



# 应用笔记

---

ACM32F403 / A403 / FP401 / F070 / A070 / WB15 系列芯片  
Power Writer®创芯工坊烧录器实现 PCROP 功能使用方法

---

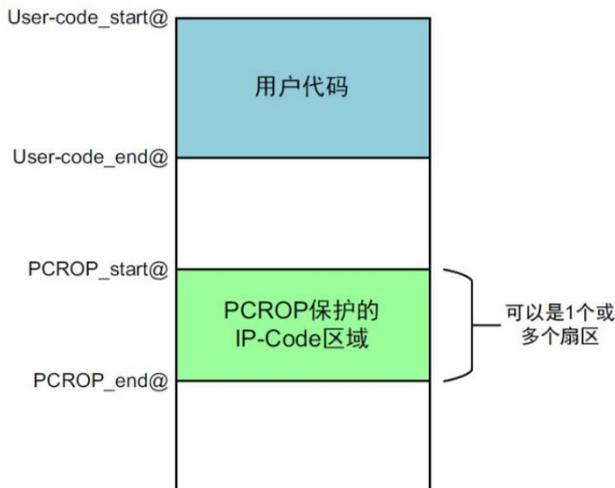
版本: V1.2

日期: 2025-3-10

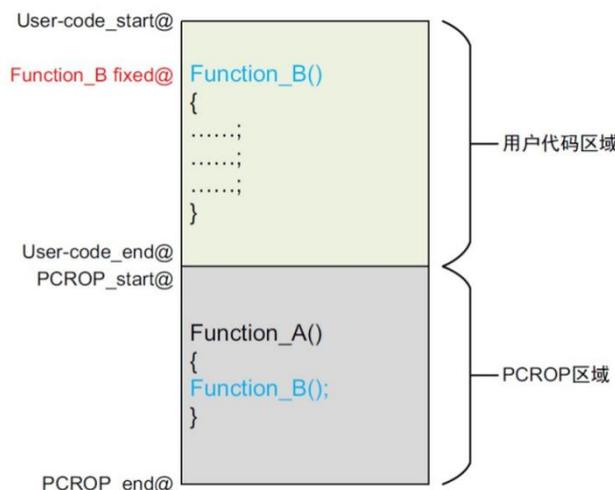
**上海航芯电子科技股份有限公司**

# 1. PCROP 专有代码保护

PCROP 是一个专有代码读出保护的功能。它是针对 Flash 的某些特定区域进行代码的读写保护。可以被用来保护一些 IP 代码，方便进行二次开发。



受 PCROP 保护的 IP 代码可以随意地被用户应用程序调用运行，同时又防止外界对 IP 代码的直接读写访问。PCROP 区的代码也可以调用 PCROP 区外的处于固定地址的函数。



受 PCROP 保护的区域中只允许执行指令代码（通过 I-Code 总线取指令），数据读取是被禁止的。因此，受保护的 IP 代码不能访问存储于同一块区域内的关联数据，比如文字池（literal pools）、分支表（branch tables）以及在执行过程中需要通过 D-code 总线进行读取的常量数据，因此，我们在编译受 PCROP 保护的 IP 代码时，必须对其进行相应配置，以避免在 PCROP 区域生成文字池、常量数据等，以下为示例说明：**例如，假设您指定 0x10000-0x13000 为 PCROP 保护区域，则不能在该地址范围中定义常量数据。（exp: const uint32\_t val \_\_attribute\_\_((at(0x00010000))) = 0x12345678，类似这样的操作是不允许的）**

## 2. 注意事项

该文档需要配合升级过参数的芯片使用，较早批次的芯片不具有该功能，使用本教程操作后会使芯片异常，请联系对接的销售进行确认和重新申领样品。

本文中使用的烧录器为创芯工坊 PW200-ARM，可通过[官方链接](#)进行购买，但使用的配套软件需要使用附件中的 PowerWriter 软件工具，附件中的软件版本和官网的版本有一些区别（若附件中没有看到，请您联系对接的 FAE 或销售）

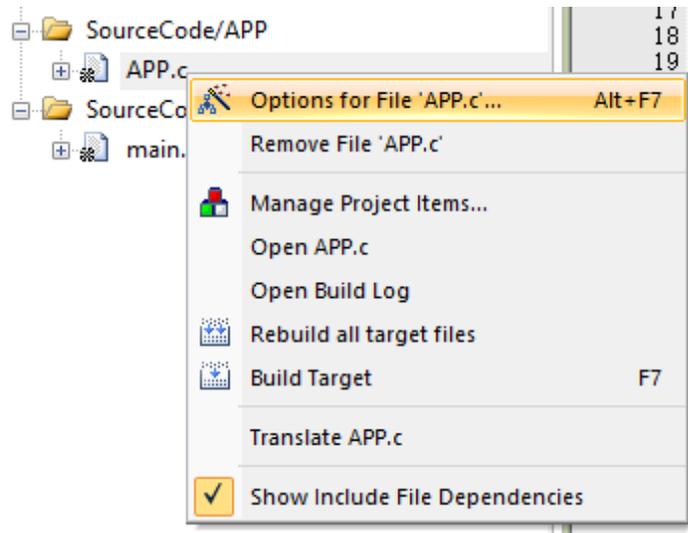
如果不是由烧录器直接供电的话（只由烧录器给板子 VCC 供电），选项字节写入后保护功能需要重启一下才能生效。

### 3. 工程配置

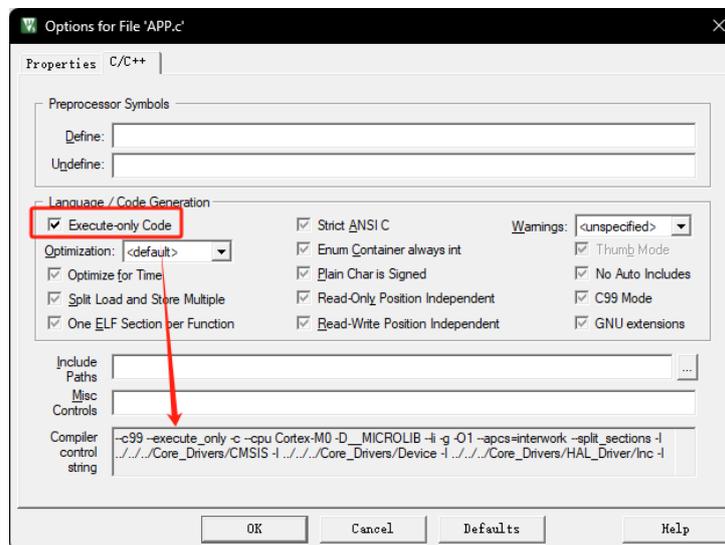
MCU 的中断向量表里都是些常量数据，所以包含中断向量表的扇区不可进行 PCROP。一般来讲向量表放在第一个扇区，所以该扇区不可进行 PCROP。

不同的编译工具链有其自己的配置方式去阻止编译器生成文字池和分支表。我们来看一下基于 MDK 中设置操作：

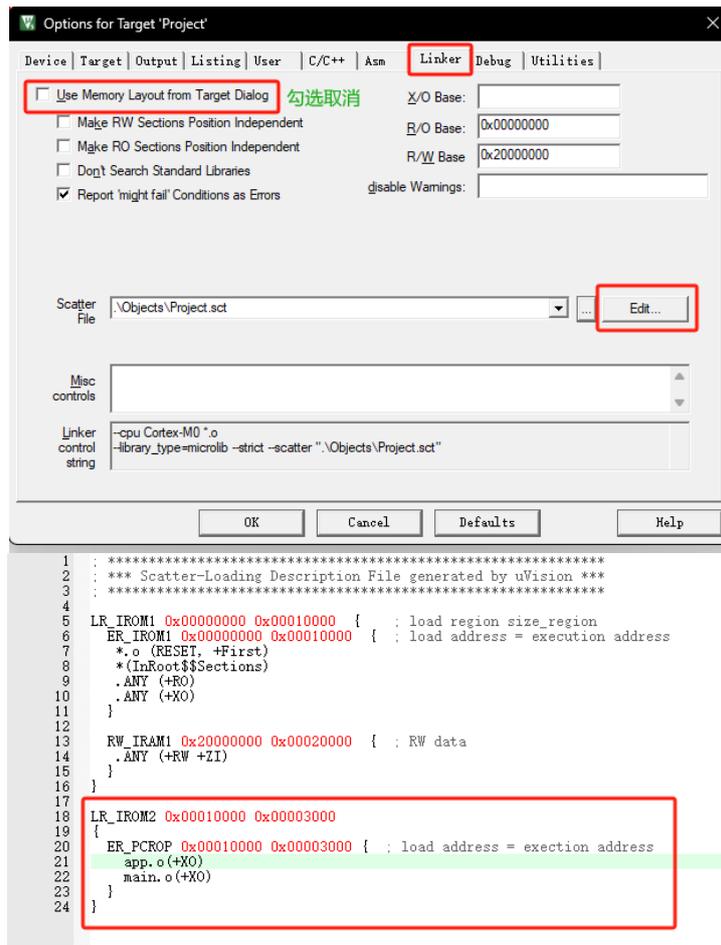
右击项目中的需要保护代码文件，选择 “Options for File ‘APP.c’ ”



②在对话框中选择 “C/C++” 页面，选中 “Execute-only Code” ，点 “OK”



修改 scatter file (.sct 文件), 设置 IP 代码为只可执行代码:



示例代码如下:

```

LR_IROM1 0x00000000 0x00010000 { ; load region size_region
ER_IROM1 0x00000000 0x00010000 { ; load address = execution address
*.o (RESET, +First)
*(InRoot$$Sections)
.ANY (+RO)
.ANY (+XO)
}
RW_IRAM1 0x20000000 0x00030000 { ; RW data
.ANY (+RW +ZI)
}
}

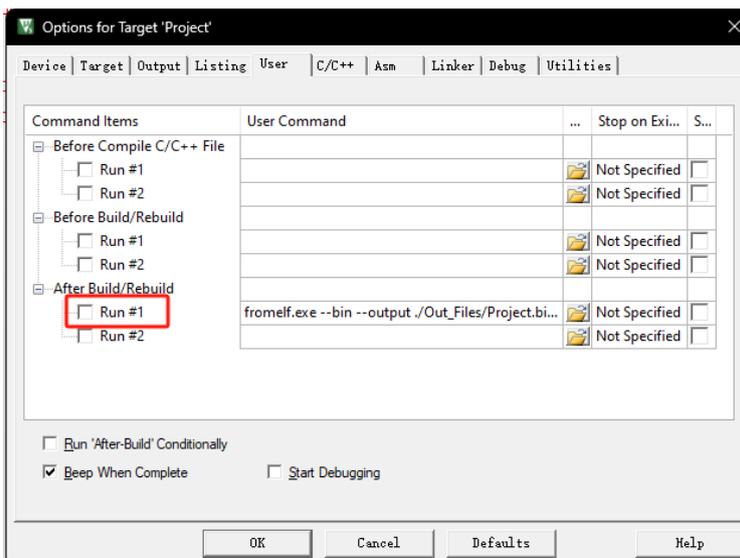
; code protect section
LR_IROM2 0x00010000 0x00030000
{
ER_PCROP 0x00010000 0x00030000 {
app.o (+XO)
main.o (+XO)
}
}
    
```

如上图所示, 修改工程中的.sct 分散加载文件, 原本 sct 文件只有 LR\_IROM1 这一块区域, 总大小为 0x80000(512K), 修改后区域被划分为 LR\_IROM1 (0x0 - 0x10000) 和 LR\_IROM2 (0x10000-0x13000) ,

其中 LR\_IROM2 区域用于设置 PCROP 保护功能存放需要读保护的目标代码，例程中假设 main.c 和 app.c 是需要保护的源码文件，故将其编译后生成的 app.o 和 main.o 文件放入保护区域 LR\_IROM2 中的 ER\_PCROP，并加上(+XO)后缀，表示代码是 Execute-only 的。(记得先按第一步中的操作勾选 Execute-only Code)

芯片共有两个互不影响的保护区域 (A 区和 B 区) 可以配置，可用于同时配置了两个独立的保护区域，例如，你可以将 A 区设置 0x10000-0x13000 并使能保护，将 B 区设置 0x15000-0x20000 并使能保护，这样即可获得两段地址不连续的保护区域 (sct 文件也要做相应修改)，但这样的应用场景并不常见，一般情况下像例程所示使用一段保护区域即可，即只使用 A 区进行保护，无需配置 B 区。

修改分散加载文件后，编译时可能会显示 bin 文件冲突，可取消勾选生成 bin，使用编译后的 hex 文件烧录即可。



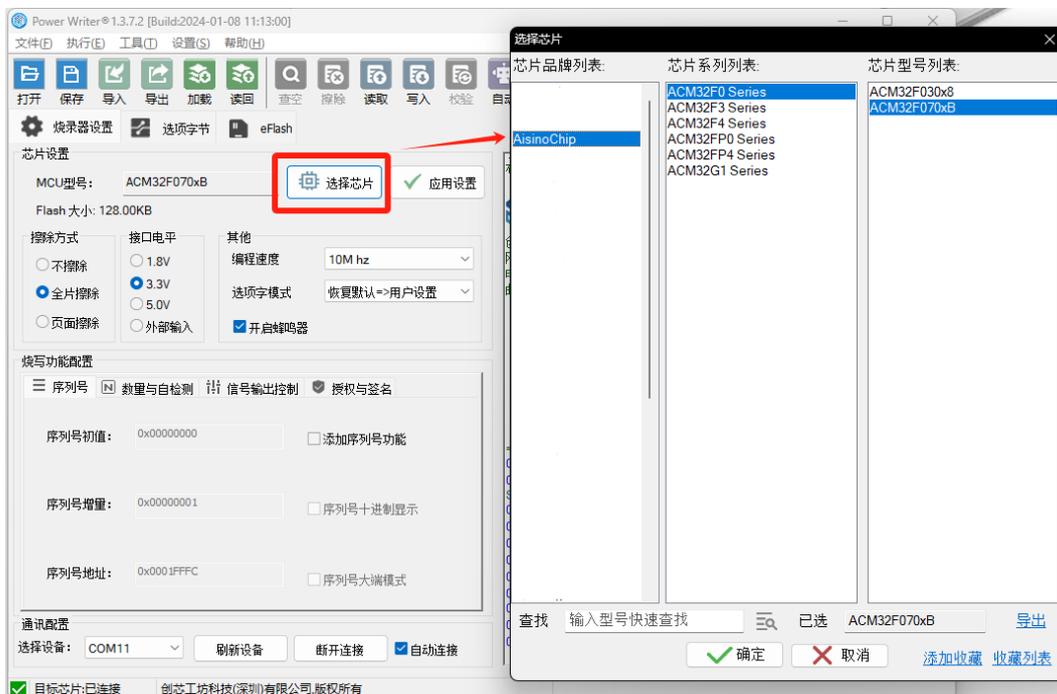
## 4. 烧录器配置

使用 Power Writer®创芯工坊烧录调试器进行专有代码读保护 (PCROP) 功能实现, 需要进行一系列配置, 以下以 PW200 型号为例进行说明 (有关烧录器的更多操作请参考创芯工坊官方文档)。

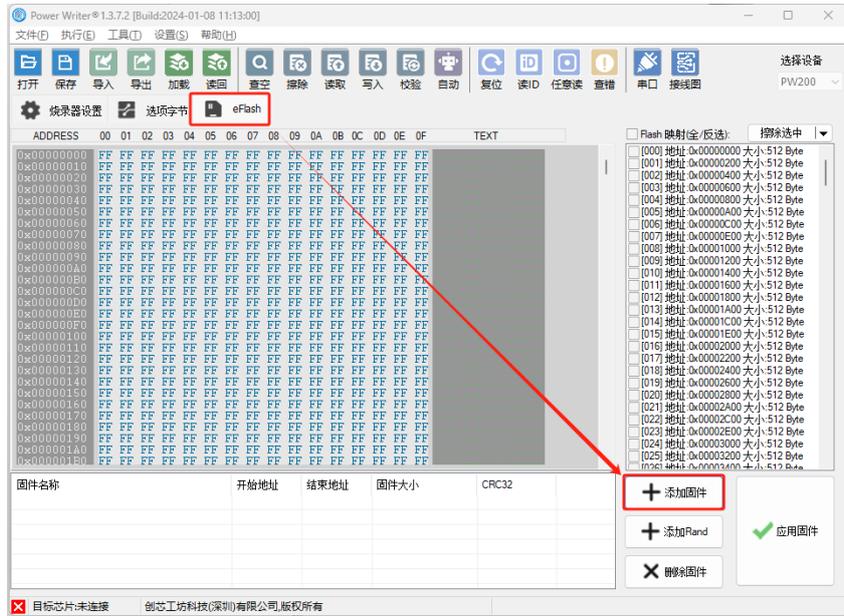


### 4.1. 使能并生效 PCROP 流程

1) 烧录器设备连接后, 选择对应的芯片 (F433 可选择 ACM32F403xE / xC 系列), 以 ACM32F0 系列为例, 选择之后点击“确定”, 上位机软件会自动连接芯片, 并显示目标芯片已连接。(PowerWriter 烧录器使用 SWD 接口与芯片连接, 接线: SWDIO/SWCLK/VCC/GND)。



2) 点击“eFlash” 标签, 然后“添加固件”, 选择需要烧录的 hex 文件

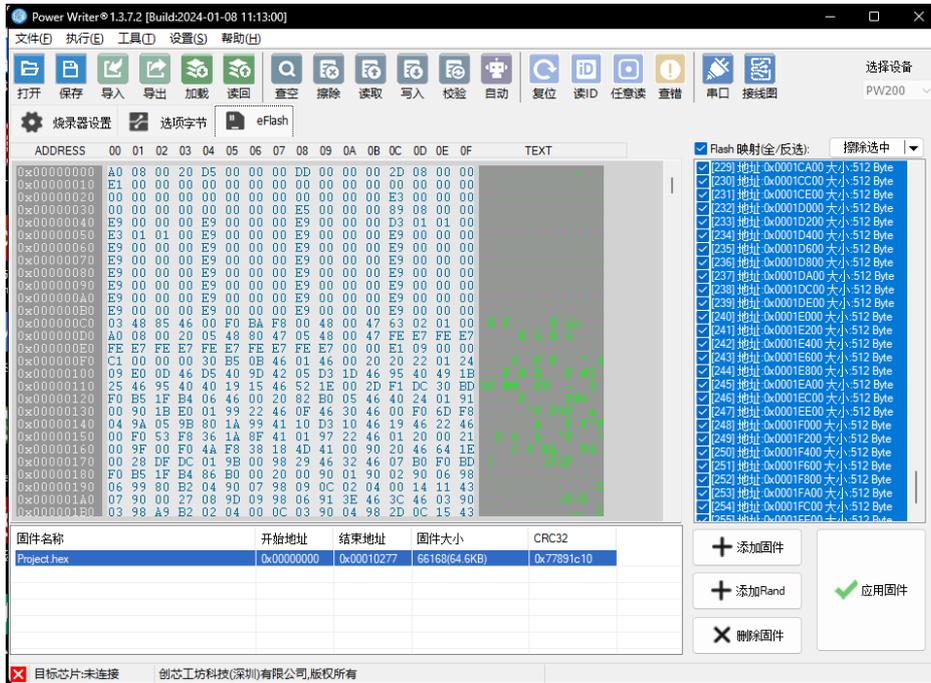


由于划分了区段，所以需要加载两部分的固件，这里有两种方式，第一种是勾选“合并添加”，这种方式可以一次性加载多段固件，但是会将两段固件中间的空白部分也添加进去，烧录耗时长，所以不推荐。

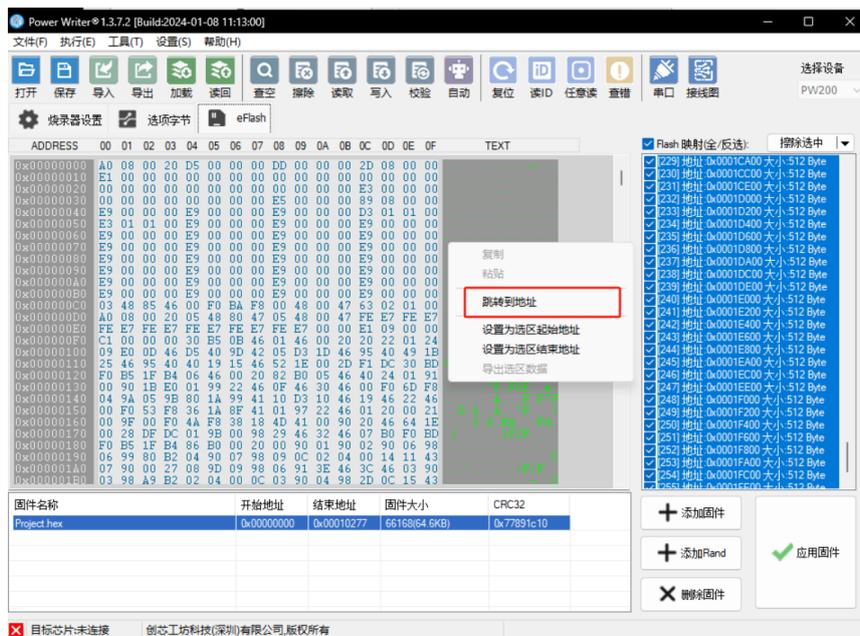


第二种办法就是不勾选“合并添加”，分开添加每一段固件，这样可以避免选中固件中间空白部分。





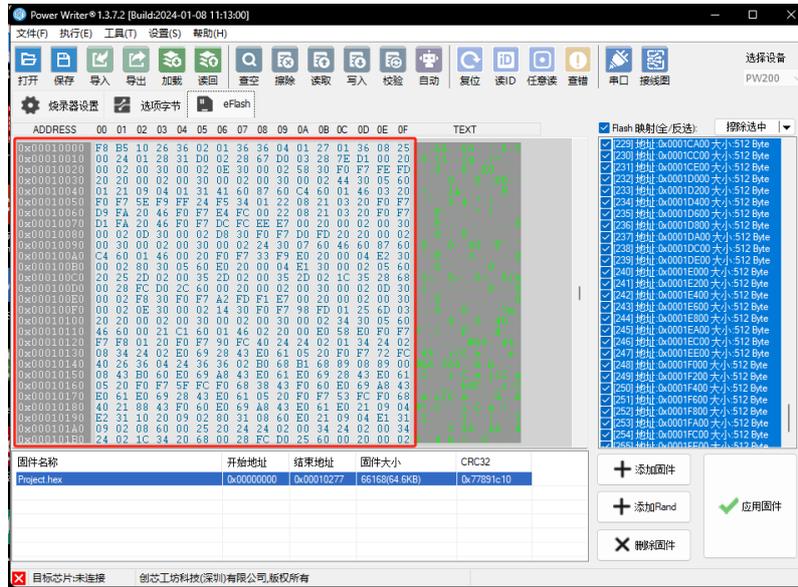
正如第 1 章工程配置所示，我们配置了 PCROP 保护区起始地址为 0x00010000，我们可以在软件界面右键点击一下，选择“跳转到地址”。



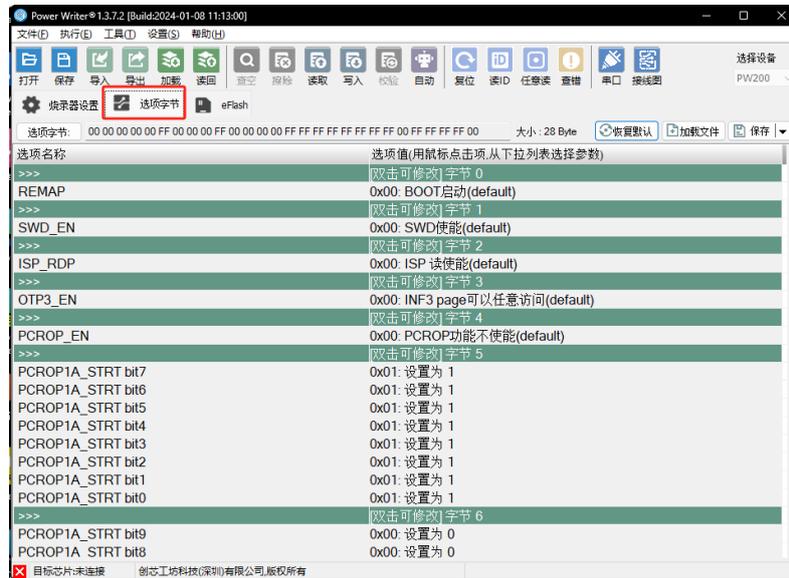
输入起始地址，点击“确定”



可以看到对应代码被编译到对应位置



3) 点击“选项字节”，开始对 PCROP 相关配置字进行操作，如果对操作不了解，请勿修改教程中未使用到的其他默认值。



### 4) 使能 PCROP\_EN

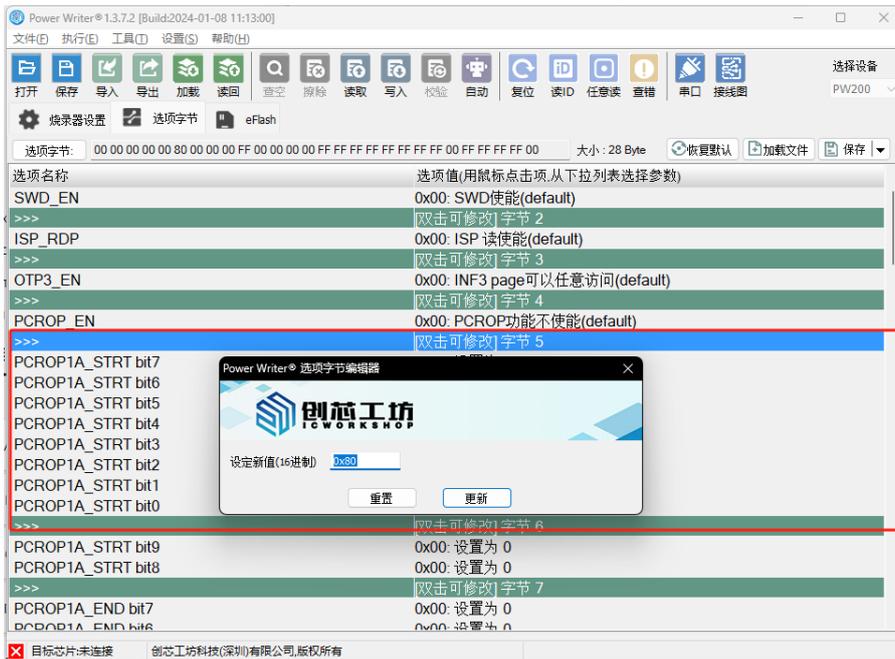


### 5) 配置保护地址

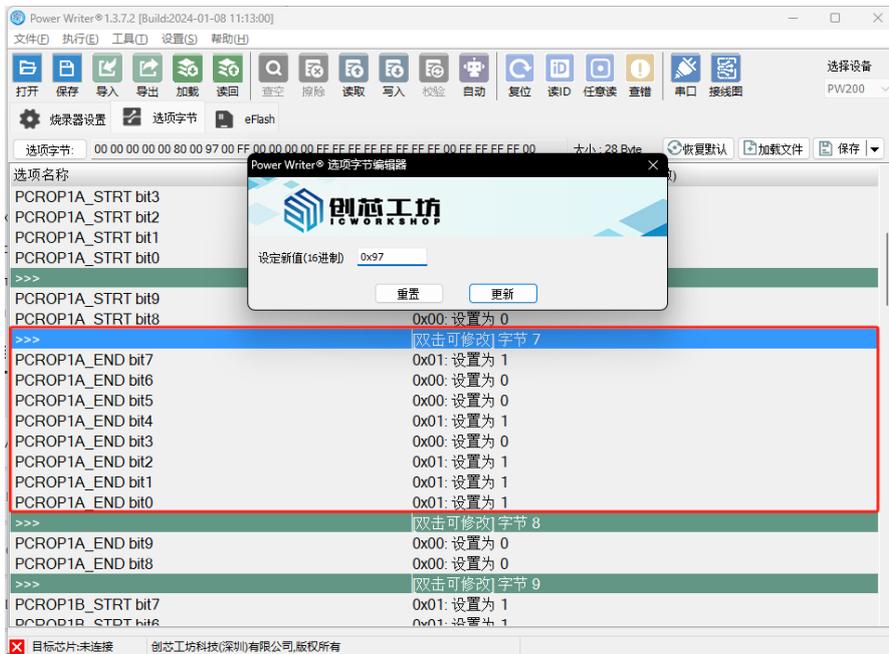
配置保护区域的起始地址和结束地址，需要注意的是起始地址和结束地址要与工程中 sct 文件配置分配的保护区域（例程中为 LR\_IROM2 0x10000-0x13000）一致，否则将有可能导致程序功能异常。

芯片以 Page (512 字节) 为单位，因此 128K Flash 配置位最多为 8 位，512K Flash 配置位可以配置 10 位（详见 [PCROP 设置超过 0xFF 的页数](#)），起始地址配置位的计算公式为  $START\_ADDR / 0x200$ ，结束地址配置位计算公式为  $END\_ADDR / 0x200 - 1$ 。

综上所述，保护区域起始地址配置位： $0x0010000 / 0x200 = 0x80$  Page，结束地址配置位： $0x0013000 / 0x200 - 1 = 0x97$  Page，配置过程如下图所示：



起始地址配置

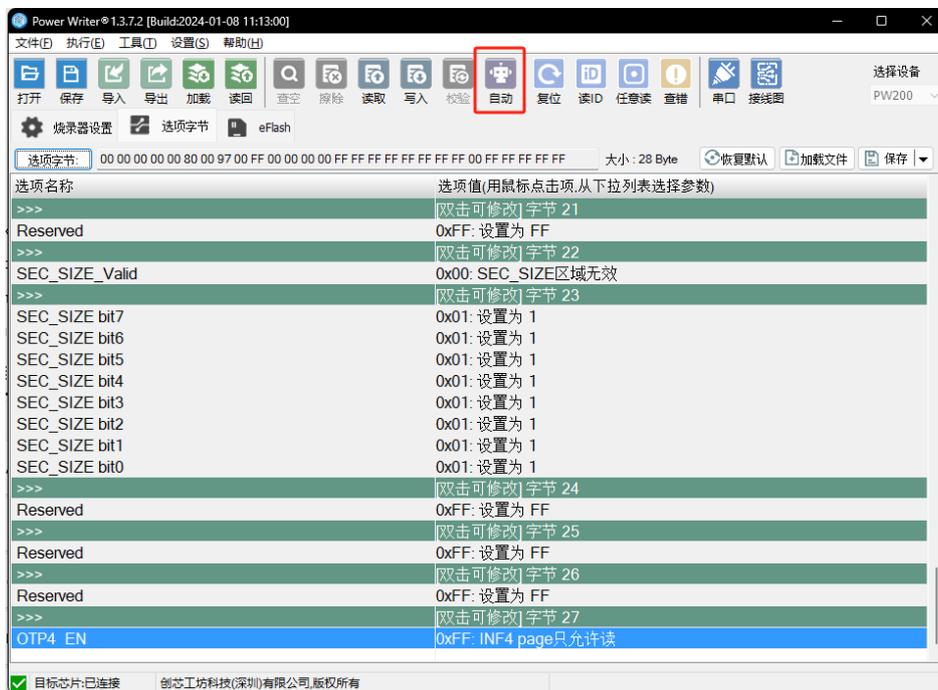


结束地址配置

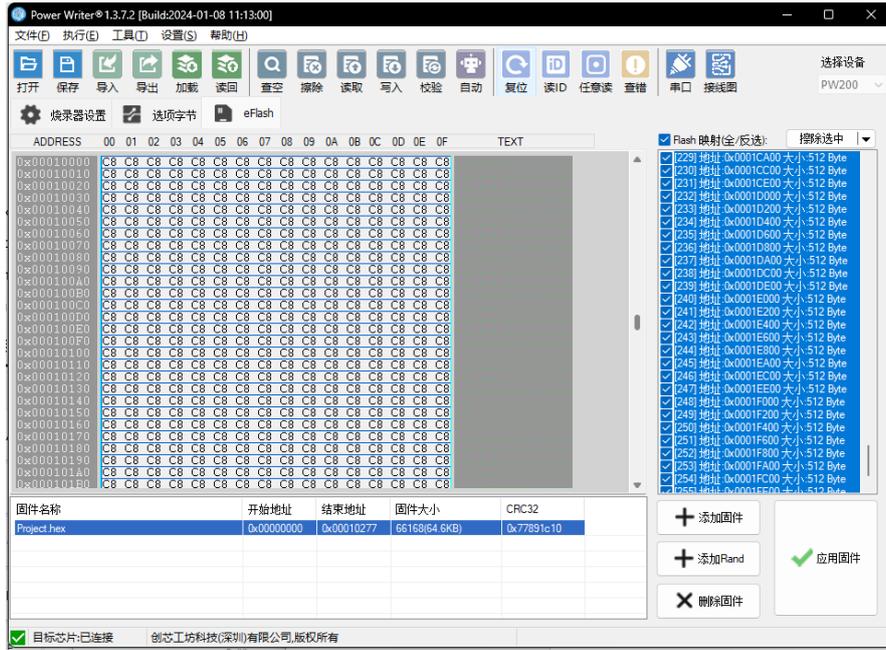
7) OTP4\_EN 配置为只允许读



8) 所有配置完成后点击“自动”按钮图标，即可一键完成下载烧录并使能代码保护的功能，重新连接同型号芯片也无需重新配置即可下载。



9) 下载结束后 (复位或重新上电后生效, 由烧录器供电时可忽略), 可以回读 Flash 数据, 对应位置数据已被加密保护 (显示为 “C8”)



10) 点击 “保存” 按钮图标, 即可保存当前烧录器配置、选项字节、eFlash 配置页的所有内容, 以便于下一次打开软件时重新导入所有配置, 点击 “打开” 图标选择保存的 pkg 后缀的工程即可导入设置。

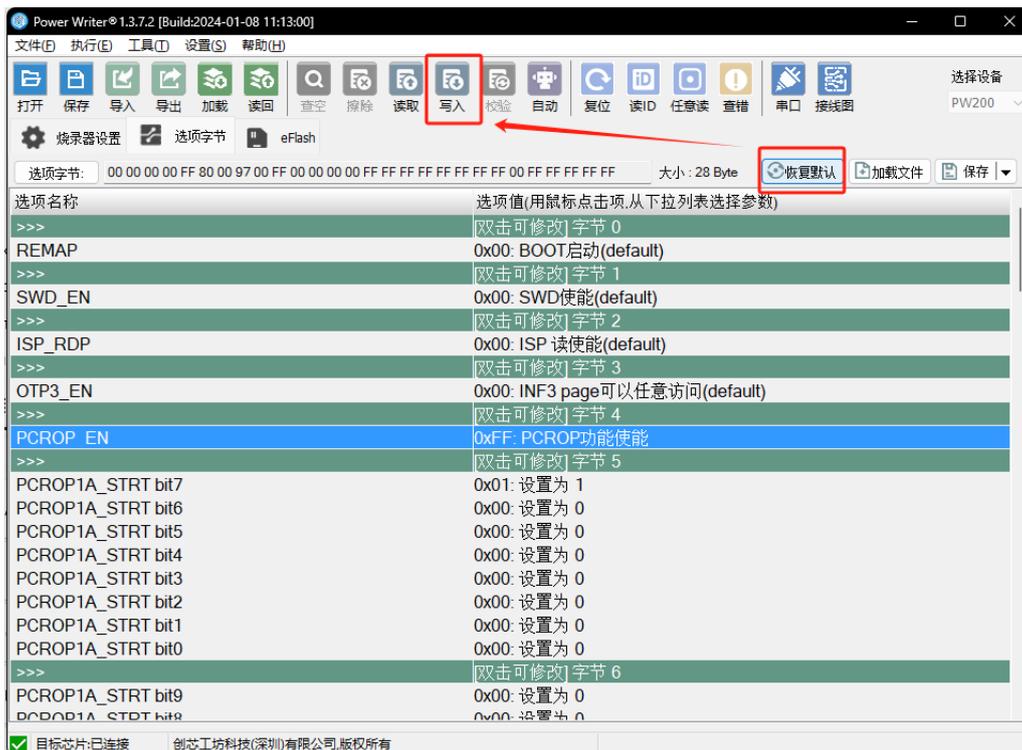


11) 点击“加载”按钮图标，可以将工程中所有配置都下载到 PowerWriter 下载器中（包括选项字节、程序固件），此时便可以将下载器从电脑端口上拔出进行离线烧录了

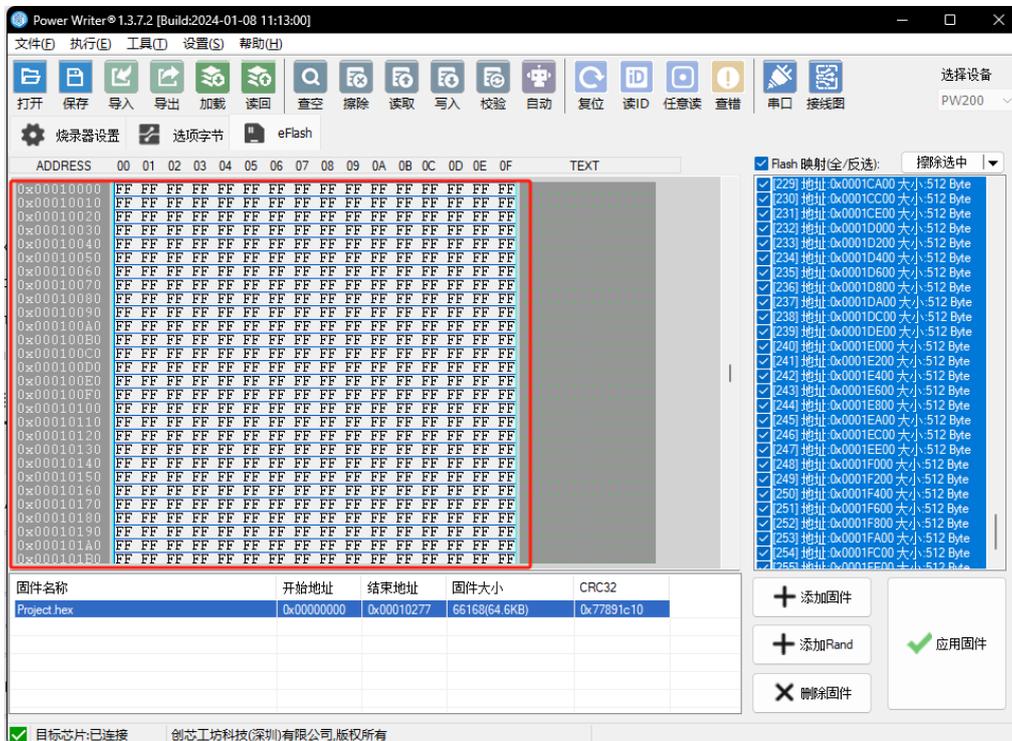


## 4.2. 失能并降级 PCROP 流程

1) 点击恢复默认，然后点击写入 (复位或重新上电后生效，由烧录器供电时可忽略)



2) 回读 Flash 数据，对应区域降级成功，解除加密，且相关数据已被擦除



## 5. PowerWriter 常用功能

### 5.1. 打开 / 保存

点击工具栏上的“保存”按钮保存工程，可以将烧录器设置、选项字节和 eflash 固件保存为一个 pkg 后缀的工程文件，点击“打开”按钮可以将保存工程设置加载到上位机中，避免再次打开上位机需要重新配置。

### 5.2. 加载 / 读回 (离线烧录)

点击“加载”按钮，可将选项字节和固件下载到 PW200 烧录器中，这样即可脱机烧录，仅需使用 USB 线给烧录器供电，连接芯片后按下烧录器上的圆形按钮，即可完成烧录，烧录成功后烧录器上的绿指示灯会亮起，点击“读回”按钮，可以读回下载到烧录器中的配置。

### 5.3. 读取 / 写入

在“烧录器设置”页下点击“读取”读取的是烧录器的设置内容，在“选项字节”下点击“读取”读取的是芯片设置的选项字节，在“eflash”页下点击“读取”读取到是芯片中的固件。“写入”同理，在“选项字节”下是将选项字节写入芯片，在“eflash”页下是将固件写入芯片。

### 5.4. 自动

自动烧录功能，点击“自动”按钮即可一键完成选项字节和固件的写入，同时完成固件烧录和固件保护的功能。

(更多功能详情请参考附件中的《Power\_Writer\_用户参考手册 RM0001》)

## 6. 常见问题

### 6.1. 烧录器固件升级弹窗重复出现问题

若烧录器固件升级后如果重新进入后仍然出现升级弹窗，请选择“否”请在 PowerWriter 文件夹下按下图修改 preferences.json 文件。



### 6.2. 编译工程警告(No section matches pattern xxx.o(+XO))

问题现象如下：

```

.\Objects\Project.sct(21): warning: L6314W: No section matches pattern app.o(XO).
.\Objects\Project.sct(22): warning: L6314W: No section matches pattern main.o(XO).
Program Size: Code=15442 RO-data=1310 RW-data=104 ZI-data=2416
Finished: 0 information, 2 warning and 0 error messages.
FromELF: creating hex file...
".\Objects\Project.axf" - 0 Error(s), 2 Warning(s).
Build Time Elapsed: 00:00:06

```

出现该问题的原因是需要设置保护的对应源文件（在上图示例中为 app.c 和 main.c）没有设置为 Execute-only，解决方法右键将需要保护的文件均设置为 Execute-only，并重新编译工程。（详见 [3.工程配置](#) 中步骤）

### 6.3. PCROP 设置超过 0xFF 的页数

当使用的芯片容量为 512K 时，会出现需要设置超过 0xFF 的页数的情况，这时候需要用上选项字节的字节 6 和字节 8 进行补充。例如，假设需要设置保护区范围为 500k 到 512K 时，起始页为 500\*1024 (字节) / 512 (字节每页) = 1000 = 0x3E8 (页) 在字节 5 处配置页的低位字节 0xE8，在字节 6 处配置高位字节 0x3，结束页配置同理。

>>>	双击可修改	字节 5
PCROP1A_STRT bit7	0x01: 设置为 1	起始页低位字节0xE8
PCROP1A_STRT bit6	0x01: 设置为 1	
PCROP1A_STRT bit5	0x01: 设置为 1	
PCROP1A_STRT bit4	0x00: 设置为 0	
PCROP1A_STRT bit3	0x01: 设置为 1	
PCROP1A_STRT bit2	0x00: 设置为 0	
PCROP1A_STRT bit1	0x00: 设置为 0	
PCROP1A_STRT bit0	0x00: 设置为 0	
>>>	双击可修改	字节 6
PCROP1A_STRT bit9	0x01: 设置为 1	起始页高位字节0x3
PCROP1A_STRT bit8	0x01: 设置为 1	

## 7. 版本历史

版本	日期	作者	描述
V1.0	2021-04-30	Hangxin	初始版
V1.1	2023-02-10	Hangxin	添加 A070 系列芯片支持
V1.2	2025-03-10	Hangxin	添加 WB15 系列芯片支持

## 8. 版权声明

本文档的所有部分，其著作权归上海航芯电子科技股份有限公司（简称航芯科技）所有，未经航芯科技授权许可，任何个人及组织不得复制、转载、仿制本文档的全部或部分组件。本文档没有任何形式的担保、立场表达或其他暗示，若有任何因本文档或其中提及的产品所有资讯所引起的直接或间接损失，航芯科技及所属员工恕不为其担保任何责任。除此以外，本文档所提到的产品规格及资讯仅供参考，内容亦会随时更新，恕不另行通知。

### 联系我们

公司：上海航芯电子科技股份有限公司

地址：上海市闵行区合川路 2570 号科技绿洲三期 2 号楼 702 室

邮编：200241

电话：+86-21-6125 9080

传真：+86-21-6125 9080-830

Email: [service@HangChip.com](mailto:service@HangChip.com)

Website: [www.hangChip.com](http://www.hangChip.com)