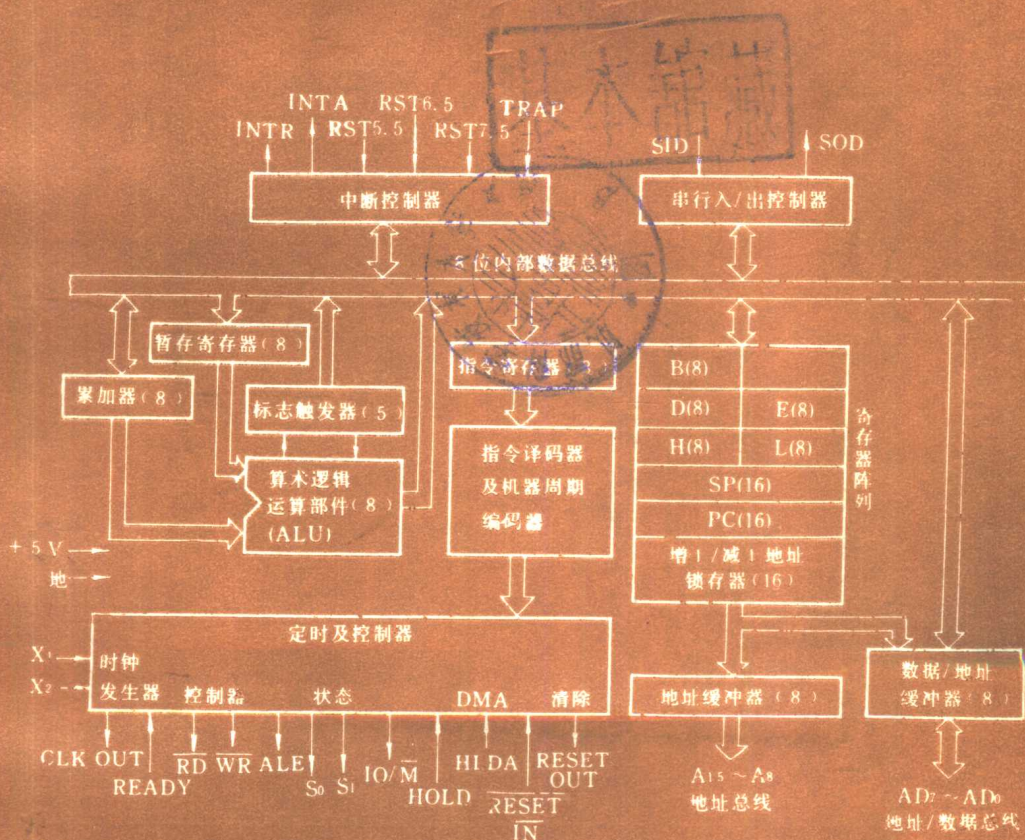


928896

微型计算机

原理和应用系统设计基础

罗剑英 编



北京航空航天大学出版社

120596

TP36
6084

TP36

6084

微型计算机原理和 应用系统设计基础

罗剑英 编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以8位机Z=80为主,从应用角度出发,系统地介绍了微型计算机的概念、组成和原理,着重阐述了汇编语言程序设计的基础知识和基本方法。此外,还详细介绍了半导体存储器的组成和工作原理、微型计算机的输入输出方式、并行和串行接口电路的应用、数/模和模/数转换、标准总线、开发系统和微型计算机应用系统实例。

全书内容深入浅出,原理和实例并茂,便于自学。可作为高等学校电子工程、自动化、电子技术和其它非计算机专业的教材,也可作为高等教育自学考试的自学教材和工程技术人员的参考书。

微型计算机原理和应用系统设计基础

WEIXING JISUANJI YUANLI HE YINGYONG XITONG SHEJIJICHU

罗剑英 编

责任编辑 袁冬林 许传安

北京航空航天大学出版社出版

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经销

建华印刷厂排版 觅子店印刷厂印装

* * *

787×1092 1/16 印张:26.75 字数:684千字

1991年2月第一版 1991年2月第1次印刷 印数:4000册

ISBN 7-81012-227-4/TP·041 定价:8.30元

前 言

近十几年来,微型计算机在生产过程控制、自动检测、数据采集与处理、科学计算、商业管理和办公室自动化等方面首先获得了广泛的应用。由于微型计算机具有体积小、重量轻、耗电省、价格低、可靠性高和通用灵活等独特优点,亦广泛用于卫星定向、汽车火花控制、血液测定、交通自动管理和炊具微波炉等专用控制上。近几年来,国内外微型计算机的发展更为迅速,它已渗透到各个学科、各行各业各个领域和人类生活的各个方面,推动着一次新的产业革命。

学习微型计算机,是现代科技人员和高等学校各专业学生不可缺少的训练之一,是必修的专业基础课,可为微型计算机在各专业课中的应用,为各类工程技术人员在科技领域中的开发打下良好的基础。

根据这种需要,过去通过自力更生与引进国外先进技术相结合,取得一定的成绩,但比起先进国家尚有很大差距。为了迅速发展我国的微型计算机事业,大力推广普及应用,还必须在微型计算机原理的基础知识已作了些普及的基础上,进一步在科技人员中普及和提高微型计算机系统及其应用的知识,使他们能够根据科研、生产的需要,实际使用、设计和开发通用或专用的各种规模的微型计算机应用系统。

鉴于8位微型计算机当前仍是各种控制、检测和数据采集系统的主要机种之一,因此,本书以Z-80为主,在阐明微型计算机原理的基础上重点阐述了研制微型计算机应用系统有关的主要内容。例如第四章介绍的汇编语言程序设计基础,第五章介绍的汇编语言程序设计的基本方法,第八章介绍的微型计算机中断系统,第九章介绍的微型计算机接口技术和第十章介绍的微型计算机系统的标准总线等。读者掌握这几章的内容以后,再学习第十一章中有关开发系统的知识,就有了研制微型计算机应用系统的基础。

本书系编者多年讲授微型计算机原理及应用的基础上编写的,在编写时力求循序渐进,由浅入深。力争做到基本概念阐述明确,基础理论与应用实例相结合,硬件与软件相结合,以保证全书内容的完整性和系统性。

在介绍每章内容时,都从基本概念、原理讲起,再以实例说明。在每章的结尾处提出了学习本章的基本要求,指出读者在学习本章之后,应掌握的内容。每章还附有大量的习题与思考题,通过作业和思考题的解答,可以帮助读者系统的复习并巩固本章所学内容。因此,本书比较适合于读者自学。

本书既可用作夜大学、函授80学时左右的教材,也可用作大学本科60学时的教材。

由于编者的水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编者

1990年2月于北京

25562/03

目 录

第一章 微型计算机概述

第一节 微型计算机的发展概况.....	(1)
第二节 微处理器、微型计算机和微型计算机系统.....	(2)
第三节 微型计算机系统的应用.....	(5)
第四节 微型计算机的工作过程.....	(7)
第五节 微型计算机的分类和主要技术指标.....	(8)
本章基本要求	
习题与思考题	

第二章 微型计算机的运算基础

第一节 进位计数制.....	(12)
第二节 不同进位计数制之间的转换.....	(14)
第三节 二进制数的算术运算规则.....	(18)
第四节 数的表示方法.....	(19)
第五节 数的定点与浮点表示法.....	(29)
第六节 二进制编码的十进制数.....	(33)
第七节 字符的编码.....	(38)
本章基本要求	
习题与思考题	

第三章 微处理器

第一节 Z-80微处理器.....	(43)
第二节 堆栈.....	(52)
第三节 几种常见的微处理器简介.....	(55)
本章基本要求	
习题与思考题	

第四章 汇编语言程序设计基础

第一节 程序设计语言.....	(63)
第二节 汇编语言程序的规范.....	(64)
第三节 指令和指令格式.....	(71)
第四节 寻址方式.....	(72)
第五节 指令系统.....	(79)

本章基本要求

习题与思考题

第五章 汇编语言程序设计的基本方法

第一节 汇编语言程序设计的步骤、方法和特点	(129)
第二节 顺序程序设计	(131)
第三节 分支程序设计	(133)
第四节 循环程序设计	(139)
第五节 子程序设计	(149)
第六节 代码转换程序设计	(158)
第七节 算术运算程序设计	(165)
第八节 提高汇编语言程序设计的质量	(170)
第九节 汇编程序	(173)

本章基本要求

习题与思考题

第六章 微型计算机的存储器

第一节 存储器的分类	(178)
第二节 内存储器	(178)
第三节 外存储器	(204)

本章基本要求

习题与思考题

第七章 微型计算机的输入输出

第一节 输入输出接口信息	(211)
第二节 输入输出的寻址方式	(212)
第三节 输入输出的传送方式	(214)

本章基本要求

习题与思考题

第八章 微型计算机的中断系统

第一节 中断的有关概念	(225)
第二节 Z-80的中断系统	(231)

本章基本要求

习题与思考题

第九章 微型计算机的接口技术

第一节 接口的分类及功能	(245)
第二节 并行输入/输出接口	(246)

第三节 串行输入/输出接口·····	(266)
第四节 计数器/计时器接口·····	(272)
第五节 数/模和模/数转换器接口·····	(284)
本章基本要求	
习题与思考题	

第十章 微型计算机系统的标准总线

第一节 标准总线的组成、分类及特点·····	(301)
第二节 内总线·····	(303)
第三节 外总线·····	(323)
第四节 串行电流回路标准·····	(333)
本章基本要求	
习题与思考题	

第十一章 微型计算机应用系统的研制

第一节 微型计算机应用系统的研制方法和步骤·····	(335)
第二节 微型计算机应用系统的研制工具·····	(341)
第三节 X-Y工作台的微型计算机控制系统·····	(348)
第四节 炉温温度的微型计算机控制系统·····	(359)
第五节 脉冲数据采集系统·····	(366)
本章基本要求	
习题与思考题	

第十二章 16位、32位微处理器和微型计算机

第一节 16位微处理器——Intel8086·····	(373)
第二节 iAPX86/88系列微型计算机的横向提升·····	(392)
第三节 80186微处理器·····	(396)
第四节 80286微处理器·····	(397)
第五节 32位微处理器——Intel80386·····	(400)
本章基本要求	
习题与思考题	

附 录

附录一 标志操作摘要表·····	(406)
附录二 Z-80指令功能表·····	(407)

参考文献·····	(417)
-----------	---------

第一章 微型计算机概述

随着大规模集成电路技术的发展,微型计算机作为计算技术与大规模集成电路技术结合的产物,出现于70年代初期。从此,计算机从价格昂贵、难于推广应用的庞然大物一跃而为廉价的、易于普及的灵巧装置,微型计算机的诞生和发展极大地影响着整个社会的各个领域。

本章着重介绍与微处理器有关的基本概念,微型计算机的组成、应用范围、工作过程、分类和主要技术指标。以期达到对微型计算机及其应用等有一概括的了解。

第一节 微型计算机的发展概况

数字电子计算机的出现是近代科学技术的重要成就之一,自从1946年美国第一台数字电子计算机诞生以来,它的发展已经历了四代,目前正在向第五代发展。

随着微电子技术的迅速发展,产生了大规模或超大规模集成电路,从而导至以微处理器为核心的微型计算机的诞生。

微型计算机的发展是以微处理器的发展为表征的,以微处理器为核心的微型计算机是计算机的第四代产品。微处理器自1971年诞生以来,在短短十几年的时间里已发展了五代产品,几乎每隔2~3年就要更新一代。

1971~1973年为第一代。其典型产品是Intel4004和Intel8008,字长是4位和8位,集成度约在2000器件/片,时钟频率为1MHz,指令周期为20 μ s。

1973~1975年为第二代。其典型产品是Intel8080和M6800,字长8位,集成度约在5000器件/片,时钟频率为2MHz,指令周期为2 μ s。

1975~1977年为第三代。其典型产品是Intel8085、M6802和Z-80,字长8位,集成度约在10000器件/片,时钟频率为2.5~5MHz,指令周期为1 μ s左右。

1978~1980年微处理器进入超大规模集成电路时代,通常称为微处理器的第四代。其典型产品是Intel8086, M68000和Z-8000,字长16位,集成度约在30000器件/片,时钟频率可达5MHz以上,指令周期小于0.5 μ s。

1981年到现在已产生了第五代微处理器。典型的产品是iAPX43201,字长32位,集成度约在10万器件/片,时钟频率可达10MHz以上,指令周期在100ns以下。1985年推出的M68020和Intel80386,集成度已达27万器件/片,时钟频率为16~18MHz,指令周期为60ns。

目前微处理器百花争艳,各显其能,各在其不同的场合充分发挥作用。但是,微处理器的生长点是32位。

32位是比较合理的字长,它能有效地综合处理数据、文字、图形和声音等各种信息。在工程计算、数据处理、事务管理、实时控制以及计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)和计算机集成制造系统(CIMS)等方面都能较好地完成任务。而超大规模集成电路(VLSI)的发展提供了生产32位的可能。

16位、32位微处理器的产品虽然很多,但已有进行标准化的趋势。著名的仍是Intel和

Motorola两大系列,即Intel公司的8086/8088-80186-80286-80386和Motorola公司的68000/68008-68010-68020。

实践教育了人们,各种档次的微处理器应该兼容。Intel和Motorola两公司,从16位的微处理器开始,就注意到了后续产品与先期产品的兼容。所以,Intel公司的8086/8088-80186-80286-80386; Motorola公司的68000/68008-68010-68020,它们在指令系统和汇编语言上都是向上兼容的,即80386中包含了8086的全部指令,68020中包含了68000的全部指令。

我国微机处理器在近十几年时间里发展十分迅速。1988年又开发出了新一代以32位微处理器为核心的超级微型计算机系统:长城386和4种增强型的微型计算机系统;长城0520EM, 0520DH, 286B和286E,并同时形成了集约化配套生产能力,使我国微型计算机的开发达到了当前的国际水平。

我国生产的16位、32位微型计算机已开始走与Intel公司和Motorola公司相兼容的道路,这有利于国产微型计算机的进一步发展。

目前,国内外各种类型的微型计算机已在科学研究、工农业生产、国防建设和社会生活等方面获得越来越广泛的应用。

第二节 微处理器、微型计算机 和微型计算机系统

什么叫微处理器、微型计算机和微型计算机系统,这是学习本课程时首先应该搞清楚的问题。

一、微处理器

微处理器(Microprocessor),简称MP或 μP ,它指的是由一片或几片大规模集成电路芯片组成的中央处理机(central processing unit),通常简称CPU。主要包括控制器、运算器、寄存器组和内部数据总线,如图1-1所示。

现将各部分的功能简述如下:

(一) 控制器

控制器的主要功能是用来产生控制信号,这些控制信号,按一定的时序统一指挥微型计算机系统协调一致地工作,它是微型计算机的核心。

(二) 运算器

运算器即算术逻辑部件ALU(arithmetic logic unit),它的主要功能是用来进行算术运算,例如加法和减法;逻辑运算,例如逻辑“与”、逻辑“或”和逻辑“异或”等等。

(三) 寄存器组

寄存器组包括通用寄存器和专用寄存器,它们的主要功能是用来存放操作数、操作结果、地址码和标志计算机操作结果的特征信息等。所以,它是CPU里的一个小型存储器。

(四) 内部数据总线

内部数据总线是CPU内部各寄存器之间及其与运算器之间传送指令代码、操作数和操作结果等而设置的一束信息传输线。

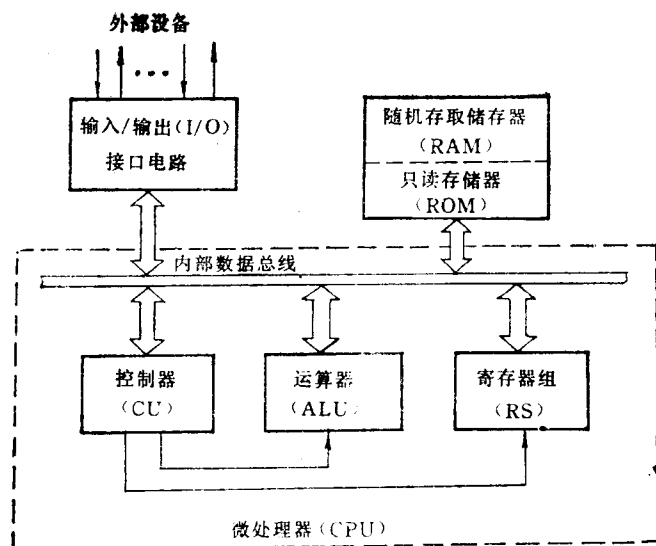


图1-1 微处理器的组成

二、微型计算机

微型计算机是以微处理器为核心，再配上存储器、输入/输出(I/O——input/output)接口电路和外部总线等组成，其结构如图1-2所示。CPU的结构已在前面介绍了，现将其余部分简要介绍如下：

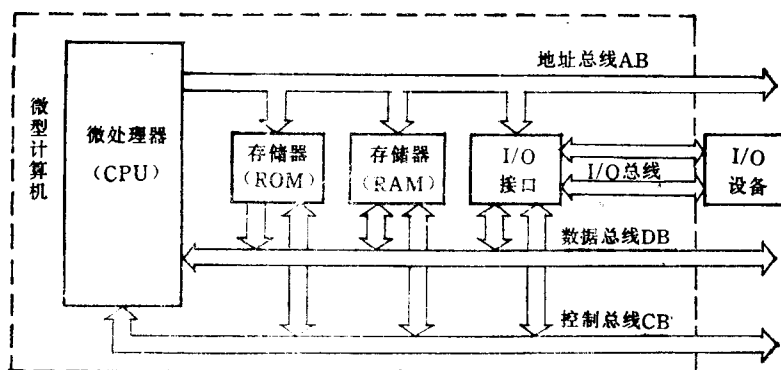


图1-2 微型计算机的组成

(一) 存储器

图1-2中所示的存储器是微型计算机用来存放程序和数据的，它是一个大的信息储文库，由于它是属于微型计算机的组成部分，人们把它称为内存储器，简称内存，或叫主存。

内存储器包括只读存储器ROM(read only memory)和随机存取存储器RAM(random access memory)，又称读/写存储器。只读存储器主要用于存放固定的程序，如监控程序，管理程序和一些专用子程序、表格等。计算机在工作中只能从中读出，不能写入。

随机存取存储器主要用于存放计算机当前要执行的程序和数据，它可以直接与CPU随时交换信息。所以，随机存取存储器的内容可按要求随时从中读出，也可随时写入。

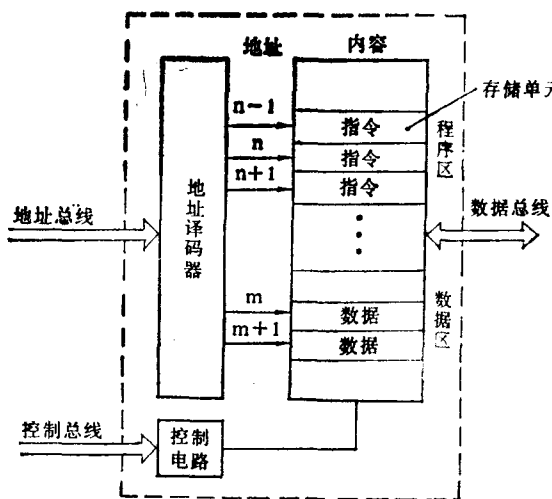


图1-3 图内存存储器结构示意图

内存的存储容量：对于字长为8位的微型计算机，其内存容量最大为64K。

图1-3是内存的结构示意图，无论是ROM或RAM都是由一系列的存储单元组成，每个存储单元可存放用于表示指令、字符或数据的8位二进制代码。而且各存储单元都有一个唯一确定的编号，称为存储单元的地址，地址也是用二进制代码表示的。存放指令的区域称为程序区，存放数据的区域称为数据区。

如图1-3所示，如果CPU发出的地址码与存储器中某单元的地址相符，那么地址码经地址译码器译码后，便选中该存储单元，并由数据总线根据控制总线上的控制信号对该单元进行读出或写入操作。

（二）输入/输出接口电路

如图1-2所示，输入/输出接口电路是CPU与外部设备（简称外设）之间的桥梁。CPU与外设交换信息时，是通过接口电路传送的。一台微型计算机都必须配备有外设。外设包括输入设备和输出设备。输入设备有键盘、纸带输入机、模/数转换器等，它们把程序、原始数据、模拟量转换为计算机能接收和识别的信息。输出设备有显示器、行式打印机、CRT终端、数/模转换器等，他们将计算机处理或运算的结果转换为人易于识别或输出设备所能接收和识别的信息。此外，还有既可用作输入，又可用作输出的设备，如磁盘、磁带机等。这些外设要连到计算机上工作，都必须通过输入/输出接口电路。

（三）外部总线

外部总线又称系统总线，它是用来连接CPU、内存和外设接口三者之间传送信息的一束信息传输线。

外部总线包括地址总线AB（address bus）、数据总线DB（data bus）和控制总线CB（control bus）。地址总线用来传送内存各单元的地址或外设的地址。数据总线用来传送数据。控制总线用来发送控制微型计算机系统协调一致动作的控制信号。若同一条总线，既可发送信息又可接收信息，即可以朝两个方向传送信息的总线叫双向总线，例如数据总线。只能朝一个方向传送信息的总线叫单向总线，例如地址总线和控制总线。

三、微型计算机系统

微型计算机系统由硬件和软件两大部分组成。

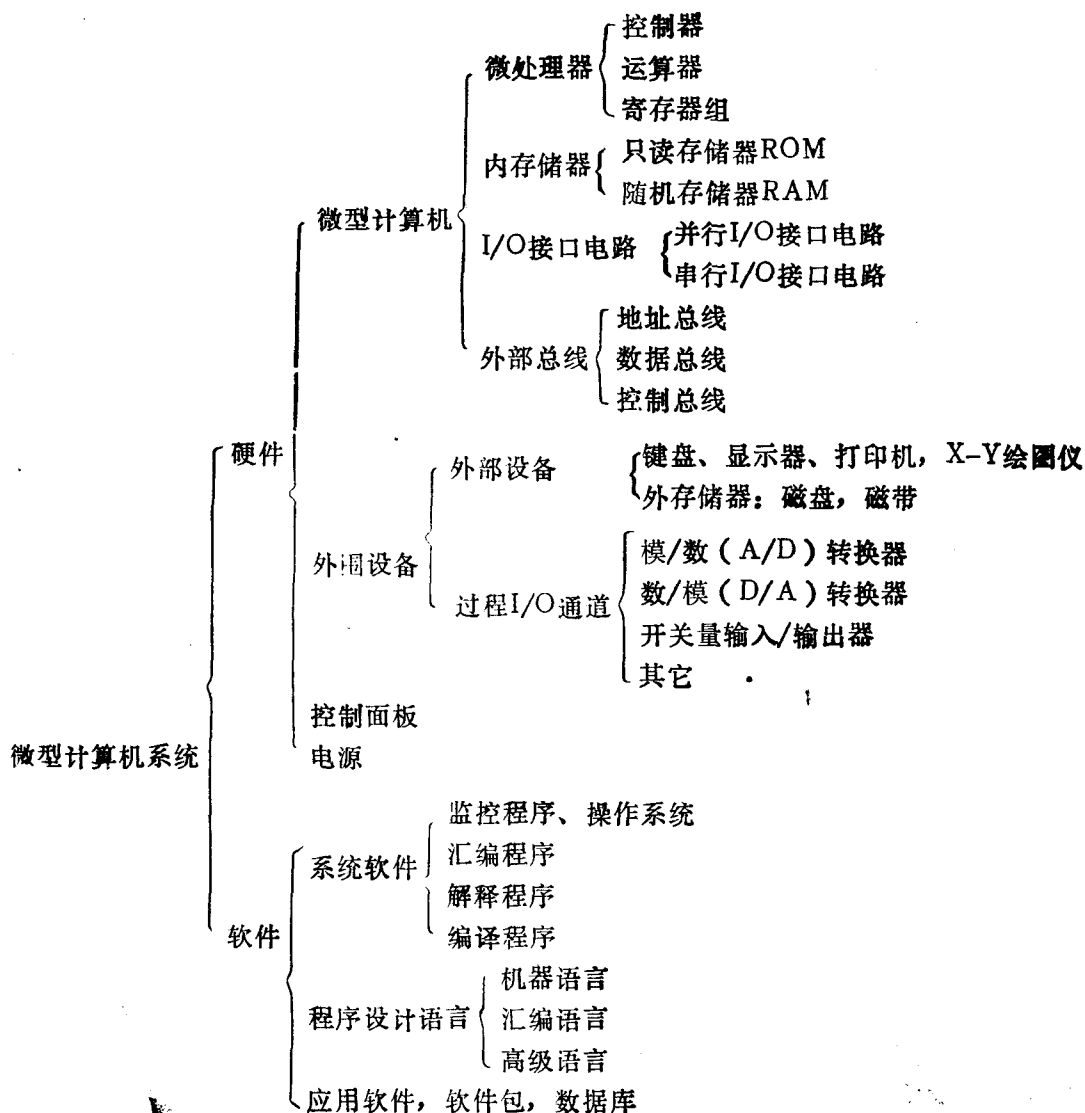
（一）微型计算机系统的硬件

以微型计算机为核心，加上外部设备、电源和控制面板等构成了微型计算机系统的硬件，也称硬设备。

（二）微型计算机系统的软件

硬件是微型计算机系统主要组成部分之一，但只有硬件，系统无法进行工作，必须要有软件来支持。一般地说，软件包括各种程序设计语言、系统软件、应用软件、软件包和数据库等。

一个完整的微型计算机系统所包含的全部内容如下：



第三节 微型计算机系统的应用

微型计算机系统的应用大致可以归纳为下列几个主要方面。

1. 科学计算

科学计算(或数值计算)所解决的大都是一些十分复杂的数学问题，只有具有高速运算和信息存储能力的计算机系统才能完成。例如人造地球卫星的轨道计算；宇宙飞船的制导；高能

物理方面的分子、原子结构分析；反应堆的控制；水利、农业方面的水利设施的设计；水文计算；气象预报等。如果没有计算机系统的高速而又精确的计算，许多近代科学都是难以发展的。

2. 实时控制

实时控制(或过程控制)是利用计算机系统对被控制的对象及时地进行数据采集和处理，并按最佳状况对被控对象进行控制。实时控制的对象通常是一个生产过程或物理过程。例如钢铁、石油、化工和造纸等生产过程的控制；生物生长发育过程的控制以及炮弹、火箭和飞机飞行的控制等。如果没有计算机系统，人工是无法控制或难以精确地控制它们的。

3. 数据处理

当今社会已进入信息社会，为了正确认识和迅速掌握信息所反映的事实，需要及时的进行信息分析和数据处理。这种问题用人工分析、处理是力不从心的。例如在我国人口普查中，要对一百多个大中城市人口的年龄、性别、职业等项目进行整理、分类和制表；要从大量情报资料中寻找所需资料的情报检索等都属于这类应用。这种数据处理，单靠人力是无法精确完成的，而计算机系统就能迅速的获得正确的结果。

4. 辅助设计/辅助制造和集成制造系统

用计算机系统实现工厂的全盘自动化和无人化，这是人们的愿望。计算机辅助设计/计算机辅助制造(CAD/CAM)的发展为此开辟了一条实现的道路。计算机辅助设计是把设计的要求、基本方案和有关数据送入计算机，由辅助设计的程序进行各种方案的比较和计算，并在输出设备上显示设计的图形和数据，打印出有关设计的文件等。计算机辅助制造，是把计算机引入生产的全过程实现人机结合，实施监视、控制和管理。计算机集成制造系统，简称CIMS，它是为实现上述目标提出的一种形式。CIMS是按系统工程的观点将整个工厂组成一个系统，用计算机对产品的初始构思和设计直至最终的装配和检验的全过程实行管理和控制，从而实现产品的高效率、高质量、高经济效益和高灵活性。

5. 企事业管理

计算机系统可用于计划统计、财务管理、人事管理、行政管理、购销管理、市场预测和办公自动化等。计算机系统引入企事业管理后，可在上述实际活动中收集数据，从中提取反映企事业状况的信息，加以集中、分析和处理，然后在决策人员的参与下，作出企事业活动的最优选择。目前，在一些发达国家，用于管理方面的计算机已占装机总量的80%。

6. 人工智能

人工智能是研究用计算机系统模拟人类某些智能行为，如感知、推理、学习和理解等方面的理论和技术。它的研究领域包括：问题求解、逻辑推理与定理证明；自然语言处理；专家系统；机器人学；机器视觉；智能检索系统等。近十年来，人工智能的研究已开始走向实用化，它的重大意义是为计算机系统的应用开拓出更高水平的全新的广阔领域。

7. 网络系统

计算机网络是计算机技术与通讯技术互相渗透、不断发展的产物。

所谓计算机网络，就是以能够相互共享资源(包括硬件、软件和数据等)的方式连接起来的，并且各自具备独立功能的计算机系统的集合。

网络按所连接地区大小的不同，可以分为远程网络和局部网络两种。70年代发展起来的微型计算机，由于它的性能还不够强，用户期望增强其性能，往往将多台微型计算机连接成

较大的系统以共享资源。这种连接在网络中的微型计算机，称为微型计算机局部网络。微型计算机局部网络保持了微型计算机系统体积小和价格低的长处，又弥补了微型计算机系统资源较弱的短处，这是微型计算机系统连接的局部网络之所以能引起人们高度注意和迅速发展的原因。

第四节 微型计算机的工作过程

尽管微型计算机有各种不同的系列，型号也各异，但就其工作过程来说是基本相同的。下面简要介绍微型计算机的工作过程。

例如，计算机如何求解 $3 + 5 = ?$ ，为解决这个问题，就需要编制一个解题的程序，计算机执行此程序后，便可求得 $3 + 5 = 8$ 的答案。其程序如下：

```
LD      A, 3    ; 将立即数 3 送累加器 A
ADD     A, 5    ; 将累加器 A 中的内容 3 和立即数 5 相加，其和送 A 中
HALT    ; 暂停操作
```

由于微型计算机不能直接识别指令助记符和十进制数。因此，应将程序中的每条指令转换成二进制的指令代码，计算机才能识别。上述程序转换成二进制指令代码后表示如下：

指令助记符	二进制的指令代码	注 释
LD A, 3	0011 1110	; 传送指令的操作码
	0000 0011	; 操作数 3 (立即数)
ADD A, 5	1100 0110	; 加立即数指令的操作码
	0000 0101	; 操作数 5 (立即数)
HALT	0111 0110	; 暂停指令的操作码

用这三条指令所编的程序，共 5 个字节，需要 5 个存储单元的存储空间。可以把这 5 个字节的程序通过输入设备（键盘）按顺序存放在存储器的任意连续的 5 个单元中，假定存放情况如图 1-4 所示，指令 1，2 各占两个单元，指令 3 占 1 个单元，它们从 $n-1$ 单元开始这段程序的执行过程也即微型计算机的工作过程。执行时，首先把程序计数器 PC(program counter) 赋给第一条指令的操作码地址 $n-1$ ，再送上地址总线，根据该地址从存储器的 $n-1$ 单元中取出指令操作码 0011 1110 (3EH)，经内部数据总线送入指令寄存器，再送指令译码器译码后，便由控制电路为执行此指令发出各种控制命令，经控制线送到各有关部件。程序计数器 PC 的内容自动加 1，地址变为 n 后，又送上地址总线，根据该地址又从存储器的地址为 n 的单元取出操作数 0000 0011 (3) 经内部数据总线送入累加器 A。至此，第一条指令执行完毕，数据 3 被放到累加器 A 中。

同理，从 $n+1$ 单元中取出第二条指令的操作码；从 $n+1$ 的下一个单元中取出操作数 5 送算术逻辑部件 ALU 的另一个输入端的暂时寄存器中，于是操作数 5 和累加器 A 中的 3 在 ALU 中相加，和数 8 从 ALU 输出再送到累加器 A 中。也就是说，第二条指令执行完毕时，累加器 A 中为和数 8。

取出第三条指令是暂停指令，执行这条指令以后，计算机停止全部操作。

如有必要，还可将结果通过输出设备——打印机，将结果打印出来。

总结上述计算机工作的过程，实际上是执行程序的过程。程序是由一系列指令组成的。因此，执行程序的过程就是执行指令系列的过程，如此周而复始地取指令和执行指令。所以

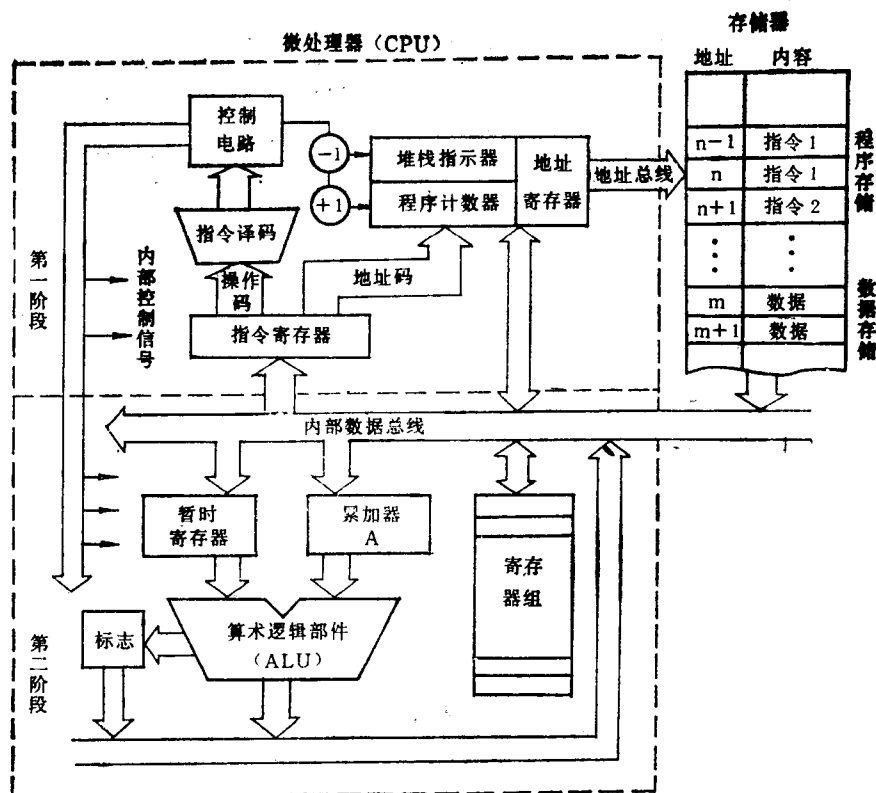


图 1-4 微型计算机的工作过程

微型计算机的工作过程，也就是不断地取指令和执行指令。了解微型计算机的工作过程以及微处理器在其中所起的作用，有助于以后详细讨论各个章节的内容。

第五节 微型计算机的分类和主要技术指标

一、微型计算机的分类

微型计算机的性能主要由其核心CPU所决定，而字长又是CPU的主要性能标志之一，故微型计算机的分类通常是用CPU的字长来划分。所谓字长，就是在微型计算机中使用的各种信息，例如数据、字符、指令代码等都是以一组或几组二进制代码表示的。计算机以一组二进制代码作为一个整体来处理或参加运算，则这组二进制代码称为一个计算机字，简称为字。每个字所包含的二进制位数称为字长。字长有4位、8位、16位和32位。所以，微型计算机就可分为4位、8位、16位和32位机等几种。

微型计算机也可以按结构分类，如果按结构来分，则可分为下列四类。

(一) 标准结构的微型计算机

这类微型计算机的结构如图1-2所示，它由CPU、存储器（包括ROM、RAM）、I/O接口等通过外部总线连接而成。配上外设和软件，就可构成高性能的通用微型计算机系统。

(二) 单板微型计算机

这类微型计算机的结构是CPU, ROM, RAM, 接口电路、键盘、显示器和一些辅助电路组装在一块印刷电路板上, 故称为单板微型计算机。当前在工业控制方面用得较多的是TP801型。它具有结构简单、功能较齐全、价格便宜、使用、维修方便等特点。

(三) 单片微型计算机

单片微型计算机是把CPU, ROM, RAM和I/O接口电路集成在一块芯片上; 但ROM, RAM的容量不大, I/O接口电路的数量不多。它具有单板微型计算机类似的优点, 目前较广泛的应用于工业控制和各种智能仪表中, 其型号有MCS-48, MCS-51, MCS-96和Z8等几个系列。

(四) 位片结构的微型计算机

前面所介绍的微型计算机的微处理器是MOS型的, 它是把控制器、运算器和寄存器组集成在一片芯片上。而位片结构的微型计算机则是采用双极型工艺制作的“位片微处理器”, 它的控制器、运算器和寄存器组是由两种芯片组成, 一种是把完整的运算器、寄存器和多路开关等逻辑电路集成在一片芯片上, 称为ALU/寄存器芯片, 常用的有2位“位片”和4位“位片”, 即每片芯片上包含2位或4位字长。利用这些“位片”可以级联成8位、12位、16位、20位等不同字长的ALU/寄存器芯片。控制器则采用微程序控制原理设计并制作在另一种芯片上。所以将ALU/寄存器芯片、微程序控制器芯片所组成的CPU再配以ROM, RAM和I/O接口电路就构成了位片结构的微型计算机。它主要用于数字滤波、快速傅里叶变换、数字通讯等要求运算处理速度高的场合。

目前, 常用的位片有Intel3000系列的2位“位片”和Am2900系列的4位“位片”。

由于通用微处理器对于数字信号处理的大运算量, 特别是乘法运算十分缓慢。而位片结构微处理器和快速并联乘法器一起使用, 是实现数字信号处理的有效途径。然而, 由于它所需器件较多、逻辑设计和微程序设计比较复杂、耗电量较大, 故价格较贵。单片式数字信号处理器的出现解决了上述各种问题, 单片式数字信号处理器的主要特点是把算术逻辑运算部件、并联乘法器、控制器和相当容量的存储器集成在一个单片上。它主要是为数字信号处理的算法设计的。这种单片式数字信号处理器为实现数字信号处理开辟了另一条简便而又廉价的途径。美国Texas仪器公司的TMS320系列, 就是其中突出的例子。TMS32010是它的第一代产品, 第二代产品是TMS32020, 它比第一代产品在性能上有显著的改善。

二、微型计算机的主要技术指标

评价微型计算机的技术指标很多, 如造价、体积、耗电、可靠性等等, 但最常用的指标有下面几项:

(一) 字长

字长标志着计算精度, 字长愈长, 它能表示的数值范围愈大, 计算出的结果有效数的位数就愈多, 精度就愈高。但字长愈长, 制造工艺愈复杂, 造价就愈高。微型计算机的字长有4位、8位、16位和32位。当用字长较短的微型计算机处理问题精度不能满足要求时, 可以采用双倍或多倍字长运算, 不过这时比用单字长运算其速度自然要慢一些。

(二) 内存储器的容量

内存储器的容量是以字长或字节为单位计算的, 每1024个字或字节称为1K字或1K字节。容量愈大, 能存放的信息、数据、文件就愈多, 计算机的功能就愈强。微型计算机的内

存容量一般为4K~64K字节，高档微型计算机也可达到几千K字节。Z-80微型计算机的内存容量最大为64K字节。

(三) 指令系统

微型计算机的指令系统所包含的指令的条数愈多，它的功能就愈强。Intel8080微处理器有76条指令，而Z-80微处理器就扩大到158条。很明显，Z-80的功能比Intel8080要强。Intel8080微处理器上有的运算要几条指令才能完成，而Z-80只要一条指令就行了。指令功能取决于其硬件的结构性能。指令丰富，说明机器硬件结构性能愈优越。

(四) 运算速度

运算速度是微型计算机结构性能的综合表现，它用每秒能执行多少条指令来表示，单位是次/秒。因为执行不同的指令所需的时间不同，这就产生了如何计算运算速度的问题，目前常用的方法有三种：一是根据不同类型指令在计算过程中出现的频繁程度乘以不同的系数，求得统计平均值，这时所指的运算速度是平均运算速度；二是以执行时间最短的指令为标准来计算运算速度；三是直接给出计算机的主时钟周期时间及执行每条指令所需的周期数。

在微型计算机中，常用上面介绍的第三种方法，有时也用执行指令的平均时间，也可以两者兼用。例如Z-80微型计算机，它既给出了执行指令的平均时间为 $1.6\mu s$ ，又给出了主时钟周期时间。Z-80的主频率为2.5MHz，则主时钟周期为400ns (Z-80A为4MHz)。

(五) 允许配置的外设数量

允许挂接的外设数量越多，微型计算的功能越强。例如Z-80微型计算机能直接实现对256个输入、输出通道的寻址，也就是说，它允许配置近百台外设。

(六) 系统软件的配置

系统软件的配置主要是指配置了什么样的操作系统、汇编语言和高级语言的种类，即配备了什么样的汇编程序和高级语言的编译程序，这将决定计算机是否能发挥高效率。

本章基本要求

本章着重介绍了微型计算机的有关概念、应用范围、工作过程、分类及其主要技术指标。通过学习，要求重点掌握：

1. 微处理器、微型计算机、微型计算机系统的概念。
2. 总线的概念，总线的种类及其在微处理器、微型计算机和微型计算系统中的作用。
3. 微型计算机的工作过程、分类方法和主要技术指标。

习题与思考题

1. 什么叫微处理器、微型计算机和微型计算机系统？
2. 画出微处理器、微型计算机的结构框图，说明各组成部分的作用。
3. 内部数据总线的作用是什么？系统总线由哪几部分组成，各部分的功用是什么？
4. 存储器的主要用途是什么？