



## **ZS285A 项目 产线测试指南**

版本：V1.1

日期：2020-12-30

# 1 声 明

## Disclaimer

Information given in this document is provided just as a reference or example for the purpose of using Actions' products, and cannot be treated as a part of any quotation or contract for sale.

Actions products may contain design defects or errors known as anomalies or errata which may cause the products' functions to deviate from published specifications. Designers must not rely on the instructions of Actions' products marked "reserved" or "undefined". Actions reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them.

ACTIONS DISCLAIMS AND EXCLUDES ANY AND ALL WARRANTIES, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY AND ALL EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, ACCURACY, SECURITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, TITLE, AND AGAINST INFRINGEMENT OF INTELLECTUAL PROPERTY AND THE LIKE TO THE INFORMATION OF THIS DOCUMENT AND ACTIONS PRODUCTS.

IN NO EVENT SHALL ACTIONS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INCIDENTAL, INDIRECT, SPECIAL, PUNITIVE, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES WHATSOEVER, INCLUDING WITHOUT LIMITATION FOR LOSS OF DATA, PROFITS, SAVINGS OR REVENUES OF ANY KIND ARISING FROM USING THE INFORMATION OF THIS DOCUMENT AND ACTIONS PRODUCTS. REGARDLESS OF THE FORM OF ACTION, WHETHER BASED ON CONTRACT; TORT; NEGLIGENCE OF ACTIONS OR OTHERS; STRICT LIABILITY; OR OTHERWISE; WHETHER OR NOT ANY REMEDY OF BUYER IS HELD TO HAVE FAILED OF ITS ESSENTIAL PURPOSE, AND WHETHER ACTIONS HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES OR NOT.

Actions' products are not designed, intended, authorized or warranted for use in any life support or other application where product failure could cause or contribute to personal injury or severe property damage. Any and all such uses without prior written approval of an Officer of Actions and further testing and/or modification will be fully at the risk of the customer.

## Ways of obtaining information

Copies of this document and/or other Actions product literature, as well as the Terms and Conditions of Sale Agreement, may be obtained by visiting Actions' website at: <http://www.actions-semi.com> or from an authorized Actions representative.

## Trademarks

---

版 权 所 有 侵 权 必 究

The word “Actions”, the logo and Word “炬芯” are the trademark of Actions Technology Co., Limited. Names and brands of other companies and their products that may from time to time descriptively appear in this document are the trademarks of their respective holders, no affiliation, authorization, or endorsement by such persons are claimed or implied except as may be expressly stated therein.

**Rights Reserved**

The provision of this document shall not be deemed to grant buyers any right in and to patent, copyright, trademark, trade secret, know how, and any other intellectual property of Actions or others.

**Miscellaneous**

Information contained or described herein relates only to the Actions products and as of the release date of this publication, abrogates and supersedes all previously published data and specifications relating to such products provided by Actions or by any other person purporting to distribute such information.

Actions reserves the rights to make changes to information described herein at any time without notice. Please contact your Actions sales representatives to obtain the latest information before placing your product order.

**Additional Support**

Additional products and company information can be obtained by visiting the Actions website at: <http://www.actions-semi.com>

支持:

如欲获得公司及产品的其它信息, 欢迎访问我公司网站: <http://www.actions-semi.com>

## 2 目 录

<b>1</b>	<b>声 明 .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>目 录 .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>引言 .....</b>	<b>6</b>
3.1	版本历史 .....	6
3.2	编写目的 .....	6
3.3	术语和缩写词 .....	6
<b>4</b>	<b>自动化测试概述 .....</b>	<b>7</b>
4.1	支持的功能 .....	7
4.2	固件、ATF 文件、及其关系 .....	8
4.3	如何进测试模式 .....	8
4.4	测试完成的退出方式 .....	9
<b>5</b>	<b>硬件平台准备 .....</b>	<b>11</b>
5.1	USB 通信方式的硬件平台 .....	11
5.2	UART 通信方式的硬件平台 .....	11
<b>6</b>	<b>测试脚本说明 .....</b>	<b>13</b>
6.1	脚本编辑工具说明 .....	13
6.2	脚本编辑工具的可扩展性 .....	14
6.3	脚本编辑工具生成的参数配置项 .....	15
6.4	脚本编辑工具测试顺序 .....	16
6.5	修改蓝牙名称参数合法性 .....	16
<b>7</b>	<b>ATT 工具说明 .....</b>	<b>17</b>
7.1	ATT 工具配置说明 .....	17
7.2	测试日志的读取与解析 .....	19
<b>8</b>	<b>具体测试项说明 .....</b>	<b>20</b>
8.1	二次量产（卡） .....	20

8.2	GPIO 测试.....	20
8.3	通道测试 .....	21
8.4	蓝牙频偏测试 .....	24
8.5	修改蓝牙名称测试.....	26
8.6	修改蓝牙地址测试.....	26
8.7	蓝牙地址读取测试.....	27
8.8	蓝牙名称读取测试.....	27
8.9	蓝牙连接测试 .....	28
8.10	LED 亮灯测试 .....	29
8.11	按键测试 .....	30
8.12	BQB 模式测试.....	30
8.13	FCC 模式测试.....	30
8.14	老化播放测试 .....	30
8.15	电量控制测试 .....	31
8.16	电池电量检测 .....	31
8.17	测试退出模式 .....	31
8.18	常见问题 .....	32
8.18.1	频偏测试失败怎么办 .....	32
8.18.2	设备驱动安装正确性识别 .....	32

## 3 引言

### 3.1 版本历史

日期	版本号	注释	作者
2020-10-28	1.0	建立初始版本	ZS285A 项目组
<b>2020-12-30</b>	<b>1.1</b>	增加 att 量产，增加 uart 通信支持，增加一拖多等	ZS285A 项目组

### 3.2 编写目的

本文档主要介绍在小机量产后，如何进行蓝牙地址，设备名称的修改，以及如何实现自动化测试等流程。同时介绍有关自动化测试开发相关的内容。

### 3.3 术语和缩写词

缩写、术语	解 释
PCBA	Printed Circuit Board Assembly, 印刷电路板装配
NOR	一种非易失闪存，具有读取速度较快，写入速度较慢的特点
Bluetooth	一种无线互联的网络协议
DUT	Device Under Test 受测设备，这里指蓝牙模组或成品小机
SUT	System Under Test 系统测试设备，这里指能够接受和发送特定无线数据给 DUT 的设备
ATT	Actions Test Tool 炬芯自动化测试工具
USB Stub	炬芯定义的一种用于炬芯测试相关工具上的 USB 数据传输协议，也可指炬芯方案设备所处的工作模式
UPT	炬芯提供的蓝牙综合测试仪
UDA	USB Device Adapter USB 设备转换器，实现 USB 数据和串口数据的转换，并且 Uart 波特率可达 6M，通信更高效稳定

## 4 自动化测试概述

为了方便客户基于 ATS285x 方案，快速方便的实现对模组，PCBA，以及成品的测试，同时满足客户扩展自己所需测试功能的需要，ATS285x 方案设计了一整套完善的自动化测试平台。该测试平台具有如下一些特性：

1. 支持联机测试，方便直观并且能够与工厂的信息系统连接。
2. 将自动化测试代码放在 PC 上，不需要占用 Norflash 空间。
3. 支持量产固件后单独更新自动化测试代码，包括新增测试项在内。
4. 支持蓝牙 RF、音频、IO 等各种测试项目。
5. 支持一站式量产自动化测试，提高效率，节省成本。

### 4.1 支持的功能

具体的测试功能如下表所示

测试功能	联机测试(ATT 工具)
二次量产（卡）	支持，支持二次量产更新固件，这是通过卡量产来实现的，所以卡里必须更新固件
测试退出模式	支持，可选静默模式、直接关机、拔线关机、拔线重启
修改蓝牙地址	支持，支持自动增加地址或者扫描枪添加地址
修改蓝牙名称	支持
蓝牙地址读取测试	支持
蓝牙名称读取测试	支持
GPIO 测试	支持，模组或 PCBA 添加外围器件配合才能测试，成品不能测试；
MIC 通道测试	支持，模组或 PCBA 添加外围器件配合才能测试，成品不能测试；
LINEIN 通道测试	支持，模组或 PCBA 添加外围器件配合才能测试，成品不能测试；
频偏测试	支持，需要配合 UPT 盒子
蓝牙连接测试	支持，需要配合炬芯的蓝牙发射器
BQB 模式测试	支持，切换进入 BQB 模式，需要第三方测试仪器
FCC 模式测试	支持，切换进入 FCC 模式，需要第三方测试仪器
LED 亮灯测试	支持，需要人工检查
按键测试	支持，需要人工按键
电池电量控制测试	支持，需要产品有充电使能控制电路
电池电量检测	支持
老化播放测试	支持，支持白噪声老化播放

## 4.2 固件、ATF 文件、及其关系

这里的固件稍微将范围放大了一点，除了\*.fw 文件、ota 文件外，还包括 zephyr.bin、elf、lst、map 文件、autoconf.h、fw\_build\_time.bin。

ATF 文件打包了所有的测试项代码、配置文件、默认配置值文件等；ATF 文件 build 时，会依赖 zephyr.elf 和 autoconf.h、fw\_build\_time.bin 这 3 个文件。

ATF 文件 build 是在 samples\bt\_box\src\att\att\_patterns 下 build.sh，生成的 ATF 文件放在 samples\bt\_box\src\att\att\_bin 目录下，actiontest\_285a.atf。

ZS285A 的 SDK build 生成一个单一的 Bin 文件，Zephyr.bin，每个函数或变量都是通过直接地址访问的，函数或变量的地址很容易发生变化，从而调用者也需要重新链接；不像 US281B 的 SDK 有很多间接调用的 api 定义，透过 api 调用，调用者可以在被调用者的链接地址发生变化后，仍然保持最终生成的 Bin 不发生变化，所以可以不用重新编译链接。

所以，ZS285A 的自动化测试框架，遵循了这一个传递依赖原则，为了自动化测试代码能够不放在常规固件里占用紧张的 Norflash 空间，并且能够在固件 Release 后，还能够自由的修改自动化测试代码甚至增加测试项，我们制定了这样的规则：

1. Build 固件时，使用 build.sh -b，这会将 ATF 文件 build 所需的依赖文件拷贝到 Firmware\_Release\_ats2853\_dvb 目录里。
2. ATF 文件“强依赖于”zephyr.elf 文件，一旦 zephyr.elf 文件发生了变化，那么 ATF 文件中的自动化测试代码就全部不对应了，无法跑起来。

所以我们设计了版本号匹配规则：build 固件时，会生成 fw\_build\_time.bin 文件，里面存放这 build 固件时的日期时间，然后在 build ATF 文件时，会将这个日期时间导入到 ATF 文件头部。进行自动化测试时，会在开始时比较这 2 个日期时间，如果不相等，那么就说明固件与 ATF 文件不匹配，直接报错(ATT 工具上显示“**atf build time NOT equal fw build time**”)并终止自动化测试。

这就要求：

- 1) 用来做自动化测试的待测样机的固件必须是同一个版本的固件。
  - 2) 续上，一旦烧录了正式量产固件后，请不要再 build 固件并上传到服务器。
  - 3) ATF 文件一定要再正式量产固件生成后，重新 build 一次。
3. 我们要求客户像备份\*.fw 文件、ota 文件一样的方式来备份上述所有文件，作为发布量产固件的发布物，上传到客户的服务器备份起来。这样负责开发自动化测试的工程师，只需要将上述发布物下载下来，就可以 build ATF 文件了。

## 4.3 如何进测试模式

进入自动化测试模式，必须先使样机进入 USB 读卡器模式，然后 ATT 工具发起连接切换到自动化测试模式。



## 4.4 测试完成的退出方式

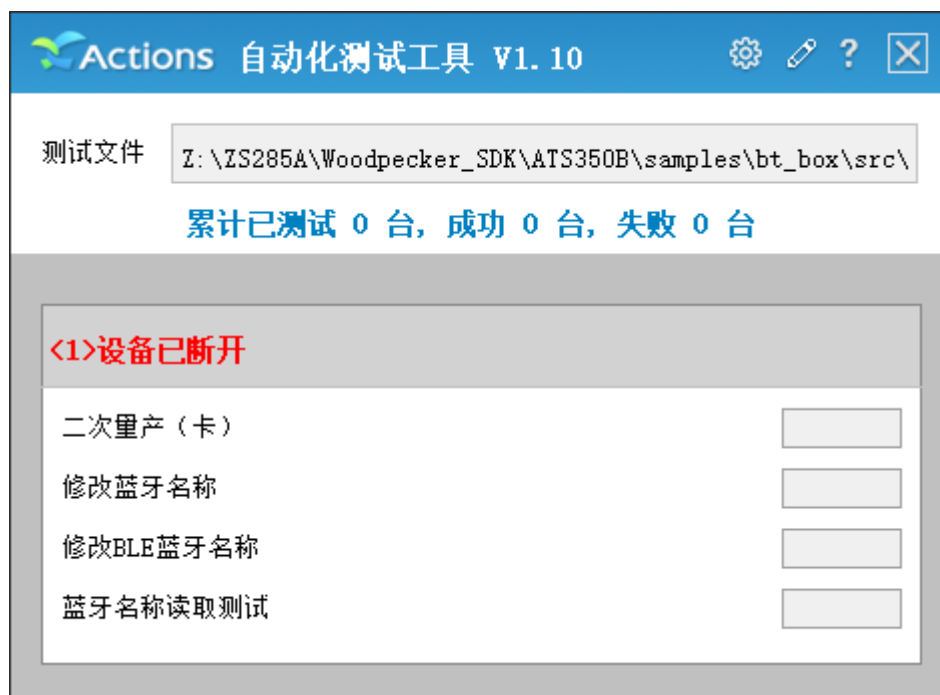
我们提供了 4 种可选的退出测试模式，分别为静默模式，直接关机模式，等待关机模式及等待重启模式，默认是等待关机模式。用户可以在 `ap_autotest_main.c` 文件中修改 `g_att_env_var.exit_mode` 的初始化代码来选择默认的退出方式。

- 1) 静默模式：完成最后一项测试后，小机会一直循环，不做任何操作；
- 2) 关机模式：完成最后一项测试后，小机会直接关机，重新上电或长按 onoff 键可以重启；
- 3) 等待关机模式：完成最后一项测试后，小机会等待 USB 拔出然后关机，重新上电或长按 onoff 键可以重启；
- 4) 等待重启模式：完成最后一项测试后，小机会等待 USB 拔出然后重新启动进入正常使用（等待蓝牙连接）。

客户还可以通过“测试退出模式”这一测试项来选择的，这个测试项不要求放在最后位置，实际上只要执行过，系统就记忆了测试退出模式，最后一个测试项完成后，就会按照这个测试退出模式来处理。

这种方式，可以做到不同工位的退出模式不相同，所以我们更加推荐这种用法。





## 5 硬件平台准备

### 5.1 USB 通信方式的硬件平台

要进行测试，前期需要准备好相应的测试架，这个需要根据模块或 PCBA 进行量身定做，测试的时候，选择稳压源来供电，注意调好工作电压（5V）和工作限流（200mA，如果需要接喇叭，限流要根据 PA 的电流来调节），然后准备好炬芯开发的蓝牙综合测试仪和待测的模块或 PCBA，就可以进行测试。

如果要支持 ATT 量产或二次量产，那么需要准备一张 SD 卡，将固件\*att.fw 烧录到 SD 卡中，具体做法参考《ATS285X\_ZS285A\_量产和 CHIPID 烧录说明》。

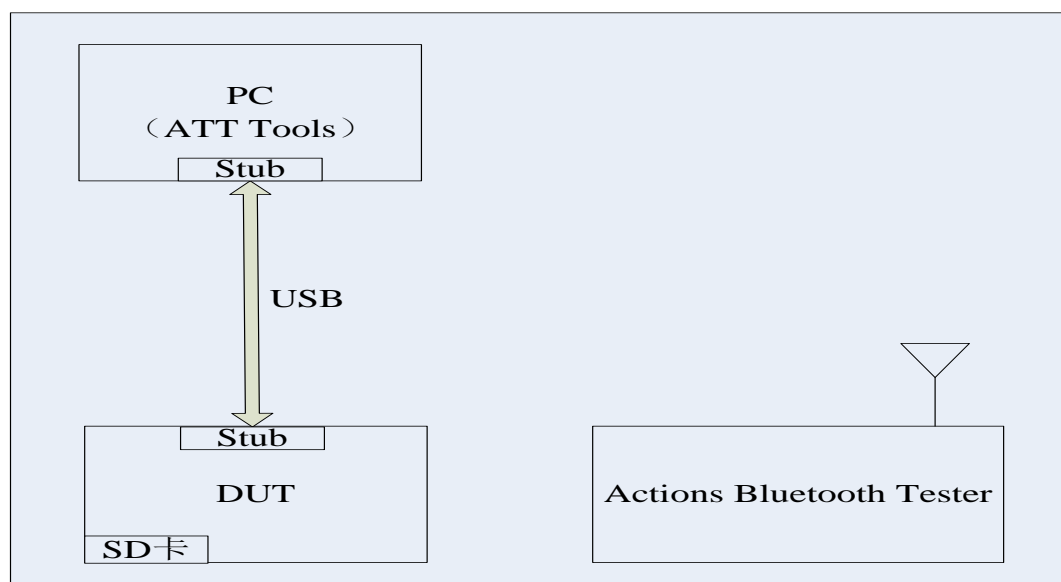


图 1 USB 测试连接示意图

### 5.2 UART 通信方式的硬件平台

Uart 通信方式的硬件平台，在 USB 通信方式的硬件平台的基础上，需要加入 UDA 转换器，UDA 转换器需要一个 Uart Rx/Tx 口，跟系统的打印口复用。

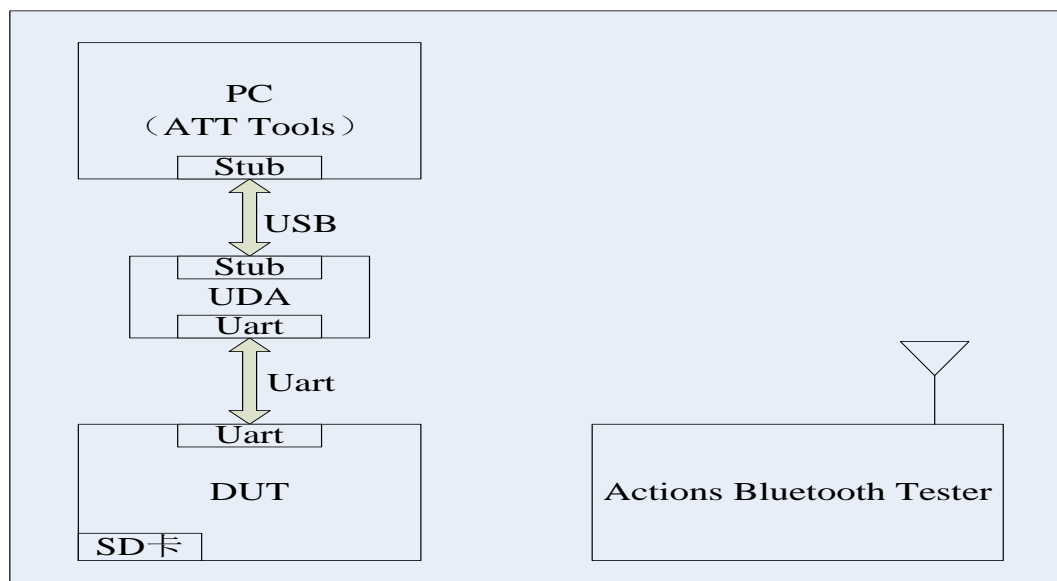


图 2 UART 测试连接示意图

## 6 测试脚本说明

测试需要使用脚本编辑工具来生成测试脚本，确定需要测试的项目。

### 6.1 脚本编辑工具说明

脚本编辑工具用于对测试的 ATF 文件进行配置编辑，完成测试项的选择以及测试参数的配置。要想 ATF 文件能够进行测试，必须要使用脚本编辑工具进行配置。

脚本编辑工具界面如下图所示：



其中，方案要选择哪些测试项，以及测试项的顺序，可通过勾选 checkbox 的顺序来决定。有些测试项的顺序是有要求的，**如果需要进行 BQB 测试或者 FCC 测试，则需要将这个测试项放到最后一项。**

有些测试项是带参数的，比如修改蓝牙名称测试项，就有一个参数，要求配置经典蓝牙名称。

## 修改蓝牙名称[1]



修改经典蓝牙名称

ZS285A\_xxx

当鼠标点击编辑栏时，在工具下方会提示输入的参数详细说明信息：

修改经典蓝牙名称，最多29个字符

有些测试项带有多个参数，在测试之前，必须配置好这些参数，每个参数都有说明信息：

## 修改蓝牙地址

蓝牙地址高3字节

f44efd

修改蓝牙地址低3字节

000001

蓝牙地址生成方式

累加

允许蓝牙地址多次修改

允许

## GPIO测试

## LINEIN通道测试

## MIC通道测试

蓝牙地址高3字节，必须是3字节的十六进制数字

也有些测试项是不需要配置参数的，比如 LINEIN 通道测试，客户只需要勾选相应的测试项即可。

## 6.2 脚本编辑工具的可扩展性

脚本编辑工具所有显示的内容，以及可配置的信息，都是由 xml 文件描述的。在 ATT 目录下有一个 att\_bin/config.xml 文件，该文件描述了所有测试项的内容，以及测试项的参数。以修改蓝牙名称为例，该部分描述语言如下：

```
<!-- modify BT NAME -->
<test tid = "1" name = "S100" desc = "S101">
  <!-- modify BT classic name -->
  <param name = "S102" value = "ZS285A_xxx" operate = "edit" range = "1:29" desc = "S103" type =
"string"/>
</test>
```

test tid 关键字指定了测试项的 ID，该 ID 值是唯一且确定的，要求和程序中测试项的 ID 是一一对应的。在 ATT 目录程序 att\_testid\_def.h 中定义了所有测试项的 TEST ID:

name 以及 desc 都是要描述的字符串，通过索引编号可以查找到具体对应的字符串信息。

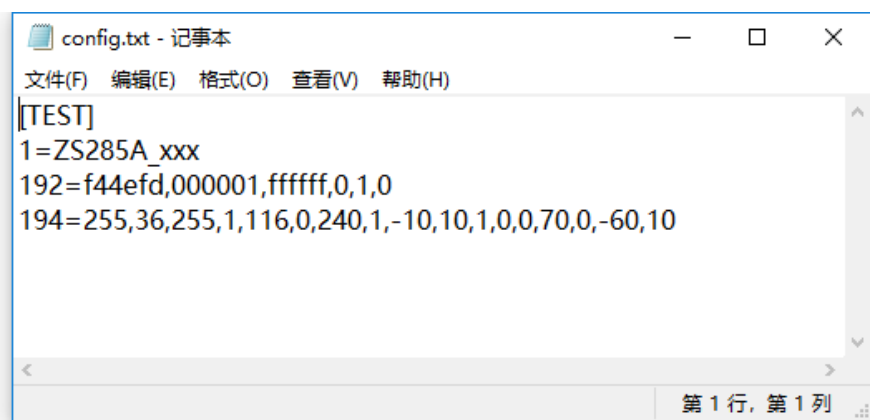
每个测试项都可以指定可选的参数，参数的顺序要和程序做到一一对应，否则程序会解释出错。每个参数的名称通过 param name 指定，value 指定参数的数值。参数数值可以是字符串，也可以是数值。通过 type 关键字指定 value 的类型。对于数值型的 value，可能存在枚举型数值，或者一定范围内的数值，此时，通过 operate 进行描述。如果 operate 为 edit，则需要设定 range 指定数值的范围。对于字符型数据，range 表示字符的个数，对于数值型数据，range 表示数据的范围。

对于枚举型数据，需要有一个默认值，此时通过 select="true"来选定默认值。枚举型数据，每个数据可以有单独的描述项，通过 sub 关键字进行描述。

如果客户需要扩展测试项，则需要修改该 xml 文件，来对测试项进行描述，并添加一些必要的参数项。

## 6.3 脚本编辑工具生成的参数配置项

脚本编辑工具生成的参数文件为 att\_bin/config.txt，也是打包在 ATF 文件里面的。编辑完成后，可以 Export 出来，并更新到 att\_bin 目录下，那么后续再次打包 ATF 文件，默认配置就变成了当前配置的了。



每一行描述一个测试项，等号左侧是测试项 ID，右侧是测试项的参数，参数之间用英文逗号隔开。该文件是一个文本文件，unicode 格式编码。因此小机端程序在解析的时候，需要根据实际需要，将数值从 unicode 编码改为所需的类型。例如蓝牙名称参数就需要从 unicode 转换成 UTF8 格式，才是真正需要写入到小机的参数。ATT 测试程序提供了一些字符转 unicode，以及 unicode 转字符的函数，可完成参数格式的转换。

客户如果需要新加测试项，需要完成 test id 的解析，以及测试参数的解析。ATT 程序已经提供了解析指定行数的函数，因此客户要进行扩展也很方便。

## 6.4 脚本编辑工具测试顺序

一般情况下，脚本测试工具对测试顺序是没有特别要求的，但有几个测试项测试顺序是特殊绑定的，具体如下：

实际安排测试顺序的时候，一般遵循如下原则：

1. 最先进进行固件量产测试
2. 然后进行硬件相关的测试，比如 GPIO 测试，LINEIN，MIC 通道测试，SD 卡或 uhost 驱动测试
3. 蓝牙 RF 相关测试，比如频偏测试或灵敏度测试
4. 一些重要参数的修改和读取，比如修改蓝牙名称，蓝牙地址，蓝牙名称和地址的读取测试
5. 最后进行蓝牙连接测试和 BQB，FT 测试

## 6.5 修改蓝牙名称参数合法性

修改蓝牙名称和蓝牙 BLE 名称测试项需要输入名称参数，由于实际缓冲区长度有限，当前程序最多允许输入 29 个字节的有效数据。至于有效数据可以代表多少个字符，和输入的字符类型有关，具体规定如下：

1. 如果输入的名称字符为 ASCII 字符，则可以支持最多 29 个字符
2. 如果输入的名称字符为中文字符，由于中文字符采用 UTF8 编码，而 UTF8 是变长编码，可能占据一个字节，两个字节或三个字节，一般中文汉字为三个字节，因此最多可输入 9 个中文汉字
3. 如果输入的名称既包含 ASCII 字符，也包含中文字符，则具体计算方法为中文汉字个数\*3+ASCII 字符个数

如果实际输入的字符个数经转换，发现所用的字节数超过 29，则脚本编辑工具会提示参数长度不合法，此时需要减少输入的字符数



## 7 ATT 工具说明

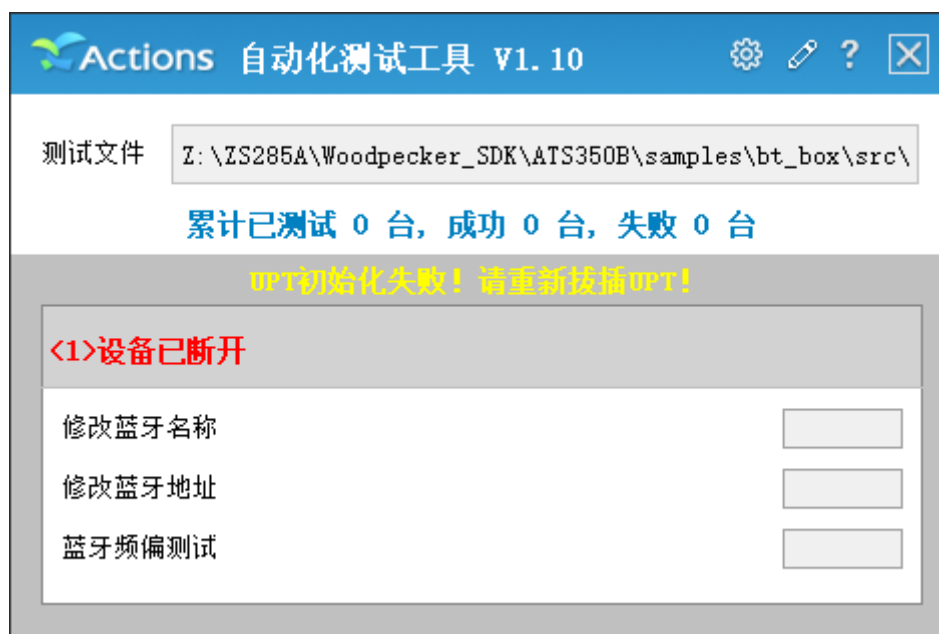
### 7.1 ATT 工具配置说明

ATT 工具是一整套自动化测试工具，ATT 在使用之前，需要加载一个 ATF 文件。该 ATF 文件由脚本编辑工具完成测试项的配置。

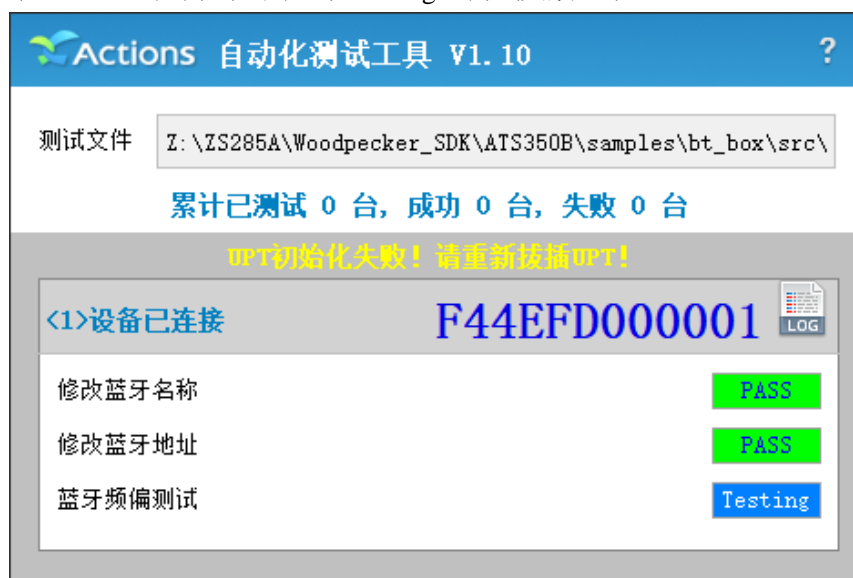
打开 ATT 工具并配置为 1X1，选择 atf 文件；如下图所示：



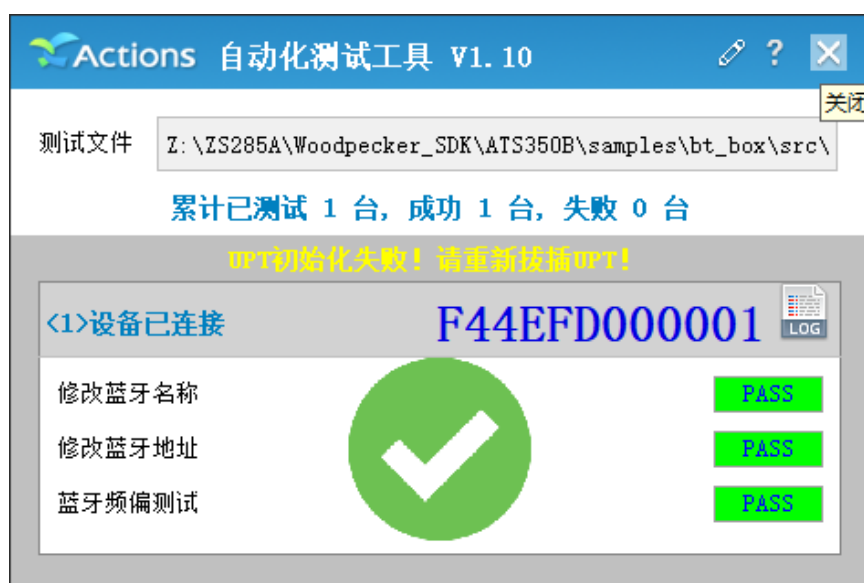
然后点击应用，就开始自动检测是否有待测样机以 USB 读卡器模式连接到 PC；检测到后，ATT 工具会自动连接设备，开始测试。如下图所示：



如果设备准备就绪，则立即开始自动化测试，测试的时候，如果某个测试项测试通过，则显示测试 PASS，正在测试，则显示 Testing，测试失败显示 Fail:



当全部测试项测试成功时，工具会显示当前测试项全部通过:



## 7.2 测试日志的读取与解析

ATT 工具在测试的时候会生成测试日志文件，该文件位于 ATT 工具安装路径下的 log 目录，日志文件名是待测设备的蓝牙地址命名的文件。例如测试了一台蓝牙设备地址为 F44EFD80D9A7，那么在 log 目录就会生成一个名为 F44EFD80D9A7.log 的测试日志文件。

客户如果想查看某台测试设备测试情况，可以打开相应的测试日志文件进行查看。如果要做信息提取，也可以对该文件做二次分析处理，生成对应的报表文件。

直接在上述的 ATT 工具测试窗口上，点击 LOG 图标，也可以看到测试结果的细节信息。



## 8 具体测试项说明

### 8.1 二次量产（卡）

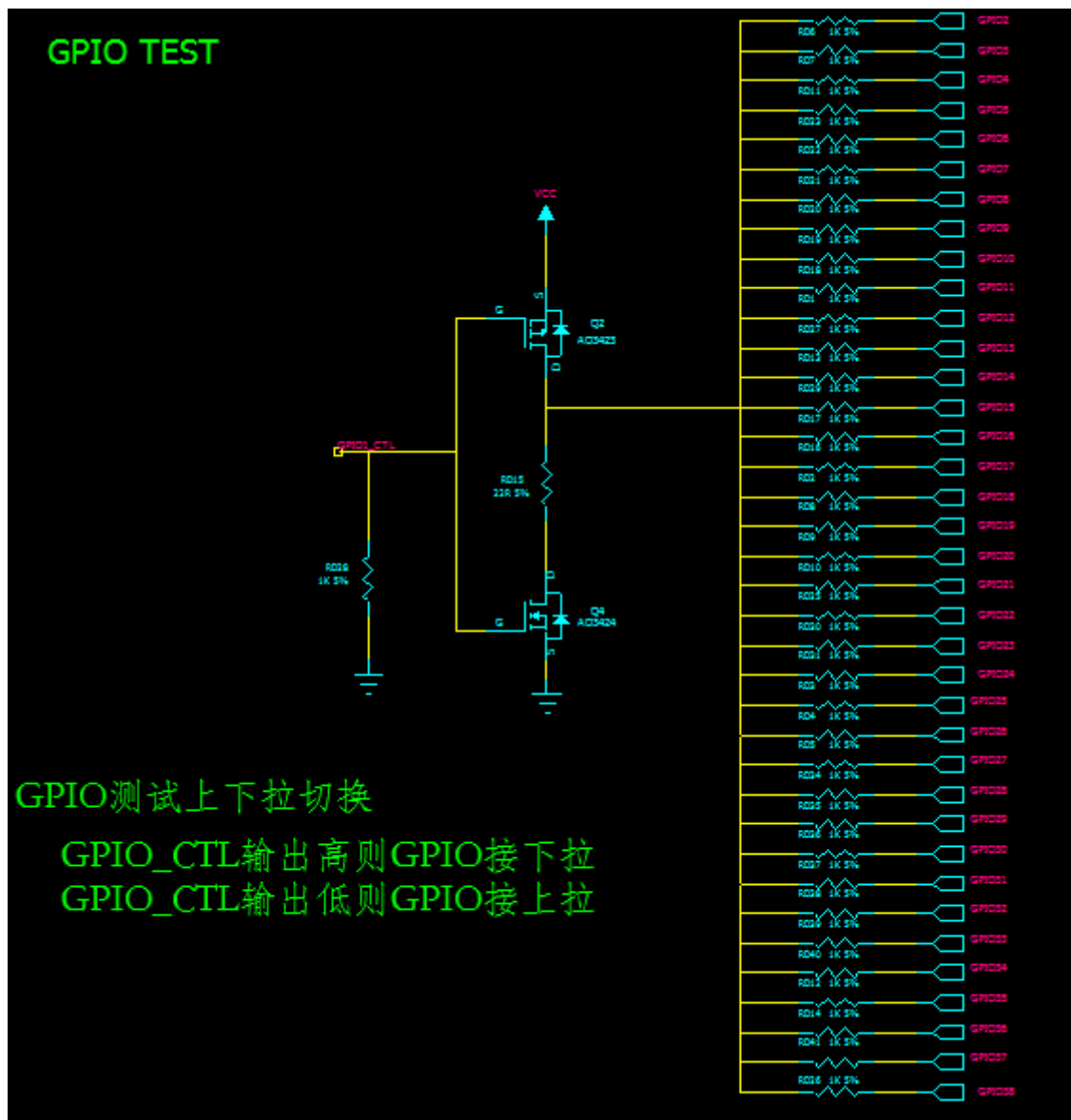
只有 V1.11.01 或更高的版本的自动化测试工具才支持二次量产（卡）。

这个测试项要求 DUT 插入一张 SD 卡，卡通过量产卡固件烧录工具制作成了量产卡，并且要求打包固件时，将 `scripts/support/actions/prebuilt/woodpecker/common/bin/mp_card.cfg` 中的配置项 `CARD_PROD_RESET_OPTION` 配置为 1，即量产完成后重启。

这个测试项必须放在第一项。

### 8.2 GPIO 测试

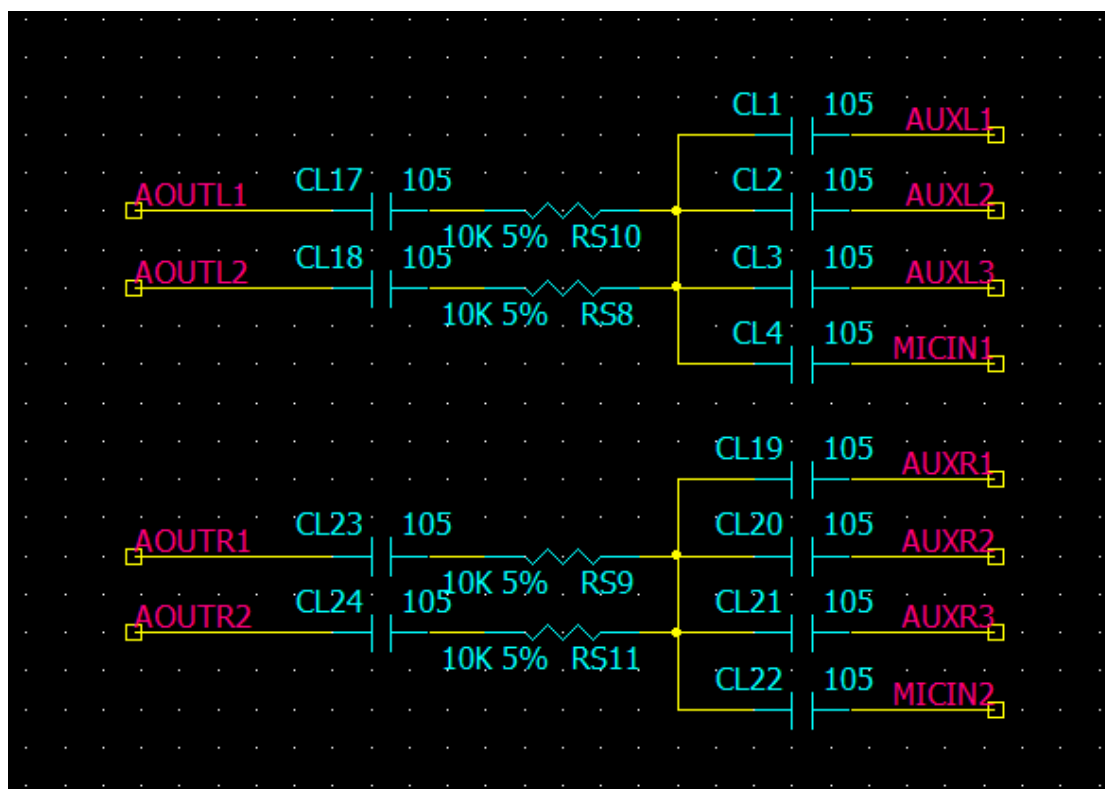
针对 ATS2853 模组或 PCBA，ATT 工具提供了 GPIO 测试项。该测试项需要测试架搭建一定的电路才可以完成，可进行断路，短路，VCC 短路，GND 短路的测试。具体硬件原理图如下：



测试的时候，需要使用 GPIO15 作为输出，来控制相关 GPIO 的上下拉电阻分配情况，以及电压的配置，进而完成相关 IO 口的测试。如果某个 GPIO 测试失败会即刻停止测试，并上报哪个 GPIO 口的哪种测试失败了。

## 8.3 通道测试

通道测试包括 linein 通道测试和 MIC 通道测试，具体测试原理图如下图所示：



模块的 Line\_in 测试，需要将 AOUTL、AOUTR、LINEINL、LINEINR 引出来，在外部通过隔直电容（建议容值为 105）将 AOUTL 与 LINEINL、AOUTR 与 LINEINR 连接起来，软件上使 AOUT 输出一个确定的信号，灌进 LINEIN 通路，通过检测灌进 LINEIN 通路的信号是否正确来判断 LINEIN 通路是否正常，并通过外部指示灯进行指示（指示灯所用 GPIO 用户可以根据自己的硬件进行配置）。

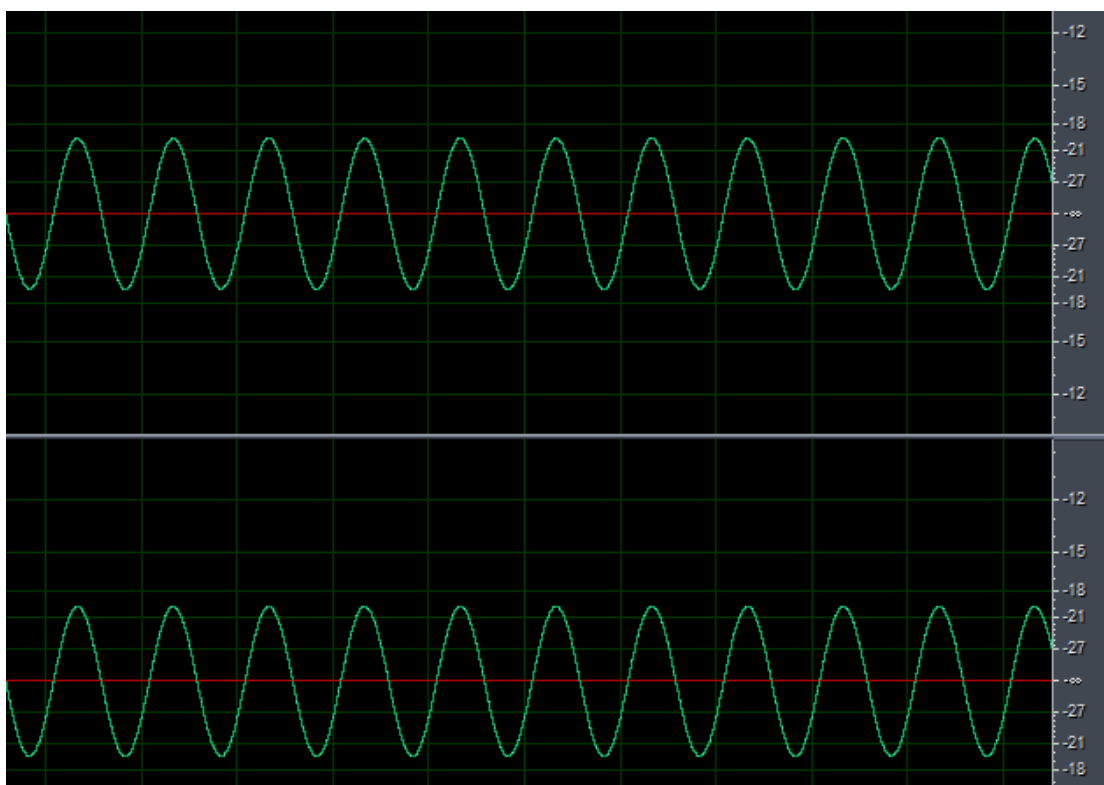
模块的 MIC 测试，需要将 AOUTL 或 AOUTR、MICIN 引出来，在外部，通过一个隔直电容将 AOUTL 或 AOUTR 与 MICIN 连接起来。软件上使 AOUTL 或 AOUTR 输出一个确定的信号灌进 MICIN，再去检测 MICIN 进来的信号是否正确，来判断 MIC 通路是否正常，并通过外部指示灯进行指示（指示灯所用 GPIO 用户可以根据自己的硬件进行配置）。

在进行通道测试的时候，默认程序会做两方面的分析，一方面会统计能量值，当统计出来的能量值超过阈值时，则认为通道是正常的，否则认为通道不正常。这种统计是一种比较粗略的统计。如果测试环境没有做好，引入了噪声，当噪声幅度也超过能量阈值时，可能测试也是可以通过的。因此，另一方面，程序可以做更精确的分析，也就是信噪比分析，程序将统计出来的能量值做频谱分析，通过分析有用信号的占比，也就是信噪比，就可以直观的反映出统计出来的能量值到底是有用信号多，还是噪声信号多。信噪比的计算公式是：

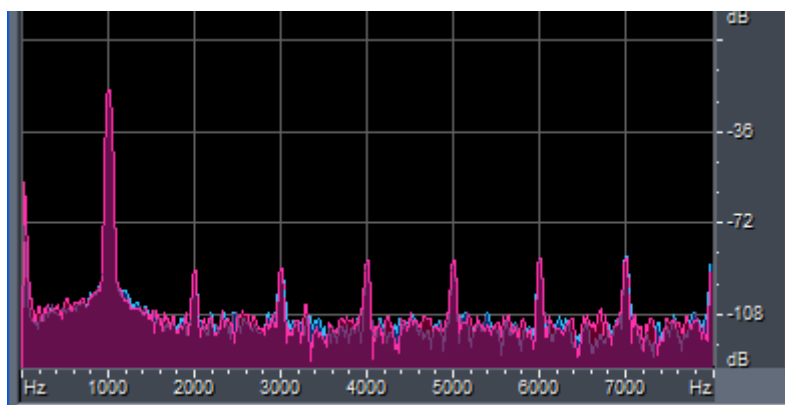
$$SNR = 10\log(PS/PN)$$

其中 PS 表示信号功率，PN 表示噪声信号功率。假设 SNR 阈值为 40db，那么就表示 PS 是 PN 的 10000 倍。

以测试信号为例，输入的测试信号是 1KHz 的正弦波，采样频率为 16KHz，采样 128 点做 FFT，频谱分辨率为 125Hz，那么信号最强的点应该分布在第 8 个点，也就是 1KHz 所在的位置。如下图所示是 linein 采集的信号结果：



如果没有噪声，那么采集出来的信号就是很标准的正弦波，做 FFT 也应该大部分信号为 1KHZ 或其谐波信号：



据此，程序就可以判断出 linein 通道或 MIC 通道的好坏。

linein 通道和 mic 通道测试的时候，可以分别测试左通道或右通道，程序提供如下几个参数，用于配置通道测试的相关阈值：

**LINEIN通道测试 [7]**

是否测试左通道	<input checked="" type="checkbox"/>
通道能量阈值	<input type="text" value="4096"/>
是否测试信噪比 (SNR)	<input checked="" type="checkbox"/>
信噪比阈值	<input type="text" value="40"/>
幅值最大点	<input type="text" value="8"/>
是否测试右通道	<input checked="" type="checkbox"/>
通道能量阈值	<input type="text" value="4096"/>
是否测试信噪比 (SNR)	<input checked="" type="checkbox"/>
信噪比阈值	<input type="text" value="40"/>
幅值最大点	<input type="text" value="8"/>

默认程序会设置的阈值范围比较大，用户可以根据实际电路测试的情况，调整这些阈值范围的设定。需要注意的是，标准 SNR 测试程序会输入一个比较精确的正弦波，而且输出的电压幅度比较大，而我们为了测试方便，没有将输出的 PA 等级设置的那么高，因此测试出来的 SNR 值和仪器是有一定偏差的，但对于 PCBA 和模组测试，已经是够用的了。

## 8.4 蓝牙频偏测试

蓝牙频偏测试需要准备炬芯开发的频偏校准工具 UPT，UPT 和待测设备可以通过同轴电缆耦合，也可以直接使用天线，通过空中传输数据。使用同轴电缆方式可以有效避免干扰，提高接收信号数据质量，同时减少测试时间，我们推荐客户在实际进行频偏校正的时候，采样同轴电缆连接。如果确实没有条件，采样空口连接，也建议客户在使用 UPT 的时候，天线选择好一点的天线，比如下图所示的无方向性天线，减少测试失败的可能性(对于发射功率和灵敏度测试也是如此):

UPT 适用于 ZS285A 方案的固件请选择: UPT\_FIXPOWER8\_0CAP\_285A\_190910.fw





蓝牙频偏测试开放如下测试参数:

#### ▼ 蓝牙频偏测试 [194]

是否测试频偏	<input checked="" type="checkbox"/>
频偏校正初始最小值	<input type="text" value="0"/>
频偏校正初始最大值	<input type="text" value="160"/>
是否修改初始值	<input checked="" type="checkbox"/>
频偏调整范围最小值	<input type="text" value="-10"/>
频偏调整范围最大值	<input type="text" value="10"/>
频偏数值写入模式	<input type="text" value="只写入efuse"/> ▼
是否测试发射功率	<input type="checkbox"/>
发射功率最小值	<input type="text" value="-70"/>
发射功率最大值	<input type="text" value="20"/>

其中频偏校正初始值 0 和 160 一般不需要修改。客户主要调整的参数是频偏调整范围最小值和最大值，这个值规定了频偏调整最终的阈值。ATT 工具会尝试调整出一个满足阈值范围，且尽量频偏为正的结果作为最终调试的结果。

频偏数值写入模式默认为写入 efuse，在开始产线调整，测试仪器和样机的时候，如果不想写 efuse，可以将写入模式改成不写入。

频偏测试结束后, 打开日志文件(可通过 ATT 工具的日志按钮打开, 此时要求 ATT 工具与待测小机或 UDA 转接板断开连接), 可看到本次测试校正得到的最终频偏值:

```
19:31:50 cfo result num[9]: -324 hz, pwr: -36  
19:31:50 bc:0, tc:9, cap:0x909, cfo:-568, pwr:-36  
19:31:50 test over! cfo:1141 index:8  
19:31:50 测试<蓝牙频偏测试>成功, 参数<0, 255, 255, 1, 3, 13, 1, -  
10, 10, 0, 7000, 0, -70, 20>
```

## 8.5 修改蓝牙名称测试

修改蓝牙名称测试用于修改小机默认的蓝牙名称, 支持最多 29 个字节的存储空间, 最多支持 29 个英文字符, 中文字符串最多支持 9 个字符。具体计算情况参考 6.4.2 小节的说明。

ATT 工具修改蓝牙名称后会重新读取修改的数值, 并比较数值是否一致, 如果一致则认为测试成功。

## 8.6 修改蓝牙地址测试

修改蓝牙地址测试用于修改小机默认的蓝牙地址, 该测试项有如下几个测试参数:

修改蓝牙地址 [192]

蓝牙地址高3字节

f44efd

蓝牙地址低3字节-起始值

000002

蓝牙地址低3字节-结束值

ffffff

蓝牙地址生成方式

累加

修改成功后打印蓝牙地址

☐

蓝牙地址高 3 字节一般是和厂商 ID 绑定的, 不会轻易改变, 因此这个参数独立配置。蓝牙地址低三字节分为起始值和结束值两部分, 这部分和蓝牙地址生成方式配合完成蓝牙地址的修改。具体规则如下:

1. 如果蓝牙地址生成方式为累加, 则蓝牙地址低 3 字节从起始值开始修改, 一直到结束值为止。
2. 如果蓝牙地址生成方式为随机, 则蓝牙地址低 3 字节从起始值到结束值之间进行随机分配
3. 如果蓝牙地址生成方式为固定, 则蓝牙地址低 3 字节以起始值作为低三字节配置值发给小机

最后面有一个参数, 用于配置修改成功后是否打印蓝牙地址, 这个配置项是提供给客户做二次开发使用的。有些客户希望能够提取修改蓝牙地址的信息, 这里通过调用一个 Printer.exe 完成这项功能。当勾选这个选项后, ATT 工具的安装目录必须有一个二进制可执

行文件 Printer.exe, ATT 工具在测试结束会调用这个文件, 并将蓝牙地址作为参数传递过去。默认是不勾选这个参数的。与此类似, 读取蓝牙地址测试项也有这样一个配置参数。

## 8.7 蓝牙地址读取测试

蓝牙地址读取测试用于读取当前小机配置的蓝牙地址, 同时该测试项提供蓝牙地址比较功能, 如果输入参数包含一个待比较的蓝牙地址, 则程序会比较读取的蓝牙地址和配置的蓝牙地址是否一致, 如果一致, 则测试通过, 否则测试失败。如果不进行蓝牙地址比较, 则小机默认如果能够成功读取蓝牙地址, 则测试通过, 如果读取不到蓝牙地址, 则测试失败。

### ▼ 蓝牙地址读取测试 [196]

蓝牙地址检查 ☐

用户输入蓝牙地址

005875000001

蓝牙地址打印 ☐

如果采用 ATT 工具测试, 则测试日志会显示当前读取的蓝牙地址:

```
11:15:55 bt_addr: f4:4e:fd:0:0:c
```

```
11:15:55 测试<蓝牙地址读取测试>成功, 参数<F44EFD00000C>
```

## 8.8 蓝牙名称读取测试

蓝牙名称读取测试用于读取小机配置的经典蓝牙名称和 BLE 蓝牙名称, 同时该测试项也提供名称比较的功能。

### ▼ 蓝牙名称读取测试 [22]



是否校验经典蓝牙名称 ☐

待比较经典蓝牙名称

ZS283A\_xxx

是否校验蓝牙BLE名称 ☐

待比较蓝牙BLE名称

ZS283A\_xxx\_ble

默认是不会进行名称的比较的, 该比较主要提供一种判断设备名称是否修改的手段。

如果采用 ATT 工具测试, 则测试结束, 在测试日志中会显示当前读取的蓝牙名称, 第一个参数是经典名称, 第二个参数是 BLE 名称。

## 8.9 蓝牙连接测试

BT 测试用于测试蓝牙完整功能，该测试项需要配合蓝牙综合测试仪完成测试。蓝牙综合测试仪的蓝牙地址由测试脚本中的配置项决定，分别制定窗口 1、2、3、4、5、6 的蓝牙地址，在进行 BT 测试时将有小机主动连接综合测试仪完成连接或播放测试。

▼

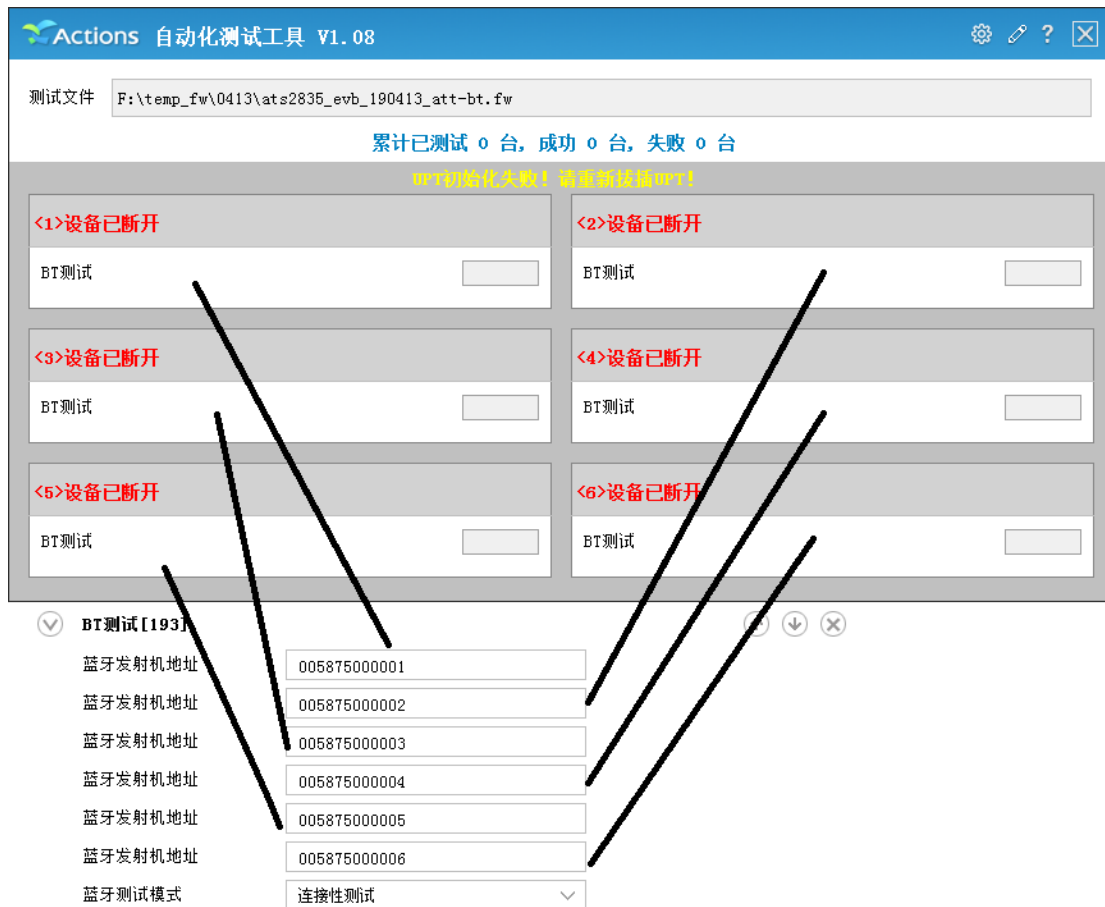
BT测试[193]

↑

↓

×

蓝牙发射机地址	005875000001
蓝牙发射机地址	005875000002
蓝牙发射机地址	005875000003
蓝牙发射机地址	005875000004
蓝牙发射机地址	005875000005
蓝牙发射机地址	005875000006
蓝牙测试模式	连接性测试 ▼



当前我们提供的蓝牙综合测试仪支持模组测试，PCBA 测试和成品测试。为了支持三种测试模式，蓝牙综合测试仪提供了两种工作方式：

- 1、回连模式，此时连接由测试小机发起，发射机不主动搜索设备
- 2、主动模式，此时连接由发射机发起，发射机会主动搜索设备

在模组测试和 PCBA 测试，需要将蓝牙综合测试仪配制成回连模式。

工具最多可以支持六台设备同时测试。每一台设备对应的发射机都是唯一确定的，只有地址与发射机地址完全匹配，测试才会成功。

## 8.10 LED 亮灯测试

LED 亮灯测试用于检测是否存在虚焊、短路等电路故障及排除 LED 本身故障。该测试需要人工观察待测样机板子上 LED 的亮灭情况由检测人员判定是否测试通过，ATT 无法自动识别，因此为了避免跳过后续的测试，LED 测试结果一定为 pass。

## 8.11 按键测试

按键测试能够检测除 reset 键之外的所有按键，并基于键值做出判断。

测试之前，用户需要根据实际硬件电路在 autotest\_key.c 文件给定按键数量及其对应的电阻值。电阻不可避免的会存在一些误差，因此测试人员可以根据实际情况，给定 ATTEST\_ERROR\_PERC 的值，这是百分比的值，默认是允许±6 的阻值误差，这是用于计算按键键值理论范围的。

对于 onoff 键，我们只判断了两种状态的反转，对于其他使用 adc 采样的按键，我们还对其按键电压进行了检验。进入本项测试时，ATT 会等待用户按键，每个按键都有 5 秒的时间，如果在这段时间内没有按下新的按键，ATT 就会提示超时测试失败。当然检测按键是无序的，但为了避免漏按某个键而导致意外的失败，我们建议按一定的顺序按下除 reset 键之外的所有按键。此外，尽量不要按组合键，这会产生意外的键值而导致 ATT 认为这个键值无效。

测试结束后，可以在 log 中查看测试的详细结果，如果 ATT 认为按键键值是有效的，会显示它的名字，否则也会把键值输出，方便测试人员校验。

## 8.12 BQB 模式测试

该测试仅仅是让待测样机进入 BQB 模式，之后就由第三方测试仪器测试 RF 性能指标。

在真正进入 BQB 模式之前，待测样机会完成跟 ATT 的全部交互，完成测试，所以 BQB 模式测试必须是该测试脚本的最后一个测试项。

## 8.13 FCC 模式测试

该测试仅仅是让待测样机进入 FCC 模式，之后就由第三方测试仪器测试 RF 性能指标。

在真正进入 FCC 模式之前，待测样机会完成跟 ATT 的全部交互，完成测试，所以 FCC 模式测试必须是该测试脚本的最后一个测试项。

## 8.14 老化播放测试

这个测试由 2 个测试项完成，先要执行“启动老化测试”，开启老化测试：

启动老化播放 [40]

老化播放声音类型

白噪声

老化播放音量

15

老化播放时长

60

然后，样机就找一个地方放置起来，边充电边老化播放，期间一般还会启动电池电量控

制。测试完成再回到产线上，执行“读取老化播放结果”，并清除老化播放标志。

▼ 读取老化播放结果[41]



是否比对老化播放结果 ☒

是否停止老化播放 ☒

## 8.15 电量控制测试

电量控制测试用于启动控制电量，测试人员可以根据实际需求设定预期电量控制的范围。由于充放电时间较长，通常和老化播放测试同时进行。

对于有充电使能电路的产品，接入电池并完善 `battery_acts.c` 文件中的充电使能控制函数就可以开始测试。

对于没有充电使能电路的产品，可以使用继电器控制电源正极线的断开与连接从而达到控制充电的目的。具体方法为：

把充电线的正极线截断，将截面端口分别接入继电器的两端，然后接入电源和开发板。将继电器板上的引出的单片机控制 IO 口与开发板的电平输出 GPIO 口相连且要共地。给继电器上电。（注：需要额外编写和烧录控制继电器的单片机代码。）

## 8.16 电池电量检测

本项测试可以测量当前电池的电量。如果此前进行了电量控制测试，那么可选检查电池电量是否符合电量控制的预期，不在控制范围内 ATT 就会报告测试 fail。如果不检查电量范围，则 ATT 测量到电量就会报告 pass。

此外还提供默认勾选的清除电量控制的复选框，可以取消电量控制。如果有进行电量控制测试项，建议在这里清除，否则在实际使用中会出现充电充不满的现象。

▼ 电里检测[36]

是否比对电里范围 ☐

最低电里

最高电里

是否停止电里控制 ☒

## 8.17 测试退出模式

这个测试项不要求放在最后位置，实际上只要执行过，系统就记忆了测试退出模式，最后一个测试项完成后，就会按照这个测试退出模式来处理。

这种方式，可以做到不同工位的退出模式不相同。





## 8.18 常见问题

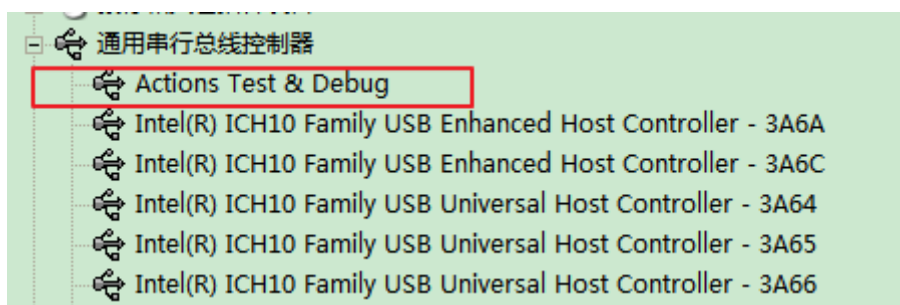
### 8.18.1 频偏测试失败怎么办

频偏测试通过调整 IC 内部的电容值来修正 IC 的默认频偏，由于 IC 工艺限制，电容值的范围是有限的，因此存在电容值调整结束，但频偏仍然不满足要求的可能。此时，可从如下几点判断频偏测试失败的原因：

1. 读取测试 log，判断每次调整是否读取的 cfo 都偏差很大，如果是这种情况，可能是蓝牙综合测试仪与小机 RF 通信的问题，把 UPT 断电重启一下再测试一次
2. 读取测试 log，如果每次调整的 cfo 值会有变动，但 bc tc 调整到最小，cfo 值仍然不满足要求，比如仍然负偏，说明电容值太大，检查一下外部是否接了大电容。频偏调整特性是电容越大，频偏越往负偏，这点需要注意。
3. 如果每次调整的 cfo 值变化都不规律，可能模组本身有缺陷，建议把 log 发给 FAE 进行分析

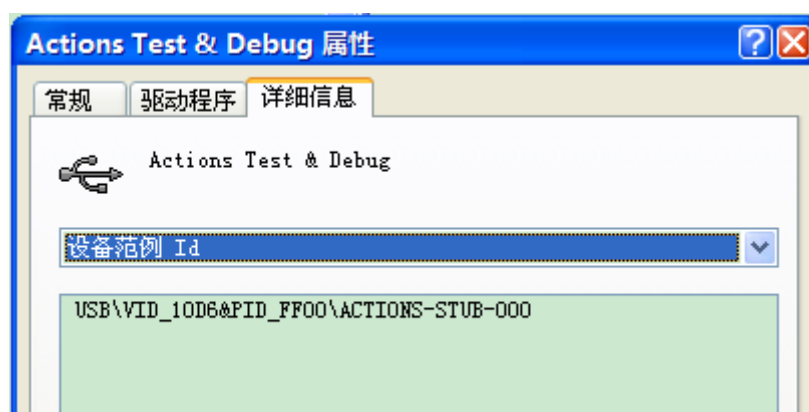
### 8.18.2 设备驱动安装正确性识别

要想完成 ATT 工具正常测试，需要保证各个设备的驱动程序已经正常安装。具体来说，ATT 总共需要安装小机的 stub 驱动程序；小机的 STUB 驱动程序是保证小机可以正常进入测试模式。对于小机的 stub 驱动程序，当枚举结束后，可以在 windows 设备管理器查看到相应的设备，如下图所示：



对于 xp 系统，可以在属性—详细信息里看到设备序列号：





可以看出，该设备序列号为 ACTIONS-STUB-000，当有多个设备时，序列号从 000 开始到 005 为止。

对于 win7 及其以上系统，可以在设备管理器，设备—属性—设备实例路径里面查看设备序列号，只有查看到设备正常枚举成 ATD 设备，同时序列号也正确，小机才能进入测试模式。

## 炬芯科技股份有限公司

地址: 珠海市高新区唐家湾镇科技四路 1 号 1#厂房一层 C 区

电话: **+86-756-3392353**

传真: **+86-756-3392251**

邮政编码: **519085**

网址: **<http://www.actions-semi.com>**

电子邮件 (业务): **[mp-sales@actions-semi.com](mailto:mp-sales@actions-semi.com)**  
(技术支持): **[mp-cs@actions-semi.com](mailto:mp-cs@actions-semi.com)**