

RC224AS

蓝牙 5.2 (BLE) 模块 硬件规格书

(符合 AEC-Q100 车规级)



摘要

此技术规格文档主要介绍 RC224AS Bluetooth®低功耗蓝牙模块。您可以使用 SDK 集成开发环境 (IDE) 将自己的应用嵌入到集成低功耗蓝牙协议栈之上。

文档信息

| 型号 | RC224AS | 备注 |
|------|-----------|-----------------|
| 名称 | 低功耗蓝牙模块 | 符合 AEC-Q100 车规级 |
| 文档类型 | 数据手册 | |
| 文档编号 | RCBM-SL03 | |
| 版本日期 | V1.0 | 2022-07-14 |

版本更新

| 版本号 | 文档日期 | 更新内容 |
|------|------------|-------|
| V1.0 | 2022/07/14 | 第一次发布 |

注：本文档中的信息仅供智汉 RF Crazy®的授权用户或许可人使用。没有智汉 RF Crazy®的书面授权，请勿将本文档或其部分内容印制或作为电子文档副本传播。

目录

- 目录 1
- 1. 概述 2
- 2. 系统介绍 3
- 3. 模块参数 4
- 4. 模块引脚定义 4
- 5. PCB 封装尺寸 6
- 6. 模块命名规则 6
- 7. 射频参数 7
- 8. 布局建议 7
- 9. 推荐操作条件 7
- 10. 回流焊条件 7
- 11. 静电放电警示 8
- 12. 联系我们 9

- 附录：模块射频参数测试报告 10

1. 概述

智汉科技 RF Crazy®的 RC224AS 是基于 Silicon Labs EFR32BG224F512IM40-C SoC 设计的蓝牙 5.2 (BLE) 射频模块, 它符合车规级 AEC-Q100 且过相关认证。RC224AS 内置 2.4GHz 收发器、38.4MHz 工业级晶振和集成高性能蛇形天线, 无需其他 RF 设计即可提供完整的 RF 解决方案, 从而缩短产品开发周期。RC224AS 充分利用 EFR32BG22 的功能和外围器件, 为用户要求苛刻的应用提供保障, 同时简化了设计并降低了 BOM 成本。

RC224AS 可用于开发基于蓝牙 5.2 (BLE, 低功耗蓝牙) 的车规级应用, 它能提高操作的可靠性; 提高信号的传输距离和抗干扰性; 还能实现不同电子产品间的互操作的问题, 电池寿命也可显著延长, 为车规级产品与智能移动设备通讯提供快速的 BLE 解决方案。

➤ 产品特性

▪ 支持协议

- 低功耗蓝牙 (蓝牙 5.2)
- 使用到达角 (AoA) 和出发角 (AoD) 进行测向

- 1M、2M 和 LE 编码 PHY
- 蓝牙网状网络低功耗节点

▪ 无线片上系统

- 2.4 GHz 无线电
- TX 功率高达 +8 dBm
- 高性能 32 位 ARM Cortex-M33®
- DSP 指令和浮点单元高效信号处理
- 512 kB 闪存程序存储器
- 32 kB RAM 数据存储器
- 用于高级的嵌入式跟踪宏单元 (ETM) 调试

▪ 高接收性能

- 125 kbps GFSK 时的 -106.7 dBm 灵敏度 (0.1% BER)
- 500 kbps GFSK 时的 -102.5 dBm 灵敏度 (0.1% BER)
- -98.9 dBm 灵敏度 (0.1% BER), 1 Mbps GFSK
- -96.2 dBm 灵敏度 (0.1% BER), 2 Mbps GFSK

▪ 低能耗

- 4.3 mA 接收电流, 1 Mbps GFSK
- 4.8 mA 发射电流, 0 dBm 输出功率
- 10.6 mA 发射电流, 8 dBm 输出功率
- 活动模式 (EM0) 下为 26 μ A/MHz
- 1.40 μ A EM2 深度睡眠电流 (RTCC 从 LFXO, 完全 RAM 保留)

▪ 宽工作范围

- 供电电压 1.8 至 3.8 V

- 工作温度 -40 至 +125° C

▪ 规格尺寸

- 16.6 x 11.2 x 2.1 毫米

▪ 安全特性

- 使用信任根和安全加载程序的安全启动 (RTSL)
- AES128/256 的硬件加密加速, SHA-1、SHA-2 (最高 256 位)、ECC (最高 256 位)、ECDSA 和 ECDH
- 符合真随机数生成器 (TRNG) 与 NIST SP800-90 和 AIS-31

- ARM® TrustZone®

- 带锁定/解锁的安全调试

▪ 广泛的 MCU 外围器件选择

- 模数转换器 (ADC)
- 多个具有输出状态保持和异步中断功能的通用 I/O 引脚
- 8 通道 DMA 控制器
- 12 通道外设反射系统 (PRS)
- 4 个 16 位定时器/计数器, 带 3 个比较/捕捉 /PWM 通道
- 1 个 32 位定时器/计数器, 带 3 个比较/捕捉 /PWM 通道
- 32 位实时计数器
- 用于波形生成的 24 位低功耗定时器
- 1 个看门狗定时器
- 2 个通用同步 / 异步接收器 / 发送器 (UART/SPI/SmartCard (ISO7816) /IrDA/I2S)
- 1 个增强通用异步接收器/发射器 (EUSART)
- 2 个支持 SMBus 的 I2C 接口
- 数字麦克风接口 (PDM)

- 具有选择性 OOK 模式的 RFSENSE

➤ 应用领域

- 资产标签和信标
- 消费电子遥控器
- 便携式医疗器械
- 蓝牙网状网络低功耗节点
- 体育、健身和健康设备
- 联网家庭
- 建筑自动化及安全

2. 系统介绍

➤ 设计方框图

RC224AS 模块在 PCB 中包括了低能耗 MCU 和高度集成的无线收发器以及集成板载天线。本节简要介绍了该模块的功能。

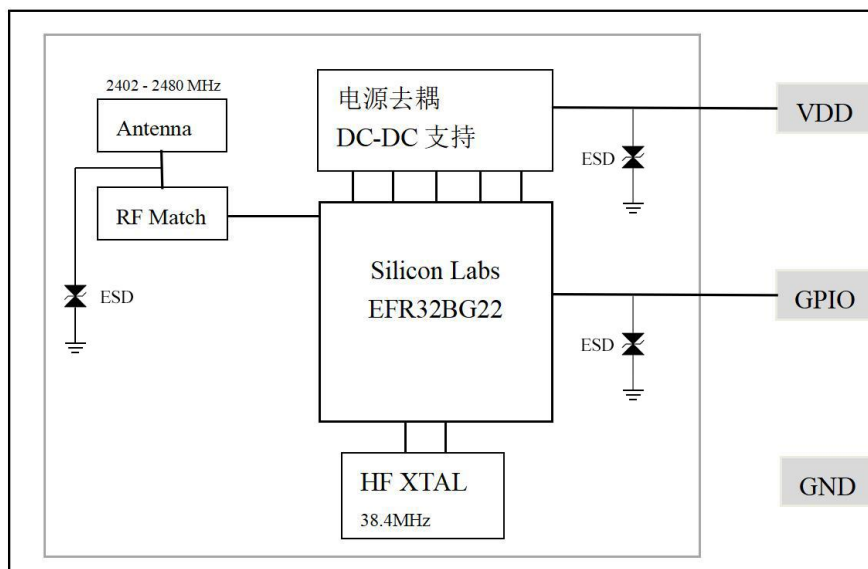


图 1. 模块设计方框图

RC224AS 模块的框图如图 1 所示。无线模块包括 EFR32BG22 无线片上系统 (SoC)、所需的去耦电容器和电感器、38.4 MHz 晶体、RF 匹配电路和集成 PCB 天线。

3. 模块参数

VDD=3.3V, TA = 25°C（除非另有说明），在 RC224AS 模块参考设计包括外部匹配元件下测量。

| | |
|--------|--------------------------|
| 核心芯片 | EFR32BG22C224F512IM40-CR |
| 工作频段 | 2400~2483.5MHz |
| 信号调制 | GFSK |
| 通信速率 | 125K-2Mbps |
| 最大发射功率 | +6dBm |
| 接收灵敏度 | -106 ~ -96dBm |
| 功耗 | 深度睡眠模式电流: 1.75uA |
| 晶振频率 | 38.4 MHz |
| 工作电压 | 1.8 ~ 3.8V, 推荐为 3.3V |
| 封装方式 | SMD |
| 天线 | PCB板载天线 |
| 模块尺寸 | 16.6 * 11.2*2.1 mm |
| 工作温度 | -40 °C ~ +125 °C |
| 存储温度 | -40 °C ~ +125 °C |

4. 模块引脚定义

如图 3 显示的是模块的引脚图，表 1 为其各引脚定义。

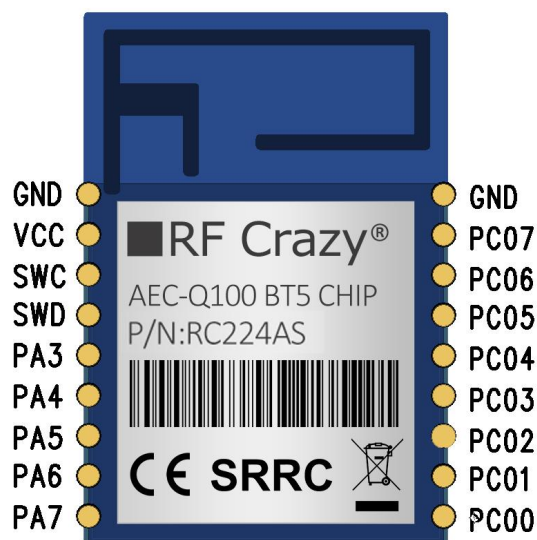


图 2. 模块引脚图

| 引脚序号 | 名称 | 功能 | 备注 |
|------|------|-----|-------------------|
| 1 | GND | - | 接地 |
| 2 | VCC | - | 工作电压 3.3V |
| 3 | SWC | I/O | 用于调试和编程的串行线调试时钟输入 |
| 4 | SWD | I/O | 用于调试和编程的串行线调试 I/O |
| 5 | PA03 | I/O | GPIO |
| 6 | PA04 | I/O | GPIO |
| 7 | PA05 | I/O | GPIO |
| 8 | PA06 | I/O | GPIO |
| 9 | PA07 | I/O | GPIO |
| 10 | PC00 | I/O | GPIO |
| 11 | PC01 | I/O | GPIO |
| 12 | PC02 | I/O | GPIO |
| 13 | PC03 | I/O | GPIO |
| 14 | PC04 | I/O | GPIO |
| 15 | PC05 | I/O | GPIO |
| 16 | PC06 | I/O | GPIO |
| 17 | PC07 | I/O | GPIO |
| 18 | GND | - | 接地 |

5. PCB 封装尺寸

模块尺寸为 24.8*15.0*2.2mm。如图 2 为模块尺寸图，模块厚度为 2.0±0.2 mm。

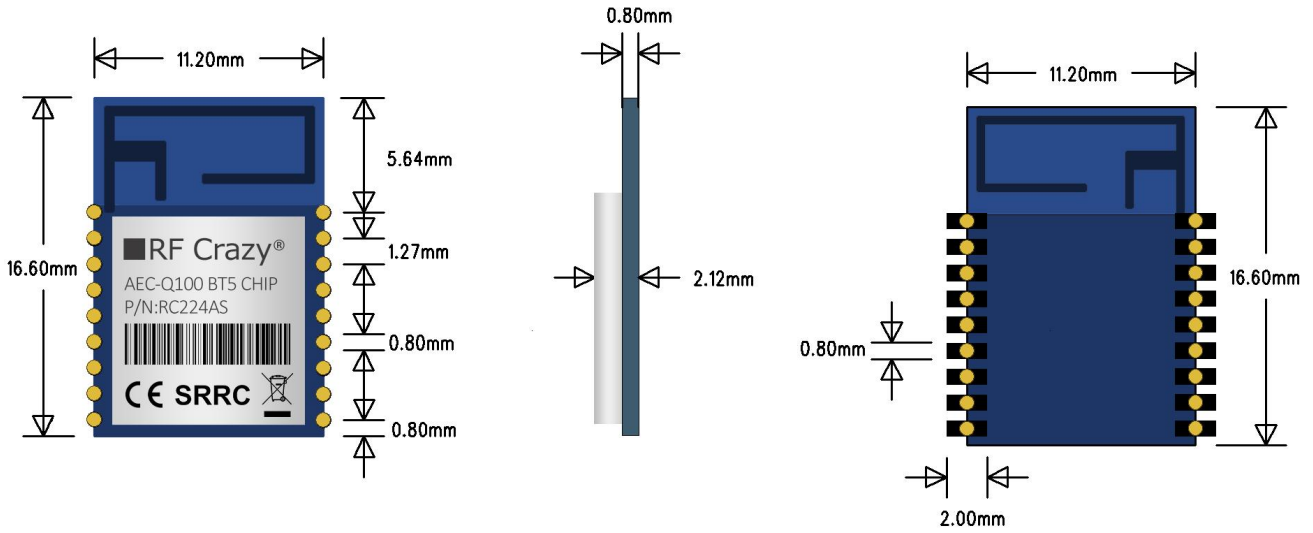


图 3. 模块尺寸图

6. 模块命名规则

在产品开发周期的指定阶段，RF Crazy 指定命名模块的名称以及各部分的编号。例如该款模块的命名规则如图 5 所示。



图 4. 模块命名规则

7. 射频参数

TA = +25°C, VBAT = 3.3V, 在第 19 信道 (2440MHz) 上测量的结果如下表所示, DTM 设置为 0dBm 输出, 更多测试数据请参看附录。

| 测试项目 | 参数 | 测试值 | 单位 |
|------|--------------|-------|-----|
| 发射机 | 功率 | -0.05 | dBm |
| | 频偏 | 2Khz | khz |
| 接收机 | 灵敏度 (1% PER) | -95.5 | dBm |

8. 布局建议

PCB 上的蛇形天线为自由空间电磁辐射。天线的位置和布局范围是增加数据速率和发射范围的关键。因此, 关于天线位置的布局建议如下:

- ◆ 将模块天线放置在 PCB 底板的边缘或角落上。
- ◆ 确保天线下方的每一层都没有信号线或者铜箔。

9. 推荐操作条件

功能操作在以下表格中各条件参数值的极限之外不能保证其性能, 长期在这个极限之外操作或多或少会影响模块的可靠性。

注意:

- (1) 操作温度受晶体频率的变化限制;
- (2) 为了确保无线射频性能, 电源上纹波必须小于 $\pm 300\text{mV}$, 最好为 200mV 以下。

| 标识 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------|------|-----|-----|-----|-------|
| 电源与 IO | 电池模式 | 1.8 | 3.3 | 3.8 | V |
| 操作温度 | / | -40 | 25 | 125 | °C |
| 环境热摆 | | -20 | | 20 | °C/分钟 |

10. 回流焊条件

1. 加热方法: 常规高温炉
2. 允许回流焊次数: 2 次, 基于以下回流焊 (条件) (见图 7);
3. 温度曲线: 回流焊应按照下列温度曲线 (见图 7);

4. 最高温度：245°C。

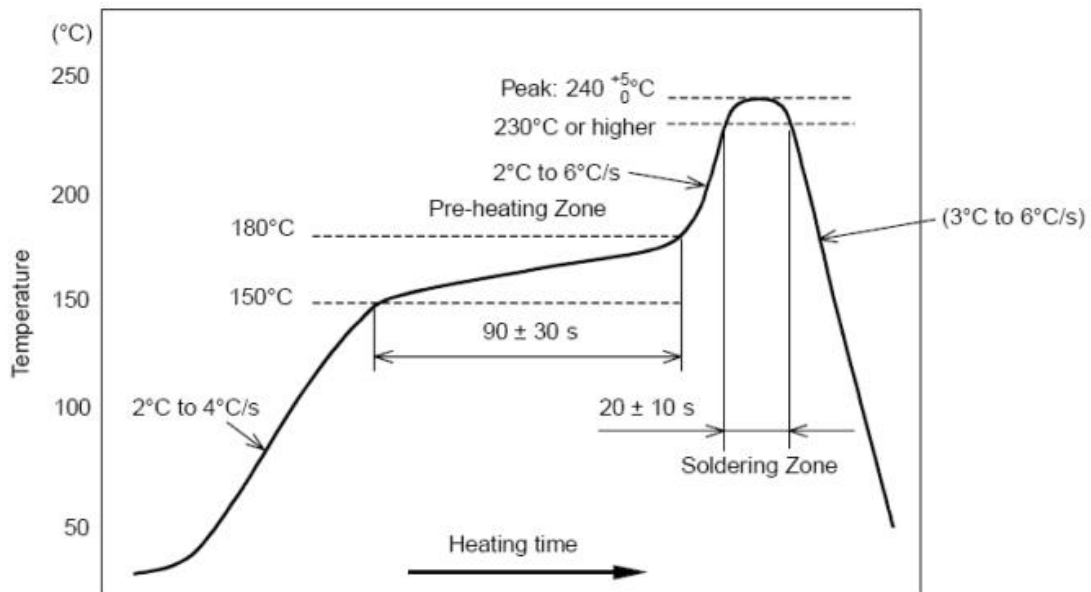


图 6. 部件的焊接耐热性温度曲线(焊接点)

11. 静电放电警示



模块会因静电释放而被损坏，RF Crazy 建议所有模块应在以下 3 个预防措施下处理：

- 1、必须遵循防静电措施，不可以裸手拿模块。
- 2、模块必须放置在能够预防静电的放置区。
- 3、在产品设计时应该考虑高电压输入或者高频输入处的防静电电路。

静电可能导致的结果为细微的性能下降到整个设备的故障。由于非常小的参数变化都可能导致设备不符合其认证要求的值限，从而模块会更容易受到损害。

联系我们

想要了解更多产品信息，请登录 <http://www.rfcrazy.com> 访问我们。

深圳市智汉科技有限公司

深圳市宝安区西乡街道宝源路华源科技创新园 A 座 3 楼

电话: +86-134 1739 4552 +86-151 2599 6092 (技术支持)

邮箱: sales@rfcrazy.com

附录：模块射频参数测试报告

一、发射性能参数

除特别说明外，以下参数测试的默认条件为：VDD=3.3V，TA = 25°C，RBW=100K，VBW=300K，Sweep Time 为 100ms,CW 测试。

1、频率范围

| 频率范围 |
|--------------|
| 2402-2480MHz |

2、发射功率

| 中心频率 (MHz) | 发送功率 (dBm) | 允许误差 (dBm) | 结果 |
|------------|------------|---------------------|------|
| 2402 | -0.19 | 0dBm (± 2 dBm) | PASS |
| 2404 | -0.17 | | PASS |
| 2406 | -0.13 | | PASS |
| 2408 | -0.08 | | PASS |
| 2410 | -0.05 | | PASS |
| 2412 | 0.00 | | PASS |
| 2414 | 0.04 | | PASS |
| 2416 | 0.07 | | PASS |
| 2418 | 0.12 | | PASS |
| 2420 | 0.16 | | PASS |
| 2422 | 0.19 | | PASS |
| 2424 | 0.23 | | PASS |
| 2426 | 0.27 | | PASS |
| 2428 | 0.29 | | PASS |
| 2430 | 0.33 | | PASS |
| 2432 | 0.35 | | PASS |
| 2434 | 0.37 | | PASS |
| 2436 | 0.39 | | PASS |
| 2438 | 0.41 | | PASS |
| 2440 | 0.41 | | PASS |

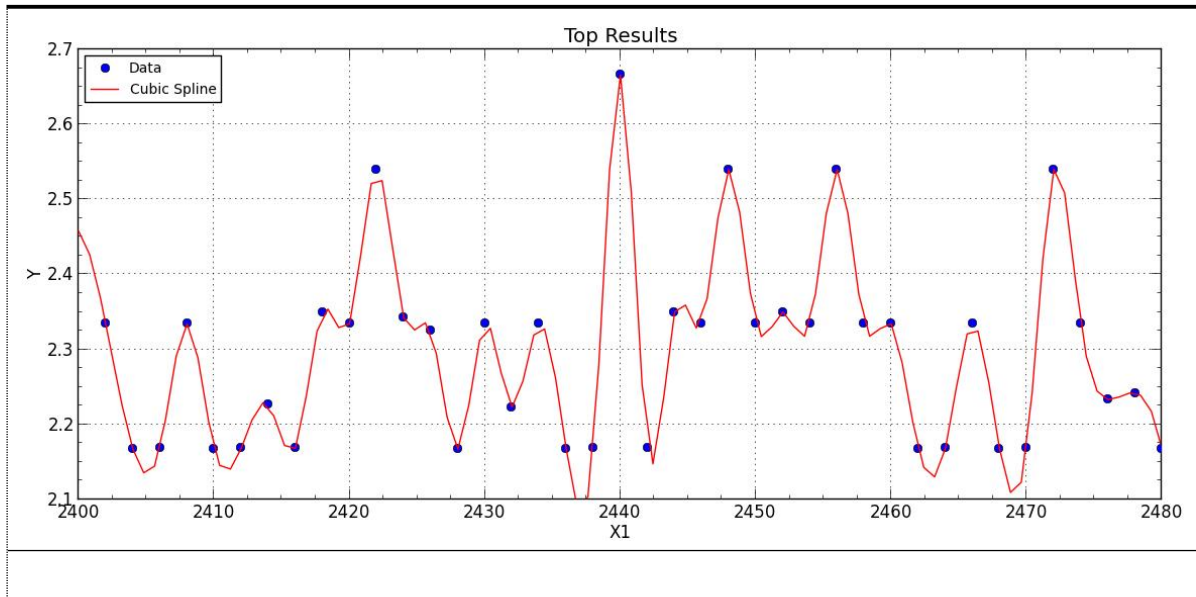
| | | | |
|------|------|--|------|
| 2442 | 0.42 | | PASS |
| 2444 | 0.44 | | PASS |
| 2446 | 0.44 | | PASS |
| 2448 | 0.46 | | PASS |
| 2450 | 0.46 | | PASS |
| 2452 | 0.46 | | PASS |
| 2454 | 0.45 | | PASS |
| 2456 | 0.44 | | PASS |
| 2458 | 0.43 | | PASS |
| 2460 | 0.40 | | PASS |
| 2462 | 0.39 | | PASS |
| 2464 | 0.37 | | PASS |
| 2466 | 0.34 | | PASS |
| 2468 | 0.31 | | PASS |
| 2470 | 0.28 | | PASS |
| 2472 | 0.25 | | PASS |
| 2474 | 0.22 | | PASS |
| 2476 | 0.17 | | PASS |
| 2478 | 0.13 | | PASS |
| 2480 | 0.09 | | PASS |

3、频率误差

波形输出=CW。

| 中心频率 (MHz) | 频率偏移 (KHz) | FCC 允许偏移范围 (KHz) | 结果 |
|------------|------------|------------------|------|
| 2402 | 2.334 | ±40KHz | PASS |
| 2404 | 2.167 | | PASS |
| 2406 | 2.168 | | PASS |
| 2408 | 2.334 | | PASS |
| 2410 | 2.167 | | PASS |
| 2412 | 2.168 | | PASS |
| 2414 | 2.226 | | PASS |
| 2416 | 2.168 | | PASS |

| | | |
|------|-------|------|
| 2418 | 2.35 | PASS |
| 2420 | 2.334 | PASS |
| 2422 | 2.54 | PASS |
| 2424 | 2.342 | PASS |
| 2426 | 2.325 | PASS |
| 2428 | 2.167 | PASS |
| 2430 | 2.334 | PASS |
| 2432 | 2.223 | PASS |
| 2434 | 2.334 | PASS |
| 2436 | 2.167 | PASS |
| 2438 | 2.168 | PASS |
| 2440 | 2.666 | PASS |
| 2442 | 2.168 | PASS |
| 2444 | 2.35 | PASS |
| 2446 | 2.334 | PASS |
| 2448 | 2.54 | PASS |
| 2450 | 2.334 | PASS |
| 2452 | 2.35 | PASS |
| 2454 | 2.334 | PASS |
| 2456 | 2.54 | PASS |
| 2458 | 2.334 | PASS |
| 2460 | 2.334 | PASS |
| 2462 | 2.167 | PASS |
| 2464 | 2.168 | PASS |
| 2466 | 2.334 | PASS |
| 2468 | 2.167 | PASS |
| 2470 | 2.168 | PASS |
| 2472 | 2.54 | PASS |
| 2474 | 2.334 | PASS |
| 2476 | 2.233 | PASS |
| 2478 | 2.242 | PASS |
| 2480 | 2.167 | PASS |



4、带内杂散。

测试条件：PTX=0dBm。

| 中心频率 (MHz) | 实际数据 (dBm) | RF-PHY.TS.4.2.2 标准 参考范围 (dBm) | 结果 |
|------------|------------|----------------------------------|------|
| 2402±2MHz | -43.21 | ≤-20dBm | PASS |
| 2440±2MHz | -42.88 | | |
| 2480±2MHz | -43.32 | | |

| 中心频率 (MHz) | 实际数据 (dBm) | RF-PHY.TS.4.2.2 标准 参考范围 (dBm) | 结果 |
|------------|------------|----------------------------------|------|
| 2402±3MHz | -47.24 | ≤-30dBm | PASS |
| 2440±3MHz | -46.25 | | |
| 2480±3MHz | -47.38 | | |

| 中心频率 (MHz) | 实际数据 (dBm) | RF-PHY.TS.4.2.2 标准 参考范围 (dBm) | 结果 |
|------------|------------|----------------------------------|------|
| 2402±5MHz | -43.04 | ≤-30dBm | PASS |
| 2440±5MHz | -42.3 | | |
| 2480±5MHz | -42.57 | | |

5、带外杂散

•CE 传导谐波带外杂散限值

测试条件：PTX=0dBm。测试依据 CE 标准 EN300328V1.8.1。传导测试

| Band | 频率(MHz) | 电平(dBm) | 标准(standard) | Unit | 结果 |
|--------------------|-----------------|------------|-------------------|-----------|------|
| | Record(Ma x) | level /dBm | EN300 328 Spec | RBW/VBW | |
| 30MHz~47MHz | 32 | -80 | -36 | 100k/300k | PASS |
| 47MHz~74MHz | 64 | -69.5 | -54 | 100k/300k | PASS |
| 74MHz~87.5MHz | 75 | -70.39 | -36 | 100k/300k | PASS |
| 87.5MHz~118MHz | 96 | -71 | -54 | 100k/300k | PASS |
| 118MHz~174MHz | 128 | -65 | -36 | 100k/300k | PASS |
| 230MHz~470MHz | 256 | -59 | -36 | 100k/300k | PASS |
| 470MHz~862MHz | 480 | -71 | -54 | 100k/300k | PASS |
| 862MHz~1GMHz | 864 | -69 | -36 | 100k/300k | PASS |
| 1GHz~2.36GHz | 2.30 | -48.6 | -30 | 1M/3M | PASS |
| 2.5235GHz~12.75GHz | 2.523 | -41.66 | -30 | 1M/3M | PASS |

二、接收性能参数

除特别说明外，以下参数默认的测试条件为：VDD=3.3V，TA = 25°C，RBW=100K，VBW=300K。

1、接收灵敏度 (丢包率 PER=1%)

| 中心频率 (MHz) | 接收灵敏度 (dBm) | RS02A 数据手册 灵敏度范围 (dBm) | 结果 |
|------------|-------------|---------------------------|------|
| 2402 | -94.5 | -94dBm | PASS |
| 2404 | -94.5 | | PASS |
| 2406 | -94..4 | | PASS |
| 2408 | -94..3 | | PASS |
| 2410 | -94..6 | | PASS |
| 2412 | -94..8 | | PASS |
| 2414 | -94..8 | | PASS |
| 2416 | -94..4 | | PASS |
| 2418 | -94..6 | | PASS |
| 2420 | -94..1 | | PASS |

| | | |
|------|--------|------|
| 2422 | -94..8 | PASS |
| 2424 | -94..8 | PASS |
| 2426 | -94..6 | PASS |
| 2428 | -94..5 | PASS |
| 2430 | -94..7 | PASS |
| 2432 | -94..5 | PASS |
| 2434 | -94..3 | PASS |
| 2436 | -94..5 | PASS |
| 2438 | -94..2 | PASS |
| 2440 | -94..4 | PASS |
| 2442 | -94..5 | PASS |
| 2444 | -94..4 | PASS |
| 2446 | -94..4 | PASS |
| 2448 | -94..3 | PASS |
| 2450 | -94..1 | PASS |
| 2452 | -94..4 | PASS |
| 2454 | -94..4 | PASS |
| 2456 | -94..2 | PASS |
| 2458 | -94..5 | PASS |
| 2460 | -94..3 | PASS |
| 2462 | -94..5 | PASS |
| 2464 | -94..5 | PASS |
| 2466 | -94..5 | PASS |
| 2468 | -94..6 | PASS |
| 2470 | -94..4 | PASS |
| 2472 | -94..4 | PASS |
| 2474 | -94..6 | PASS |
| 2476 | -94..4 | PASS |
| 2478 | -94..6 | PASS |
| 2480 | -94..4 | PASS |

2、C/I 阻塞性能

| 中心频率 (MHz) | 输入电平 (dBm) | 偏移频率(MHz) | CI 电平(dB) |
|------------|------------|-----------|-----------|
| 2402 | -67 | -3 | -33 |
| | -67 | -2 | -23 |
| | -67 | -1 | -5 |
| | -67 | 0 | 5 |
| | -67 | 1 | -5 |
| | -67 | 2 | -34 |
| | -67 | 3 | -46 |
| 2440 | -67 | -3 | -33 |
| | -67 | -2 | -24 |
| | -67 | -1 | -4 |
| | -67 | 0 | 5 |
| | -67 | 1 | -5 |
| | -67 | 2 | -38 |
| | -67 | 3 | -46 |
| 2480 | -67 | -3 | -46 |
| | -67 | -2 | -23 |
| | -67 | -1 | -4 |
| | -67 | 0 | 5 |
| | -67 | 1 | -5 |
| | -67 | 2 | -35 |
| | -67 | 3 | -46 |