



高等学校“十二五”规划教材·计算机类
新课改教材

微机原理及单片机 应用技术

主 编 王维新
副主编 余秋菊 高 晨



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校“十二五”规划教材·计算机类
新课改教材

微机原理及单片机应用技术

主 编 王维新

副主编 余秋菊 高 晨

参 编 雷俊红 杨森林

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书结合当前地方本科教育的转型、发展和专业建设,整合了“微机原理及应用”、“单片机原理与接口技术”两门课程。本书遵循“以理论做基础、以实践促提高、以能力培养为特色”的编写理念,全面系统地介绍了微型计算机的工作原理、单片计算机的工作原理、汇编语言程序设计和C语言程序设计及应用,以及常用可编程接口芯片的工作原理与应用技术。

本书从教学与工程应用的角度出发,力求概念准确,由浅入深,内容充实,既有重点,又有扩展。为便于读者理解与掌握本书的内容,每章均配有大量的例题与习题。本书可作为大专院校相关专业师生及自学人员的教材,也可作为计算机应用方面的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理及单片机应用技术/王维新主编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2014.8

高等学校“十二五”规划教材·计算机类

ISBN 978 - 7 - 5606 - 3472 - 2

I. ① 微... II. ① 王... III. ① 微型计算机—理论—高等学校—教材 ② 单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ① TP36

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第179372号

策 划 李惠萍

责任编辑 张 玮 李惠萍

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印 刷 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 24

字 数 570千字

印 数 1~3000册

定 价 40.00元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 3472 - 2/TP

XDUP 3764001-1

如有印装问题可调换

前 言

随着我国高等教育教学改革的发展,以及地方本科教育转型、发展的深入,在落实工程教育朝着技术型、应用型一体化方向迈进的教学改革中,提出了将理论与实践有机结合、课内与课外有机结合、知识传授与能力培养有机结合、学习习惯与创新思维培养有机结合,实现知识、能力、素质一体化改革的改革思路。本书本着“以理论做基础、以实践促提高、以能力培养为特色”的编写理念,整合了“微机原理及应用”、“单片机原理与接口技术”两门课程,侧重于微处理器基础知识的学习和 CPU 组成原理的理解,使读者通过对汇编语言的学习更好地掌握微处理器的应用。在单片机学习方面,本书侧重于 80C51 单片机的实际应用,精心挑选了具有工程适用性的案例。根据目前涉及微机系统工程项目的特点,增加并强调了 80C51 单片机的实际应用,在保留 80C51 单片机汇编语言的同时还讲解了 80C51 单片机的 C 语言程序设计方法,方便读者对比学习。

本书从实际出发,循序渐进,通俗易懂,既考虑到学生的知识层次,又适当结合当前计算机发展的现状,实用性强。

本书可作为普通高等学校非计算机类的自动化、电气工程及其自动化、电子信息工程、测控技术与仪器、机械设计制造及其自动化等工科专业的基础课教材,也可作为微型计算机及单片机爱好者了解计算机硬件及应用的自学参考书。

本书的参考教学时数为 80 学时,其中微机原理部分 36 学时,单片机及接口应用部分 44 学时,另外可以安排独立实验课 24 学时。全书分为 10 章,第 1 章介绍微型计算机的基础知识、基本组成结构与计算机中的数制和编码;第 2 章介绍微处理器结构及 8086 微处理器;第 3 章介绍微型计算机指令系统和汇编语言程序设计;第 4 章介绍计算机的重要部件——存储器;第 5 章介绍微型计算机的输入/输出接口及中断技术;第 6~8 章重点介绍 80C51 单片机的基本原理及 80C51 系列单片机的应用;第 9 章介绍微型计算机的常用接口芯片及应用技术;第 10 章介绍 80C51 单片机的 C 语言程序设计。

本书由西安文理学院组织编写,其中王维新编写第 1、2、5 章;高晨编写第 3、9 章;杨森林编写第 4 章;余秋菊编写第 6、7 章;雷俊红编写第 8、10 章。

由于编者水平有限,书中难免存在一些疏漏与不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2014 年 5 月

目 录

第 1 章 概述.....	1	2.4 8086/8088 存储器和 I/O 组织.....	38
1.1 计算机的应用与发展概述.....	1	2.4.1 8086/8088 存储器组织.....	38
1.1.1 计算机的应用.....	1	2.4.2 8086/8088 的 I/O 组织.....	43
1.1.2 计算机发展简史.....	1	2.4.3 8086/8088 的时序.....	44
1.1.3 微型计算机的产生和发展.....	2	2.4.4 Pentium CPU 总线.....	48
1.2 微型计算机系统概述.....	3	2.5 80X86 的工作方式与存储器结构.....	51
1.2.1 微型计算机的基本概念.....	3	2.5.1 80X86 的工作方式.....	51
1.2.2 微型计算机系统的组成.....	4	2.5.2 80X86 存储器的分段和物理 地址的生成.....	52
1.2.3 微处理器的组成.....	6	2.5.3 80286 的寄存器.....	52
1.2.4 微型计算机的主要技术指标.....	7	2.5.4 80386 的寄存器.....	54
1.3 80C51 系列 8 位单片机简介.....	8	2.5.5 80486 的寄存器.....	57
1.3.1 80C51 系列单片机的发展.....	8	2.5.6 Pentium 的寄存器.....	58
1.3.2 AT89 系列单片机的特点及分类.....	9	本章小结.....	60
1.3.3 单片机与微型计算机的 主要异同点.....	9	习题与思考.....	60
1.4 计算机的数制与编码.....	10	第 3 章 汇编语言与汇编程序 设计基础.....	62
1.4.1 计算机的数制.....	10	3.1 符号指令的格式.....	62
1.4.2 计算机中数制的转换.....	11	3.2 8086/8088 CPU 的寻址方式.....	62
1.4.3 二进制数的运算.....	12	3.2.1 立即寻址.....	63
1.4.4 数的表示法.....	12	3.2.2 寄存器寻址.....	63
1.4.5 有符号数的加减运算.....	15	3.2.3 直接寻址.....	64
1.5 二进制编码.....	18	3.2.4 寄存器间接寻址.....	65
1.5.1 二进制编码的十进制数 (BCD 编码).....	18	3.2.5 寄存器相对寻址.....	65
1.5.2 ASCII 字符编码.....	19	3.2.6 基址变址寻址.....	66
本章小结.....	19	3.2.7 相对基址加变址寻址.....	67
习题与思考.....	20	3.3 8086/8088 CPU 的指令系统.....	68
第 2 章 80X86 微处理器工作原理.....	21	3.3.1 数据传送指令.....	68
2.1 80X86 处理器.....	21	3.3.2 算术运算指令.....	73
2.2 8086/8088 微处理器.....	22	3.3.3 逻辑运算和移位指令.....	80
2.2.1 8086/8088 微处理器的技术指标.....	22	3.3.4 串操作指令.....	83
2.2.2 8086/8088 微处理器的内部结构.....	22	3.3.5 控制转移指令.....	88
2.2.3 8086/8088 微处理器的寄存器.....	25	3.4 伪指令.....	94
2.3 8086/8088 微处理器总线功能.....	30	3.4.1 数据定义伪指令.....	94
2.3.1 总线概述.....	30	3.4.2 符号定义伪指令.....	95
2.3.2 8086/8088 CPU 总线.....	31	3.4.3 段定义伪指令.....	96

3.4.4	过程定义伪指令	97	5.2.1	程序传送方式	153
3.4.5	模块定义和结束伪指令	98	5.2.2	中断传送方式	156
3.5	汇编语言源程序结构	98	5.2.3	直接存储器存取(DMA 传送) 方式	156
3.6	汇编语言程序实现	100	5.3	I/O 地址译码和 I/O 指令	158
3.6.1	汇编语言程序实现步骤	100	5.3.1	I/O 端口的寻址方式	158
3.6.2	COM 文件的生成	101	5.3.2	I/O 接口的端口地址译码	159
3.6.3	可执行程序的装入	102	5.4	8086/8088 CPU 中断控制功能	159
3.7	程序设计举例	104	5.4.1	中断概述	159
3.7.1	数制和代码转换	104	5.4.2	中断源	160
3.7.2	BCD 数的算术运算	110	5.4.3	中断向量	161
3.7.3	表格处理与应用	115	5.4.4	中断处理过程	162
本章小结	121	5.5	可编程中断控制器 8259A	163	
习题与思考	121	5.5.1	8259A 的结构与引脚功能	163	
第 4 章 存储器及其接口	126	5.5.2	8259A 的工作方式	165	
4.1	存储器概述	126	5.5.3	8259A 的级联	167
4.1.1	存储器的类型	126	5.5.4	8259A 的编程	168
4.1.2	存储器的性能指标	128	5.6	高档微型计算机的中断系统	176
4.1.3	存储器的分级结构	129	5.6.1	异常和中断向量	176
4.2	常用的存储器芯片	131	5.6.2	中断描述符表	176
4.2.1	半导体存储器芯片的结构	131	5.6.3	中断的响应与处理过程	177
4.2.2	只读存储器(ROM)	132	本章小结	179	
4.2.3	随机读写存储器(RAM)	136	习题与思考	179	
4.3	存储器与 CPU 的接口	139	第 6 章 80C51 的结构和原理	181	
4.3.1	存储器芯片与地址总线的连接	139	6.1	80C51 系列概述	181
4.3.2	存储器芯片与数据总线的连接	141	6.1.1	MCS-51 系列	181
4.3.3	存储器芯片与控制总线的连接	141	6.1.2	80C51 系列	181
4.3.4	连接举例	141	6.2	80C51 的基本结构和应用模式	181
4.4	存储芯片与 CPU 的配合	145	6.2.1	80C51 的基本结构	181
4.4.1	利用芯片技术改善	145	6.2.2	80C51 单片机的应用模式	182
4.4.2	存储结构技术优化	147	6.3	80C51 典型产品资源配置与 引脚封装	183
4.4.3	存储器技术及其发展	148	6.3.1	80C51 典型产品资源配置	183
本章小结	149	6.3.2	80C51 单片机的封装和引脚	184	
习题与思考	149	6.4	80C51 单片机的 CPU	187	
第 5 章 输入/输出接口与中断	151	6.4.1	CPU 的功能单元	187	
5.1	接口的基本概念	151	6.4.2	CPU 的时钟与时序	189
5.1.1	接口的功能	151	6.4.3	80C51 单片机的复位	192
5.1.2	接口的基本结构	151	6.5	80C51 的存储器组织	194
5.1.3	CPU 与外设的信息交换	152			
5.2	CPU 与外设进行数据传送的方式	153			

6.5.1	80C51 单片机的程序存储器配置 ..	194	7.6	位操作类指令	236
6.5.2	80C51 单片机的数据存储器配置 ..	197	7.6.1	位传送指令	237
6.5.3	80C51 单片机的特殊功能寄存器 (SFR)	199	7.6.2	位状态设置指令	237
6.6	80C51 的并行口结构	202	7.6.3	位逻辑运算指令	237
6.6.1	P0、P2 口的结构	203	7.6.4	位判跳(条件转移)指令	238
6.6.2	P1、P3 口的结构	205	7.7	汇编语言程序设计	239
6.6.3	并行口驱动简单外设	207	7.7.1	程序编制的方法和技巧	239
本章小结		211	7.7.2	源程序的编辑和汇编	239
习题与思考		212	7.7.3	基本程序结构	242
第 7 章 80C51 的指令系统及 程序设计		213	7.7.4	子程序及其调用	245
7.1	80C51 的寻址方式	213	7.8	汇编语言程序设计	252
7.1.1	寄存器寻址	213	7.8.1	单片机应用系统开发流程	252
7.1.2	直接寻址	214	7.8.2	单片机并口驱动实例	253
7.1.3	寄存器间接寻址	214	本章小结		259
7.1.4	立即寻址	215	习题与思考		259
7.1.5	变址寻址	215	第 8 章 80C51 的中断系统、定时/计 数器及串行口		261
7.1.6	相对寻址	216	8.1	80C51 单片机的中断系统	261
7.1.7	位寻址	216	8.1.1	80C51 中断系统的结构	261
7.2	数据传送类指令	217	8.1.2	80C51 的中断源	261
7.2.1	片内 RAM 数据传送类指令	218	8.2	80C51 中断处理过程	263
7.2.2	特殊传送类指令	220	8.2.1	中断响应条件	263
7.3	算术运算类指令	224	8.2.2	中断响应过程	263
7.3.1	加法指令	224	8.2.3	中断返回	263
7.3.2	减法指令	226	8.2.4	中断程序举例	264
7.3.3	乘法指令	227	8.2.5	定时/计数器的工作原理	265
7.3.4	除法指令	227	8.2.6	定时/计数器的控制	266
7.4	逻辑运算与循环类指令	227	8.2.7	定时/计数器的工作方式	266
7.4.1	逻辑与指令	227	8.2.8	定时/计数器应用举例	269
7.4.2	逻辑或指令	228	8.3	80C51 单片机的串行口	273
7.4.3	逻辑异或指令	229	8.3.1	概述	273
7.4.4	累加器清零和取反指令	230	8.3.2	80C51 单片机的串行口结构	274
7.4.5	累加器循环移位指令	230	8.3.3	80C51 单片机串行口的工作方式 ..	275
7.5	控制转移类指令	230	8.3.4	80C51 单片机串行口应用举例	280
7.5.1	无条件转移指令	230	本章小结		283
7.5.2	条件转移指令	233	习题与思考		283
7.5.3	调用与返回指令	235	第 9 章 常用接口电路		284
7.5.4	空操作指令	236	9.1	可编程并行接口 8255A	284
			9.1.1	8255A 的组成与接口信号	284

9.1.2	8255A 的工作方式与控制字	285	9.8.2	单片机 SPI 总线的时序模拟	346
9.1.3	三种工作方式的功能	286	9.9	串行时钟日历芯片 DS1302 及其接口 ..	347
9.1.4	8255A 与微机的接口举例	289	9.9.1	DS1302 的性能与引脚	347
9.1.5	8255A 与单片机的接口举例	292	9.9.2	DS1302 的操作	348
9.2	可编程计数器/定时器 8253	293	9.9.3	DS1302 的寄存器及 RAM	349
9.2.1	8253 的组成与接口信号	293	9.9.4	DS1302 与单片机的接口	350
9.2.2	8253 控制字	295	本章小结	352	
9.2.3	8253 的工作方式与工作时序	296	习题与思考	353	
9.2.4	8253 的初始化编程	301	第 10 章 80C51 单片机的 C 语言		
9.2.5	8253 与微机的应用举例	301	程序设计	355	
9.2.6	8253 与单片机的应用举例	303	10.1	单片机 C 语言概述	355
9.3	81C55 接口芯片及其应用	304	10.1.1	C51 程序开发过程	355
9.3.1	81C55 的结构及其工作方式	304	10.1.2	C51 的 HEX 文件的生成	358
9.3.2	81C55 与单片机的接口举例	308	10.2	C51 的数据类型及其常量和变量	359
9.4	A/D 转换器	310	10.2.1	C51 数据类型	359
9.4.1	A/D 转换器的基本概念	310	10.2.2	C51 常量	361
9.4.2	典型 A/D 转换器介绍	312	10.2.3	C51 指针	363
9.4.3	ADC0809 接口应用举例	316	10.3	C51 的运算符和表达式	364
9.4.4	AD574A 接口应用举例	320	10.3.1	赋值运算符	364
9.4.5	串行 A/D 转换器 TLC0831 及其 接口举例	322	10.3.2	算术、增减量运算符	364
9.5	D/A 转换器	324	10.3.3	关系运算符	365
9.5.1	DAC0832 芯片的主要 特性与结构	324	10.3.4	逻辑运算符	365
9.5.2	DAC0832 与微机的接口	326	10.3.5	位运算符	366
9.5.3	DAC0832 与单片机的接口	327	10.3.6	复合赋值运算符	366
9.6	LCD 接口及其扩展	329	10.3.7	逗号运算符	366
9.6.1	LCD1602 模块的外形与引脚	329	10.3.8	条件运算符	367
9.6.2	LCD1602 模块的组成	331	10.4	C51 流程控制语句	367
9.6.3	LCD1602 模块的命令	332	10.4.1	C51 选择结构	367
9.6.4	80C51 与 LCD 模块的接口举例 ..	334	10.4.2	C51 循环语句	368
9.7	I ² C 总线接口及其扩展	335	10.5	C51 函数	369
9.7.1	I ² C 总线基础	336	10.5.1	函数的定义	370
9.7.2	I ² C 总线数据传输方式模拟	337	10.5.2	函数的调用	370
9.7.3	80C51 与 AT24C 的接口	342	10.5.3	中断服务函数	371
9.8	SPI 总线接口及其扩展	345	10.6	C51 编程实例	372
9.8.1	单片机扩展 SPI 总线的 系统结构	345	10.6.1	中断服务函数举例	372
			10.6.2	定时计数器编程举例	373
			本章小结	374	
			习题与思考	374	



第 1 章 概 述

1.1 计算机的应用与发展概述

1.1.1 计算机的应用

计算机是由各种电子器件组成的,能够自动、高速、精确地进行算术运算、逻辑控制和信息处理的现代化设备,自从其诞生以来,已被广泛应用于科学计算、数据(信息)处理和过程控制等领域。

有关统计资料表明,计算机早期的主要应用领域是科学计算。在科学研究,特别是理论研究中,经过严密的论证和推导,得出非常复杂的数学方程,如果手工计算来求方程的解,可能要经过数月、数年的时间,有时甚至是无法完成的。面对这样的难题,计算机可以发挥其强大的威力。

计算机在科学计算中采用高级语言编写程序,具有以下两个特点:

(1) 它没有很强的实时性要求,虽然使用者在运行程序时也希望尽快得到运算结果,但对结果产生的时间没有严格的要求,结果产生的迟早不影响结果的有效性。

(2) 在科学计算中,需要输入计算机中的数据一般不是从某种物理现场实时采集到的,不需要有专用的完成数据采集任务的输入设备;同样,计算的结果一般也不完成对外界的控制功能,不需要有专门的输出设备与其他系统相连。

在数据(信息)处理和过程控制应用领域,情况则要复杂得多。除了对系统的实时性有很高的要求外,还要用专门的输入设备将有关信息输入计算机,用专门的输出设备输出处理结果或对被控对象实施控制。实时数据(信息)处理和过程控制要求实时性,希望编写的程序更精练,运行起来更快;需要专用的输入/输出设备连接计算机与被控系统。因此,必须对计算机的工作原理有深入的了解,知晓计算机的逻辑组成、工作原理、与外界的接口技术以及直接依赖于计算机逻辑结构的机器语言、汇编语言的编程方法等才能胜任计算机在这一领域的应用开发。

1.1.2 计算机发展简史

想要深入全面地学习微型计算机,首先要了解计算机的产生和发展。

计算机从诞生至今已超过 60 年,它的出现使人类社会发生了翻天覆地的变化,促使科技、国防、工业、农业及日常生活的各个领域都产生了飞跃式发展。计算机的生产、推广和应用已成为各国现代化的战略产业。

世界上公认的第一台电子计算机是 1946 年由美国宾夕法尼亚大学研制出来的,在今天



看来,这台计算机既昂贵又笨重,功能也很简单,但它却是 20 世纪信息革命的先驱。此后的 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、大规模集成电路计算机和超大规模集成电路计算机四代的发展。

第五代计算机是具有人工智能的计算机。人工智能计算机将人类的推理能力、逻辑判断能力及图形、语音辨识等能力集成于一体。

第六代计算机是神经网络计算机。它用许多微电脑处理器模仿人脑的神经元结构,采用大量的并行分布式网络构成神经网络计算机——神经电脑。神经电脑有类似神经的节点,因此,神经电脑又称为人工大脑。

目前,正在研发的还有量子计算机、生物计算机、光子计算机和超导计算机等。

随着计算机的功能和作用不断增强,各行业对它的需求也在与日俱增,这促使了计算机产业的不断革新和发展。目前,在世界各行业中,发展速度最快的首推计算机行业。

在 20 世纪七八十年代,计算机派生出大小不一、花样繁多的各种类型。人们曾经按规模、性能、用途和价格等特征,把计算机分为巨、大、中、小、微型计算机。20 世纪 90 年代后,计算机的发展趋势是:一方面向着高速、大容量、智能化的超级巨型机的方向发展,另一方面又向着微型计算机的方向发展。

巨型(也称超级)计算机主要用于大型科学研究、试验及超高速、大容量的数学计算。它的研制水平可以在一定程度上体现出一个国家科技、经济和国防的综合实力。

微型计算机(Microcomputer)简称微机,即大家所熟知的个人计算机(Personal Computer, PC),也称通用计算机或者微型计算机系统(因为通常还包括显示器及键盘等外设),主要用于一般的计算、管理和办公,还可用于工业控制等领域。微型计算机的核心部件中央处理器(Central Processing Unit, CPU)集成在一个小硅片上,而巨型计算机的 CPU 则是由多处理器并行处理电路组成的。为了与巨型计算机的 CPU 相区别,微型计算机的 CPU 又称微处理器(Micro Processing Unit, MPU 或 Microprocessor)。除此之外,因为微型计算机充分利用了大规模和超大规模集成电路工艺,所以体积小、成本低、容易掌握,加之其适用面广,因此,自 20 世纪 70 年代微型计算机诞生之后,就把计算机的应用推向了社会的各行业,使其进入到现代计算机的发展阶段。

1.1.3 微型计算机的产生和发展

1971 年,Intel 公司研制出第一个微处理器 4004,在此基础上,为适应社会发展的需要,微处理器不断地更新换代,新产品层出不穷。

1974—1978 年,8 位微处理器诞生,其代表性产品有 Intel8080、Z80、MC6800 及 6502 等。1978 年后,又推出了 16 位微处理器 8086。以这些微处理器为基础,1976 年,世界上第一台微型计算机面世,即苹果机 Apple II,它是能独立运行、完成特定功能的计算机。

第一台 PC 诞生于 1981 年 8 月 12 日,IBM 公司为其命名为 IBM PC,这对全球计算机产业来说是一个里程碑,标志着计算机从此进入了办公室与家庭。

微型计算机的普及与广泛应用,应归功于苹果机的发明,以及 IBM 公司出品的 PC。虽然早在 IBM PC 推出之前,就已经出现了世界上第一台微型计算机,但是,IBM PC 的诞生才真正具有划时代的意义,因为它首创了个人计算机的概念,并为个人计算机制定了全



球通用的工业标准。目前,这类通用个人计算机被称为微型计算机、PC、微机或电脑。随着微电子技术的进步,用于微型计算机的通用微处理器从 286、386、486、586 迅速发展 to 奔腾系列……而操作系统处理海量数据文件的能力和多媒体等功能则使通用微型计算机日趋完美。

通用式微型计算机难以实现对各种机电设备及众多体积小的对象,如家用电器、仪器仪表等进行智能化控制的要求。1976 年诞生的 Intel MCS-8051 单片机(后来简称微控制器 MCU)则为这类设备的智能化控制提供了可能,由此,计算机便以一种新的形态进入各种设备与系统中,为了区别于原有的通用计算机系统,把嵌入到对象体系中,实现对对象体系智能化控制的计算机称为嵌入式计算机。从 1976 年开始至今 30 多年的时间里,嵌入式计算机已发展成为一个品种齐全、功能丰富的庞大家族,推动传统的电子系统向智能化、网络化方向发展。

如果说微型计算机的出现使计算机进入到大量普及的阶段,那么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。通用计算机与嵌入式计算机的专业化分工共同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 微型计算机系统概述

计算机发展至今的趋势是:组成越来越复杂、功能越来越强、应用越来越容易。这里所说的应用越来越容易是指对一般用户而言计算机具有简单的应用环境,但这是建立在无数专业软件开发者的艰苦努力所开发出的大量语言、软件工具等基础之上的。

1.2.1 微型计算机的基本概念

一般来说,微型计算机是以微处理器作为 CPU 的计算机,其普遍的特性就是占用很少的空间。我们日常生活中的笔记本、平板电脑、桌面计算机(台式机)都属于微型计算机的范畴。一个微型计算机系统由硬件(Hardware)和软件(Software)两部分构成。所谓硬件是指组成计算机的物理实体,包括主机箱及其内部的电子器件、逻辑电路和键盘、鼠标、显示器、打印机、磁盘驱动器等。它们是能使计算机正常工作的基础平台。软件则是能在计算机硬件设备上运行的系统程序或应用程序,如 Windows 系统,软件通过控制计算机硬件设施实现整个计算机系统的功能。

下面介绍几个有关的概念。

微处理器(μP 、MPU 或 Microprocessor): 由一片或几片大规模集成电路组成的具有运算器和控制器功能的中央处理器,也称为微处理机。

微型计算机(Microcomputer): 简称 μC 或 MC,以微处理器为核心,配上存储器、输入/输出接口电路及系统总线所组成的计算机,又称为主机或微电脑。把微处理器、存储器、输入/输出接口电路组装在一块或多块电路板上或集成在单片芯片上,分别称为单板机、多板机或单片微型计算机。



微型计算机系统(Microcomputer System): 简称 μ CS 或 MCS, 是以微型计算机为中心, 配上相应的外围设备、电源和辅助电路(通称硬件), 以及指挥微型计算机工作的系统软件所构成的系统。

图 1.1 所示为微处理器、微型计算机、微型计算机系统实物图。

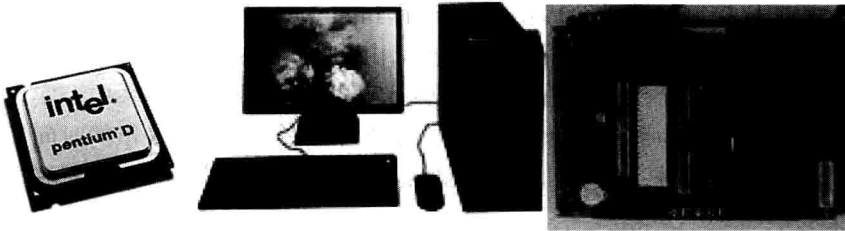


图 1.1 微处理器、微型计算机、微型计算机系统

1.2.2 微型计算机系统的组成

1. 微型计算机的硬件系统

微型计算机系统的基本组成如图 1.2 所示。

(1) 微处理器: 它是可编程化的特殊集成电路, 从物理特性上来讲它是集成了数量庞大的微型晶体管与其他电子组件的半导体集成电路芯片。

(2) 存储器(主存或内存): 用来存储可以供微处理器直接运行的程序或处理的数据。微型计算机中通常以字节(Byte)单位表示其存储容量。描述存储器工作快慢的指标是它存入/读取时所需的时间。

(3) 输入/输出(I/O)接口: 微处理器与外部输入/输出设备之间的接口。

目前, 最流行的微机硬件系统组成如下:

主板: 包括 CPU、CPI 外围芯片组、主存储器 RAM、BIOS 芯片与总线插槽。

外设接口卡: 如显卡、声卡、网卡。

外部设备: 如硬盘、光驱、显示器、打印机、键盘、调制解调器与鼠标、电源等。

2. 微型计算机的软件系统

软件系统主要用来管理计算机的资源和控制程序的运行。计算机软件由计算机语言编码完成, 按照功能可划分为系统软件、程序设计语言、应用软件三类。

(1) 系统软件: 主要是对电脑的软硬件资源进行管理, 并且为用户提供各种服务。它是微机系统的重要组成部分, 是用户与硬件之间沟通的桥梁, 是保障计算机系统正常运作的基础环境。操作系统是最重要的系统软件, 用于提供人机接口和管理、调度计算机的硬件与软件资源。操作系统最为重要的核心部分是常驻监控程序。计算机开机后, 常驻监控程序始终存放在内存中, 它通过接受用户命令, 启用操作系统来执行相应的操作。

I/O 驱动程序和文件管理程序也是操作系统的重要组成部分, 其中: I/O 驱动程序用于执行 I/O 操作; 文件管理程序用于管理存放在外存(或海量存储器)中的大量数据集合。当用

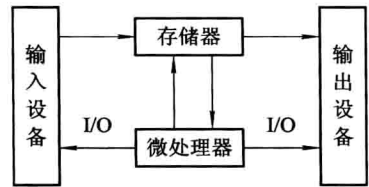


图 1.2 微型计算机系统的基本组成



户程序或其他系统程序需要使用 I/O 设备时, 通过操作系统及 I/O 驱动程序来实现。文件管理程序与 I/O 驱动程序配合使用, 即可完成文件的存取、复制和其他处理。此外, 系统软件还可以包括各种高级语言翻译程序、汇编程序、文本编辑程序以及辅助编写其他程序的程序。

(2) 程序设计语言: 将用户语言编码成计算机可以识别的机器语言, 以便于用户对电脑进行控制和开发。目前程序设计语言主要分为机器语言、汇编语言和高级语言三类。

(3) 应用软件: 用户可以使用的各种程序设计语言, 以及用各种程序设计语言编制的应用程序的集合, 分为应用软件包和用户程序。

硬件系统和软件系统相辅相成, 它们共同构成微型计算机系统, 缺一不可。现代的计算机硬件系统和软件系统之间的分界线并不明显, 总的趋势是两者统一融合, 在发展上相互促进。

3. 微型计算机的主要特点

(1) 体积小、功耗小。大规模集成电路的使用使微型计算机的体积大大缩小。例如, 英特尔发布的 Pentium II 450 MHz 处理器, 采用了 0.25 μm 工艺技术, 核心部分由 750 万个晶体管组成。

(2) 结构简单、系统设计灵活、使用方便。硬件结构设计模块化, 以及构成系统的各部件和适配器通过标准的总线插槽相连, 增强了系统扩充的灵活性。现代微处理器芯片及其相应的支持逻辑、I/O 接口等都有标准化、系列化的产品, 用户可根据不同的应用要求选择不同的功能外设。

应用软件使得微型计算机的功能更加丰富, 也拓宽了微型计算机的使用领域, 用户可以很方便地使用微型计算机。行业专业人员可以通过程序设计语言编制出各种应用软件来解决实际问题。

4. 微型计算机的应用

1) 科学计算

计算机研发最初的目的是为了提高科学计算的速度和能力。随着技术的进步, 微型计算机的计算能力也越来越强, 已经逐渐赶超以往的某些大型机和中型机。

2) 信息检索和处理

信息时代最基本的要求是在最短的时间内处理更多的信息。微型计算机搭配适当的数据库后可以很方便地处理各种数据, 也可以通过检测设备来存储和计算光、力、声和热等物理信息。

3) 控制系统

目前微型计算机在控制系统方面的应用最多、最广。在微机控制的自动化生产中, 产品的质量和生产效率都有极大的提高。

4) 计算机辅助设计

随着微型计算机外设的不断丰富, 不同行业的从业人员可以使用微型计算机进行电子产品的开发、微机辅助设计(CAD)、集成电路仿真、微机辅助教学(CAI)等来提高使用者的设计效率, 缩短产品成型的时间。

5) 网络通信

网络的出现使得微型计算机之间的信息传递更加方便地紧密结合起来。计算机网络使



得计算机集群成为现实，计算机网络的出现不断影响着我们的生活方式和工作方式。

1.2.3 微处理器的组成

1. 运算器

运算器又称为算术逻辑单元(Arithmetic and Logic Unit, ALU)，用来进行算术或逻辑运算及位移循环等操作。参加运算的两个操作数中，一个来自累加器(Accumulator)，另一个来自内部数据寄存器(Data Register, DR)。寄存器阵列(Register Array, RA)将运算结果送回至累加器 A 暂存。

2. 控制器

控制器中主要包括以下几部分：

- (1) 指令寄存器(Instruction Register, IR)：用于存放从存储器取出的将要执行的指令(操作码)。
- (2) 指令译码器(Instruction Decoder, ID)：用于对指令寄存器 IR 中的指令进行译码，确定该指令执行什么操作。
- (3) 定时与控制电路，用于产生取指令和执行指令所需的各种微操作控制信号。

3. 内部寄存器

内部寄存器包括若干个功能不同的寄存器或寄存器组，具体如下：

- (1) 累加器 A(Accumulator)：算术逻辑运算时，累加器 A 在运算前用来保存一个操作数，在运算后则用来保存结果。
- (2) 数据寄存器 DR：用于暂存数据或指令。从 M(内存 Memory)读出时，若读出的是指令，则 DR 暂存的指令经内部数据总线(Data Bus, DB)送到 IR；若读出的是数据，则经内部 DB 送到相关寄存器或运算器。

指令是用来确定计算机“做什么”和“怎么做”；数据是计算机“做”的时候所需要的原始数据。计算机可以从时间和空间上区分指令和数据。在时间上，取指令周期从内存中取出的是指令，而执行周期从内存中取出或向内存中写入的是数据；在空间上，在内存中取出的指令送至控制器，而执行周期从内存取出的数据送至运算器，向内存中写入的数据也来自于运算器。

- (3) 程序计数器(Program Counter, PC)：用于存放待取指令的地址。根据 PC 中的地址，可从 M 中取出将要执行的指令。程序按顺序逐条执行，PC 具有自动加 1 的功能。

- (4) 标志寄存器(Flag Register, FR)：寄存执行指令时所产生的结果或状态的标志信号。标志位的具体设置与功能和微处理器型号有关。根据检测有关的标志位是 0 或 1，可按不同条件决定程序的流向。

- (5) 地址寄存器(Address Register, AR)：用于存放待取指令或操作数的地址，再根据此地址从 M 中取出指令或数据。取指令时，先将 PC 中存放的指令地址送至 AR，再根据此地址从 M 中取出指令；取操作数时，先将操作数地址通过内部 DB 送到 AR，再根据此地址从 M 中取出操作数；向存储器存入数据时，先将待写入数据的地址送到 AR，再根据此地址向 M 中写入数据。

- (6) 寄存器阵列(Register Array, RA)：若干通用寄存器和专用寄存器，其设置和微处理



器型号有关。

1.2.4 微型计算机的主要技术指标

衡量一台计算机的技术指标有很多，其主要指标涉及多个方面。

1. CPU 的主要指标

1) 字长

字长是指计算机能同时处理的二进制数的位数，习惯上称为位长。基本字长一般是指参加一次运算的操作数的位数。基本字长可反映寄存器、运算部件和数据总线的位数。在计算机中，每个存储单元存放二进制数的位数在一般情况下和它的算术运算单元的位数是相同的。

2) 主频

主频是指计算机中的主时钟频率，是 CPU 的工作频率。主频的快慢在很大程度上可以决定计算机运算的速度。主频的常用单位是 MHz、GHz。

在微型计算机中，CPU 的主频 = 外频 × 倍频系数。外频是由外部振荡器提供的基准频率，它决定着整块主板的运行速度。在 CPU 中，时钟电路按一定比例把外频提高到主频，这个提高的比例即倍频系数。

下面列举了 Intel 公司部分 CPU 的主频：

- (1) 8086 的最高主频为 10 MHz。
- (2) Pentium 的主频为 100 MHz。
- (3) Pentium II 的最高主频为 450 MHz。
- (4) Pentium III 的最高主频为 850 MHz。
- (5) Pentium IV 的最高主频为 3.8 GHz。

3) 运算速度

运算速度是指计算机每秒执行指令的条数，它反映了计算机运算和对数据处理的速度，单位通常采用 MIPS(百万条指令/秒)。

4) 内存容量

内存容量是指最多能够存储的二进制数据的信息量。常用的容量单位有 KB(1 KB = 1024 B)、MB(1 MB = 1024 KB)、GB(1 GB = 1024 MB)、TB(1 TB = 1024 GB)。

2. 硬盘的性能指标

(1) 容量：反映了硬盘的存储能力，是用户优先考虑的指标，以 MB 和 GB 为单位。硬盘的容量有 40 GB、60 GB、80 GB、100 GB、120 GB、160 GB、200 GB 等。

(2) 速度：硬盘速度在微机系统中的意义仅次于 CPU 和内存。硬盘电机驱动转速为 4200 r/m、5400 r/m、7200 r/m、10 000 r/m。

(3) 硬盘缓存容量：现今主流硬盘采用 2 MB 和 8 MB 缓存，而在服务器或特殊应用领域中缓存容量设置达到了 16 MB、64 MB 等。

(4) 安全性：为了提高计算机抗外界震动或抗瞬间冲击以及数据传输纠错等能力，众多厂家开发了一系列硬盘安全技术和软件。



3. 总线结构与总线的性能指标

总线结构是微机性能的重要指标之一，常用的总线结构有：

(1) ISA(Industry Standard Architecture)是工业标准体系结构总线的简称，是 PC/AT 机及其兼容机所使用的 16 位标准体系扩展总线，又称 PC-AT 总线，其数据传输率为 16 MB/s。

(2) EISA(Extended ISA)是扩展 ISA 总线的简称，其数据和地址总线均增加为 32 位，数据传输率为 33 MB/s，适合 32 位微机系统。

(3) PCI(Peripheral Component Interconnect)是外设互连总线的简称，是 Intel 公司推出的 32/16 位标准总线，数据传输率为 132 MB/s，用于 Pentium 以上的微机系统。

(4) AGP(Accelerated Graphics Port)是专门为提高视频带宽而设计的总线规范，可使数据传输率提高到 266 MB/s(×1 模式)、532 MB/s(×2 模式)或 1.064 GB/s(×4 模式)。

总线的主要性能指标包括以下几项：

(1) 总线宽度：单位时间内总线上可传输的数据量，以 MB/s 为单位。

(2) 总线位宽：能同时传输的数据位数，如 16 位、32 位、64 位等。工作频率一定的条件下，总线宽度与总线位宽成正比。

(3) 总线工作频率：也称为总线的时钟频率，以 MHz 为单位，用于协调总线上各种操作的时钟频率。工作频率越高，总线带宽越宽，总线宽度 = (总线位宽/8) × 总线工作频率(MB/s)。

1.3 80C51 系列 8 位单片机简介

单片机的应用面很广、发展很快，自诞生至今，已发展成为几百个系列的上千个机种。随着集成电路的发展，单片机从 4 位发展到 8 位、16 位、32 位，从目前的使用情况来看，8 位单片机仍然是低端应用的主要机型，且专家预测，在未来相当长的时间内仍将保持这个局面。所以，目前教学的首选机型还是 8 位单片机，而其中最具有代表性、最经典的机型，当属 80C51 系列单片机。

1.3.1 80C51 系列单片机的发展

80C51 系列单片机是在 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机基础上发展起来的。MCS-51 和 80C51 系列单片机现在常简称为 51 系列单片机。20 世纪 90 年代中期，随着 Intel 公司的技术开放，众多半导体厂商在发展 80C51 系列时都保证了产品的兼容性，可分别保证指令兼容、总线兼容和引脚兼容。众多厂家的参与使 80C51 的发展长盛不衰，使之成为既有经典、又有旺盛生命力的单片机系列。

纵观 80C51 系列单片机的发展过程，可以看出它曾经历过三次技术飞越。

1. 从 MCS-51 到 MCU 的第一次飞越

在 Intel 公司实行技术开放后，著名半导体厂商 Philips 公司利用它在电子应用方面的优势，在 80C51 基本结构的基础上，着重发展 80C51 的控制功能及外围电路功能，突出了单片机的微控制器特征，这使得单片机出现了第一次飞越。

2. 引入快擦写存储器的第二次飞越

1988 年以后，80C51 系列单片机又出现了一个新的分支，称为 AT89 系列单片机。它



是由美国 Ate ml 公司率先推出的, 它的最突出优点是把闪速存储器应用于单片机中, 这使得系统的开发周期大大缩短, 因此它很快从单片机市场脱颖而出。这使得单片机的发展出现了第二次飞越。

3. 向 SoC 转化的第三次飞越

美国 Silabs 公司推出的 C8051F 系列单片机把 80C51 系列单片机从 MCU 推向 SoC 时代, 它的主要特点是改进了 8051 内核, 使得其指令运行速度比一般的 80C51 系列单片机提高了约 10 倍, 在片上增加了多种功能模块(如 A/D 和 D/A 转换模块等)。这是单片机的第三次飞越。

1.3.2 AT89 系列单片机的特点及分类

AT89 系列单片机的成功使得几个著名的半导体厂家也相继生产了类似的产品, 例如, Philips 公司的 P89 系列、美国 STC 公司的 STC89 系列、华邦公司的 W78 系列等。后来人们就简称这一类产品为 89 系列单片机, 它实际上还是属于 80C51 系列。这些产品的主要功能类似, 但又各具特色。在这些型号中, AT89S51、P89C51、STC89C51、W78E51 都是与 MCS-51 系列的 80C51 兼容的型号。这些芯片互相之间也是兼容的, 所以如果不写前缀, 仅写 89C51 系列, 可能是指其中任何一个厂家的产品。

89 系列单片机的主要特点如下:

- (1) 内部含 Flash 存储器。
- (2) 内部结构和 80C51 相近。
- (3) 工作原理和指令系统 80C51 完全相同。

89 系列单片机可分成标准型、低档型和高档型三类。标准型单片机的主要结构与性能详见本书的单片机部分。低档 AT89 单片机是在标准型结构的基础上, 适当减少某些功能部件, 例如, 减少 I/O 引脚数、减少存储器和 RAM 容量等, 这样可使其体积更小、价格更便宜。在 89 系列单片机中, 高档(增强)型产品是在标准型的基础上增加了一些功能形成的, 所增加的功能部件主要有串行外围接口 SPI、CAN 和 A/D 转换功能模块等。

89 系列单片机是 80C51 系列单片机的典型代表, 目前在世界上的应用很广泛, 可以满足大多数用户的需要。由于 80C51 系列中的典型型号在基本结构、工作原理和引脚上与 MCS-51 系列单片机的 8051 是完全兼容的, 并且考虑到教学的连续性及 89 系列单片机和所用开发装置的普及性, 因而 89 系列单片机成为单片机教学的首选机型。

本书在介绍具体单片机结构时选用 AT89S51/52 单片机, 但在进行一般共性介绍时还选用 80C51 作为代表。注意: 此时它指的是 80C51 系列单片机。掌握了这类单片机, 其他型号单片机的学习就可以举一反三、触类旁通。

1.3.3 单片机与微型计算机的主要异同点

综上所述, 可知单片机与微型计算机均是计算机大家庭的一员, 它们的主要异同点如下。

1. 单片机与微型计算机的主要相同点

计算机经过半个多世纪的发展, 不管从构成器件、性能和应用上都出现了惊人的变化。但是当前大多数微型计算机, 它们的基本组成及工作原理, 还是可以用图 1.2 来概括, 即