

ESP 射频测试指南



版本 1.2
乐鑫信息科技
版权所有 © 2021

关于本文档

本文档主要用于指导客户使用 EspRFTestTool 测试工具进行射频性能测试。

发布说明

日期	版本	发布说明
2021.02	v1.0	首次发布。
2021.04	v1.1	修订文档格式。
2021.08	v1.2	增加对 ESP32-H2 的说明。 更新章节 4.3。

文档变更通知

用户可通过乐鑫官网订阅页面 <https://www.espressif.com/zh-hans/subscribe> 订阅技术文档变更的电子邮件通知。

证书下载

用户可通过乐鑫官网证书下载页面 <https://www.espressif.com/zh-hans/certificates> 下载产品证书。

目录

1. 测试环境示意图	1
2. 测试准备	1
2.1. 硬件连接说明	1
2.2. 传导测试硬件连接说明	1
2.3. 其他硬件准备	2
2.4. 软件准备	2
3. 测试工具使用简介	3
3.1. EspRFTTestTool 界面	3
3.2. EspRFTTestTool 功能介绍	3
3.2.1. 功能区栏 (Menu)	3
3.2.2. 串口配置栏 (Serial Port Configuration)	4
3.2.3. 下载栏 (Download Configuration)	4
3.2.4. 测试配置栏 (Test Configuration)	4
3.2.5. 日志打印栏 (Log Information)	4
4. 射频测试	5
4.1. 下载说明	5
4.1.1. 打开 EspRFTTestTool	5
4.1.2. 固件下载设置	5
4.1.3. 下载状态	6
4.1.4. 固件下载	6
4.1.5. 串口打印	6
4.2. Wi-Fi 性能测试	6
4.2.1. Wi-Fi Test	7
4.3. BT 性能测试	9
4.3.1. BT Test	9



1. 测试环境示意图

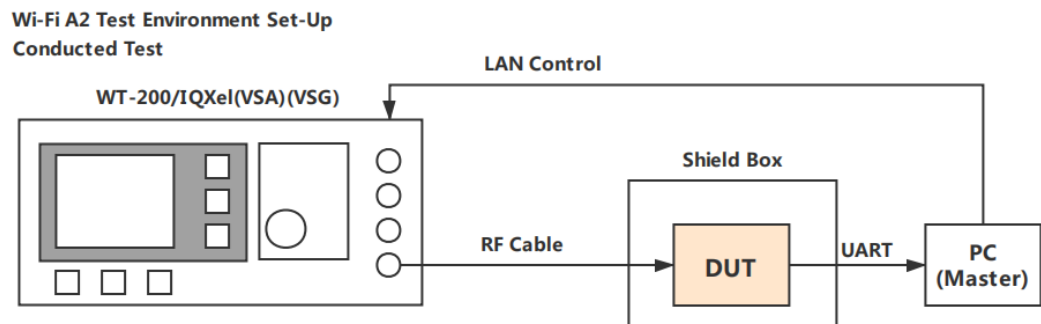


图 1-1. 搭建环境示意图

- 待测设备为基于 ESP32/ESP8266/ESP32-C3 等相关硬件设计产品。
- 测试时，PC 端运行 EspRFTTestTool 测试工具，PC 与待测设备通过 UART 进行通讯交互，并实现各种测试模式的配置。
- 测试仪器为 WT-200/IQxel 等综测仪，用于测试待测设备在不同模式下的射频性能。



2. 测试准备

2.1. 硬件连接说明

表 2-1. 硬件连接说明

芯片类型	连接说明
ESP8266 ESP8285	<ul style="list-style-type: none">3V3/CH_EN 管脚连接到 3.3 V 电源RXD/TXD/GND 管脚连接到串口模块的对应引脚上，使 PC 与设备通信MTDO (GPIO15) 管脚下拉GPIO0 管脚下拉时，设备进入下载模式
ESP32 ESP32-S2 ESP32-S3	<ul style="list-style-type: none">3V3/CH_EN 管脚连接到 3.3 V 电源RXD/TXD/GND 管脚连接到串口模块的对应引脚上，使 PC 与设备通信GPIO0 管脚下拉时，设备进入下载模式
ESP32-C3 ESP32-C6 ESP32-H2	<ul style="list-style-type: none">3V3/CH_EN 管脚连接到 3.3 V 电源RXD/TXD/GND 管脚连接到串口模块的对应引脚上，使 PC 与设备通信GPIO9 管脚下拉，GPIO8 管脚上拉时，设备进入下载模式
ESP-DevKitC 系列	<ul style="list-style-type: none">开发板具备自动下载功能，测试时只需将 USB 串口连接至 PC 端即可

2.2. 传导测试硬件连接说明

对于带 I-PEX 端子的模组，做传导测试时，可以将射频 Cable 线连接到 I-PEX 端子上（0 欧姆选切电阻切入 I-PEX 端即可）。

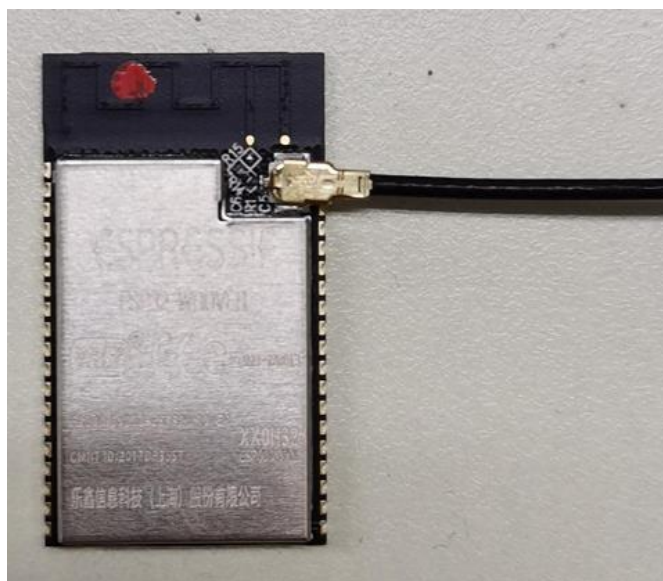


图 2-1. PCB 板载天线选切传导测试示意图



对于单 PCB 板载天线模组，做传导测试时，需要割断后端的 PCB 天线，再焊接射频 Cable，以确保测试数据的准确性。

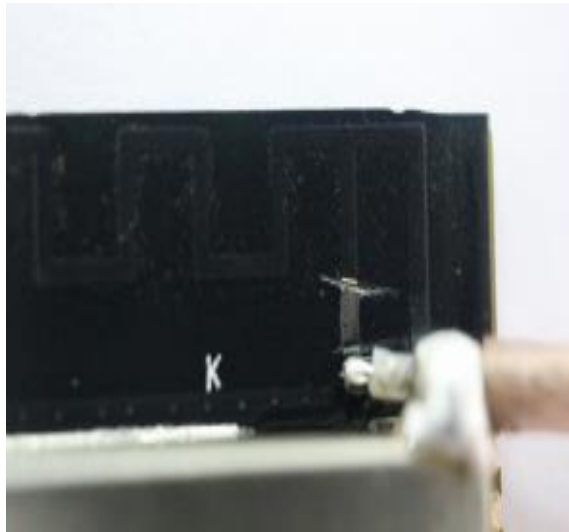




图 2-2. PCB 板载天线改传导测试示意图

2.3. 其他硬件准备

表 2-2. 其他硬件准备

名称	图片	数量	简介
ESP32/ESP8266 系列模组	客户/ESP 自研产品	按测试要求	客户基于 ESP32/ESP8266 系列开发的相关产品
串口测试底板		1	功能是 USB 转串口，PC 工具最终通过测试底板上的串口与待测设备进行通讯
Micro USB 数据线		1	用于连接串口测试底板和 PC
PC	--	1	用于运行相关的软件
Wi-Fi 综测仪	--	1	用于测试 Wi-Fi 性能参数，如：WT200/IQXel 等

2.4. 软件准备

表 2-3. 软件准备

名称	简介
CP210x_Windows_Drivers	USB 转 UART 串口驱动
EspRFTTestTool 测试工具	该工具集成了烧录测试固件和运行测试项的相关测试命令配置



3. 测试工具使用简介

3.1. EspRFTTestTool 界面

EspRFTTestTool 界面主要分为五部分，分别是功能区栏 (Menu)、串口配置栏 (Serial Port Configuration)、下载栏 (Download Configuration)、测试配置栏 (Test Configuration) 以及日志打印栏 (Log Information)，如图 3-1 所示。

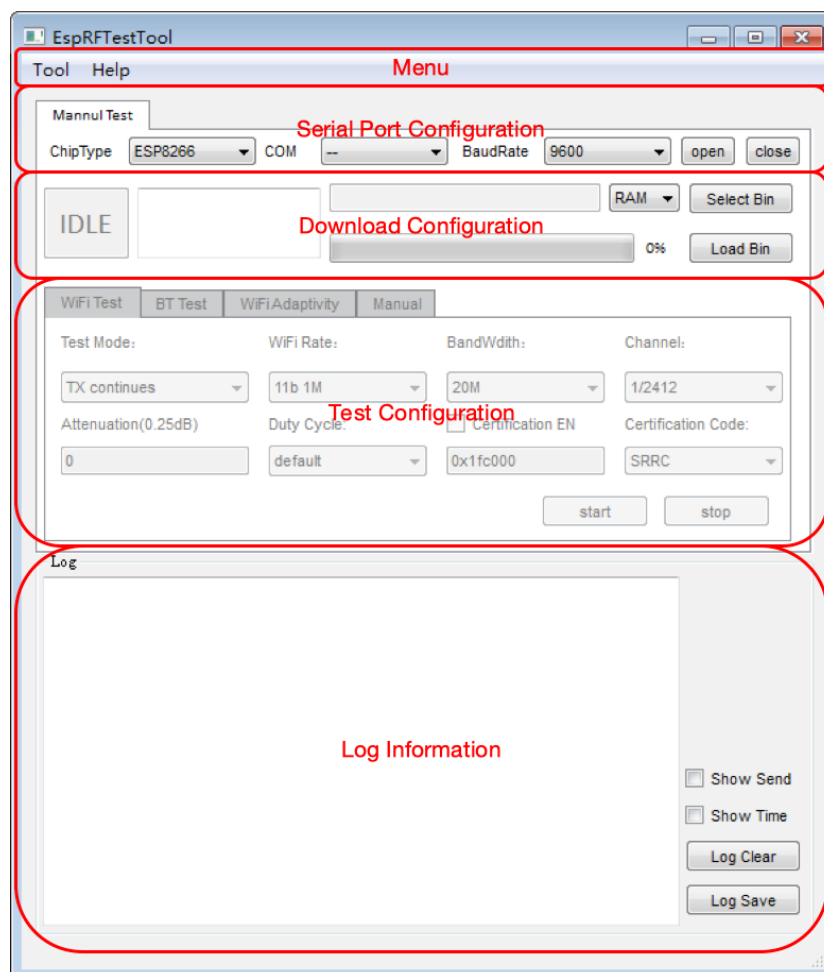


图 3-1. EspRFTTestTool 主界面

3.2. EspRFTTestTool 功能介绍

3.2.1. 功能区栏 (Menu)

功能区栏包括 Tool 和 Help，其中 Tool 包含 DownloadTool 和 PowerLimitTool。

- DownloadTool: 主要用于待测设备测试固件的下载，详情请参考《DownloadTool 使用说明》。
- PowerLimitTool: 可配置生成包括 SRRC 等单个或多国主流认证所需的 Phy Init Bin 文件，详情请参考《ESP32-Series PowerLimitTool 使用说明》。



Help 包含 Tool Help、RF Test Help、RF Certification Help。

- Tool Help: 各工具的使用说明文档。
- RF Test Help: 射频测试说明文档。
- RF Certification Help: 认证测试相关说明文档。

3.2.2. 串口配置栏 (Serial Port Configuration)

包括芯片类型、串口号、波特率、打开和关闭串口。测试时，默认波特率配置为 115200。

3.2.3. 下载栏 (Download Configuration)

主要用于测试固件的下载，详细说明请参考章节 4.1。

3.2.4. 测试配置栏 (Test Configuration)

包括 Wi-Fi Test、BT Test、Wi-Fi Adaptivity 以及手动输入测试命令 (Manual) 四个界面。

- Wi-Fi Test: 主要用于 Wi-Fi 收发包测试，详细说明请参考章节 4.2。
- BT Test: 主要用于 BT 收发包测试，详细说明请参考章节 4.3。
- Wi-Fi Adaptivity: 主要用于自适应认证测试，详细说明请参考《CE 认证说明》中的章节 3.2。
- Manual: 手动命令测试。

3.2.5. 日志打印栏 (Log Information)

所有的操作信息都会在此处打印。用户可以具体查看模组信息及对日志进行保存和清除操作。



4. 射频测试

4.1. 下载说明

EspRFTestTool 的下载界面如图 4-1 所示。

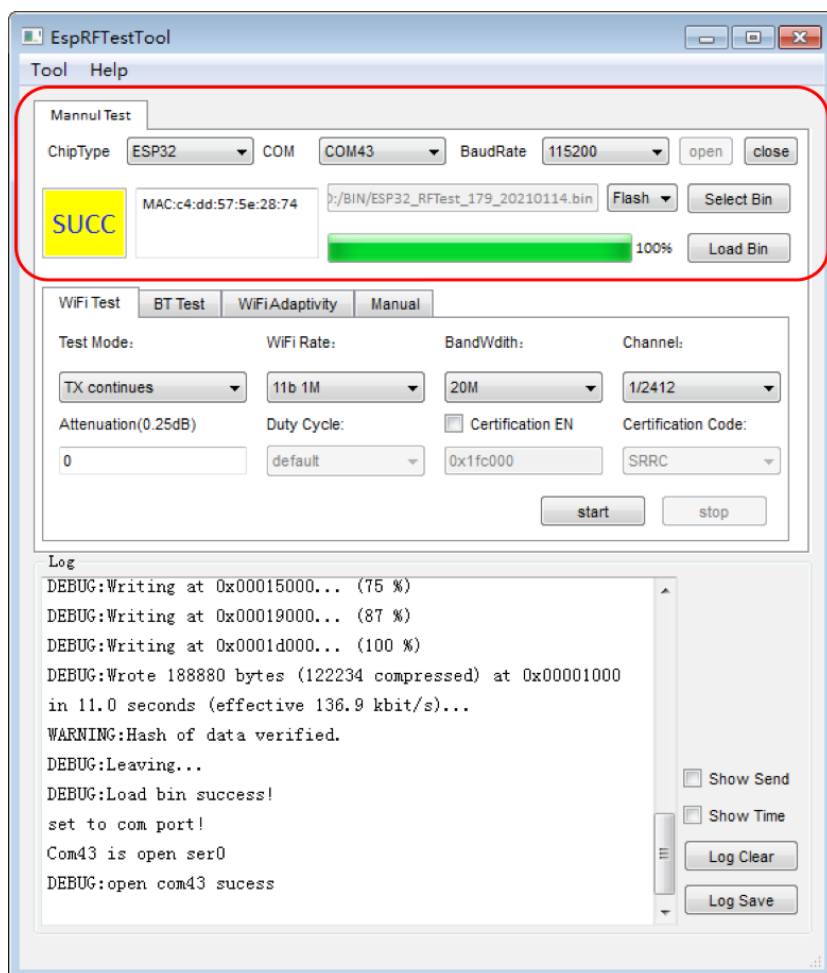


图 4-1. 下载配置设置

4.1.1. 打开 EspRFTestTool

- **ChipType:** 选择对应的 ESP 芯片名称，如：ESP32/ESP8266 等。
- **COM:** 选择使用的串口。
- **BaudRate:** 选择使用的波特率，下载固件时，用户可自行配置波特率。
- **串口开关:** 点击 **open**、**close** 按钮，可进行切换。

4.1.2. 固件下载设置

- 下载到“RAM”或“Flash”

点击“**RAM**”按钮，选择下载固件到“RAM”或“Flash”。两者的区别是，若下载到 Flash，一般只需下载一次，下载完成后将 GPIO0 悬空，并将设备重新上



电，即可进入正常工作模式。若下载到 RAM，下载完成后可以直接运行，但是设备掉电后 RAM 中的程序会消失，需要重新下载。

- 选取待下载固件

点击“**Select Bin**”按钮，在本地选取需要下载的固件，选择后会在固件显示栏显示当前选择的固件路径及名称。需要注意的是不同的芯片所对应的测试固件也不同。

4.1.3. 下载状态

- SYNC: 同步中
- Load: 下载中
- SUCC: 下载成功
- Fail: 下载失败

4.1.4. 固件下载

Load Bin: 点击 **Load Bin** 按钮，开始下载固件。当绿色进程条显示 100%，并且状态栏显示“SUCC”字样即表示下载成功。

4.1.5. 串口打印

下载完成后，将 GPIO0 管脚悬空并重新上电，使设备进入正常工作模式，此时便可开始测试。用户也可以通过串口工具来检查固件是否烧录成功，以 ESP32 为例，图 4-2 是 ESP32 下载射频测试固件后的串口打印。

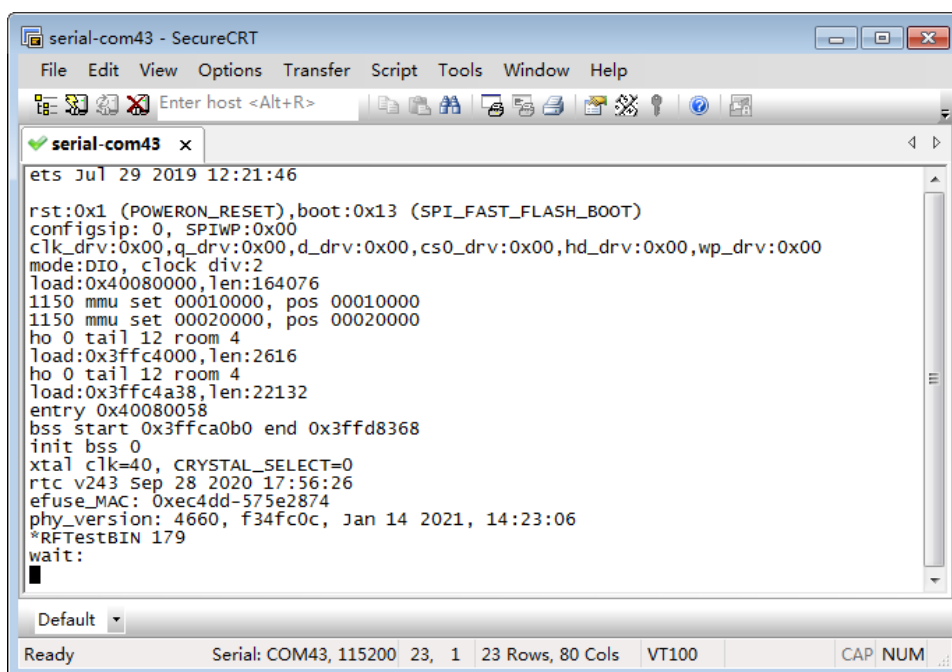


图 4-2. ESP32 射频测试固件串口打印

4.2. Wi-Fi 性能测试

EspRFTTestTool 的 Wi-Fi Test 测试界面，如图 4-3 所示。



The image shows a software interface for Wi-Fi testing. It has four tabs at the top: 'WiFi Test' (selected), 'BT Test', 'WiFi Adaptivity', and 'Manual'. Below the tabs are several configuration fields:

- Test Mode:** A dropdown menu with 'TX packet' selected.
- WiFi Rate:** A dropdown menu with '11n Mcs7' selected.
- BandWidth:** A dropdown menu with '20M' selected.
- Channel:** A dropdown menu with '1/2412' selected.
- Attenuation(0.25dB):** A text input field with '0' entered.
- Duty Cycle:** A dropdown menu with 'default' selected.
- Certification EN:** A checkbox that is currently unchecked.
- Certification Code:** A text input field with '0x1fc000' entered.

At the bottom right, there are two buttons: 'start' and 'stop'.

图 4-3. Wi-Fi Test Mode 界面

4.2.1. Wi-Fi Test

Test Mode 包括:

- TX continues: 连续发包，主要用于认证测试。
- TX packet: 非连续发包，主要用于发射性能测试。
- RX packet: 收包，主要用于接收性能测试。
- TX tone: 单载波信号。

Wi-Fi Rate 包括:

- 射频测试 b/g/n 收发包速率。

BandWidth 包括:

- 11n HT20, 20 M 信号带宽。
- 11n HT40, 40 M 信号带宽（仅 ESP32 系列支持）。

Channel:

- 为收发信道。

Attenuation(0.25dB):

- 表示发射功率衰减值。
- 认证中如果需要降功率，可在 **Attenuation(0.25dB)** 里填写数值来实现。默认数值是 0，表示不衰减。填 4 表示衰减 1 dB, 6 表示衰减 1.5 dB, 10 表示衰减 2.5 dB, 以此类推。

Duty Cycle:

- 表示发包占空比，支持 10%、50%、90% 以及 default 四种配置。

Certification EN 和 **Certification Code:**

- 用于验证 power limit table 是否生效，详细说明请参考《ESP32-Series PowerLimitTool 使用说明》。



根据测试要求选择测试条件，点击 **start** 开始发包/收包；点击 **stop** 停止发包/收包。Wi-Fi 收发包打印日志如图 4-4 所示；左为 Wi-Fi TX（发包）的打印日志界面，右为 Wi-Fi RX（收包）的打印界面。

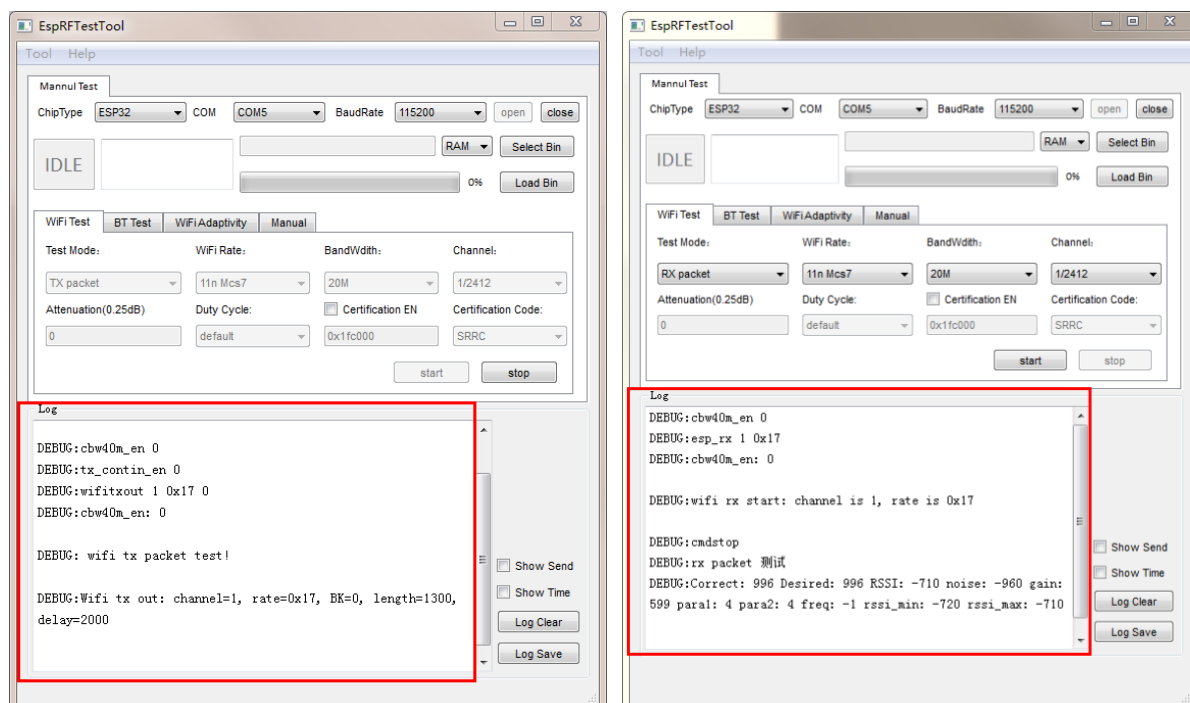


图 4-4. Wi-Fi 收发包打印日志界面

Wi-Fi 发包 Log 解读：

- **cbw40m_en 0**：“0”表示信道带宽为 20 M，“1”表示信道带宽为 40 M。
- **wifitxout 1 0x17 0**：“1”表示信道为 1，“0x17”表示测试速率为 Mcs7。
- **Wifi tx out: channel=1, rate=0x17, BK=0, length=1300, delay=2000**：表示 Wi-Fi 发包成功。

Wi-Fi 收包 Log 解读：

仪器收包结束，点击“**stop**”按钮，返回收包“Log”信息为

- **Correct: 996** 表示收到的包总数。
- **Desired: 996** 表示收到配置项中指定速率的包总数。
- **RSSI: -710** 表示接收信号强度，代表接收信号强度为 -71 dBm。
- 其他打印信息为研发 Debug 参数。

每次收发包如需调整测试需求都要点击 **stop** 停止收发指令，调整完成点击 **start** 开始收发包测试。



4.3. BT 性能测试

BT Test 测试界面如图 4-5 所示。蓝牙的测试固件和 Wi-Fi 相同，只需要在测试工具里点击 **BT Test** 即可。

WiFi Test	BT Test	WiFi Adaptivity	Manual
Test Mode:			
BT TX			
Power Level:		Channel:	
4		2/2404	
Ulap:		Hoppe:	
0x6BC6967e		No	
Itaddr:		Payload length:	
0x0		250	
Syncw:		Data Rate:	
0x0		1M_DH1_1010	
		start stop	

图 4-5. BT Test Mode 界面

4.3.1. BT Test

Test Mode 包括：

- BT TX：用于经典蓝牙发射测试。
- BT RX：用于经典蓝牙接收测试。
- BLE TX：用于低功耗蓝牙发射测试。
- BLE RX：用于低功耗蓝牙接收测试。
- TX tone：单载波信号。

Power Level：

- 为发包功率等级。

Channel：

- 为收发信道。

Data Rate：

- 为收发包速率。

其他配置可保留默认配置，根据实际测试要求选择测试条件，点击 **start** 开始发包；点击 **stop** 停止发包。如图 4-6 所示，左为 BT TX（发包）的打印日志界面，右为 BT RX（收包）的打印日志界面。如图 4-7 所示，左为 BLE TX（发包）的打印界面，右为 BLE RX（收包）的打印界面。如图 4-8 所示，**TX tone** 发包的打印日志。

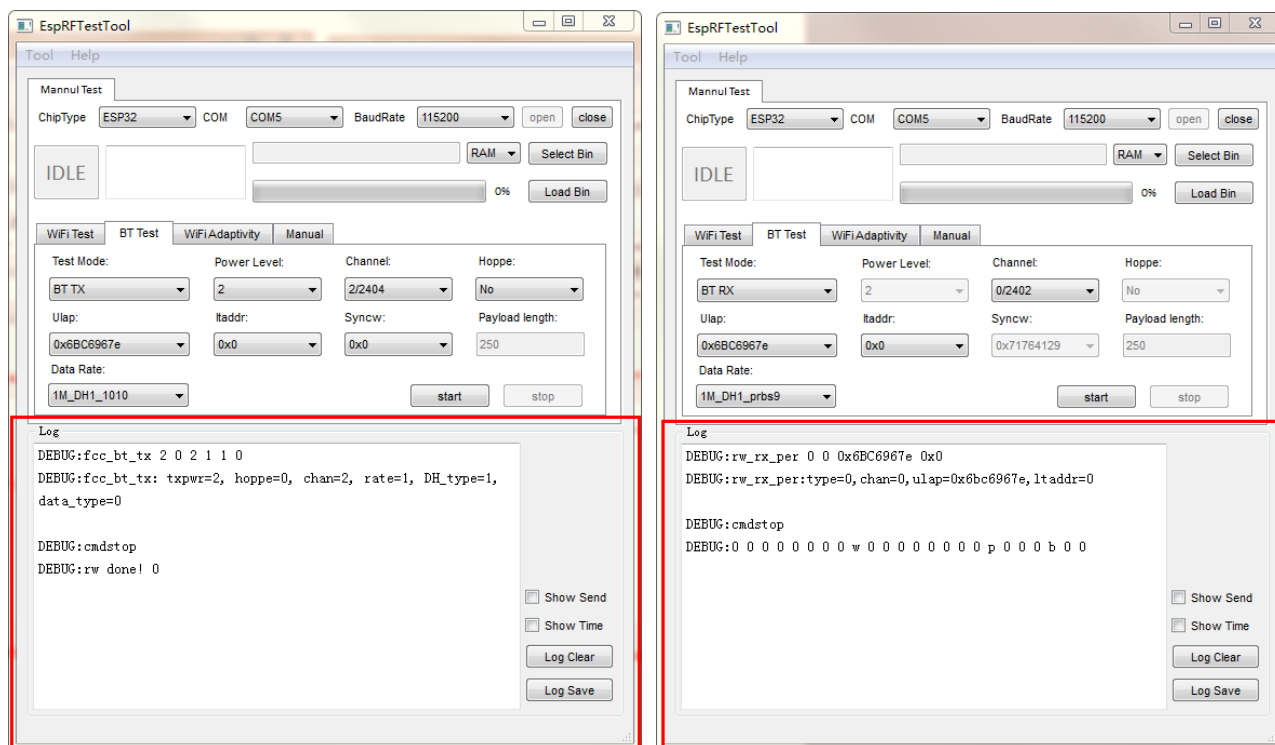


图 4-6. BT 收发包打印日志界面

BT 发包 Log 解读:

- **fcc_bt_tx 2 0 2 1 1 0**: BT 发包测试开始。
- **txpwr=2**: 测试发包功率等级。
- **hoppe=0**: 不支持跳频。
- **chan=2**: 收发包信道为 2。
- **rate=1**: 测试速率为 1 M。
- **DH_type=1, data_type=0**: 表示包类型为 DH1, 1010。

BT 收包 Log 解读:

rw_rx_per 0 0 0x6BC6967e 0x0: BT 收包测试开始。

仪器收包结束, 点击“stop”按钮, 返回收包“Log”信息为:

000000000000w0000000000p000b00。

- 返回打印的第一个参数 (16 进制) 表示本次总收到的包个数。
- 返回打印的第二个参数 (16 进制) 表示本次收到对应速率的包个数。
- 返回打印的最后一个参数 (16 进制) 表示本次共收到的误码个数。
- 返回打印的倒数第二个参数 (16 进制) 表示本次共收到对应速率的总码数。

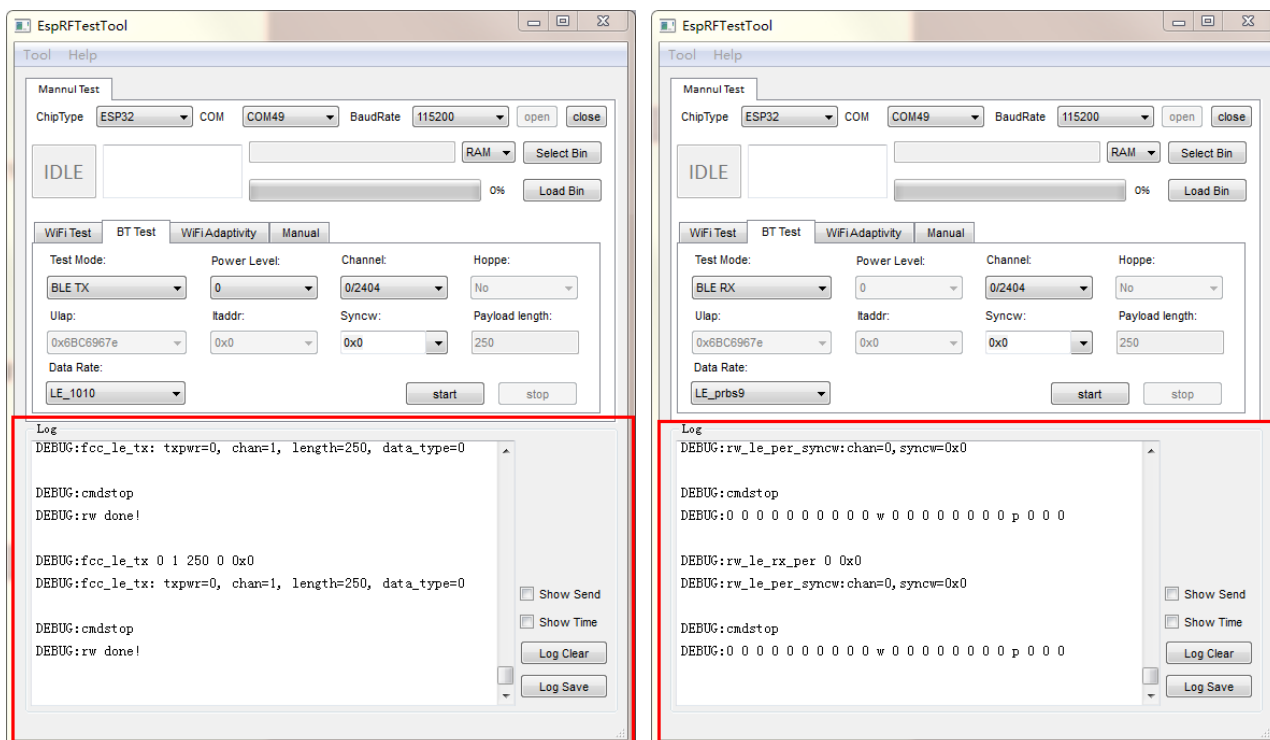


图 4-7. Bluetooth LE 收发包打印日志界面

Bluetooth LE 发包 Log 解读:

- **fcc_le_tx 0 1 250 0 0x0**: Bluetooth LE 发包测试开始。
- **txpwr=0**: 测试发包功率等级。
- **chan=1**: 发包信道为 1。
- **length=250**: payload 长度选择。
- **data_type=0**: 类型选择。0: 1010, 1: 00001111, 2: prbs9。

Bluetooth LE 收包 Log 解读:

rw_le_rx_per 0 0x0: Bluetooth LE 收包测试开始。

仪器收包结束，运行“stop”，返回收包“Log”信息为：

0000000000w000000000p000

- 返回打印的第一个参数（16 进制）表示本次总共收到的包个数。
- 返回打印的第二个参数（16 进制）表示本次收到对应速率的包个数。
- 返回打印的最后一个参数（16 进制）表示本次共收到的误码个数。
- 返回打印的倒数第二个参数（16 进制）表示本次共收到对应速率的总码数。

TX tone: 单载波信号

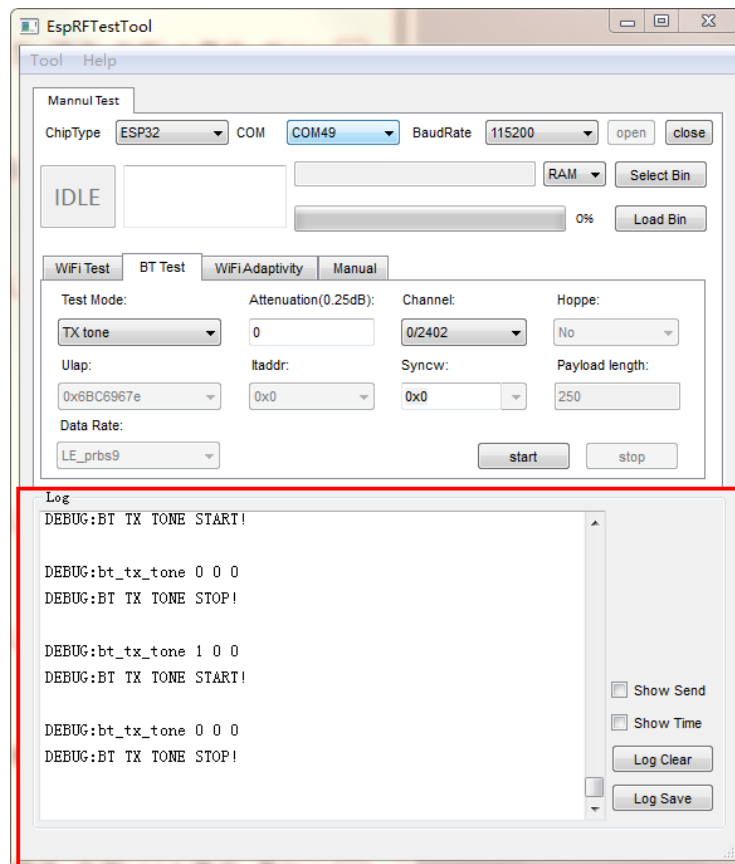


图 4-8.TX tone 发包打印日志界面

TX tone 发包 Log 解读:

- **bt_tx_tone 1 0 0:** TX tone 发包测试开始。
- 第一位单载波发送使能信号，1 表示发送，0 表示停止发送。
- 第二位单载波发送信道选择。
- 第三位单载波功率衰减参数，单位是 0.25dB，4 表示功率衰减 1dB，以此类推。



免责声明和版权公告

本文档中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

本文档可能引用了第三方的信息，所有引用的信息均为“按现状”提供，乐鑫不对信息的准确性、真实性做任何保证。

乐鑫不对本文档的内容做任何保证，包括内容的适销性、是否适用于特定用途，也不提供任何其他乐鑫提案、规格书或样品在他处提到的任何保证。

乐鑫不对本文档是否侵犯第三方权利做任何保证，也不对使用本文档内信息导致的任何侵犯知识产权的行为负责。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权许可，不管是明示许可还是暗示许可。

Wi-Fi 联盟成员标志归 Wi-Fi 联盟所有。蓝牙标志是 Bluetooth SIG 的注册商标。

文档中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权归 © 2021 乐鑫信息科技（上海）股份有限公司。保留所有权利。