GR551x DTM测试指南

版本： **1.9**

发布日期： **2021-08-09**

深圳市汇顶科技股份有限公司

版权所有 © 2021 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，不得暗中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：深圳市福田保税区腾飞工业大厦B座2层、13层

电话：+86-755-33338828　　传真：+86-755-33338099

网址：www.goodix.com

前言

编写目的

本文档介绍低功耗蓝牙（Bluetooth Low Energy，BLE）Direct Test Mode（DTM）的测试框架、测试方法和HCI控制帧格式，描述了如何使用蓝牙测试仪测量GR551x的射频性能以及如何理解GR551x DTM示例，便于用户快速进行二次开发。

读者对象

本文适用于以下读者：

- GR551x用户
- GR551x开发人员
- GR551x测试人员
- 开发爱好者
- 文档工程师

版本说明

本文档为第7次发布，对应的产品系列为GR551x。

修订记录

版本	日期	修订内容
1.0	2019-12-08	首次发布
1.3	2020-03-16	更新页脚的版本时间
1.5	2020-05-30	更正“发送HCI命令”章节中的描述
1.6	2020-06-30	基于SDK刷新版本
1.7	2020-09-20	• 新增两条私有命令：生成单载波命令LE Generate Signal Carrier Wave Command和设置DTM TX测试的发送功率命令LE Modify TX Power Command，更新相关描述； • 更新“发送HCI命令”为“DTM手动测试”； • 增加“注意事项”章节。
1.8	2021-06-26	• 更新GR551x为GR55xx； • 优化“初次运行”章节。
1.9	2021-08-09	更新“准备工作”章节

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

目录

前言 I
1 简介 1
2 DTM测试框架和流程 2
2.1 DTM测试框架 2
2.2 DTM测试流程 2
3 初次运行 4
3.1 准备工作 4
3.2 固件烧录 4
3.3 测试验证 5
3.3.1 TLF3000 DTM测试 5
3.3.2 CMW500 DTM测试 7
4 应用详解 11
4.1 工程目录 11
4.2 配置设备端口 11
4.3 移植DTM功能 12
5 DTM手动测试 13
5.1 介绍HCI 13
5.1.1 HCI命令格式 13
5.1.2 HCI事件格式 13
5.2 发送HCI 14
5.3 DTM TX手动测试 14
5.3.1 启动DTM TX测试 14
5.3.2 停止DTM TX测试 15
5.4 DTM RX手动测试 15
5.4.1 启动DTM RX测试 15
5.4.2 停止DTM RX测试 16
5.5 私有命令 17
5.5.1 生成单载波命令 17
5.5.2 设置DTM TX测试的发射功率命令 17
5.6 注意事项 18
6 常见问题 19
6.1 测试时，无法下发命令或者命令无效 19
6.2 命令输入后执行失败 19
6.3 产生单载波失败 19
6.4 修改发射功率失败 20

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

7 附录：RF测试中常用的HCI命令 21
7.1 LE Reset Command 21
7.2 LE Transmitter Test Command 21
7.3 LE Enhanced Transmitter Test Command 22
7.4 LE Receiver Test Command 23
7.5 LE Enhanced Receiver Test Command 24
7.6 LE Test End Command 24
7.7 LE Generate Signal Carrier Wave Command 25
7.8 LE Modify TX Power Command 26

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

1 简介

Direct Test Mode（DTM）是SIG联盟规定的用于Bluetooth RF性能测试的标准模式，通常用于认证测试和生产线测试，帮助射频（Radio Frequency，RF）工程师验证和优化RF性能，例如：

- 发射功率与接收机灵敏度
- 频偏漂移
- 调制特性
- 误码率

GR551x DTM测试采用UART物理接口与蓝牙测试仪通信。蓝牙测试仪通过主机控制接口命令（HCI CMD）控制GR551x RF PHY，执行测试流程。

在进行操作前，可参考以下文档。

表 1-1 文档参考

名称	描述
GR551x开发者指南	GR551x软硬件介绍、快速使用及资源总览
Keil用户文档	Keil详细操作说明：www.keil.com/support/man/docs/uv4/
RF-PHY测试需求文档	介绍RF PHY测试项(Core-Test Requirements)，查看地址：http://bluetooth.com/specifications/qualification-test-requirements/

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

2 DTM测试框架和流程

本章介绍了DTM的测试框架和基本测试流程。

2.1 DTM测试框架

DTM测试中有三种类型的设备：

- 待测设备（Device Under Test，DUT）
- 上位机测试设备（Upper Tester，UT）
- 下位机测试设备（Lower Tester，LT）

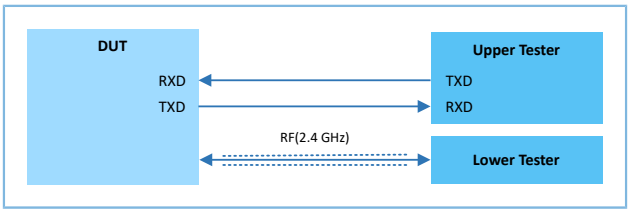


图 2-1 DTM测试架构

DUT可作为发射机（Transmitter Device，TXD）或接收机（Receiver Device，RXD），发射（TX）或接收（RX）BLE Packet。

- 发射（TX）测试

  DUT作为发射机在指定频率上发送测试分组序列，LT根据接收信号分析DUT的发射功率、频率偏移、调制特性等多项指标。

- 接收（RX）测试

  DUT在指定频率等待接收测试分组序列，LT在相同的频率上发送测试分组序列，根据DUT接收比特误差率（Bit Error Rate，BER）等多项指标判断接收机性能。

  UT与DUT通过UART通信，LT与DUT通过BLE通信。DUT的UART的配置参数如下：

表 2-1 UART参数配置

波特率（推荐值）	数据位	校验位	停止位	流控
1200、2400、9600、14400、19200、38400、57600、	8 bits	无校验	1 bit	不支持

2.2 DTM测试流程

在DTM测试过程中，UT通过UART接口向DUT发送HCI测试命令，然后DUT向UT回应测试状态事件（Status Event）或分组报告事件（Packet Report Event）。未接收到DUT响应之前，UT不能下发其他测试命令；若在规定时间内没有接收到DUT的回应，UT将传输复位命令给DUT。

RF测试指令/事件和HCI命令/事件的映射关系如表 2-2 所示。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

表 2-2 RF与HCI指令映射关系

RF Test Command / Event	HCI Command / Event
LE_TRANSMITTER_TEST	LE Transmitter Test Command or LE Enhanced Transmitter Test Command
LE_RECEIVER_TEST	LE Receiver Test command or LE Enhanced Receiver Test Command
LE_TEST_END	LE Test End Command
LE_STATUS	Command Complete Event
LE_PACKET_REPORT	Command Complete Event

以LE Transmitter Test Command、LE Receiver Test Command和LE Test End Command为例，DTM的TX、RX和End的流程，如图 2-2所示。

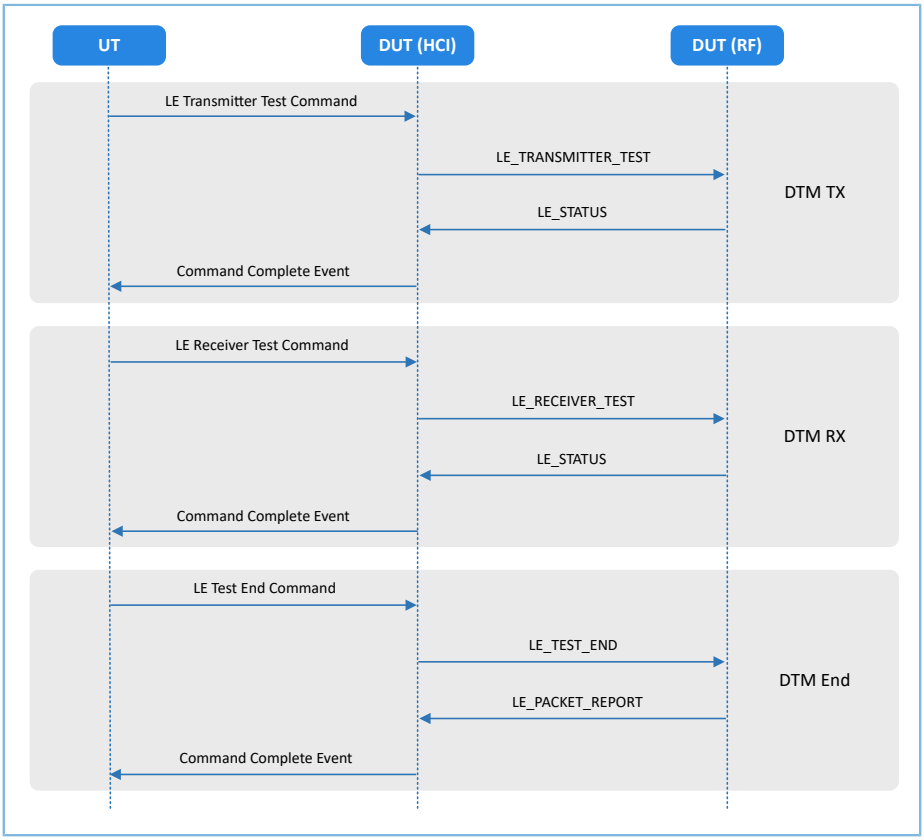


图 2-2 DTM 测试流程示例

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

3 初次运行

本章介绍如何快速验证GR551x SDK中的DTM示例。

说明:

SDK_Folder为GR551x SDK的根目录。

3.1 准备工作

DTM测试环境搭建需要准备以下硬件和软件。

- 硬件准备

表 3-1 硬件准备

名称	描述
开发板	GR5515 Starter Kit开发板（以下简称开发板）
连接线	Micro USB 2.0串口连接线
BT测试仪	R&S CBT/MT8852B/CMW500/TLF3000等。

- 软件准备

表 3-2 软件准备

名称	描述
Windows	Windows 7/Windows 10操作系统
J-Link Driver	J-Link驱动程序，下载网址：https://www.segger.com/downloads/jlink/
GRUart（Windows）	串口调试工具，位于SDK_Folder\tools\GRUart
GProgrammer（Windows）	Programming工具，位于SDK_Folder\tools\GProgrammer
TLF3000的软件和驱动	下载网址：https://www.fte.com/products/tlf3000.aspx
CMW500的软件和驱动	下载网址：https://www.rohde-schwarz.com

3.2 固件烧录

DTM示例工程的源码位于SDK_Folder\projects\ble\dtm\direct_test_mode。

用户可通过GProgrammer将*direct_test_mode_fw.bin*固件烧录至开发板，GProgrammer烧录固件的具体操作方法，请参考《GProgrammer用户手册》。

说明:

- *direct_test_mode_fw.bin*位于：SDK_Folder\projects\ble\dtm\direct_test_mode\build\。
- GProgrammer位于SDK_Folder\tools\GProgrammer。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

3.3 测试验证

GR551x采用2线UART传输HCI帧格式来控制RF PHY，因此支持HCI格式的测试设备都可对GR551x进行DTM测试验证。本节介绍TLF3000和CMW500的DTM测试验证流程。

3.3.1 TLF3000 DTM测试

搭建TLF3000的DTM测试环境：

1. 在电脑上安装TLF3000的软件和驱动。
2. 用USB线分别连接TLF3000和PC、开发板和PC，用Cable线连接测试板的天线接口和TLF3000的TX/RX接口。

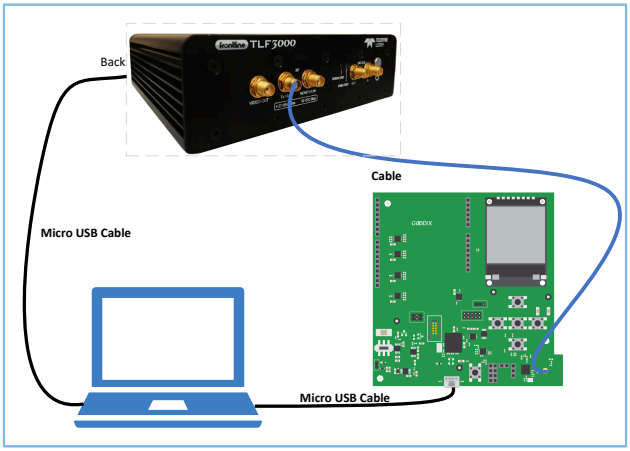


图 3-1 TLF3000硬件连线

TLF3000的DTM测试步骤：

1. 上电TLF3000仪器，启动TLF3000的软件，选中对应的TLF3000设备，点击“RUN APP”进入应用界面。

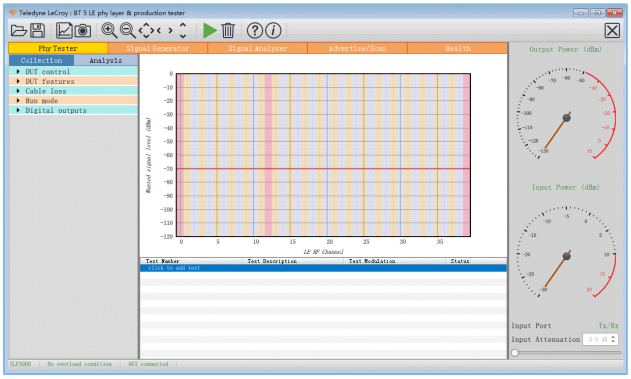


图 3-2 TLF3000软件

2. 配置DUT control参数。“Comport”选相应的串口；“Interface”选“H4”；“Baud rate”选“115200”；“HW flow”、“SW flow”和“Parity bits”都选“None”；“Stop bits”选“One”。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

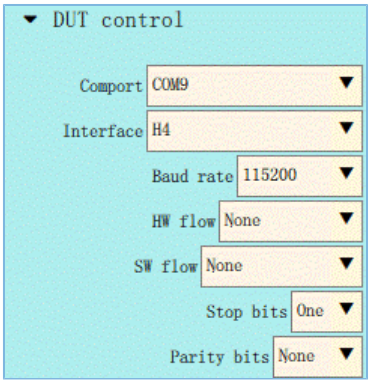


图 3-3 DUT Control配置

3. 在“DUT features”中，点击“Query DUT”按钮获取DUT的相关属性。

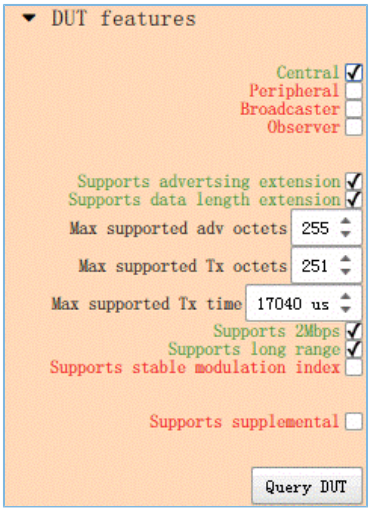


图 3-4 DUT Features获取

4. 在“Run mode”中勾选操作的模式。

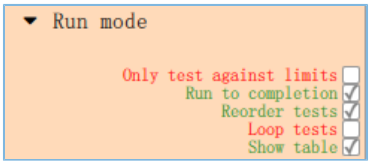


图 3-5 Run Mode配置

5. 点击“click to add test”，弹出“Phy Level Test”界面。点击图中“TP/TRM-LE/CA/BV-12”对应位置选择需要测试的Test Case。选中的Test case可配置Channels、Packet Lengths，Number of packets等的测量参数。配置完成后，点击“Apply”，完成test添加。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

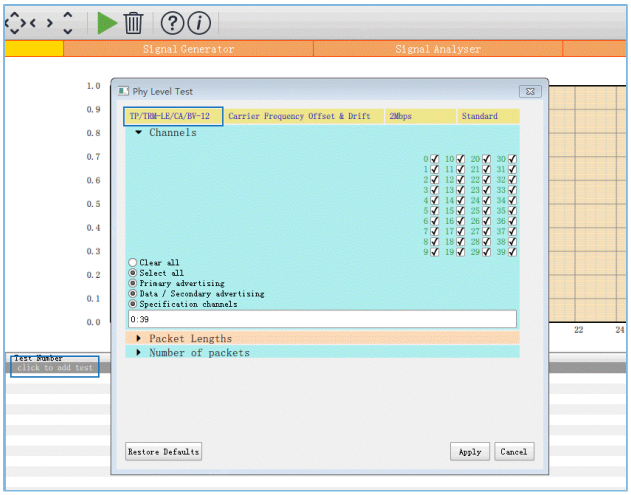


图 3-6 选择Test Case

6. 点击 开始测试。测试完成后，会自动弹出生成的HTML格式的Log。可点击 保存当前的log或点击 保存当前测试的截图。

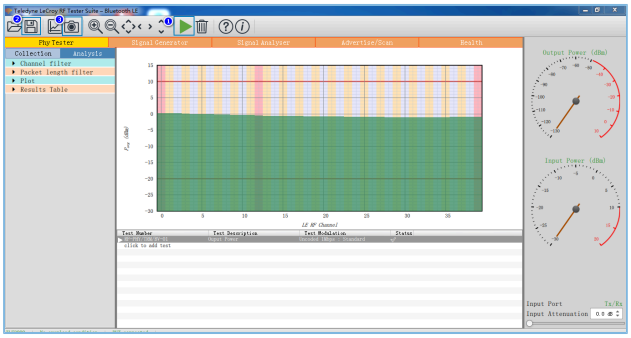


图 3-7 运行Test Case

3.3.2 CMW500 DTM测试

搭建CMW500的DTM测试环境：

1. 在电脑上安装CMW500的软件和驱动。
2. 用USB线连接CMW500和开发板的UART端口，用Cable线连接CMW500和开发板的RF端口，连接示意图如图 3-8所示：

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

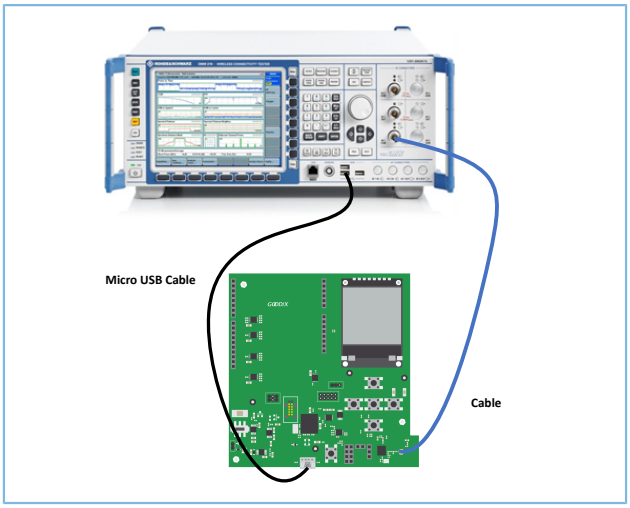


图 3-8 CMW500硬件连线

CMW500的DTM测试步骤:

1. 配置CMW500为蓝牙信令测试模式，即CMW500自动发送HCI指令与开发板交互，实现自动测试。

(1) 在CMW500仪器面板上，点击“MEASURE”按钮进入Measurement Controller界面后，选择“Bluetooth”下的“Measurements”。

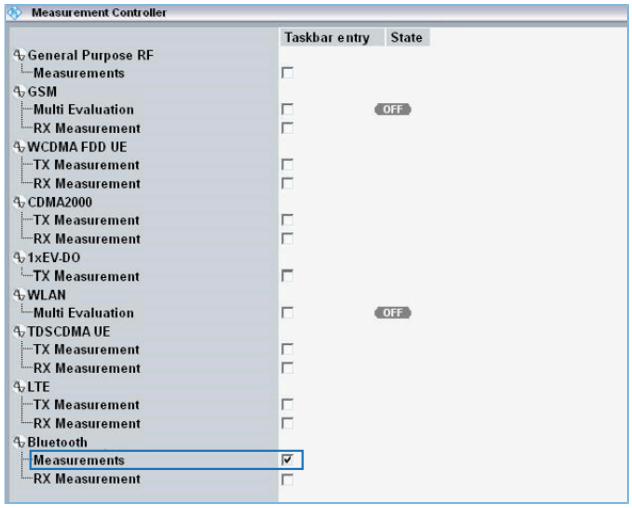


图 3-9 CMW500蓝牙测试配置

(2) 在CMW500仪器面板上，按“SIGNALGEN”按钮进入Generator/Signaling Controller界面，选择“Bluetooth”下的“Signaling”。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

图 3-10 CMW500信令测试配置

2. 连接UART。

   (1) 确保CMW500串口驱动已安装。CMW500与开发板UART端口正确连接。

   (2) CMW500自动识别UART使用的COM口，开发者只需根据DTM测试固件配置对应的波特率、奇偶校验位等。参数配置完成后，点击“Connection Check”连接UART。UART连接成功后即可进行DTM测试。

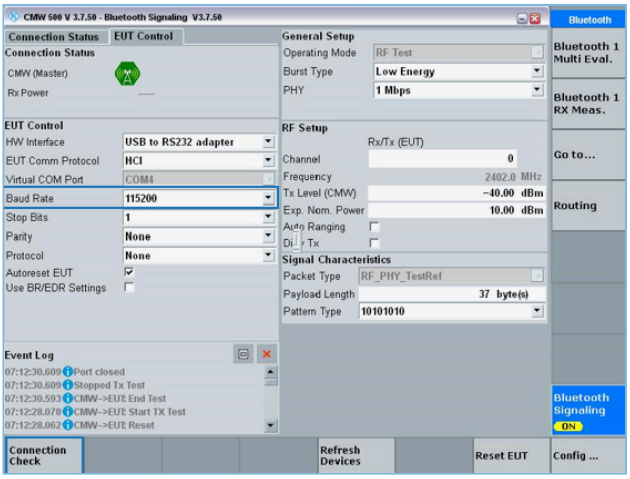


图 3-11 连接UART

3. 运行DTM自动化测试。

   启动CMW500软件，选中“CMW RUN”，加载BLE测试程序BLE_PHY_5_0_0，点击 Run 进行DTM测试。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

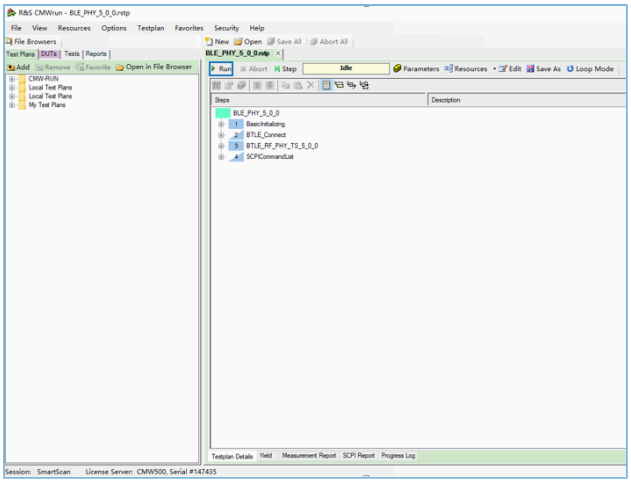
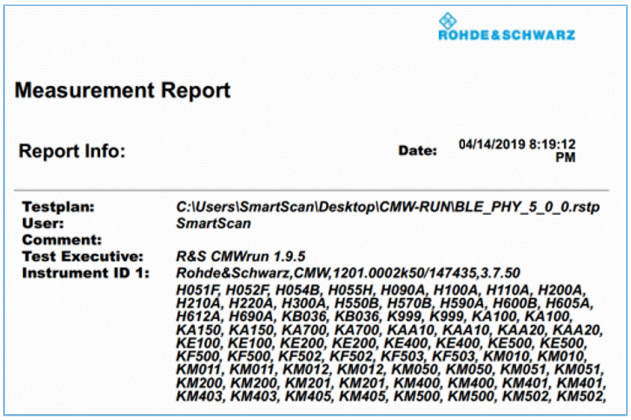


图 3-12 CMW500 DTM测试界面

4. 查看测试报告。

测试结束后软件会自动生成测试报告，如图 3-13所示：



ROHDE&SCHWARZ

Measurement Report

Report Info: **Date:** 04/14/2019 8:19:12 PM

Testplan:	*C:\Users\SmartScan\Desktop\CMW-RUN\BLE_PHY_5_0_0.rstp*
User:	*SmartScan*
Comment:	
Test Executive:	*R&S CMWrun 1.9.5*
Instrument ID 1:	*Rohde&Schwarz,CMW,1201.0002k50/147435,3.7.50*

H051F, H052F, H054B, H055H, H090A, H100A, H110A, H200A, H210A, H220A, H300A, H550B, H570B, H590A, H600B, H605A, H612A, H690A, KB036, KB036, K999, K999, KA100, KA100, KA150, KA150, KA700, KA700, KAA10, KAA10, KAA20, KAA20, KE100, KE100, KE200, KE200, KE400, KE400, KE500, KE500, KF500, KF500, KF502, KF502, KF503, KF503, KM010, KM010, KM011, KM011, KM012, KM012, KM050, KM050, KM051, KM051, KM200, KM200, KM201, KM201, KM400, KM400, KM401, KM401, KM403, KM403, KM405, KM405, KM500, KM500, KM502, KM502,

图 3-13 CMW500 DTM测试报告

说明:

CMW500提供的自动化测试软件，需自行购买。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

4 应用详解

待测设备不同，硬件串口的配置不同。可通过修改direct_test_mode示例工程中串口的相关配置，以满足待测设备的测试需求。direct_test_mode示例工程默认使用开发板作为待测设备。

4.1 工程目录

direct_test_mode位于SDK_Folder\projects\ble\dtm\direct_test_mode，其工程文件在Keil_5文件夹下。

双击打开*direct_test_mode.uvprojx*工程文件，在Keil中查看DTM应用示例direct_test_mode工程目录结构，相关文件介绍如表 4-1 所示。

表 4-1 direct_test_mode文件说明

Group	文件	描述
gr_libraries	hci_uart.c	适配BLE STACK DTM测试的UART驱动
user_app	main.c	main()入口函数，实现HCI UART接口注册

4.2 配置设备端口

GR551x UART功能提供UART0和UART1两个端口。GR551x系列开发板使用UART0，GPIO10/GPIO11作为UART的TX/RX，GPIO2/GPIO5作为流控信号，波特率为115200。根据开发板的IO映射关系，配置如下：

路径：工程目录下的user_app\GR5515_SK.h

名称：HCI UART IO CONFIG

```
/*******HCI UART IO CONFIG**********************/
#define HCI_UART_ID                      APP_UART_ID_0
#define HCI_UART_FLOW_ON                 0
#define HCI_UART_BAUDRATE                115200
#define HCI_UART_TRN_PORT                APP_IO_TYPE_NORMAL
#define HCI_UART_FLOW_PORT               APP_IO_TYPE_NORMAL
#define HCI_UART_TX_PIN                  APP_IO_PIN_10
#define HCI_UART_RX_PIN                  APP_IO_PIN_11
#define HCI_UART_CTS_PIN                 APP_IO_PIN_2
#define HCI_UART_RTS_PIN                 APP_IO_PIN_5
#define HCI_UART_TX_PINMUX               APP_IO_MUX_2
#define HCI_UART_RX_PINMUX               APP_IO_MUX_2
#define HCI_UART_CTS_PINMUX              APP_IO_MUX_0
#define HCI_UART_RTS_PINMUX              APP_IO_MUX_0
#define HCI_UART_TRIGGER_PIN             AON_GPIO_PIN_1
```

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

说明:

实际待测板需要根据硬件原理图修改对应的串口配置。

若需使用UART1端口，需在*GR5515_SK.h*中将HCI_UART_ID宏定义修改为APP_UART_ID_1。随后根据待测板上UART的IO映射关系，修改*GR5515_SK.h*中UART引脚宏的配置。关于GR551x的IO复用，请参考《GR551x Datasheet》。

4.3 移植DTM功能

在BLE应用工程中移植DTM功能的方法步骤如下：

1. 在应用工程中加入*hci_uart.c*文件并在*main.c*文件中引用*hci_uart.c*。
2. 调用ble_stack_init()函数初始化蓝牙协议栈。
3. 在初始化阶段调用ble_hci_uart_init()函数初始化DTM使用的UART端口及DTM测试所需的通信协议栈。

路径：工程目录下的`user_app\main.c`

名称：main();

```
#include “hci_uart.h”

static uint8_t s_hci_buffer[256] = {0};

int main (void)
{
    ble_stack_init(&app_ble_callback, &heaps_table);/*< init ble stack*/

    ble_hci_uart_init(s_hci_buffer, sizeof(s_hci_buffer));

    //loop
    while(1)
    {

    }
}
```

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

5 DTM手动测试

DTM测试一般需要专业的测试仪器自动完成，仪器与待测试板之间的交互通过HCI命令实现。也可以手动下发HCI命令模拟测试仪执行DTM测试。

本节介绍如何使用串口调试工具GRUart发送HCI命令控制DUT进入DTM TX或RX模式，及其他特定功能。UT侧操作请根据测试项自定义，本文不赘述。

说明:

请在屏蔽箱内执行测试。

5.1 介绍HCI

UT通过发送HCI命令控制DUT执行测试。HCI命令用于配置DUT的状态或请求DUT完成操作。DUT向UT返回的HCI事件数据包用于反馈相关信息。每条HCI命令都有与其对应的HCI事件。

5.1.1 HCI命令格式

HCI命令数据的结构如图 5-1所示。

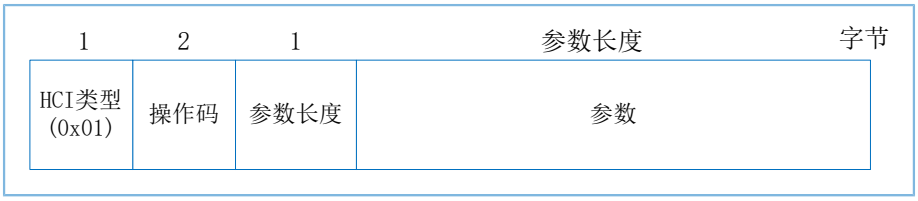


图 5-1 HCI命令数据包格式

- 命令数据包指示符（HCI Command Packet）：HCI类型，对应UART接口的指示符为0x01。
- 操作码（Op-code）：对命令进行识别，长度2字节。
- 参数长度（Parameter Length）：所有参数的总长度，长度1字节。
- 参数（Parameter）：参数描述。参数的个数及其长度与具体命令相关。

5.1.2 HCI事件格式

HCI事件数据包的结构如图 5-2所示。

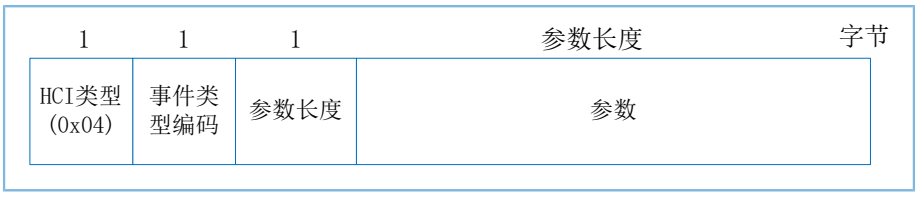


图 5-2 HCI事件数据包格式

- 事件数据包指示符（HCI Event Packet）：HCI类型，对应UART接口的指示符为0x04。
- 事件类型编码（Event Code）：对事件进行识别，长度1字节。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

- 参数长度（Parameter Length）：所有参数的总长度，长度1字节。
- 参数（Parameter）：事件参数。参数的个数及其长度与具体命令相关。

5.2 发送HCI

在发送HCI测试命令前，需完成以下准备：

- 上电GR551x设备（DTM测试固件已下载），等待HCI命令。
- 运行GRUart，根据DTM测试固件中的串口配置选择相应的波特率、数据位、停止位和校验等参数，打开串口。

准备工作完成后，可使用GRUart发送HCI命令。与DTM测试相关的HCI命令有：

- LE Reset Command
- LE Transmitter Test Command
- LL Enhanced Transmitter Test Command
- LE Receiver Test Command
- LE Enhanced Receiver Test Command
- LE Test End Command

以下章节详细介绍了一些常用的命令。

5.3 DTM TX手动测试

5.3.1 启动DTM TX测试

LE Transmitter Test Command命令用于启动DTM TX测试。GR551x将以固定间隔时间在指定信道上生成特定类型的测试数据包。

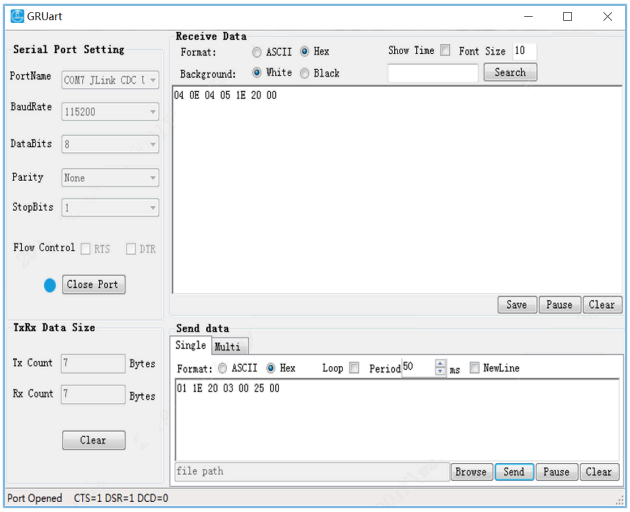


图 5-3 传输指令与响应

如图 5-3所示，GRUart发送16进制的HCI命令01 1E 20 03 00 25 00到GR551x，表示RF PHY在频率为2402 kHz信道上发送长度为37字节的PRBS9测试序列包。当GR551x开始执行该操作后，GRUart将收到其回复的16进制HCI事件04 0E 04 05 1E 20 00。

该命令的详细介绍，请查看附录中的7.2 LE Transmitter Test Command。

5.3.2 停止DTM TX测试

LE Test End Command命令将停止正在进行的测试。在开始下一个DTM测试之前，必须要先停止当前正在进行的DTM测试。

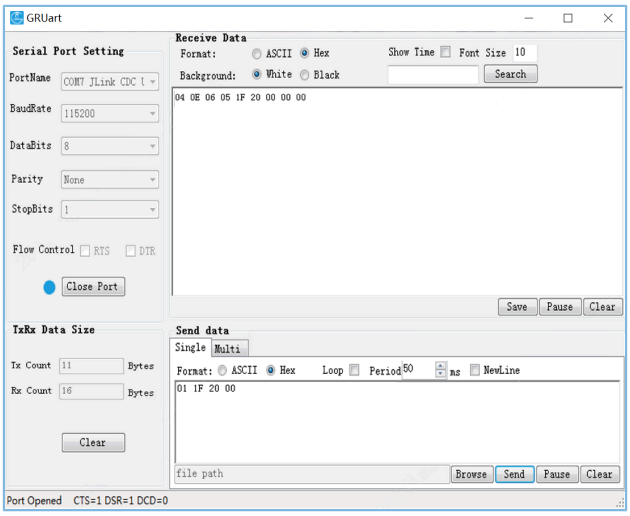


图 5-4 停止命令

如图 5-4所示，GRUart发送16进制的HCI命令01 1F 20 00到GR551x，表示停止DTM测试流程。当GR551x开始执行该操作后，GRUart将收到其回复的16进制HCI事件04 0E 06 05 1F 20 00 00 00。

该命令的详细介绍，请参考附录中的7.6 LE Test End Command。

5.4 DTM RX手动测试

5.4.1 启动DTM RX测试

LE Receiver Test Command用于启动DTM RX测试。GR551x将在固定频率上监听数据包并记录接收到的数据包个数。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

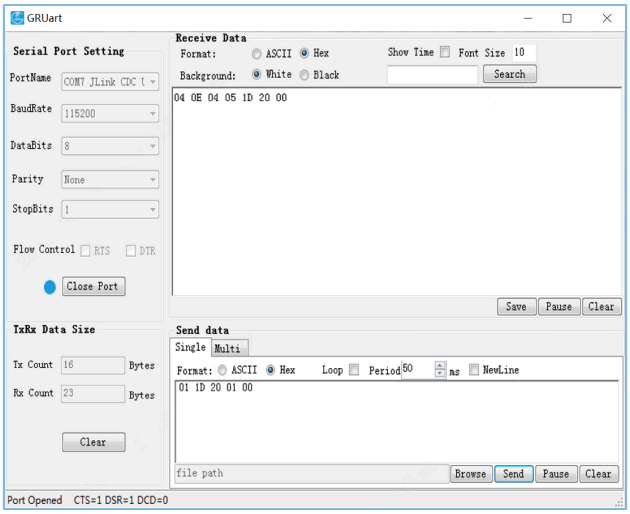


图 5-5 接收指令与响应

如图 5-5所示，GRUart发送16进制的HCI命令01 1D 20 01 00到GR551x，表示RF PHY在频率为2402 kHz的信道上监听数据包。当GR551x开始执行该操作后，GRUart将收到其回复的16进制HCI事件04 0E 04 05 1D 20 00。

该命令的详细介绍，请参考附录中的7.4 LE Receiver Test Command。

5.4.2 停止DTM RX测试

LE Test End Command命令将停止正在进行的测试。在RX测试模式下，返回事件中的接收数据包参数值为实际接收到的数据包个数。

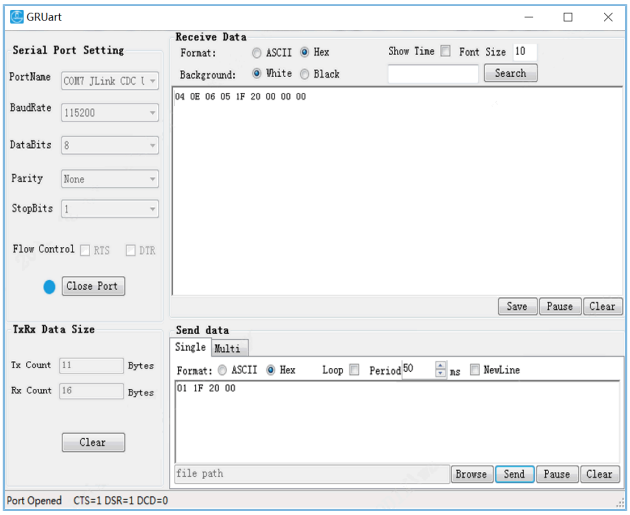


图 5-6 停止命令

如图 5-6所示，GRUart发送16进制的HCI命令01 1F 20 00到GR551x，表示停止DTM测试流程。当GR551x开始执行该操作后，GRUart将收到其回复的16进制HCI事件04 0E 06 05 1F 20 00 00 00。

该命令的详细介绍，请参考附录中的7.6 LE Test End Command。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

5.5 私有命令

私有HCI命令为Goodix在GR551x DTM工程上增加的定制私有命令，目的辅助用户完成测试，不属于标准HCI。以下章节分别介绍产生单载波的私有HCI（LE Generate Signal Carrier Wave Command）和设置DTM TX测试的发射功率的私有HCI（LE Modify TX Power Command）。

5.5.1 生成单载波命令

生成单载波命令LE Generate Signal Carrier Wave Command用于启动单载波测试。GR551x将在指定信道上生成单载波数据包。

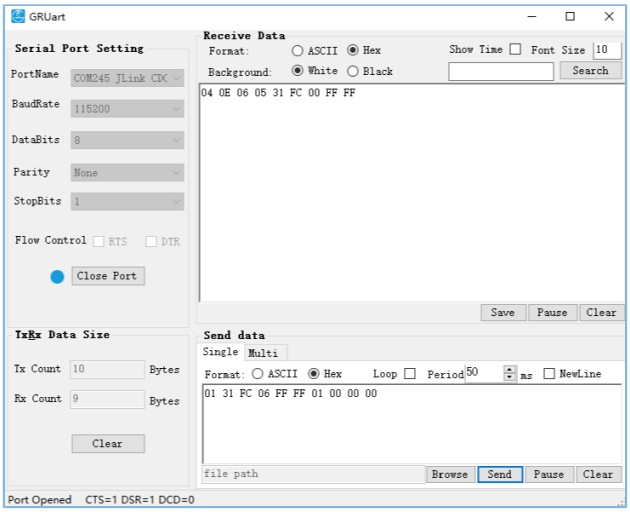


图 5-7 生成单载波命令

如图 5-7所示，GRUart发送16进制的HCI命令`01 31 FC 06 FF FF 01 00 00 00`到GR551x，表示RF PHY在频率为2402 kHz的信道上发送单载波测试序列包。当GR551x执行该操作成功后，GRUart将收到其回复的16进制HCI事件`04 0E 06 05 31 FC 00 FF FF`。

该命令的详细介绍，请查看附录中的LE Generate Signal Carrier Wave Command。

说明:

使用LE Generate Signal Carrier Wave Command命令前，如果有任务正在执行，需先发送LE Test End Command将正在执行的任务停止。

5.5.2 设置DTM TX测试的发射功率命令

设置DTM TX测试的发射功率命令LE Modify TX Power Command用于调节LE Transmitter Test Command的发射功率。DTM TX测试的发射功率默认为7 dBm。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

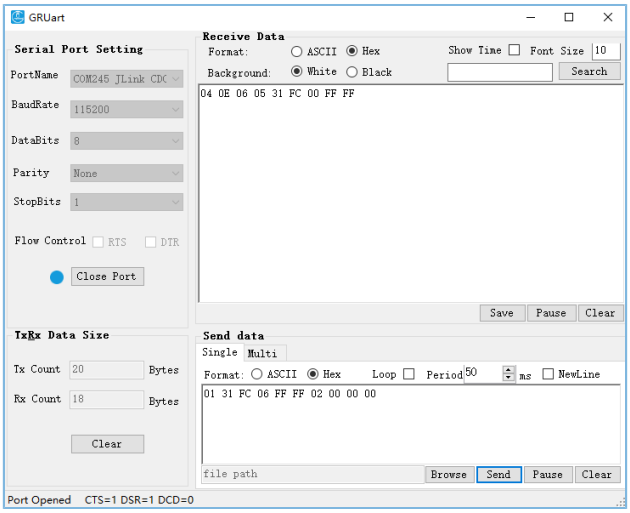


图 5-8 设置DTM TX测试的发射功率命令

如图 5-8所示，GRUart发送16进制的HCI命令01 31 FC 06 FF FF 02 00 00 00到GR551x，表示将LE Transmitter Test Command的发射功率调节为0 dBm。当GR551x执行该操作成功后，GRUart将收到其回复的16进制HCI事件04 0E 06 05 31 FC 00 FF FF。

该命令的详细介绍，请查看附录中的LE Modify TX Power Command。

说明:

- LE Modify TX Power Command也适用于LE Enhanced Transmitter Test Command。
- 必须完成发送功率的设置，再开始测试。
- 使用LE Modify TX Power Command命令前，如果有任务正在执行，需先发送LE Test End Command将正在执行的任务停止。

5.6 注意事项

1. 测试标准请参考《RF-PHY.TS.pdf》。
2. TX Power测试的结果，需要计入Cable Loss。
3. DTM TX测试时，LE Transmitter Test Command可由LE Enhanced Transmitter Test Command替代。
4. DTM RX测试时，LE Receiver Test Command可由LE Enhanced Receiver Test Command替代。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

6 常见问题

本章描述了在进行DTM测试时，可能出现的问题、原因及处理方法。

6.1 测试时，无法下发命令或者命令无效

- 问题描述

  使用GRUart串口调试助手或测试仪器时，命令不能下发或命令无效。

- 问题分析

  软件或串口线设置有误。

- 处理方法

  检查目标板子与DTM固件的UART引脚是否对应，可参考4.2 配置设备端口。

  如果均正常，请检查串口工具或测试仪器配置（波特率、停止位、数据位），以及检查串口线序是否接反。

6.2 命令输入后执行失败

- 问题描述

  使用串口工具命令下发后执行失败。

- 问题分析

  命令输入错误。

- 处理方法

  在串口交互输入命令过程中，需要注意：

  - 所有命令均以16进制发送。
  - 命令格式需符合HCI规范。
  - 发送命令时，不需要发送回车换行符。
  - 同类型命令不能连续发送，需先停止正在执行的命令。

6.3 产生单载波失败

- 问题描述

  使用串口工具下发LE Generate Signal Carrier Wave Command后返回成功，但是频谱仪并未检测到正确的数据包。

- 问题分析

  同时还有其他正在执行的任务。

- 处理方法

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

1. 发送LE Test End Command将正在执行的任务停止。
2. 发送LE Generate Signal Carrier Wave Command产生单载波。

6.4 修改发射功率失败

- 问题描述

  使用串口工具下发LE Modify TX Power Command后返回成功，但是频谱仪检测到已有波形的功率并未改变。

- 问题分析

  LE Modify TX Power Command并不能立即改变当前已有波形的功率。

- 处理方法

  1. 发送LE Test End Command将正在执行的任务停止。
  2. 发送LE Modify TX Power Command修改发射功率。
  3. 发送LE Transmitter Test Command启动DTM TX测试。

说明:

修改发射功率的命令不适用于使用单载波信号测试的场景。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

7 附录：RF测试中常用的HCI命令

7.1 LE Reset Command

表 7-1 命令格式

Byte Description	Value
HCI Command Packet	0x01
Command Opcode LSB	0x03
Command Opcode MSB	0x0c
Parameter Length	0x00

表 7-2 返回事件

Byte Description	Value
HCI Event Packet	0x04
Event Code	0x0E
Parameter Length	0x04
Num_HCI_Command_Packets	0x05
Command_Opcode_LSB	0x03
Command_Opcode_MSB	0x0C
Status	0x00: Command succeeded. 0x01 - 0xFF: Command failed. See "Volume 2, Part D – Error Codes" in Bluetooth Core Spec for a list of error codes and descriptions.

7.2 LE Transmitter Test Command

表 7-3 命令格式

Byte Description	Value
HCI Command Packet	0x01
Command Opcode LSB	0x1E
Command Opcode MSB	0x20
Parameter Length	0x03
Frequency	= (F – 2402)/2, where F ranges from 2402 MHz to 2480 MHz. Range: 0x00 - 0x27
Data Length	0x01 - 0xFF: Length in bytes of payload data in each packet.
Payload Type	0x00: Pesudo-Random bit sequence 9 0x01: Pattern of alternating bits '11110000' 0x02: Pattern of alternating bits '10101010' 0x03: Pesudo-Random bit sequence 15 0x04: Pattern of All '1' bits

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

Byte Description	Value
	0x05: Pattern of All '0' bits 0x06: Pattern of alternating bits '00001111' 0x07: Pattern of alternating bits '0101'

表 7-4 返回事件

Byte Description	Value
HCI Event Packet	0x04
Event Code	0x0E
Parameter Length	0x04
Num_HCI_Command_Packets	0x05
Command_Opcode_LSB	0x1E
Command_Opcode_MSB	0x20
Status	0x00: Command succeeded. 0x01 - 0xFF: Command failed. See "Volume 2, Part D – Error Codes" in Bluetooth Core Spec for a list of error codes and descriptions.

7.3 LE Enhanced Transmitter Test Command

表 7-5 命令格式

Byte Description	Value
HCI Command Packet	0x01
Command Opcode LSB	0x34
Command Opcode MSB	0x20
Parameter Length	0x04
Frequency	= (F – 2402)/2, where F ranges from 2402 MHz to 2480 MHz. Range: 0x00 - 0x27
Data Length	0x01 - 0xFF: Length in bytes of payload data in each packet.
Payload Type	0x00: Pesudo-Random bit sequence 9 0x01: Pattern of alternating bits '11110000' 0x02: Pattern of alternating bits '10101010' 0x03: Pesudo-Random bit sequence 15 0x04: Pattern of All '1' bits 0x05: Pattern of All '0' bits 0x06: Pattern of alternating bits '00001111' 0x07: Pattern of alternating bits '0101'
PHY	0x01: Transmitter set to use the LE 1M PHY 0x02: Transmitter set to use the LE 2M PHY

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

Byte Description	Value
	0x03: Transmitter set to use the LE Coded PHY with S = 8 data coding 0x04: Transmitter set to use the LE Coded PHY with S = 2 data coding.

表 7-6 返回事件

Byte Description	Value
HCI Event Packet	0x04
Event Code	0x0E
Parameter Length	0x04
Num_HCI_Command_Packets	0x05
Command_Opcode_LSB	0x34
Command_Opcode_MSB	0x20
Status	0x00: Command succeeded. 0x01 - 0xFF: Command failed. See "Volume 2, Part D – Error Codes" in Bluetooth Core Spec for a list of error codes and descriptions.

7.4 LE Receiver Test Command

表 7-7 命令格式

Byte Description	Value
HCI Command Packet	0x01
Command Opcode LSB	0x1D
Command Opcode MSB	0x20
Parameter Length	0x01
Frequency	= (F – 2402)/2, where F ranges from 2402 MHz to 2480 MHz. Range: 0x00 - 0x27

表 7-8 返回事件

Byte Description	Value
HCI Event Packet	0x04
Event Code	0x0E
Parameter Length	0x04
Num_HCI_Command_Packets	0x05
Command_Opcode_LSB	0x1D
Command_Opcode_MSB	0x20
Status	0x00: Command succeeded. 0x01 - 0xFF: Command failed. See "Volume 2, Part D – Error Codes" in Bluetooth Core Spec for a list of error codes and descriptions.

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

7.5 LE Enhanced Receiver Test Command

表 7-9 命令格式

Byte Description	Value
HCI Command Packet	0x01
Command Opcode LSB	0x33
Command Opcode MSB	0x20
Parameter Length	0x03
Frequency	= (F – 2402)/2, where F ranges from 2402 MHz to 2480 MHz. Range:0x00 - 0x27
PHY	0x01:Receiver set to use the LE 1M PHY 0x02: Receiver set to use the LE 2M PHY 0x03: Receiver set to use the LE Coded PHY
Modulation index	0x00: Assume transmitter will have a standard modulation index 0x01: Assume transmitter will have a stable modulation index

表 7-10 返回事件

Byte Description	Value
HCI Event Packet	0x04
Event Code	0x0E
Parameter Length	0x04
Num_HCI_Command_Packets	0x05
Command_Opcode_LSB	0x33
Command_Opcode_MSB	0x20
Status	0x00: Command succeeded. 0x01- 0xFF: Command failed. See "Volume 2, Part D – Error Codes" in Bluetooth Core Spec for a list of error codes and descriptions.

7.6 LE Test End Command

表 7-11 命令格式

Byte Description	Value
HCI Command Packet	0x01
Command Opcode LSB	0x1F
Command Opcode MSB	0x20
Parameter Length	0x00

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

表 7-12 返回事件

Byte Description	Value
HCI Event Packet	0x04
Event Code	0x0E
Parameter Length	0x06
Num_HCI_Command_Packets	0x05
Command_Opcode_LSB	0x1F
Command_Opcode_MSB	0x20
Status	0x00: Command succeeded. 0x01 - 0xFF: Command failed. See "Volume 2, Part D – Error Codes" in Bluetooth Core Spec for a list of error codes and descriptions.
Number of packets received(LSB)	0xXX
Number of packets received(MSB)	0xXX

7.7 LE Generate Signal Carrier Wave Command

表 7-13 命令格式

Byte Description	Value
HCI Command Packet	0x01
Command Opcode LSB	0x31
Command Opcode MSB	0xFC
Parameter Length	0x06
Reserved	0xFFFF
Private Command	0x0001: Generate signal carrier wave.
Frequency	= (F – 2402)/2, where F ranges from 2402 MHz to 2480 MHz. Range: 0x0000 - 0x0027

表 7-14 返回事件

Byte Description	Value
HCI Event Packet	0x04
Event Code	0x0E
Parameter Length	0x06
Num_HCI_Command_Packets	0x05
Command_Opcode_LSB	0x31
Command_Opcode_MSB	0xFC
Status	0x00: Command succeeded. 0x01 - 0xFF: Command failed. See "Volume 2, Part D – Error Codes" in Bluetooth Core Spec for a list of error codes and descriptions.

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

Byte Description	Value
Reserved	0xFFFF

7.8 LE Modify TX Power Command

表 7-15 命令格式

Byte Description	Value
HCI Command Packet	0x01
Command Opcode LSB	0x31
Command Opcode MSB	0xFC
Parameter Length	0x06
Reserved	0xFFFF
Private Command	0x0002: Modify TX power.
TX power	Range: 0x0000 - 0x0007 dbm

表 7-16 返回事件

Byte Description	Value
HCI Event Packet	0x04
Event Code	0x0E
Parameter Length	0x06
Num_HCI_Command_Packets	0x05
Command_Opcode_LSB	0x31
Command_Opcode_MSB	0xFC
Status	0x00: Command succeeded. 0x01 - 0xFF: command failed. See "Volume 2, Part D – Error Codes" in Bluetooth Core Spec for a list of error codes and descriptions.
Reserved	0xFFFF

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司