



**Hi3861V100 / Hi3861LV100 产线工装**

## **用户指南**

文档版本 04

发布日期 2020-07-21

版权所有 © 上海海思技术有限公司2020。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

## 商标声明



**HISILICON**、海思和其他海思商标均为海思技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

## 注意

您购买的产品、服务或特性等应受海思公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，海思公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

# 上海海思技术有限公司

地址：            深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼    邮编：518129

网址：            <https://www.hisilicon.com/cn/>

客户服务邮箱：  [support@hisilicon.com](mailto:support@hisilicon.com)



## 前言

### 概述

本文档主要介绍Hi3861/Hi3861L产品单板生产测试方案，包括软件加载、eFuse数据加载、测试项目和测试方法等内容。测试方法主要介绍与信号强度密切相关部分，一些通用测试项目不再进行详细介绍。

本文档用于指导用户设计产线工装和出厂检验工装。

### 产品版本

与本文档相对应的产品版本如下。

产品名称	产品版本
Hi3861	V100
Hi3861L	V100


### 读者对象

本文档主要适用于以下工程师：




- 技术支持工程师
- 单板硬件开发工程师
- 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。



符号	说明
 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。 “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
04	2020-07-21	在“ <a href="#">2.2.4 使用HiBurn.exe烧写镜像</a> ”中更新 <a href="#">表2-1</a> 。
03	2020-06-28	更新“ <a href="#">2.2.3 制作产测镜像</a> ”中关于Hi3861_xxx_allinone.bin的说明。
02	2020-06-05	更新“ <a href="#">2.2.3 制作产测镜像</a> ”中关于xxx_allinone.bin的说明。



文档版本	发布日期	修改说明
01	2020-04-30	<p>第一次正式版本发布。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>在“<a href="#">1.1 概述</a>”中更新关于CE和FCC版本的menuconfig配置的描述。</li> <li>在“<a href="#">1.2 功率配置</a>”中更新mss_nvi_db.xml的NV ID；更新<a href="#">图1-2</a>；新增<a href="#">图1-3</a>；更新关于假设需要将11g 24Mbps对应的功率提高到18dBm的示例说明。</li> <li>在“<a href="#">1.3 频率偏移和band功率偏移配置</a>”中更新mss_nvi_db.xml的NV ID；新增<a href="#">图1-4</a>；新增关于负数按补码形式配置的说明。</li> <li>新增“<a href="#">1.4 RF PLL参数配置</a>”小节。</li> <li>更新“<a href="#">1.5 获取产测出厂补偿值</a>”中<a href="#">步骤3</a>的mss_nvi_db.xml的NV ID。</li> <li>更新“<a href="#">2.1 SDK产测bin编译</a>”的<a href="#">步骤3</a>、<a href="#">步骤4</a>。</li> <li>更新“<a href="#">2.2.1 软件/硬件准备</a>”的<a href="#">软件准备</a>。</li> <li>在“<a href="#">2.2.2 制作FeFuse镜像</a>”的<a href="#">步骤2</a>中增加生成efuse_cfg.bin的目录说明；新增须知说明。</li> <li>更新“<a href="#">2.2.3 制作产测镜像</a>”的描述。</li> <li>更新“<a href="#">2.2.4 使用HiBurn.exe烧写镜像</a>”的说明和<a href="#">表2-1</a>；新增须知说明。</li> <li>在“<a href="#">3.2.2 性能测试详细流程</a>”中更新<a href="#">步骤8</a>关于写入eFuse命令的说明；删除关于结束产测模式的<a href="#">步骤10</a>的说明。</li> <li>在“<a href="#">3.2.4 MAC地址写入</a>”中新增关于STA、SoftAP的MAC地址的说明。</li> <li>在“<a href="#">3.2.5 测试命令</a>”中各测试命令说明中新增示例；更新常温频偏补偿的命令说明；删除结束产测模式的命令说明。</li> <li>在“<a href="#">3.3.1 功能测试项</a>”中新增Rx性能测试的方案说明。</li> <li>更新“<a href="#">3.3.3 信号强度测试</a>”中<a href="#">步骤1</a>的常发命令示例。</li> <li>新增“<a href="#">3.3.4 Rx性能测试</a>”小节。</li> <li>在“<a href="#">3.3.6 测试命令</a>”中更新信号强度测试相关的测试命令说明；新增Rx性能测试相关的测试命令说明。</li> <li>更新“<a href="#">3.4 切换产测bin到业务bin</a>”中切换业务模式的命令；新增关于删除产测bin的说明；新增关于产品商用时请务必擦除产测bin的注意说明。</li> </ul>
00B08	2020-04-21	<ul style="list-style-type: none"> <li>新增“<a href="#">1 软件版本配置准备</a>”章节。</li> <li>新增“<a href="#">2.1 SDK产测bin编译</a>”小节。</li> <li>新增“<a href="#">3.4 切换产测bin到业务bin</a>”小节。</li> </ul>



文档版本	发布日期	修改说明
00B07	2020-04-07	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“<a href="#">2.2.2 制作eFuse镜像</a>”中2048bit eFuse的第三类在单板测试时的描述。</li> <li>在“<a href="#">2.2.3 制作产测镜像</a>”中更新方式一的步骤2的枚举示例；新增方式二的说明。</li> <li>更新“<a href="#">3.2.1 性能测试流程图</a>”的图3-3。</li> <li>在“<a href="#">3.2.2 性能测试详细流程</a>”中新增关于结束产测模式的步骤10的说明。</li> <li>更新“<a href="#">3.2.5 测试命令</a>”中将MAC值写入eFuse测试命令的AT命令说明；新增结束产测模式测试命令的AT命令说明。</li> <li>在“<a href="#">3.3.1 功能测试项</a>”中删除版本号查询测试项目的描述。</li> <li>在“<a href="#">3.3.2 功能测试详细流程</a>”中删除关于读取模组版本号的步骤说明。</li> <li>在“<a href="#">3.3.6 测试命令</a>”中删除读取版本号的测试命令说明。</li> </ul>
00B06	2020-03-25	更新“ <a href="#">3.2.5 测试命令</a> ”中打开常发测试命令的<control>参数说明；更新关闭常发测试命令的说明；更新将校准值写入eFuse测试命令的type参数；更新将MAC值写入eFuse测试命令的mac、type参数。
00B05	2020-03-19	<ul style="list-style-type: none"> <li>在“<a href="#">2.2.4 使用HiBurn.exe烧写镜像</a>”的表2-1中新增“-forceread:”命令的说明。</li> <li>在“<a href="#">3.2.5 测试命令</a>”中新增关于命令和产测结果的说明；更新打开常发命令的&lt;control&gt;参数说明；更新将校准值写入eFuse命令的说明；更新将MAC值写入eFuse命令的说明；新增查询产测补偿数据命令的说明。</li> <li>在“<a href="#">3.3.6 测试命令</a>”中新增关于命令的说明。</li> </ul>
00B04	2020-03-06	更新“ <a href="#">3.2.5 测试命令</a> ”中功率补偿offset和各速率功率补偿的AT命令说明。
00B03	2020-02-26	更新“ <a href="#">2.2.3 制作产测镜像</a> ”中步骤2的代码示例。
00B02	2020-02-12	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“<a href="#">2.2.2 制作eFuse镜像</a>”关于第二类eFuse区域根据单板进行对应配置的步骤说明。</li> <li>在“<a href="#">2.2.4 使用HiBurn.exe烧写镜像</a>”的表2-1删除-loader命令的说明、新增-2ms命令的说明。</li> <li>更新“<a href="#">3.2.1 性能测试流程图</a>”的图3-3。</li> <li>在“<a href="#">3.2.2 性能测试详细流程</a>”中新增步骤9。</li> <li>在“<a href="#">3.2.5 测试命令</a>”中更新常温频偏补偿、将MAC值写入eFuse命令的说明，新增切换AT命令串口、复位单板命令的说明。</li> <li>更新“<a href="#">3.3.6 测试命令</a>”中读取MAC命令的说明。</li> </ul>



文档 版本	发布日期	修改说明
00B01	2020-01 -15	第一次临时版本发布。



# 目录

前言.....	i
<b>1 软件版本配置准备.....</b>	<b>1</b>
1.1 概述.....	1
1.2 功率配置.....	2
1.3 频率偏移和 band 功率偏移配置.....	3
1.4 RF PLL 参数配置.....	4
1.5 获取产测出厂补偿值.....	5
<b>2 软件和固定 eFuse 烧写方案.....</b>	<b>6</b>
2.1 软件加载原理.....	6
2.2 软件烧写步骤.....	6
2.2.1 软件/硬件准备.....	6
2.2.2 制作 eFuse 镜像.....	7
2.2.3 制作产测镜像.....	8
2.2.4 使用 HiBurn.exe 烧写镜像.....	9
<b>3 单板测试方案.....</b>	<b>11</b>
3.1 测试装备系统硬件框图.....	11
3.2 性能测试.....	13
3.2.1 性能测试流程图.....	13
3.2.2 性能测试详细流程.....	15
3.2.3 射频校准.....	16
3.2.4 MAC 地址写入.....	16
3.2.5 测试命令.....	16
3.3 功能测试.....	20
3.3.1 功能测试项.....	20
3.3.2 功能测试详细流程.....	21
3.3.3 信号强度测试.....	21
3.3.4 Rx 性能测试.....	21
3.3.5 GPIO 测试.....	22
3.3.6 测试命令.....	22
3.4 切换产测 bin 到业务 bin.....	23





# 1 软件版本配置准备

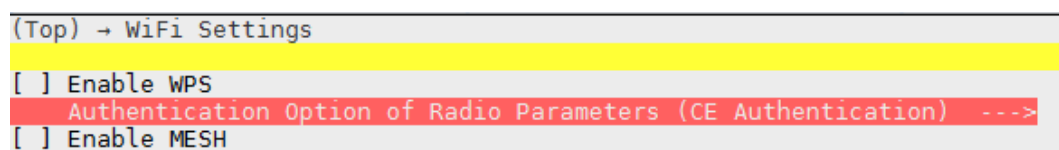
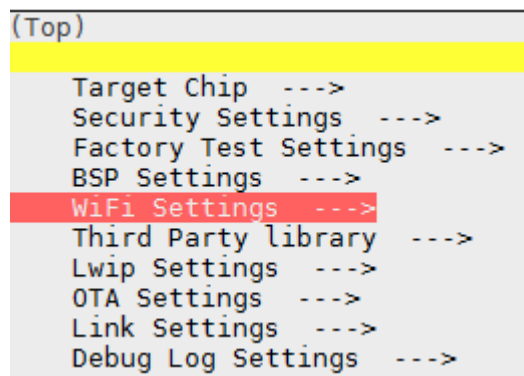
- 1.1 概述
- 1.2 功率配置
- 1.3 频率偏移和band功率偏移配置
- 1.4 RF PLL参数配置
- 1.5 获取产测出厂补偿值

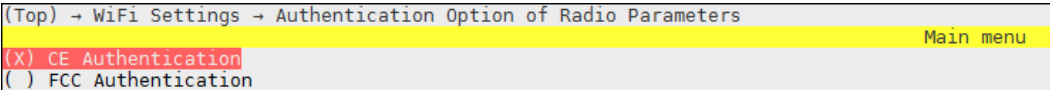
## 1.1 概述

SDK支持CE和FCC版本的menuconfig配置，CE和FCC版本配置文件位于SDK版本目录的“tools\nvtool\xml\_file”文件夹下，其中：

- mss\_nvi\_db.xml：对应CE版本（默认配置）
- mss\_nvi\_db\_fcc.xml：对应FCC版本

图 1-1 编译配置选择示例





说明

本章以CE版本为例进行介绍。

1.2 功率配置

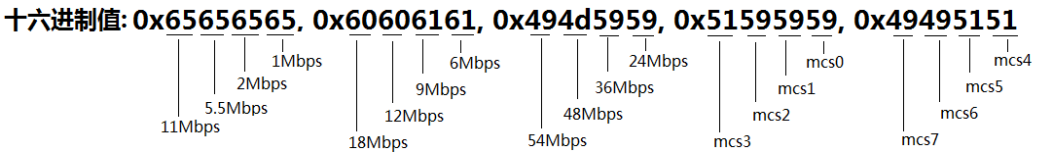
打开在SDK版本目录的“tools\nvtool\xml\_file\mss\_nvi\_db.xml”，定位到NV ID="0x80"的配置项，如图1-2所示。

图 1-2 mss\_nvi\_db.xml 文件的 NV ID="0x80"的配置项示例

```
<NV ID="0x80" NAME="INIT_CONFIG_PARAMS" PARAM_NAME="wal_cfg_params" PARAM_VALUE="{92, 0x0100FF00, 0x01000000, 0x424b, 32768, 0, -1, -1, -1, 115, 115, 115, 500, 17, 650, 13
```

PARAM\_VALUE的第8~12元素值为各速率功率的配置值如图1-3所示。

图 1-3 PARAM\_VALUE 的第 8~12 元素值含义示例



其含义分别为[11b 1~11Mbps]、[11g 6~18Mbps]、[11g 24~54Mbps]、[11n mcs0~3]、[11n mcs4~7]对应的dbb scale功率配置。每个元素值的每byte对应一种速率的功率配置，例如：PARAM\_VALUE的第10个元素值0x494d5959的第一个字节0x59对应11g 24Mbps的功率配置，第4个字节0x49对应11g 54Mbps的功率配置。

默认值按出厂默认射频功率调节设置，例如：当前CE版本出厂默认射频功率如表1-1所示。

表 1-1 CE 版本出厂默认射频功率

协议	速率	20M带宽
11b	1Mbps	16
	2Mbps	16
	5.5Mbps	16
	11Mbps	16
11g	6Mbps	17
	9Mbps	17
	12Mbps	17
	18Mbps	17



协议	速率	20M带宽
	24Mbps	17
	36Mbps	17
	48Mbps	16
	54Mbps	16
11n	mcs0	16.5
	mcs1	16.5
	mcs2	16.5
	mcs3	16.5
	mcs4	16.5
	mcs5	16.5
	mcs6	16
	mcs7	16

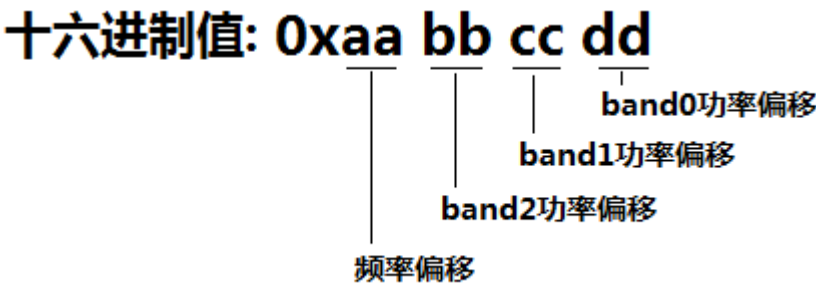
新dbb\_scale=(10^((新目标功率 - 老目标功率)/20) ) \* 旧dbb\_scale，其中“^”表示幂运算，“\*”表示乘法运算，“/”表示除法运算。

假设需要将11g 24Mbps对应的功率提高到18dBm，通过表1-1查询到之前的目标功率为17dBm，从mss\_nvi\_db.xml中NV ID="0x80"的配置项的第10个元素值查询到之前dbb\_scale为0x59，则新的dbb\_scale=(10^((18 - 17)/20) ) \* 0x59=0x64，对应PARAM\_VALUE的第10个元素值更新为0x494d5964（其他速率功率修改方法相类似）。修改保存后，重新编译SDK，重新加载bin到单板即可令配置生效。

### 1.3 频率偏移和 band 功率偏移配置

SDK版本“tools\nvtool\xml\_file\mss\_nvi\_db.xml”文件的NV ID="0x80"配置项的第13个元素值对应频偏和band0~2的功率偏移（单位：0.1dB）。

图 1-4 mss\_nvi\_db.xml 文件的 NV ID="0x80"配置项的第 13 个元素值含义示例



其中：

- 第1~3byte：分别对应band0~2的功率偏移（band0对应信道1~4，band1对应信道5~9，band2对应信道10~13或14）。
- 第4byte：对应频率偏移。

例如：元素值0x0a00000b表示band0功率偏移为1.1dB，band1和2功率偏移为0dB，频率偏移值为10。

负数按补码形式配置（配置值补码 = 0x100 - 负偏移绝对值），例如：0xf6000000表示频率偏移值为-10。

## 1.4 RF PLL 参数配置

RF PLL在某些信道可能受晶体时钟影响，导致EVM劣化，此时可以通过调节寄存器值降低此影响。

SDK版本“tools\nvtool\xml\_file\mss\_nvi\_db.xml”文件的NV ID="0x80"配置项PARAM\_VALUE的第14和第15个元素值分别调节Hi3861和Hi3861L芯片的RF PLL参数（如图1-5所示），每个元素值从bit[0]开始，每2bit对应一个信道（可配置范围0x0~0x3）。

图 1-5 mss\_nvi\_db.xml 文件的 NV ID="0x80"配置项 PARAM\_VALUE 的第 14 和第 15 个元素值示例

```
<NV ID="0x80" NAME="INIT"
0x0100FF00, 0x01000000,
```

图 1-6 mss\_nvi\_db.xml 文件的 NV ID="0x80"配置项 PARAM\_VALUE 的第 14 和第 15 个元素值含义示例

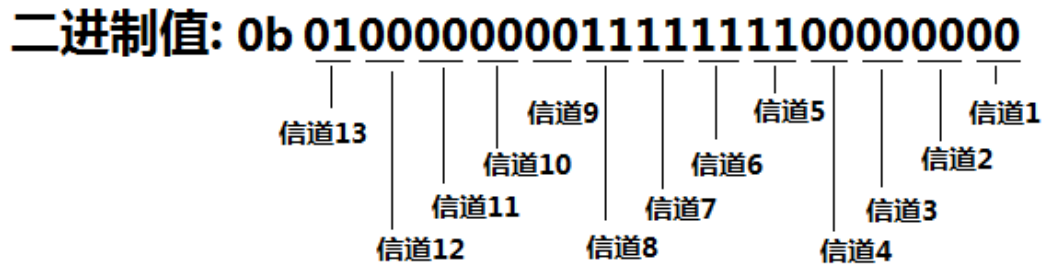


图1-5中PARAM\_VALUE的第14和第15个元素值含义说明：

- 0x0100FF00：Hi3861芯片的RF PLL参数。信道5~8配置值为0x3，信道13配置值为0x1，其他信道配置值为0x0。
- 0x01000000：Hi3861L芯片的RF PLL参数。信道13配置值为0x1，其他信道配置值为0x0。

调节说明：该参数基于海思公版调试优化，用户单板的实际性能表现如果存在部分信道在同样目标功率下略差于其他信道（例如：ch5/6/7/8、ch13比ch1等信道EVM差），则可以微调该参数来优化EVM，调节方式为将配置值从0~3遍历，得到每个信道最佳的配置值，刷新至mss\_nvi\_db.xml中。



## 1.5 获取产测出厂补偿值

对于模组用户，如果需要基于模组出厂补偿值重新配置mss\_nvi\_db.xml，编译版本，则：

**步骤1** 从模组厂家获取模组产测信息，如果成功获取则直接执行**步骤3**。

**步骤2** 将模组上电，下发命令“AT+RCALDATA”获取出厂校准参数（如图1-7所示）。

图 1-7 下发命令“AT+RCALDATA”示例

```
AT+RCALDATA
+RCALDATA:Efuse cali chance(s) left:0 times.
+RCALDATA:freq_offset 10
+RCALDATA:band_pwr_offset_0 11
+RCALDATA:band_pwr_offset_1 0
+RCALDATA:band_pwr_offset_2 0
+RCALDATA:rate_pwr_offset_1ln 0x0
+RCALDATA:rate_pwr_offset_1lg 0x0
+RCALDATA:rate_pwr_offset_1lb 0x0
+RCALDATA:dbb_scale_0 0x65656565
+RCALDATA:dbb_scale_1 0x60606161
+RCALDATA:dbb_scale_2 0x494d5959
+RCALDATA:dbb_scale_3 0x51595959
+RCALDATA:dbb_scale_4 0x49495151
+RCALDATA:freq_and_band_pwr_hybrid_offset 0x0a00000b
OK
```

- dbb\_scale\_0~dbb\_scale\_4：分别对应PARAM\_VALUE的第8~12元素值。
- freq\_and\_band\_pwr\_hybrid\_offset：对应PARAM\_VALUE的第13个元素值。

**步骤3** 将获取的出厂校准参数配置到mss\_nvi\_db.xml中NV ID="0x80"的配置项，保存。

**步骤4** 重新编译SDK。

----结束



# 2 软件和固定 eFuse 烧写方案

## 2.1 软件加载原理

## 2.2 软件烧写步骤

### 2.1 软件加载原理

Hi3861/Hi3861L内置有romboot程序。芯片上电后，在romboot的支持下，通过串口UARTx实现软件程序加载进入NOR Flash程序区的过程。

硬件要求：

- 调试串口UARTx。
- 串口波特率：115200 ~ 921600 bit/s，建议配置为921600bit/s以提升效率。
- 一拖多的烧写工具。
- 涉及管脚：
  - UARTx\_TXD：输出，UART串口发送端。
  - UARTx\_RXD：输入，UART串口接收端。

### 2.2 软件烧写步骤

#### 2.2.1 软件/硬件准备

##### 软件准备

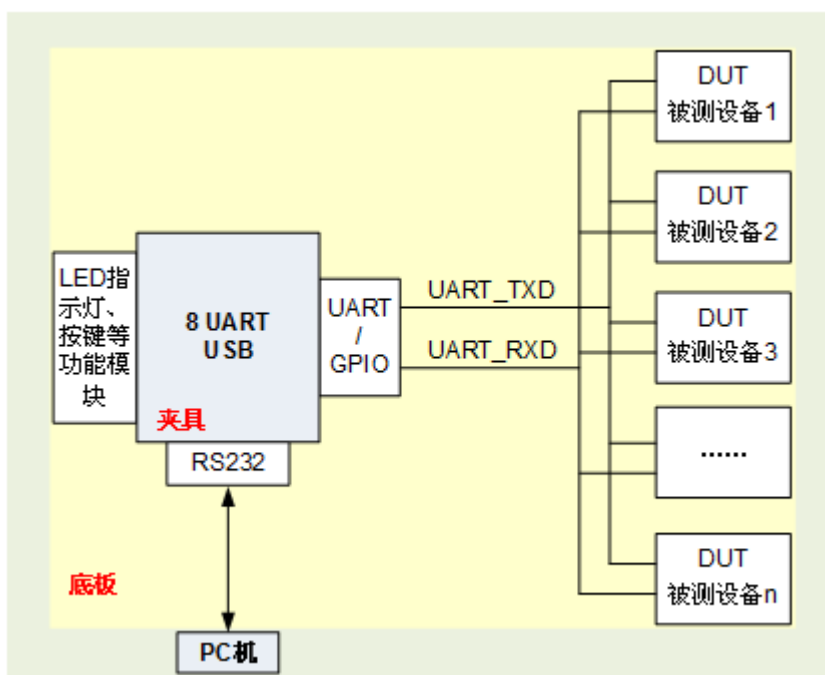
- 获取工装烧写软件HiBurn.exe。
- 按照“[2.2.2 制作eFuse镜像](#)”的操作步骤，生成第二类eFuse区域对应的efuse\_cfg.bin。
- 按照“[2.2.3 制作产测镜像](#)”的操作步骤，制作烧写镜像Hixx\_allinone.bin。
- 将HiBurn.exe、Hixx\_allinone.bin放入对应文件夹下，使用HiBurn界面方式或命令行方式烧写镜像。

## 硬件准备

如果没有一拖多烧写工具，则需要将PC串口与工装板相连，给工装板上电，确定PC端的串口端口号x。

如果采用一拖多烧写工具（用于实现同时烧写多块板），则将USB与主控PC相连、单板串口与一拖多工具上的串口相连，确认PC端各个串口的端口号，连接好后，给单板通电。

图 2-1 烧写系统硬件框图示例



### 2.2.2 制作 eFuse 镜像

#### 说明

eFuse配置区域详细说明请参见《Hi3861V100 / Hi3861LV100 eFUSE 使用指南》。

Hi3861/Hi3861L芯片中配置了2048bit的eFuse，用于保存相关的配置信息。此2048bit分为3大类：第一类是在芯片出厂时由芯片厂家配置、第二类由模组厂家配置，第三类在单板测试时由PC通过产测相关AT命令进行配置。

第二类eFuse区域需要根据单板进行对应的配置，制作出对应的efuse\_cfg.bin：

**步骤1** 修改tools\efuse\_tool\efuse.csv，修改efuse.csv的内容控制生成结果。其中：

- 第一列burn的值：0表示不需要写入；1表示需要写入。
- 第二列name表示eFuse的名称。
- 第三列start\_bit表示eFuse对象开始的bit索引。
- 第四列bit\_width表示eFuse对象的长度。
- 第五列value表示eFuse的值（写入的数据必须为32bit对齐，以16进制小端格式写入）。



- 第六列lock表示锁定位的名称。

**步骤2** 运行脚本tools\efuse\_tool\efuse\_cfg\_gen.py，在tools\efuse\_tool\目录下生成对应的efuse\_cfg.bin，作为下一步制作烧写镜像中的一部分。

----结束

#### 须知

当开启安全启动/Flash加解密/TEE HUKS等需要写入公钥/密钥相关的功能时，务必保证eFuse数据写入正确，且同时配置其锁定位。例如：当配置root\_key时，需要同时配置PG4，锁定该eFuse不可修改。Flash加解密/TEE HUKS均会检测该eFuse是否锁定，如果未锁定，会认为配置无效。

## 2.2.3 制作产测镜像

**步骤1** 在build目录下新建basebin文件夹，将“2.2.2 制作eFuse镜像”制作的efuse\_cfg.bin放到路径build/basebin下。

**步骤2** 使用“./build.sh menuconfig”命令打开编译菜单，定位到“Factory Test Settings”：

```
Target Chip --->
Security Settings --->
Factory Test Settings --->
BSP Settings --->
WiFi Settings --->
Third Party Library --->
Lwip Settings --->
OTA Settings --->
Link Settings --->
Debug Log Settings --->
```

**步骤3** 选中“factory test enable”后按“S”键保存退出：

```
(Top) → Factory Test Settings
[*] factory test enable
```

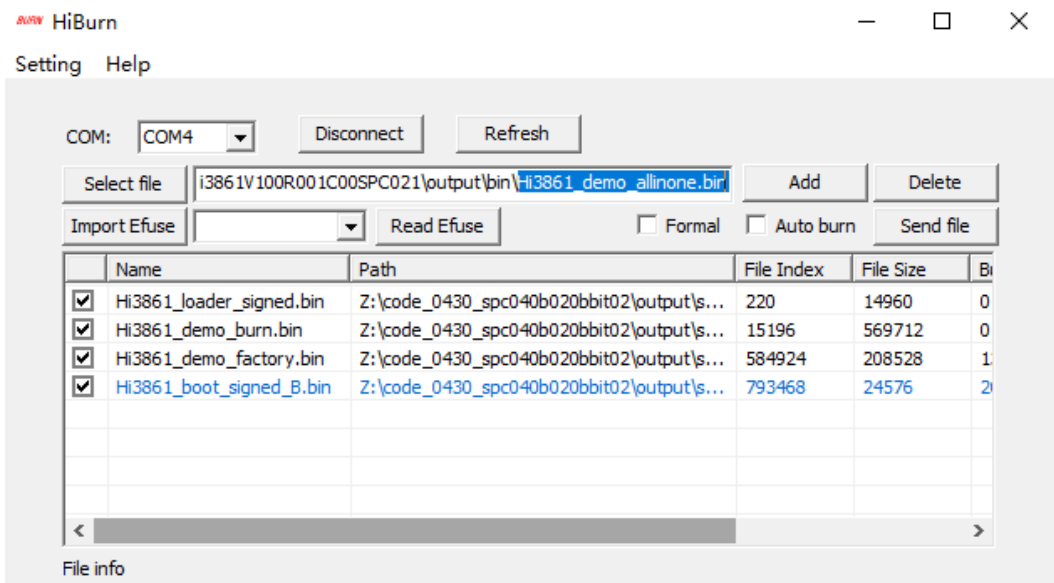
**步骤4** 其他项不选，使用命令“./build.sh all”编译。

如果采用Makefile方式编译，需要使用如下命令编译：

```
make clean;make factory;make clean_factory;make all
```

**步骤5** 编译完毕后，在SDK的“output/bin/”目录下将生成的“hixx\_allinone.bin”使用HiBurn界面方式打开，显示“xxx\_factory.bin”表示产测bin编译成功，采用HiBurn界面方式烧写时，需要选中本次编译生成的所有bin文件进行烧写：





### 说明

- 产测镜像与业务镜像的默认Flash分区位置请参见《Hi3861 / Hi3861LV100 SDK 开发指南》中Flash分区与Flash保护小节关于分区表的描述。
- Hi3861\_xxx\_allinone.bin的内容可以根据应用场景，通过修改SDK脚本实现客制化，例如，当产测校准采用的模式为校准参数写入NV，而不是写入EFUSE时，则期望重新烧写程序时不重复烧写NV，避免校准参数被覆盖。修改Hi3861\_xxx\_allinone.bin构成的方法，参见：《Hi3861V100 / Hi3861LV100 SDK开发环境搭建 用户指南》中“修改烧写镜像构成”章节。

----结束

## 2.2.4 使用 HiBurn.exe 烧写镜像

除了采用界面的方式进行镜像烧写，在Windows环境下，HiBurn.exe同时支持以命令行的方式调用，可用于集成到用户已有的工厂产线烧写程序中，调用命令如下：

HiBurn.exe params

命令之间用空格隔开，如果命令带有参数，命令与参数之间用冒号隔开，示例如下：

HiBurn.exe -com:31 -bin:C:\test\_bin\wifi\hixx\_allinone.bin -signalbaud:921600

HiBurn.exe烧写命令必须配置的params参数如表2-1所示。

### 须知

当开启固件加密功能（即eFuse中的FLASH\_ENCPY\_CFG为1）时，至多支持6次镜像程序烧写。

表 2-1 HiBurn.exe 烧写命令参数表

命令	参数	说明
-com:	x	PC端的串口端口号（例如：0）。



命令	参数	说明
-bin:	path\hixx_allinone.bin	软件准备步骤中生成的hixx_allinone.bin文件的绝对路径。
- signal baud:	115200	romboot下传输hixx_allinone.bin时的串口波特率，默认为115200bit/s，建议根据硬件支持情况，配置成921600bit/s或更高波特率，以提升烧写效率。
-2ms	无	使用2ms间隔发送打断报文，常用于快速启动场景，不带此参数为10ms间隔。
- forcer ead:	10	包含此参数表示打开串口定时读功能，读数据间隔为10ms。一般无需打开，如果在某些PC环境下HiBurn无法正常使用，则尝试配置该参数。可修改10ms为任意大小，因含义为读数据间隔，不建议设置超过100ms，否则烧写速率显著降低。若提示“Wait start flag (C) overtime”也可尝试修改该值为5ms~20ms。



# 3 单板测试方案

## 3.1 测试装备系统硬件框图

### 3.2 性能测试

### 3.3 功能测试

### 3.4 切换产测bin到业务bin

## 3.1 测试装备系统硬件框图

测试分为：产线性能测试、出厂功能测试，两个测试环节的测试系统关键设备相同（如表3-1所示），测试系统硬件框图分别如图3-1和图3-2所示。

表 3-1 测试系统关键设备说明

名称	说明及规格要求
PC机	控制测试流程的主体，通过以太网连接WiFi综测仪，RS232与测试夹具进行连接，运行PC端测试软件，以实现整体工装测试的功能。
扫描枪	每一个DUT有一个独立的MAC地址，通过扫描DUT上的唯一MAC地址码，实现对DUT的编址功能（此为生成MAC地址码方法中的一种，还可以通过其他方法实现，例如：通过eFuse写入唯一地址码）。
测试夹具 （底板 +测试夹 具）	承载电源，为DUT供电，RS232分别连接DUT与PC，射频线与DUT连接。
DUT（被 测设备）	被测设备，通过夹具接入工装，完成各项指标测试。
WiFi综仪 表	对DUT进行功率校准、频偏校准。

图 3-1 产线测试系统硬件框图示例

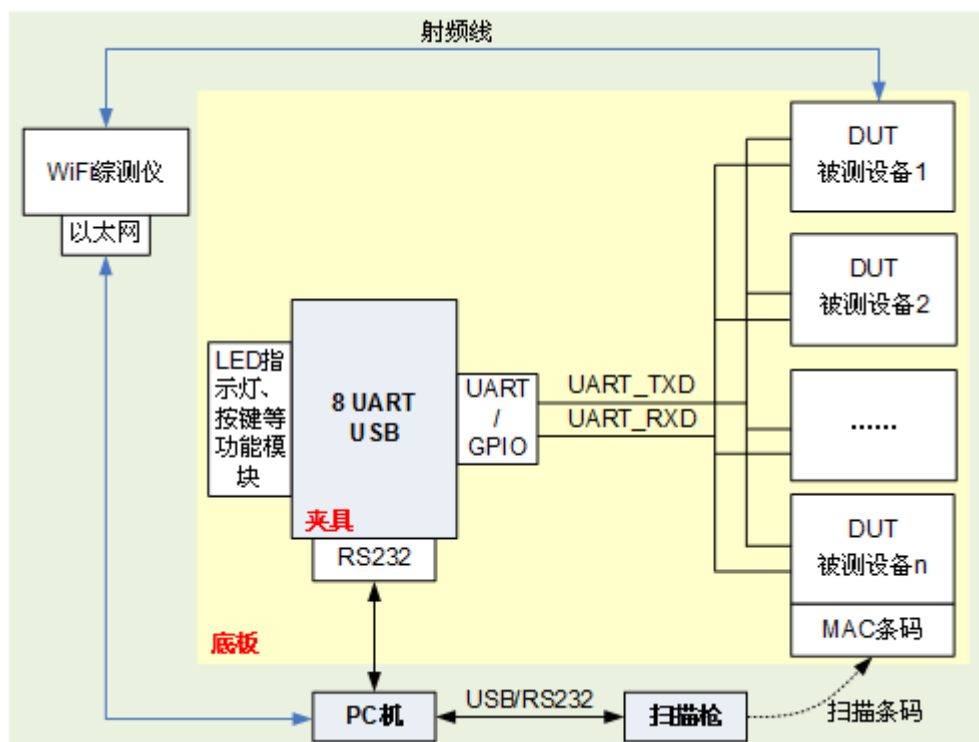
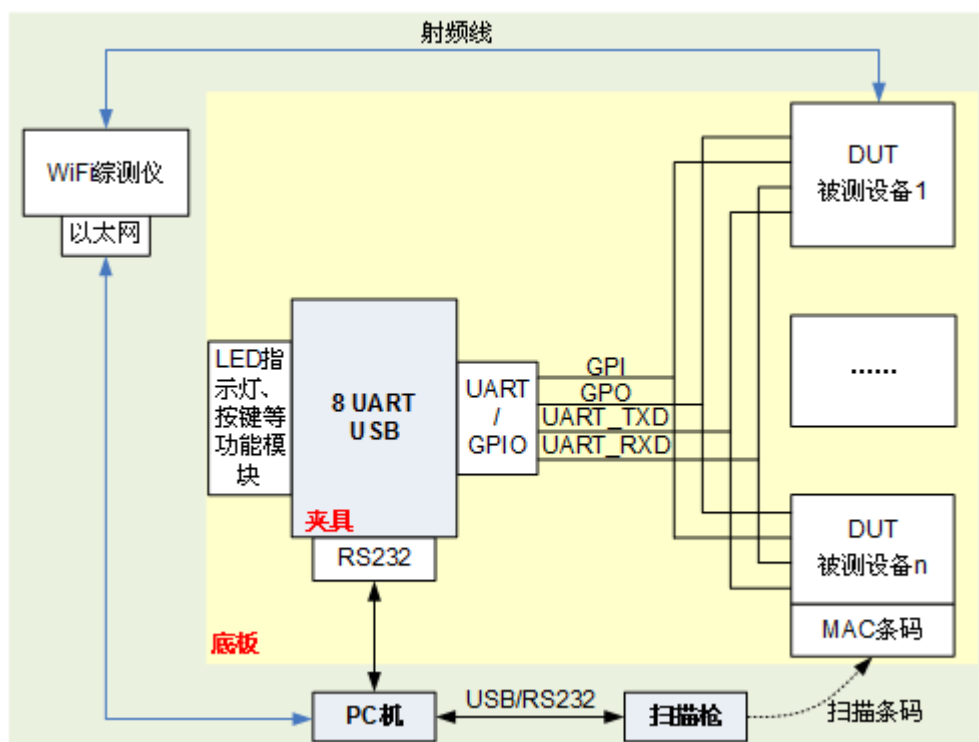


图 3-2 出厂测试系统硬件框图示例





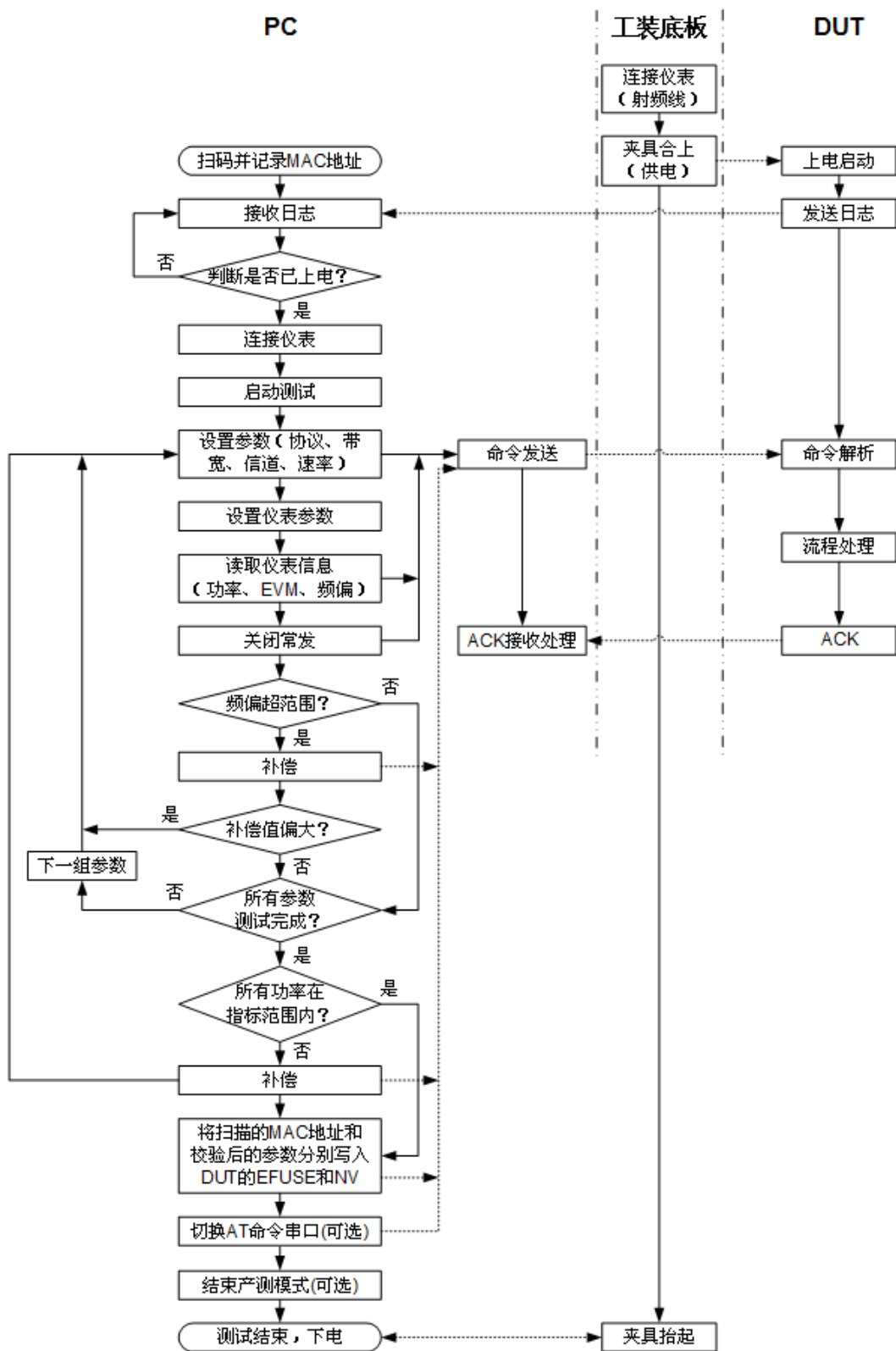
## 3.2 性能测试

### 3.2.1 性能测试流程图

工装测试流程实现示例如图3-3所示。



图 3-3 工装测试流程示例





## 3.2.2 性能测试详细流程

**步骤1** PC扫描DUT上的MAC地址。

**步骤2** 将夹具射频口连接WiFi综测仪。

**步骤3** 将模组放入夹具并上电。

**步骤4** PC接收DUT的日志并判断是否已经上电。如果上电，PC开始连接WiFi综测仪；否则继续等待上电。

**步骤5** 开始测试：

1. 设置指定协议、带宽、信道、速率等参数的常发，参考命令如下：  
AT+STARTSTA  
AT+IFCFG=wlan0,down  
AT+ALTX=1,协议模式,带宽,信道,速率  
AT+IFCFG=wlan0,up
2. 设置对应仪表相关参数，读取功率、EVM、频偏等信息并记录。
3. 关闭常发（命令：AT+ALTX=0）。
4. 校验频偏，如果频偏超出范围，则补偿到指标范围内。如果偏大，则需要补偿后重新执行**步骤5.1**的测试。
5. 设置下一组参数，执行**步骤5**的测试。

**步骤6** 根据**步骤5**的测试结果，确定所有功率都在指标范围内，否则按以下步骤校准：

1. 如果仅少数协议速率的功率超出范围，调整对应的dbb scale。
2. （可选）上一步调整后（可以基于本次的测试数据直接补偿后计算），如果不同band平均功率差异偏大（例如：大于0.2dB），则对各个band进行调平。
3. （可选）上一步调整后（可以基于本次的测试数据直接补偿后计算），如果总体功率差异偏大，则对每个band进行同时调整。

说明：

- band平均功率差异=各协议速率band内所有信道功率平均值相比典型值的差值的平均值。
- 总体功率差异=各协议速率所有信道功率平均值相比典型值的差值的平均值。
- 如果补偿到极限值，指标仍超标，则作为故障模组处理。

**步骤7** 补偿之后，再次执行**步骤5**进行校验，如果对功率误差分布要求较高，可以执行多次迭代。

**步骤8** 校验通过后，下发命令将校准参数和MAC写入eFuse，每块单板最多写入3次，最后写入的有效值（非全0）生效。

写入eFuse命令请参见“**3.2.5 测试命令**”。

**步骤9** （可选）切换AT命令串口：如果需要在性能测试完成后，切换AT命令串口，则可以通过下发AT+SETUART命令修改AT命令使用的串口，重启后生效。

**步骤10** （可选）复位模组，抽测校验。

**步骤11** 测试完成，下电。

----结束



### 3.2.3 射频校准

通过发送AT命令的方式对DUT参数进行调整，通过读取WiFi综测仪的数据计算DUT各个值是否需要补偿。通过AT命令进行补偿且再次校验通过后，将各个校准参数写入DUT的eFuse对应区域。

#### 说明

详细测试步骤请参见“[步骤5 ~ 步骤10](#)”。

AT测试命令请参见“[3.2.5 测试命令](#)”。

### 3.2.4 MAC 地址写入

DUT的校准测试通过后，将PC扫描记录的MAC地址通过AT命令发送给DUT，写入DUT的eFuse对应区域。

写入的MAC地址是STA的MAC地址，SoftAP的MAC地址除了最后一个字段会增加1，其他字段与写入的MAC地址一致。

#### 说明

AT测试命令请参见“[3.2.5 测试命令](#)”。

### 3.2.5 测试命令

#### 说明

- 此处命令仅供参考，实际以《Hi3861V100 / Hi3861LV100 AT命令 使用指南》为准。
- 产测结果需要保存到eFuse，否则重新加载软件后会被覆盖。





序号	测试命令	AT命令说明
1	打开常发	<p>AT+ALTX=&lt;control&gt;,&lt;protocol_mode&gt;,&lt;bw&gt;,&lt;chn&gt;,&lt;rate&gt;</p> <p>参数说明:</p> <p>&lt;control&gt;:</p> <p>1: 打开调制信号常发</p> <p>2: 打开DC常发 (用于CE认证测频偏)</p> <p>&lt;protocol_mode&gt;: 协议类型</p> <p>0: 802.11n</p> <p>1: 802.11g</p> <p>2: 802.11b</p> <p>&lt;bw&gt;: 带宽</p> <p>5: 5M带宽</p> <p>10: 10M带宽</p> <p>20: 20M带宽</p> <p>&lt;chn&gt;: 信道号, 取值范围1~14</p> <p>&lt;rate&gt;: 发送速率</p> <p>802.11b支持1、2、5.5、11</p> <p>802.11g支持6、9、12、18、24、36、48、54</p> <p>802.11n支持0、1、2、3、4、5、6、7, 表示MCS0~7</p> <p>示例:</p> <p>AT+ALTX=1,0,20,1,7</p> <p>OK</p>
2	关闭常发	AT+ALTX=0
3	功率补偿 offset	<p>AT+CALBPWR=&lt;band num&gt;,&lt;offset&gt;</p> <p>参数说明:</p> <p>band num: 0、1、2</p> <p>offset: -60~60 (单位: 0.1dBm)</p> <p>示例:</p> <p>AT+CALBPWR=0,10</p> <p>OK</p>
4	11b各速率功 率补偿	<p>AT+CALRPWR=&lt;protocol&gt;,&lt;rate&gt;,&lt;val&gt;</p> <p>参数说明:</p> <p>protocol: 0 (11n)、1 (11g)、2 (11b)</p> <p>rate: 0~7 (11n)、0~7 (11g)、0~3 (11b)</p> <p>val: -8~7 (单位: 0.1dBm)</p> <p>示例:</p> <p>AT+CALRPWR=0,1,7</p> <p>OK</p>
	11g各速率功 率补偿	
	11n各速率 功率补偿	



序号	测试命令	AT命令说明
5	常温频偏补偿	<p>AT+CALFREQ=&lt;offset&gt;</p> <p>参数说明:</p> <p>offset: 频偏补偿值, 建议取值范围: -60 ~ 60 (可下发范围: -128 ~ 127, 建议设置步进小于10, 超出建议范围可能导致仪表解调失败,或极低概率的命令下发失败), 与频偏不是1:1, 但是正比的关系 (约1:3ppm)</p> <p>示例:</p> <p>AT+CALFREQ=10</p> <p>OK</p>
6	将校准值写入eFuse	<p>AT+WCALDATA[=type]</p> <p>参数说明:</p> <p>type: 写入类型 (可选, 默认为0): 0: 写到eFuse; 1: 写到nvram</p> <p><b>注意:</b> 写入类型为0 (eFuse) 时, 每块单板有3次写入机会, 如果所有补偿参数都为0, 则不会被写入生效, 最后一次写入的非全0值有效。2种写入类型请勿混合使用, eFuse的freq和band pwr补偿值会覆盖NV中对应的参数; 而写入NV的rate pwr补偿值会叠加在eFuse对应的补偿值上。</p> <p>示例:</p> <p>AT+WCALDATA=1</p> <p>OK</p>



序号	测试命令	AT命令说明
7	将MAC值写入eFuse	<p>AT+EFUSEMAC=&lt;mac&gt;[,type]</p> <p>AT+EFUSEMAC?</p> <p>参数说明:</p> <p>mac: 例如3A:13:24:33:25:c3</p> <p>type: 写入类型 (可选, 默认为0)。0: 写到eFuse; 1: 写到nvram</p> <p>查询命令说明:</p> <p>优先从nvram读取, 如果无效, 则从eFuse读取MAC地址返回</p> <p><b>注意: 每块单板有3次写入eFuse的机会, 写入nvram的次数建议不超过20次。nvram的MAC地址配置优先级更高, 会覆盖eFuse的MAC配置。</b></p> <p>示例:</p> <p>AT+EFUSEMAC? #查询</p> <p>+EFUSEMAC:00:00:00:00:00:00 #eFuse和NV均未写过有效MAC地址</p> <p>+EFUSEMAC:Efuse mac chance(s) left:3 times. #提示eFuse还能写几次MAC地址, 仅当NV未配置有效MAC地址时显示OK</p> <p>AT+EFUSEMAC=50:21:00:33:02:49,1 #写入MAC地址到NV</p> <p>OK</p> <p>AT+EFUSEMAC? #回读查询</p> <p>+EFUSEMAC:50:21:00:33:02:49 #NV中有有效的MAC地址, 优先使用</p> <p>OK</p>
8	切换AT命令串口	<p>AT+SETUART=&lt;AT命令串口,调试串口,sigma测试串口&gt;</p> <p>参数说明:</p> <p>AT命令串口: SDK AT命令使用的串口</p> <p>调试串口: SDK调试使用的串口, 如shell命令或diag诊断使用的串口</p> <p>sigma测试串口: SDK sigma认证使用的串口</p> <p>示例: AT+SETUART=1,0,2, 表示AT命令使用UART1。</p> <p><b>注意:</b></p> <p>3个串口如果需要同时使用, 要求彼此使用的串口号不能相同;</p> <p>切换串口后, 单板重启才能失效;</p> <p>SDK编译时, 可以通过NV (id: 0x42) 写入默认配置;</p> <p>程序烧写默认使用UART0, 不受该配置的影响。</p>



序号	测试命令	AT命令说明
9	查询产测补偿数据	AT+RCALDATA 示例： AT+RCALDATA +RCALDATA:Efuse cali chance(s) left:1 times. #剩余的可写入校准值次数 +RCALDATA:freq_offset 5 #当前频偏补偿值 +RCALDATA:band_pwr_offset_0 0 #当前band功率补偿值 +RCALDATA:band_pwr_offset_1 -1 +RCALDATA:band_pwr_offset_2 0 +RCALDATA:rate_pwr_offset_11n 0x0 #当前11n各速率功率补偿值，每byte代表1种速率 +RCALDATA:rate_pwr_offset_11g 0x0 +RCALDATA:rate_pwr_offset_11b 0x0 +RCALDATA:dbb_scale_0 0x65656565 #band功率补偿后dbb scale的值 +RCALDATA:dbb_scale_1 0x60606161 +RCALDATA:dbb_scale_2 0x494d5959 +RCALDATA:dbb_scale_3 0x51595959 +RCALDATA:dbb_scale_4 0x49495151 +RCALDATA:freq_and_band_pwr_hybrid_offset 0x0500ff00 #按字节组合值 OK
10	复位单板	AT+RST=<delay_us> <delay_us>: 重启延迟时间（单位：μs） 示例：AT+RST=1000000

### 3.3 功能测试

#### 3.3.1 功能测试项

测试项目	测试细项	测试方案
MAC地址查询	读取MAC地址	PC通过串口下发读取MAC地址的命令。
GPIO测试	硬件接口导通性测试	通过AT指令环回读取GPIO状态获取IO焊接的导通性。
信号强度测试	测试射频信号质量	通过常发指令切换信道、速率等，通过仪表获取对应的射频信号参数，校验是否符合规格。



测试项目	测试细项	测试方案
Rx性能测试	测试接收灵敏度	通过仪表发送指定速率、协议、功率和数量的包，查询接收的包数，校验是否符合规格。

### 3.3.2 功能测试详细流程

- 步骤1** 扫描模组上的二维码MAC。
- 步骤2** 将模组放入夹具并上电（射频口先连接再上电）。
- 步骤3** 测试软件检测串口打印确定模组是否上电，上电后连接wifi综测仪。
- 步骤4** 读取eFuse中的MAC地址，与扫描的MAC进行匹配校验。
- 步骤5** 进行信号强度测试。
- 步骤6** 进行GPIO测试。
- 步骤7** 完成测试。

----结束

### 3.3.3 信号强度测试

分别切换11b、11g和11n协议模式，在每个模式、带宽、速率下抽测1、7、13信道的信号质量：

- 步骤1** 下常发命令如下：
- ```
AT+STARTSTA（仅首次下常发时下发）  
AT+IFCFG=wlan0,down  
AT+ALTx=1,协议,带宽,信道,速率  
AT+IFCFG=wlan0,up
```
- 步骤2** 设置对应仪表相关参数（信道、协议模式等），读取功率、EVM、频偏等信息并校验是否满足指标（请参考射频TRX-DR规格）。
- 步骤3** 关闭常发（命令：AT+ALTx=0）。
- 步骤4** 重复**步骤1**~**步骤3**进行下一组测试，直至完成所有组的测试。

----结束

### 3.3.4 Rx 性能测试

分别切换11b、11g和11n协议模式，在每个模式、带宽、速率下抽测1、7、13信道的接收灵敏度：

- 步骤1** 下发常收命令：
- ```
AT+STARTSTA（仅首次时下发，启动后已下发过则不需要）  
AT+IFCFG=wlan0,down  
AT+ALRX=1,协议,带宽,信道,0  
AT+IFCFG=wlan0,up
```
- 步骤2** 设置对应仪表相关参数（信道、协议模式、发送功率和发送包数等），等待发包结束，读取接收成功的包数，并校验是否满足指标（请参见射频TRX-DR规格）。



查询接收成功包数命令如下：  
AT+RXINFO #查询收包数

**步骤3** 关闭常收（命令：AT+ALT<sub>X</sub>=0）。

**步骤4** 重复**步骤1** ~ **步骤3**进行下一组测试，直至完成所有组的测试。

----结束

**说明**

建议使用单播报文进行测试。

### 3.3.5 GPIO 测试

为检测模组焊接电气导通性，需要进行GPIO测试。

通过工装基台底座，使用线缆将所有IO引出到测试底板，在底板上进行测试。一般测试成对IO进行，一个IO<sub>X</sub>设置输出A状态，与之匹配对接的IO<sub>Y</sub>设置为输入状态，通过读取IO<sub>Y</sub>的状态来判断导通性：如果是A状态，两个IO导通良好，否则两个IO焊接有导通性问题。

### 3.3.6 测试命令

**说明**

此处命令仅供参考，实际以《Hi3861V100 / Hi3861LV100 AT命令 使用指南》为准。

序号	测试命令	AT命令说明
1	读取MAC	AT+EFUSEMAC? 参数说明： MAC地址：例如3A:13:24:33:25:c3
2	GPIO测试 相关命令	AT+SETIOMODE：设置IO工作模式 AT+GETIOMODE：查询IO工作模式 AT+GPIODIR：设置GPIO工作为输入或输出AT+WTGPIO，设置GPIO的输出电平 AT+RDGPIO：读取GPIO的电平状态
3	信号强度 测试相关	AT+STARTSTA 打开常发： AT+IFCFG=wlan0,down AT+ALT <sub>X</sub> =1,协议,带宽,信道,速率 AT+IFCFG=wlan0,up 关闭常发： AT+ALT <sub>X</sub> =0



序号	测试命令	AT命令说明
4	Rx性能测试相关	打开常收： AT+STARTSTA（仅首次时下发，启动后已下发过则不需要） AT+IFCFG=wlan0,down AT+ALRX=1,协议,带宽,信道,0 AT+IFCFG=wlan0,up 查询收包数： AT+RXINFO 关闭常收： AT+ALRX=0

### 3.4 切换产测 bin 到业务 bin

产测完成后，在产测模式下发“AT+FTM=0”命令，重启后模组由产测模式切换到业务模式（调试阶段如果需从业务模式再返回产测模式，则下发“AT+FTM=1”命令并重启即可）。

产测完成，切换到业务模式后（仅在业务模式才能删除产测bin），下发“AT+FTMERASE”命令删除产测bin，避免出厂后产测校准参数被修改，删除后产测功能命令无法再使用，如果因故需要重新产测，需要重新从软件烧写开始执行。切到业务模式后，需复位模组（命令：AT+RST），检查能否正常启动。

#### 须知

产品商用时请务必擦除产测bin，否则RF参数有被修改的安全风险。