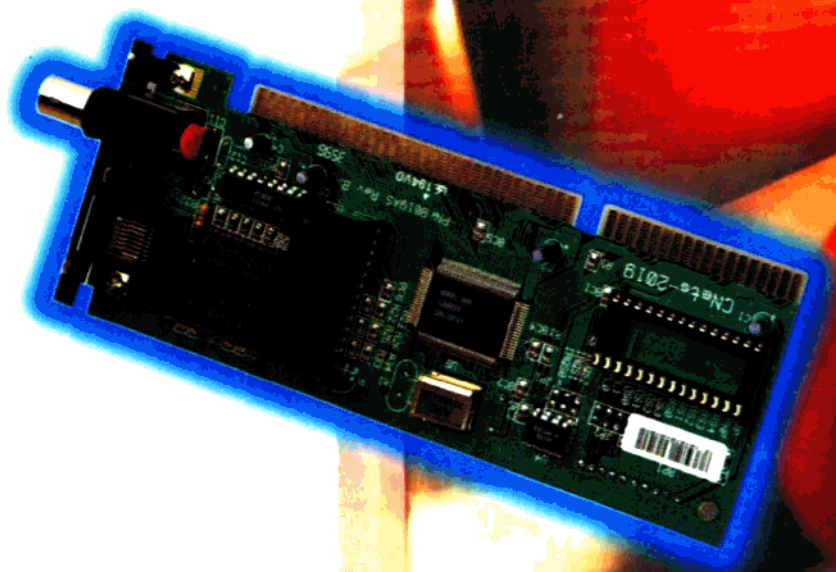


微机组成原理与接口技术

范圣甫 刘传高 主编



中国物资出版社

总 序

从1946年第一台计算机诞生至今已历经半个多世纪。计算机的出现和广泛应用,标志着人类社会的一次大飞跃,信息时代的一次大转折,生存方式的一次大变革,现代文化的一次大融汇。随着计算机技术的飞速发展和广泛普及,其应用已遍及社会生活的各个领域。由于计算机技术已进入到我们生活中的方方面面,人类社会的生活方式、思维方式以及时空观念等各个方面都已经发生了深刻的历史性的巨变。

随着信息化社会的发展,人们对信息交流的要求越来越高。世人已普遍公认:哪个国家的信息化程度高,其经济竞争力就越强,科技发展就越快,办事效率就越高,对下一代的教育条件就越好。信息化的进一步深入需要我们培养一大批高素质人才。当今社会,熟练掌握计算机应用技术已成为高素质人才的必备条件。因此,一个十分艰巨的任务,就是要使受教育者具有使用计算机的能力和与之相适应的计算机文化素质。如果我们的知识结构和文化修养准备不足,就不能适应时代和社会发展的需要。

一本好书,是人生旅途的一掬甘泉;一套好教材,是教学成功的必要条件。广大学子和读者殷殷所望,无非是博得一艺,学有所用。本着对读者负责的精神,我们组织北京电子科技学院、集美大学、合肥工业大学、安徽大学、安徽财贸学院、江苏广播电视大学等高等院校和部分大中专学校教学经验丰富的教师,以及一些具有较高理论基础和软件开发经验的计算机技术人员共同合作编写了这套计算机及应用专业教材。为保证教材的质量,我们还聘请了一批学术造诣较深的专家、教授作为本套教材的主审和顾问。本套教材具有以下几个方面的特点:

首先,作为一套计算机专业教材,必须保证整个计算机知识体系的完整性。本套教材包括必修课17种,选修课和配套教材3种,基本上涵盖了目前大中专院校计算机及应用专业所必修或选修的课程内容。各种教材在编排上,既注意到内容上的连贯性,又保证了教学上的相对独立性。

其次,在教材内容的组织上,注重介绍和吸收当今计算机领域的一些新技术和新知识,摒弃了传统教材中一些过时的内容,这些变化在各本教材中都得到程度不同的体现。本套教材编写时既参照了有关部委计算机及应用专业教学大纲,又参考了“程序员考试大纲”和“全国计算机水平等级考试大纲”的内容。因此本套教材既适合作为各级各类院校计算机及应用专业教材,亦可作为计算机水平等级考试学习用书。个别教材之间内容上的重复,是为了照顾部分读者单独选用单本教材的需要,敬请广大读者予以谅解。

再次,考虑到各校教学的特点,本着学以致用原则,在本套教材编写中我们始终贯彻“由浅入深,理论与实践相结合”的原则,以阐明要义为主,辅之以必要的例题、习题和上机实习,以便使读者尽快领悟和掌握。

在本套教材编写过程中,各位作者付出了艰辛的劳动,教材编委会的各位专家和教授对各本教材的内容进行了认真的审定和悉心的指导。在本套教材出版过程中我们自始至终得到中国物资出版社领导和编辑以及印制单位的大力支持和帮助。本套教材承蒙中国科学院计算技

术研究所、国家智能计算机研究开发中心王川宝、高文、中国机械科学研究院江波等同志进行了较为细致的终审终校工作。正是由于各方面的通力配合,才使得本套教材得以顺利出版和发行。书中参考、借鉴了国内外同类教材和专著,在此一并表示感谢。

近年来,计算机技术发展日新月异,异彩纷呈,许多新的概念和内容都在不断扩展之中,囿于编者学识和水平,书中疏漏、错误之处还望广大读者不吝批评指正,以便对本套教材不断修订完善。

计算机及应用专业教材编委会

1998年1月

附:计算机及应用专业教材编委会名单

顾 问

(以姓氏笔划为序)

王仲文	北京电子科技学院院长、教授
韦 穗	安徽大学副校长、教授
张全寿	铁道部电子计算中心主任、北方交通大学教授
李文忠	全国计算机基础教育学会副理事长、东南大学教授
杨善林	合肥工业大学副校长、教授、博士生导师
辜建德	集美大学校长、教授
魏余芳	西南交通大学教授

编 委

鄂大伟	集美大学副教授
李树德	北京电子科技学院教授
刘 锋	安徽大学副教授
王川宝	中国科学院计算技术研究所、国家智能计算机研究开发中心 硕士研究生
高 文	中国科学院计算技术研究所、国家智能计算机研究开发中心 博士研究生
江 波	中国机械科学研究院硕士研究生
屈道良	上海铁路局蚌埠分局高级工程师
蒋翠清	上海铁路局蚌埠分局高级工程师

前 言

微型计算机自问世以来,一直以令人瞩目的态势飞速发展,新机型、新技术、新应用领域层出不穷,日新月异。尤其是进入 90 年代以来,微型计算机已成为计算机技术应用的主体,并渗透到社会的各个方面。因此,学习微型计算机知识,不仅是大中专院校学生的学习任务之一,也是社会各界的广泛需求。当今世界,微型计算机技术已经发展到一个新阶段,网络化、微型化以及多媒体技术的应用已成为微机应用技术的主流。虽然微型计算机的性能不断增强,体系结构不断发展,但微型计算机的基本组成、基本结构、工作原理并没有太大的变化。因此,掌握微型计算机技术的有效途径依然是:建立微型计算机的整体概念,学习微型计算机的基本原理,再参考相关的技术手册,以适应微型计算机技术的飞速发展。

本书从微机的基本原理出发,以 16 位微型机 8086 系统为典型,对组成微型计算机系统的各主要部件从功能上进行了较为细致的讨论,进而对微型计算机的体系结构、总线技术、接口技术以及中断系统作了全面系统的介绍。

全书共分十章。第一章至第四章是基础知识部分,内容包括:概述,计算机中的数据表示方法,计算机的电路基础与逻辑部件以及指令系统;第五章至第十章详细介绍了微型计算机系统硬件的基本组成、体系结构、总线技术、输入输出接口技术以及中断系统等。

本书由范圣甫、刘传高、张韶编著。编写人员分工如下:范圣甫(第一、五、六、七、八章);刘传高(第二、四、九、十章);张韶(第三章)。由范圣甫对全书进行总纂。

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中错误及不妥之处在所难免,恳请有关专家和广大读者不吝批评指正,以便不断修订完善。

编 者

1998 年 1 月

目 录

第一章 概 述	(1)
§ 1.1 计算机的发展、分类与应用.....	(1)
§ 1.2 微型计算机概述	(4)
§ 1.3 微型计算机的理论基础	(5)
§ 1.4 微型计算机系统的组成	(6)
第二章 计算机中的数据表示方法	(12)
§ 2.1 进位计数制及其相互转换.....	(12)
§ 2.2 数值数据的表示与运算.....	(15)
§ 2.3 数据的编码.....	(21)
第三章 微型计算机的电路基础及逻辑部件	(24)
§ 3.1 三种基本逻辑操作及布尔代数的基本公式.....	(24)
§ 3.2 逻辑门电路的实现.....	(26)
§ 3.3 组合逻辑电路.....	(29)
§ 3.4 时序逻辑电路.....	(33)
§ 3.5 三态输出电路和总线结构.....	(40)
第四章 指令系统	(43)
§ 4.1 基本概念.....	(43)
§ 4.2 寻址方式.....	(46)
§ 4.3 8086 指令系统	(49)
第五章 微处理器	(71)
§ 5.1 运算器.....	(71)
§ 5.2 控制器.....	(77)
§ 5.3 Intel 80x86 系列微处理简介	(83)
第六章 存储器	(91)
§ 6.1 存储器概述.....	(91)
§ 6.2 随机存取存储器 RAM	(93)
§ 6.3 只读存储器 ROM	(97)
§ 6.4 CPU 与存储器芯片的连接	(105)
§ 6.5 8086 系统的存储器组织	(109)
§ 6.6 80x86 存储系统简介	(114)
第七章 80x86 系列微型计算机的体系结构	(122)
§ 7.1 概 述	(122)
§ 7.2 中央处理器 8086CPU	(125)
§ 7.3 8086 微型计算机的体系结构	(132)

§ 7.4 8086 系统的总线时序	(148)
第八章 微机总线技术	(155)
§ 8.1 概 述	(155)
§ 8.2 系统总线结构	(156)
§ 8.3 扩展总线	(161)
第九章 输入/输出接口	(184)
§ 9.1 接口技术的基本概念	(184)
§ 9.2 接口数据的传送方式	(186)
§ 9.3 DMA 控制器	(190)
§ 9.4 并行通信接口	(199)
§ 9.5 串行通信接口	(207)
§ 9.6 模拟通道接口	(219)
§ 9.7 输入输出设备	(228)
第十章 中断系统	(233)
§ 10.1 中断原理	(233)
§ 10.2 8086 中断系统	(238)
§ 10.3 可编程中断控制器 8259A	(241)
附 录	(250)
附录一 ASCII 码字符表	(250)
附录二 8086/8088 指令系统表	(251)
主要参考文献	(275)

第一章

概 述

电子计算机技术的出现与发展是 20 世纪科学技术最卓越的成就之一。它有力地推动了其他学科的大力发展,在社会的各个方面得到了广泛应用,引起了当代生产技术和生活、生活的划时代变革,并将逐渐成为人们劳动和生活工具之一。近年来,计算机技术的发展异常迅猛,不断取得新的进展,同时计算机技术与通信技术已融为一体,为世界进入数字化时代做好了准备。今天,计算机技术的发展与应用水平已成为衡量一个国家综合国力的重要标志之一。

本章将对计算机技术的发展过程、分类及应用领域作一简要介绍,对计算机技术的主流应用——微型计算机技术的发展、基本结构和基本理论进行必要的论述。

§ 1.1

计算机的发展、分类与应用

1.1.1 计算机的发展概况

世界上第一台电子计算机于 1946 年诞生于美国宾西法尼亚大学,它的名称为电子数字积分器与计算器(Electronic Numerical Integrator And Calculator),简称 ENIAC。它是为了弹道设计计算的需要而研制的,运算速度为每秒钟 5000 次加法运算,但它却是个庞然大物,使用 18800 个电子管,1500 个继电器,重达 30 吨,耗电 140 千瓦,占地面积为 170 平方米,其造价为 100 万美元。在今天看来,ENIAC 的功能是极其有限的,但它为计算机技术的发展奠定了理论基础。

从第一台计算机 ENIAC 的诞生至今已经历了半个多世纪,计算机技术的发展大致可以分为以下几个阶段,虽然各个阶段之间难以找到严格的时间界限,但几个发展阶段却是得到一致公认的。

第一阶段:从 1946 年到 50 年代后期,这一阶段称为电子计算机时代。主要特点是:计算机所使用的逻辑元件为电子管电路,主存储器采用磁鼓,辅助存储器开始使用磁带,编程语言主要采用机器语言,汇编语言已经开始使用,利用监控程序对机器进行管理,主要应用是科学计算。

第二阶段:从 50 年代中后期到 60 年代中后期,这一阶段称为晶体管计算机时代。主要特点是:计算机的逻辑元件采用晶体管,主存储器使用磁芯存储器,辅助存储器已开始使用磁盘,软件已开始使用操作系统及高级程序设计语言,结构上开始向通用型方向发展。由于采用晶体管技术,计算机的体积缩小了,功耗降低了,速度和可靠性得到了较大的提高,价格不断下降,应用范围不断扩大,不仅运用于军事与尖端技术部门,而且在气象、工程设计、数据处理及其他科学研究等领域也应用起来。

第三阶段:从60年代后期到70年代前期,这一阶段称为集成电路计算机时代。主要特点是:计算机的逻辑部件采用集成电路,体积和功耗进一步下降,而速度和可靠性相应地提高,促使计算机应用范围进一步扩大。这个时期,计算机的主存储器采用半导体存储器,运算速度得到较大提高。在软件方面,操作系统日趋成熟,其功能日益完善,并为充分利用现有的软件资源,解决软件的兼容问题而发展了系列机(即在以前机器上编制的程序可以不加修改便可在当前机器上运行)。计算机的发展已步入了通用化、系列化、标准化时代。

第四阶段:从70年代初至今。这一阶段又称为大规模、超大规模集成电路计算机时代。主要特点是:计算机的逻辑部件采用大规模、超大规模集成电路技术。计算机的性能不断提高,运算速度已达每秒钟浮点运算1.2万亿次。在系统结构方面发展了并行处理技术、分布式计算机技术和计算机网络等。在软件方面发展了分布式操作系统、数据库系统以及软件工程标准化等,并逐步形成了软件产业。在应用方面,信息处理向多媒体方向发展,计算机技术已与通信技术融为一体,正在引导人们进入数字化时代。

计算机的发展促进了人工智能的发展。1981年日本政府提出了发展第五代计算机的计划,此后英国、美国等西方国家相继投入巨资研制新一代计算机,目标是突破现行计算机的理论体系,实现智能计算机。

智能计算机一般应具备以下功能:

1. 知识库管理功能

能自动完成知识获取、知识检索和知识更新等功能。

2. 智能接口功能

能自动识别自然语言(文字、声音)和图形、图像能力。通过摄像机把图像输入计算机后,计算机能通过图像理解系统和景物感知系统得到信息,并对这些信息进行分析、认识和理解。通过声音感应器对人类的自然语言进行识别、处理。我国在这方面的研制已处于世界先进行列,研制的手写汉字识别准确率已达98%以上,语言识别准确率已达90%以上。

3. 理解和推理功能

能根据计算机内存储的信息(知识)进行推理,能对具体问题进行求解和学习。

智能计算机的研制目前已取得了一些进展,但要实现真正的智能化,还需要较长的一段时期。

1.1.2 计算机的分类

计算机发展到今天,种类非常齐全,可以从以下几个方面对计算机进行分类:

(一)从原理上可将计算机分为模拟电子计算机和数字电子计算机

模拟电子计算机中处理的信息是连续变化的物理量,如电流、电压等,其基本运算部件是由运算放大器配以电阻、电容、二极管等电子元件构成的反向器、加法器、函数运算器、微分器、积分器等运算电路。模拟计算机的运算速度极快,但精度不够高,其每做一次运算需要重新设计和编排线路,故通用性不强,且信息存储困难。这种计算机主要用于自动控制模拟系统中。数字电子计算机处理的信息需进行数字化,用二进制来表示信息,采用存储程序控制,通用性很强,运算精度高。通常所说的计算机就是指数字电子计算机。由于数字计算机运算速度不断提高,模拟计算机的应用场合基本上被数字计算机代替,我们很少能见到模拟计算机。以后我们所讲的计算机是指数字电子计算机。

(二)按计算机的用途可将计算机分为通用计算机和专用计算机

通用计算机,也就是说它通用性强、功能全。能满足不同客户不同方面的需求,即同一台计算机可根据需求,配以相应的软件、外围设备及其相应接口来适应各个应用部门的要求。专用计算机功能单一,是为解决特定问题而设计的计算机,在这一特定场合下,其可靠性强,效率高,这种计算机往往结构较为简单。

(三)按计算机的性能或者说按规模来分,计算机可分为巨型机、大型机、中型机、小型机以及微型计算机

这种划分综合了计算机的运算速度、字长、存储容量、输入/输出能力、指令系统性能的强弱以及机器的价格等因素。

巨型计算机规模较大,运算速度每秒钟可达几百亿次至几千亿次。我国从80年代中期开始巨型机的研制,80年代末研制的银河亿次,达到了当时的世界先进水平,目前我国研制开发的曙光巨型计算机,运算速度可达每秒钟3000亿次。巨型计算机有很高的运算速度和很大的存储容量,主要应用于国防尖端技术、空间技术、气象分析等部门。

大型计算机又称为大型通用机。这种计算机有着极强的综合处理能力,极大的性能覆盖面和较好的通用性。大型机更注重为用户提供友好的人机界面,给用户提供了良好的应用环境。主要面向大中型企业和计算中心。如美国IBM公司生产的IBM360、370、4300、3090以及9000系列属于这类计算机。

小型机规模相对较小,结构简单,设计试制周期短,便于及时采用先进技术和先进工艺。小型机的硬件和软件成本低,可靠性强,便于维护,易于操作。用户使用计算机只需经过短期专门培训即可掌握,因而得以迅速推广。DEC公司的PDP-11系列是16位小型机的代表,到70年代中期32位高档小型机开始兴起,DEC公司的VAX11/780于1978年开始投入使用,把计算机技术的应用提高到一个新的阶段。我国生产的太极系列计算机也属于小型机。

小型机应用范围广泛,它不仅应用于工业自动控制、大型分析仪器、数据采集系统和分析计算等方面,还可作为大型机、巨型机的辅助机,并广泛应用于企业管理、大学及科研机构等。

微型计算机的规模比小型机小,价格低。它的出现和发展,使计算机的应用渗透到社会的各个方面。美国Intel公司于1971年首次成功地在一片芯片上集成了运算部件和控制部件,即微处理器Intel 4004,并用它制成了世界上第一台微型机MCS-4,从而揭开了微型计算机发展的序幕。以后Intel公司相继推出8位、16位、32位和今天正成为主流使用的64位微处理器Pentium Pro,微型计算机的运算速度、存储容量、可靠性等不断提高,同时在内部系统结构方面已采用超级小型机及至大型机所采用的先进技术。当今高档微型机的运算速度已超过亿次/秒,其性能已达到或超过80年代初大型机的水平。

1.1.3 计算机的发展趋势

计算机技术的发展推动了整个社会生产力的发展,其应用已进入社会的各个方面,计算机的广泛应用反过来又推动了计算机技术的大力发展。当前计算机的发展趋势是向着巨型化、微型化、网络化、多媒体技术和智能化方向发展。

巨型化是指为了适应尖端科学技术的需要,而发展研制的高速度、大存储容量和超强功能的计算机。例如美国为模拟核实验的需要研制了每秒钟运算速度达1.2万亿次的超级计算机,这台计算机的中央处理机是由9000块Pentium Pro微处理器所组成。巨型计算机的发展集中

体现了计算机科学技术的发展水平,推动了计算机系统结构、硬件和软件的理论与技术、计算数学以及计算机应用等多个学科分支的发展。

微型化是当今计算机技术应用的主流。由于大规模、超大规模集成电路的飞速发展,使计算机的微型化发展十分迅猛。微型计算机的体积进一步缩小,性能和稳定性却不断提高。便携式计算机如笔记本电脑、数字助理等已广泛使用。微型计算机越来越成为人们的工作和日常生活中密不可分的一种工具。

网络化是指若干台独立的计算机通过通信线路在一定的协议支持下相互连接起来,实现资源(网络硬件、软件和信息)共享。当前以微型计算机为主的计算机局域网络发展迅猛,网络技术已成为计算机集成应用的支柱技术。90年代初期,以美国为首的西方国家实施信息高速公路建设,推动了计算机网络技术的高速发展。近年来,我国政府对计算机网络建设和发展给予了高度重视,上海正以信息港为目标加以建设,大力推动网络技术的发展。

多媒体技术是近年来计算机应用的热点,它是将文字、图形、图像、声音等多种信息处理集成在一起,大大增强微型计算机的信息处理功能。

智能化就是要求计算机具有人工智能,即要求计算机能够进行图像识别、定理证明、研究学习、探索、联想、启发和理解人的自然语言等。计算机专家和控制论专家正在对这一课题进行探索,也是第五代计算机要实现的目标。

从目前的发展趋势来看,未来的计算机将是微电子技术、光学技术、超导技术和电子仿生技术互相结合的产物。集成光路、超导器件及电子仿生技术将进入计算机系统。第一台超高速全光数字计算机已由英国、比利时、德国、意大利和法国的70多名科学家和工程师合作研制成功,并称之为光脑,其运算速度比电脑快1000倍。超导计算机和人工智能计算机等全新的计算机,在不久的将来也会诞生。届时,计算机将发展到一个更高、更先进的水平。

§ 1.2 微型计算机概述

微型计算机是计算机技术应用的一个重要方面,由于它所具有的特点(体积小、成本低、性能优越等),使它与我们的工作和日常生活密不可分。在本书中,我们将详细阐述微型计算机系统硬件组成和工作原理。并以基本理论为主,兼顾当前的技术发展。微型计算机发展到今天,虽然其技术突飞猛进,性能不断提高,但计算机的基本原理、基本理论却没有太大的变化。以Intel公司为代表的80x86系列成为微型计算机应用和发展的主流,形成了Intel 80x86架构体系,领导了当今微型计算机技术的标准。本书将以8086系统为典型来讨论微型计算机的组成、结构。

1.2.1 微型计算机的定义

在上一节中,我们按计算机的规模将计算机分成巨型计算机、大型计算机、中型计算机、小型计算机以及微型计算机。也就是说微型计算机的规模最小、成本低。在这里我们根据微型计算机的组成特点来对微型计算机进行定义。

将能发出各种控制信息以协调计算机各部件有条不紊工作的控制器和对数据进行各种运算的运算器集成在一块大规模集成芯片上,这块芯片称为中央处理单元(Centre Processing Unit),又称为微处理器,简称CPU,并以它为核心,通过总线将存储器和I/O接口电路等部件

连接起来,这就是微型计算机。以微型计算机为基础,根据需要配以相应的外围设备和设备驱动电路以及相应的软件,构成了微型计算机系统。

1.2.2 微型计算机的发展状况

微型计算机是1971年出现的,它的发展是以微处理器的发展为表征的。短短的二十多年中,产品已经历了多次更新换代。

1971年~1973年是4位或低档8位微机阶段。典型产品有Intel 4004、Intel 8008,集成度约2000晶体管/片,以它们为核心构成的微型计算机称为第一代微型计算机。

1974年~1978年,以Intel公司的8080和8085, Motorola公司的M6800, Zilog公司的Z80等为CPU的微型机为典型代表,字长为8位,微处理器的集成度约5000晶体管/片,运算速度提高很多,这一阶段的微型计算机称为第二代微型计算机。

1978年~1983年,16位微机开始出现并迅速发展,外围设备在技术上取得了较大突破,微型计算机的性能有了显著提高。以Intel的8086、8088, Zilog的Z8000和Motorola的M68000为CPU的微型机为典型代表,称为第三代微型计算机。在这一阶段后期Intel 80286开发成功,微型机从体系结构上作为较大改进,性能进一步提高。以80286为CPU的微型计算机代表这一阶段微型机的最高水平。

1984年~1992年,32位微处理器开始应用并发展。典型CPU产品有Intel 80386、M68020、Intel 80486,存储器芯片集成度迅速提高,大容量的存储设备开始使用,将微型计算机应用推向了一个新的高潮,微型计算机开始成为计算机技术应用的主体。这一阶段的微型计算机称为第四代。

1993年Intel公司又推出64位微处理器Pentium,该芯片采用新的体系结构,其性能大大高于Intel系列的其他处理器,为处理器体系结构和PC机的性能引入了全新的概念。1996年初,Intel又推出高能奔腾Pentium Pro微处理器,其集成度已达550万晶体管/片,与此同时,微处理器的其他厂商如AMD、Cyrix也相继推出兼容产品,使微处理器的开发进入白热化阶段,推动了微型计算机的高速发展。这一阶段的微型计算机我们称为第五代计算机。当前,微型计算机技术正向多媒体方向发展,它在将世界推向数字化时代过程中发挥了重要作用。

§ 1.3 微型计算机的理论基础

世界上第一台计算机ENIAC于1946年2月投入使用,与ENIAC计算机研制的同时,美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(Von Neumann)与莫尔小组合作研制EDVAC计算机,采用了存储程序方案。冯诺依曼小组从理论上确立了计算机的组成体系结构和工作原理,从而为计算机的发展奠定了理论基础。此后开发的计算机都是依据冯·诺依曼这一理论,因此又称为冯·诺依曼机。

一般认为,冯·诺依曼计算机理论关于计算机结构的原理,包括以下几个方面的内容:

(一)计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五部分组成。

计算机中的运算(包括算术运算和逻辑运算)是由运算器来完成的。

控制器发出各种控制信号,计算机各部件在控制信号的控制下有条不紊地工作。

存储器是用来存放程序和数据的功能部件。

信息通过输入设备输入计算机,进行运算和处理,并通过输出设备进行输出。

(二)采用存储程序的方式。程序和数据放在同一个存储器中,指令和数据一样可以送到运算器运算,即由指令组成的程序是可以修改的。

(三)数据以二进制码表示。

(四)指令由操作码和地址码组成。操作码表明这条指令所能完成的操作功能,地址码则表明指令的操作所涉及的操作数到什么地方去取以及操作结果存放的地方。

(五)指令在存储器中按执行顺序存放,由指令计数器(即程序计数器 PC: Program Counter)指明要执行的指令所在的单元地址,一般按顺序递增,但可按运算结果或其他条件而改变。

(六)机器以运算器为中心,输入输出设备与存储器之间的数据传送都通过运算器。

五十多年来,随着技术的发展和计算机技术的广泛应用,计算机的研制开发人员对冯·诺依曼机作了很多改革,使计算机系统结构有了较大的发展,如某些系统中程序和数据分开存放在不同的存储器中,程序不允许修改,机器不再以运算器为中心,而是以存储器为中心等等。虽然在许多方面都有了突破,但原则变化不大。目前,许多国家都在计算机技术的前沿进行探索,发展新一代的计算机,试图突破冯·诺依曼结构原理框架,但没有取得较大进展。今天广泛使用的各种计算机,其基本思想仍遵循冯·诺依曼计算机结构的原理。

§ 1.4 微型计算机系统的组成

1.4.1 一般计算机的结构框图

如图 1-1 所示,它主要由运算器、控制器、存储器和输入/输出接口四部分组成。

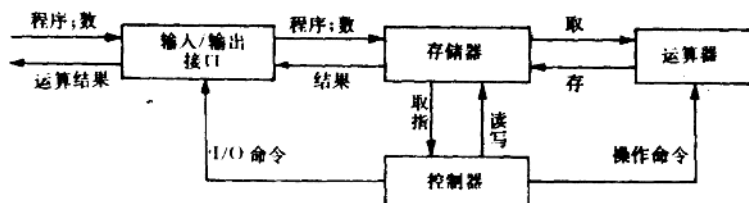


图 1-1 一般计算机结构框图

控制器:发出时序控制信号,控制各功能部件的工作。

运算器:主要进行算术和逻辑运算。

存储器:存储程序、数据、中间结果和运算结果。

I/O 接口:将外围设备与微型计算机连接起来,实现信息的输入和结果的输出。

这种以二进制和程序控制为基础的计算机结构是由冯·诺依曼于 1940 年最早提出的。

1.4.2 微处理器

微处理器在 1971 年由美国首先研制成功,它将运算器、控制器集成在一片大规模集成电路芯片上,称为中央处理部件(Central Processing Unit),通常简称为 CPU。它主要包括运算

器、控制器、寄存器组和总线接口等。

运算器：主要进行算术和逻辑运算，因此也称算术逻辑部件 ALU (Arithmetic Logic Unit)。

控制器：主要是由指令寄存器、指令译码器以及时序控制信号形成电路等部件组成。

寄存器组：通用寄存器组、状态标志寄存器、堆栈指示器和变址寄存器、段寄存器组等。

总线接口部件：指令流队列缓冲器、存储器地址形成部件等。

对于高档微处理器来讲，运算器在执行部件中，控制器在控制部件里。

1.4.3 微型计算机

微型计算机是以微处理器(CPU)为核心，通过总线将存储器包括只读存储器(ROM)、读写存储器(RAM)以及输入/输出接口电路连接起来而构成的。如图 1-2 所示。

所谓位数是指微处理器可同时传送数据的数据总线的宽度。8086CPU 内部和外部数据总线为 16 位，所以 8086CPU 组成的计算机就是 16 位计算机。而 8088CPU 内部数据总线为 16 位，外部数据总线宽度为 8 位。由于它的结构与 8086 几乎是一样的，而在软件上完全是兼容的，能处理 16 位数据，因此称它为准 16 位微处理器。80386 为 32 位微处理，它传送数据的数据总线的宽度为 32 位。

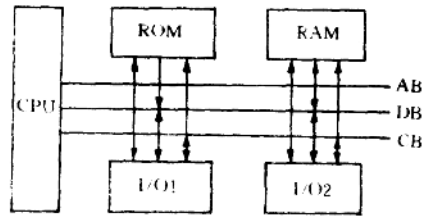


图 1-2 微型计算机结构框图

(一) 微处理器(CPU)

它是微型计算机的核心部件，不仅把一般计算机中的控制器、运算器等集成在一个芯片上，而且它决定指令、指令系统。能够进行算术运算和逻辑运算，能够执行各种控制等。微型计算机的性能主要是由微处理器的性能决定的。各种不同类型的微处理器，都具有各自不同的一些特点，如工作主频、指令系统、指令执行时间、控制器的类型、内部寄存器组以及算术逻辑部件等硬件特性。

(二) 存储器

存储器是计算机极其重要的组成部分。它是用来存储程序、原始数据、中间结果和最终结果的。有了它，计算机才能有记忆功能，才能把要计算和处理的数据以及程序存入计算机内，使计算机脱离人的直接干预，自动地工作。显然存储器容量越大，能记忆的信息就越多，计算机的功能就越强。由于存储器主要是和微处理器打交道，取指令、取操作数、存数等，因而存储器的存取速度直接影响计算机的运算速度，存储器的容量大小和存取速度的快慢是微型计算机性能的重要指标。

存储器现在所指的是半导体存储器，它可分为随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)。RAM 又分为动态和静态存储器两种。ROM 分为掩模式 ROM、可编程 ROM(PROM)、可擦写的 ROM(EPROM)和电可擦写的 ROM(EEPROM)。

1. 随机存取存储器(RAM)

随机存取存储器可进行读操作，也可进行写操作，因此也称为读写存储器。主要用来存放操作数据、处理信息时的中间结果以及最终结果。

静态 RAM: 在不停电条件下, 存储单元所存储的信息不变的 RAM 叫静态 RAM。

动态 RAM: 在不停电条件下, 由于是用寄生电容来存储信息的, 随时间变化因漏电而导致信息变化的 RAM 叫动态 RAM。故每经过几个 ms 需要刷新一次, 以保存信息。

2. 只读存储器(ROM)

主要用来存放各种固定的程序和数据, 如高级语言的解释程序或编译程序、汇编程序、标准子程序、监控程序、用户自编控制程序等; 也用来存储各种常用数据、表格等等。存储器芯片一般逻辑结构如图 1-3 所示。

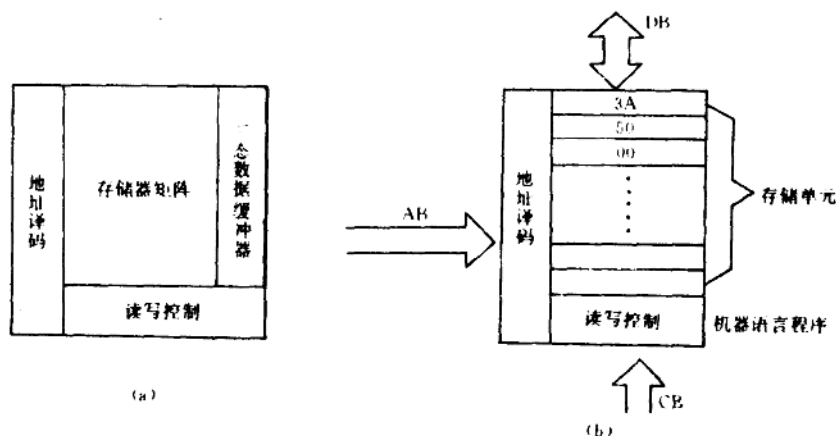


图 1-3 存储器芯片逻辑结构框图

(三) 输入输出

微型计算机的功能是实现信息的输入、处理和输出。信息的输入、结果的输出是通过输入输出设备来完成的。输入输出设备位于微型计算机的外部, 因此又称为外部设备。常用的外部设备有: 键盘、显示器、打印机、鼠标、扫描仪、扬声器(音箱)等等。

当一个或几个外部设备与微型计算机相连时, 每个外部设备都必须有一个接口电路。这是因为:

1. 所使用外部设备的速度不尽相同, 有快速的、慢速的、中速的之分, 不可能与主机的工作速度相匹配。

2. CPU 输入和输出数据都是并行传输的。外部设备对数据格式的要求是各式各样的, 例如有的 A/D 转换接口是 12 位的, 有的要求串行传送等等。

3. 外部设备的结构各不相同, 有电子式、机械式、机电式、电磁式等。使用的电路元件有 MOS 器件与 TTL 器件之分, 因此, 信号也要经过电平转换才能与主机板要求的信号相一致。CPU 通过 I/O 接口电路与外部设备相连, 如图 1-4 所示。

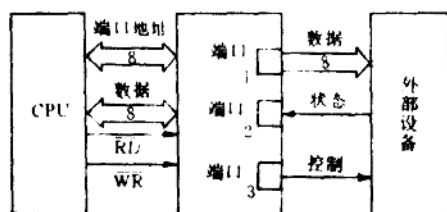


图 1-4 CPU 与外设之间接口

1.4.4 微型计算机系统

图 1-5 是微型机系统的示意图。由该图可以看出,微型机系统包括两大部分:硬件系统和软件系统。

硬件系统是在前述微型机的基础上配以必要的外部设备、外部存储器(如磁盘机、磁带机等)和电源设备等组成的。

软件系统包括系统软件和应用软件以及相关的数据文档。通常最基本的系统软件被固化在 ROM 存储器中,如监控程序、基本输入输出管理程序等。微型机系统的种类很多,从简单系统到复杂系统,从最小系统到最大系统,以满足社会各方面的不同要求。简单系统一般包括了微型计算机系统的基本配置:微型计算机,电源,磁盘驱动器,打印机及显示器。流行的个人计算机(PC 机)就属于这种系统。复杂的系统可以是多机系统、分布式系统等。本书将以单机系统为主进行介绍。

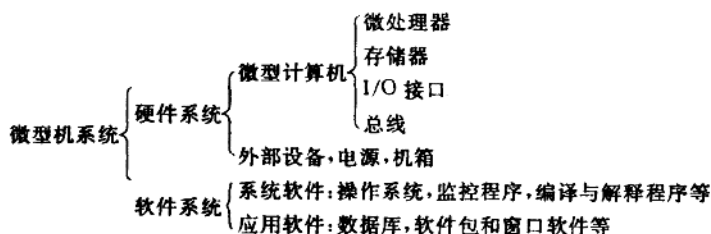


图 1-5 微型机系统示意图

1.4.5 微机的结构特点——总线技术

总线:计算机传送信息的一组公共信号线。根据传输信息的性质可将总线分为地址总线、数据总线、控制总线。这样模块之间的连接既方便,又易于扩展。

根据总线在微机系统中的位置,可将总线分为片内总线、微处理器总线、系统总线、外总线。

片内总线是微处理器内部各功能部件连接在一起的公共总线。

微处理器总线是微处理器与外围芯片之间通信的总线,也称为局部总线。

系统总线是微型计算机内部系统板与插件板之间进行通信的总线。它可通过系统板上的一组扩展槽引出,因此又称为扩展总线。

外总线:(多机之间)

微型计算机和其它设备或控制对象之间进行通信的总线叫外总线。有 IEEE—488 标准总线, EIA—RS232 异步通信总线, EIA—RS232&432 异步和同步通信标准总线, MULTIBUS 多总线等。

1.4.6 软件是微型计算机系统的重要组成部分

我们知道, 计算机之所以能脱离人的直接干预, 自动地进行计算, 是由于人们把实现某个处理的步骤用命令的形式一条条的指令序列预先输入到存储器中。执行时, 机器把这些指令逐条地取出来, 加以翻译和执行。这些指令序列就是各种程序, 程序和程序中所使用的数据统称为软件。软件和硬件密不可分, 它们一起构成微型计算机系统。

指令:是指控制计算机完成某种基本操作的命令。如: 取数、送数、相加、存数等等都是一种操作。一条指令对应一种基本操作。

指令系统:计算机所能执行的全部指令的集合。一台计算机能执行什么操作, 能做多少种操作是由微处理器来决定的。换句话说, 当微处理器设计好时, 所规定的指令系统也就规定好了, 这是计算机所固有的, 不同的微处理器, 指令系统是不一样的。

程序:能完成某种任务的指令序列叫程序。

源程序:用户为解决自己的问题所编的程序, 称为源程序。

目标程序:源程序经人工翻译或自动汇编、编译转换成计算机能够识别和执行的二进制编码(称为机器码)形式, 称为目标程序。

机器语言:是指计算机能够直接识别并控制计算机完成操作的二进制编码, 也称为机器码。

以 8086 为例, 向存储器存数(字), 机器码编码为 A3、06、00、30 四个字节(直接寻址)。从存储器取数, 机器码编码为 8B、04、00、20 四个字节编码(变址寻址)等等。

用这些机器码来编写的程序(机器码程序)是由一连串的 0 和 1 组成, 没有明显特征, 不好记忆, 不易理解, 出错查找困难, 要求编程人员对机器码相当熟练。所以编写机器码程序是一件繁琐而困难的工作。机器语言优点是: 编程简短, 运行迅速、可靠。为克服这些缺点, 人们就用一些助记符——通常是指令功能英文词的缩写来代替操作码, 这就是汇编语言。如 8086/8088 中数的传送操作助记符 MOV, 加法用 ADD 等。这样一来, 上面两条机器码编码可以写成:

```
MOV[3000H],AX
```

```
MOV AX,[SI+2000H]
```

这样每条指令有明显的特征, 易于理解和记忆, 也不易出错。

由汇编语言编写的源程序叫汇编语言源程序。由于计算机只认识二进制编码, 对汇编语言它是不认识的, 必须用一个汇编程序将汇编语言程序译成机器码(因汇编格式指令与机器码是一一对应的)。具有汇编能力的计算机, 是由计算机进行汇编的; 没有汇编能力的计算机, 就得由人查指令表进行汇编。将汇编好了的机器码送到存储器, 以便计算机自动执行。汇编语言的优点是: 好记, 好理解, 出错也好找, 不需要熟记机器码。缺点是: 要求编程人员对计算机有所了解。而每种机器因其汇编语言不同, 如 8086 传送为 MOV, Z8000 则为 LD 等等, 所以它不能

通用。

为了克服汇编语言的不足,就出现了高级语言。如 BASIC、FORTRAN、COBOL、PASCAL、C 语言等。其优点是:不用对计算机内部结构有所了解,不同机器之间能够通用,可移植性好。缺点是:同一个任务用高级语言编写的程序其执行时间比汇编语言要长,占用内存空间多。同样,用各种高级语言编写的程序计算机是不认识的,必须用语言处理程序翻译成机器码才能执行。编译程序是将高级语言程序全部翻译成目标(机器语言)程序,再由计算机执行的言处理程序。而解释程序则是取一条高级语言语句,就解释一次,将其翻译成目标程序的言处理程序。

为了管理机器和运行各种语言程序就出现了操作系统。

为了对信息进行有效的加工和管理,就出现了数据库和数据库管理系统程序等。