

工 科 核 心 课 程 学 习 辅 导 丛 书

计算机组成原理

学习要点与习题解析

王保恒 肖晓强 编著

依 据 教学大纲

紧 扣 权威教材

利 于 考研辅导

精 选 习 题 提供答案

考 研 习 题 给出详解

国防科技大学出版社

TP303-44

9

工科核心课程学习辅导丛书

计算机组成原理

学习要点与习题解析

王保恒 肖晓强 编著

国防科技大学出版社

·长沙·

内容简介

本书是参照全国主要重点大学“计算机组成原理”课程教学大纲,针对国内流行版本“计算机原理与设计”教材内容编写的辅助教材。内容包括绪论、指令系统、运算方法与运算器、内存储器、外存储器与存储系统、输入输出控制和计算机模块与互连等8章。每章内容包括知识点概述、知识点及难点解析、课后习题解答及国防科技大学研究生院1998~2006年的“计算机组成原理”入学考试试题解析。本书可作为高等院校计算机类、电子类、自动化类等相关专业课程教师和学生的参考书,亦可作为报考硕士研究生的重要参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理学习要点与习题解析/王保恒,肖晓强编著. —长沙:国防科技大学出版社,2006.8

(工科核心课程学习辅导丛书)

ISBN 7-81099-272-4

I.计… II.①王… ②肖… III.计算机体系结构—高等学校—教学参考资料 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 004913 号

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)4572640 邮政编码:410073

<http://www.gfkdcbs.com>

责任编辑:黄煌 责任校对:唐卫藏

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

开本:787×1092 1/16 印张:20.75 字数:492千

2006年8月第1版第1次印刷 印数:1-3000册

*

ISBN 7-81099-272-4/TP·27

定价:32.00元

前 言

计算机技术发展日新月异，这对计算机学科的教学模式提出了挑战，同时也带来了前所未有的机遇。为培养跨世纪的高素质科技人才寻找一条有效途径，已是当务之急。教学内容、课程体系是教学改革的重点，而教材和辅助教材的建设就是它的重要组成部分。

计算机组成原理是计算机学科各专业必修的一门重要的专业基础课，该课程的特点是涉及的知识面广、内容多、难度大、更新快，在基础课与专业课程之间起着承上启下的重要作用。为了推动教学改革，弥补该课程学时少、学生难以在课堂内准确理解和全面接受教学内容的不足，为了适应当今社会对基础扎实、动手能力强的人才需求，为了满足计算机专业学生报考硕士研究生的需要，我们编写了本辅助教材，以帮助学生更好地领会和理解该课程的内容，掌握解题思路和解题技巧。

本书内容包括绪论、指令系统、运算方法与运算器、内存储器、外存储器与存储系统、输入输出控制和计算机模块与互连等8章。每章内容均包括知识点概述、知识点及难点解析、课后习题解答及国防科技大学研究生院1998~2006年的“计算机组成原理”入学考试试题解析四大组成部分。在知识点概述的要求中，提出“了解”“理解”和“掌握”三个能力层次，它们之间是递进关系，前者是后者的基础。它们具体的含义是：

- 了解：要求读者能识别和记忆相应知识点的主要内容，如有关部件的基本概念、基本组成和基本工作原理；或某运算方法的基本规则、步骤及其简单的实现。

- 理解：要求读者领会相应知识点的内容，能阐述、分析和解决与该知识点有关的问题。

- 掌握：要求读者熟悉相应知识点的内容，领会该知识点与其他相关知识点的区别与联系，能熟练运用该知识点分析和解决比较复杂的问题。如

内存储器的设计步骤与具体实现；或某运算方法的详细描述、逻辑实现及实际的演算。

本书作者多年来从事“计算机组成原理”课程的理论教学和实践教学，从传授基础知识和能力培养的目标出发，在查阅和综合分析大量有关教材并结合本课程的特点、要点和难点的基础上编写了这本辅助教材。书中列出93个知识点，对每个知识点提出了能力层次要求，并对每个知识点及难点进行解析。课后习题解答，尤其是考研题解析，分析透彻、解题思路清晰、易懂好学，有着较广泛的适应面，不仅适用于正在学习“计算机组成原理”课程的学生，同时也可作为教师的教学参考书，亦可作为报考计算机专业硕士研究生的重要参考资料。

本书前四章由肖晓强副教授编写，后四章由王保恒副教授编写。本书一定有疏漏和不足之处需要我们不断地补充、修改和完善，我们热情欢迎广大读者提出宝贵的意见和建议。

作者

2006年5月

目 录

第一章 绪 论

- 一、知识点概述····· (1)
- 二、知识点及难点解析····· (1)
- 三、课后习题解答····· (12)
- 四、考研题解析····· (16)

第二章 指令系统

- 一、知识点概述····· (19)
- 二、知识点及难点解析····· (19)
- 三、课后习题解答····· (36)
- 四、考研题解析····· (44)

第三章 运算方法与运算器

- 一、知识点概述····· (55)
- 二、知识点及难点解析····· (56)
- 三、课后习题解答····· (75)
- 四、考研题解析····· (106)

第四章 控制器

- 一、知识点概述····· (122)
- 二、知识点及难点解析····· (123)
- 三、课后习题解答····· (139)
- 四、考研题解析····· (143)

第五章 内存储器

- 一、知识点概述····· (148)
- 二、知识点及难点解析····· (149)
- 三、课后习题解答····· (183)
- 四、考研题解析····· (195)

第六章 外存储器与存储系统

- 一、知识点概述..... (204)
- 二、知识点及难点解析..... (204)
- 三、课后习题解答..... (225)
- 四、考研题解析..... (234)

第七章 输入输出 (I/O) 控制

- 一、知识点概述..... (246)
- 二、知识点及难点解析..... (247)
- 三、课后习题解答..... (279)
- 四、考研题解析..... (291)

第八章 计算机模块结构与互连

- 一、知识点概述..... (298)
- 二、知识点及难点解析..... (298)
- 三、课后习题解答..... (317)
- 四、考研题解析..... (323)

第一章 绪 论

“计算机原理与设计”是计算机科学与技术专业和网络工程专业的一门重要的专业基础课。它从计算机部件及其行为层次角度阐述电子数字计算机的运算器、控制器、存储器以及输入输出部件的结构组成、逻辑功能、工作原理和实现方法。

本课程的先导课程为“计算机基础”、“电工电子基础”、“程序设计基础”、“数字电路与逻辑设计”和“汇编语言”，掌握本课程的知识将为学习后续课程(例如：“计算机体系结构”、“操作系统”、“嵌入式系统”和“计算机网络”等)打下必要的基础。

本课程着重介绍关于计算机原理和设计方面的一些重要知识,包括:计算机的基本组成、工作原理、设计方法和常识性知识。需要强调的是,计算机原理作为规律性的知识在计算机界具有普适性,但同时也有特例。

作为开篇,本章将介绍计算机发展史、计算机硬件系统组成、计算机的工作过程、计算机的性能指标及分类以及计算机的应用与发展等概述性内容,以期使读者对计算机先有一大体了解。

学习本章,要求读者对于计算机的发展史、性能、分类有一个概括、全面的了解。本章重点是计算机的基本组成、计算机总框图、指令执行过程和计算机工作过程。通过本章的学习,应对计算机组成有一个轮廓性的认识,初步竖立起整机的概念。

一、知识点概述

第一章的知识点以及掌握程度如表 1.1 所示。本章的重点是冯·诺依曼计算机的硬件基本组织和计算机的性能指标参数。

二、知识点及难点解析

1. 计算简史和计算机发展简史

该知识点要求了解计算工具发展的三个阶段,计算机的产生和发展的历史条件,各历史阶段的特点和主要进展。

人类社会的发展历史,始终是伴随着计算工具的产生、应用及发展的历史。人类通过劳动和智慧创造了工具,包括机械工具、测试工具和计算工具,它们分别延伸扩展了四肢

的功能、五官的功能和大脑的功能。计算经历了从手工计算阶段、机械计算阶段,一直发展到现今的电子计算阶段。计算过程包括获取数据、存储数据和加工数据的过程。手工计算的特点是数据的获取、存储和加工都需要人工完成,例如算盘。机械计算的特点是齿轮等机械部件的传动,实现数据加工的部分自动化,但是仍然需要人工配合完成,例如 Pascal 的加法机。电子计算的特点是借助电子设备、二进制数据表示,自动完成数据的获取、加工和存储,例如 ENIAC 电子计算机。对比算盘、加法机和电子计算机的计算过程可知,计算工具的发展就是计算过程自动化程度不断提高的过程。

表 1.1 第一章知识点

编号	知识点	内容简介	掌握程度
1	计算和计算机简史	计算工具的发展、计算机的分代	了解
2	存储程序原理	二进制程序存储	理解
3	冯·诺依曼计算机	经典和现代计算机的结构及区别	掌握
4	运算器	运算器的基本组成部件	掌握
5	控制器	控制器的基本组成部件	掌握
6	存储器	内存储器的基本组成部件	掌握
7	输入输出	I/O 和计算机互连	掌握
8	指令执行过程	指令在计算机的执行流程	理解
9	计算机工作过程	程序的执行过程	理解
10	计算机性能及分类	评价性能的指标及计算机分类	了解
11	计算机应用及发展	应用范围及发展前景	了解

迄今为止,国际公认计算机已发展了四代。在推动计算机发展的诸因素中,电子器件是划分时代最重要的标志。四代计算机的对比如表 1.2 所示。

表 1.2 四代计算机的对比

分代	电子器件	存储元件	指令系统	机器语言
第 1 代	电子管	磁鼓等	定点	汇编
第 2 代	晶体管	磁芯	浮点	Fortran 等
第 3 代	IC	半导体存储器	微程序技术	多道并行 OS
第 4 代	LSI/VLSI	半导体存储器	并行分布处理	高级 OS

我们当前使用的计算机是第四代计算机,它功能强大,广泛应用于各行各业。然而与人的大脑思维相比,它就显得被动、愚蠢。因此人们幻想着发明一种能模拟大脑思维的计算机——人工智能计算机,在有些资料上也称作第五代计算机。它使用超大规模集成电路和其他新型的物理元件组成,具有推理、联想、智能会话等功能,并能直接处理声音、图像等信息。但是由于种种困难,目前尚未出现真正意义上的第五代计算机。例如,1981 年日本政府宣布日本五代机计划,1992 年日本政府宣布第五代计算机计划失败。

2. 存储程序原理

该知识点要求理解并掌握存储程序原理的内容。

计算机要自动完成解题任务,必须将事先设计好、用以描述计算机解题过程的程序(程序即指令的有序集合),和数据一样,采用二进制形式存储在机器内部,计算机在工作时自动高速地从机器中逐条取出指令并加以执行,这就是存储程序原理。存储程序原理的核心内容就是“程序和数据同等对待进行存储”以及“二进制形式”。

采用存储程序原理的计算机又被称为冯·诺依曼结构计算机。按照存储程序原理,计算机必须具有五大功能:数据传送功能、数据存储功能、数据处理功能、操作控制功能以及操作判断功能。这几种功能的描述如图 1.1 所示。

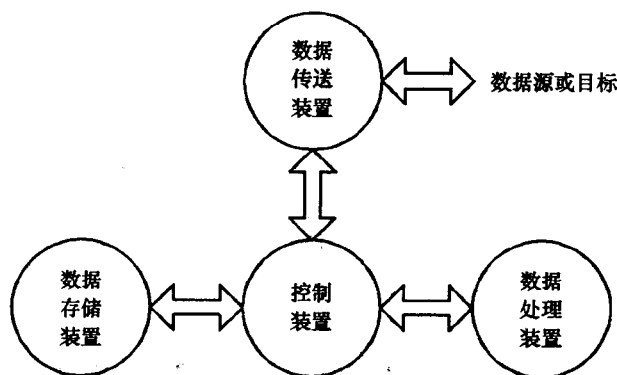


图 1.1 计算机功能的描述

程序和数据同等对待的好处是使程序和数据可以存放在统一的存储器中,从而节省了器件。当然,这样也就带来了需要区分存储器中的指令和数据的问题。存储器中的信息通常可以使用程序计数器 PC(Program Counter)来区分,即根据 PC 的内容访存的结果才是指令。存储程序是计算机能自动工作的关键所在。计算器不同于计算机之处在于,计算器的解题步骤即程序是在执行时由人工临时编制和控制执行的。计算器不能自动工作,因此不能称其为计算机。

一般来说,大多数计算机都采用冯·诺依曼结构,将程序和数据一起存储在同一存储器中。但也存在特例,例如,目前大多的单片机都采用哈佛结构,即数据存储空间和程序存储空间分离的结构。单片机中通常具有较大的程序存储器用于固化已调试好的控制程序,同时具有较小的数据存储器用于存放少量的数据。数据存储空间和程序存储空间分离的好处是使访存不会发生冲突。

3. 经典冯·诺依曼结构计算机和现代冯·诺依曼结构计算机

该知识点要求掌握计算机是由运算器、存储器、控制器、输入和输出部件五部分组成,明确各部分在计算机系统中的作用与地位,理解经典和现代冯·诺依曼计算机结构的区别。

经典冯·诺依曼计算机结构和现代冯·诺依曼计算机结构分别如图 1.2 和图 1.3 所示。图中实线为数据线,虚线为控制线和反馈线。对比图 1.2 和图 1.3 不难发现,经典的冯·诺依曼计算机结构以运算器为中心,由于输入输出设备速度慢,并且传输操作都需通过运算器,导致计算机效率不高。现代计算机结构已转化为以存储器为中心。

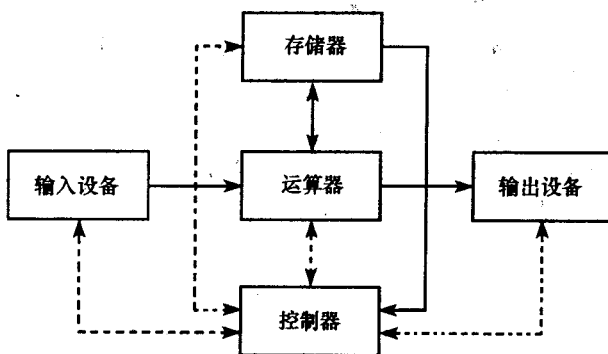


图 1.2 经典冯·诺依曼结构计算机结构

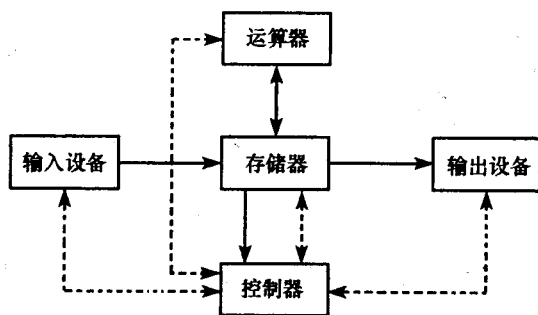


图 1.3 现代冯·诺依曼结构计算机结构

对图 1.3 所示的现代冯·诺依曼结构计算机结构,注意在理解的基础上记忆,对图中的所有箭头包含的信息应该能够举例说明。例如:存储器到控制器的单向实线表示从存储器中取得的指令送控制器进行译码。

4. 运算器的组织

该知识点要求掌握运算器的功能及其组成部分,并能画出运算器的结构框图。

运算器是实现运算方法的硬件。它负责对数据的加工,并将参与运算的数据暂时保存于寄存器中,整个运算过程是在控制器控制下自动完成的。运算器的核心是一个全加器,运算器的逻辑结构取决于机器的指令系统、运算方法和选用的电路等。设计运算器就是设计如何能够完成所需算术逻辑运算的运算电路以及如何向该运算电路提供操作的数据。

运算器由算术逻辑单元 ALU(Arithmetic and Logic Unit)、通用寄存器组、标志寄存器 Flag、内部总线、锁存器或多路选择器、移位器组成。其中:

• ALU 由加法器及逻辑运算器件组成,是运算方法的具体实现,是运算器的核心。有时为了简便,也将运算器称为 ALU。

• 通用寄存器组用于存放参与运算的操作数。寄存器是计算机中最快的具有存储数据功能的部件,为了加速程序的执行,寄存器的数量越多越好,但是成本又使得 CPU 内部的寄存器数量是有限的。通常,高档计算机中寄存器的数量为几百个。

• 标志寄存器用来寄存运算的状态信息。运算的状态可以用来控制后续程序的流程,例如程序控制指令的执行。

• 内部总线是 CPU 内部的数据通路。由于该总线只在 CPU 芯片内部交换信息时使用,故也被称为片内总线。内部总线的组织有单总线、双总线和多总线的组织方法。

• 锁存器或多路选择器可以暂时存放数据或者从多个数据源有选择地向 ALU 输入数据。带多路选择器的运算器如图 1.4 所示。如要实现 $R_0 \leftarrow (R_0) + (R_2)$, 可设置多路选择器 1 将 R_0 送 ALU 的通路打开,同时设置多路选择器 2 将 R_2 送 ALU 的通路打开,两数在 ALU 中相加,最后将结果通过内部总线送入 R_0 。

• 移位器是一个多路开关,可对 ALU 的加工结果再进行辅助操作。

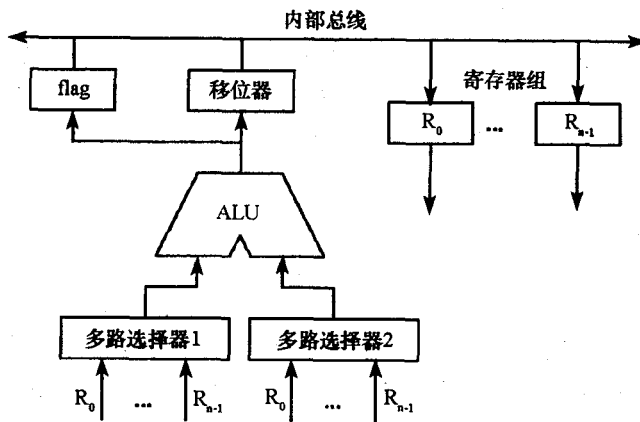


图 1.4 带多路选择器的运算器

5. 控制器的组织

该知识点要求掌握控制器的功能及其组成部分,并能画出控制器的结构框图。

控制器和运算器组成了 CPU。运算器主要负责对数据的加工,而控制器则主要负责控制指令的执行。根据存储程序原理,指令和数据在存储器中同等对待,因此控制器中需要有部件指出存储器中指令的地址。获取指令后,控制器根据指令控制计算机各部件的动作。然后获取下一条指令,控制下一条指令的执行……因此,控制器的功能包括:控制取指令,控制指令译码,形成控制各部件动作的控制信号序列以及确定下一条指令的地址。计算机程序的执行就是控制器对多条指令有序执行进行控制的结果。

控制器有两种设计方法:组合逻辑控制器以及微程序控制器。组合逻辑控制器由四个部分组成:指令控制部件、地址形成部件、定时部件及微操作控制部件,如图 1.5 所示。

微程序控制器除了将微操作控制部件用微程序库代替外,其他部件和组合逻辑控制器相似。

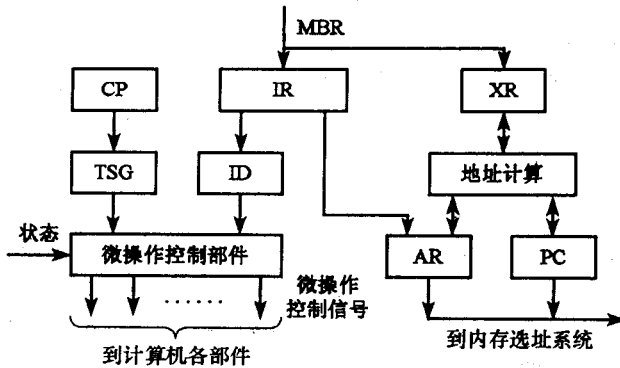


图 1.5 组合逻辑控制器的组成

其中,指令控制部件由程序计数器 PC(又称为指令指针 IP(Instruction Pointer))、指令寄存器 IR(Instruction Register)和指令译码器 ID(Instruction Decoder)组成;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;定时部件亦称时序部件,由时钟 CP(Clock Pulses)和时序信号产生器 TSG(Timing Signal Generator)组成;微操作控制部件由复杂的控制逻辑组成。图 1.5 中的 MBR 为存储器缓冲寄存器,属于存储器的组织。

相对指令完成的功能而言,一个部件能够完成的基本操作,称为微操作(Micro-operation,记为 Micro-OP 或 μOP)。微操作是控制器设计中一个十分重要的概念,所有的指令动作最终均可以分解为不同的微操作序列。关于微操作的详细知识将在第四章介绍。

一条指令的执行是从 PC 开始的。首先将 PC 的值作为地址访问存储器,存储器将读出的结果送 IR,此时指令已获得并存放在指令寄存器中。指令由操作码和地址码构成(关于指令格式将在第二章详细介绍),指令译码器 ID 根据指令操作码进行译码,译码的结果参与微操作控制信号的生成。同时,这些微操作是有时间顺序关系的,控制信号的生成也需要由时钟信号 CP 以及节拍信号产生器 TSG 控制。需要强调的是,由控制器发出的每个控制信号均通过硬连线的方式连接到某个特定部件,在空间上形成受控部件的操作控制信号。而控制信号的有效时机由译码结果和节拍信号共同控制。控制器的这种时间和空间的组织工作特点和人的神经系统具有相似之处。神经(控制信号线)连接着各种组织和器官(受控部件),但是这些组织和器官并不是一直处于工作状态,只有当神经上有神经信号(控制信号)时,对应的组织和器官才开始动作。神经信号的产生受神经中枢(微操作控制信号产生部件)的控制。

在指令的执行过程中,可能需要访问存储器操作数。此时,IR 中的地址码字段就传送给地址寄存器 AR,将 AR 的值作为地址访问存储器,存储器将读出的结果放在 MBR 中。此时 MBR 中就是访问后得到的操作数。当然,如果指令中使用了变址寻址等寻址方式(关于寻址方式将在第二章中详细介绍),计算操作数地址还需要变址寄存器 XR 和地

址计算部件的参与。

指令执行完成前,需要形成下一条指令的地址。通常情况下,下一条指令和当前指令在存储器中是相邻的,即 $PC \leftarrow PC + 1$ 。一般地,如果每个指令占有 n 个存储单元,则 $PC \leftarrow PC + n$ 。某些情况下,可以直接对 PC 进行赋值,例如转移、子程序调用与返回。计算机将根据新的 PC 的内容再次访存取指,执行下一条指令。

6. 内存储器的组织

该知识点要求掌握存储器的功能,内存储器的组成部分,并能画出内存储器的结构框图。

从一般意义上说,存储器就是计算机中能够存储数据的单元。计算机中能够存放数据的地方包括:寄存器、Cache、内存储器、外存储器(磁盘、光盘等)以及其他的特殊功能存储器(例如显存)等。

由于寄存器速度快,其主要功能是为 ALU 提供数据,故将寄存器在运算器内部实现,是运算器的组成部分之一。

Cache 的速度和容量介于寄存器和内存储器之间。使用 Cache 的好处是利用了数据的局部性原理,使得大部分需要访问的数据能够在 Cache 中得到。程序局部性原理是“计算机系统结构”课程研究的内容,它包括时间局部性(当前使用的数据很可能就是下次要使用的数据)和空间局部性(当前访问的数据和下一次要访问的数据在存储空间上是相邻的)。

内存储器被定义为 CPU 能够直接访问的存储器。内存储器又称为半导体存储器,通常也被称为主存储器。但内存储器的范畴比主存储器要大,除主存储器外,内存储器还包括 Cache 及相应的接口电路等。内存储器由存储体、选址系统、读写系统和存储时序控制线路构成,如图 1.6 所示。

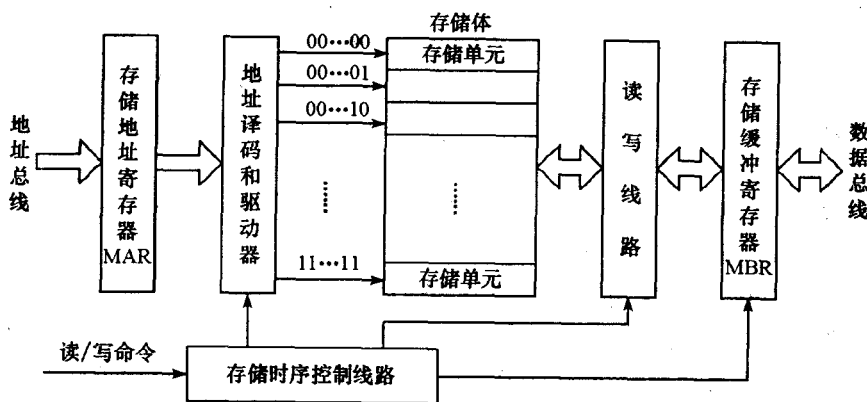


图 1.6 内存储器的组成

其中,存储体由存储单元组成,每个存储单元能够存放信息的位数通常是字节的整数倍。存储单元按顺序编号,此编号称为存储单元地址,地址与存储单元一一对应。选址系统(Addressing System)由存储地址寄存器 MAR(Memory Address Register)、地址译码器和地

址驱动器三部分组成。读写系统(Read and Write System)包括存储缓冲寄存器 MBR(Memory Buffer Register)和读写线路。存储时序控制线路(Memory Sequential Control Circuit)由控制触发器、各种门电路和延迟线路等组成。注意图 1.6 中信号线的方向:地址总线上的信号是单向的,表示存储器只接收地址信号;数据总线上的信号是双向的,表示存储器可读写信息;存储时序控制线路的控制显然是单向的。

当需要对内存储器进行读操作时,首先由地址总线给出需要访问存储单元的地址并存放于 MAR 中,然后存储时序控制线路在读命令信号的驱动下对地址进行译码并选中存储单元。存储体在读写线路的控制下将存储单元中的数据读出至 MBR。最后,存储时序控制线路将 MBR 中的数据发送到数据总线上。

当需要对内存储器进行写操作时,首先由地址总线给出需要访问存储单元的地址并存放于 MAR 中,同时由数据总线给出需要写的数据并存放于 MBR 中,然后存储时序控制线路在读命令信号的驱动下对地址进行译码并选中存储单元。存储体在读写线路的控制下将 MBR 中的数据写入对应存储单元。

CPU、内存储器及相应的接口通常被称为主机。外存储器又称为辅助存储器,属于输入输出设备,常见的外存储器包括硬盘和光盘等。与内存储器的结构相似,外存储器也包括地址提供部件、数据缓冲部件、存储介质和读写控制机构等。关于外存储器的知识将在第六章中详细介绍。

7. 输入输出系统和计算机的互连结构

该知识点要求掌握输入输出系统和互连结构的概念。

输入输出设备(I/O 设备)是计算机系统中围绕主机设置的、与主机进行信息交换并改变信息形态的装置。输入设备(Input Equipment/Device):其作用是将数据、程序送入计算机。输出设备(Output Equipment/Device)是将计算处理的结果转化为人或其他设备所能识别或接收的信息形式的装置。输入输出设备具有如下特点:

- 慢速性:输入输出设备是机电、机械设备装置,其速度为 $ms/\mu s$ 级,甚至为秒级;而主机,尤其是 CPU 却是 ns 级。两者速度的差异很大,所以 I/O 是计算机系统的瓶颈之一。
- 多样性:输入输出设备品种多、功能强、涉及学科领域多,如机械、光电、磁、声、自控、通信等。
- 复杂性:外设品种多、差异大;体积大小悬殊;工作原理相差极大;简单到鼠标,复杂到硬盘、光盘、激光打印机等。

计算机的 CPU、存储器、输入输出设备需通过互连结构(Interconnection Structure)连接成一个有机的整体,现代计算机通常采用总线(BUS)互连结构。从功能上看,互连系统是完成 CPU 和外界信息交换的,故互连结构有时也被看成是输入输出系统的一部分。

8. 计算机指令的执行过程

该知识点要求了解计算机指令的格式与类型,了解计算机总框图的构成。通过取指令、执行指令的过程,了解指令在各计算机组成部件间的流动情况。将计算机硬件基本组成各部件构成一个有机整体,其结构如图 1.7 所示。

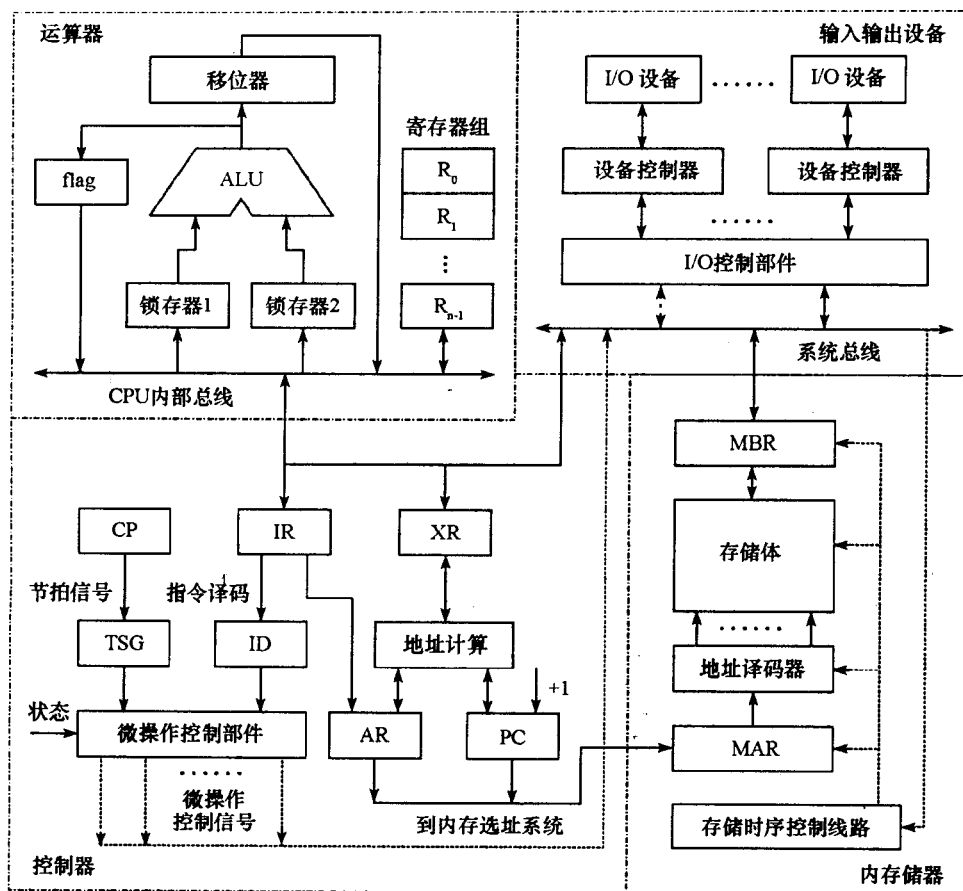


图 1.7 计算机总体框图

表 1.3 中给出的取数、加法、乘法、存数和停机指令对应的流程如图 1.8 所示。

表 1.3 某计算机五种操作的指令操作码及功能

操作	操作码	指令功能符号说明	指令功能说明
加法	02H	$R_i \leftarrow R_i + (D)$	通用寄存器 R_i 中内容与 D 存储单元内容相加之和送 R_i
乘法	08H	$R_i \leftarrow R_i \times (D)$	通用寄存器 R_i 中内容与 D 存储单元内容相乘之积送 R_i
取数	10H	$R_i \leftarrow (D)$	将 D 存储单元内容读出送运算器的通用寄存器 R_i
存数	14H	$D \leftarrow R_i$	将运算器的通用寄存器 R_i 中内容存入 D 存储单元
停机	FFH	HLT	停机

如图 1.8 所示,指令执行过程分为两个阶段,取指令阶段和执行指令阶段。取指令过程可分为如下微操作的序列: $MAR \leftarrow PC$; $MBR \leftarrow M(MAR)$; $PC \leftarrow PC + 1$; $IR \leftarrow MBR$ 。该取指令过程与取出指令的内容是无关的,无论什么指令都需要这些步骤,因此取指令过程的微操作被称为公操作。设置公操作的目的是为了简化系统设计,即取指令对应的这些微操作控制信号的形成不需要指令的译码结果参与。

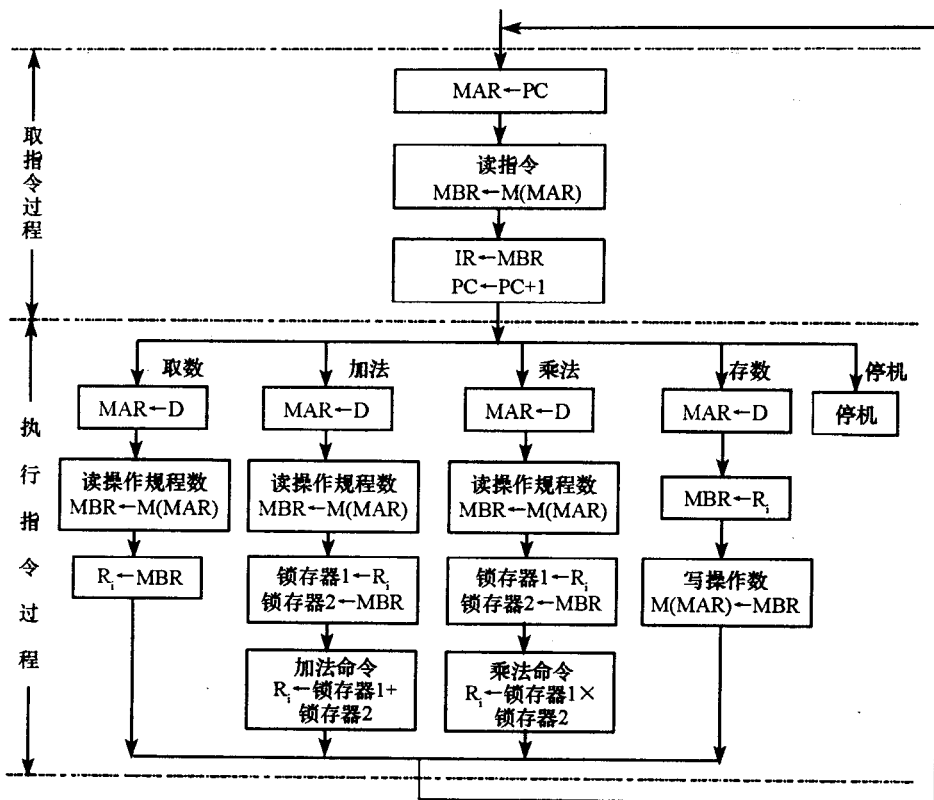


图 1.8 指令流程图

指令送到 IR 后,计算机就进入了执行指令过程。指令操作码经 ID 译码后,确定执行操作的内容,然后将操作控制信号送入微操作控制部件。在时序部件和运算状态的配合下,由微操作控制部件向相关部件发送执行该指令需要的所有微操作控制信号。这些微操作控制信号有的是在同一节拍内产生的,有些则应按序产生,它们取决于操作的性质和完成相应微操作所用硬件的速度。指令不同,微操作控制信号序列也不同。执行不同的指令,涉及和使用的部件也不相同。与取指阶段的微操作不同,执行阶段的微操作控制信号的形成通常需要指令译码结果的参与。

9. 计算机工作过程

该知识点要求在了解计算机总框图的构成基础上,通过程序的执行过程(即多条指令依次取指令、执行指令),了解各组成部件工作情况及其相互联系,初步了解计算机的工作过程、初步竖立整机概念。

在本章“课后习题解答”中将举例进行详细说明。

10. 计算机的性能指标及分类

该知识点要求了解计算机的性能与分类。