

基于 DSP 的 FLASH 自启动设计

刘涛,倪江生 王丹丹

(东南大学 仪器科学与工程学院,江苏 南京 210096)

摘要: 在 DSP 的系统设计中,系统需要在加电后脱离主机和仿真器自启动引导装载,这也是 DSP 开发中的重要环节之一。文章在分析了 DSP 启动的几种方式的基础上,以 TI 公司 TMS320C6713 DSP 和 FLASH 存储器 (S29AL008D) 为平台,设计了一种完整的 DSP 自启动方案,并给出了主要程序的源代码。

关键词: TMS320C6713; 引导启动; 闪存存储器

中图分类号: TP368

文献标识码: B

文章编号: 1006 - 2394 (2009) 09 - 0044 - 02

Design of FLASH Bootload for DSP

LIU Tao, NI Jiang-sheng, WANG Dan-dan

(Department of Instrument Science and Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: In the DSP system design, the system needs bootstrapping without the host and emulator after power on, which is essential aspect in DSP development. In the analysis of several ways of DSP switching on, a complete DSP bootload program based on the TI TMS320C6713 DSP and FLASH memory (S29AL008D) is designed and the source codes of the main program are given.

Key words: TMS320C6713; bootload; FLASH

1 启动方式分析

TMS320C6713 是美国 TI 公司最近推出的 TMS320C67xx 系列浮点型 DSP 中的一种芯片。TMS320C6713 DSP 脱机运行一般有主机端口 (HPI) 引导加载和 ROM 加载 2 种自举加载模式。

主机端口 (HPI) 引导加载: CPU 上电复位后, I/O 部分将处于激活状态, 可以进行正常的通信, 但 DSP 的内核仍处于复位状态, 一直等待主机向 HPI 控制寄存器中的 DSPNT 位置 1。这样, 主机就可以通过 HPI 接口访问 DSP 的整个存储空间, 对它们进行初始化。完成相关设置后, 向 DSPNT 位写入 1, CPU 结束复位状态, 执行地址 0 处的指令。其中仿真器引导是一种特殊的主机引导。

ROM 引导加载: 在 DSP 外部复位信号被释放后, 芯片处于内部复位保持状态, DSP 芯片自动地通过 EDMA / QDMA 将外部 ROM 中的 1KB 程序搬入地址 0 处。内部复位完成后, DSP 开始从地址 0 处执行指令。

在以 C6000 为核心的独立系统中, ROM 引导加载方案被认为是最简单和常用的。系统上电后, 由引导程序将 DSP 的应用程序从该存储器引导到 DSP 应用

板上的高速存储器 (如内部 SRAM, SDRAM 等)。FLASH 存储器是一种高速的具有电擦除可改写的非易失性存储器, 且具有删除速度快、集成度高、功耗低等特点, 已成为此种存储器的首选。本方案选择 S29AL008D 作为外部 ROM 使用来实现 DSP 平台的 FLASH 自启动设计。

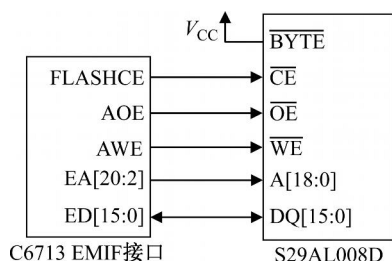
2 硬件设计

DSP 访问片外存储器主要通过外部存储器接口 EMIF。EMIF 具有很强的外设连接能力, 可以和各种存储器无缝连接, 还具有很高的数据吞吐能力。EMIF 含有 4 个 CE 空间寄存器, 由于 FLASH 加载程序是从 CE1 空间搬入的, 因此 DSP 的 CE1 与 FLASH 的片选 CE 相连, 这样将 FLASH 的内部地址映射到 DSP 的 0x90000000 地址处。TMS320C6713 与 S29AL008D 的连接电路如图 1 所示, 其中, A0 ~ A18 为地址线, DQ0 ~ DQ15 为数据线, OE 和 WE 分别为输出使能和写使能, CE 为片使能, BYTE 引脚选择工作方式为 16 位。

TMS320C6713 的加载引导方式由 DSP 上的 BOOTMODE 引脚进行选择。系统上电后, RESET 信号为低电平, 芯片处于复位状态。在 RESET 信号上升沿

收稿日期: 2009 - 03

作者简介: 刘涛 (1984—), 男, 硕士研究生, 研究方向为精密仪器与机械。



1 C6713的 EMIF接口和 FLASH的连接

处,锁存 BOOTMODE[4:3]信号,依此决定芯片的存储器映射方式、地址 0 处的存储器类型及复位后芯片的自举模式复位。TMS320C6713 的 BOOTMODE 引脚定义如表 1。

本方案采用 16 位外部 FLASH 引导,HD[4:3]引脚电平设计为 10。

表 1 TMS320C6713 BOOTMODE 引脚定义

引脚	引脚电平	意义
HD[4:3]	00	CE1 空间 32 位 HP 或仿真器加载
	01	CE1 空间 8 位外部异步 ROM
	10	CE1 空间 16 位外部异步 ROM
	11	CE1 空间 32 位外部异步 ROM

3 软件设计

3.1 引导程序设计

TMS320C6713 片上的 Bootbader 工具只能将 1KB 的代码搬入内部 RAM。用户应用程序一般都会超过 1K 代码量,因此需要在 FLASH 的前 1KB 地址内先存放段代码,由 Bootbader 工具把此段代码搬入内部存储器后,执行这段代码实现将 FLASH 中的用户程序搬入内部 RAM 中,主要流程如图 2 所示。

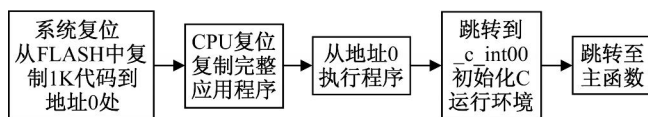


图 2 FLASH 引导流程图

可以看到在执行一级启动装载时 C 语言的运行环境还未建立,此段代码必须用汇编语言来编写。主要汇编代码如下:

```
.ref _c_int00
.def boot
.sect ".bootload"

boot
    mvkl FLASH_START, A4      ;待复制数据源地址
    mvkh FLASH_START, A4
    mvkl BOOT_START, B4       ;待复制数据目标地址
    mvkh BOOT_START, B4
    mvkl FLASH_SIZE, B5       ;复制数据大小
    mvkh FLASH_SIZE, B5
loop
    ;复制数据
```

```
ldw *A4++, B0
nop 5
stw B0, *B4++
add 1, A1, A1
cmplt A1, B5, B0
nop
[B0] b loop                ;判断是否复制完毕
nop 5
mvkl S2_c_int00 B0         ;跳至 C 程序入口
mvkh S2_c_int00 B0
B S2 B0
nop 5
```

在链接自加载功能的定制代码时有时希望将代码装入存储器的一个地方,而在另一个地方运行,这就需要某些段制定导入地址和运行地址。在程序访问该段之前,都需要把它从导入地址拷贝到运行地址处,本方案中的 1KB 数据拷贝是由 EDMA 自动完成的。链接由链接命令文件(.cmd)来实现。

```
MEMORY
{
    BOOT_RAM      : o = 0, l = 800h
    VECS          : o = 800h, l = 800h
    IRAM          : o = 1000h, l = 0x0002efff
}

SECTIONS
{
    .bootload      : >BOOT_RAM
    .vectors       : >VECS
    .text          : >IRAM
    .....
}
```

MEMORY 段中将整个存储器分成具有不同名称的存储区域,对目标文件中各段的加载地址和运行地址在 SECTIONS 段中实现。

3.2 FLASH 程序设计

在编写完成引导程序代码段、用户程序段、中断向量表和链接命令文件后,在 CCS 开发环境中进行编译、调试及链接,生成 *.out 目标文件,该文件就是 DSP 能够识别的 COFF 格式。把该目标文件的代码写入 FLASH 中,就可以实现系统的脱机运行。往 FLASH 中写入代码一般有以下几种方法:用专门的 FLASH 编程器实现、用 CCS 自带的 FLASHBURN 工具写入以及用户自编程序烧写。

本方案采用自编程序烧写的方式。FLASH 如果不擦除而直接编程可能会出现写入错误,在读写操作之前,先擦除一次,就不会产生以上问题了。查看 S29AL008D 的参考芯片手册得知其擦除操作需要 6 个命令,将命令写入对应地址,就可擦除整个芯片,写操作与擦除操作类似,需要 3 个相应命令写入对应地址。

(下转第 48 页)

泵。根据用水量的大小由 PLC 控制工作泵的数量增减及变频器对水泵的调速,实现恒压供水。当供水负载变化时,输入电机的电压和频率也随之变化,这样就构成了以设定压力值为基准的闭环控制系统。

其中变频器的作用是为电机提供可变频率的电源,实现电机的无极调速,从而使管网水压连续变化。传感器的任务是检测管网水压,压力设定单元为系统提供满足用户需求的水压期望值。压力设定信号和压力反馈信号输入 PLC 后,经 PLC 内部的 PD 控制程序的计算,输出给变频器一个转速控制信号。供水设备控制 3 台水泵,在这些水泵中,只有 1 台变频泵。当供水设备供电开始时,传感器将这一信号送入 PLC,PLC 则送出一个用水量增大的信号,使变频器的输出频率上升,水泵的转速提高,水压上升。如果用水量增加很多,使变频器的输出频率达到最大值,仍不能使管网水压达到设定值,PLC 就发出控制信号,启动 1 台工频泵,其他泵依次类推。反之,当用水量减少,变频器的频率达到最小值时,则发出减少 1 台工频泵的信号,其他泵依次类推。图 3 中 M1~M3 为电机,P1~P3 为水泵,KM1~KM6 为电机起、停、互相切换的交流接触器。

2.3 调节系统的传递函数

取流量为调节对象,其传递函数框图如图 4 所示。图中: H_0 为总管压力给定值; $H(t)$ 为被调总管压力(kPa); $\Delta\varepsilon$ 为偏差, $\Delta\varepsilon = H_0 - H(t)$; $W_a(s)$ 为 PD 调节器传递函数; $W_0(s)$ 为调节对象传递函数。

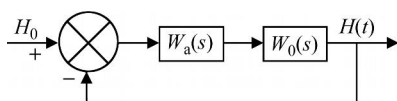


图 4 传递函数框图

其调节过程如下:

$H_0 > H(t)$ 时, $\Delta\varepsilon > 0 \rightarrow f \uparrow \rightarrow n \uparrow \rightarrow H(t) \uparrow$, 直到 $H(t) = H_0$;

$H_0 = H(t)$ 时, f 恒定, 电机恒转速运转;

$H_0 < H(t)$ 时, $\Delta\varepsilon < 0 \rightarrow f \downarrow \rightarrow n \downarrow \rightarrow H(t) \downarrow$, 直到 $H(t) = H_0$ 。

3 结束语

随着各方面技术的发展以及网络技术被广泛的应用,与此同时水资源却日益紧缺,在这种情况下,变频恒压供水系统的使用肯定会越来越普及,当然对恒压供水控制技术将提出更高的要求。变频恒压供水技术在逐步走向成熟的过程中,仍然有必要对其进行更深入的研究。

参考文献:

- [1] 王瑞兰. 基于变频器的恒压供水系统的设计 [J]. 微机计算机信息, 2005 (9).
- [2] 王侃夫. PLC 变频恒压供水系统的电气设计 [J]. 上海电机学院学报, 2005 (3).
- [3] 张文庆. 用 PLC 的软件实现 PD 闭环控制 [J]. 自动化技术与应用, 2003 (2).

(丁云编发)

(上接第 45 页)

为优化系统写循环时间, FLASH 需要进行写循环完成检测。本设计采用了检测 Toggle (DQ6) 状态的方式, 指令和流程图参考芯片资料。

FLASH 烧写程序核心代码如下:

```
* (char *) flash_addr1 = 0x0aa;
//写入擦除命令字
* (char *) flash_addr2 = 0x55;
* (char *) flash_addr1 = 0x80;
* (char *) flash_addr1 = 0x0aa;
* (char *) flash_addr2 = 0x55;
* (char *) flash_addr1 = 0x10;
poll_data();
//检测擦除操作是否完成
for (i=0; i<size; i++)
{ fscanf(hex_fp, "%x", &data);
//读入编程数据
src_ptr[i] = data; }
for (i=0; i<size; i++)
{ * (char *) flash_addr1 = 0x0aa;
//写入编程命令字
* (char *) flash_addr2 = 0x55;
* (char *) flash_addr1 = 0x0a0;
* flash_ptr++ = src_ptr[i]; }
//写入 FLASH
poll_data();
//检测编程操作是否完成
.....
```

4 结束语

随着 DSP 系统广泛应用到各种数字信息产品中,对灵活方便的引导启动方式的需求也越来越迫切,其中通过 FLASH 存储器引导 DSP 系统自启动装载已经成为实际应用中最为常用的方法,这也是 DSP 开发中的重点和难点之一,关系到系统的可靠性和处理速度。本文设计的 DSP 系统在脱机状态下实现自启动引导装载的方案在不同的工程中只需做简单修改即可实现稳定的启动装载,实际工程应用表明,这种启动方案稳定可靠。

参考文献:

- [1] 汪安民,张松灿,常春藤. TM S320C6000 DSP 实用技术与开发案例 [M]. 北京:人民邮电出版社, 2008

(许雪军编发)