

AD14N_AD15N_AC104N 内置 FLASH 添加写保护说明

珠海市杰理科技股份有限公司
Zhuhai Jieli Technologyco.,LTD
版权所有，未经许可，禁止外传

2022 年 11 月 4 日

目录

| | |
|---|----|
| 第 1 章 说明..... | 3 |
| 第 2 章 flash 写保护工具说明..... | 4 |
| 2.1 新增 flash 写保护参数与指令..... | 5 |
| 2.1.1. Flash SR1、SR2 寄存器和写保护范围..... | 5 |
| 2.1.2. 如何添加 flash 写保护参数..... | 7 |
| 2.1.3. Flash 读写 SR1、SR2 指令..... | 9 |
| 第 3 章 程序中开启与关闭写保护功能..... | 11 |
| 3.1 写保护相关函数..... | 12 |
| 3.1.1. int norflash_set_write_protect(u8 enable_write_protect)..... | 12 |
| 3.1.2. u16 norflash_read_sr1_sr2(void)..... | 12 |
| 3.1.3. u32 flash_code_protect_callback(u32 offset, u32 len)..... | 13 |

第 1 章 说明

本说明适用于 **ad14n-release_v1.4.0**、**ad15n-release_v1.4.0** 和 **ac104n-release_v1.4.0** 以及之后的 SDK 版本，主要介绍如何将内置 flash 的代码与资源区域设置为写保护状态，包括以下几点：

1. 介绍 SDK 中与写保护相关的工具，以及写保护参数文件；
2. 对于 A0 芯片，用户如何根据 flash 手册添加写保护参数；
3. 介绍程序中如何打开与关闭内置 flash 写保护；

第 2 章 flash 写保护工具说明

SDK 的下载目录（路径：`app\post_build\sh5x\app_mg\`）中存放有“`flash_write_protect`”文件夹，文件夹中包含以下文件：

- ◆ `flash_wp_info.csv`：该文件以文本形式记录各种 flash 的写保护参数
- ◆ `csv2dir.bat`：该脚本实现将上述 csv 文件转成小机可识别的 `dir_sys_info` 文件

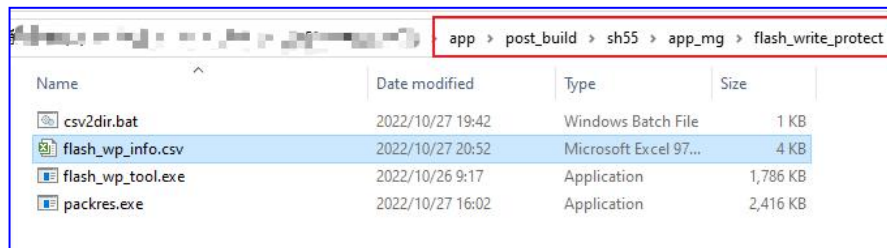


图 2.1 flash 写保护工具

其中，`flash_wp_info.csv` 文件中涵盖了内封 flash 的绝大部分型号。对于 A0 芯片，用户可自行根据使用的 flash 型号 `datasheet` 添加相应的写保护参数以及指令。

添加完成后，点击 `csv2dir.bat` 脚本，即可生成 `dir_sys_info` 文件，将该文件放在下载目录中，添加到 `download.bat` 的资源文件中下载到小机中，小机即可识别并添加写保护。

运行 `csv2dir.bat` 脚本时，需要注意是否有执行成功。

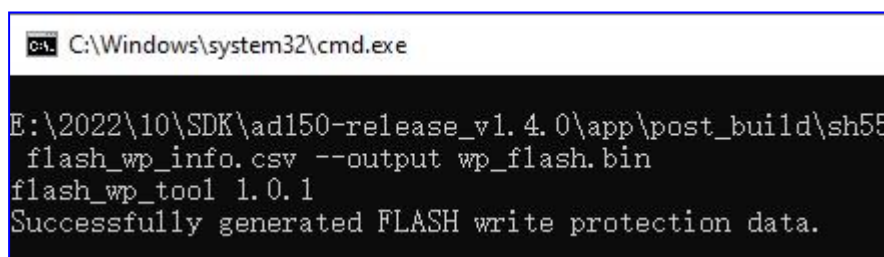


图 2.2 csv2dir.bat 脚本执行成功显示信息

没有执行成功时，需要关注错误信息，重新修改 `flash_wp_info.csv` 文件；下图的错误信息显示同时存在两组相同的 flash 写保护参数。

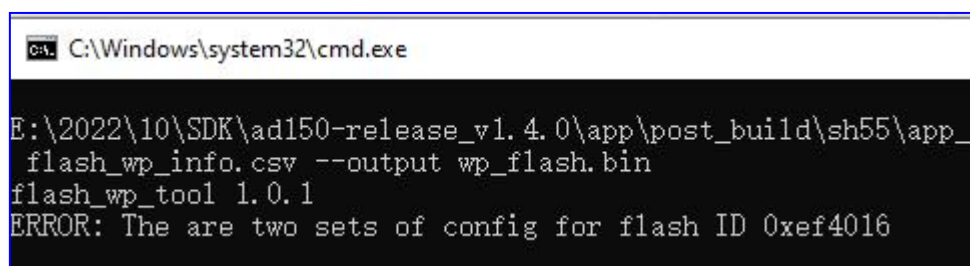


图 2.3 csv2dir.bat 脚本执行失败显示信息

2.1 新增 flash 写保护参数与指令

如下对于 A0 的芯片,用户可自行根据需要使用的 flash 的 datasheet,在 *flash_wp_info.csv* 文件中添加写保护参数以及相关指令,下文以华邦 W25Q32 FLASH 为例,介绍根据手册添加参数。

2.1.1. Flash SR1、SR2 寄存器和写保护范围

在 flash datasheet 中,可通过查找关键字“BP1”快速找到 SR1 寄存器,查找关键字“LB1”快速找到 SR2 寄存器;检查 SR1 寄存器中是否有 SEC、TB、BP2、BP1、BP0 位,检查 SR2 寄存器是否有 CMP 位;

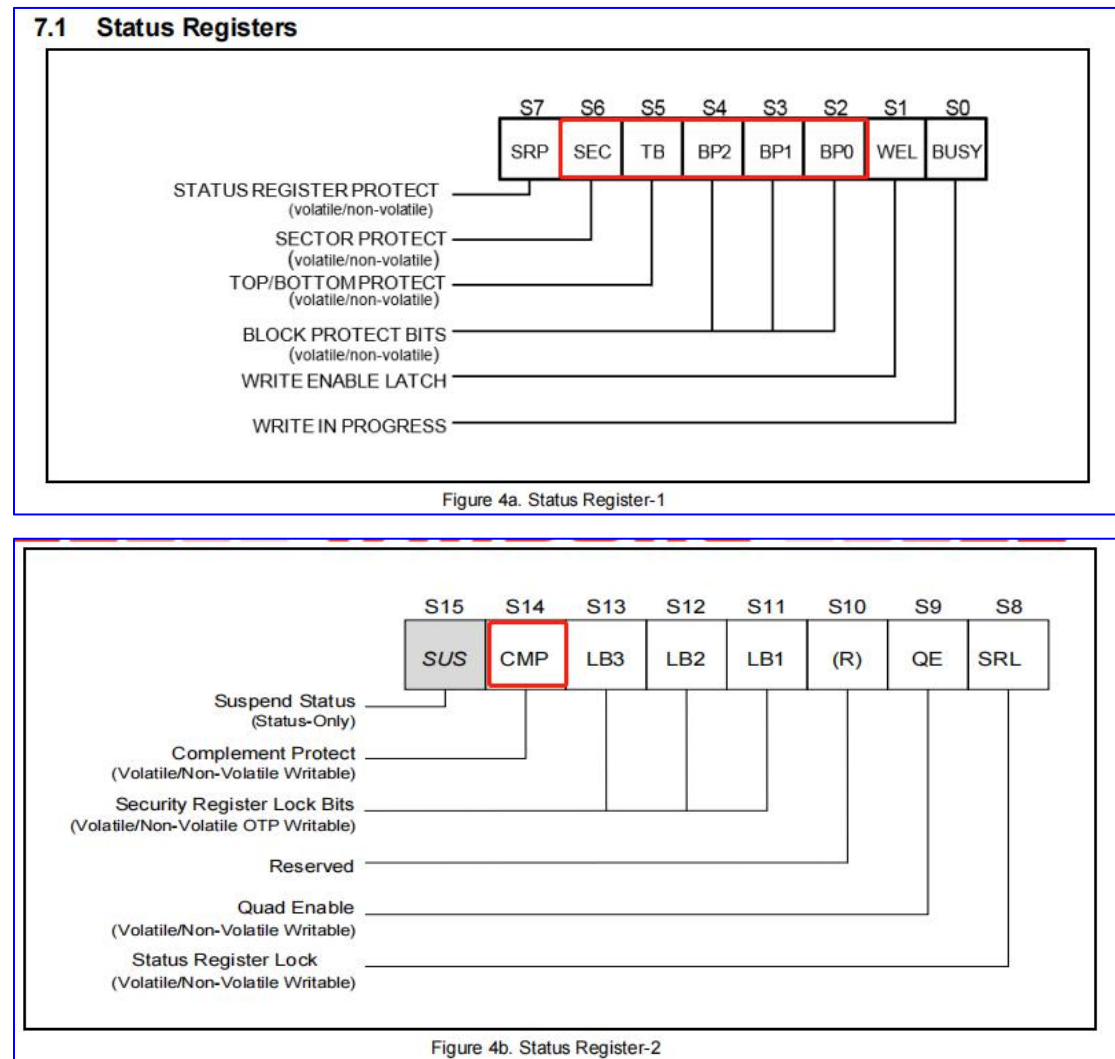


图 2.4 flash SR1 与 SR2 寄存器

通过查找关键字“Density”快速搜索写保护列表，并查看 flash 支持的写保护范围

7.1.8 Status Register Memory Protection (WPS = 0, **CMP = 0**)

| STATUS REGISTER ⁽¹⁾ | | | | | W25Q32JV (32M-BIT) MEMORY PROTECTION ⁽³⁾ | | | |
|--------------------------------|----|-----|-----|-----|---|---------------------|-------------------|----------------------------------|
| SEC | TB | BP2 | BP1 | BP0 | PROTECTED BLOCK(S) | PROTECTED ADDRESSES | PROTECTED DENSITY | PROTECTED PORTION ⁽²⁾ |
| X | X | 0 | 0 | 0 | NONE | NONE | NONE | NONE |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 63 | 3F0000h – 3FFFFFFh | 64KB | Upper 1/64 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 62 and 63 | 3E0000h – 3FFFFFFh | 128KB | Upper 1/32 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 60 thru 63 | 3C0000h – 3FFFFFFh | 256KB | Upper 1/16 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 56 thru 63 | 380000h – 3FFFFFFh | 512KB | Upper 1/8 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 48 thru 63 | 300000h – 3FFFFFFh | 1MB | Upper 1/4 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 32 thru 63 | 200000h – 3FFFFFFh | 2MB | Upper 1/2 |

7.1.9 Status Register Memory Protection (WPS = 0, **CMP = 1**)

| STATUS REGISTER ⁽¹⁾ | | | | | W25Q32JV (32M-BIT) MEMORY PROTECTION ⁽³⁾ | | | |
|--------------------------------|----|-----|-----|-----|---|---------------------|-------------------|----------------------------------|
| SEC | TB | BP2 | BP1 | BP0 | PROTECTED BLOCK(S) | PROTECTED ADDRESSES | PROTECTED DENSITY | PROTECTED PORTION ⁽²⁾ |
| X | X | 0 | 0 | 0 | 0 thru 63 | 000000h – 3FFFFFFh | 4MB | ALL |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 thru 62 | 000000h – 3FFFFFFh | 4,032KB | Lower 63/64 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 and 61 | 000000h – 3DFFFFFFh | 3,968KB | Lower 31/32 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 thru 59 | 000000h – 3BFFFFFFh | 3,840KB | Lower 15/16 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 thru 55 | 000000h – 37FFFFFFh | 3,584KB | Lower 7/8 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 thru 47 | 000000h – 2FFFFFFh | 3MB | Lower 3/4 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 thru 31 | 000000h – 1FFFFFFh | 2MB | Lower 1/2 |

图 2.5 flash 写保护范围

2.1.2. 如何添加 flash 写保护参数

打开 *flash_wp_info.csv* 文件并根据 3.1.1 中的信息填写参数，我司配置 flash 写保护范围从 0 地址开始，向后覆盖。

表格找到上一组 flash 数据空两至三行后，在第一行填写 flash 标号、flash id 以及写使能（Write Enable）指令。

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|-----|---------|----------|-------|-----|-----|-----|-----|---|
| 1 | addr | cmp | BP4 | BP3 | BP2 | BP1 | BP0 | |
| 222 | flash标号 | id | 写使能命令 | | | | | |
| 223 | W25Q32 | 0xef4016 | 06H | | | | | |
| 224 | 128 | 0 | 0 | | | | | |
| 225 | 256 | 0 | 0 | | | | | |
| 226 | 512 | 0 | 0 | | | | | |
| 227 | 1024 | 0 | 0 | | | | | |
| 228 | 2048 | 0 | 0 | | | | | |
| 229 | 3072 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 230 | 3584 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 231 | 3968 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 232 | 4032 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 233 | RDSR1 | 05H | | | | | | |
| 234 | RDSR2 | 35H | | | | | | |
| 235 | WRSR | 01H | sr1 | sr2 | | | | |
| 236 | | | | | | | | |
| 237 | | | | | | | | |

8.2 Instruction Descriptions

8.2.1 Write Enable (06h).....

8.2.2 Write Enable for Volatile Status Register (50h).....

8.2.3 Write Disable (04h).....

8.2.4 Read Status Register-1 (05h), Status Register-2 (35h).....

8.2.5 Write Status Register-1 (01h), Status Register-2 (31h).....

8.2.6 Read Data (03h).....

图 2.6 flash 标号、ID 以及写使能指令信息

第二行开始填写 flash 写保护参数，最大支持 9 组 flash 写保护参数。

通过保护范围的大小，设置 SEC、TB、BP0、BP1、BP2（不同的 flash SEC 和 TB 标识可能是其它，如 BP4、BP3）和 CMP 的值。

例如：当 CMP = 0 时，SEC TB BP2 BP1 BP0 为 0b01101，可保护 000000h - 0ffffffh 范围内 1MB 的数据。

| | A | B | C | D | E | F | G |
|-----|--------|--|-----|-----|-----|---|-----|
| 1 | addr | cmp | BP4 | BP3 | BP2 | BP1 | BP0 |
| 222 | | | | | | | |
| 223 | W25Q32 | 0xef4016 | 06H | | | | |
| 224 | 128 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 225 | 256 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 226 | 512 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 227 | 1024 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 228 | 2048 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 229 | 3072 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 230 | 3584 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 231 | 3968 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 232 | 4032 | | | | | | |
| 233 | RDSR1 | 7.1.8 Status Register Memory Protection (WPS = 0, CMP = 0) | | | | | |
| 234 | RDSR2 | | | | | | |
| 235 | WRSR | | | | | | |
| 236 | | STATUS REGISTER ⁽¹⁾ | | | | W25Q32JV (32M-BIT) MEMORY PROTECTION ⁽²⁾ | |
| 237 | | SEC | TB | BP2 | BP1 | BP0 | |
| 238 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 239 | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 240 | | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 241 | | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 242 | | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 243 | | X | X | 1 | 1 | 1 | 0 |

图 2.7 flash 写保护范围填写说明 1

当 CMP = 1 时，SEC TB BP2 BP1 BP0 为 0b00001，可保护 000000h - 3effffh 范围内 4032KB 的数据。

| | A | B | C | D | E | F | G |
|-----|--------|--------------------------------|--|-----|-----|---|-----|
| 1 | addr | cmp | BP4 | BP3 | BP2 | BP1 | BP0 |
| 222 | | | | | | | |
| 223 | W25Q32 | 0xef4016 | 06H | | | | |
| 224 | 128 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 225 | 256 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 226 | 512 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 227 | 1024 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 228 | 2048 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 229 | 3072 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 230 | 3584 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 231 | 3968 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 232 | 4032 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 233 | RDSR1 | 05H | 7.1.9 Status Register Memory Protection (WPS = 0, CMP = 1) | | | | |
| 234 | RDSR2 | 35H | | | | | |
| 235 | WRSR | 01H | | | | | |
| 236 | | STATUS REGISTER ⁽¹⁾ | | | | W25Q32JV (32M-BIT) MEMORY PROTECTION ⁽²⁾ | |
| 237 | | SEC | TB | BP2 | BP1 | BP0 | |
| 238 | | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 239 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 240 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 241 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 242 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 243 | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |

图 2.8 flash 写保护范围填写说明 2

2.1.3. Flash 读写 SR1、SR2 指令

Flash 配置写保护时，需要读写 SR1、SR2 寄存器。查找手册找到读写 SR1、SR2 的指令，并填入表格中。如果 datasheet 上有 31H 命令，优先使用分开写 SR1、SR2 模式：

| addr | cmp | BP4 | BP3 | BP2 | BP1 | BP0 | | | |
|--------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|---|--|--|
| W25Q32 | 0xef4016 | 06H | | | | | | | |
| 128 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | |
| 256 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | | |
| 512 | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | | |
| 1024 | | 0 | 0 | | | | | | |
| 2048 | | 0 | 0 | | | | | | |
| 3072 | | 1 | 0 | | | | | | |
| 3584 | | 1 | 0 | | | | | | |
| 3968 | | 1 | 0 | | | | | | |
| 4032 | | 1 | 0 | | | | | | |
| RDSR1 | 05H | | | | | | | | |
| RDSR2 | 35H | | | | | | | | |
| WRSR | 01H | sr1 | | | | | | | |

8.2.4 Read Status Register-1 (05h) Status Register-2 (35h) & Status Register-3 (15h)

The Read Status Register instructions allow the 8-bit Status Registers to be read. The instruction by driving /CS low and shifting the instruction code "05h" for Status Register-1, "35h" for Status Register-2 or "15h" for Status Register-3 into the DI pin on the rising edge of CLK. The status register bit is shifted out on the DO pin at the falling edge of CLK with most significant bit (MSB) first as shown in Figure 8. Refer to section 7.1 for Status Register descriptions.

SR1 SR2寄存器分开写模式

8.2.5 Write Status Register-1 (01h) Status Register-2 (31h) & Status Register-3 (11h)

The Write Status Register instruction allows the Status Registers to be written. The writable Status Register bits include: SEC, TB, BP[2:0] in Status Register-1; CMP, LB[3:1] in Status Register-2; DRV0, WPS in Status Register-3. All other Status Register bit locations are read-only and are not affected by the Write Status Register instruction. LB[3:1] are non-volatile OTP bits, once it is programmed, it cannot be cleared to 0.

图 2.9 flash 分开写 SR1 和 SR2 寄存器指令

若上述分开写 SR1、SR2 模式在芯片运行中添加写保护不成功，则使用 01H 指令连续写 SR1、SR2 模式：

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|-----|--------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 1 | addr | cmp | BP4 | BP3 | BP2 | BP1 | BP0 | |
| 222 | | | | | | | | |
| 223 | W25Q32 | 0xef4016 | 06H | | | | | |
| 224 | 128 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 225 | 256 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 226 | 512 | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 227 | 1024 | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 228 | 2048 | | 0 | | | | | |
| 229 | 3072 | | 1 | | | | | |
| 230 | 3584 | | 1 | | | | | |
| 231 | 3968 | | 1 | | | | | |
| 232 | 4032 | | 1 | | | | | |
| 233 | RDSR1 | 05H | | | | | | |
| 234 | RDSR2 | 35H | | | | | | |
| 235 | WRSR | 01H | sr1 | sr2 | | | | |
| 236 | | | | | | | | |
| 237 | | | | | | | | |
| 238 | | | | | | | | |
| 239 | | | | | | | | |
| 240 | | | | | | | | |
| 241 | | | | | | | | |
| 242 | | | | | | | | |

8.2.4 Read Status Register-1 (05h), Status Register-2 (35h) & Status Register-3 (15h)

The Read Status Register instructions allow the 8-bit Status Registers to be read. The instruction by driving /CS low and shifting the instruction code "05h" for Status Register-1, "35h" for Status Register-2 or "15h" for Status Register-3 into the DI pin on the rising edge of CLK. The status register bit is shifted out on the DO pin at the falling edge of CLK with most significant bit (MSB) first as shown in Figure 8. Refer to section 7.1 for Status Register descriptions.

8.2.5 Write Status Register-1 (01h), Status Register-2 (31h) & Status Register-3 (11h)

The Write Status Register instruction allows the Status Registers to be written. The writable Status Register bits include: SEC, TB, BP[2:0] in Status Register-1; CMP, LB[3:1] in Status Register-2; DRV0, WPS in Status Register-3. All other Status Register bit locations are read-only and are not affected by the Write Status Register instruction. LB[3:1] are non-volatile OTP bits, once it is programmed, it cannot be cleared to 0.

图 2.10 flash 连续写 SR1 和 SR2 寄存器指令

部分 Flash 不存在 SR2 寄存器，则无需写 SR2 相关指令。

| | A | B | C | D | E | F | G |
|-----|--------------------|-----|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 1 | addr | cmp | BP4 | BP3 | BP2 | BP1 | BP0 |
| 106 | | | 没有SR2寄存器的flash, 删除SR2相关字符 | | | | |
| 107 | 4_ZE ZB2510x5E3213 | 06H | | | | | |
| 108 | 256 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 109 | 384 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 110 | 448 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 111 | 480 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 112 | 496 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 113 | 504 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 114 | RDSR1 | 05H | | | | | |
| 115 | WRSR | 01H | sr1 | | | | |
| 116 | | | | | | | |

图 2.11 flash 只读写 SR1 寄存器指令

第3章 程序中开启与关闭写保护功能

SDK 中默认会在内置 flash 初始化的最后，配置 flash 写保护状态。

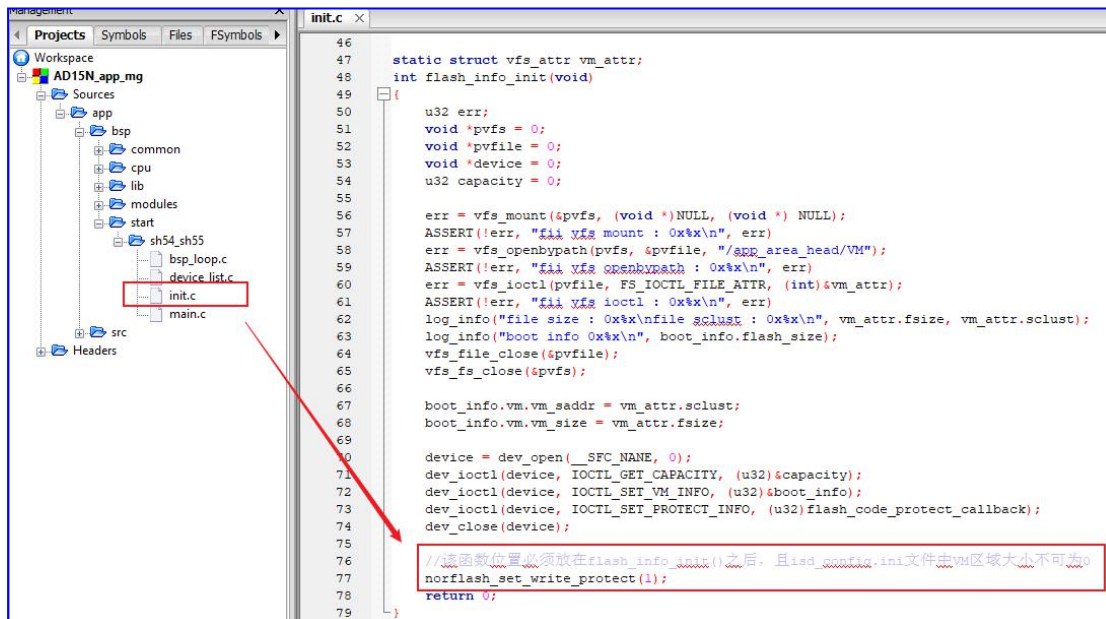


图 3.1 SDK 中添加写保护位置

配置 flash 写保护时，SDK 会从 res 资源文件中查找 `dir_sys_info`，并解析其中的文件，获取与正在运行的内置 flash 相匹配的写保护信息，再操作内置 flash 添加写保护功能：



图 3.2 download.bat.c 中将 `dir_sys_info` 添加到资源列表中

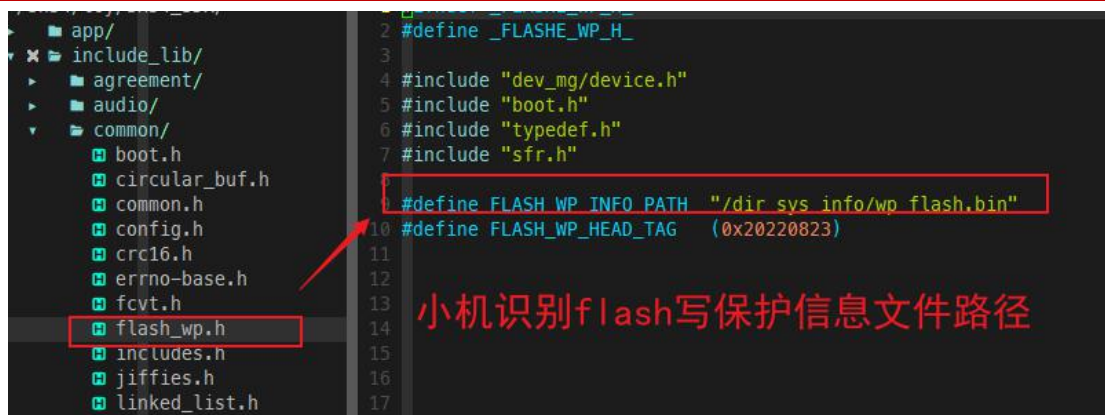


图 3.3 小机识别 flash 写保护信息文件路径

3.1 写保护相关函数

3.1.1. int norflash_set_write_protect(u8 enable_write_protect)

该函数实现开启或关闭内置 flash 写保护功能，其中参数：

1. Enable_write_protect:
 - a) 1: 开启写保护;
 - b) 0: 关闭写保护
2. 返回值:
 - a) 开启写保护成功: 写保护最大地址;
 - b) 关闭写保护成功/开启写保护失败: 0

3.1.2. u16 norflash_read_sr1_sr2(void)

该函数实现获取内置 flash 的 Status Register 1 和 Status Register 2 寄存器，其返回值高 8 位为 SR2，低 8 位为 SR1;

3.1.3. u32 flash_code_protect_callback(u32 offset, u32 len)

该函数实现软件上限制驱动操作内置 flash（存放代码的 flash），内置 flash 进行写或擦除操作前会回调该函数，判断会操作到代码与资源区域，则不进行相应操作，可减低程序跑飞导致程序以外擦写 flash 的概率。其中参数：

1. offset: 设备进行写或擦除操作的地址
2. len: 设备进行写或擦除操作的长度
3. 返回值:
 - a) 0: 可正常进行写或擦除操作;
 - b) 1: 不进行写或擦除操作;