



离线烧录 开发指南

版本号: 1.0
发布日期: 2021.04.08

版本历史

版本号	日期	制/修订人	内容描述
1.0	2021.04.08	AWA1669	建立初始版本



目 录

1 概述	1
1.1 编写目的	1
1.2 适用范围	1
1.3 相关人员	1
2 总体烧写流程	2
3 逻辑/物料地址	3
3.1 地址转换：sector 地址 -> 逻辑页地址 -> 物理页地址	3
3.2 逻辑区读写规则	4
3.3 写逻辑页规则	4
4 uboot	5
4.1 input file	5
4.2 phyinfo_buf->factory_block	7
4.3 phyinfo_buf->mbr	7
4.4 phyinfo_buf->partition	8
4.5 physical block layout	8
4.6 burn uboot + phyinfo_buf	8
5 boot0	9
5.1 input file	9
5.2 flow	9
5.3 normal/secure boot0	10
5.4 filling storage_data	12
5.5 update checksum	13
5.6 burn boot0	13
6 init secure storage block	15
6.1 input file	15
7 oob 结构	16
7.1 oob without crc	16
7.2 oob with crc	17
8 mapping page	19
9 mbr/gpt partition table	21
9.1 物理/逻辑区大小	22
9.2 input file	22
9.3 flow	22
9.4 参考文件	23
9.5 参考函数流程	23

10 partition image	24
10.1 input file	24
10.2 计算逻辑区域 LEB 总数	25
10.3 动态调整 sunxi_mbr 卷	26
10.4 根据 sunxi_mbr 动态生成 ubi layout volume	26
10.5 烧写逻辑卷	27
10.6 ubi_ec_hdr	28
10.7 ubi_vid_hdr	28
10.8 数据对齐	29



插图

3-1 spinand 物理布局	3
4-1 boot_info-without-enable_crc	5
4-2 boot_info-with-enable_crc	6
5-1 boot0_head	9
5-2 boot_head	10
5-3 storage_data	12
7-1 oob-structure-example	16
7-2 Winbond-Spinand-Area-Structure	17
7-3 Winbond-Spare-Area-Example	17
7-4 crc-value	18
8-1 Mapping-Page-Data	19
8-2 oob-structure-example	20
9-1 GPT-Scheme	21
10-1 PEB-LEB	25



1 概述

1.1 编写目的

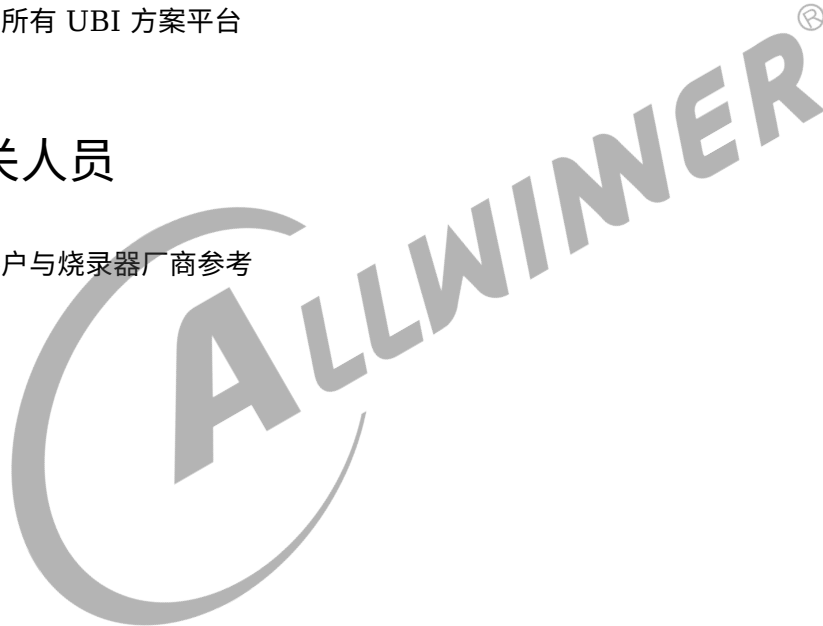
介绍 Sunxi SPINand 烧写时的数据布局

1.2 适用范围

本设计适用于所有 UBI 方案平台

1.3 相关人员

制定烧录器客户与烧录器厂商参考



2 总体烧写流程

- 根据 spinand device datasheet 中的块页信息确定 boot0, uboot, secure storage block 及预留物理区大小和可用逻辑区大小。

```
/* small nand:block size < 1MB; reserve 4M for uboot */
if (blksize <= SZ_128K) {
    _start = UBOOT_START_BLOCK_SMALLNAND;
    _end = _start + 32;
} else if (blksize <= SZ_256K) {
    _start = UBOOT_START_BLOCK_SMALLNAND;
    _end = _start + 16;
} else if (blksize <= SZ_512K) {
    _start = UBOOT_START_BLOCK_SMALLNAND;
    _end = _start + 8;
} else if (blksize <= SZ_1M && pagecnt <= 128) { //1M
    _start = UBOOT_START_BLOCK_SMALLNAND;
    _end = _start + 4;
}
/* big nand; reserve at least 20M for uboot */
} else if (blksize <= SZ_1M && pagecnt > 128) {
    _start = UBOOT_START_BLOCK_BIGNAND;
    _end = _start + 20;
} else if (blksize <= SZ_2M) {
    _start = UBOOT_START_BLOCK_BIGNAND;
    _end = _start + 10;
} else {
    _start = UBOOT_START_BLOCK_BIGNAND;
    _end = _start + 8;
}

if (CONFIG_AW_MTD_SPINAND_UBOOT_BLKES > 0)
    _end = _start + CONFIG_AW_MTD_SPINAND_UBOOT_BLKES;
```

- 根据 uboot_start、uboot_end 生成的 mbr, partition 信息
- 获得逻辑区起始 block 地址后，扫描出厂坏块 (factory bad block)，出厂坏块以逻辑块为单位
- 根据出厂坏块信息和分区表信息确定最后一个 UDISK 分区大小。
- 写 GPT 分区表和各个分区

1. 每个逻辑页的 oob 区域格式见 6 **oob 结构**
2. 每个逻辑块的尾页存放逻辑页和物理页的映射信息，其 data 区和 oob 区格式见 6 **oob 结构** 和 7 **mapping page**

- 写 uboot, 见 3
- 写 boot0, 见 4

3 逻辑/物料地址

3.1 地址转换：sector 地址 -> 逻辑页地址 -> 物理页地址

sector: 大小 512 bytes。

物理页: 大小需看 spinand device data sheet, 常见为 2K, 4 个 sector。

逻辑页: 大小与物理页呈倍数关系, 常见为 2 倍, 即从 2 个相邻物理块 (block[2N], block[2N+1], N 最大值为总物理块数的一半, 再减 1, 常见为 511, 即 $1024/2 - 1$) 各取一页, 组成逻辑页。

boot0, uboot, secure storage block 读写单元为物理页, 不存在逻辑与物理地址转换关系
分区表及各个分区读写单元为逻辑页, 存在逻辑地址与物理地址转换关系

例如, 常见 spinand device 有 1024 个块 (编号 block0, block1, ..., block1023), 每个 block 有 64 个 page (编号 page0, page1, ..., page63), 每个 page 有 2048 字节 (4 个 sector, sector 大小为 512 字节)。

block0 到 block48 用于存放 boot0, uboot, secure storage block (见 physical block layout), 读写单元为物理页。

block49~block1023 用于存放逻辑分区, 以逻辑块为擦除单元, 逻辑页为读写单元, 逻辑块由相邻的 2 个 block 组成, 逻辑页由相邻 block 内 page 组成。例如 block66 和 block67 组成逻辑块, block66 的 page0 和 block67 的 page0 组成逻辑页 0。

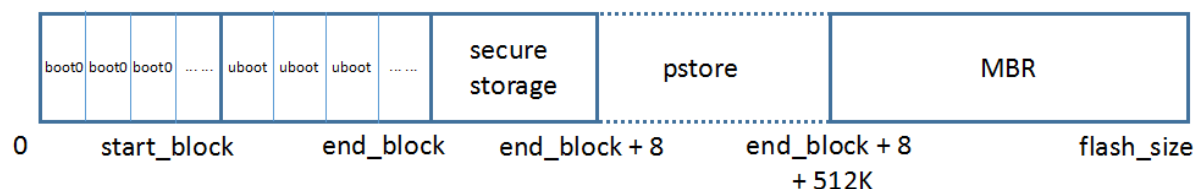


图 3-1: spinand 物理布局

以 block size = 128k 为例, start block = 8, end_block = 32, Boot0 占 8 个 block 空间, 当有足够空间时, 会继续烧写备份 boot0 数据, Uboot 也是一样。

3.2 逻辑区读写规则

1. 选择逻辑块：从最大逻辑块号开始写，即倒序，（对于 1024 块的 block, 最大逻辑块号为 511）。检查是否是坏块，若是坏块，则跳过该块，选择下一个块（当前块号减 1）。
 2. 选定逻辑块后，从逻辑 page0 开始顺序写，即写入顺序 page0, page1, page2,
- 如果当前待写入页不是尾页，则写入逻辑 data + oob, 参考 1.6
 - 如果当前待写入页是尾页，则写入 mapping data + oob（参考 1.6 和 1.7），跳步骤 1，选择新逻辑块

3.3 写逻辑页规则

假如逻辑区 4k 数据 4k (top-half 2k, bottom-half 2k) + 16bytes OOB(oob 结构见 1.6), 逻辑块号 M, 页号 N, 写入过程如下

- 将 2k 上半部数据 top-half2k + 16bytes OOB 数据写入块号 2M, 页号 N
- 将 2k 下半部数据 bottom-half2k + 16bytes OOB 数据写入块号 2M+1, 页号 N

4 uboot

4.1 input file

static **boot_package.fex/ toc1.fex** + dynamic **physic_info** (安全方案: toc1.fex, 非安全方案: boot_package.fex)

struct _boot_info physic_info 信息在烧写 uboot 前会附加到 uboot 尾部, 该信息是动态生成的。

```
struct _boot_info{
    unsigned int magic;
    unsigned int len;
    unsigned int sum;

    unsigned int no_use_block;
    unsigned int uboot_start_block;
    unsigned int uboot_next_block;
    unsigned int logic_start_block;
    unsigned int nand_specialinfo_page;
    unsigned int nand_specialinfo_offset;
    unsigned int physic_block_reserved;
    unsigned int nand_ddrtype;
    unsigned int ddr_timing_cfg;
    unsigned int nouse[128-12];

    _MBR mbr; //4k offset 0.5k
    _PARTITION partition; //2.5k offset 4.5k
    _NAND_STORAGE_INFO storage_info; //0.5k offset 7k
    _FACTORY_BLOCK factory_block; //2k offset 7.5k
    // _UBOOT_INFO uboot_info; //0.25K
    _NAND_SPECIAL_INFO nand_special_info; //1k offset 9.5k
} ? end_boot_info ? ;
```

图 4-1: boot_info-without-enable_crc

```

struct _boot_info{
    unsigned int magic;
    unsigned int len;
    unsigned int sum;

    unsigned int no_use_block;
    unsigned int uboot_start_block;
    unsigned int uboot_next_block;
    unsigned int logic_start_block;
    unsigned int nand_specialinfo_page;
    unsigned int nand_specialinfo_offset;
    unsigned int physic_block_reserved;
    unsigned int nand_ddrtype;
    unsigned int ddr_timing_cfg;
    unsigned int enable_crc; // ENABLE_CRC_MAGIC
    unsigned int nouse[128-13];

    _MBR mbr; //4k offset 0.5k
    _PARTITION partition; //2.5k offset 4.5k
    _NAND_STORAGE_INFO storage_info; //0.5k offset 7k
    _FACTORY_BLOCK factory_block; //2k offset 7.5k
    // _UBOOT_INFO uboot_info; //0.25K
    _NAND_SPECIAL_INFO nand_special_info; //1k offset 9.5k
} ? end _boot_info ? ;

```

图 4-2: boot_info-with-enable_crc

attribute name	type	value	comment
magic	unsigned int	0xaa55a5a5	
len	unsigned int	32768	
sum	unsigned int	动态计算校验和	
no_use_block	unsigned int	20	值与 logic_start_block 相同
uboot_start_block	unsigned int	8	
uboot_next_block	unsigned int	32	
logic_start_block	unsigned int	20	在无坏块理想情况下
nand_specialinfo_page	unsigned int	0	
nand_specialinfo_offset	unsigned int	0	
physic_block_reserved	unsigned int	6	
nand_ddrtype	unsigned int	0	
ddr_timing_cfg	unsigned int	0	
enable_crc	unsigned int	0x63726365	如果 oob 有 crc 域，则赋值为 0x63726365
mbr	_MBR		
partition	_PARTITION		
storage_info	_NAND_STORAGE_INFO	ignore, fill 0	
factory_block	_FACTORY_BLOCK	动态扫描填充	

attribute name	type	value	comment
nand_special_info	_NAND_SPECIAL_INFO	ignore, fill 0	

4.2 phyinfo_buf->factory_block

```
struct _nand_super_block{
    unsigned short  Block_NO;
    unsigned short  Chip_NO;
};
typedef union{
    unsigned char  ndata[2048];
    struct _nand_super_block data[512];
}_FACTORY_BLOCK;
```

4.3 phyinfo_buf->mbr

```
/* part info */
typedef struct _NAND_PARTITION{
    unsigned char    classname[PARTITION_NAME_SIZE];
    unsigned int     addr;
    unsigned int     len;
    unsigned int     user_type;
    unsigned int     keydata;
    unsigned int     ro;
}NAND_PARTITION;    //36bytes

/* mbr info */
typedef struct _PARTITION_MBR{
    unsigned int     CRC;
    unsigned int     PartCount;
    NAND_PARTITION  array[ND_MAX_PARTITION_COUNT];    //
}PARTITION_MBR;

typedef union{
    unsigned char  ndata[4096];
    PARTITION_MBR data;
}_MBR;
```

参考函数:

- nand_get_mbr 函数将 sunxi_mbr.fex 中的 sunxi_mbr_t 类型数据转化成 PARTITION_MBR 类型数据
- NAND_UbootInit -> NAND_LogicInit -> nand_info_init_4_offline_burn 函数将 PARTITION_MBR 类型数据拷贝至 phyinfo_buf->mbr

4.4 phyinfo_buf->partition

```
struct _partition{
    struct _nand_disk nand_disk[MAX_PART_COUNT_PER_FTL];
    unsigned int size;
    unsigned int cross_talk;
    unsigned int attribute;
    struct _nand_super_block start;
        struct _nand_super_block end;
    //unsigned int offset;
};
typedef union{
    unsigned char ndata[2048+512];
    struct _partition data[MAX_PARTITION];
}_PARTITION;
```

4.5 physical block layout

- 确定 boot0, uboot, reserve block 布局, 参考 set_uboot_start_and_end_block // boot0, uboot, reserve
- 确定 secure storage block, 参考 nand_info_init -> nand_secure_storage_first_build // secure storage block
- 烧写分区表, 参考 sunxi_sprite_download_mbr -> download_standard_gpt // gpt partition table + back-up gpt
- burn partitions: 根据分区表信息烧写, sector 偏移地址 + 长度 (sector 单位)

4.6 burn uboot + phyinfo_buf

写 uboot + phyinfo_buf 的 page 时, oob 区域值为 ff 00 03 01 ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff

注意事项:

- 单个备份按 block 对齐, 若写单个备份过程中遇到坏块, 则跳过该坏块, 写入下一好块, 直到将当前备份完整写入
- phyinfo_buf 与 uboot 存储区域按 page 对齐
- 写完若干数量备份后, 若剩余 block 数量不够写一个完整备份时, 则可以空着不写

5 boot0

5.1 input file

boot0_nand.fex (非安) /toc0.fex (安全)

5.2 flow

- 验证 checksum 是否准确
- 填充 storage_data
- 重新生成 checksum 并更新 boot_file_head_t 中的 check_sum

```
typedef struct _boot0_file_head_t
{
    boot_file_head_t    boot_head;
    boot0_private_head_t prvt_head;
    char hash[64];
}boot0_file_head_t;
```

图 5-1: boot0_head

```

#define BOOT0_MAGIC          "eGON.BT0"
#define SYS_PARA_LOG         0x4d415244

/*****
/*          file head of Boot          */
*****/
typedef struct _Boot_file_head
{
    __u32 jump_instruction; /* one intruction jumping to real code */
    __u8  magic[MAGIC_SIZE]; /* ="eGON.BT0" */
    __u32 check_sum;        /* generated by PC */
    __u32 length;          /* generated by PC */
    __u32 pub_head_size;   /* the size of boot_file_head_t */
    __u8  pub_head_vsn[4]; /* the version of boot_file_head_t */
    __u32 ret_addr;        /* the return value */
    __u32 run_addr;        /* run addr */
    __u32 boot_cpu;        /* eGON version */
    __u8  platform[8];     /* platform information */
}boot_file_head_t;

```

图 5-2: boot_head

参考文件

include/private_boot0.h

sprite/sprite_download.c

参考函数

download_normal_boot0

download_secure_boot0

5.3 normal/secure boot0

非安与安全对应的文件分别是 boot0_nand.fex/toc0.fex，非安 boot0 头部结构 _boot0_file_head_t，安全方案 boot0 头部结构 sbrom_toc0_config

```

typedef struct _boot0_file_head_t
{
    boot_file_head_t      boot_head;
    boot0_private_head_t  prvt_head;
    char hash[64];
    __u8                  reserved[8];
    union {
#ifdef CFG_SUNXI_SELECT_DRAM_PARA
        boot_extend_head_t  extd_head;
#endif
    };
}boot0_file_head_t;

```

```
    fes_aide_info_t fes1_res_addr;

    } fes_union_addr;
}boot0_file_head_t;
```

```
typedef struct sbrom_toc0_config
{
    unsigned char    config_vsn[4];
    unsigned int     dram_para[32];    // dram参数
    int              uart_port;        // UART控制器编号
    normal_gpio_cfg  uart_ctrl[2];     // UART控制器GPIO
    int              enable_jtag;      // JTAG使能
    normal_gpio_cfg  jtag_gpio[5];     // JTAG控制器GPIO
    normal_gpio_cfg  storage_gpio[50]; // 存储设备 GPIO信息
                                        // 0-23放nand, 24-31存放卡0, 32-39放卡2
                                        // 40-49存放spi
    char             storage_data[384]; // 0-159,存储nand信息; 160-255,存放卡信息
    unsigned int     secure_dram_mbytes; //
    unsigned int     drm_start_mbytes;   //
    unsigned int     drm_size_mbytes;    //
    unsigned int     boot_cpu;           //
    special_gpio_cfg a15_power_gpio;     //the gpio config is to a15 extern power enable
    gpio
    unsigned int     next_exe_pa;
    unsigned int     secure_without_0S;  //secure boot without semelis
    unsigned char    debug_mode;         //1:turn on printf; 0 :turn off printf
    unsigned char    power_mode;         /* 0:axp , 1: dummy pmu */
    unsigned char    rotpk_flag;
    unsigned char    reserver[1];
    unsigned int     card_work_mode;
    unsigned int     res[2];             // 总共1024字节
}
sbrom_toc0_config_t;
```


5.4 filling storage_data

```

typedef struct
(
    __u8    ChipCnt;           // the count of the total nand flash chips are currently connecting on the CE pin
    __u8    ConnectMode;     // the rb connect mode
    __u8    BankCntPerChip;  // the count of the banks in one nand chip, multiple banks can support Inter-Leave
    __u8    DieCntPerChip;   // the count of the dies in one nand chip, block management is based on Die
    __u8    PlaneCntPerDie;  // the count of planes in one die, multiple planes can support multi-plane operation
    __u8    SectorCntPerPage; // the count of sectors in one single physic page, one sector is 0.5k
    __u16   ChipConnectInfo; // chip connect information, bit == 1 means there is a chip connecting on the CE pin
    __u32   PageCntPerPhyBlk; // the count of physic pages in one physic block
    __u32   BlkCntPerDie;    // the count of the physic blocks in one die, include valid block and invalid block
    __u32   OperationOpt;    // the mask of the operation types which current nand flash can support support
    __u32   FrequencePar;    // the parameter of the hardware access clock, based on 'MHz'
    __u32   SpiMode;        // spi nand mode, 0mode 0, 3mode 3
    __u8    NandChipId[8];   // the nand chip id of current connecting nand chip
    __u32   pagewithbadflag; // bad block flag was written at the first byte of spare area of this page
    __u32   MultiPlaneBlockOffset; // the value of the block number offset between the two plane block
    __u32   MaxEraseTimes;  // the max erase times of a physic block
    __u32   MaxEccBits;     // the max ecc bits that nand support
    __u32   EccLimitBits;   // the ecc limit flag for the nand
    __u32   uboot_start_block;
    __u32   uboot_next_block;
    __u32   logic_start_block;
    __u32   nand_specialinfo_page;
    __u32   nand_specialinfo_offset;
    __u32   physic_block_reserved;
    __u32   Reserved[4];
} boot_spinand_para_t;
    
```

图 5-3: storage_data

下表中红色字体不能配置错，大部分值直接参考 drivers/mtd/awnand/spinand/physic/id.c

<i>*attribute name*</i>	<i>*type*</i>	<i>*value*</i>	<i>*comment*</i>
ChipCnt	unsigned char	1	
ConnectMode	unsigned char	1	忽略，可以不用理解
BankCntPerChip	unsigned char	1	忽略，可以不用理解
DieCntPerChip	unsigned char	1	
PlaneCntPerDie	unsigned char	2	忽略，可以不用理解
SectorCntPerPage	unsigned char	4	以具体物料为准，常见为 4
ChipConnectInfo	unsigned short	1	忽略，可以不用理解
PageCntPerPhyBlk	unsigned int	64	以具体物料为准，常见为 64
BlkCntPerDie	unsigned int	1024	以具体物料为准，常见为 1024，也可能为 512 或 2
OperationOpt	unsigned int	0x?	参考 id.c 各个物料配置
FrequencePar	unsigned int	100	忽略，可以不用理解
SpiMode	unsigned int	0	忽略，可以不用理解
NandChipId[8]	unsigned char	0x?	参考 id.c
pagewithbadflag	unsigned int	0	忽略，可以不用理解
MultiPlaneBlockOffset	unsigned int	1	忽略，可以不用理解
MaxEraseTimes	unsigned int		忽略，可以不用理解
EccLimitBits	unsigned int		忽略，可以不用理解
uboot_start_block	unsigned int	8	
uboot_next_block	unsigned int	58	

<i>*attribute name*</i>	<i>*type*</i>	<i>*value*</i>	<i>*comment*</i>
logic_start_block	unsigned int	24	忽略, 可以不用理解
nand_specialinfo_page	unsigned int	0	忽略, 可以不用理解
nand_specialinfo_offset	unsigned int	0	忽略, 可以不用理解
physic_block_reserved	unsigned int	6	忽略, 可以不用理解
Reserved[4]	unsigned int	0	忽略, 可以不用理解

以 GigaDevice GD5F1GQ4UBYIG spinand 为例, 其大部分信息直接来自 id.c

```
{
    .Model          = "GD5F1GQ4UBYIG",
    .NandID         = {0xc8, 0xd1, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff},
    .DieCntPerChip  = 1,
    .SectCntPerPage = 4,
    .PageCntPerBlk  = 64,
    .BlkCntPerDie   = 1024,
    .OobSizePerPage = 64,
    .OperationOpt   = SPINAND_QUAD_READ | SPINAND_QUAD_PROGRAM |
        SPINAND_DUAL_READ,
    .MaxEraseTimes  = 50000,
    .EccFlag        = HAS_EXT_ECC_SE01,
    .EccType        = BIT4_LIMIT5_TO_7_ERR8_LIMIT_12,
    .EccProtectedType = SIZE16_OFF4_LEN8_OFF4,
    .BadBlockFlag   = BAD_BLK_FLAG_FRIST_1_PAGE,
},
```

5.5 update checksum

参考文件:

sprite/sprite_download.c

sprite/sprite_verify.c

board/sunxi/board_common.c

参考函数流程:

```
download_normal_boot0/download_secure_boot0 -> sunxi_sprite_generate_checksum
-> sunxi_generate_checksum
```

5.6 burn boot0

写 boot0 的 page 时, oob 区域值统一为 ff 00 03 01 ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff

- 各个备份按 block 对齐（如果 boot0 超过 1 个 block, 单个备份起始 block 地址为偶数），若写单个备份过程中遇到坏块，则中止当前备份写过程，写下一备份即可
- boot0 的镜像文件已经包含了 boot0 header，不需额外分配组织 boot0 header 格式，只需更新 boot0 header 中的 storage_data 部分，其他属性（比如 dram_para）不需更新。更新后，需重新生成 boot0 header 中的校验和 check_sum



6 init secure storage block

6.1 input file

无，在 uboot 的存放区域后 8 个 block 用于 secure storage block 用于存放 mac 地址等信息。需要将该块 oob 区域写入 ff aa 5c 00 00 12 34 ff ff ff ff。



7 oob 结构

7.1 oob without crc

oob area 共 16bytes, 布局如下:

oob[0]: bad block flag, 0xff 代表 good block, 否则 bad block

oob[1-4]: page feature flag, 大端存储, 逻辑页: $\text{oob}[1] \& 0xf0 == 0xc0$, 映射页: 0xaaaffff

oob[5-6]: erase count, 大端存储, 代表块的擦除次数, 烧录器方案中, 初始值均为 1

oob[7-10]: block used count, 大端存储, 第几次写块, 该值线性递增, 最小值为 0, 最大值为总 block 数 * 每块可擦除次数, 例如: 从 block511 逐渐存放数据, block used count 为 0, 写 block510 时, 该值为 1, 一直顺序写到 block24, 该值为 487, 若再次写 block511, block used count 为 488。

oob[11-15]: reserved, 默认填充值 0xa5

```
[2019/3/14 14:30:08] p628b 511
[2019/3/14 14:30:08]
[2019/3/14 14:30:08] 00000000: ff c0 00 02 59 00 01 00 00 00 00 a5 a5 a5 a5
[2019/3/14 14:30:08]
[2019/3/14 14:30:08] p638b 511
[2019/3/14 14:30:08]
[2019/3/14 14:30:08] 00000000: ff aa aa ff ff 00 01 00 00 00 00 a5 a5 a5 a5
[2019/3/14 14:30:08]
[2019/3/14 14:30:08] dump main data
[2019/3/14 14:30:08]
[2019/3/14 14:30:08] 00000000: 00 00 00 00 bb 6d 00 00 bc 6d 00 00 bd 6d 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000010: bf 6d 00 00 00 02 00 00 01 02 00 00 02 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000020: 03 02 00 00 04 02 00 00 05 02 00 00 06 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000030: 07 02 00 00 08 02 00 00 09 02 00 00 0a 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000040: 0b 02 00 00 0c 02 00 00 0d 02 00 00 0e 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000050: 0f 02 00 00 10 02 00 00 11 02 00 00 12 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000060: 13 02 00 00 14 02 00 00 15 02 00 00 16 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000070: 17 02 00 00 18 02 00 00 19 02 00 00 1a 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000080: 1b 02 00 00 1c 02 00 00 1d 02 00 00 1e 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000090: 1f 02 00 00 40 02 00 00 41 02 00 00 42 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 000000a0: 43 02 00 00 44 02 00 00 45 02 00 00 46 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 000000b0: 47 02 00 00 48 02 00 00 49 02 00 00 4a 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 000000c0: 4b 02 00 00 4c 02 00 00 4d 02 00 00 4e 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 000000d0: 4f 02 00 00 50 02 00 00 51 02 00 00 52 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 000000e0: 53 02 00 00 54 02 00 00 55 02 00 00 56 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 000000f0: 57 02 00 00 58 02 00 00 59 02 00 00 ff ff ff ff
[2019/3/14 14:30:08] 00000100: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
```

图 7-1: oob-structure-example

对于上图，逻辑块 511 的 page62，其 oob 信息表示：映射的逻辑页是 0x0000259，该块当前擦除次数 0x0001，block used count 为 0x00000000。

每款 spinand 物料存储组织方式是有差异的，具体需要参考物料 data sheet。以华邦 winbond w25n01gv 为例，其存储方式如下：

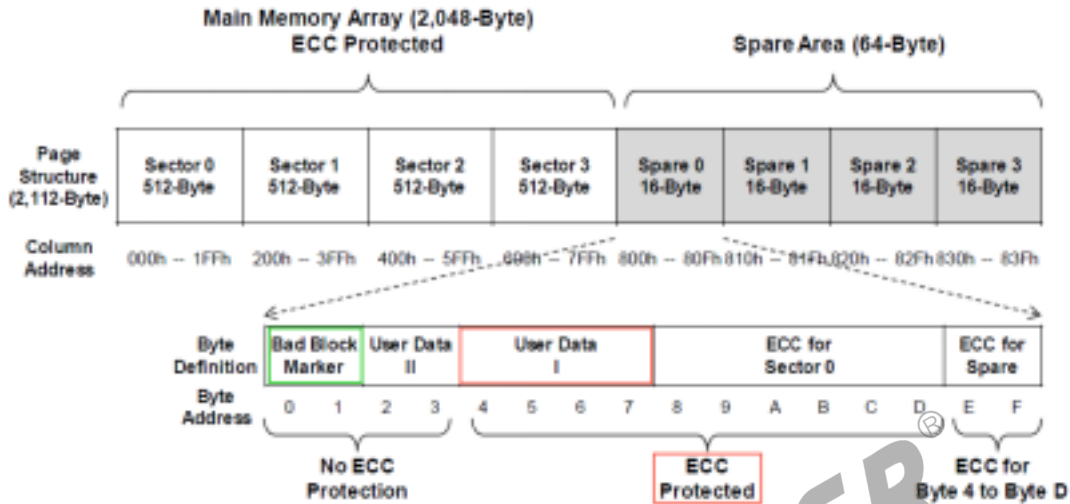


图 7-2: Winbond-Spinand-Area-Structure

如果 oob 信息 ff c0 00 04 30 00 04 00 00 23 75 a5 a5 a5 a5 a5，绿框标注坏块标记，红框区域标注着 oob 信息的存放位置（受 ecc 保护）。

最后再次说明每款物料，存放 oob 信息的位置是有差异的。

```

ff ff ff ff ff c0 00 04 75 aa 58 6c c5 56 f0 0f
ff ff ff ff 30 00 04 00 cb 4d 23 8a 58 77 84 7b
ff ff ff ff 00 23 75 a5 fd d5 5f f0 03 3f 15 15
ff ff ff ff a5 a5 a5 a5 d2 d9 62 bf 0e 14 60 60
    
```

图 7-3: Winbond-Spare-Area-Example

id.c 的 ID 表中 EccProtectedType，就是更具 Ecc Protected 区域的分布情况，选出 16byte 的数据空间，存放 oob 数据。

7.2 oob with crc

oob area 共 16bytes，布局如下：

oob[0]: bad block flag, 0xff 代表 good block，否则 bad block

oob[1-4]: page feature flag, 大端存储, 逻辑页: oob[1]&0xf0 == 0xc0, 映射页: 0xaaaffff

oob[5-6]: erase count, 大端存储, 代表块的擦除次数, 烧录器方案中, 初始值均为 1

oob[7-10]: block used count, 大端存储, 第几次写块, 该值线性递增, 最小值为 0, 最大值为总 block 数 * 每块可擦除次数, 例如: 从 block511 逐渐存放数据, block used count 为 0, 写 block510 时, 该值为 1, 一直顺序写到 block24, 该值为 487, 若再次写 block511, block used count 为 488。

oob[11]: reserved, 默认填充值 0xa5

oob[12-13]: crc value, crc16 大端存储。

oob[14-15]: reserved, 默认填充值 0xa5

对于 block 的尾页 (最后一页), 根据 mapping page (page_per_block*4, 对于 spinand, 大小为 256) 的数据计算 crc 值; 对于其它页, 则以写入该逻辑页的全部数据 (对于 spinand, 大小为 4k) 计算 crc 值。

```

p63@b 433
00000000: ff aa aa ff ff 0c ae 00 11 48 48 a5 e2 b3 a5 a5
p 0@b 432
00000000: ff c0 00 3e 9b 0c c1 00 11 47 6f a5 df fe a5 a5

```

图 7-4: crc-value

8 mapping page

mapping page 存放逻辑地址与物理地址映射信息 (mapping data)

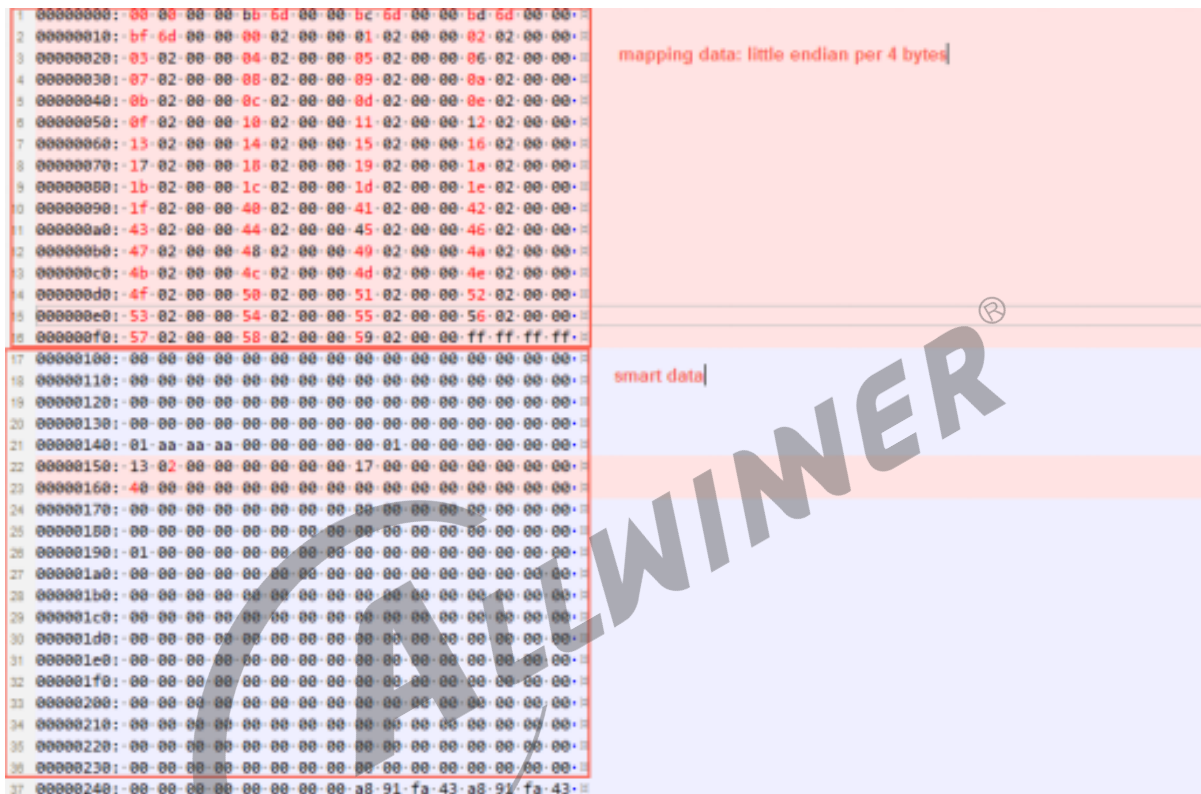


图 8-1: Mapping-Page-Data

mapping data : 每块 page 数 *4 字节, 对于常见 spinand 一般为 256 字节, 每个索引存放该物理页映射的逻辑页信息, 比如索引 0, 即 page0 映射的逻辑页号 0x00000000 (小端格式), 其存放了 GPT 分区表信息, 对于索引 5, 即 page5 映射的逻辑页号 0x00000200, 其存放了分区 1 起始数据, page63 没有映射逻辑页, 因此存放 0xffffffff


```
[2019/3/14 14:30:08] p62@b 511
[2019/3/14 14:30:08]
[2019/3/14 14:30:08] 00000000: ff c0 00 02 59 00 01 00 00 00 00 a5 a5 a5 a5
[2019/3/14 14:30:08]
[2019/3/14 14:30:08] p63@b 511
[2019/3/14 14:30:08]
[2019/3/14 14:30:08] 00000000: ff aa aa ff ff 00 01 00 00 00 00 a5 a5 a5 a5
[2019/3/14 14:30:08]
[2019/3/14 14:30:08] dump main data
[2019/3/14 14:30:08]
[2019/3/14 14:30:08] 00000000: 00 00 00 00 bb 6d 00 00 bc 6d 00 00 bd 6d 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000010: bf 6d 00 00 00 02 00 00 01 02 00 00 02 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000020: 03 02 00 00 04 02 00 00 05 02 00 00 06 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000030: 07 02 00 00 08 02 00 00 09 02 00 00 0a 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000040: 0b 02 00 00 0c 02 00 00 0d 02 00 00 0e 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000050: 0f 02 00 00 10 02 00 00 11 02 00 00 12 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000060: 13 02 00 00 14 02 00 00 15 02 00 00 16 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000070: 17 02 00 00 18 02 00 00 19 02 00 00 1a 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000080: 1b 02 00 00 1c 02 00 00 1d 02 00 00 1e 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 00000090: 1f 02 00 00 40 02 00 00 41 02 00 00 42 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 000000a0: 43 02 00 00 44 02 00 00 45 02 00 00 46 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 000000b0: 47 02 00 00 48 02 00 00 49 02 00 00 4a 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 000000c0: 4b 02 00 00 4c 02 00 00 4d 02 00 00 4e 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 000000d0: 4f 02 00 00 50 02 00 00 51 02 00 00 52 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 000000e0: 53 02 00 00 54 02 00 00 55 02 00 00 56 02 00 00
[2019/3/14 14:30:08] 000000f0: 57 02 00 00 58 02 00 00 59 02 00 00 ff ff ff ff
[2019/3/14 14:30:08] 00000100: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
```

图 8-2: oob-structure-example

对于上图，逻辑块 511 的 page62，索引 62 处存放的数据为 0x00000259，表示该块的 62 页存放的是逻辑页号是 0x00000259，索引 63 处存放的数据为 0xffffffff

9 mbr/gpt partition table

需要根据 sunxi_mbr.fex 中的内容转换为上图的格式，然后写入 LBA0_LBA33, LBA-33_LBA-2, LBA-1 区域。LBA(logical block address) 可以理解为扇区 sector，大小 512。

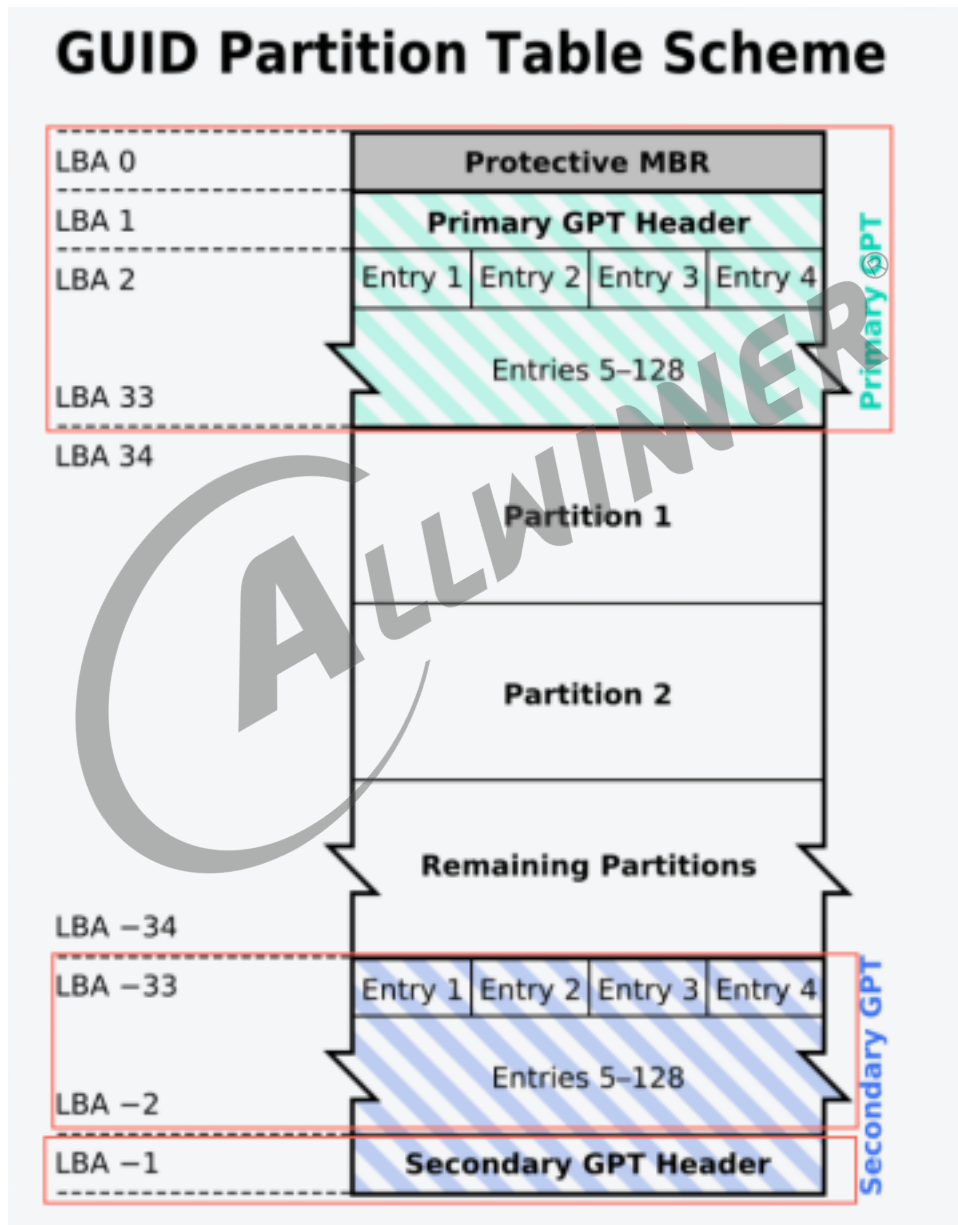


图 9-1: GPT-Scheme

9.1 物理/逻辑区大小

但是逻辑区到底有多大，按如下方法推算：

减 boot0 大小：8 个物理 block (block0-block7)

减 uboot 大小：32 个物理 block (block8-block31)

减 secure storage block 区域大小：理想情况下为 2 个连续物理 block (block32, block41)，如果有坏块，可能会多于 2 个，例如，若 block41 为坏块，则 secure storage block 为 block40, block42

减预留物理 block 大小：6 个，理想情况下为 block42-block47，若 secure storage block 区域中碰到坏块，导致这个物理区 block 数为奇数个，则再加一个物理 block，向上取至偶数个，例如若 block41 为坏块，则为 block43-48 + block49。

减出厂逻辑坏块数：每个 spinand 片子不一样，需要动态扫描

减去预留逻辑块数：对于有 1024 个物理 block 的 spinand 片子，预留 40 个逻辑 block，即 80 个物理 block；对于有 2048 个物理 block 的 spinand 片子，预留 85 个逻辑 block

综上所述，对于有 1024 个物理 block 的 spinand 片子，理想情况下（无出厂坏块），逻辑区大小为 $(1024 - 8 - 32 - 2 - 6 - 40 * 2) = 896$ ，每个 block128K，2 个 LBA(sector)，所以逻辑区 LBA(sector) 个数为 $896 * 128 * 2 = 229376$

因此，实际上 LBA-33, LBA-1 这 2 个 LBA 地址的实际值可能因 spinand 片子而定。

9.2 input file

sunxi_mbr.fex

9.3 flow

1. 校验 sunxi_mbr.fex
2. 调用 nand_get_mbr 将 sunxi_mbr_t 转换为 PARTITION_MBR
3. erase_flash
4. sunxi_sprite_download_mbr(crc32 校验值计算请参考 util/crc32.c)

9.4 参考文件

drivers/sunxi_usb/usb_efex.c

sprite/sprite_verify.c

drivers/sunxi_flash/nand/nand_for_uboot.c

sprite/sprite_download.c

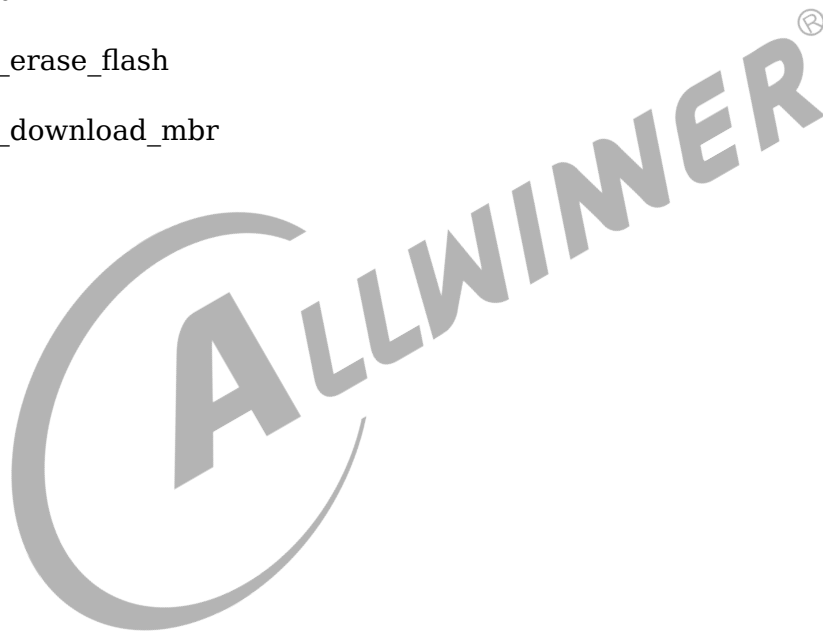
9.5 参考函数流程

sunxi_sprite_verify_mbr

nand_get_mbr

sunxi_sprite_erase_flash

sunxi_sprite_download_mbr



10 partition image

描述分区信息的文件为 `sys_partition.fex`，该文件只是说明分区信息，该文件不会写入 `nand flash`。mbr 分区大小以 Kbyte 为单位，其他分区大小以 sector（512bytes, linux 块设备的读写单元为 sector）为单位。各个分区大小会按逻辑页大小对齐，这样也保证了各个分区的起始地址也是逻辑页大小对齐的。

10.1 input file

NO.	Name	Partitionsize(KB)	Offset(KB)	File	File size(KB)
分区表	mbr	252	0	sunxi_mbr.fex	64
分区 1	boot-resource	252	252	boot-resource.fex	
分区 2	env	252	502	env.fex	
分区 3	env-redund	252	756	env.fex	
分区 4	boot	6300	1008	boot.fex	
分区 5	rootfs	20412	7308	rootfs.fex	
分区 6	dsp0	378	27720	dsp0.fex	
分区 7	private	1008	28098	/	/
分区 8	recovery	8064	29106	recovery.fex	
分区 9	UDISK	动态计算	37170	/	/

因为 mbr 的烧写是基于 UBI 框架写入的，每个 mbr 分区信息对应一个 UBI Volume，Volume 的每个 logical eraseblock 可以被映射到任意的 physical eraseblock，映射是 UBI 管理的，并且对上层隐藏了 global wear_leveling 机制。

LEB 与 PEB

block size = 128k 为例

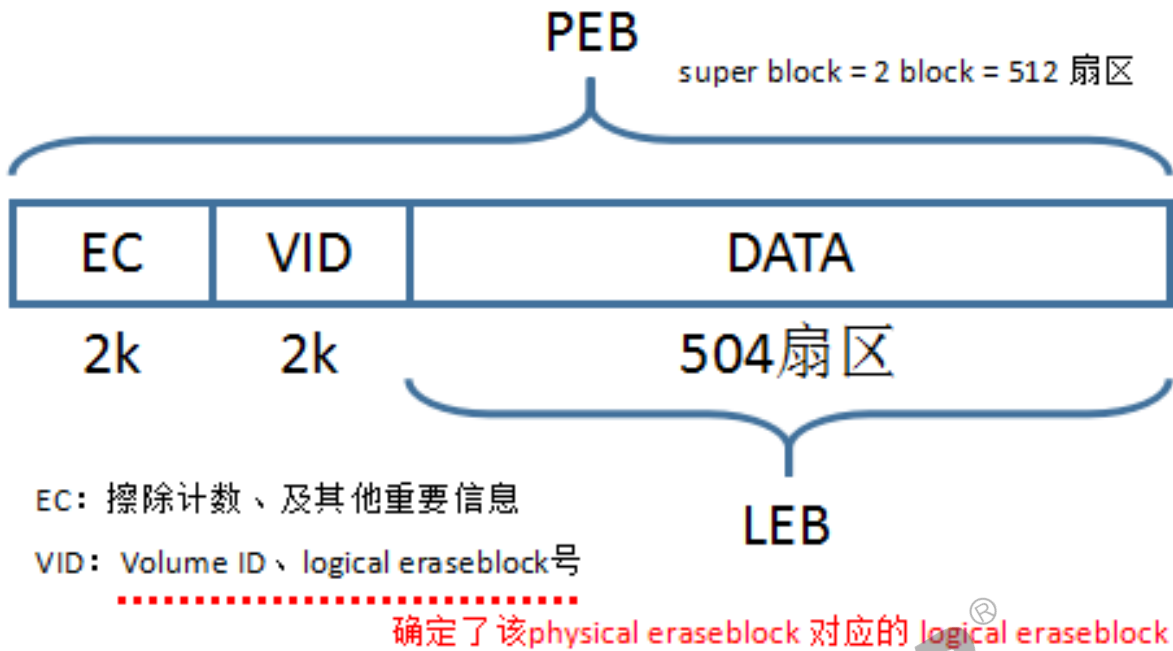


图 10-1: PEB-LEB

PEB: physical erase block , **LEB:** logical erase block

PEB 和 logical block 关系

1 PEB = 1 logical block = 2 physical blocks

10.2 计算逻辑区域 LEB 总数

用户可见 LEB 数 = [总物理块数 - 8 (boot0) - 24(boot1) - 8 (secure storage)] / 2 - 20 * 总物理块数 / 1024 - 4, 规则如下:

1. 减去物理区域块数, 除 2 转化为 logical block
2. 减去坏块处理预留数 (每 1024 物理块最多 20 个物理块, 即 10 个逻辑块)
3. 减去 4 (2 个用于 ubi layout volume, 1 个用于 LEB 原子写, 1 个用于磨损均衡处理)

推算方式可以参考 u-boot-2018/cmd/ubi_simu.c 的 ubi_sim_part 和 ubi_simu_create_vol 函数。

正常情况下, ubi 方案 sys_partition.fex 中各个分区的大小会按照 LEB 大小对齐。

假如一款 flash 有 1024 个 block, 每个 block 有 64 个 page, 每个 page 有 2KB, 则逻辑块大

小为 256K(642K2), 那么 PEB 大小是 256K, LEB 大小为 252K, PEB 中的首逻辑页固定用于存放 ubi_ec_hdr 和 ubi_vid_hdr。

由于预先不知道物料的容量信息及预留块信息, 因此 sys_partition.fex (sunxi_mbr.fex) 中最后一个分区的 size 信息默认先填 0, 待 NAND 驱动初始化完成后才知道用户可见 LEB 数有多少个, 此时需要根据信息改写 sunxi_mbr.fex 中最后一个分区的 size。

10.3 动态调整 sunxi_mbr 卷

sunxi_mbr.fex 共 64k, 共 4 个备份, 每个备份 16K

1. 计算 mbr 卷最后分区 size, 单位: 扇区 (512 字节), 计算规则如下:

- 根据 9.2 计算出的用户可见 leb 数转化出总的扇区数 total_sector
- 依次减去分区表中各个分区占用的扇区数

2. 回填 sunxi_mbr.fex 最后一个分区 size

3. 重新计算并回填 sunxi_mbr 的 crc32

4. 改写其余 3 个备份

sunxi_mbr_t 结构体: u-boot-2018/include/sunxi_mbr.h, 结构体各个成员均使用小端存储。

```
typedef struct sunxi_mbr
{
    unsigned int    crc32;
    unsigned int    version;
    unsigned char   magic[8];
    unsigned int    copy;
    unsigned int    index;
    unsigned int    PartCount;
    unsigned int    stamp[1];
    sunxi_partition array[SUNXI_MBR_MAX_PART_COUNT];
    unsigned int    lockflag;
    unsigned char   res[SUNXI_MBR_RESERVED];
}__attribute__((packed)) sunxi_mbr_t;
```

重新计算并回填 sunxi_mbr crc32 的代码请参考 u-boot-2018/drivers/mtd/awnand/sunxi-ubi.c 的 adjust_sunxi_mbr 函数

10.4 根据 sunxi_mbr 动态生成 ubi layout volume

ubi layout volume 可以理解为 UBI 模块内部用的分区信息文件, sunxi_mbr 分区是用于全志烧写 framework 的分区信息文件。二者记录的分区信息本质上是一样的, 因此烧写时, 可以由 sunxi_mbr 卷转化成 ubi layout volume。

ubi layout volume 由 128 个 struct ubi_vtbl_record (u-boot-2018/drivers/mtd/ubi/ubi-media.h) 组成, 结构体各个成员使用大端表示。

```
struct ubi_vtbl_record {
    __be32 reserved_pebs;
    __be32 alignment;
    __be32 data_pad;
    __u8 vol_type;
    __u8 upd_marker;
    __be16 name_len;
    char name[UBI_VOL_NAME_MAX+1];
    __u8 flags;
    __u8 padding[23];
    __be32 crc;
} __packed;
```

attribute name	type	value	comment
reserved_pebs	__be32		卷大小/LEB size, 对于 ubi layout volume, 固定为 2
alignment	__be32	1	
data_pad	__be32	0	
vol_type	__u8	1	动态卷: 1, 静态卷: 2, 当前方案均是动态卷
upd_marker	__u8	0	
name_len	__be16		卷名长度
name[128]	char		
flags	__u8		分区内最后一个卷 udisk, flags 为 UBI_VTBL_AUTORESIZE_FLG
padding[23]	__u8	0	
crc	__be32		crc32_le

ubi layout volume 的内容填充及烧写方法请参考 u-boot-2018/cmd/ubi_simu.c 的 ubi_simu_create_vol 和 wr_vol_table 函数

注意:

ubi 中 crc32_le 算法与 sunxi_mbr 的 crc32 算法不一样。

ubi 中 crc32_le 参考 crc32_le.c 用法

sunxi_mbr 中 crc32 参考 crc32.c 用法

10.5 烧写逻辑卷

PEB = ubi_ec_hdr + ubi_vid_hdr + LEB

其中 ubi_ec_hdr 和 ubi_vid_hdr 存放于 PEB 的首逻辑页 (logical page0)。

- ubi_ec_hdr 存放于 0 字节偏移处, 大小与物理页 size 对齐

- ubi_vid_hdr 存放于 1 个物理页 size 偏移处，大小也与物理页 size 对齐

10.6 ubi_ec_hdr

ubi_ec_hdr: 主要用于存储 PEB 的擦除次数信息，需动态生成 crc32_le 校验值。

struct ubi_ec_hdr 位于 u-boot-2018/drivers/mtd/ubi/ubi-media.h，结构体各个成员使用大端表示。

```
struct ubi_ec_hdr {
    __be32  magic;
    __u8    version;
    __u8    padding1[3];
    __be64  ec; /* Warning: the current limit is 31-bit anyway! */
    __be32  vid_hdr_offset;
    __be32  data_offset;
    __be32  image_seq;
    __u8    padding2[32];
    __be32  hdr_crc;
} __packed;
```

attribute name	type	value	comment
magic	__be32	0x55424923	UBI#
version	__u8	1	
padding1[3]	__u8	0	
ec	__be64	1	
vid_hdr_offset	__be32	physical page size	2048
data_offset	__be32	logical page size	4096
image_seq	__be32	0	
padding2[32]	__u8	0	
hdr_crc	__be32		crc32_le

ubi_ec_hdr 的填充方法请参考 u-boot-2018/cmd/ubi_simu.c 的 fill_ec_hdr 函数。

10.7 ubi_vid_hdr

ubi_vid_hdr: 存放 PEB 和 LEB&Volume 映射信息，需动态生成 crc32_le 校验值

struct ubi_vid_hdr 位于 u-boot-2018/drivers/mtd/ubi/ubi-media.h，结构体各个成员使用大端表示。

```
struct ubi_vid_hdr {
    __be32  magic;
    __u8    version;
```

```

__u8  vol_type;
__u8  copy_flag;
__u8  compat;
__be32 vol_id;
__be32 lnum;
__u8  padding1[4];
__be32 data_size;
__be32 used_ebs;
__be32 data_pad;
__be32 data_crc;
__u8  padding2[4];
__be64 sqnum;
__u8  padding3[12];
__be32 hdr_crc;
} __packed;

```

attribute name	type	value	comment
magic	__be32	0x55424921	UBI!
version	__u8	1	
vol_type	__u8	1	
copy_flag	__u8	0	
compat	__u8		默认为 0, layout volume 固定为 5
vol_id	__be32		volume id, 从 0 开始编号, layout vol 固定为 0x7ffefff
lnum	__be32		volume 内 LEB NO., 从 0 开始编号
padding1[4]	__u8	0	
data_size	__be32	0	
used_ebs	__be32	0	
data_pad	__be32	0	
data_crc	__be32	0	
padding2[4]	__u8	0	
sqnum	__be64		LEB 全局 sequence NO., 记录 LEB 的写顺序, 从 0 开始递增
padding3[12]	__u8	0	
hdr_crc	__be32		crc_le

ubi_vid_hdr 的填充方法请参考 u-boot-2018/cmd/ubi_simu.c 的 fill_vid_hdr 函数。

10.8 数据对齐

有数据对齐需求时, 不能填充 0xff 数据, 可选择填充全 0。




著作权声明

版权所有 © 2021 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利。

本文档及内容受著作权法保护，其著作权由珠海全志科技股份有限公司（“全志”）拥有并保留一切权利。

本文档是全志的原创作品和版权财产，未经全志书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制、修改、发表或传播本文档内容的部分或全部，且不得以任何形式传播。

商标声明

、 **全志科技** （不完全列举）均为珠海全志科技股份有限公司的商标或者注册商标。在本文档描述的产品中出现的其它商标，产品名称，和服务名称，均由其各自所有人拥有。

免责声明

您购买的产品、服务或特性应受您与珠海全志科技股份有限公司（“全志”）之间签署的商业合同和条款的约束。本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您所购买或使用的范围内。使用前请认真阅读合同条款和相关说明，并严格遵循本文档的使用说明。您将自行承担任何不当使用行为（包括但不限于如超压，超频，超温使用）造成的不利后果，全志概不负责。

本文档作为使用指导仅供参考。由于产品版本升级或其他原因，本文档内容有可能修改，如有变更，恕不另行通知。全志尽全力在本文档中提供准确的信息，但并不确保内容完全没有错误，因使用本文档而发生损害（包括但不限于间接的、偶然的、特殊的损失）或发生侵犯第三方权利事件，全志概不负责。本文档中的所有陈述、信息和建议并不构成任何明示或暗示的保证或承诺。

本文档未以明示或暗示或其他方式授予全志的任何专利或知识产权。在您实施方案或使用产品的过程中，可能需要获得第三方的权利许可。请您自行向第三方权利人获取相关的许可。全志不承担也不代为支付任何关于获取第三方许可的许可费或版税（专利税）。全志不对您所使用的第三方许可技术做出任何保证、赔偿或承担其他义务。