

通过LIN—协议4进行Flash/EE存储器编程

作者: Aude Richard

简介

ADuC7034的一个主要特性是能够将代码在线下载至片内Flash/EE存储器, 这种在线代码下载通过LIN通信总线执行。

本应用笔记描述ADuC7034器件(协议4)实现的下载协议, 以使用户能够开发自己的LIN编程工具来进行串行生产编程或应用更新。

主机指的是用来下载数据至ADuC7034的主机(微控制器、DSP或其他机器), 加载程序特指ADuC7034中固化的串行下载固件。

注意, 本应用笔记仅描述协议4。应用笔记AN-946 (“通过LIN—协议6进行Flash/EE存储器编程”)描述协议6, 详情请访问www.analog.com。

器件标识的第3行显示所用协议(参见表1)。A40表示协议4的发行版本, A60则表示协议6的发行版本。

表1. 标识示例

行	LFCSP
行1	ADuC7034
行2	BCPZ
行3	A40 # 日期代码
行4	组装批次号

该协议在19.2 k波特率时兼容LIN 2.0, 每个数据包可传输8字节数据。据估算, 该协议可在约35.9秒内擦除或下载30000字节数据至ADuC7034器件。

运行ADuC7034加载程序

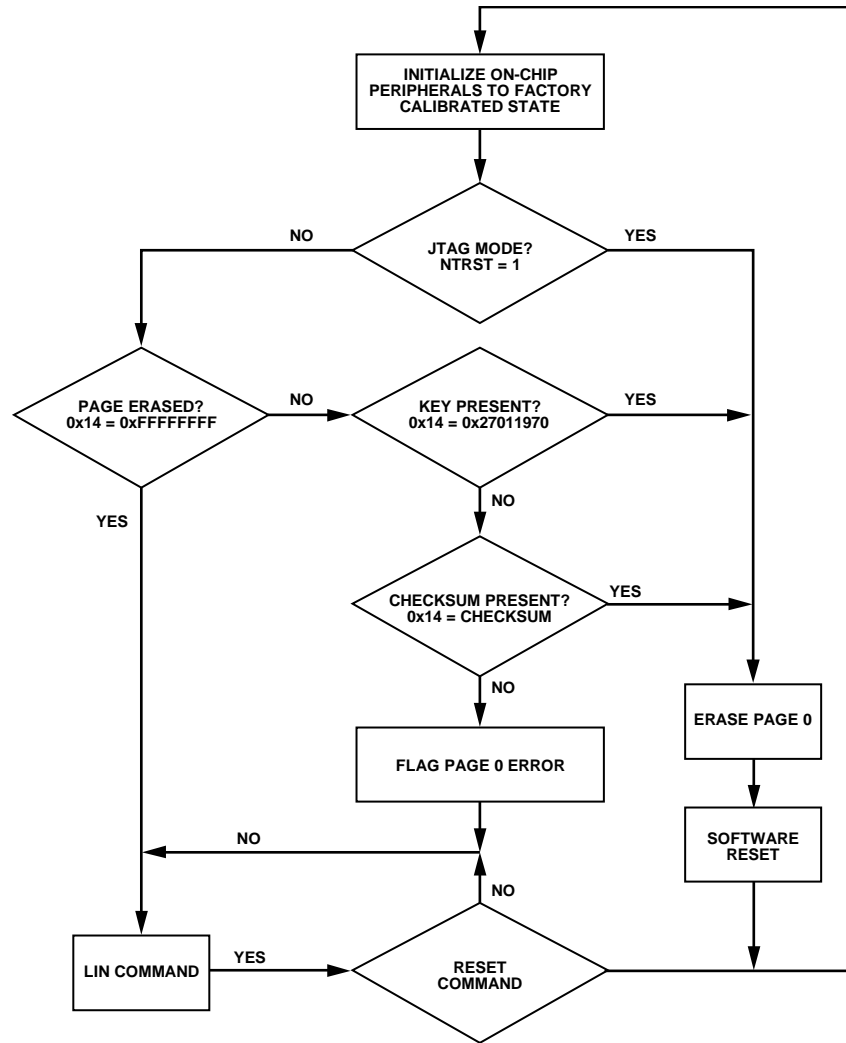
为了实现LIN下载, 只有当NTRST在复位期间为低电平, 并且Flash/EE存储器地址0x00080014的内容不是0x27011970及页0校验和时, ADuC7034才会进入加载程序模式, 如图1所示。

一般情况下, NTRST保持低电平, 进入下载模式与否由Flash地址0x00080014的内容决定。通常而言, 在用户应用中, Flash地址0x00080014的值不是0xFFFFFFFF, 因此, 用户代码必须具有一个内置机制来毁坏地址0x00080014或擦除页0(Flash地址0x0至Flash地址0x200), 并且复位器件。这种机制支持进入下载模式, 以便对器件重新编程。理想情况下, Flash地址0x00080014的值应最后编程, 以便在电源发生故障时, 或者在对程序主体进行重新编程期间发生错误时, 能够重新进入下载模式。

页0的校验和指页0中的所有半字之和, 不包括地址0x00080014的两个半字。该校验和必须存储在地址0x00080014。

目录

简介.....	1	地址写入帧.....	6
运行ADuC7034加载程序.....	1	验证命令校验和计算.....	6
用户代码和系统代码要求.....	4	数据写入帧.....	7
通过LIN分配PID.....	4	状态读取帧.....	7
LIN下载协议命令.....	5	更多信息.....	8
安全写入帧.....	5		



06446-001

图1. 进入下载模式

用户代码和系统代码要求

如需从用户代码进入下载模式，用户代码必须更改地址0x00080014，使其不是0x27011970或校验和。新代码根据该标准通过LIN下载后，就必须进行复位。

在用户模式下，请使用以下步骤实现可靠的输入序列：

1. 使能Flash/EE擦除和写入命令(FEEExMOD[3])。
2. 去除即将重新编程页面上的所有保护，至少包括页面0。
3. 通过将值0x00000000写入地址0x00080014使地址0x00080014失效。
4. 产生复位指令。
5. 加载程序进入下载模式。
6. 根据“通过LIN分配PID”部分的描述设置保护识别符。
7. 发送L命令以使能后续LIN下载命令。
8. 发送下载命令和数据，对所需页面重新编程。在这一阶段，地址0x00080014应给定的值为0xFFFFFFFF。
9. 验证所有已编程的页面。若检测到误差，可从步骤4重新开始编程。
10. 将校验和编程设置至地址0x00080014。
11. 发送R命令，以产生软件复位指令。
12. 器件进入用户模式。

在用户模式下，必须确保整个序列不会意外执行。

这一机制取决于控制地址0x00080014的用户代码控制功能。如果未能实施，用户就无法通过LIN接口进行下载。通过JTAG接口下载依然可以实现，因为复位时，NTRST处于高电平(连接JTAG仿真器)，用户代码可以执行，不受地址0x00080014影响。

通过LIN分配PID

ADuC7034具有默认分配的PID。为了重新定义这些PID，可采用LIN诊断帧(0x3C)。ADuC7034不会回复LIN诊断帧。

通过LIN分配PID时采用下列顺序：

1. 下载序列开始时，加载程序针对0x3C的PID检查所有帧。若LIN帧不包含该诊断PID，就会忽略该LIN帧。
2. 一旦收到PID为0x3C的LIN诊断帧，ADuC7034器件就会检查字节0到字节4的LIN帧。若其包含NAD、PCI、SID和供应商ID，如表2所示，ADuC7034器件就将字节5的消息ID LSB分配至字节7中指定的PID。

表2. LIN诊断帧

字节	描述	值
字节0	节点地址(NAD)	0x7F
字节1	协议控制信息(PCI)	0x06
字节2	服务标识符(SID)	0xB1
字节3	ADI公司供应商ID LSB	0x3A
字节4	ADI公司供应商ID MSB	0x00
字节5	消息ID LSB	0x00/0x01/0x02/0x03
字节6	消息ID MSB	0x00
字节7	用户自定义PID	用户设定值

3. LIN主机发送这些数据包中的一至四个，包含所需的用户定义PID。每个PID都和一个消息ID相关，如表3所示。安全写入PID必须写入，而且必须是写入的最后一个LIN诊断帧。

表3. 默认PID

消息ID	PID	默认	帧ID
0x0000	安全写入	0xF0	0x30
0x0001	地址写入	0xB1	0x31
0x0002	数据写入	0x32	0x32
0x0003	状态读取	0x73	0x33

4. 加载程序现在使用安全写入PID只识别L命令。
5. 接收到L命令后，R、E、W和V命令，以及数据写入和状态读取帧就可以采用这四个PID进行发送。不采用这四个PID的命令会被忽略。

重新分配地址写入、数据写入和状态读取的PID是可选项。分配安全写入帧PID不是可选项，必须是诊断帧分配的最后一个PID。

诊断帧的相关校验和是传统校验和，也就是说，校验和只根据数据计算。其他所有分组都采用增强校验和。

奇偶校验位构成了PID的一部分。

LIN下载协议命令

ADuC7034 LIN下载协议包含五个命令(参见表4)。

表4.

命令	描述
L	该命令用于进入LIN下载模式。仅在分配安全写入PID之后使用。
E	该命令用于擦除Flash/EE页面。
W	该命令用于向Flash/EE写入数据。
V	该命令用于在Flash/EE中的额定范围内产生32位校验和。
R	该命令用于产生软件复位。有关软件复位的更多信息，请参阅ADuC7034数据手册。

这五个命令(如表4所示)在四个PID之间分配使用，如表5所示。

表5. LIN诊断帧

LIN帧PID	默认PID值	有效命令	命令结果
安全写入	0xF0	L R	进入LIN下载模式 复位
Flash/EE地址写入	0xB1	E W V	擦除Flash/EE 写入Flash/EE 验证
Flash/EE数据写入	0x32	用户设定值	Flash/EE的数据
状态读取	0x73	用户设定值	状态读取

对与Flash/EE地址写入PID相关的所有命令而言，存储器的物理位置0x00080000至0x000877FF应用作映射区域0x00000000至0x000077FF的对应位置。若使用映射地址，执行命令就不会成功。

所有的数据包均为8位长度，闲置/保留分组包含0xFF。

安全写入、Flash/EE地址写入、数据写入和状态读取LIN帧具有增强校验和，即根据数据和PID计算校验和。

安全写入帧

L命令

LIN进入下载模式命令使加载程序进入LIN下载模式。通过诊断帧接收时，该命令与安全写入帧PID相关。

语法：<L[1] 0xFF[1] Key[1] 0xFF[5]>

例如，要进入下载模式，应使用以下命令：

<L 0xFF 0x42 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF>

需要采用键B(0x42)来成功执行命令。

表6. LIN进入下载模式帧

字节	描述	值
字节0	命令L	0x4C
字节1	保留供未来使用	0xFF
字节2	LIN下载输入键	0x42
字节3	保留供未来使用	0xFF
字节4	保留供未来使用	0xFF
字节5	保留供未来使用	0xFF
字节6	保留供未来使用	0xFF
字节7	保留供未来使用	0xFF

R命令

复位命令产生软件复位。有关软件复位含义的更多信息，请参阅ADuC7034数据手册。

语法：<R[1] 0xFF[1] Key[1] 0xFF[5]>

例如，要启动复位，应使用以下命令：

<R 0xFF 0xBD 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF>

表7. LIN复位帧

字节	描述	值
字节0	命令R	0x52
字节1	保留供未来使用	0xFF
字节2	LIN下载输入键	0xBD
字节3	保留供未来使用	0xFF
字节4	保留供未来使用	0xFF
字节5	保留供未来使用	0xFF
字节6	保留供未来使用	0xFF
字节7	保留供未来使用	0xFF

AN-881

地址写入帧

E命令

擦除Flash/EE命令可擦除Flash/EE页面。对具有512字节页面的Flash/EE而言，分成512个页面的规定字节数会被擦除。字节数应为512的倍数，否则页面数会取整处理。

擦除命令只对Flash/EE地址写入的PID做出响应。

语法：<E[1] address[4] number of bytes to erase[2] 0xFF[1]>

例如，要擦除页面0和页面1，应使用以下命令：

<E 0x00 0x00 0x08 0x00 0x00 0x04 0xFF>

表8. LIN擦除Flash/EE帧

字节	描述	值
字节0	命令E	0x45
字节1	起始地址LSB	不适用
字节2	起始地址，第二字节	不适用
字节3	起始地址，第三字节	不适用
字节4	起始地址MSB	不适用
字节5	LSB字节数	不适用
字节6	MSB字节数	不适用
字节7	保留供未来使用	0xFF

W命令

写入Flash/EE命令准备向已擦除的Flash/EE页面写入数据。字节5和字节6中定义的字节数写入Flash/EE，从字节1到字节4中规定的地址开始。

写入命令只对Flash/EE地址写入的PID做出响应。

语法：<W[1] Address[4] number of bytes to write[2] 0xFF[1]>

例如，要启动第二个Flash/EE页面的写入命令，应使用以下命令：

<W 0x00 0x02 0x08 0x00 0x00 0x02 0xFF>

表9. LIN写入Flash/EE帧

字节	描述	值
字节0	命令W	0x57
字节1	起始地址LSB	用户设定值
字节2	起始地址，第二字节	用户设定值
字节3	起始地址，第三字节	用户设定值
字节4	起始地址MSB	用户设定值
字节5	LSB字节数	用户设定值
字节6	MSB字节数	用户设定值
字节7	保留供未来使用	0xFF

该LIN写入Flash/EE帧之后是数据包。数据包与Flash/EE数据写入的数据写入PID相关。

建议最后对页面0进行编程设置，地址0x00080014除外。

规定的字节数不超过512。发送8字节数据包。

W数据包和所有的数据包都发送完毕后，应对写入区域执行验证命令。写入过程不会检查写入的数据。

V命令

验证命令计算选定页面所有半字的32位和，并将计算结果存入状态存储器，可通过状态读取命令回读。若选择非页面对齐地址或字节数进行验证，该值就按最接近的页面数取整。

验证命令只对Flash/EE地址写入的PID做出响应。

语法：<V[1] Address[4] number of bytes to verify[2] 0xFF[1]>

例如，要生成Flash/EE第二和第三个页面(1024字节)的校验和，应使用以下命令：

<V 0x00 0x02 0x08 0x00 0x00 0x04 0xFF>

表10. LIN验证Flash/EE帧

字节	描述	值
字节0	命令V	0x56
字节1	起始地址LSB	用户设定值
字节2	起始地址，第二字节	用户设定值
字节3	起始地址，第三字节	用户设定值
字节4	起始地址MSB	用户设定值
字节5	LSB字节数	用户设定值
字节6	MSB字节数	用户设定值
字节7	保留供未来使用	0xFF

验证命令校验和计算

验证命令生成32位值，代表从起始位置开始的16位值之和，其针对所需的字节数在V帧中规定。

$$Checksum = \sum_{Start\ Location}^{Number\ of\ Bytes} 16 - Bit\ Words$$

对一个512字节页面而言，ADuC7034器件收到V数据包后，需要500 μs时间，直到任何后续LIN帧开始。

数据写入帧

数据由一个或多个8字节LIN数据包构成。

该数据接收后写入Flash/EE。发送的数据包数量取决于之前地址写入命令中规定的字节数。规定的字节数除以8后即为数据包数量。闲置数据位必须以0xFF填充。这些填充位不会影响Flash/EE。

表11. LIN Flash/EE数据帧

字节	描述	值
字节0	数据1	0x45
字节1	数据2	用户设定值
字节2	数据3	用户设定值
字节3	数据4	用户设定值
字节4	数据5	用户设定值
字节5	数据6	用户设定值
字节6	数据7	用户设定值
字节7	数据8	0xFF

如果所需的数据包完成前收到任何其他PID，数据流就会终止，并标出写入错误。

数据写入后，应使用验证命令进行验证。该校验和可由状态读取来读取，并由主机与预期校验和进行比较。

状态读取帧

当LIN总线的主节点请求读取从节点时，就会读取状态帧。8字节LIN数据包由状态读取命令读取。

表12. LIN状态帧

字节	描述	值
字节0	最后执行的命令	用户设定值
字节1	器件ID字节	0x30/0x34
字节2	最后执行时每个命令的状态	用户设定值
字节3	保留供未来使用	0xFF
字节4	用于V命令的校验和LSB(否则保留)	用户设定值
字节5	用于V命令的校验和第二字节(否则保留)	用户设定值
字节6	用于V命令的校验和第三字节(否则保留)	用户设定值
字节7	用于V命令的校验和MSB(否则保留)	用户设定值

以下段落列出了关于表11中字节的更多信息：

- 字节0表示最后执行的命令，即E、L、W或V。
- 字节1表示ADI公司的器件ID
0x34—ADuC7034
- 字节2包含最后执行命令的good/bad状态位。
相关位会清除，以表示命令已顺利完成，并设置以指示故障。F对应Flash页面0错误标识。
<F 0 0 0 E 0 W V>
- 字节3保留供将来使用。
- 字节4至字节7根据最后执行的命令(验证)提供数据。

没有提供存储器读取命令用于用户代码保护和提高下载协议效率。

注意，所有值均以十六进制字节发送，表示为两个半字节。

AN-881

其它信息

示例

表13列出了下载512字节至页面2的一种序列示例。本例中采用ADuC7034。

表13. 序列示例

PID	命令 ¹	描述
0x3C	0x7F 0x06 0xB1 0x3A 0x00 0x01 0x00 AW	AW是地址写入PID
0x3C	0x7F 0x06 0xB1 0x3A 0x00 0x02 0x00 DW	DW是数据写入PID
0x3C	0x7F 0x06 0xB1 0x3A 0x00 0x03 0x00 SR	SR是状态读取PID
0x3C	0x7F 0x06 0xB1 0x3A 0x00 0x00 0x00 SW	SW是安全写入PID
SW	L 0xFF 0x42 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF	进入下载协议的序列 Key = B (0x42)
AW	E 0x00 0x02 0x08 0x00 0x00 0x02 0xFF	从第二个页面开始擦除一个页面的内容
SR	E 0x30 0x00 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF	Good状态
AW	W 0x00 0x02 0x08 0x00 0x00 0x02 0xFF	在地址0x80200写入512字节
DW	Usercode	下载数据至所需的Flash 64数据包
DW	Usercode	
	...	
	...	
DW	Usercode	最后一个写入的数据包
AW	V 0x00 0x02 0x08 0x00 0x00 0x02 0xFF	生成第二个页面的校验和
SR	V 0x30 0x00 0xFF CS	CS为4字节校验和
	...	编程设置其他页面
	...	
SW	R 0xFF 0xBD 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF	生成复位命令并运行用户代码

¹ 前三个诊断帧为可选项。如果未发送，就使用AW、DW和SR的默认值。

LIN协议下载速度

根据LIN 2.0协议，每个LIN帧都具有等于或大于最大帧大小的时隙。因此，

$$\begin{aligned}
 T_{\text{FRAME SLOT}} &= T_{\text{HEADER MAXIMUM}} + T_{\text{RESPONSE MAXIMUM}} \\
 &= 1.4 \times (T_{\text{HEADER NOMINAL}} + T_{\text{RESPONSE NOMINAL}}) \\
 &= 1.4 \times (34 \times T_{\text{BIT}} + (10 \times (N_{\text{DATA}} + 1) \times T_{\text{BIT}}))
 \end{aligned}$$

有关LIN帧长度的更多信息，请参考2.2“帧时隙”部分的LIN 2.0规格、LIN协议规格。

单个页面擦除需要20 ms。擦除整个30 kB用户空间需要1.2秒。使用协议4时，每个帧时隙为9.04 ms。这是下载8字节所需的时间。因此，对整个用户空间(30 kB)进行编程设置需要34.7 ms。