



国家电工电子教学基地系列教材



单片机 原理及接口技术 (修订本)

◎ 梅丽凤 王艳秋 汪毓铎 张 军 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

国家电工电子教学基地系列教材

单片机原理及接口技术

(修订本)

梅丽凤 王艳秋 编著
汪毓铎 张 军

清华大学出版社
北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书以 MCS-51 系列单片机为主,全面、详细地介绍了单片机的硬件、软件及应用技术。全书主要内容包括:第1章绪论,第2章 MCS-51 系列单片机的结构和原理,第3章 MCS-51 系列单片机的指令系统,第4章汇编语言程序设计,第5章定时/计数器,第6章串行接口,第7章中断系统,第8章 MCS-51 单片机的系统扩展,第9章 MCS-51 单片机的接口技术,第10章 MCS-51 单片机应用举例,第11章 AT89 系列单片机、I²C 串行总线及单总线技术,第12章单片机应用系统的抗干扰技术设计。本书的特点:选材新颖、内容丰富、由浅入深、循序渐进、编排顺序合理,可读性好,实用性强,有丰富的例题及习题。

本书既可作为高等院校、高等职业学校及成人高等学校的单片机原理课程的教材,也可供从事单片机应用的工程技术人员学习参考或作为培训教材。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及接口技术 / 梅丽凤等编著. — 修订本. — 北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2006.5

(国家电工电子教学基地系列教材)

ISBN 7-81082-281-0

I. 单… II. 梅… III. ① 单片微型计算机-理论-高等学校-教材 ② 单片微型计算机-接口-高等学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 018356 号

责任编辑:韩 乐

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京东光印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印张:24.25 字数:559 千字

版 次:2004 年 2 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次修订 2006 年 8 月第 4 次印刷

书 号:ISBN 7-81082-281-0/TP·34

印 数:14 001 ~ 18 000 册 定价:33.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@center.bjtu.edu.cn。

国家电工电子教学基地系列教材 编审委员会成员名单

主 任 谈振辉

副主任 张思东 赵乐沅 孙雨耕

委 员 (以姓氏笔画为序)

王化深 卢先河 刘京南 朱定华 沈嗣昌

严国萍 杜普选 李金平 李哲英 张有根

张传生 张晓冬 陈后金 邹家驷 郑光信

屈 波 侯建军 贾怀义 徐国治 徐佩霞

廖桂生 薛 质 戴瑜兴

总 序

当今信息科学技术日新月异，以通信技术为代表的电子信息类专业知识更新尤为迅猛。培养具有国际竞争能力的高水平的信息技术人才，促进我国信息产业发展和国家信息化水平的提高，都对电子信息类专业创新人才的培养、课程体系的改革、课程内容的更新提出了富有时代特色的要求。近年来，国家电工电子教学基地对电子信息类专业的技术基础课程群进行了改革与实践，探索了各课程的认识规律，确定了科学的教育思想，理顺了课程体系，更新了课程内容，融合了现代教学方法，取得了良好的效果。为总结和推广这些改革成果，在借鉴国内外同类有影响教材的基础上，决定出版一套以电子信息类专业的技术基础课程为基础的“国家电工电子教学基地系列教材”。

本系列教材具有以下特色：

- 在教育思想上，符合学生的认知规律，使教材不仅是教学内容的载体，也是思维方法和认知过程的载体。
- 在体系上，建立了较完整的课程体系，突出了各课程内在联系及课群内各课程的相互关系，体现微观与宏观、局部与整体的辩证统一。
- 在内容上，体现现代与经典、数字与模拟、软件与硬件的辩证关系，反映当今信息科学与技术的新概念和新理论，内容阐述深入浅出，详略得当。增加工程性习题、设计性习题和综合性习题，培养学生分析问题和解决问题的素质与能力。
- 在辅助工具上，注重计算机软件工具的运用，使学生从单纯的习题计算转移到基本概念、基本原理和基本方法的理解和应用，提高了学习效率和效果。

本系列教材包括：

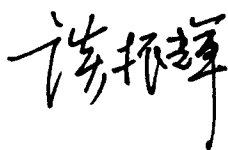
《基础电路分析》、《现代电路分析》、《电路分析学习指导及习题精解》、《模拟集成电路基础》、《信号与系统》、《信号与系统学习指导及习题精解》、《模拟电子技术》、《模拟电子技术学习指导与习题精解》、《电子测量技术》、《微机原理与接口技术》、《电路基础实验》、《电子电路实验及仿真》、《数字实验一体化教程》、《数字信息处理综合设计实验》、《电路基本理论》、《现代电子

线路》(含上、下册)、《电工技术》。

本系列教材的编写和出版得到了教育部高等教育司的指导、北京交通大学教务处及电子与信息工程学院的支持,在教育思想、课程体系、教学内容、教学方法等方面获得了国内同行们的帮助,在此表示衷心的感谢。

北京交通大学
“国家电工电子教学基地系列教材”

编审委员会主任

A handwritten signature in black ink, reading '陈振辉' (Chen Zhenhui), written in a cursive style.

2006 年 1 月

修订本前言

目前,单片机应用技术已成为一项新的工程应用技术。随着单片机技术的广泛应用,新型单片机、存储器及其应用技术不断涌现,作为高校的单片机教材也应随之不断补充新型器件及技术。

作者于2004年2月编写并出版了《单片机原理及接口技术》。该教材在内容编排上,由浅入深、循序渐进、分散难点、突出实用性,使没有学过单片机的读者也能比较顺利地阅读此书。

该教材自出版以来,受到广大读者的厚爱,在短短一年半的时间内,多次印刷。应读者的需求并根据读者的反馈意见,对该书进行修订,以满足读者的需求。

这次修订,本着求新、务实、增强系统性的原则,对原书作了仔细地修订。在原书的基础上,进一步融合了单片机应用中最新的应用技术,增加了最新的串行A/D转换器TLV2548和串行D/A转换器TLV5630的介绍;将正在兴起的单总线技术引入到单片机系统中,并详细介绍了数字温度传感器DS18B20的应用实例;补充了教学、实验中需要的地址锁存器和A/D转换器ADC0809的介绍;删除了键盘/显示接口芯片8279的介绍。本书配备有教学课件,以满足教学与自学的需要。

各章的习题解答及题库可在本教材的配套教材《单片机原理及接口技术习题解答与实验指导》中找到。

本书由辽宁工学院梅丽凤、王艳秋、张军和北京信息科技大学汪毓铎共同编写,其中第1、2、8章由王艳秋编写,第3、4、11章由梅丽凤编写,第5、6、7章由张军编写,第9、10、12章由汪毓铎编写。全书由梅丽凤策划和统稿。

在本书撰写修订的过程中,得到了辽宁工学院有关领导的大力支持与帮助,得到了同行专家与学者的热情帮助,他们对本书提出了许多建设性的建议和意见,在此,谨向给予我们支持和帮助的单位与个人表示最诚挚的谢意!

在本书撰写修订的过程中,参考了国内外大量的参考文献和教材,在此谨向作者致以衷心的感谢。

本书的撰写与修订，得到了辽宁省教育厅科技资金项目（项目号：202163349）的资助。

由于作者学识、水平有限，本书一定有许多疏漏、不妥乃至错误之处，恳请读者给予批评指正。

作者的 E-mail: mlf1121@163.com

作 者
2006 年 5 月

前言

单片微型计算机的诞生是计算机发展史上的一个新的里程碑。近年来,随着单片机档次的不断提高,功能的不断完善,其应用日趋成熟、应用领域日趋扩大,特别是工业测控、尖端武器和日用家电等领域更是因为有了单片机而生辉增色,不少设备、仪器已把单片机作为核心部分。单片机应用技术已成为一项新的工程应用技术。

为适应单片机原理及应用课程教学内容的不断变化,为使初学者尽快进入单片机应用领域,促进单片机的普及和深入,作者结合近年来科研工作的实践及单片机教学工作的经验,以 MCS-51 系列单片机为核心,精心编著了这本单片机原理及接口技术一书,以满足大专院校学生及广大工程技术人员学习和掌握 MCS-51 单片机的应用技术。

本书编写时本着“从理论中来,到实践中去”的原则,注重体现如下特色。

(1) 在内容编排上,力求由浅入深,循序渐进,可读性强。如在介绍指令系统之后,再介绍汇编语言程序设计,这样,既有利于对指令系统的巩固和加深,也可在后面讲授各种功能部件及其应用打下坚实的软件基础。

(2) 分散难点。先介绍定时/计数器,串行接口,然后介绍中断系统。这样安排避免了难点过于集中,适合于初学者对定时器中断、串行口中断等关键性问题的理解和掌握。

(3) 突出实用性。在单片机系统扩展、单片机接口技术及系统应用设计中,除介绍典型电路和典型程序外,还选编了作者多年来科研工作的部分成果。

(4) 书中增加了市场上流行的 Flash 存储器、新型单片机及近两年在单片机应用中备受青睐的 I²C 总线技术的内容。

(5) 每章后都配有思考题和习题,便于读者掌握和巩固所学知识。

本书第 1、2、8 章由王艳秋编写,第 3、4、11 章由梅丽凤编写,第 5、6、7 章由张军编写,第 9、10、12 章由汪毓铎编写。全书的统编工作由梅丽凤完成。

在本书的编写过程中,参阅了大量的教材和参考文献,在此谨向作者致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中的错误及疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正,并殷切希望能得到读者对本书提出的宝贵意见。

编 者

2004 年 2 月

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 计算机的产生和发展	(1)
1.2 单片机的特点及发展情况	(2)
1.3 常用单片机系列介绍	(4)
1.3.1 Intel 公司 MCS 系列单片机	(5)
1.3.2 与 MCS-51 系列兼容的单片机	(6)
思考题及习题	(8)
第2章 MCS-51 系列单片机的结构及原理	(9)
2.1 MCS-51 系列单片机的主要特性	(9)
2.2 MCS-51 系列单片机的内部总体结构	(9)
2.3 MCS-51 系列单片机的引脚功能	(11)
2.3.1 MCS-51 系列单片机引脚功能	(11)
2.3.2 三总线结构	(13)
2.4 MCS-51 系列单片机的主要组成部分	(13)
2.4.1 CPU	(14)
2.4.2 存储器	(14)
2.4.3 并行 I/O 口	(20)
2.5 时钟电路与 CPU 的时序	(22)
2.5.1 振荡器和时钟电路	(23)
2.5.2 CPU 的时序及有关概念	(23)
2.5.3 CPU 的取指令和执行指令时序	(24)
2.5.4 访问外部 ROM 的操作时序	(26)
2.5.5 访问外部 RAM 的操作时序	(26)
2.6 单片机的复位状态与复位电路	(27)
2.6.1 单片机的复位状态	(27)
2.6.2 单片机的复位电路	(28)
2.7 掉电保护和低功耗设计	(30)
2.7.1 掉电保护	(30)

2.7.2 80C51 的低功耗设计	(31)
思考题与习题	(32)

第3章 MCS-51 系列单片机的指令系统	(33)
3.1 指令系统简介	(33)
3.1.1 指令概述	(33)
3.1.2 指令格式	(33)
3.1.3 指令中常用符号说明	(34)
3.2 寻址方式	(35)
3.2.1 立即寻址	(35)
3.2.2 直接寻址	(35)
3.2.3 寄存器寻址	(35)
3.2.4 寄存器间接寻址	(36)
3.2.5 变址寻址	(36)
3.2.6 相对寻址	(37)
3.2.7 位寻址	(37)
3.3 数据传送类指令	(38)
3.3.1 内部 RAM 数据传送指令	(38)
3.3.2 访问外部 RAM 的数据传送指令	(40)
3.3.3 程序存储器向累加器 A 传送数据指令	(41)
3.3.4 数据交换指令	(42)
3.3.5 堆栈操作指令	(43)
3.4 算术运算类指令	(43)
3.4.1 加法指令	(43)
3.4.2 带进位加法指令	(44)
3.4.3 带借位减法指令	(45)
3.4.4 加 1 指令	(46)
3.4.5 减 1 指令	(46)
3.4.6 乘、除法指令	(46)
3.4.7 十进制调整指令	(47)
3.5 逻辑运算及移位类指令	(49)
3.5.1 逻辑与运算指令	(49)
3.5.2 逻辑或运算指令	(49)
3.5.3 逻辑异或运算指令	(50)
3.5.4 累加器清零、取反指令	(50)

3.5.5 循环移位指令	(51)
3.6 控制转移类指令	(52)
3.6.1 无条件转移指令	(52)
3.6.2 条件转移指令	(54)
3.6.3 子程序调用及返回指令	(57)
3.6.4 空操作指令	(60)
3.7 位操作类指令	(60)
3.7.1 位变量传送指令	(60)
3.7.2 位置位、清零指令	(61)
3.7.3 位逻辑运算指令	(61)
3.7.4 位控制转移指令	(62)
思考题与习题	(63)
 第4章 汇编语言程序设计	(67)
4.1 程序设计概述	(67)
4.1.1 程序设计语言简介	(67)
4.1.2 汇编语言程序设计步骤	(68)
4.2 汇编语言源程序的编辑和汇编	(68)
4.2.1 伪指令	(69)
4.2.2 源程序的编辑和汇编	(70)
4.3 汇编语言程序设计	(71)
4.3.1 顺序程序设计	(72)
4.3.2 分支程序设计	(73)
4.3.3 循环程序设计	(78)
4.3.4 子程序设计	(85)
4.3.5 运算类程序设计	(92)
思考题与习题	(105)
 第5章 定时/计数器	(108)
5.1 定时/计数器0和1	(108)
5.1.1 定时/计数器的结构及功能	(108)
5.1.2 定时/计数器0和1的控制和状态寄存器	(109)
5.1.3 T0和T1的4种工作模式	(111)
5.2 定时/计数器2	(113)
5.2.1 T2控制寄存器T2CON	(113)

5.2.2 定时/计数器 T2 的工作方式	(115)
5.3 定时/计数器的应用	(116)
5.3.1 定时/计数器模式 0 的应用	(117)
5.3.2 定时/计数器模式 1 的应用	(117)
5.3.3 定时/计数器模式 2 的应用	(118)
5.3.4 定时/计数器门控位 GATE 的应用	(118)
5.3.5 运行中读定时/计数器	(119)
思考题与习题	(120)
第 6 章 串行接口	(121)
6.1 串行通信的基础知识	(121)
6.1.1 串行通信的两种基本方式	(121)
6.1.2 串行通信的数据传送方式	(122)
6.1.3 串并转换和串行接口	(123)
6.2 MCS-51 系列单片机的串行接口	(123)
6.2.1 MCS-51 系列单片机串行口的结构	(123)
6.2.2 MCS-51 单片机串行口的控制	(124)
6.2.3 波特率设计	(126)
6.3 串行口工作模式	(128)
6.3.1 模式 0	(128)
6.3.2 模式 1	(129)
6.3.3 模式 2	(130)
6.3.4 模式 3	(130)
6.4 串行口应用举例	(130)
6.4.1 用串行口扩展 I/O 口	(131)
6.4.2 单片机双机通信技术	(133)
6.4.3 单片机多机通信技术	(140)
思考题与习题	(141)
第 7 章 中断系统	(143)
7.1 中断的概念	(143)
7.2 中断技术的优点	(143)
7.3 中断系统的功能	(144)
7.4 中断源类型	(145)
7.4.1 外部中断类	(145)

7.4.2 定时中断类	(145)
7.4.3 串行中断类	(145)
7.5 MCS-51 的中断系统	(145)
7.5.1 中断请求标志	(146)
7.5.2 中断允许控制寄存器 IE	(147)
7.5.3 中断优先级控制寄存器 IP	(148)
7.6 中断处理过程	(149)
7.6.1 中断响应	(149)
7.6.2 中断处理	(150)
7.6.3 中断返回	(150)
7.6.4 中断请求的撤除	(151)
7.6.5 中断响应时间	(152)
7.7 MCS-51 外部中断源的扩展	(152)
7.8 中断系统的应用	(155)
思考题与习题	(173)

第8章 MCS-51 单片机的系统扩展	(174)
8.1 程序存储器的扩展	(174)
8.1.1 程序存储器的分类	(174)
8.1.2 典型程序存储器芯片介绍	(175)
8.1.3 典型程序存储器的扩展方法	(181)
8.1.4 典型程序存储器扩展电路	(184)
8.2 数据存储器的扩展	(191)
8.2.1 典型数据存储器的扩展方法	(191)
8.2.2 典型数据存储器的扩展电路	(192)
8.3 MCS-51 单片机片选方法简介	(195)
8.3.1 线选法	(195)
8.3.2 译码法	(196)
8.4 Flash 存储器的扩展	(198)
8.4.1 Flash 存储器的分类	(199)
8.4.2 典型 Flash 存储器芯片简介	(199)
8.4.3 典型 Flash 存储器的扩展	(202)
8.5 并行 I/O 接口的扩展	(204)
8.5.1 I/O 接口电路的功能	(204)
8.5.2 简单并行 I/O 接口的扩展	(205)

8.5.3 可编程接口电路的扩展	(207)
思考题与习题	(217)
第9章 MCS-51 单片机的接口技术	(218)
9.1 人机通信接口技术	(218)
9.1.1 键盘接口技术	(218)
9.1.2 显示接口技术	(225)
9.1.3 键盘、显示器组合接口举例	(230)
9.2 微型打印机接口技术	(234)
9.2.1 $Tp\mu P-40A$ 主要性能、接口要求及时序	(234)
9.2.2 字符代码及打印命令	(236)
9.2.3 $Tp\mu P-40A/16A$ 与 MCS-51 系列单片机的接口电路设计	(238)
9.3 A/D 转换与 A/D 转换器	(239)
9.3.1 A/D 转换接口设计要点	(239)
9.3.2 A/D 转换器 MC14433	(241)
9.3.3 A/D 转换器 MAX197	(246)
9.3.4 A/D 转换器 ADC0809	(251)
9.3.5 A/D 转换器 TLV2548	(255)
9.4 D/A 转换与 D/A 转换器	(263)
9.4.1 D/A 转换接口设计要点	(263)
9.4.2 D/A 转换器 DAC0832	(265)
9.4.3 D/A 转换器 MAX508	(271)
9.4.4 D/A 转换器 TLV5630	(274)
思考题与习题	(278)
第10章 MCS-51 单片机应用举例	(279)
10.1 单片机应用系统的一般设计过程	(279)
10.1.1 硬件系统设计原则	(279)
10.1.2 应用软件设计特点	(279)
10.1.3 应用系统开发过程	(280)
10.2 应用系统结构及其设计内容	(281)
10.2.1 应用系统的结构特点	(281)
10.2.2 应用系统的典型通道接口	(282)
10.2.3 应用系统设计内容	(283)
10.3 交通信号灯模拟控制	(283)

10.3.1	交通信号灯模拟控制的硬件设计	(284)
10.3.2	交通信号灯模拟控制的软件设计	(284)
10.4	步进电机控制	(285)
10.4.1	步进电机控制原理	(286)
10.4.2	步进电机接口技术与软件设计	(287)
10.5	电力系统负载电流的数据采集与远端再现	(292)
10.5.1	电力系统负载电流的数据采集	(292)
10.5.2	电力系统负载电流的远端再现	(294)
10.6	倒计时器的设计	(296)
10.6.1	实时日历时钟芯片 DS12C887 简介	(296)
10.6.2	倒计时器的硬件电路设计	(300)
10.6.3	倒计时器的软件设计	(300)
	思考题与习题	(302)
第 11 章	AT89 系列单片机、I²C 串行总线及单总线技术	(303)
11.1	Atmel89 系列单片机	(303)
11.1.1	AT89C52	(303)
11.1.2	AT89C2051	(309)
11.2	I ² C 串行总线扩展技术	(314)
11.2.1	I ² C 串行总线概述	(314)
11.2.2	I ² C 总线的数据传送	(315)
11.2.3	I ² C 总线数据传送的模拟	(321)
11.2.4	I ² C 总线应用程序设计实例	(328)
11.3	单总线及其应用	(329)
11.3.1	单总线简介	(330)
11.3.2	DS18B20 构成的单总线测温系统	(330)
	思考题及习题	(340)
第 12 章	单片机应用系统的抗干扰技术设计	(342)
12.1	干扰源	(342)
12.1.1	串模干扰	(342)
12.1.2	共模干扰	(343)
12.1.3	电源干扰	(344)
12.2	硬件抗干扰设计	(344)
12.2.1	共串模干扰的抑制	(344)

12.2.2 共模干扰的抑制	(346)
12.2.3 输入输出通道干扰的抑制	(347)
12.2.4 电源与电网干扰的抑制	(349)
12.2.5 地线系统干扰的抑制	(349)
12.3 软件抗干扰设计	(350)
12.3.1 程序执行过程中的软件抗干扰	(350)
12.3.2 系统的恢复	(354)
思考题与习题	(356)
 附录 A ASCII 表	 (357)
 附录 B MCS-51 系列单片机指令系统表	 (359)
 附录 C 常用芯片引脚图	 (365)
 参考文献	 (369)