

国家教委规划教材

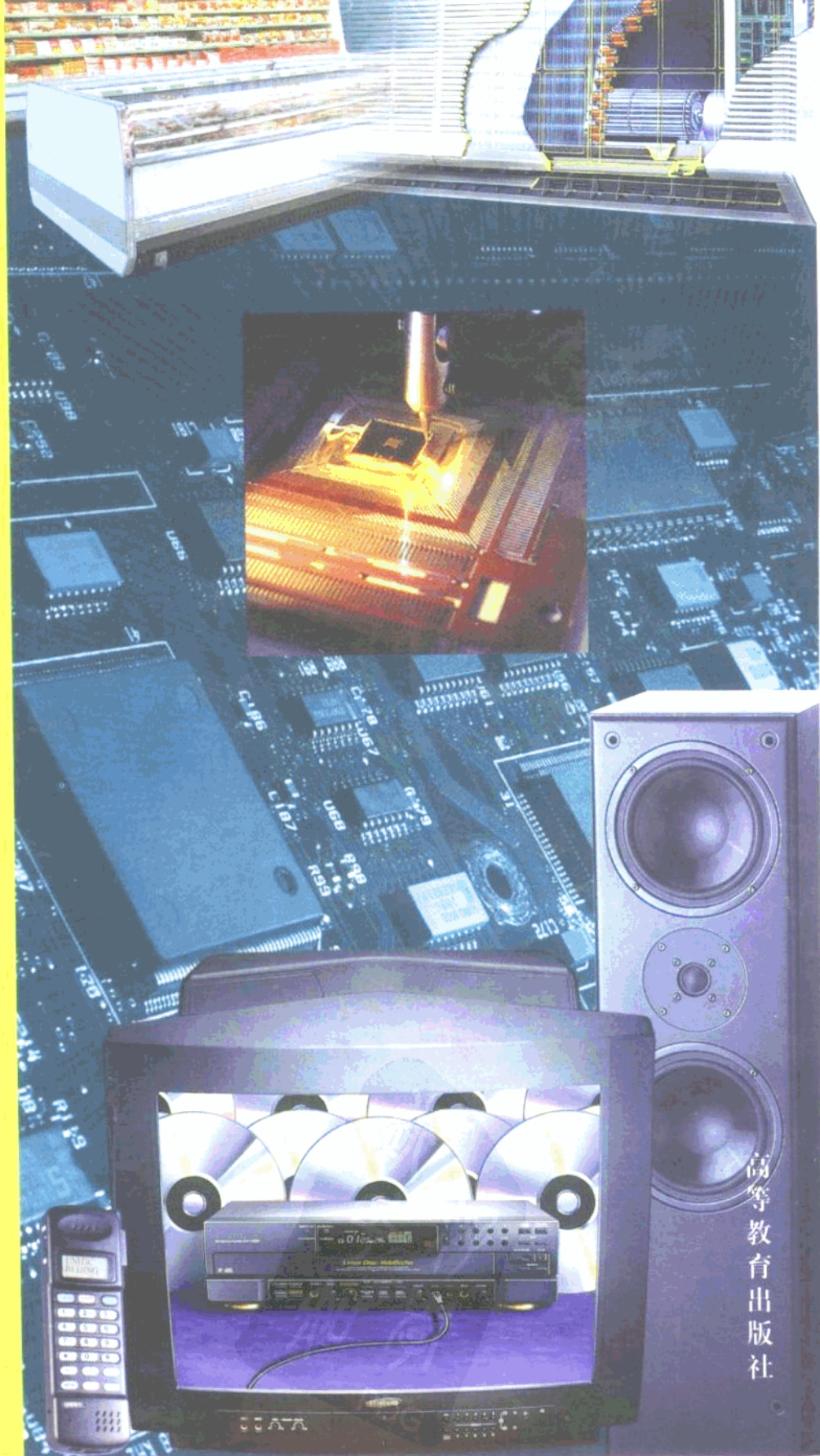
中等职业学校电子电器专业

(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编

何文生 主编

微处理器及其在家用电器中的应用



高等教育出版社

国家教委规划教材

电子电器专业

(含岗位中等职业学校培训行业中级技术工人等级考核)

微处理器及其在家用电器中的应用

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编

何文生 主编

高等教育出版社

(京)112号

内 容 简 介

本书是国家教育委员会职业技术教育司组织编写的中等职业学校电子电器专业系列教材之一,是国家教育委员会规划教材。

本书主要内容有:微处理器的发展和特点,数的运算及代码,微型计算机组成原理,微型计算机的外围设备,单板微型计算机、单片微型计算机基本结构、工作原理以及在彩色电视机、组合音响、电冰箱、洗衣机、空调器、电饭锅等家用电器中的应用。全书贯彻理论联系实际的原则,内容丰富、重点突出、结构清晰、通俗易懂。为使学生对家用电器中所用的单片机系统有更深入的了解,为理解与掌握检测、维护的基本方法打下一定的基础,全书对单片机的原理与应用作了较全面的介绍。

本书可作为中等职业学校电子电器专业学习微处理器、微型计算机以及单片机的教材,对于微机与程控家用电器使用者,也是一本好的自学读物。

图书在版编目(CIP)数据

微处理器及其在家用电器中的应用/何文生主编. —北京:
高等教育出版社,1997 (2000 重印)
ISBN 7-04-006002-7

I. 微… II. 何… III. 微处理器-应用-日用电气器具
IV. TM925

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 21214 号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

电 话 010-64054588

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 8.75

字 数 210 000

版 次 1997 年 7 月第 1 版

印 次 2000 年 2 月第 5 次印刷

定 价 9.90 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

1993年5月,国家教育委员会职业技术教育司在苏州召开了由北京、江苏、四川、广东、辽宁、山东、河南、福建、浙江、湖南、湖北、天津、内蒙、黑龙江、重庆等省、市、自治区教育委员会选派出的专业教师、教研员及专家参加的全国职业高中电子电器专业教学计划与专业课教学大纲审定会。本书就是根据这次会议审定通过的职业高级中学(三年制)电子电器专业教学计划及“微处理器及其在家用电器中的应用”课程教学大纲而编写的。本书为国家教育委员会规划教材。

本书与一般介绍微型计算机应用的教材相比,突出微处理器的基本概念,力求体现“浅、用、新”和循序渐进的特点;“由小到大”,从使用角度去了解以微处理器为核心加以扩展的微型计算机、单板机、单片机及其在家用电器中的应用。力求使本书的内容更精练,中心更突出,更易于职业高中师生所接受。

本教材基本课时为56课时,各章教学时数如下:

第1章 微处理器概述	5课时
第2章 微型计算机	30课时
第3章 单片机及其应用	15课时
第4章 单片机在家用电器中的应用	6课时

参加本书编写的有何文生(第1、2章)、邬家炜(第3、4章)。由北京联合大学自动化工程学院陈德教授担任本书的主审,广州市电子职业高级中学王希阳老师对本书的书稿提出了宝贵意见,顺此致谢。

由于编者水平有限,书中难免有欠妥之处,敬请读者给予指正。

编 者

目 录

第1章 微处理器概述	(1)	一、中断的基本概念	(37)
§ 1-1 微处理器的发展和特点	(1)	二、程序中中断的处理过程	(37)
一、微处理器的发展	(1)	三、8088的中断系统	(38)
二、微处理器的特点	(2)	§ 2-6 微型计算机输入/输出与接口	(38)
三、微处理器及其微机系统的概念	(3)	一、输入/输出接口	(38)
§ 1-2 微处理器的基本结构与工作原理	(4)	二、微型计算机与外设的通信方式	(40)
一、微处理器的基本结构	(4)	§ 2-7 微型计算机的外部设备	(43)
二、指令的执行过程	(5)	一、键盘与鼠标器	(43)
三、典型的微处理器	(5)	二、CRT显示器和显示卡	(44)
§ 1-3 数的运算及代码	(16)	三、打印机	(46)
一、数制	(16)	四、驱动器	(47)
二、机器代码	(17)	五、光盘存储器	(48)
三、原码、反码、补码	(19)	§ 2-8 单板微型计算机简介	(49)
习题与思考	(20)	一、微处理器	(51)
第2章 微型计算机	(22)	二、存储器	(51)
§ 2-1 微型计算机的发展与特点	(22)	三、I/O接口	(52)
一、计算机的发展	(22)	四、单板机的操作与使用	(53)
二、微型计算机的发展	(22)	习题与思考	(54)
三、微型机的特点与应用	(23)	第3章 单片机及其应用	(58)
§ 2-2 微型计算机的组成与工作原理	(24)	§ 3-1 单片微型计算机	(58)
一、微型计算机的组成	(24)	一、什么是单片机	(58)
二、微型计算机系统	(25)	二、典型的单片机结构	(58)
三、微型计算机的工作过程	(26)	§ 3-2 单片机的结构	(58)
§ 2-3 微型计算机的存储器	(26)	一、单片机的外部特性	(59)
一、存储器的分类	(26)	二、单片机的内部结构和特性	(60)
二、存储器的主要性能指标	(27)	§ 3-3 中央处理器 CPU	(61)
三、存储器的连接	(28)	一、运算器	(62)
§ 2-4 指令系统	(29)	二、控制器	(62)
一、程序设计语言概述	(29)	三、特殊功能寄存器	(63)
二、8088汇编指令系统	(31)	§ 3-4 存储器的组织结构	(65)
三、汇编程序	(35)	一、程序存储器	(66)
§ 2-5 微型计算机的中断系统	(36)	二、数据存储器	(66)
		三、特殊功能寄存器	(67)

四、寻址方式	(68)		(90)
§ 3-5 定时器/计数器	(70)	一、系统的组成	(90)
一、定时器/计数器 0 和 1 的结构	(70)	二、工作原理	(90)
二、定时器/计数器 0 和 1 的四种工作方式	(71)	§ 4-2 单片机在组合音响中的应用	(94)
§ 3-6 并行输入/输出接口	(73)	一、系统的组成	(94)
一、P0 口	(73)	二、数字调谐器的应用	(96)
二、P1 口	(74)	§ 4-3 单片机在电冰箱中的应用	(96)
三、P2 口	(75)	一、系统的组成	(96)
四、P3 口	(75)	二、电冰箱控制器的硬件电路	(96)
§ 3-7 串行输入/输出接口	(76)	§ 4-4 单片机在洗衣机中的应用	(99)
一、串行口的控制	(76)	一、什么是模糊控制	(99)
二、串行口的工作方式	(77)	二、洗衣机模糊控制系统	(99)
§ 3-8 中断系统	(79)	三、模糊控制洗衣机的单片机工作原理	(102)
一、中断源	(79)	四、系统的软件	(102)
二、中断控制	(79)	§ 4-5 单片机在分体式空调器中的应用	(105)
三、中断优先级	(79)	一、分体式空调器的控制功能	(105)
四、中断的响应过程	(80)	二、分体式空调器控制系统的组成	(105)
§ 3-9 指令系统	(80)	三、控制器的硬件电路	(106)
一、指令系统的分类	(80)	四、控制器的软件	(107)
二、指令系统表	(81)	§ 4-6 单片机在电饭锅中的应用	(111)
§ 3-10 程序设计举例	(84)	一、煮饭的工艺过程	(112)
一、简单程序设计	(84)	二、工艺过程的控制	(112)
二、条件及无条件转向控制程序设计	(85)	三、电饭锅单片机控制器硬件电路	(113)
三、循环程序	(86)	四、模糊电饭锅的控制软件	(114)
四、程序设计的应用	(88)	习题与思考	(115)
习题与思考	(89)	附录	(117)
第 4 章 单片机在家用电器中的应用	(90)	附录一 8088 指令系统	(117)
§ 4-1 单片机在彩色电视机中的应用		附录二 Z80 指令系统	(121)

第1章 微处理器概述

电子计算机问世以来,主要用于数值计算、数据信息处理等领域。自从微处理器(机)MPU (Micro Processor Unit)出现之后,微电脑的应用,空前广泛地深入到社会生活的各个领域,从人造卫星到日常生活,从科学计算到儿童玩具,都有微处理器的踪迹,几乎有无孔不入之势,极大地促进了社会信息化的进程。“惊人的发展,广泛的应用”是近20年来微处理器发展的主要特点。

本章主要介绍微处理器的发展及其基本结构。

§ 1-1 微处理器的发展和特点

由于微处理器的广泛应用,促进了它的迅猛发展。目前,微处理器大部分均采用MOS工艺。

一、微处理器的发展

1971年Intel公司设计成一种灵活的可编程的单片微处理器,其功能相当于电子计算机中的运算器和控制器,也就是中央处理器(CPU),结果当年生产出世界上第一个微处理器——Intel4004。从而开创了微处理器及微型计算机的历史。至今,在短短的20年时间里,微处理器已开发出了四代产品。

第一代(1971年~1973年),以Intel公司的4004和8008为代表,是4位机和低档8位机,即数据线或运算器的位数为4位或8位。基本指令有48条,时钟频率在500kHz以下,芯片集成度约1200~2300元件/片,运算速度较低。

第二代(1973年~1978年),出现了多种微处理器,如Intel公司的8080/8085、Motorola公司的MC6800、Zilog公司的Z80等,成为最典型的微处理器。其中,高档8位机,基本指令有70多条,时钟频率大于1MHz,芯片集成度约4500~9000元件/片,功能较强,在各个领域获得广泛应用,性能也大大优于第一代产品。

第三代(1978年~1981年),各厂家相继生产了16位微处理器。如Intel公司先后推出8086、8088芯片以及MC6800,它们均是16位的微处理器,单片集成度达2万~68万元件/片,功能较强,时钟频率为4.77MHz,运算速度迅速提高,有较强的指令系统,主要性能已达到低档小型机水平,应用更加广泛。

第四代(1981年以后),自从1984年诞生了80286微处理器,标志着微处理器完成了一次新的飞跃。80286微处理器主要是为要求高性能应用程序而设计的,与8088、8086向上兼容,采用了新的现代技术,由一片含有13.4万个晶体管的VLSI芯片来完成,时钟频率由最初6MHz逐步提高到25MHz的16位微处理器。1985年Intel公司又开发出了80386微处理器,它是80X86系列中的第一种32位微处理器,内含27.5万个晶体管,时钟频率可达33MHz。1990年推出的80386SL和80386DL则是低功耗、节能型芯片,主要用于便携机和节能型台式机。其主要性能已相当于高档小型机,甚至接近中型机水平,应用领域正向高层次扩展。

1989 年 Intel 公司又推出了 32 位的 80486 芯片,这种芯片突破了 100 万个晶体管的界限,集成了 120 万个晶体管。其时钟频率从 50MHz 逐步提高到 80MHz。80486 是将 80386 和数学协处理器 80387 以及一个 8KB 的高速缓存集成在一个芯片内。

1993 年 Intel 公司又推出了 80586,其正式名称为 PENTIUM(奔腾)。PENTIUM 含有 310 万个晶体管,时钟频率最初为 66MHz,后提高到 100MHz,其性能较 80486 提高了 3~8 倍。

PENTIUM 引起的轰动尚未结束,1995 年 2、3 月份 Intel 公司在世界各地举行的一系列产品介绍会上又介绍了它将要推出的新一代微处理器——P6。P6 含有 550 万个晶体管,时钟频率为 133MHz,处理速度几乎是 100MHz PENTIUM 的 2 倍。P6 的一级(片内)缓存为 8KB 指令和 8KB 数据缓存。应当指出的是,在 P6 的一个封装中除 P6 芯片外,还包括有一个 256KB 的二级缓存芯片,两个芯片之间用高频宽的内部通信总线互连。其最引人注目的是,具有一项称为“动态执行”的创新技术,这是继 PENTIUM 在超标量体系结构上实现突破之后的又一次飞跃。

总之,随着微电子技术的进一步发展,在短短四分之一世纪内,微处理器的发展日新月异,令人难以置信。目前的 PENTIUM 比 1981 年用于第一台 PC 机的 8088 微处理器几乎要快 300 倍。可以说,人类的其它发明都没有微处理器发展得那么神速,影响得那么深远。Intel 公司微处理器进展概况见表 1-1。可见,每隔 2~3 年微处理器芯片集成度就提高一倍,数据位数增加一倍,性能大大提高,真可说是飞速发展,迅猛异常。

表 1-1 Intel 公司微处理器发展

年 代	代表型号	数据(位)	集成度(元件/片)	时钟频率
1971	4004	4	2 300	500MHz
1974	8080	8	4 500	1MHz
1978	8086	16	29 000	4.77MHz
1982	80286	16	10 万	25MHz
1985	80386	32	40 万	40MHz
1989	80486	32	120 万	80MHz
1992	80586(P5)	64	4~5 百万	100MHz
1996	80686(P6)	64	2 200 万	133MHz

二、微处理器的特点

微处理器能如此迅速发展和广泛应用,并不是偶然的,而是由于它具有许多独特而优越的特点。

1. 体积小、重量轻

微处理器采用大规模集成电路制成,因而体积小、重量极轻。一块微处理器就在一片集成电路芯片上,其体积比一张火车票还小,使得一些无法使用或装配计算机的设备均可采用微处理器作为控制器件。例如仪器仪表、电视机、录像机、照相机等。微处理器体积小这种特点是它能广泛得到应用的原因之一。

2. 批量大、价格低廉

性能价格比是目前衡量电子计算机优劣的概括性指标。长期以来,计算机在许多领域内无法

广泛得以应用的重要原因就是其价格昂贵。微处理器之性能价格比大大优于一般的电子计算机。其集成度高,适合于工厂大批量生产,因此,产品造价十分低廉。据认为,集成度增加 100 倍,其价格也可降为同功能分立元件的 1/100。显然,微处理器良好的性能价格比,对使用者有着异常巨大的吸引力,对在各个领域的推广和应用是极为有利的。

3. 可靠性高、对环境要求低

由于微处理器芯片已系列化、标准化,芯片上可做出几万甚至几十万个元件,这就大大减少了大量的焊点、连线、接插件等不可靠因素,使可靠性大大增加,平均无故障时间可达几万小时甚至几十万小时。据有关资料估计,芯片集成度增加 100 倍,系统的可靠性也可增加 100 倍。对环境要求低,可使微处理器及其控制系统从机房的禁锢下解放出来。这也是它能被广泛应用的一个原因。

此外,微处理器还具有功耗低、灵活性高等特点。上述的所有特点使微处理器成了当今电子产品中的佼佼者。

三、微处理器及其微机系统的概念

如前所述,微处理器是由一片大规模集成电路组成、具有运算与控制功能的中央处理部件(CPU),即微型化的 CPU——MPU。微处理器并不是完整的计算机,它只是微型计算机的核心部分,仅是一个器件,单独使用微处理器并不能直接进行计算、控制等工作,只有附加上不同的配件或设备,才能构成相应的“微机”。

1. 微型计算机 μC 或 MC(Microcomputer)

微型计算机是以微处理器为核心,配上半导体存储器与输入/输出(I/O)接口电路组成的,可称之为“机器”,可以执行计算,但缺少和人进行联系的能力与设备。

2. 微型计算机系统 μCS 或 MCS(Microcomputer System)

μCS 是以微型计算机为中心,配以相应的外围设备、辅助电路以及高性能的系统软件所组成的完整独立的工作系统。有运算处理能力,并可与人进行信息交换。如目前广为使用的 IBM-PC/XT 或 IBM-PC/AT 机,它包括主机、磁盘驱动器、显示器、打印机等。

3. 单片微型计算机(Single Chip Computer)

单片机是将微型计算机(包括微处理器、存储器及 I/O 接口电路)集成于一块芯片上。单片机虽然功能较差,但使用方便灵活,价格便宜,特别适合于智能化仪器仪表和家用电器等较简单的控制与应用。近年来,单片机发展相当快(第 4 章将作介绍),如 Intel 8051 即为常用的一种单片机。

4. 单板微型计算机(Single Board Computer)

单板机是将微处理器、半导体存储器、I/O 接口电路等集成电路芯片组装在一块印刷电路板上而成。单板机的性能一般比单片机高,而价格仍较便宜,故目前在教学和自动控制等领域使用非常广泛。TP801 就是一种广泛使用的单板机。

5. 位片微型计算机(Bit Slice Microcomputer)

位片机是指用多个芯片按位组合成的微型计算机,其中每个芯片仅处理 1~4 位二进制数。位片机运算速度较通常的微机快几倍到几十倍,但制造困难,集成度不高,可用于高速控制和军用系统中,如 Intel 3000 系列的 2 位位片机,AMD 公司的 Am2900 系统的 4 位位片机。

§ 1-2 微处理器的基本结构与工作原理

从上节可知,微处理器是“微型计算机”的核心部件,决定了整个“微型计算机”的功能、结构,系统的其它部件都是以其为中心展开的。

微处理器主要由运算器与控制器构成,一般集成在一个芯片上,由于受到工艺与成本的限制,通常芯片面积为 $5 \times 5\text{mm}^2$,引线数为 $40 \sim 168$ 条。其基本结构如图 1-1 所示。

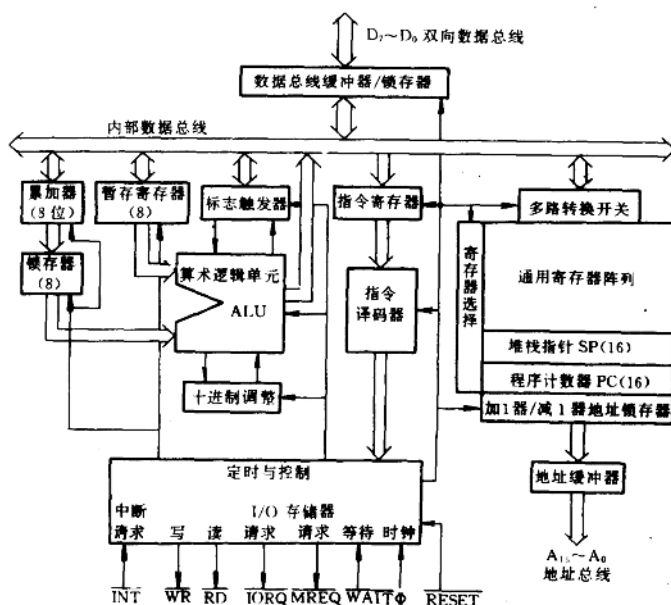


图 1-1 微处理器基本结构

不同类型的微处理器功能虽然有所不同,但却都应具有以下三种基本功能:

一是取出存放在存储器中的指令;

二是解释指令的含意并确定所进行的操作;

三是执行指令,所完成的操作可以是微处理器内各部件间数据传送,可以是微处理器与其以外的部件(外围设备)间的数据传送,也可以在微处理器内部寄存器及存储器之间进行数据传送或算术逻辑运算。

一、微处理器的基本结构

如图 1-1 所示,微处理器主要由三部分组成。

1. 累加器和算术逻辑单元

由它们进行算术和逻辑运算,其结果的特征由标志寄存器保存。累加器是微处理器中使用最频繁的一种寄存器。

2. 内部寄存器阵列

一部分为通用寄存器,作为微处理器内的小容量高速存储器,它由多个寄存器组成,可用于寄存运算中间结果、数据或地址,以减少对主存储器的访问次数,从而提高机器的运算速度。另一部分为专用寄存器,如堆栈指针 SP 等,一般为 16 位寄存器,用于存放地址。

3. 控制单元

它包括指令寄存器、指令译码器及各种控制信号的产生电路。

这部分是整个微处理器的控制中心。当指令经指令寄存器,由指令译码器译码后,在时钟脉冲 Φ 控制下,将控制信号准确地送到目的地,以便完成确定的操作。

4. 总线及缓冲器

微处理器中信息的传送是通过总线来完成的。总线(BUS)是指传送信息的一组公共信号线。内部总线采用单总线分时使用,微处理器的各组成部分都挂到这组内部单总线上。由图 1-1 可见,共有三组总线:

地址总线 AB(Address Bus): 地址总线是提供存储单元和外部设备地址的总线,是由寄存器阵列经地址缓冲器送出的单向总线。如 Z80 微处理器有 16 条(位)地址线,这 16 条地址线组合起来共有 2^{16} 个不同状态,即可区分 2^{16} 个不同的内存单元,或者说可寻址的内存单元数为 $2^{16} = 64K(1K = 2^{10} = 1024)$ 。8088 微处理器地址总线有 20 条,可直接寻址的范围为 $2^{20} = 1M$ 。

数据总线 DB(Data Bus): 数据总线实现各部件之间的数据传送,也可以通过数据总线缓冲器/锁存器与外部数据总线连接。既可以送入,也可以送出,因而是双向的。微处理器数据总线位数为 8~32 位。

控制总线 CB(Control Bus): 控制总线则与控制单元相连。如复位信号 $\overline{RESET}$ 、系统时钟 Φ 、中断请求信号 $\overline{INT}$ 、存储器请求信号 $\overline{MREQ}$ 、等待信号 $\overline{WAIT}$ 等控制信号线。但控制总线中的某一条线,不是由微处理器向外发控制信号,就是将控制信号引入到微处理器中。因此,应是单向的。

二、指令的执行过程

指令是控制动作的指示或命令。微处理器执行一条指令即可完成一个完整的操作。在微处理器中执行一条指令的过程是:程序计数器 PC 将当前指令地址送往存储器,选中存储器当前指令的单元,由存储器中读出指令的机器码,经数据总线送入指令寄存器,并由指令译码器译码,产生相应的控制信号,进入控制单元产生定时与控制脉冲,按照指令的要求完成相应的操作。归结起来,分成取指令—分析指令(指令译码)—执行指令等三个步骤。例如,加法指令就是将累加器与暂存寄存器中的两个数送入算术逻辑单元相加,其结果经内部数据总线返回累加器,同时将结果的特征送入标志触发器中,若是进行十进制加法,则利用十进制调整单元将结果调整成十进制数。

三、典型的微处理器

随着大规模集成电路生产的发展,微处理器字长(处理数据的位数)有 8 位、16 位、32 位等多种,但目前应用较多的是 8 位和 32 位机。下面介绍几种最典型的微处理器,其中包括 Z80、Intel 8088、80286、80386 等。

1. Z80 微处理器

Z80 微处理器是美国 Zilog 公司于 1976 年研制成的高性能 8 位微处理器。在结构上,它相当

于 Intel 8088A, 时钟驱动器 8224, 总线控制器 8228 三块芯片之和, 给用户带来很大方便。此外, 它只需用一种电源, 就目前来说 Z80 仍有较强的生命力, 广泛应用于实时控制、过程控制以及工业控制等领域中。Z80 微处理器结构与前述典型微处理器结构图 1-1 相似, 也由内部寄存器阵列、算术逻辑单元和控制单元三部分组成。其结构与芯片引脚如图 1-2 所示。

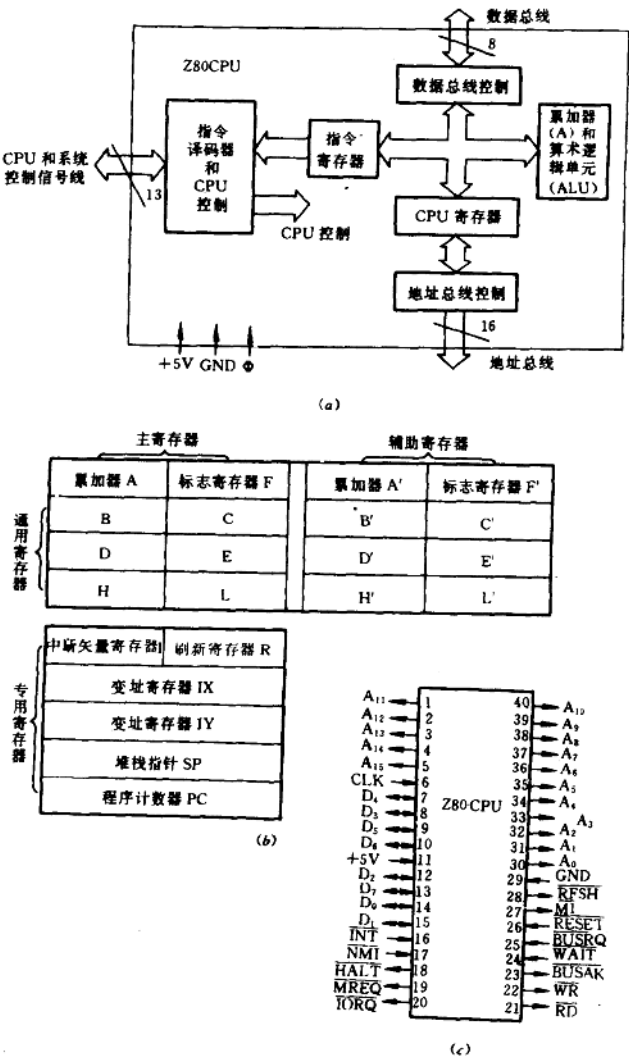


图 1-2 Z80 微处理器结构与芯片引脚

(1) 内部结构

图 1-2(a)是 Z80 微处理器内部结构框图。由几个主要部分构成：

累加器与算术逻辑单元。累加器 A 和算术逻辑单元 ALU 具有算术运算、逻辑运算、移位、求补等功能,并能对运算结果的某些特征进行判断,由标志触发器 F 加以记忆。当进行两个操作数的运算时,一个操作数来自累加器 A,另一个操作数经过内部数据总线由存储器或寄存器送来,运算结果输出至累加器 A 保存,而运算结果的特征或标志则放在 F 内。

CPU 寄存器组如图 1-2(b)所示。由通用寄存器和专用寄存器组成。其中,通用寄存器包括六个 8 位主寄存器 B、C、D、E、H、L,六个 8 位辅助寄存器 B'、C'、D'、E'、H'、L';也可以配对成六个 16 位寄存器对 BC、DE、HL、B'C'、D'E'、H'L'。而专用寄存器包括 PC、SP、IX、IY 等,它们与通用寄存器不同,都具有一定的特殊功能。

① 程序计数器 PC(Program Counter)是一个 16 位自动计数的寄存器。用来寄存现行指令的地址码,指示下一个要执行指令的地址。每执行一条指令时,CPU 首先把程序计数器指出的指令地址送到地址总线上,从存储器的相应单元中取出指令送入 CPU,然后程序计数器的内容自动加 1,从而为取得下一个指令字节或下一条指令作好准备。当要执行转移或分支指令时,新的地址值自动置入 PC,去取代已递增的数值,达到程序的转移。

② 堆栈指示器 SP(Stack Pointer)也是一个 16 位寄存器,用来指示(或存放)堆栈的栈顶地址。堆栈是从内存单元中划出的一个区域,专门用来保存某些数据。在这个区域存取数据时,采用“后进先出”的原则进行,即最先取出的数据是最后存入堆栈的,而最先存入堆栈的数据最后才能被取出。通常,把数据存入堆栈叫做入栈或压入,以体现堆栈存数是从下往上堆的原则,而从堆栈取出数据叫做出栈或弹出,每压入一个数,就占用了堆栈一个单元,微处理器就自动将 SP 减 1,其数值表示新的栈顶地址。堆栈指针 SP 的作用是指示堆栈的位置。Z80 CPU 中规定 SP 指向栈顶,即始终指向最后存入堆栈的数据所在单元。

③ 变址寄存器 IX、IY(Index Register)是两个完全相同而又相互独立的 16 位寄存器。在 Z80 指令系统中,有一种称为变址寻址的指令,它是将一个基准地址再加上指令中给出的偏移量以形成操作数的地址。它既可以存放要修改的基准地址,也可以用来暂时存放数据。

④ 中断矢量寄存器 I(Interrupt Vector Register)是 8 位寄存器,在 Z80 CPU 中以中断方式与外设交换信息时使用。关于中断的概念将在以后介绍。

⑤ 刷新寄存器 R(Refresh Register)是 8 位寄存器,由于存储器中广泛采用了 MOS 动态存储器,它利用寄生电容来存储信息,但电容总会泄漏电荷,为了保证数据信息不致丢失,要定期(一般为 2ms)对动态存储器进行刷新(给电容充电),R 就是用来提供刷新地址的。

⑥ 标志寄存器 F(flag)是 8 位寄存器,实际上只使用了其中的 6 位(其余两位为空位)。它与算术逻辑单元直接相连,其 6 位的状态由 CPU 根据运算结果的某些状态(如运算结果是否为 0,是否为负等等)自动填入,而不能直接用指令写入,故也称为状态寄存器。

(2) 外部引脚及功能

Z80 CPU 封装在标准的 40 个引脚的双列直插式芯片中,其引脚排列图如图 1-2(c)所示,每个引脚上标注的数字表示该引脚在芯片上的实际排列位置。由图可以看出,引脚功能可以分为三组:

① 地址总线

Z80 CPU 地址码为 16 位,因此地址总线共 16 根,即 $A_0 \sim A_{15}$,是一组三态输出总线,它为 CPU 与存储器、CPU 与外设或外存与存储器之间进行数据交换时提供地址。其中:

使用 $A_0 \sim A_{15}$,可选址 $2^{16} = 64K$,用于访问存储器;

使用 $A_0 \sim A_7$, 可选址 $2^8 = 256$ 个, 用于访问外设;

使用 $A_0 \sim A_6$, 可提供 $2^7 = 128$ 个动态存储器刷新地址。

② 数据总线

Z80 CPU 字长为 8 位, 因此数据总线共 8 根, 即 $D_0 \sim D_7$, 是一组三态双向总线, 信号可以双向传送, 在 CPU 与存储器间或 CPU 与外设间, 每次可传送一个字节。

③ 控制总线

系统总线共有 13 根, 按功能分为三类: 系统控制、CPU 控制和总线控制线。

$\overline{M1}$ 机器周期 1 信号 (Fetch), 输出信号, 低电平有效, 表示当前机器正在进行取指操作。

$\overline{MREQ}$ 存储器请求信号 (Memory Request), 三态输出信号, 低电平有效, 表示当前指令是面向存储器进行读或写操作。

$\overline{IORQ}$ 输入/输出请求信号 (Input/Output Request), 三态输出, 低电平有效, 表示当前指令是面向外设进行读或写操作。

$\overline{RD}$ 读信号 (Read), 三态输出, 低电平有效, 表示 CPU 要求从存储器或外设中读取数据。

$\overline{WR}$ 写信号 (Write), 三态输出, 低电平有效, 表示 CPU 需要向存储器或外设写入数据。

$\overline{RFSH}$ 刷新信号 (Refresh), 输出信号, 低电平有效, 表示此时地址线上的地址码是用来控制动态存储器进行刷新。

$\overline{HALT}$ 暂停信号 (Halt), 输出信号, 低电平有效, 表示 CPU 正在执行 HALT 指令, 暂停操作, 正在等待中断请求或复位信号的到来。

$\overline{WAIT}$ 等待信号 (Wait), 输入信号, 低电平有效, 当外部将 $\overline{WAIT}$ 引脚置低电平时, CPU 就插入等待周期, 直至恢复为高电平时, CPU 才继续操作。

$\overline{INT}$ 中断请求信号 (Interrupt Request), 输入信号, 低电平有效, 表示外设向 CPU 请求中断, 只要 $\overline{NMI}$ 和 $\overline{BUSRQ}$ 两引脚不是处于低电平状态, CPU 在执行完本条指令就会响应外设的中断请求。

$\overline{NMI}$ 非屏蔽中断请求信号 (Non-Maskable Interrupt), 输入信号, 低电平有效。CPU 在任何情况下都必须响应的中断请求, 称为非屏蔽中断请求, 是具有最高优先权的中断请求信号, 它一般用于处理一些紧急的事件。

$\overline{RESET}$ 复位信号 (Reset), 输入信号, 低电平有效, 此时必使 CPU 置初态, 复位。

$\overline{BUSRQ}$ 总线请求信号 (Bus Request), 输入信号, 低电平有效。用于存储器与快速外设直接传送信息 (DMA)。

$\overline{BUSAK}$ 总线响应信号 (Bus Acknowledge), 输出信号, 低电平有效。表示当前总线正脱机运行, 与此同时, CPU 将地址、数据总线及三态控制线置于高阻状态。

其它引脚包括 +5V 直流电源、地线 (GND) 以及 CLK (时钟) 信号, 其时钟频率为 2.5MHz (Z80-A CPU 时钟频率为 4MHz)。

2. 16 位微处理器

目前 16 位的微处理器已有众多的产品, 如: M68000、Z8000、8086/8088 以及 80286 等。考虑到 IBM-PC 微机较普及, 着重介绍 8088 微处理器。Intel 8088 是 16 位的微处理器, 是典型的第三代微处理器产品。它具有 16 位的内部数据总线, 但与外部联系的数据总线仍为 8 位, 即在它的内部可以进行 16 位的数据操作, 与外部每次可以进行 8 位数据的交换。因此, 严格地说, 应该称之为 8 位。

为准 16 位微处理器。

(1) 8088 微处理器的内部结构

8088 微处理器由两大部分组成:即总线接口部件 BIU(Bus Interface Unit)和执行控制部件 EU(Execution Unit),其相互连接如图 1-3 所示。

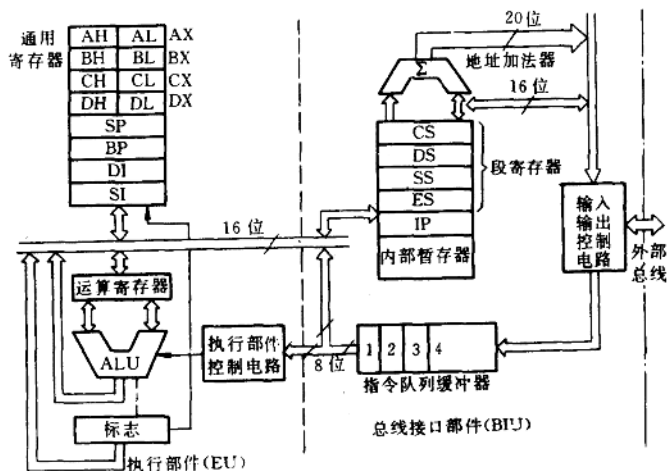


图 1-3 8088 微处理器内部结构

总线接口部件 BIU 负责管理、控制微处理器与存储器、外部设备 I/O 的接口。它由段寄存器、地址加法器和指令队列缓冲器组成,负责形成 20 位的总线地址,以访问系统存储器。

执行控制部件 EU 负责指令的执行,微处理器完成的算术运算、逻辑运算等操作均在此处实现。它包括运算器 ALU、通用寄存器和状态寄存器等,主要进行 16 位的各种运算及有效地址的计算。

应当指出的是,与 8 位微处理器 Z80 不同,在 8088 微处理器中,取指令和执行指令可以在时间上进行并行重叠操作。也就是说,总线接口部件的操作与执行部件操作是完全不同步的,取指令操作和执行指令操作由它们分别完成。在一条指令执行的同时,微处理器还可以从存储器取出下一条(或几条)指令,放入指令队列中排队等待,这就是预取指令的操作。一旦一条指令执行完,微处理器就立即可以从指令队列中取出下一条指令执行,从而大大缩短了微处理器为执行指令所花费的时间,提高整体工作速度。

在 8088 微处理器中共有 13 个 16 位寄存器和一个标志寄存器,其结构如图 1-4 所示。可归并为以下几类。

① 数据寄存器

8088 有 4 个 16 位的数据寄存器,可以存放 16 位的操作数。其中 AX 为累加器。这些寄存器既可以作为 16 位的寄存器使用,也可以把每个寄存器分成两个 8 位的寄存器分别使用。高 8 位部分分别称为 AH、BH、CH 和 DH 寄存器,低 8 位部分分别称为 AL、BL、CL 和 DL 寄存器。这样

大大增加了使用的灵活性。

② 指针与变址寄存器

8088 指针与变址寄存器各两个,即 SP、BP 和 SI、DI。其作用既可存放操作数,也可用于形成指令访问的存储器地址。在形成存储器地址时,一般情况下,通过指针寄存器寻址访问的是堆栈区,而通过变址寄存器寻址访问是数据区。具体存储器地址的形成,需要与段寄存器的内容一起确定。

③ 段寄存器

微处理器中设置有 4 个段寄存器,这是 8088 结构的一个特点。8088 可寻址 1M 字节存储空间,可被划分成若干个逻辑段,每段最多可包含 64K 字节。微处理器每次可直接访问四个段,即代码段 CS、数据段 DS、堆栈段 SS 和附加段 ES 等。这些段寄存器的内容与有效地址偏移量一起经运算即可确定内存地址。通常 CS 划定并控制程序区,DS 和 ES 控制数据区,SS 则控制堆栈区。

④ 控制寄存器

8088 控制寄存器有两个,其中指令指针寄存器 IP 即通常 CPU 中的程序计数器 PC,用来控制 CPU 执行指令的顺序,它和代码寄存器 CS 一起可以确定当前所要取指令的内存地址。状态寄存器 PSW 主要用来记录微处理器运行过程中的有关状态信息。8088 中的标志寄存器有 16 位,但实际使用的标志位只有 9 个。它们分别是:进位标志 C、零标志 Z、符号标志 S、溢出标志 O、奇偶标志 P、半加标志 A、单步跟踪标志 T、中断允许标志 I 和方向标志 D 等。

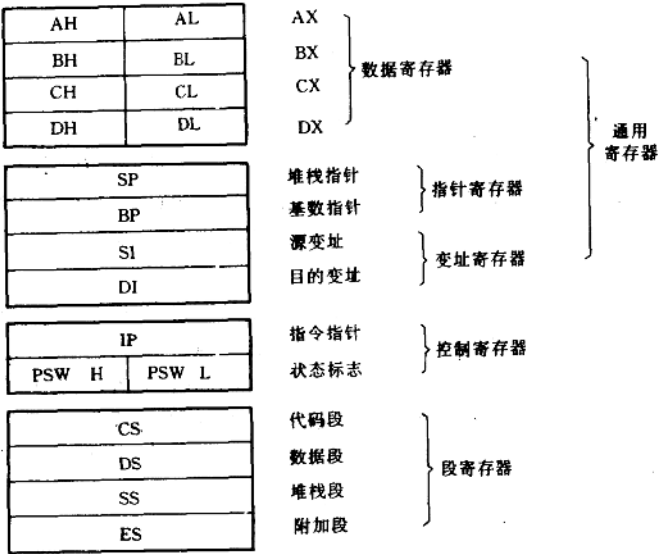


图 1-4 8088 内部寄存器

(2) 8088 微处理器引脚及其功能

如前所述,微处理器是一个单片结构,其对外信息交换均通过芯片引脚实现。由于制造工艺

以及经济等原因,引脚总是有限的,因而部分引脚往往设计为功能复用。

8088 微处理器芯片是一块具有 40 个引脚的双列直插式集成电路块,其引脚定义如图 1-5 所示。许多引脚具有双重定义,有些引脚根据时序不同,其功能就有区别,如 $AD_0 \sim AD_7$ 这 8 条引脚上有时传送地址信号,有时传送数据信号。此外,8088 可以有两种系统工作模式(最小/最大模式),当第 33 引脚 $MN/\overline{MX}$ 接电源时,系统处于最小工作模式;当接地时,则系统处于最大工作模式。在不同模式情况下,第 24~31 引脚信号定义是不一样的。各引脚功能如下:

$AD_0 \sim AD_7$ ——地址、数据多路分时复用信号线,且为三态双向传送。

$A_8 \sim A_{15}$ ——高 8 位三态输出地址信号线。当访问存储器或 I/O 设备时,均输出高 8 位有效地址。

$A_{16} \sim A_{19}/S_3 \sim S_6$ ——地址/状态三态输出信号线。分时复用,在访问存储器的最初期间传送 20 位地址信息的高 4 位;但在存储器读写或 I/O 操作期间,输出 8088 的状态信息。

$\overline{RD}$ ——读控制三态输出信号线。当低电平有效时,表示正在存储器读或 I/O 读操作。

READY——准备就绪信号线。其上为被访问的存储器或 I/O 设备发出的应答信号,表示它们已作好准备,可以和微处理器交换数据。

INTR——中断请求信号线。当高电平有效时,表示外围设备发出了中断请求。

NMI——非屏蔽中断请求输入信号线。其含意与 INTR 类似,但它不能用软件进行屏蔽。

RESET——高电平有效的复位信号线。它可使微处理器进入复位状态。

$\overline{TEST}$ ——测试信号线。当微处理器执行 WAIT 等待指令时,对 $\overline{TEST}$ 进行监视,若 $\overline{TEST}$ 输入为低电平时,微处理器继续执行下一条指令,否则处理器将处于等待状态。

CLK——时钟信号输入线。由它提供微处理器和总线控制器的定时信号。8088 标准时钟频率为 5MHz。

V_{CC} 和 GND——分别为 5V 电源输入引脚和接地端。

① 最小工作模式

当 8088 微处理器系统组成工作方式选择端 $MN/\overline{MX}$ 连接到 +5V 电源时,处于最小工作模式,部分引脚功能为:

$IO/\overline{M}$ ——三态输出访问控制线。用于区别当前操作是访问存储器还是 I/O 端口。当输出高电平时,表示访问 I/O 端口;低电平时,表示访问存储器。

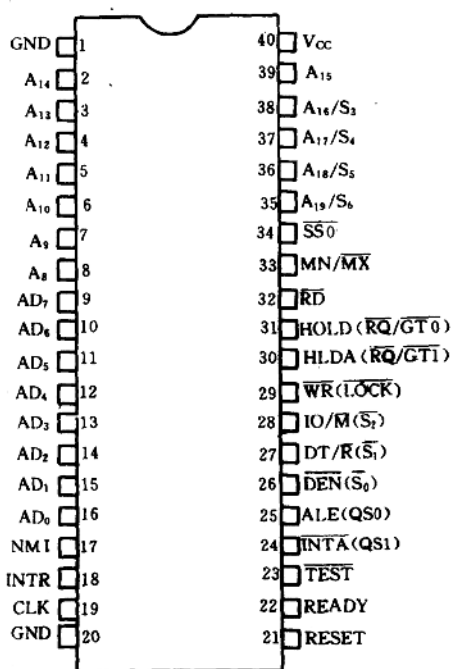


图 1-5 8088 微处理器芯片引脚