



XRADIO RF测试开发指导

Revision 1.0

July 25, 2019

Declaration

THIS DOCUMENTATION IS THE ORIGINAL WORK AND COPYRIGHTED PROPERTY OF XRADIO TECHNOLOGY ("XRADIO"). REPRODUCTION IN WHOLE OR IN PART MUST OBTAIN THE WRITTEN APPROVAL OF XRADIO AND GIVE CLEAR ACKNOWLEDGEMENT TO THE COPYRIGHT OWNER.

THE PURCHASED PRODUCTS, SERVICES AND FEATURES ARE STIPULATED BY THE CONTRACT MADE BETWEEN XRADIO AND THE CUSTOMER. PLEASE READ THE TERMS AND CONDITIONS OF THE CONTRACT AND RELEVANT INSTRUCTIONS CAREFULLY BEFORE USING, AND FOLLOW THE INSTRUCTIONS IN THIS DOCUMENTATION STRICTLY. XRADIO ASSUMES NO RESPONSIBILITY FOR THE CONSEQUENCES OF IMPROPER USE (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO OVERVOLTAGE, OVERCLOCK, OR EXCESSIVE TEMPERATURE).

THE INFORMATION FURNISHED BY XRADIO IS PROVIDED JUST AS A REFERENCE OR TYPICAL APPLICATIONS, ALL STATEMENTS, INFORMATION, AND RECOMMENDATIONS IN THIS DOCUMENT DO NOT CONSTITUTE A WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED. XRADIO RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES IN CIRCUIT DESIGN AND/OR SPECIFICATIONS AT ANY TIME WITHOUT NOTICE.

NOR FOR ANY INFRINGEMENTS OF PATENTS OR OTHER RIGHTS OF THE THIRD PARTIES WHICH MAY RESULT FROM ITS USE. NO LICENSE IS GRANTED BY IMPLICATION OR OTHERWISE UNDER ANY PATENT OR PATENT RIGHTS OF XRADIO. THIRD PARTY LICENCES MAY BE REQUIRED TO IMPLEMENT THE SOLUTION/PRODUCT. CUSTOMERS SHALL BE SOLELY RESPONSIBLE TO OBTAIN ALL APPROPRIATELY REQUIRED THIRD PARTY LICENCES. XRADIO SHALL NOT BE LIABLE FOR ANY LICENCE FEE OR ROYALTY DUE IN RESPECT OF ANY REQUIRED THIRD PARTY LICENCE. XRADIO SHALL HAVE NO WARRANTY, INDEMNITY OR OTHER OBLIGATIONS WITH RESPECT TO MATTERS COVERED UNDER ANY REQUIRED THIRD PARTY LICENCE.

Revision History

Version	Date	Summary of Changes
1.0	2019-7-25	Initial Version

表 0-1 Revision History

目 录

Declaration.....	2
Revision History.....	3
目 录.....	4
表.....	6
图.....	7
1 概述.....	8
2 WLAN RF 测试工具介绍.....	9
2.1 测试工具功能描述.....	9
2.2 ETF GUI 使用说明.....	9
2.2.1 RF 硬件测试环境搭建.....	9
2.2.2 RF 软件测试环境搭建.....	10
2.2.3 功能说明.....	11
2.2.4 简单测试.....	12
2.2.5 TX 测试.....	13
2.2.6 RX 测试.....	17
2.2.7 SDD 文件.....	18
2.3 ETF CLI 使用说明.....	19
2.3.1 环境搭建.....	19
2.3.2 常规命令说明.....	19
2.3.3 简单测试.....	20
2.3.4 TX 测试.....	21
2.3.5 RX 测试.....	22
2.3.6 注意事项.....	23
3 WLAN RF 测试.....	24
3.1 测试环境搭建.....	24
3.2 仪器连接.....	24
3.3 TX 测试.....	26
3.3.1 11B 模式.....	26
3.3.2 11G 模式.....	28
3.3.3 11N 模式.....	30
3.3.4 Tx 功率校准.....	32
3.3.5 Tx 频偏校准.....	33
3.3.6 SDD 和 Efuse 保存配置的区别.....	34
3.4 RX 测试.....	35

3.4.1 灵敏度测试.....	35
3.4.2 最大输入电平测试.....	37
4 吞吐测试.....	38
4.1 Iperf 工具介绍.....	38
4.2 测试环境搭建.....	38
4.3 测试命令.....	38
4.3.1 常用命令参数说明.....	38
4.3.2 UDP TX 示例.....	39
4.3.3 UDP RX 示例.....	39
4.3.4 TCP TX 示例.....	39
4.3.5 TCP RX 示例.....	39
5 FAQ.....	41

表

表 0-1	Revision History.....	3
表 2-1	ETF 功能.....	9
表 2-2	常规命令说明.....	20
表 2-3	速率配置定义.....	20
表 2-4	RX 返回值意义	23
表 3-1	11B 模式 Tx RF 性能主要参数.....	28
表 3-2	11G 模式 Tx RF 性能主要参数.....	30
表 3-3	11N 模式 Tx RF 性能主要参数.....	32
表 3-4	SDD 和 Efuse 保存配置的主要区别.....	35
表 3-5	Rx 灵敏度测试结果.....	37
表 4-1	Iperf 常用命令参数说明.....	39
表 5-1	PC 无法正常连接.....	41
表 5-2	ETF TX 无法发送帧.....	41
表 5-3	ETF RX 无法接收帧.....	41

图

图 2-1	RF 硬件测试环境搭建.....	10
图 2-2	由 WLAN 模式切换为 etf 模式.....	10
图 2-3	ETF GUI 软件界面.....	11
图 2-4	ETF GUI 简单测试.....	12
图 2-5	ETF GUI TX 11b 测试示例.....	13
图 2-6	ETF GUI TX 11g 测试示例.....	14
图 2-7	ETF GUI TX 11n 测试示例.....	15
图 2-8	ETF GUI TX 单载波测试示例.....	16
图 2-9	ETF GUI RX 测试.....	17
图 2-10	ETF GUI SDD 测试.....	18
图 2-11	简单测试.....	21
图 3-1	XR808CT0-MD2 DUT 测试板.....	24
图 3-2	测试环境原理图.....	24
图 3-3	IQsignal 启动界面.....	25
图 3-4	IQ2015 连接 PC 状态.....	25
图 3-5	11B 模式仪器设置.....	26
图 3-6	DUT 11B Tx 模式设置步骤.....	27
图 3-7	11B 模式 Tx 测试界面.....	27
图 3-8	11G 模式仪器设置.....	28
图 3-9	DUT 11G Tx 模式设置步骤.....	29
图 3-10	11G 模式 Tx 测试界面.....	29
图 3-11	11N 模式 Tx 测试界面.....	30
图 3-12	DUT 11N Tx 模式设置步骤.....	31
图 3-13	11N 模式 Tx 测试界面.....	31
图 3-14	功率校准测试步骤.....	32
图 3-15	IQ2015 功率测试界面.....	33
图 3-16	频偏校准测试步骤.....	33
图 3-17	IQ2015 频偏测试界面.....	34
图 3-18	IQ2015 Rx 设置界面.....	35
图 3-19	DUT Rx 测试步骤.....	36
图 4-1	吞吐测试环境示意图.....	38

1 概述

本文仅适用于 XRADIO 的 XR808 和 XR872 系列芯片的 RF 测试

介绍 XRADIO 的 IC 平台的产品 RF 测试流程，主要包含以下几个内容：

- WLAN RF 测试工具介绍
- WLAN RF 测试
- 吞吐测试

本文中的 RF 测试仪器以 Litepoint 公司的 IQ2015 为例。

本文中的 DUT 以 XRADIO 的 XR808CT0-MD2 模组方案板为例。

2 WLAN RF 测试工具介绍

为了满足 RF 性能、硬件布线等方面测试需求，Xradio 提供一种 RF test 工具，即 ETF CLI (Engineer Test Function Command Line Interface)。该工具主要使用环境为 FreeRTOS 系统，可以对物理接口收发器 (phy) 的硬件进行手动收发帧操作，测试不同信道和功率，可进行自动化测试用例。

为了便于客户使用，我们基于 ETF CLI 工具开发了一个具有简单界面的测试工具，即 ETF GUI (Engineer Test Function Graphic User Interface)。

使用此工具需要对 Wi-Fi 通信 802.11 协议有基本的了解，并且需要了解 RF 芯片在量产过程中所需要进行的测试项，及其意义。

2.1 测试工具功能描述

ETF 工具大致的功能如下：

类别	测试支持	描述	备注
基本配置	频偏配置	测试的频偏可配置	配置范围为 0-127
	信道选择	测试信道可配置 (1~14)	
	MAC 地址配置	修改发送帧的 MAC 地址	可配置 A1, A2, A3
TX	连续发送	连续发送模式下不断发送帧，直到进行停止操作	
	帧数发送	发送一定数目的帧后停止发送	
	帧长度配置	发送的帧长度可以调整	大于 MAC 头部，小于 4096
	速率选择	速率可选择 11b, 11g, 11n HT20	11b 22Mbps 33Mbps 除外
	功率调整	发送功率可以按等级调整，单位不是 dbm	每个速率有对应默认功率，一般情况下不用调整
	单载波发送	可发送单载波，幅度可调整	CLI 支持频偏可调整
RX	连续接收	停止接收后显示接收帧总数，错误帧数目	
	模式配置	可以配置 11b only、11g/n 或者 11b/g/n	

表 2-1 ETF 功能

2.2 ETF GUI 使用说明

2.2.1 RF 硬件测试环境搭建

RF 硬件测试环境的大致结构如下图所示：

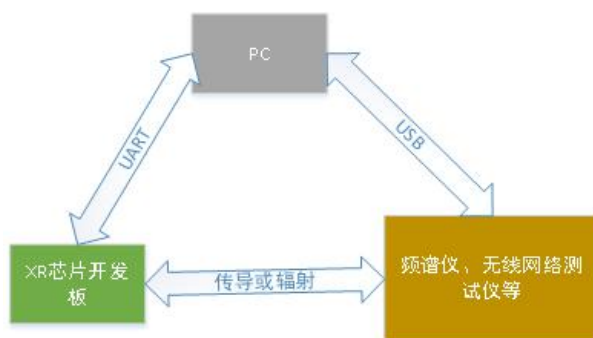


图 2-1 RF 硬件测试环境搭建

- 1) XR 芯片通过串口与 PC 连接，用户通过 PC 端的串口工具向 XR 芯片发送命令；
- 2) XR 芯片通过传导或者辐射的方式与频谱仪或者无线网络测试仪等设备连接，发送、接收 802.11 帧；
- 3) PC 通过 USB 与无线网络测试仪连接，使用对应的应用可以查看设备收到的帧情况，或者控制测试仪发送特定格式的帧。如果是频谱仪的话，一般是自带显示器的，不需要与 PC 进行连接。

2.2.2 RF 软件测试环境搭建

- 1) 使用烧写工具烧写带有 ETF 测试使用的镜像文件。
- 2) 复位后默认进入正常 WLAN 模式，输入命令“etf”切换到 etf 测试模式，等待串口打印提示“etf driver is ready!”表示初始化 ok，然后关闭串口工具，打开 ETF GUI 工具进行测试即可。

```

en1: State: INACTIVE -> DISCONNECTED
en1: Event INTERFACE_STATUS (4) received
FAPOL: disable timer tick
$ etf
<ACK> 200
XRADIO IOT WLAN SDK 0.6.0

PM: mode select:16
XRADIO IOT WLAN SDK (net) 0.6.0

[0xa0040008]:c1000000
PM: wlan mode:18
etf_init,556 hw_priv:0x17578
ETF driver version: 004
PETE/PETE running...
etf driver is ready!
    
```

图 2-2 由 WLAN 模式切换为 etf 模式

- 3) 打开无线网络测试仪，在 PC 上打开对应的应用，调整仪器状态，然后就可以收取 DUT 发出的帧或者向 DUT 发送帧了。此步骤需要视具体仪器而定，在此不作赘述。

2.2.3 功能说明

2.2.3.1 软件界面

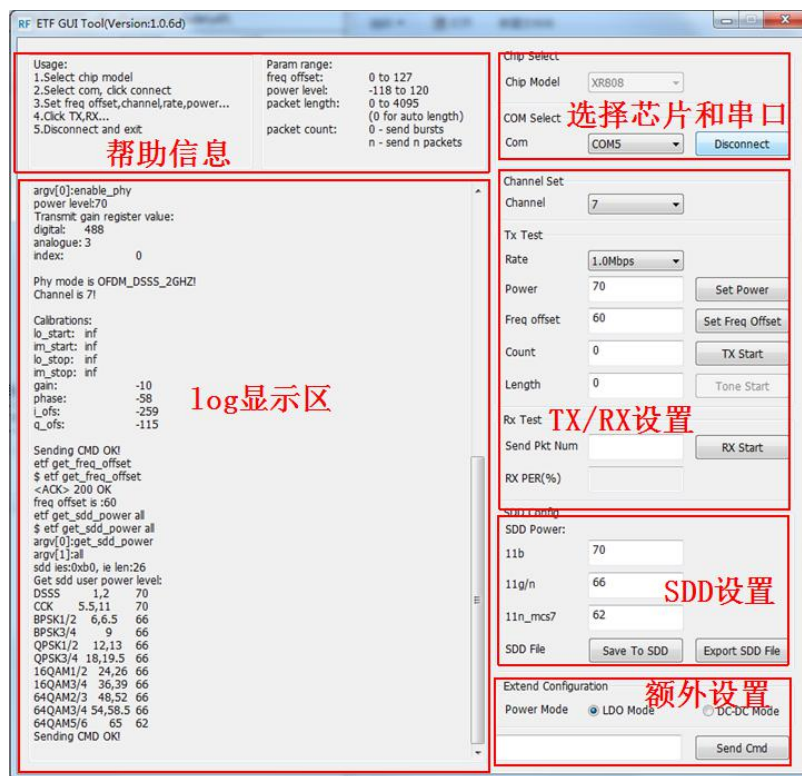


图 2-3 ETF GUI 软件界面

2.2.4 简单测试

可以使用最简单的命令流程来测试工具是否正常可用，不进行信道、功率和速率等配置

执行下列步骤后，如 log 显示如下（XR808/XR872 类似），则表示工具正常可用。此时芯片会在默认的 7 信道上以默认功率，1M 速率不断地发送帧。

测试配置：

测试项：TX

信道：7（默认）

速率：1M（默认）

Power：70（默认）

发包数：连续（默认）

发包长度：自动（默认）

测试步骤：

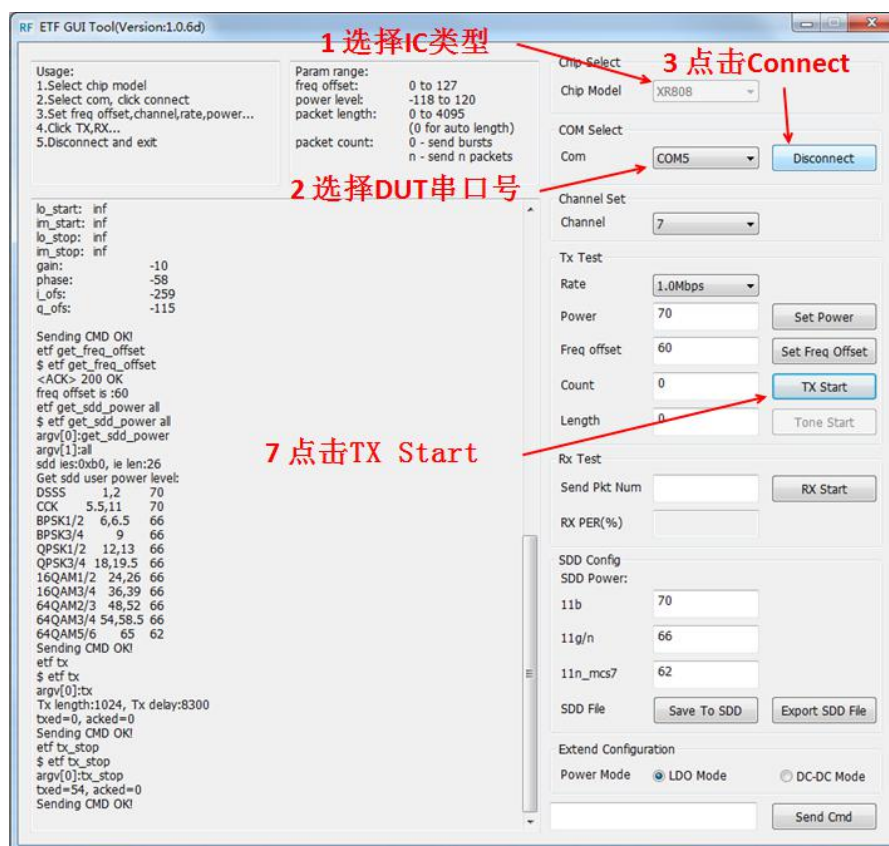


图 2-4 ETF GUI 简单测试

2.2.5 TX 测试

2.2.5.1 11b 示例

在 6 信道，使用 11b 模式 2Mbps 速率，进行连续发送帧。

测试配置：

测试项：TX

信道：6

速率：2M

Power：70（默认）

发包数：连续（默认）

发包长度：自动（默认）

测试步骤：

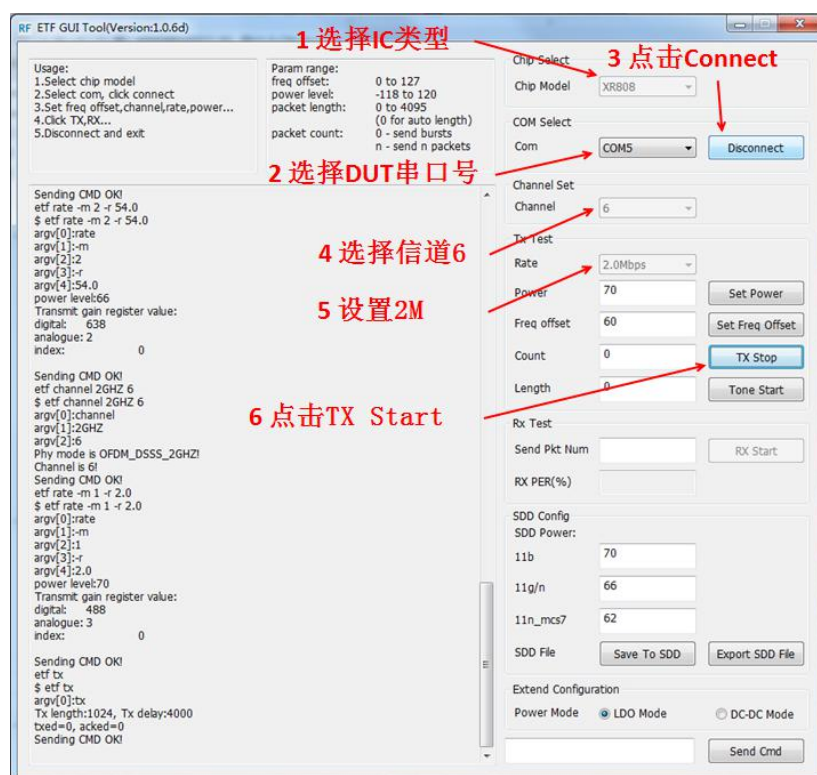


图 2-5 ETF GUI TX 11b 测试示例

2.2.5.2 11g 示例

在 11 信道，使用 11g 模式 54Mbps 速率，功率等级为 50 进行连续发送帧。

测试配置：

测试项：TX

信道：11

速率：54M

Power: 50

发包数：连续（默认）

发包长度：自动（默认）

测试步骤：

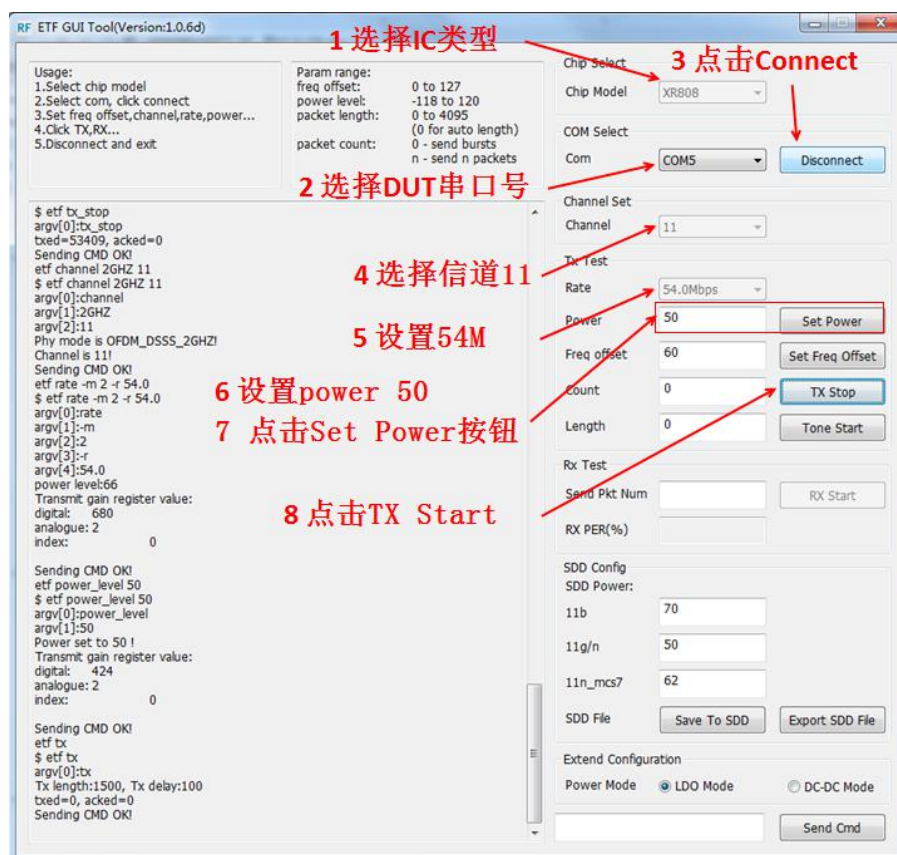


图 2-6 ETF GUI TX 11g 测试示例

2.2.5.3 11n 示例

在 1 信道，使用 11n Mixed 模式 MCS7 LongGI 速率，帧长为 4095 进行连续发送。

测试配置：

测试项：TX

信道：1

速率：65M

Power：62（默认）

发包数：连续（默认）

发包长度：自动（默认）

测试步骤：

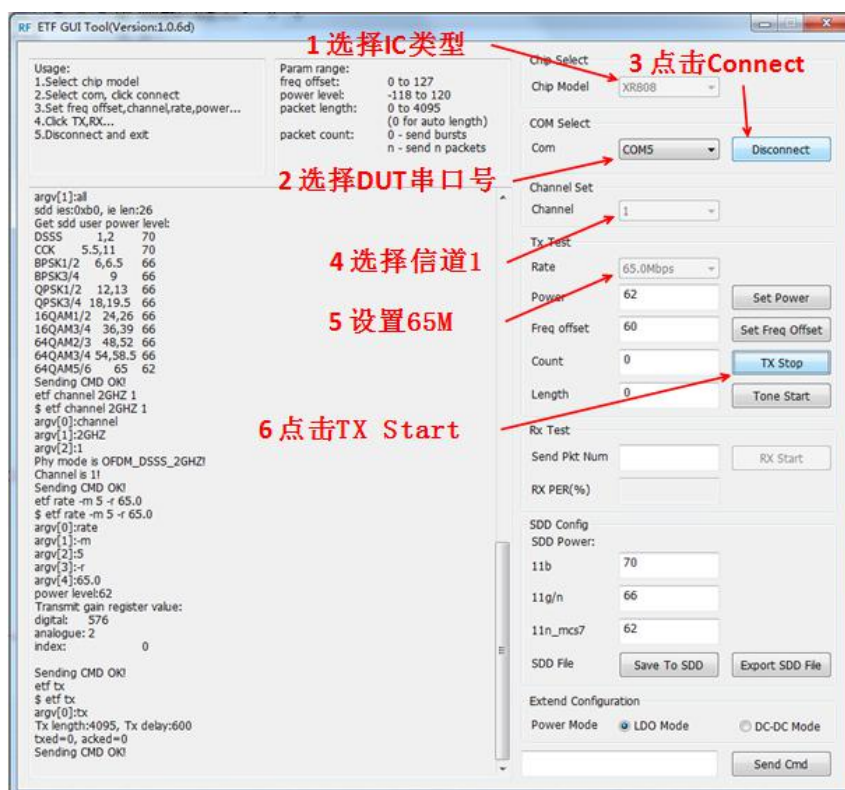


图 2-7 ETF GUI TX 11n 测试示例

2.2.5.4 单载波示例

在 1 信道，进行单载波连续发送的示例。

测试配置：

测试项：Tone

信道：1

速率：65M（默认）

Power：62（默认）

发包数：连续（默认）

发包长度：自动（默认）

测试步骤：



图 2-8 ETF GUI TX 单载波测试示例

2.2.6 RX 测试

在 3 信道，RX 的示例。

测试配置：

测试项：RX

信道：3

速率：无

Power：无

发包数：无

发包长度：无

测试步骤：

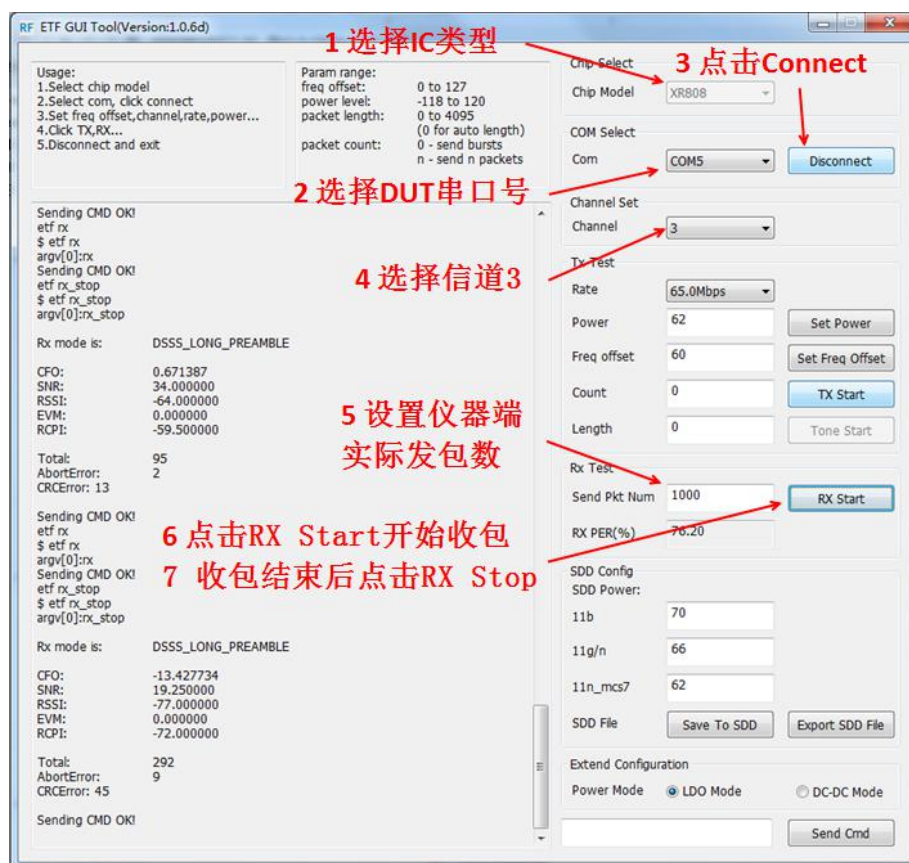


图 2-9 ETF GUI RX 测试

2.2.7 SDD 文件

SDD 文件是 XR 芯片用于保存配置信息的配置文件，包含很多配置项，目前提供给客户进行配置的只有发射功率和频偏值这两项。

SDD 发射功率包含三个功率值，分别是 11b 速率的发射功率，11gn 除 65M 速率的发射功率，11n_mcs7 速率的发射功率。ETF GUI 软件中的 SDD Power 默认显示的是 SDD 文件中的值，在更新 TX/RX Test 中的 Power 值时会同步更新过来，但是只有在点击 Save to SDD 按钮时才会保存到开发板的 flash 中。

注意：点击 Save To SDD 按钮时会同时将三个功率值以及频偏值都保存到开发板的 flash 中。

正常固件所使用的 SDD 文件的上述配置与 RF 测试固件的相同，所以在完成 RF 测试后，可以将上述配置保存到开发板的 flash 中，再将 flash 中的 SDD 文件导出，然后替换正常固件的 SDD 文件进行打包即可。

2.2.7.1 保存 SDD 文件的示例

按照以下步骤操作后，SDD 文件会保存在软件目录下的 sdd 文件夹下，路径在 log 中会显示（如下图所示）：

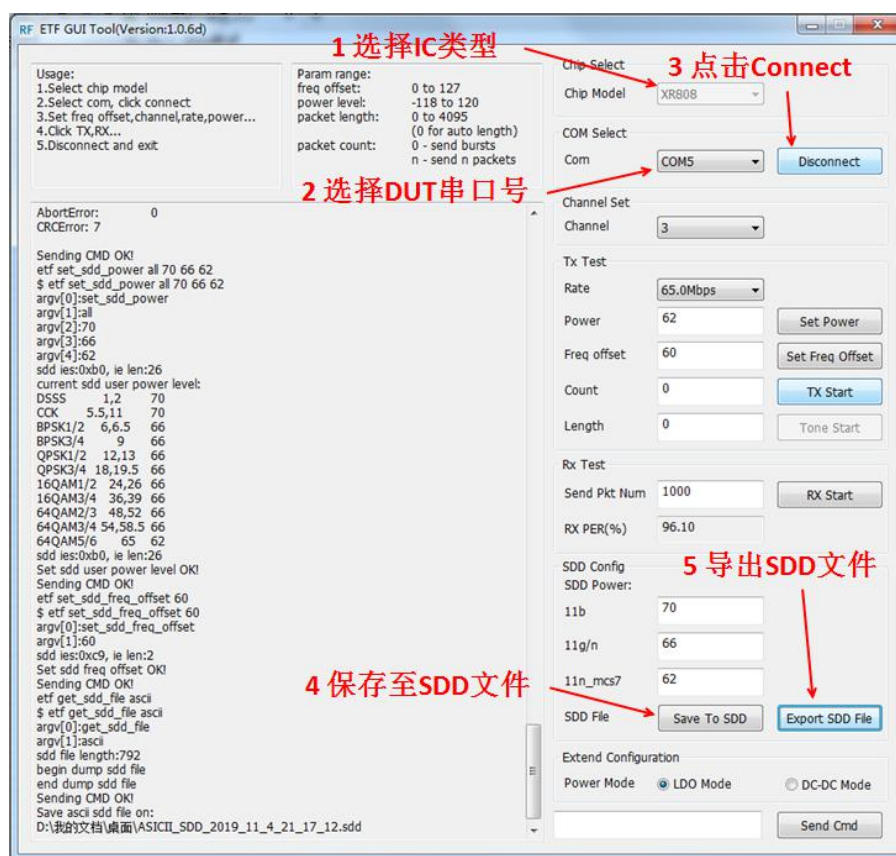


图 2-10 ETF GUI SDD 测试

2.3 ETF CLI 使用说明

2.3.1 环境搭建

ETF GUI 测试工具的工作原理就是点击界面上的某个按钮后，发送对应的命令行指令给串口，然后显示串口输出的数据。

所以，ETF CLI 工具软件和硬件的环境搭建与 ETF GUI 的相同，只不过是使用串口工具直接发送命令而已。

2.3.2 常规命令说明

命令	操作	说明
etf	切换 etf 模式	从正常固件切换到 etf 固件，若已经是 etf 固件，则会直接重启
etf switch_image	切换正常模式	若需要从 etf 固件切换到正常固件，需要输入此命令，再 reboot 即可
etf connect	RF 测试模式启动	RF 测试模式启动，设备处于运行状态，其他测试命令只能在该命令完成以后才能进行
etf disconnect	RF 测试模式关闭	RF 测试模式关闭，关闭后设备处于掉电状态
etf enable_phy	PHY 使能	PHY 使能，在进行 PHY 和 RF 相关操作之前必须先使能 PHY
etf channel [mode] [num]	频段模式和信道配置	mode: 频段和调制类型，取值{DSSS_2GHZ, OFDM_2GHZ, 2GHZ} num: 信道参数，取值 1~14
etf rate -m [x] -r [y]	速率配置	配置速率和模式，其中 x 和 y 意义分别在表 1-3 中说明
etf power_level [num]	功率配置	其中 num 的范围为-118~120，每个速率有对应的默认功率和最大功率，速率配置后自动使用默认功率进行发送；当功率调整超过最大功率时，会配置为最大功率
etf tx -l [len] -n [num]	启动发包	len: 发包长度，取值{0-4095}，默认设置为 0，软件会自动调整包长 num: 发包个数，取值{0-65535}，默认设置为 0，软件会持续发包
etf tx_stop	停止发包	若软件处于持续发包状态，输入此命令可停止发包
Etf rx	启动收包	启动收包
Etf rx_stop	停止收包	若软件处于收包状态，输入此命令可停止收包
etf get_freq_offset etf set_freq_offset [num]	频偏配置和获取	这两个命令获取和配置的都是当前使用的频偏值，不会保存到 flash 中，num 取值范围为 0~127
etf get_sdd_freq_offset etf set_sdd_freq_offset [num]	Flash 中的频偏配置和获取	这两个命令获取和配置的都是 flash 中保存的频偏值，不是立即生效的值，num 取值范围为 0~127
etf get_sdd_power all etf set_sdd_power all [p1] [p2] [p3]	Flash 中的功率配置和获取	这两个命令获取和配置的都是 flash 中保存的各速率对应的功率值，p1/p2/p3 对应的速率分别为 11B/11GN(no

		mcs7)/11N_mcs7，它们的取值范围都是-118~120
etf get_sdd_file [type]	输出 sdd 配置文件	此命令用于从串口输出在 flash 中的配置文件，type 表示输出的数据为 hex 还是 ascii 格式，其取值为{hex, ascii}

表 2-2 常规命令说明

其中，速率配置参数定义如下：

模式 x	定义	对应速率 y
0	11b short preamble	2, 5.5, 11
1	11b long preamble	1, 2, 5.5, 11
2	11g	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54
4	11n Greenfield	6.5, 13, 19.5, 26, 39, 52, 58.5, 65
5	11n Mixed	

表 2-3 速率配置定义

2.3.3 简单测试

可以使用最简单的命令流程来测试工具是否正常可用，不进行信道、功率和速率等配置。

```
etf
etf connect
etf enable_phy
etf tx -n 100
```

执行以上命令后，如串口打印提示如下，则表示工具正常可用。此时芯片会在默认的 7 信道上以默认功率，1M 速率发送 100 个帧。

```

platform information =====
XRADIO Skylark SDK 1.0.0 rc1 Sep 27 2019 09:37:21

heap space [0x20b6c0, 0x23fc00), size 214336

cpu  clock 160000000 Hz
HF    clock 40000000 Hz

sdk option:
  XIP      : enable
=====

ETF image version:1.0.0_rc_10924e
etf_init,680 hw_priv:0x204af0
ETF driver version: 1.0.2
RETF/PETF running...
etf driver is ready!
$ etf connect
argv[0]:connect
fw sz:67200 da:0x20cf38
ETF fw is running!!

Firmware Apiver:0x427 Label:ETF_FW_A35.01.0194-HIF; Sep 26 2019, 19:38:35
sdd ies:0xc9, ie len:2
sdd ies:0xb0, ie len:26
Sending CMD OK!
$ etf enable_phy
argv[0]:enable_phy
power level:70
Transmit gain register value:
digital:      488
analogue:     2
index:        0

Phy mode is OFDM_DSSS_2GHZ!
Channel is 7!

Calibrations:
lo_start:     inf
im_start:     inf
lo_stop:      inf
im_stop:      inf
gain:         -19
phase:        -171
i_ofs:        17
q_ofs:        -337

Sending CMD OK!
$ etf tx -n 100
argv[0]:tx
argv[1]:-n
argv[2]:100
frame cnt is:100!
Tx length:1024, Tx delay:8300
txed=100, acked=0
Sending CMD OK!

```

图 2-11 简单测试

2.3.4 TX 测试

1) Tx 测试基本格式如下。其中 continuous 为 1 表示连续发送，为 0 表示帧数发送，默认为 1；当 continuous 为 0 时，num 表示要发送的帧数；length 表示发送帧的长度。

```

etf tx -c [continuous] -n [num] -l [length]
etf tx_stop

```

2) 单载波发送基本格式如下。其中 amplitude 表示单载波幅度，默认为 0dbm；freq 为频偏，默认为 5MHz。mode 为载波模式，默认为 Single Tone Quad。

```

etf tone -a [amplitude] -f [freq] -m [mode]

```

```
etf tone_stop
```

3) 示例 1: 在 1 信道, 使用 11n Mixed 模式 MCS7 LongGI 速率, 帧长为 4095 进行连续发送。

```
etf
etf connect
etf enable_phy
etf channel 2GHZ 1
etf rate -m 5 -r 65
etf tx -c 1 -l 4095
etf tx_stop
```

4) 示例 2: 在 11 信道, 使用 11g 模式 54Mbps 速率, 功率等级为 50 进行发送 1000 帧。提示: 固定帧数发送不需要 tx_stop。

```
etf
etf connect
etf enable_phy
etf channel 2GHZ 11
etf rate -m 2 -r 54
etf power_level 50
etf tx -c 0 -n 1000
```

5) 示例 3: 在 1 信道, 进行单载波连续发送的示例。单载波发送必须先进行连续发送。

```
etf
etf connect
etf enable_phy
etf channel 2GHZ 1
etf tx -c 1
etf tone
etf tone_stop
etf tx_stop
```

2.3.5 RX 测试

1) Rx 测试基本格式如下。Rx 测试无参数, 停止后会返回统计数据。

```
etf rx
etf rx_stop
```

2) Rx 停止后返回数据如下:

```
Rx mode is:      OFDM_PREAMBLE

Smoothing:      YES!
Sounding PPDU:  NO!
A-MPDU:         NO!
Short GI:       800ns

CFO:            -6.256104
SNR:            11.671869
RSSI:           -49.000000
EVM:            2.713441
RCPI:           -52.500000

Total:          1107
AbortError:     405
CRCError:       232
```

Sending CMD OK!

具体返回值意义说明:

名称	描述	备注
Total	所有检测到帧的总数	
AbortError	无法解调帧的总数	错误帧总数
CRCError	CRC 发生错误的帧	
Rx mode	最后一帧的调制模式	
A-MPDU	是否为聚合帧	
RSSI	接收信号强度, 单位 dbm	

表 2-4 RX 返回值意义

3) 示例 1: 在 1 信道, 进行连续接收的示例。

```
etf
etf connect
etf enable_phy
etf channel 2GHZ 1
etf rx
etf rx_stop
```

4) 示例 2: 在 11 信道, 11b only 模式, 进行连续接收的示例。

```
etf
etf connect
etf enable_phy
etf channel DSSS_2GHZ 11
etf rx
etf rx_stop
```

2.3.6 注意事项

1) 模式由正常 WLAN 模式切换为 etf 模式使用命令“etf”, 而 etf 模式切换回正常 WLAN 模式, 需要使用命令“etf switch_image”, 再按下 reset 键重新运行代码, 此时默认启动才是正常 WLAN 模式。

3 WLAN RF 测试

3.1 测试环境搭建

请确认 PC 可以通过串口与 DUT 通信，同时 PC 已安装 IQ 测试设备驱动，可以正常连接 IQ 设备。以下仪器以 Litepoint 公司的 IQ2015 为例、DUT 以 XR808CT0-MD2 模组板为例说明。

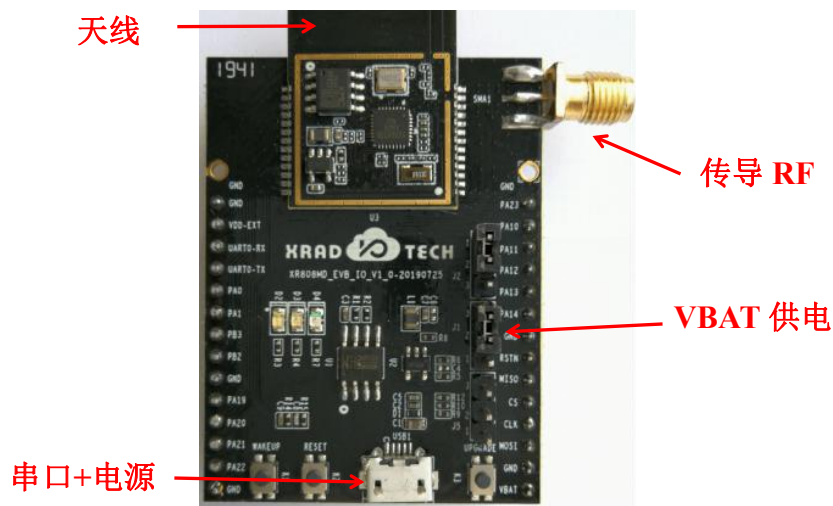


图 3-1 XR808CT0-MD2 DUT 测试板

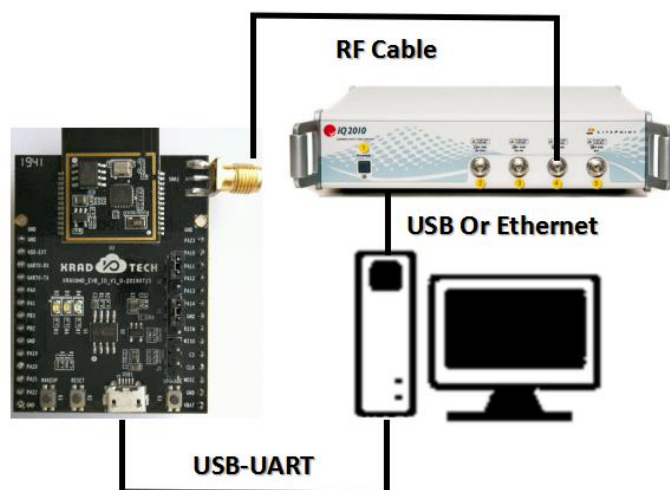


图 3-2 测试环境原理图

3.2 仪器连接

1) 使用 USB 线将 IQ2015 连入电脑，打开 IQ 测试工具软件 IQsignal。

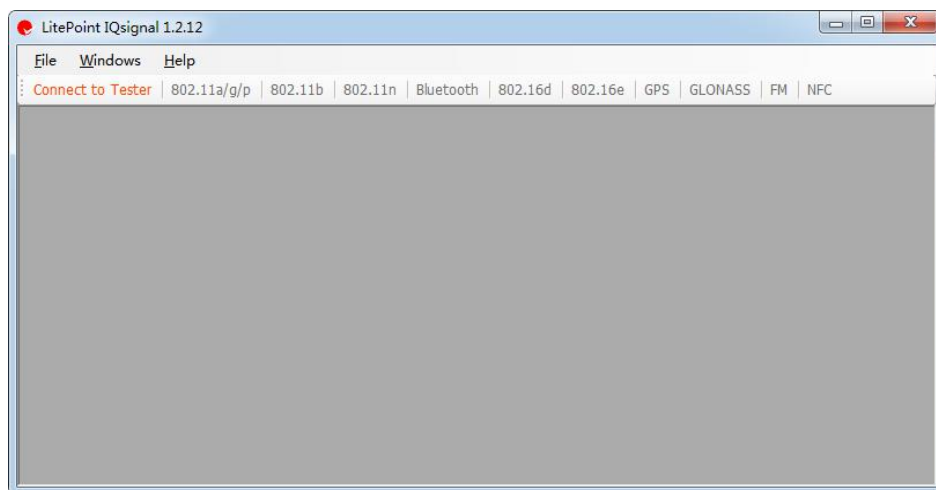


图 3-3 IQsignal 启动界面

2) 点击左上角 **Connect to Tester** 连接 IQ 测试设备如下图:

可根据不同 IQ 型号版本和连接方式对应设置。

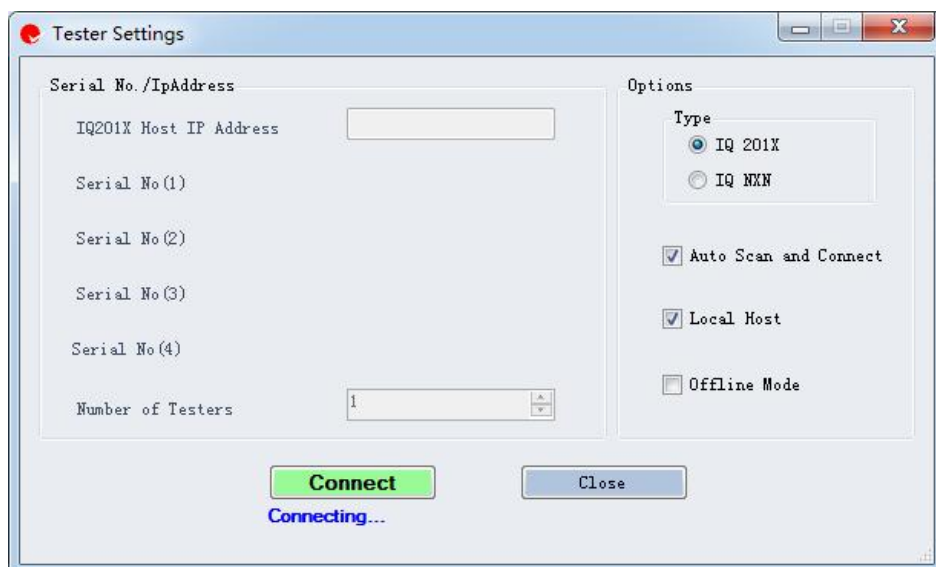


图 3-4 IQ2015 连接 PC 状态

3) 待仪器连接成功后准备开始测试

3.3 TX 测试

3.3.1 11B 模式

1) IQ2015 仪器设置:

11B 模式使用 IQ 默认设置, 如图 2-5 所示。

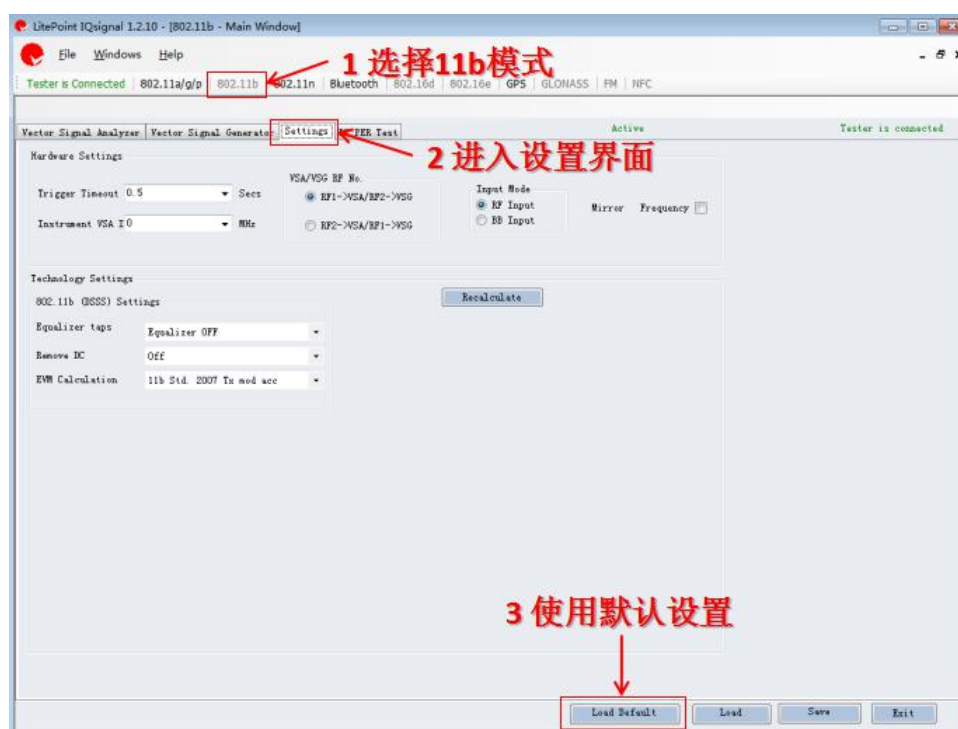


图 3-5 11B 模式仪器设置

2) 通过 ETF GUI 工具设置, 11B-CH7&1M 速率测试步骤举例如下:

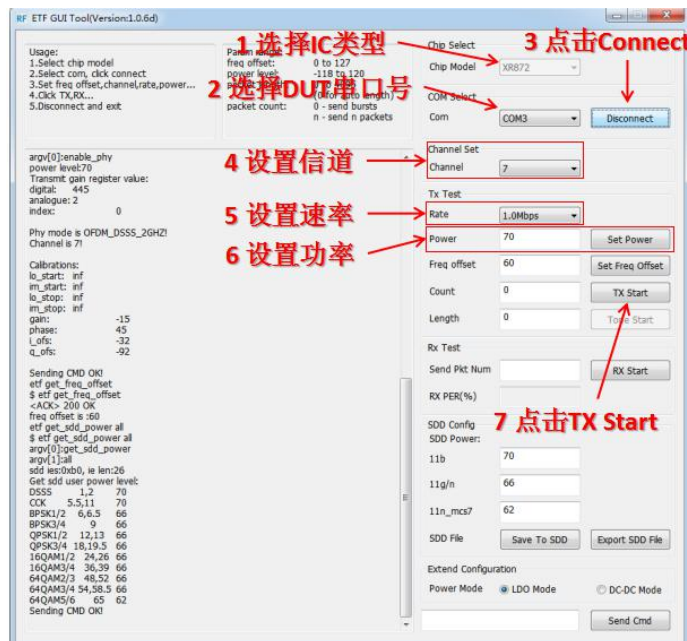


图 3-6 DUT 11B Tx 模式设置步骤

3) 仪器切换至 Tx 测试界面，点击“Auto Range”按钮后仪器自动设置功率量程，再单击“Run”按钮，测试结果如图 2-7 所示：

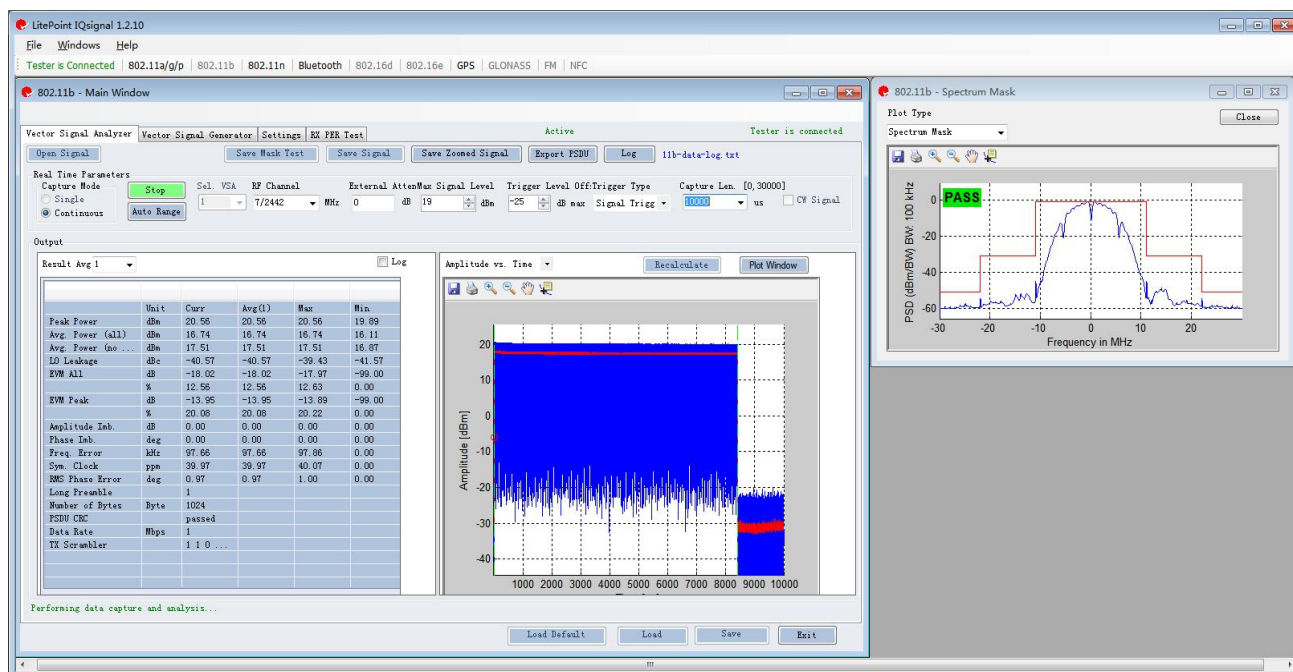


图 3-7 11B 模式 Tx 测试界面

其中包含 11B 模式下 Tx RF 测试关键指标 Power、EVM、Mask、Freq.Error、Sym.Clock、LO Leakage；

4) 记录测试数据，可以将测试结果填入如下表格参考，如测试出现异常，可将该表数据反馈 Xradio 技术团队

Mode: 11b		Bandwidth: 20MHz					Data Rate: 11Mbps					Temperature: 30°C				
Channel	Spec.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Output Power (dBm)	17±2															
EVM (dB)	<-9															
Mask	-															
Freq. Error (KHz)	±60															
Symbol Clock Error (ppm)	±25															
LO Leakage (dB)	<-15															

表 3-1 11B 模式 Tx RF 性能主要参数

3.3.2 11G 模式

1) IQ2015 仪器设置

11G 模式使用 IQ 默认设置，如下图：

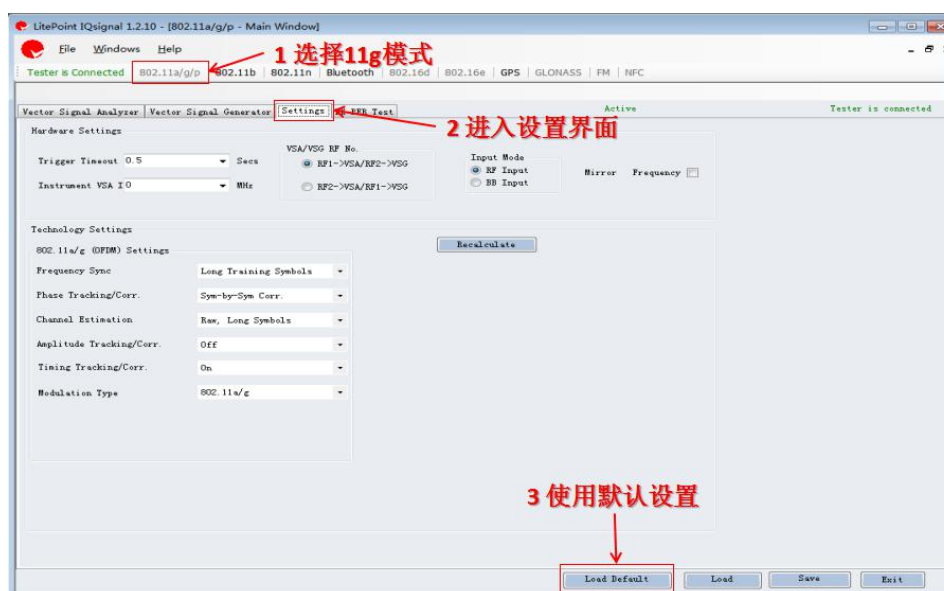


图 3-8 11G 模式仪器设置

2) 通过 ETF GUI 工具设置，11G-CH7&54M 速率测试步骤举例如下：

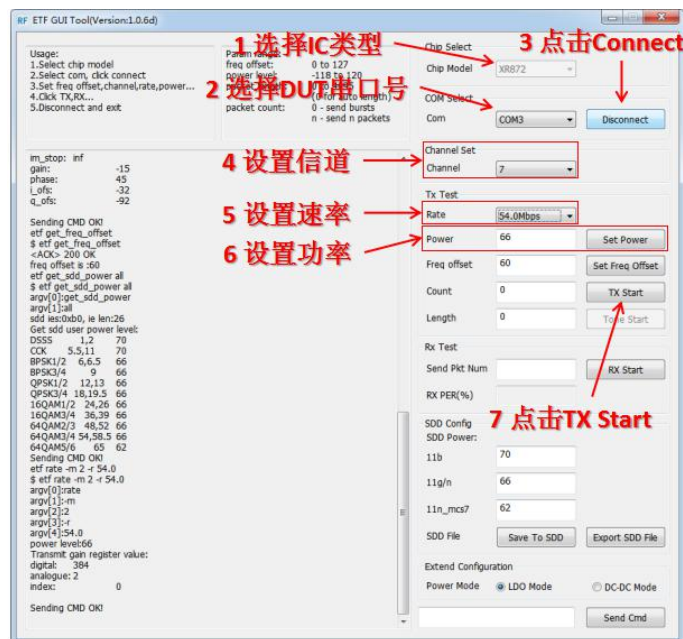


图 3-9 DUT 11G Tx 模式设置步骤

- 3) 仪器切换至 Tx 测试界面，点击“Auto Range”按钮后仪器自动设置功率量程，再单击“Run”按钮，测试结果如图 2-10 所示：

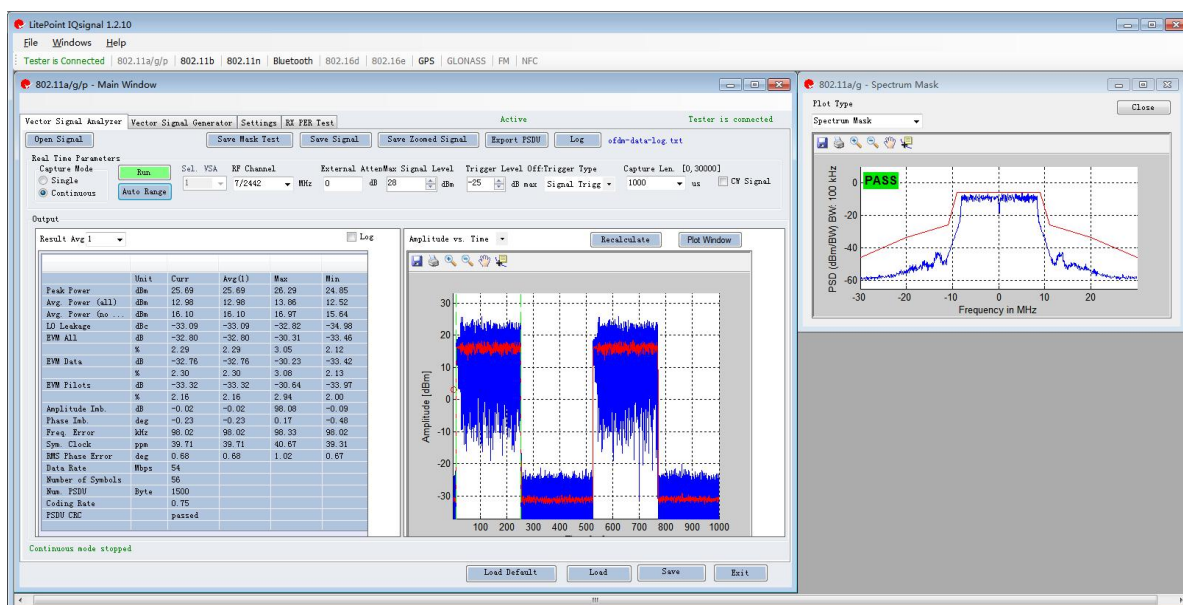


图 3-10 11G 模式 Tx 测试界面

其中包含 11G 模式下 Tx RF 测试关键指标 Power、EVM、Mask、Freq.Error、Sym.Clock、LO Leakage；

- 4) 记录测试数据，可以将测试结果填入如下表格参考，如测试出现异常，可将该表数据反馈 Xradio 技术团队

Mode: 11g		Bandwidth: 20MHz				Data Rate: 54Mbps				Temperature: 30℃					
Channel	Spec.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Output Power (dBm)	16±2														
EVM (dB)	<-25														
Mask	-														
Freq. Error (KHz)	±48														
Symbol Clock Error (ppm)	±20														
LO Leakage (dB)	<-15														

表 3-2 11G 模式 Tx RF 性能主要参数

3.3.3 11N 模式

1) IQ2015 仪器设置:

11n 模式使用 IQ 默认设置, 如下图:

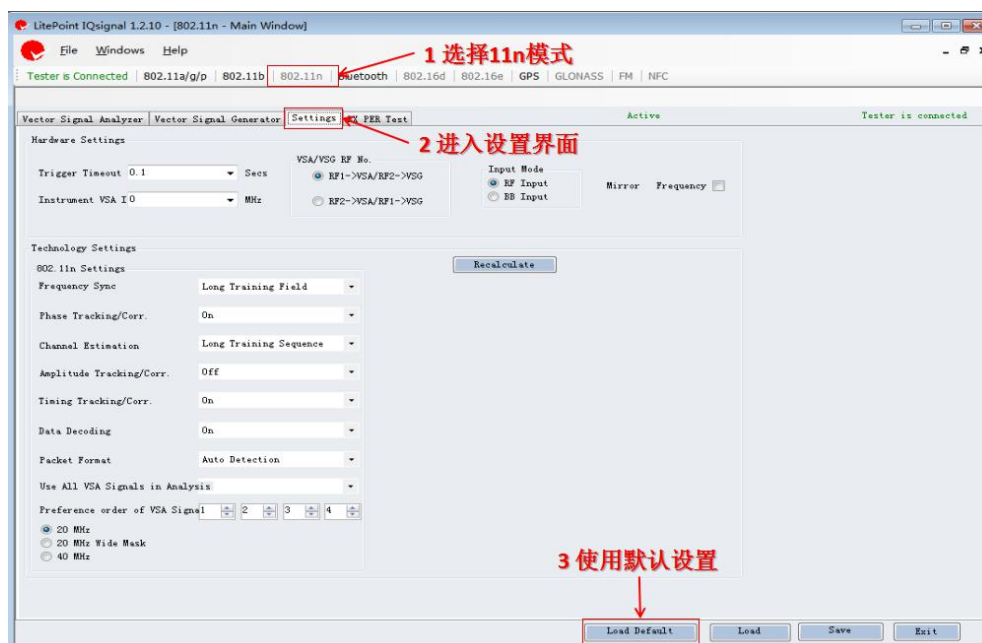


图 3-11 11N 模式 Tx 测试界面

2) 通过 ETF GUI 工具设置, 11N-CH7&65M 速率测试步骤举例如下:

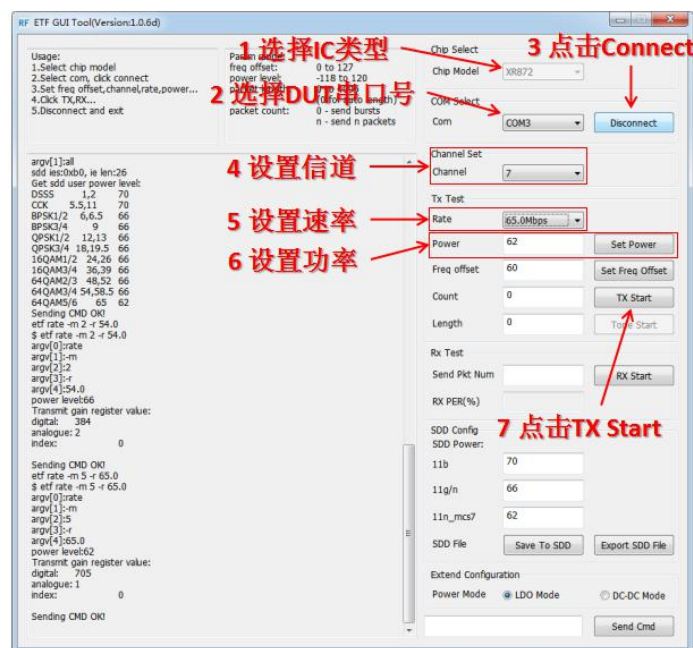


图 3-12 DUT 11N Tx 模式设置步骤

- 3) 仪器切换至 Tx 测试界面，点击“Auto Range”按钮后仪器自动设置功率量程，再单击“Run”按钮，测试结果如图 2-13 所示：

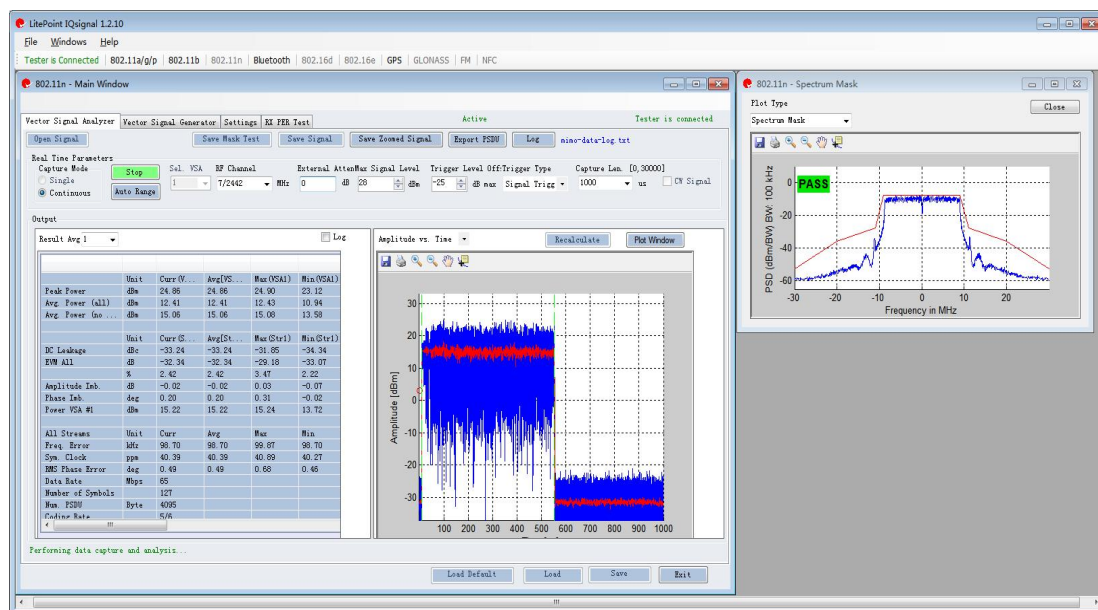


图 3-13 11N 模式 Tx 测试界面

其中包含 11N 模式下 Tx RF 测试关键指标 Power、EVM、Mask、Freq.Error、Sym.Clock、LO Leakage；

- 4) 记录测试数据，可以将测试结果填入如下表格参考，如测试出现异常，可将该表数据反馈 Xradio 技术团队

Mode: 11n		Bandwidth: 20MHz				Data Rate: 65Mbps				Temperature: 30°C					
Channel	Spec.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Output Power (dBm)	15±2														
EVM (dB)	<-28														
Mask	-														
Freq. Error (KHz)	±48														
Symbol Clock Error (ppm)	±20														
LO Leakage (dB)	<-15														

表 3-3 11N 模式 Tx RF 性能主要参数

3.3.4 Tx 功率校准

XR808/XR872 支持动态功率调节, 通过串口控制 DUT,使用 ETF GUI 工具先发出一个信道任意速率的包, 例如在 CH7 发出 11N MCS7 的包, 操作步骤如下:

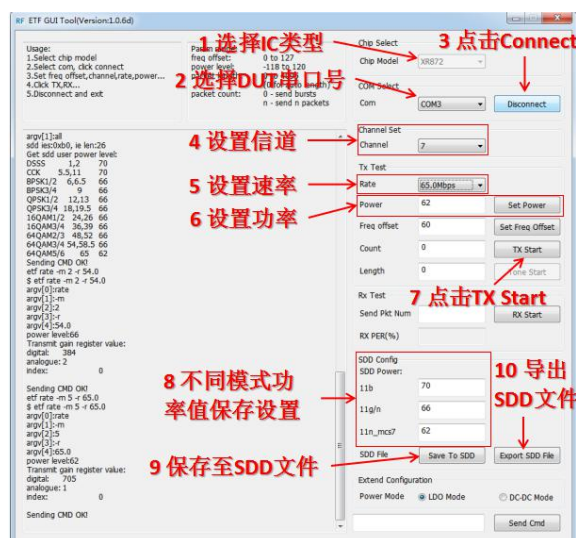


图 3-14 功率校准测试步骤

- 1、打开 ETF GUI 工具, 选择 DUT IC 类型。
- 2、选择 DUT 使用的串口号。
- 3、点击“Connect”按钮后加载固件, 加载成功后该按钮会变成“Disconnect”。
- 4、设置发射信道。
- 5、设置发射速率。
- 6、设置发射功率。
- 7、点击“TX Start”按钮, 发出对应速率和信道的 Tx 信号。
- 8、再设置 Power 值, 调整发射功率大小, 功率值设置范围 (-118-120)。此时观察测试仪器中 Power 指标, 动态调整需要的功率值。

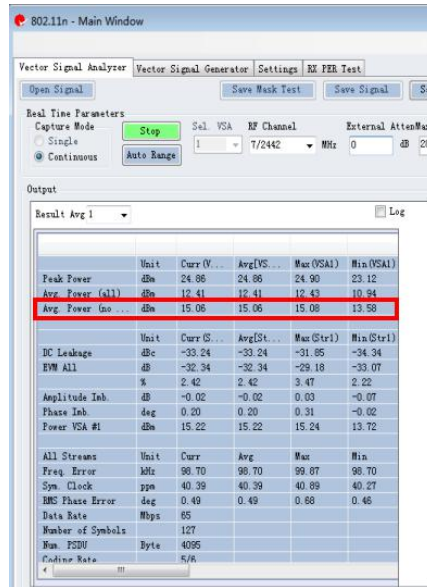


图 3-15 IQ2015 功率测试界面

- 9、待调整好不同模式下的功率值之后，分别将校准好的功率值填入对应模式下
 - 10、点击按钮“Save To SDD”保存至 SDD 文件，确保下一次重启 DUT 不用再重新调整功率值。
- 可以点击按钮“Export SDD File”导出调整好的 SDD 文件，用于其他 DUT 的烧录。

3.3.5 Tx 频偏校准

XR808/XR872 支持软件动态调节频偏值的操作，通过串口控制 DUT,使用 ETF GUI 工具先发出一个信道任意速率的包，例如在 CH7 发出 11N MCS7 的包，操作步骤如下：

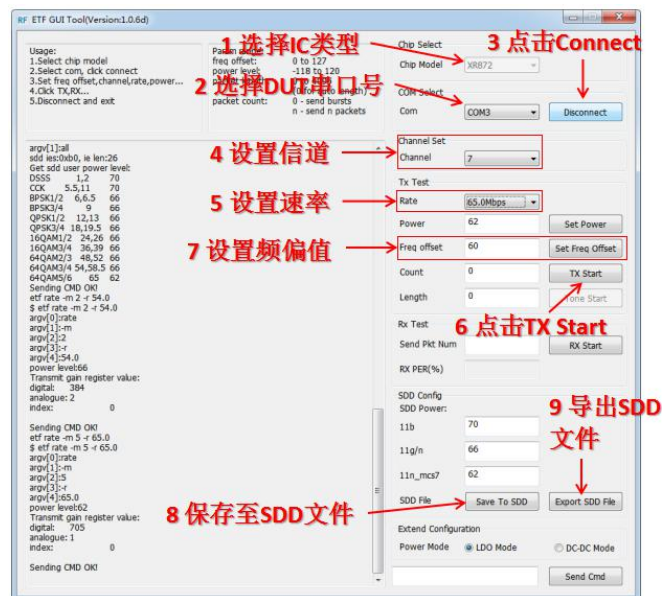


图 3-16 频偏校准测试步骤

- 1、打开 ETF GUI 工具，选择 DUT IC 类型。
- 2、选择 DUT 使用的串口号。
- 3、点击“Connect”按钮后加载固件，加载成功后该按钮会变成“Disconnect”。
- 4、设置发射信道与速率。
- 5、点击“Tx Start”按钮，发出对应速率和信道的 Tx 信号。
- 6、设置频偏值，调整频偏大小，频偏值设置范围（0-127）。此时观察测试仪器中 Freq.Error 和 Sym.Clock 两项测试指标，动态调整需要的频偏值。

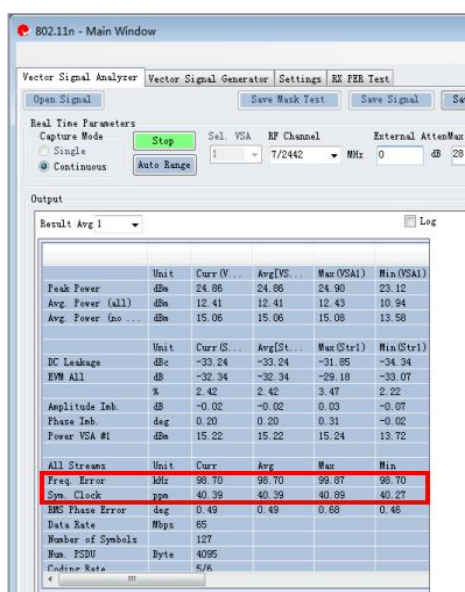


图 3-17 IQ2015 频偏测试界面

- 7、待调整好频偏值之后，点击按钮“Save To SDD”保存至 SDD 文件，确保下一次重启 DUT 不用再重新调整频偏值。可以点击按钮“Export SDD File”导出调整好的 SDD 文件，用于其他 DUT 的烧录。

3.3.6 SDD 和 Efuse 保存配置的区别

Xradio 提供两种保存默认配置的方式，一种是保存至 SDD 文件，另一种是烧录至芯片 Efuse。两种方式主要有如下区别

主要区别	保存 SDD	烧录 Efuse
写入次数	可以多次写入，适合研发阶段调试	最多写入 3 次，适用产测阶段，或者调试验证烧录流程
功率校准	只针对速率，保证相同速率下所有信道功率一致	支持高中低 3 个信道的功率校准，用以保证所有信道功率的一致性，适用于平坦度要求较高的产品
频偏校准	对所有信道和速率的频偏值校准，适用于研发调试阶段；如果用于量产，适用	对所有信道和速率的频偏值校准，适用于量产调试阶段；如果晶振或 PCB 以及晶振外围一致

	于晶振或 PCB 以及晶振外围器件一致性较好的情况	性较差，可对每颗芯片进行频偏值校准
适用场景	可以导出配置信息，适用于多颗芯片或方案板用同一个配置，一般适用于研发调试阶段；如果用于量产，适用于对功率校准精度要求不是特别高，或者 PCB 以及 RF 外围器件一致性较好的情况	可以对每颗芯片单独进行功率和频偏校准，适用于对一致性要求比较高的产品，需要产测仪器支持（增加测试成本）

表 3-4 SDD 和 Efuse 保存配置的主要区别

3.4 RX 测试

3.4.1 灵敏度测试

1) IQ2015 仪器设置

仪器切换至 Rx 测试界面，点击 Tab 按钮“Vector Signal Generator”，界面将切换至 Rx 测试界面，Rx 界面的速率选择部分可以选择 11B/G/N 的所有速率的包。如图所示：

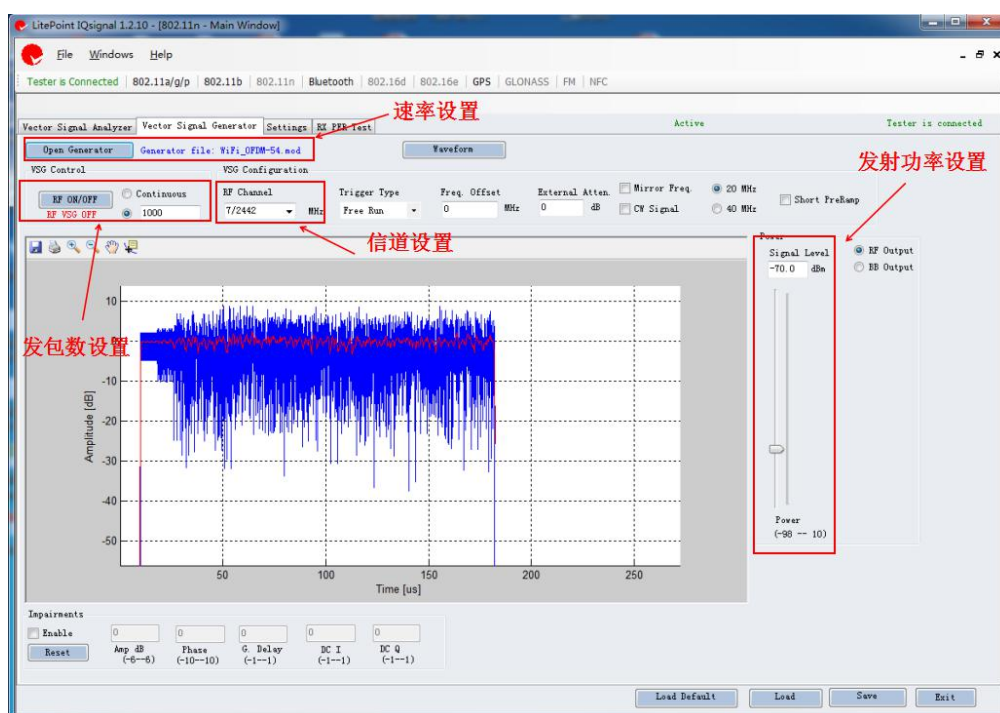


图 3-18 IQ2015 Rx 设置界面

2) 设置好仪器参数之后，通过 ETF GUI 工具设置 DUT 举例说明如下：

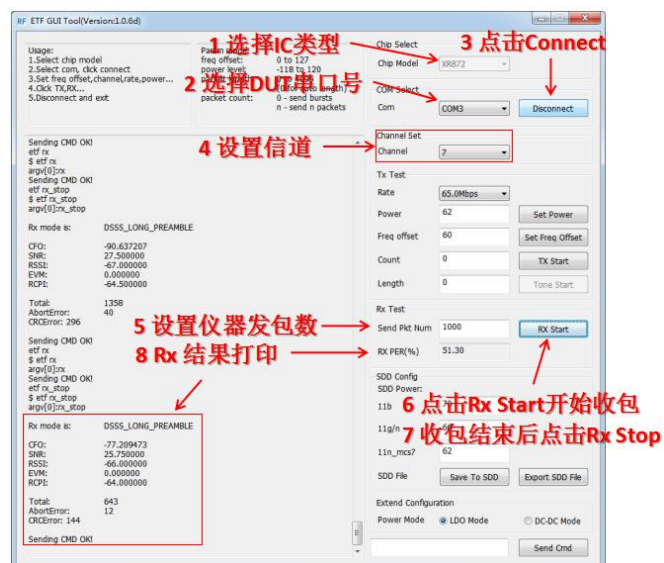


图 3-19 DUT Rx 测试步骤

参考打印信息如下：

Rx mode is: OFDM_PREAMBLE

Smoothing: YES!

Sounding PPDU: NO!

A-MPDU: NO!

Short GI: 800ns

CFO: -6.256104

SNR: 11.671869

RSSI: -49.000000

EVM: 2.713441

RCPI: -52.500000

Total: 1000 ----- 总收包数

AbortError: 405 ----- 误包数

CRCErrors: 232 ----- CRC 校验错误的包数

Sending CMD OK!

3) 灵敏度计算方法

根据打印结果中的总收包数、AbortError、CRCError 可以确认误包率，用（| 仪器发包总数 - ToTal| + AbortError + CRCError）/ 仪器发包总数，就可以计算出当前发射功率下的误包率，根据 802.11 协议中定义的 Spec 分别是 11G/N ≤ 10%，11B ≤ 8%，不断减小仪器发射功率就可以测试出该芯片的 Rx 灵敏度值。

4) 记录测试结果

可以将测试结果填入如下表格参考，如测试出现异常，可将该表数据反馈 Xradio 技术团队

Bandwidth: 20MHz		Temperature: 30℃													
Channel	Spec.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11B@11Mbps(dBm)	<-83														
11G@54Mbps(dBm)	<-65														
11N@mcs7(dBm)	<-65														

表 3-5 Rx 灵敏度测试结果

3.4.2 最大输入电平测试

测试方法与仪器设置可以参考 3.3.1 灵敏度测试，唯一的区别是将发射仪器的功率增大，测试 Rx 灵敏度满足 802.11 协议中定义的 Spec（11G/N ≤ 10%、11B ≤ 8%）情况下最大的接收功率值。需要注意，仪器发射功率不建议大于 0dBm，发射功率过大可能损坏芯片。

4 吞吐测试

4.1 Iperf 工具介绍

Iperf 是一个网络性能测试工具。可以测试 TCP 和 UDP 带宽质量，可以测量最大 TCP 带宽，具有多种参数和 UDP 特性，可以报告带宽，延迟抖动和数据包丢失。该工具目前已经集成在 Mac 固件中。可以直接使用命令打开。PC 端同样需要安装 Iperf 工具。

4.2 测试环境搭建

XR808/XR872DUT 通过串口与 PC 连接，路由器通过网线与 PC 连接。DUT 通过天线辐射与路由器连接，待 DUT 与路由器连接成功后，分别查看各自分配的 IP 地址用于后续测试。测试环境示意图如下：

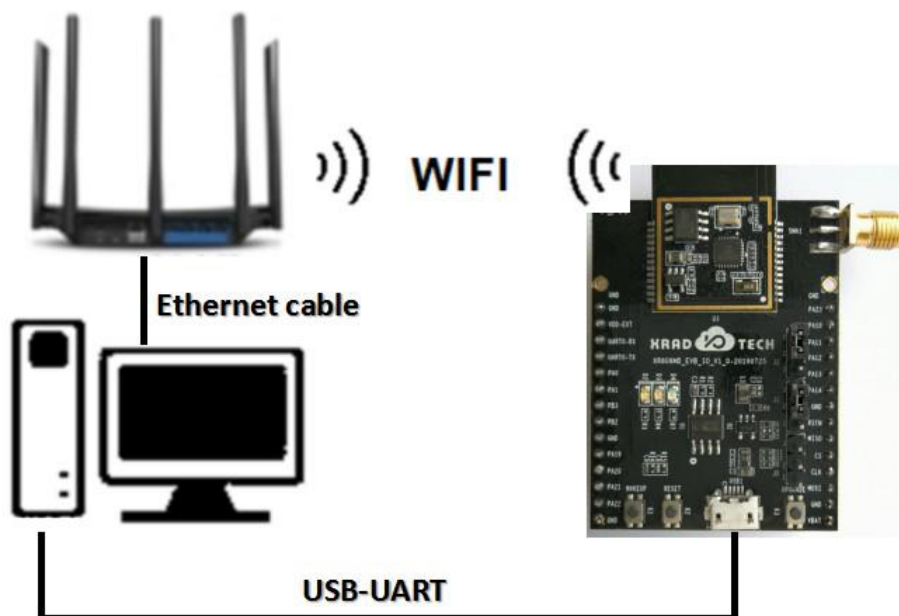


图 4-1 吞吐测试环境示意图

4.3 测试命令

4.3.1 常用命令参数说明

命令行参数	描述
-f	指定用于打印带宽数字的格式，支持格式如下： <div> <div>'k' = Kbits/sec</div> <div>'K' = KBytes/sec</div> <div>'m' = Mbits/sec</div> <div>'M' = MBytes/sec</div> </div>

-i	输出间隔时间，以秒为单位。默认为 1s
-u	使用 UDP 而不是 TCP
-p	服务器用于侦听和客户端连接的服务器端口。客户端和服务端应该相同。默认值为 5001
-s	在服务器模式下运行 iperf
-b	以 bps 为单位发送的 UDP 带宽。仅在 UDP 测试中生效。默认值为 1 Mbit /秒
-c	在客户端模式下运行的 iperf，连接上运行 iperf 的服务器主机
-t	传输时间（以秒为单位），默认值为 10 秒

表 4-1 Iperf 常用命令参数说明

4.3.2 UDP TX 示例

PC 端：

```
iperf -s -i 1 -u -p 5006 // 先启动服务端
```

DUT 端：

```
net iperf -c 192.168.51.3 -i 1 -u -t 30 -p 5006 -f m -b 100m // PC IP:192.168.51.3
```

4.3.3 UDP RX 示例

DUT 端：

```
net iperf -s -i 1 -u -f m // 先启动服务端
```

PC 端：

```
iperf -c 192.168.51.2 -i 1 -u -b 100M -t 60 // DUTIP:192.168.51.2
```

4.3.4 TCP TX 示例

PC 端：

```
iperf -s -i 1 -p 5006 // 先启动服务端
```

DUT 端：

```
net iperf -c 192.168.51.3 -i 1 -t 30 -p 5006 -f m // PC IP:192.168.51.3
```

4.3.5 TCP RX 示例

DUT 端：

```
net iperf -s -i 1 -f m // 先启动服务端
```

PC 端：

```
iperf -c 192.168.51.2 -i 1 -t 60
```

```
// DUTIP:192.168.51.2
```


5 FAQ

1、初次使用 IQ2015 的 PC 无法正常连接到仪器，可能存在以下问题：

可能原因	措施
PC 端未安装仪器驱动和 GUI 工具	正确安装仪器驱动后，在仪器正确连接后开机，Windows 下方任务栏会弹出仪器识别信息，否则需重新安装驱动
IP 地址设置有误	仪器使用 USB 连接时，GUI 界面开启后无需设置 IP 地址，默认值为 127.0.0.1；如果使用网线连接仪器，需要在 PC 端查看仪器分配的 IP 地址，并将其填入 GUI 设置 IP 地址处。

表 5-1 PC 无法正常连接

2、Rx 测试时，仪器修改设置后第一次发包数不准确，例如选择发送 1000 个包，芯片端实际收到 1600 个包，该问题解释如下：

该问题属于仪器问题并非芯片本身问题。部分 IQ 设备存在这种 Bug。在首次设置信道或者功率后无法准确发包。建议在该信道该速率下重复发送两次，以第二次发包数为准进行测试。

3、仪器不能正常测试 Tx 或者 Rx 无法接收到仪器发送的包，可能原因如下：

仪器端口设置有误，仪器的 Tx 与 Rx 切换需要在设置界面里重新设置端口号。RF1->VSA 对应 RF1 端口为 Tx 测试端口，RF1->VSG 对应 RF1 端口为 Rx 测试端口，RF 端口每次只能有一种状态设置，Tx 与 Rx 测试切换时需注意同时切换 RF 端口的设置。

4、ETF TX 测试无法发送帧

可能原因	措施
PHY 没有使能	请在测试之前执行 <code>etf enable_phy</code>
SDD 文件时钟配置错误	26MHz 时钟和 24MHz 时钟使用 <code>sdd</code> 文件不一样，请咨询维护人员使用正确的 <code>sdd</code> 文件重新编译镜像
芯片或硬件问题	更换模组或者机器进行测试

表 5-2 ETF TX 无法发送帧

5、ETF RX 测试无法接收帧

可能原因	措施
PHY 没有使能	请在测试之前执行 <code>etf enable_phy</code>
SDD 文件时钟配置错误	26MHz 时钟和 24MHz 时钟使用 <code>sdd</code> 文件不一样，请咨询维护人员使用正确的 <code>sdd</code> 文件重新编译镜像
芯片或硬件问题	更换模组或者机器进行测试

表 5-3 ETF RX 无法接收帧