



高等专科学校规划教材

中国计算机学会大专教育学会推荐出版

计算机组成原理

马玉良 唐锐 华良杰 编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.co.cn>

高等专科学校规划教材

计算机组成原理

马玉良 唐锐 华良杰 编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系电子类高等专科学校计算机专业统编教材之一,由大专计算机专业教材编审委员会审定推荐出版。

本书共分七章。内容通俗易懂,深入浅出,易于教学。对计算机组成作了全面、深入的介绍,并配有习题。

本书是计算机及应用专业的必读教材,还可作为其他非计算机专业的教材,也可供从事计算机工作的各类人员作参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理/马玉良等编. - 北京:电子工业出版社,1997.10

高等专科学校规划教材

ISBN 7-5053-3852-8

I. 计… II. 马… III. 电子计算机-基本知识-高等学校-教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 33592 号

丛 书 名: 高等专科学校规划教材

书 名: 计算机组成原理

编 者: 马玉良 唐 锐 华良杰

责任编辑: 张凤鹏

特约编辑: 天 马

印 刷 者: 北京大中印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.5 字数: 448 千字

版 次: 1997 年 10 月第 1 版 2000 年 6 月第 6 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-3852-8
G·292

定 价: 21.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的有关规定,在电子工业部教材办的组织与指导下,按照教材建设适应“三个面向”的需要和贯彻国家教委关于“以全面提高教材质量水平为中心、保证重点教材,保持教材相对稳定,适当扩大教材品种,逐步完善教材配套”的精神,大专计算机专业教材编审委员会与中国计算机学会教育专业委员会大专教育学会密切合作,于1986~1995年先后完成了两轮大专计算机专业教材的编审出版工作,共出版教材48种,从而较好地解决了全国高等学校大专层次计算机专业教材需求问题。

为及时使教材内容更适应计算机科学与技术飞速发展的需要以及在管理上适应国家实施“双休日”后的教学安排、在速度上适应市场经济发展形势的需要,在电子工业部教材办的指导下,大专计算机专业教材编委会、中国计算机学会大专教育学会与电子工业出版社密切合作,从1994年7月起经过两年的努力制定了1996~2000年大专计算机专业教材编审出版规划。

本书就是规划中配套教材之一。

这批书稿都是通过教学实践,从师生反映较好的讲义中经学校选报,编委会评选择优推荐或认真遴选主编人,进行约编的。广大编审者,编委和出版社编辑为确保教材质量和如期出版,作出了不懈的努力。

限于水平和经验,编审与出版工作中的缺点和不足在所难免,望使用学校和广大师生提出批评建议。

中国计算机学会教育委员会大专教育学会
电子工业出版社

附:先后参加全国大专计算机教材编审工作和参加全国大专计算机教育学会学术活动的学校名单:

上海科技高等专科学校
上海第二工业大学
上海科技大学
上海机械高等专科学校
上海化工高等专科学校
复旦大学
南京大学
上海交通大学
南京航空航天大学
扬州大学工学院
济南交通专科学校
山东大学
苏州市职工大学
国营 734 厂职工大学
南京动力高等专科学校
南京机械高等专科学校
南京金陵职业大学
南京建筑工程学院
长春大学
哈尔滨工业大学
南京理工大学
上海冶金高等专科学校
杭州电子工业学院
上海电视大学
吉林电气化专科学校
连云港化学矿业专科学校
电子工业部第 47 研究所职工大学
福建漳州大学
扬州工业专科学校
连云港职工大学
沈阳黄金学院
鞍钢职工工学院
天津商学院
国营 738 厂职工大学
湖南计算机高等专科学校
中国保险管理干部学院

北京广播电视大学
天津职业技术师范学院
天津市计算机研究所职工大学
山西大众机械厂职工大学
河北邯郸大学
沈阳机电专科学校
北京燕山职工大学
国营 761 厂职工大学
山西太原市太原大学
大连师范专科学校
江苏无锡江南大学
上海轻工专科学校
上海仪表职工大学
常州电子职工大学
国营 774 厂职工大学
西安电子科技大学
电子科技大学
河南新乡机械专科学校
河南洛阳大学
郑州粮食学院
江汉大学
武钢职工大学
湖北襄樊大学
郑州纺织机电专科学校
河北张家口大学
河南新乡纺织职工大学
河南新乡市平原大学
河南安阳大学
河南洛阳建材专科学校
开封大学
湖北宜昌职业大学
中南工业大学
国防科技大学
湖南大学
湖南零陵师范专科学校
湖北鄂州职业大学

湖南税务高等专科学校
湖南二轻职工大学
湖南科技大学
湖南怀化师范专科学校
湘穗电脑学院
湖南纺织专科学校
湖南邵阳工业专科学校
湖南湘潭机电专科学校
湖南株洲大学
湖南岳阳大学
湖南商业专科学校
长沙大学
长沙基础大学

湖北十堰大学
贵阳建筑大学
广东佛山大学
广东韶关大学
西北工业大学
北京理工大学
华中工学院汉口分院
烟台大学
安徽省安庆石油化工总厂职工大学
湖北沙市卫生职工医学院
化工部石家庄管理干部学院
西安市西北电业职工大学
湖南邵阳师范专科学校

前 言

本书是中国计算机学会大专教育学会大专计算机“九五”编写计划系列教材之一,并由全国大专计算机教材编审委员会负责征稿、审定、推荐出版。责任编辑唐俊杰。

根据教材编审委员会的要求,本教材总学时数安排 60 学时,其中理论教学为 50 学时,实验 10 学时。

全书共分七章。第一章概述计算机的基础知识及计算机的发展情况,旨在建立一个“整机”概念。第二章运算方法和运算器,从讨论运算方法入手,了解运算器的组成和工作原理。第三章介绍存储系统,包括存储器的组成和存储系统的构成,进而了解存储器的工作过程及如何解决速度、容量、价格的问题。第四章指令系统,是以 Intel 80286/80386 为例,介绍指令系统及寻址方式。在第五章控制器中,主要讲述组合逻辑控制器和微程序控制器,进一步掌握计算机自动工作的原理。第六章计算机外围设备和接口,介绍 I/O 设备的工作原理和 I/O 设备与主机的接口。第七章输入输出系统,讲述数据传输的方法。

本教材由马玉良编写第五、七章,由唐锐编写一、二、四章,华良杰编写三、六章,由马玉良统编全稿。本书由张文国担任主审。由于编者水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 计算机发展简史	(1)
一、计算机的发展过程	(1)
二、计算机的分类	(2)
第二节 计算机组成和工作原理	(3)
一、计算机的基本组成	(3)
二、机器指令与汇编语言	(3)
三、总线结构	(4)
四、计算机的工作过程	(4)
第三节 计算机系统的组成	(7)
一、计算机硬件系统	(7)
二、计算机软件系统	(7)
三、计算机系统层次结构	(8)
四、计算机系统结构的分类	(10)
五、计算机系统结构的发展	(11)
第四节 计算机的特点与应用	(12)
一、计算机的特点	(12)
二、计算机的主要性能指标	(13)
三、计算机的应用	(13)
习题	(16)
第二章 运算方法和运算器	(17)
第一节 数据与字符在计算机中的表示方法	(17)
一、数值数据的表示方法	(17)
二、字符数据的表示方法	(23)
第二节 定点补码加、减法运算	(24)
一、补码运算基础	(24)
二、变形补码与溢出判断	(26)
三、定点补码的加法运算	(27)
四、定点补码的减法运算	(28)
第三节 定点乘法运算	(28)
一、带符号的二进制数移位操作	(29)
二、原码一位乘法	(30)
三、补码两位乘法	(32)
第四节 定点除法运算	(36)
一、原码一位除法	(36)
二、补码一位除法	(41)
第五节 浮点四则运算与双精度运算	(44)

一、浮点加、减法运算	(44)
二、浮点乘、除法运算	(48)
三、双精度四则运算	(49)
第六节 逻辑运算	(51)
第七节 定点运算器的组成和结构	(53)
一、加法器及其进位系统	(53)
二、算术逻辑运算单元(ALU)	(60)
三、定点运算器的组成	(64)
四、定点运算器的基本结构	(65)
五、定点运算器举例	(66)
第八节 浮点运算器举例	(68)
习题	(68)
第三章 存储系统	(71)
第一节 存储器概述	(71)
一、存储器的分类和性能指标	(71)
二、主存储器的组成与工作原理	(73)
三、存储系统的层次结构	(75)
第二节 半导体随机存储器	(76)
一、半导体存储单元电路	(77)
二、存储器芯片的结构	(79)
三、半导体随机存储器	(85)
第三节 半导体只读存储器	(90)
一、掩膜式只读存储器(MROM)和可编程只读存储器(PROM)	(90)
二、可擦除可编程只读存储器(EPROM)	(91)
三、电擦除可编程只读存储器(E ² PROM)	(92)
四、闪存存储器	(95)
第四节 并行存储器	(98)
一、相联存储器	(98)
二、多体交叉访问存储器	(100)
三、双端口存储器	(101)
第五节 高速缓冲存储器	(104)
一、Cache 工作原理	(104)
二、映像函数	(105)
三、替换算法	(107)
四、Cache 存储器举例	(108)
第六节 虚拟存储器	(109)
一、虚拟存储器中的地址变换	(109)
二、虚拟存储系统举例	(112)
第七节 辅助存储器	(114)
一、磁性材料存储原理	(115)
二、磁盘存储器	(117)
三、磁带存储器	(122)
四、光盘存储器	(123)

习题	(126)
第四章 指令系统与寻址方式	(129)
第一节 指令格式	(129)
一、指令字长度	(129)
二、操作码及其扩展技术	(130)
三、地址码	(131)
第二节 指令和数据的寻址方式	(133)
一、指令的寻址方式	(133)
二、操作数的寻址方式	(133)
第三节 Intel 80286/80386 寻址方式举例	(141)
第四节 指令系统的要求和发展	(143)
一、对指令系统的要求	(143)
二、指令系统的发展	(144)
第五节 指令系统的分类和指令功能	(145)
一、数据传送指令	(145)
二、算术运算指令	(145)
三、逻辑运算指令	(146)
四、移位操作指令	(146)
五、堆栈操作指令	(146)
六、字符串处理指令	(147)
七、转移指令	(147)
八、子程序调用与返回指令	(149)
九、陷阱(Trap)和陷阱指令	(150)
十、输入/输出指令	(150)
习题	(151)
第五章 控制器原理	(153)
第一节 中央处理器的功能与组成	(153)
一、中央处理器的功能	(153)
二、中央处理器的结构	(154)
三、CPU 内部数据通道	(155)
第二节 控制器的功能和组成	(157)
一、控制器的功能	(157)
二、控制器的组成	(159)
三、控制方式	(160)
第三节 单总线结构的操作过程	(162)
一、从主存储器中读一个字的信息	(163)
二、把一个字写入存储器	(163)
三、寄存器间的传送	(164)
四、执行算术或逻辑操作	(164)
五、指令的执行过程	(165)
第四节 组合逻辑控制器原理	(167)
一、组成概述	(167)
二、设计举例	(167)

三、PLD 控制逻辑	(172)
第五节 微程序控制器的原理及设计	(177)
一、微程序控制的基本概念	(178)
二、微指令的编码方法	(180)
三、微指令地址的形成	(181)
四、微程序设计	(185)
五、具有下地址域的微指令	(189)
第六节 流水线处理器	(194)
一、流水线处理器的原理	(194)
二、流水线中的数据相关、程序转移和中断	(196)
第七节 简化指令系统计算机——RISC	(197)
一、RISC 的发展和特点	(197)
二、RISC 的指令系统	(197)
三、RISC 硬件结构	(198)
四、RISC 技术展望	(200)
习题	(201)
第六章 外围设备和接口	(203)
第一节 系统总线	(203)
一、总线的概念和分类	(203)
二、常见的总线结构	(204)
三、输入、输出设备与主机的连接	(206)
第二节 接口的基本功能和类型	(207)
一、接口的基本功能	(207)
二、接口的类型	(207)
三、并行和串行接口	(209)
第三节 输入输出设备概述	(212)
一、输入设备	(212)
二、输出设备	(212)
三、外存储器设备	(212)
四、A/D、D/A 设备	(212)
五、数据终端设备	(212)
六、数据通信设备	(212)
第四节 输入设备	(213)
一、键盘	(213)
二、光学字符识别设备	(215)
三、图形图像输入设备	(216)
四、语音识别	(218)
第五节 输出设备	(219)
一、打印设备	(219)
二、显示器	(227)
习题	(234)
第七章 输入输出系统	(235)
第一节 输入、输出系统概述	(235)

一、输入、输出设备的寻址方式	(235)
二、输入、输出数据传送的控制方式	(236)
第二节 程序直接控制方式	(239)
第三节 程序中断方式	(241)
一、中断的基本概念	(241)
二、中断的基本类型	(242)
三、中断源的建立和中断信号的传递	(243)
四、中断的判优排队	(244)
五、中断的开放与屏蔽	(247)
六、中断响应	(248)
七、中断处理	(250)
八、外围接口中的中断控制逻辑	(251)
九、中断传送过程	(253)
第四节 直接存储器存取(DMA)方式	(254)
一、DMA 接口的组成	(255)
二、DMA 控制器的功能	(256)
三、DMA 操作步骤	(257)
四、DMA 传送方式举例——软盘接口	(257)
第五节 通道控制方式	(258)
一、通道控制概述	(258)
二、通道类型	(260)
第六节 输入、输出处理机	(262)
习题	(264)
参考文献	(265)

第一章 绪 论

本章首先概括地介绍一下电子数字计算机(以下简称计算机)的发展过程。然后在介绍计算机基本组成的同时,着重阐述“存储程序”的概念,并从这一概念入手,粗线条地描述计算机的工作原理,并引入“总线”概念。接着介绍计算机系统的组成。最后叙述计算机的特点、性能及应用。通过本章的学习,使读者能从整体看局部,再通过以后各章的学习,将局部连成整体,从而建立起一个“整机”概念。

第一节 计算机发展简史

由于科学技术的不断发展,迫切需要计算速度快、精度高并且能够自动处理信息的新型电子设备。早期的计算工具有中国人独创的算盘,它采用十进制,灵活方便,但是它只能进行纯数字计算;1642年,法国科学家 B. Pascal 设计了能实现加减法的机械计算机;40年代初期,德国工程师 Komrad Zuse 采用继电器制造了 Z-3 机电式程控计算机,该种计算机运用了二进制数,二进制运算法则是德国数学家 Leibniz GW 从中国古代的八卦图中受到启迪而提出的。数字式计算工具的发展为后来数字计算机的发展奠定了理论和技术基础。

一、计算机的发展过程

第二次世界大战期间,美国为了军事上的需要,急需高速、准确的计算工具来解决弹道计算问题,于是投入巨资研制新型计算工具。1946年,由宾夕法尼亚大学的 John Mauchly 和 J. Peckert 领导的研制小组成功地研制了世界上第一台电子数字计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator)。它使用了 18000 多个电子管,耗电 150 千瓦,占地而积达 150 平方米,重约 30 吨,运算速度达到每秒钟 5000 次加法运算。

第一台电子数字计算机的诞生,具有划时代的意义,为计算机今后的发展奠定了技术基础。计算机诞生至今仅有 50 年的历史,由于它卓越的功能,吸引越来越多的人对此进行研究开发,使其正以惊人的速度飞速发展。50 年来,计算机的发展已经经历了四代,正在向第五代发展。在推动计算机发展的众多因素中,电子器件的发展起着决定性的作用,可以说每当电子器件向前迈进一步,计算机技术亦随之发展;其次是计算机系统结构和计算机软件的发展也起着重大作用。

第一代计算机(1946年~1958年)。这一代计算机的主要特点是:基本逻辑部件采用电子管,主存储器采用磁鼓或磁芯,外存储器采用磁带,数据表示主要是定点数,程序编制采用机器指令或汇编语言,运算速度一般为每秒几千次至几万次,主要用于科学计算。虽然这一代计算机体积大、功耗高、价格昂贵而且可靠性差,但是它确立了计算机技术的发展基础。有代表性的机器是冯·诺依曼的 IAS 计算机。

第二代计算机(1958年~1964年)。这一代计算机的主要特点是:基本逻辑部件采用晶体管分立元件,主存储器仍然采用磁芯,外存储器开始出现了磁盘,运算方式采用了浮点运算,其运算速度提高到每秒十万次至数百万次。在这一时期,软件有了很大的发展,各种高级语言和

编译程序的相继问世,使得数据处理变得相对方便。体积、功耗、价格都有所下降,可靠性得以提高。这一时期代表性的机器如 IBM7094。

第三代计算机(1964年~1975年)。其主要特点是:由中、小规模集成电路(IC)代替了分立元件晶体管作为基本逻辑元件,用半导体存储器代替了磁芯作为主存储器,外存储器仍然用磁盘,采用了微程序设计技术,软件技术进一步成熟,出现了操作系统等系统软件;计算速度进一步提高,可达每秒数百万~数千万次。性能/价格比上升,应用领域不断扩大,出现了系列化计算机。有代表性的计算机如 IBM 360 系列以及 DEC 公司的 PDP-8 等。

第四代计算机(1975年至今)。这一代计算机采用了大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI),主存储器普遍采用了半导体存储器,在系统结构方面及软件方面都有了很大的发展,如分布式计算机系统、数据库系统,平均运算速度达到每秒一千万次以上,进一步提高了机器的性能,有代表性的计算机如 IBM4300 系列等。

第四代计算机的另一重要方面是微型计算机的出现。1971年下半年,由英特尔(Intel)公司成功地研制出第一台微型计算机 MCS-4。从那时起,微型计算机的发展非常迅速,并且体积小、功耗低、价格便宜,功能不断完善。

在微型计算机发展过程中,个人计算机(Personal Computer 简称 PC)的出现促进了计算机应用的普及。1975年世界上出现了第一台个人计算机是由美国苹果(APPLE)公司生产的 APPLE II。80年代初期 IBM 公司率先在 IBM PC 机使用了 Intel 8088 CPU,并将其投放了市场。随后英特尔公司又相继推出了 386、486、PENTIUM(586),使之成为 PC 机的主导产品。

第五代计算机是智能型计算机,是以人工智能为基础。也就是说利用计算机来模拟人的某些思维过程和智能行为,如模式识别、自然语言理解、专家系统、绘画系统等。目前,美国、日本等国家都投入了大量的人力、物力和财力来研制的第五代计算机是一个知识信息处理系统。

计算机经过了几十年的发展。随着计算机的广泛应用,也看到了它存在的问题。比如计算机虽然有极高的运算速度和极大存储容量,但是“感觉器官”很不发达,只能靠几种输入设备去接收外部的信息,这就限制了计算机功能的进一步发挥;从计算机的“思维”来看,计算机采用的是事先编制好的程序,没有总结经验和自我完善的能力,同时,计算机只能按一种“不是即非”的逻辑工作,无法理解人类广泛使用的模糊概念。要使计算机能发挥出更大的作用,具有广泛的问题求解能力,我们必须为它配置高级人-机接口,还要它具有解决问题的能力,还具有高级的推理能力。使得计算机智能化正是第五代计算机要实现的目标。

二、计算机的分类

计算机按照不同的原则可以有多种分类方法,主要介绍以下三种。

按信息的处理方式可分为:数字计算机、模拟计算机和混合计算机。计算机所处理的电信号在时间上是离散的,这种计算机是数字计算机,通常所说的计算机都是指数字计算机。面处理的电信号在时间上是连续的计算机是模拟计算机,其特点是数值由连续量来表示。混合计算机是取数字计算机和模拟计算机的长处,既有数字量又有模拟量,这种计算机结构复杂,设计也有一定难度。

按照计算机用途可分为:通用计算机和专用计算机。通用计算机主要用于科学计算、数据处理和信息管理等方面,其通用性强,现在一般所指的计算机都是通用计算机。专用计算机则是用于军事、工业控制等方面的专用设备,是为解决某一特定问题而专门设计的计算机,可靠性高。

按计算机规模可分为：巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机和单片机。这种划分是根据计算机体积、运算速度、性能指标、功耗、价格等来综合评价的。中、大型和巨型计算机有很强功能的系统软件，有丰富的外部设备和通信接口；小型和微型计算机的出现打开了在控制领域应用计算机的局面，并掀起了计算机普及的浪潮，这类计算机性能较好，价格便宜。由于采用了大规模集成电路技术，小型机已经微型化，可靠性得到提高。单片计算机就是将运算、控制、少量RAM单元及部分接口电路集成在一块芯片上，由于单片计算机体积小、价格低，在测试和控制方面得到广泛应用。

第二节 计算机组成和工作原理

计算机之所以能自动连续地工作，是采用了“存储程序”的概念。这个概念是美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(John Von Neumann)在1946年提出的。其中心思想是：将程序和原始数据事先存放在主存储器中。这样计算机就能够自动地从主存储器中取出指令加以执行，这就是计算机自动连续工作的基础。

一、计算机的基本组成

在讨论计算机基本组成之前，我们先看一看人工求解问题的过程。对于一般问题，通常是先找到解决问题的方法，然后通过计算工具进行计算，并将结果记录下来。通过这个过程可以看到，计算工具相当于“运算器”；笔将题目记录在纸上，所以此时的笔相当于“输入设备”；纸相当于“存储器”；再用笔将结果记录在纸上，此时的笔相当于“输出设备”；而思考解决问题方法的大脑相当于“控制器”。

几十年来，计算机一直是按冯·诺依曼提出的设计思想发展的，其基本思想主要是：

- (1) 采用二进制表示数据和指令；
- (2) 将编制好的程序和原始数据送入主存储器中，然后启动计算机工作；
- (3) 计算机应包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部件，并规定了各基本部件的功能。

冯·诺依曼思想被看作计算机发展史上的里程碑，直到现在各类计算机的基本组成均属于冯·诺依曼型。计算机基本组成如图1-1所示。

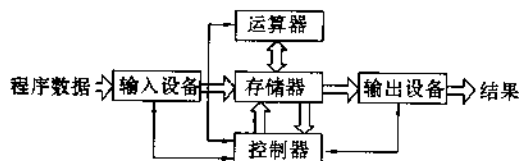


图 1-1 计算机基本组成框图

二、机器指令与汇编语言

机器语言是一种面向计算机硬件的一种语言，不需要翻译而直接供机器使用，各种型号计算机的机器语言都有差异。机器语言中的每一条语句即为机器指令，实际上是一组二进制形式的指令代码，由操作码和地址码组成，并由不同的操作码来表示不同的机器指令，完成不同的基本操作。由于机器语言采用二进制的形式表示，用机器语言编写的程序，可由计算机直接运

行,与其他语言相比,机器语言程序运行速度快,但编写机器语言程序难度大,不易查错。

因为机器指令采用二进制来表示,不便于记忆,所以采用助记符替代操作码,用符号地址替代地址码,这种符号化处理后的语言称为汇编语言。汇编语言也是一种面向计算机硬件的一种语言,但是用这种语言编写的程序,机器不能直接识别,这就需要有一种翻译程序将其翻译成机器语言程序(二进制代码),然后机器方可执行,这样的过程称为“汇编”。

由此可见,汇编语言程序比机器语言程序易读、易查、易修改,也保留了机器语言执行速度快的优点。但这种语言也依赖计算机的具体型号,所以汇编语言同机器语言一样,都不具有通用性和可移植性,均属于低级语言。

三、总线结构

将上述计算机基本组成中的五个部件,用一组导线按某种方式连接起来,构成一个可使用的系统,这一组导线称为连接总线(BUS)。它负责各部件之间的数据信息和控制信号的传递,因此总线包括地址总线、数据总线和控制总线。

计算机的组成结构形式取决于计算机各部件的功能和整机系统的性能要求,不同的机器采用不同的组织结构形式。通常我们考虑三种常用的结构。

1. 单总线结构

如图 1-2 所示,用一组总线将所有的部件连接起来,使各功能部件以同等地位、相同的方式通过该总线与另一功能部件通信。这种结构的缺点在于负载大,信息传输速率受到限制,所以只有用于小型计算机或微型计算机中。

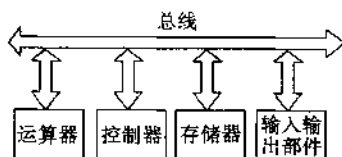


图 1-2 单总线结构

2. 双总线结构

由于单总线结构的数据传输速度受到限制,影响了整个计算机的工作效率。为解决这一问题可以采用双总线结构,这样在同一时刻,能使两条总线并行工作,提高了工作速度。

3. 多总线结构

为了解决主机(CPU 和主存储器)和外部设备的速度不匹配问题,还可以采用多总线结构。虽然这种结构可以提高主机和外设的并行工作能力,但在设计与实现上增加了难度。

有关总线结构的详细介绍参看第六章第一节。

四、计算机的工作过程

在介绍计算机的工作过程之前,先介绍计算机五大部件的功能。由于各类计算机都是根据以“存储程序”为基本原理的冯·诺依曼的思想来设计的,所以基本配置是相同的,即有五大

部件。

1. 运算器

运算器是进行算术运算和逻辑运算的部件。其任务是对二进制信息进行加工处理。

运算器通常由算术逻辑运算部件(ALU)、寄存器组及控制数据传送电路组成。其示意图如图 1-3 所示。算术逻辑运算部件可以具体完成算术运算和逻辑运算,其核心部分是加法器。寄存器组可以暂存数据,一个寄存器能存放一个数据。

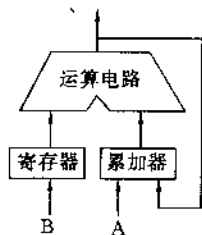


图 1-3 运算器结构示意图

2. 控制器

控制器是统一指挥和控制计算机各部件进行工作的中央机构,控制和协调整机各功能部件工作。它根据人们预先确定的操作步骤,产生各种控制信号,然后向其他部件发出相应的操作命令和控制信号,控制各部件有条不紊地工作。

控制器主要由指令部件、时序部件、控制信号形成部件组成。其示意图如图 1-4 所示。把从主存储器中取出的指令暂存在指令部件中,对指令进行译码,以便确定该指令所指明的计算机操作。时序部件能产生各种时序信号,使操作命令有序地发送,才能使机器协调地工作。控制信号形成部件是控制器的核心部件,其功能是产生各种控制信号。可以采用两种方式产生控制信号:一种是组合逻辑电路的方法;另一种是微程序技术。

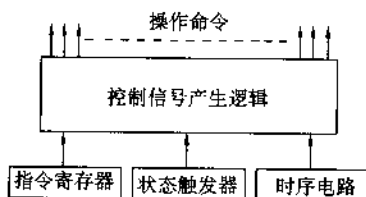


图 1-4 控制器结构示意图

3. 存储器

存储器是用来存放程序和数据的部件,具有“记忆”功能。它的基本功能是按照指定的位置“存入”或“取出”信息。

存储器主要由地址寄存器、数据寄存器、存储体及读写控制电路组成。其示意图如图 1-5 所示。地址寄存器存放“读”、“写”数据的地址;数据寄存器存放要进行“读”、“写”的数据。存储体中有若干个存储单元,每个存储单元中可以存放一个数据或一条指令。

存储器的两个基本操作是读出和写入。不论进行哪种操作,都应当先知道存储单元的地址,为了区分存储体中的多个存储单元,就为每个存储单元进行编号,这个编号就称为存储单