



XR871 Power Consumption Measurement Manual

Revision 1.0

March 7, 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 INFORMATION FURNISHED BY XRADIO IS BELIEVED TO BE ACCURATE AND RELIABLE. XRADIO RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES IN CIRCUIT DESIGN AND/OR SPECIFICATIONS AT ANY TIME WITHOUT NOTICE. XRADIO DOES NOT ASSUME ANY RESPONSIBILITY AND LIABILITY FOR ITS USE. 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. THIS DATASHEET NEITHER STATES NOR IMPLIES WARRANTY OF ANY KIND, INCLUDING FITNESS FOR ANY PARTICULAR APPLICATION.

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	Data	Summary of Changes
1.0	2019-03-07	Initial Version

Table 1-1 Revision History



Contents

Declaration.....	2
Revision History	3
Contents.....	4
Tables	5
Figures	6
1 概述	7
2 硬件及软件说明	8
2.1 硬件	8
2.1.1 电源分析仪	8
2.1.2 PCB 板	8
2.1.3 电气连接	9
2.2 软件	11
2.2.1 固件升级	11
2.2.2 串口交互	12
2.2.3 常用指令	12
3 数据记录	14
4 功耗测试	16
4.1 Active 功耗	16
4.1.1 TX 1M DSSS	16
4.1.2 RX 11M CCK	17
4.2 Standby 功耗	17
4.2.1 MCU Standby, WLAN PS Mode	17
4.2.2 MCU Standby, WLAN Off.....	20
4.2.3 MCU Standby, WLAN Active.....	21
4.3 Hibernation 功耗	22
4.4 Shutdown 功耗	22
5 功耗测试结果	23

Tables

表 2-1 硬件设备	8
表 2-2 常用指令说明	13
表 5-1 典型功耗测量结果	23



Figures

Table 1-1 Revision History	3
图 1-1 XR871GT 开发板	7
图 2-1 Keysight N6705B 直流电源分析仪	8
图 2-2 XR871 功耗测试 PCB Option	9
图 2-3 XR871 功耗测试连接示意图	10
图 2-4 XR871 升级固件	11
图 2-5 串口交互	12
图 3-1 直流电源分析仪设置	14
图 3-2 直流电源分析仪记录数据	14
图 3-3 直流电源分仪器测量结果	15
图 4-1 TX 1M DSSS 状态功耗.....	16
图 4-2 RX 11M CCK 状态功耗	17
图 4-1 DTIM1 功耗	18
图 4-2 DTIM3 功耗	19
图 4-3 DTIM8 功耗	19
图 4-4 DTIM10 功耗	20
图 4-5 MCU sleep, WLAN Off 状态功耗.....	21
图 4-6 MCU sleep, RX listen 状态功耗.....	21
图 4-7 MCU sleep, RX 1M DSSS 状态功耗	22

1 概述

本手册以 XR871_EVB_MAIN_BRD_V1_1 开发板为例，对 XR871 功耗测试平台搭建、操作步骤、测试项目等进行简要说明，方便用户根据参考示例了解 XR871 功耗相关项目的测试流程。需要注意的是，手册提供的数据结果仅为典型值结果，仅做测试参考。

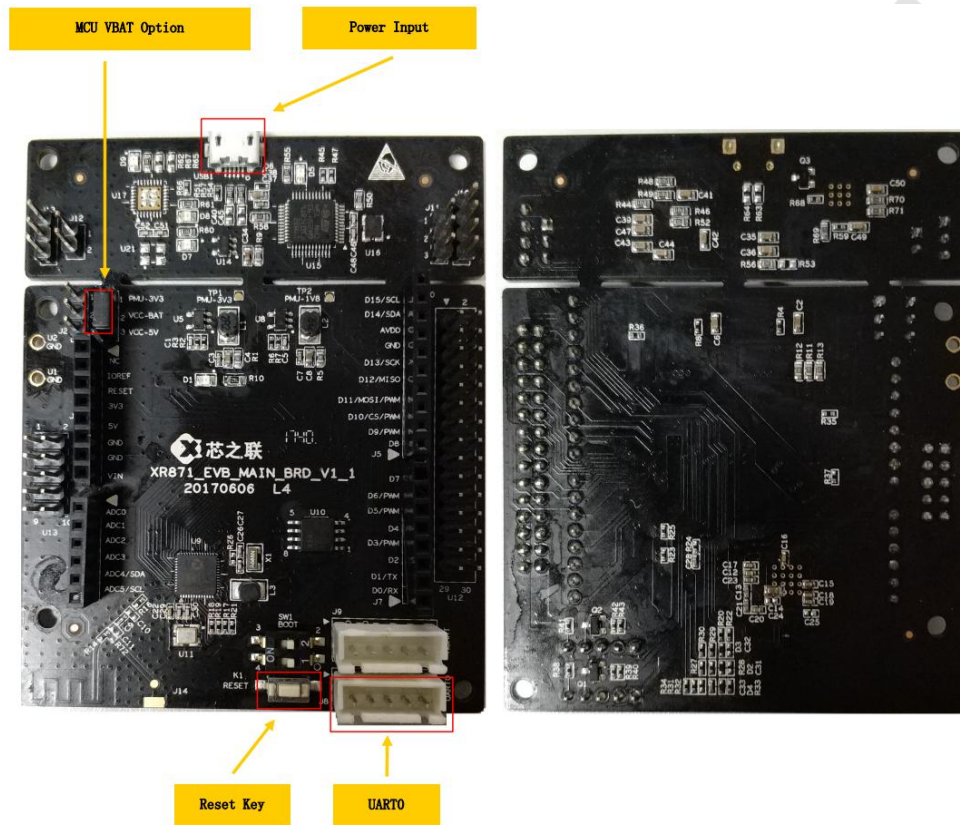


图 1-1 XR871GT 开发板

2 硬件及软件说明

2.1 硬件

测试环境：屏蔽房

测试设备：

设备	用途	说明
Keysight N6705B 直流电源分析仪	供电、测量设备	
无线路由器 (TP-LINK/HUAWEI)	与 DUT 通信	不同路由器功耗测试数据存在差异
计算机 PC、USB 转串口线	升级固件、指令输入	
XR871GT EVB (DUT)	待测板	

表 2-1 硬件设备

2.1.1 电源分析仪

Keysight N6705B 直流电源分析仪是一款将供电和测量结合在一起的高性能电源分析设备，其内置的示波器和数据记录仪功能极大地方便了对电压/电流瞬态特性的测量，常用于低功耗设备的测试测量中。本使用指南中的功耗测试数据就是基于此设备测量得到。



图 2-1 Keysight N6705B 直流电源分析仪

2.1.2 PCB 板

为保证直流电源分析仪准确记录 XR871GT 功耗结果，需要对 PCB 板进行部分改动。请将开发板上 R10 电阻断开(如图 2-2 所示)，保证仪器记录的功耗结果仅为 XR871 芯片本身，避免因对 LED 指示灯的供电导致功耗增加。断开 MCU VBAT Option 跳线帽，由 N6705B 通过 VCC-BAT pin 为芯片供电，不由板上 VCC-5V/PMU3V3 供电。(另外，为得到准确的功耗结果，请一并将 PCB 背面电阻 R31 断开同时将 R32 连接，可参考原理图及 PCB 做改动。)

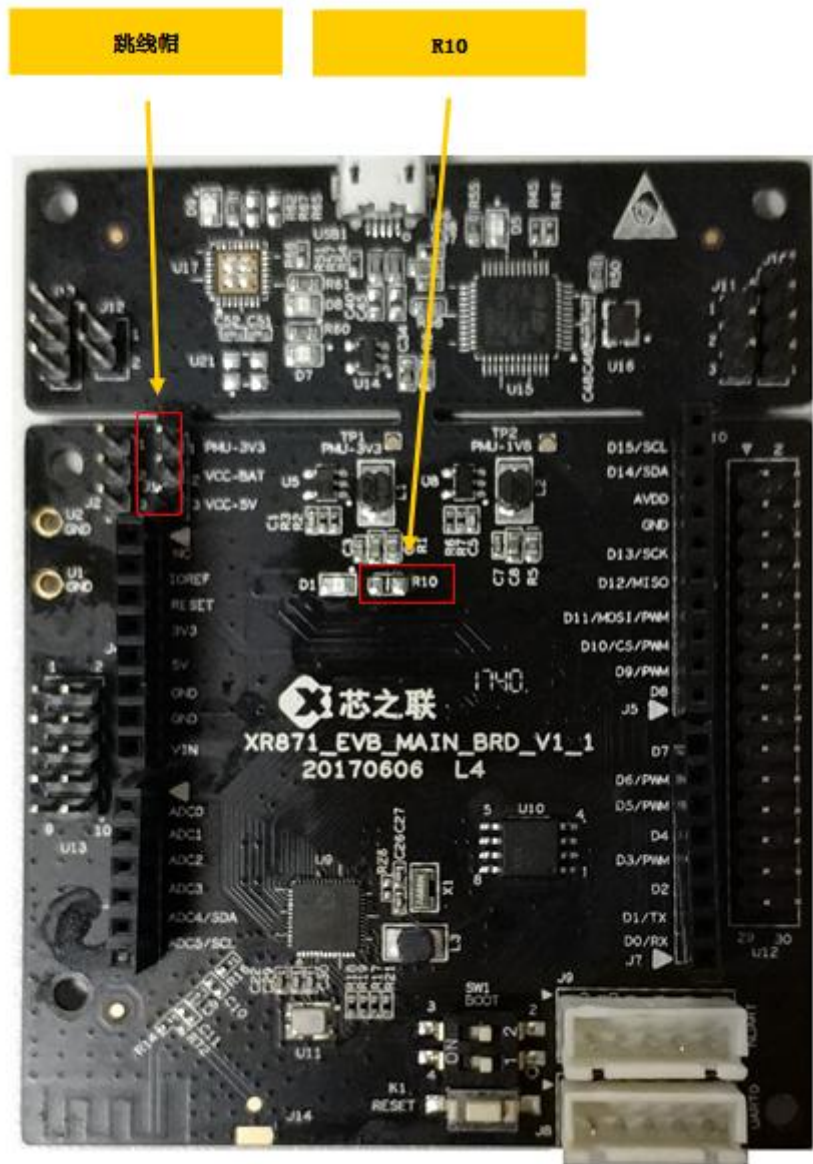


图 2-2 XR871 功耗测试 PCB Option

2.1.3 电气连接

将 XR871 开发板 (DUT)、直流电源仪、PC 按照如图 2-3 所示连接。直流电源仪给 XR871 芯片供电，并且记录功耗；开发板上外设器件 (如 flash) 均由 Micro USB 供电。测试仪器地接开发板的 U1 GND，电源端接开发板的 J1 插针的 2 脚 VCC_BAT。

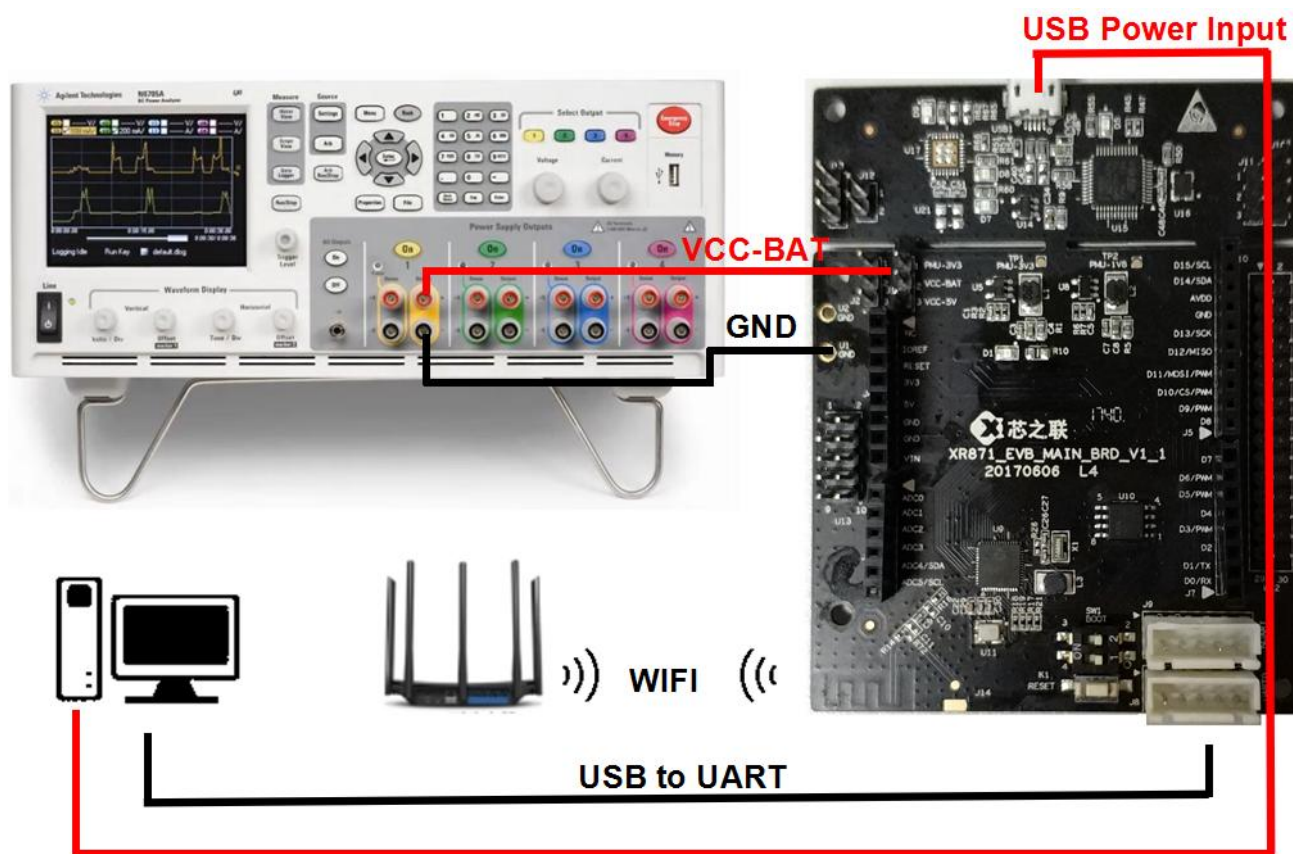


图 2-3 XR871 功耗测试连接示意图

XRAD

2.2 软件

如需升级固件，可通过 phoenixMC_v2.7.01019e.exe 软件按照以下操作执行。同时，请在 PC 上准备串口工具(如 SecureCRTPortable.exe)，用于用户指令交互、查看和输入信息等；

2.2.1 固件升级

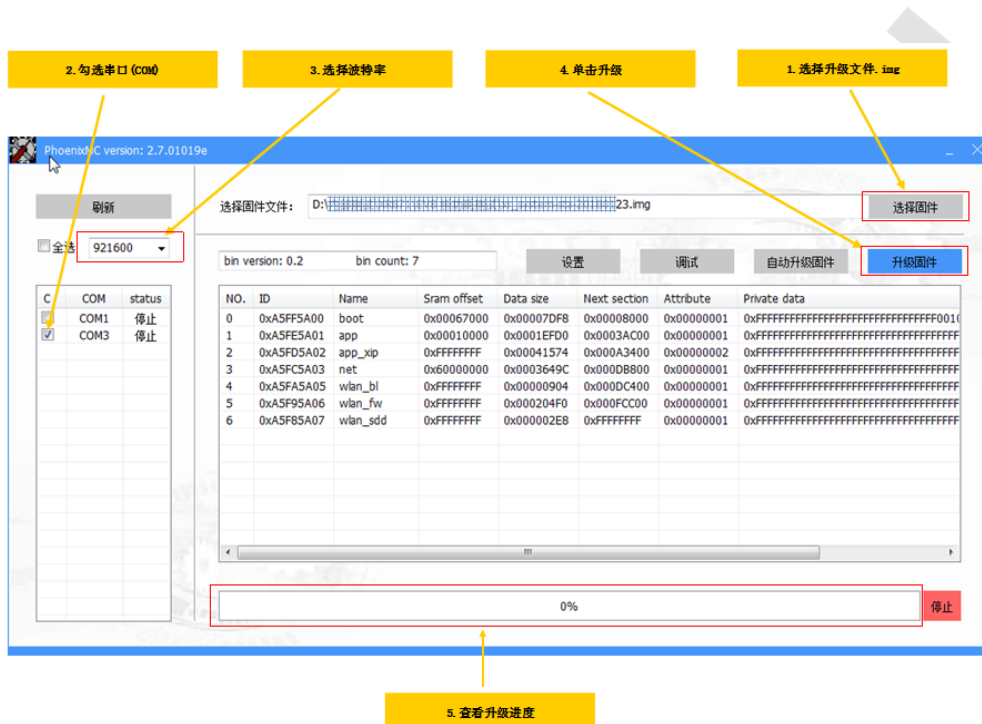


图 2-4 XR871 升级固件

2.2.2 串口交互

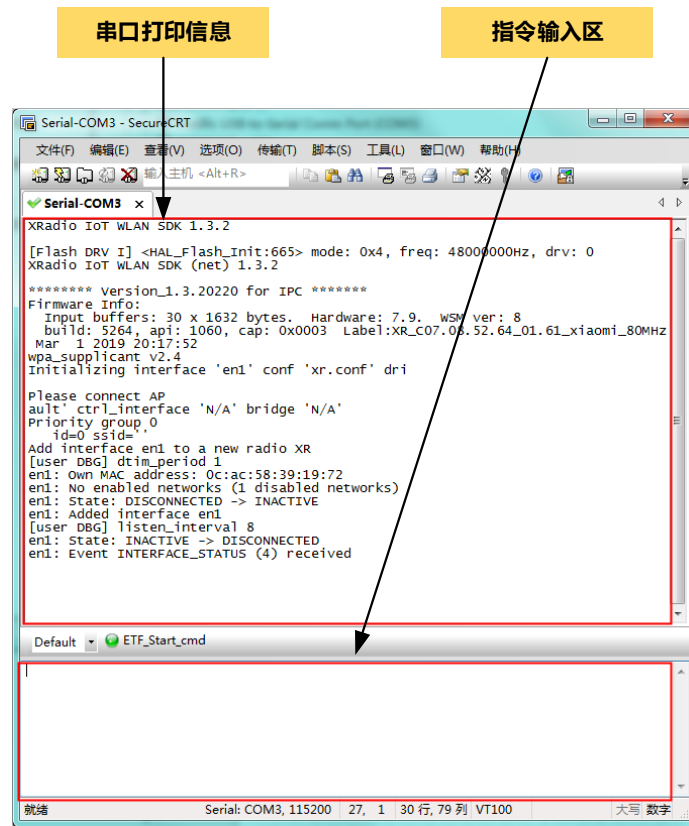


图 2-5 串口交互

2.2.3 常用指令

PM (power manager) 命令详细说明可参考 《XR871_PM_User_Guide-CN.pdf》，具体网址如下为：
https://github.com/XradioTech/XR871/blob/master/03_SDK/XR871_PM_User_Guide-CN.pdf。以下表格另外列出常用的测试开发指令，可搭配指定的固件使用。

指令	功能	说明
net sta config <ssid> [psk]	配置 AP	ssid: AP 的名字 psk:AP 密码
net sta enable	连接 AP	
net sta disable	与 AP 断开连接	
pm standby	Standby/Deep Sleep	进入 Standby/Deep Sleep 状态
pm poweroff	power off	进入 power off 状态
net wlan set_lsn_intv l=<num>	配置 DTIM 间隔	num: 1~10
netcmd lmac rates_ctrl_set 0 21 0x0 0x0 0x00000009	固定速率为 11b 1M	该指令最后三个参数从最低的半字节开始依次配置 11.b/11.g/11.n HT20 的各个速率, 若值为 0, 则不配置
netcmd lmac rates_ctrl_set 0 21 0x0 0x0 0x00009000	固定速率为 11b 11M	
netcmd lmac rates_ctrl_set 0 21 0x0 0x0 0x00090000	固定速率为 11.g 6M	

netcmd lmac rates_ctrl_set 0 21 0x0 0x00900000 0x0	固定速率为 11.g 54M	对应速率，值为‘1~F’代表 retry 次数。
netcmd lmac rates_ctrl_set 0 21 0x0 0x09000000 0x0	固定速率为 11.n HT20 MCS0	
netcmd lmac rates_ctrl_set 0 21 0x00900000 0x0 0x0	固定速率为 11.n HT20 MCS7	
iperf -s -i 1 -u -p 5006	启动 UDP TX 服务端	PC 端指令输入
net iperf -c <PC IP> -i 1 -u -t 30 -p 5006 -f m -b 60m	启动 UDP TX 设备端	XR871 端指令输入 -t 后参数为测试时长，-b 后参数为限速阈值
net iperf -s -i 1 -u -f m	启动 UDP RX 服务端	XR871 端指令输入 可搭配限速指令使用（若为限速测试需设置路由器为同一指定速率）
iperf -c <DUT IP> -i 1 -u -b 100M -t 60	启动 UDP RX PC 设备端	PC 端指令输入 DUT IP 为设备 IP
iperf -s -i 1 -p 5006	启动 TCP TX PC 服务端	PC 端指令输入
net iperf -c <PC IP> -i 1 -t 30 -p 5006 -f m	启动 TCP TX XR871 设备端	XR871 端指令输入
net iperf -s -i 1 -u -f m	启动 TCP RX XR871 服务端	XR871 端指令输入
iperf -c <DUT IP> -i 1 -t 60	启动 TCP RX PC 设备端	PC 端指令输入

表 2-2 常用指令说明

3 数据记录

按 2.1.3 小节所示，设置直流电源分析仪供电电压 $V=3.6V$ ，电流 $I=0.5A$ (如图 3-1 所示)，打开串口工具，启动电源分析仪供电开关，芯片正常启动时在未休眠状态下电流为 $7mA$ 左右。观察串口打印信息，确认串口通信正常，并通过串口输入指令进入相应的场景功耗测试模式。



图 3-1 直流电源分析仪设置

激活直流电源分析仪 Data Logger 模式，设置仪器参数 (Current 档设为 auto，采样率设为 $0.04096ms$)，激活 Run，仪器开始记录电流随时间变化的波形，如图 3-2 所示。

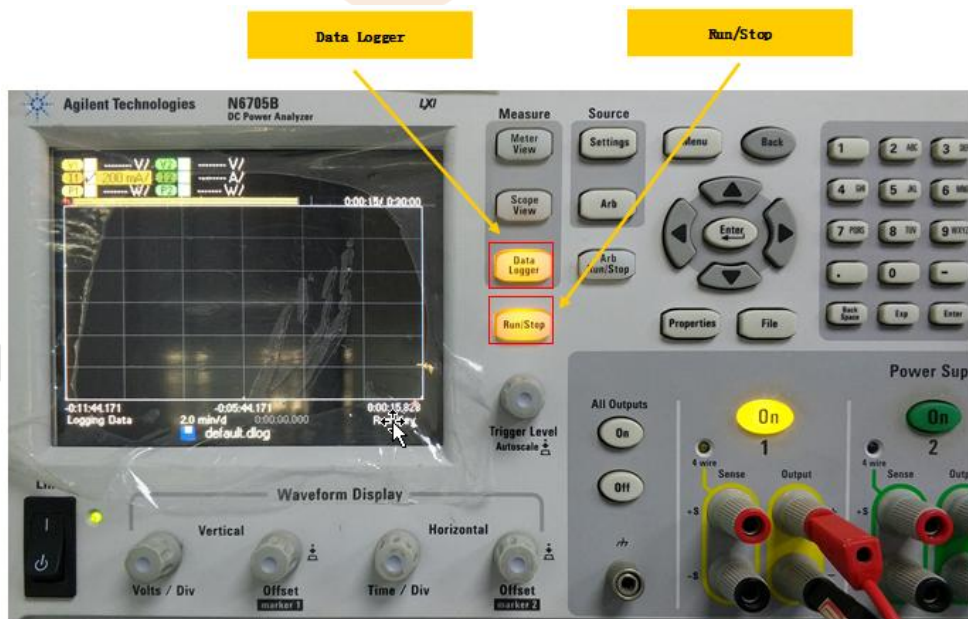


图 3-2 直流电源分析仪记录数据

按下 Run/Stop 停止记录数据，按下 Data Logger 调出测量卡尺，可记录各个时刻内的瞬时值，也可记录

m1 和 m2 卡尺内的平均电流值。如图 3-3 所示。

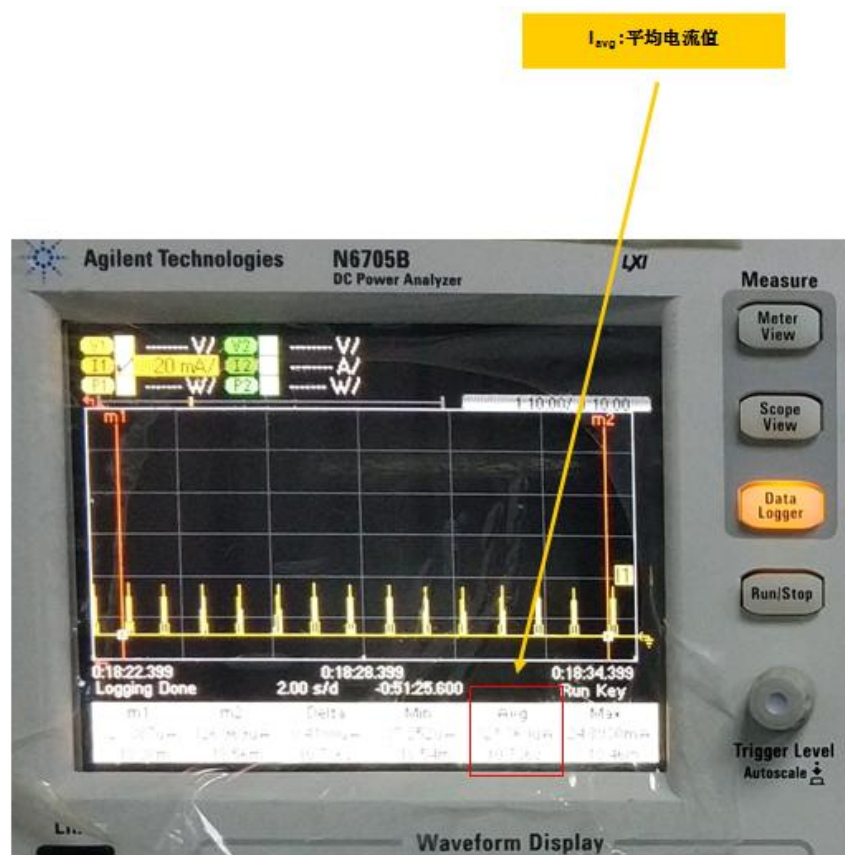


图 3-3 直流电源分仪器测量结果

4 功耗测试

4.1 Active 功耗

Active 模式下，XR871 状态为：**MCU State: Active; WLAN State: Active.**

WLAN Active 状态下，其处于 TX/RX 各个速率下的功耗并不相同，且 TX 功耗与发射功率有关。为了方便测量，本文 WLAN TX 测试场景为 XR871 与综测仪 CMW270 处于信令模式连接状态，WLAN RX 测试场景为 XR871 与路由器建立通信连接状态。

下文分别给出了 TX 1M DSSS@19dBm 和 RX 11M CCK 功耗的测试指令和结果，供参考。其他速率测试过程与示例基本一致，只需修改指令，此处不再赘述。其中，TX 功耗为 WLAN TX 状态下发包时刻的平均功耗不包含处于 Idle 时刻的功耗，RX 功耗为 WLAN RX 状态处于接收时刻的平均功耗不包含与路由建立握手时刻的功耗。

4.1.1 TX 1M DSSS

串口输入指令：

```
net sta config CMW-AP
net sta enable
```

配置 CMW270 信令模式下 TX 测试速率仅为 11.b 1M DSSS，PC 通过串口发送指令使 XR871 与 CMW270 建立连接，进入信令模式下 TX 测试状态，读取 N6705B 当前时刻 Data logger 抓取的平均功耗，如下图 4-1 所示。

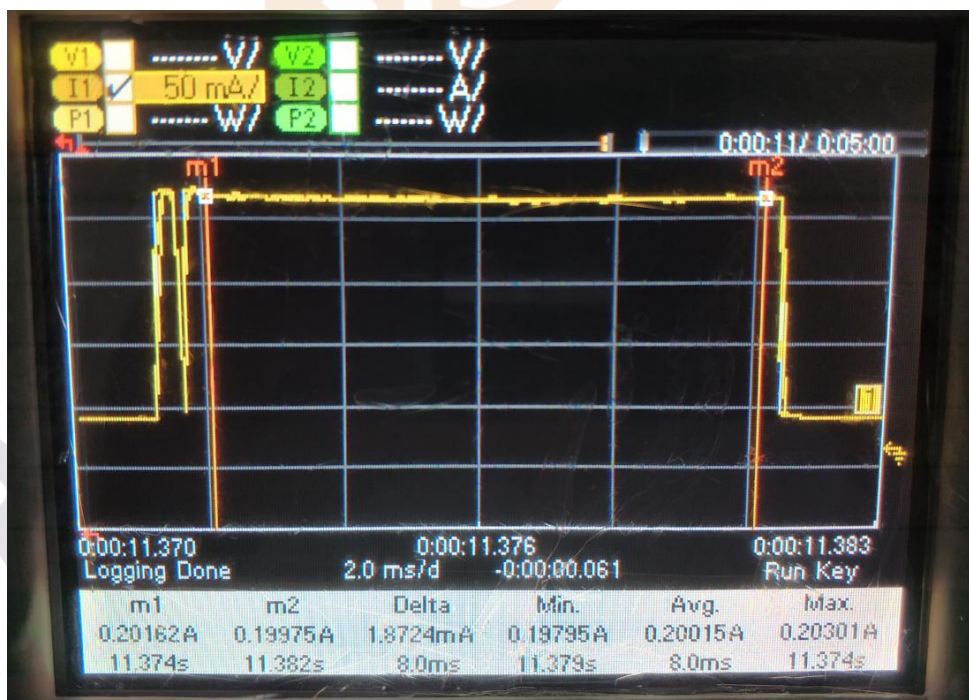


图 4-1 TX 1M DSSS 状态功耗

4.1.2 RX 11M CCK

串口输入指令:

```
net sta config CMW-AP
net sta enable
```

```
//启动设备端-UDP RX
net iperf -s -i 1 -u -f m
```

RX 11M CCK 测试前, 需要设置路由器为当前指定的 11M 速率。先启动设备端, 然后在 PC 端通过命令提示符键入以下指令开始测试。

```
//启动 PC 端-UDP RX
iperf -c 192.168.51.2 -i 1 -u -b 100M -t 60
```

实测 RX 11M CCK 功耗典型值如下图 4-2 所示。

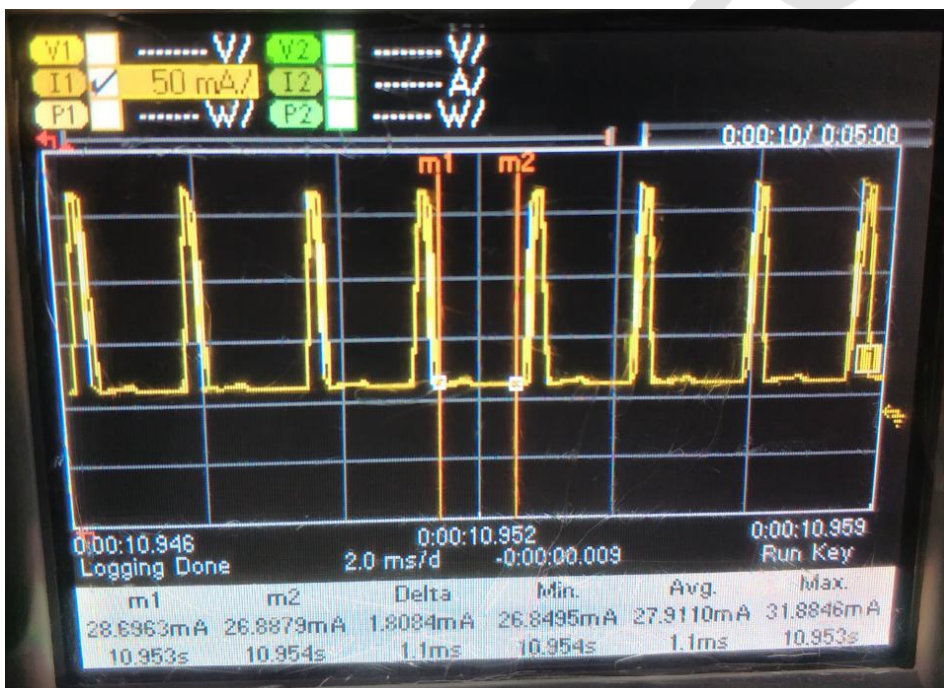


图 4-2 RX 11M CCK 状态功耗

4.2 Standby 功耗

4.2.1 MCU Standby, WLAN PS Mode

该模式也可称为 DTIM 场景模式, XR871 状态为: **MCU State: Deepsleep; WLAN State: PS Mode**. 测试场景为与路由器建立连接。

下文以 TPLINK 路由器为例, 给出相关测试项的串口指令说明和实测结果, 供参考。注意: XR871 DTIM 配置要结合 AP DTIM 配置信息进行设置, XR871 DTIM 间隔是 AP DTIM 值的整数倍, 比如 AP DTIM 为 2, 则 XR871 DTIM 间隔只能为 2/4/6/8/10。

为减少测量误差, DTIM 功耗结果均为一段时间内的平均值, 具体可参考 N6705B Data logger 模式下 Avg 参

数结果。DTIM 间隔可以根据当前 Data logger 模式下每个刻度所代表的时间 (ms/d) 大致估算出，下文测量结果图示中不再单独标记。DTIM 模式下，固件默认配置每隔 48s 发送一个 null frame，XR871 在路由器通信过程中，可能会由于路由器特性不同被要求每个<48s 的间隔内发送一个 null frame，测试过程中需要注意 DTIM 功耗是不包含发送 null frame 时刻的结果。

4.2.1.1 DTIM1

DTIM1 测试串口输入指令：

```
net sta config TES_TPLINK_WR886N#29 sw4wifionly
net sta enable
net wlan set_lsn_intv l=1
pm standby
```

参考第三章的操作步骤，实测 DTIM1 功耗典型值如下图所示。

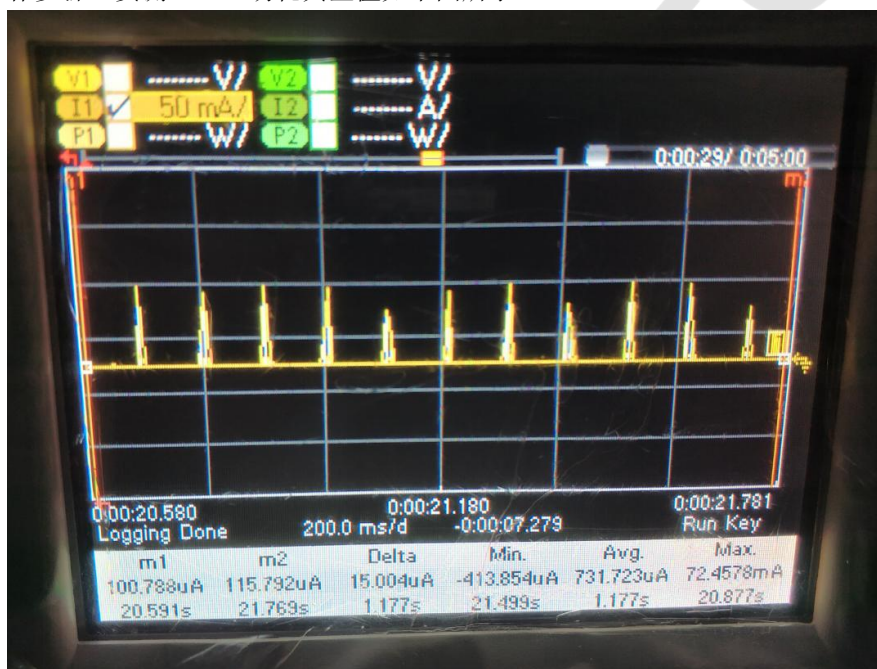


图 4-1 DTIM1 功耗

4.2.1.2 DTIM3

串口依次输入指令：

```
net sta config TES_TPLINK_WR886N#29 sw4wifionly
net sta enable
net wlan set_lsn_intv l=3
pm standby
```

实测 DTIM3 功耗典型值如下图所示。



图 4-2 DTIM3 功耗

4.2.1.3 DTIM8

串口依次输入指令（默认即 DTIM8，可不设置 DTIM 间隔）：

```
net sta config TES_TPLINK_WR886N#29 sw4wifionly
net sta enable
pm standby
```

实测 DTIM8 功耗典型值如下图所示。

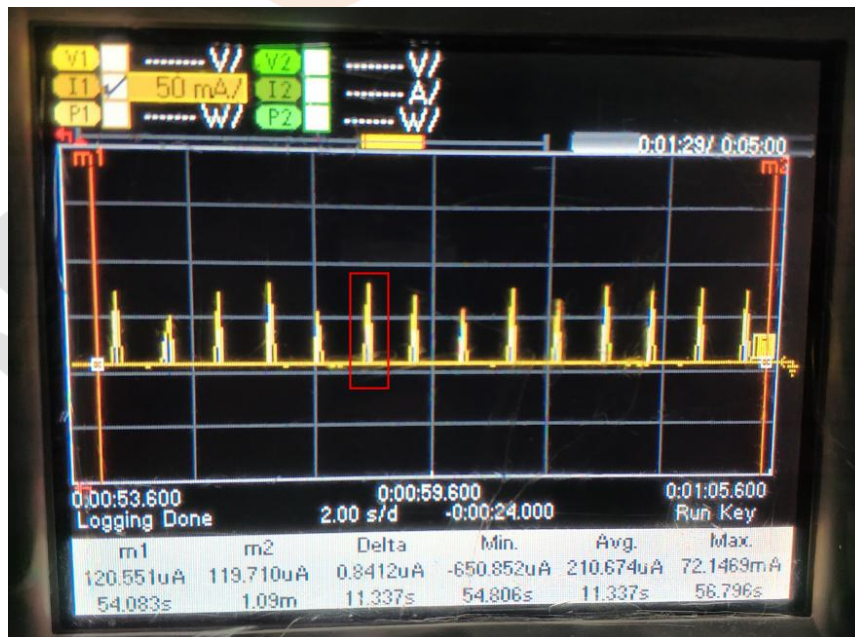


图 4-3 DTIM8 功耗

4.2.1.4 DTIM10

串口依次输入指令：

```
net sta config TES_TPLINK_WR886N#29 sw4wifionly
net sta enable
net wlan set_lsn_intv l=10
pm standby
```

实测 DTIM10 功耗典型值如下图所示。

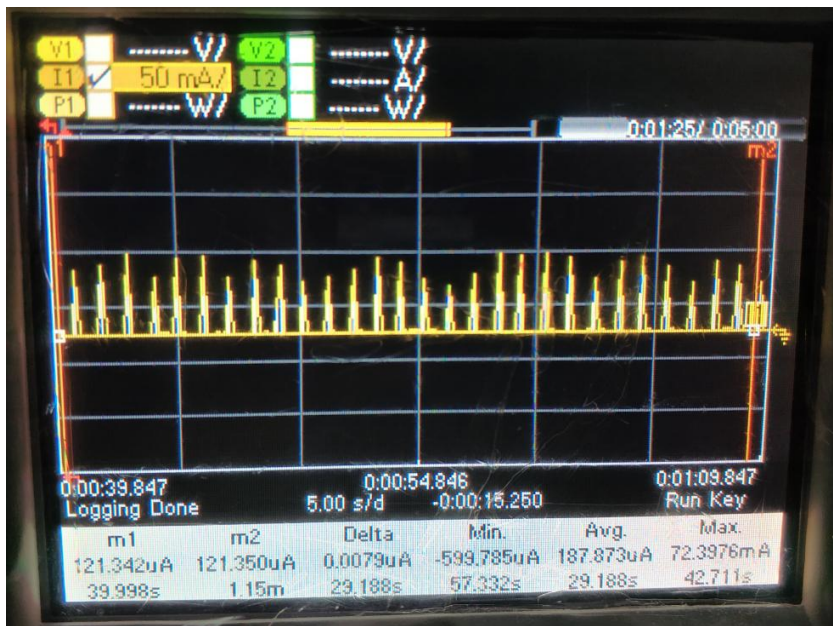


图 4-4 DTIM10 功耗

4.2.2 MCU Standby, WLAN Off

MCU Sleep, WLAN Off 场景与 DTIM 测试一致，在 WLAN 不处于 Active 状态时即为 Off 状态，此时功耗的测试结果如下图 4-5 所示。

串口输入指令同 DTIM8 一致，也可选择其他 DTIM 场景的测试指令。

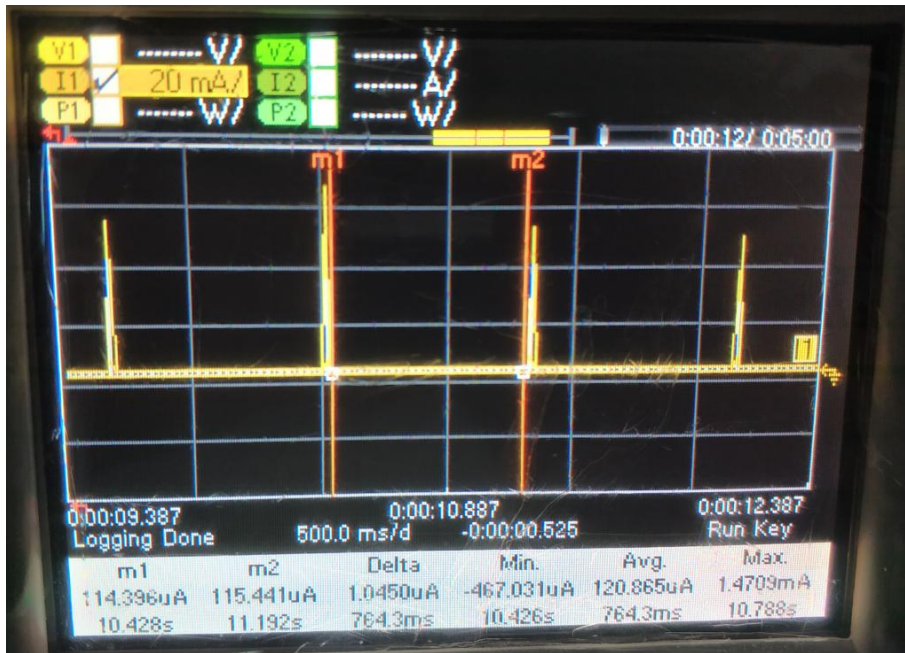


图 4-5 MCU sleep, WLAN Off 状态功耗

4.2.3 MCU Standby, WLAN Active

在测试 DTIM 功耗时，每隔给定的 DTIM 间隔周期内，WLAN CPU 会被唤醒，并处于 Active RX 状态下接收 1M DSSS 格式的数据帧。以 DTIM8 的测试过程为例，放大图 4-3 红色标记处的数据信息，记录 MCU sleep, WLAN Active 条件下的功耗如图 4-6 和图 4-7 所示。

串口输入指令同下文 4.2.2.2 小节 DTIM8 指令一致，也可选择其他 DTIM 场景的测试指令。

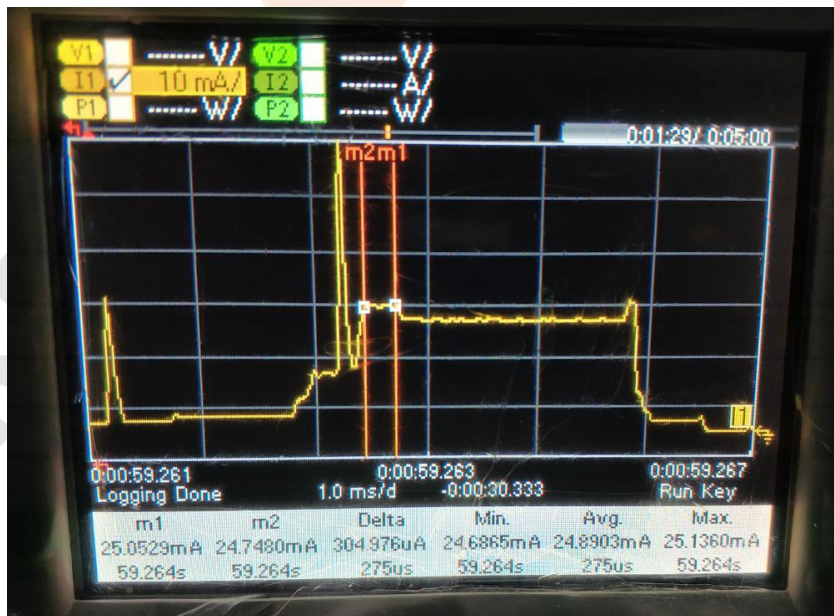


图 4-6 MCU sleep, RX listen 状态功耗

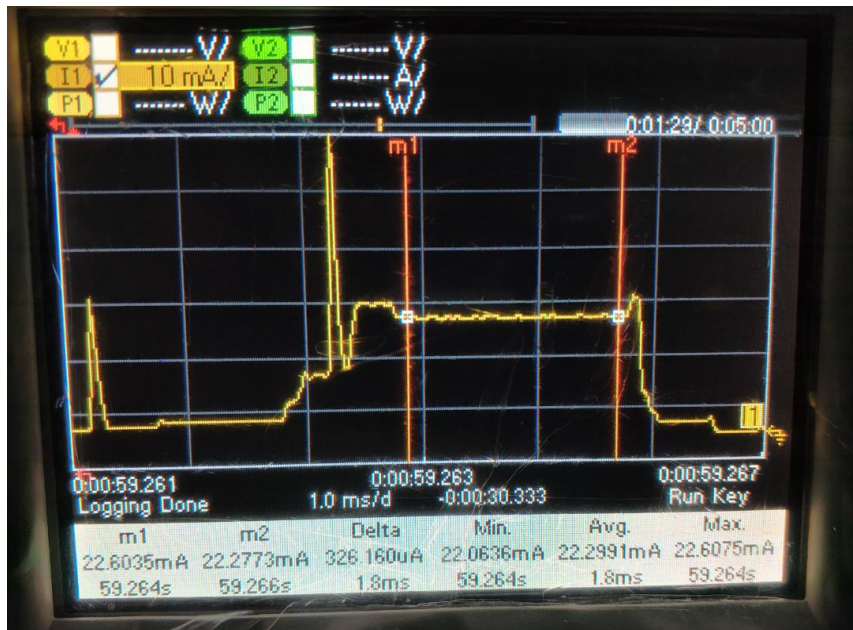


图 4-7 MCU sleep, RX 1M DSSS 状态功耗

4.3 Hibernation 功耗

Hibernation 模式，XR871 状态为：MCU State: Off; WLAN State: Off。

串口输入指令：

```
pm hibernation
```

此状态下功耗结果，可直接在电源界面的电流显示值得到或通过万用表的电流档测得，典型功耗结果为 12uA 左右。

4.4 Shutdown 功耗

Shutdown 模式，XR871 状态为：MCU State: Off; WLAN State: Off。

此场景为执行硬件 reset 操作时的状态，可直接在电源界面的电流显示值得到或通过万用表的电流档测得，典型功耗结果为 <0.5uA。

5 功耗测试结果

场景功耗的典型测试结果如下表所示:

Power Mode	MCU State	Wi-Fi State	TX/RX	Test Condition		Consumption	
						TYP	Unit
Active	Active	Active	TX ¹	1M DSSS	19dBm	204.0	mA
				11M CCK	19dBm	211.0	mA
				6M OFDM	15dBm	152.7	mA
				54M OFDM	15dBm	153.7	mA
				HT20, MCS0	15dBm	152.0	mA
				HT20, MCS7	14dBm	145.0	mA
			RX	1M DSSS	-	26.0	mA
				11M CCK	-	28.0	mA
				54M OFDM	-	34.0	mA
				HT20, MCS0	-	28.8	mA
HT20, MCS7	-	35.0		mA			
Standby	Standby	Active	TX ¹	1M DSSS, null frame	19dBm	204.0	mA
			RX	RX listen	-	24.9	mA
			RX	1M DSSS	-	22.4	mA
		PS Mode ²	RX	DTIM1	-	757	uA
			RX	DTIM3	-	381	uA
			RX	DTIM8	-	215	uA
			RX	DTIM10	-	188	uA
		OFF	-	-	-	121	uA
Hibernation ³	OFF	OFF	-	-	-	12	uA
Shutdown ⁴	OFF	OFF	-	-	-	0.4	uA

1. Data is captured at TX continues mode on the duration of transmitting;

2. Use XR871GT by external 32K XTAL; Beacon length **1.8ms** ;

3. RTC and wake up timer on only;

4. CHIP_PWD keeps at low level;

表 5-1 典型功耗测量结果