

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



计算机组成与结构

胡乃平 曲英杰 周艳平 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

计算机组成与结构

胡乃平 曲英杰 周艳平 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书从计算机组成原理与系统结构的基本概念出发,系统地讲述了计算机系统的基本组成、工作原理和系统结构。主要内容包括计算机系统概述、数据的表示和运算、存储器的层次结构、指令系统、中央处理器(CPU)、总线、输入输出(I/O)系统、流水线处理技术、并行和多处理器体系结构等。

本书在每章后面附有习题,并开发了与本书配套的多媒体教学软件可供选用。

本书可作为高等院校本科教材使用,也可供从事计算机相关工作的科技人员、工程技术人员以及各类自学人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成与结构/胡乃平,曲英杰,周艳平编著. —北京:清华大学出版社,2011.10
(21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-26128-5

I. ①计… II. ①胡… ②曲… ③周… III. ①计算机体系结构 IV. ①TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 134823 号

责任编辑:魏江江 李玮琪

责任校对:时翠兰

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:17.5 字 数:437 千字

版 次:2011 年 10 月第 1 版 印 次:2011 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.00 元

产品编号:041139-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授
覃 征 教授
王建民 教授
冯建华 教授
刘 强 副教授

北京大学

杨冬青 教授
陈 钟 教授
陈立军 副教授

北京航空航天大学

马殿富 教授
吴超英 副教授
姚淑珍 教授

中国人民大学

王 珊 教授
孟小峰 教授
陈 红 教授

北京师范大学

周明全 教授

北京交通大学

阮秋琦 教授
赵 宏 副教授

北京信息工程学院

孟庆昌 教授

北京科技大学

杨炳儒 教授

石油大学

陈 明 教授

天津大学

艾德才 教授

复旦大学

吴立德 教授
吴百锋 教授
杨卫东 副教授

同济大学

苗夺谦 教授
徐 安 教授

华东理工大学

邵志清 教授

华东师范大学

杨宗源 教授
应吉康 教授

东华大学

乐嘉锦 教授
孙 莉 副教授

浙江大学	吴朝晖	教授
	李善平	教授
扬州大学	李 云	教授
南京大学	骆 斌	教授
	黄 强	副教授
南京航空航天大学	黄志球	教授
	秦小麟	教授
南京理工大学	张功萱	教授
南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	王宜怀	教授
	陈建明	副教授
江苏大学	鲍可进	教授
中国矿业大学	张 艳	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	叶俊民	教授
	郑世珏	教授
	陈 利	教授
江汉大学	颜 彬	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	邹北骥	教授
中南大学	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永锋	教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
仰恩大学	张思民	教授
云南大学	刘惟一	教授
电子科技大学	刘乃琦	教授
	罗 蕾	教授
成都理工大学	蔡 淮	教授
	于 春	副教授
西南交通大学	曾华荣	教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

- (1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。
- (2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。
- (3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。
- (4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。
- (5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。
- (6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。
- (7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。
- (8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail:weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

计算机组成与结构是计算机相关专业的一门十分重要的专业基础课。本书从计算机的基本原理和基本结构讲起,密切注意与当前计算机发展水平相结合,内容广泛。通过对本书内容的学习,学生应理解计算机的各部件内部工作原理、组成结构以及相互连接方式,具有完整的计算机系统的整体概念,理解计算机系统层次化概念,熟悉硬件与软件之间的界面,熟悉计算机体系的新技术,掌握指令集体系结构的基本方法和基本实现方法,能够运用计算机组成的基本原理和基本方法,对有关计算机硬件系统中的理论和实际问题进行计算、分析,并能对一些基本部件进行简单设计。

全书共分9章,前5章是基本部分,着重阐述一台计算机的基本原理;第6、7章介绍相关的总线和I/O系统;第8、9章侧重计算机结构中的新技术。

第1章主要介绍计算机发展历程、计算机系统层次结构、计算机的性能指标、计算机分类和应用领域等。

第2章主要介绍数制与编码、定点数的表示和运算、浮点数的表示和运算、算术逻辑单元ALU等。

第3章主要介绍存储器的分类、层次化结构、各种类型的存储器的基本组成和工作原理等。

第4章主要介绍指令的格式、指令的寻址方式、CISC和RISC的指令系统。

第5章主要介绍CPU的功能和基本结构、数据通路的功能和基本结构、指令执行过程、控制器的功能和工作原理、指令流水线等。

第6章主要介绍总线的基本概念、总线仲裁、总线操作和定时、总线标准等。

第7章主要介绍I/O系统的基本概念、常用外部设备、各种I/O接口以及4种外设和主机交换信息的控制方式。

第8章主要介绍流水线的基本概念、流水线的性能指标和调度方法、高级流水线技术等。

第9章主要介绍并行计算机体系结构的基本概念和原理。

本书第1~3章由胡乃平教授编写,第4~6章由周艳平老师编写,第7~9章由曲英杰教授编写;全书由胡乃平教授统稿。

本教材参考学时为72学时,选用本书作为教材的教师可根据自己的培养计划和教学时数对内容进行取舍。对部分单独开设计算机体系结构课程的高校,第8~9章可不作为教学内容。

计算机科学与技术是一个发展迅速的专业,教材的编写也存在一定的时效性和广度、深度问题。由于编者的实际工作经验及水平的限制,本书可能存在一些错误和不当之处,恳请广大同行专家和相关读者批评指正。

编者

2011年6月

目 录

第 1 章 计算机系统概述	1
1.1 计算机的发展历程	1
1.1.1 电子管计算机时代(1946—1959)	1
1.1.2 晶体管计算机时代(1959—1964)	2
1.1.3 中小规模集成电路计算机时代(1964—1970)	2
1.1.4 大规模、超大规模集成电路计算机时代(1970 至今)	2
1.2 计算机系统的层次结构	3
1.2.1 计算机硬件的基本组成	4
1.2.2 计算机软件的分​​类	5
1.2.3 计算机的工作过程	5
1.3 计算机的性能指标	5
1.3.1 机器字长	5
1.3.2 运算速度	5
1.3.3 吞吐量和响应时间	6
1.4 计算机的分类和应用领域	7
1.4.1 计算机的分类	7
1.4.2 计算机的应用领域	9
本章小结	11
习题	11
第 2 章 数据的表示和运算	12
2.1 数制与编码	12
2.1.1 进位记数制及其相互转换	12
2.1.2 真值和机器数	15
2.1.3 BCD 码	15
2.1.4 字符与字符串	17
2.1.5 校验码	20
2.2 定点数的表示和运算	27
2.2.1 定点数的表示	27
2.2.2 定点数的运算	30
2.3 浮点数的表示和运算	43
2.3.1 浮点数的表示	43

2.3.2 浮点数的加/减运算	46
2.3.3 浮点数的乘/除运算	48
2.4 算术逻辑单元 ALU	49
2.4.1 串行加法器和并行加法器	49
2.4.2 算术逻辑单元 ALU 的功能和机构	53
本章小结	56
习题	56
第 3 章 存储器层次结构	58
3.1 存储器的分类	58
3.1.1 按存储器在计算机系统中的作用分类	58
3.1.2 按存取方式分类	58
3.1.3 按存储介质分类	59
3.1.4 按信息的可保存性分类	60
3.2 存储器的层次化结构	60
3.3 半导体随机存储器	61
3.3.1 SRAM	61
3.3.2 DRAM	65
3.4 非易失性存储器	72
3.5 主存储器与 CPU 的连接	73
3.5.1 存储容量的扩展	74
3.5.2 主存储器与 CPU 的连接	76
3.6 双端口 RAM 和多体交叉存储器	77
3.6.1 双端口 RAM	77
3.6.2 多体交叉存储器	79
3.7 高速缓冲存储器	80
3.7.1 程序访问的局部性	81
3.7.2 Cache 的基本工作原理	81
3.7.3 Cache 和主存之间的映射方式	82
3.7.4 Cache 中主存块的替换算法	86
3.7.5 Cache 写策略	86
3.8 虚拟存储器	87
3.8.1 虚拟存储器的基本概念	87
3.8.2 主存-辅存层次与 Cache-主存层次的比较	88
3.8.3 主存-辅存层次信息传送单位和存储管理	88
本章小结	90
习题	91

第 4 章 指令系统	93
4.1 指令格式	93
4.1.1 指令的基本格式	93
4.1.2 定长操作码指令格式	95
4.1.3 扩展操作码指令格式	96
4.1.4 Pentium 指令格式	97
4.2 指令的寻址方式	98
4.2.1 有效地址	98
4.2.2 数据寻址和指令寻址	98
4.2.3 常见寻址方式	99
4.3 指令系统设计举例	102
4.4 CISC 和 RISC 的基本概念	104
4.4.1 CISC	104
4.4.2 RISC	105
4.4.3 扩展指令集	107
本章小结	108
习题	108
第 5 章 中央处理器(CPU)	111
5.1 CPU 的功能和基本结构	111
5.1.1 CPU 的功能	111
5.1.2 CPU 的基本结构	112
5.2 数据通路的功能和基本结构	112
5.2.1 数据通路的功能	112
5.2.2 数据通路的基本结构	113
5.3 指令执行过程	114
5.3.1 时序系统	114
5.3.2 指令的执行过程	116
5.3.3 指令执行过程举例	116
5.4 控制器的功能和工作原理	121
5.4.1 硬布线控制器	122
5.4.2 微程序控制器	128
5.5 指令流水线	143
5.5.1 指令流水线的基本概念	143
5.5.2 超标量和超流水线的基本概念	147
本章小结	147
习题	148

第 6 章 总线	150
6.1 总线概述	150
6.1.1 总线的基本概念	150
6.1.2 总线的分类	150
6.1.3 总线标准及性能指标	155
6.2 总线仲裁	157
6.2.1 集中式仲裁方式	157
6.2.2 分布式仲裁方式	159
6.3 总线操作和定时	159
6.3.1 总线操作	159
6.3.2 总线定时	160
6.4 常见总线	161
6.4.1 内部总线	161
6.4.2 外部总线	166
本章小结	171
习题	171
第 7 章 输入输出(I/O)系统	172
7.1 I/O 系统基本概念	172
7.2 外部设备	173
7.2.1 输入设备	173
7.2.2 输出设备	175
7.2.3 外存储器	180
7.3 I/O 接口(I/O 控制器)	187
7.3.1 I/O 接口的功能和基本结构	188
7.3.2 I/O 端口及其编址	189
7.4 I/O 方式	194
7.4.1 程序直接控制方式	194
7.4.2 程序中断方式	197
7.4.3 DMA 方式	202
7.4.4 通道控制方式和外围处理机方式	204
本章小结	208
习题	209
第 8 章 流水线处理技术	212
8.1 流水线的基本概念	212
8.2 流水线的性能分析和实现原理	217
8.3 指令级并行技术简介	231

本章小结.....	234
习题.....	235
第 9 章 并行计算机体系结构.....	237
9.1 并行计算机系统结构概述	237
9.2 并行计算机系统的设计问题	242
9.2.1 并行计算机系统的互连网络.....	242
9.2.2 并行计算机系统的性能问题.....	251
9.2.3 并行计算机系统的软件问题.....	252
9.3 SIMD 计算机简介	253
9.4 MIMD 多处理机简介	254
9.5 MIMD 多计算机简介	259
本章小结.....	262
习题.....	263
参考文献.....	264

第1章

计算机系统概述

本章主要介绍计算机的发展历程、应用领域及发展趋势、计算机系统的结构及其主要技术指标等内容。

1.1 计算机的发展历程

根据制造计算机所使用的元器件不同,电子计算机的发展依次经历了电子管时代、晶体管时代、中小规模集成电路时代、大规模和超大规模集成电路时代等几个不同的发展阶段。

1.1.1 电子管计算机时代(1946—1959)

电子管是封装在玻璃外壳内的一种电真空器件,如图 1.1 所示。世界上第一台电子数字计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And calculator),1946 年由美国宾夕法尼亚大学研制,字长 12 位,运算速度 5000 次/秒,使用 18800 个电子管,1500 个继电器,功耗 150kW,占地 170m²,重达 30t,造价 100 万美元,如图 1.2 所示。

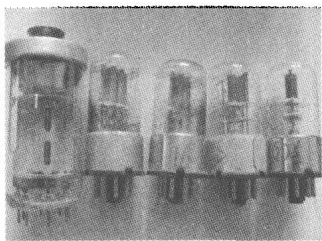


图 1.1 电子管

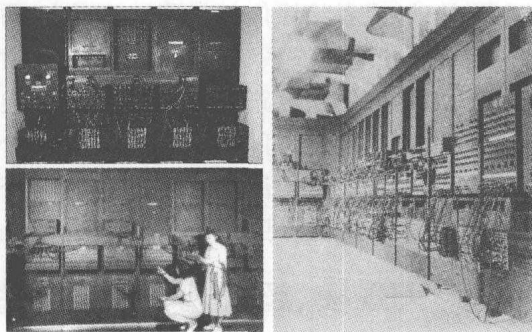


图 1.2 第一台电子数字计算机 ENIAC

ENIAC 计算机存在两个主要缺点:一是存储容量太小,只能存储 20 个字长为 10 位的十进制数;二是用线路连接的方法来编排程序,因此每次解题都要依靠人工改接连线,准备时间大大超过实际计算时间。

与 ENIAC 计算机研制的同时,冯·诺依曼(von Neumann)与莫尔小组合作研制采用存储程序方案的 EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer)计算机于

1949年8月交付给弹道研究实验室,在发现和解决许多问题之后,直到1951年EDVAC才开始运行,其后开发的计算机都采用这种方式,称为冯·诺依曼计算机。

一般认为冯·诺依曼机具有如下基本特点:

① 计算机的硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五部分组成。

② 采用存储程序的方式,要求计算机完成的功能必须事先编制好相应的程序,并输入到存储器中,计算机的工作过程是运行程序的过程。

③ 数据以二进制码表示。

60多年来,随着技术的发展和 new 应用领域的开拓,对冯·诺依曼机做了很多改革,使计算机的系统结构有了很大新发展,但原则变化不大,习惯上仍称之为冯·诺依曼机。

1.1.2 晶体管计算机时代(1959—1964)

晶体管通常指的是晶体三极管,是内部含有两个PN结、外部通常为三个引出电极的半导体器件,1958年进入批量生产阶段。用它设计可以设计出实现反相功能的反相器线路,在此基础上,再实现出计算机使用的全部组合逻辑线路和时序逻辑线路。用分立的晶体管线路实现的计算机称为晶体管计算机。第二代计算机的可靠性得到提高,而且体积大大缩小,运算速度加快,其外部设备和软件也越来越多,并且高级程序设计语言应运而生,从而使计算机工业得到迅速发展。

尽管用晶体管替代电子管使计算机的面貌焕然一新,但是随着对计算机性能越来越高的追求,新的计算机所包含的晶体管的数量已从一万个左右骤增到数十万个,人们需要将这些晶体管、电阻等元件都焊接到一块电路板上,再由一块块电路板通过导线连接成一台计算机。其复杂的工艺不仅严重影响了计算机的生产效率,还使得计算机工作的可靠性大大降低。

1.1.3 中小规模集成电路计算机时代(1964—1970)

集成电路(Integrated Circuit, IC)是将各种电子元器件以相互联系的状态集成到半导体材料(主要是硅)或者绝缘体材料薄层片子上,再用一个管壳将其封装起来,构成一个完整的、具有一定功能的电路或系统。计算机的数据存储、运算、传输以及控制功能基本上都是由具有逻辑功能的各类门电路组成实现的,而门电路又是由晶体管、电阻、电容等组成,因此集成电路制造技术的发展,可以实现将成百上千个门电路全部制作在一块极小的硅片上,这种技术的应用使得计算机的体积大大缩小,并且降低了功耗,提高了计算机的可靠性。第三代计算机的代表是IBM公司花了50亿美元开发的IBM 360系列计算机。

1.1.4 大规模、超大规模集成电路计算机时代(1970至今)

目前计算机使用的元件依然是集成电路,不过,这种集成电路已经大大改善,它包含着几十万到上百万个晶体管,人们称之为大规模集成电路(Large Scale Integrated Circuit, LSI)和超大规模集成电路(Very Large Scale Integrated Circuit, VLSI)。1975年,美国IBM公司推出了个人计算机(Personal Computer, PC),从此,人们对计算机不再陌生,计算机开始深入到人类生活的各个方面。

表1.1概括了计算机发展历程中各个阶段的特点。当前计算机发展的趋势是由大到巨(追求高速度、高容量、高性能),由小到微(追求微型化,包括台式、便携式、笔记本式乃至掌

上型,使用方便,价格低廉),网络化,智能化。同时,现代计算机在许多技术领域取得了极大的进步,例如多媒体技术、计算机网络、面向对象的技术、并行处理技术、人工智能、不污染环境并节约能源的“绿色计算机”等。许多新的技术和材料也开始应用于计算机,例如量子计算机、光子计算机、分子计算机和纳米计算机等。

表 1.1 计算机发展历程

年代	第一代 1946—1959	第二代 1959—1964	第三代 1964—1970	第四代 1970—现在
电子器件	电子管	晶体管	集成电路	大规模、超大规模集成电路
存储器	延迟线 磁芯、磁鼓、磁带、纸带	磁芯、磁鼓 磁带、磁盘	半导体存储器 磁芯、磁鼓 磁带、磁盘	半导体存储器 磁带、磁盘 光盘
处理方式	机器语言 汇编语言	监控程序 高级语言	实时处理 操作系统	实时/分时处理 网络操作系统
应用领域	科学计算	科学计算 数据处理 过程控制	科学计算 系统设计等 科技工程领域	各行各业
运行速度	5000 至 30000 次/秒	几十万至 百万次/秒	百万至 几百万次/秒	几百万至 千亿次/秒
典型机型	ENIAC EDVAC IBM 705	UNIVAC II IBM 7094 CDC 6600	IBM 360 PDP 11 NOVA 1200	ILLIAC-IV VAX 11 IBM PC

1.2 计算机系统的层次结构

为了描述计算机系统的结构,首先要清楚地区分计算机结构和计算机组织两个概念。计算机结构通常是指对涉及机器语言或者汇编语言的程序设计人员所见到的计算机系统的属性,更多的情况下是指计算机的外特性。这些属性直接影响到程序的逻辑执行,主要包括指令集、表示各种数据类型的比特数、I/O 机制以及内存访问技术等。而计算机组成则是计算机各部件的具体组成以及它们之间的连接关系,实现机器指令级的各种功能和特性。从这一点上,计算机组成是计算机结构的逻辑实现。

计算机系统通常包括硬件和软件两大部分,仅有硬件或者仅有软件,计算机系统都不能正常工作,只有两者互相配合才能实现特定功能。计算机的层次结构既是分配软硬件功能的一种模式描述,也是分析计算机系统的较好方法。

目前计算机系统层次结构分为六层,如图 1.3 所示。

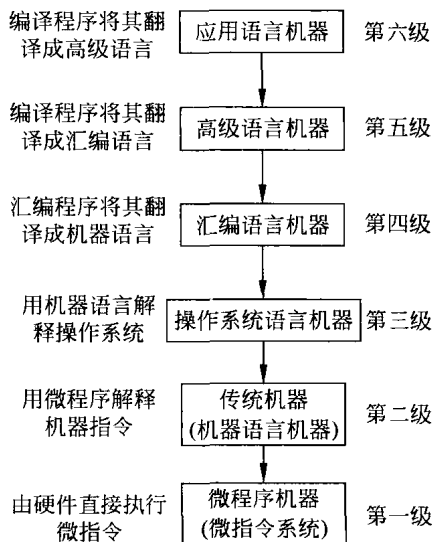


图 1.3 计算机系统的层次结构

微指令系统是在采用了微程序控制方式的计算机系统中用来解释微程序指令,不是每个计算机系统都有,只存在于采用了微程序的计算机中。每条机器指令的功能均由微程序实现,所以指令的执行过程就是微程序的执行过程。

传统机器只能识别机器语言,不能立刻运行程序指令。

操作系统语言机器由管理计算机内部资源的各种系统软件组成。操作系统随着计算机的发展正逐渐成为系统软件的核心。

汇编语言机器使用编译程序将汇编程序翻译成机器语言,用户用汇编编写的程序可以在计算机上运行。

高级语言机器采用高级语言的编译程序或解释程序将高级语言翻译成汇编语言,所以用户用高级语言编写的程序也可以在计算机上运行。

应用语言机器将面向各种不同的应用的专用程序翻译成高级语言。

从上面可以看出,在计算机层次结构的六层结构中,最下面的两层属于硬件,其余的四层为软件。

1.2.1 计算机硬件的基本组成

计算机系统的硬件部分从外观上看主要由主机、键盘、鼠标和显示器等组成;从逻辑功能上看可以分为控制器、运算器、存储器、输入设备、输出设备五部分,一般地又把运算器和控制器合称为中央处理器(Central Processing Unit, CPU)。

CPU 由运算器和控制器构成。运算器是计算机中进行数据加工的部件,其主要功能是执行算术逻辑运算并暂时存放中间结果;控制器是计算机中控制指令执行的部件,向计算机各功能部件提供每一时刻协同运行所需要的控制信号,其主要功能是从内存中取出一条指令,并指出下一条指令在内存中位置,对指令进行译码或测试,并产生相应的操作控制信号,以便启动规定的动作;指挥并控制 CPU、内存和输入输出设备之间数据流动的方向。

存储器是计算机中用于存储程序和数据的部件。计算机中的全部信息包括输入的原始数据、计算机程序、中间运行结果和最终运行结果都保存在存储器中。它根据控制器指定的位置存入和取出信息。存储器作为存储程序和数据的部件,使得计算机有了记忆功能,并能保证计算机正常工作。按用途存储器可分为主存储器(内存)和辅助存储器(外存)。内存指主板上的存储部件,用来存放当前正在执行的数据和程序,但仅用于暂时存放程序和数据,关闭电源或断电,数据就会丢失;辅助存储器是大容量、永久性的存储器,以弥补内存的不足,如磁带、磁盘、光盘等。

计算机的外部设备包括输入设备、输出设备和辅助存储器等。输入设备是向计算机输入数据和信息的设备,是计算机与用户或其他设备通信的桥梁。输入设备(Input Device)是用户和计算机系统之间进行信息交换的主要装置之一。现在的计算机能够接收各种各样的数据,既可以是数值型的数据,也可以是各种非数值型的数据,如图形、图像、声音等都可以通过不同类型的输入设备输入到计算机中进行存储、处理和输出。输出设备(Output Device)是人与计算机交互的一种部件,用于数据的输出。它把各种计算结果数据或信息以数字、字符、图像、声音等形式表示出来。常见的有显示器、打印机、绘图仪、影像输出系统、语音输出系统、磁记录设备等。