

# FMD-LINK 用户手册

[ Version 0.1]

2020/04/28

## 目录

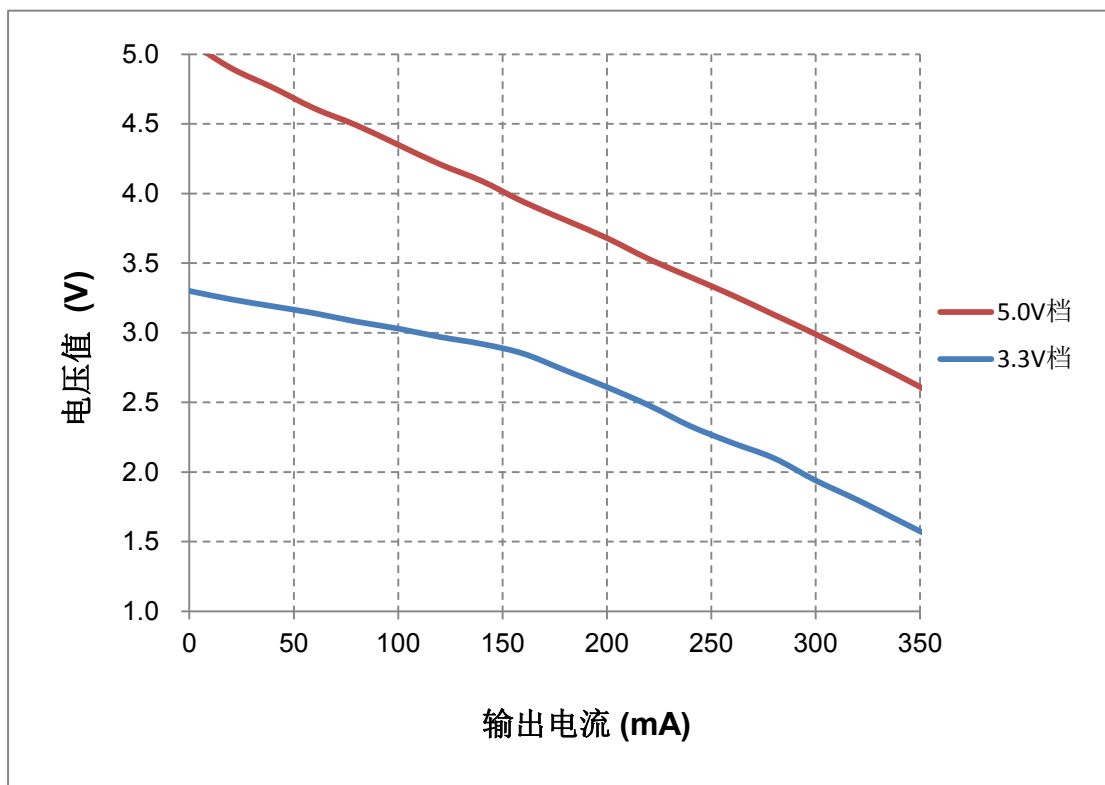
目录 .....	2
1 使用前说明 .....	4
1.1 参数说明 .....	4
1.2 硬件说明 .....	5
1.3 软件兼容性说明 .....	7
2 仿真使用说明 .....	7
2.1 仿真器软件 .....	7
2.1.1 软件安装 .....	7
2.1.2 软件界面说明 .....	11
2.1.3 新建工程 .....	13
2.2 更新固件 .....	14
2.3 编辑功能 .....	15
2.3.1 编辑文本 .....	15
2.3.2 浏览代码 .....	16
2.3.3 辅助功能 .....	19
2.4 编译下载 .....	20
2.4.1 工程属性 .....	20
2.4.2 芯片配置字及编译 .....	21
2.4.3 工程文件生成并下载 .....	22
2.4.4 输出区生成结果 .....	22
2.4.5 其他功能 .....	23
2.5 仿真操作 .....	24
2.5.1 断点控制 .....	25
2.5.2 执行控制 .....	25
2.5.3 调试窗口 .....	27
2.6 外部供电仿真说明 .....	31
3 烧录使用说明 .....	32
3.1 烧录器软件 .....	32
3.1.1 软件安装 .....	32
3.1.2 软件界面说明 .....	32
3.2 更新固件 .....	33
3.3 在线烧录操作步骤 .....	35
3.4 脱机烧录操作步骤 .....	45

3.5 不断电烧录操作步骤 .....	45
3.6 可选功能说明 .....	46
3.6.1 滚码 (Rolling Code) .....	46
3.6.2 校频 (Calibrate frequency) .....	50
3.6.3 烧录数 (Counter) .....	52
3.7 连接机台说明 .....	54
附录 版本更改历史 .....	55

# 1 使用前说明

## 1.1 参数说明

- 1) 工作电压：5.0~5.5V；
- 2) 输出电流（供电电流 $\geq 500\text{mA}$ ）：烧录口供电电压（5.0V 档和 3.3V 档）与输出电流的关系如下：



- 3) 在板下载或烧录时，VDD 和 GND 间的最大电容值：470uF；
- 4) 外接烧录线长度：建议 $\leq 50\text{cm}$ ；

## 1.2 硬件说明

FMD Link 适用于辉芒微电子有限公司的全系列 8bit MCU 的在线仿真、触摸 IC 的 Touch Key 调试、脱机/在线烧录等。



硬件说明：

1) MINI USB 接口：用于连接电脑及供电；

2) 烧录按键：脱机烧录触发键；

3) 状态指示灯：

上电状态：初始上电红灯亮，连接到电脑端软件绿灯亮；

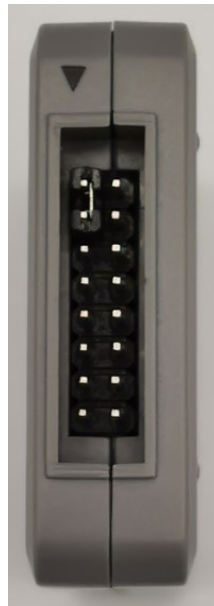
烧录状态：

✧ 下载或烧录成功绿灯亮；

✧ 下载或烧录失败红灯亮；

✧ 用做烧录器使用时，若滚码/烧录数等信息异常时红灯长闪，需在 FMDWriter 界面重新加载烧录文件及相关配置信息；

4) 排线接口：



排线接口的顺序依次（以外壳侧面的箭头处开始）为：



<b>3.3V</b> ：与 VMCU 短接，则 IC 电压为 3.3V	<b>3.3V</b> ：接机台 VDD 输入口，只可选择 3.3V！
<b>VMCU</b> ：目标 IC 供电电压，配合跳帽短接选择	<b>EXVDD</b> ：与 VMCU 短接，则 IC 电压为外部电源
<b>5.0V</b> ：与 VMCU 短接，则 IC 电压为 5.0V	<b>EXVDD</b> ：接外部电源的 VDD
<b>VDD</b> ：目标 IC 的电源，接 IC 的 VDD 脚	<b>NG</b> ：烧录失败信号，低电平有效
<b>GND</b> ：目标 IC 的地，接 IC 的 GND 脚	<b>OK</b> ：烧录成功信号，低电平有效
<b>CLK</b> ：目标 IC 的时钟输入，接 IC 的 ISPCLK 脚	<b>BUSY</b> ：正在烧录中，低电平有效
<b>DAT</b> ：目标 IC 的数据口，接 IC 的 ISPDAT 脚	<b>START</b> ：启动烧录信号，低电平有效
<b>FOSC</b> ：目标 IC 的测/校频口，接 IC 的 CLK0 脚	<b>GND</b> ：接外部电源的 GND，或接烧录机台 VSS

- ✧ 红色字体部分：目标 IC 烧录仿真电压选择，配合跳帽短接方式选择；
- ✧ 蓝色字体部分：烧录仿真口，其中 FOSC 口为当作 FMDWriter 烧录使用时的测频/校频脚，为可选功能；
- ✧ 黑色字体部分：机台烧录接口；

注意事项如下：

- FMD Link 出厂包装内的 USB 线经过 FMD 认证，若使用非配套 USB 线，将无法保证 FMD Link 的正常使用；

## 1.3 软件兼容性说明

FMD Link 可同时连接 PC 端软件：开发仿真软件 FMDIDE、触摸调试软件 TouchTool、烧录量产软件 FMDWriter。

注意事项如下：

- 触摸调试软件 TouchTool：若调试正在进行中，如测试不触摸值/触摸值或效果验证的过程中，此即为最高优先级，此时点击其他软件界面的操作或脱机烧录按键均无响应，需停止触摸调试后，才会执行其他软件的操作；
- 开发仿真软件 FMDIDE：若正在下载或调试仿真的过程中，不建议执行其他软件的操作或按下脱机烧录按键，有可能会造成 IDE 的下载或调试失败；
- 烧录量产软件 FMDWriter：必须在 FMDWriter 界面加载烧录文件及相关参数设置后，方可使用烧录按键进行烧录，即脱机烧录的内容以 FMDWriter 界面加载的为准，与其他软件无关！
- 三个软件 FMDIDE、TouchTool 和 FMDWriter 可同时打开界面使用，但不建议其中一个软件正在执行下载烧录/调试等操作时，新打开其他两个软件，可能会导致正在进行中的操作失败，因此如有需要，建议在没有执行操作时打开其他软件；

## 2 仿真使用说明

### 2.1 仿真器软件

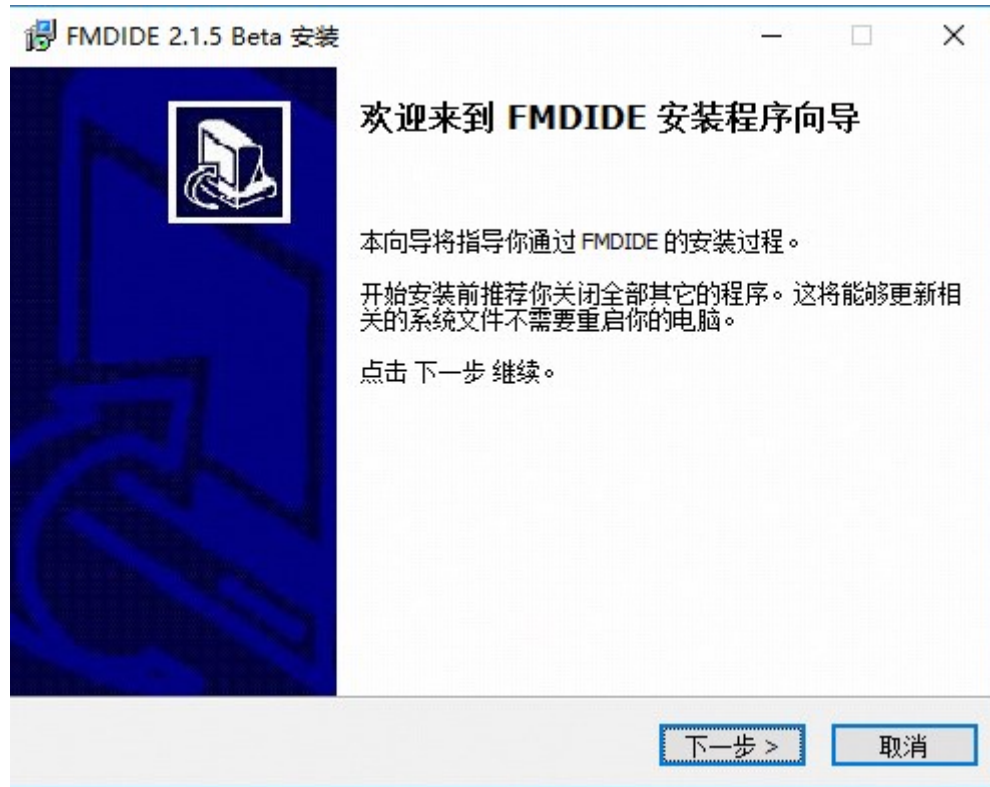
FMDIDE 是辉芒微电子有限公司为 FMD 全系列 8bit MCU 用户提供的开发软件，主要功能有编辑、编译、下载、调试、仿真操作等。

#### 2.1.1 软件安装

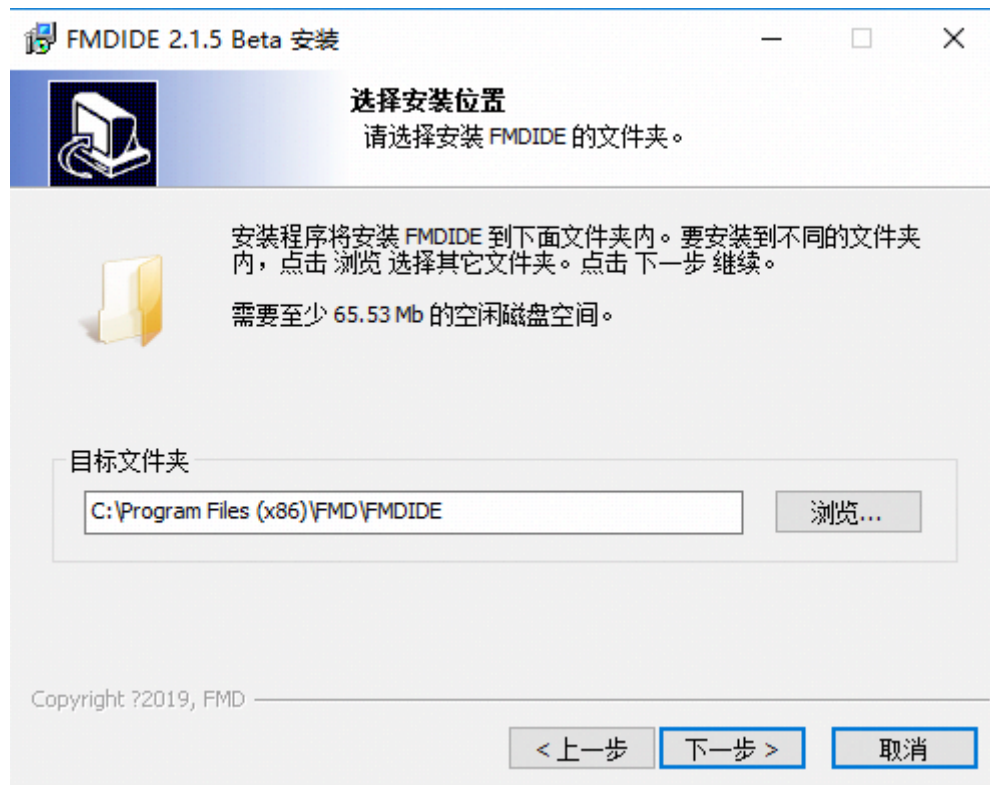
请移步官网 [www.fremontmicro.com](http://www.fremontmicro.com) 下载最新版本的仿真器软件，并按以下步骤进行安装(以 V2.1.5 版本为例)：

注意：在 Windows7 及 Windows10 系统上安装及运行时需要有管理员权限。

- ① 双击 Setup.exe，开始安装 FMDIDE 软件；

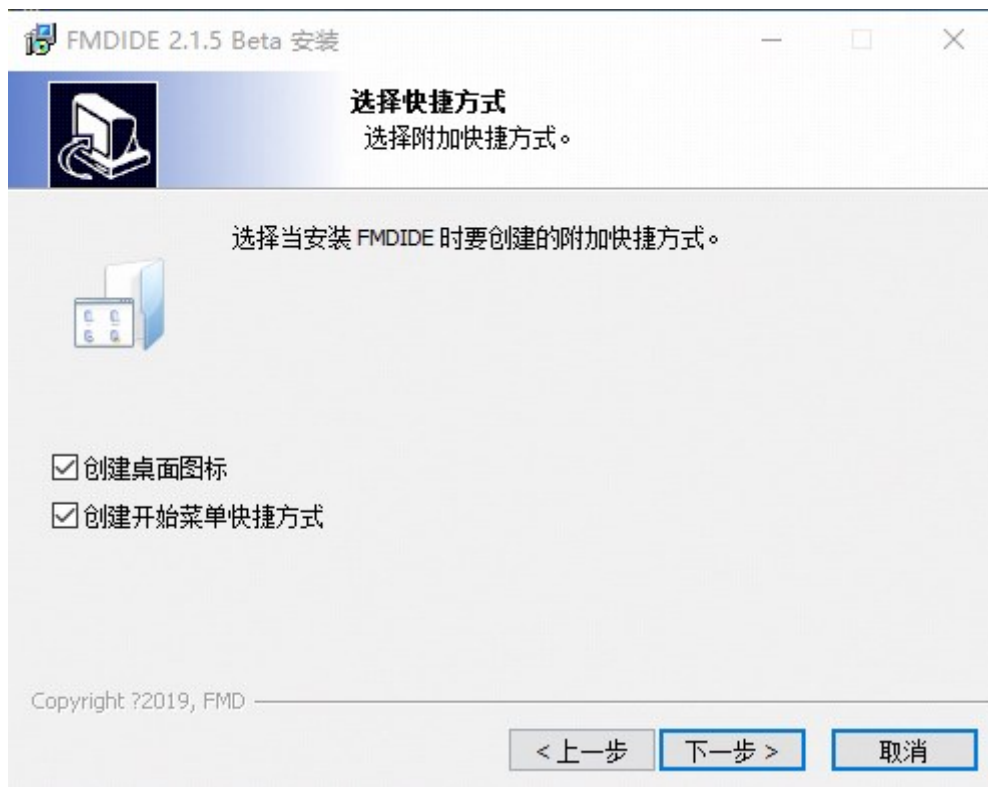


- ② 点击“下一步”，选择安装位置，默认安装路径为“C:\Program Files (x86)\FMD\FMDIDE”；





- ③ 点击“下一步”，根据需求勾选附加快捷方式；



- ④ 继续点击“下一步”，准备安装，确认安装设置无误后，点击“安装”；



- ⑤ 安装完成，根据需要勾选是否自动打开 FMDIDE 软件和版本更新自述，点击“完成”即可结束安装向导；



## 2.1.2 软件界面说明

FMDIDE 软件默认的用户主界面如图 2-1，包括菜单栏、工具栏、工程区、编辑区、输出区、观察区和状态栏。除编辑区以外其他区都是可以拖动、悬停和停靠的工具窗口，用户可以根据习惯定制窗口布局，也可以点击菜单栏的窗口重置窗口布局以恢复默认界面。

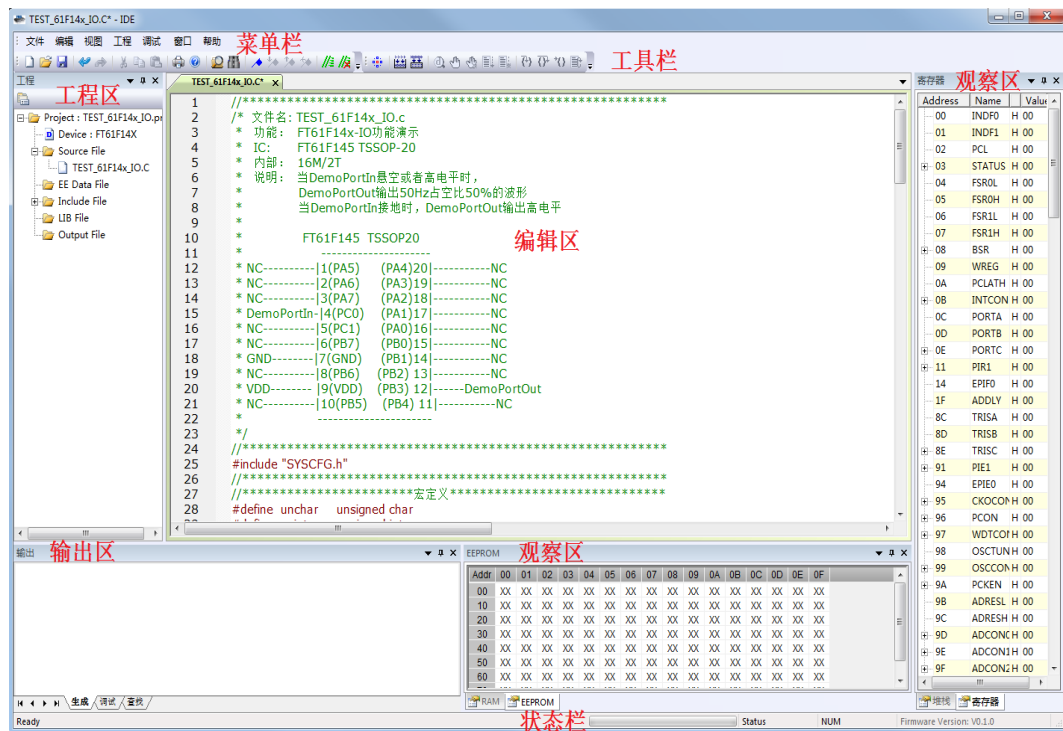


图 2-1 主界面

打开工程文件后，各工具窗口说明如下：

- 菜单栏：包括“文件”、“编辑”、“视图”、“工程”、“调试”、“窗口”和“帮助”。
- 工具栏：以图标按钮的方式为用户提供常用命令的快捷访问，包括“文件”、“编辑”和“调试”菜单下的大部分命令。亮着的图标表示当前可执行的操作，灰暗的图标表示当前不能执行的操作。将鼠标停留在图标上可以看到该图标对应的操作和说明。
- 工程区：显示工程信息，如图 2-2 所示，包括工程名、器件名、源文件、数据文件、头文件、引用文件及输出文件。双击文件名可以打开并查看该文件。

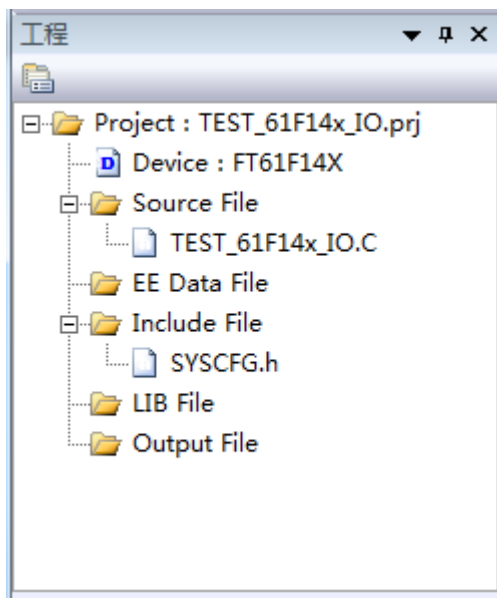


图 2-2 工程区

- 编辑区：用于编辑源文件和引用文件，输入回车键自动缩进。

编辑区的左侧分三列：

在 C 文件里：第一列显示行号，第二列显示标记，第三列显示收展“+”号，如图 2-3 所示。

在 ASM 文件里：第一列显示行号，第二列显示标记，第三列显示 PC 值（编译成功后显示），如图 2-4 所示。

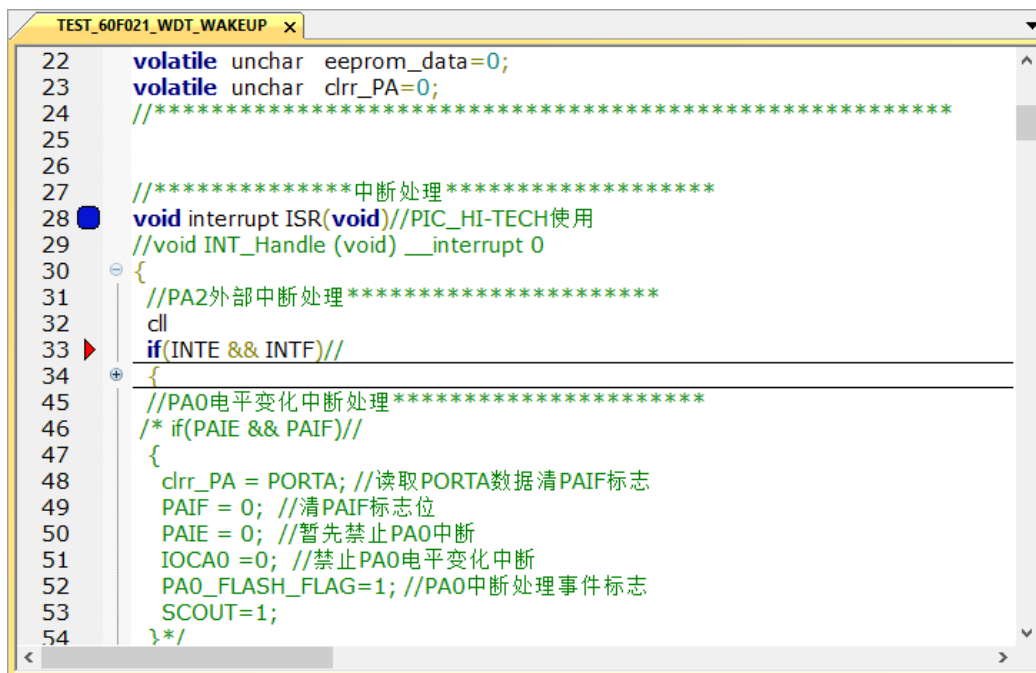


图 2-3 C 文件编辑区

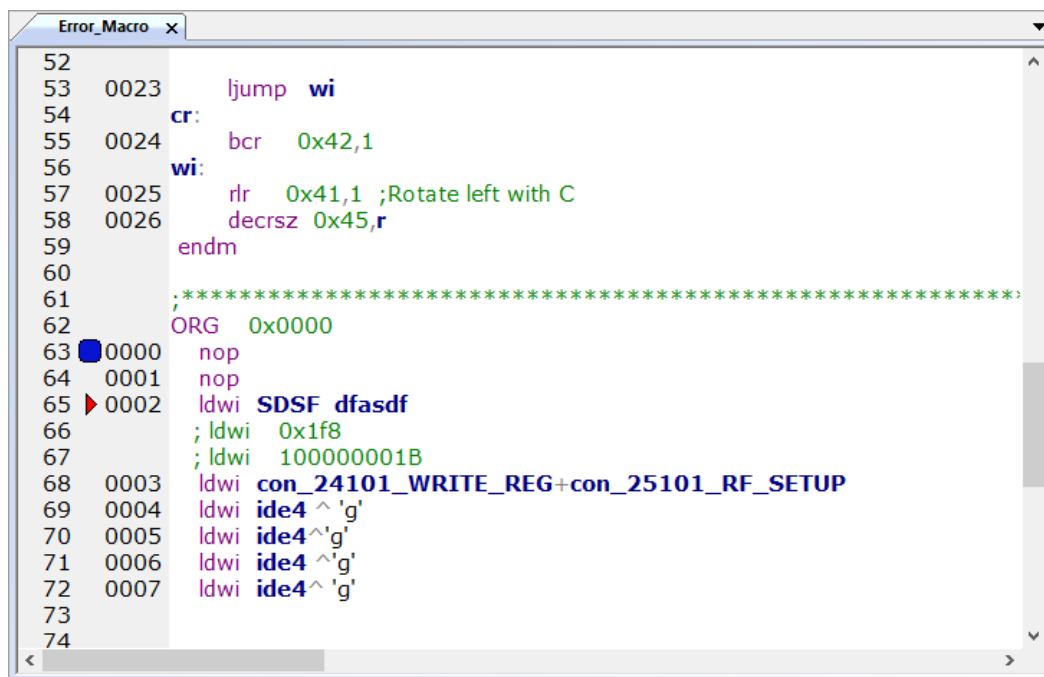


图 2-4 ASM 文件编辑区

- 输出区：包括三个部分，分别为生成窗口、调试窗口和查找窗口。  
生成窗口显示编译、下载等的执行过程和结果。  
调试窗口用于查看和修改变量。  
查找窗口用于“在文件中查找”命令。
- 观察区：包括四个部分，分别为 RAM 窗口、EEPROM 窗口、堆栈窗口和寄存器窗口。在“调试窗口”小节会具体介绍。
- 状态栏：依次显示进度条、芯片状态、当前 PC 值以及固件版本号，如图 2-5 所示。若没有连接固件，固件版本号处会显示“未连接”。



图 2-5 状态栏

### 2.1.3 新建工程

选择菜单“工程”->“新建工程”，弹出“新建工程”对话框，如图 2-6 所示。输入“工程名”，点击“浏览”按钮选取“工程路径”，并选择“器件”。如果需要创建工程文件夹，请勾选“为工程创建目录”，最后选择源文件类型：C 文件或者汇编 ASM 文件，点击 OK 即可新建工程。

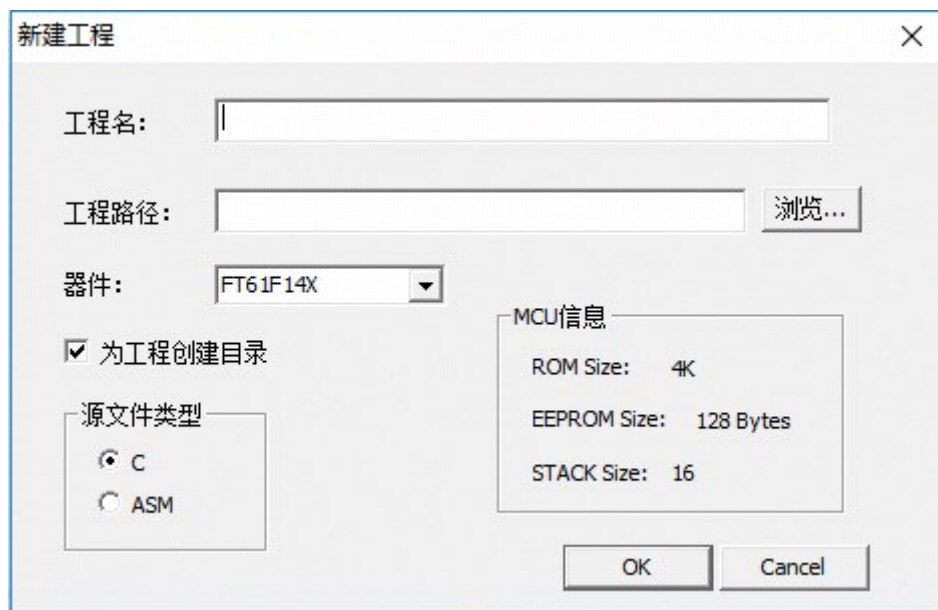


图 2-6 新建工程

新建工程完成后，默认自动生成一个源文件，可以在该源文件里编写程序，也可以删除重新导入源文件。

- 工程区：

右键单击“Source File”选择“添加文件”可添加源文件，选择“删除文件”可删除源文件。

右键单击“EE Data File”选择“添加文件”可添加 EEPROM 数据文件，选择“删除文件”可删除 EEPROM 数据文件。

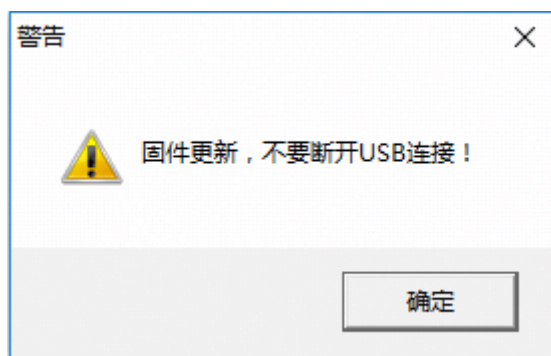
右键单击“Include File”选择“添加文件”可添加引用文件，选择“删除文件”可删除引用文件。

右键单击“LIB File”选择“添加文件”可添加库文件，选择“删除文件”可删除库文件。

注意：如果添加的文件不在工程目录下，将自动拷贝到工程目录下。

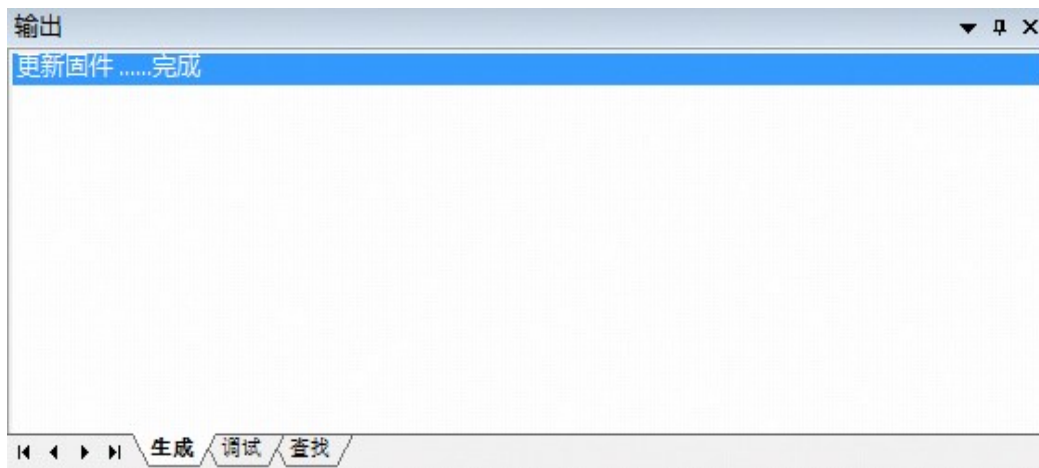
## 2.2 更新固件

一般情况下，当 FMDIDE 软件链接固件 FMD-Link 后，会自动检测固件版本，若固件版本低，则 IDE 会自动弹出窗口，提示是否要进行更新；或者选择菜单“帮助”->“更新固件”进行更新，如下图所示。



点击确定，开始更新固件，输出区的生成窗口会显示“更新固件.....”，表示更新固件正在进行中，状态栏的进度条会显示更新进度，此时固件亮红灯。注意：更新过程中务必不要断开 USB 连接！

当输出区的生成窗口显示“更新固件.....完成”，如下图所示，固件亮绿灯，说明更新成功，无需断开 USB 连接，即可使用。可以在状态栏看到升级后固件版本号的变化。



## 2.3 编辑功能

### 2.3.1 编辑文本

#### 1) 选择文本和代码

如下为编辑器选择文本的几种方式（其中前 5 种方式选择连续的内容，后 2 种方式只选中文本的矩形部分，不会选择整行）：

- ① 选择菜单“编辑”->“全选”，或者按下快捷键 Ctrl+A，即可选择全部内容；
- ② 按住鼠标左击按钮，将光标拖动到要选择的文本上方；
- ③ 单击编辑区最左侧的行号可选择该行，用鼠标拖动多个行号可选择多行；
- ④ 单击要选择的多行中的首行行号，按住 Shift，单击尾行行号；



- ⑤ 鼠标单击需要选择的区域，按住 Shift，然后按所需的方向键，选择连续的内容；
- ⑥ 按住 Alt，再按住鼠标左击按钮，然后将光标拖动到要选择的文本上方；
- ⑦ 鼠标单击需要选择的区域，按住 Shift+Alt，然后按所需的方向键，如图 2-7 所示。

```
while(1)
{
    temp1 = temp;
    temp = tmp;
    tmp = temp1;
    k=i+j;
}
```

图 2-7 选择文本方式


## 2) 更改文本和代码


编辑器支持许多与 Microsoft Word 等字处理应用程序相同的文本操作功能：

- ① “剪切” (Ctrl+X/Shift+Delete), “复制” (Ctrl+C) 和 “粘贴” (Ctrl+V);
- ② 使用 Insert 将代码编辑器在 “改写” 模式和 “插入” 模式之间切换;
- ③ 使用 Delete 和 Backspace 可移除文本或代码;
- ④ 选中文本后拖拽文本或按住 Ctrl 键拖拽文本可以移动或复制文本;

## 3) 多行注释

在编辑器里，为了方便程序的调试，有时候需要注释多行代码。


用鼠标选择需要注释的多行代码，点击工具条 ，即可注释所选取的代码。用鼠标选

择需要取消注释的多行代码，点击工具条 ，即可取消注释所选取的代码。

## 2.3.2 浏览代码

### 1) 查找

“查找”用于在当前打开文件的代码中搜索文本字符串。

选择菜单 “编辑” -> “查找”，或者按下快捷键 Ctrl+F，或者点击工具条 ，即可弹出 “查找” 对话框，如图 2-8 所示，输入想要查找的内容，勾选是否要全字匹配、大小写匹配或正则表达式，并选择查找方向后，点击 “查找下一个” 即可。



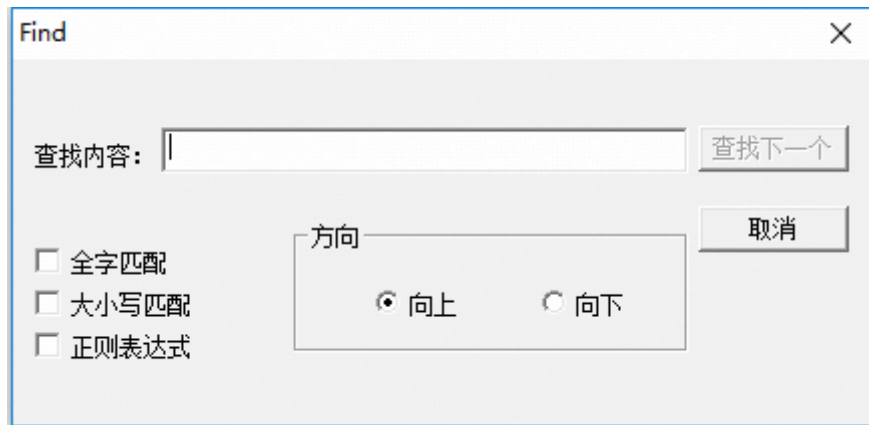



图 2-8 查找

## 2) 在文件中查找

“在文件中查找”用于在工程文件的所有文件的代码中搜索文本字符串。

选择菜单“编辑”->“在文件中查找”，或者点击工具条, 即可打开“在文件中查找”对话框，如图 2-9 所示，输入想要查找的内容，勾选是否要全字匹配或大小写匹配，点击“确定”即可。

查找的结果会显示在输出区的查找窗口，包括对应的文件名、行号和存在的语句，如图 2-10 所示，双击可以在编辑区定位到该行。

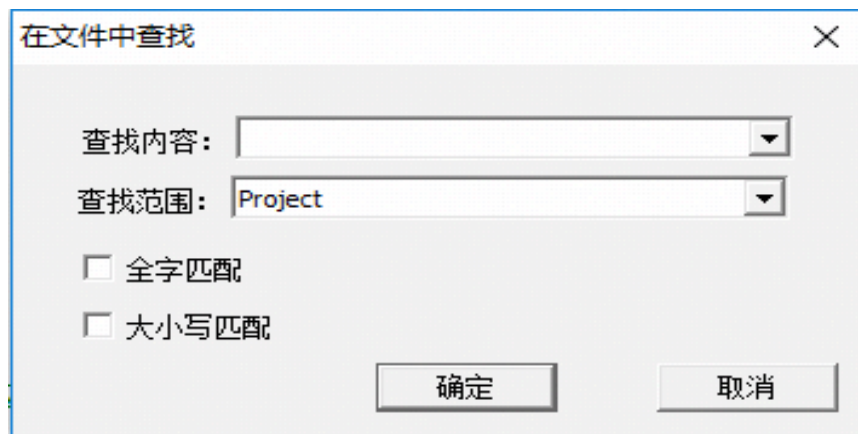


图 2-9 在文件中查找



图 2-10 输出区查找窗口

### 3) 替换

“替换”命令相当于“查找和替换”，用于在当前打开文件的代码中搜索文本字符串，并根据需要替换成其他内容。


选择菜单“编辑”->“替换”，或者按下快捷键 Ctrl+H，即可弹出“替换”对话框，如图 2-11 所示，输入想要查找和替换的内容，勾选是否要全字匹配、大小写匹配或正则表达式，点击“查找下一个”、“替换”或“替换全部”即可。




图 2-11 替换


### 4) 书签


编辑器里可以设置书签，用于标记并定位到代码行，以方便浏览。

鼠标单击需要设置书签的行，使光标停留在该语句行，选择菜单“编辑”->“书签”->“添加/删除书签”，或者按下快捷键 Ctrl+F2，或者点击工具条 ，第一次点击为添加书签，再次点击为删除书签。

当存在多个书签时，为了方便切换书签查看，可以选择菜单“编辑”->“书签”->“跳

到下一个书签”，或者按下快捷键 F2，或者点击工具条 跳到下一个书签，也可选择菜单

“编辑”->“书签”->“跳到上一个书签”，或者按下快捷键 Shift+F2，或者点击工具条 跳到上一个书签。

当不需要书签时，可以选择菜单“编辑”->“书签”->“删除所有书签”，或者按下快捷键 Ctrl+Shift+F2，或者点击工具条 删除所有书签。

### 2.3.3 辅助功能

#### 1) 语法着色

编辑器会对符合 C 或汇编语法的关键字着色，增加代码的可读性。

#### 2) 自动括号匹配

当用户键入一个左大括号时，当在另外一行再次键入与其匹配的右大括号时，右大括号会自动对齐左大括号。

当光标置于大括号、中括号、小括号的一侧时，将以绿色底矩形突出显示匹配的括号，如图 2-12 所示。

```
while(1)
{
    temp1 = temp;

    temp = tmp;

    tmp = temp1;

    k=i+j;
}
```

图 2-12 匹配括号突出显示

#### 3) 转到定义

用鼠标选择想要跳转的函数名或变量名，选择菜单“编辑”->“跳转”->“转到定义”，将跳转到相应位置，并出现青色箭头指向该函数和变量的定义处。

注意：汇编程序要编译后才可以使用该功能。

## 2.4 编译下载

编译下载的步骤如下：

- ① 设置工程属性；
- ② 设置芯片配置字信息及编译；
- ③ 工程文件生成并下载；
- ④ 输出区生成结果；

### 2.4.1 工程属性

右键单击工程区的“Device”选择“工程属性”可更改工程属性，如图 2-13 所示，除工程名、工程路径、器件等基本信息外，还可以设置是否“编程 EEPROM”等，当程序为 IAP 程序时，可以设置编译的“首地址”及容量。

支持 IAP 程序的型号有：FT61F08X, FT62F08X, FT61F14X, FT61F0AX, FT64F0AX, FT67F0AX。

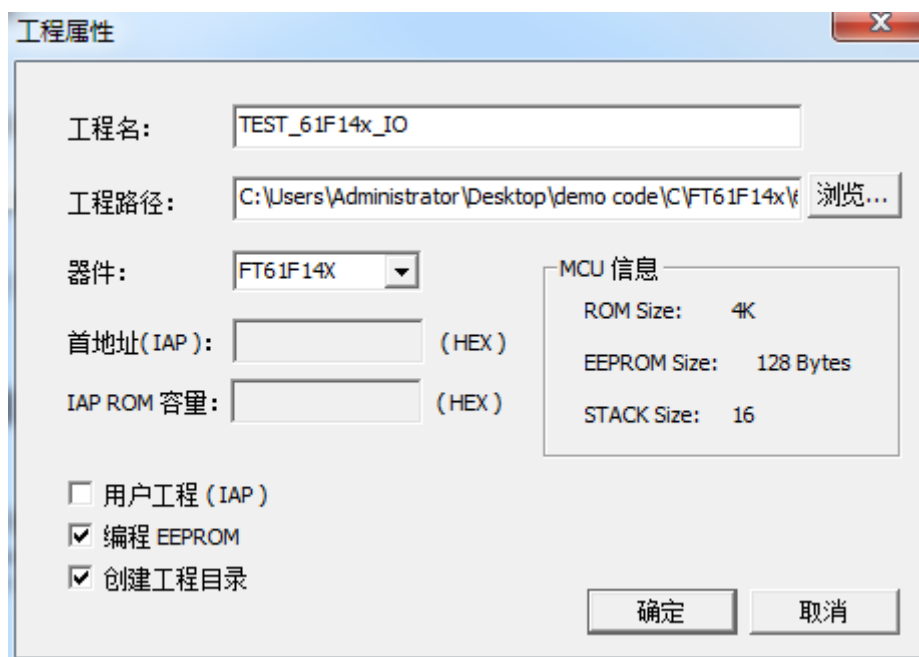



图 2-13 工程属性

## 2.4.2 芯片配置字及编译


编译之前必须设置芯片配置字。




图 2-14 芯片配置字 (以 FT61F14X 为例)

选择菜单“调试”->“生成 (F7)”，或者点击工具条  生成目标文件，编译器会弹出 Options 对话框，如图 2-14 所示，光标点击选项对话框会显示相应的文字说明。不同型号器件的 Options 信息会稍有不同，请根据需要选择对应的选项，单击确定后开始编译。

若需要反复编译下载，而芯片配置字信息不需要改变，则可以勾选 Options 对话框左下角的锁定选项，则下次编译时不再弹出该对话框，按照已有设置进行编译。

若锁定芯片配置字后需要修改，或者需要取消锁定芯片配置字，选择菜单“调试”->“Options”，或者点击工具条 ，即可修改芯片配置字和取消锁定。

### 2.4.3 工程文件生成并下载

按照正确的接线方式连接好 FMD-Link 固件及芯片后，选择菜单“调试”->“生成并下载”或者点击工具条，将执行编译、擦除、下载、复位并开始仿真等操作，擦除及下载的过程中 Link 固件交替闪烁红绿灯，成功后亮绿灯，失败则亮红灯。

下载成功后仿真工具条将变为有效，开始仿真后如果重新编辑文件且保存后，仿真工具条将变为无效，需重新编译下载后方有效。

若根据自己的需求需要单独选择擦除和下载等操作，在完成编译后，选择菜单“调试”，其中“擦除”和“下载”是仅对 MCU 的 Flash 区和 Options 区进行操作，“擦除 EEPROM”和“下载 EEPROM”是仅对 MCU 的 EEPROM 区进行操作。“下载”和“下载 EEPROM”不执行编译，只单独下载。

### 2.4.4 输出区生成结果

输出区的生成窗口用于显示编译、下载等的执行过程及结果，如图 2-15 所示。

“编译”：生成窗口会显示编译的结果。

- 编译成功时，生成窗口显示 ROM、RAM 和 EEPROM 已使用空间大小，文件的校验码以及编译完成。
- 编译失败时，生成窗口会显示相应的警告和错误，编译显示的错误包含出错文件、行号及出错原因，双击可以定位到该行。

“生成并下载”：生成窗口会显示编译、擦除和下载的过程及结果。

- 如果擦除或下载的过程中某一步失败，则下载停止，生成窗口会显示该步失败；
- 如果未连接芯片或者芯片接线错误，则会提示“未检测到芯片”；
- 如果实际的芯片型号与 IDE 上的器件型号不匹配，读取 ICID 错误，则会提示“目标芯片不匹配”；



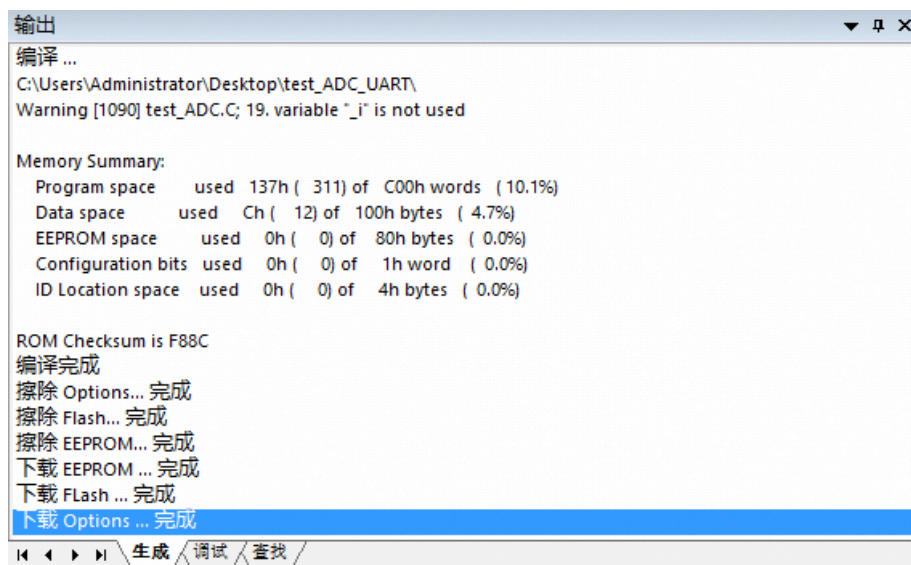


图 2-15 输出区生成窗口

## 2.4.5 其他功能

### 1) 导出加密 HEX

选择菜单“工程”->“导出加密 HEX”，在弹出的对话框输入 4 字节 16 进制的密钥，可生成加密的 HEX 文件。当烧录器需用加密 HEX 进行烧录时，会提示输入该密钥才能正确解密并导入 HEX。

注意：加密 HEX 为用户定制功能，密钥需与芯片的信息匹配才能正常烧录，详情请咨询 FMD 的技术支持。

### 2) 导入文件烧录

除了用工程文件生成并下载外，还可以导入文件进行下载，选择菜单“工程”->“导入文件烧录”，在打开的对话框中选择“器件”、“Flash 文件”和“EEPROM 文件”并确定后，输出区的生成窗口将会显示 HEX 的信息，包括生成的 IDE 版本号、器件、Flash Checksum 和 Options 选项等，同时自动烧录到芯片中。

### 3) 读校验码

选择菜单“工程”->“读校验码”，可以读取当前连接芯片的信息，读取内容显示在输出区的生成窗口，信息包括 Flash Checksum、EEPROM Checksum 和 Options。

注意：读取校验码前需要先打开工程文件，该工程的器件型号与所读的芯片型号要匹配。

#### 4) EEPROM 设置

##### a) 导入 EEPROM 文件

EEPROM 有 4 种方式导入：

- ① 菜单“工程”->“导入 EEPROM 文件”；
- ② 右键单击工程区的“EE Data File”选择“添加文件”；
- ③ DE 指令定义数据；
- ④ 在 EEPROM 窗口编辑，在 EEPROM 窗口双击修改数据，修改后在 EEPROM 窗口任意位置单击或按下回车键，修改的值将立即被写入芯片中，并回读显示（此方式只能在开始仿真后进行）。

当菜单导入了 EEPROM 文件，同时 DE 定义了数据，那么编译后 DE 定义将覆盖文件导入的数据。

注意：

- 导入的 EEPROM 文件必须匹配芯片 EEPROM 的容量大小，否则无法导入，会提示错误；
- 若导入的 EEPROM 文件不在该工程目录下，会自动拷贝到该工程目录下；
- IDE 下载时默认擦除芯片的 EEPROM 区，所以若无导入 EEPROM 文件且程序中没有对 EEPROM 进行写操作，则每次重新下载后 EEPROM 窗口会显示为全 FF；

##### b) 删除 EEPROM 文件

删除导入的 EEPROM 文件有 2 种方式：

- ① 菜单“工程”->“删除 EEPROM 文件”；
- ② 右键单击工程区的“EE Data File”选择“删除文件”；


##### c) 导出 EEPROM

选择菜单“工程”->“导出 EEPROM”，可以导出当前 EEPROM 窗口里的数据。

注意：EEPROM 的数据与程序运行相关，如果程序有修改 EEPROM 的值，那么调试后输出的 EEPROM 数据有可能和编译输出的 EEPROM 数据不同。

## 2.5 仿真操作

执行“生成并下载”操作后，IDE 会自动开始仿真。

若执行“下载”操作，选择菜单“调试”->“开始/停止调试”，或点击工具条图标，或按下快捷键“Shift+F6”，才会进入仿真。退出仿真的方式同进入仿真的方式。




当进入仿真后，编辑区左侧留白处显示青色调试箭头，指向当前程序的 PC 地址，如图 2-16 所示，程序默认停止在 0x0000 地址，即 PC 指向 0x0000。


## 2.5.1 断点控制

目前 IDE 支持的器件型号 FT60F01X、FT60F02X、FT60F21X 和 FT62F21X 只允许 1 个断点，其它型号允许 3 个断点，超过允许的断点数时，将自动删除第一个断点。

断点的设置方式：

- ① 鼠标点击需要设置断点的语句行，然后选择菜单“调试”->“添加/删除断点”，或者按下快捷键 F9，或者点击工具条图标 ；
- ② 在需要设置断点的语句行行号后，单击鼠标左键设置断点；

无论哪种设置方式，第一次设置为添加断点，再次设置为删除断点。断点以红色圆圈标注，如图 2-16 所示。

选择菜单“调试”->“删除所有断点”，或者按下快捷键 Ctrl+Shift+F9，或者点击工具条图标 ，可以删除已设置的所有断点。

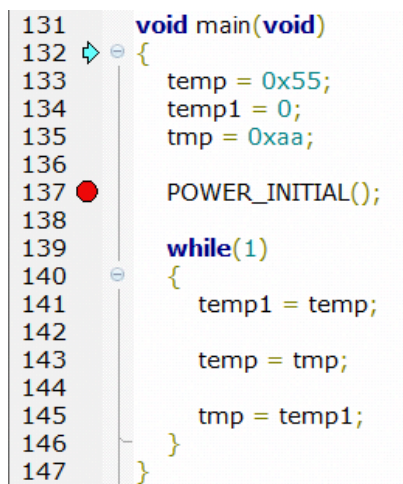



图 2-16 调试箭头及断点

## 2.5.2 执行控制

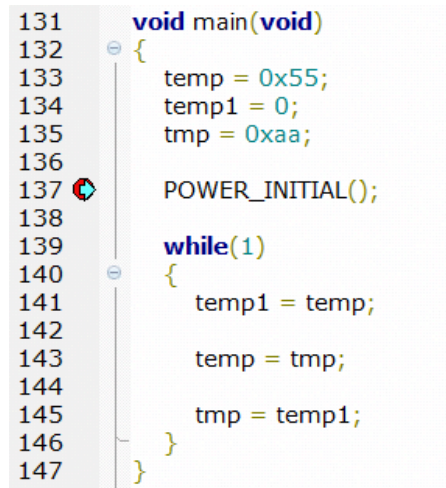
### 1) 运行（Run）

选择菜单“调试”->“运行”，或者按下快捷键 F5，或者点击工具条图标 ，程序将全速运行。

若执行前设置了断点且该断点可以到达，则程序运行到断点处停止，此时青色调试箭头

与红色断点重合，如图 2-17 所示。RAM 窗口、EEPROM 窗口、堆栈窗口和寄存器窗口会刷新显示，并在状态栏显示芯片状态。

如果断点处无法到达或未设置断点，程序将一直全速运行，可以在状态栏看到此时芯片的状态。




```

131 void main(void)
132 {
133     temp = 0x55;
134     temp1 = 0;
135     tmp = 0xaa;
136
137     POWER_INITIAL();
138
139     while(1)
140     {
141         temp1 = temp;
142
143         temp = tmp;
144
145         tmp = temp1;
146     }
147 }
    
```


图 2-17 调试箭头到达断点处

## 2) 停止 (Stop)

选择菜单“调试”->“停止”，或者按下快捷键 Shift + F5，或者点击工具条图标 ，全速运行的程序将停止。


执行完成后，RAM 窗口、EEPROM 窗口、堆栈窗口和寄存器窗口将会刷新显示，并在状态栏显示芯片状态。

## 3) 跟踪 (Step)

选择菜单“调试”->“跟踪”，或者按下快捷键 F11，或者点击工具条图标 ，程序将单步运行一次，每次执行一行程序，执行完该行程序后停止。当程序运行到 Call/LCALL 程序指令时，进入子函数。


每次执行完“跟踪”操作，RAM 窗口、EEPROM 窗口、堆栈窗口和寄存器窗口将会刷新显示，并在状态栏显示芯片状态。

## 4) 单步 (Step over)

选择菜单“调试”->“单步”，或者按下快捷键 F10，或者点击工具条图标 ，程序将单步运行一次，每次执行一行程序，执行完该行程序后停止。与“跟踪”的区别只有，当程序运行到 Call/LCALL 程序指令时，不进入子函数，而是将子函数全速运行，停留在下一个指令处。


每次执行完“单步”操作，RAM 窗口、EEPROM 窗口、堆栈窗口和寄存器窗口将会刷新显示，并在状态栏显示芯片状态。

## 5) 运行到光标处 (Run to Cursor Line)

鼠标左键单击需要停止的语句行，将光标停留到该语句行，选择菜单“调试”->“运行到光标处”，或者按下快捷键 Ctrl+F10，或者点击工具条图标，则程序运行到光标处停止，RAM 窗口、EEPROM 窗口、堆栈窗口和寄存器窗口将会刷新显示，并在状态栏显示芯片状态。

注意：如果选择的语句行程序无法到达，则程序将全速运行，不会运行到光标处停止。

## 6) 复位 (Reset)

选择菜单“调试”->“复位”，或者按下快捷键 Ctrl+F5，或者点击工具条图标，则程序复位，PC 恢复至起始地址，青色调试箭头指向地址 0x0000。

## 2.5.3 调试窗口

### 1) 变量窗口

IDE 提供了可以查看和修改变量的窗口，即输出区的调试窗口。

在调试窗口的“Name”栏下输入需要观察的变量名，调试时将显示该变量当前的值，以及对应的地址。观察的变量为数组时，显示首地址及首地址的值，点击数组名前的“+”即可看到数组内其他的地址和对应的值，如图所示 2-18 和 2-19 所示。

在需要修改的变量对应的“Value”栏中，双击该值可进行修改，修改完成之后，在输出区任意位置单击鼠标左键或者按下回车键，即修改成功，显示修改后的值。

注意：只能查看全局变量，无法查看局部变量。

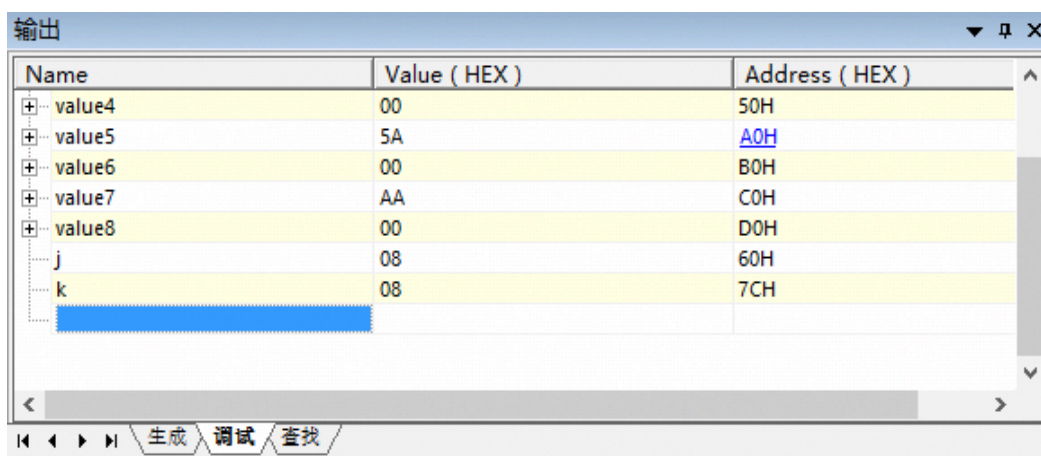


图 2-18 输出区调试窗口

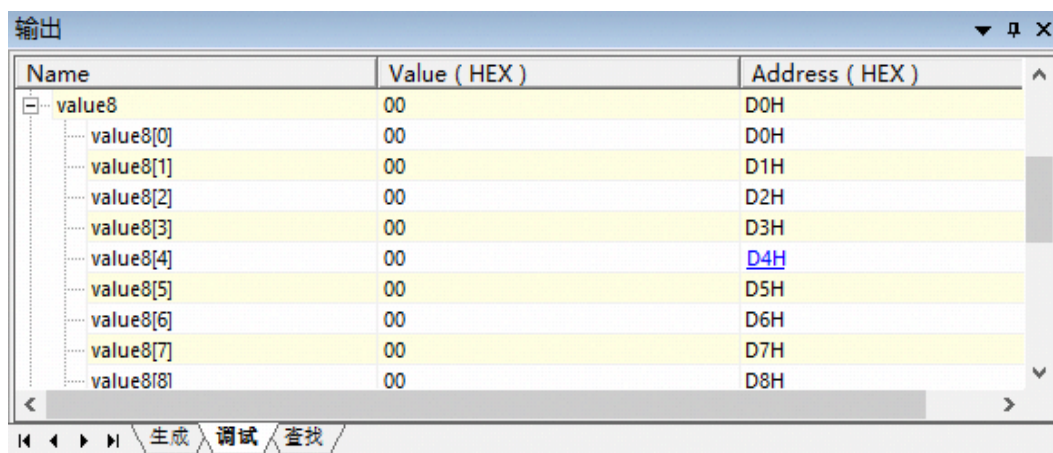


图 2-19 输出区调试窗口之数组展开

## 2) RAM 窗口

RAM 窗口显示芯片当前状态下所有的 RAM 值，如图 2-20 所示。

在调试时会刷新显示，有变化的 RAM 值会以红色标注高亮显示。

开始调试后，可双击修改 RAM 值，修改后在 RAM 窗口任意位置单击或者按下回车键确认，修改的值将被写入芯片中，并回读显示。

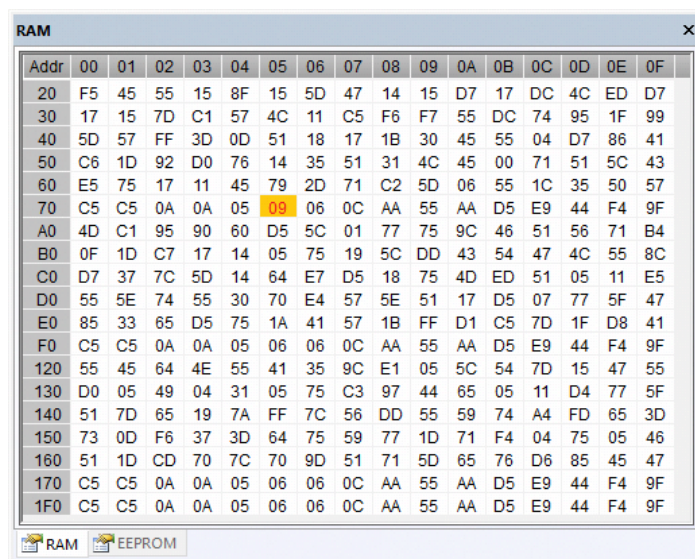


图 2-20 RAM 窗口

## 3) EEPROM 窗口

EEPROM 窗口显示芯片当前状态下所有的 EEPROM 值，如图 2-21 所示。

在调试时会刷新显示，有变化的 EEPROM 值会以红色标注高亮显示。

与 RAM 窗口相同，开始调试后可以在窗口中编辑，双击修改 EEPROM 值，修改后在 EEPROM 窗口任意位置单击或者按下回车键确认，修改的值将被写入芯片中，并回读显示。



关于 EEPROM 的导入和导出等设置详见“EEPROM 设置”小节。

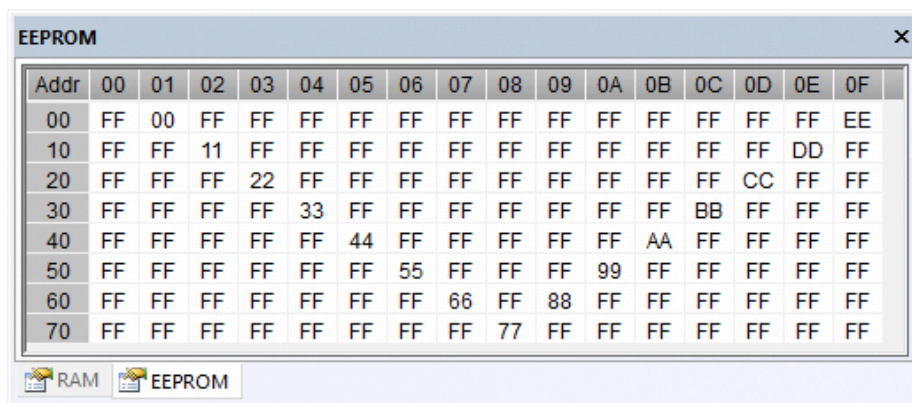


图 2-21 EEPROM 窗口

#### 4) 堆栈窗口

堆栈窗口显示堆栈值，如图 2-22 所示。堆栈值不可以修改，仅用于观测芯片的压栈和出栈情况。

不同型号芯片的堆栈级数限制不同，如果调用层数超过芯片的限制，程序将无法正确运行。

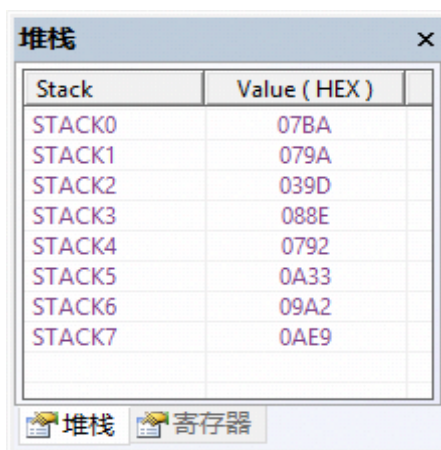


图 2-22 堆栈窗口

#### 5) 寄存器窗口

寄存器窗口如图 2-23 所示，显示 SFR 特殊功能寄存器，包括寄存器地址、寄存器名、寄存器值以及所显示的进制（H 表示十进制，B 表示二进制）。若某寄存器支持位功能，则在其名称之前显示“+”，点击“+”可以展开显示位变量，以及对应位的值，点击“-”收起位变量。

在调试时会刷新显示，有变化的寄存器值会以红色标注高亮显示。

开始仿真调试后，双击寄存器的值可以进行修改，修改后在寄存器窗口任意位置单击或者按下回车键确认，修改的值将被写入芯片中。

注意：位的值不可以单独编辑，另外若某些寄存器的位是只读的，会提示写入寄存器失

败。

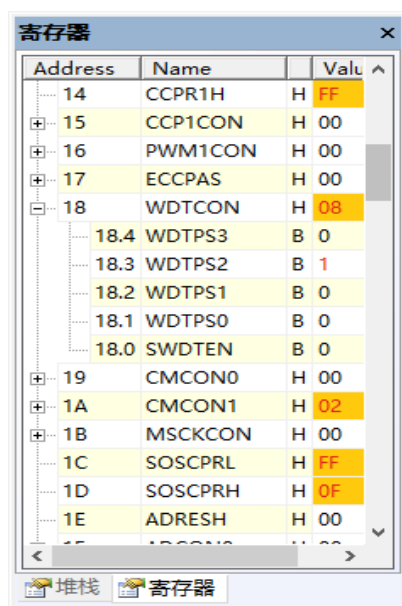


图 2-23 特殊功能寄存器窗口

## 6) 汇编调试窗口

汇编调试窗口用于显示 C 代码对应的反汇编代码和 PC 值，青色调试箭头在源代码和反汇编代码区相互对应，如图 2-24 所示。

在 C 程序的仿真状态下，进行“跟踪”和“单步”操作时，汇编调试窗口会自动打开，也可以通过选择菜单“调试”->“汇编调试”打开汇编调试窗口。

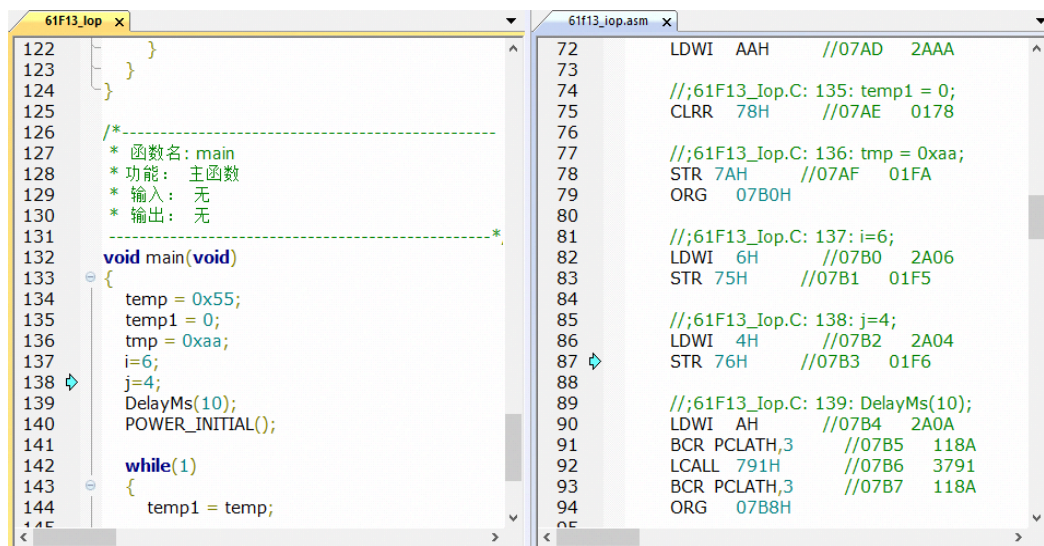


图 2-24 汇编调试窗口

## 2.6 外部供电仿真说明

### ➤ 外部供电下载仿真操作步骤：

**通用步骤**（适用于 FMD 全系列 8bit MCU）：

- ① 将 FMD Link 通过 USB 线连接到电脑；
- ② 外部供电下载仿真时，需将 FMD Link 的接口 VMCU 与 EXVDD 短接(参照 1.2 节)；
- ③ 将目标板的电源与芯片的 VDD 脚的连线断开；
- ④ 将 FMD Link 的另外一个 EXVDD 接口接到目标板的电源，并将 FMD Link 的 VDD 接口接到芯片的 VDD 脚；
- ⑤ 打开 FMD IDE 软件，即可按照正常流程进行下载仿真等操作；

**不断电烧录步骤**（适用于 FT60F21X / FT61F13X / FT61F08X / FT62F13X / FT62F08X）：

- ① 将 FMD Link 通过 USB 线连接到电脑；
- ② 外部供电下载仿真时，需将 FMD Link 的接口 VMCU 与 EXVDD 短接(参照 1.2 节)；
- ③ 将 FMD Link 的另外一个 EXVDD 接口接到目标板的电源，并将 FMD Link 的 VDD 接口接到芯片的外部复位脚 MCLR；
- ④ 打开 FMD IDE 软件，打开工程属性对话框，勾选**不断电烧录**选项，如图 2-25，然后打开 Options 对话框，确保 **MCLRE** 选项选择 **MCLR** 复位脚后，即可按照正常流程进行下载仿真等操作；

**注意：**芯片的外部 MCLR 复位功能必须已经使能后，方可实现不断电烧录仿真；



图 2-25 不断电烧录

## 3 烧录使用说明

### 3.1 烧录器软件

FMDWriter 是辉芒微电子有限公司为 FMD 全系列 8bit MCU 用户提供的烧录软件。

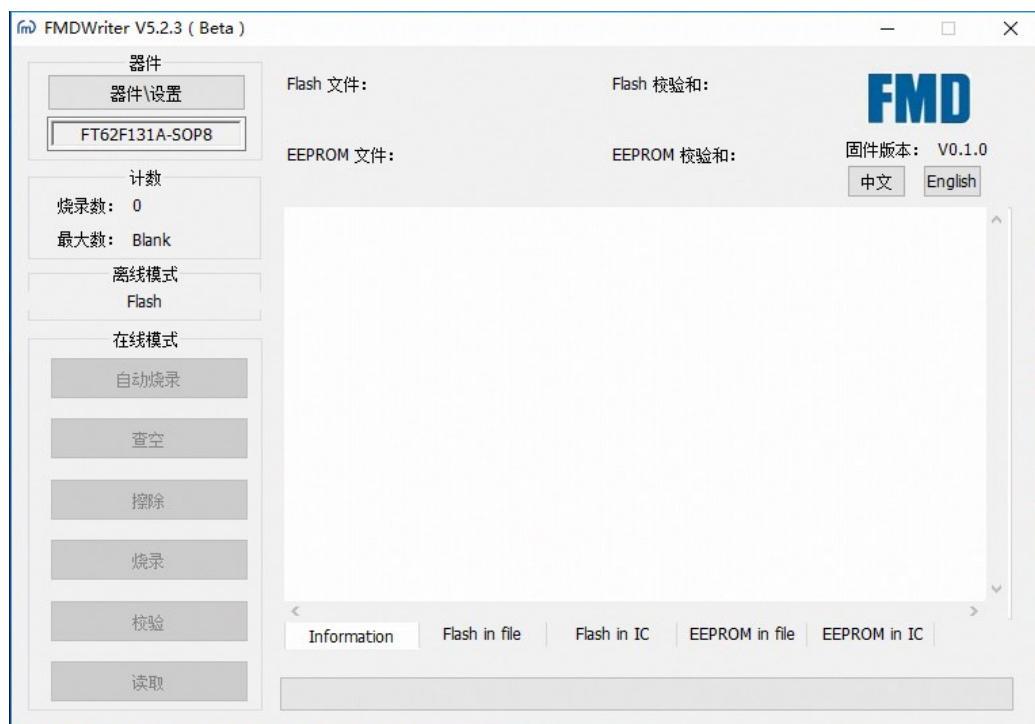
#### 3.1.1 软件安装

FMDWriter PC 端软件为免安装版，请移步官网 [www.fremontmicro.com](http://www.fremontmicro.com) 下载最新版本的烧录器软件。直接解压缩 FMDWriter.rar 到 PC 的任何位置，然后双击 FMDWriter.exe 运行即可(以 V5.2.3 版本为例)。



#### 3.1.2 软件界面说明

运行 FMDWriter.exe，软件打开后的用户主界面如下图所示，若没有连接固件，则 Information 界面会显示未连接固件。

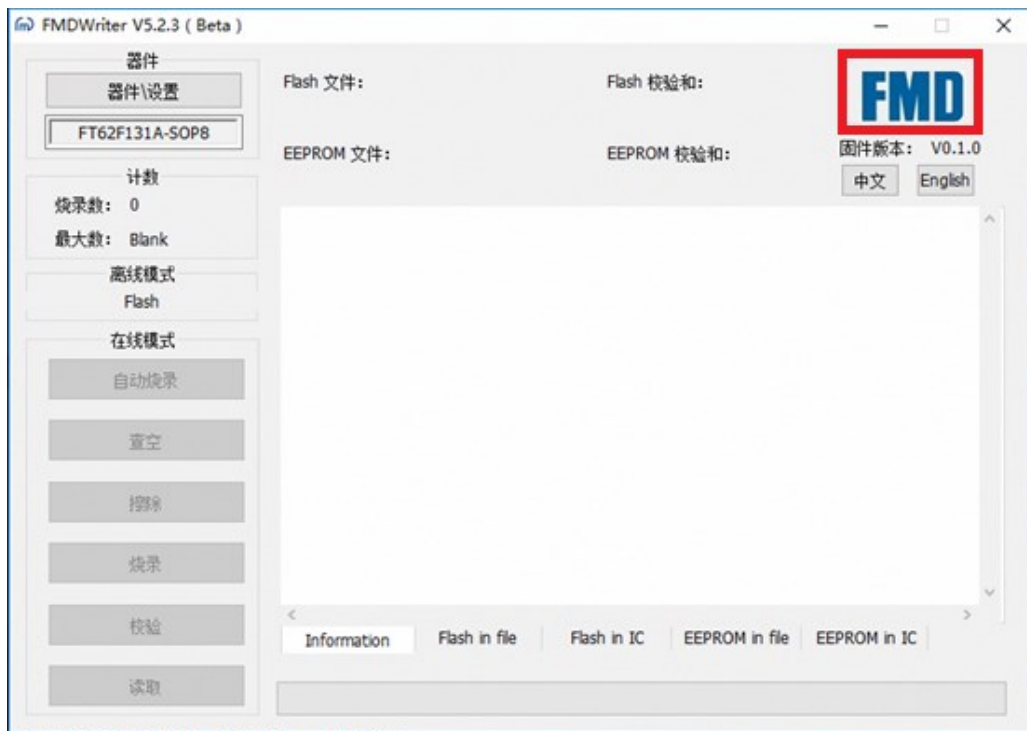




其中，右上角的“FMD”图标用于更新固件，“中文”和“English”用于中英文界面的切换。

## 3.2 更新固件

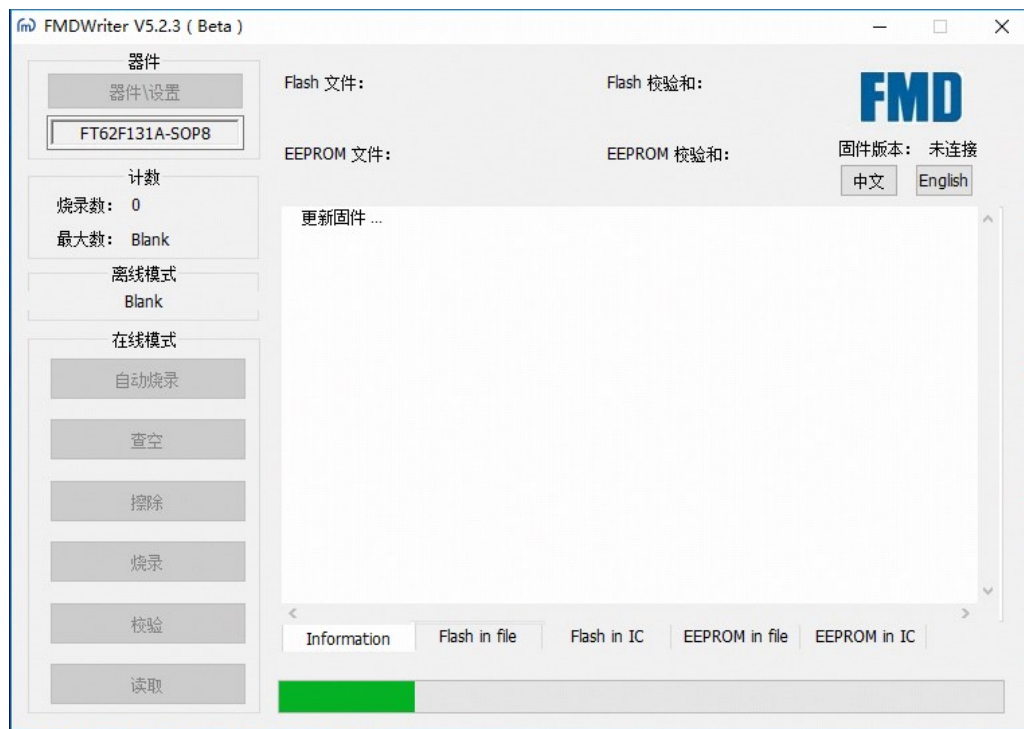
一般情况下，当 FMDWriter 软件链接固件 FMD-Link 后，会自动检测固件版本，若固件版本低，则 Writer 会自动弹出窗口，提示是否要进行更新；或者点击软件右上角的“FMD”图标进行更新，如下图所示。



此时会弹出警告窗口，如下图所示。



点击“确定”，固件开始更新，此时 FMD-Link 亮红灯，上位机显示“更新固件...”，进度条显示更新进度，如下图所示。



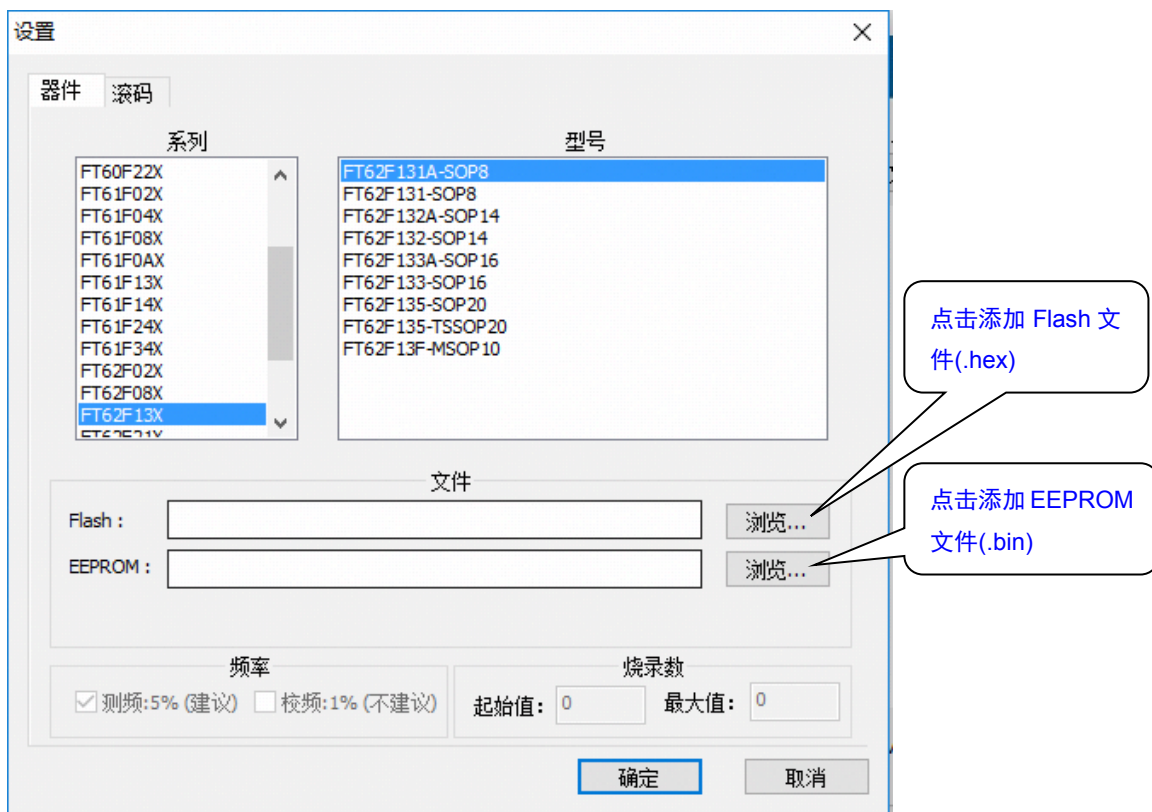
注意：更新过程中务必不要断开 USB，不要关掉上位机软件。

更新成功后，FMD-Link 亮绿灯，软件界面空白显示，FMDWriter 自动复位进入正常工作模式，无需重新插拔 USB 接口，右上角会显示更新后的固件版本号。如更新失败，可重复上述过程。

### 3.3 在线烧录操作步骤

按照正确的接线方式连接好 FMD-Link 固件及芯片后：

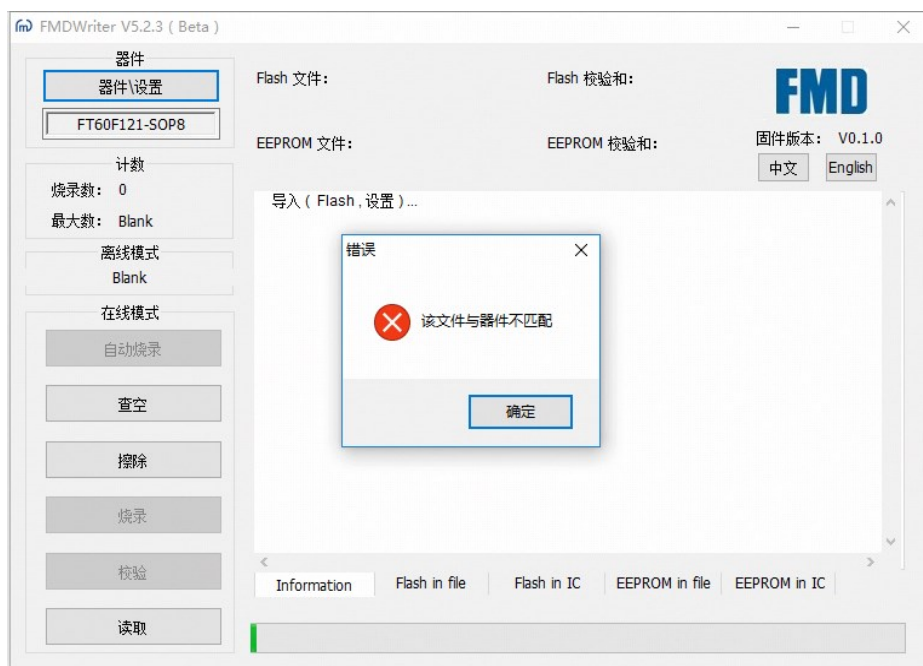
- ① 点击“器件\设置”，弹出设置窗口。
- ② 选择需要烧录的器件型号，Flash 文件、EEPROM 文件等，可以只选 Flash 文件或只选 EEPROM 文件，或两个都选，支持 IAP 程序的器件（FT61F08X，FT62F08X，FT61F14X，FT61F0AX，FT64F0AX，FT67F0AX）还可以选择 IAP 文件。



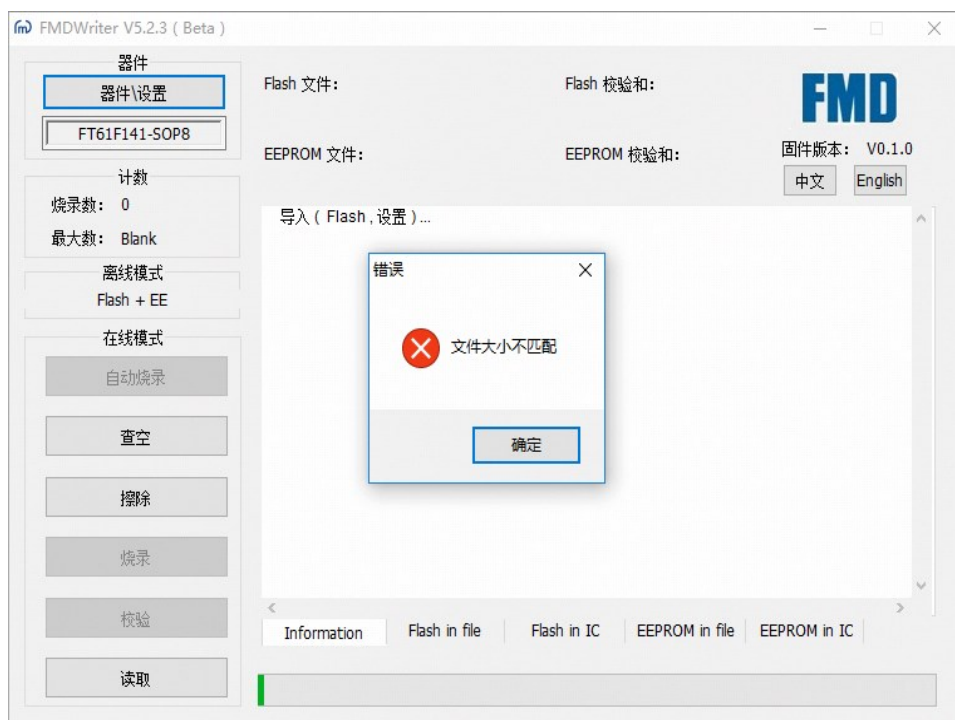
- ③ 点击器件右侧的“滚码”按钮(可选)即可配置滚码(至少先添加一种文件：.hex 或.bin)，详情见“滚码”讲解。
- ④ 点击确定，就会自动装载所添加的文件。

注意：

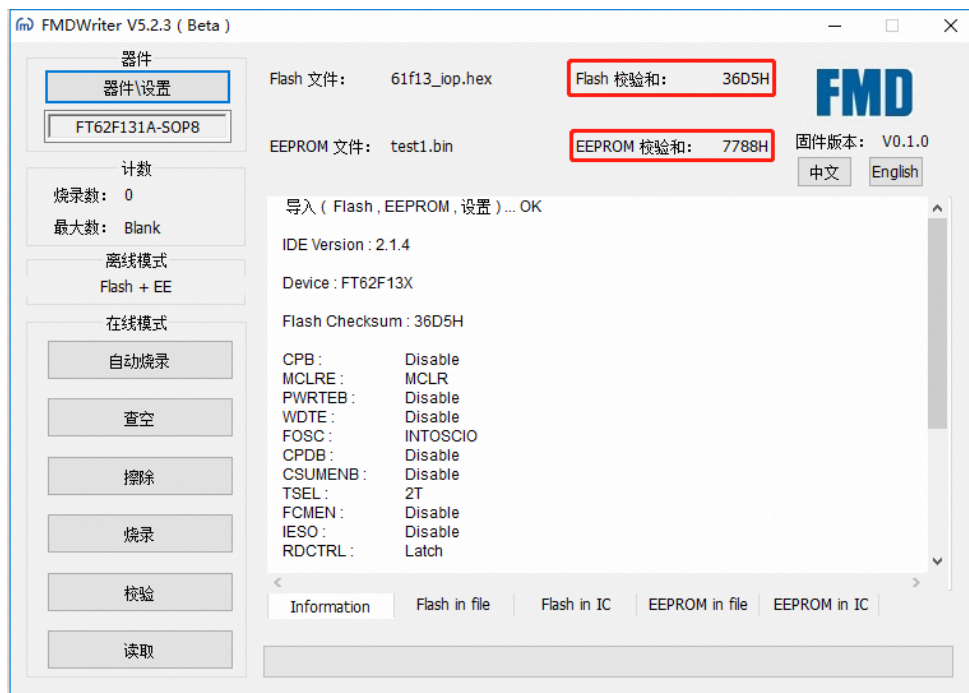
- 若选择的 Flash 文件与器件名不匹配，会弹窗提示文件与器件不匹配，需要重新返回步骤①。



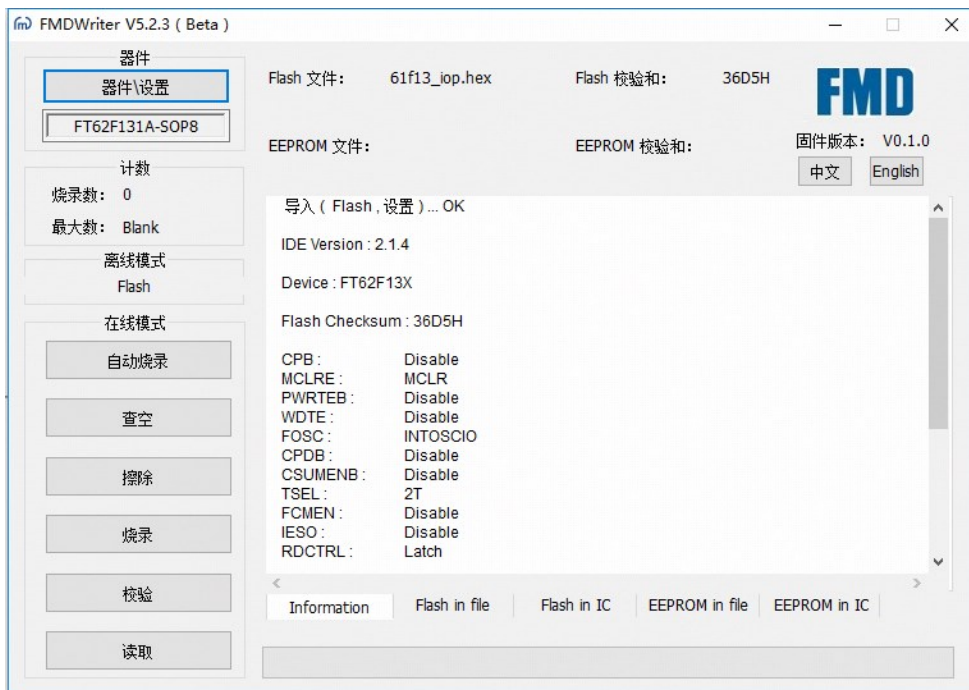
- 若选择的 EEPROM 文件的大小与器件的 EEPROM 容量不匹配，会弹窗提示文件大小不匹配，也需要重新返回步骤①。



装载好 Flash 和 EEPROM 文件后的 FMDWriter 界面，离线模式提示为 Flash+EE，Information 界面显示生成该 HEX 文件的 FMDIDE 版本号、器件名、Flash Checksum、EEPROM Checksum 和 Options 选项，如下图所示（红框处为对应的 Checksum）：

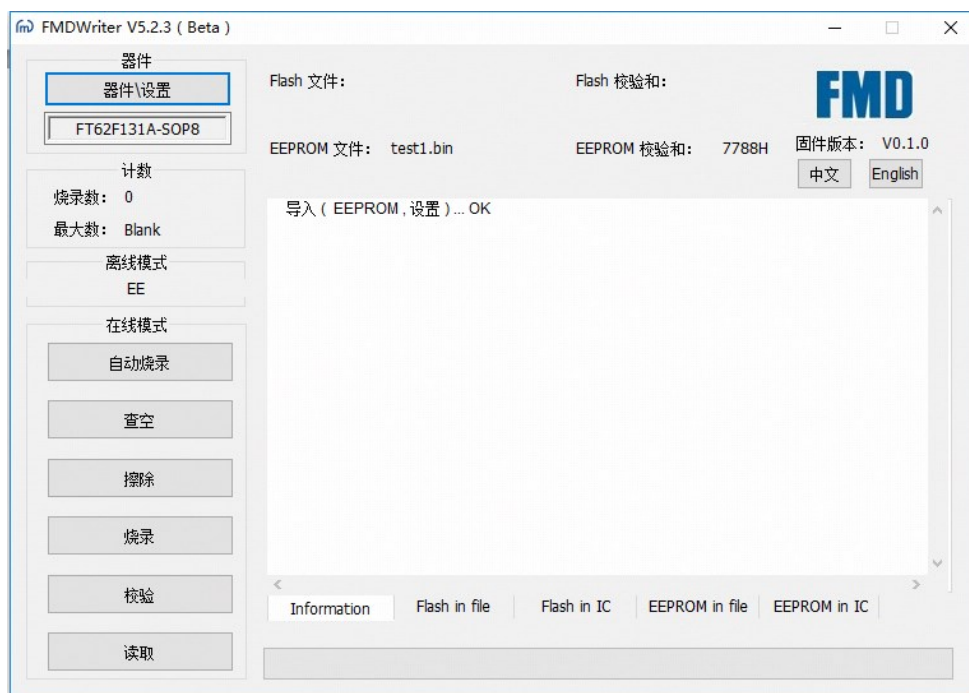


装载好 Flash 文件后的 FMDWriter 界面，离线模式提示为 Flash，Information 界面会显示生成该 HEX 文件的 FMDIDE 版本号、器件名、Flash Checksum 和 Options 选项，不会显示 EEPROM Checksum，如下图所示：



装载好 EEPROM 文件后的 FMDWriter 界面，离线模式提示为 EE，Information 界面会显示生成该 HEX 文件的 EEPROM Checksum，如下图所示：

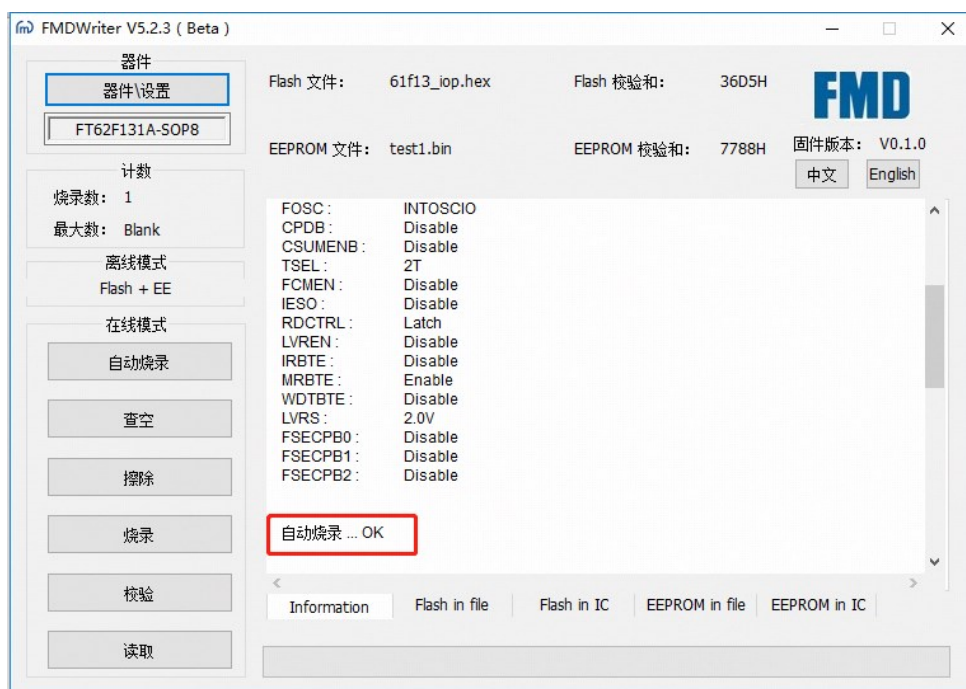




- ⑤ 装载好文件后，可以进行多种烧录相关操作，包括自动烧录、查空、擦除、烧录、校验和读取。

- 自动烧录（Auto Program）：包括擦除、烧录、校验等操作。

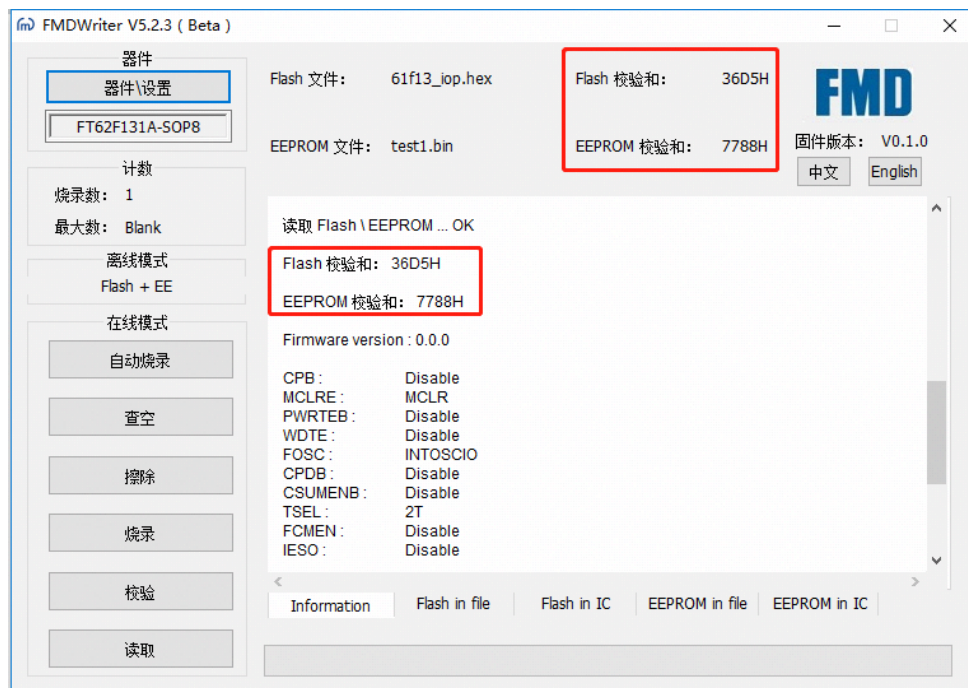
点击“自动烧录”按钮，装载好的文件将按照离线模式的设定进行操作。烧录成功后，Information 界面会提示“自动烧录...OK”，如下图所示，如果烧录失败，Information 界面会提示“自动烧录...Fail”。



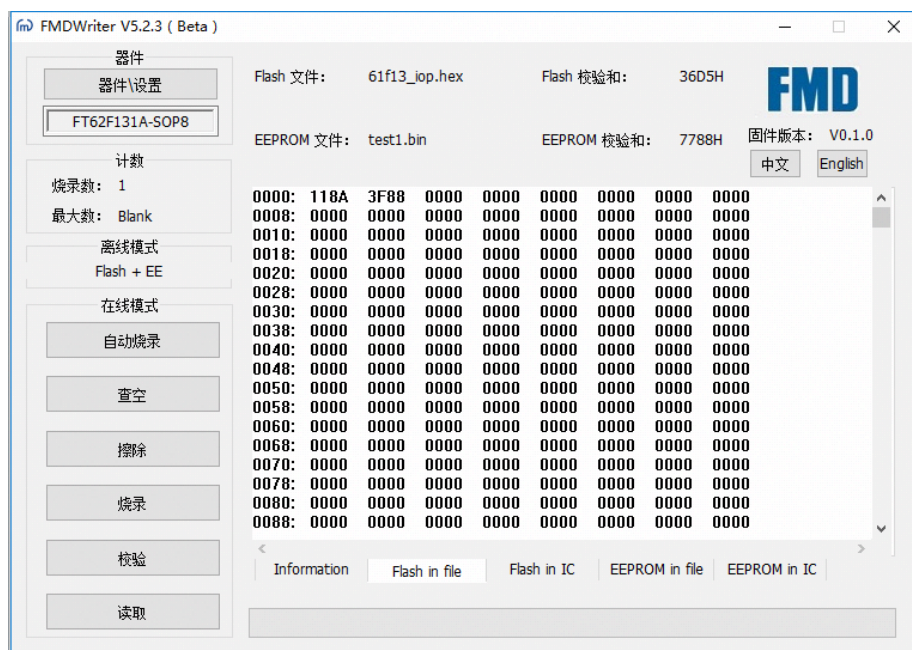
- 读取（Read）：读取 IC 的 Flash 区和 EEPROM 区。

点击“读取”按钮，读取成功后，软件界面将会显示当前芯片的 Flash Checksum，

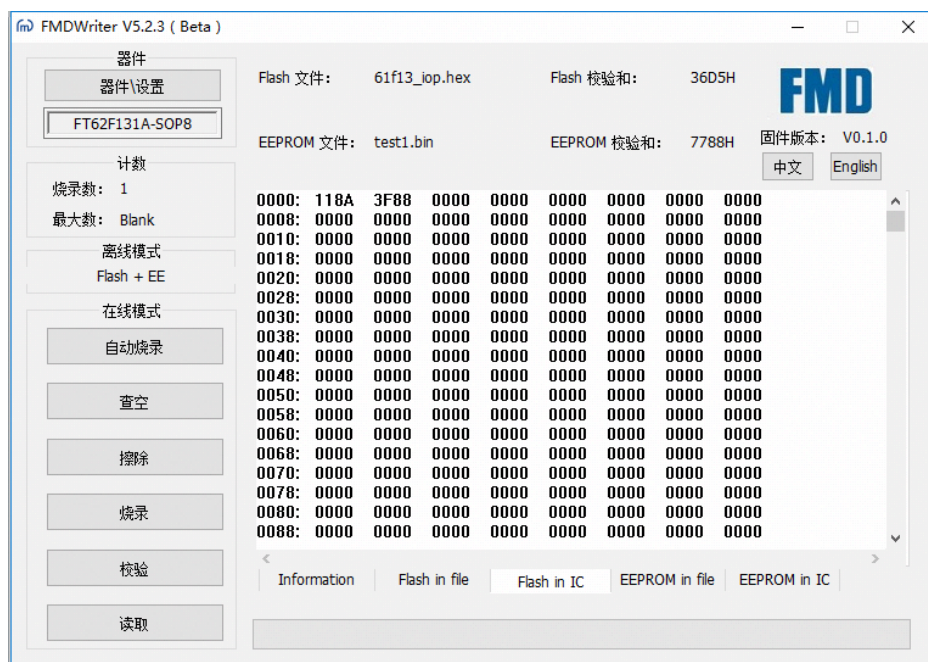
EEPROM Checksum 和 Options 选项，读到的 Checksum 与所烧录的文件相同，如下图所示：



点击 Flash in file 和 Flash in IC 标签页, 会看到 Flash 文件区数据和读取的 IC Flash 区数据是相同的，软件界面分别如下：

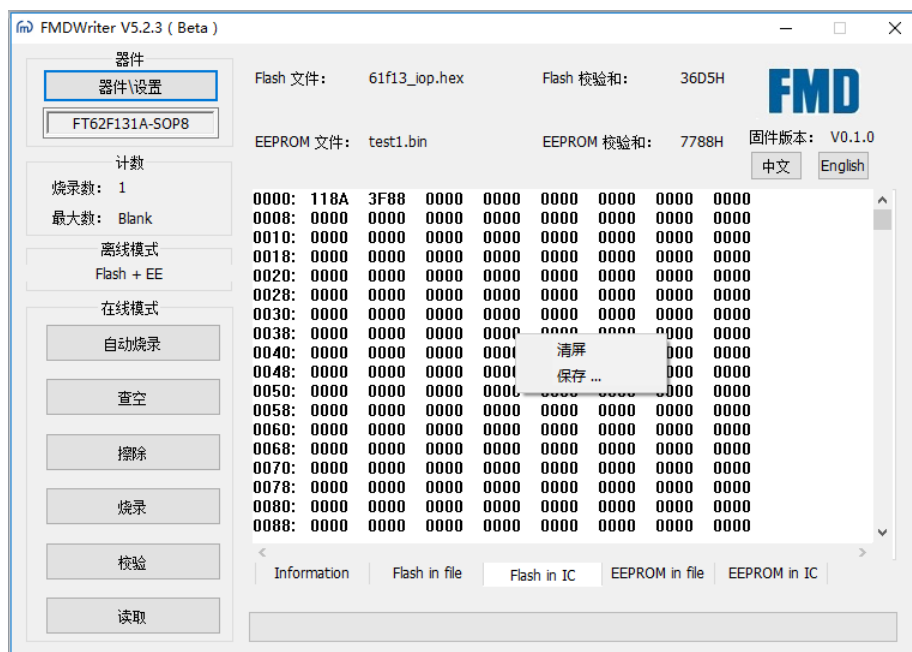


Flash in file



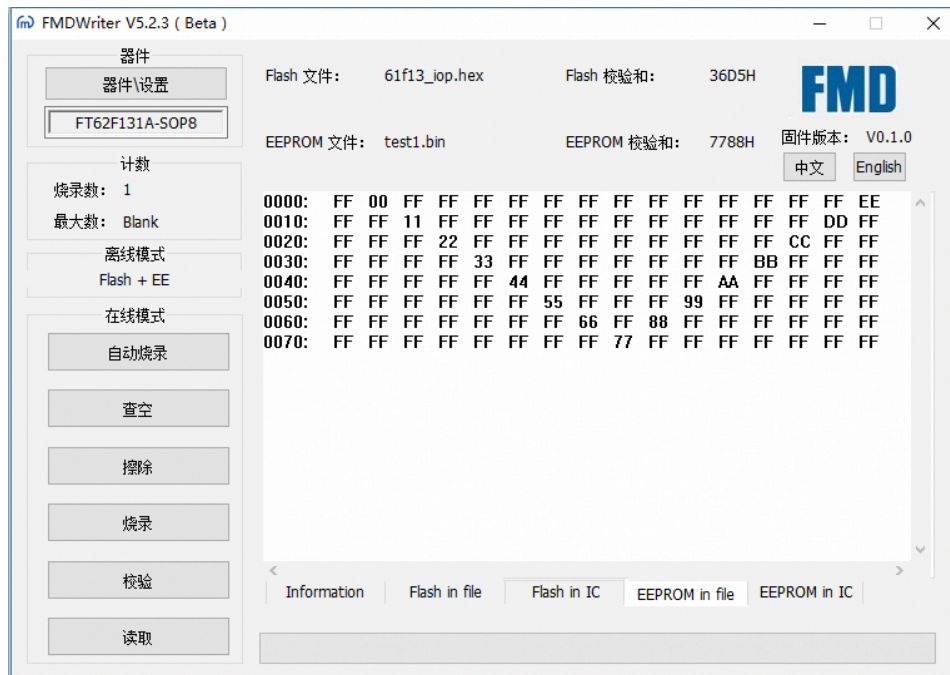
Flash in IC

若需要保存读出的 IC Flash 数据，右键点击保存即可，如下图：

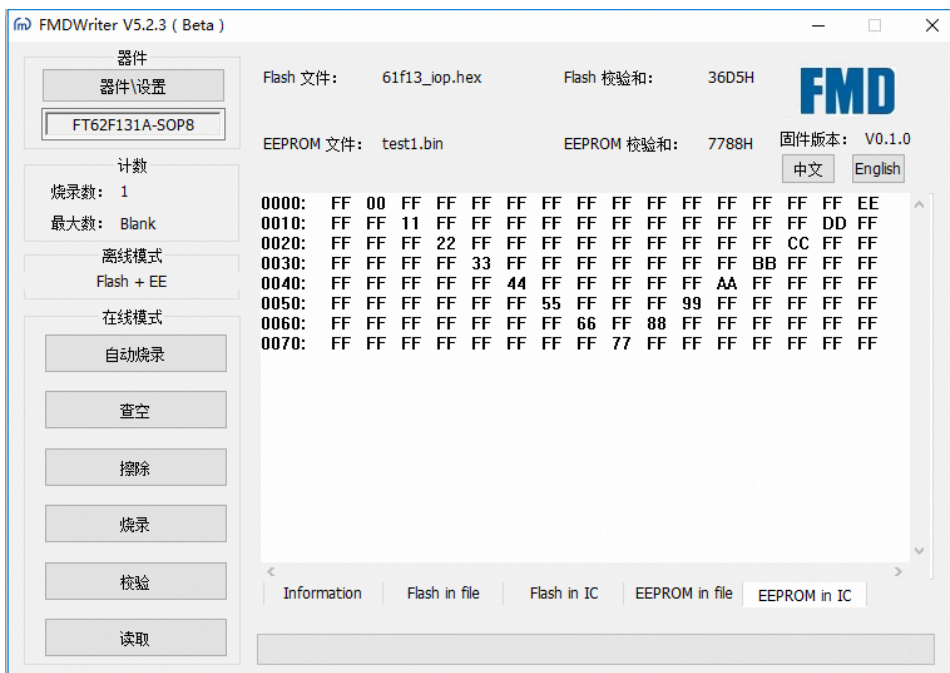




点击界面的 EEPROM in file 和 EEPROM in IC 标签页，我们会看到 EEPROM 文件区数据和读取的 IC EEPROM 区数据，软件界面分别如下：



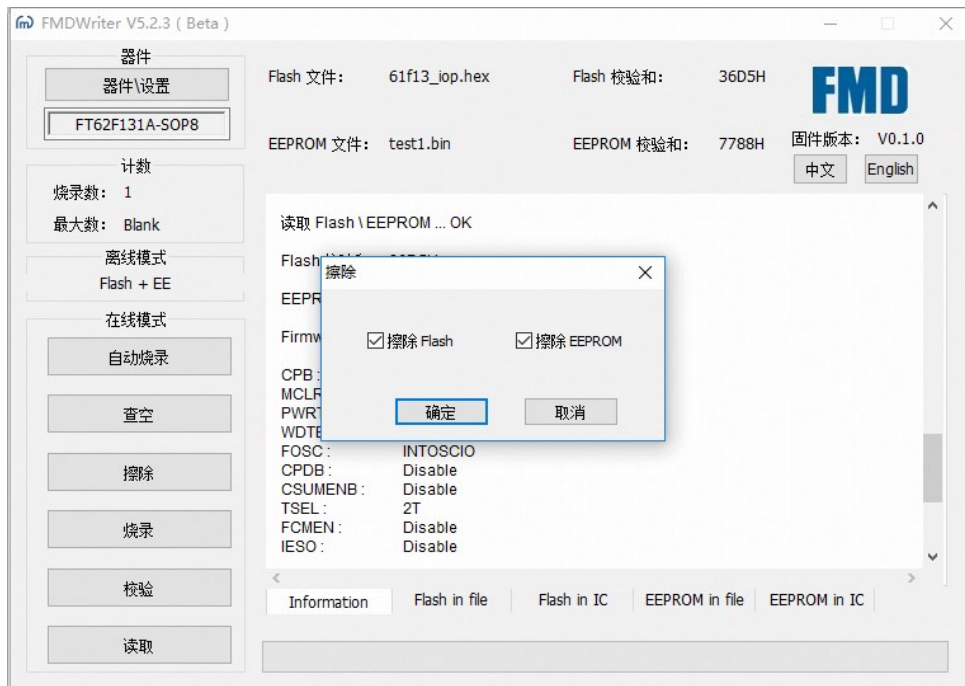
EEPROM in file



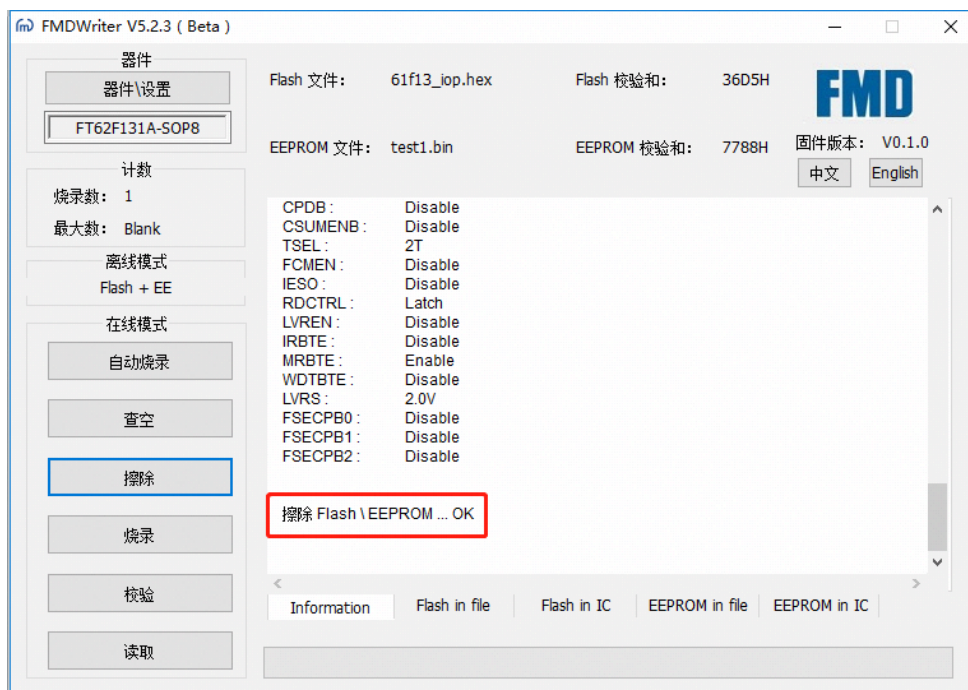
EEPROM in IC

- 擦除 (Erase): 擦除 IC 的 Flash 或 (和) EEPROM。

点击“擦除”按钮，弹出选择擦除窗如下：

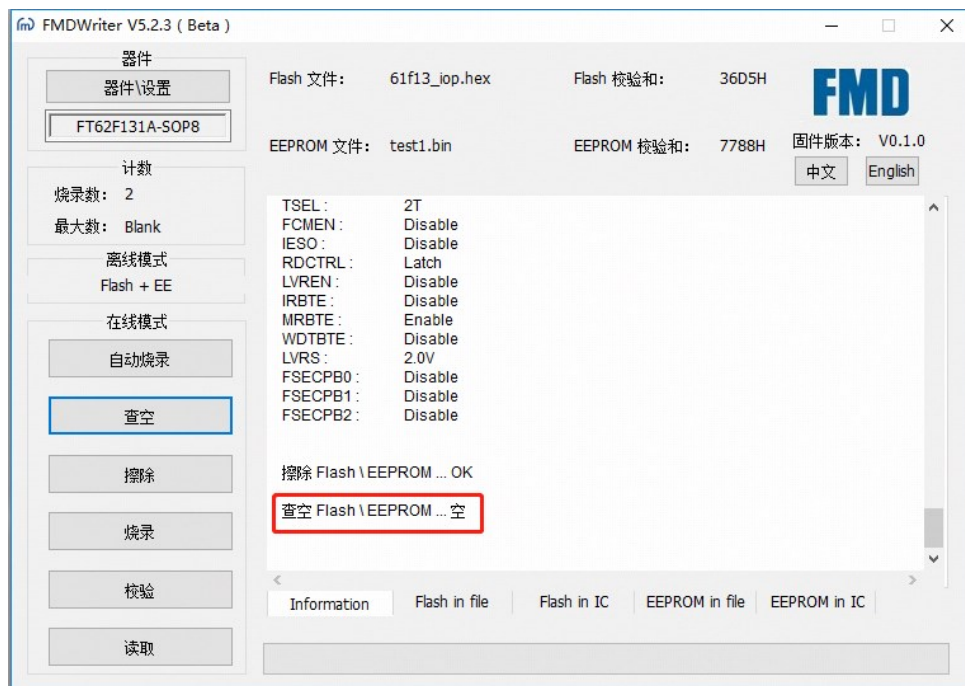


可选择擦除任一或者全部，擦除成功，界面如下：

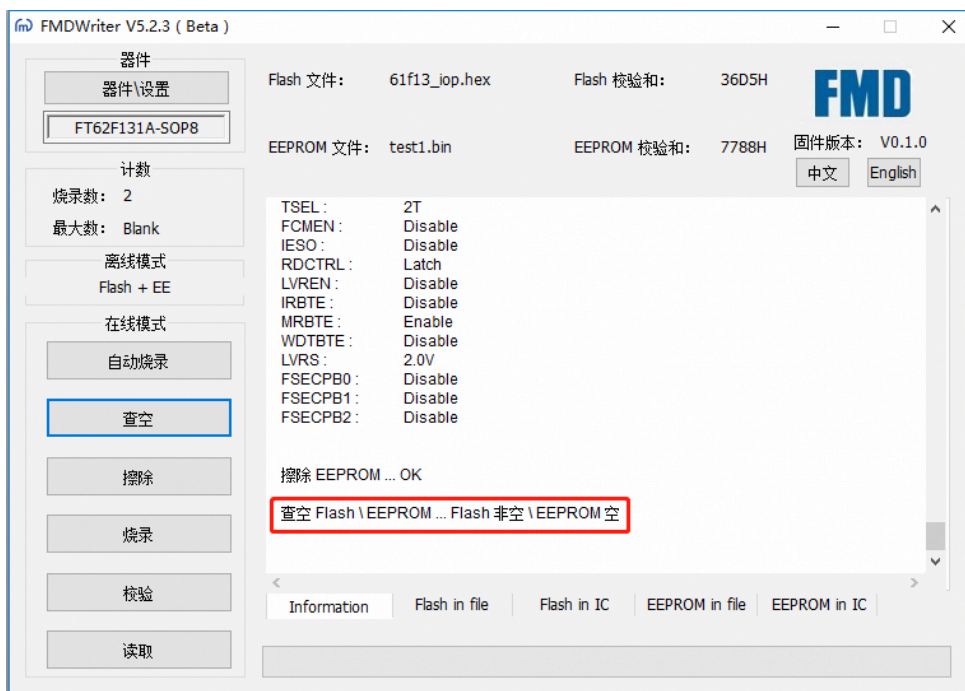


- 查空 (Blank Check): 查空 IC Flash 区和 EEPROM 区。

点击“查空”(因为上面已经擦除了 Flash 和 EEPROM), 软件界面如下:



若只擦除了 EEPROM, 则查空结果如下:

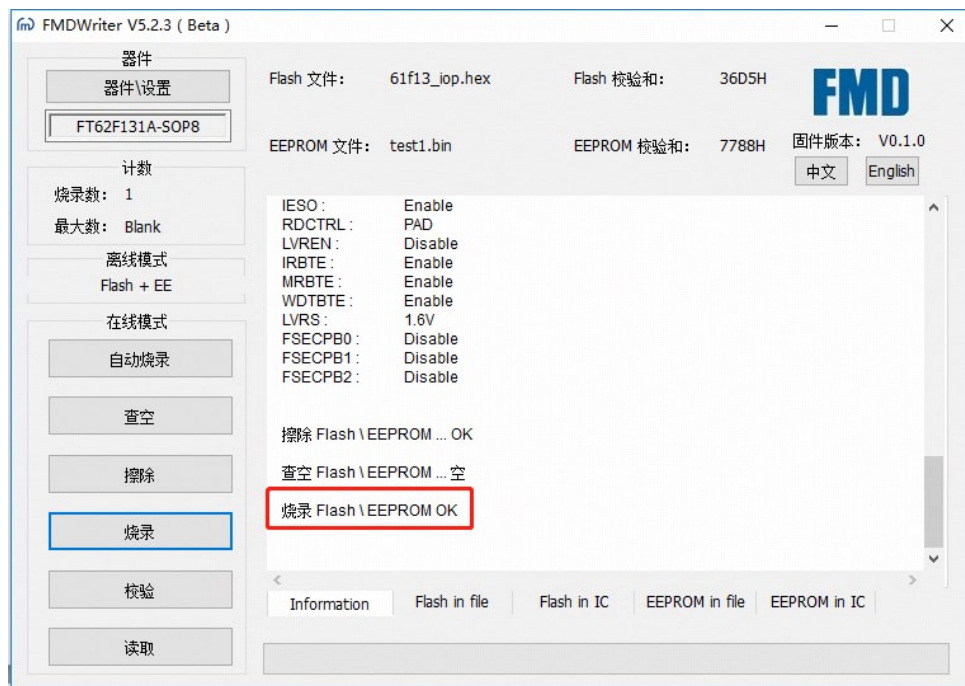


- 烧录 (Program): 对 IC 的 Flash 和 EEPROM 区进行编程。

点击“烧录”, 若装载了 Flash 和 EEPROM 文件, 烧录成功后, Information 界面会提示“烧录 Flash\EEPROM...OK”, 如果烧录失败, Information 界面会提示“烧录 Flash\EEPROM...Fail”。若只装载了 Flash 文件, Information 界面会提示“烧录

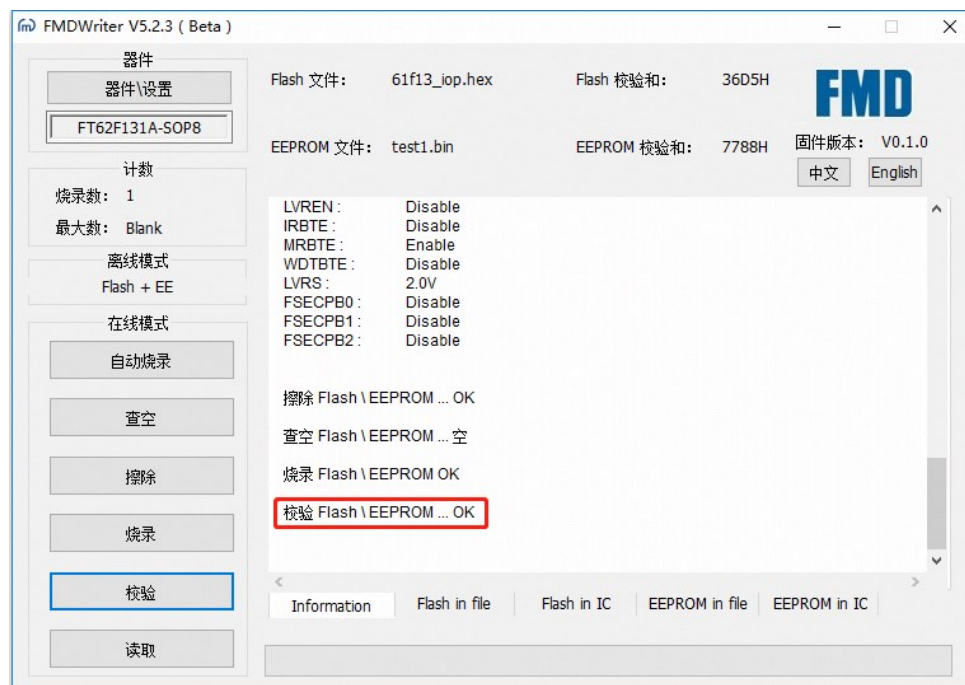


Flash...OK”或“烧录 Flash...Fail”。若只装载了 EEPROM 文件，Information 界面会提示“烧录 EEPROM...OK”或“烧录 EEPROM...Fail”。界面如下：



➤ 校验 (Verify):

校验 IC 的 Flash 区和 EEPROM 区是否编程正确，即读出 IC 中烧录的数据和烧录文件逐一对比判断是否一致，界面如下：



### 3.4 脱机烧录操作步骤

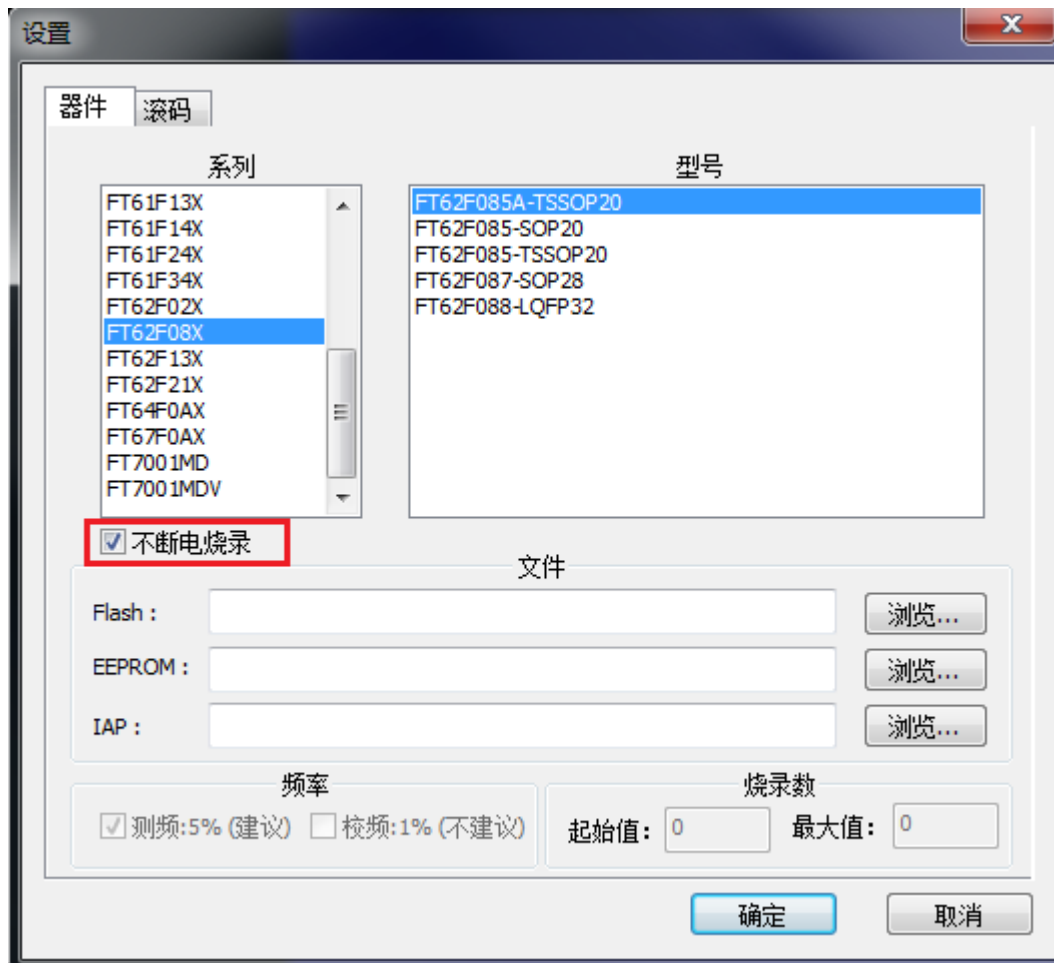
- ① 选择器件型号及装载文件等设置同在线烧录操作步骤①~④。
- ② 装载好 Flash 和（或）EEPROM 文件后，此时只要给 USB 供电，就可以按下 Link 上的按键进行自动烧录。烧录过程中，Link 上的灯熄灭，烧录成功后亮绿灯，烧录失败后亮红灯。

### 3.5 不断电烧录操作步骤

**不断电烧录步骤**（适用于 FT60F21X / FT61F13X / FT61F08X / FT62F13X / FT62F08X）：

- ① 将 FMD Link 通过 USB 线连接到电脑；
- ② 外部供电烧录时，需将 FMD Link 的接口 VMCU 与 EXVDD 短接(参照 1.2 节)；
- ③ 将 FMD Link 的另外一个 EXVDD 接口接到目标板的电源，并将 FMD Link 的 VDD 接口接到芯片的外部复位脚 MCLR；
- ④ 打开 FMD Writer 软件，打开器件/设置对话框，**勾选不断电烧录选项**，如下图，即可按照正常流程进行烧录等操作；

**注意：**芯片的外部 MCLR 复位功能必须已经使能，且烧录的 HEX 文件中同样使能了 MCLR 复位脚，方可实现不断电烧录；



## 3.6 可选功能说明

### 3.6.1 滚码 (Rolling Code)

#### 1) 自动滚码

Rolling Code 放在 EEPROM 区, 点击“器件\设置”->“滚码”(至少先添加一种文件.hex 或.bin), 取消勾选“禁止滚码”, 界面弹出窗如下:

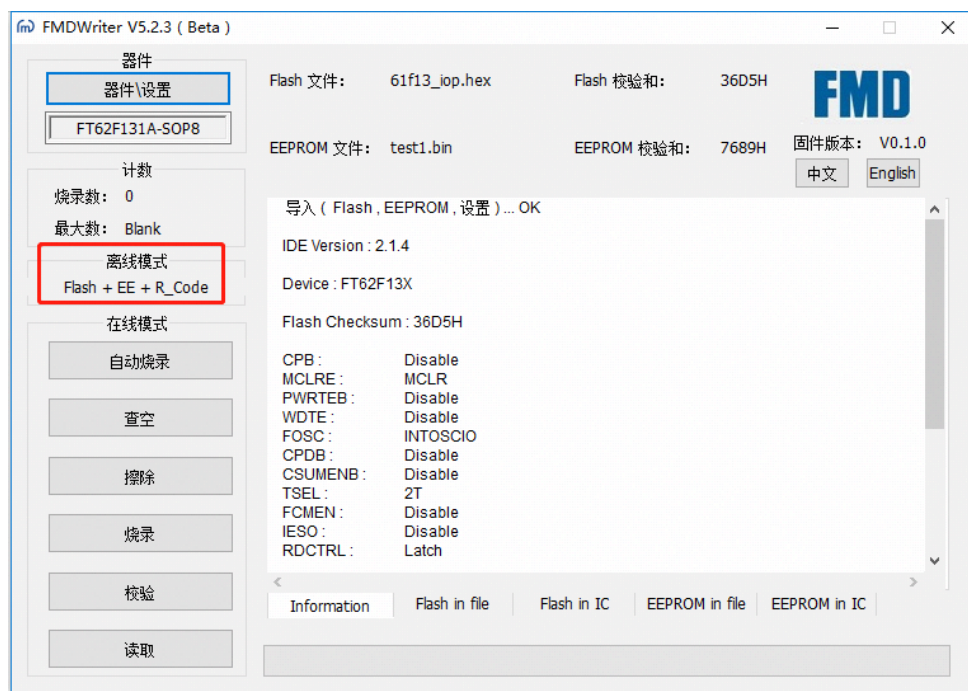


参数包括“首地址”、“位数”、“起始值”、“累加值”和“结束值”，其中“结束值”是可选的。

- “首地址”：开始替换为滚码的地址（十六进制），输入范围要匹配所选择器件的EEPROM 容量；
- “位数”：可设置为 1~8 字节（十进制）；
- “起始值”：滚码的初始值（十六进制），最长不超过设置的位数。
- “累加值”：每次成功编程后的增量值（十进制），可设置为 1~255。
- “结束值”：滚码的初始值（十六进制），可选，取消勾选“禁止结束值”即可设置。

根据需求正确设置相关参数后，点击确定，若添加了 Flash 和 EEPROM 两种文件，离线模式的提示消息变为 Flash + EE + R\_Code，表示 Rolling code 设置成功，如下图红框处所示：





例如：设置首地址为 0x7F，位数为 1，起始值为 00，累加值为 01，则第一次烧录后可读到 EEPROM 区的 0x7F 地址为 0x00，第二次烧录将自动递增至 0x01，第三次为 0x02，依次递增至 0xFF 后，将重新从 0x00 开始。

若设定了结束值，当 Rolling code 达到设定最大值，将无法继续烧录，Link 将亮红灯报错，此时需由上位机重新设定 Rolling code，方可再次烧录。

## 2) 手动滚码

在滚码设置界面还有一个手动写入滚码（Rolling code）的模式，如图：



点击设置，可以手动输入需要设置的参数，参数包括“起始地址”、“固定值”、“变化值”、“位数”、“数据格式”和“规则”。

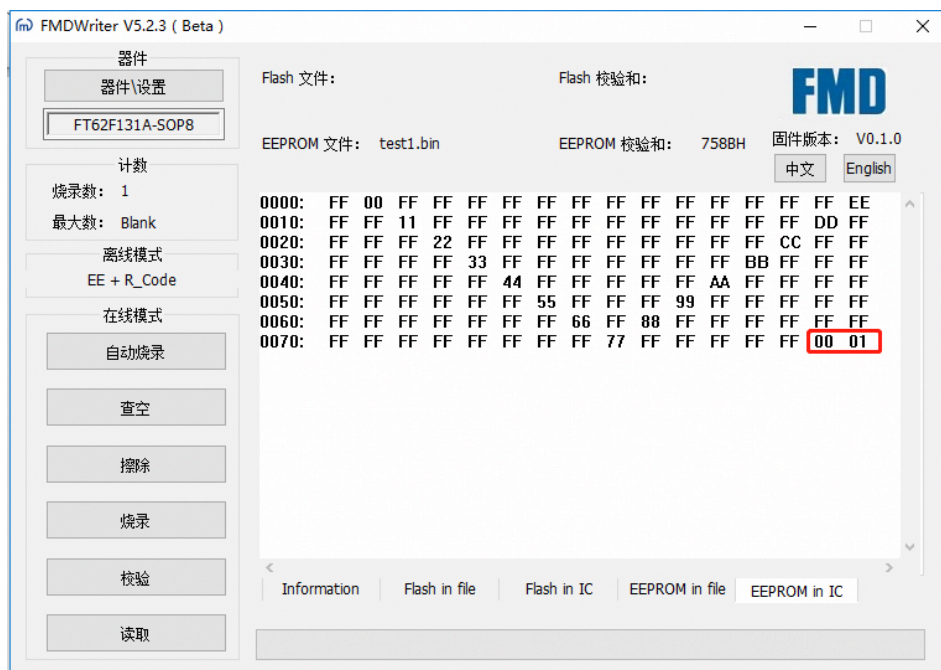
- “数据格式”：可选的有 16 进制和 10 进制，选择后，则“起始地址”、“固定值”和“变化值”则需按照“数据格式”所勾选的数据格式输入。
- “规则”：可勾选是否累加，若不勾选，则滚码不变，每次烧录的滚码为同一个值，若勾选，则每次烧录滚码自动累加值为 1。
- “起始地址”：开始替换为滚码的地址，输入范围要匹配所选择器件的 EEPROM 容量。
- “固定值”：滚码高位初始值，可选择位数为 0~7，烧录滚码的过程中此高位值保持不变，若不需要固定高位值，可选择位数为 0。
- “变化值”：滚码低位初始值，可选择位数为 0~7，若勾选了累加，每次烧录后变化值会自动加 1。

手动滚码界面如下，设置好参数后，“写入数据”显示准备烧录的滚码值，点击运行：

运行后，“读回数据”显示 IC 已写入的滚码值，“写入数据”显示下次准备烧录的滚码值，界面如下：



读取烧录后的 EEPROM 状态如下：



### 3) 掉电滚码

无论是自动滚码或者手动滚码，都支持掉电保存，即当 FMD-Link 重新上电时，滚码不会恢复为初始设定值，而是保存上次烧录后的滚码值。

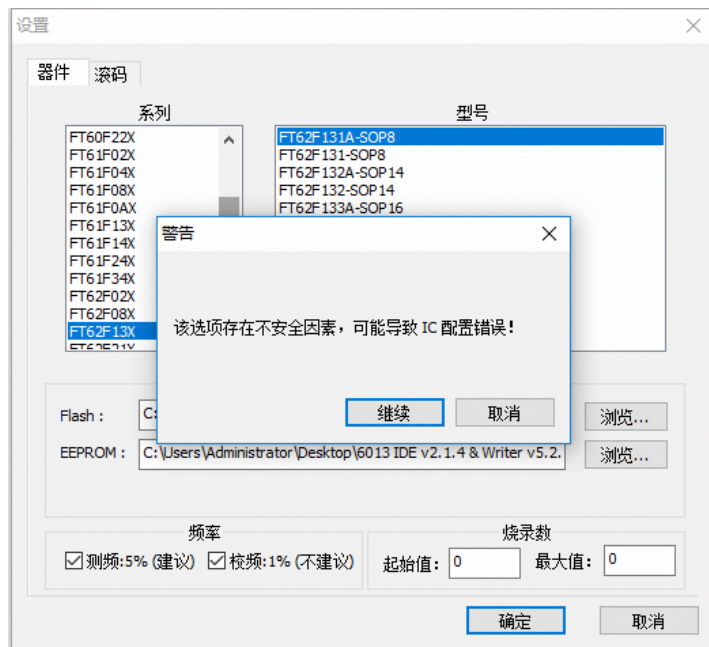
### 3.6.2 校频 (Calibrate frequency)

FMD-Link 提供了 MCU 内部高速 RC 振荡器的频率测试及校准功能，在选择装载文件时，默认勾选测频(精度 5%)，也可勾选校频前面的复选框，选中“校频”，会弹出警告窗口，

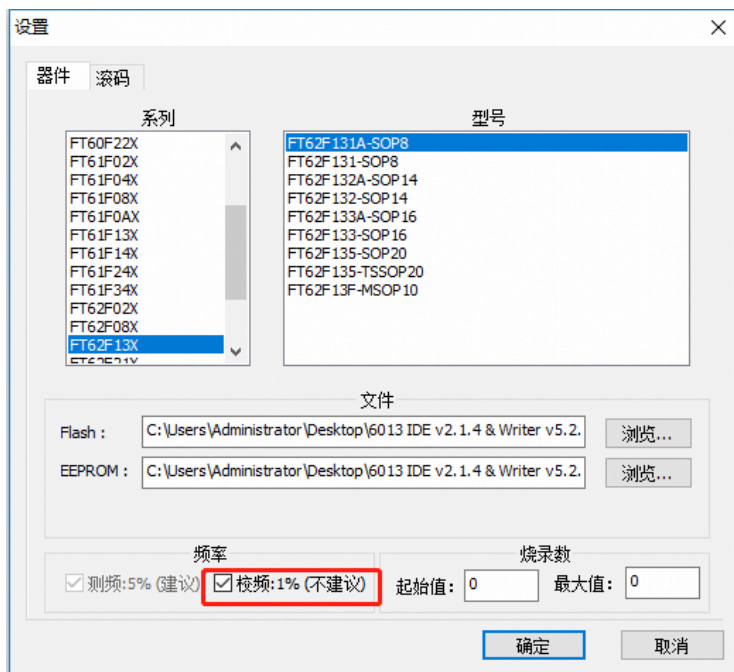
如图：

**注意 1: 该功能存在较高风险性，不建议使用，使用该功能前请咨询；**

注意 2: 选中校频时，默认先测频再校频，因此测频前面的复选框可选也可不选，不影响校频；

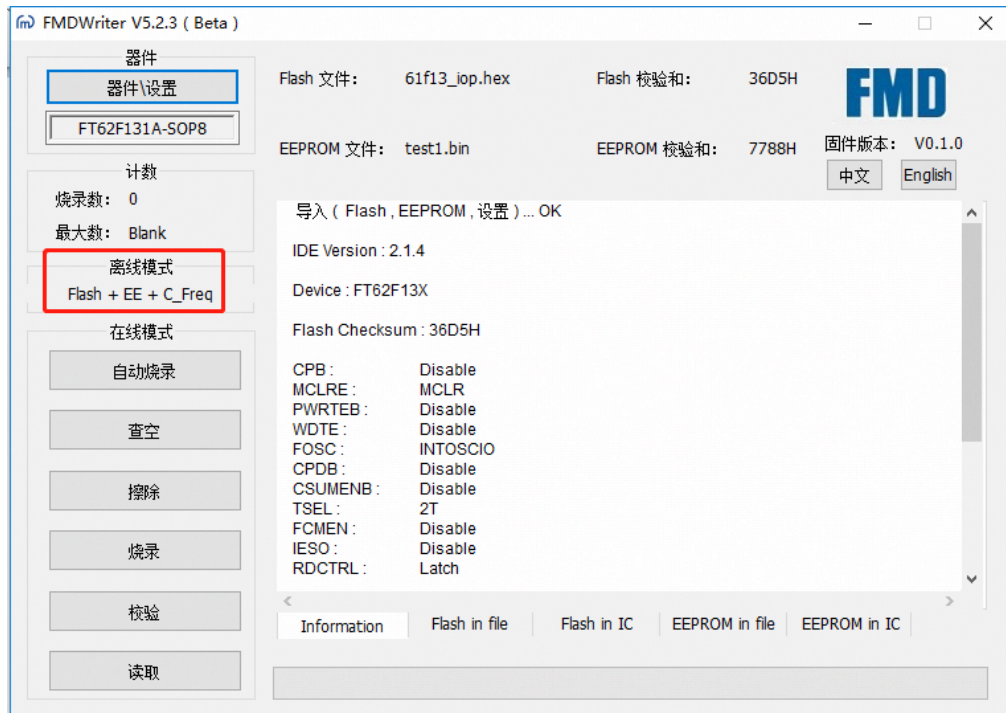


点击继续，可以看到“校频”已经选中，如图：



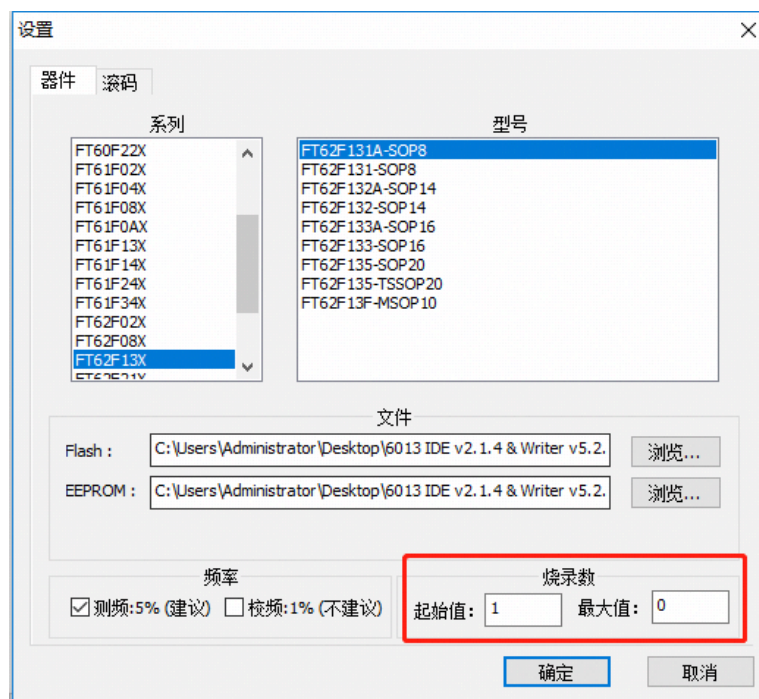
点击确定，离线模式提示消息变为 Flash + EE + CAL\_Freq，表示频率校准功能设置成功，如下图所示：



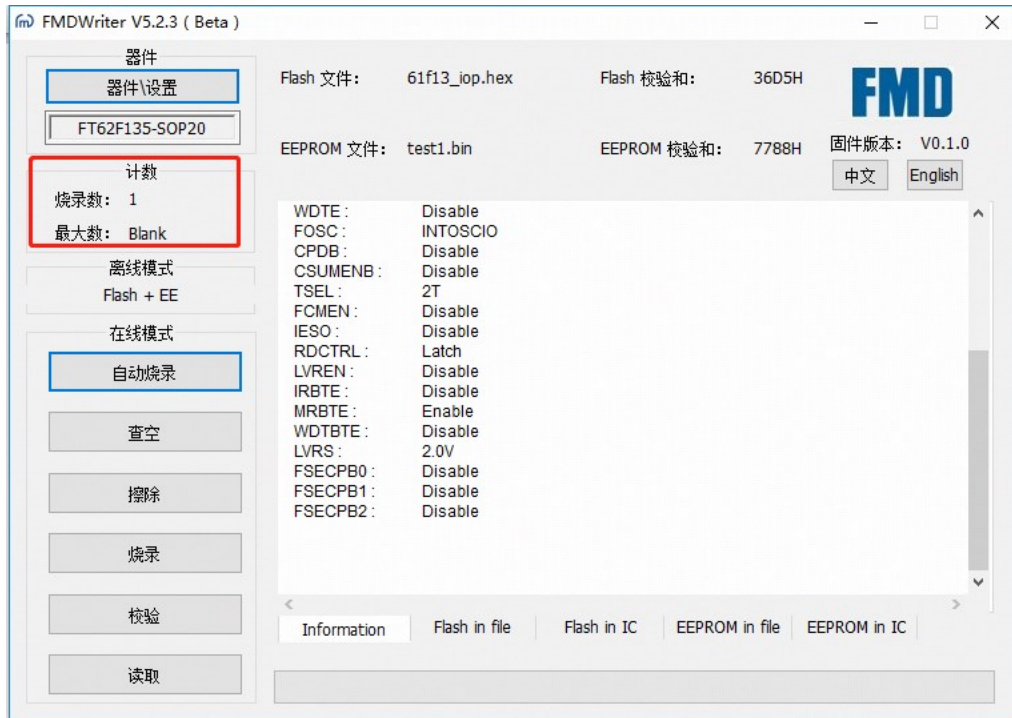


### 3.6.3 烧录数 (Counter)

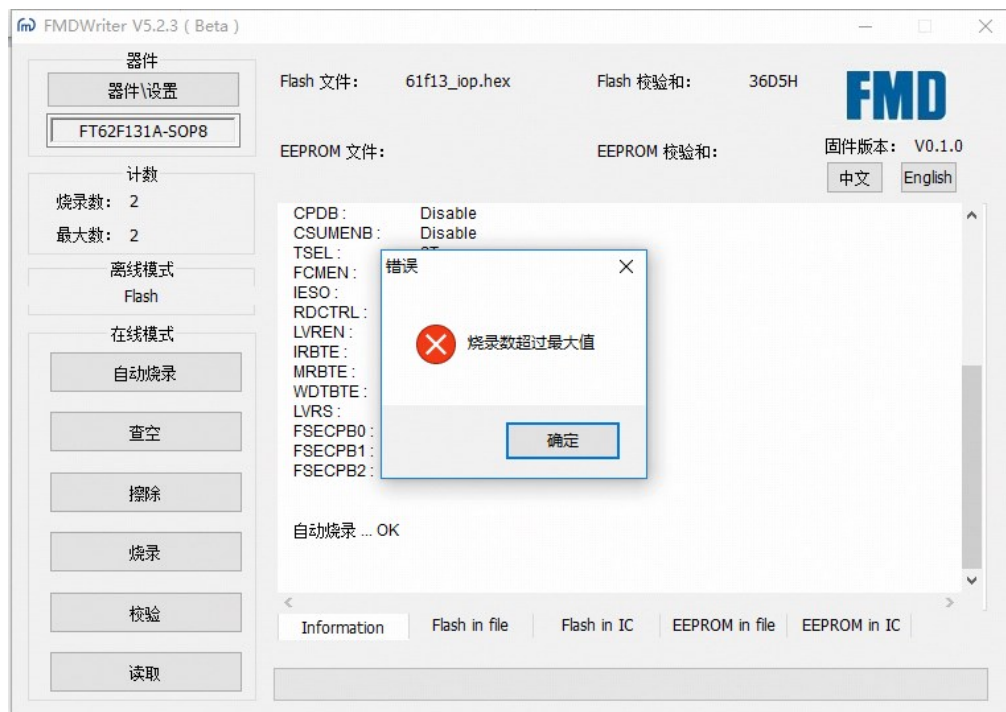
在“器件\设置”界面，可设置 Counter 的初始值和最大值，如下图所示：



点击确定，可以在主界面的“计数”部分看到烧录数和最大数。烧录数显示为设置的初始值。当最大值（MAX Value）设置为 0 时，表示不限制烧录数量，最大数显示为 Blank，如下图所示：



烧录成功一次，烧录数加 1，若最大数设置了有限值，达到最大设定值后，FMD-Link 不再响应任何烧录命令。若为在线烧录，FMDWriter 将弹出错误窗口提示烧录数超过最大值，如下图所示。若为脱机烧录，Link 亮红灯报错。此时需连接上位机更新烧录数后方可继续烧录。



## 3.7 连接机台说明

- **3.3V:** 接机台 VDD 输入口, 只可选择 3.3V!
- **Start:** 启动烧录信号, 低电平有效, 在每次烧录前, 烧录机台只读取 FMD-Link 的 Busy 信号, 如果 Busy 信号是高电平, 说明 FMD-Link 空闲, 可以发烧录命令, 烧录机台给出一个低脉冲信号, FMD-Link 就开始编程;
- **Busy:** 正在烧录中, 低电平有效, 表示 FMD-Link 正在忙于操作, 需要等待 Busy 信号变高电平后才能发送 Start 信号;
- **OK:** 烧录成功信号, 低电平有效, 如果烧录正确, 则 OK 信号为低电平;
- **NG:** 烧录失败信号, 低电平有效, 如果烧录失败, 则 NG 信号为低电平;
- **GND:** 接机台 VSS;

所有逻辑信号为 3.3V 电平 IO 输入输出, 带负载能力有限, 如使用强负载请外接带负载电路。



## 附录 版本更改历史

版本	日期	内容
V 0.1	2020/04/28	初版