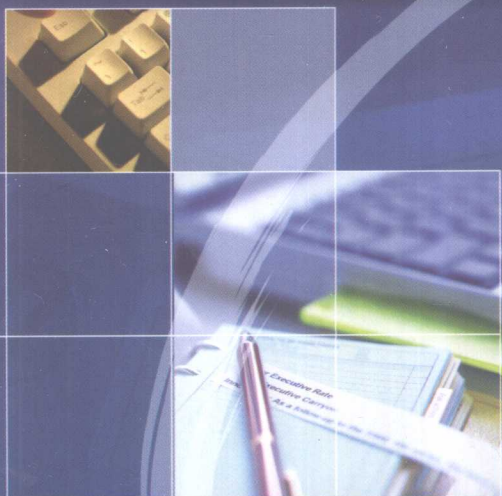




21st CENTURY
实用规划教材

21世纪全国应用型本科计算机案例型规划教材

单片机原理及应用



Computer

主 编 王新颖
主 审 李 贞



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

TP368.1
WXY

21 世纪全国应用型本科计算机案例型规划教材

单片机原理及应用

主 编 王新颖
副主编 曲乐生 王德君
主 审 李 贞



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书系统地阐述了 MCS-51 系列单片机的构成、工作原理、指令系统、汇编语言程序设计、系统扩展与接口技术、中断与定时技术以及串行通信技术,同时对单片机应用系统开发过程作了较为详细的介绍。全书共 8 章,外加附录部分。在每章的后面都附有习题与思考,大部分章节后面附有实验内容。

本书以培养学生应用能力为宗旨,突出基础知识的掌握和实践技能的训练,内容精炼、丰富,突出实用,系统性强,适合作为高等院校计算机科学与技术、自动化、电子信息工程、机电一体化等专业的单片机课程教材,也可作为科技人员学习开发单片机的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/王新颖主编. —北京:北京大学出版社, 2008.8

(21 世纪全国应用型本科计算机案例型规划教材)

ISBN 978-7-301-13684-3

I. 单 … II. 王… III. 单片微型计算机—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 054721 号

书 名: 单片机原理及应用

著作责任者: 王新颖 主编

策划编辑: 张 玮 孙哲伟

责任编辑: 张 玮

标准书号: ISBN 978-7-301-13684-3 TP368.1 0957

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 北京宏伟双华印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16 开本 15.75 印张 363 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 25.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

随着大规模集成电路技术的不断发展,微型计算机也在迅速发展,不断地更新换代。单片计算机就是其中一个典型,它是将微型计算机的中央处理器 CPU 和外围芯片,如程序存储器 ROM(或 EPROM)、数据存储器 RAM、并行和串行接口、定时器/计数器、中断控制系统等部件集成在一个芯片之中,构成新的计算机系列。有的单片计算机还将许多特殊功能部件如 A/D 转换器、D/A 转换器、调制解调器、通信控制器、DMA 等集成在芯片中,构成高档的单片计算机。由于单片计算机具有集成度高、功能强、速度快、体积小、可靠性高、使用灵活、价格低廉等优点,因而它在工业自动化、仪器仪表、数据采集、通信系统、家用电器等领域的应用日益广泛,并且正在逐步取代通用微型计算机在这些领域的统治地位。单片计算机的出现,已引起了各行各业的极大关注,在广大科技工作者中间掀起了学习单片计算机、应用单片计算机的热潮。近几年来单片计算机的发展很快,目前已有几十个系列,几百个机种,有 8 位的单片计算机,也有 16 位、32 位的单片计算机,但是 8 位单片计算机仍然是主流。因此,本书仍以讲述 MCS-51 系列 8 位单片计算机的原理和应用为主。

本书共分为 8 章:第 1 章主要介绍什么是单片机,它与普通微型计算机相比有什么特点,以及单片机的发展与应用。第 2 章主要介绍单片机的结构原理、引脚功能以及存储器配置情况。第 3 章主要介绍单片机的寻址方式、指令系统以及汇编语言程序设计。在讲述指令的同时,列举了大量的实用例题,以便提高学生对 MCS-51 系列单片机汇编语言的编程技巧。第 4 章介绍单片机的扩展及应用。除了讲述各种基本扩展方法外,还列举了很多实用扩展电路,以供学生在实际工作中学习和参考。第 5、6、7 章分别介绍中断控制系统、定时器/计数器及串行接口的原理及应用。第 8 章介绍了单片机应用系统的设计与开发过程。

本书是编者多年来从事“单片机原理及应用”课程教学的经验总结,书中很多例题都是编者精心挑选的,实用性强。本书在内容安排上由浅入深、由易到难、重点突出、通俗易懂,便于教学。全书在讲清原理的基础上,列举了较多的应用实例,突出易学实用的特点。每章后都有相关的习题与思考题,帮助学生理解消化老师课堂上所讲的理论内容。有些章后还安排了相应的实验内容,通过做实验,提高同学们的动手能力,以利于同学们对所学内容的理解、掌握、巩固和应用。

本书可作为高等院校计算机科学与技术、自动化、电子信息工程、机电一体化等专业的单片机课程教材,也可作为工程技术人员单片机应用技术的参考书。

参加本书编写的分别是沈阳工程学院的王新颖副教授(第 2、3、6 章)、曲乐生讲师(第 1、4、5 章)和王德君高级工程师(第 7、8 章),全书由王新颖负责统稿工作。本书由沈阳工



程学院李贞教授担任主审，对书稿进行了全面细致的审查，并提出了中肯而具体的修改意见，编者在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2008年5月



目 录

第 1 章 单片机概述	1	3.1 MCS-51 系列单片机的寻址方式	29
1.1 微型计算机与单片计算机	2	3.1.1 立即寻址	30
1.1.1 一般的微型计算机	2	3.1.2 直接寻址	30
1.1.2 单片计算机	3	3.1.3 寄存器寻址	30
1.2 单片机的发展与应用	4	3.1.4 寄存器间接寻址	30
1.2.1 单片机的发展情况	4	3.1.5 基址寄存器加变址寄存器 间接寻址	31
1.2.2 单片机的特点	6	3.2 MCS-51 系列单片机指令系统	31
1.2.3 常用单片机产品	6	3.2.1 指令系统的分类	31
1.2.4 单片机的应用	8	3.2.2 数据传送类指令	32
本章小结	9	3.2.3 算术操作类指令	37
习题与思考题	9	3.2.4 逻辑操作类及移位类指令	42
第 2 章 MCS-51 系列单片机的结构	10	3.2.5 控制转移类指令	44
2.1 MCS-51 系列单片机的 内部总体结构	11	3.2.6 位操作类指令	50
2.2 MCS-51 系列单片机的 引脚及其功能	12	3.3 汇编语言及程序设计	52
2.3 存储器的配置	15	3.3.1 汇编语言程序设计基础	52
2.3.1 程序存储器	15	3.3.2 单片机汇编语言程序 设计应用	57
2.3.2 数据存储器	16	本章小结	64
2.4 MCS-51 系列单片机的时钟电路与 时序	21	习题与思考题	64
2.4.1 单片机的时钟电路	21	第 4 章 单片机的扩展及应用	67
2.4.2 单片机的 CPU 时序	22	4.1 单片机扩展的基本概念	68
2.4.3 典型指令的时序	22	4.1.1 特殊的端口结构	68
2.5 MCS-51 系列单片机的工作方式	23	4.1.2 产生端口控制信号的指令	72
2.5.1 复位方式	23	4.1.3 基本的输入/输出举例	73
2.5.2 程序执行方式	24	4.1.4 总线的产生	73
2.5.3 掉电保护方式	25	4.2 存储器的扩展	75
本章小结	27	4.2.1 程序存储器的扩展	75
习题与思考题	27	4.2.2 数据存储器的扩展	79
第 3 章 MCS-51 系列单片机的 寻址方式及指令系统	28	4.2.3 程序存储器和数据存储器 同时的扩展	80
		4.3 I/O 接口的扩展	85



4.3.1 8255 可编程并行 I/O	
接口扩展	86
4.3.2 8155 可编程并行 I/O	
接口扩展	90
4.4 扩展的应用举例	94
4.4.1 显示及显示器接口	94
4.4.2 按键、键盘及其接口	97
4.4.3 A/D 转换及 D/A 转换接口	103
本章小结	111
习题与思考题	112
第 5 章 中断控制系统	117
5.1 概述	118
5.1.1 中断的概念	118
5.1.2 中断源	119
5.1.3 中断系统的功能	121
5.2 MCS-51 系列单片机的中断系统	123
5.2.1 中断系统的结构	123
5.2.2 中断控制	124
5.2.3 中断处理过程	126
5.3 中断程序的设计与应用	127
5.3.1 中断程序与子程序	127
5.3.2 中断程序应用举例	128
本章小结	130
习题与思考题	131
第 6 章 定时器/计数器	134
6.1 定时方法概述	135
6.2 定时器/计数器的结构	136
6.2.1 定时器/计数器的组成结构	136
6.2.2 定时器/计数器的	
专用寄存器	137
6.2.3 定时器/计数器的工作方式	138
6.3 定时器/计数器的编程和应用	141
本章小结	148
习题与思考题	148
第 7 章 串行接口	151
7.1 串行通信的基本概念	152
7.1.1 并行通信与串行通信	152
7.1.2 串行通信方式	153
7.1.3 串行通信的实现	154
7.1.4 串行通信的同步方式	154
7.1.5 波特率	156
7.2 串行通信的接口标准	156
7.2.1 RS-232C 的接口信号	157
7.2.2 RS-232C 接口的电气特性	157
7.2.3 RS-232C 标准接口的	
实现及电平转换器	159
7.3 MCS-51 串行口的组成及	
控制寄存器	161
7.3.1 MCS-51 串行口的组成	161
7.3.2 MCS-51 串行口的	
控制寄存器	161
7.4 串行口的工作方式	165
7.4.1 方式 0	165
7.4.2 方式 1	167
7.4.3 方式 2 和方式 3	169
7.5 串行口的应用	171
7.5.1 工作在方式 0 的应用	172
7.5.2 工作在方式 1 的应用	174
7.5.3 工作在方式 2 和方式 3 的	
应用	174
7.6 串行口的扩展	175
7.6.1 8251 的逻辑结构和引脚	176
7.6.2 8251A 的工作方式	179
7.6.3 8251 与 8031 单片机的	
接口方法	183
7.6.4 8251 的应用	184
本章小结	185
习题与思考题	186
第 8 章 单片机应用系统设计与开发	188
8.1 单片机应用系统的设计过程	189
8.1.1 总体设计	190
8.1.2 硬件设计	191
8.1.3 软件设计	195



目 录

8.2 单片机开发系统	200
8.2.1 单片机的开发与开发工具	200
8.2.2 单片机开发系统的功能	201
8.2.3 单片机开发系统的种类	204
8.2.4 单片机应用系统的调试	206
8.3 单片机应用系统实例	209
8.3.1 数字式热敏电阻温度计	209
8.3.2 单片机用于步进电动机的 控制	213
8.3.3 电子时钟设计	220

本章小结	226
习题与思考题	226

附录 1 MCS-51 单片机指令速查表	228
----------------------------	-----

附录 2 MCS-51 系列单片机 寄存器功能摘要	237
------------------------------------	-----

附录 3 美国标准信息交换码 ASCII	240
----------------------------	-----

参考文献	241
------------	-----



第1章

单片机概述

学习目标:

掌握单片机的概念及结构

了解单片机与一般微型计算机的区别

了解单片机的发展历史

熟悉常用单片机型号及特点以及单片机的应用领域

了解单片机的现状、未来发展趋势

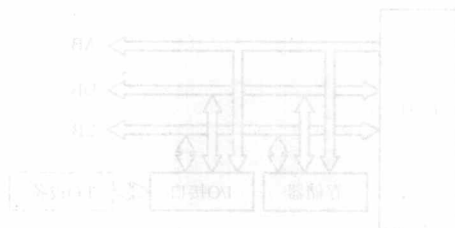


图 1.1 微控制器的组成



引例

单片机就是一种微型的计算机，它的硬件等级不高，程序存储器比较小，无法和个人计算机中的硬盘相比。但是单片机的整体成本很低，体积也很小，这为低成本开发智能控制设备提供了可能。另外它的可塑性很强，只要向程序存储器中写入不同的程序，它会根据不同的程序来完成不同的工作。

比如要控制洗衣机完成一个智能控制洗衣流程。从成本角度讲，虽然个人计算机性能强大，但是不能采用，因为一台个人计算机的体积成本太大了。此时用“单片机+顺序控制程序+接口电路+执行电路”就是最好的解决方案了，这等于在洗衣现场有一个小小的计算机在控制着整个洗衣过程。单片机是现代全自动洗衣机的核心部分，它的应用大大减低了人的劳动强度。

从这个简单的例子中就可以看到单片机的实际意义。小到温度智能控制，中到通信控制，大到生产流程控制，都可以见到它的身影。只要编写好不同的程序，单片机就可以完成不同的控制工作。这样，通过编写不同的控制程序，就可以实现器件的万能化。

1.1 微型计算机与单片计算机

1.1.1 一般的微型计算机

1946年2月，第一台电子数字计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Computer)问世，标志着计算机时代的到来。电子计算机技术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和超大规模集成电路计算机 5 个时代，但是计算机的结构仍然保留了冯·诺依曼提出的经典结构框架，即计算机由运算器、控制器、存储器、输入和输出设备构成。

1971年1月，Intel 公司与日本商业通信公司合作研制台式计算机时，开发了 3 个集成电路芯片。其中的两个芯片分别用于存储程序和数据，另一个芯片集成了运算器和控制器及一些寄存器，称为中央处理器(Center Processor Unit, CPU)。

CPU、存储器和输入/输出(Input/Output, I/O)接口电路组成微型计算机。微型计算机各部分通过地址总线(Address Bus, AB)、数据总线(Data Bus, DB)、控制总线(Control Bus, CB)相连，如图 1.1 所示。

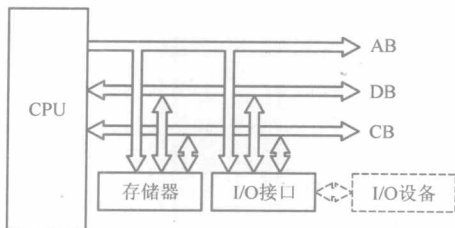


图 1.1 微型计算机的组成

在微型计算机的基础上,再配以系统软件和 I/O 设备,便构成完整的微型计算机系统,简称微型计算机。微型计算机有多板机、单板机、单片机 3 种类型。

多板机是将 CPU 芯片、存储器、I/O 接口电路和总线接口等组装在一块主机板上,再通过系统总线和其他多块外设扩展卡连接键盘、显示器、打印机、光驱等设备。各种扩展卡插在主机板的扩展槽上,再配上系统软件,就构成一台完整的微型计算机系统,现在广泛使用的个人计算机就是其典型代表。

单板机是将 CPU 芯片、存储器、I/O 接口电路和简单的 I/O 设备,如小键盘、LED 显示器等装配在一块印制电路板上,再配上监控程序,就构成了一台单板微型计算机,简称单板机。这种机型早期主要应用于简单的测控系统中,现在已经很少使用。

单片机是将计算机的基本部件微型化并集成到一块芯片上的微型计算机,片内通常含有 CPU、ROM、RAM、并行 I/O、串行 I/O、定时器/计数器、中断控制、系统时钟及系统总线等。它体积小、耗电省,目前广泛应用于控制领域。

1.1.2 单片计算机

单片机全称为单片微型计算机(Single Chip Microcomputer, SCM),又称微控制器(Microcontroller Unit, MU)或嵌入式控制器(Embedded Controller, EC)。单片机的典型结构如图 1.2 所示。

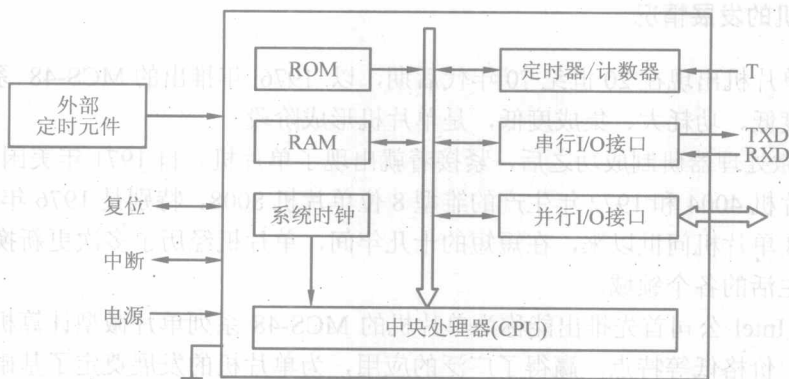


图 1.2 单片机典型结构

中央处理器是单片机的核心部件,它由运算器、控制器和中断部件等组成。另外增设了面向控制的处理功能,如位处理器、查表、多种跳转、乘除法运算、状态检测、中断处理等功能,增强了处理的实时性。数据处理和系统的操作控制都是由 CPU 完成的,单片机最主要的功能也是由它实现的。

存储器在单片机内部分为程序存储器和数据存储器。单片机的应用系统功能确定后,其监控程序一般不再修改,因此可以用只读存储器(Read-Only Memory, ROM)作为程序存储器。此外,只读存储器的内容不会丢失,从而提高了系统的可靠性。在单片机中,用随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)来存储数据,暂存程序运行期间的临时数据。

单片机靠内部总线实现 CPU 与片内各主要部件的信息传送。内部总线分为地址总线、

数据总线、控制总线。地址总线用来传送存储器所需要的地址码或外部设备所需要的设备号,通常由 CPU 发出并被存储器或 I/O 接口电路所接收。地址总线是单向信号线。数据总线用来传送 CPU 写入存储器或经 I/O 接口送到输出设备的数据,也可以传送从存储器或输入设备经 I/O 接口读入的数据。因此,数据总线通常是双向信号线。控制总线有两类:一类是 CPU 发出的控制命令,如读命令、写命令、中断响应等;另一类是存储器或外部设备的状态信息,如外设的中断请求、存储器忙和系统复位信号等。

I/O 接口电路有并行和串行两种。单片机为了突出控制的功能,提供数量多、功能强、使用灵活的并行 I/O 接口,使用上不仅可灵活地选择外设或输出,还可以作为系统总线或控制信号线,从而为扩展外部存储器或 I/O 接口提供了方便。串行 I/O 接口用于串行通信,可把单片机内部的并行数据转换成串行数据向外传送,也可以串行接收外部送来的数据并把它们转换成并行数据送给 CPU 处理。

有些单片机内部还包括其他特殊功能部件,如 A/D 转换器、D/A 转换器、直接存储器存取通道(Direct Memory Access, DMA)等,这些部件的有无与单片机的型号有关。

1.2 单片机的发展与应用

1.2.1 单片机的发展情况

第一代单片机出现在 20 世纪 70 年代后期,以 1976 年推出的 MCS-48 系列为代表。其特点是速度低、功耗大、集成度低,是单片机形成阶段。

1970 年微处理器研制成功之后,紧接着就出现了单片机。自 1971 年美国 Intel 公司生产的 4 位单片机 4004 和 1972 年生产的 8 位单片机 8008,特别是 1976 年 9 月 Intel 公司的 MCS-48 单片机问世以来,在短短的十几年间,单片机经历了多次更新换代,现已渗透到生产和生活的各个领域。

1976 年 Intel 公司首先推出能称为单片机的 MCS-48 系列单片微型计算机,它以体积小、功能全、价格低等特点,赢得了广泛的应用,为单片机的发展奠定了基础,成为单片机发展进程中的一个重要阶段。其主要的技术特征是将 CPU 和计算机外围电路集成到了一个芯片上,与通用 CPU 分道扬镳,构成了新型工业微控制器并取得了成功,为单片机的进一步发展开辟了成功之路。

第二代单片机出现在 20 世纪 80 年代初,以 1980 年推出的 MCS-51 系列单片机为代表,其特点是速度快、功耗低、集成度高,是单片机的性能完善提高阶段。

尽管目前单片机的品种很多,世界各地厂商已研制出大约 50 个系列、30 多个品种的单片机产品,其中有 Motorola 公司的 6801、6802, Zilog 公司的 Z-8 系列, Rockwell 公司的 6501、6502 等。此外,日本的 NEC 公司、日立公司及 EPSON 公司等也都相继推出了各具特色的单片机品种,但其中最具典型性的当属 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机。MCS-51 是在 MCS-48 的基础上于 20 世纪 80 年代初发展起来的。虽然它仍然是 8 位的单片机,但其功能有很大的增强。

(1) 扩大了片内存储容量、外部寻址空间, 程序存储器和外部数据存储器的寻址都增加为 64KB。4KB×8 ROM 作为内部程序存储器, 用来存放系统程序、用户的专用程序和固定常数。在片内数据存储器方面, 采用 8 位地址, 寻址范围为 256 字节。其中 00H~7FH 为 128 字节的内部 RAM, 用来存放用户的随机数; 在 80H~FFH 范围内离散地分布着 21 个特殊功能寄存器, 其中 11 个特殊功能寄存器具有位寻址能力。在内部 RAM 中, 00H~1FH 可分为 4 个寄存器工作区。寄存器工作区由选择指令进行切换, 从而有效地提高了 CPU 的现场保护能力和实时响应速度。20H~2FH 单元可进行位寻址。

(2) 增强了 4 个并行口, 增设了 2 位全双工串行 I/O 口。其中 4 个 8 位并行 I/O 接口可用于地址和数据的传送, 也可与 8243、8155 等连接, 进行外部 I/O 接口的扩展; 串行 I/O 接口是一个全双工串行通信口, 可用于数据的串行接收和发送, 这为构成串行通信网络提供了方便。

(3) 两个定时器/计数器均为 16 位, 且有 4 种工作方式。这样既提高了定时/计数范围, 又使用户使用灵活方便。

(4) 增强了中断系统。在 MCS-51 单片机中, 设置有 2 级中断优先级, 可接受 5 个中断源的中断请求, 中断优先级别可由用户定义。这样就使 MCS-51 单片机很适合用于数据采集与处理、智能仪器仪表和工业过程控制中。

(5) 具备较强的指令寻址和运算等功能。MCS-51 系列单片机有 111 条指令, 可分为 4 大类, 使用了 7 种寻址方式。这些指令中 44% 为单字节指令, 41% 为双字节指令, 15% 为三字节指令。若用 12MHz 的晶体频率, 50% 的指令可在 1μs 内执行完毕, 40% 的指令可在 2μs 内执行完毕。此外, 还设有减法、比较和 8 位乘、除法指令。乘、除法指令的执行时间仅为 4μs, 这样就大大地提高了 CPU 的运算与数据处理能力。

(6) 增设了布尔处理机。在 MCS-51 的指令系统中设置有位操作指令, 可用于位寻址空间, 这些位操作指令与位寻址空间一起构成布尔处理机。布尔处理机对于实时逻辑控制处理具有突出的优点。

可以看出, 这一代单片机主要的技术特征是为单片机配置了完善的外部并行总线和具有多机识别功能的串行通信接口, 规范了功能单元的特殊功能寄存器控制模式及适应控制器特点的布尔处理系统和指令系统, 为发展具有良好兼容性的新一代单片机奠定了良好的基础。

此外, 它还具有品种全、兼容性强、软硬件资料丰富等特点。因此应用非常广泛, 成为继 MCS-48 之后最重要的单片机品种。直到现在, MCS-51 仍不失为单片机中的主流机型, 国内尤以 MCS-51 系列单片机的应用最广。8 位单片机由于其高性能价格比, 将仍是单片机中的主流机型。

对工业控制、智能仪表等诸多较高层次的应用领域, 8 位单片机系列在性能、价格两方面有较好的兼顾。

第三代单片机以 1982 年推出的 80C51 系列为代表, 其特点是功能更为强大, 适用于复杂的自动测控系统及设备。Intel 公司推出的 MCS-51 奠定了嵌入式应用的单片微型计算机的经典体系结构, 但不久 Intel 就放弃了进一步发展计划, 并实施了 8051 的技术开放政策。在 8051 实现开放后, Philips 公司作为全球著名的电器商, 以其在电子应用系统的优

势,着力发展 80C51 的控制功能及外围单元,将 MCS-51 的单片微型计算机迅速地推进到 80C51 的微控制器时代,形成了可满足大量嵌入式应用的单片机系列产品。

一般习惯于将各厂家生产的与 51 兼容的形形色色的单片机系列称之为 80C51 系列。它们都采用 CMOS 工艺,并与 MCS-51 兼容。其中包括 Intel 公司发展 MCS-51 系列的新一代产品,如 8XC152、80C51FA/FB、80C51GA/GB、8XC451、8XC452,还包括了 Philips、Siemens、ADM、Fujitsu、OKI、ATMEL 等公司以 80C51 为核心推出的大量各具特色、与 MCS-51 兼容的单片机。

目前,单片机向嵌入式处理器内核发展。MCS-51 典型的体系结构及其极好的兼容性,对于 MCU 不断扩展的外围来说,形成了一个良好的嵌入式处理器内核的结构模式。当前嵌入式系统应用进入片上系统 (System on Chips, SoC) 模式,从各个角度,以不同方式向 SoC 进军,形成了嵌入式系统应用热潮。在这个技术潮流中,8051 又扮演了嵌入式系统内核的重要角色。在 MCU 向 SoC 过渡的数、模混合集成的过程中,ADI 公司推出了 AD μ C8xx

系列,并实现了向 SoC 的 C8051F 过渡;在 PLD 向 SoC 的发展过程中,Triscend 公司在可配置系统芯片 CSoc(Configurable SoC)的 E5 系列中便以 8052 作为处理器内核。

单片机从单片微型计算机向微控制器发展,体现了单片机向 SoC 化的发展方向,即按系统要求不断扩展外围功能、外围接口以及系统要求的模拟、数字混合集成。嵌入式计算机系统比通用的计算机系统设计更为复杂,涉及面也更为广泛。

1.2.2 单片机的特点

1. 集成度高

在一个芯片上集成了构成一台微型计算机所需要的基本部件,能满足很多应用领域对硬件的功能要求,因此由单片机组成的应用系统结构简单、体积小、功耗低。

2. 控制性能好

单片机是为了满足工业控制而设计的,所以实时控制功能特别强,其 CPU 可以对 I/O 接口直接进行操作,位操作能力更是其他计算机无法比拟的,能有针对性地解决从简单到复杂的各类控制任务。

3. 可靠性高

单片机的 CPU、存储器、I/O 接口集成在同一芯片内部,各部件间的连接紧凑,数据在传送时受到的干扰小,且不易受环境条件的影响,所以单片机的可靠性高。

4. 性能价格比高

由于单片机功能强、价格便宜,其应用系统的印制电路板小,所接插件少,安装调试简单,使单片机应用系统的性能价格比高于一般的微型计算机系统。

1.2.3 常用单片机产品

当前在工业中应用最广泛的是 MCS-51 系列单片机,在此仅介绍这一系列的单片机,

见表 1-1。

表 1-1 MCS-51 系列单片机分类

型号	片内 RAM 容 量(B)	片内 ROM 容 量(KB)	片内 EPROM 容量(KB)	寻址范 围(KB)	I/O 接口类型			
					定时器/ 计数器	并行口	串行口	中断源
8031	128	—	—	64	2×16b	4×8b	1	5
80C31	128	—	—	64	2×16b	4×8b	1	5
8051	128	4	—	64	2×16b	4×8b	1	5
80C51	128	4	—	64	2×16b	4×8b	1	5
8751	128	—	4	64	2×16b	4×8b	1	5
87C51	128	—	4	64	2×16b	4×8b	1	5
8032	256	—	—	64	3×16b	4×8b	1	6
80C32	256	—	—	64	3×16b	4×8b	1	6
8052	256	8	—	64	3×16b	4×8b	1	6
80C52	256	8	—	64	3×16b	4×8b	1	6
8752	256	—	8	64	3×16b	4×8b	1	6
87C52	256	—	8	64	3×16b	4×8b	1	6

MCS-51 系列单片机的片内程序存储器分掩模 ROM、EPROM 和无 ROM 存储器 3 种。一般情况下,片内有掩模的 ROM 用在程序已经固定的大批量生产的场合。片内带 EPROM 的适合做样机,便于修改程序,做试验;而外接 EPROM 的适用于做小批量产品或用于 ROM 大于 8KB 的场合。

在 MCS-51 系列单片机中,8031、8751 与 8051 的内部结构基本相同,其区别仅在于 8031 内部不含有程序存储器,必须由外部扩展。8751 内部程序存储器为可编程、可改写的只读存储器 EPROM,其内部程序由用户自行写入。

除了 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机产品外,Philips 公司的 80C51 系列单片机的性能与 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机完全兼容。80C51 系列单片机是在 MCS-51 单片机的 HMOS 基础上发展起来的,它们具有 CHMOS 结构。80C51 系列单片机保留了 MCS-51 单片机的所有特性,内部组成基本相同。

80C51 系列单片机增设了两种可以用软件进行选择的低功耗工作方式:空闲方式和掉电方式。

87C51 单片机是 80C51 含 EPROM 的产品,这种单片机有两级或三级程序存储器保密系统,用于保护 EPROM 中的程序,以防止非法复制。另外,87C51 单片机还可用智能编程法进行编程,可使每个字节的编程时间由 50ms 减少到 4ms,其特点是速度快、效率高。

新一代 80C51 系列单片机除了上述的结构特性外,其最主要的技术特点是向外部接口电路扩展,以实现微控制器完善的控制功能为己任。这一系列的单片机为外部提供了相当完善的总线结构,为系统的扩展与配置打下了良好的基础。80C51 系列产品中增加了一些

外部接口功能单元,如 A/D、PWM、WDT(监视定时器)、高速 I/O 口、PCA(可编程计数器阵列)、计数器的捕获/比较逻辑等。此外,由于 80C51 系列采用了 CMOS 技术,比 MCS-51 系列集成度高、速度快、功耗低。

1.2.4 单片机的应用

计算机的产生加快了人类改造世界的步伐,但是它毕竟体积大,不适合嵌入到应用系统中。单片机在这种情况下诞生了,它改变了现实生活的各个领域。从导弹的导航装置到飞机上各种仪表的控制,从计算机的网络通信与数据传输到工业自动化过程的实时控制和数据处理,以及广泛使用的各种智能 IC 卡、电子宠物等,这些都离不开单片机。以前没有单片机时,制造这些东西只能使用复杂的模拟电路,然而这样做出来的产品不仅体积大,而且成本高,并且由于长期使用,元器件不断老化,控制的精度自然也会达不到标准。在单片机产生后,控制这些东西变为智能化了,通常只需要在单片机外围接一些简单的接口电路,核心部分只需要写入程序来完成。这样,产品的体积变小了,成本降低了,长期使用也不会担心达不到精度。

下面介绍单片机的应用领域和应用特点。

1. 家用电器领域

目前国内各种家用电器已普遍采用单片机控制取代传统的控制电路,而做成单片机控制系统。例如洗衣机、电冰箱、空调机、微波炉、电饭煲、电视机、录像机、手机、摄像机及其他视频音像设备的控制器,还有儿童玩具以及机器人控制等。

2. 办公自动化领域

现代办公室中所使用的大量通信、信息产品多数都采用了单片机,如通用计算机系统键盘译码、磁盘驱动、打印机、绘图仪、复印机、电话、传真机、考勤机等。

3. 商业营销领域

在商业营销系统已广泛使用的电子秤、收款机、条形码阅读器、仓储安全监测系统、商场保安系统、空气调节系统、冷冻保鲜系统等中,目前已纷纷采用单片机构成专用系统。

4. 工业自动化

在工业过程控制、过程监测、工业控制器及机电一体化控制系统中,除一些小型工控机之外,许多都是由单片机为核心的单机或多机网络系统。如工业机器人的控制系统是由中央控制器、感觉系统、行走系统、擒拿系统等节点构成的多机网络系统。

5. 智能仪表与集成智能传感器传统的控制电路

目前各种变送器、电气测量仪表普遍采用单片机应用系统替代传统的测量系统,使测量系统具有各种智能化功能,如存储、数据处理、查找、判断、联网和语音功能等。

将单片机与传感器相结合可以构成新一代的智能传感器,它将传感器初级变换后的电量做进一步的变换、处理,能输出满足远距离传送、能与微机接口的数字信号。例如,将压力传感器与单片机集成在一起的微小型压力传感器可随钻机送至井下,以报告井底的压

力状况。

6. 汽车电子与航空航天电子系统

通常在这些电子系统中的集中显示系统、动力监测控制系统、自动驾驭系统、通信系统以及运行监视器(黑匣子)等都要构成冗余的网络系统。

单片机应用的意义绝不限于它的功能以及所带来的经济效益上,更重要的意义在于它从根本上改变着传统的控制系统设计思想和设计方法。以前必须由模拟电路或数字电路实现的大部分控制功能,现在已能使用单片机通过软件方法实现了。这种以软件取代硬件并能提高系统性能的控制技术称为微控制技术,这标志着一种全新概念的建立。随着单片机应用技术的推广普及,微控制技术必将不断发展、日益完善、更加充实。

本章小结

单片机是在一块集成电路芯片上集中了控制器、运算器、存储器、输入和输出端口的单片微型计算机,它具有集成度高、控制性能强、可靠性高、性能价格比高等一些显著特点。从20世纪70年代后期到现在,已经经历了3个发展阶段。随着单片机技术的发展,单片机的应用领域越来越广阔。从家用电器、办公自动化、商业营销、工业自动化、智能仪表与集成智能传感器传统的控制电路,到汽车电子与航空航天电子系统,它无处不在。

习题与思考题

1. 单片机与一般微型计算机有何区别?
2. 单片机的特点是什么?
3. 单片机内部一般包含哪些功能部件? 这些功能部件的作用是什么?
4. 单片机的主要应用领域有哪些?