

# LN882H

## EVK 板射频测试指南

上海亮牛半导体科技有限公司

版权© 2021-2022



[www.lightningsemi.com](http://www.lightningsemi.com)

# 目录

目录.....	2
<b>1. 测试前准备 .....</b>	<b>4</b>
1.1 测试工具 .....	4
1.2 连接与环境搭建 .....	4
1.3 固件类型的说明 .....	5
1.4 命令的格式 .....	5
<b>2. Wi-Fi EVM TX/RX 命令 .....</b>	<b>5</b>
2.1 变更 channel 命令 .....	5
2.2 连续 TX 测试模式 .....	6
2.3 连续 RX 测试模式(实时) .....	6
2.4 单次 RX 测试模式(累计) .....	6
2.5 设置 EVM TX 发包间隔 .....	6
2.6 信令连接 AP 命令 .....	7
2.7 single tone TX 模式 .....	7
<b>3. BLE TX/RX 命令 .....</b>	<b>7</b>
3.1 BLE 信道表示方式 .....	8
3.2 TX 测试模式 .....	8
3.3 RX 测试模式 .....	8
3.4 增强型 TX 测试模式 .....	9
3.5 增强型 RX 测试模式 .....	9
3.6 测试结束命令 .....	10
3.7 复位命令 .....	10
3.8 边带测试命令 .....	11
<b>4. 晶体频偏和 Wi-Fi 发射功率的校准 .....</b>	<b>11</b>
4.1 晶体电容的校准 .....	11
4.2 Wi-Fi 发射功率的校准 .....	11
4.3 校准结果的保存及汇报 .....	12
4.4 查验校准结果 .....	12

<b>附录 1：典型测试用例 .....</b>	<b>13</b>
1.1 Wi-Fi 连续 TX 无源调试.....	13
1.2 Wi-Fi 连续 RX 测试(实时).....	14
1.3 Wi-Fi 累计 RX 测试(单次).....	14
1.4 BLE 定频测试.....	15
1.5 发射单 tone 信号 .....	16
1.6 Wi-Fi 信令测试 .....	16
<b>附录 2：术语与缩略词 .....</b>	<b>17</b>
<b>关于本文档 .....</b>	<b>17</b>

# 1. 测试前准备

在进行此测试前，请先查看 git 上的文档：《[对外资料释放](#)-->EVK 板使用说明》。我们所有的射频测试都是基于 EVK 板进行的。

## 1.1 测试工具

### 1) 硬件工具：

测试仪器，1 台；  
电脑，1 台；  
LN882H EVK 板，1 片；  
直流电源，1 台；  
Micro USB 数据线，射频线同轴线，IPEX 射频线，各 1 根；

### 2) 软件工具：

**固件烧录软件：** git 上的放置驱动程序的位置在《[对外资料释放](#)-->烧录工具-->串口烧录》，烧录软件的使用方法请在同样这个目录中查找，或在烧录软件压缩包里查找。

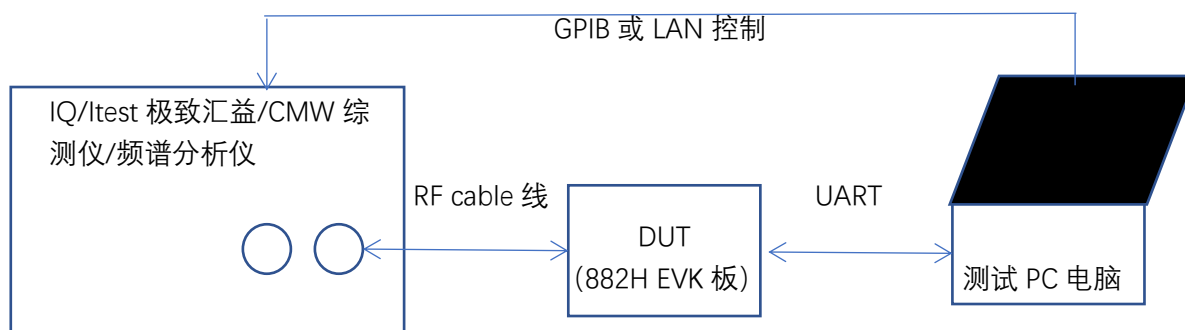
**串口命令软件：**《[对外资料释放](#)-->硬件测试工具和方法-->测试工具和方法》，sscom 串口工具是很常用的软件，使用方法可参照这个 [https://blog.csdn.net/qq\\_32714173/article/details/105379401](https://blog.csdn.net/qq_32714173/article/details/105379401)。也可以自行从网上查找其它符合使用习惯的工具。

**串口驱动：**《[对外资料释放](#)-->EVK 板使用说明-->串口驱动》，串口驱动是很常用的，也可自行从网络上查找。

## 1.2 连接与环境搭建

待测 DUT 为基于 LN882H 芯片设计的 LN882H EVK 板。测试仪器为可以测试射频性能指标的仪器即可，如 IQ/Itest 极致汇益/CMW 综测仪/频谱分析仪等。

进行传导测试时，使用 micro USB 线，一端连接到 LN882H EVK 板的 UART1(A2/A3)处，另一端连接到电脑的 USB 接口上。再使用 IPEX 射频测试线，一端扣在 LN882H EVK 板模组的 IPEX 座子上，另一端连接到测试仪器的 RF 信号口上。电脑通过网线或 GPIB 线与测试仪器连接。使用直流电源给 LN882H EVK 供电。连接如下图。



打开串口工具，**波特率为 115200**，选择对应的 COM 口。在射频传导测试时，PC 发送相应 AT 命令操作 DUT，进行各种测试。

## 1.3 固件类型的说明

射频定频测试(非信令发射/接收)的固件在 git 上的放置位置《[对外资料释放](#)-->射频测试工具和方法-->测试固件》。用于射频测试及调试的固件主要有 3 种类型：单 Wi-Fi、单 BLE 和 Wi-Fi/BLE 二合一。

- 1) **单 Wi-Fi 固件**, 用于 Wi-Fi 定频测试, 具体测试方法详见本文档的“[Wi-Fi RF TX/RX 控制命令](#)”章节。
- 2) **单 BLE 固件**, 用于 BLE 定频测试和 HCI 协议测试, 具体测试方法详见本文档的“[BLE RF TX/RX 控制命令](#)”章节。
- 3) **Wi-Fi/BLE 二合一固件**, 属于用两个 bin 文件合并的固件, 可用于 Wi-Fi 定频测试, 以及 BLE 的定频测试、HCI 协议测试。这种固件上电后默认启动 Wi-Fi 固件, 需要使用命令 **AT+BLE\_START** 才能进入 BLE 固件模式; 启动 BLE 固件后无法再返回 Wi-Fi 固件, 只能再以 reset 重新启动的方式默认进入 Wi-Fi 固件。

## 1.4 命令的格式

“命令”与“参数”之间使用英文半角的逗号或者空格隔开。每条命令以“\r\n”(回车换行)结尾。

必要的参数使用 < > 标识, 可选的参数使用 [ ] 标识, 格式如下:

命令 A <必选参数 1> [可选参数 2]

示例:

AT+PVMTCMD=EVM,TX,N,7,1,1000\r\n

或者

AT+PVMTCMD=EVM TX N 7 1 1000\r\n

**注意:** 拼写, 使用英文输入法, 半角。

# 2. Wi-Fi EVM TX/RX 命令

发送这类命令, 可以进行 RF 的发送、接收控制。

## 2.1 变更 channel 命令

命令格式: **AT+PVMTCMD=set\_rf\_channel<Chan>**

说明: Chan 是必选参数, 信道号, 取值范围为 1~14。

成功返回: +set\_rf\_channel OK ch:6

失败返回: +set\_rf\_channel FAIL

## 2.2 连续 TX 测试模式

命令格式: `AT+PVMTCMD=EVM,TX,Mode,Rate,Channel,PackageLength`

说明: Mode: BL/BS/G/N, 根据 Preamble(前导码)的长短, B 分 BL 和 BS 两种, 支持的速率有差异, BS 少了对 1Mbps 的支持; 另外, 当为 BL 时可以省略掉字母 L, 只使用单个字母 B;

Rate: 速率, 11B 有:1,2,5.5,11; 11G 有:6,9,12,18,24,36,48,54; 11N 为 MCS,有:0,1,2,3,4,5,6,7;

Channel: 信道号, 1~14;

PackageLength: 包长, 比如 1000,1024 等;

成功返回: +evm OK

失败返回: +evm FAIL

示例: 使设备在信道 1 以 1Mbps 速率发射 11B 信号: `AT+PVMTCMD=EVM,TX,B,1,1,1000\r\n`

## 2.3 连续 RX 测试模式(实时)

命令格式: `AT+PVMTCMD=EVM,RX,Channel`

说明: channel, 信道号, 1~14;

成功返回: +evm OK 并持续不断更新当前的收包数量和 PER

失败返回: +evm FAIL

说明: 持续不停的自动统计每一秒内的实时收包数量和 PER;

## 2.4 单次 RX 测试模式(累计)

Step1: 启动 RX Test

命令格式: `AT+PVMTCMD=EVM,RXS,1,channel`

说明: channel, 信道号, 1~14;

成功返回: +evm OK

失败返回: +evm FAIL

Step2: 读取数据

命令格式: `AT+PVMTCMD=EVM,RXS,INFO`

成功返回: +evm OK, 收包数量, PER

失败返回: +evm FAIL

说明: 1, 统计一段时间内的收包数量和 PER;

2, 统计时间的范围, 是从最近的一次启动 RX Test 命令开始, 截至到当前这次读取数据命令;

3, 执行一次启动命令后, 可以执行多次读取命令, 统计数据是从最近的一次启动命令开始累计的;

4, 具体操作方法请见附录测试用例;

## 2.5 设置 EVM TX 发包间隔

命令格式: `AT+PVMTCMD=evm_tx_interval,<interval>`

interval: 发包间隔, 单位 ms。默认为 10000, 用于正常的 EVM 指标测试。如果想测试接近满包发射状态时可以使用 100。每次重新启动后都会恢复成默认值 10000。

**注意:** 当需要更改发射间隔时, 必须先使用 `AT+PVMTCMD=evm_tx_interval,<interval>` 命令设置 TX 发射间隔, 然后再使用连续 TX 测试命令进行测试。

## 2.6 信令连接 AP 命令

命令格式: `AT+CWJAP="SSID","password"`

说明: 连接无密码的 AP 时, password 留空, 但冒号不能省掉。

此命令的作用只是用来发送账户和密码, 发送成功即 ok, 不会对账号的正确与否进行判断, 也不会对能不能连接成功进行判断, 也不会对网络情况进行判断。

成功返回: `OK\r\n`

## 2.7 single tone TX 模式

固定命令, 无参数, 命令格式: `AT+PVMTCMD=s_tone_mode,wifi`

成功返回: `OK\r\n`

说明: 这个单 tone 命令是使用 wifi 的信道(频点)来测试单 tone, 需要结合 Wi-Fi 的连续 TX 命令一起使用, 要先发送单 tone TX 命令进入单 tone 模式, 然后再发送正常的 Wi-Fi EVM TX 命令才能发射信号(比如 `AT+PVMTCMD=EVM,TX,N,7,13,1000\r\n`)便可发出单 tone 信号。这个 Wi-Fi EVM TX 命令只是用来设定单 tone 信号的信道(频点), 通过更改信道可以更改频点, 信道范围 1~14, 其它参数不需要更改。

也可以使用这个固定命令, 无参数: `AT+PVMTCMD=s_tone_mode,ble`

说明: 这个单 tone 命令是使用 BLE 的信道(频点)来测试单 tone, 也是需要结合 Wi-Fi 的 TX 命令一起使用的。先发送单 tone TX 命令, 然后再发送正常的 Wi-Fi EVM TX 命令才能发射信号(比如 `AT+PVMTCMD=EVM,TX,N,7,39,1000\r\n`)。在正常 Wi-Fi TX 命令通过更改信道可以更改频点, 信道范围 0~39, 其它参数不需要更改。

这两个单 tone 命令都需要在 Wi-Fi 固件下使用。一旦进入先进入 wifi EVM 或单 tone 这两个模式中的其中一个, 就无法再进入另一个模式, 只能 Reset 重新进入需要的模式。

发射的是单 tone 信号, 既不是 Wi-Fi 已调制信号, 也不是 BLE 已调制信号。

## 3. BLE TX/RX 命令

测试蓝牙 BLE 需要使用 HEX(16 进制)格式的命令, 测试命令的格式是协议里统一规定的。

**注意:** 如果使用的是 Wi-Fi+BLE 二合一固件, 需要先执行命令 `AT+BLE_START\r\n` 才能进入 BLE 固件模式, 原因请见本文档前面“[固件类型的说明](#)”章节的说明。

BLE 测试命令的完整流程:

先发复位命令，然后发 TX 或 RX 测试命令。

每次 TX/RX 测试完后，需要先发送测试结束命令，然后才能开始下一次测试。

一个测试的完整流程即：复位命令 -> 发送/接收测试命令 -> 测试结束命令。

### 3.1 BLE 信道表示方式

在 BLE 命令中物理层信道(RF Channel)是由 2 位 16 进制数字表示的，不同的 BLE 命令，信道位所在的位置也可能不同。

表示 RF Channel 的 2 位数字，是十六进制格式的，取值范围为 0x00~0x27，转换成十进制后刚好对应 40 个 BLE 信道。

对应关系举例：

0x00 对应 CH0,

0x01 对应 CH1,

以此类推……

0x13 对应 CH19,

0x27 对应 CH39。

TX 和 RX 的 RF Channel 表示方式是一样的。

### 3.2 TX 测试模式

CMD(H\_CMD\_LE\_TX\_TEST), 示例如下：

<UART>TX:[01 1E 20 03 00 25 00]

说明：速率为 1Mbps；

前 8 位数字是固定的，最后 6 位数字分别表示信道、数据包长度、数据包内容。

Tx Channel = 0x00，第 9~10 这 2 位数字等于信道号，是用十六进制格式表示的，范围 0x00~0x27。

Data Length = 0x25，第 11~12 这 2 位数字表示数据包的长度；

Packet Payload = 0x00，最后 2 位数字是数据的序列码，其中 0x00 表示 PRBS9，0x01 表示 11110000 Packet，0x02 表示 10101010 Packet Payload；

发送测试命令的响应格式，

CMD\_COMPLETE\_EVT(H\_CMD\_LE\_TX\_TEST), 示例如下：

<UART>RX:[04:0E:04:05:1E:20:00]

响应参数说明：

Length = 0x04;

Nb Hci Command Packets = 0x05;

Command Opcode = 0x201E (cmd\_le\_tx\_test);

Status = 0x00 (success) , 响应的最后 2 位数字，返回必须为 00，才代表成功。

### 3.3 RX 测试模式

CMD(H\_CMD\_LE\_RX\_TEST), 示例如下：



<UART>TX:[01 1D 20 01 00]

说明: 速率为 1Mbps;

前 8 位数字是固定的;

最后 2 位数字表示 Rx Channel, 是用十六进制格式表示的, 取值范围为 0x00~0x27, 转换成十进制后刚好对应 40 个 BLE 信道。详见“BLE 信道表示方式”章节。

接收测试命令的响应格式,

CMD\_COMPLETE\_EVT(H\_CMD\_LE\_RX\_TEST), 示例如下:

<UART>RX:[04:0E:04:05:1D:20:00]

响应参数说明:

前 4 位数字是固定的;

Length = 0x04;

Nb Hci Command Packets = 0x05;

Command Opcode = 0x201D (cmd\_le\_rx\_test);

Status = 0x00 (success), 响应的最后 2 位数字, 返回必须为 00, 才代表测试成功, 否则请重新测试。

**注意:** 接收的 PER 结果需要在测试结束命令的返回语句中查看, 具体请见本文档“[测试结束命令](#)”章节。

### 3.4 增强型 TX 测试模式

增强型 TX 命令可以支持指定 phy 的速率为 1Mbps 或者 2Mbps。

CMD(H\_CMD\_LE\_ENH\_TX\_TEST), 示例如下:

<UART>TX:[01 34 20 04 00 FB 00 01]

前 8 位数字是固定的, 后 8 位数字包含如下 4 个参数:

Tx Channel = 0x00, 第 9~10 这 2 位数字是信道号, 十六进制格式表示, 范围 0x00~0x27;

Length = 0xFB, 第 11~12 这 2 位数字表示数据包的长度;

Payload = 0x00, 第 13~14 这 2 位数字是 Payload 数据的序列码, 0x00:PRBS9, 0x01:11110000  
Packet ,0x02:10101010 Packet Payload;

Phy = 0x01, 最后 2 位数字是速率, 0x01:1Mbps PHY, 0x02:2M, 0x03:coded;

增强型发送测试命令的响应格式

CMD\_COMPLETE\_EVT(H\_CMD\_LE\_ENH\_TX\_TEST), 示例如下:

<UART>RX:[04:0E:04:05:34:20:00]

Length = 0x04;

Nb Hci Command Packets = 0x05;

Command Opcode = 0x2034 (cmd\_le\_enh\_tx\_test);

Status = 0x00 (success), 响应的最后 2 位数字, 返回必须为 00, 才代表成功。

### 3.5 增强型 RX 测试模式

增强型 RX 命令可以支持指定 phy 的速率为 1Mbps 或者 2Mbps。

CMD(H\_CMD\_LE\_ENH\_RX\_TEST), 示例如下:

<UART>TX:[01 33 20 03 00 01 00]

前 8 位数字是固定的，后 6 位数字包含如下 3 个参数：

Rx Channel = 0x00，第 9~10 这 2 位数字是信道号，十六进制格式表示，范围 0x00~0x27；

Phy = 0x01，第 11~12 这 2 位数字是速率，0x01:1 Mbps PHY，0x02:2Mbps，0x03:coded；

Modulation Index = 0x00，最后 2 位数字是调制模式，0: Standard Modulation，1: Stable Modulation；

增强型接收测试命令的**响应格式**

CMD\_COMPLETE\_EVT(H\_CMD\_LE\_ENH\_RX\_TEST)，示例如下：

<UART>RX:[04:0E:04:05:33:20:00]

Length = 0x04；

Nb Hci Command Packets = 0x05；

Command Opcode = 0x2033 (cmd\_le\_enh\_rx\_test)；

Status = 0x00 (success)，**响应的最后 2 位数字，返回必须为 00**，才代表成功。

### 3.6 测试结束命令

CMD(H\_CMD\_LE\_TEST\_END)，固定命令，无参数，命令如下：

<UART>TX:[01 1F 20 00]

测试结束命令的**响应格式**，

CMD\_COMPLETE\_EVT(H\_CMD\_LE\_TEST\_END)，示例如下：

<UART>RX:[04:0E:06:05:1F:20:00:00:00]

响应参数说明：

Length = 0x06；

Nb Hci Command Packets = 0x05；

Command Opcode = 0x201F (cmd\_le\_test\_end)；

Status = 0x00 (success)；

Nb Packets = 0x0000 (d0)；

**注意：**1，如果之前发送的是 TX\_TEST\_CMD,则结束命令的响应内容的最后 4 位数字是 0x0000；如果之前发送的是 RX\_TEST\_CMD,则结束命令的响应内容的最后 4 位数字表示实际接收到的数据包的数量。

2，当停止命令的最后 4 位表示 RX 接收包数时，PER 的计算方法：其中后两位是高位，前两位是低位。假如发送 1500 个包，返回<UART>RX:[04:0E:06:05:1F:20:00:E8:03]，那么就相当于把 16 进制 0x03E8 转化为十进制就是 1000 个包。然后用误包率计算公式：PER=(发送的总包数-收到的包数)÷发送的总包数\*100%，就可以得到此例 PER=(1500-1000)/1500\*100%=33%。

### 3.7 复位命令

固定命令，无参数，命令如下：

<UART>TX:[01 03 0C 00]

说明：把 BLE 初始化(reset)。

### 3.8 边带测试命令

进入边带测试，固定命令，无参数，命令如下：

<UART>TX:[ 01 1E 20 03 40 00 00]

固定响应如下：

<UART>RX:[ 04 0E 04 05 1E 20 12]

退出边带测试，固定命令，无参数，命令如下：

<UART>TX:[ 01 1E 20 03 50 00 00]

固定响应如下：

<UART>RX:[ 04 0E 04 05 1E 20 12]

## 4. 晶体频偏和 Wi-Fi 发射功率的校准

### 4.1 晶体电容的校准

晶体(XTAL)的在不同温度下的频率会有不同的偏差，需要对晶体的电容进行校准，然后补偿一个 offset 值，以尽可能的缩小其频率偏差。5.1 晶体电容 offset 值是按照 $\pm 20\text{ppm}$  的公差目标进行校准的。

频偏补偿的校准使用如下命令：

命令格式：AT+PVT\_CMD= XTAL\_CAP,offset

说明：offset 表示频偏补偿的 DAC 值，整数，可正可负，取值范围 limit[-20, 20];

示例：AT+PVT\_CMD=XTAL\_CAP,-5\r\n

成功返回：+xtal\_cap OK offset:-5

失败返回：+xtal\_cap FAIL

**注意：**频率补偿的 offset 值并不是直接的频率变化量，与实际频率变化量也不是线性关系。常温下，offset 每+1 大约近似于频率-3kHz 左右，也就是-1.5ppm 左右。

这个对频偏校准的补偿值，是针对晶体的校准，所以对 Wi-Fi 和 BLE 都是生效的。

命令参数设置完毕，频偏补偿立即生效，可在测试仪器上观察到频偏变化，但不会保存到 flash，复位后即失效。如果需要保存到 flash，需要另外的命令，具体请见本文档“[校准结果的保存及汇报](#)”章节。

### 4.2 Wi-Fi 发射功率的校准

不同模组的 Wi-Fi 发射功率会有一定的差异，需要进制校准，然后补偿一个 offset 值，以使发射功率在期望范围内，并尽可能的缩小与期望功率值的偏差，确保批量模组发射性能的一致性。Wi-Fi 发射功率的 offset 值是按照 $\pm 3\text{dBm}$  公差进行校准的。

发射功率的校准使用如下命令，b 与 g/n 分开校准的方式：

命令格式：AT+PVT\_CMD= TX\_POWER\_B,offset

命令格式：AT+PVT\_CMD= TX\_POWER\_GN,offset

说明：offset 表示功率补偿的 DAC 值，整数，可正可负，取值范围 limit[-24, +24];

示例: AT+PVMTCMD=TX\_POWER\_GN,-3\r\n

成功返回: +tx\_power\_gn OK offset:-3

失败返回: +tx\_power\_gn FAIL

另外, 发射功率校准补偿的方式, 除了 b 与 g/n 分开校准外, 还可以 b/g/n 统一校准。2023 年之前的固件版本可能还不支持 b 与 g/n 分开校准, 只支持 b/g/n 统一校准。2023 年开始的新固件仍然兼容统一校准的方式, 但如果同时使用两种补偿方式, 效果会叠加, 所以应该只选择其中一种方式进行校准, 新版本固件建议优先使用分开校准的方式。

b/g/n 统一校准对 b/g/n 同时有效, 方式如下:

命令格式: AT+PVMTCMD= TX\_POWER,offset

说明: offset 表示功率补偿的 DAC 值, 整数, 可正可负, 取值范围 limit[-24, +24];

示例: AT+PVMTCMD=TX\_POWER,4\r\n

成功返回: +tx\_power OK offset:4

失败返回: +tx\_power FAIL

**注意:** 功率补偿的 offset 值并不是直接的功率变化量, 与实际功率变化量也不是线性关系。常温下高功率输出时, offset +4 大约等于 power+0.5dB 左右。

命令参数设置完毕, 功率补偿立即生效, 但不保存到 flash, 可在测试仪器上观察到功率变化。如果需要保存到 flash, 需要另外的命令, 具体请见本文档“[校准结果的保存及汇报](#)”章节。

## 4.3 校准结果的保存及汇报

当晶体频偏和发射功率校准 PASS 后, 需要把校准 PASS 的 offset 补偿值保存到 flash 中。另外, 在产线当对模组校准测试完毕, 也需要向模组的校准标记位写入测试结果(PASS 或者 FAIL)。模组调用相关接口将测试结果写入 flash。

保存结果并汇报状态的命令格式:

AT+ATE\_OK=1

说明: 把测试状态标记为已测试, "1"表示并**保存**校准 offset 补偿值到 flash;

成功返回: OK\r\n

注意: 这个命令是产线测试的最后一个命令, 命令返回“OK\r\n”表示已经将 offset 补偿值写入 flash, 仪器要在收到这条命令后再下电模组进入下一工位, 以确保 flash 写入成功。

另外, 如果不想保存结果、只汇报校准状态的命令格式如下:

AT+ATE\_OK=0

说明: 把测试状态标记为已测试, "0"表示**不保存**校准 offset 补偿值到 flash;

成功返回: OK\r\n

## 4.4 查验校准结果

可读取 flash 中存储的校准的 offset 值。

早期 b/g/n 的校准补偿没有分开，为了向前兼容，后续校准推荐 b 和 g/n 分开校准补偿，因此查询的时候，会打印 bgn 统一补偿值，也会打印单独的 802.11b 和 802.11g/n 的补偿值。

固定命令，无参数，命令格式：`AT+ATE_OK?`

成功返回各项(包括晶体和发射功率)的 offset，如下面示例：

```
+XTAL_COMP:-1\r\n
+TXPOWER_COMP:-1\r\n
+TXPOWER_B_COMP:-1\r\n
+TXPOWER_GN_COMP:-1\r\n
OK\r\n
```

## 附录 1：典型测试用例

### 1.1 Wi-Fi 连续 TX 无源调试

此例适用于使用网络分析仪调试射频阻抗时参考。

在 Wi-Fi 固件模式下，依次执行如下命令：

`AT+PVMCMD=TX_POWER,-80\r\n`      注释：降低 Wi-Fi 发射功率，保护仪器；

`AT+PVMCMD=EVM,TX,N,7,7,1000\r\n`      注释：指定信道的 Wi-Fi TX 指令；

`AT+PVMCMD=rfregw,08,8003\r\n`      注释：使 TX 通道处于连续打开状态；

此时在网络分析仪上就应该已经能看到在 TX 通道打开状态时的阻抗位置了。

有时也可以只执行第 3 个命令，但要注意如果需要执行第 2 条命令，需要先执行第一条命令，以免损坏网络分析仪。

示例串口界面如下：

```
[11:44:03.263]发->◇AT+PVMCMD=TX_POWER,-80
[11:44:03.273]收<-◆AT+PVMCMD=TX_POWER,-80
+tx_power OK offset:-80
OK
[11:44:15.158]发->◇AT+PVMCMD=EVM,TX,N,7,7,1000
[11:44:15.158]收<-◆AT+PVMCMD=EVM,TX,N,7,7,1000
+evm OK mode:2
OK
[11:44:20.527]发->◇AT+PVMCMD=rfregw,08,8003
[11:44:20.527]收<-◆AT+PVMCMD=rfregw,08,8003
Addr = 0x8
Value = 0x8003
Read back: addr=0x8, value=8003
OK
```

## 1.2 Wi-Fi 连续 RX 测试(实时)

此例适用于使用测试非信令模式下的误包率(PER)时参考。

在 Wi-Fi 固件模式下，执行如下命令

`AT+PVT CMD=EVM,RX,7\r\n`

注释：打开 7 信道的接收通道，连续接收模式；

如果仪器端已设置好了的话，此时就应该已经可以在串口工具窗口中看到每秒内的接收包数的情况了。

示例串口界面如下：

```
[14:23:26.534]发->◇AT+PVT CMD=EVM,RX,7
[14:23:26.537]收<-◆AT+PVT CMD=EVM,RX,7
+evm OK mode:1
OK
[14:23:27.227]收<-◆UT: rx = 115, end_gd = 116, fcs_er = 1, PER = 0.86%
[14:23:28.232]收<-◆UT: rx = 114, end_gd = 115, fcs_er = 1, PER = 0.87%
[14:23:29.236]收<-◆UT: rx = 116, end_gd = 116, fcs_er = 0, PER = 0.00%
[14:23:30.242]收<-◆UT: rx = 115, end_gd = 115, fcs_er = 0, PER = 0.00%
[14:23:31.246]收<-◆UT: rx = 116, end_gd = 117, fcs_er = 1, PER = 0.85%
[14:23:32.252]收<-◆UT: rx = 115, end_gd = 115, fcs_er = 0, PER = 0.00%
[14:23:33.256]收<-◆UT: rx = 115, end_gd = 115, fcs_er = 0, PER = 0.00%
```

## 1.3 Wi-Fi 累计 RX 测试(单次)

此例适用于使用测试非信令模式下的误包率(PER)时参考。

在 Wi-Fi 固件模式下，执行如下命令

`AT+PVT CMD=EVM,RXS,1,7\r\n`

注释：打开 7 信道的接收通道，处于累计接收模式；

然后让仪器开始发包，当仪器发包一段时间或发包结束后，再执行下面这条命令：

`AT+PVT CMD=EVM,RXS,INFO\r\n`

注释：统计收包结果；

正常情况下此时就应该已经可以在串口工具窗口中看到这段时间内的收包结果了。

如果仪器处于连续发包状态，可以继续执行收包统计命令。

示例串口界面如下：

[19:29:56.774]发→◇AT+PVT CMD=EVM, RXS, 1, 7 □ [19:29:56.794]收←◆AT+PVT CMD=EVM, RXS, 1, 7 +evm OK mode:3	开始收包并计数
OK	
[19:30:39.262]发→◇AT+PVT CMD=EVM, RXS, info □ [19:30:39.282]收←◆AT+PVT CMD=EVM, RXS, info +evm OK RXINFO:4771, 1.28%	从开始到这个时间, 累计收到的正确包数和PER
OK	
[19:30:49.401]发→◇AT+PVT CMD=EVM, RXS, info □ [19:30:49.401]收←◆AT+PVT CMD=EVM, RXS, info +evm OK RXINFO:5904, 1.67%	从开始到这个时间, 累计收到的正确包数和PER
OK	
[19:31:14.380]发→◇AT+PVT CMD=EVM, RXS, info □ [19:31:14.390]收←◆AT+PVT CMD=EVM, RXS, info +evm OK RXINFO:8754, 1.37%	从开始到这个时间, 累计收到的正确包数和PER
OK	

## 1.4 BLE 定频测试

此例适用于在 BLE 测试仪上进行 BLE 定频(非信令 TX/RX)测试时参考。

先执行以下命令：

AT+BLE\_START\r\n 注释：从 Wi-Fi 固件跳转入 BLE 固件；

成功的话会返回 "Will jump to ble code area, can't jump back!" 语句。

此时需要勾选上 sscom 工具中的 "HEX 显示" 复选框，方便查看 16 进制格式的 BLE 命令。

再以 16 进制 (HEX) 格式执行以下命令(在 sscom 串口工具中的命令前打勾即是以 16 进制格式发送命令)：

01030c00 注释：reset；

011e2003002500 注释：测试 0 信道 TX；

此时仪器端设置好后，就应该可以看到 BLE 的发射数据了。

011f2000 注释：结束这次测试；

01030c00 注释：reset；

011e2003272500 注释：测试 39 信道 TX；

此时仪器端就应该可以看到 BLE 的 39 信道的发射数据了。

011f2000 注释：结束这次测试；

01030c00 注释：reset；

011d20010a 注释：测试 10 信道 RX；

此时仪器端设置好后(payload 设为 37, 数据包数量为 1500 个，发完即停止发送)，就应该可以看到 BLE 的 10 信道的接收数据了。

011f2000 注释：结束这次测试。

此时返回的最后 4 位数据就是实际接收到是数据包数量(16 进制格式)，转换成 10 进制后用以下公式换算 PER：(1500-实际收到的包数)/1500\*100%。

示例串口界面如下：



```
[14:28:16.625]发->◇AT+BLE_START|
[14:28:16.631]收<-◆AT+BLE_START
Will jump to ble code area, can't jump back!

OK
```

通讯端口 串口设置 显示 发送 多字符串 小工具 帮助

```
[14:34:34.472]发->◇01 03 0C 00 □
[14:34:34.475]收<-◆04 0E 04 05 03 0C 00 Reset
[14:34:38.967]发->◇01 1E 20 03 00 25 00 □
[14:34:38.970]收<-◆04 0E 04 05 1E 20 00 以0信道发射
[14:36:35.247]发->◇01 1F 20 00 □
[14:36:35.250]收<-◆04 0E 06 05 1F 20 00 00 00 停止测试
[14:36:41.288]发->◇01 03 0C 00 □
[14:36:41.290]收<-◆04 0E 04 05 03 0C 00 Reset
[14:37:30.447]发->◇01 1E 20 03 27 25 00 □
[14:37:30.450]收<-◆04 0E 04 05 1E 20 00 以39信道发射
[14:39:29.107]发->◇01 1F 20 00 □
[14:39:29.110]收<-◆04 0E 06 05 1F 20 00 00 00 停止测试
[14:39:31.591]发->◇01 03 0C 00 □
[14:39:31.594]收<-◆04 0E 04 05 03 0C 00 Reset
[14:39:36.254]发->◇01 1D 20 01 0A □
[14:39:36.257]收<-◆04 0E 04 05 1D 20 00 以10信道接收
[15:10:48.237]发->◇01 1F 20 00 □
[15:10:48.258]收<-◆04 0E 06 05 1F 20 00 24 05 停止测试
```

多条字符串发送 | stm32/GD32 ISP | STC/IAP15 ISP |

AT+PVT CMD=EVM, RX, 1	88无注释	0	1000
EVM, TX, B, 1, 1, 1000	89无注释	0	1000
AT+BLE_START	90无注释	0	1000
0134200400FB0001	ex tx	0	1000
01332003000100	ex rx	0	1000
01082020190201061509526976696	sleep	0	1000
01030c00	reset	0	1000
011e2003272500	tx test	0	1000
011d20010a	rx test	0	1000
011f2000	test end	0	1000
ATE_OK=1	adv	0	1000
010c20020100	scan	0	1000

清除窗口 打开文件 发送文件 停止 清除发送区 最前 English 保存参数 隐藏

端口号 COM124 USB-SERIAL CH340 ☒ HEX显示 保存数据 接收数据到文件 ☐ HEX发送 定时发送: 100 ms ☒ 加回车换行

☒ 加时间戳和分包显示 超时时间: 20 ms 第 1 字节 至 末尾 加校验 None

☐ RTS ☒ DTR 波特率: 115200 AT+PVT CMD=EVM, TX, n, 7, 7, 1000

## 1.5 发射单 tone 信号

此例适用于在频谱仪上查看信号通路能不能发出信号以及信号的强度和频率时参考。

在 Wi-Fi 模式下，依次执行如下命令：

AT+PVT CMD=s\_tone\_mode,ble\r\n

注释：进入配置 BLE 单载波信道模式；

AT+PVT CMD=EVM,TX,N,7,39,1000\r\n

注释：采用与 BLE 的 39 信道一样的频点发射；

此时应该已经可以在频谱仪上看到在 2480MHz 的单 tone 信号了。

示例串口界面如下：

```
[20:21:06.804]发->◇AT+PVT CMD=s_tone_mode, ble
[20:21:06.808]收<-◆AT+PVT CMD=s_tone_mode, ble

OK

[20:21:16.995]发->◇AT+PVT CMD=EVM, TX, N, 7, 39, 1000
[20:21:16.999]收<-◆AT+PVT CMD=EVM, TX, N, 7, 39, 1000
+evm OK mode:2

OK
```

## 1.6 Wi-Fi 信令测试

此例适用于把终端入网到指定 Wi-Fi 网络时参考。

在 Wi-Fi 模式下，执行如下命令：

AT+CWJAP="LN\_LAB\_TEST","12345678"

注释：向指定的网络 LN\_LAB\_TEST 发送连接请求；

示例串口界面如下：



```
[14:07:49.820]发→◇AT+CWJAP="LN_LAB_TEST", "12345678"  
[14:07:49.826]收←◆AT+CWJAP="LN_LAB_TEST", "12345678"  
[14:07:51.099]收←◆  
OK
```

## 附录 2：术语与缩略词

LN882H,	亮牛半导体推出的集成 2.4G Wi-Fi/BLE 的 MCU 芯片。
EVK,	评估板。
IPEX,	一种射频连接器接口，又叫 UFL，市场上最常用的规格是第一代和第 4 代。
DUT,	被测设备(Device Under Test)，也就是终端。
TX,	发射(Transmit)。
RX,	接收(Receive)。
PER,	误包率(Packet Error Rate)，表征终端接收性能的参数。
EVM ,	矢量幅度误差(Error Vector Magnitude)，表征终端接发射信号的调制质量的参数。
single tone,	就是单音信号，又叫单频信号，是不含调制信息的一种简单信号。
HEX,	十六进制(hexadecimal)。
CH,	信道(channel)。
Payload,	有效载荷，仅指有用的信息，不含额外的包头等开销。
Phy 速率,	物理层(MAC)的速率。
XTAL,	外置晶体(External Crystal)。
定频测试,	在非信令模式下，采用固定频点(信道)进行发射或接收的测试。

## 关于本文档

《LN882H EVK 板射频测试指南》主要介绍了如何使用 EVK 板进行 Wi-Fi 和 BLE 的射频相关测试。

### 文档及证书

本文档的最新版本，请至亮牛官网 [www.lightningsemi.com](http://www.lightningsemi.com) 下载，或到 git 上《[对外资料释放](#)-->硬件测试工具和方法-->测试工具和方法》目录里查找并下载，或找 FAE 索取。

文档仅供参考，有疑问请联系技术支持人员。如有错漏之处，欢迎指正，请反馈至[邮件](#)。

### 修订历史

Version	History	Name	Date
1.0	更新 Wi-Fi 发射功率补偿命令，并规范化	ys	2022/11/21
1.1	细节扩充，更易懂	ys	2022/12/02
1.2	多处细节优化，版面优化	ys	2023/07/25