



华章教育

普通高等院校计算机课程规划教材

Introduction to Computer System

计算机系统导论

徐洁磐 编著



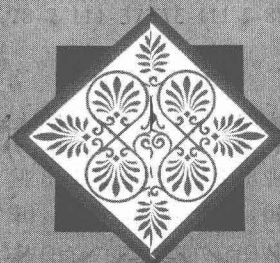
机械工业出版社
China Machine Press

普通高等院校计算机课程规划教材

Introduction
to Computer System

计算机系统导论

徐洁磐 编著



机械工业出版社
China Machine Press

本书是计算机相关专业学生的入门教材,按计算机学科自身发展体系(计算机系统、计算机开发、计算机理论及计算机文化四部分)组织内容,从整体角度对计算机学科作全面、系统的介绍,为学生了解计算机学科平台提供知识、修读后续课程提供帮助、选修课程提供指导、规划专业方向提供思路、日后工作提供学科基础、选择职业拓宽门路。

本书内容全面、重点突出、面向应用、通俗易懂,适合作为计算机相关专业本科学生的“计算机导论”课程的教材,尤其适合作为计算机应用类专业学生的教材。

封底无防伪标均为盗版

版权所有,侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目(CIP)数据

计算机系统导论 / 徐洁磐编著. —北京:机械工业出版社, 2012. 4
(普通高等院校计算机课程规划教材)

ISBN 978-7-111-37785-6

I. 计… II. 徐… III. 计算机系统—高等学校—教材 IV. TP30

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 050442 号

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:李 荣

北京瑞德印刷有限公司印刷

2012 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

185mm × 260mm · 16.5 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-37785-6

定价: 35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991; 88361066

购书热线: (010) 68326294; 88379649; 68995259

投稿热线: (010) 88379604

读者信箱: hzsj@hzbook.com

在计算机学科相关专业中,计算机导论是一门重要的入门基础课,也是一门新引入的课程。该课程来源于美国计算机协会(ACM)及美国电气和电子工程师协会(IEEE)在2001年所发布的计算机科学2001教程CC2001,并于2002年由中国计算机学会及全国高等学校教育研究会发布,成为中国计算机科学与技术学科教程CCC2002中的一门课程。目前,该课程已在国内几乎所有的计算机学科相关专业开设,有关教材也陆续出版,课程建设已逐渐走向正轨。

但是,该课程自引入我国以来一直患有“水土不服”之症,教学效果不甚理想,课程内容至今仍未稳定,课程目标定位认识仍需理清。因此我们认为,计算机导论课程目前正在经历“本土化”的艰难变革,它需要不断调整课程目标与课程内容,来适应我国计算机教学的需要。为此,在本教材的编写中首先需对课程的有关问题作探讨,并提出相关的对策,在此基础上再对教材编写进行讨论。这里,我们主要讨论下面两个论题:

- 计算机导论课程。
- 计算机导论教材编写。

一、计算机导论课程的讨论

1. 课程内容定位

目前,此门课程的内容大多都是介绍一些计算机学科的分支内容,系统性不强、完整性不够、全面性不足,学生所学到的是一些有关计算机的片面的、分割的以及不系统的知识,因此学生对计算机的理解仅仅是一些名词与知识的堆砌,而且所有这些知识在后续相关课程中还将有更系统、更详细的讲述,这不但造成大量的重复学习,更重要的是造成了该课程的特色不明、个性不显。一门课程如果没有特色与个性,那它必将是一门没有前途、不受欢迎的课程。而计算机导论目前正是处在这种尴尬状态之中。为解决此问题,必须对课程内容作必要的改革,其改革的核心是使它成为一门有特色、有个性的课程。编者认为,它应该有如下几方面的特色。

(1) 从整体角度对计算机学科有一个全面、完整及系统的介绍

在计算机专业中有很多课程,它们都是计算机学科中的一个部分或分支,它们将计算机学科分割成很多个部分,这有利于对分支与部分的深入研究与学习,但是,学科的分裂使一个具有完整体系的计算机学科概念分裂、内容隔离。因此,需要有一门课程从整体角度还原计算机学科的本来面目,它按学科体系组织,并按学科来统一概念,这样,使学生对计算机学科有一个全面、完整及系统的了解与认识,这门课程就是计算机导论。这种从整体角度介绍计算机学科的课程是其他所有课程所不能取代的。

(2) 从整体角度对计算机中的重要基础性概念作介绍

计算机学科中有很多基础性的重要概念,但是,从目前来看,任何一门计算机课程都难以将这些概念介绍清楚,而这又是计算机专业的学生所必须要了解的。例如计算机系统的概念、计算机软件的概念、计算机应用系统开发的概念以及计算机数据的概念等基础性概念,只有通过计算机导论课程所构造的统一平台才能解释清楚。

(3) 宏观了解计算机学科中各课程的地位、作用及关系

在计算机学科中有很多分支，它们可分解成很多课程，每门课程中对其内容都有全面与详细的介绍，但是往往缺少从计算机学科整体视角下对其地位、作用及彼此间关系的介绍，而这种介绍是非常必要的，它对学生全面认识相应的课程或分支非常重要，而这种介绍也只能由计算机导论课程来完成。

“计算机导论”课程只有引导学生在入门阶段建立起对计算机学科的整体认识后，才能在后续课程中从整体角度分析它们，从更高的视角观察它们，达到高屋建瓴的效果。

2. 课程目标定位

与课程内容定位相关联的是课程的目标定位，对于“计算机导论”课程的目标定位，应该有下面几个部分：

- 1) 为计算机学科提供基础平台知识。
- 2) 为修读后续课程提供帮助，为选修课程提供指导，为规划专业方向提供思路。
- 3) 为日后工作提供坚实的学科基础，为选择职业拓宽门路。

二、计算机导论教材编写的讨论

课程内容定位与目标定位是指导性的，而教材编写则是相对具体、实在的。一般来讲，抽象性的指导要通过具体教材编写体现出来也是一个困难的过程，对此我们分两个方面来讨论。

1. 教材编写原则

教材编写原则是对课程抽象指导具体化需要考虑的第一个方面。“计算机导论”教材编写原则有如下几个方面。

(1) 按计算机学科自身体系组织教材

“计算机导论”课程是从整体角度介绍计算机学科，因此其教材必须按计算机学科自身的体系组织编写，而并不按教学中的课程体系、实际开发中的应用体系或研究中的理论体系等编写，因为所有这些其他的体系对学科而言都有一定的片面性与局限性。

(2) 介绍全面、重点突出

“计算机导论”按学科体系组织编写，因此对学科中的各分支内容都要作介绍，这样才能体现学科体系的普遍性的原则。但是，在学科体系中各分支是有轻重与主次之分的，因此，必须有重点地介绍，这种既能照顾到点又能考虑到面的编写原则，使得教材内容既紧凑又全面。

(3) 具有完整性与关联性

计算机学科是一个完整、统一的学科，仅仅是为了教学方便才将它们分割成不同课程的，而在不同课程的讲授中往往将原本是统一与完整的概念及内容分割成片面与分离的知识，因此在“计算机导论”中有必要还原其本来面目，将原本完整的、相互关联的内容与概念展现在读者面前。

(4) 分支学科内容介绍要有重点、有选择

计算机学科是由各分支学科组成的，因此对各分支学科的介绍是必需的，但是这些分支学科都是在计算机学科统一平台中的分支，在介绍时应突出分支核心内容，重点关注它在计算机学科中的地位与作用并注重它与其他分支学科的关系。至于分支学科自身详细介绍的介绍，将会是各后续课程的主要任务而并非计算机导论课程的主要任务。

2. 教材的组织与内容

教材的组织与内容，是对课程抽象性指导具体化需要考虑的第二个方面。它以教材编写

原则为指导对教材的组织与内容作具体的探讨，可以分为下面的几个内容。

(1) 教材组织

教材按学科体系组织。计算机学科是包含科学、技术与工程在内的一门综合性学科，它同时还包括社会科学的内容——计算机文化，具体的内容包括计算机系统、计算机理论、计算机开发以及计算机文化四个部分。其中，计算机系统包括计算机系统基础、计算机硬件、计算机软件、计算机网络以及信息安全；计算机理论包括可计算性理论、数学理论、算法理论及数据理论；计算机开发包括软件工程、计算机应用；计算机文化包括计算机道德、计算机法律与法规以及计算机教育等。

本书分为六篇，共 18 章：

第一篇：计算机全景图，介绍计算机学科概念，包括第 1 章和第 2 章。

第二篇：计算机系统构建，介绍计算机系统的五个部分，包括第 3 ~ 11 章。

第三篇：计算机应用系统开发，介绍计算机开发的两个部分，包括第 12 ~ 14 章。

第四篇：计算机理论，介绍计算机理论的四个部分，包括第 15 章和第 16 章。

第五篇：计算机文化，介绍计算机文化的相关知识，包括第 17 章。

第六篇：计算机发展，介绍计算机的最新发展，包括第 18 章。

这种教材组织结构体现了按学科体系组织的原则，也体现了内容的系统性与完整性。

(2) 内容重点

本书的内容重点分为三个层次：

1) 篇重点——计算机系统。

2) 章重点——计算机基础知识介绍、计算机软件、操作系统、计算机网络。

3) 节重点——计算机基本概念、互联网、软件开发过程。

(3) 重要的基本概念

本书中的重要基本概念包括：

- 计算机系统。
- 计算机软件。
- 计算机数据。
- 计算机应用系统。

(4) 知识关联

在本书的每章中都有该章内容知识间关联点的介绍，在每篇篇首均有本篇内容知识间关联点的介绍。

(5) 教学安排

本书内容精练，适合于学时数为 48 及 32 两种不同模式的课程安排。其中部分章节带有“*”，可视情况自行删减。

本书在编写过程中得到了南京大学计算机软件新技术国家重点实验室的支持，同时还得到了南京大学徐永森教授、金志权教授及史九林教授的帮助，在此一并表示感谢。

本书由南京大学金志权教授审稿，在审稿中他对全书提出了诸多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

本书的编写从内容到方式都作了新的尝试，错误和不妥之处在所难免，希望广大读者提出宝贵意见，可发邮件至 xujiepan@nju.edu.cn。

目 录

前言

第一篇 计算机全景图

第1章 计算机基本概念	2
1.1 概述	2
1.2 什么叫计算机	2
1.3 计算机的概念及其变迁	3
1.3.1 计算机硬件	3
1.3.2 计算机软件	7
1.3.3 计算机网络	10
1.4 现代计算机系统	12
本章小结	12
习题一	13
第2章 计算机学科与计算机学科体系	14
2.1 计算机学科的概念	14
2.2 计算机学科内容	14
2.3 计算机学科体系	15
2.3.1 计算机学科内容间的关系	15
2.3.2 计算机学科知识构成	15
2.3.3 计算机学科的洋葱头模型	16
2.3.4 计算机学科体系的特点	16
2.3.5 计算机学科体系与教学体系间的 关系	17
2.4 计算机学科教育	18
2.4.1 计算机学科知识	18
2.4.2 计算机能力	19
2.4.3 素质	19
本章小结	20
习题二	20

第二篇 计算机系统构建

第3章 数字技术	22
3.1 二进位数的基本知识	22

3.2 布尔代数	23
3.3 数字电路简介	24
3.4 二进位数及其操作的扩展表示	26
3.4.1 数值类型表示与操作	26
3.4.2 数值类型表示与运算的电信号 实现	29
3.4.3 文本类型表示与操作	32
3.4.4 多媒体类型表示与操作	34
本章小结	39
习题三	40
第4章 计算机硬件	41
4.1 计算机硬件的基本工作原理	41
4.2 冯·诺依曼体系结构	42
4.3 中央处理器 CPU	43
4.4 存储器	45
4.4.1 存储器概述	45
4.4.2 主存储器	46
4.4.3 外存储器	47
4.5 输入/输出设备	48
4.5.1 常用输入设备	49
4.5.2 常用输出设备	50
4.6 总线与接口	51
4.6.1 总线	51
4.6.2 接口	52
4.6.3 计算机硬件的连接	53
4.6.4 计算机硬件的工作流程	53
4.7 计算机硬件的物理组成	55
4.7.1 主板	55
4.7.2 适配卡	56
4.7.3 CPU、内存条及总线	56
4.7.4 I/O 设备	56
本章小结	56
习题四	57
第5章 计算机软件	59
5.1 计算机系统与计算机软件	59

5.2 计算机软件的基本概念	59	*7.5 数据库语言 SQL	93
5.3 计算机软件的特性	60	本章小结	96
5.4 软件系统	61	习题七	96
5.5 程序	63	第8章 语言处理系统	97
5.5.1 程序的基本概念	63	8.1 语言处理系统概述	97
5.5.2 程序设计语言介绍	64	8.2 汇编语言处理系统	98
5.5.3 程序设计语言的基本组成	66	8.3 高级语言处理系统之一——解释程序	98
5.5.4 语言处理系统	67	8.4 高级语言处理系统之二——编译程序	99
5.5.5 程序设计	68	8.4.1 编译程序的工作原理	99
5.6 计算机软件中的数据	68	8.4.2 编译程序的实现	101
5.7 计算机软件中的文档	70	本章小结	102
本章小结	71	习题八	102
习题五	72	第9章 计算机网络与互联网	103
第6章 操作系统	73	9.1 计算机网络概述	103
6.1 操作系统的作用	73	9.2 计算机网络的组成	104
6.2 操作系统的结构	74	9.3 计算机网络的体系结构	106
6.3 操作系统的安装	75	9.4 计算机网络分类	107
6.4 进程管理	75	9.4.1 局域网	107
6.5 资源管理	77	9.4.2 广域网	108
6.5.1 CPU 管理	77	9.4.3 互联网	109
6.5.2 存储管理	77	9.5 计算机网络设备	110
6.5.3 设备管理	78	9.6 计算机网络的实现	112
6.5.4 文件管理	79	本章小结	113
6.6 用户服务	80	习题九	114
6.7 软硬件接口	81	第10章 计算机网络与互联网软件	115
6.7.1 中断管理	81	10.1 网络软件的分布式结构	115
6.7.2 操作系统的宏观接口	82	10.2 网络软件的分层构造	116
6.8 常用操作系统	82	10.3 网络中的系统软件详细介绍	117
本章小结	84	10.3.1 网络操作系统	117
习题六	84	10.3.2 基于网络环境的数据库管理系统	117
第7章 数据库与数据库管理系统	85	10.3.3 网络程序设计语言	118
7.1 数据库	85	10.3.4 网络专用开发工具	119
7.2 数据库管理系统	85	10.4 网络中的支撑软件	119
7.3 关系数据库管理系统	86	10.5 网络应用软件	120
7.3.1 关系数据库	86	*10.6 两种重要的网络软件	121
7.3.2 关系数据库管理系统	88	10.6.1 中间件	121
7.4 常用的关系数据库管理系统产品	91	10.6.2 Web	123
7.4.1 大型数据库产品 Oracle	91	本章小结	128
7.4.2 小型数据库产品 SQL Server	92	习题十	128
7.4.3 桌面式数据库产品 Access	92		

第11章 信息安全技术	130
11.1 信息安全概述	130
11.2 信息安全的均衡性原则	131
11.2.1 信息安全的四个层次	131
11.2.2 信息安全的六个部分	132
11.2.3 信息安全的技术手段	133
11.2.4 信息安全标准	133
*11.3 信息安全的技术措施	134
11.3.1 身份鉴别	134
11.3.2 访问控制技术	135
11.3.3 完整性技术	136
11.3.4 审计技术	136
11.3.5 入侵检测技术	137
11.3.6 数据加密技术	137
11.3.7 防火墙技术	139
11.3.8 虚拟专用网技术	140
11.3.9 计算机病毒防治	140
本章小结	141
习题十一	142

第三篇 计算机应用系统开发

第12章 软件工程	144
12.1 软件工程概述	144
12.1.1 软件危机与软件工程	144
12.1.2 软件工程的基本概念	144
12.2 软件工程介绍	145
12.2.1 软件开发方法	145
12.2.2 软件开发过程	147
12.2.3 软件开发工具	149
12.2.4 软件开发的标准与文档	149
12.2.5 软件项目管理	151
12.2.6 软件质量保证	151
*12.3 基于结构化开发方法的软件开发过程	152
12.3.1 结构化开发方法介绍	152
12.3.2 结构化分析方法	153
12.3.3 结构化设计方法	154
12.3.4 系统编码	157
12.3.5 测试	157
12.3.6 运行与维护	158

本章小结	158
习题十二	159
第13章 计算机应用系统	160
13.1 计算机应用系统的组成	160
13.1.1 应用系统的基础平台层	160
13.1.2 应用系统的数据资源层	161
13.1.3 应用系统的业务逻辑层	162
13.1.4 应用系统的应用表现层	162
13.1.5 应用系统的用户层	163
13.2 计算机应用系统的结构	163
13.2.1 典型的C/S结构计算机应用系统	163
13.2.2 典型的B/S结构计算机应用系统	164
13.3 计算机应用系统的分类	164
*13.4 计算机典型应用系统介绍	166
13.4.1 计算机应用系统之一——在商业领域中的应用及电子商务	166
13.4.2 计算机应用系统之二——在控制领域中的应用及嵌入式系统	169
13.4.3 计算机应用系统之三——在企业管理领域中的应用及企业资源规划ERP	171
13.4.4 计算机应用系统之四——在多媒体领域中的应用及图像处理	174
13.4.5 计算机应用系统之五——在智能领域中的应用及决策支持系统	177
本章小结	181
习题十三	182
第14章 计算机应用系统开发简介	183
14.1 计算机应用系统开发概述	183
14.2 计算机应用系统开发步骤	183
*14.3 计算机应用系统开发实例——嵌入式电子点菜系统	185
14.3.1 嵌入式电子点菜系统简介	185
14.3.2 需求调查	185
14.3.3 系统分析	186

14.3.4	系统设计	188
14.3.5	系统平台	190
14.3.6	系统详细设计	191
14.3.7	系统总结构图	192
14.3.8	系统的信息安全	192
14.3.9	系统实现	192
本章小结		193
习题十四		193

第四篇 计算机理论

第15章 算法与数据结构		196
15.1	算法基础	196
15.1.1	算法的基本概念	196
15.1.2	算法的基本特征	197
15.1.3	算法的基本要素	197
15.1.4	算法描述	198
15.1.5	算法设计	199
15.1.6	算法评价	202
15.1.7	一个完整的算法表示	204
15.1.8	算法与程序设计的关系	204
15.2	数据理论与数据结构	205
15.2.1	计算机数据组织发展历史	205
15.2.2	数据概念	205
15.2.3	数据组成	206
15.2.4	数据元素与数据单元	208
15.2.5	数据操纵	208
15.2.6	数据结构	209
15.2.7	线性结构	209
15.2.8	树结构	213
15.2.9	图结构	215
15.2.10	数据分类	217
本章小结		220

习题十五		222
*第16章 计算机的数学基础		223
16.1	离散数学与计算机	223
16.1.1	概述	223
16.1.2	集合论	223
16.1.3	代数结构	228
16.1.4	图论	229
16.1.5	数理逻辑	231
16.1.6	离散数学在计算机中的应用	234
16.2	可计算性理论——图灵机与 计算机	237
16.2.1	可计算性问题	238
16.2.2	图灵机原理	238
16.2.3	丘奇-图灵论题	240
16.2.4	图灵机与计算机	240
本章小结		241
习题十六		242

* 第五篇 计算机文化

第17章 计算机与社会		244
17.1	计算机文化	244
17.2	计算机道德	245
17.3	计算机的法律与法规	246
17.4	教育	247
本章小结		247
习题十七		248

* 第六篇 计算机发展

第18章 计算机学科的新进展		250
本章小结		251
习题十八		251
参考文献		252

第一篇

计算机全景图

本篇是全书的开篇，从宏观角度介绍计算机及计算机学科的全貌，并作为读者了解计算机的切入点。本篇共两章，第1章主要介绍计算机的概念，第2章介绍计算机学科的内容。

第 1 章

计算机基本概念

本章通过对计算机基本概念的介绍,以期对计算机有一个全局、宏观的了解,为后面各章提供框架。本章在全书中起着提纲挈领的作用。

1.1 概述

亲爱的读者,当你打开这本书的时候,你已经开始进入计算机殿堂的大门了。本书就是指引你由大门进入殿堂的入门书籍,故称“计算机导论”。所谓“导论”即“指引”之意,在学完本书后,能对计算机有一个全面、完整及系统的了解,为后续课程提供支撑,为今后工作提供基础,为规划专业方向提供思路。

这是计算机专业学生的第一门课,所有内容介绍均假设学生的计算机专业知识为零。当然,实际上学生在中学阶段大都学过计算机相关课程,并接触或操作过计算机。但是,这些知识与操作可能是不系统的,甚至是零乱的、不完整的。

本章将完整介绍计算机的概念及计算机发展的历史,使读者对计算机有一个全面的了解,为后面学习计算机知识提供基础。

1.2 什么叫计算机

计算机(computer)的全称是“数字电子计算机”(digital electronic computer),这一概念有四个层次。

1)“机”:它表示“这是一种机器”。所谓机器,是协助人类工作的一种工具。

2)“计算”机:它表示“这是一种协助人类用于计算的机器”。对于“计算”的含义,在计算机刚诞生时,是仅能做以加、减、乘、除为基础的数值计算。但是随着计算机的发展,它也能做文字、符号等处理,称为数据处理;接着,还能做图形、图像、声音以及视频、音频等多媒体处理;更进一步,还能做人类逻辑思维的推理、归纳等,称为人工智能。所有这一切都称为非数值计算。因此,计算机中的计算能力目前已远远超出数值计算的范围,而是包括了数据处理、多媒体处理以及人工智能等领域。

3)“电子”计算机:它表示“这是一种用电子元器件为主要的材料所构成的计算机”。所谓“电子元器件”指的是:早期是电子管,后来是晶体管,接着是集成电路以及大规模、超大规模集成电路。所谓“电子元器件为主要材料”指的是:除了电子元器件外,还有机电、光电以及电磁元器件所组成的一些配套装置。

实际上,作为计算机而言,早在数千年前就有出现。我国的算盘就是一种最典型的计算机。此后陆续出现的有法国人巴斯葛(B. Pascal)于17世纪所发明的手摇计算器,以及

19 世纪末出现的工程计算尺等，都是某种形式的计算机。而只有在出现以电子元器件为材料的电子计算机后，计算机才得到了突飞猛进的发展，并成为当代信息领域的领军，高技术的代表。

4) “数字”电子计算机：它表示“该类电子计算机所处理的数据都是被数字化的”。所谓“数字化”指的是：所有计算机中的数据都用离散信号表示（常用的是 1 与 0 两个数字量），它包括数值、文字、符号及多媒体信号等。在计算机发展的初期，数据是用电压及电流等连续的物理量模拟的，这种计算机称为模拟计算机（analog computer）。而目前的计算机为区别于模拟计算机，称为数字电子计算机。

根据这四个层次的解释，我们说数字电子计算机又称计算机，它是用离散量表示数据、以电子元器件为主的材料所组成的一种能协助人类进行数值及非数值计算的工具。而其中：

- “机”——表示它的使用特性；
- “计算”——表示它的内在功能；
- “电子”——表示它的制作器材；
- “数字”——表示它的外部特性。

这四者的有机结合组成了一个完整的计算机。这就是我们对计算机的最原始与最初步的了解，它为我们认识计算机打下了最根本的基础。

但这种对计算机的了解是望文生义的，其实计算机的概念要远比这个复杂，在下面一节中将对它作详细与全面的介绍。

1.3 计算机的概念及其变迁

计算机的概念是与计算机的不同发展时代有关的，它一般可以分为三个阶段：

第一阶段：计算机主要表现为计算机硬件。

第二阶段：计算机主要表现为计算机硬件 + 计算机软件。

第三阶段：计算机主要表现为计算机硬件 + 计算机软件 + 计算机网络（支撑）。

1.3.1 计算机硬件

1. 计算机硬件的组成

在计算机发展初期，计算机的主要表现形式是计算机硬件（computer hardware）。所谓硬件即以电子元器件为主所组成的计算机实体，它看得见，摸得到，具有金属外壳，坚固、硬实，因此称为计算机硬件，或简称硬件。硬件一般由五部分组成，它们是：运算器、控制器、存储器、输入装置、输出装置等，它们通过总线与接口互相连接构成一个整体，以完成计算任务。其中运算器与控制器的组合构成一个基本处理单元，称为中央处理器（CPU）。硬件的主要功能是执行指令，而指令的处理对象则是数据。指令与数据都存放于存储器内，而指令的执行则通过 CPU 实现。

计算机硬件是一个独立的计算装置。用户需作计算时，只要从输入装置输入相应的指令及数据，计算机中的 CPU 即能按指令要求“计算”，最终将计算结果通过输出装置输出。图 1-1 给出了计算机硬件的工作流程图。因此，当时的计算机就是这种计算机硬件。

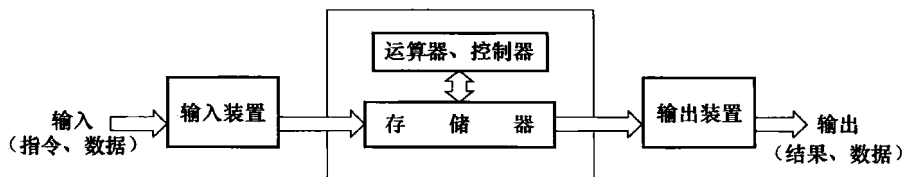


图 1-1 计算机硬件工作流程图

2. 计算机硬件的分类

计算机硬件发展很快，目前已形成了一个庞大的计算机家族，可按不同方式分类。

(1) 按用途分类

计算机硬件可按用途分为通用与专用两类，其中通用计算机具有广泛的使用范围，而专用计算机则主要用于特殊的应用领域，如仪器仪表、自动火炮、数控车床等。

(2) 按规模分类

计算机硬件可按不同规模分为巨型计算机、大/中型计算机、小型计算机、个人计算机、嵌入式计算机及移动计算机等。

- 巨型计算机：也称超级计算机，其峰值速度一般均达亿次/每秒以上。它主要用于复杂的科学计算中。我国的“天河”、“银河”、“曙光”计算机均属此列。
- 大/中型计算机：此类计算机的运算速度在千万次/每秒以上，且有大存储容量。它主要用于大型应用系统中，如银行、保险等金融系统中。
- 小型计算机：此类计算机的运算速度与存储容量均小于大/中型计算机，主要用于一般应用系统或小型应用系统。
- 个人计算机：也称 PC (Personal Computer)，又称微型计算机。它是微电子技术发展的结果。它的特点是体积小、使用方便，通常由一个用户专用，故称个人计算机。个人计算机发展至今已分为台式机与笔记本电脑（或称便携机）以及近年来发展的平板电脑等三种。
- 嵌入式计算机：是一种体积更小、专门为某些设备配套的计算机，它往往嵌入于设备中，因此称为嵌入式计算机。如安装于手机、数码相机、MP3、游戏机、机器人、自动车床、自动流水线及自动武器等内。
- 移动计算机：近年来，计算机与移动通信设备相结合所组成的移动计算机使计算机的使用更为方便，它也成为目前的一种流行趋势。

(3) 按性质分类

计算机硬件可按不同性质分为服务器与客户机两类。

服务器是为多个用户提供公共服务的计算机。这种计算机往往要求存储量大、速度快，如打印服务器、文件服务器、应用服务器、数据库服务器以及 Web 服务器等。它们一般设置于计算机网络环境中。

客户机是为客户直接服务的计算机。

(4) 按字长分类

计算机存储与处理数据单位有固定长度，它们按二进位数计算可分为 16 位、32 位、64 位长不等。

3. 计算机硬件的发展历史

计算机硬件发展从 1946 年开始至今已有 60 余年历史，与电子技术的突破性进展紧密相

关,一般将它分为四个发展时代。

(1) 第一代计算机 (1946—1957)

世界上第一台真正的数字电子计算机诞生于1946年。在它之前人类为实现能计算的机器已奋斗了数千年,前面所说的算盘、计算器以及计算尺即是有力的证明。20世纪30年代开始,电子技术的发展为计算机的出现奠定了物理基础,而1936年英国人图灵(Alan Turing)则给出了构造计算机的一种模型,称为图灵机。它为计算机的出现在理论上奠定了基础。图1-2是图灵的照片。由于第二次世界大战的爆发,迫切需要快速计算以用于军事领域,终于出现了第一台计算机ENIAC(见图1-3)。



图1-2 图灵

ENIAC是美国宾夕法尼亚大学约翰·莫克莱教授所领导的一个小组所研制成功的世界上首台计算机。对它的研制始于第二次世界大战期间的1944年,该计算机主要是为美国海军计算炮弹的弹道轨迹而研制的。ENIAC以电子管为主要元件,使用了18000多个电子管,占地面积167平方米,重达30吨,真是一个“庞然大物”,而它的运算速度达每秒5000次,也可以称得上是“高速度”了。

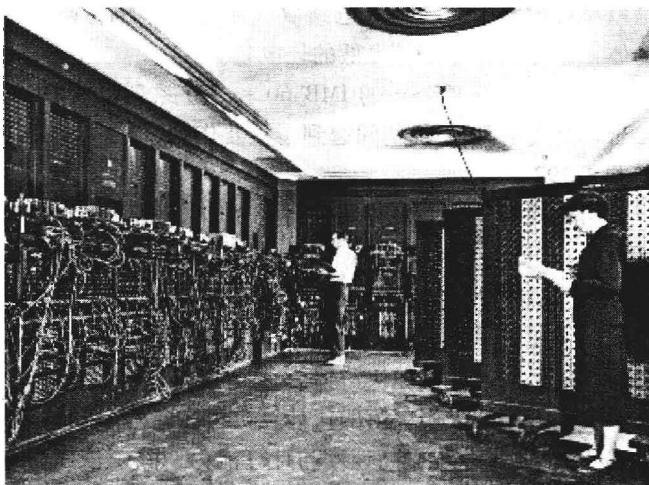


图1-3 第一台计算机 ENIAC

在接下来的计算机EDVAC的研制中,由华裔美国专家冯·诺依曼(John Von Neumann)所领导的小组对计算机的结构体系作了新的调整,形成了目前被广泛采用的冯·诺依曼体系,也称为冯·诺依曼计算机。这种结构体系一直沿用至今。图1-4是冯·诺依曼的照片。EDVAC于1951年研制成功并投入运行。1946年的ENIAC和1951年的EDVAC是计算机发展历史上的具有标志性意义的机器。



图1-4 冯·诺依曼

20世纪50年代以后,计算机正式进入商用领域。IBM公司于1953年开始研制成功第一台商用计算机IBM701,并投入批量生产,从此以后就开始了计算机应用和计算机产业的发展。

(2) 第二代计算机 (1958—1964)

第一代计算机虽然使用电子管,运算速度快,但是它体积大、耗电量高、可靠性差、制

造成本高、维护难，特别是随着应用扩大，运算速度已明显不能满足需要，因此迫切需要进行进一步的改造与发展。

到了 20 世纪 50 年代后半期，晶体管出现并逐步取代电子管后，计算机进入了新一代，称为第二代计算机。

由于晶体管的体积小、耗电量低、可靠性高，更主要的是速度快，因此，它的使用使计算机有了质的飞跃。

第二代计算机的典型产品有 IBM 公司的 IBM7094 与 CDC 公司的 CDC1640 等。此时，计算机进入大规模的商用阶段。

(3) 第三代计算机 (1965—1971)

电子集成电路的出现，催生了第三代计算机的问世。集成电路是将大量的晶体管等元件组合在一块硅晶片上，因此又称其为芯片。集成电路的集成规模在当时有两种档次，一种是小规模集成电路，其集成规模为 100 个晶体管以下；另一种是中规模集成电路，其集成规模为 100~1000 个晶体管。

在 1965 年，美国的 DEC 公司首推集成电路计算机 PDP-8，从而使计算机进入了第三个历史时代。

第三代计算机是以小规模及中规模集成电路取代晶体管电路为特点的新一代计算机，它具有比第二代更小的体积、更快的速度、更低的耗电量。

第三代计算机的典型产品是 IBM 公司的 IMB360 和 370 系列以及 DEC 公司的 PDP 系列计算机，它们在 20 世纪 60 年代至 70 年代期间起到了重要作用。

(4) 第四代计算机 (1972—)

第四代计算机是采用大规模及超大规模集成电路的计算机。所谓大规模集成电路指的是集成度在 1000~10000 个元件的芯片，而所谓超大规模集成电路则指的是集成度在 10000 个元件以上的芯片。目前，这种芯片的集成规模正按照摩尔定律 (Moore's law) 逐年变化。所谓摩尔定律是对芯片集成度规律的一种预测的描述。摩尔定律告诉我们，芯片的集成度每隔一年提高一倍，价格降低一倍，而速度也加快一倍。

由于大规模及超大规模电路的采用，第四代计算机正在向两个方向迅速发展。

1) 巨型机方向。计算机要进一步提高速度与计算能力，除了依靠微电子技术外，更主要的是需挖掘自身的潜能，而目前所采用的办法是计算机自身的并行技术。所谓并行技术即将多个计算单元组合在一起，共同协作完成计算任务。这种计算机称为并行计算机 (parallel computer)。

目前几乎所有的大型机与巨型机都采用这种并行技术，一般大型机中都包含十几个至几十个 CPU，而巨型机中则包含 100~1000 个 CPU，甚至有超过 1000 个以上的 CPU。我国的巨型机“天河一号”在 2010 年国际第 36 届超级计算机大会上以 2507 亿次/秒的速度一举夺得冠军，该机器就是由数千个 CPU 组成的并行机 (见图 1-5)。

2) 微型机方向。计算机发展的另一个方向是微型化。由于大规模及超大规模电路的出现，使得这种发展成为现实。在微型计算机中，目前一般只要安装一块电路板即能实现计算机的功能。

首台商用微型计算机是 1975 年的 MITS Altair，它使用的是 Intel 公司的 8080 芯片。接着 IBM 公司所开发的微型计算机系列以及以后的奔腾系列则占领了计算机的市场。目前，笔记本电脑以及新近推出的平板电脑 (以苹果公司的 iPad 为代表) 成为市场的宠儿。

当前,在微型机的基础上进一步发展的单片机、单板机以及嵌入式计算机已成为新的发展方向。

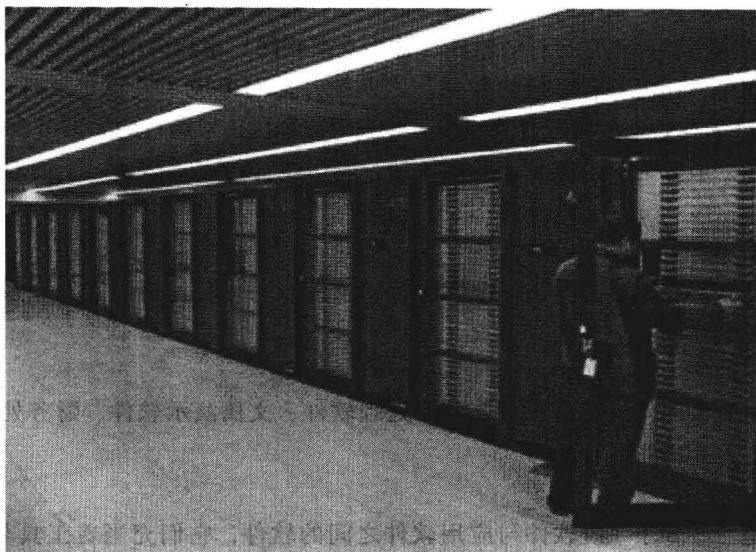


图 1-5 “天河一号”计算机

1.3.2 计算机软件

1. 计算机软件的基本概念

计算机软件这个术语是相对于计算机硬件而言的,计算机软件是看不见、摸不着的一些程序与数据。

在计算机诞生的初期,由于其结构简单、应用面窄,因此计算机的运行所用指令少,数据量小。此时计算机作为一个独立运行单位,只要输入少量指令与数据,即能独立运行并产生结果。那时,在计算机中并没有软件这个概念。但是,随着计算机硬件的发展、应用面的扩大,从20世纪60年代初开始,计算机软件这个概念就开始出现了。

计算机是一种执行指令的机器,它不会自动工作,它的工作完全是听从指令的指挥。当人们要求解应用中的问题时,将它们编制成指令的序列交给计算机执行,这是人们使用计算机的最常用方式。这种“指令的序列”称为程序(program);而“编制指令序列”则称为程序设计(programming),或称为编程。

随着应用中求解问题的规模与复杂度的增加,程序也越来越大,程序设计也越来越困难,此时迫切需要有一种更为接近自然语言的工具来编程,这就是计算机程序设计语言(programming language)。用这种语言编程可以大大提高编程效率,加快应用开发。在使用了程序设计语言后,人们所编写的程序需通过一个翻译程序将其转换成由指令所组成的程序,然后再交由计算机执行。这个翻译程序称为语言处理系统(language processing system)。

同时,由于计算机的发展,其内部的设备及软件也越来越多,此时需要有一种软件对它作统一管理,这种软件就叫操作系统(Operating System, OS)。

此外,由于计算机中存储容量的增加,一般可达GB级或TB级(即10亿个单位或万亿个单位),因此计算机存储的数据量也很多。为方便用户使用这些海量数据,需要有专门的结构