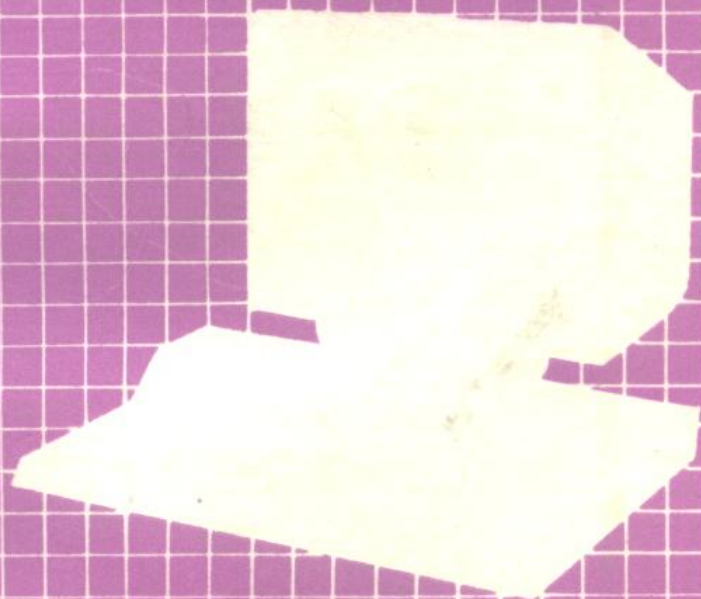


32位微型计算机 原理与应用

周 帆 潘福美 编著



东南出版社

32位微型计算机 原理与应用

周 帆 潘福美

东南出版社

(京) 新登字046号

内 容 摘 要

JS/11-1 12

本书较为系统全面地介绍了32位微处理器及微型计算机的基本原理和应用技术。第一至七章分别讨论32位微型计算机概论、INTEL 80386微处理器体系结构、INTEL 80386的指令系统、32位微型计算机系统总线、IBM PS/2微型计算机系统组成、OS/2多任务操作系统导论以及OS/2的管理与应用等内容。

本书借鉴了国内外大量最新有关32位微机的研究与应用成果,介绍时深入浅出,内容通俗易懂,具有新颖性、综合性、系统性以及实用性等特点适用于不同层次的读者。

本书可作为高等学校计算机专业、控制类专业、电子类专业以及微机应用培训班的教材或教学参考书,亦可供从事微机应用工作的科技人员、管理人员、学生以及教师阅读与参考。

32位微型计算机原理与应用

周帆 潘福美

责任编辑 庞金波

*

高 等 出 版 社 出 版

(北京西郊白石桥路46号)

北京市昌平环球科技印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 13.875 字数: 354千字

1992年10月第一版 1992年10月第一次印刷

印数: 1—5000

ISBN 7-5029-1049-2/TP·0036

定价: 10.60元

前 言

自70年代初以 INTEL 4004 为代表的第一代微处理器问世以来,随着 VLSI 技术及计算机技术的迅速发展,微处理器从 4 位、8 位、16 位发展到 32 位字长,微处理器及微型计算机系统已广泛应用于各行各业,进入千家万户。

INTEL 80386 和 MC 68020 的推出标志着 32 位微处理器已进入成熟阶段。IBM 公司 1987 年推出的 PS/2 系列微机系统和 OS/2 多任务操作系统又为广大微机用户展示了一个新天地,在微机发展里程中具有划时代的意义。对于大多数应用领域来说,32 位字长是十分合适的,可以预见,32 位微机的生命力和盛行周期将会超过 8 位和 16 位微机,成为今后相当长的时间内的普及应用型微机。由于目前国内介绍 32 位微机的书籍很少,因此笔者决定写这样一本讨论 32 位微机的基本原理和应用技术的书,供广大读者参阅。

与目前广泛应用的 8 位和 16 位微机相比,32 位微机有许多原来在中、大型计算机上才能看到的特点。如果说微机从 8 位发展到 16 位只是总线加宽,数据处理能力加强等方面量的变化的话,那么微机从 16 位发展到 32 位则是发生了质的变化。首先,32 位微机普遍采用了流水线与重叠,高速指令缓存,片上存储管理,分段分页保护等技术,这些技术原来在 16 位微机上是没有的,这些功能能支持在微机环境实现多任务多用户操作系统,这在微机发展史上具有继往开来的意义。其次,32 位微机以 RISC 计算机为代表在计算机体系结构上有了很大的发展。因此,要应用好 32 位微机,就必须首先

熟悉和学习32位微机结构的新发展，新概念，然后要掌握32位微机上运行的多任务操作系统。这些知识在原来的8位和16位微机中是没有的。

本书为了避免与现有的各种8位和16位微机书籍内容重复，不再赘述微机的一般性原理。先以一章篇幅概述32位微机的发展，后以影响最大应用最广的典型32位微处理器INTEL 80386和32位微机系统IBM PS/2为主体，介绍32位微处理器，32位微机系统，32位微机系统总线，以及32位微机操作系统。希望读者通过本书对32位微处理器的结构和工作原理有较为系统和具体的了解，在此基础上能更好地应用32位微型计算机。

全书共分七章，第一章概述32位微机的发展，略述主要的32位机型，介绍32位微机的重要发展方向——缩减指令系统计算机(RISC)；第二、第三两章叙述典型的32位微处理器INTEL 80386的结构、原理和指令系统；第四章介绍32位微机系统标准外部总线，着重讲与80386、PS/2配合使用的Multibus I；第五章介绍IBM PS/2 32位微机系统，包括PS/2的基本结构、微通道、视频子系统和80387协处理器等内容；第六、第七两章集中介绍多任务操作系统OS/2，包括OS/2的特点、构成、基本命令、系统生成、文件管理、批处理及应用程序设计等内容。

本书第一至第四章由潘福美编写，第五至第七章及附录由周帆编写，最后由周帆对全书进行系统加工处理。

在本书的编写过程中，华中理工大学计算机系徐则琨教授，周细副教授提出了许多宝贵意见；胡迎松，王家梅，裴灿宏，王伟，苏晓宁，韩凌，周刚等同志帮助收集了许多宝贵资料，在此对他们表示衷心的感谢。特别指出的是，华中

理工大学计算机系博士生导师裴先登教授和邹献华同志细心审阅了全书，并提出了许多中肯的意见，笔者在此深表谢意。

由于笔者水平、经验所限，书中缺点错误在所难免，热切希望广大读者批评指正。

周 帆 潘福美

1991年10月

目 录

前言

第一章 32位微型计算机概论

§1.1 32位微型计算机的发展	(1)
1.1.1 诞生背景	(1)
1.1.2 发展趋势	(3)
§1.2 32位微处理器简介	(8)
1.2.1 MC 68020和 MC 68030	(9)
1.2.2 其他32 位微处理器	(9)
§1.3 RISC (缩减指令系统计算机)	(24)
1.3.1 RISC 的由来	(24)
1.3.2 RISC 的设计原则与特征	(25)
1.3.3 RISC 述 评	(27)
1.3.4 典型的 RISC 处理器	(29)

第二章 INTEL 80386微处理器体系结构

§2.1 INTEL 80386基本结构	(35)
2.1.1 概述	(35)
2.1.2 80386的框图结构和功能部件	(36)
2.1.3 80386的寄存器结构	(40)
2.1.4 80386的存储器结构	(49)
2.1.5 I/O空间	(52)
2.1.6 中断控制与中断信号	(53)
2.1.7 复位和初始化	(58)
2.1.8 可测试性	(59)

2.1.9 调试支持	(62)
§2.2 80386的真实地址方式.....	(68)
2.2.1 存储器寻址	(70)
2.2.2 保留的存储器单元	(70)
2.2.3 真实地址方式的中断	(70)
2.2.4 停机和暂停	(71)
§2.3 80386在保护方式的体系结构.....	(72)
2.3.1 概述	(72)
2.3.2 保护方式的寻址机构	(72)
2.3.3 保护	(73)
§2.4 80386的虚拟8086工作方式.....	(84)
2.4.1 虚拟8086方式的寻址机构	(85)
2.4.2 虚拟8086方式的分页	(85)
2.4.3 虚拟方式的保护和I/O允许位图.....	(86)
2.4.4 虚拟方式的中断处理	(87)
2.4.5 进入和退出虚拟8086方式	(89)
§2.5 80386片内存储管理.....	(92)
2.5.1 分段	(94)
2.5.2 分页	(111)
§2.6 80386的内部总线操作.....	(119)
2.6.1 数据总线、地址总线和总线周期	(119)
2.6.2 80386的信号总表	(122)
2.6.3 总线功能	(122)
§2.7 80386的协处理器接口.....	(137)

第三章 Intel 80386的指令系统

§3.1 80386的寻址方式.....	(140)
3.1.1 寄存器方式与立即方式	(140)
3.1.2 32位存储器寻址方式	(140)

3.1.3	16位寻址与32位寻址的区别	(142)
§3.2	80386的数据类型	(144)
§3.3	80386的指令系统	(144)
3.3.1	80386的指令编码格式	(146)
3.3.2	80386的指令分类	(156)

第四章 32位微型计算机系统总线

§4.1	32位微机系统总线概述	(161)
§4.2	Multibus II 总线的结构	(169)
4.2.1	iPSB并行系统总线	(170)
4.2.2	iLBX II 子系统总线的结构	(172)
4.2.3	iSSB串行系统总线的结构	(173)
§4.3	Multibus II 的总线周期	(174)
4.3.1	iPSB总线周期	(174)
4.3.2	iLBX II 的总线周期	(175)
§4.4	Multibus II 总线协议	(176)
4.4.1	iPSB 总线协议	(176)
4.4.2	iLBX II 总线协议	(180)
4.4.3	iSSB 串行总线访问协议	(181)
§4.5	Multibus II 总线应用举例	(182)
4.5.1	虚拟中断	(184)
4.5.2	报文传递举例	(185)

第五章 IBM PS/2微型计算机系统组成

§5.1	引言	(189)
§5.2	IBM PS/2基本构成和技术特点	(192)
5.2.1	IBM PS/2 基本构成	(192)
5.2.2	硬件技术特点	(201)

5.2.3 软件技术特点	(205)
§5.3 Intel 80387协处理器	(208)
5.3.1 概述	(208)
5.3.2 基本结构	(209)
5.3.3 80387应用举例	(218)
§5.4 IBM PS/2微通道	(226)
5.4.1 16位微通道	(226)
5.4.2 32位微通道	(233)
5.4.3 微通道应用举例	(237)
§5.5 IBM PS/2视频子系统	(241)
5.5.1 模拟显示器	(241)
5.5.2 多色彩图形阵列 (MCGA) 子系统	(245)
5.5.3 视频图形阵列 (VGA) 子系统	(255)

第六章 OS/2多任务操作系统导论

§6.1 OS/2的基本特点与构成	(263)
6.1.1 概述	(263)
6.1.2 存储管理	(272)
6.1.3 任务管理与通信	(275)
6.1.4 表示管理程序	(283)
6.1.5 汉字OS/2	(284)
§6.2 OS/2常用命令	(286)
6.2.1 常用控制键	(286)
6.2.2 操作命令分类	(288)
6.2.3 命令的组合	(293)
6.2.4 若干常用命令	(297)
§6.3 OS/2系统生成	(305)
6.3.1 OS/2安装程序	(305)
6.3.2 用CONFIG. SYS文件配置系统	(307)

6.3.3	AUTOEXEC和STARTUP文件	(315)
6.3.4	OS/2硬盘生成程序	(319)
6.3.5	可安装的设备驱动程序	(321)

第七章 OS/2的管理与应用

§7.1	文件管理	(328)
7.1.1	磁盘管理	(328)
7.1.2	文件管理	(334)
7.1.3	目录管理	(344)
§7.2	批处理与进程管理	(349)
7.2.1	批处理的基本概念	(349)
7.2.2	批处理文件的入口参数	(351)
7.2.3	常用批处理命令	(354)
7.2.4	进程管理	(359)
§7.3	物理方式下的行编辑程序	(362)
7.3.1	概述	(362)
7.3.2	Edlin中使用的编辑键	(363)
7.3.3	Edlin的基本命令	(367)
§7.4	应用程序设计	(377)
7.4.1	概述	(377)
7.4.2	族应用程序设计	(381)
7.4.3	保护方式应用程序设计	(388)
7.4.4	窗口软件及其应用程序	(400)
附录A	80386指令系统详表	(403)
附录B	OS/2常用命令索引	(416)
附录C	OS/2命令出口代码	(421)
附录D	IBM PS/2专用的OS/2命令	(423)
参考文献		(427)

第一章 32位微型计算机概论

§1.1 32位微型计算机的发展

1.1.1 诞生背景

微型计算机的发展历程,从根本上说也就是微处理器的发展历程。微处理器的发展大致经历了4个阶段:第一阶段是诞生期,以1971年INTEL公司发明第一片微处理器4040为开端,8008为代表产品。第二阶段是幼年期,以8位微处理器为特点,INTEL 8080、8085、MC 6800、Z 80、R 6502等型号产品为典型代表,在全世界发展出上百种微型计算机型号产品,把微机推入了实用阶段。第三阶段是成长发育期,以16位机为特点,INTEL 8086、MC 6800、Z 8000为典型产品。围绕着16位微机产品的普及,微机整机的硬件和软件,包括语言,操作系统,开发系统,配套外设等蓬勃发展。第四阶段便是32位微处理器与微型计算机系统。1981年初,在一年一度的国际固体电路会议(ISSCC)上发表了几篇关于32位微机的研究成果论文;1983年美国国家半导体公司抢先将NS 32032 推入市场;1984年 Motorola 公司推出MC 68020, Zilog推出Z 80000;1985年10月INTEL公司推出80386,把32位微机的发展推向高潮。美、日公司相继推出的32位微处理器和RISC 共达数十种之多。

从整个计算机的发展历史来看,按照电子管、晶体管、集成电路(IC)、超大规模集成电路(VLSI),把计算机的发展分为第一、二、三、四代。32位微机是微机和整个计算机

发展的一个新的里程碑，是计算机产业通向21世纪的重要基石；在第五代计算机发展受阻的情况下，32位微机不仅成为第四代微机的顶峰，也成为第四代计算机的重要组成部分。

从数据表示的完整性和应用需求的合理性来看，32位字长是适中和合理的，能够很有效地处理数据、文字、图形、声音等各种信息；在工程计算，精密科学运算，数据处理，事务管理和办公自动化，实时控制，CAD/CAM以及人工智能等方面都很合适。32位微机的功能和性能已达到和超过过去一些中、大型计算机的水平。

相关技术的发展对32位微机的兴起了推波助澜、相辅相成的作用。VLSI的进步提供了功能可与中、大型机CPU媲美的32位微处理器芯片，兆位级存储器芯片和几十万门的单片门阵列，在一个指甲大小的16兆位芯片上可存储一部《红楼梦》；日益进步的CAD设计手段，门阵列技术和可编程逻辑器件（PLD）以及标准单元设计方法大大提高了系统的自动设计、自动诊断能力；多层印制板，微组装技术有力地配合了整机系统的小型化、微型化；软盘尺寸由8英寸、5.25英寸向3.5英寸以至更小尺寸变化且容量加大；光盘、彩色高分辨率显示器，激光打印机、彩色打印机和绘图机等外部设备技术的发展以及局域网络技术和多用户终端系统；等等，为32位微机的应用配套成龙。这一切，谱成了32位微型机时代交响乐，展示了计算机发展的美好前景。

32位新型微处理机的体系结构设计比16位机有了概念上的革新，融入了大型机的体系结构特点。例如片内存储管理，指令和数据的高速缓存，高效的流水操作和并行处理，大的寄存器堆，多处理机接口以及片上协处理器等等。

伴随着微型机和计算机从第一代到第四代的发展，作为

开发工具的程序设计语言也经历了四代发展和变迁。第一代语言是机器语言,流行于40年代和50年代,那时人们直接使用机器语言编写程序,效率极低,出错率高。第二代语言是50年代末期开始使用并延续至今的各种汇编语言,包含了一些汇编指令和宏指令。第三代是高级语言,产生于60年代,有以ALGOL、FORTRAN、COBOL、PASCAL、PL/1、Ada等为代表的300多种高级语言。第三代语言比较接近自然语言,可读性强。第四代为甚高级语言,出现于70年代后期,主要特点是非过程化,即用户不必说明“如何做某事”,只须指明“做什么”及有关参数即可。已付诸使用并已受到用户欢迎的有MAPPER、LINC、Easytrieve、Delta等近百种。32位微型机已普遍配有第三代(高级)语言,会越来越地配备第四代语言。今后微型机的应用普及有待语言向更高级发展。

1.1.2 发展趋势

在32位微型计算机的发展过程中,传统的标准冯·诺依曼体系结构可能会逐渐让位于哈佛体系结构。由于CMOS硅片VLSI工艺已接近极限,除了期望将来采用砷化镓(Ga-As)代替硅材料的VLSI工艺会为微机的发展带来新的曙光外,在当代成熟的硅CMOS VLSI基础上,微机速度也将达到极限。在体系结构设计上的对策有二:一是增加数据宽度,用64位代替32位;另一个办法是增大并行度,或二者兼用之。哈佛结构便是在单机条件下可争取得到最大并行度的一种体系结构。哈佛结构采取多个数据地址总线,数据和指令的高速缓存及其存储器的存取都分开进行,并行工作以加快速度。片上的存储管理部件(MMU)、片上的地址转换监视缓冲器(TLB)与CPU并行工作,进一步加快了微处理

机在同样主频下的实际工作速度。

下一代计算机很可能是非诺依曼结构的计算机。Motorola 的 MC 68030 便是一例。

系统集成,片上阵列机是一个令人鼓舞的微机发展趋向。集成电路加工用的硅片直径从早期 1、2 英寸¹⁾到现在工业生产普遍采用的 5、6 英寸,并正在往 8 英寸发展,美国最新单晶技术甚至已拉制出直径 22 英寸 (56cm) 的硅单晶。随着晶片直径加大,材料和工艺造成的缺陷和不均匀性大大降低,这就允许大大增加芯片面积。1990 年左右芯片面积可作到 $40\text{mm} \times 40\text{mm}$ (1988 年水平 $100-400\text{mm}^2$), 实现 100M 位以上容量的单片存储器。微处理器,一方面可以在单个芯片上集成上百万个元件 (80386 为 27.5 万个元件,面积约为 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$), 增加功能, 增强性能, 提高速度, 实现超级微处理器, 实现包含微处理器在内的系统集成; 另一方面, 可以在片上把微处理器做成阵列或多个微处理器集成在同一片上, 并行工作, 提高速度。最早的尝试是 DEC 公司把 32 个微处理单元 (每个单元只有 4 位) 做在同一芯片上, 在 100ns 周期工作时, 这个芯片每秒可执行 3.2 亿次 4 位操作。为管理多处理器芯片上各处理器之间的数据传送, DEC 还做了一个路径管理芯片 (Router), 数据传送速率达 160 兆字节/秒。DEC 把 8000 多片这样的多处理器芯片同 384 片路径管理芯片一起组成一个并行处理系统, 每秒可执行 2.6 亿次 4 位操作, 这相当于 100 亿次浮点操作。虽为分离多片, 亦显示了单片多处理器的前景。

32 位微机另一个发展趋势是面向人工智能, 向第五代计

1) 1 英寸 = 2.54 厘米。

算机发展。TI公司开发的面向LISP语言的32位微处理器，片上含55.3万个晶体管，包括114K位RAM，每条指令执行时间为40ns。

前面提到用GaAs代替硅制造VLSI提高微机速度，不失为一条路子。由于GaAs的电子迁移率为硅电子迁移率的5—6倍，在同样条件下GaAs电路的速度也就比硅集成电路快5—6倍以上。RCA公司的GaAs 32位RISC微处理器钟频100兆，处理速度200 MIPS。道格拉斯等公司研制的GaAs 32位微处理器每秒执行1亿条指令(1000 MIPS)，1988年完成后用于宇宙飞船上的小型机中。TI用双极I²L(集成注入逻辑)制成的GaAs微处理机加上一个向量处理机一起工作时，系统吞吐率可达1000 MIPS。但是GaAs计算机代替硅计算机的可能性并不太大，因为GaAs速度虽快但GaAs电路甚为昂贵，而大多数计算机应用领域并不一定要求那么高的速度，况且地球上镓(Ga)的含量极少，砷(As)又有剧毒。而硅在地球上的含量几乎是无穷无尽。所以从地球资源潜力和社会经济效益来看，今后相当长时间内使用硅集成电路的微机仍将占据重要地位。在军事领域如导弹、雷达、卫星通讯等要求特别高速的应用中，GaAs可能成为主流。GaAs还有抗辐射能力、高温性能超过硅器件的优点，微波、毫米波器件也靠GaAs实现。

在32位微机发展上值得一提的是日本的托伦(TRON)计算机计划。TRON这个新的名词是1984年6月开始在日本流行，其宗旨是摒弃旧的传统，研制与迄今为止的计算机不同的机型，使用起来极其简便，如同开自动汽车，开电视机一般，从而结束需要专门知识和学习过程才能使用计算机的历史。这个想法大胆而新颖。它实行指令系统和地址结构统

一化，软件公有化，从多如牛毛各自为政的计算机门类中解放出来，从“兼容”的困扰中彻底解脱出来。TRON 概念一经提出就引起日本国内巨大反响，各大厂商纷纷响应，加入联合行动，也引起了国际计算机界的重视。

迄今为止的计算机，产品型号种类不计其数，辄以千计，其人机接口不统一，根据指令系统、BIOS、操作系统、应用程序、编程语言等不同层次上的差别组合起来，使操作五花八门，混乱不堪，这是历史发展的产物，却严重影响了计算机产品的普及和数据共享。各种门类的计算机，多达数百种的高级和甚高级语言，变化万千的计算机设计，如此复杂，使得花在计算机专用教育和普及教育上的精力和经费很多而效率不高。

迄今为止的计算机都是以英文处理为基础的，以数字处理为主要功能，中国人要进行文字处理须在“汉化”上花费许多精力和资金，而汉语输入方案又有成百上千种，一种尚且难以熟练掌握，何况多种。日本人进行文字处理要加以“日化”，同样费事。至于图形处理、声音处理更是某些专用系统所独具。作为人类工具的计算机，其功能远未完善，使用起来操作绝不简单，更不能完全自如。人们希望新一代计算机能达到多功能、高指标，具有包括日文、汉语在内的多国语言，文字处理和图形，声音等的混合处理能力。TRON 计划试图向这些目标前进。

TRON 计划首先必须解决 4 个问题：①设计新的体系结构，不受与过去机种兼容的限制。②以处理日文为基础，以 2 字节代替 1 字节的基本编码体系。③操作系统的实时性。④标准化及开放式。根据应用领域的不同，整个 TRON 计划又分为 ITRON（工业控制用 TRON 机）、BTRON（事