

# Application Note

## 如何认证您的蓝牙产品



Clement Chaduc

### 摘要

本应用手册旨在为系统设计人员提供指导，其中概述了将包含 TI SimpleLink™ 低功耗 Bluetooth® 无线 MCU 的终端产品推向市场所需的鉴定和目录设定流程。本文档中的内容应视为负责制定标准化要求的实际标准机构（例如，Bluetooth SIG、FCC 等）的参考资料。

### 内容

1 引言.....	2
2 蓝牙资格认证.....	2
2.1 CC13xx 和 CC26xx 指南.....	2
2.2 CC254x 指南.....	7
2.3 RF PHY 测试参数.....	9
2.4 如何启用蓝牙和监管测试模式.....	9
2.5 常见问题解答.....	10
3 FCC 认证.....	12
3.1 FCC ID.....	12
4 CE 认证.....	12
5 加拿大工业部 (IC) 认证.....	13
5.1 IC-ID.....	13
6 参考文献.....	14
7 修订历史记录.....	14

### 表格清单

表 2-1. QDIDs for CC13x2, CC26x1 and CC26x2 (including CC1352P, CC1352R, CC2651P, CC2651R, CC2642R, CC2642R-Q1, CC2652P, CC2652R).....	4
表 2-2. QDIDs for CC2640R2 (including C2640R2F, CC2640R2F-Q1, CC2640R2L, FRE014).....	4
表 2-3. QDIDs for CC13x0.....	5
表 2-4. QDIDs for CC26x0 (including CC2650MODA - not applicable to CC2640R2F).....	5
表 2-5. 适用于 CC254x 的 QDID.....	8
表 2-6. RF PHY 测试参数.....	9

### 商标

SimpleLink™ and SmartRF™ are trademarks of Texas Instruments.

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

所有低功耗蓝牙产品都必须通过 **Bluetooth SIG** 资格认证和声明流程，以证明和声明它们满足蓝牙许可协议和规范的要求。

本文档介绍了包含 **TI** 低功耗蓝牙无线 **MCU** 的终端产品的发布流程的基础知识。

除了蓝牙资格认证流程外，所有产品还必须符合适用于其运营地区的监管合规标准，例如 **FCC** 和 **CE/RED**。本文档简要介绍了适用于低功耗蓝牙产品的一些较常见的合规性标准。

了解无线 **MCU** 与包含无线 **MCU** 以及外部电路（如 **PCB**、匹配网络、天线等）的终端产品之间的区别非常重要，它们共同构成了“终端产品”。除非另有说明，否则本指南中引用的监管和标准机构适用于终端产品。

## 2 蓝牙资格认证

为了将蓝牙最终产品推向市场，需要对解决方案进行资格认证。德州仪器 (**TI**) 为所有低功耗蓝牙无线 **MCU** 和相关的低功耗蓝牙软件栈提供合格设计清单 (**QDL**) [2] 和相应的合格设计标识 (**QDID**)。因此，客户不需要进行低功耗蓝牙软件栈测试。蓝牙 **SIG** 规则规定合格组件的有效期为三 (3) 年，届时这些组件不可用于新的终端产品清单 (**EPL**)。

除了 **BLE-Stack** 合规性之外，还必须执行 **RF-PHY** 测试，以确保无线电和天线接口的物理性能满足最低蓝牙 **RF-PHY** 性能要求。这与整个硬件（终端产品）设计直接相关。德州仪器 (**TI**) 通常对实现 **TI** 参考设计的选定开发套件执行最终产品清单 (**EPL**) 和 **RF-PHY** 进行认证，并在需要时提供相关的 **QDID**。如果 **RF-PHY** 设计足够接近并遵循相关 **TI** 参考设计的设计指南，则可参考 **TI RF-PHY** 和 **EPL QDID** 进行终端产品认证。蓝牙资格认证顾问 [7] (**BQC**) 可能会评估您的产品是否需要进一步进行 **RF-PHY** 测试。终端产品设计人员负责遵守蓝牙 **SIG** 要求。

**RF-PHY** 测试必须由蓝牙认证测试机构 (**BQTF**) 完成，例如 **7Layers** [3]、**Dekra** [4]、**TUV Rheinland** [5] 和 **Wipro** [6]。通常，测试机构也有 **BQC**，可用于在整个资格认证过程中进一步指导。

本文档中的指南遵循 蓝牙 **SIG** 网站上的 [蓝牙资格认证和声明流程](#) [9]，可用于完成资格认证和声明流程。

### 2.1 CC13xx 和 CC26xx 指南

对于 **CC13xx** 和 **CC26xx** 无线 **MCU**，使用经过预认证和测试的组件 **QDID**。这意味着除 **RF-PHY** 器件和选定的已采用服务和配置文件外，整个软件堆栈都有 **QDID** 可用。可参考 **TI** 提供的可用合格的 **RF-PHY** 组件 **QDID**。**BQC** 将评估是否需要附加测试。

蓝牙网络认证流程与其他蓝牙规范的流程相同。德州仪器 (**TI**) 为蓝牙网络提供了合格的配置文件 [25]。如需识别用于项目的 **QDL** 和关联的 **QDID**，请参阅 [表 2-1](#)。

对于某些器件，**TI** 提供最终产品清单 **QDID**。这些 **QDID** 允许采用 **RF-PHY** 测试结果以及主机和控制器测试结果。**BQC** 将评估有必要重新测试的适当等级。使用组件 **QDID** 创建产品清单的流程在 [节 2.1.1.1](#) 中介绍。使用最终产品清单 **QDID** 创建产品清单的流程在 [节 2.1.1.2](#) 中介绍。最终产品清单 **QDID** 的有效期无限制。

## 2.1.1 产品清单创建

### 2.1.1.1 使用组件 QDID 创建产品清单

按如下步骤使用 *组件 QDID* 创建产品清单：

1. 导航至蓝牙 SIG 认证页面 [9] - 选择“Path 2: 无需测试的资格认证流程”。
2. 打开 Launch Studio [13]。
3. 为项目命名并从 [CC13xx and CC26xx Qualified Designs](#) 中所示的列表中输入恰当的 BLE-Stack QDID。此外，如果 [CC13xx and CC26xx Qualified Designs](#) 中提供了与设计相对应的 RF-PHY 组件 QDID，也可以参考。
4. 勾选恰当的测试用例参考列表 (TCRL) 版本，通常是最新版本，然后选择产品类型和配置（通常为：最终产品、LE 控制器、LE 主机）。选择 TCRL 版本、产品类型、控制器核心配置和主机核心配置后，会出现其他输入字段 - 这些字段位于 TCRL 版本选择上方。这些字段对应于所选 QDID 支持的层。默认情况下，“Use my own selection” 选项处于激活状态。选择备用选项允许重复使用 TI 做出的 ICS 选择。应根据设计对 ICS 选择进行审查和修改，使其合格。最终产品设计人员负责遵守 蓝牙 SIG 要求。完成所有选择后，按“Save and Continue (...)”。
5. 在层选择页面中，核心规范通常可以保持原样。如果正在使用任何已采用的配置文件或服务，则需要勾选相应的字段。按“Save and Continue (...)”。
6. 在 ICS 选择页面上，使“Consistency Check” 工具保持打开状态。本工具提示哪些功能的复选框与选中的其他功能不一致，或缺少必需功能。点击“Refresh consistency report” 按钮，以更新该工具显示的消息。如果存在任何其他不一致问题，请参阅 TI E2E 蓝牙论坛 [24] 以获取更多信息。完成后，点击“Save and Continue (...)”。
7. 在测试页面中，可以下载测试计划，测试计划列出了需要对产品执行的所需测试（通常仅限于 RF PHY 测试）。下载完测试计划后，点击“Save and Continue (...)”。
8. 上传填写好的测试计划，然后点击“Save and Continue (...)”。
9. 后续步骤都与特定产品有关。在剩下的最后几页填写所需信息，最后您将得到自己的声明 ID。恭喜您！

### 2.1.1.2 使用最终产品清单 QDID 创建产品清单

按如下步骤使用 *最终产品清单 QDID* 创建产品清单：

1. 导航至 蓝牙 SIG 认证页面 [9] - 选择“Path 1: 无需测试的资格认证流程”。
2. 打开 Launch Studio [13]。
3. 为项目命名并从 [CC13xx and CC26xx Qualified Designs](#) 中所示的列表中输入恰当的最终产品清单 QDID。

注意：*最终产品清单 QDID* 的有效期无限制。

4. 点击“Save and Continue to Product Declaration”
5. 选择列表日期 - 这是您的设计出现在蓝牙 SIG 网站上的日期。
6. 点击“Add a Product” 添加希望列出的产品
7. 点击“Save and Continue to Declaration ID”
8. 点击“Pay Declaration Fee”
9. 点击“Save and Continue to Review”

## 2.1.2 CC13xx and CC26xx Qualified Designs

The following table list the QDIDs that are valid for use with TI products. In version 5.30, the formerly called SIMPLELINK-CC13X2-26X2-SDK has been renamed in SIMPLELINK-CC13XX-CC26XX-SDK. This SDK is backwards compatible for qualification purposes with previous SDK versions. The complete list of the products supported by each QDID is available on the Bluetooth SIG website. This list can be easily accessed by clicking on the Declaration IDs in the following tables.

The CC2650 Module from TI (CC2650MODA) has an RF-PHY component in addition to regulatory modular radio pre-certification. For more information, see details in 表 2-4. This means that you do not have to repeat RF-PHY testing when using CC2650MODA in accordance with the module's data sheet placement requirements [1]. If you are using another pre-certified module, check with your module vendor to see if you can reuse the module's RF-PHY QDID listing.

**表 2-1. QDIDs for CC13x2, CC26x1 and CC26x2 (including CC1352P, CC1352R, CC2651P, CC2651R, CC2642R, CC2642R-Q1, CC2652P, CC2652R)**

Applicable To	QDID Type	BT Core Spec	Declaration ID, TCRL Version, Qualification Assessment Date	QDID	Includes	Core Spec Features
All BLE-Stack versions	RF-PHY	v5.3	<a href="#">D061813</a> , TCRL 2021-2, 2022-09-27	194334	RF-PHY for TI LaunchPad™ development kits	LE 1M PHY, LE 2M PHY, LE Coded PHYs
All BLE-Stack versions	RF-PHY	v5.2	<a href="#">D054799</a> , TCRL 2020-1, 2021-04-13	166660	RF-PHY for AoA/CTE transmission and reception (CC13x2, CC26x2).	LE 1M PHY, AoA/CTE (connection and connectionless-CTE)
BLE-Stack 5-2.2.x (SDK 4.40 and later)	Profile Subsystem	N/A	<a href="#">D052535</a> , TCRL-2019-2, 2021-01-25	162204	Bluetooth mesh profile specification v1.0.1	<i>This design is for Mesh profiles only. When referencing this QDID, you should reference the appropriate QDID for your BLE-Stack version.</i>
BLE-Stack 5-2.2.x (SDK 4.40 and later)	Component	v5.2	<a href="#">D052819</a> , TCRL-2020-1, 2021-01-11	156080	Protocol: HCI, Link Layer, GAP, GATT, ATT, SMP, L2CAP	LE Coded PHYs, Adv. Extensions, Periodic Adv., LE 2M PHY, CSA#2, AoA/CTE (connection and connectionless-CTE)

**表 2-2. QDIDs for CC2640R2 (including C2640R2F, CC2640R2F-Q1, CC2640R2L, FRE014)**

Applicable To	QDID Type	BT Core Spec	Declaration ID, TCRL Version, Qualification Assessment Date	QDID	Includes	Core Spec Features
All BLE-Stack versions	RF-PHY	v5.1	<a href="#">D057186</a> , TCRL 2021-1, 2021-10-08	176642	RF-PHY component listing	Coded PHYs, LE 1M PHY, LE 2M PHY
Central + Peripheral roles - BLE5-Stack 1.1.x (SDK 5.10 and later)	End Product Listing	v5.0	<a href="#">D057187</a> , TCRL 2021-1, 2021-10-08	176679	Attribute Protocol, Device Information Service, GAP, GATT, Interoperability Test Specification, L2CAP, LL, RF PHY, SMP	Coded PHYs, Adv. Extensions, LE 2M PHY
Peripheral role only - BLE5-Stack 1.1.x (SDK 5.10 and later)	End Product Listing	v5.0	<a href="#">D057188</a> , TCRL 2021-1, 2021-10-08	176850	Attribute Protocol, Device Information Service, GAP, GATT, Interoperability Test Specification, L2CAP, LL, RF PHY, SMP	Coded PHYs, Adv. Extensions, LE 2M PHY

表 2-2. QDIDs for CC2640R2 (including C2640R2F, CC2640R2F-Q1, CC2640R2L, FRE014) (continued)

Applicable To	QDID Type	BT Core Spec	Declaration ID, TCRL Version, Qualification Assessment Date	QDID	Includes	Core Spec Features
Central, Peripheral, Multirole - BLE-Stack 3.3.x (SDK 5.10 and later)	End Product Listing	v5.1	D058218, TCRL 2021-1, 2021-12-15	180401	Attribute Protocol, Device Information Service, GAP, GATT, Interoperability Test Specification, L2CAP, LL, RF PHY, SMP	v4.2: Privacy 1.2, Secure Connections, DLE

表 2-3. QDIDs for CC13x0

Applicable To	QDID Type	BT Core Spec	Declaration ID, TCRL Version, Qualification Assessment Date	QDID	Includes	Core Spec Features
All BLE-Stack versions	RF-PHY	v5.1	D057186, TCRL 2021-1, 2021-10-08	176642	RF-PHY component listing	Coded PHYs, LE 1M PHY, LE 2M PHY
Central + Peripheral roles - All BLE-Stack versions	End Product Listing	v5.0	D057187, TCRL 2021-1, 2021-10-08	176679	Attribute Protocol, Device Information Service, GAP, GATT, Interoperability Test Specification, L2CAP, LL, RF PHY, SMP	Coded PHYs, Adv. Extensions, LE 2M PHY
Peripheral role only - All BLE-Stack versions	End Product Listing	v5.0	D057188, TCRL 2021-1, 2021-10-08	176850	Attribute Protocol, Device Information Service, GAP, GATT, Interoperability Test Specification, L2CAP, LL, RF PHY, SMP	Coded PHYs, Adv. Extensions, LE 2M PHY
Central, Peripheral - BLE-Stack 2.3.x (SIMPLELINK-CC13X0-SDK 4.10 and later)	End Product Listing	v5.1	D058218, TCRL 2021-1, 2021-12-15	180401	Attribute Protocol, Device Information Service, GAP, GATT, Interoperability Test Specification, L2CAP, LL, RF PHY, SMP	v4.2: Privacy 1.2, Secure Connections, DLE

表 2-4. QDIDs for CC26x0 (including CC2650MODA - not applicable to CC2640R2F)

Applicable To	QDID Type	BT Core Spec	Declaration ID, TCRL Version, Qualification Assessment Date	QDID	Includes	Core Spec Features
All BLE-Stack versions	RF-PHY	v5.1	D057186, TCRL 2021-1, 2021-10-08	176642	RF-PHY component listing	Coded PHYs, LE 1M PHY, LE 2M PHY
Central + Peripheral roles - All BLE-Stack versions	End Product Listing	v5.0	D057187, TCRL 2021-1, 2021-10-08	176679	Attribute Protocol, Device Information Service, GAP, GATT, Interoperability Test Specification, L2CAP, LL, RF PHY, SMP	Coded PHYs, Adv. Extensions, LE 2M PHY

表 2-4. QDIDs for CC26x0 (including CC2650MODA - not applicable to CC2640R2F) (continued)

Applicable To	QDID Type	BT Core Spec	Declaration ID, TCRL Version, Qualification Assessment Date	QDID	Includes	Core Spec Features
Peripheral role only - All BLE-Stack versions	End Product Listing	v5.0	<a href="#">D057188</a> , TCRL 2021-1, 2021-10-08	176850	Attribute Protocol, Device Information Service, GAP, GATT, Interoperability Test Specification, L2CAP, LL, RF PHY, SMP	Coded PHYs, Adv. Extensions, LE 2M PHY
Central, Peripheral - BLE-Stack 2.2.x (BLE-STACK-2-X version 2.2.6 and later)	End Product Listing	v5.1	<a href="#">D058218</a> , TCRL 2021-1, 2021-12-15	180401	Attribute Protocol, Device Information Service, GAP, GATT, Interoperability Test Specification, L2CAP, LL, RF PHY, SMP	v4.2: Privacy 1.2, Secure Connections, DLE

## 备注

As specified by section 3.1.7.1, *Testing Requirements for Qualification of Combinations of Bluetooth Products* in the Bluetooth Qualification Program Reference Document (PRD): "Combinations involving Bluetooth Component Products shall repeat all Bluetooth profile interoperability tests applicable to the combination." These tests can be performed on the end product using the PTS dongle, which can be obtained on the BT SIG store [\[19\]](#). Only the Adopted Bluetooth profiles need to be tested, and testing can be self-performed. Custom profiles that utilize a 128-bit custom UUID do not require testing during the listing process.

## 2.1.3 勘误相关信息

勘误是在相关规范被采用后提供的蓝牙规范更正。如果在德州仪器 (TI) 生成 QDL 和相应的 QDID 后采用勘误，则需要额外的文件来完成认证流程。Bluetooth 网站上提供了规范勘误列表 [\[14\]](#)。

## 2.1.3.1 勘误表 10734

与配对相关的[勘误表 10734](#) 对于 CC26x0/CC13x0 和 CC26x2/CC13x2 器件是必需的，而对于 CC254x 器件则不是必需的。

对于 CC26x0/CC13x0，所有 BLE-Stack 都不需要因此勘误表而更改代码。对于 CC26x2/CC13x2，已在 SIMPLELINK-CC13X2-26X2-SDK 版本 3.30 中发布的 BLE5-Stack 版本 **2.01.00.00** 中进行了更新。如果您使用的是 3.30 之前的 SDK 版本，请联系当地的销售团队以进行适当的修改。

对于 CC26x0/CC13x0 和 CC26x2/CC13x2，资格认证流程可能需要一些额外的测试证据和/或测试报告，以证明已实施勘误表 10734。可以在 E2E 上找到此额外资料 [\[24\]](#)。对于 CC26x2/CC13x2 器件，SIMPLELINK-CC13X2-26X2-SDK 版本 4.40 及更高版本中发布的 BLE5-Stack 2.2.x.x 符合 TCRL 2020-1 标准。因此，勘误表 10734 不需要额外的测试证据或测试报告。

### 2.1.3.2 勘误表 11838

与加密密钥大小相关的**勘误表 11838** 适用于蓝牙核心规范 v4.2、5.0 和 5.1。此勘误表对于 CC26x0/CC13x0 和 CC26x2/CC13x2 器件是必需的。此勘误表不会影响 CC254x 器件 - 因为 CC254x 器件实现了蓝牙核心规范 v4.0。

对于 CC26x0/CC13x0 ,

- 已在 SIMPLELINK-CC2640R2-SDK 版本 4\_10\_00\_10 中发布的 BLE5-Stack 版本 **1.01.09.00** 中进行了更新。如果您使用的是 4\_10\_00\_10 之前的 SDK 版本,则需要迁移到更新的 SDK 版本。
- 在 SIMPLELINK-CC2640R2-SDK 版本 4\_10\_00\_10 中发布的 BLE-Stack 版本 **3.03.03.00** 中进行了更新。如果您使用的是 4\_10\_00\_10 之前的 SDK 版本,则需要迁移到更新的 SDK 版本。

对于 CC26x2/CC13x2,已在 SIMPLELINK-CC13X2-26X2-SDK 版本 4\_10\_00\_78 中发布的 BLE5-Stack 版本 **2.01.02.00** 中进行了更新。如果您使用的是 4\_10\_00\_78 之前的 SDK 版本,则需要迁移到更新的 SDK 版本。

对于 CC26x0/CC13x0 和 CC26x2/CC13x2,资格认证流程可能需要一些额外的测试证据和/或测试报告,以证明已实施勘误表 11838。您可以在 E2E 上找到此额外资料 [24]。对于 CC26x2/CC13x2 器件, SIMPLELINK-CC13X2-26X2-SDK 版本 4.40 及更高版本中发布的 BLE5-Stack 2.2.x.x 符合 TCRL 2020-1 标准。因此,勘误表 10734 不需要额外的测试证据或测试报告。

### 2.1.4 适用的 TCRL

测试用例参考列表 (TCRL) 是一个动态文档,其介绍新测试用例、删除测试用例以及对测试用例进行分类。TCRL 由 蓝牙 SIG [26] 提供,是进行蓝牙认证的唯一参考。

所有 TCRL 都有一个“可用日期”和一个“激活日期”。“可用日期”表示 蓝牙 SIG 首次发布 TCRL 的时间。“激活日期”表示 TCRL 必须进行资格认证的日期。当更新的 TCRL 版本到达其“激活日期”后,先前的 TCRL 版本将失效。

合格组件 QDID 的有效期为三 (3) 年。新的 TCRL 版本不会修改 QDID 的有效期。换句话说,即使 TCRL 已失效,也可以参考 QDID。由于 TCRL 会随时间改变,可能会引入新的测试用例,而这些测试用例之前并不存在测试证据。假设组件仍处在三年的窗口期内,成员不负责测试引入的且与现有 ICS 选择关联的新测试用例,也不负责重新执行任何受自原始组件评估日期以来 TCRL 发布中引入的测试规范勘误表 (TSE) 影响的测试用例。成员始终需要确保其设计符合 (并在必要时为新的关联测试用例提供测试证据) 自原始组件评估日期以来 TCRL 发布中引入的任何急速勘误表项 [27]。E2E 提供了与强制勘误表项 (在 QDID 所用的 TCRL 和激活的 TCRL 之间添加) 相对应的附加测试报告和测试证据 [24]。

## 2.2 CC254x 指南

CC254x 系列与 BLE-Stack 一起具有合格的子系统,可在列出产品清单时用于参考。控制器子系统包括在 TI 评估板上执行的 RF PHY 测试。由于此 RF PHY 测试不代表特定硬件,因此测试设施可能会要求对产品进行 PHY 测试,以确保其满足要求。

按如下步骤创建产品清单:

1. 导航至蓝牙认证页面 [9] - 选择“Path 2: 无需测试的资格认证过程”。
2. 参考节 2.2.1 中的 TI 控制器和主机 QDID。
3. 其余步骤在实际操作时一目了然,无需赘述。基本上只是一系列只需点击的单选按钮。

## 2.2.1 CC254x 合格设计

表 2-5. 适用于 CC254x 的 QDID

设计模型编号	器件	BT 核心规范	声明 ID	QDID	包括	核心规范特性
CC254x 主机子系统 - 核心 5.0	CC2540/CC2541	v5.0	<a href="#">D043835</a>	127435	GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP、HCI	v4.0
CC254x 控制子系统 - 核心 5.0	CC2540/CC2541	v5.0	<a href="#">D043834</a>	127418	HCI、链路层、RF PHY	v4.0
CC254x 低功耗蓝牙 v1.5.x 配置文件子系统	CC2540/CC2541	v5.0	<a href="#">D043836</a>	127436	警报通知配置文件、电池服务、血压配置文件和服务、循环速度和节奏配置文件和服务、器件信息服务、查找我配置文件、葡萄糖配置文件和服务、健康温度计配置文件和服务、心率配置文件和服务、HID over GATT 配置文件和服务、即时警报服务、互操作性测试规范、链路损耗服务、电话警报状态配置文件、接近配置文件、运行速度和节奏配置文件和服务、扫描参数配置文件和服务、时间配置文件、TX 电源服务	
CC254x 低功耗蓝牙 - 最终产品列表	CC2540/CC2541	v5.0	<a href="#">D059860</a>	127435 和 127418	GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP、HCI、HCI、链路层、RF PHY	v4.0



## 2.3 RF PHY 测试参数

表 2-6 列出了执行 RF PHY 资格认证所需的信息。

表 2-6. RF PHY 测试参数

IXIT 引用	标识符	子标识符	CC254x 值	CC26xx/ CC13xx 值	单位
RF-PHY:P1:1	带内图像频率	低频率	+2	-2	MHz
RF-PHY:P1:2	带内图像频率	中频率	≤2440 : +2, >2440 : -2	-2	MHz
RF-PHY:P1:3	带内图像频率	高频率	-2	-2	MHz
RF-PHY:P2:1	互调测试的值 n	低频率	5	3	整数
RF-PHY:P2:2	互调测试的值 n	中频率	5	3	整数
RF-PHY:P2:3	互调测试的值 n	高频率	5	3	整数
RF-PHY:P11:1	带内图像频率 (2Ms/s)	低频率	不适用	-1.7	MHz
RF-PHY:P11:2	带内图像频率 (2Ms/s)	中频率	不适用	-1.7	MHz
RF-PHY:P11:3	带内图像频率 (2Ms/s)	高频率	不适用	-1.7	MHz
RF-PHY:P12:1	互调测试的值 n (2Ms/s)	低频率	不适用	3	整数
RF-PHY:P12:2	互调测试的值 n (2Ms/s)	中频率	不适用	3	整数
RF-PHY:P12:3	互调测试的值 n (2Ms/s)	高频率	不适用	3	整数

## 2.4 如何启用蓝牙和监管测试模式

您可以通过多种方法对产品进行蓝牙 RF-PHY 测试和监管批准测试。本节简要介绍各种选项。

### 2.4.1 蓝牙 RF-PHY 测试

执行蓝牙 RF-PHY 测试时，将被测器件 (DUT) 置于直接测试模式 (DTM) 并进行控制。在 DTM 中，外部蓝牙射频测试仪器可通过 2 线通用异步接收器/发送器 (UART) 接口向 DUT 发出标准化 HCI 测试命令，执行所需的接收器和发送器测试。蓝牙规范第 6 卷的 F 部分提供了关于 DTM 接口的概述。DTM 仅用于实验室测试。当 DTM 激活后，不允许进行正常的低功耗蓝牙协议通信。

请注意，如果您的产品通常不提供用于执行 DTM RF-PHY 测试的 UART 接口，则通常允许修改产品，以公开这些引脚，前提是此类修改不会干扰或改变射频/天线性能。

作为相应 SDK 中提供的 HostTest 网络处理器工程的一部分，TI 低功耗蓝牙协议栈本身支持 DTM 接口和所需的 HCI 测试命令。对于通常不公开 UART/HCI 接口的独立嵌入式工程（例如 simple\_peripheral），可以向应用添加特殊的生产测试模式 (PTM)，以公开所需的 DTM 接口。使用 PTM 时，将会为 UART HCI 接口保留所需的 IO 引脚；但是，只有在响应软件 API 函数调用时，应用才会激活 DTM 接口。有关如何将 PTM 添加到应用的详细信息，请参阅相应 SDK 中的文档。

由于蓝牙接收器和发送器的无线电性能是低功耗蓝牙协议栈和无线电配置的函数，因此可以使用 HostTest 网络处理器工程对使用独立/嵌入式工程的终端产品执行 RF-PHY 测试。如果您的协议栈和无线电配置均与终端产品使用的相应独立/嵌入式工程相同，那么可将 HostTest 用于 RF-PHY 测试。

### 2.4.1.1 监管批准测试

对于监管批准测试，通常需要针对特定频率下的静态接收器和发送器操作配置无线电。为便于进行此类测试，TI 低功耗蓝牙/BLE5 协议栈会实施以下 HCI 供应商特定测试命令：

- HCI\_EXT\_ModemTestTxCmd
- HCI\_EXT\_ModemTestRxCmd

有关适用 HCI 扩展命令、参数和相关事件的完整概述，请参阅 SDK 中低功耗蓝牙协议栈文档随附的《HCI 供应商特定指南》。

可以通过几种不同方式调用上述命令：

- 通过 HCI 扩展命令（通过采用 HostTest 项目的 UART 接口接收），如前面的“[蓝牙 RF-PHY 测试](#)”部分所述。可以使用 BTool 或 HCITester 等工具向 BLE-Stack 输入测试命令。
- 通过生产测试模式，如前面的“[蓝牙 RF-PHY 测试](#)”部分中所述。
- 在嵌入式应用程序中实现独立测试序列或测试模式，直接从应用程序代码调用适当的 HCI 扩展命令 API。例如，这可以由计时器或按钮界面控制。

此外，可以使用 [SmartRF Studio](#) 工具执行其中部分测试。SmartRF™ Studio 软件不依赖于器件上的任何固件，而是通过测试接口 (JTAG) 直接控制无线电。但是，出于某些监管测试目的，可能需要实际的协议栈固件。

由于监管测试要求可能因管辖权而异，因此请根据产品的销售地点咨询您的测试实验室，了解具体的测试要求。

## 2.5 常见问题解答

**问题:** 声明 ID 的费用如何？

**答案:** 您可以在 [Bluetooth SIG 认证和目录设定费用](#) 页面上找到声明和目录设定费用。

**问题:** 在 Bluetooth SIG 上列出我的产品时，我可以重复使用 TI 的声明 ID 吗？

**答案:** 不可以。每个产品都必须获得自己的声明 ID。您可以在产品目录中引用 TI 的合格组件或子系统 (QDID)（如 [节 2](#) 所述），减少对终端产品进行资格认证所需的测试量。

**问题:** 如果我没有在我的产品上贴上蓝牙标识，还需要在 Bluetooth SIG 上列出我的产品吗？

**答案:** 如需了解详情，请参阅 Bluetooth SIG 网站上的《[产品设定目录和/或资格认证](#)》指南。有关此主题的其他问题应直接通过 Bluetooth SIG 的联系信息提交给他们。请注意，TI 无法确定是否必须刊登或认证某个产品，因为遵守所有法规、认证和鉴定要求是客户的责任。

如果您确定需要在 BT SIG 上刊登（认证）您的产品，请按照 [节 2.1](#) 下列出的流程操作。您可以与 TI BLE-Stack QDID 结合使用（这样可以节省大量测试）。仅使用 PTS 工具测试您正在使用的已采用服务并进行 RF-PHY 测试（如果您未使用预认证模块）。TI 软件具有在设备端启用 RF-PHY 测试所需的所有挂钩。

如果您确定不需要在 BT SIG 上列出您的产品，则可能无需执行这些步骤。但是，您可能需要执行监管测试（例如 FCC），具体取决于您销售或运送产品的地点。

**问题:** 我的测试设施表示 CC254x QDID 已过期，因此无法使用，或者我需要使用最新的 TCRL 进行测试。

**答案:** CC254x 使用不会过期的子系统认证。但是，QDID 的适用性可能取决于相关的蓝牙规范是否已被 SIG 撤销。规范的状态可以在列入产品目录流程中确定。TI 建议在资格认证流程中使用最新的 QDID。表 2-5 中列出的 CC254x QDID 仍然有效，并会在提交到“SIG 资格认证目录设定”界面时指明这一点。使用 TI CC254x QDID 时，没有使用更新的 TCRL 进行测试的认证要求。

**问题:** 什么是蓝牙资格认证顾问 (BQC)？

**答案:**

- 以前被称为 BQE 或“蓝牙资格认证专家 (BQE)”，这是 Bluetooth SIG 认可的为蓝牙会员提供资格认证相关服务的个人 [7]。
- 了解资格认证政策和流程的专家
- 可选，供成员使用

**问题:** 我已经创建了自己的专有配置文件，是否需要对其进行资格认证？

**答案:** 不需要，这不是资格认证流程的一部分。但请注意，它们应遵循 GATT 协议（即具有主要服务、具有正确格式的特征声明，等等），并使用 128 位的自定义 UUID。

**问题:** 我可以重复使用 CC2640 或 CC254x FCC 认证吗？

**答案:** CC2640 和 CC254x 器件是无线 MCU，因此无法通过 FCC（或任何监管机构）单独认证，因为必须考虑无线 MCU + 外部射频设计组合，以用于监管列表目的。但是，您可以重复使用模块认证（MCU + 天线），前提是它已获得相应监管机构的预先认证，并且您遵循数据表中的布局放置指南。例如，TI 的 CC2650 模块 (CC2650MODA [12]) 具有 FCC、ETSI、IC（加拿大）和日本监管预认证。包含 TI 低功耗蓝牙无线 MCU 的模块目录可在低功耗蓝牙 Wiki 主页面上找到。TI 提供了必要的接口，以允许您执行所需的监管测试。有关更多详细信息，请参阅下文的监管部分。

**问题:** 在哪里可以找到执行监管和蓝牙测试的测试设施列表？

**答案:** 可以在 Bluetooth SIG 网站上找到测试设施列表（需要登录）。其中很多测试设施还可以执行监管测试。

**问题:** 我的测试实验室请求我填写表单。在哪里可以找到所需的信息？

**答案:** 所有器件特定信息都可以在上面列出的无线 MCU 数据表和 RF-PHY 测试参数表中找到。其余内容将通过使用直接测试模式 (DTM) 或调制解调器测试命令在您的电路板上执行实际测量而获得。通过查看 TI CC254x 和 CC26xx FCC 文件，可以获得有关监管文件所需的内部无线电架构的详细信息。如需更多信息，请参阅 节 3。

### 3 FCC 认证

根据 FCC 规则的第 15 部分，所有时钟或振荡器频率超过 9kHz 的电子器件都需要通过验证，确保它们不会导致有害的辐射。FCC 第 15 部分涵盖了无意的测试和评估以及未经许可的低功率发送器。此外，所有发送器都必须经过 FCC 注册和认证，以确保它们不会在规定的频率上造成有害辐射和干扰。

#### 备注

包含无线电收发器（“有意辐射器”）的器件必须符合 FCC 第 15 部分子部分 C，通常称为“FCC 部分 15C”。所有低功耗蓝牙无线 MCU 都包含收发器并符合 FCC 第 15C 部分的要求。

无线电第 15.209 节包含适用于所有使用 9kHz 及以上频率的第 15 部分发送器的通用辐射发射限制。第 15.247 和 15.249 节提供了有关未经许可的 2.4GHz ISM 频段中发射要求的更多详细信息。低功耗蓝牙产品通常根据 15.247 认证为“使用数字调制的系统”。这允许无线电具有比 15.249 下更高的输出功率，15.249 限制为 0dBm。低功耗蓝牙在 FCC 下不归类为 FHSS。

获得 FCC 认证的方式有两种：直接从 FCC 获得或通过电信认证机构 (TCB) 获得。对于几乎所有器件，您都可以选择使用 TCB 或 FCC 进行认证。例外情况是当设备使用新技术或者测试方法未定义或不明确时，FCC 是唯一可以提供认证的一方。

如果严格遵守模块制造商的布局和放置指南，包括显示模块的 FCC ID，器件可以重复使用模块化无线电预认证。有关更多信息，请参见模块提供商的数据表。

#### 3.1 FCC ID

FCC ID 是设备的唯一标识符，由 4-17 个字符组成，包含两个元素，即受让人代码和设备产品代码。受让人代码是一个代表受让人/申请人的三个字符的字母数字字符串。受让人代码始终以字母字符开头，不包含数字 1 或 0。受让人代码由委员会永久性地分配给一家公司，用于授权所有射频设备。产品代码是 FCC ID 的前三个字符之后的非受让人代码部分。产品代码可能包含连字符和/或破折号 (-)。产品代码应包含 1 到 14 个字符。

FCC ID 必须永久性地直接印在发送器上，或所附标签上。购买者在购买时必须很容易看到 FCC ID 标签。有关更多信息，请参阅列入产品目录时的最新 FCC 规定。

### 4 CE 认证

为了获得 CE 标志并将任何无线电设备投放到欧盟市场，您需要证明符合无线电设备指令 (RED)。CE 标志是投放到欧盟市场的产品的强制性合格标志。CE 标志表明制造商或其授权的欧盟代表已声明产品或设备符合所有适用的欧洲指令，并允许产品在欧洲市场内自由流通。CE 标志是制造商、进口商或首次将产品投放市场的实体对产品符合相应指令的声明。符合性声明上具有法律约束力的签名证实了这一点。

对于在 2.4GHz ISM 频段运行的短距离设备，相关的协调标准是：

- EN 300 328 - 在 2.4GHz ISM 频段运行的数据传输设备的无线电设备测试
- EN 301 489 - 电磁兼容性
- EN 62479 - 人体暴露于电磁场的合规性
- EN 50566 + EN 62209-2 - 用于手持设备和体载设备

低功耗蓝牙在 ETSI 规范下不归类为 FHSS，而是归类为其他类型的宽带调制（参见 EN 300 328 规范的第 4.2.1 节）。低功耗蓝牙的相关测试要求在第 4.3.2 节中定义。请注意，测试规范的修订版 1.9.1 引入了一些新测试，例如介质利用率和占空比、TX-Sequence 和 TX-Gap。这些测试仅适用于输出功率高于 10dBm 的设备。由于功率谱密度要求 (4.3.2.3)，欧盟将低功耗蓝牙器件的输出功率限制为 10dBm，该要求将辐射 PSD 限制为 10dBm/MHz。因此，CE/RED 所需的所有测试都可以使用连续（静态）射频输出进行，例如 FCC 测试。

2016 年 11 月发布的 EN 300 328 v. 2.1.1 引入了接收器类别和接收器阻塞测试。有关此方面的内容以及如何执行此测试的更多详细信息，参阅以下应用报告：适用于低功耗蓝牙的 ETSI EN 300 328 RX 阻塞测试 [23]。

有几种途径可以证明符合无线电设备指令；在大多数情况下，满足相关协调标准的要求可提供所需的符合性推定，从而使您能够自信地签署符合性声明。经认证的测试机构将提供必要的指导和帮助，以便将您的无线电产品投放市场。

## 5 加拿大工业部 (IC) 认证

加拿大工业部 (IC) 是加拿大认证和标准制定机构。作为 FCC 认证，IC 认证可以通过 IC 或 TCB 来完成。IC 认证需要有加拿大代表和代表的确认函，与申请一起提交。

如果设备已经通过 FCC 认证并且满足以下条件，则在加拿大申请认证时不需要额外的射频测试：

- 测试报告必须是一年内的报告
- 测试机构必须拥有 IC 批准的测试场地（OATS 或消声室）
- 交叉参考表必须与测试报告一起提交，以表明设备符合所有适用的加拿大要求。

### 5.1 IC-ID

对于面向美国市场的设备，无线电/EVM 需要标有 IC-ID。IC-ID 包含两个部分：公司编号 (CN) 和制造商选择的唯一产品编号 (UPN)。要获得 CN 号码，请使用电子归档系统。然后，CN 将通过电子邮件提供。

下面是一个示例：IC：451H-2541SENSOR。

## 6 参考文献

1. 德州仪器 (TI) : [CC2650MODA SimpleLink 多标准无线 MCU 模块数据表](#)
2. <https://launchstudio.bluetooth.com/Listings/Search>
3. <https://www.7layers.com/>
4. <https://wireless.dekra-product-safety.com/>
5. <https://www.tuv.com/greater-china/tw/>
6. <https://www.wipro.com/>
7. <https://www.bluetooth.com/develop-with-bluetooth/qualification-listing/qualification-consultants>
8. <https://www.bluetooth.com/develop-with-bluetooth/test-tools/launch-studio>
9. <https://www.bluetooth.com/develop-with-bluetooth/qualification-listing>
10. <https://www.bluetooth.com/>
11. <https://www.bluetooth.com/develop-with-bluetooth/qualification-listing/qualification-listing-fees>
12. <https://www.ti.com.cn/product/cn/cc2650moda>
13. <https://launchstudio.bluetooth.com/>
14. <https://www.bluetooth.com/specifications/errata/>
15. [https://www.rohde-schwarz.com/us/product/cbt\\_cbt32-productstartpage\\_63493-7927.html](https://www.rohde-schwarz.com/us/product/cbt_cbt32-productstartpage_63493-7927.html)
16. <https://www.anritsu.com/en-US/test-measurement/products/MT8852B>
17. <https://www.bluetooth.com/develop-with-bluetooth/qualification-listing/do-i-need-to-list-qualify-my-product>
18. 德州仪器 (TI) : [从 CC2640F128 至 CC2640R2F 的硬件迁移](#)
19. <https://store.bluetooth.com/>
20. <https://www.fcc.gov/oet/ea/fccid>
21. <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/regulation-legislation/red>
22. [www.etsi.org/deliver/etsi\\_en/300300\\_300399/300328/02.01.01\\_60/en\\_300328v020101p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300300_300399/300328/02.01.01_60/en_300328v020101p.pdf)
23. 德州仪器 (TI) : [适用于低功耗蓝牙的 ETSI EN 300 328 RX 封闭测试](#)
24. <https://e2e.ti.com/support/wireless-connectivity/bluetooth/f/538/t/787523>
25. <https://www.ti.com/bluetoothmesh>
26. <https://www.bluetooth.com/specifications/qualification-test-requirements/>
27. 元件测试证据继承

## 7 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision H (November 2021) to Revision I (October 2022)	Page
• Updated 节 2.1.2.....	3
• 更新了 节 2.2.1 .....	8

## 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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司