

CIU32 Bootloader USART 协议

应用笔记

AN1000



声 明

本手册的版权属北京中电华大电子设计有限责任公司所有。任何未经授权对本手册进行复印、印刷、出版发行的行为，都将被视为是对北京中电华大电子设计有限责任公司版权的侵害。北京中电华大电子设计有限责任公司保留对此行为诉诸法律的权利。

北京中电华大电子设计有限责任公司保留未经通知用户对本手册内容进行修改的权利。虽然我们已经核对本手册的内容，但是差错有时候难以完全避免，所以，我们会对手册的内容进行定期的审查，并在下一版的文件中作必要的修改。建议您在最终设计前从华大电子获取本文档的最新版本。

目录

| | | |
|-----|-----------------------------|----|
| 1 | 简介 | 4 |
| 2 | 通信协议 | 5 |
| 2.1 | USART 接口 | 5 |
| 2.2 | USART 连接命令 (0x7F) | 6 |
| 3 | 协议帧 | 7 |
| 4 | 命令集 | 11 |
| 4.1 | Get (0x01) | 11 |
| 4.2 | Set BaudRate (0x12) | 11 |
| 4.3 | Read Memory (0xF1) | 12 |
| 4.4 | Write Memory (0xF2) | 12 |
| 4.5 | Memory CRC (0xF3) | 13 |
| 4.6 | Erase (0xF4) | 13 |
| 4.7 | ReadProtect (0xA0) | 14 |
| 4.8 | Read Unprotect (0xA1) | 15 |
| 5 | 版本历史 | 16 |

表目录

| | | |
|--------|------------------------|----|
| 表 3-1 | 命令帧结构..... | 7 |
| 表 3-2 | 应答帧结构..... | 7 |
| 表 3-3 | 命令表..... | 8 |
| 表 3-4 | 应答码..... | 8 |
| 表 4-1 | Get 命令帧..... | 11 |
| 表 4-2 | Get 应答帧..... | 11 |
| 表 4-3 | Set BaudRate 命令帧..... | 11 |
| 表 4-4 | 指令支持范围..... | 12 |
| 表 4-5 | Read Memory 命令帧..... | 12 |
| 表 4-6 | Read Memory 应答帧..... | 12 |
| 表 4-4 | 指令支持范围..... | 12 |
| 表 4-7 | Write Memory 命令帧..... | 13 |
| 表 4-8 | Write Memory 应答帧..... | 13 |
| 表 4-9 | Memory CRC 命令帧..... | 13 |
| 表 4-10 | Memory CRC 应答帧..... | 13 |
| 表 4-11 | 指令支持范围..... | 13 |
| 表 4-12 | Erase 命令帧..... | 14 |
| 表 4-13 | Erase 应答帧..... | 14 |
| 表 4-14 | ReadProtect 命令帧..... | 14 |
| 表 4-15 | ReadProtect 应答帧..... | 14 |
| 表 4-16 | ReadUnprotect 命令帧..... | 15 |
| 表 4-17 | ReadUnprotect 应答帧..... | 15 |
| 表 5-1 | 版本更改履历..... | 16 |

图目录

| | | |
|-------|-------------------|----|
| 图 2-1 | USART 通信流程图 | 5 |
| 图 3-1 | 主机发送命令帧流程图..... | 9 |
| 图 3-2 | 从机接收命令帧流程图..... | 10 |

1 简介

Bootloader 是一段固化在 System memory 区的程序,它的主要功能是引导和加载用户程序。本文主要描述了在 Bootloader 程序中使用到的 USART 协议。详细的 Bootloader 信息,请参考《UM1000_CIU32 Bootloader 用户手册》。

2 通信协议

2.1 USART 接口

Bootloader 支持 USART 外设接口通信，USART 的默认配置信息是：

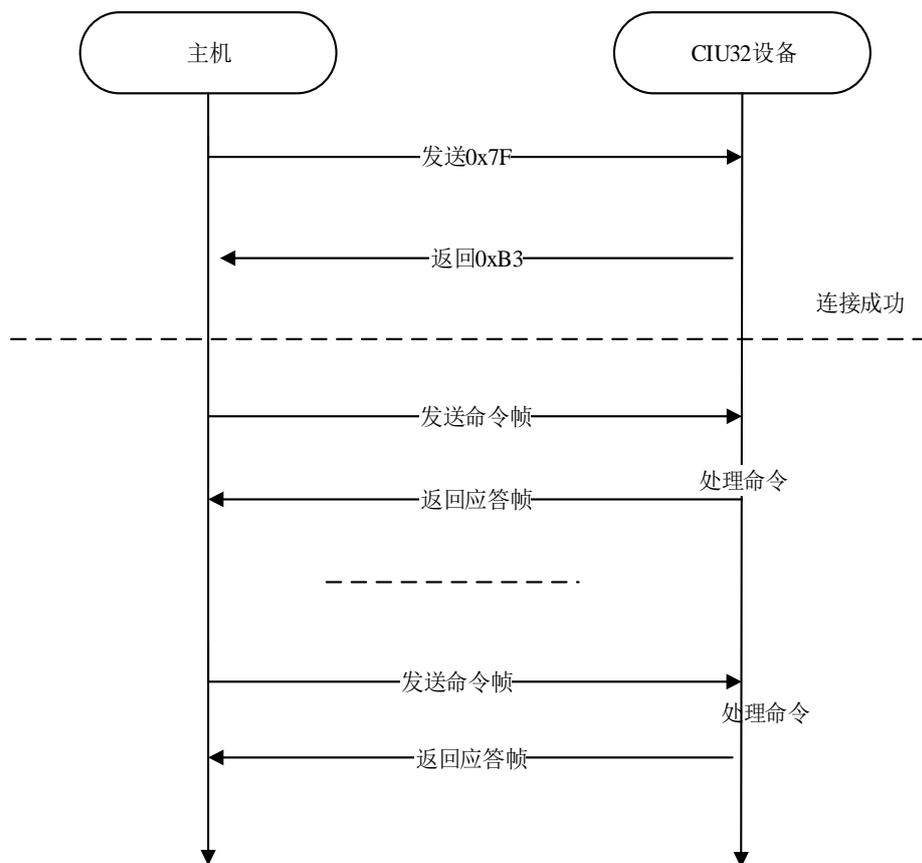
波特率 115200，一个起始位，一个停止位，无校验。

USART 引脚分配，详见《UM1000_CIU32 Bootloader 用户手册》。主机和从机建立连接之后，可以使用 Set BaudRate 命令更改 USART 的波特率。Bootloader 中的 USART 接口支持的波特率如下：

9600、14400、19200、28800、38400、57600、76800、115200、230400、250000、460800、921600。

下图展示了 USRAT 的通信流程：

图 2-1 USART 通信流程图



2.2 USART 连接命令 (0x7F)

Bootloader 通信协议是主从结构，CIU32 设备总是充当从机。主机通过 USART 发送 0x7F 命令，从机响应 0xB3，表示连接建立成功。

3 协议帧

主机和从机建立连接成功之后的通信是基于帧结构的。主机只能发送命令帧，从机也只能返回应答帧。如下展示了命令帧和应答帧的构成：

表 3-1 命令帧结构

| 帧头 | 命令 | 长度 | 数据域（可选） | CRC16（可选） |
|------|--------|-------|-----------|-----------|
| 0x85 | 1 byte | 2byte | 0~516byte | 0 或 2byte |

表 3-2 应答帧结构

| 帧头 | 应答 | 长度 | 数据域（可选） | CRC16（可选） |
|------|--------|-------|-----------|-----------|
| 0xB3 | 1 byte | 2byte | 0~512byte | 0 或 2byte |

帧的详细信息如下：

- 帧头：

通过帧头来识别帧的类型。

 - 命令帧的帧头是 0x85；
 - 应答帧的帧头是 0xB3。
- 命令：

详细的命令信息，请见：[命令表](#)。
- 应答：

详细的应答码，请见：[应答码](#)。
- 长度：
 - 它仅代表数据域的字节个数，不包含 CRC 所占用 2 字节；
 - 当长度是 0 时，表示该帧没有数据域和 CRC 域。这样就构成了最小帧结构，即只有帧头、命令/应答、长度域的帧，占用 4 个字节。
- CRC16：
 - CRC16 只计算数据域中的 CRC 值。当数据域是空的时候，CRC 域也会省略掉；
 - CRC16 多项式为 $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ ；
 - CRC16 初始值位 0xFFFF；

- 要求输入反转，输出反转；
- 结果和 0xFFFF 异或。
- 在通信过程中，帧是以字节为单位进行传输的，通常是先传高字节再传送低字节。

注意： 在 *Read Memory (0xF1)* 和 *Write Memory (0xF2)* 命令中会使用到小端数据。

表 3-3 命令表

| 命令码 | 命令 | 描述 | RDP |
|------|-------------------|---------------------------|-----------|
| 0x01 | Get | 获取设备的指令集、UID、设备信息、版本号等信息。 | 不受 RDP 限制 |
| 0x12 | Set BaudRate | 设置串口的波特率。 | 不受 RDP 限制 |
| 0xF1 | Read Memory | 读 Memory 数据。 | RDP = 0 |
| 0xF2 | Write Memory | 写 Memory 数据。 | RDP = 0 |
| 0xF3 | Memory CRC | 对 User flash 数据进行 CRC 校验 | RDP = 0 |
| 0xF4 | Erase | 对 User flash 擦除 | RDP = 0 |
| 0xA0 | Readout Protect | 设置 RDP 等级为 RDP1 | RDP = 0 |
| 0xA1 | Readout Unprotect | 设置 RDP 等级为 RDP0 | RDP = 1 |

表 3-4 应答码

| 应答码 | 说明 |
|------|------------|
| 0x90 | OK 指令正确 |
| 0x63 | RDP 权限不匹配 |
| 0x65 | Flash 操作失败 |
| 0x67 | 帧长度域错误 |
| 0x68 | 帧 CRC 域错误 |
| 0x69 | 地址非字对齐 |
| 0x6A | 地址越界 |
| 0x6B | 帧参数错误 |
| 0x6D | 未知命令 |

图 3-1 主机发送命令帧流程图

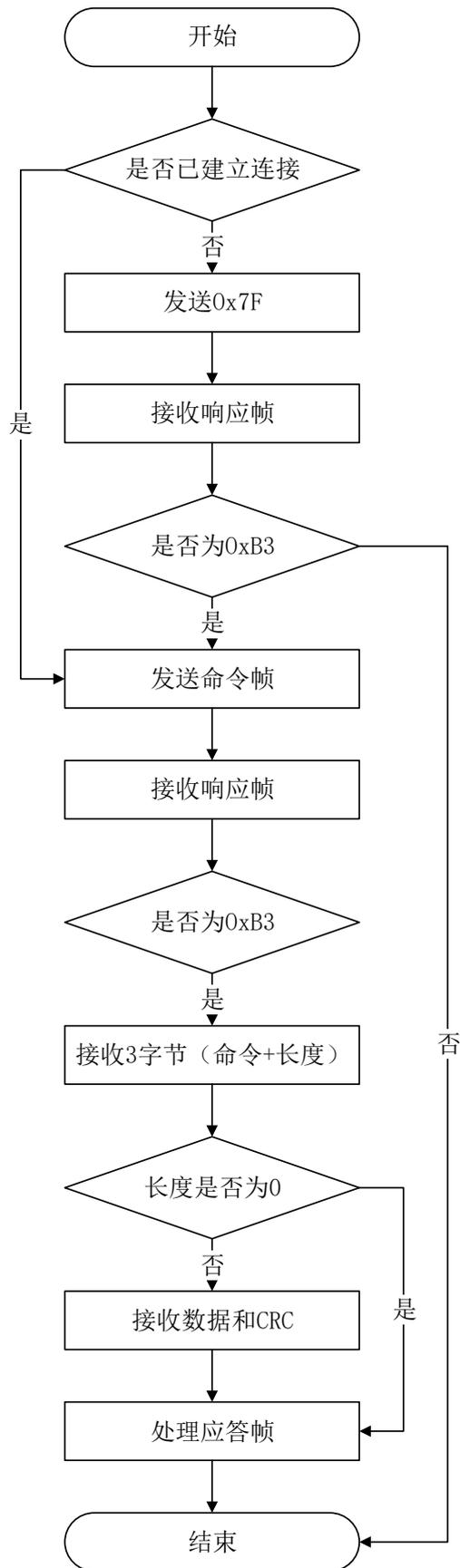
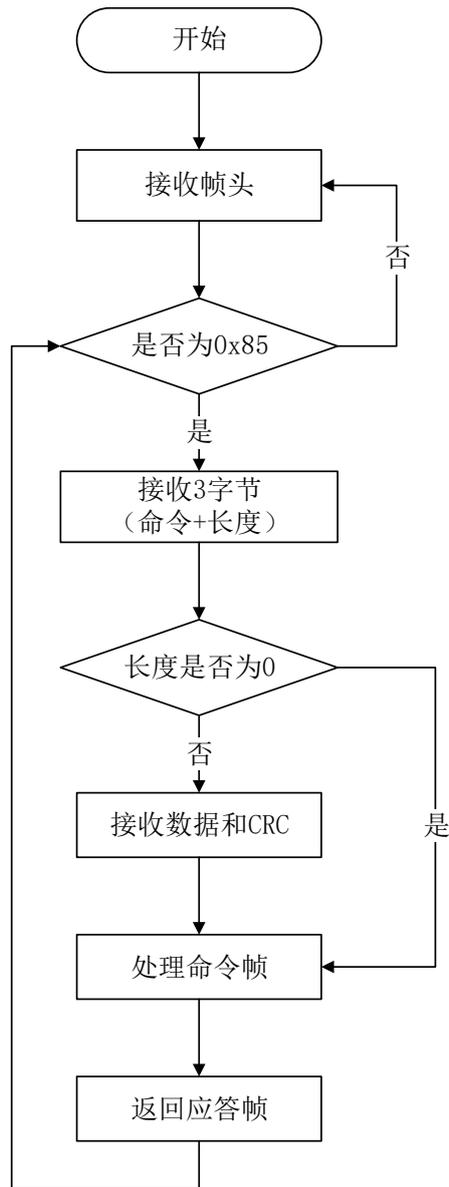


图 3-2 从机接收命令帧流程图



4 命令集

4.1 Get (0x01)

该命令用于获取设备信息。

表 4-1 Get 命令帧

| 帧头 | 命令 | 长度 | 数据 | CRC16 |
|------|------|--------|-------------|-------|
| 0x85 | 0x01 | 0x0001 | 信息类型 (1 字节) | 校验值 |

表 4-2 Get 应答帧

| 帧头 | 应答 | 长度 | 数据 | CRC16 |
|-------------------------|------|--------|--|-------|
| 信息类型= 0x00: 获取设备支持的命令集合 | | | | |
| 0xB3 | 0x90 | 0x000A | 连接命令和指令集。 | 校验值 |
| 信息类型= 0x01: 获取设备 UID | | | | |
| 0xB3 | 0x90 | 0x000C | UID | 校验值 |
| 信息类型= 0x02: 获取 RDP 状态 | | | | |
| 0xB3 | 0x90 | 0x0001 | 0x00 表示 RDP0; 0x01 表示 RDP1。 | 校验值 |
| 信息类型= 0x03: 获取固件版本号 | | | | |
| 0xB3 | 0x90 | 0x0004 | 固件版本号 (2 字节) + 保留字节 (2 字节) | 校验值 |
| 信息类型= 0x04: 获取设备信息 | | | | |
| 0xB3 | 0x90 | 0x0006 | Byte0: 表示设备类型; Byte1: 表示封装信息; Byte2~3: 表示 FLASH 大; Byte4~5: 表示 SRAM 大小。 | 校验值 |

4.2 Set BaudRate (0x12)

该命令用于更改串口的波特率。

表 4-3 Set BaudRate 命令帧

| 帧头 | 命令 | 长度 | 数据 | CRC16 |
|------|------|--------|------------|-------|
| 0x85 | 0x12 | 0x0004 | 波特率 (4 字节) | 校验值 |

- USART 默认波特率是 115200bps;
- USART 支持的波特率: 9600、14400、19200、28800、38400、57600、76800、115200、230400、250000、460800、921600。

注意: 主机发送命令后, 从机以设置之前的波特率返回应答帧, 新的波特率会在下一帧生效。

4.3 Read Memory (0xF1)

该指令用于读取 Memory 的数据, 最多读取 512 个字节。

表 4-4 指令支持范围

| 芯片型号 | 指令支持范围 |
|---------------------|--|
| CIU32L061 | User flash 和 Option bytes |
| CIU32L04x | User flash 和 Option bytes |
| CIU32L071/CIU32L051 | User flash、Option bytes (寄存器) 和 Engineer 区 |

表 4-5 Read Memory 命令帧

| 帧头 | 命令 | 长度 | 数据 | | CRC16 |
|------|------|--------|-------------|-------------|-------|
| 0x85 | 0xF1 | 0x0006 | 目的地址 (4 字节) | 数据长度 (2 字节) | 校验值 |

- 目的地址必须字对齐;
- 数据长度必须是 4 的倍数且最大值是 512。

表 4-6 Read Memory 应答帧

| 帧头 | 应答 | 长度 | 数据 | CRC16 |
|------|------|------|------|-------|
| 0xB3 | 0x90 | 数据长度 | 数据内容 | 校验值 |

- 应答帧中的数据长度和命令帧中的数据长度值相同;
- 数据内容是按小端的方式传输。

4.4 Write Memory (0xF2)

该指令用于写 User flash、Option bytes 的数据, 最多写 512 个字节, 不支持跨页写。

表 4-7 指令支持范围

| 芯片型号 | 指令支持范围 |
|---------------------|---------------------------------------|
| CIU32L061 | User flash 和 Option bytes (寄存器) |
| CIU32L04x | User flash 和 Option bytes (寄存器) |
| CIU32L071/CIU32L051 | User flash、Option bytes 区和 Engineer 区 |

表 4-8 Write Memory 命令帧

| 帧头 | 命令 | 长度 | 数据 | | CRC16 |
|------|------|------|-------------|-----------------|-------|
| 0x85 | 0xF2 | 数据长度 | 目的地址 (4 字节) | 数据内容 (4~512 字节) | 校验值 |

- 目的地址必须是字对齐；
- 数据内容必须是小端传输，数据内容的长度必须是 4 的倍数。
- 如果该指令是写 Option bytes，则从机返回应答帧后会触发系统复位，故主机需要等待足够的时间方可重新建立连接。

表 4-9 Write Memory 应答帧

| 帧头 | 应答 | 长度 |
|------|------|--------|
| 0xB3 | 0x90 | 0x0000 |

4.5 Memory CRC (0xF3)

该指令用于对 User flash 空间进行 CRC 校验。

表 4-10 Memory CRC 命令帧

| 帧头 | 命令 | 长度 | 数据 | | | CRC16 |
|------|------|--------|------------|-------------|-------------|-------|
| 0x85 | 0xF3 | 0x000A | 起始地址(4 字节) | 数据长度 (4 字节) | CRC 值(2 字节) | 校验值 |

- 起始地址必须是字对齐；
- 数据长度必须是 4 的倍数；

表 4-11 Memory CRC 应答帧

| 帧头 | 应答 | 长度 |
|------|------|--------|
| 0xB3 | 0x90 | 0x0000 |

4.6 Erase (0xF4)

该指令用于擦除 User Flash，支持页擦除、块擦除、批量擦除 3 种模式。

表 4-12 指令支持范围

| 芯片型号 | 指令支持范围 |
|---------------------|--------------|
| CIU32L061 | 页擦除、块擦除、批量擦除 |
| CIU32L04x | 页擦除、块擦除、批量擦除 |
| CIU32L071/CIU32L051 | 页擦除、批量擦除 |

表 4-13 Erase 命令帧

| 帧头 | 命令 | 长度 | 数据 | | | CRC16 |
|------|------|--------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 0x85 | 0xF4 | 0x0009 | 模式 (1 字节) | 索引 (4 字节) | 数量 (4 字节) | 校验值 |

- 模式 = 0xAA:
 - 表示页擦除模式;
 - 索引表示起始页的页索引号;
 - 数量表示擦除页的个数。
- 模式 = 0x55:
 - 表示块擦除模式;
 - 索引表示起始块的块索引号;
 - 数量表示擦除块的个数;
- 模式 = 0x3C:
 - 表示批量擦除模式;
 - 索引和数量固定为 0x00。

表 4-14 Erase 应答帧

| 帧头 | 应答 | 长度 |
|------|------|--------|
| 0xB3 | 0x90 | 0x0000 |

4.7 ReadProtect (0xA0)

该指令可以把 RDP 等级设置成 RDP1。

表 4-15 ReadProtect 命令帧

| 帧头 | 命令 | 长度 |
|------|------|--------|
| 0x85 | 0xA0 | 0x0000 |

表 4-16 ReadProtect 应答帧

| 帧头 | 应答 | 长度 |
|------|------|--------|
| 0xB3 | 0x90 | 0x0000 |

- 从机返回应答帧后，会设置 OBL_LAUNCH 位，引起系统复位，故主机需等待足够的时间方可重新建立连接。

4.8 ReadUnprotect (0xA1)

该指令可以把 RDP 等级设置成 RDP0。

表 4-17 ReadUnprotect 命令帧

| 帧头 | 命令 | 长度 |
|------|------|--------|
| 0x85 | 0xA1 | 0x0000 |

表 4-18 ReadUnprotect 应答帧

| 帧头 | 应答 | 长度 |
|------|------|--------|
| 0xB3 | 0x90 | 0x0000 |

- 从机返回应答帧后，会设置 OBL_LAUNCH 位，引起系统复位，故主机需等待足够的时间方可重新建立连接。
- RDP 降级之后，系统硬件会擦除 User flash。

5 版本历史

表 5-1 版本更改履历

| 日期 | 版本号 | 修改范围 |
|------------|------|---|
| 2022-03-08 | V1.0 | 初版 |
| 2023-08-20 | V1.1 | 增加 CIU32L071/CIU32L051 支持的指令说明, 涉及 “Read Memory”、“Write Memory” 和 “Erase” 指令。 |