

32 位微控制器

HC32F4A0 系列的 Bootloader 使用

本产品支持芯片系列如下

F 系列	HC32F4A0
------	----------

目 录

1	摘要	3
2	HC32F4A0 系列的 Bootloader.....	4
2.1	简介	4
2.2	硬件连接.....	4
2.3	激活方式.....	5
2.4	程序配置.....	5
2.5	工作流程.....	6
2.6	协议命令.....	7
2.6.1	握手命令	7
2.6.2	下载命令	8
2.6.3	跳转命令	9
2.6.4	ACK 列表	9
2.7	错误处理机制.....	10
2.7.1	接收到错误的命令数据帧.....	10
2.7.2	发生通信错误和超时错误.....	10
2.8	注意事项.....	11
2.8.1	Boot 模式下访问 MCU Flash	11
3	总结	12
4	版本信息 & 联系方式	13

1 摘要

对 HC32F4A0 系列 MCU Flash 进行串行编程可分为以下 4 个部分：

- 1) 编程器与目标芯片建立连接
- 2) 编程器下载 RAMCODE 程序到目标芯片内置 SRAM
- 3) 目标芯片跳转到 RAMCODE 程序运行
- 4) 编程器通过 RAMCODE 程序提供的协议命令实现对 Flash 串行编程或其它操作

本篇应用笔记主要介绍通过 HC32F4A0 系列的 Bootloader 程序实现上述前 3 个部分的操作步骤和注意事项。

2 HC32F4A0 系列的 Bootloader

2.1 简介

HC32F4A0 系列的 Bootloader 程序的功能是通过 UART 外设将 RAMCODE 程序下载到 SRAM 中，以及运行下载的 RAMCODE。

2.2 硬件连接

支持 PB10、PB11 或 PA13、PA14 引脚通信。在可运行的最小系统环境内，与 HC32F4A0 系列的 Bootloader 程序通信所需的硬件连接如图 1 所示：

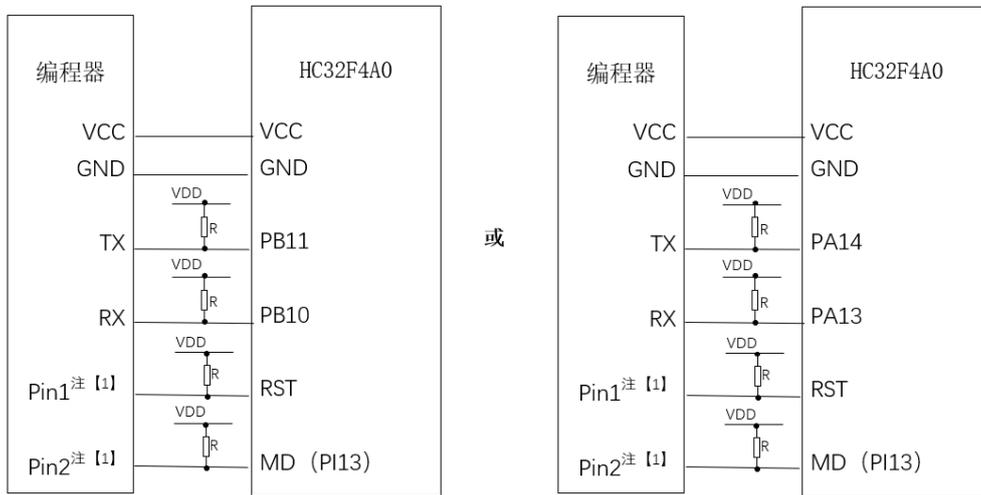


图 1 串行连接

注：

【1】 用于进入 Boot 模式（第 2.3 节将做介绍）

2.3 激活方式

Bootloader 程序在 Boot 模式下运行，按照图 1 所示做好硬件连接，并且按照图 2 所示时序进行操作，即可进入 Boot 模式从而激活 Bootloader 程序。

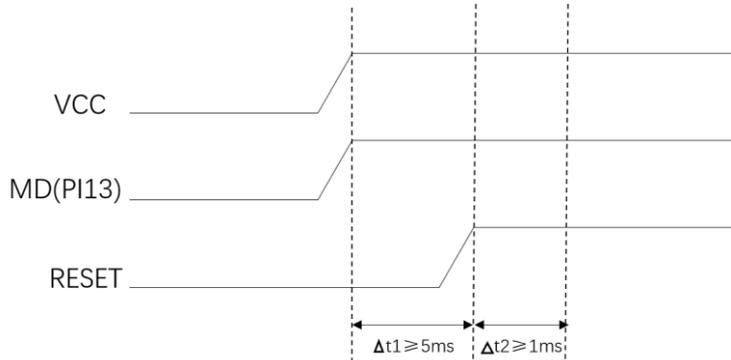


图 2 进入 Boot 模式的时序图

2.4 程序配置

HC32F4A0 系列的 Bootloader 程序初始化后使用的硬件资源及相关配置如下表所示：

功能/外设	状态	备注
PLL	使能	使用 PLL 作为系统时钟，频率为 240MHz
HRC	使能	使用 HRC 作为 PLL 时钟源
SRAM	-	自地址 0x1FFE0000 起至 0x1FFE7FFF 为 Bootloader 程序使用
UART3	使能	通信波特率：115200bps 通信配置：1 个起始位，8 个数据位，1 个停止位
UART4	使能	通信波特率：115200bps 通信配置：1 个起始位，8 个数据位，1 个停止位
UART3_RX 引脚	输入	PB11 引脚，用于 UART3 数据接收
UART3_TX 引脚	推挽输出	PB10 引脚，用于 UART3 数据发送
UART4_RX 引脚	输入	PA14 引脚，用于 UART4 数据接收
UART4_TX 引脚	推挽输出	PA13 引脚，用于 UART4 数据发送
SysTick 定时器	使能	用于通信超时机

2.5 工作流程

通过 Bootloader 下载和运行 RAMCODE 使用到 3 类串行命令：握手命令、下载命令、跳转命令，工作流程如图 3 所示。

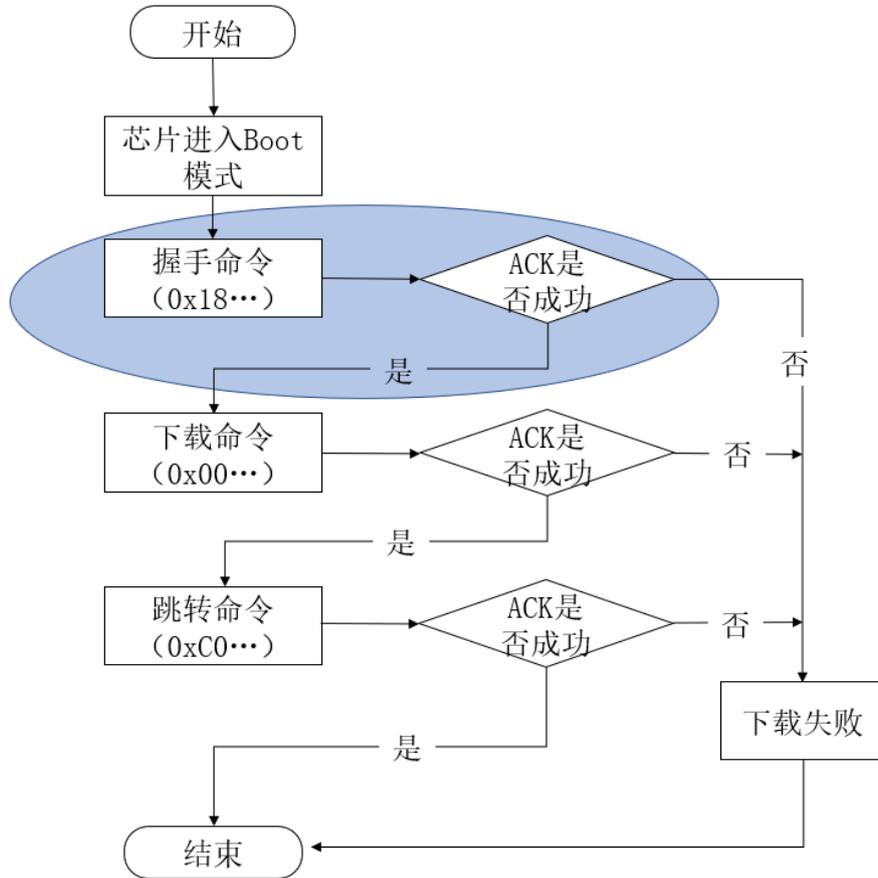


图 3 Bootloader 程序的工作流程

2.6 协议命令

2.6.1 握手命令

握手命令 0x18 用于编程器与目标芯片建立通信连接，为之后的数据下载做准备。编程器发送握手命令之后收到正确的 ACK 0x11，就表示与目标芯片成功建立了通信连接。

握手命令数据帧及对应 ACK 结构如下所示：

	编程器→目标芯片	目标芯片→编程器	
10 byte	握手命令 (0x18 0x48 0x44 0x53 0x43 0x42 0x4F 0x4F 0x54 0x6E)		
1 byte		ACK	
		成功 校验错误	0x11 0x02

2.6.2 下载命令

下载命令 0x00 用于将 RAMCODE 程序下载到芯片内部 SRAM 相应位置，允许的下载地址范围为 [0x1FFE8000, 0x2005FFFE]。

下载命令数据帧及对应 ACK 结构如下所示：

编程器→目标芯片		目标芯片→编程器	
1 byte	下载命令 (0x00)		
4 byte	下载起始地址 (0x1FFE8000) ^[1]		
4 byte	RAMCODE 长度 ^{[1] [2]} (0XXXXXXXX)		
1 byte	命令校验和 (SUM1) ^[3]		
1 byte		ACK ^[5]	
		成功	0x01
		校验错误 地址或长度错误	0x02 0x03
N byte	下载数据		
1 byte	数据校验和 (SUM2) ^[4]		
1 byte		ACK	
		成功 校验错误	0x01 0x02

注：

【1】 下载起始地址和 RAMCODE 长度均按小端方式发送

如下载起始地址为 0x1FFE8000，则依次发送 0x00、0x80、0xFE、0x1F

【2】 RAMCODE 长度：RAMCODE 程序的数据长度 (in byte)

【3】 SUM1：下载命令、SRAM 起始地址、RAMCODE 长度这 9 bytes 数据按字节累加的结果

【4】 SUM2：N bytes 的下载数据按字节累加的结果

【5】 发送 SUM1 之后，收到的 ACK 如果不是 0x01，则本次下载命令以失败结束，目标芯片不再接收剩余的 N+1 bytes 数据

2.6.3 跳转命令

跳转命令用于目标芯片程序跳转到 RAMCODE 运行。

- 命令检查成功后，目标芯片先返回 11 个 bytes 的固定数据 ACK “happycoding”，然后程序跳转至 RAMCODE 运行。
- 命令校验错误或检查失败后，目标芯片仅返回 1 个 byte 的错误或失败 ACK，程序不跳转至 RAMCODE 运行。

跳转命令数据帧及对应 ACK 结构如下所示：

	编程器 → 目标芯片	目标芯片 → 编程器	
1 byte	跳转命令 (0xC0)		
8 byte	虚拟数据 (全 0x00)		
1 byte	命令校验和 (0xC0)		
1 byte 或者 11byte		ACK	
		跳转命令检查成功，正在跳转到 RAMCODE 运行 校验错误 跳转命令检查失败	字符串 “happycoding” 0x02 0x04

2.6.4 ACK 列表

值	含义
0x11	握手成功
0x01	成功
0x02	校验错误
0x03	地址或长度错误
0x04	跳转命令检查失败，请确认握手命令之后的最近一次下载命令已成功完成
“happycoding”	跳转命令检查成功，正在跳转到 RAMCODE 运行

2.7 错误处理机制

2.7.1 接收到错误的命令数据帧

1) 不支持的命令

Bootloader 仅支持握手、下载和跳转命令，接收到其它命令会直接忽略。

2) 校验和检查失败

命令数据帧接收完成，且校验成功，才被判定为有效，若校验和检查失败，则 Bootloader 通过 ACK 指明发生校验错误。

校验方法：按字节累加接收到的数据，累加结果与命令数据帧中的校验和字段进行比较，比较不一致则校验失败。

2.7.2 发生通信错误和超时错误

1) 通信错误：ORE 接收上溢错误、FE 接收帧错误。

2) 超时错误：命令数据帧未接收完成的情况下，Bootloader 接收到一个数据之后超过 5 秒钟没有接收到下一个数据，或 Bootloader 回复下载命令有效 ACK 后，超过 5 秒钟没有接收到 RAMCODE 数据。

Bootloader 检测到以上错误后会放弃本次命令数据帧的接收，而进入等待下一命令数据帧的状态，但不返回任何 ACK。

编程器需自行对应通信错误和超时错误的处理。例如，编程器在等待 ACK 时进行超时判断，超时后没有接收到来自 Bootloader 的 ACK 则尝试重新发送，或提示编程失败，或重启目标板等处理。

2.8 注意事项

2.8.1 Boot 模式下访问 MCU Flash

进入 Boot 模式后，若想对 MCU Flash 资源进行正常访问，请执行以下步骤：

- 1) 解除 Flash 寄存器的写保护

```
M4_EFM->FAPRT = 0x00000123;
```

```
M4_EFM->FAPRT = 0x00003210;
```

- 2) 解除重映射寄存器的写保护

```
M4_EFM->MMF_REMPRT = 0x00000123;
```

```
M4_EFM->MMF_REMPRT = 0x00003210;
```

- 3) 设置地址重映射功能无效

```
bM4_EFM->MMF_REMCR0_b.EN0 = 0;
```

```
bM4_EFM->MMF_REMCR1_b.EN1 = 0;
```

3 总结

以上章节简要介绍了 HC32F4A0 系列的 Bootloader 程序，说明了编程器与 HC32F4A0 系列的 Bootloader 通信所需的硬件连接方式、Bootloader 的激活方式、Bootloader 使用到的硬件资源和相关配置、Bootloader 程序的工作流程和协议命令等。在实际开发中用户可以根据自己的需要，通过 Bootloader 下载 RAMCODE 并运行 RAMCODE，进而通过 RAMCODE 实现对 HC32F4A0 系列 MCU Flash 进行编程等操作。

4 版本信息 & 联系方式

日期	版本	修改记录
2021/7/27	Rev1.0	初版发布



如果您在购买与使用过程中有任何意见或建议，请随时与我们联系。

Email: mcu@hdsc.com.cn

网址: www.hdsc.com.cn

通信地址: 上海市浦东新区中科路 1867 号 A 座 10 层

邮编: 201203

