



普通高等教育电气工程与自动化(应用型)“十二五”规划教材

Microcomputer's
Principle and Interface Technique

微机原理及 接口技术

◎ 主 编 胡 普 王祥瑞
◎ 副主编 王蓉晖



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育电气工程与自动化（应用型）“十二五”规划教材

微机原理及接口技术

主 编 胡 蓓 王祥瑞

副主编 王蓉晖

参 编 皮大能 冯 震 夏国宏

主 审 廖家平



机械工业出版社

本书以 Intel 系列微处理器为背景, 介绍微型计算机原理与接口技术, 以熟悉基本原理、掌握接口应用为指导思想。在内容安排上注重系统性与实用性, 内容主要包括: 计算机基础, 8086 微处理器, 80x86 系列微处理器, 80x86 微处理器的指令系统, 汇编语言程序设计, 系统总线, 存储技术, 输入/输出技术, 中断技术, 常用可编程接口以及微机应用系统。

本书内容全面、结构合理、条理清晰, 重点突出实践性技术技能, 强调理论与实际、硬件与软件的结合, 并配有大量辅助教学参考资料, 可作为高等院校电气类、自动化类、电子信息类专业教材, 同时可供相关工程技术人员参考。

为方便教学实践, 本书配有免费电子教案, 实验参考资料 (Proteus 仿真), 模拟试卷等相关材料, 凡选用本书作为教材的学校, 均可登录网址: <http://dq.hsit.edu.cn:825/Course/index.html> (湖北理工学院微机原理及应用精品课程) 免费下载。

图书在版编目 (CIP) 数据

微机原理及接口技术/胡 蔷, 王祥瑞主编. —北京: 机械工业出版社, 2013.3

普通高等教育电气工程与自动化 (应用型) “十二五” 规划教材
ISBN 978-7-111-41342-4

I. ①微… II. ①胡…②王… III. ①微型计算机-理论-教材②微型计算机-接口技术-教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 020112 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王雅新 责任编辑: 王雅新 徐 凡 版式设计: 张 薇

责任校对: 张晓蓉 封面设计: 张 静 责任印制: 张 楠

高教社 (天津) 印务有限公司印刷

2013 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 25.75 印张 · 635 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-41342-4

定价: 48.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

“微机原理及接口技术”是高等院校电气类、自动化类、电子信息类专业本、专科学生必修的一门重要专业基础课。本课程的主要目的是使学生通过典型的 80x86 系列微处理器，了解微型计算机的基本工作原理、指令系统和汇编语言程序设计方法，了解半导体存储器、各种控制器和输入/输出接口芯片的体系结构，掌握组成微机系统的各种硬件、软件接口技术，学会分析和设计各种微机系统，为进一步的专业学习打下一个坚实的基础。

为了适应新形势的需要，本书作者参考现有教材，结合多年教学科研实践经验，充分考虑教与学的系统性和方法性，编写了本书。本书的主要特点是：①深入浅出，循序渐进。如第 1 章计算机基础，介绍了计算机的发展和组成等。第 2 章微处理器，详细讲述了 16 位到 32 位微处理器的体系结构、寄存器组、存储管理、流水线操作、分支预测技术和高速缓存（Cache）技术等。它们构成了各种高性能软件的载体。②软硬件结合。第 3、4 章为指令系统和汇编语言程序设计，阐述了 80x86 汇编语言及其程序设计的基本方法，配合许多程序设计实例，使读者尽快建立基本概念，尽快掌握汇编语言程序设计，为学习后续章节做好准备。③系统性。计算机是由硬件和软件组成的一个庞大系统，本书第 5~10 章分别详细介绍了系统总线、存储技术、输入/输出技术、中断技术以及几种常用的接口芯片和应用实例。第 11 章通过几个实例将微机应用系统做了全面的介绍。④突出重点，详解难点。本书从实际应用出发，重点讲述程序设计和接口技术，使学生了解计算机硬件组成、工作原理以及软件是如何依附于硬件的，从而达到对计算机系统（硬件、软件）基本知识的融会贯通。

本书第 1、2、3 章由王蓉晖编写，第 5、6、11 章由王祥瑞编写，第 8、9 章由皮大能、冯震编写，第 10 章由夏国宏编写，其余章节由胡蕾编写。全书由胡蕾统稿。湖北工业大学电气与电子工程学院廖家平教授担任主审，廖教授对本书提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于微型计算机系统和接口技术所涉及的知识内容丰富、更新快，而编者水平有限，书中不足之处，敬请广大师生和专家学者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 计算机基础 1

1.1 计算机中的编码 1

1.1.1 数字编码 1

1.1.2 字符编码 1

1.1.3 汉字编码 2

1.2 计算机的发展与分类 4

1.2.1 计算机的发展 4

1.2.2 计算机的分类 6

1.3 微型计算机系统的组成 7

1.3.1 微型计算机系统的硬件组成 7

1.3.2 微型计算机系统的软件组成 8

1.3.3 主要性能指标和常用术语 11

1.4 多媒体计算机 14

1.4.1 多媒体技术 14

1.4.2 多媒体计算机的组成 15

小结 15

习题与思考题 16

第2章 微处理器 17

2.1 微处理器的发展 17

2.2 微处理器的基本结构 20

2.2.1 微型计算机的结构 20

2.2.2 微处理器的内部结构与基本功能 21

2.3 8086 的功能结构 23

2.3.1 8086 的编程结构 23

2.3.2 8086 的总线周期 27

2.4 8086 的存储器组织 28

2.5 8086/8088 的引脚功能 30

2.6 8086/8088 的总线结构 34

2.6.1 总线的概念 34

2.6.2 8086 的总线结构 36

2.6.3 8086/8088 的最小模式和最大模式 37

2.7 Intel 8086 微处理器典型时序 40

2.7.1 最小模式下的三种基本总线周期 40

2.7.2 最大模式下时序 42

2.8 Intel 80x86 系列微处理器功能结构

简介 43

2.8.1 80286 微处理器 43

2.8.2 80386 微处理器 47

2.8.3 80486 微处理器 51

2.8.4 Pentium 微处理器 55

小结 60

习题与思考题 61

第3章 指令系统 62

3.1 指令系统概述 62

3.1.1 指令格式 62

3.1.2 数据类型 62

3.2 Intel 80x86 的寻址方式 64

3.2.1 立即寻址 64

3.2.2 直接寻址 64

3.2.3 寄存器寻址 65

3.2.4 寄存器间接寻址 66

3.2.5 寄存器相对寻址 66

3.2.6 基址—变址寻址 67

3.2.7 相对的基址—变址寻址 68

3.2.8 隐含寻址 69

3.3 Intel 80x86 指令系统 69

3.3.1 数据传送类 70

3.3.2 算术运算类 77

3.3.3 逻辑运算类 89

3.3.4 移位和循环移位 94

3.3.5 控制转移类 99

3.3.6 串操作 104

3.3.7 处理器控制 108

小结 109

习题与思考题 110

第4章 汇编语言程序设计 113

4.1 汇编语言基础 113

4.1.1 汇编语言概述 113

4.1.2 汇编语言语句格式 113

4.2 汇编语言程序结构 117

4.2.1 源程序	117	7.1.2 I/O 接口的基本模型	228
4.2.2 伪指令	118	7.1.3 I/O 接口的寻址方式	230
4.2.3 宏指令	124	7.2 CPU 与外设间数据传送方式	235
4.3 汇编语言程序设计	126	7.2.1 程序控制方式	235
4.3.1 设计步骤	126	7.2.2 中断方式	236
4.3.2 顺序结构	127	7.2.3 直接存储器存取方式	238
4.3.3 分支结构	129	7.2.4 I/O 处理机方式	241
4.3.4 循环结构	134	7.3 简单 I/O 接口设计	242
4.3.5 子程序结构	137	7.3.1 CPU 或系统总线的 I/O 接口 信号	243
4.3.6 系统功能调用	141	7.3.2 端口地址规划	243
4.3.7 汇编语言程序设计举例	144	7.3.3 端口地址译码	245
小结	154	7.3.4 端口的设计	246
习题与思考题	155	7.4 简单 I/O 接口芯片	247
第 5 章 总线	157	7.4.1 74LS373 数据锁存器	247
5.1 总线概述	157	7.4.2 74LS244 数据缓冲器	247
5.2 几种总线标准	161	7.4.3 74LS245 数据收发器	248
5.2.1 PC 总线	161	7.4.4 常用译码电路	248
5.2.2 ISA 总线	163	7.4.5 接口电路举例	250
5.2.3 PCI 总线	164	7.5 DMA 控制器	256
5.2.4 PCI 总线信号	167	7.5.1 概述	256
5.2.5 PCI 总线操作	170	7.5.2 8237A 控制器	257
5.2.6 通用串行总线	172	7.5.3 8237A 的工作方式和传送类型	260
小结	180	7.5.4 8237A 的寄存器	261
习题与思考题	180	7.5.5 8237A 的编程及应用	265
第 6 章 存储技术	181	小结	270
6.1 概述	181	习题与思考题	270
6.1.1 存储器的概念和分类	182	第 8 章 中断技术	271
6.1.2 半导体存储器	186	8.1 中断概述	271
6.1.3 半导体存储器的性能指标	196	8.1.1 中断的概念	271
6.2 常用存储器	197	8.1.2 中断系统	272
6.2.1 随机存取存储器	197	8.2 8086 的中断系统	277
6.2.2 只读存储器	204	8.2.1 中断结构	277
6.2.3 高速缓冲存储器	207	8.2.2 中断向量表	279
6.2.4 虚拟存储器	212	8.2.3 8086 中断的响应	280
6.3 存储器与 CPU 的连接	217	8.3 8259A 中断控制器	281
6.3.1 连接时必须注意的问题	217	8.3.1 内部功能结构	281
6.3.2 典型 CPU 与存储器连接	221	8.3.2 8259A 的工作方式	284
小结	223	8.3.3 8259A 的工作过程	289
习题与思考题	223	8.3.4 8259A 的初始化	289
第 7 章 输入/输出技术	226	8.3.5 8259A 的应用	295
7.1 概述	226	小结	298
7.1.1 I/O 接口功能	226	习题与思考题	298

第9章 常用可编程接口	300	10.2.4 几种 A/D 转换器比较	351
9.1 可编程并行接口 8255A	300	10.3 数/模 (D/A) 转换	351
9.1.1 编程结构	300	10.3.1 D/A 转换主要技术指标	351
9.1.2 引脚功能	301	10.3.2 D/A 转换器	352
9.1.3 控制字和工作方式	302	小结	357
9.1.4 8255A 的编程应用	308	习题与思考题	358
9.2 8253 可编程定时器/计数器	314	第11章 微机应用系统	359
9.2.1 概念	314	11.1 概述	359
9.2.2 8253 功能结构	314	11.1.1 微机应用系统的类型	359
9.2.3 控制字和初始化	317	11.1.2 微机应用系统设计原则和 步骤	363
9.2.4 工作方式和时序	318	11.1.3 微型计算机应用系统的设计 过程和内容	365
9.2.5 8253 应用	323	11.1.4 系统集成	373
9.3 串行通信及接口	325	11.2 基于总线的接口设计	375
9.3.1 串行通信概念	325	11.2.1 键盘与键盘接口	375
9.3.2 8251 的结构和引脚功能	329	11.2.2 显示器接口	381
9.3.3 8251 控制字和编程	332	11.2.3 打印机接口	387
9.3.4 应用举例	334	11.3 微机应用系统设计实例	390
小结	337	11.3.1 微机信号发生器	390
习题与思考题	337	11.3.2 城市交通管理控制系统分析与 设计	399
第10章 开关量和模拟量接口技术	339	小结	402
10.1 概述	339	习题与思考题	402
10.2 模/数 (A/D) 转换	339	参考文献	403
10.2.1 概念	339		
10.2.2 ADC0809/0808	343		
10.2.3 AD574	349		

第 1 章 计算机基础

内容提要：本章主要介绍了计算机的发展、计算机的基本结构、计算机的编码和个人计算机的组成部分，着重介绍了计算机的数字编码在计算机中的表示形式及运算。

1.1 计算机中的编码

1.1.1 数字编码

由于二进制有很多优点，所以计算机中的数用二进制表示，但人们与计算机打交道时仍然习惯于用十进制，在输入时计算机自动将十进制转换为二进制，而在输出时将二进制转换为十进制。为便于机器识别与转换，计算机中的十进制数的每一位用二进制编码表示，这就是所谓的十进制数的二进制编码，简称二—十进制编码（BCD 码）。

二—十进制编码的方法很多，最常用的是 8421 BCD 码。8421 BCD 码有 10 个不同的数字符号，逢十进位，每位 8421 BCD 码用四位二进制数表示。例如：

83.123 对应的 8421 BCD 码是 1000 0011.0001 0010 0011，

同理，0111 1001 0010.0010 0101 8421 BCD 码对应的十进制数为 792.25。

表 1-1 所示为 8421 BCD 码表。

表 1-1 8421 BCD 码表

十进制数	8421 BCD 码	二进制数
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0010
3	0011	0011
4	0100	0100
5	0101	0101
6	0110	0110
7	0111	0111
8	1000	1000
9	1001	1001
10	0001 0000	1010
11	0001 0001	1011
15	0001 0101	1111
63	0110 0011	111111
94	1001 0100	1011110

1.1.2 字符编码

字母、数字、符号等各种字符也必须按照特定的规则用二进制编码才能在计算机中表示。字符编码的方式很多，世界上最普遍采用的一种字符编码是 ASCII 码（美国信息交换标准码）。

ASCII 码用 7 位二进制编码, 它有 128 种组合, 可以表示 128 种字符。包括 0~9 共 10 个阿拉伯数字字符, 大、小写英文字母 (72 个), 常用标点符号和各种控制字符, 参见附录 1。在计算机中用一个字节表示一个 ASCII 码字符, 最高位置为 0。例如, 00110000 ~ 00111001 (即 30H ~ 39H) 是数字 0~9 的 ASCII 码, 而 01000001 ~ 01011010 (即 41H ~ 5AH) 是大写英文字母 A~Z 的 ASCII 码。详见表 1-2。

表 1-2 ASCII 字符表

	列	0	1	2	3	4	5	6	7
行	位 765 → ↓ 4321	000	001	010	011	100	101	110	111
0	0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	,	p
1	0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
3	0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
4	0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
5	0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	0111	BEL	ETB	,	7	G	W	g	w
8	1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
10	1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
11	1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
12	1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
13	1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
14	1110	SO	RS	.	>	N	↑	n	~
15	1111	SI	US	/	?	O	↓	o	DEL

1.1.3 汉字编码

用计算机处理汉字, 每个汉字必须用代码表示。键盘输入汉字是输入汉字的外部码。外部码必须转换为内部码才能在计算机内进行存储和处理。为了将汉字以点阵的形式输出, 还要将内部码转换为字型码。不同的汉字处理系统之间交换信息采用交换码。

1. 外部码

汉字主要是从键盘输入, 每个汉字对应一个外部码 (也叫输入码), 外部码是计算机输入汉字的代码, 是代表某一个汉字的一组键盘符号。汉字的输入方式不同, 同一个汉字的外部码可能不一样。目前已有数百种汉字外部码的编码方案, 大致可以归纳为四种类型: 数字码、音码、形码和音形码。数字码是将汉字按照某种规律排序, 然后赋予它们数字编号, 这个数字编号就作为汉字的编码。常见的数字码如区位码等, 这种编码方式无重码, 可以找到其他编码方式难于找到的汉字, 但难于记忆, 要有手册备查。音码是以汉语拼音作为汉字的编码, 只要学过汉语拼音, 一般不需要经过专门训练就可以掌握, 但是, 用拼音方法输入汉

字同音字很多,需要选字,影响输入速度,不知道读音的汉字就无法输入。形码是一个汉字拆成若干偏旁、部首、字根,或者拆成若干笔画,使偏旁、部首、字根或笔画与键盘对应编码,按字型敲键输入汉字。形码输入汉字重码率低、速度快,只要能看到字就可以拆分输入,但必须要经过专门训练,并且需要记忆大量的编码规律和汉字拆分原则。最常见的形码方案有五笔字型码等。音形码是拼音和字型相结合的一种汉字编码方案,如自然码、钱码等。

2. 内部码

汉字内部码也称汉字内码或汉字机内码。在不同的汉字输入方案中,同一汉字的外部码不同。但同一汉字的内部码是唯一的。内部码通常使用其在汉字字库中的物理位置标示,可以用汉字在汉字字库中的符号或者用汉字在汉字字库的存储位置标示。汉字在计算机中至少要用两个字节表示(也有用三字节、四字节表示的),在微型计算机中常用的是两字节汉字内码,是汉字的国标码(用两个7位编码)的两个字节的最高位都改为“1”形成的。例如汉字“啊”,国标码为0110000,01000001,即30H,21H;内部码为10110000,10100001,即B0H,A1H。在计算机中通常处理的是以ASCII码表示的字符,一个字符在机器内以一个字节的二进制编码表示。实际上ASCII码只需7位,故在计算机内的字符编码的最高位是“0”。由此可见,以字节的最高位是0还是1,很容易区分是ASCII字符还是汉字。

3. 交换码

计算机之间或计算机与终端之间交换信息时,要求其间传送的汉字代码信息要完全一致。为此,国家根据汉字的常用程度定出了一级和二级汉字字符集,并规定了编码,这就是国标GB 2312—1980《信息交换用汉字编码字符集基本集》,GB 2312—1980中的汉字的编码即国标码。该标准编码字符集共收录汉字和图形符号7445个,其中包括:

- ① 一般符号202个,包括间隙符、标点、运算符、单位符号和制表符等。
- ② 符号60个,包括1.~20.(20个),(1)~(20)(20个),①~⑩(10个)和(一)~(十)(10个)。
- ③ 数字22个,包括0~9和I~XII。
- ④ 英文字母52个,大、小写各26个。
- ⑤ 日文假名169个,其中平假名83个,片假名86个。
- ⑥ 希腊字母48个,其中大、小写各24个。
- ⑦ 俄文字母66个,其中大、小写各33个。
- ⑧ 汉字拼音符号26个。
- ⑨ 汉字注音字母37个。
- ⑩ 汉字6763个。这些汉字分为两级,第一级汉字3755个,第二级汉字3008个。

这个字符集中的任何一个图形、符号及汉字都是用两个7位的字节表示(在计算机中用两个8位字节,每个字节的最高位为1来表示)。其中汉字占6763个。第一级汉字3755个,按汉语拼音字母顺序排列,同音字以笔画顺序为序;第二级汉字3008个,按照部首顺序排列。GB 2312—1980中,7445个字符和汉字分布在87个区中,每区最多94个字符。分布情况如下:

1~9区为图形字符,10~15区空间未用,16~55区为一级汉字,56~87区为二级汉字。

在 GB 2312—1980 标准中, 对每个图形字符或汉字给出了两种汉字代码。一种是用两个字节二进制数给出的国标码 (即内部码中所用到的); 另一种是四位十进制区位码, 其中高 2 位是某种字符或者汉字所在的区号, 低 2 位是在区中的位置号。例如“啊”字的国标码是 3021H, 区位码是 1601H。

4. 输出码

汉字输出码又称汉字字型码或汉字发生器的编码。众所周知, 汉字无论字形有多少变化, 也无论笔划有多有少, 都可以写在一个方块中。一个方块可以看做 m 行 n 列的矩阵, 称为点阵。一个 m 行 n 列的点阵共有 $m \times n$ 个点。例如 16×16 点阵的汉字, 共有 256 个点。每个点可以是黑点或者非黑点, 凡是笔划经过的点用黑点, 于是利用点阵描绘出了汉字字形, 汉字的点阵字形在计算机中称为字模, 如图 1-1 所示。

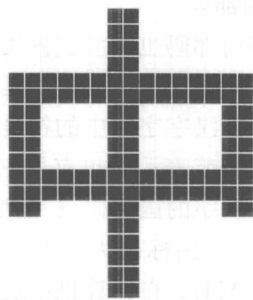


图 1-1 汉字“中”的 16×16 点阵字模

在计算中用一组二进制数字表示点阵, 用二进制数 1 表示点阵中的黑点, 用二进制数 0 表示点阵中的非黑点。一个 16×16 点阵的汉字可以用 $16 \times 16 = 256$ 位的二进制数来表示, 这种用二进制数来表示汉字点阵的方法称为点阵的数字化。汉字字形经过点阵的数字化后转换成一串数字, 称为汉字的输出码。

同一汉字的输出码, 即字型码, 因选择点阵的不同而不同。一个字节包含 8 个二进制位, 所以 16×16 点阵汉字需要 $2 \times 16 = 32$ 个字节表示; 24×24 点阵汉字需要 $3 \times 24 = 72$ 个字节表示; 32×32 点阵汉字需要 $4 \times 32 = 128$ 个字节表示。点阵的行列数越多, 所描绘的汉字越精细, 但占用的存储空间越多。 16×16 点阵基本能表示 GB 2312—1980 中的所有简体汉字。 24×24 点阵则能表示宋体、楷体、黑体等多字体的汉字。这两种点阵是比较常见的点阵, 前一种一般用于显示, 而后一种一般用于打印。除此之外, 还有 32×32 、 40×40 、 48×48 、 64×64 、 48×72 、 96×96 和 108×108 等点阵, 这些主要用于印刷。

1.2 计算机的发展与分类

1.2.1 计算机的发展

自 1946 年世界上第一台电子计算机问世以来, 计算机技术得到了突飞猛进的发展。短短 40 多年的时间, 已经历了四代的更替: 电子计算机、晶体管计算机、集成电路计算机和大规模、超大规模集成电路计算机。20 世纪 80 年代初日本和美国又分别宣布了第五代“冯·诺依曼”计算机和第六代“神经”计算机的研制计划。

计算机按其性能、价格和体积的不同, 一般分为 5 大类: 巨型机、大型机、中型机、小型机和微型计算机。

微型计算机是 20 世纪 70 年代初研制成功的。一方面由于军事、空间及自动化技术的发展需要体积小、功耗低、可靠性高的计算机, 另一方面, 大规模集成电路技术的不断发展也为微型计算机的产生打下了坚实的基础。

微处理器是微型计算机的核心芯片,通常简称 μP 或MP (Micro Processor),它是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。这样的芯片也被称为中央处理单元,简称CPU (Central Processing Unit)。

微型计算机简称为 μC 或MC (MicroComputer),它是由微处理器、适量内存和I/O接口电路组成的计算机。

30多年来,微处理器和微型计算机获得了极快的发展,几乎每两年微处理器的集成度翻一番,每2~4年更新换代一次,现已进入第六代。

1. 第一代 (1971—1973年) 4位或低档8位微处理器

1971年美国Intel公司研制成功的4004是集成度为2000个晶体管/片的4位微处理器。1972年Intel公司推出低档8位的8008也属于第一代微处理器产品。

第一代微处理器的指令系统比较简单,运算能力差、速度慢(基本指令的执行时间为10~20 μs),但价格低廉。软件主要使用机器语言及简单的汇编语言。

2. 第二代 (1974—1978年) 中高档8位微处理器

第一代微处理器问世后,众多公司纷纷开始研制微处理器,逐步形成以Intel公司、Motorola公司、Zilog公司产品为代表的三大系列微处理器。1973—1975年,中档微处理器以Intel 8080、Motorola的MC6800为代表。1976—1978年,出现高档8位微处理器,典型产品为Intel 8085、Z80和MC6809。

第二代微处理器比第一代有了较多改进,集成度提高1~4倍,运算速度提高10~15倍,指令系统相对比较完善,已具有典型的计算机体系结构以及中断、存储器直接存取(DMA)功能。软件除汇编语言外,还可以使用BASIC、FORTRAN以及PL/M等高级语言。后期开始配上操作系统,如CP/M (Control Program Monitor)操纵系统,它运用于以8080A/8085A、Z80、MC6502为CPU,带有磁盘及各种外设的微型计算机系统。

3. 第三代 (1978—1985年) 16位微处理器

1977年左右,超大规模集成电路工艺研制成功,一片硅片上可集成一万个以上的晶体管,16KB和64KB半导体存储器也已出现,微处理器及微型计算机从第二代发展到第三代。三大公司陆续推出16位微处理器芯片,如Intel 8086的集成度为29000晶体管/片,Z8000为17500晶体管/片,MC68000为68000晶体管/片。这些微处理器的基本指令执行时间约为0.15 μs 。从各项性能指标看,比第二代微处理器提高了很多,已达到或超过原来中、低档小型机的水平。用这些芯片组成的微型计算机有丰富的指令系统、多级中断系统、多处理机系统、段式存储器管理以及硬件乘除运算等。除此以外,还配备了功能较强的系统软件。为方便原8位机用户,Intel公司很快推出8088,其指令系统完全与8086兼容,内部结构仍为16位,但外部数据总线是8位,并以8088为CPU组成了IBM PC PC/XT等16位机。由于其性能价格比高,很快占领了市场。与此同时,Intel公司在8086的基础上研制出性能更优越的16位微处理器芯片80286,以80286为CPU组成IBM PC/AT高档16位机。

以上介绍的是16位微型计算机发展的一条途径,即在原8位机的基础上发展而来。另一条途径是将已流行的16位小型计算机微型化,例如美国DEC公司将PDP-11/20微型化为LS-11,将中档PDP-11/34微型化为LSI-23,又如将NOVA机微型化为MicroNOVA等。

4. 第四代 (1985—1992 年) 32 位高档微处理器

1985 年, Intel 公司推出了 32 位微处理器芯片 80386。80386 有两种结构: 80386SX 和 80386DX。这两种的关系类似于 8088 和 8086 的关系。80386SX 内部结构为 32 位, 外部数据总线为 16 位, 采用 80287 作为协处理器, 指令系统与 80286 兼容。80386DX 内部结构、外部数据总线皆为 32 位, 采用 80387 作为协处理器。

1990 年, Intel 公司在 80386 基础上研制出新一代 32 位微处理器芯片 80486。它相当于把 80386/80387 及 8KB ($23 \times 210\text{B}$) 高速缓冲存储器集成在一块芯片上, 性能比 80386 大大提高。

5. 第五代 (1993 年以后) 64 位高档微处理器

1993 年 3 月, Intel 公司推出 64 位微处理器芯片 Pentium (P5), 它的外部数据总线为 64 位, 地址总线为 32 位, 内存寻址空间为 $2^{32}\text{B} = 4\text{GB}$, 工作频率为 66MHz, 以它为 CPU 的 Pentium 机是一种 64 位高档微机。IBM、Apple 和 Motorola 三公司合作生产的 Power PC 芯片是又一种优异的 64 位微处理器芯片, 以它为 CPU 的微型计算机型号为 Macintosh。

6. 第六代 (1995 年后) 64 位高档微处理器

1995 年, Intel 公司推出第六代微处理器 PentiumPro (P6)。它采用了 $0.6\mu\text{m}$ 工艺, 集成了 550 万只晶体管。它有数据线 64 位, 地址线 36 位, 寻址范围为 $2^{36}\text{B} = 64\text{GB}$, 工作频率达 200MHz。随后, Intel 公司陆续推出了 P6 的系列产品: Pentium II、Pentium III、Pentium IV 等。这些产品采用了多项先进技术, 如: RISC 技术, 超级流水线技术、超标量结构技术 (每个时钟周期可启动并执行多条指令)、MMX 技术、动态分支预测技术、超顺序执行技术、双独立总线 DIB 技术; 一级高速缓冲存储器 (L1) 采用双 cache 结构 (独立的指令 cache 和数据 cache)、二级高速缓冲处理器 (L2) 达 256KB 或 512KB; 支持多微处理器。

第六代微处理器性能优异, 适应当前多媒体、网络、通信等多方面的要求。随着科学技术的发展, 将会不断地对微处理器提出新的要求, 新型、新概念的微处理器定会层出不穷。

微型计算机的特点:

①体积小、重量轻、价格低廉; ②简单灵活、可靠性高、使用环境要求不高; ③功耗低。

微型计算机的应用范围:

①科学计算; ②数据处理; ③办公自动化; ④过程控制; ⑤辅助系统; ⑥仿真。

1.2.2 计算机的分类

如今, 微处理器的品种类以百计, 用不同的微处理器组装成的微型计算机种类更加繁多, 将它进行分类, 对用户的设计和选用将会极为有益。

1. 按 CPU 的字长

微处理器 (Micro Processor) 是集成在一片大规模集成电路芯片上的中央处理器, 又称 MPU, 简称 MP。它具有一般 CPU 的功能, 它的体积远远小于一般 CPU, 还具有功耗低、可靠性高的优点。

按 MP 处理数据的位数来看, 微处理器可分为 4 位、8 位、16 位和 32 位。32 位微处理器是当今最流行的微处理器, 它所构成的微型计算机也是当今世界较先进的微型计算机。

2. 按微计算机利用的形态

(1) 单片微计算机 在一个片子上包括 CPU、RAM、ROM 以及 I/O 接口电路的完整计算机功能的电路。因集成度的关系,其 RAM、ROM 容量有限,I/O 电路也不多,所以用于一些专用的小系统中。如 Intel 公司的 MCS-48、MCS-51、MCS-98 等是应用广泛的单片微机。

(2) 微计算机的套件 这种套件可由生产厂家提供,或者由设计者从市场上购买微处理器片和可以与之相配的存储器片、I/O 接口电路片以及辅助电路、元件,自行设计或购买配套的印制板,自行安装成满意的微处理器系统。

(3) 单板微计算机 这是在一块印制电路板上,把微处理器、一定容量的存储器片 RAM 和 ROM 以及 I/O 接口电路等大规模集成电路片子组装而成的微计算机。通常在这块板上还包含固化在 ROM 或 E-PROM 中的容量不大的监控程序,并配有典型外设,如简易键盘和发光数码管做显示器。这种单板机也可买到成套配件由用户自己组装而成。

(4) 微计算机系统 将包含 CPU、RAM、ROM 和 I/O 接口电路的主板和其他若干块印制电路,如存储器扩展板、外设接口板、电源等组装在一个机箱内,构成一个完整的、功能更强的计算机装置。在这类系统中,通常还配有硬磁盘、光盘驱动器作为外部存储器,键盘、屏幕显示终端、打印机等外部设备,并且有丰富的软件支持。微计算机已经进入家庭和个人办公范围,因而有个人计算机 PC (Personal Computer) 之称。

1.3 微型计算机系统的组成

微计算机系统和一般电子计算机结构上的共同之处在于:他们都是由硬件和软件两个大部分组成,可归纳为如图 1-2 所示的关系图。

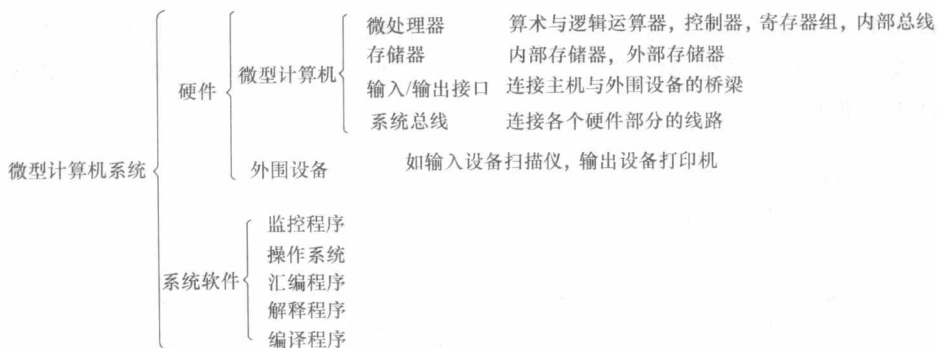
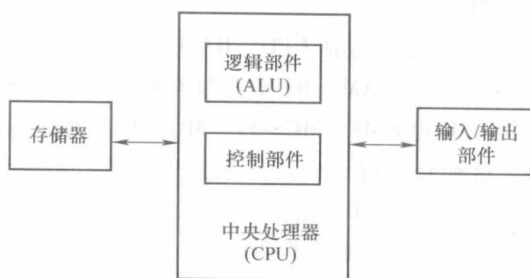


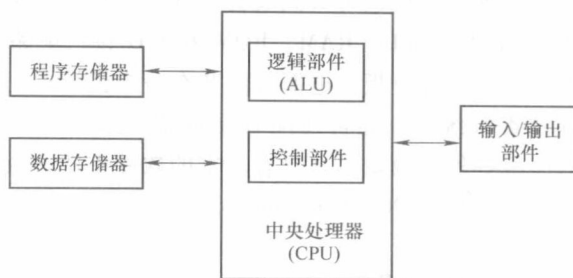
图 1-2 微计算机系统关系图

1.3.1 微型计算机系统的硬件组成

以微处理器为核心,配上只读存储器 (ROM)、读写存储器 (RAM)、输入/输出 (I/O) 接口电路及系统总线等部件,就构成了微型计算机。所谓计算机的硬件系统,通俗地说就是构成计算机的看得见摸得着的部件,即构成计算机的硬件设备。例如:计算机的主机、显示器、键盘、磁盘驱动器等。图 1-3 列出两种计算机体系结构框图。



a) 冯·诺依曼型结构



b) 哈佛型结构

图 1-3 计算机体系结构框图

微型计算机的功能模块主要有微处理器（CPU）、存储器、I/O 设备和系统总线，如图 1-4 所示。系统总线包括地址总线（Address Bus）AB、数据总线（Data Bus）DB 和控制总线（Control Bus）CB。在微机中，各功能部件之间通过系统总线相连，这使得各个部件之间的相互关系变为面向系统总线的单一关系。一个部件只要满足总线标准，就可以连接到采用这种总线标准的系统中。

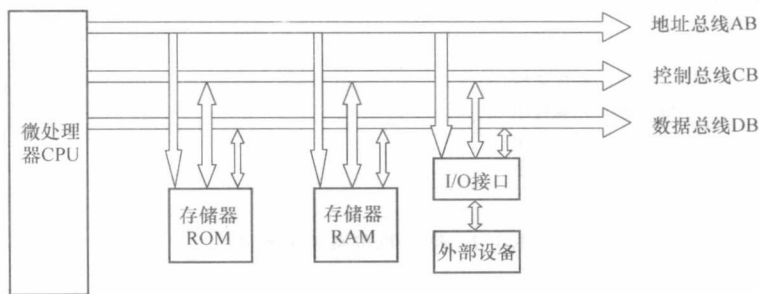


图 1-4 微型计算机的功能模块

1.3.2 微型计算机系统的软件组成

微计算机的软件，从广义角度来说包括各种程序设计语言、系统软件、应用软件和数据库等。微计算机根据使用场合的不同和利用形态不同，因而设计者或生产厂家给它配上的软

件规模也不同。

1. 程序设计语言

程序设计语言是指用来编写程序的语言，是人和计算机之间用来交换信息所用的一种工具，又称编程环境，通常分为机器语言、汇编语言和高级语言三类。

(1) 机器语言 机器语言就是能够直接被计算机识别和执行的语言。计算机中传送的信息是一种用“0”和“1”表示的二进制码，因此，机器语言程序就是用二进制代码编写的代码程序。对于每种微计算机，若使用的微处理器不同（因每种微处理器都有自己的指令系统），所以使用的机器语言也就不相同。显然，用计算机语言编写程序，优点是计算机能识别的，缺点是直观性差、繁琐、容易出错，对不同微处理器的机器也没有通用性能等，难于交流，在实际应用中很不方便，因而很少直接采用。

(2) 汇编语言 基于机器语言的缺点，人们想出一种办法——用一种能够帮助记忆的符号，即用英文字母或缩写符号来表示机器指令，称这种用助记符（Memonic）表示的机器语言为汇编语言。由于汇编语言程序使用这种帮助记忆的符号指令汇集而成，因此程序比较直观，从而易记忆、易检查、便于交流。但是用助记符指令编写的汇编语言程序（又称源程序）计算机是不能识别的；汇编语言源程序必须要翻译成与之对应的机器语言程序（又称目标程序）后，计算机才能执行。担任翻译加工的系统软件称为汇编程序（Assembler）。没有汇编程序的机器，对源程序的翻译可由人工来进行，这种翻译称为“手工汇编”或人工汇编，也可再用相同 μP 的配有汇编程序的另外机器去翻译成目标程序后，再送回本计算机执行。

由于汇编语言的符号指令与机器代码是一一对应的，从执行的时间和占用的存储空间来看，它和机器语言一样是高效率的，同时也因计算机所用的 μP 不同而异。机器语言和汇编语言都是面向机器的程序设计语言，又称初级语言，使用它便于利用计算机的所有硬件特性，是能直接控制硬件的一种语言。

(3) 高级语言 又称为算法语言。为了使程序设计语言适合于描述各种算法，使程序设计中所用语句与实际问题的更接近，另一方面也为了使程序设计可以脱离具体的计算机结构，不必了解其指令系统，这就出现了各种高级语言。用高级语言编写的程序通用性更强。BASIC, FORTRAN, PASCAL, COBOL 和 C 都是常用的高级语言。

高级语言程序计算机也不能识别，用高级语言编写的源程序仍需翻译成机器语言表示的目标程序，计算机才能执行，这就需要各种解释程序或编译程序。其过程在算法语言课程中已有介绍，本课程不再赘述。

综上所述，汇编语言和高级语言各有所长。用高级语言虽然可以大大减少程序编制的时间，但却得不到最有效的目标程序。与由高级语言源程序编译产生的目标程序相比较，熟练的程序员用汇编语言源程序翻译得到的机器代码，一般能节省储存空间，执行速度更快，在要求高效率、储存容量有限的应用中是常采用的一种语言。汇编语言离不开 CPU 指令系统，通过它有助于了解微型计算机工作原理。本课程以汇编语言为主，阐明编程原理和方法。

2. 系统软件

仅有硬件的裸机，自然不能发挥计算机的作用，即使选用了最合适的语言也无法使计算机运转，为此，还必须要有系统软件。系统软件是由机器的设计者提供给用户的，是指为了方便用户和充分发挥计算机效能的一系列程序。用户就是通过这些程序来使用机器的。系统软件是各种应用程序的支持软件，包括监控程序、操作系统、汇编程序、解释程序、编译程

序、诊断程序等。

(1) 监控程序 又称管理程序。在单板微计算机上常配有 1~2K 字节的监控程序，通常固化在内存 ROM 中，又称“驻留”(Residend)软件，其主要功能是：对主机和外部设备的操作进行合理的安排，接受分析各种命令，实现人机联系。在它的支持下，可以在 RAM 中存放机器语言程序代码和数据代码，或者对它们进行修改，从任何要求的程序点上执行机器语言程序，由存储器送出计算结果等。通常在监控程序中还包括一些可供用户调用的有用子程序。如 TP801 单板机的监控程序 TPBUG。

(2) 操作系统(O.S) 操作系统是在程序管理基础上，进一步扩充许多控制程序所组成的大型程序系统。其主要功能有：合理地组织整个计算机的工作流程，管理和调度各种软、硬件资源——包括 CPU、存储器、I/O 设备和软件，检查程序和机器的故障。用户通过操作系统便可方便地使用计算机。操作系统是计算机系统的指挥调度中心。从广义来讲，操作系统应包括引导程序、监控程序、输入/输出驱动程序、连接程序、编辑程序、汇编程序、解释程序、编译程序、数据库等，是各种语言程序的运行环境。

有了操作系统的微计算机系统的所有资源都将由操作系统统一管理起来，用户不必过问各个部分资源的分配使用情况，而只是使用它的一些命令就行了。例如：通过使用它的实用程序命令就可调用各种语言。因此，可以说操作系统是用户和裸机间的接口。

微计算机系统常用的操作系统有以下几种：

CP/M (Control Program /Monitor) 是较早的微机操作系统，是一种单用户单道程序的小型操作系统，它允许用户通过控制台或键盘对系统进行控制和管理，它仅有磁盘文件管理系统。

UNIX 操作系统是一个通用、交互式、多用户、多任务同时操作的分时操作系统，向用户提供程序级和操作级 2 种界面，具有可装卸分层树形结构文件系统，可将外部设备当文件处理，绝大部分源程序用 C 语言编写，有良好的可移植性。

Linux 是 20 世纪 90 年代推出的多用户、多任务操作系统，与 UNIX 完全兼容，其最大特点是源代码公开，内核源代码可免费自由传播。

WINDOWS 是 Microsoft 开发的一个多任务系统，采用图形窗口界面，使用户对计算机的各种复杂操作只需通过点击鼠标即可实现。

(3) 汇编程序 汇编程序的功能是把用汇编语言编写的源程序翻译成机器语言表示的目标程序。汇编语言可存放在内存的 ROM 中，称为驻留的汇编程序。具有驻留程序的微计算机可直接把汇编语言源程序翻译成机器语言的目标程序；汇编语言也可存放在磁盘上，使用这种汇编程序时，应在操作系统支持下，先把汇编程序调入内存，然后才能用汇编语言源程序进行翻译加工，得到机器语言的目标程序。

(4) 解释程序 解释程序的功能是把用某种程序设计语言的源程序(如 BASIC 程序)翻译成机器语言的目标程序。并且本着翻译一句就执行一句的原则，做到边解释边执行。

(5) 编译程序 编译程序能把高级语言(如 FORTRAN 等)编写的源程序翻译成机器语言，再经过链接、生成等步骤产生可执行的目标程序，然后才能执行。

(6) 实用程序 用汇编程序和编译程序的汇编语言或高级语言源程序，编制完成后，还需要对程序进行编辑、调试并将程序装配到计算机中去执行；在这些过程中，还需要一些其他的辅助程序，这类辅助程序称为实用程序。为计算机系统常用的实用程序有：文本编辑