



跨世纪计算机实用技术丛书

DSP 原理与应用

黄凤英 主编

东南大学出版社

DSP 原理 及 应用

黄凤英 主编

周德安 主审

黄凤英 郭晶虹 庄咏勤 编

东南大学出版社

内 容 提 要

DSP 即数字信号处理器(Digital Signal Processor),是近年来广泛应用于计算机、通信、图像处理、仪器仪表等方面的一种新型可编程处理器。由于其具有高集成度和独特的内部结构、灵活方便的编程方法、高速数字处理能力和完善的 I/O 接口等诸多优点,以及逐步上升的性能价格比,因而快速成为多媒体技术、并行处理、工业控制、马达调速、医用设备、汽车系统、家用电器和电子玩具等许多领域的关键器件,并迅速取代和正在取代曾一度广泛使用的单片机。

本书较全面地介绍了目前广为应用的 TMS320 系列处理器和新近推出的高性能 ADSP 系列处理器,包括其工作原理、内部结构、编程以及系统设计方法。书中提供较多的设计实例,并给出各种型号的最新器件的性能介绍,可供读者选用。

全书分 8 章介绍 DSP 的特点及典型应用;TMS320 系列处理器的内部结构、工作原理、中断处理、片内外接口、指令系统及程序设计;ADSP 系列处理器的性能指标、核心结构、系统组成、指令特点、编程方法及程序范例等。

本书内容丰富新颖、深入浅出,密切联系实际应用,可作为计算机、自动控制、电子工程和机电等专业本科高年级学生及研究生教材,亦可作为 DSP 应用技术培训教材和供从事上述领域 DSP 应用设计的科技人员参考使用。

责任编辑 张 克

责任校对 张克朱

责任印制 王小宁

DSP 原 理 及 应 用

黄凤英, 主编

*

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

江苏省新华书店经销 南京四彩印刷厂印刷

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 12 字数 292 千

1997 年 12 月第 1 版 1997 年 12 月第 1 次印刷

印数:1-3000 册

ISBN 7-81050-283-2/TP·42

定价:18.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向承印厂调换)

《跨世纪计算机实用技术》丛书总序

我们正处在一个世纪之交的伟大历史时期。当今社会的计算机应用出现了很多新的特征:办公自动化系统和管理信息系统的实现使社会、生产的管理完全改变了传统的方式;集计算机辅助设计、制造和决策管理为一体的计算机集成制造系统使生产制造过程得到新的飞跃;计算机网络 INTERNET 将世界连成一体,并以一种神奇的方式推动着社会的变革;计算机进入出版业,出现了排版印刷技术的革命;多媒体技术融入社会,更以一种非同寻常的力量推动着信息社会的发展,人们就在这瞬息万变的发展中即将跨入一个新的世纪。

随着 21 世纪的临近,人们面临着各种严峻的挑战,我们必须把人才的培养作为迎接挑战最紧迫的对策。为了适应世纪之交计算机人才培养的需要,我们向读者奉献一套《跨世纪计算机实用技术丛书》。作者编写这套丛书的宗旨为:

1. 介绍 20 世纪最后 10 年计算机技术在其重要应用领域的现状、发展方向以及前景展望。希望读者从这套丛书中,得到感知,获得鼓舞和力量。

2. 力求面向实际,作为实用技术的工具和指南。希望读者得益于它,在世纪之交的计算机应用工作中,能够得到具体的帮助,取得实效。

3. 从本世纪之末到下世纪之始,计算机科学与技术领域新事物肯定层出不穷,本丛书将不断把新颖实用的内容奉献给读者,作者们将与读者一起跨越世纪,在各领域计算机应用中不断前进。

这一套丛书的内容涉及数据库系统、网络通信、多媒体、图像处理、电子出版、系统仿真、计算机辅助设计、计算机硬件及软件新平台、操作系统以及语言等方面。我们尽了很大的努力期望本丛书能很好地为读者服务,但由于水平所限,难免有错误和疏漏之处,希望读者和专家们不吝赐教。

《跨世纪计算机实用技术丛书》编委会

1997 年 5 月

《跨世纪计算机实用技术》丛书

编委会名单

主 编:徐福培

副主编:夏德深 孙志挥

编 委:(以姓氏笔划为序)

孙志挥	吴乐南	陈天授
陈廷标	陈金水	周先华
夏德深	范建新	徐福培
黄凤英	傅德胜	

前 言

伴随着微电子学、数字信号处理技术和计算技术等学科的飞速发展而产生的 DSP(Digital Signal Processor 数字信号处理器),是一种体现这三个学科综合研究成果的新型微处理器。目前,以 DSP 作为灵活的加速部件解决密集的算术运算问题已经被广泛应用到电传、语音识别、图像处理、通信与并行处理技术等领域。随着 DSP 性能的不断提高和价格的相应降低,其应用领域也越来越广阔。它不仅被用于调制解调器、磁盘驱动器、数字蜂窝电话系统、医用设备、仪器仪表、电子玩具及汽车等系统中,而且由于多媒体技术的兴起与发展,DSP 的应用更受到重视,成为必需的可编程硬件的关键器件。与此同时,DSP 在马达调速、工业控制,特别是实时控制应用中更是显示出独特的优越性,成为这些领域中强有力的竞争者。

本书作者在较长时间从事 DSP 应用研究与教学的基础上,参考目前国内外最新的 DSP 资料,编写了该书,以此向广大读者介绍当前最新颖的 DSP 处理器(包括美国德克萨斯公司的 TMS320 系列和美国模拟器件公司的 ADSP-2100 和 ADSP-21000 系列处理器)。书中着重介绍这些处理器性能特点、核心结构、信号连接与匹配、接口技术、系统组成与开发、指令系统与程序设计方法等,了解这些内容,能使读者进行 DSP 应用系统的设计和开发。全书内容简练、深入浅出并配有编程的应用实例,有利于读者自学。

全书共分 8 章。第 1 章全面介绍 DSP 的特点及典型应用;第 2、3 章介绍 TMS320 系列处理器的内部结构、存储器组织、接口与中断处理;第 4、5 章介绍 TMS320 的指令系统、汇编语言编程方法与程序设计范例;第 6 章介绍 ADSP-2100 和 ADSP-21000 处理器的核心结构、特性及应用;第 7 章介绍 ADSP-2100 系列的各种接口的应用与编程技术、系统组成与信号连接方法;第 8 章介绍 ADSP-2100 系列的指令功能与类别、编程举例及系统开发方法与步骤等。

本书在编写过程中,得到南京航空航天大学计算机系庄毅、朱敏等老师的大力帮助和支持,在此深表谢意!

由于作者水平所限,书中错漏和不妥之处在所难免,恳请读者批评、指正。

编者 1997 年 11 月

目 录

1 引言	1
1.1 什么是 DSP	1
1.2 DSP 的典型应用	2
1.3 常用的 DSP 产品系列	4
2 DSP 的结构及工作原理	6
2.1 TMS320 系列的内部结构	6
2.1.1 TMS320 内部结构框图	6
2.1.2 TMS320 功能框图及硬件说明	8
2.2 TMS320 的引脚信号及其功能	13
2.2.1 TMS320C2X 引脚	13
2.2.2 TMS320C2X 引脚信号功能	13
2.3 TMS320 系列的存储器结构	17
2.3.1 片内数据存储器	17
2.3.2 片内程序存储器	17
2.3.3 存储器地址分配	18
2.3.4 存储器映像寄存器	19
2.3.5 辅助寄存器	20
2.3.6 存储器的寻址方式	22
2.4 中央算术逻辑单元(CALU)	23
2.4.1 定标移位器	24
2.4.2 ALU 和 ACC(累加器)	24
2.4.3 乘法器、暂存器(TR)和乘积寄存器(PR)	25
2.5 DSP 的系统控制和流水线操作	27
2.5.1 系统复位	27
2.5.2 状态寄存器	28
2.5.3 程序计数器和堆栈	30
2.5.4 定时器和重复计数器操作	31
2.5.5 流水线操作	32
2.5.6 省电工作方式	33
3 DSP 的中断处理与接口	34
3.1 TMS320 的中断处理	34
3.1.1 中断操作	34
3.1.2 外部中断接口及其时序	35
3.2 TMS320 的串行 I/O 接口	37

3.2.1	串行口的发送和接收操作	38
3.2.2	串行口时序及帧控	40
3.2.3	串行口的突发方式操作	41
3.2.4	串行口使用帧同步脉冲的连续操作(TMS320C25)	42
3.2.5	串行口无帧同步脉冲的连续操作(TMS320C25)	43
3.2.6	串行口无帧同步脉冲的连续操作的初始化	44
3.3	TMS320 的外部存储器和 I/O 接口	45
3.3.1	存储器组合	46
3.3.2	通用 I/O 引脚信号(BIO 和 XF)	47
3.4	TMS320 的外围接口	48
3.4.1	组合编解码器的接口	48
3.4.2	AIC 接口	50
3.4.3	数模(D/A)转换接口	51
3.4.4	模数(A/D)转换接口	52
3.4.5	I/O 接口	53
4	DSP 的指令系统	56
4.1	概述	56
4.2	TMS320 的寻址方式	56
4.2.1	直接寻址方式	56
4.2.2	间接寻址方式	57
4.2.3	立即寻址方式	58
4.3	TMS320 指令系统功能与分类	60
4.3.1	累加器存储器引用指令	60
4.3.2	辅助寄存器和数据页指针指令	62
4.3.3	T 寄存器、P 寄存器和乘法指令	63
4.3.4	转移和调用指令	64
4.3.5	I/O 和数据存储器指令	65
4.3.6	控制指令	66
5	DSP 汇编语言程序设计	68
5.1	概述	68
5.2	TMS320 的汇编语言格式	68
5.3	TMS320 的汇编伪指令	69
5.3.1	影响位置计数器的伪指令	69
5.3.2	影响汇编输出的伪指令	70
5.3.3	常量初始化伪指令	70
5.3.4	提供程序间连接的伪指令	70
5.3.5	混合汇编伪指令	70
5.4	CPU 初始化	71
5.5	TMS320 程序控制及定时器操作	73

5.5.1	子程序	73
5.5.2	软件堆栈	75
5.5.3	定时器操作	76
5.5.4	单指令循环	77
5.5.5	计算 GOTO	78
5.6	中断服务程序	79
5.7	存储器管理	83
5.7.1	块传送	83
5.7.2	构成片内数据 RAM	85
5.8	算术及逻辑运算	87
5.8.1	累加器的基本操作	87
5.8.2	高级算术运算	87
6	ADSP 的特点及其系列产品	98
6.1	ADSP 的主要特点	98
6.1.1	ADSP 简介	98
6.1.2	ADSP-2100 和 ADSP-21000 系列的主要性能	100
6.2	ADSP 的核心结构	102
6.2.1	运算单元	102
6.2.2	地址生成器和程序顺序发生器	103
6.2.3	总线	104
6.3	ADSP 的在片外围设备	104
6.3.1	串行口	104
6.3.2	定时器	104
6.3.3	宿主接口(ADSP-2111, ADSP-2171, ADSP21msp5X)	104
6.3.4	DMA 端口(ADSP-2181)	105
6.3.5	模拟接口	105
6.4	ADSP-21XX 的内部框图及引脚功能	105
7	ADSP 的片内接口及应用	112
7.1	串行口	112
7.1.1	串行口的基本性能	112
7.1.2	串行口的编程	114
7.1.3	串行口的编程举例	119
7.1.4	串行数据压缩-扩展和数据格式	120
7.1.5	串行口的自动缓冲功能	121
7.1.6	串行口的多通道功能	124
7.2	定时器	127
7.2.1	定时器的结构	127
7.2.2	定时器操作	128
7.3	宿主接口(HIP)	129

7.3.1	HIP 的结构框图及引脚	129
7.3.2	HIP 的操作	133
7.3.3	HIP 的中断处理	134
7.3.4	经 HIP 装入引导程序	135
7.4	系统接口	136
7.4.1	时钟信号(CLKIN)	137
7.4.2	复位(RESET)	138
7.4.3	外部中断	140
7.4.4	典型的 ADSP-21XX 系统连接	140
7.5	存储器接口	141
7.5.1	程序存储器接口及映像	142
7.5.2	数据存储器接口及映像	144
7.5.3	引导程序存储器接口	145
8	ADSP 程序设计	149
8.1	ADSP-21XX 的程序模型	149
8.1.1	数据地址生成器(DGA)	150
8.1.2	程序顺序器	151
8.1.3	运算单元	153
8.1.4	总线交换	154
8.1.5	定时器	154
8.1.6	串行口	154
8.1.7	存储器接口和 SPORT 启动	155
8.1.8	宿主接口	155
8.1.9	模拟接口	155
8.2	ADSP-21XX 指令系统	156
8.2.1	ADSP-21XX 指令系统的特点	156
8.2.2	ADSP-21XX 指令系统的分类及功能	156
8.3	ADSP 编程举例	162
8.3.1	FIR 滤波器程序	162
8.3.2	正弦近似计算	166
8.3.3	单精度矩阵乘法	168
8.4	ADSP 应用系统开发步骤	169
附录 A	TMS320 系列最新器件内部结构图	171
附录 B	按周期类别划分的 TMS320C25 指令	177
附录 C	非重复方式下各周期类别的周期定时	178
附录 D	重复方式下各周期类别的周期定时	180
参考文献		182

1.1 什么是 DSP

DSP 是数字信号处理器 (Digital Singnal Processor) 的英文缩写,是伴随着微电子学、数字信号处理技术、计算技术等学科的发展而产生的,是体现这三个学科综合科研成果的新器件。由于它特殊的结构设计,可以把数字信号处理中的一些理论和算法实时实现,并逐步进入控制器市场,因而在计算机应用领域中得到了广泛的使用。

DSP 主要以数字的方式来处理模拟信号,它通常是收入一系列信号值,对它们进行过滤或做一系列操作,例如建立一支待过滤的信号值队列或者对输入值进行一些转换。DSP 通常是将常数和值进行加法或乘法运算后,先形成一系列串行条目,再逐条地予以累加,它担当了一个快速倍增器/累加器 (MAC) 的作用,并且常常在一个周期中执行多次 MAC 指令。为了减少在建立串行队列时的额外消耗,DSP 有着专门的硬件支持,安排地址提取操作数和建立起一些条件,用以判断是继续计算队列里的元素还是已经到了循环的末尾。

DSP 的主要特点可以概括如下:

1) 哈佛结构

在这种结构中,程序存储器和数据存储器相互分开各占独立的空间,允许取指令和执行指令全部重叠进行;可以直接在程序和数据空间之间进行信息传送,减少访问冲突,从而获得高速运算能力。

2) 用管道式设计加快执行速度

所谓管道式设计,即采用流水线技术,取指令和执行指令操作重叠进行。DSP 通常有一个短的三级管道(三级流水线)和相对快速的中断执行时间。模拟设备公司的 ADSP 有一个二级管道,TMS320C54 和 Motorola 公司的 568XX 都有五级管道(五级流水线)。

3) 在每一时钟周期中执行多个操作

DSP 的每一条指令都是自动安排空间、编址和取数。支持硬件乘法器,使得乘法能用单周期指令完成。这也有利于提高执行速度,通常 DSP 的指令周期是纳秒级。

4) 支持复杂的 DSP 编址

一些 DSP 有专用硬件,支持模数 (Modulo) 和位翻转编址,以及其他一些运算编址模式。这些都在硬件中进行操作。

5) 特殊的 DSP 指令

在 DSP 器件中,通常都有些特殊指令,例如 TMS320C10 中的 LTD 指令,可单周期完成加

载寄存器、数据移动、同时累加操作。DSP 通过分散的硬件来控制程序循环,一些重复指令还将高时钟频率引入 MAC,以期达到或超过 DSP 的数学性能。

6) 面向寄存器和累加器

DSP 所使用的不是一般的寄存器文件,而是专用寄存器,较新的 DSP 产品都有类似于 RISC 的寄存器文件。许多 DSP 还有大的累加器,可以在异常情况下对数据溢出进行处理。

7) 支持前、后台处理

DSP 支持复杂的内循环处理,包括建立起 X、Y 内存和分址/循环计数器。一些 DSP 在做内循环处理中把中断屏蔽了,另一些则以类似后台处理的方式支持快速中断。许多 DSP 使用硬连线的堆栈来保存有限的上下文,而有些则用隐蔽的寄存器来加快上下文转换时间。

8) 拥有简便的单片内存和内存接口

DSP 设法避免了大型缓冲器或复杂的内存接口,减少了内存访问。一些 DSP 的内循环是在其单片内存中重复执行指令或循环操作部分代码,它多采用 SRAM 而不是 DRAM,前者接口更简便,只是价格相对高一些。

1.2 DSP 的典型应用

DSP 因其强大的数学运算处理能力而占据了传真/调制解调器、蜂窝电话、声音、语音处理等应用领域。而在雷达、太阳能、图像处理和许多数据分段/简化应用中,DSP 也一直发挥着很大的作用。此外,DSP 在工业控制和计算机应用中也一直保持不断发展的趋势,例如高速控制、马达调速、硬盘驱动器(HDD)并行处理以及机器人,等等。总之,概括起来 DSP 处理器的应用领域目前包括以下几个方面:

1) 扩大了 DSP 控制

随着 DSP 价格的下降及其解题能力的加强,工程师们逐渐把许多微控制器(单片微型计算机)功能移入 DSP 中,并将它应用于如调制解调器、传真、蜂窝电话和 PDA 等一些传统的控制领域。

2) 硬盘控制器

DSP 控制器现已占领硬盘驱动器(HDD)伺服控制部分的市场,而一些公司继续把一些前端控制部分也交由 DSP 处理。

3) 马达和传统控制器

很强的数学处理能力和解题能力,使 DSP 完全有能力承担复杂的马达控制运算。而且,DSP 控制器能直接以动态控制方式运行,无需依赖于过去的查寻图表方式。在高速控制中,使用 DSP 可进行通常的位检测和逻辑运算以及高速数据传送。又可用于闭环控制系统中对控制信号的调节、滤波及高速计算等。

4) 32 位图形、高性能处理

在雷达、太阳能和图形处理等高性能数据流应用中,DSP 是一个绝妙的强手,在崭露头角的声音、视频和图像应用中,由于 DSP 提供高速乘累加运算操作,以及可访问大量外部存储空间和访问全局存储空间的能力,所以它也是一个强有力的竞争者。这一领域中包括视频游戏、多媒体应用和电视会议等。

5) 并行处理和嵌入式应用

并行处理是计算机技术发展的必然趋势。早期的并行处理结构使用通常的微处理器作

为基本处理单元,但许多高性能的应用首先可以使用 DSP 来实现。例如,TMS320C40 提供了 6 个通信端口可直接进行处理器间的连接;DSP96002 具有两条完全独立的外部总线,其中一条用于访问全局资源,保留另一条用于局部内存处理和 I/O。以它们为基础可以构成各种形式的并行处理结构。

传统的嵌入式结构以 CISC(复杂指令系统计算机)或 RISC(简化指令系统计算机)处理器为核心。随着 DSP 的不断发展与完善,DSP 已被证明是嵌入式应用中可选择的一种有效器件。使 DSP、RISC 和 CISC 不同类型的处理器混合并匹配已成为现实,RISC 和 DSP 也无需再进行激烈的竞争,设计师们正把它们共同集成到 CPU 中,建造出真正的 RISC/DSP 合成体。

总之,由于 DSP 器件在结构设计上的优越性,已经引起人们的普遍重视。近年来,DSP 已经开始支持高级语言,并出现了支持 DSP 的实时操作系统。特别是由于 C 编译器得到改进,以及优化的联机应用数据库的出现,DSP 的应用前景就更为广阔。表 1.1 列出了 TMS320 系列的典型应用。

表 1.1 TMS320 系列的典型应用

通用数字信号处理	图形/图像	仪器仪表
数字滤波	三维旋转	频谱分析
褶积	机器人视觉	函数发生
相关	图像传递/压缩	模式匹配
希尔伯特变换	模式识别	地震处理
快速傅立叶变换	图像增强	瞬态分析
自适应滤波	同态处理	数字滤波
加窗	工作站	锁相环
波形发生	动画制作/数字画	
语音/语言	控 制	军 事
语音邮件传递	磁盘控制	保密通信
语音编码	伺服机构控制	雷达处理
语音识别	机器人控制	声纳处理
说话人确认	激光打印机控制	图像处理
语音增强	引擎控制	导航
语音合成	马达控制	导弹制导
文语转换		无线电频率调制解调

续表 1.1

通 信		自动化
回波抵消	传真(Fax)	引擎控制
自适应脉冲编码调制	分散式电话	振动分析
数字式专用电话交换机	扬声器电话	防滑刹车
线路增音器	数字语音内插	自适应驾驶控制
通道多路复用	X.25 报文分组交换	全定位
1200~19200 波特 调制解调器	电视会议	导航
	扩频通信	声控
自适应均衡器		数字雷达
双音多频编解码		分散式电话
数据加密		
用户装置	工 业	医 疗
雷达检测	机械人	助听
电力工具	数码控制	病人监护
数字音频/电视	保密存取	超声设备
音乐合成器	电力线监控器	诊断工具
玩具和游戏		修复
固态应答机械		胎儿监督器

1.3 常用的 DSP 产品系列

DSP 自 80 年代初进入各个应用领域以来,各种系列产品的发展极其迅速,各大公司不断推出改进的新产品。例如得克萨斯公司(Texas Instruments)的 TMS320 系列自 1982 年推出的第一代产品 TMS320C1X 以来,经过不断更新到目前已有五代产品(见图 1.1)。模拟器件公司(Analog)于 90 年代推出的 ADSP 产品 ADSP-2100 系列和 ADSP-21000 系列处理器,以其自身的许多特点也占领了很大的应用市场,并逐步扩大。本书后面的章节将介绍 ADSP-

2100 系列微处理器的结构及应用。此外, Motorola 公司也以其昂贵的 24 位定点芯片 DSP56000(该芯片也有 16 位版本)和 32 位浮点 DSP96002 而闻名,并同时瞄准 16 位市场,及时推出 16 位产品 DSP56000 系列等。

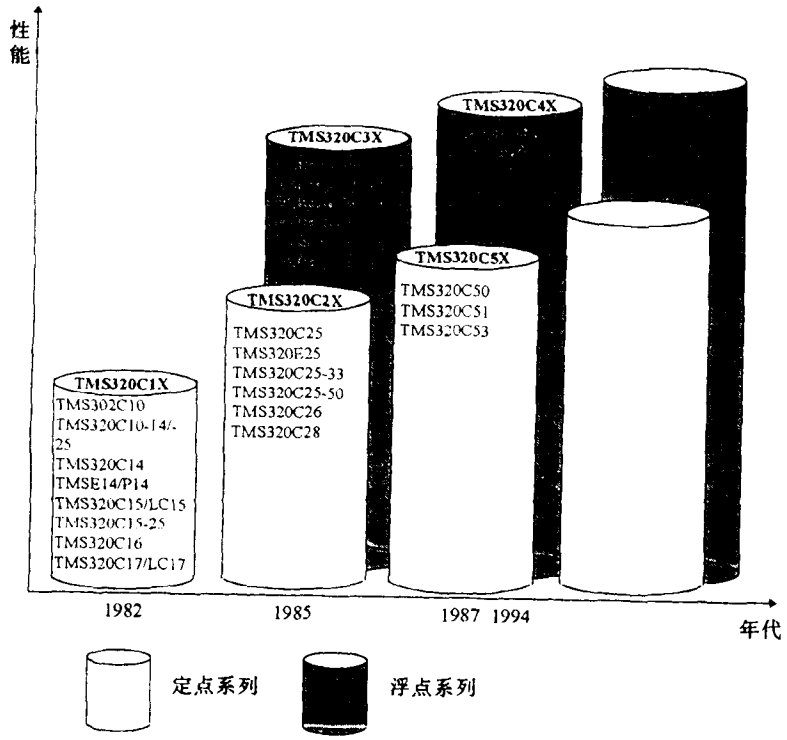


图 1.1 TMS320 系列的典型产品

●TMS320 ●内部结构 ●引脚信号 ●流水线

本章将以目前广泛使用的 TMS320 系列为例,介绍 DSP 的内部结构、工作原理、引脚信号功能、系统控制以及流水线操作等。

2.1 TMS320 系列的内部结构

如前所述,16/32 位的 TMS320 系列,到目前为止,已有五代产品问世,其内部结构经过不断改进,也促使其功能相应地逐步加强。这里我们以常用的第二代产品 TMS320C2X 为例,说明 DSP 内部的结构及各主要部件的功能。

2.1.1 TMS320 内部结构框图

TMS320 系列 DSP 在结构上采用哈佛型结构,即程序存储器和数据存储器相互分开各占独立的空间,允许取指令和执行指令全部重叠进行。它与专用的 DSP 指令系统相结合,从而能提高速度和灵活性,产生出每秒执行 10 兆条指令(10ML/s)的微处理器系列。TMS320 系列 DSP 速度的最佳化是用硬件功能实现的,而其他的处理器则是通过软件和微指令(编码)来实现的。这种硬件加强的方法是 TMS320 系列产品的一个重要特色。

图 2.1 为 TMS320C2X 的内部结构简化框图。下面对其各组成部分加以说明。

1) 片内数据存储器 RAM

图 2.1 中占有两个空间的片内数据存储器 RAM,其总容量为 544 字,每个字 16 位。其中之一既可以设置成程序存储器,也可以设置成数据存储器,从而增加了系统设计的灵活性。片外可直接寻址的 64K 字数据存储器地址空间便于实现 DSP 算法。

2) 片内程序存储器 ROM

对于 TMS320C25 来说,其片内程序存储器是 4K 字的大块掩膜 ROM,用它可以降低系统的成本,提供一个实际的单片 DSP。最多 4K 字的程序可以用掩膜方法放置到内部 ROM 中去。64K 字程序的其余部分被放在片外,大量程序可以全速在此存储空间上运行,也可以将程序从慢速的外部存储器装入到片内 RAM 中去全速运行。

3) 算术逻辑单元和累加器 ALU/ACC...

TMS320C2X 使用 32 位的 ALU 和累加器并以 2 的补码参加运算。ALU 是一个通用目的算术单元,它所使用的运算数据取自数据 RAM 或来自立即指令的 16 位字,也可以是乘积寄存器中 32 位的乘积结果。除通常的算术指令外,ALU 还可以执行布尔运算,提供高速控制

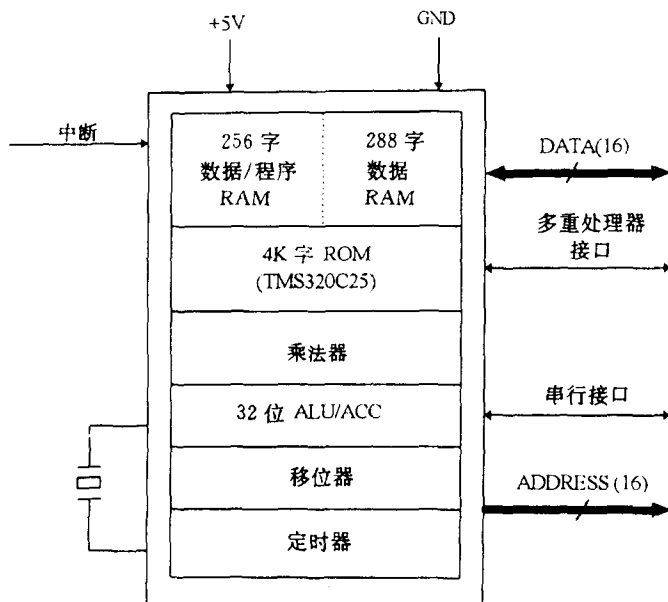


图 2.1 TMS320C2X 简化框图

器需要的位操作能力。累加器存储 ALU 的输出并且是 ALU 的第二个输入。字长为 32 位的累加器被分为一个高字阶(从第 31 位到第 16 位)和一个低字阶(从第 15 位到第 0 位)。使用指令可以在存储器中存储累加器的高字阶字和低字阶字。

4) 乘法器

乘法器以单指令周期完成 16×16 位 2 的补码数相乘,其结果是 32 位。乘法器由三部分组成,即 T 寄存器、P 寄存器和乘法器阵列。16 位的 T 寄存器用来临时存放乘数,P 寄存器存储 32 位乘积。乘法器中的数值来自数据存储器,当使用 MAC/MACD 指令时,则来自程序存储器,或者直接来自乘立即数的 MPYK 指令字。快速的片内乘法器对执行诸如卷积、相关和滤波等 DSP 基本算法是很有实效的。

5) 定标移位器

TMS320C2X 的定标移位器有一个 16 位的输入连接到数据总线和一个 32 位的输出连接到 ALU。定标移位器依照指令的编程使输入数据产生 0 到 16 位的左移。输出的最低有效位(LSBs)填补 0;而最高有效位(MSBs)或者填补 0 或者符号扩展,这取决于状态寄存器 ST1 中符号扩展方式位的状态。所附加的移位能力使得处理器能扫描数值定标,二进制位提取,扩展运算和防止溢出。

6) 局部存储器接口

TMS320C2X 局部存储器接口包括一个 16 位的并行数据总线(D15 ~ D0),一个 16 位的地址总线(A15 ~ A0),三个用于数据/程序存储器或 I/O 空间选择($\overline{DS}$, $\overline{PS}$ 和 $\overline{IS}$)的引脚,以及各种系统控制信号。 $R/\overline{W}$ 信号控制着数据的传输方向,而 $\overline{STRB}$ 为控制这个传输提供了定时信号。当使用了片内程序 RAM、ROM 或高速外部程序存储器时,TMS320C2X 就以全速运行而无等待状态。利用 READY 信号允许产生等待状态,用于与低速片外存储器进行通信。