

Rafael Souza

### 摘要

本应用手册描述了使用 Bluetooth® 测试设备和 TI SimpleLink™ 低功耗蓝牙 MCU 时执行的硬件设置和软件配置，从而实现直接测试模式 (DTM)。DTM 用于在开发板或产品上执行蓝牙射频认证测试，在蓝牙核心规范 5.3 第 6 卷第 F 部分有所描述。

本文档为使用 CC26x2R Launchpad™ (LAUNCHXL-CC26X2R1) 的 CC26x2R1 系列低功耗蓝牙无线 MCU 提供了安装指南。运行低功耗蓝牙软件时，文中描述的步骤也适用于 CC1352 双频带无线 MCU，以及其他支持低功耗蓝牙的 MCU，如 CC2640R2、CC2651R3、CC2651P3、CC2652R7 和 CC2652P7。

### 内容

1 要求.....	2
2 测试概述.....	3
3 对 DUT 进行编程.....	4
4 设置硬件.....	7
5 配置 CBTGo 测试.....	9
6 测试序列结果.....	13
7 参考文献.....	15

### 商标

SimpleLink™, Launchpad™, and Simplelink™ are trademarks of Texas Instruments.

Bluetooth® is a registered trademark of Bluetooth SIG.

Windows® is a registered trademark of Microsoft group of companies.

R&S® is a registered trademark of Rohde & Schwarz.

National Instruments® is a registered trademark of National Instruments Corporation.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 要求

对 DUT 进行编程要求具有：

- 以下实用程序之一：
  - [Uniflash](#)
  - [SmartRF Flash Programmer 2](#)
  - [Code Composer Studio \(CCS\)](#)
  - [IAR Embedded Workbench for ARM](#)
- Simplelink™ Launchpad™ 或独立的 JTAG 调试探针
- Simplelink™ 软件开发套件 (SDK)：
  - [CC13x2](#) 和 [CC26x2](#)
  - [CC2640R2](#)

进行测试要求具有：

- 一台运行 Windows® 7 或 10 的计算机。
- CBT 和 CBT32 测试仪
  - CBT 为分析仪，CBT32 为衰减器。
- R&S® [CBTGo](#) 软件
- DUT (受测器件) 配有一个同轴电缆连接器，可插入测试系统。
- GPIB 卡或 USB 配件以及连接到 CBT 测试仪的相应 GPIB 电缆。本程序使用了 National Instruments® [GPIB-USB-HS](#) 接口。
- RS232 电压转换器配件。这一点非常重要。CBT 测试仪背面的 RS232 端口上的电压较高，会损坏 DUT。
- 一根 RS232 直连线缆 (非零调制解调器) - 通常为母连接器 (连接 CBT 测试仪的后端口) 和公连接器 (连接 RS232 电压转换器)。

## 2 测试概述

使用 CBT 蓝牙测试仪执行低功耗蓝牙测试的总体设置如下图显示。

### 备注

尽管显示该过程使用的是 CBT 测试仪，但工作原理和连接也可轻松应用于其他测试仪，例如 CMW270。

CBT 蓝牙测试仪 (图 2-1 显示了两个视图：后面板和前面板) 同时连接到 PC 和受测器件 (DUT)，受测器件是定制电路板或开发套件 (如 Launchpad)。

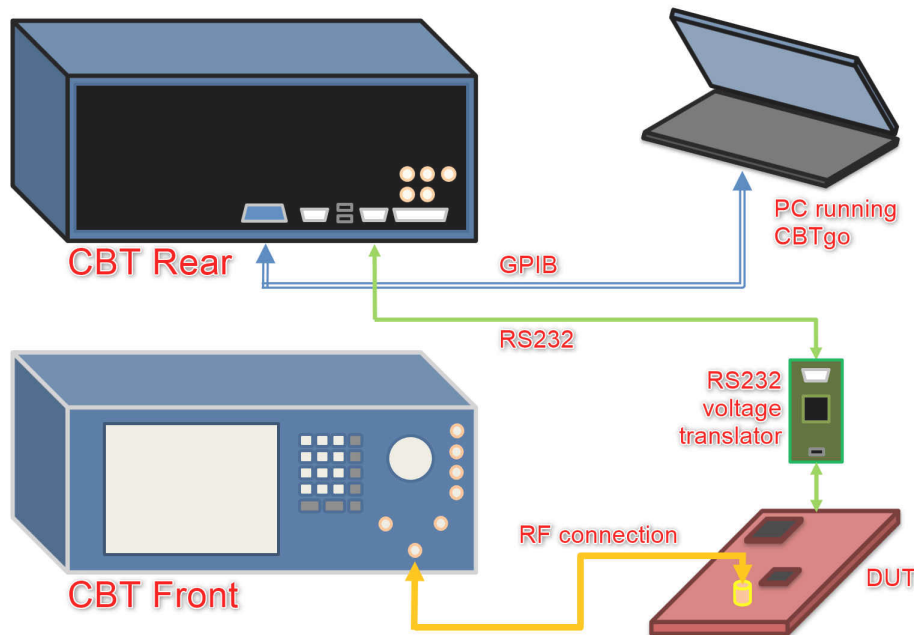


图 2-1. 测试设置

PC 运行 CBTGo 软件，并通过通用接口总线 (GPIB) 接口连接到 CBT，以控制和配置 CBT 来执行测试。它还收集测试结果以供打印和共享。

### 备注

也可以通过 GPIB 远程控制 CBT。然而，要测试低功耗蓝牙器件，必须使用 RS232 端口来控制 DUT，因此只留下 GPIB 用于连接。

CBT 通过两种方式连接到 DUT：一种是射频连接，用于将蓝牙数据传输到 DUT；另一种是 RS232 连接，用于与 DUT 通信，执行控制并收集数据包数据和统计数据。

DUT 必须有一个具有通信接口的软件，以便与 CBT 进行交互。这可以通过向应用程序添加直接测试模式 (DTM) 功能，或使用专为 DTM 设计的应用程序来实现。

Simplelink SDK 附带的开箱即用 `host_test` 工程是一个完整的支持 HCI 的软件，它允许 DTM 通过 UART 端口以透明的方式运行。对于 Simplelink Launchpad，UART 端口是 XDS110 辅助通道端口 (XDS110 JTAG 功能未使用的端口)。

有关在最终应用上启用 DTM 的讨论超出了本应用手册的范围，但有关 DTM 和 HCI 测试模式的更多详细信息，请参阅 [BLE5-Stack 用户指南](#) 的章节 [BLE5-Stack → 主机控制器接口 \(HCI\)](#)

为了执行测试，将在接下来的步骤中描述两个设置过程：使用开箱即用的 `host_test` 对 DUT 进行编程，安装控制软件并执行硬件连接。

### 3 对 DUT 进行编程

1. 下载并安装 Simplelink SDK。它通常安装在以下目录下：（M\_mm\_mm\_mm 是正在使用的版本）。
  - CC13xx/26xx : C:\ti\simplelink\_cc13xx\_26xx\_sdk\_M\_mm\_mm\_mm
  - CC2640R2 : C:\ti\simplelink\_cc2640r2\_sdk\_M\_mm\_mm\_mm
2. 下载并安装上面提到的实用程序之一，以便在开发套件或电路板上对 DUT 进行编程。
3. host\_test 既有预编译的十六进制可执行文件（扩展名为 .hex），也有用 Code Composer Studio 或 IAR 构建的完整项目。此过程将介绍如何使用预编译的十六进制可执行文件，该文件通常位于以下目录中：
  - CC13xx/26xx :  
C:\ti\simplelink\_cc13xx\_26xx\_sdk\_M\_mm\_mm\_mm\examples\rtos<BOARD>\ble5stack\hexfiles
  - CC2640R2 :  
C:\ti\simplelink\_cc2640r2\_sdk\_M\_mm\_mm\_mm\examples\rtos\CC2640R2\_LAUNCHXL\ble5stack\hexfiles

有关使用 CCS 或 IAR 构建和加载代码的详细信息，请参阅 **BLE5 Stack 用户指南** 的 **BLE 快速入门指南** 一章或 **SimpleLink Academy** 的 **低功耗蓝牙基本原理** 模块。
4. 将电路板连接到计算机并打开 Uniflash。默认情况下，它将识别电路板和器件，如下所示（如果您使用的是独立的 XDS110，则无法识别）

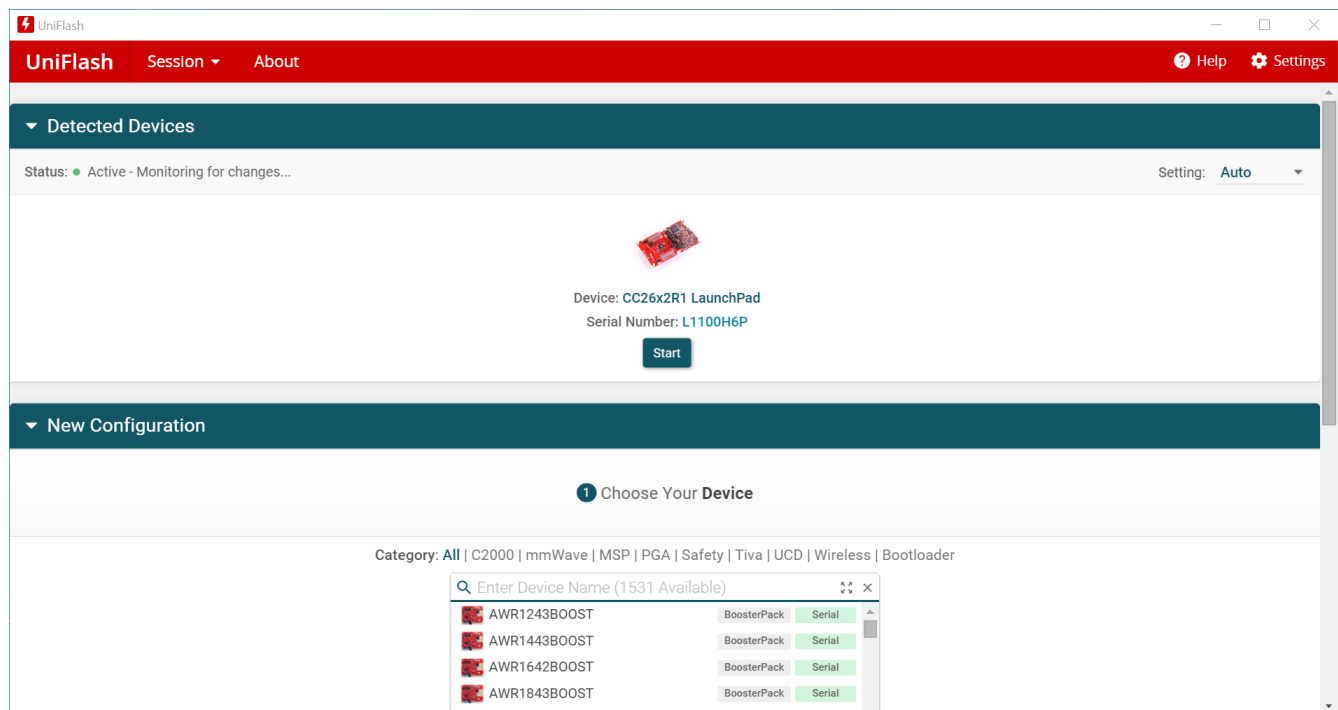


图 3-1. Uniflash 主屏幕

5. 点击 **Start** 按钮。
6. 在打开的屏幕中，点击 **Browse** 按钮并浏览到 <host\_test\_app.hex> 文件所在的目录。点击 **Open**。

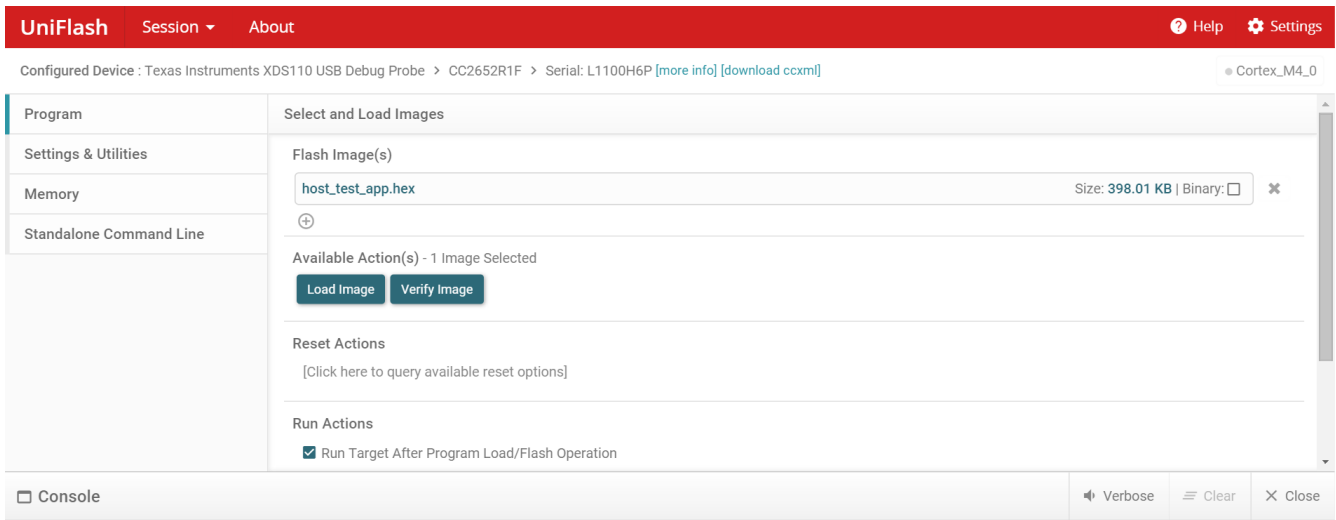


图 3-2. Uniflash 中加载的文件

7. 点击 **Load Image** 按钮以连接器件并对其进行编程。接下来将执行几个步骤，最后将软件刷写到器件中。

## Load Program

Configuring Debugger (may take a few minutes on first launch)...



Executing Startup Scripts: Cortex\_M3\_0

Cancel

图 3-3. 程序正在刷写到器件中

### 备注

根据加载到 XDS110 编程器的固件，下面将显示有关固件更新的消息。这是正常情况。只需点击 **Update** 即可继续。

## Texas Instruments XDS110 USB Debug Probe\_0/IcePick\_C

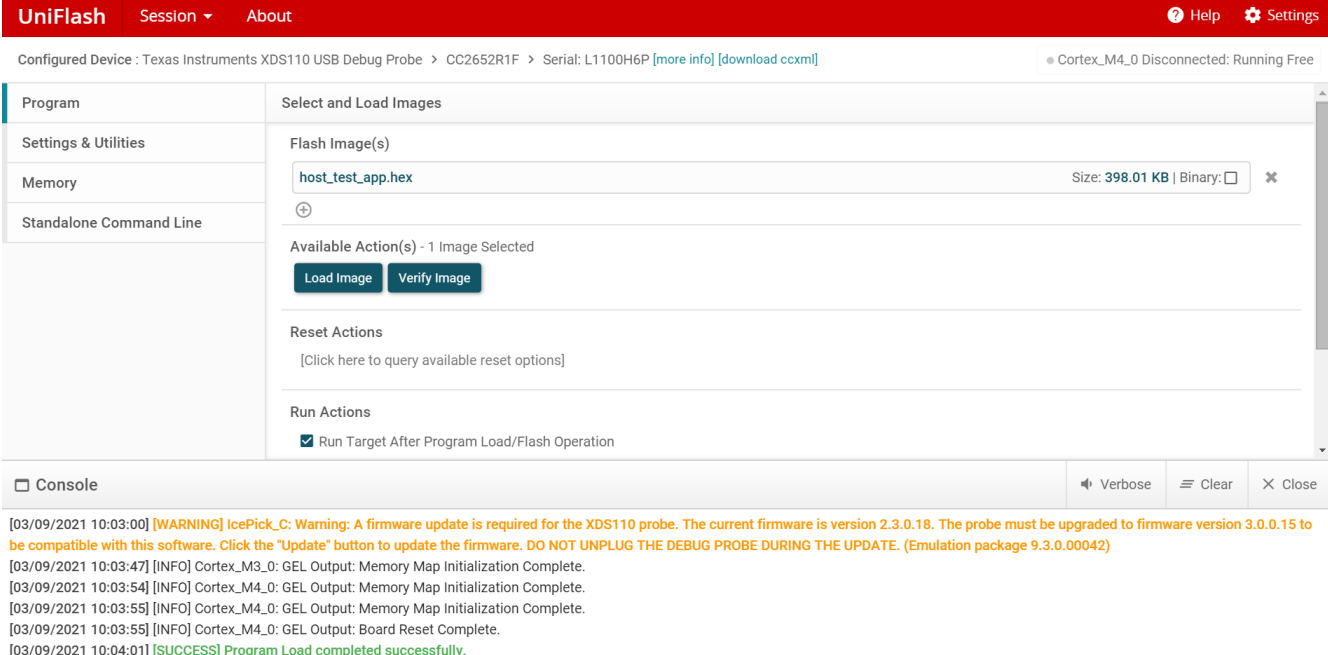
Warning: A firmware update is required for the XDS110 probe. The current firmware is version 2.3.0.18. The probe must be upgraded to firmware version 3.0.0.15 to be compatible with this software. Click the "Update" button to update the firmware. DO NOT UNPLUG THE DEBUG PROBE DURING THE UPDATE. (Emulation package 9.3.0.00042)

Cancel

Update

图 3-4. 固件更新消息

8. 一旦操作成功完成，器件就已编程，可以关闭 Uniflash。



UniFlash Session About Help Settings

Configured Device : Texas Instruments XDS110 USB Debug Probe > CC2652R1F > Serial: L1100H6P [more info] [download ccxml] Cortex\_M4\_0 Disconnected: Running Free

Program Select and Load Images

Settings & Utilities Flash Image(s)

Memory host\_test\_app.hex Size: 398.01 KB | Binary:  ✕

Standalone Command Line

Available Action(s) - 1 Image Selected

Load Image Verify Image

Reset Actions

[Click here to query available reset options]

Run Actions

Run Target After Program Load/Flash Operation

Console Verbose Clear Close

[03/09/2021 10:03:00] [WARNING] IcePick\_C: Warning: A firmware update is required for the XDS110 probe. The current firmware is version 2.3.0.18. The probe must be upgraded to firmware version 3.0.0.15 to be compatible with this software. Click the "Update" button to update the firmware. DO NOT UNPLUG THE DEBUG PROBE DURING THE UPDATE. (Emulation package 9.3.0.00042)

[03/09/2021 10:03:47] [INFO] Cortex\_M3\_0: GEL Output: Memory Map Initialization Complete.

[03/09/2021 10:03:54] [INFO] Cortex\_M4\_0: GEL Output: Memory Map Initialization Complete.

[03/09/2021 10:03:55] [INFO] Cortex\_M4\_0: GEL Output: Memory Map Initialization Complete.

[03/09/2021 10:03:55] [INFO] Cortex\_M4\_0: GEL Output: Board Reset Complete.

[03/09/2021 10:04:01] [SUCCESS] Program Load completed successfully.

图 3-5. 操作成功完成

## 4 设置硬件

使用 CBT 蓝牙测试仪执行低功耗蓝牙测试的总体设置如图 4-1 所示

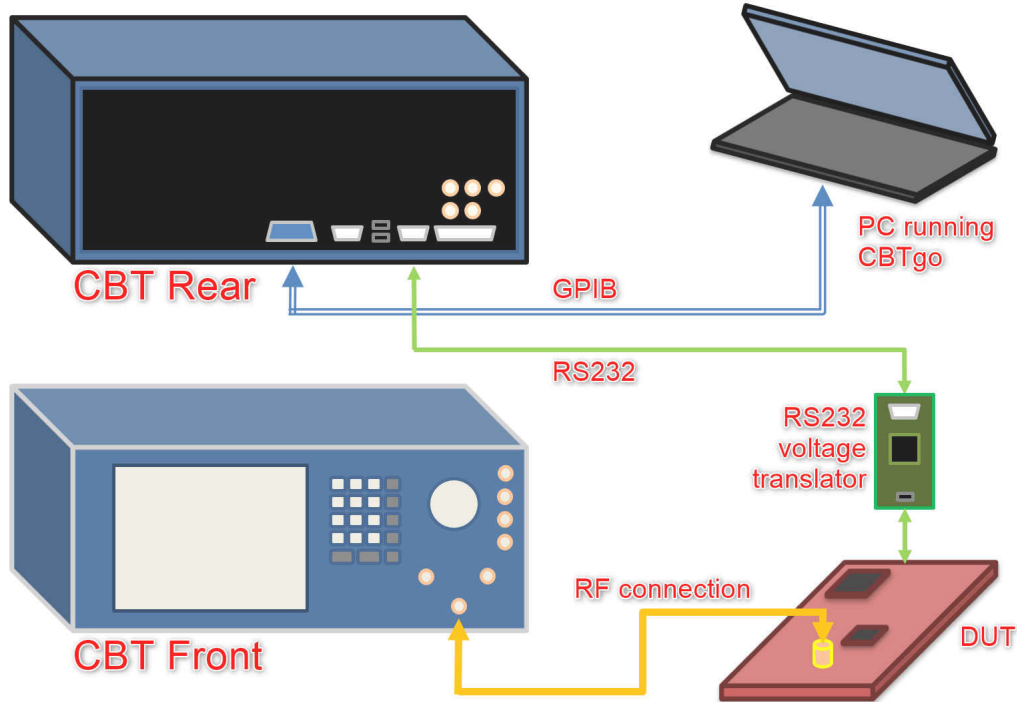


图 4-1. 测试设置

- 第一步是在主机 PC 中安装 CBTgo 软件。查看“Requirements”部分以了解下载位置。
  - “CBTgo Help” ( F1 键 ) 对于了解所需的设置和连接非常有帮助。查看主题 **Quick Start → Connecting the PD to the R&S CBT** 和 **Quick Start → Connecting Bluetooth Low Energy Device**
- 将 CBT 器件的 GPIB 接口连接到主机 PC 的 GPIB 接口。此过程不涉及如何在主机 PC 中配置 GPIB 接口的细节。
- 将 RS232 电压转换器连接到 CBT 器件背面的端口。
  - CBT RS232 端口引脚排列对应于 DTE ( 数据终端设备 )，即引脚 2 为 Rx，引脚 3 为 Tx，引脚 5 为 GND。
  - 大多数 RS232 电压转换器预期会连接到 DTE，因此使用直连串行电缆 ( 非零调制解调器 ) - 请查看 RS232 电压转换器单元的文档。
- 将 RS232 电压转换器的输出连接到 DUT。
  - 确保将电压转换器的 Tx 输出连接至 DUT 的 Rx 输入。同样，将电压转换器的 Rx 输入连接至 DUT 的 Tx 输出。
  - 将电压转换器的 GND 引脚连接至 DUT 的 GND 引脚。

### CAUTION

请特别小心接地电压差，因为它们可能会损坏测试仪、主机 PC 或 DUT ( 更多细节，请观看[此视频](#) )

- 进行 CBT 和 DUT 之间的射频连接。在 Launchpad 上，需要改造电路以将射频路径从带状线天线转向安装在电路板上的 JSC 连接器。

Launchpad 设计文件 (可在产品页上以 .ZIP 包的形式下载) 具有完整的示意图, 并包含有关转移射频路径的说明, 如 LAUNCHXL-CC26X2R1 的图 4-2 所示:

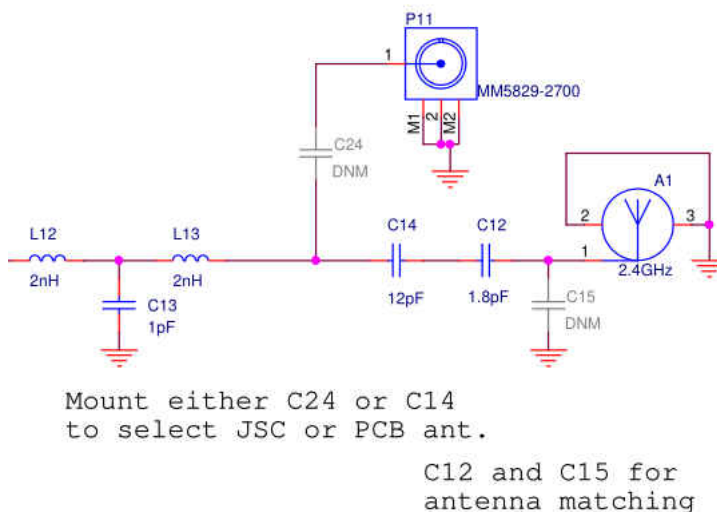


图 4-2. 原理图示例

- 任何射频连接都必须使用 VNA 或校准的频谱分析仪全面地表征其特性, 因为整个频谱范围内的衰减差异可能导致测试失败或显示不准确的结果。
  - 可能需要一个外部衰减器。
- 按以下顺序给系统上电: 主机 PC、CBT、DUT 和 RS232 电压转换器。
    - 据观察, 在 DUT 之前为 RS232 电压转换器供电可能会导致其处于不稳定状态。
  - DUT 必须已加载并运行 DTM 软件, 才能正确接收来自 CBT 器件的 HCI 命令。
    - 如果 DUT 映射 UART 端口引脚的方式与我们的 Launchpad 相同, 那么就可以使用 SDK 的 host\_test 项目。
    - 还必须注意晶体和其他硬件方面是否没有发生会影响射频配置的变化。



## 5 配置 CBTGo 测试

要远程控制测试仪时，才需要设置 CBTgo 软件。强烈建议生成测试报告。

CBTgo 软件的“Help”菜单（F1 键）可提供非常全面的参考。它包含关于过程和每个菜单选项的非常全面的解释。

1. 第一步是在菜单 *Configuration* → *Remote Port* 上设置 GPIB 连接。在此设置中，使用了 National Instruments 的控制器 USB 转 GPIB 适配器。
  - “Searching” 按钮用于查找 CBT 器件的地址。如果电缆出现问题，此过程可能会导致 CBTgo 运行很长时间或锁定（有用的故障排除）。

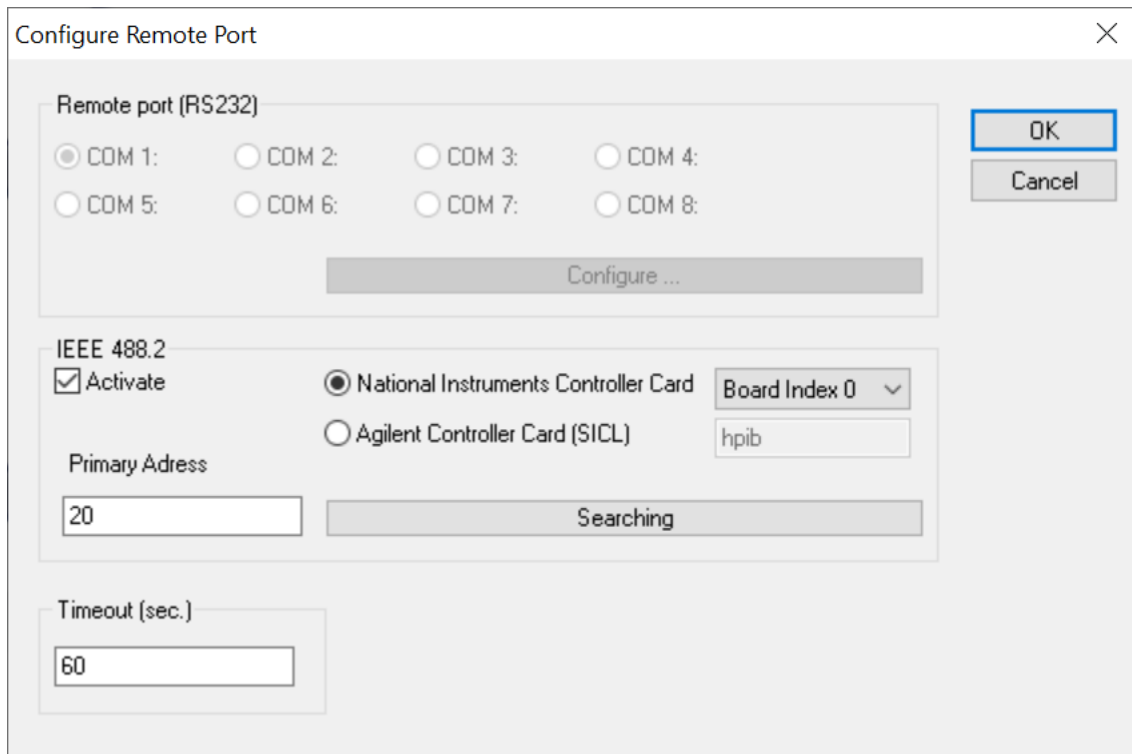


图 5-1. 远程 GPIB 端口配置

2. 转到菜单 *Configuration* → *BT Low Energy device*。这将设置到 DUT 的 RS232 端口。
  - 选择“CBT (COM1)”并点击“Configure”以设置 UART 设置（波特率、流控制、启动、停止和奇偶校验位）。host\_test 使用 115200、8N1 且没有流控制。
  - 此外，确保现场 EUT 协议设置为 HCI。

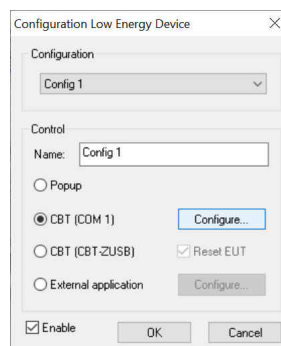


图 5-2. 远程 RS232 端口设置对话框

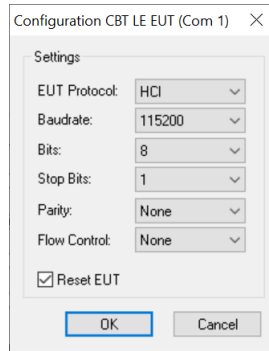


图 5-3. 控制协议设置对话框

3. 转至菜单 *Configuration* → *Measurement Report*。这允许配置各种格式以显示测试结果。

- 有几个字段不需加以说明 ( Operator、Comment 等 )，如果有问题，请参阅帮助参考 ( 在 **User Interface** → **“Configuration”** 菜单 → **Measurement Report** 上 )。
- “Autosave Print Options” 控制报告中将显示的信息量。选择 “completely” 选项可获得完整的结果集。此外，如果您有一个 “打印到 PDF” 的打印机驱动程序 ( Adobe、Foxit 等 )，那么可直接与客户共享 PDF 文件。
- “Autosave File Options” 控制要保存的文件类型。HTML 格式较佳，尽管文本或 XML 可能更容易输入到解析器脚本中以填充电子表格。

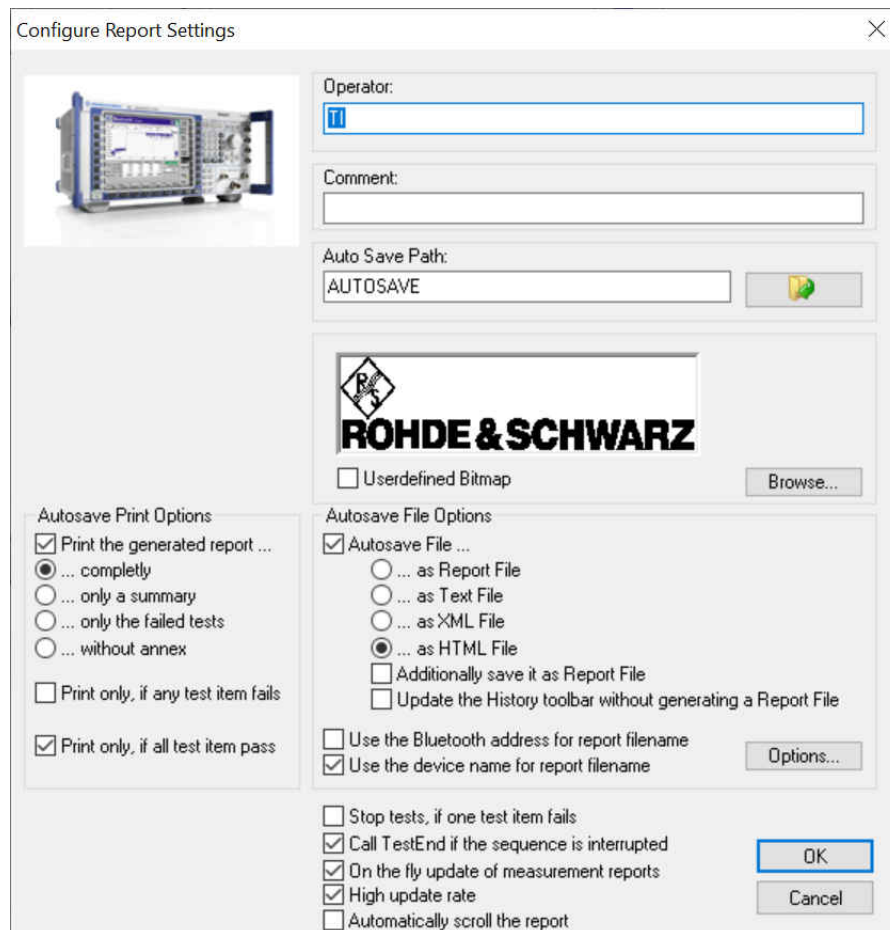


图 5-4. 测量报告设置屏幕

4. 转至菜单 *Configuration* → *Configure Tests*。所有测试步骤都将在那里进行，包括序列的初始化和终止。

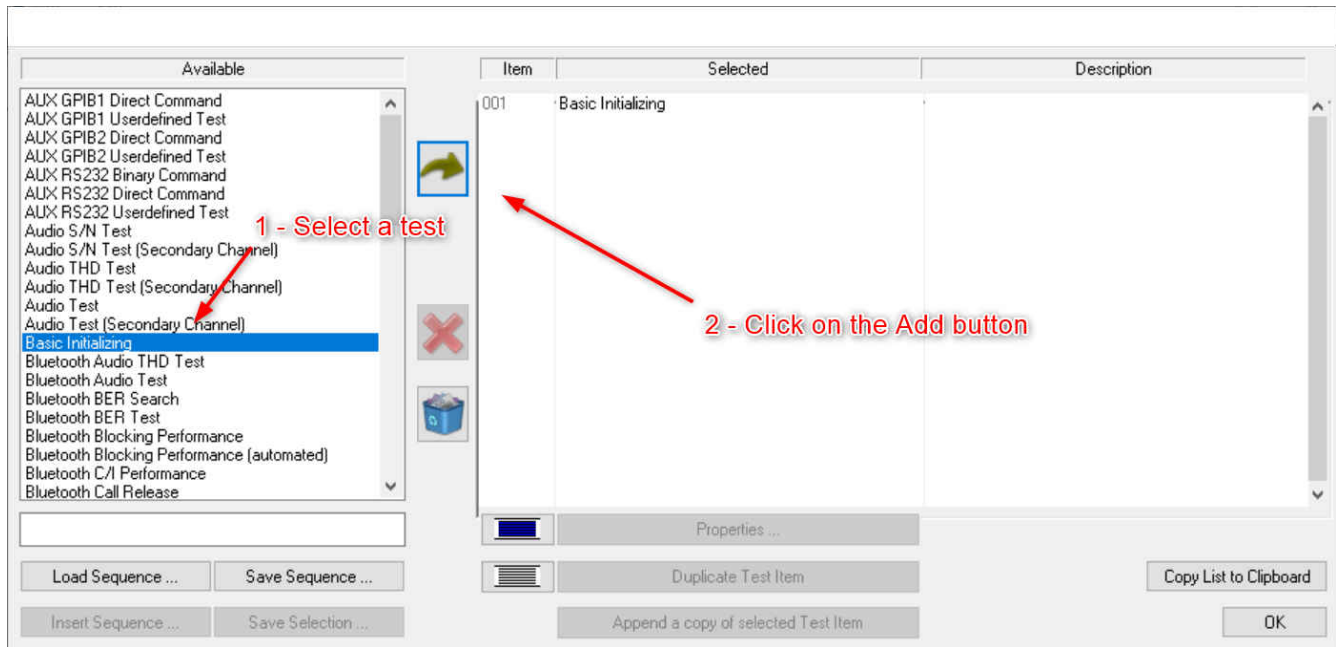


图 5-5. 蓝牙测试设置屏幕

- 测试序列始终从“Basic Initializing”（设置要测试的功能组）开始
- 对于低功耗蓝牙，第二步是“Bluetooth Low Energy Connection Setup”，旨在设置 DUT 和 CBT 之间的射频连接参数，包括外部衰减器（前一节中提到过）。

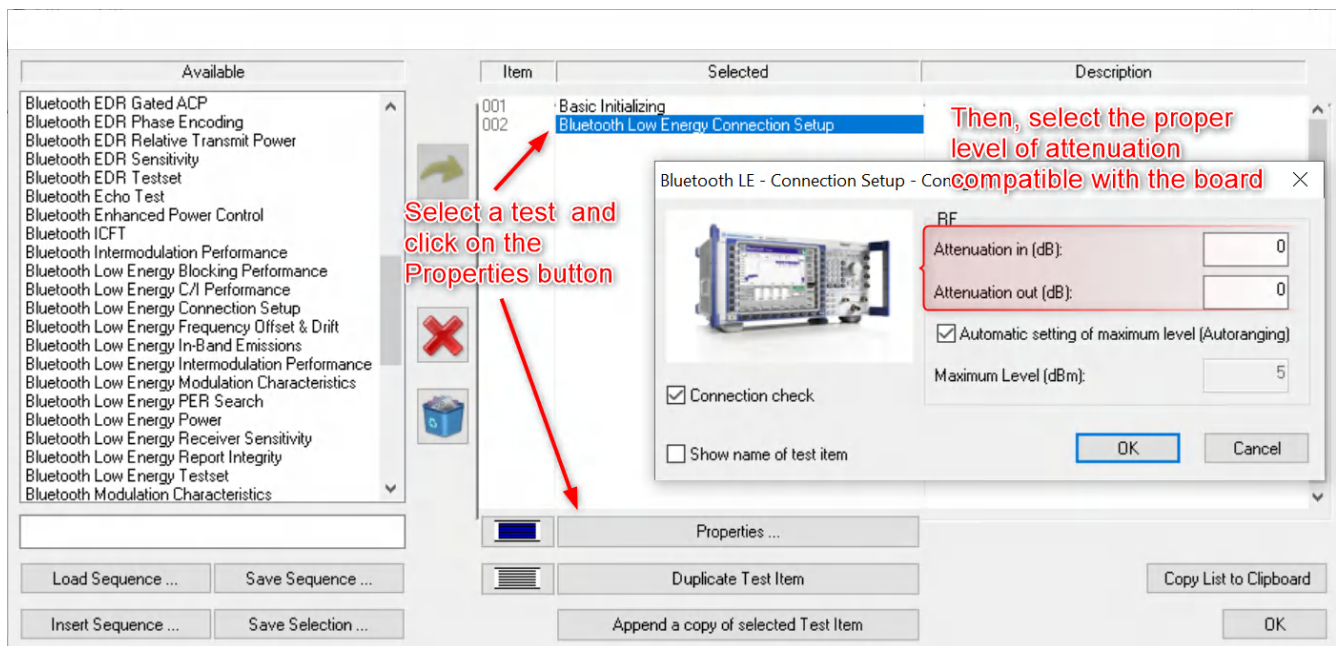


图 5-6. 蓝牙测试选项对话框

- 继续向序列中添加测试步骤并配置其属性。帮助参考（位于 **Test Reference** → **Test Items**）中显示了每个测试的全面描述
- （可选）通过点击“Load Sequence”按钮，使用现有的预定义测试序列之一。它将包含一整套测试。帮助参考（位于 **Test Reference** → **Test Sequences**）中显示了每个测试序列的全面描述。

5. 一切就绪后，只需点击顶部工具栏上的“Play”按钮即可启动测试。

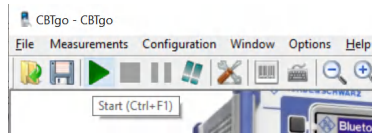


图 5-7. 启动蓝牙测试

## 6 测试序列结果

测试成功结束后，CBTgo 将提示保存或打印报告（如果选择了该选项）。

输出示例：

### Measurement Report

Date & Time: Monday, June 7, 2021 14:11:03 PM  
 Operator: TI  
 CBTgo Version: 3.0.0  
 CBT Ident: Rohde&Schwarz,CBT-1153.9000.35,100788,CBT V6.01  
 Options: CBT-B41,CBT-B55,K52,K54,K55,K57,K53,FMR7,Intel Celeron M,480 MB,DIG FPGA  
 RF FPGA  
 Sequence: - - -

Test Name and Condition	Lower Limit	Upper Limit	Measured Value	Unit	P/F
-------------------------	-------------	-------------	----------------	------	-----

Attenuation (In/Out): 0.0/0.0 dB, Max. Level: Auto

Connection to LE-Device: duration of connection check: 375 ms	---	---	---	---	Passed
---	-----	-----	-----	-----	--------

TX Start Level: -70.0 dBm, Packets: 1000, Payload: PRBS 9, Length: 37 Bytes, Dirty Transmitter: off  
 Channelscan: from Ch. 00 to Ch. 39, with detailed values

RX Level @ Ch: 00, PER: 29.80%, Count: 15	---	---	-66.40	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 01, PER: 32.10%, Count: 11	---	---	-66.60	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 02, PER: 32.20%, Count: 09	---	---	-66.50	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 03, PER: 29.00%, Count: 10	---	---	-65.80	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 04, PER: 32.50%, Count: 17	---	---	-66.00	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 05, PER: 31.20%, Count: 18	---	---	-65.90	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 06, PER: 29.80%, Count: 12	---	---	-66.10	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 07, PER: 32.00%, Count: 12	---	---	-66.30	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 08, PER: 30.80%, Count: 09	---	---	-66.40	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 09, PER: 28.80%, Count: 12	---	---	-66.40	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 10, PER: 30.20%, Count: 11	---	---	-66.60	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 11, PER: 30.50%, Count: 09	---	---	-66.50	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 12, PER: 32.60%, Count: 09	---	---	-66.50	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 13, PER: 29.60%, Count: 09	---	---	-66.40	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 14, PER: 30.00%, Count: 07	---	---	-66.40	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 15, PER: 30.50%, Count: 09	---	---	-66.50	dBm	Passed
RX Level @ Ch: 16, PER: 31.40%, Count: 12	---	---	-66.40	dBm	Passed

图 6-1. HTML 格式的示例报告

# Measurement Report **ROHDE & SCHWARZ**

Operator: TI Monday, June 7, 2021 14:11:03 PM  
 CBT Ident: Rohde&Schwarz, CBT-1153.9000.35,100788, CBT V6.01 CBTgo Version: 3.0.0  
 Options: CBT-B41, CBT-B55, K52, K54, K55, K57, K53, FMR7, Intel Celeron M, 480 MB, DIG FPGA  
 RF FPGA  
 Sequence: ---

Test Name and Condition	Lower Limit	Upper Limit	Measured Value	P/F
Attenuation (In/Out): 0.0/0.0 dB, Max. Level: Auto				
Connection to LE-Device: duration of connection check: 375 ms			passed	
TX Start Level: -70.0 dBm, Packets: 1000, Payload: PRBS 9, Length: 37 Bytes, Dirty Transmitter: off				
Channelscan: from Ch. 00 to Ch. 39, with detailed values				

# Measurement Report **ROHDE & SCHWARZ**

Test Name and Condition	Lower Limit	Upper Limit	Measured Value	P/F
RX Level @ Ch: 00, PER: 29.80%, Count: 15			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 01, PER: 32.10%, Count: 11			-66.60 dBm	
RX Level @ Ch: 02, PER: 32.20%, Count: 09			-66.50 dBm	
RX Level @ Ch: 03, PER: 29.00%, Count: 10			-65.80 dBm	
RX Level @ Ch: 04, PER: 32.50%, Count: 17			-66.00 dBm	
RX Level @ Ch: 05, PER: 31.20%, Count: 18			-65.90 dBm	
RX Level @ Ch: 06, PER: 29.80%, Count: 12			-66.10 dBm	
RX Level @ Ch: 07, PER: 32.00%, Count: 12			-66.30 dBm	
RX Level @ Ch: 08, PER: 30.80%, Count: 09			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 09, PER: 28.80%, Count: 12			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 10, PER: 30.20%, Count: 11			-66.60 dBm	
RX Level @ Ch: 11, PER: 30.50%, Count: 09			-66.50 dBm	
RX Level @ Ch: 12, PER: 32.60%, Count: 09			-66.50 dBm	
RX Level @ Ch: 13, PER: 29.60%, Count: 09			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 14, PER: 30.00%, Count: 07			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 15, PER: 30.50%, Count: 09			-66.50 dBm	
RX Level @ Ch: 16, PER: 31.40%, Count: 12			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 17, PER: 30.40%, Count: 09			-66.50 dBm	
RX Level @ Ch: 18, PER: 31.30%, Count: 09			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 19, PER: 32.00%, Count: 14			-66.30 dBm	
RX Level @ Ch: 20, PER: 30.00%, Count: 10			-66.50 dBm	
RX Level @ Ch: 21, PER: 30.50%, Count: 10			-66.50 dBm	
RX Level @ Ch: 22, PER: 31.40%, Count: 12			-66.50 dBm	
RX Level @ Ch: 23, PER: 30.00%, Count: 09			-66.30 dBm	
RX Level @ Ch: 24, PER: 32.00%, Count: 07			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 25, PER: 30.00%, Count: 14			-66.50 dBm	
RX Level @ Ch: 26, PER: 28.80%, Count: 07			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 27, PER: 30.60%, Count: 09			-66.50 dBm	
RX Level @ Ch: 28, PER: 29.30%, Count: 10			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 29, PER: 29.20%, Count: 07			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 30, PER: 30.90%, Count: 08			-66.60 dBm	
RX Level @ Ch: 31, PER: 32.50%, Count: 09			-66.50 dBm	
RX Level @ Ch: 32, PER: 29.90%, Count: 14			-66.50 dBm	
RX Level @ Ch: 33, PER: 31.00%, Count: 10			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 34, PER: 29.80%, Count: 10			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 35, PER: 31.30%, Count: 12			-66.20 dBm	
RX Level @ Ch: 36, PER: 31.10%, Count: 07			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 37, PER: 29.00%, Count: 10			-66.40 dBm	
RX Level @ Ch: 38, PER: 29.40%, Count: 13			-66.50 dBm	
RX Level @ Ch: 39, PER: 31.20%, Count: 11			-66.40 dBm	
Avg. Step Count @ 40 tests with totally 422 steps			10.55	

图 6-2. PDF 格式的示例报告

## 7 参考文献

1. [Rhode & Schwarz 网站上的 CBT/CBT32 页面](#)
2. [蓝牙核心规范](#)
3. [关于使用 CBTgo 测试蓝牙器件的应用手册](#)
4. [将 CC2640 配置为蓝牙直接测试模式](#)
5. [BLE5-Stack 用户指南](#)
6. [SimpleLink Academy](#)

## 重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.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。

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

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司



## 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