

非计算机类专业用教材

计算机基础及 微机应用技术

刘 甘 娜

西安交通大学出版社

非计算机类专业用教材

计算机基础及微机应用技术

刘 甘

西安交通大学出版社

内 容 提 要

本书以应用为目的,以新的结构形式,用较少的篇幅介绍了计算机的结构原理和应用技术。读者可以通过本书获得应用微型机的知识以及开发各专业领域中的多种计算机应用技术的能力。

全书共分六章。第一章到第三章介绍了计算机结构基础、运算基础和电路基础;计算机基本组成;整机工作原理和计算机系统,其中包括微型机系统。第四章到第六章以Z-80系列微型机为例介绍了汇编语言程序设计、并行设备工作方式与中断技术;接口技术。

本书除了可作为工科院校非计算机类专业学生的教材外,也可作为中等专业学校,业余大学,职工技术教育以及厂矿企业科技人员学习计算机的教材,还可作为开展计算机应用工作的科技人员的参考书。

计算机基础及微机应用技术

刘 甘 娜

责任编辑 房 立 民

*

西安交通大学出版社出版
(西安市咸宁路 28 号)

西安交通大学出版社印刷厂印装

陕西省新华书店发行 各地新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32 印张 11.25 字数 238 千字

1985 年 6 月 第一版 1985 年 6 月 第一次印刷

印数 1—10,000

统一书号 15340·032 定价 2.20

前 言

计算机事业的迅速发展，要求工科院校的大学生必须接受计算机知识的普及教育。因此，迫切需要学时数较少、以应用技术为主的适合非计算机类专业学生和科技工作者用的教材。作者本着这个目的，根据几年来教学实践编写了这本教材。通过本课程学习，可以掌握必要的计算机基础知识并具有从事在本专业应用计算机的能力。

经过几年的教学实践，作者深深体会到对非计算机专业的学生开设计算机课程，必须对这门课程结构重新设计，合理选材，才能收到比较好的效果。

编写过程中作者参考了国内外有关计算机原理和微型机应用技术方面的专著、教材及资料，还参考了计算机控制教学方面的讲义。

在当代大学生知识结构中，必须重视智能的开发和能力的培养。因此，本书力图避免涉及计算机内部具体的电子线路和工艺技术，着重在功能部件一级上介绍基本结构原理，并在介绍部件的外特性上，展开应用技术讨论。对于计算机结构原理，放弃了通常从抽象笼统的总体介绍出发的方式，一开始就从存贮程序原理入手，使读者能比较容易地建立起整机概念。从而就可以用较少的课内学时，使学生获得比较系统完整的知识。

另一方面，本书以“微型计算机应用”为重点，同时介绍了一般的计算机结构原理，把两部分内容有机地结合在一

起，使学生不仅能学到具体的一种微型计算机应用技术，而且获得开发多种计算机应用的能力。

本书还注意对新技术的动态和计算机的发展趋势做了适当的介绍，并收集编写了一些程序设计指导、程序调试方法以及非计算机专业微机应用课题实例。

本书教学时数为 50 学时，并配合有较多的单板机、微型机控制应用实验，和计算机辅助教学模拟实验，形成了一个比较完整的教学系统。

本书在编写过程中，得到了西安交通大学计算机基础教研室祝颂和、郑守淇、王复车等同志以及教学小组全体同志的大力支持和帮助，另外，还得到了兄弟院校和其他部门计算机工作者的热情鼓励和帮助，在此，表示衷心地感谢。

由于作者水平有限，本书一定有不少缺点和错误，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 计算机基础	(1)
§ 1-1 存贮程序原理和冯·诺依曼型计算机.....	(2)
一、存贮程序原理	(2)
二、冯·诺依曼型计算机的基本组成.....	(5)
三、计算机整机工作过程	(8)
§ 1-2 计算机中的数字系统	(10)
一、适合于数字计算机的数系	(10)
二、数制转换	(14)
三、机器数及其定点、浮点表示	(21)
四、机器数的原码、补码.....	(25)
五、数的编码	(30)
六、符号信息的编码	(33)
§ 1-3 计算机中的基本运算和运算电路	(35)
一、逻辑运算与逻辑电路	(35)
二、算术运算与加法器电路	(46)
§ 1-4 计算机电路基础—基本逻辑部件	(51)
一、触发器与寄存器	(51)
二、计数器	(55)
三、译码器	(56)
习题与思考题.....	(57)
第二章 计算机的组成	(60)
§ 2-1 存贮器	(60)

一、概述	(60)
二、半导体随机内存贮器(RAM).....	(61)
三、只读存贮器(ROM).....	(73)
四、外存贮器	(76)
五、存贮系统的层次结构及管理	(83)
§ 2-2 运 算 器.....	(85)
一、运算器基本结构	(85)
二、运算器工作 原 理——基本运算的 实 现	(89)
§ 2-3 控 制 器.....	(96)
一、指令与指令系统	(96)
二、控制器基本结构	(104)
三、控制器工作过程	(111)
习题与思考题.....	(112)
第三章 计算机系统与微型计算机概述	(114)
§ 3-1 软件简介	(115)
一、系统软件	(115)
二、应用软件	(122)
三、数据库及数据库管理系统	(122)
§ 3-2 计算机系统的工作过程	(123)
§ 3-3 微型计算机系统概述	(126)
一、微处理器与微计算机	(127)
二、微型计算机系统	(128)
三、微型机的特点	(129)
四、典型的微机系统——Z-80机简介	(132)
习题与思考题.....	(140)

第四章 汇编语言程序设计	(141)
§ 4-1 汇编语言.....	(141)
一、机器语言、汇编语言和高级语言.....	(141)
二、汇编语言源程序的格式	(143)
三、Z-80 汇编语言中的伪指令(Pseudo)	
.....	(149)
§ 4-2 Z-80 CPU 汇编语言指令系统简介	(153)
一、Z-80 指令系统寻址方式简介.....	(154)
二、Z-80 常用指令.....	(158)
§ 4-3 汇编语言程序设计初步	(182)
一、汇编语言程序的基本格式	(182)
二、简单程序设计	(182)
三、分支程序	(185)
四、循环程序	(192)
五、子程序	(200)
§ 4-4 汇编语言程序的调试	(206)
一、程序的查错与调试	(206)
二、在 Apple—II 微型机上调试 Z-80	
汇编语言程序.....	(208)
习题与思考题.....	(211)
第五章 输入输出设备及中断系统	(215)
§ 5-1 计算机外部设备概述	(215)
§ 5-2 微型机系统的配套外部设备	(217)
§ 5-3 输入/输出的工作方式.....	(223)
一、输入/输出的寻址方式.....	(223)
二、I/O 设备的定时方式	(225)

三、控制方式	(227)
§ 5-4 中断系统	(232)
一、中断的概念和分类	(232)
二、程序中断处理过程	(233)
§ 5-5 微型机中断系统	(239)
一、微型机中常用的中断系统	(240)
二、Z-80 中断方式及其响应处理	(242)
三、Z-80 中优先级排队电路	(251)
四、Z-80 CPU 中断专用指令	(251)
习题与思考题	(253)
第六章 微型计算机接口及其应用	(255)
§ 6-1 输入/输出(I/O)接口概述	(255)
一、接口 (Interface)	(255)
二、接口的分类	(256)
三、接口技术	(257)
§ 6-2 并行数据接口 PIO	(258)
一、并行数据接口简介	(258)
二、Z-80 PIO 结构简介	(259)
三、Z-80 PIO 使用方法	(269)
§ 6-3 计数器/定时器接口 CTC	(287)
一、Z-80 CTC 结构简介	(288)
二、Z-80 CTC 使用方法	(294)
§ 6-4 模拟电路接口	(310)
一、数字/模拟转换 (D/A)	(312)
二、模拟/数字转换器(A/D)	(323)
小结	(342)
习题与思考题	(343)
附录: Z-80 常用指令表	(345)
参考文献	(352)

第一章 计算机基础

当今人类社会已进入信息化时代，电子计算机打开了通向信息化时代的大门。电子数字计算机之所以对当今时代产生如此巨大的影响，是由于它与人类已发明创造的各种计算工具有本质的区别。电子计算机不仅仅是帮助人类进行数值计算的工具，而且是信息处理的机器，是对信息进行自动化加工处理的电子装置。这里的信息形式不仅是数字、文字符号，还可以是声音、图形及图象等等。

电子计算机可实现每秒几十万次，甚至每秒几亿次的基本运算，其速度是其它任何计算工具所望尘莫及的。计算机运算的精确度也是很高的，可以达到千分之一到百万分之一甚至更高，使其它计算工具相形见绌。最重要的是计算机的记忆功能和逻辑判断能力使其实现了高速自动连续运算，产生了质的飞跃。

现代计算机功能之强，用途之广，确实令人惊异，但它并不神秘。为广泛开展计算机应用、推动新技术革命，必须掌握计算机应用技术，同时还需要了解计算机的基础知识。

这一章，我们将介绍计算机结构基础——存贮程序原理、计算机运算基础和功能部件的电路基础。着重解决以下几个问题：

- (1) 什么是存贮程序原理和冯·诺依曼型计算机。
- (2) 计算机中信息的表示。

(3) 计算机中的基本运算及运算部件。

(4) 构成计算机的基本功能部件。

§ 1—1 存贮程序原理和

冯·诺依曼型计算机

计算机之所以能实现自动连续运算，是由于采用了存贮程序原理。

冯·诺依曼(John Von Neumann)是美国一位才华出众的数学家，他于1946年提出“存贮程序计算机”的设计，实现了真正的自动计算。这一设计思想对现代计算机的发展产生了巨大的影响。并确定了计算机的基本组成和工作方式，是计算机的结构基础。

计算机科学技术以任何学科无法比拟的高速向前发展，尽管计算机的系列产品多得令人眼花缭乱，目不暇接，从每秒可进行几亿次运算、功能强大的巨型机到体积很小、价格低廉的微型机。但是它们的设计原则至今仍是依据存贮程序的原理。

一、存贮程序原理

1. 程序和指令

由电子线路构成的计算机，是具有一定“智能”的计算工具。这种“智能”是科学工作者赋予的，这就是说，计算机本身并不能主动思维，一切都是人安排的。

当人们使用计算机时，就必须把计算机要完成的计算任务，分解为计算机能执行的各种基本操作。也就是说，在计算之前，要把求解的复杂问题按照机器能够识别的形式编出

计算步骤，通常把那些相互关连的工作步骤称为**程序**。程序中每一步骤，称为一条**指令**。每条指令相当于人对计算机下达的工作命令，它规定了计算机应该进行哪一种基本操作（如加、减、乘、除等）以及操作时需要的有关数据。

许多条指令有序地排列起来构成程序。计算机只能忠实地按照程序中的每条指令的规定，去完成计算任务和给它的各种工作。下面，我们通过一个实例来说明程序和指令的关系。

假定一计算机具有保存数据的部件，并能执行下列基本操作功能：对保存数据的部件进行取数、存数，加法，停机等。现要该计算机完成一个简单的加法运算，即 $F = a + b$ 。我们可根据该计算机所具有的功能用下述一系列的步骤描述上述的加法运算的过程：

第一步：从保存信息的部件中取出数据 a ，送到运算装置中暂存；

第二步：取出保存的数据 b ，和第一步取出的数 a 进行加法运算， $a + b$ 的结果暂存运算装置中；

第三步：将 $a + b$ 的结果送到存储信息的部件中保存；

第四步：停机，运算结束。

如果计算机能识别每一个步骤，并能按顺序执行这些步骤，则加法运算就完成了。可以想象得出，只要设法增加基本操作功能，则计算机就能根据不同的步骤序列完成不同的任务。问题是，计算机不可能直接识别上述用人类的自然语言描述的步骤，它只能直接识别特别规定的符号。一定的符号形式代表了类似上述一定的步骤。我们称这种符号为代码。计算机只能直接识别二进制形式的代码（后面将专门介

绍二进制)。所谓二进制形式,就是仅用“0”和“1”二种符号组合成包括各种意思的代码。比如,可以规定“00010101”代表取 a ,”01110110”代表取 b 并做 $a+b$,用“00110111”代表存结果 F ,…。这样的二进制代码我们称为机器指令,它能被计算机直接识别(后面将介绍计算机如何直接识别它)。这样,上述的步骤可改写为:

1. 00010101 (取数 a)
2. 01110110 (取数 b ,并做 $a+b$)
3. 00110111 (存 $a+b$ 的结果 F)
4. 10000000 (停机)

这就是由机器指令组成的程序。称之为机器语言程序。

注意,上述二进制代码既可代表一个具体的数,也可代表一条指令,还可代表其它意思。这完全由使用的场合决定。从表现形式上它们都是二进制数的形式,所以可以说,在数字计算机中指令是被“数字”化了。

这为指令、数据的存贮,传送,加工带来了方便。

2. 存贮程序工作原理

计算机之所以能完成各种工作任务是因为人们为它编制了各种各样的工作程序。

计算机的工作归结为执行程序的过程,我们要求机器能自动执行这些程序,就必须把程序预先存放到一个具有“记忆”功能的装置之中保存起来。程序中每条指令通常是按一定顺序一条条存放的,计算机工作时,只要能知道程序中第一条指令放在什么地方,它就能按照顺序,依次取出每条指令加以识别,然后按照每条指令规定的功能执行相应的操作。这些都是由计算机中担任指挥机构的电子部件——控制

器来完成的。整个运算任务实现的前提是在运算之前必须把编制好的程序和所需要的数据送到有记忆功能的部件——存储器中保存起来，然后由控制器控制程序的执行，这就是计算机自动连续工作的基础——存贮程序的原理。

二、冯·诺依曼型计算机的基本组成

冯·诺依曼提出的存贮程序原理，确定了计算机的基本组成。如图 1-1 所示。

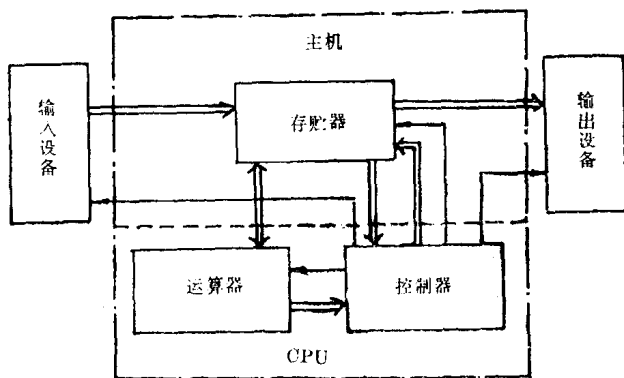


图 1-1 冯·诺依曼型计算机基本组成

1. 存储器

为了实现程序的存贮，计算机必须设置具有记忆功能的部件——存储器。

存储器的存贮作用类似于录音机，它能把记忆的数字信息保存起来；把原记忆的信息取出来而不破坏原存信息；还可以重新记录、保存新的信息，把原存信息抹去。

存储器采用**按地址存取**的工作方式。它由许多存贮单元

组成，每一个存贮单元可以存放一个信息代码。为了区分不同的存贮单元，把全部存贮单元按照一定的顺序编号，这个编号就称为存贮单元的**地址**。当计算机要把一个信息代码存入某存贮单元，或从某存贮单元中取出时，首先要提供该存贮单元的地址，然后查找相应的存贮单元，查到后，才能进行数的存取。

存贮器的工作就是在运算之前接收外界送来的程序和数据；运算过程中，向计算机提供指令和数据信息；运算结束后，保存运算结果。图 1-1 中双实线表示计算机中的数据通路。

2. 运算器

程序安排的运算任务是在运算器中完成的。运算器对代码进行各种基本运算。不仅能实现加、减、乘、除等基本算术运算，还可以进行基本逻辑运算，实现逻辑判断和比较，以及数据的传送、移位等操作。

运算器的运算能力并不高超，只能作最基本的运算。无论多么复杂的问题，都是由这些有限的几种运算一步步实现的。然而，计算机的运算速度快得惊人，它是用高速运算赢得了出色的工作能力。

运算过程中，运算器不断地从存贮器取得数据，进行运算，并把运算的中间结果和最后结果送回存贮器保存。

3. 控制器

控制器是整个机器的控制中心。存贮器进行信息的存取，运算器进行各种运算、信息的输入和输出都是在控制器的统一指挥下进行的。

控制器的指挥工作是通过程序进行的。程序中安排好计

计算机工作的顺序，对可能遇到的各种情况进行处理。运算之前，程序被送到存贮器指定地方保存起来。开始运算后，控制器便自动到存贮器中按顺序逐条取出指令，经过分析后，按指令的要求向各部件发出执行指令的控制信号，执行指令中规定的操作。图 1-1 中细实线便是控制器向各部件发出的控制命令信息通路。

在控制器工作过程中，还要接受执行部件的反馈信息，例如运算器送来的运算结果、状态等。这些反馈信息为控制器判断下一步如何工作提供了依据。

因此，控制器的工作就是根据存贮器中存贮的程序，发出执行程序中的指令所需要的全部控制命令，控制计算机的工作。

存贮器、运算器和控制器组成了计算机的主机，而运算器和控制器合在一起通常称为**中央处理器**，简称CPU(Central Processing Unit)。构成主机的存贮器通常亦称为内存。

4. 输入设备

输入设备的主要功能是把人们编制的工作程序、数据转换成计算机能识别的电信号，并送到存贮器中存贮起来。

5. 输出设备

输出设备的功能是把计算机的计算结果或中间结果以容易阅读和使用的形式输送出来，例如打印在纸上的印刷符号，或显示在屏幕上的字符、图形等。

输入设备和输出设备实现了人和计算机之间的信息交往，也是计算机不可缺少的组成部分。通常将输入、输出设备简称 I/O 设备。

输入、输出设备的种类和形式很多，通常是一些机电或

电磁设备。常用的输入设备有键盘终端、纸带输入机等,输出设备有 CRT 显示器、行式打印机、X-Y 绘图仪等,还有既可输入,又可输出的控制台打字机、显示终端设备等。由于这些设备设置在主机外部,亦称外部设备。

所有外部设备与主机之间的信息交换工作,也是在控制器的统一指挥下进行的。

冯·诺依曼提出的新的计算机的设计方案中,明确了上述五个基本组成部分,并论述了五部分的职能和相互关系;同时,还确定了指令和数据均以二进制形式存贮,通过指令序列的顺序执行来实现程序安排的任务,从而简化了计算机结构,使计算机具有通用性。冯·诺依曼这一思想被誉为计算机发展史上的里程碑,它标志着电子计算机时代真正开始了。迄今为止,各种计算机的基本结构仍属于冯·诺依曼型计算机。

三、计算机整机工作过程

计算机中采用了程序存贮技术和程序控制技术,实现了存贮程序工作原理。

1. 程序存贮技术

这是计算机实现自动连续工作的先决条件。即由输入设备把预先编好的程序和数据先送到存贮器保存,然后实现程序控制。由于指令和数据均是相同的代码形式,因此在存贮器中分开存放,以避免机器混淆。

2. 程序控制技术

这是计算机自动连续工作的必要条件。即在存贮的程序控制下,由控制器实现程序控制过程。控制器按顺序逐条取出机器指令,分析执行。可以说,计算机整机工作过程就是