

— 高等学校教材

计算机系统原理

眭 洁 张效成 温 媛

高等教育出版社

内 容 简 介

本教材是按照国家教育委员会“八·五”出版计划的安排和高等学校数学与力学教学指导委员会计算数学教材建设组提出的教材大纲编写而成的,旨在介绍计算机系统硬件和软件的基本结构和知识。主要内容包括:计算机硬件结构与原理、操作系统以及编译系统的初步知识。

作为非计算机专业的教材,本书注重于知识性和实用性,所介绍的内容对于计算机应用工作者是必备的。书中对于那些与应用人员有密切关系之处作了详细的讨论,尽量避免或简化了计算机硬件和软件底层的繁琐结构。全书组织注意了系统完整和前后联系,各章之后附有习题。

本书可作为计算数学及其应用软件专业和其他非计算机专业的计算机基础课教材,亦可供有关专业的教师和科技人员阅读、参考。

(京) 新登字 112号

高等学校教材

计算机系统原理

眭洁 张效成 温媛

高等教育出版社出版

新华书店总店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 19.5 字数 486 000

1994年9月第1版 1994年9月第1次印刷

印数 0001—913

ISBN7-04-005016-1/TP·136

定价 9.50元

序

随着计算机科学和技术的发展,以及计算机广泛深入地应用于各种科学和工程技术领域,计算机与软件科学知识和技术已经成为众多科学和工程专业的基础课。但是非计算机专业对这些知识和技能的需求,与计算机有关专业相比,无论是深度还是广度,都有较大区别。尽管现在已经出版了许多有关计算机科学的教材,但由于学科分割过细且各书自成体系,仍然没有一套适合于非计算机专业的、有机地综合了计算机系统科学领域里多种实用知识和技术的、比较精练的教材。

本书是一本有关现代计算机系统组成原理的基础课教材。它属于一套四本教材中的一本,其它三本是《软件设计基础》、《数据结构与算法》和《软件工程方法》。这套教材由高等学校数学与力学教学指导委员会计算数学教材建设组组织编写,除了本书已经通过教学指导委员会和有关专家审查并已出版外,《软件设计基础》也已经由南开大学、复旦大学和中山大学的三位老师联合编写完成,并通过了专家审查,也即将出版。

计算机与软件科学和技术是一个知识极为丰富、分支学科很多、更新发展十分迅速的科学技术领域,精练地选择一族满足非计算机专业需求的、关于计算机系统与软件的知识和技术,并把它们有机地组织在一套书中,显然不是一件容易的事情,但是鉴于“计算数学及其应用软件”专业建设的需求,鉴于众多的非计算机专业的老师和同学们的渴望,促使我们下决心尝试完成编写这套教材的任务。

对于这套教材,我们是基于如下原则选择内容和实施系统组织的:以知识和技术的基础性、实用性、先进性和系统性为主,局部地照顾知识体系的完整性;不追求高深的理论体系,但应使基本的理论和方法、先进实用的知识和技巧兼备;为了减轻学生负担,使学生易于理解和掌握,并避免重复讲授,在这套教材中,坚持了循序渐进,避免了同一水平、同一功能的知识和技术的重复出现。

本书主要讲述计算机系统的组成和工作原理,由于现代计算机系统的基本特征是模块化结构,且每个模块具有很强的集成度和独立的功能,故我们摒弃了早年的计算机原理的知识体系和系统结构,在原理性地介绍了计算机基本知识之后,立即讲述现代计算机的系统结构,突出了对科学工程计算和一般计算机应用专业有用的计算机系统知识,即体系结构、操作系统和编译器的组成和工作原理。为了使读者学到更为先进实用的知识和技术,除了在每个章节选材上特别精心外,我们特意增加了系统配置和计算机网络诸方面的有关知识和技术。

在本书编写过程中,我们得到了李岳生、李荣华、应隆安等诸位教授的指导,并得到了许卓群、毛德行、余娟芬三位教授的具体帮助,他们对本书提出了宝贵意见,在此我们表示衷心感谢。

在本书编写过程中,本书的作者是精心和认真负责的,他们对本书倾注了全部心血,表现出一位人民教师的高尚品德和献身精神。虽然本书在定稿之前已经过多次讲授和修改,但错误和不足之处在所难免,敬请讲授本书的老师和读者提出宝贵意见。随着计算机科学和技术的发展,本书的内容很快就需要更新和修改,盼望大家多提意见,以便能在本书再版之

时改正错误,使您更为满意。

我为能在南开大学兼职期间,有机会参加这套书的选题、选材和系统组织,向老师们学习到许多知识和经验,感到幸运。

谢谢!

崔 俊 芝

1993年11月

前 言

对于广大非计算机专业的学生和科技人员来说,计算机系统原理是学习其它计算机类课程和开展计算机应用的一门基础课程。

本书是在南开大学数学系计算机基础课讲义的基础上编写的。绪论篇简明扼要地介绍了现代计算机系统的发展与应用,及其系统组成,并概述了全书的安排。正文部分分为三篇,题目依次是“计算机硬件组成原理”、“操作系统”和“编译系统”。全书把面向计算机应用作为宗旨,在保证系统性、完整性的前提下,对材料的取舍、叙述的详略等均做了精心的设计和安排。

学习过一至二门计算机程序设计语言,并有一定上机实践经验的读者即可学习本课程。

本书第一章至第八章由温媛和眭洁执笔,第九章至第十八章由张效成执笔,第十九章至第二十四章由眭洁执笔,全书由眭洁统稿。北京大学计算机系许卓群、毛德行、余娟芬三位教授精心审阅了本书,并提出了非常宝贵的意见。

本书在编写过程中,自始至终得到了中国科学院计算中心主任崔俊芝教授和南开大学孙激教授的指导和关心,高等教育出版社软件编辑室对本书的出版给予了大力支持和帮助。在此谨向他们表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编者 于南开园

1993年12月

目 录

绪论篇

§ 0.1 计算机的发展与应用	3
§ 0.2 计算机系统组成	5
§ 0.3 系统硬件	6
§ 0.4 系统软件	8
§ 0.5 工具软件和软件开发环境	9

第一篇 计算机硬件结构与工作原理

第一章 计算机中数据信息的表达	13
§ 1.1 常用数制及其转换	13
§ 1.2 二进制数的编码方法	17
§ 1.3 定点数和浮点数的表示方法	20
§ 1.4 符号数据和数字串的编码表示	23
习题一	26
第二章 计算机的逻辑部件	27
§ 2.1 逻辑代数	27
§ 2.2 逻辑门与触发器	30
§ 2.3 逻辑部件	33
习题二	36
第三章 中央处理器	37
§ 3.1 运算方法	37
§ 3.2 运算器的组成	43
§ 3.3 控制器的功能与组成	45
§ 3.4 CPU 与典型芯片	47
习题三	50
第四章 指令系统与寻址方式	51
§ 4.1 指令格式	51
§ 4.2 指令分类与功能	52
§ 4.3 寻址方式	56
§ 4.4 指令执行过程	60
习题四	62
第五章 存储系统	63
§ 5.1 存储器分类与存储系统结构	63
§ 5.2 主存储器	65
§ 5.3 高速缓冲存储器	67

§ 5.4 辅助存储器	68
习题五	71
第六章 中断系统	72
§ 6.1 中断的基本概念	72
§ 6.2 中断管理	74
§ 6.3 中断响应与中断处理	77
习题六	79
第七章 总线	80
§ 7.1 总线类型与结构	80
§ 7.2 总线控制与信息传送	84
§ 7.3 几种标准总线介绍	86
习题七	87
第八章 输入输出系统	88
§ 8.1 外围设备	88
§ 8.2 键盘与显示器	90
§ 8.3 输入输出接口	93
§ 8.4 程序控制输入/输出	95
§ 8.5 DMA 控制输入/输出	97
§ 8.6 通道控制输入/输出	99
习题八	101
第九章 多机系统	102
§ 9.1 多处理机系统	102
§ 9.2 计算机网络	104
习题九	109
第十章 计算机系统的集成技术	110
§ 10.1 系统集成的发展背景	110
§ 10.2 系统集成的关键及其基础	110
§ 10.3 系统集成的策略和技术	111
习题十	113

第二篇 操作系统

第十一章 操作系统概论	117
§ 11.1 操作系统的定义、类型及其发展	117
§ 11.2 操作系统的功能	121
§ 11.3 操作系统的硬件环境	121
§ 11.4 操作系统的用户界面	123
§ 11.5 UNIX 操作系统发展历史及其特点	125
习题十一	127
第十二章 进程管理	128
§ 12.1 进程概念	128
§ 12.2 进程状态和进程实体	130

§ 12.3	进程控制	134
§ 12.4	进程调度	135
§ 12.5	进程的互斥与同步	137
§ 12.6	进程通信	142
§ 12.7	死锁	146
习题十二	.....	151
第十三章	作业管理	153
§ 13.1	作业管理的功能	153
§ 13.2	作业状态及其转换	154
§ 13.3	作业调度	156
§ 13.4	作业控制	157
§ 13.5	作业管理的实现	158
习题十三	.....	159
第十四章	存储管理	160
§ 14.1	存储管理的目的和任务	160
§ 14.2	重定位	161
§ 14.3	实存储器管理方案	162
§ 14.4	虚拟存储器管理方案	169
§ 14.5	共享与动态连接	173
习题十四	.....	177
第十五章	设备管理	178
§ 15.1	设备管理的任务和功能	178
§ 15.2	设备管理的数据结构	179
§ 15.3	设备分配	181
§ 15.4	设备驱动	183
§ 15.5	设备管理系统的工作过程	184
§ 15.6	SPOOLing 技术	185
习题十五	.....	186
第十六章	文件管理	187
§ 16.1	文件系统的特点和功能	187
§ 16.2	文件的逻辑结构和物理结构	188
§ 16.3	文件目录	194
§ 16.4	文件的共享与安全	199
§ 16.5	文件卷	203
§ 16.6	辅存空间的管理	204
§ 16.7	文件系统的用户界面	205
§ 16.8	文件系统的一般模型	208
习题十六	.....	210
第十七章	操作系统结构和启动	212
§ 17.1	操作系统的结构	212
§ 17.2	操作系统的启动	214
习题十七	.....	214

第十八章 MS-DOS 系统介绍	215
§ 18.1 DOS 操作系统的结构	215
§ 18.2 DOS 的用户界面	217
§ 18.3 存储管理	218
§ 18.4 文件系统	218
习题十八	220
第三篇 编译系统	
第十九章 语言与编译	223
§ 19.1 语言和文法	223
§ 19.2 什么叫编译程序	227
§ 19.2 编译程序的结构	228
习题十九	231
第二十章 词法分析	232
§ 20.1 词法分析器功能与输入输出	232
§ 20.2 词法分析器的生成	235
习题二十	239
第二十一章 语法分析	240
§ 21.1 上下文无关文法与语法分析的一般概念	240
§ 21.2 算符优先分析法	242
§ 21.3 递归下降分析法	247
§ 21.4 预测分析法	257
习题二十一	262
第二十二章 符号表与存储分配	264
§ 22.1 符号表的内容及结构	264
§ 22.2 符号表的操作	266
§ 22.3 存储分配	269
习题二十二	272
第二十三章 语义分析与中间代码生成	273
§ 23.1 语法制导翻译	273
§ 23.2 表达式和赋值语句的中间代码生成	274
§ 23.3 控制语句的中间代码生成	277
§ 23.4 数组元素引用与过程调用	281
§ 23.5 语法和语义错误的处理	285
习题二十三	289
第二十四章 代码优化和代码生成简介	291
§ 24.1 代码优化基本方法	291
§ 24.2 目标代码生成	294
习题二十四	298

绪论篇

§ 0.1 计算机的发展与应用

0.1.1 计算机的发展

从 40 年代世界上第一台电子计算机诞生以来,计算机的发展可以说是突飞猛进,几乎每十年就有一次大的飞跃。根据计算机所采用的逻辑元件从电子管电路、晶体管电路、集成电路到大规模和超大规模集成电路的不断更新和系统结构的不断改进,一般把计算机的发展过程分为四个阶段,习惯上称为四代。现在所用的计算机大多属于第四代,它的逻辑元件采用大规模或超大规模集成电路,主存储器采用半导体存储器,外围设备种类繁多,可以适应不同的需要,而且处理速度越来越快,中型以上机器的速度可达几百 MIPS(MIPS——百万条指令/秒)以上。虽然现代计算机的功能越来越强,但体积和功耗却越来越小,价格也越低,因而使计算机的应用深入到各个领域,成为人类进入信息社会不可缺少的工具。

当前电子计算机正朝着微型化、网络化、巨型化、智能化的方向继续迅猛发展。

1. 微型化

微型机是 70 年代由于大规模集成电路的出现而产生的机器,它具有体积小、功耗低、价格便宜、使用灵活等特点,为计算机的普及和推广提供了现实的可能性,现已应用到各个领域,并已进入家庭。现在微型机种类繁多,一些高档微机(如 386、486 等)的性能已达到以前中小型机的水平。当前微型机主要向两个方向发展,一是尽力提高技术指标,使其在速度、内存容量、外设性能、软件配置等方面赶上和超过当前中型机甚至大型机的水平;二是在结构上力求完善,并能与各种类别的输入/输出设备,甚至与通信设备和智能设备连接,以进一步适应各种不同的需要。

2. 巨型化

巨型机的发展主要是为了适应大规模科学计算的要求。现在的大型和巨型机运算速度可达每秒几千万次到每秒几十亿次,主存容量可达几十到几百兆。其外部设备种类齐全,并配备了丰富和高效的软件系统。我国 1984 年研制成功的“银河”计算机就是用于科学计算的巨型机。虽然现在的巨型机已具有如此快的速度和如此大的容量,但仍不能满足科学技术发展的需要,所以巨型机仍在朝着更高速和更大容量的水平发展,其途径主要有两个:一是采用新技术,进一步提高元器件性能和集成度;二是改进系统结构,向并行化方向发展。现在世界上已出现了多种并行机(“银河”机也是一种并行机)。

3. 网络化

所谓网络,就是按照约定的协议,将若干台独立的计算机通过通信线路相互连接起来,形成彼此能够通信的系统。在网络内可以进行及时的信息交换,实现软硬件资源和数据的共享。由于网络具有以上功能,70 年代以来,世界上许多国家纷纷组建全国性和国际性的计算机网络,并陆续投入运行。同时,短程的局部网也被广泛应用于各部门的信息管理系统和自动化系统中。现在网络的使用已十分普遍,网络技术也正在迅速的发展和完善。

4. 智能化

计算机虽然被称为电脑,但实际上它的功能远远不能与人脑相比,它还不具有人脑的联想、推理、学习等功能。使机器能模拟人进行感觉和思维等智能活动是计算机的重要发展方向,

也是第五代和第六代计算机追求的目标。现在各国科学家正积极开展对智能模拟的研究,并已在感觉和思维模型的建立、计算机图象、文字和声音识别、机器人研制、神经网络元件的研制等方面取得了很大的发展。

0.1.2 计算机的种类

计算机可分为模拟计算机和数字计算机两大类。

模拟计算机是以模拟变量,如电压、电流等连续变量为操作对象。由于它直接以这些模拟量为操作元,因此运算速度快,但精度很差。

数字计算机是以离散的数字和逻辑变量作为操作元。它具有精度高、运算速度快的特点,并具有很强的通用性。

平时我们所说的计算机,指的是数字计算机。

数字计算机种类很多,按用途可分为专用计算机和通用计算机。前者主要用于工业控制、军事、国防等专用设备上,后者可用于科学计算、数据处理、信息管理、自动控制等各个方面,通用机又可按其规模的大小分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机等。

0.1.3 计算机的应用

随着计算机的高速发展,它的应用已渗透到各个领域,归纳起来主要有以下几个方面。

1. 科学计算

科学和工程领域经常需要进行大量的数值计算。例如核反应堆的计算、空气动力学计算、导弹发射及飞行轨道计算、气象计算等等。科学计算的特点是计算量大、数值变化范围大、精度要求高,一般需要用大、中型机、甚至巨型机来完成。

2. 数据处理

数据处理即非数值计算,它是计算机应用的又一个重要方面。当前大部分计算机都用于数据处理,例如用于银行系统的管理、企业管理、库存管理、统计报表、情报检索、财务处理、计划编制等等。数据处理的特点是输入或输出的数据量大,而计算却很简单。

3. 过程控制

计算机可用来对某种过程如生产过程、飞行器发射和运行过程等实行自动控制。例如化工厂用计算机控制生产过程中配料、温度、阀门开关等各个环节;火箭、导弹发射时用计算机进行控制等等。计算机在过程控制中所做的主要工作有:巡回检测、自动记录、自动调整、统计制表、监视报警、自动启停等。在控制过程中,输入的信息往往是电压、电流、温度、机械位置等模拟量。首先要将它们通过模数转换器(A/D转换器)变成数字量,再用计算机进行处理,得到的控制信息是数字量,一般还要将它们转换成模拟量(D/A转换)再去控制对象。

根据控制对象不同,用于过程控制的计算机有单片机、单板机、微型机及其它小、中、大型机或专用机,它们应具有实时控制功能,有些过程控制要求计算机能迅速地做出反应,以保证过程的正确进行。

4. 计算机辅助设计(CAD)、辅助制造(CAM)等其它辅助系统

因为计算机可以进行快速的数值计算和非数值计算,并有较强的模拟能力,所以我们可以制作各种软件来实现计算机辅助设计、辅助制造、辅助测试、辅助教学等工作。

在计算机的这些应用中,图形处理功能显得越来越重要。一般都要求计算机系统具有完善

的图形显示、输入/输出设备和与之配套的图形软件。

5. 系统仿真

仿真技术是用计算机来模仿真实系统的技术，它在科学研究、自动控制、设计工作和训练工作等方面都有重要的应用。

6. 人工智能

人工智能是计算机科学中较活跃的一个领域，当前关于人工智能的应用和研究主要有以下几个方面：

- 编制模拟人脑思维的创造性程序。如下棋程序、数学推导程序等都属于这一类程序。
 - 研制带有“智能联系装置”或称为“智能接口”的计算机。例如带有语言输入/输出、文字输入/输出等接口的计算机，这些计算机可用于自动指挥系统、自动排版系统、自动翻译系统等
- 方面。
- 专家系统。使计算机在某个领域内具有专家的水平。
 - 智能机器人。使计算机能代替人干某些工作。

§ 0.2 计算机系统组成

一个完整的计算机系统是由硬件和软件两大部分组成的。硬件指各种物理装置；软件是指在硬件上运行的各种程序和相关资料(文档、数据等)。软件又包括系统软件和应用软件两部分。软件是在硬件支持下工作的，而应用软件又是在系统软件支持下工作的。整个计算机系统各部分之间的层次关系如图 0.1 所示。

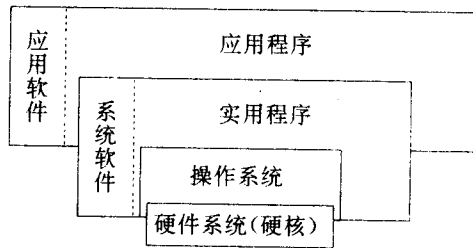


图 0.1 计算机系统

硬件系统也称为硬核，它的基本功能是由程序控制实现数据输入、运算、数据输出等基本操作。最基本的硬件配置包括：运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备五大部件。

系统软件包括操作系统和实用程序两大部分。操作系统是总管系统中硬件和软件资源的一组管理程序。实用程序包括各种语言编译程序和文本编辑程序、调试程序、连接程序、系统维护程序等服务性程序。

应用软件包括数据库管理系统、办公室自动化系统、事务处理系统等各种应用软件包，以及用户自己编制的各种各样的程序。

计算机系统的组成框图如图 0.2 所示。

本书是面向应用软件开发研制人员的，作为必备的基础知识，本书围绕计算机系统两个

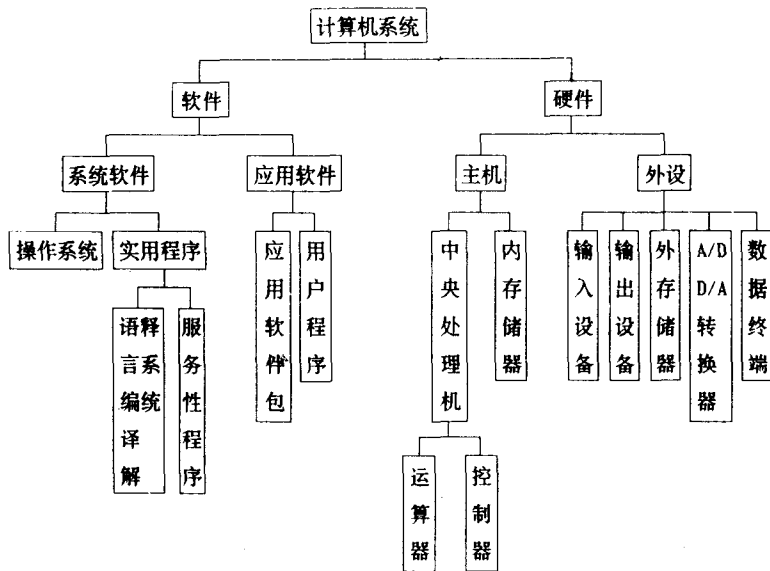


图 0.2 计算机系统组成

组成部分(硬件和软件)的三个基本问题分为三编展开讨论。

第一编硬件系统,硬件是计算机系统的物质基础。这一编主要介绍计算机系统的硬件结构和单机系统中各大部件的作用和功能。此外,由于现代硬件系统的设计和生产日趋标准化和模块化,本编最后一章将简要介绍系统集成的思想和技术。阅读本编,将使读者对硬件环境获得基本了解。

第二编介绍最基本的系统软件——操作系统。在现代计算机系统中,操作系统是硬件和软件资源的管理者,同时它还提供了方便、安全的用户界面。通过本编的阅读,将使读者对软件环境有一个基本的、完整的了解。由于 UNIX 操作系统已成为当今操作系统的发展主流,并且作为一种开放系统广泛应用于各种类型机器上,所以本编的实例将较多地取材于 UNIX。另外,本编最后一章对当前仍被广为使用的 DOS 操作系统作简要叙述。

第三编将简明扼要地介绍编译原理和方法。与操作系统一样,编译系统是与应用软件人员关系最为密切的另一类系统软件。阅读本编,可以明了高级语言程序是如何被转换为可执行的机器语言程序的,从而使读者对各种编程语言从本质上有一个较透彻的理解,并在实践中从语言的选择到语言的应用,乃至程序的调试、测试分析,能够做得更加自觉与合理,同时本编内容也是应用软件工作者设计和开发用户接口、软件工具和软件支撑环境所必需的基础知识。

§ 0.3 系统硬件

从第一代到第四代计算机,其基本设计思想一直是遵循冯·诺依曼的计算机结构原理。虽然近年来各国都在研制非冯·诺依曼机,但是还没有成熟的产品问世。所以本书仍以冯·诺依曼结构为标准叙述计算机的结构与功能。

计算机具有四项基本功能:输入、存储、处理和输出数据。相应地,计算机的硬件系统由存储器、运算器、控制器、输入设备、输出设备五个基本部件组成,五大部件之间的关系如图 0.3

所示。

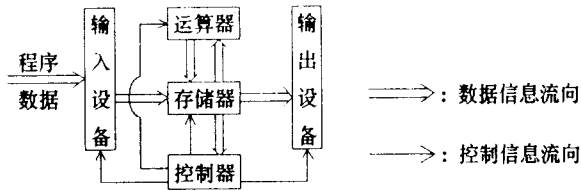


图 0.3 硬件系统构成

下面简单介绍一下五大部件的功能。

(1) 输入设备:负责把用户的信息(程序和数据)输入到计算机中。最基本的输入设备是键盘,其它还有鼠标器、光笔、读卡机、数字化仪、扫描仪等。

(2) 输出设备:负责从计算机中取出信息供用户查看。最常用的输出设备是显示器、打印机、绘图仪等。

(3) 存储器:负责储存程序和数据,并根据命令提供这些程序和数据。在计算机中以二进制形式存储信息。存储器又分成内存储器(内存)和外存储器(外存)两部分。内存容量小,但存取速度快,一般用半导体存储器。外存容量大,但存取速度慢。磁带机、磁盘都是常用的外存。磁盘又分为硬盘和软盘。

(4) 运算器:负责数据的算术运算和逻辑运算,即数据的加工处理。

(5) 控制器:负责对指令的操作信息进行分析、控制,并协调内存访问、数据运算和输入/输出操作。

控制器、运算器、内存储器是计算机对信息加工处理的主要部件,因而把它们合称为主机。其中运算器和控制器在逻辑功能和工艺结构上有着十分密切的联系,通常将它们组装在一个芯片上,称之为中央处理机,记为 CPU。计算机系统的各种输入/输出设备(简记为 I/O 设备)及外存储器合称为外部设备或外围设备。

计算机进行运算时,各种信息,如原始数据、中间运算结果、指令存储地址、控制信号等要在各部件之间相互传输。现代计算机系统中这些信息的传输一般都采用总线式传送方式,就是将若干功能部件连接到公共的传输线上,这公用的连线称为总线。除了总线连接外,各部件之间没有直接的联系,它们之间的通信是通过总线分时进行的。图 0.4 是具有单总线结构的计算机硬件系统的简框图。

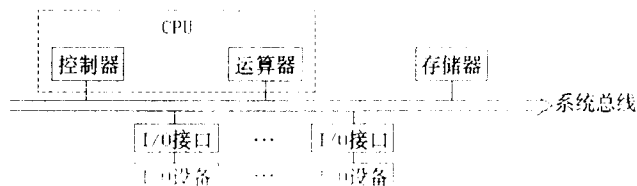


图 0.4 总线结构的硬件系统框图

§ 0.4 系统软件

0.4.1 系统软件的特征及其分类

如前所述,软件分为系统软件和应用软件两类。系统软件是靠近硬核的一类软件,应用软件是靠近最终用户的一类软件。应用软件是为各个应用领域或部门解决特定问题而编写的程序及其文档的总称。

系统软件和硬核紧密相联、互为依托,是计算机系统的重要组成部分。

系统软件的功能可大致归纳为以下几点:

(1) 对硬件和软件资源实施有效的控制和管理,从而使整个计算机系统协调而有效的运行。操作系统就是具有这种功能的系统软件。

(2) 为各类用户创造一个方便、灵活、安全的使用环境。如操作系统的用户界面。

(3) 为系统维护人员提供便捷而有效的工具。如设定系统配置、硬件故障诊断排除等工具软件就具有此种功能。

(4) 为软件开发提供工具。如语言编译解释程序、连接程序、文本编辑程序、程序调试工具等即属此类系统软件。

(5) 模拟或扩展某些硬件功能,如浮点仿真、虚拟存储等。

需要指出的是,随着计算机科学和技术的不断发展,系统软件的功能也会不断地扩充和发展。

系统软件一般具有以下特点:

(1) 和硬件系统的不可分割性。例如,设备驱动程序实际上是和硬设备绑在一起的。开发这类软件,需要对硬件有透彻的了解。

(2) 公用性或共享性。即所有用户都要使用它。

(3) 基础性。即它们是各种应用软件赖以生存和工作的基础。

诚然,硬核是系统软件(乃至一切软件)赖以生存的物质基础,正如成语所说:“皮之不存,毛将焉附”。但系统软件与硬核决不是简单的依附关系。没有了系统软件,硬核便成为裸机,而裸机是无法使用的。不仅如此,系统软件品质的好坏,对计算机系统整体性能起着至关重要的作用。好的系统软件可以保证整个系统协调、高效、正确、安全地运行,可以使硬件的能力得到扩充和增强。反之,可能会使硬件固有的能力不能得到充分的发挥,甚至导致系统混乱或瘫痪。如果把铁路系统中的火车、车站等设备设施比作硬件,把管理人员、工作人员比作系统软件,那么,它们之间的关系以及它们各自在整个铁路系统中的地位和作用,恰好是计算机系统中上述关系的一个对照。

上述分析旨在使读者明白,要了解计算机系统组成和工作原理,不仅要了解硬件,还要了解系统软件,而后者主要指操作系统和编译系统。

在系统软件中,操作系统又是最靠近硬核的,其它软件均位于操作系统的外层,据此,可以把系统软件分为操作系统和实用程序(Utility)两大部分。