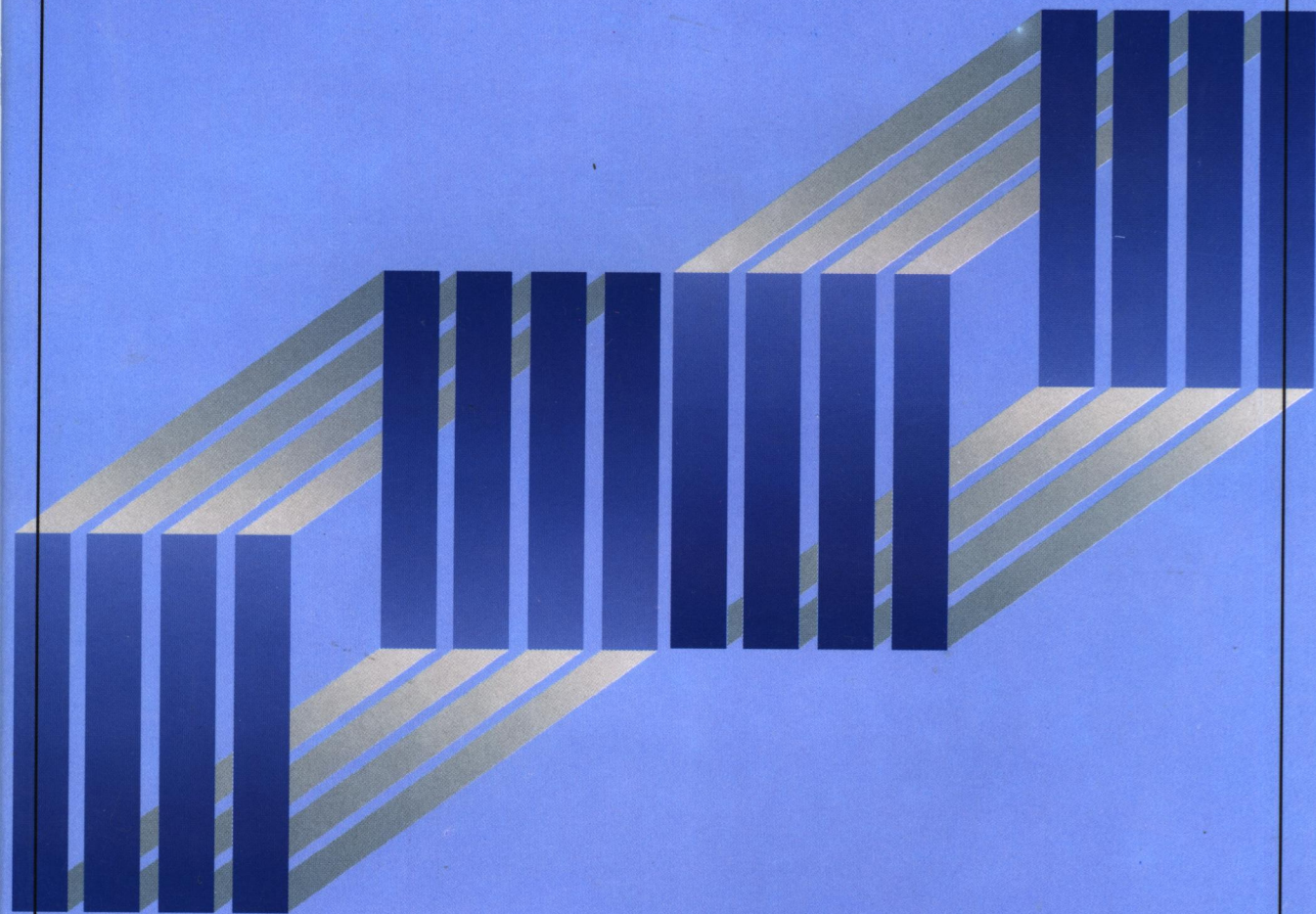


TMS320C2000系列

DSPs原理及应用

张卫宁 编著



国防工业出版社

f74

7/172
Z356

TMS320C2000 系列

DSPs 原理及应用

张卫宁 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

TMS320C2000 系列 DSPs 原理及应用/张卫宁编著. —北京:国防工业出版社, 2002.4

ISBN 7-118-02716-2

I. T... II. 张... III. 数字信号 - 信号处理 - 数字通信系统, TMS320C2000 IV. TN914.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 085402 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

三河市新艺印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 18¼ 416 千字

2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月北京第 1 次印刷

印数:1—3000 册 定价:24.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

当今是计算机技术和数字信息处理技术高速发展的时代。数字信号处理器 DSPs (Digital Signal Processors) 自 20 世纪 80 年代诞生以来,在短短十几年内得以飞速发展。由于它既具有独特的高速数字信号处理功能,又具有实时性强、低功耗、高集成度等嵌入式微处理器的特点,因而其应用已经深入到通信、航空、航天、雷达、工业控制、网络及家用电器等各个领域,成为最有发展潜力的技术、产业和市场之一。

美国德克萨斯仪器(TI)公司是当今世界上最大的 DSPs 供应商,其产品占世界市场的 44% 以上。TI 公司于 1982 年推出的 TMS320 系列是目前世界上最有影响的主流 DSPs 产品。本书介绍的 TMS320C2000 系列是 16 位定点 DSPs,它的速度高达 20MIPS,片内配置有双口数据存储器 DARAM 和 ROM/FLASH 等程序存储器,片外可寻址 64K 字数据存储器、64K 字程序存储器和 64K 字 I/O,并具有丰富的片内外围设备。其性价比极高,尤其适用于小批量、多品种的家电产品,数码相机,电话,测试仪器仪表等,还可广泛应用于数字电机控制、工业自动化、电力转换系统、空调控制等。目前 C2000 芯片在性能上已经远远超过一般的单片机芯片,而其价格却在逐年下降,正在逐步接近单片机的价格。相信在不久的将来,它们就会以其优异的性能价格比而成为某些单片机的理想替代品,成为不可或缺的可编程基础器件。

目前,国内对 DSPs 的研究和应用正在从科研转入产品和市场运作。由于 DSPs 优异的特性和极高的性能价格比,使它的应用价值日益显现出来,越来越受到国内电子信息界和企业的高度重视。近年来,国内许多大学已经对硕士生及本科生开设了 DSPs 课程,并建立了 DSPs 重点实验室;国内的许多科研和企业正在对 DSPs 进行开发和应用研究。因此迫切需要这方面的教材、自学课本和参考书籍,本书就是在此背景下编写完成的。

本书共分为 8 章。第 1 章概述 DSPs 技术的发展、分类及应用;第 2、3、4 章详细介绍 TMS320C2000 系列 DSPs 的基本结构、CPU、存储器和 I/O 空间以及片内外围设备的工作原理;第 5 章讨论 TMS320C2000 的寻址方式、指令系统和文件格式等;第 6 章介绍定点数据的定标和运算、非线性运算和数据的非数值处理,并列举了典型软件编程应用实例;第 7 章讨论 DSPs 硬件系统设计及接口技术的应用,包括外部数据存储器、程序存储器及 I/O 的扩展应用,TMS320C2000 与 PC 机的通信设计,A/D、D/A 接口设计等,并给出一些实用的接口电路;第 8 章给出了 TMS320C2000 系列芯片的应用实例,着重介绍它在图像处理和工业自动化控制中的应用等。

本书在编写过程中得到山东大学信息科学与工程学院各位同仁的热情帮助和鼓励,王欣教授、王汇源教授和刘玫副教授对本书的编著工作给予了大力支持,徐凯、赵文仓、李晓飞、刘瑞慧、王斌、刘增军等同学做了部分资料的整理工作,在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中错误在所难免,恳请读者批评指正。

张 卫 宁

2001 年 8 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 DSPs 及其应用	1
1.1.1 DSPs 的主要结构特点	1
1.1.2 DSPs 的发展	2
1.1.3 DSPs 芯片的分类及主要技术指标	4
1.2 DSPs 的应用	5
1.3 TMS320 系列 DSPs	5
1.4 TMS320C2000 系列 DSPs	6
1.4.1 C20X 系列芯片的结构及特点	6
1.4.2 C24X 系列芯片的结构及特点	8
第 2 章 TMS320C2000 系列 DSPs 的 CPU 内核结构	11
2.1 引脚分布及功能	11
2.1.1 C20X 的引脚分布及功能	11
2.1.2 C24X 引脚分布及功能	15
2.2 总线结构	19
2.3 中央处理单元 CPU	20
2.3.1 输入定标部分	20
2.3.2 乘单元	22
2.3.3 中央算术逻辑单元 CALU	22
2.3.4 辅助寄存器和辅助寄存器算术单元	23
2.3.5 状态寄存器 ST0 和 ST1	24
2.4 时钟及 CPU 的指令周期	26
2.4.1 C20X 的时钟发生器及其选项	26
2.4.2 C24X 的 PLL 时钟模块及其选项	29
2.4.3 CPU 的指令周期和总线周期	32
2.4.4 流水线操作	32
2.5 复位操作	33
2.5.1 C20X 芯片的复位操作	33
2.5.2 C24X 芯片的复位操作	36
2.6 程序地址生成逻辑	37
2.6.1 程序计数器 PC 和程序地址寄存器 PAR	38
2.6.2 堆栈	39

2.6.3	微堆栈 MSTACK	39
2.6.4	重复计数器	40
2.7	中断系统	40
2.7.1	中断分类及中断响应过程	40
2.7.2	C20X 的中断系统	40
2.7.3	C24X 的中断系统	47
第 3 章	存储器及 I/O 空间	52
3.1	程序存储器	52
3.1.1	片内程序存储器	53
3.1.2	片外程序存储器	53
3.2	数据存储器	54
3.2.1	局部数据存储器	54
3.2.2	全局数据存储器	55
3.3	I/O 空间	56
3.4	几种 C2000 芯片的地址映像和存储器配置	56
3.4.1	C203 地址映像和存储器配置	56
3.4.2	C204 地址映像和存储器配置	58
3.4.3	C24X 地址映像和存储器配置	59
第 4 章	片内外围设备	62
4.1	C20X 的片内外围设备	62
4.1.1	定时器	62
4.1.2	异步串行口	65
4.1.3	同步串行口	71
4.1.4	等待状态产生器	81
4.2	C24X 的片内外围设备	84
4.2.1	A/D 转换模块	84
4.2.2	看门狗定时器及实时中断模块	88
4.2.3	串行外设接口	92
4.2.4	事件管理器	104
4.2.5	等待状态产生器	134
第 5 章	TMS320C2000 指令系统及汇编语言	137
5.1	寻址方式	137
5.1.1	立即寻址方式	137
5.1.2	直接寻址方式	137
5.1.3	间接寻址方式	138
5.2	硬指令集	140
5.3	公共目标文件格式 COFF	145
5.3.1	汇编语言源程序举例	145
5.3.2	COFF 的分段结构	146

5.3.3	汇编程序和连接程序对段的处理	148
5.4	汇编语言指令	153
5.4.1	段定义指令	154
5.4.2	常数初始化指令	154
5.4.3	段程序计数器排列指令	157
5.4.4	输出列表格式指令	157
5.4.5	引用其它文件的指令	159
5.4.6	条件汇编指令	159
5.4.7	汇编时的符号指令	160
5.4.8	综合指令	161
5.5	C2000 汇编语言程序的建立和运行过程	162
第 6 章	TMS320C2000 系列软件编程及应用	164
6.1	DSPs 的定点运算	164
6.1.1	DSPs 中数的表示	164
6.1.2	数的定标	165
6.1.3	DSPs 定点算术运算	167
6.2	非线性运算和数据的非数值处理	171
6.2.1	查表	171
6.2.2	插值	172
6.3	软件编程举例	180
6.3.1	C20X 典型源程序设计举例	180
6.3.2	C24X 片内外设典型应用程序设计举例	188
第 7 章	TMS320C2000 系列硬件接口及应用	203
7.1	TMS320C20X 的时钟电路和复位电路	203
7.1.1	时钟电路设计	203
7.1.2	复位电路设计	203
7.2	外部数据存储器和程序存储器的扩展	209
7.2.1	常用 SRAM 芯片及扩展技术	210
7.2.2	常用程序存储器芯片及扩展技术	215
7.2.3	FLASH MEMORY 芯片及扩展技术	219
7.2.4	NVSRAM 芯片及扩展技术	229
7.2.5	实现片选的基本方法	231
7.3	输入输出接口电路的设计	232
7.4	TMS320C2000 与 PC 机的串口通信	236
7.4.1	RS-232-C 串行总线接口标准	236
7.4.2	TMS320C2000 与 PC 机的串口通信	239
7.5	模数接口设计	244
7.5.1	TLC5510/TLC5510A 高速 8 位并行 A/D 与 DSPs 的接口设计	245
7.5.2	DAC120 系列 12 位 D/A 与 C2000 的接口设计	250

第 8 章 TMS320C2000 系列应用举例	257
8.1 C2000 系列应用于彩色空间的转换	257
8.1.1 彩色空间的转换原理	257
8.1.2 软件设计	258
8.2 C2000 系列在图像灰度校正中的应用	262
8.2.1 灰度校正的理论及公式	262
8.2.2 用软件实现灰度校正	263
8.3 基于 DSPs 的电话线图像传输系统	267
8.3.1 系统原理分析	268
8.3.2 电话线视频图像系统的通信实现	269
8.4 基于 DSPs 的无刷直流电动机控制系统	269
8.4.1 无刷电动机的 DSPs 控制系统	269
8.4.2 无刷电动机控制策略	270
8.5 基于 DSPs 的矢量控制系统	273
8.5.1 矢量控制系统的控制原理	273
8.5.2 系统组成及功能实现	274
8.5.3 系统软件设计	276
8.5.4 实验结果	277
8.6 UPS 峰值电压检测方法	277
8.6.1 系统结构	277
8.6.2 工作原理	277

第 1 章 绪 论

目前,随着计算机和信息产业的飞速发展,数字信号处理学科不但在理论上而且在方法上都获得了迅速发展。特别是数字信号处理器(DSPs, Digital Signal Processors)的诞生与快速发展,使各种数字信号处理算法得以实时实现,为数字信号处理的研究和应用打开了新局面,提供了低成本的实际工作环境,造就了一大批新型电子产品,推动了新的理论和应用领域的发展。由于 DSPs 具有丰富的硬件资源、改进的并行结构、高速数据处理能力和强大的指令系统,已经成为世界半导体产业中紧随微处理器与微控制器之后的又一个热点,在通信、航空、航天、雷达、工业控制、网络及家用电器等各个领域得到了广泛的应用。

1.1 DSPs 及其应用

DSPs 是以数字信号来处理大量信息的器件,是一种特别适合于实现各种数字信号处理运算的微处理器,也是嵌入式处理器大家庭中的一员(通常,嵌入式处理器包括微处理器、微控制器、数字信号处理器和单片机等)。

1.1.1 DSPs 的主要结构特点

DSPs 具有下列主要结构特点:

(1)采用改进型哈佛结构,具有独立的程序总线 and 数据总线,可同时访问指令和数据空间,允许数据在程序存储器和数据存储器之间进行传输。

(2)高度的操作“并行性”,在一个指令周期内可完成多重操作,一般能够完成一次乘法和一次加法,而德克萨斯仪器公司(TI)的 TMS320C6000 系列在每个周期内甚至可以完成 8 个操作。

(3)支持流水处理。在处理器内,对每条指令的操作可分为取指、译码、执行等几个阶段,每个阶段称为一级流水。流水处理是指在某一时刻同时对若干条指令进行不同阶段的处理。如 TI 公司的 TMS320 系列具有四重流水线,即在理想情况下,可以同时处理四条指令进行不同阶段的处理,大大提高了程序运行的速度。

(4)片内含有专门的硬件乘法器和高性能的运算器及累加器,能够在每秒钟内处理数以千万次乃至数亿次定点或浮点运算,其处理速度比以往最快的 PC 微处理器还快数十倍;为满足数字信号处理 FFT、卷积等运算的特殊要求,多数 DSPs 的指令系统中设置有循环寻址及位倒序指令和其它特殊指令,使得在作这些运算时寻址、排序及计算速度都大幅度提高。如单片 DSPs 作 1024 点复数 FFT 所需时间已降到微秒量级。

(5)新型 DSPs 大多设置了单独的 DMA 总线及其控制器,在基本不影响数字信号处理速度的情况下,作高速的并行数据传送,其传送速率可以达到数百兆字节每秒。

(6)丰富的片内存储硬件和灵活的寻址方式为数据处理应用提供了良好条件。DSPs 面向的是数据密集型应用,对数据访问的速度和灵活性有很高的要求,同时又需要大量的数据存储空间。根据这些应用特点,DSPs 片内集成了 RAM、ROM、FLASH 及双口 RAM 等存储空间,并通过不同的片内总线访问这些空间,因此不存在总线竞争和速度匹配问题,大大提高了数据读/写访问的速度。

(7)新型 DSPs 不但具有数据处理能力,而且集成了越来越多的其它部件,如 A/D、比较器、捕捉器、PWM、串行口及看门狗等,为将 DSPs 应用于智能测控、电机控制、电力电子技术等领域提供了资源条件,并可以组成新型的 DSPs 嵌入式应用系统。这种 DSPs 嵌入系统不仅具有其它微处理器和单片机嵌入系统的优点,而且还具有独特的高速数字信号处理能力。

1.1.2 DSPs 的发展

DSPs 技术的发展经历了三个主要阶段:20 世纪 70 年代、80 年代和 90 年代,目前已发展到第五代产品(见表 1-1)。20 世纪 70 年代的数字信号处理系统由分立元件组成,包括部分处理器、线性电路模拟前端、A/D 转换器、外围接口电路、组合电路及可编程逻辑阵列等。当时数字信号处理是一门高深的学科,对它的研究只局限在理论范围和医疗电子、生物电子及应用地球物理等狭窄的应用领域。1978 年,AMI 公司宣布第一个 DSPs 问世,但人们一般认为,20 世纪 70 年代后期推出的 INTEL2920 才是第一块具有独立结构的 DSPs,它实质上是用数字方式来对模拟信号进行处理的一个系统。进入 20 世纪 80 年代,随着数字信号处理技术和计算机应用范围的扩大,迫切要求提高数字信号处理技术的处理速度,扩大实质性的应用范围,从而推动了 DSPs 的诞生和发展。1982 年美国 TI 公司推

表 1-1 DSPs 的五代产品

年代 结构及 技术指标	1978 年—1983 年 (第一代)	1983 年—1986 年 (第二代)	1986 年—1990 年 (第三代)	1990 年—1994 年 (第四代)	1994 年至今 (第五代)
结构	VonNeumann 和 Harvard 结构	Harvard 结构	Harvard 结构	Harvard 结构	Harvard 结构
MAC 需时钟	2 周期	1 周期	1 周期	1 周期	< 1 周期
DMA	无	有	有	有	有
输入输出	并行	串行/定时器	多通道	多通道	多通道
指令	RISC	RISC + 事件控制	RISC + 事件控制 + 布尔运算	RISC + 事件控制 + 布尔运算	RISC + 事件控制 + 布尔运算
中断	无	有	有	有	有
乘法累加时间	> 200ns	< 160ns	< 80ns	< 35ns	< 20ns
存储器设置	ROM/外扩	ROM/EPROM/外扩	RAM/ROM/EPROM/ 外扩	RAM/ROM/EPROM/ 外扩	RAM/ROM/EPROM/ FLASH/外扩
存储器容量	4kbit	64kbit	64kbit ~ 16Mbit	64kbit ~ 16Mbit	64kbit ~ 16Mbit
片内仿真	无	无	无	有	有
操作/时钟数	1/60	1/2	3	3	5
工艺	3 μ m NMOS	2 μ m CMOS	1.2 μ m CMOS	0.8 μ m CMOS	0.5 μ m BiCMOS

出首枚低成本高性能的 DSPs,使 DSPs 技术向前跨出了意义重大的一步。20 世纪 90 年代以来,数字信号处理技术获得了惊人的发展,这体现在 DSPs 的性能和指标不断提高,而价格却不断下降。同时,DSPs 获得了越来越广泛的应用,目前已成为不少新兴科技的主要推动力,其中包括通信、多媒体系统和消费电子、医用电子等等。

今天,随着全球信息化和 Internet 网的普及,多媒体技术得以广泛应用,尖端技术向民用领域迅速转移,数字技术大范围地进入消费类电子产品等,使 DSPs 不断更新换代,价格大幅度下降,各种开发工具日臻完善,从而使它成为最有发展和应用前景的电子器件之一。据国际著名市场调查研究公司 Forward Concepts 在 2000 年发布的一份统计和预测报告显示,目前世界 DSPs 产品市场每年正以 30% 的增幅大幅度增长,其增长速度比整个半导体工业快 50 倍。预计到 2002 年,全球 DSPs 市场总销售额将达 130 亿美元,到 2007 年,将达 500 亿美元。

目前全球 DSPs 市场中的主要厂商有:美国 TI 公司、Lucent、Motorola、Zilog、ADI 等公司。其中:TI 公司位居榜首,在全球 DSPs 市场的占有率为 44%;Lucent 公司排名第二位,占有率为 22.8%;Motorola 公司和 ADI 公司的占有率分别为 13.2% 和 10.2%。还有很小一部分由 Hitachi、NEC、STMicroelectroncs 和 Zilog 等公司占据。其典型 DSPs 产品特性如表 1-2 所示。

表 1-2 典型 DSPs 产品特性

型 号	厂 家	数据 格式	数据 长度/位	运行速度 (MIPS)	内部存储器/字			
					程序 ROM	程序 RAM	数据 ROM	数据 RAM
ADSP2186 ADSP21060 ADSP21061	ADI	定点 浮点 浮点	16 32 32	40 33/40 33/40	无 无 无	8K 80K 16K	无 无 无	8K 128K 32K
DSP1609 DSP1610 DSP1620	Lucent	定点 定点 定点	16 16 16	100 40 120	24K 512K 4K	2K 8K 32K	24K 512K 4K	2K 8K 32K
DSP56812 DSP56824	Motorola	定点 定点	16 16	60 60			24K 32K	2K 3.5K
μ DP77015	NEC	定点	16	60	4K	256	2 × 2K	2 × 1K
TMS320C2000 TMS320C6201 TMS320C6701	TI	定点 浮点 浮点	16 8, 16 32 32, 64	≤40 1600 1GFLOPS	4 ~ 32K	256 ~ 4.25K 16K 16K		544 ~ 4.5K 64K(字节) 16K

我国对数字信号处理技术和产品的研究起步较早,基本上与国外同步发展。目前,全国已有部分科研单位和公司进行 DSPs 的研究,上百所高等院校从事数字信号处理算法的教学与科研。目前,除了一些 DSPs 处理器尚需从国外进口之外,在信号处理理论和算法方面,与国外处于同等水平,而在信号处理和系统集成方面,正在进行与世界上先进国家同样的研究。

1.1.3 DSPs 芯片的分类及主要技术指标

1. 按照数据格式分类

按照数据格式分类,可将 DSPs 分为定点芯片和浮点芯片两种。

定点 DSPs 芯片按照定点的数据格式进行工作,其数据长度通常为 16 位/24 位。它的特点是:体积小,成本较低,功耗小,对存储器的要求不高。但数值表示范围较窄,编程难度大,特别是在有混合小数运算的情况下,必须使用定点定标的方法,并要防止结果的溢出。

浮点 DSPs 按照浮点的数据格式进行工作,其数据长度通常为 32 位/40 位。由于浮点数的数据表示动态范围宽,运算中不必顾及小数点的位置,因此开发较容易,更适合于大量数字信号处理运算的应用场合。但它的硬件结构相对复杂,功耗较大,且比定点芯片的价格高得多。通常浮点芯片使用在对数据动态范围和精度要求较高的系统中。

2. 按照芯片的用途分类可将 DSPs 分为通用型和专用型

按照芯片的用途分类可将 DSPs 分为通用型和专用型两种。通用型 DSPs 适于普通的数字信号处理应用。目前世界上应用最广泛的通用 DSPs 是 TI 公司的 TMS320 系列。

专用型 DSPs 是为适应不同的数字信号处理运算或应用场合而设计的。例如:TI 公司的 TMS320C24X 系列是专为数字电机控制和其它控制应用而设计的芯片;TMS320C54X 系列芯片则主要应用于无线通信中的高速数据压缩,如通道编码、语音编码、均衡、校正、解调和译码等功能;在网络应用方面,Lucent 公司推出了 Venus SOC modem DSPs,该芯片已在最新的 Geode WebPAD 产品中得以应用,WebPAD 产品是一个可以取代 PC 的网络浏览器,用户可以通过它收发电子邮件,与使用 PC 一样方便可靠;Agere 公司推出的 StarPro 系列 DSPs 是专门供新一代 Internet 和无线网络使用的产品。每块芯片都可以为无线交换机、远端接入服务器和 VoIP 网间接口提供大量的话路和数据信道,并已超过同类产品 4 倍以上,为无线基站提供的信道数量是传统 DSPs 的 5 倍多。

3. DSPs 的主要技术指标

由于 DSPs 的种类繁多,结构差别很大,不同厂商的产品指标甚至不具备可比性,因此,下述技术指标只是从不同角度描述了 DSPs 的处理能力或技术性能,仅作为系统设计时的一种参考。

(1)MIPS:百万条指令/s。如 TMS320C2000 系列的单周期指令执行时间为 50ns/35ns/25ns,则其峰值(最大)处理能力为 20MIPS/28.5MIPS/40MIPS,即执行 2(2.85,4)千万条指令/s;TMS320C6203 在时钟为 300MHz 时的峰值性能可以达到 2400MIPS。

(2)MOPS:百万次操作/s。操作包括 CPU 操作、地址计算、数据访问和传输、I/O 操作等。如 TMS320C6201 在时钟为 200MHz 时的峰值性能可达 2400MOPS;TMS320C40 的操作能力为 275MOPS。该项指标是评价 DSPs 处理能力的重要指标。

(3)MFLOPS:百万次浮点操作/s。浮点操作包括浮点乘法、加法、减法、存储等操作。如 TMS320C30 在时钟为 33.33MHz 时的峰值性能可达 33.33MFLOPS;TMS320C67XX 的峰值性能可达 1GFLOPS。该项指标是衡量 DSPs 浮点处理能力的重要指标。

(4)MBPS:百万位/s。该项指标用于衡量 DSPs 的数据传输能力,通常指总线或 I/O 口的带宽,它是对总线或 I/O 口数据吞吐率的量度。如 TMS320C6000 的总线时钟为 200MHz 时,其总线数据吞吐率为 800M 字节/s。

1.2 DSPs 的应用

DSPs 自问世以来,经过近 20 年的发展,其应用已扩大到人们的学习、工作和生活的各个方面,在语音、雷达、声呐、地震、图像、通信系统、系统控制、生物医学工程、机械振动、遥感遥测、地质勘探、航空航天、电力系统、故障检测、自动化仪器等众多领域获得了极其广泛的应用。如家庭中的 CD 音响、VCD、卫星电视接收机、虚拟现实游戏机、电子出版物以及白色家电的控制;办公室中储存大量信息的硬盘驱动器、电视会议、智能复印机、多媒体计算机以及能传输声音和数据的电话等;在交通和通信方面,移动电话手机、能识别声音的机场电话、便携式无线电传设备,汽车上的视像地图、自动减震器及安全气囊的控制器等都要使用数字信号处理技术和芯片。表 1-3 列出了 DSPs 的典型应用。

表 1-3 DSPs 的典型应用

通 用	图形/图像	工 业	仪器仪表	语音/语言
自适应滤波 卷积 相关 数字滤波 快速傅里叶变换 希尔伯特变换 波形发生 加窗	三维旋转 动画/数字画图 动态处理 图像压缩/传输 图像增强 模式识别 机器人视觉 工作站	数字控制 电力线监控 机器人 保密存取	数字滤波 函数发生 模式匹配 锁相环 地震处理 频谱分析 瞬态分析	说话人确认 语音增强 语音识别 语音合成 语音编码 文本-语音转换应用 语音信箱
军 事	汽 车	消 费	控 制	医 疗
图像处理 导弹制导 导航 雷达处理 无线电调制解调器 保密通信 声呐处理 调制解调器 传真	自适应驾驶控制 防滑刹车 引擎控制 蜂窝电话 数字收音机 全球定位 雷达检测 伺服控制 导航 振动分析 语音命令	数字收音机 数字电视 教学玩具 音乐合成 寻呼机 电力工具 不间断应答机	磁盘驱动控制 激光打印机控制 电机控制 机器人控制 伺服控制	诊断工具 胎儿监护 助听器 病人监护 修复 超声设备
通 信				
自适应均衡器 自适应脉冲编码调制译码器 X.25 报文分组交换 通道多路复用	双音多频编解码器 个人通信系统 数字用户交换机(PBX) 个人数字助理	线路增音器 回波抵消 数字语音内插 扬声器电话	扩频通信 蜂窝电话 视频会议 数据加密	

随着信息产业和 Internet 的迅猛发展,通信频带不断扩展,数字电视、WebTV、DVD 及游戏机的大量普及,以 Nokia9000 为代表的带通信功能新一代 PDA 的发展等,都必将推动 DSPs 市场的新的更加飞速的发展。

1.3 TMS320 系列 DSPs

美国 TI 公司已先后推出多代 DSPs 产品,其产品的概况如图 1-1 所示。最具代表性的产品分别是:定点芯片 TMS320C1X、TMS320C2X、TMS320C2XX、TMS320C5X、TMS320C54X、

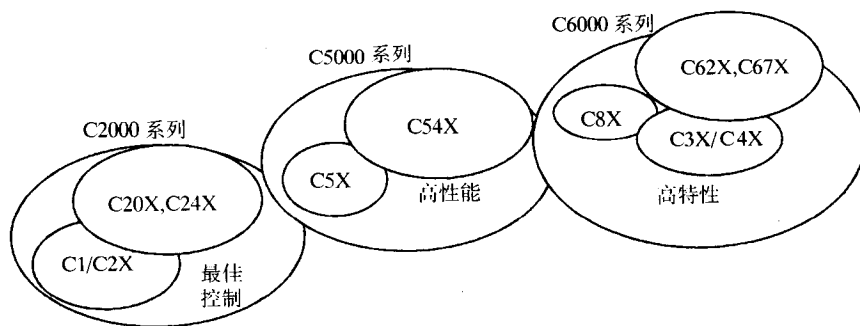


图 1-1 TMS320 系列 DSPs 产品概况

TMS320C62XX; 浮点芯片 TMS320C3X、TMS32C4X、TMS320C67X; 多处理器 TMS320C8X; 专用 DSPs AV7XXX 等。每一系列的 DSPs 中又有许多不同品种 ($X=0\sim 9$), 总计有 100 多个型号, 对应于不同的应用。目前, 最新发展起来并最有应用前景的是三种 DSPs: TMS320C2000、TMS320C5000 及 TMS320C6000 系列, 它们将逐步替代老型号产品, 成为未来相当长时间内的 TI 主流 DSPs 产品。

TMS320C2000 系列是作测控应用的最佳 16 位定点 DSPs, 速度为 20MIPS。主流产品为两个系列: C20X 和 C24X。C20X 可用于电话等通信设备、数字相机、嵌入式家电设备等; C24X 主要用于数字电机控制、电机控制、工业自动化、电力转换系统等。目前 TI 公司又推出了具有更高性能的改进型 C27X 和 C28X 系列芯片, 进一步拓宽了 C2000 的应用领域。

TMS320C5000 系列是低功耗高性能的 16 位定点 DSPs, 速度为 (40~200)MIPS。主要使用在有线通信和无线通信设备中, 如 IP 电话、PDA、网络电话、服务器、寻呼机、多种便携式信息系统以及消费类电子产品等。

TMS320C6000 系列是高性能 DSPs, 具有最佳性价比。其中, C62XX 为 16 位定点 DSPs, 速度为 (1200~2000)MIPS, 可用于无线基站、Modem、网络系统、中心局交换机、数字音频广播设备等; C67X 是 32 位浮点芯片, 速度为 1GFLOPS, 可用于基站数字波束形成、语音识别、医学图像处理和 3D 图形等。

1.4 TMS320C2000 系列 DSPs

1.4.1 C20X 系列芯片的结构及特点

C20X 系列是美国 TI 公司继 C2X 和 C5X 之后推出的低价格高性能的 16 位定点 DSPs。目前有 C203、C204、C206 和 C209, 见表 1-4。由于它采用了改进型哈佛结构, 具有分离的程序总线 and 数据总线, 使用四级流水线作业, 因此具有高速运行的特点, 其单周期指令执行时间仅为 25ns/35ns/50ns, 即具有 20MIPS/28.5MIPS/40MIPS 的处理能力。它的源码与 C1X、C2X 兼容, 向上与 C5X 芯片兼容, 但与 C1X、C2X 和 C5X 相比, C20X 的时钟频率提高了, 指令集更加丰富, 操作得以优化, 全新的静态设计技术使之功耗大幅度减小, 而增强的模块化结构设计更便于器件的快速开发, 提高了芯片的性能和通用性, 使它的应用领域得以拓宽。目前, C20X 芯片的价格已经与单片机相近, 但性能却比一般单片机强的多, 因而

CPU 含有 32 位算术逻辑单元 CALU 和 32 位累加器,并具有一个 16×16 位的并行乘法器和 3 个定标移位器,以满足定点定标运算的要求。另外 CPU 还含有 8 个 16 位辅助寄存器和一个用于数据存储器间接寻址的专用算术逻辑单元 ARAU。

C20X 的存储器配置如下:192K 字的可寻址存储空间(64K 字程序空间、64K 字数据空间、64K 字 I/O 空间);544 字的双口片上 RAM,其中 288 字用于数据存储器,256 字用于程序或数据存储器;4K 字的片上 ROM 或 32K 字的片上 Flash 存储器;4K 字的单口片上 RAM 等。

C20X 的片上外设包括:可编程通用定时器;产生程序、数据和 I/O 存储器空间等待时间的软件可编程等待状态发生器;用于实现时钟选项的振荡器和锁相环 PLL;控制 CLK-OUT 引脚开/关状态的 CLK 寄存器(C209 无此功能);同步串口和异步串口(C209 无此功能)以及用于仿真与测试的片上扫描电路(IEEE 标准 1149.1)。另外 C20X 还具有 8 级硬件堆栈和中断处理系统。

C20X 具有丰富的指令集和灵活的变址寻址方式,可以进行单指令重复操作;单周期乘/加指令操作;利用存储块移动指令,可更好地管理程序/数据存储器;位反转变址寻址能力可以使用在基-2FFT 运算中。

1.4.2 C24X 系列芯片的结构及特点

TMS320C24X 系列是美国 TI 公司于 1997 年推出的低价格高性能的 16 位定点 DSPs,是专为数字电机控制和其它控制应用系统而设计的系列 DSPs。目前有 C240、C241、LC2402、LC2404、LC2406、LF2402、LF2406 和 LF2407 等片种,见表 1-5。各芯片名称中间的英文表示出它的工艺类型如下。

表 1-5 C24X 芯片的特性

特 性	LF2407	LF2406	LF2402	LC2406	LC2404	LC2402
C2XX CPU 内核	有	有	有	有	有	有
指令周期	33ns	33ns	33ns	33ns	33ns	33ns
MIPS/30MHz	30MIPS	30MIPS	30MIPS	30MIPS	30MIPS	30MIPS
DARAM/字	544	544	544	544	544	544
SARAM/字	2K	2K	-	2K	1K	-
片内 Flash/字	32K	32K	8K	-	-	-
片内 ROM/字	-	-	-	32K	16K	4K
根 ROM/字	256	256	256	-	-	-
外部存储器接口	有	-	-	-	-	-
事件管理器 A B	EVA EVB	EVA EVB	EVA	EVA EVB	EVA EVB	EVA
·通用定时器(GP)	4	4	2	4	4	2
·比较(CMP)/PWM	10/16	10/16	5/8	10/16	10/16	5/8
·捕捉(CAP)/QEP	6/4	6/4	3/2	6/4	6/4	3/2
看门狗定时器	有	有	有	有	有	有
10 位 ADC	有	有	有	有	有	有
·通道	16	16	8	16	16	8
·转换时间/ns	500	500	500	500	500	500
SPI	有	有	-	有	有	-
SPC	有	有	有	有	有	有
CAN	有	有	-	有	-	-
数字 I/O 引脚	41	41	21	41	41	21
外部中断	5	5	3	5	5	3
电源/V	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
封装	144TQFP	100TQFP	64TQFP	100TQFP	100TQFP	100PQFP

C = CMOS LC = Low voltage CMOS(3.3V)
 E = CMOS CPROM LF = Flash EPROM(3.3V)
 F = Flash EEPROM VC = Low voltage CMOS(3V)

C24X 不但具有高性能的 C2XX CPU 内核, 配置有高速数字信号处理的结构, 而且还具有单片电机控制的外设功能。它将数字信号处理的高速运算功能与面向电机的强大控制能力结合在一起, 从而成为传统的多微处理器单元 MCU 和多片设计系统的理想替代品。该系列芯片能为价格低廉的电机如 AC 感应、直流永磁和开关磁阻电机等提供控制

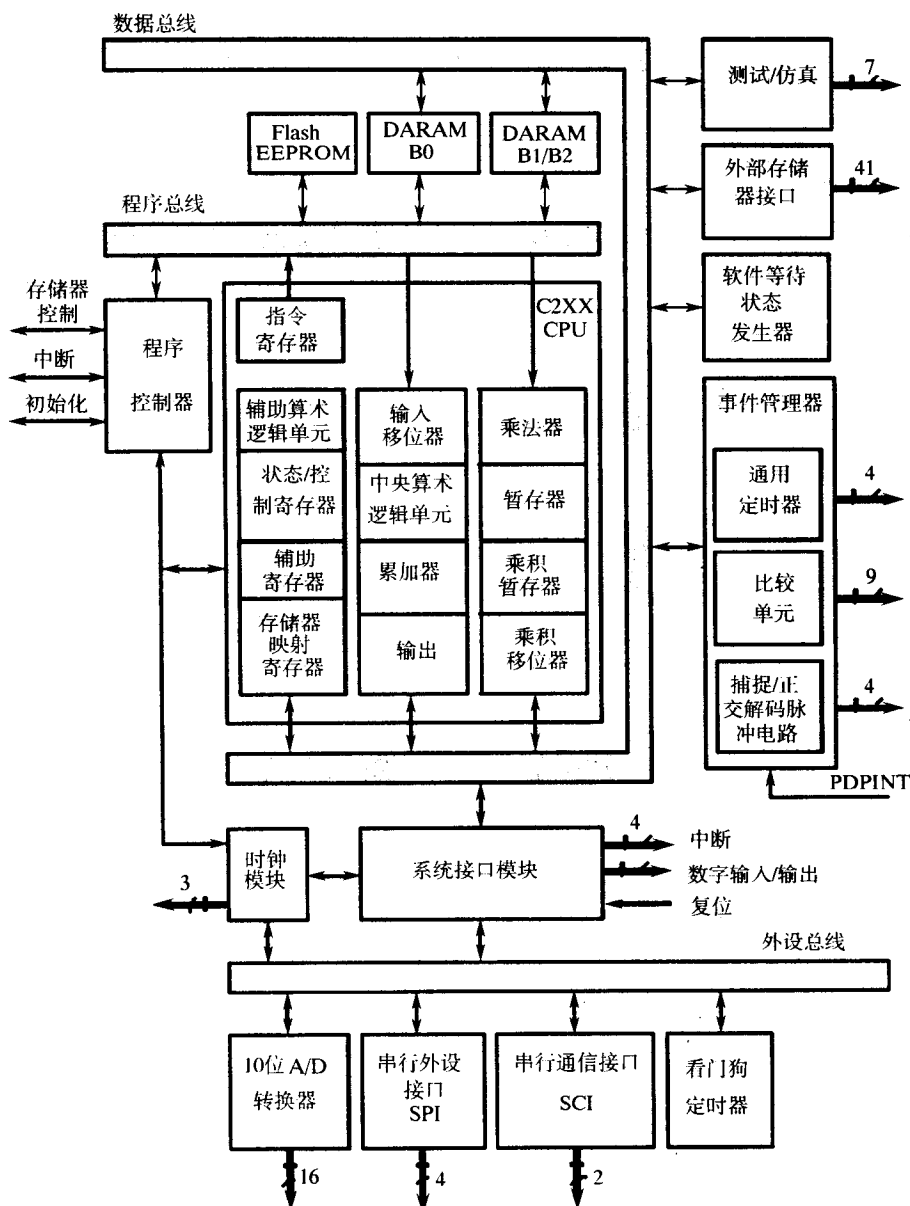


图 1-3 TMS320C24X 功能框图