使用指南

UG_N32A052 系列 MCU BOOT 接口指令使用指南

简介

使用指南主要描述 N32A052 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

芯片的固件程序即 BOOT 主要提供用户程序下载，API 等功能。

本文档详细描述了 N32A052 系列芯片 BOOT 的功能、实现及使用介绍。N32A052 系列芯片的 Main FLASH 存储区最大为 128KB，Data FLASH 存储区最大为 8KB。

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

1.1 BOOT功能定义

◆ 用户程序下载功能

- 支持 UART（UART1，默认 PA9/PA10，可通过选项字节 USER6[1:0]配置为 PB10/PB11,PD10/PD11,PA2/PA3，波特率协商）；
- 支持下载数据 CRC32 校验；
- 支持明文下载；
- 支持 FLASH 分区；
- 支持上电 BOOT 自校验；
- 支持跳转到 Main flash/SRAM 用户区执行；
- 支持软件复位芯片。

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

N32A052 系列芯片的固件程序 BOOT，支持通过 UART 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

Table2-1 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_FLASH_ERASE	0x30	擦除 FLASH
CMD_FLASH_DWNLD	0x31	下载用户程序到 FLASH
CMD_DATA_CRC_CHECK	0x32	CRC 校验下载用户程序
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、Data0/1 配置、USER 配置）
CMD_USERX_OP	0x41	获取分区 USERX 大小，配置分区 USERX 大小
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。

上下层指令数据结构

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

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

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任何命令，BOOT 回复 CR1=0xBB，CR2 = 0xCC。

串口支持的命令数据结构：

1、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}）。

2、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}）。

2.1.3. 命令示例

下表将每个命令类型都选择了一个命令作为示例供参考，命令详细说明请参见命令说明章节。

命令名称	命令示例	命令结构(2)							
		STA1	STA2	CMD_H	CMD_L	LEN[1:0]	Par[3:0]	DAT	XOR
CMD_SET_BR	设置串口波特率 4800	AA	55	01	00	00,00	00,00,12,C0	空(1)	2C
CMD_GET_INF	读取芯片信息	AA	55	10	00	00,00	00,00,00,00	空(1)	EF
CMD_FLASH_ERASE	擦除 DATA FLASH 第 0 页	AA	55	30	03	00,00	00,00,01,00	空(1)	CD

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

CMD_FLASH_DWNLD	下载 DATA FLASH 第 0 页 16 个字节	AA	55	31	03	24,00	00,10,FF,1F	32 个 0x00，C8,22,2D,55	8B
CMD_DATA_CRC_CHECK	CRC 校验 DATA FLASH 第 0 页	AA	55	32	03	18,00	实际 CRC 值 4 个字节	16 个 0x00，00,10,FF,1F，00,02,00,00	根据 CRC 值得异或值
CMD_OPT_RW	获取选项字节	AA	55	40	00	0E,00	00,00,00,00	14 个 0x00	B1
CMD_USERX_OP	读取 USER1 配置	AA	55	41	00	00,00	00,00,00,00	空(1)	BE
CMD_SYS_RESET	软件复位 boot 程序	AA	55	50	00	00,00	00,00,00,00	空(1)	AF
CMD_APP_GO	跳转到 Main FLASH	AA	55	51	00	00,00	00,00,00,00	空(1)	AE

注：

1. 空表示没有数据
2. 上层指令详解见命令说明章节

2.2. 命令说明

2.2.1. CMD_SET_BR

该命令用于修改串口波特率。

上层指令:

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

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～923.076Kbps，默认波特率为 9600bps；baudrate = (Par[0] << 24) +(Par[1] << 16) + (Par[2] << 8) + Par[3]。

●保留值：0x00；

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)。

下面是波特率协商支持的波特率值(√ 表示支持，/ 表示不支持)：

时钟参数 (MHz)	波特率											
	2400	4800	9600	14400	19200	38400	57600	115200	128000	256000	576000	923076
HSI	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

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、芯片系列化信息共 4 种信息。

上层指令：

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

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							
4~7(Par)	保留							
(DAT)	无							

●保留值：0x00。

●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)	0x10 一级命令字段							
1(CMD_L)	0x00 二级命令字段							
2~3 (LEN)	数据长度							
4~54(DAT)	BOOT 版本号、芯片型号索引、芯片 ID							
55(CR1)	状态字节 1							
56(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：0x33(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。

●DAT[0]：0x0B，芯片型号索引

●DAT[1]：0xXY，BOOT 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 命令集版本

●DAT[3~50] 48Byte

1. DAT[3~18]：16Byte UCID（UCID 的详细定义见用户手册）；
2. DAT[19~30]：12Byte Chip ID(UID) （UID 的详细定义见用户手册）；
3. DAT[31~34]：4Byte DBGMCU_IDCODE（DBGMCU_IDCODE 的详细定义见用户手册）；
4. DAT[35~50]：16Byte 芯片型号；

●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. 返回成功：状态标志位(0xA0、0x00)。
2. 返回失败：状态标志位(0xB0、0x00)。

2.2.3. CMD_FLASH_ERASE

BOOT 提供以页为单位擦除 FLASH 的功能，擦除页地址编号和和页数由用户提供，擦除的 FLASH 空间不能超过整个 FLASH 空间，且至少擦除 1 个页(512Byte)。

上层指令：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x30 一级命令字段							
1(CMD_L)	0xXX 二级命令字段							
2~3(LEN)	发送数据长度(0)							
4~7(Par)	页地址编号 2 字节：0~255 页数 2 字节:1~256							

●CMD_L：擦除分区号

- 0x00 = USER1；（分区封口以后可擦除，可通过 FLASH 封口实现不可擦除，具体见 2.2.7 章节）
- 0x01 = USER2；（分区封口以后可擦除，可通过 FLASH 封口实现不可擦除，具体见 2.2.7 章节）
- 0x02 = USER3；（分区封口以后可擦除，可通过 FLASH 封口实现不可擦除，具体见 2.2.7 章节）
- 0x03 = Data Flash；
- 0x04 = SRAM；支持地址范围 0x20001000~0x2003FFF。SRAM 擦除操作实际不做任何操作，直接返回 OK。

- LEN 发送数据长度：0x10(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。

●擦除地址和范围由 Par 字段中的 4 个字节构成

Par[0~1]：页地址编号 2 字节(0~255)

页地址编号 = Par [0] + Par [1]<<8；

Par[2~3]：页数 2 字节(1~256)

页数 = Par [2] + Par [3]<<8；

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

0 号页首地址为 0x0800_0000，以后的页地址编号加 1，首地址累加 0x200。

比如:

1 号页首地址为 0x0800_0000 + 1*0x200 = 0x0800_0200

2 号页首地址为 0x0800_0000 + 2*0x200 = 0x0800_0400

整个擦除的地址范围

比如：页地址编号为 0x01，页数为 0x02

则擦除的地址范围：

(0x0800_0000 + 1*0x200) ~ (0x0800_0000 + 1*0x200 + 2*0x200)

即（页地址编号的首地址） ~ （页地址编号的首地址 + 页数*页的大小）

底层应答：

byte \ bit	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0(CMD_H)	0x30 一级命令字段							
1(CMD_L)	二级命令字段：擦除区域							
2~3(LEN)	发送数据长度							
(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)。
2. 返回失败：状态标志位(CR1, CR2)。

(1)、(0xB0、0x00)：返回失败；

(2)、(0xB0、0x31)：擦除 FLASH 页被 WRP 保护；

(3)、(0xB0、0x32)：擦除 FLASH 页被分区保护；

(4)、(0xB0、0x33)：擦除 FLASH 页范围跨分区；

(5)、(0xB0、0x34)：擦除 FLASH/SRAM 地址范围越界（指超出整个 FLASH/SRAM 大小）；

(6)、(0xB0、0x37)：擦除 FLASH 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

(7)、(0xB0、0x42)：FLASH 封口错误，FLASH 已封口，擦除 FLASH 失败

2.2.4. CMD_FLASH_DWNLD

该命令提供用户下载代码到指定 FLASH 中。数据长度必须 16 字节对齐（不足上位机自动补 0x00），都由上层命令提供。明文写入 FLASH。

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)	二级命令字段：下载分区号							
2~3(LEN)	发送数据长度							
4~7(Par)	下载 FLASH 的起始地址							
8~23(DAT)	DAT[0:15]：保留（0）							
24~(24+N)(DAT)	DAT[16~16+N]：下载的具体数据							
(24+N+1)~(24+N+4)(DAT)	DAT[16+N+1~16+N+4]：数据的 4Byte CRC32 校验值							

●CMD_L：下载分区号

- 0x00＝USER1；（分区封口以后不可下载，避免用户下载非法代码读取封口区域代码）
- 0x01＝USER2；（分区封口以后不可下载，避免用户下载非法代码读取封口区域代码）
- 0x02＝USER3；（分区封口以后不可下载，避免用户下载非法代码读取封口区域代码）
- 0x03 = Data Flash；
- 0x04 = SRAM；支持地址范围 0x20001000~0x2003FFF。

●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 的起始地址，合成规则为 Address＝Par[0]｜Par[1]<<8｜Par[2]<<16｜Par[3]<<24。

●DAT[0~15]：保留（0）：

●DAT[16~16+N]：下载的具体数据，数据总个数为 N+1

UART：最大 128 个字节，16<=N+1<=128，N+1 必须为 16 的倍数。

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[16+N+1~16+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)	二级命令字段：下载分区号							
2(LEN)	发送数据长度							
(DAT)	无							
3(CR1)	状态字节 1							
4(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. 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、0x00)：返回失败；

(3)、(0xB0、0x31)：下载 FLASH 地址被 WRP 保护；

(4)、(0xB0、0x32)：下载 FLASH 地址被分区保护；

(5)、(0xB0、0x33)：下载 FLASH 地址范围跨分区；

(6)、(0xB0、0x34)：下载 FLASH/SARM 地址范围越界（指超出整个 FLASH/SARM 大小）；

(7)、(0xB0、0x35)：下载 FLASH 起始地址不是 16 字节对齐；

(8)、(0xB0、0x36)：下载 FLASH 数据长度不是 16 的倍数；

(9)、(0xB0、0x37)：编程 FLASH 失败；

(10)、(0xB0、0x42)：FLASH 封口错误，FLASH 已封口，下载 FLASH 失败。

2.2.5. 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。

MMU 封口情况下无法执行 CRC 校验。

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

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)	二级命令字段：校验分区号							
2~3(LEN)	发送数据长度							
4~7(Par)	32bit CRC 校验值							
8~23(DAT)	DAT[0~15]：保留（0）							
24~27(DAT)	DAT[16~19]：校验起始地址							
28~31(DAT)	DAT[20~23]：校验长度(单位：字节，长度最小 512B)							

●CMD_L：校验分区号

- 0x00 = USER1，分区封口以后，不可进行校验；
- 0x01 = USER2，分区封口以后，不可进行校验；
- 0x02 = USER3，分区封口以后，不可进行校验；
- 0x03 = Data Flash；
- 0x04 = SRAM；支持地址范围 0x20001000~0x2003FFF。

●LEN 发送数据长度：0x18(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[0:15]：保留（0）；

●DAT [16~19]：校验起始地址，其合成规则为 Address = DAT[16] | DAT[17]<<8 | DAT[18]<<16 | DAT[19]<<24，Address 只能是在 FLASH/SRAM 范围内；

●DAT [20~23]：校验长度，其合成规则为 CRC_LEN = DAT[20] | DAT[21]<<8 | DAT[22]<<16 | DAT[23]<<24，CRC_LEN 只能是在有效范围内，长度大于等于 512B，且是 16 的倍数；

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)	二级命令字段：校验分区号							
2~3(LEN)	发送数据长度							

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)	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. 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、0x00)：返回失败；

(2)、(0xB0、0x32)：CRC 校验地址被分区保护；

(3)、(0xB0、0x33)：CRC 校验地址范围跨分区；

(4)、(0xB0、0x34)：CRC 校验地址范围越界（指超出整个 FLASH 大小）；

(5)、(0xB0、0x35)：CRC 校验地址不是 16 字节对齐；

(6)、(0xB0、0x36)：CRC 校验长度不是 16 的倍数，或者长度小于 512B；

(7)、(0xB0、0x38)：CRC 校验失败；

CRC32 模型如下：

CRC 软件实现代码如下：

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

```
u32 CRC32_Calculate(u32* data,u32 len)
{
    u32 crc=0xffffffff, xbit=0,data0=0,i=0,j=0;
    u32 polynomial = 0x04c11db7;
    for(i=0;i<len;i++)
    {
        xbit = 0x80000000;
        data0 = *data++;
        for(j=0;j<32;j++)
        {
            if(crc & 0x80000000)
            {
                crc= (crc<<1)^polynomial;
            }
            else
            {
                crc<<=1;
            }

            if(data0 & xbit)
            {
                crc ^= polynomial;
            }
            xbit >>= 1;
        }
    }
    return crc;
}
```

2.2.6. 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）。当配置了分区，BOOT 将读保护级别由 L1 降为 L0，分区封口后的降级只会导致未分区封口的区域全擦，分区封口的区域不会被擦除。

注：BOOT V1.0 版本不允许 MMU 分区封口下读保护降级。

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							
4~7(Par)	保留（0）							
8~21(DAT)	选项字节配置 14 个字节							

●CMD_L 二级命令字段：

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。

3. 0x02：配置选项字节，再复位。

●LEN 发送数据长度：0x0E(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。

●DAT[0~13]：选项字节配置 14 个字节

RDP、USER1、USER2、USER3、USER4、USER5、USER6、Data0、Data1、WRP0、WRP1、WRP2、WRP3、RDP2；

1. 当 CMD_L = 0x00 时：DAT[0~13]全部为 0x00。

2. 当 CMD_L = 0x01/0x02 时：DAT[0~13]为配置选项字节要写入的值。

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							
4~17(DAT)	选项字节配置 14 个字节							
18(CR1)	状态字节 1							
19(CR2)	状态字节 2							

●LEN 发送数据长度：0x0E(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。

●DAT[0~13]：当前选项字节配置 14 个字节

RDP、USER1、USER2、USER3、USER4、USER5、USER6、Data0、Data1、WRP0、WRP1、WRP2、WRP3、RDP2；

●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)、(0xB0、0x39)：已配分区，不允许读保护级别由 L1 降为 L0；

2.2.7. CMD_ USERX_OP

该命令用于读取或者配置分区 USER1/2/3 大小，分区配置完成后对应的分区自动使能封口，分区 USER1/2/3 大小只能配置一次。

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

建议用户的配置流程：

1.如果需要分两个区，需要配置 USER3 大小和 USER2=0KB（配置完自动封口）。如果需要对 USER1 也封口，再配置一下 USER1。USER1 + USER2+USER3 的大小必须为整个 FLASH 的大小；

2.如果需要分三个区，先配置 USER3（配置完自动封口），再配置 USER2（配置完自动封口）即可。如果需要对 USER1 也封口，再配置一下 USER1。USER1 + USER2 + USER3 的大小必须为整个 FLASH 的大小。

配置分区操作见下表：

情况描述	分区设置顺序	涉及权限管理的 FLASH 空间大小(1)			说明
		user1	user2	user3	
没有分区，默认为user1 区域不封口	-	-	-	-	user1 区域大小为 flash_size，没有访问权限管理功能
没有分区，USER1 分区封口	user1	user1_size	-	-	user1 区域大小为 flash_size
两个分区，USER1 不封口、USER3 分区封口	user3→user2	-	0	user3_size	user1、user3 空间大小和为 flash_size，user1 没有访问权限管理功能
两个分区，USER1 封口、USER3 分区封口	user3→user2→user1	user1_size	0	user3_size	user1、user3 空间大小和为 flash_size
三个分区，USER1 不封口、USER2&USER3 分区封口	user3→user2	-	user2_size	user3_size	user1、user2 和 user3 空间大小和为 flash_size，user1 没有访问权限管理功能
三个分区，都分区封口	user3→user2→user1	user1_size	user2_size	user3_size	user1、user2 和 user3 空间大小和为 flash_size
说明： 1. “涉及权限管理的 FLASH 空间”指的是已设置分区大小的 FLASH 主存储区空间。					

上层指令：

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

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)	Par[0]：分区 USER1/2/3							
	Par [1]：分区 USER1/2/3 大小							
	Par [2]：保留（0）							
	Par [3]：保留（0）							
DAT	无							

●CMD_L 二级命令字段：

1. 0x00：读取分区 USER1/2/3 大小配置。
2. 0x01：配置分区 USER1/2/3 大小。
3. 0x02：FLASH（main flash 和 data flash）封口。

注：CMD_L = 0x02，Par[0~3]都保留，可以全写 0；FLASH 封口非分区封口，指禁用 BOOT 对 main flash 和 data flash 区域的写擦操作。

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

●Par[0]：分区号

1. 0x00：分区 USER1。
2. 0x01：分区 USER2。
3. 0x02：分区 USER3。

●Par [1]：

1. CMD_L = 0x00：0x00。
2. CMD_L = 0x01：分区 USER1/2/3 大小配置

USER1 分区大小的输入范围：0x0: 4KB　0x1: 8KB … … 0x1F: 128KB (default)，

USER2 分区大小的输入范围：0x0: 0KB(default) 0x1: 4KB… … 0x1E: 120KB，

USER3 分区大小的输入范围：0x0: 0KB(default) 0x1: 4KB… … 0x1F: 124KB，

USER1 + USER2 + USER3 = 128KB；用户区 USER1/2/3 大小配置后自动封口。

分区大小和地址确定

分区的起始地址确定为 0x0800_0000，分区的末地址为起始地址加整个 FLASH 的

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

容量（比如 FLASH 的容量为 128K，则末地址为 0x0800_0000 + 32*0x1000 - 1 = 0x0801_FFFF）。

如果 USER1 分区了，则 USER1 的分区地址范围为 0x0800_0000 ~ (0x0800_0000 + USER1_Size*0x1000 - 1)。

如果 USER3 分区了，则 USER3 的分区地址范围为 (0x0802_0000 – USER3_Size*0x1000) ~ 0x0801_FFFF（例如 FLASH 末地址为 0x0801_FFFF）。

USER2 的分区地址，首地址为 USER1 的末地址，末地址为 USER3 的首地址。如果 USER1 没有分区，则 USER2 的首地址需要由 USER2_Size 确定

●Par [2]：保留（0）

●Par [3]：保留（0）

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							
4~7(DAT)	DAT[0]：分区 USER1/2/3							
	DAT[1]：分区 USER1/2/3 大小							
	DAT [2]：封口状态							
	DAT [3]：0x00							
8(CR1)	状态字节 1							
9(CR2)	状态字节 2							

●LEN 发送数据长度：0x02(LEN[0])、0x00(LEN[1])，LEN = LEN[0] + (LEN[1]<<8)。

注：CMD_L = 0x02，DAT[0~3]无意义

●DAT[0]：分区号

1. 0x00：分区 USER1。
2. 0x01：分区 USER2。
3. 0x02：分区 USER3。

●DAT[1]：读取的当前分区 USER1/2/3 大小

USER1 分区大小的输入范围：0x0: 4KB 0x1: 8KB … … 0x1F: 128KB (default)，

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

USER2 分区大小的输入范围：0x0: 0KB(default) 0x1: 4KB… … 0x1E: 120KB

USER3 分区大小的输入范围：0x0: 0KB(default) 0x1: 4KB… … 0x1F: 124KB，

USER1 + USER2 + USER3 = 128KB；

●DAT [2]：

1. 0x55（未封口），0xAA(已封口)

●DAT [3]：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：

(1)、(0xB0、0x00)：返回失败；

(2)、(0xB0、0x3A)：分区大小已经配置，无法再次配置；

(3)、(0xB0、0x3B)：分区大小配置错误，必须满足 USER1 + USER2 + USER3 = FLASH 容量；

(4)、(0xB0、0x3C)：分区配置顺序错误，必须先配置 USER1 或者 USER3；

2.2.8. 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							
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							

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(LEN)	发送数据长度
(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)。

2.2.9. CMD_APP_GO

该命令用于 BOOT 下载完应用程序到 FLASH 后跳转 USER1 复位程序入口地址（0x0800_0000）执行，或者用 BOOT 下载完应用程序到 SRAM 后跳转 SRAM 复位程序入口地址（入口地址位置根据用户实际下载决定）执行，SRAM 支持用户使用地址范围 0x20001000~0x2003FFF。

USER1 分区封口无法执行跳转到 Flash。

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)	发送数据长度							
4~7(Par)	保留							
(DAT)	无							

●CMD_L：跳转分区号

1. 0x00 = Flash；
2. 0x01~0x03，保留
3. 0x04 = SRAM；支持地址范围 0x20001000~0x2003FFF。

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

●Par[0~3]：跳转的起始地址，合成规则为 Address = Par[0] | Par[1]<<8 | Par[2]<<16 | Par[3]<<24。

●保留值：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

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)	发送数据长度							
(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)。

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、0x30)：在“擦除/下载”时 FLASH 页被 RDP 保护；

(2)、(0xB0、0x31)：擦除/下载 FLASH 页被 WRP 保护；

(3)、(0xB0、0x32)：擦除/下载/CRC 校验地址被分区保护；

(4)、(0xB0、0x33)：擦除/下载/CRC 校验地址范围跨分区；

(5)、(0xB0、0x34)：擦除/下载/CRC 校验地址范围越界（指超出整个 FLASH/SRAM 大

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

小）；

(6)、(0xB0、0x35)：擦除/下载/CRC 校验起始地址不是 16 字节对齐；

(7)、(0xB0、0x36)：下载/CRC 校验数据长度不是 16 的倍数；数据长度表示擦除 FLASH/SRAM 的长度，或者是下载代码到 FLASH/SRAM 的长度，或者是校验 FLASH/SRAM CRC 值的长度；代码中是 CRC 校验长度小于 512B；

(8)、(0xB0、0x37)：擦除/下载 FLASH/SRAM 编程失败；

(9)、(0xB0、0x38)：CRC 校验失败；

(10)、(0xB0、0x39)：已配分区，不允许读保护级别由 L1 降为 L0；

(11)、(0xB0、0x3A)：分区已经配置，无法再次配置；

(12)、(0xB0、0x3B)：分区大小配置错误，必须满足 USER1＋USER2＋USER3＝FLASH 容量；

(13)、(0xB0、0x3C)：分区配置顺序错误，必须先配置 USER1 或者 USER3；

(14)、(0xB0、0x42)：FLASH 封口错误，FLASH 已封口，擦除/下载 FLASH 失败。

(15)、(0xB0、0x43)：BOOT 上电自校验错误。

(16)、(0xBB、0xCC)：上层发送命令一级、二级命令字段不属于任何命令。

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

上位机支持用户擦除 FLASH 区，用户代码下载，下载代码完整性校验。

上位机用明文下载用户代码。

上位机支持用户读取和配置分区 USER1/2/3 大小。当用户配置分区大小后不能再修改。

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和跳转 USER1/SRAM 复位程序入口地址执行命令。

进 BOOT：进入 BOOT，此时可以与 PC TOOL 通过 UART1 接口交互；

芯片固件完整性校验：选择从系统存储区启动，BOOT 自动进行完整性自校验，校验失败时会进入死循环，后续的功能无法使用；

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. 擦除 FLASH；
3. 下载用户程序到 FLASH；
4. CRC 校验下载的用户程序；
5. 读取/配置选项字节（包含了读保护等级、FLASH 页写保护、Data0/1 配置、USER 配置）；
6. 获取分区 USERX 大小，配置分区 USERX 大小；
7. 系统复位，可以复位 BOOT 程序重新运行；
8. 跳转 USER1/SRAM 复位程序入口地址，跳转到下载到 USER1/SRAM 分区代码的复位程序入口地址

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. 历史版本

版本	修订日期	说明
V1.0.0	2026/1/30	初始版本

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