TG7100C

在线编程 (ISP) 协议

版本：*1.0*

Contents

1 UART/SDIO 启动镜像格式

TG7100C 支持 UART/SDIO 启动。可以通过 UART/SDIO 接口将一段可执行程序下载到 RAM 中运行。下载程序的结构，需要满足 TG7100C Bootrom 定义的格式。对于没有启动安全设定的应用程序，即不启用加密和签名的应用程序，其下载镜像的格式如下图所示：

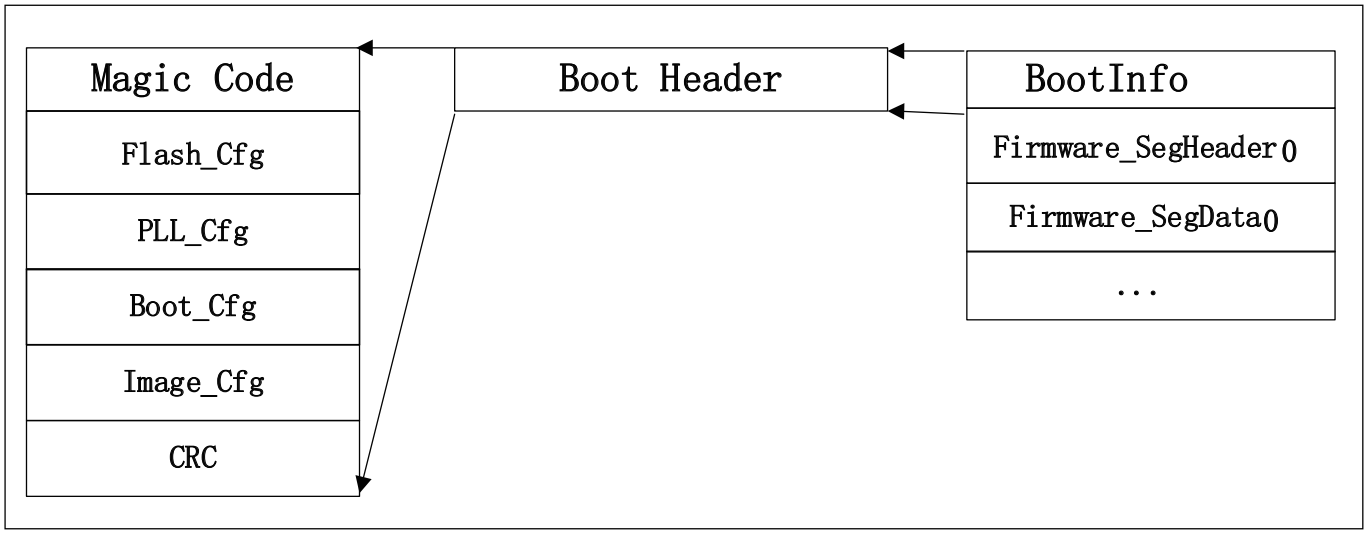


图 1.1: UART/SDIO 启动镜像 (不加密 & 不签名)

下载镜像由三部分组成：

- **BootInfo** 主要包含 BootInfo 的 Magic Code，Flash 的配置信息 (UART 下载不需要 Flash 信息，只是和 Flash 启动的镜像兼容）,PLL 配置信息，启动参数信息以及镜像配置信息等。
- **SegmentHeader** 下载程序或者数据段的段头信息，主要用于指定接下来传输的数据段，要放在内存的哪个地址以及数据长度等信息。
- **SegmenData** 下载程序或者数据段的主体。

SegmentHeader 和 SegmenData 可以有多个，具体的个数信息在 BootInfo 的镜像配置信息中设定。

对于启用加密和签名设定的下载镜像，其文件格式如下所示：

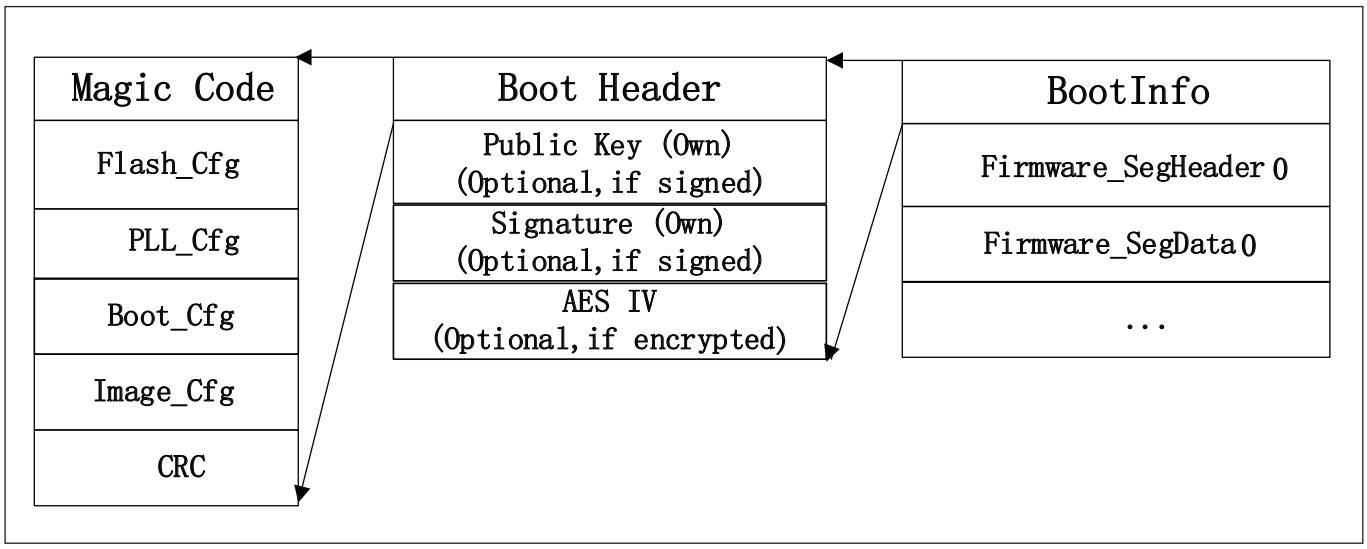


图 1.2: UART/SDIO 启动镜像 (加密 & 签名)

与普通下载镜像相比，加密和签名的镜像，BootInfo 中需要包含公钥，签名以及 AES IV 等信息。对于启用加密但是不签名的下载镜像，文件格式如下所示：

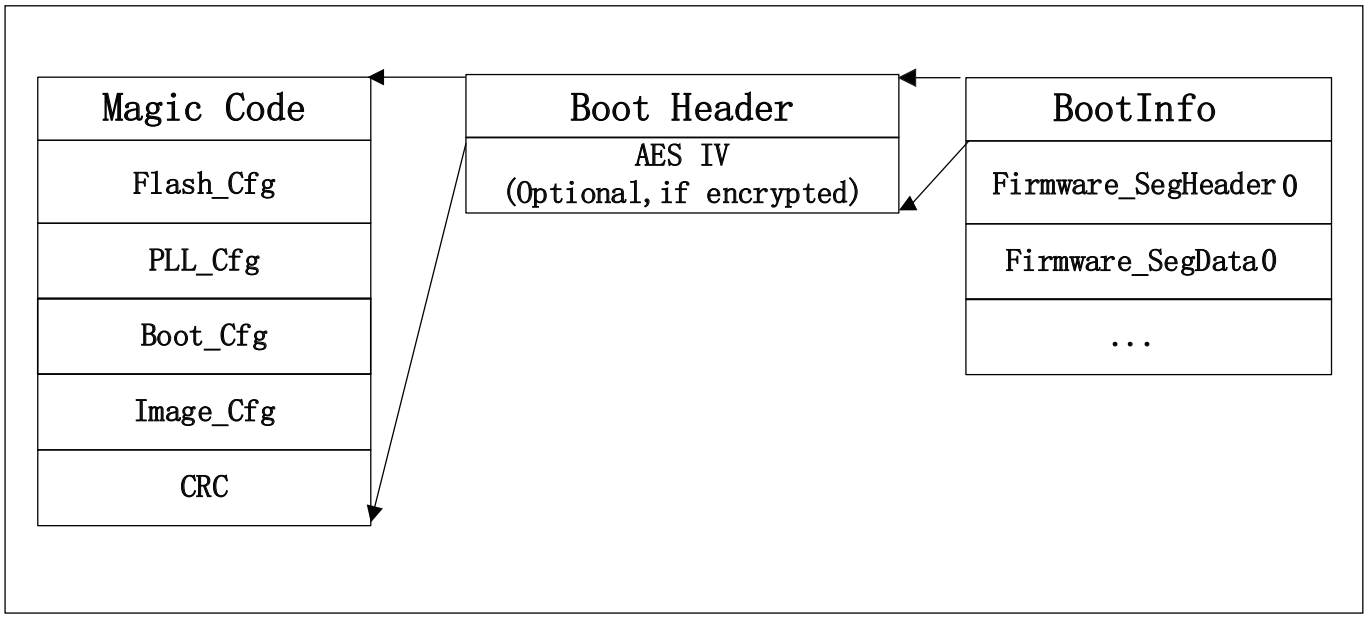


图 1.3: UART/SDIO 启动镜像 (加密 & 不签名)

对于启用签名但是不启用加密的下载镜像，文件格式如下所示：

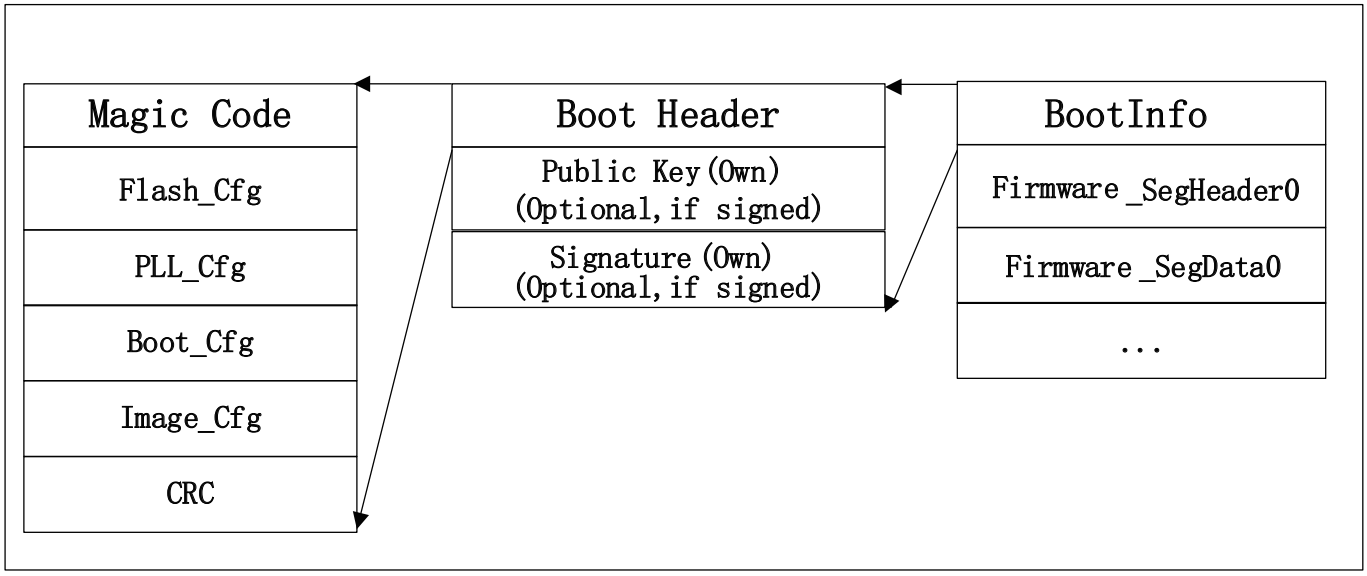


图 1.4: UART/SDIO 启动镜像 (签名 & 不加密)

1.1 启动引脚

TG7100C 支持一路 UART，一路 SDIO 启动。

表 1.1: UART/SDIO 启动引脚分配

GPIO 引脚	Function	Comments
GPIO8	Boot Pin	
GPIO7	TG7100C UART RXD	UART Channel1
GPIO16	TG7100C UART TXD	
GPIO0	SDIO_CLK	SDIO Channel
GPIO1	SDIO_CMD	
GPIO2	SDIO_DATA0	
GPIO3	SDIO_DATA1	
GPIO4	SDIO_DATA2	
GPIO5	SDIO_DATA3	

若想要从 UART/SDIO 启动，需要将 GPIO8 拉高，然后复位芯片，Bootrom 会依次扫描 UART 和 SDIO 这两个接口，并在该接口等待握手信号，握手超时（2ms）后会进行下一个接口的扫描，如果在某个接口上握手成功，则进入接收数据处理流程，在数据处理期间，一旦发送错误或者超时（2s），会进行下一个接口的扫描，如此依次循环进行，直到收到合法的启动镜像，完成启动任务。

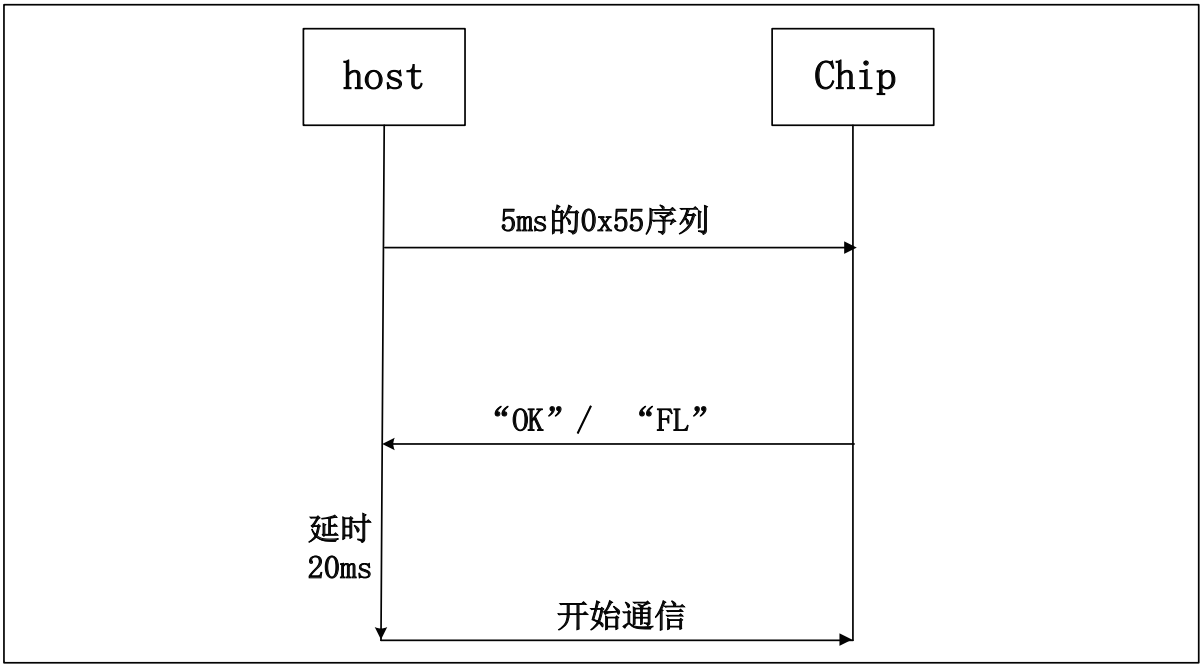
1.2 UART 握手

UART 通信的配置为 1bit 起始位，8bit 数据位，1bit 停止位，无奇偶校验位。

Bootrom 从 UART/SDIO 启动后，会循环检测 GPIO7 引脚的电平变化，当主机发送 0x55 数据串被捕捉后，Bootrom 开始计算当前串口波特率，并根据检测结果设定 UART 寄存器的值，并以当前波特率回复“OK”。主机收到“OK”后可以进行正常的通信。UART 通信超时时间是 2s, Bootrom 在回复“OK”以后的 2s 内如果没有收到任何数据，或者在通信过程中，出现 2s 以内没有收到任何数据，则认为是通信超时，超时以后重新进入握手流程。

主机发送握手数据时间建议是 5ms，以便让 Bootrom 有充足的时间检测到握手信号，主机收到“OK”以后，建议延时 20ms 再通信，以防止后续的通信数据与之前的握手数据混在一起。

由于从 UART/SDIO 启动时，Bootrom 使用 RC32M 时钟，握手波特率建议不超过 500K。握手过程如下：

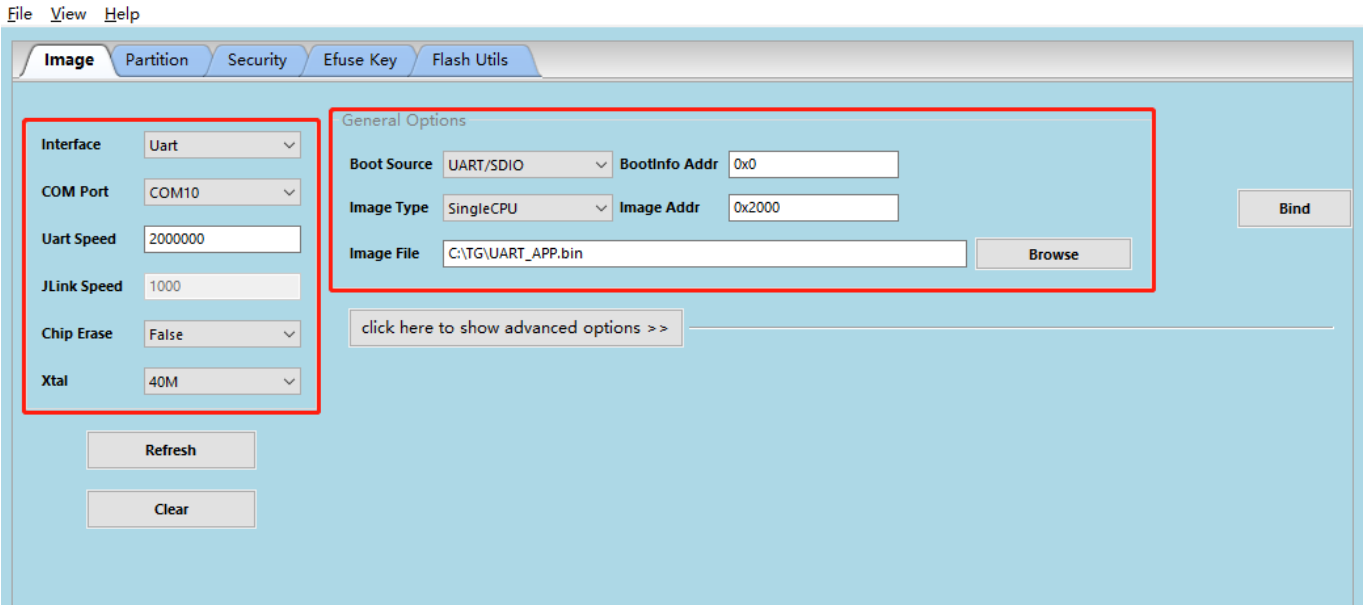


1.3 SDIO 握手

Bootrom 会等待 SDIO Host 写握手寄存器（SDU_BASE+0x160），当 SDIO 查询到握手寄存器被写 1 以后，认为握手成功。Bootrom 会等待主机发送数据，并根据接收到数据命令进行处理，如果发生超时 (2s 内没有接收到数据）会重新进入握手流程。

1.4 下载镜像文件

TG 提供了 UART/SDIO 下载镜像生成工具,用户可通过下载 TG Flash Environment,获取最新的工具,双击 TGFlashEnv.exe, 在 Chip Type 中选择 TG7100C ，进入烧写界面。在 View 菜单中选择 MCU 选项，进入 MCU 程序下载界面。



如若只生成 UART/SDIO 下载镜像，则可只配置右侧的烧录镜像参数，具体配置如下：

- Boot Source：选择 UART/SDIO，表示生成 UART/SDIO 启动镜像
- BootInfo Addr：程序启动参数的存放地址，此处填写 0x0 即可
- Image Type：默认为 SingleCPU
- Image Addr：应用程序的下载地址，用户可根据实际程序的运行地址填写即可，例如 0x2000
- Image File：选择用户编译生成中的 RAM 程序。

完成选项配置后，点击 Create&Program 按钮，会生成对应的镜像文件。生成的文件路径为: tg7100c/img_create2/img_-if.bin。img_if.bin 就是满足 UART/SDIO 启动镜像格式的文件。

如需启用加密和签名功能，展开工具中的 advanced options 选项，完成配置后，同样点击 Create&Program 按钮即可。

1.5 UART/SDIO 下载程序通信协议

Bootrom 在完成 UART/SDIO 通信握手后，即可进入正常的下载程序通信流程，下面详细介绍通信过程。需要注意的是，Bootrom 所能接收的协议数据最大长度为 4096bytes。

1.5.1 Get boot info

表 1.2: Host->Chip

cmdId(1byte)	Rsvd(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)
0x10	0x00	0x00	0x00

表 1.3: Chip->Host

‘OK’ (2bytes)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	BootRom Version(4bytes)	OTP info(16bytes)
0x4F 0x4B	0x14	0x00		

其中 OTP Info 结构体如下：

```
struct boot_efuse_hw_cfg_t
{
    uint8_t sign_type[1];              /*sign type */
    uint8_t encrypted[1];              /*aes_type*/
    uint8_t rsvd[2];
};

struct  boot_otp_cfg_t
{
    struct boot_efuse_hw_cfg_t hw_cfg;
    uint32_t rsvd;
    uint8_t chip_id[8];
};
```

这是主机与 TG7100C 通信的第一条指令，读取 TG7100C 相关信息。主机要根据 sign_type 判断 TG7100C 是否要求接收签名的镜像；根据 encrypted 判断 TG7100C 是否要求接收加密的镜像。如果已知芯片没有启动加密和签名，则可跳过对该信息的解析。

表 1.4: 判断是否要签名

	2b’00	其它
sign_type	不签名	签名
encrypted	不加密	加密

1.5.2 Load boot header

表 1.5: Host->Chip

cmdId(1byte)	Rsvd(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	BootHeader(176bytes)
0x11	0x00	0xb0	0x00	

表 1.6: Chip->Host

‘OK’ (2bytes)
0x4F 0x4B

176bytes 的 BootHeader 结构体如下：

```
 __PACKED_STRUCT boot_flash_cfg_t
{
     uint32_t magiccode;       /*'FCFG'*/
     SPI_Flash_Cfg_Type cfg;
     uint32_t crc32;
};

 __PACKED_STRUCT sys_clk_cfg_t
{
     uint8_t xtal_type;
     uint8_t pll_clk;
     uint8_t hclk_div;
     uint8_t bclk_div;

     uint8_t flash_clk_type;
     uint8_t flash_clk_div;
     uint8_t rsvd[2];
};

 __PACKED_STRUCT boot_clk_cfg_t
{
     uint32_t magiccode;       /*'PCFG'*/

     struct sys_clk_cfg_t cfg;

     uint32_t crc32;
};

 __PACKED_STRUCT bootheader_t
{
     uint32_t magiccode;                              /*'BFXP'*/
     uint32_t rivison;
     struct boot_flash_cfg_t flashCfg;
     struct boot_clk_cfg_t   clkCfg;
     __PACKED_UNION {
```

(下页继续)

(续上页)

```
        __PACKED_STRUCT {
            uint32_t sign               :  2;   /* [1: 0]  for sign*/
            uint32_t encrypt_type       :  2;   /* [3: 2]  for encrypt */
            uint32_t key_sel            :  2;   /* [5: 4]  for key sel in boot interface*/
            uint32_t rsvd6_7            :  2;   /* [7: 6]  for encrypt*/
            uint32_t no_segment         :  1;   /* [8]     no segment info */
            uint32_t cache_enable       :  1;   /* [9]     for cache */
            uint32_t notload_in_bootrom :  1;   /* [10]    not load this img in bootrom */
            uint32_t aes_region_lock    :  1;   /* [11]    aes region lock */
            uint32_t cache_way_disable  :  4;   /* [15: 12]  cache way disable info*/
            uint32_t crc_ignore         :  1;   /* [16]    ignore crc */
            uint32_t hash_ignore        :  1;   /* [17]    hash crc */
            uint32_t halt_ap            :  1;   /* [18]    halt ap */
            uint32_t rsvd19_31          :  13;  /* [31:19]  rsvd */
        } bval;
        uint32_t wval;
    }bootcfg ;

    uint32_t segment_cnt;

    uint32_t bootentry;      /* entry point of the image*/

    uint32_t flashoffset;

    uint8_t hash[TG_BOOTROM_HASH_SIZE];    /*hash of the image*/

    uint32_t rsv1;
    uint32_t rsv2;
    uint32_t crc32;
};
```

1.5.3 Load public key (Optional)

表 1.7: Host->Chip

cmdId(1byte)	Rsvd(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	PKey(68bytes)
0x12	0x00	0x44	0x00	

表 1.8: Chip->Host

‘OK’ (2bytes)
0x4F 0x4B

只有当镜像有签名的时候主机才发送这个命令。没有启动签名的情况下，应跳过这个命令的发送。68 字节的 Public Key 结构体如下：

```
__PACKED_STRUCT pkey_cfg_t
{
    uint8_t eckeyx[32];        //ec key in boot info
    uint8_t eckeyy[32];        //ec key in boot info
    uint32_t crc32;
};
```

1.5.4 Load signature (Optional)

表 1.9: Host->Chip

cmdId(1byte)	Rsvd(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	Signature(Nbytes)
0x14	0x00	N&0xFF	(N&0xFF00)>>8	

表 1.10: Chip->Host

‘OK’ (2bytes)
0x4F 0x4B

只有当镜像有签名的时候主机才发送这个命令。没有启动签名的情况下，应跳过这个命令的发送。Signature 的有效长度不是固定的，其结构体示意如下：

```
__PACKED_STRUCT sign_cfg_t
{
        uint32_t sig_len;
        uint8_t signature[sig_len];
        uint32_t crc32;
};
```

主机发送 signature 时可先读取 sig_len 获得需要发送的 signature 长度为 sig_len+8。

1.5.5 Load AES IV (Optional)

表 1.11: Host->Chip

cmdId(1byte)	Rsvd(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	AES IV(20bytes)
0x16	0x00	0x14	0x00	

表 1.12: Chip->Host

‘OK’(2bytes)
0x4F 0x4B

只有当镜像有加密的时候主机才发送这个命令。没有启动加密的情况下，应跳过这个命令的发送。

20bytes 的 AES IV 结构体如下：

```
 __PACKED_STRUCT aesiv_cfg_t
{
      uint8_t aesiv[16];
      uint32_t crc32;
};
```

1.5.6 Load Segment Header

表 1.13: Host->Chip

cmdId(1byte)	Rsvd(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	Seg header(16bytes)
0x17	0x00	0x10	0x00	

表 1.14: Chip->Host

‘OK’(2bytes)
0x4F 0x4B

UART/SDIO 启动镜像支持多个 segment，每个 segment 的数据和代码可以由启动程序加载到 Segheader 指定的地址上。而镜像中 segment 的个数由 BootHeader 中的 segment_cnt(具体参考 2.2) 成员决定。主机需要在 Load boot header 过程中记录下这个变量，然后循环 segment_cnt 次 Load Segment Header 与 Load Segment Data。

16bytes 的 seg header 用下面的结构体描述：

```
__PACKED_STRUCT segment_header_t
{
```

(下页继续)

(续上页)

```
        uint32_t destaddr;
        uint32_t len;
        uint32_t rsvd;
        uint32_t crc32;
};
```

1.5.7 Load Segment Data

表 1.15: Host->Chip

cmdId(1byte)	Rsvd(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	Seg Data(Nbytes)
0x18	0x00	N&0xFF	(N&0xFF00)>>8	

表 1.16: Chip->Host

‘OK’ (2bytes)
0x4F 0x4B

对于一个 Segment Data，由于一个协议帧 4096bytes 的限制，可能需要多次发送 Load Segment Data 来传输数据。这里要保证多次传递的数据帧中数据长度之和与 Segment Header 中描述的 len 相等。

1.5.8 Check image

表 1.17: Host->Chip

cmdId(1byte)	Rsvd(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)
0x19	0x00	0x00	0x00

表 1.18: Chip->Host

‘OK’ (2bytes)
0x4F 0x4B

镜像下载到 RAM 后，必须检查镜像的完整性与合法性。

1.5.9 Run image

表 1.19: Host->Chip

cmdId(1byte)	Rsvd(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)
0x1A	0x00	0x00	0x00

表 1.20: Chip->Host

‘OK’(2bytes)
0x4F 0x4B

在 Check image 命令返回 OK 的情况下，通过该命令可以运行下载到 RAM 中的镜像，TG7100C 执行该命令后就从 UART/SDIO 启动程序跳转到下载的镜像程序中去运行。

1.5.10 错误应答帧

以上 Chip Host 的应答帧都是正确情况时的回复，如果在通信过程中出现错误，Bootrom 错误返数据格式如下，用户可根据错误代码查询错误原因：

表 1.21: Host->Chip

‘FL’(2bytes)	Error_Code_LSB(1byte)	Error_Code_MSB(1byte)
0x46 0x4C		

Error_Code 列举如下：

```
/*error code definition*/
typedef  enum tag_bootrom_error_code_t
{
    TG_BOOTROM_SUCCESS=0x00,

        /*flash*/
        TG_BOOTROM_FLASH_INIT_ERROR=0x0001,
        TG_BOOTROM_FLASH_ERASE_PARA_ERROR=0x0002,
        TG_BOOTROM_FLASH_ERASE_ERROR=0x0003,
        TG_BOOTROM_FLASH_WRITE_PARA_ERROR=0x0004,
        TG_BOOTROM_FLASH_WRITE_ADDR_ERROR=0x0005,
        TG_BOOTROM_FLASH_WRITE_ERROR=0x0006,
        TG_BOOTROM_FLASH_BOOT_PARA=0x0007,

        /*cmd*/
        TG_BOOTROM_CMD_ID_ERROR =0x0101,
```

(下页继续)

(续上页)

```
TG_BOOTROM_CMD_LEN_ERROR=0x0102,
TG_BOOTROM_CMD_CRC_ERROR=0x0103,
TG_BOOTROM_CMD_SEQ_ERROR=0x0104,

/*image*/
TG_BOOTROM_IMG_BOOTHEADER_LEN_ERROR=0x0201,
TG_BOOTROM_IMG_BOOTHEADER_NOT_LOAD_ERROR=0x0202,
TG_BOOTROM_IMG_BOOTHEADER_MAGIC_ERROR=0x0203,
TG_BOOTROM_IMG_BOOTHEADER_CRC_ERROR=0x0204,
TG_BOOTROM_IMG_BOOTHEADER_ENCRYPT_NOTFIT=0x0205,
TG_BOOTROM_IMG_BOOTHEADER_SIGN_NOTFIT=0x0206,
TG_BOOTROM_IMG_SEGMENT_CNT_ERROR=0x0207,
TG_BOOTROM_IMG_AES_IV_LEN_ERROR=0x0208,
TG_BOOTROM_IMG_AES_IV_CRC_ERROR=0x0209,
TG_BOOTROM_IMG_PK_LEN_ERROR=0x020a,
TG_BOOTROM_IMG_PK_CRC_ERROR=0x020b,
TG_BOOTROM_IMG_PK_HASH_ERROR=0x020c,
TG_BOOTROM_IMG_SIGNATURE_LEN_ERROR=0x020d,
TG_BOOTROM_IMG_SIGNATURE_CRC_ERROR=0x020e,
TG_BOOTROM_IMG_SECTIONHEADER_LEN_ERROR=0x020f,
TG_BOOTROM_IMG_SECTIONHEADER_CRC_ERROR=0x0210,
TG_BOOTROM_IMG_SECTIONHEADER_DST_ERROR=0x0211,
TG_BOOTROM_IMG_SECTIONDATA_LEN_ERROR=0x0212,
TG_BOOTROM_IMG_SECTIONDATA_DEC_ERROR=0x0213,
TG_BOOTROM_IMG_SECTIONDATA_TLEN_ERROR=0x0214,
TG_BOOTROM_IMG_SECTIONDATA_CRC_ERROR=0x0215,
TG_BOOTROM_IMG_HALFBAKED_ERROR=0x0216,
TG_BOOTROM_IMG_HASH_ERROR=0x0217,
TG_BOOTROM_IMG_SIGN_PARSE_ERROR=0x0218,
TG_BOOTROM_IMG_SIGN_ERROR=0x0219,
TG_BOOTROM_IMG_DEC_ERROR=0x021a,
TG_BOOTROM_IMG_ALL_INVALID_ERROR=0x021b,

/*IF*/
TG_BOOTROM_IF_RATE_LEN_ERROR=0x0301,
TG_BOOTROM_IF_RATE_PARA_ERROR=0x0302,
TG_BOOTROM_IF_PASSWORDERROR=0x0303,
TG_BOOTROM_IF_PASSWORDCLOSE=0x0304,
```

(下页继续)

(续上页)

```
        /*efuse*/
        TG_BOOTROM_EFUSE_WRITE_PARA_ERROR=0x0401,
        TG_BOOTROM_EFUSE_WRITE_ADDR_ERROR=0x0402,
        TG_BOOTROM_EFUSE_WRITE_ERROR=0x0403,
        TG_BOOTROM_EFUSE_READ_PARA_ERROR=0x0404,
        TG_BOOTROM_EFUSE_READ_ADDR_ERROR=0x0405,
        TG_BOOTROM_EFUSE_READ_ERROR=0x0406,

        /*MISC*/
        TG_BOOTROM_PLL_ERROR=0xfffc,
        TG_BOOTROM_INVASION_ERROR=0xfffd,
        TG_BOOTROM_POLLING=0xfffe,
        TG_BOOTROM_FAIL=0xffff,

 }bootrom_error_code_t;
```

1.5.11 下载流程示意

对于一个没有启用加密和签名的程序，在只有一个 segment 的时候，其下载流程示意如下：

```
1. 设置 TG7100C 从 UART/SDIO 启动
2. 打开串口，设置通信波特率，打开要下载的文件 fp=open("img_if.bin","rb")
3. 发送 5ms 的握手信号，UART_Send(0x555555...)
4. 等待接收 Chip 的 OK 应答，延时 20ms
5. 发送 get boot info 命令
6. 等待接收 4+20 字节的应答
7. 读取 176 字节的数据，data=fp.read(176)，使用 load boot header 命令发送 176 字节的 BootHeader
8. 等待接收 OK 应答
9. 读取 16 字节的数据，data=fp.read(16)，解析 SegmentData 的总长度 segDataLen，使用 load
   segment header 命令发送 16 字节的 SegmentHeader
10. 等待接收 OK 应答
11.sendDataLen=0;
   while sendDataLen<segDataLen:
        readDataLen=segDataLen-sendDataLen
        if readDataLen>4096-4:
            readDataLen=4096-4:
        读取 readDataLen 字节数据，data=fp.read(readDataLen)
        使用 load segment data 命令发送 readDataLen 字节的 SegmentData
        sendDataLen+=readDataLen
```

(下页继续)

(续上页)

```
        等待接收 OK 应答
12. 发送 Check image 命令检查镜像，等待接收 OK 应答
13. 发送 Run image 命令运行程序，等待接收 OK 应答
```

以上过程中，如 Bootrom 返回错误，则终止下载流程。

2 Eflash_loader

Eflash_loader 是由 TG 提供的用于 Flash 烧写、读取、校验的可执行程序，可以通过 UART/SDIO 下载到 RAM 中运行。Eflash_Loader 镜像没有加密与签名，并且只有一个 segment，其镜像结构如下图所示：

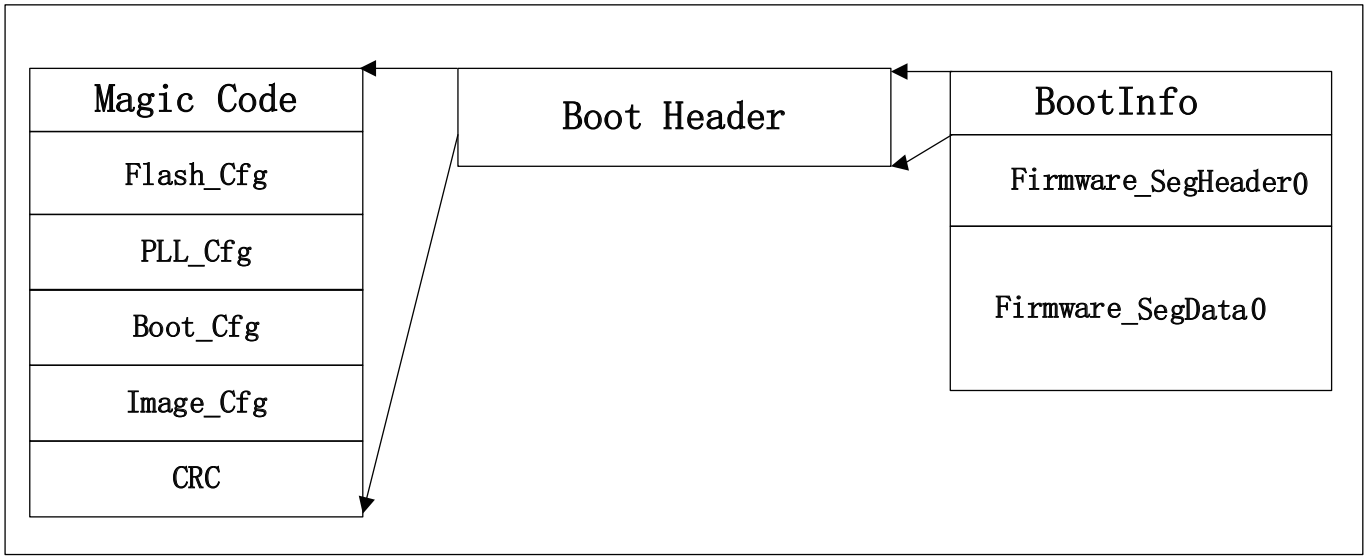


图 2.1: Eflash_Loader 启动镜像

2.1 下载并运行 Eflash_loader

通过上述 1.5.11 步骤，可以下载 Elfash_loader 到 RAM 并运行：握手，Get boot info，Load boot header，Load Segment Header，Load Segment Data，Check image，Run Image。

2.2 Eflash_loader 通信协议

主机通过 UART/SDIO 把 Eflash_loader 下载到 RAM 中并运行后，主机继续通过 UART 接口与 Eflash_loader 通信。UART 引脚同 1.1，握手过程同 1.2，Eflash_loader 中配置了高精度的 PLL，可以使用较高的波特率进行握手通信，建议使用的波特率为 115200、1M、2M、2.5M。握手成功后，主机通过以下协议实现 Flash 和 Efuse 烧录功能：

2.2.1 Chip Erase

表 2.1: Host->Chip

cmdId(1byte)	cksum(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)
0x3C	Cksum for len	0x00	0x00

表 2.2: Chip->Host

‘OK’(2bytes)
0x4F 0x4B

该命令用于擦除整片 Flash。这里参与校验和计算的数据为 cksum 字节后的所有数据 (以下指令与此相同)。校验是可选项，如果不想开启校验，可以将 cksum 设置为 0。

假设有 data_len 长度 (包含 Len_lsb 和 Len_msb) 的数据要参与计算，计算校验和伪代码如下：

```
uint32 sum;
uint8 cksum
while i<data_len
       sum+=data[i]
chsum=sum&0xff
```

2.2.2 Flash Erase

表 2.3: Host->Chip

cmdId(1byte)	cksum(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	Start_-addr(4bytes)	End_addr(4bytes)
0x30	Cksum datas behind	0x08	0x00		

表 2.4: Chip->Host

‘OK’(2bytes)
0x4F 0x4B

该命令用于擦除指定地址空间的 Flash。

Flash 的地址从 0 开始，这里以 1M Flash 为例示意 Flash 地址空间：

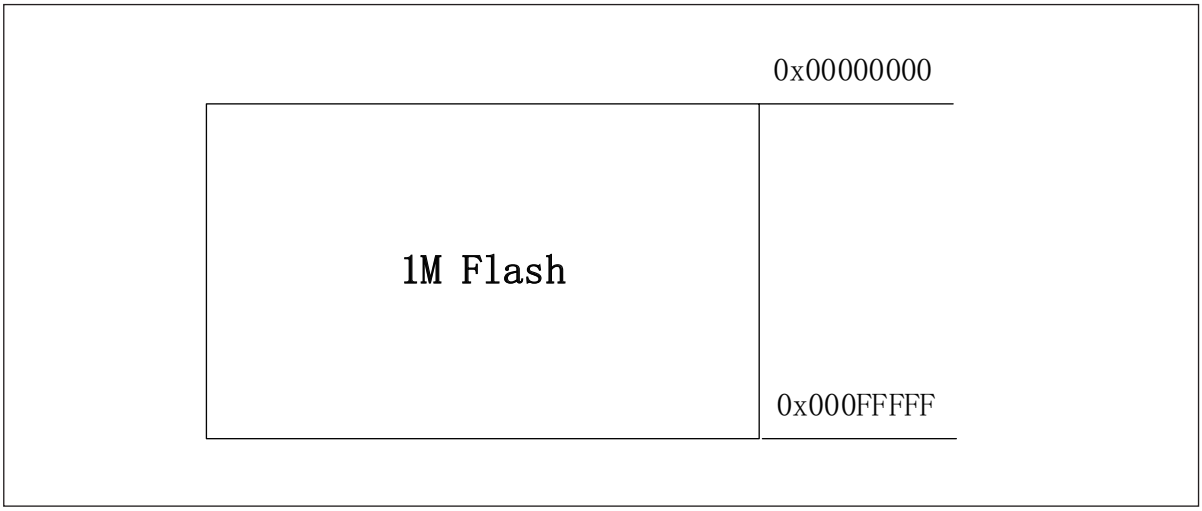


图 2.2: Flash 地址空间示意

2.2.3 Flash Program

表 2.5: Host->Chip

cmdId(1byte)	cksum(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	Start_-addr(4bytes)	payload(Nbytes)
0x31	Cksum datas behind	(N+4)&0xff	((N+4)>>8)&0xff		

表 2.6: Chip->Host

‘OK’ (2bytes)
0x4F 0x4B

写入 Nbytes 数据到 Flash 指定地址空间。由于 Eflash_loader 中使用的缓冲区的限制，payload 最大为 8Kbytes。

2.2.4 Flash Program Check

表 2.7: Host->Chip

cmdId(1byte)	cksum(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)
0x3A	Cksum for len	0x00	0x00

表 2.8: Chip->Host

‘OK’(2bytes)
0x4F 0x4B

该命令用于 Flash 烧写数据全部发送完毕后，用来确认 Flash 数据烧写过程中是否出现错误。如果 Flash 烧写全部正确，则返回 OK。否则返回 FL+ 错误代码，此处的错误代码是 TG_EFLASH_LOADER_FLASH_WRITE_ERROR，详见错误应答帧。

2.2.5 Flash Read

表 2.9: Host->Chip

cmdId(1byte)	cksum(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	Start_-addr(4bytes)	Read_-len(4bytes)
0x32	Cksum datas behind	0x08	0x00		

表 2.10: Chip->Host

‘OK’(2bytes)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	payload(Nbytes)
0x4F 0x4B	N&0xff	(N>>8)&0xff	

该命令从 Flash 指定地址空间读取 Nbytes 数据。由于 Eflash_loader 中使用的缓冲区的限制，Read_len 最大为 8K。

2.2.6 SHA256 Read

表 2.11: Host->Chip

cmdId(1byte)	cksum(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	Start_-addr(4bytes)	Read_-len(4bytes)
0x3D	Cksum datas behind	0x08	0x00		

表 2.12: Chip->Host

‘OK’(2bytes)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	payload(32bytes)
0x4F 0x4B	0x20	0x00	

该命令用于快速校验 Flash 烧写是否正确。主机发送要计算的 Flash 数据的起始地址及长度，TG7100C 返回该段数据的 SHA256 值。主机也同步计算刚刚烧录文件的 SHA256，然后与返回结果对比，可快速的校验 Flash 是否烧写正确。

2.2.7 Efuse Program

表 2.13: Host->Chip

cmdId(1byte)	cksum(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	Start_-addr(4bytes)	payload(Nbytes)
0x40	Cksum datas behind	(N+4)&0xff	((N+4)>>8)&0xff		

表 2.14: Chip->Host

‘OK’(2bytes)
0x4F 0x4B

该命令用于烧写 Efuse，在没有启用安全设定的情况下，可以不进行 Efuse 烧写。需要注意的是，如果 Efuse 启用了写保护，则烧写无效。

2.2.8 Efuse Read

表 2.15: Host->Chip

cmdId(1byte)	cksum(1byte)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	Start_-addr(4bytes)	Read_-len(4bytes)
0x41	Cksum datas behind	0x08	0x00		

表 2.16: Chip->Host

‘OK’(2bytes)	Len_lsb(1byte)	Len_msb(1byte)	payload(Nbytes)
0x4F 0x4B	N&0xff	(N>>8)&0xff	

该命令用于读取 Efuse，在 Efuse 读保护的情况下，读到的对应数值为 0。

2.2.9 错误应答帧

以上 Chip Host 的应答帧都是正确情况时的回复，Eflash_loader 错误返回帧格式如下：

表 2.17: Host->Chip

‘FL’ (2bytes)	Error_Code_LSB(1byte)	Error_Code_MSB(1byte)
0x46 0x4C		

Error_Code 列举如下：

```
typedef  enum tag_eflash_loader_error_code_t
{
    TG_EFLASH_LOADER_SUCCESS=0x00,

    /*flash*/
    TG_EFLASH_LOADER_FLASH_INIT_ERROR=0x0001,
    TG_EFLASH_LOADER_FLASH_ERASE_PARA_ERROR=0x0002,
    TG_EFLASH_LOADER_FLASH_ERASE_ERROR=0x0003,
    TG_EFLASH_LOADER_FLASH_WRITE_PARA_ERROR=0x0004,
    TG_EFLASH_LOADER_FLASH_WRITE_ADDR_ERROR=0x0005,
    TG_EFLASH_LOADER_FLASH_WRITE_ERROR=0x0006,
    TG_EFLASH_LOADER_FLASH_BOOT_PARA_ERROR=0x0007,
    TG_EFLASH_LOADER_FLASH_SET_PARA_ERROR=0x0008,
    TG_EFLASH_LOADER_FLASH_READ_STATUS_REG_ERROR=0x0009,
    TG_EFLASH_LOADER_FLASH_WRITE_STATUS_REG_ERROR=0x000A,

    /*cmd*/
    TG_EFLASH_LOADER_CMD_ID_ERROR =0x0101,
    TG_EFLASH_LOADER_CMD_LEN_ERROR=0x0102,
    TG_EFLASH_LOADER_CMD_CRC_ERROR=0x0103,
    TG_EFLASH_LOADER_CMD_SEQ_ERROR=0x0104,

    /*image*/
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_BOOTHEADER_LEN_ERROR=0x0201,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_BOOTHEADER_NOT_LOAD_ERROR=0x0202,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_BOOTHEADER_MAGIC_ERROR=0x0203,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_BOOTHEADER_CRC_ERROR=0x0204,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_BOOTHEADER_ENCRYPT_NOTFIT=0x0205,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_BOOTHEADER_SIGN_NOTFIT=0x0206,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_SEGMENT_CNT_ERROR=0x0207,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_AES_IV_LEN_ERROR=0x0208,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_AES_IV_CRC_ERROR=0x0209,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_PK_LEN_ERROR=0x020a,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_PK_CRC_ERROR=0x020b,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_PK_HASH_ERROR=0x020c,
```

(下页继续)

(续上页)

```
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_SIGNATURE_LEN_ERROR=0x020d,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_SIGNATURE_CRC_ERROR=0x020e,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_SECTIONHEADER_LEN_ERROR=0x020f,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_SECTIONHEADER_CRC_ERROR=0x0210,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_SECTIONHEADER_DST_ERROR=0x0211,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_SECTIONDATA_LEN_ERROR=0x0212,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_SECTIONDATA_DEC_ERROR=0x0213,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_SECTIONDATA_TLEN_ERROR=0x0214,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_SECTIONDATA_CRC_ERROR=0x0215,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_HALFBAKED_ERROR=0x0216,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_HASH_ERROR=0x0217,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_SIGN_PARSE_ERROR=0x0218,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_SIGN_ERROR=0x0219,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_DEC_ERROR=0x021a,
    TG_EFLASH_LOADER_IMG_ALL_INVALID_ERROR=0x021b,

    /*IF*/
    TG_EFLASH_LOADER_IF_RATE_LEN_ERROR=0x0301,
    TG_EFLASH_LOADER_IF_RATE_PARA_ERROR=0x0302,
    TG_EFLASH_LOADER_IF_PASSWORDERROR=0x0303,
    TG_EFLASH_LOADER_IF_PASSWORDCLOSE=0x0304,

    /*efuse*/
    TG_EFLASH_LOADER_EFUSE_WRITE_PARA_ERROR=0x0401,
    TG_EFLASH_LOADER_EFUSE_WRITE_ADDR_ERROR=0x0402,
    TG_EFLASH_LOADER_EFUSE_WRITE_ERROR=0x0403,
    TG_EFLASH_LOADER_EFUSE_READ_PARA_ERROR=0x0404,
    TG_EFLASH_LOADER_EFUSE_READ_ADDR_ERROR=0x0405,
    TG_EFLASH_LOADER_EFUSE_READ_ERROR=0x0406,

    /*MISC*/
    TG_EFLASH_LOADER_PLL_ERROR=0xfffc,
    TG_EFLASH_LOADER_INVASION_ERROR=0xfffd,
    TG_EFLASH_LOADER_POLLING=0xfffe,
    TG_EFLASH_LOADER_FAIL=0xffff,

}eflash_loader_error_code_t;
```