



GR5405功耗测试用户手册

版本： 1.1

发布日期： 2025-04-22

版权所有 © 2025 深圳市汇顶科技股份有限公司。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得对本手册内的任何部分擅自摘抄、复制、修改、翻译、传播，或将其全部或部分用于商业用途。

商标声明

GOODiX 和其他汇顶商标均为深圳市汇顶科技股份有限公司的商标。本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人持有。

免责声明

本文档中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。

深圳市汇顶科技股份有限公司（以下简称“GOODiX”）对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。GOODiX对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。

未经GOODiX书面批准，不得将GOODiX的产品用作生命维持系统中的关键组件。在GOODiX知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

深圳市汇顶科技股份有限公司

总部地址：深圳市福田区梅康路1号汇顶科技总部大厦26楼

电话：+86-755-33338828 邮编：518000

网址：www.goodix.com

前言

编写目的

本文档主要介绍GR5405芯片的功耗模式特性及各种场景下的功耗测试方法及参考测试结果，旨在帮助用户快速了解与评估GR5405芯片的功耗性能。

读者对象

本文适用于以下读者：

- 芯片用户
- 开发人员
- 测试人员
- 技术支持工程师

版本说明

本文档为第2次发布，对应的产品系列为GR5405。

修订记录

版本	日期	修订内容
1.0	2024-08-26	首次发布
1.1	2025-04-22	<ul style="list-style-type: none">• 更新“功耗模式”章节的Active模式描述。• 更新“配置固件”章节的SYSTEM_POWER_MODE宏定义。

目录

前言.....	I
1 概述.....	1
1.1 功耗模式.....	1
1.2 唤醒源.....	1
1.3 功耗模式切换流程.....	2
1.4 测试方案.....	3
2 测试环境搭建.....	4
2.1 测试准备.....	4
2.2 安装软件.....	4
2.3 连接硬件.....	5
2.3.1 连接SK板.....	6
2.3.2 连接功耗分析仪.....	6
2.4 配置固件.....	7
2.5 设置蓝牙参数.....	10
2.5.1 蓝牙广播参数.....	10
2.5.2 蓝牙连接参数.....	11
3 测试方法与参考功耗.....	15
3.1 测试条件.....	15
3.2 典型应用功耗.....	16
3.3 Sleep模式功耗测试.....	16
3.4 IDLE模式功耗测试.....	17
3.5 Active模式功耗测试.....	18
3.6 广播功耗测试.....	20
3.6.1 广播功耗细分说明.....	20
3.6.2 广播状态下的射频功耗测试.....	21
3.6.3 广播状态下不同PA的射频功耗测试.....	22
3.6.3.1 SPA功耗测试.....	22
3.6.3.2 HPA功耗测试.....	24
3.7 连接功耗测试.....	25
3.7.1 连接功耗细分说明.....	25
3.7.2 连接状态下的射频功耗测试.....	26
3.8 扫描功耗测试.....	28
3.8.1 扫描功耗细分说明.....	28
3.8.2 扫描状态下的射频功耗测试.....	28
3.9 应用场景功耗测试.....	30

1 概述

GR5405是Goodix推出的一款支持Bluetooth 5.3的车载低功耗蓝牙（Bluetooth LE）系统级芯片，能够在 - 40°C ~ 105°C的宽温度范围内稳定运行，通过AEC-Q100 Grade2认证。基于Arm® Cortex® -M4F内核，GR5405集成Bluetooth 5.3协议栈、2.4 GHz RF收发机、片上可编程存储器Flash、SRAM以及多种外设，并内置两个电压调整器（DC-DC和SYS_LDO），是实现低功耗、低成本产品应用的理想之选。

1.1 功耗模式

GR5405芯片主要支持以下三种功耗模式：

- **Active:** CPU处于全速运行状态。
 - MCU子系统（包括ARM处理器、SRAM和外设等）一直处于工作状态。
 - 蓝牙子系统（包括RF收发机、通信内核等）一直处于工作状态。
 - PMU子系统（包括DC-DC、LDO、RTC等）一直处于工作状态。
- **IDLE:** CPU处于空闲状态，未运行任何程序。
- **Sleep:** HFXO_32M时钟停止运行，MCU子系统（Retention SRAM除外）与蓝牙子系统均处于断电状态，仅Always-on（AON）模块的电源开启，以保证Retention SRAM中存储的数据不丢失，同时为具有唤醒功能的模块（如Bluetooth LE Timer、Sleep Timer、Real Time Counter、AON GPIO）供电。

系统功耗模式切换过程如下图所示：

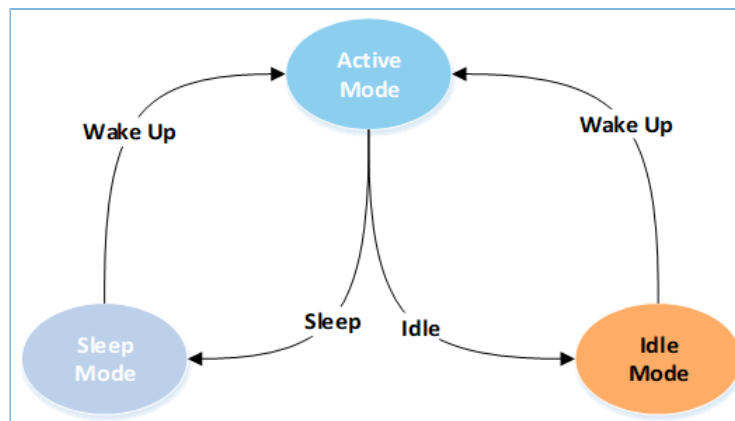


图 1-1 系统功耗模式切换过程

1.2 唤醒源

GR5405支持通过以下唤醒源将系统从低功耗模式（IDLE/ Sleep）中唤醒，使其进入Active模式。

表 1-1 唤醒源

低功耗模式	唤醒源
IDLE	<ul style="list-style-type: none"> • 复位 • NVIC事件 • Debug事件

低功耗模式	唤醒源
Sleep	<ul style="list-style-type: none"> 低功耗蓝牙Controller LPCOMP模块 RTC计数器 Sleep Timer AON GPIO 复位

1.3 功耗模式切换流程

典型的功耗模式切换流程（例如，用户同时使用Bluetooth LE和外设）如下图所示：

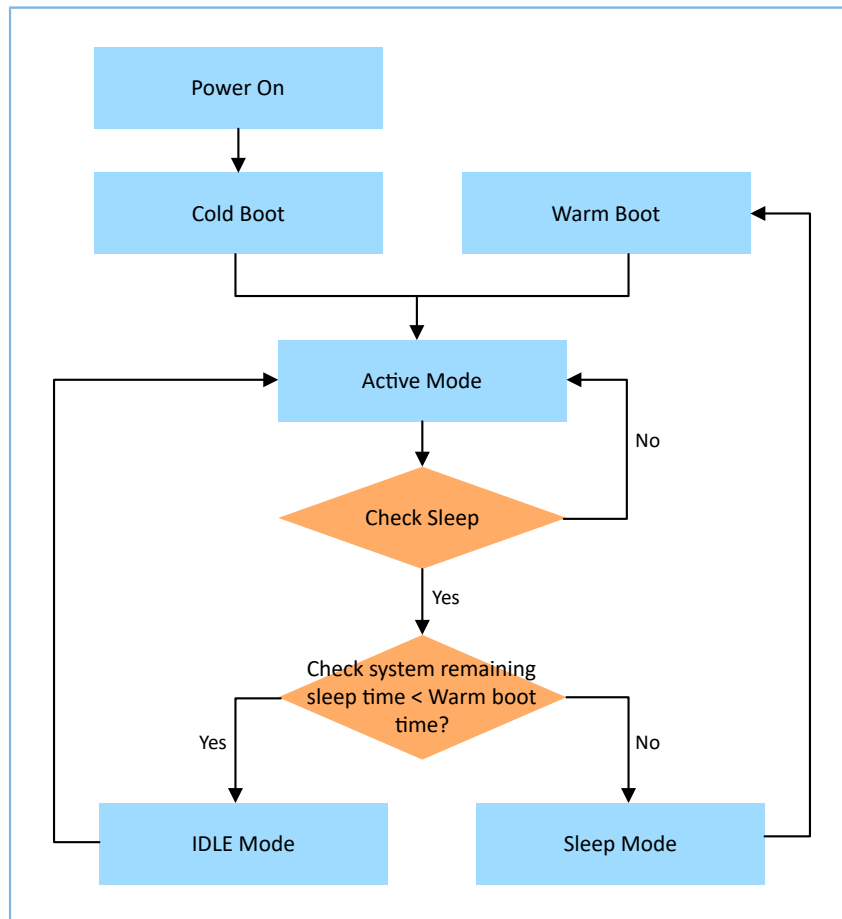


图 1-2 功耗模式切换流程图

1. 系统上电，冷启动。
2. 系统进入Active模式。
3. 当无业务逻辑处理时，系统进入Check Sleep单元，检查当前系统是否处于空闲状态。
 - 如果Check Sleep单元输出为YES，则比较剩余系统空闲时间（如Bluetooth LE Timer、Sleep Timer、RTC等Timer的到期时间）与热启动耗时。
 - 若剩余系统空闲时间小于热启动耗时，则系统会进入IDLE 模式。

- 若剩余系统空闲时间大于热启动耗时，则系统进入Sleep模式，等待被唤醒。
- 如果Check Sleep单元输出为No，则系统保持在Active模式。

说明:

系统从Sleep模式进入热启动流程需要一段启动时间且启动电流较大。当睡眠时间较短时（如小于2 ms），系统进入Sleep模式后功耗降低不明显。因此，当睡眠时间大于系统热启动耗时，推荐系统进入Sleep模式，以达到更优的功耗效果。

1.4 测试方案

GR5405芯片功耗测试，基于GR5405 Starter Kit开发板（以下简称“SK板”）作为待测设备，使用GRToolbox App设置测试场景，再利用Keysight测试平台测量功耗电流，如下图所示：

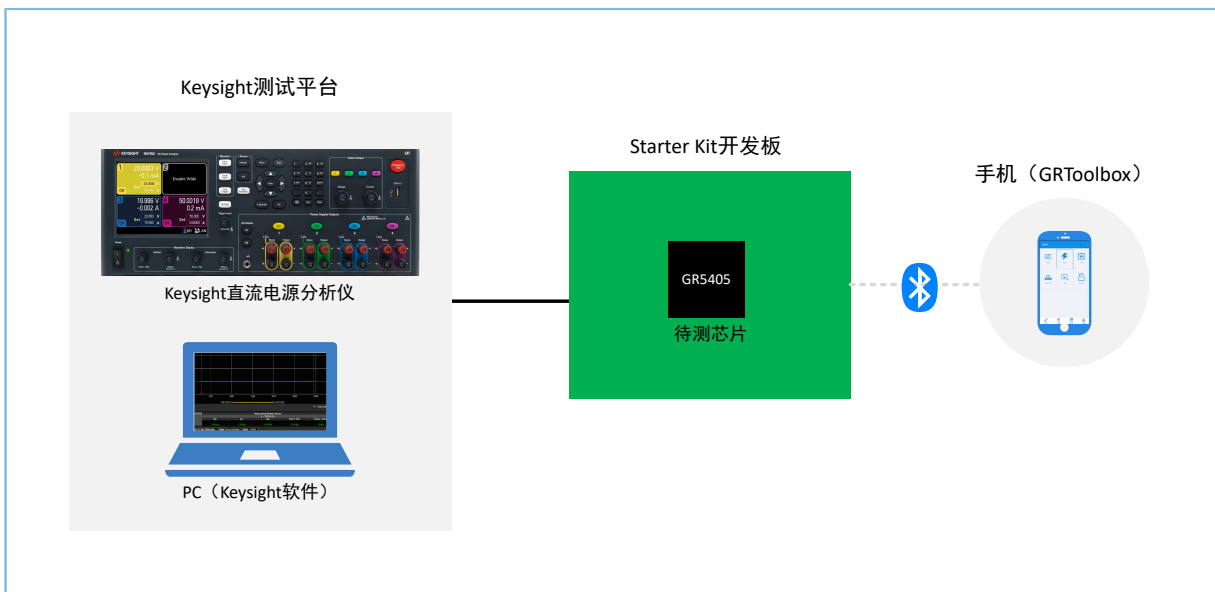


图 1-3 GR5405功耗测试框图

- **SK板**：搭载GR5405芯片，作为待测设备。测试功耗时，需下载特定的功耗测试固件至SK板。
- **Keysight测试平台**：由Keysight N6705C直流电源分析仪（硬件）与Keysight 14585A软件（软件）两部分组成。Keysight N6705C可测量一段时间内的电压和电流的平均值、峰值，并将测量的数据绘制成曲线；Keysight 14585A可设置采样持续时间和周期。
- **GRToolbox**：Goodix提供的蓝牙调试手机App。使用GRToolbox App，可连接待测设备，并设置设备的Bluetooth LE运行状态及功耗测试参数。

2 测试环境搭建

本章主要介绍GR5405芯片功耗测试环境的搭建，包括软硬件准备、软件安装、固件配置以及硬件连接等。

2.1 测试准备

- 硬件准备

表 2-1 硬件准备

名称	描述
Keysight N6705C	Keysight公司推出的直流功率分析仪。
SK板	GR5405-SK-BASIC-RevC开发板，作为待测设备。
J-Link工具	SEGGER公司推出的JTAG仿真器。 如需了解更多，请访问 http://www.segger.com/products/debug-probes/j-link/ 。
Type-C USB数据线	用于连接PC与SK板。
A口转B口USB线	用于连接Keysight N6705C与PC。
PC	用于运行功耗分析软件。
手机	用于运行GRToolbox App。

- 软件准备

表 2-2 软件准备

名称	描述
J-Link Driver	J-Link驱动程序，下载网址： http://www.segger.com/downloads/jlink/
Keil MDK5	IDE工具，下载网址： http://www.keil.com/download/product/
GR5405 SDK	GR5405软件开发套件，包括丰富的示例工程，如功耗测试工程ble_app_pcs。
GRToolbox (Android)	Goodix提供的 Bluetooth LE调试手机App，用于设置功耗测试场景。
GProgrammer	Goodix提供的固件下载工具，用于下载功耗测试固件。
Keysight 14585A	Keysight公司推出的用于电源控制与分析的软件。


2.2 安装软件

- 安装SDK

GR5405 SDK为免安装ZIP包，直接解压即可使用。

- 安装IDE

在PC上安装IDE（如Keil软件），以编译示例工程，生成应用固件。下载IDE安装文件后，按照安装向导逐步操作即可。

- 安装GProgrammer
在PC上安装GProgrammer软件，用于下载应用固件。GProgrammer支持Windows和Linux平台，用户可根据需要选择合适的软件版本进行安装。
- 安装Keysight 14585A
 1. 下载安装包至本地，按照安装向导逐步操作。
 2. 安装完成后，可双击桌面的，启动软件。
- 安装J-Link驱动
为保证J-Link工具的正常使用，需在PC上安装J-Link驱动。
 1. 下载安装包（V7.96f及以上版本）至本地，按照安装向导逐步操作。
 2. 安装完成后，可在“开始”菜单中找到“Segger”目录，还可使用J-Link Commander测试开发板是否可通过J-Link被正确识别。
- 安装GRToolBox
GRToolBox的安装软件为.apk文件。用户可将GRToolbox安装包导入手机进行安装，或直接从应用市场下载并安装App。

2.3 连接硬件

GR5405功耗测试的硬件连接示意图如下所示：

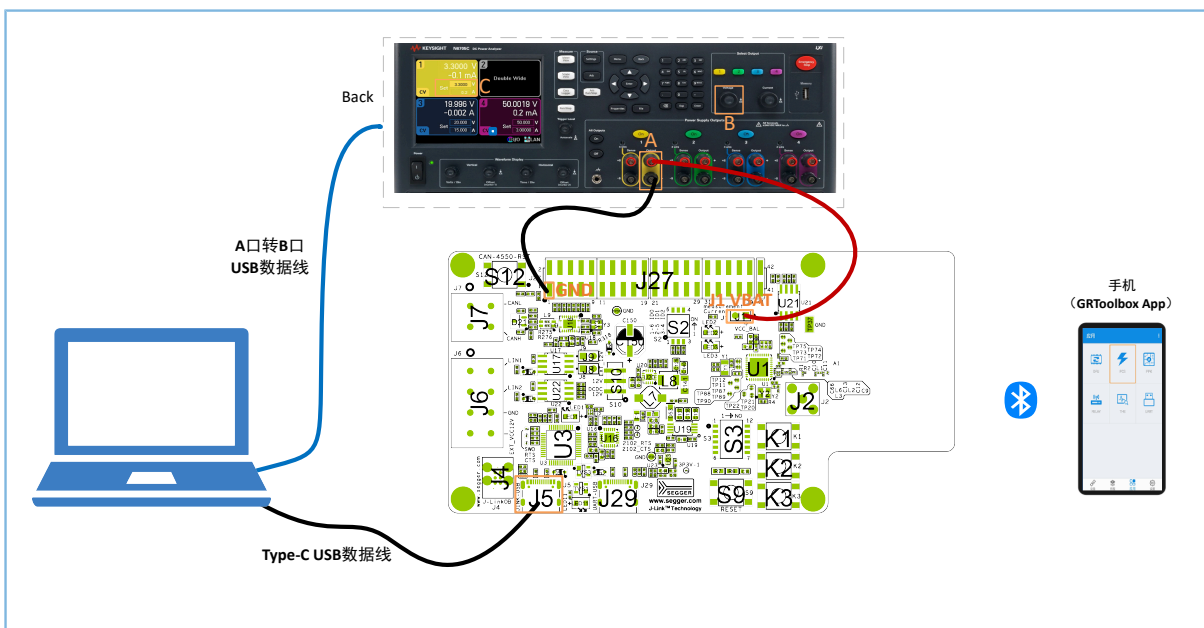


图 2-1 GR5405功耗测试硬件连接示意图

下面章节将详细介绍各硬件的具体配置和连接方法。

2.3.1 连接SK板

按以下步骤操作，配置、连接SK板：

1. 配置SK板。

- (1) 将电源开关S10拨至下端（“DCDC12V”、位置），使能SK板系统供电，上电SK板。
- (2) 测量功耗时，先拔掉SK板上J8和J9的跳线帽，再移除R234、R269、R256及R257电阻，最后将拨码开关S3的所有开关均拨至左端（1～6侧），以避免芯片引脚与SK板上的外围电路形成漏电路径，影响睡眠功耗测量的准确性。

提示：

使用J-Link方式下载固件时，需将S3的开关5～6拨至“ON”位置（7～12侧），使J-Link芯片的SWD与GR5405芯片连接。

- (3) 将拨码开关S2的3个开关拨至下端（1～3侧）。

2. 使用Type-C USB数据线连接PC与SK板的JLINK_USB接口（J5），为SK板外围电路供电。

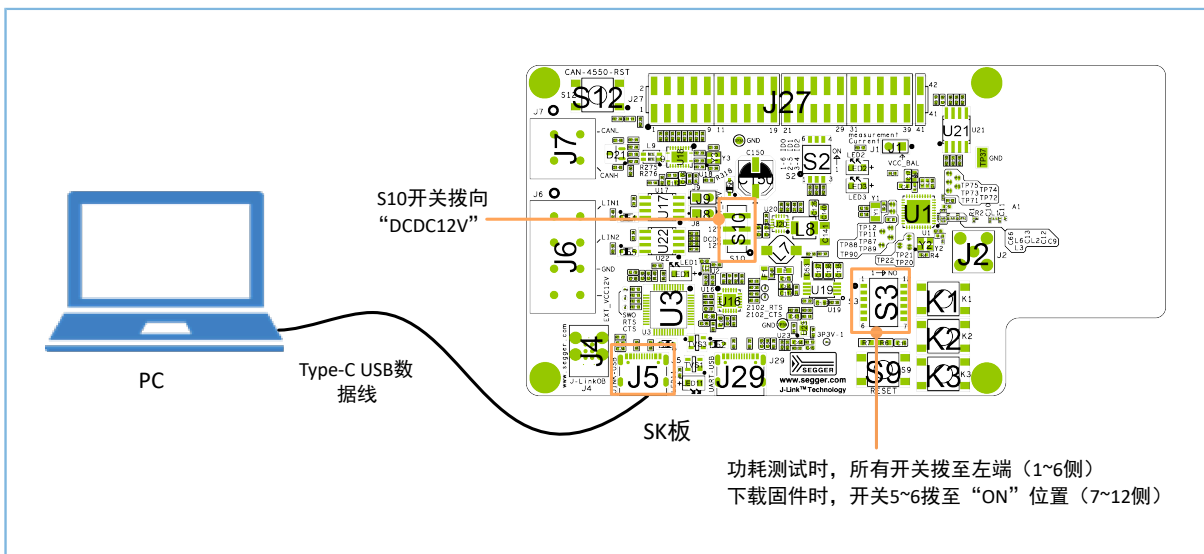


图 2-2 SK板硬件配置与连接示意图

2.3.2 连接功耗分析仪

按以下步骤操作，配置直流功耗分析仪（Keysight N6705C），并连接Keysight N6705C与SK板、PC：

1. 配置直流功耗分析仪Keysight N6705C。

打开Keysight N6705C，旋转按钮（图 2-3中B处），将通道的电压输出调整为3.3 V（即图 2-3中C处显示3.3 V），最大电流限制为0.2 A。

2. 连接Keysight N6705C 与SK 板。

将Keysight N6705C “+” VCC（图 2-3中A处的红色通道）连接至SK板上的VCC_BAL（J1的Pin 1）；Keysight N6705C 的“-” GND（图 2-3中A处的黑色通道）连接至SK板上的GND（如J27的Pin1），为GR5405芯片供电。

提示:

使用功耗分析仪的电流表模式，将分析仪串连在J1的Pin1和Pin2之间，测量GR5405最小系统的睡眠功耗时，测得的睡眠底电流可能会出现明显的电流尖峰。其原因为：GR5405 SK板的VCC3P3V_1电源不仅给GR5405供电，还会为板上所有3.3 V电源域中的外设供电。由于板上外设的供电端均未加供电控制，因此使用电流表模式测量GR5405睡眠功耗时，外设干扰将导致VCC3P3V_1电源不稳定，产生扰动，从而影响GR5405的电源质量，致使测得的睡眠底电流出现明显的电流尖峰。为避免该问题，建议将功耗分析仪直接连接到J1的Pin1处，由分析仪提供外部3.3 V电源，进行功耗测量，以确保获得准确的功耗数据。

3. 连接Keysight N6705C与PC。

使用A口转B口USB线连接PC与Keysight N6705C（背部的USB接口）。

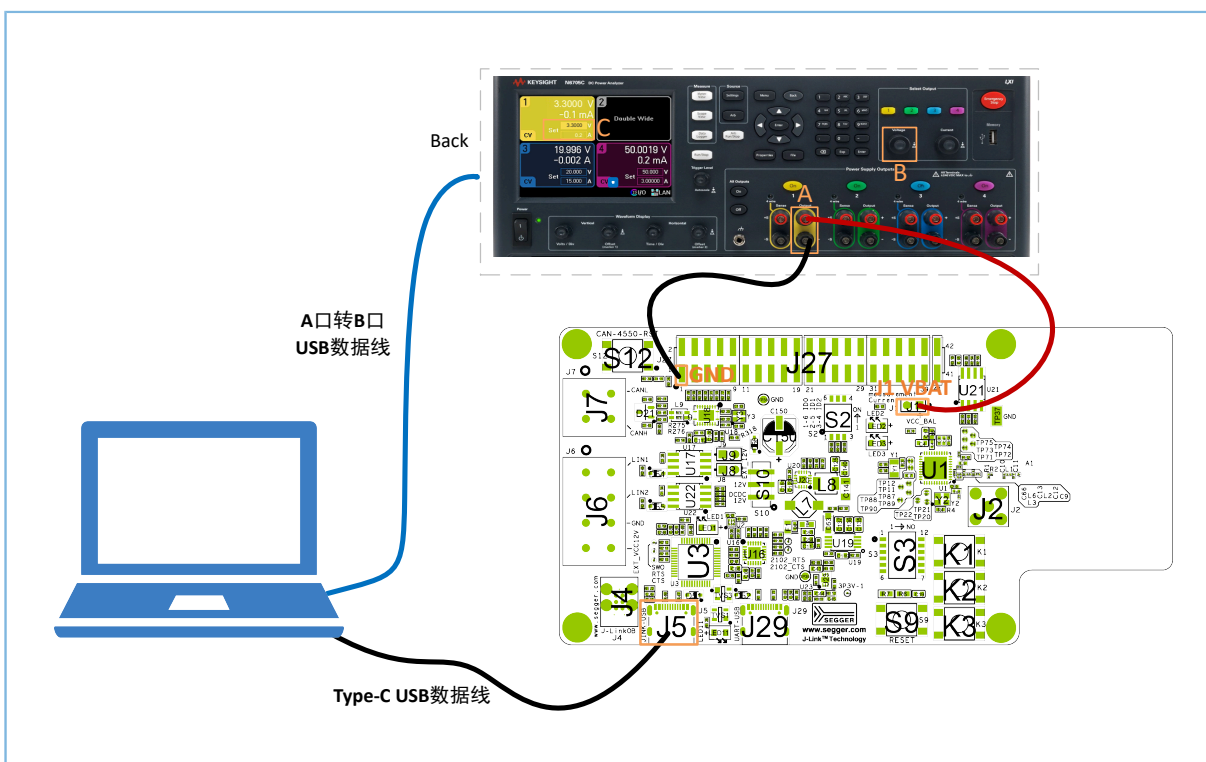


图 2-3 功耗分析仪连接示意图

2.4 配置固件

用户可基于GR5405 SDK提供的ble_app_pcs示例工程（位于SDK_Folder\projects\ble\ble_peripheral\ble_app_pcs，其中SDK_Folder为GR5405 SDK包根目录），根据功耗测试场景修改固件配置，编译、生成功耗测试固件。

1. 打开ble_app_pcs工程的配置文件*custom_config.h*（位于ble_app_pcs\Src\config目录），配置工程参数。

提示:

用户还可以在Keil中打开“Configuration Wizard”工具，配置*custom_config.h*中的宏。

- 配置宏BOOT_LONG_TIME的值为“0”，关闭BOOT启动延时。

```
// <o> Delay time for Boot startup
// <0=> Not Delay
// <1=> Delay 1s
#ifndef BOOT_LONG_TIME
#define BOOT_LONG_TIME          0
#endif
```

- 配置宏PMU_CALIBRATION_ENABLE的值为“1”，使能PMU校准功能。

```
// <o> Enable PMU Calibration
// <0=> DISABLE
// <1=> ENABLE
#ifndef PMU_CALIBRATION_ENABLE
#define PMU_CALIBRATION_ENABLE  1
#endif
```

- 配置宏CFG_LF_ACCURACY_PPM的值为“500”，设置Bluetooth LE低频睡眠时钟精度为500 PPM。

```
// <o> External clock accuracy used in the LL to compute timing <1-500>
// <i> Range: 1-500
#ifndef CFG_LF_ACCURACY_PPM
#define CFG_LF_ACCURACY_PPM     500
#endif
```

- 根据功耗测试条件，选择低速时钟源。

若宏CFG_LPCLK_INTERNAL_EN的值设置为“1”，则慢速时钟采用芯片内部的LFRC_32K；若宏CFG_LPCLK_INTERNAL_EN的值设置为“0”，则慢速时钟采用外部的LFXO_32K。

```
// <o> Enable internal osc as low power clock
// <0=> Default: Disable internal osc as low power clock
// <1=> Enable internal osc as low power clock and force CFG_LF_ACCURACY_PPM to 500ppm
#ifndef CFG_LPCLK_INTERNAL_EN
#define CFG_LPCLK_INTERNAL_EN   1
#endif
```

- 设置程序加载地址与运行地址。

通过配置宏APP_CODE_LOAD_ADDR，设置程序加载地址为“0x00202000”（Flash）；通过配置宏APP_CODE_RUN_ADDR，设置程序运行地址为“0x00202000”（Flash XIP）。

```
// <o> Code load address
// <0x00202000=> Flash address
```

```
// <i> Default: 0x00202000 (Flash)
#ifndef APP_CODE_LOAD_ADDR
#define APP_CODE_LOAD_ADDR 0x00202000
#endif

// <o> Code run address
// <0x20002000=> SRAM address
// <0x00202000=> Flash address
// <i> Default: 0x00202000 (Flash XIP)
#ifndef APP_CODE_RUN_ADDR
#define APP_CODE_RUN_ADDR 0x00202000
#endif
```

- 根据功耗测试条件，配置宏SYSTEM_POWER_MODE，选择系统电源模式（0：DC-DC供电；1：SYS_LDO供电）。

```
// <ol.0..2> System power mode
// <0=> DCDC MODE
// <1=> SYSLDO MODE (if BLE_RF_TX_MODE_HPA_MODE used, SYSLDO must be used)
#ifndef SYSTEM_POWER_MODE
#if (RF_TX_PA_SELECT == 2)
#define SYSTEM_POWER_MODE 1
#else
#define SYSTEM_POWER_MODE 0
#endif
#endif
#endif
```

- 根据功耗测试条件，配置宏SYSTEM_CLOCK，选择系统时钟频率（0：64MHz；3：16 MHz）。

```
// <ol.0..5> System clock
// <0=> 64MHZ
// <1=> 32MHZ
// <2=> 16MHZ-XO
// <3=> 16MHZ
// <4=> 8MHZ
// <5=> 2MHZ
#ifndef SYSTEM_CLOCK
#define SYSTEM_CLOCK 0
#endif
#endif
```

2. 修改Main函数。

将ble_app_pcs工程的Main函数（位于ble_app_pcs\Src\user\main.c文件）中的下列代码注释掉。

```
if (is_enter_ultra_deep_sleep())
{
    pwr_mgmt_ultra_sleep(0);
}
```

3. 配置系统空闲时进入的功耗模式。

打开ble_app_pcs工程下的`user_periph_setup.c`文件（位于ble_app_pcs\Src\platform\），修改`void app_periph_init(void)`函数中调用的`pwr_mgmt_mode_set()`函数，配置系统空闲时进入的功耗模式。

```
void app_periph_init(void)
{
    SYS_SET_BD_ADDR(s_bd_addr);
    wkup_key_init();
    pwr_mgmt_mode_set(PMR_MGMT_SLEEP_MODE);
}
```

支持三种功耗模式

：PMR_MGMT_ACTIVE_MODE、PMR_MGMT_IDLE_MODE及PMR_MGMT_SLEEP_MODE。除非功耗测试场景有特殊要求，建议保持默认设置（PMR_MGMT_SLEEP_MODE），即配置系统空闲时进入睡眠模式。

4. 修改BOARD_IO_LEAKAGE_PROTECT()宏函数。打开ble_app_pcs工程下的`board_SK.h`文件（位于SDK_Folder\platform\boards），修改`BOARD_IO_LEAKAGE_PROTECT()`宏函数，注释掉下列四行代码。

```
#define BOARD_IO_LEAKAGE_PROTECT() \
// ll_msio_set_pin_pull(MSIOA, LL_MSIO_PIN_3,LL_MSIO_PULL_NO);\
// ll_msio_set_pin_pull(MSIOA, LL_MSIO_PIN_4,LL_MSIO_PULL_NO);\
// ll_msio_set_pin_pull(MSIOA, LL_MSIO_PIN_5,LL_MSIO_PULL_NO);\
// ll_aon_gpio_set_pin_pull(LL_AON_GPIO_PIN_0 | LL_AON_GPIO_PIN_1 | LL_AON_GPIO_PIN_2 | \
LL_AON_GPIO_PIN_3 | LL_AON_GPIO_PIN_4 | LL_AON_GPIO_PIN_5,LL_AON_GPIO_PULL_NO)
```

2.5 设置蓝牙参数

如果测试广播或连接应用场景下的功耗，用户还需设置蓝牙广播参数和连接参数。

2.5.1 蓝牙广播参数

打开ble_app_pcs工程的`user_app.c`文件（位于ble_app_pcs\Src\user目录），根据功耗测试场景需求，设置蓝牙广播参数。

1. 设置设备名称、广播间隔时间及广播持续时间。

```
/*
 * DEFINES
 ****
 */
#define DEVICE_NAME "Goodix_Power" /**< Device Name which will be set in GAP. */
#define APP_ADV_INTERVAL 1600 /**< The advertising interval (in units of 0.625 ms). */
#define APP_ADV_TIMEOUT 3000 /**< Advertising timeout (in units of 10ms). */
```

- 配置宏`DEVICE_NAME`，可定义蓝牙设备广播名称。默认设备名称为“Goodix_Power”。
- 配置宏`APP_ADV_INTERVAL`，可设置广播间隔时间，单位：0.625 ms。例如，若配置宏`APP_ADV_INTERVAL`的值为“1600”，则广播间隔时间= 1600 * 0.625 ms = 1000 ms。

- 配置宏APP_ADV_TIMEOUT，可设置广播持续时间，单位：10 ms。例如，若配置宏APP_ADV_TIMEOUT的值为“3000”，则广播持续时间= 3000 * 10 ms = 30s。

2. 设置广播发射功率。

在`user_app.c`的`ble_evt_handler`函数中，添加`ble_gap_tx_power_set`函数，设置TX功率。

该函数中的最后一个参数用于设置TX功率。例如，若TX功率设置为5 dBm，则添加函数`ble_gap_tx_power_set(BLE_GAP_ACTIVITY_ROLE_ADV,p_evt->evt.gapm_evt.index, 5)`。

```
void ble_evt_handler(const ble_evt_t *p_evt)
{
    switch(p_evt->evt_id)
    {
        case BLE_COMMON_EVT_STACK_INIT:
            ble_app_init();
            break;
        case BLE_GAPM_EVT_ADV_START:
            ble_gap_tx_power_set(BLE_GAP_ACTIVITY_ROLE_ADV,p_evt->evt.gapm_evt.index, 5)
            break;
        case BLE_GAPC_EVT_PHY_UPDATED:
            app_gap_phy_update_handler(p_evt->evt.gapc_evt.index, p_evt->evt_status);
            break;
        case BLE_GAPC_EVT_CONN_PARAM_UPDATE_REQ:
            ble_gap_conn_param_update_reply(p_evt->evt.gapc_evt.index, true);
            break;
        case BLE_GAPC_EVT_CONN_PARAM_UPDATED:
            app_gap_connection_update_handler(p_evt->evt.gapc_evt.index, p_evt->evt_status,
            &(p_evt->evt.gapc_evt.params.conn_param_updated));
            break;
    }
}
```

2.5.2 蓝牙连接参数

利用手机App GRToolbox设置功耗测量场景参数，具体操作步骤如下：

1. 打开GRToolbox，选择“应用 > PCS”。

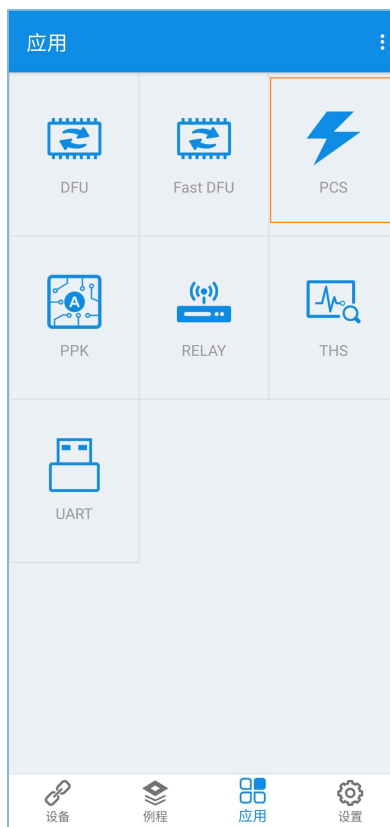


图 2-4 选择“PCS”

2. 点击“PCS”页面下方的“连接”按钮，开始扫描蓝牙设备。发现目标设备（如广播名为“Goodix_Power”的设备，广播名可在`user_app.c`文件中修改）后，可停止扫描。



图 2-5 发现目标设备

3. 点击目标设备名称连接设备，进入“PCS”页面（如下图所示），根据功耗测试场景设置蓝牙连接参数。
 - GRTtoolbox不支持广播间隔和广播数据设置功能，用户需通过修改固件配置进行设置（参考[2.4 配置固件](#)）。
 - 传输功率、连接参数及传输模式的设置仅在当前连接生效。
 - 设置连接参数时，设置值与实际值的比例关系为1: 1.25。例如，若设置连接参数值为20，则实际连接参数值为 $20 * 1.25 \text{ ms} = 25 \text{ ms}$ 。

3 测试方法与参考功耗

本章详细介绍各种场景下的功耗测试方法及参考功耗数据，以帮助用户更好地了解GR5405芯片的功耗特性。

3.1 测试条件

如无特殊说明，各场景下的功耗测试均基于下列测试条件进行。

表 3-1 测试基本条件

项目	条件	备注
电源	VBAT = 3.3 V	
温度	25°C	
CPU	WFI/WFE	
外设	所有外设均处于空闲状态	
时钟	基于HFRC的64MHz系统主频 基于LFXO_32K的32.768K低速频率	
Flash时钟	64 MHz访问速率	
内核RAM	保留96 KB	在Active模式下，96 KB RAM均上电；在Sleep模式下，96 KB RAM均保留。
Cache	使能，采用4-way associative缓存模式	仅当CPU从Flash运行时应用生效。
Bluetooth LE 协议栈	使能	
Bluetooth LE PHY	1 M PHY	
32 MHz晶振	32 MHz	仅当高频晶振HFXO_32M运行时应用生效。 当Radio模块运行时，使用HFXO_32M。
32 kHz晶振	32.768 KHz	仅当低频晶振LFXO_32M运行时应用生效。
睡眠时钟精度	500 ppm	
BOD/IO_LDO	BOD使能/IO_LDO开启	
DC-DC/CORE_LDO	DC-DC = 1.15 V / CORE_LDO = 1.05 V	
AON_LDO/ RET_LDO	AON_LDO = 0.9 V / RET_LDO = 1.0 V	
VDDIO	3.3 V	
稳压器	DC-DC	
Flash电源模式	Standby状态	在Active模式下，Flash电源开启；在Sleep模式下，Flash电源关闭。
编译器版本	MDK-ARM Plus 5.26.2.0	
SDK版本	GR5405_SDK_V1.1.7	

项目	条件	备注
功耗分析仪	设置Keysight N6705C测量单通道电流、精度为0.02048 ms	测量功耗时尽量将功耗仪精度设置为最高。

3.2 典型应用功耗

基于上述测试条件，常见的几种典型应用功耗如下：

表 3-2 典型应用功耗


测试条件	典型值	单位
睡眠功耗	3.6	μA
空闲功耗	1.45	mA
运行功耗	2.66	mA
发射功率为0 dBm@SPA、VBAT电流	6.76	mA
发射功率为15 dBm@HPA/SYSLDO、VBAT电流	87	mA
最大接收灵敏度、VBAT平均电流	5.7	mA
1s广播间隔、发射功率为0 dBm@SPA、VBAT平均电流	17.6	μA
100 ms连接间隔、发射功率为0 dBm@SPA、VBAT平均电流	54.5	μA

3.3 Sleep模式功耗测试

Sleep模式功耗测试，即测试芯片在Sleep模式下运行时的功耗。



• 测试步骤：

1. 参考2.3 连接硬件，连接SK板、功耗分析仪及PC。
2. 按照表 3-1 设置VBAT电压，并打开电源。
3. 参考2.4 配置固件，根据功耗测试场景需求，修改固件配置。其中，配置系统空闲时进入Sleep模式。
4. 参考2.5.1 蓝牙广播参数，设置广播间隔时间为1s，广播持续时间为30s。
5. 重新编译ble_app_pcs工程，生成固件，并使用Keil或GProgrammer将固件下载至待测芯片Flash。

 提示：

使用J-Link方式下载固件时，需将SK板上S3的开关5 ~ 6拨至“ON”位置（7 ~ 12侧）。固件下载完成后，再将开关拨回左端（1 ~ 6侧）。

6. 设置功耗分析仪的采样时间为10s。
7. 复位SK板，上电SoC。

8. 点击Keysight 14585A软件界面上方的  图标进入“Data Logger”页面，然后点击底部的“Data Log”按钮 ，开始记录功耗测量数据。
9. 等待采样时间结束，从Keysight 14585A软件界面查看测量的功耗电流。

- 测试参考结果：

Sleep模式功耗测量波形如下图所示（两次广播之间的功耗为Sleep模式功耗）：

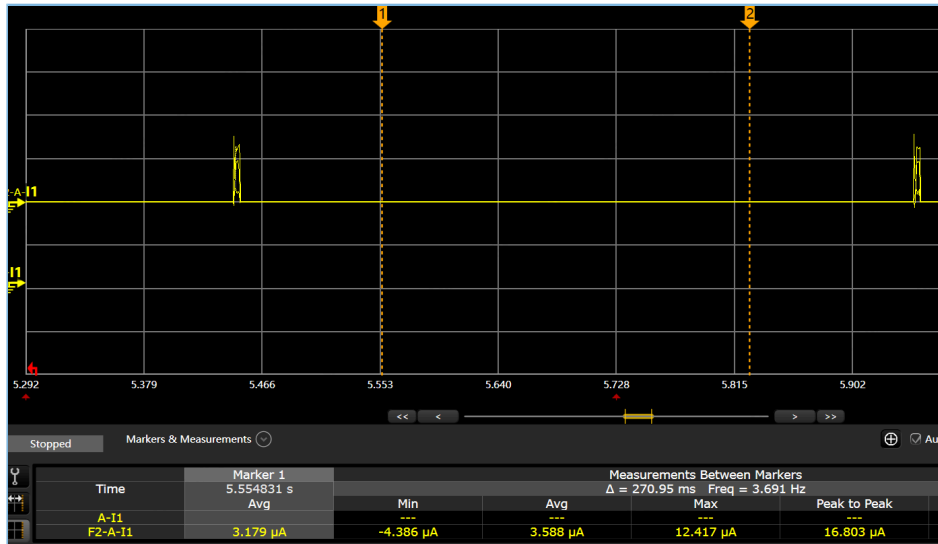


图 3-1 Sleep模式功耗波形图

测试参考功耗数据如下表所示：

表 3-3 Sleep模式下的功耗电流

测试场景	平均功耗电流 (μ A)	
	LFXO_32K	LFRC_32K
Sleep模式	3.6	3.5



3.4 IDLE模式功耗测试

IDLE模式功耗测试，即测试芯片（含COMM SubSystem）在IDLE模式下运行时的总功耗。

- 测试步骤：
 1. 参考2.3 连接硬件，连接SK板、功耗分析仪及PC。
 2. 按照表 3-1 设置VBAT电压，并打开电源。
 3. 参考2.4 配置固件，根据功耗测试场景需求，修改固件配置。其中，配置系统空闲时进入IDLE模式。
 4. 参考2.5.1 蓝牙广播参数，设置广播间隔时间为1s，广播持续时间为30s。
 5. 重新编译ble_app_pcs工程，生成固件，并使用Keil或GProgrammer将固件下载至待测芯片Flash。

提示:

使用J-Link方式下载固件时，需将SK板上S3的开关5～6拨至“ON”位置（7～12侧）。固件下载完成后，再将开关拨回左端（1～6侧）。

6. 设置功耗分析仪的采样时间为10s。
 7. 复位SK板，上电SoC。
 8. 点击Keysight 14585A软件界面上方的  图标进入“Data Logger”页面，然后点击底部的“Data Log”按钮 ，开始记录功耗测量数据。
 9. 等待采样时间结束，从Keysight 14585A软件界面查看测量的功耗电流。
- 测试参考结果：

IDLE模式功耗测量波形如下图所示（两次广播之间的功耗为IDLE模式功耗）：

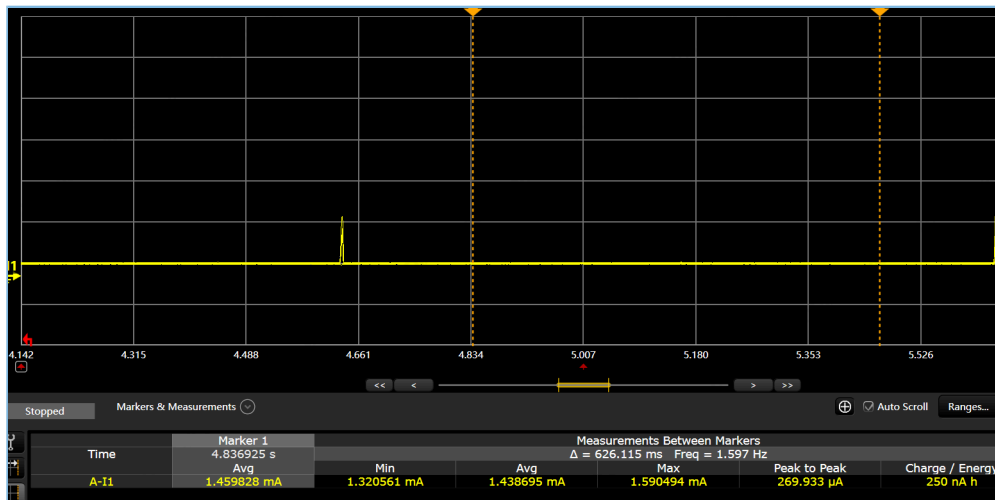


图 3-2 IDLE模式功耗波形图

测试参考功耗数据如下表所示：

表 3-4 IDLE模式下的功耗电流

测试场景	供电方式	CPU频率 (MHz)	平均功耗电流(mA)
IDLE模式	DC-DC	64	1.45
		16	1.1
	SYS_LDO	64	3.14
		16	2.37

3.5 Active模式功耗测试



Active模式功耗测试，即测试芯片（含COMM SubSystem）在Active模式下运行时的总功耗。

- 测试步骤：

1. 参考2.3 连接硬件，连接SK板、功耗分析仪及PC。
2. 按照表 3-1 设置VBAT电压，并打开电源。
3. 参考2.4 配置固件，根据功耗测试场景需求，修改固件配置。其中，配置系统空闲时进入Active模式。
4. 参考2.5.1 蓝牙广播参数，设置广播间隔时间为1s，广播持续时间为30s。
5. 重新编译ble_app_pcs工程，生成固件，并使用Keil或GProgrammer将固件下载至待测芯片Flash。

提示:

使用J-Link方式下载固件时，需将SK板上S3的开关5 ~ 6拨至“ON”位置（7 ~ 12侧）。固件下载完成后，再将开关拨回左端（1 ~ 6侧）。

6. 设置功耗分析仪的采样时间为10s。
 7. 复位SK板，上电SoC。
 8. 点击Keysight 14585A软件界面上方的  图标进入“Data Logger”页面，然后点击底部的“Data Log”按钮 ，开始记录功耗测量数据。
 9. 等待采样时间结束，从Keysight 14585A软件界面查看测量的功耗电流。
- 测试参考结果:

Active模式下的功耗测量波形如下图所示:

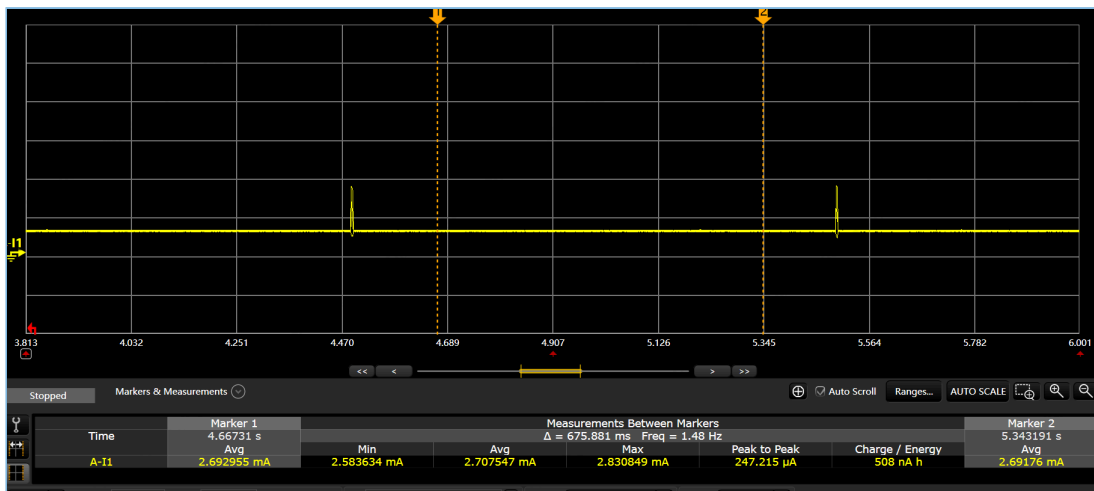


图 3-3 Active模式功耗波形图

测试参考功耗数据如下表所示:

表 3-5 Active模式下的功耗电流

测试场景	供电方式	CPU频率 (MHz)	平均功耗电流(mA)
Active模式	DC-DC	64	2.70

测试场景	供电方式	CPU频率 (MHz)	平均功耗电流(mA)
	SYS_LDO	16	1.65
		64	6.11
		16	3.6

3.6 广播功耗测试

3.6.1 广播功耗细分说明

广播期间的功耗细分如下图所示：

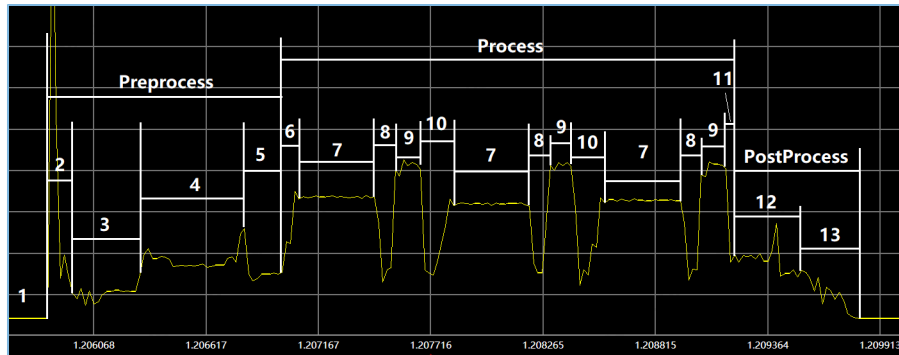


图 3-4 广播功耗细分

广播细分的具体说明如下表所示：

表 3-6 广播功耗细分说明

过程	阶段	描述
/	1	系统处于Sleep状态
PreProcess	2	唤醒系统（包括DC-DC、SYS_LDO及DIGCORE模块）
	3	HFXO启动
	4	热启动
	5	系统进入空闲模式
Process	6	RF准备
	7	TX
	8	TX切换为RX
	9	RX
	10	RX切换为TX
	11	RF结束
PostProcess	12	检查睡眠条件
	13	系统进入睡眠模式

3.6.2 广播状态下的射频功耗测试

广播状态下的RF功耗测试，即测试芯片在广播状态下的射频活跃期间的功耗。

- 测试条件

表 3-7 广播状态下的射频功耗测试条件

参数	条件
广播间隔时间 (ms)	1000
广播数据 (bytes)	31
射频功率放大器 (PA)	采用SPA
TX发射功率 (dBm)	0

- 测试步骤：
 1. 参考[2.3 连接硬件](#)，连接SK板、功耗分析仪及PC。
 2. 按照[表 3-1](#) 设置VBAT电压，并打开电源。
 3. 参考[2.4 配置固件](#)，根据功耗测试场景需求，修改固件配置。
 4. 在`custom_config.h`（位于`ble_app_pcs\Src\config`目录）中，根据待测设备的RF功率放大器类型，配置宏`RF_TX_PA_SELECT`的值。

```
// <o> RF TX PA select
// <1=> BLE_RF_TX_MODE_SPA_MODE (-20~5 dBm TX power)
// <2=> BLE_RF_TX_MODE_HPA_MODE (-10~15 dBm TX power)
#ifndef RF_TX_PA_SELECT
#define RF_TX_PA_SELECT 1
#endif
```

5. 参考[2.5.1 蓝牙广播参数](#)，设置广播间隔时间为1s，广播持续时间为30s，TX 功率为0 dBm。
6. 重新编译`ble_app_pcs`工程，生成固件，并使用Keil或GProgrammer将固件下载至待测芯片Flash。

提示:

使用J-Link方式下载固件时，需将SK板上S3的开关5 ~ 6拨至“ON”位置（7 ~ 12侧）。固件下载完成后，再将开关拨回左端（1 ~ 6侧）。

7. 设置功耗分析仪的采样时间为10s。
8. 复位SK板，上电SoC。
9. 点击Keysight 14585A软件界面上方的  图标进入“Data Logger”页面，然后点击底部的“Data Log”按钮 ，开始记录功耗测量数据。
10. 等待采样时间结束，从Keysight 14585A软件界面查看测量的功耗电流。

- 测试参考结果:

测试参考功耗数据如下表所示:

表 3-8 GR5405芯片在广播状态下的射频功耗数据

测试场景	供电方式	CPU频率 (MHz)	测试参数	PreProcess	Process	PostProcess	TX	RX
广播功耗测试 (TX Power = 0 dBm)	DC-DC	64	平均功耗电流 (mA)	1.385	5.32	1.6	6.76	5.7
			时间 (ms)	1.454	2.232	0.492	0.369	0.123
			电流*时间 (uc)	2.008	11.87	0.787	2.494	0.70
		16	平均功耗电流 (mA)	1.179	5.02	1.246	6.307	5.45
			时间 (ms)	2.519	2.212	1.065	0.369	0.123
			电流*时间 (uc)	2.97	11.10	1.326	2.327	0.67
	SYS_LDO	64	平均功耗电流 (mA)	2.872	12.05	3.36	15.28	13.12
			时间 (ms)	1.482	2.335	0.532	0.369	0.123
			电流*时间 (uc)	4.235	28.13	1.787	5.638	1.613
		16	平均功耗电流 (mA)	2.325	11.16	2.64	14.46	12.29
			时间 (ms)	2.494	2.232	1.024	0.369	0.123
			电流*时间 (uc)	5.809	24.90	2.703	5.335	1.511

3.6.3 广播状态下不同PA的射频功耗测试

本节主要介绍芯片在广播过程中，不同功率放大器（SPA及HPA）和发射功率下的射频功耗测试。

说明:

- 使用SPA时，系统电源供电模式可以选择DC-DC或者SYS_LDO（SYSTEM_POWER_MODE定义为0或者1）。
- 使用HPA时，系统电源供电模式只能选择SYS_LDO（SYSTEM_POWER_MODE定义为1）。

3.6.3.1 SPA功耗测试

- 测试条件

表 3-9 广播射频功耗测试条件（SPA模式）

参数	条件
芯片系列	GR5405
广播间隔时间 (ms)	1000
广播数据 (bytes)	31
射频功率放大器 (PA)	SPA
TX发射功率 (dBm)	-20、0、5



- 测试步骤：
 - 参考2.3 连接硬件，连接SK板、功耗分析仪及PC。
 - 按照表 3-1 设置VBAT电压，并打开电源。
 - 参考2.4 配置固件，根据功耗测试场景需求，修改固件配置。
 - 在`custom_config.h`（位于`ble_app_pcs\Src\config`目录）中，定义宏`RF_TX_PA_SELECT`的值为1，设置PA为SPA。

```
// <o> RF TX PA select
// <1=> BLE_RF_TX_MODE_SPA_MODE (-20~5 dBm TX power)
// <2=> BLE_RF_TX_MODE_HPA_MODE (-10~15 dBm TX power)
#ifndef RF_TX_PA_SELECT
#define RF_TX_PA_SELECT 1
#endif
```

- 参考2.5.1 蓝牙广播参数，设置广播间隔时间为1s、广播持续时间为30s，并按测试条件设置TX功率（-20 dBm、0 dBm、5 dBm）。
- 重新编译`ble_app_pcs`工程，生成固件，并使用Keil或GProgrammer将固件下载至待测芯片Flash。

提示:

使用J-Link方式下载固件时，需将SK板上S3的开关5 ~ 6拨至“ON”位置（7 ~ 12侧）。固件下载完成后，再将开关拨回左端（1 ~ 6侧）。

- 设置功耗分析仪的采样时间为10s。
- 复位SK板，上电SoC。
- 点击Keysight 14585A软件界面上方的  图标进入“Data Logger”页面，然后点击底部的“Data Log”按钮 ，开始记录功耗测量数据。
- 等待采样时间结束，从Keysight 14585A软件界面查看测量的功耗电流。

- 测试参考结果：

测试参考功耗数据如下表所示：

表 3-10 广播射频功耗数据（SPA模式）

测试场景	供电方式	测试参数	TX Power = -20 dBm		TX Power = 0 dBm		TX Power = 5 dBm	
			Process	TX	Process	TX	Process	TX
广播功耗测试 (SPA)	DC-DC	平均功耗电流 (mA)	3.535	3.49	5.30	6.67	6.74	9.06
		时间 (ms)	2.191	0.369	2.212	0.369	2.212	0.369
		电流*时间 (uc)	7.745	1.287	11.72	2.46	14.90	3.343
	SYS_LDO	平均功耗电流 (mA)	8.0	7.67	12.04	15.1	15.15	20.28

测试场景	供电方式	测试参数	TX Power = -20 dBm		TX Power = 0 dBm		TX Power = 5 dBm	
			Process	TX	Process	TX	Process	TX
		时间 (ms)	2.212	0.369	2.212	0.369	2.212	0.369
		电流*时间 (uc)	17.69	2.830	26.632	5.571	33.51	7.483

3.6.3.2 HPA功耗测试

- 测试条件

表 3-11 广播射频功耗测试条件（HPA模式）

参数	条件
芯片系列	GR5405
广播间隔时间 (ms)	1000
广播数据 (bytes)	31
射频功率放大器 (PA)	HPA
TX发射功率 (dBm)	-10、0、6、15
供电方式	SYS_LDO

- 测试步骤


- 参考[2.3 连接硬件](#)，连接SK板、功耗分析仪及PC。
- 按照[表 3-1](#) 设置VBAT电压，并打开电源。
- 参考[2.4 配置固件](#)，根据功耗测试场景需求，修改固件配置。
- 在*custom_config.h*（位于ble_app_pcs\Src\config目录）中，定义宏RF_TX_PA_SELECT的值为2，设置PA为HPA。当PA设置为HPA时，需要将宏SYSTEM_POWER_MODE的值定义为1（SYSLDO MODE）。

```
// <o> RF TX PA select
// <1=> BLE_RF_TX_MODE_SPA_MODE (-20~5 dBm TX power)
// <2=> BLE_RF_TX_MODE_HPA_MODE (-10~15 dBm TX power)
#ifndef RF_TX_PA_SELECT
#define RF_TX_PA_SELECT                2
#endif
```

- 参考[2.5.1 蓝牙广播参数](#)，设置广播间隔时间为1s、广播持续时间为30s，并按测试条件设置TX功率（-10 dBm、0 dBm、6 dBm、15dBm）。
- 重新编译ble_app_pcs工程，生成固件，并使用Keil或GProgrammer将固件下载至待测芯片Flash。

提示:

使用J-Link方式下载固件时，需将SK板上S3的开关5 ~ 6拨至“ON”位置（7 ~ 12侧）。固件下载完成后，再将开关拨回左端（1 ~ 6侧）。

7. 设置功耗分析仪的采样时间为10s。
8. 复位SK板，上电SoC。
9. 点击Keysight 14585A软件界面上方的  图标进入“Data Logger”页面，然后点击底部的“Data Log”按钮 ，开始记录功耗测量数据。
10. 等待采样时间结束，从Keysight 14585A软件界面查看测量的功耗电流。

• 测试参考结果

测试参考功耗数据如下表所示：

表 3-12 广播射频功耗数据（HPA模式）

测试场景	供电方式	测试参数	TX Power = -10 dBm		TX Power = 0 dBm		TX Power = 6 dBm		TX Power = 15 dBm	
			Process	TX	Process	TX	Process	TX	Process	TX
广播功耗测试（HPA）	SYS_LDO	平均功耗电流（mA）	13.51	16.90	18.21	25.1	23.59	34.16	54.331	87.301
		时间（ms）	2.212	0.369	2.212	0.369	2.212	0.369	2.212	0.369
		电流*时间（uc）	29.88	6.236	40.28	9.26	51.875	12.60	120.18	32.214

3.7 连接功耗测试

3.7.1 连接功耗细分说明

连接期间的功耗细分如下图所示：

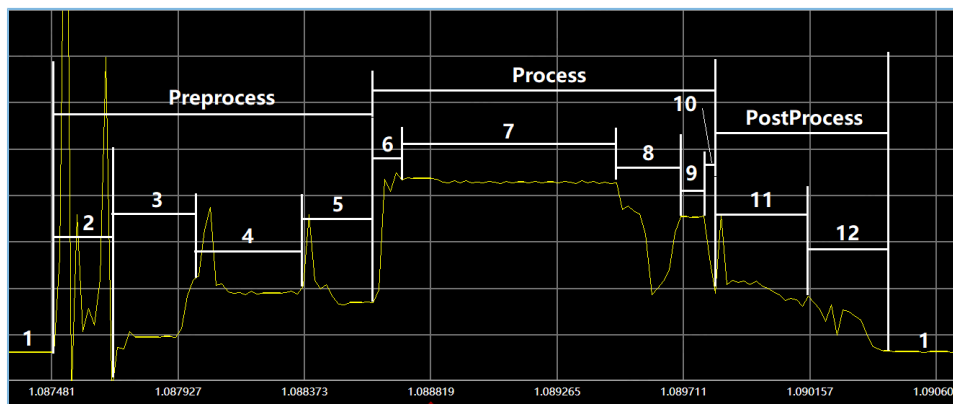


图 3-5 连接功耗细分

连接细分阶段的具体说明如下表所示：

表 3-13 连接功耗细分说明

过程	阶段	描述
/	1	系统处于Sleep状态
PreProcess	2	唤醒系统（包括DC-DC、SYS_LDO及DIGCORE模块）
	3	HFXO启动
	4	热启动
	5	系统处于空闲模式
Process	6	RF准备
	7	RX
	8	RX切换为TX
	9	TX
	10	RF结束
PostProcess	11	检查睡眠条件
	12	系统进入睡眠模式

3.7.2 连接状态下的射频功耗测试

连接状态下的RF功耗测试，即测试芯片在连接状态下的射频活跃期间功耗。

- 测试条件

表 3-14 连接射频功耗测试条件

参数	条件
连接参数（ms）	100
连接数据（bytes）	0
Bluetooth LE PHY	1M-PHY、2M-PHY
射频功率放大器（PA）	采用SPA
TX发射功率（dBm）	0

- 测试步骤：
 1. 参考[2.3 连接硬件](#)，连接SK板、功耗分析仪及PC。
 2. 按照[表 3-1](#) 设置VBAT电压，并打开电源。
 3. 参考[2.4 配置固件](#)，根据功耗测试场景需求，修改固件配置。
 4. 在`custom_config.h`（位于`ble_app_pcs\Src\config`目录）中，根据RF功率放大器类型，配置宏`RF_TX_PA_SELECT`的值。

```
// <o> RF TX PA select
```

```
// <1=> BLE_RF_TX_MODE_SPA_MODE (-20~5 dBm TX power)
// <2=> BLE_RF_TX_MODE_HPA_MODE (-10~15 dBm TX power)
#ifndef RF_TX_PA_SELECT
#define RF_TX_PA_SELECT 1
#endif
```

5. 参考2.5.1 蓝牙广播参数，设置广播间隔时间为1s、广播持续时间为30s、TX 功率为0 dBm。
6. 重新编译ble_app_pcs工程，生成固件，并使用Keil或GProgrammer将固件下载至待测芯片Flash。

提示:

使用J-Link方式下载固件时，需将SK板上S3的开关5 ~ 6拨至“ON”位置（7 ~ 12侧）。固件下载完成后，再将开关拨回左端（1 ~ 6侧）。

7. 复位SK板，上电SoC。
 8. 参考2.5.2 蓝牙连接参数，使用GRToolbox连接待测蓝牙设备，设置连接参数为100 ms（设置值为“80”），并按照测试条件设置PHY模式（1M-PHY、2M-PHY）。
 9. 设置功耗分析仪的采样时间为10s。
 10. 点击Keysight 14585A软件界面上方的  图标进入“Data Logger”页面，然后点击底部的“Data Log”按钮 ，开始记录功耗测量数据。
 11. 等待采样时间结束，从Keysight 14585A软件界面查看测量的功耗电流。
- 测试参考结果：
测试参考功耗数据如下表所示：

表 3-15 芯片在连接状态下的射频功耗数据

测试场景	供电方式	Bluetooth PHY模式	测试参数	Process
连接	DC-DC	1M-PHY	平均功耗电流 (mA)	4.62
			时间 (ms)	0.532
			电流*时间 (uc)	2.457
		2M-PHY	平均功耗电流 (mA)	4.875
			时间 (ms)	0.451
			电流*时间 (uc)	2.198
	SYS_LDO	1M-PHY	平均功耗电流 (mA)	10.14
			时间 (ms)	0.532
			电流*时间 (uc)	5.394
2M-PHY	平均功耗电流 (mA)	11.15		
	时间 (ms)	0.431		

测试场景	供电方式	Bluetooth PHY模式	测试参数	Process
			电流*时间 (uc)	4.805

3.8 扫描功耗测试

3.8.1 扫描功耗细分说明

蓝牙扫描期间的功耗细分如下图所示：

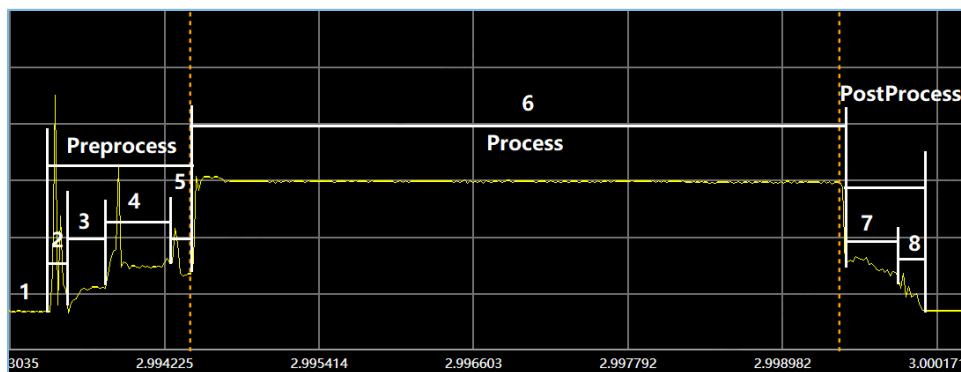


图 3-6 扫描功耗细分

扫描细分阶段具体说明如下表所示：

表 3-16 扫描功耗细分说明

过程	阶段	描述
/	1	系统处于Sleep状态
PreProcess	2	唤醒系统（包括DC-DC、SYS_LDO及DIGCORE模块）
	3	HFXO启动
	4	热启动
	5	系统处于空闲模式
Process	6	RX
PostProcess	7	检查睡眠条件
	8	系统进入睡眠模式

3.8.2 扫描状态下的射频功耗测试

扫描状态下的RF功耗测试，即测试芯片在扫描期间的射频功耗。

- 测试条件：

表 3-17 扫描射频功耗测试条件

参数	条件
芯片系列	GR5405
扫描间隔 (ms)	100

参数	条件
开窗时间 (ms)	5
射频功率放大器 (PA)	SPA

- 测试步骤:

说明:

测试扫描射频功耗测试时，基于ble_app_cts_c示例工程（位于SDK_Folder\projects\ble\ble_central\ble_app_cts_c）编译生成功耗测试固件。

1. 参考2.3 连接硬件，连接SK板、功耗分析仪及PC。
2. 按照表 3-1 设置VBAT电压，并打开电源。
3. 参考2.4 配置固件，根据功耗测试场景需求，修改custom_config.h文件（位于ble_app_cts_c\Src\config目录）中的固件配置。
4. 在user_app.c文件（位于ble_app_cts_c\Src\user目录）中，设置扫描间隔时间为100 ms，开窗时间为5 ms。

```
/**@brief Gapm config data. */
#define APP_SCAN_INTERVAL 160      /**< Determines scan interval(in units of 0.625 ms).
 */
#define APP_SCAN_WINDOW 8         /**< Determines scan window(in units of 0.625 ms). */
```

- 配置宏APP_SCAN_INTERVAL，可设置扫描间隔时间，单位：0.625 ms。例如，若配置宏APP_SCAN_INTERVAL的值为“160”，则扫描间隔时间= 160* 0.625 ms = 100 ms。
- 配置宏APP_SCAN_WINDOW，可设置扫描开窗时间，单位：0.625 ms。例如，若配置APP_SCAN_WINDOW宏的值为“8”，则扫描开窗时间= 8 * 0.625 ms = 5 ms。



5. 在user_periph_setup.c文件（位于ble_app_cts_c\Src\platform目录）中，将app_periph_init()函数中的board_init()和app_uart_receive_async()函数代码注释掉，并设置芯片空闲时进入Sleep模式。

```
void app_periph_init(void)
{
    SYS_SET_BD_ADDR(s_bd_addr);
    //board_init();
    //app_uart_receive_async(APP_UART_ID, s_uart_rx_buffer, UART_RX_BUFFER_SIZE);
    pwr_mgmt_mode_set(PMR_MGMT_SLEEP_MODE);
}
```

6. 重新编译ble_app_cts_c工程，生成固件，并使用Keil或GProgrammer将固件下载至待测芯片Flash。

提示:

使用J-Link方式下载固件时，需将SK板上S3的开关5～6拨至“ON”位置（7～12侧）。固件下载完成后，再将开关拨回左端（1～6侧）。

7. 设置功耗分析仪的采样时间为10s。
8. 复位SK板，上电SoC。
9. 点击Keysight 14585A软件界面上方的  图标进入“Data Logger”页面，然后点击底部的“Data Log”按钮 ，开始记录功耗测量数据。
10. 等待采样时间结束，从Keysight 14585A软件界面查看测量的功耗电流。

- 测试参考结果:

Process期间的扫描功耗测试数据如下表所示:

表 3-18 GR5405芯片在扫描状态下的射频功耗数据

供电方式	平均功耗电流 (mA)	时间 (ms)	电流*时间 (uc)
DC-DC	5.9	5	29.5

3.9 应用场景功耗测试

应用场景功耗测试，即测试芯片在不同广播/连接间隔应用场景下的功耗。

- 测试条件:

表 3-19 应用场景功耗测试条件

参数	条件
广播间隔 (ms)	500、1000、2000
连接间隔 (ms)	7.5、30、45、100、400、1000
广播数据 (bytes)	31
连接数据 (bytes)	0
Bluetooth PHY	1M-PHY、2M-PHY
射频功率放大器 (PA)	采用SPA
TX发射功率 (dBm)	0

- 测试步骤

若测试广播功耗，则参考[3.6.2 广播状态下的射频功耗测试](#)的测试步骤；若测试连接功耗，则参考[3.7.2 连接状态下的射频功耗测试](#)的测试步骤。

- 测试参考结果

各应用场景下的测试功耗参考数据如下表所示:

表 3-20 GR5405芯片在不同应用场景下的功耗电流

测试场景	供电方式	PHY	平均功耗电流 (μA)
ADV_500ms	DC-DC	1M-PHY	32.1
	SYS_LDO		73.6
ADV_1000ms	DC-DC	1M-PHY	17.6
	SYS_LDO		35.2
ADV_2000ms	DC-DC	1M-PHY	10.5
	SYS_LDO		19.2
CONN_7.5ms	DC-DC	1M-PHY	608.2
		2M-PHY	599
	SYS_LDO	1M-PHY	1295
		2M-PHY	1294
CONN_30ms	DC-DC	1M-PHY	161.3
		2M-PHY	160.6
	SYS_LDO	1M-PHY	337
		2M-PHY	333
CONN_45ms	DC-DC	1M-PHY	108.3
		2M-PHY	105.3
	SYS_LDO	1M-PHY	228
		2M-PHY	220
CONN_100ms	DC-DC	1M-PHY	54.5
		2M-PHY	52.2
	SYS_LDO	1M-PHY	108
		2M-PHY	109
CONN_400ms	DC-DC	1M-PHY	18.6
		2M-PHY	18.9
	SYS_LDO	1M-PHY	36.5
		2M-PHY	38
CONN_1000ms	DC-DC	1M-PHY	11.8
		2M-PHY	11.9
	SYS_LDO	1M-PHY	21.6
		2M-PHY	21.8