



功耗测试指导

文档版本 V1.1
发布日期 2020-09-25

版权所有 © 紫光展锐（上海）科技有限公司。保留一切权利。

本文件所含数据和信息都属于紫光展锐（上海）科技有限公司（以下简称紫光展锐）所有的机密信息，紫光展锐保留所有相关权利。本文件仅为信息参考之目的提供，不包含任何明示或默示的知识产权许可，也不表示有任何明示或默示的保证，包括但不限于满足任何特殊目的、不侵权或性能。当您接受这份文件时，即表示您同意本文件中内容和信息属于紫光展锐机密信息，且同意在未获得紫光展锐书面同意前，不使用或复制本文件的整体或部分，也不向任何其他方披露本文件内容。紫光展锐有权在未经事先通知的情况下，在任何时候对本文件做任何修改。紫光展锐对本文件所含数据和信息不做任何保证，在任何情况下，紫光展锐均不负任何与本文件相关的直接或间接的、任何伤害或损失。

请参照交付物中说明文档对紫光展锐交付物进行使用，任何人对紫光展锐交付物的修改、定制化或违反说明文档的指引对紫光展锐交付物进行使用造成的任何损失由其自行承担。紫光展锐交付物中的性能指标、测试结果和参数等，均为在紫光展锐内部研发和测试系统中获得的，仅供参考，若任何人需要对交付物进行商用或量产，需要结合自身的软硬件测试环境进行全面的测试和调试。

Unisoc Confidential For hiar

紫光展锐（上海）科技有限公司



前言

概述

本文档主要介绍了常见功耗测试场景设计组网、波形示例，并给出了常用功耗测试工具 Power Monitor 的使用说明。

读者对象

本文档主要适用于 Android 智能机/功能机平台的开发人员，测试人员需要具备如下技能：


- 对测试仪器有一定的了解。

缩略语

缩略语	英文全名	中文解释
GPIB	General-Purpose Interface Bus	通用接口总线
CSFB	Circuit Switched Fallback	电路域回落
DTIM	Delivery Traffic Indication Message	无线发送数据包的频率
WCN	Wireless Connectivity	无线连接
NV	Non-Volatile	非易失性

符号约定

在本文中可能出现下列标志，它所代表的含义如下。

符号	说明
 说明	用于突出重要/关键信息、补充信息和小窍门等。 “说明”不是安全警示信息，不涉及人身、设备及环境伤害。

变更信息

文档版本	发布日期	修改说明
V1.0	2019-10-24	第一次正式发布。
V1.1	2020-09-25	<ul style="list-style-type: none">• 文档名称由《展锐功耗测试方法指导文档》修改成《功耗测试指导》• 新增 1.3.1 仪表章节• 调整章节结构• 优化文档描述，删除冗余内容• 操作方法步骤化

关键字

待机、Power Monitor、lightsleep、实网、平台、WCN。

Unisoc Confidential For hiar

目 录

1 常规测试介绍.....	1
1.1 测试目的.....	1
1.2 测试准备.....	1
1.2.1 测试设备	1
1.2.2 测试环境.....	1
1.2.3 测试机.....	1
1.2.4 设备连接	1
1.3 测试场景.....	2
1.3.1 仪表.....	3
1.3.2 实网.....	4
1.3.3 平台.....	7
1.3.4 WCN.....	11
1.3.5 硬件变更测试建议.....	18
1.4 测试结果.....	18
1.5 功耗 log 抓取.....	19
1.6 常见问题分析.....	19
1.6.1 WCDMA 待机重选功耗对比机差.....	19
1.6.2 灭屏待机不能 sleep.....	20
1.6.3 蓝牙耳机待机不能 sleep.....	21
2 测试工具使用说明.....	23
2.1 Power Monitor.....	23
2.1.1 预置 Power Monitor.....	23
2.1.2 设置电压	25
2.1.3 设置波形显示.....	25
2.2 精密电源.....	29

图目录

图 1-1 基础功耗测试场景	3
图 1-2 通信仪表功耗测试设计	4
图 1-3 实网功耗测试设计	4
图 1-4 4G VoLTE 待机（开启数据连接）电流图	6
图 1-5 WCDMA 通话电流图	7
图 1-6 平台功耗测试设计	8
图 1-7 lightsleep 电流图	9
图 1-8 Audio（各种格式的电流对比）电流图	10
图 1-9 Game（阴阳师）电流图	11
图 1-10 WCN 系统功耗测试设计	12
图 1-11 Wi-Fi 开启但不连接电流图	13
图 1-12 Wi-Fi 关联 AP 待机（SC2332A）电流图	14
图 1-13 关联 AP 待机(UMW2560)电流图	15
图 1-14 Bluetooth 开启待机电流图	15
图 1-15 开启连接蓝牙耳机电流图	16
图 1-16 GNSS 捕获电流图（室内极限场景）	17
图 1-17 GNSS 跟踪电流图（GSS6425 仪表回放）	18
图 1-18 log 抓取方法	19
图 1-19 WCDMA 待机重选功耗对比	20
图 1-20 图暂停播放 MP3 电流图	21
图 1-21 Bluetooth 配对 Sony MDR-EX750BT	22
图 2-1 Power Monitor 连接电池	23
图 2-2 Power Tool 界面	24
图 2-3 连接 Device	24
图 2-4 波形图显示间隔	26

图 2-5 波形显示颜色线型	26
图 2-6 运行开关	27
图 2-7 截图按钮	27
图 2-8 copy Graph.....	28
图 2-9 copy Stats.....	28
图 2-10 copy Screen.....	28
图 2-11 放大波形.....	29
图 2-12 精密电源程序打开界面	30
图 2-13 连接精密电流源	30
图 2-14 设置电压	31

Unisoc Confidential For hiar

1 常规测试介绍

1.1 测试目的

对各项基础功耗进行优化，以延长手机续航时间。

1.2 测试准备

目的：保证数据的准确性，一致性。

1.2.1 测试设备

- PC 一台
- Power Monitor 一台或 GPIB(General-Purpose Interface Bus 通用接口总线)卡一个
- Agilent66319D 一台
- 假电池

1.2.2 测试环境

- 屏蔽室测试环境（WCN 测试必需）。
- 测试信号强度在-50dBm~-80dBm 之间，弱网、无网情况除外。
查看信号强度方法：设置-关机手机-SIM 卡状态-信号强度。
- Power Monitor 电压：3.8V，电池电量在 20%以上。
- 测试前确认所有 log 已经关闭。
- 检查核准信息是否校准成功，测试实网及通信仪表时，需校准成功后再进行。
- 不需要使用实际网络的测试项，在飞行模式下进行测试。

1.2.3 测试机

- 1 需要提供 3 台以上的测试机进行挑选，筛选底电流较低的作为功耗测试样机使用。
- 2 使用 user 版本进行测试，确认关闭 log。
- 3 测试机下载需要测试的版本，下载前注意备份每台测试机的 NV。
- 4 版本下载结束后，拨号盘输入##8378#1#，进工程模式，查看 ADC 参数是否已校准。

1.2.4 设备连接

- 精密电源连接 PC，方法如下：
 - 通过 GPIB 卡连接已装好驱动的 PC。

- 使用 Power Monitor 直接连接已安装驱动的 PC。
- 精密电源或 Powermonitor 的正负极分别接入测试机（使用假电池或者从电源引出的线）。
- 测试机按下 Power 键开启。
- PC 端打开 Agilent 功耗测量软件或 PC 端打开 Power Monitor PC 端软件。

1.3 测试场景

针对系统功耗，测试场景主要可以划分为 5 大类：实网、平台、WCN、仪表、复杂场景，其中：

- 实网、平台、WCN、仪表属于基础功耗测试，测试场景详见图 1-1。
WCN 功耗测试场景 Co-exist 是指 Wi-Fi、Bluetooth、GNSS 共存状态。
- 复杂场景主要指第三方和续航的测试。

Unisoc Confidential For hiar

图 1-1 基础功耗测试场景



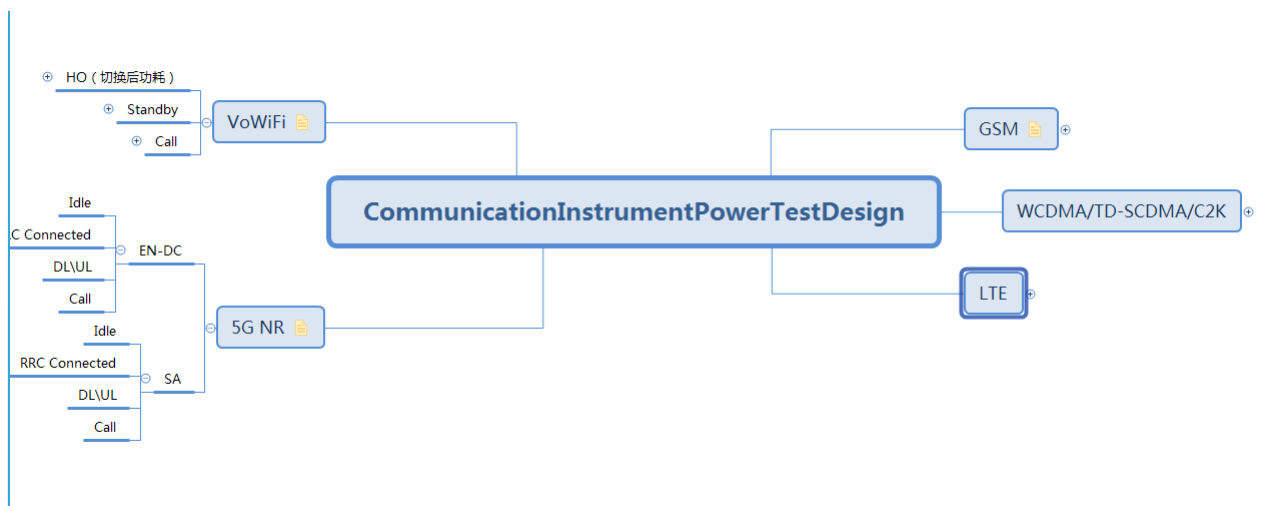
功耗测试主要关注如下几点：

- deep 电流是否有变化。
- 待机是否有异常唤醒。
- 功耗是否稳定。
- 电流波形是否有异常（如有周期性的凸起）。
- 执行后返回底电流是否正常(是否可以 sleep)。

1.3.1 仪表

通信仪表主要涵盖待机、通话、数据业务场景功耗，测试设计详见图 1-2。

图 1-2 通信仪表功耗测试设计

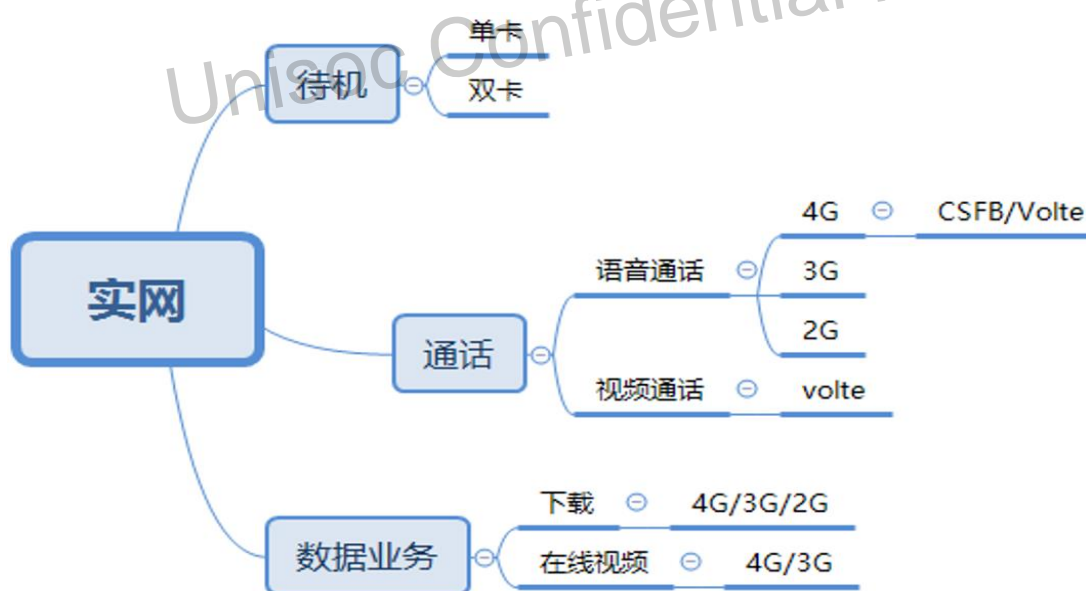


1.3.2 实网

1.3.2.1 测试设计

实网环境下主要关注 DUT（待测设备）在待机、语音、数据业务时的功耗水平，测试设计详见图 1-3。

图 1-3 实网功耗测试设计



1.3.2.2 测试方法

实网测试方法如下：

1. 选择一台固定的辅助机，用于配合测试。

2. 打开数据连接的情况下，确保无后台程序影响。
3. 记录实际网络信息、传输速率、电流图等信息，遇到问题还需同步抓取相关 log。

如果在国内测试，GMS 版本需要采用以下方法：

- 1 添加 Google 账号：VPN 连接完成→Setting→Accounts→Add 一个 Google 账号。
添加 Google 账号主要是为了排除 Google 相关应用更新导致的功耗问题。
- 2 进行完整的 Google 账号同步（联系人、日历、Google+）。
- 3 同步完成后，取消所有同步，再进入 Google Play 更新所有应用。

总体原则：手机校准通过，底电流正常，根据相关用例开展测试。

1.3.2.3 典型波形图

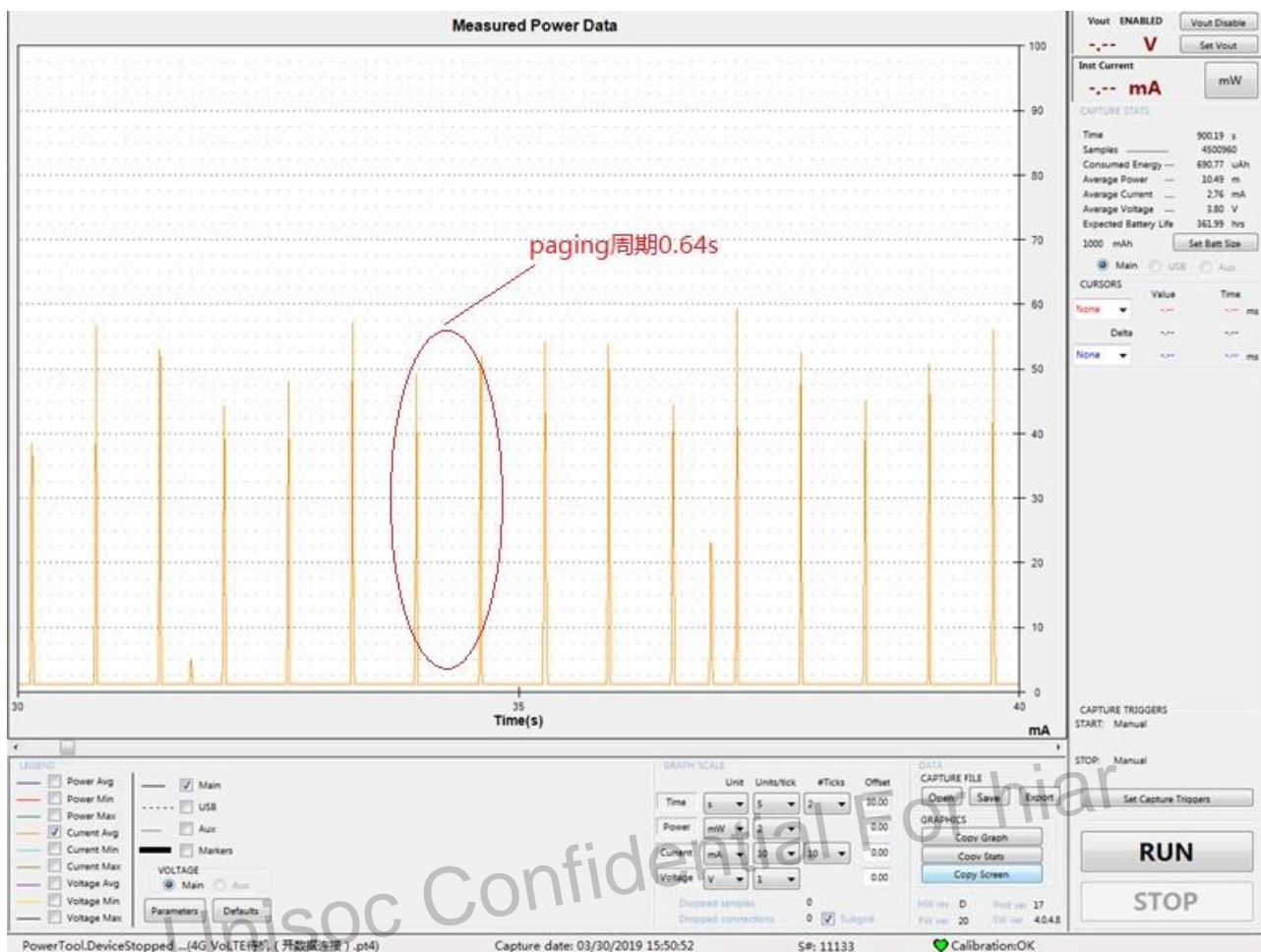
4G VoLTE 待机（开数据连接）

待机电流主要与 paging 的周期、宽度、高度相关，在稳定环境下对比这几项，可以迅速判断功耗是否有异常。

4G VoLTE 待机（开数据连接）电流图详见图 1-4。

Unisoc Confidential For hiar

图 1-4 4G VoLTE 待机（开启数据连接）电流图

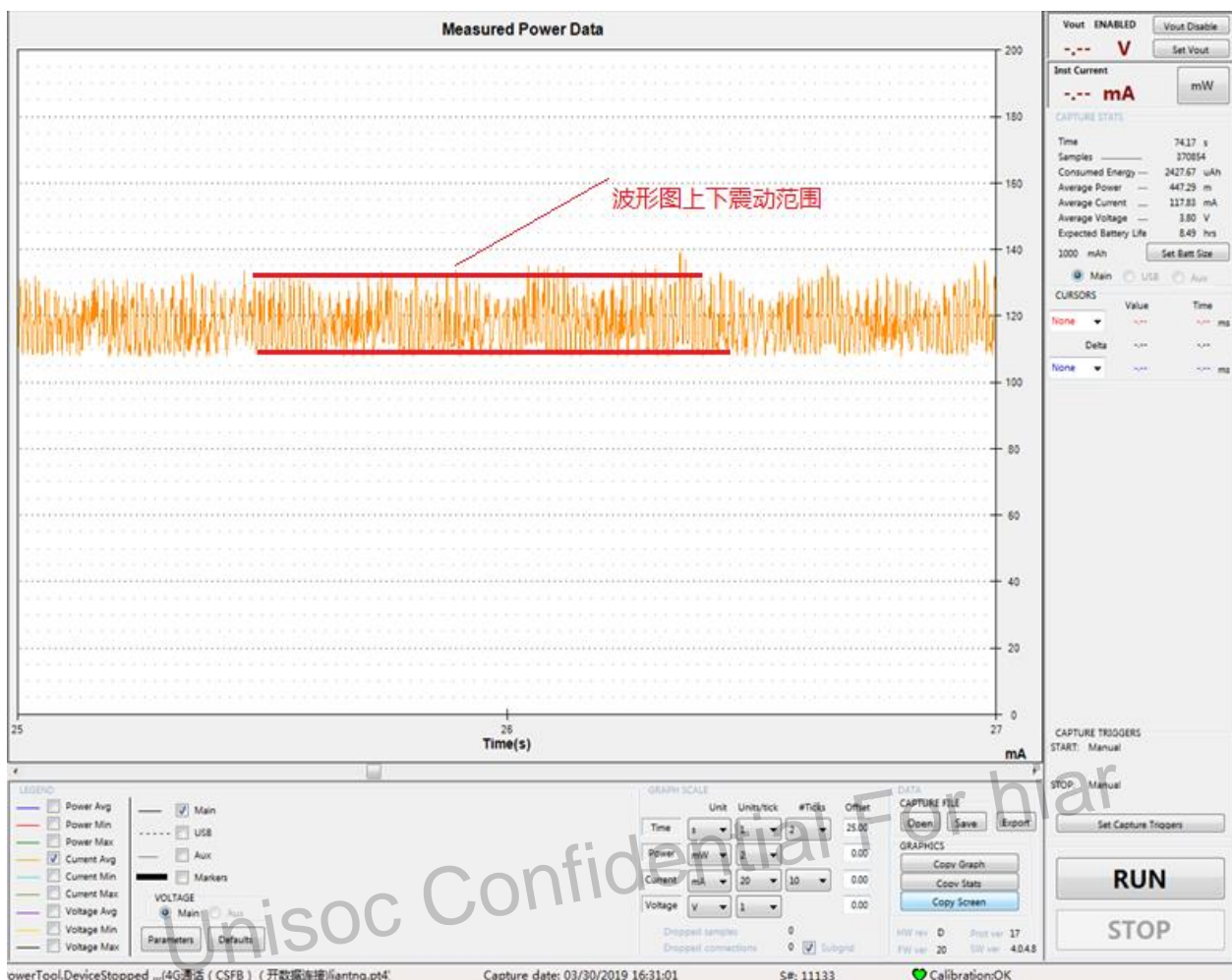


WCDMA 通话电流

通话电流一般都较稳定，通过放大，可以确认清楚电流上下波动的大概区间范围，进而进行有效的通话功耗对比。

WCDMA 通话电流图详见图 1-5。

图 1-5 WCDMA 通话电流图



1.3.3 平台

1.3.3.1 测试设计

平台用户场景主要分为 Camera、多媒体、Local、游戏等场景，测试设计详见图 1-6。

图 1-6 平台功耗测试设计



其中，

- Camera 分为拍照、录像、preview（预览）三部分。
- 多媒体分为音频和视频。
 - 音频区分耳机、speaker。
 - 视频区别 1080p、720p 和 480p 格式的片源。
- Local 包括飞行模式（deepsleep）、lightsleep 和 LCD 三部分。
- 游戏分为 2D 和 3D。

1.3.3.2 测试方法

平台测试方法如下：

1. 选择一台固定的辅助机，用于配合测试。
2. 固定选择有线&蓝牙耳机。
3. WCN 全部关闭，排除模块影响。
4. 网络：
 - 无需连接网络的测试项，在飞行模式下进行测试。
 - 需要连接网络的测试项，插入联通 4G 单卡(或者移动,电信)并打开数据连接。
5. 亮度设置：统一设置最小亮度（特殊亮度定义测试项除外）。
6. 测试环境：实验室环境(固定实网环境)、屏蔽室环境、3 灯箱环境(camera 测试环境)。
7. 测试前清理所有后台程序，减少测试过程中其他程序的影响。
8. 测试记录实际网络信息、传输速率、电流图等信息，遇到问题还需同步抓取相关 log。

1.3.3.3 典型波形图

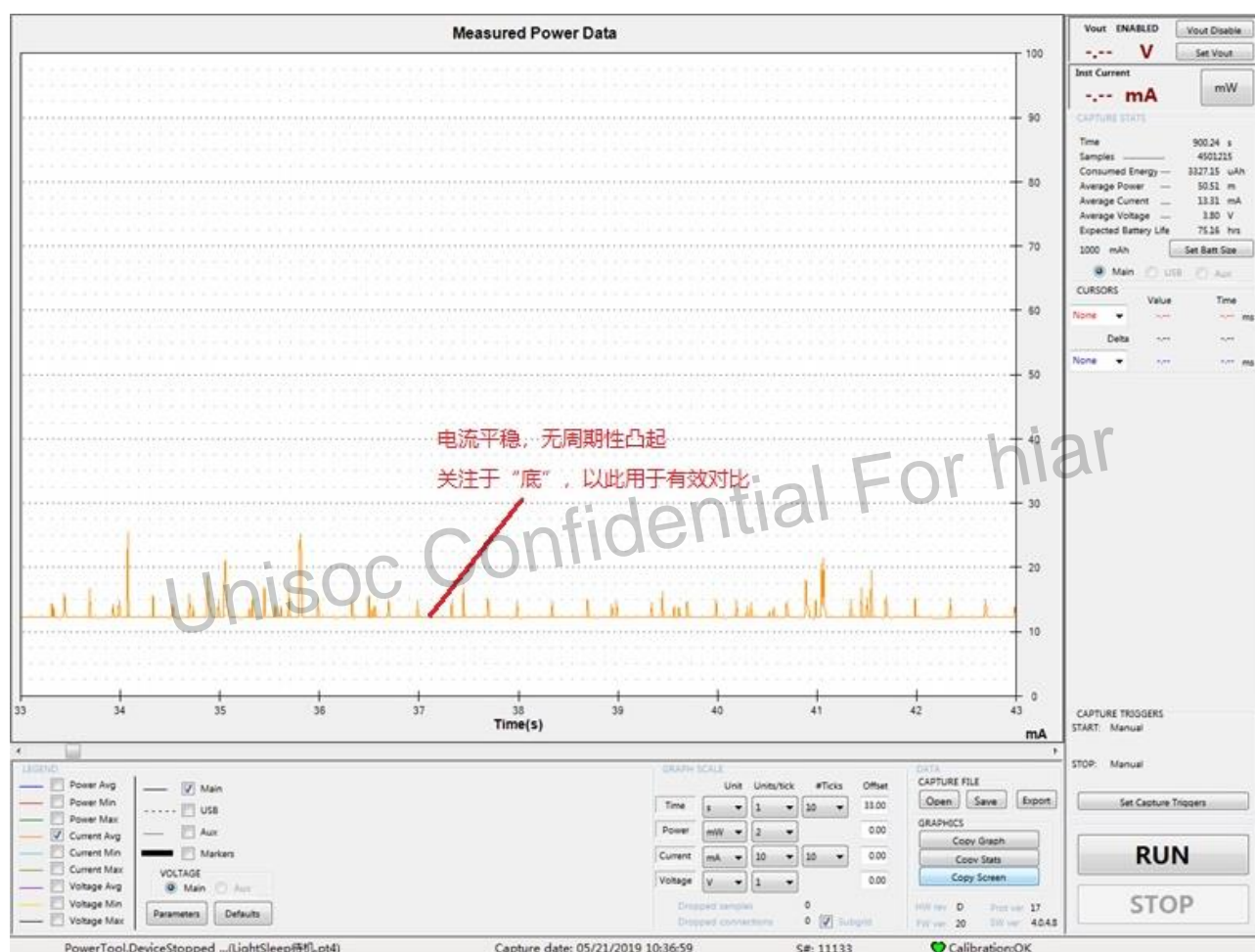
lightsleep

lightsleep 电流与平台各项功耗强相关，保证该项电流值稳定，才能有效测试。

可以使用 userdebug 版本或 user+root 版本测试（测试需要 root 权限）。

lightsleep 电流图详见图 1-7。

图 1-7 lightsleep 电流图

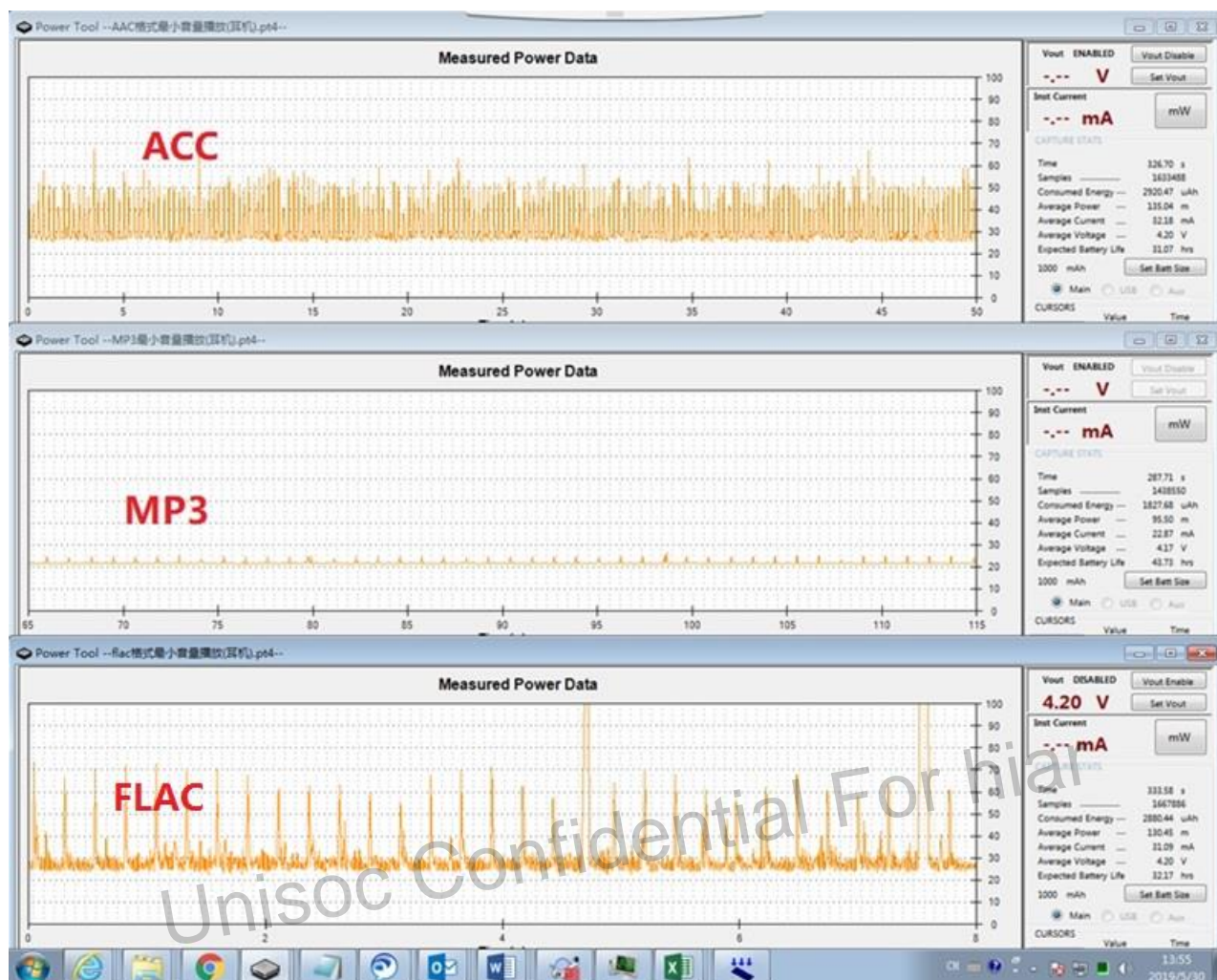


Audio

不同格式的电流图区别很大，对比之后，才能更全面的了解各个环节的电流表现。

以此扩展，对于支持不同格式片源的项目，测试需要完全覆盖。

图 1-8 Audio（各种格式的电流对比）电流图

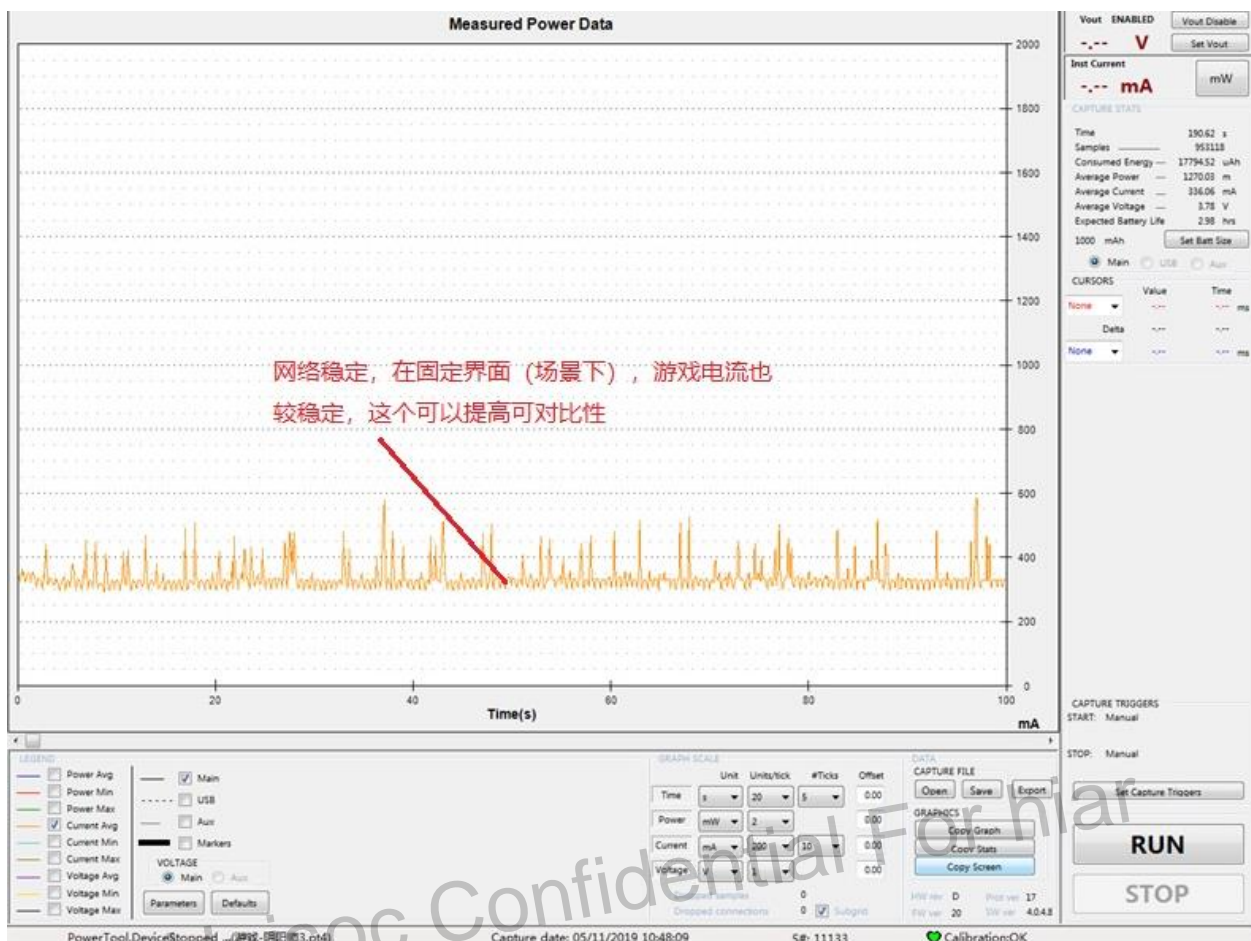


Game（阴阳师）

Game 测试偏差值较大，一般测试 3 次取平均值。

选择固定的界面（场景），有助于进行有效的对比。

图 1-9 Game（阴阳师）电流图



1.3.4 WCN

1.3.4.1 测试设计

WCN 主要关注 WiFi、蓝牙、收音机、共存、GPS 定位的业务场景功耗，测试设计详见图 1-10。

图 1-10 WCN 系统功耗测试设计



1.3.4.2 测试方法

Wi-Fi & Bluetooth

Wi-Fi & Bluetooth 测试方法如下：

1. 选择一台固定的辅助机，用于配合测试。
2. 选择固定的 Bluetooth 配对设备，如耳机。
3. Wi-Fi、Bluetooth 测试需在预先准备的屏蔽室环境下进行，确保信号稳定，Wi-Fi AP 可正常上网。
4. Wi-Fi、Bluetooth 均属实网，所以需要测试机和对比机同时同地对比测试。
5. 测试记录实际网络信息、传输速率、电流图等信息，遇到问题还需同步抓取相关 log。

GNSS

GPS 如在室内测试，则需要使用仪器 GSS6425，且固定播放同一个导航文件。

FM

- 需插入耳机后进行测试。
- 测试时需关闭飞行模式。

Vo-Wi-Fi

如实网不能支持驻留 Vo-Wi-Fi，需要在仪表 Anritsu MD8475 上测试。

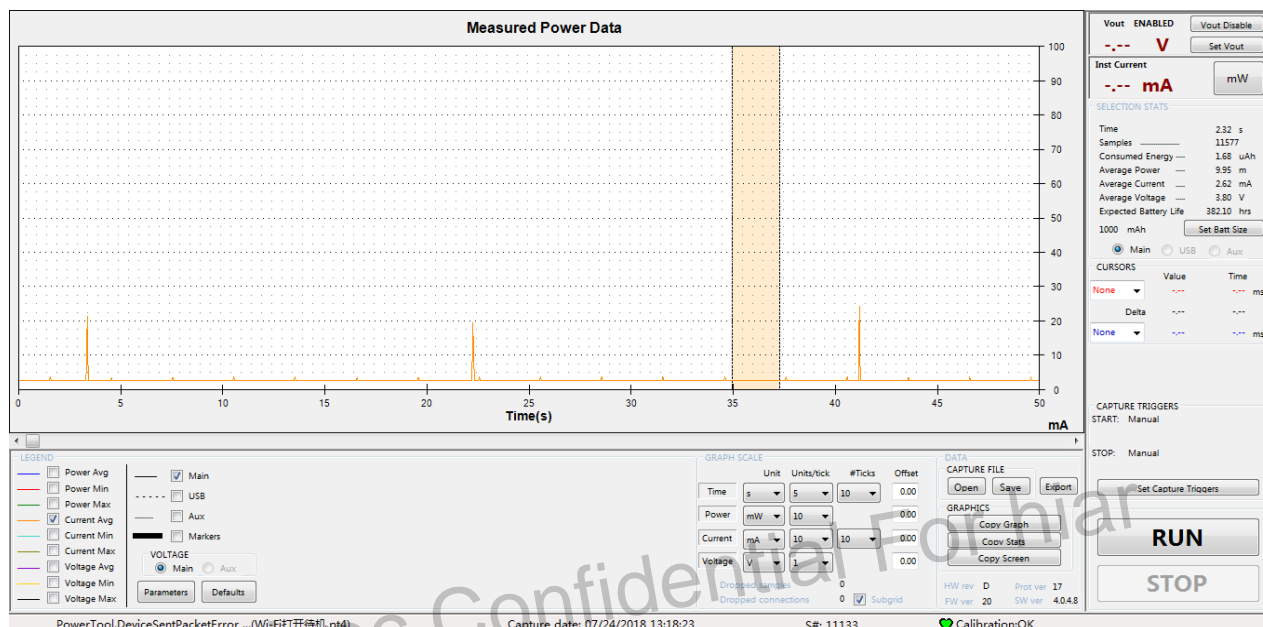
1.3.4.3 典型波形图

1.3.4.3.1 Wi-Fi

开启 Wi-Fi 但不连接

除 deep 电流略有升高外，不存在其他唤醒。

图 1-11 Wi-Fi 开启但不连接电流图

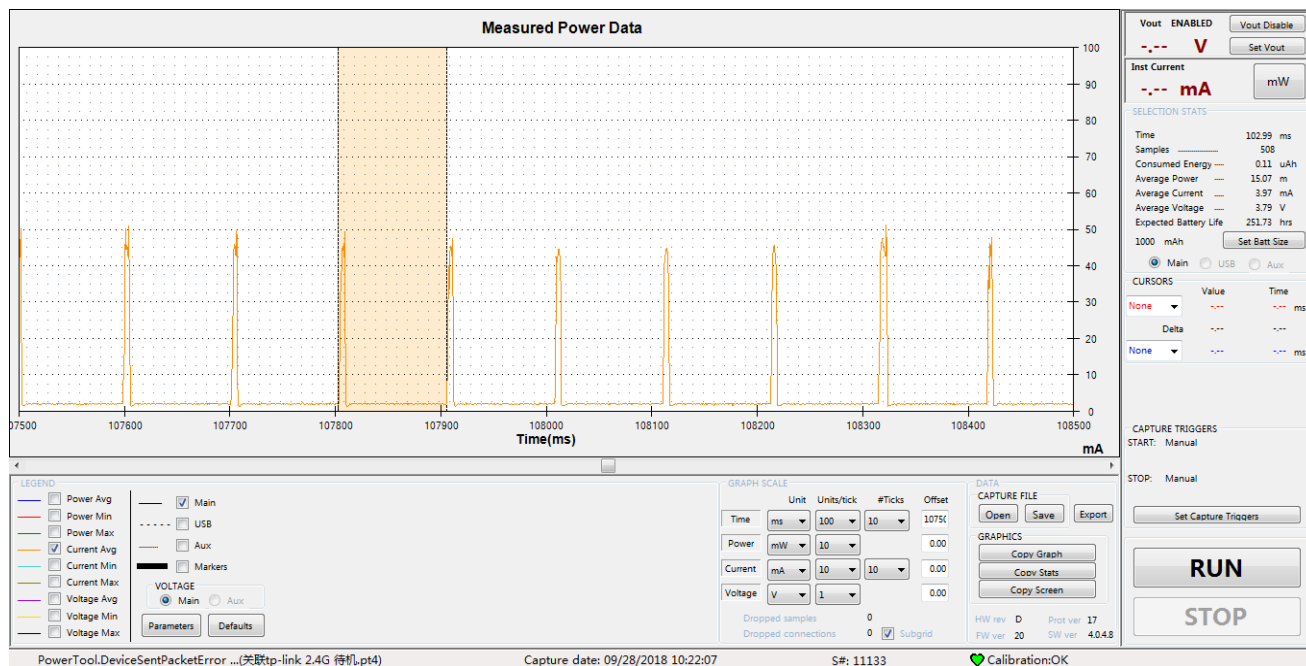


Wi-Fi 关联 AP 待机（SC2332A）

周期性接收信标（Beacon），其中：

- 循环周期（cycle）：102.6mS
- DTIM（Delivery Traffic Indication Message，无线发送数据包的频率）：1

图 1-12 Wi-Fi 关联 AP 待机 (SC2332A) 电流图



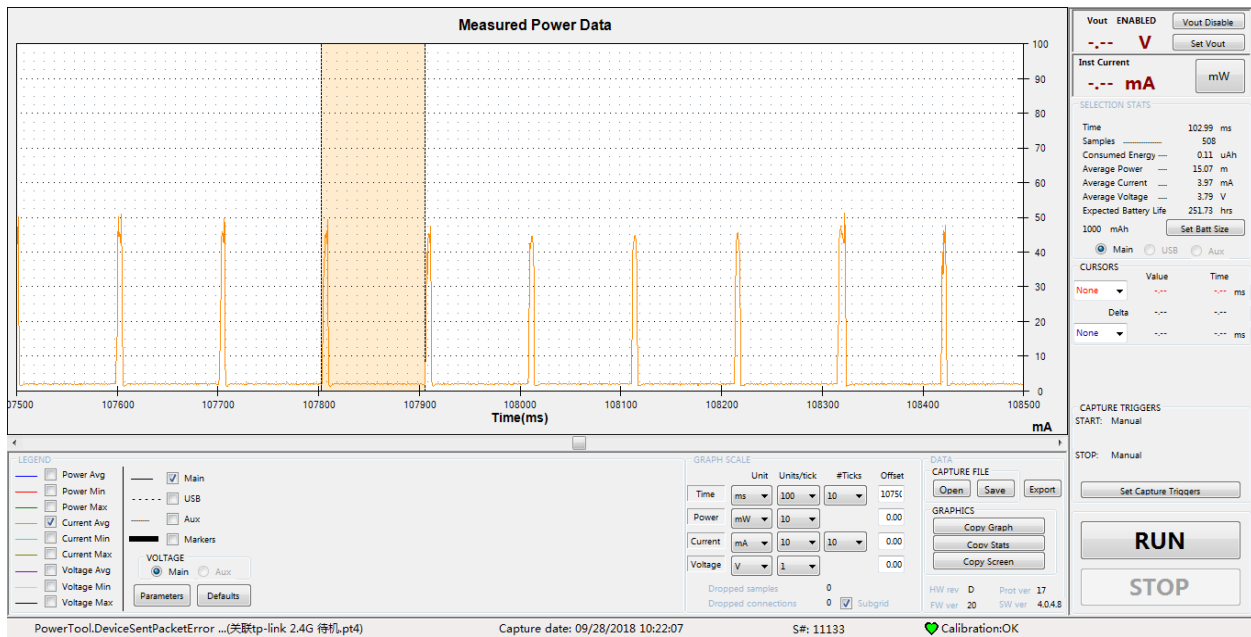
Wi-Fi 关联 AP 待机(UMW2560)

周期性接收 Beacon，其中：

- 循环周期 (cycle): 300ms
- DTIM: 1

改变接收 Beacon 周期，UMW2560 上修改为 300ms 接收 Beacon，降低功耗。

图 1-13 关联 AP 待机(UMW2560)电流图

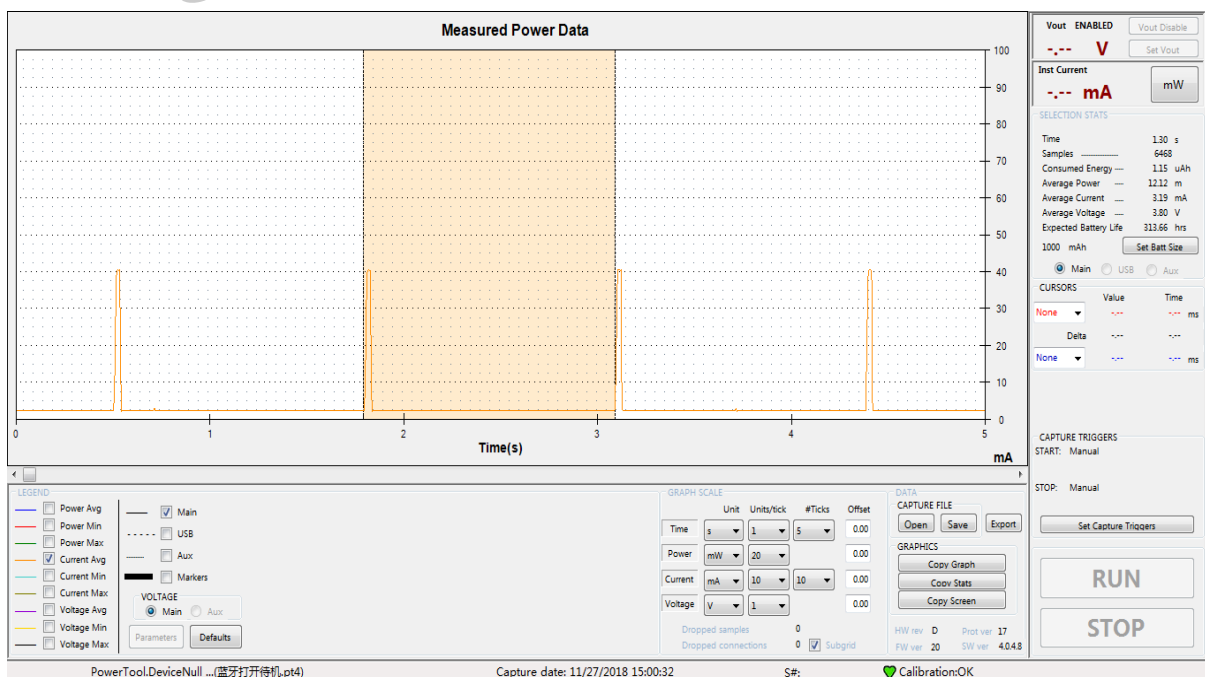


1.3.4.3.2 Bluetooth

Bluetooth 开启待机

1.28S 周期性 pageScan。

图 1-14 Bluetooth 开启待机电流图

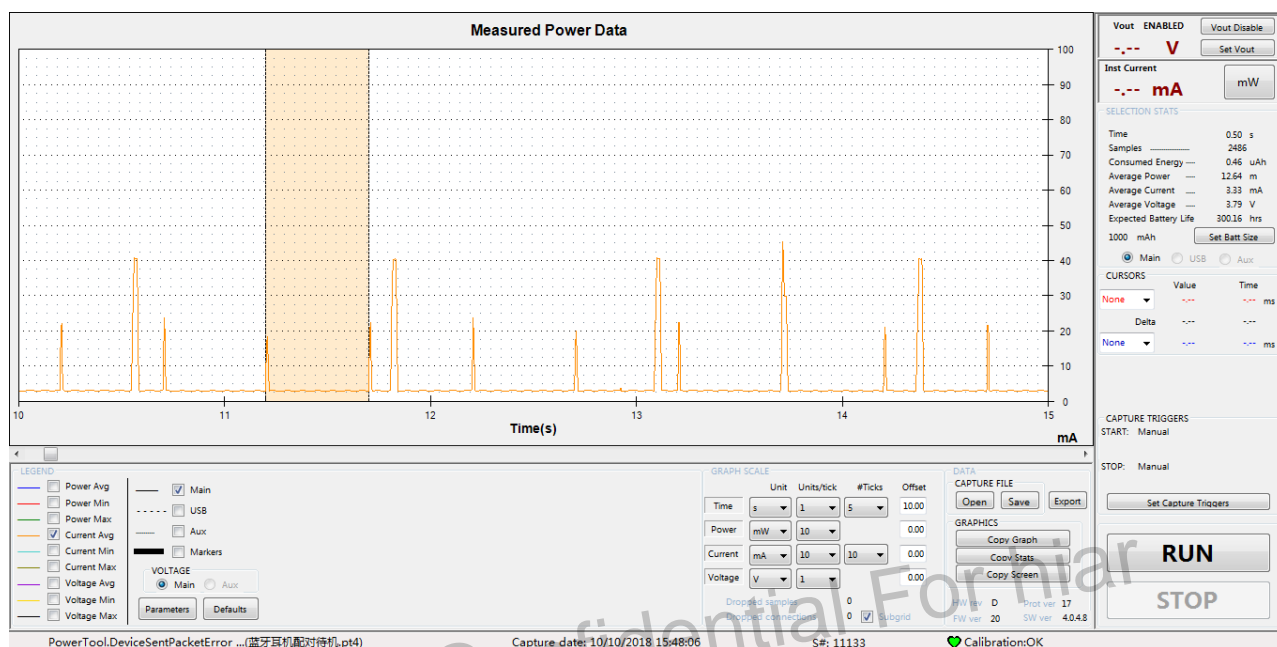


Bluetooth 开启连接蓝牙耳机

- 1.28S 周期性 pageScan
- 500mS 周期 sniff mode

测试时需记录相应的 Wi-Fi 或者 BlueTooth 型号。

图 1-15 开启连接蓝牙耳机电流图

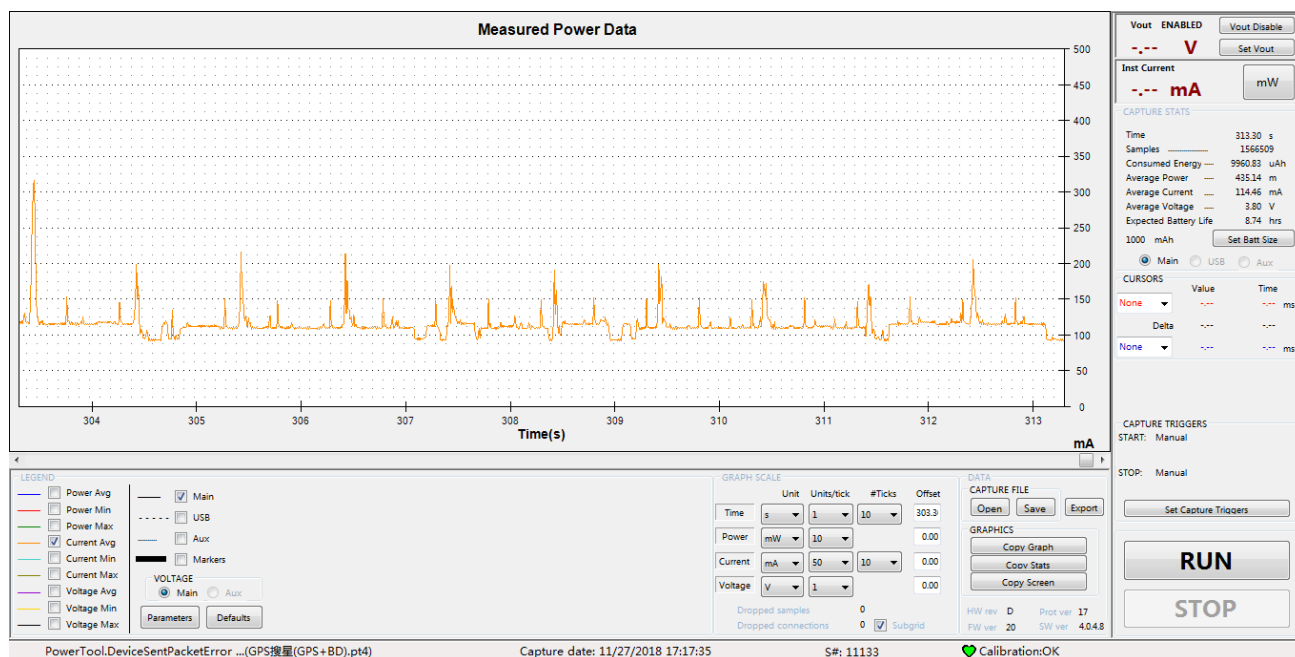


1.3.4.3.3 GNSS

GNSS 搜星电流

循环扫描：选择不同的搜星模式。

图 1-16 GNSS 捕获电流图（室内极限场景）

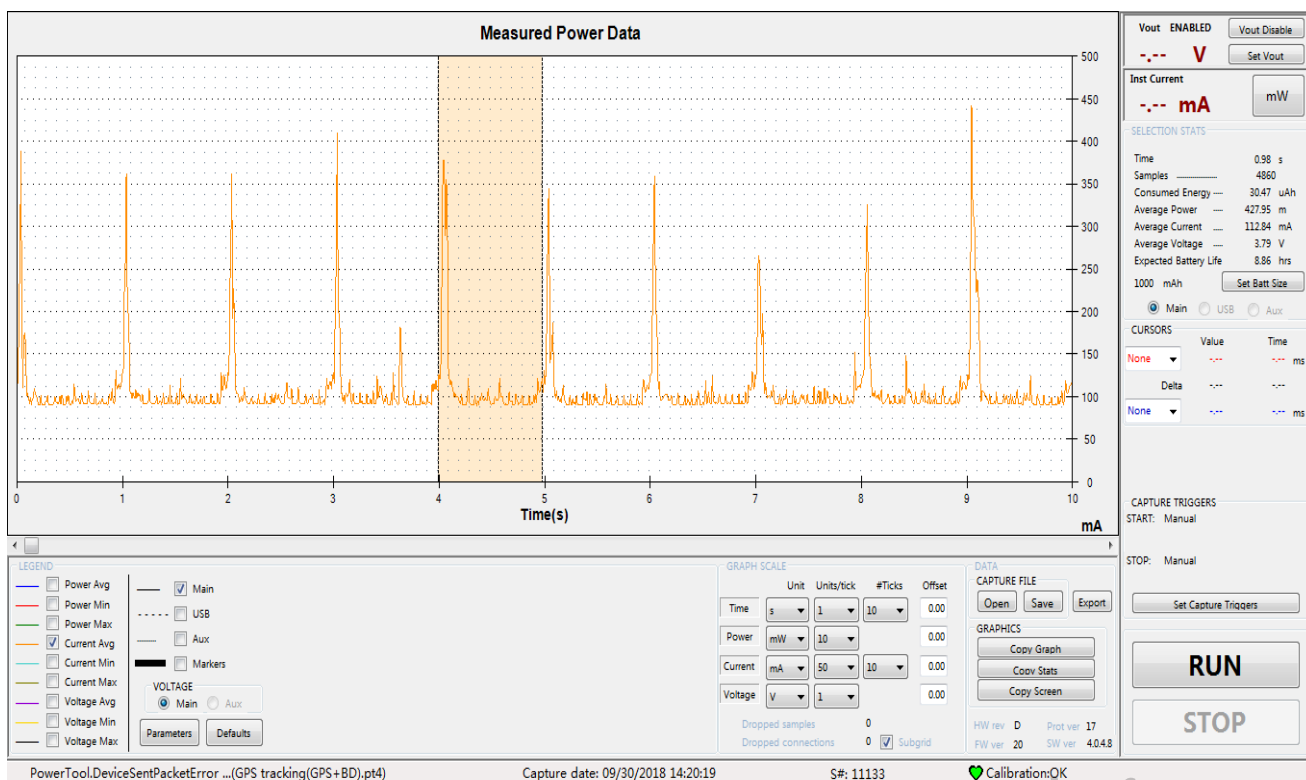


GNSS 跟踪电流

周期（1S）性的发送观测数据到平台 AP。

Unisoc Confidential For hiar

图 1-17 GNSS 跟踪电流图 (GSS6425 仪表回放)



1.3.5 硬件变更测试建议

- 对比 deepsleep、lightsleep 两个基础项，判断新旧硬件基础功耗的差异。
- 建议通过测试部分关键测试项来查看功耗是否有回退，如无异常，则可完成后续全部测试。
异常情况包括：deep、lightsleep 回退 10% 以上，或存在严重死机，故障无法测试的情况。
例如：更新硬件后飞行无卡待机（deep sleep）功耗比之前高 10%，此类情况不建议继续追加测试量。

1.4 测试结果

测试启动前提：系统可以进 sleep，Deep 电流 $\leq 5\text{mA}$ 。

符合如下五项标准，功耗结果判断为 pass，否则 fail。

标准如下：

- 达到调优目标。
- 优于竞品机。
- 无回退。
- 波形图特征符合通信协议。
- 返回底电流可以 sleep。

1.5 功耗 log 抓取

需要提供 log 场景如下：

- 实网问题提供常规场景 log。
- 平台问题提供自定义 Android log。
- WCN 问题提供 WCN 场景 log。

log 抓取方法如下：

步骤 1 进入拨号器，输入*##83781#*，进入工程模式。

步骤 2 在 EngineerMode 界面选择 DEBUG&LOG，点击 Ylog 选项进入 Ylog 界面。

步骤 3 在 Ylog 界面：

- 点击中间圆圈图标打开 log。
- 点击右上角 settings 进入场景选择界面：进行场景选择或者点击自定义。

如果选择自定义，在自定义界面勾选 Android Log，点击确认后，返回到 Ylog 界面。

设置完成后，开启抓取 log，详见图 1-18。

图 1-18 log 抓取方法



——结束

1.6 常见问题分析

1.6.1 WCDMA 待机重选功耗对比机差

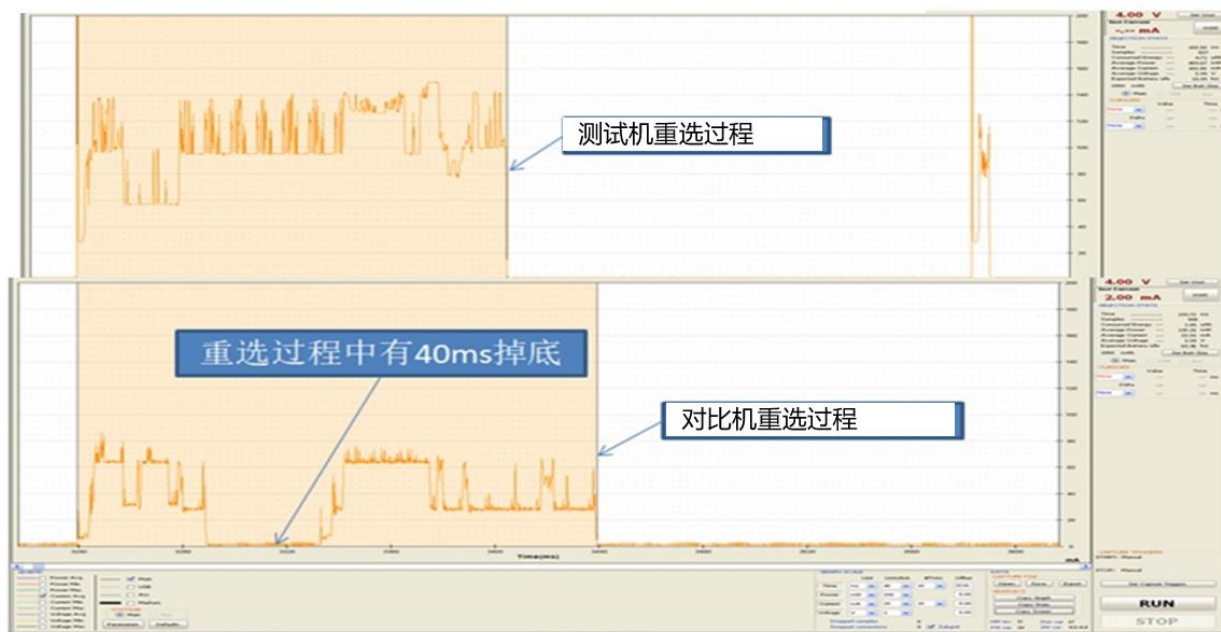
场景：联通 3G 待机。

电流现象：复杂环境下，待机功耗对比机差。

分析方法：放大波形图，对同一个通信步骤进行对比，可直接发现问题。

解决方法：重选流程需要优化。

图 1-19 WCDMA 待机重选功耗对比



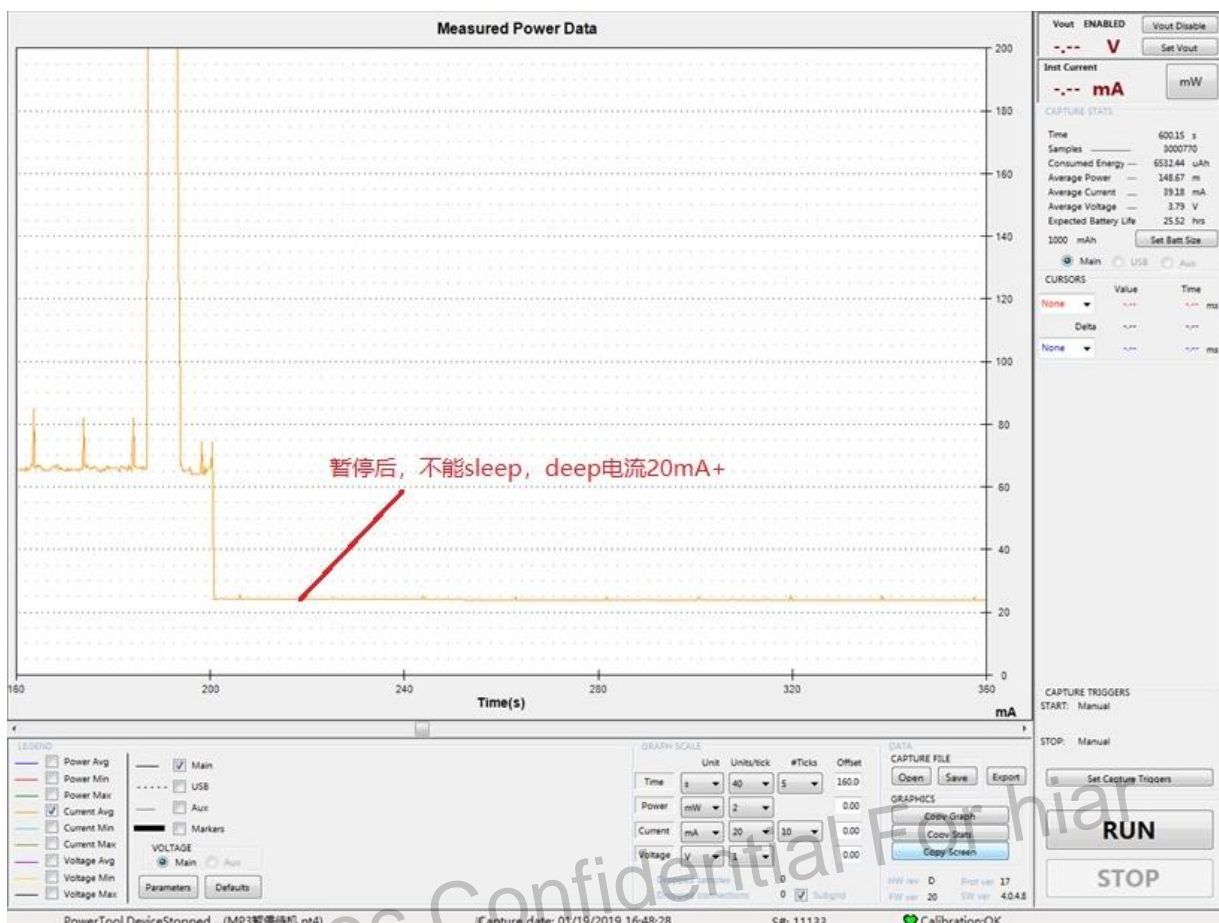
1.6.2 灭屏待机不能 sleep

场景：MP3 播放（speaker）播放中暂停，灭屏，观察返回后电流值。

电流现象：电流不能掉“底”，系统不能进 sleep，deep 电流 23mA。

原因分析：典型的后台拿锁无法 sleep 问题，该现象多现于第三方应用。

图 1-20 图暂停播放 MP3 电流图



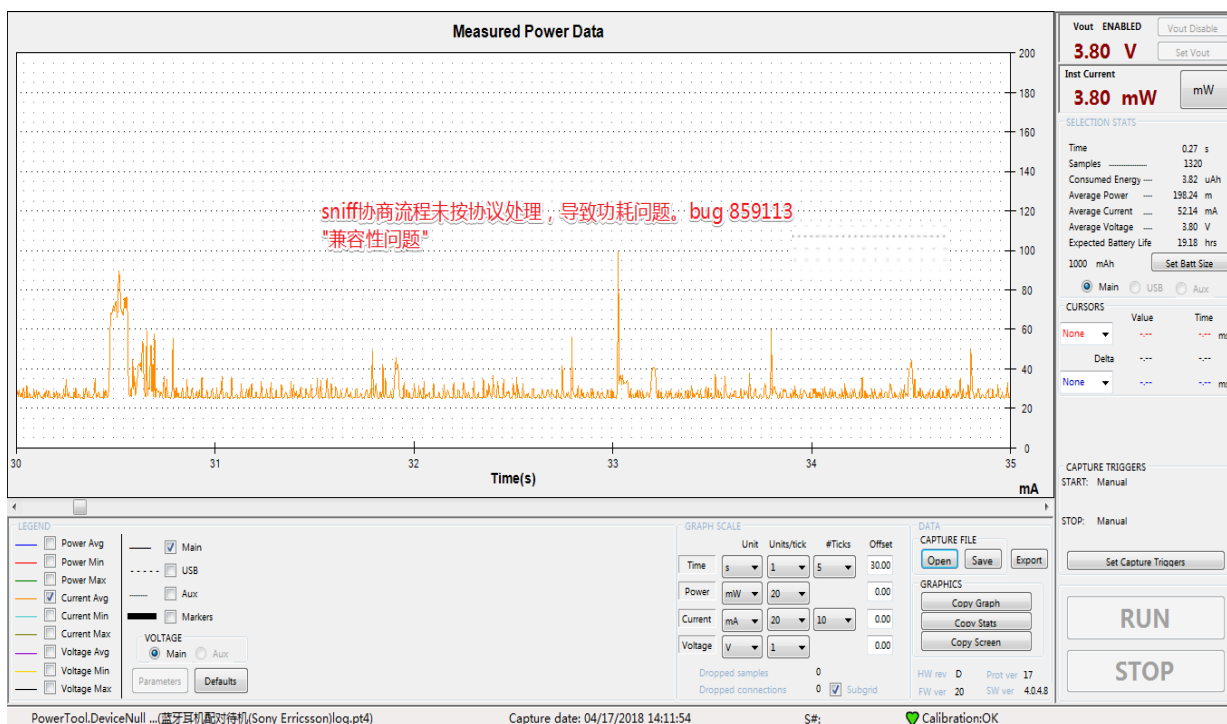
1.6.3 蓝牙耳机待机不能 sleep

场景：开启蓝牙，配对蓝牙耳机 Sony MDR-EX750BT。

电流现象：蓝牙耳机待机后，电流不能掉“底”，系统不能进 sleep。

分析原因：蓝牙耳机兼容性问题。

图 1-21 Bluetooth 配对 Sony MDR-EX750BT



2 测试工具使用说明

2.1 Power Monitor

待测设备换上 Power Monitor 仪器上所带的电池，将 PC、Power Monitor 和手机三者连接好，如图 2-1 所示。

注意：红黑线内的铜丝一定不要相互接触，否则会短路。

图2-1 PowerMonitor 连接电池



2.1.1 预置 Power Monitor

步骤 1 将 USB 打印线连接 Power Monitor 后端的 USB 串口与 PC。

步骤 2 打开 Power Monitor。

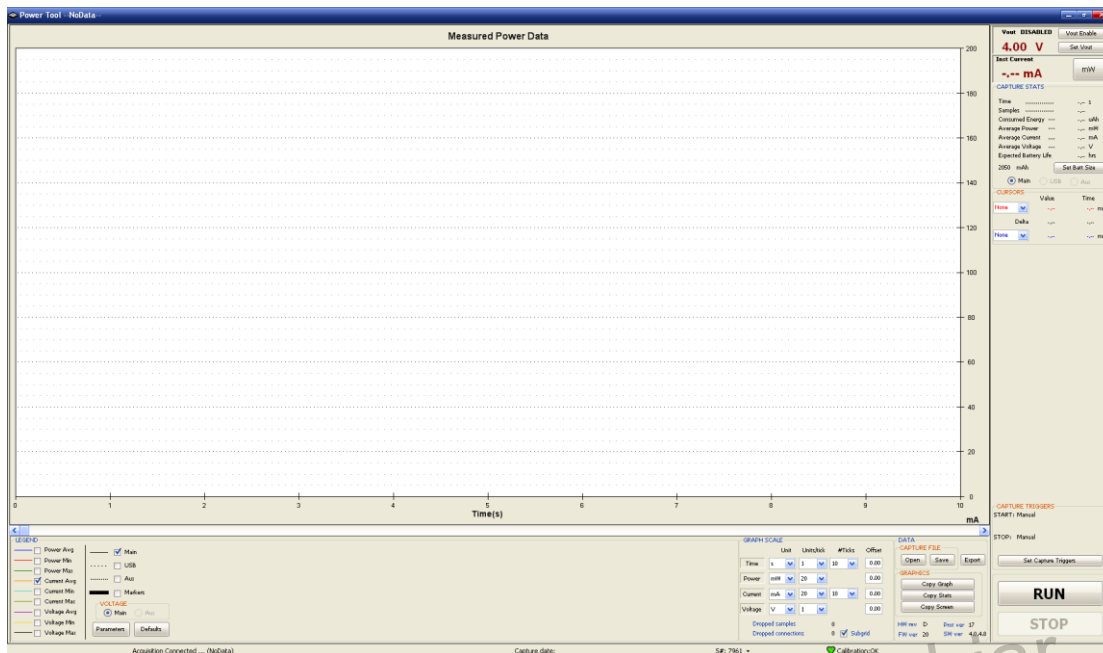
- 前端指示灯为绿色表示设备运行正常。
- 前端指示灯为褐色表示设备运行不正常，需要重新启动。

步骤 3 PC 端运行 Power Tool 软件。

Power Tool 是 Power Monitor 工具再 PC 端运行的软件。

软件界面如图 2-2 所示。

图2-2 PowerTool 界面



如果有 2 台以上 Power Monitor 连接到 PC，就会弹出图 2-3 所示的 Device 选择框。

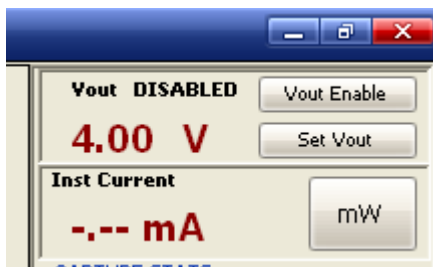
图2-3 连接 Device



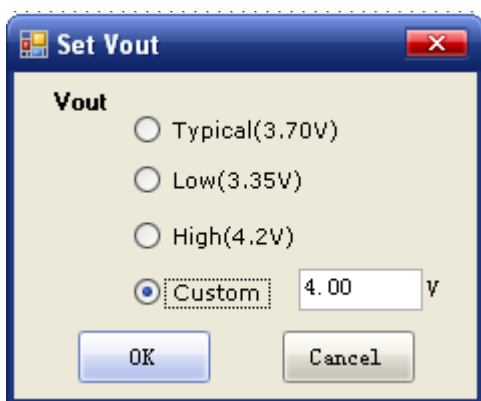
—结束

2.1.2 设置电压

步骤 1 点击 Power Monitor 界面右上角 Set Vout 按钮，如下图所示。



步骤 2 在弹出的页面在中选择 Custom，设并设置电压值，该电压值按照项目要求填写。



步骤 3 将测试机的正负极接入 Power Monitor 的正负极。

步骤 4 点击 Vout Enable 按钮开始按照设置的电压值供电。

当界面上显示的电压值和步骤 2 设置的电压值一致时，表示设置成功。

注意：

- 必须先接好手机再上电。
- 断开正负极连接时，要先将 Power Tool 置 disable。
- 正负极不能反接。

如未按照上述要求操作，Power Monitor 会报错；报错功能为软件保护功能，可避免烧坏测试机。

—结束

2.1.3 设置波形显示

设置方法

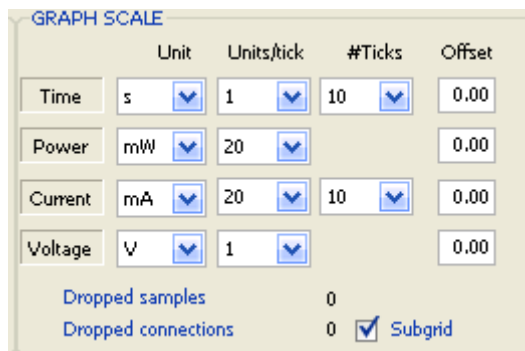
步骤 1 设置波形显示间隔。

- 时间：设置为每格 1 秒，每格 10 个点。

- 电流：设置为每格 20mA，每格 10 个点。

时间和电流可自定义，详见图 2-4。

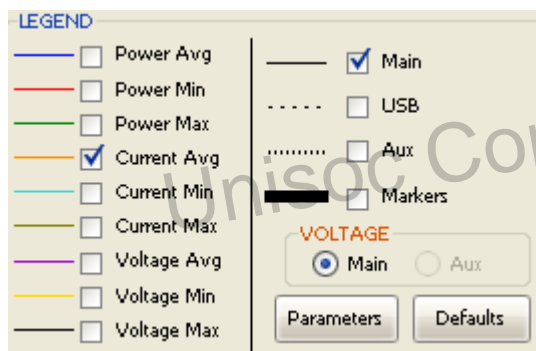
图2-4 波形图显示间隔



步骤 2 设置波形显示的类型、线型等信息。

波形只需显示平均电流，可参考图 2-5 设置。

图2-5 波形显示颜色线型



步骤 3 点击 Run 开始抓图，点击 Stop 停止抓图，详见图 2-6。

抓图采样率为 200us/每个点。

图2-6 运行开关



—结束

截图说明

Power Monitor 带有截图按钮，见图 2-7，各按钮功能如下：

- Copy Graph 仅截取波形显示区域，截图效果详见图 2-8。
- Copy Stats 仅截取电流数据区域，截图效果详见图 2-9。
- Copy Screen 截取整个 Power Tool 区域，截图效果详见图 2-10。

鼠标左键选中 paging 区域后双击可放大波形显示，详见图 2-11。

图2-7 截图按钮



图2-8 copy Graph

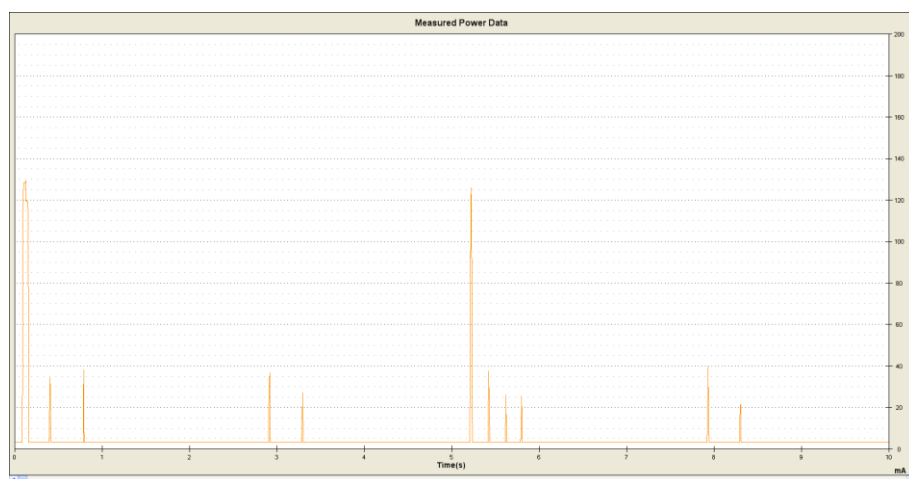


图2-9 copy Stats

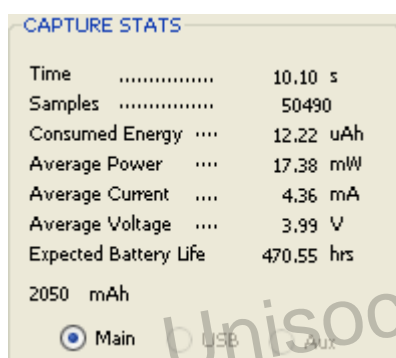


图2-10 copy Screen

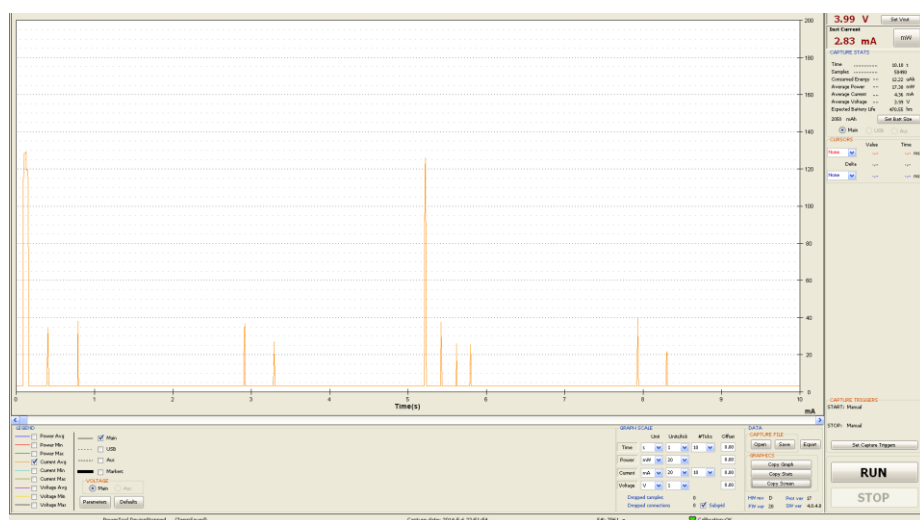
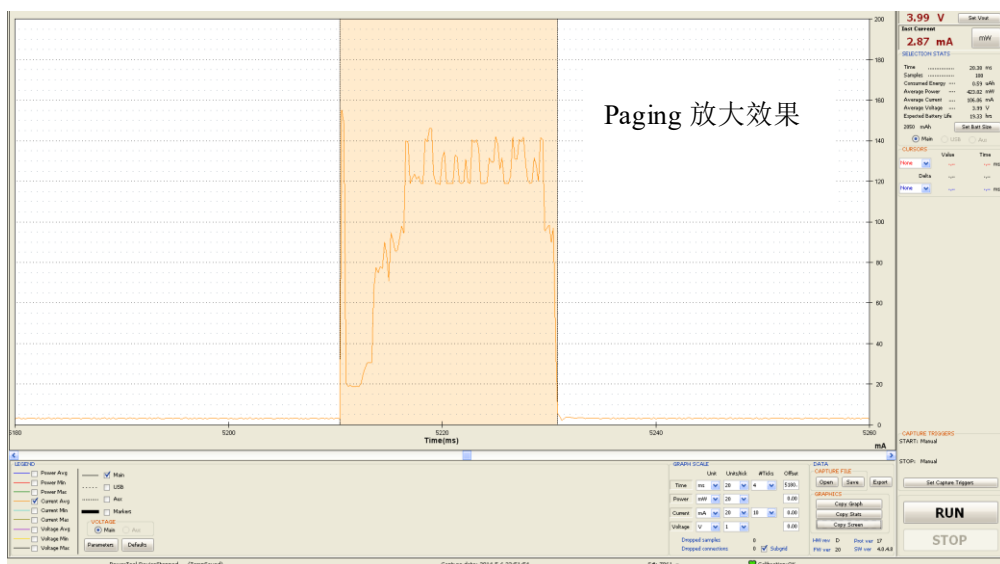


图2-11 放大波形



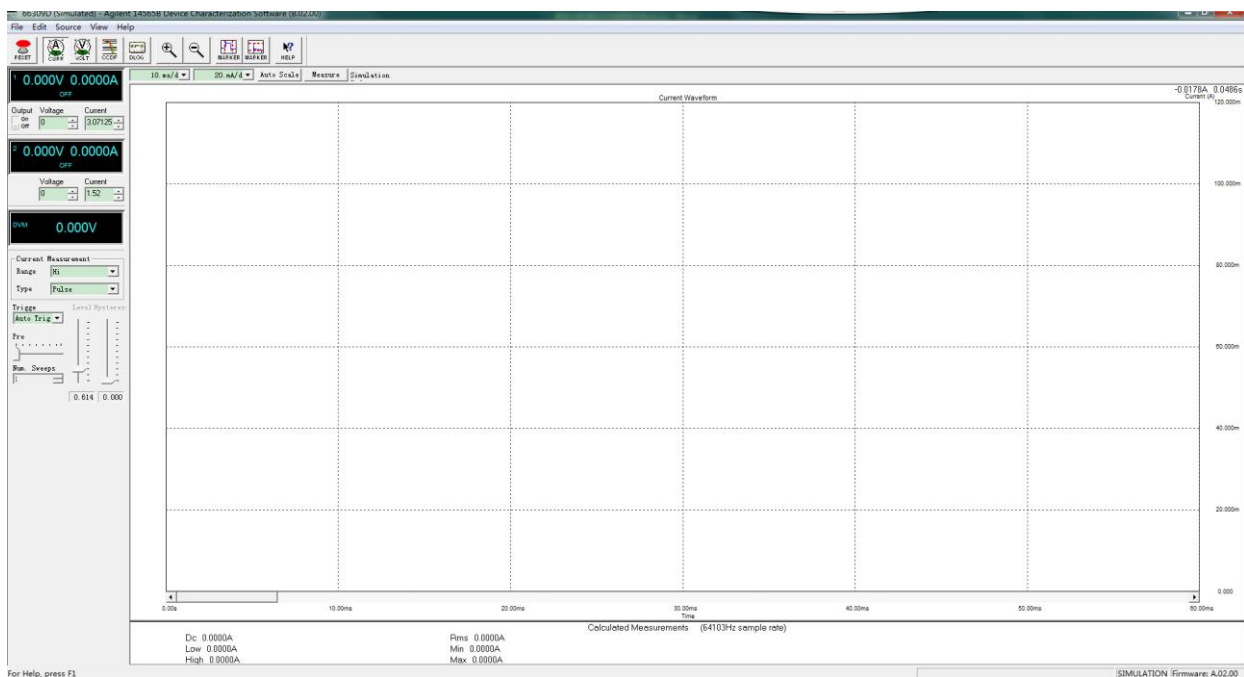
2.2 精密电源

使用说明

步骤 1 将 PC、精密电源（GPIB 卡连接电脑）和手机三者连接。

步骤 2 打开精密电源程序，见图 2-12。

图2-12 精密电源程序打开界面

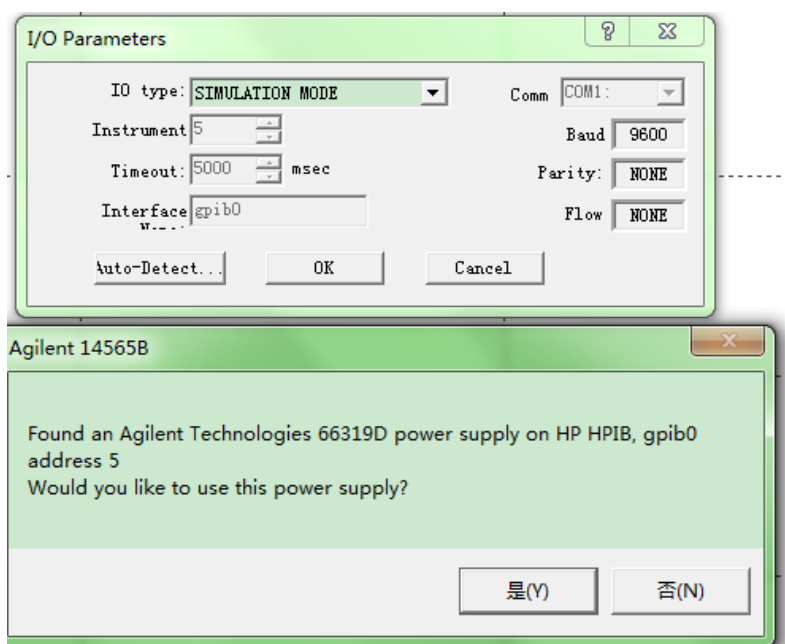


步骤 3 选择程序 source->I/O configuration->auto detect 进行搜索精密电源。

步骤 4 连接搜索到的精密电源。

详见图 2-13。

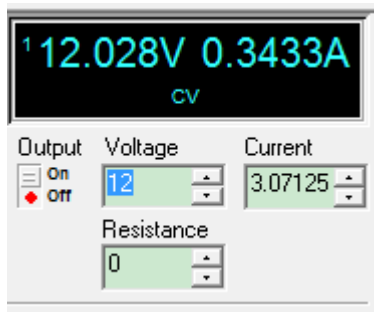
图2-13 连接精密电流源



步骤 5 设置电压，然后上电进行测试

例如：Voltage 选择电压值 3.8，output 选择 on。

图2-14 设置电压



步骤 6 点击 measure 开始抓图，点击 Stop 停止抓图。

—结束

Unisoc Confidential For hiar