

# TMS320VC5502 外扩 FLASH 自举引导方法的设计与实现

张 彪, 方 方, 黄洪全, 黄 秋, 丁卫撑

(成都理工大学核技术与自动化工程学院, 四川 成都 610059)

**摘要:**阐述了基于 TMS320VC5502 的 FLASH 自举引导的实现方法,给出了引导表的生成过程、系统硬件连接图以及 FLASH 的烧写步骤。该系统是以 EMIF 的并行引导方式进行自举引导,实现程序从 FLASH 向片内 RAM 的自动装载。同时采用在线 FLASH 编程方法完成 FLASH 的烧写任务,经验证表明这种方法简单方便节省资源。

**关键词:**TMS320VC5502; Bootloader; 在线 FLASH 编程; 并行引导

**中图分类号:** TN911.72 **文献标识码:** A **文章编号:** 0258-0934(2009)06-1303-04

由于数字信号处理技术的快速发展,数字信号处理器在核信号采集以及处理上的使用也日渐广泛。在核信号探测过程中,核信号传感器(如半导体探测器)将辐射信号转变为电信号后送至 A/D 模数转换器,将模拟信号转变为数字信号。为了实现对采集的核信号进行快速批处理以求达到实时的效果,选用了 TI 公司 C5000 16-bit 定点 DSP 系列里的最新一代产品 TMS320C55x 系列 DSP 中的 TMS320VC5502。考虑到 A/D 与 DSP 之间的速度匹配问题,在 A/D 与 DSP 之间加入 FIFO 器件用以协调两者间的速度。由于信号采集大多在野外进行,若要达到实时的效果,要求 DSP 应具有上电自启功能。

在 DSP 集成开发环境中编写的应用程序经过软件仿真或者硬件仿真之后,都需要将该应用程序存储于非挥发性的存储芯片上。以便于在上电后,DSP 能够运行其内部片上 ROM

中的 Bootloader 程序,将应用程序从存储芯片上拷贝到内部或者外部的 RAM 中运行。

本文基于 TMS320VC5502 和 SST39VF400A FLASH 的系统背景,实现了该系统自启动的硬件设计以及自启动引导表的编写,同时完成了在线 FLASH 编程,也实现了上电自启动的功能。验证表明这种方法简单方便且节省资源。

## 1 Bootloader 简介以及引导模式的选择

TI 公司的 DSP 芯片出厂时,在其片内 ROM 中固化有引导加载程序(Bootloader)。其功能主要是完成将外部的程序加载到片内 RAM 中运行,以提高程序的执行速度。

TMS320VC5502 DSP 片内 ROM 的字节地址范围是 FF8000H 到 FFFFFFFH 的 32KB 空间。这一空间是否作为 ROM 使用由上电时 GPIO[2:0]的引脚状态决定。当 GPIO[2:0]=000 时,片内 ROM 无效;当 GPIO[2:0]≠000 时,片内 ROM 有效。当 ROM 有效时程序先对 DSP 进行初始化,配置 DSP 的堆栈寄存器、中断寄存器和 DSP 状态寄存器,保证在引导装载用户程序时不会被中断,从而避免程序加载失败。由于 DSP 可以通过引导表对寄存

收稿日期:2008-08-28

作者简介:张彪(1984-),男,山西人,成都理工大学核技术与自动化工程学院,硕士研究生,从事智能仪器研究。

器进行修改,需要注意在 Bootloader 程序运行时,尽量不要修改 Bootloader 程序配置过的中断控制寄存器,否则会导致不可预料的后果。TMS320VC5502 的引导模式有 HPI 引导模式、并行 EMIF 引导模式、标准串口引导模式、串口 EEPROM 引导模式、IIC EEPROM 引导模式、UART 引导模式、无引导模式<sup>[1-2]</sup>。

TMS320VC5502 的引导模式共有以下 8 种配置:

GPIO[2:0] 引导模式

000 直接从外部 16 位的 FLSAH 运行程序;

001 通过 SPI(McBsp0 配置为 SPI)接口的 EEPROM 进行自举;

010 通过标准的 McBsp0 同步串口进行自举;

011 通过 EMIF 从外部 16 位的 FLASH 进行自举;

100 直接从外部的 32 位 SRAM 进行自举;

101 通过 HPI 接口进行自举引导;

110 通过 IIC 接口 EEPROM 进行自举;

111 通过串口进行自举引导。

通过以上 8 种配置方式可以选择用户所需的引导模式。

## 2 TMS320VC5502 的 FLASH 自举引导硬件连接

TMS320VC5502 每次上电复位,在执行完一系列的初始化工作后,根据事先配置的自举模式,由 Bootloader 程序将片外的程序拷贝到片内 RAM 中。在本系统中,通过配置 GPIO [2:0]为 011,选择通过 EMIF 从外部的 16 位 FLASH(并行模式)进行自举。这种模式应用最为普遍,而且传输速度较快。

通过 EMIF 可以很灵活方便的实现和同步或异步存储器的无缝对接。在 EMIF 的并行模式中,片内 ROM 的 Bootloader 的程序是以地址 0x200000 为首地址开始加载程序的。所以 FLASH 的片选端 CE 应该与 CE1 相连接,以使其地址配置在 DSP 的 CE1 空间。在加载时,EMIF 的 CE1 空间已经默认为异步静态随机存储器(SRAM)接口,并且在时序上采用了最差情况(即其读写的等待时序最长)以使程序

能够顺利地加载到片上。图 1 所示为 TMS320VC5502 与 SST39VF400A 的硬件连接图。

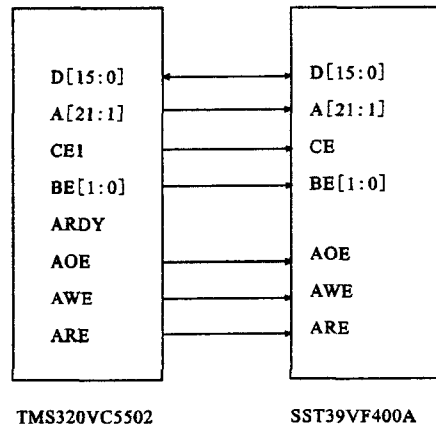


图 1 TMS320VC5502 与 SST39VF400A 的硬件连接图<sup>[1]</sup>

## 3 引导表的建立

Bootloader 加载程序是以引导表的方式加载的。引导表的主要功能是生成 HEX 文件、指定程序的入口地址、指定引导方式以及指定片内和片外存储器的位宽等等。TMS320VC5502 引导表的结构如表 1 所示。TMS320VC5502 引导表结构包括了用户程序的代码段和数据段以及相应段在内存中的存储位置,此外,还包括了程序的入口地址、部分寄存器的配置值、可编程延时时间等信息。

要生成引导表. hex, 可以使用 TI 公司 CCS 自带的 hex55. exe 转换工具<sup>[2]</sup>。使用 hex55. exe 之前,需要先生成应用程序的. out 文件,引导表配置. cmd 文件。在生成引导表. hex 文件的步骤中,应用程序的. out 文件在 CCS2.0 集成开发环境中编译链接后便可生成,而引导表配置. cmd 文件的生成需手动编写。

以下是生成. cmd 文件的一个实例:

```
led.out 需要转换的链接文件名
-boot 转化成引导表的形式
-a 采用 ASCII 的格式
-e _c_int00 用户程序的入口地址
-v5510:2 引导表格式版本
-parallel 16 16 位并行引导
-o led.hex 输出的 HEX 文件名
-map led.map 输出的 MAP 表
```

表 1 TMS320VC5502 引导表结构<sup>[2]</sup>

32 位程序入口地址			
32 位寄存器配置数目			
16 位寄存器地址		16 位寄存器内容	
16 位延时标志		16 位延时长度	
32 位段长度(字节数)			
32 位段起始地址			
数据	数据	数据	数据
数据	数据	数据	数据
32 位全零(引导表结束标志)			

有关于存储器的位宽选择可根据需要而定。在生成 cmd 的文件后,用户可以将 hex55.exe、引导表配置.cmd 文件、应用程序的.out 文件放在同一个目录下。这时在 WindowXP 开始菜单下点击“运行”,输入 CMD 后进入 DOS 环境,在以上三个文件所在的目录下输入 hex55 filename.cmd。例如:假设文件在 C 盘目录下则有 C:\>hex55 led.cmd,点击 Enter 后便生成了.hex 文件。

#### 4 FLASH 的烧写

本系统采用现场 FLASH 编程方法即在线 FLASH 编程方法<sup>[4]</sup>,这种方法是通过仿真器和 JTAG 口借助 DSP 芯片将引导表写入 FLASH 的。这个过程不需要将 FLASH 从 DSP 功能板上取下来,也不需要其他的烧写设备,在仿真环境下即可。这种方法对系统有一定的要求即 FLASH 与 DSP 的数据通道引脚必须是 HPI 口、并口或者串口。在线 FLASH 编程方法使系统的灵活性大大增强,下载到 DSP 功能板上很方便,而且方便升级软件的功能,提高了利用率。

这里采用的是 SST39VF400A FLASH。它是一个低功耗,工作电压在 2.7V~3.6V,存储容量为 256kW 的 FLASH。FLASH 的编程和擦除需要一定的指令,SST39VF400A 提供了三种擦除方式<sup>[5]</sup>:其一是按扇区擦除,每扇 2kW,共 128 扇;其二是按块擦除,每块 32kW,共 8 块;其三是整片快速擦除。表 2 所示为整片擦除步骤。

表 2 整片擦除步骤<sup>[5]</sup>

步骤	1	2	3	4	5	6
地址(0x)	5555	2AAA	5555	5555	2AAA	5555
数据(0x)	AA	55	80	AA	55	10

编程只有一种方法,但是有两个时序控制:一种是由 WE 来控制的,另一种是由 CE 来控制的。编程步骤如表 3 所示。

表 3 编程步骤<sup>[5]</sup>

步骤	地址(0x)	数据
1	5555	AA
2	2AAA	55
3	5555	A0
4	编程地址	编程数据

FLASH 进入正常工作状态即读写状态有两种方法,现介绍一种方法,步骤如表 4 所示。

表 4 进入正常工作状态的步骤<sup>[5]</sup>

步骤	1	2	3
地址(0x)	5555	2AAA	5555
数据(0x)	AA	55	F0

SST39VF400A 烧写的步骤<sup>[4~5]</sup>如下:

- (1)编程使 FLASH 进入正常的工作状态;
- (2)将要编程的 FLASH 空间擦除。擦除有三种方法,这里采用整片擦除;
- (3)将引导表写入 FLASH 中;
- (4)将写入 FLASH 中的内容读出,进行读出校验。由于在 CCS2.0 中通过 View-Memory 菜单可以看到 I/O 空间的内容,所以编程时这一步可以省略。

补充一点 hex55.exe 转换的是 HEX 文件,而下载到 FLASH 中的程序应该为 DAT 文件。所以用户需要编写一个 HEX 转 DAT 的小程序。

以上步骤完成后,将 DAT 文件存储为头文件形式,在 CCS2.0 集成开发环境中创建工程后,将 FLASH 的烧写程序、命令配置文件以及 DAT 头文件全部添加到该工程中,编译链接后下载运行,打开 View-Memory 菜单查看以地址 0x200000 为起始的内容,并与 DAT 头文件中的内容比较,如果结果相同,则将硬件仿真器拔掉,重新复位 DSP 后,程序便从外部的 FLASH 开始自举引导到片内 RAM 运行。本

文中所用测试程序为 LED 的定时闪烁程序,按照上述方法操作后,可看到 LED 每隔一段时间会闪烁。

## 5 结语

研究表明 TMS320VC5502 DSP 在线 FLASH 编程方法简便易行,而且不需要任何的烧写设备,在 CCS 的仿真环境下即可直接实现程序的下载功能,同时编写了引导表配置文件,利用 CCS 自带的 hex55.exe 生成 HXE 文件。由于下载到 FLASH 中的程序必须是 DAT 文件,通过编写转换程序,完成了 HEX 到 DAT 程序的转换。经测试验证,本 TMS320VC5502 外扩 FLASH 的自举引导方法是

可行的。

### 参考文献:

- [1] TI 著. 彭启琮,武乐琴,张舰,等译. TMS320VC55x 系列 DSP 的 CPU 与外设[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
- [2] TI. Using the TMS320VC5501/C5502 Bootloader.
- [3] TI. TMS320C55x Assembly Language Tools User's Guide (Rev. G).
- [4] 张勇. C/C++ 语言硬件程序设计[M]. 陕西:西安电子科技大学出版社,2003.
- [5] TI. SST39LF/VF200A/400A/800A Data Sheet.

## A Bootloader Design of Extended FLASH Based on TMS320VC5502

ZHANG Biao, FANG Fang, HUANG Hong-quan, HUANG Qiu, DING Wei-cheng

(College of Nuclear Technology & Automation Engineering,

Chengdu Univ. of Technology, Chengdu of Sichuan Prov. 610059, China)

**Abstract:** A Bootloader method of extended FLASH based on TMS320VC5502 is introduced. The building procession of boot table, the circuit diagram of system and the steps of loading programme to FLASH are also introduced. The mode of Bootloader is EMIF parallel boot in order to load the progamme from extended FLASH to RAM on chip. In addition, the mode of loading is online FLASH programming, which is easy and convenient to load the programme to FLASH.

**Key words:** TMS320VC5502, Bootloader, online FLASH programming, parallel boot

---

(上接第 1263 页, Continued from page 1263)

**Abstract:** For the protection of analyst in the measurement, as well as the facilitation of expert to realize the remote analysis, a solution of live video combined with internet access and control is proposed. DirectShow technology and the LabVIEWS IDT (Internet Develop Toolkit) module are used, video and analysis pages of the gamma energy spectrum are integrated and published in the windows system by IIS (Internet Information Sever). We realize the analysis of gamma spectrum and remote operations by internet. At the same time, the system has a friendly interface and easily to be put into practice. It also has some reference value for the related radioactive measurement.

**Key words:** Remote, Video, Gamma, Spectrum analysis, LabVIEW