



复旦微电子

FM33LE0xxA ***车用系列MCU*** ***应用笔记***

LIN Bootloader

V1.3.1.3



本资料是为了让用户根据用途选择合适的上海复旦微电子集团股份有限公司（以下简称复旦微电子）的产品而提供的参考资料，不转让属于复旦微电子或者第三者所有的知识产权以及其他权利的许可。

在使用本资料所记载的信息最终做出有关信息和产品是否适用的判断前，请您务必将所有信息作为一个整体系统来进行评价。

采购方对于选择与使用本文描述的复旦微电子的产品和服务全权负责，复旦微电子不承担采购方选择与使用本文描述的产品和服务的责任。除非以书面形式明确地认可，复旦微电子的产品不推荐、不授权、不担保用于包括军事、航空、航天、救生及生命维持系统在内的，由于失效或故障可能导致人身伤亡、严重的财产或环境损失的产品或系统中。

未经复旦微电子的许可，不得翻印或者复制全部或部分本资料的内容。

今后日常的产品更新会在适当的时候发布，恕不另行通知。在购买本资料所记载的产品时，请预先向复旦微电子在当地的销售办事处确认最新信息，并请您通过各种方式关注复旦微电子公布的信息，包括复旦微电子的网站(<http://www.fmsk.com/>)。

如果您需要了解有关本资料所记载的信息或产品的详情，请与上海复旦微电子集团股份有限公司在当地的销售办事处联系。

商标

上海复旦微电子集团股份有限公司的公司名称、徽标以及“复旦”徽标均为上海复旦微电子集团股份有限公司及其分公司在中国的商标或注册商标。

上海复旦微电子集团股份有限公司在中国发布，版权所有。



目 录

| | |
|------------------------------|----|
| 1 原理说明 | 1 |
| 2 Bootloader 源码工程说明 | 3 |
| 2.1 LIN Bootloader 协议 | 3 |
| 3 APP 源码工程说明 | 6 |
| 3.1 APP 程序起始地址设置 | 6 |
| 3.2 APP 中断向量表偏移量设置 | 7 |
| 3.3 bin 文件生成 | 7 |
| 4 LIN 升级示例 | 8 |
| 4.1 波特率配置 | 8 |
| 4.2 扫描节点 | 8 |
| 4.3 更新固件 | 10 |
| 版本信息 | 12 |
| 上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服务中心 | 13 |



图目录

| | |
|---------------------------|----|
| 图 1.1 程序地址分区 | 1 |
| 图 1.2 升级后的程序执行流程 | 2 |
| 图 3.1 例程 APP 程序地址设置 | 6 |
| 图 3.2 中断向量表设置 | 7 |
| 图 3.3 bin 文件生成设置 | 7 |
| 图 4.1 上位机设置 | 8 |
| 图 4.2 升级界面 | 8 |
| 图 4.3 扫描节点 | 9 |
| 图 4.4 扫描过程 | 9 |
| 图 4.5 扫描结果 | 10 |
| 图 4.6 升级过程 | 10 |
| 图 4.7 升级完成 | 11 |

1 原理说明

用户可参考 FM33LE0xxA LIN Bootloader 应用笔记及对应例程, 通过 LIN 通信实现对产品固件的更新与升级。本例程包含两部分程序, 其主要功能如下:

第一部分为 Bootloader 程序, 其在执行过程中不执行应用功能, 而是通过 LIN 通信接收指令和数据, 完成对第二部分程序的执行或更新。此部分程序必须通过其它手段, 如 J-link 烧入;

第二部分为 APP 程序, 其为产品的应用功能代码。此部分程序可以通过第一部分程序中的更新功能进行烧录, 也可以同第一部分程序一起通过其它手段烧录。

Bootloader 与 APP 分别存放于 FM33LE0xxAFLASH 中的不同的地址范围内, 其中 Bootloader 程序从最低地址区开始存放。在 MCU 上电后, 从第一部分代码开始运行, 具体操作流程如下:

- 1) 通过检查标志位, 判断是否对第二部分代码进行更新。
- 2) 如果无需更新则跳转至 4)。
- 3) 执行更新操作。
- 4) 跳转至第二部分代码并开始执行。

本例程中, Bootloader 的起始地址为 0x00000000, APP 程序的起始地址为 0x00008000, 用户可根据实际项目应用进行修改。程序分区如图 1.1 所示。

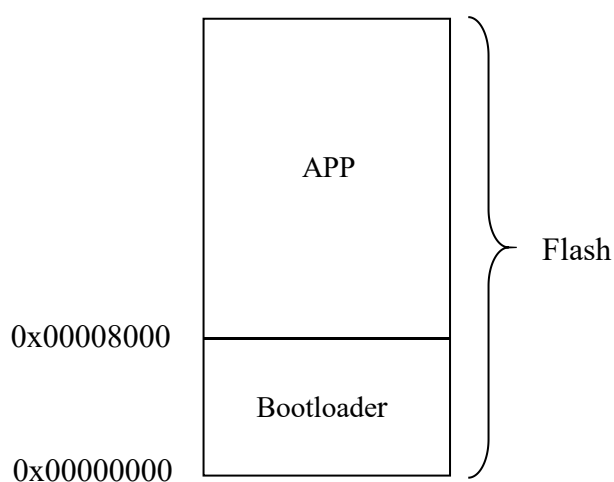


图 1.1 程序地址分区

FM33LE0xxA 的内部闪存（FLASH）地址起始于 0x00000000，一般情况下，Bootloader 文件就从此地址开始写入。此外 FM33LE0xxA 是基于 Cortex-M0 内核的微控制器，其内部通过一张“中断向量表”来响应中断，程序启动后，将首先从“中断向量表”取出复位中断向量执行复位中断程序完成启动，而这张“中断向量表”的起始地址是 0x00000004，当中断来临，FM33LE0xxA 的内部硬件机制亦会自动将 PC 指针定位到“中断向量表”处，并根据中断源取出对应的中断向量执行中断服务程序。

当 Bootloader 更新 APP 程序后，新程序的复位中断向量起始地址为 0x00000004+N+M，M 为 APP 程序的起始地址，跳转至新写入程序的复位向量表，取出新程序的复位中断向量的地址，并跳转执行新程序的复位中断服务程序，随后跳转至新程序的 main 函数，执行 APP 程序中的应用程序。升级后的程序执行流程如图 1.2 所示。

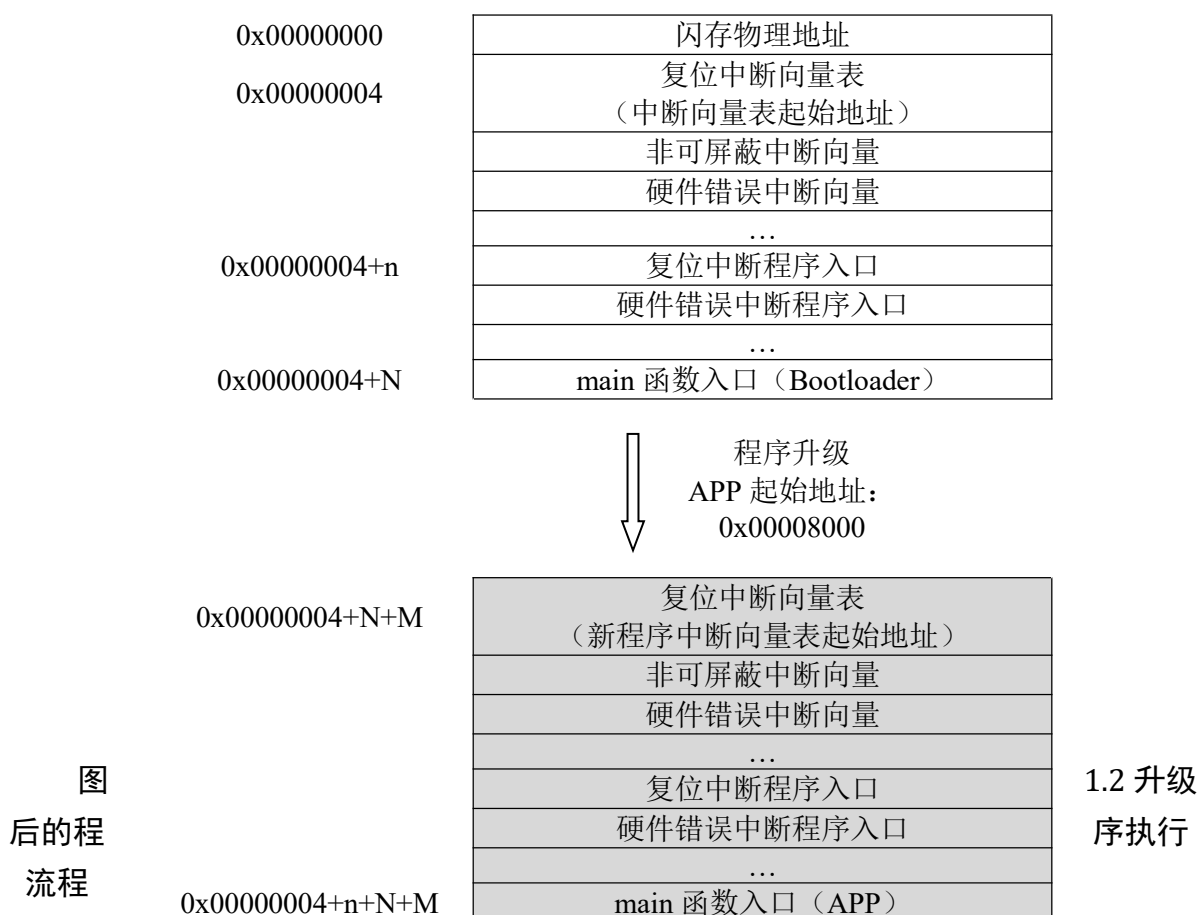


图
后的程
流程

1.2 升级
序执行



2 Bootloader 源码工程说明

Bootloader 程序在执行过程中，查询标志位地址 APP_EXE_FLAG_ADDR 内是否为指定数据，若为指定数据则执行 BOOT_JumpToApplication(APP_START_ADDR)跳转至 APP 程序运行，否则仅运行 Bootloader 程序。

APP 程序通过轮询 LIN 总线指令，执行 BOOT_ExecutiveCommand()函数，对指令进行解析并执行，LIN 传输协议如下文所示。

2.1 LIN Bootloader 协议

(1) 获取固件信息

发送：

| ID | NAD | PCI | SID | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| ID | NAD | 0x06 | 0xB2 | 0x80 | 0xFF | 0xFF | 0xFF | 0xFF |

ID: 主节点给从节点发送数据的 ID，可自定义值，其他命令也一样。

NAD: 从节点地址，正常的节点地址取值 0x01~0x7D，0x7F 为广播地址，其他值保留，本例程为芯片编号。

返回：

| ID | NAD | PCI | RSID | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| ID | NAD | 0x06 | 0xF2 | TYPE | VER3 | VER2 | VER1 | VER0 |

ID: 从节点返回数据的 ID，可自定义值，其他命令也一样。

TYPE: 当前固件类型，0x55-当前为 Bootloader，0xAA-当前为 App

VER3: 固件版本号 Major

VER2: 固件版本号 Minor

VER1: 固件版本号 Revision

VER0: 固件版本号 Build

(2) 进入 BOOT 模式

发送：

| ID | NAD | PCI | SID | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| ID | NAD | 0x06 | 0xB3 | 0xC1 | 0x42 | 0x4F | 0x4F | 0x54 |

返回：

该命令不返回数据，是否成功进入 BOOT 模式可以通过“获取固件信息”命令来判断。



(3) 擦除 APP 程序区数据

发送:

| ID | NAD | PCI | SID | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
|----|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| ID | NAD | 0x06 | 0xB4 | 0x42 | SIZE3 | SIZE2 | SIZE1 | SIZE0 |

SIZE3: 擦除空间大小的 bit[31..24]位

SIZE2: 擦除空间大小的 bit[23..16]位

SIZE1: 擦除空间大小的 bit[15..8]位

SIZE0: 擦除空间大小的 bit[7..0]位

返回:

| ID | NAD | PCI | RSID | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
|----|-----|------|------|--------|------|------|------|------|
| ID | NAD | 0x06 | 0xF4 | STATUS | 0xFF | 0xFF | 0xFF | 0xFF |

(4) 发送固件数据

发送:

| ID | NAD | PCI | SID | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
|----|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| ID | NAD | 0x06 | 0xB4 | 0x03 | ADDR3 | ADDR2 | ADDR1 | ADDR0 |

ADDR3: 固件数据偏移地址 bit[31..24]位

ADDR2: 固件数据偏移地址 bit[23..16]位

ADDR1: 固件数据偏移地址 bit[15..8]位

ADDR0: 固件数据偏移地址 bit[7..0]位

返回:

| ID | NAD | PCI | RSID | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
|----|-----|------|------|--------|----------|----------|------|------|
| ID | NAD | 0x06 | 0xF4 | STATUS | BUF_LEN1 | BUF_LEN0 | 0xFF | 0xFF |

STATUS: 0-准备好接收数据, 3-当前地址超出了正常的地址范围, 4-当前模式不能写入固件数据。

BUF_LEN1: 接收数据缓冲区大小 bit[15..8]位

BUF_LEN0: 接收数据缓冲区大小 bit[7..0]位

注意: 后续单次发送固件数据的长度不能大于缓冲区的大小减 2。

若数据小于等于 4 字节, 则发送:

| ID | NAD | PCI | SID | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
|----|-----|------|------|------|----|----|----|----|
| ID | NAD | 0x0L | 0xB4 | 0xC4 | W0 | W1 | W2 | W3 |



L: 固件有效数据长度加 2 的 bit[3..0]位

注意: 若数据小于 4 字节, 则以 0xFF 补全。

否则发送:

| ID | NAD | PCI | LEN | SID | D1 | D2 | D3 | D4 |
|----|-----|------|-----|------|------|----|----|----|
| ID | NAD | 0x1L | LEN | 0xB4 | 0xC4 | W0 | W1 | W2 |

L: 固件数据长度加 2 的 bit[11..8]位

LEN: 固件数据长度加 2 的 bit[7..0]位

| ID | NAD | PCI | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 |
|----|-----|------|----|----|----|----|----|----|
| ID | NAD | 0x2N | W3 | W4 | W5 | W6 | W7 | W8 |

N: 包计数, 从 0 到 15 循环

注意: 若最后一帧数据不够 6 字节, 则以 0xFF 补全。

发送:

| ID | NAD | PCI | SID | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| ID | NAD | 0x06 | 0xB4 | 0x85 | CRC1 | CRC0 | 0xFF | 0xFF |

CRC1: 前面发送的 APP 数据的 CRC16 的 bit[15..8]位

CRC0: 前面发送的 APP 数据的 CRC16 的 bit[7..0]位

返回:

| ID | NAD | PCI | RSID | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
|----|-----|------|------|--------|------|------|------|------|
| ID | NAD | 0x06 | 0xF4 | STATUS | 0xFF | 0xFF | 0xFF | 0xFF |

STATUS: 0-数据成功写入程序存储器, 4-当前模式不能写入固件数据, 5-数据写入程序存储器出错, 6-数据长度超出了程序存储器范围, 7-数据传输 CRC 校验出错, 8-数据写入芯片 CRC 校验出错。

(5) 执行 APP 固件

发送:

| ID | NAD | PCI | SID | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| ID | NAD | 0x06 | 0xB4 | 0x06 | 0x41 | 0x50 | 0x50 | 0xFF |

返回:

该命令不返回数据, 是否成功执行 APP 可以通过“获取固件信息”命令来判断。

3 APP 源码工程说明

通过以上介绍，APP 程序必须满足两个要求：

- 1) APP 程序的起始地址需设置为偏移量 x；
- 2) 必须重新设置 APP 程序的中断向量表，偏移量需设为 x。

3.1 APP 程序起始地址设置

打开 APP 例程，点击 Options for Target，可调整 IROM1 的起始地址 Start 和空间大小 Size。APP 例程 IROM1 的起始地址（Start）定义为：0x8000，大小为 0x18000（0x20000-0x8000,96K 字节），即从地址 0X00000000 偏移 0X8000 开始，存放 APP 代码。具体设置用户可根据项目需求进行调整。图 3.1 为例程 APP 程序地址设置。

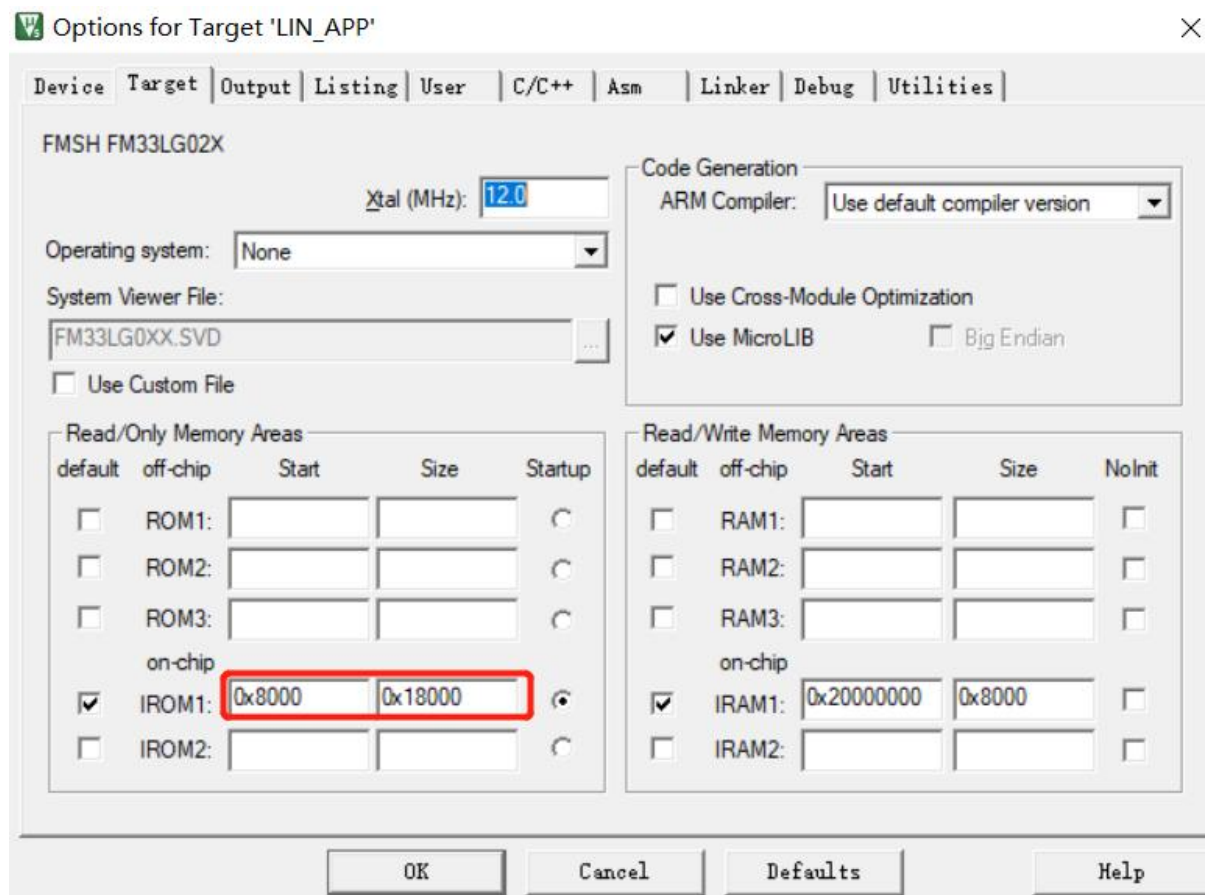


图 3.1 例程 APP 程序地址设置

3.2 APP 中断向量表偏移量设置

对于中断向量表的设置，须在 SystemInit 函数中调整偏移量。

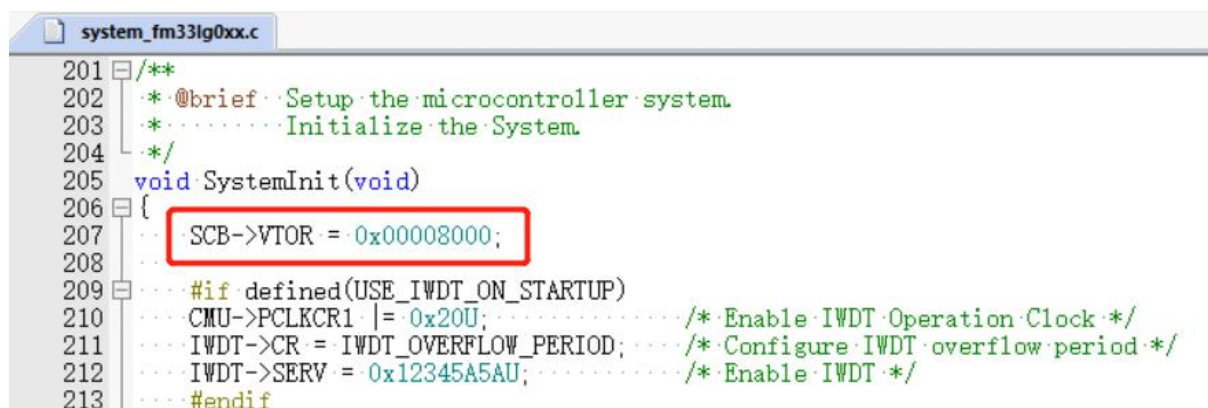


图 3.2 中断向量表设置

3.3 bin 文件生成

MDK 默认生成的文件是 .hex 文件，不方便 LIN 通信的数据传输。这里我们通过 MDK 自带的格式转换工具 fromelf.exe，来实现 .axf 文件到 .bin 文件的转换。该工具在 MDK 的安装目录\ARM\ARMCC\bin 文件夹中。我们通过 Options for TargetUser 选项卡，在 Run User Programs After Build/Rebuild 栏，勾选 Run #1，并写入：fromelf.exe --bin --output=Output\lin_app.bin Objects/app.axf

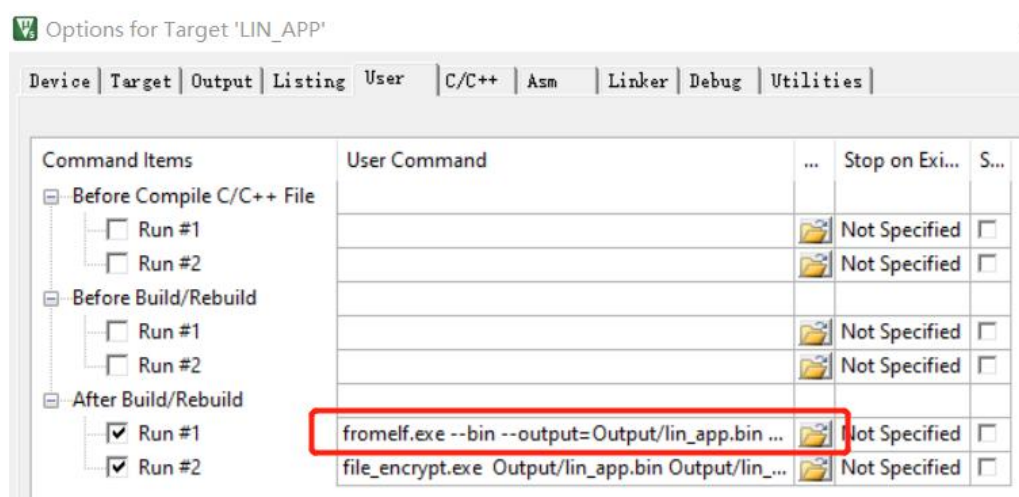


图 3.3 bin 文件生成设置

4 LIN 升级示例

本例程基于 Toomoss 提供的上位机和硬件 LIN Analyser，实现 Lin Boot 升级。按照源码工程说明部分，编译生成 LIN_BOOT 以及不同应用版本号的 LIN_APP 代码，将 LIN_BOOT 烧写进待升级节点，使用上位机完成升级过程。

(1) 硬件：待升级从节点 1~N 个，最多支持 0x7E。

(2) 工具：TCANLINPro_Setup_v1.7.exe

4.1 波特率配置

Lin App 和 LinBoot 支持自适应波特率，因此上位机中可以任意选择波特率。



图 4.1 上位机设置

4.2 扫描节点

选择菜单高级功能->LIN 固件升级，打开 LIN 固件升级界面。

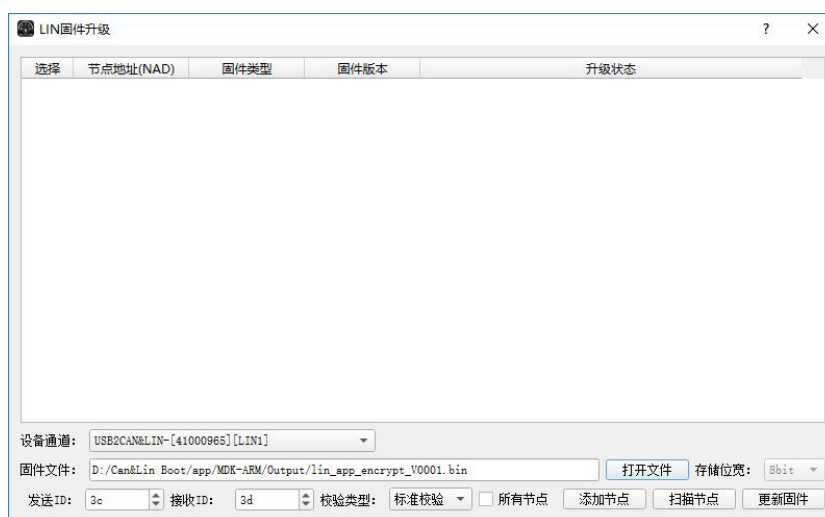


图 4.2 升级界面

单击扫描节点后，选择扫描范围

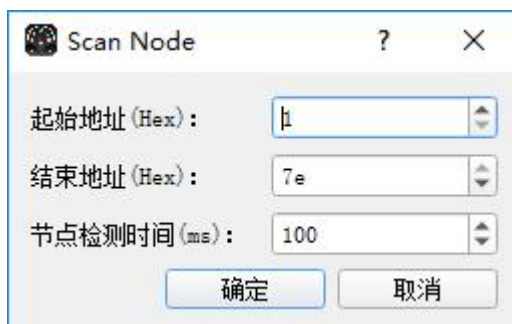


图 4.3 扫描节点

注意：待升级节点地址由代码中 GetNAD()函数提供，使用了芯片 ID 分散而成，测试时需要注意避免分散时多个待升级节点地址相同的情况。在实际项目中可以修改为有意义的地址。

确定后即开始扫描，直到扫描到不同地址的待升级节点。

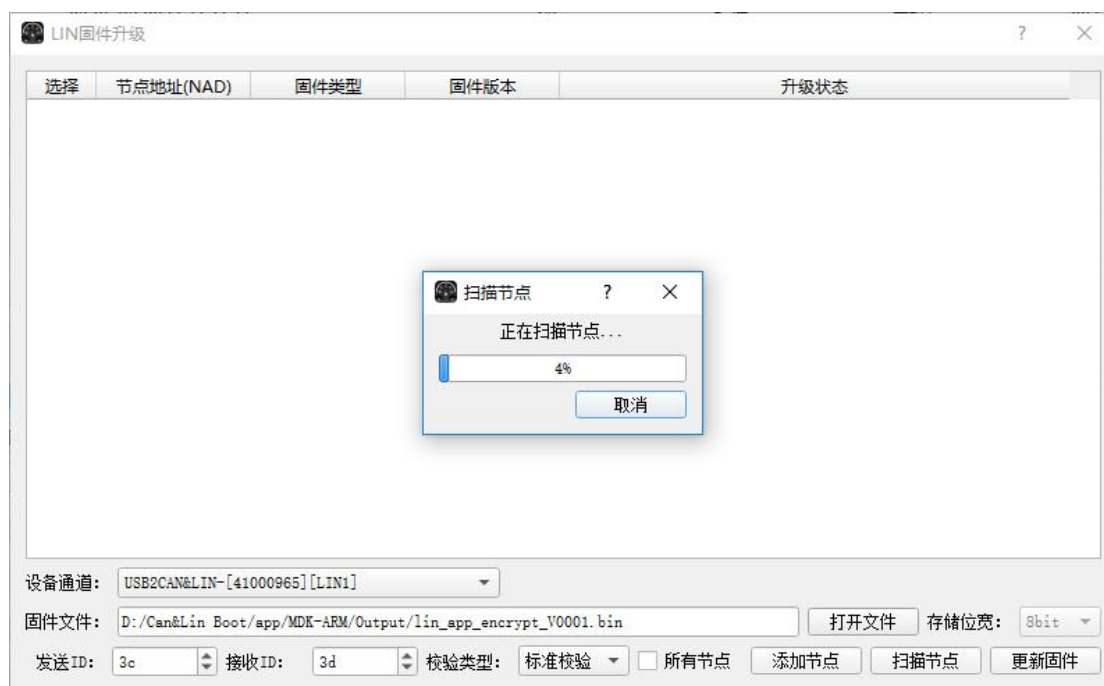


图 4.4 扫描过程



4.5 扫描结果

4.3 更新固件

在扫描到的节点中，选择要升级的节点，选定固件文件，单击更新固件，即开始升级过程。

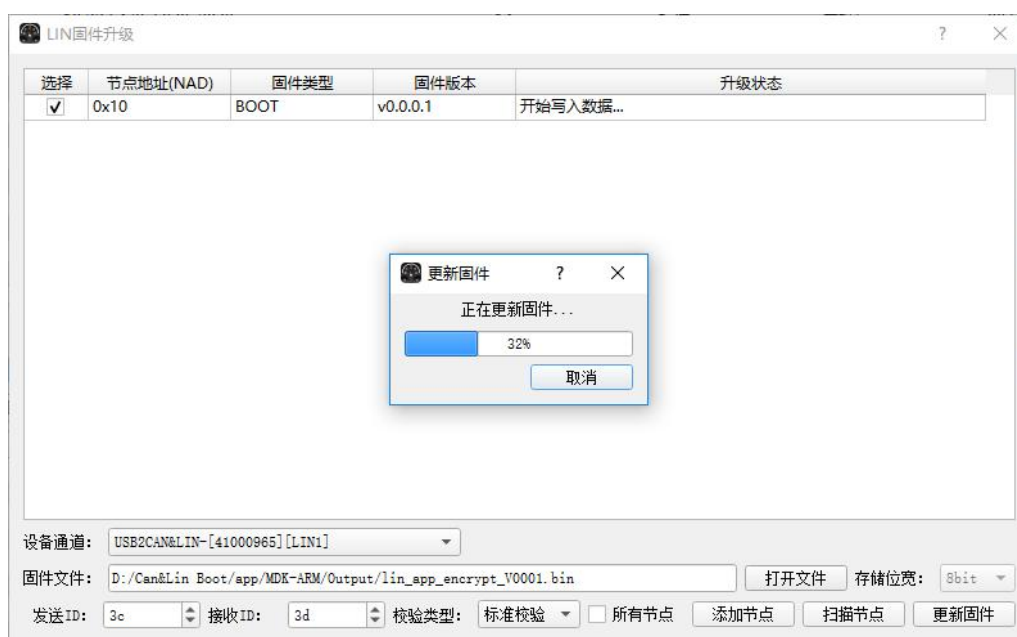


图 4.6 升级过程

固件升级完成！

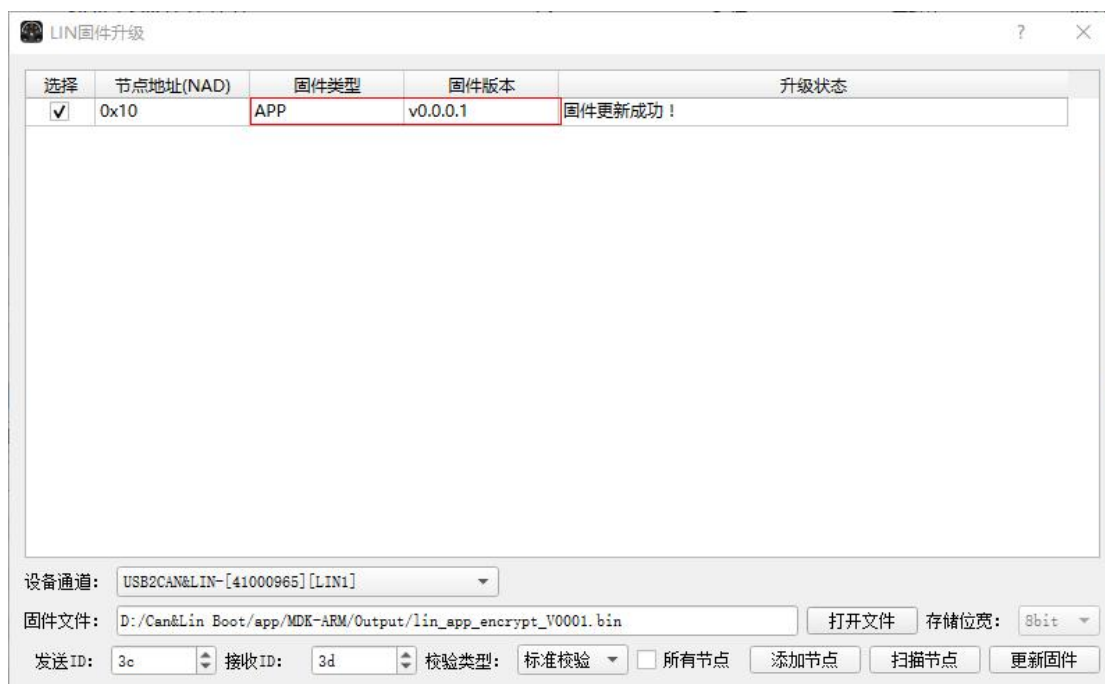


图 4.7 升级完成



版本信息

| 版本号 | 发布日期 | 更改说明 |
|---------|---------|------|
| 1.2.1.2 | 2022.11 | 首次发布 |
| 1.3.1.3 | 2023.03 | 更新内容 |



上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服务中心

上海复旦微电子集团股份有限公司

地址：上海市国泰路 127 号 4 号楼

邮编：200433

电话：(86-021) 6565 5050

传真：(86-021) 6565 9115

上海复旦微电子（香港）股份有限公司

地址：香港九龙尖沙咀东嘉连威老道 98 号东海商业中心 5 楼 506 室

电话：(852) 2116 3288 2116 3338

传真：(852) 2116 0882

北京办事处

地址：北京市东城区东直门北小街青龙胡同 1 号歌华大厦 B 座 423 室

邮编：100007

电话：(86-10) 8418 6608

传真：(86-10) 8418 6211

深圳办事处

地址：深圳市华强北路 4002 号圣廷苑酒店世纪楼 1301 室

邮编：518028

电话：(86-0755) 8335 0911 8335 1011 83352011 83350611

传真：(86-0755) 8335 9011

台湾办事处

地址：台北市 114 内湖区内湖路一段 252 号 12 楼 1225 室

电话：(886-2) 7721 1889

传真：(886-2) 7722 3888

新加坡办事处

地址：237, Alexandra Road, #07-01, The Alexcior, Singapore 159929

电话：(65) 6472 3688

传真：(65) 6472 3669

北美办事处

地址：2490 W. Ray Road Suite#2 Chandler, AZ 85224 USA

电话：(480) 857-6500 ext 18

公司网址：<http://www.fmsb.com/>