

ESP 射频测试指南



版本 V1.0
乐鑫信息科技
版权所有 © 2021

关于本文档

概述

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

发布说明

日期	版本	发布说明
2020.02.20	V1.0	首次发布

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。

目录

关于本文档.....	1
概述	1
发布说明.....	1
文档变更通知.....	1
1. 测试环境示意图.....	3
1.1. 环境搭建示意图.....	3
2. 测试准备.....	4
2.1. 硬件连接说明.....	4
2.2. 传导测试硬件连接说明.....	5
2.3. 其他硬件准备.....	6
2.4. 软件准备.....	6
3. 测试工具使用简介.....	7
3.1. ESP RF Test Tool.....	7
3.2. RF Test Tool 功能介绍.....	7
4. 射频测试.....	9
4.1. 下载说明.....	9
4.2. Wi-Fi 性能测试.....	11
4.2.1. Wi-Fi Test.....	11
4.3. BT 性能测试.....	13
4.3.1. BT Test:	13



1. 测试环境示意图

1.1. 环境搭建示意图

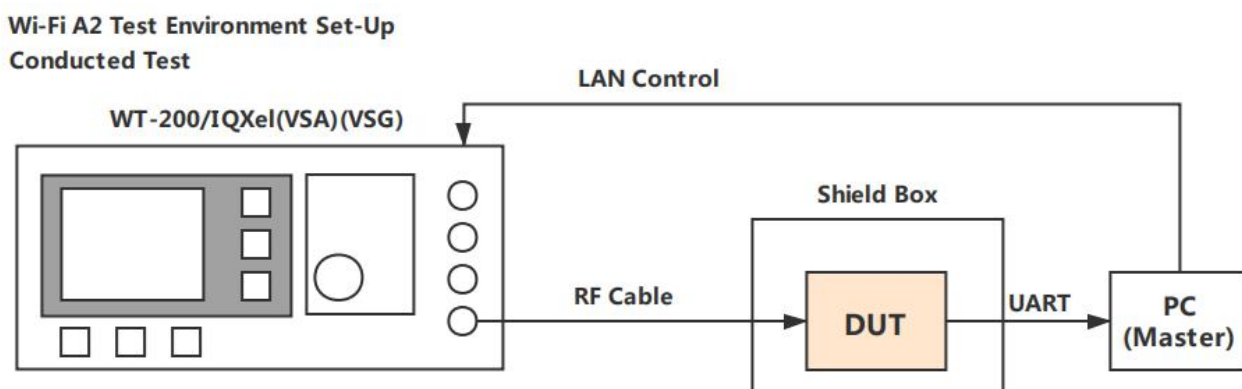


图 1-1. 搭建环境示意图

- 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 EspRFTestTool 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 IQView/IQxel/WT-200 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	3V3/CH_EN 管脚连接到 3.3V 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	3V3/CH_EN 管脚连接到 3.3V 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	3V3/CH_EN 管脚连接到 3.3V 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	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 IPEX 端子上（0 欧姆选切电阻切入 IPEX 端即可）。

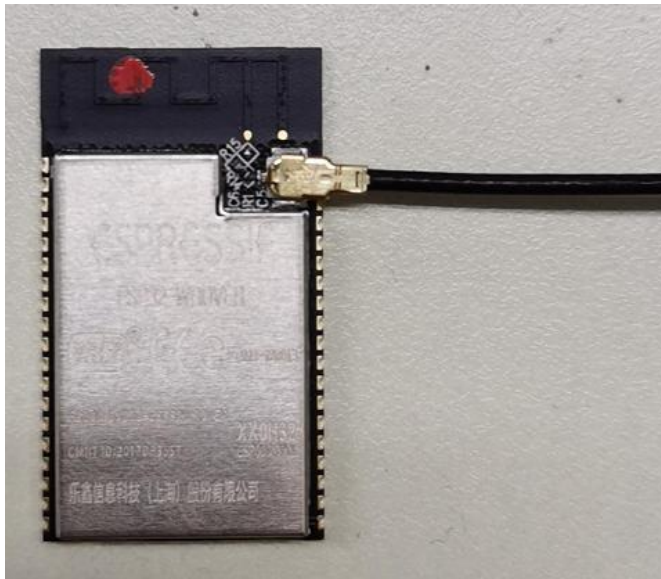


图 2-1. PCB 板载天线选切传导测试示意图

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。

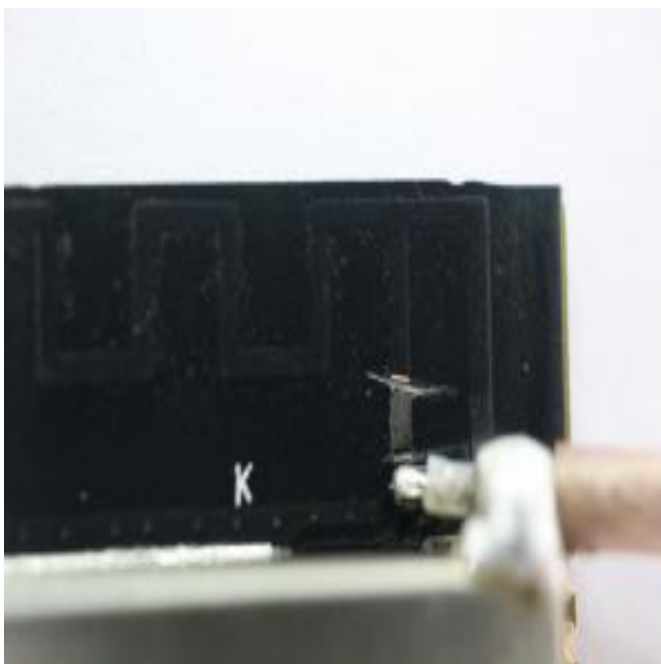




图 2-2. PCB 板载天线制造传导测试示意图



2.3. 其他硬件准备

表 2-4. 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 的开发的相关产品
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/IQ Xel 等

2.4. 软件准备

表 2-5. 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. ESP RF Test Tool

RF Test Tool 界面主要分为五部分，分别是功能区、串口配置栏、下载栏、测试配置栏，日志打印栏，如图 3-1 所示。

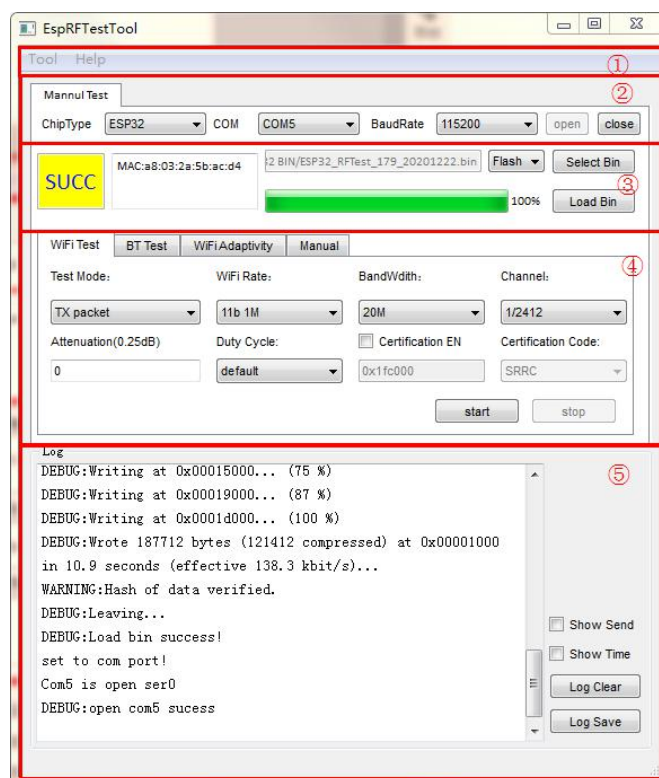


图 3-1. RF Test Tool 主界面

3.2. RF Test Tool 功能介绍

3.2.1. 功能区栏

功能区栏包括 Tool、Help，其中 Tool 包含 Download Tool、Powerlimit Tool。

- Download Tool: 主要用于待测设备测试固件的下载，详细请参考“Download Tool 使用说明”。
- Powerlimit Tool: 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，详细请参考“ESP32-Series Power Limit Tool”。

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

- Tool Help: 各工具使用使用说明文档。
- 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:

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:

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:

- 包括 WiFi Test 、BT Test、WiFi Adaptivity 以及手动输入测试命令(Manual)四个界面。
- WiFi Test:主要用于 WiFi 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。
- WiFi Adaptivity: 主要用于自适应认证测试，详细说明请参考“CE 认证说明文档”中的章节 3.2。
- Manual: 手动命令测试。

3.2.5. 日志打印栏:

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

ESP RF Test Tool，下载界面，如图 4-1 所示。

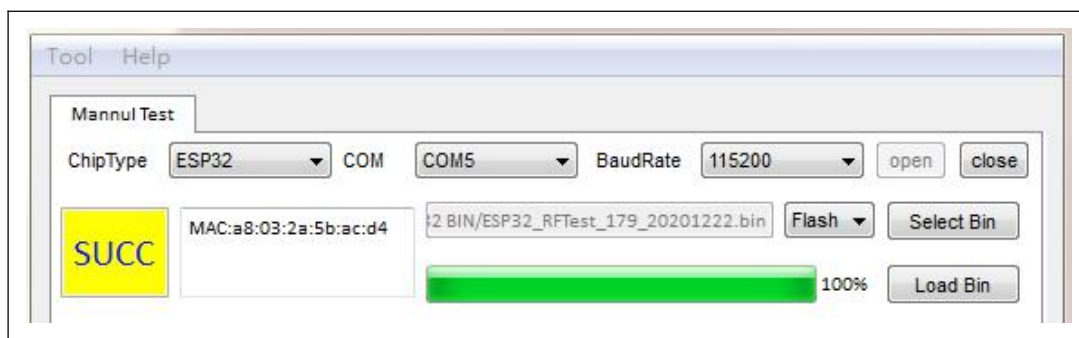


图 4-1. 下载配置设置

4.1.1. 打开 ESP RF Test Tool

- **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，可进行切换。

4.1.2. 固件下载设置

- **下载到 “RAM” 或 “Flash”**

点击 “**RAM**”，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**”，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

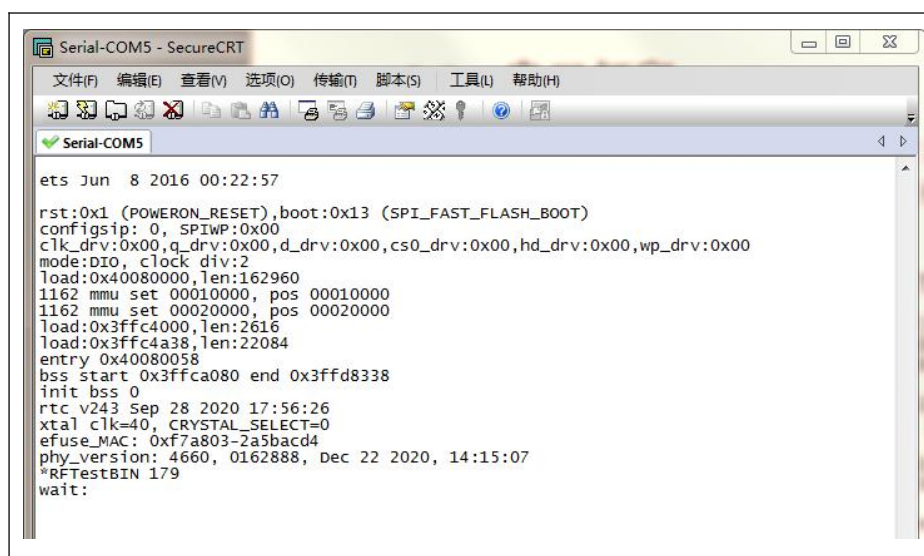


- Load Bin

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

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 3-1 是 ESP32 下载射频测试固件后的串口打印。



```
ets Jun 8 2016 00:22:57
rst:0x1 (POWERON_RESET),boot:0x13 (SPI_FAST_FLASH_BOOT)
configsip: 0, SPIWP:0x00
clk_drv:0x00,q_drv:0x00,d_drv:0x00,cs0_drv:0x00,hd_drv:0x00,wp_drv:0x00
mode:DIO, clock div:2
load:0x40080000,len:162960
1162 mmu set 00010000, pos 00010000
1162 mmu set 00020000, pos 00020000
load:0x3ffc4000,len:2616
load:0x3ffc4a38,len:22084
entry 0x40080058
bss start 0x3ffca080 end 0x3ffd8338
init bss 0
rtc v243 Sep 28 2020 17:56:26
xtal clk=40, CRYSTAL_SELECT=0
efuse_MAC: 0xf7a803-2a5bacd4
phy_version: 4660, 0162888, Dec 22 2020, 14:15:07
*RFTestBIN i79
wait:
```

图 4-2. ESP32 射频测试固件串口打印



4.2. Wi-Fi 性能测试

ESP RF Test Tool, WiFi Test 测试界面, 如图 4-3 所示。

图 4-3. WiFi 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。

WiFi Rate 包括:

- 射频测试 b/g/n 收发包速率。

BandWidth 包括:

- 11n HT20, 20M 信号带宽。
- 11n HT40, 40M 信号带宽 (仅 ESP32 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 1dB, 6 表示衰减 1.5dB, 10 表示衰减 2.5dB, 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, Certification Code:

- 用于验证 power limit table 是否生效, 详细说明请参考“ESP32-Series_Power_Limit_Tool”。



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。WiFi 收发包打印如图 4-4 所示；左为 WiFi TX（发包）的打印界面，右为 WiFi RX（收包）的打印界面。

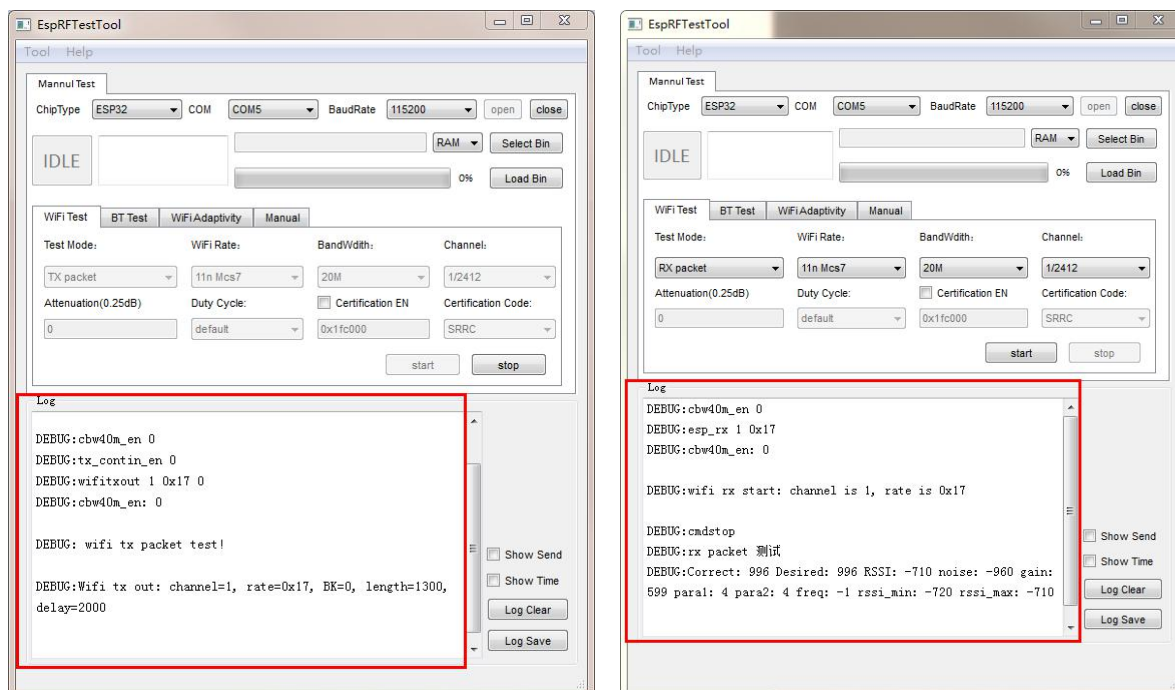


图 4-4. WiFi 收发包打印日志界面

Wi-Fi 发包 Log 解读:

- cbw40m_en 0: “0”表示信道带宽为 20M，“1”表示信道带宽为 40M。
- 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 WiFi 发包成功。

Wi-Fi 收包 Log 解读:

仪器收包结束，运行“stop”，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。蓝牙的测试固件和 WiFi 相同，只需要在测试工具里点击 BT Test 即可。如图 4-5 所示。

The screenshot shows the 'BT Test' configuration window. It has four tabs: 'WiFi Test', 'BT Test' (active), 'WiFi Adaptivity', and 'Manual'. The configuration area contains several dropdown menus and text boxes. 'Test Mode' is set to 'BT TX'. 'Power Level' is set to '4'. 'Channel' is set to '2/2404'. 'Hoppe' is set to 'No'. 'Ulap' is set to '0x6BC6967e'. 'Itaddr' is set to '0x0'. 'Syncw' is set to '0x0'. 'Payload length' is set to '250'. 'Data Rate' is set to '1M_DH1_1010'. At the bottom right, there are 'start' and 'stop' buttons.

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 4.3.1. 小节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）的打印界面，右为 BT RX（收包）的打印界面。

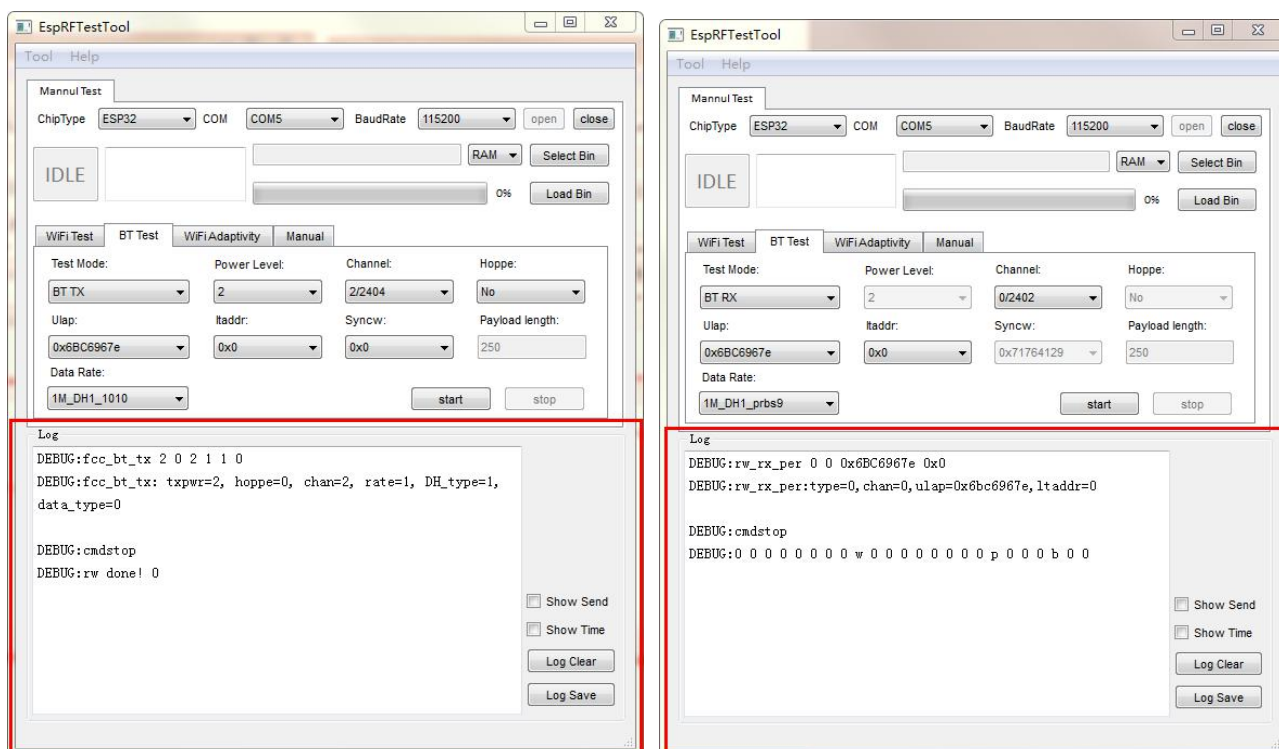


图 4-6. BT 收发包打印日志界面

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 1M。
- 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, 运行 “stop”, 返回收包 “Log” 信息为:

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 w 0 0 0 0 0 0 0 0 p 0 0 0 0。

- 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。



免责声明和版权公告

本文中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

文档“按现状”提供，不负任何担保责任，包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的任何担保，和任何提案、规格或样品在他处提到的任何担保。本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权使用许可，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 乐鑫所有。保留所有权利。