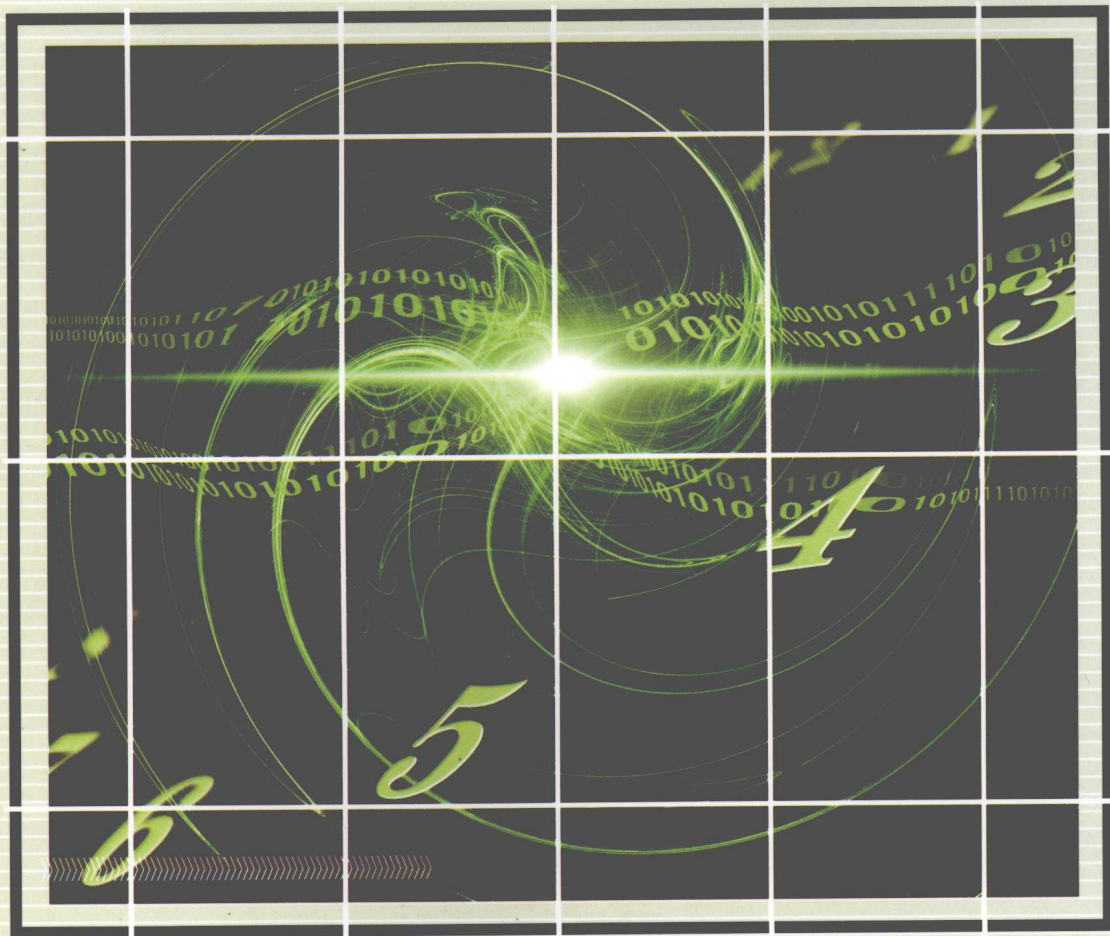


新世纪计算机类本科规划教材
COMPUTER

计算机系统 结构与组成

吕 辉 主编



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>



新世纪计算机类本科规划教材

计算机系统结构与组成

吕 辉 主编
李 进 刘 曙 编著
王晓楠 吕 晨

西安电子科技大学出版社

2007

内 容 简 介

“计算机系统结构”与“计算机系统组成”在概念上既有区别又有联系，是同一事物的不同层次，有时又是互相转化的。本书从教学改革的角度出发，将两门课程合并为一门课程“计算机系统结构与组成”，目的是避免内容上的重复，提高教学效率。本书力图做到软硬结合，给学生形成完整的计算机系统概念。

本书有机地将计算机系统结构与组成的内容融合起来，完全可以达到原“计算机系统结构”和“计算机系统组成”两门课程的基本要求。

本书可作为计算机科学与技术及其他信息类专业的本科教材或教学参考书，也可作为工程技术人员的计算机类参考书。

★ 本书配有电子教案，需要者可与出版社联系，免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

计算机系统结构与组成 / 吕辉主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2007. 7

新世纪计算机类本科规划教材

ISBN 978 - 7 - 5606 - 1839 - 5

I. 计… II. 吕… III. 计算机体系结构—高等学校—教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 072949 号

策 划 陈宇光

责任编辑 杨丕勇 陈宇光

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 19.875

字 数 464 千字

印 数 1~4000 册

定 价 26.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 1839 - 5/TP · 0956

XDUP 2131001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜，谨防盗版。

前 言

计算机系统结构就是计算机体系结构，是程序员所看到的计算机属性，是程序员编写程序时所必须了解的概念性结构和功能属性，是计算机系统各级之间功能层次划分及软硬件界面定义。计算机组成指的是计算机系统结构的逻辑实现，包括机器级内部的数据流和控制流的组成及逻辑设计等。计算机实现则指的是计算机组成的物理实现。可见，计算机系统结构、计算机组成和计算机实现是三个不同的概念。

但是，计算机系统结构、计算机组成和计算机实现又是互相联系的。

一方面，它们所包含的具体内容是随不同的机器而变化的。有些计算机系统的设计理念作为系统结构的考虑，其他计算机可能已经体现到组成和实现中去了。相反，开始作为组成和实现提出的设计思想，也可能被引入系统结构中。例如高速缓存(Cache)一般是作为计算机组成提出来的，信息的存取全部由硬件实现，对程序员是透明的。然而有的计算机为了提高效率，设置了高速缓存的管理指令，程序员能参与对高速缓存的管理，这样，高速缓存又成了系统结构的一部分，对程序员是不透明的。

另一方面，计算机的结构、组成与实现是计算机设计与制造过程的不同阶段，统一在事物(计算机)发展过程之中。例如指令系统的确定属于计算机系统结构，指令的实现、数据流与控制流的设计属于计算机的设计与实现。这本来就是互相联系不可分割的统一过程，只是层次不同而已，可是在以往的教学过程中往往被人为地分离开。虽然二者层次角度不同，但总是互为基础、互相联系的，又何必人为隔离，分别在不同的两门课程中重复学习呢？

“计算机系统结构”与“计算机系统组成”在概念上既有区别又有联系，是同一事物的不同层次，有时又是互相转化的。为了提高教学效率，将“计算机系统结构”与“计算机系统组成”合并为一门课程“计算机系统结构与组成”，避免内容上不必要的重复，这正是本书编写的基本出发点。

本书编写的另一个设想是尽量做到软硬结合，形成完整的系统概念。例如存储系统，在组成上分析存储体的硬件构成，在结构上说明主存与Cache、主存与外存的关联，在软件上简要说明操作系统对存储系统的管理。

本书编写的第三个出发点就是尽量反映目前计算机的结构、组成与实现的最新发展与新技术。

本书共分11章，分别为：第1章 计算机系统结构与组成的基本概念；第2章 指令系统设计；第3章 CPU 及其实现；第4章 存储系统；第5章 向量处理机；第6章 互联网络；第7章 并行处理机；第8章 多处理机；第9章 输入/输出系统及总线；第10章 外围设备；第11章 计算机系统结构的发展。

本书由吕辉教授提出编写思想并编写纲目，由多位教师分工合作共同完成，是作者多年来从事教学科研的经验积累。其中吕辉、王晓楠编写了第1、2、3、4章，李进编写了第5、6章，刘曙编写了第7、8、9章，吕辉、吕晨编写了第10、11章。在编写过程中，参阅

了大量文献资料，在此，向文献资料的作者表示诚挚的感谢。

新的“计算机系统结构与组成”课程大约需要 80 学时。由于避免了内容上的重复，强调了结构与组成之间的联系，可以达到原“计算机系统结构”与“计算机系统组成”两门课程的基本要求。

本书在出版过程中，得到了空军工程大学导弹学院领导和机关人员的关心和帮助，更得到了西安电子科技大学出版社的大力支持，在此表示感谢。

感谢读者阅读本书，不妥之处，敬请批评指正。

编 者

2007 年 1 月

目 录

第 1 章 计算机系统结构与组成的基本概念	1
1.1 计算机层次结构	1
1.1.1 计算机的结构及特点	1
1.1.2 计算机的基本组成	2
1.1.3 计算机的层次结构	6
1.2 计算机系统结构和计算机的组成与实现	7
1.2.1 计算机系统结构的定义	7
1.2.2 计算机的组成和实现	8
1.2.3 计算机实现技术的发展	9
1.2.4 计算机系统结构和计算机组成	10
1.3 计算机的性能评测和量化分析	11
1.3.1 计算机性能的主要技术指标和评测的基本原则	11
1.3.2 计算机性能评测的基本技术和方法	12
1.4 计算机的成本和价格	14
1.5 计算机设计者的主要任务	16
1.6 计算机系统的发展及应用	17
1.6.1 计算机的发展史	17
1.6.2 计算机的分类	18
1.6.3 计算机的应用	21
习题	23
第 2 章 指令系统设计	25
2.1 计算机中的数据表示	25
2.1.1 定点数的数据表示	25
2.1.2 浮点数的数据表示	27
2.1.3 字符和字符串数据的表示	28
2.1.4 堆栈数据的表示	29
2.1.5 向量的表示	31
2.2 计算机的指令格式	32
2.2.1 计算机指令的格式	33
2.2.2 计算机指令系统的分类	36
2.2.3 计算机指令集中指令的类型	38
2.3 计算机的寻址方式	40
2.3.1 计算机寻址技术概述	40
2.3.2 基本寻址方式	40

2.3.3	复合寻址方式.....	44
2.3.4	寻址方式举例.....	44
2.4	计算机指令集格式的设计.....	45
2.5	计算机指令系统设计.....	45
2.5.1	设计概述.....	46
2.5.2	复杂指令集计算机.....	47
2.5.3	精简指令集计算机.....	48
2.5.4	RISC 和 CISC 的比较.....	49
2.6	编译技术与计算机体系结构设计.....	50
2.6.1	现代编译器的结构和相关技术.....	50
2.6.2	现代编译器技术对体系结构设计的影响.....	52
	习题.....	53
第 3 章	CPU 及其实现.....	54
3.1	运算方法与运算器.....	54
3.1.1	数据及其表示方法.....	54
3.1.2	逻辑运算以及常用算术微操作.....	59
3.1.3	定点加(减)法运算.....	63
3.1.4	定点乘法运算.....	66
3.1.5	定点除法运算.....	71
3.1.6	浮点运算.....	74
3.1.7	运算器组织.....	78
3.2	控制器及其实现.....	79
3.2.1	控制器的基本设计技术.....	80
3.2.2	组合逻辑控制器设计及实现.....	89
3.2.3	微程序控制器设计及逻辑实现.....	91
3.3	CPU 的结构和功能.....	101
3.3.1	CPU 的结构.....	102
3.3.2	CPU 中的寄存器.....	102
3.3.3	CPU 的功能.....	103
3.4	流水线处理器.....	103
3.4.1	流水线技术概述.....	103
3.4.2	流水线的性能分析.....	106
3.4.3	流水线的相关.....	111
3.5	向量处理机.....	114
	习题.....	115
第 4 章	存储系统.....	118
4.1	存储系统概述.....	118
4.1.1	存储器的分类.....	118
4.1.2	存储器的层次结构.....	120

4.2 高速缓存 Cache	123
4.2.1 Cache 概述	123
4.2.2 关于 Cache 的若干问题	126
4.2.3 Cache 性能的量化分析	129
4.2.4 基于 Cache 的优化技术	130
4.3 主存储器技术	131
4.3.1 主存储器概述	131
4.3.2 主存储器组织原理	133
4.3.3 主存设计实例	138
4.4 虚拟存储器技术以及存储保护	141
4.4.1 虚拟存储器技术	141
4.4.2 存储保护	143
4.5 存储层次结构的设计	145
习题	145
第 5 章 向量处理机	147
5.1 向量数据表示方式	147
5.1.1 从标量到向量	147
5.1.2 常见的向量表示	148
5.2 向量处理机的结构	150
5.2.1 存储器-存储器结构	151
5.2.2 寄存器-寄存器结构	152
5.3 向量处理方式	153
5.3.1 横向处理方式	153
5.3.2 纵向处理方式	154
5.3.3 纵横处理方式	154
5.4 向量处理机实例	155
5.4.1 典型的向量处理机	155
5.4.2 Cray Y-MP 816 向量处理机	156
5.4.3 向量协处理器	157
5.5 向量处理机的性能评价	157
5.6 向量处理机的发展	159
习题	160
第 6 章 互连网络	161
6.1 互连网络的基本概念	161
6.1.1 互连网络的作用	161
6.1.2 互连网络的特性	162
6.1.3 互连网络的传输性能参数	162
6.1.4 互连网络的表示方法	163
6.1.5 互连函数	164

6.2 互联网络的种类	167
6.2.1 静态互联网络	167
6.2.2 多级互联网络	170
6.2.3 交叉开关网络	173
6.2.4 基于公共介质的互联网络	174
6.3 消息传递机制	175
6.3.1 消息寻径方式	175
6.3.2 死锁与虚拟通道	177
6.3.3 选播与广播寻径算法	178
习题	179
第 7 章 并行处理机	180
7.1 并行处理机的概念	180
7.2 并行处理机的基本结构	182
7.2.1 分布存储器并行处理机	182
7.2.2 共享存储器并行处理机	183
7.2.3 并行处理机的特点	183
7.3 并行处理机实例	184
7.3.1 Illiac IV 并行处理机	184
7.3.2 BSP 处理机	187
7.4 并行处理机算法举例	189
7.4.1 连续模型及差分计算	190
7.4.2 矩阵乘	191
7.4.3 求累加和	193
习题	194
第 8 章 多处理机	196
8.1 多处理机结构	196
8.1.1 松散耦合多处理机	196
8.1.2 紧密耦合多处理机	197
8.2 多处理机系统的特点	198
8.3 多处理机的 Cache 一致性	199
8.3.1 问题由来	199
8.3.2 监听高速缓存一致性协议	201
8.3.3 基于目录的协议	204
8.4 大规模并行处理机(MPP)	206
8.4.1 概述	206
8.4.2 MPP 的公共结构	206
8.4.3 实例分析: CrayT3E 的体系结构	207
8.5 对称多处理机(SMP)	208
8.5.1 概述	208

8.5.2	S2MP 结构	209
8.5.3	SGI Origin 2000 系列服务器	209
8.6	机群系统(Cluster)	212
8.6.1	机群系统的组成	212
8.6.2	机群系统的关键技术	213
8.6.3	IBM SP2 系统	214
	习题	216
第 9 章	输入/输出系统及总线	217
9.1	输入/输出系统概述	217
9.1.1	输入/输出原理	217
9.1.2	输入/输出系统的特点	218
9.1.3	输入/输出系统的组织方式	219
9.1.4	基本输入/输出方式	219
9.2	中断系统	221
9.2.1	中断的提出	222
9.2.2	中断源的组织	222
9.2.3	中断系统的处理过程	224
9.2.4	中断源的识别方法	225
9.2.5	中断现场的保存和恢复	227
9.2.6	中断屏蔽	227
9.3	直接存储器存取(DMA)方式	228
9.3.1	DMA 方式的提出	228
9.3.2	DMA 控制器的功能和 DMA 传送的原理	229
9.3.3	DMA 控制器的工作特点	231
9.4	通道处理机	232
9.4.1	通道的作用和功能	232
9.4.2	通道的工作过程	232
9.4.3	通道的种类	235
9.4.4	通道中的数据传送过程	236
9.4.5	通道流量分析	237
9.5	输入/输出处理机	239
9.5.1	输入/输出处理机的作用	239
9.5.2	输入/输出处理机的种类	240
9.5.3	输入/输出处理机实例	240
9.6	总线	241
9.6.1	总线的概念	241
9.6.2	总线的连接方式	241
9.6.3	总线的标准	242
9.6.4	几种常用的总线结构	242

习题.....	246
第 10 章 外围设备	247
10.1 外围设备概述.....	247
10.1.1 外围设备的一般功能.....	247
10.1.2 外围设备的分类.....	248
10.1.3 外围设备的发展趋势.....	248
10.2 输入设备.....	249
10.2.1 信息处理编码.....	249
10.2.2 输入设备的功能.....	252
10.2.3 键盘输入的工作原理.....	253
10.2.4 扫描仪的基本工作原理.....	254
10.2.5 汉字识别与手写输入.....	256
10.3 显示设备.....	257
10.3.1 显示设备的分类与一般概念.....	257
10.3.2 字符显示器的工作原理.....	258
10.3.3 图形图像显示器.....	262
10.4 打印设备.....	264
10.4.1 打印设备的分类.....	264
10.4.2 点阵针式打印机.....	264
10.4.3 激光印字机.....	266
10.5 硬磁盘存储设备.....	267
10.5.1 磁记录原理与记录方式.....	267
10.5.2 硬磁盘机的基本组成和分类.....	270
10.5.3 硬磁盘驱动器和控制器.....	270
10.5.4 磁盘上信息的分布.....	272
10.6 光盘存储设备.....	272
10.6.1 光盘的分类.....	272
10.6.2 CD-ROM 光盘的基本工作原理.....	273
10.6.3 CD-ROM 驱动器的主要性能.....	274
习题.....	274
第 11 章 计算机系统结构的发展	275
11.1 基于数据驱动的数据流机.....	275
11.1.1 数据驱动原理.....	275
11.1.2 数据流计算机模型.....	279
11.1.3 数据流程图和数据流语言.....	282
11.2 基于面向函数程序设计的归约机.....	289
11.2.1 函数式程序设计语言.....	289
11.2.2 面向函数程序设计的归约机.....	291
11.3 基于面向对象程序设计的计算机.....	295

11.3.1 面向对象的程序设计	295
11.3.2 基于面向对象程序设计的计算机结构	296
11.4 基于面向智能信息处理的智能机	298
11.4.1 智能信息处理与智能机	298
11.4.2 智能机的结构及所用的机器语言	300
习题	304

第1章 计算机系统结构与组成的基本概念

本章首先介绍了计算机存储程序原理，并由此引出了计算机系统的基本组成以及计算机系统多级层次结构的概念，从而引出了计算机系统结构的定义以及结构、组成和实现三者的含义和关系，然后对计算机性能、指标以及价格进行了分析，使读者对计算机系统结构与组成有一个基本概念。

1.1 计算机层次结构

计算机的档次类型很多，功能差异大，但是基本结构却是相似的。一个完整的计算机系统均由硬件系统和软件系统两部分构成。而从其基本工作原理来看，无一不是采用存储程序原理作为其基本工作原理的。

1.1.1 计算机的结构及特点

现代计算机均是依据美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(Ven Neumann)等发表的《关于电子计算装置逻辑结构初探》报告中提出的以二进制和存储程序控制为核心的通用电子计算机体系结构原理而研制的。这一原理奠定了当代电子计算机体系结构的基础。现在我们通常称之为“存储程序原理计算机”。

那么什么是存储程序原理呢？其基本思想可以概括如下：计算机要自动完成解题任务，必须将事先设计好的、用以描述计算机解题过程的程序如同数据一样采用二进制形式存储在机器中，计算机在工作时自动高速地从机器中逐条取出指令加以执行。存储程序控制计算机自动工作的关键在于将指令不加区别地与数据同样存放，这样就提高了计算机解题的速度。与传统的计算器相比，存储程序原理计算机的根本区别就在于解题步骤，即程序是在机器外无人工干预和控制的。

存储程序原理计算机的基本特点如下：

(1) 机器以运算器为中心。输入/输出设备与存储器之间的数据传送都经过运算器；存储器、输入/输出设备的操作以及它们之间的联系都由控制器集中控制。

(2) 共用存储程序原理。程序(指令)和数据存放在同一存储器中，并且没有对两者加以区分。指令和数据一样可以送到运算器进行运算。

(3) 存储器是按地址访问的、线性编址的空间，每个单元的位数都是相同且固定的，称为存储器编址单位。

(4) 控制流由指令流产生。指令在存储器中按其执行顺序存储，由指令计数器指明每条指令所在的存储单元的地址。一般情况下，每执行完一条指令，程序计数器顺序递增。指

令的执行顺序可以改变，但是解题步骤仍然是顺序的。

(5) 指令由操作码和地址码组成。操作码指明指令的操作类型，地址码指明操作数和操作结果的地址。操作数类型由操作码决定，操作数本身不能判定其数据类型。

(6) 数据以二进制编码表示，采用二进制运算。

存储程序原理计算机体系结构的这些特点奠定了现代计算机发展的基础，因为它是由冯·诺依曼提出的，所以也称为冯·诺依曼体系结构。该结构被提出来的时候，由于硬件价格十分昂贵，为了降低机器成本，便要求硬件的设计尽量简单，而把更多的功能交给软件实现。那么，计算机究竟可以完成哪些功能呢？

按照存储程序原理，计算机必须具有以下五大功能，如图 1-1 所示。

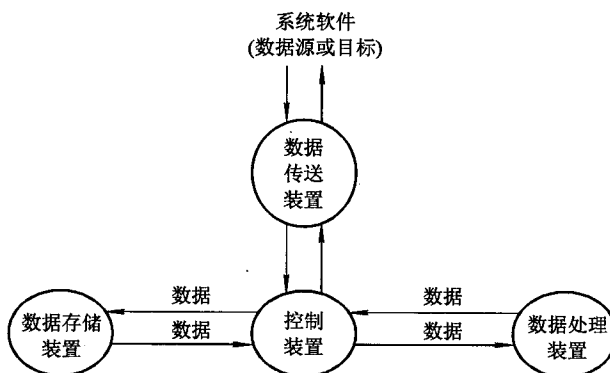


图 1-1 计算机功能描述

(1) 数据传送功能。将用户所需的原始数据和解题程序输入到机器中，同时也可以随时将计算结果和计算过程中的一些基本情况输出给用户。

(2) 数据存储功能。计算机要提供对原始数据和解题步骤的存放功能，并能存储解题过程中的一些中间结果。它是实现计算机自动运算的关键技术。

(3) 数据处理功能。计算机应提供基本的算术运算和逻辑运算的能力，从而合成用户所需的各种复杂应用，以实现用户所需的计算机运算、处理、控制等诸多功能。换言之，计算机所能完成的任务归根结底就是各种算术和逻辑运算。

(4) 操作控制功能。计算机应对所执行的程序提供正确性的保证，以及对组成计算机的各部件进行协调和控制。

(5) 操作判断功能。完成每一步操作后，计算机应具备从预先无法确定的几种方案中选择一种方案的能力，继而完成其后的操作。也就是要具备一定的“思维”能力，即所谓的人工智能(AI, Artificial Intelligent)。

1.1.2 计算机的基本组成

我们通常所说的计算机就是计算机系统，按照用户的观点，一个完整的计算机系统应由硬件、软件和固件三大部分构成。

1. 计算机硬件系统

硬件(Hardware)是组成计算机的所有电子器件和机电装置的总称。硬件是构成计算机的

物质基础，是计算机的核心。现代计算机都是遵照存储程序原理进行工作的。根据存储程序计算机的五大功能，计算机硬件系统由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备以及连接这些部件的总线系统组成。图 1-2 所示为存储程序原理计算机硬件的组成图。

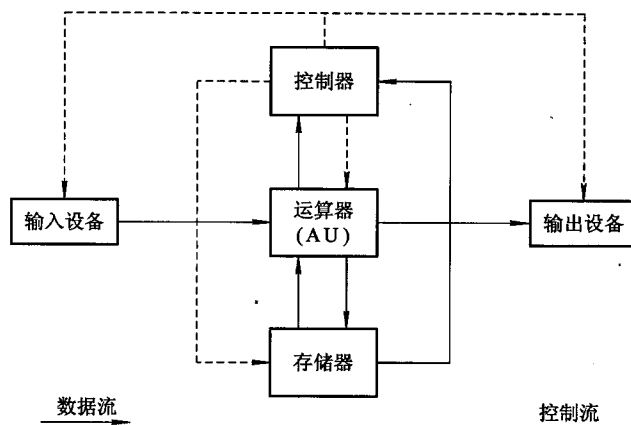


图 1-2 存储程序原理计算机硬件组成图

1) 运算器

运算器(AU, Arithmetic Unit)是进行数据处理、执行算术运算和逻辑运算的部件。算术运算是指按照算术规则进行的运算，如加、减、乘、除及它们的复合运算；逻辑运算指非算术性运算，如比较、移位、逻辑加、逻辑乘、逻辑非及异或操作等。

运算器通常由算术逻辑运算单元 ALU(Arithmetic and Logic Unit)和一系列寄存器组成，如图 1-3 所示。ALU 是完成算术逻辑运算的单元，由加法器以及其他逻辑运算单元组成，是运算器的核心。寄存器用于存放参与运算的操作数。累加器(Accumulator)除存放操作数外，在连续运算中，还用于存放中间结果和最终结果，具有“累加”的功能，因故得名。寄存器和累加器的数据均从存储器中取得，累加器的最后结果也存放到存储器中。

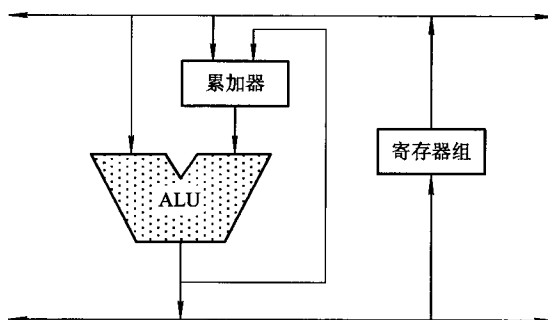


图 1-3 运算器简图

2) 存储器

计算机为了完成存储程序以及存储数据的功能，必须具备存储信息的装置——存储器(Memory/Storage)。

程序是计算机操作的指令集合，数据是计算机操作的对象，它们均以二进制数的形式表示。按照存储程序原理，数据和指令必须都被存放到存储器中。存储器中最基本的存储单位称之为存储单元，存储单元构成了存储体，如图 1-4 所示。存储单元按照某种顺序编号，每个单元对应一个编号，称为单元地址。通过单元地址就可以访问到相应的存储单元，对其进行读/写操作。

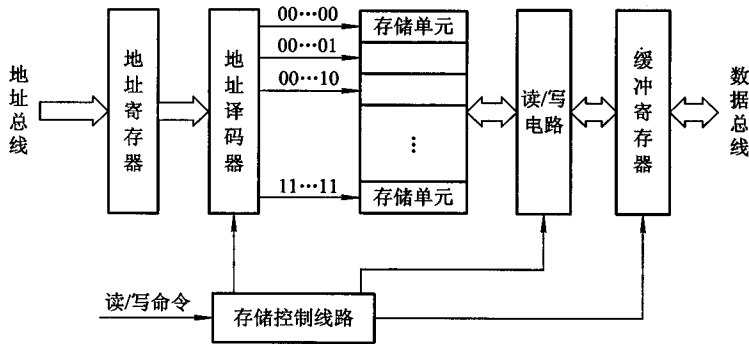


图 1-4 存储器的构成

3) 输入设备

输入设备(Input Equipment)的作用是将数据、程序送入计算机。常见的输入设备有键盘、鼠标、数字化仪、扫描仪等。它们多是电子和机电的混合装置，与运算器、存储器等纯电子部件相比，其速度较慢，因此，需要有某种技术来弥补这个速度的差异。

4) 输出设备

与输入设备正好相反，输出设备(Output Equipment)是将计算结果转化为用户或者设备所能识别或接收的信息形式的装置。常见的输出设备包括显示器、打印机、绘图仪等。与运算器和存储器等纯电子部件相比，输出设备的速度也比较慢，所以也需要考虑速度的匹配。

5) 控制器

控制器(Control Unit)是计算机的管理机构和指挥中心，用于协调计算机的各部件自动工作。控制器的实质是解释程序，它每次从存储器中读取一条指令，经过分析译码，产生一系列的控制信号，发向各个部件以控制它们的操作。重复执行上述动作，即所谓执行程序。

控制器主要由指令控制部件、地址形成部件、定时部件及微操作控制部件等组成，如图 1-5 所示。

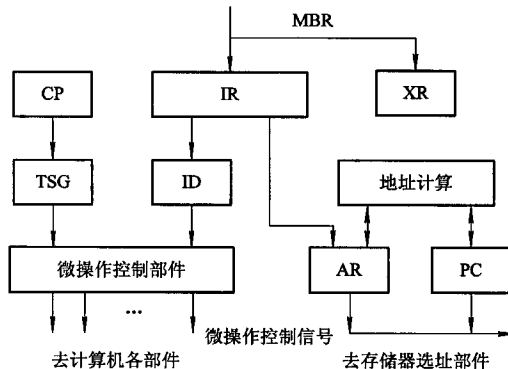


图 1-5 控制器的组成

程序计数器 PC 又称为指令计数器, 它给出程序中下一条指令在存储器中的单元地址, 兼有指令地址寄存器和计数器的功能。当一条指令执行完毕时, PC 作为指令地址寄存器, 其内容已变成下一条指令的地址。控制器依据 PC 的内容从存储器中取出指令送到指令存储器 IR(Instruction Register)。PC 将自动加 1, 指示下一条指令的地址。如果不是顺序执行, 只要将 PC 的内容作相应改变, 就可以按照新的序列执行。IR 保存了当前正在执行的指令, 在指令执行过程中由它决定指令的操作性质及参与操作的操作数地址等。操作码译码器 ID(Instruction Decode)的功能是将指令的操作码转换为相应的控制电位信号, 指示各部件做什么操作。

地址形成部件包括地址寄存器 AR(Address Register)、变址寄存器 XR(index Register)和地址计算部件。地址形成部件的功能主要是依据指令的寻址方式和指令的地址码生成操作数的实际地址。

定时部件由时钟 CP(Clock Pulse)和时序信号产生器 TSG(Timing Signal Generator)组成。CP 是协调计算机各部件进行同步操作的时钟, 其工作频率称为计算机的主频。主频的高低直接影响计算机的工作速度。TSG 的功能是按时间顺序, 重复地发出若干节拍信号。节拍就是相邻两个时钟脉冲的时间间隔, 即主频周期。因此, 定时部件的功能就是根据机器的时钟脉冲, 发出所有部件所需的定时节拍信号。各部件在不同的节拍信号控制下工作。

微操作(Micro-operation)是指计算机各部件在一个节拍能完成的基本操作。指令的执行都需分解成许多微操作来执行。微操作控制部件就是根据指令控制部件给出的节拍信号和时序部件给出的节拍信号, 向运算器、控制器、输入/输出设备以及控制器本身发送各种微操作命令信号。

6) 总线

总线(Bus)是连接计算机各个部件的一组公共传输线及相应的逻辑控制电路的总称, 后面的章节将会专门介绍。

在现今的计算机设计和实现中, 运算器和控制器集成在同一个电路芯片上即所谓的中央处理器 CPU(Central Processing Unit), 而 CPU 和内存存储器合在一起称为主机(Main Frame)或微处理器系统。

2. 计算机软件系统

软件(Software)是相对于硬件而言的, 是用户与硬件之间的接口界面。软件是用户使用计算机所必需的程序, 也是计算机程序及数据处理系统所必需的手续、规则、文件的总称。一般而言, 软件由程序与文档两部分组成。程序(Program)是计算任务的处理对象和处理规则的描述, 是为了取得一定的结果而编写的计算机指令的有序集合; 文档(Document)是描述程序操作及使用的有关资料。程序可以由计算机执行, 而文档不能被执行。程序是计算机软件的主体, 所以一般说到软件就是指的程序。

软件的基本作用有三点: 其一是在用作硬件和用户之间的接口界面; 其二是在计算机系统中起指挥管理作用; 其三是在作为计算机体系结构设计的重要依据。硬件与软件共同构成了完善、实用的计算机系统。

软件可分为系统软件和应用软件两大类, 这里不再详述。

计算机系统的功能由硬件或软件实现, 在逻辑功能上是等价的。换言之, 用硬件实现的功能, 在原理上可以用软件实现; 同样, 用软件实现的功能, 在原理上也可由硬件完成,