

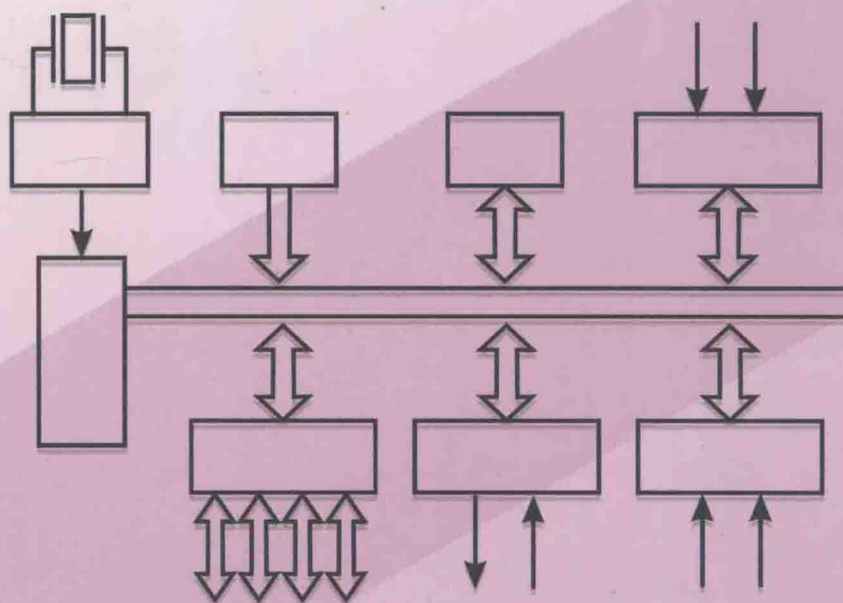


21世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

21 SHI JI PU TONG GAO DENG ZHI YE JIAO YU JI XIE DIAN ZI XI LIE GUI HUA JIAO CAI

单片机应用技术

主编 马彪



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

DANPIANJI YINGYONGJISHU

21 世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材

单片机应用技术

主 编 马 彪

副主编 王文魁 牛 鑫

编 委 马 彪 王 华 王文魁

牛 鑫 纪利琴 葛东霞

(编委排名以姓氏笔画为序)



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书的编写旨在使学生摆脱单片机课程“枯燥、难懂”的恐怖心理,为学生营造一种“易学、有趣、方便、实用”的轻松学习氛围。

教材以 89S51 单片机为主讲机型,介绍了单片机系统的开发设计过程。教材采用“项目导向、任务驱动”教学模式,实现了“教、学、做”一体化教学,改变了以往“理论、实验、课程设计”三段式教学方式;全书精心设计了若干个教学项目,每个项目由多个任务组成。在项目的学习中体现了真实、完整的单片机开发工作过程:硬件电路焊接、电路测试、软件编程、程序下载等,充分体现了基于工作过程的全新教学理念。由于 89S51 单片机具有在线编程功能,因此,教学中只需一块廉价的实训电路板和一台电脑,即可完成全部教学项目,而无需借助于其他的单片开发工具和实验器材,降低了单片机教学成本,为学生创造了更加方便的学习环境。

本书可作为高等职业技术学院、中等职业技术学校等的教学用书。也是电子爱好者自学单片机的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术/马彪主编. —上海:同济大学出版社,
2009.5

(21 世纪高等职业教育机械电子系列规划教材)

ISBN 978-7-5608-3977-6

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 035336 号

单片机应用技术

主 编 马 彪

责任编辑 姚炜铭

责任校对 徐春莲

封面设计 晨 宇 潘向葵

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 16.5

印 数 1—5100

字 数 412 000

版 次 2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-3977-6

定 价 25.00 元

21 世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材 编审委员会(第一批)

暨“普通高等职业教育机电专业 课程改革研究专家委员会”

总策划

张平官 宋 谨

总顾问/编委会主任

程大章(教育部高等学校高职高专机电设备技术类专业教学指导委员会委员)

编委会副主任(姓氏笔画为序)

马 彪 陈健巍 刘 骋 许立太 郭庆梁 艾小玲 耿海珍 康 力
张琳琳 张国庆 何克祥 万文龙 邵永录 董 霞 孙振强

编委会委员(姓氏笔画为序)

王文魁	牛 鑫	王 华	葛东霞	纪利琴	周 华	李代席	董 勇
马红奎	余佑财	张智芳	葛广军	汤银忠	刁统山	李虹飞	王晓华
孙玉峰	卜祥安	孙玉芹	梁 健	薛颖操	贾 磊	姜 凌	江 华
张爱华	金 莹	郭佳俊	李景龙	窦 涛	石 玉	尚庆宝	江桂荣
吉 庆	许西惠	吴承恩	滕旭东	姜 芳	童宏永	项 东	李汉平
葛乐清	孙春霞	姚 群	王宜君	王宏元	黄仕彪	胡才万	李艳菲

21 世纪普通高等职业教育机械电子系列规划教材 参编院校名录(第一批)

武汉职业技术学院(国家示范性高职院校)
兰州石化职业技术学院(国家示范性高职院校)
吉林工业职业技术学院(国家示范性高职院校)
大庆职业学院(国家示范性高职院校)
徐州建筑职业技术学院(国家示范性高职院校)
永州职业技术学院(国家示范性高职院校)
河南职业技术学院(国家示范性高职院校)
陕西工业职业技术学院(国家示范性高职院校)
常州机电职业技术学院(中国机械工业教育协会高职中专分会理事单位)
南京铁道职业技术学院(中国职教学会轨道交通专委会高职教育研究会理事单位)
台州职业技术学院
辽宁信息职业技术学院
德州科技职业学院
贵州电子信息职业技术学院
山东胜利职业学院
广州现代信息工程职业技术学院
济南工程职业技术学院
抚顺职业技术学院
连云港职业技术学院
咸阳职业技术学院
重庆城市职业学院
安徽新华学院
河南城建学院(原平顶山工学院)
重庆交通科技职业学院
济南职业学院
江西工程职业学院
盐城纺织职业技术学院
济源职业技术学院
咸宁职业技术学院
贵州航天职业技术学院
青岛滨海学院
辽宁石油化工大学职业技术学院
商丘科技职业学院
浙江工商职业技术学院
郑州工业安全职业学院
黑龙江工商职业技术学院
永城职业学院

前 言

随着信息技术的飞速发展,嵌入式智能电子技术已渗透到人们日常生活的各个方面。单片机又称为嵌入式微控制器,在智能仪表、工业控制、智能终端、通讯设备、医疗器械、汽车电器、导航系统和家用电器等很多领域都有着广泛的用途。因此,单片机应用技术是本科、高职、中职学校中机电、电子及相关专业的一门必修核心课程。

单片机又是学生感到很难学的一门课。难在既要掌握硬件电路的设计与调试,又要掌握较枯燥的汇编语言编程方法。致力于如何使学生爱学、易学、学懂该课,是本教材编写的主导思想。

本书特点:

1. 以产品为课程载体,采取项目导向、任务驱动教学模式。

将教学内容分为若干个相对独立的实训项目,每个项目由若干个任务组成,教学过程充分发挥学生的主动性、积极性,课内学习与课外自学相结合。

2. 做、学结合贯穿于整个教学过程。

每个教学任务由硬件电路焊接、检测、软件编程等组成,每个教学内容都需经过实践去实现,改变以往理论教学、实验、课程设计的教学模式。教学过程完整体现实际产品开发工作过程。

3. 指令与编程教学溶于任务教学中。

克服以往教材单独讲解指令与编程的方法。在各教学任务中,精心设计教学内容,在实训中介绍相关指令与程序结构。为增强教材的系统性与可读性,在附录中以简练的方式介绍单片机指令系统,供教师及学生查阅。

4. 加强教学内容的先进性与实用性。

教材以 89S51、89S52 为主讲机型,该机型与 89C51、89C52 相比,具有可在线编程功能,并内置看门狗电路;教材内容引入新知识、新器件,如 I²C 总线接口技术、串行数字温度传感器、串行液晶显示等。

教学建议:

1. 教师可根据学时及专业,在学时允许的情况下,有选择地介绍拓展篇内容。

2. 建议采用“学、做结合”的教学模式,为每位学生配备实验电路板。教学中让学生亲手焊接硬件电路。电路焊接与软件教学同步进行,不提倡一次焊完全部电路。采用这种方式也弥补了个别学校实训条件的不足。



3. 在不使用教材配套实验电路板的情况下,本教学模式亦适用于各学校现有实训设备教学条件。

本书由辽宁信息职业技术学院马彪任主编,并编写基础篇项目七、项目八及附录。辽宁信息职业技术学院王文魁编写基础篇项目三、拓展篇项目十二,济源职业技术学院牛鑫编写基础篇项目六、拓展篇项目十一,南京铁道职业技术学院王华编写基础篇项目四、拓展篇项目九,安徽新华学院纪利琴编写基础篇项目五、拓展篇项目十,济南工程职业技术学院葛东霞编写概述篇项目一、项目二。本教材编写过程中参考了其他相关教材的一些内容,在此向为本书出版提供帮助的各位朋友表示感谢。

孙少华、张静、刘桂敏、唐静、姜鸿雁、冯珊珊、孙艳霞参与了编写大纲、课件制作、插图绘制等工作,在此表示由衷的感谢。本书配有教学课件光盘一张,可作为使用本教材教师上课的教案。

另本教材配有单片机实训板套件,需要者可与编者联系(Email: lymabiao@163.com)。

编 者

2009 年 3 月

Contents

目 录

前言

概 述 篇

项目一 单片机概述	1
项目二 单片机最小应用系统	8
任务一 内部存储器读写控制 / 8	
任务二 单片机最小系统设计 / 20	
任务三 单片机最小系统应用测试 / 27	

基 础 篇

项目三 循环彩灯控制	32
任务一 彩灯基本控制(一) / 32	
任务二 彩灯基本控制(二) / 37	
任务三 键控彩灯 / 44	
项目四 音乐发生器	50
任务一 中断键控彩灯 / 50	
任务二 加(减)1 计数器 / 57	
任务三 利用定时器产生音调 / 64	
任务四 简单音乐编程 / 68	



项目五 交通信号灯 73

- 任务一 交通信号灯控制 / 73
- 任务二 静态计数数码显示 / 81
- 任务三 动态计数数码显示 / 87

项目六 实时时钟 96

- 任务一 矩阵键码显示 / 96
- 任务二 I²C 总线接口原理与实现 / 106
- 任务三 时钟芯片 PCF8563 功能 / 115
- 任务四 实时时钟设计 / 126

项目七 数字温度计 147

- 任务一 DS18B20 工作原理 / 147
- 任务二 设计数字温度计 / 153

项目八 串行通信技术 161

- 任务一 单片机串行口基本应用 / 161
- 任务二 双机串行通信应用 / 168
- 任务三 485 网络多机通信 / 170
- 任务四 单片机与微机串行通信 / 175

拓展篇

项目九 单片机扩展技术 181

- 任务一 简单 I/O 口扩展 / 181
- 任务二 I²C 总线 E²PROM 存储器扩展 / 183

项目十 步进电机控制 188

- 任务一 步进电动机控制原理 / 188
- 任务二 步进电动机控制应用 / 192



项目十一	串行 LCD 显示技术	197
任务一	MZLH01 - 12864 显示模块 / 197	
任务二	SPI 总线接口原理与实现 / 201	
任务三	MZLH01 - 12864 汉字显示 / 205	
任务四	MZLH01 - 12864 图形显示 / 213	
项目十二	单片机抗干扰技术应用	219
任务一	硬件抗干扰措施 / 220	
任务二	软件抗干扰措施 / 223	
附录一	MCS - 51 单片机指令系统	228
附录二	MCS - 51 指令集	247
附录三	单片机实验板原理图	251
附录四	下载线电路原理图	252
参考文献		253



概述篇

项目一

单片机概述

一、单片机概述

单片机是单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)的简称。把组成计算机的主要功能部件:中央处理器(CPU)、数据存储器(RAM)、程序存储器(ROM、EPROM、E²PROM或FLASH)、定时/计数器和各种输入/输出接口电路等都集成在一块半导体芯片上,构成了单片机,如图1-1所示。由于单片机的硬件结构与指令系统的功能都是按工业控制要求而设计的,常用在工业检测、控制装置中,因而也称为微控制器(Micro-Controller)。单片机具有结构简单、控制功能强、可靠性高、体积小、价格低等特点,在家用电器、智能化仪器、工业控制以及火箭导航尖端技术领域都发挥着十分重要的作用。

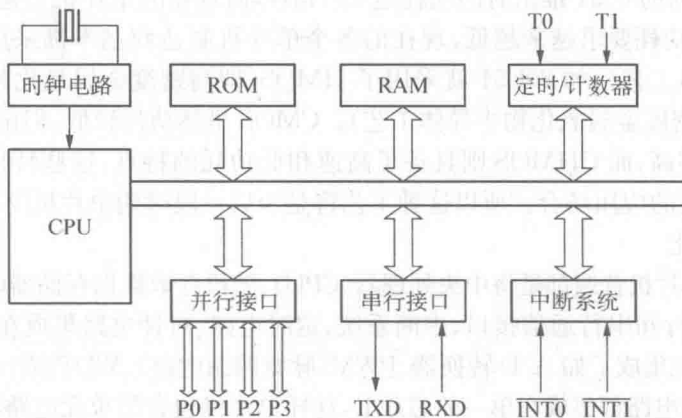


图 1-1 MCS-51 单片机的基本结构

二、单片机的发展

1. 单片机的发展历史

单片机作为微型计算机的一个重要分支,应用面很广,发展很快。如果将 8 位单片机的推出作为起点,那么单片机的发展历史大致可分为以下几个阶段:

(1) 第一阶段(1976—1978):单片机的探索阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表采用了单片结构,即在一块芯片内含有 8 位 CPU、定时/计数器、并行 I/O 口、RAM 和 ROM 等。

(2) 第二阶段(1978—1982):单片机的完善阶段。Intel 公司在 MCS-48 基础上推出了



完善的、典型的单片机系列 MCS-51。它在以下几个方面奠定了典型的通用总线型单片机体系结构。

① 完善的外部总线。MCS-51 设置了经典的 8 位单片机的总线结构,包括 8 位数据总线、16 位地址总线、控制总线及具有多机通信功能的串行通信接口。

② CPU 外围功能单元的集中管理模式。

③ 体现工控特性的位地址空间及位操作方式。

④ 指令系统趋于丰富和完善,并且增加了许多突出控制功能的指令。

(3) 第三阶段(1982—1990):16 位单片机阶段,也是单片机向微控制器发展的阶段。Intel 公司推出的 MCS-96 系列单片机,将一些用于测控系统的模数转换器、程序运行监视器、脉宽调制器等纳入片中,体现了单片机的微控制器特征。16 位单片机除 CPU 为 16 位外,片内 RAM 和 ROM 容量进一步增大,实时处理能力更强,体现了微控制器的特征。例如 Intel 公司的 MCS-96 主振频率为 12 MHz,片内 RAM 为 232 字节,ROM 为 8 kB,中断处理能力为 8 级,片内带有 10 位 A/D 转换器和高速输入/输出部件等。

(4) 第四阶段(1990—):微控制器的全面发展阶段。随着单片机在各个领域全面发展与应用,出现了高速、大寻址范围、强运算能力的 8 位/16 位/32 位通用型单片机,以及小型廉价的专用型单片机。

2. 单片机的发展趋势

纵观单片机的发展过程,可以预示单片机的发展趋势,大致有以下两个方面。

1) 低功耗 CMOS 化

MCS-51 系列的 8031 推出时的功耗达 630 mW,而现在的单片机普遍都在 100 mW 左右,随着对单片机功耗要求越来越低,现在的各个单片机制造商基本都采用了 CMOS(互补金属氧化物半导体工艺),如 80C51 就采用了 HMOS(即高密度金属氧化物半导体工艺)和 CHMOS(互补高密度金属氧化物半导体工艺)。CMOS 虽然功耗较低,但由于其物理特征决定其工作速度不够高,而 CHMOS 则具备了高速和低功耗的特点,这些特征,更适合于要求低功耗像电池供电的应用场合。所以这种工艺将是今后一段时期单片机发展的主要途径。

2) 微型单片化

现在常规的单片机普遍都是将中央处理器(CPU)、随机存取数据存储器(RAM)、只读程序存储器(ROM)、并行和串行通信接口、中断系统、定时电路、时钟电路集成在一块单一的芯片上,增强型的单片机集成了如 A/D 转换器、PWM(脉宽调制电路)、WDT(看门狗),有些单片机将 LCD(液晶)驱动电路都集成在单一的芯片上,这样单片机包含的单元电路就更多,功能就越强大。甚至单片机厂商还可以根据用户的要求量身定做,制造出具有自己特色的单片机芯片。

此外,现在的产品普遍要求体积小、重量轻,这就要求单片机除了功能强和功耗低外,还要求其体积要小。现在的许多单片机都具有多种封装形式,其中 SMD(表面封装)越来越受欢迎,使得由单片机构成的系统正朝微型化方向发展。

三、单片机产品分类

(一) MCS-51 系列单片机

1. 产品简介

MCS-51 系列单片机是美国 Intel 公司于 1980 年推出的一种 8 位单片机系列。该系列



的基本型产品是 8051、8031 和 8751。这 3 种产品之间的区别只是片内的程序存储器不同。8051 的片内程序存储器(ROM)是掩膜型的,即在制造芯片时已将应用程序固化进去;8031 片内没有程序存储器;8751 内部包含有用作程序存储器的 4 kB 的 EPROM。表 1-1 介绍了 MCS-51 系列单片机的典型芯片及功能特性。芯片名称末尾为 1 的称为普通型,末尾为 2 的称为增强型。

表 1-1 MCS-51 系列单片机的典型芯片及功能特性

系 列	典型芯片	I/O 口	定时/计数器	中断源	串行通信口	片内 RAM	片内 ROM	说明
51 系列	80C31	4×8 位	2×16 位	5	1	128 字节	无	
	80C51	4×8 位	2×16 位	5	1	128 字节	4 kB 掩膜 ROM	
	87C51	4×8 位	2×16 位	5	1	128 字节	4 kB EPROM	
	89C51	4×8 位	2×16 位	5	1	128 字节	4 kB EEPROM	
52 系列	80C32	4×8 位	2×16 位	6	1	256 字节	无	
	80C52	4×8 位	2×16 位	6	1	256 字节	8 kB 掩膜 ROM	
	87C52	4×8 位	2×16 位	6	1	256 字节	4 kB EPROM	
	89C52	4×8 位	2×16 位	6	1	256 字节	4 kB EEPROM	

MCS-51 系列单片机优异的性能/价格比使得它从面世以来就获得用户的认可。Intel 公司把这种单片机的内核,即 8051 内核,以出售或互换专利的方式授权给一些公司,如 Atmel、Philips、ADI 等。这些公司的这类产品也被称为 8051 兼容芯片,这些 8051 兼容芯片在原来的基础上增加了许多特性。

2. 基本特性

MCS-51 系列单片机基本特性其如下:

- (1) 8 位 CPU,含片内振荡器;
- (2) 4 kB 的程序存储器 ROM;
- (3) 128 B 的数据存储器 RAM;
- (4) 64 kB 的外部程序存储器寻址能力;
- (5) 64 kB 的外部数据存储器寻址能力;
- (6) 32 根输入输出(I/O)线;
- (7) 2 个 16 位定时/计数器;
- (8) 1 个全双工异步串行口;
- (9) 5 个中断源,2 个优先级;
- (10) 具有位寻址功能。

(二) AT89 系列单片机

1. 产品简介

Atmel 公司推出的 AT89 系列单片机与 8051 单片机兼容,其内部主要含有:8051CPU、振荡电路、总线控制器件、定时/计数器、中断控制器、并行 I/O 口、串行 I/O 口、片内 RAM、特殊功能寄存器等。AT89 单片机的特点有:



(1) 内部含有 4 kB 或 8 kB 可重复编程的 FLASH 存储器。这一特点使得该系列单片机的开发过程比较简单,可以十分方便地修改程序,大大缩短了系统的开发周期。

(2) 与 MCS-51 单片机兼容。无论是指令还是芯片引脚都与 MCS-51 单片机兼容,所以,在使用 MCS-51 单片机的系统中,可直接用具有相同引脚的 AT89 系列单片机代替 MCS-51 系列单片机芯片。

(3) 具有节电工作方式。AT89 系列单片机具有掉电和空闲 2 种节电工作方式,在系统只需要保护内存数据时可使单片机工作在节电工作方式,可大大降低系统的功耗。表 1-2 为 AT89 系列单片机常用产品特性一览表。

AT89 系列单片机分为标准型、低档型和高档型三类。

① 标准型单片机:

标准型单片机有 89C51、89LV51、89C52、89LV52 等型号,与 MCS-51 单片机兼容。89C51 为基本型号,89LV52 是 89C52 的低电源电压型号。

② 低档型单片机:

低档型单片机有 AT89C1051、AT89C2051、AT89C4051 等型号,其 CPU 的核与 89C51 相同,但并行 I/O 口线较少,采用 DIP20 封装。

③ 高档型单片机:

高档型单片机有 AT89S82/52 等型号,增加的功能有:8 kB 可下载的 FLASH 存储器,9 级中断响应能力,串行外设接口 SPI 功能,含有 Watchdog 定时器等。

表 1-2 AT89 系列单片机常用产品特性一览表

型 号	片内存储器		I/O 口线	定时/计数器	模拟比较器	中断源	串行口
	程序存储器	数据存储器					
89C1051	1 kB FEPROM	64 B	15	1 个 16 位	1 个	3 个	无
89C2051	2 kB FEPROM	128 B	15	2 个 16 位	1 个	5 个 2 级	UART
89C51	4 kB FEPROM	128 B	32	2 个 16 位	无	5 个 2 级	UART
89C52	8 kB FEPROM	256 B	32	3 个 16 位	无	6 个 2 级	UART

2. AT89C51 单片机基本特性

AT89C51 作为 AT89 系列单片机的标准机型,其特点与性能如下:

AT89C51 有双列直插式封装和方形封装 2 种形式。AT89C51 内部含有 4 kB 的 FLASH 型只读存储器,引脚与 8051 完全兼容,指令也完全一样。目前许多嵌入式控制系统使用了这种芯片。它的主要性能特点如下:

(1) 片内有 4 kB FLASH 存储器,可循环写/擦 1 000 次,内部数据可保存 10 年,具有 3 级加密保护。

(2) 全静态工作:0~24 MHz。

(3) 空闲状态维持低功耗和掉电状态保存内 FLASH 存储器内容。

(4) 其他资源与 8031 单片机完全兼容。

3. AT89S51/52 单片机特性

本书应用电路中采用了 Atmel 公司的 AT89S51/52 芯片,它与 MCS-51 单片机指令集



兼容,同时它的内部包含用作程序存储器的 4 kB(8 kB)的基于 FLASH 技术的只读存储器。采用这款芯片既克服了采用 8031 需要添加外部程序存储器导致电路复杂的缺点,又克服了采用 8751 导致电路制作成本高的缺点。

相对于 89C51, 89S51/52 的性能及特点如下:

- (1) 与 MCS-51 产品指令系统完全兼容;
- (2) 片内有 4 kB(8 kB)在系统编程(ISP)FLASH 闪速存储器;
- (3) 1 000 擦写周期;
- (4) 4.0~5.5 V 工作电压范围;
- (5) 全静态工作模式:0 Hz~33 MHz;
- (6) 程序存储器具有 3 级加密保护;
- (7) 128 个字节(256 字节)的内部 RAM;
- (8) 32 条可编程 I/O 口线;
- (9) 2 个(3 个)16 位定时器/计数器;
- (10) 中断结构具有 6 个(8 个)中断源和 2 个优先级;
- (11) 可编程全双工串行通讯;
- (12) 低功耗空闲和掉电模式;
- (13) 看门狗(WDT)及双数据指针;
- (14) 具有 JTAG 接口,可方便地在线编程或在系统编程。

80C51 系列单片微机包括 Intel 公司的 MCS-51 单片微机,也包括了以 8051 为核心单元的世界许多公司生产的单片微机,比如 PHILIPS(飞利浦公司)的 83C552 及 51LPC 系列等、SIEMENS(西门子公司)的 SAB80512 等、AMD(先进微器件公司)的 8053 等、OKI(日本冲电气公司)的 MSM80C154 等、DALLAS 公司的 DS5000/DS5001 等、华邦公司的 W78C51 及 W77C51 等。我们就不在这里进行详细介绍了。

四、单片机的应用

1. 自动控制

单片机已在工业过程控制、机床控制、机器人控制、汽车控制以及飞行器制导系统等方面得到广泛的应用。

2. 智能仪器仪表

由于单片机具有超微型化的特点,并且有无可比拟的高性能价格比,从而为仪器仪表的智能化提供了可能。

3. 数据采集系统

由于单片机可提供多路 A/D 输入通道,因此很适用于模拟量(温度、压力及流量等)输入采样系统。

4. 计算机外设控制器

智能化键盘、智能化显示器、智能化打印机、智能化软盘和硬盘驱动器、智能化磁带驱动器及智能化绘图仪等,均可用单片机作为控制器。

5. 家用电器

电饭锅、电子游戏机、电视机、录像机、洗衣机、电冰箱以及电子玩具等,都使用单片机



进行控制。

总之,单片机由于体积小、价格低、性能优越、可靠性高,已广泛地渗透到社会、生产、服务等领域,其应用前景是无限光明的。所以,有必要很好地掌握单片机原理及系统设计技术。

五、学习单片机的条件

1. 学习条件和环境

选择一本好的单片机学习教材是学习单片机的基础,由于单片机应用技术是一门技术性和实践性很强的课程,需要学习者动手做大量的实验,通过实验掌握单片机应用技术,因此,单片机学习者还应具有较好的硬件环境和软件环境。

(1) 硬件环境:个人计算机(PC)1台,常用工具1套(含万用表),仿真器或开发实验板1台。

(2) 软件环境:用于编辑、编译、调试源程序的工具软件1套(如“伟福”模拟调试软件或者 Kile C 软件),用于下载目标代码的 ISP 下载软件1套。

2. 单片机(ISP)实验板

为帮助单片机学习者创造一个廉价、实用的硬件环境,我们专门设计了单片机实验开发板(图1-2)利用该板可以完成大量的单片机学习、开发实验,对学习单片机有极大的帮助。由于该板采用了在线可编程的 AT89S51 单片机,因此该板还具有单片机程序下载功能,在下载软件的作用下,可将编辑、编译、调试好的单片机代码下载到 AT89S51 单片机中。下载完成以后,实验板即可脱机工作。学习者只需有1台电脑就可学习单片机,而无需自备价格较高的仿真器与编程器。

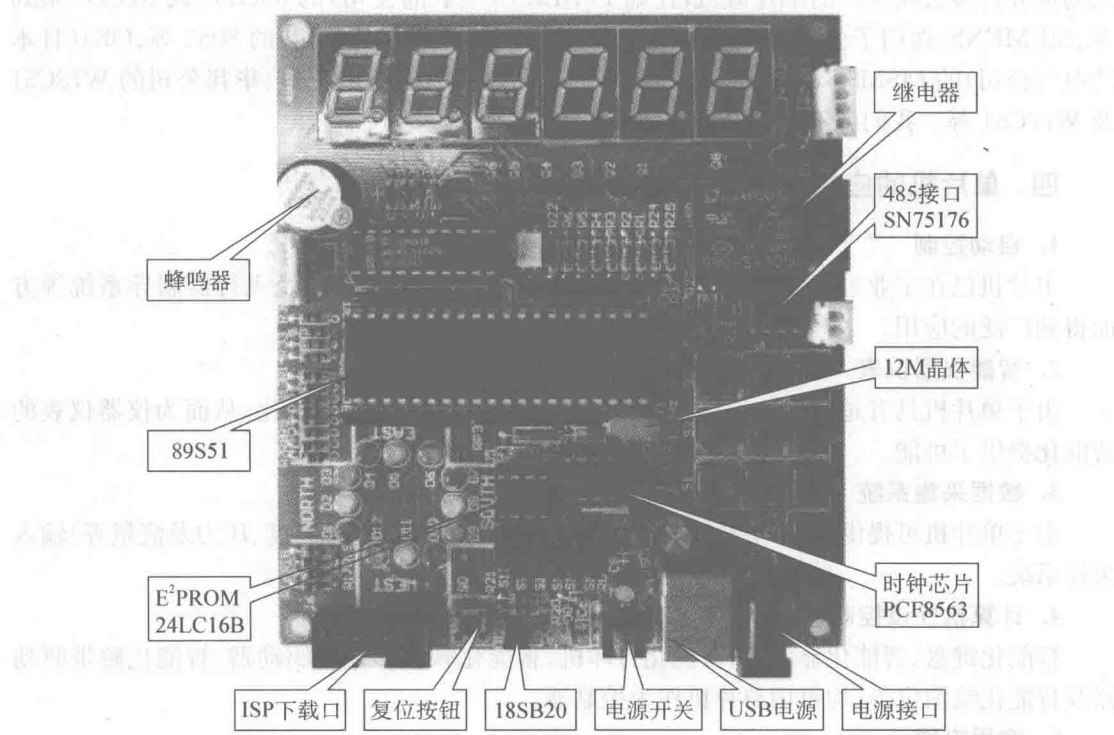


图1-2 单片机实验板



思考与练习

1. 什么是单片机？其主要特点有哪些？
2. 单片机由哪几部分组成？
3. FLASH 存储器的特点是什么？
4. 89S51/52 单片机的功能特性有哪些？
5. 单片机的用途？