



高职高专单片机实训教程

跟我学用 单片机

跟我学

跟我练

跟我用

肖洪兵 胡 辉 郭速学 编著



北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

高职高专单片机实训教程

跟我学用单片机

肖洪兵 胡 辉 郭速学 编著

北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

内容简介

本书以 80C51 单片机为主线,采用“跟我学”—“跟我练”—“跟我用”的结构体系,引领单片机初学者一步一步地登入单片机的应用殿堂。其中,“跟我学”部分简明介绍 80C51 单片机的基础知识;“跟我练”部分针对基础知识列举一些简便、易实现的练习实例;“跟我用”部分则完整地提供一些作者开发的综合应用系统实例。

本书面向相关专业的教学、科研和工程技术人员。它既是高职高专院校相关专业学生理想的单片机实训教材,同时也可作为工程技术人员的短期培训教材,使那些未学过 80C51 单片机而渴望掌握该项技术的读者能够循序渐进地学好单片机和用好单片机。

图书在版编目(CIP)数据

跟我学用单片机/肖洪兵等编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2002.8

ISBN 7-81077-199-X

I. 跟… II. 肖… III. 单片微型计算机, 80C51—
基本知识 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 037104 号

跟我学用单片机

肖洪兵 胡 辉 郭速学 编著

责任编辑 王小青

责任校对 戚 爽

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话(010)82317024 传真(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail: pressell@publica.bj.cninfo.net

北京密云华都印刷厂印制 各地书店经销

*

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:14.75 字数:378 千字

2002 年 8 月第 1 版 2003 年 3 月第 2 次印刷 印数:5 001~10 000 册

ISBN 7-81077-199-X/TP·111 定价:20.00 元

序

当前,嵌入式系统应用已深入到国民经济的各个方面。在工控、家电、仪器仪表、机电控制单元等领域,单片机已成为电子系统智能化的最好工具。十余年来,我国已培养出一大批单片机技术骨干队伍,全国工科大专院校已普遍开设了单片机相关的专业课程。单片机技术已逐渐成为电类专业学生的基本技能要求,并表现在相应的课程设计、毕业设计、科学研究、各类电子技术竞赛中。

在全国高校中,早期单片机教材沿用近似技术手册的结构原理体系,后转向接口技术与应用系统技术,较好地满足了高校的高端单片机技术教育要求。后来按教材要求编写的许多单片机类教材仍保持结构原理、接口技术这一体系,起点较高,学习者须有数字电路、计算机原理等先修课的基础;在教学方法上沿用课堂理论教学+实验课模式。

单片机应用的广泛性、工具性、基础性,要求普及单片机教育,单片机应成为中等技术人员的重要技术知识层面。近年来,我国工程技术队伍的梯队建设有了很大的进展。各类高职、高专如雨后春笋,涉电专业普遍开设单片机类课程,这种形式发展迫切要求开展适合高职、高专需要的教材建设。

为适应这一需要,北航出版社一直在策划,并组织编写高职、高专类单片机系列教材。与本科院校相比,高职、高专类单片机教材有其特殊性,其体现在它的直观性、实践性和综合性上。

直观性表现在尽可能让学生在学习基本原理时能直观地看到相关实物及实物表演,使基本原理能实现形象化的表达;实践性表现在学生要通过许多实际操作来理解与掌握单片机的本质与技能;综合性表现在最终能使达到运用知识与技能来完成一个应用系统开发的全过程。

本书就是本着这种想法组织编写的,通过“学”、“练”、“用”相结合的方法使学生掌握单片机应用的基本技能。

本书作者长期从事“单片机应用系统设计”教学工作,具有丰富的教学实践经验和单片机产品研发经历,能较好地把握理论、实践、综合训练的結合。本书丰富的练习内容和综合应用实例无疑会给高职、高专类单片机教学带来极大好处。希望我国单片机高职、高专类教材能就此更上一层楼。

北京航空航天大学

何立民

2002年6月

前 言

单片机应用已成为当今电子信息领域应用广泛的一门技术。无论是有关专业的在校学生还是那些未掌握单片机的电子工程师,他们都希望有一本合适的单片机教材,帮助他们以“短”、“平”、“快”的速度掌握该项技术并创造效益。目前,有关单片机的书籍有两大类。一类是译自原版的外文单片机使用手册,它们对原理的叙述较为全面和系统,使单片机进入了我们的课堂;但由于缺少实用案例,实践性不强,书读完了却不会应用。另一类是那些实用性较强的参考书,它们较前者更注重单片机的应用,为我们提供了一些应用范例;但该类书籍往往起点较高,书中省略了原理的叙述,它们更适合那些已经掌握了单片机原理的读者群。

针对这种情况,笔者一直在酝酿编写一本能够汲取这两类书籍优点的单片机教材。我们编写这本教材具备如下有利条件:首先,从大的环境讲,我们历来非常重视“单片机应用系统设计”的教学研究工作,并取得了一定的成果,目前已将该教材列入了“微型计算机系列课程改革建设”规划中;其次,本书的作者多年从事“单片机应用系统设计”课程的教学工作,并在指导学生的毕业设计和课程设计环节中积累了丰富的经验;更为重要的是,在单片机应用系统的开发实践中总结出了一些应用成果。为此,我们在本书的编写过程中力争做到两点创新:一是结构体系的创新,本书采用了“跟我学”——“跟我练”——“跟我用”的结构体系,使读者能够循序渐进地学习单片机、应用单片机;二是内容创新,尽量选取有新意、源于作者实践的实例,力争做到不落俗套,为立志用好单片机的初学者奉献一本有特色、有成效的好书。

本书由肖洪兵、胡辉和郭速学编著。其中:第1~5章,13章的13.1节和应用3由肖洪兵执笔;第7、9、10、14章,第6章的练习1~4和第13章的应用1~2由胡辉执笔;第8、11、12章和第6章的练习5~7由郭速学执笔。全书由肖洪兵统稿。

我们感到荣幸的是,本书的大纲和编写工作一直得到了单片机与嵌入式系统领域权威何立民教授的关注和鼓励,何老师提出了许多宝贵的意见,并欣然为本书作序;北京航空航天大学出版社的副总编王小青和马广云博士也做了大量细致的工作,才使本书得以顺利完成;在成书过程中还得到了华北航天工业学院陈志强副院长和其他同行的鼎力支持;部分高年级的学生参与了书中程序的调试和验证工作,在此一并致谢。

虽然始终本着对读者负责和出精品的意识来编写这本书,但由于水平所限,缺点和不足在所难免,欢迎广大读者和同行不吝赐教。

编 者

2002年夏

目 录

第 1 篇 跟我学

第 1 章 绪 论

1.1 嵌入式系统与单片机	1
1.2 单片机技术发展的四个阶段	3
1.3 80C51 单片机的家族简介	5
1.4 单片机的发展趋势	6
习 题	7

第 2 章 80C51 单片机的硬件结构

8

2.1 80C51 单片机的内部结构	8
2.2 80C51 的外部引脚及功能	9
2.3 80C51 的存储器配置	11
2.3.1 程序存储器	12
2.3.2 内部数据存储器	12
2.3.3 外部数据存储器	17
2.4 并行输入/输出接口电路	18
2.4.1 P0 口	18
2.4.2 P1 口	19
2.4.3 P2 口	20
2.4.4 P3 口	20
2.4.5 P0~P3 口的使用特点	21
2.5 80C51 的中断系统	21
2.5.1 什么叫中断	21
2.5.2 中断源	22
2.5.3 中断方式	23
2.5.4 中断控制的寄存器	23
2.5.5 中断响应	26
2.5.6 中断请求的撤除	27
2.6 80C51 的定时器/计数器	28
2.6.1 定时器/计数器的定时和计数功能	28
2.6.2 定时器/计数器的控制寄存器	28

2.6.3 定时器/计数器的工作方式	29
2.7 80C51 的串行通信	31
2.7.1 串行通信的概念	31
2.7.2 串行接口的构成与工作方式	32
2.7.3 多机通信	36
2.8 80C51 的外围电路	37
2.8.1 时钟电路与时序	37
2.8.2 复位电路	39
习 题	40
第3章 80C51 的指令系统	41
3.1 80C51 指令系统概述	41
3.1.1 指令格式	41
3.1.2 寻址方式	42
3.1.3 指令中符号意义说明	45
3.2 80C51 指令分类介绍	45
3.2.1 数据传送类指令	45
3.2.2 算术运算类指令	47
3.2.3 逻辑运算及移位类指令	48
3.2.4 控制转移类指令	50
3.2.5 位操作类指令	52
3.3 80C51 指令纵览	53
习 题	57
第4章 80C51 的编程技术	58
4.1 汇编语言源程序指令的结构	58
4.2 常用的伪指令	60
4.2.1 ORG(汇编起始命令)	60
4.2.2 END(汇编结束命令)	60
4.2.3 EQU(等值命令)	60
4.2.4 DB(定义字节命令)	61
4.2.5 DW(定义字命令)	62
4.3 几种典型的程序结构	62
4.3.1 简单程序	62
4.3.2 分支程序	63
4.3.3 循环程序	64
4.3.4 查表程序	66
4.3.5 子程序	68
习 题	69

第 5 章 80C51 程序开发的一般步骤	70
5.1 80C51 程序的开发流程	70
5.2 汇编语言源程序的编辑	70
5.2.1 MedWin 仿真软件简介	70
5.2.2 编辑程序	74
5.2.3 几种主要工具和使用技巧	75
5.3 汇编语言源程序的汇编	76
5.4 汇编语言程序的仿真调试	79
5.4.1 仿真调试的有关命令	80
5.4.2 仿真调试举例	82
5.5 目标程序的写入与运行	83
习 题	84

第 2 篇 跟我练

第 6 章 基本 I/O 应用练习	85
6.1 练习 1——一位 LED 显示	85
6.2 练习 2——红绿灯控制	87
6.3 练习 3——8 个 LED 显示	89
6.4 练习 4——16×16 LED 汉字显示	92
6.5 练习 5——液晶点阵显示器应用	96
6.6 练习 6——光柱模拟显示与数字显示混合应用	101
6.7 练习 7——3 键式键盘应用	104
第 7 章 中断应用练习	106
7.1 练习 1——外部中断 $\overline{\text{INT0}}$	106
7.2 练习 2——多级外部中断	109
第 8 章 定时器练习	112
8.1 练习 1——秒时钟的产生(1)	112
8.2 练习 2——秒时钟的产生(2)	114
8.3 练习 3——测量脉冲的频率	115
第 9 章 串行口应用练习	121
9.1 练习 1——串行口显示	121
9.2 练习 2——串行口扩展键盘	123
9.3 练习 3——串行口通信	125

9.4 练习4——串行口多机通信	128
第10章 串行EEPROM应用练习	134
10.1 练习1——串行EEPROM写入	134
10.2 练习2——串行EEPROM读出	139
10.3 练习3——IC卡应用	143
第11章 模/数、数/模转换器练习	150
11.1 练习1——8位A/D转换器的应用	150
11.2 练习2——串行A/D的应用	153
11.3 练习3——8位D/A转换器的应用	156
11.4 练习4——串行D/A的应用	159
11.5 练习5——V/F变换(1)	162
11.6 练习6——V/F变换(2)	164
第12章 功率驱动接口练习	167
12.1 练习1——直流继电器	167
12.2 练习2——单片机与单向可控硅的接口	170
12.3 练习3——单片机与双向可控硅的接口	172
12.4 练习4——固态继电器	174

第3篇 跟我用

第13章 单片机的应用实践	177
13.1 单片机应用系统设计的一般步骤	177
13.2 应用1——3位半数字电压表的设计	177
13.3 应用2——密码锁控制器的设计	184
13.4 应用3——数字温度控制器的设计	192
第14章 单片机应用系统的抗干扰设计	203
14.1 硬件抗干扰设计	203
14.1.1 光电隔离电路	203
14.1.2 复位电路及看门狗电路	206
14.2 软件抗干扰设计	210
14.2.1 数据采集的软件抗干扰技术	210
14.2.2 系统内部的软件抗干扰技术	218

第1篇 跟我学

第1章 绪论

1.1 嵌入式系统与单片机

1. 通用计算机与嵌入式计算机

从1946年电子计算机诞生之日起,在计算机的发展过程中,它主要是朝着大型和快速的方向发展。计算机功能的大致演变过程为:数值计算的人力替代—近代计算机的海量数值计算—过程的模拟仿真、分析和决策。在此期间,随着大规模集成电路技术的不断发展和人们需求的多样化,微型计算机异军突起,从而导致计算机向两个方向发展:一个是向高速度、高性能的通用计算机方向发展;另一个是向稳定可靠、小而廉的嵌入式计算机或专用计算机方向发展。

- ◆ 通用计算机:具有海量数值计算、信息处理、多媒体和网络应用等功能,如PC机。
- ◆ 嵌入式计算机:或者叫专用计算机,具有对象交互、嵌入式应用、I/O管理的功能,如单片机、DSP以及其它用于专门功能的计算机。

计算机由于大大提高了现场环境的可靠性,体积小化,从而走出机房,迈入微型计算机时代;同时,微型计算机强化了I/O驱动功能,对外部的控制管理功能得以增强,将计算机嵌入到对象体系中完成对象的智能化控制要求,诞生了嵌入式计算机系统。

嵌入式应用对计算机系统的要求:

- ◆ 可靠性高:防止控制失误;
- ◆ 物理空间有限:要嵌入到对象体系中;
- ◆ 强大的I/O管理、驱动能力:要和外围电路、功能单元打交道;
- ◆ 足够的应用软件:符合对象管理、控制要求的应用软件。

于是,人们在通用计算机无法满足广泛的电气智能化要求的情况下,按照嵌入式应用要求,设计出最底层要求的芯片级嵌入式计算机系统;它就是微型化,低价位(芯片形态、芯片价)的嵌入式计算机系统。单片机就这样应运而生了。

2. 嵌入式系统

(1) 概念

- ◆ 嵌入式系统是实现嵌入式应用、无通用计算机形态和功能的专用计算机系统。
- ◆ 嵌入式系统的特点是:嵌入性、专用性、计算机系统。
- ◆ 嵌入式系统的要求是:可靠性、微型、经济性、智能性、实时性。

(2) 嵌入式系统种类

按嵌入式系统存在的形态,可分为:

- ◆ 系统级工控机:嵌入式系统的最早形态,它是将通用计算机加固而实现的,尚具有通用计算机的形态和操作系统,应用开发比较方便,但造价较高。
 - ◆ 板级:以各种通用微处理器为核心构成的功能模块或功能板。如一些通用 CPU 处理器生产厂家将在通用微处理器方面的技术和产品“移植”到嵌入式应用领域。
 - ◆ 芯片级:在功能和形态上真正具有“嵌入式”意义的嵌入式系统,如 MCU/EMPU/DSP 等。
- (3) 芯片级嵌入式系统的发展

- ◆ 嵌入式计算机系统:即单片机(SCMC),后面有详细介绍。
- ◆ 嵌入式计算机应用系统:MCU/EMPU/DSP 的紧耦合扩展,形成了与计算机系统不可分割的电路体系。
- ◆ 片上系统设计 SOC(System on Chip):就是把整个应用电子系统的功能(软件)和固件(硬件)全部集成在一个芯片上,是真正意义上的单片系统。用户可根据需求,设计出自己的单片系统。

3. 单片机与嵌入式系统

(1) 什么叫单片机

所谓单片机,就是把中央处理器 CPU(Central Processing Unit)、存储器(memory)、定时器、I/O(Input/Output)接口电路等一些计算机的主要功能部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机。

虽然单片机只是一个芯片,但从组成和功能上看,它已具有了微型计算机系统的含义。中文“单片机”的称呼由英文名称“Single Chip Microcomputer”直接翻译而来。单片机的内部结构如图 1.1 所示。

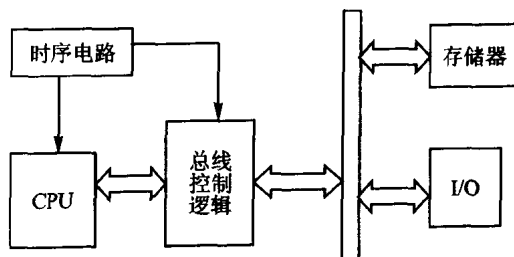


图 1.1 单片机的内部结构

(2) 与单片机有关的名词

为便于读者理解,现将本书中涉及到的有关“单片机”和基于单片机的“嵌入式系统”的名词列于此。

- ◆ SCMC(Single Chip Microcomputer):单片机。
 - ◆ MC(Microcontroller):微控制器。
- 上述两词一般是指“狭义的”单片机。
- ◆ MCS(Microcomputer System):微计算机系统(或单片机系列)。
 - ◆ MCU(Microcontroller Unit):微控制器单元。
 - ◆ MPU(Microprocessor Unit):微处理器单元。
 - ◆ EMPU(Embedded Microprocessor Unit):嵌入式微处理器单元。

上面的 4 个名词一般是指在单片机基础上发展起来的嵌入式系统或“广义的”的单片机。

- ◆ DSP(Digital Signal Processor):数字信号处理器,专门用作信息处理的嵌入式系统。也有学者将 DSP 归入单片机的范畴,目前有一些公司已生产出具有 DSP 功能的单片机。

(3) 单片机符合嵌入式应用的特点

① 专门为嵌入式应用要求设计的体系结构:

- ◆ 硬件结构、指令系统、外围集成器件满足嵌入式应用要求;
- ◆ Single Chip Microcomputer 的微电子集成。

② 有限资源的裸机供应状态:

- ◆ 最大限度满足应用程序设计要求;
- ◆ 纯硬件体系,没有驻机软件;
- ◆ 需要专用的开发环境,往往由第三方提供。

③ 芯片级体积满足一般电子系统要求:

- ◆ 体积、价位满足电子系统普遍的嵌入式应用。
- ◆ 设计的随意性,一方面满足了用户的个性化需求;另一方面又助长了个体的随意性,为彼此的交流和“移植”带来不便。

单片机把微型计算机的各主要部分集成在一块芯片上,大大缩短了系统内信号传送距离,从而提高了系统的可靠性及运行速度。因而在工业测控领域中,单片机系统是最理想的控制系统。所以,单片机是典型的嵌入式系统,是嵌入式系统低端应用的最佳选择。

1.2 单片机技术发展的四个阶段

单片机的发展经历了探索—完善—MCU 化—百花齐放四个阶段。

1. 芯片化探索阶段

20 世纪 70 年代,美国的 Fairchild(仙童)公司首先推出了第一款单片机 F-8,随后 Intel 公司推出了影响面大、应用更广的 MCS-48 单片机系列。MCS-48 单片机系列的推出标志着在工业控制领域,进入到智能化嵌入式应用的芯片形态计算机的探索阶段。参与这一探索阶段的还有 Motorola、Zilog 和 TI 等大公司,它们都取得了满意的探索效果,确立了在 SCMC 的嵌入式应用中的地位。这就是 Single Chip Microcomputer 的诞生年代,单片机一词即由此而来。这一时期的特点是:

- ◆ 嵌入式计算机系统的芯片集成设计;
- ◆ 少资源、无软件,只保证基本控制功能。

2. 结构体系的完善阶段

在 MCS-48 探索成功的基础上很快推出了完善的、典型的单片机系列 MCS-51。MCS-51 系列单片机的推出,标志 Single Chip Microcomputer 体系结构的完善。它在以下几个方面奠定了典型的通用总线型单片机的体系结构。

① 完善的总线结构:

- ◆ 并行总线:8 位数据总线、16 位地址总线及相应的控制总线,两个独立的地址空间;
- ◆ 串行总线:通信总线,扩展总线。

② 完善的指令系统:

- ◆ 具有很强的位处理功能和逻辑控制功能,以满足工业控制等方面的需要;

◆ 功能单元的 SFR(特殊功能寄存器)集中管理。

③ 完善的 MCS-51 成为 SMC 的经典体系结构。

日后,许多电气商在 MCS-51 的内核和体系结构的基础上,生产出各具特色的单片机。

3. 从 SMC 向 MCU 化过渡阶段

Intel 公司推出的 MCS-96 单片机,将一些用于测控系统的模数转换器(ADC)、程序运行监视器(WDT)、脉宽调制器(PWM)、高速 I/O 口纳入片中,体现了单片机的微控制器特征。MCS-51 单片机系列向各大电气商的广泛扩散,许多电气商竞相使用 80C51 为核,将许多测控系统中使用的电路技术、接口技术、可靠性技术应用到单片机中;随着单片机内外围功能电路的增强,强化了智能控制器特征。微控制器(Microcontrollers)成为单片机较为准确表达的名词。其特点是:

① 满足嵌入式应用要求的外围扩展,如 WDT、PWM、ADC、DAC、高速 I/O 口等。

② 众多计算机外围功能集成,如

◆ 提供串行扩展总线:SPI、I²C BUS、Microwire;

◆ 配置现场总线接口:CAN BUS。

③ CMOS 化,提供功耗管理功能。

④ 提供 OTP 供应状态,利于大规模和批量生产。

4. MCU 的百花齐放阶段

单片机发展到这一阶段,表明单片机已成为工业控制领域中普遍采用的智能化控制工具——小到玩具、家电行业,大到车载、舰船电子系统,遍及计量测试、工业过程控制、机械电子、金融电子、商用电子、办公自动化、工业机器人和航空航天领域。为满足不同的要求,出现了高速、大寻址范围、强运算能力和多机通信能力的 8 位、16 位、32 位通用型单片机,小型廉价型、外围系统集成的专用型单片机,以及形形色色各具特色的现代单片机。可以说,单片机的发展进入了百花齐放的时代,为用户的选择提供了空间。这一时期的特点为:

(1) 电气商、半导体商的普遍介入

MCS-48 的成功,刺激了许多半导体公司竞相研制和发展自己的单片机系列。到目前为止,世界各地厂商已相继研制出大约 50 个系列 300 多个品种的单片机产品,其中较有代表性的有 Motorola 公司的 6801、6802, Zilog 公司的 Z-8 系列, Microchip 公司的 PIC 系列等。此外,日本的 NEC 公司、日立公司也都推出了各自具有特色的单片机品种。

(2) 大力发展专用单片机

通用型与专用型是按某一型号单片机适用范围区分的。例如,80C51 是通用型单片机,它并不是为某一种专门用途设计的单片机;而专用型单片机是针对某一类产品甚至某个产品需要而设计、生产的单片机。例如,来电显示电话中配有液晶驱动器接口的单片机和全自动洗衣机中的微控制器,都是专用单片机;特别是小家电、玩具领域的单片机,因为小封装、价格低廉,外围器件、外设接口集成度高,多数为专用单片机。

(3) 提高综合品质

在体系结构(RISC)、电磁兼容性能(EMC)、开发环境(高级语言支持 ISP、IAP 等)、功耗管理等诸方面得到了提高。

根据控制单元设计的方式与采用的技术不同,目前市场上的这些单片机可区分为两大类型:繁杂指令集结构(CISC 架构)和精简指令集结构(RISC 架构)。繁杂指令集结构(CISC)的

特点是指令数量多,寻址方式丰富,较适合初学者系统学习,如 INTEL 的 80C51 或 80C196、MC68K;而精简指令集结构(RISC)具有较少的指令与寻址模式,结构简单,成本较低,执行程序的速度较快,成为单片机的后起之秀,如 PIC、EM78XXX 和 Z86HCXX。

ISP(In System Programming)和 IAP(In Application Programming)方式是两种先进的实时在线开发方式。它们无须传统的开发装置,借助计算机和单片机的高性能,实现了真正的在线仿真。

(4) C 语言的广泛支持

- ◆ 单片机普遍支持 C 语言编程,为后来者学习和应用单片机提供了方便;
- ◆ 高级语言减少了选型障碍,便于程序的优化、升级和交流。

(5) 多种选择下的选择原则

- ◆ 寻求最简化的单片机应用系统;
- ◆ 尽可能选择专用单片机;
- ◆ 综合考虑下进行合理的选择。

1.3 80C51 单片机的家族简介

虽然目前单片机的品种很多,但其中最具代表性的当属 Intel 公司的 MCS-51 单片机系列。MCS-51 以其典型的结构、完善的总线、SFR 的集中管理模式、位操作系统和面向控制功能的丰富的指令系统,为单片机的发展奠定了良好的基础。MCS-51 系列的典型芯片是 80C51(CHMOS 型的 8051)。为此,众多的厂商都介入了以 80C51 为代表的 8 位单片机的发展,如 Philips、Siemens(Infineon)、Dallas、ATMEL 等公司,我们把这些公司生产的与 80C51 兼容的单片机统称为 80C51 系列。特别是在近年来,80C51 系列又有了许多发展,推出了一些新产品,主要是改善单片机的控制功能,如内部集成了高速 I/O 口、ADC、PWM、WDT 等,以及低电压、低功耗、电磁兼容、串行扩展总线、控制网络总线性能等。

- ◆ ATMEL 公司研制的 89CXX 系列是将 Flash Memory(EEPROM)集成在 80C51 中,作为用户程序存储器,并不改变 80C51 的结构和指令系统。
- ◆ Philips 公司的 83/87C7XX 系列不改变 80C51 结构、指令系统,省去了并行扩展总线,属于非总线的廉价型单片机,特别适合于家电产品。
- ◆ Infineon(原 Siemens 半导体)公司推出的 C500 系列单片机在保持与 80C51 兼容的前提下,增强了各项性能,尤其是增强了电磁兼容性能,增加了 CAN 总线接口,特别适用于工业控制、汽车电子、通信和家电领域。

鉴于 80C51 系列在硬件方面的广泛性、代表性和先进性以及指令系统的兼容性,我们选用其作为本教材的介绍对象;至于其它类型的单片机,在深入学习和掌握了 80C51 单片机之后再去学习已不是什么难事。

80C51 单片机系列芯片如表 1-1 所列。

表中列出了 80C51 单片机系列的芯片型号,以及它们的技术性能指标,可以对它们的基本情况有一个概括的了解。下面在这个表的基础上对 80C51 系列单片机作进一步说明。

表 1-1 80C51 系列单片机分类表

系 列	典型芯片	片内 ROM 形式	片内 RAM	并行 I/O 口	定时器/计数器	中断源	串行 I/O 口
51 子系列	80C31	无	128 B	4×8	2×16	5	1
	80C51	4 KB 掩膜 ROM	128 B	4×8	2×16	5	1
	87C51	4 KB EPROM	128 B	4×8	2×16	5	1
	89C51	4 KB EEPROM	128 B	4×8	2×16	5	1
52 子系列	80C32	无	256 B	4×8	3×16	6	1
	80C52	8 KB 掩膜 ROM	256 B	4×8	3×16	6	1
	87C52	8 KB EPROM	256 B	4×8	3×16	6	1
	89C52	8 KB EEPROM	256 B	4×8	3×16	6	1
2051	89C2051	2 KB EEPROM	128 B	2×8	2×16	5	1

(1) 51 子系列和 52 子系列

80C51 系列又分成 51 和 52 两个子系列,并以芯片型号的最末位数字作为标志。其中 51 子系列是基本型,而 52 子系列则属增强型。52 子系列功能增强的具体方面,从表 1-1 所列内容中可以看出:

- ◆ 片内 ROM 从 4 KB 增加到 8 KB;
- ◆ 片内 RAM 从 128 B 增加到 256 B;
- ◆ 定时器/计数器从 2 个增加到 3 个;
- ◆ 中断源从 5 个增加到 6 个。

(2) 片内 ROM 存储器配置形式

80C51 单片机片内程序存储器有多种配置形式,即:无、掩膜 ROM(厂家一次性写入的 ROM)、EPROM 和 EEPROM(Flash)。这几种配置形式对应着不同的单片机芯片,它们各有特点,也各有其适用场合,在使用时应根据需要进行选择。目前较普遍采用的表述方式是:内部程序存储器有两种配置形式,它们是 OTP(One Time Programmable,一次可编程)和 MTP(Multi-Times Programmable,多次可编程)。注意两种表述方式的异同。

1.4 单片机的发展趋势

1. 制作工艺 CMOS 化(全盘 CMOS 化)

出于对低功耗的普遍要求,目前各大厂商推出的各类单片机产品都采用了 CHMOS 工艺。

80C51 系列单片机采用两种半导体工艺生产。一种是 HMOS 工艺,即高密度短沟道 MOS 工艺。另外一种 CHMOS 工艺,即互补金属氧化物的 HMOS 工艺。CHMOS 是 CMOS 和 HMOS 的结合,除保持了 HMOS 的高速度和高密度的特点之外,还具有 CMOS 低功耗的特点。例如 8051 的功耗为 630 mW,而 80C51 的功耗只有 120 mW。在便携式、手提式或野外作业仪器设备上低功耗是非常有意义的。因此,在这些产品中必须使用 CHMOS 的单片机芯片。

考虑到学习和应用的先进性,我们在表 1-1 中未列出一般的 HMOS 芯片型号,希望大家

在选用时尽量选用 CHMOS 芯片。

2. 尽量实现单片化

尽管我们常说,单片机是将中央处理器 CPU、存储器和 I/O 接口电路等主要功能部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机,但由于工艺和其它方面的原因,很多功能部件并未集成在单片机芯片内部。于是,用户通常的做法是根据系统设计的需要在外围扩展功能芯片。随着集成电路技术的快速发展和“以人为本”思想在单片机设计上的体现,很多单片机生产厂家充分考虑到用户的需求,将一些常用的功能部件,如 A/D(模/数转换器)、D/A(数/模转换器)、PWM(脉冲产生器)以及 LCD(液晶)驱动器等集成到芯片内部,尽量做到单片化;同时,用户还可以提出要求,由厂家量身定作(SOC 设计)或自行设计。

3. 共性与个性共存

如今的市场上为我们提供了丰富多彩的单片机产品。从宏观上讲,有 RISC 和 CISC 两大类型;从微观上说,有 Intel、Motorola、Philips、Microchip、EMC、NEC 等公司的相关产品。在未来相当长的时间内,都将维持这种群雄并起、共性与个性共存的局面。究其原因,主要有以下两点。首先,以 80C51 为代表的单片机的基础地位不会动摇。这是因为 80C51 的架构和指令系统为后来的单片机提供了参考基准和强大支持,凡是学过 80C51 单片机的人再去学用其它类型的单片机易如反掌,借梯子爬坡何乐而不为呢?有关这方面的教材建设在出版界也得到了共识,取得了斐然的成果;这足以解释为什么在课堂上大家都以 80C51 的教材来进行教与学了。其次,个性化的产品如专用单片机等在满足用户需求方面得到了大家的认可,在应用领域大有后来赶上的架势;它们由于先天的优势,在 80C51 的基础上扬长避短,以用户需要为根本,在市场上受到了欢迎。总之,80C51 作为共性的代表会与个性化的产品相互依存,共同发展,将会给用户带来更大的实惠与方便。

习 题

- 1.1 简述单片机的概念。
- 1.2 单片机有哪些特点?
- 1.3 单片机的发展经历了哪几个阶段?
- 1.4 简述 80C51 单片机的总体情况。

第 2 章 80C51 单片机的硬件结构

80C51 系列单片机是由 Intel 等各大公司推出的 8 位主流单片机系列,是在中低档系列的基础上发展而成的,也是我国目前应用最广泛的一种单片机系列。因此,以该系列中的典型芯片 80C51 为线索来介绍单片机的内部结构、外部引脚、存储器配置,并行 I/O 端口、外围电路等内容。这些,都是以后学习的基础。

2.1 80C51 单片机的内部结构

在 51 系列单片机里,80C51 是最典型的单片机,其内部结构如图 2.1 所示。其它芯片都具有与 80C51 基本相同的硬件结构和软件特征。

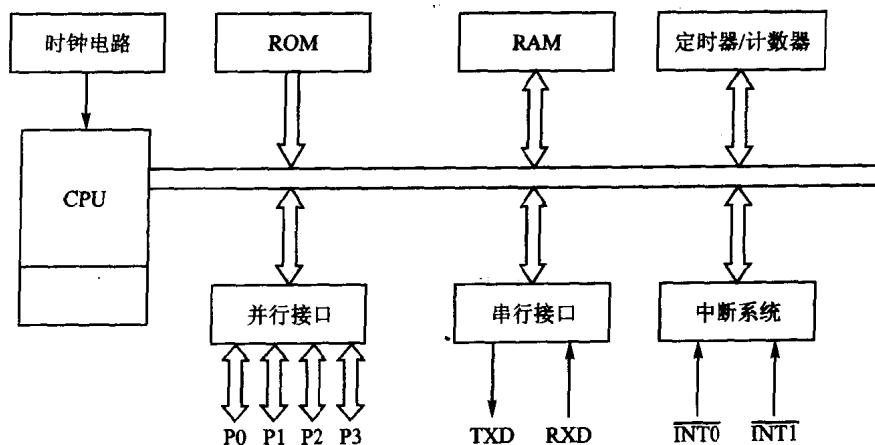


图 2.1 80C51 内部结构

1. 中央处理器(CPU)

中央处理器是单片机的核心,完成运算和控制功能。它由运算器和控制器组成。

运算器包括算术逻辑单元 ALU、位处理器、累加器 ACC、寄存器 B、暂存器以及程序状态字 PSW 寄存器等。该模块的功能是实现数据的算术运算、逻辑运算、位处理和数据传送操作。

控制器包括定时控制逻辑、指令寄存器、译码器以及信息传送控制部件等,以实现控制功能。

80C51 单片机的 CPU 能处理 8 位二进制数和代码,即 1 个字节(Byte,简称 B)。

2. 内部存储器

单片机内部存储器包括程序存储器和数据存储器。它们是相互独立、严格分工的。程序存储器为只读存储器(简称 ROM),只存放程序指令、常数及数据表格;数据存储器为随机存储器(简称 RAM),只存放数据。

80C51 芯片内有 256 个 RAM 单元来存放可读/写的数;其中,后 128 单元被专用寄存器占用,能作为寄存器供用户使用的只是前 128 单元。因此,通常所说的内部数据存储器就是指前 128 单元,简称内部 RAM。