



“十三五”普通高等教育本科规划教材

WEIJI YUANLI YU JIEKOU JISHU

微机原理与接口技术

王亭岭 主 编
熊军华 周 玉 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”普通高等教育本科规划教材

微机原理与接口技术

主 编 王亭岭
副主编 熊军华 周 玉
编 写 杨冬霞 孙 标
王赛爽 张 星
主 审 高金峰



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”普通高等教育本科规划教材。

本书从工程应用的角度出发,以 Intel 80x86 微处理器和 IBM-PC 系列微机为主要对象,系统阐述微型计算机的基本组成、工作原理和接口技术等相关知识。全书共分为 10 章,主要内容包括微型计算机概述、80x86 微处理器及其系统、8086/8088 指令系统、汇编语言程序设计、存储器、输入输出接口与总线、中断系统、计数器/定时器与 DMA 控制器、并行接口与串行接口、模/数和数/模转换通道。本书遵循编写由浅入深、循序渐进、理论联系实际的原则,列出了大量的例题和习题,方便读者检验学习效果。

本书可作为高等院校非计算机专业教材使用,也可供从事微机应用与开发的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术/王亭岭主编. —北京:中国电力出版社, 2016.1

“十三五”普通高等教育本科规划教材

ISBN 978-7-5123-8664-8

I. ①微… II. ①王… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材②微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 302534 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

三河市百盛印装有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 1 月第一版 2016 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.5 印张 397 千字

定价 35.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

“微机原理与接口技术”为电类本科专业一门重要的专业基础课,是提高微型计算机应用与开发能力的重要课程。通过本课程的学习,学生可以从理论与实践两方面掌握微型计算机的组成和工作原理,掌握汇编语言程序设计和微机常用接口技术,掌握接口电路的设计与编程方法,建立微机系统整体概念,了解微型计算机的新技术和新理论。

每当主讲“微机原理与接口技术”课程时,都有学生要问:“现在使用的通用计算机中大部分是 32 位或 64 位多处理器内核的 CPU,为什么还要学 20 世纪 70 年代的 8086/8088 微处理器呢?”如今虽然高性能的 32 位或 64 位微型计算机大量使用,但 8086 的典型性和后来的 80x86 系列微处理器对它的兼容性,都使得 8086 微机系统始终是初学者的首选。所以本书仍以 16 位的 8086 为主线,系统介绍有关微处理器的结构、指令系统概念、程序设计方法、存储器接口、各类可编程接口芯片和总线等相关知识。同时,扼要讲述 32 位微机系统的基本工作原理。尽管目前所使用的计算机中分立的接口芯片已很难找到,但在主板的芯片组中都有实现对应功能的相关模块,因此本书仍然分章独立讲述各接口知识及接口芯片。

本课程具有实践性强的特点,尤其是程序设计能力只能在程序设计的过程中学习,读者应多上机调试程序,实践能力才能提高,才能真正体会到编程的乐趣。

参加本书编写的有华北水利水电大学的王亭岭、熊军华、周玉、王赛爽,哈尔滨学院的杨冬霞,郑州航空工业管理学院的孙标和许昌学院的张星。王亭岭任主编,熊军华、周玉任副主编。全书共分 10 章,王亭岭编写了第 1、第 2 章和第 4 章,熊军华编写了第 6 章和第 7 章,周玉编写了第 3 章,杨冬霞编写了第 8 章,周玉和杨冬霞共同编写了第 5 章,孙标和熊军华共同编写了第 9 章,王赛爽编写了第 10 章,张星编写了附录,杨冬霞参与了课后习题的审定。全书由王亭岭和熊军华统稿、定稿,由郑州大学的高金峰教授审阅。

在本书编写的过程中,参考了国内外大量的文献,在此表示真挚的感谢!由于编者水平所限,书中难免存在一些疏漏和不当之处,敬请同行和各位读者朋友批评指正。

编 者

2015 年 12 月

目 录

前言

第 1 章 微型计算机概述	1
1.1 计算机的发展	1
1.1.1 计算机的诞生	1
1.1.2 微处理器的发展	2
1.1.3 计算机的工作原理	3
1.2 微型计算机系统	4
1.2.1 系统组成与结构	4
1.2.2 微型计算机分类	6
1.2.3 微型计算机的性能指标	7
1.3 微型计算机的运算基础	8
1.3.1 无符号数的表示方法	9
1.3.2 数制的转换与运算	9
1.3.3 符号数的表示及运算	10
1.3.4 计算机中的定点数和浮点数	12
1.3.5 计算机中的编码	13
思考与练习	14
第 2 章 80x86 微处理器及其系统	15
2.1 8086 微处理器	15
2.1.1 8086 微处理器的逻辑结构	15
2.1.2 8086/8088 的内部寄存器	18
2.1.3 8086/8088 的引脚信号	21
2.1.4 8086/8088 的工作方式	22
2.2 80386 微处理器	22
2.2.1 80386 的内部结构	22
2.2.2 80386 的寄存器	23
2.2.3 80386 的工作方式	25
2.2.4 80386 的存储器管理	25
2.3 高性能微处理器	28
2.3.1 Pentium 微处理器	28
2.3.2 Pentium 微处理器的技术特点	28
2.3.3 Pentium 微处理器的发展	30

2.3.4	多核微处理器	31
2.4	80x86 微型计算机系统	32
2.4.1	微型计算机系统主板	32
2.4.2	80x86 典型芯片组 440BX	33
2.4.3	BIOS 功能与设置	34
	思考与练习	35
第 3 章	8086/8088 指令系统	36
3.1	概述	36
3.1.1	指令的基本构成	37
3.1.2	指令的执行时间	39
3.2	寻址方式	39
3.2.1	立即寻址	39
3.2.2	寄存器寻址	40
3.2.3	直接寻址	40
3.2.4	寄存器间接寻址	41
3.2.5	寄存器相对寻址	42
3.2.6	基址—变址寻址	43
3.2.7	基址—变址相对寻址	44
3.2.8	隐含寻址	45
3.3	8086/8088 指令	45
3.3.1	数据传送指令	45
3.3.2	算术运算指令	56
3.3.3	逻辑运算和移位指令	65
3.3.4	串操作指令	71
3.3.5	程序控制指令	76
3.3.6	处理器控制指令	86
	思考与练习	87
第 4 章	汇编语言程序设计	89
4.1	汇编语言概述	89
4.2	汇编语言源程序的结构及组成	90
4.2.1	源程序的基本结构	90
4.2.2	汇编语言语句的类型和组成	91
4.3	伪操作指令	95
4.3.1	处理器方式伪指令	95
4.3.2	数据定义伪指令	95
4.3.3	符号定义伪指令	96
4.3.4	段定义伪指令	97
4.3.5	过程定义伪指令	98
4.3.6	模块定义和结束伪指令	99

4.3.7	宏处理伪指令	99
4.3.8	模块连接伪指令	100
4.4	汇编程序的功能及汇编过程	100
4.4.1	汇编程序的功能	100
4.4.2	程序的编辑、汇编及连接过程	101
4.5	汇编程序设计方法及应用	103
4.5.1	概述	103
4.5.2	顺序结构程序设计	103
4.5.3	分支程序设计	104
4.5.4	循环结构程序设计	105
4.5.5	子程序设计	107
4.5.6	宏定义与使用	110
4.5.7	系统功能调用	110
	思考与练习	118
第 5 章	存储器	119
5.1	概述	119
5.1.1	存储器的分类	119
5.1.2	存储器芯片的主要技术指标	122
5.2	随机存取存储器 RAM	122
5.2.1	存储器的系统结构	123
5.2.2	静态随机存储器 (SRAM)	124
5.2.3	动态随机存储器 (DRAM)	130
5.2.4	存储器扩展技术	136
5.2.5	存储器与系统的连线	139
5.3	只读存储器 (ROM)	139
5.3.1	掩膜式只读存储器 (MROM)	139
5.3.2	可编程只读存储器 (PROM)	140
5.3.3	可擦除、可再编程的只读存储器	141
5.3.4	闪存 (Flash Memory)	146
5.4	存储器的分级体系	146
5.4.1	存储器的分级结构	146
5.4.2	高速缓存系统	147
	思考与练习	150
第 6 章	输入输出接口与总线	151
6.1	接口概述	151
6.1.1	I/O 接口中的信息	151
6.1.2	I/O 接口的结构	152
6.1.3	I/O 接口的功能	152
6.1.4	I/O 端口的编址方式	153

6.2	CPU 与外设之间的数据传输方式	153
6.2.1	程序控制方式	153
6.2.2	中断方式	155
6.2.3	DMA 方式	155
6.3	微型计算机中的总线	157
6.3.1	总线定义	157
6.3.2	总线分类	157
6.3.3	总线周期	157
6.3.4	总线的操作过程	158
6.3.5	常用系统总线和外设总线标准	159
	思考与练习	164
第 7 章	中断系统	165
7.1	中断的基本概念	165
7.1.1	中断、中断源及中断系统	165
7.1.2	中断处理过程	166
7.1.3	中断嵌套	167
7.2	80x86 中断系统	167
7.2.1	外部中断	168
7.2.2	内部中断	169
7.2.3	中断向量和中断向量表	170
7.2.4	80x86 中断响应过程	171
7.3	可编程中断控制器 Intel 8259A	173
7.3.1	8259A 的功能	173
7.3.2	8259A 的内部结构和引脚功能	173
7.3.3	Intel 8259A 的引脚及功能	175
7.3.4	8259A 的工作方式	175
7.3.5	8259A 的级联	176
7.3.6	8259A 的编程	176
7.3.7	8259A 在微机系统中的应用	181
	思考与练习	184
第 8 章	计数器/定时器与 DMA 控制器	186
8.1	可编程计数器/定时器 8253	186
8.1.1	计数器/定时器的工作原理	186
8.1.2	8253 的功能与结构	187
8.1.3	8253 的控制字	188
8.1.4	8253 的工作方式与工作时序	189
8.1.5	8253 的初始化编程及应用	193
8.2	DMA 控制器 8237A	195
8.2.1	DMA 的基本原理	195

8.2.2	8237A 的内部结构和引脚	196
8.2.3	8237A 的工作方式和传输类型	201
8.2.4	8237A 的初始化编程及应用	202
	思考与练习	203
第 9 章	并行接口与串行接口	204
9.1	可编程并行接口芯片 8255A	204
9.1.1	并行接口概述	204
9.1.2	8255A 的内部结构与引脚功能	205
9.1.3	8255A 的控制字	206
9.1.4	8255A 的工作方式	207
9.1.5	8255A 的应用	209
9.2	可编程串行通信接口芯片 8251A	211
9.2.1	串行通信的基本概念	211
9.2.2	8251A 的功能及结构	215
9.2.3	8251A 的控制命令	218
9.2.4	8251A 的初始化编程与应用	220
	思考与练习	222
第 10 章	模/数和数/模转换通道	224
10.1	微机系统的 A/D 和 D/A 通道	224
10.1.1	模拟量输入通道组成	224
10.1.2	模拟量输出通道组成	225
10.2	D/A 转换及其接口	225
10.2.1	D/A 转换的主要性能参数	225
10.2.2	D/A 转换器的输入/输出特性	226
10.2.3	D/A 转换器的工作原理	226
10.2.4	D/A 转换芯片	228
10.3	A/D 转换及其接口	231
10.3.1	A/D 转换的基本概念	231
10.3.2	A/D 转换器的工作原理	232
10.3.3	典型 A/D 转换器介绍	234
	思考与练习	237
附录 A	ASCII 字符集	238
附录 B	8086/8088 指令系统一览表	240
附录 C	通用汇编程序伪指令	245
附录 D	常用 DOS 功能调用 (INT 21H)	247
附录 E	常用 ROM-BIOS 功能调用	251
	参考文献	254

第1章 微型计算机概述

计算机技术是 20 世纪发展最为迅速、普及程度最高、应用最为广泛的科学技术之一。经过 60 多年的发展，计算机已经渗透到国民经济和社会生活的各个领域，极大地改变着人们的工作和生活方式，并转化为推动社会进步的巨大生产力，而微机原理与接口技术是学习和使用微型计算机的基础。

本章主要介绍计算机的发展、微型计算机系统的组成和微型计算机的运算基础。重点学习内容为微型计算机系统的组成与工作原理，微处理器的性能评价指标，计算机中数制转换及其运算。

1.1 计算机的发展

1.1.1 计算机的诞生

1946 年 2 月 14 日，世界上公认的第一台电子计算机（Electronic Numerical Integrator and Computer, ENIAC）由美国宾夕法尼亚大学研制成功。ENIAC 占地面积 150m²，重达 30000kg，使用了 18000 多个电子管，功率为 150kW，运算速度为 5000 次/s。今天看来，ENIAC 体积庞大，运行效率不高，且采用十进制运算，输入和更换程序十分不便，但它的问世开创了计算机科学技术的新纪元。

1947 年，贝尔实验室 Shockley 博士发明了被誉为“20 世纪最伟大发明”的晶体管。晶体管与电子管相比，体积小、功耗低、载流子运行速度快，它开辟了电子时代的新纪元。

1949 年，英国剑桥大学数学实验室率先制成了电子离散时序自动计算机（Electronic Discrete Sequential Automatic Computer, EDSAC）。EDSAC 是世界上第一台采用冯·诺依曼体系结构的计算机。

此后 60 多年，计算机的发展日新月异，至今已经历了电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机和（超）大规模集成电路计算机 4 代的发展。表 1-1 简要地描述了这一发展过程。

表 1-1 计算机的发展历程

计算机时代		年份	存储器	重要特征
第一代	电子管时代	1946~1957	磁鼓存储器	采用机器语言
第二代	晶体管时代	1958~1963	磁芯存储器	发展到高级语言
第三代	集成电路时代	1964~1970	半导体存储器	发展到总线结构
第四代	（超）大规模集成电路	1971~	半导体存储器	发展到微处理器

在 20 世纪 70 至 80 年代，派生出大小不一、花样繁多的各种类型的计算机。按规模、性能、用途和价格等特征来分，可把计算机分为巨、大、中、小、微型计算机。20 世纪 90 年

代后，计算机一方面向着高速、大容量、智能化的超级巨型机的方向发展；另一方面向着微型机的方向发展。

1.1.2 微处理器的发展

将计算机中的运算器和控制器集成在一片硅片上制成的集成电路作为微型计算机的中央处理部件（Central Processing Unit, CPU），称为微处理器。微处理器出现于 20 世纪 70 年代，是大规模集成电路发展的产物。微型计算机以微处理器为核心，再配上适量内存、接口电路和外部设备组成。

微处理器的品质决定了微型计算机的性能，因此微处理器的发展历程也是微型计算机的发展历史。美国 Intel 公司于 1971 年成功开发出全球第一块微处理器 4004 芯片，这一芯片最初应用于一种计算器中。这一创举也开始了人类将智能理论内嵌于无生命设备的历程。近 40 多年来，微处理器本身不断更新换代，从 4 位发展到 8、16、32 位乃至 64 位。其应用范围几乎渗透到社会的各个领域。研制与生产微处理器的厂家遍及全球，然而 Intel 等几家公司始终保持着这个领域中的领先地位，从 Intel 公司产品发展历程中就可以大体浏览微处理器的发展历程，见表 1-2。

表 1-2 Intel 历代微处理器的典型产品

型号	推出时间	时钟频率 (主频)	处理器位宽 (位)	地址总线 (根)	外部数据总线 (根)	晶体管数
4004	1971	108kHz	4			0.23 万
8080	1974	2MHz	8	16	8	0.5 万
8085	1976	3MHz	8	16	8	0.6 万
8086	1978	8MHz	16	20	16	2.9 万
8088	1979	8MHz	16	20	8	2.9 万
80186	1982	8MHz	16	20	16	5.6 万
80286	1982	12.5MHz	16	24	16	13.4 万
80386	1985	≥20MHz	32	32	32	27.5 万
80486	1989	≥25MHz	32	32	32	120 万
Pentium	1993.03	≥60MHz	32	32	64	310 万
Pentium Pro	1995.11	≥200MHz	32	36	64	550 万
Pentium MMX	1997.01	≥166MHz	32	36	64	450 万
Pentium 2	1997.05	≥266MHz	32	36	64	750 万
Pentium 3	1999.01	≥500MHz	32	36	64	950 万
Pentium 4	2000.11	≥1.3GHz	32	36	64	3400 万
Pentium M 二代	2004.10	≥1GHz	32	36	64	1.4 亿
Pentium D 双核	2005.04	3.2GHz	32	36	64	2.3 亿
Core2 双核	2006.07	1.66~2.93GHz	64	36	64	2.91 亿
Core i7 四核	2008.11	2.66~3.2GHz	64	36	64	7.31 亿

由表 1-2 可见，正如著名的摩尔定律所预言：每过 18 个月，微处理器的集成度将翻一番，

性能会提高一倍或价格降低一半。

计算机发展初期,处理器性能的提高主要是为了满足科学和工程计算的需求,非常重视浮点运算能力,而且主频不是很高,功耗的问题不是很突出。随着互联网和媒体技术的迅猛发展,网络服务和移动计算逐渐成为一种非常重要的计算模式,这一新的计算模式迫切要求微处理器具有响应实时性、处理流式数据类型的能力,支持数据级和线程级并行性,更高的存储和 I/O 带宽,低功耗,设计的可伸缩性及缩短芯片进入和退出市场的周期等。这就需要对处理器的微体系结构进行突破性变革,这场变革应该是一场由复杂到简单的变革,应该面向网络服务和媒体的应用,应该考虑低功耗的要求,应该采用层次的结构来简化物理设计的复杂度。目前,片内多处理器及多线程技术正在成为处理器体系结构设计的热点。

1.1.3 计算机的工作原理

1946 年 6 月,冯·诺依曼等人在《电子计算机装置逻辑初探》的报告中,首次提出了“程序存储”和“二进制运算”的概念,这个报告的内容可简要概括为以下几点:

- (1) 计算机由运算器、控制器、存储器、输入和输出设备五大部分组成。
- (2) 数据和指令以二进制代码形式不加区别地存放在存储器中,地址码也是二进制形式,计算机能自动区分指令和数据。
- (3) 编写好的程序事先存入存储器。控制器根据存放在存储器中的指令序列(即程序)来工作,由程序计数器(Program Counter, PC)控制指令的执行顺序。控制器具有判断能力,能根据计算结果选择不同的动作流程。

目前,计算机硬件体系结构基本上还是经典的冯·诺依曼结构,如图 1-1 所示。

由图 1-1 可见,计算机五大部分之间有两类信息在流动:数据信息和控制信息。数据信息用双线箭头表示,包括原始数据、中间结果、计算结果和程序指令;控制信息用单线箭头表示,它由控制器发出,指挥和协调其他各部件动作的信号。不论是数据还是控制命令,计算机中都是用“0”和“1”表示二进制信息。

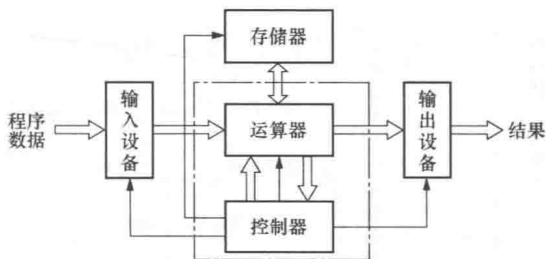


图 1-1 计算机硬件体系结构

其中,指令是命令计算机完成某种基本操作的代码。将各种算术运算、逻辑运算及存储器的读/写等作为基本操作,为每一个基本操作规定一个代码,这个代码称为指令。

当需要计算机完成某项任务时,就将其分解成一系列的基本操作并用指令来表示,预先存放到存储器中。计算机工作时就逐条执行指令,完成一系列的基本操作,从而完成整个任务。我们把能完成某项任务的指令序列称为程序。

使用计算机时,首先存储程序,即将指令序列存放到存储器;然后在计算机工作时,控制器从存储器中逐条取出指令、分析指令并执行指令。执行指令时,控制器依次发出各种控制命令信号给其他部件,使运算器完成某种算术、逻辑运算或实现寄存器与存储器之间的数据传送等。计算机的工作过程就是执行指令的过程。

程序中的指令一般按序存放在存储器的连续区域中。计算机开始执行程序时,PC 中存放着第一条指令所在存储单元的地址,然后每取出一条指令(或每取出一个指令字节),PC 的内容自动加 1,指向下一条指令地址,从而保证了自动按顺序取指令和执行指令。

1.2 微型计算机系统

1.2.1 系统组成与结构

微型计算机系统 (Micro Computer System, MCS) 是以微型计算机为主体, 再配以相应的外围设备、电源、辅助电路和控制微型计算机工作的软件而构成的完整计算机系统。微型计算机系统可分为硬件和软件两大部分: 硬件是基础, 软件是灵魂, 二者缺一不可。硬件和软件分别由多个部分组成, 自成系统, 也常称为硬件系统和软件系统。微型计算机系统 (简称微机) 组成如图 1-2 所示。



图 1-2 微型计算机系统组成

存, CPU 可以直接访问; 外存储器属于外设的范畴。

内存中存放的数据和程序从形式上看都是二进制数。一般将 8 位二进制数记作一个字节 (Byte)。每个内存单元都有一个地址, 每个单元中存放一个字节信息, 内存容量就是它能包含的内存单元的数量。通常内存单元地址都是从 0 开始编号的。

CPU 对内存的操作有两种: 读或写。读操作是 CPU 将内存单元的内容读入 CPU 内部, 而写操作是 CPU 将其内部信息传送到内存单元保存起来。当然写操作的结果改变了被写内存

1. 硬件系统组成

微型计算机硬件系统是机器的实体部分, 由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。其中运算器和控制器常常集成在一起, 称为微处理器, 即 CPU。

(1) 微处理器。微处理器是微型计算机的核心芯片, 它主要包括运算器、控制器及相关寄存器等。

运算器也称为算术逻辑运算单元 (Arithmetic and Logic Unit, ALU), 它完成数据的算术逻辑运算。

控制器一般由指令寄存器、指令译码器和控制电路组成: 指令寄存器用于暂存从存储器中取出将要执行的指令码; 指令译码器用来将指令寄存器中的指令进行译码分析, 以确定执行什么样的操作; 控制电路则是起协调与定时作用。控制器的作用是根据指令的要求对微机各部件发出相应的控制信息, 使它们协调工作, 从而完成对某个微机系统的控制。

微处理器的内部寄存器用来存放常用的、正在使用的数据。

(2) 存储器。存储器用来存放数据和程序。按照在系统中的位置, 存储器一般分为内存储器和外存储器两类。内存储器又称为内存或主

单元的内容,是破坏性的。

按工作方式,内存可分为两大类:随机读写存储器(Random Access Memory, RAM)和只读存储器(Read Only Memory, ROM)。

RAM 可被 CPU 随机读写,故称随机读写存储器。这种存储器用于存放用户装入的程序、数据及部分系统信息。当系统断电后,所存信息消失。

ROM 中的信息只能被 CPU 读出,不能由 CPU 任意写入,故称只读存储器。机器断电,信息仍可保留。这种存储器用于存放固定程序,如基本的 I/O 程序、BASIC 解释程序等。ROM 的内容只能用专用设备写入。

(3) 输入/输出(I/O)设备和输入/输出接口(I/O Interface)。I/O 设备是微型计算机系统的重要组成部分。程序、数据及现场信息要通过输入设备输入给微型计算机。CPU 的计算结果通过输出接口输送到输出设备。常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪等;常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。

由于各种外设的工作速度、驱动方法差别很大,无法与 CPU 直接匹配,所以不可能将它们简单地连接到系统总线上,而需要通过 I/O 接口电路来充当外设与 CPU 之间的桥梁,来辅助 CPU 工作,实现 CPU 与外设之间的速度匹配、信号电平匹配、信号格式匹配、时序控制、中断控制等。主要接口芯片有锁存器 74LS373,缓冲器 74LS245,可编程中断控制器 8259A,可编程计数/定时器 8253,可编程并行/串行接口 8255/8251A,可编程 DMA 控制器 8237A,数-模和模-数转换器等。在现在的计算机系统中,这些芯片的功能都被集成在大规模集成电路芯片中。

2. 体系结构

硬件系统的五大部分加上电源,通过系统总线有机地连在一起。系统总线是各个部件之间传输信息的公共通道。一般有三组总线:地址总线、数据总线和控制总线。典型的微机系统总线结构如图 1-3 所示。

(1) 地址总线(Address Bus, AB)。AB 传送 CPU 发出的地址信息,是单向总线。

(2) 数据总线(Data Bus, DB)。DB 传送数据信息,是双向总线。CPU 既可通过 DB 从内存或输入设备读入数据,又可通过 DB 将 CPU 内部数据送至内存或输出设备。

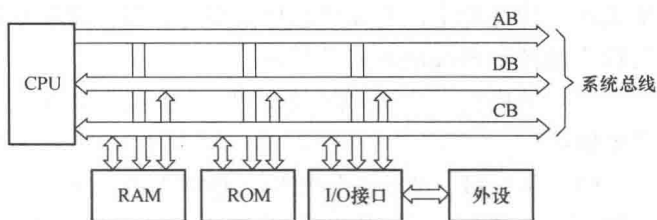


图 1-3 典型的微机系统总线结构

(3) 控制总线(Control Bus, CB)。CB 传送控制信息。其中有的是 CPU 向内存或外设发出的信息,有的是外设向 CPU 提供的信息,因此 CB 中每一根线的传送方向是一定的、单向的,但 CB 作为一个整体是双向的。

3. 软件系统组成

软件系统主要分为系统软件和应用软件。系统软件是由设计者提供给用户的、充分发挥计算机效能的一系列软件。系统软件包括操作系统、语言处理程序和各种支持软件。

操作系统是系统软件的核心,它的主要功能是对系统的软硬件资源进行合理的管理。

程序设计语言是用来编写程序的语言,是人和计算机交换信息所用的工具,通常分为机

器语言、汇编语言和高级语言三类。

其中机器语言和汇编语言都是直接对应于微处理器的指令系统，是面向机器的程序设计语言。使用它们能利用计算机的所有硬件特性，直接控制硬件。机器语言直观性差，易错，在实际应用中很少直接采用。汇编语言的符号指令与机器代码一一对应，从执行时间和占用存储空间来看，它和机器语言同样是高效率的。因此汇编语言在要求高效率的应用中是最常用的一种语言。掌握汇编语言有助于了解微型计算机的工作原理，所以本书讲述微机原理和接口应用的软件是以汇编语言为主，这样能直接阐明其编程原理和方法。高级语言是相对汇编语言而言的，它是较接近自然语言和数学公式的编程语言，与计算机的硬件结构及指令系统无关。语言处理程序是为用户设计的编程服务软件，其作用是将高级语言源程序翻译成计算机能识别的目标程序，一般由汇编程序、解释程序、编译程序等组成。

应用软件是用户利用计算机提供的系统软件，为解决实际问题而研制的程序。应用程序包括各种应用软件包、数据库管理系统以及用户根据需要而设计的各种程序。

在大规模集成电路技术支持下，出现了各种半导体只读存储器 ROM，可以将软件固化于这样的硬件中，发展带有软件固化的微型计算机系统已成为一个重要方向。现在微型计算机都具有固化的监控程序、Basic 解释程序以及操作系统的引导程序和 I/O 驱动程序等。除此之外，微型计算机系统的软件还可存储在各种存储介质中，例如磁带、磁盘、光盘等，这样就构成商品化的软件产业。微型计算机根据使用场合不同和利用形态不同，可以配置不同的软件规模。

1.2.2 微型计算机分类

1. 按字长分类

微型计算机按字长可分为 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机。

2. 按组装结构分类

微型计算机按组装结构可分为单片机、单板机和多板机。

(1) 单片机。利用大规模集成电路技术将微型机的各组成部分（CPU、内存、I/O 接口等）集成在一片硅片上，组成单芯片微型计算机，简称单片机。单片机因广泛应用于嵌入式系统，又称为微控制器或嵌入式计算机。

(2) 单板机。将微型机的 CPU、内存、I/O 接口电路安装在一块印制电路板上，就组成了单板机。

(3) 多板机。即个人计算机，是将主板、微处理器、内存、I/O 接口卡、外部存储器、电源等部件组装在一个机箱内，并配置显示器、键盘、鼠标、打印机等基本外部设备所组成的计算机系统。

3. 按用途分类

微型计算机按用途可分为通用计算机和嵌入式计算机。

(1) 通用计算机为满足高速、海量的数值计算，技术发展方向是不断提高运行速度，不断扩大存储容量，通用微处理器迅速从 8086、80386、80586 发展到奔腾系列，操作系统则迅速提高高速处理海量数据文件的能力和多媒体等多功能应用能力，使通用计算机日臻完美。

(2) 嵌入式计算机要嵌入到对象体系中，因而向着单芯片化道路的方向发展，技术要求则是对对象的智能化控制能力，发展方向是不断提高嵌入性能、控制能力与可靠性。嵌入式计算机系统简称嵌入式系统，它一般由嵌入式微处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统及用户的应用程序等四个部分组成。嵌入式系统的控制核心可分为：嵌入式微处理器（EMPU，

如 386EX、ARM 系列)、数字信号处理器 (DSP, 如 TMS320 系列)、微控制器 (MCU, 如 80C51 系列) 及嵌入式片上系统 (SoC, 如 C8051F 系列)。

微型计算机的出现, 使计算机进入到现代计算机发展阶段; 嵌入式计算机的诞生, 则标志着微型计算机进入了通用计算机与嵌入式计算机两大分支并行发展的时代, 推动了计算机产业革命的高速发展。微型计算机技术发展的两大分支的意义在于: 它不仅形成了计算机发展的专业化分工, 而且将计算机技术扩展到各个领域, 使人类迅速进入全球化的网络、通信、虚拟世界和数字化生活的新时代。

1.2.3 微型计算机的性能指标

一台微型计算机的性能如何, 是由它的系统结构、指令系统、硬件设备组成和软件配置情况等因素决定的, 以下是评价微型计算机性能的主要指标。

1. 字长

在计算机中, 所有信息都是用二进制数码 (0, 1) 表示的, 其最小单位是位 (bit), 即一个二进制数位。CPU 在处理 and 传送信息时, 往往是把一组二进制数码看成一个整体来并行操作。并行处理的一组二进制数称为一个字 (Word), 字所含有的二进制位数称为字长。字长是 CPU 交换、加工和存放信息时, 其信息位的最基本长度, 它通常与寄存器、运算器及传输线的宽度一致。字长标志着计算精度, 字长越长, 一次传送同样位数的数据速度就越快, 它能表示的数值范围越大, 计算结果的有效位数就越多, 精度也越高。但字长越长, 制造工艺越复杂。目前微型计算机从 8、16、32 位到 64 位各档次都有, 都在发挥各自不同的作用。

2. 运算速度

计算机完成一个具体任务所花费的时间就是完成该任务的时间指标, 时间越短, 表明计算机的速度越高。但是计算机各种指令执行时间是不一样的, 以每秒执行基本指令的条数来大致反映计算机的运算速度, 单位是 MIPS (百万条指令/s)。

现在, 人们用计算机的主频——时钟频率来表示运算速度, 以 MHz 或 GHz 为单位。主频越高, 表明运算速度越快。

3. 存储容量

存储器 (通常指主存储器或内存储器) 是计算机存放二进制信息的“仓库”, 由若干存储单元组成。存储单元的编号称为存储器单元地址。存储容量与 CPU 构成的系统能够访问的存储单元数有关。存储单元的数目是由传送地址信息的地址线条数决定的。若有 10 条地址线, 所能编出的地址码有 $2^{10}=1024$ 种, 由此可区分 1024 个单元。计算机中把 $2^{10}=1024$ 规定为 1K, $2^{20}=1024K=1M$, $2^{30}=1G$, $2^{40}=1T$ 。若有 20 条地址线, 则有 1M 个单元地址码。

一般存储单元都是以字节 (B, 1B=8bit) 为单位的, 信息的写入和读出也以字节为单位。所以存储容量可以看作存储器能够存放信息的最大字节数, 如存储容量为 1MB, 是指 1M 个字节。

4. 指令系统

计算机在设计时, 就确定了它能完成的各种基本操作。一台计算机所固有的基本操作指令的集合, 称为该计算机的指令系统。指令系统的指令数越多, 计算机能完成的基本操作种类就越多, 说明其功能越强。执行这种指令系统的计算机称为复杂指令集计算机 (Complex Instruction Set Computer, CISC)。

复杂指令集指令码不等长, 指令数量多。当 CISC 发展到一定程度后, 人们发现很多复

杂指令很少使用，且普遍遵循二八定律，即 20%的指令承担着 80%的工作。1980 年 Patterson 和 Ditzel 首先提出了精简指令集计算机（Reduced Instruction Set Computer，RISC）的概念。RISC 具有简单的指令集，指令少、指令码等长，寻址方式少、指令功能简单，强调寄存器的使用，采用超标量和超级流水线。

CISC 技术和 RISC 技术都在不断发展，相互竞争且互相渗透，最新的 CISC 设计也都融合了不少 RISC 特征。

5. 内核数目

内核数目是指封装在一个 CPU 硅片内的处理器内核数目，内核越多则 CPU 处理并行计算的能力越强，目前处理器中的内核数目有 1、2、4、8 个，甚至 64 个。

6. 高速缓存

高速缓存又称 Cache，提供“高速缓存”的目的是为了让数据存取的速度适应 CPU 的处理速度，当前 CPU 的高速缓存一般分为一级高速缓存（L1 Cache）和二级高速缓存（L2 Cache）两级。对于同类的 CPU 来说，高速缓存的容量越大，则 CPU 的执行效率越高，速度越快。

7. 总线性能

由于 CPU 是通过总线实现读取指令，并实现与内存、外设之间的数据传输，因此，在 CPU、内存与外设确定的情况下，总线速度成为制约计算机整体性能的关键。

8. 系统配置

一台计算机要能正常工作，必须提供必要的人机联系手段，这包括配置相应数量的外设（如键盘、显示器、磁盘驱动器、打印机、扫描仪等）和配置实现计算机操作的软件。外设配置越高档，软件配置越丰富，计算机的使用就越便利，工作效率也就越高。

1.3 微型计算机的运算基础

数制是人们利用符号计数的方法，它有很多种，如二进制、十进制、八进制、十六进制等。数在机器中是以器件的物理状态来表示的，一个具有两种不同稳定状态且这两种稳定状态能相互转换的器件，就可以用来表示 1 位二进制数。由于用电子器件表示两种状态容易实现，所以电子计算机中一般采用二进制计数。但人们习惯使用十进制数，因此在掌握计算机原理之前，需要了解二进制、十进制、十六进制的表示方法及其相互转换。此外，人们常使用的字母、符号、图形等，在计算机中也一律用二进制编码来表示。计算机中常用计数制见表 1-3。

表 1-3 计算机中常用计数制

数制	后缀	特 点	基数	数 码	举例
二进制	B	逢二进一，借一当二	2	0, 1	1101.101 B
八进制	Q	逢八进一，借一当八	8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	4516.753 Q
十进制	D	逢十进一，借一当十	10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	3890.568 D
十六进制	H	逢十六进一，借一当十六	16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F	12AB.2C5 H

计算机中的数是用二进制来表示的，数的符号也是用二进制表示的。在机器中，把一个连同其符号在内的、数值化表示的数称为机器数。