

# OPL1000

ULTRA-LOW POWER 2.4GHZ WI-FI + BLUETOOTH SMART SOC

## SDK Getting Start Guide



OPULINKS

<http://www.opulinks.com/>

Copyright © 2017-2018, Opulinks. All Rights Reserved.

---

OPL1000-SDK-getting-start-guide-R02 | Version 06

Date	Version	Contents Updated
2018-05-11	0.1	<ul style="list-style-type: none"><li>Initial Release</li></ul>
2018-05-17	0.2	<ul style="list-style-type: none"><li>Add section 3.3 to introduce how to download compiled M3 bin file</li></ul>
2018-05-31	0.3	<ul style="list-style-type: none"><li>Fix some typo error</li><li>Update section 3.3</li></ul>
2018-06-05	0.4	<ul style="list-style-type: none"><li>Update section 3.1, 3.2 because hello_world project setting is changed.</li></ul>
2018-08-02	0.5	<ul style="list-style-type: none"><li>Update section3 images</li></ul>
2018-08-15	0.6	<ul style="list-style-type: none"><li>Update section 2.1 add OTA image file introduction</li><li>Update section 2.2, add OTA support description</li></ul>

TABLE OF CONTENTS

1. 介绍 1

1.1. 文档应用范围 1

1.2. 缩略语 1

1.3. 参考文献 1

2. OPL1000 APP 开发流程 2

2.1. APP 与 ROM Code 和 Patch 关系 2

2.2. APP 开发流程 5

3. 使用 Keil 调试应用程序 8

3.1. Keil 工程配置 8

3.2. 应用程序在线调试 9

3.3. 程序下载 11

LIST OF FIGURES

Figure 1: 用户 APP 和 ROM CODE · Patch 之间的关系 \_\_\_\_\_ 2

Figure 2: 用户 APP 和 Patch 编译、载入过程（不带 OTA 功能） \_\_\_\_\_ 3

Figure 3: 用户 APP 和 Patch 编译、载入过程（支持 OTA 功能） \_\_\_\_\_ 5

Figure 4: IDE 在线调试开发模式 \_\_\_\_\_ 6

Figure 5: 串口调试模式 \_\_\_\_\_ 6

Figure 6: Options for Target 设置对话框 \_\_\_\_\_ 8

Figure 7: J-link ICE 仿真器正确识别 \_\_\_\_\_ 9

Figure 8: Keil 编译 hello\_world 示例代码 \_\_\_\_\_ 9

Figure 9: 使用 Keil C 在线调试 \_\_\_\_\_ 10

Figure 10: APS 串口打印确认程序执行结果 \_\_\_\_\_ 10

Figure 11: 添加脚本和 bin 文件 \_\_\_\_\_ 11

Figure 12: 下载 APP 程序 \_\_\_\_\_ 11

Figure 13: 下载 opl1000 固件程序成功 \_\_\_\_\_ 12

LIST OF TABLES

Table 1: Flash 中存放 OTA Image 地址映射 ..... 3

Table 2: OPL1000 OTA Image 构成 ..... 4

# 1. 介绍

## 1.1. 文档应用范围

本文档介绍了基于 OPL1000 DEVKIT 上开发 OPL1000 应用程序的流程和方法。通过阅读此文用户可以快速理解 OPL1000 用户应用程序开发的原理和过程。

## 1.2. 缩略语

Abbr.	Explanation
APP	APPLication 应用程序
APS	Application Sub-system 应用子系统，在本文中亦指 M3 MCU
AT	Attention 终端命令指令集
DevKit	Development Kit 开发工具板
EVB	Evaluation Board 评估板
FW	FirmWare 固件，处理器上运行的嵌入式软件
ICE	In-Circuit Emulator 在线仿真调试工具
OTA	Over-the-Air Technology 空间下载技术
RX	Receive 接收
SWD	Serial Wire Debug 串行线调试
TX	Transmit 发送

## 1.3. 参考文献

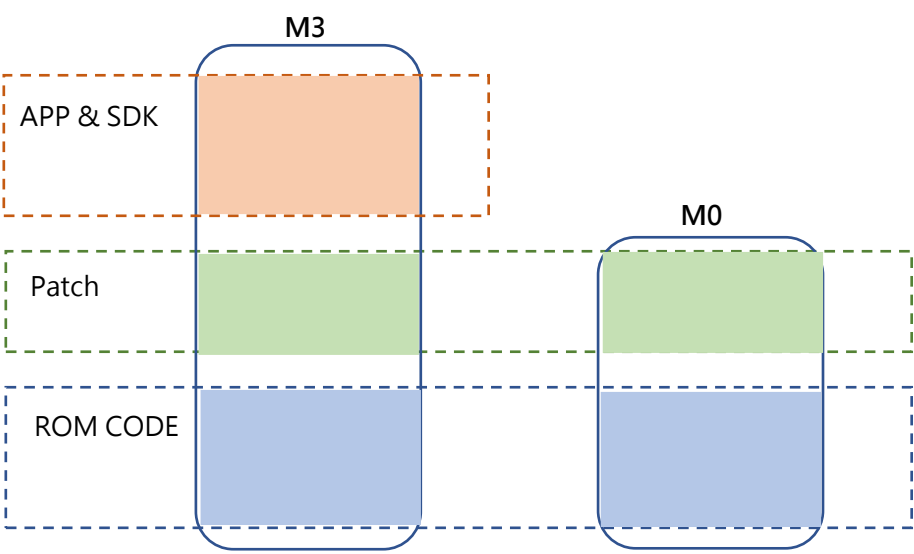
- [1] Download 工具使用指南 OPL1000-patch-download-tool-user-guide.pdf
- [2] DEVKIT 快速使用指南 OPL1000-DEVKIT-getting-start-guide.pdf

## 2. OPL1000 APP 开发流程

### 2.1. APP 与 ROM Code 和 Patch 关系

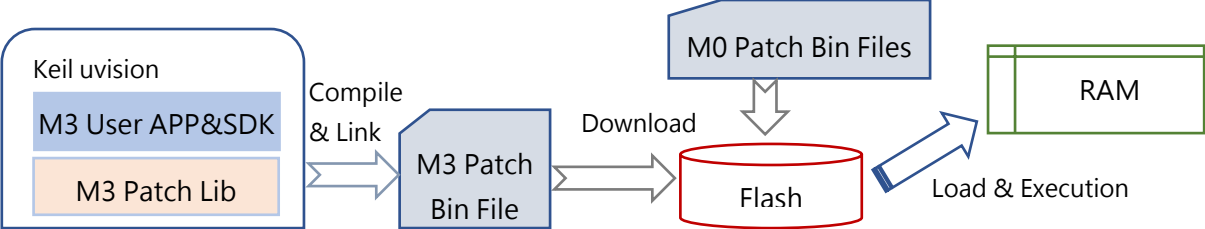
OPL1000 包含两个 MCU，ARM Cortex M3 和 Cortex M0。所谓 OPL1000 APP 开发是指在 OPL1000 的 M3 MCU 上开发用户的应用程序。OPL1000 的原初 M3、M0 固件以 ROM CODE 的方式包含在芯片中。除此之外由于功能扩展和修复 Bug，OPL1000 也提供了 M3 和 M0 的固件补丁。因此用户 App 的开发是基于 ROM Code 和固件补丁基础上完成的。它们之间的关系可以用图 Figure 1 表示。

Figure 1: 用户 APP 和 ROM CODE、Patch 之间的关系



M0 的 Patch 以二进制文件的方式由 Oplinks 给出。M3 Patch 以 lib 库文件的方式提供，用户的 APP 和 Oplinks 提供的 SDK 源码作为一个 Keil C 工程进行编译，因此生成的 M3 bin 文件包含 M3 的固件补丁，SDK 和用户 App 应用程序。最终 M0 的 Patch Bin 文件和 M3 的 Bin 文件合并后下载到片外 Flash 中，OPL1000 芯片上电后，将 Flash 中的 M3/M0 Bin 文件载入到 RAM 中执行。整个过程可以用图 Figure 2 表示。

Figure 2: 用户 APP 和 Patch 编译、载入过程 ( 不带 OTA 功能 )



OPL1000 支持两种类型的 Bin 文件。一种称为 “Pure Bin”文件，即在 Figure 2 所示过程。用户的应用程序编译出 M3 bin 文件之后和 M0 Bin 文件合并在一起，构成 opl1000.bin。该文件存放在 Flash 0x0000 位置，不包含 OTA loader，也不支持 OTA（空中下载）功能。另一种称为“OTA Image”文件。它是在“Pure Bin”文件的基础上，增加了 OTA Loader，Bin Header 等信息，构成可以支持 OTA 空中下载的固件文件。使用 download tool 生成的文件名为 opl1000\_ota.bin。

为了解 OTA Image 文件的结构，我们先需要了解 OPL1000 空中升级固件的工作过程。当 OPL1000 的固件支持空中下载升级时，在 Flash 中维护着两套固件文件信息，如 Table 1 所示，第一个 OTA bin 文件和第二个 OTA Bin 文件分别放在 0x00005000 和 0x0003E000 位置，最大尺寸为 228K Bytes。0x00003000 和 0x00004000 位置分别放置第一个和第二个 OTA bin 的 Header 信息。Header 信息包括 OTA Bin 固件的芯片类型，版本信息，固件校验和，固件尺寸大小，Header 校验和等信息。第一个 OTA bin 文件和第二个 OTA bin 使用乒乓切换方式进行升级。例如当前执行的固件对应于第一个 OTA Bin 文件时，那么通过空中下载得到的固件（以及它的 Header 信息）就放在第二个 OTA Bin 文件位置（固件放在 0x0003E000，header 放在 0x00004000）。如果当前正在执行的固件对应于第二个 OTA Bin 文件时，那么新下载的升级固件就需要放在第一个 OTA Bin 文件位置（固件放在 0x00005000，header 放在 0x00003000）。

Table 1: Flash 中存放 OTA Image 地址映射

编号	地址	大小	内容
1	0x00000000 ~ 0x00003000	12K Bytes	OTA loader (Boot Agent) OTA 固件载入程序



2	0x00003000 ~ 0x00004000	4K Bytes	第一个 OTA Bin 文件的 Header。只使用了 64 字节，其余部分用 0xFF 填充。
3	0x00004000 ~ 0x00005000	4K Bytes	第二个 OTA Bin 文件的 Header。格式同上。
4	0x00005000 ~ 0x0003E000	228K Bytes	第一个 OTA Bin 文件，即前文所说的 opl1000.bin 文件。它和第二个 OTA Bin 文件使用乒乓切换方式升级。
5	0x0003E000 ~ 0x00077000	228K Bytes	第二个 OTA Bin 文件，即前文所说的 opl1000.bin 文件。它和第一个 OTA Bin 文件使用乒乓切换方式升级。

与 Table1 对应 opl1000\_ota.bin 文件的构成如 Table 2 所示。它的前三个区域和 Table1 相同。由于 opl1000\_ota.bin 只包含一个 Bin 文件，因此它没有第 5 个区段，即第二个 OTA bin 文件数据。并且第四个区段的大小由固件尺寸决定。假定 Flash 中已经存在一个 OTA image，例如对应于 Table1 中的第一个 OTA Bin 文件。那么新下载的 opl1000\_ota.bin 文件第 2,4 区段内容将填充 Flash Table1 中的第 3 和 5 区段。

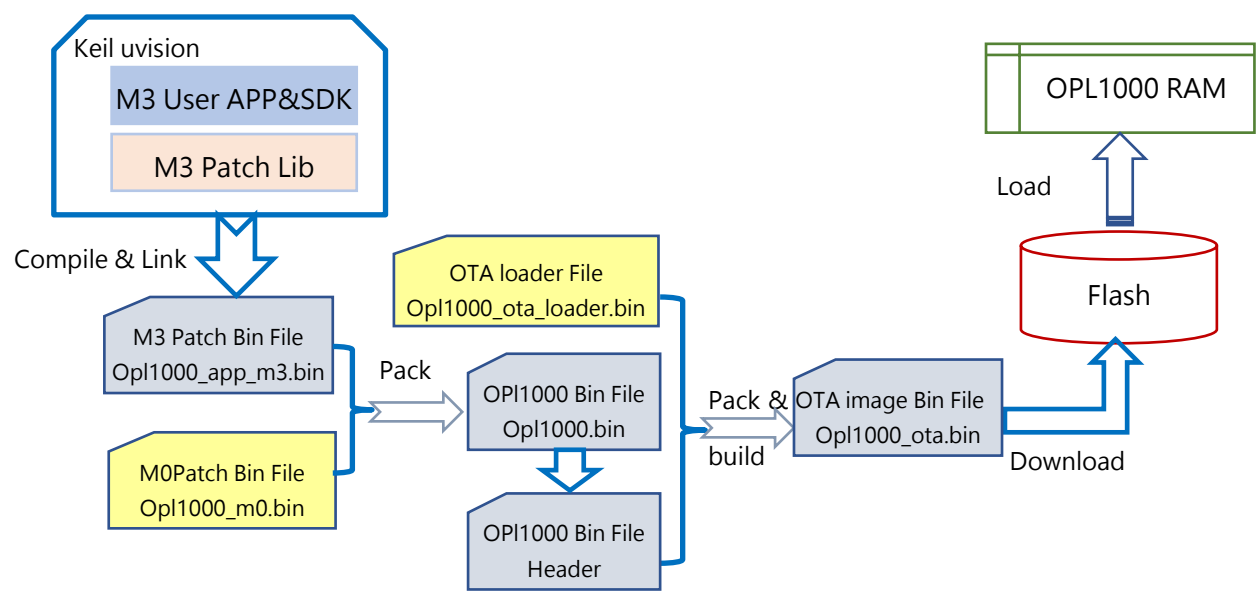
Table 2: OPL1000 OTA Image 构成

编号	地址	大小	内容
1	0x00000000 ~ 0x00003000	12K Bytes	OTA loader (Boot Agent) OTA 固件载入程序
2	0x00003000 ~ 0x00004000	4K Bytes	OTA Bin 文件的 Header。只使用了 64 字节，其余部分用 0xFF 填充。
3	0x00004000 ~ 0x00005000	4K Bytes	第二个 OTA Bin 文件的 Header，没有被使用，固定用 0xFF 填充。
4	0x00005000 ~ 0x00005000+N	N Bytes	OTA Bin 文件，即前文所说的 opl1000.bin 文件。

注意 opl1000 固件支持空中下载有两个前提，一个是具备 opl1000\_ota.bin 结构，另一个是 OTA Bin 文件本身支持通过 BLE 或者 WIFI 获取固件功能。对于支持 OTA 功能的用户 APP 编译，下载过程如 Figure 3 所示，它包括两次 Pack 合并功能。一次是将用户 APP bin 文件和 M0 bin 文件合并为 opl1000.bin。

第二次是将 opl1000.bin，OTA loader 以及 opl1000.bin 的 Header 信息合并在一起，构成 opl1000\_ota.bin 文件。

Figure 3: 用户 APP 和 Patch 编译、载入过程 ( 支持 OTA 功能 )



2.2. APP 开发流程

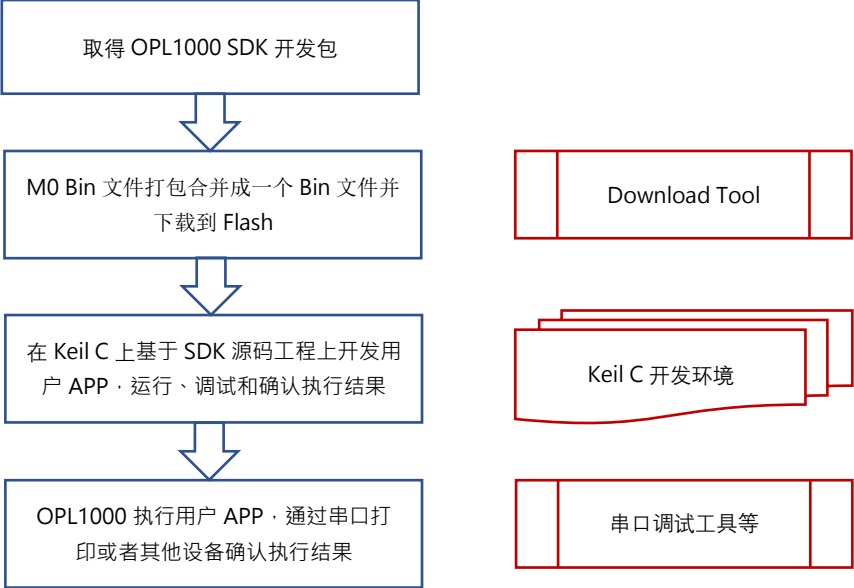
用户可以使用两种模式来开发应用程序。

模式一：IDE 在线调试开发模式

开发包括 4 个步骤，整个过程如图 Figure 4 所示。

1. 从原厂拿到 OPL1000 SDK 软件包。
2. 将 SDK 软件包的 FW\_Binary 目录下 M0 Bin 文件按照参考文献[1]的 download 工具使用指南说明文档打包成一个 Bin 文件并下载到 Flash 中。注意 M0 bin 文件在 SDK 开发包没有更新的情况下只需要向 SPI flash 下载一次即可。
3. 在 Keil uVision 上开发用户 APP ( 基于 SDK 示例源码工程 )。
4. 在 Keil C 环境下，在线仿真运行、调试，通过串口确认执行结果，注意此时并没有把代码下载到 flash 中，代码仅仅在 RAM 中执行。

Figure 4: IDE 在线调试开发模式

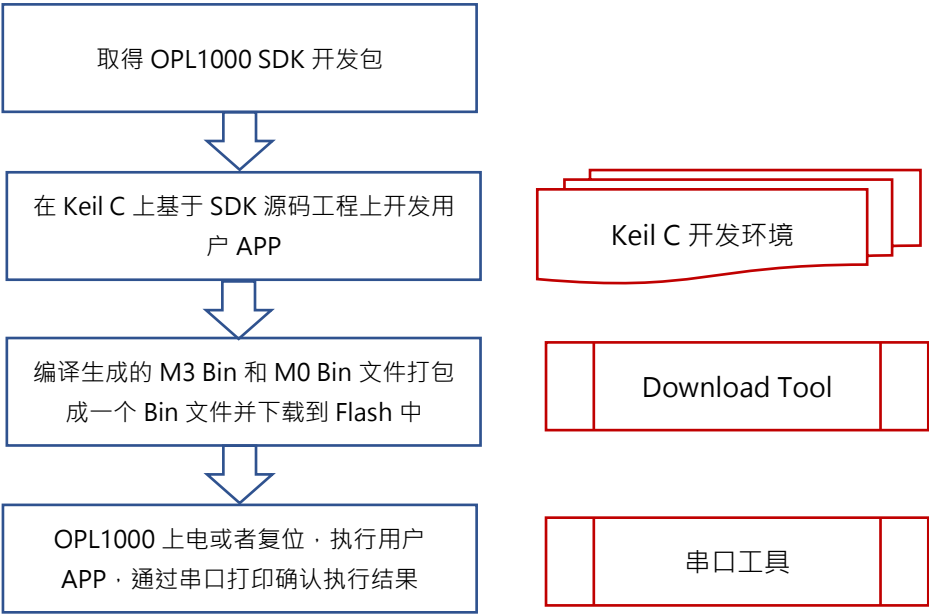


模式二：串口调试开发模式

开发包括 5 个步骤，整个过程如图 Figure 5 所示。

1. 从原厂拿到 OPL1000 SDK 软件包。
2. 在 Keil uvision 上开发用户 APP ( 基于 SDK 源码工程 ) 。
3. 取得编译完成的 M3 Bin 文件
4. 将 SDK 软件包的 FW\_Binary 目录下 M0 Bin 文件按照参考文献[1]的 download 工具使用指南说明文档打包成一个 Bin 文件并下载到 Flash 中。
5. OPL1000 上电或者复位，执行用户 APP，通过串口 log 信息确认执行结果。

Figure 5: 串口调试模式



在实际开发过程中用户可以结合自己的开发需求在两种开发模式之间灵活切换。

### 3. 使用 KEIL 调试应用程序

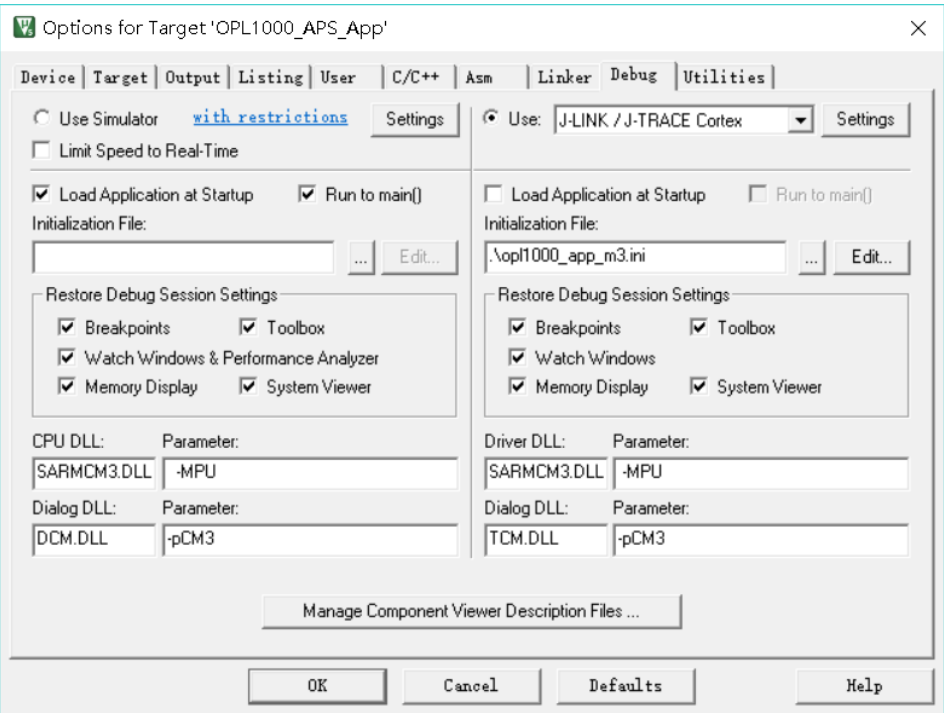
用户应用程序可以在 DEVKIT 板进行开发和调试。DEVKIT 板的使用请参考文献[2] DEVKIT 快速使用指南。

#### 3.1. Keil 工程配置

DevKit 板使用 USB 供电，将 J-link 仿真器和 DevKit 板正确连接。打开工程：

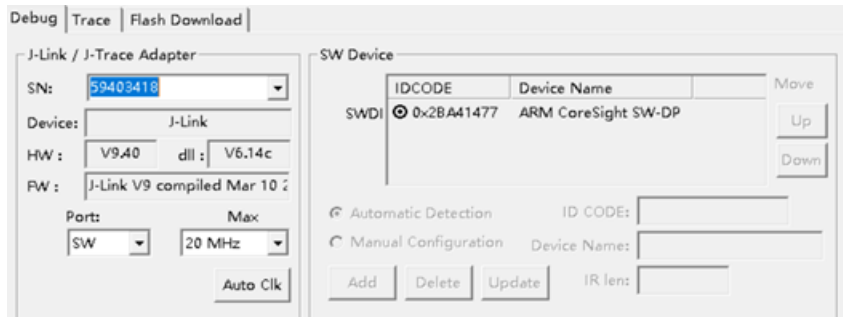
SDK\APS\_PATCH\examples\get\_started\hello\_world。选择 Options for Target 按钮，弹出设置对话框，选择 Debug 界面，出现下图所示界面。

Figure 6: Options for Target 设置对话框



调试接口选择 JLINK / J-TRACE Cortex 接口，如果用户使用其他仿真器请选择对应的仿真接口类型，例如使用 CMSIS DAP 仿真器则需要选择 CMSIS-DAP Debugger 接口。选择正确后进入 Settings 按钮，出现 Figure 7 所示结果。在 SW Device 显示的是设备 ID 编码，表示设备连接和工作正常，如果 SW Device 为空则需要检查设备接线，确保接线正确。

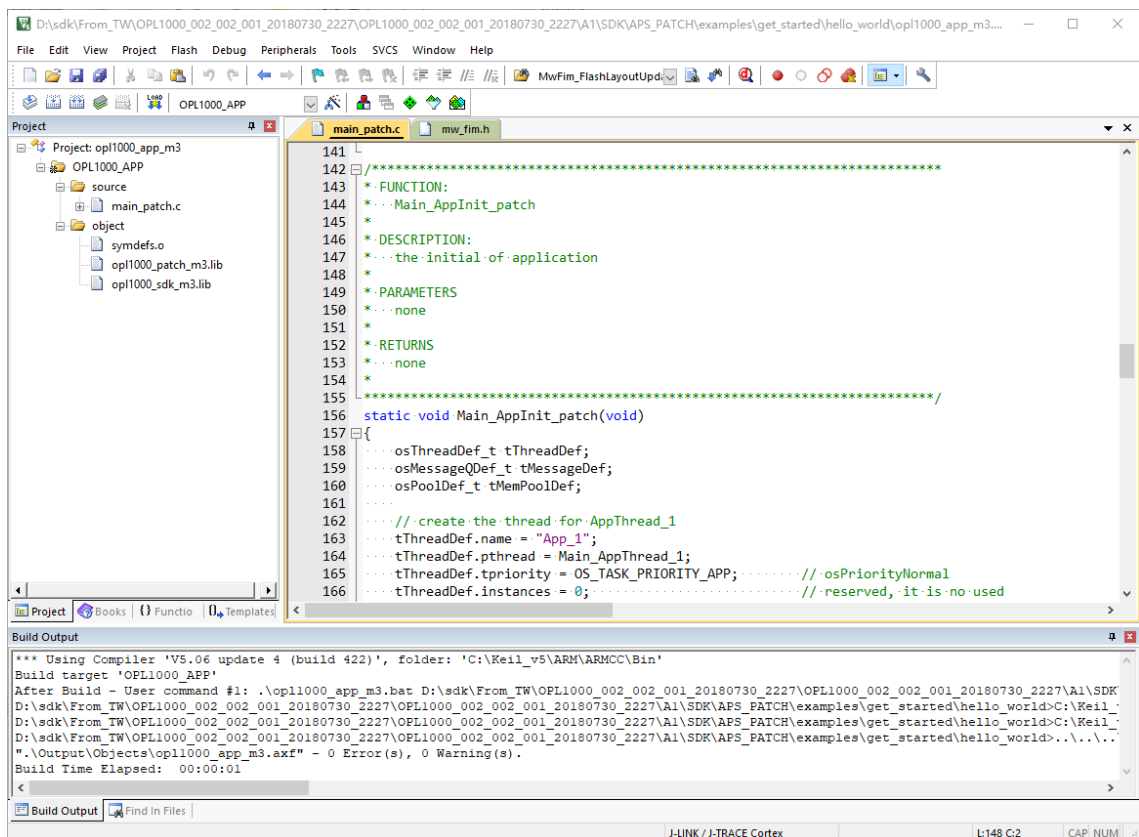
Figure 7: J-link ICE 仿真器正确识别



## 3.2. 应用程序在线调试

Keil 软件正确识别到 OPL1000 设备后，build 示例工程，得到 Figure 8 画面，表示编译正确完成。

Figure 8: Keil 编译 hello\_world 示例代码



编译完成后，点击 Debug 按钮，正确进入 debugger 环境，如图 Figure 9 所示。

The screenshot displays the CMSIS-DAP Debugger interface. The top menu bar includes File, Edit, View, Project, Flash, Debug, Peripherals, Tools, SVCS, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations, debugging, and viewing. The main window is divided into several panes:

- Registers:** Shows the state of the processor registers. The Core registers (R0-R15, SP, PC) are listed with their current values. The System registers (Banked, System, Internal) are also visible.
- Disassembly:** Displays the assembly code for the main function. The code is shown in a list format with addresses, instructions, and comments. The instructions are:
 

```

0x0004D540 F7B5F9F0 BLX Boot_Sequence (0x00002924)
0x0004D544 4C09 LDR r4, [pc, #36] ; 0x0004D56C
0x0004D546 6820 LDR r0, [r4, #0x00]
0x0004D548 4780 BLX r0
      
```
- main\_patch.c:** Shows the C source code for the main function. The code is shown in a list format with line numbers and comments. The code is:
 

```

232 while (1)
233 {
234     // receive the message from AppMessageQ
235     tEvent = osMessageGet(g_AppMessageQ, osWaitForever);
236     if (tEvent.status != osEventMessage)
237     {
238         printf("To receive the message from AppMessageQ is fail.\n");
239         continue;
240     }
241
242     // get the content of message
243     ptMsgPool = (S_MessageQ *)tEvent.value.p;
244
245     // output the content of message
      
```
- Command:** Shows the commands entered in the debugger. The commands are:
 

```

LOAD %L INCREMENTAL
reset
Setup(); // Get ready to execute image in SRAM or whatever re
g, main
<
>
      
```
- Call Stack - Locals:** Shows the call stack and local variables. The call stack is empty, and the local variables are:
 

```

Name Location... Type
m 0x00000000 int f0
      
```
- Assign Break/Disable Break/Enable Break/Kill Break/List Break/Set:** Shows the status of the breakpoints. The status is:
 

```

Assign Break/Disable Break/Enable Break/Kill Break/List Break/Set
      
```

The bottom status bar shows the CMSIS-DAP Debugger version (11: 0.04442350 sec) and the L242 C.

Figure 10: APS 串口打印确认程序执行结果

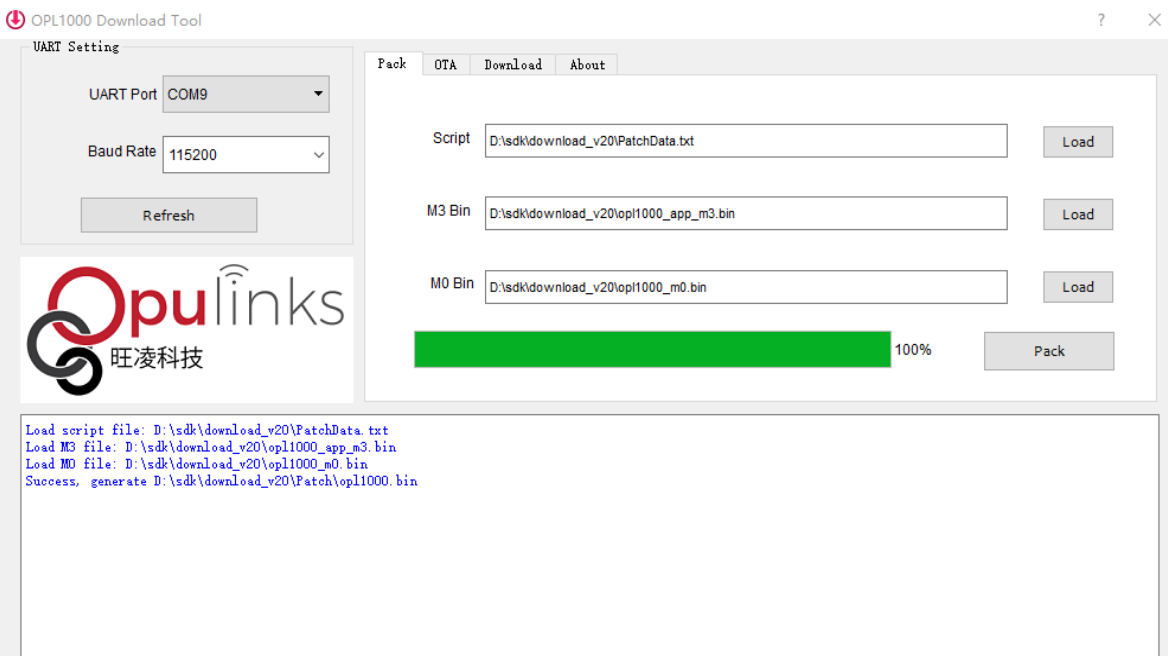
The init of MW FIM is done.

3.3. 程序下载

在线调试时代码只会载入到 OPL1000 的 RAM 区域，用户通过在线调试方式开发完成 APP 以后，需要通过 download tool 把 APP 程序下载到 OPL1000 外挂的 flash 中。

用户首先使用 download tool 加载对应的脚本文件和 bin 文件，注意用户 APP 添加在 M3 patch 位置。Script 文件和 M0 bin 文件在 SDK 的 FW\_Binary 目录下提供，用户可以从该目录下获取。

Figure 11:添加脚本和 bin 文件



添加脚本文件和 bin 文件文件以后，点击 pack 按钮，程序会把用户的 M3 bin 和 M0 bin 按照脚本的定义合成一个独立的 opl1000.bin 文件，并存放在 download tool 同目录的 patch 文件夹下。

跳转到 Download 标签页，前面合并生成的 opl1000.bin 文件地址已经自动填写在 Patch Bin 位置。如文献[2] [DEVKIT 快速使用指南下载](#)所述，在 UART Port 复选框选择 mini-USB 连接的串口号，点击 Download 按钮，并在 5 秒内复位 OPL1000 DEVKIT，opl1000.bin 开始下载到 Flash 中。如图 Figure 12 所示。当绿色进度条达到 100%后，下载完成，界面如 Figure 13 所示。

Figure 12: 下载 APP 程序



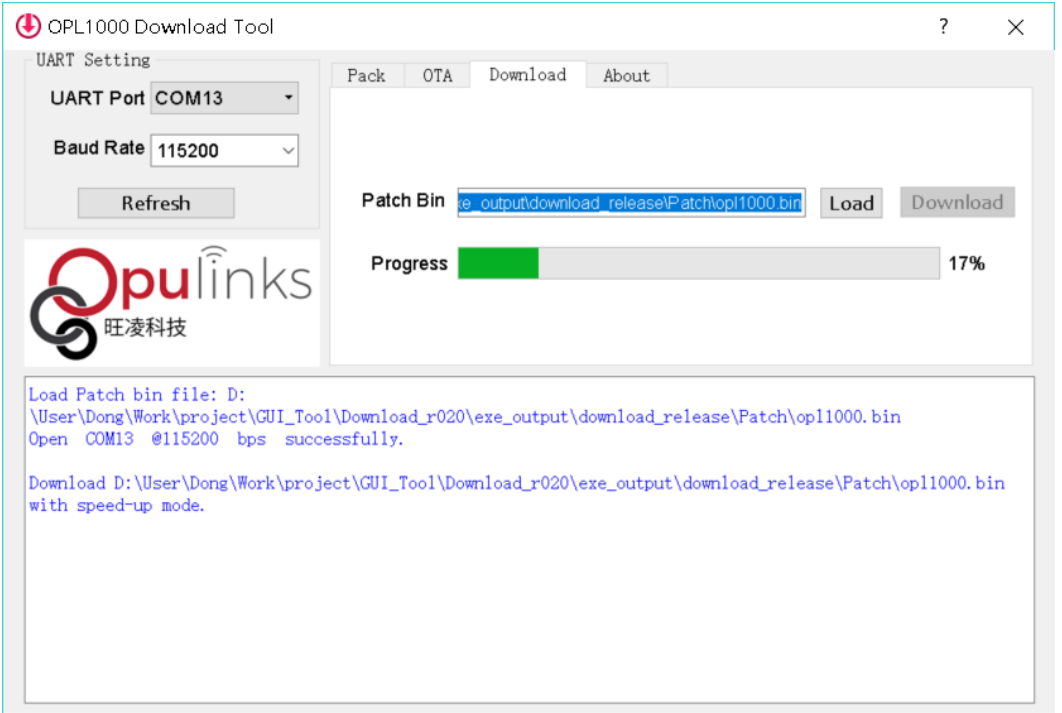
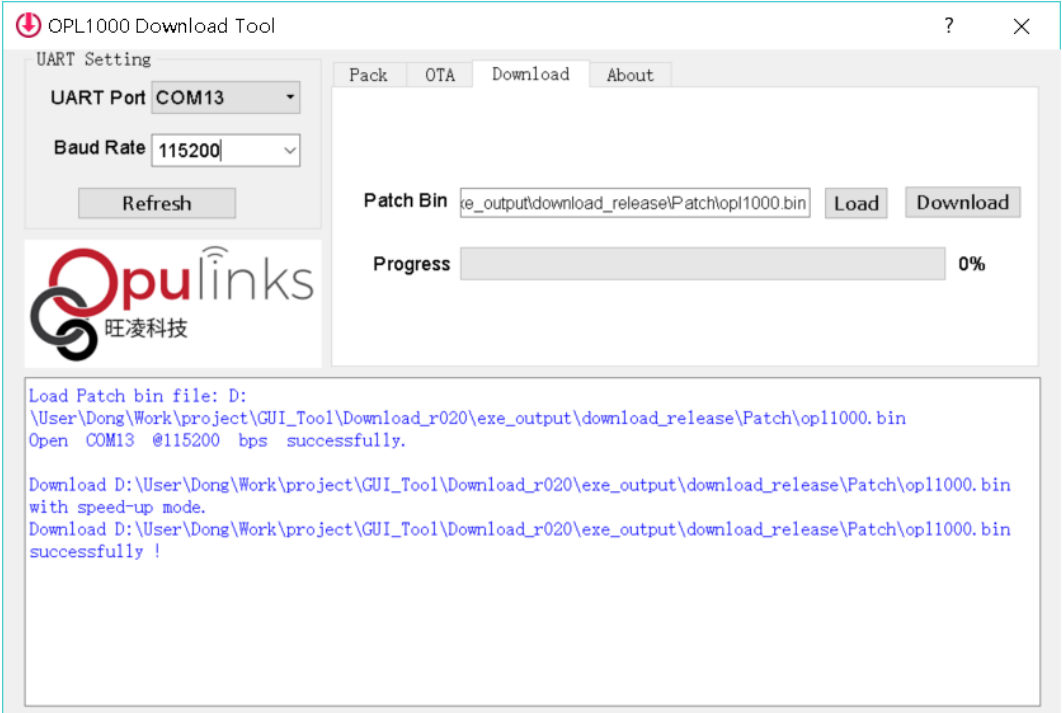


Figure 13: 下载 opl1000 固件程序成功



用户使用串口工具打开 APS 串口，重新复位 OPL1000 DEVKIT 板，即可观察到 APP 程序相关 log。

## CONTACT

[sales@Opulinks.com](mailto:sales@Opulinks.com)