



## GR5xx Throughput示例手册

版本： 3.1

发布日期： 2023-11-06

版权所有 © 2023 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：深圳市福田区腾飞工业大厦B座12-13层

电话：+86-755-33338828      邮编：518000

网址：[www.goodix.com](http://www.goodix.com)

# 前言

## 编写目的

本文档介绍如何使用和验证GR5xx SDK中的Throughput示例，旨在帮助用户快速进行二次开发。

## 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
- 开发爱好者
- 文档工程师

## 版本说明

本文档为第3次发布，对应的产品为低功耗蓝牙GR5xx系列。

## 修订记录

版本	日期	修订内容
1.0	2023-01-10	首次发布
3.0	2023-03-30	新增支持多款芯片的相关描述
3.1	2023-11-06	更新GProgrammer、GRUart、GRToolbox获取方式。

# 目录

前言.....	I
1 简介.....	1
2 Profile概述.....	2
2.1 设备角色.....	2
2.2 吞吐服务（Throughput Service）.....	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 开发板与手机间测试.....	5
3.3.2 Server和Client开发板间测试.....	7
4 应用详解.....	14
4.1 THS Server工程目录.....	14
4.2 THS Client工程目录.....	14
4.3 运行流程.....	14
5 串口设置THS参数.....	16
5.1 扫描设备.....	16
5.2 连接参数更新.....	16
5.3 MTU设置.....	16
5.4 PDU设置.....	17
5.5 PHY设置.....	17
5.6 测试模式设置.....	17
5.7 TX Power设置.....	18
5.8 测试启停.....	18

## 1 简介

本文中的GR5xx Throughput示例演示了链路参数如何影响Bluetooth LE（Low Energy）连接的数据吞吐性能，如连接间隔（Connection Interval）、最大传输单元（MTU）、传输包大小（Data Length）、传输频率（PHY）和发射功率（TX Power）等链路参数。该示例也可验证在各传输模式（Notify、Write或Notify & Write）下，GR5xx芯片的Bluetooth LE数据吞吐性能。

本文将介绍如何使用GR5xx SDK中的Throughput示例对GR5xx芯片的Bluetooth LE数据吞吐性能进行验证。

在进行操作前，可参考以下文档。

表 1-1 文档参考

名称	描述
GR5xx应用及自定义Sample Service	介绍实现自定义Service的相关知识
对应芯片开发者指南	介绍GR5xx SDK以及基于SDK的应用开发和调试
Bluetooth Core Spec	Bluetooth官方标准核心规范
Bluetooth GATT Spec	Bluetooth Profile和服务的详细信息查看地址： <a href="http://www.bluetooth.com/specifications/gatt">www.bluetooth.com/specifications/gatt</a>
J-Link用户指南	J-Link使用说明： <a href="http://www.segger.com/downloads/jlink/UM08001_JLink.pdf">www.segger.com/downloads/jlink/UM08001_JLink.pdf</a>
Keil用户指南	Keil详细操作说明： <a href="http://www.keil.com/support/man/docs/uv4/">www.keil.com/support/man/docs/uv4/</a>

## 2 Profile概述

### 2.1 设备角色

Goodix Throughput Profile定义了以下两种设备角色：

- Throughput Server：发起广播，等待Throughput Client连接，接收来自Client的数据并以Notify方式发送数据至Client。
- Throughput Client：发起连接请求，连接Throughput Server，以Write Without Response方式发送数据至Server并接收来自Server的数据。

### 2.2 吞吐服务（Throughput Service）

Throughput Server和Throughput Client之间进行Throughput Service的交互，如图 2-1所示。

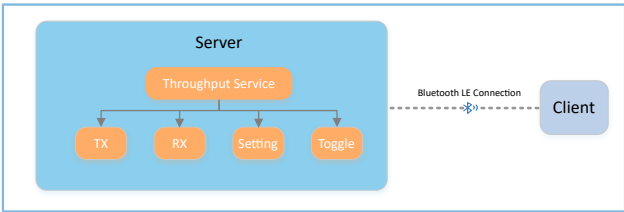


图 2-1 Server和Client之间THS交互

吞吐服务（Throughput Service，THS）是Goodix自定义的Service，用于Bluetooth LE吞吐测试数据传输与参数设置，其专用128位UUID为A6ED0301-D344-460A-8075-B9E8EC90D71B。

THS Characteristic包括：

- TX Characteristic：发送数据至Client端。
- RX Characteristic：接收来自Client端的数据。
- Setting Characteristic：接收吞吐测试参数设置信息，如MTU、PHY、TX Power、Connection Interval以及Data Length等，并将设置结果通知Client。
- Toggle Characteristic：开始或停止吞吐测试。

THS Characteristic的说明如表 2-1 所示。

表 2-1 THS Characteristic

Characteristic	UUID	Type	Support	Security	Properties
TX	A6ED0302-D344-460A-8075-B9E8EC90D71B	128 bits	Mandatory	None	Notify
RX	A6ED0303-D344-460A-8075-B9E8EC90D71B	128 bits	Mandatory	None	Write without Response
Setting	A6ED0304-D344-460A-8075-B9E8EC90D71B	128 bits	Mandatory	None	Notify, Write without Response

Characteristic	UUID	Type	Support	Security	Properties
Toggle	A6ED0305-D344-460A-8075-B9E8EC90D71B	128 bits	Mandatory	None	Write without Response

Bluetooth LE吞吐性能测试有以下三种传输模式：

- Server端单向发送：Server端以Notify方式将TX Characteristic Value发送至Client端。
- Client端单向发送：Client端以Write Without Response方式将RX Characteristic Value发送至Server端。
- Server、Client端双向传输：即以上两个方向数据传输同时存在。

在上述三种传输模式中，Server端接收来自Client端的Setting Characteristic Value进行吞吐性能测试参数设置，并将设置结果通知Client。

## 3 初次运行

本章介绍如何使用GR5xx SDK中的Throughput（Server端、Client端）示例。

### 说明:

SDK\_Folder为对应芯片SDK的根目录。

### 3.1 准备工作

运行GR5xx Throughput示例之前，需要完成以下准备工作。

- 硬件准备

表 3-1 硬件准备

名称	描述
开发板	对应芯片Starter Kit开发板（以下简称“开发板”）2块
连接线	USB Type-C（GR551x系列使用Micro USB 2.0连接线）
Android Phone	操作系统Android 5.0（KitKat）及以上版本的手机

- 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： <a href="http://www.segger.com/downloads/jlink/">www.segger.com/downloads/jlink/</a>
Keil MDK5	IDE工具，支持MDK-ARM 5.20 及以上版本，下载网址： <a href="http://www.keil.com/download/product/">www.keil.com/download/product/</a>
GRToolbox（Android）	Bluetooth LE调试工具，下载网址： <a href="http://www.goodix.com/zh/software_tool/grtoolbox">www.goodix.com/zh/software_tool/grtoolbox</a>
GProgrammer（Windows）	Programming工具，下载网址： <a href="http://www.goodix.com/zh/software_tool/gprogrammer_ble">www.goodix.com/zh/software_tool/gprogrammer_ble</a>
GRUart（Windows）	串口调试工具，下载网址： <a href="http://www.goodix.com/zh/download?objectId=64&amp;objectType=software">www.goodix.com/zh/download?objectId=64&amp;objectType=software</a>

### 3.2 固件烧录

GR5xx Throughput Server和Client示例工程的源码分别位于：

- SDK\_Folder\projects\ble\ble\_peripheral\ble\_app\_throughput
- SDK\_Folder\projects\ble\ble\_central\ble\_app\_throughput\_c

用户可使用GProgrammer直接将ble\_app\_throughput.bin和ble\_app\_throughput\_c.bin分别烧录至开发板A作为Throughput Server和开发板B作为Throughput Client。

GProgrammer烧录固件的具体操作方法，请参考《GProgrammer用户手册》。



## 说明:

- `ble_app_throughput.bin`位于SDK\_Folder\projects\ble\ble\_peripheral\ble\_app\_throughput\build。
- `ble_app_throughput_c.bin`位于SDK\_Folder\projects\ble\ble\_central\ble\_app\_throughput\_c\build。

## 3.3 测试验证

在本文中Bluetooth吞吐性能测试包括两个场景：

- 场景一：开发板A与手机之间的吞吐性能测试。
- 场景二：开发板A和B之间的吞吐性能测试。

### 3.3.1 开发板与手机间测试

本章节介绍作为THS Server的开发板A与作为THS Client的Android手机间进行Bluetooth LE THS测试验证。

开发板与手机间测试的具体步骤如下：

1. 开启蓝牙功能。

开启手机的蓝牙开关，并给开发板A上电。

2. 扫描Goodix THS设备。

打开手机的GRToolbox APP，点击“应用 > THS”。

手机扫描发现广播名为“Goodix\_THS”的开发板，如下图所示。

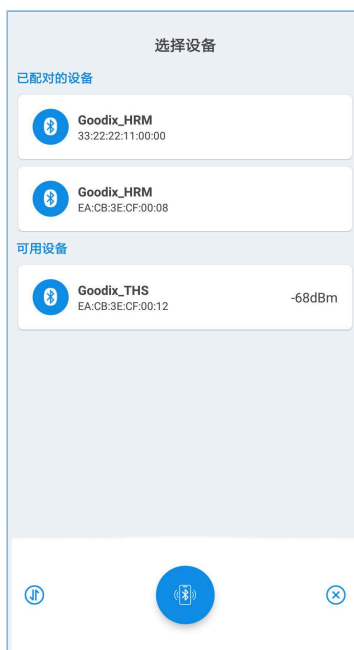


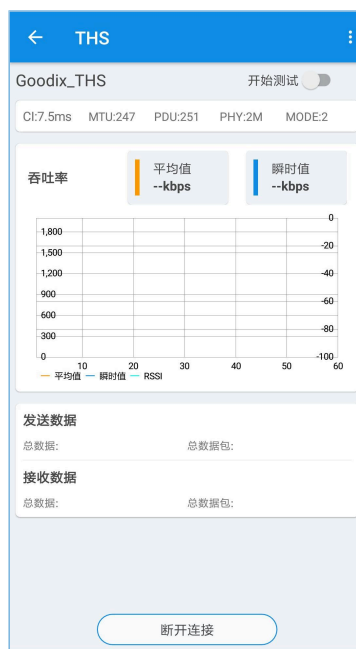
图 3-1 手机端发现Goodix\_THS

## 说明:

本文中GRToolbox的截图仅供用户了解操作步骤，实际界面请参考最新版本GRToolbox。

### 3. 连接Goodix\_THS设备。

选中并连接“Goodix\_THS”，进入Throughput测试界面，如图3-2所示。



### 4. 设置测试参数。

在Throughput测试界面，点击右上角  按钮进入测试参数设置界面，并配置参数，如图3-3所示。



## 5. 开启THS测试。


点击  按钮开始测试，在统计图中显示手机与开发板之间Bluetooth LE数据吞吐率的平均值和瞬时值，如图 3-4所示。



图 3-4 开启THS测试

### 3.3.2 Server和Client开发板间测试

作为THS Server的开发板A与作为THS Client的开发板B之间的Bluetooth LE THS测试验证。

GR5xx THS测试验证的操作步骤为：

#### 1. 将开发板A和B上电。

Server开发板A上电后，开始广播。

Client开发板B上电后，等待扫描Server开发板。串口调试工具GRUart的界面上会显示“Throughput Service Client example started”，如图 3-5所示。

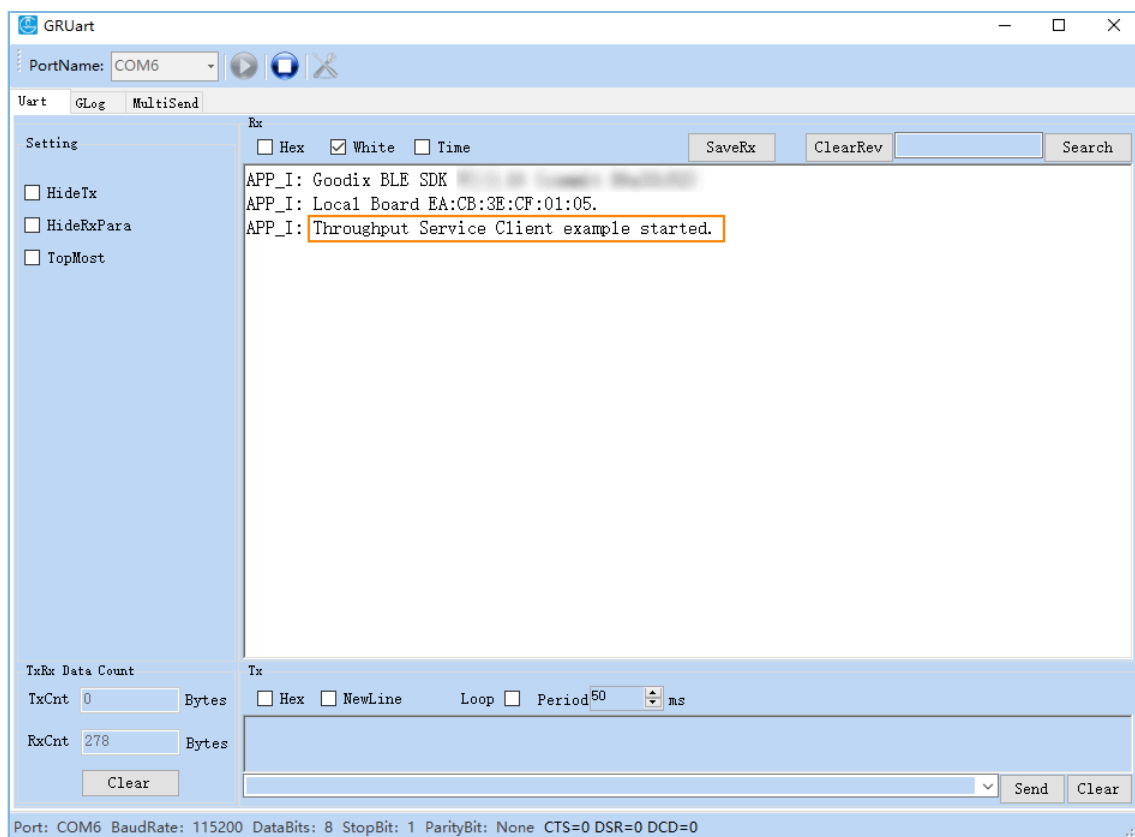


图 3-5 等待扫描

## 2. 扫描并连接设备。

当用户通过GRUart发送SCAN扫描设备指令时，开发板B开始扫描（如图 3-6所示），直至扫描到Server开发板A的广播，并自动发起连接请求。

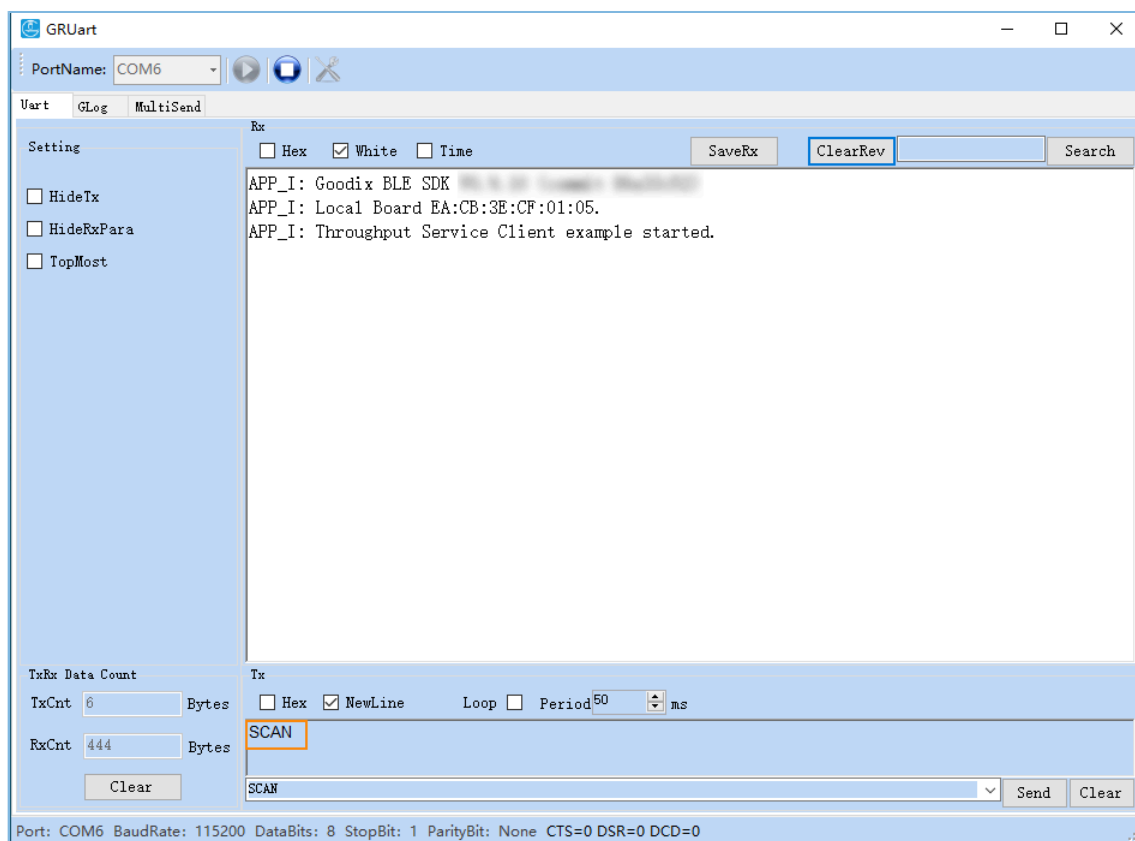


图 3-6 扫描对端设备

Client开发板B成功与Server开发板A建立起连接，GRUart的界面上会显示“Throughput Service discovery completely”，开始所有的THS参数串口指令设置，如图 3-7所示，串口指令格式请参考[5 串口设置THS参数](#)。

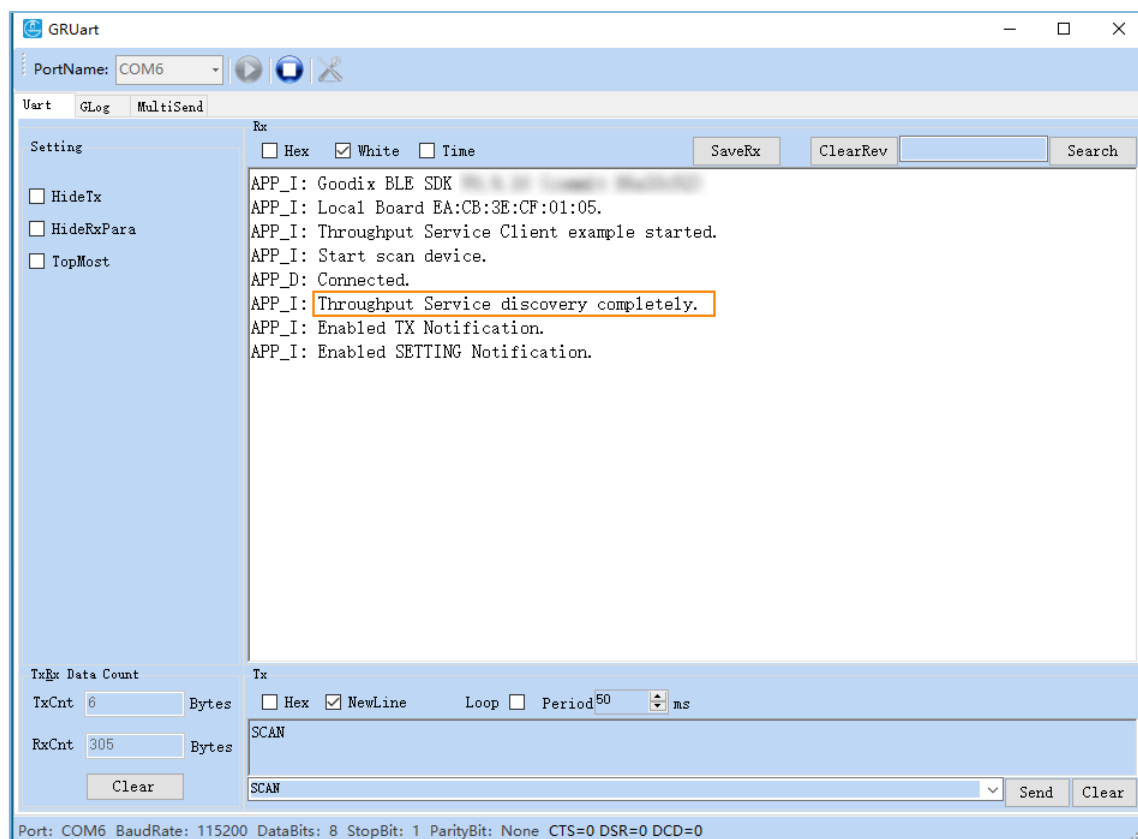


图 3-7 成功连接界面

### 3. 设置THS参数。

通过GRUart输入对应的THS参数设置指令（如PHY:0）并发送。SET PHY界面如图 3-8所示。



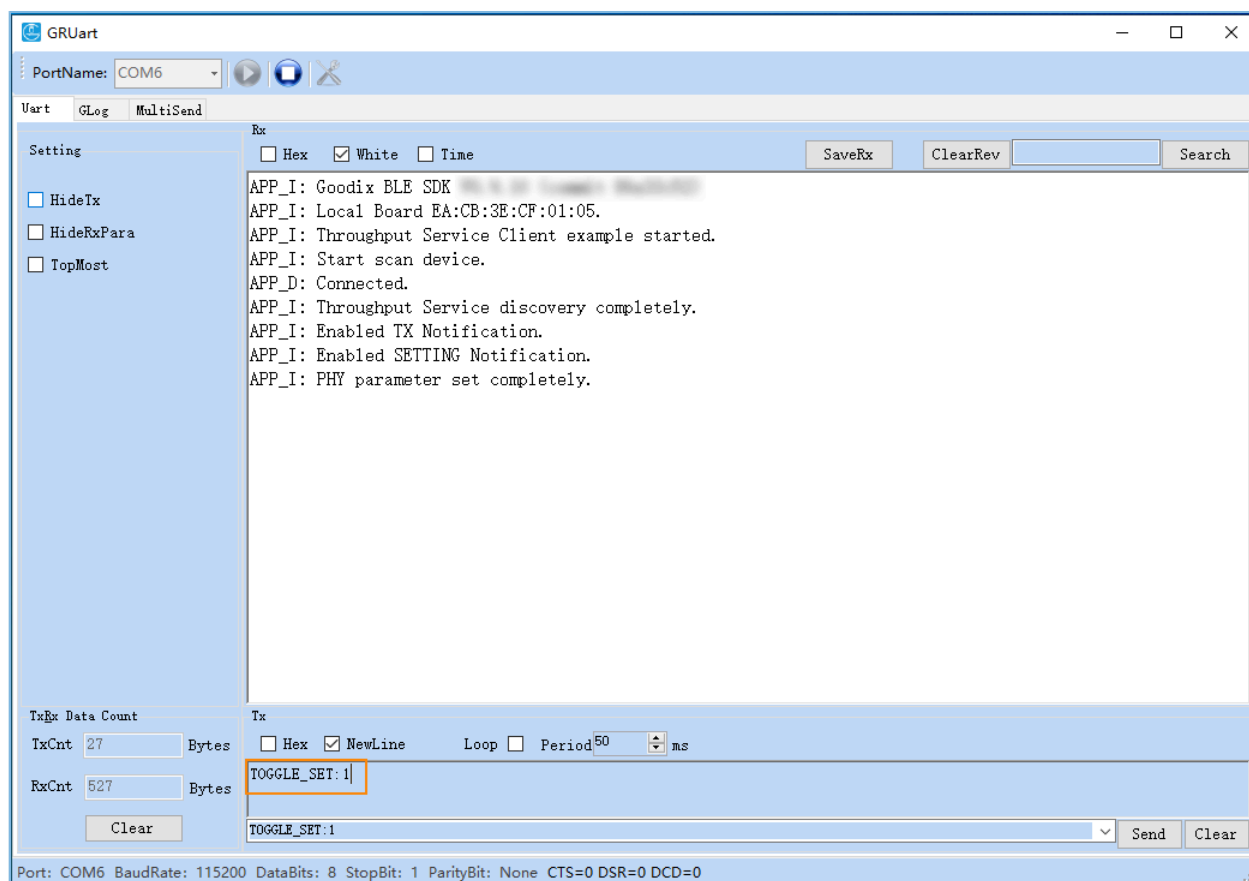


图 3-9 测试开启界面

Server开发板A的THS测试结果界面，如图 3-10所示。



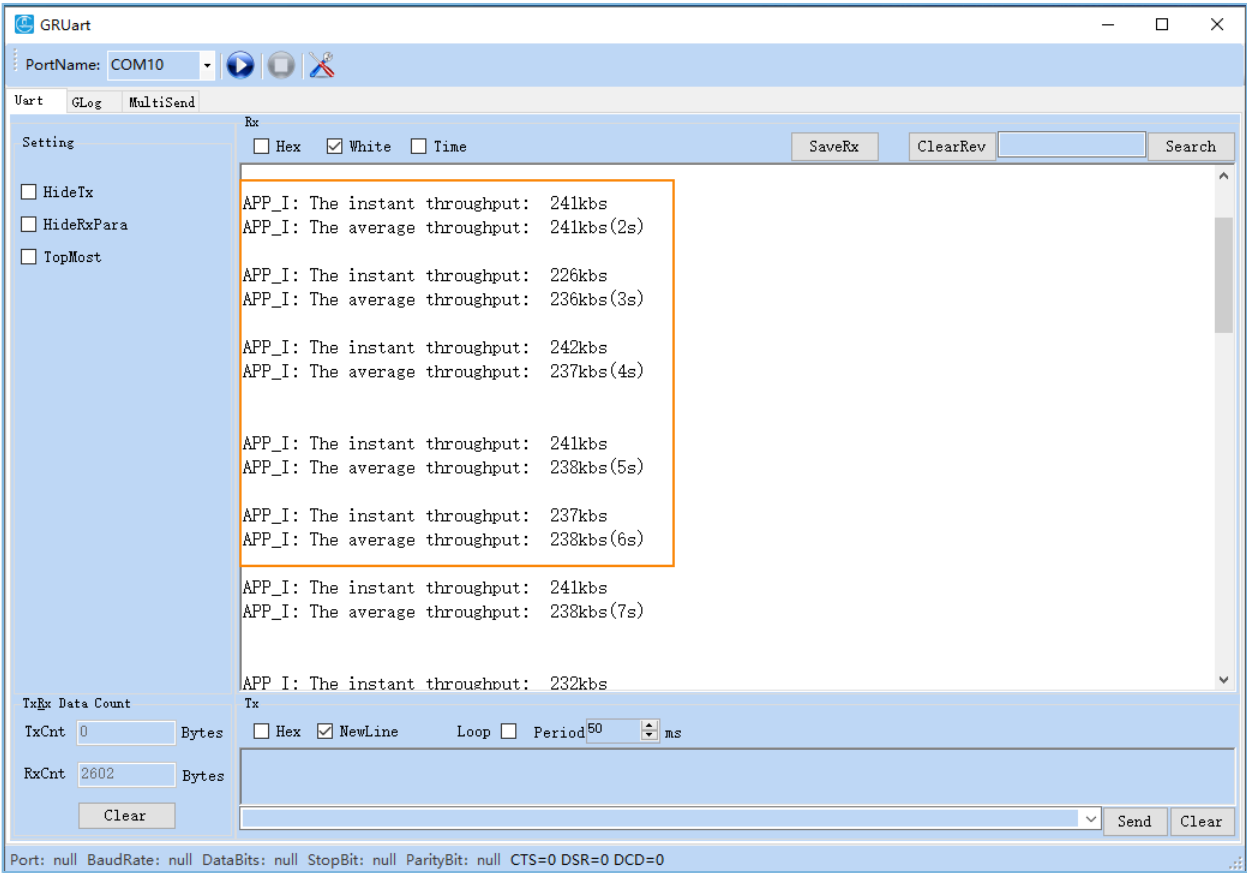


图 3-10 THS测试结果

THS的测试结果的参数说明，如表 3-3 所示。

表 3-3 THS测试结果的参数说明

参数	说明
instant throughput	吞吐率的瞬时值
average throughput	吞吐率的平均值

在测试过程中，若想更新测试参数，则需先通过GRUart发送TOGGLE\_SET:0暂停测试指令后再重新发送设置参数的指令。

## 4 应用详解

本章主要介绍THS示例（包括Server端和Client端）的工程目录、运行流程。

### 4.1 THS Server工程目录

THS Server示例的源代码和工程文件位于：SDK\_Folder\projects\ble\ble\_peripheral\ble\_app\_throughput，其中工程文件位于Keil\_5文件夹。

双击打开ble\_app\_throughput.uvprojx工程文件，在Keil中查看THS Server示例的ble\_app\_throughput工程目录结构，相关文件说明如表 4-1 所示。

表 4-1 ble\_app\_throughput文件说明

Group	文件	描述
gr_profiles	ths.c	Throughput Service实现
user_platform	user_periph_setup.c	App Log、设备地址和电源管理模式的配置
user_app	main.c	main()入口函数
	user_app.c	Throughput Server应用Profile注册及逻辑处理
	throughput.c	Throughput Service事件处理

### 4.2 THS Client工程目录

Throughput Client示例的源代码和工程文件位于：SDK\_Folder\projects\ble\ble\_central\ble\_app\_throughput\_c，其中工程文件位于Keil\_5文件夹。

双击打开ble\_app\_throughput\_c.uvprojx工程文件，在Keil中查看THS Client示例的ble\_app\_throughput\_c工程目录结构，相关文件说明如表 4-2 所示。

表 4-2 ble\_app\_throughput\_c文件说明

Group	文件	描述
gr_profiles	ths_c.c	Throughput Service Client Profile实现
user_platform	user_periph_setup.c	设备串口、设备地址和设备按键的配置
	user_interrupt.c	串口中断处理函数
user_app	main.c	main()入口函数
	user_app.c	Throughput Client应用Profile注册及逻辑处理
	throughput_c.c	Throughput Service Client事件处理和吞吐信息统计

### 4.3 运行流程

Throughput Server与Client之间的交互运行流程如图 4-1所示：

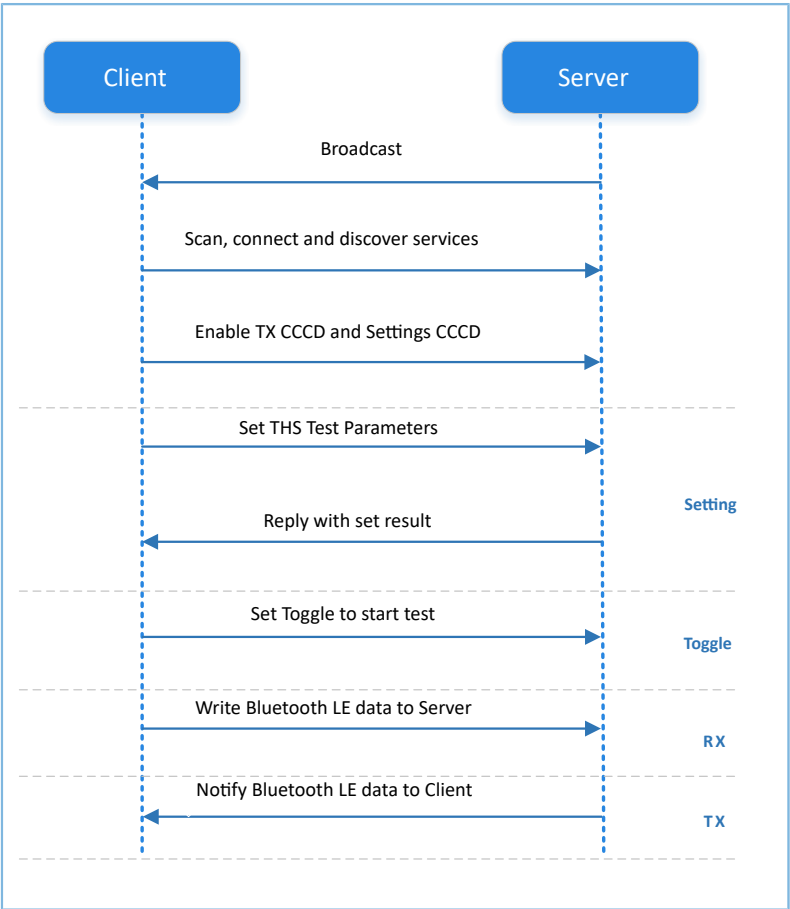


图 4-1 运行流程图

## 5 串口设置THS参数

两块开发板之间进行GR5xx THS测试时，Client开发板可接收串口输入指令进行相关参数测试。所有指令输入均以回车换行（‘\r\n’）结尾，其中具体指令格式定义如下。

### 5.1 扫描设备

表 5-1 扫描设备指令

指令	SCAN
参数说明	无
注意	无
示例	SCAN
响应	串口输出结果为：扫描、连接、发现服务、使能通知

### 5.2 连接参数更新

表 5-2 连接参数更新指令

指令	CI:<conn_interval_min>:<conn_interval_max>:<latency>:<timeout>
参数说明	<p>&lt;conn_interval_min&gt;: 连接间隔最小值（单位：1.25 ms）</p> <p>&lt;conn_interval_max&gt;: 连接间隔最大值（单位：1.25 ms）</p> <p>&lt;latency&gt;: 连接延迟</p> <p>&lt;timeout&gt;: 连接超时（单位：10 ms）</p>
注意	<p>如设置固定的连接间隔值，则应将最大值、最小值设置为相等。</p> <p>测试最佳吞吐率，则应将latency设置为0。</p> <p><math>\text{Timeout} &gt; (1 + \text{latency}) * \text{conn\_interval} * 2</math></p>
示例	CI:12:12:0:100
响应	串口输出设置结果

### 5.3 MTU设置

表 5-3 MTU设置指令

指令	MTU: <mtu_value>
参数说明	<mtu_value>: MTU，取值为：23 ~ 512
示例	MTU: 247
响应	串口输出设置结果

## 5.4 PDU设置

表 5-4 PDU设置指令

指令	PDU:<payload_octets>:<time>
参数说明	<payload_octets>: 有效载荷字节 <time>: TX Time
注意	无
示例	PDU:251:2120
响应	串口输出设置结果

## 5.5 PHY设置

表 5-5 PHY设置指令

指令	PHY:<tx_phy>:<rx_phy>:<phy_opt>
参数说明	<p>&lt;tx_phy&gt;: Preferred transmit PHYs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1: 1M PHY</li> <li>• 2: 2M PHY</li> <li>• 4: Coded PHY</li> </ul> <p>&lt;rx_phy&gt;: Preferred receive PHYs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1: 1M PHY</li> <li>• 2: 2M PHY</li> <li>• 4: Coded PHY</li> </ul> <p>&lt;phy_opt&gt;: Options for PHY</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Host has no preferred coding when transmitting on the LE Coded PHY</li> <li>• 1: Host prefers that S=2 coding be used when transmitting on the LE Coded PHY</li> <li>• 2: Host prefers that S=8 coding be used when transmitting on the LE Coded PHY</li> </ul>
注意	无
示例	PHY:1:1:0
响应	串口输出设置结果

## 5.6 测试模式设置

表 5-6 测试模式设置指令

指令	TRANS_MODE:<mode>
参数说明	<p>&lt;mode&gt;: 测试模式</p> <p>0: 仅Server端发送数据 (notify)</p> <p>1: 仅Client端发送数据 (write)</p> <p>2: Server端与Client端同时发送数据</p>
注意	无

示例	TRANS_MODE:2
响应	串口输出设置结果

5.7 TX Power设置

表 5-7 TX Power设置指令

指令	TX_PWR:<tx_power_value>
参数说明	<tx_power_value>: TX Power值，可选值"-20","-4","0","2","4","7"
注意	无
示例	TX_PWR:2
响应	串口输出设置结果

5.8 测试启停

表 5-8 测试启停指令

指令	TOGGLE_SET:<start_or_stop>
参数说明	< start_or_stop >: 测试启停 0: 停止测试 1: 开始测试
注意	无
示例	TOGGLE_SET:1
响应	串口输出设置结果