

Application Note

如何认证您的蓝牙产品



Clement Chaduc and Haiatullah Gholami

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 简介.....	3
2 蓝牙资格认证.....	3
2.1 通用准则.....	3
2.2 CC23xx 和 CC27xx 指南.....	6
2.3 CC13xx 和 CC26xx 指南.....	7
2.4 CC254x 指南.....	11
2.5 RF PHY 测试参数.....	11
2.6 如何启用蓝牙和监管测试模式.....	12
2.7 常见问题解答.....	13
3 FCC 认证.....	14
3.1 FCC ID.....	14
4 CE 认证.....	14
5 加拿大工业部 (IC) 认证.....	15
5.1 IC-ID.....	15
6 总结.....	15
7 参考资料.....	16
8 修订历史记录.....	17

插图清单

图 2-1. 蓝牙认证流程.....	3
--------------------	---

表格清单

表 2-1. 适用于 CC2340Rx (包括 CC2340R21、CC2340R22、CC2340R52、CC2340R52-Q1、CC2340R53 及其所有封装型号) 的 QDID 或 DN.....	6
表 2-2. 适用于 CC27xx (包括 CC2744R7-Q1、CC2745P10-Q1、CC2745R10-Q1、CC2745R7-Q1、CC2755P10、CC2755R10 及其所有封装型号) 的 DN.....	6
表 2-3. CC13x4 和 CC26x4 的 QDID 或 DN (包括 CC1354P10、CC1354R10、CC2674P10 和 CC2674R10)	8
表 2-4. CC13x2、CC13x2x7、CC26x1、CC26x2 和 CC26x2x7 的 QDID (包括 CC1352P、CC1352P7、CC1352R、CC1352R7、CC2651P3、CC2651R3、CC2651R3SIPA、CC2642R、CC2642R-Q1、CC2652P、CC2652P7、CC2652PSIP、CC2652R、CC2652R7、CC2652RB、CC2652RSIP)	8
表 2-5. 适用于 CC2640R2 (包括 C2640R2F、CC2640R2F-Q1、CC2640R2L、FRE014) 的 QDID.....	9
表 2-6. 适用于 CC13x0 的 QDID.....	9
表 2-7. 适用于 CC26x0 (包括 CC2650MODA -不适用于 CC2640R2F) 的 QDID.....	10
表 2-8. 适用于 CC254x 的 QDID.....	11
表 2-9. RF PHY 测试参数.....	11

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 简介

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 和最终产品之间的区别很重要，尤其是将无线 MCU 与 PCB、匹配网络、天线等外部电路结合在一起构成的**最终产品**。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) 或设计编号 (DN)。因此，系统集成商不需要进行额外的低功耗蓝牙软件栈测试。

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) 通常会在特定的开发套件上执行“内核完整配置”认证 (以前称为“最终产品清单”或“EPL”)，以及 **RF-PHY** 认证。这些开发套件会实现 TI 的参考设计，并提供相关的 DN/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** 进行终端产品资格认证。蓝牙资格认证顾问 [7] (BQC) 可能会评估该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 Bluetooth SIG 网站上的 *Bluetooth Qualification and Declaration Processes* [9]，可用于完成资格认证和声明流程。

2.1 通用准则

2.1.1 产品列名创建

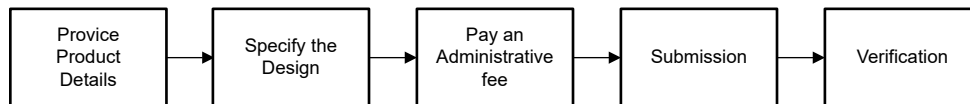


图 2-1. 蓝牙认证流程

2.1.1.1 提供产品详细信息

1. 打开 Bluetooth Qualification Workspace (<https://qualification.bluetooth.com/>) [13] - 登录您的蓝牙账号。
2. 点击 *Start the Bluetooth Qualification Process*。
3. 填写产品详细信息。
4. 根据情况回答工具显示的问题。通常情况下 (特别是第一次进行蓝牙资格认证流程时)，建议两个问题都选择 “No, I do not”。完成后，点击 *Save and go to Specify the Design* 按钮。
5. 针对 “您的产品中是否包含任何现有的设计?” 问题，选择 “是，包含了”。页面将显示一个字段，用于输入 DN 或 QDID。
6. 参考本文档下方的表格，确认合适的 DN 或 QDID。
7. 在网站上输入合适的 DN 或 QDID。输入完毕后，点击 *I’ m finished entering DNs*。

系统随后会提供两个选项。 *Use this design without modifications* 或 *Modify or add to this Design*。如要用户想认证额外的 GATT 配置文件，请选择第二个选项；否则，建议选择第一个选项。

- 如果用户选择 “使用此设计而不进行修改”，则用户可以单击 “保存并转到产品鉴定费”，跳过 “指定设计” 一节中的步骤。

- 如果用户选择“修改或添加到此设计”，请为设计命名，确认要使用的 TCRL，展开并查看“高级设计设置”，然后单击“保存并转到图层选择”。

2.1.1.2 指定设计

通常情况下，您不需要修改设计所支持的核心层。进行此类修改会引发测试需求，而这些测试无法通过 TI 公开提供的软件完成。

系统集成商通常需要调整设计支持的 GATT 配置文件和服务列表，以下步骤对此进行了介绍：

1. 点击 *GATT Profiles and Services*。
2. 从列表中选择要认证产品的 GATT 配置文件和服务。选择完毕后，点击 *Save and go to ICS Selection*。

Consistency Check 会检查所选功能是否与其他已选择的功能存在不一致，或者缺少必要功能。如果设计引用的 TCRL 与 TI 获得 DN 时的 TCRL 不同，则核心层（如 GATT、LL 等）中可能会报告一些不一致之处。此类不一致是预期的，可以使用测试覆盖豁免 (TCW) [28] 必须申请 ES-25636，以放弃不一致，并继续产品认证过程。

1. 完成 ICS 选择并输入所有适用的 TCW 后，点击 *Save and go to Test Plan and Documentation*。
2. 然后可以下载产品的测试计划。测试完成后，可以上传测试声明和测试报告。
3. 点击 *Save and go to Product Qualification Fee*。

同样，建议保持 *Core Specifications* 的 ICS 选择不变，只有新增的 *GATT 配置文件和服务* 所添加的 ICS 选择必须进行审查，并在必要时进行修改。

2.1.1.3 支付管理费

必须向 Bluetooth SIG 支付产品资格认证费 - 请参阅 <https://www.bluetooth.com/fee-schedule/>。

本页显示贵公司可用的预付产品认证费，选择一项，然后点击 *Save and go to Submission*。

2.1.1.4 提交

请仔细检查所有信息。查看提交要求并确定信息完整且准确后，可以在状态字段中使用警告符号完成提交。

然后提交就完成了！

2.1.1.5 验证

Bluetooth SIG 将审查提交的物料。

2.1.2 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 Bluetooth SIG 提供 [26]，是进行蓝牙资格认证的唯一参考。

所有 TCRL 都有一个“可用日期”和一个“激活日期”。“可用日期”表示 Bluetooth 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。

合格元件 QDID 或 DN 不存在有效期限限制。新的 TCRL 版本不会修改 QDID 或者 DN 的有效期。换句话说，即使 TCRL 已失效，也可以参考 QDID 或者 DN。由于 TCRL 会随着时间而变化，可能会引入新的测试用例，而这些测试用于之前并不存在测试证据。假设元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，也不负责重新执行自原始元件评估日期以来 TCRL 版本中引入的测试规范勘误表 (TSE) 影响的任何测试用例。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) 自原始元件认证日期以来 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]。

备注

Bluetooth SIG Qualification Workspace 会对资格认证流程中所使用设计的层间依赖性 (ILD) 进行强制管理。对于某些不一致性，可以通过提交测试覆盖豁免 (TCW) 来解决。如果一个或多个不一致需要 ICS 的支持，而 ICS 在已锁定的层中不存在，则可以使用 TCW ES-25636。

有关 TCW 和其他能适用的 TCW 的详细信息，请参阅 Bluetooth SIG 提供的资源 [28]。

2.2 CC23xx 和 CC27xx 指南

对于 CC23xx 和 CC27xx 无线 MCU，使用经过预认证和测试的元件 QDID 或 DN。这意味着有 QDID 或 DN 可用于完整的软件栈，仅排除 RF-PHY 器件和选定的已采用服务和配置文件。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。

对于某些器件，TI 提供最终产品清单 QDID 或 DN。这些 QDID 或 DN 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。

2.2.1 CC2340Rx 和 CC27xx 合格设计

下表列出了可与 TI 产品配合使用的 QDID 或 DN。Bluetooth SIG 网站上提供了每个 QDID 或 DN 支持的产品完整清单。点击下表中的“声明 ID”可轻松访问该清单。

表 2-1. 适用于 CC2340Rx (包括 CC2340R21、CC2340R22、CC2340R52、CC2340R52-Q1、CC2340R53 及其所有封装型号) 的 QDID 或 DN

适用于	设计类型	BT 核心规范	声明 ID、TCRL 版本、资格认证评估日期	QDID/DN	包括	核心规范特性
所有 BLE-Stack 版本	RF-PHY	v5.4	D063667 , TCRL-2022-2 , 2023-05-02	196592	适用于 TI LaunchPad™ 开发套件的 RF-PHY	LE 1M PHY、LE 2M PHY、LE 编码 PHY
BLE-Stack 5-3.2.x (SDK 7.10 和更高版本) - TI 建议参考 Q312647 子集，以免发生不一致	软件栈	v5.3	D063694 , TCRL-2022-1 , 2023-04-04	201833	协议：链路层、GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP	LE 2M PHY，LE 编码 PHY，隐私 1.2.1，CSA#2
BLE-Stack 5-3.2.x (SDK 7.10 和更高版本) - 创建了 D063694 子集，以免发生不一致	软件栈	v5.3	Q312647 , TCRL-2022-1 , 2024-10-10	Q312647	协议：链路层、GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP	LE 2M PHY，LE 编码 PHY，隐私 1.2.1，CSA#2
BLE-Stack 5-3.3.x (SDK 8.20 和更高版本)	软件栈	v5.4	Q301991 、 TCRL-2024-1、 2024-10-25	Q301991	协议：链路层、GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP	LE 2M PHY，LE 编码 PHY，隐私 1.2.1，CSA#2，广播扩展，定期广播，功率等级 1
BLE-Stack 5-3.3.x (SDK 8.20 和更高版本)	软件栈	v5.4	Q339124 、 TCRL-2024-1、 2024-12-18	Q339124	协议：链路层、GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP	LE 2M PHY，LE 编码 PHY，隐私 1.2.1，CSA#2，广播扩展，定期广播，无功率等级 1
BLE-Stack 5-3.3.x (SDK 8.20 和更高版本)	软件栈	v5.4	Q344718 、 TCRL-2024-1、 2025-01-23	Q344718	协议：链路层、GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP	LE 1M PHY，隐私 1.2.1，CSA#2，广播扩展，定期广播，无功率等级 1

表 2-2. 适用于 CC27xx (包括 CC2744R7-Q1、CC2745P10-Q1、CC2745R10-Q1、CC2745R7-Q1、CC2755P10、CC2755R10 及其所有封装型号) 的 DN

适用于	设计类型	BT 核心规范	声明 ID、TCRL 版本、资格认证评估日期	DN	包括	核心规范特性
所有 BLE-Stack 版本	RF-PHY	v6.0	Q334701 、 TCRL-2024-2、 2024-12-10	Q334701	适用于 TI LaunchPad™ 开发套件的 RF-PHY	LE 1M PHY、LE 2M PHY、LE 编码 PHY
(SDK 9.11 和更高版本)	RF-PHY	v6.0	Q369738 , TCRL pkg100、 2025 年 08 月 11 日	Q369738	适用于 TI LaunchPad™ 开发套件的 RF-PHY	LE 1M PHY、LE 2M PHY、LE 编码 PHY、CS 启动器、CS 反射器

表 2-2. 适用于 CC27xx (包括 CC2744R7-Q1、CC2745P10-Q1、CC2745R10-Q1、CC2745R7-Q1、CC2755P10、CC2755R10 及其所有封装型号) 的 DN (续)

适用于	设计类型	BT 核心规范	声明 ID、TCRL 版本、资格认证评估日期	DN	包括	核心规范特性
(SDK 8.40 和更高版本)	软件栈	v5.4	Q310649 、 TCRL-2024-1、 2024-11-19	Q310649	协议：链路层、GAP、 GATT、ATT、SMP、L2CAP	LE 2M PHY, LE 编码 PHY, 隐私 1.2.1, CSA#2, 广播扩展, 定期广播, 功率等级 1
(SDK 8.40 和更高版本)	软件栈	v5.4	Q339148 、 TCRL-2024-1、 2024-12-18	Q339148	协议：链路层、GAP、 GATT、ATT、SMP、L2CAP	LE 2M PHY, LE 编码 PHY, 隐私 1.2.1, CSA#2, 广播扩展, 定期广播, 无功率等级 1
(SDK 9.14 和更高版本)	软件栈	v6.0	Q371076 , TCRL pkg100、 2025 年 10 月 14 日	Q371076	协议：链路层、GAP、 GATT、ATT、SMP、L2CAP	LE 2M PHY、LE 编码 PHY、CS 启动器、CS 反射器、隐私 1.2.1、CSA#2、广播扩展、定期广播、功率等级 1
(SDK 9.14 和更高版本)	软件栈	v6.0	Q376189 , TCRL pkg100、 2025 年 11 月 4 日	Q376189	协议：链路层、GAP、 GATT、ATT、SMP、L2CAP	LE 2M PHY、LE 编码 PHY、CS 启动器、CS 反射器、隐私 1.2.1、CSA#2、广播扩展、定期广播、无功率等级 1

2.3 CC13xx 和 CC26xx 指南

对于 CC13xx 和 CC26xx 无线 MCU，使用经过资格预审、测试的元件 QDID 或 DN。这意味着整个软件栈都有 QDID 或 DN 可用，仅不包括 RF-PHY 部分和选定的采用服务和配置文件。可参考 TI 提供的可用合格的 RF-PHY 元件 QDID 或 DN。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流程相同。德州仪器 (TI) 为蓝牙网状网络提供通过认证的配置文件 [25]。要确定用于您的项目的 QDL 和关联的 QDID 或 DN，请参阅 [表 2-3](#)。

对于某些器件，TI 提供 *最终产品清单* QDID/DN。这些 QDID 或 DN 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。

2.3.1 CC13xx 和 CC26xx 合格设计

下表列出了可与 TI 产品配合使用的 QDID 或 DN。之前名为 SIMPLELINK-CC13X2-26X2-SDK，在 5.30 版本中重命名为 SIMPLELINK-CC13XX-CC26XX-SDK。之前名为 SIMPLELINK-CC13XX-26XX-SDK，在 7.10 版本中已再次重命名为 SIMPLELINK-LOW-POWER-F2-SDK。在资格认证中，此 SDK 向后兼容之前的 SDK 版本。Bluetooth SIG 网站上提供了每个 QDID 或 DN 支持的产品完整清单。点击下表中的“声明 ID”可轻松访问该清单。

TI 的 CC2650 模块 (CC2650MODA) 除了具有监管模块化无线电预认证之外, 还具有 RF-PHY 组件。如需更多信息, 请参阅表 2-7 中的详情。这意味着在根据模块的数据表放置要求使用 CC2650MODA 时, 用户不必重复 RF-PHY 测试 [1]。如果用户正在使用另一个预认证的模块, 请咨询模块供应商, 看看是否可以重复使用该模块的 RF-PHY QDID 列表。

表 2-3. CC13x4 和 CC26x4 的 QDID 或 DN (包括 CC1354P10、CC1354R10、CC2674P10 和 CC2674R10)

适用于	QDID 类型	BT 核心规范	声明 ID、TCRL 版本、资格认证评估日期	QDID/DN	包括	核心规范特性
所有 BLE-Stack 版本	RF-PHY	v5.3	D061813 , TCRL 2021-2, 2022-09-27	194334	适用于 TI LaunchPad™ 开发套件的 RF-PHY	LE 1M PHY、LE 2M PHY、LE 编码 PHY
BLE-Stack 5-2.2.x (SDK 7.10 和更高版本) - TI 建议参考 Q321357 子集, 以免发生不一致	组件	v5.3	D063565 , TCRL-2022-1, 2023-03-31	196584	协议: 链路层、GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP	LE 2M PHY, LE 编码 PHY, 广播扩展, 隐私 1.2.1, CSA#2
BLE-Stack 5-2.2.x (SDK 7.10 和更高版本) - D063565 以免发生不一致	组件	v5.3	Q321357 , TCRL-2022-1, 2024-10-20	Q321357	协议: 链路层、GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP	LE 2M PHY, LE 编码 PHY, 广播扩展, 隐私 1.2.1, CSA#2, 无功率等级 1
BLE-Stack 5-2.2.x (SDK 7.10 和更高版本)	组件	v5.3	Q327871 , TCRL-2022-1, 2024-12-03	Q327871	协议: 链路层、GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP	LE 2M PHY, LE 编码 PHY, 广播扩展, 隐私 1.2.1, CSA#2, 功率等级 1

表 2-4. CC13x2、CC13x2x7、CC26x1、CC26x2 和 CC26x2x7 的 QDID (包括 CC1352P、CC1352P7、CC1352R、CC1352R7、CC2651P3、CC2651R3、CC2651R3SIPA、CC2642R、CC2642R-Q1、CC2652P、CC2652P7、CC2652PSIP、CC2652R、CC2652R7、CC2652RB、CC2652RSIP)

适用于	QDID 类型	BT 核心规范	声明 ID、TCRL 版本、资格认证评估日期	QDID	包括	核心规范特性
所有 BLE-Stack 版本	RF-PHY	v5.3	D061813 , TCRL 2021-2, 2022-09-27	194334	适用于 TI LaunchPad™ 开发套件的 RF-PHY	LE 1M PHY、LE 2M PHY、LE 编码 PHY
所有 BLE-Stack 版本	RF-PHY	v5.2	D054799 , TCRL 2020-1, 2021-04-13	166660	用于 AoA/CTE 传输和接收的 RF-PHY (CC13x2、CC26x2)。	LE 1M PHY、AoA/CTE (连接和无连接 CTE)
BLE-Stack 5-2.2.x (SDK 4.40 和更高版本)	配置文件子系统	不适用	D052535 , TCRL-2019-2, 2021-01-25	162204	蓝牙网络配置文件规范 v1.0.1	该设计仅用于网络配置文件。在引用此 QDID 时, 用户需要为 BLE-Stack 版本引用相应的 QDID。
BLE-Stack 5-2.2.x (SDK 4.40 和更高版本)	组件	v5.2	D052819 , TCRL-2020-1, 2021-01-11	156080	协议: 链路层、GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP	LE 编码 PHY、广播扩展、定期广播、LE 2M PHY、CSA#2、AoA/CTE (连接和无连接 CTE)

表 2-4. CC13x2、CC13x2x7、CC26x1、CC26x2 和 CC26x2x7 的 QDID (包括 CC1352P、CC1352P7、CC1352R、CC1352R7、CC2651P3、CC2651R3、CC2651R3SIPA、CC2642R、CC2642R-Q1、CC2652P、CC2652P7、CC2652PSIP、CC2652R、CC2652R7、CC2652RB、CC2652RSIP) (续)

适用于	QDID 类型	BT 核心规范	声明 ID、TCRL 版本、资格认证评估日期	QDID	包括	核心规范特性
BLE-Stack 5-2.2.x (SDK 4.40 和更高版本)	最终产品列名	v5.2	D065853 , TCRL-2023-1 , 2023-10-20	225762	协议 : 链路层、GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP、射频 PHY	LE 编码 PHY、广播扩展、定期广播、LE 2M PHY、CSA#2、AoA/CTE (连接和无连接 CTE)

表 2-5. 适用于 CC2640R2 (包括 C2640R2F、CC2640R2F-Q1、CC2640R2L、FRE014) 的 QDID

适用于	QDID 类型	BT 核心规范	声明 ID、TCRL 版本、资格认证评估日期	QDID	包括	核心规范特性
所有 BLE-Stack 版本	RF-PHY	v5.1	D057186 , TCRL 2021-1 , 2021-10-08	176642	RF-PHY 组件列名	编码 PHY , LE 1M PHY , LE 2M PHY
中心 + 外设角色 - BLE-Stack 1.1.x (SDK 5.10 和更高版本)	最终产品列名	v5.0	D057187 , TCRL 2021-1 , 2021-10-08	176679	属性协议、器件信息服务、GAP、GATT、互操作性测试规范、L2CAP、LL、RF PHY、SMP	编码 PHY、广播扩展、LE 2M PHY
仅外设角色 - BLE5-Stack 1.1.x (SDK 5.10 和更高版本)	最终产品列名	v5.0	D057188 , TCRL 2021-1 , 2021-10-08	176850	属性协议、器件信息服务、GAP、GATT、互操作性测试规范、L2CAP、LL、RF PHY、SMP	编码 PHY、广播扩展、LE 2M PHY
中央、外设、多角色 - BLE-Stack 3.3.x (SDK 5.10 和更高版本)	最终产品列名	v5.1	D058218 , TCRL 2021-1 , 2021-12-15	180401	属性协议、器件信息服务、GAP、GATT、互操作性测试规范、L2CAP、LL、RF PHY、SMP	v4.2 : Privacy 1.2、安全连接、DLE

表 2-6. 适用于 CC13x0 的 QDID

适用于	QDID 类型	BT 核心规范	声明 ID、TCRL 版本、资格认证评估日期	QDID	包括	核心规范特性
所有 BLE-Stack 版本	RF-PHY	v5.1	D057186 , TCRL 2021-1 , 2021-10-08	176642	RF-PHY 组件列名	编码 PHY , LE 1M PHY , LE 2M PHY
中心 + 外设角色 - 所有 BLE-Stack 版本	最终产品列名	v5.0	D057187 , TCRL 2021-1 , 2021-10-08	176679	属性协议、器件信息服务、GAP、GATT、互操作性测试规范、L2CAP、LL、RF PHY、SMP	编码 PHY、广播扩展、LE 2M PHY
仅限外设角色 - 所有 BLE-Stack 版本	最终产品列名	v5.0	D057188 , TCRL 2021-1 , 2021-10-08	176850	属性协议、器件信息服务、GAP、GATT、互操作性测试规范、L2CAP、LL、RF PHY、SMP	编码 PHY、广播扩展、LE 2M PHY

表 2-6. 适用于 CC13x0 的 QDID (续)

适用于	QDID 类型	BT 核心规范	声明 ID、TCRL 版本、资格认证评估日期	QDID	包括	核心规范特性
中央、外设 - BLE-Stack 2.3.x (SIMPLELINK-CC13X0-SDK 4.10 和更高版本)	最终产品列名	v5.1	D058218, TCRL 2021-1, 2021-12-15	180401	属性协议、器件信息服务、GAP、GATT、互操作性测试规范、L2CAP、LL、RF PHY、SMP	v4.2 : Privacy 1.2、安全连接、DLE

表 2-7. 适用于 CC26x0 (包括 CC2650MODA -不适用于 CC2640R2F) 的 QDID

适用于	QDID 类型	BT 核心规范	声明 ID、TCRL 版本、资格认证评估日期	QDID	包括	核心规范特性
所有 BLE-Stack 版本	RF-PHY	v5.1	D057186, TCRL 2021-1, 2021-10-08	176642	RF-PHY 组件列名	编码 PHY, LE 1M PHY, LE 2M PHY
中心 + 外设角色 - 所有 BLE-Stack 版本	最终产品列名	v5.0	D057187, TCRL 2021-1, 2021-10-08	176679	属性协议、器件信息服务、GAP、GATT、互操作性测试规范、L2CAP、LL、RF PHY、SMP	编码 PHY、广播扩展、LE 2M PHY
仅限外设角色 - 所有 BLE-Stack 版本	最终产品列名	v5.0	D057188, TCRL 2021-1, 2021-10-08	176850	属性协议、器件信息服务、GAP、GATT、互操作性测试规范、L2CAP、LL、RF PHY、SMP	编码 PHY、广播扩展、LE 2M PHY
中央、外设 - BLE-Stack 2.2.x (BLE-STACK-2-X 版本 2.2.6 和更高版本)	最终产品列名	v5.1	D058218, TCRL 2021-1, 2021-12-15	180401	属性协议、器件信息服务、GAP、GATT、互操作性测试规范、L2CAP、LL、RF PHY、SMP	v4.2 : Privacy 1.2、安全连接、DLE

备注

如蓝牙资格认证计划参考文件 (PRD) 中的第 3.1.7.1 节 *蓝牙产品组合资格认证的测试要求* 所述：“涉及蓝牙组件产品的组合应重复适用于该组合的所有蓝牙配置文件互操作性测试。”可以使用 PTS 加密狗在最终产品上执行这些测试，该加密狗可在 BT SIG 商店获得 [19]。只需要测试已采用的蓝牙配置文件，并且测试可以自行完成。使用 128 位自定义 UUID 的自定义配置文件不需要在列名过程中进行测试。

2.3.2 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) 制作了 QDL 和相应的 QDID 之后才通过勘误表，则需要额外的文件才能通过资格认证流程。Bluetooth 网站上提供了规范勘误列表 [14]。

2.3.2.1 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 或 CC13x0，所有 BLE-Stack 都不需要因此勘误表而更改代码。对于 CC26x2 或 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。如果用户使用的是 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 或 CC13x0 和 CC26x2 或 CC13x2，鉴定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。用户可以在 E2E 上找到此额外物料 [24]。对于 CC26x2 或 C13x2 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。

2.3.2.2 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 或 CC13x0 和 CC26x2 或 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 或 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 或 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 或 CC13x0 和 CC26x2 或 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。用户可以在 E2E 上找到此额外物料 [24]。对于 CC26x2 或 C13x2 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 11838 不需要额外的测试证据或测试报告。

2.4 CC254x 指南

CC254x 系列与 BLE-Stack 一起具有合格的子系统，可在列出该产品清单时用于参考。控制子系统包括在 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 Bluetooth SIG 认证页面 [9] - 选择 *Path 2: 无需测试的资格认证过程*。
2. 参考节 2.4.1 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。

2.4.1 CC254x 合格设计

表 2-8. 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	D043835	127435	GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP、HCI	v4.0
CC254x 控制子系统 - 核心 5.0	CC2540/CC2541	v5.0	D043834	127418	HCI、链路层、RF PHY	v4.0
CC254x 低功耗蓝牙 - 最终产品列名	CC2540/CC2541	v5.0	D059860	127435 和 127418	GAP、GATT、ATT、SMP、L2CAP、HCI、HCI、链路层、RF PHY	v4.0

2.5 RF PHY 测试参数

表 2-9 列出了执行 RF PHY 鉴定所需的信息。

表 2-9. RF PHY 测试参数

IXIT 基准	标识符	子标识符	CC254x 值	CC26xx/ CC13xx 值	CC23xx/ CC27xx 值	单位
RF-PHY:P1:1	带内图像频率	低频率	+2	-2	-2	MHz

表 2-9. RF PHY 测试参数 (续)

IXIT 基准	标识符	子标识符	CC254x 值	CC26xx/ CC13xx 值	CC23xx/ CC27xx 值	单位
RF-PHY:P1:2	带内图像频率	中频率	≤2440 : +2, >2440 : -2	-2	-2	MHz
RF-PHY:P1:3	带内图像频率	高频率	-2	-2	-2	MHz
RF-PHY:P2:1	互调测试的值 n	低频率	5	3	3	整数
RF-PHY:P2:2	互调测试的值 n	中频率	5	3	3	整数
RF-PHY:P2:3	互调测试的值 n	高频率	5	3	3	整数
RF-PHY:P11:1	带内图像频率 (2Ms/s)	低频率	不适用	-1.7	-2	MHz
RF-PHY:P11:2	带内图像频率 (2Ms/s)	中频率	不适用	-1.7	-2	MHz
RF-PHY:P11:3	带内图像频率 (2Ms/s)	高频率	不适用	-1.7	-2	MHz
RF-PHY:P12:1	互调测试的值 n (2Ms/s)	低频率	不适用	3	3	整数
RF-PHY:P12:2	互调测试的值 n (2Ms/s)	中频率	不适用	3	3	整数
RF-PHY:P12:3	互调测试的值 n (2Ms/s)	高频率	不适用	3	3	整数

2.6 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。

2.6.1 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 线通用异步接收器或者发射机 (UART) 接口向 DUT 发出标准化 HCI 测试命令，用于执行所需的接收器和发射机测试。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，如果该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或者天线性能。

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射机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或者嵌入式工程的终端产品执行 RF-PHY 测试。如果该协议栈和无线电配置均与终端产品使用的相应独立或者嵌入式工程相同，那么可将 HostTest 用于 RF-PHY 测试。

2.6.1.1 监管批准测试

对于监管批准测试，它通常需要针对特定频率下的静态接收器和发射机操作配置无线电。为便于进行此类测试，TI 低功耗蓝牙或低功耗蓝牙 5 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 UART 接口上的 HCI 扩展命令，使用 HostTest 项目，如 节 2.6.1 中所述。可以使用 BTool 或 HCITester 等工具向低功耗蓝牙栈输入测试命令。
- 通过生产测试模式、如 节 2.6.1 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，这可以通过计时器或按钮界面来控制。

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该测试实验室，了解具体的测试要求。

2.7 常见问题解答

问题: 声明 ID 的费用如何？

回答: 您可以在 [Bluetooth SIG Qualification & Listing Fees](#) 页面上找到声明和列名费用。

问题: 在 Bluetooth SIG 上进行产品列名时，我可以重复使用 TI 的声明 ID 吗？

回答: 否。每个产品都必须获得自己的声明 ID。用户可以在产品列名中引用 TI 的合格元件或子系统 (QDID) 如 [节 2](#) 所述，减少对最终产品进行鉴定所需的测试量。

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 上进行产品列名吗？

回答: 如需了解详情，请参阅 Bluetooth SIG 网站上的“[我需要列出或确认我的产品吗?](#)”指南。有关此主题的其他问题需要直接通过 Bluetooth SIG 的联系信息提交给他们。请注意，TI 无法确定是否必须认证某个产品或其列名，因为遵守所有法规、认证和资格认证要求是客户的责任。

如果用户确定需要在 BT SIG 上对您的产品进行列名 (认证)，请按照 [节 2.3](#) 下列出的流程处理。用户可以与 TI BLE-Stack QDID 结合使用 (这样可以节省大量测试)。仅使用 PTS 工具测试用户正在使用的已采用服务并进行 RF-PHY 测试 (如果用户未使用预认证模块)。TI 软件具有在设备端启用 RF-PHY 测试所需的所有挂钩。

如果用户确定不需要在 BT SIG 上对您的产品列名，则可能无需执行这些步骤。但是，用户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 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。

回答: 在最新推出的 QDPRv3 中，QDID (现在称为 DN) 不存在三年有效期限限制。TI 建议在资格认证流程中使用最新的 QDID/DN。本文档中列出的 QDID 和 DN 仍然有效，并会在提交到“[SIG Qualification Listing Interface](#)”时给出指示。在引用 QDID/DN 进行测试时，无需满足更新的 TCRL 的认证要求。

问题: 什么是蓝牙资格认证顾问 (BQC)？

回答:

- 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，是否需要对其进行鉴定？

回答: 不需要，这不是资格认证流程的一部分。但是，请注意，配置文件需要遵循 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？

回答: 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，因为根据监管要求，必须考虑无线 MCU + 外部射频设计组合。但是，用户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，并且用户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？

回答：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充表单。在哪里可以找到所需的信息？

回答：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。有关更多信息，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，确保这些电子设备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耗发射机。此外，所有发射机都必须经过 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) 的设备必须符合 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或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 (-)。产品代码需要包含 1 到 14 个字符。

FCC ID 必须永久性地直接印在发射机上，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，用户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该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，参阅以下应用指南：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，从而使用户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，无线电或 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。

示例如下：IC：451H-2541SENSOR。

6 总结

本应用手册概述了客户如何使产品符合 Bluetooth SIG 的要求。本文档还包含所有 TI 低功耗蓝牙无线 MCU 的 DN 或 QDID。最后，该文档介绍了如何针对不同的监管标准对产品进行认证。

7 参考资料

1. 德州仪器 (TI) : *CC2650MODA SimpleLink 多标准无线 MCU 模块数据表*
2. <https://qualification.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://qualification.bluetooth.com/>
14. <https://www.bluetooth.com/specifications/errata/>
15. 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
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. 组件测试证据继承
28. ICS 表单中因层间依赖性导致的不一致

8 修订历史记录

Changes from Revision M (February 2025) to Revision N (September 2025) Page

• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	1
• 更新了表 2-1	6
• 更新了表 2-2	6

Changes from Revision L (October 2024) to Revision M (February 2025) Page

• 在 节 2.2.1 中添加了 表 2-2。	6
• 更新了 节 2.2.1 中的 表 2-1。	6
• 进行了更新 表 2-3 在 “ CC13xx 和 CC26xx 合格设计” 部分。	7
• 在 RF PHY 测试参数表中添加了 CC27xx。	11

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 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月