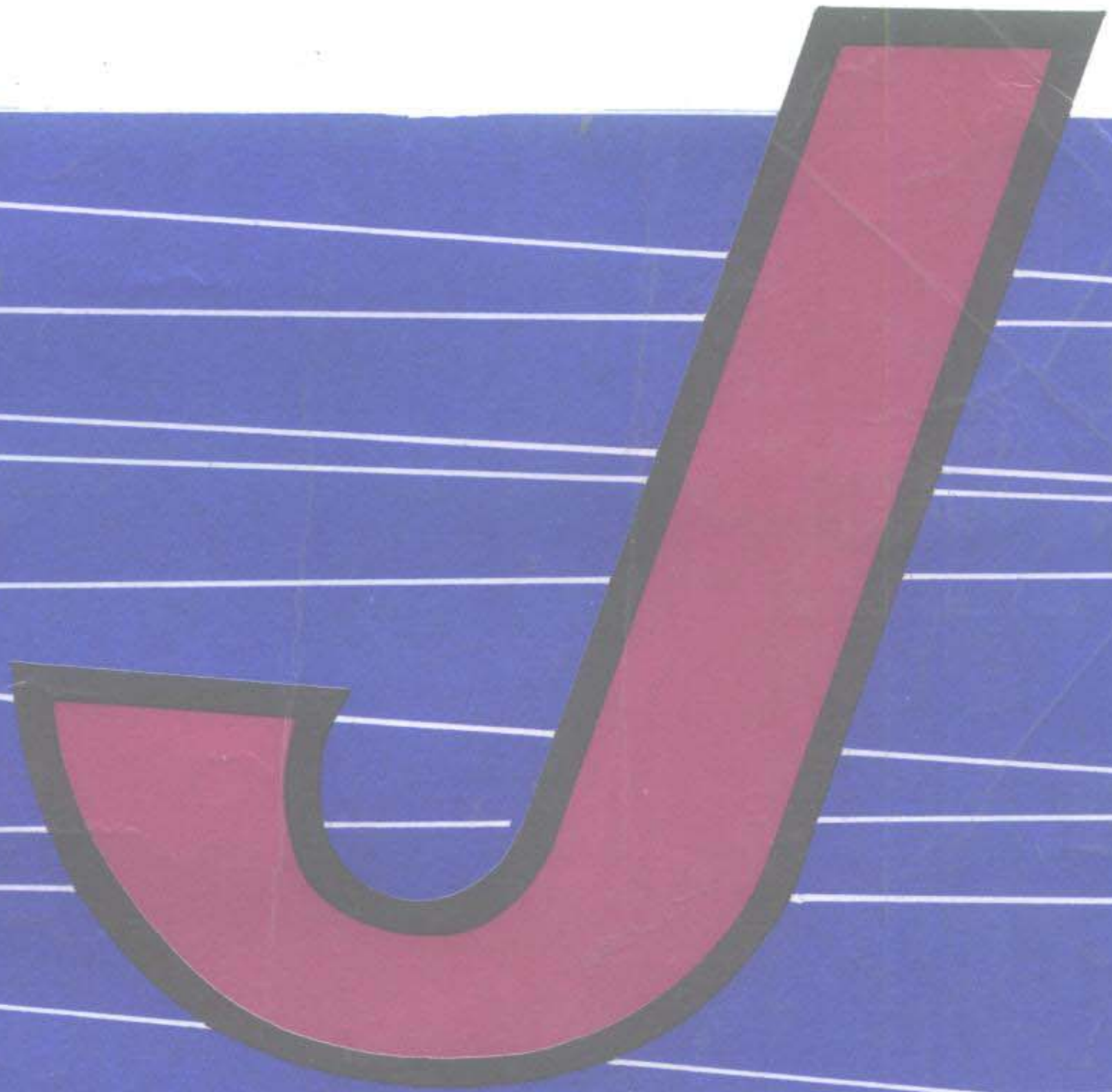


导航微机系统及软件设计

郝燕玲 乐慧康 仪维宪 编

哈尔滨船舶工程学院出版社



TN 965.8
H20

导航微机系统及软件设计

郝燕玲 乐慧康 仪维宪 编

哈尔滨船舶工程学院出版社

(黑)新登字等9号

内 容 简 介

本教材为自动控制和导航专业本科生微机系统及软件设计课教材。本教材以 INTEL8086 微机系统为主要内容,包括系统结构原理和软件设计方法等基本内容,又有 8086 微机系统在导航系统中应用的足够实例。本教材除作为大学本科学生的教材之外,还是一本微机系统及软件设计的实用参考资料。

D283/03

导航微机系统及软件设计

郝燕玲 乐慧康 仪维尧 编

哈尔滨船舶工程学院出版社出版
新华书店首都发行所发行
哈尔滨毕升电脑排版有限公司排版
哈尔滨工业大学印刷厂印刷

开本 787×1092·1/16 印张 19.25 插页 4 字数 460 千字

1992 年 12 月第 1 版 1992 年 12 月第 1 次印刷

印数:1—1000 册

ISBN 7-81007-244-7/TP·13

定价:5.00 元

前 言

随着微计算机的广泛应用,使舰船实现自动化、系统化,实现全球、全天候和高精度组合导航及武器的准确发射等都成为现实;而且,造价低廉,使用方便,安全可靠。因此,越来越多的工程技术人员面临着一个新的局面,即需要尽快地掌握微计算机的结构和软件设计原理。本书即是针对这一需要而编写的,作者试图将 8086 微机系统结构设计、接口设计和应用软件的开发,结合其在船用导航设备中成功的应用实践介绍给学生,以培养学生根据不同用途,自行设计专用的 8086 微机控制系统的能力。

随着 8 位微型机应用的普及和深入,各个领域对微型机的性能提出了更高的要求。目前,多种 16 位微型机系统在国际上已得到了广泛的使用。而 INTEL 公司 8086CPU 又是 16 位微处理机的代表性产品,也是世界上应用最广泛的一种 16 位的 CPU 芯片。我国高等院校普遍开设了“微型计算机原理与应用”的课程,本教材可作为自动控制和导航专业本科生必修课程教材及研究生参考教材;亦可作为其它专业“8086 微机原理与应用”课程的教材。

本书共分九章:第一章为概述,重点介绍微机在导航系统中的应用特点和微机的发展,对 8086 系列也作了简单地介绍;第二章介绍 8086CPU 芯片的结构、性能和工作原理,本章是掌握 8086 微机系统硬件的基础;第三章、第四章是 8086 指令系统及汇编语言程序设计,这两章是进行 8086 软件设计的基础;第五章为中断技术;第六章是 8086 的输入、输出和可编程接口芯片;第七章是 INTEL 多总线;这三章是进行 8086 系统中断设计、接口设计和多总线接口设计的基础,也是进行系统设计必须掌握的部分;第八章是进行 8086 系统应用软件开发的手段和方法介绍;第九章是 8086 微机系统在导航系统中的应用实例;最后两章是导航科研实践的总结,有一定的参考价值。

本教材是作者经过长时间科研和教学实践总结整理而成的。

本书第一章、第二章、第六章及第九章由郝燕玲教授编写;第三章、第四章、第七章和第八章由乐慧康讲师编写;第五章由仪维宪副教授编写。本书由郝燕玲教授担任主编,哈尔滨工业大学孙迪生副教授担任主审。在本书编写过程中,得到船舶工业总公司教材编审室和哈尔滨船舶工程学院导航研究室同志们的大力帮助,在此谨向他们表示衷心感谢。

由于作者水平所限,经验不足,难免有欠妥之处,希望读者和使用本教材的院校师生给予批评指正。

作 者

1992 年 4 月

目 录

第一章 概 述.....	(1)
第一节 微型计算机发展概述.....	(1)
第二节 微型计算机在导航系统中的应用.....	(2)
第三节 微型计算机基础知识.....	(4)
第四节 8086 系列的特点	(12)
第二章 8086 的组成	(15)
第一节 8086CPU 寄存器结构	(15)
第二节 指令排队机构	(21)
第三节 存贮器	(25)
第四节 8086CPU 引脚及其功能	(31)
第五节 8086 系统的总线结构与操作	(34)
第六节 时钟产生器 8284	(42)
第七节 最小/最大模式.....	(44)
第三章 8086 指令系统.....	(50)
第一节 指令操作数的寻址方式	(50)
第二节 数据传送类指令	(54)
第三节 算术运算指令	(57)
第四节 逻辑运算指令	(62)
第五节 程序转移指令	(63)
第六节 串操作指令	(66)
第七节 处理器控制指令	(67)
第八节 8086 指令编码	(68)
第四章 MCS-86 汇编语言程序设计	(73)
第一节 MCS-86 宏汇编语言概述.....	(73)
第二节 标号的定义与访问	(74)
第三节 数据的定义与访问	(76)
第四节 记录、结构的定义和访问.....	(82)
第五节 段的定义及段寄存器的装填	(87)
第六节 宏定义与宏调用	(89)
第七节 程序设计初步	(91)

第八节	子程序设计	(95)
第九节	MCS-86 支持模块化程序设计	(101)
第十节	程序设计实例	(107)
第五章	中断技术	(114)
第一节	概述	(114)
第二节	8259A 可编程中断控制器	(120)
第三节	8086 的中断矢量结构和排队电路	(133)
第四节	中断程序设计和实例	(141)
第六章	8086 的输入/输出和可编程接口芯片	(150)
第一节	8086 的输入/输出	(150)
第二节	8251A 可编程通讯接口	(151)
第三节	8253、8253-5 可编程时间间隔定时器	(159)
第四节	8255A 可编程外围接口(PPI)	(167)
第五节	8279 可编程键盘/显示器接口	(176)
第七章	INTEL 多总线	(187)
第一节	多总线结构	(187)
第二节	多总线数据传送操作	(192)
第三节	多总线中断操作	(194)
第四节	多总线判优与总线交换操作	(195)
第五节	多总线接口设计	(198)
第八章	8086 应用系统软件开发	(208)
第一节	模块化程序设计技术	(208)
第二节	8086 软件开发工具	(212)
第三节	程序测试方法和测试工具	(219)
第四节	一个由 86/330A 组成的软件开发系统	(223)
第九章	微计算机在导航系统中的应用	(228)
第一节	平台罗经控制微计算机	(228)
第二节	组合导航计算机的组成及分类	(238)
第三节	组合导航单机系统结构	(240)
第四节	分布式导航计算机	(258)
附录 1	8086 指令代码表	(269)
附录 2	8086 指令表	(271)

第一章 概 述

第二次世界大战以后,随着海洋开发和宇宙空间技术的发展,“导航”已成为当今世界引人关注的问题,它直接关系到运载器的准确性、安全性和经济性。在微型计算机技术的发展和推动下,新型的导航设备陆续问世。在这些新型导航设备中,数据处理、信息控制和信息传输都应用了微机技术,提高了设备的可靠性,扩展了设备的功能。尤其是现代特种舰船,对导航提出了更高的要求,不仅要求提供准确的位置信息,而且要求导航信息综合处理,舰船在航行、操纵、定位、避碰等方面实现自动化和系统化,因此,必须应用微机。

在微机广泛应用的今天,工程技术人员面临着这样一个局面:要求他们尽快地掌握微机应用技术。目前,我国舰船控制和导航设备普遍应用的是 8086 微机系统。从这一基本事实出发,本书从应用的角度,系统地介绍 8086 微机系统的原理、开发使用方法及在导航中的应用。

第一节 微型计算机发展概述

微处理机属于第四代计算机。从 1971 年美国 INTEL 公司的第一台用 PMOS 工艺制造的 4 位微处理机 4004 到现在,微处理机的规模已发展了四代产品。大规模集成电路是微处理机发展的支柱。随着集成电路工艺的发展,在单片硅片上,集成度从 1200 个晶体管发展到现在的十余万个。由于采用大规模集成电路技术,微型计算机具有体积小、功耗低、重量轻、价格低、高可靠、使用方便等一系列优点,因此,获得了广泛的应用和发展。微型机自 1971 年问世以来,大约每隔 2~4 年就更新换代一次,至今已经历了三代的演变,进入了第四代。微型机的换代,通常是按其 CPU 字长数和功能来划分的。

第一代(1971 年~1973 年)是采用 PMOS 工艺作成 4 位、低挡 8 位微处理器和微型机。代表产品是美国 INTEL 公司的 4004 微处理器及 8008 微处理器、MCS-4 微型计算机和 MCS-8 微型计算机。

第二代(1973 年~1978 年)用 NMOS 工艺作成 8 位微处理器和微型机。代表产品是美国 INTEL 公司的 8080、Zilog 公司的 Z80、Motorola 公司的 MC6800 和 INTEL 公司的 8085。

第三代(1978 年~1981 年)采用 NMOS 工艺,包括高性能的 8 位机和相当于低中档小型机水平的 16 位微处理机。以 INTEL 公司的 8086、Motorola 公司的 68000、Zilog 公司的 Z-8000 为代表。这类 16 位微型计算机都具有丰富的指令系统,采用多级中断系统、多重寻址方式、多种数据处理形式、段式寄存器结构和乘除运算硬件,电路功能大为增强,并配有强有力的软件系统。目前已经是 16 位机成熟阶段。

发展 16 位微型计算机的另一途径是将过去已经流行的小型计算机微型化。如美国

DEC 公司以 PDP-11 系列机为背景,开发了 LSI-11 系列的 16 位微处理器。

第四代(1981 年以后)为 32 位微处理器和微型计算机。有人称之为超级微型机。如 INTEL 公司的 80386、Motorola 公司推出的 MC68020、HP 公司、Bell Lab 也相继研制成 32 位微处理器。这些 32 位微处理器的主要特点是采用流水线控制,面向高级语言的系统结构,支持高级语言调度和调试,具有开发操作系统的专用指令,提高了软件的生产率。HP 公司的 32 位微处理器芯片集成了 15 万个晶体管,时钟频率为 18MHz,微周期为 55ns。贝尔研究所的 MAC 32 μ p 芯片集成了 15 万个晶体管,微周期为 31ns。由于集成度很高,系统的速度和性能大为提高,可靠性增加,成本降低。现在,32 位微型机的功能,足以同高档的小型机相匹敌,大有取代中、小型机之势。

目前,微型机已跨入第五代,即走向人工智能的时代。

对于微型计算机发展过程还有另一种划分方法,即分成低级、中级和高级三个阶段:

1. 低级产品阶段:是微处理机发展初期以 Z-80 为代表。它们是由电子工程师设计的,这些产品在计算机科学家看来是低能儿,而 Z-80 是这些低档产品中的最后一个代表产品。

2. 中级产品阶段:是软件工作者参加意见设计的,产生了 8086、6809 等产品,但是,计算机科学家认为它们仍没脱离电子工程师设计的框框。

3. 高级产品阶段:是指开始出现的或即将出现的 INTEL 公司 iAPX432、NS 公司的 NS16032 等产品,是由计算机科学家设计的,电子工程师试制的,基本与以前传统产品无共同之处。

我国从 1974 年开始研制微型机。1977 年 4 月研制成我国第一台微型计算机 DJS-050,接着又研制成 DJS-052、DJS-053、DJS-061、DJS-062 和 DJS-063 等微型机。1981 年以后,我国也开始研制和开发 16 位微型计算机。在大规模集成电路方面的研制工作也有了较大的进展。

在微型机应用方面,我国起步较晚,大约在 1979 年才开始注意微型机的应用。几年来,微型机的应用已经迅速发展起来。目前,它广泛应用于冶金、纺织、石油、煤炭、地质、仪器仪表、邮电通讯、水利电力、气象、银行、医疗卫生、事务管理以及军事指挥等方面的数据处理、过程控制与自动化、科学计算和辅助设计等方面,开始在国民经济及国防现代化建设中发挥作用,并显示出强大的生命力。当务之急是迅速推广微型机的应用,尤其是 16 位微型机、分布式多微处理机系统及局部网络。所有这些都将加快我国现代化建设的进程。

第二节 微型计算机在导航系统中的应用

自 70 年代初出现微处理机以来,微型计算机的发展十分迅速,它的应用已经深入到各个领域。随着微机技术陆续用于导航系统,大大加速了导航设备的更新换代。导航微机系统已经不只是数据处理的工具,而且是导航设备的重要组成部分,微型计算机在导航领域中已经发展到缺了不行、非用不可的程度。例如,在无线电导航系统中,接收机接收到的是相位差(或时差)信号,需要经过人工计算、人工查表或人工绘图才能得到测位信息,这样得到的测

位信息精度不高,又不连续。微机技术被应用到无线电导航系统中后,无线电接收机不仅实现了体积小、重量轻、价格便宜,而且实现了自动解算、实时显示;同时扩展了许多功能,例如,绝对速度、航向的解算和显示,跟踪航线、编辑航线、计划航线和引导航路点,以及自动报警、自动打印、自动标绘等功能,提高了导航定位精度和自动化程度,这方面的实例有卫导接收机、自动劳兰 C 接收机,自动奥米加接收机和 GPB 接收机等。

随着大规模集成电路工艺的飞速发展,微型计算机不仅以其体积小、功耗低、重量轻、价格低、可靠性高、使用方便等优点在各领域中获得了广泛的应用,而且,随着其容量和速度的提高,可以替代中、小型计算机。尤其是分布式多机系统的应用,使复杂的大系统也得到了更新。例如我国六七十年代研制的船用惯导系统,其控制计算机是一台小型专用计算机,其三个机柜体积分别为 $0.6 \times 0.7 \times 1.4 \text{ m}^3$ 、 $0.6 \times 0.7 \times 1.2 \text{ m}^3$ 和 $0.4 \times 0.6 \times 0.8 \text{ m}^3$,平均无故障时间约为 200 h,价格是人民币百万元。我国 80 年代推出的船用惯导系统、平台罗经系统都用 16 位 8086 微型机系统实现的。该系统有多总线支持,有完整的指令系统,有可以扩展的内存空间,有灵活的外设接口,有丰富的软件资源。这些特点为惯导系统的研制带来了方便。这些用微机系统支持的新型惯导系统——平台罗经已经作为常规设备安装在舰船上,使用情况表明,微型计算机所具有的特点,如运算速度、存储容量、中断系统等都在导航系统的应用中发挥了作用。

舰船导航设备工作在湿度大、有盐雾霉菌和摇摆冲击振动的环境中,而且要求连续工作几昼夜、几十昼夜不出现故障。为了满足上述要求,对于舰船导航微机系统的设计提出了新的问题。通过学习世界先进技术,结合我国实际情况,我国已经研制出抗恶劣环境的微型计算机系列产品,其特点首先是从硬件着手,提高每一个组成部件的可靠性,对元器件进行严格筛选,然后在结构和工艺方面进行专门设计,包括以下几方面内容:

1. 热设计

电子线路板为密封式插箱结构,插箱进行三级热设计。一是印制板上的元件传导散热;二是箱体蜂窝夹心板,加大散热面积,采用低热阻办法散热;三是整个机箱通过夹心板内强制风冷散热。这样的热设计可以保证设备在 50°C 以下的工作环境中工作。

2. 防潮湿设计

微型计算机工作在完全密封的机箱中,变压器和线圈中的空隙用耐高温、绝缘性能好的绝缘漆添充。

3. 防盐雾防霉菌设计

采用镀锌、镀铬、镀镉及表面喷涂防腐剂的方法,同时,采用密封技术,隔绝与盐雾的接触。

4. 抗振设计

采用涨压式楔型导轨锁紧装置安装各印制板,对元器件也附加紧固装置等。

采用上述措施进行加工设计的导航微机系统,经过最近五、六年的使用考核,情况良好,满足舰船导航的要求。

微型计算机被应用到船舶导航系统后,使导航系统的发展进入了一个崭新的阶段,也是现代导航的一大特点。导航微机系统根据用途不同,其规模大小各异。最小的,如小罗经就是单片微机,而惯导系统、组合导航系统和天文导航系统则是多微机系统。但是,无论是大系

统,还是小系统,几乎都有键盘输入、电子屏幕显示输出及打印记录等外设。都可以进行人机对话、自动报警。导航设备都是长期、连续工作,微机化后,使综合导航系统实现了自动化和系统化,大大降低了航海人员的劳动强度,显著提高了导航定位精度。

在我国船舶导航微机系统中,INTEL 公司 8086 型微机系统为主要型号,除了单板计算机以外,多数采用 INTEL MULTIBUS 多总线结构。在这种面向总线的结构中,CPU、存贮器

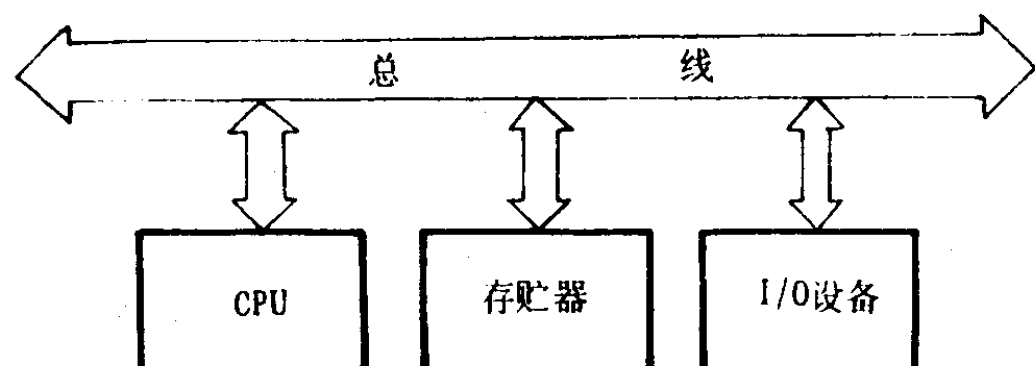


图 1.1 多总线结构的微机系统

器和 I/O 接口都是以插件的方式挂在总线上,如图 1.1。由于总线有标准的信号要求,所以,系统中使用的各种插件板,如果需要自行设计,必须按照多总线的要求进行设计;也可以直接购买厂家生产的系列插件板,这样可以提高通用性,简化系统硬件设计。从软件角

度看,由于硬件是插件式,软件设计可以采用模块化结构。因为每个插件在系统中仅与总线打交道,从而使软件编制简单,易于调试和修改,节省了软件开发周期和价格。这种面向总线的结构为分布式多机系统的发展提供了条件。

第三节 微型计算机基础知识

一、微处理器与微计算机的定义

随着微型机在国民经济中的广泛应用,对于其主要部件名称的统一就愈显得有必要。“微型机”这个术语实际是一个统称,即微处理器、微型计算机和微型计算机系统。

首先我们区分一下微处理器 (Microprocessor, 缩写 MP) 和微型计算机 (Microcomputer, 缩写 MC) 的定义。微处理器本身不是计算机,它是小型计算机或微计算机的控制和处理部分;而微型计算机则是具有完整运行功能的计算机,它除了包括微处理器 (作为它的中央处理器 CPU) 之外,还应包括存贮器、输入/输出电路,以及组成这个计算机的总线接口等。图 1.2 是一台微计算机的基本结构框图。

虚线框内是微处理器,它包括三个基本部分:算术逻辑部件 (ALU)、寄存器和控制部件。

这三个部分除在微处理器内通过内部总线互相联系以外,还通过外部的总线与外部存贮器和输入/输出电路联系。

外部总线一般分数据总线、地址总线和控制总线,统称为系统总线。

存贮器在计算机中用来存放程序和数据。在微型计算机中,它主要包括随机存贮器 (RAM)、只读存贮器 (ROM) 以及可编程只读存贮器 (EPROM)。

微计算机通过输入/输出电路与各种外围设备连接。从图 1.2 可知,微处理器、存贮器和输入/输出电路组合在一起,才能构成微计算机。

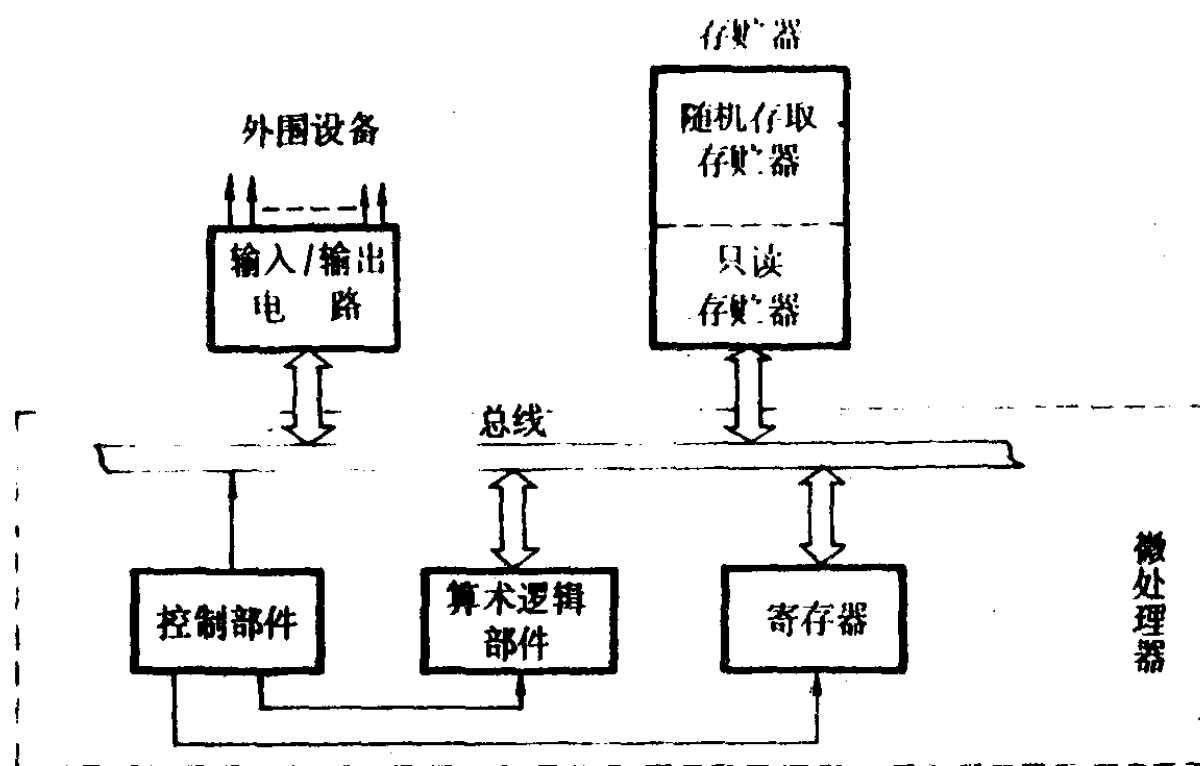


图 1.2 微计算机基本结构框图

有的微处理器本身就是微计算机的 CPU；有的微处理器要外加时钟发生器和系统控制电路才构成微计算机的 CPU。有的微计算机把 CPU、存储器和输入/输出电路都做在一片硅片上，称为单片微计算机；有的把这三者放在一块或多块印刷电路板上，叫做单板或多板微计算机。一台（或一片）微计算机配上系统软件、电源以及各种输入/输出设备，则构成微计算机系统（Microcomputer system，缩写 MCS）。

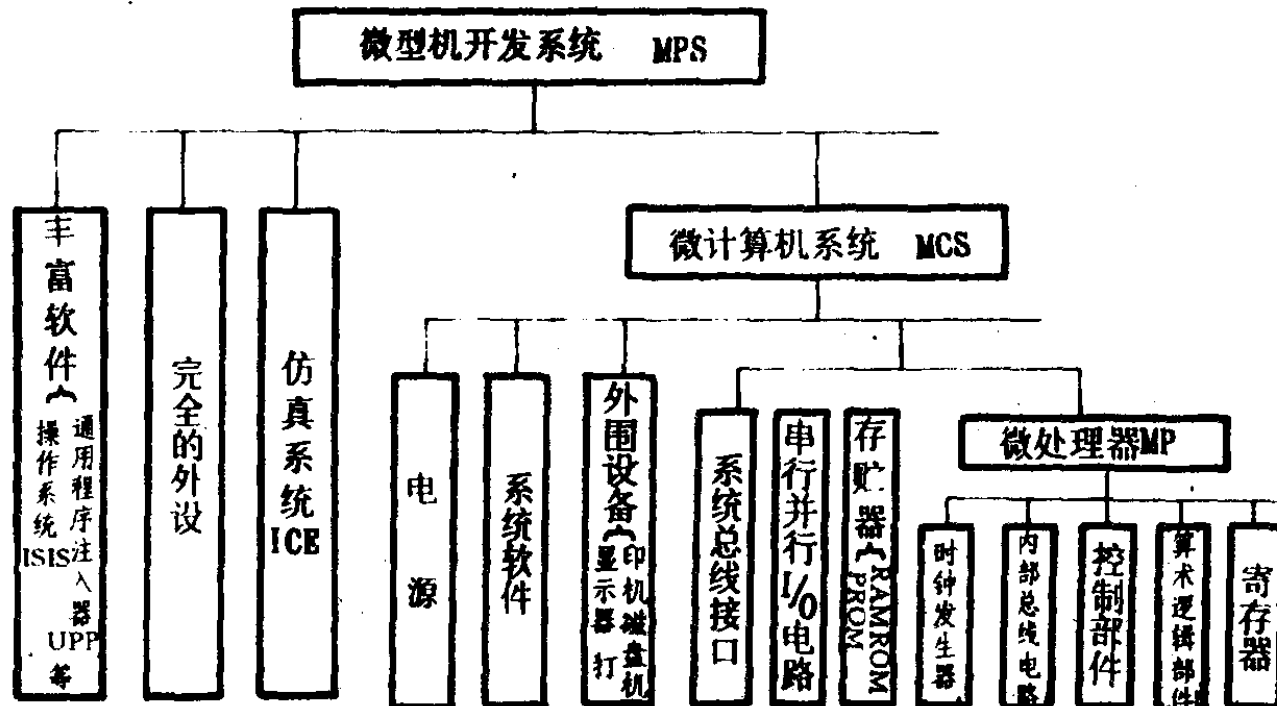


图 1.3 微处理器、微型计算机、微计算机系统及微计算机开发系统关系图

微计算机开发系统（Microcomputer development system，缩写 MDS）则包括微计算机系统（MCS）、仿真器（In-circuit emulator，缩写 ICE）和丰富的软件。软件通常包括调试程序、文本编辑、宏汇编程序、装配程序、连接程序、高级语言、专用的仿真驱动软件和通用 EPROM 编程器等。开发系统是功能齐全的微型机系统，可作为帮助研制开发微处理机系统的一种工具，即用于开发微型机，帮助设计各种专用系统的微型机系统。而开发结果得到的

微型机系统叫做被开发的系统或目标系统。开发一个微型机的应用包括三方面的任务,即硬件的组成、应用程序的生成和它们两者之间的配合。

图 1.3 概括了微处理器、微计算机和微计算机系统以及计算机开发系统之间的相互关系。

二、总线的概念

总线(BUS)是组成微型计算机系统插件之间(或组成插件的芯片间或微型机系统间)的标准信息通路。总线的结构直接影响计算机系统的信息传送方式和整个系统的结构。

由图 1.4 可见,在一根总线上通常连接着多个器件的输出端或输入端。假设在某一特定时刻,需要将器件 1 的信息传送给器件 5,此时必须使器件 2、3 的输出端不影响器件 1 的输出。这是由三态门来实现的。

对于通常的逻辑门来说,其输出端都具有两种输出状态,即逻辑“1”和逻辑“0”,分别由输出的高、低电平来代表。对于三态门来说,其输出状态有三种,除了输出逻辑“1”电平和逻辑“0”电平之外,还可以使输出处于浮动状态或高阻抗状态。在这种状态下,其输出端对地呈现很高的阻抗,输出端的电压是不确定的,好象和门内部的电路断开了一样。当这样的浮动输出连到总线上时,它的电压将随着总线上信号的变化而变化,对总线上正在传输的信号没有影响。

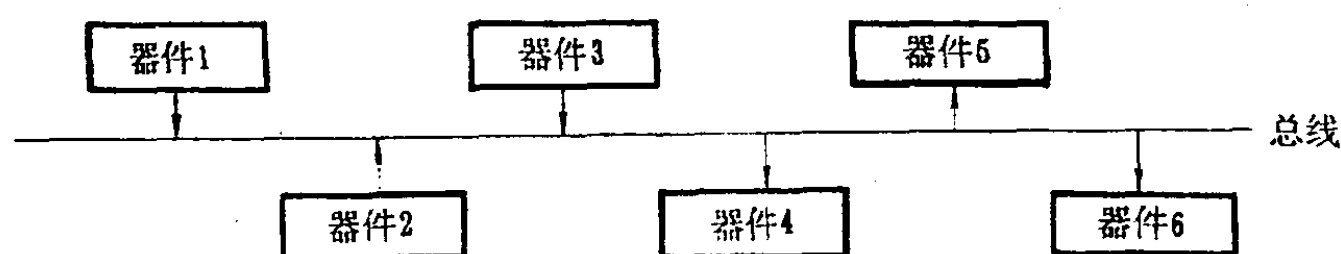


图 1.4 总线的工作原理

现在再来看图 1.4,为了使器件 1 的输出信息能正常地传送给器件 5,器件 2 和器件 3 的输出端必须处在高阻抗状态。此时,器件 4、5、6 同时得到了器件 1 的输出信息。为了使这个信息不会被器件 4 和器件 6 接受,只要在它们的输入端加上门控电路就可以了。在一个计算机系统中,通常对器件的控制信号都是由 CPU 通过地址总线发出的。地址译码电路产生对每个器件的选择信号。当器件选择信号无效时,该器件的输出将处于高阻抗状态,输入门关闭。只有选择器件有效的器件才能与总线进行数据的传送。

很多器件与总线可以进行双向的数据传送,既可以把数据“放”到总线上,又可以把总线上的数据“写”到器件内部的寄存器中去。此时就要求器件的输入、输出端必须结合在一起,以便于和总线连接。图 1.5 示出了器件内部是如何把输出端和输入端合在一起的。在器件不被选时,输入端控制和输出端控制信号都无效,器件与总线之间被三态门所隔离。当器件被选时,根据信息传输的要求,这两个信号中有一个变为有效,从而实现一次数据的单方向传输。

微型机的总线是用来连接 CPU、存储器 and I/O 器件的。根据其用途分为数据总线、地址总线和控制总线。

1. 数据总线(Data Bus)

用来传送数据和代码的信号线称为数据总线。对于所有的微处理机来说,数据总线在本质上都是相同的。8 位微处理机有 8 根双向数据线,16 位微处理机有 16 位双向数据线。

2. 地址总线(Address Bus)

用来传送地址的信号线称为地址总线。地址的数目决定了直接寻址的范围。8 位微处理机寻址能力为 64k 字节,所以地址线为 16($2^{16}=64k$)根。16 位微处理机 8086 直接寻址 1M($2^{20}=1024k$)字节地址空间,其地址总线为 20 位。

地址总线均为单向、三态总线。

3. 控制总线(Control Bus)

这组信号线比较复杂,不同的微处理机采用不同的控制信号。它包括微处理机对外部部件的控制:读、写命令、同步、定时、中断请求、中断回答、保持信号、等待信号等。控制总线根据使用的条件不同、有的为单向、有的为双向、有的为三态,有的为非三态的信号线。控制总线是一组很重要的信号线,它决定了总线功能的强弱和适应性的好坏。好的总线控制功能强,时序简单并且使用方便。

微处理器实际上只是一个微型计算机系统的指挥、控制和信息加工的部件。将加工的信息存放在这个部件(芯片)外部的其它部件(存储器 and I/O 设备)中。CPU 通过(数据、地址和控制)总线实现对其它部件的控制和将被加工的信息(数据和代码)不断地取进来,而又通过这组总线将加工后的结果传出去。微处理器就是依靠这组总线将它与其它部件连接起来,组成一个能够彼此相互传送信息和对信息进行加工处理的一个整体——微型计算机。

以上是根据总线的作用进行分类。从总线所处位置不同可分为四大类,见图 1.6。

1. 片内总线

片内总线又称芯片内部总线。这组总线位于微处理器芯片内部,用于 CPU 内部各功能单元电路之间的相互连接。

2. 片总线

又称为局部总线。它是用微处理器芯片组成一个单板微型计算机或一块 CPU 插件板使用的板上总线,用于芯片一级的连接。

3. 内总线

又称微型计算机总线,也叫系统总线。用于微型计算机系统中插件与插件间,即板间的连接。它是微型计算机系统所特有的,也是最重要的一种总线。一般谈到微型计算机总线,即系统总线,指的就是这级总线。

例如 INTEL 公司的多总线(Multibus),Zi-log 公司的 Z BUS 及 S-100 总线等。

4. 外总线

外总线又称通讯总线,用于系统之间的连接。如微型计算机系统与微型计算机系统之

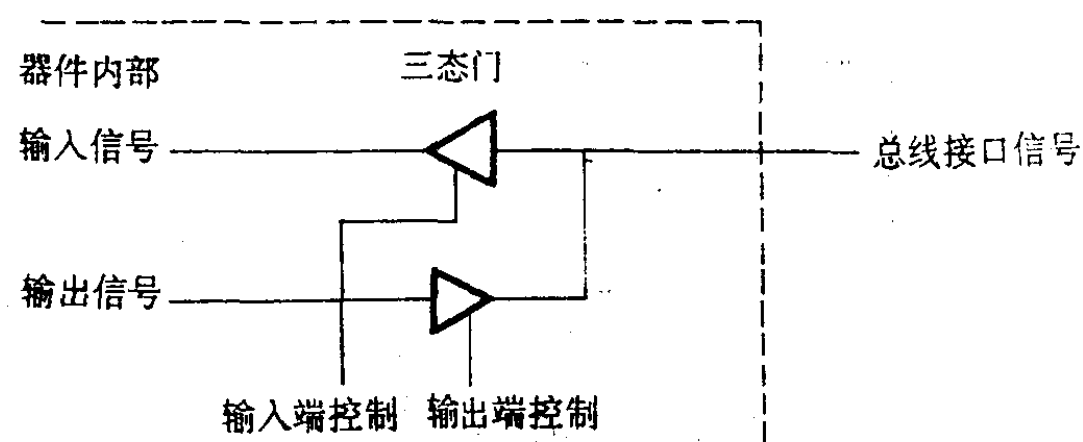


图 1.5 器件与总线的接口

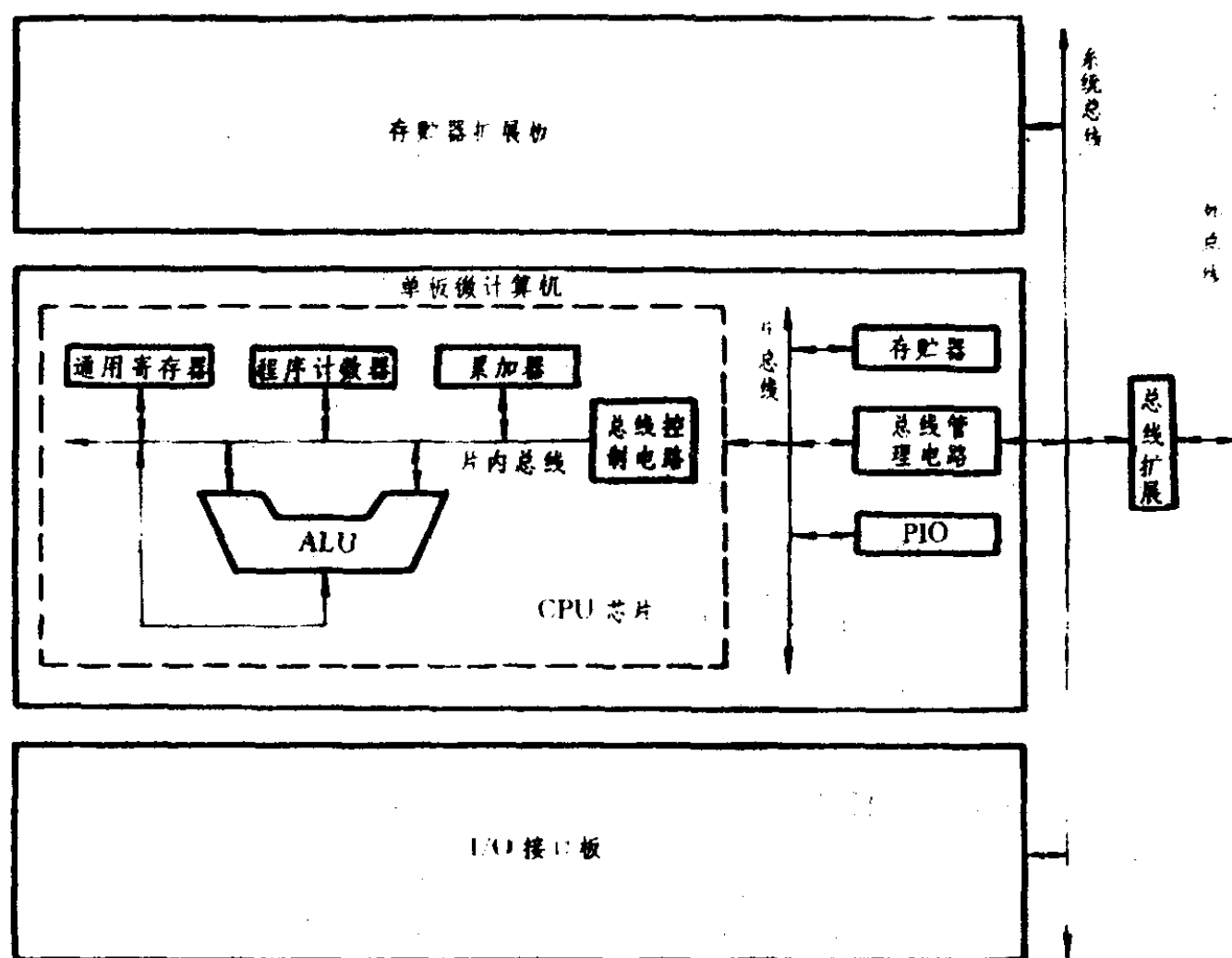


图 1.6 微型计算机系统各级总线

间、微型计算机系统与仪器或其它设备之间的连接。经常用的外总线有：RS - 232C、IEEE - 488、RS - 422 等。

三、存储器

微型计算机应有存放代码和数据的部件。存储器用来存放运算过程中所需要的原始数据、程序以及中间结果。

代码(指令)在存储器中是按顺序依次排列存放的。由于计算机中存放的信息都是由 0、1 组成的，每个 0、1 码称为位(bit)，每 8 位称为一个字节(byte)。微型计算机的字长一般为 8 的整数倍，字长称为字(word)。

微型计算机中的存储器一般按字节顺序排列，这种排列顺序的编号称为存储器存储单元的地址。正象一座楼房每个房间都有编号一样，存储器能够按照地址存入信息和取出信息。存储器中有存放地址的寄存器，它的任务是指出当前所要存取的存储器单元，叫作地址寄存器。

一个微型计算机的性能在很大程度上取决于存储器容量的大小和存储器的存取速度。向存储器写入信息时，CPU 首先发出欲写入单元的地址信号，同时将要写入的数据置于数据总线上，然后，发出写入命令，完成写的操作。从存储器读出信息时，CPU 首先发出被读取信息所在的地址码，待存储器将数据置于数据总线后 CPU 便发出读命令，将数据读到 CPU 中。

半导体存储器的种类很多。从器件原理来分，有双极型和 MOS 型存储器；从存储原理

来分,有静态和动态存贮器;
从存取方式来分,有随机存取和只读存贮器;从信息传送方式来分,有并行(字长的所有位同时存取)和串行(一位一位存取)存贮器。半导体存贮器的分类如图 1.7 所示。

1. 随机存取存贮器 RAM (Random Access Memory)

RAM 存贮器分为静态和动态两种。静态 RAM 存贮器单元一般由双稳态触发电路构成,见图 1.7(a)。这种存贮器只要不停电就可以一直保持所存贮的信息。动态存贮器是借助于 MOS 电路中的栅极电容来存贮信息的,见图 1.7(b)。栅极电容上的电荷总会通过一些漏电阻而消失,为了补充栅极电容上的电荷,动态 RAM 隔一定的时间必须重新写一次原始信息,这种操作称为动态 RAM 的刷新操作。

静态 RAM 在一个触发器里存贮一位信息。动态 RAM 存贮器的基本单元比静态 RAM 触发器小,因而,动态 RAM 的存贮密度比静态 RAM 高得多。动态 RAM 基本单元的几何形状比较简单,所以,动态 RAM 的存取速度也较高。其缺点是存贮电容器里的电荷会泄漏,在几毫秒之内将失去大部分电荷,因而,每隔 1~2ms 必须重写一次。由于要刷新逻辑操作,当采用动态 RAM 作为存贮器时,控制逻辑比静态 RAM 复杂。

在微型计算机中,常用 RAM 组成主存贮器。对于主存贮器使用的 RAM,有如下主要要求:

- (1)存取速度要与 CPU 的速度匹配。
- (2)体积小。由于微机系统中存贮器的容量要求越来越大,它的体积在整个计算机中占的比例也较大,为了减少微机系统的体积,也希望 RAM 的体积尽量小。
- (3)功耗低。只有减少每一位存贮器的功率消耗,才能有效地减少大容量存贮器的耗电功率。为了保证停电时存放在 RAM 中的信息不被丢失,在微型计算机系统中往往带有一组备用电池。停电时由备用电池供电。降低存贮器的功耗在停电时尤其显得重要。另外,随着集成度的增加,单片电路上集成的元件越来越多,片子的功耗也越来越大,温升会越来越高,给芯片的封装也带来困难。从这一方面来看,也应尽量减少每位存贮器的功耗。

(4)价格低。降低存贮器的价格才能有效地降低微型计算机的价格。

(5)可靠性高。一种器件在系统中的用量越大,对其可靠性也就要求越高。

高集成度的 RAM 芯片一片已经达 256k 位、512k 位。高速的存取速度已达 100ns 以下,低功耗的 RAM 的功耗达到 1mW/bit 以下。

2. 只读存贮器

只读存贮器 ROM 在微型计算机中起着重要的作用。在简单的微处理机的应用中,程序

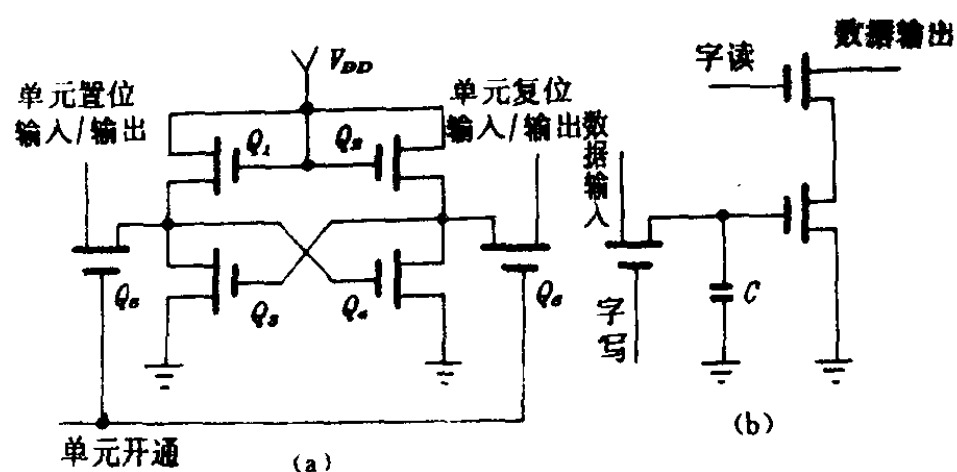


图 1.7 MOS 存贮器分类

(a)静态 RAM 存贮单元; (b)动态 RAM 存贮单元

都是被固化在 ROM 中;微型计算机系统监控程序是固化在 ROM 中;随着集成度的不断增长,目前很多操作系统被固化在 ROM 中;不久就会出现各种被固化了的高级语言。

由于只读存储器只读不写,其电路与 RAM 相比简单得多,一般一个芯片内集成的位要比 RAM 大得多;在价格及芯片面积上也比 RAM 占有优势。微型计算机系统应尽量压缩 RAM 的容量,尽可能多地使用 ROM。但 ROM 的特点是只能读,要改变其中的信息比较困难。

只读存储器又分成掩膜型 ROM、可编程 PROM 和可改写 EPROM 三种。掩膜型只读存储器 ROM 在厂商制造时就作好了。一旦作好了,其中所存放的信息也就不能再改变了。就是说不能再写入新的信息,只能从这种存储器中读出已存在的固定信息。所以,这种存储器也叫作固定存储器。这种存储器适合于程序成熟且生产数量大的产品。固定式只读存储器有很多不同的型。一种可进行大量生产的最常用的方法是掩膜可编程只读存储器。

可编程 PROM 存储器是由用户在专用设备下写入用户自己所需要的信息,但只能写入一次,它适合小批量产品。常用的一种是熔丝熔断型 PROM。用户用熔断或不熔断熔丝来表示“0”或“1”。这种 PROM 一旦写入信息后,就具有永久固定的内容,只能读出,不能重写。

可改写 EPROM 存储器可按程序需要写入信息,并可将其长期保存。不用时可用紫外线照射,擦去原来写入的信息。EPROM 有两种常用的技术:紫外线擦除和用电改写。

紫外线可擦除只读存储器采用一种特殊的石英罩来覆盖集成电路。芯片的顶部是不透明的,但是可透过紫外线的石英窗。当紫外线照射到集成电路芯片上时,被“摧毁”的零又重新“治愈”了,即在通以强烈的紫外线曝光 5~10min 后原存信息就被抹掉,使所有存储单元的内容复原为逻辑“0”。另一种较新的技术是用电流来恢复。这种可擦除可编程只读存储器有时也叫作电可改写只读存储器,用 E²PROM 表示。当发现写入 EPROM 中的信息有错误或要改变 EPROM 中的原存信息时,只要将其从电路板的插座上取下为其重新编程就可以了。EPROM 芯片可以使用很多次,给用户带来了方便。

四、微型计算机软件和程序开发

1. 微型计算机软件

任何一种计算机都是在程序的控制下运行的。正像一个人要有大脑一样,微型计算机系统必须要有一个完善的操作系统。从广义来说,操作系统是管理资源(CPU、存储器、I/O 设备及软件)的程序,是整个计算机系统的指挥调度中心。没有配置操作系统的机器称为裸机。一般,一个微型计算机系统包括两大部分,一部分称为硬件,另一部分称为软件。硬件是系统的执行部分,软件是系统的指挥部分。软件又可以分为两大类:一类是系统软件,另一类是应用软件。系统软件是用户编写程序的工具,应用软件则是解决某一用户具体问题的程序。对用户来说,一是要有一个能够完成用户具体要求的硬件系统,二是要有一个解决具体问题的应用程序。硬件部分有了之后,主要的问题是如何开发应用程序。

由于计算机只能认识以二进制形式存在的机器语言。在计算机发展的初期阶段,程序员用由一系列的 0 和 1 组成的指令(即机器语言)来编写程序。用机器语言编写的程序可直接置于存储器中,由计算机来执行。用户用机器语言直接编写用户程序是十分困难的。为了寻求较为方便的方法,产生了汇编语言。

汇编语言将每一条机器指令用一个记忆符号来表示。程序员用记忆符号编写程序,在运行之前,将用记忆符号编写的程序翻译成机器语言。这种用记忆符号表示的语言称为汇编语言。把汇编语言自动地翻译成机器语言的程序称为汇编程序。

汇编语言是面向机器的语言,具有不同硬件结构的计算机其汇编语言是不相同的。用汇编语言编写程序仍感不方便,便产生了独立于计算机的面向过程的高级程序设计语言。利用这种程序设计语言编写程序,人们不必了解计算机的内部逻辑。这种语言比较接近人们习惯的方式,易学、易懂,如 BASIC、FORTRAN 和 COBOL 等均属这种语言。

高级语言由编译程序和解释程序进行处理。编译程序接收用高级语言书写的程序,产生出机器能执行的机器指令。解释程序象执行机器语言程序一样,执行用高级语言书写的程序。我们称用汇编语言或高级语言书写的程序为源程序,而由汇编程序、编译和解释程序生成的机器语言指令为目标程序。

有了汇编语言和各种高级语言,便可进行程序设计。程序编好以后,还需要对程序、进行调试,并将程序装配到计算机中进行运行。因此,还需要一些其它的辅助程序,我们称这类程序为实用程序。

除操作系统和程序设计语言以外,系统软件还包括实用程序。用户可借助系统提供的实用程序进行软件的编制。微型计算机系统中常用的实用程序有:文本编辑程序、调试程序连接程序和定位程序。

以上这些都是由机器的设计者提供的,目的是为了使用和管理计算机的软件,故统称为系统软件。系统软件还包括用户利用计算机及其提供的各种系统软件,编制解决用户各种实际问题的程序,这些被称为应用软件。应用软件也可以逐步标准化、模块化,逐步形成解决各种典型问题的应用程序的组合,称为软件包(Package)

随着计算机硬件和软件的发展,计算机在信息处理、情报检索以及各种管理系统中的应用越来越普及和发展。这些都要大量地处理某些数据,检索和建立大量的各种表格。这些数据和表格应按一定规律组织起来,使得检索更迅速,处理更方便,也更便于用户使用,于是就建立了数据库。为了便于用户根据需要建立自己的数据库,询问、显示、修改数据库的内容,输出打印各种表格等等,于是就建立了数据库管理系统(Data Base Management System)。

上述这些都是各种形式的程序,它们存贮在各种存贮介质中,统称为计算机的软件。软件的运行需要计算机硬件支持,计算机硬件是计算机应用的物质基础。各种软件则扩大了计算机的功能,扩大了它的应用范围,也更方便了用户的使用。硬件与软件的结合才是一个完整的计算机系统。

2. 软件的开发

最终在一个计算机系统中执行的程序必须是具有绝对地址的目标程序,这种程序是逐步开发的,开发过程如图 1.8 所示。

微型计算机的程序的模块组成,每个模块都是分别生成、编辑和汇编的一段代码。若程序比较小,也可由一个模块组成;若程序比较大,则可分割成多个功能模块。

结合图 1.8 简单地介绍一下程序的开发过程。首先,借助控制台(CRT,键盘),在编辑程序(EDITOR)的控制下,用汇编语言或高级语言编写源程序,把源程序送入微型计算机中,即存放到磁盘上,成为一个源文件。程序编写完后,在操作系统的控制下,退出编辑程序,