

高校计算机教学系列教材

计算机 组成原理与系统结构

蒋本珊 编著



北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.cn.net>

计算机组成原理与系统结构

蒋本珊 编著

北京航空航天大学出版社

内容简介

本书系统地介绍了计算机的基本组成原理以及计算机系统的概念性结构和功能特性。全书共分九章,主要内容分成三个部分:第1、2章介绍了计算机的基础知识;第3~8章介绍了计算机的各子系统(包括运算器、存储器、控制器、外部设备和输入/输出子系统等)的基本组成原理、设计方法、相互关系以及各子系统互相连接构成整机系统的技术;最后,第9章介绍了计算机的系统结构的基本知识。

本书既介绍了计算机的一般原理,又注意与实际应用相结合。全书内容由浅入深,每章之后均附有习题,便于自学。

本书可以作为大专院校计算机及相关专业的教材,也可以作为成人自学考试参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理与系统结构/蒋本珊编著. —北京:
北京航空航天大学出版社, 2000.7

ISBN 7-81012-985-6

I. 计... II. 蒋... III. ①计算机体系结构②电子
计算机-系统结构 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 21554 号

计算机组成原理与系统结构

蒋本珊 编著

责任编辑 陶金福

责任校对 陈坤

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市学院路 37 号(100083) 发行部电话 82317024

<http://www.buaapress.cn.net>

E-mail: pressell@publica.bj.cninfo.net

河北省涿州市新华印刷厂印装 各地书店经销

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 19 字数: 486 千字

2000 年 7 月第 1 版 2000 年 7 月第 1 次印刷 印数: 5000 册

ISBN 7-81012-985-6/TP·400 定价: 26.00 元

总前言

科教兴国,教育先行,在全国上下已形成共识。在教育改革过程中,出现了多渠道、多形式、多层次办学的局面。同时,政府逐年加大教育的投入力度。教育发展了,才能有效地提高全民族的文化、科学素质,使我们中华民族屹立于世界民族之林。

计算机科学与技术的发展日新月异,其应用领域迅速扩展,几乎无处不在。社会发展的需求,促使计算机教育生气蓬勃。从普通高校的系统性教学,到远距离的电视、网上教学;从全面讲述,到不同应用领域的、星罗棋布的培训班;从公办的到民办的;从纸介教材到电子教材等等,可以说计算机教学异彩纷呈。要进行教学,就必须有教材。

面对我们这么大的国家和教学形势,在保证国家教学基本要求的前提下,应当提倡教材多样化,才能满足各教学单位的需求,使他们形成各自的办学风格和特色。为此,我们组织北京工业大学、北京航空航天大学、北京理工大学、南开大学、天津工业大学等高校的有丰富教学经验的教师编写了计算机教学的系列教材,将陆续与师生见面。

系列教材包括以下各项:

(一) 基础理论:离散数学。

(二) 技术基础:电路与电子技术基础;数字逻辑基础;计算机组成与体系结构;计算机语言(拼盘、选择使用),包括C++程序设计基础、Visual Basic 程序设计基础、Matlab 程序设计基础、Java 程序设计基础、Delphi 语言基础、汇编语言基础等;数据结构;计算机操作系统基础;计算方法基础;微机与接口技术;数据库技术基础等。

(三) 应用基础:计算机控制技术;网络技术;软件工程;多媒体技术等。

(四) 技术基础扩展:编译原理与编译构造;知识工程——网络计算机环境下的知识过程。

(五) 应用基础扩展:计算机辅助设计;单片机实用基础;图像处理基础;传感器与测试技术;计算机外设与接口技术。

本系列教材主要是针对计算机专科教学编写的,供普通高校、社会民办大学、高等职业学校、业余大学等计算机专科使用。其中一部分教材也适合计算机本科教学或非计算机专业本科教学使用。在这部分教材的内容简介或前言中对使用范围均作了说明。

本系列教材在编写时,注重以下几点:(1)面对计算机科学与技术动态发展的现实,在内容上应具有前瞻性;(2)面对学以致用,既有系统的基础知识,又有应用价值的实用性;(3)具有科学性、严谨性。另外,力求排版紧凑,使有限的版面具有最大的信息量,以使读者得到实惠。

能否实现这些愿望,只有师生在教学实践中评价。我们期望得到师生的批评和指正。

高校计算机教学系列教材编委会

高校计算机系列教材编委会成员

主 任:赵沁平

副主任(常务):陈炳和

顾 问:袁中凡

委 员(以姓氏笔划为序):

吕景瑜(北工大教授)

乔少杰(社长,副教授)

袁中凡(北航教授,教育部工科计算机基础教学指导委员会副主任、中专计算机教学指导委员会顾问)

苏开娜(北工大教授)

陈炳和(北工大教授)

张鸿宾(北工大博导)

郑玉明(北工大副教授)

金茂忠(北航博导)

赵沁平(北航博导,国务院学位办主任)

前 言

“计算机组成原理与系统结构”是计算机类专业学生的必修核心课程之一,主要讨论计算机各大部件的基本组成原理,各大部件互连构成整机系统的技术以及计算机系统的概念性结构和功能特性。本课程在计算机学科中处于承上启下的地位,先修课程应包括:计算机基础、数字电路等。本书的参考教学时数为72~90学时。

全书共分九章:第1、2章介绍了计算机的基础知识(概论、计算机中数据的表示),第3~8章介绍了计算机的各子系统(指令系统、运算方法和运算器、主存储器与存储体系、CPU组织、辅助存储器、输入/输出设备、输入/输出系统)的基本组成原理,第9章介绍了计算机的系统结构及其发展。

本书的内容与教学时数允许的分量相比偏多一些,有些内容对某些专业来说可能已在先导课程中讨论过,因此,在使用本教材时,可根据各专业的具体情况在章节上有选择地进行取舍。

计算机原理与系统结构一类的教材在国内已有不少,本书试图在下列几个方面具有一定的特色:

首先,本书既强调计算机的基本概念和基础知识,对计算机的各大基本部件的组成原理、设计方法及相互关系都进行了较详细的描述,又注意与实际应用相结合,具有一定的针对性,以避免理论和实际脱节。书上多以国内外流行的机型为例,还介绍了一些常用的微处理器、接口、存储器和其他集成电路芯片。

其次,计算机技术的发展日新月异,作为一本专业基础课教材,不可能也没有必要处处体现先进技术,有时过于求新,反倒会使内容显得高深且难以理解。本书在阐述中注意由浅入深、循序渐进,在讲清基本原理的基础上,再提出先进技术和新的发展方向,以减少学习的难度。

第三,本书根据各章节内容的要求按横向方式组织课程实例,而不拘泥于某一种具体的机型,以减少局限性,扩大读者的视野和适用面。考虑到目前国内的实际情况,实例以微、小型机为主。

第四,为了帮助读者建立整机概念,本书中介绍了一个仅有十几条指令的模型机,试图通过解剖这样一个小小的“麻雀”来介绍控制器的设计方法。

第五,面对将来和计算机技术的发展趋势,在描述计算机系统结构的章节中,加入了突破传统冯·诺依曼型结构的新型计算机系统的内容,力求反映现代计算机系统结构的发展水平。

第六,各章内容相对独立,由浅入深,同时注意章节间内容的衔接,适合于自学。

总之,本书力求做到内容全面、概念清楚、通俗易懂,并注意到实用性和先进性。

本书每章后附有大量的习题,为读者提供较多的练习机会。

本书在编写过程中得到了北京航空航天大学葛本修教授的大力支持,葛教授在百忙中曾

多次与作者讨论本书的写作意图和要求,并亲自修改了本书的编写大纲,提出了许多宝贵的意见,在此表示诚挚的感谢!

本书的全部图稿是由何芬、刘晓玲同志协助绘制的,在此也一并表示感谢!

由于本人水平有限,加上时间仓促,书中难免出现错误和不妥之处,欢迎同行和广大读者批评指正。

编 者

2000年7月

目 录

第1章 概 论

1.1 电子数字计算机与存储程序控制.....	(1)
1.1.1 电子数字计算机	(1)
1.1.2 存储程序概念	(1)
1.1.3 计算机的简单框图	(2)
1.2 计算机系统的硬件组成.....	(3)
1.2.1 计算机的主要部件	(3)
1.2.2 计算机的总线结构(小、微型机典型结构)	(4)
1.2.3 大、中型机的典型结构	(5)
1.3 计算机系统.....	(5)
1.3.1 硬件与软件的关系	(5)
1.3.2 计算机系统的多层次结构.....	(6)
1.3.3 系列机的概念	(7)
1.4 计算机的工作过程与性能.....	(7)
1.4.1 计算机的工作过程	(7)
1.4.2 计算机主要性能指标	(8)
1.4.3 计算机系统的性能评价	(9)
1.5 计算机系统的分类.....	(10)
习 题	(12)

第2章 计算机中数据信息的表示

2.1 带符号数的表示.....	(13)
2.1.1 无符号数和带符号数	(13)
2.1.2 原码表示法	(13)
2.1.3 补码表示法	(14)
2.1.4 反码表示法	(16)
2.1.5 三种码制的比较与转换	(17)
2.2 数的定点表示与浮点表示.....	(18)
2.2.1 定点表示法	(18)
2.2.2 浮点运算法	(19)
2.2.3 移码表示法	(21)

2.2.4 定点与浮点表示法的比较·····	(22)
2.2.5 实用浮点数举例·····	(24)
2.3 字符数据的表示·····	(25)
2.3.1 字符编码和字符串的存放·····	(25)
2.3.2 汉字的表示方法·····	(27)
2.4 十进制数串的表达·····	(27)
2.4.1 二-十进制编码·····	(28)
2.4.2 十进制数串的存放·····	(29)
2.5 现代微机系统中的数据表示举例·····	(30)
2.6 奇偶校验码·····	(30)
习 题·····	(32)

第3章 指令系统

3.1 指令格式·····	(35)
3.1.1 指令的长度·····	(35)
3.1.2 地址码结构·····	(35)
3.1.3 指令的操作码·····	(38)
3.2 寻址技术·····	(40)
3.2.1 编址方式·····	(40)
3.2.2 基本寻址方式·····	(41)
3.3 堆栈与堆栈操作·····	(46)
3.3.1 堆栈结构·····	(46)
3.3.2 堆栈操作·····	(47)
3.4 指令类型·····	(48)
3.4.1 数据传送类指令·····	(48)
3.4.2 运算类指令·····	(49)
3.4.3 程序控制类指令·····	(50)
3.4.4 输入/输出类指令·····	(51)
3.5 指令系统的优化和发展·····	(52)
3.5.1 指令格式的优化·····	(52)
3.5.2 从复杂指令系统到精简指令系统·····	(54)
习 题·····	(55)

第4章 运算方法和运算器

4.1 定点加减运算·····	(58)
4.1.1 补码加减运算·····	(58)
4.1.2 补码的溢出判断与检测方法·····	(59)

4.1.3 补码定点加减运算的实现	(61)
4.2 定点乘除运算	(62)
4.2.1 补码的移位运算	(62)
4.2.2 定点乘法运算	(63)
4.2.3 定点除法运算	(65)
4.3 规格化浮点运算	(68)
4.3.1 浮点加减运算	(68)
4.3.2 浮点乘除运算	(71)
4.4 基本算术运算的实现	(72)
4.4.1 加法器	(72)
4.4.2 进位的产生和传递	(73)
4.5 逻辑运算及其实现	(76)
4.6 运算器的基本组成与实例	(78)
4.6.1 运算器的基本组成	(78)
4.6.2 算术逻辑运算单元(ALU)举例	(79)
4.6.3 浮点运算器举例	(82)
习 题	(84)

第5章 主存储器与存储体系

5.1 存储器的基本概念	(86)
5.1.1 存储器分类	(86)
5.1.2 主存储器的主要技术指标	(88)
5.1.3 主存储器的存储单元和主存储器的基本结构	(89)
5.1.4 存储系统层次结构	(91)
5.2 半导体随机存储器和只读存储器	(92)
5.2.1 基本存储电路	(92)
5.2.2 动态RAM的刷新	(93)
5.2.3 地址译码方式	(95)
5.3 存储芯片与CPU的接口特性	(97)
5.3.1 RAM芯片与CPU的接口特性	(97)
5.3.2 ROM芯片与CPU的接口特性	(97)
5.3.3 内存条	(98)
5.4 半导体存储器的组成与控制	(98)
5.4.1 主存储器容量的扩展	(98)
5.4.2 存储芯片的地址分配和片选	(101)
5.4.3 主存储器和CPU的连接	(103)
5.4.4 主存的奇偶校验电路	(104)

5.4.5 数据通路匹配和存储器接口 (105)

5.5 提高存储器性能的技术 (108)

5.5.1 存储器制造技术的发展 (108)

5.5.2 双端口存储器 (110)

5.5.3 并行主存储器 (110)

5.5.4 高速缓冲存储器 (112)

5.5.5 虚拟存储器 (116)

习 题 (119)

第 6 章 CPU 组织

6.1 控制器的基本概念 (122)

6.1.1 控制器的组成 (122)

6.1.2 控制器的硬件实现方法 (124)

6.2 时序系统与控制方式 (125)

6.2.1 时序系统 (125)

6.2.2 控制方式 (127)

6.3 CPU 的总体结构 (128)

6.3.1 寄存器的设置 (128)

6.3.2 指令执行的基本过程 (129)

6.3.3 指令的微操作序列 (130)

6.4 微程序控制原理 (132)

6.4.1 微程序控制的基本概念 (132)

6.4.2 微指令编码法 (133)

6.4.3 微程序控制器的组成和工作过程 (136)

6.4.4 微程序入口地址的形成 (136)

6.4.5 后继微地址的形成 (137)

6.4.6 微程序设计 (138)

6.4.7 微程序设计技术的应用 (139)

6.5 组合逻辑控制器设计 (141)

6.5.1 模型机的总体结构 (141)

6.5.2 组合逻辑控制器设计步骤 (144)

6.5.3 模型机的组合逻辑控制器设计 (145)

6.6 微程序控制器设计 (150)

6.6.1 微程序控制器的设计步骤 (150)

6.6.2 模型机的微程序设计 (151)

6.7 典型 CPU 介绍 (155)

6.7.1 80386 微处理器 (155)

6.7.2 Pentium 微处理器简介	(158)
习 题	(159)

第7章 外部设备

7.1 外部设备概述	(163)
7.1.1 外部设备的分类	(163)
7.1.2 外部设备的地位和作用	(164)
7.2 磁记录原理	(164)
7.2.1 磁表面存储器的读/写	(165)
7.2.2 磁表面存储器的技术指标	(166)
7.2.3 数字磁记录方式	(167)
7.3 硬磁盘存储器	(169)
7.3.1 硬盘存储器的基本结构与分类	(169)
7.3.2 硬盘驱动器	(170)
7.3.3 硬盘的信息分布和磁盘地址	(171)
7.3.4 硬盘存储器参数指标	(172)
7.3.5 硬盘控制逻辑	(173)
7.4 软磁盘存储器	(174)
7.5 光盘存储器	(176)
7.5.1 光盘存储器的类型	(176)
7.5.2 光盘存储器的组成及工作原理	(177)
7.5.3 光盘驱动器	(178)
7.6 键盘输入设备	(179)
7.6.1 键开关和键盘布局	(179)
7.6.2 键盘的类型	(180)
7.6.3 非编码键盘的工作原理	(180)
7.6.4 智能键盘	(182)
7.7 其他输入设备	(184)
7.7.1 鼠标器	(184)
7.7.2 条码扫描器	(185)
7.8 印字输出设备	(185)
7.8.1 印字输出设备分类	(186)
7.8.2 针式打印机	(186)
7.8.3 非击打式印字技术	(190)
7.9 显示设备	(191)
7.9.1 显示器概述	(191)
7.9.2 CRT 显示器	(193)

7.9.3	屏幕显示与视频存储器	(194)
7.9.4	字符显示器工作原理	(195)
7.9.5	图形显示器工作原理	(198)
7.9.6	IBM PC 系列机的显示系统	(200)
7.10	汉字处理设备	(201)
7.10.1	汉字的编码与输入	(201)
7.10.2	汉字的存储	(202)
7.10.3	汉字的输出	(203)
7.10.4	汉字处理系统	(204)
	习 题	(205)

第 8 章 输入输出系统

8.1	主机与外设的连接	(208)
8.1.1	输入/输出接口	(208)
8.1.2	接口的功能和基本组成	(209)
8.1.3	外设的识别与端口寻址	(211)
8.1.4	输入/输出信息传送控制方式	(213)
8.2	程序查询方式及其接口	(214)
8.2.1	程序查询方式	(214)
8.2.2	程序查询方式接口	(215)
8.3	中断系统	(217)
8.3.1	中断的基本概念	(217)
8.3.2	中断请求和中断判优	(219)
8.3.3	中断响应和中断处理	(221)
8.3.4	多重中断与中断屏蔽	(223)
8.3.5	中断全过程	(226)
8.3.6	程序中断接口结构	(227)
8.3.7	中断控制器 8259	(228)
8.4	DMA 方式及其接口	(233)
8.4.1	DMA 方式的基本概念	(233)
8.4.2	DMA 接口	(234)
8.4.3	DMA 传送方法与传送过程	(237)
8.4.4	DMA 控制器 8237 的基本结构	(238)
8.4.5	8237 的工作方式	(240)
8.5	通道控制方式	(241)
8.5.1	通道的基本概念	(241)
8.5.2	通道的类型与结构	(242)

8.5.3 通道程序	(244)
8.5.4 通道的工作过程	(247)
8.6 总线技术	(248)
8.6.1 总线通信控制	(248)
8.6.2 总线管理	(249)
8.6.3 总线类型和总线标准	(251)
习 题	(254)

第9章 计算机系统结构

9.1 计算机系统结构的基本概念	(257)
9.1.1 计算机系统结构	(257)
9.1.2 系统结构中的并行性	(257)
9.2 流水线处理技术	(258)
9.2.1 重叠控制与先行控制	(258)
9.2.2 流水工作原理	(260)
9.2.3 超标量、超级流水线和超长指令字计算机	(265)
9.2.4 向量处理机与向量的流水处理	(267)
9.3 并行处理机	(268)
9.3.1 并行处理机的组成	(268)
9.3.2 并行处理机的互连网络	(269)
9.3.3 阵列处理机	(271)
9.4 多处理机系统	(271)
9.4.1 多处理机的概念	(271)
9.4.2 多处理机的结构与特点	(272)
9.4.3 多处理机的互连网络	(273)
9.5 精简指令系统计算机 RISC	(275)
9.5.1 RISC 的特点和优势	(275)
9.5.2 RISC 技术中所采用的特殊方法	(276)
9.6 新型计算机系统结构	(279)
9.6.1 计算机系统结构的新发展	(279)
9.6.2 数据流计算机	(280)
9.6.3 面向函数程序设计语言的归约机	(283)
9.6.4 人工智能计算机	(285)
习 题	(287)

参考文献

第1章 概 论

本章中将从存储程序的概念入手,讨论电子数字计算机的基本组成与工作原理,使读者对于计算机系统先有一个简单的整体概念,为今后深入讨论各个部件打下基础。

1.1 电子数字计算机与存储程序控制

1.1.1 电子数字计算机

电子计算机是一种不需要人工直接干预,能够自动、高速、准确地对各种信息进行高速处理和存储的电子设备。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信息是连续变化的物理量,运算的过程也是连续的;而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。例如,在电子数字计算机中往往用输出信号电平的高低或脉冲的有无来表示数值的“1”或“0”,这样就可以用一串彼此在时间上离散的脉冲来表示一个数值。

世界上第一台电子数字计算机是1946年2月问世的ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Computer),它是在美国陆军部的主持下,由美国宾夕法尼亚大学设计研制出来的。ENIAC是一个庞然大物,它共用了18 000多个电子管、6 000多个继电器,占地面积170 m²,其运算速度为5 000次/s左右。如果从今天的视角去观察ENIAC,它的性能并不好,但是在科学发展史上它却是一个重要的里程碑,奠定了电子数字计算机的基础。从第一台电子计算机诞生至今的五十余年时间里,计算机科学和技术一直在飞速地发展着,它的发展速度是世界上任何其他学科所无法比拟的。通常根据组成计算机的电子器件,把电子计算机分为四个发展阶段,习惯上称为四代。有关计算机的发展史已在《计算机基础》课程中进行了较详细地讨论,在此不再赘述。现在正在研制第五代(或称新一代)计算机。新一代计算机将具有智能的知识信息处理系统,能识别自然语言、图形和图像,能积累知识、总结经验,具有再学习的能力。

1.1.2 存储程序概念

第一台计算机ENIAC有一个很大的缺点,即它的存储容量极小,只能存20个字长为10位的十进制数,所以只能用线路连接的方法来编排程序,每次解题都要依靠人工来改变接线,准备时间将大大超过实际计算时间。

在研制ENIAC的同时,以美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(John Von Neumann)为首的研制小组提出了“存储程序控制”的计算机结构,并开始了存储程序控制的计算机EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer)的研制。由于种种原因,EDVAC直到1951年才问世。而吸收了冯·诺依曼的设计思想,由英国剑桥大学研制的EDSAC(Electronic Delay Storage Automatic Calculator)则先于它两年诞生,成为事实上的第一台存储程序的计算机。

存储程序概念是冯·诺依曼等人 1946 年 6 月在一篇题为《电子计算机装置逻辑结构初探》的报告中首先提出来的, 这个报告的内容可以简要地概括为以下几点:

(1) 计算机(指硬件)应由运算器、存储器、控制器、输入设备和输出设备五大基本部件组成;

(2) 计算机内部采用二进制来表示指令和数据;

(3) 将编好的程序和原始数据事先存入存储器中, 然后再启动计算机工作, 使计算机在不需要人工干预的情况下, 自动、高速地从存储器中取出指令加以执行, 这就是存储程序的基本含义。

冯·诺依曼对计算机界的最大贡献在于“存储程序控制”概念的提出和实现。50 年来, 虽然计算机的发展速度是惊人的, 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。我们把符合存储程序概念的计算机统称为冯·诺依曼型计算机。当然, 现代计算机与早期计算机相比在结构上还是有许多改进的。

随着计算机技术的不断发展, 也暴露出了冯·诺依曼型计算机的一些缺点。目前已出现了一些突破冯·诺依曼结构的计算机, 统称非冯结构计算机, 如: 数据驱动的数据流计算机、需求驱动的归约计算机和模式匹配驱动的智能计算机等。

1.1.3 计算机的简单框图

早期的冯·诺依曼计算机在结构上是以运算器为中心的; 但演变到现在, 已转向以存储器为中心了。图 1-1 为计算机最基本的组成框图。

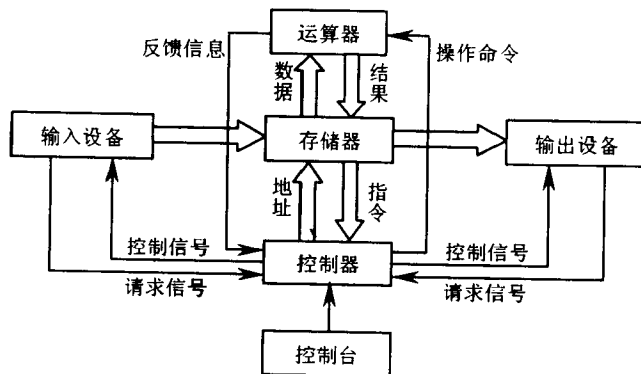


图 1-1 计算机的简单框图

通常将运算器和控制器合称为中央处理器 CPU(Central Processing Unit)。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。

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、外存储器等)称为外围设备或外部设备。

1.2 计算机系统的硬件组成

1.2.1 计算机的主要部件

1. 输入和输出设备

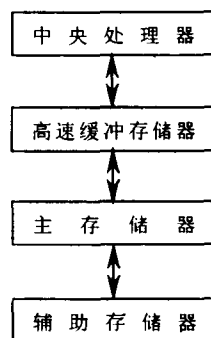
输入设备的任务是把人们编好的程序和原始数据送到计算机中去,并且将它们转换成计算机内部所能识别和接受的信息方式。输出设备的任务是将计算机的处理结果以人或其他设备所能接受的形式送出计算机。

目前最常用的输入设备有键盘、鼠标,最常用的输出设备有显示器和打印机,外存储器(磁盘、磁带)也可以看作输入和输出设备。另外,自动控制 and 检测系统中使用的模/数(A/D)转换装置是一种输入设备,数/模(D/A)转换装置是一种输出设备。

2. 存储器

存储器是用来存放程序和数据的部件,它是一个记忆装置,也是计算机能够实现“存储程序控制”的基础。

在计算机系统中,规模较大的存储器往往分成若干级,称为存储系统。图 1-2 所示的是常见的三级存储系统。主存储器(内存储器)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。辅助存储器(外存储器)设置在主机外部,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和后援。当 CPU 速度很高时,为了使访问存储器的速度能与 CPU 的速度相匹配,又在主存和 CPU 间增设了一级 Cache(高速缓冲存储器)。Cache 的存取速度比主存更快,但容量更小,用来存放当前正在执行的程序中的活跃部分,以便快速地向 CPU 提供指令和数据。



主存是由若干个存储单元组成的,每个单元可存放一串若干位的二进制信息。全部存储单元统一编号,称为存储单元的地址。在这里,要注意把存储单元的地址和存储单元里存放的内容(数据和指令)区分开。

3. 运算器

运算器是对信息进行处理和运算的部件。经常进行的运算是算术运算和逻辑运算,所以运算器又称为算术逻辑运算部件(ALU——Arithmetic and Logical Unit)。

运算器的核心是加法器。运算器中还有若干个通用寄存器,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。

4. 控制器

控制器是整个计算机的指挥中心,它的主要功能是按照人们预先确定的操作步骤,控制整个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地取出指令进行分析,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。

控制器中包括一些专用的寄存器。

图 1-2 三级存储系统