



BL60X 射频信令测试指南

版本: 1.20

版权 @ 2021

www.bouffalolab.com

1 版本记录	1
2 概述	3
3 WiFi 信令测试	5
3.1 测试条件	5
3.2 WiFi 信令测试固件下载	5
3.2.1 固件下载步骤	5
3.2.2 固件下载常见问题及解决方案	7
3.3 WiFi 信令射频性能指标测试	7
3.3.1 WiFi 信令射频性能指标测试步骤	7
3.3.2 WiFi 信令测试常见问题及解决方案	21
4 BLE 信令测试	23
4.1 BLE 信令测试条件	23
4.2 BLE 信令测试固件烧录	23
4.2.1 固件下载步骤	23
4.2.2 固件下载常见问题及解决方案	25
4.3 BLE 信令射频性能指标测试	25
4.3.1 BLE 信令射频性能指标测试步骤	25
4.3.2 BLE 信令射频性能指标测试常见问题及解决方案	29

List of Figures

1	固件下载工具配置界面	7
2	WiFi 信令测试硬件连接框图	8
3	打开 WiFi 信令测试单元	9
4	CMW500 综测仪 WiFi 标准设置	10
5	CMW500 综测仪 WiFi 信道设置	11
6	CMW500 综测仪 WiFi 发射功率设置	11
7	CMW500 综测仪线损设置	12
8	CMW500 综测仪与待测模组连接成功	13
9	CMW500 综测仪设置测试速率	14
10	CMW500 综测仪设置接收帧触发方式	15
11	CMW500 综测仪勾选数据包生成器	15
12	CMW500 综测仪设置发射测试单元参数	16
13	CMW500 综测仪发射指标测试结果	17
14	CMW500 综测仪接收指标测试	18
15	CMW500 综测仪接收指标测试参数配置	19
1	固件下载工具配置界面	22
2	BLE 信令测试硬件连接框图	23
3	打开 BLE 信令测试单元	24
4	综测仪连接待测模组页面设置	25
5	综测仪连接待测模组成功	26
6	BLE 信令测试模式设置	27
7	BLE 信令发射性能指标测试结果-Overview	28
8	BLE 信令发射性能指标测试-RF Setting	29
9	BLE 信令发射性能指标测试-Input Signal	30
10	BLE 信令接收性能指标测试	31

版本	更新内容
V1.10	增加了 WiFi 信令测试指导说明
V1.20	增加了 BLE 信令测试指导说明

本文档用于指导用户借助 CMW500 综测仪完成 BL60X 芯片 (或模组) 在信令模式下的射频性能测试。该测试内容包含 WiFi 与 BLE 两部分。

本文档涉及到的工具软件如下：

1. **Bouffalo Lab Dev Cube For XXX:** 该工具软件可完成 IOT 程序下载、MCU 程序下载和 RF 性能测试三大功能。
该工具可配置程序固件启动时的时钟，电源，Flash 参数等配置，并可根据用户需求对程序进行加密和签名，生成应用程序启动信息文件；该工具还可烧写用户资源文件，分区表文件以及 EFUSE 配置文件等；另外，该工具可对 Flash 中的内容进行擦除与改写。在本文档中该工具主要用于固件的烧录。
2. 串口通信助手 (**SSCOM or Secure CRT**): 该软件工具主要完成 PC 与待测模组之间的通信，用于在 PC 端向待测模组 (DUT) 发送串口指令。
3. **USB 转 UART 模块:** 该模块是 PC 端与待测模组之间的硬件连接桥梁。WiFi 信令测试时，该模块完成 PC 端与待测模组之间的指令传输。BLE 信令测试时，该模块用于 CMW500 综测仪与待测模组之间的 HCI 指令通信。

本章讲述了如何使用 CMW500 综测仪完成 BL60X 芯片 (或模组) 的 WiFi 信令测试。

3.1 测试条件

完成 WiFi 信令测试所需的条件，如下表所示：

工具或软件	说明
Bouffalo Lab Dev Cube	用于固件烧录, 该工具可适应不同操作系统平台
USB 转 UART 模块	用于综测仪与待测模组之间的 HCI 通信
CMW500 综测仪	用于完成射频性能指标的测量
杜邦线、射频线、USB 连接线	用于电气连接
WiFi 信令测试固件	signaling_test_firmware.bin

3.2 WiFi 信令测试固件下载

本节主要讲述如何使用烧录工具下载信令测试固件以及罗列了下载过程中遇到的一些常见问题。

3.2.1 固件下载步骤

本次测试使用的固件为“bl602_demo_event.bin”，该固件可完成 WiFi 信令射频性能指标测试，使用该固件需保证待测模组使用的晶振频率为 40M。固件烧录工具为“Bouffalo Lab Dev Cube For Windows”，如电脑使用其他操作系统，可切换对应系统平台下的烧录工具。固件烧录步骤如下：

1. 以管理员权限打开“BLDevCube.exe”烧录工具，选择芯片类型为“BL602/604”。
2. 将 USB 转串口模块通过 USB 连接线连接到电脑端，待测模组与串口模块通过 UART 连接 (VCC、GND、TXD、RXD)。另外，待测模组的 GPIO8 上拉到高电平后，模组重新上电或者复位，以便模组进入 UART 启动 (即下载模式)。

3. 点击“Refresh”按钮，刷新串口号，选择下载固件用到的串口号；设置 Baudrate（某些串口芯片波特率支持不到 2M，需要降低波特率完成下载过程），“Xtal”为“40M”，“Chip Erase”为“True”。
4. 设置 Firmware Config 文件。本次测试用到的 config 文件有四种，分别为 Factory Params，Partition Table，Boot2 Bin，Firmware Bin。
 - Factory Params 选择“....\bl602\device_tree\bl_factory_params_ioTKitA_40M.dts”；
 - Partition Table 选择“....\bl602\partition\partition_cfg_2M.toml”，如果 flash 的存储容量不是 2M，则选择其他存储容量的 Partitoin 文件；
 - Boot2 Bin 选择“....\bl602\builtin_imgs\blsp_boot2.bin”；
 - Firmware Bin 选择“....\signaling_test_firmware.bin”，该固件为用户需要测试的信令测试固件。
5. 设置完以上参数后，点击“Create & Download”，进行固件下载，等待下载进度条完成，出现“Success”。

固件下载工具配置界面，如下图所示：

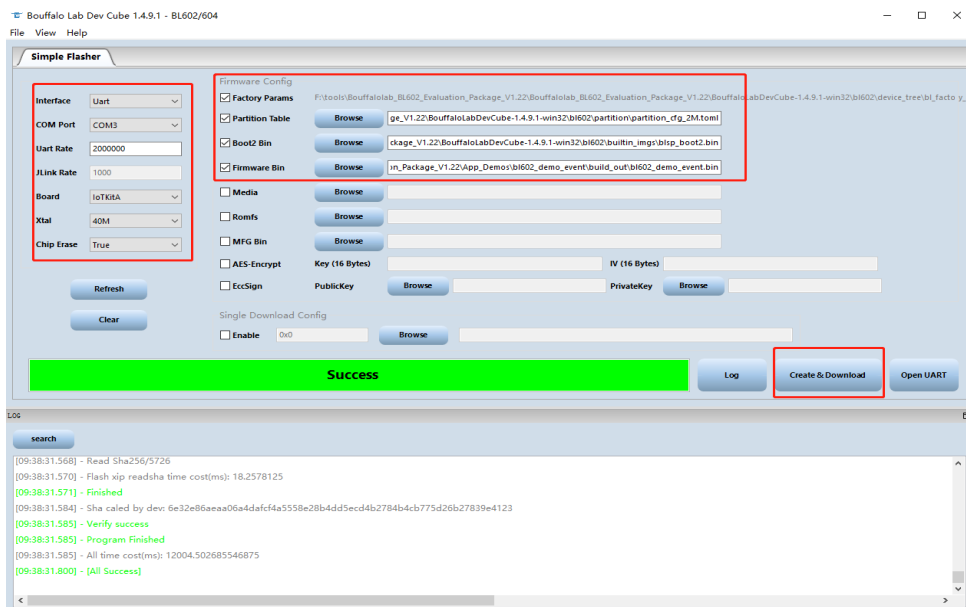


图 1: 固件下载工具配置界面

3.2.2 固件下载常见问题及解决方案

1. 下载工具与模组握手不成功。

解决方向：

- USB 转串口模组与模组之间的硬件连接出现问题。
- 模组未进入 UART 启动模式 (下载模式)。
- 模组的 TXD 与 RXD 信号线与串口模块的 TXD 与 RXD 接反。

2. 固件下载完成后，代码不运行。

解决方向：

- 选择的固件与待测模组不匹配，如 **Partition table** 文件与 **flash** 存储容量不匹配。
- 模组未进入运行模式，**GPIO8** 还处在高电平状态。

3. 检查固件是否下载成功

解决方向：

- 打开串口助手工具，设置波特率为 **115200**，向待测模组发送字符串 “**reset**”，如下载成功，则串口助手工具会打印待测模组复位的 **log**。

3.3 WiFi 信令射频性能指标测试

本章节讲述了如何使用 **CMW500** 综测仪进行 **wifi** 信令射频性能指标测试以及列举了测试过程中遇到的常见问题。

3.3.1 WiFi 信令射频性能指标测试步骤

1. 固件烧写完成后，将 **GPIO8** 下拉到低电平，待测模组重新上电或者复位，让待测模组从 **Flash** 启动，进入固件运行模式。
2. 待测模组的射频端口通过射频同轴线连接到 **CMW500** 综测仪的射频端口上，待测模组的另外一端通过 **USB** 连接线与 **USB** 转串口模块，连接到电脑端。硬件连接框图，如下图所示：

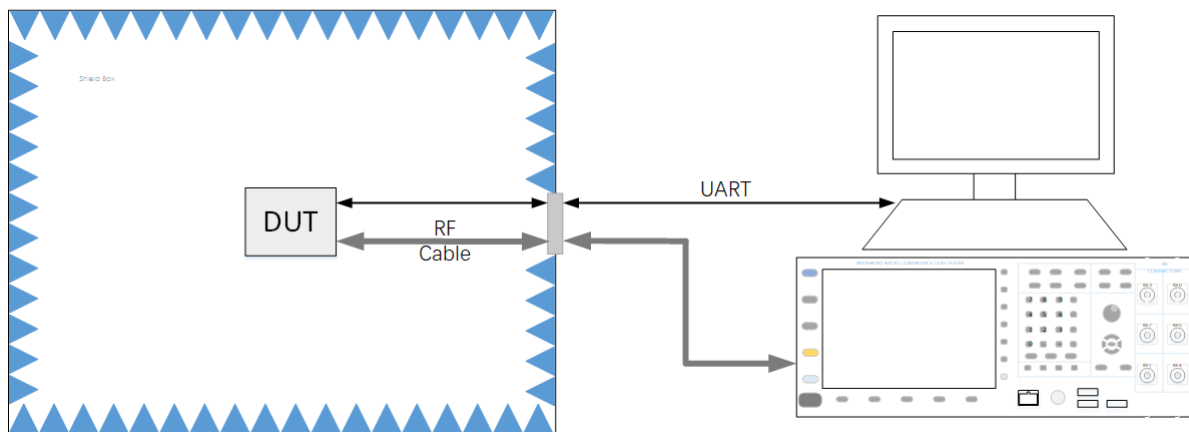


图 2: WiFi 信令测试硬件连接框图

3. 打开 **CMW500** 综测仪 **WiFi** 信令测试单元。**CMW500** 综测仪面板上按 **SIGNAL GEN** 按钮，将 **WiFi(WLAN Signaling)** 信号源打开；按 **MEASURE** 按钮，将 **WiFi** 发射测试 (**Multi Evaluation**) 单元与 **WiFi** 接收测试 (**PER**) 单元打开。具体操作如下图所示：

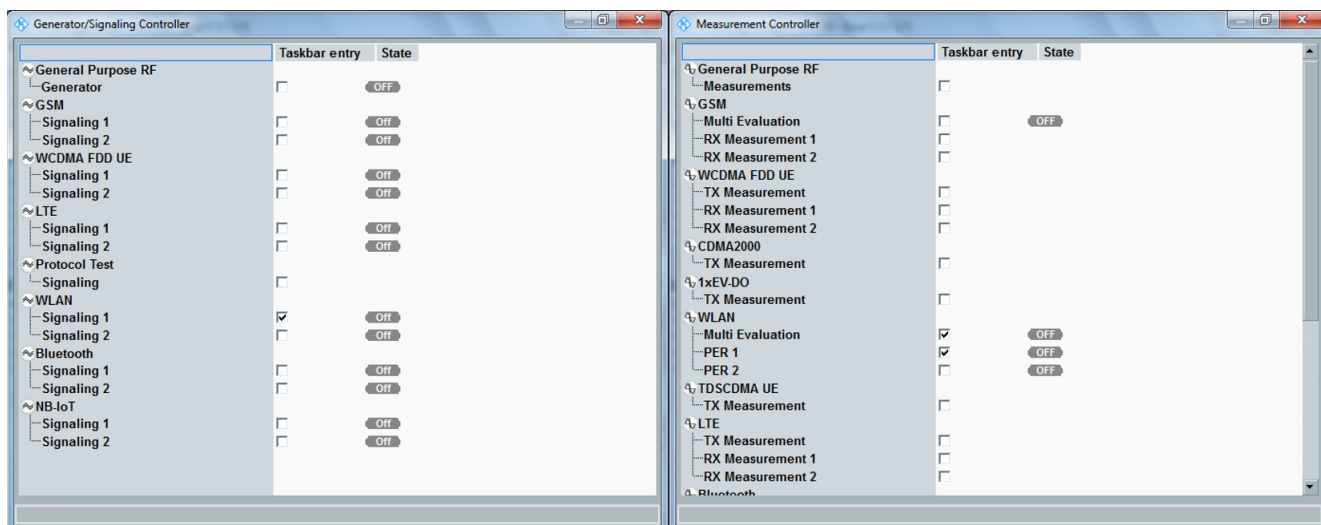


图 3: 打开 WiFi 信令测试单元

4. 设置 CMW500 综测仪相关参数。设置 CMW500 综测仪的发射标准，如要测试 1mbps、2mbps、5.5mbps、11mbps 则选择 “802.11b”，如要测试 6mbps、9mbps、12mbps、24mbps、36mbps、48mbps、54mbps 则选择 “802.11g”，如要测试 MCS0 ~ MCS7 则选择 “802.11g/n”；设置 CMW500 综测仪的发射频率 (测试信道)；设置 CMW500 综测仪的发射功率 (Tx Burst Power), 期望接收功率 (Rx Expected PEP), 期望接收功率设置值要比模组实际发射功率高 5~10dB，否则会影响功率测试精度；点击页面右下角 “Config” 选项设置输入输出端口的线损。另外如有其他需要，可以设置综测仪的 SSID。具体仪器设置界面如下图所示。

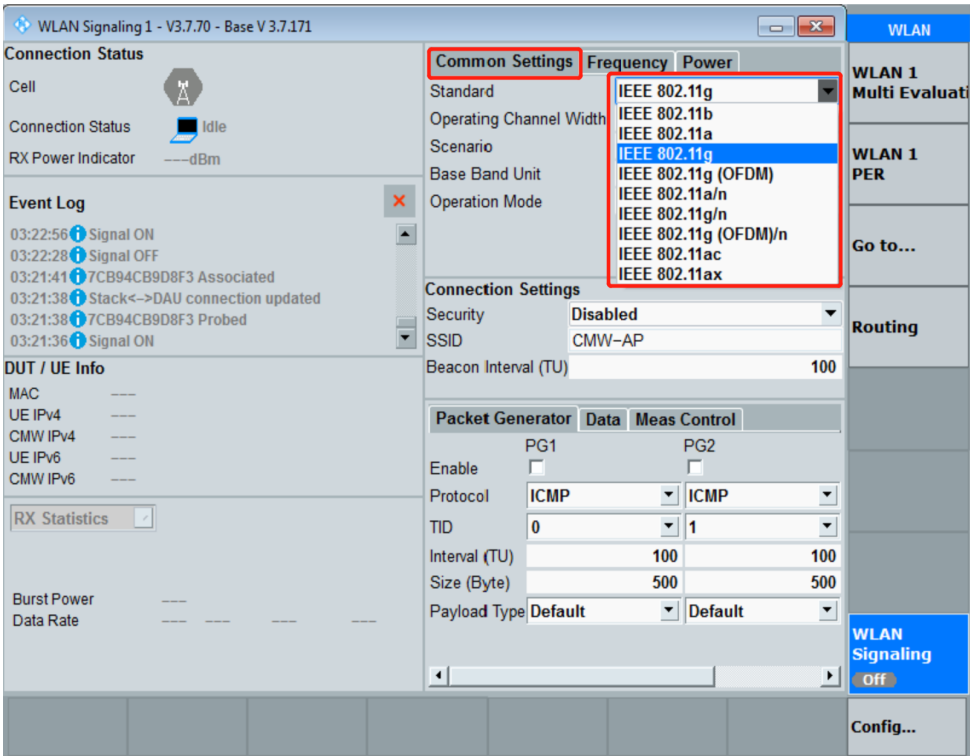


图 4: CMW500 综测仪 WiFi 标准设置

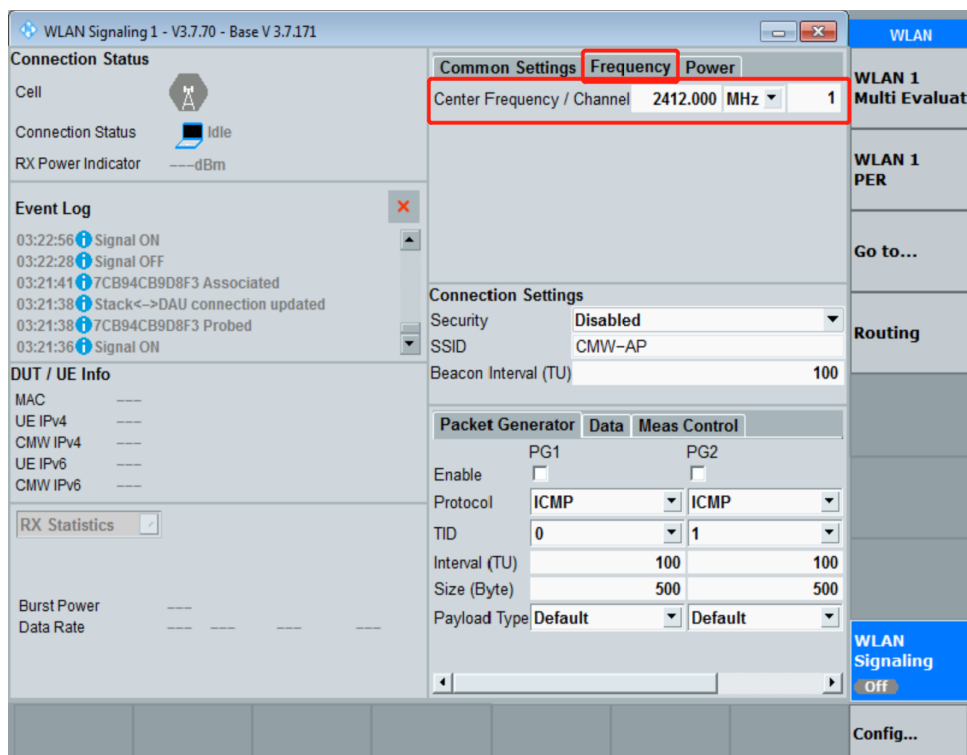


图 5: CMW500 综测仪 WiFi 信道设置

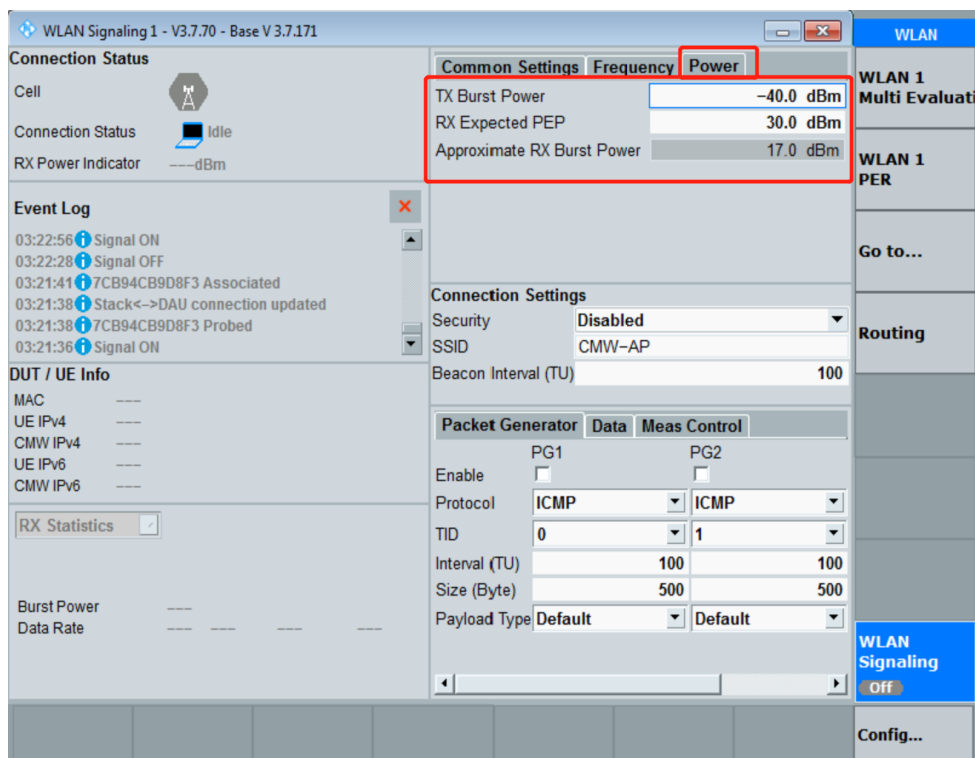


图 6: CMW500 综测仪 WiFi 发射功率设置

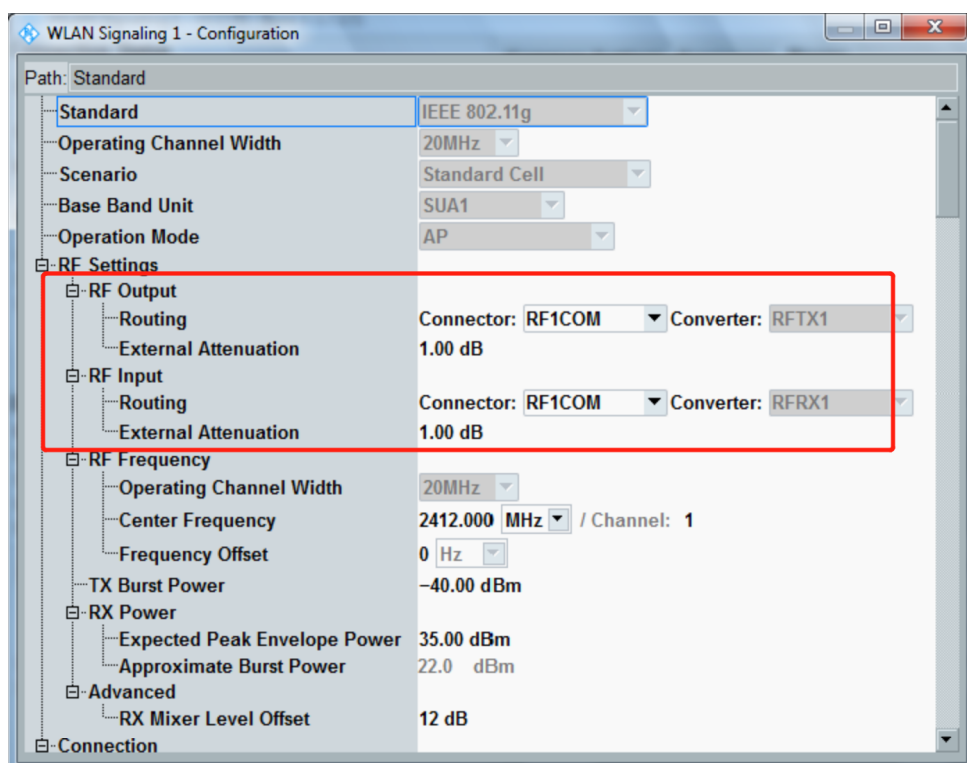


图 7: CMW500 综测仪线损设置

5. 电脑端设置串口助手工具波特率为 ****2000000****，打开串口助手，依次输入 **“reset”**、**“stack_wifi”**、**“wifi_sta_connect CMW500-AP 12345678”**。其中，“reset”指令用于软件复位待测模组；“stack_wifi”指令用于启动 wifi 协议栈；“wifi_sta_connect CMW500-AP 12345678”用于连接综测仪，“CMW500-AP”是综测仪的 SSID，“12345678”是连接 AP 时需要的密码，若 AP 没有设置密码，则密码段随便填写。待测模组成功连接综测仪后，综测仪端会显示 **“Associated”**，如下图所示。

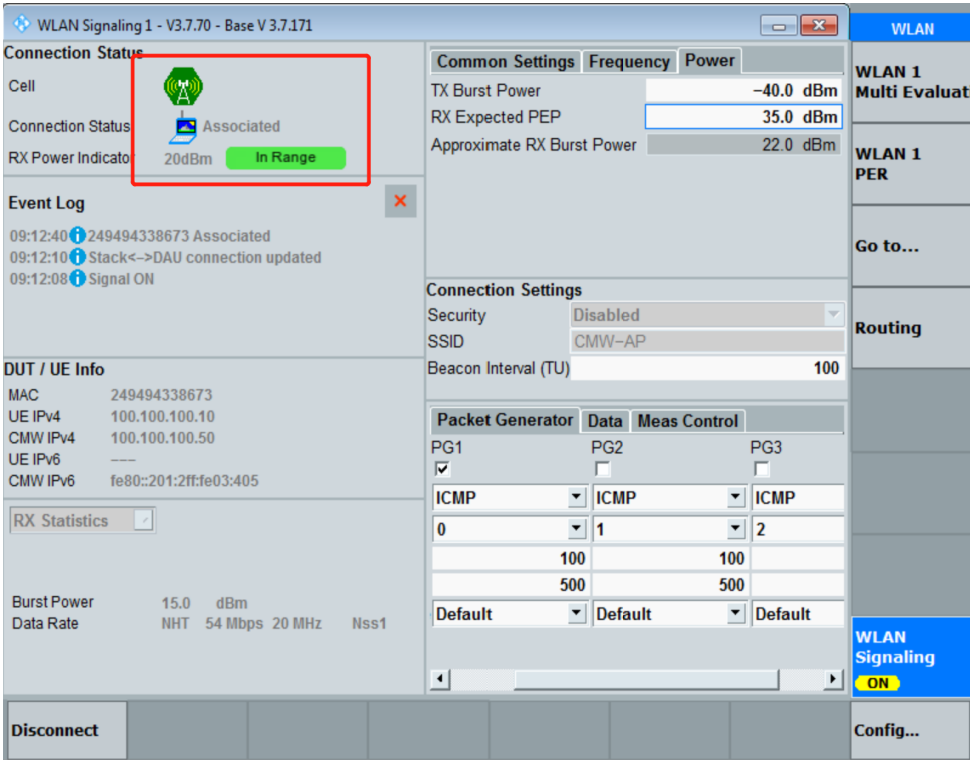


图 8: CMW500 综测仪与待测模组连接成功

6. WiFi 信令发射性能指标测试。进行 WiFi 信令发射指标测试之前需要设置 WiFi 信令信号源 (WiFi Signaling) 单元与 WiFi 发射测试单元 (Multi Evaluation) 某些参数，详细设置参数如下：

- 在 WiFi Signaling 界面,点击右下角的“**Config**”选项,找到“**Support Rate**”配置选项,将其“**Configuration**”修改为“**User defined**”，然后 ** 勾选 ** 下方所要测试的速率或者是将其选择为“**Optional**”。

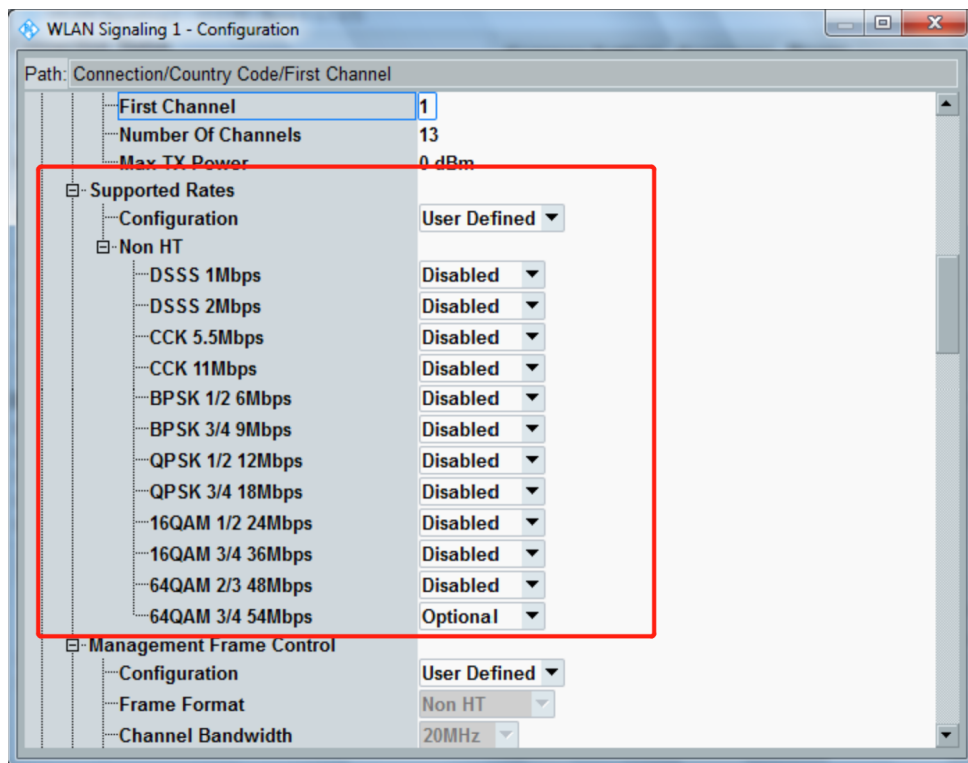


图 9: CMW500 综测仪设置测试速率

- 设置综测仪的接收触发帧的格式。同样点击右下角的“**Config**”选项，找到“**Trigger**”配置选项，将其“**Rx Frame Trigger**”中的“**Rx Format**”条件修改为对应测试速率的调制方式，11g、11n 速率选择“**OFDM Bursts**”，11b 速率选择“**DSSS/CCK Bursts**”。

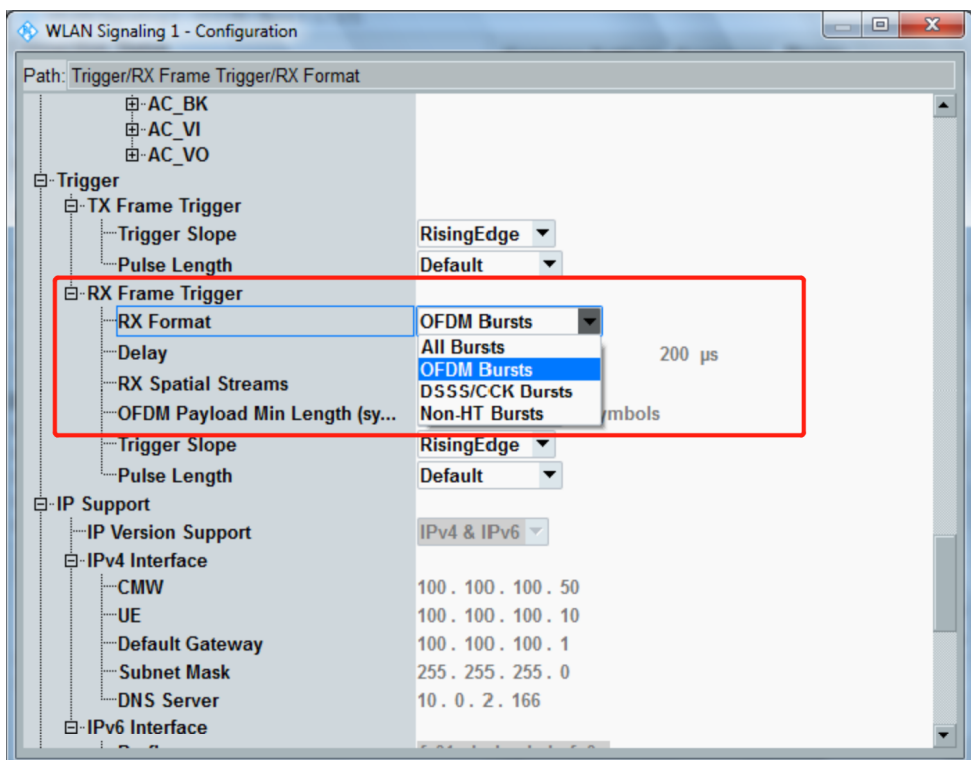


图 10: CMW500 综测仪设置接收帧触发方式

- 勾选 CMW500 综测仪 WiFi 信号源 (WiFi Signaling) 单元的数据包生成器 (Packet Generator)。

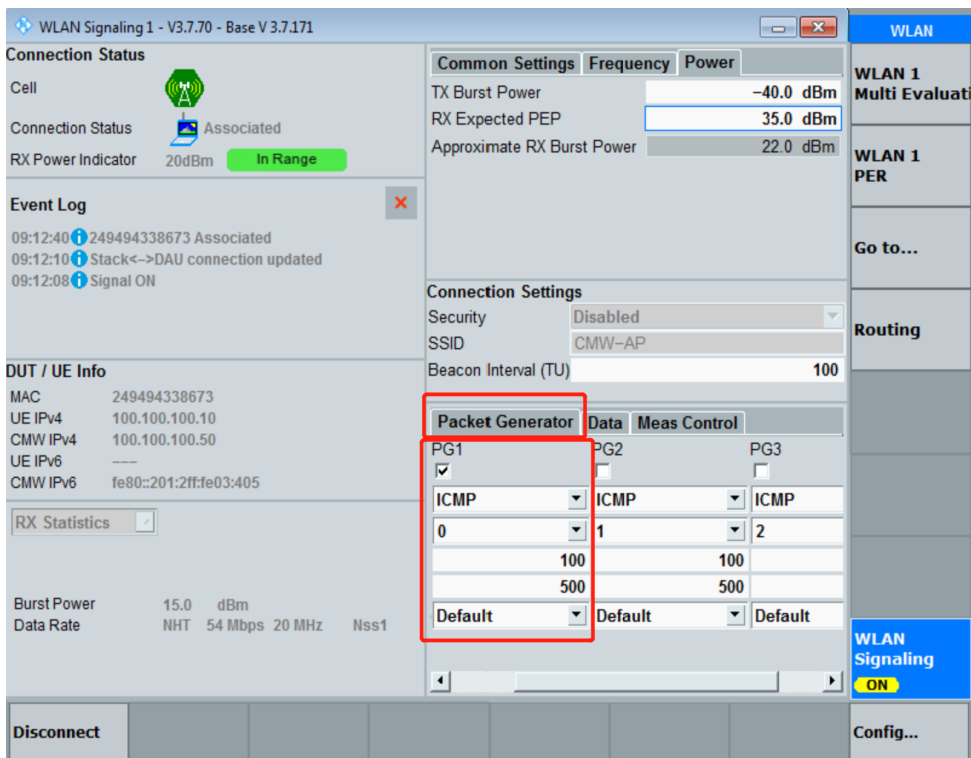


图 11: CMW500 综测仪勾选数据包生成器

- 设置 CMW500 综测仪发射测试单元 (Multi Evaluation)。切换到 “**Multi Evaluation**” 界面，点击右下角的 “**Config**” 选项，在打开的页面中设置待测试速率的标准 (Standard); “Scenario” 设置为 “**Combined Signal Path**”，即信令测试模式；触发源 (Trigger Source) 设置为 “**WLAN SIG1:Rx Frame Trigger**”。

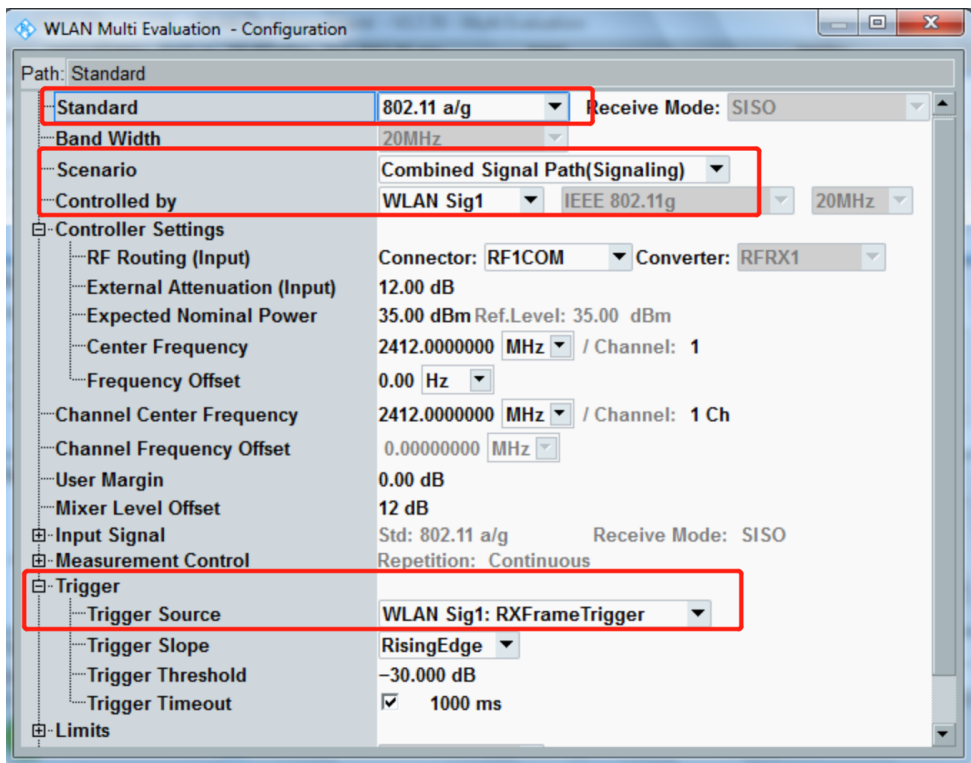


图 12: CMW500 综测仪设置发射测试单元参数

- 再次点击 “Config” 选项，取消 Config 页面的显示。切换到 “**Multi Evaluation**” 主界面，按综测仪面板上的 “**Start/Stop**” 按钮，收集测试数据。若想详细查看某些指标数据，可按 “**Display**” 选项，进行选择。

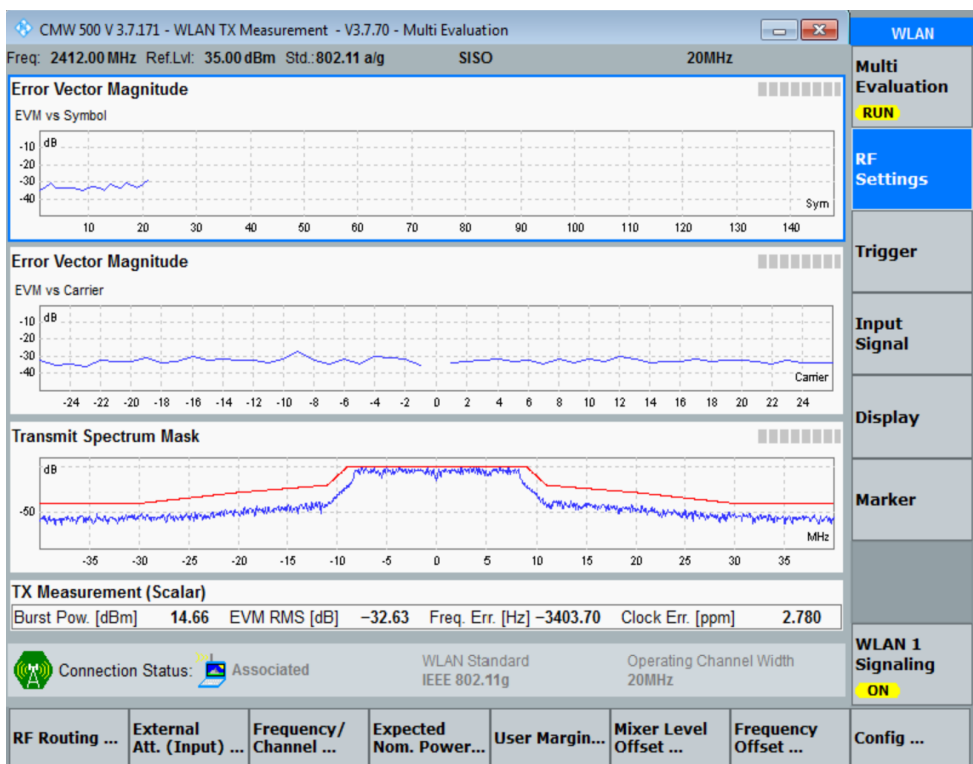


图 13: CMW500 综测仪发射指标测试结果

7. WiFi 信令接收性能指标测试。基于测试步骤 5，待测模组与综测仪连接成功后，按综测仪面板上的“**Task**”按钮，切换到“**PER**”界面。在该界面选择右下角的“**Config**”选项，可以设置接收测试速率 (Rate)、数据包的长度 (Packet Length)、数据包的类型 (Pattern Type) 以及包间隔 (Data Interval) 等信息。

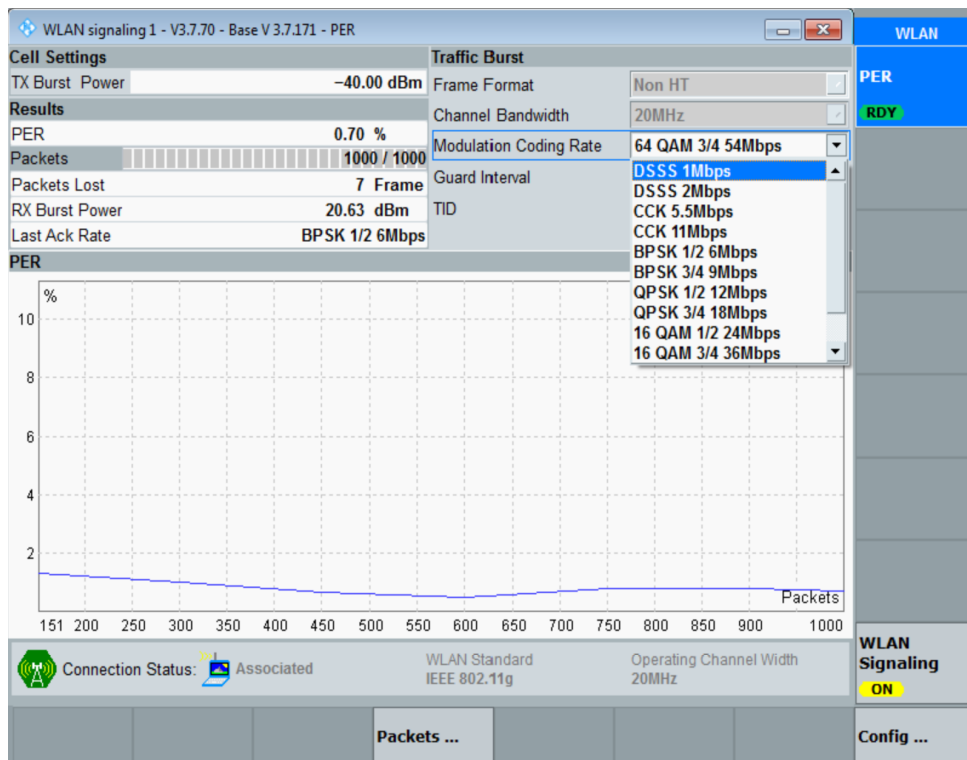


图 14: CMW500 综测仪接收指标测试

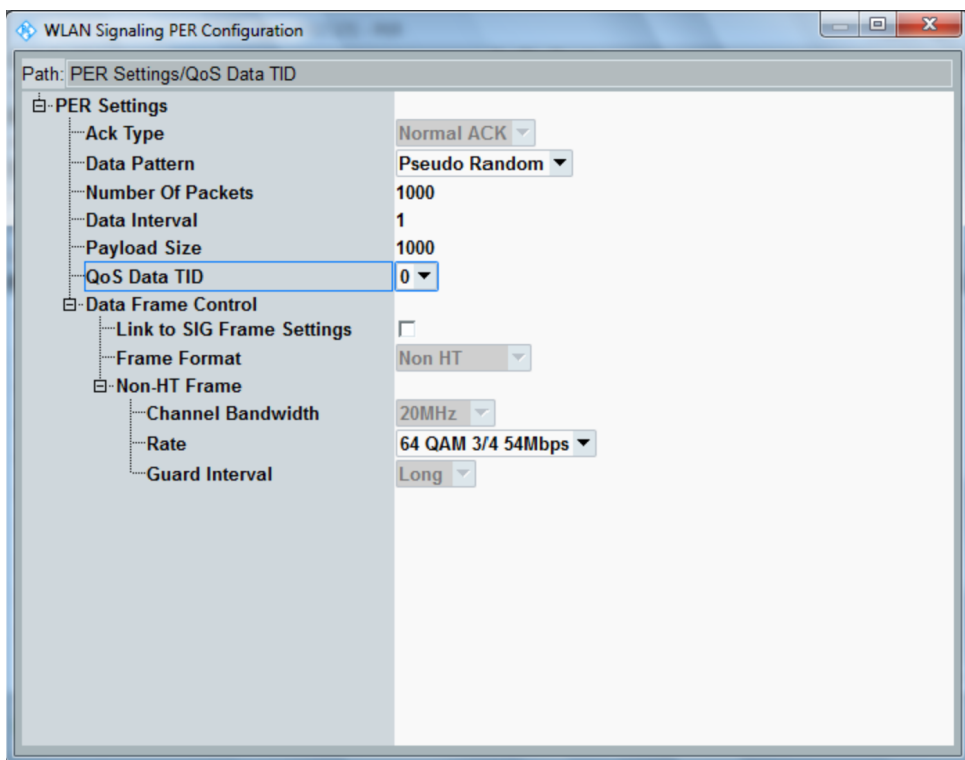


图 15: CMW500 综测仪接收指标测试参数配置

3.3.2 WiFi 信令测试常见问题及解决方案

1. CMW500 综测仪信号源出现“Under Driven”或“Over Driven”字样。

解决方向：

- 综测仪信号源端“Expected Rx Power”设置不合理，该值设置的太小会出现“Over Driven”，设置的太大或者待测模组未发出数据包则会出现“Under Driven”。

2. CMW500 综测仪发射性能测试，未触发到信号。

解决方向：

- 综测仪信号源端未勾选“Packet Generator”。
- 待测模组射频端口未连接或者是接触不好。
- 综测仪端“Multi Evaluation”端未设置成信令模式。
- 综测仪端“Multi Evaluation”端设置的标准与待测速率不兼容。

3. CMW500 综测仪接收性能测试，PER 丢包明显。

解决方向：

- 系统整机存在干扰信号，导致待测模组接收性能较差。

本章讲述了如何使用 CMW500 综测仪完成 BL60X BLE 在信令模式下射频性能测试。

4.1 BLE 信令测试条件

完成 BLE 信令测试所需的条件，如下表所示：

工具或软件	说明
Bouffalo Lab Dev Cube For XXX	用于固件烧录
USB 转 UART 模块	用于综测仪与待测模组之间的 HCI 通信
CMW500 综测仪	用于完成射频性能指标的测量
杜邦线、射频线、USB 连接线	用于电气连接
BLE 信令测试固件	bl602_bl604_mfg_gu_xxxxxxxx_40m.bin

4.2 BLE 信令测试固件烧录

本节主要讲述如何使用烧录工具下载信令测试固件以及罗列了下载过程中遇到的一些常见问题。

4.2.1 固件下载步骤

本次测试使用的固件为“bl602_bl604_mfg_gu_932b317e_40m.bin”，该固件支持 BLE HCI 指令，因此可以完成 BLE 信令射频性能指标测试，使用该固件需保证待测模组使用的晶振频率为 40M。固件烧录工具为“Bouffalo Lab Dev Cube For Windows”，如电脑使用其他操作系统，可切换对应系统平台下的烧录工具。固件烧录步骤如下：

1. 以管理员权限打开“BLDevCube.exe”烧录工具，选择芯片类型为“**BL602/604**”。
2. 将 USB 转串口模块通过 USB 连接线连接到电脑端，待测模组与串口模块通过 UART 连接 (VCC、GND、TXD、RXD)。另外，待测模组的 GPIO8 上拉到高电平后，模组重新上电或者复位，以便模组进入 UART 启动 (即下载模式)。

3. 点击“Refresh”按钮，刷新串口号，选择下载固件用到的串口号；设置 Baudrate（某些串口芯片波特率支持不到 2M，需要降低波特率完成下载过程），“Xtal”为“40M”，“Chip Erase”为“True”。
4. 设置 Firmware Config 文件。本次测试用到的 config 文件有四种，分别为 Factory Params，Partition Table，Boot2 Bin，Firmware Bin。
 - Factory Params 选择“....\bl602\device_tree\bl_factory_params_loTKitA_40M.dts”；
 - Partition Table 选择“....\bl602\partition\partition_cfg_2M.toml”，如果 flash 的存储容量不是 2M，则选择其他存储容量的 Partitoin 文件；
 - Boot2 Bin 选择“....\bl602\builtin_imgs\blsp_boot2.bin”；
 - Firmware Bin 选择“....\bl602\builtin_imgs\mfg\bl602_bl604_mfg_gu_XXXXXX_40m.bin”，建议使用最新版本的 mfg bin，旧版本的 mfg bin 不支持 BLE 的信令测试。
5. 设置完以上参数后，点击“Create & Download”，进行固件下载，等待下载进度条完成，出现“Success”。

固件下载工具配置界面，如下图所示：

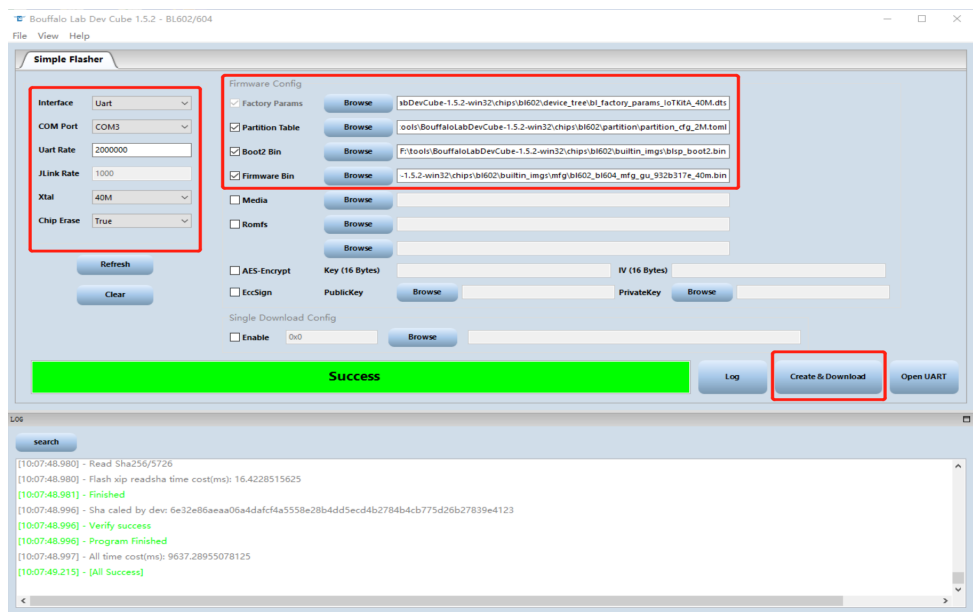


图 1: 固件下载工具配置界面

4.2.2 固件下载常见问题及解决方案

1. 下载工具与模组握手不成功。

解决方向：

- USB 转串口模组与模组之间的硬件连接出现问题。
- 模组未进入 UART 启动模式 (下载模式)。
- 模组的 TXD 与 RXD 信号线与串口模块的 TXD 与 RXD 接反。

2. 固件下载完成后，代码不运行。

解决方向：

- 选择的固件与待测模组不匹配，如 **Partition table** 文件与 **flash** 存储容量不匹配。
- 模组未进入运行模式，**GPIO8** 还处在高电平状态。

3. 检查固件是否下载成功

解决方向：

- 打开串口助手工具，设置波特率为 **115200**，向待测模组发送字符串 **“Reset”**，如下载成功，则串口助手工具会打印待测模组复位的 **log**。

4.3 BLE 信令射频性能指标测试

使用 CMW500 综测仪完成 BLE 信令测试可参考以下测试步骤。

4.3.1 BLE 信令射频性能指标测试步骤

1. 固件烧写完成后，将 **GPIO8** 下拉到低电平，待测模组重新上电或者复位，让待测模组从 **Flash** 启动，使待测模组进入固件运行模式。
2. 待测模组的射频端口通过射频同轴线连接到 **CMW500** 综测仪的射频端口上，待测模组的另外一端通过 **USB** 连接线与 **USB 转串口模块**，连接到 **CMW500** 仪器上。硬件连接框图，如下图所示：

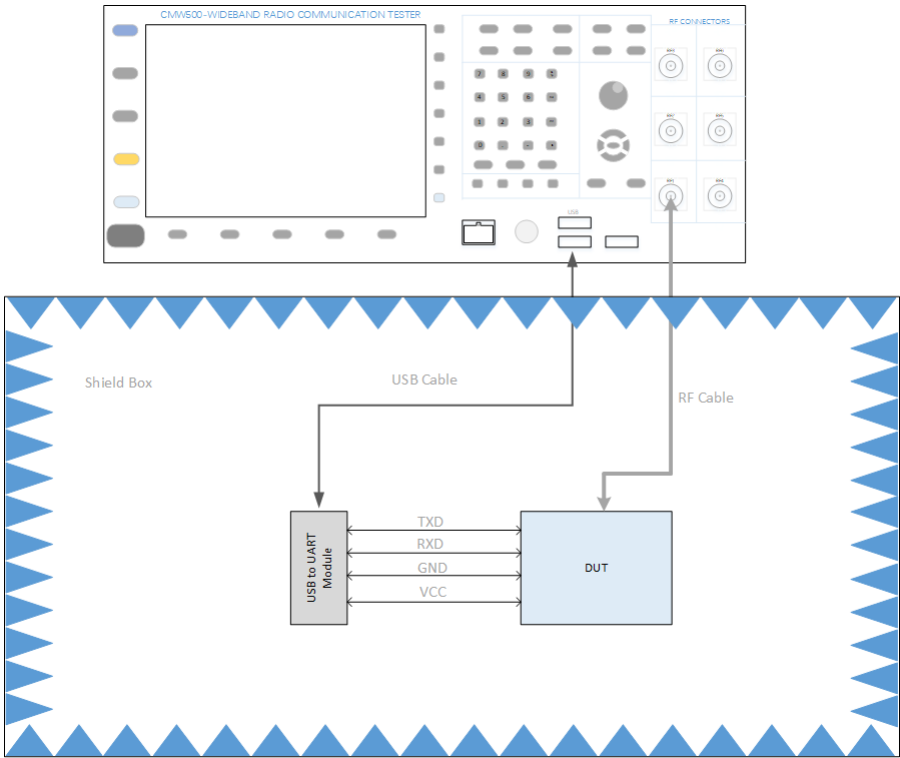


图 2: BLE 信令测试硬件连接框图

3. CMW500 综测仪面板上按 **SIGNAL GEN** 按钮，将蓝牙 (Bluetooth Signaling) 信号源打开；按 **MEASURE** 按钮，将蓝牙发射测试 (Measurements) 与蓝牙接收测试 (Rx Measurements) 打开。具体操作如下图所示：

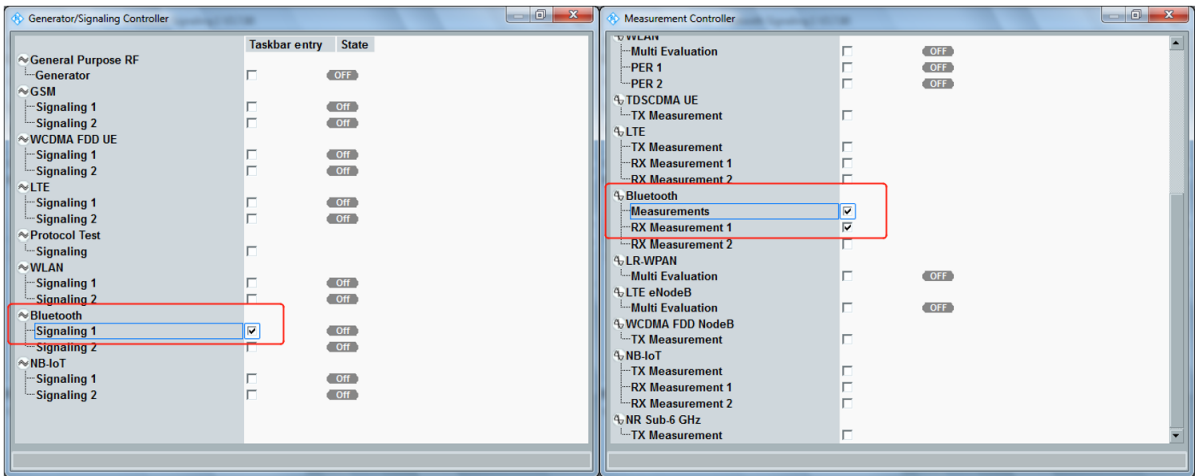


图 3: 打开 BLE 信令测试单元

4. CMW500 综测仪通过 HCI 指令连接待测模组。按照步骤 2 将硬件连接完成后，打开 Bluetooth Signaling 信号源：

- 选择 “Standard” 为 “LE”，“Operation mode” 为 “Direct Test Mode”，“PHY” 为 “1Mbps”；
- 切换到 “EUT Control” 界面，选择 “Hardware Interface” 为 “USB to RS232 Adapter”，“EUT Common Protocol” 为 “HCI”，“Virtual Com Port” 为待测模组在仪器端显示的串口号，若未显示串口号，则按 “Refresh Devices” 按钮，刷新一下设备列表，“Baud Rate” 为 “115200”，“Stop Bits” 为 “1”，“Parity” 为 “None”，“Protocol” 为 “None”，“Auto Reset” 勾选。
- 最后按 “Connection Check” 按钮，稍等几秒钟，仪器会显示当前模组的连接状态。

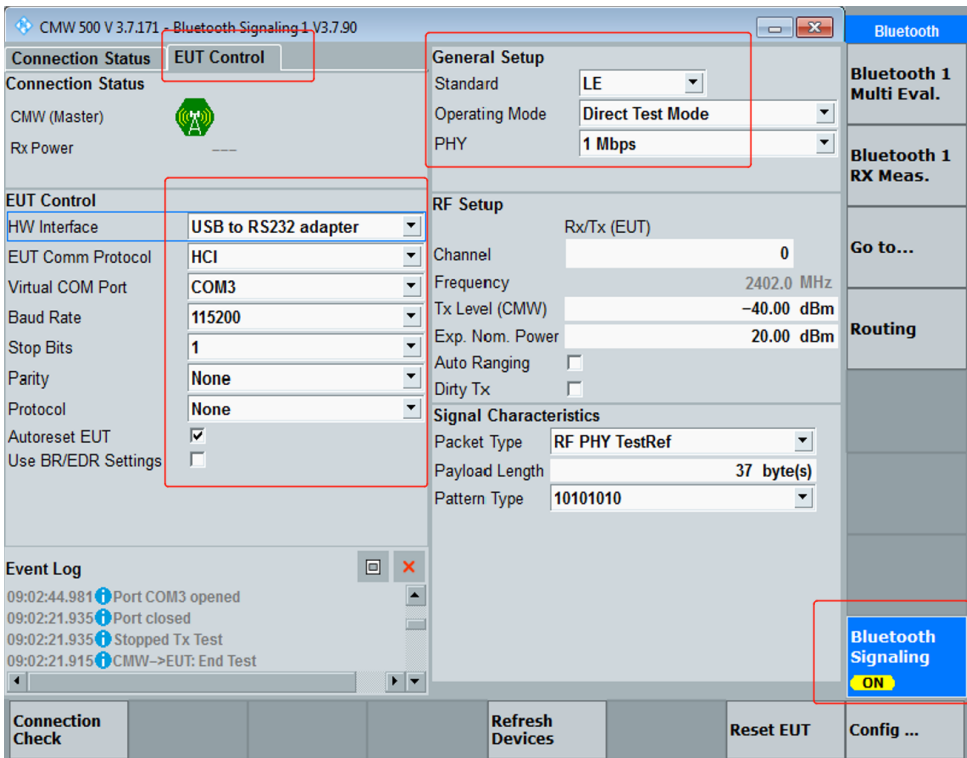


图 4: 综测仪连接待测模组页面设置

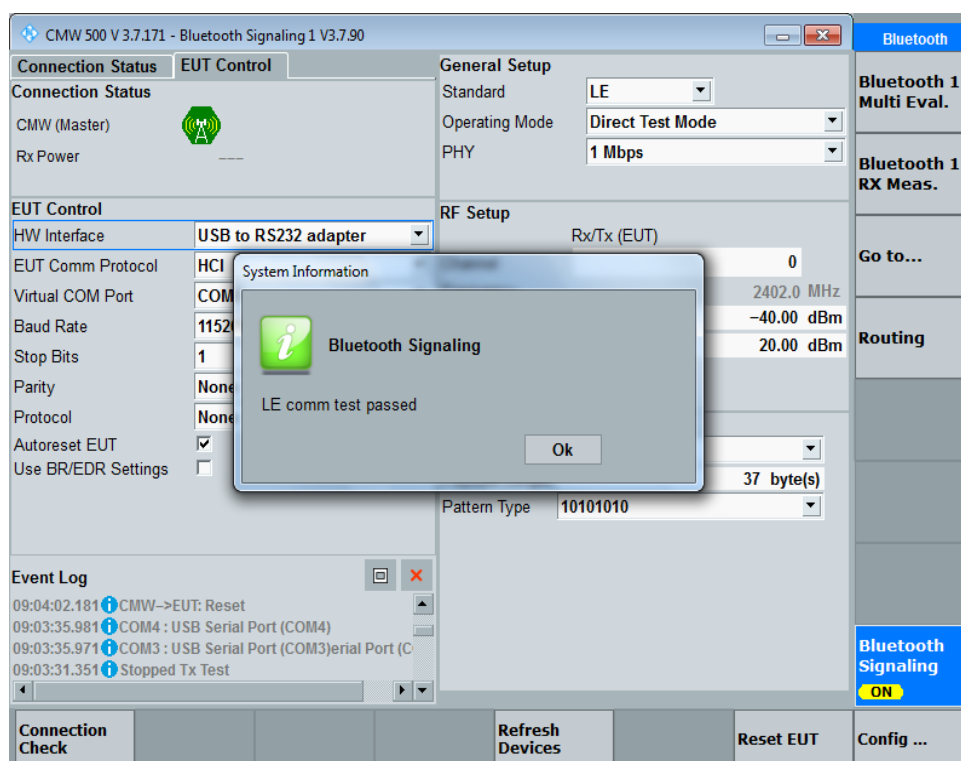


图 5: 综测仪连接待测模组成功

5. BLE 信令发射性能指标测试。待测模组与 CMW500 综测仪连接成功后，切换到“Bluetooth Measurements”界面。
- 点击页面右下角“**Config**”选项，将“Scenario”设置为“**Combined Signal Path**”，即信令模式，Repetition 设置为“Continue”。按 CMW500 综测仪面板上的“ON/OFF”按钮，进行发射性能指标测试。点击页面右侧的“**Display**”选项，可以选择观测详细的测试指标数据，例如 **Power VS Time**, **Modulation Characteristic**, **Frequency Deviation**, **Spectrum ACP** 等指标内容；

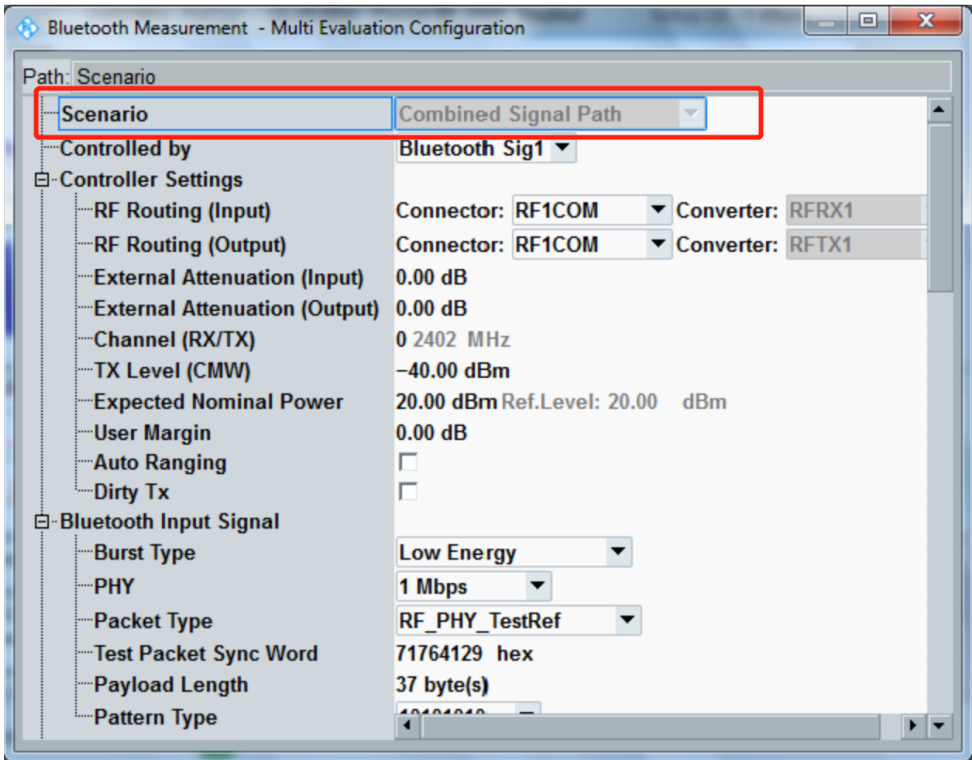


图 6: BLE 信令测试模式设置

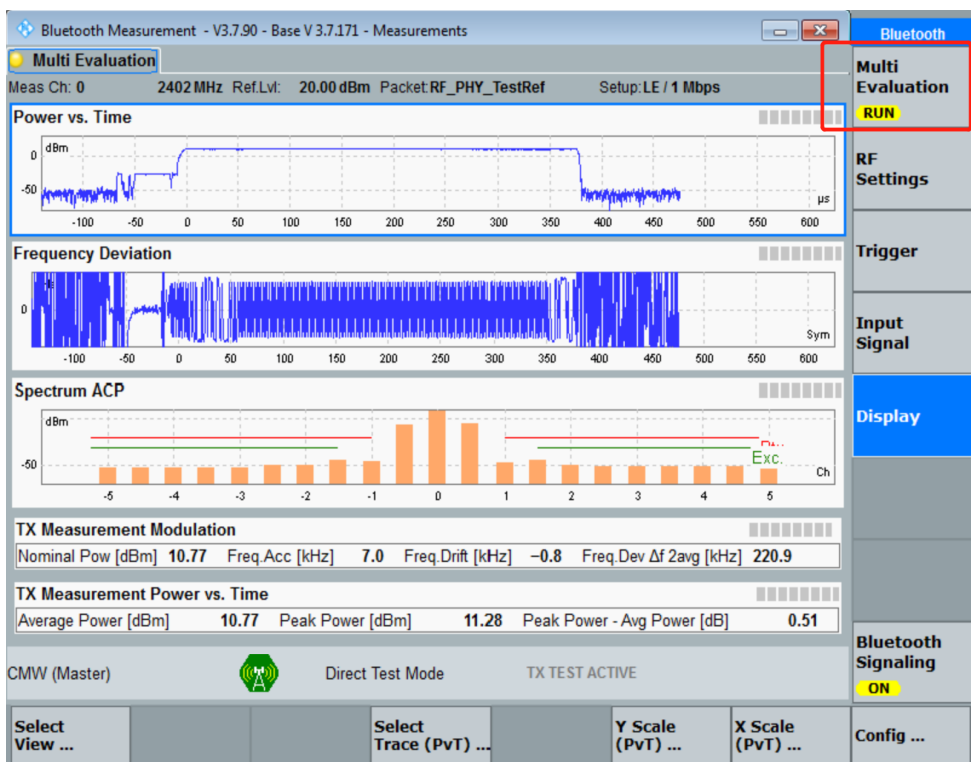


图 7: BLE 信令发射性能指标测试结果-Overview

- 点击页面右侧的“RF Setting”选项，可以设置线损、信道、仪器的发射功率等参数；

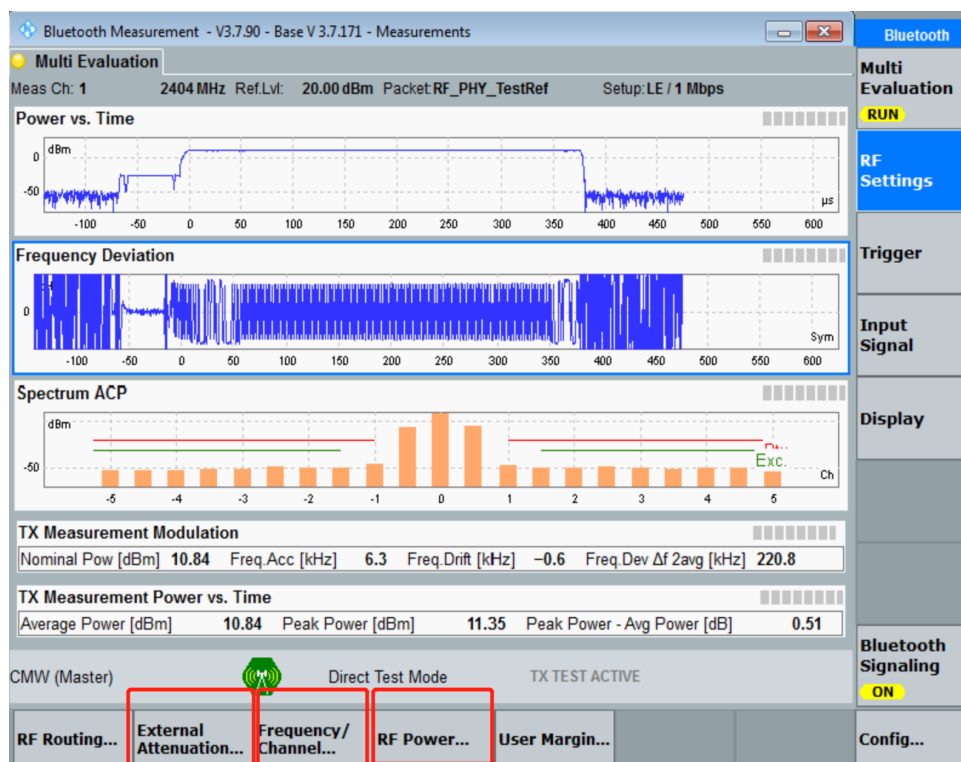


图 8: BLE 信令发射性能指标测试-RF Setting

- 点击页面右侧的“Input Signal”选项，可以设置同步字、包的类型、数据包的 Pattern Type、Payload Length 等参数；

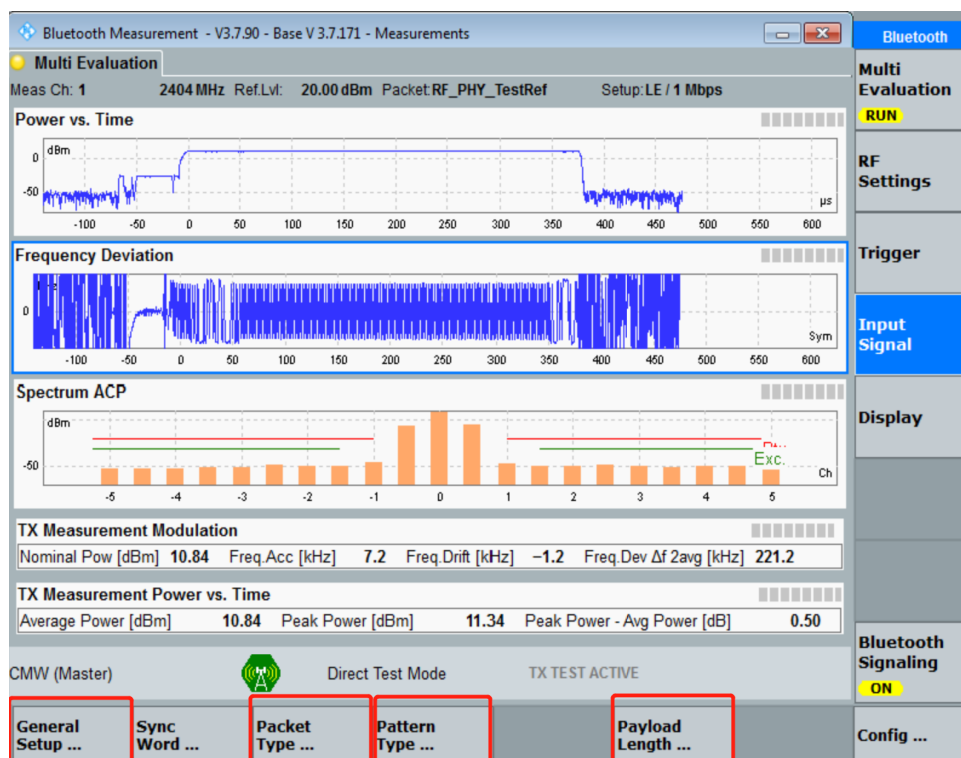


图 9: BLE 信令发射性能指标测试-Input Signal

6. BLE 信令接收性能指标测试。待测模组与 CMW500 综测仪连接成功后，切换到“Rx Measurements”界面。按 CMW500 综测仪面板上的“ON/OFF”按钮，进行接收性能指标测试。在该界面可以设置综测仪 Tx Channel、Packet numbers、Tx Power、Packet Length、Pattern Type 等参数。Repetition 设置为“Single Shot”，按综测仪面板上的“Restart/Stop”按钮，可重复测试 PER 性能。

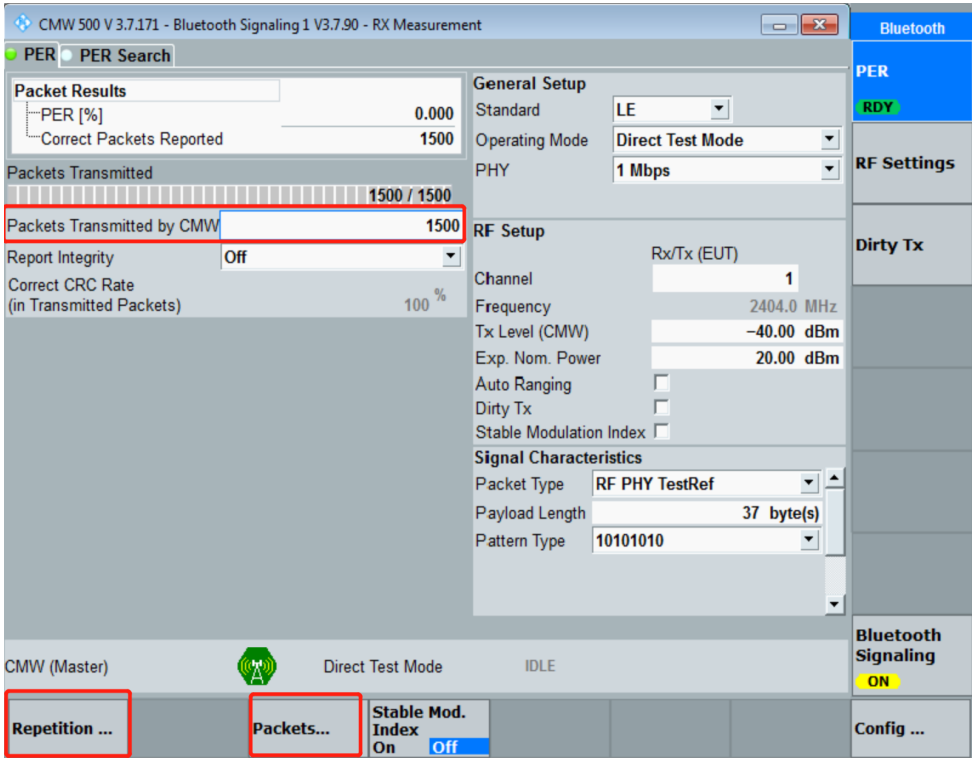


图 10: BLE 信令接收性能指标测试

4.3.2 BLE 信令射频性能指标测试常见问题及解决方案

1. CMW500 综测仪扫描不到串口号。

解决方向：

- 综测仪端没有安装待测模组对应串口芯片的驱动，可查看综测仪中的设备管理器检测到的硬件状态，尝试在综测仪上安装对应的串口驱动。
- 硬件连线存在问题。

2. CMW500 综测仪连接不上待测模组。

解决方向：

- 仪器 USB 转串口协议设置了硬件流控。
- 波特率设置错误。
- 模组 GPIO8 处在高电平状态，上电后未进入运行模式，可将 GPIO8 拉低，然后复位待测模组。