

计算机等级考试教程

(三级 B)

微机系统基础知识

全国高等学校计算机教育研究会 组编
教材与课程建设委员会

李大友 主编

机械工业出版社

计算机等级考试教程

(三 级 B)

微机系统基础知识

全国高等学校计算机教育研究会 组编
教材与课程建设委员会

李大友 主编

薛宗祥 王志新 编著



机械工业出版社

本书是根据国家教委制定的全国计算机等级考试三级B类考试大纲编写的,其深度和广度符合考试大纲要求。

本书简述了计算机的发展史和计算机的主要技术指标及应用领域。从一般的微型计算机组成原理出发,重点介绍了INTEL公司的16位、32位微处理器以及存储器、输入/输出和微型计算机系统的组成。在内容上,既介绍了微型计算机的当前水平,又注意了将来的发展趋势。本书还介绍了软件的基础知识、软件的保护法与标准化。

本书可供计算机等级考试人员学习,也可作为大专院校有关专业教材或科技人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机等级考试教程(三级B):微机系统基础知识/李大友主编.

—北京:机械工业出版社,1996.2

ISBN 7-111-04986-1

I. 计… II. 李… III. ①计算技术-基本知识-考试,等级-指导读物②微型计算机系统-基本知识-考试,等级-指导读物 IV. ①TP3 ②TP368

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第22606号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑:何文军 版式设计:张世琴 责任校对:刘志文
高金生

封面设计:郭景云 责任印制:卢子祥

三河永和印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

1996年2月第1版第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·9.75印张·231千字

0 031—6 000册

定价:17.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

《计算机等级考试教程》

编 委 会

主 编	李大友		
副主编	袁开榜	何 莉	陈瑞藻
编 委	(按姓氏笔划为序)		
	邓德祥	李芳芸	邵学才
	杨文龙	陈季琪	孟庆昌
	宗大华	姜秀芳	陶龙芳
	屠立德	葛本修	薛宗祥
秘 书	何文军		

《计算机等级考试教程》序言

当前,在世界范围内,一个以微电子技术、计算机技术和通信技术为先导的,以信息技术和信息产业为中心的信息革命方兴未艾。信息技术和信息产业的发展,对国民经济的发展、国家经济信息化起着举足轻重的作用,并已成为衡量一个国家发展水平的重要标志。因此,实现国家经济信息化,已成为世界各国所追求的共同目标。

为了使我国尽快实现国家经济信息化,赶上发达国家的水平,必须加速发展我国的信息技术和信息产业。其中最关键的环节就是人才的培养,尤其是计算机应用人才的培养。有了人才,才能迅速提高全社会的计算机应用水平,促进国家经济信息化水平的提高。因此,解决全民普及计算机知识,尽快提高全民族整体的计算机应用水平,已成为当务之急。各行各业、各层次人员,不论年龄与知识背景如何,都应掌握和应用计算机,解决其各自专业领域的计算机应用问题,为本职工作或专业服务,使其与国家经济信息化的需要相适应。

国家教委考试中心为适应这一形势发展的需要,使所培养的计算机应用人才的水平有一个公正的、客观的统一标准,推出了全国计算机等级考试。这一考试,根据应试者所具有的计算机应用能力水平的不同,划分为不同等级,分别进行考核。

全国计算机等级考试共分为四级六类,其内容范围如下:

一级分为 A、B 两类,均面向文字处理和数据库应用系统操作人员。

一级 A 类要求掌握计算机基础知识、微机系统基本组成、操作系统功能和使用、字表处理软件的功能和使用、数据库应用系统的基本概念和操作。

一级 B 类要求掌握计算机基础知识、微机系统基本组成、DOS 操作系统基本知识及操作、文字处理软件 WPS 和数据库语言 FoxBASE 的操作。

二级面向使用高级语言进行程序设计的人员。要求掌握计算机基础知识、操作系统的功能和使用、数据库的基本概念及应用和具有使用一种高级语言(C 语言、PASCAL 语言、FORTRAN 语言、BASIC 语言或数据库语言)进行程序设计的能力。

三级分为 A、B 两类。

三级 A 类面向测控领域的应用人员。要求掌握微机原理、汇编语言程序设计、微机接口技术、软件技术基础以及微机在测控领域的应用。

三级 B 类面向软件方面的应用人员。要求掌握计算机基础知识、数据结构与算法、操作系统、软件工程方法以及具有微机在管理信息系统或数值计算或计算机辅助设计方面的应用能力。

四级要求达到相当于大学计算机专业本科毕业生水平,具有计算机软件 and 硬件系统的设计开发能力。要求掌握计算机系统原理、计算机体系结构、计算机网络与通信、离散数学、数据结构与算法、操作系统、软件工程和数据库系统原理等方面的基础理论知识。

为推动全国计算机等级考试的健康发展,满足社会上对等级考试教材的迫切要求,全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设委员会组织了高等院校多年从事计算机教育的第一线专家教授,编写了《计算机等级考试教程》系列教材,并得到机械工业出版社的大力支持。

持与合作,使得这套教程能够及时与广大读者见面。

这套教程严格按照各级各类考试大纲的要求编写,内容深入浅出,图文并茂,每本书均附有习题,便于自学。

由于计算机技术是一门迅速发展的学科及作者水平所限,这套教程肯定会有很多不足之处,衷心希望得到社会各界和广大读者的批评指正。

主编 李大友

1995 年 11 月

目 录

《计算机等级考试教程》序言

前言

第1章 计算机系统概述 1

- 1.1 计算工具的演变与计算机的产生 1
 - 1.1.1 计算工具的演变过程 1
 - 1.1.2 电子数字计算机的诞生 2
- 1.2 电子数字计算机及微型计算机系统的发展概况 3
 - 1.2.1 电子数字计算机的发展概况 3
 - 1.2.2 微型计算机与微处理器的发展概况 3
 - 1.2.3 存储器的发展简介 4
- 1.3 电子数字计算机系统的组成原理 6
 - 1.3.1 电子数字计算机的组件 6
 - 1.3.2 电子数字计算机的基本操作过程 7
 - 1.3.3 电子数字计算机系统 8
- 1.4 微型计算机系统的组成原理 9
 - 1.4.1 微型计算机的硬件系统 9
 - 1.4.2 微处理器 9
 - 1.4.3 存储器 11
 - 1.4.4 I/O 接口电路与计算机外部设备 12
 - 1.4.5 微型计算机系统的组成 13
- 1.5 计算机的主要技术指标 13
- 1.6 计算机的应用 14
- 习题 16

第2章 数据运算与逻辑电路基础 17

- 2.1 数的表示方法及其运算基础 17
 - 2.1.1 进位计数制 17
 - 2.1.2 不同进制数间的转换 18
 - 2.1.3 二进制数的运算 20
 - 2.1.4 定点数与浮点数 21
 - 2.1.5 带符号数的表示方法 23
 - 2.1.6 补码运算 24

- 2.1.7 溢出 25
- 2.1.8 二进制数的编码 26
- 2.2 逻辑电路基础 27
 - 2.2.1 基本逻辑门电路 27
 - 2.2.2 复合逻辑门电路 28
 - 2.2.3 逻辑部件 29
- 习题 33

第3章 8086 微处理器及其系统总线的形成 34

- 3.1 8086 微处理器的结构 34
 - 3.1.1 8086CPU 的内部结构 34
 - 3.1.2 8086CPU 的引脚及其功能 39
- 3.2 8086 微型计算机系统总线的形成 42
 - 3.2.1 总线操作方式 42
 - 3.2.2 总线驱动与三态门 43
 - 3.2.3 8086 微机系统的基本接口芯片 44
 - 3.2.4 8086 最小模式系统总线的形成 47
 - 3.2.5 8086 最大模式系统总线的形成 49
- 习题 49

第4章 微型计算机的指令系统 50

- 4.1 概述 50
- 4.2 8086 的寻址方式 51
- 4.3 8086 的指令格式 53
- 4.4 8086 的指令系统 54
 - 4.4.1 数据传输指令 54
 - 4.4.2 算术运算指令 56
 - 4.4.3 逻辑操作指令 59
 - 4.4.4 数据串操作指令 60
 - 4.4.5 程序控制指令 61
 - 4.4.6 控制指令 64
- 习题 65

第5章 存储器 66

- 5.1 半导体存储器 66
 - 5.1.1 半导体存储器的基本结构 67
 - 5.1.2 随机存储器 69
 - 5.1.3 只读存储器 70

5.1.4 存储器与 8086 总线的连接	73	7.2 80385/80486 微处理器	105
5.2 磁盘存储器	76	7.2.1 80386 寄存器的结构	106
5.2.1 磁盘	76	7.2.2 80386 的引脚	108
5.2.2 磁盘记录方式	76	7.2.3 80386 的寻址方式	109
5.2.3 软盘驱动器与控制器	78	7.2.4 80386 的指令	111
5.3 光盘存储器	78	7.2.5 80486 微处理器概述	112
5.3.1 读写式光盘存储器	79	习题	114
5.3.2 只读式光盘存储器	80	第 8 章 软件基础知识	115
习题	81	8.1 软件的基本概念	115
第 6 章 微型计算机的输入输出与接口技术	82	8.1.1 软件的定义	115
6.1 输入/输出的数据传输方法	82	8.1.2 软件的组成与分类	116
6.1.1 I/O 寻址方法	82	8.1.3 软件的评价	120
6.1.2 I/O 传输的基本方法	82	8.1.4 软件的发展趋势	121
6.2 中断方式	84	8.2 程序与文档	123
6.2.1 中断与中断源	84	8.2.1 程序	123
6.2.2 中断处理的一般过程	84	8.2.2 软件工程简介	126
6.2.3 多中断源与多重中断的概念	85	8.2.3 文档	128
6.3 8086 的中断系统	86	8.3 汇编程序	133
6.3.1 内部中断	86	8.3.1 程序语言的来源	133
6.3.2 外部中断	86	8.3.2 汇编语言	133
6.4 8259 可编程中断控制器	87	8.3.3 汇编程序的基本原理	134
6.5 直接存储器存取方式 (DMA)	89	8.3.4 汇编程序的设计	134
6.5.1 DMA 传输方式概述	89	8.3.5 反汇编程序	136
6.5.2 DMAC 的结构	89	8.4 解释程序与编译程序	136
6.5.3 DMA 传输过程	89	8.4.1 解释程序	136
6.5.4 8237DMA 控制器	89	8.4.2 编译程序	138
6.6 模拟与数字转换接口	90	8.5 实用程序及集成软件	141
6.6.1 模拟通道	91	8.5.1 实用程序	141
6.6.2 D/A 转换接口	91	8.5.2 集成软件	141
6.6.3 A/D 转换接口	92	习题	142
6.7 串行传输	93	第 9 章 软件保护与标准化	143
6.7.1 串行传输的一般概念	93	9.1 软件保护	143
6.7.2 盒式磁带机	94	9.1.1 软件的安全	143
习题	95	9.1.2 软件的保护	145
第 7 章 80286 及 32 位微处理器	96	9.1.3 计算机病毒的防治	145
7.1 80286CPU	96	9.2 软件的标准化	146
7.1.1 80286CPU 的结构	96	9.2.1 框架	147
7.1.2 80286 的存储器管理	100	9.2.2 生存周期活动	147
7.1.3 80286 微处理器系统	104	9.2.3 支持活动	148
		习题	148
		参考文献	148

第1章 计算机系统概述

电子数字计算机简称电子计算机,诞生于本世纪40年代。是一种能够自动、高速、精确地进行信息的存储、运算、过程控制和数据处理的电子机器,是本世纪重大的科学技术的卓越成就之一。由于电子计算机的诞生,推动了各门科学技术的发展,它的应用目前已深入到国民经济的各个领域,成为科学研究、工农业生产和社会生活所不可缺少的重要设备。电子计算机的应用程度,成为衡量一个国家现代化和科技水平的重要尺度。

1.1 计算工具的演变与计算机的产生

1.1.1 计算工具的演变过程

人类最早应用本身的手指、脚趾或身边的小石块、贝壳等物进行计数,再进一步就发展到利用结绳或小棒来计数。这种小棒多用竹或木制成,称算筹,算筹是应用时间最长的计数工具。

我国是世界文化发达最早的国家之一,远在公元前100年左右,已有《周髀算经》与《九章算术》,可说是数学史上极古的两种作品。

算盘的发明,虽未能确定为何时,但在唐末我国已开始使用算盘。1274年宋朝杨辉在所著《乘除通变算宝》中,有珠算歌诀的记载。算盘作为人们乐用的计算工具,在计算技术的历史上自有它应有的地位。

进入20世纪,人们仍普遍地使用算盘,并与先进的微电子和计算技术相结合,创造出电子算盘。古老的算盘能快速进行加、减运算,而电子算盘兼有古老算盘的优点,并能快速进行乘除法的运算。

17世纪初,英国人奥托里(Oughtred)把计算好的对数刻在木板上,通过木板的滑动,可以找到所要求的对数,这就是世界上最早的计算尺。法国数学家帕斯卡(Blaise Pascal),于1642年制成了简单的能进行加减运算的机械,帮助对税收的计算。手摇机械计算机是在17世纪末制造成功,并不断进行改进。用手摇方式操作带动咬合的齿轮,顺时针转动一齿相当加一,逆时针转动一齿相当减一;当某齿轮顺时针转过9时,就会咬合相邻高位齿轮顺时针增1,反之则减1。手摇计算机既可以进行加、减运算也可以通过反复的加或减来完成乘、除的运算。这种手摇式的机械计算机,约在帕斯卡的第一个机械计算设备200年后的19世纪末,才开始作为商品在市场上销售,并获得了广泛的和长时间的应用。

手摇计算机的特点是每一步运算都需要人工干预,这种设备的实质是一次运算只能完成一种操作,中间结果必须登录在机器之外。1830年到1840年间,英格兰人查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage)提出一些新的概念,他提出:要使机器能自动计算,必须把数据和运算步骤预先存放在机器内部,使机器自己取出这些数据和步骤。此外,机器还能执行判断操作,根据运算的中间结果,确定下一步的计算和操作。这一思想确定机器就应有存储数据的存储库、进行运算的齿轮组、传输数据的齿轮和杠杆、输入数据的装置和控制计算顺序的控制装置等五部分。巴贝奇只制成了一些能运行的部件,作为研制的机器整体,由于当时的机械工程技

术尚未成熟,有些技术还相当原始,因此,没能研制成功。但巴贝奇所建立的机器应由五部分组成的概念,奠定了现代数字计算机和自动控制计算机的思想基础。

穿孔卡片的计数及计算装置是从1890年美国人口普查时正式投入使用,穿孔卡片不仅能起到控制机器的作用,而且还能大量地存储数据。这种机器能较快地对全国人口进行记录登记和制表等处理工作。这种穿孔卡片在此之前首先用于纺织机上,用来控制纺织复杂的花样。在1890年之后,加法机、台式计算机、会计机及穿孔计算装置以较快的速度发展着。

1.1.2 电子数字计算机的诞生

“数理逻辑”是研究逻辑思维和推理的一门学科,是从哲学领域中的逻辑学发展而来的,英国人乔治·布尔(G·Boole)总结了前人的研究成果,于1847年发表了系统的论述。“布尔代数”这个名称就是以布尔的名字命名的。20世纪初用布尔代数大量地对开关电路进行分析,发现任何由继电器触点组成的开关电路,都能用布尔代数进行描述和设计。用布尔代数对各类逻辑电路进行分析和设计,具有简便、直观、快速等优点。因此,布尔代数又称逻辑代数。用逻辑表达式设计逻辑电路,既提供了不必画出电路就能表达逻辑电路的简便方法,又能找到实现某一逻辑功能的各种逻辑电路。逻辑代数中的各种变量只有“0”和“1”两种数值,表达两种不同的状态和概念。因此,当计算机采用二进制后,它的运算和控制部分都可以用逻辑电路来组成,就可以用逻辑代数来设计、分析和化简各种逻辑电路。有了逻辑代数这一有力的工具,才使得计算机技术的发展成为可能。第一台执行长列操作的计算机,于1939年开始由美国国际商业机器公司与哈佛大学合作研制,历时五年,于1944年建成。这台称Mark I的计算机长14m,高2.2m,用了3000多个继电器,有继电器计算机之称。在此之后,用继电器进行运算、用卡片输入程序和数据以及存储程序和数据的计算机极为盛行。

20世纪初,电子管的诞生打开了电子技术与计算机技术结合的道路。与此同时,也由于战争的需要,美国军部为解决弹道计算问题,与宾夕法尼亚大学合作研制电子数字积分机和计算机(Electronic Numerical Integrator and Calculator—ENIAC)是世界上第一台电子数字计算机,该机于1946年2月正式投入运行。ENIAC共用了18000多个电子管,1000多个继电器,耗电150kW,占地150m²,重量达30t,为了散热,还专门配备了冷却装置。ENIAC只能对数据进行内部存储,指令则存储在计算机的附属电路中,解题前必须由好多人同时按解题的要求和顺序接通相应的电路,劳动量较大。这一缺点引起了美国普林斯顿大学研究院的“万能数学家”冯·诺依曼(VON Neumann)的注意,并提出了全新的存储概念。从1941年开始,研制离散变量自动电子计算机EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer),于1951年宣布完成。这是世界上首次设计的能存储程序的计算机,这个方案确立了以后计算机的五个基本部件:

- 1) 输入源数据的输入器(INPUT);
- 2) 完成算术逻辑运算的部件(ALU);
- 3) 既能存储数据也能存储程序的存储器(MEMORY);
- 4) 从存储器中取指令,控制全机完成指令要求操作的控制器(CU);
- 5) 输出运算结果的输出器(OUTPUT)。

这一思想对计算机的发展产生了深远的影响,一直沿用至今。

1.2 电子数字计算机及微型计算机系统的发展概况

1.2.1 电子数字计算机的发展概况

近40年来,电子计算机的发展,大致经历了四代的演变,目前正处于第五代的阶段。

第一代(1946~1958年)电子管数字计算机。

这一代计算机的逻辑元件采用电子管,开始采用汞超声延迟线或阴极射线管作为主存储器,后用磁鼓、磁心,外存储器已开始采用磁带;前期采用机器语言,后期应用汇编语言编写程序;应用以科学计算为主。此时的计算机体积大、耗电多、可靠性差、价格贵、维修不便,但它奠定了电子数字计算机高速发展的技术基础。

第二代(1958~1964年)晶体管数字计算机。

计算机的逻辑元件采用晶体管,主存储器采用磁心,外存储器开始使用磁盘;软件有了很大的发展,出现了高级程序设计语言;应用以各种数据处理为主,开始用于工业控制。

第三代(1964~1971年)集成电路数字计算机。

计算机的逻辑元件采用小、中规模的集成电路(SSI、MSI);采用的集成电路体积更小,耗电更少,可靠性也提高了,存储器仍以磁心为主;软件方面,操作系统得到了发展,使计算机使用更加方便,应用领域进一步扩大,计算机性能较第二代计算机又提高了一个数量级。

第四代计算机从1972年起,主要特点是大规模集成电路(LSI)开始取代了中小规模集成电路。电子计算机又跨入了新的里程。第四代计算机软件和硬件的技术发展日臻完善,计算机向两极发展,一是制造功能极强、运算速度特快的巨型计算机;另一方面是向微型化发展,生产了微型计算机,从而开创了微型计算机的新时代。

第五代计算机在美、日两国正加紧研制和完善,随着超大规模集成电路(SLSI)的应用,人工智能和神经网络为主要特征的完全崭新的一代计算机将很快地研制发展起来。

1.2.2 微型计算机与微处理器的发展概况

微型计算机是一台功能完善的计算机,它以微处理器为核心,配以存储器、输入/输出接口电路,并用系统总线将三者连接。存储器是专用于存取程序和数据的设备,包括只读存储器(ROM)和随机存储器(RAM)。输入/输出接口电路使微型计算机与各种外围设备相连接。微型计算机属第四代计算机的一个分支。自1971年第一台微处理器在美国硅谷问世以来,开创了微型计算机的新时代。随着大规模集成电路及其制造工艺和计算技术的飞跃发展,随之而来的各种微处理器、微型计算机相继研制了出来,将计算机的生产与应用推向了新的高潮。在短短的20多年里,微型计算机经历了四代产品的发展阶段,现正处于第五代产品的研制和开发阶段。

第一代(1971~1973年)是4位和低档8位微机时代,代表产品是INTEL公司的40044位微处理器和8008 8位微处理器。其特点是字长为4位或8位;指令比较简单,执行时间为10~20 μ s;运算功能较差,集成度较低(1200管/片),但价格便宜。软件应用机器语言或汇编语言。

第二代(1974~1978年)为中档和高档8位微型计算机。这期间又分中档和高档8位机的两个阶段,1973~1975年为中档微机阶段。代表芯片有INTEL公司的8080和MOTOROLA公司的6800微处理器。1975~1978年为高档8位微型计算机阶段。以美国ZILOG公司的Z-80和INTEL公司的8085为代表。这一阶段的微机特点是集成度提高了很多(INTEL 8085

为 3000 管/片), 运算速度提高了 10~15 倍, 基本指令执行时间约 1~2 μ s, 具备了典型计算机整体结构和中断、DMA 的控制功能。软件配有 BASIC、FORTRAN 等高级语言, 在后期开始配备了磁盘操作系统。

在此期间, 美、日一些集成电路厂商和小型制造厂商竞相投产微型计算机, 使微机性能和集成度都有较大的提高, 微机产量递增数倍。

第三代(1979~1981 年)是随着超大规模集成电路工艺的日臻成熟, 开始出现 16 位微处理器。代表产品有 INTEL8086、Z8000 和 MC68000。性能指标较第二代产品提高了一个数量级, 已达到或超过中、低档小型机的水平。16 位微型计算机都有丰富的指令系统, 采用多级中断系统, 多种数据处理形式; 采用寄存器分段寻址方法, 寻址能力扩展到 1~16MB, 对于输入/输出接口地址扩展到 64K 个。16 位机不仅弥补了 8 位微机的字长和运算速度和能力方面的不足, 开辟了小型机微型化的发展途径。

第四代(1981~1992 年)为 32 位微型计算机, 1981~1982 年 1 月 INTEL 公司相继研制成 8086 改进型的 30186 与 80286 16 位微处理器; 1985 年和 1990 年 INTEL 公司又先后推出了 80386 和 80486 32 位微处理器。32 位微处理器将以往的单元电路集成过渡到系统集成, 也就是说把控制器、高速运算器、I/O 处理器、存储器管理单元及总线接口单元等都集成在单一的芯片上; 使微型计算机的结构从单一的微处理器结构扩展为多微处理器紧耦合系统结构。

1993 年 INTEL 公司推出了最新的 Pentium 微处理器产品, 它是继 80486 之后的又一代新产品, 简称 P5 或 80586。芯片的集成度达到了 310 万个晶体管/片, 这就将原来被置于芯片外的协处理器等都集成在 CPU 芯片内, 显著地提高了处理速度。芯片有 32 位地址总线, 64 位数据总线, 主频达 66MHz; 常用指令固化在 CPU 内部, 用硬件实现。由于 80586 有 64 位数据总线, 处理 64 位数据, 因此又称为第五代的微型计算机。

1.2.3 存储器的发展简介

最早的计算机, 程序不存在计算机内部, 而存在计算机的外部。用装接各种不同逻辑电路的方法, 完成对计算机操作的控制。因此, 早期不能存储程序的计算机 (ENIAC), 是一种“插塞程序式计算机”。计算机在运行之前, 必须将本次运算中所需的程序的逻辑电路, 插接完毕, 这需要大量的人力和时间。计算机能发展成高速、自动、精确地对数据进行处理和运算的过程, 是与存储器的发展分不开的。在回忆计算机发展过程所应用的几种存储器的同时, 再认识目前的存储手段, 对今后的工作是有帮助的。

(一) 超声延迟线

在 20 世纪初, 最早使用的存储器是“超声延迟线”, 它是用水银管延迟线做成的, 用管内的水银有无机械振荡沿水银管传播来确定所存储的信息, 有振荡时存入了“1”, 无振荡时存入了“0”。要把计算机中 0 或 1 的电信号转变为水银管中的机械振荡, 把石英晶体镶嵌在水银管的一端。石英晶体由于其压电性能, 当输入电振荡时, 引起石英晶体的机械振荡, 从而带动水银振荡, 这种振荡在水银管中向前传播, 水银管的另一端也镶嵌一块晶体, 用于感受水银管中的机械振荡, 并将此振荡转变为电振荡, 输送到计算机中。

通过水银管延迟后, 产生的脉冲振荡是失真的。因此, 为了继续存储原信息, 把接收到的电脉冲振荡, 用于开启超声信号发生器的电子门, 通过电子门传送超声电振荡, 将计算机中的信息再重新写入水银管的输入端。超声延迟线可在水银管中同时串行存储数百位二进制码信息, 存储周期为 500 μ s。

(二) 静电存储器

静电存储器中存储的 0 或 1 是用阴极射线管面上的电荷的有无或多少来度量的。为达到存取的目的,使用偏转板来使电子束转到管面所需的小面积上。美国麻省理工学院于 1950 年制成第一个“静电存储管”,速度和存储位数都较超声延迟线大大地提高了,存储管存储了 1000 位,每个地址存取时间为 $50\mu\text{s}$ 。

(三) 磁存储器

进入 20 世纪 40 年代,由于第一台大型计算机 ENIAC 的诞生,刺激了对程序存储的研究,在 50 年代初期,已对磁带记录过程作了广泛的研究。当磁带通过磁头时,信息就顺序地记录了下来,而不管记录信息的特定二进制码的切实位置。读信息时磁带在磁头下通过,从磁头感生脉冲的电路,提取了磁带存储的信息。

磁鼓存储器把二进制码存储在一个回转圆柱体表面的小磁化面积上,任一点沿圆柱回转一周的轨迹称磁道,磁道上任一点可通过磁头来读与写,写入的数码可无限期地保留在磁鼓的表面。为选取所读写的磁道上的数据,在磁鼓上用一特殊的“同步磁道”,在它上面永久地记录着均匀的磁点。从同步磁道所得到的脉冲控制磁鼓速度和数据的存取。

磁心存储器由磁化曲线近似为矩形的环形磁性材料组成,在环形磁心内用磁道的不同方向来确定二进制码的两个状态。对于矩形磁化曲线,当外加磁场强度为 H_0 时,不会改变原磁通状态,当外加磁场强度为 $2H_0$ 时,磁场将改变原磁通的状态。在由多个磁心组成的磁心矩阵中,每行 X_n 用一根导线穿过该行全部磁心,每一列 Y_n 也用一根导线穿过该列全部磁心。只有当 X_n 、 Y_n 两根导线同时加磁场 H_0 且重合在某一磁心时,该磁心才能获得足够磁场,从而改变磁通的方向,这就是写入。读出时,在磁心上穿过第三根导线,相当变压器的次级,在次级线圈中感生的脉冲电压取决于读出时的磁通方向的变化。

在上述存储器中,除磁带存储器,只有磁心存储器应用时间最长,目前仍作为计算机外存储器继续使用外,其它存储器在近期生产的计算机已不再使用。随着大规模集成电路的制成,半导体存储器也获得了较大的发展,目前微型计算机一般都采用半导体存储器,不用磁心存储器,因为半导体存储器与微型计算机配合理想,体积小,耗电也低,工作可靠,扩展容易又灵活,价格也便宜。

目前半导体存储器有两大类:一种是双极型存储器,这类存储器速度快、耗电大、集成度低;另一种单极型存储器,按工作方式又有动态与静态两种,它们的特点是集成度高、功耗小、工艺简单。

磁盘存储器于 70 年代在美国研制成功,并于 1972 年制成单面软磁盘。1977 年又制成双面双密度软磁盘,近十几年来,磁盘存储器发展迅速,广泛地用于微型计算机中。

磁盘存储器分两种,若盘片用铝合金制成,称为硬磁盘;若盘片用塑料制成,则称软磁盘。在盘片上涂敷一层磁性材料,形成存储信息的磁层,该磁层就是存储信息的载体。工作时,磁盘高速旋转,用磁头进行读写操作。

磁表面存储器的特点是存储容量大,并且每位价格低。由于其结构为机电结合形式,制造复杂,速度慢,用于计算机外存储器。光盘存储技术的研究始于本世纪 60 年代,从 1977 年开始研究把存储文件和图象的只读存储器用于计算机系统,1983 年推出了第一台用于计算机的大容量光盘存储系统,作为 IBM 主机的外存储设备,这种光盘为不可擦式的。

按光盘的工作方式分只读型、一次写入型和可擦式光盘存储器三种。

只读型光盘是利用激光在非磁性介质上存储信息的光存储技术制成的。用激光在盘上烧洞，有洞为“1”，无洞为“0”。由于激光束是非常细微的，在1mm长的光道上可连续烧穿几百个洞，因此，存储量非常大，在一片14in的光盘上，单面可存储4G字节的数据。

可擦式光盘存储器是利用激光的热效应，在磁性介质上存储信息的磁光存储设备。磁性材料在常温下，需较强的磁场才能改变磁畴的取向。但在激光作用下，当温度升高到150℃时，其矫顽磁力几乎为零，在外加磁场的作用下，很容易地改变磁畴取向，而将二进制信息记录下来。读出时，通过检测从盘面上反射光的不同，把二进制信息辨别出来。

光盘存储技术，是自应用磁盘以来最重要的存储技术。它综合了磁盘大容量、机电结合方式等优点，更进一步地发展了这些技术。随着多媒体技术的发展，光盘及其驱动器的应用将日益广泛。

1.3 电子数字计算机系统的组成原理

1.3.1 电子数字计算机的组件

电子数字计算机本身是由运算器、存储器、输入设备、输出设备和控制器五部分组成。为了了解五部分的作用，首先让我们来设想用纸、笔和算盘来运算。

$$(1+2) \times 3 + 5 = ?$$

这样一道题，它的运算步骤如下：

第一步：用笔和纸把题目的运算参数1、2、3、5记录下来。

第二步：根据题意确定计算步骤和方法，并把记算公式和解题步骤记录在纸上。

第三步：在算盘上运算 $1+2=3$ ，将中间结果3写在纸上；再在算盘上做乘法 $3 \times 3=9$ ，中间结果再写在纸上；最后在算盘上做 $9+5$ 的运算，得出最后结果14，并记录在纸上。

在运算过程中，用算盘作为运算工具，用纸张保存运算题目和运算数据，用手拨动算盘珠和用手拿笔写字，运算时按步骤用珠算口诀进行；所有这些操作都是在眼睛的监视下和大脑的支配下进行的。

与此相对应，电子数字计算机要完成上述题目的运算，必须具备下述几个基本组成部分。

1. 运算器

在电子计算机中相当于算盘的运算工具叫运算器。运算器远比算盘的功能多，运算速度也快，不但能进行加、减、乘、除的四则运算，还能进行逻辑运算、移位、比较和各种逻辑判断的功能。此外，运算器中还备有暂存数据或计算结果的寄存器若干。

2. 存储器

电子计算机中的存储器不但能存储数据和题目，而且还能存储运算法则、步骤和“口诀”。运算器进行运算时，从存储器中取出参加运算的数据、运算方法和步骤，一步一步地进行运算，运算的结果也存入存储器，即存储器存储了参加运算的数据和控制运算器进行某种操作的指令等大量信息。在存储器中存放单位信息的地方叫存储单元，每个存储单元有一个编号叫地址，犹如住户的门牌号码。只有用这个地址码，才能对该存储单元进行“读出”或“写入”的操作。

3. 输入设备

向计算机内部输入信息的设备称计算机的输入设备，用输入设备可以向存储器或运算器输入信息，大家熟悉的键盘就是一种输入设备。

4. 输出设备

计算机运算完毕要将运算结果输送出来,这个过程要通过输出设备来完成。阴极射线显示器、光电数码管、绘图仪等都是输出设备。

5. 控制器

在计算机中控制计算机系统进行各种操作的设备称控制器。控制器从存储器或输入设备中取出参加运算的数据送运算器,并从存储器中取指令。指令是命令计算机进行某种操作的数字编码,这种编码经控制器译码后,产生控制信号控制计算机完成指令要求的各项操作。控制器是计算机的控制中心和调度中心。

整个计算机就是由上述的运算器、存储器、输入设备、输出设备和控制器五个部分组成,它们之间的关系如图 1-3-1 所示。

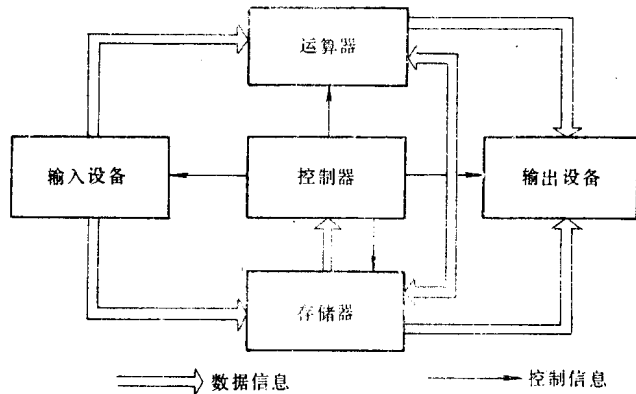


图 1-3-1 电子计算机组成的框图

这种结构与世界上的第一台电子计算机 ENIAC 不同,ENIAC 的内部存储器只能存储少量的数据,不能存放指令。由图 1-3-1 的结构组成的计算机,把重要的指令也和数据一样保存在存储器中,并且还可以同数据一样进行处理。这一计算机由五个基本部件组成的概念,是由冯·诺依曼于 1946 年出版的《关于电子计算机逻辑设计的初步讨论》的报告中确立的,因此,现代的电子计算机一般还称冯·诺依曼型计算机。

1.3.2 电子数字计算机的基本操作过程

在了解了计算机的五个组成部分之后,再进一步了解计算机各部分是如何自动地进行工作的。

电子数字计算机的自动工作过程,就是自动执行组成程序的指令序列的过程。为说明这一过程,我们用 $(1+2) \times 3 + 5 = ?$ 为例顺序解说。

设原始数据 1、2、3 和 5 已通过输入设备存入存储器中,它们分别存入存储器地址为 n_1 、 n_1+1 、 n_1+2 、 n_1+3 的各个单元中(见表 1-3-1)。计算机执行的步骤如下:

- 1) 从 n_1 单元取出数据 1,并存放在运算器中的寄存器中。
- 2) 从 n_1+1 单元取出数据 2 与寄存器中的数据 1 相加,把中间结果 3 存放在寄存器中。
- 3) 从 n_1+2 单元取出数据 3,与寄存器中数据 3 相乘,把中间结果 9 存入寄存器。
- 4) 从 n_1+3 单元取出数据 5,与寄存器中的数据 9 相加,把最后结果 14 放入寄存器中。
- 5) 把寄存器中的最后结果存入寄存器 n_1+4 单元。
- 6) 从 n_1+4 单元取出运算结果 14,送至打印机打印。
- 7) 停机。

上述每一个步骤,都是指定计算机进行何种操作的命令,这些命令称指令。全步骤由 7 条指令序列组成,算题前,要把 7 条指令顺序存入存储器中,寄存指令序列(或称程序)的存储器,称程序存储器。设存放 7 条指令的存储器地址分别为 n_2 、 n_2+1 、 n_2+2 、 n_2+3 、 n_2+4 、 n_2+5 、 n_2+6 的各个单元(见表 1-3-2)。表中 (n_1) 的元括号表示存储器以 n_1 为地址的存储单元中所存储的内

容,在此处 $(n_1) = 1$; (寄存器) 的括号表示寄存器中的内容在运算过程寄存器内容的变化顺序为 1、3、9、14。

表 1-3-1 数据存储地址表

存储器地址	存储的数据	存储器地址	存储的数据
n_1	1	n_1+3	5
n_1+1	2	n_1+4	最后结果 14
n_1+2	3		

表 1-3-2 程序存储器

指令序号	存储器地址	指令执行的操作	说 明
1	n_2	取数, $(n_1) \rightarrow$ 寄存器	把地址为 n_1 的存储器内容 1 送运算器中的寄存器。
2	n_2+1	取数, 加运算 $(n_1+1) + (\text{寄存器}) \rightarrow$ 寄存器	把地址为 n_1+1 的存储器内容 2, 与寄存器中的数据 1 相加, 结果送寄存器, 寄存器内容变为 3。
3	n_2+2	取数, 乘运算 $(n_1+2) \times (\text{寄存器}) \rightarrow$ 寄存器	把地址为 n_1+2 的存储器内容 3, 与寄存器中的数据 3 相乘, 结果送寄存器, 寄存器内容变为 9。
4	n_2+3	取数, 加运算 $(n_1+3) + (\text{寄存器}) \rightarrow$ 寄存器	把地址为 n_1+3 的存储器内容 5, 与寄存器中的数据 9 相加, 结果送寄存器, 寄存器内容变为 14。
5	n_2+4	送数, $(\text{寄存器}) \rightarrow (n_1+4)$	把寄存器的内容 14 送存储器中, 存储器的地址为 n_1+4 , n_1+4 单元的内容为 14。
6	n_2+5	送数打印 $(n_1+4) \rightarrow$ 打印机	将存储地址为 n_1+4 的内容送打印机打印结果。
7	n_2+6	停机	

每条指令命令计算机进行一种操作, 如取数、存数、加、减……等。为了解决一个问题, 就需要将一条条的相互关联的指令集合起来, 这种相关指令的集合称程序。因此, 我们说程序就是指令的集合, 这些指令是为解决同一问题而相互关联的。计算机能直接识别的指令是以二进制数编码的形式出现的, 不同的指令有不同的编码, 代表各自不同的操作。指令以二进制数的编码形式有序地存入程序存储器中, 控制器按顺序逐条地从存储器中取出这些指令, 并经译码后, 控制计算机完成每条指令要求的操作, 亦即计算机完成了程序所要求的解决的问题。

从上述可知, 计算机是按人们编好的程序依次运行的, 计算机如果没有程序就不知道该进行什么操作, 只有配备了程序的计算机才能正常的工作。

1.3.3 电子数字计算机系统

电子数字计算机是由硬件和软件两大部分组成的。计算机的硬件是指组成计算机的物理实体, 是计算机的物质基础, 如图 1-3-1 所示。计算机的软件是指发挥计算机效能的各种程序的总称, 又称程序系统。计算机软件通常分为系统软件和应用软件两大类。系统软件是指为了方便用户和充分发挥计算机效能, 生产计算机的厂家向用户提供的一系列软件, 包括监控程序、操作系统、汇编程序、解释程序、编译程序、诊断程序及程序库等。应用软件是专门为解决某种应用领域中的具体问题而编制的程序, 如进行某种生产过程控制、数值计算或数据处理而编制的程序。

编写计算机程序时,根据使用者的特点或应用的计算机种类,有三种不同的程序设计语言,它们是机器语言、汇编语言和高级语言。

1.4 微型计算机系统的组成原理

1.4.1 微型计算机的硬件系统

微型计算机也是由硬件和软件两大部分组成的,微型计算机的硬件系统框图如图 1-4-1 所示。

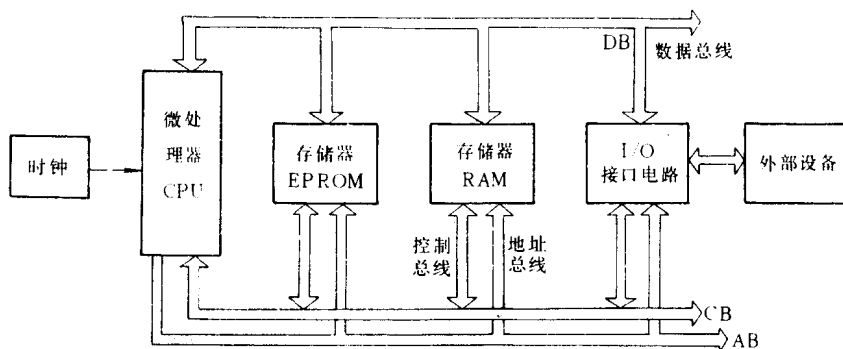


图 1-4-1 微型计算机硬件系统框图

由微处理器 CPU、存储器和输入/输出接口电路 (I/O 接口电路) 组成的微型计算机,通过多种 I/O 接口电路与各种外部设备相连接就组成了微型计算机系统。微型计算机内部通过三组总线 (BUS) 相接,这三组总线是数据总线 DB (DATA BUS)、控制总线 CB (CONTROL BUS) 和地址总线 AB (ADDRESS BUS)。

在微型计算机中数据信息在 DB 上流通,通过 CB 上的控制信息确定数据的流向,地址总线 AB 上的信息确定所传输的数据信息的传输地址。

通过总线实现了微处理器,存储器和所有 I/O 设备间的信息交换。由于各部件都挂接在同一的总线上,因此,这种总线结构简单,易于扩充,这是目前大多数微型计算机硬件系统所采用的结构。

1.4.2 微处理器

自 1971 年生产出第一片 4004 微处理器以来,通过 20 多年的发展,已生产出数百种之多;位数已从 4 位、8 位、16 位、32 位发展到 64 位的新一代微处理器 Pentium80586。在此选择一个典型结构对微处理器进行剖析,下一章再对微处理器作详细的讨论。

图 1-4-2 给出了一个简化了的微处理器结构。由图可知,微处理器主要由运算器、控制器和内部寄存器阵列三部分组成,现将各部分功能简述如下:

1. 运算器

运算器又称算术逻辑单元 ALU (Arithmetic Logic Unit),是专门执行算术和逻辑运算的部件。典型的操作有加、减、逻辑“与”、逻辑“或”、逻辑“异或”、比较、增 1、减 1、求反、求补、移位、位测试、置位和复位等。

ALU 有两个输入端,连接参加运算的两个操作数,通常,一个来自累加器 A (Accumulator),另一个与内部总线相连,可以是数据寄存器 DR (Data Register) 中的内容,也