

# 一种高性能浮点 DSP 芯片 TMS320C6713 及其最小系统的设计

马志刚, 赵丽平, 李中西, 李爱武

(西南交通大学 电气工程学院, 四川 成都 610031)

**摘要:** 德州仪器公司推出的高性能浮点 DSP 芯片 TMS320C6713 显著提高了嵌入式应用的性能, 降低了系统设计的复杂度。介绍了该芯片的结构、特点和功能, 进行了 TMS320C6713 最小系统的设计并阐述了 PCB 设计时的注意事项。

**关键词:** DSP; TMS320C6713; 最小系统; PCB

中图分类号: TN911.72

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2010)10-0024-04

## A high-performance floating-point digital signal processor chip MS320C6713 and the minimum system's design

MA Zhi Gang, ZHAO Li Ping, LI Zhong Xi, LI Ai Wu

(School of Electrical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** The Texas Instruments company promotes high-performance floating-point DSP chip TMS320C6713 obviously enhanced the embedded application performance, reduced the system design order of complexity. This article describes this chip's structure, the characteristic and the function, and has carried on the TMS320C6713 minimum system's design, and expounds the attention in PCB design.

**Key words:** DSP; TMS320C6713; minimum system; PCB

TMS320C6713 是美国德州仪器公司 (TI) 继 TMS320C62X 系列定点 DSP 芯片后开发的一种 32 bit 新型浮点 DSP 芯片, 该芯片的内部结构在 TMS320C62X 基础上改进, 具有如下革命性的特点:

(1) 处理速度快, 工作主频最高可达到 300 MHz, 峰值运算能力为 2 400 MIPS/1 800 MFLOPS;

(2) 硬件支持 IEEE 格式的 32 bit 单精度与 64 bit 双精度浮点操作;

(3) 集成了 32×32 bit 的乘法器, 其结果可为 32 bit 或 64 bit;

(4) TMS320C62X 指令无需任何改变即可在 TMS320C6713 上运行。

### 1 结构特点

TMS320C6713 是 TI 新推出的高速浮点 DSP, 工作主频 200 MHz, 其单指令执行周期仅 5 ns; 具有强大的定点浮点运算能力, 运算速度可达 1 600 MIPS/1 200 MFLOPS。与 TMS320 其他系列 DSPs 相比, C6000 系列 DSPs 最主

要的特点是在体系结构上采用了 Velocity 超长指令字 VLIW (Very long Instruction Word) 结构, VLIW 体系结构中, 是由一个超长的机器指令字来驱动内部的多个功能单元的 (这也是 VLIW 名字的由来)。每个指令字包含多个字段 (指令), 字段之间相互独立, 各自控制一个功能单元, 因此可以单周期发射多条指令, 实现很高的指令级并行效率。C6000 的 VLIW 采用了类 RISC 指令集, 使用大统一的寄存器堆, 结构规整, 具有潜在的易编程性和良好的编译性能, 在科学应用领域可以发挥良好的性能。

TMS320C6713 是一种支持浮点运算的 DSP 芯片, 是德州仪器公司设计的用于高端处理的长指令、多功能的 DSP 芯片。其内部结构功能模块如图 1 所示, 它主要包括中央处理器 CPU、片内存储器和片内集成外设 3 部分。

#### 1.1 CPU 内核的功能单元

TMS320C6713 的 CPU 是最新采用 Velocity 体系结构的 DSP 芯片。Velocity 是高性能、先进的 VLIW 结构, 多个功能单元并行工作, 共享公用的大型寄存器组, 同时

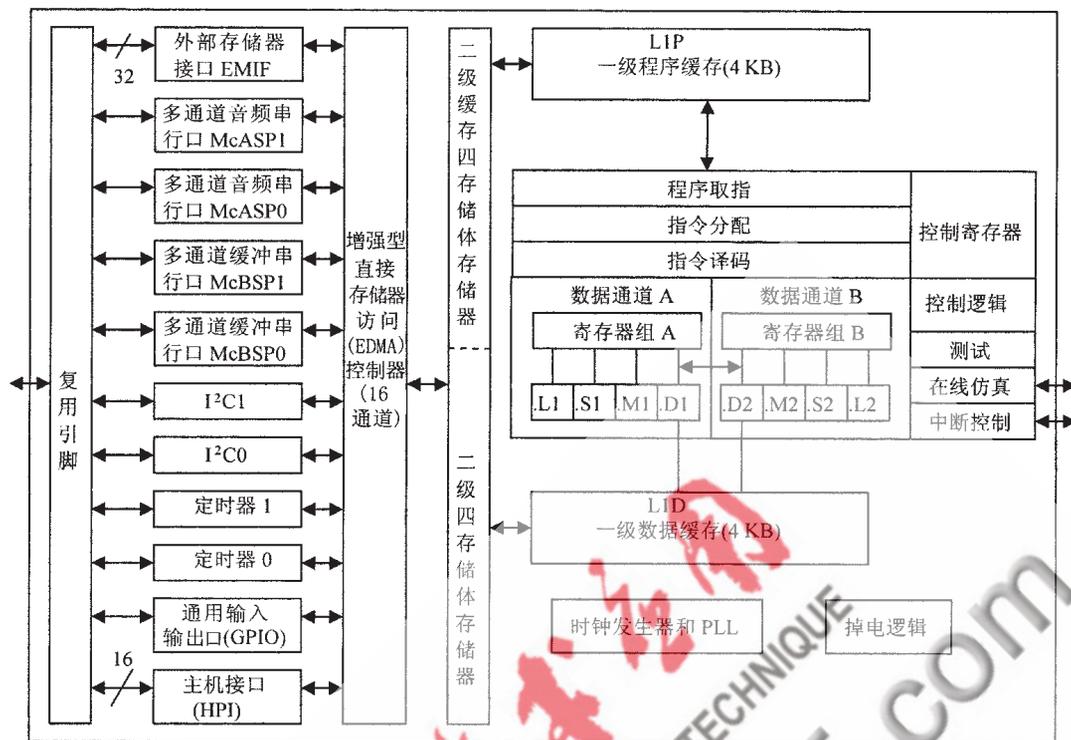


图1 TMS320C6713 DSP 芯片结构功能模块图

执行的各种操作是由 VLIW 的长指令分配模块进行同步协调的,这种结构使其成为多通道、多功能以及高性能应用的首选器件。CPU 内核作为 DSP 芯片的运算和控制中心,包括以下几部分:(1)程序取指令单元、指令分配单元、指令译码单元;(2)2 个数据通道 A、B,每个通道中包括一个由 16 个 32 bit 寄存器组成的寄存器组和 4 个功能单元:①算术和逻辑运算单元(.L)②分支、位操作和算术运算单元(.S)③乘法操作单元(.M)④装载/存储和算术单元(.D);(3)控制寄存器;(4)控制逻辑;(5)测试、在线仿真接口和中断控制。

### 1.2 片内存储器

TMS320C6713 的芯片内部存储器采用两级高速缓存结构,如图 1 所示,包括:4 KB 的第一级高速程序缓存(LIP)、4 KB 第一级高速数据缓存(L1D)、和第二级总共 256 KB 片内存储容量(64 KB 的 L2 统一缓存/映射 RAM 和 192 KB 的附加 L2 RAM)。

无论是 TMS320C6713 还是 TMS320C6713B 都应用了双层的 Cache 结构,对外具有强有力的驱动能力。第一层为 4 KB 的程序缓冲区和可双向寻址的数据缓冲区,第二层有 256 KB 的程序和数据缓冲区,其中 64 KB 为存储区,剩下为 SRAM 区,这种独特的二级缓存结构大大提高了 CPU 的工作效率。

### 1.3 片内集成外设

TMS320C6713 的芯片内部集成了许多外围设备接口,可以方便地连接片外存储器、主机、串行设备等外设。所有外部接口都是由一些信号线和控制寄存器组

成,开发人员对接口设计的主要工作就是完成接口连线 and 写控制寄存器两项工作,使得扩展外设变得更加容易。

C6713 片内集成的一个 32 bit 的外部存储器接口 EMIF(External Memory Interface),可以外扩 8 bit、16 bit、32 bit 并行存储器。内部的 16 个独立的扩展直接存储器访问通道 EDMA(Enhanced Direct-Memory-Access)大大提高了存储器访问的效率,EDMA 面向实时信号处理,可以在 CPU 后台高效完成存储空间中数据的转移,具有高效的传输速率,C621x 和 671x 的数据传输率可高达 1 200 MB/s。2 个 McASP(multichannel audio serial port);2 个 McBSP(multichannel buffered serial port),可以模拟几乎所有形式的串行接口;2 个 I<sup>2</sup>C 总线接口;2 个 32 bit 的通用定时器;16 通道通用 I/O 口 GPIO (general-purpose input/output);一个 16 bit 的主机接口 HPI(Host-Port Interface);还包括程序和数据存储器控制器、中断控制器、定时器、时钟发生器、PLL(锁相环控制发生器)及掉电逻辑等功能单元。

## 2 TMS320C6713 DSP 硬件最小系统设计

TMS320C6713(主频 225 MHz)是 C67X 系列中一款典型且应用广泛的 DSP 芯片,其硬件最小系统所要完成的主要功能包括:进行基本信号采集、数据运算及数据、程序存储;音频信号的采集、处理及输入、输出;与主机间的通信及数据、程序传输,同时配备了外部扩展接口,方便对系统的功能扩展以实现更广泛的嵌入式应用。将以上主要功能分成如图 2 所示的功能模块:音频处理模块、数据处理模块、电源转换供电模块。

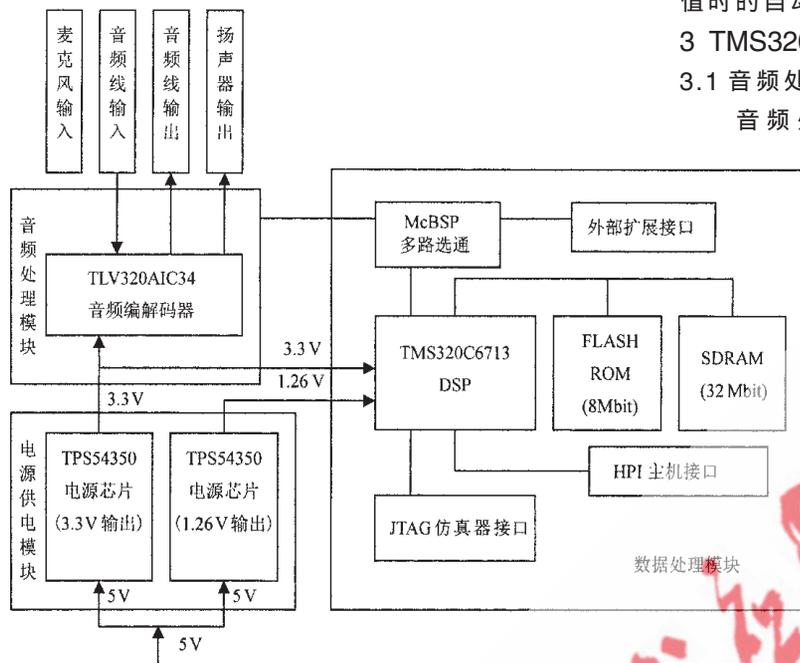


图2 TMS320C6713 DSP 芯片的硬件最小系统结构功能框图

## 2.1 音频处理模块

在音频处理模块中,本系统采用TI公司生产的音频处理芯片TLV320AIC34,它是一款高性能的立体声音频编解码器,并同时集成了高度的模拟功能,再配以相关的辅助电路完成音频信号的初始处理,它具有麦克风输入、音频线输入2种输入方式及音频线输出、扬声器输出2种输出方式。音频处理芯片TLV320AIC34采集的音频信号经DSP芯片或其自身进行一定的调制处理后传到计算机主机或直接从TLV320AIC34将DSP芯片处理过的信号传送出去。

## 2.2 数据处理模块

在数据处理模块中,系统中的DSP芯片、程序存储器和数据存储器3块芯片是整个模块电路的核心。该模块的功能是使用DSP芯片的EMIF(外部存储器接口),完成与外部数据存储器(SDRAM)数据传输和程序存储器(FLASHROM)程序读写任务,实现数据的实时计算处理及存储;具有硬件中断和复位功能;并通过JTAG接口电路与硬件仿真器相连接后再接到计算机主机,实现与计算机的数据通信;使用McBSP(多路缓冲串行口)完成串行数据接收和发送工作,实现对音频处理模块的控制和数据交换功能。同时还对DSP芯片未使用的引脚进行处理,将全部引出为日后功能的扩展提供基础。

## 2.3 电源供电模块

在电源供电模块中,为实现硬件之间的美好匹配,本系统采用TI公司的2块电源芯片TPS54350。它的输入电压为5V,分别为音频处理模块和数据处理模块提供3.3V电源电压并为数据处理模块提供1.26V芯片内核电压,同时具备掉电复位和电源电压无法达到额定

值时的自动复位功能。

## 3 TMS320C6713的硬件最小系统PCB设计注意事项

### 3.1 音频处理模块PCB设计注意事项

音频处理模块主要完成音频信号的采集处理,TLV320AIC34音频处理芯片将采集到的信号作初步处理,也可以将信号传送给DSP芯片由其作进一步的处理。元件布局走线时应注意:

(1)4个模拟信号的插头布置在电路板的边缘,对于每个通道传送过程中的电阻、电容要适当置在对应的信号传输通道上。处理之后的信号在拉入音频芯片相应引脚时,走线距离不能太远,以免受到不必要的干扰。

(2)采用两层电路板走线,具体为在表层走模拟和数字信号,底层主要是用来进行大面积铺地,起信号屏蔽作用。将模拟信号与数字信号完全分开,分成两个不同的区域,避免相互干扰。

### 3.2 数据处理模块PCB设计注意事项

作为以DSP芯片为核心的高频数据处理模块,在进行PCB设计时更要谨慎,需要注意以下几点:

(1)考虑到信号走线的顺利通畅,尽可能不受干扰,故在设计电路板层的布局时要分层,为此设置2个电源层DSPIO\_3.3V、DSP\_CVDD和一个接地层GND,另外设置3个信号层并保证其都尽可能靠近接地层,从而使信号的传输质量效果最佳。

(2)在元件布局时,应尽量保证DSP芯片和存储器之间的距离尽可能近些,这样可以减少制板费并避免走线过长导致信号线受到寄生电感的干扰而使信号的质量下降甚至完全失效。所以采用的排阻也要尽可能接近存储器,以保证信号可靠稳定。

(3)对于JTAG模块,它包含标准的14脚插座以及未使用的EMU2-EMU5引脚,仿真及边界扫描工作模式的设定,将这3个部分全部以标准插座的形式引出,并尽可能放置在电路板的一侧靠近边缘的地方。

(4)在走线过程中,尽可能保持信号线的长度近似相等,这样才会尽可能地保证信号传送的同步性,避免出现延时现象。走线应尽可能向一个方向,尽量避免出现经常性的折返,以防止传输信号的质量受到影响。其次是未用引脚的引出应依据其功能将其分为2个标准的2×20的插座。

### 3.3 电源转换供电模块PCB设计注意事项

电源转换供电模块主要提供DSPIO\_3.3V和DSP\_CVDD2种电压,设计时采用2层电路板来实现电源转换供电模块的功能。具体是表层为电源、信号层走线,所有的信号布线尽可能安排在表层,在底层走少量

信号线。底层主要是作为接地层,并做大面积铺地处理,同时表层要求接地的部分就近大量打孔,将接地信号直接就近连接底层作接地处理。依据其工作原理,将5V电压分为两路通道进行转换,走线时注意电源线和通道的走线宽度以达到承受电流要求,同时也注意电磁噪声信号的干扰。

TMS320C6713 是美国德州仪器公司开发的新型浮点 DSP 芯片,具有非常高的运行速度、集成度和良好的扩展性。由于其出色的运算能力、高效的指令集、智能外设、大容量的片内存储器和大范围的寻址能力,适合于对运算能力和存储量有高要求的应用场合。特别是在专业音频产品、混频器、音频合成器、仪器/放大器建模、音频会议和广播、生物辨识、医疗、工业、数字成像、语音识别和分组等领域有着广泛的应用。

#### 参考文献

- [1] Texas Instruments. TMS320C6713 hardware designer's resource guide[R]. 2004.
- [2] Texas Instruments. TMS320C6000 CPU and instruction set reference guide[R]. 2006.

- [3] 李方慧,王飞,何佩琨. TMS320C6000 系列 DSPs 的原理与应用(第二版)[M]. 北京:电子工业出版社,2003.
- [4] 赵加祥. DSP 系统设计和 BIOS 编程及应用实例[M]. 北京:机械工业出版社,2007.
- [5] 刘志刚,黄峰. DSP 最小应用系统的设计[J]. 电子工程师. 2006,32(2):33-36.
- [6] 卢钧,吴剑秋. 高速 DSP 系统 PCB 板可靠性设计[J]. 国外电子测量技术. 2005(7):5-7.

(收稿日期:2009-12-21)

#### 作者简介:

马志刚,男,1978年生,硕士研究生,主要研究方向:电能质量分析与控制、智能信息处理。

赵丽平,女,1973年生,博士,副教授,主要研究方向:电力系统分析、电能质量及故障诊断。

李中西,男,1978年生,硕士研究生,工程师,主要研究方向:电能质量分析与控制。

李爱武,男,1982年生,硕士研究生,主要研究方向:牵引供电理论。