

CC1402P SimpleLink™ 具有集成高功率放大器的通用 FSK 收发器

1 特性

射频性能和模拟特性

- 支持 IEEE 802.15.4 的高性能、软件可配置收发器
- 宽射频频率覆盖范围 (从 196MHz 到 1149MHz)
- 支持的调制格式：
 - SUN FSK、2-(G)FSK、4-(G) FSK、MSK 和 OOK
- 高线性 PA：
 - 采用 FSK 时输出功率高达 +22dBm
- 高效 PA：
 - 差分模式下输出功率为 +16dBm
 - 单端模式下输出功率为 +14dBm
 - 支持 FSK 和 OOK
- 接收器灵敏度 (启用 uLNA 时)：
 - 对于 CC140x 远距离模式，1.25kbit/s 时为 -122dBm
 - -107dBm (100kbps SUN FSK #2b，无 FEC)
- 电流消耗：
 - SUN FSK 中为 8.4mA RX，高性能
 - 6.9mA RX 低功耗模式
 - TX (高线性 PA)：134mA (+22dBm)
 - TX (高效 PA)：33mA (+16dBm)

数字特性

- 通过安全串行引导加载程序 (SSBL)，实现软件可配置的调制解调器和现场可升级的无线电收发器
- 包括 IEEE 和 TI 专有唯一 ID
- 出厂校准的 TX 功率和 RSSI 测量值
- 嗅探模式和双同步字功能
- 用于提高同步检测性能的 WaveMatch

易于使用的软件 API

- 器件配置和信息
- 操作命令、状态命令和数据传输命令
- 通过流存储和刷新命令支持数据包流传输和重复 RX/TX

符合 RoHS 标准的封装

- 5mm × 5mm RKP VQFN

外设

- 1 × SPI，8 × GPIO，射频前端控制，AES 128 位硬件加速器

电压电源

- 电压范围：1.71V 至 3.8V
- 内置直流/直流转换器

法规 — 适用于针对以下标准的系统

- ETSI EN 300 220 接收器类别 1、1.5 和 2
- EN 303 131、EN 303 204
- FCC CFR47 第 15 部分
- ARIB STD-T108

支持的协议和标准

- Wi-SUN®、IEEE 802.15.4、无线 M-bus、OMS v5.0.1 (TX 突发模式)、支持 IPv6 的智能对象 (6LoWPAN)、射频专有系统、SimpleLink™ TI 15.4-stack

开发工具和软件

- CC1402P BoosterPack™ 开发套件
- SimpleLink™ CC140x 软件主机驱动程序插件
- 用于简单无线电配置的 SmartRF™ Studio 8

2 应用

- **楼宇自动化**
 - 楼宇安防系统：自动门、楼宇安全网关、门窗传感器、电子智能锁、车库门系统、玻璃破裂检测器、IP 网络摄像头；占位检测 (人员跟踪、人数统计)
 - HVAC 系统：空调室内机、空调室外机、HVAC 控制器、HVAC 液体泄漏检测器、HVAC 网关、HVAC 电机控制、HVAC 阀门和执行器控制、恒温器、无线环境传感器
 - 消防安全系统：火警控制面板 (FACP)、气体探测器、烟雾和热量探测器
 - 照明：区域和景观照明、出口和紧急照明、照明传感器、住宅照明、智能插头、无线控制
- **能源基础设施**
 - 储能系统：无线电池管理系统、便携式电源站、
 - 智能仪表：电表、燃气表、热量表、水表、数据集中器
 - 太阳能：太阳能、无线通信设备
 - 智能断路器和电气面板：智能电气面板、固态断路器 (SSCB)
- **工业自动化**
 - 现场变送器和传感器：流量变送器、位置传感器、液位变送器、压力变送器、温度变送器、
- **医疗保健**
 - 医院患者护理：心电图 (ECG)、电动床和电动椅、多参数患者监护仪
- **机器人：**
 - 家庭服务机器人：割草机器人、扫地机器人
 - 人形机器人：人形机器人位置传感器、人形机器人传感器模块



3 说明

SimpleLink™ CC1402P 是一款高性能 Sub-1GHz 无线收发器，支持基于 IEEE 802.15.4 的 SUN FSK 以及各种专有物理层。灵活的软件定义无线电架构可轻松集成到旧版无线系统中。CC1402P 面向 Wi-SUN、6LoWPAN 和专有系统。该器件的突出特性包括：

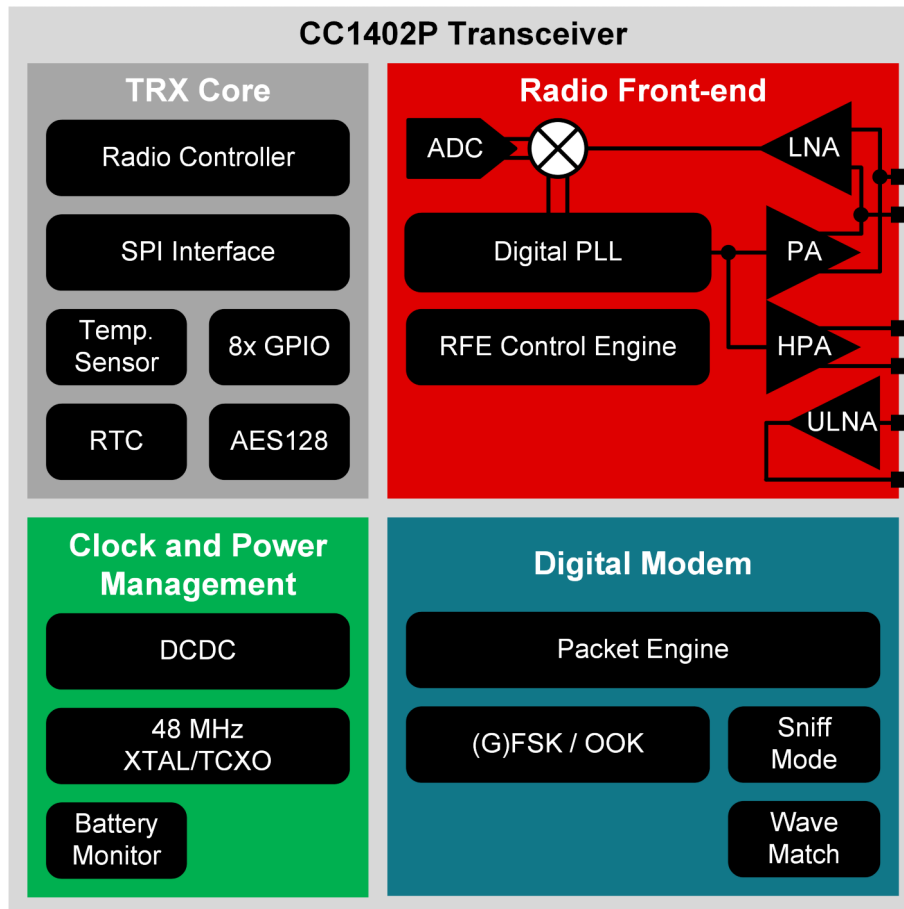
- 灵活的 Sub-1GHz 无线电，支持宽射频频率覆盖范围
- 支持 SimpleLink™ 软件开发套件 (SDK) 中的各种协议栈，包括 Wi-SUN®、SimpleLink™ 15.4-stack 和专有解决方案
- 对于 FSK 和 O-QPSK 等恒定包络信号，最大发射功率为 +22dBm。
- 支持电池供电器件的低功耗解决方案
- 专用软件定义无线电控制器提供灵活的低功耗射频收发器功能，支持多个物理层和射频标准
- 灵活的 GPIO 管理器，支持控制外部前端模块 (FEM)

TI 在 SimpleLink™ SDK 插件内提供驱动程序，包括用于固件更新的驱动程序。这缩短了从设计到生产的路径。有关 TI 的 Sub-1GHz 解决方案的详细信息，请访问 www.ti.com/connectivity。

器件信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 (标称值)
CC1402PT1RKP	RKP (VQFN40)	5.0mm × 5.0mm
XCC1402PT1RKP	RKP (VQFN40)	5.0mm × 5.0mm

(1) 如需更多信息，请参阅机械、封装和可订购信息附录。



CC1402P 方框图

内容

1 特性	1	6.17 782MHz 至 957MHz 发送 (TX).....	20
2 应用	1	6.18 射频 PLL 相位噪声和杂散.....	22
3 说明	2	7 详细说明	24
4 器件比较	3	7.1 无线电 (射频内核)	24
5 引脚配置和功能	4	7.2 存储器.....	25
6 规格	6	7.3 电池和温度监测器.....	25
6.1 绝对最大额定值.....	6	7.4 专有无线电路格式.....	26
6.2 ESD 等级.....	6	7.5 电源管理.....	27
6.3 建议运行条件.....	6	8 应用、实施和布局	28
6.4 功耗 (电源模式)	7	8.1 参考设计.....	28
6.5 功耗 (无线电模式)	8	9 器件和文档支持	31
6.6 射频频带.....	8	9.1 器件命名规则.....	31
6.7 复位时序.....	8	9.2 工具与软件.....	31
6.8 温度传感器.....	8	9.3 接收文档更新通知.....	32
6.9 电池监测器.....	8	9.4 文档支持.....	32
6.10 GPIO 直流特性.....	8	9.5 商标.....	32
6.11 SPI 特性.....	9	9.6 静电放电警告.....	32
6.12 直流/直流.....	9	9.7 出口管制提示.....	33
6.13 48MHz 晶体振荡器 (HFXT).....	9	9.8 术语表.....	33
6.14 48MHz 时钟输入 (TCXO).....	9	10 修订历史记录	33
6.15 32kHz RC 振荡器 (LFOSC).....	9	11 机械、封装和可订购信息	33
6.16 782MHz - 957MHz 接收 (RX).....	10	11.1 封装信息.....	33

4 器件比较

表 4-1. 器件系列概述

器件	无线电支持	调制解调器功能	GPIO	封装尺寸
CC1407P	Sub-1GHz	SUN OFDM、OFDM 远距离 (OFDM-LR)、SUN FSK、SUN O-QPSK、2-(G)FSK、4-(G) FSK、MSK、O-QPSK 和 OOK	8	RKP (VQFN40) (5mm × 5mm)
CC1404P	Sub-1GHz	SUN FSK、SUN O-QPSK、2-(G)FSK、4-(G) FSK、MSK、O-QPSK 和 OOK	8	RKP (VQFN40) (5mm × 5mm)
CC1402P	Sub-1GHz	SUN FSK、2-(G)FSK、4-(G) FSK 和 MSK	8	RKP (VQFN40) (5mm × 5mm)

5 引脚配置和功能

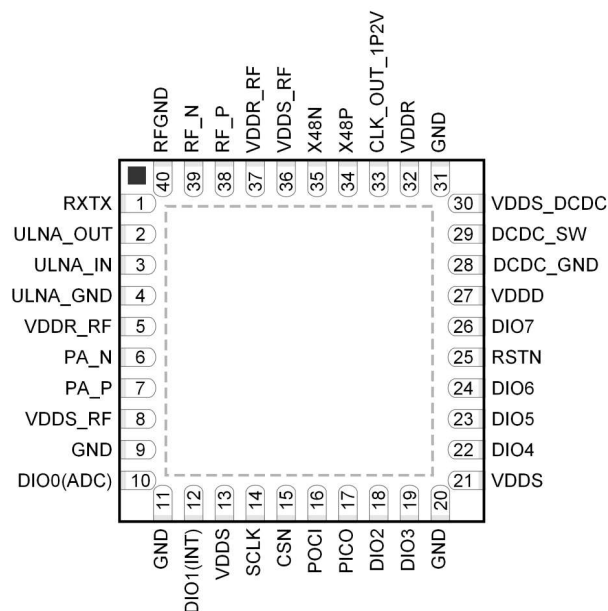


图 5-1. RKP (5mm × 5mm) 引脚排列, 0.4mm 间距 (顶视图)

表 5-1. 引脚功能

引脚		I/O	类型	说明
名称	编号			
RF_N	39	I/O	RF	模拟差分 TX/RX 端口
RF_P	38	I/O	RF	模拟差分 TX/RX 端口
PA_P	7	O	RF	模拟差分 TX 输出
PA_N	6	O	RF	模拟差分 TX 输出
ULNA_IN	3	I	RF	模拟单端端口
ULNA_OUT	2	O	RF	模拟单端端口
RXTX	1	O	RF	用于射频 LNA 的可选偏置引脚
DIO0 (ADC)	10	I/O	数字	数字 GPIO
DIO1 (INT)	12	I/O	数字	数字 GPIO (SPI 中断信号)
DIO2	18	I/O	数字	数字 GPIO
DIO3	19	I/O	数字	数字 GPIO
DIO4	22	I/O	数字	数字 GPIO
DIO5	23	I/O	数字	数字 GPIO
DIO6	24	I/O	数字	数字 GPIO
DIO7	26	I/O	数字	数字 GPIO
CSN	15	I	数字	SPI 低电平有效芯片选择
SCLK	14	I	数字	SPI 时钟
PICO	17	I	数字	SPI 数据输入
POCI	16	O	数字	SPI 数据输出
NC	33	—	—	无连接

表 5-1. 引脚功能 (续)

引脚		I/O	类型	说明
名称	编号			
EGP	—	—	GND	接地 — 裸露的接地焊盘
RSTN	25	I	数字	复位, 低电平有效。无内部上拉电阻
DCDC_SW	29	—	电源	内部直流/直流转换器的输出
VDDR	32	—	电源	内部电源, 必须通过内部直流/直流转换器或 LDO 供电
VDDS_RF	8、36	—	电源	必须连接到 VDDS
VDDR_RF	5.37	—	电源	内部电源, 必须通过内部直流/直流转换器或 LDO 供电
VDDD	27	—	电源	用于内部电源去耦
VDDS	13、21	—	电源	主器件电源
VDDS_DCDC	30	—	电源	直流/直流转换器电源
X48P	34	—	模拟	48MHz 晶体振荡器引脚 P
X48N	35	—	模拟	48MHz 晶体振荡器引脚 N
ULNA_GND	4	—	电源	ULNA 接地
DCDC_GND	28	—	电源	DCDC 接地
RFGND	40	—	电源	RF 接地
GND	9、11、20、31	—	电源	接地

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）^{(1) (2)}

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DDS} ⁽³⁾	电源电压	-0.3		3.9	V
输入电压	任一数字引脚上的电压 ⁽⁴⁾	-0.3	V _{DDS} + 0.3, 最大值	3.9	V
输入射频水平	输入电平, 射频引脚 (RF_N、RF_P)			10	dBm
输入射频水平	输入电平, ULNA 引脚			0	dBm
T _{stg}	贮存温度	-40		125	°C

- (1) 超出“绝对最大额定值”运行可能会对器件造成永久损坏。“绝对最大额定值”并不表示器件在这些条件下或在“建议运行条件”以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议运行条件但在绝对最大额定值范围内，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能，并缩短器件寿命。
- (2) 除非另有说明，否则所有电压值均以接地为基准。
- (3) V_{DDS_DCDC} 必须与 V_{DDS} 处于同一电位。
- (4) 包括具有模拟功能的 DIO。

6.2 ESD 等级

参数	参数	测试条件	值	单位
V _{ESD}	人体放电模型 (HBM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	所有引脚, ULNA_OUT 除外	±2000	V
	人体放电模型 (HBM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	ULNA_OUT	±1500	V
	充电器件模型 (CDM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准 ⁽²⁾	所有引脚	±500	V

- (1) JEDEC 文档 JEP155 规定：500V HBM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产
- (2) JEDEC 文档 JEP157 规定：250V CDM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产

6.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

参数	测试条件	最小值	最大值	单位
工作环境温度 ⁽¹⁾	工作环境温度 ⁽¹⁾	-40	105	°C
工作电源电压 (V _{DDS})		1.71	3.8	V
上升电源电压压摆率		0	100	mV/μs
下降电源电压压摆率 ⁽²⁾		0	1	mV/μs

- (1) 长时间在最高工作温度或接近最高工作温度下工作将导致寿命缩短。
- (2) 对于小型纽扣电池（在最坏情况下具有较高的寿命终止等效源电阻），必须使用 10μF V_{DDS} 输入电容器来确保符合此压摆率。

6.4 功耗 (电源模式)

相关数据都是在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{DDS}} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量都在天线输入端执行，采用组合的 RX 和 TX 路径，并经过射频开关 (作为参考设计的一部分)。

所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，否则所有测量均使用 250 字节且 $\text{PSDU} < 10\% \text{ PER}$ 。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
采用直流/直流转换器时的内核电流消耗						
I_{core}	空闲 (开启 XOSC)			1.6		mA
I_{core}	待机			0.8		μA
采用 GLDO 时的内核电流消耗						
I_{core}	空闲 (开启 XOSC)			2.7		mA
I_{core}	待机			1.3		μA
复位，关断电流消耗						
I_{core}	复位	复位。RESET_N 引脚置为有效或 VDDS 低于上电复位阈值		165		nA
I_{core}	关断	关断。无时钟运行，无保留，启用 IO 唤醒。30 秒测量延迟		165		nA

6.5 功耗 (无线电模式)

除非另有说明, 否则相关数据都是在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{DDs}} = 3.6\text{V}$ 且启用 DCDC 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量都在天线输入端通过组合的 RX 和 TX 路径执行。

所有测量都是在传导条件下执行的。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
无线电接收电流	915MHz RX 电流消耗 FSK, 低功耗模式		6.9		mA
无线电发射电流	10dBm FSK 输出功率设置, 高功率 PA 通过 VDDs 供电, 915MHz		47		mA
无线电发射电流	22dBm FSK 输出功率设置, 高功率 PA 通过 VDDs 供电, 915MHz		134		mA
无线电接收电流	915MHz RX 电流消耗 FSK, ULNA, VDDs 3.6V		8.4		mA
无线电发射电流	14dBm FSK 输出功率设置, 单端模式, 高效 PA, 915MHz, 3.6V		22		mA

6.6 射频频带

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
启动和停止频率范围	射频分频器 5	938		1149	MHz
启动和停止频率范围	射频分频器 6	782		957	MHz
启动和停止频率范围	射频分频器 8	587		718	MHz
启动和停止频率范围	射频分频器 10	469		574	MHz
启动和停止频率范围	射频分频器 12	391		479	MHz
启动和停止频率范围	射频分频器 15	313		383	MHz
启动和停止频率范围	射频分频器 16	294		359	MHz
启动和停止频率范围	射频分频器 20	235		287	MHz
启动和停止频率范围	射频分频器 24	196		239	MHz

6.7 复位时序

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
RSTN 低电平持续时间		1			μs

6.8 温度传感器

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{\text{DDs}} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于德州仪器 (TI) 参考设计测得, 除非另有说明。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
分辨率			1.7		$^\circ\text{C}$

6.9 电池监测器

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 的条件下基于德州仪器 (TI) 参考设计测得, 除非另有说明。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
分辨率	VDDs = 3.0V		22		mV
范围		1.7		3.8	V

6.10 GPIO 直流特性

除非另有说明, 否则相关数据都是在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 的条件下基于德州仪器 (TI) 参考设计测得。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
环境工作温度 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)					
VIH	最低 GPIO 输入电压明确解读为高电平	$0.8 \cdot V_{\text{DDs}}$			V
VIL	最高 GPIO 输入电压明确解读为低电平			$0.2 \cdot V_{\text{DDs}}$	V

6.11 SPI 特性

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
fSCLK 1/tsclock	SPI 时钟频率	辅助模式 2.97V < V _{DDS} < 3.8V			12	MHz
		辅助模式 V _{DDS} < 2.97V			8	
DC _{SCK}	SCK 占空比		45%	50%	55%	

6.12 直流/直流

在 T_c = 25°C 且 V_{DDS} = 3.6V 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VDDR 引脚上的电感器			2.2		μH
VDDR 引脚上的负载电容器			10		μF

6.13 48MHz 晶体振荡器 (HFXT)

在 T_c = 25°C 且 V_{DDS} = 3.6V 的条件下基于德州仪器 (TI) 参考设计测得，除非另有说明。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
	晶振频率			48		MHz
ESR	等效串联电阻 6pF < C _L ≤ 9pF	推荐的 BOM 和布局		20	60	Ω
ESR	等效串联电阻 5pF ≤ C _L ≤ 6pF				80	Ω
C _L	晶体负载电容 ⁽³⁾		5	7 ⁽²⁾	9	pF
启动时间 ⁽¹⁾	在时钟合格之前，仅使用 48MHz 晶体			200		μs

- (1) 使用 TI 提供的电源驱动器时的启动时间。如果不使用驱动器，启动时间可能会增加。
(2) 片上默认连接的电容，包括参考设计寄生电容。
(3) 器件中集成了可调负载电容。为了符合某些法规，系统需要外部负载电容器。

6.14 48MHz 时钟输入 (TCXO)

除非另有说明，否则相关数据都是在 T_c = 25°C 且 V_{DDS} = 3.6V 的条件下基于德州仪器 (TI) 参考设计测得。⁽¹⁾

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
时钟频率			48		MHz
TCXO 削波正弦输出，峰峰值	TCXO 削波正弦输出通过串联电容器连接到 X48P 引脚	0.6		1.58	V
具有 CMOS 输出的 TCXO (高输入电压)	具有 CMOS 输出的 TCXO 直接耦合到 X48P 引脚	VDDR-0.3		VDDR	V
具有 CMOS 输出的 TCXO (低输入电压)		0		0.3	V

- (1) 在启用直流/直流转换器期间探测或以其他方式停止 TCXO 可能会对器件造成永久损坏。

6.15 32kHz RC 振荡器 (LFOSC)

除非另有说明，否则相关数据都是在 T_c = 25°C 且 V_{DDS} = 3.6V 的条件下基于德州仪器 (TI) 参考设计测得。

	最小值	典型值	最大值	单位
经校准的频率		32.768 ⁽¹⁾		kHz

- (1) 当使用 LFOSC 作为低频系统时钟 (LFCLK) 源时，通过测量相对于 HFXT 的 LFOSC 并补偿 RTC 滴答速度，可以提高 LFCLK 产生的实时时钟 (RTC) 的精度。

6.16 782MHz - 957MHz 接收 (RX)

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{\text{DDS}} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量均在天线输入端进行，采用组合的 RX 和 TX 路径，并经由参考设计中的射频开关进行。所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，所有测量均使用 250 字节 PSDU，且 $\text{PER} < 10\%$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
一般参数					
数字通道滤波器可编程的接收带宽	脉宽调制 (FSK) 模式	40		1700	kHz
数据速率	2FSK 模式			1000	kbps
数据速率	4FSK 模式			1200	kbps
数据速率步长 (FSK 调制解调器)			1.5		bps
杂散发射 25MHz 至 1GHz	868MHz 传导发射, 根据 ETSI EN 300 220 测量	< -57			dBm
杂散发射 1GHz 至 13GHz		< -47			dBm
Prop FSK, 50kbps, ±25kHz 偏差, 85kHz RX BW					
灵敏度	50kbps, ±25kHz 偏差, FSK, 868.3MHz, 不带 uLNA, BER 0.1%	-108			dBm
辐射灵敏度 (空中测量)	50kbps, ±25kHz 偏差, FSK, 868.3MHz, 带 uLNA, 带 DCDC, BER 0.1%	-110			dBm
灵敏度	50kbps, ±25kHz 偏差, FSK, 868.3MHz, 带 uLNA, BER 0.1%	-112			dBm
饱和限值	BER 0.1%	10			dBm
选择性, +100kHz	有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1%	42			dB
选择性, -100kHz	有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1%	40			dB
选择性, +200kHz	有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1% 有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1%	50			dB
选择性, -200kHz	有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1%	45			dB
阻断, +1MHz	有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1%	63			dB
阻断, -1MHz	有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1%	63			dB
阻断, +2MHz	有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1%	69			dB
阻断, -2MHz	有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1%	67			dB
阻断, +5MHz	有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1%	74			dB
阻断, -5MHz	有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1%	79			dB
阻断, +10MHz	有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1%	72			dB
阻断, -10MHz	有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1%	82			dB
图像抑制	有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源, BER 0.1%	49			dB
图像抑制	有用信号电平 -94dBm, BER 0.1%	20			dB
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始	±3			dB
频率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移	-35			ppm
频率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移	35			ppm
低功耗 FSK 50kbps, ±25kHz 偏差, 95kHz RX BW					
灵敏度	BER = 0.1%, 低功耗模式 FSK, 918.2MHz, (不带 uLNA)	-107			dBm
饱和限值	BER = 0.1%, 918.2MHz, (不带 uLNA)	10			dBm
选择性, +200kHz	BER = 0.1%, 918.2MHz, (不带 uLNA), 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源	45			dB
选择性, -200kHz	BER = 0.1%, 918.2MHz, (不带 uLNA), 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源	42			dB
阻断, +2MHz	BER = 0.1%, 918.2MHz, (不带 uLNA), 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源	63			dB
阻断, -2MHz	BER = 0.1%, 918.2MHz, (不带 uLNA), 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源	63			dB
阻断, +10MHz	BER = 0.1%, 918.2MHz, (不带 uLNA), 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源	67			dB
阻断, -10MHz	BER = 0.1%, 918.2MHz, (不带 uLNA), 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源	73			dB
图像抑制	BER = 0.1%, 918.2MHz, (不带 uLNA), 有用信号电平 -91dBm	37			dB

6.16 782MHz - 957MHz 接收 (RX) (续)

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{DD5} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量均在天线输入端进行，采用组合的 RX 和 TX 路径，并经由参考设计中的射频开关进行。所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，所有测量均使用 250 字节 PSDU，且 $\text{PER} < 10\%$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
RSSI 动态范围	从灵敏度限值开始		95		dB
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
频率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-40		ppm
频率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		40		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-3000		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	1% BER，在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得 正偏移		3000		ppm
Wi-SUN, 50kbps, $\pm 12.5\text{kHz}$ 偏差, FSK, 61kHz RX BW, #1a					
灵敏度	50kbps, $\pm 12.5\text{kHz}$ 偏差, FSK, 866.6MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA)		-112		dBm
灵敏度	50ksp (25kbps), $\pm 12.5\text{kHz}$ 偏差, FSK, 866.6MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA), 启用 FEC		-114		dBm
饱和限值	10% PER, 250 字节有效载荷, 866.6MHz		10		dBm
选择性, +100kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		39		dB
选择性, -100kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		39		dB
选择性, +200kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		48		dB
选择性, -200kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		48		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		38		dB
阻断, +1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源		62		dB
阻断, -1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源		62		dB
阻断, +2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源		69		dB
阻断, -2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源		67		dB
阻断, +10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源		70		dB
阻断, -10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源		80		dB
阻断 + 5% Fc. (43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源		-19		dBm
阻断 - 5% Fc. (-43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -94dBm, CW 干扰源		-15		dBm
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-20		ppm
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		20		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-1000		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		1000		ppm
Wi-SUN, 50kbps, $\pm 25\text{kHz}$ 偏差, FSK, 85kHz RX BW, #1b					
灵敏度	50kbps, $\pm 25\text{kHz}$ 偏差, FSK, 920.1MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA)		-110		dBm
灵敏度	50ksp (25kbps), $\pm 25\text{kHz}$ 偏差, FSK, 920.1MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA), 启用 FEC		-114		dBm
饱和限值	10% PER, 250 字节有效载荷, 920.1MHz		10		dBm
选择性, +200kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		46		dB
选择性, -200kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		44		dB
选择性, +400kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		51		dB
选择性, -400kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		50		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		37		dB
阻断, +1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		60		dB

6.16 782MHz - 957MHz 接收 (RX) (续)

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{DD5} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量均在天线输入端进行，采用组合的 RX 和 TX 路径，并由参考设计中的射频开关进行。所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，所有测量均使用 250 字节 PSDU，且 $\text{PER} < 10\%$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
阻断, -1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		59		dB
阻断, +2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		65		dB
阻断, -2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		64		dB
阻断, +10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		69		dB
阻断, -10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		78		dB
阻断 + 5% F_c . (43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		-17		dBm
阻断 - 5% F_c . (-43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		-14		dBm
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-35		ppm
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		35		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-1000		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		1000		ppm
Wi-SUN, 100kbps, $\pm 25\text{kHz}$ 偏差, FSK, 121kHz RX BW, #2a					
灵敏度	100kbps, $\pm 25\text{kHz}$ 偏差, FSK, 866.5MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA)		-109		dBm
灵敏度	100kspss (50kbps), $\pm 25\text{kHz}$ 偏差, FSK, 866.5MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA), 启用 FEC		-111		dBm
饱和限值	10% PER, 250 字节有效载荷, 866.6MHz		10		dBm
选择性, +200kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -85dBm, CW 干扰源		45		dB
选择性, -200kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -85dBm, CW 干扰源		43		dB
选择性, +400kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -85dBm, CW 干扰源		51		dB
选择性, -400kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -85dBm, CW 干扰源		49		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -85dBm, CW 干扰源		40		dB
阻断, +1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		58		dB
阻断, -1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		58		dB
阻断, +2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		63		dB
阻断, -2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		63		dB
阻断, +10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		69		dB
阻断, -10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		78		dB
阻断 + 5% F_c . (43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		-18		dBm
阻断 - 5% F_c . (-43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源		-15		dBm
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-45		ppm
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		45		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-1000		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		1000		ppm
Wi-SUN, 100kbps, $\pm 50\text{kHz}$ 偏差, FSK, 160kHz RX BW, #2b					
灵敏度	100kbps, $\pm 50\text{kHz}$ 偏差, FSK, 922.5MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA)		-107		dBm

6.16 782MHz - 957MHz 接收 (RX) (续)

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{DD5} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量均在天线输入端进行，采用组合的 RX 和 TX 路径，并由参考设计中的射频开关进行。所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，所有测量均使用 250 字节 PSDU，且 $\text{PER} < 10\%$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度	100ksps (50kbps), $\pm 50\text{kHz}$ 偏差, FSK, 922.5MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA), 启用 FEC		-111		dBm
饱和限值	10% PER, 250 字节有效载荷, 922.5MHz		10		dBm
选择性, +400kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -85dBm, CW 干扰源		47		dB
选择性, -400kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -85dBm, CW 干扰源		44		dB
选择性, +800kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -85dBm, CW 干扰源		55		dB
选择性, -800kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -85dBm, CW 干扰源		53		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -85dBm, CW 干扰源		40		dB
阻断, +1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		56		dB
阻断, -1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		56		dB
阻断, +2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		62		dB
阻断, -2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		61		dB
阻断, +10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		67		dB
阻断, -10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		77		dB
阻断 + 5% Fc. (43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		-16		dBm
阻断 - 5% Fc. (-43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		-14		dBm
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-50		ppm
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		50		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-1000		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		1000		ppm
Wi-SUN, 150kbps, $\pm 37.5\text{kHz}$ 偏差, FSK, 181kHz RX BW, #3					
灵敏度	150kbps, $\pm 37.5\text{kHz}$ 偏差, FSK, 920.1MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA)		-107		dBm
灵敏度	150kbps (75kbps), $\pm 37.5\text{kHz}$ 偏差, FSK, 920.1MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (不带 uLNA), 启用 FEC		-109		dBm
饱和限值	10% PER, 250 字节有效载荷, 920.1MHz		10		dBm
选择性, +400kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -83dBm, CW 干扰源		48		dB
选择性, -400kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -83dBm, CW 干扰源		43		dB
选择性, +800kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -83dBm, CW 干扰源		55		dB
选择性, -800kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -83dBm, CW 干扰源		51		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -83dBm, CW 干扰源		41		dB
阻断, +1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		57		dB
阻断, -1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		57		dB
阻断, +2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		62		dB
阻断, -2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		61		dB
阻断, +10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		66		dB
阻断, -10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		75		dB
阻断 + 5% Fc. (43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		-16		dBm
阻断 - 5% Fc. (-43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -88dBm, CW 干扰源		-13		dBm
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-60		ppm

6.16 782MHz - 957MHz 接收 (RX) (续)

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{DD5} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量均在天线输入端进行，采用组合的 RX 和 TX 路径，并由参考设计中的射频开关进行。所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，所有测量均使用 250 字节 PSDU，且 $\text{PER} < 10\%$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		60		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-1000		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		1000		ppm
Wi-SUN, 200kbps, $\pm 50\text{kHz}$ 偏差, FSK, 212kHz RX BW, #4a					
灵敏度	200kbps, $\pm 50\text{kHz}$ 偏差, FSK, 920.1MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA)		-106		dBm
灵敏度	200kpsps (100kbps), $\pm 50\text{kHz}$ 偏差, FSK, 920.1MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA), 启用 FEC		-107		dBm
饱和限值	10% PER, 250 字节有效载荷, 920.1MHz		10		dBm
选择性, +400kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		47		dB
选择性, -400kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		42		dB
选择性, +800kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		54		dB
选择性, -800kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		50		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		40		dB
阻断, +1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		56		dB
阻断, -1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		56		dB
阻断, +2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		61		dB
阻断, -2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		60		dB
阻断, +10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		65		dB
阻断, -10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		75		dB
阻断 + 5% F_c . (43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		-17		dBm
阻断 - 5% F_c . (-43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		-14		dBm
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-75		ppm
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		75		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-1000		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		1000		ppm
Wi-SUN, 200kbps, $\pm 100\text{kHz}$ 偏差, FSK, 271kHz RX BW, #4b					
灵敏度	200kbps, $\pm 100\text{kHz}$ 偏差, FSK, 922.6MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA)		-104		dBm
灵敏度	200kpsps (100kbps), $\pm 100\text{kHz}$ 偏差, FSK, 922.6MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA), 启用 FEC		-109		dBm
饱和限值	10% PER, 250 字节有效载荷, 922.6MHz		10		dBm
选择性, +600kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		49		dB
选择性, -600kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		42		dB
选择性, +1200kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		54		dB
选择性, -1200kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		52		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -82dBm, CW 干扰源		39		dB
阻断, +1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		55		dB
阻断, -1MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		37		dB
阻断, +2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		59		dB

6.16 782MHz - 957MHz 接收 (RX) (续)

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{\text{DDS}} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量均在天线输入端进行，采用组合的 RX 和 TX 路径，并经由参考设计中的射频开关进行。所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，所有测量均使用 250 字节 PSDU，且 $\text{PER} < 10\%$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
阻断, -2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		58		dB
阻断, +10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		64		dB
阻断, -10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		70		dB
阻断 + 5% Fc. (43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		-18		dBm
阻断 - 5% Fc. (-43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		-14		dBm
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-75		ppm
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		70		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-1000		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		1000		ppm
Wi-SUN, 300kbps, $\pm 75\text{kHz}$ 偏差, FSK, 339kHz RX BW, #5					
灵敏度	300kbps, $\pm 75\text{kHz}$ 偏差, FSK, 922.6MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA)		-104		dBm
灵敏度	300kpsps (150kbsp), $\pm 75\text{kHz}$ 偏差, FSK, 922.6MHz, 10% PER, 250 字节有效载荷 (带 uLNA), 启用 FEC		-106		dBm
饱和限值	10% PER, 250 字节有效载荷, 922.6MHz		10		dBm
选择性, +600kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -80dBm, CW 干扰源		47		dB
选择性, -600kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -80dBm, CW 干扰源		40		dB
选择性, +1200kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -80dBm, CW 干扰源		54		dB
选择性, -1200kHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -80dBm, CW 干扰源		51		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -80dBm, CW 干扰源		39		dB
阻断, +2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		59		dB
阻断, -2MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		58		dB
阻断, +10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		64		dB
阻断, -10MHz	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		73		dB
阻断 + 5% Fc. (43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		-18		dBm
阻断 - 5% Fc. (-43.42MHz)	10% PER, 250 字节有效载荷, 有用信号电平 -86dBm, CW 干扰源		-14		dBm
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-125		ppm
频率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		125		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-1000		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	10% PER, 250 字节有效载荷, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		1000		ppm
OOK, 4.8kbps, 141kHz RX BW					
灵敏度	920.8MHz, 带 uLNA, BER 0.1%		-110		dBm
灵敏度	868.2MHz, 带 uLNA, BER 0.1%		-110		dBm
饱和限值	868.2MHz, BER 0.1%		0		dBm
选择性, +400kHz	868.2MHz. 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源, BER 0.1%		47		dB
选择性, -400kHz	868.2MHz. 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源, BER 0.1%		47		dB
阻断, +2MHz	868.2MHz. 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源, BER 0.1%		70		dB
阻断, -2MHz	868.2MHz. 有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源, BER 0.1%		70		dB

6.16 782MHz - 957MHz 接收 (RX) (续)

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{DD5} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量均在天线输入端进行，采用组合的 RX 和 TX 路径，并经由参考设计中的射频开关进行。所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，所有测量均使用 250 字节 PSDU，且 $\text{PER} < 10\%$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
阻断, +10MHz	868.2MHz。有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源, BER 0.1%		75		dB
阻断, -10MHz	868.2MHz。有用信号电平 -91dBm, CW 干扰源, BER 0.1%		75		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	868.2MHz。有用信号电平 -91dBm, BER 0.1%		40		dB
RSSI 动态范围	从灵敏度限值开始		95		dB
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
符号速率误差容差 (ppm)	868.2MHz。有用信号电平 -91dBm, BER 0.1%,		± 1000		ppm
OOK, 16.384kHz, 78kHz RX BW					
灵敏度	16.384kbps OOK, 32.768kcps, 915.0MHz, 0.1% BER, 带 uLNA		-115		dBm
灵敏度	16.384kbps OOK, 32.768kcps, 868.0MHz, 0.1% BER, 带 uLNA		-114		dBm
饱和限值	915.0MHz。有用信号比灵敏度电平高 3dB		0		dBm
选择性, +200kHz	915.0MHz。有用信号比灵敏度电平高 3dB		52		dB
选择性, -200kHz	915.0MHz。有用信号比灵敏度电平高 3dB		48		dB
阻断, +2MHz	915.0MHz。有用信号比灵敏度电平高 3dB		64		dB
阻断, -2MHz	915.0MHz。有用信号比灵敏度电平高 3dB		59		dB
阻断, +10MHz	915.0MHz。有用信号比灵敏度电平高 3dB		64		dB
阻断, -10MHz	915.0MHz。有用信号比灵敏度电平高 3dB		58		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	915.0MHz。有用信号比灵敏度电平高 3dB		39		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	915.0MHz。有用信号比灵敏度电平高 3dB		39		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	-40 至 105°C, 915.0MHz		35		dB
RSSI 动态范围	从灵敏度限值开始		95		dB
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
频率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-40		ppm
频率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		40		ppm
频率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。根据上述结果计算得出。		± 40		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-2000		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		2000		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。根据上述结果计算得出。		± 2000		ppm
4GFSK, 1,500kbps, $\pm 375\text{kHz}$ 偏差, 1,185kHz RX BW					
灵敏度	0.1% BER, 915MHz, 不带 uLNA		-94		dBm
饱和限值	0.1% BER, 915MHz, 不带 uLNA		10		dBm
选择性, +2000kHz	915.0MHz		29		dB
选择性, -2000kHz	915.0MHz		30		dB
阻断, +10MHz	915.0MHz		57		dB
阻断, -10MHz	915.0MHz		60		dB
阻断 + 5% F_c 。(43.42MHz)	915.0MHz, 有用信号 -84dBm。		60		dB
阻断 - 5% F_c 。(-43.42MHz)	915.0MHz, 有用信号 -84dBm。		60		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	915.0MHz。有用信号比灵敏度电平高 3dB。		27		dB
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
频率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-80		ppm
频率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		80		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-2000		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		2000		ppm
GFSK, 1,000kbps, $\pm 250\text{kHz}$ 偏差, 1,185kHz RX BW					

6.16 782MHz - 957MHz 接收 (RX) (续)

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{DD5} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量均在天线输入端进行，采用组合的 RX 和 TX 路径，并由参考设计中的射频开关进行。所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，所有测量均使用 250 字节 PSDU，且 $\text{PER} < 10\%$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度	GFSK, 1,000kbps, 2GFSK, 915.0MHz, 0.1% BER (带 uLNA)		-98		dBm
饱和限值	915.0MHz		10		dBm
选择性, +1000kHz	915.0MHz。有用信号强度为 -84dBm		41		dB
选择性, -1000kHz	915.0MHz。有用信号强度为 -84dBm		27		dB
阻断, +2MHz	915.0MHz。有用信号强度为 -84dBm		43		dB
阻断, -2MHz	915.0MHz。有用信号强度为 -84dBm		40		dB
阻断, +10MHz	915.0MHz。有用信号强度为 -84dBm		62		dB
阻断, -10MHz	915.0MHz。有用信号强度为 -84dBm		61		dB
阻断 + 5% Fc. (43.42MHz)	915.0MHz。有用信号强度为 -84dBm		64		dB
阻断 - 5% Fc. (-43.42MHz)	915.0MHz。有用信号强度为 -84dBm		63		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	915.0MHz。有用信号强度为 -84dBm		27		dB
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
频率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-400		ppm
频率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		350		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-1800		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		1800		ppm
FSK, 10kbps, $\pm 20\text{kHz}$ 偏差, 200kHz RX BW					
灵敏度	FSK, 10kbps, $\pm 20\text{kHz}$ 偏差, FSK, 868.3MHz, 20 字节 PSDU $< 15\%$ PER		-113		dBm
饱和限值	0.1% BER, 868.3MHz。		10		dBm
选择性, +200kHz	0.1% BER, 868.3MHz。有用信号电平: -94dBm		43		dB
选择性, -200kHz	0.1% BER, 868.3MHz。有用信号电平: -94dBm		40		dB
阻断, +2MHz	0.1% BER, 868.3MHz。有用信号电平: -94dBm		70		dB
阻断, -2MHz	0.1% BER, 868.3MHz。有用信号电平: -94dBm		68		dB
阻断, +10MHz	0.1% BER, 868.3MHz。有用信号电平: -94dBm		72		dB
阻断, -10MHz	0.1% BER, 868.3MHz。有用信号电平: -94dBm		81		dB
阻断 + 5% Fc. (45.75MHz)	20 字节 PSDU $< 10\%$ PER, 866.6MHz, 有用信号 -94dBm。根据 ETSI EN 300 220 V3.1.1, 比可用灵敏度限值高 3dB (可用灵敏度为 -97dBm)。限值为 Cat 1.5 要求。		-14		dBm
阻断 - 5% Fc. (-45.75MHz)	20 字节 PSDU $< 10\%$ PER, 866.6MHz, 有用信号 -94dBm。根据 ETSI EN 300 220 V3.1.1, 比可用灵敏度限值高 3dB (可用灵敏度为 -97dBm)。限值为 Cat 1.5 要求。		-12		dBm
图像抑制 (启用图像补偿)	0.1% BER, 868.3MHz。		41		dB
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
符号速率误差容差 (ppm)	, 868.3MHz。有用信号电平: -94dBm。负偏移		-2000		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	868.3MHz。有用信号电平: -94dBm。正偏移		2000		ppm
CC14xx 远距离, 1.25/2.5/5kbps (20kspss), $\pm 5\text{kHz}$ 偏差, 34kHz RX 带宽, FEC = 1:2, CL = 4, DSSS = 1:8/1:4/1:2					
灵敏度	1.25kbps, BER = 0.1%, 使能 uLNA, 868.3MHz		-122		dBm
灵敏度	2.5kbps, BER = 0.1%, 使能 uLNA, 868.3MHz		-121		dBm
灵敏度	5kbps, BER = 0.1%, 使能 uLNA, 868.3MHz		-119		dBm
饱和限值	5kbps, BER = 0.1%, 使能 uLNA, 868.3MHz		10		dBm
选择性, +100kHz	5kbps, BER = 0.1%, 868.3MHz		46		dB
选择性, -100kHz	5kbps, BER = 0.1%, 868.3MHz		48		dB
阻断, +2MHz	5kbps, BER = 0.1%, 868.3MHz		76		dB
阻断, -2MHz	5kbps, BER = 0.1%, 868.3MHz		73		dB
阻断, +10MHz	5kbps, BER = 0.1%, 868.3MHz		76		dB

6.16 782MHz - 957MHz 接收 (RX) (续)

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{DD5} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量均在天线输入端进行，采用组合的 RX 和 TX 路径，并经由参考设计中的射频开关进行。所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，所有测量均使用 250 字节 PSDU，且 $\text{PER} < 10\%$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
阻断, -10MHz	5kbps, BER = 0.1%, 868.3MHz		83		dB
阻断 + 5% Fc. (43.42MHz)	5kbps, BER = 0.1%, 868.3MHz		-11		dBm
阻断 - 5% Fc. (43.42MHz)	5kbps, BER = 0.1%, 868.3MHz		-11		dBm
图像抑制 (启用图像补偿)	5kbps, BER = 0.1%, 868.3MHz		42		dB
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
频率误差容差 (ppm)	20 字节 PSDU < 15% PER, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-20		ppm
频率误差容差 (ppm)	20 字节 PSDU < 15% PER, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		20		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	250 字节 PSDU < 15% PER, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。负偏移		-150		ppm
符号速率误差容差 (ppm)	250 字节 PSDU < 15% PER, 在比灵敏度电平高 10dB 的条件下测得。正偏移		150		ppm
无线 M-Bus, C1 模式, 100kbps, $\pm 45\text{kHz}$ 偏差, FSK, 282kHz RX_BW					
灵敏度, wM-BUS C1 模式	100kbps, $\pm 45\text{kHz}$, 1% BER (不带 uLNA)		-107		dBm
灵敏度, wM-BUS C1 模式	100kbps, $\pm 45\text{kHz}$, 1% BER (带 uLNA)		-109		dBm
饱和限值, wM-BUS C1 模式	100kbps, $\pm 45\text{kHz}$, 1% BER (带 uLNA)		10		dBm
选择性, +400kHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		48		dB
选择性, -400kHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		40		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		37		dB
阻断, +2MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		65		dB
阻断, -2MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		63		dB
阻断, +10MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		69		dB
阻断, -10MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		78		dB
阻断 + 5% Fc. (43.42MHz)	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		75		dB
阻断 - 5% Fc. (43.42MHz)	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		77		dB
RSSI 动态范围	从灵敏度限值开始		102		dB
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
无线 M-Bus, T 模式, 100kbps, $\pm 50\text{kHz}$ 偏差, FSK, 282kHz RX_BW					
灵敏度, wM-BUS T1 模式	100kbps, $\pm 50\text{kHz}$, 1% BER (不带 uLNA), 868.95MHz		-105		dBm
灵敏度, wM-BUS T1 模式	100kbps, $\pm 50\text{kHz}$, 1% BER (带 uLNA), 868.95MHz		-108		dBm
饱和限值, wM-BUS T1 模式	100kbps, $\pm 50\text{kHz}$, 1% BER (带 uLNA), 868.95MHz		10		dBm
选择性, +400kHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		47		dB
选择性, -400kHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		40		dB
阻断, +2MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		64		dB
阻断, -2MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		63		dB
阻断, +10MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		69		dB
阻断, -10MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		78		dB
阻断 + 5% Fc. (43.42MHz)	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		74		dB
阻断 - 5% Fc. (43.42MHz)	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		77		dB
RSSI 动态范围	从灵敏度限值开始		102		dB
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
无线 M-Bus, C2 模式, 50kbps, $\pm 25\text{kHz}$ 偏差, FSK, 121kHz RX_BW					
灵敏度, wM-BUS C2 模式	50kbps, $\pm 25\text{kHz}$, 1% BER (带 uLNA)		-113		dBm
饱和限值, wM-BUS C2 模式	50kbps, $\pm 25\text{kHz}$, 1% BER (带 uLNA)		10		dBm
选择性, +400kHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		51		dB
选择性, -400kHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		41		dB

6.16 782MHz - 957MHz 接收 (RX) (续)

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{\text{DDS}} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量均在天线输入端进行，采用组合的 RX 和 TX 路径，并经由参考设计中的射频开关进行。所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，所有测量均使用 250 字节 PSDU，且 $\text{PER} < 10\%$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
图像抑制 (启用图像补偿)	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		38		dB
阻断, +2MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		68		dB
阻断, -2MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		67		dB
阻断, +10MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		72		dB
阻断, -10MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		83		dB
阻断 + 5% F_c . (43.42MHz)	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		79		dB
阻断 - 5% F_c . (43.42MHz)	0.1% BER, 有用信号电平 -89.5dBm, CW 干扰源		81		dB
RSSI 动态范围	从灵敏度限值开始		112		dB
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB
无线 M-Bus, S 模式, 32.768kbps, $\pm 50\text{kHz}$ 偏差, FSK, 211kHz RX_BW					
灵敏度, wM-BUS S2/T2 模式	32.768kbps, $\pm 50\text{kHz}$, 1% BER (带 uLNA), 868.3MHz		-113		dBm
饱和限值, wM-BUS S2/T2 模式	32.768kbps, $\pm 50\text{kHz}$, 1% BER (带 uLNA), 868.3MHz		10		dBm
选择性, +200kHz	0.1% BER, 有用信号电平 -90.7dBm, CW 干扰源		45		dB
选择性, -200kHz	0.1% BER, 有用信号电平 -90.7dBm, CW 干扰源		40		dB
图像抑制 (启用图像补偿)	0.1% BER, 有用信号电平 -90.7dBm, CW 干扰源		39		dB
阻断, +2MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -90.7dBm, CW 干扰源		71		dB
阻断, -2MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -90.7dBm, CW 干扰源		68		dB
阻断, +10MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -90.7dBm, CW 干扰源		72		dB
阻断, -10MHz	0.1% BER, 有用信号电平 -90.7dBm, CW 干扰源		81		dB
阻断 + 5% F_c . (43.42MHz)	0.1% BER, 有用信号电平 -90.7dBm, CW 干扰源		78		dB
阻断 - 5% F_c . (43.42MHz)	0.1% BER, 有用信号电平 -90.7dBm, CW 干扰源		81		dB
RSSI 动态范围	从灵敏度限值开始		113		dB
RSSI 精度	从给定动态范围内的灵敏度限值开始		± 3		dB

6.17 782MHz 至 957MHz 发送 (TX)

除非另有说明，否则相关数据都是在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{DDS}} = 3.6\text{V}$ 、 $f_{\text{RF}} = 915\text{MHz}$ 且启用直流/直流转换器的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量都在天线输入端通过组合的 RX 和 TX 路径执行。所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，否则 14dBm 设置在单端射频配置中测得，16dBm 在差分配置 (使用相同的 PA) 中测得。22dBm PA 在差分配置中使用。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
一般参数						
最大输出功率	高效 PA，单端模式	868MHz 和 915MHz		14		dBm
输出功率可编程范围	高效 PA，单端模式	868MHz 和 915MHz		44		dB
输出功率随温度的变化=	高效 PA，单端模式	+10dBm 设置：在建议的工作温度范围内测试		± 2		dB
输出功率随温度的变化=	高效 PA，单端模式	最大设置：在建议的工作温度范围内测试		± 1.5		dB
最大输出功率	高效 PA，差分模式	868MHz 和 915MHz		16		dBm
输出功率可编程范围	高效 PA，差分模式	868MHz 和 915MHz		46		dB
输出功率随温度的变化=	高效 PA，差分模式	+10dBm 设置：在建议的工作温度范围内测试		± 2		dB
输出功率随温度的变化=	高效 PA，差分模式	最大设置：在建议的工作温度范围内测试		± 1.5		dB
最小 TX 功率	高效 PA，差分模式	50kbps FSK，915MHz		-30		dBm
数据包有效载荷大小			0	250	2047	字节
频率偏差分辨率	FSK	915MHz		10		Hz
射频频率分辨率	所有 PHY	915MHz		4		Hz
最大输出功率	高功率 PA	868MHz 和 915MHz		22		dBm
输出功率可编程范围	高功率 PA	868MHz 和 915MHz		32		dB
输出功率随温度的变化=	高功率 PA	+10dBm 设置：在建议的工作温度范围内测试		± 2		dB
输出功率随温度的变化=	高功率 PA	+22dBm 设置：在建议的工作温度范围内测试		± 1.5		dB
最小 TX 功率	高功率 PA	50kbps FSK，915MHz		-30		dBm
最大输出功率	VDDR 上的高功率 PA	868MHz 和 915MHz		15		dBm
输出功率可编程范围	VDDR 上的高功率 PA	868MHz 和 915MHz		35		dB
输出功率随温度的变化=	VDDR 上的高功率 PA	+10dBm 设置：在建议的工作温度范围内测试		± 2		dB
输出功率随温度的变化=	VDDR 上的高功率 PA	+16dBm 设置：在建议的工作温度范围内测试		± 1.5		dB
杂散发射和谐波 (恒定幅度波形)						
ETSI						
杂散发射 (不包括谐波)	30MHz 至 1GHz	+14dBm 设置，ETSI 限制频带		< -54		dBm
		+14dBm 设置，ETSI 超出限制频带		< -36		dBm
	1GHz 至 12.75GHz (超出 ETSI 限制频带)	+14dBm 设置，在 1MHz 带宽 (ETSI) 中测得		< -30		dBm
输出功率	EN300220 V1.3.1 瞬态裕度，868.3MHz	+14dBm 设置	0			dB
FCC						
带外杂散发射，915MHz	30MHz 至 88MHz (在 FCC 限制频带内)	+14dBm 设置		< -56		dBm
	88MHz 至 216MHz (在 FCC 限制频带内)	+14dBm 设置		< -52		dBm
	216MHz 至 960MHz (在 FCC 限制频带内)	+14dBm 设置		< -50		dBm
	960MHz 至 2390MHz 及 2483.5MHz 以上 (在 FCC 限制频带内)	+14dBm 设置		< -42		dBm
	1GHz 至 12.75GHz (超出 FCC 限制频带)	+14dBm 设置		< -40		dBm

6.17 782MHz 至 957MHz 发送 (TX) (续)

除非另有说明，否则相关数据都是在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{DDS}} = 3.6\text{V}$ 、 $f_{\text{RF}} = 915\text{MHz}$ 且启用直流/直流转换器的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量都在天线输入端通过组合的 RX 和 TX 路径执行。所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，否则 14dBm 设置在单端射频配置中测得，16dBm 在差分配置 (使用相同的 PA) 中测得。22dBm PA 在差分配置中使用。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
带外杂散发射, 915MHz (高功率 PA)	30MHz 至 88MHz (在 FCC 限制频带内)	+22dBm 设置		< -56		dBm
	88MHz 至 216MHz (在 FCC 限制频带内)	+22dBm 设置		< -52		dBm
	216MHz 至 960MHz (在 FCC 限制频带内)	+22dBm 设置		< -50		dBm
	960MHz 至 2390MHz 及 2483.5MHz 以上 (在 FCC 限制频带内)	+22dBm 设置		< -42		dBm
	1GHz 至 12.75GHz (超出 FCC 限制频带)	+22dBm 设置		< -40		dBm

6.17 782MHz 至 957MHz 发送 (TX) (续)

除非另有说明，否则相关数据都是在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{DDS}} = 3.6\text{V}$ 、 $f_{\text{RF}} = 915\text{MHz}$ 且启用直流/直流转换器的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量都在天线输入端通过组合的 RX 和 TX 路径执行。所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，否则 14dBm 设置在单端射频配置中测得，16dBm 在差分配置 (使用相同的 PA) 中测得。22dBm PA 在差分配置中使用。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
ARIB					
带外杂散发射， 920.6/928MHz	低于 710MHz (ARIB T-108)	+13dBm 设置	< -36		dBm
	710MHz 至 900MHz (ARIB T-108)	+13dBm 设置	< -55		dBm
	900MHz 至 915MHz (ARIB T-108)	+13dBm 设置	< -55		dBm
	930MHz 至 1000MHz (ARIB T-108)	+13dBm 设置	< -55		dBm
	1000MHz 至 1215MHz (ARIB T-108)	+13dBm 设置	< -45		dBm
	高于 1215MHz (ARIB T-108)	+13dBm 设置	< -30		dBm
杂散发射，频带边沿	920.6MHz、928MHz。(ARIB T-108)	+13dBm 设置	< -36		dBm
谐波 (高效 PA)					
谐波 (高效 PA)	二次谐波	+14dBm 设置，868MHz	< -30		dBm
	二次谐波	+14dBm 设置，915MHz	< -30		dBm
	三次谐波	+14dBm 设置，868MHz	< -30		dBm
	三次谐波	+14dBm 设置，915MHz	< -42		dBm
	四次谐波	+14dBm 设置，868MHz	< -30		dBm
	四次谐波	+14dBm 设置，915MHz	< -42		dBm
	五次谐波	+14dBm 设置，868MHz	< -30		dBm
	五次谐波	+14dBm 设置，915MHz	< -42		dBm
谐波 (高功率 PA)	二次谐波	+22dBm 设置，868MHz	< -30		dBm
		+22dBm 设置，915MHz	< -30		
	三次谐波	+22dBm 设置，868MHz	< -30		dBm
		+22dBm 设置，915MHz	< -42		
	四次谐波	+22dBm 设置，868MHz	< -30		dBm
		+22dBm 设置，915MHz	< -30		
	五次谐波	+22dBm 设置，868MHz	< -30		dBm
		+22dBm 设置，915MHz	< -42		
调制质量。RMS 频率偏差 误差	50kbps，h=0.5，866.6MHz	14dBm 设置		30	%
调制质量。最大过零偏移				12.5	%
相邻信道功率抑制，高功率 PA	相邻信道。10kbps，h=1.0， 926.2MHz	最大设置，信道间隔 = 50kHz，偏移频率 = 30kHz，积分带宽 = 15kHz		-25	dBc
备用信道功率抑制，高功率 PA	备用信道。10kbps，h=1.0， 926.2MHz	最大设置，信道间隔 = 50kHz，偏移频率 = 60kHz，积分带宽 = 15kHz		-35	dBc

6.18 射频 PLL 相位噪声和杂散

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{\text{DDS}} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量均在天线输入端通过组合的 RX 和 TX 路径执行。

所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，所有测量均使用 250 字节 PSDU，且 $\text{PER} < 10\%$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
782MHz - 957MHz - 高数据速率模式					

在 $T_c = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{\text{DDS}} = 3.6\text{V}$ 的条件下基于 BP-CC1402P-8-FE 参考设计测得。所有测量均在天线输入端通过组合的 RX 和 TX 路径执行。

所有测量都是在传导条件下执行的。除非另有说明，所有测量均使用 250 字节 PSDU，且 $\text{PER} < 10\%$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
868 和 915MHz 频带中的相位噪声 (通用，窄带设置)	$\pm 10\text{kHz}$ 偏移		-86		dBc/Hz
	$\pm 100\text{kHz}$ 偏移		-106		dBc/Hz
	$\pm 200\text{kHz}$ 偏移		-110		dBc/Hz
	$\pm 400\text{kHz}$ 偏移		-116		dBc/Hz
	$\pm 1000\text{kHz}$ 偏移		-121		dBc/Hz
	$\pm 2000\text{kHz}$ 偏移		-127		dBc/Hz
	$\pm 10000\text{kHz}$ 偏移		-141		dBc/Hz

7 详细说明

射频内核是一款高度灵活且面向未来的无线电模块，包含一个 32 位处理器，用于连接模拟射频和基带电路、处理进出系统 CPU 端的数据，并将信息位汇编到给定数据包结构中。射频内核通过 SPI 接口向主机 CPU 提供基于命令的高层 API，配置和数据均通过该接口传递。

射频内核可以自主处理无线电协议的时间关键方面，这将降低功耗并为用户应用程序留出更多资源。还有多个信号可用于自主控制外部电路，例如射频开关或范围扩展器。

各种物理层无线电格式部分采用软件定义无线电构建，其中无线电行为以固件补丁的形式提供。这使得无线电平台能够进行更新以支持未来版本的标准，甚至可以在仍使用同一款器件的情况下进行无线 (OTA) 更新。

7.1 无线电 (射频内核)

低功耗射频内核 (LRF) 实现了一个高性能且高度灵活的射频子系统，该系统除了包含软件定义的数字音频广播 (LRFD) 外，还包含射频和基带电路。LRFD 为主机 CPU 提供基于命令的高层 API，并负责处理许多不同无线电 PHY 的所有时序关键型和底层细节。还有多个信号可用于自主控制外部电路，例如射频开关或范围扩展器。该调制解调器高度可配置，并且能够灵活地支持未来的标准。客户无法对其进行编程，而是使用 SimpleLink™ 软件开发套件 (SDK) 中无线电驱动程序提供的预编译映像进行加载。这种机制使得无线电平台能够进行更新以支持未来版本的标准，甚至可以在使用同一器件的情况下进行无线 (OTA) 更新。LRFD 将代码映像存储在 RF SRAM 中，而不使用任何 ROM 存储器，因此仅在启动后从闪存加载一次映像，并且在退出功耗模式时无需进行补丁更新。

7.2 存储器

非易失性 (闪存) 存储器用于存储射频配置以及存储出厂校准数据。闪存存储器是系统内可编程和可擦除的存储器。

超低泄漏系统静态 RAM (SRAM) 供收发器用于存储数据和执行代码。默认情况下，允许在待机功耗模式下保留 SRAM 内容，其中包括待机模式功耗数值。

板载引导 ROM 包含可用于器件流水线生产和/或现场编程的串行 (SPI 和 UART) 引导加载程序。

7.3 电池和温度监测器

CC1402P 器件中有温度和电池电压组合监测器。电池和温度监测器允许在应用中连续监测片上温度和电源电压，并根据需要响应环境条件的变化。该模块包含窗口比较器，当温度或电源电压超出定义的窗口时，可以中断系统 CPU。这些事件还可用于通过 Always-On (AON) 事件结构将器件从待机模式唤醒。

7.4 专有无线电格式

CC1402P 无线电支持各种调制格式，使用一组具有组合调制解调器固件的硬件加速器，涵盖多种标准和专有调制格式。

特性支持 简要概述了 ROM 中提供的各种无线电格式的特性。其他无线电格式可以通过软件开发套件 (SDK) 以无线电固件补丁或程序的形式提供，并且可以以不同方式组合特性，也可以添加其他特性。

表 7-1. 特性支持

特性	2/4-(G)FSK 调制解调器 (所有器件)	O-QPSK 调制解调器 (CC1404P/07P)	OFDM 调制解调器 (CC1407P)	SimpleLink™ 远距离 (所有器件)
可编程前导码、同步字和 CRC	是	是	固定	固定
可编程接收带宽	是	是	否	是
数据/符号速率 ⁽³⁾	≤ 1000kbps (2 (G)FSK)) ≤ 1200kbps (4 (G)FSK)) ≤ 32.768kbps (OOK)	≤ 100ksps	12.5kbps 至 2400kbps	≤ 20ksps
调制格式	2-(G)FSK、4-(G)FSK、OOK	O-QPSK	OFDM	2-(G)FSK
支持的标准	SUN FSK、Wi-SUN	SUN O-QPSK	SUN OFDM、Wi-SUN	
双同步字	是	否	否	否
载波侦听 ⁽¹⁾⁽²⁾	是	是	是	否
前导码检测 ⁽²⁾	是	是	否	否
数据白化	是	是	是	是
数字 RSSI	是	是	是	是
CRC 滤波	是	是	是	是
直接序列展频 (DSSS)	否	否	否	1:2 1:4 1:8
正向纠错 (FEC)	是	是	是	是

(1) 载波侦听可用于实施硬件控制的先听后说 (LBT) 和空闲信道评估 (CCA)，以符合监管标准中的此类要求。

(2) 载波侦听和前导码检测可用于实现嗅探模式，在这种模式下，无线电会循环工作以节省电量。

(3) 数据速率仅供参考。超出此范围的数据速率也可能受支持。对于某些特定的设置组合，可能支持更小的范围。

7.5 电源管理

为最大程度地降低功耗，CC1402P 支持多种功耗模式和电源管理功能（请参阅表 7-2）。

表 7-2. 电源模式

模式	电源模式				复位引脚保持
	工作	空闲	STANDBY	关断	
SRAM	开启	开启	保持	关闭	关闭
无线电	可用	可用	关闭	关闭	关闭
电源系统	开启	开启	占空比	关闭	关闭
寄存器和 CPU 保留	全双工	全双工	部分	否	否
SRAM 保留	全双工	全双工	全双工	否	否
48MHz 高速时钟	HFOSC	HFOSC	关闭	关闭	关闭
32kHz 低速时钟	LFOSC	LFOSC	LFOSC	关闭	关闭
通过 RTC 唤醒	可用	可用	可用	关闭	关闭
在引脚边沿唤醒	可用	可用	可用	可用	关闭
在复位引脚唤醒	开启	开启	开启	开启	开启
欠压检测器 (BOD)	开启	开启	占空比	关闭	关闭
上电复位 (POR)	开启	开启	开启	开启	开启
看门狗定时器 (WDT)	可用	可用	已暂停	关闭	关闭

在工作模式下，收发器系统 CPU 正在执行代码。工作模式下所有外设和无线电子系统均正常运行。

在待机模式下，收发器等待外部唤醒事件或 RTC 事件以使器件恢复工作模式。

在关断模式下，器件完全关闭，并且 I/O 被锁存，并保留进入关断模式之前具有的值。定义为从关断引脚唤醒的任何 I/O 引脚状态变化都会唤醒器件，并用作复位触发器。

8 应用、实施和布局

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 器件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

有关通用设计指南和硬件配置指南，请参阅 [CC13xx/CC26xx 硬件配置](#) 和 [PCB 设计注意事项应用报告](#)。

8.1 参考设计

在使用 CC1402P 器件实现设计时，应严格遵循以下参考设计。

必须特别注意射频元件布局、去耦电容器和直流/直流稳压器元件以及所有这些元件的接地连接。为了实现最佳射频性能，特别是在使用高功率 PA 时，准确遵循参考设计中的元件值和布局非常重要。如果不这样做，可能会由于平衡-非平衡变压器不匹配而导致射频性能降低。通过平衡-非平衡变压器实现的幅值和相位平衡必须分别小于 1dB 和小于 6 度。PCB 堆叠对于正常运行也至关重要。C140xP EVM 和特性评估板在 175μm 的顶层（射频信号）和第 2 层（接地平面）之间使用镀层厚度。

CC1402P 具有非常灵活的射频前端设计，可实现多种不同的优化。为了使客户能够快速评估不同的选项，我们创建了不同的参考设计。

可以使用集成式平衡-非平衡变压器器件；对于 CC1402P 高功率 PA 输出，建议使用以下平衡-非平衡变压器：

- Murata LFB21892MBGGF964

8.1.1 最高性能

最高性能设计（即全性能 (FE) 设计）涵盖最广泛的客户要求，包括展示全新的集成式超低噪声放大器 (uLNA)，该放大器可以集成 SAW 滤波器，而不会损失 2 至 3dB 的接收灵敏度。

- 最长距离（+22dBm 发射）
- 理想灵敏度（使用 uLNA 可提升 4dB）
- 在 5G 环境下实现更可靠接收

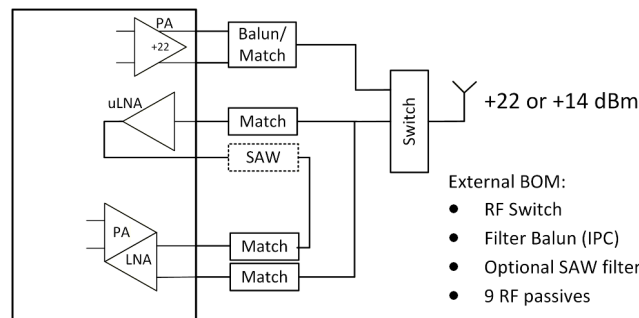


图 8-1. 全性能参考设计方框图

BP-CC14xP-x-FE 设计文件

针对实现本档中所述性能数值的特性评估板，BP-CC140xP-x-FE 参考设计提供了相关的原理图、布局和产品文件。

8.1.2 均衡性能

此设计展示均衡性能配置。差分接收器在 5G 基站环境下性能非常出色，在某些应用场景中可能无需 SAW 滤波器。均衡性能设计还充分利用了高效射频放大器的全部功能，实现了 16dBm 的满额发射功率。

- 在 5G 环境下实现可靠接收

- 低电流发射 (+16dBm 发射功率)
- 低外部物料清单 (eBOM)

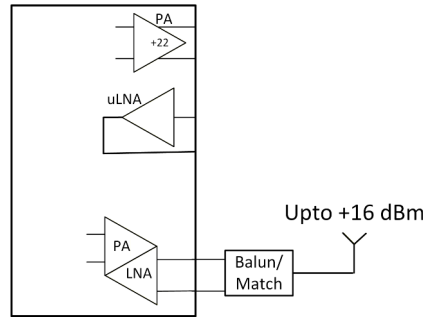


图 8-2. 差分高效参考设计

8.1.3 超低外部物料清单 (eBOM)

此设计展示了收发器支持的超低实用元件数设计。完整的外部物料清单 (eBOM) 总计约为：12 个射频无源器件、去耦电容器和一个可选的 DCDC 电感器。

- 超低 eBOM (+14dBm TX)
- 针对 10dBm 输出功率应用的超低发射电流。
- 超低接收电流 (uLNA 已禁用)

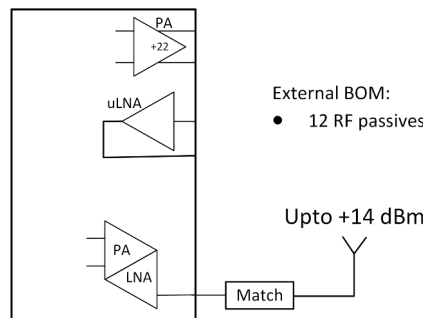


图 8-3. 超低成本外部 BOM 参考设计

8.1.4 远距离、低外部物料清单

此设计通过无开关双 PA 架构省去了外部射频开关，从而为 +22dBm Sub-GHz 解决方案提供可实现的最少外部 eBOM。其最终打造出一种成本优化的远距离参考设计，而无需牺牲发射性能。

- 采用无开关架构，最大 TX 功率为 +22dBm
- 在 5G 基站环境下依然稳定可靠
- 以最低 BOM 成本实现远距离功能 — 无需性能妥协

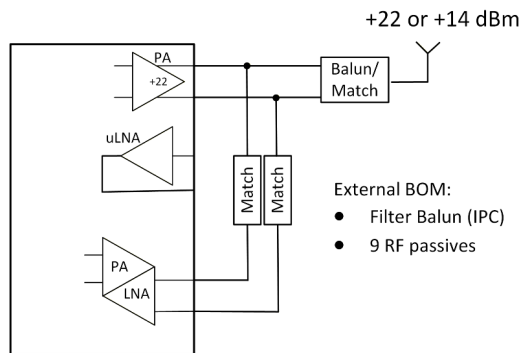


图 8-4. 无开关双 PA 参考设计

8.1.5 LaunchPad 天线套件

用于 LaunchPad™ 开发套件和 SensorTag 的 Sub-1GHz 和 2.4GHz 天线套件

该天线套件可用于进行真实测试，从而找到适合您应用的最佳天线。该天线套件包括 16 根天线，频率范围为 169MHz 至 2.4GHz，包括：

- PCB 天线
- 螺旋天线
- 芯片天线
- 适用于 868/915MHz 和 2.4GHz 的双频带天线

此天线套件有一根 JSC 电缆可以连接无线 MCU LaunchPad 开发套件和 SensorTag。

9 器件和文档支持

TI 提供一系列支持开发的工具和软件。下面列出了用于评估器件性能、生成代码和开发解决方案的工具。

9.1 器件命名规则

为了标明产品开发周期的各个产品阶段，TI 为所有器件型号和/或日期代码添加了前缀。每个器件都具有以下三个前缀/标识之一：X、P 或 null（无前缀）（例如，XCC1402P 处于预发布状态；因此分配了 X 前缀/标识）。

器件开发进化流程：

X 试验器件不一定代表最终器件的电气规格，并且可能不使用生产封装流程。

P 原型器件不一定是最终的器件芯片，并且不一定符合最终电气规格。

无 完全合格的器件芯片量产版本。

生产器件已进行完全特性化，并且器件的质量和可靠性已经完全论证。TI 的标准保修证书对该器件适用。

预测显示原型器件（X 或者 P）的故障率大于标准生产器件。由于这些器件的预期最终使用故障率仍未确定，德州仪器 (TI) 建议不要将这些器件用于任何生产系统。请仅使用合格的生产器件。

TI 的器件命名规则还包含具有器件产品系列名称的后缀。这个后缀表示封装类型（例如 RGZ）。

有关采用 RKP (5mm × 5mm) 封装类型的 CC1402P 器件的可订购器件型号，请参阅本文档的封装选项附录、节 3 中的“器件信息”和 TI 网站 (www.ti.com.cn)，或联系您的 TI 销售代表。

9.2 工具与软件

CC1402P 器件受多种软件和硬件开发工具的支持。

软件

该 SDK 内含用于 CC1402P 器件的综合软件包，其中包括以下协议栈：

- TRX PropRF — CC140x 主机驱动程序和专有射频栈
- TI 15.4-Stack — 面向 Sub-1GHz、基于 IEEE 802.15.4 的星形拓扑网络解决方案
- Wi-SUN — TI Wi-SUN FAN 栈

开发工具

Code Composer Studio™ 集成式开发环境 (IDE)

Code Composer Studio 是一种集成开发环境 (IDE)，支持 TI 的微控制器和嵌入式处理器产品系列。Code Composer Studio 包含一整套用于开发和调试嵌入式应用的工具。它包含了用于优化的 C/C++ 编译器、源代码编辑器、工程编译环境、调试器、分析工具以及多种其他功能。直观的 IDE 提供了单一用户界面，可帮助您完成应用开发流程的每个步骤。熟悉的工具和界面让用户能够比以往更快地上手。Code Composer Studio 将 Eclipse® 软件框架的优势和 TI 高级嵌入式调试功能相结合，为嵌入式开发人员提供了一种极具吸引力且功能丰富的开发环境。

Code Composer Studio 与 LaunchPad + BoosterPack 组合开发套件中包括的 XDS 调试器一起使用时免费提供。

Code Composer Studio™ Cloud IDE

Code Composer Studio (CCS) Cloud 是基于 Web 的 IDE，它使您能够创建、编辑和构建 CCS 及 Energia™ 项目。成功构建项目后，您可以在互联 LaunchPad 上下载并运行该项目。CCS Cloud 现在支持基本调试，包括设置断点和查看变量值等功能。

IAR Embedded Workbench® for Arm®

IAR Embedded Workbench® 是一套可使用汇编器、C 和 C++ 构建和调试嵌入式系统应用程序的开发工具。它提供完全集成的开发环境，包括项目管理器、编辑器和构建工具。IAR 支持所有 SimpleLink 无线 MCU。它支持众

多调试器，包括 XDS110、IAR I-jet™ 和 Segger J-Link™。SimpleLink SDK 中提供用于 TI-RTOS 的实时对象查看器插件。SimpleLink SDK 中提供的大部分软件示例都对 IAR 提供现成的支持。

通过 iar.com 可获取 30 天评估版本或 32KB 大小限制版本。

SmartRF™ Studio

SmartRF™ Studio 是一款 Windows® 应用程序，可用于评估和配置德州仪器 (TI) 的 SimpleLink 无线 MCU。该应用可帮助射频系统的设计人员在设计过程的早期阶段轻松评估无线电。它对生成配置寄存器值、实际测试和调试射频系统尤为有用。SmartRF Studio 可作为单独的应用使用，也可与射频器件的适用评估板或调试探针一起使用。SmartRF Studio 的特性包括：

- 链路测试 - 在节点之间发送和接收数据包
- 天线和辐射测试 - 将无线电设置为连续波 TX 和 RX 状态
- 导出无线电配置代码，以便与 TI SimpleLink SDK 射频驱动程序一起使用
- 用于外部开关信令和控制的自定义 GPIO 配置

9.3 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击 [通知](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

9.4 文档支持

如需接收关于数据表、勘误表、应用手册及类似文档的文档更新通知，请导航至 [上的器件产品文件夹](#)。点击右上角的 [提醒我](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

下面列出了介绍 MCU、相关外设以及其他配套技术资料的最新文档。

TI Resource Explorer

TI Resource Explorer

提供与您的器件和开发板有关的软件示例、库、可执行文件和文档。

勘误表 — 器件勘误表说明了这款器件各个版本中功能规格的已知例外情况，以及如何识别器件版本。

应用报告 — CC1402P 器件的所有应用报告均位于 [上的器件产品文件夹](#)中。

SDK 文档 — CC1402P SimpleLink™ 无线 SDK 文档作为软件文档的一部分包含在 SDK 中。

9.5 商标

SimpleLink™, BoosterPack™, SmartRF™, and Code Composer Studio™ are trademarks of Texas Instruments.

I-jet™ is a trademark of IAR Systems AB.

J-Link™ is a trademark of SEGGER Microcontroller Systeme GmbH.

Wi-SUN® is a registered trademark of Wi-SUN Alliance.

Eclipse® is a registered trademark of Eclipse Foundation.

IAR Embedded Workbench® is a registered trademark of IAR Systems AB.

Windows® is a registered trademark of Microsoft Corporation.

所有商标均为其各自所有者的财产。

9.6 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

9.7 出口管制提示

接收方同意，在未事先获得美国商务部和其他主管政府机构的授权的情况下，在美国或其他适用法律要求的范围内，不会故意直接或间接地将披露方根据保密义务（如有）收到的任何产品或技术数据（如美国、欧盟和其他出口管理条例所定义），包括软件，或受其他适用国家法规限制的任何受控产品，或此类技术的任何直接产品出口或再出口到美国或其他相关法律限制或禁止的任何目的地。

9.8 术语表

TI 术语表 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

10 修订历史记录

日期	修订版本	注释
September 2026	*	初始发行版

11 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

11.1 封装信息

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
XCC1402PT1RKPR	Active	Preproduction	VQFN (RKP) 40	5000 LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 105	

- (1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).
- (2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.
- (3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.
- (4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.
- (5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.
- (6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer:The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

GENERIC PACKAGE VIEW

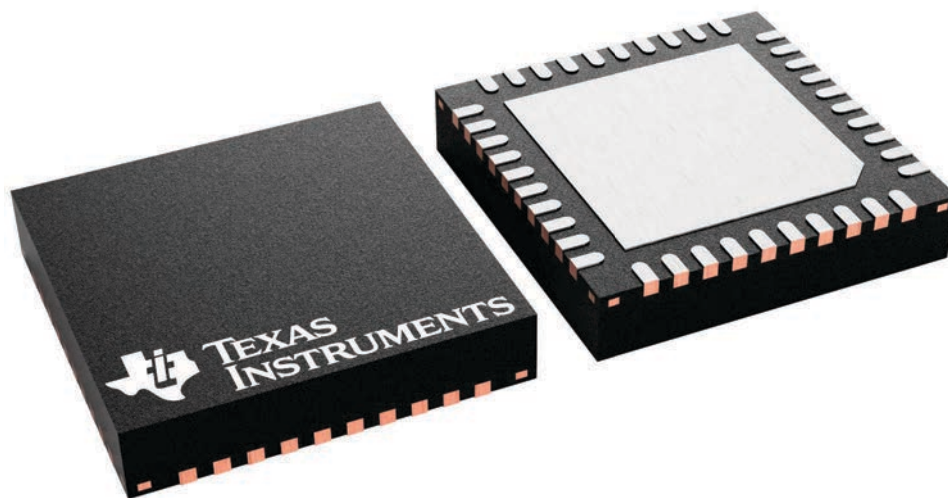
RKP 40

VQFN - 1 mm max height

5 x 5, 0.4 mm pitch

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月