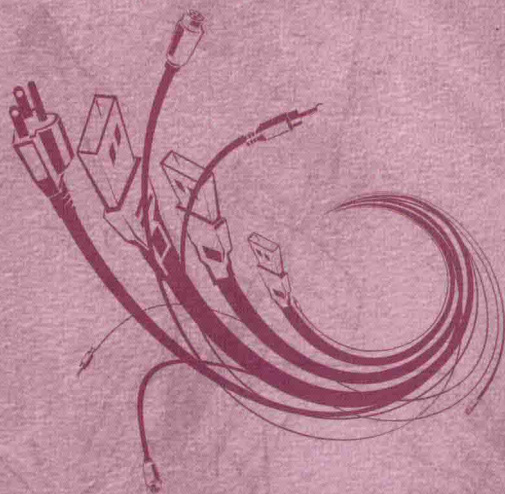


微型计算机原理与接口技术

WEIXING JISUANJI YUANLI YU JIEKOU JISHU

主编 李宝营



大连理工大学出版社



普通高等教育电气工程与自动化类课程规划教材

微型计算机原理与接口技术

WEIXING JISUANJI YUANLI YU JIEKOU JISHU

主 编 李宝营

副主编 曹立杰 王新屏 牛悦苓 吕艳

主 审 王学俊



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与接口技术 / 李宝营主编. — 大连
: 大连理工大学出版社, 2013. 8(2014. 7 重印)
普通高等教育电气工程与自动化类课程规划教材
ISBN 978-7-5611-7931-4

I. ①微… II. ①李… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材②微型计算机—接口技术—高等学校—教材
IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 126209 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail: dulp@dulp.cn URL: <http://www.dulp.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:22 字数:563 千字

印数:1001~2000

2013 年 8 月第 1 版

2014 年 7 月第 2 次印刷

责任编辑:唐 爽

责任校对:杨 帆

封面设计:波 朗

ISBN 978-7-5611-7931-4

定 价:45.00 元

前 言

《微型计算机原理与接口技术》是普通高等教育电气工程与自动化类课程规划教材之一。

本书是为电子信息类(非计算机)专业和其他工科类专业的基础课程“微型计算机原理与接口技术”的教学而编写的,目的是使学生掌握微型计算机的工作原理、汇编语言程序设计及接口技术。

目前,计算机已经成为解决工程问题不可缺少的工具,随着工业自动化水平的不断提高,工程应用型本科高等院校的毕业生所面临的大量工作中都涉及微型计算机原理与接口技术知识。引导学生学习和掌握微型计算机原理与接口技术,已经成为几乎所有工科专业培养计划的一个重要环节。编者结合多年来的教学实践与探索,并征求同行教师以及学生对微型计算机原理与接口技术教材的需求,从教和学的角度出发,编写了本书。在编写过程中力求做到取材少而精、结构清晰、概念清楚、通俗易懂、系统性强。在透彻讲解基本概念、基本理论的基础上,本书从实际应用的角度出发,尽量列举应用实例,帮助读者加深对微型计算机原理与接口技术的理解,使读者学习后具备汇编语言编程和接口电路设计与开发的初步能力,进而达到灵活运用的程度。

全书共分 11 章。第 1 章介绍了微型计算机基础知识;第 2 章阐述了 8086 微处理器的结构、引脚功能、存储器的分段管理及操作时序;第 3 章详细讲述了 8086 的指令系统;第 4 章介绍了汇编语言程序的格式、伪指令、DOS 系统功能调用以及汇编语言程序设计的基本方法;第 5 章介绍了半导体存储器的分类及存储器芯片的扩展应用;第 6 章介绍了输入/输出接口技术及 DMA 控制器 8237A;第 7 章介绍了中断系统及可编程中断控制器 8259A;第 8 章介绍了可编程并行接口芯片 8255A;第 9 章介绍了可编程串行通信接口芯片 8251A;第 10 章介绍了可编程定时/计数器 8253;第 11 章分别介绍了数/模和模/数转换器的工作原理及应用。



2 / 微型计算机原理与接口技术 □

本教材由大连工业大学李宝营任主编,大连海洋大学曹立杰、大连交通大学王新屏、大连工业大学牛悦苓和吕艳任副主编。具体编写分工如下:第1章、第2章和第11章由李宝营编写,第3章由王新屏编写,第4章和第6章由牛悦苓编写,第5章、第7章和第8章由曹立杰编写,第9章和第10章由吕艳编写。大连工业大学王学俊教授审阅了全书并提出了大量宝贵意见,在此表示最诚挚的感谢!

本书是编者在多年从事“微型计算机原理与接口技术”课程教学及科研工作的基础上,查阅参考了大量国内外相关书籍和文献编写而成的,在此特向所参考文献的作者表示深切的感谢!

尽管我们在探索《微型计算机原理与接口技术》教材建设的特色方面做出了许多努力,但由于编者水平有限,教材中仍可能存在一些疏漏和不足之处,恳请读者批评指正,并将意见和建议及时反馈给我们,以便修订时改进。

编 者

2013年8月

所有意见和建议请发往:dutpbk@163.com

欢迎访问教材服务网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84707424 84706676



第 1 章 微型计算机基础	1
1.1 微型计算机的发展、应用及分类.....	1
1.2 微型计算机系统	7
1.3 微型计算机的工作过程.....	12
1.4 计算机中数的表示和编码.....	18
习题 1	34
第 2 章 8086 微处理器	37
2.1 8086 的结构	37
2.2 8086 的引脚及其功能	44
2.3 8086 的存储器组织	51
2.4 8086/8088 的操作时序	55
习题 2	62
第 3 章 8086 指令系统	65
3.1 8086 指令的构成与指令的编码格式	65
3.2 8086 的寻址方式	69
3.3 8086 指令类型	75
习题 3	116
第 4 章 汇编语言程序设计	122
4.1 汇编语言程序格式	122
4.2 伪指令	129
4.3 BIOS 中断调用和 DOS 系统功能调用	139
4.4 汇编语言程序设计基础	151
习题 4	167
第 5 章 半导体存储器	172
5.1 概 述	172
5.2 读/写存储器 RAM	176
5.3 只读存储器 ROM	178
5.4 存储器芯片的扩展及其与系统总线的连接	181
习题 5	188

第 6 章 输入/输出接口技术	192
6.1 I/O 接口概述	192
6.2 简单的 I/O 接口芯片	196
6.3 CPU 与外设之间的数据传送方式	198
6.4 DMA 控制器 8237A	202
习题 6	212
第 7 章 中断系统	214
7.1 中断系统概述	214
7.2 8086 微处理器的中断方式	220
7.3 可编程中断控制器 8259A	225
习题 7	242
第 8 章 可编程并行接口芯片 8255A	245
8.1 并行接口和串行接口概述	245
8.2 可编程并行接口芯片 8255A 的结构和引脚	247
8.3 8255A 的控制字及工作方式	249
8.4 8255A 的应用举例	256
习题 8	260
第 9 章 可编程串行通信接口芯片 8251A	264
9.1 串行通信的基本概念	264
9.2 串行通信接口标准	271
9.3 串行通信接口芯片 8251A	275
习题 9	287
第 10 章 可编程定时/计数器 8253	289
10.1 可编程定时/计数器	289
10.2 可编程定时/计数器 8253 内部结构与引脚功能	290
10.3 可编程定时/计数器 8253 的控制字	293
10.4 可编程定时/计数器 8253 工作方式与时序	295
10.5 可编程定时/计数器 8253 应用设计举例	301
习题 10	303
第 11 章 数/模(D/A)与模/数(A/D)转换器	306
11.1 数/模(D/A)转换器	306
11.2 模/数(A/D)转换器	316
习题 11	334
附 录	338
参考文献	346

第 1 章

微型计算机基础

随着微处理器制造技术的不断发展,计算机的结构越来越复杂,功能越来越强大,性能越来越优越,微型计算机原理所涉及的内容越来越多,但是计算机基本原理没有根本性的变化,所以只要对计算机的基础知识有充分的理解,就能从容应对计算机日新月异的变化。

本章从微型计算机的发展及应用出发,重点介绍微型计算机系统的组成及工作原理。要求熟悉和掌握微型计算机的数据表示,以及最简单计算机的结构及其工作原理,为后续内容的学习打下良好的基础。

1.1 微型计算机的发展、应用及分类

随着 1946 年第一台电子数字计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator)的问世,计算机日益迅猛的发展对人类社会的进步带来了巨大的推动作用并产生了深刻的影响。最初,计算机只是作为一种现代化的计算工具,在六十多年的发展历程中,计算机技术突飞猛进,尤其是微型计算机的出现为计算机的广泛应用开拓了极其广阔的前景,它已渗透到国民经济的各个领域和人民生活的各个方面。随着计算机技术的迅速发展和不断扩展,掌握计算机的基本知识和应用技术已经成为人们的迫切需要和参与社会竞争的必备条件,计算机的应用能力已成为当今衡量个人素质高低的重要标志。

1.1.1 微型计算机的发展

电子数字计算机是一种由各种电子器件组成的能高速自动地进行算术和逻辑运算以及信息处理的电子设备,它的出现标志着人类文明进入了一个崭新的历史阶段。

所谓微型计算机是指把以大规模、超大规模为主要部件的微处理器作为核心,配以存储器、输入/输出接口及系统总线所制造出的计算机系统,简称为微机。

微处理器诞生于 20 世纪 70 年代初,是大规模集成电路发展的产物。大规模集成电路作为计算机的主要功能部件出现,为计算机的微型化打下了良好的物质基础。微型计算机的发展是与微处理器的发展对应的,将传统计算机的运算器和控制器集成在一块大规模集成电路芯片上作为中央处理部件,简称为微处理器(Microprocessor)。微型计算机是以微处理器为核心,再配上存储器、输入/输出接口等芯片构成的。

微处理器一经问世,就以体积小、质量轻、价格低廉、可靠性高、结构灵活、适应性强和应用面广等一系列优点,占领了世界计算机市场并得到广泛的运用,成为现代社会不可缺少的重要

工具。

微处理器问世以来,按照计算机中央处理器 CPU(Central Processing Unit)、字长和功能划分,它经历了五代的演变。

1. 第一代(1971~1973年):4位和8位低档微处理器

第一代微处理器的代表产品是美国 Intel 公司的 4004 微处理器和由它组成的 MCS-4 微型计算机,以及随后的改进产品 8008 微处理器和由它组成的 MCS-8 微型计算机。Intel 公司于 1971 年顺利开发出全球第一块微处理器 4004,它采用 PMOS 工艺,集成了 2300 多个晶体管,主频为 108 kHz,寻址空间为 640 B,指令系统比较简单,价格较低廉。主要用于处理算术运算、家用电器以及简单的控制等。

2. 第二代(1974~1978年):8位中高档微处理器

第二代微处理器以 Intel 公司的 8080 为代表。Intel 公司在 1974 年推出了新一代 8 位微处理器 8080,它采用 NMOS 工艺,集成了 6000 个晶体管,主频为 2 MHz,指令系统比较完善,寻址能力有所增强,运算速度提高了一个数量级。主要用于教学和试验、工业控制、智能仪器等。

3. 第三代(1978~1980年):16位微处理器

第三代微处理器以 Intel 公司的 8086 为代表。Intel 公司于 1978 年推出了 16 位的微处理器 8086,它采用 HMOS 工艺,各方面的性能指标比第二代又提高了一个数量级,它的出现成为 20 世纪 70 年代微处理器发展过程中的重要分水岭。8086 是真正的 16 位微处理器,其芯片内部集成了 29000 个晶体管,主频达 5 MHz/8 MHz/10 MHz,寻址空间达到 1 MB。其间,Intel 公司又推出了 8086 的一个简化版本 8088,它的主频为 4.77 MHz,它将 8 位数据总线独立出来,减少了引脚,成本也比较低。1979 年,IBM 公司采用了 Intel 公司的 8086 与 8088 微处理器作为个人计算机 IBM PC 的 CPU,个人计算机 PC 时代从此诞生。

Intel 公司的 8086 与 8088 微处理器为硬件平台配备了比较完备的操作系统和相对丰富的应用软件,使得以 Intel 16 位微处理器 8086 为平台的 PC 成为第一代微处理器的典型代表。

1982 年 2 月,Intel 公司推出了超级 16 位微处理器 80286,它集成了 13 万多个晶体管,主频达 20 MHz,各方面的性能有了很大的提高,它的 24 位地址总线可以寻址 16 MB 地址空间,还可以访问 1 GB 的虚拟地址空间,能够实现多任务并行处理。

4. 第四代(1981~1992年):32位微处理器

第四代微处理器的代表产品是 Intel 80386 微处理器。它是在 1985 年 10 月推出的,集成了 27.5 万个晶体管,主频达到 33 MHz,数据总线和地址总线均为 32 位,具有 4 GB 的物理寻址能力。由于在芯片内部集成了分段存储管理部件和分页存储管理部件,它能够管理高达 64 TB 的虚拟存储空间。另外还提供一种称为“虚拟 8086”的工作方式,使芯片能够同时模拟多个 8086 微处理器,可以同时运行多个 8086 应用程序,保证了多任务处理能够向上兼容。

1989 年 4 月,Intel 公司推出了 80486 微处理器,这是 Intel 公司第一次将微处理器的晶体管数目突破 100 万只。80486 微处理器在其芯片内集成了 120 万个晶体管。它不仅把浮点运算部件集成到芯片内,同时还把一个其规模大小为 8 KB 的一级高速缓冲存储器 Cache 也集成到 80486 微处理器芯片中。这种集成加上时钟倍频技术的引进极大地加快了 CPU 处理指令的速度,兼容性得到了更大的提高。

5. 第五代(1993年以后):32位全新高性能 Pentium(奔腾)系列微处理器

1993年3月,Intel公司推出32位的Pentium微处理器(俗称“586”)。其芯片内部集成了310万个晶体管,采用了全新的体系结构,性能大大高于Intel公司其他系列的微处理器。由于Pentium系列微处理器制造工艺精良,其浮点性能是其他系列微处理器中最强的,可超频性能也是最好的。Pentium系列微处理器的主频从60 MHz到100 MHz不等,它支持多用户、多任务,具有硬件保护功能,支持构成多处理器系统,由于采用超标量结构,它在一个时钟周期里可执行多条指令,处理速度大大加快。

1996年,Intel公司推出了Pentium Pro(高能奔腾)微处理器,它集成了550万个晶体管,主频为133 MHz,采用了独立总线和动态执行技术,处理速度大大提高。1996年底,Intel公司又推出了Pentium MMX(多能奔腾)微处理器。MMX(Multi Media eXtension)技术是Intel公司最新发明的一项多媒体增强指令集技术,它为微处理器增加了57条MMX指令,此外,还将微处理器芯片内的高速缓冲存储器Cache由原来的16 KB增加到32 KB,使处理多媒体的能力大大提高。

1997年5月,Intel公司推出了Pentium II微处理器,它集成了750万个晶体管,8个64位的MMX寄存器,主频达450 MHz,二级高速缓冲存储器Cache达到512 KB,它的浮点运算性能、MMX性能都是最出色的。

1999年2月,Intel公司发布了Pentium III微处理器。它在Pentium II微处理器的基础上增加了70多条新指令,主要包括提高多媒体处理性能和浮点运算能力的指令,可以提高三维图像、视频、声音等程序的运行速度,并可优化操作系统和网络的性能。此外,将256 KB的二级高速缓冲存储器Cache与CPU集成在同一块芯片上,访问Cache的速度比Pentium II提高了一倍。Pentium III微处理器集成了950万个晶体管,主频为500 MHz。

2000年3月,Intel公司推出了新一代高性能32位Pentium 4微处理器,它采用了Net Burst的新式处理器结构,可以更好地处理互联网用户的需求,在数据加密、视频压缩和对等网络等方面的性能都有较大幅度的提高。

Pentium 4微处理器有以下处理能力:采用超级流水线技术,指令流水线深度达到20级,使CPU指令的运算速度成倍增长,在同一时间内可以执行更多的指令,显著提高了微处理器主频以及其他性能;快速执行引擎使微处理器的算术逻辑单元达到了双倍内核频率,可以用于频繁处理诸如加、减运算之类的重复任务,实现了更高的执行吞吐量,缩短了等待时间;执行追踪缓存,用来存储和转移高速处理所需的数据;高级动态执行,可以使微处理器识别平行模式,并且对要执行的任务区分先后次序,以提高整体性能;400 MHz的系统总线可以使数据以更快的速度进出微处理器,此总线在Pentium 4微处理器和内存控制器之间提供了3.2 GB的传输速度,是现有的最高带宽台式机系统总线,具备了响应更迅速的系统性能;增加了114条新指令,主要用来增强微处理器在视频和音频等方面的多媒体性能;为用户提供了更加先进的技术,使之能够获得丰富的互联网体验。

2005年5月,Intel公司发布了双核架构的微处理器Pentium D与Pentium XE,正式揭开x86微处理器多核心时代。这两款微处理器并没有采用新的架构,而是基于Pentium 4架构基础的扩展,其主要特点如下:具有两个1 MB二级缓存,两个内核分别使用固定的一个二级缓存;两个内核共享相同的封装和芯片组接口,共享800 MHz前段总线与内存连接;支持EM64T扩展技术、Execute Disable Bit安全技术,不支持超线程技术;采用了EIST节能技术,使得微处理器可根据应用程序选择所需要的运算能力,在性能和功耗间取得最理想的平衡点;

通过降低工作效率来降低双核微处理器的功耗,最高主频为 3.2 GHz;引进了 Vanderpool 虚拟化技术、La Grande 安全技术和 IAMT(Intel Active Management Technology)技术。

随着微处理器的不断升级,微型计算机也在不断发展,其功能不断完善,应用领域扩展到了国民经济和人们生活中的各个方面。

1.1.2 微型计算机的应用

微型计算机以不同的形式应用于各行各业,几乎遍及所有领域。随着计算机技术的发展,其应用形式和应用领域是千变万化、日新月异的。微型计算机可以按照传统的计算机应用分类,分为以下五个方面:

1. 科学计算

科学计算(也称为数值计算)是计算机应用最早,也是最成熟的应用领域。科学计算是指用计算机来解决科学研究和工程技术中所提出的复杂的数学及数值计算问题。计算机不仅计算速度快,而且精度高,对于许多人工难以完成的复杂计算,计算机都可以迎刃而解。随着人们对客观世界认识的日益深化,越来越多的研究工作从定性转为定量,需要设计的数学模型和计算工作规模越来越庞大。因此,在现代科学研究和工程设计中,计算机已成为必不可少的计算工具。例如,人造卫星轨道的计算、宇宙飞船的制导、天体演化形态学的研究、可控热核反应、新材料的研制、原子能的研究、气象预报等,都是借助计算机来进行计算工作的。

2. 数据处理

数据处理(也称为信息处理)是指人们利用计算机对所获取的信息进行采集、记录、整理、加工、存储和传输,并进行综合分析等。

数据处理在所有计算机的应用中稳居第一位。例如,用于企事业单位的各种管理信息系统,如财务、计划、物资、人事的管理,国家经济信息系统管理以及铁路运营、城市交通等各类自动化管理和信息管理系统;用于文本处理的编辑、排版和办公自动化系统;用于图像处理的图像信息系统;用于图书资料查询的情报检索系统等。这些都属于计算机在数据处理方面的应用。据统计,现在世界上 75% 的计算机用于数据处理工作。数据处理是现代信息管理的基础,它不仅处理日常事务,并且能够支持科学的管理与决策。对一个企业来说,从市场预测、情报检索,到经营决策、生产管理,都与数据处理有直接的关系。

3. 过程控制及智能化仪表

从 20 世纪 60 年代起,冶金、机械、电力、石油化工等产业就用计算机来进行过程控制或实时控制。其工作过程是用传感器在现场采集受控对象的信息数据,通过比较器求出与设定数据的偏差,由计算机根据控制模型进行计算,产生相应的控制信号,驱动伺服装置对受控对象进行控制和调整。应用于过程控制及智能化仪表方向的主要是一些专用计算机,如工业 PC、STD 总线工控机及微处理器构成的各种系统。

过程控制不仅能通过连续监控提高生产的安全性和自动化水平,同时也能提高产品的质量,降低成本,减轻劳动强度。过程控制在石油化工生产、钢铁及有色金属冶炼、环境保护监测系统、数控机床和精密机械制造、交通运输中的行车调度、农业人工气候箱的温湿度控制、家用电器中的自动功能控制等方面都得到了广泛的应用。在军事上也常用计算机控制导弹等武器的发射与导航、自动修正导弹在飞行中的航向控制。

目前,各行业对仪器仪表的自动化和智能化要求越来越高。在自动化测量、控制仪表中,计算机应用十分普及。计算机的使用大大提高了仪器仪表的精度、稳定性、可靠性,同时简化了结构、减小了体积而使其便于携带和使用,加速仪器仪表向智能化、多功能化方向发展。

4. 计算机辅助系统

当前采用计算机进行各种辅助功能的系统越来越多,使得各领域的科学研究、辅助设计、生产制造、教育教学等技术有了突飞猛进的发展。例如,计算机辅助设计 CAD、计算机辅助制造 CAM、计算机辅助测试 CAT、计算机辅助工程 CAE 和计算机辅助教学 CAI。

5. 人工智能

这是计算机应用的一个崭新领域,它是用计算机执行某些与人的智能活动有关的复杂功能,模拟人类的某些智力活动,如图形和声音的识别、推理和学习的过程,从本质上扩充了计算机处理能力。

人工智能是一门涉及计算机科学、控制论、信息论、仿生学、神经心理学和心理学等多学科交叉的边缘学科,目前的研究方向有模式识别、自然语言理解、自动定理证明、自动程序设计、知识表示、机器学习、专家系统、机器人等。

1.1.3 微型计算机的分类

1. 按照微处理器能够处理的字长来分类

微型计算机的性能通常取决于微处理器,如果以微处理器能够处理的字长作为分类标准,可以有以下几种分类:

(1) 1 位微型计算机

采用 1 位微处理器作为其 CPU,系统传送的数据位数为 1 位。

(2) 4 位微型计算机

采用 4 位微处理器作为其 CPU,系统传送的数据位数为 4 位。

(3) 8 位微型计算机

采用 8 位微处理器作为其 CPU,系统并行传送的数据位数为 8 位。在计算机中,通常将 8 位二进制数称为 1 个字节(Byte)。

(4) 16 位微型计算机

采用高性能的 16 位微处理器作为其 CPU,系统并行传送的数据位数为 16 位。

(5) 32 位微型计算机

采用 32 位微处理器作为其 CPU,这是当前性能最优的微型计算机,系统并行传送的数据位数可以达到 32 位。

(6) 64 位微型计算机

采用 64 位微处理器作为其 CPU,64 位微处理器将成为未来发展的方向,系统并行传送的数据位数可以达到 64 位。

2. 按照微处理器器件的工艺来分类

按照微处理器器件的工艺来分类,可以分成使用 MOS 工艺微处理器的微型计算机和使用双极型工艺微处理器的微型计算机。双极型工艺具有速度快、灵活多变,但功耗较大的特点。

3. 按照微型计算机的利用形态来分类

(1) 单片微型计算机

单片微型计算机是在一块芯片上包含 CPU、RAM、ROM 及 I/O 接口电路的完整计算机功能的电路。由于集成度的关系,其存储容量有限,I/O 接口电路也不多,所以通常用于一些专用的系统中。

(2) 单板微型计算机

单板微型计算机是在一块印刷电路板上,把微处理器和一定容量的存储器芯片以及 I/O 接口电路等大规模集成电路组装而成的一种微型计算机。通常,在这块板上还包含固化在 ROM 中的容量不大的监控程序以及配置一些典型的外设。

(3) 位片式微型计算机

位片式微型计算机是采用多片双极型位片组合而成的 CPU 构成的微型计算机。因为采用了双极型工艺,所以处理速度较快。此外,由于双极型工艺集成度较低,功耗较大,因此,在一个单片上的位数不可能做得很多。位片式微处理器以位为单位构成 CPU 芯片,常用多片位片式微处理器构成高速、分布式系统和阵列式系统。

(4) 微型计算机系统

微型计算机系统是将包含 CPU、RAM、ROM 和 I/O 接口电路的主板以及其他若干块印刷板电路,如存储器扩展板、外设接口板、电源等组装在一个机箱内,构成一个完整的、功能更强的计算机装置。在这种系统中,通常还配有软盘、光盘等作为外部存储器,以及配有键盘、显示器等人机对话工具,配有打印机、扫描仪等外设,并且有丰富的软件支持。

1.1.4 微型计算机的性能指标介绍

在描述微型计算机系统基本性能的时候,通常要用到下面一些术语及性能指标。

1. 字长

字长是微型计算机在交换、加工和存放信息时,其信息位的最基本的长度,决定了系统一次传送和处理的二进制位数。各种类型的微型计算机字长是不相同的,字长越长的微型计算机,处理数据的精度就越高,速度就越快。因此,字长是微型计算机中最重要的指标之一。

2. 主频

微型计算机的主频也称为时钟频率,通常是指计算机中时钟脉冲发生器所产生的时钟信号的频率,单位为 MHz,它决定了微型计算机的处理速度。对于 Intel 系列微型计算机来说,8088 的主频为 4.77 MHz,8086 的主频为 5 MHz,Pentium 系列微型计算机的主频在 200 MHz 以上,可达到上千兆赫。

3. 访存空间

访存空间是衡量微型计算机处理数据能力的一个重要指标,是该微处理器构成的系统所能访问的存储单元数。访存空间越大,处理信息的能力越强。访存空间是由传送地址信息的地址总线的条数决定的。

通常,访存空间采用字节数来表示其容量。8 位微处理器有 16 根地址总线,访存空间为 $2^{16} = 65536$,即 64 K 字节单元;16 位微处理器有 20 根地址总线,访存空间为 $2^{20} = 1048576$,即 1 M 字节单元。

4. 指令数

微型计算机完成某种操作的命令被称为指令。一台微型计算机可有上百条指令,微型计算机完成的操作种类越多,即指令数越多,表示该类微型计算机系统的功能越强,编程越灵活。

5. 基本指令执行时间

微型计算机完成一项具体的操作所需的一组指令称为程序。执行程序所花的时间就是完成该任务的时间指标,时间越短,速度越快。

由于各种微处理器的指令的执行时间是不一样的,为了衡量微型计算机的速度,通常选用CPU中的加法指令作为基本指令,它的执行时间就作为基本指令执行时间。基本指令执行时间越短,表示微型计算机的工作速度越快。

6. 可靠性

可靠性是指微型计算机在规定的时间内和工作条件下,正常工作不发生故障的概率。其故障率越低,说明可靠性越高。

7. 兼容性

兼容性是指微型计算机的硬件设备和软件程序可用于其他多种系统的性能。主要体现在数据处理、输入/输出接口、指令系统等的可兼容性。

8. 性能价格比

这是衡量微型计算机优劣的综合性指标,它包括微型计算机的硬件和软件的性能与售价的关系,通常希望以最小的成本获取最大的功能。

1.2 微型计算机系统

从大型计算机到微型计算机,其基本结构与冯·诺依曼型计算机相比没有大的变化。冯·诺依曼型计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。其中运算器和控制器是计算机的核心,统称为中央处理器(CPU)。原始的冯·诺依曼型计算机在结构上以运算器和控制器为中心,但随着计算机系统结构的设计实践和发展,已逐步演变到以存储器为中心的计算机结构,如图 1-1 所示。

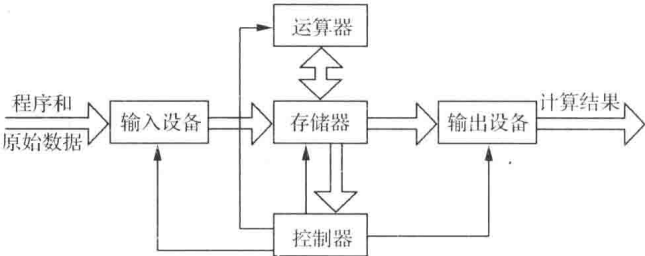


图 1-1 计算机基本结构

1.2.1 中央处理器

中央处理器(CPU)又称为微处理器,主要由运算器和控制器两大部分组成,用于逻辑数据处理和产生各种控制信号,是一种可编程的逻辑器件,具有运算和控制功能。为使初学者便于理解微处理器的基本概念,这里介绍一种理想化的简单的 8 位微处理器,说明微处理器工作的基本原理。微处理器内部结构如图 1-2 所示。

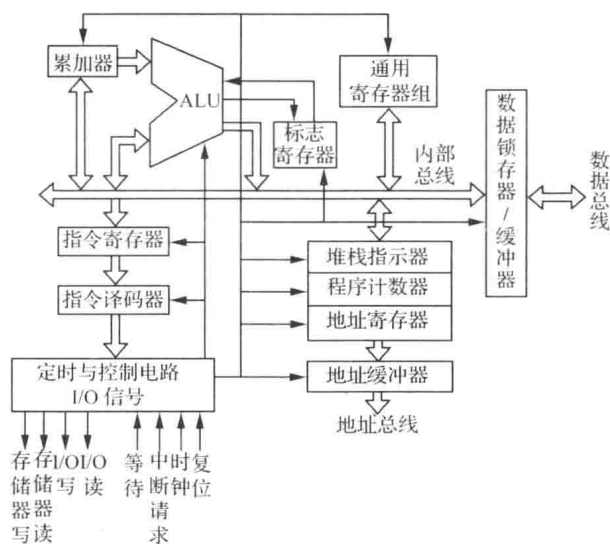


图 1-2 微处理器内部结构

1. 运算器

运算器是微型计算机中加工和处理数据的功能部件,主要包括两个功能:一是对数据的加工处理,包括算术运算和逻辑运算。算术运算有加、减、乘、除等;逻辑运算有比较、判断、与、或、非等。这些功能是通过运算器内部的算术逻辑部件 ALU(Arithmetic Logic Unit)来完成的。二是暂时存放参与运算的数据和某些中间结果,通常是通过与 ALU 相连的寄存器来实现的。算术逻辑部件 ALU 有两个操作数,一个来自累加器,一个来自内部总线。内部总线的数据可以来自寄存器组,也可以来自数据锁存器(外部数据总线上提供的数据)。ALU 进行运算的结果经内部总线送回累加器或寄存器组,同时有可能改变标志寄存器中的标志。

2. 控制器

控制器是整个微型计算机的指挥中心,用于接受来自存储器里的程序命令,经译码后产生一系列定时和控制信号,用来控制指挥微型计算机中各部件的操作,使整个微型计算机各部分协调有序地工作。控制器一般由程序计数器 PC(指令指针寄存器 IP)、指令寄存器 IR、指令译码器 ID 和微操作控制电路组成。

程序计数器 PC 用于存放将要执行指令的存放地址。即程序计数器 PC 的内容就是要执行的指令的地址,改变 PC 的内容就可以改变程序的执行方向,所以通常又称为指令指针寄存器 IP。指令指针寄存器 IP 具有以下三个功能。

①复位功能:微型计算机上电后,指令指针寄存器 IP 的内容总是复位成初始值,8086 微处理器的指令指针寄存器 IP 的初始值为 0000H;复位后,某些特殊寄存器的内容是固定值。

②计数功能:为保证微处理器对程序的连续执行,微处理器执行指令时,是将指令指针寄存器 IP 的内容作为指令码存放的地址,执行一条指令后,指令指针寄存器 IP 的内容会自动加法计数,指向下一条指令所在的单元地址。

③直接置位功能:指令指针寄存器 IP 也能接受内部总线送来的数据(16 位),并用该数据取代其原来的内容,进行直接置位。直接置位功能用于程序转移、中断和子程序调用等场合。

指令寄存器 IR 用来保存当前正在执行的一条指令码,并送给指令译码器 ID。指令译码器 ID 是对指令寄存器 IR 中的指令操作码进行译码,并发出相应的操作要求控制信号(即指令信号)给微操作控制电路。微操作控制部件把经指令译码器 ID 所产生的命令信号送入时序控制信号产生部件,并将命令翻译成微程序(简称为微码),再加上时序信息,就可生成控制整个微型计算机各部件工作的时序控制信号。如果时序控制信号产生部件不是微控制存储器,而是组合逻辑电路,即称为硬线逻辑。由硬线逻辑产生时序控制信号的微型计算机比由微控制存储器产生时序控制信号的微型计算机工作速度快。

1.2.2 微型计算机系统

微型计算机由微处理器、存储器、输入/输出接口构成,它们之间由系统总线连接起来,如图 1-3 所示。微型计算机系统是在微型计算机基础上配置系统软件和部分外设组成的。其中系统软件包括操作系统和一系列的实用程序,能使微型计算机更好地发挥其硬件所应有的功能。外设包括输入设备和输出设备,使微型计算机与操作人员实现很好的人机交互。微型计算机的硬件建立了微型计算机应用的物质基础,而软件则最有效地发挥了微型计算机的功能,为用户使用微型计算机提供了方便、快捷和可靠的手段。硬件与软件的结合才能构成完整的微型计算机系统。下面介绍微型计算机系统的硬件组成部分。

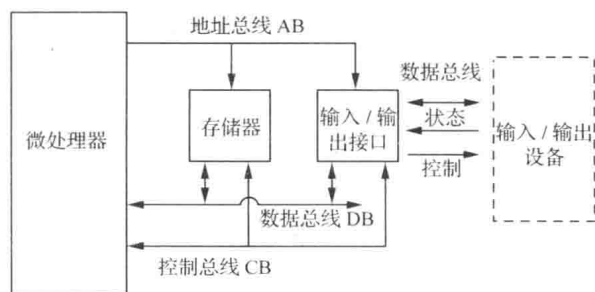


图 1-3 微型计算机的组成

1. 微处理器

微处理器(Microprocessor)是微型计算机系统的核心。它主要完成:①从存储器中取指令,指令译码;②算术逻辑运算;③在处理器和存储器或者输入/输出接口之间传送数据;④程序流向控制等。

2. 存储器

计算机是一个数据处理机,它靠机内存储的程序和数据来控制运行,存储器就是存放程序和数据部件。存储器的功能就是用于存储数据、程序及运算处理的结果等,是数据的仓库。

存储器是微型计算机中必不可少的功能部件。微型计算机能按存储程序式的自动工作方

式工作,必须有能够存储程序指令的存储器,以便微型计算机能取出指令、翻译指令并交由控制单元去执行,完成一系列相应的动作。也正因为有了存储器,才使微型计算机有信息记忆功能。广义上讲,微型计算机上的存储器分为内存储器(主存)和外存储器(辅存)两部分。内存储器简称内存,主要由半导体存储器构成。外存储器简称外存,主要有软盘、光盘等。内存是微型计算机的一个主要组成部分,用来保存微型计算机当前正在使用的或经常要使用的程序和数据,CPU 可以直接通过总线访问内存,内存比外存速度快。

半导体存储器构成的内存在微型计算机内包括以下几种:①只读存储器 ROM(Read-Only Memory)或可擦除可编程存储器 EPROM(Erasable Programmable ROM),用于存放基本输入/输出系统 BIOS(Basic Input Output System)程序;②随机存储器 RAM(Random Access Memory),又称为数据存储器,用于存放应用程序、数据及运算结果;③高速缓冲存储器(Cache),用于 80386 以上的微型计算机中,由于 CPU 有很高的主频,这样 CPU 与主存之间存在比较大的速度差,为减小速度差,在 CPU 与主存之间增加一级高速缓存,以提高速度;④CMOS 存储器,是以 CMOS 集成工艺制作的集成电路芯片,用来存放微型计算机系统的配置信息,如硬盘等一些参数,CMOS 存储器需要加电池作掉电保护。

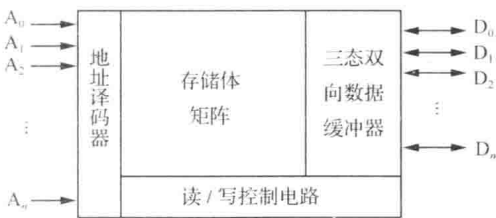


图 1-4 半导体存储器的逻辑结构

半导体存储器的逻辑结构如图 1-4 所示。半导体存储器一般由存储体矩阵、地址译码器、读/写控制电路和三态双向数据缓冲器等部分组成。

(1) 存储体矩阵

存储体是能够寄存二进制信息的基本电路的集合体(即内存),存储体矩阵是把这些基本存储电路按阵列形式排列和编址。存储体矩阵有很多存储单元用于存放数据、程序等。微型计算机中规定每个内存单元可存放 8 位二进制数(1 个字节),以 1 个字节为单位作为存储单元进行编址(按字节编址),内存单元中存放的具体信息称为内容。为区别不同的内存单元,就给每个存储单元编上不同的号码,这个号码称为存储单元地址,从 0 开始。

(2) 地址译码器

地址译码器的功能是将 CPU 发送来的地址信号进行译码后产生地址编码,以便选中存储体矩阵中的某个存储单元,使其在存储器读/写控制电路的控制下进行读/写操作。

(3) 读/写控制电路

读/写控制电路通过相应的引脚,接收来自 CPU 或外部电路的控制信号,经组合变换产生芯片内部各部分的控制信号实现对存储器的读/写等控制。

(4) 三态双向数据缓冲器

三态双向数据缓冲器的主要作用是使组成半导体 RAM 的各个存储器芯片很方便地与数据总线相连接,实现数据的缓冲驱动。当 CPU 执行存储器写指令操作时,片选信号和写信号有效,数据从数据总线经三态双向数据缓冲器传送至地址码选中的基本存储单元电路。当 CPU 执行存储器读指令操作时,片选信号和读信号有效,数据从地址码选中的基本存储单元电路经三态双向数据缓冲器传输至数据总线读入 CPU。当 CPU 不执行存储器读/写指令操作时,片选信号无效,存储器芯片的三态双向数据缓冲器对数据总线呈现高阻状态。