

普通高校计算机主干课程辅导与提高丛书

顾一禾 朱 近 路一新 编著
齐广玉 审

计算机组成原理 辅导与提高



清华大学出版社

普通高校计算机主干课程辅导与提高丛书

计算机组成原理辅导与提高

顾一禾 朱 近 路一新 编著

齐广玉 审

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书简要介绍了计算机系统的基本构成和原理, 主要包括: 计算机系统的基本知识, 数据编码及数据运算, 控制系统, 存储系统, 系统组成与 I/O 系统等。对有关知识按专题进行介绍, 共分 12 个专题, 对计算机组成原理中涉及到的重点和难点结合例题进行了讲解, 以帮助读者更好地掌握计算机组成原理的基本知识。本书还给出了大量的练习题及参考答案。可供计算机应用专业、计算机信息管理专业、计算机网络专业的师生及计算机爱好者学习参考, 亦可供考研的学生做为练习参考书。

版权所有, 翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签, 无标签者不得销售。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机组成原理辅导与提高/顾一禾, 朱近, 路一新编著. —北京: 清华大学出版社, 2004

(普通高校计算机主干课程辅导与提高丛书)

ISBN 7-302-07953-6

I. 计… II. ①顾… ②朱… ③路… III. 计算机体系结构—高等学校—教学参考资料 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 001609 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn 邮 编: 100084
社 总 机: 010-62770175 客 户 服 务: 010-62776969

责任编辑: 刘利民

封面设计: 钱 诚

版式设计: 杨 洋

印 刷 者: 北京市昌平环球印刷厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185 × 260 印 张: 19 字 数: 418 千字

版 次: 2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-07953-6/TP · 5776

印 数: 1 ~ 5000

定 价: 25.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770175-3103 或 (010)62795704

前 言

本书是“计算机组成原理”课程的辅导用书，可与《计算机组成原理》教材配合使用。

编者在高校长期从事计算机类课程的教学和科研工作，具有丰富的教学经验。本着更清晰地讲解重点和难点、帮助学生深入理解知识的原则，全面总结教材中的概念和知识，以期起到帮助学生掌握计算机的基本原理和基本知识，提高学习成绩的作用。

本书结合计算机组成原理的课程特点，针对一般教材中的重点和难点，分专题进行介绍和分析，并尽量通过例题进行讲解，使读者既能够理解和掌握重要的概念，又能够从理论和实际应用的结合上加深认识。同时书中还结合计算机系统的发展增加了新知识、新概念方面的内容。

本书的主要内容如下：

专题 1 计算机系统概论，介绍计算机软硬件系统的基本概念和术语。

专题 2 数据表示方式，介绍数据及文字编码的基本知识、方法、特点、校验等。

专题 3 运算方法与运算器，数据的算术运算及逻辑运算原理和方法。

专题 4 指令系统，介绍计算机指令系统的基本知识，如指令格式、编码方式、操作数的寻址方式、指令功能等。

专题 5 控制器原理，在介绍控制器的基本结构和各类指令的指令周期的基础上，分析了组合逻辑控制器及微程序控制器的设计方法。

专题 6 中央处理器 CPU，结合运算器和控制器的内容，学会分析各类指令的执行过程，完整地掌握 CPU 工作原理和设计方法。

专题 7 存储系统和主存储器，存储系统的构成，内存储器的基本存储原理和基本构成方法。

专题 8 Cache 存储器，基本构成和替换算法。

专题 9 虚拟存储器，基本原理、映像方式、替换算法。

专题 10 总线，介绍总线的分类、信息传输方式、总线的使用控制问题、信息传输中的定时问题以及串行和并行接口。

专题 11 外围设备，介绍了计算机的输入输出设备的基本原理和基本构成，介绍了作为外围设备之一的外存储器的基本原理和构成。

专题 12 I/O 系统，介绍计算机输入输出（I/O）系统的基本功能和原理，CPU 与外围设备交换数据的方式。

计算机组成原理课程涉及的知识面很宽，内容很多，内容的连贯性和相互关联性很强，是一门比较难学的课程，书中除结合例题进行讲解外，还给出了大量的习题，目的就是强化对知识的理解和掌握。

本书的编写旨在为学生学习计算机组成原理提供一个有益的指导,编者尽量从辅导学生理解计算机组成原理课程内容的角度来进行讲解,但由于时间关系,及教师在辅导教学方面经验的局限性,缺陷在所难免。本书的读者对象为学习计算机组成原理课程的本、专科学生,以及复习考研的学生,学习时可以根据各自需要选取有关内容。

本书第2、3、4、5、6、10专题由顾一禾编写,第7、8、9、12专题由朱近编写,第1、11专题由路一新编写,全书由顾一禾统稿。南京理工大学齐广玉教授审阅全稿。编写过程中参考了大量有关专家编写的各类教材,从中汲取了许多营养,在此谨致以诚挚的感谢。

编 者

2004年2月

目 录

第 1 部分 计算机系统基础知识

专题 1 计算机系统概论	1
1.1 计算机的分类及应用	1
1.1.1 计算机的分类和特点	1
1.1.2 计算机的应用	3
1.2 计算机的硬件系统和软件系统	3
1.2.1 计算机的硬件系统	3
1.2.2 计算机的软件系统	6
1.3 计算机系统的多级层次结构	7
1.4 计算机的性能指标	9

第 2 部分 运算方法及运算器

专题 2 数据表示方式	11
2.1 数制及数制转换	11
2.2 数据编码及变换方法	13
2.2.1 机器数和真值的概念	13
2.2.2 原码、反码、补码和移码	13
2.2.3 数的定点表示与浮点表示	15
2.2.4 字符和汉字的编码	19
2.2.5 十进制数的编码	20
2.3 数据校验码编码原理	20
专题 3 运算方法与运算器	25
3.1 定点运算和定点运算器	25
3.1.1 定点加减运算	25
3.1.2 定点乘除运算	26
3.1.3 逻辑运算和移位操作	34
3.1.4 定点运算器	35
3.2 浮点运算和浮点运算器	41

3.2.1 浮点加减运算	41
3.2.2 浮点乘除运算	44
3.2.3 浮点运算器	44
3.3 运算器的结构	46

第 3 部分 控制系统

专题 4 指令系统	49
4.1 指令系统的基本概念	49
4.2 指令格式和指令编码	49
4.3 操作数的类型与存储方式	52
4.4 寻址方式	54
4.5 指令类型	58
4.6 CISC 和 RISC 技术	60
专题 5 控制器原理	61
5.1 控制器的基本原理	61
5.1.1 控制器的基本功能	61
5.1.2 控制器的基本组成	62
5.1.3 控制器的组成方式	63
5.1.4 控制器的控制方式与时序系统	64
5.2 组合逻辑控制器	65
5.3 微程序控制器	66
5.3.1 微程序控制器的基本概念	66
5.3.2 微程序控制器的结构	67
5.3.3 微程序控制器的工作过程	68
5.3.4 微程序设计技术	68
5.3.5 微指令的执行方式	75
专题 6 中央处理器 CPU	77
6.1 CPU 的基本功能和组成	77
6.2 指令的执行过程及控制	80
6.3 并行处理及流水技术	84
6.3.1 并行处理技术	84
6.3.2 指令流水技术	85
6.3.3 流水线中的主要问题	89
6.3.4 流水线中的多发技术	92

第 4 部分 存储系统

专题 7 存储系统与主存储器.....	95
7.1 存储系统的构成.....	95
7.1.1 存储器的分类.....	95
7.1.2 存储器的层次结构.....	96
7.2 主存储器.....	97
7.2.1 半导体存储器.....	98
7.2.2 主存储器的组成.....	101
7.2.3 主存储器与 CPU 的连接.....	103
7.2.4 提高访问速度的措施.....	103
专题 8 Cache 存储器.....	108
8.1 Cache 的基本原理.....	108
8.2 主存与 Cache 的地址映像.....	108
8.3 Cache 内容的替换和主存内容的更新.....	111
专题 9 虚拟存储器.....	112
9.1 虚拟存储器的基本原理.....	112
9.2 主存与虚拟存储器的地址映像.....	113
9.3 替换算法.....	117

第 5 部分 系统组成与 I/O 系统

专题 10 总线.....	119
10.1 总线的特性.....	119
10.1.1 总线的分类.....	119
10.1.2 总线的性能指标.....	121
10.1.3 总线的通信同步方式.....	122
10.1.4 总线控制方式.....	124
10.2 总线接口.....	126
10.2.1 系统总线接口的基本功能.....	127
10.2.2 总线接口的分类.....	127
10.3 常用总线和发展.....	128
10.3.1 常用总线简介.....	128
10.3.2 总线的未来发展.....	130

专题 11 外围设备	134
11.1 外设的功能和分类	134
11.2 显示设备	135
11.2.1 显示设备的分类及性能指标	135
11.2.2 点阵显示原理	136
11.2.3 显示设备的基本工作原理	138
11.3 打印设备	142
11.3.1 打印设备的分类	142
11.3.2 针式打印机	143
11.3.3 激光打印机	144
11.3.4 喷墨打印机	146
11.3.5 打印控制的原理	147
11.4 输入设备	148
11.4.1 键盘	148
11.4.2 图形输入设备	148
11.4.3 图像输入设备	149
11.5 辅助存储器	151
11.5.1 磁记录原理	151
11.5.2 硬盘	153
11.5.3 优盘	158
11.5.4 光盘存储设备	159
专题 12 I/O 系统	162
12.1 I/O 设备与 CPU 的连接	162
12.2 I/O 接口的基本功能和类型	163
12.3 外设与主机的信息传送和控制方式	165
附录 A 综合练习题	179
附录 B 综合练习参考答案	216
附录 C 自测试卷及参考答案	264
参考文献	288

第1部分 计算机系统基础知识

专题1 计算机系统概论

1.1 计算机的分类及应用

1.1.1 计算机的分类和特点

1. 电子计算机的分类

电子计算机的种类繁多,按数据的表示形式分,大致可以分为电子模拟计算机和电子数字计算机两大类。

电子模拟计算机是利用电的物理变化过程中连续变化的模拟量来表示数据的变化,从而实现运算的。由于电子模拟计算机中处理的信息是连续变化的物理量,所以运算的过程也是连续的。电子模拟计算机的特点是运算速度快,但由于受元器件精度的限制,运算精度低、信息存储困难、解题能力有限,因而只应用于特殊的场合。

电子数字计算机是通过数字编码的方式来表示各类信息,通过算术运算和逻辑运算来处理各类信息的。电子数字计算机中处理的信息是在时间上离散的数字量,运算的过程是不连续的。电子数字计算机的特点是运算简单、精度高、信息存储容易,所以适用于各种领域。我们目前见到的计算机都属于电子数字计算机。由于电子数字计算机具有强大的逻辑运算能力,使得它可以以近似人类大脑思维的方式进行工作,因此又被称为电脑。习惯上人们也常将电子数字计算机简称为电子计算机、计算机、电脑,本书简称为计算机。

按计算机的用途分,可分为专用计算机和通用计算机。专用计算机和通用计算机的基本工作原理是一样的,但专用计算机往往应用于某个专门领域或某种专项应用,其速度快、效率高、经济,但适应性很差。通用计算机则可以适应各种应用领域,是应用广泛的一类计算机,本书的讨论也以此为基础。

按计算机的规模分,通用计算机可以分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机(微机)和单片机等类型。

巨型机和大型机主要用于科学计算和数据处理。它们功能强、运算速度快、数据存储容量巨大,但结构复杂、价格昂贵。巨型机和大型机多用于大型科学计算,如天气预报、航空航天控制等数据处理领域。

随着超大规模集成电路（VLSI）技术的发展，出现了微型计算机。微型计算机简称微机，包括各类台式和笔记本式计算机。其特点是体积小、价格便宜，功能与结构相对简单，是我们日常接触最多的一类计算机。

单片计算机是只用一片集成电路做成的计算机，在各种家用电器和各类控制系统中有广泛应用。

介于巨型机、大型机和微机之间的是中型机和小型机。与微机相比，中型机和小型机在性能指标、指令规模、存储容量、机器价格方面都要高一些。但随着技术的进步，中型机、小型机、微机之间的界限越来越模糊，现代微机的性能指标、处理能力、存储容量甚至已超过了早期的中型机，而微机的体积小、价格便宜更是以前的机器无法比拟的。因此今天的小型机可能就是明天的微机，而性能价格比后者往往还超过前者。

目前，还有一类称之为工作站的计算机系统，它是 20 世纪 80 年代兴起的面向广大工程技术人员的一类计算机系统。工作站一般具有强大的运算能力和图形处理能力，配备高分辨率的显示器、交互式的用户界面和功能齐全的图形处理软件。

2. 计算机的特点

（1）信息表示简单、一致

计算机一般采用二进制表示形式，运算规则简单，物理实现容易，工作可靠。

（2）运算速度快、精度高

由于采用二进制表示形式，只要增加位数就可以增加精度，因此提供了理论上几乎无极限的高运算精度。而计算机的高运算速度也使许多复杂的问题得以解决，极大地提高了人类的工作效率。

（3）具有逻辑运算能力

计算机所具有的逻辑运算能力，使得计算机不但能进行数值运算，而且能够完成各类信息处理，如文字处理、信息检索、语音处理、图形处理等，极大地提高了计算机的应用范围。

（4）能在程序的控制下自动连续地进行工作

计算机采用存储程序的工作方式，使得一旦程序输入并存储在计算机中，只要满足给定条件，计算机就能按程序自动地执行指令，直到完成预定的任务。甚至程序本身还能自我修改和复制。

（5）具有强大的信息存储能力

计算机除了能够存储程序，控制计算机自动工作外，还能存储大量各类其他信息，如计算数据、图书资料、图形图像数据、视频信息等，使计算机成了应用广泛的“信息处理机”。

（6）通用性强

由于计算机有以上特点，使计算机具有很大的灵活性和通用性，能应用于科学技术领域和社会生活的各个方面。

1.1.2 计算机的应用

1. 科学计算

计算机最初是应科学计算的需要而发展起来的,如今科学计算仍是计算机应用的重要领域之一,在天气预报、导弹发射、天文学、量子化学、石油勘探、宇宙飞船等应用领域中的大量科学计算都离不开计算机。

2. 信息处理

信息处理是目前计算机应用最普遍的领域。在工商、金融、教育等各行各业中的信息输入、分析、统计、规划、决策等处理都离不开信息系统的支持。

3. 测量和控制系统

利用计算机进行测量和控制不仅精度高、速度快,而且能完成在恶劣情况下人力无法完成的测控工作。据统计,在测量和控制领域的计算机应用占到了计算机应用比例的20%以上,如数控机床、自动控制系统、航天测控系统等。

4. 计算机辅助设计

由于计算机具有快速的计算能力、强大的数据处理能力和模拟能力,在工业、电子系统、房屋建筑、汽车、飞机、船舶乃至美术装璜等领域普遍采用计算机进行辅助设计。采用计算机辅助设计,不仅能够提高工作效率,而且可以提高设计质量。

5. 人工智能

随着计算机性能的提高和人工智能理论的发展,计算机正在向智能化方向发展。人工智能的主要研究内容包括:知识表示、自动推理和搜索方法、机器学习和知识获取、知识处理系统、自然语言理解、计算机视觉、智能机器人等。利用人工智能的原理,使计算机在文字识别、语音识别、图像识别和处理、专家系统等领域都有了广泛的应用。

6. 家用电器

家用电器是计算机应用的一大领域。目前在洗衣机、电冰箱、彩色电视机、微波炉等家用电器中已大量采用单片机控制。人们正在积极研究把计算机技术应用到整个住宅或建筑物的控制中,如可以通过中央处理系统,将防火、防盗、报警、空调系统以及各类家用电器的控制连在一起,对它们的开启关闭实施遥控。可以说利用计算机,将大大改善人们的生活条件。

1.2 计算机的硬件系统和软件系统

1.2.1 计算机的硬件系统

1. 计算机的基本工作原理

计算机的基本工作原理概括起来就是在硬件系统实现数学运算和逻辑运算的基础上,通过软件程序的控制,实现各种复杂的运算和控制功能。

典型的计算机硬件系统由运算器、存储器、控制器、输入设备、输出设备等五大部分构成,称做冯·诺依曼体系结构。冯·诺依曼体系结构的计算机是以存储程序方式工作的,即在控制器的控制下,计算机的各个部分根据预先编制的程序自动连续的进行工作。冯·诺依曼体系结构的计算机的结构示意如图 1.1 所示。

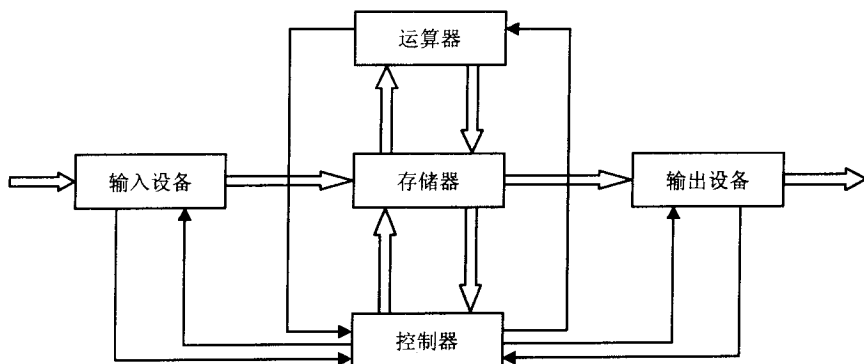


图 1.1 冯·诺依曼体系结构计算机系统示意图

冯·诺依曼体系的计算机的工作过程是:

程序与数据通过输入设备输入后存放在存储器中;计算机启动后,控制器从存储器中取出程序中的指令对各部件实施控制,取出数据送到运算器或其他部件进行处理;最后将运算结果数据存入存储器或通过输出设备送给用户。

冯·诺依曼体系结构的计算机的特点是:

(1) 采用二进制的表示形式表示数据和程序。

采用二进制的表示形式的优点是:

- ① 二进制状态对应了电子元器件和磁性材料的两个物理稳定状态,简单,易于实现。
- ② 二进制运算简单,基本运算规则少,易于实现。
- ③ 二进制状态稳定,易于传输和识别,工作可靠。
- ④ 采用二进制可以节省设备。
- ⑤ 可以利用二值逻辑工具作为逻辑分析与设计的工具。

(2) 采用存储程序方式。

存储程序方式是指在用计算机解题之前,事先编好程序,并连同所需的数据预先存入主存储器中。在解题过程(运行程序)中,由控制器按照事先编好并存入存储器中的程序自动地、连续地从存储器中依次取出指令并执行,直到获得所要求的结果为止。存储程序方式是冯·诺依曼思想的核心,是计算机能高速自动运行的基础。

(3) 计算机由输入设备、输出设备、运算器、存储器和控制器五大部件组成,以运算器为中心,数据的运算、输入输出设备与存储器之间的数据传送都通过运算器进行。

随着计算机技术的发展,虽然大多数计算机仍采用冯·诺依曼体系结构,但已有了许多改进。如现代计算机不再是以运算器为中心,而是以存储器为中心;数据可以和程序分开存放在不同的存储器中;程序不允许修改等。为了进一步提高计算机系统的性能,出现了并行处理机、流水处理机等许多新型的计算机系统结构。

2. 计算机的硬件系统

(1) 运算器

运算器是计算机的执行部件,通过完成算术运算、逻辑运算,实现对数据的加工和处理。运算器的核心是算术运算/逻辑运算部件(ALU),在寄存器的配合下,完成基本的算术运算和逻辑运算。

(2) 控制器

控制器是计算机的指挥和控制中心,用于控制计算机的各个部件的协调工作。控制器对从存储器读出的指令进行译码,将指令转换成一系列的时序控制信号控制其他部件的工作。

(3) 存储器

存储器是计算机的存储部件,用于存放程序和数据。存储器是计算机存储信息的核心。

存储器可分为主存储器(也称内存储器,简称主存)和辅助存储器(也称外存储器,简称外存、辅存)两部分。其中主存储器是指CPU能够直接访问的存储器;辅助存储器是指CPU不能直接访问的大容量、速度较慢的存储器。辅助存储器帮助主存记忆更多的信息,辅助存储器中的信息必须调入主存后,才能为CPU所使用。

主存分为若干个存储单元,每个主存单元的长度依机器而定,通常是一个字节或字节的若干倍。每个单元都有自己惟一的地址编码,存储器总是按地址对存储器进行访问。如果需要对存储器某个单元进行读/写操作,必须首先给出被访问的存储单元的地址码。

(4) 输入输出设备

输入输出设备又称做外围设备或外设。

① 输入设备

将各种不同类型的外部信息转换成一定的数据格式后送入主机系统的设备称做输入设备,如键盘、鼠标、光笔、扫描仪、麦克风、汉字手写笔、摄像设备(包括数字相机)、模数转换设备等。它们将数据、字符、文字、声音、图形、图像等人们日常熟悉的数据形式转换成计算机可以识别和处理的数据形式送入计算机存储起来,以供进一步的处理和传输。

② 输出设备

将计算机的处理结果转换成外部世界可以接收的形式的设备称做输出设备。如显示器、打印机、绘图机、扬声器、数模转换设备等。它与输入设备所做的工作相反,是将计算机中处理的数据转换成直观的形式供人们使用。

(5) CPU 和主机

现代微型计算机常将运算器和控制器集成在一个芯片中,构成中央处理器,简称CPU,可以简单记作:

CPU=运算器+控制器。

将 CPU 和主存储器（内存）及输入输出接口组合就构成了主机，简记作：

主机=CPU+主存储器+总线+输入输出接口

（6）总线

计算机系统中广泛采用总线将五大部件联系起来。总线是计算机中的一组可为多个功能部件共享的公共信息传送线路。总线是一组不同功能信号线的集合，系统总线中通常包括传送数据的数据总线、传送地址的地址总线、传送控制信号的控制总线。共享总线的各个部件可同时接收总线上的信息，但必须分时使用总线发送信息，以保证总线上的信息在任何时候都是惟一的。

图 1.2 表示了采用总线连接计算机各个部件的形式。

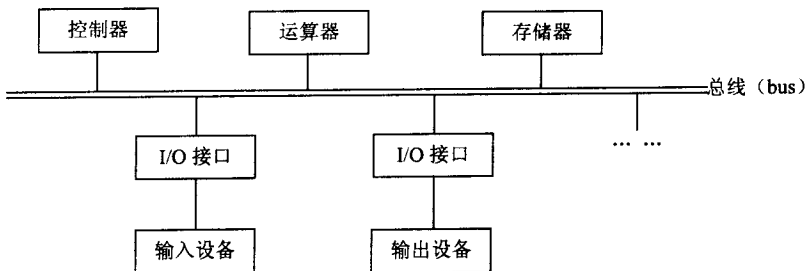


图 1.2 以总线为基础连接的计算机系统示意图

1.2.2 计算机的软件系统

1. 计算机软件的概念

计算机硬件完成一次运算或解决某个特定任务，都是通过预先编制并存储在存储器中的程序控制来进行的，由程序中的一条条指令控制计算机的硬件一步一步地完成任务。控制计算机系统工作的程序构成了软件。

一个完整的计算机系统由硬件和软件两大部分组成。仅有计算机硬件是无法完成各项任务的，计算机系统必须在软件程序的控制下，由硬件完成各种复杂的任务。

现代计算机软件泛指各种程序和文件，各种软件的有机组合构成了软件系统。软件系统可分为系统软件和应用软件两大类。

（1）系统软件

系统软件是一组以管理和维护计算机本身的资源、保证计算机系统能够高效正确运行为目的的基础软件，常常作为计算机系统的一个组成部分和计算机硬件一起提供给用户。系统软件中最重要的是操作系统，它负责管理和调度系统的软硬件资源，向用户提供操作界面，除某些实时控制系统外，各类软件都是在操作系统的管理和控制下运行的。

系统软件还包括各种计算机语言处理程序和系统、数据库管理系统、供程序员使用的各类软件工具和各种标准程序库等。

(2) 应用软件

应用软件是指用户为解决某个应用领域中的各类问题而编制的程序,如各种科学计算程序、工程设计类程序、数据统计与处理程序、情报检索程序、企业管理程序、生产过程控制程序等,除系统软件外的各类软件程序都归入应用软件。不过,另一方面随着软件技术的发展,人们又把那些具有通用价值的应用程序归入系统软件,如数据库管理软件等,因此应用软件和系统软件不存在严格意义上的界线。

2. 计算机语言

计算机语言在计算机软件实现上起着极其重要的作用,它既是计算机软件的一部分,又是计算机软件设计的工具。计算机语言提供了人们与计算机交流的工具,计算机软件通过程序设计语言的描述,实现人们预定的各种功能。

计算机语言大致可分成机器语言、汇编语言、高级语言、应用语言 4 类:

(1) 机器语言是二进制代码语言,常常随机器类型的不同而不同。机器语言程序是计算机可以直接执行的程序。

(2) 汇编语言是机器语言的一种代码表示形式。用它编制的程序称为汇编语言程序,汇编语言程序需要通过“汇编程序”翻译为机器语言程序,才能供计算机执行。由于汇编语言用代码形式来表示机器语言,使机器语言变得比较直观,便于记忆,提高了编程的效率。

(3) 高级语言是和计算机硬件结构无关的语言,如 Fortran、ALGOL、COBOL、Basic、Pascal、C 等。高级语言使人们可以脱离具体的机器类型来编程,人们使用高级语言编程时,可以不必考虑计算机是如何工作的,只需考虑如何实现程序的功能。用高级语言编写的源程序需要通过编译程序翻译或解释,才能转换成机器能够识别的机器语言程序。如今,高级语言正向着面向对象、可视化的方向发展。

(4) 应用语言是更接近人们的日常表达方式的语言,如数据库系统中用的结构化查询语言 SQL、因特网中常用的超文本标记语言 HTML 等。应用语言往往直接面向专门的应用领域,应用语言需要由高级语言及相应的应用软件包支持和执行。

通常称用程序设计语言编写的程序称为源程序;称机器语言程序为目标程序。用高级语言编写的源程序需要通过编译或解释的方式才能转换成机器能够识别的目标程序。

编译是指将源程序通过编译程序全部转换成机器语言程序后再执行。编译是一个独立的过程,经过编译转换后的可执行程序独立执行,与源程序无关,因此运行速度快。解释是指逐个解释源程序的语句并立即执行,程序的运行与源程序紧密相关,运行速度慢。

1.3 计算机系统的多级层次结构

现代的计算机是一个硬件与软件组成的综合体。由于面对的应用范围越来越广,所以必须有复杂的系统软件和硬件的支持。由于软件、硬件的设计者和使用者是从不同的角度,

以各种不同的语言来对待同一个计算机系统。因此，他们各自看到的计算机系统的属性及对计算机系统提出的要求也就不一样。如硬件设计人员要求机器能够高速有效地执行机器指令所规定的各种操作。而高级语言使用者则关心机器能否提供高效方便的编程环境。对不同的对象而言，一个计算机系统就成为实现不同语言的、具有不同属性的机器。根据从各种角度所看到的机器之间的有机关系，可以将计算机系统分为多级层次结构，如图 1.3 所示。

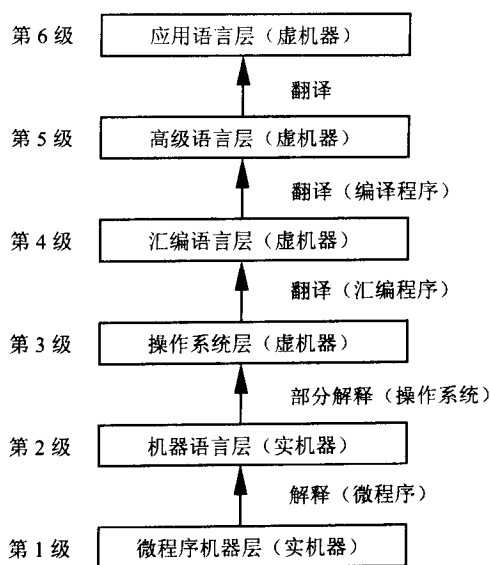


图 1.3 计算机系统的多级层次结构

第 1 级是微程序机器层，是实际的硬件机器层，它由机器硬件直接执行微指令。

第 2 级是机器语言层，是实际的硬件层，由微程序解释机器指令系统。

第 3 级是操作系统层，由操作系统程序实现。操作系统程序是由机器指令和广义指令组成的。其中广义指令是为扩展机器功能而设置的，是由操作系统定义和解释的软件指令。这一层也称为混合层。

第 4 级是汇编语言层，这一层由汇编程序支持和执行。

第 5 级是高级语言层，高级语言层是面向用户的。该层由各种高级语言编译程序支持和执行。

第 6 级是应用语言层，应用语言层是直接面向某个应用领域，为方便用户编写该应用领域的应用程序而设置的。应用语言由相应的应用软件包支持和执行。

从计算机系统的计算机系统多级层次结构可以看到，第 5、6 层是面向用户的，是为解决应用领域问题而看到的计算机系统界面；第 3、4 层是面向机器的，其中操作系统层是系统软件，它提供基本的计算机操作界面，并向应用软件提供功能上的支持；第 1、2 层是硬件机器，它是计算机系统的基础和核心，所有功能最终由硬件完成。

将计算机系统分为多级层次结构的目的在于：分清各级层次结构彼此之间的界面，明