

高职高专单片机教程



跟我学用 单片机

(第2版)

- 跟我学
- 跟我用
- 跟我练

肖洪兵 等编著



北京航空航天大学出版社

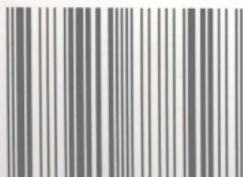


跟我学用单片机 (第2版)

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。

ISBN 7-81077-842-0



9 787810 778428 >

ISBN 7-81077-842-0

定价: 26.00 元

高职高专单片机教程

跟我学用单片机

(第 2 版)

肖洪兵 等编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

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. —2 版. —北京:北京航空航天大学出版社,2006. 6

ISBN 7-81077-842-0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 016848 号

©2006,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书内容。
侵权必究。

跟我学用单片机

(第 2 版)

肖洪兵 等编著

责任编辑 金友泉

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:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:20.25 字数:454 千字

2006 年 6 月第 2 版 2006 年 6 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-842-0

定价:26.00 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,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、科学研究和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,单片机技术应成为中等技术人员的重要知识层面。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,北京航空航天大学出版社一直在策划,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际操作,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,表现在最终能使学生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、综合训练的结合。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。



2006年3月

前 言

单片机应用技术已成为当今电子信息领域广泛应用的一门技术。无论是电类专业的在校学生还是那些未学过单片机课程的电子工程师,他们都希望借助一本合适的单片机教材,以“短”、“平”、“快”的速度掌握该项技术并创造效益;但因其实用性强和需要实验手段支持等特点而未能如愿。

针对这种情况,笔者一直在酝酿编写一本能够满足读者需求的单片机教材。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;第三,在单片机应用系统的开发实践中总结出了一些应用成果;最后,也就是最重要的一点就是本教材的编写一直得到了北京航空航天大学出版社的大力支持和鼓励。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。

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原副总编王小青老师和现任副总编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;在本书的编写过程中还得到了其他同行的大力支持;部分高年级的同学参与了书中程序的调试和验证工作,在此一并致谢。

本书的第1版在2002年出版后得到了广大读者的厚爱,一些兄弟高校将此书作为单片机的理论讲授和实训教材,还有一些电子公司将其作为短期培训的教程,更有一些读者把它作为自己学习单片机的入门指导书。在他们热情洋溢的来信中,对本书的“跟我学”——“跟我练”——“跟我用”的结构体系给予了充分的肯定和鼓励,称其为一本单片机入门的好书;同时,指出了书中的不足,也提出了一些希望。在此,我们表示由衷的谢意,并根据大家的要求,对第1版进行了修订和补充。当然,限于条件,在有些方面尚无法满足大家的需求,这会成为我们今后努力的方向,以期为大家奉献更好的作品。

本书由肖洪兵、胡辉和郭速学等编著。其中:第1、2、3、6、15章和14章的应用1、应用3部分由肖洪兵执笔;第8、10、11章,第7章的练习1、2、3、4部分和第14章的应用2部分由胡

辉执笔；第 9、12、13 章和第 7 章的练习 5、6、7 部分由郭速学执笔；第 4 章由蒋天伟执笔；第 5 章由关小丹执笔。肖洪兵担任主编并负责全书的统稿。

虽然始终本着为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，继续欢迎广大读者和同行不吝赐教。作者 Email: x.hb@163.com。

编 者
2006 年 1 月

目 录

第 1 篇 跟我学

第 1 章 绪 论

1.1 嵌入式系统与单片机	2
1.2 单片机技术发展的四个阶段	4
1.3 80C51 单片机的家族简介	7
1.4 单片机的发展趋势	8
习 题	9

第 2 章 80C51 单片机的硬件结构

2.1 80C51 单片机的内部结构	10
2.2 80C51 的外部引脚及功能	11
2.3 80C51 的存储器配置	14
2.3.1 程序存储器	14
2.3.2 内部数据存储器	15
2.3.3 外部数据存储器	20
2.4 并行输入/输出接口电路	21
2.4.1 P0 口	21
2.4.2 P1 口	23
2.4.3 P2 口	24
2.4.4 P3 口	24
2.4.5 P0~P3 口的使用特点	25
2.5 80C51 的中断系统	25
2.5.1 什么叫中断	25
2.5.2 中断源	26
2.5.3 中断方式	27
2.5.4 中断控制的寄存器	27
2.5.5 中断响应	30

2.5.6 中断请求的撤除	32
2.6 80C51的定时器/计数器	32
2.6.1 定时器/计数器的定时和计数功能	33
2.6.2 定时器/计数器的控制寄存器	33
2.6.3 定时器/计数器的工作方式	34
2.7 80C51的串行通信	37
2.7.1 串行通信的概念	37
2.7.2 串行接口的构成与工作方式	38
2.7.3 多机通信	42
2.8 80C51的外围电路	43
2.8.1 时钟电路与时序	43
2.8.2 复位电路	45
习 题	47

第3章 80C51的指令系统

3.1 80C51指令系统概述	48
3.1.1 指令格式	48
3.1.2 寻址方式	49
3.1.3 指令中符号意义说明	52
3.2 80C51指令分类介绍	53
3.2.1 数据传送类指令	53
3.2.2 算术运算类指令	55
3.2.3 逻辑运算及移位类指令	56
3.2.4 控制转移类指令	58
3.2.5 位操作类指令	62
3.3 80C51指令纵览	63
习 题	66

第4章 80C51的编程技术

4.1 汇编语言源程序指令的结构	68
4.2 常用的伪指令	70
4.2.1 ORG(汇编起始命令)	70
4.2.2 END(汇编结束命令)	71
4.2.3 EQU(等值命令)	71

4.2.4 DB(定义字节命令)	72
4.2.5 DW(定义字命令)	73
4.3 几种典型的程序结构	73
4.3.1 简单程序	73
4.3.2 分支程序	74
4.3.3 循环程序	76
4.3.4 查表程序	77
4.3.5 子程序	79
4.4 常用程序的设计	81
习 题	85

第5章 80C51 程序开发的一般步骤

5.1 80C51 程序的开发流程	86
5.2 汇编语言源程序的编辑	86
5.2.1 MedWin 仿真软件简介	86
5.2.2 编辑程序	89
5.2.3 几种主要工具和使用技巧	91
5.3 汇编语言源程序的汇编	92
5.4 汇编语言程序的仿真调试	95
5.4.1 仿真调试的有关命令	96
5.4.2 仿真调试举例	98
5.5 目标程序的写入与运行	100
习 题	102

第6章 80C51 的接口技术

6.1 输入/输出接口概述	103
6.1.1 接口的概念	103
6.1.2 接口的作用	103
6.1.3 I/O 接口的一般结构	104
6.1.4 I/O 口编址技术	104
6.1.5 I/O 数据的传送方式	105
6.1.6 I/O 接口的类型	107
6.2 80C51 片上并行 I/O 口的直接使用	107
6.2.1 I/O 操作指令	107

6.2.2	片上 I/O 口的直接应用	109
6.3	简单 I/O 接口技术	110
6.3.1	输出接口技术	111
6.3.2	输入接口技术	111
6.4	可编程并行 I/O 口 8255	113
6.4.1	内部结构与外部引脚	113
6.4.2	8255A 的工作方式和控制字	115
6.4.3	8255A 的编程	121
6.5	可编程 I/O 与存储器接口 8155	123
6.5.1	8155 的内部结构和外部引脚	123
6.5.2	8155 的命令字和状态字	125
6.5.3	8155 的工作方式	127
6.5.4	8155 的使用	129
6.6	80C51 键盘/显示器接口技术	130
6.6.1	键盘及其接口	131
6.6.2	显示器及接口	135
习 题		142

第 2 篇 跟我练

第 7 章 基本 I/O 应用练习

7.1	练习 1——一位 LED 显示	144
7.2	练习 2——红绿灯控制	146
7.3	练习 3——8 个 LED 显示	149
7.4	练习 4——16×16 LED 汉字显示	152
7.5	练习 5——液晶点阵显示器应用	157
7.6	练习 6——光柱模拟显示与数字显示混合应用	163
7.7	练习 7——3 键式键盘应用	166

第 8 章 中断应用练习

8.1	练习 1——外部中断 $\overline{\text{INT0}}$	168
8.2	练习 2——多级外部中断	171

第 9 章 定时器练习

9.1 练习 1——秒时钟的产生(1)	175
9.2 练习 2——秒时钟的产生(2)	177
9.3 练习 3——测量脉冲的频率	179

第 10 章 串行口应用练习

10.1 练习 1——串行口显示	185
10.2 练习 2——串行口扩展键盘	188
10.3 练习 3——串行口通信	190
10.4 练习 4——串行口多机通信	193

第 11 章 串行 EEPROM 应用练习

11.1 练习 1——串行 EEPROM 写入	200
11.2 练习 2——串行 EEPROM 读出	206
11.3 练习 3——IC 卡应用	210

第 12 章 模/数、数/模 转换器练习

12.1 练习 1——8 位 A/D 转换器的应用	218
12.2 练习 2——串行 A/D 的应用	222
12.3 练习 3——8 位 D/A 转换器的应用	225
12.4 练习 4——串行 D/A 的应用	228
12.5 练习 5——V/F 变换(1)	232
12.6 练习 6——V/F 变换(2)	235

第 13 章 功率驱动接口练习

13.1 练习 1——直流继电器	238
13.2 练习 2——单片机与单向可控硅的接口	242
13.3 练习 3——单片机与双向可控硅的接口	244
13.4 练习 4——固态继电器	246

第3篇 跟我用

第14章 单片机的应用实践

14.1 单片机应用系统设计的一般步骤·····	251
14.2 应用1——简易数字电压表的设计·····	251
14.3 应用2——密码锁控制器的设计·····	260
14.4 应用3——数字温度控制器的设计·····	270
习 题·····	287

第15章 单片机的可靠性与抗干扰技术

15.1 硬件抗干扰技术·····	288
15.2 软件抗干扰技术·····	293
15.2.1 数字滤波技术·····	293
15.2.2 软件复位技术·····	297
15.2.3 “看门狗”技术·····	298
习 题·····	301

附 录 80C51 单片机指令速查表

一、按指令类型排列·····	302
二、按字母顺序排列·····	305

参考文献

第 1 篇

跟我学

- 绪 论
- 80C51 单片机的硬件结构
- 80C51 的指令系统
- 80C51 的编程技术
- 80C51 程序开发的一般步骤
- 80C51 的接口技术

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,如个人计算机。

◆ 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以及其他用于专门功能的计算机。

由于计算机大大提高了现场环境的可靠性,体积小型化,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;它就是微小型化,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、专用性和计算机系统。

◆ 嵌入式系统的要求是可靠性、微小型、经济性、智能性和实时性。

(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,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,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。

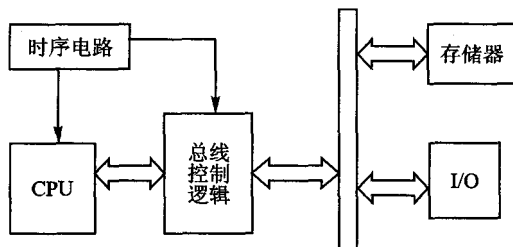


图 1.1 单片机的内部结构

(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