ESP32-H4

ESP 测试工具使用指南



目录

目录 i

1 研发阶段 1

1.1 RF 测试工具 1

1.2 RF 测试项目 1

1.3 RF 认证 2

2 EspRFTestTool 工具包 2

2.1 EspRFTestTool 工具 3

2.2 DownloadTool 工具 7

2.3 PowerLimitTool 工具 8

3 RF 测试项目 15

3.1 低功耗蓝牙非信令测试 15

3.2 低功耗蓝牙 DTM 测试 22

3.3 低功耗蓝牙自适应测试 25

3.4 低功耗蓝牙阻塞测试 28

3.5 802.15.4 非信令测试 28

4 RF 测试认证 34

4.1 CE 认证 34

4.2 FCC 认证 34

4.3 SRRC 认证 35

5 生产阶段 35

6 Flash 下载工具用户指南 35

6.1 准备工作 35

6.2 工具介绍 36

6.3 下载示例 40

6.4 版本发布说明 44

7 模组治具制作规范 45

7.1 关于本规范 45

7.2 概述 46

7.3 模组治具的主要结构 46

7.4 模组治具测试 59

7.5 附录 63

8 Matter 二维码生成工具 63

8.1 软件目录结构 64

8.2 准备工作 64

8.3 开始打印 66

8.4 打印标签检查 68

8.5 镭雕机适配 69

8.6 附录一：扫描板固件烧录 69

8.7 附录二：BarTender (2022) 安装示例 70

9 常见问题 73

9.1 RF 测试 73

9.2 Flash 下载工具 74

10 相关文档和资源 76

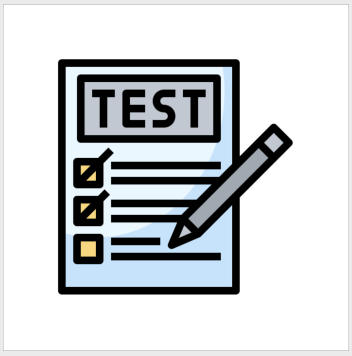
11 免责声明和版权公告 76

为支持基于 乐鑫芯片 和 模组 的产品开发和生产，本仓库提供了丰富的资源。

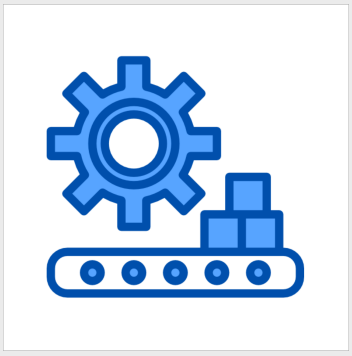
在开发阶段，仓库提供了 RF 测试工具和详细的测试指南，确保您的产品符合必要的性能和认证标准。此外，在生产阶段，仓库还包含了相应的工具和指导，以简化生产流程，确保高效的测试、验证和质量控制。



RF 测试指南



RF 测试项目



生产阶段工具

1 研发阶段

为了确保您的产品符合相关的*RF 认证* 要求，本仓库为 RF 测试提供了测试工具和指南，确保产品符合全球标准和行业认证。

1.1 RF 测试工具

EspRFTestTool 工具包 是一个综合工具，你可以使用该工具控制设备并测试关键的 RF 性能指标，它支持以下*RF 测试项目*。

1.2 RF 测试项目

蓝牙测试

- 低功耗蓝牙非信令测试 控制设备发射特定信号，无需建立实际连接，用于评估其发射功率、频谱特性和误码率等关键性能指标，确保设备的无线通信质量。
- 低功耗蓝牙 *DTM* 测试 通过直接控制设备进入特定的发射或接收模式，评估低功耗蓝牙设备射频性能，如发射功率、接收灵敏度和频谱特性等。
- 低功耗蓝牙阻塞测试 评估无线设备在存在其他无线信号干扰的环境中的性能和稳定性，以确保其符合相关标准。
- 低功耗蓝牙自适应测试 确保设备以跳频方式工作且低功耗蓝牙信号的功率谱密度 (power spectral density, PSD) 大于 10 dBm/MHz 时，满足一定的参数要求，从而避免对其他无线设备造成干扰。

802.15.4 测试

- *802.15.4 非信令测试*：该测试直接控制设备发射特定信号，无需建立网络连接。它评估发射功率、频谱特性和误码率等性能，以确保设备在物联网应用中的通信质量。

1.3 RF 认证

上述列出的*RF 测试项目* 旨在确保你的产品符合以下认证所要求的标准：

- *CE 认证*：欧盟的强制性认证，表明产品符合欧盟相关指令的基本要求，包括安全性、健康性和环境保护标准。
- *FCC 认证*：美国联邦通信委员会的强制性认证，表明产品符合美国相关法规的要求，包括无线电频谱使用、电磁兼容性和射频辐射等。
- *SRRC 认证*：中国针对无线电设备的强制性认证，确保产品符合国家无线电管理的相关法规和技术标准，以避免对电磁环境和其他无线电设备的干扰。

以下表格列出了每种认证所涉及的测试项目。

表 1: RF 认证测试项目

	CE 认证	FCC 认证	SRRC 认证
低功耗蓝牙非信令测试	Y	Y	Y
低功耗蓝牙 DTM 测试	Y	–	–
低功耗蓝牙自适应测试	Y	–	–
低功耗蓝牙阻塞测试	Y	–	–
802.15.4 非信令测试	Y	Y	Y

2 EspRFTestTool 工具包

EspRFTestTool 工具包是乐鑫提供的射频测试工具，包含 EspRFTestTool 工具、DownloadTool 工具和 PowerLimitTool 工具。

- *EspRFTestTool 工具*：用于相关射频测试；
- *DownloadTool 工具*：用于下载射频测试中所需的固件；
- *PowerLimitTool 工具*：用于生成定制化 phy_init_data 固件。

下载地址：`EspRFTestTool 工具包`

该压缩包不仅包含 EspRFTestTool 工具包，还附带全部*RF 测试项目* 所需的测试固件，方便熟悉测试流程的用户直接使用固件进行操作。

备注： 在本文中，**EspRFTestTool 工具包**指的是三个工具的集合，而 **EspRFTestTool 工具**指的是该单一工具。

2.1 EspRFTestTool 工具

EspRFTestTool 工具包主界面就是 EspRFTestTool 工具，包含串口配置区、下载配置区、射频测试配置区，以及 log 窗口。

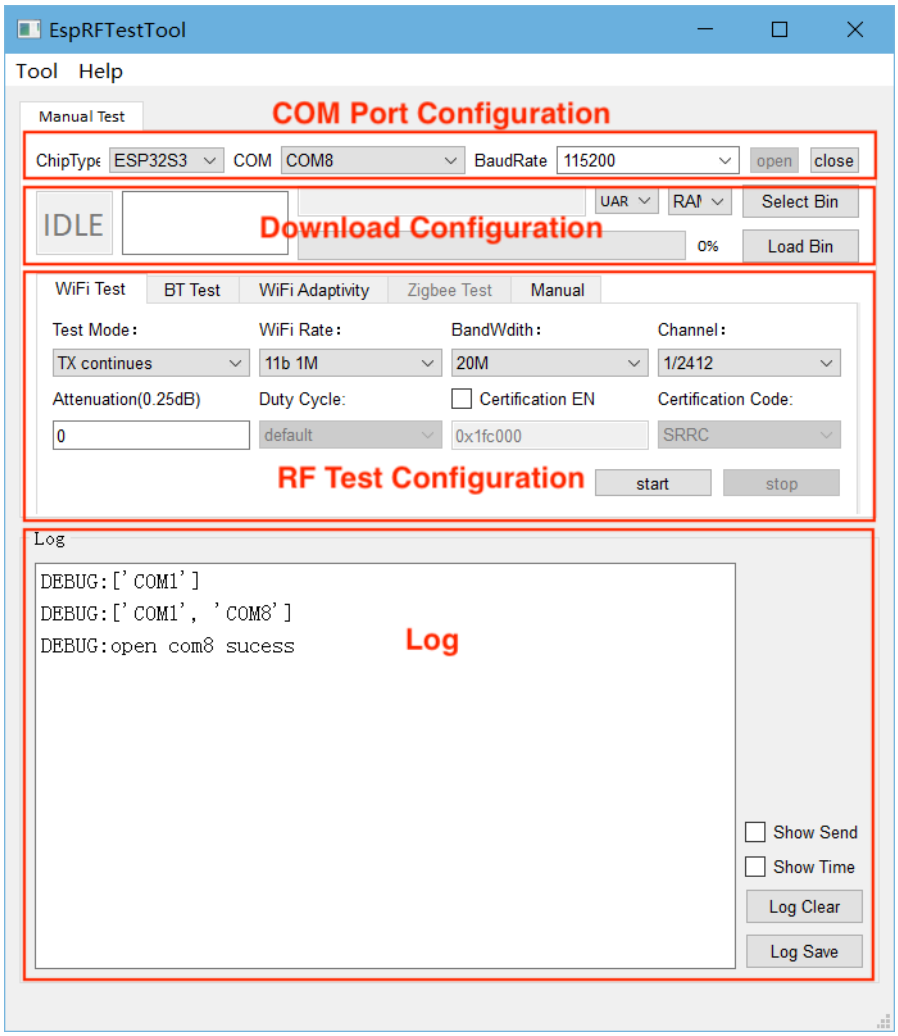


图 1: EspRFTestTool 工具

串口配置区

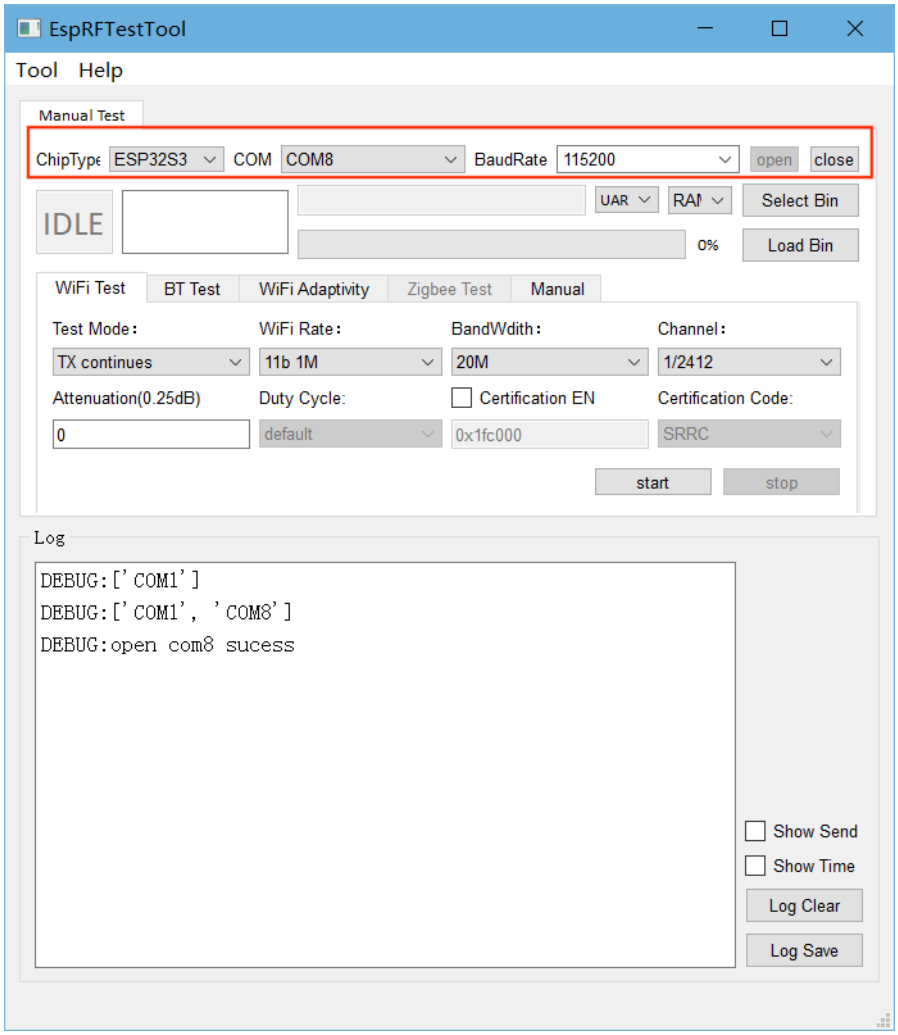


图 2: EspRFTestTool 串口配置区

- **ChipType**：选择芯片型号；
- **COM**：选择串口号；
- **BaudRate**：选择波特率；
- **Open**：打开串口；
- **Close**：关闭串口。

串口配置完成后，可进行快速烧录和射频测试。

下载配置区

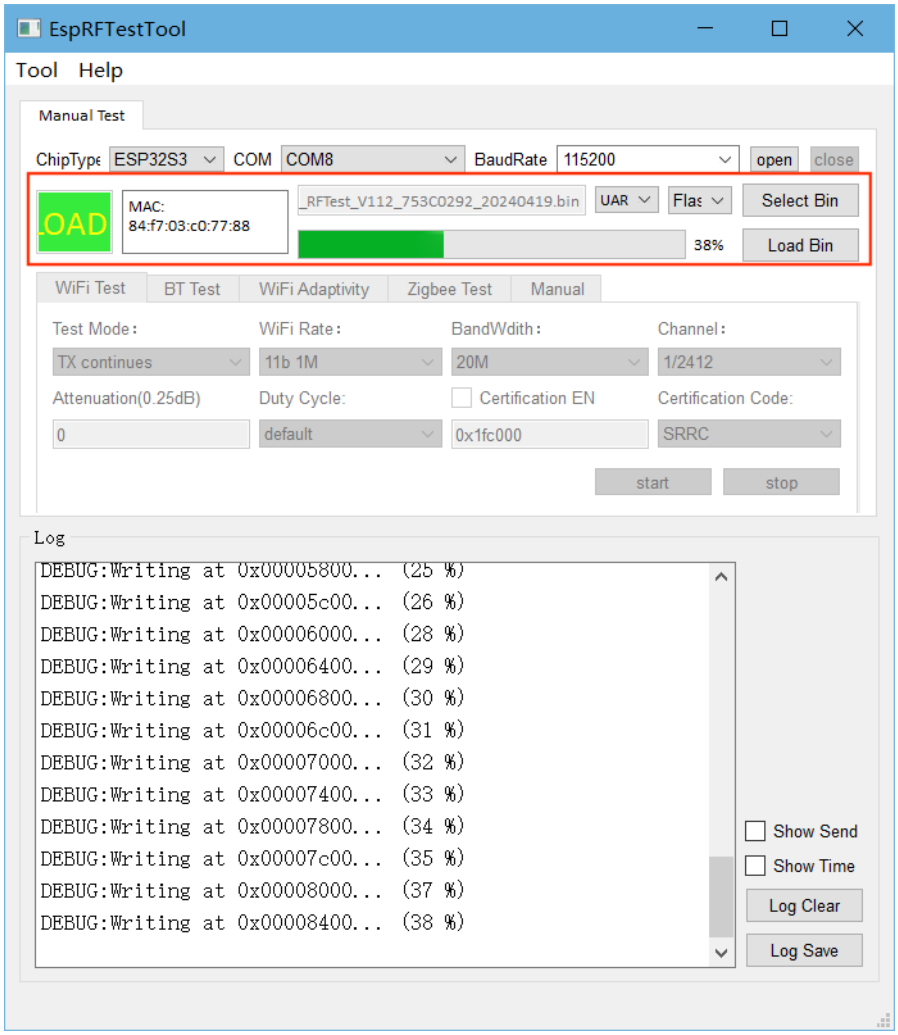


图 3: EspRFTestTool 下载配置区

一般使用*DownloadTool 工具* 下载射频测试中所需的固件，但是对于一些简单的固件，如非信令测试固件与自适应测试固件，可直接使用 EspRFTestTool 工具进行快速烧录。

- 拉低 Boot 管脚后对芯片重新上电使芯片进入下载模式；
- 默认通过 `UART` 进行烧录；
- 选择烧录至 `flash` 中；
- 点击 `Select Bin` 选择要烧录的 bin 文件；
- 点击 `Load Bin` 即可开始烧录；
- 烧录完成后，拉高 Boot 管脚对芯片重新上电使芯片进入工作模式。

射频测试配置区

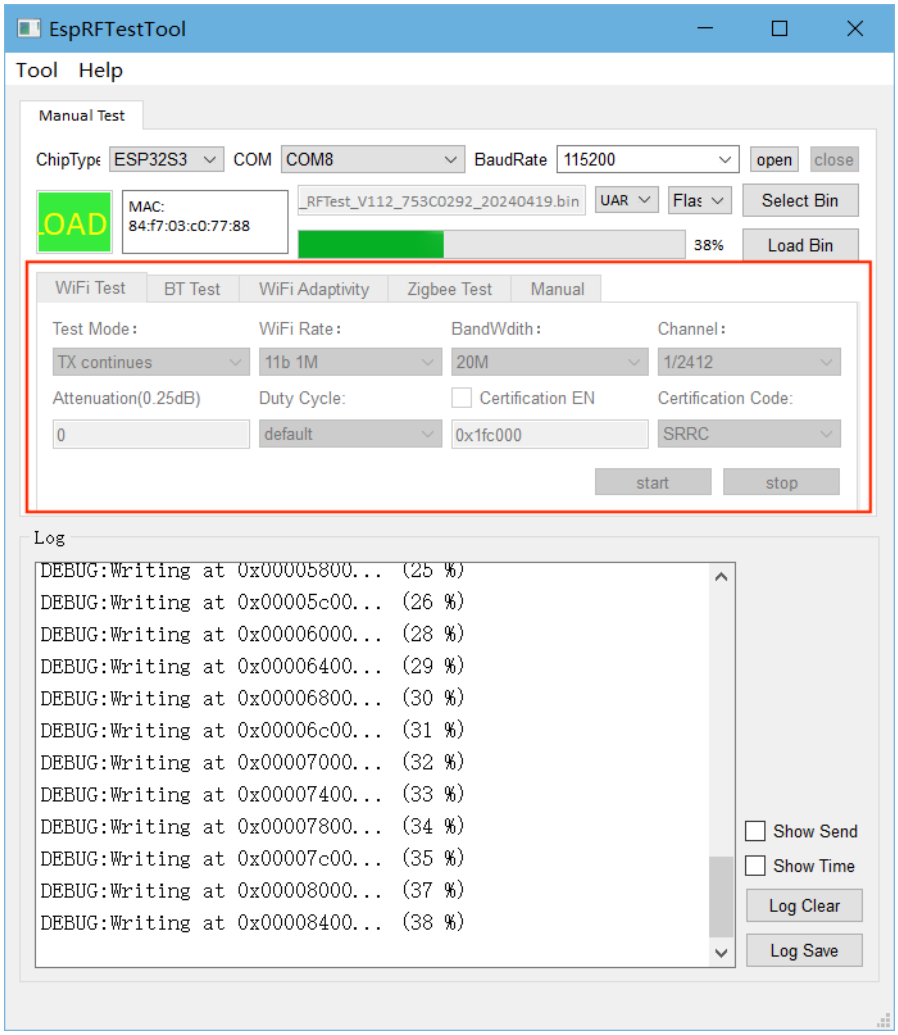


图 4: EspRFTestTool 射频测试配置区

烧录固件后，可进行相应的射频测试：

- **Wi-Fi Test**：用于 Wi-Fi 非信令测试；
- **BT Test**：用于蓝牙及低功耗蓝牙非信令测试；
- **Wi-Fi Adaptivity**：用于 Wi-Fi 自适应测试；
- **Zigbee Test**：用于 802.15.4 非信令测试；
- **Manual**：用于输入串口指令。

具体参数配置可参考对应的射频测试文档。

Log 窗口

Log 窗口中用于展示工具状态，如需查看芯片串口打印 log，请使用通用串口助手，如 友善串口助手。

2.2 DownloadTool 工具

在工具栏中点击 Tool，选择 DownloadTool，进入 DownloadTool 工具界面。

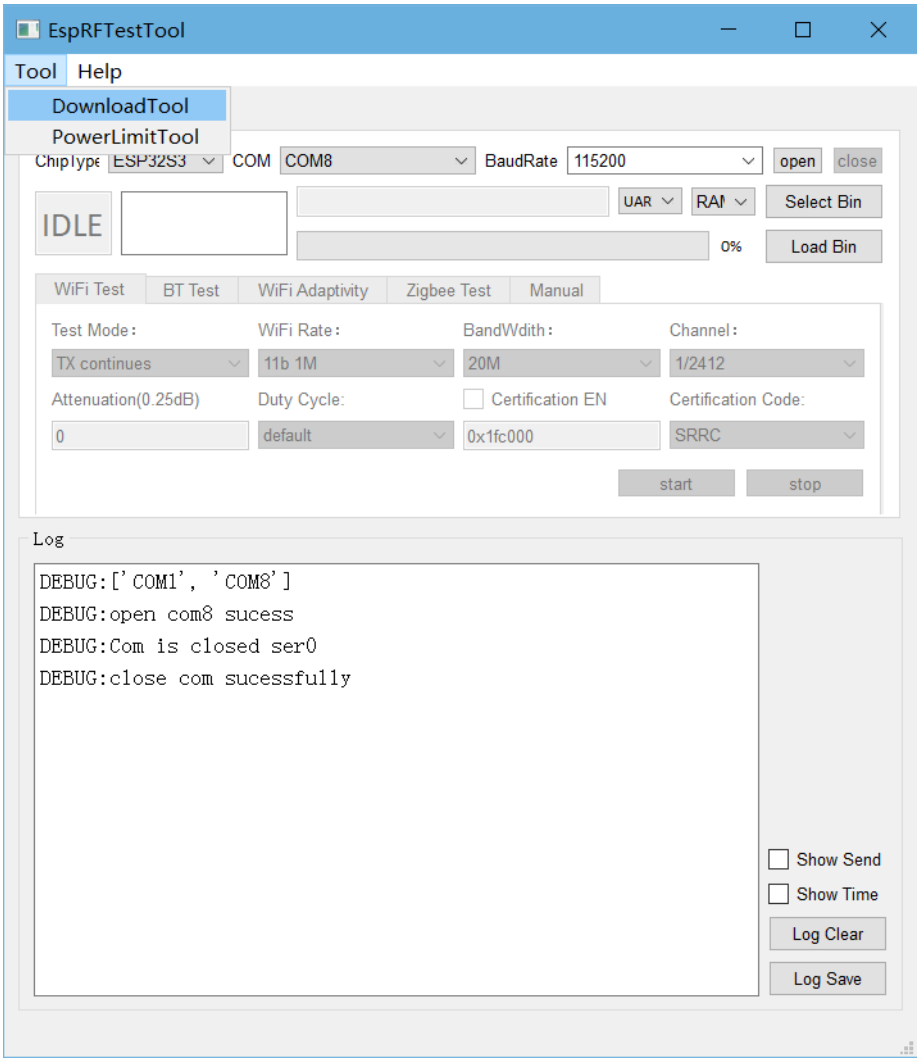


图 5: DownloadTool 工具入口

按照以下步骤进行固件烧录：

- 设置芯片类型 Chip Type、串口 COM Port、波特率 Baud Rate，然后点击 Open 打开串口；
- 选择烧录到 flash；
- 选择要烧录的固件，并下载到指定地址；
- 确认芯片已进入下载模式，点击 Start Load 开始烧录。烧录完成后显示 SUCC 标志；
- 烧录完成后，点击 Close 关闭串口。

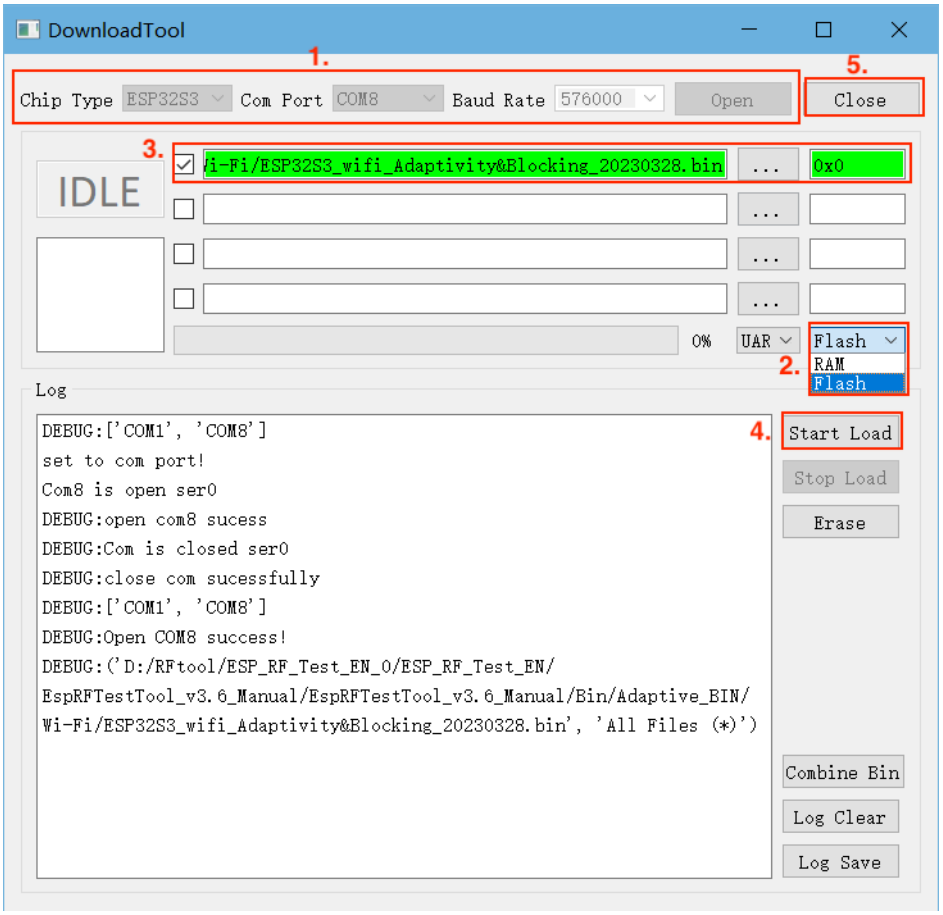


图 6: DownloadTool 界面

备注： 如何确认芯片进入下载模式：

1. 关闭 DownloadTool 串口，打开通用串口助手，如 友善串口助手；
2. 配置串口号和波特率，拉低 Boot 管脚，芯片重新上电，串口助手中会打印 `waiting for download` 等 log;
3. 关闭串口助手，打开 DownloadTool，可开始烧录；
4. 烧录完成后，拉高 Boot 管脚，芯片重新上电，可进入工作模式。如有异常，使用串口助手确认。

备注： DownloadTool 工具默认烧录到 `RAM`，如需填写烧录地址，需先切换到烧录至 `flash`。

2.3 PowerLimitTool 工具

PowerLimitTool 可用于配置 Wi-Fi 输出功率，生成单国和多国的 phy_init_bin 文件，满足客户产品在不同国家或地区的法规需求。

备注： 可使用以下几种方式来限制 Wi-Fi 功率，如多种方式共用，则取其功率的最小值：

1. 使用 API (`esp_wifi_set_max_tx_power`)，在调用 `esp_wifi_start` 启动之后调用该 API，以限制 Wi-Fi 最大输出功率。详细可参考 API；
2. 在 Menuconfig 中配置 `Max Wi-Fi TX Power`，与上述 API 功能相同，可限制最大输出功率；
3. 使用 `Phy Init Bin` 功能，生成 phy_init_data.bin 文件，参考本文介绍。

在 EspRFTestTool 主界面下，点击 `Tool`，选择下拉框中的 `PowerLimitTool`，打开 PowerLimitTool 工具。

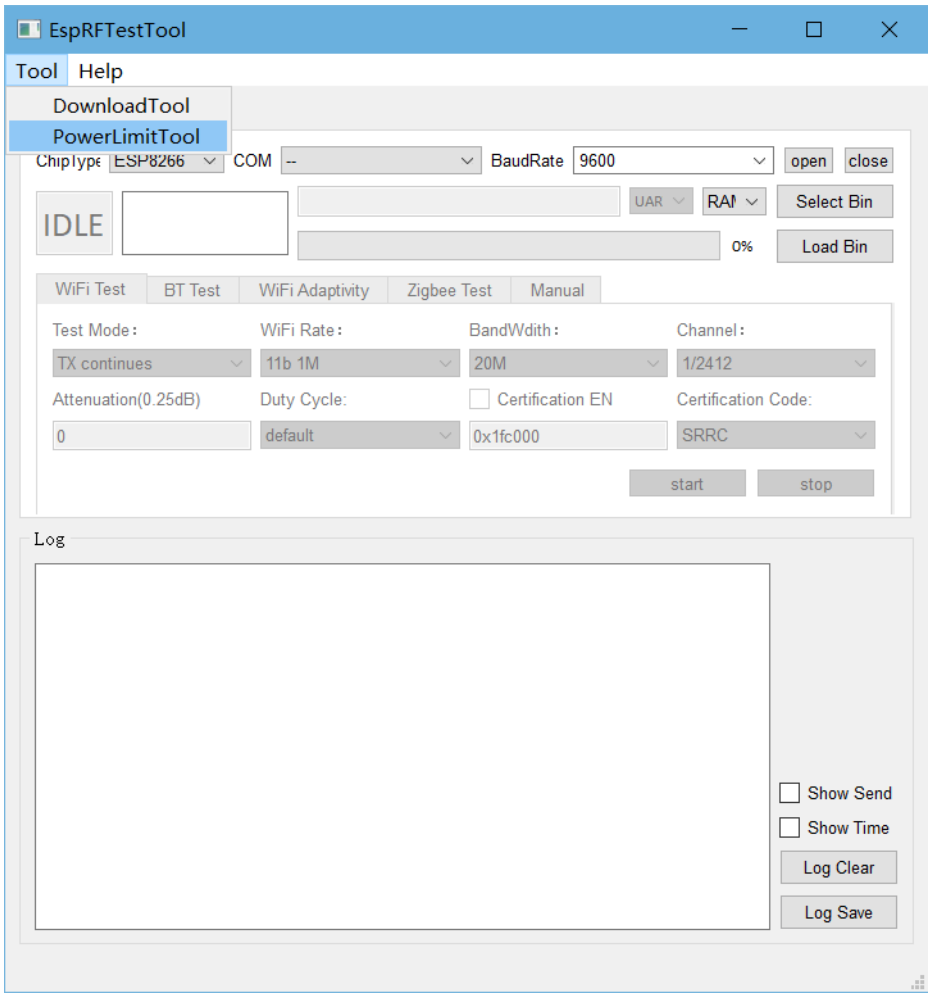


图 7: PowerLimitTool 工具入口

1. 进入 PowerLimitTool 主界面，`Chip` 下拉框中显示当前工具版本支持的芯片型号，选择对应的芯片（以 ESP32-C3 为例）。

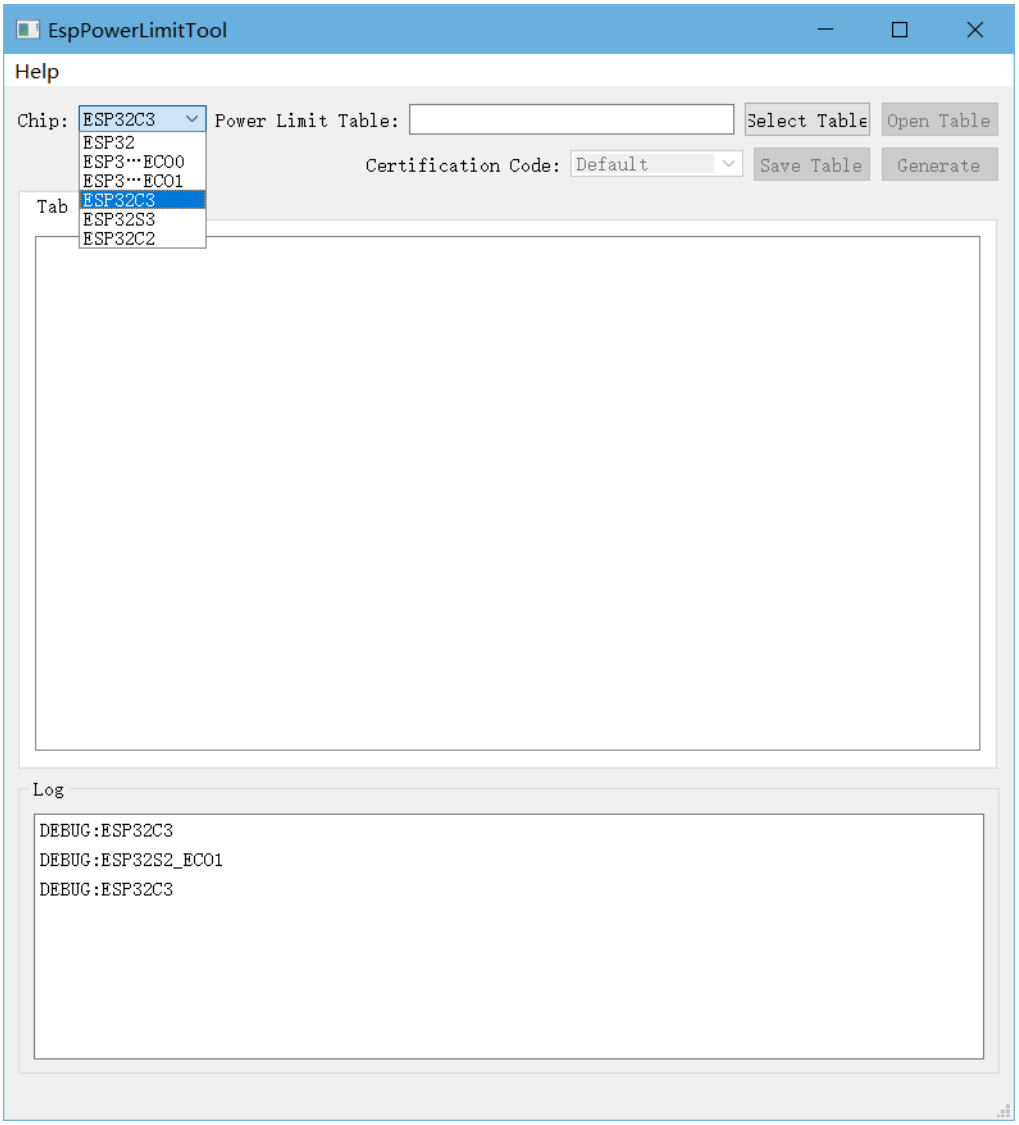


图 8: PowerLimitTool 工具主界面

2. 点击 `Select Table`，选择对应芯片的 TX Power Setting 表格。

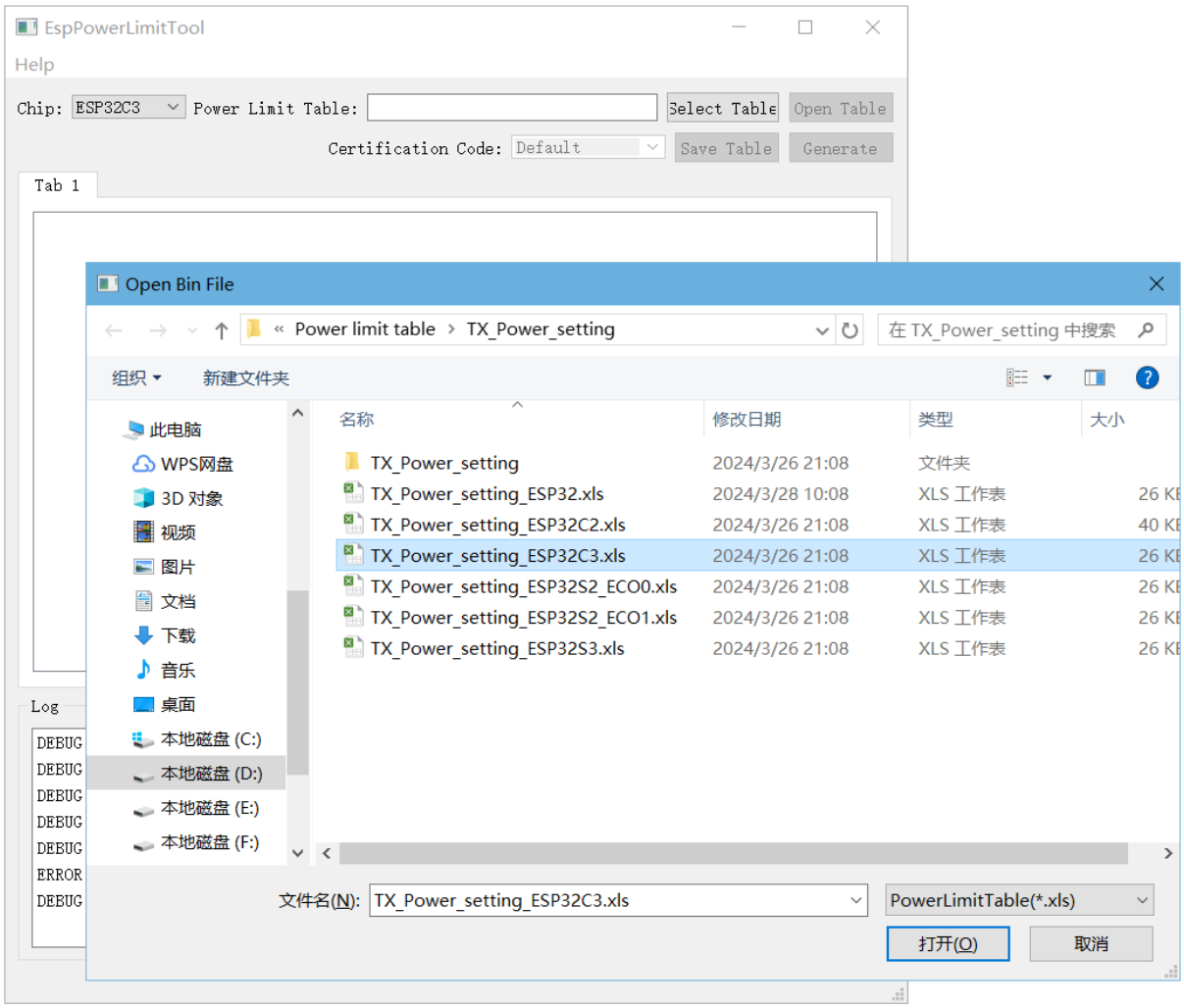


图 9: 导入 TX Power Setting 表格

3. 点击 `Open Table`，在对应国家码表中修改期望的功率值，修改完成后，点击 `Save Table`。

备注： 关于如何修改功率值：

1. 根据认证结果（认证提供功率衰减值）填写功率值（功率值 = 目标功率 - 衰减值/4）；
2. 如果修改了 `Actual_Result`，上述公式中的目标功率需改为 `Actual_Result`；
3. 不能增删表格内容，例如 FCC 仅支持 1~11 信道，此表中 12~13 信道功率值建议与 11 信道保持相同，但不可删除；
4. 除低高信道外，其它信道功率与中间信道保持一致；
5. NA 的部分不可修改。如果 `Certification Code` 无法下拉选择，表明表格被改动，需还原。

---

4. 功率改动保存后，在 `Certification Code` 下拉项中选择需要的认证，点击 `Generate` 生成对应国家码的 phy_init_bin 文件。

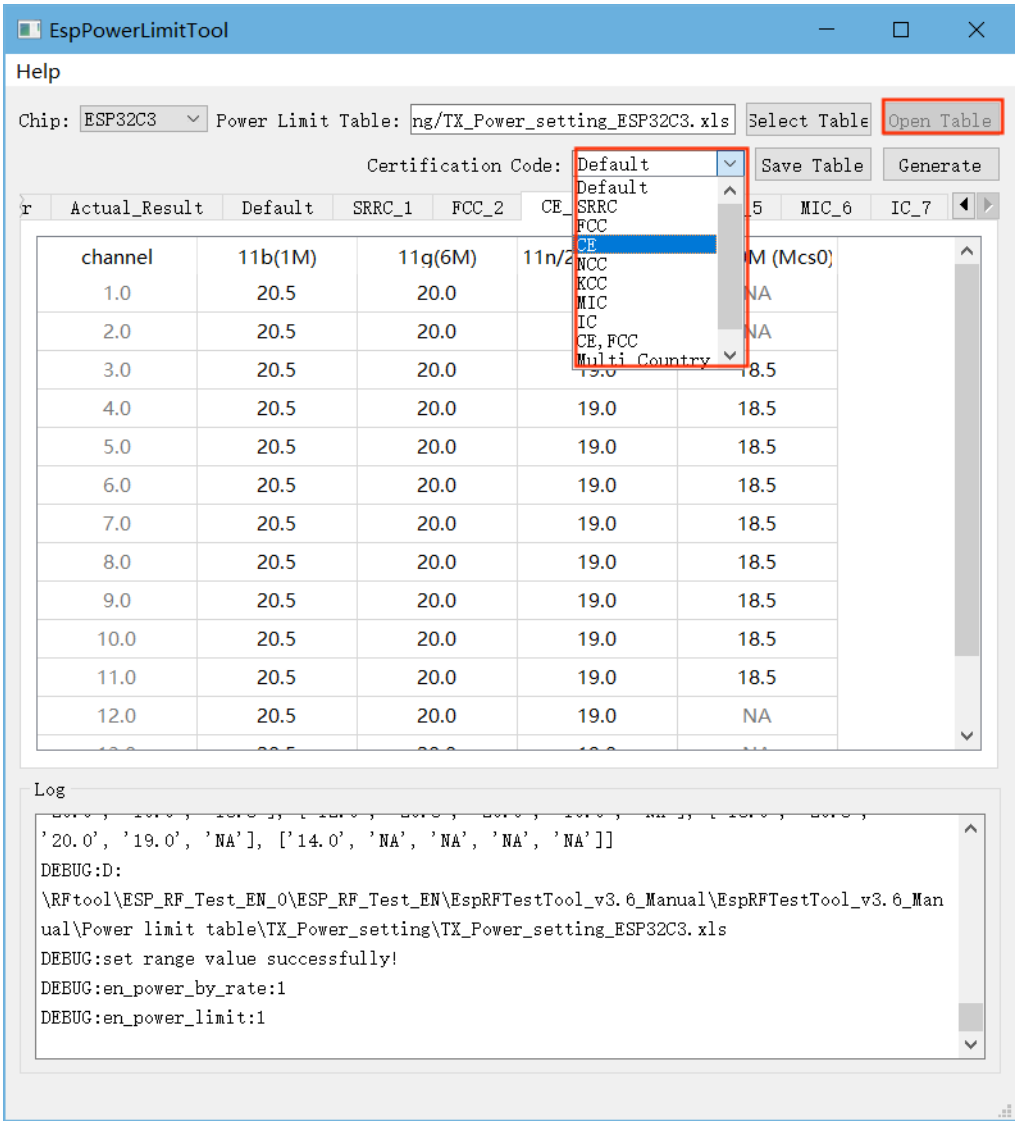


图 10: 修改 TX_Power_Setting

备注： TX Power Setting 表格参数说明：

1. **Config_Switch**：使能 `Power_By_Rate` 和 `Power_Limit`，默认均选择 `Yes`，表示均可调整；
2. **PowerByRate_TargetPower**：各速率目标功率，建议保持默认值；
3. **Country_Table**：当前默认支持的国家（地区），可扩展；
4. **Actual_Result**：模组实测功率，默认使用目标功率；
5. **Default**：国家码中 Default 功率配置，通常用于识别国家码前的功率配置；
6. **SRRC_1**：国家码中 SRRC 的功率配置，适用于中国大陆；
7. **FCC_2**：国家码中 FCC 的功率配置，适用于美国；
8. **CE_3**：国家码中 CE 的功率配置，适用于欧洲；
9. **NCC_4**：国家码中 NCC 的功率配置，适用于台湾地区；
10. **KCC_5**：国家码中 KCC 的功率配置，适用于韩国；
11. **TELEC_6**：国家码中 TELEC（旧版名称为 MIC）的功率配置，适用于日本；
12. **IC_7**：国家码中 IC 的功率配置，适用于加拿大；

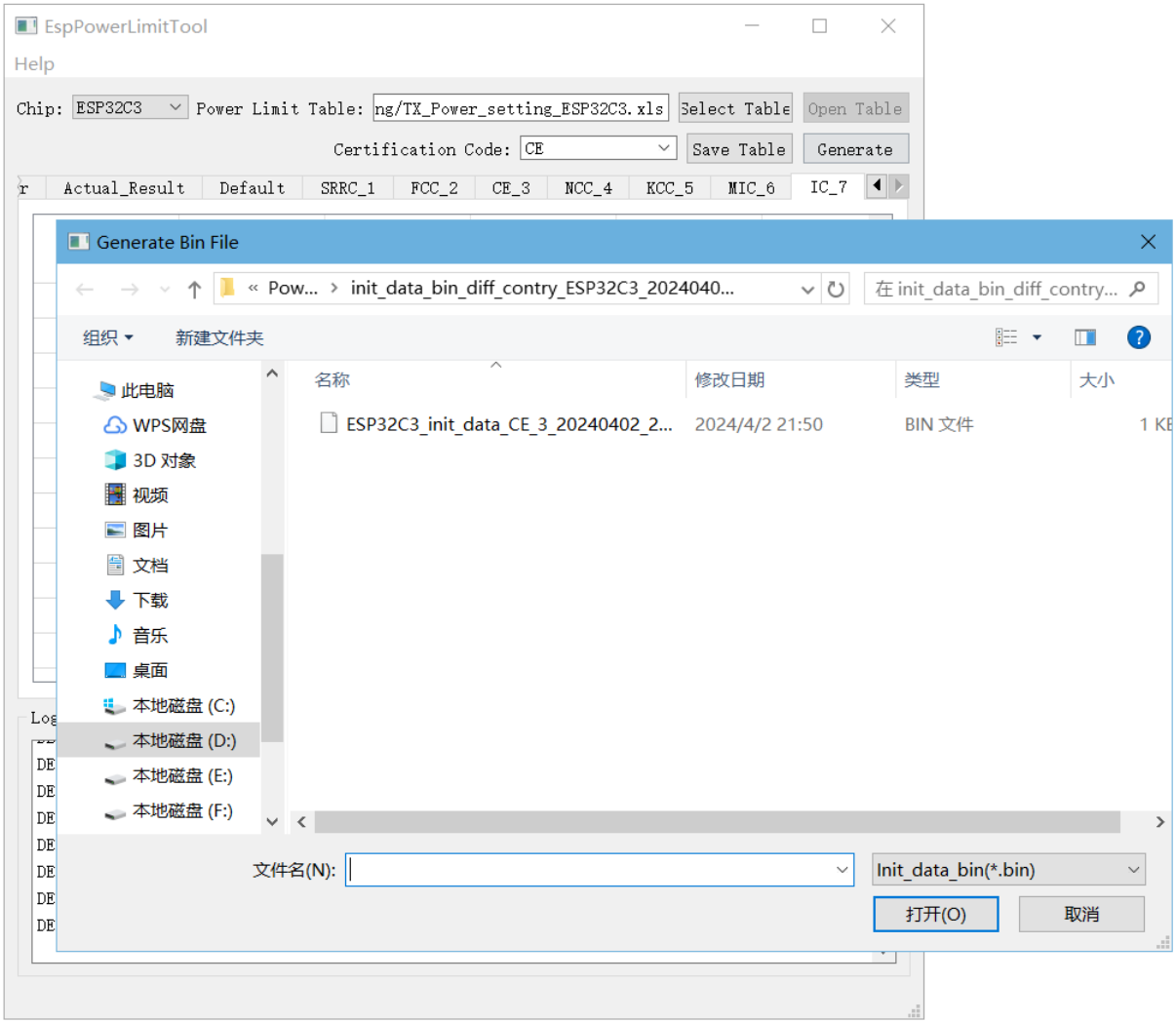


图 11: 生成 phy_init_bin 文件

备注:

1. 下拉选项 `Certification Code` 中包含单个认证和 `Multiple Country` 及 `Custom`。
2. 选择单认证会生成对应认证的单独 phy_init_bin 文件，文件包含除校验控制信息外共 128 字节。
3. 选择 `Multiple Country` 会生成一个多国 phy_init_bin 文件，包含默认配置以及 SRRC、FCC、CE、NCC、KCC、TELEC、IC 七国认证配置，共 8*128 字节。
4. 选择 `Custom`，根据自定义选择生成单个或多国认证 phy_init_bin 文件。

5. 使用非信令或信令测试验证 phy_init_bin 是否生效。以非信令测试为例，首先使用*DownloadTool 工具* 将生成的 phy_init_bin 文件下载到待测产品。

- 从 `Tool` 选项栏中选择 `DownloadTool`，进入 `DownloadTool` 界面
- 参考*DownloadTool 工具* 操作步骤，将 phy_init_bin 文件与相应的 RF 测试固件烧录至 `flash`。
- 其中 phy_init_bin 的烧录地址为 `0x1fc000`，RF 测试固件联系乐鑫获取最新固件的烧录地址为 0x0。

备注： 关于信令测试，替换原有的 phy_init_bin 即可，请参考*RF 测试项目* 中相关文档。

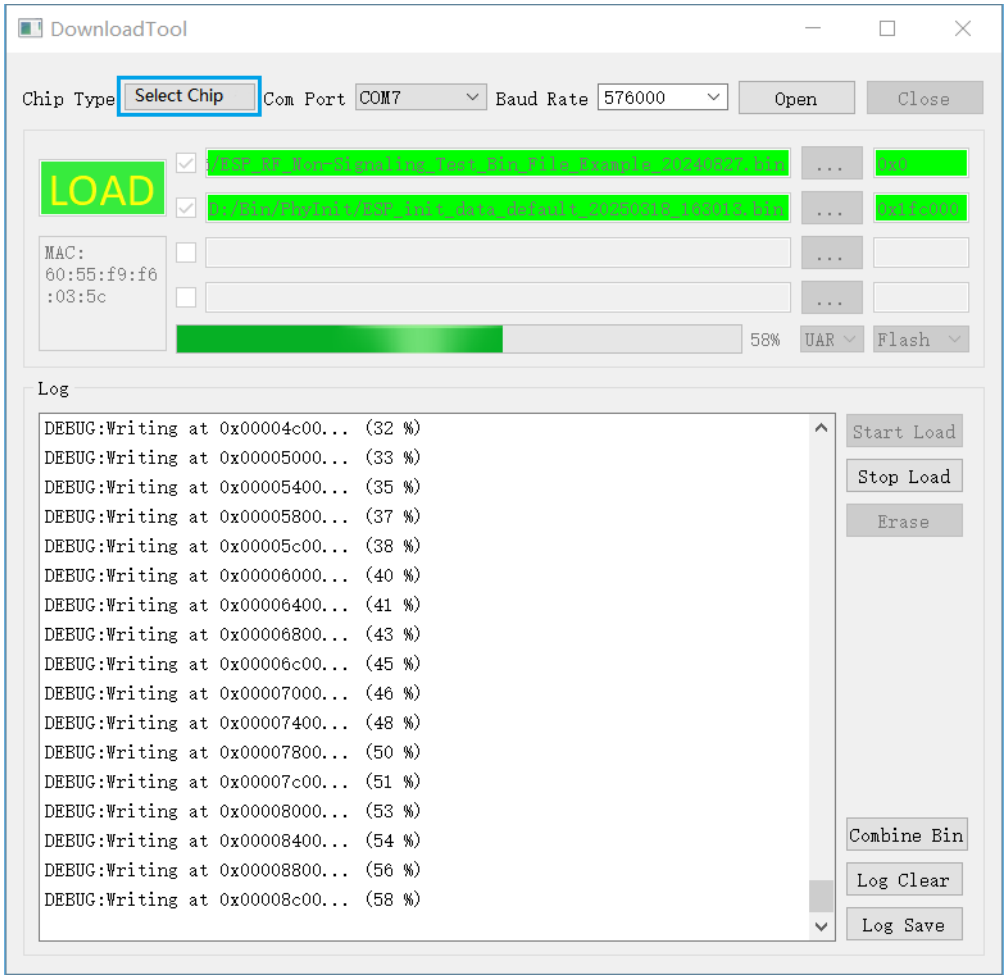


图 12: 烧录 phy_init_bin 文件

6. 使用 Wi-Fi 仪器测试输出功率，确认 phy_init_bin 是否生效。

- 打开*EspRFTestTool 工具*
- 选择对应的 `ChipType`、`COM`、`BaudRate`、点击 `Open` 打开串口；
- 选择 `WiFi Test` 界面，选择 `Test Mode`、`Rate`、`BandWidth`、`Channel`；
- 设置 `Attenuation` 默认值 0，选择 `Duty Cycle` 为 10%；
- 不勾选 `Certification EN` 代表不使能 Phy init，此时 start 发包测试代表模组的初始性能。
- 勾选 `Certification EN` 代表使能 Phy init，此时 start 发包测试代表模组的认证功率性能。
- 默认地址为 phy_init_bin 的烧录地址 0x1fc000，如烧录地址变动，此处需做相应改变。
- 对于 Multiple Country，在 `Certification Code` 中可选择其所包含的认证国家代码。

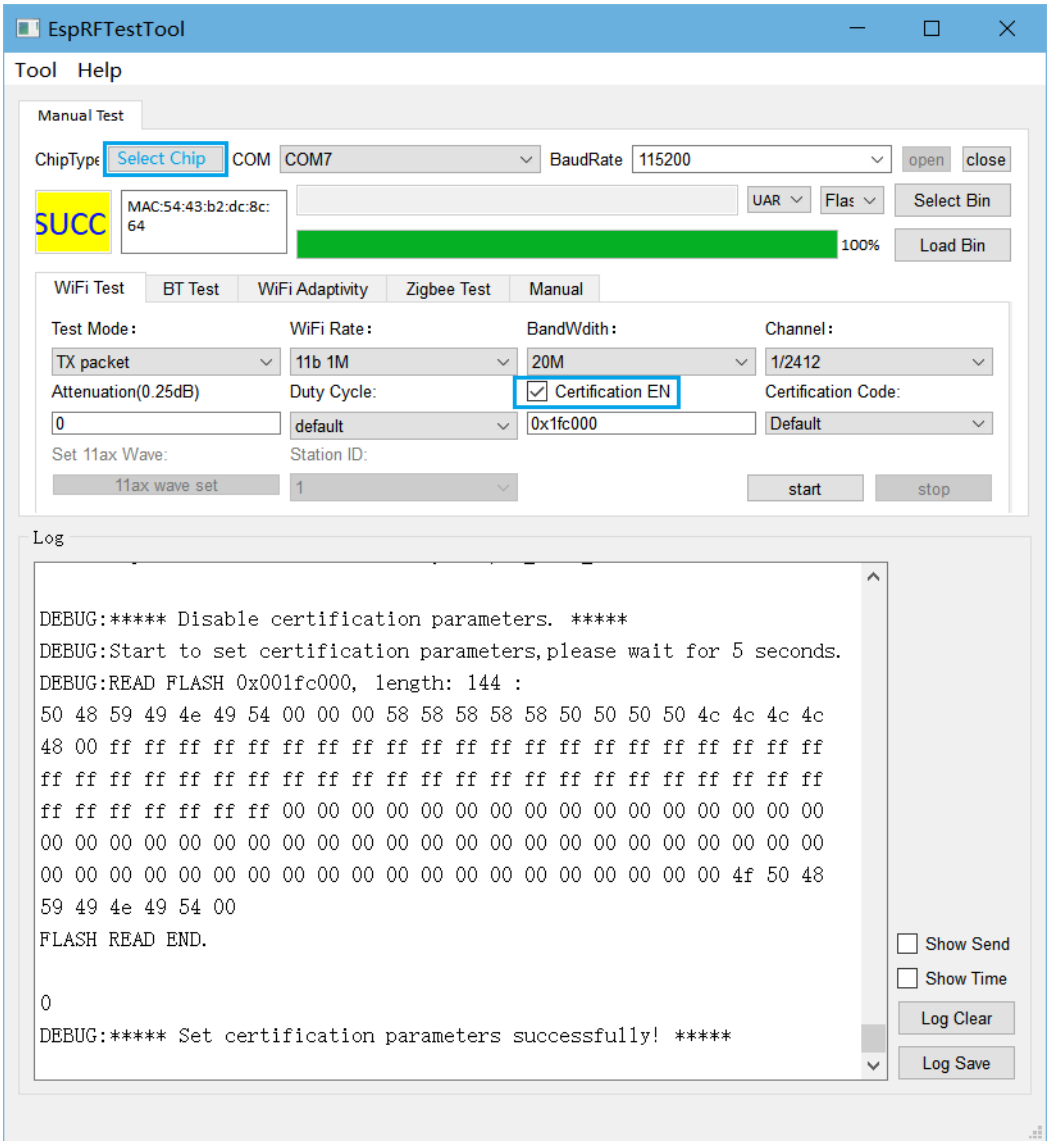


图 13: RF Test 设置界面

3 RF 测试项目

3.1 低功耗蓝牙非信令测试

低功耗蓝牙非信令测试控制设备发射特定信号，无需建立实际连接，用于评估其发射功率、频谱特性和误码率等关键性能指标，确保设备的无线通信质量。

搭建测试环境

射频非信令测试固件环境主要包括电脑、测试仪器、USB-to-UART 转接板、待测设备与屏蔽箱等。

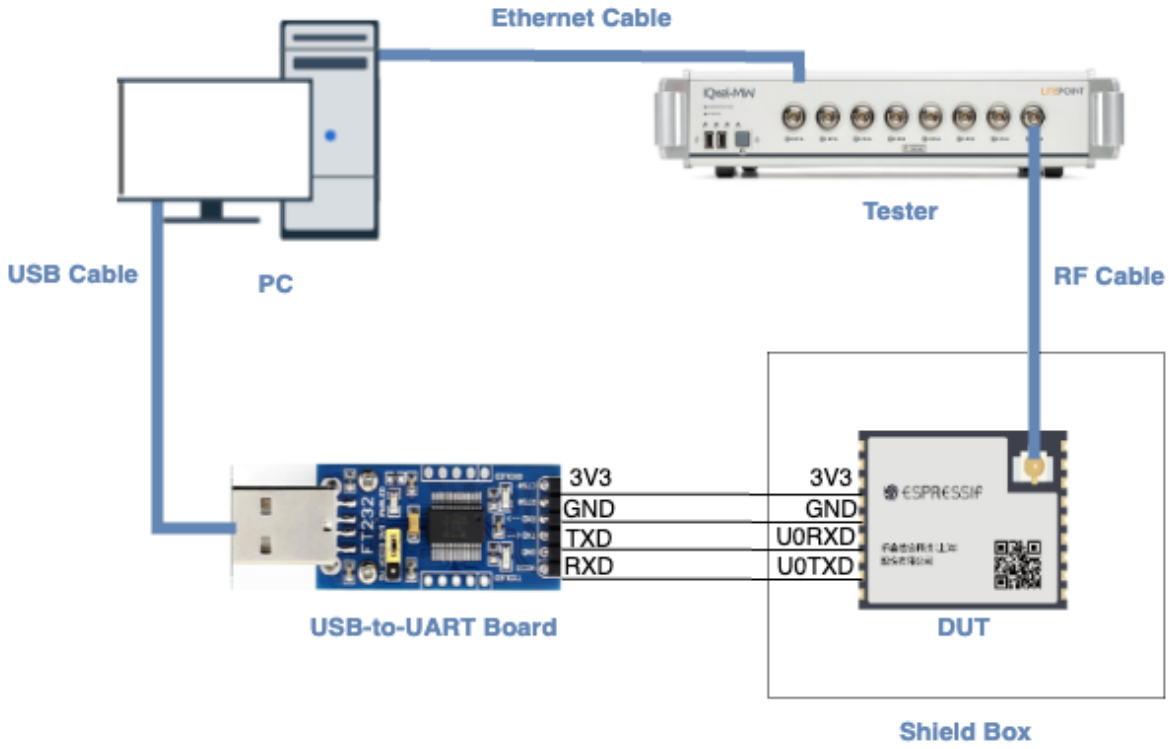


图 14: 测试环境搭建示意图

- **电脑 (PC)** 通过 USB 与 USB-to-UART 转接板连接，通过网线与测试仪器连接。电脑上需安装 EspRFTestTool 工具包、测试仪器控制软件、以及 USB-to-UART 转接板驱动。
- **测试仪器 (Tester)** 通常为 WT-428/IQXel 综测仪，用于测试待测设备在不同模式下的射频性能。
- **USB-to-UART 转接板 (USB-to-UART Board)** 用于实现电脑和待测设备之间的通信。
- **待测设备 (DUT)** 为基于 ESP32-H4 芯片或模组设计的产品。待测设备通过 UART 与 USB-to-UART 转接板连接，并通过射频连接线与测试仪器连接。待测设备通常放在屏蔽箱中。
- **屏蔽箱 (Shield Box)** 用于隔离外部射频干扰，保证测试环境的稳定性。

备注:

- 待测设备的 CHIP_EN 管脚默认上拉，如果产品设计中未拉高，需要手动将 CHIP_EN 接到 3V3 管脚。
- 部分串口通信板内部已交换 RXD 和 TXD，无需反接，需根据实际情况调整接线。
- ESP32-H4 具有上电自校准功能，待测设备上电测试前需先将射频连接线连接至测试仪器。

传导测试

- 对于没有板载 PCB 天线的模组，直接将射频连接线焊接至模组的天线馈电点即可（如上述示意图所示）。
- 对于带有板载 PCB 天线的模组，需将 PCB 天线馈电点后的天线割断，焊接射频连接线，并使射频线的屏蔽金属层充分焊锡后接入模组 GND。GND 焊接点可选择屏蔽盖或 PCB 板材上去除绿油层的 GND 层，且尽量靠近馈电点。

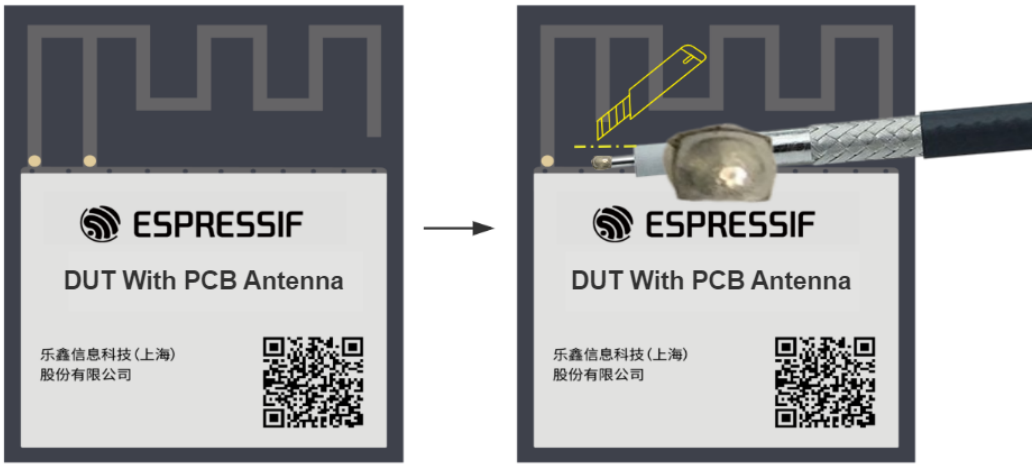


图 15: 带有板载 PCB 天线的模组焊接射频连接线示意图

烧录固件

1. 打开*EspRFTestTool 工具*。
2. 设置 ChipType, COM, BaudRate, 点击 Open，打开串口。

备注： BaudRate 设置为 115200

---

3. 将联系乐鑫获取的最新固件通过 UART 烧录至 Flash。

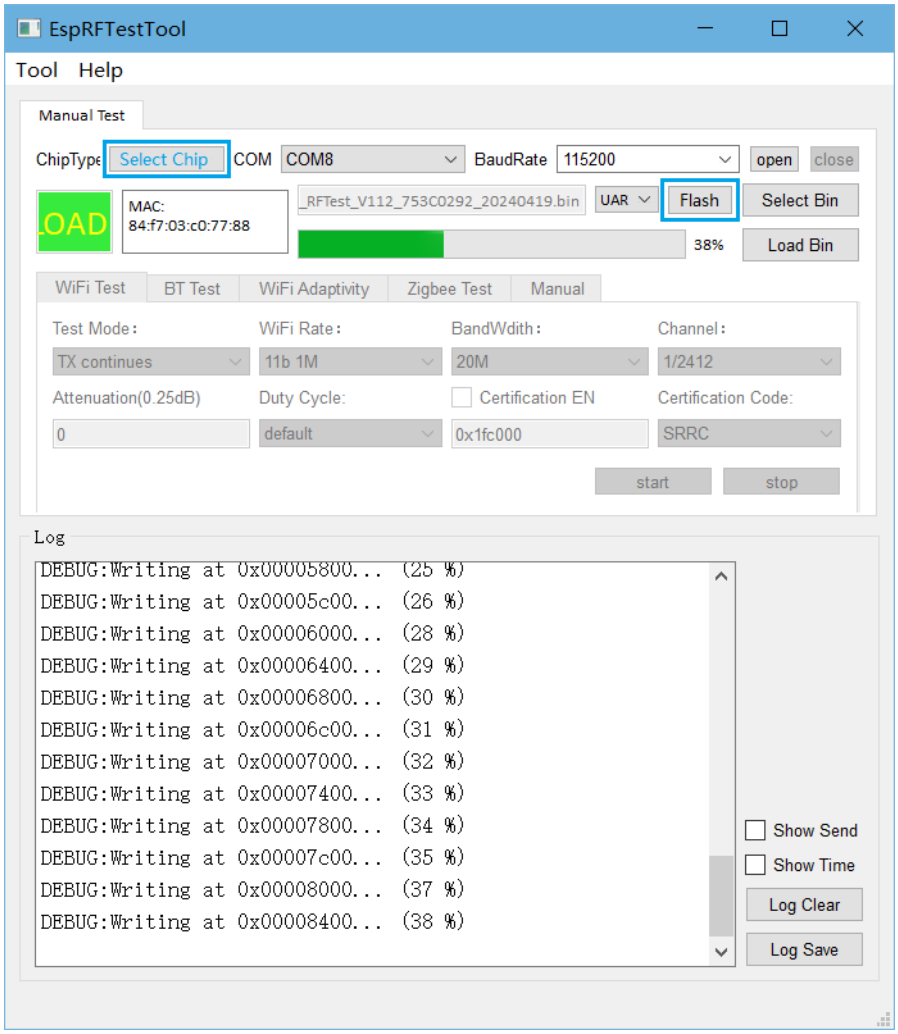


图 16: ESPRFTestTool 工具配置

4. 固件烧录完成后，将 boot 管脚拉高或悬空，芯片掉电重启后进入工作模式。

备注： 如使用 Flash 下载工具烧录固件，需要将 ESP32-H4 的烧录地址改为 0x2000。

开始测试

低功耗蓝牙发射性能测试

- **Test Mode**：
  - BLE50 TX：用于发射性能测试；
  - BLE50 TX continue：高发包占空比，用于认证测试。
- **Power Level**：设置低功耗蓝牙发射功率等级，支持 0~15 档测试
- **Channel**：设置低功耗蓝牙测试信道
- **Hoppe**：使能跳频功能，默认关闭
- **Ulap**：设置蓝牙地址，默认不使能
- **Itaddr**：设置逻辑传输地址，默认不使能
- **Syncw**：设置包文件的身份识别码，默认选择 syncw=0x71764129

- **Payload length**：设置 payload 长度，默认使用 250
- **Data Rate**：设置发包速率和编码序列，支持 BLE 1M、2M、125K、500K 四种速率，支持 1010、11110000、prbs9 三种编码序列

点击 start 后在 log 窗口中显示低功耗蓝牙发射参数说明，参考如下：

```
fcc_le_tx_syncw:txpwr=15,chan=0,len=250,data_type=0,syncw=0x71764129,rate=0,tx_
↪num=0,contin_en=0,delay=0,hopp_en=0
```

表明低功耗蓝牙发包正常，此时可使用综测仪检测发射性能。

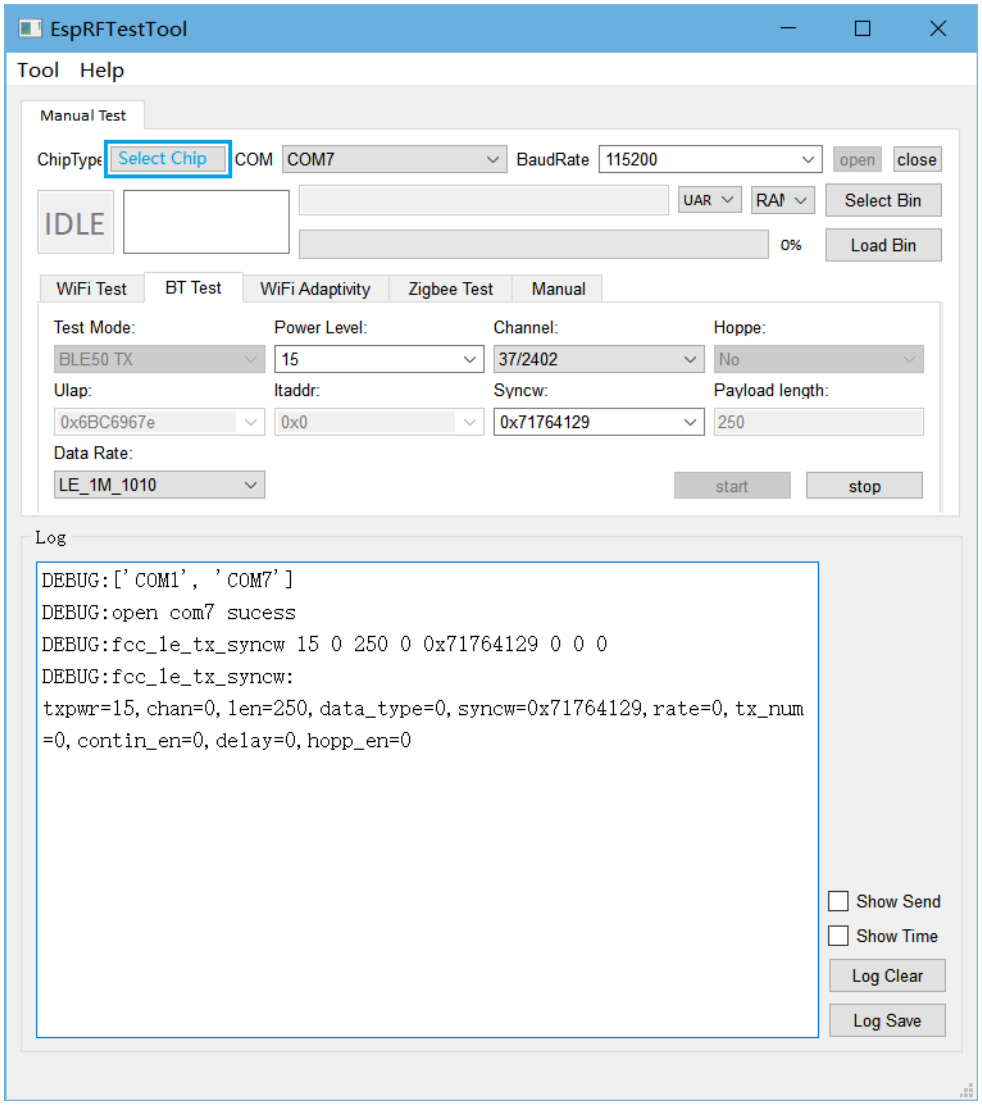


图 17: 低功耗蓝牙发射性能测试

低功耗蓝牙接收性能测试

- **Test Mode**：选择 BLE50 RX 用于低功耗蓝牙接收性能测试。
- **Channel**：设置低功耗蓝牙测试信道。
- **Syncw**：设置包文件的身份识别码，默认选择 syncw=0x71764129。
- **Data Rate**：设置收包速率，默认为 prbs9 编码序列。

点击 start 后使用仪器在测试信道发包，完成后点击 stop，在 log 窗口中显示收包信息如下：

```
3e8 3e8 0 0 0 0 0 0 0 0 p -53276 -24131 0 29422
```

其中：

- 第 1 个参数 Res[0]（16 进制）表示本次测试收到的总包数。本次测试中，总包数为 3e8。
- 第 2 个参数 Res[1]（16 进制）表示本次测试在对应速率下收到的包的数量。本次测试中，对应速率包的数量为 3e8。
- 第 12 个参数 Res[11]（10 进制）表示本次测试收到正确包的 RSSI。本次测试中，RSSI 为 -53276。

根据上述参数，可以计算：

- 丢包率 PER = [1-(Res[1]/Sent_Packet_Numbers)]*100%<=30.8%
- 每个包的 RSSI = Res[11]/(Res[1])

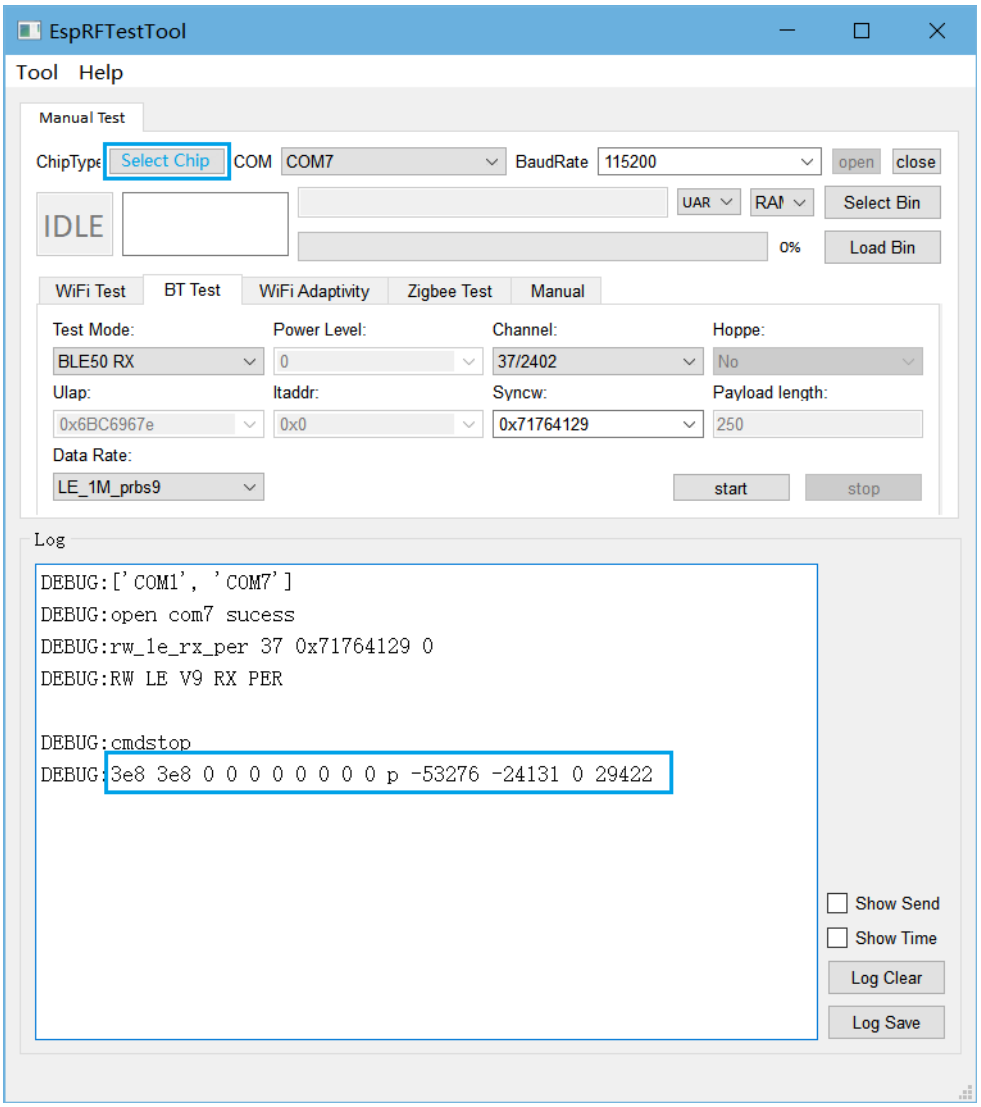


图 18: 低功耗蓝牙接收性能测试

附录

本附录为射频调试或测试所需参考的对照表。

低功耗蓝牙发射功率等级 下表主要用于说明 ESP32-H4 的低功耗蓝牙的功率等级及对应的目标功率，用于射频调试或测试对照。

表 2: ESP32-H4 低功耗蓝牙发射功率等级

功率等级	低功耗蓝牙发射功率 (dBm)
0	-24
1	-21
2	-18
3	-15
4	-12
5	-9
6	-6
7	-3
8	0
9	3
10	6
11	9
12	12
13	15
14	18
15	20

低功耗蓝牙 5.0+ PHY 信道与索引 对于低功耗蓝牙，EspRFTestTool 工具包使用信道索引 (channel index) 来识别信道。

表 3: ESP32-H4 低功耗蓝牙 5.0+ PHY 信道与索引

PHY 信道	射频中心频率（MHz）	信道索引
0	2402	37
1	2404	0
2	2406	1
…	…	…
11	2424	10
12	2426	38
13	2428	11
14	2430	12
…	…	…
38	2478	36
39	2480	39

3.2 低功耗蓝牙 DTM 测试

低功耗蓝牙 DTM 测试通过直接控制设备进入特定的发射或接收模式，评估低功耗蓝牙设备射频性能，如发射功率、接收灵敏度和频谱特性等。

搭建测试环境

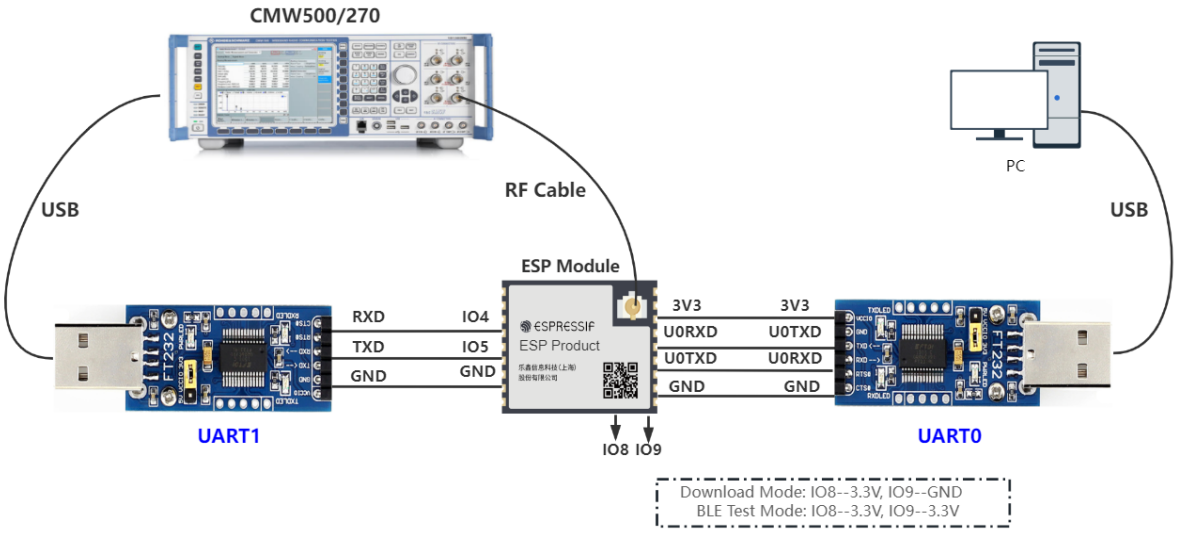


图 19: 测试环境示意图

按上图所示，使用两个 USB-to-UART 转接板分别连接 UART0 和 UART1，UART0 作为串口指令输入和查看打印信息端口，UART1 作为连接仪器测试端口。

- **电脑 (PC)** 通过 USB 与 USB-to-UART 转接板连接。电脑上需安装 EspRFTestTool 工具包、测试仪器控制软件、以及 USB-to-UART 转接板驱动。
- **测试仪器 (Tester)** 用于测试待测设备在不同模式下的射频性能。测试仪器通过射频连接线与待测设备连接传输射频信号，通常为 CMW500、CMW270、蓝牙测试仪 CBT 等。
- **USB-to-UART 转接板 (USB-to-UART Board)** 用于实现电脑和待测设备之间的通信以及综测仪和待测设备之间的通信。
- **待测设备 (DUT)** 为基于 ESP32-H4 芯片或模组设计的产品。

备注:

- ESP 提供的 DTM 固件默认以 GPIO4 和 GPIO5 作为 UART1 测试管脚，如需更换可在 UART0 通过串口指令调整。
- 待测设备的 CHIP_EN 管脚默认上拉，如果产品设计中未拉高，需要手动将 CHIP_EN 接到 3V3 管脚。
- 部分串口通信板内部已交换 RXD 和 TXD, 无需反接，需根据实际情况调整接线。
- ESP32-H4 具有上电自校准功能，待测设备上电测试前需先将射频连接线连接至测试仪器。

传导测试

- 对于没有板载 PCB 天线的模组，直接将射频连接线焊接至模组的天线馈电点即可（如上述示意图所示）。
- 对于带有板载 PCB 天线的模组，需将 PCB 天线馈电点后的天线割断，焊接射频连接线，并使射频线的屏蔽金属层充分焊锡后接入模组 GND。GND 焊接点可选择屏蔽盖或 PCB 板材上去除绿油层的 GND 层，且尽量靠近馈电点。

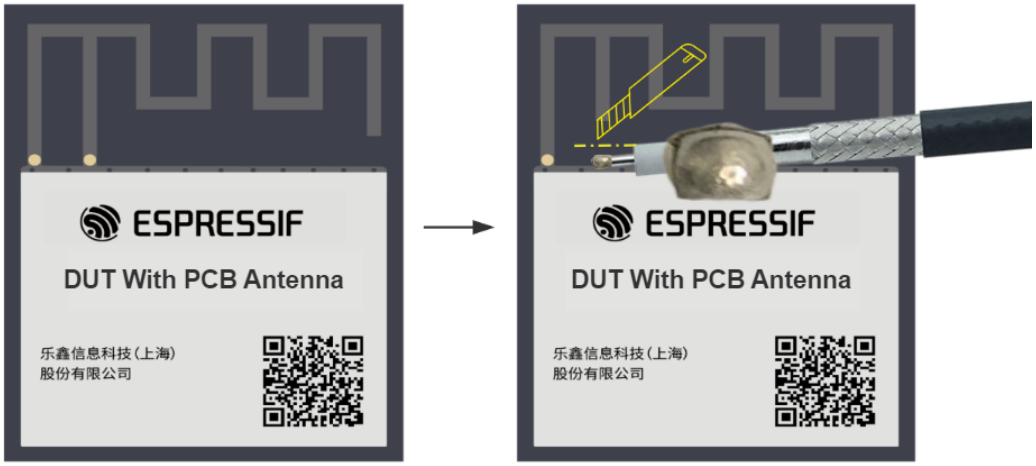


图 20: 带有板载 PCB 天线的模组焊接射频连接线示意图

烧录固件

1. 打开*DownloadTool 工具*。
2. 设置 `ChipType`，`Com Port`，`Baud Rate`，点击 `Open`，选择下载到 `Flash`。
3. 将联系乐鑫获取最新固件 bin 文件通过 `UART` 烧录至以下地址。

bin 文件	烧录地址
联系乐鑫获取最新固件	0x0

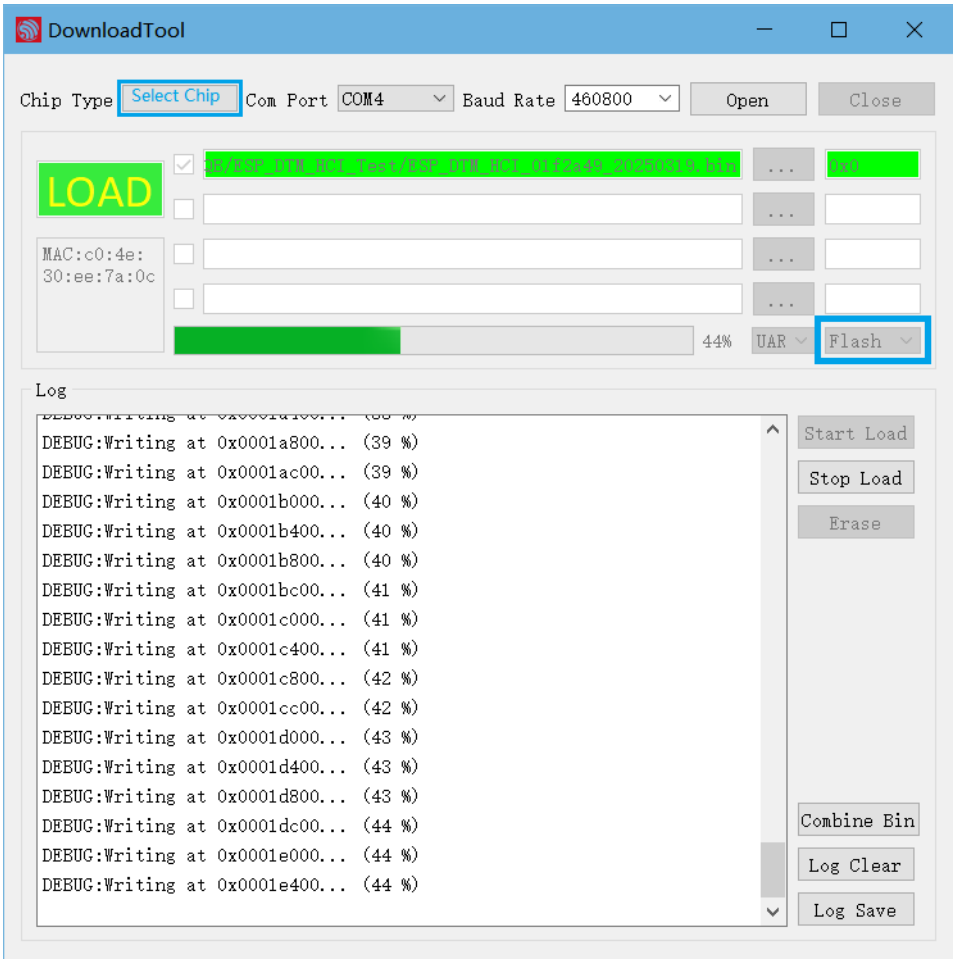


图 21: 烧录固件示意图

烧录完成后，拉高或悬空 boot 管脚，芯片重启后进入工作模式，继续以下步骤进行测试。

开始测试

待测设备与测试仪器的连接方式有 HCI 和 2-wire 两种，默认使用 HCI 方式。

依照上述硬件连接方式，可通过 UART0 串口打印信息确认固件烧录成功；

上电默认以 Power 12 dBm，无流控，波特率 115200 完成初始化过程，无需输入指令，可直接开始 DTM 测试；

如需调整 UART1 的相关设置，可通过 UART0 端输入相应的指令实时调整：

```
//配置 TX 输出功率，支持 0~15 档功率调整
set_ble_tx_power -i 15

//获取当前 BLE 的配置功率
get_ble_tx_power

//配置 UART1，将 TX 管脚设置为 GPIO4，将 RX 管脚设置为 GPIO5
reconfig_dtm_uart_pin -t 4 -r 5
```

附录

本附录主要用于说明 ESP32-H4 的功率等级及对应的目标功率，用于射频调试或测试对照。

低功耗蓝牙发射功率等级

表 4: ESP32-H4 低功耗蓝牙发射功率等级

功率等级	低功耗蓝牙发射功率 (dBm)
0	-24
1	-21
2	-18
3	-15
4	-12
5	-9
6	-6
7	-3
8	0
9	3
10	6
11	9
12	12
13	15
14	18
15	20

3.3 低功耗蓝牙自适应测试

低功耗蓝牙自适应测试确保设备以跳频方式工作且低功耗蓝牙信号的功率谱密度 (power spectral density, PSD) 大于 10 dBm/MHz 时，满足一定的参数要求，从而避免对其他无线设备造成干扰。

备注:

- 如果设备的低功耗蓝牙信号 PSD 低于 10 dBm/MHz，可采用干扰缓解技术（等效占用率 ≤ 10%），这样就无需进行低功耗蓝牙自适应测试。
- 如果设备的低功耗蓝牙信号 PSD 高于 10 dBm/MHz，可选择基于跳频的发射前搜寻机制 (listen before talk, LBT) 进行低功耗蓝牙自适应测试。

搭建测试环境

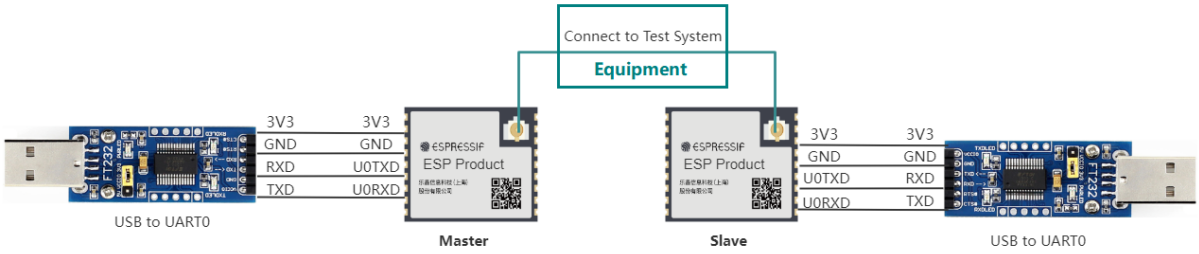


图 22: 测试环境连接示意图

- 按上图所示，使用两片 ESP32-H4 模组分别与串口通信板连接，均烧录低功耗蓝牙自适应固件并通过射频连接线接入自适应测试系统。
- 其中一片模组作为陪测设备 (Slave)，与另一片待测设备 (Master) 通过串口指令建立连接，连接成功后即可开始测试。

备注:

- 待测设备的 CHIP_EN 管脚默认上拉，如果产品设计中未拉高，需要手动将 CHIP_EN 接到 3V3 管脚。
- 部分串口通信板内部已交换 RXD 和 TXD, 无需反接，需根据实际情况调整接线。
- ESP32-H4 具有上电自校准功能，因此待测设备上电测试前需先将射频连接线连接至测试仪器。

烧录固件

1. 打开*DownloadTool 工具*。
2. 设置 `ChipType`，`Com Port`，`Baud Rate`，点击 `Open`，选择下载到 `Flash`。
3. 将联系乐鑫获取最新固件通过 `UART` 烧录至 `0x0`。

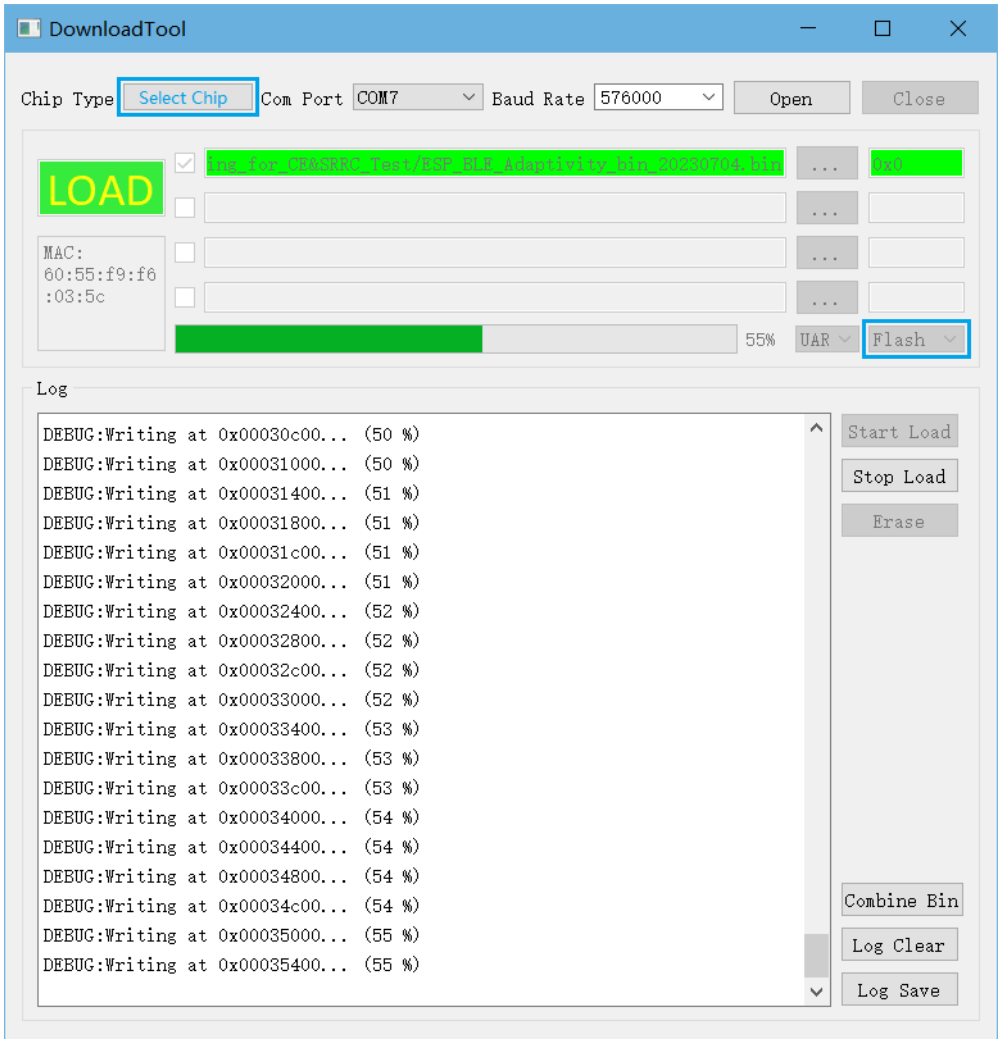


图 23: 烧录固件示意图

烧录完成后，继续以下步骤进行测试。

开始测试

低功耗蓝牙自适应测试需在 Master 与 Slave 设备中输入相应串口指令建立连接后测试。

打开串口助手，依次在 Slave 和 Master 设备端输入相应指令：

1. **Slave 设备**

```
//开启配测设备广播
bleadve -C -z start -t 19 -u 13
```

2. **Master 设备**

```
//建立连接，配置速率为 1 Mbps（如需配置为 2 Mbps，参数修改为 "-x 2 -y 2
↪"），设置功率等级为 13
bleconn -T -z start -x 1 -y 1 -n 1 -i 0x6-0x6 -v 13
```

(续下页)

(接上页)

```
//配置功率，默认设置为 13（"-e" 后面的参数应与上一条指令 "-v" 后面的参数保持一致）
blehci -S -z etxp -t 4 -h 1 -e 13

//设置 MTU
gattc -C -m 512 -p 0x10 -r c0:11:11:11:11:11 -b 1

//发送数据
gattc -W -z char -p 0x10 -s 0xA002 -c 0xC317 -l 490 -n 0xFFFFFFFF -w 1 -r␣
↪c0:11:11:11:11:11 -g 1 -b 1
```

3. **其他操作指令**

```
//断开连接
bleconn -D -z all

//重启模组
reboot
```

输入上述指令后，可继续进行低功耗蓝牙自适应测试。

3.4 低功耗蓝牙阻塞测试

低功耗蓝牙阻塞测试评估设备在存在其他无线信号干扰的环境中的性能和稳定性，以确保其符合相关标准。

低功耗蓝牙阻塞测试方式

该测试可以通过以下两种模式进行：

1. **非信令模式**

在此模式下，选择一个固定频率来测试设备的抗干扰能力。测试步骤请参考低功耗蓝牙非信令测试。

2. **DTM (Direct Test Mode) 模式**

DTM 模式允许对设备进行底层控制，从而引入干扰信号来评估其抗干扰能力。测试步骤请参考低功耗蓝牙 *DTM* 测试。

3.5 802.15.4 非信令测试

802.15.4 非信令测试直接控制设备发射特定信号，无需建立网络连接。它评估发射功率、频谱特性和误码率等性能，以确保设备在物联网应用中的通信质量。

搭建测试环境

射频非信令测试固件环境主要包括电脑、测试仪器、USB-to-UART 转接板、待测设备与屏蔽箱等。

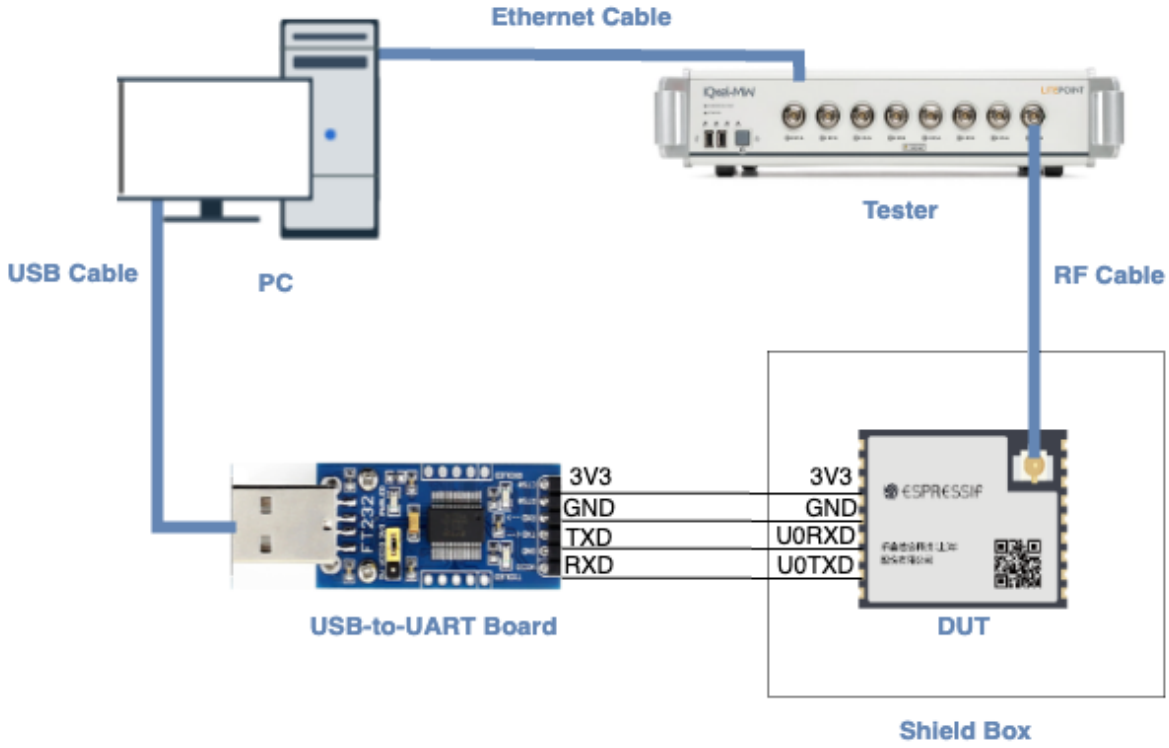


图 24: 测试环境搭建示意图

- **电脑 (PC)** 通过 USB 与 USB-to-UART 转接板连接，通过网线与测试仪器连接。电脑上需安装 EspRFTestTool 工具包、测试仪器控制软件、以及 USB-to-UART 转接板驱动。
- **测试仪器 (Tester)** 通常为 WT-428/IQXel 综测仪，用于测试待测设备在不同模式下的射频性能。
- **USB-to-UART 转接板 (USB-to-UART Board)** 用于实现电脑和待测设备之间的通信。
- **待测设备 (DUT)** 为基于 ESP32-H4 芯片或模组设计的产品。待测设备通过 UART 与 USB-to-UART 转接板连接，并通过射频连接线与测试仪器连接。待测设备通常放在屏蔽箱中。
- **屏蔽箱 (Shield Box)** 用于隔离外部射频干扰，保证测试环境的稳定性。

备注:

- 待测设备的 CHIP_EN 管脚默认上拉，如果产品设计中未拉高，需要手动将 CHIP_EN 接到 3V3 管脚。
- 部分串口通信板内部已交换 RXD 和 TXD，无需反接，需根据实际情况调整接线。
- ESP32-H4 具有上电自校准功能，待测设备上电测试前需先将射频连接线连接至测试仪器。

传导测试

- 对于没有板载 PCB 天线的模组，直接将射频连接线焊接至模组的天线馈电点即可（如上述示意图所示）。

- 对于带有板载 PCB 天线的模组，需将 PCB 天线馈电点后的天线割断，焊接射频连接线，并使射频线的屏蔽金属层充分焊锡后接入模组 GND。GND 焊接点可选择屏蔽盖或 PCB 板材上去除绿油层的 GND 层，且尽量靠近馈电点。

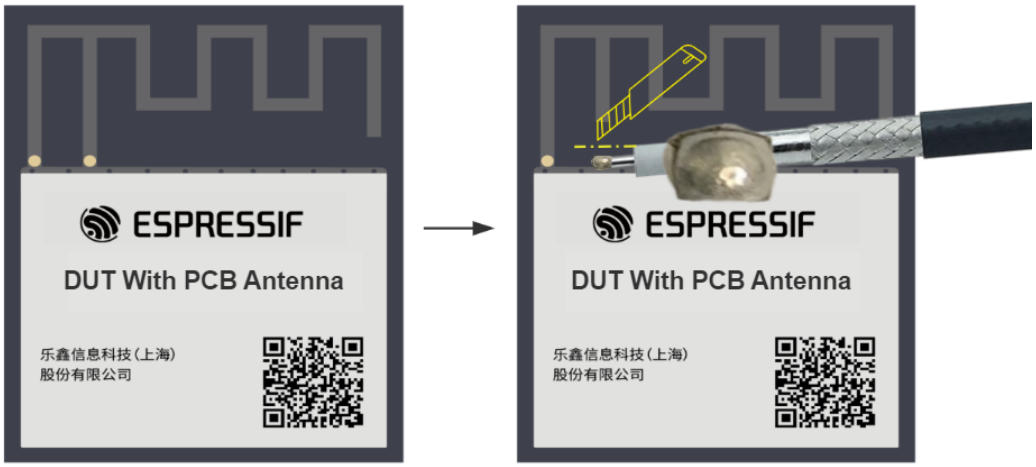


图 25: 带有板载 PCB 天线的模组焊接射频连接线示意图

烧录固件

1. 打开*EspRFTestTool 工具*。
2. 设置 `ChipType`, `COM`, `BaudRate`, 点击 `Open`，打开串口。

备注： `BaudRate` 设置为 115200

---

3. 将联系乐鑫获取的最新固件通过 `UART` 烧录至 `Flash`。

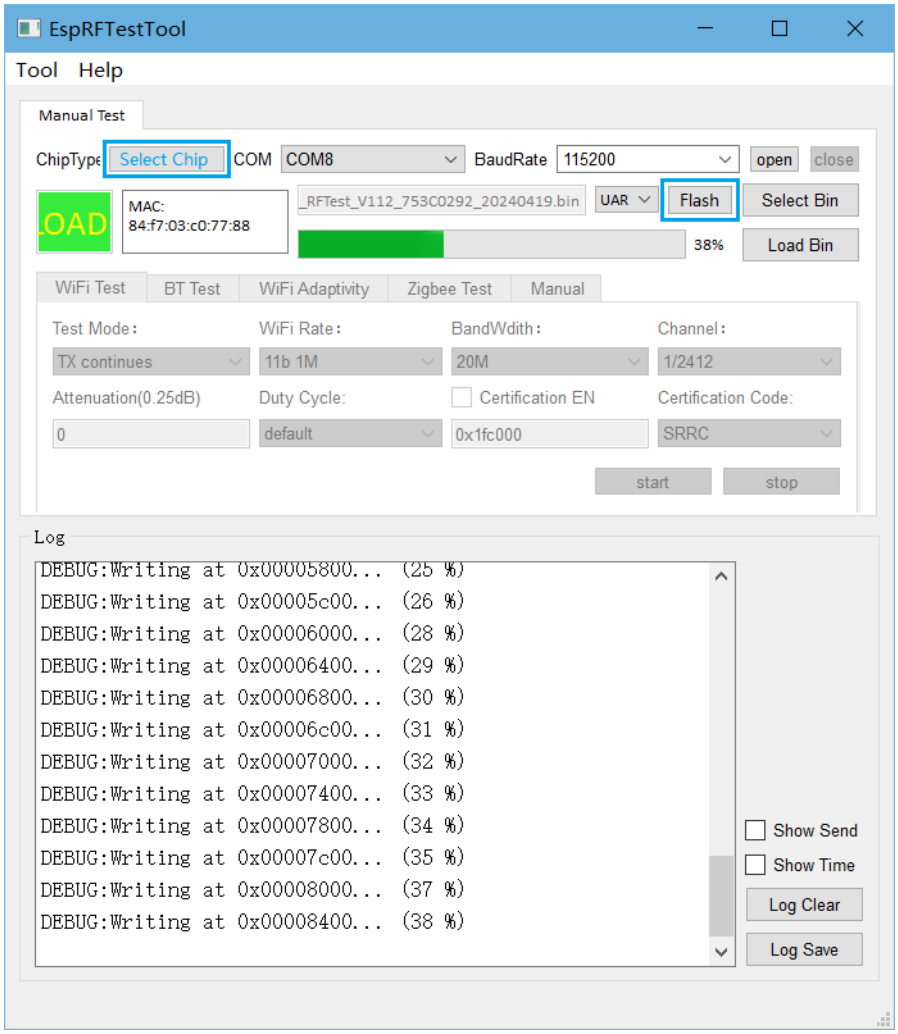


图 26: ESPRFTestTool 工具配置

4. 固件烧录完成后，将 boot 管脚拉高或悬空，芯片掉电重启后进入工作模式。

备注： 如使用 Flash 下载工具烧录固件，需要将 ESP32-H4 的烧录地址改为 0x2000。

开始测试

Zigbee 发射性能测试

- **Test Mode**：
  - ZB TX packet：用于发射性能测试；
  - ZB TX continue：高发包占空比，用于认证测试。
- **Power Level**：设置 Zigbee 发射功率等级，支持 0~15 档测试。
- **Channel**：设置 Zigbee 测试信道。
- **Payload Length**：设置 Payload 长度，支持手动输入，范围 3~127，默认为 127。

点击 `start` 后在 log 窗口中显示 Zigbee 发射参数说明，参考如下：

```
ZB TX start: len=127, chan=11, pwr=15, tx_num=0, contin_en=0
```

表明 Zigbee 发包正常，此时可使用综测仪检测发射性能。

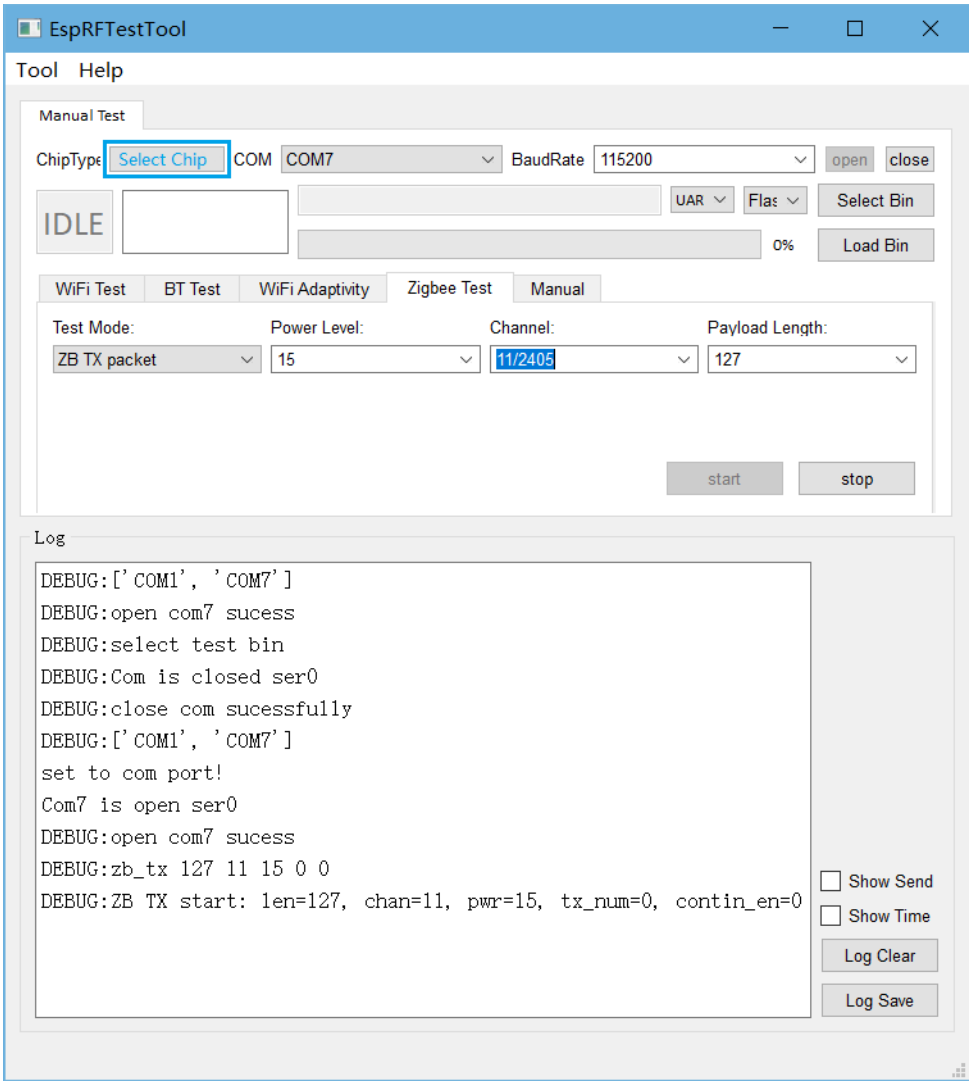


图 27: Zigbee 发射性能测试

Zigbee 接收性能测试

- **Test Mode**：设置为 ZB RX 用于 Zigbee 接收性能测试。
- **Channel**：设置 Zigbee 测试信道。

点击 `start` 后使用仪器在测试信道发包，完成后点击 `stop`，在 log 窗口中显示收包信息如下：

```
RX 1000 1 1 0 0 0 -60058 0 -21398 38679
```

其中：

- 第 1 个参数 Res[0] 返回字符串 “RX”。

- 第 2 个参数 Res[1]（10 进制）表示本次测试在对应速率下收到的包的数量。本次测试中，Res[1] 为 1000。
- 倒数第 4 个参数 Res[7]（10 进制）表示本次测试在对应速率下收到的包的 RSSI 总和。本次测试中，Res[7] 为 -60058。

根据上述参数，可计算出：

- 丢包率 PER = [1-(Res[1]/Sent_Packet_Numbers)]*100%<=1%
- 每个包的 RSSI = Res[7]/(Res[1])

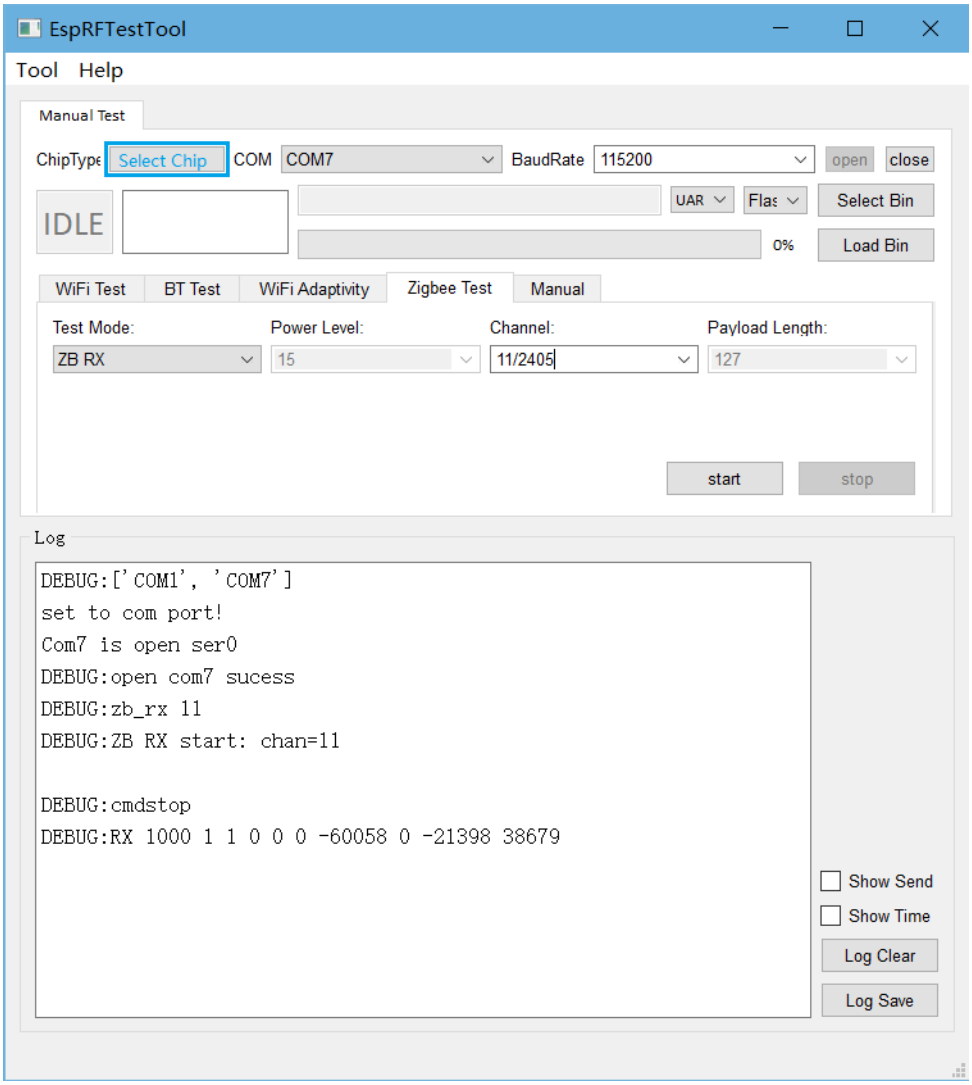


图 28: Zigbee 接收性能测试

附录

本附录主要用于说明 ESP32-H4 802.15.4 的输出目标功率，用于射频调试或测试对照。

表 5: ESP32-H4 802.15.4 发射功率等级

功率等级	802.15.4 功率 (dBm)
0	-24
1	-21
2	-18
3	-15
4	-12
5	-9
6	-6
7	-3
8	0
9	3
10	6
11	9
12	12
13	15
14	18
15	20

4 RF 测试认证

4.1 CE 认证

CE 认证（Conformité Européene Mark）是欧盟的强制性认证，表明产品符合欧盟相关指令的基本要求，包括安全性、健康性和环境保护标准。

射频产品的 CE 认证需要通过非信令、自适应、阻塞测试：

- 低功耗蓝牙非信令测试
- 低功耗蓝牙 *DTM* 测试
- 低功耗蓝牙阻塞测试
- 低功耗蓝牙自适应测试
- *802.15.4* 非信令测试

4.2 FCC 认证

FCC 认证（Federal Communications Commission Certification）是美国联邦通信委员会的强制性认证，表明产品符合美国相关法规的要求，包括无线电频谱使用、电磁兼容性和射频辐射等。

射频产品的 FCC 认证需要通过相关非信令测试：

- 低功耗蓝牙非信令测试
- *802.15.4* 非信令测试

4.3 SRRC 认证

SRRC（State Radio Regulatory Commission，国家无线电管理委员会）认证是中国针对无线电设备的强制性认证，确保产品符合国家无线电管理的相关法规和技术标准，以避免对电磁环境和其他无线电设备的干扰。

射频产品的 SRRC 认证需要通过相关非信令、自适应测试：

- 低功耗蓝牙非信令测试
- *802.15.4* 非信令测试

5 生产阶段

针对生产阶段，本仓库提供了如下工具和资源，旨在简化制造流程：

- *Flash* 下载工具 用于将固件烧录到 flash，支持多种芯片型号和烧录配置，帮助用户快速高效地进行固件更新和设备调试。
- 模组治具制作规范 介绍了 Wi-Fi 模组治具的制作规范，避免由于夹具没有统一制作规范导致在产测过程中引起的各种问题。
- *Matter QR* 二维码生成工具 用于生成 Matter 设备配网二维码，方便用户通过扫描二维码快速将设备添加到智能家居网络中，简化设备的配置和连接过程。

警告： This document is not updated for ESP32H4 yet, so some of the content may not be correct.

This warning was automatically inserted due to the source file being in the *add_warnings_pages* list.

6 Flash 下载工具用户指南

6.1 准备工作

乐鑫模组在进行 flash 下载时所需的软、硬件资源如下所示。

- 硬件设备：
  - 1 x 待下载设备
  - 1 x PC（操作系统支持 Windows 7 [64 位]、Windows 10）
- 软件：
  - Flash 下载工具

6.2 工具介绍

界面入口

打开 Flash 下载工具，双击 .exe 文件后进入工具主界面，如下图所示：

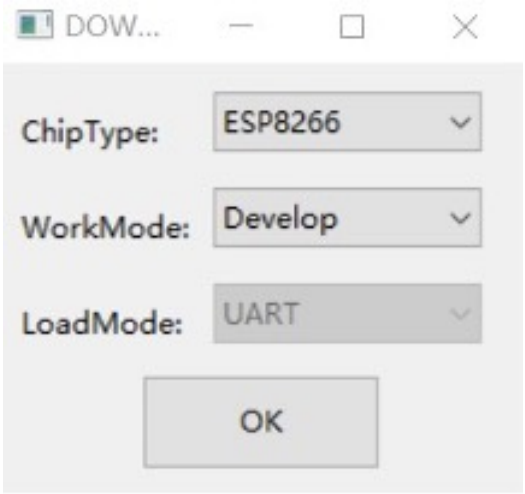


图 29: Flash Download Tool 主界面

- ChipType：芯片类型，根据所用产品类型选择
- WorkMode：软件模式，当前有 Develop 模式与 Factory 模式，区别如下：
  - Develop 模式使用固件绝对路径，只支持单片产品烧录。
  - Factory 模式使用相对路径，建议将待烧录固件放在与 .exe 文件同级的 bin 文件夹中，配置后关闭时会自动保存在本地。
  - Factory 模式打开时，界面锁定，需点击 LockSettings 按钮使能编辑。防止鼠标误操作。
- LoadMode：下载接口支持 UART 和 USB 两种方式。

SPIDownload 界面

以下是配置说明：

- Download Path Config 包含固件加载路径，固件下载地址，以 16 进制格式填写，比如 0x0。
- SPI Flash Config
  - SPI SPEED：SPI 启动速率
  - SPI MODE：SPI 启动模式
  - DETECTED INFO：自动检测到的 flash 及晶振信息
  - DoNotChgBin：若使能，则按照 bin 文件原始内容烧录。若不使能，按照界面的 SPI SPEED、SPI MODE 配置更新并烧录。

  - CombineBin 按钮：可将 Download Path Config 中选中的多个固件打包成一个固件。若使能 DoNotChgBin，则按原始固件打包。若不使能 DoNotChgBin，则按界面 SPI SPEED、SPI MODE 配置打包固件。固件之间非数据区，会以 0xff 进行填充。打包的固件将保存为./combine/target.bin，每次点击覆盖前次。
  - Default 按钮：将界面 SPI 配置均还原成默认值。
- Download Panel
  - START：开始按键
  - STOP：停止按键
  - ERASE：整个 flash 擦除
  - COM：下载串口
  - BAUD：下载波特率

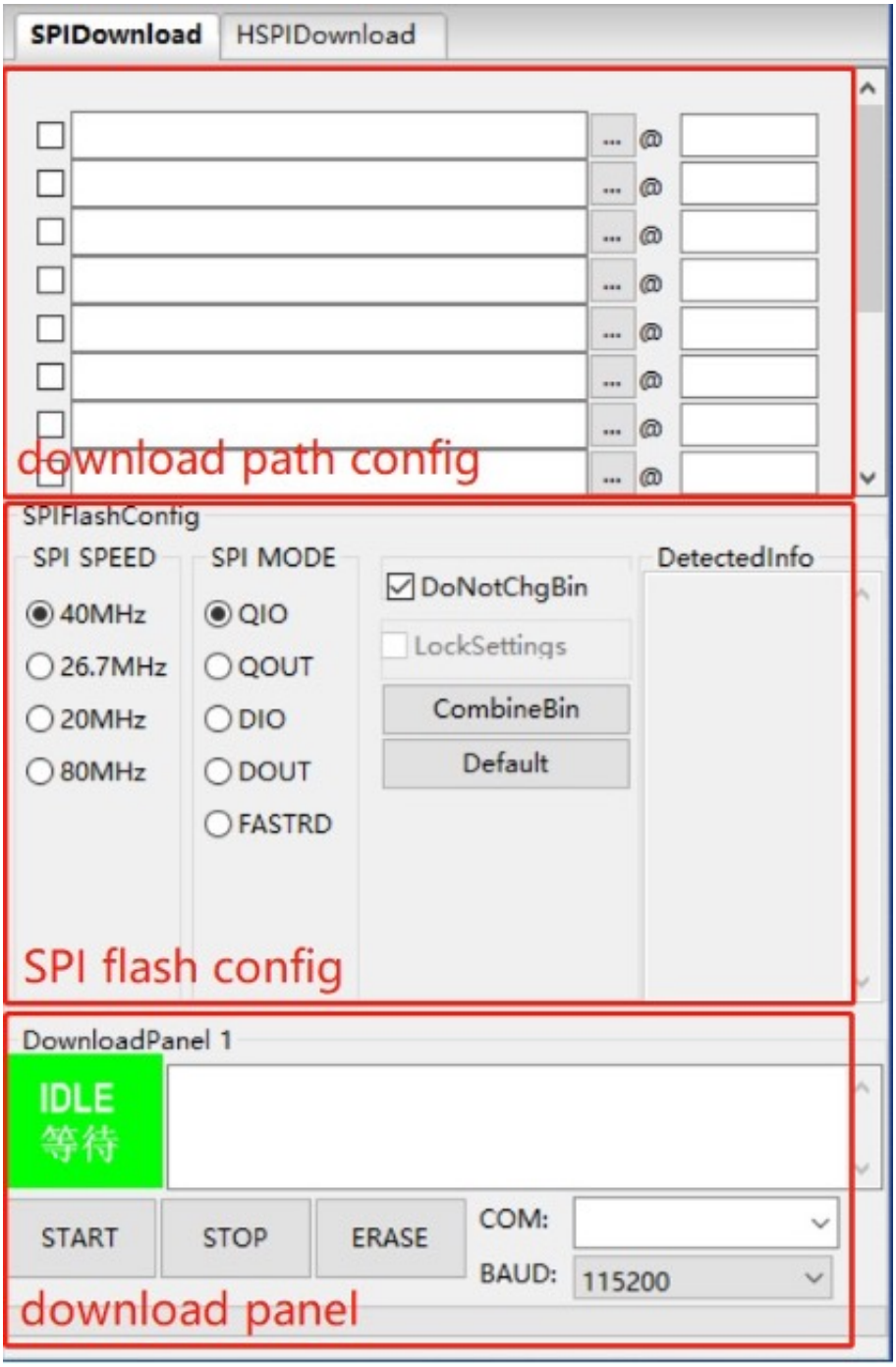


图 30: SPIDownload 界面

备注:

- 工具版本 >= 3.9.10 时，默认不再允许更改 `SPI SPEED`、`SPI MODE`，以上参数与固件编译配置保持一致。

FactoryMultiDownload 界面

- Factory 模式使用相对路径，默认从工具目录的 bin 路径下加载待烧录固件。而 Develop 模式使用绝对路径。Factory 模式的优点：只要将待烧录固件拷入工具目录的 bin 路径下，即可在工厂电脑间拷贝，不会出现路径问题。
- Factory 模式打开时，工具启动默认使能界面上 LockSettings。LockSettings 在使能的情况下，固件路径及 SPI flash config 均无法配置，防止产线人员误触导致配置错误。（工厂管理人员需要配置时，可点击 LockSettings 进行解锁）
- Factory 模式下，可点击 CRC32 cal 按钮，根据待烧录的所有文件内容及烧录地址生成一个校验值，产线可根据此校验值来确认烧录的文件及配置是否正确。

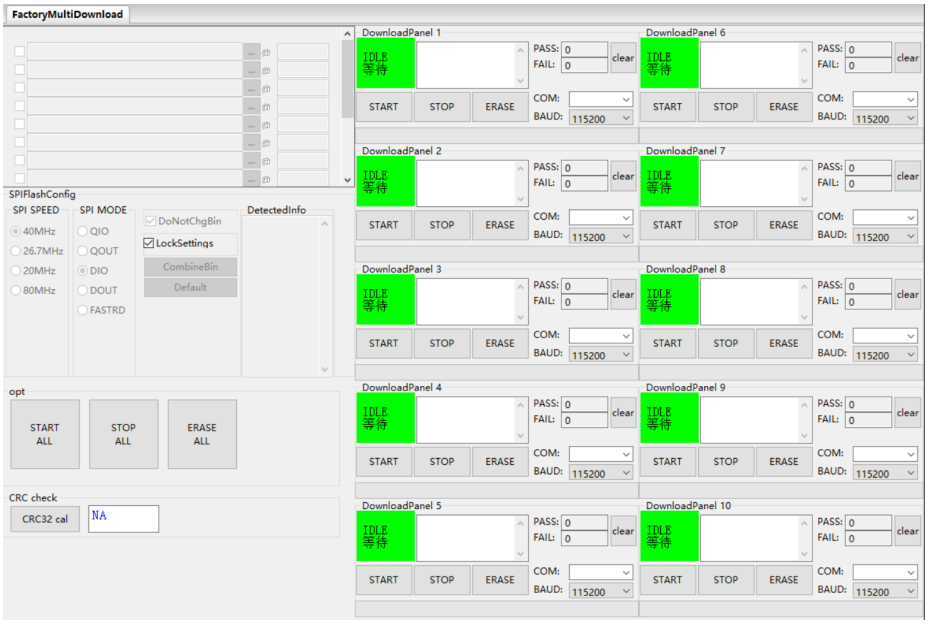


图 31: FactoryMultiDownload 界面

FactoryMultiDownload 界面的 download path config 及 SPI flash config 配置与 SPIDownload 界面基本相同，请参考*SPIDownload 界面*，并注意单独配置每一路的串口号和波特率。

chipInfoDump 界面

- Device 选择对应设备的串口号和通信波特率。
- Read Flash 选择从 flash 里读取内容的首地址及要读取内容的大小，此项仅读取 flash 时需要设置。

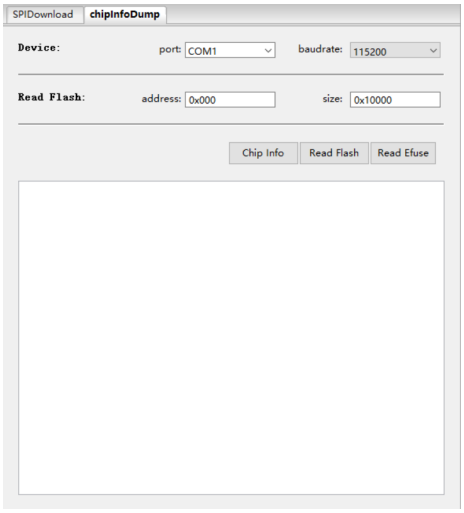


图 32: chipInfoDump 界面

- 功能说明
  - `Chip Info`：读取芯片型号、flash ID 以及 flash 状态寄存器值，读取内容直接显示在软件界面上。
  - `Read Flash`：读取 flash 存储的数据。读出的内容会存储在生成的 bin 文件中，bin 文件名称以“芯片 MAC + 读取起始地址 + 读取数据长度 + 读取时间”的格式命名。
  - `Read Efuse`：读取芯片 eFuse 的内容，功能和 esptool summary 相同，读出内容存储在生成的文本文件中，文件以“芯片 MAC + 读取时间”的格式命名。

备注:

- 以上读取功能的支持需要产品启动后进入下载模式。
- 工具版本 >= 3.9.8

6.3 下载示例

常规烧录

2. 打开下载工具，`ChipType` 选择 `ESP32`，`WorkMode` 选择 `Develop`，`LoadMode` 选择 `UART`，点击 `OK`，如下图所示。

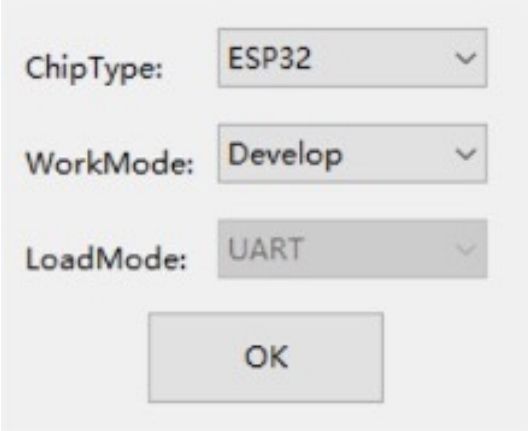


图 33: 设备选择—ESP32 Download Tool

3. 进入下载页面，填入需要烧录的 bin 文件，和对应的烧录地址，勾选 bin 文件前面的复选框，并根据自己实际需求填入 COM 及 BAUD。
4. 点击 START 开始下载。下载过程中，下载工具会读取 flash 的信息和芯片的 MAC 地址。
5. 下载完成后，下载工具的界面如下图所示。

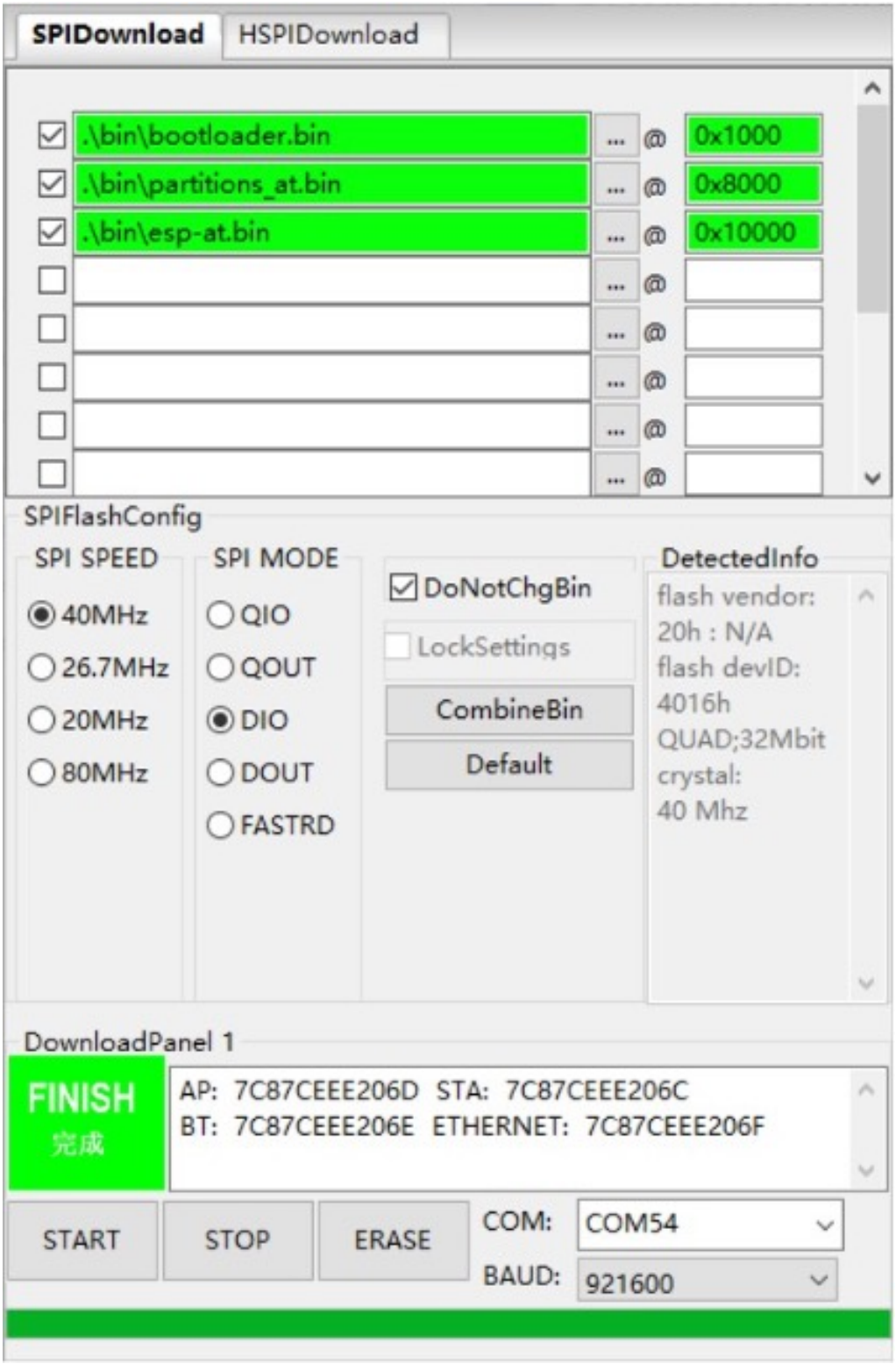


图 34: 下载完成界面

加密烧录

加密烧录流程为：

1. Flash 下载工具将明文固件烧录进芯片

2. 芯片使用 eFuse 中的密钥对该明文固件进行加密，然后将加密后的固件写入 flash。
3. 若 eFuse 中无 flash 加密密钥，下载工具会自动在 PC 端随机生成密钥并烧录进 eFuse，客户也可以自行准备加密密钥；若 eFuse 中已有 flash 加密密钥，则跳过密钥的生成及密钥烧录过程。

以下为配置加密功能的步骤：

1. 打开配置文件./configure/[chip_name]/security.conf，若首次打开时无此文件，可关闭软件后再次打开即可
2. 修改相关配置项

以下为配置项的说明，其中等号后面的内容为配置项的默认值，`True` 表示使能，`False` 表示不使能。

- **[SECURE BOOT]** 此配置项为开启 secure boot 时需要配置
  - **secure_boot_en = False** （配置是否使能 secure boot）
  - **public_key_digest_path = .\secure\public_key_digest.bin** （公钥摘要文件路径，生成方式: `espsecure digest_sbv2_public_key -k pem.pem -o public_key_digest.bin`; `.pem` 文件是编译时指定的私钥文件）
  - **public_key_digest_block_index = 0** （eFuse 中存储公钥摘要文件的 block 索引，默认 0）
- **[FLASH ENCRYPTION]** 此配置项为开启 flash 加密时需要配置
  - **flash_encryption_en = False** （配置是否开启 flash 加密功能）
  - **reserved_burn_times = 1** （配置预留烧录次数，可选值为 0、1）
- **[SECURE OTHER CONFIG]** 其他安全配置项：
  - **flash_encryption_use_customer_key_enable = False** （配置是否使能客户指定的加密密钥）
  - **flash_encryption_use_customer_key_path = .\secure\flash_encrypt_key.bin** （若使用客户指定的密钥，这里需要指定密钥路径）
  - **flash_force_write_enable = False** （配置烧录时是否跳过加密和安全启动检查。此时若对已经开启 flash 加密或安全启动的产品烧录时会弹窗报错）
- **[FLASH ENCRYPTION KEYS LOCAL SAVE]** 此配置为是否将加密用的密钥文件保存在本地，默认为 False
  - **keys_save_enable = False** （配置是否保存密钥）
  - **encrypt_keys_enable = False** （配置是否对保存在本地的密钥加密）
  - **encrypt_keys_aeskey_path =** （若对本地保存的密钥加密，请在此处填入密钥文件，比如 **./my_aeskey.bin**）
- **[ESP32* EFUSE BIT CONFIG]** 此配置为开启 flash 加密时，是否配置加密项，默认为 False。

运行工具时会提示如下内容，需核对是否正确。下图为同时开启 flash 加密和安全启动的提示信息：

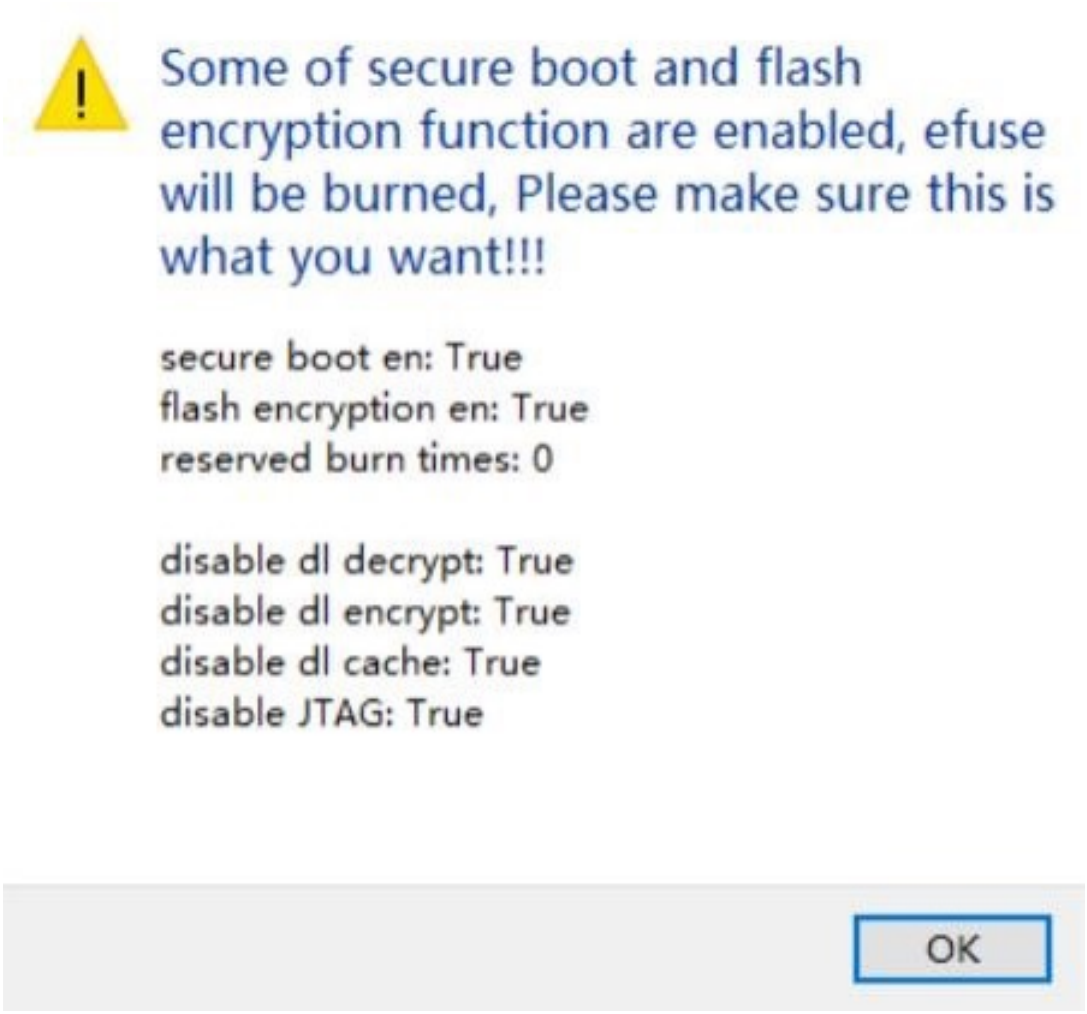


图 35: 以 ESP32 示例开启 flash 加密和安全启动提示信息

固件烧录过程中，会向芯片的 eFuse 中烧录密钥等信息。待固件及 eFuse 烧录完成后，显示 `FINISH/`完成。

备注： 为防止已加密的模组重烧，工具烧录前会默认校验 eFuse flash 加密及安全启动信息，防止报废。

6.4 版本发布说明

- 3.9.11
  - 支持 ESP32-P4 ECO7 (rev 3.2)
  - 支持 ESP32-S31
- 3.9.10
  - 支持 ESP32-P4 ECO6
  - 支持 ESP32-C5 ECO3
  - `SPI_MODE` 和 `SPI_SPEED` 不可编辑
  - 支持在工厂模式下对待下载文件及烧录地址进行 CRC32 检查
  - 支持 ESP32-C5 安全启动 V2 以及 flash 加密

  - 支持 ESP32、ESP32-S2、ESP32-S3 eFuse flash_voltage 配置
- 3.9.9
  - 支持 ESP32-P4 USB 下载
  - 增加 help 按钮，包含工具更新及在线文档
  - 支持 ESP32-P4 flash size > 16 MB 烧录
  - 增加烧录过程中 MD5 校验状态展示
- 3.9.8
  - 增加 `Read Flash` & `Read Efuse` 界面
  - 支持 ESP32-C5 和 ESP32-C61
- 3.9.7
  - 支持 ESP32-P4
  - 更新 UI 的显示图标
  - 修复长时间使用后烧录过程图标卡顿问题
- 3.9.6
  - 支持 ESP32、ESP32-H2、ESP32-C6、ESP32-C2、ESP32-S2 安全启动 V2 以及 flash 加密
  - 工厂模式下，待烧录产品个数可配置，最多 20 个
- 3.9.5
  - 支持 ESP32-H2
  - 支持擦除按钮不可点击
  - 修复一些已知漏洞
- 3.9.4
  - 支持 ESP32-C6
  - 支持 ESP32-C3 和 ESP32-S3 flash 加密
  - 添加 XMC flash 修复
  - 支持工厂模式下的烧录计数
- 3.9.3
  - 支持 ESP32-C2
  - 更新烧录过程中完成时的图标
- 3.9.2
  - 修复配置文件错误问题
  - 更新自动启动流程

7 模组治具制作规范

7.1 关于本规范

本文档完整地介绍了 Wi-Fi 模组治具的制作规范，避免由于夹具没有统一制作规范导致在产测过程中引起的各种问题。

7.2 概述

治具根据型号和用途不同，其结构也不同。其中 ESP-WROVER 治具的结构如图所示：

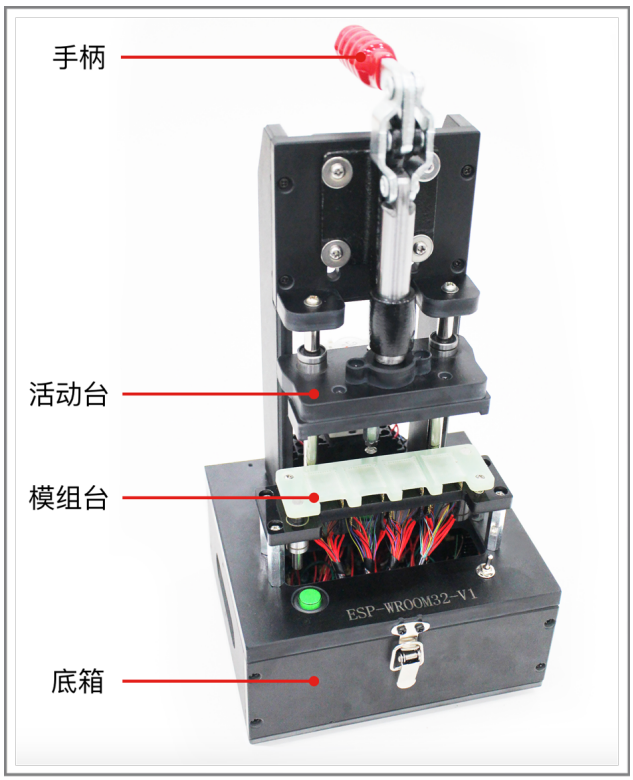


图 36: 模组治具机构示意图 (ESP-WROVER)

其他治具大体相似，在细节上稍有不同，模组治具的大概结构包括以下几个部分：

表 6: 治具主要组成部分

部件	说明
手柄	控制模组是否上电： • 抬起手柄时，模组与底部探针分离，断开电源。 • 按下手柄时，模组与探针接触，模组进入测试状态。
模组台	摆放并固定模组。
底箱	安装串口板，可以通过串口线与 PC 通信。
开关	安装在底箱上，用以控制底板是否上电及模式切换。

7.3 模组治具的主要结构

模组台制作规范

模组台在制造过程中应注意以下事项。

天线 天线部分要完全裸露，保持天线连接点在模组台前沿之前或在一条直线上，如下图所示。模组台不得用金属制造，并且在天线的周围尽量减少金属部件的使用。

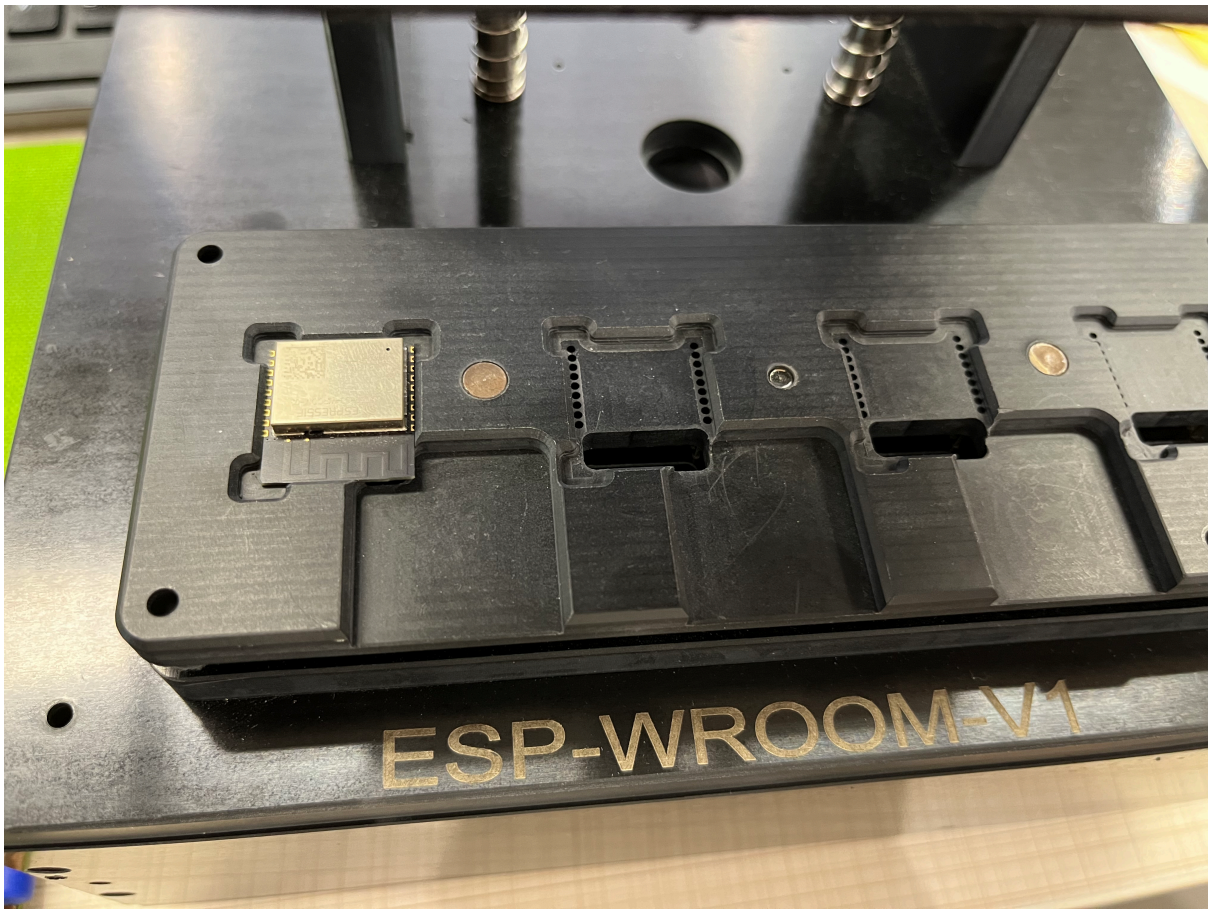


图 37: ESP-WROVER 治具模组台

手柄

- 手柄按下时，保证模组台下的金属探针能与模组的所有 Pin 脚接触。



图 38: 探针状态示意图（手柄按下）

- 手柄抬起后，保证模组台下的金属探针能与模组完全分离。



图 39: 探针状态示意图（手柄抬起）

手柄按下时，活动台与模组台之间留合适的距离。保证探针既能与模组完全接触，又不会压坏模组（包括屏蔽盖），如图：

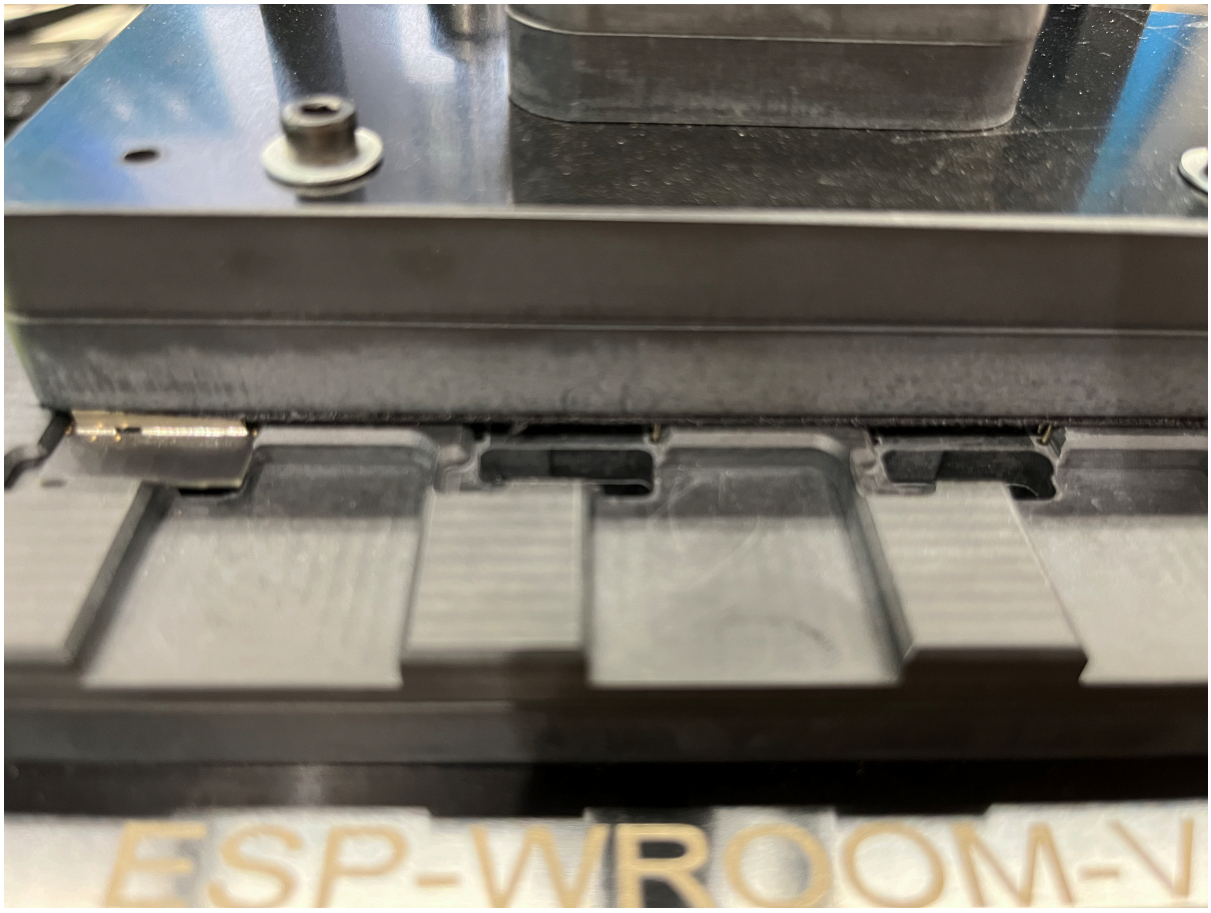


图 40: 活动台与模组台之间的距离示意

底箱制作规范

串口板 底箱内放有串口板，使用的串口板的版本号为：ESP_Factory Test Board V1.3，如图所示：

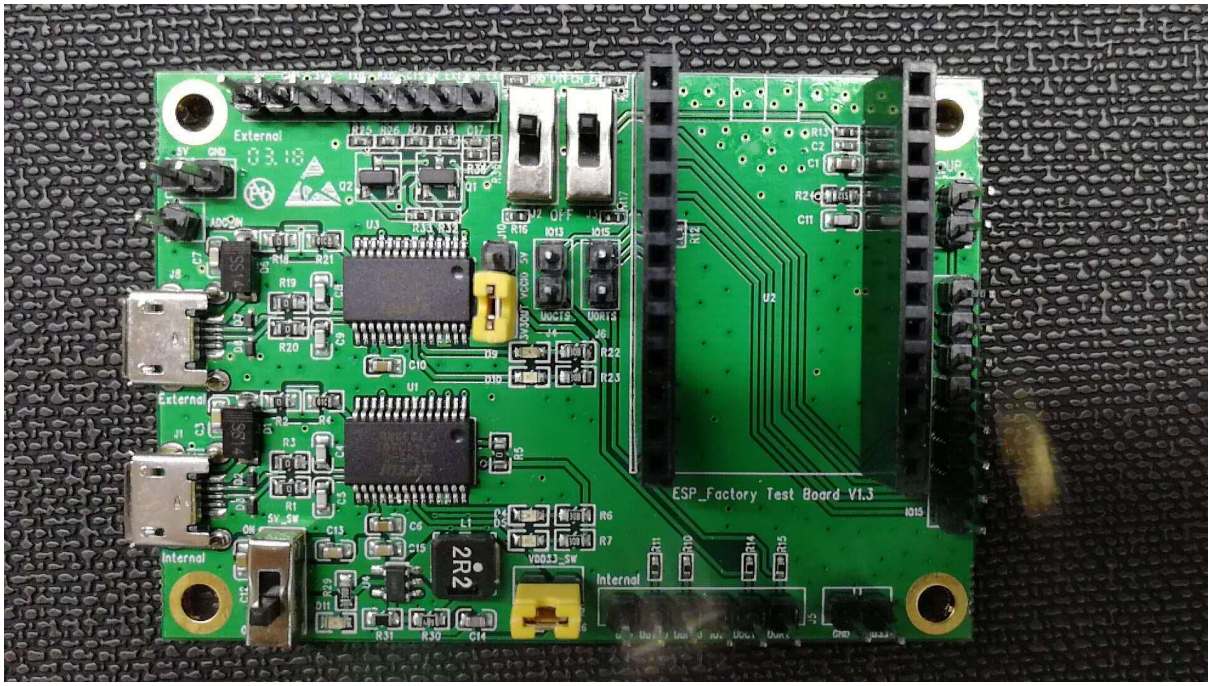


图 41: 串口板示意 (ESP_Factory Test Board V1.3)

此串口板包括两颗串口芯片。根据夹具的类型放置对应数目的串口板（如“一拖四”治具则需要放置 4 块串口板）。

要求底板须固定在底箱里，防止串口板位置不固定导致管脚触碰短路现象。固定时采用螺丝固定的方式，分别固定串口板的四个过孔。并且在使用多个串口接 HUB 时，要给 HUB 供外部电源，防止串口供电不足引起的一系列问题。

底箱标识 为方便辨识治具，规定将标识印于底箱表面。分类如下表所示，其中 V* 为治具的版本号。

表 7: 机台型号分类

模组类型	机台型号
• ESP-WROOM-02 • ESP-WROOM-02D • ESP-WROOM-02DC	ESP-WROOM-02/02D-V1
• ESP-WROOM-02U • ESP-WROOM-02UC	ESP-WROOM-02U-V3*
• ESP32-WROOM-32 • ESP32-WROOM-32D • ESP32-WROOM-32DC • ESP32-SOLO-1 • ESP32-SOLO-1C	ESP32-WROOM-32/32D-V1
• ESP32-WROOM-32U • ESP32-WROOM-32UC	ESP32-WROOM-32U-V3*
• ESP32-WROVER (PCB) • ESP32-WROVER-B (PCB) • ESP32-WROVER-BC (PCB)	ESP32-WROVER-V1
• ESP32-WROVER (IPEX) • ESP32-WROVER-B (IPEX) • ESP32-WROVER-BC (IPEX)	ESP32-WROVER-I-V2*

备注:

1. 图片*活动台与模组台之间的距离示意* 中黄色短路插需插入跳线帽。
2. 本规范不适用于 ESP-WROOM-02U-V3, ESP32-WROOM-32U-V3 和 ESP32-WROVER-I-V2。

模组台接线 从探针接出来红绿两种颜色的线。接线规则如下表所示。除标识的红绿线，其余未引线管脚均不得接线。

表 8: 接线要求说明

组件	功能	要求	备注
红线	探针引出线	杜邦线从探针上引出并接于底板上，相同标号连接在一起（见下方图片）。	**注意**: 1. 使用标准粗细的杜邦线，长度在保证正常使用的情况下尽量短; 2. 对于底板上没有插针的管脚，可直接焊接在底板背部的锡点上。
	开关引出线	杜邦线从开关上引出并接于底板上，相同标号连接在一起（见下方图片）。	1. 压合治具，开关打开将被按下（1，2 位置），代表开关接通，达到治具压合即给被测模组上电; 2. 拨码开关（3，4 位置），用于 3-4 手动开关导通，实现模组不同模式切换。
绿线	–	探针默认引出线即可，无需连接到底板。	–
开关	一拖一	一路扭头开关	–
	一拖四	四路扭头开关（一个开关可以控制四路导线的导通）	–

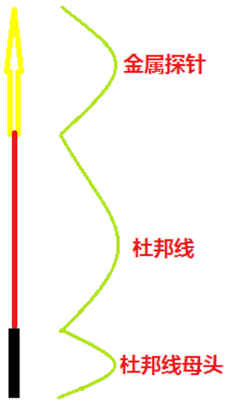


图 42: 红色接线示意图

治具接线 治具可通过不同的接线，选择 **不支持工具端自动模式切换**和 **支持工具端自动模式切换**两种模式，具体参考下方图片。

备注： 默认选择 **不支持工具端自动模式切换**方式。

不支持工具端自动模式切换

1. ESP-WROOM-02 系列

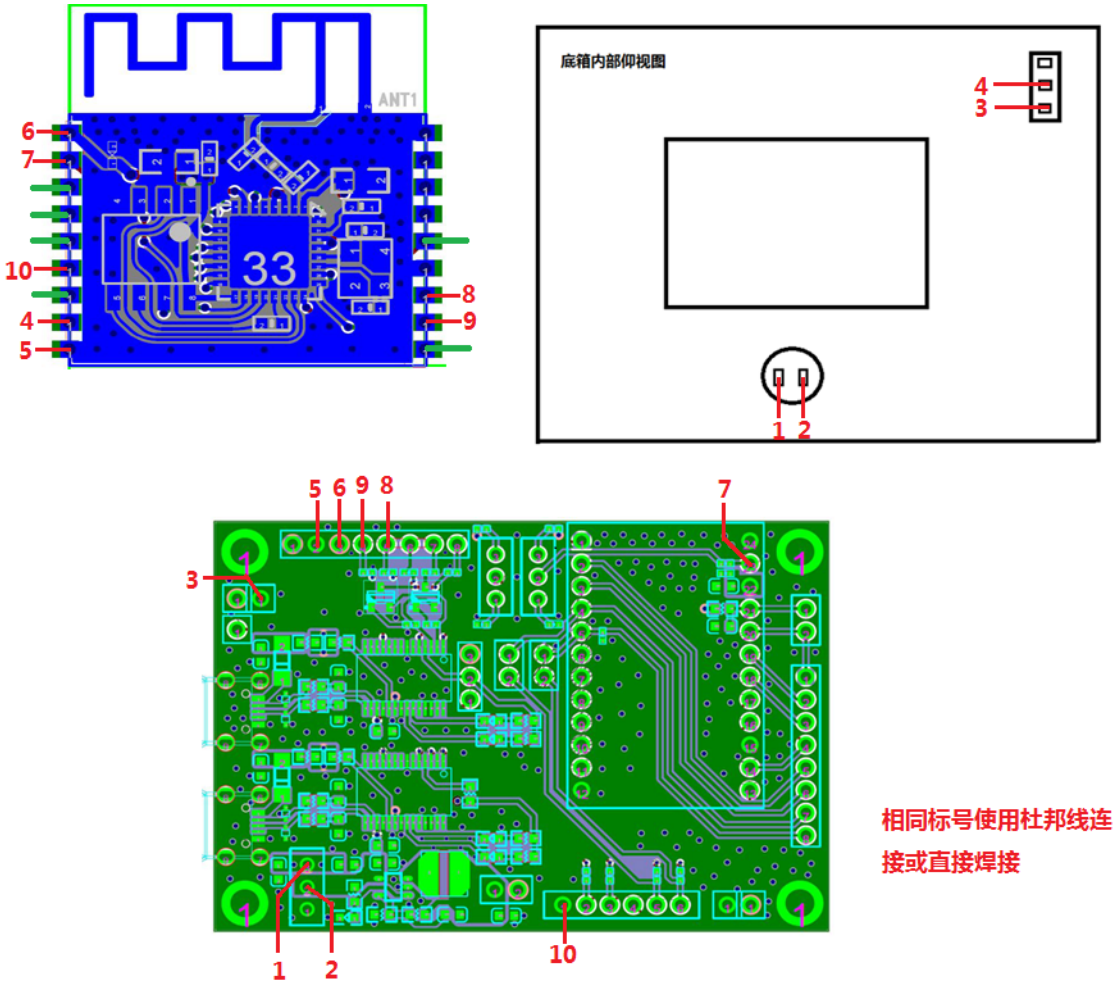


图 43: ESP-WROOM-02 模组台接线示意图

2. ESP-WROOM-32 系列

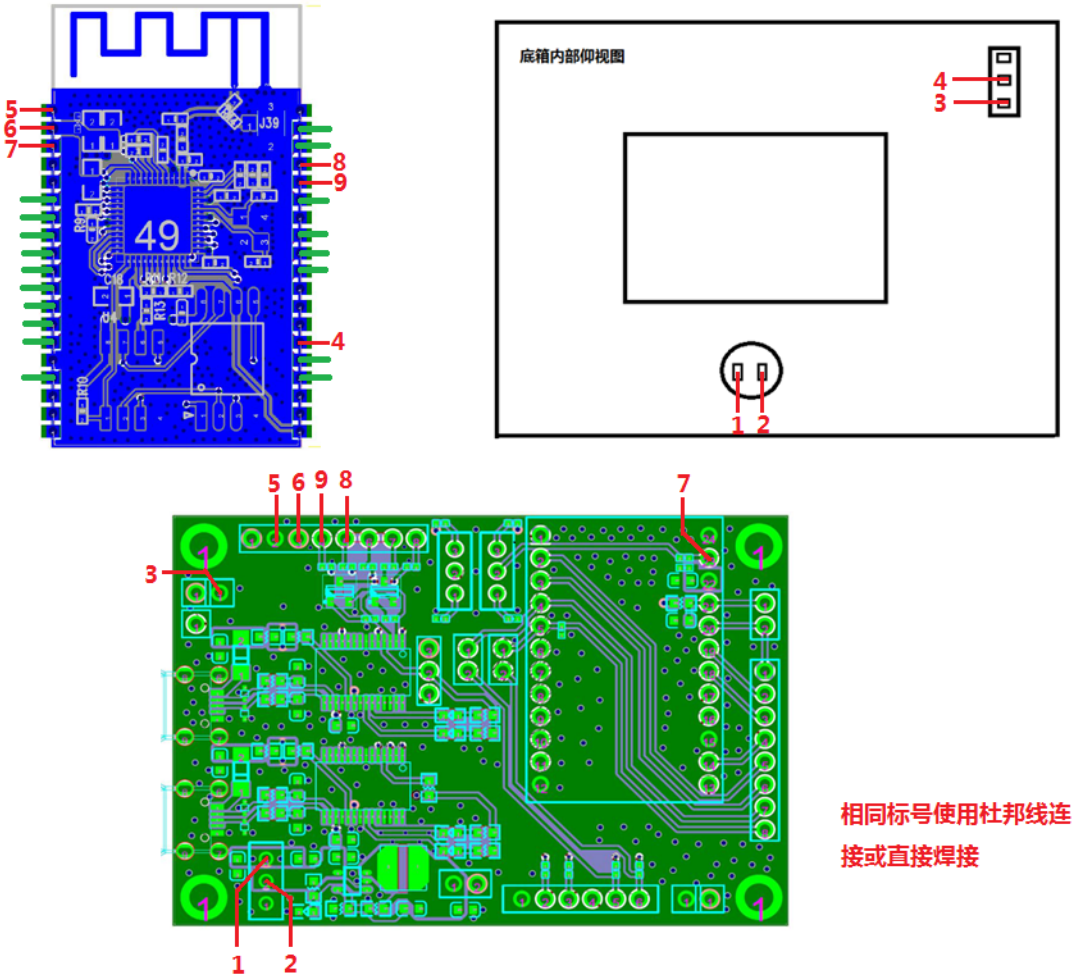


图 44: ESP32-WROOM-32 模组台接线示意图

3. ESP-WROVER 系列

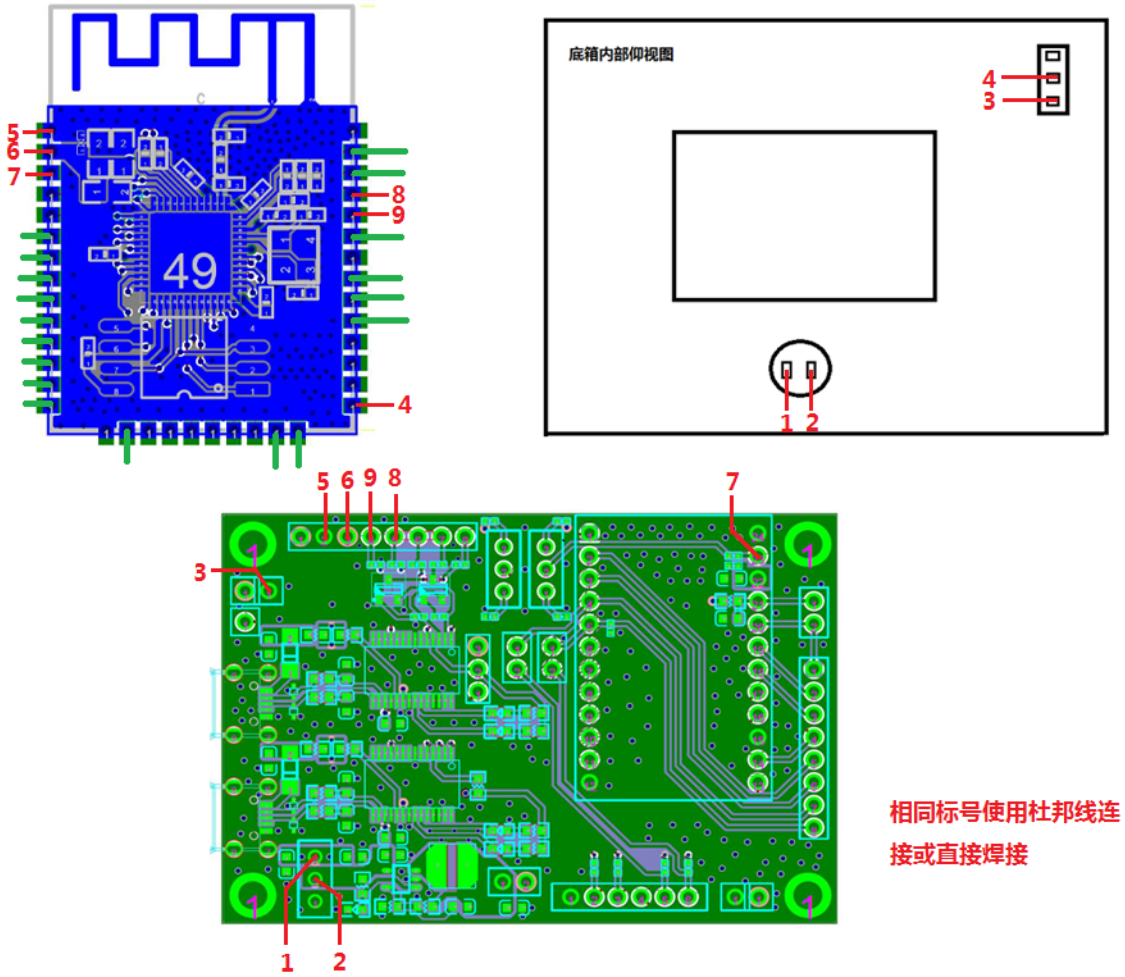


图 45: ESP-WROVER 模组台接线示意图

支持工具端自动模式切换

1. ESP-WROOM-02 系列

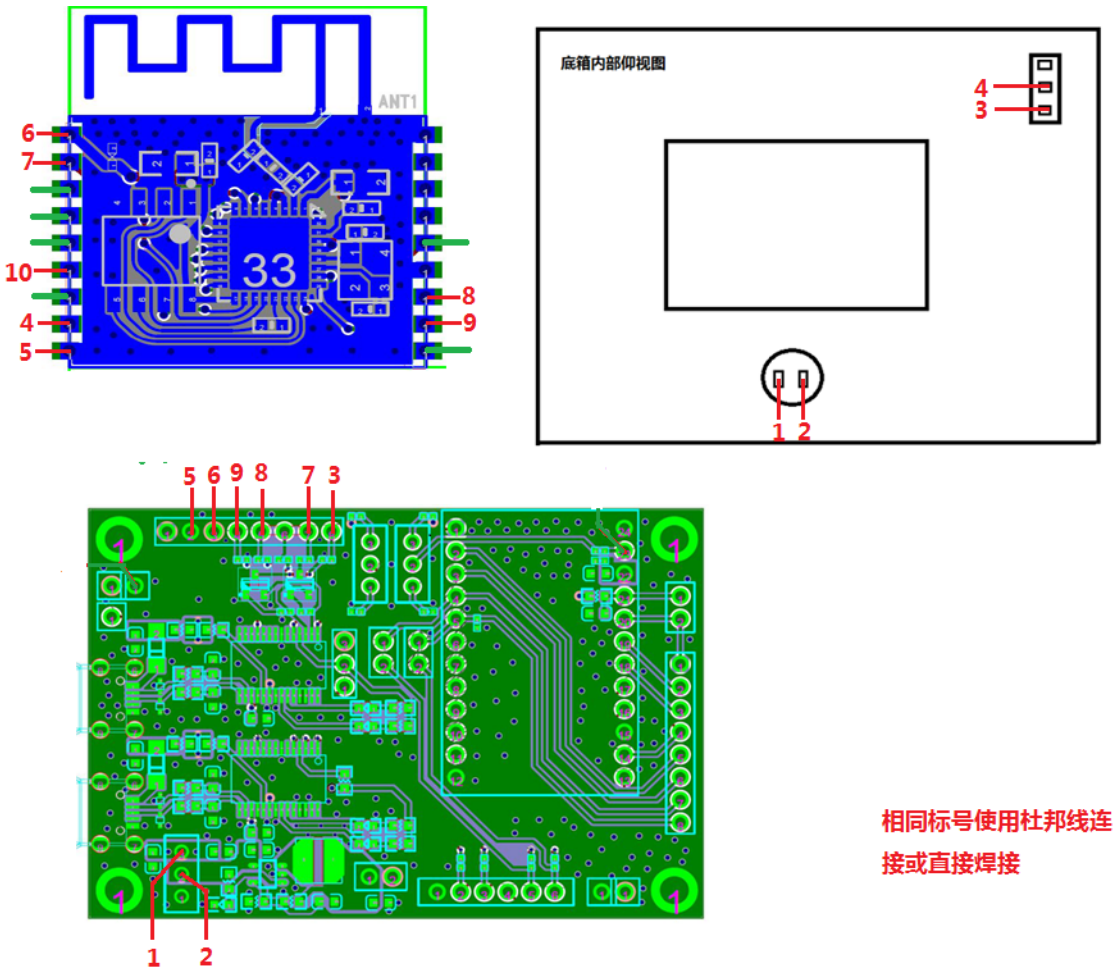


图 46: ESP-WROOM-02 模组台接线示意图

2. ESP-WROOM-32 系列

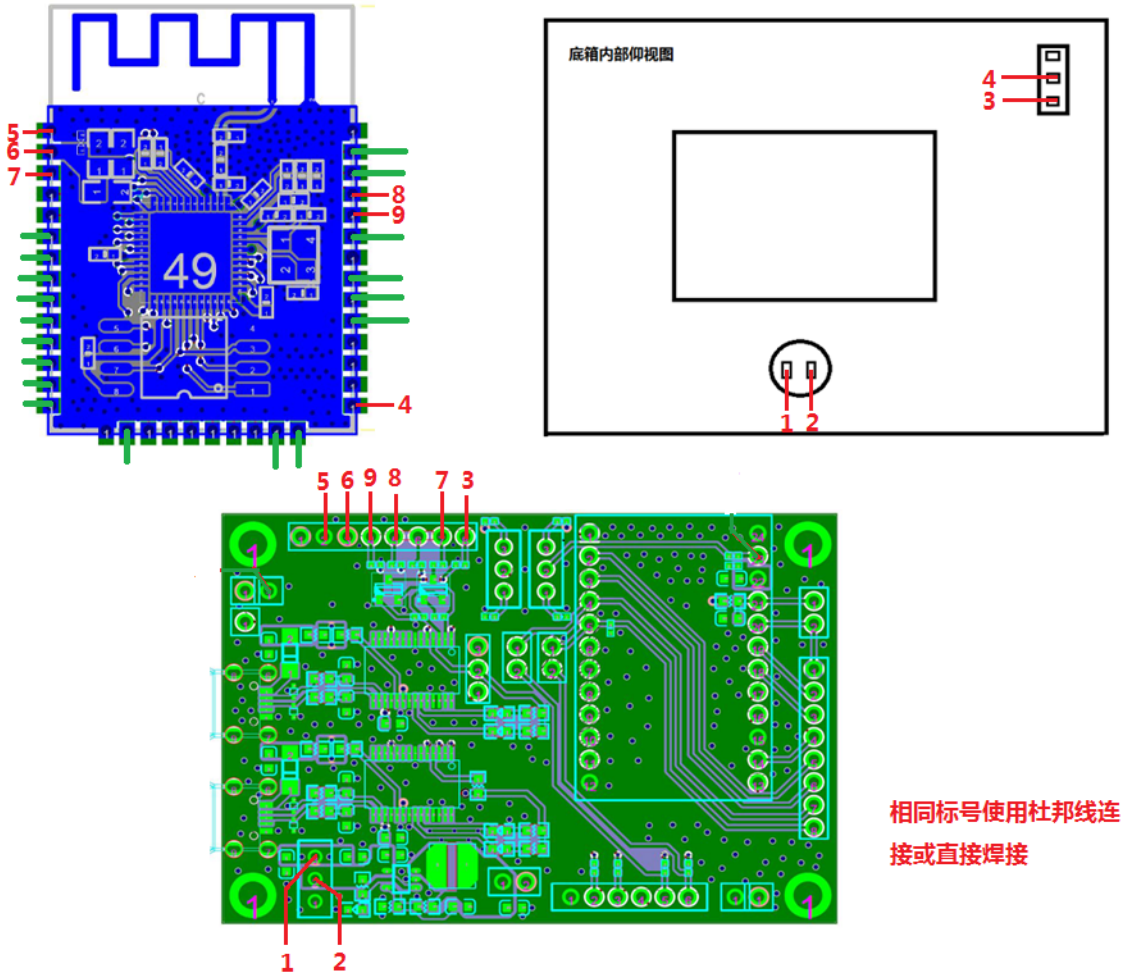


图 47: ESP-WROOM-32 模组台接线示意图

3. ESP-WROVER 系列

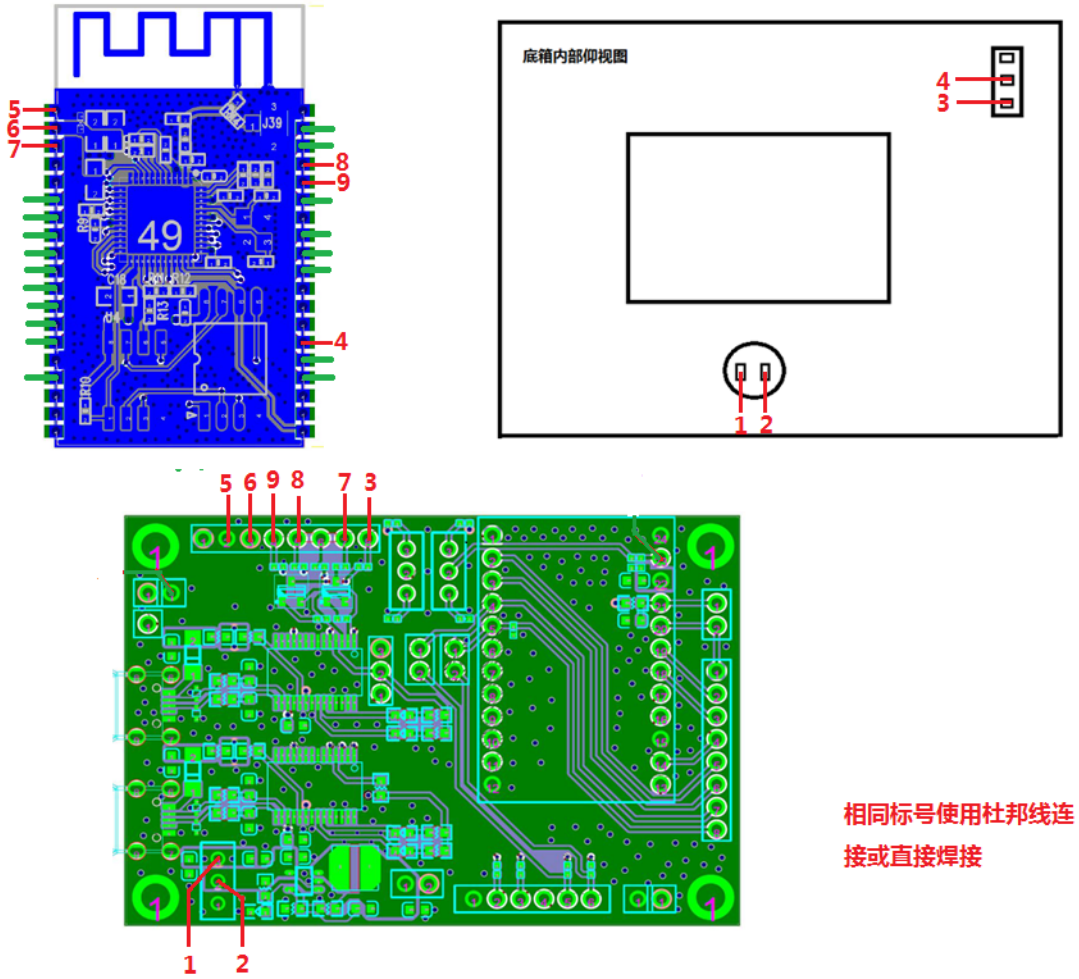


图 48: ESP-WROVER 模组台接线示意图

7.4 模组治具测试

接线的导通测试

为保证接线使用的材料都是可用的，接线完成后需进行导通测试。测试工具厂商可自行选择，比如万用表、自制简易 LED 显示电路等。

工作模式确认测试

请按照以下步骤，依次确认模组的工作模式。

运行模式（目前只针对 ESP-WROOM-02 系列模组）

1. 接线导通测试通过后，打开电脑端的串口调试工具（推荐使用 **友善串口调试助手**）。
2. 选择对应的端口和波特率 (ESP8266/ESP32：115200)，点击运行按钮。
3. 将开关 (3, 4) 拨在位置 3，将模块置于运行模式。
4. 按下手柄。
5. 在图红色区域内输入命令 **AT+GMR**，点击发送。

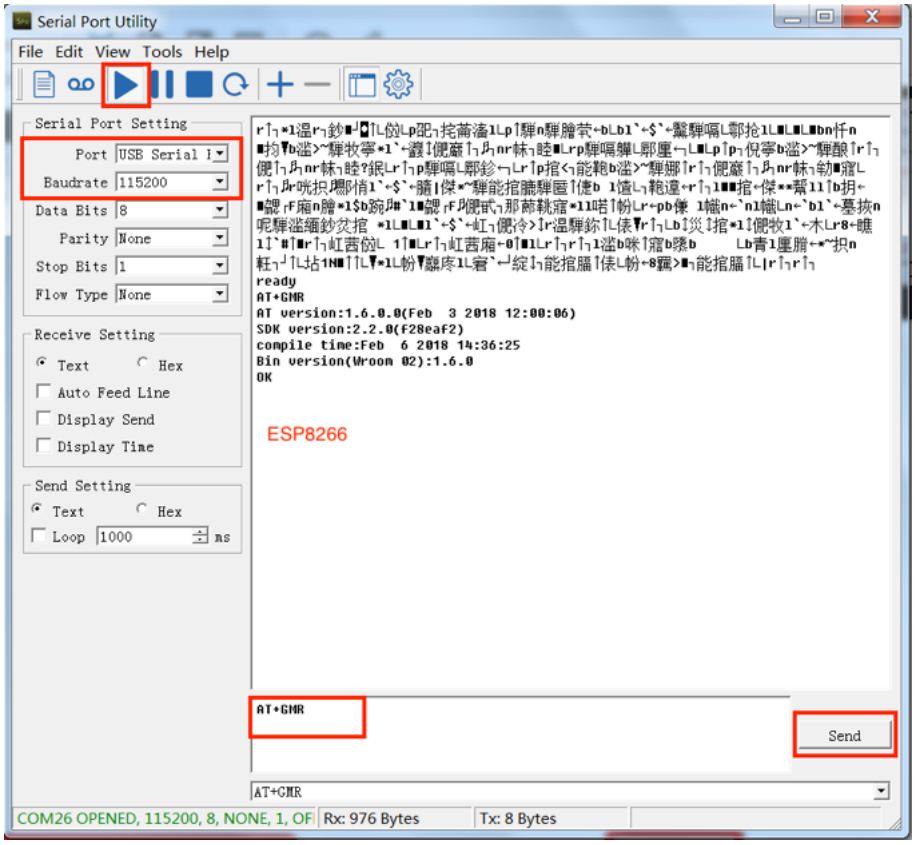


图 49: AT 命令测试示意

备注： 输入 **AT+GMR** 命令后需要敲回车键。

6. 观察串口调试工具窗口。

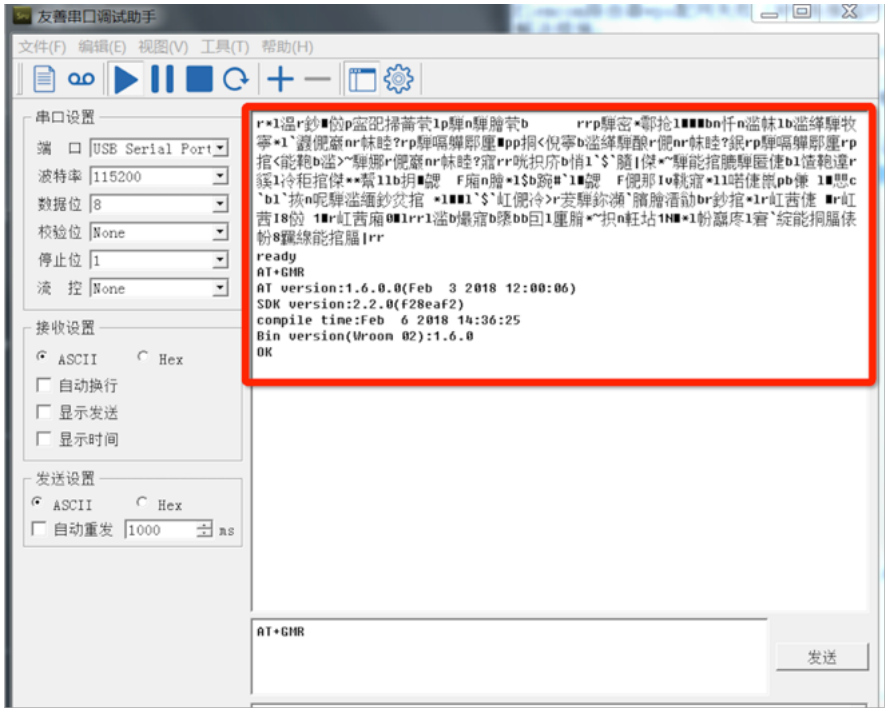


图 50: AT 测试期望结果

- 如为期望测试结果，本项测试通过，保存截图。
- 如不为期望测试结果，本项测试不通过，重新进行接线导通测试，确保接线导通。

烧录模式

1. 运行模式确认测试后通过后，继续使用电脑端的串口调试工具。
2. 选择对应的端口和波特率 (ESP8266: 74880; ESP32: 115200)，点击运行。
3. 将开关 (3, 4) 拨在位置 4，将模块置于下载模式。
4. 按下手柄。
5. 观察串口调试工具窗口。

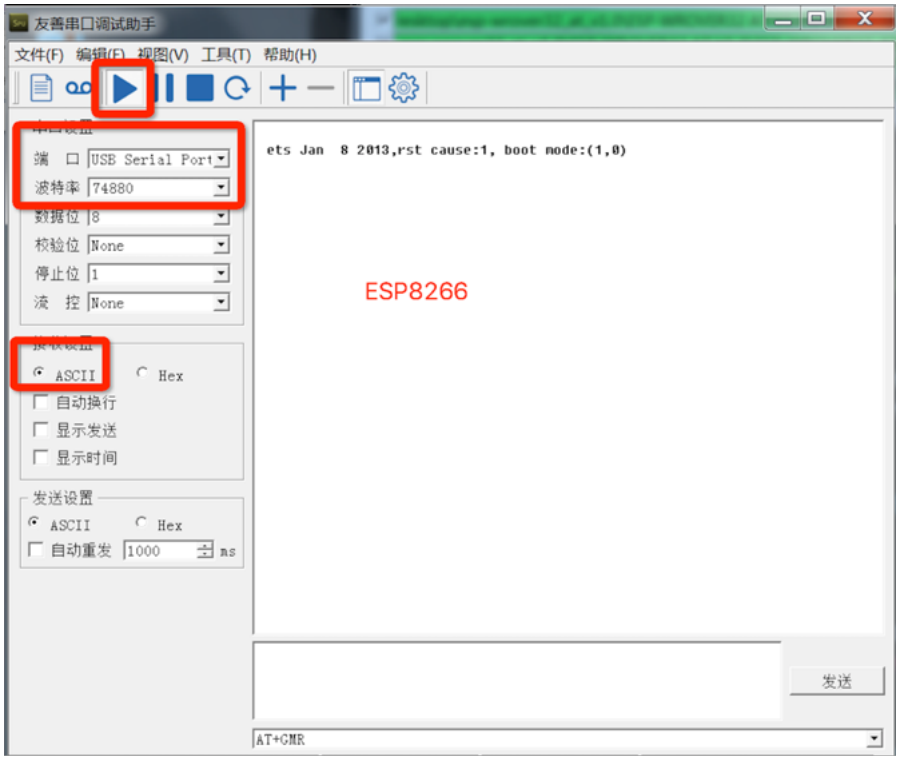


图 51: ESP8266 烧录模式上电打印

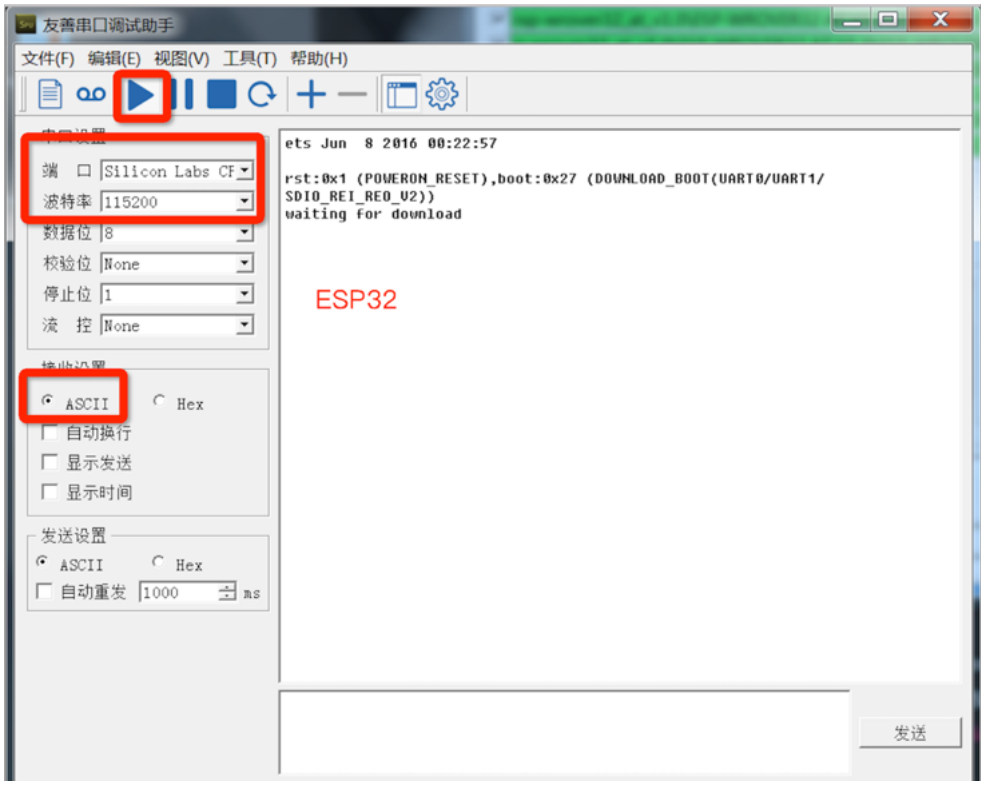


图 52: ESP32 烧录模式上电打印

- 如为期望测试结果，本项测试通过，保存截图。
- 如不为期望测试结果，本项测试不通过，重新进行接线导通测试，确保接线导通。

测试报告

夹具制造商完成夹具成品，必须进行了上述两种测试，并出具测试报告和对应测试结果截图。

7.5 附录

治具申请材料

用户在向治具制造商申请治具时，应提供以下材料：

表 9: 申请夹具的材料

材料	说明
模块 Gerber 文件	Gerber 文件可提供模组的详细尺寸及定位孔信息。
模组样品（用于烧录 AT 固件）	方便夹具制造商测试夹具成品，根据需求提供。
串口底板	根据自己的需求提供相应数目的串口底板，如一拖四需提供四块底板。底板版本号为 ESP_Factory_Test_board V1.3。
接线模式	请说明是否需要支持 **自动切换模式**（默认不支持）。

交付项

治具制造商完成生产后，应交付以下内容：

表 10: 交付内容

交付项	说明
治具套装	治具 + 对应数量串口底板 + 完成接线。 **注意：** 1. 如一拖四治具，低箱内应有四块底板，并完成接线。 2. 底板版本号为 ESP_Factory_Test_board V1.3。
测试报告	测试报告和对应测试结果截图。

证书下载

用户可通过乐鑫官网证书 下载页面 下载产品证书。

8 Matter 二维码生成工具

Matter 二维码生成工具能够生成、配置和打印二维码，这些二维码用于乐鑫 Matter 设备的配网。该工具集成 BarTender 软件以设计和打印标签。通过 Matter 二维码生成工具，用户可灵活配置标签模板、打印

机选择和数据源，满足多种场景的二维码生成和打印需求。同时，该工具支持在局域网环境下与镭雕机适配以便于集成。

下载地址：`Matter 二维码生成工具`

8.1 软件目录结构

Matter 二维码生成工具的目录结构如下：

- `bartender`：存放调用库依赖文件
- `configure`：存放工具配置文件
- `data_output`：存放数据输出临时文件
- `data_source`：存放本地打印时的数据文件
- `files`：存放打印模板文件及扫描板固件
- `esp_printer_main.exe`：主程序

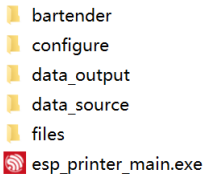


图 53: 工具主界面（点击放大）

8.2 准备工作

安装 BarTender

BarTender 是乐鑫 Matter 二维码生成工具的中间件。目前，Matter 二维码生成工具仅支持 BarTender 2022 和 2016 64 位版本。安装时，注意选择默认路径，模块仅选择 BarTender Designer 即可。



图 54: 模块选择（点击放大）

具体安装流程参考附录二：*BarTender (2022) 安装示例*。

编辑标签模板

标签模板用于定义打印出的标签内容及格式，使用 BarTender 软件编辑。乐鑫 Matter 二维码生成工具使用的默认标签模板参见 *\files\matter* 目录。如需更改默认模板的字体、标签尺寸、标签布局，可自行编辑模板。

注意：

- 不可更改模板文件名。
- 未和数据源绑定的元素，例如图片，方框等，可随意增删。
- 不可增删具名数据源。

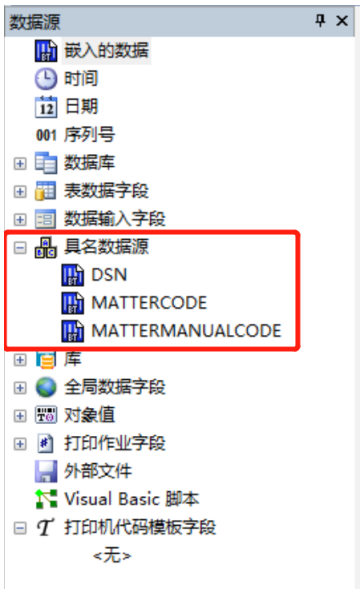


图 55: 模板内具名数据源（点击放大）

- 打印界面中的示例仅为静态图像，你的更改不会显示在界面上。

工具配置

配置文件位于 *configure/config.conf*，可使用记事本打开并进行编辑。

主项	子项	可选值	说明
facConfig	rssiLimit	建议 -30 ~ -80	周围待打印产品信号强度达到此阈值时，方可被扫描
	getMacType	[devboard, scan]	**提供两种录入设备信息的方式：** • devboard：通过扫描板接收蓝牙广播来获取 MAC • scan：直接使用扫描枪获取设备信息
	print_enable	[0, 1]	**控制打印机启用状态：** • 0：仅获取信息，不启动打印功能 • 1：打印标签
SerialConfig	devPort	COM*	扫描板串口号
	devBaud	115200	扫描板波特率
v2_scanboard（仅用于 V2 类型扫描板）	scan_timeout	默认为 10	扫描超时时间
	case_command	2	固定值
bartender	version	[2022, 2016]	BarTender 软件版本[1]

8.3 开始打印

[1] 目前仅支持 2016 及 2022 版本。

工具界面

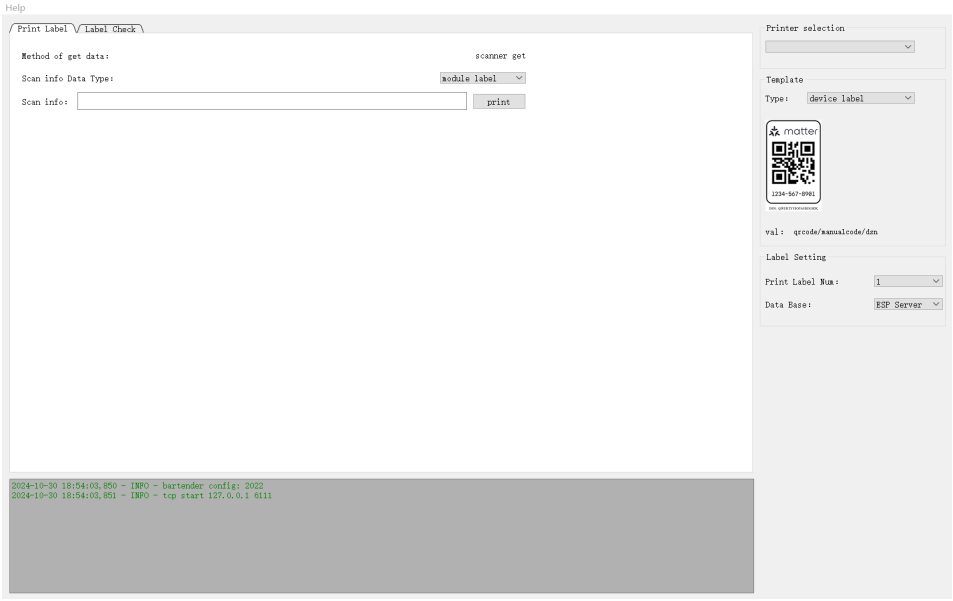


图 56: 高级选项（点击放大）

界面配置说明

- Printer selection: 默认显示系统打印机，可根据需要选择对应打印机
- Template：选择打印使用的模板文件
- Method of get data: 设备信息的获取方式
  - Scanner get: 使用扫码枪
    - Scan info Data Type: 扫码枪扫描内容的格式
      - Module label: 乐鑫模组屏蔽盖二维码
      - Device label：已打印出的设备标签
      - MAC：乐鑫产品的 MAC 地址
  - BLE Broadcast: 使用扫描板
- Print Label Num: 执行打印时，打印此数量的标签。目前最大打印数量为 6
- Data Base：数据源
  - ESP Server: 从乐鑫服务器获取二维码数据
  - Local excel：从本地的表格中查询数据，并按格式要求复制到 *data_source/matter_qrcode_data.xlsx* 中。数据按如下格式存放:

说明:
MAC列存放12个字符长度的MAC地址

MAC	QR Payload	manual code
744DBDFBCC0C	MT:CWBA00QV173O303K400	32861103440

图 57: 数据存放样式

  - Scanner data：从扫描数据中获取信息（目前仅 Cyprus 方案支持此配置，因为其设备广播信息自带 MAC 及二维码信息）。

常见打印方式

- 扫描屏蔽盖二维码打印：

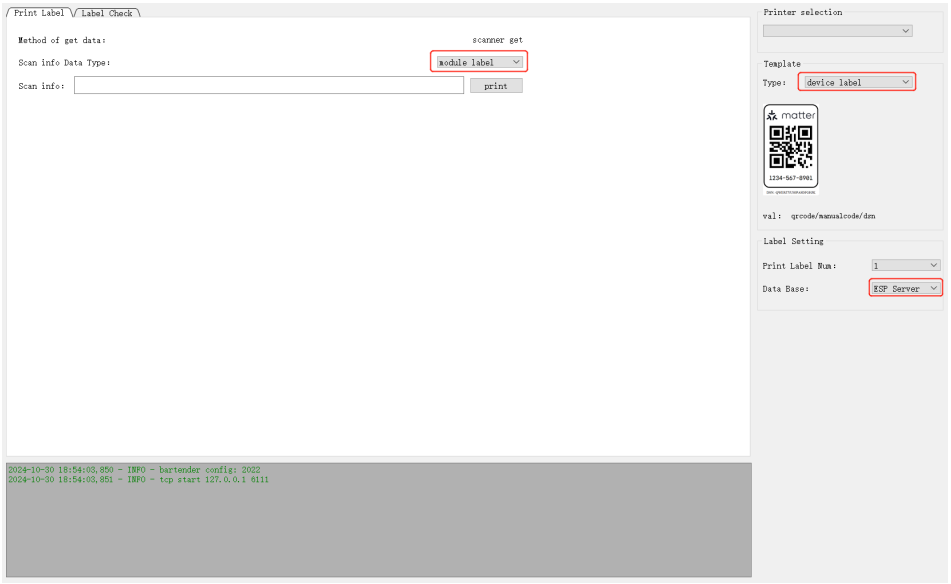


图 58: 扫描屏蔽盖二维码打印（点击放大）

- 扫描已打印的标签打印：

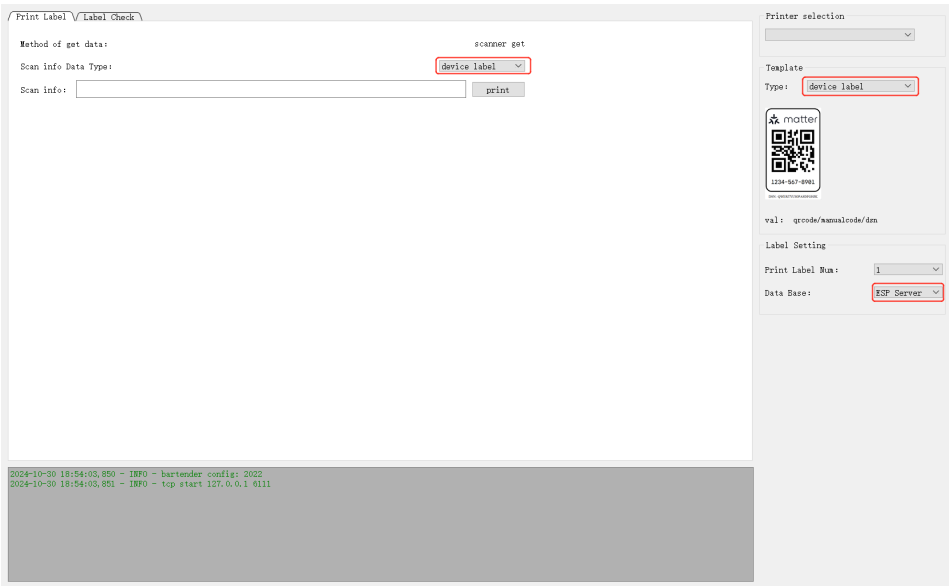


图 59: 扫描已打印标签打印（点击放大）

8.4 打印标签检查

打印标签检查的目的是确保设备和已打印的二维码信息一致。因此，需使用扫描板来扫描设备的蓝牙广播信号。

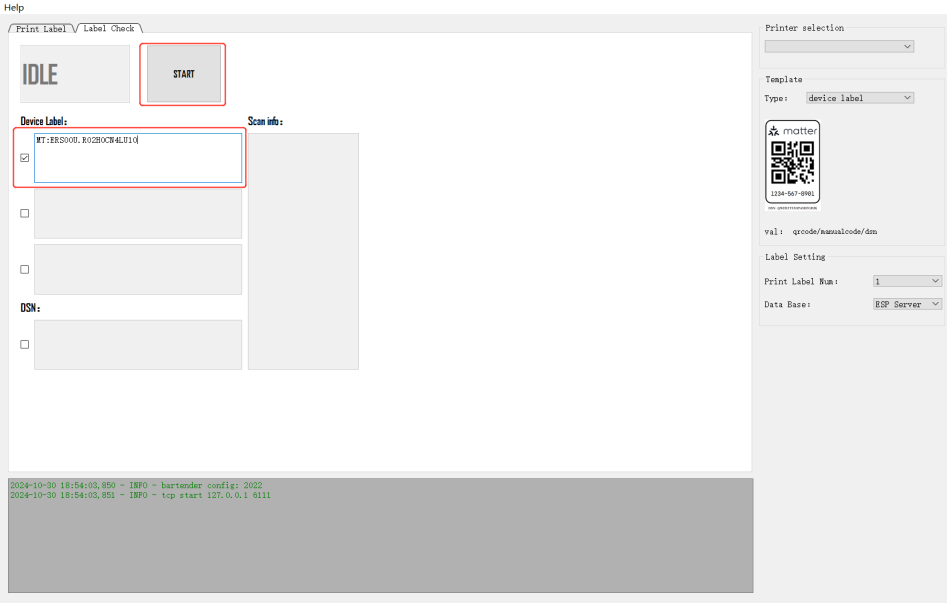


图 60: 二维码检查（点击放大）

- 二维码检查时，需要使用扫描板的配置方式，对应到界面 `Print Label` 中的 `Method of get data: BLE boardcase`。
  - 配置文件里的 `facConfig` 下的 `getMacType = devboard`。
- 根据要检查的设备码数量勾选复选框，使能对应数量的 device label。
- 如需进行 DSN 检查（仅适用于 Cyprus 方案），可勾选复选框来使能该功能。

8.5 镭雕机适配

目前支持通过局域网获取二维码功能，以便于镭雕集成。

配置方式

表 11: TCPserverConfig

配置项	配置值	说明
server_enable	1	是否使能局域网获取功能
ip	127.0.0.1	局域网地址，若镭雕上位机和此上位机在同一 PC，可以使用回环地址
port	6000	TCP 通信端口
qr_req_string	get_qrcode	请求 qrcode 指令，可根据镭雕机配置调整
manual_req_string	get_manualcode	请求 manual 指令，可根据镭雕机配置调整
dsn_req_string	get_dsncode	请求 dsn 指令，可根据镭雕机配置调整

8.6 附录一：扫描板固件烧录

- 扫描板固件烧录需使用 ESP32-C3 芯片类开发板，请根据具体的方案类型选择对应的开发板。

- bin 文件路径：`./files`
- 烧录地址：`0x0`

烧录工具下载：点此下载烧录工具

8.7 附录二：BarTender (2022) 安装示例

BarTender 安装过程如下图所示（以 BarTender 2022 版本为例）：

1. 选择 指定高级安装选项。



图 61: 指定高级安装选项（点击放大）

2. 使用默认安装路径。



图 62: 默认安装路径（点击放大）

3. 安装过程如下图所示。

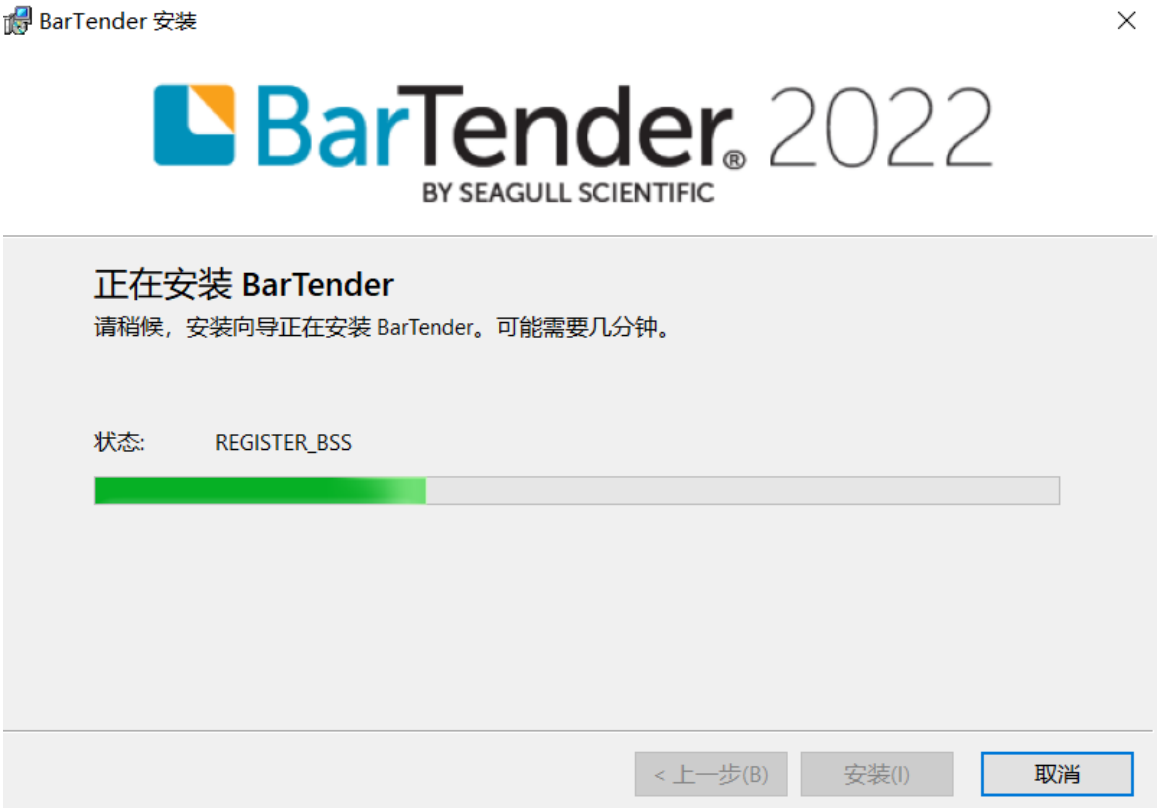


图 63: 安装过程（点击放大）

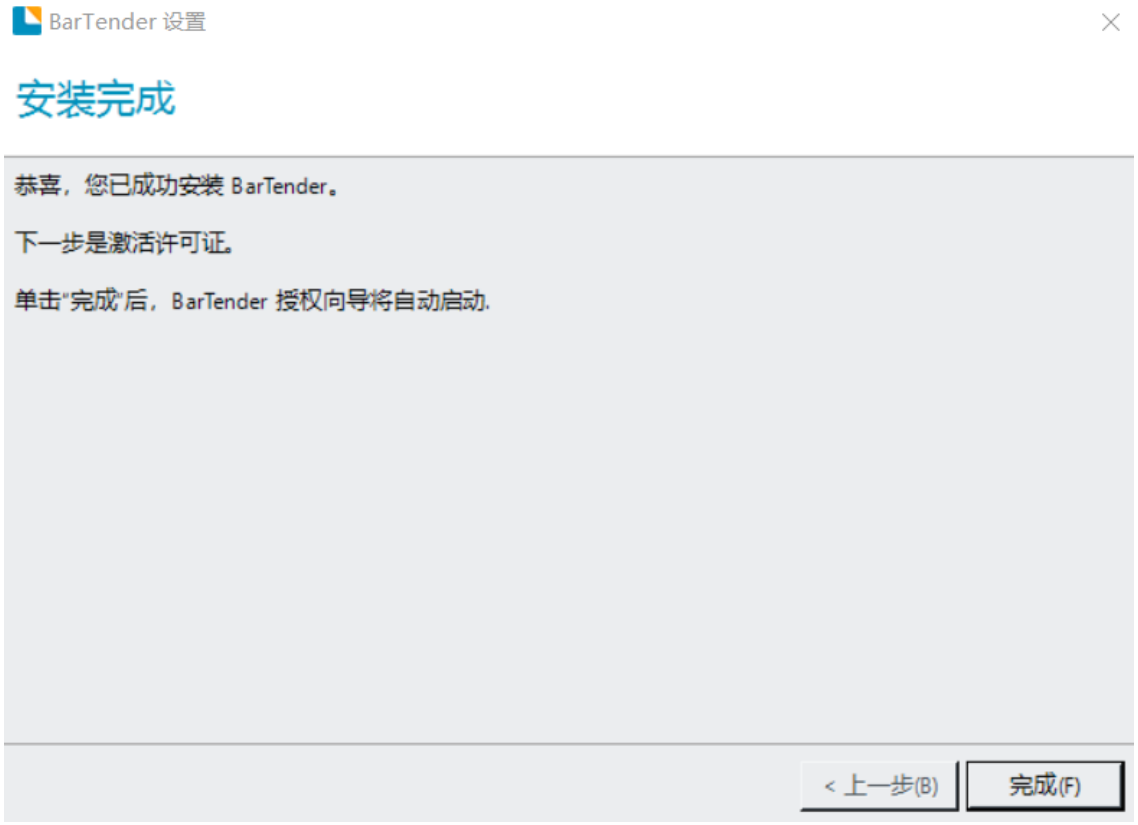


图 64: 安装完成（点击放大）

4. 输入序列号进行激活，安装完成。



图 65: 输入序列号（点击放大）

9 常见问题

- *RF 测试常见问题* 提供了关于*EspRFTestTool 工具包* 与*RF 测试项目* 的常见问题解答。
- *Flash 下载工具常见问题* 提供了关于*Flash 下载工具用户指南* 的常见问题解答。

9.1 RF 测试

1. 使用 EspRFTestTool 工具包烧录未成功，怎么办？

可能是由于芯片未正确进入下载模式。可以按照以下步骤进行排查：

- 查看日志：使用串口工具（如 sscom、友善串口助手），选择合适的波特率，查看芯片上电后的日志。
- 确认是否进入下载模式：当芯片进入下载模式时，通常会打印“wait for download”字样。
- 检查连接：如果没有打印任何日志信息，请检查供电和 UART 连接是否正常。

2. 如何确认固件是否烧录成功？

即使烧录工具显示成功，固件仍可能没有正确烧录。可以通过以下步骤确认：

- 查看日志：关闭烧录工具的串口号，使用串口工具（如 sscom、友善串口助手），选择合适的波特率，重新查看日志。
- 进入工作模式：将 Boot 管脚从 GND 移除并重新上电，进入工作模式。
- 判断烧录是否成功：通过查看日志是否出现循环重启，或者与固件说明是否一致，来确认烧录是否成功。

3. 自适应测试跑流未成功，如何排查？

在自适应测试中跑流失败可能有以下几个原因和解决方法：

- 固件问题：确认固件是否已成功烧录。
- 网络问题：检查路由器 (AP) 网络是否稳定，连接是否顺畅。
- 连接延迟：如果连接较慢，等待几秒后重新开始跑流。
- 串口测试：如问题依旧，建议通过串口指令进行测试。

9.2 Flash 下载工具

1. 打开工具后，在 COM 下拉菜单中找不到对应串口？

首先查看设备管理器，确认串口已经安装成功。若没有成功，检查驱动是否有问题。

2. “连接串口失败”，如下图所示：

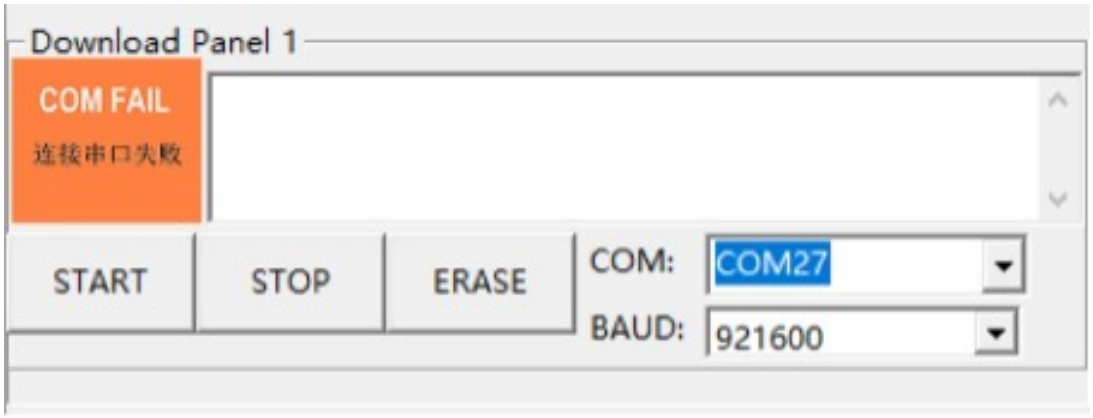


图 66: 串口连接失败

- 确认选择的 COM 口是否为需要下载的 COM 口
- 检查串口是否被其他线程占用

3. 工具一直停留在以下界面，该怎么解决？

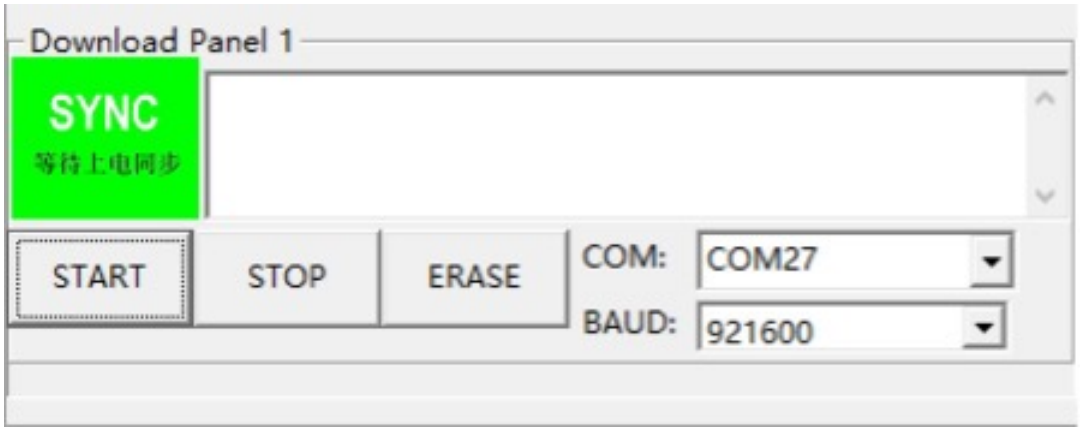


图 67: 下载界面

工具停留在同步过程中可能有以下几种原因：

- 硬件原因：设备没有处于下载模式
- 软件原因：待下载的设备选择错误

4. 点击 START 后出现以下问题，是什么原因？



图 68: eFuse 错误

若下载命令行框中出现 `ESP8266 Chip efuse check error esp_check_mac_and_efuse`，代表设备的 eFuse 出现错误，可能有以下原因：

- 设备的 eFuse 没有问题，待下载设备选择有误。此时，请重新选择待下载设备。
- 设备的 eFuse 确有错误。此时，请联系乐鑫获取 esptool.exe 以及操作指令，并将 eFuse 读出后交由乐鑫进行调试。

5. 下载过程出现错误，什么原因？

出现下载问题，请首先确认：

- 设备的 TX/RX 没有与其他软件复用
- 设备实际的 flash 不小于固件的大小
- 若出现 MD5 校验错误，请首先擦除整片 flash，然后尝试再次下载

6. 固件下载完成后，重新上电 crash。

请首先确认烧录的固件本身没有问题，而后确认以下方面：

- 待下载设备的选择是否正确
- Flash 启动模式的配置是否正确
- Flash 下载模式的选择是否正确

10 相关文档和资源

- 芯片规格书 (PDF)
- 技术参考手册 (PDF)
- ESP32-H4 系列芯片
- ESP32-H4 系列模组
- ESP32-H4 系列开发板
- 乐鑫产品选型工具
- 产品证书
- 论坛（硬件问题讨论）
- 技术支持

11 免责声明和版权公告

本文档中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

本文档可能引用了第三方的信息，所有引用的信息均为“按现状”提供，乐鑫不对信息的准确性、真实性做任何保证。

乐鑫不对本文档的内容做任何保证，包括内容的适销性、是否适用于特定用途，也不提供任何其他乐鑫提案、规格书或样品在他处提到的任何保证。

乐鑫不对本文档是否侵犯第三方权利做任何保证，也不对使用本文档内信息导致的任何侵犯知识产权的行为负责。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权许可，不管是明示许可还是暗示许可。

Wi-Fi 联盟成员标志归 Wi-Fi 联盟所有。蓝牙标志是 Bluetooth SIG 的注册商标。

文档中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。