

应用与教学系列

86系列高级微型机

● 江岳 许薇 编著

● 科学出版社

计算机应用与教学系列

86 系列高级微型机

江 岳 许 薇 编著

科 学 出 版 社

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书阐述国内流行的 16 位微型机 80286 和正在推广的 32 位微型机 80386, 486. 全书分六章, 内容包括概论, 80286, 80386, 80386 的接口与系统, 486 和远程通讯. 书中详细介绍了 32 位微型机的基本工作原理、软件编程、硬件开发、远程通讯和实际操作使用知识.

本书可供从事微型机设计和应用的科技人员阅读, 也可作为高等院校有关专业的教材或重要参考书.

计算机应用与教学系列

86 系列高级微型机

江 岳 许 薇 编著

责任编辑 王春晖

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

北京昌平马池口印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1992年12月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1992年12月第一次印刷

印张: 28 1/4

印数: 1—5 100

字数: 684 000

ISBN 7-03-003093-1/TP·225

定价: 19.60元

前 言

随着微型机的普及和不断更新换代,我国各科研单位、高等院校都在推广使用高级的16位微型机和32位微型机。目前使用最多的是以80286和80386为CPU的个人计算机、工作站和多用户系统。它们已成为微型机市场的主要机种。目前各使用单位和高等院校都希望有一本阐述86系列高级微型机的原理、编程、硬件扩充和实际使用知识的实用书。针对这一情况,我们编写了本书,奉献给读者。

本书主要介绍Intel公司生产的80286, 80386, i486微处理器和以它们为CPU的微型机。i486即80486, 80486是俗称, i486是Intel公司公布的正规叫法。书中还概括介绍其他几种主要的32位微处理器的特点。全书分概论, 80286, 80386, 接口与系统, i486和远程通讯等六章。编入远程通讯一章, 主要是为了加强本书的实用性。书末附录编入的AST386C使用知识, 为上机者提供了十分具体的操作指南。

本书的特点是讲清楚86系列高级微型机的新特点和新结构的来龙去脉, 并加以融汇贯通。本书材料十分可靠、内容丰富, 编写方法不同于繁琐的手册。读者可以根据书中阐明的原理举一反三, 进行各种开发工作, 真正掌握这些新技术。

由于80286, 80386和i486皆有向上兼容性, 本书不再介绍与8086重复的概念及指令, 因此阅读本书的读者应具备8086微型机的基本知识。需要补充这方面知识的读者, 可参考有关介绍8086的书籍。

在编写本书的过程中, 南京紫金计算机集团i486研究室为本书提供了加拿大Magus E486母板的材料, 作者在此深表谢意。

本书可供从事微型机设计和应用的各行各业科技人员阅读, 也可以作为高等院校有关专业的教材或重要参考书。

目 录

前言

第一章 概论	1
1.1 微型计算机发展的回顾	1
1.2 32位微型机的特点	3
1.2.1 32位微处理器一览表	3
1.2.2 32位微处理器的共同特点	3
1.2.3 32位微型机的应用范围	4
1.3 32位微处理器的主要类型	5
1.3.1 NS 32032/32332 微处理器	5
1.3.2 WE 32100微处理器	5
1.3.3 MC 68020/68030 /68040微处理器	6
1.3.4 Intel 80386/i486微处理器	8
1.3.5 Z80000 微处理器	8
1.3.6 Transputer T414/T424	9
1.3.7 Micro VAX-78032 微处理器	11
1.3.8 SUN-4工作站的 CPU	12
第二章 80286微处理器	13
2.1 80286的结构与工作方式	13
2.1.1 80286结构特点	13
2.1.2 286的两种方式	13
2.1.3 软件向上兼容性	14
2.1.4 80286 的寄存器	14
2.1.5 80286的引脚和信号	15
2.2 80286的寻址方式与指令系统	16
2.2.1 80286的寻址方式	16
2.2.2 80286的指令系统	17
2.3 80286的I/O和中断系统	21
2.3.1 I/O 系统	21
2.3.2 中断系统	22
2.3.3 286的复位与暂停	24
2.4 80286的受保护的虚地址方式	25
2.4.1 概述	25
2.4.2 存储器管理	25
2.4.3 实地址方式中物理地址的计算	26
2.4.4 虚拟方式中物理地址的计算	27
2.4.5 地址变换寄存器	28
2.4.6 段描述子的分析	30

2.4.7 任务间共享模式	33
2.4.8 存储器管理指令	35
2.4.9 虚拟方式寻址过程举例	36
2.5 80286的保护方式	38
2.5.1 特权级	39
2.5.2 穿过环的调用	40
2.5.3 特洛伊木马攻击策略	44
2.5.4 符合段 (conforming segments)	45
2.6 多任务处理	45
2.6.1 时间分割	47
2.6.2 切换数字任务	48
2.6.3 调用一个任务	50
2.6.4 任务切换举例	51
2.7 中断与异常	53
2.7.1 实方式中的中断与异常	53
2.7.2 中断优先权	54
2.7.3 虚方式中的中断	55
2.7.4 中断描述子表中的门	55
2.7.5 中断保护的规则	56
2.7.6 任务-特殊中断处理	56
2.7.7 出错码	57
2.7.8 虚拟方式保留中断	57
2.8 系统初始化	59
2.8.1 初始化地址空间	59
2.8.2 检查287是否存在	59
2.8.3 转换到虚方式	60
2.9 虚拟方式小结	61
2.9.1 描述子小结	61
2.9.2 特权规则	61
2.9.3 访问规则	61
2.10 80286机器组织	62
2.10.1 286总线介绍	62
2.10.2 只读存储器	68
2.10.3 输入输出设备接口芯片	69
2.10.4 动态随机存储器	75
2.10.5 286与287的接口	80
2.11 IBM-PC/AT概述	82
2.11.1 系统的基本特性	83
2.11.2 存储器	83
2.11.3 系统时钟	83
2.11.4 中断系统与 DMA	84
2.11.5 I/O通道	86

2.11.6 键盘	87
2.11.7 系统 BIOS	88
2.11.8 串行/并行适配器	89
第三章 80386微处理器	91
3.1 80386的基本结构	91
3.1.1 80386性能概述	91
3.1.2 80386的结构框图	92
3.1.3 80386的寄存器结构	93
3.1.4 80386的存储器结构	97
3.1.5 80386的引脚与信号	98
3.2 80386寻址方式和指令系统	99
3.2.1 80386的寻址方式	99
3.2.2 80386的数据类型	101
3.2.3 80386的指令系统	102
3.3 80386的段和兼容性	139
3.3.1 86系列的进化	140
3.3.2 编写跨段的程序	145
3.3.3 模拟8086	149
3.3.4 模拟286	151
3.4 操作系统综述	153
3.4.1 存储器管理的分页管理	153
3.4.2 存储器分段管理	161
3.4.3 特权级	166
3.4.4 多任务处理	167
3.4.5 中断和异常	171
3.4.6 系统初始化	174
3.5 80386的实方式编程	179
3.5.1 实方式地址计算	179
3.5.2 进入、离开和返回实方式	179
3.5.3 386与8086、80826在实方式下的区别	180
3.5.4 实方式编程举例	181
3.6 80386的保护方式与编程	191
3.6.1 保护方式地址计算	192
3.6.2 存储器段式管理	192
3.6.3 描述子和描述子表	193
3.6.4 保护机制	194
3.6.5 保护方式编程举例	195
3.7 80386的8086虚拟方式	208
3.7.1 虚拟86方式概述	209
3.7.2 进入和离开虚拟8086方式	209
3.7.3 8086虚拟方式的任务	210
3.7.4 8086虚拟方式与8086及386实方式的差别	211

9.7.5 8086虚拟方式中的输入输出	211
第四章 80386的接口与系统	213
4.1 总线通讯	213
4.1.1 总线周期定义	213
4.1.2 总线周期控制	213
4.1.3 动态总线宽度	215
4.1.4 时钟芯片82384	215
4.2 80386接口方式	217
4.2.1 I/O编址方式	217
4.2.2 存储器映象编址	218
4.2.3 地址译码电路	218
4.3 存储器芯片的连接方式	219
4.3.1 常规存储器接口技术	219
4.3.2 ROM、EPROM的连接	220
4.3.3 386和DRAM的连接	221
4.4 cache接口技术	221
4.4.1 cache的作用	221
4.4.2 cache分类	222
4.4.3 cache系统中的数据更新	224
4.4.4 82385 cache控制器	225
4.5 DMA传送方式	231
4.5.1 82380的结构	232
4.5.2 82380芯片引脚说明	239
4.5.3 82380的连接方式	239
4.6 其他接口芯片	243
4.6.1 8274串行控制器	243
4.6.2 8259A 中断控制器	245
4.6.3 82586局部网络协处理器	246
4.7 80386 微型机系统组织	248
4.7.1 386的引脚图	248
4.7.2 协处理器及其连接线路	251
4.7.3 386系统	255
4.7.4 多总线(MULTIBUS)	257
第五章 i486微型机系统	261
5.1 概述	261
5.1.1 i486 出现的背景	261
5.1.2 i486 结构特点	261
5.1.3 外设接口芯片的开发	263
5.2 Magus E486母板	263
5.2.1 硬件功能介绍	264
5.2.2 软件设置	273
5.3 i486微型机系统介绍	276

5.3.1	EST486微型机	276
5.3.2	EST486/25V微型机的使用	277
5.3.3	串/并接口卡	280
5.3.4	VGA图形适配器	285
第六章 远程通讯		299
6.1	基本原理	299
6.1.1	概述	299
6.1.2	远程通讯的基础知识	299
6.1.3	Mite的使用	301
6.1.4	运行Mite的方法	301
6.1.5	远程通讯菜单	304
6.1.6	功能键	306
6.1.7	在线帮助	306
6.1.8	注册入一网络	307
6.2	举例	313
6.2.1	接收 VisiCalc DIF文件	314
6.2.2	邮寄布告栏上的信息	315
6.2.3	发放商品订货	317
6.2.4	综合VisiCalc DIF文件	317
6.3	进一步探讨	319
6.3.1	参数文件	320
6.3.2	编辑远程通讯菜单	324
6.3.3	应用误差检验子程序邮送文件	325
6.4	建立用于 Framework 的系统	328
6.4.1	在硬盘上安装Framework	328
6.4.2	使Framework与其他打印机接口	329
6.4.3	安装专用的屏幕驱动程序	331
6.4.4	拆除远程通讯	331
6.4.5	使用户的双软盘系统更加有效	332
附录A AST Premium 386C的使用与维护		334
A.1	AST Premium 386C 简介	334
A.1.1	硬件概述	335
A.1.2	软件概述	335
A.2	启动	336
A.2.1	启动之前	336
A.2.2	硬件安装	336
A.2.3	运行ASTSETUP	337
A.3	使用 Premium 386/C	340
A.3.1	硬件部分	340
A.3.2	加速命令SPEED.EXE	342
A.4	维护和扩充	343
A.4.1	故障排除	343

A.4.2 安装(扩充386微机系统)	347
A.4.3 AST 386/C存储器板	347
A.4.4 SMART槽结构	349
A.4.5 串行和并行端口	350
A.4.6 备用存储器	351
附录B . AST 386C实用软件包	353
B.1 介绍AST实用软件	353
B.2 启动	354
B.2.1 开始启动前	354
B.2.2 存储器配置	355
B.3 使用ASTMENU	356
B.3.1 使用ASTMENU选择	356
B.3.2 安装实用软件	358
B.3.3 使用硬盘	361
B.4 存储器概述	364
B.4.1 存储器地址	365
B.4.2 存储器类型	365
B.5 快盘 (FAST DISK)	365
B.5.1 基本DEVICE=FASTDISK.SYS命令	366
B.5.2 基本命令行的参数说明	366
B.5.3 使用快盘规则	367
B.6 AST cache	367
B.6.1 使用AST cache	367
B.6.2 建议使用的cache尺寸	368
B.6.3 改变磁盘	368
B.6.4 使用DOS缓冲命令	368
B.6.5 基本DEVICE=ASTCACHE.SYS命令	369
B.6.6 更高级的DEVICE=ASTCACHE.SYS参数	370
B.6.7 AST cache命令	370
B.6.8 对软件Bernoulli Box的支持(B盒)	371
附录C 80386指令系统	372
附录D Framework简介	384
参考文献	394

第一章 概 论

1.1 微型计算机发展的回顾

从1946年第一台数字电子计算机 ENIAC 诞生至今已有40 多年了,这期间计算机的发展经历了六代:电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机、大规模集成电路计算机、智能计算机和神经网络计算机。

微型机的新纪元是随着1971年 Intel 公司生产出4004和8008芯片而开始的,它们是第一代微处理器。这两种芯片都是为专门目的而设计的。当时生产这些微处理器旨在代替复杂的传统电路,其典型的应用是现金计数器、智能打字机、交通灯控制和微波炉。微处理器这种应用被称为“嵌入式应用”,这是因为微处理器是被嵌入某些设备之中,而不是构成计算机。第一代微处理器采用PMOS 工艺,集成度约2000只晶体管,平均指令执行时间约10~20 μ s,采用机器语言编程。

1974年,8008发展成8080,成为第二代微处理器。8080作为代替电子逻辑电路的器件被用于各种应用电路和设备中,如果没有微处理器,这些应用就无法实现。如字处理机、人工惯性导航系统及巡航导弹等,都应具有可修改性(可重新编程)或体积小特点。在这些应用中8080成了标准的微处理器。

微处理器从专用的目的出发发展成基于微处理器的微计算机系统,如Intel 公司1974年生产的微处理器开发系统(MDS)是第一台个人计算机,尽管 Intel 公司当时并没有意识到其深远意义。由于微处理器可用来完成较老和较大设备的计算任务,价格又便宜到连业余爱好者也能购买的程度,于是各半导体公司竞相生产微处理器芯片。Zilog 公司生产了8080的增强型Z80, Motorola公司生产了6800, Intel公司于1976年又生产了增强型8085。但这些芯片基本没有改变8080的基本特点,都属于第二代微处理器。它们均采用NMOS工艺,集成度约9000只晶体管,平均指令执行时间为1~2 μ s,采用汇编语言、BASIC、FORTRAN编程,使用单用户操作系统(主要是CP/M单用户操作系统)。

应当指出,微处理器与微型机这两个术语虽然有时混用,但二者是有区别的。微处理器是指一块芯片,它通常包含控制逻辑和算术单元,但没有存储器和输入输出接口。微型机则包含一个微处理器、存储器以及输入输出接口。如果三者都集成在一块芯片上,就称为单片微型机。一般讲,微型机系统包含的内容更多,除了微处理器、存储器和输入输出接口外,还包括外部设备和软件。

至此,微处理器的发展一直是随着大型机的发展而发展的。Intel公司想在微处理器的发展中居领先的地位,为此设计了一种具有先进的操作系统和先进的编程语言的微处理器——8816。但是由于8816的研制要花费的时间很长,为填补这段空缺, Intel 公司推出了8086。

1978年Intel公司生产的8086是第一个16位数据同时工作的微处理器,很快Zilog 公司和Motorola公司也宣布计划生产 Z8000和68000。这就是第三代微处理器的起点。8088

是8086的8位副产品,于1979年推出。两年之后IBM公司宣布他们研制成以8088为CPU的个人计算机,并大批投放个人计算机市场,击败了Apple-Ⅱ。1983年Intel公司又推出了80186和80188,这两种芯片内包含了8086/8088和微处理器系统中所需的支持芯片,减少了整个系统所需的芯片数目,价格也较便宜,但并没有增加新的功能。

同年Intel推出了80286,研制该产品用了四年的时间。开发80286的主要原因是8086内缺少存储器管理,另一个原因是上述的8816(又称8800)一直没有设计成功,该公司用80286弥补这一空隙。8816直到1982年才被研制成功,被重新命名为iAPX432。

这时个人计算机如雨后春笋般地发展起来了,IBM公司建立了PC和PC/XT机器标准,其他厂家则生产IBM的兼容机。1983年Apple公司推出以68000为CPU的MacIntosh,对抗PC/XT。1984年Intel起用80286,研制成IBM PC/AT,于是AT机又成为各公司广泛复制的标准机型。在Intel公司开发86系列的同时,Motorola公司也在开发68000系列,该系列的前两个成员是68000和68010。它们均有32位寄存器,但是仅能容纳24位地址,且二者不支持存储器管理。以上这些微处理器皆属于第三代芯片,都是16位微处理器,采用HMOS工艺,集成度达到2~7万只晶体管,指令执行时间约0.5 μ s,采用多用户操作系统和多种高级语言。

随着应用范围的扩大和要求的提高,32位微处理器的研制势在必行。1983年NS公司推出第一种32位微处理器32032,接着Motorola公司于1984年推出68020微处理器。作为微处理器的发明厂家的Intel公司当然也不甘落后,又于1985年正式推出80386微处理器。80386微处理器引入了32位通用寄存器组、巨大的扩充存储器空间、更加完善的段页式存储器管理机制以及一套增强模拟8086的措施。1987年IBM公司采用80386建立了一套新的个人计算机系统PS/2,再次震动了微型机市场。

Intel公司为了巩固其在32位微处理器方面的优势,于1989年秋推出i486微处理器,其系统性能为80386的2~4倍,片内增加了32位浮点运算芯片、更高性能的算术运算单元、存储器管理单元、指令cache(高速缓冲存储器)和数据cache等。i486采用1 μ m CHMOS IV处理技术,片内集成了约120万个晶体管(芯片面积仅为16mm $\times$ 11mm),在25MHz主频下速度为15VAX MIPS,是新一代理想的32位芯片。它主要用于个人计算机和工作站。

在微型机进化期间,协处理器也不断发展,如8087,80287和80387分别对应配接8086,80286和80386。它们都符合IEEE的微处理器浮点算术运算的标准。不过80387与8087及80287并不完全兼容。

关于微处理器的名称,目前Intel公司已不使用前缀“iAPX”,而采用人们习惯的数码,即80286,80287,80386和80387。但为了简明起见,常忽略前面的“80”,而简称286,287,386和387。这种简明的称呼得到Intel公司的认可,所以本书在下面叙述中,也使用简称。

由于Intel公司在微处理器的研制和生产中居领先地位,其产品又被世界上最大的计算机公司——IBM公司——所采用,因此双方在微型机市场上的声誉越来越高。芯片和微型机的销售量均占世界第一位。上述回顾基本上是以Intel公司的产品为中心来描述的。

在Intel公司推出32位微处理器386的同时,世界上各公司也推出了品种繁多的32位

微处理器，这就是第四代的微处理器。世界上不少专家分析预测，在2000年以前主宰微型机市场的就是这一代微处理器。

1.2 32位微型机的特点

1.2.1 32位微处理器一览表

第四代微处理器是32位微处理器。最早推出32位微处理器的是NS公司。1983年该公司推出32032微处理器，之后各主要半导体公司相继推出自己的产品，表1.1给出各种产品的简要比较。

1.2.2 32位微处理器的共同特点

我们把常见的32位微处理器的共同特点简要地归纳如下：

(1) 全32位结构

一般32位微处理器（简称为 μp ）的ABUS和DBUS是分开的，每族皆为32根，但32032，Z80000，T414和78032是合二为一的。通用寄存器和ALU皆为32位。

表 1.1 各种32位微处理器的简要比较

名 称	生产年份	集成度 (万只)	工 艺	逻辑空间	引 脚	主 频 (MHz)	速 度 (MIPS)	生 产 者
32032	1983	7	NMOS	16M	68	15	2	NS
32332	1985		NMOS	4G	84	15	3	NS
32100	1985	14.6	CMOS	4G	132	14	2	WE
68020	1984	19.2	HCMOS	4G	114	16.67	3	MC
68030	1987	30	HCMOS	4G	128	25	8	MC
68040	1989	120	HCMOS		179	25	20	MC
80386	1985	27.5	CHMOS	64T	132	20/25	4	Intel
i486	1989	120	CHMOS	64T	168	25/33	15	Intel
Z80000	1984		NMOS	4G	84	25	8	Zilog
T414	1985	20	CMOS	4G	84	80	10	INMOS
T424	1987	25	CMOS	4G	84	80	10	INMOS
78032	1985	12.5	双金属 NMOS	4G	68	20	2	DEC
SUN-4	1986	2×20k 门阵列	CMOS	16G		16.67	10	SUN

注：1G=1kMB(千兆字节)，1T=1MMB(兆兆字节)，1MIPS=1百万条指令/秒。

(2) 4GB以上的直接寻址能力

因为32位微处理器的地址线有32根，所以寻址能力能达到 $2^{32}=4GB$ 。一般皆支持虚拟存储，也就支持了多用户多任务的应用环境。

(3) 主频在15MHz以上

目前，32位微处理器主频不断提高，正向33MHz以上发展，指令执行速度也可以相应提高，有的 μp 已达到20MIPS，即执行一条指令时间仅为 $0.05\mu s$ 。如果再提高5倍，即可达到亿次机的水平。

(4) 采用多级指令流水线

32位 μp 通常使处理器各部分高速同步工作,所谓“流水线”是指指令处理中并行执行不同阶段的任务。例如,在执行现行指令的同时,又译码下一条指令。流水线一般有3~6级。

(5) 按总线周期动态改变总线宽度

生产厂家为了沿用原有的外设和存储器,就要使总线便于与8位、16位和32位的I/O设备或存储器相配接,本特性为此提供了保证。

(6) 存储器管理(MMU)

近期生产的32位 μp 芯片一般内含MMU单元和加速地址翻译的高速缓冲器TLB(translation look-aside buffer)。

(7) 支持多处理机系统

具有协处理器接口,连线简单,可进一步扩充浮点运算指令及扩充数据类型。

(8) 多数32位 μp 采用UNIX操作系统

32位 μp 的研制均考虑到多用户多任务应用环境的需要,所以多数32位 μp 采用了较成熟的UNIX操作系统,并且向用户提供了新的丰富的数据类型。

(9) 兼容性

为了使以往的工作得到延续,新产品在设计中一般都要考虑与原16位产品目标码级兼容。例如,8086指令可以在386的机器上运行,而68000指令也可以在68030的机器上运行。

(10) 向高密度CMOS工艺发展

整个32位 μp 工艺的发展路径是PMOS $\rightarrow$ NMOS $\rightarrow$ HMOS $\rightarrow$ HCMOS(高密度CMOS),集成度越来越高。

1.2.3 32位微型机的应用范围

用32位 μp 构成的32位微型机主要有下述三类应用:

(1) 通用的多用户多任务系统

这类系统用于办公室自动化、决策管理、科学和工程计算及教育和训练中。主要有下列机型:

- 1) IBM的RT-PC, PS-2/80。
- 2) Charles Rivers的Uniserse 2600。
- 3) NCR公司的Super Tower。
- 4) AT&T公司的3B系列机。
- 5) ALTOS公司的3068机。
- 6) COMPAQ公司的386机(两种型号)。
- 7) AST公司的P386C机(五种型号)。
- 8) 国产的各种386机。

(2) 支持多用户多任务的工程工作站

这类系统主要用于人工智能、CAD和CAM,也可用于科学计算及结合图形学的应用领域中。主要机型有:

- 1) Apollo公司的Domain。

- 2) SUN公司的SUN-3, SUN-4.
- 3) HP公司的HP-9000.
- 4) DEC公司的Micro VAX-I.

(3) 工业控制大系统

这类系统用于数据采集、实时过程控制和自动检测。主要机型有:

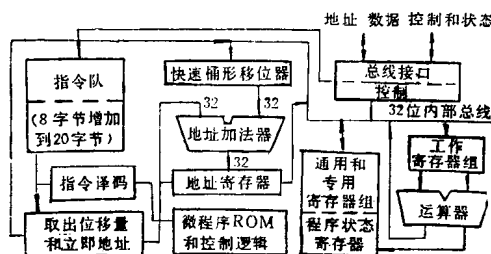
- 1) Hitachi公司的V90超导计算机.
- 2) Intel公司的SBC.
- 3) Motorola公司的VME系列.

1.3 32位微处理器的主要类型

1.3.1 NS 32032/32332微处理器

1983年美国NS公司生产了第一个32位微处理器32032,两年后又生产了32332,后者的速度比前者的快了1MIPS,由于32332打入市场最早,有上千种产品采用了它.其结构框图如图1.1所示.

这是一种早期的32位 μp .数据线与地址线合一,具有三级流水线,通过指令队列使指令预取、执行指令和译码指令并行工作,这样可减少总线拥挤,以便使用DMA.这种32位 μp 没有指令cache和数据cache,也没有转换后援缓冲器TLB.



* NS32332比NS32032 新增加的部分

图 1.1 NS32332 框图

NS32000系列一套共5块芯片: NS32032, NS32081浮点处理器, NS32082存储器管理芯片, NS32201时标控制器片和NS32202中断控制器片.

另外, TI公司也生产类似兼容的芯片, 如TI32020, TI32081等.

1.3.2 WE 32100微处理器

这是AT&T公司研制的32位 μp , 用于3B系列超级微型机, 1985年投放市场. 这是世界上第一种用CMOS工艺制成的32位 μp . 其基本结构如图1.2所示.

WE 32100具有32位双向总线, 并有状态译码、总线仲裁、DMA控制、中断处理、跟踪调试等功能.

WE 32100支持4种数据类型: 字节、半字、字和位域(1~32位). 有专门的块指令用来支持串操作. 串的格式符合C语言规范, 由零字节或“null”来终止串.

其指令是字节可寻址的, 由一个或二个字节的操作数(后跟零)或多字节的操作数描述子来确定地址. 当它们被取出时, 把所有字节或半字的操作数扩展至32位. 它共有7种寻址方式: 直接寻址、立即寻址、寄存器寻址、寄存器延迟寻址、短偏移寻址、位移寻址、位移延迟寻址和扩展操作数类型寻址.

32100有一个专门的PC程序计数器和15个通用寄存器, 后者可被任一寻址方式所访问. 15个通用寄存器中有三个是特权寄存器, 它们仅当处理器处在核心执行级时才可被

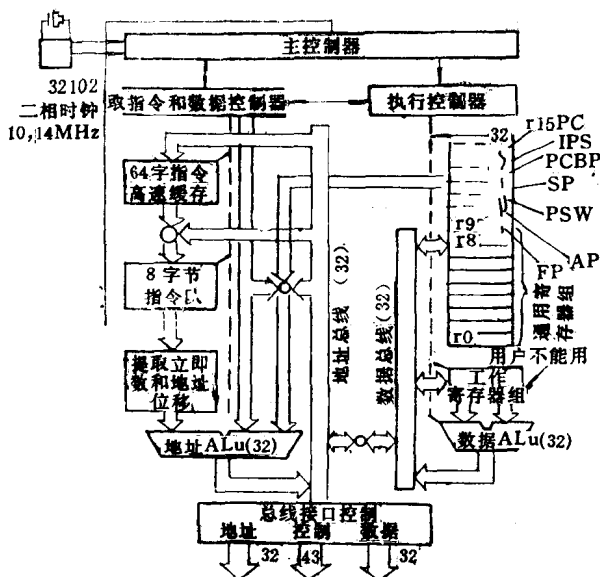


图 1.2 WE32100框图

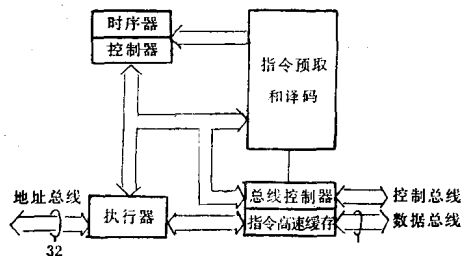


图 1.3 MC68020框图

写入。这三个寄存器支持操作系统运行，分别充当中断堆栈指针、过程控制块指针和处理机状态字（PSW）。另外有三个寄存器充当堆栈指针、帧指针和参数指针。当进入某一过程时，用一条SAVE指令可将 $R_3 \sim R_8$ 的内容保存起来，调用过程和被调用过程通过 $R_0 \sim R_2$ 传递信息。

设计WE32100的主要目的之一是支持C语言，但实际结果还支持了其他许多种高级语言。该处理器支持UNIX一类 的多任务操作系统，内设4个特权级，并具有两种机制：用来处理进程、控制至OS的转移以及响应中断和进行异常处理。

WE 32100 的进程处理很有特色，它支持“进程取向”操作系统。特殊的进程形式隐含在机器结构之中，这种形式有下列几个特点：

1) 内有4个特权执行级，允许灵活构成多级操作系统，每一等级的执行情况仅由被控制的转移机制来确定。

2) 每一进程仅有一个执行堆栈，该栈被过程调用以及用于受控转移机制，且独立于执行级。

3) 进程由该进程的控制块（PCB）来定义，PCB中存储处理器的资源副本，这些资源被进程所使用（即片上寄存器）。

4) 至少OS的核驻留在每个进程的地址空间中。

WE32100系列一套共7块芯片，32100CPU，32101MMU，32102时钟发生器，32103DRC（动态RAM控制器），32104DMAC，32106MAU（浮点协处理器）和32105 SIO。

1.3.3 MC 68020/68030/68040微处理器

1984年Motorola公司推出了32位微处理器68020，其基本结构如图1.3所示。

68020有22只32位寄存器，比68000增加了7个寄存器，即主堆栈指针寄存器、状态寄存器、向量基址寄存器、cache控制寄存器、cache地址寄存器和两只交替功能代码寄存器。它有分开的32位数据线与地址线，还具有芯片内256字节的指令高速缓冲存储器

(cache)。直接寻址能力为4GB,有20种寻址方式和丰富的指令集。

68020与68000系列的其他成员(MC68000, MC68008, MC68010以及MC68012)在目标码级兼容。通过新的寻址方式支持高级语言并具有灵活的协处理器接口,它支持动态总线宽度机制并可确定端口尺寸大小。

MC68020采用高密度CMOS工艺制造,这样速度高,功耗低。芯片上集成了约20万只晶体管,工作主频为16.67MHz。

由图1.3可知,68020可分成三个主要部分:总线控制器、微码机制和其他部分。每一部分完全自治。

总线控制器包含了地址线 and 数据线以及动态总线宽度调节,此外还包括了指令cache、辅助控制电路、一个宏总线控制器和两个微总线控制器。宏总线控制器安排总线周期优先级;两个微总线控制器控制总线周期;其一用于指令存取,另一用于操作数存取。

微码机制由指令通道、译码PLA、ROM控制存储器、执行单元及一些多用控制存储器组成。指令通道由三级组成并提供指令译码。译码PLA提供有关排队序列的必要信息。ROM控制存储器包含了微码ROM和纳码ROM,它们提供微码控制。执行单元包括指令地址部分、操作数地址部分和数据部分。预取的指令或从片上cache或从外部存储器取入,然后指令逐级通过,到最后一级得到可执行的被译码指令。

MC68020支持7种基本数据类型:位、位段、BCD位、字节整数、字整数(16位)、长字整数和4倍字整数(64位)。

68020可运行两种工作模式:用户模式和监控模式,即目态与管态。用户模式旨在提供一个应用程序的环境;而监控模式则访问附加的指令、寄存器和特权级,旨在被操作系统使用。用户模式使用8只数据寄存器、7只地址寄存器、用户栈指针和条件码寄存器;监控模式使用中断堆栈指针、主堆栈指针、状态寄存器、向量基址寄存器、交替功能代码寄存器、cache控制寄存器和cache地址寄存器。

68020共有65条基本指令、上千条指令代码。共分成十类:数据传送、整数运算、逻辑运算、移位和循环、位操作、位段操作、BCD运算、程序控制、系统控制和多处理机控制。其中位段操作和多处理机控制两类是68000中没有的。

与68020配套的浮点运算处理器是68881,页式存储器管理单元是MC68851。工作站SUN-3就是这种产品的配套产物。

1987年Motorol公司又推出了MC68030,它是68020微处理器的增强型。增强的主要方面是:

- 1)增加了片内MMU,取代了上述的68851,地址变换在片内通道中进行,可节约1时钟周期;使用虚拟存储方式,缩短总线周期数。

- 2)增加了数据cache。除了68020原有的256字节指令cache外,68030又增加了256字节的数据cache,而cache的存取时间从2周期减少到1周期。内部总线可以双向向cache存取,内部cache的总线尺寸与成组传送相对应,从4字节扩展为16字节。

- 3)加速外部总线控制。68030以2周期同步传送方式、成组传送方式作为新的传送支持方式,这样可缩短外部总线周期数,提高数据传输能力。

68030的后继产品是1989年Motorola公司推出的68040。其运算速度可达20MIPS