



普通高等教育“十一五”国家级规划教材 计算机系列教材



“十二五”江苏省高等学校重点教材

微型计算机原理及应用 (第二版)

李 云 主编

清华大学出版社





普通高等教育“十一五”国家级规划教材 计算机系列教材

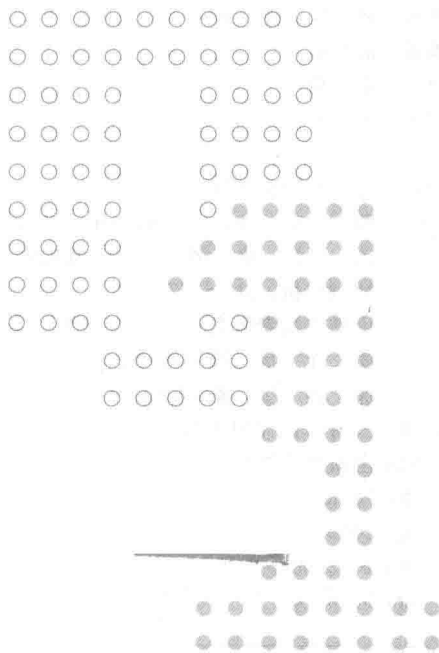


“十二五”江苏

号: 2014-1-048)

李云 主编
曹永忠 于海东 副主编
葛桂萍 管旗 高龙琴 李彬 周磊 编著

微型计算机原理及应用 (第二版)



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教材以最具代表性的 Intel 8086 为背景,主要讲述了 16 位微机的原理及应用,同时兼顾 32 位微处理器。全书首先介绍微机的基础知识与运算基础,然后详细介绍 8086 微处理器的内部结构、工作原理、寻址方式、指令系统及汇编语言程序设计,最后深入介绍存储器、输入输出接口技术、典型的可编程接口芯片的原理和应用等。同时提供和教材配套的课件,从而方便课程的教学。与本教材配套还出版了包括例题、习题、实验等内容的《微机原理学习与实践指导》教材,按照单个实验项目分层次的思想设计了大量的实验项目。

本书可以作为大专院校电气信息类、机电类专业“微机原理及应用”课程教材使用,也可作为其他各类学生和广大科技工作者学习微型计算机相关知识和应用技术的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理及应用/李云主编. —2 版. —北京:清华大学出版社,2015
计算机系列教材

ISBN 978-7-302-42020-0

I. ①微… II. ①李… III. ①微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 263168 号

责任编辑:黄 芝 薛 阳

封面设计:常雪影

责任校对:梁 毅

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市吉祥印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:16.75 字 数:417 千字

版 次:2010 年 7 月第 1 版 2015 年 12 月第 2 版 印 次:2015 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:35.00 元

产品编号:062293-01

第2版前言

FOREWORD

“微型计算机原理及其应用”课程是学习和掌握微型计算机基本组成、工作原理、接口技术以及汇编程序设计的重要课程。全书在内容的安排上注重系统性、先进性和实用性,各章前后呼应,并采用了大量的应用实例,以便于读者深入了解微型计算机的原理、结构,以及如何运用这些知识设计实用的微型计算机应用系统。

本书是在第1版的基础上,根据读者的反馈意见和微机系统的发展和应用需要精心修订而成的。本教材仍保留第1版的特色,在保持教材的基本结构和叙述方式的基础上,对教材原有内容进行增删和组合,对部分知识点进行重新编排。例如把总线周期的概念放在引脚的功能定义之前讲述,便于解释某些引脚功能的有效时刻;“汇编语言程序设计”中的主程序与子程序之间传递参数方法的实例重新设计,使之更加清晰直观;中断技术的内容重点介绍8086/8088的中断,同时增加中断向量的设置方法等,使得教材的重点更加突出;总线技术描述了当前使用的一些总线标准等。同时根据微型计算机技术新的发展和新的接口技术的应用,重点在“新”、“用”方面进行扩展,更加凸显教材的特色。

本教材共分为11章,由李云主编。第1章、第6章由李云编写,第3章、第4章由曹永忠编写,第8章、第10章由于海东编写,第2章由葛桂萍编写,第5章由管旗编写,第7章由高龙琴编写,第9章由李彬编写,第11章由周磊编写,本书电子课件由于海东制作。全书由李云统稿,秦炳熙审稿。本教材先后被遴选为江苏省高等学校精品教材和“十二五”江苏省高等学校重点教材,还得到了扬州大学出版基金的资助。

由于作者水平有限,书中难免会有不足之处,恳请各位读者批评指正,以便在今后的修订中不断改进。

编 者

2015年5月于扬州大学

第1版前言

FOREWORD

由于微型计算机具有可靠性高、运算速度快、存储容量大、价格低、配置灵活方便等特点,因此,其发展速度相当快,应用范围非常广。只有对微型计算机系统的硬件有深刻的认识,才能正确地组成实际的微型计算机应用系统。微型计算机原理及其应用课程是学生学习和掌握微型计算机基本组成、工作原理、接口技术以及汇编程序设计的重要课程。

本教材以最具代表性的 Intel 8086 为背景,主要讲述了 16 位微型计算机的原理及应用,同时兼顾 32 位微处理器,以反映微型计算机的新发展,帮助读者自然地 toward 高档微型计算机的领域过渡。全书在内容的安排上注重系统性、先进性和实用性,各章前后呼应,并采用了大量的应用实例,以便于读者深入了解微型计算机的原理和结构,以及如何运用这些知识设计实用的微型计算机应用系统。

本教材共分为 11 章,第 1 章介绍微型计算机的基础知识与运算基础;第 2 章详细介绍了 16 位微处理器 8086/8088 的内部结构、工作模式、操作时序以及存储器的组织等,并简要介绍了 32 位微处理器 80386 和 Pentium;第 3 章讲述微型计算机的指令格式,8086/8088 微型计算机的寻址方式和指令系统,并简述了 32 位微型计算机新增的寻址方式和指令集;第 4 章详细介绍了汇编语言程序设计的相关技术,还介绍了常用的 DOS 功能调用;第 5 章介绍了微型计算机中半导体存储器的使用方法,特别针对 16 位微型计算机存储器的扩展技术进行了较为详尽的讲述;第 6 章介绍了输入输出接口技术,讲述了常用的输入输出传送控制方式,重点讲述了中断传送方式及其中断接口;第 7 章全面地讲述了并行接口,先介绍了简单的不可编程并行接口,然后详细介绍了可编程并行接口 8255A,最后作为并行接口的应用实例,介绍了常用的简单并行输入输出设备——键盘和 LED 显示器;第 8 章介绍了串行接口及其相关技术,并对 BIOS 的串行通信功能进行了简述;第 9 章详细介绍可编程计数器/定时器 8253 及其应用;第 10 章介绍了模/数(A/D)转换和数/模(D/A)转换的基本原理,并介绍了常用的 A/D 转换器和 D/A 转换器及其使用方法;第 11 章简要介绍了微型计算机系统的总线规范及其相关技术。同时,本教材还配套出版包括例题、习题、实验等内容的《微机原理学习与实践指导》教材,提供和教材配套的课件,从而方便教师的教学。考虑到应提高学生的动手能力,所以配套教材《微机原理学习与实践指导》按照单个实验项目分层次的思想,设计了大量的实验项目。通过实验巩固理论学习,训练学生技能,培养学生的创造能力。

在编写本书的过程中,编者参考了大量的文献资料,吸取众家之长,并结合编者多年来建设“微机原理及应用”平台课程的成果以及在微型计算机原理课程教学、计算机应用研究

方面的实际经验,对全书的内容进行了精心的编排,力求使内容深浅适当、通俗易懂,覆盖知识面宽、重点突出,叙述简练、深入浅出,反映新知识、侧重实用等。全书体现出“浅、宽、精、新、用”的特色。

本书由李云主编,第1章、第6章、第11章以及第7章的第1节由李云编写,第3章、第4章以及第7章的第2节~第4节由曹永忠编写,第8章、第10章由于海东编写,第2章由葛桂萍编写,第5章由管旗编写,第9章由李彬编写,本书电子课件由于海东制作。全书由李云统稿,秦炳熙审稿。在全书审定中,秦炳熙提出了许多宝贵意见,在此对他表示深深的感谢。

由于作者水平有限,书中会有不足之处,恳请各位读者批评指正。

编 者

2009年11月于扬州大学

目 录

CONTENTS

第 1 章 微型计算机基础	1
1.1 微型计算机发展	1
1.1.1 微处理器和微型计算机的发展	1
1.1.2 微型计算机的分类及其应用	2
1.2 微型计算机系统的组成	3
1.2.1 微型计算机硬件	3
1.2.2 微型计算机软件	4
1.2.3 微型计算机的工作过程	4
1.3 微型计算机中常用的数制和编码	6
1.3.1 常用数制及转换	6
1.3.2 数的表示与运算	8
1.3.3 常用编码	11
1.4 微型计算机系统的性能指标	12
第 2 章 16 位和 32 位微处理器	14
2.1 16 位微处理器 8086/8088	14
2.1.1 8086/8088 CPU 的内部结构	14
2.1.2 8086/8088 CPU 的寄存器结构	16
2.1.3 时钟周期、总线周期的概念	22
2.1.4 8086/8088 CPU 的引脚信号和功能	23
2.1.5 8086/8088 系统的工作模式	28
2.1.6 8086/8088 的操作时序	33
2.1.7 8086/8088 的存储器组织	39
2.2 32 位微处理器 80386	41
2.2.1 80386 的特点	41
2.2.2 80386 内部结构	42
2.2.3 80386 的寄存器结构	43
2.2.4 80386 的工作方式	44

2.3	32 位微处理器 Pentium	45
2.3.1	Pentium 的特点	45
2.3.2	Pentium 的内部结构	46
2.3.3	Pentium 的寄存器结构	47
2.3.4	Pentium 系列微处理器的发展	49
2.3.5	多核处理器	50
第 3 章	16 位/32 位微处理器指令系统	51
3.1	指令的基本格式	51
3.1.1	指令的构成	51
3.1.2	8086/8088 的指令格式	52
3.2	8086/8088 的寻址方式	53
3.3	8086/8088 的指令系统	55
3.3.1	数据传送类指令	55
3.3.2	算术运算类指令	59
3.3.3	逻辑运算与移位类指令	65
3.3.4	串操作类指令	68
3.3.5	控制转移类指令	71
3.3.6	处理器控制类指令	76
3.4	80386 的寻址方式和指令系统	77
3.4.1	80386 的寻址方式	77
3.4.2	80386 的指令系统	78
3.5	Pentium 新增加的指令	81
第 4 章	汇编语言程序设计	83
4.1	汇编语言概述	83
4.2	汇编语言源程序格式	84
4.2.1	汇编语言的语句格式	84
4.2.2	伪指令	87
4.2.3	汇编语言源程序的结构	92
4.3	汇编语言程序设计	92
4.3.1	程序设计的基本步骤	92
4.3.2	顺序结构	93
4.3.3	分支结构	94
4.3.4	循环结构	96
4.3.5	子程序结构	98
4.4	系统功能调用	102
4.4.1	系统功能调用的方法	102
4.4.2	DOS 系统功能调用	103

4.4.3 BIOS 系统功能调用	104
第 5 章 存储器	107
5.1 存储器概述	107
5.1.1 半导体存储器的分类	107
5.1.2 半导体存储器的主要性能指标	109
5.1.3 典型的半导体存储器芯片	109
5.2 半导体存储芯片结构及使用	111
5.2.1 半导体存储器的基本结构	111
5.2.2 半导体存储芯片的使用	111
5.3 16 位/32 位系统的存储器接口	114
5.3.1 16 位/32 位微机系统中的存储器接口	114
5.3.2 存储器容量的扩展	116
5.3.3 存储器芯片与 8086 CPU 的连接举例	121
第 6 章 输入输出与中断	125
6.1 输入输出接口概述	125
6.1.1 输入输出接口的功能	125
6.1.2 CPU 与输入输出接口之间的信息	125
6.1.3 输入输出端口的编址方式	126
6.2 CPU 与外设之间的数据传送方式	128
6.2.1 无条件方式	128
6.2.2 查询方式	128
6.2.3 中断方式	132
6.2.4 DMA 方式	132
6.3 中断技术	133
6.3.1 中断概述	134
6.3.2 中断的处理过程	137
6.3.3 8086/8088 的中断	139
6.3.4 中断服务程序的设计	143
6.4 中断控制器 8259A	144
6.4.1 8259A 的内部结构及引脚	144
6.4.2 8259A 的工作方式	146
6.4.3 8259A 的编程	149
6.4.4 8259A 的应用举例	153
第 7 章 并行接口	155
7.1 简单并行接口	155
7.1.1 简单并行接口的种类	155

7.1.2 简单并行接口的应用	157
7.2 可编程并行接口 8255A	159
7.2.1 8255A 的内部结构和引脚特性	159
7.2.2 8255A 的控制字	161
7.2.3 8255A 的工作方式	163
7.2.4 8255A 的编程及应用	167
7.3 键盘接口	170
7.3.1 键盘的工作原理	170
7.3.2 键的识别	170
7.4 LED 显示器接口	173
7.4.1 LED 显示器的工作原理	173
7.4.2 静态显示与动态显示	175
7.5 LCD 显示器接口	177
7.5.1 液晶显示器分类	177
7.5.2 AMPIRE12864 LCD 接口及编程	177
第 8 章 串行接口	181
8.1 概述	181
8.1.1 串行通信的基本概念	181
8.1.2 串行数据传输方式	181
8.1.3 串行通信的类型	182
8.1.4 串行接口和串行接口标准	184
8.2 可编程串行接口 8251A	187
8.2.1 8251A 的基本工作原理	187
8.2.2 8251A 的引脚和外部连接	189
8.2.3 8251A 的编程	192
8.3 8251A 的应用	195
第 9 章 计数器/定时器	200
9.1 概述	200
9.2 可编程计数器/定时器 8253	200
9.2.1 8253 的内部结构和引脚特性	201
9.2.2 8253 的控制字	204
9.2.3 8253 的工作方式	205
9.2.4 8253 的编程	210
9.3 8253 的应用	212
第 10 章 数/模和模/数转换	215
10.1 概述	215

10.2	数/模转换器	215
10.2.1	D/A 转换原理	215
10.2.2	D/A 转换主要技术参数	216
10.2.3	DAC0832 及接口电路	217
10.2.4	DAC1210 及接口电路	221
10.3	模/数转换器	223
10.3.1	A/D 转换原理	223
10.3.2	A/D 转换的主要技术参数	224
10.3.3	8 位 A/D 转换芯片 ADC0809 及接口电路	225
10.3.4	12 位 A/D 转换芯片 AD574A 及接口电路	229
第 11 章	总线技术	233
11.1	概述	233
11.1.1	总线规范	233
11.1.2	总线分类与指标	234
11.1.3	总线传输方式	234
11.2	系统总线	235
11.2.1	ISA 总线	235
11.2.2	PCI 总线	237
11.2.3	AGP 总线	239
11.2.4	PCI Express 总线	239
11.2.5	总线芯片组	241
11.3	通信总线	242
11.3.1	USB 总线	242
11.3.2	IEEE 1394 总线	243
11.3.3	CAN 总线	244
11.3.4	其他总线	246
附录 A	ASCII 编码表	247
附录 B	DOS 功能调用表	248
附录 C	BIOS 中断简要列表	253
	参考文献	255

第 1 章 微型计算机基础

1.1 微型计算机发展

自从 1946 年第一台电子计算机(Electronic Numerical Integrator and Calculator, ENIAC)问世以来,计算机的发展经历了电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机、大规模集成电路计算机等发展历程。

随着半导体技术的迅猛发展,大规模集成电路(LSI)器件的采用,使得计算机的运算器、控制器组成的中央处理器(CPU)可以集成在一块芯片中,从而出现了微处理器芯片,并使得以微处理器为核心的微型计算机成为现实。随着大规模集成电路技术的发展,几乎每隔两三年就推出新一代的微处理器,微型计算机得到了迅猛的发展。

1.1.1 微处理器和微型计算机的发展

微型计算机(简称微机)与大型机、中型机和小型机在工作原理上并没有本质的区别,仍以运算器、控制器构成的中央处理器(CPU)为核心。但由于它采取了 LSI 器件,把运算器、控制器集成在一块芯片中,出现了微处理器(Microprocessor),而微型计算机(Microcomputer)是以微处理器为基础,配以内存储器以及输入输出接口电路和相应的辅助电路构成的计算机。微型计算机随着微处理器的发展,也经历了 5 个阶段(或 5 个时代)的演变。

第一代微处理器(1971 年开始),典型产品为 Intel 4004/8008,字长为 4 位/8 位,芯片采用 PMOS 工艺,集成度为 2000 只晶体管/片,时钟频率为 1MHz 左右,平均指令执行时间为 $10\sim 20\mu\text{s}$ 。

第二代微处理器(1973 年开始),典型产品为 Intel 8080、Intel 8085、Motorola MC6800、Zilog Z80,字长为 8 位,芯片采用 NMOS 工艺,集成度为 9000 只晶体管/片,时钟频率为 $1\sim 4\text{MHz}$,平均指令执行时间为 $1\sim 2\mu\text{s}$ 。

第三代微处理器(1978 年开始),典型产品为 Intel 8086、Intel 80286、Motorola MC68000、Zilog Z8000,字长为 16 位,芯片采用 HMOS 工艺,集成度为 2 万~7 万只晶体管/片,时钟频率为 $4\sim 25\text{MHz}$,平均指令执行时间为 $0.5\mu\text{s}$ 。

第四代微处理器(1983 年开始),典型产品 Intel 80386、Intel 80486、Motorola MC68020、Zilog Z80000,字长为 32 位,芯片采用 CHMOS 工艺,集成度为 15 万~50 万只晶体管/片,时钟频率为 $16\sim 40\text{MHz}$,平均指令执行时间小于 $0.1\mu\text{s}$ 。

第五代微处理器(1993 年开始),典型产品主要有 Intel 公司的奔腾(Pentium)系列,如 Pentium 586、Pentium pro、Pentium MMX、Pentium II、Pentium III、Pentium IV 等,属于高

档的 32 位微处理器。集成度为 310 万~4200 万只晶体管/片,时钟频率为 60MHz~2GHz。由于奔腾系列微处理器采用了超流水线技术、超高速缓存技术等新的技术,使得微处理器的性能得到大幅的提升。

在不断完善 32 位微处理器系列的同时,Intel 公司 2000 年 11 月又推出了第一代 64 位微处理器 Itanium,标志着 Intel 微处理器进入 64 位时代。

微处理器发展到今天,已使微型计算机在整体性能、处理速度、图形图像处理、多媒体信息处理以及网络通信等诸多方面达到甚至超过了小型机。

1.1.2 微型计算机的分类及其应用

1. 微型计算机的分类

微型计算机的分类方法很多。按微处理器的位数划分,有 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机;按组装形式和系统规模划分,有单片机、单板机和个人计算机等。

1) 单片机

将微处理器、RAM、ROM 及 I/O 接口电路等集成在一块芯片上的计算机,称为单片微型计算机,简称单片机。由于单片机体积小、功耗低、可靠性高,在智能仪器仪表和控制领域得到广泛应用。典型的有 Intel 8051、Intel 8096、Motorola 6805、6811 等产品。

2) 单板机

将微处理器、RAM、ROM、I/O 接口电路及少量的输入输出设备装配在一块印刷线路板上的计算机,称为单板微型计算机,简称单板机。单板机结构简单、价格低廉、具有独立的微型机操作功能,但输入输出设备简单,一般为小键盘、数码显示器等,通常用在简单的控制系统和教学实验中。典型的有以 Z80 为 CPU 的 TP-801、以 Intel 8086 为 CPU 的 TP-86 等。

3) 个人计算机

个人计算机(Personal Computer,PC)是指由微处理器组装而成,供单个用户使用,便于搬运和维护的计算机。通常说的微型计算机或家用电脑就属于个人计算机。典型的有 IBM 公司推出的 IBM-PC 系列计算机。随着各厂家先后加入 PC 的研制和生产,PC 的价格大幅降低、性能大幅提高,也加速了 PC 的普及和应用。现在,个人计算机在商用、家用、科学研究、教育等领域都得到了广泛的应用。

2. 微型计算机的应用

微型计算机由于具有体积小、功耗低、价格低、可靠性高、性能优良等显著特点,已广泛应用于各个应用领域。下面仅对几个方面的应用作简单说明。

1) 科学计算

现在,微型计算机的性能已超过原来的小型机,具有很强的运算能力。由多个微处理器或多个微型计算机组成多处理器或多计算机系统,已成为搭建大型计算机系统的主流。

2) 信息处理

用微型计算机进行信息处理、存储、交换,已成为信息社会中必不可少的手段。微型计

算机配上适当的管理软件,实现诸如办公自动化、银行管理、航空管理、企业资源管理等,并且采用多媒体技术已可以方便地处理图、文、声、像等各种信息。

3) 计算机控制

生产过程采用实时计算机控制及自动化生产线,可以大大提高产品的数量和质量,节约能源,降低劳动强度。卫星和导弹的发射也离不开计算机控制。

4) 智能仪器

配备微处理器的仪器仪表,可以极大地提高仪器的精度和水平。工业过程中的检测仪器、大型医疗器械等都广泛使用了微处理器。

5) 计算机通信

计算机技术和通信技术的结合使得通信事业得到了迅速的发展。微机控制的通信设备广泛部署,通信工具越来越先进和智能化,特别是以计算机技术和通信技术为基础的网络技术的发展已彻底改变了人们的生活。

1.2 微型计算机系统的组成

微型计算机系统和其他计算机系统一样,也由硬件系统和软件系统两大部分组成。

1.2.1 微型计算机硬件

运算器、控制器组成的中央处理器集成在一个芯片中,形成微处理器。微型计算机硬件系统由微处理器、存储器、输入输出接口电路和一些必不可少的外部设备组成,并通过系统总线连接成有机整体,如图 1.1 所示。

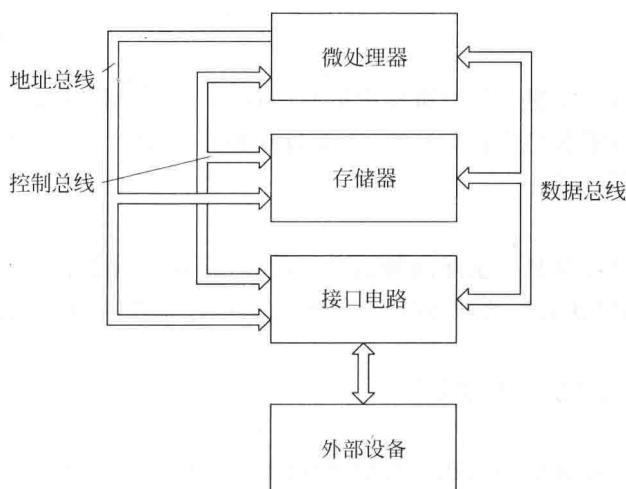


图 1.1 微型计算机硬件组成框图

微处理器是中央处理器(CPU),由算术逻辑部件(ALU)、累加器和通用寄存器、程序计数器(PC)以及时序与控制逻辑等组成。

其中算术逻辑部件(ALU)主要实现算术运算(加、减、乘、除等操作)和逻辑运算(与、

或、非、异或等操作),是运算器的核心;通用寄存器用来存放参加运算的数据、中间结果等;程序计数器(PC)指向将要执行的下一条指令的位置,具有自动增1功能,以决定程序的执行顺序;时序与控制逻辑部件主要负责对整机的控制,包括对指令的取出、译码、分析,确定指令的操作,使CPU内部和外部各部件协调工作。

存储器主要用来存放程序和数据,这里指的是内存存储器或主存储器,分为随机存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。存储器由许多存储单元组成,每个单元的位数可以是1位、4位、8位、16位等,其中8位为一个字节(B)。存储器的容量是指存储器所能存储的二进制位数,通常用能存储的字节数来衡量,单位有KB、MB、GB等。存储器中每个存储单元都有一个编号,称为存储地址,简称地址,以便于对存储器的访问。微处理器就是按照存储单元的地址来访问内存的。对存储器的访问操作有读操作和写操作,用于实现从存储器中读出信息和把信息写入存储器。每当需访问存储器时,都首先由微处理器给出地址,然后通过地址译码器选择相应的存储单元,再发出读或写控制信号,从而从指定地址的单元读出数据或把数据写入指定地址的存储单元。

输入输出接口电路也称I/O接口,用来连接输入输出设备(外部设备)。输入输出设备用来实现信息的输入输出,包括外部存储器、键盘、显示器等。

系统总线包括地址总线(AB)、数据总线(DB)、控制总线(CB),是CPU向存储器和输入输出接口传送地址、数据和控制信息的公共通路。

1.2.2 微型计算机软件

软件(software)是指在硬件上运行的程序和相关的文档,包括计算机本身运行所需的系统软件(System Software)和用户完成特定任务所需的应用软件(Application Software)等。

1) 系统软件

系统软件是指用来实现对计算机系统资源的管理,便于人们使用计算机而配置的软件;系统软件以计算机系统本身为管理对象,通常包括操作系统、计算机语言的处理程序、编译解释程序、调试诊断程序等。

2) 应用软件

应用软件是用户针对某一实际问题而设计的程序,是以计算机系统作为工具以达到某一应用需要的软件,包括文字处理系统、计算机辅助设计软件、各种信息管理系统等。

1.2.3 微型计算机的工作过程

微型计算机的工作过程就是执行存放在存储器中的程序的过程,也就是逐条执行指令序列的过程。每一条指令的执行都包括从内存存储器中取出指令和执行指令两个基本阶段,所以,微型计算机的工作过程就是不断地取指令和执行指令的过程。

假定程序已由输入设备存放到内存中。那么,微型计算机的工作过程(微型计算机执行程序的过程)包括的基本步骤有:

(1) 将第一条指令由内存中取出(即取指令)。

- (2) 将取出的指令送指令译码器译码,以确定要进行的操作。
- (3) 读取相应的操作数(或操作对象)。
- (4) 对操作数进行指令规定的操作,并存放结果(即执行指令阶段)。
- (5) 一条指令执行完后,转入下一条指令的取指令阶段。如此周而复始地循环,直到程序中的指令执行完。

由于不同计算机内部的组成可能不同,且不同指令的执行所需的操作不仅和指令本身的功能有关,而且和具体计算机内部的组成有关。

一个典型的模型计算机 CPU 的组成结构如图 1.2 所示,其中包括算术逻辑单元(ALU)、累加器(AL)、通用寄存器 BL、标志寄存器 F、地址寄存器(AR)、数据寄存器(DR)、程序计数器(PC)、指令寄存器(IR)、指令译码器(ID)和可编程逻辑阵列(PLA)等,并通过地址总线(AB)、数据总线(DB)和存储器 M 连接。

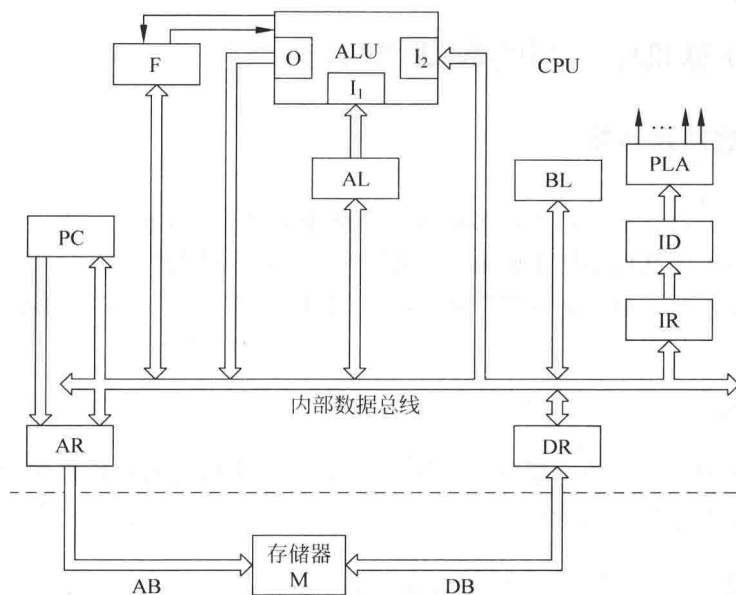


图 1.2 典型的模型计算机 CPU 的组成结构

要执行指令的地址由程序计数器(PC)提供,地址寄存器(AR)将要寻址的单元的地址通过地址总线(AB)送至存储器,从存储器中取出指令后,由数据寄存器(DR)送至指令寄存器(IR),再通过指令译码器 ID 译码,并通过可编程逻辑阵列(PLA)控制电路发出执行一条指令所需要的各种控制信息。在控制信号的控制下,准备好参加运算的操作数,并由 ALU 完成对操作数的运算处理,同时把运算过程中的状态标识信息存放在标志寄存器 F。

以简单的加法运算为例,假定要运算的数已存放在存储器中,加法运算程序至少包括两条指令:

- (1) 把第一个数从它所在的存储单元取出送至运算器中的累加器,如 `MOV AL,[addrx]`。
- (2) 把累加器和存放在指定存储单元的第二个数相加,并将结果存放于累加器,如 `ADD AL,[addy]`。

那么,在模型计算机下,该加法运算程序的执行过程(假定程序计数器(PC)中已存放第一条指令在存储器中的地址)包括:

(1) 取第一条指令,即程序计数器(PC)送到地址寄存器(AR),并送至内存储器,经地址译码器译码,选中相应的单元;读存储器,把第一条指令取出来,经数据寄存器(DR),送指令寄存器(IR)。同时PC自动加1,指向下一条指令的位置(地址)。

(2) 通过指令译码分析,确定该指令完成从内存 addrx 单元中取数的功能,即把第一个数的地址 addrx 部分送地址寄存器AR,并送至内存储器,通过读存储器,把第一个数取出来,经数据寄存器DR送累加器AL。

(3) 取第二条指令,其读取过程与第一条指令是完全一样的。

(4) 通过指令译码分析,确定该指令完成把AL和存放在 addy 单元的第二个数相加的功能,即把第二个数的地址 addy 部分送地址寄存器(AR),并送至内存储器,通过读存储器,把第二个数取出来,经数据寄存器DR送ALU,同时暂存在AL中的第一个数也送ALU,然后ALU进行加运算,并把结果输出到AL。

1.3 微型计算机中常用的数制和编码

1.3.1 常用数制及转换

数制是数的表示方法。可以用各种进位计数制来表示数,如二进制、十进制、八进制和十六进制等。由于计算机中使用的电子元器件表示两个不同的状态非常容易,所以计算机中一般采用二进制数。但人们习惯于使用十进制,因此,需要了解常用的进位记数制及其转换方法。

1. 常用数制

数制中所使用的数码的个数称为基数,数制每一位所具有的权值称为位权,每一位的值等于该位数字和该位位权的乘积。

1) 十进制

十进制数由0~9这10个不同的数字组成,其基数为10,每位的位权是以10为底的幂,即第 i 位的权为 10^i 。十进制数可在数字后加后缀D表示,但常省略不写。

例如: $123.45 = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$ 。

也就是说,一个十进制数可以展开成以10为底的多项式,每位的值等于该位数字与该位位权的乘积,各位值的累加和表示整个数的大小。

2) 二进制

二进制由0、1这两个不同的数字组成,其基数为2,每位的位权是以2为底的幂,即第 i 位的权为 2^i 。二进制数可在数字后加后缀B表示。

例如: $101.01\text{B} = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 5.25$ 。

也就是说,一个二进制数可以展开成以2为底的多项式,每位的值等于该位数字与该位位权的乘积,各位值的累加和表示整个数的大小(十进制数)。

3) 八进制

八进制由0~7这8个不同的数字组成,其基数为8,每位的位权是以8为底的幂,即第 i 位的权为 8^i 。八进制数可在数字后加后缀Q表示。