

Application Note

CC1312PSIP 经 FCC 和 IC 认证的射频模块的设计注意事项



摘要

本应用手册介绍了如何重用 CC1312PSIP FCC 模块化认证。美国联邦通信委员会 (FCC) 和加拿大工业部 (IC) 认证涵盖了 902MHz 至 928MHz 频段，但 CC1312PSIP 也可在 863MHz 至 876MHz ISM 频段内运行。若要重用 FCC 和 IC 认证，必须确认使用的是经认证的软件 PHY 并尽可能复制硬件参考设计。

软件部分介绍所有已测试的各种 PHY 以及每个特定 PHY 可发送的最大功率。支持多个 PHY，并会介绍每个特定 PHY 的优势。

硬件部分介绍了两层设计和四层设计的建议布局。在加拿大和美国使用时，经认证的天线和未经认证的天线在重用模块化认证的要求方面存在差异。最后一部分介绍了组装到主板上时建议进行的 CC1312PSIP 测试。

本文档介绍了与软硬件相关的问题以及如何重用 FCC 或 IC 认证以缩短产品上市时间。

内容

1 引言.....	2
1.1 射频功能和频率范围.....	3
1.2 LP-EM-CC1312PSIP.....	4
2 软件 - 经认证的 PHY.....	5
2.1 14dBm Tx 和 Rx 端口.....	6
2.2 20dBm Tx 端口.....	7
3 硬件.....	8
3.1 建议布局.....	8
3.2 天线.....	11
3.3 重用 FCC ID 和 IC.....	13
3.4 建议的生产测试.....	15
4 参考资料.....	16

商标

SimpleLink™ is a trademark of Texas Instruments.

Wi-Fi™ is a trademark of Wi-Fi Alliance.

Zigbee™ is a trademark of ZigBee Alliance.

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

Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries) in the US and/or elsewhere.

Bluetooth® is a registered trademark of Bluetooth SIG, Inc.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

SimpleLink™ CC1312PSIP [4.1] 器件是一款经过射频认证的 System-in-Package (SiP) Sub-1GHz 无线模块，支持 Wi-SUN®、无线 M-Bus、IEEE 802.15.4、支持 IPv6 的智能对象 (6LoWPAN)、mioty、专有系统，包括 TI 15.4-Stack。CC1312PSIP 微控制器 (MCU) 基于 Arm® Cortex® M4F 主处理器，并针对电网基础设施、楼宇自动化、零售自动化和医疗应用中的低功耗无线通信和高级传感进行了优化。

在采用 RTC 并保留 80KB RAM 时，CC1312PSIP [4.1] 具有 0.9 μA 的低待机电流。除了 Cortex® M4F 主处理器，该器件还具有能够实现快速唤醒功能的自主式超低功耗传感器控制器 CPU。例如，传感器控制器能够在平均 1 μA 的系统电流下进行频率为 1Hz 的 ADC 采样。

CC1312PSIP [4.1] 具有低软错误率 (SER) 时基故障 (FIT)，可延长运行寿命。SRAM 奇偶校验功能始终开启，可更大程度地降低因潜在辐射事件导致的损坏风险。许多客户对产品生命周期的要求为 10 至 15 年或者更久，为了达到这一目标，TI 制定了产品生命周期政策，对产品的寿命和供货连续性作出承诺，包括为 SiP 中的关键元件提供双重货源。

CC1312PSIP [4.1] 器件是 SimpleLink MCU 平台的一部分，包括 Wi-Fi™、低功耗 Bluetooth®、Thread、Zigbee™、Wi-SUN、Amazon Sidewalk、mioty、Sub-1GHz MCU 和主机 MCU。CC1312PSIP [4.1] 是一个产品系列的一部分，其中包括引脚兼容的 2.4GHz SiP，使无线产品可以轻松适应多种通信标准。常见的 SimpleLink Low Power F2 SDK 和 SysConfig 系统配置工具支持产品系列中不同器件之间的迁移。该 SDK 随附了丰富的软件栈、应用示例和 SimpleLink Academy 培训课程。

通过利用 3D 组装封装，将 SMD 元件放置在 CC1312PSIP [4.1] 层压板上，然后将芯片裸片直接放置在上面，使封装体积得到充分利用。CC1312PSIP 的方框图请参见图 1-1。通过构建两个集成无源器件 (IPC)，射频滤波部分已从 25 个元件减少为两个单一元件。一个 IPC 用于 14dBm Tx/Rx 端口，另一个用于 20dBm Tx 端口。因此，得到的最终封装尺寸为 7mm x 7mm，使所有元件完全集成在其中。

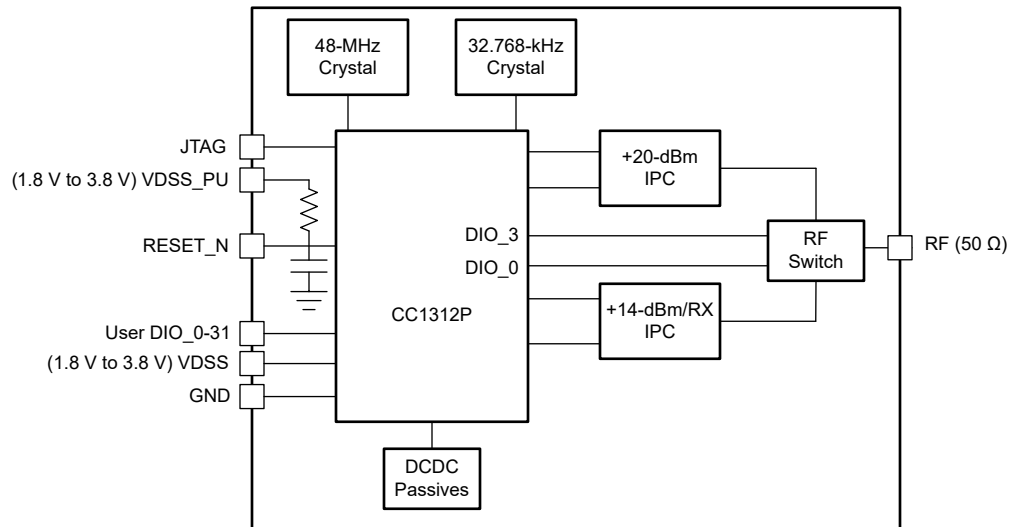


图 1-1. CC1312PSIP 方框图

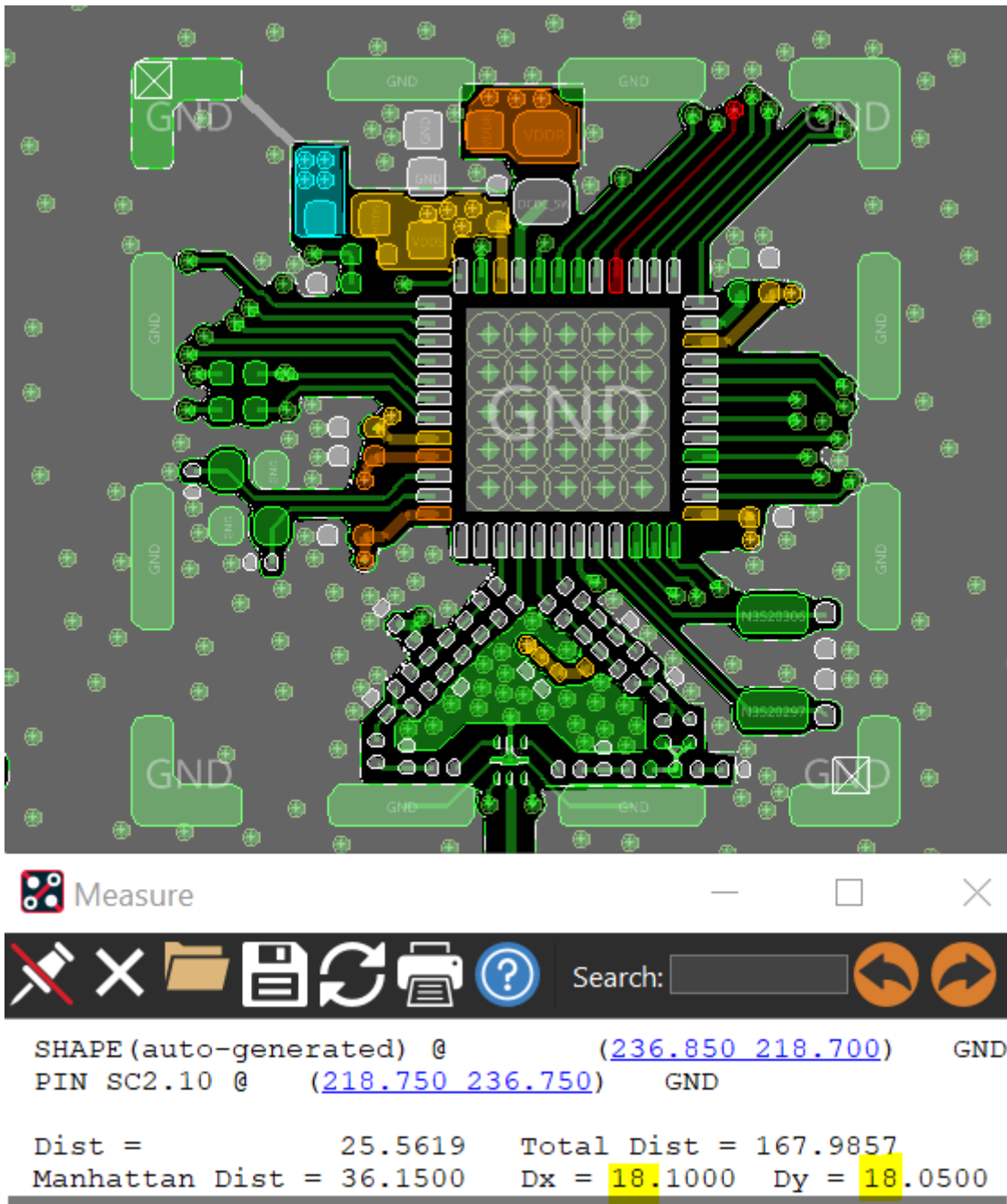


图 1-2. 采用 QFN 芯片组的传统设计

采用图 1-2 所示的传统设计时，PCB 占位面积约为 324mm² (18mm x 18mm)；采用 CC1312PSIP [4.1] 时，此面积减小到仅为 49mm² (7mm x 7mm)。所以，尺寸减小了 85%。

除了尺寸减小之外，完全认证的 PHY 和 FCC/IC 模块化认证也让用户可以选择直接重用该认证。此外，还有一些新功能，例如 SW-TCXO 可以提供 TCXO 精度。

1.1 射频功能和频率范围

CC1312PSIPMOT 设计为在 902MHz 至 928MHz 频段内运行，因此可以重用 FCC 模块化认证。CC1312PSIPMOT 也可用于 868MHz ISM 频段，但这未涵盖在 FCC 模块化认证范围内。发送的最大射频功率为 20dBm，但这取决于 PHY。

在 863MHz 至 876MHz ISM 频段内以 ETSI 标准运行时，863MHz 与 870MHz 之间的输出功率不超过 14.0dBm。如果需要大于 14.0dBm 的输出，则工作频率必须在 869.400MHz 至 869.650MHz 范围内。然后，可以在 869.525MHz 频率下发送 20dBm。对于欧洲的某些国家/地区，20dBm 也可以用于 870MHz 至 876MHz 的频率区域，但并非所有欧盟国家/地区都支持该频率区域。

1.2 LP-EM-CC1312PSIP

为了评估 CC1312PSIP，有一个可用的 LaunchPad：LP-EM-CC1312PSIP [4.2]，必须将其插入 LP-XDS110 或 LP-XDS110ET。图 1-3 展示了 LP-XDS110（左侧）和 LP-EM-CC1312PSIP [4.2]（右侧）。

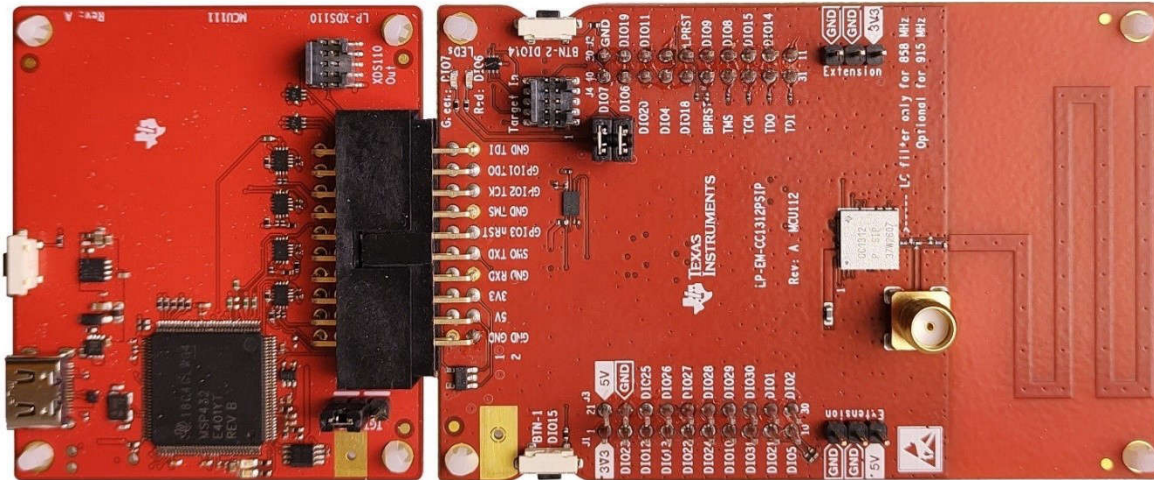


图 1-3. LP-EM-CC1312PSIP

FCC 认证涵盖了 902MHz 至 928MHz 频段，但 CC1312PSIP [4.1] 也可以在 863MHz 至 876MHz ISM 频段中运行。

图 1-4 展示了无线电部分的原理图。元件 L1 和 C1 仅在 869.525MHz 或 870MHz 至 876MHz 频率下以 20dBm 运行时需要，L1 必须为 3.9nH，C1 必须为 3.6pF。

备注

在 902MHz 至 928MHz 频率下使用并重用 FCC 模块化认证时，L1 必须为 100pF 或 0Ω ，C1 必须为 DNM。

如果在 902MHz 至 928MHz 频率下使用 L1 : 3.9nH 和 C1 : 3.6pF，则输出功率会受到影响，且 SDK 中建议的输出功率设置无效。在射频输出端添加额外滤波意味着这是 2 类许可变更 (C2PC)；有关更多信息，请参阅第 3.3.2.2 节。

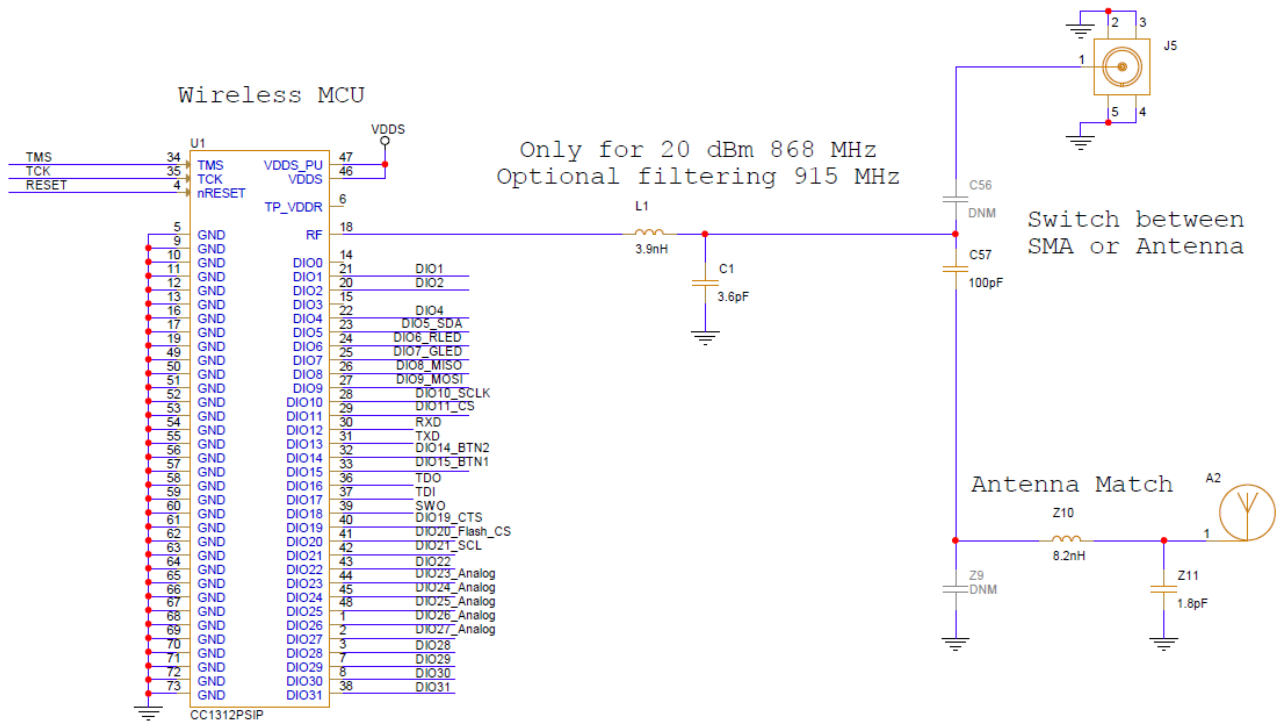


图 1-4. LP-EM-CC1312PSIP 无线电部分的原理图

在进行天线匹配时，可以使用低通或高通匹配拓扑。对于 CC1312PSIP [4.1]，我们始终建议通过 Z10 和 Z11 的天线匹配元件来使用低通天线匹配（如图 1-4 所示）。

CC1312PSIP [4.1] 中没有直流块，因此如果天线部分需要，元件 C57 可用作直流块。在 LP-EM-CC1312PSIP [4.2] 中，C57 还用于切换到集成 PCB 天线部分。如果我们只需要与 SMA 连接，则在 C56 处组装直流块，C57 为 DNM。

2 软件 - 经认证的 PHY

有多种已通过认证可用于 CC1312PSIP 的 PHY 可供选择。有关特定 PHY 的更多信息，请参阅 4.4 中的软件开发套件 (SDK)。这些 PHY 包括 WB-DSSS、TI 15.4、MIOTY、WiSUN 和 PowerG。MIOTY 和 PowerG 可支持高达 20dBm 的功率，TI 15.4 可支持 19dBm 的功率，WiSUN 可支持 17dBm 的功率，WB-DSSS 可支持 15dBm 的功率。请参阅表 2-1，简要了解经过 FCC 认证的不同 PHY。CC1312 还支持其他一些 PHY，这些 PHY 已经过验证，但并非都获得了 FCC 认证。

表 2-1. 经认证的不同 PHY 的链路预算汇总概览

PHY	模式	Tx_max (dBm)	Rx_min (dBm)	链路预算 (dB)
WiSun	模式 #1b, 50kbps, 25kHz 偏差, 2-GFSK, 98kHz RX, 200kHz 通道间隔, 最小-最大频率: US 902.2-927.8MHz	17	-104	121
WiSun	模式 #2a, 100kbps, 25kHz 偏差, 2-GFSK, 137kHz RX 带宽, 200kHz 通道间隔, 最小-最大频率: US 902.2-927.8MHz	17	-101	118
WiSun	模式 #3, 150kbps, 37.5kHz 偏差, 2-GFSK, 273kHz RX 带宽, 400kHz 通道间隔, 最小-最大频率: 902.4-927.6MHz	17	-96	113
WiSun	模式 #4a, 200kbps, 50kHz 偏差, 2-GFSK, 273kHz RX 带宽, 400kHz 通道间隔, 最小-最大频率: 902.4-927.6MHz	17	-97	114
WiSun	模式 #5, 300kbps, 75kHz 偏差, 2-GFSK, 285kHz RX 带宽, 600kHz 通道间隔, 最小-最大频率: 902.6-927.2MHz	17	-94	111
WB-DSSS	30kbps (480ksps), DSSS = 1:8	15	-106	121
WB-DSSS	60kbps (480ksps), DSSS = 1:4	15	-105	120

表 2-1. 经认证的不同 PHY 的链路预算汇总概览 (续)

PHY	模式	Tx_max (dBm)	Rx_min (dBm)	链路预算 (dB)
WB-DSSS	120kbps (480ksps), DSSS = 1:2	15	-103	118
WB-DSSS	240kbps (480ksps), DSSS = 1:1	15	-101	116
TI 15.4	SimpleLink 远距离, 5kbps (20ksps), 5kHz 偏差, 2-GFSK, 34kHz RX 带宽, FEC = 1:2, DSSS = 1:2	19	-117	136
TI 15.4	50kbps, 25kHz 偏差, 2-GFSK, 98kHz RX 带宽	19	-108	127
TI 15.4	200kbit/s, 100kHz 偏差, 2-GFSK, 273kHz RX 带宽	19	-103	122
PowerG	50kbps, 25kHz 偏差, 2-GFSK, 98kHz RX 带宽	20	-108	128
MIOTY	2.38kbps, 915.257-916.658MHz, 28.6kHz 通道间隔	20	-119	139

选择 CC1312PSIP 时必须使用 SDK 中的默认设置。在 902MHz 至 928MHz 的频段内运行时, 偏离这些默认设置可能会影响 FCC 认证。如果更改了设置, 则 FCC 认证无效, 需要在官方 FCC 测试机构进行新的测试。

为了不影响 FCC 认证的重用, 不应超过以下输出功率设置。

2.1 14dBm Tx 和 Rx 端口

这是用于发送高达 14dBm 输出功率的标准射频端口, 也是射频接收器端口。

2.1.1 WB-DSSS

- 在 无 占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 14.0dBm, 天线增益小于 2.69dBi

2.1.2 TI 15.4

- 在 无 占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 12.5dBm, 天线增益小于 2dBi; 或
 - 12.0dBm, 天线增益小于 2.69dBi
- 在 有 60ms_max 占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 14.0dBm, 天线增益小于 2.69dBi

2.1.3 PowerG PHY

- 在 无 占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 12.5dBm, 天线增益小于 2.0dBi
 - 12.0dBm, 天线增益小于 2.69dBi
- 在 有 60ms_max 占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 14dBm, 天线增益小于 2.69dBi

2.1.4 mioty PHY

- 在 无 占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 12.5dBm, 天线增益小于 2.0dBi
 - 12.0dBm, 天线增益小于 2.69dBi
- 在 有 占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 14dBm, 天线增益小于 2.69dBi

2.1.5 WiSun PHY

- 在 无 占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 12.5dBm, 天线增益小于 2dBi; 或
 - 12.0dBm, 天线增益小于 2.69dBi
- 在 有 60ms_max 占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 12.5dBm, 天线增益小于 2.69dBi

2.2 20dBm Tx 端口

这是可发送高达 20dBm 输出功率的大功率 Tx 端口。

2.2.1 WB-DSSS PHY

- 在无占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 15dBm，天线增益小于 2.69dBi

2.2.2 TI 15.4 PHY

- 902.2MHz (CH1) - 908.0MHz (CH30)
 - 在无占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 16dBm，天线增益小于 2.69dBi
 - 在有占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 19dBm，天线增益小于 2.69dBi
- 908.2MHz (CH31) - 927.8MHz (CH129)
 - 在无占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 19dBm，天线增益小于 2.69dBi

2.2.3 PowerG PHY

- 在无占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 19dBm，天线增益小于 2.69dBi
- 在有 60ms_max 占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 20dBm，天线增益小于 2.69dBi

2.2.4 mioty PHY

- 在无占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 19dBm，天线增益小于 2.69dBi

2.2.5 Wi-SUN PHY

- 在无占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 17dBm，天线增益小于 2.69dBi
- 在有 60ms_max 占空比的情况下发送的最大射频功率为：
 - 19dBm，天线增益小于 2.69dBi

3 硬件

3.1 建议布局

即使 CC1312PSIP [4.1] 已经过认证，糟糕的射频布局也会导致辐射发射增加，从而导致谐波发射增加或射频性能下降。为获得理想性能，必须遵循以下布局建议。

3.1.1.4 层设计

LP-EM-CC1312PSIP [4.2] 可用于评估 CC1312PSIP [4.1]，并采用 4 层设计。LP-EM-CC1312PSIP [4.2] 的功能如图 1-3 所示。此设计已在 FCC 测试机构经过测试。LP-EM-CC1312PSIP [4.2] 也在 868MHz 频率下经过测试，以便在欧洲销售该评估板。

采用 4 层布局旨在更大限度减少电路板的发射。顶层是焊接和组装 CC1312PSIP [4.1] 的元件层，请参阅图 3-1。顶层正下方是第二层，主要是 GND 层，请参阅图 3-2。第三层是执行大部分布线的层，请参阅图 3-3。底层的布线最少，这一层的大部分是 GND 平面，请参阅图 3-4。

大部分布线封闭在第三层，位于第二层和第四层的 GND 之间。带有 GND 过孔的 GND 层随后在第三层执行的大部分布线中形成法拉第笼效应，这有助于更大限度减少 CC1312PSIP [4.1] 信号布线产生的不必要发射。如图 3-1 和图 3-4 所示，尽可能减少顶层和底层上的布线。

4 层设计是稳健且低发射设计的首选。

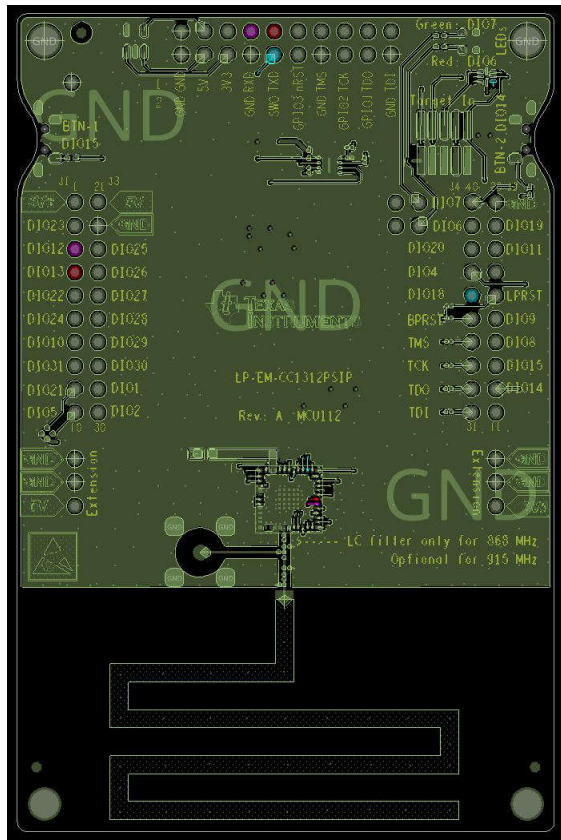


图 3-1. 4 层 PCB 设计的顶层元件层



图 3-2. 4 层 PCB 设计的第二层

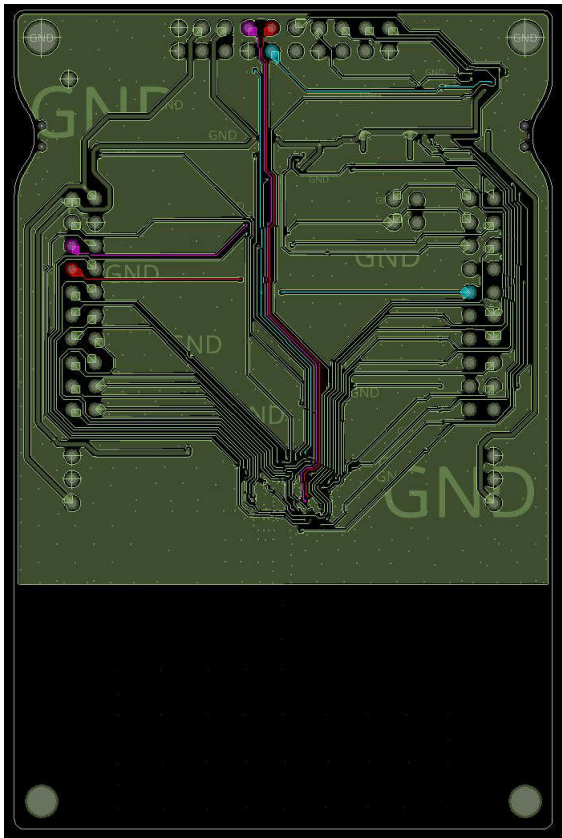


图 3-3. 4 层 PCB 设计的第三层



图 3-4. 4 层 PCB 设计的底层

3.1.2.2 2 层设计

由于 CC1312PSIP [4.1] 将所有元件都集成在封装中，CC1312PSIP 的布线要求得到了简化，因而可以构建 2 层 PCB 设计而非 4 层 PCB 设计，以便节省 PCB 成本。

由于 PCB 只有 2 层，因此更多的 IO 布线本质上会减少 PCB 上的 GND 数量。与 4 层设计相比，2 层设计不仅减小了 GND 平面，也减轻了法拉第笼效应。

图 3-5 展示了 2 层 PCB 设计的顶层，而图 3-6 展示了 2 层 PCB 设计的底层。尽管只有两层，仍然试图维持法拉第笼的概念。与 4 层设计相比，2 层设计更具挑战性，因为该设计具有更高的要求，必须遵循良好的射频布局概念。如果终端产品未遵循良好的射频布局做法，则会增加非故意辐射发射，这可能导致认证测试实验室在证明意外辐射水平处于监管限制范围内时失败。

图 3-5 所示的顶层是包含主布线层的元件层。图 3-6 所示的底层用于次要布线，主要是 GND 平面层。底层（主要是 GND 层）对于法拉第笼效应很重要，对于天线保持尽可能大的 GND 平面也很重要。

较小的 GND 平面自然会降低天线效率和带宽。正是因为这一原因以及其他因素，在该层上必须尽可能减少布线以便在 GND 平面尺寸远小于四分之一波的情况下保持高效的的天线。915MHz 频率下的四分之一波为 8.2cm，因此小于该距离的 GND 平面会降低效率和带宽。为了获得出色的天线效率，天线必须“看到”尽可能大的 GND 层。如果 GND 平面由于布线而实际进行了分频，天线效率会降低。

图 3-7 展示了 CC1312PSIP 正下方 2 层 PCB 设计的顶层和底层。GND 过孔以及 GND 过孔之间的距离对于在仅采用 2 层设计时保持良好的法拉第笼效应至关重要。

备注

在 CC1312PSIP 正下方的底层上，必须有 GND 用于减弱任何有害辐射。顶层上的大部分布线必须由正下方底层的 GND 覆盖。这样会在仅使用 2 层设计时产生法拉第笼效应。必须遵循这一要求，否则辐射发射会增加。

进行 2 层设计时，需要在该设计的射频布局阶段更加谨慎。如果没有良好的 GND 平面或没有使用足够的 GND 过孔，该设计将增加发射。如果存在不确定性或无法遵循先前的准则，则可以使用 4 层设计。

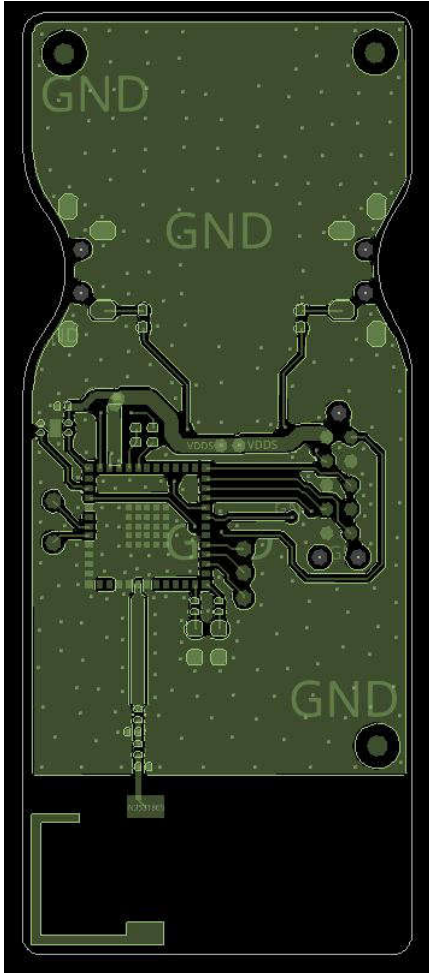


图 3-5. 2 层 PCB 设计的顶层



图 3-6. 2 层 PCB 设计的底层

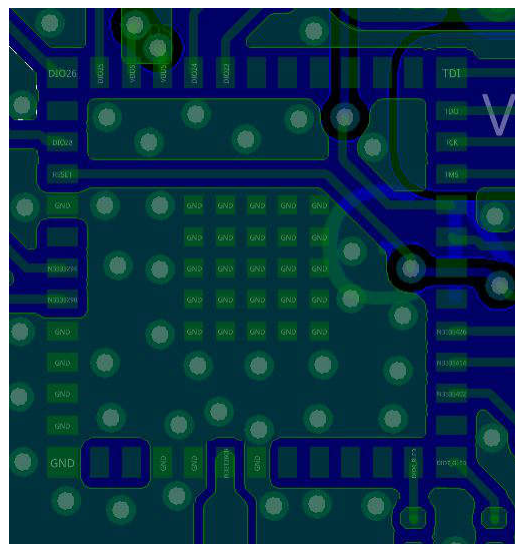


图 3-7. CC1312PSIP 正下方 2 层 PCB 的顶层和底层

3.1.3 GND 过孔

每个 GND 焊盘必须有一个 GND 过孔。但是，由于其他层上的布线，仅使用穿孔过孔技术时很难遵循这一要求。如图 3-7 和图 3-8 所示，对于靠近 CC1312PSIP 的 GND 过孔，这些过孔彼此之间的最大间距约为 1.5mm。

1.5mm_max 间距是在介电常数为 4.5 的 FR4 基板中根据 915MHz 信号最多 5 次谐波的法拉第笼衰减计算得出的。增加 GND 过孔之间的间距对高次谐波的衰减较小。

备注

在每个 GND 焊盘到 GND 过孔之间必须保持 1.5mm_max 间距，并且还必须使靠近 CC1312PSIP 的 GND 过孔之间保持一定的间隔。对于连接到 SMA 或天线的 50 Ω 布线周围的 GND 平面接地情况，也必须遵循这一要求。

GND 过孔之间的间距对于 2 层设计尤其重要，因为 2 层设计本就比 4 层设计具有更少的 GND。

3.1.4 最大布线长度

对于 4 层设计，由于大部分布线都可以在第三层完成，因此法拉第笼外部顶层和底层上的最大布线长度不能超过 8mm。

备注

对于 2 层设计，由于主要布线主要在顶层完成，因此很难遵循 8mm 的最大布线长度建议。如果顶层上的布线长度超过 8mm，那么这些布线必须在正下方的底层上有一个 GND，以更大限度减少超过 8mm 的长布线的不必要辐射。

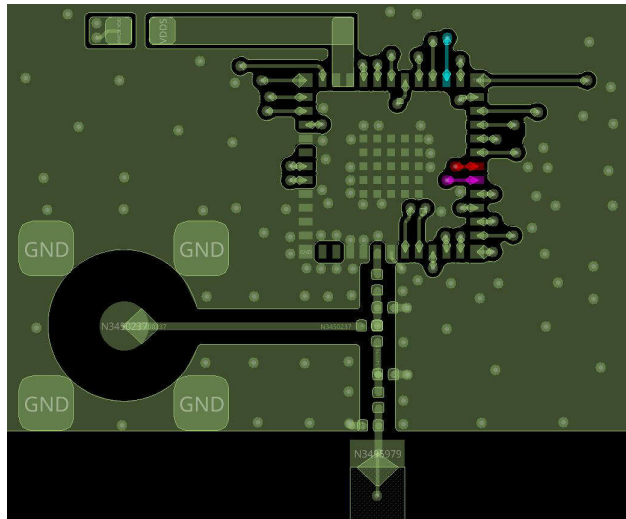


图 3-8. 4 层 PCB 顶层上的最大布线长度以及 GND 过孔布局

3.2 天线

使用已在原始 FCC 备案中列出的经认证的天线。通过使用经认证的天线，使用 FCC IC 标签的终端用户不需要证明天线增益，因为这是已知的天线和已知的天线增益。

如果使用未经认证的天线，终端用户必须证明天线增益不超过 2.69dBi。节 3.2.2 介绍了在备案新天线时所需的项目，以及如何证明天线增益以被 FCC 接受。仅当天线增益超过 2.69dBi 时，才需要进行 II 类许可变更。

3.2.1 经认证的天线

在所有情况下，终端产品的评估必须分别符合无线电设备指令第 3.1 (a) 和 (b) 条 (即安全性和 EMC) 的基本要求，以及第 3.3 条中的任何相关要求。如需了解正式完整版 CC1312PSIP 终端用户手册信息和 OEM 安装指南，请参阅 4.3。

表 3-1 所示的天线已在符合性测试中进行了验证。任何其他配置都需要单独的认证流程。这一点在第 3.2.2 节中进行了介绍。

表 3-1. 所有经认证天线的规格

品牌	天线类型	型号	915MHz 增益
TI	集成 PCB 天线	LP-EM-CC1312PSIP	+2.69dBi
Kaadas	柔性 PCB 天线	K1	-5.82dBi
Leedarson	集成 PCB 天线	L1	-4.51dBi
Leedarson	集成 PCB 天线	L2	-1.83dBi
Leedarson	立式天线	L3	-9.48dBi
Leedarson	立式天线	L4	+0.37dBi
Leedarson	集成 PCB 天线	L5	-1.74dBi
Pulse	外部鞭状天线	W5017	+0.90dBi
Johanson Technology	芯片天线	0900AT43A0070	-0.50dBi
Johanson Technology	芯片天线	0915AT43A0026	+1.0dBi
Pulse	线天线	W3113	+0.80dBi

Kaadas 和 Leedarson 的认证天线是这些特定设计所特有的，因此对于其他设计，认证天线的列表如表 3-2 所示。

表 3-2. 广泛市场中所有经认证天线的规格

品牌	天线类型	型号	915MHz 增益
TI	集成 PCB 天线	LP-EM-CC1312PSIP	+2.69dBi
Pulse	外部鞭状天线	W5017	+0.90dBi
Johanson Technology	芯片天线	0900AT43A0070	-0.50dBi
Johanson Technology	芯片天线	0915AT43A0026	+1.0dBi
Pulse	线天线	W3113	+0.80dBi

LP-EM-CC1312PSIP [4.2] 的 4 层设计具有出色的效率和天线增益。当有空间实现大型 PCB 天线设计时，这是 CC1312PSIP [4.1] 的推荐认证天线。

外部鞭状天线最适合与 SMA 连接器搭配使用。芯片天线和线天线具有更小的物理尺寸，因此增益更低，设计更加紧凑。紧凑型 2 层设计中采用 0915AT43A0026 天线，如图 3-5 所示

3.2.2 交叉链接经认证的天线

如果无法使用表 2-1 中指定的确切天线，那么只要不超过最大天线增益，就可以交叉链接每种天线类型的现有天线增益。因此，CC1312PSIP [4.1] 允许天线增益高达 +2.69dBi，而不会违反认证。

如果超过 2.69dBi 的天线增益，则必须重新备案天线，并需要 II 类许可变更 (CP2C)。要备案天线，必须在天线测量报告中提供以下信息：

- 测试硬件装置
- 测试软件设置
- 校准设备表
- 测试站点信息
- 完成测试日期
- 测试人员
- 测试设置照片
- 显示如何得出天线增益的天线测量数据

或者，如果使用成熟的天线供应商，则数据表必须足以证明最大天线增益，但数据表必须包含上述信息或链接到上述信息。

终端客户有责任确保在产品层面仍然符合辐射发射（非故意）要求。经认证的射频测量数据可重复使用，但与其他时钟和终端设备一起使用时，测量数据可能会存在其他干扰。因此，当更改为新天线时，需要满足三项要求：

- 必须是所列出的类型之一（PCB 天线、立式天线、芯片天线、鞭状天线或线天线）
- 必须低于 2.69dBi 的最大增益
- 带外性能必须相似（因此在产品层面属于非故意辐射）

3.3 重用 FCC ID 和 IC

与美国联邦通信委员会 (FCC) 的通信通常通过电信认证机构 (TCB) 进行。许多执行合规性监管测试的认证测试实验室会将测试结果提供给 TCB。

3.3.1 提供给 TCB 的文档

1. 带签名的信函
 - a. 机密申请函 - 定义 FCC 网站上公开提供的内容
 - b. 模块化批准函
2. 每个 PHY 的官方实验室测试的无线电测试报告（第 15C 部分）
3. 每个 PHY 的官方实验室测试的射频暴露报告
4. 安装手册
 - a. 天线安装和认证天线
 - b. FCC 干扰声明
 - c. 加拿大工业部声明
 - d. 辐射暴露声明
 - e. 终端产品标签
5. 调谐过程最大额定输出功率（机密文档）
6. 运行说明（机密文档）
7. 方框图（机密文档）
8. 原理图（机密文档）
9. BOM（机密文档）

获得批准后，所有文件均可在 <https://fccid.io/ZAT-1312PSIP-3> 主页上找到。如需了解 FCC 主页上列出的文档，请参阅参考资料 4.7 至 4.23。上面标记为“机密文档”的文档通过 CC1312PSIP 认证主页 [4.6] 提供给终端客户：<https://www.ti.com.cn/tool/cn/CC1312PSIP-CERTIFICATION>

备注

除了这些要求外，终端客户还必须确认设计上没有其他非故意辐射（FCC 第 15B 部分）。

该指南推荐了在终端用户产品上重用 FCC ID 所需的软件和硬件参数。如果不遵循该指南，辐射发射的风险会增加，并且在测试机构执行非故意辐射测量测试时会发现这些辐射发射。如需了解正式完整版 CC1312PSIP 终端用户手册信息和 OEM 安装指南，请参阅 4.3。

CC1312PSIP 具有完整的 FCC 授权，这意味着可以重用该认证。然后，可以将 CC1312PSIP 的 FCC 测试报告提供给 FCC 测试实验室。除了主机标签和终端产品文档更新外，还需要更改 FCC ID，因为终端产品的所有权不能转让给德州仪器 (TI) 公司，而是由终端产品制造商保留（另请参阅 FCC 2.933）。

3.3.2 许可变更政策

在终端用户产品中，复制模块化认证硬件设计并非始终可行。一些终端产品具有不同的硬件设计，甚至进行了软件变更。在这种情况下，当原始硬件或软件测试或责任归属发生变化（ID 变更备案）时，应遵循 FCC 法规 (2.1043)，其中指明了原始认证进行变更的规则。

- PCB/硬件变更
- 天线变更
- 软件变更
- 射频暴露变更
- 其他变更

如果终端用户产品发生重大变更，则需要获取新的认证。这是由测试机构在将所有文档提交给 TCB 时确定的。但是，许可变更不需要新的认证。

对于硬件变更，必须保持在原始测试中执行的工作频率。更改工作频率需要进行新的认证。如果对硬件的修改不影响射频发射，则可以通过许可变更来实现。

对于前面提到的天线变更，如果超过 2.69dBi 的天线增益，则必须重新备案天线，并需要执行 II 类许可变更 (CP2C)。

对于软件变更，只要不增加辐射发射且仍在认证的原始频段内运行，就允许进行相关变更。如果软件变更会带来更大的输出功率或辐射发射，则需要新的认证。

3.3.2.1 1 类许可变更 (C1PC)

此类变更包括与授予认证时的原始列表相比不会破坏射频性能的修改。这种情况下不需要向 FCC 提交任何数据。但是，如果 FCC 要求提供该数据，则必须提供。

3.3.2.2 2 类许可变更 (C2PC)

此类变更包括与授予认证时的原始列表相比会降低射频性能的修改。下降后的射频性能仍必须符合监管规定。实施 CP2C 时，必须提供所有信息以及受此变更影响的新测试结果。

3.3.2.3 3 类许可变更 (C3PC)

此类变更包括新的频率范围、调制类型以及与授予认证时的原始列表相比增加的传导或辐射输出功率。实施 CP3C 时，必须提供所有信息以及受此变更影响的新测试结果。

备注

所有需要许可变更的测试必须在 FCC 批准的测试实验室中执行。

3.3.3 FCC ID 或 IC 的变更

当 CC1312PSIP 集成到终端产品中时，CC1312PSIP 认证有两种选择。所有权可以转让给德州仪器 (TI) 公司或转让给终端用户制造商。由于德州仪器 (TI) 不拥有终端用户产品的认证所有权，因此必须转让给终端用户制造商 (FCC 2.933)。

为了使终端用户制造商能够获取 CC1312PSIP 的认证所有权，他们需要获取该模块的 FCC ID，涉及的步骤如下：

- 德州仪器 (TI) 公司已签名的允许提交 ID 变更的批准函。为此，需要通过 CC1312PSIP 认证主页 [4.6] 申请已签名的批准函：<https://www.ti.com.cn/tool/cn/CC1312PSIP-CERTIFICATION>
- 终端用户制造商必须向 TCB 提交 ID 变更并提供以下信息：
 - 声明相关设计、电路和结构没有变化并且原始测试结果仍然代表且适用于该终端用户产品。
 - 更改 ID 之前在产品上使用的原始 FCC ID
 - 最初授予产品授权的日期
 - 更新 ID 后的终端产品与原始设计之间的设计差异
 - 原始测试结果是否仍然代表且适用于更新 ID 后的终端产品
 - 更新了文档：
 - 终端用户手册
 - 标签
 - 更新了操作手册
 - 照片

如果终端用户制造商获得了 FCC ID，则可以使用 FCC ID 向 TCB 申请许可变更，而无需请求模块制造商提供签名的批准函。

如果同时需要许可变更和 FCC ID 变更，必须先处理 ID 变更申请，然后提交许可变更。

3.3.4 重用 FCC ID 和 IC 认证的分步操作

- 更改模块的 FCC ID

- 通过 <https://www.ti.com.cn/tool/cn/CC1312PSIP-CERTIFICATION> 申请已签名的批准函，该批准函授权向 FCC 申请变更 CC1312PSIP 的 FCC ID。
- 向 TCB 申请对模块的 FCC ID 和 IC 进行变更
- 前往经认可的测试实验室，针对采用 CC1312PSIP 的终端产品执行与非故意辐射相关的所有剩余认证测试。经认可的测试实验室使用认证测试报告，并为终端客户完成向 TCB 的认证。
- 提交 C2PC 申请以授权在特定终端设备中使用该模块。
- 使用更新后的 FCC ID 为终端产品提供正确标签

3.4 建议的生产测试

当 CC1312PSIP [4.1] 组装到主板上时，建议至少进行以下测试：

- 待机电流
- 发送恒定 Tx 载波时的静态 Tx 电流
- 发送恒定 Tx 载波时传导输出功率为 12dBm
- 发送恒定 Tx 载波时传导输出功率为 20dBm

在软件开发套件 (SDK) 中有一个如何发送射频载波的示例。此外，也可以使用 SmartRF Studio 作为测试平台。在 FCC 和 CE 测试机构进行测试时，经常使用 SmartRF Studio 作为测试平台。

或者，如果生产时间允许并且需要在最终测试中建立无线电链路，则必须测试以下各项：

- 待机电流
- 发送恒定 20dBm Tx 载波时的静态 Tx 电流
- 发送恒定 20dBm Tx 载波时的传导输出功率
- 使用 SDK 中 PER 测试示例时 Rx/Tx 端口的灵敏度。

通常，对于生产测试，因为测试时间很短，仅测试 Tx。如果 Tx 的性能正常，则认定 Rx 性能足够，因为插入损耗已经在 Tx 侧进行了测试。

测试时不需要晶体频率偏移，因为在 CC1312PSIP [4.1] 生产中对其进行了测试。如果需要对其进行测试，则必须在发送恒定 Tx 载波时进行测试。

4 参考资料

- 德州仪器 (TI) , [CC1312PSIP 数据表](#)
- 德州仪器 (TI) , [LP-EM-CC1312PSIP 参考设计](#)
- [SWRA784 - 终端用户手册和 OEM 安装指南](#)
- [SDK](#)
- [SmartRF Studio](#)
- [CC1312PSIP-CERTIFICATION](#)
- [ZAT-1312PSIP-3_cvrtr_FCC POA](#)
- [ZAT-1312PSIP-3_cvrtr_FCC Modular Approval Letter](#)
- [ZAT-1312PSIP-3_cvrtr_FCC Confidentiality Request](#)
- [ZAT-1312PSIP-3_Attestation_Covered List_2.911d5](#)
- [ZAT_Attestation_US Agent_2.911d7](#)
- [Peder Rand DOA from Marian Kost September 2021_Signed](#)
- [Label information](#)
- [FR341305-02E_R01_Part15C_Texas Instrument_CC1312PSIP_Phase2c_PowerG](#)
- [FR341305-02D_R03_Part15C_Texas Instrument_CC1312PSIP_Phase2c_MIOTY](#)
- [FR341305-02C_R02_Part15C_Texas Instrument_CC1312PSIP_Phase2c_Wi-Sun](#)
- [FR341305-02B_R03_Part15C_Texas Instrument_CC1312PSIP_Phase2c_TI 15.4](#)
- [FR341305-02A_R03_Part15C_Texas Instrument_CC1312PSIP_Phase2c_WB-DSSS](#)
- [FA341305-02_R02_RF Exposure_Texas Instrument_CC1312PSIP_Phase2c](#)
- [Pulse_Wire Antenna_W3113](#)
- [Pulse_External whip antenna_W5017-3071801](#)
- [Johanson Technology_Chip Antenna_0900AT43A0070](#)
- [Johanson Technology_Chip antenna_0915AT43A0026](#)
- [AUT Certified Antennas for CC1312PSIP_June](#)

重要声明和免责声明

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、某特定用途方面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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司