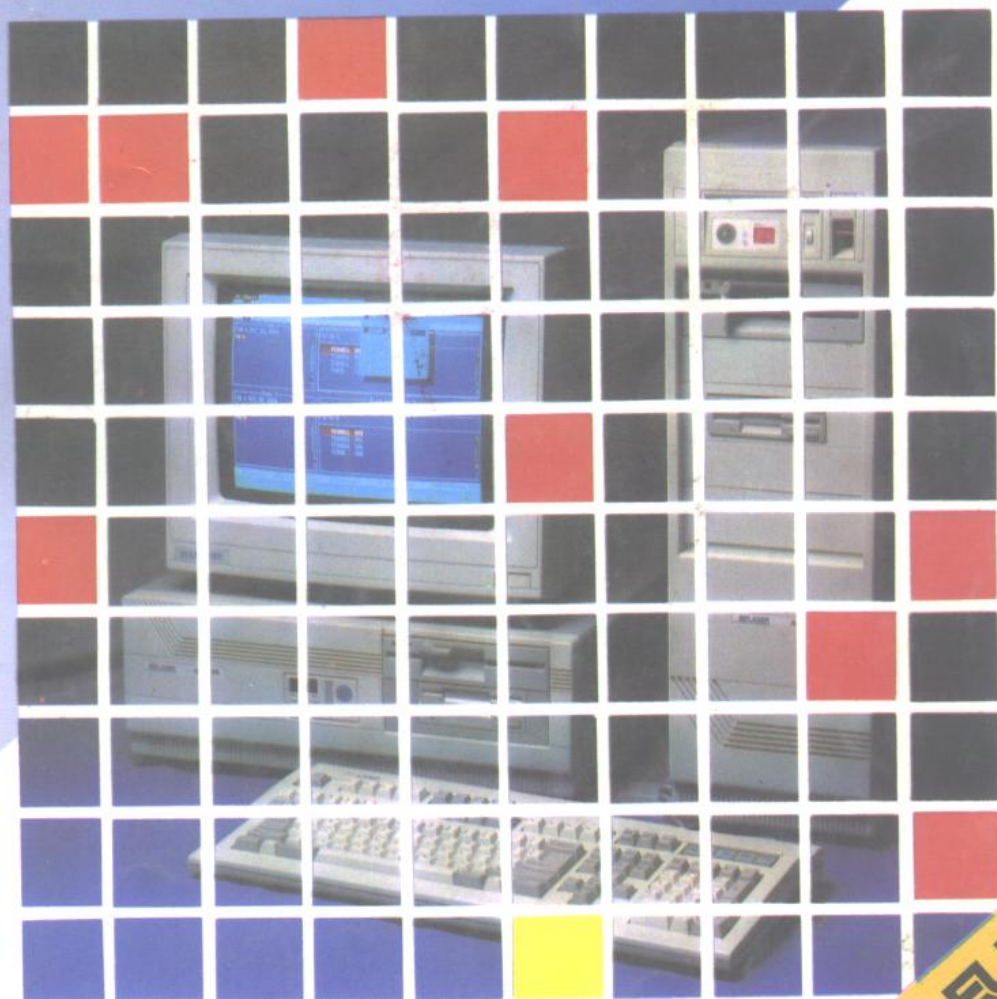


计算机组成原理

朱家铨 主 编
杨文福 副主编
邓玉昆



NEUPRESS
东北大学出版社

TP303
=JK/1

计算机组成原理

朱家铨 主 编
杨文福 副主编
邓玉昆

东北大学出版社

(辽)新登字第8号

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理/朱家铨主编 杨文福、邓玉昆副主编
沈阳:东北大学出版社,1994.8
ISBN 7-81006-752-4

I. 计…

Ⅰ. ①朱…②杨…③邓…

Ⅱ. 计算机-组成-原理

Ⅳ. TP301

36

©东北大学出版社出版

(沈阳·南湖·110006)

沈阳市宏业印刷厂印刷	东北大学出版社发行
1994年8月 第1版	1994年8月 第1次印刷
开本:787×1092 1/16	印张:18
字数:449千字	印数:1~3000册

定价:13.50元

前 言

计算机组成原理是计算机专业的专业基础课,通过本门课的学习,要求学生对计算机系统建立一个整体概念。计算机系统是一个复杂的软件硬件综合体,硬件不仅是软件的物质基础,也是系统软件的管理对象。因此,计算机系统的层次结构能全面地反映计算机系统硬件和软件之间的关系。我们在教材中,除了对计算机的硬件组成及工作原理进行较为详细的讨论外,还对层次结构中的微程序机器级、机器语言级及操作系统级作为重点来讨论。对机器指令是软件硬件之间的界面,操作系统是人机之间的界面的概念在层次结构中都有明确的讨论。

随着计算机技术的发展,硬件与软件的界线不是固定不变的。过去用硬件完成的功能,现在可以用软件来执行,过一段时间可能又要用硬件来完成。例如,早期计算机的机器指令是用硬件电路来执行,随着指令系统越来越复杂,相对应的硬件结构也越来越复杂,为了简化硬件结构,使硬件设计规范化,出现了微程序技术,机器指令就由微程序(软件)来解释执行了。但相对来说,指令的执行速度要慢一些,为了提高计算机的运行速度,又出现了简化指令集计算机,它的指令系统又由硬件电路来执行,使计算机的运行速度达到了几十,甚至上百个MIPS。其它还可举出很多例子。因此,计算机的某一功能是用软件还是硬件来实现,在逻辑功能上应是等效的,而在性能指标上会有很大差别。对于计算机专业的学生来说,都应掌握计算机的硬件和软件。这样,一方面使我们的毕业生能适应不同工作岗位的需要,另一方面也能适应计算机技术不断发展的需要。

有的教材用《计算机组织(Organization)和结构(Architecture)》的名称。计算机的组织 and 结构是两个不同的概念。计算机组织是指计算机的各个操作部件,以及它们之间的联系。计算机组织对程序员是透明的。这些操作部件用来具体实现计算机结构的属性。例如,计算机的内部控制信号、计算机使用的存储技术、计算机与外部设备的接口等。计算机结构是程序员能看到的计算机系统属性。例如,计算机的指令系统、存储器的寻址技术,不同数据类型的表示方法等。

本教材是在东北大学校内教材,经过十余年教学实践的基础上,吸取了国内外有关教材的内容重新组织编写的。全书共有两条主线。一条是讲述存储程序计算机(冯·诺依曼结构体系)的工作原理。以中央处理器、存储系统和输入输出系统等三个部分的组成原理来组织讨论。另一条是讲述计算机系统的分层结构,比较详细地介绍了微程序机器级、机器语言级及操作系统级的功能和实现过程。为了适应学生的循序渐进的学习过程,在章节顺序上并没有将两条主线的内容截然分开,而是交叉在一起。在课程进行中,也可根据具体情况,改变教材中的章节顺序。

第一章是在整体上介绍计算机系统的概念。对存储程序计算机和计算机系统的分层结构有一个初步介绍,为以后学习本课程做好准备。在这一章中还介绍了计算机的一般知识,如计算机的分类、发展历史、应用范围等。

第二章叙述了数值数据和非数值数据在计算机内部的表示法,以及各类定点和浮点数的运算规则及其实现方法。

第三章重点介绍了中央处理器内部的控制器和运算器的结构、功能及其实现,并以8086为例说明一个中央处理器的结构及其工作时序。

第四章为机器语言级,这一章的重点是学习机器指令系统的指令格式、寻址方式和指令的类型。以PDP-11的基本指令为例讨论其指令格式的特点。还介绍了RISC技术,对RISC处理器的特点及工作原理进行了讨论,并介绍了一个RISC处理器的例子。

第五章介绍微程序机器级的一些基本概念,并通过一台模型机来学习微程序机器级的硬件结构和数据通路,了解微程序解释执行机器指令的过程,以及微指令和微程序的设计方法。通过学习对机器指令在计算机中的执行过程能有更清晰的了解。

第六章介绍了主存储器的组织形式,CPU访问主存的过程。还讨论了为提高CPU的运行速度设置高速缓冲存储器的必要性。较详细地讲述了高速缓冲存储器的工作原理及CPU对其访问的过程。

第七章介绍了输入输出系统的基本功能。以CPU介入程度的多少来分类,输入输出系统的控制方式可分为程序查询方式、程序中断方式、DMA方式以及I/O通道和I/O处理机方式。这一章对上述各种控制方式都作了比较详细的讨论。还对计算机的主要外设的工作原理和控制方式作了简单介绍。

第八章介绍了操作系统机器级的基本概念,介绍了操作系统对CPU、存储器、文件的管理机制;讨论了虚拟设备和虚拟存储器的概念及其实现。这一章主要起到承上启下的作用,为今后学习操作系统及其它后续课作好准备。

在每一章的最后都有一定数量的习题和思考题,可以帮助学生进一步理解和掌握课程的内容。

朱家铨编写了第一、五章,郝玉霞编写了第二、三章,王兴伟、张荣存编写了第四、八章,杨文福编写了第六章,邓玉昆编写了第七章。全书由朱家铨主编,杨文福、邓玉昆副主编。

由于编者水平有限,教材中定有不少欠妥和欠完善的地方,希望读者不吝指正。

编 者

1994. 4. 1

目 录

前 言	(1)
-----------	-----

第一章 绪 论	(1)
---------------	-----

1.1 计算机的基本组织	(1)
--------------------	-----

1.1.1 计算机的工作原理	(1)
----------------------	-----

1.1.2 计算机的基本功能	(2)
----------------------	-----

1.1.3 计算机的主要部件	(2)
----------------------	-----

1.1.4 计算机的总线结构	(4)
----------------------	-----

1.2 计算机系统的分级结构	(7)
----------------------	-----

1.2.1 语言、级和虚拟机	(7)
----------------------	-----

1.2.2 实际的多级计算机	(8)
----------------------	-----

1.2.3 计算机的硬件和软件	(9)
-----------------------	-----

1.3 计算机性能指标与分类	(10)
----------------------	------

1.3.1 计算机基本性能指标	(10)
-----------------------	------

1.3.2 计算机的分类	(11)
--------------------	------

1.4 计算机的发展简史	(13)
--------------------	------

1.5 计算机的应用简介	(16)
--------------------	------

1.6 小 结	(17)
---------------	------

习 题	(18)
-----------	------

第二章 计算机数据表示及其算法	(19)
-----------------------	------

2.1 数值数据的表示法	(19)
--------------------	------

2.1.1 各种进位计数制及其转换	(19)
-------------------------	------

2.1.2 数的机器码表示方法	(23)
2.1.3 数据的较验码	(27)
2.2 非数值数据的表示法	(29)
2.2.1 字符数据	(30)
2.2.2 逻辑数据	(31)
2.2.3 汉字表示法	(31)
2.3 定点加减运算及其实现	(32)
2.3.1 原码加减运算	(32)
2.3.2 补码加减运算	(34)
2.3.3 溢出检测	(38)
2.4 定点乘法运算及其实现	(39)
2.4.1 原码乘法	(39)
2.4.2 补码乘法	(43)
2.5 定点除法运算及其实现	(47)
2.6 浮点运算	(50)
2.6.1 浮点加、减、乘、除运算规则	(50)
2.6.2 舍入方法	(53)
2.7 小 结	(54)
习 题	(54)

第三章 中央处理器 (56)

3.1 中央处理器的基本结构与功能	(56)
3.1.1 内部寄存器组	(56)
3.1.2 算术逻辑单元的基本功能	(58)
3.1.3 控制器的基本功能	(58)
3.1.4 CPU 内部总线与外部总线接口	(58)
3.2 控制器	(61)
3.2.1 控制器的基本结构	(61)
3.2.2 指令的执行过程	(62)
3.2.3 控制方式及时序部件	(63)

3.2.4 组合逻辑控制方式实现步骤	(64)
3.2.5 可编程逻辑控制 PLA	(65)
3.3 运算器	(67)
3.3.1 运算器的基本结构	(67)
3.3.2 多功能算术逻辑运算单元	(68)
3.3.3 十进制数(BCD 码)加法器	(71)
3.3.4 阵列乘法器	(72)
3.4 中央处理器举例(8086)	(73)
3.4.1 8086 的内部结构及工作原理	(74)
3.4.2 8086 的外部总线	(76)
3.4.3 8086 的最大模式结构举例	(82)
3.4.4 8086 的时序	(83)
3.5 小 结	(86)
习 题	(87)

第四章 机器语言级 (88)

4.1 机器语言级概述	(88)
4.2 指令格式	(89)
4.2.1 指令格式的设计准则	(89)
4.2.2 指令操作码	(91)
4.2.3 指令格式举例	(92)
4.3 指令的寻址方式	(95)
4.3.1 立即寻址方式	(95)
4.3.2 直接寻址方式	(96)
4.3.3 寄存器直接寻址方式	(96)
4.3.4 间接寻址方式	(96)
4.3.5 变址寻址方式和基址寻址方式	(97)
4.3.6 相对寻址方式	(98)
4.3.7 堆栈寻址方式	(98)
4.3.8 PDP-11 指令系统的寻址方式	(99)
4.4 指令类型	(106)
4.4.1 数据传送类指令	(106)

4.4.2 算术逻辑运算类指令	(108)
4.4.3 程序控制类指令	(111)
4.5 简化指令集计算机	(114)
4.5.1 RISC 技术概述	(114)
4.5.2 寄存器窗口技术	(116)
4.5.3 RISC 流水线	(118)
4.5.4 RISC 举例	(121)
4.6 小 结	(137)
习 题	(137)

第五章 微程序机器级

5.1 微程序机器级的基本概念	(138)
5.1.1 微操作、微命令	(139)
5.1.2 微指令、微周期	(139)
5.1.3 微程序、微程序设计	(140)
5.2 微程序模型机	(141)
5.2.1 模型机的指令系统	(141)
5.2.2 模型机的数据通路	(142)
5.2.3 模型机的微指令结构	(143)
5.2.4 微周期定时信号及模型机的工作过程	(145)
5.2.5 模型机机器指令的解释程序——微程序	(148)
5.3 微程序控制的设计技术	(151)
5.3.1 微指令执行顺序的控制	(151)
5.3.2 微指令的编译法	(153)
5.3.3 毫微存储器	(157)
5.4 PDP-11/40 的微程序级	(158)
5.4.1 PDP-11/40 微程序级的结构	(158)
5.4.2 PDP-11/40 的微指令	(160)
5.5 小 结	(162)
习 题	(163)

第六章 存储系统	(164)
6.1 存储器和存储层次	(164)
6.1.1 存储器分类	(164)
6.1.2 存储层次	(165)
6.2 主存储器	(168)
6.2.1 主存储器的基本结构	(169)
6.2.2 主存储器的主要技术指标	(170)
6.2.3 主存储器的基本操作	(170)
6.2.4 主存储器的组成与控制	(171)
6.2.5 主存储器校验与校验电路	(180)
6.3 并行存储器	(183)
6.3.1 并行交叉存储器的编址方式	(183)
6.3.2 重叠与交叉存取控制	(185)
6.3.3 并行存储器的无冲突访问	(185)
6.4 高速缓冲存储器(Cache)	(187)
6.4.1 Cache 基本结构和工作原理	(187)
6.4.2 Cache 地址的映象与变换	(189)
6.4.3 替换算法及其实现	(193)
6.4.4 CaChe 存储器设计中的若干问题	(197)
6.5 小 结	(202)
习 题.....	(202)
 第七章 输入输出系统	 (204)
7.1 输入输出系统概述	(204)
7.1.1 I/O 系统的基本功能	(204)
7.1.2 I/O 设备编址方式	(204)
7.1.3 I/O 主要控制方式	(206)
7.2 程序查询方式	(206)
7.2.1 程序查询方式工作原理	(206)

7.2.2 程序查询方式举例	(207)
7.3 程序中断方式	(210)
7.3.1 程序中断方式工作原理	(210)
7.3.2 中断系统结构	(211)
7.3.3 嵌套中断	(213)
7.3.4 中断屏蔽与优先级动态分配	(215)
7.3.5 中断优先级控制器(8259)	(217)
7.3.6 中断服务程序结构	(218)
7.4 DMA 方式	(219)
7.4.1 DMA 方式工作原理	(219)
7.4.2 DMAC 的组成	(220)
7.4.3 DMA 传送过程	(221)
7.5 I/O 通道与 I/O 处理机方式	(224)
7.5.1 I/O 通道	(224)
7.5.2 I/O 处理机	(228)
7.6 磁盘存储器	(229)
7.6.1 记录原理与编码格式	(229)
7.6.2 硬盘存储器	(231)
7.6.3 软盘存储器	(233)
7.6.4 磁盘管理界面	(235)
7.7 磁带存储器	(236)
7.7.1 概述	(236)
7.7.2 记录格式	(236)
7.7.3 磁带机简介	(238)
7.8 显示器	(238)
7.8.1 概述	(238)
7.8.2 显示器的工作原理与主要技术指标	(239)
7.8.3 字符显示器	(240)
7.8.4 显示器管理界面	(243)
7.9 打印机	(244)
7.9.1 针式打印机	(244)
7.9.2 打印机管理界面	(246)

7.10 汉字处理设备	(247)
7.10.1 汉字编码与输入	(247)
7.10.2 汉字的存储	(248)
7.10.3 汉字的输出	(248)
7.11 新型外设简介	(249)
7.11.1 鼠标器	(249)
7.11.2 激光打印机	(250)
7.11.3 光盘	(250)
7.12 小 结	(252)
习 题	(253)
 第八章 操作系统机器级	(255)
8.1 CPU 管理	(255)
8.1.1 进程概念	(256)
8.1.2 进程操作	(256)
8.1.3 处理机调度算法	(257)
8.1.4 操作系统进程管理界面	(259)
8.2 存储器管理	(259)
8.2.1 页式管理与段式管理	(259)
8.2.2 虚拟存储器管理	(262)
8.2.3 操作系统内存管理界面	(265)
8.3 文件管理	(266)
8.3.1 存储设备	(266)
8.3.2 文件系统的实现	(267)
8.3.3 目录	(270)
8.3.4 操作系统文件管理界面	(270)
8.4 小 结	(272)
习 题	(272)
 参考文献	(273)

第一章 绪 论

电子计算机是一种根据人们事先设定的能自动完成各种算术和逻辑运算的工具。一般把电子计算机划分为两大类:电子模拟计算机和电子数字计算机。电子模拟计算机所处理的电信号在时间上和幅值上都是连续变化的。它的内部采用各种类型的运算放大器的组合,对输入模拟量进行运算,并立即输出运算结果。它的输入和输出都是连续变化的模拟量,不能存储。电子数字计算机所处理的电信号在时间上和幅值上都是不连续变化(离散)的。它是一种快速电子计算装置,它接受数字化的输入信息,由内部存放的处理程序对输入信息进行加工处理,然后将数字化的运算结果输出。数字信息可以事先存放在机器内部,运算结果也可存储起来,必要时再输出。

采用数字化信息有很多优点。首先是其可以表示的数值范围广,精度高,便于存储,还可用来表示各种物理量、逻辑变量、文字符号、图表、声音和图象等。因而电子数字计算机除了可以进行多种数值计算外,还能进行逻辑运算,各类信息的处理等,因而具有广泛的用途。

由于电子数字计算机具有上述优点,已成为信息处理的主要设备。我们习惯上所说的电子计算机都是指电子数字计算机。本书只讨论电子数字计算机,简称为计算机。

1.1 计算机的基本组织

1.1.1 计算机的工作原理

从1946年第一台计算机诞生到现在,计算机已有将近50年的历史。计算机的结构、功能及各种指标都有惊人的变化。例如,目前集成度在上百万个晶体管/片的超大规模集成电路中央处理器的性能已远远超过了第一台计算机的性能。第一台计算机共用了18000多个电子管,1500个继电器,占地170m²,耗电150KW,运算速度仅为每秒钟计算5000次加法。尽管如此,计算机的工作原理仍然遵循第一台计算机的设计者美籍匈牙利数学家冯·诺依曼提出的“存储程序”模式。这种计算机又称冯·诺依曼结构计算机。

所谓“存储程序”结构计算机,必须包含4大部件:运算器、控制器、存储器和输入输出设备。计算机用户将编制好的完成某个功能的程序和要处理的数据通过输入设备送入存储器。在控制器的控制下,依次将程序中的指令逐条从存储器中取出,每取一条指令,就解释执行一条指令。如是一条运算类指令,还要从存储器中读出数据,交给运算器进行算术或逻辑运算。其运算结果可以送入存储器,也可以通过输出设备输出。一直进行到一段程序执行结束。“存储程序”结构计算机的另一个特点是程序和数据都以二进制代码形式存放在存储器中,在部件之间传送的和在运算器中运算的都是二进制代码。另外,计算机的运行都是严格按照一定的顺序,一步一步串行执行操作。第一步没有完成不能进入第二步。

计算机技术的发展,基本上是在这个“存储程序”结构模式下进行的。例如,为了提高计算机的运行速度,从多个方面进行改进:提高电子器件的工作速度,门电路的动作时间从几十微秒级提高到毫微秒级;缩短器件之间的距离,缩短数据传输时间;提高并行数据的传输

位数,增加每次传输的信息量;增加执行指令的并行度;增加执行部件运算器、控制器的个数等等。因此,虽然计算机的性能提高了很多,但仍是采用“存储程序”工作原理。有人说存储程序计算机的运行速度已达到了极限,必须采用其它工作原理才能进一步提高计算机的速度。所谓的第五代计算机、光计算机、神经网络计算机等就是突破“存储程序”计算机的模式,产生一种新的工作原理。

1.1.2 计算机的基本功能

计算机的基本功能有以下3个:

- 数据处理,这是计算机的主要功能。所谓数据,其含义是广泛的,它可以是各种类型的数值、字符、汉字、图形、声音等数据,并能为计算机所识别和处理。因此,数据处理可以包括数值运算、逻辑运算、字符检索和处理、图形分析等数值处理和非数值处理等方面。

- 数据传送,数据传送是在计算机与数据的源和目的设备之间进行,即计算机与外界进行数据交换。与计算机交换数据的设备称外部设备,数据的传送过程称为输入/输出(I/O Input/output)。因此,外部设备也称输入/输出设备。而长距离传送数据的过程称为通信。计算机处理的数据都由输入设备输入,并把处理结果通过输出设备输出。

- 数据存储,计算机处理的数据,并不是输入一个处理一个,而是在处理前送入计算机存储起来。从而可以在处理时很快地从计算机内部取出数据,加快数据处理的速度。也可将数据处理的中间和最终结果存储起来。

这3个基本功能并不是独立的,而是共同协作完成计算机的整体操作。协调这3个功能之间的操作由控制机制来完成。计算机基本功能模型示于图1-1。

1.1.3 计算机的主要部件

从计算机基本功能出发可以把一台计算机看作由4个部件所构成,如图1-2所示。

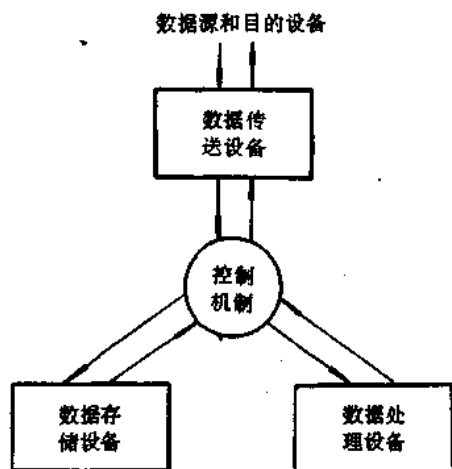


图 1-1 计算机功能模型

- 中央处理单元(Central Processing Unit),简称为CPU。它是控制计算机操作的主要部件,前面提到的运算器和控制器属于此单元。它完成计算机的数据处理功能,简称为处理器。

- 主存储器(Main Memory),简称为MM。它是存储信息的部件,用于存放要执行的程序和要处理的数据。

- 输入输出系统(Input/Output),简称I/O系统。它是计算机与外界的接口,要执行的程序和要处理的数据都通过输入系统送给主存储器。计算机通过输出系统将处理结果以外界能接受的形式输出。由于计算机内部和外部数据的表达形式不同。因此,数据的输入和输出必须经过转换。

- 连接系统,从上述3个部件的功能来看,计算机工作的过程就是在3个部件之间不断传递信息的过程。为此,必须在3个部件之间建立传递信息的通路和器件。通常这种连接由

总线(BUS)来实现。总线的结构和功能将在下一节中讨论。

中央处理单元是计算机的核心部件,其结构比较复杂。为进一步了解其工作过程,还可以将 CPU 分为 4 个部份,如图 1-3 所示。

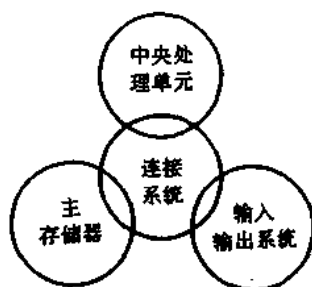


图 1-2 计算机的主要部件

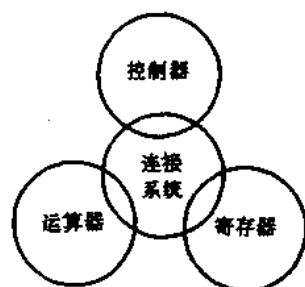


图 1-3 CPU 的主要部件

- 控制器,它是控制 CPU 内部和外部操作的部件。例如,控制 CPU 与其它部件之间的数据传送,产生各种控制和时序信号,控制一条指令的顺序执行。

- 运算器(算术逻辑单元 Arithmetic Logic Unit ALU),它通过运行简单的算术逻辑运算操作,完成计算机的数据处理功能。最简单的 ALU 的基本操作是算术加法、逻辑与、非和移位操作。更为复杂的操作可用基本操作的组合来实现。有的计算机具有更为复杂的 ALU,例如,可以完成加、减、乘、除等算术运算以及各种逻辑运算,还有专门完成浮点运算的运算器。

- 寄存器,它是 CPU 内部的存储器,由于数量较小,称为寄存器。分为通用寄存器和专用寄存器两类。通用寄存器用于数据处理时暂存中间信息或处理结果,专用寄存器完成专门指定的功能。

- 连接系统,它是在控制器、运算器和寄存器之间提供传送各类信息的通路。通常也是以总线形式出现。为区别于前面提到的总线,称之为 CPU 内部总线,它们的结构和功能都有很大差别。CPU 内部总线将在微程序一章中讨论。

在 CPU 的 4 个组成部件中,控制器是协调整个计算机工作,产生各种内部、外部控制信号的关键部件。它的控制功能可由 3 部分器件完成,如图 1-4 所示。

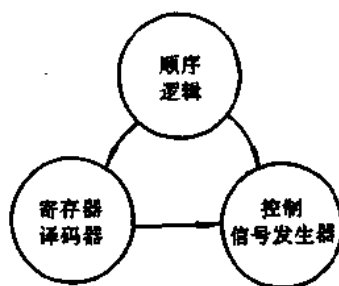


图 1-4 控制器组成

- 顺序逻辑,由于存储程序计算机的执行过程,都是按一定的顺序来完成。因此,必须有不同的时序信号来同步控制各种操作命令。顺序逻辑就是产生时序信号的逻辑电路。

- 寄存器和译码器,寄存器用来存放一条指令的操作码,它的输出经译码器译码后产生一条指令所需的全部操作控制命令(信号)。

- 控制信号发生器,该电路根据译码器的输出,与时序信号一起组合产生一定时序的控制命令,完成一条指令的操作功能。

实现控制器的具体部件可以是组合逻辑电路,可编程逻辑阵列或存储逻辑。更为详细的内容将在后面的章节中讨论。

1.1.4 计算机的总线结构

一、总线的概念

在上一节中介绍了计算机中主要部件的功能。这些部件是一个整体,需要相互配合协调工作,才能实现整个计算机的功能。也就是说由连接系统在各部件之间进行各种信息的传送。在早期的计算机中,在需要进行信息交换的部件之间都有独立的通路,如图 1-5 所示。

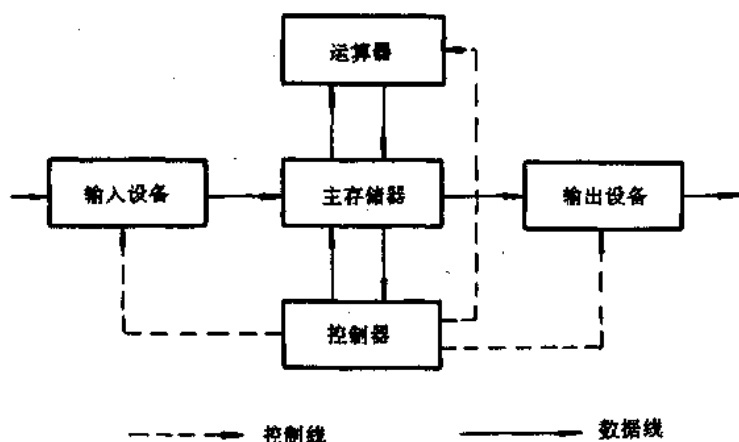


图 1-5 计算机部件间的连接

这样的连接,各部件之间需要大量的连线,控制复杂,不易扩充和修改通路。这种连接的唯一优点是在不同部件之间可以同时传送信息,提高了信息传送的并行度。

目前,大多数计算机采用一种称之为“总线”的连接方式,通过总线实现部件之间信息的传送。所谓总线(BUS)是一些传输线的集合,为计算机的多个部件传送信息的公共线路,即多个部件共享总线。为避免传送信息发生碰撞(2个部件同时向总线发送信息),必须规定在同一时间内,在总线上只能传送一组信息。为此,要解决总线控制权问题。在总线上只能有一个部件具有对总线的控制权,由这个部件来决定哪个部件可以使用总线来发送信息和接收信息。在计算机部件之间除了传送数据外,还要传送控制信息和地址信息。为提高信息传送的效率,一般计算机的总线分成3组:数据总线、控制总线和地址总线,分别传送不同类型的信息。

二、总线的结构

下面介绍三种不同的计算机总线结构。

1. 以CPU为核心的双总线结构,如图 1-6 所示。CPU 分别通过存储总线和 I/O 总线分别与主存储器和 I/O 设备交换信息。两组总线可以同时工作,但是主存储器与 I/O 不能直接交换信息。必须在 CPU 的控制下,信息经过 CPU 转发。例如,当输入设备往主存储器传送数据时,CPU 先把数据读入它的内部寄存器,然后再从寄存器中取出传送给主存储器。在此期间,CPU 只能进行传送操作,不能进行其它运算操作,降低了 CPU 的效率。一般很少采用这种结构的总线。

2. 以主存储器为核心的双总线结构,如图 1-7 所示。CPU 只通过存储总线与主存储器交换信息,读取指令。输入输出设备通过 I/O 总线直接与主存储器交换信息。但是主存储器没有控制信息传送的能力,解决的方法之一是在 I/O 设备与 I/O 总线之间配置一专用 I/O

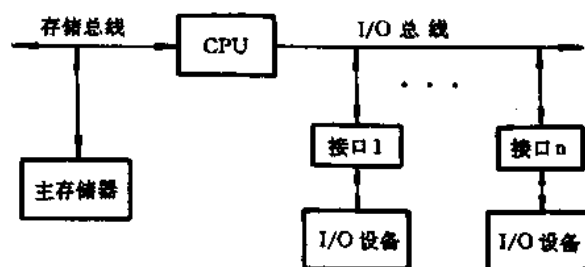


图 1-6 以 CPU 为核心的双总线结构

处理器。由该处理器控制 I/O 设备与主存储器间交换信息。在需要时由 CPU 起动某一个 I/O 处理,进行信息传送。这种结构的优点是存储总线和 I/O 总线可以同时传送信息,CPU 不直接参与 I/O 设备与主存储器之间的信息传送,可以充分发挥 CPU 处理数据的功能。这对于大、中型计算机特别重要,这类计算机大多采用以主存储器为核心的双总线结构。

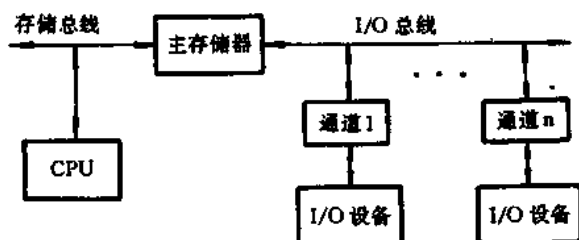


图 1-7 以主存储器为核心的双总线结构

3. 单总线结构,如图 1-8 所示。计算机的所有部件都连到称为单总线的一组公共总线

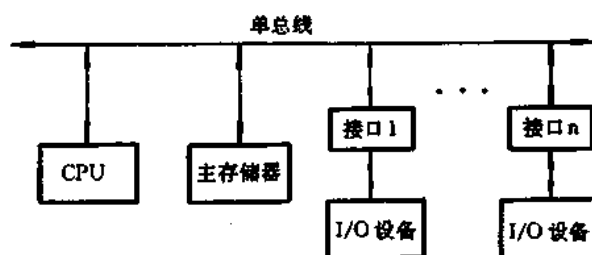


图 1-8 单总线结构

上,部件之间的信息交换都通过该总线。在同一时刻只允许有一个部件拥有对总线的控制权,来控制信息的传送,这个部件被称为总线的主设备。通常 CPU 是总线的主设备,通过执行指令来访问主存储器和 I/O 设备,进行信息的传送。为了区分在总线上的不同部件和不同存储单元,系统对它们进行编址。每个存储单元,每个 I/O 设备的接口都有唯一的地址。只要编址范围允许,可以方便地在总线上扩展存储单元和外部设备。实际的单总线包含 3 组总线,如图 1-9 所示。它们是数据总线、地址总线和控制总线。单总线广泛用于小型、微型计算机上。