

# MSP430 微控制器讲座

## (三)

# 如何实现程序的远程监控及在线升级

雷奥

大多数 MSP430 系列微控制器的程序升级是通过 JTAG 接口或 BSL 接口的方式实现,这两种升级方式都必须在产品的应用现场完成,因此为一些产品升级带来了不便,为解决这一问题,本文主要讲述了如何实现程序的远程监控和远程在线升级。

在 MSP430 系列微控制器中很多型号都至少有一个 USART (同步/异步串口) 模块,且所有微控制器的 FLASH 存储器模块都可以进行自编程工作,即可以通过用户应用程序对 FLASH 程序区进行独立擦除和写入的操作,当在微控制器内部放置一段监控程序,再结合 USART 模块就可以很方便的检测 FLASH 存储单元内容或更新 FLASH 程序代码,只需配合用户 PC 机的串口调试软件即可实现,无需 JTAG 接口或 BSL 接口的支持。

## 基本原理

MSP430 系列微控制器的 FLASH 存储器模块是一个可独立操作的物理存储单元,即可存储程序又可存储数据,存储器被分为多个 512 字节的段(信息段大小为 128 或 64 字节),各段可单独擦除,写入时可按字或字节操作,在正常工作电压情况下,程序可对 FLASH 进行擦写的“自编程”操作,因此特别适合程序的远程监控和在线升级。

在线升级程序是指在程序中内置一段与“应用程序”相独立的“升级程序”,通过现有的通信接口进行远程监控和在线升级。它的原理是在目标 MCU 中放置两段代码,一段为“应用程序”,一段为“升级程序”,两段代码的地址空间不可重叠,然后利用“升级程序”擦除应用程序并写入更新的程序代码,完成程序的远程升级。

升级时上位机串口软件 Tera Term、计算机的超级终端 Hyper Terminal 等和 MCU 通过串口进行通讯,完成更新程序的传递工作,“升级程序”大约占用两段 FLASH 主程序单元(每段 512 字节),并且与应用程序独立存在。

开始升级前需修改相关的头文件以确认以下几方面的参数:①升级程序具体应用于哪一款 MSP430 微控制器;②如何处理中断程序;③在系统复位后确认是升级程序先运行,还是应用程序先运行;④擦除 FLASH 存储器时是否需要密码保护功能;⑤升级监控程序是否要清空 MSP430 存储内容;⑥通过 USART 通讯接口接收的

上位机升级命令和数据时是否需要对上位机做出响应。

在实现程序的远程监控与在线升级时, MSP430 微控制器可以外接一个 32768Hz 的晶振,产生的 ACLK 辅助时钟作为 USART 串口传输时的波特率时钟。

## 工作流程

**上位机串口通讯** 上位机串口通讯软件以 9600 波特率与 MCU 进行通讯,数据格式包含 8 个数据位、一个停止位,不含奇、偶校验位和流程控制位。上位机每发送完一个字节后至少延时 1ms 再接着发送下一个字节,同时升级程序每接收到一个字符后根据设置决定是否需要对上位机做出响应。

**开始工作** 在线升级程序可以在系统复位后开始工作,也可以被应用程序调用,由用户根据方案的应用选择具体的配置。开始工作时,程序首先关闭 WDT 看门狗模块,配置 FLASH 的操作时钟,然后设置 USART 的通讯波特率为 9600bps,8 位数据位、一个停止位、无奇、偶校验位,接下来的操作依赖于“升级程序”先运行,还是应用程序先运行。

如果在系统复位之后“升级程序”先工作,那么首先将定时器设置为约 2s 的定时溢出,然后上位机发送一条提示信息,之后进入一循环程序,等待串口接收标志和定时器的定时溢出标志。如果 USART 串口模块在定时器溢出之前接收到任一符号,那么程序进入“升级程序”的主循环程序,等待接收上位机串口软件发出各种任务指令;反之,如果 USART 串口模块在定时器溢出后还未接收到任一符号时,那么“升级程序”将停止定时器工作,同时检测“应用程序”的复位向量,如果复位向量存在,则“升级程序”返回并运行“应用程序”;如果复位向量为空,说明“应用程序”不存在,则“升级程序”返回到自身的主循环程序。

如果在系统复位之后“应用程序”先工作时,程序运行过程中当“应用程序”通过跳转指令运行“升级程序”后,“升级程序”开始工作,这种情况下无须配置定时器,“升级程序”会直接进入自己的主循环程序。

控制命令符“升级程序”接收到上位机串口通讯软件发送的控制命令字符后执行相应的动作或向上位机返回错误提示信息,如表 1 所示,所有命令和十六进制值

都必须以大写形式写入,当写入除 0~9 和 A~F 十六进制之外其它的无效字符时将被认为是分隔符号。

表 1

命令符	参数	功能说明
C	无	校验主程序内容
D	起始地址及数据长度 (16 进制)	显示 FLASH 存储单元的内容
E	密码、起始地址和终止地址	擦除 FLASH 存储单元的内容
G	无	加载程序
I	A 段或 B 段 (C 段或 D 段)	擦除信息存储器, A 段或 B 段 (C 段或 D 段)
U	文本文件	更新应用程序, 可以是 txt 文件格式

表 1 的 6 个控制命令符功能如下:

①运行 C 命令符时“升级程序”校验主程序区的内容,校验和以十六进制数据格式上传至上位机,从而判断升级程序的有效性。

②运行 D 命令符时用于在上位机显示 FLASH 存储单元的内容,命令格式为: D< 开始地址 >< 所要显示的字节数 >,其中开始地址和所要显示的字节数都以 16 进制数表示,且以 4 位 16 进制格式显示,如图 1 所示,8 个字 (16 个字节) 长度的内容连续显示在两个字节的地址信息后面。

? D 1500 8

1500 E0F2 0003 0021 4130 0020 4031 0A00 12B0

图 1

如果“升级程序”没有接收到一个有效的 16 进制地址值时,则默认的“开始地址”即为 FLASH 程序存储器的起始地址;如果没有“所要显示的字节数”,则“升级程序”会在上位机以八个字长度为一行一直显示,直到“升级程序”接收到新的命令字符。当接收到的地址已到 FLASH 存储器模块的末端地址时,“升级程序”立即返回一个提示符,提示显示地址已经达到存储器地址末端,同时不可显示的地址范围为 0x0000~0x0200,包含特殊功能寄存器和外围设备。

③运行 E 命令符时擦除除两段“升级程序”以外的整个 FLASH 主程序存储空间,当然也可以擦除指定地址范围的 FLASH 存储空间,擦除时可以增加密码保护功能,降低误操作擦除的机率。

当没有设置密码保护功能时,“升级程序”接收到命令 E 后自动寻找要擦除的起始地址和终止地址,若没有接收到有效的起始地址时,“升级程序”会擦除所有 FLASH 存储空间;若没有接收到有效的终止地址时,“升级程序”会擦除从起始地址开始的所有 FLASH 程序

存储空间。

当设有密码保护功能时,“升级程序”接收到擦除命令时提示需要密码,该密码存储在应用程序中断向量的第一个 16 位字节区间,当密码输入错误时,“升级程序”不执行擦除动作并向上位机返回没有执行擦除动作的提示信息;当密码输入正确,且要求擦除有起始地址和终止地址的 FLASH 存储空间时,“升级程序”会提示输入起始地址和终止地址,如果输入的地址不符合 FLASH 存储器模块的有效地址范围时,“升级程序”返回,并提示重新输入地址,同时要求输入的起始地址必须大于或等于应用程序 FLASH 存储空间的起始地址,输入的终止地址必须小于或等于应用程序 FLASH 存储空间的终止地址,且必须大于或等于输入的起始地址。

FLASH 存储器模块擦除时以段为单位,当输入一个有效地址时,一段包含起始地址,另一段包含终止地址,那么在这两段之间的空间将全部被擦除,全部擦除成功后密码为 0xFFFF。

④运行 G 命令符时,加载应用程序,即通过间接跳转指令将程序控制权交给新的应用程序,新的应用程序的复位中断向量在 0xFBFE,当复位向量为空(0xFFFF)时“升级程序”返回主循环,并产生其它提示信息。

⑤运行 I 命令符时,擦除 256 字节的信息存储器 A 或 B,执行这个操作时,只需要提供正确的段名即可,擦除成功后,“升级程序”会向上位机返回一个响应信号。

⑥运行 U 命令符时,利用串口更新 FLASH 存储器数据,更新的程序文件可以是 MSP430 源程序调试后通过

表 2

命令符	参数	功能说明
@	地址符	接收起始地址
q	退出符	终止程序更新

IAR 软件编译生成的.txt 格式文件。当执行更新功能时,“升级程序”只对两字符执行相应的操作,如表 2 所示,这两个命令字符也是 MSP430-txt 格式文件中的一部分。

**更新程序** 程序升级主要由以下四步骤组成:

①设定 FLASH 地址,当接收到 U 命令时,“升级程序”进入 FLASH 编程功能并等待接收以 @ 字符开头的 FLASH 地址,如果接收到的下一个字符以 @ 开头,则“升级程序”扫描输入一个 16 位的 16 进制值;如果接收的下一个字符不以 @ 开头,则“升级程序”返回到主循环程序并提示错误信息;如果接收到的是一个无效的字符(除 0~9 和 A~F 之外),“升级程序”将终止编程功能并返回主循环。当接收到一个有效的 16 进制值时,“升级程序”将该值与应用程序中头文件规定的 FLASH 存储器模块的地址范围(顶部第二段 0xFBFF 开始到第 n 段的地址)进行比较,如果接收到的值超出规定的地址范围,则“升级程序”将终止编程功能并返回主循环程序,继续等

待接收命令符。

②接收数据，当接收到有效的 FLASH 地址时，“升级程序”通过串口扫描接收 16 进制编码格式的数据，只有连续接收到两个有效的 16 进制字符（0~9，A~F）时，“升级程序”才认为接收到一个有效字节数，在数据接收过程中当接收到 16 进制字符以外的任何的字符（除 @ 和 q 之外）时，“升级程序”都将给上位机一个响应并将这些错误数据忽略。

接收到的每个字节数据都被存储在 RAM 缓冲区，当“升级程序”检测到一个换行符时，RAM 缓冲区的内容将被复制到 FLASH 程序存储空间。“升级程序”在等待接收并写入新的数据前，都要检测被写入的字节地址是否为空，若不为空，“升级程序”向上位机发送一个“NB”错误标识信息，并终止数据写入，剩余未完的数据将忽略不再继续写入。

若在数据传输过程中接收到一个新的以 @ 开头的字符，则“升级程序”会默认为是一个新的 FLASH 地址，如果紧跟着的 @ 字符后是有效的地址数据，“升级程序”重新设置新的起始地址，然后返回主循环继续等待接收

命令符；如果紧跟着 @ 字符后不是有效的地址数据，则停止编程。

③结束更新，在程序更新过程中当接收到字符 q (0x61)时，“升级程序”会自动结束远程升级任务，并返回主循环程序。

④运行更新的程序，当接收完更新的应用程序之后，可以通过软件复位重新运行这个新的应用程序，当“升级软件”接收到 G 命令符时，“升级软件”产生一个软件复位（通过对 FLASH 控制寄存器或 WDT 看门狗定时器写入错误的口令字即可实现），程序复位后就会按新的复位中断向量地址开始执行新的应用程序。

## 结束语

本文所描述远程监控和在线升级的方法是实现 MSP430 微控制器程序升级方法的一种，与通过 JTAG 接口与 BSL 接口更新程序的区别在于这种方法是实现“远程”的升级更新，为一些特殊应用领域提供了一种可靠、便利、性价高的程序升级。

# MSP430 样品、学习板或开发板套件申请表

申请注意事项（请仔细阅读，复印有效）

1. 请按下面表格认真填写您的详细信息，可另附页详细描述您的项目方案、开发周期及今后产量等，项目方案可以有方案框图、方案要达到的指标、方案内容或原理的描述等，您描述的越仔细清楚，我们越容易根据您的描述批准申请表，MSP430 样品、学习板或开发套件的型号可以从利尔达科技有限公司网站(www.lierda.com)获得。我们会认真阅读每位读者的来信，尽快答复，若编辑部解决不了您的问题，我们会及时将您的来信与

利尔达科技有限公司联系，根据您的方案提供样品、资料等技术支持，并会对您所提供的信息保密。

2. 因样品、学习板或开发板有限，我们有可能根据您的方案，对您申请的物品进行适当的调整，我们也不能承诺某一时间内某一申请人一定能申请到所需的物品，请您谅解。

3. 填写完后请您将申请表按页脚地址邮到编辑部，如您对此条款有异议，请及时与我们联系。

姓名：\_\_\_\_\_ 部门/职位/学校：\_\_\_\_\_

公司：\_\_\_\_\_

申请型号：\_\_\_\_\_

地址：\_\_\_\_\_ 邮编：\_\_\_\_\_

电话：\_\_\_\_\_ 邮件：\_\_\_\_\_

方案叙述（可附页）：

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

地址：北京市海淀区玉渊潭南路普惠南里 13 号楼 通讯处：北京 165 信箱 邮编：100036

编辑部：010-68278179 广告部：010-68278572 传真：010-68278572

网址：<http://www.eleworld.com> E-mail：[dzsjsj@public.bta.net.cn](mailto:dzsjsj@public.bta.net.cn)