

# 终端应用接口文档

## 库接口说明

### 1. 初始化WIoTa

- 目的  
WIoTa协议栈的初始化。
- 语法

```
void uc_wiota_init(void);
```

- 描述  
初始化WIoTa协议栈的资源，比如：线程，内存等。
- 返回值  
无。
- 参数  
无。

### 2. 启动WIoTa

- 目的  
启动WIoTa协议栈。
- 语法

```
void uc_wiota_run(void);
```

- 描述  
启动WIoTa协议栈，进入空闲状态，即UC\_STATUS\_NULL。
- 返回值  
无。
- 参数  
无。

### 3. 关闭WIoTa

- 目的  
关闭WIoTa协议栈。
- 语法

```
void uc_wiota_exit(void);  
void uc_wiota_set_exit_save_static(unsigned char is_save); // v3.1新增接口
```

- 描述  
关闭WIoTa协议栈，回收所有WIoTa协议栈资源。默认会保存静态数据（如果发现本地数据与静态区不同才会写入），可通过接口配置是否保存。
- 返回值  
无。

- 参数  
无。

## 4. 版本信息和设备地址

### 4.1 获取Wlota库版本信息

- 目的  
Wlota库的版本号、git信息以及编译时间。
- 语法

```
void uc_wlota_get_version(unsigned char *wlota_version, unsigned char *git_info, unsigned char *time, unsigned int *cce_version);
```

- 描述  
Wlota库的版本号、git信息以及编译时间。
- 返回值  
无。
- 参数  
wlota\_version: wlota 库的版本信息。字符串，最大字符长度16字节。  
git\_info: wlota库对应git信息。字符串，最大字符长度36字节。  
time: wlota库编译时间。字符串，最大字符长度36字节。  
cce\_version: CCE版本号。无符号int型，长度4字节。
- 示例

```
unsigned char version[16] = {0};  
unsigned char git_info[36] = {0};  
unsigned char time[36] = {0};  
unsigned int cce_version = 0;  
uc_wlota_get_version(version, git_info, time, &cce_version);
```

### 4.2 设备地址

- 目的  
查询和修改设置地址。
- 语法

```
void uc_wlota_set_dev_addr(unsigned int dev_addr);  
void uc_wlota_get_dev_serial(unsigned char* serial);
```

- 描述  
查询和修改设备地址。注意，获取的是设备串号，其中的4字节是设备地址。目前只支持修改设备地址，不支持修改设备串号。
- 返回值  
无。
- 参数  
dev\_addr: set入参，4字节无符号数。  
serial: 字符串，16字节，获取的是设备串口，其中第5个字节（1开始计数时）开始的连续4字节才是设备地址，可直接强转成4字节无符号数，即转换成设备地址，具体请看示例。
- 示例

```

unsigned int dev_addr = 0xabcd1234;
unsigned char serial[16] = {0};
unsigned int* dev_addr_out = (unsigned int*)&serial[4];
uc_wiota_set_dev_addr(dev_addr);
uc_wiota_get_dev_serial(serial);
kt_kprintf("dev addr 0x%x\n", *dev_addr_out);

```

## 5. 配置系统参数

### 5.1 获取系统配置

- 目的  
获取系统配置。
- 语法

```
void uc_wiota_get_system_config(sub_system_config_t *config);
```

- 描述  
获取系统配置。
- 返回值  
无。
- 参数  
无。
- 结构体

WIOTA IOTE 2.5以前的版本sub\_system\_config\_t结构如下：

```

typedef struct {
    unsigned char ap_max_pow;    // ap最大发射功率，默认21db. 范围 0 - 31 db.
    unsigned char id_len;        // id长度，取值0,1,2,3代表2,4,6,8字节
    unsigned char pp;            // 固定为1，暂时不提供修改
    unsigned char symbol_length; // 帧配置，取值0,1,2,3代表128,256,512,1024
    unsigned char dlul_ratio;    // 帧配置，下上行比例，取值0,1代表1:1和1:2
    unsigned char btvalue;       // 和调制信号的滤波器带宽对应，BT越大，信号带宽越大，
    // 取值0,1代表BT_1.2和BT_0.3，BT_1.2的数据速率比BT_0.3的高
    unsigned char group_number;  // 帧配置，取值0,1,2,3代表1,2,4,8个上行group数量，
    // 在symbol_length为0/1/2/3时，group_number最高限制为3/2/1/0
    unsigned char spectrum_idx;  // 频谱序列号，默认为3，即470-510M(具体见频谱idx表)

    unsigned char old_subsys_v;  // default 0, if set 1, match old
    // version(v2.3_ap8088) subsystem id
    unsigned char bitscb;        // bit scb func, default open after v2.3(not
    // include), set 1
    unsigned char reserved[2];    // for 4bytes alain
    unsigned int  systemid;       // 系统id
    unsigned int  subsystemid;    // 子系统id
    unsigned char freq_list[16];  // 用于自动管理功能
    unsigned int  subsystemid_list[8]; // total 64 byte
} sub_system_config_t;

```

WIOTA IOTE 2.5以及以后的版本主要增加了子系统ID列表，删除没有作用的系统ID值。

sub\_system\_config\_t结构体如下：

```

typedef struct {
    unsigned char ap_tx_power;    // ap发射功率，默认21db. 范围 0 - 29 db. v2.8修改
    // 名字
    unsigned char id_len;        // id长度，取值0,1,2,3代表2,4,6,8字节

```

```

    unsigned char pp;           // 固定为1, 暂时不提供修改
    unsigned char symbol_length; // 帧配置, 取值0,1,2,3代表128,256,512,1024
    unsigned char dlul_ratio;   // 帧配置, 上下行比例, 取值0,1代表1:1和1:2
    unsigned char btvalue;      // 和调制信号的滤波器带宽对应, BT越大, 信号带宽越大,
    取值0,1代表BT_1.2和BT_0.3, BT_1.2的数据速率比BT_0.3的高
    unsigned char group_number; // 帧配置, 取值0,1,2,3代表1,2,4,8个上行group数量,
    在symbol_length为0/1/2/3时, group_number最高限制为3/2/1/0
    unsigned char spectrum_idx; // 频谱序列号, 默认为3, 即470-510M(具体见频谱idx表)

    unsigned char old_subsys_v; // default 0, if set 1, match old
    version(v2.3_ap8088) subsystem_id
    unsigned char bitscb;       // bit scb func, default open after v2.3(not
    include), set 1
    unsigned char freq_idx;     // 频点, v2.9增加此参数, 同时reserved减小1字节
    unsigned char reserved;     // for 4bytes alain
    unsigned int subsystemid;    // 子系统id
    unsigned char freq_list[16]; // 用于自动管理功能
    unsigned int subsystemid_list[8]; // 子系统id列表, 在自动运行功能打开后生效。
} sub_system_config_t;

```

#### 参数类型描述：

- ap\_tx\_power: AP发射功率, 默认27dbm. 范围 -1 - 29 dbm, v2.8修改名字。
- id\_len: user\_id长度, 取值0,1,2,3代表2,4,6,8字节, 默认四字节, IOTE该变量需要与AP保持一致, 现在只支持设置为1, 即四字节。
- pp: 固定为1, 此值涉及同步灵敏度、传输效率等系统性能, 暂时不提供修改。
- symbol\_length: 帧配置, 取值0,1,2,3代表128,256,512,1024, 该值越大, 单帧发送并成功接收的成功率会越高, 但是相应速率会下降, 以及单帧的发送时间会增加。如果接收到的基站信号很好, 那就没必要使用512/1024的配置, 因为128的配置成功率就很高了, 使用512/1024会降低速率又不能提高多少有效的成功率, 白白降低了传输速率。
- dlul\_ratio: 帧配置, 该值代表一帧里面上下行的比例, 取值0,1代表1:1和1:2。
- bt\_value: 该值和调制信号的滤波器带宽对应, BT越大, 信号带宽越大, 取值0,1代表BT配置为1.2和BT配置为0.3, bt\_value为1时, 代表使用的是低阶mcs组, 即低码率传输组。bt\_value为0时, 代表使用的是高mcs组, 即高码率传输组 (symbol\_length为2或者3时, bt\_value不能配置为0)。
- group\_number: 帧配置, 取值0,1,2,3代表一帧里包含1,2,4,8个上行group数量; group\_number取值为0时, 显然dlul\_ratio不能为1; 为了保证帧长不会过长, 在symbol\_length为0/1/2/3时, group\_number最高限制分别为3/2/1/0。
- spectrum\_idx: 频段序列号, 默认为3, 即470-510M(具体见下图)。
- old\_subsys\_v: 默认为0, 如果v2.4版本 (包含) 的终端与v2.3 (包含) 之前版本的AP通信, 需要将该值设置为1。
- bitscb: bit加扰功能, 默认为1, 如果v2.4版本 (包含) 的终端与v2.3 (包含) 之前版本的AP通信, 需要将该值设置为0。
- freq\_idx: 频点, 详见频点配置接口。
- system\_id: 系统id, 预留值, 必须设置, 但是不起作用。sync\_V2.5以及以后的版本不存在此字段。
- subsystem\_id: 子系统id (子系统的识别码, 终端IOTE如果要连接该子系统 (AP), 需要将config配置里的子系统ID参数配置成该ID)。V2.9版本开始, subsystem\_id的高12bit, 内部默认固定为0x214, 32bit的整体默认值仍为0x21456981, 举例: 如果配置subsystem\_id为0x12345678, 则会被内部修改为 0x21445678。
- freq\_list: 用于自动管理功能。
- subsystemid\_list: 子系统ID列表, 在自动运行打开后, 会配合频点列表扫频连接试用。在2.5以及以后的版本才有此字段。
- na: 28个字节预留位。2.5以及以后的版本不存在此字段。

频谱idx	低频MHz	高频MHz	中心频率MHz	带宽MHz	频点stepMHz	频点idx	频点个数
0 (other1)	223	235	229	12	0.2	0~60	61
1 (other2)	430	432	431	2	0.2	0~10	11
2 (EU433)	433.05	434.79	433.92	1.74	0.2	0~8	9
3 (CN470-510)	470	510	490	40	0.2	0~200	201
4 (CN779-787)	779	787	783	8	0.2	0~40	41
5 (other3)	840	845	842.5	5	0.2	0~25	26
6 (EU863-870)	863	870	866.5	7	0.2	0~35	36
7 (US902-928)	902	928	915	26	0.2	0~130	131

- 注意
  - (1) 子系统配置表需要与ap一样才能同步。
  - (2) 暂不支持BT\_1.2, 即btvalue=0。
  - (3) V2.9版本开始, subsystem\_id 的高12bit, 内部默认固定为0x214, 32bit的整体默认值仍为0x21456981, 举例: 如果配置subsystem\_id为 0x12345678, 则会被内部修改为 0x21445678。

## 5.2 设置系统配置

- 目的  
设置系统配置。
- 语法

```
void uc_wiota_set_system_config(sub_system_config_t *config);
```

- 描述  
设置系统配置时, 注意参数个数, 强烈建议先获取系统配置, 再更改相关参数, 最后设置系统配置。
- 返回值  
无。
- 参数  
子系统配置结构表。
- 结构体  
同前一个接口。
- 注意  
终端的系统配置需要跟AP的系统配置保持一致才能与AP同步。  
如果需要在启动之后修改子系统ID, 则需要先disconnect, 再配置subsystemid, 再重新connect。

## 6. 功率设置

## 6.1 设置当前功率

- 目的  
设置固定功率或者自动功率(自动/手动切换)。
- 语法

```
void uc_wiota_set_cur_power(signed char power);
```

- 描述  
设置功率值，如果功率值为正常范围值，则设置成该功率，如果超出范围，则设置为对应的最大或最小功率，并且关闭自动功率模式。  
如果功率值为107，则代表恢复自动功率模式。
- 返回值  
无。
- 参数  
power，范围-16 ~ 21dbm。（V2.7版本更新为 -18 ~ 22 dbm）
- 注意  
无。

## 6.2 设置最大功率

- 目的  
设置最大功率。
- 语法

```
void uc_wiota_set_max_power(signed char power);
```

- 描述  
设置最大功率值，在自动功率模式情况下会用到最大功率值。
- 返回值  
无。
- 参数  
输入power，范围-16 ~ 21dbm。（V2.7版本更新为 -18 ~ 22 dbm）
- 注意  
无。

## 7. 频点相关

### 7.1 设置频点

- 目的  
设置频点，iote和ap需要设置相同频点才能同步。
- 语法

```
void uc_wiota_set_freq_info(u8_t freq_idx);
```

- 描述  
设置频点，目前的频点范围470M-510M，每200K一个频点。
- 返回值  
无。
- 参数  
频点idx，范围0~200，代表频点（470+0.2\*idx）。

- 注意  
在初始化系统之后，系统启动之前调用，否则无法生效。  
如果需要在启动之后修改频点，则需要先disconnect，再配置频点，再重新connect。

## 7.2 查询频点

- 目的  
获取频点idx。
- 语法

```
unsigned char uc_wiota_get_freq_info();
```

- 描述  
查询频点，目前频点范围470M-510M，每200K一个频点。
- 返回值  
频点idx，范围0~200，代表频点（470+0.2\*idx）。
- 参数  
无。
- 注意  
无。

## 7.3 扫频

- 目的  
扫频，获取可接入频点的RSSI和SNR（本小节末尾有详细介绍），用于判断接入哪个频点。
- 语法

```
void uc_wiota_scan_freq(unsigned char* data, unsigned short len, unsigned char mode, unsigned int timeout, uc_recv callback, uc_recv_back_p recv_result);
```

- 描述  
发送扫频频点数据，等待返回结果，提供两种模式。  
如果回调函数不为NULL，则非阻塞模式，扫频结束或者超时后会调用callback返回结果。  
如果回调函数为NULL，则为阻塞模式，扫频结束或者超时该函数才会返回结果。
- 返回值  
recv\_result。
- 结构体

```
typedef struct {
    u8_t    result; //如果这个类型为超时，则data数据无意义
    u8_t    type;   // UC_RECV_DATA_TYPE
    u16_t   data_len;
    u8_t*   data;   //是uc_freq_scan_result_t这个结构体数组的头指针，本小节后边有介绍
}uc_recv_back_t,*uc_recv_back_p;
```

```
typedef enum {
    UC_OP_SUCC = 0, //上一个结构体result这个参数类型
    UC_OP_TIMEOUT,
    UC_OP_FAIL,
}UC_OP_RESULT;
```

```
typedef enum {
```

```

UC_RECV_MSG = 0,
UC_RECV_BC,
UC_RECV_OTA,
UC_RECV_SCAN_RESULT, // 第一个结构体中的type这个参数类型
UC_RECV_SYNC_LOST,
}UC_RECV_DATA_TYPE;

typedef void (*uc_recv)(uc_recv_back_p recv_data);

```

- 参数

data: 需要传输的数据的头指针, 在收到返回结果之前不能释放, mode为0时, 数据内容为uc\_freq\_scan\_req\_t的结构体数组, mode为1时, 数据内容为uc\_freq\_scan\_req\_dyn\_t的结构体数组。

len: 数据长度, 如果len为0并且data为空, 则代表需要全频带扫频, 此刻的timeout建议设置为60000ms。

mode: 扫频模式, 模式0, 使用已配置的子系统id, 统一扫频, 模式1, 需要填写频点数相同个数的子系统id, 一一对应。

callback: 回调函数, 非阻塞时处理返回结果。

timeout: 超时时间, 单位ms。

- 结构体

```

typedef struct {
    unsigned char freq_idx;
}uc_freq_scan_req_t,*uc_freq_scan_req_p;

typedef struct {
    unsigned int sub_sys_id;
    unsigned char freq_idx;
    unsigned char reserved0;
    unsigned short reserved1;
}uc_freq_scan_req_dyn_t,*uc_freq_scan_req_dyn_p;

typedef struct {
    unsigned char freq_idx;
    signed char snr;
    signed char rssi;
    unsigned char is_synced;
    unsigned int sub_sys_id; // v2.5 add
}uc_freq_scan_result_t,*uc_freq_scan_result_p;

```

- 参数介绍

- freq\_idx: 频点。
- snr: 该频点的信噪比, 范围-25 ~ 30。
- rssi: 该频点的接收信号强度指示, 范围 -128 ~ 0。
- is\_synced: 表示该频点是否能同步上, 能同步上该值为1, 不能同步上该值为0。

- 注意

需要先初始化协议栈, 并且配置系统参数, 特别是其中的频带信息, 再启动协议栈后才能扫频操作, 每次扫频只能扫一个频带的频点。

API的使用可以参考AT扫频接口。

## 8. 用户ID相关

### 8.1 设置用户id



- 目的  
设置用户id。
- 语法

```
int uc_wiota_set_userid(unsigned int* id, unsigned char id_len);
```

- 描述  
设置用户id，此id为终端唯一标识。
- 返回值  
0：正常。  
1：参数异常。
- 参数  
id: 用户id的地址指针。  
例：

```
unsigned int uid_list[1] = {0x12345678};  
uc_wiota_set_userid(uid_list,4);
```

id\_len: id长度，取值范围1~4字节。

- 注意  
目前支持最大4字节长度的user id。请勿使用0值。  
如果需要在启动之后修改用户ID，则需要先disconnect，再配置userid，再重新connect。

## 8.2 获取用户id

- 目的  
获取用户id。
- 语法

```
void uc_wiota_get_userid(unsigned int* id, unsigned char* id_len);
```

- 描述  
获取用户id，此id为终端唯一标识。
- 返回值  
id: user\_id  
id\_len: id长度，取值2,4,6,8字节。
- 参数  
无。
- 注意  
目前只支持4字节长度的user id。

## 8.3 获取模组ID

- 目的  
获取芯片中不可擦除部分的模组ID，每颗芯片的ID全球唯一。 v2.9新增接口。
- 语法

```
void uc_wiota_get_module_id(unsigned char *module_id);
```

- 描述  
获取模组ID的字符串。

- 返回值  
模组ID，以出参形式返回。
- 参数  
module\_id: 模组ID长度为18个字符，第19个字符为'\0'，作为字符串的固定结束符。  
模组ID的规则请联系FAE获取相应文档。
- 举例

```
unsigned char module_id[19] = {0};
uc_wiota_get_module_id(module_id);
rt_kprintf("module id %s\n", module_id);
```

## 9. 同步及WIoTa状态

### 9.1 连接同步ap

- 目的  
iote同步到ap。
- 语法

```
void uc_wiota_connect(void);
```

- 描述  
同步到ap的同步帧结构后，WIoTa协议栈处于进入同步状态，即UC\_STATUS\_SYNC，此时可发起随机接入。
- 返回值  
无。
- 参数  
无。
- 注意  
在WIoTa启动之后调用。

### 9.2 快速连接同步ap

- 目的  
在被sync paging信号唤醒后，iote快速同步到ap。 v2.7版本更新接口。
- 语法

```
void uc_wiota_connect_quick(void);
// v2.8更新接口如下:
void uc_wiota_connect_quick(u16_t is_force_active);
```

- 描述  
在WIoTa启动之后，当判断paging唤醒原因为sync paging信号唤醒时，可调用该接口进行快速同步。
- 返回值  
无。
- 参数  
is\_force\_active: v2.8新增参数，是否在同步上后强制自动进入连接态。0，不需要，1，自动进入连接态。
- 注意  
在WIoTa启动之后调用，需要判断唤醒原因为sync paging信号唤醒才能使用。

### 9.3 断开与ap的同步

- 目的  
断开同步状态。
- 语法

```
void uc_wiota_disconnect(void);
```

- 描述  
断开与AP的同步连接态，回到NULL状态。
- 返回值  
无。
- 参数  
无。

## 9.4 暂停与ap的同步

- 目的  
暂停同步状态。
- 语法

```
void uc_wiota_suspend_connect(void);
```

- 描述  
暂停与AP的同步连接，用于读写flash时不与底层冲突。不建议用在其他情况下！暂停时间在2~3帧长，不建议太长！
- 返回值  
无。
- 参数  
无。

## 9.5 恢复与ap的同步

- 目的  
恢复同步状态。
- 语法

```
void uc_wiota_recover_connect(void);
```

- 描述  
在暂停同步之后，恢复与AP的连接状态。
- 返回值  
无。
- 参数  
无。

## 9.6 查询WIoTa当前状态

- 目的  
查询WIoTa协议栈的状态，为下一步操作做准备。
- 语法

```
UC_WIOTA_STATUS uc_wiota_get_state(void);
```

- 描述  
查询wiotd当前状态。
- 返回值  
状态枚举值。

```
typedef enum {
    UC_STATUS_NULL = 0,
    UC_STATUS_SYNC,
    UC_STATUS_SYNC_LOST,
    UC_STATUS_SLEEP,
    UC_STATUS_ERROR,
} UC_WITOA_STATUS;
```

UC\_STATUS\_NULL: 初始化或者关闭协议栈后, 处于该状态。

UC\_STATUS\_SYNC: 同步成功后, 处于该状态。

UC\_STATUS\_SYNC\_LOST: 同步失败后, 或者在SYNC状态时出现异常失步之后, 处于该状态。

UC\_STATUS\_SLEEP: 协议栈休眠时, 处于SLEEP状态, 该状态暂未支持。

UC\_STATUS\_ERROR: 其他状态。

- 参数  
无。

## 9.7 获取无线信道状态

- 目的  
获取信道参数。
- 语法

```
void uc_wiotd_get_radio_info(radio_info_t *radio);
```

- 描述  
设置系统配置。
- 出参  
无线信道参数表:  
rssi: 信号强度, 范围0~150, 实际表示0 ~ -150dbm。  
ber: 误码率, 暂不支持。  
snr: 信噪比, 范围 -25dB ~ 30dB。  
cur\_pow: 当前发射功率, 范围 -16~21dBm。 (V2.7版本更新为 -18 ~ 22 dbm)  
min\_pow: 最小发射功率, 范围 -16~21dBm。 (V2.7版本更新为 -18 ~ 22 dbm)  
max\_pow: 最大发射功率, 范围 -16~21dBm。 (V2.7版本更新为 -18 ~ 22 dbm)  
cur\_mcs: 当前数据发送速率级别, 范围 0~7, 越大速率越高。  
max\_mcs: 截止目前最大数据发送速率级别, 范围 0~7。  
frac\_offset: 基带同步频偏, 仅供参考, 可判断此时同步是否正常, -1500 ~ 1500都属于正常。
- 结构体

```
typedef struct {
    unsigned char    rssi; // absolute value, 0~150 means 0 ~ -150
    unsigned char    ber;
    signed char      snr;
    signed char      cur_pow;
    signed char      min_pow;
    signed char      max_pow;
    unsigned char    cur_mcs;
    unsigned char    max_mcs;
    signed int       frac_offset;
}radio_info_t;
```

- 注意  
无。

## 9.8 获取当前帧号

- 目的  
获取当前帧号，可与其他终端协调工作。v2.8新增接口
- 语法

```
u32_t uc_wiota_get_frame_num(void);
u8_t uc_wiota_get_is_frame_valid(void);
```

- 描述  
查询当前帧号，查询当前帧号是否有效，有效的意思是指收到AP的帧号广播后，会更新为AP的有效帧号。
- 返回值  
当前帧号，当前帧号是否有效。
- 参数  
无。

## 9.9 强制回到IDLE状态

- 目的  
强制wiota协议回到IDLE状态，此时再发送上行一定会先接入，避免临界情况导致发送失败或延后帧才发送。v3.1新增接口
- 语法

```
void uc_wiota_back_to_idle(void);
```

- 描述  
强制wiota协议回到IDLE状态，并清除数据队列等，如果已经在IDLE，则接口会直接返回。
- 返回值  
无。
- 参数  
无。

## 10. 频偏及dcxo

### 10.1 设置DCXO

- 目的  
设置频偏，无源晶体才需要设置dcxo。

获取频偏值，v2.8新增接口。

- 语法

```
void uc_wiota_set_dcxo(unsigned int dcxo);  
unsigned int uc_wiota_get_dcxo(void); // v2.8新增接口
```

- 描述  
每块芯片的频偏不同，在协议栈启动之前需要单独配置，测试模式使用，之后量产时会测好后固定在系统静态变量中，不需要应用管理。
- 返回值  
无。
- 参数  
dcxo：频偏。 dcxo\_index 范围为0~63（十进制），dcxo = (dcxo\_index << 12); 典型值为0x20000（16进制），即dcxo\_index为32
- 注意  
在协议栈初始化之后，启动之前调用，否则无法生效。

## 10.2 设置有源晶体

- 目的  
设置有源晶体，查询有源晶体。
- 语法

```
void uc_wiota_set_is_osc(unsigned char is_osc);  
unsigned char uc_wiota_get_is_osc(void);
```

- 描述  
硬件如果有源晶体，需要设置为有源晶体。此项设置与DCXO设置互斥，如果设置了有源晶体，就不能再设置DCXO。第二个函数获取第一个函数设置下去的值。
- 返回值  
无。
- 参数  
is\_osc：是否有源晶体。0: 设置非有源晶体， 1: 设置有源晶体。如果设置大于1，内部也处理成有源晶体。

## 10.3 设置外部32K晶振模式

- 目的  
设置外部32K晶振。模组硬件如果有外部32K晶振，可根据需要设置为外部32K晶振模式。
- 语法

```
void uc_wiota_set_outer_32k(unsigned char is_open);
```

- 描述  
msp; 模组硬件如果有外部32K晶振，可根据需要设置为外部32K晶振模式。
- 返回值  
无。
- 参数  
is\_open：是否使用外部32K晶振，默认为0时，使用的是内部32K晶振。
- 注意  
可在系统启动后配置，与协议栈运行与否无关。

## 10.4 获取校准参数

- 目的  
获取校准参数。 v2.8新增接口。
- 语法

```
void uc_wiota_get_adjust_result(u8_t mode, s8_t* temp, u8_t* dir, u32_t* offset);
```

- 描述  
msp; 获取校准参数。
- 返回值  
temp: 温度校准偏移  
dir: 校准偏移方向, 1: 正, 2: 负  
offset: 校准偏移量
- 参数  
mode: 0, dcxo晶体, 1, tcxo晶体。

## 10.5 设置是否使用温度计算dcxo

- 目的  
设置是否使用温度计算dcxo。 v3.0新增接口。
- 语法

```
void uc_wiota_set_is_use_temp(unsigned char is_use_temp);  
unsigned char uc_wiota_get_is_use_temp(void);
```

- 描述  
msp; 设置是否使用温度计算dcxo。 dcxo模组, 每次同步完成或者同步失败, 都会重新计算初始dcxo值, 一种是使用默认校准dcxo值, 是量产时在室内温度下测出的dcxo值, 一种是根据温度曲线和当前温度计算出当前的dcxo值, 但是读取温度每次会耗时16ms, 如不需要根据温度计算dcxo, 可通过该接口关闭。
- 返回值  
is\_use\_temp: 是否使用温度计算dcxo
- 参数  
is\_use\_temp: 是否使用温度计算dcxo

## 11. 连接态时间

### 11.1 设置终端连接态时间

- 目的  
设置终端接入后连接态保持的时间。
- 语法

```
void uc_wiota_set_active_time(unsigned int active_s);
```

- 描述  
终端在接入后, 即进入连接态, 当无数据发送或者接收时, 会保持一段时间的连接态状态, 在此期间ap和终端双方如果有数据需要发送则不需要再进行接入操作, 一旦传输数据就会重置连接时间, 而在时间到期后, 终端自动退出连接态, ap同时删除该终端连接态信息。正常流程是终端接

入后发完上行数据，ap再开始发送下行数据，显然，这段时间不能太短，否则会底层自动丢掉终端的信息，导致下行无法发送成功。[系统配置](#)中symbol\_length为0/1/2/3时默认连接时间是(2/3/4/8)\*(下行group数)秒，也就是说ap侧应用层在收到终端接入后，在该时间内下发下行数据，不需要再走寻呼流程。

- 返回值  
无。
- 参数  
active\_s: 连接态时间，单位秒。
- 注意
  1. 需要跟AP侧同步设置，否则终端状态会不同步。默认设置已经匹配。
  2. 当配置系统配置后(即调用uc\_wiota\_set\_system\_config)，连接态时间会恢复成默认值！需要重新配置连接态时间！

## 11.2 获取终端连接态时间

- 目的  
获取终端接入后保持连接态的时间。
- 语法

```
unsigned int uc_wiota_get_active_time(void);
```

- 描述  
同上。
- 返回值  
active\_s, 单位秒。
- 参数  
无。
- 注意  
无。

## 12. 低功耗相关

### 12.1 开关gating省电模式

- 目的  
开关gating省电模式。
- 语法

```
void uc_wiota_set_is_gating(unsigned char is_gating, unsigned char is_phy_gating);
```

- 描述  
设置gating开关标志。
- 返回值  
无。
- 参数  
is\_gating: 0, 关闭gating功能; 1, 打开gating功能。  
is\_phy\_gating: 0, 关闭物理层gating功能; 1, 打开物理层gating功能。
- 注意  
该功能在协议栈开启时才有效，需初始化协议栈之后再打开该功能，关闭协议栈则自动关闭gating功能。



## 12.2 设置中断唤醒源

- 目的  
设置gating省电模式下的中断唤醒源。
- 语法

```
void uc_wiota_set_gating_event(unsigned char action, unsigned char event_id);
```

- 描述  
设置唤醒源。
- 返回值  
无。
- 参数  
action: 0, 清除该event\_id唤醒源; 1, 设置该event\_id唤醒源。  
event\_id: 对应于中断向量表, 将某一个中断作为唤醒源, 参考代码interrupt\_handle.c。
- 注意  
(1) 该接口在协议栈开启时才有效, 需初始化协议栈之后再设置。  
(2) 不支持修改和配置event\_id为0/1/23/24/29的唤醒源, 分别为RTC/CCE/UART0/UART1/SYSTIMER。

## 12.3 设置闹钟

- 目的  
设置闹钟定时, 定时触发RTC中断。
- 语法

```
void uc_wiota_set_alarm_time(unsigned int sec);
```

- 描述  
设置闹钟定时, 例如定时20秒后, 会触发RTC中断, 在sleep之前设置, 可在sleep之后唤醒系统。
- 返回值
- 参数  
sec: 定时时间, 秒
- 注意

## 12.4 进入sleep模式

- 目的  
进入sleep模式
- 语法

```
void uc_wiota_sleep_enter(unsigned char is_need_ex_wk, unsigned char is_need_32k_div);
```

- 描述  
系统进入sleep
- 返回值  
无。

- 参数
  - is\_need\_ex\_wk: 0, 不需要外部唤醒源; 1, 需要外部唤醒源。
  - 外部唤醒源一般是指串口, 当前硬件, 串口悬空是不定态, 必须关闭外部唤醒源, 即 is\_need\_ex\_wk 设为 0, 否则可能无法真正进入 sleep
  - is\_need\_32k\_div: 0, 不需要降低 32K 时钟频率; 1, 需要降低 32K 时钟频率, 可降低 sleep 时 0.3uA 左右的电流。
  - 降低 32K 时钟频率会导致 32K 定时不准。
- 注意
  - 不需要关闭协议栈再 sleep, 可以直接 sleep

## 12.5 paging接收检测

- 目的
  - 进入 paging 接收检测模式, 降低终端功耗。
- 语法

```
void uc_wiota_set_paging_rx_cfg(uc_lpm_rx_cfg_t *config);
void uc_wiota_get_paging_rx_cfg(uc_lpm_rx_cfg_t *config);
void uc_wiota_paging_rx_enter(unsigned char is_need_32k_div);
void uc_wiota_get_awaken_id_limit(unsigned char symbol_length);
```

v2.7版本更新, 增加最大次数后强制醒来配置:

```
void uc_wiota_paging_rx_enter(unsigned char is_need_32k_div, unsigned int
timeout_max);
```

v3.0版本更新, 增加 set cfg 的返回值, 判断是否设置成功:

```
unsigned char uc_wiota_set_paging_rx_cfg(uc_lpm_rx_cfg_t *config);
```

- 描述
  - 进入超低功耗检测模式。
- 返回值
  - 无。
- 参数
  - config: 配置结构体指针
  - is\_need\_32k\_div: 0, 不需要降低 32K 时钟频率; 1, 需要降低 32K 时钟频率。
  - 降低 32K 时钟频率会导致 32K 定时不准。
  - timeout\_max: 如果在检测最大次数后仍未检测到信号, 也强制醒来, 防止时偏过大醒不过来的情况, 如果配置为 0, 则不会强制醒来。(v2.9版本更新)
  - symbol\_length: 取值 0,1,2,3 代表 128,256,512,1024
  - threshold: 检测门限, 3~15, 默认值 10。增大该值, 漏检率增大, 虚警率减小。(虚警率即对噪声的敏感程度, 漏检率即对唤醒信号的敏感程度)
  - awaken\_id: 唤醒 ID, 根据 symbol length 不同, 最大值不同, 当 symbol length 为 [0,1,2,3] 时, 当 mode 为 0 时, 唤醒 ID 最大值限制分别为 [41,82,168,339] (可等于, 最小值为 0, 实际可能变化, 以代码接口为准), 可根据接口 uc\_wiota\_get\_awaken\_id\_limit 获取。当 mode 为 1 时, 最大值限制为 [1023, 4095, 16383, 65535] (可等于, 最小值为 0, 不用接口获取!)
  - detect\_period: 接收端检测周期 (单位 ms, 最大值 44000), 每隔该时间, 基带会自动单独起来检测一次信号, 如果检测到信号, 则唤醒整个系统, 如果没有则继续 sleep, 该时间越长, 整体功耗越低, 相应的发送端想要唤醒接收端时则需要发送更长的时间。扩展 ID 模式时, detect\_time 必须与 paging tx 配置中的 send time 相同。

extra\_flag: 物理层检测到唤醒信号后, 自动继续休眠的功能flag配置, 设为1则开启该功能, 该功能开启时, 进休眠不建议32K时钟降频。

extra\_period: 物理层检测到唤醒信号后, 自动继续休眠的时长配置, 单位ms, 如果extra\_period 小于等于 (detect\_period + 10) ms, 则继续休眠 detect\_period 时长, 否则继续休眠 extra\_period 时长。(PS: v2.7及之前版本, extra\_period均不能小于等于 (detect\_period + 10) ms, v2.8版本已修复)

awaken\_id\_another: 第二个唤醒id, 范围与第一个一样, 不建议两个awaken id相同, 当period\_multiple不为0时才有效。(v2.9版本新增)

period\_multiple: 第二个唤醒id的检测周期只能是第一个唤醒id的检测周期的倍数, 该参数即为倍数, 当倍数为0时, 表示不检测第二个唤醒id, 当倍数为1时, 周期与第一个唤醒id相同, 以此类推, 注意, 换算之后的周期, 仍然有44秒的限制。(v2.9版本新增), 扩展ID模式, 仅支持相同周期!

mode: 为0时, 为默认模式, mode为1时, 为扩展ID模式, ID范围更大。(v3.1版本新增参数)

- 结构体

```
typedef struct {
    unsigned char    freq;    // 频点
    unsigned char    spectrum_idx;    // 频带
    unsigned char    bandwidth;    // 带宽
    unsigned char    symbol_length;
    unsigned char    lpm_nlen;    // 检测头配置, 1,2,3,4, 默认值4
    unsigned char    lpm_utimes;    // 检测头配置, 1,2,3, 默认值2
    unsigned char    threshold;    // 3~15, 默认值10
    unsigned char    extra_flag;    // v2.5更新参数, default 0, if set 1, last period
    // will use extra_period, then wake up
    unsigned short    awaken_id;    // 指示需要唤醒的ID
    unsigned short    reserved;    // 4字节对齐预留位
    unsigned int    detect_period;    // 接收端检测周期
    unsigned int    extra_period;    // v2.5新增参数, ms, extra new period before
    // wake up
    unsigned char    mode;    // v3.1修改, 将v2.9新增的reserved1改成mode, 0: old id
    // range(narrow), 1: extend id range(wide)
    unsigned char    period_multiple;    // v2.9新增, the multiples of detect_period
    // using awaken_id_ano, if 0, no need
    unsigned short    awaken_id_another;    // v2.9新增, another awaken_id
}uc_lpm_rx_cfg_t;
```

- 注意

- (1) 初始化协议栈之后, 如果不设置, 则为内部缺省值。
- (2) 与系统配置类似, 如果不想改变默认值, 则先get, 再修改, 最后set。
- (3) 进入paging rx模式前, 也可以设置闹钟进行定时唤醒, 与进sleep前配置类似, 但是不建议用此方法, 目前可能会出现异常, 建议配置最大检测次数来定时强制唤醒。
- (4) paging rx模式下不能打开外部唤醒寄存器, 只能通过拉低spi cs引脚来强制唤醒。
- (5) 扩展ID模式, 第二个唤醒ID仅支持与第一个唤醒ID相同周期, 进休眠不能32K时钟降频, paging tx的send time必须与paging rx的detect time相同!

## 12.6 获取被唤醒原因

v2.6版本新增接口。

- 目的  
获取唤醒前状态和唤醒原因。
- 语法

```
unsigned char uc_wiota_get_awakened_cause(unsigned char *is_cs_awakened); //
UC_AWAKENED_CAUSE
```

- 描述

获取唤醒前状态和唤醒原因。

在系统启动后，main函数里可调用该接口，获取当前系统启动是从什么情况下启动的，可能是之前还在paging或者在sleep，或者是硬件复位，watchdog复位，或者spi cs拉低复位，特别的，如果是spi cs拉低复位，还有is\_cs\_awakened标志位。

该接口无法判断出在paging下是被rtc时钟唤醒，还是被paging tx信号唤醒，统一为AWAKENED\_CAUSE\_PAGING。

同样，该接口无法判断出在sleep下是被rtc时钟唤醒，还是被外部唤醒源唤醒，统一为AWAKENED\_CAUSE\_SLEEP。

- 返回值

```
typedef enum
{
    AWAKENED_CAUSE_HARD_RESET = 0,          // also watchdog reset, spi cs reset
    AWAKENED_CAUSE_SLEEP = 1,
    AWAKENED_CAUSE_PAGING = 2,
    AWAKENED_CAUSE_GATING = 3,              // no need care
    AWAKENED_CAUSE_FORCED_INTERNAL = 4,     // not use
    AWAKENED_CAUSE_OTHERS,
} UC_AWAKENED_CAUSE;
```

- 参数

is\_cs\_awakened：出参（返回值），是否被spi cs唤醒。

- 注意

与sleep不同的是，在paging下无法使用外部唤醒源唤醒，只能使用spi cs拉低的方式唤醒。

## 12.7 获取paging唤醒原因

v2.7版本新增接口。

- 目的

当使用接口uc\_wiota\_get\_awakened\_cause获取原因为AWAKENED\_CAUSE\_PAGING时，可使用本接口进一步获取paging的唤醒原因。

- 语法

```
unsigned char uc_wiota_get_paging_awaken_cause(void); //
UC_LPM_PAGING_WAKEN_CAUSE_E
```

v2.8版本接口中新增返回值如下：

```
unsigned char uc_wiota_get_paging_awaken_cause(unsigned int* detected_times); //
UC_LPM_PAGING_WAKEN_CAUSE_E
```

v2.9版本接口中新增返回值如下：

```
unsigned char uc_wiota_get_paging_awaken_cause(unsigned int* detected_times,
unsigned char *detect_idx); // UC_LPM_PAGING_WAKEN_CAUSE_E
```

- 描述

获取paging的唤醒原因。

在系统启动后，当使用接口uc\_wiota\_get\_awakened\_cause获取原因为AWAKENED\_CAUSE\_PAGING时，可使用本接口进一步获取paging的唤醒原因，  
如果为PAGING\_WAKEN\_CAUSE\_NULL：则表示系统之前在paging下，可能是rtc或者spi cs唤醒；  
如果为PAGING\_WAKEN\_CAUSE\_PAGING\_TIMEOUT，则表示系统之前在paging下，并且没有检测到信号，在达到最大次数后被基带强制唤醒；  
如果为PAGING\_WAKEN\_CAUSE\_PAGING\_SIGNAL，则表示系统之前在paging下，并且基带检测到唤醒信号后唤醒系统。  
其他唤醒类型暂未使用。

- 返回值

```
typedef enum
{
    PAGING_WAKEN_CAUSE_NULL = 0,           // not from paging
    PAGING_WAKEN_CAUSE_PAGING_TIMEOUT = 1, // from lpm timeout
    PAGING_WAKEN_CAUSE_PAGING_SIGNAL = 2,  // from lpm signal
    PAGING_WAKEN_CAUSE_SYNC_PG_TIMEOUT = 3, // from sync paging timeout
    PAGING_WAKEN_CAUSE_SYNC_PG_SIGNAL = 4,  // from sync paging signal
    PAGING_WAKEN_CAUSE_SYNC_PG_TIMING = 5,  // from sync paging timing set
    PAGING_WAKEN_CAUSE_MAX,
} UC_LPM_PAGING_WAKEN_CAUSE_E;
```

- 参数  
detected\_times: v2.8版本新增返回参数，用于获取当前被唤醒时的检测次数。  
detect\_idx: v2.9版本新增返回参数，用于获取当前被唤醒时的唤醒id的idx，0或者1，表示第一个或者第二个唤醒id。
- 注意  
无

## 12.8 sync paging接收检测

v2.8版本新增接口。

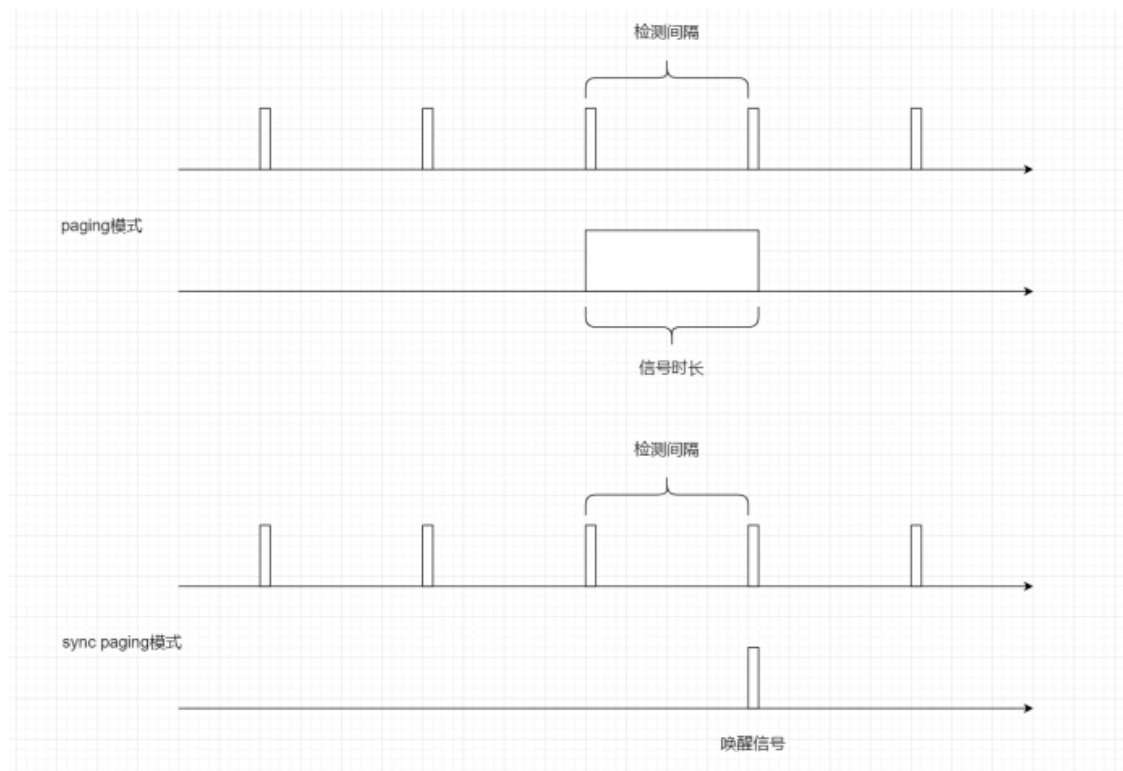
- 目的  
进入sync paging接收检测模式，降低终端功耗。该模式精度要求较高，需要使用接口uc\_wiota\_set\_outer\_32K配置外部32K晶振模式。
- 语法

```
void uc_wiota_sync_paging_enter(u8_t mode, u32_t period, u32_t times, u32_t timeout_max);
```

- 描述  
模式0时，times和timeout\_max有效，举例times为9，timeout\_max为100，则每次间隔 (9+1)\*frame\_len时长，基带醒来检测一次；  
当基带第100次醒来后，会强制唤醒系统，此时通过uc\_wiota\_get\_paging\_awaken\_cause获取到的原因为PAGING\_WAKEN\_CAUSE\_SYNC\_PG\_TIMEOUT；  
如果在第15次基带检测到信号并唤醒系统，则获取到原因为PAGING\_WAKEN\_CAUSE\_SYNC\_PG\_SIGNAL；  
模式1时，period和timeout\_max有效，每隔period时长，基带会起来计数并立即再次休眠，当计数达到timeout\_max时，会强制唤醒系统，此时获取到paging原因为PAGING\_WAKEN\_CAUSE\_SYNC\_PG\_TIMING。  
模式1与进入sleep并且使用rtc唤醒的情况类似，但是定时比rtc更加精准，也能明确知道唤醒原因。timeout\_max次数一般设为1，timeout\_max越大，误差越大。  
模式2与模式0类似，区别在于，模式0会先发一个上行控制包给网关，告诉网关马上要睡的帧号，

确认发送成功后再真正进入休眠，此时网关可以根据休眠间隔和进入休眠的帧号，精确计算出之后需要在具体哪一帧发送唤醒信号；而模式2，终端会直接在下一帧进入休眠，如果检测间隔是N帧，则网关如果需要唤醒该终端，则必须在连续N+1帧都发送唤醒信号。  
v2.9版本将原来的模式0换成了模式2，同时改变了现在模式0的含义，需要网关使用对应的v2.9版本。

sync paging和paging超低功耗唤醒模式的区别，如下图所示：



- 返回值  
无。
- 参数
  - mode：唤醒模式，如果为0或2，则为正常sync paging模式，如果为1，则直接进入sleep。
  - period：检测周期，单位为微妙(us)，最大值为44秒，最小值20ms，如果设为0，则为当前帧长。mode为0时该值无效，内部默认为帧长。
  - times：mode为0时的检测间隔次数，如果设为0，则代表每隔1帧长基带醒来检测一次。mode为1时该值无效。
  - timeout\_max：最大检测次数，到达最大检测次数，不管有没有检测到信号，都会强制唤醒系统。
- 结构体  
无
- 注意
  - (1) 初始化协议栈之后，如果不设置，则为内部缺省值。
  - (2) 进入sync paging前，也可以设置闹钟进行定时唤醒，与进sleep前配置类似，但是不建议用此方法，目前可能会出现异常，建议配置最大检测次数来定时强制唤醒。
  - (3) 模式0时， $(times+1) * frame\_len$  不能大于44秒！
  - (4) 需要使用uc\_wiota\_set\_outer\_32K配置外部32K晶振。
  - (5) 不能打开外部唤醒寄存器，只能通过拉低spi cs引脚来强制唤醒。

## 12.9 设置外部唤醒

- 目的  
设置外部唤醒。 v2.8新增接口。
- 语法

```
void uc_wiota_set_is_ex_wk(boolean is_need_ex_wk);
```

- 描述  
设置外部唤醒。
- 返回值  
无。
- 参数  
is\_need\_ex\_wk: 0, 不需要外部唤醒源; 1, 需要外部唤醒源。  
外部唤醒源一般是指串口, 当前硬件, 串口悬空是不定态, 必须关闭外部唤醒源, 即 is\_need\_ex\_wk设为0, 否则可能无法真正进入sleep
- 注意

## 12.10 设置降压模式

- 目的  
降压模式设置
- 语法

```
void uc_wiota_set_vol_mode(unsigned char vol_mode);
```

- 描述  
设置是否降压。
- 返回值  
无。
- 参数  
div\_mode: 0, 默认电压 (1.82v) ; 1, 降压 (1.56v) 。

```
typedef enum {  
    VOL_MODE_CLOSE = 0,    // 1.82v  
    VOL_MODE_OPEN  = 1,    // 1.56v  
    VOL_MODE_TEMP_MAX,  
} uc_vol_mode_e;
```

- 注意  
该接口在不启动协议栈时使用。

## 12.11 设置降频

- 目的  
降频分频比设置
- 语法

```
void uc_wiota_set_freq_div(unsigned char div_mode);
```

- 描述  
设置降频分频比
- 返回值  
无。

- 参数

```
typedef enum {
    FREQ_DIV_MODE_1 = 0, // default: 96M
    FREQ_DIV_MODE_2 = 1, // 48M
    FREQ_DIV_MODE_4 = 2, // 24M
    FREQ_DIV_MODE_6 = 3, // 16M
    FREQ_DIV_MODE_8 = 4, // 12M
    FREQ_DIV_MODE_10 = 5, // 9.6M
    FREQ_DIV_MODE_12 = 6, // 8M
    FREQ_DIV_MODE_14 = 7, // 48/7 M
    FREQ_DIV_MODE_16 = 8, // 6M
    FREQ_DIV_MODE_MAX,
} uc_freq_div_mode_e;
```

- 注意  
该接口在不启动协议栈时使用，降频后系统运行速率会变慢。

## 12.12 paging发送唤醒

V3.1版本新增接口，V3.0版本以及之前暂不支持。

- 目的  
唤醒处于paging检测模式下的AP。  
只能在IDLE态发送唤醒信号，即未connect或者disconnect之后。
- 语法

```
void uc_wiota_paging_tx_start(void);
unsigned char uc_wiota_set_paging_tx_cfg(uc_lpm_tx_cfg_t *config);
void uc_wiota_get_paging_tx_cfg(uc_lpm_tx_cfg_t *config);
```

- 描述  
设置并发送唤醒信号。
- 返回值  
tx配置是否成功返回值。
- 参数  
config: 配置结构体指针  
freq: 频点  
spectrum\_idx: 频谱idx, 与系统配置相同  
symbol\_length: 取值0,1,2,3代表128,256,512,1024  
awaken\_id: 唤醒ID, 根据symbol length不同, 最大值不同, 当mode为0时, 最大值限制为[41,82,168,339] (可等于, 最小值为0, 实际可能变化, 以代码接口为准), 可根据接口uc\_wiota\_get\_awaken\_id\_limit获取; 当mode为1时, 最大值限制为[1023, 4095,16383, 65535] (可等于, 最小值为0, 不用接口获取! )  
send\_time: 最小值为接收端检测周期 (单位ms), 如果小于周期, 可能无法唤醒, 使用扩展ID模式时, 该时间必须与paging rx的detect\_time相同。  
bandwidth: 暂时只支持200K带宽, 即数值1  
mode: 为0时, 为默认模式, mode为1时, 为扩展ID模式, ID范围更大。
- 结构体



```
typedef struct
{
    unsigned char freq;
    unsigned char spectrum_idx;
    unsigned char bandwidth;
    unsigned char symbol_length;
    unsigned short awaken_id; // indicate which id should send
    unsigned char mode;      // 0: old id range(narrow), 1: extend id
                             range(wide)
    unsigned char reserved;  // re
    unsigned int send_time;  // ms, at least rx detect period
} uc_lpm_tx_cfg_t, *uc_lpm_tx_cfg_p;
```

- 注意
  - (1) 初始化协议栈之后，如果不设置，则为内部缺省值。
  - (2) 与系统配置类似，如果不想改变默认值，则先get，再修改，最后set。
  - (3) 扩展ID模式，第二个唤醒ID仅支持与第一个唤醒ID相同周期，进休眠不能32K时钟降频，paging tx的send time必须与paging rx的detect time相同！

## 12.13 唤醒输出电平初始化

- 目的  
本终端被唤醒后输出高电平，通知上位机已成功唤醒。
- 语法

```
int wake_out_pulse_init(void);
```

- 描述  
本终端被唤醒后，通过GPIO输出电平信号，通知上位机，默认为 `GPIO7`，当被唤醒时输出高电平，并保持设定的脉宽后输出低电平。GPIO及电平脉宽可通过静态数据或AT指令（AT+WAKEOUTPIN）配置。
- 返回值  
0 成功，-1 失败。
- 参数  
无。
- 注意  
本函数于同步3.0和异步3.03后在main函数中初始化。

## 13. 数据收发

### 13.1 设置数据传输速率

- 目的  
根据应用需求设置数据传输速率。
- 语法

```
void uc_wiota_set_data_rate(unsigned char rate_mode, unsigned short rate_value);
```

V3.0版本新增功能。

```
typedef struct
{
    unsigned short data_len;
    unsigned char is_right; // for recv data, not use now
    unsigned char reserved;
    unsigned char *data;
} uc_subf_data_t, *uc_subf_data_p;

unsigned char uc_wiota_add_subframe_data(uc_subf_data_p subf_data);
unsigned int uc_wiota_get_subframe_data_num(void);
void uc_wiota_set_subframe_data_limit(unsigned int num_limit);
```

- 描述

设置最大速率模式和级别，三种模式，与枚举UC\_DATA\_RATE\_MODE里对应。

(1) 第一种基本模式UC\_RATE\_NORMAL，是基本速率设置，有9档mcs速率级别（包括自动mcs），详见UC\_MCS\_LEVEL，默认为自动mcs，设置非自动mcs时同时关闭自动速率匹配功能。

(2) 在第一种模式的基础上，在[系统配置](#)中dlul\_ratio为1:2时，才能打开第二种模式UC\_RATE\_MID，打开该模式能够提高该帧结构情况下两倍速率，默认第二种模式开启状态。

(3) 在第一种模式的基础上，打开第三种模式UC\_RATE\_HIGH，能够提升（SUBFRAME\_NUM\_IN\_GOUP\*(1 <= group\_number)）倍单终端的速率，但是会影响网络中其他终端的上行，建议在大数据量快速传输需求时使用。

(4) 在第一种模式的基础上，打开子帧发送模式，会在子帧队列中有数据时，并且没有正常上行数据时，发送子帧数据，子帧模式为1时，每帧发送1个子帧数据，子帧模式为2时，并且在[系统配置](#)中dlul\_ratio为1:2时，每帧发送2个子帧数据。（V3.0版本新增功能）

备注：group\_number为系统配置中的参数。

备注：上述（3）中的SUBFRAME\_NUM\_IN\_GOUP为8

- 返回值

无。

- 参数

rate\_mode：枚举UC\_DATA\_RATE\_MODE。

rate\_value：当rate\_mode为UC\_RATE\_NORMAL时，rate\_value为枚举UC\_MCS\_LEVEL。

当rate\_mode为UC\_RATE\_MID时，rate\_value为0或1，表示关闭或打开。

当rate\_mode为UC\_RATE\_HIGH时，rate\_value为0，表示关闭，rate\_value为其他值，表示当实际发送数据量（byte）大于等于该值时才会真正开启该模式，常用建议设置rate\_value为100。

```
typedef enum {
    UC_RATE_NORMAL = 0,
    UC_RATE_MID,
    UC_RATE_HIGH,
    UC_RATE_SUBFRAME, // subframe mode, v3.0新增
} UC_DATA_RATE_MODE;

typedef enum {
    UC_MCS_LEVEL_0 = 0,
    UC_MCS_LEVEL_1,
    UC_MCS_LEVEL_2,
    UC_MCS_LEVEL_3,
    UC_MCS_LEVEL_4,
    UC_MCS_LEVEL_5,
    UC_MCS_LEVEL_6,
    UC_MCS_LEVEL_7,
    UC_MCS_AUTO = 8,
} UC_MCS_LEVEL;
```

BT\_0.3时在不同symbol length和不同MCS时，对应每帧传输的应用数据量（byte）。

(备注：下表中为单播数据包的数据量，如果是普通广播包，下表每项减2，如果是OTA包，下表每项减1)

symbol length	mcs0	mcs1	mcs2	mcs3	mcs4	mcs5	mcs6	mcs7
128	6	8	51	65	79	不支持	不支持	不支持
256	6	14	21	51	107	156	191	不支持
512	6	14	30	41	72	135	254	296
1024	6	14	30	62	107	219	450	618

初始化协议栈时默认打开自动速率匹配功能，调用该接口入参为0~7时，设置最大速率级别，同时关闭自动速率匹配功能，再次调用该接口入参为UC\_MCS\_AUTO（或者不是0~7）时，会打开自动速率匹配功能。

为了保证接入成功率，接入短消息暂只使用mcs0~3，由于其中需要携带user id，正常会再减去4个字节空间，实际给应用的数据量会比正常短消息少。

接入短消息的MCS还有其他限制（应用层可不关注），symbol length为128/256/512/1024时，接入短消息的MCS最高分别为1/2/3/3。

每帧时间长度（frameLen）的粗略计算表格（单位微妙，该表格并不绝对准确）：

计算公式暂不公开，如需要可使用接口uc\_wiota\_get\_frame\_len获取（v0.13版本及之后提供该接口）

dlul_ratio	group_number	symbol_length	frameLen(us)
0	0	0	73216
0	0	1	146432
0	0	2	292864
0	0	3	585728
0	1	0	138752
0	1	1	277504
0	1	2	555008
0	2	0	269824
0	2	1	539648
0	3	0	531968
1	0	0	105984
1	0	0	211968
1	0	0	423936
1	0	0	208576

dlul_ratio	group_number	symbol_length	frameLen(us)
1	0	0	408576
1	0	0	400896

举例：[系统配置](#)中group\_number为0，dlul\_ratio为0，symbol\_length为1，则frameLen为146432 us

在此帧结构配置情况下，如果选择MCS2，则应用数据速率为  $8 \times 21 / 0.146432 = 1147$  bps (计算上行数据速率时，一般不考虑第一个包即随机接入包)。

- 注意  
一味提高速率，可能导致上行始终无法成功。

## 13.2 发送数据

- 目的  
发送数据给ap。
- 语法

```
UC_OP_RESULT uc_wiota_send_data(unsigned char* data, unsigned short len,
    unsigned short timeout, uc_send callback);
```

- 描述  
发送数据给ap，等待返回结果，提供两种模式。  
如果回调函数不为NULL，则非阻塞模式，成功发送数据或者超时会调用callback返回结果。  
如果回调函数为NULL，则为阻塞模式，成功发送数据或者超时该函数才会返回结果。
- 返回值  
阻塞模式时该返回值有效。

```
typedef enum {
    UC_OP_SUCC = 0,
    UC_OP_TIMEOUT,
    UC_OP_FAIL,
} UC_OP_RESULT;
```

- 参数  
data：需要传输的数据的头指针。  
len：数据长度，数据最长为**310字节**。  
callback：回调函数，非阻塞时处理返回结果。  
timeout：超时时间，单位ms，范围1~65534ms
- 结构体

```
typedef struct {
    unsigned int    result;
    unsigned char*  oriPtr;
} uc_send_back_t; *uc_send_back_p;

typedef void (*uc_send)(uc_send_back_p send_result);
```

result：返回结果，UC\_OP\_RESULT。  
oriPtr：返回原数据的地址，方便应用确认对应数据。

- 注意
  - (1) 在收到返回结果之前不能释放data内存，并且需要预留2字节的空间给底层CRC使用，比如数据len为101，则申请data\_buffer大小为103，可参考at\_wiotasend\_setup的代码实现。
  - (2) 不能在callback函数里释放内存。
  - (3) 数据最长为310字节，数据超过310将被丢掉。如果应用层需要传超过310字节的数据，建议自己先分包。
  - (4) 在返回结果之前（包括回调函数结果之前），该函数不支持连续调用，否则会直接返回UC\_OP\_FAIL（回调函数也一样）。

### 13.3 被动接收数据接口注册

- 目的  
被动接收数据。
- 语法

```
void uc_wiota_register_recv_data_callback(uc_recv
callback, UC_CALLBACK_DATA_TYPE type);
```

- 描述  
注册一个接收数据的被动回调函数，只需要系统启动后注册一次即可，每当iote收到普通数据（包括广播、OTA，即UC\_RECV\_DATA\_TYPE中前6种消息）时，会调用该回调函数上报数据，接收UC\_RECV\_MSG时，才可能出现result为UC\_OP\_FAIL，此时表示CRC错误，同时data为NULL。  
注册一个接收协议栈状态信息的回调函数，只需要系统启动后注册一次即可，目前只有2种状态信息（即UC\_RECV\_DATA\_TYPE中的UC\_RECV\_SYNC\_LOST和UC\_RECV\_IDLE\_PAGING）。结果中只有type有效，其余参数均为0。
- 返回值  
无。
- 参数  
回调函数用于接收数据结果。
- 结构体

```
typedef struct {
    u8_t    result; // UC_OP_RESULT
    u8_t    type;   // UC_RECV_DATA_TYPE
    u16_t   data_len;
    u8_t*   data;
}uc_recv_back_t,*uc_recv_back_p;

typedef enum {
    UC_RECV_MSG = 0, // UC_CALLBACK_NORAMAL_MSG, normal msg from ap
    UC_RECV_BC,    // UC_CALLBACK_NORAMAL_MSG, broadcast msg from ap
    UC_RECV_OTA,    // UC_CALLBACK_NORAMAL_MSG, ota msg from ap
    UC_RECV_MULT0,  // UC_CALLBACK_NORAMAL_MSG, multicast0 msg from ap
    UC_RECV_MULT1,  // UC_CALLBACK_NORAMAL_MSG, multicast1 msg from ap
    UC_RECV_MULT2,  // UC_CALLBACK_NORAMAL_MSG, multicast2 msg from ap
    UC_RECV_SCAN_FREQ, // UC_CALLBACK_NORAMAL_MSG, result of freq scan by
    riscv
    UC_RECV_SYNC_LOST, // UC_CALLBACK_STATE_INFO, sync lost notify by riscv,
    need scan freq
    UC_RECV_IDLE_PAGING, // v2.8新增 UC_CALLBACK_STATE_INFO, when idle
    state, recv ap's paging signal
    UC_RECV_VOICE = 9, // v3.0新增 UC_CALLBACK_NORAMAL_MSG, voice msg
    from ap
}
```

```

}UC_RECV_DATA_TYPE;

typedef enum {
    UC_CALLBACK_NORMAL_MSG = 0,
    UC_CALLBACK_STATE_INFO,
}UC_CALLBACK_DATA_TYPE;

typedef void (*uc_recv)(uc_recv_back_p recv_data);

```

## 13.4 主动接收数据

- 目的  
iote主动向ap申请下行数据。
- 语法

```

void uc_wiota_recv_data(uc_recv_back_p recv_result, unsigned short timeout,
uc_recv callback);

```

- 描述  
发送申请给ap，等待返回数据结果，提供两种模式。  
如果回调函数不为NULL，则非阻塞模式，成功收到数据或者超时后会调用callback返回数据和结果。  
如果回调函数为NULL，则为阻塞模式，成功收到数据或者超时该函数才会返回数据结果。  
该回调函数与被动接收的回调注册函数不冲突，应用可根据自身需求设置。
- 返回值  
recv\_result:阻塞模式时，返回的结果。
- 参数  
timeout: 超时时间，单位ms。  
callback: 回调函数，非阻塞时处理返回结果。
- 结构体  
参见上述接口。

## 13.5 设置CRC校验开关

- 目的  
设置CRC校验开关。
- 语法

```

void uc_wiota_set_crc(unsigned short crc_limit);

```

- 描述  
开关协议层的CRC，并设置校验长度的标准。  
如果crc\_limit为0，表示关闭CRC校验功能。  
如果crc\_limit大于0，表示数据长度大于等于crc\_limit时，才打开CRC校验功能，所以crc\_limit设置为1，则可表示任意长度的数据均加CRC。
- 返回值  
无。
- 参数  
crc\_limit: 校验长度限制。

- 注意  
终端和AP的crc\_limit设置需要一致!

## 13.6 设置组播ID列表

- 目的  
初始化之后设置组播ID，系统启动后会自动开始组播接收。
- 语法

```
void uc_wiota_set_multicast_id_list(unsigned int *multicast_id_list);
```

- 描述  
设置0~3个组播ID，系统启动后会自动接收该ID对应的组播数据。  
组播ID和userID类似，也是32bit长度。
- 返回值  
无。
- 参数  
multicast\_id\_list: 数组指针头，数组个数只能为3，编号依次为0/1/2，如果不需要，对应id设为0即可。
- 注意  
如果设置为0，则代表取消该编号的组播ID配置。

## 13.7 设置上行数据包重发次数

- 目的  
协议分包后，每包发送时，默认尝试次数为5，达到该次数后，认为发送失败，停止发送并上报给上层。可配置该发送次数。v2.8版本新增接口。
- 语法

```
u8_t uc_wiota_get_sm_resend_times(void);  
void uc_wiota_set_sm_resend_times(u8_t resend_times);
```

- 描述  
设置上行数据包重发次数。
- 返回值  
无。
- 参数  
resend\_times: 发送总次数，默认值为5。可配置最小值为1，表示只发一次。最大不建议超过6次。
- 注意

## 13.8 计算CRC

- 目的  
计算CRC函数。（v3.0新增接口）
- 语法

```

#define CRC8_LEN 1
#define CRC16_LEN 2
#define CRC32_LEN 4

unsigned char uc_wiota_crc8_calc(unsigned char *data, unsigned int
data_len);
unsigned short uc_wiota_crc16_calc(unsigned char *data, unsigned int
data_len);
unsigned int uc_wiota_crc32_calc(unsigned char *data, unsigned int
data_len);

```

- 描述  
计算不同长度的CRC。不支持修改多项式和初始值。
- 返回值  
CRC。
- 参数  
data: 数据指针。  
data\_len: 数据长度。
- 注意  
无。

## 13.9 计算随机数

- 目的  
计算随机数，伪随机数。（v3.0新增接口）
- 语法

```

#define UC_ALGO_MULTIPLIER 0x15a4e35
#define UC_ALGO_INCREMENT 0x1

void uc_wiota_algo_srand(unsigned int seedSet);
unsigned int uc_wiota_algo_rand(void);

```

- 描述  
计算伪随机数。
- 返回值  
随机数，32位。
- 参数  
seedSet: 初始设置种子，如果种子一样，则获取的随机数是一样的，实现原理与C语言中的rand函数一致。
- 注意  
无。

## 13.10 数据暂存初始化

- 目的  
用于启用数据暂存功能初始化。
- 语法

```

int at_wiota_gpio_report_init(void);

```



- 描述  
用于启用数据暂存功能初始化。该功能启用后，当连接本模块的MCU或上位机处于休眠状态，可通过本函数指定的GPIO作为唤醒信号（默认GPIO2），数据暂存默认可以存5条WIOTA数据。GPIO及电平脉宽可通过静态数据或AT指令（AT+PULSEWIDTH）配置。
- 返回值  
0 成功，-1 失败。
- 参数  
无。
- 注意  
本函数于同步3.0和异步3.03后在main函数中初始化。

## 14. 时间相关

### 14.1 获取当前rf cnt

- 目的  
获取当前rf cnt
- 语法

```
unsigned int uc_wiota_get_curr_rf_cnt(void);
```

- 描述  
获取当前rf cnt
- 返回值  
curr rf cnt：单位us，重新初始化协议栈时，rf会重置，rf会重新从0开始，范围32bit，大约4295秒也会翻转。
- 参数  
无。
- 结构体  
无。

### 14.2 获取帧头时间

- 目的  
获取帧头和帧中下行上行切换时间点。（v3.1新增）
- 语法

```
void uc_wiota_get_frame_head_rf_cnt(uc_frame_head_p frame_head_info);
typedef struct
{
    unsigned char is_valid;
    unsigned char reserved0;
    unsigned short reserved1;
    unsigned int frame_head;
    unsigned int frame_mid;
} uc_frame_head_t, *uc_frame_head_p;
```

- 描述  
获取当前帧的帧头，根据帧长可计算出下一帧或下下帧的帧头时刻，之后再使用uc\_wiota\_get\_curr\_rf\_cnt查询，可设timer准确定时到想要的帧头时间，完成例如控制LNA等射频控制的需求。

- 返回值  
is\_valid: 时间是否有效  
frame\_head: 当前帧的帧头rf cnt  
frame\_mid: 当前帧的下行和上行切换的rf cnt
- 参数  
无
- 结构体  
参见上述接口。

## 14.3 获取世界时间

- 目的  
获取世界时间 (gps)
- 语法

```
void uc_wiota_get_gps_info(uc_gps_time_p gps_info);
typedef struct
{
    unsigned char is_valid;    // if info valid
    unsigned char reserved0;   // re
    unsigned short reserved1; // re1
    unsigned int  gps_time_us; // gps time us remainder of second, 0~999999 us
    unsigned int  gps_time_s;  // gps time second
    unsigned int  rf_cnt_us;   // frame head
    unsigned int  rf_cnt_curr; // curr dfe
} uc_gps_time_t, *uc_gps_time_p;
```

- 描述  
世界时间与rf\_cnt\_us的时间戳对应，之后再使用 uc\_wiota\_get\_curr\_rf\_cnt，可换算出当前世界时间。
- 返回值  
is\_valid: gps时间是否有效  
gps\_time\_us: gps时间的微妙 (模1秒的余数)  
gps\_time\_s: gps时间的秒  
rf\_cnt\_us: 与gps对应的rf cnt时间戳，单位us  
rf\_cnt\_curr: 当前rf cnt，一般比rf\_cnt\_us大
- 参数  
无
- 结构体  
参见上述接口。

## 15. 调试相关

### 15.1 设置WIoTa log开关

- 目的  
设置协议层的log开关。
- 语法

```
void uc_wiota_log_switch(unsigned char log_type, unsigned char is_open);
typedef enum {
    UC_LOG_UART = 0,
    UC_LOG_SPI,
}UC_LOG_TYPE;
```

- 描述  
开关协议层的log，包括uart和spi两种。
- 返回值  
无。
- 参数  
log\_type：uart和spi两种。  
is\_open：是否开启该log。
- 结构体  
参见上述接口。

## 15.2 WIoTa统计信息获取

- 目的  
获取WIoTa的统计信息。
- 语法

```
unsigned int uc_wiota_get_stats(unsigned char type);
void uc_wiota_get_all_stats(uc_stats_info_p stats_info_ptr);
void uc_wiota_reset_stats(unsigned char type);
```

- 描述  
获取/重置/增加某个/所有统计信息的计数。
- 返回值  
uc\_wiota\_get\_stats：返回对应type的统计计数。  
stats\_info\_ptr：本地统计信息表，用来获取所有统计信息。
- 参数  
type：UC\_STATS\_TYPE，与uc\_stats\_info\_t的参数一一对应。  
注意，在uc\_wiota\_get\_stats中type为0，则返回无效值0。
- 结构体

```
typedef struct {
    unsigned int rach_fail;
    unsigned int active_fail;
    unsigned int ul_succ;
    unsigned int dl_fail;
    unsigned int dl_succ;
    unsigned int bc_fail;
    unsigned int bc_succ;
    unsigned int ul_sm_succ;
    unsigned int ul_sm_total;
}uc_stats_info_t,*uc_stats_info_p;

typedef enum {
    UC_STATS_READ = 0,
    UC_STATS_WRITE,
```

```

}UC_STATS_MODE;

typedef enum {
    UC_STATS_TYPE_ALL = 0,
    UC_STATS_RACH_FAIL,
    UC_STATS_ACTIVE_FAIL,
    UC_STATS_UL_SUCC,
    UC_STATS_DL_FAIL,
    UC_STATS_DL_SUCC,
    UC_STATS_BC_FAIL,
    UC_STATS_BC_SUCC,
    UC_STATS_UL_SM_SUCC,
    UC_STATS_UL_SM_TOTAL,
    UC_STATS_TYPE_MAX,
}UC_STATS_TYPE;

```

- 结构体描述

UC\_STATS\_RACH\_FAIL: 接入失败次数。

UC\_STATS\_ACTIVE\_FAIL: 连接态发送失败次数。

UC\_STATS\_UL\_SUCC: 上行发送成功次数。

UC\_STATS\_DL\_FAIL: 下行接收失败次数（收完整段数据校验CRC错误）。

UC\_STATS\_DL\_SUCC: 下行接收成功次数。

UC\_STATS\_BC\_FAIL: 广播接收失败次数。

UC\_STATS\_BC\_SUCC: 广播接收成功次数。

UC\_STATS\_UL\_SM\_SUCC: 上行短消息成功次数。

UC\_STATS\_UL\_SM\_TOTAL: 上行短消息总发送次数。

## 15.3 设置指示灯开关

- 目的

开关指示灯，在二次开发版本中，可关闭指示灯，即停止协议栈对相应GPIO（2/3/7/16/17）的操作，避免冲突。

- 语法

```
void uc_wiota_light_func_enable(unsigned char func_enable);
```

- 描述

开启或关闭协议栈运行状态及上下行数据的指示灯，默认关闭。

- 返回值

无。

- 参数

func\_enable: 开关指示灯功能。

- 注意