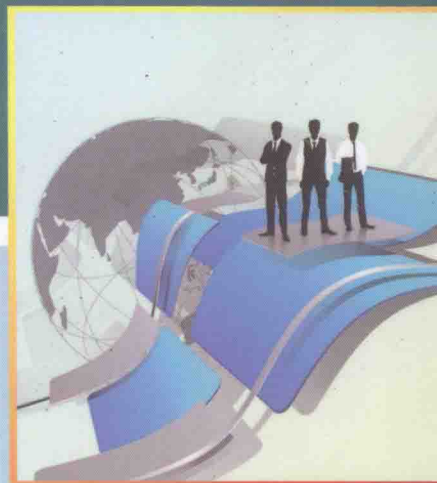


普通高等学校计算机科学与技术专业规划教材

计算机系统平台

JISUANJI XITONG PINGTAI

王晓英 曹腾飞 孟永伟 黄建强 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等学校计算机科学与技术专业规划教材

计算机系统平台

王晓英 曹腾飞 孟永伟 黄建强 主编

内 容 简 介

本书是为“计算机系统平台”课程编写的,力图帮助学生建立系统平台的理念,形成总体认识,从底层到顶层了解和掌握计算机系统的层次结构及硬件系统的工作原理。

全书共分为 12 章,包括计算机系统概述、指令系统与汇编程序设计、计算机信息表示、计算机组成原理、计算机操作系统概述、进程的管理、进程的同步与通信、内存的管理、信息存储的管理、外设的管理、系统初始化及 Shell 编程、应用软件开发平台等内容。

本教材可作为计算机科学与技术专业教材,也可作为其他相关专业的学生学习计算机系统基础知识的教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机系统平台/王晓英等主编. —北京:中国铁道出版社,
2016.8

普通高等学校计算机科学与技术专业规划教材

ISBN 978-7-113-21940-6

I. ①计… II. ①王… III. ①电子计算机—高等学校—
教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 135076 号

书 名:计算机系统平台

作 者:王晓英 曹腾飞 孟永伟 黄建强 主编

策划编辑:周海燕

责任编辑:周海燕

编辑部电话:(010) 63550836

编辑助理:李学敏

封面设计:付 巍

封面制作:白 雪

责任校对:汤淑梅

责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码:100054)

印 刷:虎彩印艺股份有限公司

版 次:2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:16 字数:360千

书 号:ISBN 978-7-113-21940-6

定 价:39.80元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836
打击盗版举报电话:(010) 51873659

随着信息技术的飞速发展,计算机应用技术已经向各行各业渗透,并衍生了不少与信息技术相关的交叉学科,计算机知识与技能已经成为当代具有创新能力的复合型人才必须具备的基本素质之一。如何做好计算机专业的基础教学工作和计算机专业人才培养工作,已经成为教育部门关注的热点问题之一。

针对近年来社会对信息化技术应用型人才需求的不断提高,结合西部经济建设发展的需求与特点,以及国家西部大开发战略,青海大学在教育部对口支援政策的指导下,在教育部、青海省人民政府的支持和清华大学的帮助下,于2007年5月正式成立了计算机技术与应用系,并率先在青海省实现本科第一批次录取零的突破,成为省内高校第一个一本招生的专业。青海大学计算机系培养计划中的课程体系由清华大学专家精心设计,课程内容紧扣教育部最新制订的“信息技术与应用”培养方向,满足应用型人才的培养需求。

青海大学计算机技术与应用系(以下简称“本系”)根据青海大学的实际情况,将专业方向设定成2006年计算机专业教指委提出的“信息技术方向”,目标是培养应用型计算机人才。这一方向是计算机科学与技术教学指导委员会积极倡导和推动的新专业方向,教育部也拟就这一方向展开专业试点工作。针对此现状,本系希望能够开办一系列面向培养应用性人才的特色课程,开辟一条具有挑战性的课程探索与建设之路。

为了深入对计算机科学与技术专业信息技术方向的教学研究,促进这个新的专业方向的教学实践,需要开设一系列崭新的课程,以适应社会对人才知识结构的需求。“计算机系统平台”课程就是该方向建设规范中所提出的一门全新课程,目标是将汇编语言程序设计、计算机组成原理、体系结构、操作系统等传统课程中的内容进行有机整合,将计算机系统作为一个整体进行分析和学习并讲授给学生,同时注重学生动手实践的环节,通过理论结合实际来巩固对计算机系统平台的认识。这样的一门介绍计算机原理的综合性课程无论从教材方面还是课堂教学与实验环节都缺乏先例。本系开设这门课程,希望能够不断地探索和实践将此课程建设成特色课程,对教学内容和教学方法进行深入研究,最终目标是能把该特色课程建设成为西部地区乃至全国的示范性精品课程。

以“计算机系统平台”命名的专业课程,目前在国内高校中少有先例,也可以说这正是信息技术方向所追求教学内容的特色。根据该方向的定位,本课程不讨论平台构建本身,而是从不同角度或层面看“计算机系统平台”的含义,了解并掌握它们所提供的支撑功能,扼要地介绍一些典型功能实现的基本原理。本课程的主要目的是使学生掌握计算机系统结构的基本原理,理解计算机操作系统的结构和工作原理,使学生熟悉计算机的硬件系统和软件系统,建立完整的计算机系统的概念,为学生应用计算机系统实际问题奠定良好的基础。

课程的主要任务是介绍计算机组成原理和计算机操作系统,包括计算机系统硬件与操作系统平台,内容涉及计算机性能分析、系统体系结构、CPU、高速缓存、存储器、

外部设备,以及汇编语言程序设计、BIOS 和操作系统等。在课程的教学过程中,逐步培养学生独立进行实验和应用的能力。

2011 年,本课程获批青海大学三类课程建设项目,并于 2013 年 11 月完成结题工作,课程建设已有初步成效。2013 年底申报青海大学一类课程建设项目并再次获批,使得本课程的建设得到了有力的后续支持。为形成一本更加适合于本课程的教材,课程组成员先从讲义撰写做起,力图梳理计算机组成原理、软硬件架构、操作系统、开发平台等多方面的知识,形成完整的文稿。

本书共 12 章。第 1 章对计算机系统进行了概述,旨在介绍计算机的发展历史和未来趋势,并对计算机组成结构及性能指标进行大致了解,形成基本概念。第 2 章介绍指令系统和汇编语言,从二进制转换和运算基础开始,对指令系统和指令格式进行介绍和举例,并给出一些汇编程序设计的示例。第 3 章介绍计算机中信息表示的方法,包括常见的数字、字符如何进行编码。第 4 章详细讲解了计算机五大功能部件的基本工作原理,包括总线、存储器、CPU、输入/输出系统等,并进一步通过延伸展望计算机系统结构的发展。第 5 章从操作平台的角度介绍计算机操作系统的目标、作用、功能和发展历程,探讨操作系统的基本特性,并介绍一些常见的操作系统及其特点。第 6 章对进程的管理机制进行阐述,包括进程的基本定义、状态及转换、进程控制块以及常见的进程调度算法等。第 7 章进一步对进程同步的经典问题展开讨论,介绍了进程和线程的联系与区别,并对死锁问题的产生和对策进行了讲解。第 8 章从存储管理的角度入手对内存管理的几种方法由浅入深地进行了介绍。第 9 章继续讲述了磁盘层面上的信息存储管理,解析文件的构成和文件系统的层次,并介绍了一些基本的磁盘调度算法。第 10 章对操作系统的外设管理功能进行了介绍,从 I/O 控制方式入手,重点讨论中断技术的原理,并讲解了设备分配的特点和驱动程序的处理过程。第 11 章进入上层应用的平台部分,介绍了系统初始化的过程以及 Shell 编程的基本语法结构,使读者接触到与底层系统和上层开发衔接较为紧密的一种特殊脚本语言。第 12 章介绍了几种主流的程序设计语言和开发工具,从平台的角度完成最上层应用的阐述,旨在使读者了解完整平台架构中的各个环节。本书每章后都配有相应习题,供读者对本章内容进行回顾。

本书出版受青海大学 2015 年度教材建设基金项目资助,由王晓英、曹腾飞、孟永伟、黄建强任主编,多名教师参与编写。其中,第 1 章和第 4 章内容主要由曹腾飞编写,第 2 章和第 3 章主要由韩亮编写,第 5 章主要由张玉安编写,第 6 章和第 7 章主要由刘晓静编写,第 8 章主要由王晓英编写,第 9 章和第 12 章主要由黄建强编写,第 10 章和第 11 章主要由孟永伟编写。此外,王璐、贾金芳、易争鸣、吴利等人均参与了本书相关内容的设计、实验的实施以及通读审核等工作。本书的编写也得到了学校和各级部门的支持,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,时间仓促,书稿中难免有不妥和纰漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

2016 年 6 月

第 1 章 计算机系统概述	1
1.1 计算机的发展史及未来展望	1
1.1.1 计算机的基本概念及分类	1
1.1.2 计算机的发展简史	1
1.1.3 微型计算机的诞生与发展	2
1.1.4 计算机未来展望	3
1.2 计算机组成结构	4
1.2.1 冯·诺依曼思想	4
1.2.2 计算机硬件组成	5
1.2.3 计算机软件系统	7
1.2.4 计算机系统的层次结构	7
1.2.5 计算机软件与硬件的逻辑等价性	8
1.2.6 计算机的性能指标	8
本章小结	9
习题 1	9
第 2 章 指令系统与汇编程序设计	11
2.1 进位制及其转换	11
2.1.1 进位制	11
2.1.2 进制转换	12
2.1.3 二进制数的运算	15
2.2 指令系统和指令格式概述	17
2.2.1 指令的一般格式	19
2.2.2 操作数与操作类型	20
2.2.3 CPU 的寄存器	21
2.2.4 寻址方式	23
2.3 指令系统举例	25
2.3.1 Intel 8086/8088 指令系统	25
2.3.2 TEC-2008 指令系统	36
2.4 汇编程序设计举例	40
本章小结	42
习题 2	42
第 3 章 计算机信息表示	46
3.1 数字的编码	46
3.1.1 无符号数	46

3.1.2	有符号数	46
3.1.3	定点数与浮点数	49
3.2	字符编码	51
3.2.1	ASCII 字符集及其编码	51
3.2.2	汉字字符集及其编码	51
3.2.3	Unicode 字符集及其编码	53
3.3	机器指令	55
	本章小结	56
	习题 3	56
第 4 章	计算机组成原理	58
4.1	总线	58
4.1.1	总线的基本概念	59
4.1.2	总线的类型与结构	59
4.1.3	总线的连接方式	61
4.1.4	总线仲裁	62
4.1.5	总线标准	63
4.2	存储器	64
4.2.1	存储器相关概念	64
4.2.2	存储器分类	65
4.2.3	存储系统层次结构	66
4.3	中央处理器 (CPU)	72
4.3.1	CPU 的功能和组成	72
4.3.2	指令周期	75
4.3.3	时序控制信号	75
4.3.4	指令流水	76
4.4	输入/输出系统	78
4.4.1	输入/输出系统概述	78
4.4.2	I/O 设备	84
4.4.3	I/O 接口	85
4.4.4	程序中断方式	87
4.5	计算机系统结构	90
4.5.1	计算机系统的结构类型	91
4.5.2	计算机系统的性能提高	94
4.5.3	计算机系统的发展	94
	本章小结	100
	习题 4	100
第 5 章	计算机操作系统概述	104
5.1	操作系统的目标和作用	104
5.1.1	作为用户/计算机接口的操作系统	105

5.1.2 作为资源管理器的操作系统	106
5.2 操作系统的发展过程	107
5.2.1 手工操作（无操作系统）	107
5.2.2 简单批处理系统	108
5.2.3 多道批处理系统	108
5.2.4 分时系统	110
5.3 操作系统的基本特性	111
5.3.1 并行与并发（Concurrence）	111
5.3.2 共享（Sharing）	111
5.3.3 虚拟技术	111
5.3.4 异步性	112
5.4 操作系统的主要功能	112
5.5 常见操作系统及分类	113
5.5.1 Windows 操作系统	113
5.5.2 Linux 操作系统	114
本章小结	115
习题 5	115
第 6 章 进程的管理	117
6.1 进程的概念	117
6.1.1 进程的定义	117
6.1.2 进程的特征	118
6.1.3 程序的并发执行	118
6.2 进程的状态及其转换	119
6.3 进程控制	120
6.3.1 进程控制块	120
6.3.2 进程控制块的原语	121
6.4 进程调度	122
6.4.1 调度的基本概念	122
6.4.2 调度的基本模型	123
6.4.3 进程调度算法	124
本章小结	127
习题 6	127
第 7 章 进程的同步与通信	129
7.1 进程同步	129
7.1.1 同步的概念	129
7.1.2 信号量机制	129
7.1.3 经典进程同步问题	131
7.2 线程	134
7.2.1 线程的概念	134

7.2.2	线程的特点	135
7.2.3	线程与进程的区别	135
7.3	进程通信	136
7.3.1	进程通信的概念	136
7.3.2	进程通信的类型	136
7.3.3	共享存储区系统	137
7.3.4	消息传递系统	139
7.3.5	管道通信系统	143
7.4	死锁	145
7.4.1	死锁的概念	145
7.4.2	产生死锁的条件	145
7.4.3	死锁的对策	146
7.4.4	死锁问题的经典示例：哲学家就餐问题	146
	本章小结	148
	习题 7	148
第 8 章	内存的管理	151
8.1	存储管理概述	151
8.1.1	地址空间	151
8.1.2	程序的装入与重定位	152
8.1.3	程序的链接	155
8.2	内存管理的方法	156
8.2.1	固定分区存储管理	157
8.2.2	动态分区存储管理	158
8.2.3	覆盖和交换技术	159
8.2.4	分页存储管理	160
8.2.5	分段存储管理	162
8.2.6	段页式存储管理	164
8.2.7	虚拟存储器管理	165
	本章小结	172
	习题 8	172
第 9 章	信息存储的管理	176
9.1	文件管理概述	176
9.1.1	文件与文件系统	176
9.1.2	文件的属性及分类	177
9.1.3	文件系统的功能	178
9.1.4	文件系统的层次结构	178
9.2	文件的结构和存储方式	179
9.2.1	文件的逻辑结构	179
9.2.2	文件的物理结构	181

9.3 文件目录	183
9.3.1 文件目录的概念	183
9.3.2 文件目录结构	184
9.4 文件系统的实现	185
9.4.1 主流文件系统及其特点	185
9.4.2 网络文件系统及其特点	186
9.4.3 外存空间管理	187
9.5 文件的使用	190
9.5.1 文件主要操作	190
9.5.2 文件的使用	192
9.5.3 文件共享	193
9.6 磁盘调度	195
本章小结	197
习题 9	198
第 10 章 外设的管理	199
10.1 设备的分类	199
10.2 I/O 控制方式	200
10.2.1 程序直接控制方式	200
10.2.2 程序中断方式	201
10.2.3 DMA 方式	202
10.2.4 通道方式	203
10.3 缓冲技术	205
10.3.1 单缓冲和双缓冲	206
10.3.2 循环缓冲	206
10.3.3 缓冲池	207
10.4 设备分配	208
10.4.1 数据结构	208
10.4.2 设备分配策略	209
10.4.3 设备独立性	210
10.4.4 SPOOLing 技术	210
10.5 设备驱动程序	212
本章小结	213
习题 10	213
第 11 章 系统初始化及 Shell 编程	215
11.1 系统初始化	215
11.1.1 计算机系统初始化过程	215
11.1.2 操作系统初始化过程	216
11.2 Shell 编程	218
11.2.1 Shell 命令的使用	219

11.2.2 Shell 编程语法结构	224
本章小结	228
习题 11	228
第 12 章 应用软件开发平台	230
12.1 高级程序设计语言	230
12.2 软件开发模型	231
12.3 开发工具和开发环境	235
12.3.1 集成开发环境 IDE	236
12.3.2 关系型数据库	237
12.3.3 移动终端应用软件开发平台	238
12.4 开发平台中的可重用代码	239
12.4.1 软件重用的基本概念	239
12.4.2 可重用代码的抽象层次	239
12.4.3 可重用代码的方法和技术	240
本章小结	241
习题 12	242
参考文献	243

第1章

计算机系统概述

计算机作为 20 世纪人类最伟大的发明之一，高度体现了人类的智慧和结晶，而它一步步的发展历史也无不让人叹为观止。本章主要讲述计算机的基本概念、计算机的发展、计算机系构成以及对计算机未来的展望，目的在于帮助读者对计算机的发展有一个总体印象，为后续理论知识的学习做铺垫。

1.1 计算机的发展史及未来展望

1.1.1 计算机的基本概念及分类

电子计算机是一种不需要人工直接干预，能够自动、高速、准确以及连续地执行程序，并对各种信息进行处理和存储的电子设备，它能代替人类完成各种复杂的计算和实现对各类信息的处理。

电子计算机从总体上来说可以分为两大类：电子模拟计算机和电子数字计算机。电子模拟计算机中处理的是模拟信息，处理的数值由不间断的连续的物理量表示，并且运算过程也是连续的；而电子数字计算机中处理的信息是离散的数字形式，它的运算过程是不连续的。它的主要运算特征是按位运算。通常人们所说的计算机都是指电子数字计算机。电子模拟计算机和电子数字计算机的主要区别如表 1-1 所示。

表 1-1 模拟计算机与数字计算机的主要区别

比较内容	数字计算机	模拟计算机
数据表示方式	数字 0 和 1	电压高低
计算方式	数字运算	电压组合运算
精度	高、准确	低、模糊
逻辑判断能力	强	弱

1.1.2 计算机的发展简史

1946 年，世界上出现了第一台电子数字计算机——“埃尼阿克”（ENIAC），它当时主要的功能是用于计算弹道，是由美国宾夕法尼亚大学莫尔电工学院制造的。这台机器体积

十分庞大，占地面积近 170m^2 ，质量约 30t ，功耗为 $150\text{kW}\cdot\text{h}$ ；但是它的加法运算速度却只有 5000次/s 。在今天看来，这台计算机既耗费能源速度又慢，但是正是因为这一次尝试，产生了划时代的意义，在当时的整个科学界轰动一时，也正是这一次创举，引领了现代社会的第三次信息革命的到来。

人们习惯把电子计算机的发展历史分“代”，其实这并没有统一的标准。若按计算机所采用的微电子器件的发展，可以将电子计算机分成以下几代，如表 1-2 所示。

表 1-2 计算机的发展简史

发展阶段	时间	硬件技术	速度/(次/s)
第一代	1946—1957	电子管	40 000
第二代	1958—1964	晶体管	200 000
第三代	1965—1971	小、中规模集成电路	1000 000
第四代	1972—1977	大规模集成电路	10 000 000
第五代	1978 年至今	超大规模集成电路	100 000 000

第一代电子管计算机时代：这一时期的计算机采用电子管作为基本器件，初期使用延迟线作为存储器，以后发明了磁芯存储器。早期的计算机主要用于科学计算，为军事与国防尖端科技服务。

第二代晶体管计算机时代：这一时期计算机的基本器件由电子管改为晶体管，存储器采用磁芯存储器。运算速度从每秒几千次提高到几十万次，存储器的容量从几千存储单元提高到 10 万存储单元以上。这不仅使计算机在军事与尖端技术上的应用范围进一步扩大，而且在气象、工程设计、数据处理以及其他科学研究等领域也广泛应用。

第三代小、中规模集成电路计算机时代：这一时期的计算机采用小、中规模集成电路为基本器件，因此功耗、体积和价格等进一步下降，使得计算机的应用范围进一步扩大。

第四代大规模集成电路计算机时代：20 世纪 70 年代，微电子技术发展迅猛，半导体存储器问世，迅速取代了磁芯存储器，并不断向大容量高集成度、高速度发展。

第五代超大规模集成电路计算机时代：20 世纪 70 年代末，计算机发展阶段进入第五代。其主要标志有两个：一个是单片集成电路规模达 100 万晶体管以上；另一个是超标量技术的成熟和广泛应用。

1.1.3 微型计算机的诞生与发展

通常将运算器和控制器合称为中央处理器 (Central Processing Unit, CPU)，在由超大规模集成电路构成的微型计算机中，往往将 CPU 制成一块芯片，称为微处理器。随着时间的推移，处理器芯片的单元密度不断增加，每块芯片上的单元个数也越来越多，因此，构建一个计算机的处理器所需要的芯片也越来越少。

随着芯片集成度不断提高，从在一个芯片上集成成百上千个晶体管的中、小规模集成电路，逐渐发展到能集成成千上万个晶体管的大规模集成电路 (Large Scale Integration, LSI) 和能容纳百万个以上晶体管的超大规模集成电路 (Very Large Scale Integration, VLSI)。微芯片集成晶体管的数目验证了 Intel 公司的缔造者之一 Gordon Moore 提出的“计算机芯片的集成度每 18 个月翻一番，而价格则降低一半”的规律，这就是人们常称的 Moore (摩尔) 定律。

微处理器芯片出现后，微型计算机也随之问世。例如，1971 年用 4004 微处理器制成

了 MCS-4 微型计算机, 将 CPU 所有的元件都集成在同一块芯片中; 20 世纪 70 年代中期, 微处理器 8008 的出现, 标志着 8 位微处理器的诞生, 这是微处理器演变过程中的另一个主要进步; 从此, 微处理器进入了快速发展的阶段; 2006 年, Core 微处理器诞生, 它将多核 CPU 融合在一起, 这标志着微处理器又发展到了新的历史时期。表 1-3 列出了 Intel 公司微处理器的演化过程。

表 1-3 Intel 微处理器的演化过程

型号	发布时间	主频	总线宽度	晶体管数	可寻址存储器	虚拟存储器
4004	1971	108kHz	4 位	2300	640 B	—
8008	1972	108kHz	8 位	3500	16 KB	—
8080	1974	2MHz	8 位	6000	64 KB	—
8086	1978	5MHz/8MHz/10MHz	16 位	29 000	1 MB	—
80286	1982	6 ~ 12.5MHz	16 位	134 000	16 MB	1 GB
386TMDX	1985	16 ~ 33MHz	32 位	275 000	4 GB	64 TB
486TMDX	1989	25 ~ 50MHz	32 位	1.2×10^6	4 GB	64 TB
Pentium	1993	60 ~ 233MHz	32 位	3.1×10^6	4 GB	64 TB
Pentium II	1997	200 ~ 550MHz	64 位	7.5×10^6	64 GB	64 TB
Pentium III	1999	450 ~ 1000MHz	64 位	9.6×10^6	64 GB	64 TB
Pentium 4	2000	1.3 ~ 3.4GHz	64 位	42×10^6	64 GB	64 TB
Core	2006	1.8 ~ 4GHz	64 位	2.91 亿	64 GB	64 TB

1.1.4 计算机未来展望

1. 计算机的发展方向

从第一台计算机产生至今, 计算机的应用得到不断拓展, 计算机正朝着“多极”的方向进行分化, 这就决定了计算机的发展也朝不同的方向延伸。当今计算机技术正朝着巨型化、微型化、网络化和智能化方向发展。

(1) 巨型化

巨型化指计算机具有超高的运算速度、极强的并行处理能力、大容量的存储空间、更强大和完善的功能。它是一个国家或地区科技水平、经济实力的象征。能解决天气预报、地震分析、流体力学、卫星遥感、激光武器、海洋工程、人工智能、生物工程等方面的问题。

(2) 微型化

从第 1 块微处理器芯片问世以来, 微型计算机的发展速度与日俱增。计算机芯片的集成度每 18 个月翻一番, 而价格则降低一半, 这就是信息技术发展功能与价格比的摩尔定律。由于计算机芯片集成度越来越高, 成本越来越低, 并且所完成的功能越来越强, 使得计算机微型化的进程和普及率越来越快, 并迅速占领了整个国民经济和社会生活的各个领域。

(3) 网络化

进入 20 世纪 90 年代以来, 随着 Internet 的飞速发展, 计算机网络已广泛应用于政府、学校、企业、科研、家庭等领域, 越来越多的人接触并了解计算机网络。计算机网络将不同地理位置上具有独立功能的不同计算机通过通信设备和传输介质互连起来, 在通信软件的支持下, 实现网络中的计算机之间共享资源、交换信息、协同工作。计算机网络的发展水平已成为衡量国家现代化程度的重要指标, 在社会经济发展中发挥着极其重要的作用。

(4) 智能化

让计算机能够模拟人类的智力活动，如学习、感知、理解、判断、推理等能力。具备理解自然语言、声音、文字和图像的能力，具有说话的能力，使人机能够用自然语言直接对话。它可以利用已有的和不断学习到的知识，进行思维、联想、推理，并得出结论，能解决复杂问题，具有汇集记忆、检索有关知识的能力。

2. 未来计算机的新技术

从电子计算机的产生及发展可以看到，目前计算机技术的发展都是以电子技术的发展为基础的，集成电路芯片是计算机的核心部件。随着高新技术的研究和发展，我们有理由相信计算机技术也将拓展到其他新兴的技术领域，计算机新技术的开发和利用必将成为未来计算机发展的新趋势。

从目前计算机的研究情况可以预测，未来计算机将有可能在光子计算机、生物计算机、量子计算机以及超导计算机等方面的研究领域里取得重大的突破。

1.2 计算机组成结构

本章主要介绍冯·诺依曼体系结构思想、计算机系统结构的分类、计算机的层次结构、和计算机系统的性能评价标准等内容。重点掌握冯·诺依曼思想和计算机系统的层次结构等。下面先从计算机组成结构入手，讨论计算机的基本组成与工作原理，使读者对计算机系统先有一个整体概念，为今后深入讨论各个部件奠定基础。

1.2.1 冯·诺依曼思想

1946年，冯·诺依曼等3人共同发表一篇题为“电子计算机装置逻辑结构初探”的论文，在文中详细描述了计算机的逻辑设计、指令修改的概念以及计算机的电子电路，提出了一个完整的现代计算机雏形，如图1-1所示。

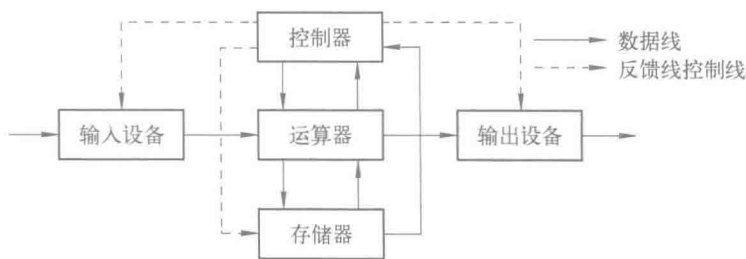


图 1-1 典型的冯·诺依曼计算机体系结构图

冯·诺依曼结构规定控制器是根据存放在存储器中的程序工作，即计算机的工作过程就是运行程序的过程。为了使计算机能正常工作，程序必须预先存放在存储器中。这就是存储程序的概念。冯·诺依曼结构的特点归纳如下：

- ① 计算机由运算器、存储器、控制器、输入设备和输出设备五大部件组成。
- ② 指令和数据以同等地位存放于存储器内，并可按地址寻访。

③ 指令和数据均用二进制数表示。

④ 指令由操作码和地址码组成，操作码用来表示操作的性质，地址码用来表示操作数在存储器中的位置。

⑤ 指令在存储器内按顺序存放。通常，指令是顺序执行的，在特定条件下，可根据运算结果或根据设定的条件改变执行顺序。

⑥ 机器以运算器为中心，输入/输出设备与存储器间的数据传送通过运算器完成。

而现代计算机与早期计算机相比在结构上还是有不少变化的，如从以运算器为中心改为以存储器为中心，如图 1-2 所示。但就其结构原理来说，目前绝大多数计算机仍建立在存储程序概念的基础上。冯·诺依曼型计算机的这种工作方式称为控制驱动。控制驱动是由指令流来驱动数据流的。

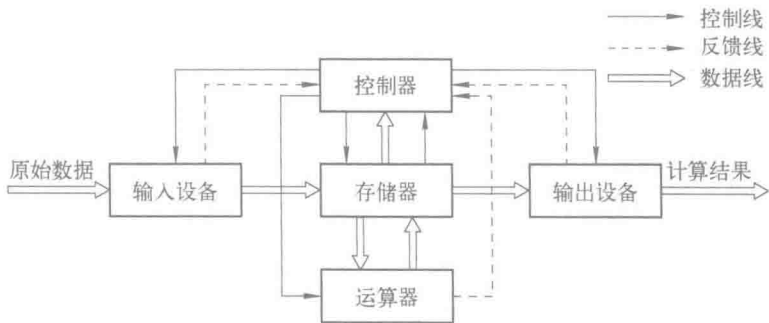


图 1-2 以存储为中心的计算机体系结构图

1.2.2 计算机硬件组成

所谓“硬件”是指看得见摸得着的设备实体。由各种电子元器件组成，如常见的 CPU、主板、硬盘、内存、显示器、键盘以及鼠标等，如图 1-3 所示。

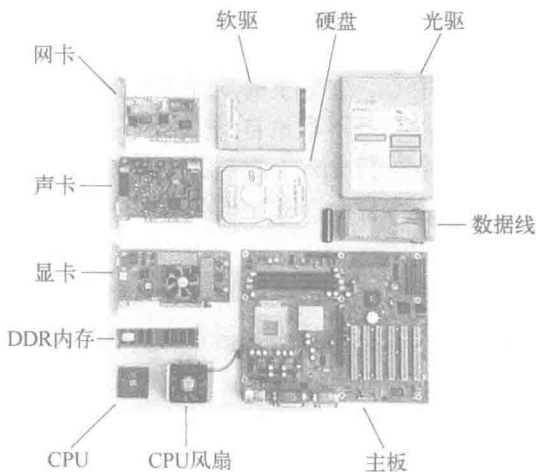


图 1-3 计算机的硬件组成

原始的冯·诺依曼计算机在结构上是以运算器为中心的，而发展到现在，已转向以存储器为中心了。但是不管哪个时期，计算机硬件系统都是由存储器、运算器、控制器、输

入设备和输出设备五大部件组成。

计算机硬件系统的五大部件的主要功能如下：

1. 存储器

存储器是用来存放程序和数据的部位，它是一个记忆装置，也是计算机能够实现“存储程序，程序控制”的基础，如果存储器的存储容量越大、存取速度越快，那么系统的处理能力也就越强、工作速度也就越高。一个存储器很难同时满足大容量、高速度的要求，

因此常将存储器分为主存、辅存、高速缓存等三级存储器，如图 1-4 所示。

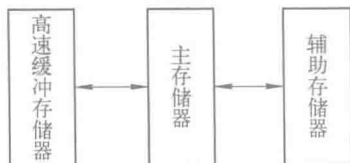


图 1-4 计算机的三级存储器

主存储器可由 CPU 直接访问，存取速度快但容量较小，一般用来存放当前正在执行的程序和数据，如内存就是常见的主存储器。

辅助存储器设置在主存外部，它的存储容量大，价格较低，但存取速度较慢，一般用来存放暂时不参与运行的程序和数据，这些程序和数据在需要时可传送到主存，因此它是主存的补充，如磁盘、光盘都是常见的辅助存储器。

高速缓冲存储器又称为 Cache，是为了解决存储器的存取速度与 CPU 的存取速度相匹配的问题。Cache 的存取速度比主存更快，但容量更小。用来存放当前最急需处理的程序和数据，以便快速地向 CPU 提供指令和数据。

2. 运算器

运算器是对信息进行处理和运算的部位。运算器经常进行的运算是算术运算和逻辑运算，并将运算的中间结果暂存在运算器内。所以运算器又称为算术逻辑运算部件 (Arithmetic and Logical Unit, ALU)。

运算器的核心是加法器。运算器中还有若干个通用寄存器或累加寄存器，用来暂存操作数，并存放运算结果。寄存器的存取速度比存储器的存取速度快得多。

3. 控制器

控制器是整个计算机的指挥中心，它的主要功能是控制程序和数据的输入、运行以及处理运算结果，使计算机的各部件有条不紊地自动工作。

控制器从主存中逐条取出指令进行分析，根据指令的不同来安排操作顺序，向各部件发出相应的操作信号，控制它们执行指令所规定的任务。

4. 输入设备

输入设备的任务是将人们熟悉的信息形式转换为机器能识别的信息形式。按输入信息的形态可分为字符输入、图形输入、图像输入及语音输入等。目前，常见的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪等。

5. 输出设备

输出设备的任务是将计算机的处理结果转换为人们熟悉的信息形式。目前最常用的输出设备是打印机和显示器。

另外，通常将运算器和控制器合称为中央处理器。中央处理器和主存储器一起组成主机部分。除去主机以外的硬件装置（如输入设备、输出设备、辅助存储器等）称为外围设备。