

## 前言

本手册用于介绍 Artery ICP Programmer。ICP Programmer 是为了让用户更方便的使用 Artery 的 MCU 而开发的一款图形界面应用程序。使用该应用程序，用户须通过 AT-Link 仿真器或者 J-Link 仿真器来操作 Artery 的 MCU 设备。

## 目录

|          |                      |           |
|----------|----------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>引言.....</b>       | <b>8</b>  |
| 1.1      | 环境要求.....            | 8         |
| 1.2      | 名词解释.....            | 8         |
| <b>2</b> | <b>安装.....</b>       | <b>9</b>  |
| <b>3</b> | <b>功能介绍.....</b>     | <b>10</b> |
| 3.1      | 菜单栏.....             | 11        |
| 3.2      | J-Link 设置.....       | 14        |
| 3.3      | AT-Link 设置.....      | 15        |
| 3.3.1    | 参数设置.....            | 15        |
| 3.3.2    | 离线项目配置.....          | 17        |
| 3.3.3    | 离线下载.....            | 20        |
| 3.4      | AT-Link 固件升级.....    | 23        |
| 3.5      | Artery MCU 资源下载..... | 24        |
| 3.6      | 制作加密文件.....          | 25        |
| 3.7      | 设备连接.....            | 26        |
| 3.7.1    | AT-Link 连接设备: .....  | 26        |
| 3.7.2    | J-Link 连接设备: .....   | 26        |
| 3.8      | 外部存储器设置.....         | 27        |
| 3.9      | 存储器读取设置.....         | 29        |
| 3.10     | 程序文件信息.....          | 31        |
| 3.11     | MCU 擦除功能.....        | 32        |
| 3.12     | 蓝牙模块擦除功能.....        | 34        |
| 3.13     | 蓝牙模块调试.....          | 35        |
| 3.14     | 用户系统数据.....          | 37        |
| 3.15     | 下载功能.....            | 43        |
| 3.16     | CRC 校验功能.....        | 48        |

|          |                     |           |
|----------|---------------------|-----------|
| 3.17     | 存储器 CRC 计算功能 .....  | 49        |
| 3.18     | 外部存储器加密下载 .....     | 50        |
| 3.19     | QSPI 配置及下载 .....    | 51        |
| 3.19.1   | 参数配置 .....          | 51        |
| 3.19.2   | QSPI 下载 .....       | 53        |
| <b>4</b> | <b>常用情形介绍 .....</b> | <b>54</b> |
| 4.1      | 离线项目使用 .....        | 54        |
| 4.2      | 连续下载 .....          | 57        |
| 4.2.1    | 在线连续下载 .....        | 57        |
| 4.2.2    | 离线连续下载 .....        | 57        |
| 4.3      | 序列号烧写 .....         | 58        |
| 4.3.1    | 在线序列号烧写 .....       | 58        |
| 4.3.2    | 离线序列号烧写 .....       | 58        |
| 4.4      | sLib 安全库区 .....     | 58        |
| 4.4.1    | 在线 sLib 设置 .....    | 59        |
| 4.4.2    | 离线 sLib 设置 .....    | 60        |
| 4.5      | 用户系统数据烧写 .....      | 60        |
| 4.5.1    | 直接配置 .....          | 62        |
| 4.5.2    | 在线下载 .....          | 62        |
| 4.5.3    | 离线下载 .....          | 63        |
| 4.6      | 多段地址烧录 .....        | 64        |
| 4.7      | 远程文件 .....          | 64        |
| 4.7.1    | 远程文件的生成 .....       | 64        |
| 4.7.2    | 远程文件的使用 .....       | 65        |
| 4.8      | 加密文件 .....          | 66        |
| 4.8.1    | 制作加密文件 .....        | 66        |
| 4.8.2    | 使用加密文件 .....        | 67        |
| 4.8.3    | 注意事项 .....          | 68        |
| <b>5</b> | <b>文档版本历史 .....</b> | <b>69</b> |

## 表目录

|                      |    |
|----------------------|----|
| 表 1. 加密文件密钥不匹配 ..... | 68 |
| 表 2. 文档版本历史 .....    | 69 |

## 图目录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 图 1. 主界面 .....                | 10 |
| 图 2. 菜单栏 .....                | 11 |
| 图 3. J-Link 设置界面 .....        | 14 |
| 图 4. AT-Link 设置界面 .....       | 15 |
| 图 5. 离线项目配置界面 .....           | 17 |
| 图 6. 项目文件设置界面 .....           | 20 |
| 图 7. 离线下载界面 .....             | 21 |
| 图 8. AT-Link 固件升级 .....       | 23 |
| 图 9. AT-Link 固件手动升级路径选择 ..... | 23 |
| 图 10. MCU 资源下载 .....          | 24 |
| 图 11. MCU 资源下载链接 .....        | 24 |
| 图 12. 制作加密文件 .....            | 25 |
| 图 13. Link 选择 .....           | 26 |
| 图 14. AT-Link 连接之前 .....      | 26 |
| 图 15. AT-Link 连接成功之后 .....    | 26 |
| 图 16. J-Link 连接之前 .....       | 26 |
| 图 17. J-Link 连接成功之后 .....     | 26 |
| 图 18. 外部存储器设置界面 .....         | 27 |
| 图 19. 外部存储器选择界面 .....         | 28 |
| 图 20. 自动侦测外部存储器名称 .....       | 28 |
| 图 21. 自动侦测失败对话框 .....         | 28 |
| 图 22. 存储器读取设置界面 .....         | 29 |
| 图 23. 8bits 显示数据 .....        | 29 |
| 图 24. 16bits 显示数据 .....       | 30 |
| 图 25. 32bits 显示数据 .....       | 30 |
| 图 26. 文件信息界面 .....            | 31 |
| 图 27. 文件信息数据 .....            | 31 |
| 图 28. 文件信息右击菜单 .....          | 31 |
| 图 29. 扇区擦除界面 .....            | 32 |
| 图 30. 块擦除界面 .....             | 33 |

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 图 31. 蓝牙模块扇区擦除 .....         | 34 |
| 图 32. 蓝牙模块调试 .....           | 35 |
| 图 33. 蓝牙模块寄存器操作 .....        | 36 |
| 图 34. 蓝牙模块 Flash 控制 .....    | 36 |
| 图 35. 用户系统数据配置界面 .....       | 37 |
| 图 36. 擦写保护字节 .....           | 39 |
| 图 37. 用户数据字节 .....           | 41 |
| 图 38. 外部存储器加密 Key 配置界面 ..... | 41 |
| 图 39. QSPI 加密 Key 配置界面 ..... | 41 |
| 图 40. 在线下载配置界面 .....         | 43 |
| 图 41. 蓝牙模块下载选项 .....         | 44 |
| 图 42. 用户系统数据文件选择 .....       | 45 |
| 图 43. 设置序列号 .....            | 46 |
| 图 44. 设置 Mac 地址 .....        | 46 |
| 图 45. CRC 校验功能配置 .....       | 48 |
| 图 46. 存储器 CRC 功能 .....       | 49 |
| 图 47. 外部存储器加密范围配置 .....      | 50 |
| 图 48. 外部存储器加密 Key 配置 .....   | 50 |
| 图 49. QSPI 设置界面 .....        | 51 |
| 图 50. 高级配置命令 .....           | 52 |
| 图 51. 其他命令 .....             | 52 |
| 图 52. QSPI 下载文件起始地址设置 .....  | 53 |
| 图 53. AT-Link 数据存储区状态 .....  | 54 |
| 图 54. 离线项目配置界面 .....         | 55 |
| 图 55. 离线项目基本配置 .....         | 55 |
| 图 56. 离线项目特色配置 .....         | 56 |
| 图 57. 离线项目特色配置 .....         | 56 |
| 图 58. 离线下载状态监控界面 .....       | 56 |
| 图 59. 在线连续下载模式设置 .....       | 57 |
| 图 60. 连续下载成功提示 .....         | 57 |
| 图 61. 离线连续下载模式设置 .....       | 57 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 图 62. 烧写序列号设置 .....       | 58 |
| 图 63. 烧写序列号成功 .....       | 58 |
| 图 64. sLib 设置界面.....      | 59 |
| 图 65. sLib 设置参数.....      | 59 |
| 图 66. sLib 设置成功.....      | 60 |
| 图 67. sLib 禁用成功.....      | 60 |
| 图 68. sLib 离线项目设置 .....   | 60 |
| 图 69. 用户系统数据区设置 .....     | 61 |
| 图 70. 访问保护状态 .....        | 61 |
| 图 71. 扇区擦写保护 .....        | 62 |
| 图 72. 用户数据字节 .....        | 62 |
| 图 73. 用户系统数据直接配置.....     | 62 |
| 图 74. 用户系统数据另存为 .....     | 62 |
| 图 75. 进入在线下载界面 .....      | 63 |
| 图 76. 在线下载用户系统数据设置 .....  | 63 |
| 图 77. 离线下载用户系统数据设置 .....  | 63 |
| 图 78. bin 文件下载起始地址.....   | 64 |
| 图 79. 添加地址不连续文件 .....     | 64 |
| 图 80. 保存项目文件 .....        | 64 |
| 图 81. 项目文件绑定 .....        | 65 |
| 图 82. 打开项目文件 .....        | 65 |
| 图 83. 非绑定 AT-Link 报错..... | 65 |
| 图 84. 仅允许使用一次报错 .....     | 66 |
| 图 85. AT-Link 解密密钥 .....  | 66 |
| 图 86. 制作加密文件 .....        | 67 |
| 图 87. 加密前后对比 .....        | 67 |
| 图 88. 添加加密后文件 .....       | 67 |
| 图 89. 在线下载校验密钥.....       | 68 |
| 图 90. 加密文件在线下载校验失败 .....  | 68 |

# 1 引言

## 1.1 环境要求

- 软件要求

需要 Windows 7 及以上操作系统支持。

软件版本 3.0.02 以下，需要 .net framework 4.0 的支持。对于未支持的操作系统，需安装 .net framework 4.0。

软件版本 3.0.02 及其以上，需要 .net framework 4.6 的支持。对于未支持的操作系统，需安装 .net framework 4.6。

使用 AT-Link 仿真器时，无需安装驱动。

使用 J-Link 仿真器时，需要安装 J-Link 仿真器的驱动程序。驱动程序需安装 J-Link v6.20c 及其以上版本，安装 J-Link v6.20c 以下版本将无法使用本软件。

- 硬件要求

AT-Link 仿真器。

J-Link 仿真器。

PC/AT 兼容机，Pentium 或更高 CPU。

XVGA(1024\*768)颜色显示器。

至少 512M RAM。

至少 20M 磁盘空间。

## 1.2 名词解释

- ICP:

ICP (In-Circuit Programming)。它让用户不需要将已经安装的 MCU 从目标 PCB 取下就能够通过软件控制来更新 MCU 的程序存储。

- AT-Link 仿真器:

AT-Link 是 Artery 公司为支持仿真内核芯片推出的仿真器。

- J-Link 仿真器:

J-Link 是 SEGGER 公司为支持仿真内核芯片推出的仿真器。



## 2 安装

- 软件安装

本软件不需要安装，只需直接运行可执行程序 ArteryICPProgrammer.exe。

- 硬件安装

第一步：将 AT-Link/J-Link 仿真器连接到 PC 的 USB 接口。

第二步：将 AT-Link/J-Link 仿真器连接到目标开发板的 ICE 接口。

### 3 功能介绍

在这个章节，将介绍工具的基本操作，主界面如下图所示：

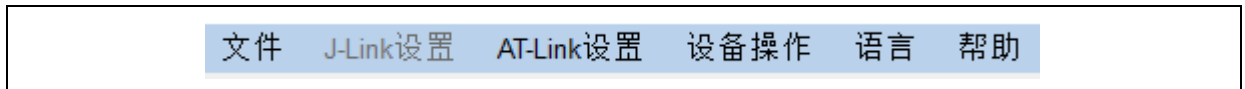
图 1. 主界面



## 3.1 菜单栏

菜单栏内容如图所示：（此节只对菜单栏进行简单说明，具体功能将在后续章节介绍）

图 2. 菜单栏



■ “文件”菜单：

- 文件另存为：将“下载文件信息”表格中的数据存为文件。支持\*.bin/\*.hex/\*.srec/\*.s19 格式。
- 存储器数据另存为：将“存储器信息”表格中的存储器数据存为文件。支持\*.bin/\*.hex/\*.srec/\*.s19 文件格式。
- 制作加密文件：将 bin 文件加密为 benc 文件、将 hex 文件加密为 henc 文件、将 srec 和 s19 文件加密为 senc 文件。（加密文件适用于 AT-Link）
- 退出：退出软件。

■ “J-Link 设置”菜单：

J-Link 仿真器的设置。

■ “AT-Link 设置”菜单：

AT-Link 仿真器的设置。

■ “设备操作”菜单：

- 全部存储器擦除：擦除整片主存储器。AT32F403/F413/F403A/F407/A403A 选择使用外部存储器，也将擦除整片外部存储器。AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416 AP 模式，也将擦除启动程序存储区。
- 主存储器擦除：擦除整片主存储器。
- 外部存储器擦除：擦除整片外部存储器。
- 启动程序存储区擦除：擦除启动程序存储区。  
（AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416 AP 模式）
- 扇区擦除：用户选择需要擦除的扇区进行擦除。
- 块擦除：用户选择需要擦除的块进行擦除。（AT32F435/F437）
- 用户系统数据：用户系统数据的设定，包括访问和擦写保护等。
- 访问保护：AT32F403/F413/F403A/F407/A403A/F435/F437：启用访问保护和解除访问保护。  
AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416：启用访问保

护、启用高级访问保护（访问保护及用户系统数据误擦除保护）和解除访问保护。

（F425/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416 启用高级访问保护后，将永不可解除，且调试接口也将永久禁用。请谨慎使用）

- **sLib 状态：**可查看 sLib 当前状态（启用或禁用），并可解除 sLib 启用状态。  
(AT32F413/F415/F403A/F407/A403A/F421/F435/F437/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416)
- **启动程序存储区 AP 模式：**将启动程序存储区设为 AP 模式，启动程序存储区设置为 AP 模式后将不可恢复。(AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416)。
- **下载：**对下载选项进行设置，并将文件下载到存储器。
- **存储器 CRC：**可计算存储器选定扇区范围内的 CRC 值。

#### ■ “蓝牙模块”菜单 (AT32WB415CCU7-7)

- **擦除所有空间(Main、NVR、RDN)：**擦除蓝牙模块所有空间。包括 Main code 空间、NVR 空间、RDN 空间。
- **擦除 Main 空间：**仅擦除 Main code 空间。
- **扇区擦除：**用户选择需要擦除的 Main code 空间扇区进行擦除。
- **访问保护：**可启用或禁用蓝牙模块的访问保护。
- **蓝牙模块调试：**打开蓝牙模块调试界面。

#### ■ “语言”菜单

- **English：**英文版本。
- **简体中文：**简体中文版本

#### ■ “帮助”菜单：

- **使用手册：**打开此软件的使用手册。
- **AT-Link 固件手动升级：**手动升级 AT-Link 固件，需手动选择升级文件。
- **AT-Link 固件联网升级：**自动联网升级 AT-Link 固件。电脑需处于联网状态。
- **ICP 新版本下载：**自动检测是否有新版本 ICP 软件，如果有，可下载新版本 ICP。电脑需处于联网状态。

- Artery MCU 资源下载：提供 Artery 各系列 MCU 的下载资源链接。电脑需处于联网状态。
- 版本：查看本软件版本。

## 3.2 J-Link 设置

主要对 J-Link 进行设置。(菜单栏 —“J-Link 设置”), 如图所示:

图 3. J-Link 设置界面



- J-Link 安装路径: 在安装了 J-Link 情况下, 软件会自动获取安装路径。用户也可进行手动选择。
- 端口: SWD 端口。
- 复位类型: 软件复位或硬件复位。在使用 J-Link 操作设备时生效。
- 确定: 使设置生效, 并关闭对话框。
- 取消: 取消设置, 并关闭对话框。

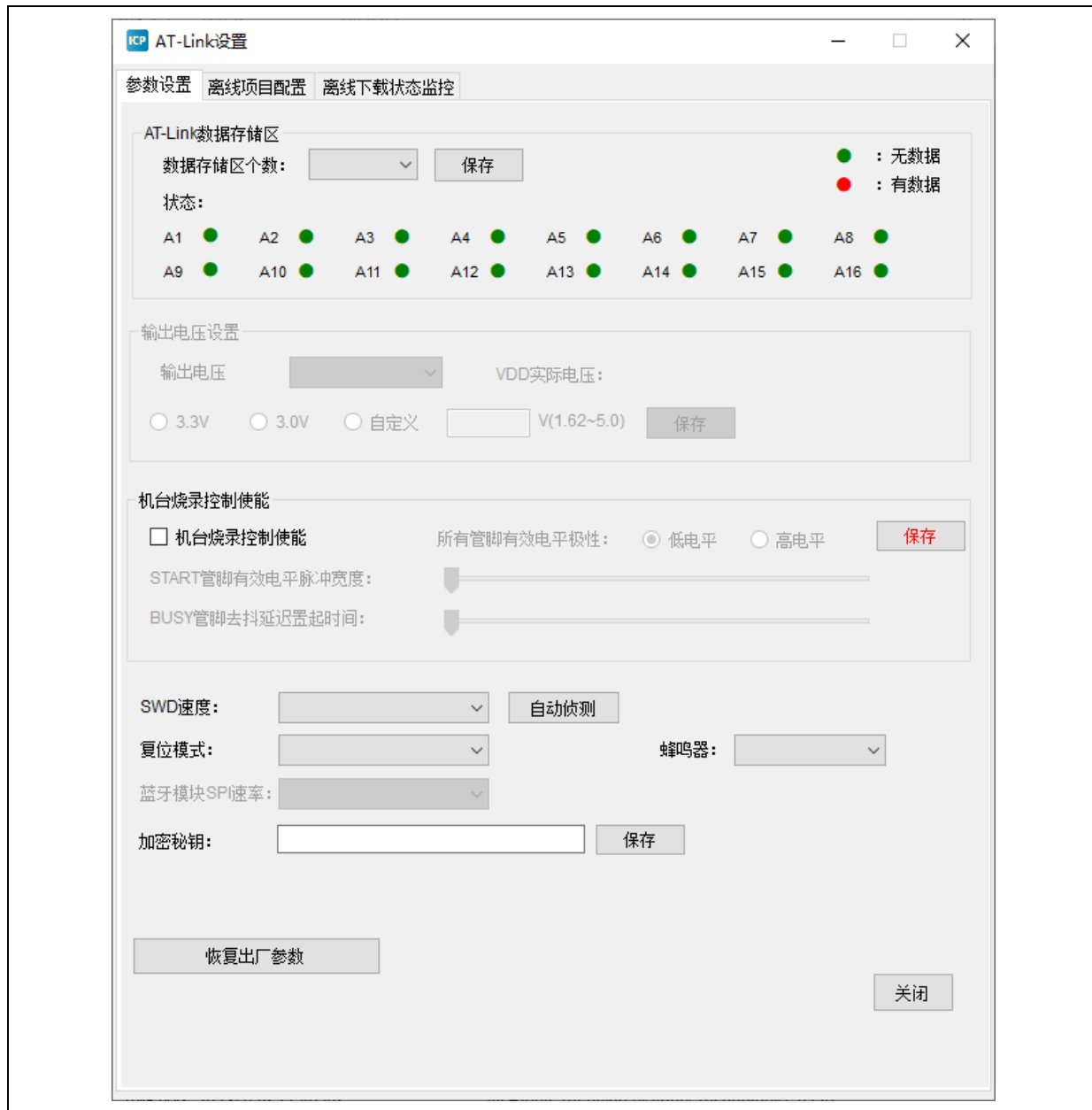
## 3.3 AT-Link 设置

对 AT-Link 进行设置。(菜单栏—“AT-Link 设置”)。

### 3.3.1 参数设置

该页面主要进行 AT-Link 的自身参数配置。如图所示：

图 4. AT-Link 设置界面



#### ■ 数据存储区个数

离线存储 code 个数，支持的最大个数可配置为 1/2/4/8/16，对应每个 code 最大容量分别为 16/8/4/2/1MB。离线下载同样支持单次下载多段 code 文件(最多 5 个)，多段 code 的项目将占用多个存储区。

注意：修改此选项将清空所有离线存储项目数据。

#### ■ 输出电压设置

配置通信接口输出电压的使能及档位选择，自定义档范围 1.62V-5V。

#### ■ 机台烧录控制使能

机台烧录控制使能：启用和禁用机台烧录控制。

所有管脚有效电平极性：选择机台烧录所有管脚的有效电平，低电平或高电平。

START 管脚有效电平脉冲宽度：0-1000ms。

BUSY 管脚去抖延迟置起事件：20-1000ms。

#### ■ SWD 速度

配置非 IDE 操作时的 SWD 传输速度，可选择 100KHz/500KHz/1MHz/2MHz/5MHz。

#### ■ 自动侦测

将自动侦测 SWD 速度。

#### ■ 复位模式

分为软件系统复位和硬件 NRST 引脚复位两种，主要用于目标板下载完成后的复位或者某些需要复位的操作，比如 FAP，EPP 操作等。

#### ■ 蜂鸣器

蜂鸣器使能选项，关闭该功能后除上电初始化响一声外，其他操作皆为静音状态。

#### ■ 蓝牙模块 SPI 速率

选择蓝牙模块 SPI 速率，可选择 375 KHz / 750 KHz / 1500 KHz。

注意：此选项仅在支持蓝牙模块的 AT-Link 上可选择。

#### ■ 加密密钥

支持 6-24 字节的字母或者数字组合配置，由 AT-Link 用户自定义设置。初始默认值为 24 字节的 AT-Link 串行序列号。

注意：修改该选项将清空所有已有离线项目数据。

#### ■ 恢复出厂参数

清空所有 AT-Link 参数和存储数据，恢复为出厂初始默认值。



### 3.3.2 离线项目配置

该页面主要显示和配置离线项目的内容，如下图所示：

图 5. 离线项目配置界面

ICP AT-Link设置

参数设置 离线项目配置 离线下载状态监控

离线模式项目 删除项目 新建项目

项目名称  MCU

| 序号 | 文件名 | 数据大小 | 地址范围(0x) | 存储区位置 |
|----|-----|------|----------|-------|
|    |     |      |          |       |
|    |     |      |          |       |
|    |     |      |          |       |

添加 删除

擦除选项

☐ 下载次数控制  ☒ 校验

☐ 加密传输

☐ 复位并运行 下载通讯接口

☐ 烧写用户系统数据文件  .....

☒ 下载后启用访问保护  ☐ 启动程序存储区AP模式

秘钥(0x)  (0xA35F6D24)

烧写序列号(SN) 外部存储器 sLib设置 烧写Mac地址

☐ 烧写序列号(SN)

烧写位置: 0x  08010000

初始序列号: 0x  00000001

每次增加: 0x  00000001

导入参数文件 导出参数文件

打开项目文件 保存项目文件 保存项目到AT-Link 关闭

#### ■ 离线模式项目

显示当前已存储的离线项目，下拉菜单进行选择可以查看对应项目的配置参数。

#### ■ 删除项目/新建项目

删除当前下拉菜单选中的项目或者新建一个项目。

#### ■ 项目名称

新建一个项目时自定义项目描述名称，长度支持最大 16 字节的符号。

## ■ MCU

新建一个项目时，可只允许在某系列的指定具体型号的 MCU 目标板下载，但如果选择 AT32F413-Universal 则表示 AT32F413 系列的所有 MCU 都允许下载。

## ■ 添加/删除文件

新建一个项目时添加删除需要下载的 code 文件，格式可以为 bin、hex、srec、s19、benc、henc、senc，支持多段 code 文件配置，多段 code 文件地址不可有重复的 Flash Sector，文件名称最大支持长度 32 字节符号。

## ■ 擦除选项

按需求配置，在下载前进行各种擦除操作。

## ■ 蓝牙模块擦除选项（AT32WB415CCU7-7）

按需求配置，在下载文件到蓝牙模块前进行擦除操作。

*注意：当设置“仅擦除对应文件大小的存储器扇区”时，蓝牙模块 Main code 空间最后一个扇区无法擦除。*

## ■ 下载后启用蓝牙模块访问保护（AT32WB415CCU7-7）

下载完成后，开启蓝牙模块的访问保护。

## ■ 下载通讯接口

新建一个项目时，选择该项目可配置离线下载采用 SWD 还是 ISP 接口。

## ■ 下载次数控制

新建一个项目时，勾选表示限制该新建项目下载总次数，范围为 1-4000000，成功和失败都算在总次数中，超过总次数后将不允许再进行下载。

## ■ 复位并运行

该项目下载完成后会进行复位并跳转运行。该选项与下载后启用访问保护选项不可同时开启。

## ■ 加密传输

该项目下载过程配合 Artery MCU 的 Hex Encryption 功能进行加解密文传输，保证传输过程中数据的安全性。

## ■ 校验

下载后校验数据是否正确，加密传输时会采用硬件校验方法，保证数据安全性。

## ■ 下载后启用访问保护

下载完成后会开启访问保护。对于 AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416，可选择启用访问保护、启用高级访问保护（访问保护及用户系统数据误擦除保护）。（F425/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416 启用高级访问保护后，将永不可解除，且调试接口也将永久禁用。请谨慎使用）

## ■ 启动程序存储区 AP 模式

（AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416）

将启动程序存储区设为 AP 模式。部分型号 MCU 可以将启动程序存储区配置为扩展用户代码区，用

于用户代码的存储。

注意：该模式设置不可逆，只允许修改一次。

#### ■ 烧写用户系统数据

可以选择同时下载用户系统数据文件，格式只可以为 bin 或者 hex。

#### ■ 烧写序列号

32 位数据，烧写地址自定义，地址跟 code 地址不可位于同一个 Flash sector。序列号值=初始序列号+下载成功次数 x 每次增加值，如果溢出会清除高位保留低 32 位。

#### ■ 烧写蓝牙模块 Mac 地址（AT32WB415CCU7-7）

48 位数据，烧写地址位于蓝牙模块地址范围内，默认为 0x00027FF0。Mac 地址采用大端方式，当前烧写地址为界面设置的地址，如果勾选了“自动递增”，烧写成功后，界面的 Mac 地址最后一位将自动增加 1。

#### ■ 外部存储器（AT32F403/F413/F403A/F407/A403A）

当有地址范围在外部存储器的文件时(包括 code 或者 SN 序列号)，需要选择对应外部 flash 型号、IO 映射和外部加密编程范围等信息。

#### ■ sLib 设置（AT32F403 不支持 sLib）

配置 sLib 相关参数，包括下载前解除已有 sLib 和下载时启用新 sLib，需设置 sLib password 和 sLib range。

#### ■ 导出参数文件（仅在新建项目时有效）

在新建项目时，可将配置项目的各种参数保存到一个文件中。方便下一次配置参数相同或类似的多个项目。

#### ■ 导入参数文件（仅在新建项目时有效）

在新建项目时，可导入已存储的参数文件。可方便快捷的配置项目。

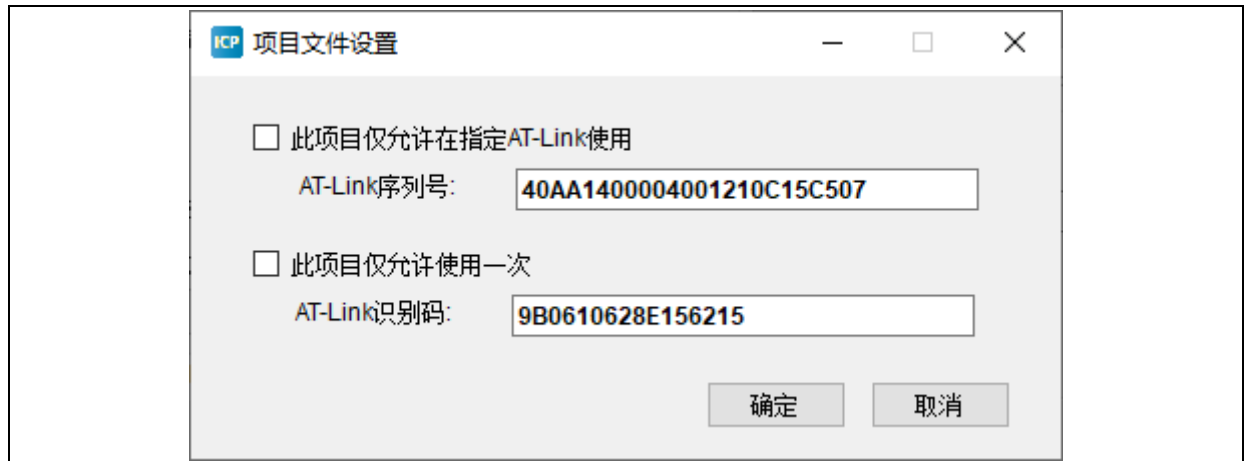
（导出参数文件、导入参数文件两个功能仅导出和导入配置项目时的参数，对下载文件不进行导出与导入）

#### ■ 保存项目文件

当以上所有文件和参数都配置完成后，可以将其打包生成一个加密的\*.atcp 格式项目文件，用于远程传输或者本地保存等用途。

保存项目文件时，可进行如下设置：

图 6. 项目文件设置界面



此项目仅允许在指定 AT-Link 使用：

此项目文件与 AT-Link 绑定，只能在绑定的 AT-Link 使用，需设定绑定的 AT-Link 序列号。

此项目仅允许使用一次：

此项目文件只允许使用一次。此功能必须与“此项目仅允许在指定 AT-Link 使用”功能结合使用。使用时必须输入 AT-Link 序列号、AT-Link 识别码。

#### ■ 打开项目文件

打开一个本地已有的\*.atcp 格式项目文件并将其配置内容加载到软件中显示查看。

#### ■ 保存项目到 AT-Link

将配置好的项目或者本地打开的项目文件，通过动态加密算法存储到 AT-Link 中，用于离线下载。

### 3.3.3 离线下载

如下图所示：

图 7. 离线下载界面



#### ■ 选择离线下载项目

AT-Link 可以存储多个离线项目，需要选择一个项目激活，下载时会选择该激活项目进行下载。如果当前激活的项目被删除，则需要重新选择。

需点击“保存并激活”生效。

#### ■ 下载通讯接口

仅显示当前激活项目配置的接口，无法更改，如果是 ISP 接口，可以根据目标板电路更改配置串口波特率和 BOOT 启动模式。

#### ■ 下载配置总次数

仅显示当前激活项目中下载次数控制所设的值。

#### ■ 已下载总次数

仅显示当前激活项目已经下载次数，包括成功和失败次数总和。当达到下载配置总次数时，该项目文件不能再继续下载。

#### ■ 已成功下载次数

仅显示当前激活项目已成功下载的次数。

■ 开始下载

开始单次离线下载，根据下载进度会有相应的提示信息，如果失败会显示对应的错误提示码。

■ 开始/取消连续下载

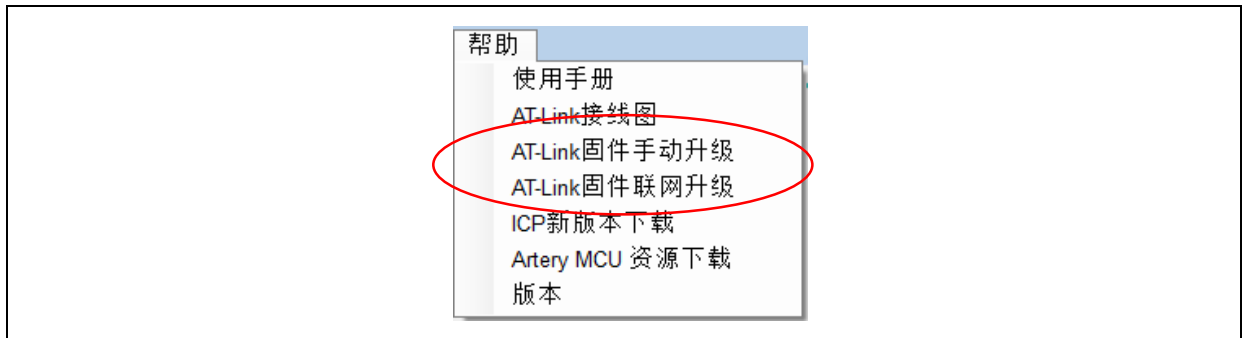
开始/取消 **button free** 连续离线下载，开始后不再需要操作 ICP 界面，只需要根据提示信息更换目标板 MCU 即可完成自动连续下载。该选项只允许在 **AT-Link** 处于空闲状态时才能进行开始/取消切换。

*注意：连续下载模式下不允许进行其他设置操作，必须取消连续下载后才能操作。*

### 3.4 AT-Link 固件升级

可在“帮助”菜单找到 AT-Link 固件升级选项。如图所示：

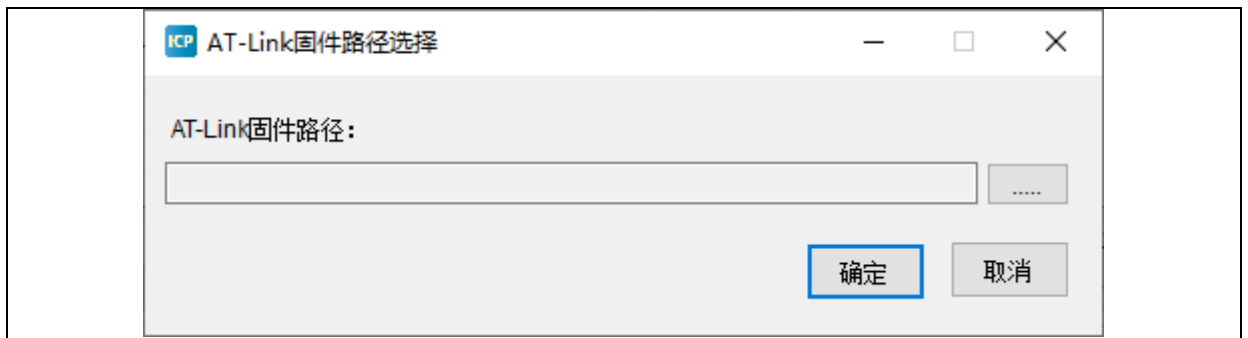
图 8. AT-Link 固件升级



#### ■ AT-Link 固件手动升级

如图所示：

图 9. AT-Link 固件手动升级路径选择



需选择格式为\*.benc 固件文件所在路径。

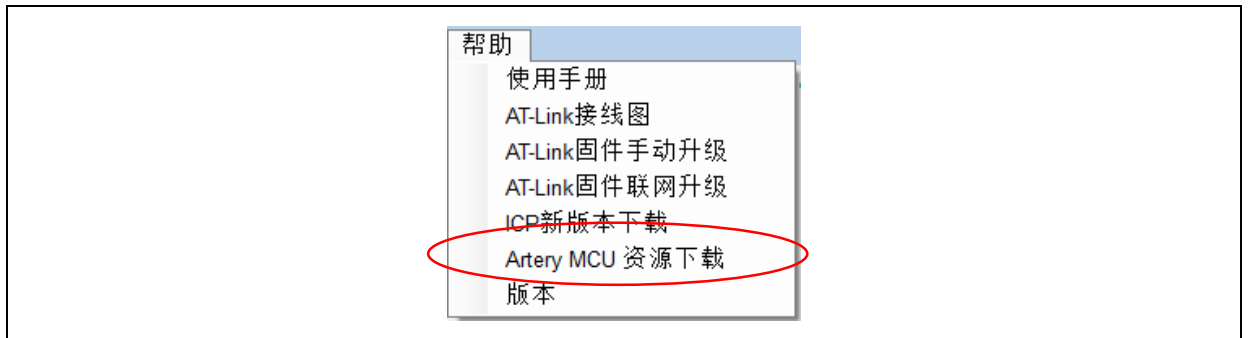
#### ■ AT-Link 固件联网升级

将自动联网检测是否有新的 AT-Link 固件版本，如果有，将提示用户是否升级。

### 3.5 Artery MCU 资源下载

可在“帮助”菜单找到 Artery MCU 资源下载选项(此功能只能在电脑联网状态下使用)。如图所示：

图 10. MCU 资源下载



下载链接如图所示：

图 11. MCU 资源下载链接



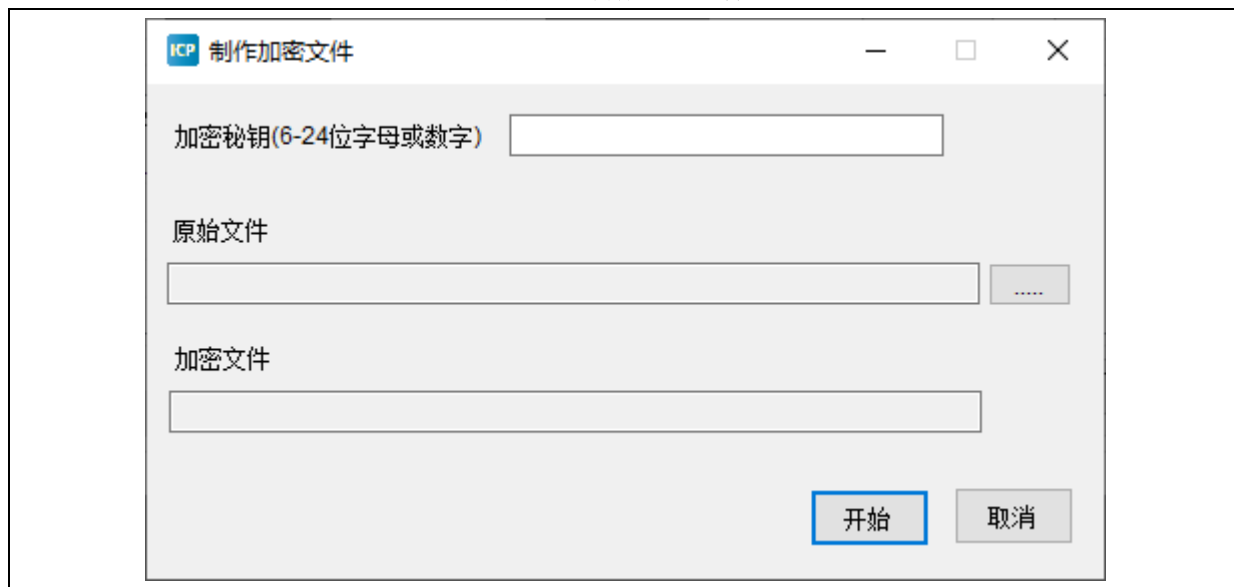
点击各系列 MCU 下载资源链接，即可进入对应的下载网页。



## 3.6 制作加密文件

“文件” - “制作加密文件”。制作的加密文件主要用于 AT-Link，J-Link 不支持加密文件的下载。  
如图所示：

图 12. 制作加密文件



■ 加密密钥

制作加密文件的加密 key，6-24 位字母或数字。

■ 原始文件

需要加密的原始文件。支持\*.bin、\*.hex、\*.srec、\*.s19。

■ 加密文件

加密完成后的加密文件。格式为\*.benc、\*.henc、\*.senc。

## 3.7 设备连接

在需要进行操作前，请首先选择使用的仿真器。如图所示：

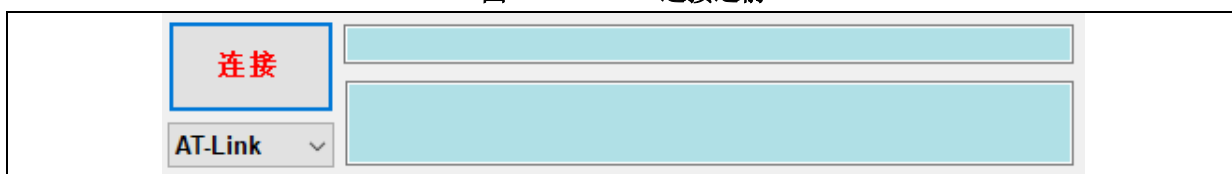
图 13. Link 选择



### 3.7.1 AT-Link 连接设备：

- 连接之前-----此时无识别设备。如图所示：

图 14. AT-Link 连接之前



点击”连接“，进行设备的连接。

- 连接成功之后-----此时正确识别设备。如图所示：

图 15. AT-Link 连接成功之后



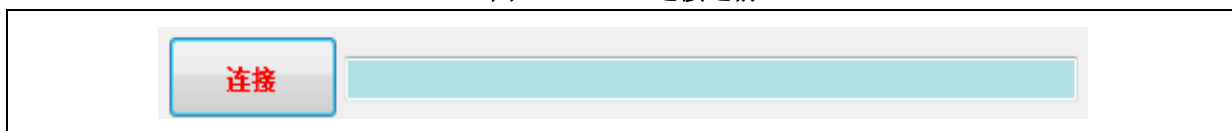
设备连接成功后，将显示 AT-Link 的相关信息，包括 AT-Link 型号、固件版本号、AT-Link 识别码、AT-Link 序列号等；以及 MCU 相关信息，包括 MCU 型号、主存储器大小等。

如果点击”断开连接“，可断开与设备的连接。

### 3.7.2 J-Link 连接设备：

- 连接之前-----此时无识别设备。如图所示：

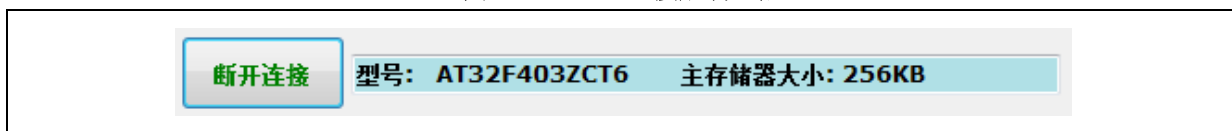
图 16. J-Link 连接之前



点击”连接“，进行设备的连接。

- 连接成功之后-----此时正确识别设备。如图所示：

图 17. J-Link 连接成功之后



设备连接成功后，将显示 MCU 相关信息，包括 MCU 型号、主存储器大小等。

如果点击”断开连接“，可断开与设备的连接。

## 3.8 外部存储器设置

(AT32F403/F413/F403A/F407/A403A)

在需要使用外部存储器之前，必须对外部存储器进行设置，否则将无法正常使用。

通过主界面“SPIM 配置”按钮，打开“SPIM 配置”界面，如图所示：

图 18. 外部存储器设置界面



■ 勾选“外部存储器”

允许外部存储器的操作。

■ 不勾选“外部存储器”

不允许外部存储器的操作。

■ 加密范围

设定文件下载到外部存储器时的加密范围，从地址 0x08400000 开始计算加密范围。

■ 重映射 0 (使用 PA11/PA12 引脚)

■ 重映射 1(使用 PB10/PB11 引脚)

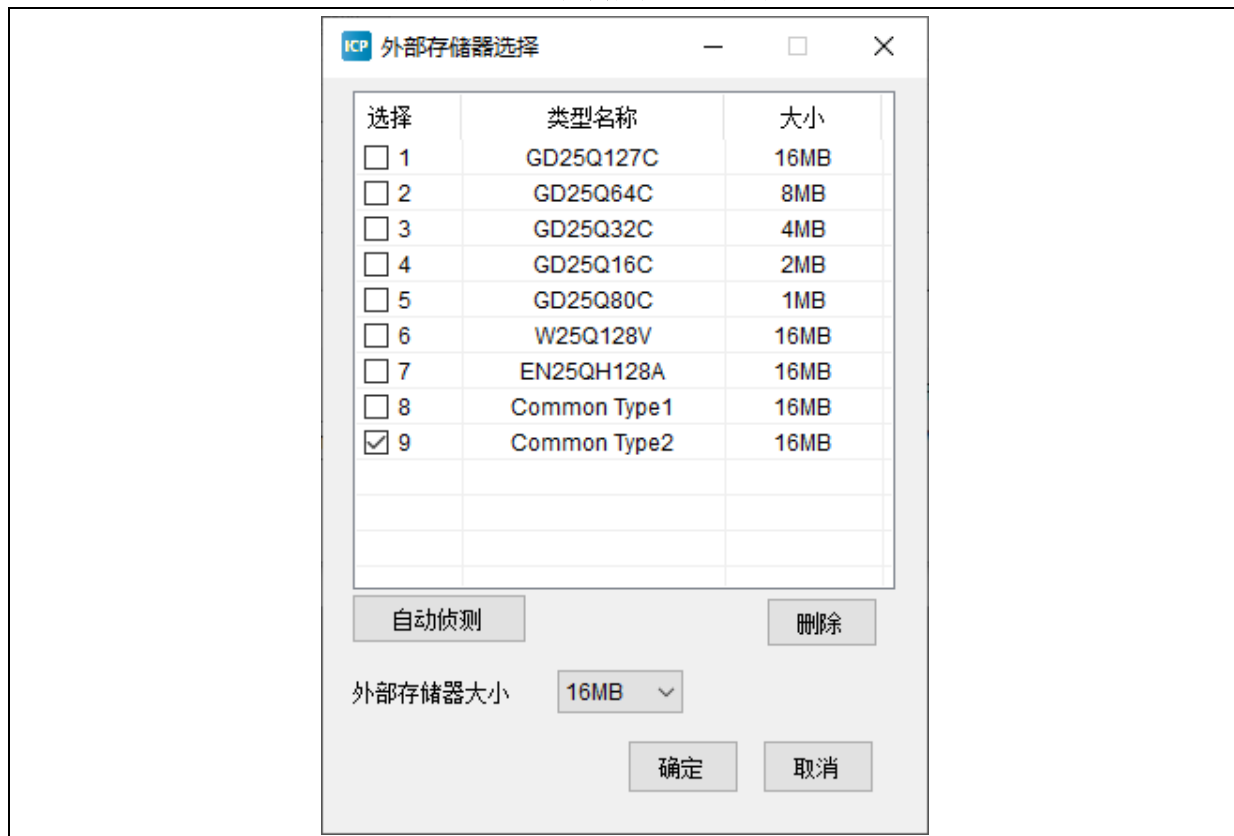
选择外部存储器连接引脚。

■ 类型：

可通过“选择”按钮来选择外部存储器的类型。

点击“选择”按钮，弹出对话框，如图所示：

图 19. 外部存储器选择界面

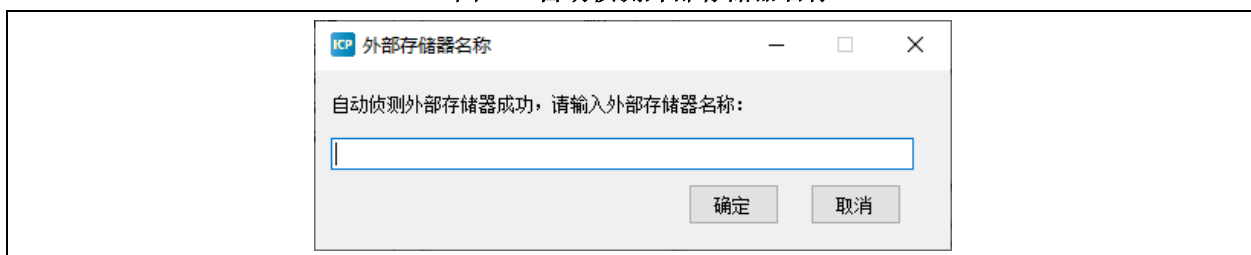


自动侦测：将自动侦测外部存储器是否符合此软件操作规范要求。

(自动侦测将覆盖外部存储器部分内容，请谨慎使用)

侦测成功时，将弹出输入“自动侦测外部存储器名称”对话框，如图所示：

图 20. 自动侦测外部存储器名称

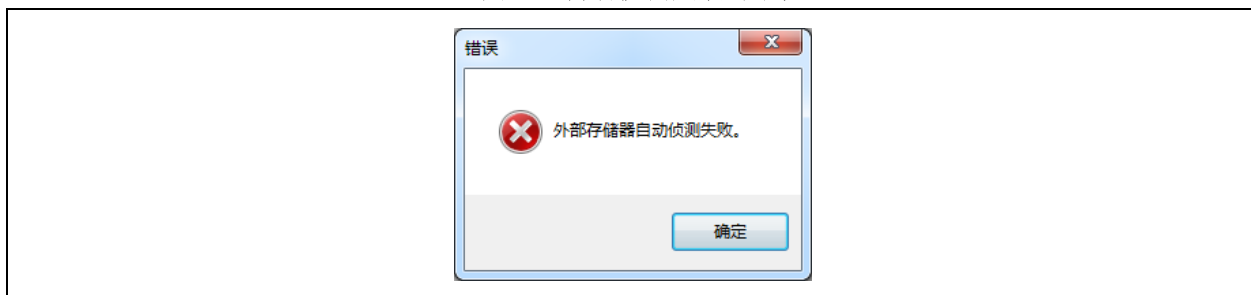


点击“确定”将侦测到的外部存储器添加到外部存储器列表中。

点击“取消”将取消本次自动侦测。

侦测失败时，将弹出失败对话框，如图所示：

图 21. 自动侦测失败对话框



外部存储器大小：选择外部存储器的大小，有固定型号的默认支持类型不允许调整大小。

删除：删除列表选中的外部存储器类型名称。默认支持类型不允许删除。

确定：选定列表中选中的外部存储器。

取消：放弃本次选择。

### 3.9 存储器读取设置

此功能可读取存储器的内容。如图所示：

图 22. 存储器读取设置界面

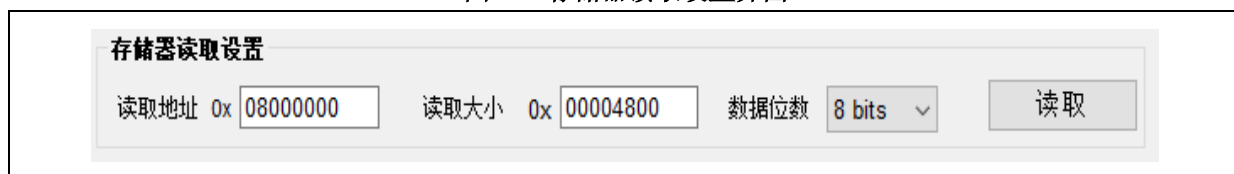


图 22 展示了存储器读取设置界面。该界面包含以下元素：

- 标题：**存储器读取设置
- 读取地址：**0x 08000000
- 读取大小：**0x 00004800
- 数据位数：**8 bits (带下拉箭头)
- 按钮：**读取

■ 读取地址：读取的存储器的起始地址。

■ 读取大小：读取的存储器的范围。

■ 数据位数

8bits：以 8bits 模式读取存储器和显示存储器数据。同时 8bits 模式显示打开的文件。

16bits：以 16bits 模式读取存储器和显示存储器数据。同时 16bits 模式显示打开的文件。

32bits：以 32bits 模式读取存储器和显示存储器数据。同时 32bits 模式显示打开的文件。

选择后将自动进行“读取”存储器操作。

■ 读取：执行读取存储器以及显示操作。

存储器 8bits 模式读取和显示，如图所示：

图 23. 8bits 显示数据

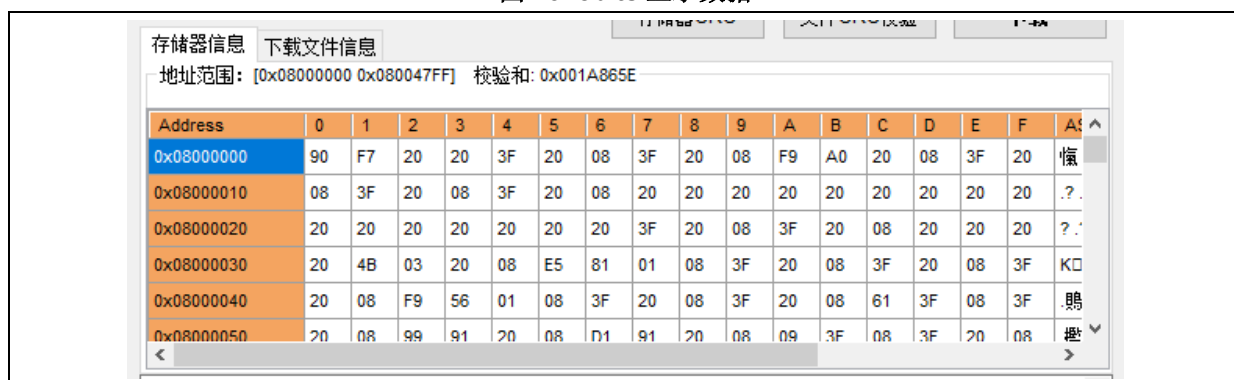


图 23 展示了 8bits 显示数据的界面。该界面包含以下元素：

- 标签页：**存储器信息 (当前选中)、下载文件信息
- 地址范围：**0x08000000 0x080047FF
- 校验和：**0x001A865E
- 数据表：**

| Address    | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | A  | B  | C  | D  | E  | F  | A  |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0x08000000 | 90 | F7 | 20 | 20 | 3F | 20 | 08 | 3F | 20 | 08 | F9 | A0 | 20 | 08 | 3F | 20 | 值  |
| 0x08000010 | 08 | 3F | 20 | 08 | 3F | 20 | 08 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | ?  |
| 0x08000020 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 3F | 20 | 08 | 3F | 20 | 08 | 20 | 20 | 20 | ?  |
| 0x08000030 | 20 | 4B | 03 | 20 | 08 | E5 | 81 | 01 | 08 | 3F | 20 | 08 | 3F | 20 | 08 | 3F | K0 |
| 0x08000040 | 20 | 08 | F9 | 56 | 01 | 08 | 3F | 20 | 08 | 3F | 20 | 08 | 61 | 3F | 08 | 3F | 鵲  |
| 0x08000050 | 20 | 08 | 99 | 91 | 20 | 08 | 01 | 91 | 20 | 08 | 09 | 3F | 08 | 3F | 20 | 08 | 鵲  |

存储器 16bits 模式读取和显示，如图所示：

图 24. 16bits 显示数据

| 存储器信息                         |      | 下载文件信息          |      |      |      |      |      |      |              |  |  |
|-------------------------------|------|-----------------|------|------|------|------|------|------|--------------|--|--|
| 地址范围: [0x08000000 0x080047FF] |      | 校验和: 0x001A865E |      |      |      |      |      |      |              |  |  |
| Address                       | 0    | 2               | 4    | 6    | 8    | A    | C    | E    | ASCII        |  |  |
| 0x08000000                    | F790 | 2020            | 203F | 3F08 | 0820 | A0F9 | 0820 | 203F | 愾 ?? 鷄 ??    |  |  |
| 0x08000010                    | 3F08 | 0820            | 203F | 2008 | 2020 | 2020 | 2020 | 2020 | .? .? .      |  |  |
| 0x08000020                    | 2020 | 2020            | 2020 | 3F20 | 0820 | 203F | 2008 | 2020 | ? .? .       |  |  |
| 0x08000030                    | 4B20 | 2003            | E508 | 0181 | 3F08 | 0820 | 203F | 3F08 | K 鍋口 ?? .?   |  |  |
| 0x08000040                    | 0820 | 56F9            | 0801 | 203F | 3F08 | 0820 | 3F61 | 3F08 | . 鷄口 ?? .a?? |  |  |
| 0x08000050                    | 0820 | 9199            | 0820 | 91D1 | 0820 | 3F09 | 3F08 | 0820 | 愾 東 ??       |  |  |

存储器 32bits 模式读取和显示，如图所示：

图 25. 32bits 显示数据

存储器信息

下载文件信息

地址范围: [0x08000000 0x080047FF]

校验和: 0x001A865E

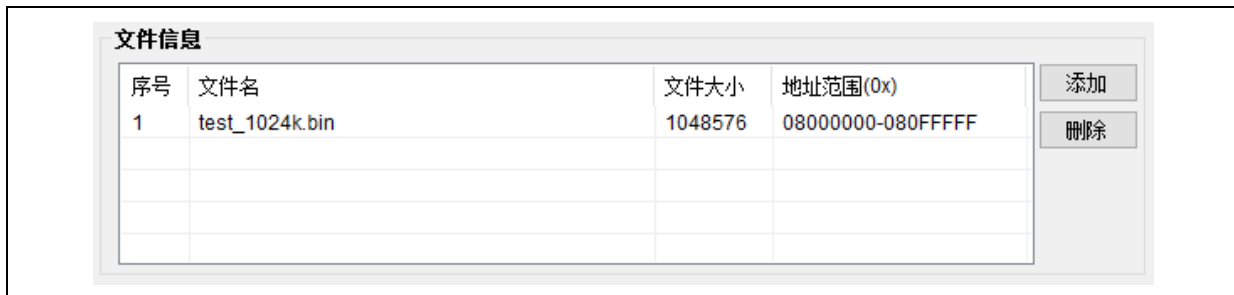
| Address    | 0        | 4        | 8        | C        | ASCII       |
|------------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| 0x08000000 | 2020F790 | 3F08203F | A0F90820 | 203F0820 | 愾 ?? 鷄 ??   |
| 0x08000010 | 08203F08 | 2008203F | 20202020 | 20202020 | .? .?       |
| 0x08000020 | 20202020 | 3F202020 | 203F0820 | 20202008 | ? .?        |
| 0x08000030 | 20034B20 | 0181E508 | 08203F08 | 3F08203F | K 鍋口 ??     |
| 0x08000040 | 56F90820 | 203F0801 | 08203F08 | 3F083F61 | . 鷄口 ?? a?? |
| 0x08000050 | 91990820 | 91D10820 | 3F090820 | 08203F08 | 愾 東 ??      |

### 3.10 程序文件信息

显示需要下载的文件信息，包括文件名、文件大小、下载位置等。

支持\*.bin、\*.hex、\*.srec、\*.s19、\*.benc、\*.henc、\*.senc 文件。如图所示：

图 26. 文件信息界面

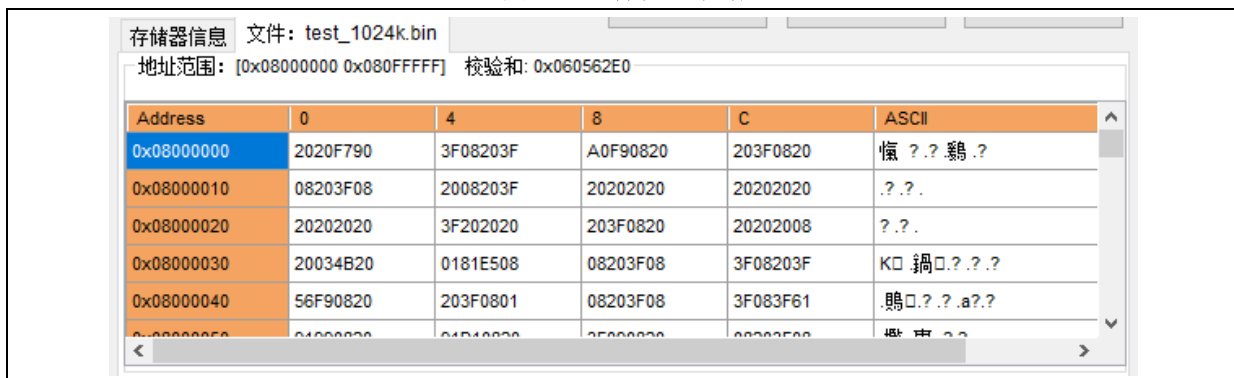


#### ■ 添加

添加需要下载的文件到下载列表中。并将文件数据显示到“下载文件信息”表格中。最大可支持 5 个文件。

打开文件成功后，文件内容自动显示在“下载文件信息”表格中，如下图所示：

图 27. 文件信息数据

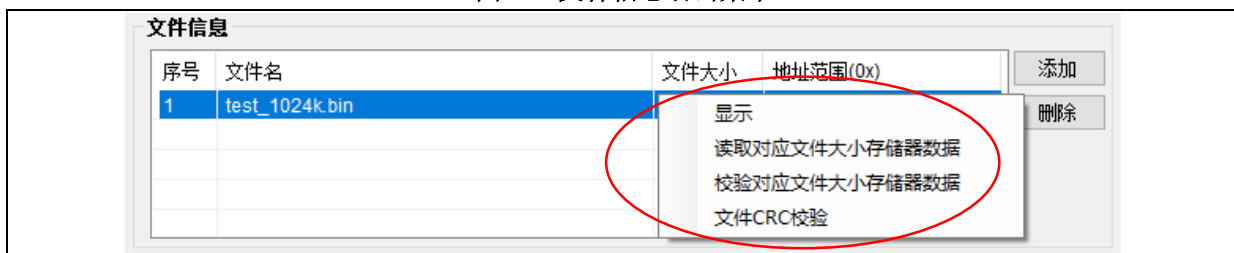


#### ■ 删除

删除文件列表中的文件。

#### ■ 右击菜单

图 28. 文件信息右击菜单



- 显示：在“下载文件信息”表中显示选择文件的内容。
- 读取对应文件大小存储器数据：从存储器中读取跟选择文件大小相同的数据。
- 校验对应文件大小存储器数据：从存储器中读取跟选择文件大小相同的数据，并进行每个字节的比较校验。
- CRC 校验：选择文件与对应的存储器数据进行 CRC 校验。（AT32F403 不支持）

### 3.11 MCU 擦除功能

对主存储器以及外部存储器进行擦除。(菜单栏 — “设备操作”)

#### ■ 全部存储器擦除

擦除整片主存储器。

选择使用外部存储器，也将擦除整片外部存储器。(AT32F403/F413/F403A/F407/A403A)

启动程序存储区 AP 模式时，也将擦除启动程序存储区。

(AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416)

#### ■ 主存储器擦除

擦除整片主存储器

#### ■ 外部存储器擦除

擦除整片外部存储器。

#### ■ 启动程序存储区擦除

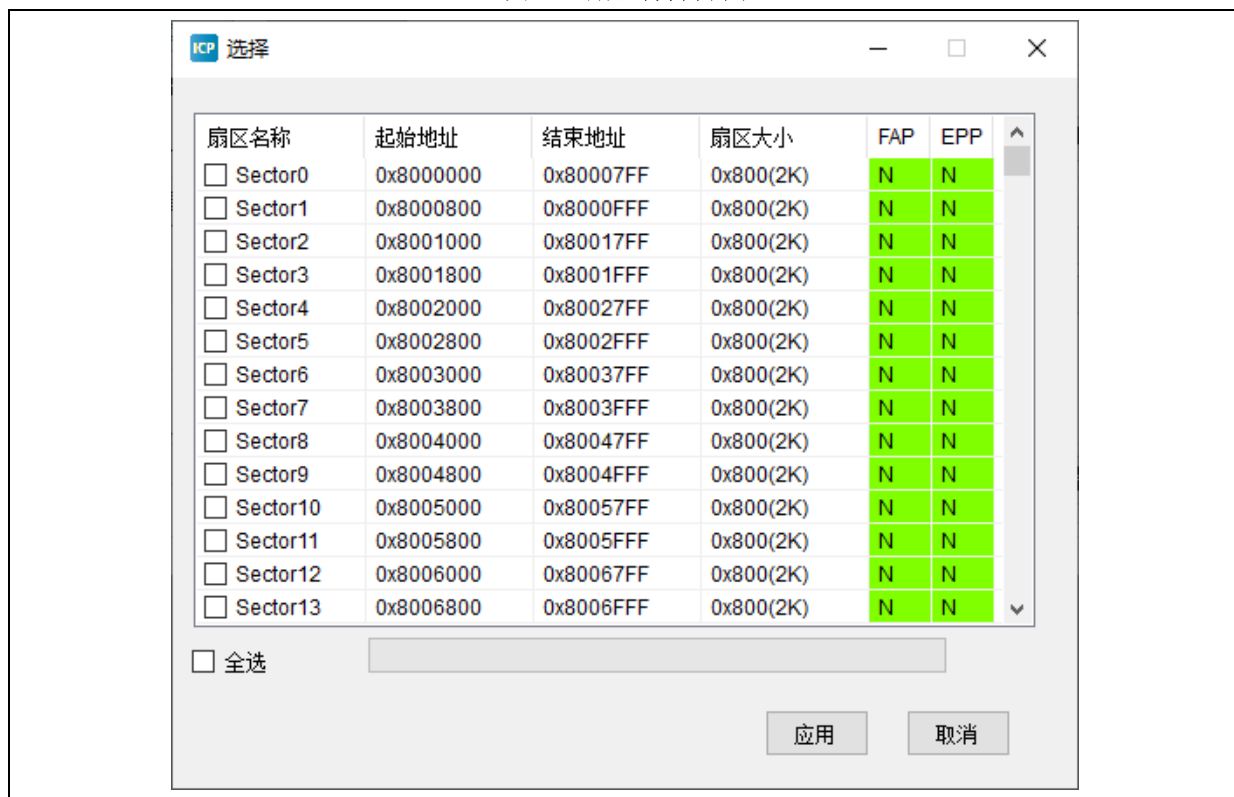
启动程序存储区 AP 模式时，擦除启动程序存储区。

(AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416)

#### ■ 扇区擦除

用户选择需要擦除的扇区进行擦除。“设备操作” - “扇区擦除”，如图所示：

图 29. 扇区擦除界面



应用： 擦除选择扇区。

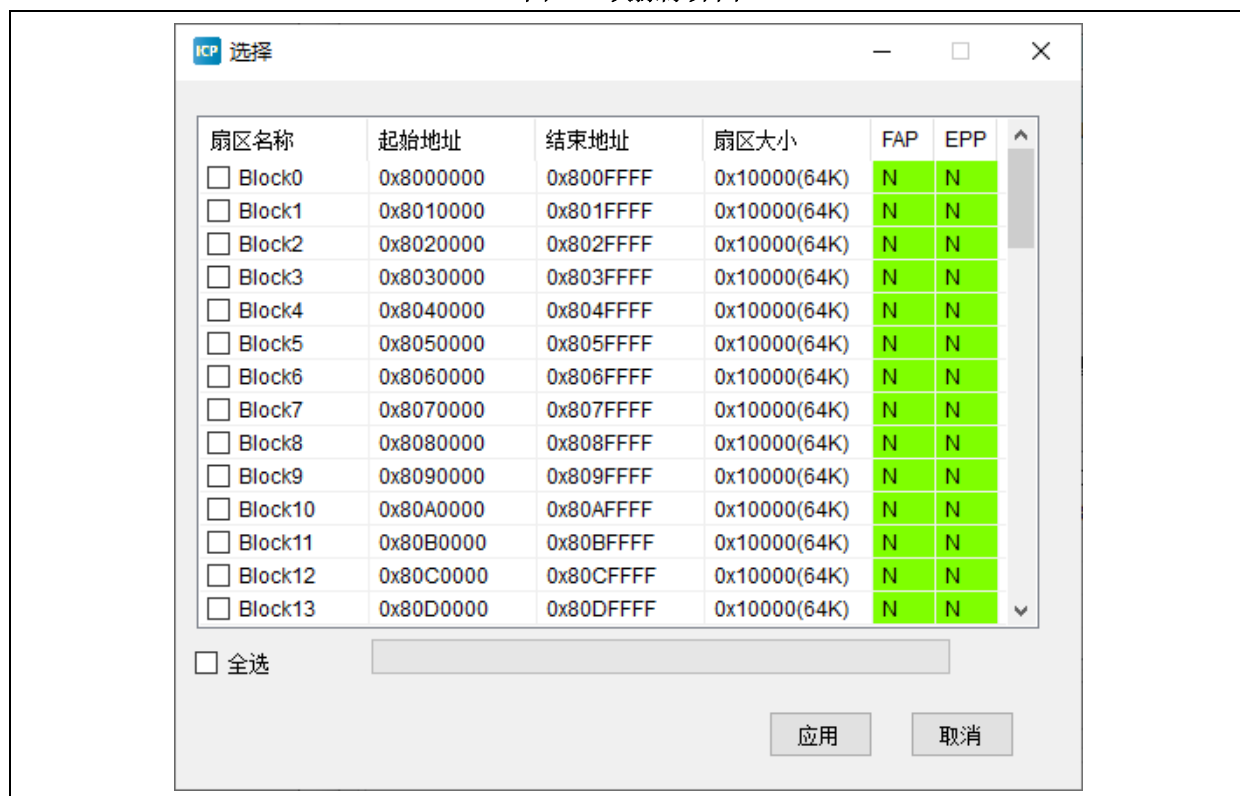
取消： 在擦除过程中，取消此次擦除操作。

#### ■ 块擦除



用户选择需要擦除的块进行擦除。“设备操作” - “块擦除”，如图所示：

图 30. 块擦除界面



应用： 擦除选择块。

取消： 在擦除过程中，取消此次擦除操作。

## 3.12 蓝牙模块擦除功能

对蓝牙模块所有空间进行擦除（AT32WB415CCU7-7）。( 菜单栏 — “蓝牙模块” )

### ■ 擦除所有空间(Main、NVR、RDN)

擦除蓝牙模块所有空间。包括 Main code 空间、NVR 空间、RDN 空间。

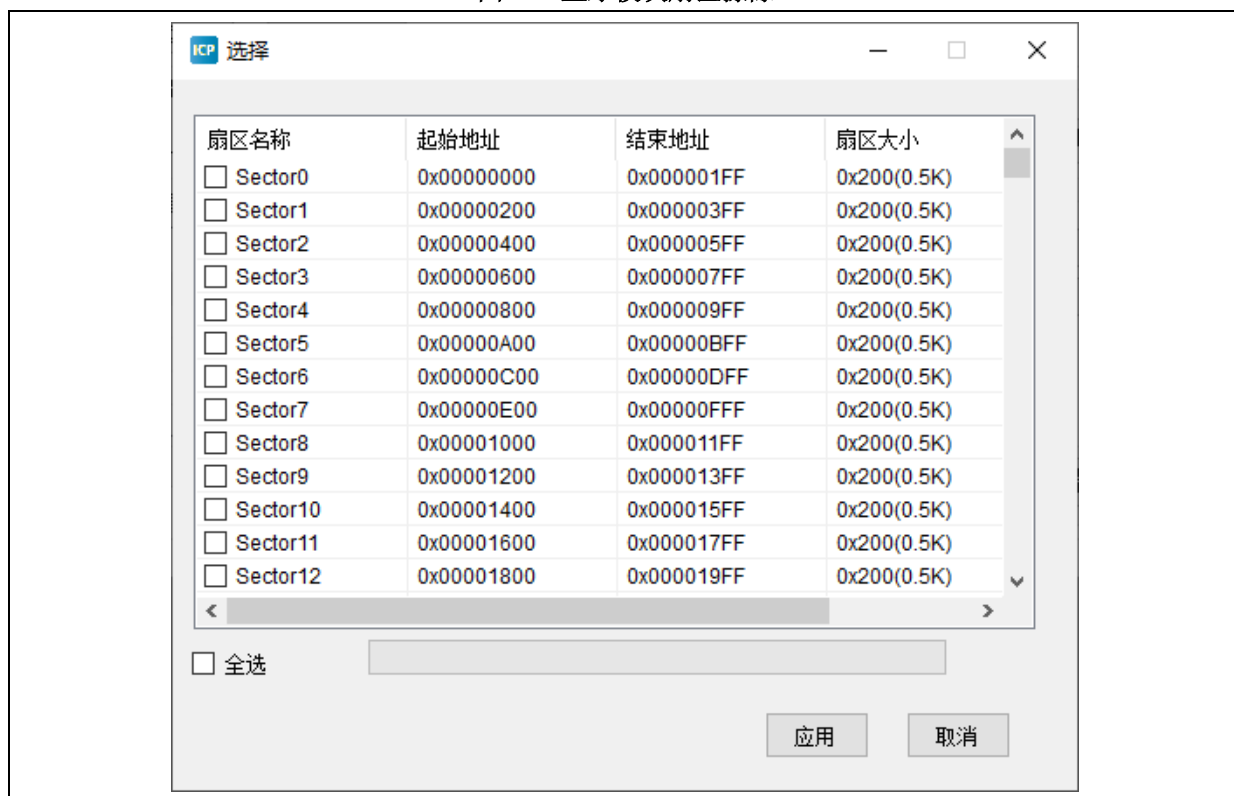
### ■ 擦除 Main 空间

仅擦除 Main code 空间。

### ■ 扇区擦除

用户选择需要擦除的扇区进行擦除。“蓝牙模块” - “扇区擦除”，如图所示：

图 31. 蓝牙模块扇区擦除



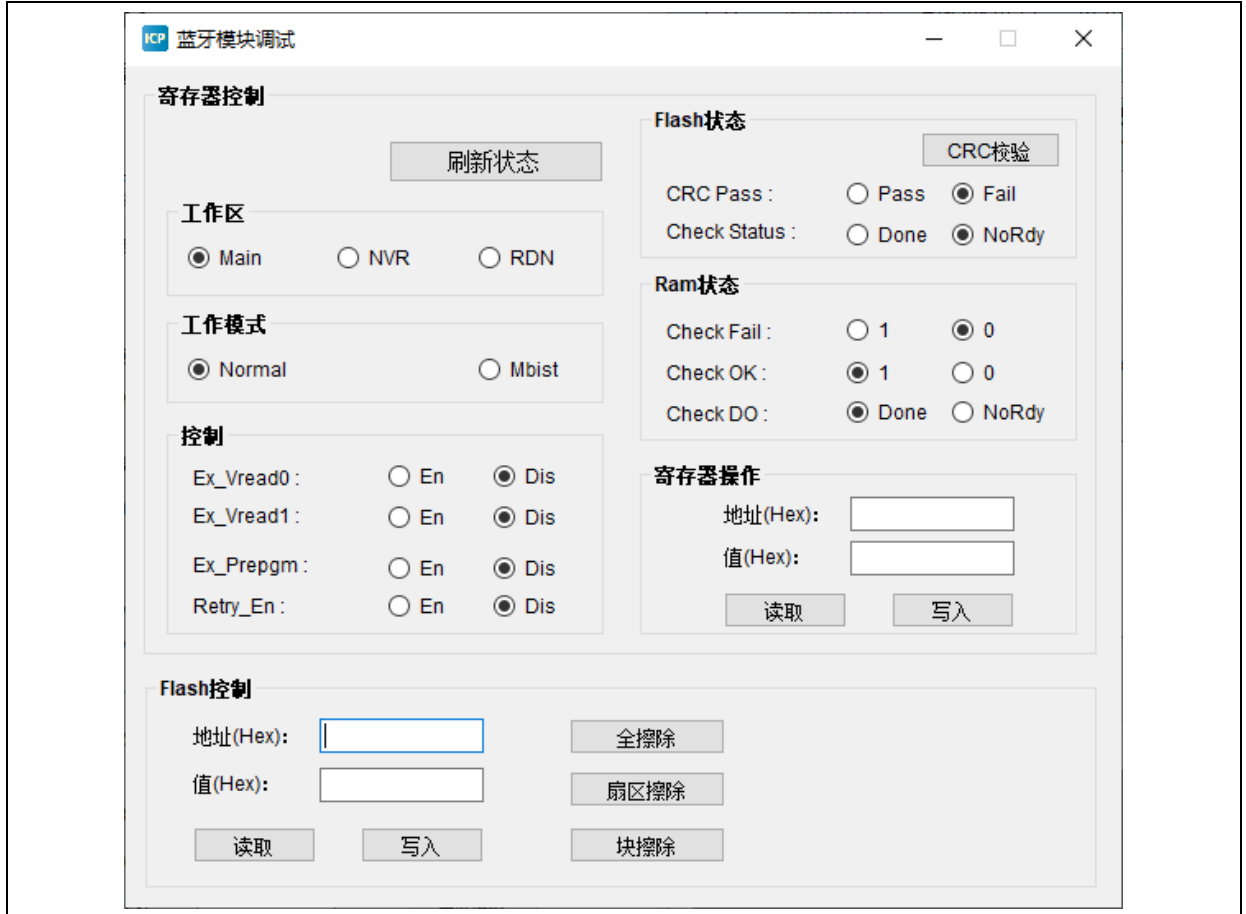
应用： 擦除选择扇区。

取消： 在擦除过程中，取消此次擦除操作。

### 3.13 蓝牙模块调试

对蓝牙模块进行调试（AT32WB415CCU7-7），（菜单栏—“蓝牙模块”—“蓝牙模块调试”）。  
如图所示：

图 32. 蓝牙模块调试



#### ■ 工作区

选择蓝牙模块工作区。可选择 Main code 空间、NVR 空间、RDN 空间。

#### ■ 工作模式

选择蓝牙模块工作模式。可选择 Normal 模式、Mbist 模式。

#### ■ 控制

可控制 Ex\_Vread0、Ex\_Vread1、Ex\_Prepgrm、Retry\_En 的 Enable 或 Disable 状态。

#### ■ Flash 状态

可显示 Flash CRC check 状态。可用于判断下载文件是否正确。

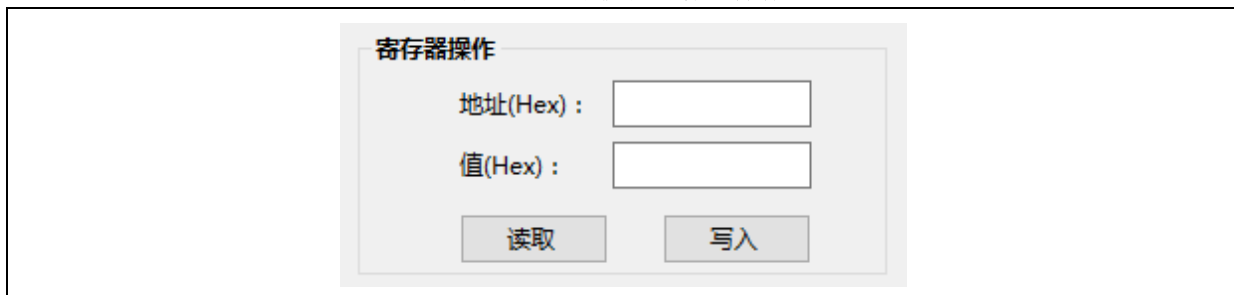
#### ■ Ram 状态

可显示 Ram check 状态。

#### ■ 寄存器操作

可对蓝牙模块寄存器进行读写操作。

图 33. 蓝牙模块寄存器操作

该界面截图显示了一个名为“寄存器操作”的窗口。窗口内包含两个文本输入框，分别标注为“地址(Hex):”和“值(Hex):”。在输入框下方，有两个并排的按钮，分别标注为“读取”和“写入”。

地址(Hex): 寄存器地址。

值(Hex): 读取或者写入的值。

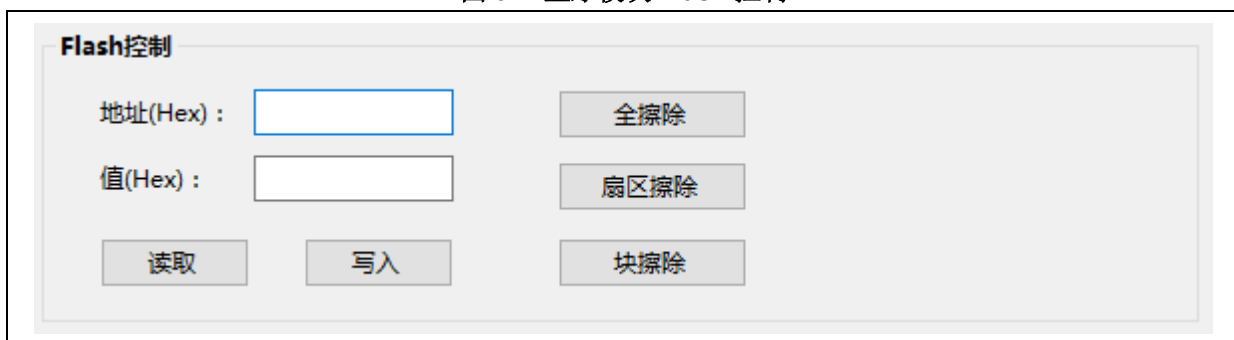
读取: 从寄存器地址进行读取操作。

写入: 将值写入寄存器地址。

#### ■ Flash 控制

可对蓝牙模块 Flash 的 Main code 空间、NVR 空间、RDN 空间进行操作控制。

图 34. 蓝牙模块 Flash 控制

该界面截图显示了一个名为“Flash控制”的窗口。窗口内包含两个文本输入框，分别标注为“地址(Hex):”和“值(Hex):”。在输入框下方，有六个按钮。其中两个按钮分别标注为“读取”和“写入”，位于左侧。另外三个按钮分别标注为“全擦除”、“扇区擦除”和“块擦除”，位于右侧，呈垂直排列。

地址(Hex): Flash 地址。

值(Hex): 读取或者写入的值。

读取: 从 Flash 地址进行读取操作。

写入: 将值写入 Flash 地址。

全擦除: 将擦除蓝牙模块 Main code 空间、NVR 空间、RDN 空间。

扇区擦除: 擦除“地址(Hex)”所在的扇区。

块擦除: 擦除“地址(Hex)”所在的块。

### 3.14 用户系统数据

对用户系统数据进行编程，( 菜单栏—“设备操作”—“用户系统数据” ), 如图所示：

图 35. 用户系统数据配置界面

The screenshot shows the 'User System Data Configuration' window. It includes sections for Access Protection Bytes (FAP A5, Disabled), System Configuration Bytes (SSB FF, various options checked), Erase Protection Bytes (Sector table with EPP N), User Data Bytes (table with Data 0-7 as FF), and External Memory Encryption Keys (KEY0-KEY7 as FF). Buttons at the bottom include 'Load from Device', 'Apply to Device', 'Load from File', and 'Save as'.

| 扇区名称                             | 起始地址      | 结束地址      | 扇区大小      | EPP |
|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----|
| <input type="checkbox"/> Sector0 | 0x8000000 | 0x80007FF | 0x800(2K) | N   |
| <input type="checkbox"/> Sector1 | 0x8000800 | 0x8000FFF | 0x800(2K) | N   |
| <input type="checkbox"/> Sector2 | 0x8001000 | 0x80017FF | 0x800(2K) | N   |
| <input type="checkbox"/> Sector3 | 0x8001800 | 0x8001FFF | 0x800(2K) | N   |
| <input type="checkbox"/> Sector4 | 0x8002000 | 0x80027FF | 0x800(2K) | N   |
| <input type="checkbox"/> Sector5 | 0x8002800 | 0x8002FFF | 0x800(2K) | N   |
| <input type="checkbox"/> Sector6 | 0x8003000 | 0x80037FF | 0x800(2K) | N   |

| Date            | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Data 0---7 (0x) | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |

#### ■ 访问保护字节

可启用和禁用存储器访问保护。

AT32F403/F413/F403A/F407/A403A/F435/F437:

启用: FAP 为 0xFF。

禁用: FAP 为 0xA5。

AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416:

访问保护: FAP 为 0xFF。

高级访问保护: FAP 为 0xCC。(访问保护及用户系统数据误擦除保护)

(F425/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416 启用高级访问保护后, 将永不可解除, 且调

试接口也将永久禁用。请谨慎使用）

禁用：FAP 为 0xA5。

当访问保护时，存储器和用户系统数据都将无法读取，需解除访问保护才能操作。  
解除访问保护后，主存储器和用户系统数据都将被擦除。

#### ■ 系统配置字节

nWDT\_ATO\_EN:

未选中-----看门狗自启动开启。

选中-----看门狗自启动关闭。

nDEPSLP\_RST:

未选中-----进入深度睡眠模式时产生复位。

选中-----进入深度睡眠模式时不产生复位。

nSTDBY\_RST:

未选中-----进入待机模式时产生复位。

选中-----进入待机模式时不产生复位。

BTOPT: (AT32F403/F403A/F407/A403A/F435/F437)

未选中-----当配置从主闪存启动时，若片 2 中没有启动程序，将从片 1 启动，否则，从片 2 启动。

选中-----当配置从主闪存启动时，从片 1 启动。

nBOOT1: (AT32F421/F425/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416)

和 BOOT0 一起决定启动模式，当 BOOT0 = 1 时

未选中-----由 SRAM 启动。

选中-----由启动程序存储区启动。

nWDT\_DEPSLP:

未选中-----WDT 进入深度睡眠模式时停止计数。

选中-----WDT 进入深度睡眠模式时不停止计数。

nWDT\_STDBY:

未选中-----WDT 进入待机模式时停止计数。

选中-----WDT 进入待机模式时不停止计数。

nRAM\_PRT\_CHK: (AT32L021)

未选中-----开启 RAM 的奇校验。

选中-----关闭 RAM 的奇校验。

#### ■ EOPB0(片上内存)

AT32F403/F403A/F407/A403A: (AT32F403CBT6 不支持此项设置)

224KB SRAM-----片上内存 224KB。

96KB SRAM-----片上内存 96KB。

AT32F413: (AT32F413C8T7、AT32FEBKC8T7 不支持此项设置)

64KB SRAM-----片上内存 64KB。

32KB SRAM-----片上内存 32KB。

16KB SRAM-----片上内存 16KB。

AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416: (无此设置)

AT32F435/437 系列:

256K 及以下闪存容量:

512KB SRAM-----片上内存 512KB。

448KB SRAM-----片上内存 448KB。

384KB SRAM-----片上内存 384KB。

1024K 及以上闪存容量:

512KB SRAM-----片上内存 512KB。

448KB SRAM-----片上内存 448KB。

384KB SRAM-----片上内存 384KB。

320KB SRAM-----片上内存 320KB。

256KB SRAM-----片上内存 256KB。

192KB SRAM-----片上内存 192KB。

128KB SRAM-----片上内存 128KB。

#### ■ 擦写保护字节

可自行选择需要进行写保护的 sector。如下图所示:

图 36. 擦写保护字节



EPP0:

AT32F403/F413/F403A/F407/A403A: 控制 Flash 1K-32K 范围内扇区的擦写保护。

AT32F415/WB415/F423/A423/F402/F405/F490: 控制 Sector0-Sector15 范围内扇区的擦写保护。

AT32F421: 控制 Sector0-Sector31 范围内扇区的擦写保护。

AT32F435/F437: 控制 Flash 1K-32K 范围内扇区的擦写保护, 每个比特位保护 4K 字节的扇区。

AT32F425: 控制 Sector0-Sector31 范围内扇区的擦写保护。

AT32L021: 控制 Sector0-Sector31 范围内扇区的擦写保护。

AT32M412/M416: 控制 Sector0-Sector31 范围内扇区的擦写保护。

EPP1:

AT32F403/F413/F403A/F407/A403A: 控制 Flash 33K-64K 范围内扇区的擦写保护。

AT32F415/WB415/F423/A423/F402/F405/F490: 控制 Sector16-Sector31 范围内扇区的擦写保护。  
AT32F421: 控制 Sector32-Sector63 范围内扇区的擦写保护。  
AT32F435/F437: 控制 Flash 33K-64K 范围内扇区的擦写保护, 每个比特位保护 4K 字节的扇区。  
AT32F425: 控制 Sector32-Sector63 范围内扇区的擦写保护。  
AT32L021: 控制 Sector32-Sector63 范围内扇区的擦写保护。  
AT32M412/M416: 控制 Sector32-Sector63 范围内扇区的擦写保护。

#### EPP2:

AT32F403/F413/F403A/F407/A403A: 控制 Flash 65K-96K 范围内扇区的擦写保护。  
AT32F415/WB415/F423/A423/F402/F405/F490: 控制 Sector32-Sector47 范围内扇区的擦写保护。  
AT32F435/F437: 控制 Flash 65K-96K 范围内扇区的擦写保护, 每个比特位保护 4K 字节的扇区。  
AT32M412/M416: 控制 Sector64-Sector95 范围内扇区的擦写保护。

#### EPP3:

AT32F403/F413/F403A/F407/A403A: 位 0-6 控制 97K-124K 范围内扇区的擦写保护; 位 7 控制 Flash 124K 以后所有扇区的擦写保护, 包括外部存储器。  
AT32F415/WB415/F423/A423/F402/F405/F490: 位 0-6 控制 Sector48-Sector61 范围内扇区的擦写保护; 位 7 控制 Sector62 以后所有扇区的擦写保护, 包括启动程序存储区 (启动程序存储区 AP 模式时)。  
AT32F421: 位 7 控制启动程序存储区 (启动程序存储区 AP 模式时)。  
AT32F435/F437: 控制 Flash97K-128K 范围内扇区的擦写保护, 每个比特位保护 4K 字节的扇区。  
AT32F425: 位 7 控制启动程序存储区 (启动程序存储区 AP 模式时)。  
AT32L021: 位 7 控制启动程序存储区 (启动程序存储区 AP 模式时)。  
AT32M412/M416: 控制 Sector96-Sector127 范围内扇区的擦写保护。

#### EPP4:

AT32F435/F437: 控制 Flash129K-1152K 范围内的擦写保护, 每个比特位保护 128K 字节的扇区。

#### EPP5:

AT32F435/F437: 控制 Flash1153K-2176K 范围内扇区的擦写保护, 每个比特位保护 128K 字节的扇区。

#### EPP6:

AT32F435/F437: 控制 Flash2177K-3200K 范围内扇区的擦写保护, 每个比特位保护 128K 字节的扇区。

#### EPP7:

AT32F435/F437: 位 0-6 控制 Flash 3201K-4032K 范围内扇区的擦写保护, 每个比特位保护 128K 字节的扇区。

#### ■ 用户数据字节



图 37. 用户数据字节

| Date          | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Data 0—7 (0x) | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |

AT32F403/F413/F403A/F407/A403A: 用户数据字节 8 个字节。

AT32F415/WB415: 用户数据字节 506 个字节。

AT32F421: 用户数据字节 250 个字节。

AT32F435/F437: 在 4032K 以下闪存容量中, 用户数据字节 220 个字节。在 4032K 闪存容量中, 用户数据字节 2012 个字节。

AT32F425: 用户数据字节 250 个字节。

AT32L021: 用户数据字节 250 个字节。

AT32F423/A423: 用户数据字节 250 个字节。

AT32F402/F405/F490: 用户数据字节 220 个字节。

AT32M412/M416: 用户数据字节 250 个字节。

重置: 将数据用户系统数据全部重置为 0xFF 显示, 此时并未保存到设备。

导入文件: 将保存的数据字节文件导入表中显示

保存为文件: 将表中数据用户系统数据保存到文件中。

#### ■ 外部存储器加密 Key (AT32F403/F413/F403A/F407/A403A)

可设置外部存储器密文存取区加密键值。如下图所示:

图 38. 外部存储器加密 Key 配置界面

#### ■ QSPI 加密 Key (AT32F435/437/F402/F405/F490)

可设置 QSPI 密文存取区加密键值。如下图所示:

图 39. QSPI 加密 Key 配置界面

#### ■ 从设备加载

从设备读取用户系统数据内容, 并更新到界面显示。

#### ■ 应用到设备

将用户系统数据的设置保存到设备。

■ 从文件加载

加载保存的用户系统数据文件内容，并更新到界面显示。

■ 另存为

将用户系统数据设置保存到文件。

### 3.15 下载功能

可通过“菜单栏” — “设备操作” — “下载”，或通过主界面“下载”按钮，打开“下载选项”设置界面，如下图所示：

图 40. 在线下载配置界面



#### 1) 选项

##### ■ 主存储器全擦除

如果文件列表中文件下载地址位于主存储器，将全擦除主存储器。

##### ■ 外部存储器全擦除

如果文件列表中文件下载地址位于外部存储器，将全擦除外部存储器。

##### ■ 主存储器和外部存储器全擦除

如果文件列表中文件下载地址同时位于主存储器与外部存储器，将全擦除主存储器与外部存储器。

##### ■ 主存储器和启动程序存储区全擦除

(AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416)

如果文件列表中文件下载地址同时位于主存储器与启动程序存储区，将全擦除主存储器与启动程序存储区。

(“主存储器全擦除”、“外部存储器全擦除”、“主存储器和外部存储器全擦除”、“主存储器和启动程序存储区全擦除”，此三项将自动根据下载文件进行匹配)

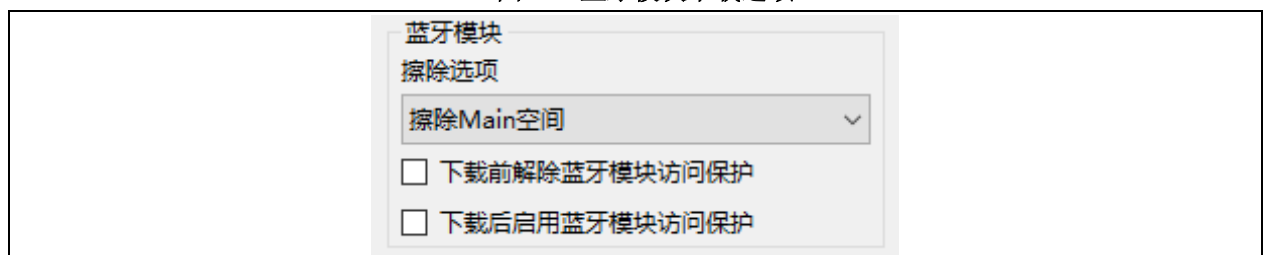
#### ■ 仅擦除对应文件大小的存储器扇区

根据文件的下载地址，自动判断需要擦除的扇区进行擦除，不擦除其他扇区。

#### ■ 蓝牙模块

如下图所示：

图 41. 蓝牙模块下载选项



擦除选项：选择下载到蓝牙模块时的擦除方式。

下载前解除蓝牙模块访问保护：下载前，预先解除蓝牙模块的访问保护。

下载后启用蓝牙模块访问保护：下载完成后，启用蓝牙模块访问保护。

#### ■ 下载前禁用 sLib

下载前解除 sLib 启用状态，需输入上一次启用时的密码。

#### ■ 启用 sLib

下载时启用 sLib 功能。需输入本次启用 sLib 的密码、开始扇区、数据区开始扇区/指令区开始扇区、结束扇区。

#### ■ 下载前解除访问保护（用于连续下载）

连续下载时，如果芯片处于访问保护状态，将自动解除访问保护，然后再进行下载。

#### ■ 下载后校验

下载完成后，会读取存储器对应内容，然后进行校验，从而判断下载是否成功。如果不勾选此选项，下载后不进行读取校验，从而无法判断下载的内容是否正确。

#### ■ 下载后执行

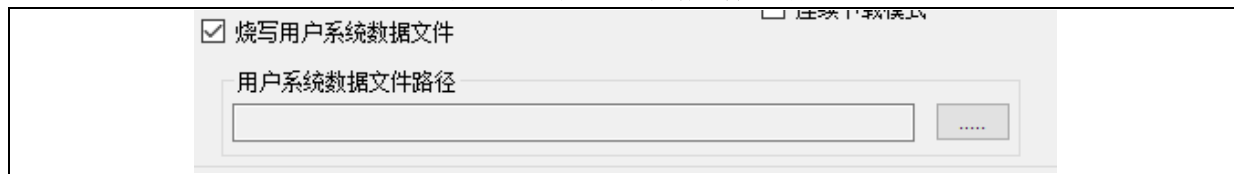
下载完成后将执行下载到存储器地址 0x08000000 的代码。

#### ■ 烧写用户系统数据文件

选择此选项后，可在程序文件下载以及烧写序列号完成后，自动对设备烧写用户系统数据。

可通过界面进行设置，如下图所示：

图 42. 用户系统数据文件选择



请选择需要烧写的用户系统数据文件，支持 BIN 和 HEX 格式。

#### ■ 下载后启用访问保护

在下载等上述操作完成后，启用设备的访问保护。

AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416 可设置启用访问保护、启用高级访问保护（访问保护及用户系统数据误擦除保护）。

（F425/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416 启用高级访问保护后，将永不可解除，且调试接口也将永久禁用。请谨慎使用）

#### ■ 连续下载模式（仅适用于 AT-Link）

一台设备下载完成后，更换另一台设备，自动进行下载。

## 2) sLib 设置

（AT32F403 系列不支持 sLib 功能）

#### ■ sLib 状态

当前连接芯片的 sLib 状态，禁用或启用。

#### ■ 剩余使用次数（AT32F413/F403A/F407/A403A）(AT32F435/F437 在 1024K 及其以下闪存容量的型号)

sLib 的剩余使用次数，最多可使用 256 次，每使用一次后逐次减少。当剩余使用次数为 0 时，sLib 功能将无法使用。

#### ■ 启用密码

启用 sLib 功能时的密码。

#### ■ 禁用密码

禁用 sLib 功能时的密码。

#### ■ sLib 位置（AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416）

可设置 sLib 位于主存储器或者启动程序存储区（启动程序存储区处于 AP 模式）。

#### ■ 开始扇区

AT32F413/F415/F403A/F407/A403A/WB415:

sLib 区域的开始位置。从“开始扇区”到“数据区开始扇区”（不包括“数据区开始扇区”）此区域为指令区。使能 sLib 后，此区域范围内的数据不可擦除、不可写入、不可读取。

AT32F421/F435/F437/F425/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416:

sLib 区域的开始位置。从“开始扇区”到“指令区开始扇区”（不包括“指令区开始扇区”）此区域为指令与数据混合区（唯读区）。使能 sLib 后，此区域范围内的数据不可擦除、不可写入、可读取。

### ■ 数据区开始扇区/指令区开始扇区

AT32F413/F415/F403A/F407/A403A/WB415:

sLib 数据区的开始扇区。从“数据区开始扇区”到“结束扇区”（包括“结束扇区”）此区域为数据区。使能 sLib 后，此区域范围内的数据不可擦除、不可写入、可读取。当设置为“none”时，即设置为无数据区。

AT32F421/F435/F437/F425/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416:

sLib 指令区的开始扇区。从“指令区开始扇区”到“结束扇区”（包括“结束扇区”）此区域为指令区。使能 sLib 后，此区域范围内的数据不可擦除、不可写入、不可读取。当设置为“none”时，即设置为无指令区。

### ■ 结束扇区

sLib 区域的结束位置。

### ■ 禁用 sLib

sLib 由启用状态到禁用状态。需输入上一次启用时的密码。禁用 sLib 成功执行时，将擦除整个芯片。

## 3) 烧写序列号

### ■ 烧写序列号(SN)

选择此选项后，可在程序文件下载完成后，自动对每个设备烧写序列号。（不支持烧录到蓝牙模块）可通过界面进行设置，如下图所示：

图 43. 设置序列号



图 43 展示了“烧写序列号(SN)”的设置界面。界面顶部有一个复选框，当前处于勾选状态。下方是一个浅灰色背景的设置区域，包含三个配置项，每个项都有“0x”前缀和对应的输入框：

| 配置项   | 前缀 | 输入框内容    |
|-------|----|----------|
| 烧写位置  | 0x | 08010000 |
| 当前序列号 | 0x | 00000001 |
| 每次增加  | 0x | 00000001 |

烧写位置：序列号烧写到存储器的地址。

当前序列号：本次烧写的序列号。

每次增加：每烧写一次序列号后，下一个序列号在此基础上的增加量。

## 4) 烧写蓝牙模块 Mac 地址

### ■ 烧写 Mac 地址

AT32WB415

选择此选项后，可在程序文件下载完成后，自动对每个蓝牙设备烧写 Mac 地址。

可通过界面进行设置，如下图所示：

图 44. 设置 Mac 地址

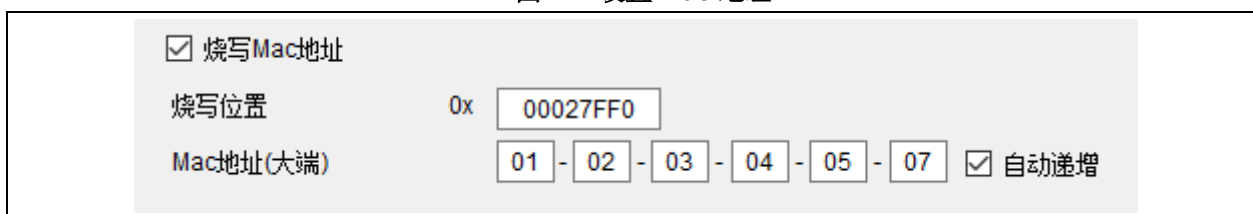


图 44 展示了“烧写 Mac 地址”的设置界面。界面顶部有一个复选框，当前处于勾选状态。下方是一个浅灰色背景的设置区域，包含以下配置项：

- 烧写位置：0x 00027FF0
- Mac地址(大端)：01 - 02 - 03 - 04 - 05 - 07
- 自动递增：复选框处于勾选状态

烧写位置：Mac 地址烧写到存储器的地址。

**Mac 地址(大端):** 本次烧写的 Mac 地址。

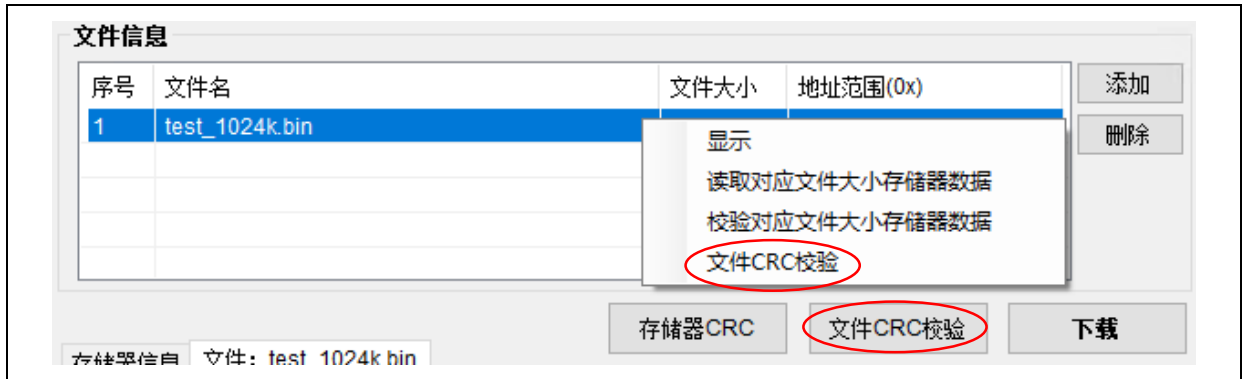
**自动递增:** 每烧写一次 Mac 地址后, 下一个 Mac 地址在此基础上增加 1。

### 3.16 CRC 校验功能

(AT32F413/F415/F403A/F407/A403A/F421/F435/F437/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416 系列支持 CRC 校验功能 (外部存储器不支持))

如图所示:

图 45. CRC 校验功能配置



方式一:

选中需要校验的文件，右击，在右击菜单中选择“文件 CRC 校验”。

方式二:

选中需要校验的文件，直接点击“文件 CRC 校验”按钮。

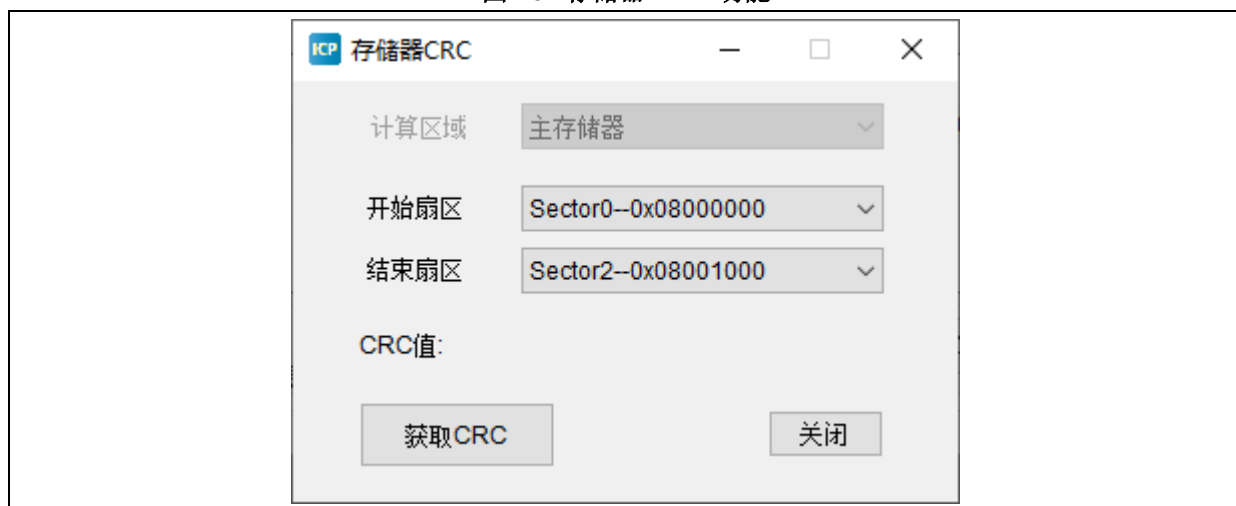


### 3.17 存储器 CRC 计算功能

(AT32F413/F415/F403A/F407/A403A/F421/F435/F437/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416 系列支持存储器 CRC 计算功能(外部存储器不支持))  
(菜单栏—“设备操作”—“存储器 CRC”)或(主界面—“存储器 CRC”按钮)

如图所示：

图 46. 存储器 CRC 功能



计算区域：主存储器和启动程序存储区

(AT32F415/F421/F425/WB415/L021/F423/A423/F402/F405/F490/M412/M416 AP 模式时)。

开始扇区：计算 CRC 的开始扇区。

结束扇区：计算 CRC 的结束扇区。

CRC 值：计算出的 CRC 值。

获取 CRC：开始计算 CRC 值。

关闭：关闭此对话框。

### 3.18 外部存储器加密下载

外部存储器加密原理：

需要进行外部存储器加密下载时，首先需要配置外部存储器的加密范围和外部存储器加密 Key（Key 在用户系统数据中设置），然后再进行下载操作。此时，MCU 会根据加密范围和加密 Key，按照 MCU 内部设定的算法，对下载原始数据进行加密，再将加密数据写入到外部存储器。

当需要读取外部存储器的加密数据时，同样需要配置加密时设置的加密范围和加密 Key，MCU 通过加密范围和加密 Key，按照 MCU 内部设定的算法，对加密数据进行解密，还原为正确的原始数据。

在对外部存储器下载文件时，本工具可通过以下步骤设置，对下载内容进行加密下载。

(AT32F403/F413/F403A/F407/A403A)

- 步骤 1：设置外部存储器加密范围，如图所示：

图 47. 外部存储器加密范围配置

可设置要加密的范围，从 0x08400000 开始。如果不需要加密，请设置为 0。

- 步骤 2：设置外部存储器加密 Key。通过“用户系统数据设置”页面进行设置，如图所示：

图 48. 外部存储器加密 Key 配置

这是下载和读取外部存储器加密范围内数据的加/解密 Key。访问保护解除时，Key 也将被擦除。

- 步骤 3：正常下载文件到外部存储器，即实现加密下载

## 3.19 QSPI 配置及下载

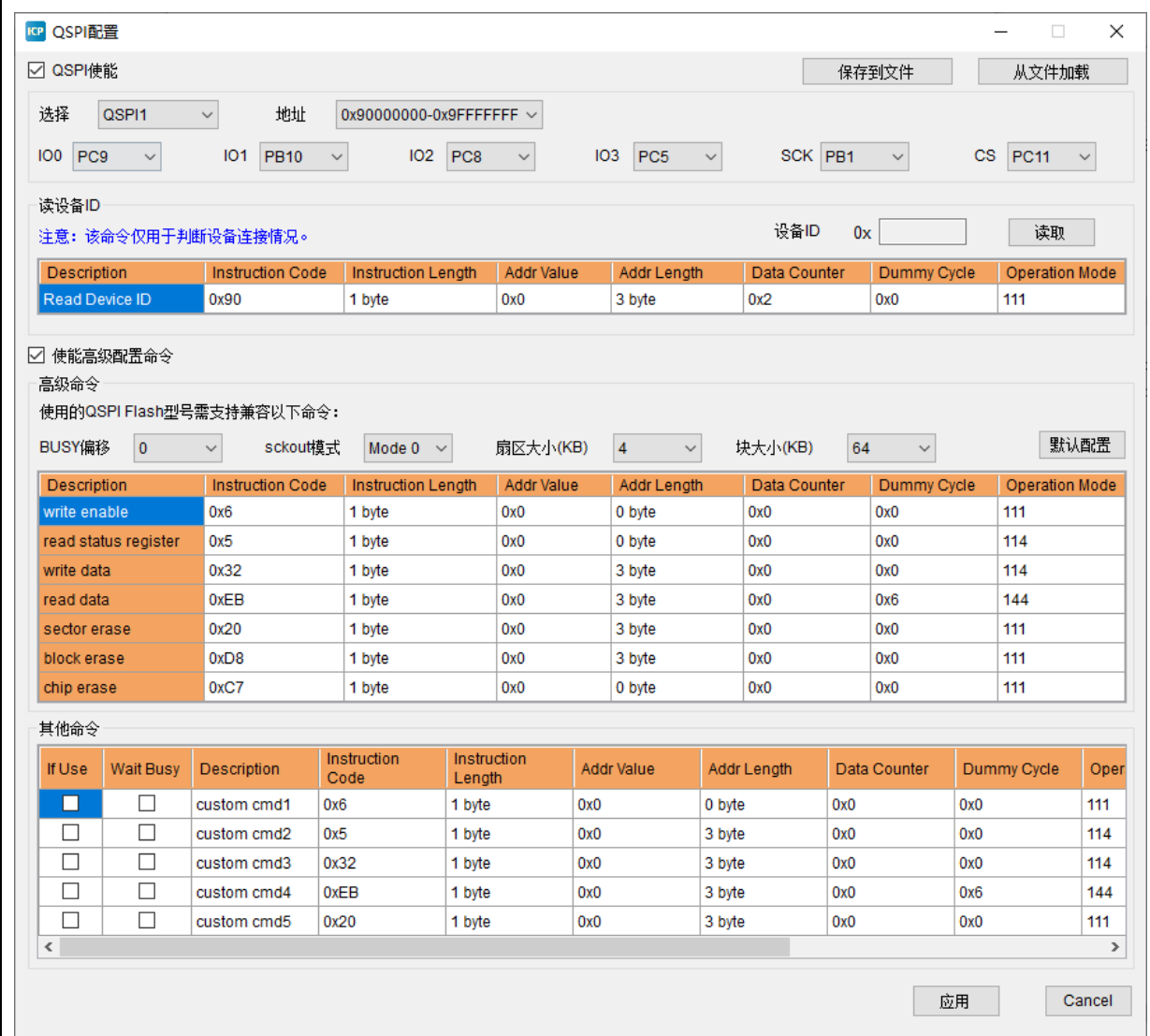
### 3.19.1 参数配置

(AT32F435/F437/F402/F405 及后续支持 QSPI 型号 MCU)

在需要使用 QSPI 存储器之前，必须对 QSPI 进行设置，否则将无法正常使用。

通过主界面“QSPI 配置”按钮，打开“QSPI 配置”界面，如图所示：

图 49. QSPI 设置界面



The screenshot shows the 'QSPI Configuration' window. It includes a 'QSPI Enable' checkbox, buttons for 'Save to File' and 'Load from File', and dropdown menus for selecting QSPI1, address range (0x90000000-0x9FFFFFFF), and various pins (IO0-IO3, SCK, CS). It also features a 'Read Device ID' section with a table of device information and a 'Advanced Configuration' section with a table of commands and their parameters.

**QSPI 配置**

☒ QSPI 使能

保存到文件 从文件加载

选择: QSPI1 地址: 0x90000000-0x9FFFFFFF

IO0: PC9 IO1: PB10 IO2: PC8 IO3: PC5 SCK: PB1 CS: PC11

读设备ID

注意: 该命令仅用于判断设备连接情况。

设备ID: 0x 读取

| Description    | Instruction Code | Instruction Length | Addr Value | Addr Length | Data Counter | Dummy Cycle | Operation Mode |
|----------------|------------------|--------------------|------------|-------------|--------------|-------------|----------------|
| Read Device ID | 0x90             | 1 byte             | 0x0        | 3 byte      | 0x2          | 0x0         | 111            |

☒ 使能高级配置命令

高级命令

使用的QSPI Flash型号需支持兼容以下命令:

BUSY偏移: 0 sckout模式: Mode 0 扇区大小(KB): 4 块大小(KB): 64 默认配置

| Description          | Instruction Code | Instruction Length | Addr Value | Addr Length | Data Counter | Dummy Cycle | Operation Mode |
|----------------------|------------------|--------------------|------------|-------------|--------------|-------------|----------------|
| write enable         | 0x6              | 1 byte             | 0x0        | 0 byte      | 0x0          | 0x0         | 111            |
| read status register | 0x5              | 1 byte             | 0x0        | 0 byte      | 0x0          | 0x0         | 114            |
| write data           | 0x32             | 1 byte             | 0x0        | 3 byte      | 0x0          | 0x0         | 114            |
| read data            | 0xEB             | 1 byte             | 0x0        | 3 byte      | 0x0          | 0x6         | 144            |
| sector erase         | 0x20             | 1 byte             | 0x0        | 3 byte      | 0x0          | 0x0         | 111            |
| block erase          | 0xD8             | 1 byte             | 0x0        | 3 byte      | 0x0          | 0x0         | 111            |
| chip erase           | 0xC7             | 1 byte             | 0x0        | 0 byte      | 0x0          | 0x0         | 111            |

其他命令

| If Use                              | Wait Busy                | Description | Instruction Code | Instruction Length | Addr Value | Addr Length | Data Counter | Dummy Cycle | Operation Mode |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------|-------------|--------------|-------------|----------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | custom cmd1 | 0x6              | 1 byte             | 0x0        | 0 byte      | 0x0          | 0x0         | 111            |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | custom cmd2 | 0x5              | 1 byte             | 0x0        | 3 byte      | 0x0          | 0x0         | 114            |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | custom cmd3 | 0x32             | 1 byte             | 0x0        | 3 byte      | 0x0          | 0x0         | 114            |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | custom cmd4 | 0xEB             | 1 byte             | 0x0        | 3 byte      | 0x0          | 0x6         | 144            |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | custom cmd5 | 0x20             | 1 byte             | 0x0        | 3 byte      | 0x0          | 0x0         | 111            |

应用 Cancel

#### ■ 保存到文件

将当前显示的配置信息作为文件保存到 PC 上（默认为：QSPIConfigData.ATQC）。

#### ■ 从文件加载

打开保存到 PC 上的配置文件（默认为：QSPIConfigData.ATQC）并显示到界面上。

#### ■ 勾选“QSPI 使能”

允许 QSPI 的操作，否则不能使用 QSPI 操作。

#### ■ QSPI 选择

根据电路选择对应的 QSPIx。

#### ■ 地址

选择 QSPI 的 Memory 地址范围

#### ■ IO0、IO1、IO2、IO3、SCK、CS

根据需要选择 PIN 名称。

#### ■ 读设备 ID

读取设备 ID 并展示，该命令仅用于判断设备连接情况。

#### ■ 使能高级配置命令

**不勾选：**QSPI 操作会按照内置的一组默认参数和指令进行操作，默认值如下图，也可以通过点击 QSPI 配置界面右边“默认配置”按钮重置

图 50. 高级配置命令

BUSY偏移

0

sckout模式

Mode 0

扇区大小(KB)

4

块大小(KB)

64

默认配置

| Description          | Instruction Code | Instruction Length | Addr Value | Addr Length | Data Counter | Dummy Cycle | Operation Mode |
|----------------------|------------------|--------------------|------------|-------------|--------------|-------------|----------------|
| write enable         | 0x6              | 1 byte             | 0x0        | 0 byte      | 0x0          | 0x0         | 111            |
| read status register | 0x5              | 1 byte             | 0x0        | 0 byte      | 0x0          | 0x0         | 111            |
| write data           | 0x32             | 1 byte             | 0x0        | 3 byte      | 0x0          | 0x0         | 114            |
| read data            | 0xEB             | 1 byte             | 0x0        | 3 byte      | 0x0          | 0x6         | 144            |
| sector erase         | 0x20             | 1 byte             | 0x0        | 3 byte      | 0x0          | 0x0         | 111            |
| block erase          | 0xD8             | 1 byte             | 0x0        | 3 byte      | 0x0          | 0x0         | 111            |
| chip erase           | 0xC7             | 1 byte             | 0x0        | 0 byte      | 0x0          | 0x0         | 111            |

**勾选：**用户可以自行修改参数和指令设置，具体参数含义请参考 RM 手册及 BSP 固件库。

#### ■ 其他命令

用户可以自行编辑最多 5 条额外的指令，用于操作初始阶段按界面从上往下顺序发送至 QSPI 器件，其中第一列“if use”选项勾选中表示该条指令使能并发送，第二列“wait busy”选项勾选中表示该条指令发送后，会自动发送“read status register”指令检测判断 busy 位是否清除，如下图

图 51. 其他命令

| If Use                              | Wait Busy                | Description | Instruction Code | Instruction Length | Addr Value | Addr Length | Data Counter | Dummy Cycle | Oper |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------|-------------|--------------|-------------|------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | custom cmd1 | 0xFF             | 1 byte             | 0x0        | 0 byte      | 0x0          | 0x0         | 444  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | custom cmd2 | 0x66             | 1 byte             | 0x0        | 0 byte      | 0x0          | 0x0         | 111  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | custom cmd3 | 0x99             | 1 byte             | 0x0        | 0 byte      | 0x0          | 0x0         | 111  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | custom cmd4 | 0x38             | 1 byte             | 0x0        | 0 byte      | 0x0          | 0x0         | 111  |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | custom cmd5 | 0x0              | 1 byte             | 0x0        | 0 byte      | 0x0          | 0x0         | 111  |

#### ■ 应用

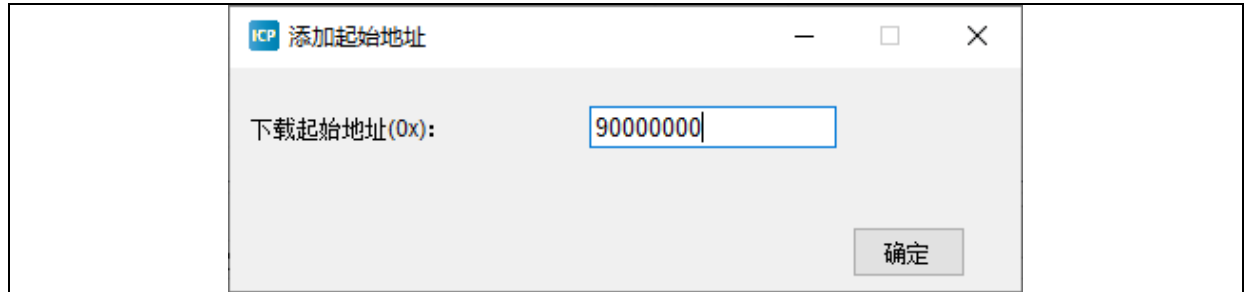
点击“应用”，保存 QSPI 参数配置。

QSPI 参数配置好之后，主界面上的 QSPI 配置按钮字体颜色会根据 QSPI 使能是否勾选显示不同颜色：绿色表示勾选 QSPI 使能，黑色表示没有勾选。

### 3.19.2 QSPI 下载

QSPI 参数配置好之后，需要添加需要下载到 QSPI 的文件到下载列表中。下载起始地址需要在 QSPI 地址范围内。如图所示：

图 52. QSPI 下载文件起始地址设置



点击“下载”按钮，打开“下载选项”设置界面，配置好相应的下载参数后，点击“开始下载”，将文件下载到 QSPI 存储器中。

## 4 常用情形介绍

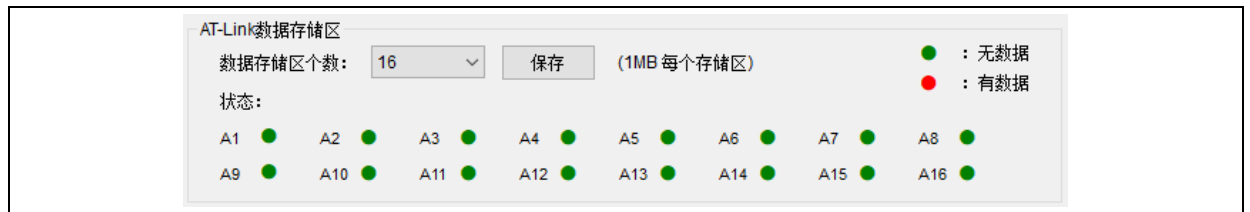
本章节主要介绍实际使用过程中可能常用到的一些功能的操作步骤和使用方法。以下内容都是 ICP 软件通过 AT-Link 能正常连接到目标芯片作为前提条件下进行。

### 4.1 离线项目使用

离线项目方式主要用于在没有 ICP 软件连接的情况下使用，仅用 AT-Link 内部储存的离线项目文件就可以实现对目标芯片的烧录与配置。

使用离线项目首先需要将离线项目配置并存储到 AT-Link 中，配置及储存的过程需要将 AT-Link 连接上 ICP 软件。点击菜单栏“AT-Link 设置”，此时“参数设置”界面中可看到“AT-Link 数据存储区”的状态与存储区个数设定（默认为 16 个存储区）。AT-Link 的数据存储区总共有 16MB 的存储空间，总的存储空间除以设定的分区个数即为每个分区的大小。如存储区个数设定为 16 个时，每个存储区的大小为 1MB。

图 53. AT-Link 数据存储区状态



单个存储区大小与烧录文件的大小有关，多段地址的烧录文件储存到 AT-Link 时，每一段地址的烧录文件会单独占用一个存储区，如果单个存储区大小不足以存储下某段地址的烧录文件时就应该考虑减少存储区个数，来增加单个存储区空间。

在菜单栏“AT-Link 设置”中选择“离线项目配置”界面，此时界面所示的就是离线项目中所管理的各项目以及显示所选项目的配置内容。

图 54. 离线项目配置界面

在 AT-Link 的初始状态下是不存有离线模式项目，如果 AT-Link 中已存储离线项目时，下拉框可列出当前 AT-Link 中所管理的各项目文件。

新增项目可点击“新建项目”按钮，再对应输入项目名称，选择 MCU 系列及型号，添加烧录固件等基本信息。

图 55. 离线项目基本配置

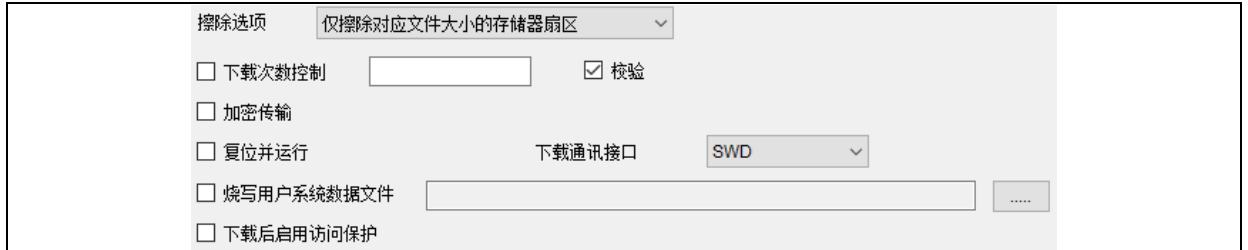
基本信息配置完成后，可对一些可选项特色信息进行进一步设定。

- 下载次数控制：该项设定当前所配置的离线项目以后只允许被下载多少次，当下载次数超过限定次数时，该次下载无效，并且 AT-Link 指示灯及蜂鸣器会报错。
- 加密传输：对 AT-Link 与芯片间的通讯数据进行加密，使用过程用户无感。
- 复位并运行：当离线项目中配置的固件下载到目标芯片后，并由 AT-Link 控制芯片进行复位并重

新运行。

- 烧写用户系统数据文件：导入之前保存在 PC 机中的用户系统数据文件并配置到该离线项目中。
- 下载后启用访问保护：当离线项目中配置的固件下载到目标芯片后，并开启该芯片的访问保护功能。

图 56. 离线项目特色配置



擦除选项：仅擦除对应文件大小的存储器扇区

☐ 下载次数控制  ☒ 校验

☐ 加密传输

☐ 复位并运行 下载通讯接口：SWD

☐ 烧写用户系统数据文件

☐ 下载后启用访问保护

剩下的配置项：如烧写序列号、sLib 设置等配置项后续将详细介绍。

所有的配置项都设定完成后，最后点击“保存项目到 AT-Link”按钮，ICP 软件会显示保存成功，并且在“参数设置”显示界面会看到 AT-Link 数据存储区 A1 A2 的状态为有数据状态。

图 57. 离线项目特色配置



AT-Link 数据存储区

数据存储区个数：16 保存 (1MB 每个存储区)

状态：

A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8

A9 A10 A11 A12 A13 A14 A15 A16

● : 无数据  
● : 有数据

切换到“离线下载状态监控”界面，在下拉框中选择接下来需要进行下载的离线项目，点击“保存并激活”按钮，即可显示当前激活的离线下载项目为保存激活的项目，下载限定次数、已下载次数和已成功下载次数等都会显示在界面上。

图 58. 离线下载状态监控界面



ICP AT-Link 设置

参数设置 离线项目配置 离线下载状态监控

选择离线下载项目：project2 project1 project2 无

保存并激活

下载通讯接口：SWD

ISP 串口波特率：115200

ISP 启动模式：手动

当前激活的离线下载项目：project2

下载配置总次数：2

已下载总次数：0 已成功下载次数：0

文件下载成功！！

对应的离线项目被激活后，此时按下 AT-Link 设备上的“OFF-LINE DOWNLOAD”按键即开始进行离线项目的下载操作。

此时的离线下载操作可不依赖于 ICP 软件进行。只要目标芯片与 AT-Link 工具有被正确连接且供电，重复按下“OFF-LINE DOWNLOAD”按键，就可重复进行下载操作。



## 4.2 连续下载

连续下载模式主要在批量进行烧录时使用，当配置信息设定完成后，开始连续下载模式，后续只需要在每次烧写完成后换上新目标芯片即可自动开始新一次烧写，减少了重复进行配置的繁复操作。

### 4.2.1 在线连续下载

在 ICP 软件通过 AT-Link 连接上目标芯片并且加载完应用固件 (\*.bin 或 \*.hex) 后，点击下载按钮，会进入下载选项界面，在弹出的对话框中有一项“连续下载模式”的勾选框，勾选后就进入了连续下载模式。

图 59. 在线连续下载模式设置

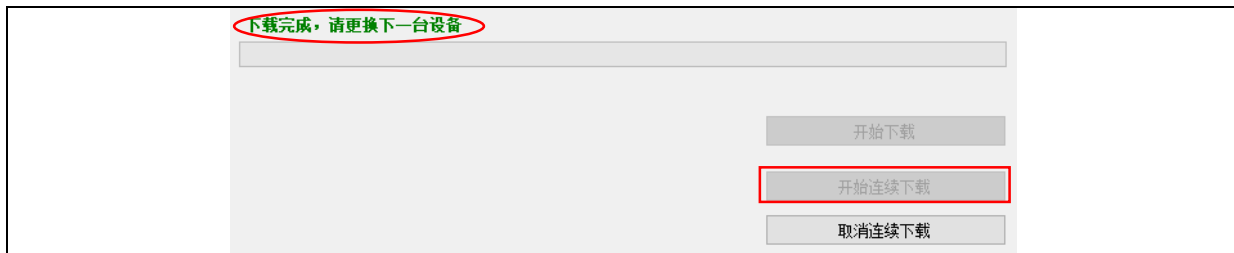


图 60. 连续下载成功提示



当离线项目设置并成功保存到 AT-Link 后，进入到“AT-Link 设置”对话框，点选“离线下载状态监控”界面，激活对应项目。点击下方的“开始连续下载”按钮即可开始连续下载模式。

图 61. 离线连续下载模式设置



## 4.3 序列号烧写

如果应用中有用到序列号功能的，可在 ICP 软件上配置好后与固件代码一起下载到目标芯片里，可避免反复烧写。

### 4.3.1 在线序列号烧写

在下载选项对话框中找到并点击“烧写序列号(SN)”栏，勾选“烧写序列号(SN)”复选框，此时各配置项状态调整为可配置状态，在此对各参数进行配置。

图 62. 烧写序列号设置

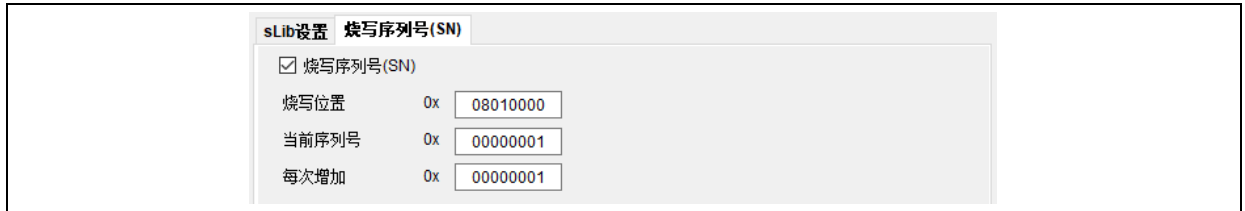


图 62 展示了 ICP 软件中的“sLib 设置”对话框，其中“烧写序列号(SN)”选项卡被选中。该对话框包含以下配置项：

| 配置项   | 单位 | 值        |
|---|----|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 烧写序列号(SN) |    |          |
| 烧写位置  | 0x | 08010000 |
| 当前序列号   | 0x | 00000001 |
| 每次增加  | 0x | 00000001 |

各项参数释义如下：

- 烧写位置：序列号烧写到存储器的地址。
- 当前序列号：本次烧写的序列号。
- 每次增加：每烧写一次序列号后，下一个序列号在当前序列号基础上的增加量。

以上设置好后，点击“开始下载”即可将固件烧录进目标芯片，且在设定的烧写位置同时写入本次烧写的序列号，ICP 软件上会显示“序列号(SN)写入成功！...”并且当前显示的序列号为自动加上序列号增加量后的结果值。

图 63. 烧写序列号成功

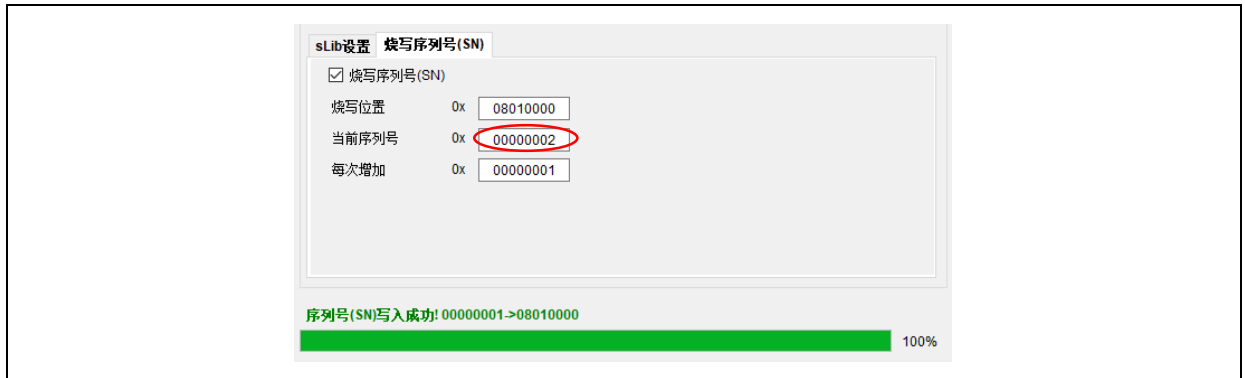


图 63 展示了 ICP 软件中的“sLib 设置”对话框，其中“烧写序列号(SN)”选项卡被选中。该对话框包含以下配置项：

| 配置项   | 单位 | 值        |
|---|----|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 烧写序列号(SN) |    |          |
| 烧写位置  | 0x | 08010000 |
| 当前序列号   | 0x | 00000002 |
| 每次增加  | 0x | 00000001 |

对话框下方显示了烧写成功的提示信息：“序列号(SN)写入成功! 00000001->08010000”，并伴有 100% 的绿色进度条。

### 4.3.2 离线序列号烧写

离线烧写序列号与在线烧写序列号的参数设定基本一样。在 ICP 软件初始界面点击“AT-Link 设置”，选择里面的“离线项目配置”栏，界面中找“烧写序列号(SN)”选项卡就可看到，按在线烧写序列号方式配置即可。

## 4.4 sLib 安全库区

设定以密码保护主存中指定范围的代码或数据区，即安全库区，此区域仅能被执行，无法读取（I-Code, D-Code 总线除外），以及写入与删除，除非输入指定密码。安全库区划分为指令安全库区与数据安全库区，并可选部分或是整个安全库区存放指令，但不支持整个安全库区存放数据。

安全库区功能对保存方案商核心算法等应用方向有益处。在方案商做好核心功能及算法后烧录好芯片并设定安全库区，就可以放心的交到用户处进行二次开发，只需要将核心算法的使用接口告知用户即

可。

#### 4.4.1 在线 sLib 设置

在 ICP 软件上 sLib 安全库区的设置通常是与下载步骤相搭配使用。在“下载选项”对话框中的“sLib 设置”界面。

图 64. sLib 设置界面



该设置界面中会显示当前 sLib 安全库区的状态及配置项。主要操作方式：首先要勾选“启用 sLib”并输入启用密码，再勾选“下载前禁用 sLib”并输入禁用密码，两处密码需设置为一致。

*注：单独设立启用、禁用密码的原因是在某些情况下可能只需要设定 sLib 的启用或者单独设定 sLib 禁用或同时使用，这样仅是为了操作更独立方便。*

在设置完启用、禁用密码后，就可以进行扇区的配置，此处预设的档位已对应连接型号的 Flash 参数所调整好，只需要按预期的区间进行设定即可。

图 65. sLib 设置参数



全部设定完毕就可以点击“开始下载”，此时就会将下载内容和 sLib 安全库区的配置状态设定到目标芯片。下载完成后可看到 ICP 软件的 sLib 的设置界面中 sLib 状态已转换为“启用”，且剩余使用次数已减 1。

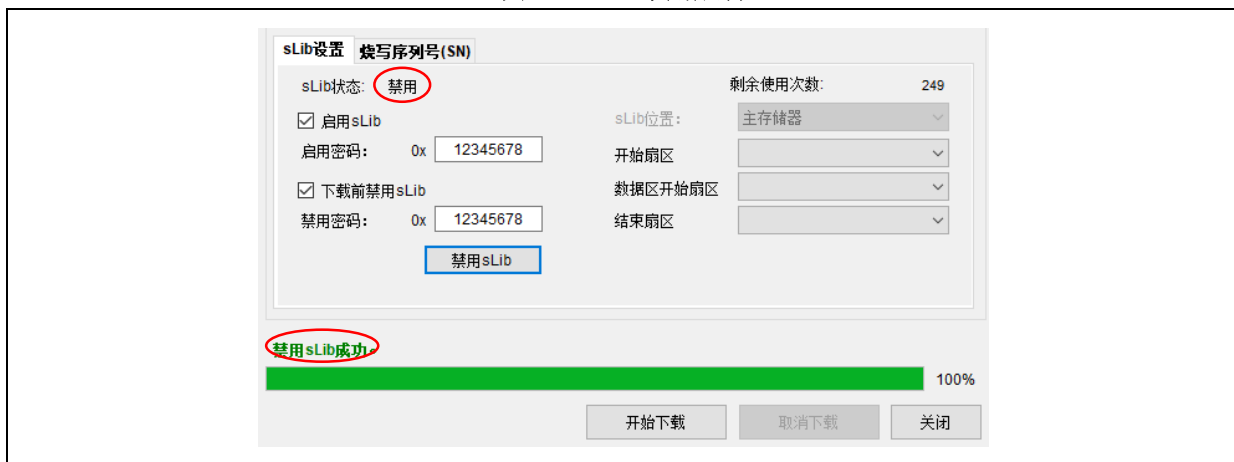
图 66. sLib 设置成功



在 sLib 已启用状态下，输入正确的“禁用密码”，点击“禁用 sLib”按钮可单独对 sLib 安全库区解除保护。

注：禁用 sLib 功能会对片上 Flash 进行整片擦除，请注意使用。

图 67. sLib 禁用成功



#### 4.4.2 离线 sLib 设置

离线方式的设置方法与操作界面基本一样。在 ICP 软件初始界面点击“AT-Link 设置”，选择里面的“离线项目配置”栏，界面中找“sLib 设置”选项卡就可看到。该 sLib 配置方案保存 AT-Link 离线项目后，在对离线项目进行烧写时一并对 sLib 安全库区进行配置。

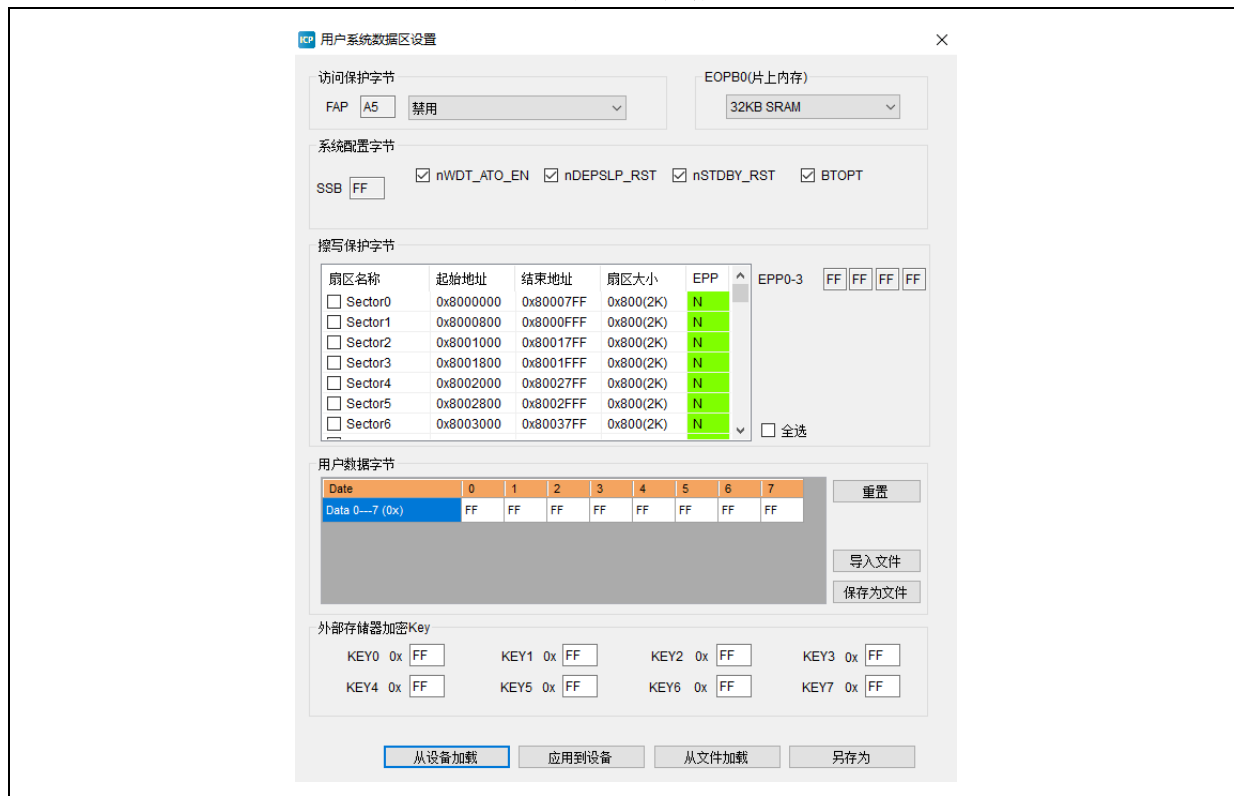
图 68. sLib 离线项目设置



### 4.5 用户系统数据烧写

点击菜单栏中“设备操作”一栏，选择点击“用户系统数据”即进入到用户系统数据区的设置界面。该界面可能会因为连接不同的目标芯片而展现的设置项有所不同，但大致的内容基本类似。

图 69. 用户系统数据区设置



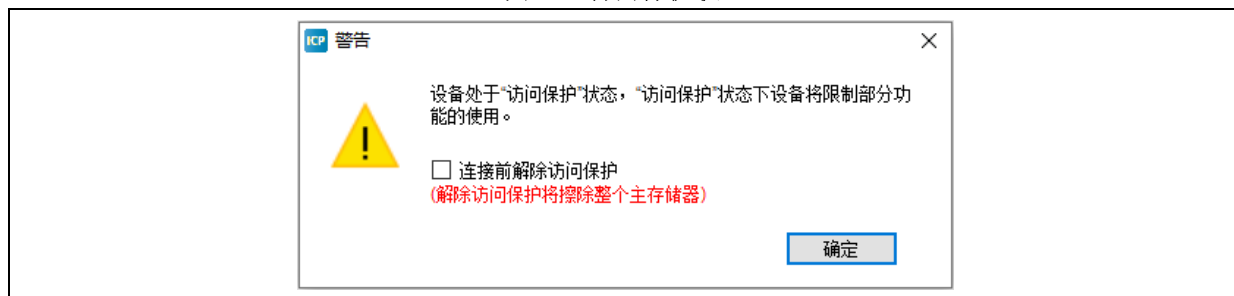
首先设置界面中最下方有四个按钮，其功能分别为：

- 从设备加载：从目标芯片中读出当前的实际配置信息并显示在界面上。
- 应用到设备：将当前显示的配置信息写入到目标芯片。
- 从文件加载：打开保存到 PC 上的配置文件（默认为：UserSystemData.bin）并显示到界面上。
- 另存为：将当前显示的配置信息作为文件保存到 PC 上（默认为：UserSystemData.bin）。

在配置界面中常用项可大体分为访问保护设置、内存扩展设置（部分型号）、系统配置、擦写保护设置和用户数据几大部分，接下来将依次作介绍。

- 访问保护：该功能主要用于当芯片中烧录重要固件后，而不希望被其他工具所读出，开启该功能可有效防止这种情况的发生。开启访问保护功能后当 ICP 软件再次连接上目标芯片时会显示该芯片处于“访问保护”状态，是否需要在连接前将访问保护功能解除，但是解除访问保护动作会对片上 Flash 进行整片擦除。

图 70. 访问保护状态

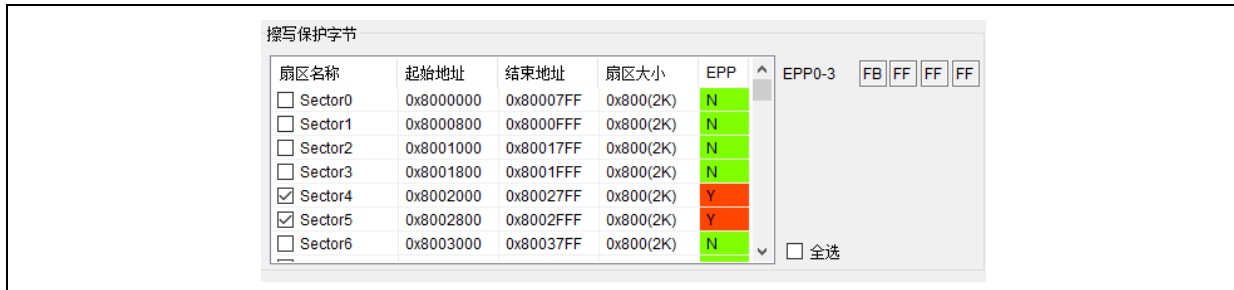


- 内存扩展：部分型号具有该功能，ICP 软件对各系列已做好预设档位，各系列此项显示的信息有所不同，在配置时只需要选定期望的档位进行设定即可。
- 系统配置：该项主要用于一些系统功能的开启和关闭，如看门狗的自动开启等，各项功能的详细介绍可参考[用户系统数据](#)章节，当各项设定完成后点击“应用到设备”即可将设定参数配置到目

标芯片中。

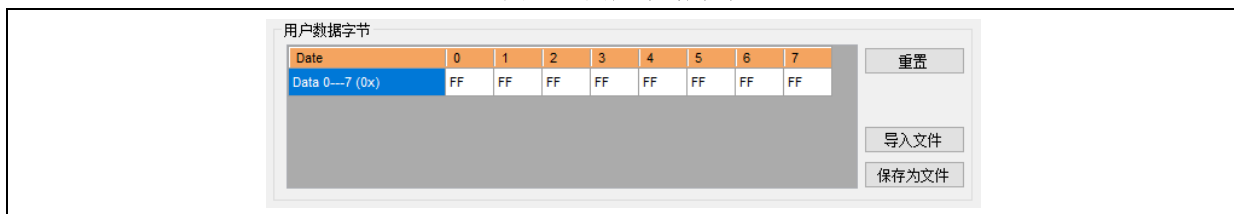
- 擦写保护：该项功能可以单独的对片内 Flash 按扇区进行擦写保护设置，显示的扇区范围可能不尽一样，但设置方法都一样，只需要点选对应的扇区范围选项，再点击“应用到设备”即可将设定参数配置到目标芯片中。

图 71. 扇区擦写保护



- 用户数据：应用中可将只需要一次写入且不希望常规的 Flash 操作擦写到该重要数据时，可将它写入到用户系统数据区的用户数据中，但该区域大小有限，该数据可随用户系统数据区的烧写一并烧入到目标芯片中。

图 72. 用户数据字节

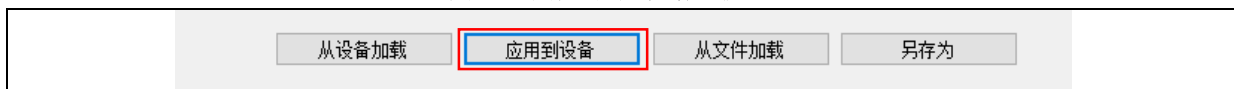


以上已将用户系统数据所配置的内容作了介绍，当在 ICP 软件上将所希望的信息预设定好之后，又该如何将这些配置信息应用到实际芯片中，接下来将介绍三种方法。

### 4.5.1 直接配置

当在用户系统数据区的设置界面将期望的配置信息都设定完之后，可以点击界面最下方的“应用到设备”按钮，会将界面所示系统配置信息直接应用到实际芯片中。

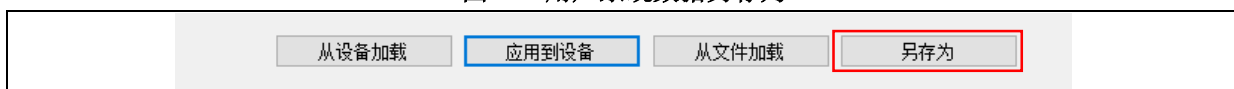
图 73. 用户系统数据直接配置



### 4.5.2 在线下载

在线下载方式配置用户系统数据时需先将界面中预设的配置信息另存为文件。在界面的最下方点击“另存为”按钮并选择对应的保存路径和文件名（默认文件名为：UserSystemData.bin）。

图 74. 用户系统数据另存为



用户系统数据文件保存成功后，在 ICP 软件的主界面添加好需要下载的应用固件，并点击“下载”按钮，进入到下载选项界面。

图 75. 进入在线下载界面

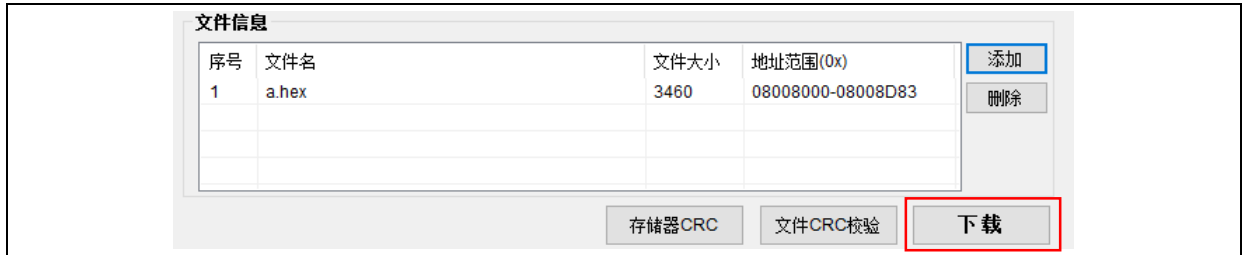


图 75 展示了 ICP Programmer 的在线下载界面。界面顶部有一个“文件信息”表格，包含“序号”、“文件名”、“文件大小”和“地址范围(0x)”等列。表格中有一行数据：序号 1，文件名 a.hex，文件大小 3460，地址范围 08008000-08008D83。表格右侧有“添加”和“删除”按钮。表格下方有“存储器CRC”、“文件CRC校验”和“下载”按钮。其中，“下载”按钮被红色方框突出显示。

| 序号 | 文件名   | 文件大小 | 地址范围(0x)          |
|----|-------|------|-------------------|
| 1  | a.hex | 3460 | 08008000-08008D83 |

在下载选项界面中对“烧写用户系统数据文件”一栏进行勾选，并按文件路径选择之前所保存的用户系统数据文件。

图 76. 在线下载用户系统数据设置



图 76 展示了在线下载用户系统数据设置界面。界面顶部有两个复选框：“烧写用户系统数据文件”（已勾选）和“连续下载模式”。下方有一个“用户系统数据文件路径”输入框，其中输入了“D:\test\UserSystemData.bin”，该输入框被红色椭圆圈出。右侧有一个“...”按钮，用于选择文件。

以上都配置完成后，点击界面最下方的“开始下载”按钮即可将应用固件及用户系统数据一起写入目标芯片中。

### 4.5.3 离线下载

离线下载方式配置用户系统数据也需先将界面中预设的配置信息另存为文件，文件另存的步骤如在线下载介绍的一样，不再赘述。

用户系统数据文件保存成功后，在 ICP 软件的主界面中点击“AT-Link 设置”菜单栏并选择“离线项目配置”界面，点击“新建项目”按钮，并在配置项中对“烧写用户系统数据文件”一栏进行勾选，并按文件路径选择之前所保存的用户系统数据文件。

图 77. 离线下载用户系统数据设置

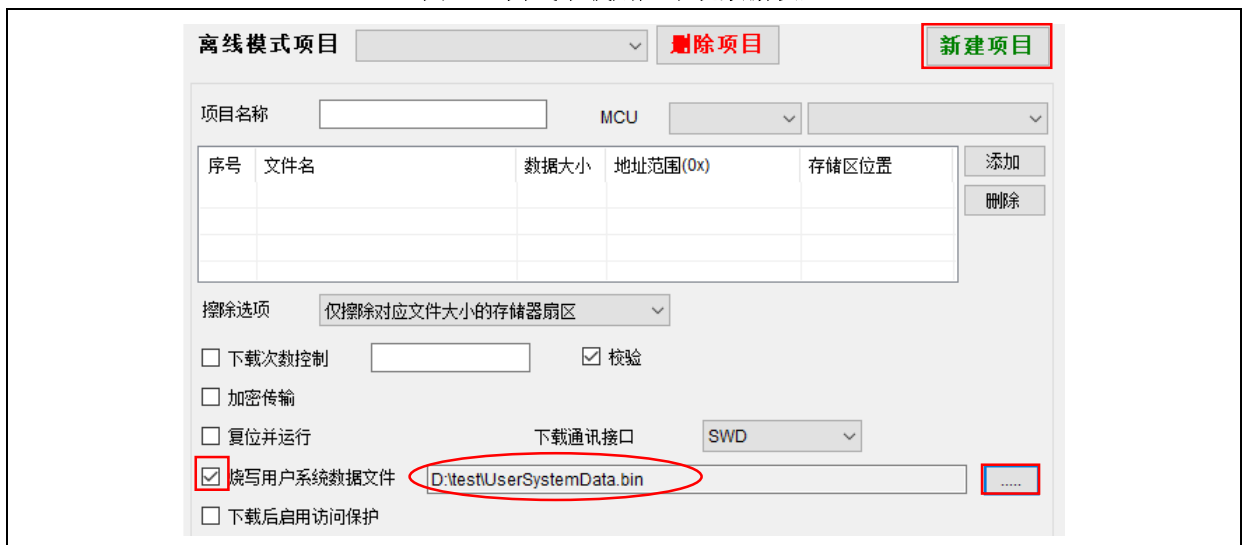


图 77 展示了离线下载用户系统数据设置界面。界面顶部有一个“离线模式项目”下拉菜单，右侧有“删除项目”和“新建项目”按钮。下方有一个“项目名称”输入框和“MCU”下拉菜单。中间是一个表格，包含“序号”、“文件名”、“数据大小”、“地址范围(0x)”和“存储区位置”等列。表格下方有一个“擦除选项”下拉菜单，显示为“仅擦除对应文件大小的存储器扇区”。再下方是一组复选框，包括“下载次数控制”、“加密传输”、“复位并运行”、“烧写用户系统数据文件”（已勾选）和“下载后启用访问保护”。其中，“烧写用户系统数据文件”复选框和下方的“D:\test\UserSystemData.bin”输入框被红色椭圆圈出。右侧有一个“...”按钮。底部有一个“下载通讯接口”下拉菜单，显示为“SWD”。

一切设定完成后，最后点击“保存项目到 AT-Link”按钮，即可将当前的用户系统数据配置信息保存到该项目文件中。

注：离线项目的详细使用介绍请参考[离线项目使用](#)章节

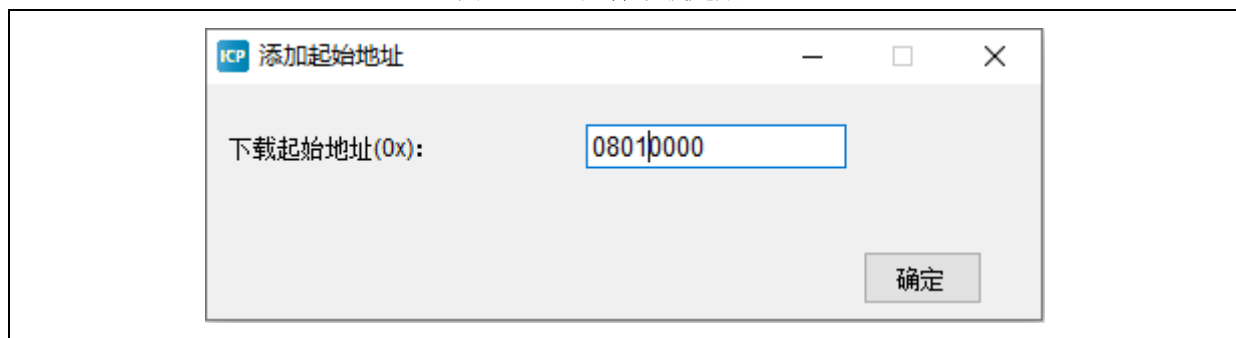


## 4.6 多段地址烧录

在工程应用中可能出现固件或数据需存储于 Flash 多段不连续地址空间中，此时可将地址不重复的多段内容一起添加到 ICP 软件，再由 ICP 软件一并烧录到目标芯片中，这样让多段烧录工作变得更轻松简单且不易出错。

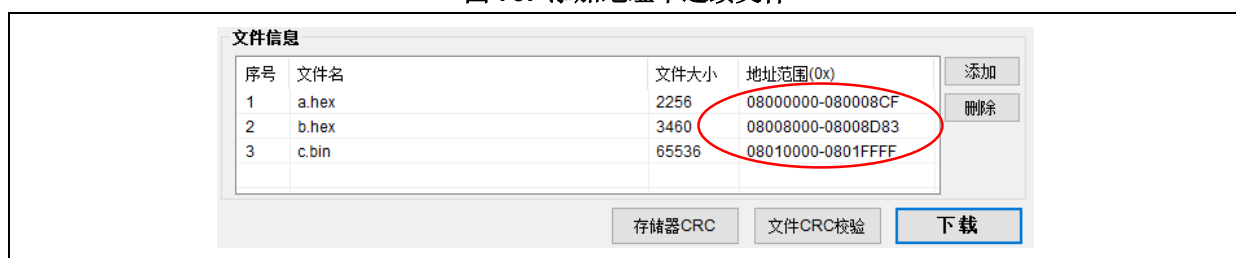
首先就是将分散于不连续地址空间中的各文件按要求添加到 ICP 软件中，且注意各文件存放的地址重叠问题。Hex 文件因带有地址信息，ICP 软件会自动按 Hex 文件本身的地址信息进行加载，Bin 文件在添加时会要求输入该文件的下载起始地址。

图 78. bin 文件下载起始地址



各段文件都添加完成后点击“下载”按钮，就可以按常规的下载流程开始后续操作，ICP 软件会自动区分地址且将各文件逐个下载到对应的 Flash 地址上。

图 79. 添加地址不连续文件



多段地址的离线烧录配置方法与在线方式基本一样。

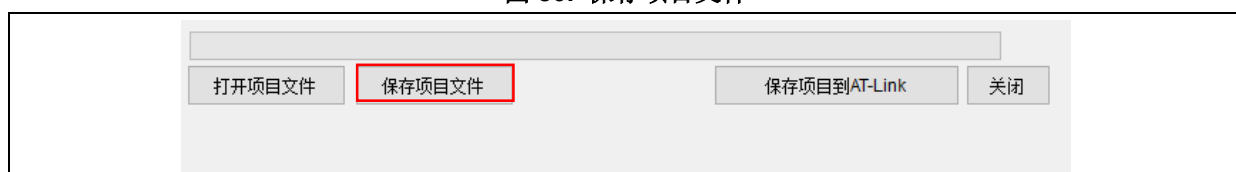
## 4.7 远程文件

前文已将离线项目的各配置参数作了详细介绍，可在离线项目配置信息做好后，将当前配置内容导出为文件保存到 PC 中，后续可将该文件带到或发送到别处再结合 AT-Link 进行使用。

### 4.7.1 远程文件的生成

配置好离线项目参数后，点击“保存项目文件”按钮，在弹出的对话框中有两项内容可选，也可以都不勾选。

图 80. 保存项目文件



➤ 此项目仅允许在指定 AT-Link 使用：勾选该项后，在 AT-Link 序列号输入框中输入指定的 AT-Link

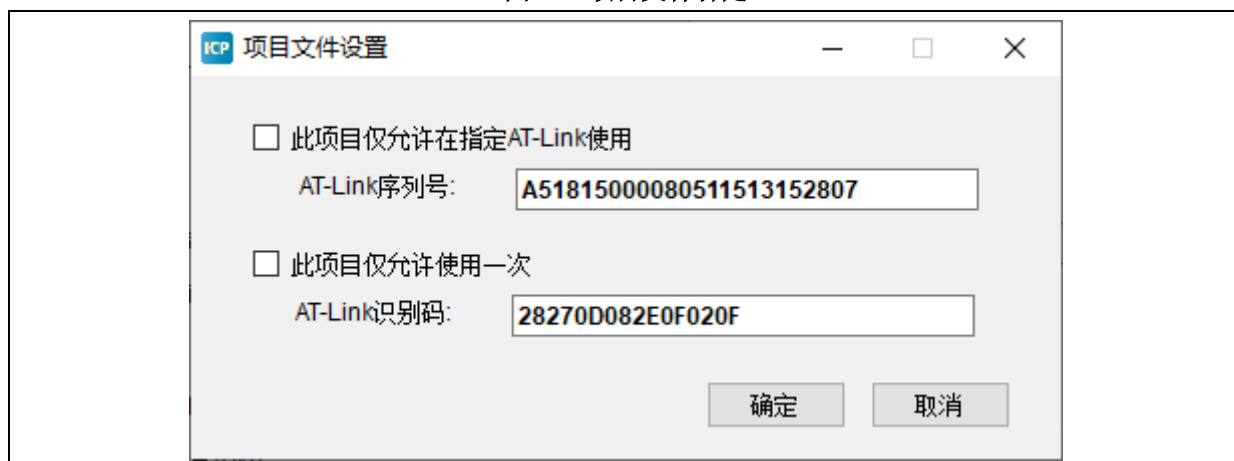


序列号，后续该项目文件中就只能搭配指定的 AT-Link 来使用，其余 AT-Link 无法使用。

- 此项目仅允许使用一次：勾选该项后，指定 AT-Link 使用项会自动被勾选上，在 AT-Link 识别码输入框中输入指定的 AT-Link 识别码，该识别码必须为已指定的 AT-Link 识别码，否则无法使用。

注：在 ICP 软件已有连接 AT-Link 的情况下，序列号及识别码会自动从已连接 AT-Link 中填入，如未连接 AT-Link 时或希望在其他 AT-Link 上使用时，需准确输入将要使用的 AT-Link 的序列号及识别码。然后点击“确定”，选择保存路径并输入文件名，最后在选择的路径下会生成远程文件 (\*.atcp)。

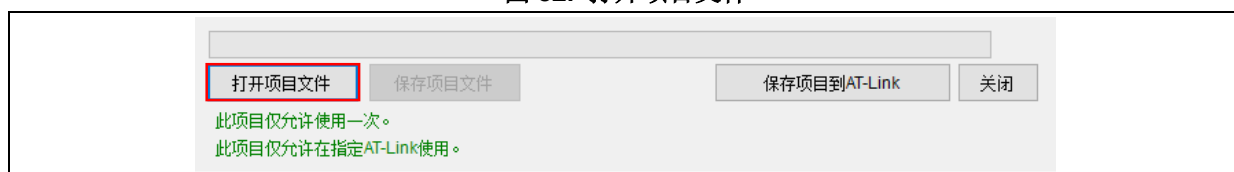
图 81. 项目文件绑定



## 4.7.2 远程文件的使用

使用时，当接收到对应的远程文件 (\*.atcp) 后打开 ICP 软件，此时需确保已正确连接上 AT-Link（如果远程文件已绑定 AT-Link，需接入被绑定设备），选择“AT-Link 设置”，进入“离线项目配置”界面，点击“打开项目文件”按钮，选择收到的远程文件，成功会显示“...打开成功”。

图 82. 打开项目文件



打开成功后可点击“保存项目到 AT-Link”按钮，将该项目文件中记载的离线项目参数保存到 AT-Link 中，准确无误会显示“保存成功”，如果所保存的 AT-Link 设备非指定设备时会报错显示“...只允许保存到固定的 AT-Link 设备...”。

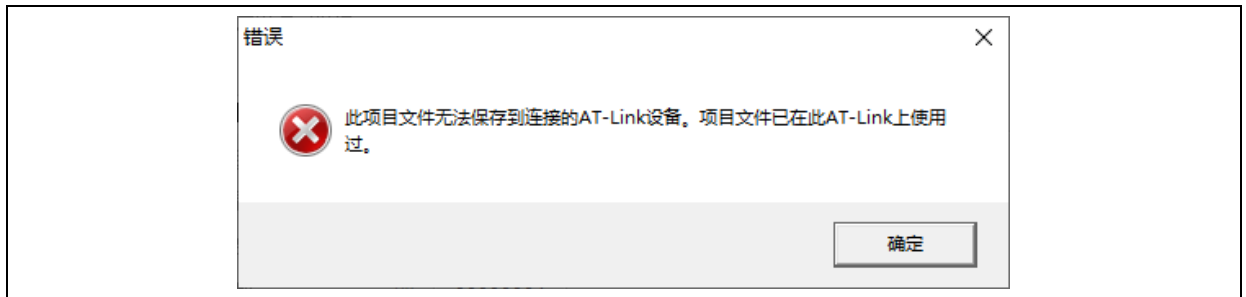
图 83. 非绑定 AT-Link 报错



如果远程文件中配置了“此项目仅允许使用一次”，当第一次“保存项目到 AT-Link”已成功后，再次

打开该远程文件并点击“保存项目到 AT-Link”时会报错显示“...已在此 AT-Link 上使用过...”。

图 84. 仅允许使用一次报错



## 4.8 加密文件

使用 ICP 软件可对应用固件进行加密，加密后的文件通过 ICP 软件再结合 AT-Link 进行下载，下载过程可简述为：由 ICP 软件将密文按常规下载方式传到 AT-Link，再由 AT-Link 解密后烧写到目标芯片中。

从以上流程中可知，AT-Link 会对 ICP 软件下载时的密文进行解密，故 AT-Link 中定会存放有密钥，可在菜单栏“AT-Link 设置”中选择“参数设置”界面找到“加密密钥”一栏，此显示的即为当前 AT-Link 中存放的密钥，该密钥默认状态为 AT-Link 序列号，用户可自行修改并点击“保存”按钮将新修改密钥存入到 AT-Link 中。

图 85. AT-Link 解密密钥

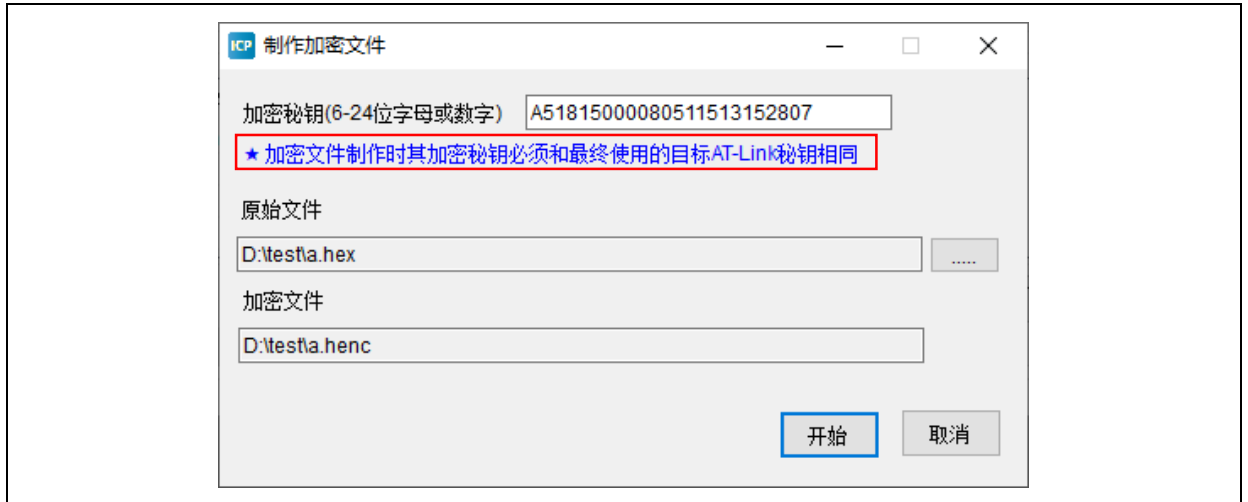


注：以上加密和解密的过程需要密钥配对，故 ICP 软件对应用固件加密时的密钥与 AT-Link 中存放的解密密钥需要一致，才能将正确的固件代码烧写到目标芯片中。

### 4.8.1 制作加密文件

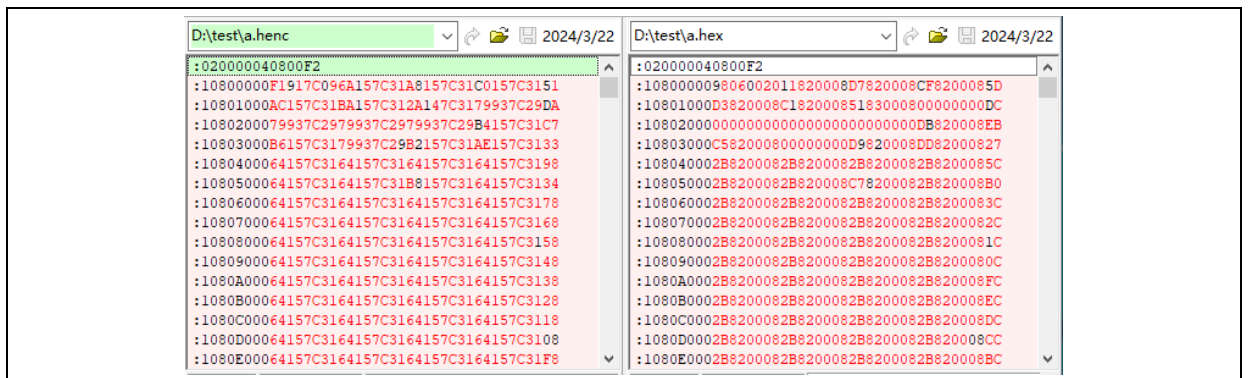
在菜单栏“文件”中选择“制作加密文件”即进入到了制作加密文件界面，其页面内容介绍如[章节制作加密文件](#)所述，首先需输入加密此应用固件的加密密钥（需与 AT-Link 中所存密钥一致，或者都改为一致），选择应用固件原始文件，然后点击“开始”按钮，完成后会显示“加密文件制作完成”并在原始文件的同级目录下生成一份同名的加密文件，文件后缀视原始文件而定。

图 86. 制作加密文件



将原始文件与加密文件进行二进制对比可发现，内容几乎都不一样。

图 87. 加密前后对比



## 4.8.2 使用加密文件

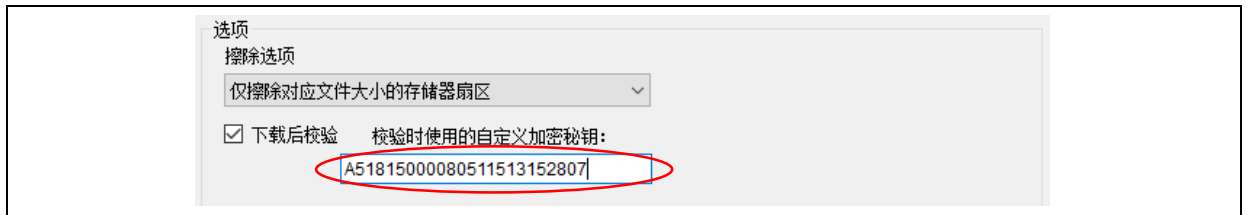
按常规的在线或离线下下载步骤将加密后的文件添加到 ICP 软件中，此时在 ICP 软件中看到的文件内容也是加密后的信息。

图 88. 添加加密后文件



当进入在线下载界面后可看到“下载后校验”一栏中“校验时使用的自定义加密密钥”输入框

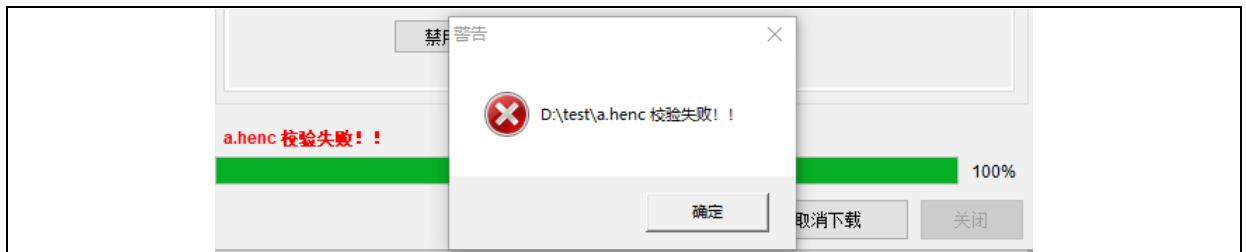
图 89. 在线下载校验密钥



注：输入的校验密钥必须与 AT-Link 中存放的解密密钥完全一致，如果不一致校验结果会出现“...校验失败...”的提示。

正确输入加密密钥后点击“开始下载”按钮即可开始下载，如若校验密钥不正确或下载错误会出现报错信息。

图 90. 加密文件在线下载校验失败



### 4.8.3 注意事项

从前文可知整个加密文件的制作和使用过程中会涉及到三处需要输入密钥的地方：1.制作加密文件时的密钥，2.AT-Link 中保存的加密密钥，3.在线下载时的校验密钥。

建议用户在使用时确保以上三处密钥的设定保持一致，如若不一致，可能会导致一些错误或非预期情况的发生，下表将对操作过程中密钥不匹配时可能会出现的结果作个描述。

表 1. 加密文件密钥不匹配

| 加密密钥 | AT-Link 密钥 | 校验密钥 | 结果描述           |
|------|------------|------|----------------|
| √    | √          | √    | 下载校验成功，且下载数据正确 |
| x    | √          | √    | 下载校验成功，但下载数据错误 |
| √    | x          | √    | 下载校验失败，且下载数据错误 |
| √    | √          | x    | 下载校验失败，但下载数据正确 |

√：密钥一致

x：密钥不一致

## 5 文档版本历史

表 2. 文档版本历史

| 日期         | 版本    | 变更  |
|------------|-------|---|
| 2024/07/11 | V2.11 | 1. 新增支持 AT32M412/M416 系列。   |
| 2024/06/27 | V2.10 | 1. QSPI 新增高级命令配置说明。   |
| 2024/05/13 | V2.09 | 1. 新增常用情形介绍章节。<br>2. 新增支持 AT32F490 系列。  |
| 2024/03/12 | V2.08 | 1. 新增支持 AT32A423 系列。<br>2. J-Link 不支持 sLib 功能。                                    |
| 2023/08/10 | V2.07 | 1. 新增支持 AT32F423VCW。<br>2. 新增支持 AT32F402/F405 系列。                                 |
| 2023/07/06 | V2.06 | 1. 新增支持 AT32A403A 系列。   |
| 2023/02/21 | V2.05 | 1. 新增 3.19 “QSPI 配置及下载”。<br>2. 3.3.2 中新增 “烧写蓝牙模块 Mac 地址”。<br>3. 新增支持 AT32F423 系列。 |
| 2022/08/11 | V2.04 | 1. 调整部分图片。  |
| 2022/07/15 | V2.03 | 1. 新增支持 AT32L021 系列。  |
| 2022/01/26 | V2.02 | 1. 新增支持 AT32WB415 系列。   |
| 2021/11/26 | V2.01 | 1. 新增支持 AT32F425 系列。<br>2. 新增支持 AT32F403AVGW。                                     |
| 2021/10/13 | V2.00 | 1. 新作，支持 AT32F403/F413/F415/F421/F403A/F407/F435/F437。                            |

**重要通知 - 请仔细阅读**

买方自行负责对本文所述雅特力产品和服务的选择和使用，雅特力概不承担与选择或使用本文所述雅特力产品和服务相关的任何责任。

无论之前是否有过任何形式的表示，本文档不以任何方式对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。如果本文档任何部分涉及任何第三方产品或服务，不应被视为雅特力授权使用此类第三方产品或服务，或许可其中的任何知识产权，或者被视为涉及以任何方式使用任何此类第三方产品或服务或其中任何知识产权的保证。

除非在雅特力的销售条款中另有说明，否则，雅特力对雅特力产品的使用和/或销售不做任何明示或默示的保证，包括但不限于有关适销性、适合特定用途(及其依据任何司法管辖区的法律的对应情况)，或侵犯任何专利、版权或其他知识产权的默示保证。

雅特力产品并非设计或专门用于下列用途的产品：(A) 对安全性有特别要求的应用，例如：生命支持、主动植入设备或对产品功能安全有要求的系统；(B) 航空应用；(C) 航天应用或航天环境；(D) 武器，且/或(E) 其他可能导致人身伤害、死亡及财产损害的应用。如果采购商擅自将其用于前述应用，即使采购商向雅特力发出了书面通知，风险及法律责任仍将由采购商单独承担，且采购商应独力负责在前述应用中满足所有法律和法规要求。

经销的雅特力产品如有不同于本文档中提出的声明和/或技术特点的规定，将立即导致雅特力针对本文所述雅特力产品或服务授予的任何保证失效，并且不应以任何形式造成或扩大雅特力的任何责任。

© 2024 雅特力科技 保留所有权利