

高等职业教育“十三五”规划教材

JISUANJI

ZUCHENG YUANLI

# 计算机组成原理

主 编 巩晓云 李 鹏

副主编 王福文 马启元



北京邮电大学出版社  
www.buptpress.com

高等职业教育“十三五”规划教材

# 计算机组成原理

主 审 仲崇俭 裴 杭  
主 编 巩晓云 李 鹏  
副主编 王福文 马启元



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

## 内 容 简 介

本书主要以计算机为主线,系统介绍了计算机硬件系统的基本概念、工作原理、组成结构和设计方法。全书共8章,主要内容包括计算机概述、数据的表示、运算方法与运算器、指令系统、中央处理器、存储器、系统总线 and 输入输出系统。

全书内容充实、思路清晰、概念明确、重点突出、通俗易懂,并有大量实例,设计了三种环境的实验设计,并提供相应的电子课件和虚拟实验系统。

本书可作为高职高专学校计算机及相关专业计算机组成原理课程的教材,也可作为有关专业研究生或计算机工程技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理 / 巩晓云, 李鹏主编. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2016. 8  
ISBN 978-7-5635-4856-9

I. ①计… II. ①巩…②李… III. ①计算机组成原理—高等教育—教材 IV. ①TP301

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 178320 号

---

书 名: 计算机组成原理  
著作责任者: 巩晓云 李 鹏 主编  
责任编辑: 满志文 郭子元  
出版发行: 北京邮电大学出版社  
社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号 (邮编: 100876)  
发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578  
E-mail: publish@bupt.edu.cn  
经 销: 各地新华书店  
印 刷:  
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16  
印 张: 12.5  
字 数: 325 千字  
版 次: 2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-5635-4856-9

定 价: 30.80 元

· 如有印装质量问题, 请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

# 前 言

计算机组成原理在计算机领域中的地位十分重要，是一门十分重要的理论与实践技术相结合的专业基础课程。计算机的组成及运行原理的思想已经渗透到由计算机衍生出来的很多领域。要想真正理解软件，就必须理解硬件，两者共存于计算机系统中。

本书深入浅出、系统全面地介绍了计算机系统的各个组成部分及工作原理。全书共分 8 章，第 1 章介绍计算机的基本概念和计算机系统的硬件、软件组织；第 2 章介绍计算机中数据信息和指令信息的表示方法；第 3 章介绍运算方法和运算器；第 4 章介绍指令系统中指令格式，寻址方式及指令的执行方式；第 5 章介绍计算机的中央处理器的工作过程和方式；第 6 章介绍存储器的主要性能指标和常用的存储器类型；第 7 章介绍系统总线，以及中断和 DMA 等 I/O 传送控制机制；第 8 章介绍常用输入/输出设备的工作原理及信息转换过程。

本书以理论基础为主，以实验设计和课后习题的方式将理论与实践紧密结合，使学生更好地理解计算机中各个组成部分的作用。本书结构清晰，易教易学，实例丰富，可操作性强，注重能力的培养，对在学习过程中常见的重点和难点进行了全面讲解，以帮助读者更好地掌握计算机组成原理的基本知识。通过本书的学习，读者不仅可以了解和掌握计算机的工作原理以及汇编语言程序设计的基本方法，更重要的是，通过了解计算机各个系统组成和内在规律，培养读者解决问题的能力、计算思维和创新意识。

在本书编写过程中参考了大量相关文献，编者对这些文献的作者深表感谢。由于编者水平有限，书中疏漏和错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

<b>第 1 章 计算机概述</b> .....	1
1.1 计算机简介 .....	1
1.1.1 计算机定义和特性 .....	1
1.1.2 计算机的分类 .....	1
1.1.3 计算机的应用 .....	2
1.2 计算机发展简史 .....	2
1.3 计算机的组成与结构 .....	3
1.3.1 计算机系统的基本组成 .....	3
1.3.2 计算机系统的层次结构 .....	6
1.4 实验设计 .....	8
1.4.1 计算机硬件的组成 .....	8
1.4.2 自控/计控原理实验机的硬件组成.....	8
1.4.3 EL 实验机的硬件组成 .....	9
习题 1 .....	11
<b>第 2 章 运算基础</b> .....	12
2.1 逻辑电路基本.....	12
2.2 数值数据的编码表示.....	15
2.2.1 数制和数制转换.....	15
2.2.2 数据的编码和表示.....	19
2.2.3 机器数表示形式的变换.....	25
2.2.4 十进制数的二进制编码表示.....	27
2.3 非数值数据的编码表示.....	28
2.3.1 逻辑数据.....	28
2.3.2 西文字符.....	28
2.3.3 汉字字符.....	29
2.3.4 多媒体信息.....	30
2.4 检错码和纠错码.....	31
2.4.1 奇偶校验码.....	31
2.4.2 海明校验码.....	32
2.4.3 CRC 校验码 .....	34
2.5 实验设计.....	36

2.5.1 PC 中的寄存器组 .....	36
2.5.2 AEDK 实验机的寄存器组 .....	38
2.5.3 EL 实验机的寄存器组 .....	43
习题 2 .....	46
<b>第 3 章 机器数的运算方法和运算器 .....</b>	<b>47</b>
3.1 加法器 .....	47
3.1.1 半加器与全加器 .....	47
3.1.2 串行进位与并行进位 .....	48
3.1.3 算术逻辑运算部件 .....	51
3.2 机器数的加减法运算 .....	55
3.2.1 原码加减法 .....	55
3.2.2 补码加减法 .....	55
3.2.3 溢出及检测 .....	56
3.2.4 补码加减法运算器 .....	57
3.3 定点乘法运算 .....	58
3.3.1 原码一位乘法运算 .....	58
3.3.2 原码两位乘法运算 .....	60
3.3.3 补码一位乘法运算 .....	62
3.3.4 补码两位乘法运算 .....	63
3.3.5 阵列乘法器 .....	64
3.4 定点除法运算 .....	65
3.4.1 定点原码除法运算 .....	65
3.4.2 定点补码除法运算 .....	68
3.4.3 阵列除法器 .....	69
3.5 浮点数的算术运算 .....	69
3.5.1 浮点数加减法运算 .....	70
3.5.2 浮点数乘、除法运算 .....	71
3.6 十进制数加法、减法 .....	71
3.7 实验设计 .....	74
3.7.1 PC 中的运算器 .....	74
3.7.2 AEDK 实验机的运算器 .....	75
3.7.3 EL 实验机的运算器 .....	78
习题 3 .....	80
<b>第 4 章 指令系统 .....</b>	<b>82</b>
4.1 指令格式和寻址方法 .....	82
4.1.1 指令格式 .....	82
4.1.2 寻址方式 .....	82
4.1.3 指令的种类 .....	84

4.2 指令编码	85
4.3 格式设计举例	87
4.4 指令的执行	88
4.4.1 指令部件	89
4.4.2 指令的执行方式	89
4.5 CISC 和 RISC	90
4.6 实验设计	91
4.6.1 PC 的指令系统	91
4.6.2 AEDK 实验机的指令系统	91
4.6.3 EL 实验机的指令系统	95
习题 4	98
<b>第 5 章 中央处理器</b>	<b>100</b>
5.1 中央处理器的结构与功能	100
5.1.1 中央处理器的功能	100
5.1.2 中央处理器的基本结构	100
5.1.3 中央处理器的控制流程	102
5.1.4 中央处理器的时序控制方式	103
5.2 指令执行过程	103
5.3 控制器的设计	106
5.3.1 组合逻辑控制器	107
5.3.2 PLA 控制	109
5.3.3 微程序控制器	109
5.4 实验设计	121
5.4.1 PC 中程序的执行	122
5.4.2 AEDK 实验机的控制器	122
5.4.3 EL 实验机的控制器	126
习题 5	133
<b>第 6 章 存储器</b>	<b>134</b>
6.1 存储器概述	134
6.1.1 存储器的基本概念	134
6.1.2 存储器的性能指标	134
6.1.3 存储器的分类	135
6.2 半导体读写存储器	136
6.2.1 半导体基本存储单元	136
6.2.2 半导体 RAM 芯片	138
6.2.3 用存储芯片构成主存储器	141
6.3 半导体只读存储器	145
6.3.1 掩膜只读存储器 (Masked ROM)	145

6.3.2	可编程 ROM (PROM)	146
6.3.3	可擦除和编程的 ROM (EPROM)	147
6.3.4	电擦除电改写只读存储器 (EEPROM)	147
6.4	主存储器	147
6.4.1	容量	148
6.4.2	时间	148
6.4.3	周期	148
6.4.4	主存分类	148
6.5	高速缓冲存储器	148
6.5.1	工作原理	149
6.5.2	映像方式	149
6.5.3	替换算法	154
6.6	虚拟存储器	156
6.6.1	虚拟存储器的概念	156
6.6.2	虚拟存储器的基本管理方法	156
6.6.3	磁表面存储器	158
6.6.4	光盘存储器	159
6.7	实验设计	161
6.7.1	PC 中的存储器	161
6.7.2	AEDK 实验机的存储器	164
6.7.3	EL 实验机的存储器	166
	习题 6	167
<b>第 7 章</b>	<b>系统总线</b>	<b>169</b>
7.1	总线概述	169
7.1.1	总线的分类	169
7.1.2	总线的工作原理	170
7.1.3	总线的主要性能参数	171
7.2	总线的通信	171
7.3	总线接口	175
7.3.1	总线接口的概念	175
7.3.2	常用的总线接口	176
	习题 7	180
<b>第 8 章</b>	<b>输入/输出系统</b>	<b>181</b>
8.1	输入/输出系统概述	181
8.1.1	输入/输出系统工作原理	181
8.1.2	输入/输出方式	181
8.2	输入/输出接口	182
8.2.1	接口的功能	182

---

8.2.2 接口的分类 .....	183
8.2.3 接口的组成结构 .....	183
8.2.4 CPU 与 I/O 接口之间的数据交换方式 .....	184
8.3 外部设备 .....	186
8.3.1 常用输入设备 .....	186
8.3.2 常用输出设备 .....	187
8.4 实验设计 .....	189
习题 8 .....	190

# 第 1 章 计算机概述

计算机是人类的伟大创造。从 20 世纪 40 年代出现以来,计算机应用如此广泛,对人类和社会的发展带来深远的影响。

## 1.1 计算机简介

### 1.1.1 计算机定义和特性

计算机是一种信息处理工具。

计算机处理的信息形式是多种多样的,可以是数值、文字、图形、图像、声音、视频等多种不同类型的信息。计算机处理信息的多样化,反映了计算机用途的广泛性。

计算机系统除了对信息进行算术运算和逻辑运算外,还能进行搜索、识别、变换,甚至联想、思考和推理等。随着计算机技术的不断发展,其处理功能会越来越强。

计算机系统具有以下特性:

(1) 速度快。计算机采用高速电子器件,能以极高的速度工作。计算机的运算速度从最初每秒几千次加法运算到现在的每秒万亿次,甚至百万亿次的浮点运算,还可以进行大信息量的处理和复杂运算,在社会各领域得到大量应用,提高了人类的工作效率,取得了重大的经济与社会效益。

(2) 通用性强。计算机能够处理范围相当广泛的各类信息,所处理的信息具有多样性。因此,计算机的应用广泛,现已深入到工业、农业等各个行业,具有极强的通用性。

(3) 运算精度高。计算机具有高速、高精度的硬件基础,用户在解决现实世界中相应问题时,通过设计正确的算法,编制成高效、准确的程序,就能在计算机上得到准确的结果。

### 1.1.2 计算机的分类

自计算机问世以来,有了很大的发展,各种类型的计算机层出不穷。从不同的标准、不同的角度出发,计算机有多种分类方法。

按计算机所处理对象的表示形式不同,可以分成模拟计算机与数字计算机两类。模拟计算机是对连续变化的直流电压、电流或电荷,进行加、减、乘、除、微分、积分等数学运算的解算装置。数字计算机是一种能自动对用离散符号表示的数字化信息进行处理的通用装置。数字计算机比模拟计算机速度快、精度高、应用更广泛。目前,一般意义上的计算机指的是数字计算机。也可以把模拟计算机与数字计算机结合起来,组成混合计算机。

计算机按其用途来分可以分成专用机和通用机两类。专用机是针对某一特定领域设计的系统,针对特定的应用任务进行了优化,对于特定的用途而言,最经济、最有效,但适应性差。通用机能完成各种计算任务,适应性强,但是对某一特定用途,则工作效率不是最佳。

根据计算机的规模、性能来分,又可分为巨型机、大型机、小型机、微型机等多种类型。巨

型机是计算机家族中速度最快、性能最高、技术最复杂、价格也是最贵的一类计算机,也称超级计算机。大型机是使用当代的先进技术构成的一类高性能、大容量计算机,但性能与价格指标均低于巨型机,它代表该时期计算机技术的综合水平。小型机是一种规模与价格均介于大型机与微型机之间的一类计算机。微型机是以微处理器为核心组成的计算机系统。它是 20 世纪 70 年代初随着大规模集成电路的发展而诞生的。微型机的诞生与发展,是计算机发展历程中影响最深远的一步。

### 1.1.3 计算机的应用

由于计算机的高速性、准确性及采用数字化的编码方式,为计算机的广泛应用奠定了基础。其主要应用领域大致可归纳为以下几个方面:

(1) 科学计算。科学计算一直是计算机的重要应用领域。利用计算机的高速性、大存储容量、连续运算能力,可以解决人工无法完成的各种科学计算问题。

(2) 事务信息处理。事务信息处理的主要特点是其处理的对象不仅是数值,还包括语言文字、图形图像信息。处理的过程不仅是数字运算,还包括分类、比较、增删、判别等。

(3) 计算机辅助技术。计算机作为一个有效的工具,在设计、生产、教学等过程中进行辅助性的工作,以充分发挥人的创造力,提高效率,降低成本。该技术应用十分广泛,其中主要有计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助工程(CAE)和计算机辅助教学(CAI)等。

(4) 计算机网络通信。将计算机技术和通信技术结合,通过通信线路把不同地域多台计算机连接起来实现信息交流和资源共享。

(5) 计算机控制。计算机控制是计算机用于生产活动过程中进行操作控制的过程和技术。它通过不断采集被控对象的各种状态信息,由计算机按照被控对象模型和一定的控制策略实时地计算和处理后,作为控制信息对被控对象进行自动调节和控制。

(6) 人工智能。人工智能是用计算机模仿人类的感知、思维、推理等智能活动,是在控制论、计算机科学、仿真技术、心理学等学科基础上发展起来的新学科。

随着计算机技术的发展,计算机应用技术从最初的数值计算已逐渐渗透到人类活动的各个领域,计算机应用系统也由最初的单机系统向集成化、网络化、智能化的方向发展。反过来,也正由于计算机应用的需要,推动了计算机技术的不断创新与发展。

## 1.2 计算机发展简史

1943 年,美国宾夕法尼亚大学的莫齐利(Mauchley)和他的学生艾克特(Eckert),为进行新武器的弹道计算,开始研制第一台由程序控制的电子数字计算机 ENIAC。该计算机曾在第二次世界大战中投入使用,到 1946 年正式公布。ENIAC 可进行 5000 次/秒的加法运算,50 次/秒的乘法运算、平方和立方计算,SIN 和 COS 函数数值运算以及其他更复杂的计算。该机耗资 40 万美元,含有 18000 个真空管,重 30 吨,耗电 150 千瓦,占地面积约 140 平方米。该机正式运行到 1955 年 10 月 2 日,十年间共运行了 80223 小时。它的算术运算量比有史以来人类大脑所有运算量的总和还要大。

计算机多年的发展历史表明,计算机硬件的发展受电子元器件的发展影响极大。为此,人们习惯以元器件的更新作为计算机技术进步划时代的主要标志。

下面介绍各代计算机的主要特点:

#### (1) 第一代计算机

第一代计算机为电子管计算机。其逻辑元件采用电子管,存储器件为声延迟线或磁鼓,系统结构为定点运算,使用机器语言。电子管计算机体积大、速度慢、存储容量小。

#### (2) 第二代计算机

第二代计算机为晶体管计算机。其逻辑元件采用晶体管,内存储器由磁芯构成,磁鼓与磁带成为外存储器。系统结构实现了浮点运算,并提出了变址、中断、I/O 处理等新概念。开始使用多种高级语言及其编译程序。和第一代电子管计算机相比,第二代晶体管机体积小、速度快、功耗低、可靠性高。

#### (3) 第三代计算机

第三代计算机为集成电路计算机。其逻辑元件与存储器均由集成电路实现。系统结构采用了包括微程序控制、高速缓存、虚拟存储器、流水线技术等。高级语言发展迅速,操作系统进一步发展,有了多用户分时操作系统,应用领域不断拓宽。

这一时期还有另外一个重要特点:大型机、巨型机与小型机同时发展。小型计算机的发展,对计算机的推广使用产生了很大的影响。

#### (4) 第四代计算机

20 世纪 70 年代初,微电子学飞速发展创造的大规模集成电路和微处理器给计算机工业注入了新鲜血液,大规模(LSI)和超大规模(VLSI)集成电路成为计算机的主要器件。内存也采用超大规模集成电路。在系统结构上,出现了多处理机系统和并行计算机。软硬件有了更多的结合,开发出了用于并行处理的多处理机操作系统专用语言和编译器,同时出现了用于并行处理或分布计算的软件工具和环境。

这一时期的另一个重要特点是计算机网络的发展与广泛应用,进入了网络时代。

#### (5) 第五代计算机

一直以来,计算机以元器件的更新换代作为划时代的标志。多年来,人们在不断努力与探索,以寻找速度更快、功能更强的全新的元器件,如神经元、生物芯片、分子电子器件、超导计算机、量子计算机等。计算机基本结构也试图突破冯·诺依曼结构体系,使其更具智能化。这方面的研究工作已取得了一些重要成果,相信在不久的将来,真正的新一代计算机一定会出现。

## 1.3 计算机的组成与结构

### 1.3.1 计算机系统的基本组成

一个完整的计算机系统是由硬件系统和软件系统两大部分组成。计算机硬件是指由物理元器件构成的数字电路系统。计算机软件是指实现算法的程序及其相关文档。计算机依靠硬件和软件的协同工作来执行给定的任务。

#### (1) 计算机硬件

计算机硬件系统是构成计算机系统的物理实体,是计算机工作的物质基础,是看得见摸得着的具体设备。冯·诺依曼教授作为 ENIAC 课题组顾问,提出了存储程序的设计思想和全新的计算机设计方案,对 ENIAC 的研制工作起到了促进作用。尽管计算机硬件技术已经经过了几代发展,计算机体系结构已经取得了很大发展,但绝大部分计算机硬件的基本组成仍然

遵循冯·诺依曼结构。

冯·诺依曼计算机的基本结构,如图 1-1 所示。

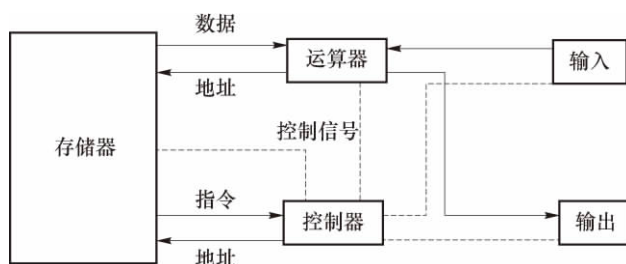


图 1-1 冯·诺依曼计算机基本结构

冯·诺依曼计算机由五个基本部分组成,分别是运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。运算器是进行算术运算和逻辑运算的部件。存储器以二进制形式存放数据和程序。输入设备将外部信息转换为计算机能够识别和接收的电信号。输出设备将计算机内的信息转换成人或其他设备能接收和识别的形式(如图形、文字和声音等)。控制器发出各种控制信号,以统一控制计算机内的各部分协调工作。计算机中各功能部件通过总线连接起来。程序和数据由输入设备输入计算机,由存储器保存,运算器执行程序设计的各种运算,控制器在程序运行中控制所有部件和过程,由输出设备输出结果。

冯·诺依曼设计思想的特征是存储程序并自动运行。在运行程序之前,程序指令和数据一起存放在存储器中,然后逐条取出指令执行。按照这个思想,要想解决一个问题,只要编制有效的程序,该问题就可以在计算机中求解。

冯·诺依曼结构奠定了现代计算机的结构。但是,在现代计算机产品中,这 5 部分并不是独立存在的。一般采用大规模集成电路技术,将运算器和控制器集成在一片半导体芯片上,称为中央处理器(Central Processing Unit, CPU),在微型计算机中称为微处理器。存储器产品包括内存储器(如内存条)和外存储器(如硬盘、光盘等)。中央处理器加上主存储器称为主机。常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪等。常用的输出设备有显示器、打印机等。将输入/输出设备、外存储器称为外设。外设与中央处理器的连接通道称为接口,如显卡、声卡等。计算机产品中的主板(或称母板)是一块集成电路板,用于固定各部件产品,以及分布各部件之间的连接总线、接口等。

常见计算机硬件,如图 1-2 所示。

## (2) 计算机软件

计算机软件是为了用户使用计算机硬件效能所必备的各种程序和文档的集合,也称为计算机系统的软资源。计算机软件一般可分为系统软件和应用软件两类。

系统软件用于管理、监控和维护计算机资源,向用户提供一个基本的操作界面,是应用程序的运行环境,是人和硬件系统之间的桥梁。系统软件包括操作系统(如 Windows、Linux)、监控程序(如 PC 中的 BIOS 程序)、计算机语言处理程序(如汇编程序、编译程序)。

应用软件是为解决数据处理、事务管理、工程设计等实际需要开发的各种应用程序,直接面向用户需要。

不论系统软件程序还是应用软件程序,都是采用程序设计语言编写的。程序设计语言是编写各种计算机软件的手段或规范,又称为编程环境。用程序设计语言编写的程序称为源程

序,在计算机上运行的程序称为可执行程序。

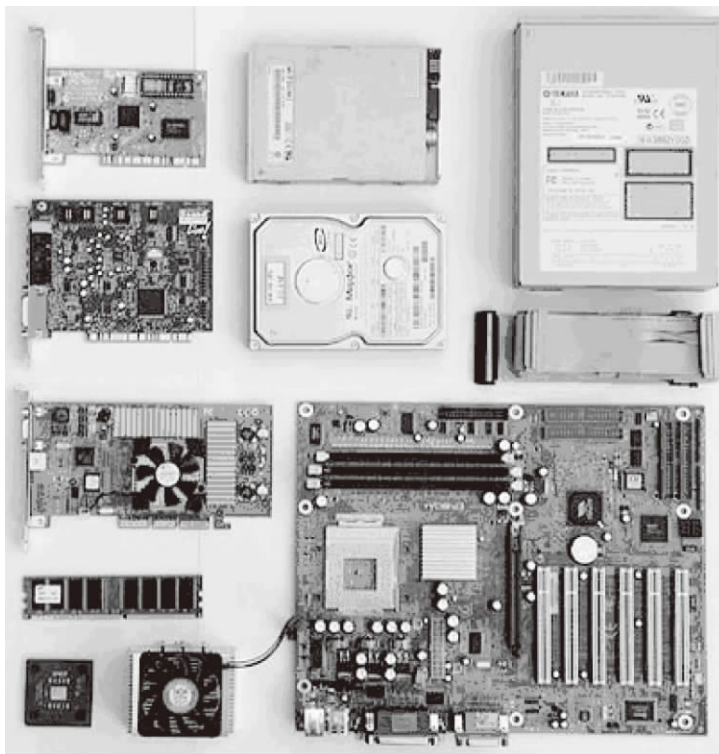


图 1-2 计算机硬件产品

程序设计语言一般分为机器语言、汇编语言和高级语言。

#### (1) 机器语言

机器语言是一种用二进制表示的能被计算机硬件直接识别和执行的语言。机器语言根据 CPU 的不同而不同。机器语言程序又称为目标程序。用机器语言编写程序,优点是可以在计算机上直接执行,缺点是直观性差、烦琐、容易出错和通用性差。

#### (2) 汇编语言

采用文字符号来表示机器语言,能够帮助记忆,这种采用助记符表示的语言为汇编语言。汇编语言程序比较直观、易记忆、易检查。但是计算机不能直接识别,需要翻译成机器语言程序后才能被计算机执行,完成翻译的软件就是计算机语言处理程序中的汇编程序。

机器语言和汇编语言都是面向机器的,能利用计算机的所有硬件特性,是能直接控制硬件、实时能力强的语言,又称为初级语言。

#### (3) 高级语言

高级语言是与计算机结构无关的程序设计语言。它具有较强的表达能力,能更好地描述各种解决问题的算法,容易学习掌握。但是计算机硬件一般不能直接阅读和理解高级语言程序,需要专门的软件来处理。高级语言的源程序可以通过两种方法在计算机上运行。一种是通过编译程序在运行之前将高级语言源程序转换为机器语言的程序;另一种就是通过解释程序逐条解释源程序语句并执行。高级语言是独立于具体的机器系统的,通用性和可移植性大为提高。

图 1-3 为从多个源程序产生可执行文件的过程。

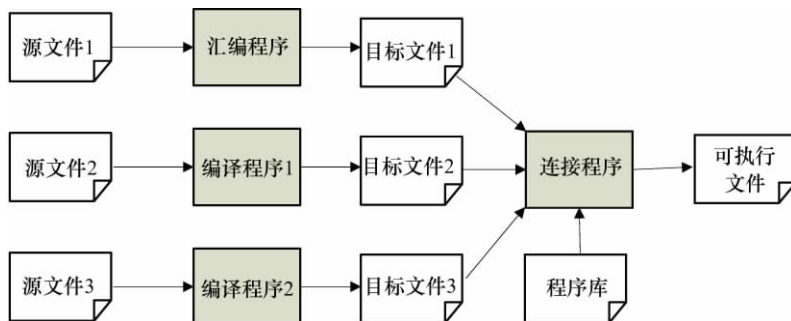


图 1-3 从多个源程序产生可执行文件的过程

### 1.3.2 计算机系统的层次结构

计算机系统是包括计算机硬件和软件的一个整体，两者不可分割。从计算机使用者的角度、计算机硬件工程师的角度和从程序设计员的角度，所看到的计算机系统具有完全不同的属性。为了更好地表达和分析这些属性之间的联系，更恰当地确定软件和硬件之间的界面，一般将计算机划分为若干层次。在学习使用计算机和设计计算机时，以层次结构的观点看待计算机，便于理解 and 设计维护。图 1-4 是一个计算机系统层次结构的模型。

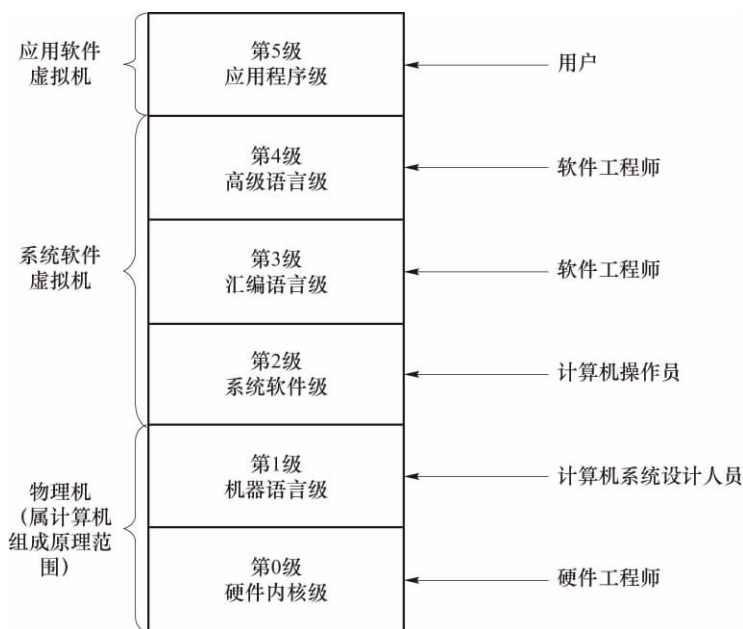


图 1-4 计算机系统层次结构模型

第 0 级是硬件内核。该层包括计算机各部件的逻辑线路硬件，又称为裸机。硬件内控制信号引导数据的流动，实现用户设计的功能。这一层次是计算机硬件设计人员所熟悉的。

第 1 级是机器语言，是计算机硬件可以读懂，并可以直接操纵计算机硬件工作的二进制信

息。这个级别是计算机软硬件的分界面,它之上的级别是软件,体现用户解决问题的思路;它之下是硬件内核,完成指令的功能。这一层次除了计算机的设计者外,很少有人能够熟悉和了解。

第 2 级是系统软件。汇编程序、编译程序、解释程序等语言处理程序将程序转换为机器语言表示的形式。用户通过操作系统可以方便地使用计算机。这个级别是使用计算机的平台,为计算机使用人员所熟悉。

第 3 级是汇编语言。汇编语言级构成了一个汇编语言虚拟机。汇编语言程序员在了解部分计算机硬件资源情况下,通过汇编语言指令系统完成指定的任务。

第 4 级是高级语言。高级语言级构成了一个高级语言虚拟机,对于高级语言程序员来讲,所看到的计算机是一个能够理解接近于人类自然语言的机器,在他完全不了解硬件的情况下,可以要求计算机完成指定的任务。

第 5 级是应用程序。这一级的应用人员,针对某一应用领域或专门问题设计应用软件。处于这个级别的用户可以完全不理解计算机的软件和硬件而使用计算机,他所看到的计算机是建立在大量硬件和软件基础上的智能机器。

计算机系统层次结构划分是相对而言的,并不是一成不变和完全清晰的,存在一定程度的交叉。从功能上来讲,任何可以由软件完成的功能都可由硬件来替代,反过来硬件实现的功能也可以由软件来模拟。硬件意味着速度,软件意味着灵活。大规模集成电路技术的发展,造成硬件成本不断下降,而软件的设计成本不断上升,使得一些本由软件完成的工作改由硬件完成,如软件的固化,造成软硬件界面某种程度的上移。

计算机组成(Computer Organization)主要涉及硬件,是指计算机主要由哪些功能部件组成,各部件之间如何连接。所以计算机组成原理课程涉及的是计算机系统层次结构中的第 0 级和第 1 级。

目前,我国大多数高校计算机科学与技术专业的基本课程体系,如图 1-5 所示。

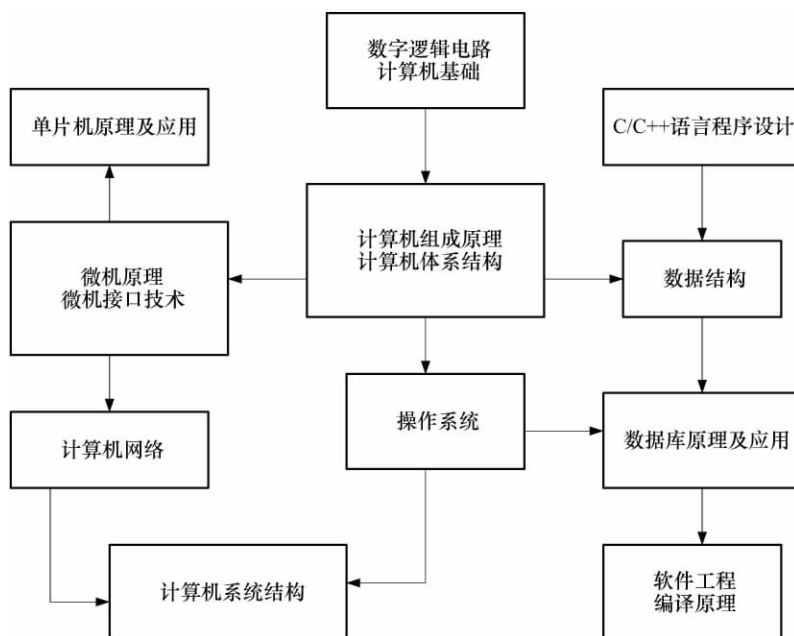


图 1-5 计算机专业基本课程体系

从图 1-5 中可以看出,计算机组成原理在计算机类专业的课程地位上起着承上启下、软硬件兼容的重要作用,处于核心地位,是计算机专业的一门核心课程。

## 1.4 实验设计

在学习计算机组成原理理论课程的同时,也要通过实践环节来逐步掌握和提高。为了提高学习者的动手能力,本书将介绍以 PC、AEDK 模型机和 EL 实验平台为基础的实验项目。

### 1.4.1 计算机硬件的组成

(1) 了解 PC 硬件产品名称及功能模块划分

启动一台 PC,按照冯·诺依曼机结构的模块查找相应的产品。

在 PC 中,可以有很多方式获得计算机硬件的信息。写出你知道的几种方式。

(2) PC 组装的步骤

将计算机的各个硬件组成部件组装成一台完整的计算机,安装上基本的软件,就可以使用了。计算机硬件组装没有硬性的顺序规定,在实际组装中,要根据不同产品结构、特点来决定安装顺序,以安全和便于操作为原则。计算机基本的软件主要是指分区格式化和操作系统安装。

计算机硬件组装过程演示视频学习。

完成计算机硬件的组装。

### 1.4.2 自控/计控原理实验机的硬件组成

为了更好地学习计算机内部各功能模块的工作原理及相互联系,完整地建立计算机的整机概念,采用 AEDK CPT 计算机组成原理实验系统作为课程的实验系统。AEDK CPT 是一个 8 位计算机模型实验系统。通过该实验系统,可以完成部件级的实验,也可以完成系统实验,使实验者透彻地剖析计算机的基本组成与工作原理,了解计算机的内部运行机制,掌握计算机系统设计的基本技术,培养独立分析、解决问题,特别是硬件设计与调试方面问题的能力。

AEDK CPT 实验系统由两部分组成,左边为实验模块(CPT-A),主要分布着各个实验单元和监控单元。实验机的右边为数据输入/输出板(CPT-B),板上分布着 24 个二进制开关、若干个 LED 发光二极管、DIP 插座,还有一块用于显示当前状态的液晶板。CPT-A 上的控制信号通过两根扁平电缆连到了 CPT-B 上。在 AEDK 实验机上,提供了运算器模块、指令部件模块、通用寄存器模块、存储器模块、微程序模块、启停和时序模块、总线传输模块以及监控模块。将实验机硬件各模块资源进行逻辑组合,构成完整的计算机系统。

在各个单元实验模块中,各模块的控制信号都由实验者手动模拟产生,而在微程序控制系统中,是在微程序的控制下,自动产生各种单元模块的控制信号,实现特定指令的功能。

本次实验内容为认识和了解 AEDK CPT 实验系统的结构组成部分。

观察实验机组成结构,认识实验机系统各部分组成名称。

对照实验系统,在逻辑结构图上找出相对应的模块。

该实验系统逻辑结构,如图 1-6 所示。