



21世纪高校计算机科学技术教材系列(1)

微型机组成原理

北京希望电子出版社

0138

360.3-43

微型机 组成原理

北京希望电脑公司 总策划
张永军 主 编



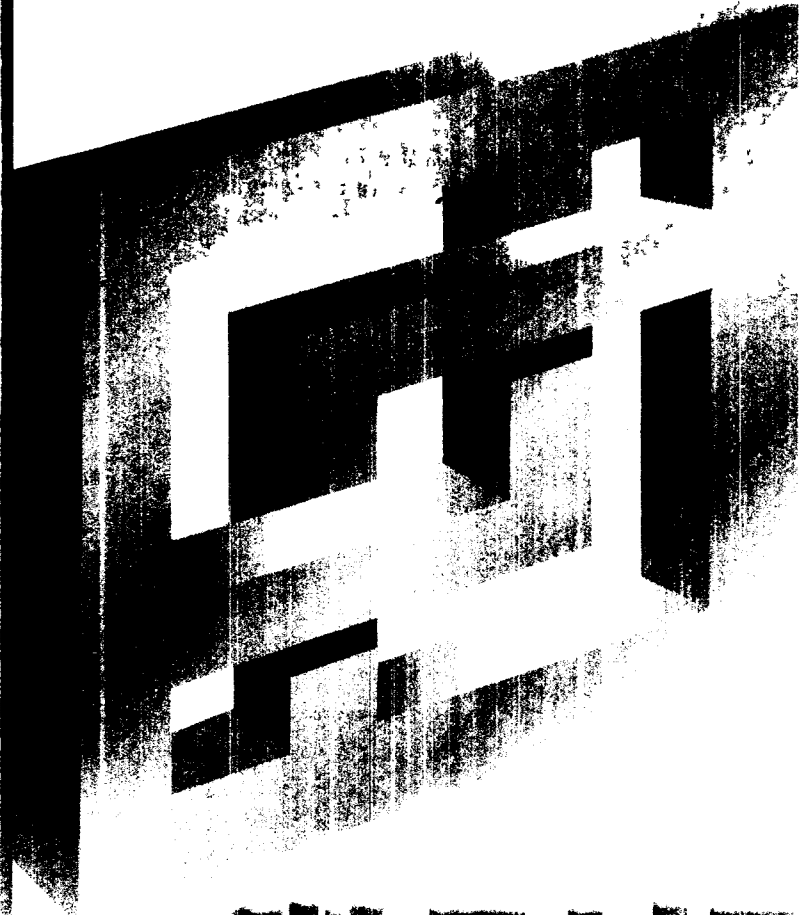
中航出版社



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhe.com.cn

高校计算机专业基础课教材 (1)

7.2 3-4
2.5



微型机组成 原理

张永军 主编



A0955631



希望出版社



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

需要本书或需要得到技术支持的读者, 请与北京中关村 083 信箱北京希望电子出版社 (邮编 100080) 联系。网址: www.bhp.com.cn, E-mail: lwm@hope.com.cn。电话: 010-62562329, 62541992, 62637101, 62637102, 62633308, 62633309 (图书发行, 技术支持); 010-62613322-215 (门市); 010-62531267 (编辑部)。传真: 010-62579874。

图书在版编目 (CIP) 数据

微型机组成原理/张永军主编.-北京: 宇航出版社, 2000.8

ISBN 7-80144-108-7

I.微 … II.张 … III.微型计算机—系统结构 IV.TP303

宇 航 出 版 社
北京希望电子出版社 出版发行

北京市和平里滨河路 1 号 (100013)

北京海淀路 82 号 (100080)

发行部地址: 北京阜成路 8 号 (100830)

北京海淀路 82 号 (100080)

北京东升印刷厂印刷

新华书店经销

2000 年 8 月第 1 版 2001 年 3 月第 3 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 15 字数: 344 千字

印数: 6000—7000 册 定价: 22.00 元

前 言

在 15 年《计算机组成原理》等课程的教学过程中,我时常听到学生提出这样一些问题:“我们必须掌握哪些计算机(或微型机)组成原理方面的知识?”,“能否选用一本更贴近实际、更注重操作和技能训练的《计算机(或微型机)组成原理》教材?”,“我们使用的教材内容较陈旧,能否提供一本内容新、技术含量高、更注重微型机硬件组成原理的教材?”等等。这些问题普遍反映了学生渴求学习现代微型机硬件基本原理,渴望掌握微机新技术,希望在学习原理的同时,掌握微型机组装、维修、软硬件维护和操作等方面的知识。学生的这些需求和愿望正是我编写这本《微型机组成原理》的初衷。

《微型机组成原理》是大学、大专或中专相关专业学生的一门重要技术基础课程。它是《微型计算机接口技术》、《汇编语言》、《计算机网络基础》和《多媒体技术》等课程的基础,也是学习程序设计(开发)语言的基础。从事微型机维护(维修)、计算机网络工程、数据采集和数控技术等工作的专业技术人员,均需要学习和掌握微型机组成原理。本书以微型计算机组成原理为主线,在讲解计算机运算理论和实现方法的基础上,重点叙述了微型机存储系统、控制系统、输入/输出系统和常用输入/输出设备的基本工作原理,并对电脑多媒体和计算机网络技术做了简要介绍。在每一章内容的选取和安排上,注重基本理论和原理的讲解、注重新技术新器件的学习、注重实际操作技能的培养,力求使学生在掌握微型机组成原理的基础上,能够学到微型机主要部件或板卡的安装、操作和维修等方面的知识,真正实现理论与实践相结合。全书内容由浅入深,循序渐进,重点突出,有较强的系统性和实用性,便于教学和自学。

本书可作为大学、大专和中专相关专业的教学用书,亦可作为微型机培训班教材或工程技术人员自学用书。书中每一章节的内容自成一体,彼此独立,教师可以根据教学大纲、学生专业特点和基础情况合理选择。

全书由张永军主编。教授级高级工程师李光文担任主审,高级讲师张来山和纪凤歧担任副主审。刘乱国、杨焕珍、庞继武、白地动和楼姐芳等同志参加了编写大纲的制定和书稿的审校工作。在本书的编写过程中,得到了石油天然气集团总公司物探局詹世凡、傅同庆、黄亚萍、周长征和刘武荣等同志的大力帮助,还得到了石油物探学校计算机教研室和程序教研室部分同志的支持,在此表示衷心感谢。

在本书的定位、设计、选材和编写上,编者参考了部分中外教材和资料,从中得到了不少启发和信息,在此谨向原作者深表谢意。

计算机技术发展一日千里,编者对计算机新技术的学习尚有不足,加之水平和经验有限,书中错误和疏漏之处在所难免,殷切希望读者批评指正。

编 者 2000.4



目 录

第 1 章 绪论 1	
1.1 计算机的产生和发展..... 1	
1.1.1 计算机系统..... 1	
1.1.2 计算机的产生..... 1	
1.1.3 计算机的发展史..... 1	
1.1.4 计算机的发展动向..... 2	
1.2 计算机系统组成..... 3	
1.2.1 冯·诺依曼计算机的硬件组成..... 3	
1.2.2 微型计算机的硬件组成..... 4	
1.2.3 计算机的软件系统..... 5	
1.3 计算机的技术指标..... 8	
习题..... 9	
第 2 章 计算机的运算理论和实现方法 10	
2.1 数据、字符和汉字的表示方法..... 10	
2.1.1 进位计数制及其相互转换..... 10	
2.1.2 符号数的计算机表示..... 14	
2.1.3 定点数和浮点数..... 17	
2.1.4 字符、汉字的数字化..... 19	
2.1.5 数字信息的校验..... 21	
2.2 算术及逻辑运算..... 22	
2.2.1 定点补码加减法运算..... 22	
2.2.2 定点原码乘法运算..... 27	
2.2.3 逻辑运算..... 30	
2.3 计算机中的算术逻辑运算..... 33	
2.3.1 全加器..... 33	
2.3.2 串行及并行加法器..... 33	
2.3.3 CPU 中的运算模块..... 36	
2.4 浮点数四则运算..... 37	
2.4.1 浮点数加减法运算..... 38	
2.4.2 浮点数乘除法运算..... 39	
习题..... 40	
第 3 章 存储系统 41	
3.1 概述..... 41	
3.1.1 存储器的分类..... 41	
3.1.2 微机存储系统的多级结构..... 42	
3.2 半导体随机存取存储器..... 43	
3.2.1 静态 MOS 存储器..... 44	
3.2.2 动态 MOS 存储器..... 49	
3.2.3 双极型存储元..... 51	
3.2.4 存储器与 CPU 的连接..... 52	
3.3 只读存储器..... 55	
3.3.1 掩膜式只读存储器 (MROM)..... 55	
3.3.2 PROM 和 EPROM..... 56	
3.4 微机内存条..... 57	
3.4.1 内存条的工作模式..... 57	
3.4.2 内存条的组成形式..... 58	
3.4.3 内存条的选用和安装..... 59	
3.5 外部存储器..... 60	
3.5.1 磁表面存储器..... 60	
3.5.2 硬盘驱动器..... 62	
3.5.3 软盘驱动器..... 67	
3.5.4 光盘存储器..... 70	
3.6 高速缓冲存储器 CACHE..... 74	
3.6.1 CACHE 的基本工作原理..... 74	
3.6.2 存储器映象方式..... 75	
3.6.3 CACHE 内容的替换更新..... 75	



3.6.4 保持数据的一致性.....	76	4.7.3 Pentium 微处理器.....	117
3.6.5 内部 CACHE 和外部 CACHE.....	76	4.7.4 其它型号的 Pentium 微处理器.....	120
3.7 虚拟存储技术.....	77	4.8 微机主板简介.....	121
3.7.1 概述.....	77	习题.....	123
3.7.2 页式虚拟存储器.....	77	第 5 章 输入输出系统	124
3.7.3 段式虚拟存储器.....	80	5.1 概述.....	124
3.7.4 段页式虚拟存储器.....	80	5.2 总线.....	125
习题.....	81	5.2.1 总线概述.....	125
第 4 章 控制系统	83	5.2.2 总线上的信息传输.....	127
4.1 CPU 的功能和组成.....	83	5.2.3 几种典型总线介绍.....	131
4.1.1 CPU 的功能.....	83	5.3 接口技术.....	135
4.1.2 CPU 的组成.....	84	5.3.1 接口电路的功能.....	135
4.2 Intel8086 的寻址方式及指令系统.....	90	5.3.2 端口的编址方式.....	136
4.2.1 指令格式.....	91	5.3.3 CPU 和外设之间的信息.....	137
4.2.2 寻址方式.....	93	5.4 程序方式下的数传.....	138
4.2.3 指令系统.....	95	5.4.1 无条件传输方式.....	138
4.3 指令周期及时序系统.....	97	5.4.2 条件传输方式.....	139
4.3.1 指令周期.....	98	5.5 中断方式及中断系统.....	140
4.3.2 指令的执行方式.....	99	5.5.1 问题的提出.....	140
4.3.3 时序发生器.....	100	5.5.2 中断请求.....	141
4.3.4 控制方式.....	102	5.5.3 中断判优.....	142
4.4 CPU 主要操作的时序.....	103	5.5.4 获得中断服务子程序的入口地址.....	146
4.4.1 系统的启动操作.....	103	5.5.5 中断响应.....	147
4.4.2 最小工作模式下的总线读操作.....	104	5.5.6 中断处理的过程.....	148
4.4.3 最小工作模式下的总线写操作.....	106	5.5.7 多重中断.....	150
4.5 微操作命令形成原理.....	107	5.5.8 Intel8086 的中断系统.....	150
4.5.1 组合逻辑控制器.....	107	5.6 DMA 数传方式.....	152
4.5.2 微程序控制器.....	108	5.6.1 DMA 数传方式的引出.....	152
4.6 精简指令系统计算机 RISC.....	109	5.6.2 DMA 控制器的功能.....	153
4.6.1 RISC 的产生.....	109	5.6.3 DMA 控制器的组成及工作原理.....	154
4.6.2 RISC 的主要特点.....	111	习题.....	157
4.6.3 R2000 指令系统.....	112	第 6 章 常用输入输出设备	158
4.7 典型 CPU.....	113	6.1 概述.....	158
4.7.1 Intel80386 CPU.....	114	6.1.1 输入输出设备的分类.....	158
4.7.2 Intel80486 CPU.....	116	6.1.2 输入输出设备的特点.....	159



6.2 键盘输入设备.....	161	7.2 电脑多媒体的硬件环境.....	201
6.2.1 键盘.....	161	7.2.1 音频子系统（声卡）.....	202
6.2.2 按键.....	162	7.2.2 视频子系统.....	206
6.2.3 键盘的编码原理.....	163	7.2.3 其它电脑多媒体设备.....	208
6.3 鼠标器.....	165	7.3 电脑多媒体系统的软件环境及操作.....	210
6.3.1 鼠标器的分类及工作原理.....	165	7.3.1 电脑多媒体软件的分类型.....	210
6.3.2 鼠标的安装.....	165	7.3.2 Windows 95（98）操作系统的 多媒体操作功能.....	211
6.4 打印机设备.....	166	7.3.3 多媒体创作软件.....	214
6.4.1 概述.....	166	习题.....	217
6.4.2 点阵式打印机.....	168	第8章 计算机网络技术.....	218
6.4.3 喷墨打印机.....	173	8.1 计算机网络基础.....	218
6.4.4 激光打印机.....	174	8.1.1 计算机网络.....	218
6.5 显示系统.....	177	8.1.2 计算机网络的分类.....	218
6.5.1 显示系统的组成和分类.....	177	8.1.3 ISO 七层参考模型 （开放式系统互连 OSI）.....	219
6.5.2 CRT 工作原理.....	179	8.1.4 局域网的拓扑（Topology）结构.....	220
6.5.3 CRT 显示器的基本工作原理.....	181	8.1.5 网络通信协议.....	221
6.5.4 VGA 彩色显示器.....	183	8.2 计算机网络的硬件构成.....	221
6.5.5 显示器的主要技术指标.....	186	8.2.1 计算机.....	221
6.5.6 显示器适配器（显示卡）.....	187	8.2.2 网络连接设备.....	222
6.6 扫描仪.....	191	8.3 网络操作系统.....	224
6.6.1 扫描仪的基本工作原理.....	191	8.3.1 NetWare 简介.....	225
6.6.2 扫描仪的分类.....	191	8.3.2 Windows NT 简介.....	226
6.6.3 扫描仪的主要技术指标.....	192	8.4 Internet.....	228
6.6.4 扫描仪与主机的接口.....	192	8.4.1 Internet 简介.....	228
习题.....	193	8.4.2 入网.....	228
第7章 电脑多媒体.....	194	8.4.3 Internet 提供的主要服务.....	229
7.1 电脑多媒体技术概述.....	194	8.4.4 Chinanet.....	231
7.1.1 电脑多媒体的定义.....	194	习题.....	231
7.1.2 电脑多媒体发展简史.....	195	参考文献.....	232
7.1.3 电脑多媒体的几个关键技术.....	196		
7.1.4 多媒体应用.....	200		

第 1 章 绪 论

本章对电子计算机的发展、基本组成、分类及特点做了概述，并对微型计算机的软硬件系统、特点及主要技术指标做了介绍，可帮助读者对计算机有一个总体了解。

1.1 计算机的产生和发展

1.1.1 计算机系统

计算机是用于信息处理的机器，它包括硬件系统和软件系统。硬件系统指计算机的实体，它由看得见、摸得着的线路板、元器件、机械设备等实物组成。硬件系统是计算机的物质基础。软件系统是各类程序的集合，用户通过软件管理、维护和使用计算机，使计算机很好地服务于用户。

1.1.2 计算机的产生

二战期间，美国陆军火炮公司出于军事目的，委托宾夕法尼亚州立大学的一批专家学者于 1946 年研制出了世界上第一台电子数字计算机，命名为“ENIAC”。这台 ENIAC 使用了 18000 个电子管，占地 1500 平方英尺，重 30 吨，耗电量为 150 千瓦，每秒可进行 5000 次的加运算。尽管现在看来这台计算机笨重、耗电、性能低下，但它确立了计算机发展的基础。

1.1.3 计算机的发展史

从第一台计算机 ENIAC 诞生至今，计算机的发展经历了四代。

一、第一代计算机

1946 年至 1958 年，为第一代计算机的发展时期。其硬件特征是以电子管为基本电子器件；其软件特征是使用机器语言及汇编语言。这代计算机的特点是：运算速度低（3000 次/秒）、体积大、重量大、存储容量小（15 万字节）、功耗高、可靠性低、价格贵。其应用范围是军事、国防和科研等领域。这代计算机的代表产品是 ENIAC。

二、第二代计算机

1958 年至 1964 年，为第二代计算机的发展时期。其硬件特征是以晶体管为基本电子器件、用磁芯作内存；其软件特征是使用操作系统和高级语言（如 FORTRAN）。这代计算机的特点是：运算速度较高（12000 次/秒）、体积较小、重量较轻、存储容量较大（20 万字节）、可靠性较高、功耗较低。其应用范围是军事、国防、科研及商业等领域。这代计算机的代表机型是 IBM 1400。

三、第三代计算机

1964 年至 1970 年，为第三代计算机的发展时期。其硬件特征是以小规模集成电路为基本电子器件、使用了半导体存储器作内存；其软件特征是使用更加完善的操作系统和高级语言，使计算机的使用和维护更为方便。这代计算机的特点是：运算速度高（43000

次/秒)、体积小、重量轻、存储容量大(50 万字节)、可靠性高、功耗低。其应用范围是科学计算、数据处理和实时控制等领域。在此期间,产品的系列化和兼容性得以实现,并出现了计算机向大型化和微型化两极发展的趋势。这代计算机的代表机型是 IBM 370。

四、第四代计算机

1970 年至今,为第四代计算机的发展时期。其硬件特征是以中、大规模或超大规模集成电路为基本电子器件,广泛使用了高速、高密度的半导体存储器作内存,外围设备性能优良;其软件特征是形成了完善的系统软件和应用软件,如各类操作系统、汇编程序、高级语言、可视化高级语言开发环境、数据库管理系统和字处理软件等。这代计算机的特点是:运算速度很高(240000 次/秒以上)、体积很小、重量很轻、存储容量很大(100 万字节以上)、可靠性很高、功耗很低。另外,网络计算机、微型计算机、巨型计算机和多媒体计算机等技术飞速发展。这代计算机的应用范围是科学计算、数据处理、实时控制、采集测量、信息处理、家用电器、文教卫生、人工智能和娱乐游戏等领域。这代计算机的代表机型是各种品牌的 286、386、486 和 586 微机。

有人把 80 年以后出现的、以人工智能为主要特点的计算机称为第五代计算机。

1.1.4 计算机的发展动向

随着科学技术的发展,计算机将在运算速度、存储能力、处理能力、信息共享能力和人工智能等方面得以发展。就目前计算机技术的发展来看,计算机的发展动向有五个方面,即性能超级化(巨型机)、系统微型化(微型机)、通讯网络化(计算机网络)、功能智能化(人工智能计算机)和媒体多样化(多媒体计算机)。

一、巨型计算机

巨型计算机是为了追求工作速度和存储能力超级化而设计的超大型计算机系统。它集最先进的微电子、高速存储、并行处理、磁盘及光盘存储等技术于一身,再配以高速、高效的外设和专用软件,使其性能超级化。巨型机是一个国家计算机技术研究和水平水平的象征。

巨型机的主要应用范围是:天气预报、航空航天和军事指挥等。

二、微型计算机

微型计算机简称“微机”,它以大规模或超大规模集成电路芯片为基本电子器件,采用以 CPU(中央处理单元)为中心的总线结构,内存用高速、高密的半导体或 MOS 存储器。微机的特点是体积小、重量轻、性能价格比高。

微机的应用已经渗透到了各个行业,正在逐步进入家庭。目前,微机中的笔记本电脑异军突起,发展迅速,应用广泛。

三、计算机网络

计算机网络是利用现代数传技术,将分布在不同地点的计算机连接在一起,实现资源共享及信息通讯的计算机系统。计算机网络实现了通讯网络化,使这个世界变得越来越小,人与人之间的距离变得越来越短。

计算机网络的应用范围主要有:邮电、通讯、铁路、银行、教育等。

四、多媒体计算机

多媒体计算机以微型机为主体，再配以声卡、解压卡（或解压软件）和音箱等部件，使用户能够以交互方式将文本、图像、图形、音频、视频等多种信息，经电脑的软硬件设备获取、操作、编辑、存储等处理后，以单独或合成的形态表现出来。多媒体计算机尤其以其可听性和可视性越来越得到人们的青睐。

多媒体计算机应用范围主要有：文化教育、家庭娱乐、音乐/声音/影片/图形处理等领域。

五、人工智能计算机

人工智能计算机是一个拥有大量专门知识的计算机智能信息系统。它运用知识及推理来求解和模拟通常要由专家才能解决的复杂、具体的问题。

人工智能计算机的主要应用范围有：专家系统、机器人。

1.2 计算机系统组成

计算机系统包括硬件系统和软件系统。硬件和软件系统的完美结合，才能使计算机正常工作，并充分发挥作用。

1.2.1 冯·诺依曼计算机的硬件组成

ENIAC 计算机时代，在美国普林斯顿大学任教的匈牙利数学家冯·诺依曼也研制了一台名字叫 EDVAC 的计算机，人们普遍认为这台计算机就是现代计算机的原形。尽管计算机有大、中、微型三类之分，每类又有多种机型，各类、各型计算机的配置相差很大，但基本组成均与冯·诺依曼机相同，由五部分构成，即运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备，如图 1.1 所示。

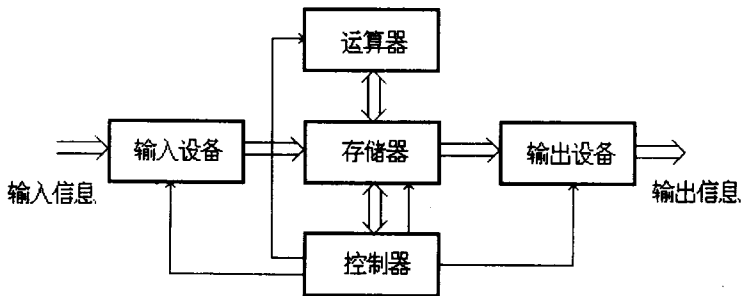


图 1.1 冯·诺依曼计算机的硬件组成框图

一、运算器

运算器的功能是完成算术或逻辑运算，运算器又名算术逻辑部件 ALU(Arithmetic Logic Unit)。它由加法器、累加器、通用寄存器及计数器等组成。运算器在计算机中的作用类似于用算盘解题时的运算工具——算盘。

二、存储器

存储器是计算机的记忆部件，其功能是保存数据及程序。数据包括输入数据、中间结果和输出数据等；程序是计算机工作过程的描述或操作的依据。不论是数据还是程序，在

计算机中都以二进制数据形式表示。

现代计算机的存储器通常是半导体或 MOS 存储器。微机存储器通常以字节为单位存储数据或程序，一个字节是一个存储单元，每个存储单元存储 8 位二进制数。每个存储单元有一个编码，称之为存储单元的地址。计算机给出存储器的单元地址后，可以在控制器控制下对相应存储单元进行数据的写入和读出操作。存储器所有存储单元的总数为存储器的存储容量。

半导体存储器的容量通常是有限的，所以计算机中通常配有存储容量更大的磁盘、磁带或光盘存储器，称之为外存。半导体存储器为内存或主存。存储器相当于用算盘解题时用于记录原始数据、解题步骤或计算结果的纸张。

三、控制器

控制器是计算机的控制中心，它使计算机各个部件自动协调工作。控制器工作的过程就是程序执行的过程。控制器对程序中的每条语句（指令）进行取指、翻译解释后，产生一串微操作命令，发向计算机各部件，控制整机有条不紊地工作。控制器相当于用算盘解题时人的大脑。

四、输入设备

输入设备的功能是输入数据或程序，它把人们熟悉的形如文字、字符、声音、图像等信息转换成计算机可以识别的信息形式，即二进制数或 ASCII（American Standard Code For Information Interchange，美国信息交换标准码）码。

常用的输入设备有键盘、鼠标、光笔、扫描仪和语音录入器等。

五、输出设备

输出设备的功能是将计算机处理结果的二进制信息转换成人或其它设备能够识别或接受的信息形式，如字符、图形、声音或文字等。

常用的输出设备有显示器、绘图仪、数码管和音箱等。

1.2.2 微型计算机的硬件组成

微型计算机在计算机中占有重要地位，由于它结构简单、操作方便、性能价格比高，很受人们的青睐。微型计算机的应用已渗透到了各个行业，正在逐步进入家庭。

微型计算机是以 CPU（Central Processing Unit，中央处理单元）为中心的总线结构，其组成包括 CPU、ROM（Read Only Memory，只读存储器）、RAM（Random Access Memory，随机存取存储器）、输入/输出设备、输入/输出设备接口和总线等部件，如图 1.2 所示。

一、CPU（又名微处理器）

将计算机的运算器和控制器做在同一个芯片上，就是 CPU。CPU 的功能是完成运算和控制。CPU 是微型机的标志，CPU 的性能决定了整个微机的主要技术指标。

通常以 CPU 的字长作为微型计算机的分类标准，如 32 位微机是指其 CPU 的字长为 32 位。目前使用的微机多为 32 位。

最大的 CPU 生产商当数 Intel 公司，至今它仍占领着 CPU 市场的主要份额，Intel 公司的代表产品有 Intel 8086、Intel 286、Intel 486、Intel 586、Pentium、Pentium PRO、Pentium MMX、Pentium TWO 和 MERCED 等。另外两个较大的 CPU 生产厂商是 AMD（Advanced Micro Devices）和 CYRIX。AMD 除了生产 X86 CPU 外，其 K5 很有竞争实力。CYRIX

的代表产品是 M1。

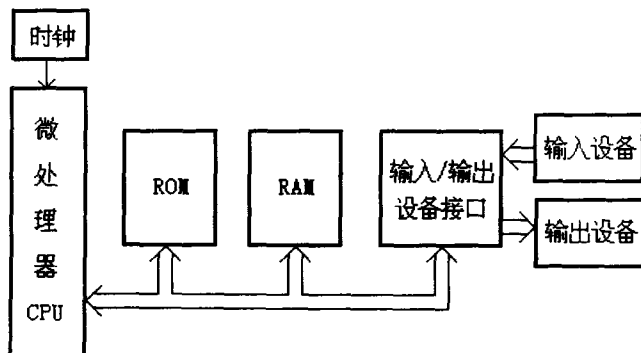


图 1.2 微型计算机硬件组成框图

二、只读存储器 ROM

只读存储器 ROM 是只能读出而用一般的方法不能写入的存储器，其特点是掉电后数据不丢失。ROM 用来存储一些关机后也不能消失的程序和数据，如 ROM-BIOS。ROM-BIOS 是最基本、最低级、用于控制和监督计算机操作的一组程序。

三、随机存取存储器 RAM

随机存取存储器就是我们通常所说的主存或内存。对于 RAM，我们可以随机写入或读出数据，RAM 的特点是掉电后信息全部丢失。RAM 在微型机中的作用是暂时存取正在执行的程序、原始数据、中间结果和最终结果。

四、输入/输出设备

输入/输出设备又名外部设备，简称外设。它们实现了 CPU 与外部世界的信息交换。

五、输入/输出设备接口

输入/输出设备接口是介于微机和外设之间的部件，它保证了两者在工作速度、数据格式、电平类型和极性的匹配。

六、总线

总线为 CPU 和其它部件之间提供数据、地址和控制信息的传输通路。总线分为数据总线、地址总线和控制总线三种。数据总线用来传送数据，它通常是双向的，在数据总线上传送的数据包括有效数据、指令代码和状态代码等。地址总线用来传送地址，地址总线是单向的，传送方向由 CPU 指向其它部件。控制总线用来传送控制信号，包括 CPU 送出的控制信号，如读信号、写信号等，还包括其它部件送到 CPU 的信号，如中断申请信号、时钟信号等。

1.2.3 计算机的软件系统

计算机各类程序的有机结合构成了软件系统。伴随着硬件的发展，计算机软件也得到了飞速发展，软件的发展自始至终围绕着有利于用户使用、维护计算机，有利于用户开发应用程序，有利于计算机硬件资源的充分发挥。当前，计算机的软件系统已经非常丰富，并已形成了产业。按功能软件系统可分为系统软件、程序设计语言和应用软件三类。系统

软件分类如图 1.3 所示。

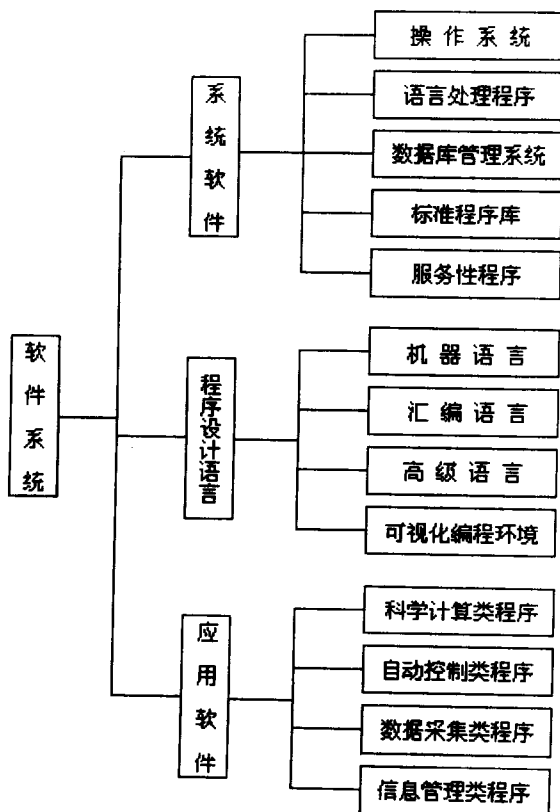


图 1.3 计算机软件系统分类

一、系统软件

系统软件是为了计算机系统的良好运行而开发的各种软件，这些软件实现了对计算机的管理、调度、监视和服务。系统软件包括操作系统、语言处理程序、数据库管理系统、标准程序库和各种服务性程序等。

1. 操作系统

操作系统是系统软件的主要组成部分。它负责管理计算机的软硬件资源、为用户和计算机之间提供接口，使用户便于使用、管理和维护计算机。可以说，操作系统提供了软件的运行和开发环境。操作系统分三类：批处理操作系统、实时操作系统和分时操作系统。

微机常用的操作系统有 MS-DOS 6.22、UCDOS、Windows 95 和 Windows 98 等。常用的网络操作系统有 NetWare 和 Windows NT 等。

2. 语言处理程序

计算机能识别的语言很多，如汇编语言、BASIC 语言、FORTRAN 语言、C 语言等，但计算机硬件能够执行的语言只有机器语言，即用二进制代码表示的指令序列。用各类语言编写的程序叫源程序，计算机可以执行的机器语言叫目标代码。我们正是借助于各类语言处理程序才能很方便地将源程序翻译为目标代码，以用计算机运行程序、解决问题。不同的语言对应有不同的语言处理程序。

语言处理程序，按其翻译的方法不同可分为解释程序和编译程序两大类。前者对源程

序采用边解释边执行的方式操作，它对源程序中的语句逐条解释并立即执行，不生成目标程序。后者先将源程序翻译为目标程序，然后机器通过执行目标程序给出结果。

3. 数据库管理系统

数据信息的管理和处理是计算机最为广泛的应用领域之一。简单说，数据库是一个提供数据的基地，它在计算机存储设备上合理存放一组业务数据，并以最佳方式、最少数据重复为所有可能的用户所共享。数据库管理系统是管理和维护数据库中数据的系统软件，其功能是维持数据库系统的正常运行，为用户提供诸如录入数据、更新内容、检索查询等服务，并对用数据库语言编写的程序进行翻译和执行。数据库管理系统提供了用户和数据库之间的接口。

4. 标准程序库

将一些通用的、优化的子程序段按照标准的格式编写好，生成标准程序库。用户在编写程序时，可随时从标准程序库中调用相关的子程序。标准程序库提高了用户编写程序的效率。

5. 服务性程序

服务性程序是一些实用的计算机辅助软件，它帮助或方便于用户使用、维护计算机。例如，程序的输入与装配程序、实现程序连接的连接程序、编辑程序、调试程序、诊断程序、文字处理软件等。

二、程序设计语言

程序设计语言是为方便用户编写应用软件而设置的。程序设计语言经历了机器语言、汇编语言、高级语言和可视化编程环境的发展过程。

最早的程序设计语言是机器语言，用机器语言编写的程序计算机可以直接识别并执行。机器语言的特点是：面向机器、编写困难、运行速度快。由于机器语言是面向机器的低级语言，编程者需要有雄厚的计算机硬件知识，另外用机器语言编写程序是一件非常烦琐和苦恼的工作，费时费力又容易出错，这就限制了计算机的使用和推广。为解决这些问题，开发了汇编语言。

汇编语言是符号化的机器语言，它用一些助记符表示指令的操作码或操作数，可以用标号和符号代替地址、常量或变量。助记符通常是一个具体操作的英文名称的缩写，这就方便了用户记忆指令和编写程序。汇编语言仍然是面向机器的语言，属于低级语言。但用汇编语言编写的源程序毕竟不是机器语言，计算机不能执行，需要用汇编程序“翻译”和“连接”后方可执行。

为了进一步提高编写程序的效率，使并不熟悉计算机的人也能编写程序、使用计算机，人们又开发了面向对象、面向过程的高级语言。

高级语言是接近数学语言的算法语言，具有直观、通用、与机器硬件无关等特点。常用的高级语言有 BASIC、FORTRAN、PASCAL、C 等。每种高级语言各有优缺点，但相比之下，C 语言较为优秀。

当前广泛使用的可视化编程环境 Visual BASIC 和 Visual C 更是为用户编写 Windows 应用程序提供了方便，它们将成为程序设计的重要环境。

三、应用软件

应用软件是用户为了解决某一问题，在一开发环境下用一程序设计语言编写的程序。

如科学计算类程序、自动控制类程序、数据采集类程序、信息管理类程序等。计算机的应用范围广泛，这类软件数不胜数。

1.3 计算机的技术指标

计算机有多种性能指标，不同用途的计算机对某些指标有所侧重。用户购买计算机时，要兼顾考虑性能和价格，在满足自己用途的前提下，力图使性能价格比最高。

一、字长

字长指计算机能够直接处理的二进制数据的位数，它通常是计算机 CPU 中运算器或寄存器的位数。目前微机字长有 16 位、32 位和 64 位。字长指标直接决定了计算机的处理精度和功能，影响着它的用途和应用领域。

二、速度

速度是计算机工作快慢的体现，通常从两个方面描述：主频和运算速度。

1. 主频

主频指计算机的主时钟频率，它是加到 CPU 时钟端信号的频率。主频在很大程度上决定了计算机的运行速度。8086/8088 的主频为 4.77MHz，80286 的主频为 10MHz，80386 的主频在 16MHz 以上，80486 的主频在 25MHz 以上，高档 80586 的主频在 450MHz 以上。

2. 运算速度

运算速度指计算机单位时间内执行的指令数，由于各条指令的执行时间并不相同，所以运算速度只是对计算机速度粗略的描述。80 年代微型机的运算速度是每秒 1~2 百万条指令，90 年代是每秒 3 亿条指令。

三、内存容量

内存是 CPU 可以直接访问的存储器。内存容量指内存能存储信息的总字节数。内存容量大，说明计算机存入的信息量大、可运行更复杂的程序。为了提高计算机的处理能力，就要配备大容量的内存。8086 微机的内存存在 1MB 以内，80386 和 80486 微机可配备 16MB 内存，586 微机的内存高达 32MB 以上。

四、外存容量

外存指计算机系统中联机运行的外部存储器。常见的外部存储器有硬盘、软盘、磁带和光盘存储器。对微型机，主要的外存是硬盘和光盘。近年来，硬盘的存储容量和速度指标不断增加，现代微型计算机通常配备 2.1GB (1GB=1KM) 以上的硬盘。光盘具有存储容量大的优点，它的应用为大型软件的保存和安装提供了方便。

五、可靠性

可靠性指在给定的时间内，计算机能正常工作的概率，一般用平均无故障时间表示。平均无故障时间越长，表明计算机的可靠性越高。

六、外设技术指标

计算机常用的外设有显示器、打印机、扫描仪、绘图仪等，这些外设均有自己的技术指标，这些技术指标将在以后有关章节介绍。

习 题

1. 简述计算机的发展史和各代计算机的特点。
2. 叙述计算机的软硬件组成。
3. 微型计算机有哪些特点？其主要技术指标有哪些？

第2章 计算机的运算理论和实现方法

计算机的基本功能之一是进行算术和逻辑运算,这一功能是通过 CPU 中的运算器模块实现的。实现运算的基本指导思想是:将各个种类的运算转换为算术四则运算和基本的逻辑运算,最终通过多功能加法器来实现。为此,需要对参加运算的数据进行码制变换或其它处理。例如,借助补码运算可以将减法运算化为加法运算;乘法运算可以通过多步移位加实现;除法运算可以通过多步移位减实现;阶码和尾数的运算组合可以实现浮点数运算等。

本章学习数据、字符、汉字在计算机中的表示方法,学习基本的算术、逻辑运算理论和实现方法,学习浮点数的四则运算等内容,最后对 CPU 中运算模块的工作原理作一简单介绍。

2.1 数据、字符和汉字的表示方法

计算机不仅能完成数据的运算,还可以接受和处理字符或汉字。本节讨论数据、字符和汉字在计算机中的表示方法。

2.1.1 进位计数制及其相互转换

日常生活中使用的是十进制数,计算机以二进制作作为计数制,用汇编语言编写程序时则习惯用十六进制数表示地址或操作数。

一、进位计数制

1. 十进制 (Decimal)

十进制计数是最基本的计数方法。十进制数 168 可以表示为:

$$168_D = 1 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 8 \times 10^0$$

这里的 10^2 、 10^1 和 10^0 分别是百位、十位和个位的“位权”,10 叫做十进制计数制的“基值”。“位权”和“基值”是构成进位计数制的两个要素。任意十进制数 N 可表示为:

$$\begin{aligned} N_D &= k_{n-1} 10^{n-1} + k_{n-2} 10^{n-2} + \Lambda + k_1 10^1 + k_0 10^0 + k_{-1} 10^{-1} + \Lambda + k_{-m} 10^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} k_i 10^i \end{aligned} \quad (2.1)$$

式中 k_i 可以是 0~9 中的任意一个数据; n 和 m 为正整数,分别是整数和小数部分的位数; D 是十进制的英文缩写,表示 N 是一个十进制数。 k_i 、 m 和 n 均由 N 决定。

在十进制数中,各位允许使用的数码是 0~9 十个计数元素,进位规则是逢十进一。由于十进制数有十个计数元素,不容易用物理器件表示,所以计算机中并不采用十进制计数制。

2. 二进制 (Binary)

二进制是计算机或数字化设备使用的计数制。二进制数 1011.11 可以表示为: