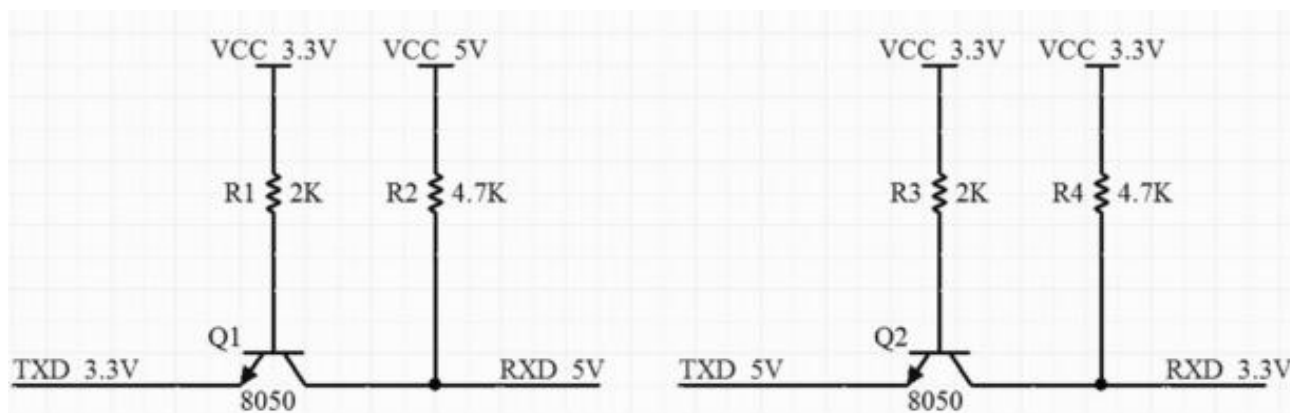


图 10 电平转换电路

电平转换电路图说明如下：

- 模组外围引出了一些 IO 口，如需使用建议在 IO 口上串联 10-100 欧姆的电阻。这样可以抑制过冲，使两边电平更平稳。对 EMI 和 ESD 都有帮助。
- 特殊 IO 口的上下拉，需参考规格书的使用说明，此处会影响到模组的启动配置。
- 模组的 IO 口是 3.3V。若主控与模组的 IO 口电平不匹配，需要增加电平转换电路。
- 如果 IO 口直连到外围接口，或者排针等端子，建议在 IO 口走线靠近端子处预留 ESD 器件。

## 8 存储条件

密封在防潮袋中的产品应存储在  $< 40^{\circ}\text{C}/90\% \text{ RH}$  的非冷凝大气环境中。

模组的潮湿敏感度等级 MSL 为 3 级。

真空袋拆封后，在  $25\pm 5^{\circ}\text{C}/60\% \text{ RH}$  下，必须在 168 小时内使用完毕，否则就需要烘烤后才能二次上线。

## 9 回流焊曲线

图 11 为模组的回流焊曲线工艺图，分为四个阶段：升温区、预热恒温区、回流区和冷却区。

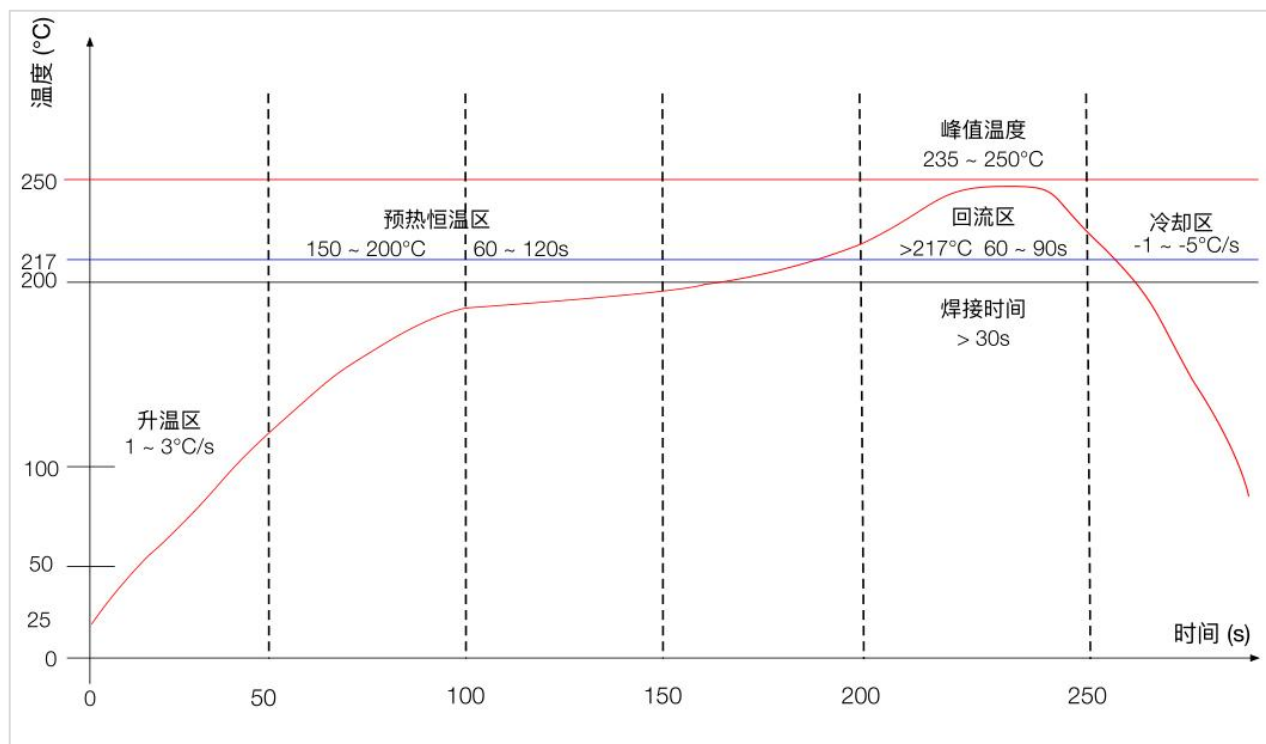


图 11 回流焊曲线

回流焊温度曲线说明如下：

- 升温区 – 温度： $25 \sim 150^{\circ}\text{C}$ ，时间：60 ~ 90s，升温斜率： $1 \sim 3^{\circ}\text{C/s}$
- 预热恒温区 – 温度： $150 \sim 200^{\circ}\text{C}$ ，时间：60 ~ 120s
- 回流焊接区 – 温度： $> 217^{\circ}\text{C}$ ，时间：60 ~ 90s，峰值温度： $235 \sim 250^{\circ}\text{C}$ ，时间：30 ~ 70s
- 冷却区 – 温度：峰值温度  $\sim 180^{\circ}\text{C}$ ，降温斜率： $-1 \sim -5^{\circ}\text{C/s}$
- 焊料 – 锡银铜合金无铅焊料（SAC305）

## 10 产品包装信息

图 12 为 Ra-11 模组包装图。该模组采用编带包装，包装数量为 800pcs/盘。



图 12 编带包装图

## 11 联系我们

[安信可官网](#)

[官方论坛](#)

[开发 DOCS](#)

[安信可领英](#)

[天猫旗舰店](#)

[淘宝店铺](#)

[阿里国际站](#)

技术支持邮箱: [support@aithinker.com](mailto:support@aithinker.com)

国内商务合作: [sales@aithinker.com](mailto:sales@aithinker.com)

海外商务合作: [overseas@aithinker.com](mailto:overseas@aithinker.com)

公司地址: 深圳市宝安区西乡固戍华丰智慧创新港 C 栋 403-405、408-410

联系电话: 0755-29162996



问问安信可



安信可公众号

## 免责声明

本规格书中数据为安信可实验室典型测试值，仅供参考。实际性能因应用环境而异，请以实际验证为准。我司保留修改文档的权利，最新版本见官方资料站。在法律允许范围内，我司不对因使用本规格书而造成的任何损失承担责任。文中所涉商标归各自所有者所有。未经书面许可，禁止复制或用于商业宣传。本规格书不授予任何知识产权许可。