

WS73V100 BLE 和 Wi-Fi 小型化

开发指南

文档版本 02

发布日期 2024-10-25

前言

概述

本文档详细的描述了 WS73V100 BLE 蓝牙和 Wi-Fi 小型化开发指导，同时提供了常见的问题解答及故障处理方法。





读者对象


本文档主要适用以下工程师：

- 技术支持工程师
- 软件开发工程师

符号约定

在本文中可能出现下列标志，它们所代表的含义如下。

符号	说明
 危险	表示如不可避免则将会导致死亡或严重伤害的具有高等级风险的危害。
 警告	表示如不可避免则可能导致死亡或严重伤害的具有中等级风险的危害。
 注意	表示如不可避免则可能导致轻微或中度伤害的具有低等级风险的危害。
 须知	用于传递设备或环境安全警示信息。如不可避免则可能会导致设备损坏、数据丢失、设备性能降低或其它不可预知的结果。

符号	说明
	“须知”不涉及人身伤害。
 说明	对正文中重点信息的补充说明。 “说明”不是安全警示信息，不涉及人身、设备及环境伤害信息。

修改记录

文档版本	发布日期	修改说明
02	2024-10-25	<ul style="list-style-type: none">更新“1 BLE 小型化使用和开发指导”章节内容。更新“2.1 小型化的编译配置”章节内容。更新“2.2 小型化版本编译”章节内容。更新“2.4 小型化版本特性差异”章节内容。
01	2024-08-09	第一次正式版本发布。

目 录

前言	i
1 BLE 小型化使用和开发指导	1
1.1 驱动编译	1
1.2 协议栈获取	2
1.3 开发流程	2
1.3.1 gap 层接口	2
1.3.1.1 概述	2
1.3.1.2 使用场景	2
1.3.1.3 功能	2
1.3.1.4 开发流程	5
1.3.1.5 返回值	6
1.3.1.6 注意事项	7
1.3.2 gatt server 层接口	7
1.3.2.1 概述	7
1.3.2.2 使用场景	7
1.3.2.3 功能	7
1.3.2.4 开发流程	10
1.3.3 gatt client 层接口	11
1.3.3.1 概述	11
1.3.3.2 使用场景	11
1.3.3.3 功能	11
1.3.3.4 开发流程	12
1.3.3.5 错误码	13
1.4 错误码	14

1.5 BLE 功率档位定制	15
1.5.1 概述	15
1.5.2 开发流程	15
1.6 sample 示例	16
1.6.1 ble_gatt_client 使用指导	17
1.6.2 ble_uuid_server 使用指导	18
1.6.3 测速	20
1.7 AT 指令指南	20
2 Wi-Fi 小型化使用说明	21
2.1 小型化的编译配置	21
2.2 小型化版本编译	21
2.3 工具自定义裁减	22
2.4 小型化版本特性差异	22
2.4.1 小型化 V1.0 版本	23
2.4.2 小型化 V2.0 版本	26

1 BLE 小型化使用和开发指导

WS73V100 通过 API (Application Programming Interface) 面向开发者提供 BLE 功能的开发和应用接口, 包括 GAP、GATT server 和 GATT client 接口。

各组件功能说明如下:

- GAP: 通用访问协议 (Generic Access Profile), 包含蓝牙本地设置和低功耗蓝牙的发现和连接接口。
- GATT: 通用属性协议 (Generic Attribute Profile), 包含服务注册、服务发现等功能相关接口。

1.1 驱动编译

1.2 协议栈获取

1.3 开发流程

1.4 错误码

1.5 BLE 功率档位定制

1.6 sample 示例

1.7 AT 指令指南

1.1 驱动编译

参考《WS73V100 Linux 平台驱动移植 用户指南》。

1.2 协议栈获取

查看 WS73 SDK 中"application/lib"文件夹下是否有对应主控文件夹，若有可使用对应主控中的协议栈；否则需要提供主控对应的交叉编译工具链给原厂，原厂编译协议栈后提供给客户。

1.3 开发流程

1.3.1 gap 层接口

1.3.1.1 概述

GAP 实现蓝牙设备开关控制、设备信息管理、广播管理、主动连接和断开连接等功能。

1.3.1.2 使用场景

打开蓝牙设备开关是使用蓝牙功能的首要条件，蓝牙启动后可进行设备信息管理，包括获取与设置本地设备名称、获取本地设备地址、获取配对信息、获取远端设备名称/设备类型/接收信号强度等。

当蓝牙设备需要被动与对端设备建立连接时，可设置广播参数并启动广播等待对端连接；当蓝牙设备需要主动与对端设备建立连接时，可向对端发起主动连接；当对端地址已知时，用户可直接向对端发起主动连接；当对端地址未知时，可打开蓝牙设备的扫描功能，获取正在广播的设备信息，并向对端发起主动连接；当蓝牙设备处于连接状态时，可获取设备连接信息；当蓝牙设备不需要与对端设备保持连接时，可主动断开连接。

1.3.1.3 功能

GAP 提供的接口如表 1-1 所示。

表1-1 GAP 接口说明

接口名称	描述	入参说明	返回信息说明
enable_ble	使能 BLE。	-	接口返回值：错误码。
disable_ble	去使能 BLE。	-	接口返回值：错误码。

接口名称	描述	入参说明	返回信息说明
bts_dev_manager_register_callbacks	enable 和 disable 结果回调注册函数。	func: enable 和 disable 回调函数。	接口返回值: 错误码。
gap_ble_set_local_addr	设置本地设备地址。	mac: 本地设备地址指针; len: 本地设备地址长度。	接口返回值: 错误码。
gap_ble_get_local_addr	获取本地设备地址。	mac: 本地设备地址指针; len: 本地设备地址长度。	本地设备地址存储在入参 mac 中; 接口返回值: 错误码。
gap_ble_set_local_name	设置本地设备名称。	local_name: 本地设备名称指针; length: 本地设备名称长度。	接口返回值: 错误码。
gap_ble_set_local_appearance	设置本地设备 appearance。	appearance: 本地设备外貌。	接口返回值: 错误码。
gap_ble_get_local_name	获取本地设备名称。	local_name: 本地设备名称指针; length: 本地设备名称长度。	本地设备名称存储在入参 local_name 中; 接口返回值: 错误码。
gap_ble_get_paired_devices_number	获取 BLE 配对设备数量。	number: 配对设备数量指针。	配对设备数量存储在入参 number 中; 接口返回值: 错误码。

接口名称	描述	入参说明	返回信息说明
gap_ble_get_paired_devices	获取 BLE 配对设备。	number: 配对设备数量指针; addr: 配对设备地址指针。	配对设备数量存储在入参 number 中; 配对设备地址存储在入参 addr 中; 接口返回值: 错误码。
gap_ble_get_pair_state	获取 BLE 设备的配对状态。	addr: 对端设备地址。	接口返回值: 配对状态 (GAP_PAIR_NONE、GAP_PAIR_PAIRING、GAP_PAIR_PAIRING) 。
gap_ble_remove_all_pairs	删除所有配对设备。	-	接口返回值: 错误码。
gap_ble_remove_pair	删除配对设备。	addr: 配对设备地址。	接口返回值: 错误码。
gap_ble_disconnect_remote_device	断开 BLE 设备连接。	addr: 对端设备地址。	接口返回值: 错误码。
gap_ble_connect_remote_device	与设备建立 ACL 连接。	addr: 对端设备地址。	接口返回值: 错误码。
gap_ble_pair_remote_device	与已连接设备进行配对。	addr: 对端设备地址。	接口返回值: 错误码。
gap_ble_connect_param_update	连接参数更新。	params: 待更新连接参数。	接口返回值: 错误码。
gap_ble_set_adv_data	设置 BLE 广播数据。	adv_id: 广播 id; data: 设置的广播数据。	接口返回值: 错误码。
gap_ble_set_adv_param	设置广播参数。	adv_id: 广播 id; param: 设置	接口返回值: 错误码。

接口名称	描述	入参说明	返回信息说明
		的广播数据。 注：使用板端地址发送广播时，own_addr 应设置成全 0。	
gap_ble_start_adv	启动 BLE 广播。	adv_id：广播 id。	接口返回值：错误码。
gap_ble_stop_adv	停止 BLE 广播。	adv_id：广播 id。	接口返回值：错误码。
gap_ble_set_scan_parameters	设置扫描参数。	param：设置的扫描参数。	接口返回值：错误码。
gap_ble_start_scan	启动扫描。	-	接口返回值：错误码。
gap_ble_stop_scan	停止扫描。	-	接口返回值：错误码。
gap_ble_register_callbacks	注册 BLE GAP 回调。	func：用户回调函数。	接口返回值：错误码。
bth_ota_init	初始化 bth ota 通道。 注：在收到 ble 使能成功的回调之后调用。	-	接口返回值：错误码。

1.3.1.4 开发流程

GAP 开发的具体编程实例可参考 application/samples/bt。

GAP 开发的典型流程（指令中的数据请参见《WS73V100 命令使用指南》自行修改）。

Slave

- 步骤 1 调用 `bts_dev_manager_register_callbacks` 注册蓝牙 enable 和 disable 执行结果回调函数。
- 步骤 2 调用 `gap_ble_register_callbacks` 注册用户回调函数。
- 步骤 3 调用 `enable_ble`，打开蓝牙开关。
- 步骤 4 调用 `gap_ble_set_local_addr`，设置本地蓝牙地址。
- 步骤 5 调用 `gap_ble_set_local_name`，设置本地设备名称。
- 步骤 6 调用 `gap_ble_set_adv_param`，设置广播参数。
- 步骤 7 调用 `gap_ble_set_adv_data`，设置广播数据。
- 步骤 8 调用 `gap_ble_start_adv`，启动广播。

----结束

Master

- 步骤 1 调用 `bts_dev_manager_register_callbacks` 注册蓝牙 enable 和 disable 执行结果回调函数。
- 步骤 2 调用 `gap_ble_register_callbacks` 注册用户回调函数。
- 步骤 3 调用 `enable_ble`，打开蓝牙开关。
- 步骤 4 调用 `gap_ble_set_local_addr`，设置本地蓝牙地址。
- 步骤 5 调用 `gap_ble_set_local_name`，设置本地设备名称。
- 步骤 6 调用 `gap_ble_set_scan_parameters`，设置扫描参数。
- 步骤 7 调用 `gap_ble_start_scan`，启动扫描。
- 步骤 8 调用 `gap_connect_remote_device`，连接到目标设备。
- 步骤 9 调用 `gap_ble_pair_remote_device`，与目标设备配对。

----结束

1.3.1.5 返回值

获取配对状态返回值如表 1-2 所示。

表1-2 返回值描述

序号	定义	实际数值	描述
1	GAP_PAIR_NONE	1	未配对。
2	GAP_PAIR_PAIRING	2	配对中。
3	GAP_PAIR_PAIRRED	3	已配对。

1.3.1.6 注意事项

- WS73V100 产品可支持 8 路蓝牙连接。
- 若扫描不到设备，请先检查设备是否已在配对设备列表中，或者设备是否已与其他设备配对（此情况下需要先清除设备端配对信息）。

1.3.2 gatt server 层接口

1.3.2.1 概述

GATT 是一个基于蓝牙 GAP 连接的发送和接收数据的通用规范，支持在两个蓝牙设备间进行数据传输。

1.3.2.2 使用场景

GATT server 主要接收对端设备的命令和请求，给对端设备发送响应、指示或者通知。

1.3.2.3 功能

GATT server 提供的接口如表 1-3 所示。

表1-3 GATT server 接口说明

接口名称	描述	入参说明	返回信息说明
gatts_register_server	Gatt server 注册。根据传入的 UUID 注册 server，回调函数返回 server 接口 ID。 注：目前只支持注册一个 GATT server。	app_uuid：应用 UUID 指针； server_id：服务端 ID 指针。	服务端 ID 存储在 server_id 中； 接口返回值：错误码。

接口名称	描述	入参说明	返回信息说明
gatts_unregister_server	注销 gatt 服务端。	server_id: 服务器 ID。	接口返回值: 错误码。
gatts_add_service	添加 service。	server_id: 服务器 ID; service_uuid: 服务 UUID; is_primary: 是否是首要服务。	接口返回值: 错误码。
gatts_add_characteristic	添加 characteristic 到指定的 service。	server_id: 服务器 ID; service_handle: 服务句柄; character: 特征信息。	接口返回值: 错误码。
gatts_add_descriptor	添加 descriptor 到对应的 characteristic。 包含当前 Characteristic 的描述信息、配置信息、表示格式信息等。	server_id: 服务器 ID; service_handle: 服务句柄; descriptor: 描述符信息。	接口返回值: 错误码。
gatts_add_service_sync	添加一个 gatt 服务同步接口, 服务句柄同步返回。	server_id: 服务器 ID; service_uuid: 服务 UUID; is_primary: 是否是首要服务; handle: 服务句柄指针。	服务句柄存储在 handle 中; 接口返回值: 错误码。
gatts_add_characteristic_sync	添加一个 gatt 特征同步接口, 特征句柄同步	server_id: 服务器 ID;	特征句柄存储在 handle 中;

接口名称	描述	入参说明	返回信息说明
	返回。	service_handle: 服务 UUID; character: GATT 特征; handle: 特征句柄指针。	接口返回值: 错误码。
gatts_add_descriptor_sync	添加一个 gatt 特征描述符同步接口, 特征描述符句柄同步返回。	server_id: 服务器 ID; service_handle: 服务 UUID; character: 特征描述符; handle: 特征描述符句柄指针。	特征描述符句柄存储在 handle 中; 接口返回值: 错误码。
gatts_start_service	启动 service。	server_id: 服务器 ID; service_handle: 服务句柄。	接口返回值: 错误码。
gatts_delete_all_services	删除所有 GATT 服务。	server_id: 服务器 ID;	接口返回值: 错误码。
gatts_send_response	用户发送响应。	server_id: 服务器 ID; conn_id: 连接 ID; param: 响应参数。	接口返回值: 错误码。
gatts_notify_indicate	给远端 client 发送 indication/notification。	server_id: 服务器 ID; conn_id: 连接 ID; param: 通知或指示参数。	接口返回值: 错误码。
gatts_notify_indicate_by_uuid	按照 UUID 给远端	server_id: 服务器	接口返回值: 错误码。

接口名称	描述	入参说明	返回信息说明
uid	client 发送 indication/notification。	ID; conn_id: 连接 ID; param: 通知或指示参数。	误码。
gatts_set_mtu_size	在连接之前设置服务端接收 mtu。	server_id: 服务器 ID; mtu_size: 服务端接收 mtu 值。	接口返回值: 错误码。
gatts_register_callbacks	注册 GATT server 回调函数。	func: 用户回调函数。	接口返回值: 错误码。

1.3.2.4 开发流程

开发流程

GATT server 开发具体编程实例可参考 application/samples/bt。

GATT server 开发的典型流程：添加服务和特征及描述信息并启动服务。

- 步骤 1 调用 `bts_dev_manager_register_callbacks` 注册蓝牙 enable 和 disable 执行结果回调函数。
- 步骤 2 调用 `gatts_register_callbacks`，注册 GATT server 用户回调函数。
- 步骤 3 调用 `enable_ble`，打开蓝牙开关。
- 步骤 4 调用 `gatts_register_server`，创建一个 server。
- 步骤 5 调用 `gatts_add_service`，根据 UUID 创建 service。
- 步骤 6 调用 `gatts_add_characteristic`，对创建的服务添加特征值。
- 步骤 7 调用 `gatts_add_descriptor`，对服务中的特征添加描述信息。
- 步骤 8 调用 `gatts_start_service`，启动 service。
- 步骤 9 启动广播，等待对端连接。

步骤 10 被对端使能为“可通知”后，调用 `gatts_notify_indicate` 或 `gatts_notify_indicate_by_uuid` 向对端发起特征值通知。

---结束

1.3.3 gatt client 层接口

1.3.3.1 概述

GATT 是一个基于蓝牙 GAP 连接的发送和接收数据的通用规范，支持在两个蓝牙设备间进行数据传输。

1.3.3.2 使用场景

GATT client 主要给对端发送命令和请求，接收对端回复的响应、指示和通知。

1.3.3.3 功能

GATT client 提供的接口如表 1-4 所示。

表1-4 GATT client 接口说明

接口名称	描述	入参说明	返回信息说明
<code>gattc_register_client</code>	注册 GATT client。	<code>app_uuid</code> : 应用 UUID; <code>client_id</code> : 客户端 ID 指针。	客户端 ID 存储在 <code>client_id</code> 中; 接口返回值: 错误码。
<code>gattc_unregister_client</code>	取消注册 GATT client。	<code>client_id</code> : 客户端 ID。	接口返回值: 错误码。
<code>gattc_discover_service</code>	发现服务。	<code>client_id</code> : 客户端 ID; <code>conn_id</code> : 连接 ID; <code>uuid</code> : 服务 UUID。	接口返回值: 错误码。
<code>gattc_discover_character</code>	发现特征。	<code>client_id</code> : 客户端 ID; <code>conn_id</code> : 连接 ID; <code>param</code> : 发现的特征参数。	接口返回值: 错误码。

接口名称	描述	入参说明	返回信息说明
<code>gattc_discover_descriptor</code>	发现特征描述符。	<code>client_id</code> : 客户端 ID; <code>conn_id</code> : 连接 ID; <code>character_handle</code> : 特征声明句柄。	接口返回值: 错误码。
<code>gattc_read_req_by_handle</code>	发起按照句柄读取请求。	<code>client_id</code> : 客户端 ID; <code>conn_id</code> : 连接 ID; <code>handle</code> : 句柄。	接口返回值: 错误码。
<code>gattc_read_req_by_uuid</code>	发起按照 UUID 读取请求。	<code>client_id</code> : 客户端 ID; <code>conn_id</code> : 连接 ID; <code>param</code> : 按照 UUID 读取请求参数。	接口返回值: 错误码。
<code>gattc_write_req</code>	发起写请求。	<code>client_id</code> : 客户端 ID; <code>conn_id</code> : 连接 ID; <code>param</code> : 写请求参数。	接口返回值: 错误码。
<code>gattc_write_cmd</code>	发起写命令。	<code>client_id</code> : 客户端 ID; <code>conn_id</code> : 连接 ID; <code>param</code> : 写命令参数。	接口返回值: 错误码。
<code>gattc_exchange_mtu_req</code>	发送交换 mtu 请求。	<code>client_id</code> : 客户端 ID; <code>conn_id</code> : 连接 ID; <code>mtu_size</code> : 客户端接收 mtu。	接口返回值: 错误码。
<code>gattc_register_callbacks</code>	注册 GATT client 回调函数。	<code>func</code> : 用户回调函数。	接口返回值: 错误码。

1.3.3.4 开发流程

GATT client 开发的具体编程实例可参考 `application/samples/bt`。

GATT client 开发的典型流程：连接对端设备，发现对端设备的服务，读写对端特征值，订阅对端的通知或者指示。

- 步骤 1 调用 `bts_dev_manager_register_callbacks` 注册蓝牙 enable 和 disable 执行结果回调函数。
- 步骤 2 调用 `gap_ble_register_callbacks` 注册用户回调函数
- 步骤 3 调用 `gattc_register_callbacks`，注册 GATT client 用户回调函数。
- 步骤 4 调用 `enable_ble`，打开蓝牙开关。
- 步骤 5 调用 `gattc_register_client`，创建一个 client。
- 步骤 6 递归调用 `gattc_discovery_service`、`gattc_discovery_character` 和 `gattc_discovery_descriptor`，获取对端的属性数据库。
- 步骤 7 调用 `gattc_write_req` 或 `gattc_write_cmd` 将关注的对端特征的客户端特征配置写为 0x0001 或 0x0002，设置为前者时可收到关注特征的特征通知，设置为后者时可收到关注特征的特征指示。
- 步骤 8 调用相应读写接口操作 GATT server 的特征和描述符。

----结束

1.3.3.5 错误码

序号	定义	实际数值	描述
1	ERRCODE_BT_SUCCESS	0x0	执行成功。
2	ERRCODE_BT_FAIL	0x80006000	执行失败错误码。
3	ERRCODE_BT_NOT_READY	0x80006001	执行状态未就绪错误码。
4	ERRCODE_BT_MALLOC_FAIL	0x80006002	内存不足错误码。
5	ERRCODE_BT_MEMCPY_FAIL	0x80006003	内存拷贝错误错误码。
6	ERRCODE_BT_BUSY	0x80006004	繁忙无法响应错误码。
7	ERRCODE_BT_DONE	0x80006005	执行完成错误码。

序号	定义	实际数值	描述
8	ERRCODE_BT_UN SUPPORTED	0x80006006	不支持错误码。
9	ERRCODE_BT_PARAM_ERR	0x80006007	无效参数错误码。
10	ERRCODE_BT_STATE_ERR	0x80006008	状态错误。
11	ERRCODE_BT_UNHANDLED	0x80006009	未处理错误码。
12	ERRCODE_BT_AUTH_FAIL	0x8000600A	鉴权失败错误码。
13	ERRCODE_BT_RMT_DEV_DOW N	0x8000600B	远端设备关闭错误码。
14	ERRCODE_BT_AUTH_REJEC TED	0x8000600C	鉴权被拒错误码。

1.4 错误码

序号	定义	实际数值	描述
1	ERRCODE_BT_SUCCESS	0x0	执行成功错误码。
2	ERRCODE_BT_FAIL	0x80006000	执行失败错误码。
3	ERRCODE_BT_NOT_READY	0x80006001	执行状态未就绪错误码。
4	ERRCODE_BT_MALLOC_FAIL	0x80006002	内存不足错误码。
5	ERRCODE_BT_MEMCPY_FAIL	0x80006003	内存拷贝错误错误码。
6	ERRCODE_BT_BUSY	0x80006004	繁忙无法响应错误码。
7	ERRCODE_BT_DONE	0x80006005	执行完成错误码。
8	ERRCODE_BT_UN SUPPORTED	0x80006006	不支持错误码。
9	ERRCODE_BT_PARAM_ERR	0x80006007	无效参数错误码。

序号	定义	实际数值	描述
10	ERRCODE_BT_STATE_ERR	0x80006008	状态错误。
11	ERRCODE_BT_UNHANDLED	0x80006009	未处理错误码。
12	ERRCODE_BT_AUTH_FAIL	0x8000600A	鉴权失败错误码。
13	ERRCODE_BT_RMT_DEV_DO WN	0x8000600B	远端设备关闭错误码。
14	ERRCODE_BT_AUTH_REJEC TED	0x8000600C	鉴权被拒错误码。

1.5 BLE 功率档位定制

1.5.1 概述

WS73V100 支持 8 个档位：-6、-2、2、6、10、14、16、20。

支持通过 ws73_cfg.ini 的 bt_maxpower 配置最高功率档位：

bt_maxpower=7, (默认值) 表示有8个档位, 分别是-6, -2, 2, 6, 10, 14, 16, 20

bt_maxpower=5, 表示有6个档位, 分别是-6, -2, 2, 6, 10, 14

1.5.2 开发流程

根据 BLE 官方协议要求, 通过广播下发的 tx_power 值, 选择 $\leq tx_power$ 的最大档位。
tx_power 在广播参数中下发, 具体位于 gap_ble_adv_params_t 结构体中, 如图 1-1 所示。

图1-1 gap_ble_adv_params_t 结构体

```
/**
 * @if Eng
 * @brief Struct of BLE advertising parameters.
 * @else
 * @brief BLE广播参数。
 * @endif
 */
typedef struct {
    uint32_t min_interval; /*!< @if Eng Min interval[N * 0.625ms]
                           @else 最小的广播间隔[N * 0.625ms] @endif */
    uint32_t max_interval; /*!< @if Eng Max interval[N * 0.625ms]
                           @else 最大的广播间隔[N * 0.625ms] @endif */
    uint8_t adv_type; /*!< @if Eng Advertising type { @ref gap_ble_adv_type_t }
                     @else 广播类型 { @ref gap_ble_adv_type_t } @endif */
    bd_addr_t own_addr; /*!< @if Eng own address
                        @else 本端地址 @endif */
    bd_addr_t peer_addr; /*!< @if Eng Peer address
                        @else 对端地址 @endif */
    uint8_t channel_map; /*!< @if Eng channel bitmap
                        @else 广播通道选择
                           0x01---使用37通道
                           0x07---使用37/38/39三个通道 @endif */
    uint8_t adv_filter_policy; /*!< @if Eng Advertising filter policy
                               { @ref gap_ble_adv_filter_allow_scan_t }
                               @else 白名单过滤策略
                               { @ref gap_ble_adv_filter_allow_scan_t } @endif */
    int8_t tx_power; /*!< @if Eng Transmissive power
                     @else 发送功率,单位dbm,范围-127~20 @endif */
    uint32_t duration; /*!< @if Eng Duration
                      @else 广播持续发送时长,单位dbm @endif */
} gap_ble_adv_params_t;
```

- 当 ws73_cfg.ini 的 bt_maxpower=7 时:
 - tx_power=10, 则选中第 4 档发送广播的功率为 10dBm
 - tx_power=9, 则选中第 3 档发送广播的功率为 6dBm
 - tx_power=0x7F, 则选中最高档位发送广播的功率为 20dBm
- 当 ws73_cfg.ini 的 bt_maxpower=3 时:
 - tx_power=10, 则选中第 4 档发送广播的功率为 6dBm
 - tx_power=9, 则选中第 3 档发送广播的功率为 6dBm
 - tx_power=0x7F, 则选中最高档位发送广播的功率为 6dBm

1.6 sample 示例

说明

sample 运行依赖的驱动 target 为 ble_android, 需使用 make ble_android 编译出的驱动。

1.6.1 ble_gatt_client 使用指导

该 sample 用于验证蓝牙的 client 能力，包括打开蓝牙、client 注册、设置扫描参数、启动扫描、连接、配对、设置 MTU、数传（发送、接收）、停止扫描、取消配对、关闭蓝牙功能。其中，**连接、设置 MTU、数传、取消配对功能默认关闭**，可在 "inc/ble_gatt_client.h" 中将宏 **SUPPORT_GATT_C** 打开（#define SUPPORT_GATT_C TRUE）来使能 client 的连接、数传能力。

sample 编译

sample 编译如下：

- 步骤 1 更改 Makefile 中的 CROSS 宏为主控使用的工具链。
- 步骤 2 在 sample 的 lib 文件夹中放置 BTH 协议栈静态库文件（若 WS73 SDK 中 "application\lib" 文件夹下有对应主控文件夹，可使用对应主控中的协议栈；否则需要提供主控对应的交叉编译工具链给原厂，原厂编译 BTH 协议栈后提供给客户）。
- 步骤 3 在 WS73 SDK 的 "application\sample\ble\ble_gatt_client" 路径下执行 "make clean; make" 即可编译出 ble_client_sample 应用（不要更改 sample 的路径，Makefile 中定义了 sample 需要的头文件的相对路径）。

----结束

sample 使用

1. 扫描：sample 会在首次运行、断连时自动启动扫描，在连接后停止扫描。用户可在 ble_gatt_client_scan_result_cbk 接口中处理扫描到的蓝牙设备，每扫描到一个 BLE 设备都会回调一次 ble_gatt_client_scan_result_cbk 接口。
2. 连接：可在扫描到蓝牙设备时，使用 ble_gatt_client_connect_device 接口连接对端设备，**不要求必须在 ble_gatt_client_scan_result_cbk 接口中连接对端蓝牙设备，但需要保证对端蓝牙设备正在发广播**。连接状态的改变会在 ble_gatt_client_connect_state_change_cbk 回调中上报，当前 sample 会在连接后停止扫描、主动协商 MTU、服务发现等操作。
3. 数据发送：调用 ble_gatt_client_send_report 接口发送数据给 server。sample 中通过一个全局变量 g_tx_handle 与 server 进行数传（**不代表只有一个特征能进行数传，只要特征在 server 端配置了 WRITE、WRITE_NO_RSP 即可进行数传**），用户可以在 ble_gatt_client_discover_character_cbk 回调中获取 g_tx_handle，将符合要求的特征记录下来用于与 client 的数传，代码如下：

```
g_tx_handle = character->value_handle;
```

4. 数据接收：在 `ble_gatt_client_notification_cbk` 回调或者 `ble_gatt_client_indication_cbk` 回调中处理接收到的 server 数据。sample 为验证数传功能，会在该回调中调用 `ble_gatt_client_send_report` 接口将接收到的数据重新发送给 server。

说明

对于回调中的入参，不需要主动释放内存，回调结束后，协议栈自身会进行释放。

1.6.2 ble_uuid_server 使用指导

该 sample 用于验证蓝牙的 server 能力，包括打开蓝牙、server 注册、设置广播参数、启动广播、连接、数传、移除配对、停止广播、关闭蓝牙功能。

sample 编译

sample 编译如下：

- 步骤 1 更改 Makefile 中的 CROSS 宏为主控使用的工具链。
- 步骤 2 在 sample 的 lib 文件夹中放置 BTH 协议栈静态库文件（若 WS73 SDK 中 "application\lib" 文件夹下有对应主控文件夹，可使用对应主控中的协议栈；否则需要提供主控对应的交叉编译工具链给原厂，原厂编译 BTH 协议栈后提供给客户）。
- 步骤 3 在 SDK 的 "application\sample\ble\ble_uuid_server" 路径下执行 "make clean;make" 即可编译出 ble_server_sample 应用（不要更改 sample 的路径，Makefile 中定义了 sample 需要的头文件的相对路径）。

----结束

sample 使用

用户可使用 nRF Connect 工具进行连接测试，下载连接为
"<https://github.com/NordicSemiconductor/Android-nRF-Connect>".

1. 启动广播：调用 `ble_start_adv` 接口启动广播。当前 sample 会在首次运行、server 非主动断连时自动启动广播。
2. 停止广播：调用 `ble_stop_adv` 接口停止广播。当前 sample 会在反初始化蓝牙时停止广播。此外，当 server 被连接时，BTH 协议栈会自动停止广播。
3. 接收数据：在 `ble_uuid_server_receive_write_req_cbk` 接口中处理 client 发送的数据。

4. 发送数据：调用 `ble_uuid_server_send_report_by_handle` 接口发送数据。并**不要**求 **server 向 client 发送数据必须在 `ble_uuid_server_receive_write_req_cbk` 中进行**，只需要参考 `ble_uuid_server_receive_write_req_cbk` 中的代码示例，使用 `ble_uuid_server_send_report_by_handle` 接口发送数据即可。
5. 自定义服务、特征设置：自定义服务、特征、描述符的 UUID 定义在 "`ble_uuid_server/inc/ble_uuid_server.h`" 中。当前 sample 定义了一个私有服务 `BLE_UUID_UUID_SERVER_SERVICE`，该服务下面存在两个特征 `BLE_UUID_CHARACTERISTIC_UUID_TX`、`BLE_UUID_CHARACTERISTIC_UUID_RX`。为了验证数传功能，sample 会在 `ble_uuid_server_receive_write_req_cbk` 接口中接收到 client 发送的数据时，将 client 发送给 server 的数据通过 `BLE_UUID_CHARACTERISTIC_UUID_TX` 发送给 client。UUID 需要根据客户自身需求更改。UUID 的详细介绍如表 1-5 所示。

表1-5 server UUID 介绍

名称	介绍	sample 默认值
<code>BLE_UUID_UUID_SERVER_SERVICE</code>	服务 UUID	0xABCD
<code>BLE_UUID_CHARACTERISTIC_UUID_TX</code>	特征 1 UUID	0x2A90
<code>BLE_UUID_CHARACTERISTIC_UUID_RX</code>	特征 2 UUID	0x2A8A

若 UUID 的 16 字节全为自定义的（比如为 ABCDEFGH-IJKL-MNOP-QRST-UVWXYZ012345），需要在 UUID 注册时，参考下面代码将字节数组转换为 `bt_uuid_t`。

```
void stream_data_to_uuid(bt_uuid_t *out_uuid)
{
    char uuids[] = {0x45, 0x23, 0x01, 0xYZ, 0xWX, 0xUV, 0xST, 0xQR, 0xOP, 0xMN, 0xKL, 0xIJ,
0xGH, 0xEF, 0xCD, 0xAB};
    out_uuid->uuid_len = 16;
    if (memcpy_s(out_uuid->uuid, out_uuid->uuid_len, uuids, 16) != EOK) {
        return;
    }
}
```

同时，sample 中定义的 `BLE_UUID_CHARACTERISTIC_UUID_TX` 特征的 properties 配置为 `GATT_CHARACTER_PROPERTY_BIT_NOTIFY` 和

GATT_CHARACTER_PROPERTY_BIT_READ;
BLE_UUID_CHARACTERISTIC_UUID_RX 特征的 properties 配置为
GATT_CHARACTER_PROPERTY_BIT_READ 和
GATT_CHARACTER_PROPERTY_BIT_WRITE_NO_RSP。因此，特征
BLE_UUID_CHARACTERISTIC_UUID_RX 不具备发送数据的能力。

用户可根据自身需求更改特征的 properties，具体枚举定义在“bts_gatt_stru.h”的
gatt_characteristic_property_t 中。

此外，默认的 MTU 大小为 23 字节，若数传的数据长度超过 20 字节（其中 3 字节为
GATT 包头），需要客户端主动发起 MTU 协商。

说明

对于回调中的入参，不需要主动释放内存，回调结束后，协议栈自身会进行释放。

1.6.3 测速

自动测速需要按照表 1-6 将对应的宏打开后再编译 sample 运行。sample 编译需参考
zh-cn_topic_0000001919914004.xml 和 zh-cn_topic_0000001948913233.xml 节。

当前 sample 测速为 ble_gatt_client 给 ble_uuid_server 发送数据，速率打印在
ble_uuid_server 中。

以下三个宏打开后会关闭 sample 中的所有打印。

表1-6 sample 测速宏

sample	宏	值
ble_uuid_server	SPEED_TEST_RECV	TRUE
ble_gatt_client	SUPPORT_GATT_C	TRUE
	SPEED_TEST_SEND	TRUE

1.7 AT 指令指南

参考《WS73V100 命令使用指南》中的“BLE&SLE 模块 AT 指令”章节。

2 Wi-Fi 小型化使用说明

2.1 小型化的编译配置

2.2 小型化版本编译

2.3 工具自定义裁减

2.4 小型化版本特性差异

2.1 小型化的编译配置

步骤 1 对小型化配置文件 `ws73_usb_light.config` 或者 `ws73_usb_light_v2.config` 进行配置，配置内容为编译器存放路径，内核存放路径，通信总线类型等信息，具体配置含义请参见《WS73V100 Linux 平台驱动移植 用户指南》“config 配置方法”章节。

步骤 2 将配置好的小型化的文件内容覆盖到 `build/config/ws73_default.config`，然后输入编译命令 `make` 进行编译。

-----结束

说明

- `ws73_usb_light.config` 是小型化 V1.0 的配置文件。
- `ws73_usb_light_v2.config` 是小型化 V2.0 的配置文件。

2.2 小型化版本编译

采用 `make` 可进行小型化版本的驱动编译，编译结果保存目录是 “out/bin”。

采用 `make tools_light` 可进行小型化版本的工具编译，编译结果保存目录是“`out/bin/open_source`”。

📖 说明

小型化版本驱动默认裁减掉了 `wow` 功能，`flash` 中可以不用放入 `wow.bin`

小型化版本驱动工具 `wpa_supplicant` 默认不再需要 `libnl-route-3.so.200.26.0` 库的支撑，`flash` 中可以不用放入。

2.3 工具自定义裁减

工具小型化版本的编译依赖于文件 `open_source/open_source_light.mk`，默认给出的是小型化的基线版本，如果客户需要开启某些 `wpa_supplicant` 的功能，可以通过配置 `wpa_supplicant` 目标中的宏开关进行配置。

比如通过将 “`@sed -i`

“`s/CONFIG_DRIVER_WEXT=y/#CONFIG_DRIVER_WEXT=y/g`”

“`${WPA_SUPPLICANT_DIR}/wpa_supplicant/.config`”

修改为 “`@sed -i "s/#CONFIG_DRIVER_WEXT=y/CONFIG_DRIVER_WEXT=y/g"`

“`${WPA_SUPPLICANT_DIR}/wpa_supplicant/.config`”可开启 `wpa_supplicant` 的

`WEXT` 功能。

先执行清理 “`make tools_clean_light`”

再执行编译 “`make tools_light`”

📖 说明

WPA 的某些宏之间有依赖关系，需要在充分了解的基础上同时开启或者关闭相对应的宏。

2.4 小型化版本特性差异

全量版本：正常编译的版本。

小型化 V1.0 版本：将 `ws73_usb_light.config` 的内容拷贝到 `ws73_default.config` 进行编译的版本。

小型化 V2.0 版本：将 `ws73_usb_light_v2.config` 的内容拷贝到 `ws73_default.config` 进行编译的版本。

说明

在内容拷贝后，仅修改了工具链、内核路径、总线模式等信息，而不修改 WIFI 的配置宏等相关信息。

2.4.1 小型化 V1.0 版本

小型化 V1.0 版本是在全量版本的基础上裁减了特性宏，如表 2-1 所示。

表2-1 小型化 V1.0 Wi-Fi 主要裁减特性宏

序号	特性宏说明	宏	简要描述	详细描述
1	Enable WIFI DEBUG	WIFI_DEBUG	使能 WIFI 内部调试功能，用于问题定位。	debug 命令和日志，WiFi 驱动串口日志打印。
2	Enable WPS	WIFI_WPS	WPS 关联功能，通常在一键连接，P2P 等场景中应用。	开启后支持 WPS 连接方式。
3	Enable Wireless EXT	_PRE_WLAN_WIRELESS_EXT	使能 Wireless Extension 接口支持，基于 loCtrl 的 Wireless 命令通道。	开启后支持 iwconfig、iwlist 等工具。
4	Enable BSRP_NFRP	WIFI_BSRP_NFRP	使能 WiFi6 BSRP 和 NFRF 功能。	BSRP：11ax 特性 Buffer Status Reports。 NFRP：11ax 特性 NDP Feedback Report Poll。
5	Enable SLP	WIFI_SLP	使能与外部 SLP(星闪测距/定位)模块的对接功能。	需要额外一块 SLP 芯片。定位与测距的实现在 GLP 芯片和 host 侧 RM 模块完成，Wi-Fi 驱动层面完成数据透传、测距脉冲发出和数据通信等操作。
6	Enable APF	WIFI_APF	使能过滤指定报文的	一种低功耗特性。开启 APF 功能后，在低功耗

序号	特性宏说明	宏	简要描述	详细描述
			功能。	耗下，WiFi MCU 会根据配置的 APF 报文过滤规则，过滤 ipv6、ipv4、ARP、DHCP 等报文，防止主控芯片被不必要的报文频繁唤醒。
7	Enable repeater	WIFI_SINGLE_PROXYS TA	使能中继模式。	中继 WiFi Repeater 模式，设备同时支持 STA 与 AP，在 STA 与 AP 之间转发数据包。
8	Enable CSI	WIFI_CSI	使能 CSI(信道状态信息)的 WiFi 感知功能。	开启后支持衡量 WiFi 信道状态信息，从而做到人体感知、精细定位以及细粒度动作识别等功能。
9	Enable M2U	WIFI_M2U	组播转单播。	视频流通过组播转单播特性，提升组播流的视频质量。
10	Enable blacklist	WIFI_BLACKLIST	WiFi SoftAP 访问黑白名单功能。	开启后支持命令增、删、查看黑名单或白名单。
11	Enable WAPI	WIFI_WAPI	WAPI 加密功能。	开启后支持 WAPI 加密方式。
12	Enable SDP	WIFI_SDP	提供 WiFi Aware 基础服务，需二次开发后使用。	开启后支持 WiFi Aware 无感配网基础服务，通常搭配对端 WiFi Aware 设备二次开发使用。
13	Enable latency stat	WIFI_LATENCY_STAT	使能驱动内部报文传输时延统计功能。	统计报文在驱动内部各阶段的处理时长，内部优化用。

序号	特性宏说明	宏	简要描述	详细描述
14	Enable promisc	WIFI_PROMISC	提供 WiFi 混杂模式的空口抓包功能。	内部调试用，启用后开启混杂模式，可指定接收的报文类型。
15	Enable uapsd	WIFI_UAPSD	使能 WiFi UAPSD 节能模式。	一种 WiFi 节能模式，Unscheduled Automatic Power Save Delivery。
16	Enable PSD	WIFI_PSD	使能 WiFi 功率频谱探测数据上报功能。	需搭配 debugkit 工具使用，仅在无业务模式生效，开启后采集 2.4G 能量信息，可以在 debugkit 工具绘制信道频谱图。
17	Enable TWT	WIFI_TWT	使能 WiFi6 TWT 休眠特性。	11ax 新特性，节能使用。TWT (Target Wake Time)，目标唤醒时间，核心功能就是在 STA 和 AP 建立 TWT SP (服务周期)，将各 STA 访问媒体的时间错开，降低竞争冲突；STA 在 TWT SP 之外可以进入睡眠状态，降低功耗。
18	Enable DNB	WIFI_DNB	使能动态窄带特性。	配合支持此功能的路由器 (如，华为 AX3)，可增大 WiFi 覆盖。
19	Enable SR	WIFI_SR_STA	WiFi 6 STA 侧的 SR (信道空间复用)特性。	WiFi6 Spatial Reuse 特性。
20	Enable DFT	_PRE_WLAN_DFT_STA	驱动维测功能。	开启后使能驱动收发包维测、掉线维测、内存维测等，内部定位问题

序号	特性宏说明	宏	简要描述	详细描述
				用。
21	Enable SNIFFER	_PRE_WLAN_FEATURE_SNIFFER	将混杂模式抓取的报文存为文件，与 Promisc 特性配合使用。	Linux 系统专用，与 Promisc 特性配合使用，将混杂抓取到的报文保存在特定文件目录。
22	Enable DAQ	WIFI_DAQ	Wifi 底层数采维测功能，通常用于定位 MAC PHY 收发包功能。	开启后使能数采功能，收集 MAC、PHY 的收发信息并存储，内部定位问题使用。
23	Enable ccpriv commands	_PRE_WLAN_SUPPORT_CCPRIV_CMD	CCPRIV 命令，调测使用。	使能调测命令，可以按需开放部分指令。
24	Enable DFX support sysfs	CONFIG_DFX_SUPPORT_SYSFS	WiFi DFX 维测功能。	HSO 工具自身的 DFX 功能，用于内部调试 debugkit 工具。
25	Enable dfx shell proc	CONFIG_DFX_SUPPORT_SHELL_PROC	HSO 工具的 DFX 维测功能。	通过 debugkit 将 shell 命令输入到单板执行，仅用于内部调试。此宏依赖于 Enable diag socket support 的开启。

2.4.2 小型化 V2.0 版本

小型化 V2.0 版本是在小型化 V1.0 的版本的基础上裁减了特性宏，如表 2-2 所示。

表2-2 小型化 V2.0 Wi-Fi 主要裁减特性宏

序号	特性宏说明	宏	简要描述	详细描述
1	Enable MFG TEST	WSCFG_MFG_TEST	产测功能。	开启后支持射频校准，读写 Efuse 校准数据等

序号	特性宏说明	宏	简要描述	详细描述
				功能。
2	Enable WIFI CSA	WIFI_CSA	WiFi CSA 信道切换宣告。	例如路由器 AP 在 DFS 信道检测到雷达信号，切换信道，通过 CSA 报文/IE 通知 STA 同步进行切换。
3	Enable WPA3	_PRE_WLAN_FEATURE_WPA3	WIFI WPA3 加密功能。	开启后支持 WPA3 加密方式。
4	Enable wifi-bt coexist	WIFI_BT_COEXIST	Wi-Fi 与内建蓝牙模块业务共存。	芯片支持 WiFi 和蓝牙同时通信的共存。
5	Enable Tcp Ack Filter	WIFI_TCP_ACK_FILTER	TCP ACK 报文过滤功能。	TCP 打流场景，在超时范围内丢掉部分 ACK，优化极限场景打流数据，可能会增大时延，导致打流不稳定。
6	Enable ROAM (含 kvr、mbo)	WIFI_BASE_ROAM WIFI_11KVR WIFI_MBO	基础漫游，11K/11V/11R 协议，WiFi MBO 多频操作功能。	开启后能支持基础漫游、802.11kvr 漫游。
7	Enable auto adjust freq	WIFI_AUTO_ADJUST_FREQ	WiFi Device MCU 自动调频功能。	默认关闭，调节 73 Device CPU 的频率，目的是降保连时的功耗。
8	Enable tx amsdu	WIFI_TX_AMSDU	WiFi 发送 AMSDU 聚合。	聚合能提升 RX 打流性能，主要是短包聚合，比如回复 TCP ACK 的聚合。
9	Enable alg anti interference	WIFI_ALG_ANTI_INTF	弱干扰免疫算法。	算法屏蔽过滤弱信号的报文。

序号	特性宏说明	宏	简要描述	详细描述
10	Enable tx classify	_PRE_WLAN_FEATURE_TX_CLASSIFY_LAN_TO_WLAN	发送流分类。	802.11 QoS 场景，使能后通过五元组映射 TID。关闭后，使用 DSCP 映射 TID。
11	Enable always tx	WIFI_ALWAYS_TX	常发常收测试命令。	产测和硬件射频测试使用。
12	Enable DFR	WIFI_BASE_DFR	WIFI DFR 自愈功能。	当系统发生 panic 重启 WiFi 模组 客户有自己的异常恢复方案，可裁剪；可能会和客户方案冲突。
13	Enable diag socket support	CONFIG_DIAG_SUPPORT_SOCKET	HSO 工具网口。	通过网口输出 log 至 debugkit，查看在线日志，仅用于 WIFI/BLE 驱动问题定位，客户不需要。
14	Enable diag uart support	CONFIG_DIAG_SUPPORT_UART	HSO 工具串口。	通过串口输出 log 至 debugkit，查看在线日志，仅用于 WIFI/BLE 驱动问题定位，客户不需要。
15	Enable diag local log support	CONFIG_DIAG_SUPPORT_LOCAL_LOG	HSO 工具 LOG。	将需要删除到 debugkit 的日志存储到本地文件系统，仅用于 WIFI/BLE 驱动问题定位，客户不需要。
16	Enable Plat DFR	CONFIG_PLAT_SUPPORT_DFR	WiFi 平台领域 DFR 自愈功能。	当系统发生 panic 重启 WiFi 模组 客户有自己的异常恢复方案，可裁剪；可能会和客户方案冲突。

序号	特性宏说明	宏	简要描述	详细描述
17	Enable diag log out	WSCFG_PLAT_DIAG_LOG_OUT	PLAT 打印开关。	PLAT 串口打印开关。