使用指南

N32H7xx系列BOOT接口指令使用指南

简介

使用指南主要描述N32H7xx系列MCU的BOOT接口指令，便于使用国民技术BOOT Loader进行下载开发。

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

目录

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

1 BOOT简述

使用指南适用于N32H7xx系列芯片，提供了用户下载功能，具体如下：

1) 接口支持：

A. 支持 USART1，具体波特率支持列表见 2.2.1 章节描述

物理接口列表如下：

系列/型号	USART-TX	USART-RX
N32H73x/N32H76x/N32H78x	PA9	PA10

上电后，上位机与通用MCU通过串口通讯时，首先使用9600bps的波特率进行通讯，通过CMD_SET_BR命令重新设置波特率，返回成功应答后生效，如果指定的波特率不支持，将会返回失败状态

2) 支持数据或程序下载功能；

3) 支持下载数据 CRC32 校验；

4) 支持软件复位芯片操作；

5) 支持 JTAG_KEY 密钥更新；

6) 支持加密下载

7) 支持跳转到用户区执行程序

8) 支持跳转到 SRAM 区域执行程序

9) 支持配置选项字节 OB

10) 支持分配 PFOER 和 Security 区域

11) 支持 WRP 设置

本文档详细描述了通用MCU芯片BOOT的功能、实现及使用介绍。

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

2 BOOT流程及命令处理

BOOT程序支持通过URART接口下载用户程序和数据。下面阐述相关命令处理流程。

2.1 命令及数据结构

2.1.1 命令列表

表 2-1命令定义

命令名称	键值	说明
CMD_SET_BR	0x01	设置串口波特率（仅使用串口时有效）
CMD_GET_INF	0x10	读取芯片型号索引、BOOT版本号、芯片ID
CMD_GET_RNG	0x20	获取随机数
CMD_KEY_UPDATE	0x04	更新JTAG_KEY
CMD_FLASH_DWNLD	0x31	下载用户程序到内部FLASH/内部RAM
CMD_DATA_CRC_CHECK	0x32	CRC校验下载的用户程序
CMD_OPT_RW	0x40	读取/配置选项字节（包含了读保护等级、FLASH页写保护、PFOER、Security）
CMD_OTP_OPT_RW	0x41	读取配置OTP
CMD_SYS_RESET	0x50	系统复位
CMD_APP_GO	0x51	跳转到用户区执行程序

2.1.2 数据结构

这里介绍下文阐述中的一些约定，其中，“<>”代表必须包含的字段，“()”代表根据参数不同包含的字段。

1. 逻辑层指令数据结构

1) 上层指令结构：

<CMD_H + CMD_L + LEN + Par> + (DAT)。

CMD_H代表一级命令字段，CMD_L代表二级命令字段；LEN代表发送数据长度；Par代表4个字节命令参数；DAT代表上层指令往下层发送的具体数据；

2) 下层应答结构：

< CMD_H + CMD_L + LEN > + (DAT) + <CR1+CR2>

CMD_H代表一级命令字段，CMD_L代表二级命令字段，下层的命令字段和对应上层的命令字段相同；LEN代表发送数据长度；DAT代表下层向上层应答的具体数据；CR1+CR2代表向上层返回的指令执行结果，若上层发送命令一级、二级命令字段不属于

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

任何命令，BOOT回复CR1=0xB0，CR2 = 0x00。

2. 物理层指令数据结构

1) 串口指令数据结构：

- 上位机下发上层指令：

  STA1 + STA2 + {上层指令结构} + XOR。

  STA1和STA2是串口发送命令的起始字节，STA1=0xAA，STA2=0x55。用于芯片识别上位机发送串口数据流。

  XOR代表之前命令字节的异或运算值（STA1 + STA2 + {上层指令结构}）。

- 上位机接收下层应答：

  STA1 + STA2 + {下层应答结构} + XOR。

  STA1和STA2是串口发送命令的起始字节，STA1=0xAA，STA2=0x55。用于上位机识别芯片发送串口数据流

  XOR代表之前命令字节的异或运算值（STA1 + STA2 + {下层应答结构}）。

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

2.2 命令说明

2.2.1 CMD_ SET_BR

该命令仅用于支持波特率协商的BOOT版本，修改串口波特率，仅串口下载时有效。

如设置波特率115200：AA 55 01 00 00 00 00 C2 01 00 3D

上层指令:

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x01 一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00 二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度：0x00, 0x00							
4~7(Par)	Par[0~3]：设置波特率参数							
(DAT)	无							

- Par[0~3]，串口波特率协商设置值可以设定最大，设定范围为 2.4Kbps ~1Mbps；

表 2-2 波特率定义列表

Par[0~3]	切换指定的波特率(bps)
0x000F4240	1000000
0x000E15C4	923076
0x0008CA00	576000
0x0003E800	256000
0x0001F400	128000
0x0001C200	115200
0x0000E100	57600
0x00009600	38400
0x00004B00	19200
0x00003840	14400
0x00002580	9600
0x000012C0	4800
0x00000960	2400

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

底层应答：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x01 一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00 二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度：0x00, 0x00							
(DAT)	无							
4(CR1)	状态字节1							
5(CR2)	状态字节2							

- 状态字节(CR1、CR2)根据命令执行情况分为：
  1. 返回成功：状态标志位(0xA0、0x00)。
  2. 返回失败：状态标志位(0xB0、0x00)。

- N32H7xx 系列 MCU BOOT V1.0 版本串口波特率支持

表 2-3 支持波特率列表

2400	**4800**	**9600**	**14400**	**19200**	**38400**	**57600**	**115200**	**128000**	**256000**	**576000**	**921600**	**923076**	**1M**
√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

注：“√”表示支持，“/”表示不支持

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

2.2.2 CMD_GET_INF

该命令提供的功能是读取BOOT版本号、芯片型号索引、芯片ID共3种信息。

上层指令：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x10一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00二级命令字段							
2~3 (LEN)	发送数据长度：0x00, 0x00							
4~7(Par)	保留, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00							
(DAT)	无							

- LEN 发送数据长度：0x0000 (LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] +(LEN[1]<<8)。

底层应答：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x10一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00二级命令字段							
2~3 (LEN)	发送数据长度0x1D 0x00							
4~32(DAT)	BOOT版本号、芯片型号索引、芯片ID							
33(CR1)	状态字节1							
34(CR2)	状态字节2							

- 过程字节(CMD_H)和上层指令中的(CMD_H)对应。
- LEN 是数据长度：0x1D(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。
- DAT[0]芯片型号索引

  产品编号：0x0A, N32H73x_76x_78x系列
- DAT[1] 0xXY，BOOT 命令集版本号(BCD 码)

  0x10：指示BOOT使用的命令集版本，表示使用V1.0的命令集版本
- DAT[2]：BOOT 代码版本 V1.0
- DAT[3~18]：16Byte UCID（例：36 10 10 0C 0F 54 36 56 36 32 34 30 30 02 14 30）
- DAT[19~22]：4Byte DBGMCU_IDCODE（例：59 5C 78 10）

  UCID/ UID/ DBGMCU_IDCODE具体定义见

  UM_N32H7xx_Series_User_Manual_Vx.x.pdf》

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

- DAT[23~28]：无意义
- 状态字节(CR1、CR2)根据命令执行情况分为：
  1. 返回成功：状态标志位(0xA0、0x00)。
  2. 返回失败：状态标志位(0xB0、0x00)。

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

2.2.3 CMD_KEY_RNG

获取用户需校验所需密钥的随机数。

上层指令：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x20一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度：0x00, 0x00							
4~7(Par)	保留							
(DAT)	无							

- Par：0x00000000；
- LEN 发送数据长度：0x00(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。

底层应答：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x20一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度							
4~19(DAT)	16Bytes的真随机数							
20(CR1)	状态字节1							
21(CR2)	状态字节2							

- LEN 发送数据长度：0x10(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。
- 16Byte 的真随机数由芯片生成。
- 状态字节(CR1、CR2)根据命令执行情况分为：
  1. 返回成功：状态标志位(0xA0、0x00)。
  2. 返回失败：状态标志位(0xB0、0x00)。

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

2.2.4 CMD_KEY_UPDATE

更新JTAG_KEY

上层指令：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x04一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度 0x10 0x00							
4~7(Par)	保留值：0x02 0x00 0x00 0x00							
8~23(DAT)	DAT[0~15]：JTAG_KEY加密后的值							

- LEN 发送数据长度：0x10(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。
- Par：0x00000002。
- DAT[0~15]：JTAG_KEY 加密后的数据，

注意：JTAG_KEY 占 4 个字节，但是加密算法需要 16 个字节所以加密前数据组成的 Value 如下：

｛Reserve[15:4], JTAG_KEY[3:0]｝，然后将 Value 通过 AES 进行加密得到 DAT[15:0];

加密使用的 Nonce 和 Key：

Nonce = {0x61B5342B_E158D23F_7B6D61E1_7D466F06}

Key = {0x6DE52840_510EE9D2_1DE1CE61_753BD930}

底层应答：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x04一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00二级命令字段：							
2~3(LEN)	发送数据长度：0x00, 0x00							
(DAT)	无							
4(CR1)	状态字节1							
5(CR2)	状态字节2							

- LEN 发送数据长度：0x00(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。
- 状态字节(CR1、CR2)根据命令执行情况分为：
  1. 返回成功：状态标志位(0xA0、0x00)。

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

2. 返回失败：状态标志位(0xB0、0x00)。

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

2.2.5 CMD_FLASH_DWNLD

该命令提供用户下载代码到指定FLASH/内部SRAM中，下载地址须16字节对齐，数据长度必须16字节对齐（不足上位机自动补0xff），都由上层命令提供。

上层指令：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x31 一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00 二级命令字段：下载分区号							
2~3(LEN)	发送数据长度必须是16的倍数加上4个CRC，最小是16 + 4CRC = 20，最大是128 + 4CRC = 132							
4~7(Par)	下载FLASH/内部SRAM的起始地址, 16字节对齐							
8~8+N+4(DAT)	DAT[0:N]：N + 1字节个代码数据， DAT[N+1:N+4]:非加密数据的 4Byte CRC32校验值							

- CMD_L：0
- LEN 发送数据长度：0xXX(LEN[0])、0xXX(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)
- Par[0~3]：下载 FLASH/内部 SRAM 的起始地址，合成规则为 Address = Par[0] | Par[1]<<8 | Par[2]<<16 | Par[3]<<24。
- DAT[0:N]：下载的具体数据

最大 128 个字节，15<=N<=127，N+1 必须为 16 的倍数。

- DAT[N+1~N+4]：非加密数据的 4Byte CRC32 校验值。

底层应答：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x31一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度：0x00, 0x00							
(DAT)	无							
4(CR1)	状态字节1							
5(CR2)	状态字节2							

- LEN 发送数据长度：0x00(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。
- 状态字节(CR1、CR2)根据命令执行情况分为：

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

1. 下载成功：状态标志位(0xA0、0x00)。
2. 下载失败：状态标志位(CR1, CR2)。
    1) (0xB0、0x21)：数据起始地址错误
    2) (0xB0、0x20)：数据长度错误
    3) (0xB0、0x10)：数据 CRC32 校验错误
    4) (0xB0、0x30)：数据写入失败

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

2.2.6 CMD_DATA_CRC_CHECK

该命令用于校验下载数据是否正确，考虑到下载速度的因素和下载失败概率比较小，所以采用数据下载完成后统一进行CRC校验，上层指令需提供下载数据的CRC值和校验起始地址以及校验长度。

当使能认证时，CRC校验前需要使用CMD_KEY_RNG获取随机数，并进行认证。

上层指令：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x32一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00二级命令字段：							
2~3(LEN)	发送数据长度,0x08 0x00							
4~7(Par)	32bit CRC校验值							
8~15(DAT)	DAT[0:3]：校验的起始地址 DAT[4:7]：校验的数据长度（按字节计算）							

- CMD_L：0x00
- LEN 发送数据长度：0x08(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。
- Par[0~3]：32bit CRC 校验值，其合成规则为 CRC32 = Par[0] | Par[1]<<8 | Par[2]<<16 | Par[3]<<24。
- DAT[0:3]：校验的起始地址，其合成规则为 Address = DAT[0] | DAT[1]<<8 | DAT[2]<<16 | DAT[3]<<24，Address 可以是在 FLASH 或内部 SRAM 的地址范围内。
- DAT[4:7]：校验长度，其合成规则为 CRC_LEN = DAT[4] | DAT[5]<<8 | DAT[6]<<16 | DAT[7]<<24，CRC_LEN 只能是在有效范围内。

底层应答：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x32 一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00 二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度：0x00 0x00							
(DAT)	无							
4(CR1)	状态字节1							
5(CR2)	状态字节2							

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

- LEN 发送数据长度：0x00(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。
- 状态字节(CR1、CR2)根据命令执行情况分为：
  1. 校验成功：状态标志位(0xA0、0x00)。
  2. 校验失败：状态标志位(CR1, CR2)

     (1)、(0xB0、0x21)：起始地址错误

     (2)、(0xB0、0x20)：数据长度错误

     (3)、(0xB0、0x10)：CRC 校验失败

◆ **CRC32 模型如下：**

输入的数据不需要进行反序，举例如果需要计算 0x11、0x22、0x33、0x44、0x55、0x66、0x77、0x88、0x99、0xAA、0xBB、0xCC、0xDD、0xEE、0xFF、0x00 的 CRC32 值，仅需要将按对应顺序输入以下模型即可：

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

◆ 软件实现代码如下：

```
static unsigned long bitrev(unsigned long input, int bw){
    int i;
    unsigned long var;
    var = 0;
    for (i = 0; i < bw; i++){
        if (input & 0x01){
            var |= 1 << (bw - 1 - i);
        }
        input >>= 1;
    }
    return var;
}
unsigned long GetCRC32_Software(unsigned char* buf, unsigned long Length, unsigned long initcrc){
    unsigned int i, j = 0;
    unsigned char* data = buf;
    unsigned long crc = initcrc;
    while ((Length--) != 0){
        data[j] = bitrev(data[j],8);    /*The input inversion */
        crc ^= (unsigned long)data[j] << 24;
        j++;
        for (i = 0; i < 8; ++i){
            if ((crc & 0x80000000) != 0){
                crc = (crc << 1) ^ CRC32_DFE_POLY;    //0x04C11DB7
            }
            else{
                crc <<= 1;
            }
        }
    }
    /*The output inversion */
    crc = bitrev(crc, 32);
    return (crc ^= 0xFFFFFFFF);
}
```


国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900　　传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

2.2.7 CMD_OPT_RW

该命令用于选项字节读写（包含了读保护等级、FLASH页写保护、Data0/1配置、USER配置）。

上层指令：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x40 一级命令字段							
1(CMD_L)	二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度，命令格式参考下文描述							
4~7(Par)	参数，命令格式参考下文描述							
8~n(DAT)	配置，命令格式参考下文描述							

- CMD_L 二级命令字段：
  1. 0x00：获取选项字节。
  2. 0x01：配置选项字节。
- LEN 发送数据长度： (LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。
- Par[0~3]：命令格式参考下文描述
- DAT：命令格式参考下文描述

底层应答：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x40 一级命令字段							
1(CMD_L)	二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度，命令格式参考下文描述；							
(DAT)	Option Byte数据，命令格式参考下文描述；							
(CR1)	状态字节1							
(CR2)	状态字节2							

- CMD_L 二级命令字段：
  1. 0x00：获取选项字节。
  2. 0x01：配置选项字节。
- LEN 发送数据长度：(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。

具体命令格式参考下文描述。

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

- DAT：具体命令格式参考下文描述
- 状态字节(CR1、CR2)根据命令执行情况分为：
  1. 返回成功：状态标志位(0xA0、0x00)。
  2. 校验失败：状态标志位(CR1, CR2)
     1) (0xB0、0x00)：返回失败；

2.2.7.1RDP

Command	Cmd_H	Cmd_L	Len	Para	D0	CR1/CR2
Read	0x40	0x00	0x0000	0x00000001	-	-
Read_Rsp	0x40	0x00	0x0001	-	RDP= 0/1/2;	0xA000/0xB000
Write	0x40	0x01	0x0001	0x00000001	RDP= 0/1/2;	-
Write_Rsp	0x40	0x01	0x0001	-	RDP= 0/1/2;	0xA000/0xB000

RDP: 0 代表 L0 保护, 1 代表 L1 保护, 2 代表 L2 保护

2.2.7.2WRP

Command	Cmd_H	Cmd_L	Len	Para	D0 D1 D2 D3	CR1/CR2
Read	0x40	0x00	0x0000	0x00000002	-	-
Read_Rsp	0x40	0x00	0x0004	-	WRP = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000
Write	0x40	0x01	0x0004	0x00000002	WRP = 0x_D3_D2_D1_D0	-
Write_Rsp	0x40	0x01	0x0004	-	WRP = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000

WRP：对应的写保护扇区，共32bit，每个bit代表128KB，BIT0无意义，BIT1代表0x15000000 ~ 0x1501FFFF, BIT31代表0x153C0000 ~ 0x153DFFFF;

2.2.7.3BOOTADDR_M7

Command	Cmd_H	Cmd_L	Len	Para	D0 D1 D2 D3	CR1/CR2

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

Read	0x40	0x00	0x0000	0x00000003	-	-
Read_Rsp	0x40	0x00	0x0004	-	M7 Addr = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000
Write	0x40	0x01	0x0004	0x00000003	M7 Addr = 0x_D3_D2_D1_D0	-
Write_Rsp	0x40	0x01	0x0004	-	M7 Addr = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000

M7 Addr：M7的启动地址；

2.2.7.4BootADDR_M4

Command	Cmd_H	Cmd_L	Len	Para	D0	CR1/CR2
Read	0x40	0x00	0x0000	0x00000004	-	-
Read_Rsp	0x40	0x00	0x0004	-	M4 Addr = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000
Write	0x40	0x01	0x0004	0x00000004	M4 Addr = 0x_D3_D2_D1_D0	-
Write_Rsp	0x40	0x01	0x0004	-	M4 Addr = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000

M4 Addr：M4的启动地址；

2.2.7.5SEC_CFG

Command	Cmd_H	Cmd_L	Len	Para	D0 D1 D2 D3	CR1/CR2
Cfg Sec	0x40	01	0x0004	0x00000105	Cfg = 0x_D3_D2_D1_D0	-
DME Del Sec	0x40	01	0x0004	0x01000105	Cfg = 0x_D3_D2_D1_D0	-
ME Del	0x40	01	0x0004	0x02000105	Cfg =	-

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

Sec					0x_D3_D2_D1_D0	
Read	0x40	00	0x0000	0x00000105	-	-
Cfg Sec Rsp	0x40	01	0x0004	-	Cfg = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000
DME Del Sec Rsp	0x40	01	0x0004	-	Cfg = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000
ME Del Sec Rsp	0x40	01	0x0004	-	Cfg = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000
Read Rsp	0x40	00	0x0004	-	Cfg = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000

Cfg Sec是配置Security区：

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
DMES	Reserved		SEC_END[12:0]												
rw			rw												

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Reserved			SEC_BEGIN[12:0]												
			rw												

DMES位写1使能删除安全区域的功能。DME Del Sec是通过读保护降级方式删除安全区域，ME Del Sec是通过Mass Erase擦除Flash的安全区域，Res[30:29]和Res [15:13]保留位，读取数据格式Read = 0x_D3_D2_D1_D0。

Flash的安全区开始地址= 0x15000000 + SEC_BEGIN[12:0]*4K；

Flash的安全区结束地址= 0x15000000 + 4K+ SEC_END[12:0]*4K - 1；

注意: 安全用户区域最小为8KB;

2.2.7.6PFOER_CFG

Command	Cmd_H	Cmd_L	Len	Para	D0 D1 D2 D3	CR1/CR2
Cfg Pfoer	0x40	01	0x0004	0x00000106	Cfg = 0x_D3_D2_D1_D0	-
DME Del Pfoer	0x40	01	0x0004	0x01000106	Cfg = 0x_D3_D2_D1_D0	-
ME Del Pfoer	0x40	01	0x0004	0x02000106	Cfg = 0x_D3_D2_D1_D0	-
Read	0x40	00	0x0000	0x00000106	-	-

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

Cfg Pfoer Rsp	0x40	01	0x0004	-	Cfg = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000
DME Del Pfoer Rsp	0x40	01	0x0004	-	Cfg = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000
ME Del Pfoer Rsp	0x40	01	0x0004	-	Cfg = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000
Read Rsp	0x40	00	0x0004	-	Cfg = 0x_D3_D2_D1_D0	0xA000/0xB000

Cfg Pfoer是配置Pfoer区:

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
DMEP	Reserved								PFOER_END[12:0]						
rw									rw						

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Reserved			PFOER_BEGIN[12:0]												
			rw												

DMEP位写1使能删除FFOER区域的功能。DME Del Pfoer是通过读保护降级方式删除FFOER区域，ME Del Pfoer是通过Mass Erase擦除Flash的FFOER区域，Res[30:29]和Res [15:13]保留位，读取数据格式Read = 0x_D3_D2_D1_D0。

Flash的FFOER区开始地址= 0x15000000 + FFOER_BEGIN[12:0]*4K；

Flash的FFOER区结束地址= 0x15000000 + 4K+ FFOER_END[12:0]*4K - 1；

注意: FFOER区域最小为8KB;

2.2.7.7SEC_MODE

Command	Cmd_H	Cmd_L	Len	Para	D0	CR1/CR2
Read	0x40	0x00	0x0000	0x00000007	-	-
Read_Rsp	0x40	0x00	0x0002	-	DAT = 0x_D1_D0	0xE5CE/Others
Write	0x40	0x01	0x0002	0x00000007	DAT = 0x_ D1_D0	-
Write_Rsp	0x40	0x01	0x0002	-	DAT = 0x_D1_D0	0xE5CE/Others

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

DAT参数: 0xE5CE:使能，Others:失能；

注意：安全模式使能后，才能进行安全区域配置；

2.2.7.8CRYPTION

Command	Cmd_H	Cmd_L	Len	Para	D0	CR1/CR2
Read	0x40	00	0x0000	0x00000008	-	-
Read_Rsp	0x40	0x00	0x0002	-	DAT= 0x_D1_D0	0xE00B/0Xebeb / Others
Write	0x40	01	0x0002	0x00000008	DAT= 0x_D1_D0	-
Write_Rsp	0x40	0x01	0x0002	-	DAT= 0x_D1_D0	0xE00B/0xEBEB / Others

DAT参数:

0xE00B: 低级加密（加密非绑定）；

0xEBEB: 高级加密（加密绑定）；

Others: 不加密；

2.2.8 CMD_EXT_OTP_RW

该命令用于选项字节读写。包含配置启动模式锁定功能（OTP_SYS_CFG_BTM），BOR阈值（OTP_SYS_CFG_BORLS），硬件看门狗（OTP_SYS_CFG_IWD）。关于配置启动模式锁定功能可以参考《CN_UG_N32H7xx_Series_Software_Development_User_Guide_x.x.pdf》文档说明。

上层指令:

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x41 一级命令字段							
1(CMD_L)	二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度							
4~7(Par)	参数							
8~n(DAT)	配置							

- CMD_L：

1. 0x00：获取选项字节。

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

2. 0x01：配置选项字节。

- LEN：
  1. 读 OTP 时，无 DAT，LEN=0x00 0x00;
  2. 写 OTP 时，LEN=0x04 0x00，LEN = LEN[0] | (LEN[1]<<8)
- Par[0~3]:
  1. 0x02: OTP_SYS_CFG_BTM
  2. 0x03: OTP_SYS_CFG_BORLS
  3. 0x04: OTP_SYS_CFG_IWDG
- DAT: 读或写选项字节的数据域
  1. 设置启动模式锁定(OTP_SYS_CFG_BTM)；默认值 0xFFFFFFFF

锁定模式状态	描述	DAT[0]	DAT[1]	DAT[2]	DAT[3]
开启	代码仅从 FLASH 启动	0xA5	0x5A	0x5A	0xA5
	代码仅从 BOOT 启动	0x84	0x48	0x48	0x84
关闭	代码启动方式取决于 BOOT 引脚电平	其他	其他	其他	其他

  2. 设置 BOR 档位(OTP_SYS_CFG_BORLS) ：默认值 0xFFFF0002

NO	Rising	Falling	DAT[0]	DAT[1]	DAT[2]	DAT[3]
0	2.2V	2.1V	0x02	0x00	0xFD	0xFF
1	2.5V	2.4V	0x03	0x00	0xFC	0xFF
2	2.8V	2.7V	0x04	0x00	0xFB	0xFF
3	3.1V	3.0V	0x05	0x00	0xFA	0xFF
4	3.45V	3.35V	0x06	0x00	0xF9	0xFF

  3. 配置看门狗以及 NRST 选项 (OTP_SYS_CFG_IWDG) ：默认值 0xC0003FFF

数据域	位域描述
DAT3	~nDAT[1]
DAT2	~nDAT[0]
DAT1	Bit14~Bit15：2b’00 Bit13：nRST_STOP_C_M7 Bit12：nRST_STOP_C_M4 Bit11：nRST_STANDBY_C_M7

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

	Bit10：nRST_STANDBY_C_M4 Bit9：IWDG_SW_M7 Bit8：IWDG_SW_M4
DAT0	Bit7：IWDG_STOP0_M7 Bit6：IWDG_STOP0_M4 Bit5：IWDG_STOP2_M7 Bit4：IWDG_STOP2_M4 Bit3：IWDG_STANDBY_M7 Bit2：IWDG_STANDBY_M4 Bit1：IWDG_SLEEP_M7 Bit0：IWDG_SLEEP_M4

底层应答：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x41 一级命令字段							
1(CMD_L)	二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度0x04 0x00							
4~7(DAT)	OTP数据							
8(CR1)	状态字节1							
9(CR2)	状态字节2							

- CMD_L：
  1. 0x00：获取选项字节。
  2. 0x01：配置选项字节。
- LEN： LEN= 0x04 0x00
- 状态字节(CR1、CR2) ：根据命令执行情况分为：
  1. 返回成功：状态标志位(0xA0、0x00)。
  2. 返回失败：状态标志位(0xB0、0x00)。

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

2.2.9 CMD_SYS_RESET

该命令用于软件复位BOOT程序。

上层指令：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x50 一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00 二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度：0x00, 0x00							
4~7(Par)	保留							
(DAT)	无							

- 保留值：0x00；

底层应答：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x50 一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00 二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度：00, 00							
(DAT)	无							
4(CR1)	状态字节1							
5(CR2)	状态字节2							

- 状态字节(CR1、CR2)根据命令执行情况分为：
  1. 返回成功：状态标志位(0xA0、0x00)。
  2. 返回失败：状态标志位(0xB0、0x00)。

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

2.2.10CMD_APP_GO

该命令用于BOOT下载完应用程序到内部Flash/RAM后，跳转执行应用程序。

上层指令：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x51 一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00 二级命令字段							
2~3(LEN)	接收收据长度0x00，0x00							
4~7(Par)	跳转地址							
(DAT)	无							

- Par：跳转地址，支持 Flash/AHB Sram / TCM / AXI Sram

底层应答：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x51 一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00 二级命令字段							
2~3(LEN)	发送收据长度0x00，0x00							
(DAT)	无							
4(CR1)	状态字节1							
5(CR2)	状态字节2							

- 状态字节(CR1、CR2)根据命令执行情况分为：
  1. 返回成功：状态标志位(0xA0、0x00)。
  2. 返回失败：状态标志位(0xB0、0x00)。

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

2.3 返回状态字说明

2.3.1 返回成功状态字

返回成功：状态标志位(0xA0、0x00)。表示上层下发的命令执行成功，返回成功状态字包含了读取、更新、配置等命令的成功返回值。

2.3.2 返回失败状态字

返回失败：状态标志位(0xB0、0x00)。表示上层下发的命令由于其他原因（命令接受格式错误或者超时等）执行失败，返回失败状态字。

2.3.3 返回其他状态字

下列的返回状态字也是返回失败，第二字节的状态字表示不同的错误类型。

1) (0xB0、0x10)：CRC 错误；
2) (0xB0、0x20)：长度错误；
3) (0xB0、0x21)：地址错误；
4) (0xB0、0x30)：下载出错；

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

3 BOOT使用说明

3.1 上位机控制流程

上位机支持用户代码下载，下载代码完整性校验。上位机通过读取配置信息，自动识别用户输入的擦除、下载、校验地址范围。

上位机支持用户更新JTAG_KEY密钥。

上位机支持用户更新选项字节读取和修改。

上位机支持软件复位命令。

进BOOT：进入BOOT，此时可以与PC TOOL通过USART1接口交互；

命令集交互：PC TOOL依据BOOT支持的命令集发送不同的命令来使用相应的功能；

1. 读取 BOOT 版本号、芯片型号索引、芯片 ID；
2. 获取 16byte 真随机数；
3. 更新 JTAG_KEY 密钥；
4. 下载用户程序到 FLASH；
5. 下载用户程序到 RAM;
6. CRC 校验下载的用户程序；
7. 读取/配置选项字节（包含了读保护等级、FLASH 页写保护、PFOER、SEC）；
8. 系统复位，可以复位 BOOT 程序重新运行；
9. 跳转到目标区域(FLASH/SRAM)执行用户代码

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

3.1.1 下载命令控制流程图

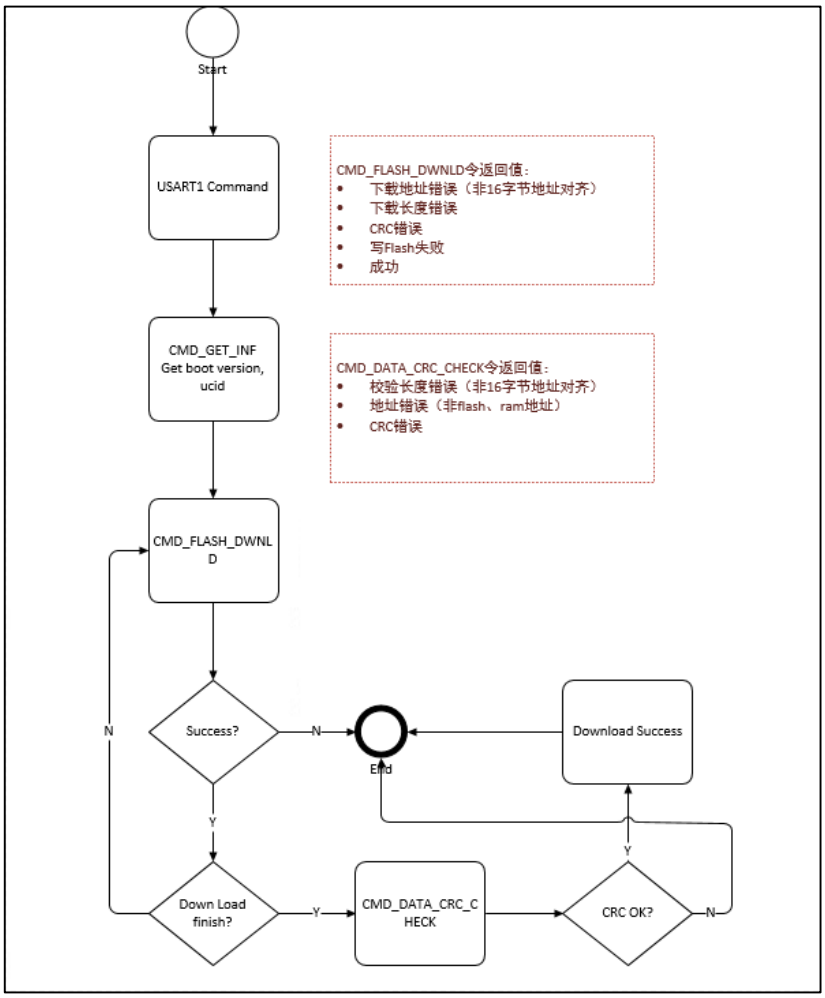


图 3-1 下载命令控制流程图

3.1.2 更新JTAG密钥命令控制流程图

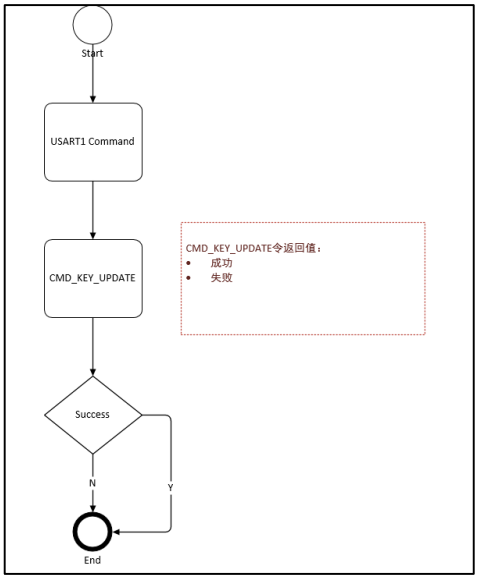
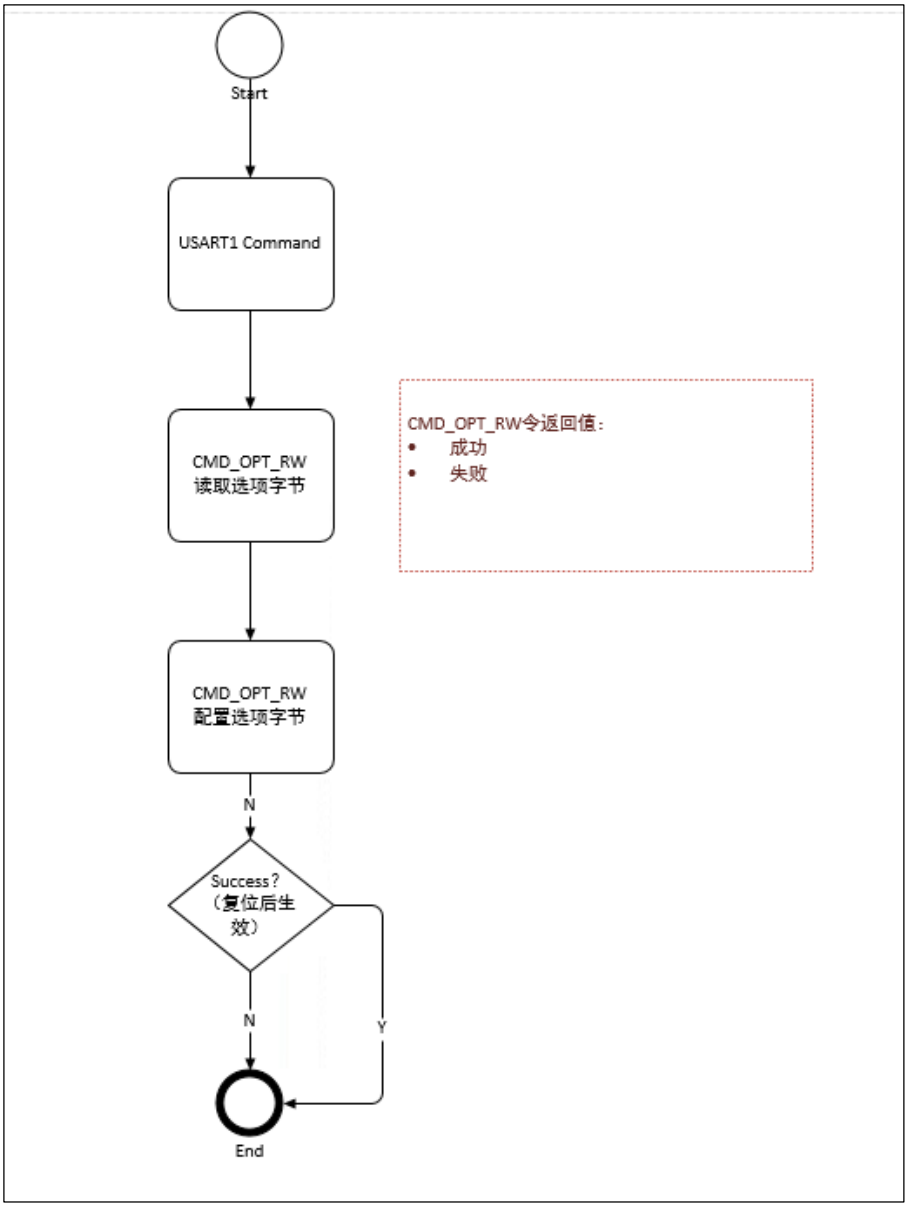


图 3-2 更新密钥命令控制流程图

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

3.1.3 选项字节读写命令控制流程图

图 3-3 选项字节读写命令控制流程图



国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

3.2 BOOT使用注意事项

1) 大多数配置需要复位后生效

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

4 版本历史

版本	日期	备注
V1.0.0	2025-11-07	创建文档，对应BOOT V1.0版本

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057

5 声 明

国民技术股份有限公司（下称“国民技术”）对此文档拥有专属产权。依据中华人民共和国的法律、条约以及世界其他法域相适用的管辖，此文档及其中描述的国民技术产品（下称“产品”）为公司所有。国民技术在此并未授予专利权、著作权、商标权或其他任何知识产权许可。所提到或引用的第三方名称或品牌（如有）仅用作区别之目的。

国民技术保留随时变更、订正、增强、修改和改良此文档的权利，恕不另行通知。请使用人在下单购买前联系国民技术获取此文档的最新版本。

国民技术竭力提供准确可信的资讯，但即便如此，并不推定国民技术对此文档准确性和可靠性承担责任。

使用此文档信息以及生成产品时，使用者应当进行合理的设计、编程并测试其功能性和安全性，国民技术不对任何因使用此文档或本产品而产生的任何直接、间接、意外、特殊、惩罚性或衍生性损害结果承担责任。

国民技术对于产品在系统或设备中的应用效果没有任何故意或保证，如有任何应用在其发生操作不当或故障情况下，有可能致使人员伤亡、人身伤害或严重财产损失，则此类应用被视为“不安全使用”。不安全使用包括但不限于：外科手术设备、原子能控制仪器、飞机或宇宙飞船仪器、所有类型的安全装置以及其他旨在支持或维持生命的应用。

所有不安全使用的风险应由使用人承担，同时使用人应使国民技术免于因为这类不安全使用而导致被诉、支付费用、发生损害或承担责任时的赔偿。

对于此文档和产品的任何明示、默示之保证，包括但不限于适销性、特定用途适用性和不侵权的保证责任，国民技术可在法律允许范围内进行免责。

未经明确许可，任何人不得以任何理由对此文档的全部或部分进行使用、复制、修改、抄录和传播。

国民技术股份有限公司 NSING TECHNOLOGIES INC.
地址：深圳市南山区高新北区宝深路109号国民技术大厦
电话：+86-755-86309900 传真：+86-755-86169100
网址：https://www.nsingtech.com 邮编：518057