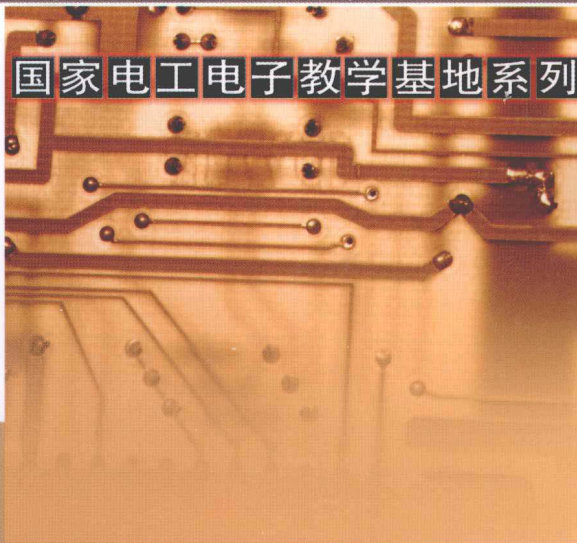
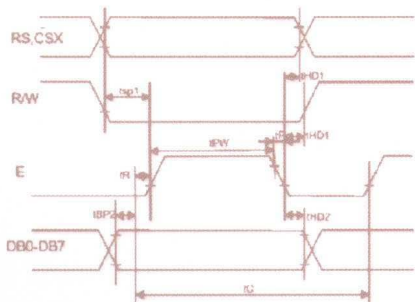




国家电工电子教学基地系列教材



单片机原理及接口技术 习题详解与实验指导 (第2版)

© 梅丽凤 任国臣 蓝和慧 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>

内 容 简 介

本书是与《单片机原理及接口技术（第3版）》教材配套的，与该教材一样选用89C51单片机为样机进行介绍。

本书共分两篇，第1篇是同步辅导篇，对应教材第1章～第9章的内容，第2篇是实验指导篇。

同步辅导篇每章内容包括重点内容提要、典型题详解、学习自测、学习自测解答；典型题的题型包括基本概念题、阅读分析、选择判断、简述及程序设计等，且包括一定数量的单片机实际应用方面的习题，以帮助学生理解教材的内容，巩固所学的理论知识，学会应用。

实验指导篇分为2章（第10～11章），第10章安排了10个基础实验，第11章安排了10个与单片机系统扩展、接口应用相关的综合、设计性实验（也可作课程设计内容）供学生选做。

在附录中给出了《单片机原理及接口技术（第3版）》教材各章的思考题与习题的全部解答。

本书可作为高等院校、高等职业学校、成人高等学校及单片机培训班学生的学习指导书，也可作为各类工程技术人员和自学者的辅导书。

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。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目（CIP）数据

单片机原理及接口技术习题详解与实验指导 / 梅丽凤，任国臣，蓝和慧编著. — 2版. — 北京：清华大学出版社；北京交通大学出版社，2012.5

（国家电工电子教学基地系列教材）

ISBN 978-7-5121-1001-4

I. ①单… II. ①梅… ②任… ③蓝… III. ①单片微型计算机-基础理论-高等学校-教学参考资料 ②单片微型计算机-接口-高等学校-教学参考资料 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字（2012）第096455号

责任编辑：韩 乐

出版发行：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：北京瑞达方舟印务有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185×230 印张：14.5 字数：302千字

版 次：2012年4月第2版 2012年4月第1次印刷

书 号：ISBN 978-7-5121-1001-4/TP·688

印 数：8 001～11 000册 定价：24.00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@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 赵尔沅 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 郑光信 屈波

侯建军 贾怀义 徐国治 徐佩霞 廖桂生

薛质

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,探索了各课程的认知规律,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 and 效果。

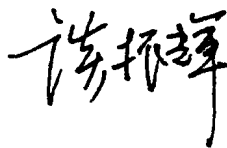
本系列教材包括:

《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》、《单片机原理及接口技术》、《单片机原理及接口技术习题详解与实验指导》、《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

Handwritten signature in black ink, reading '高振军' (Gao Zhenjun).

2012年4月

(第2版)前言

《单片机原理及接口技术习题详解与实验指导》自2007年出版以来,受到广大读者的厚爱,在此作者谨致诚挚的谢意。

《单片机原理及接口技术习题详解与实验指导》是《单片机原理及接口技术(修订本)》的配套教材,由于后者修订后再版为《单片机原理及接口技术(第3版)》,需要对本书也进行相应的修订。

传统的单片机教材仍是以MCS-51系列单片机8031/8051/8751为样机进行介绍,而如今在电子市场上几乎买不到8031/8051单片机,89C51属于51系列单片机,具有80C51内核,在基本硬件组成和指令系统方面与MCS-51系列单片机完全兼容,使用上可以直接替代,并且89C51在开发、修改程序方面也远比8751方便,目前89C51已取代了MCS-51系列单片机8031/8051/8751的市场地位。正是鉴于这种实际应用的需要,本次修订与配套教材一样选用89C51单片机代表51系列单片机进行应用介绍。

这次修订,本着求新、务实的原则,对原书作了仔细的修订,删除了8031/8051/8751的称呼与介绍。进一步增加了典型题讲解和增强习题,使该书具备了题库的功能。

修订后本书具有以下特点。

(1)各章编排顺序与配套教材一致,内容包括重点内容提要、典型题详解、学习自测、学习自测解答;在典型题解中均给出了解题思路、注意问题,对学生不易理解和容易混淆的概念,给出较为详尽的讲解,书中习题具有典型性和完整性,便于自学。

(2)实验指导篇既有基础实验,又安排了一定的综合、设计性实验供学生选做,书中的每一个实验都是一个相对独立和完整的单元,读者可根据自己所使用教材中章节顺序来选择实验;书中大部分实验都经过上机验证,因此本书可以作为单片机课程的实验指导。

(3)《单片机原理及接口技术(第3版)》教材中编有较多的思考题和习题,本书给出了这些习题的全部解答;对程序中的每一条指令都给出了详细注释。

本书是由长期从事单片机课程教学与科研开发的一线教师编写而成;本

书既可以与《单片机原理及接口技术(第3版)》的教材配套使用,也可以与各种单片机原理与应用的教材配套使用。

本书由梅丽凤、任国臣、蓝和慧共同编写,其中同步辅导篇第1~5章及附录第1~5章答案由蓝和惠编写,同步辅导篇第6~9章及附录第6~9章答案由任国臣编写,实验指导篇由梅丽凤编写,全书由梅丽凤策划和统稿。

由于编者学识、水平有限,书中难免有疏漏与不妥之处,敬请广大读者给予批评指正。

编者
2012年4月

目 录

第 1 篇 同步辅导篇

第 1 章 绪论	1
1.1 重点内容提要	1
1.1.1 单片机的特点及应用领域	1
1.1.2 常用单片机系列技术	2
1.2 典型题详解	3
第 2 章 89C51 系列单片机的结构及原理	5
2.1 重点内容提要	5
2.1.1 89C51 单片机的主要特性和内部总体结构	5
2.1.2 89C51 单片机的引脚功能	5
2.1.3 主要组成部分	5
2.2 典型题详解	7
2.3 学习自测	8
2.4 学习自测解答	12
第 3 章 89C51 单片机的指令系统	14
3.1 重点内容提要	14
3.1.1 指令系统概述	14
3.1.2 指令系统	15
3.2 典型题详解	16
3.3 学习自测	25
3.4 学习自测解答	32
第 4 章 汇编语言程序设计	37
4.1 重点内容提要	37
4.1.1 程序设计概述	37
4.1.2 汇编语言源程序的编辑和汇编	37

4.1.3 汇编语言程序设计	38
4.2 典型题详解	39
4.3 学习自测	45
4.4 学习自测解答	50
第5章 定时/计数器	55
5.1 重点内容提要	55
5.1.1 定时/计数器的结构和功能	55
5.1.2 定时/计数器的控制	55
5.1.3 定时/计数器的4种工作模式	56
5.1.4 定时/计数器的应用	56
5.2 典型题详解	56
5.3 学习自测	58
5.4 学习自测解答	60
第6章 串行接口	63
6.1 重点内容提要	63
6.1.1 串行通信的基础知识	63
6.1.2 89C51单片机串行通信相关寄存器	64
6.1.3 多机通信	64
6.2 典型题详解	65
6.3 学习自测	71
6.4 学习自测解答	73
第7章 中断系统	76
7.1 重点内容提要	76
7.1.1 89C51中断系统特点	76
7.1.2 89C51单片机中断相关寄存器	77
7.2 典型题详解	78
7.3 学习自测	83
7.4 学习自测解答	85
第8章 89C51单片机系统扩展	88
8.1 重点内容提要	88
8.1.1 并行总线扩展	88
8.1.2 存储器及I/O口特点	89
8.1.3 存储器及I/O口片选处理方法	89

8.1.4 存储器及 I/O 口地址空间计算	90
8.2 典型题详解	90
8.3 学习自测	96
8.4 学习自测解答	98
第 9 章 89C51 单片机的接口技术	103
9.1 重点内容提要	103
9.1.1 LED 数码管显示接口	103
9.1.2 键盘接口	103
9.1.3 A/D 转换接口电路	104
9.1.4 D/A 转换接口电路	105
9.2 典型题详解	105
9.3 学习自测	113
9.4 学习自测解答	115

第 2 篇 实验指导篇

第 10 章 基础实验指导	123
10.1 单片机实验装置与计算机的连接及使用	123
10.2 片外数据存储器读、写程序的设计	125
10.3 P1 口输入、输出实验	128
10.4 计数器实验	131
10.5 8255 输入、输出实验	134
10.6 串/并转换实验	136
10.7 D/A 转换实验	139
10.8 A/D 转换实验	142
第 11 章 综合设计性实验指导	146
11.1 十字路口交通灯模拟控制	146
11.2 急救车与交通灯控制	149
11.3 定时器中断实验	152
11.4 8255 扫描键盘、显示实验	155
11.5 单片机控制直流电机实验	158
11.6 单片机控制步进电机实验	161
11.7 单片机控制测量直流电机转速实验	164
11.8 音乐演奏实验	168

11.9	单片机控制的数字式电子秒表	172
11.10	单片机控制的温度测量与显示实验	176
附录 A	单片机原理及接口技术教材习题全部解答	180
A.1	第 1 章答案	180
A.2	第 2 章答案	181
A.3	第 3 章答案	184
A.4	第 4 章答案	192
A.5	第 5 章答案	202
A.6	第 6 章答案	205
A.7	第 7 章答案	208
A.8	第 8 章答案	211
A.9	第 9 章答案	216

第 1 篇 同步辅导篇

第 1 章 绪 论

1.1 重点内容提要

1.1.1 单片机的特点及应用领域

1. 单片机的组成

单片微型计算机简称单片机。它是在一块芯片上集成了中央处理器（CPU）、一定容量的 RAM 和 ROM（或 EPROM、Flash ROM）、定时/计数器及 I/O 接口电路等部件，构成一个完整的微型计算机。

2. 单片机的主要特点

单片机主要具有如下特点：

- (1) 有优异的性能价格比；
- (2) 集成度高、体积小、有很高的可靠性；
- (3) 控制功能强大；
- (4) 低功耗、低电压，便于生产便携式产品；
- (5) 外部总线增加了 I²C 及 SPI 等串行总线方式，进一步缩小体积，简化了结构；
- (6) 单片机的系统扩展和系统配置较经典，规范，容易构成各种规模的应用系统。

3. 单片机的应用领域

单片机应用的主要领域：

- (1) 智能化仪器仪表；
- (2) 机电一体化产品；

- (3) 测控系统;
- (4) 计算机网络及通信技术;
- (5) 家用电器。

1.1.2 常用单片机系列技术

1. Intel 公司 MCS-51 系列单片机

(1) 8031/8051/871 三种型号, 称为 8051 子系列。8031 片内没有 ROM, 使用时需在片外接 EPROM。8051 片内含有 4KB 的掩膜 ROM, 其中的程序是生产厂家制作芯片时烧制的。8751 内含有 4KB 的 EPROM, 用户可以先用紫外线擦除器擦除, 然后再利用开发机或编程器写入新的程序。

(2) 8032AH/8052AH/8752AH 是 8031/8051/8751 的增强型, 称为 8052 子系列。其中片内 ROM 和 RAM 的容量比 8051 子系列各增加一倍, 另外, 增加了一个定时/计数器和一个中断源。

(3) 80C31/80C51/80C51BH 是 8051 子系列的 CHMOS 工艺芯片, 80C32/80C52/87C52 是 8052 子系列 CHMOS 工艺芯片, 两者芯片内的配置和功能兼容。

2. 51 系列单片机命名规则

世界上个各大公司所生产的 51 系列单片机型号有多种, 通常以 8XC51 来命名 51 系列单片机, 其中:

$$X = \begin{cases} 0 & \text{掩膜ROM} \\ 7 & \text{EPROM/OTP ROM} \\ 9 & \text{Flash ROM} \end{cases}$$

其中, 89C51 单片机的最大特点是在片内含有 Flash 存储器。

3. AT89 系列单片机

AT89 系列单片机是美国 Atmel 公司的 8 位 Flash 单片机产品。其最大特点是在片内含有 Flash 存储器, 在系统的开发过程中可以十分容易地进行程序的修改, 使开发调试更为方便。

低档型单片机有 AT89C1051 和 AT89C2051 两种型号。

标准型单片机有 AT89C51、AT89LV51、AT89C52 和 AT89LV52。

高档型单片机有 AT89S51、AT89S52、AT89S53、AT89S8252。

标准型 AT89 系列单片机具有如下特点:

- (1) 片内有足够的 Flash ROM, 可避免扩展外部 ROM;

- (2) Flash ROM 是电擦除和电写入, 读写方便, 可擦除 1000 次以上, 可在线修改程序;
- (3) 价格低廉;
- (4) 片内 ROM 具有三级保密系统;
- (5) AT89C52~AT89C55 芯片与 80C52 芯片相同, 有定时/计数器 3 个, 中断源 6 个, 片内 RAM256B;
- (6) AT89C51 系列单片机还有相应的低电压芯片, AT89LV51~AT89LV55, 最低工作电压为 2.7V;
- (7) AT89C51 系列单片机时钟频率最高为 24MHz。

1.2 典型题详解

【例 1-1】 PC 和单片机都是微型机, 两者有什么区别?

【解】 PC 和单片机都是微型机, 是微型计算机技术发展的两大分支。PC 以满足海量高速数值计算为主, 兼顾控制功能。单片机以满足测控对象的测控功能, 嵌入式应用为主, 兼顾数据处理能力。

【例 1-2】 16 位单片机性能优于 8 位单片机, 为什么现阶段不如 8 位单片机应用广泛?

【解】 16 位单片机性能优于 8 位单片机, 但由于价格不菲, 其应用面受到一定限制。相反 51 系列单片机, 由于其性能价格比高, 并吸引了世界许多知名芯片制造厂商竞相使用以 80C51 为内核, 扩展部分测控系统中使用电路技术、接口技术、A/D、D/A 和看门狗等功能部件, 推出了许多与 80C51 兼容的 8 位单片机, 强化了微控制器的特征, 因而得到了比 16 位单片机更广泛的应用。

【例 1-3】 OTP ROM 型/EPROM 型/Flash ROM 型单片机各自的特点是什么?

【解】 单片机的片内 ROM 目前应用较广泛的主要有三种: OTP ROM、EPROM 和 Flash ROM。

OTP ROM 可由用户一次性自行写入程序, 但一经写入后程序不能修改。OTP ROM 型价格较低, 仅适用于大批量生产的成熟产品。

EPROM 可由用户使用专门的 EPROM 编程器自行写入程序, 修改时需要用强紫外线照射 20 分钟左右, 才能擦除原有信息, 能反复多次使用。但擦写不如 Flash ROM 方便, 且成本较高, 目前也已被逐渐淘汰。

Flash ROM 是一种新型的电擦除、电写入的闪速存储器, 使用方便, 价格低廉, 可多次擦写, 近年来已被广泛应用。

【例 1-4】 单片机有什么特点?

【解】 由于单片机把微型计算机主要功能部件都集成在一块芯片上, 即一块芯片就是一个微型计算机。因此, 单片机具有以下特点。

- (1) 优异的性能价格比。目前国内市场上, 有些单片机的芯片价格只有几元人民币, 再

加上少量外围元件，就能构成一台功能相当丰富的智能化控制装置。

(2) 集成度高，体积小，可靠性好。单片机把各功能部件集成在一块芯片上，内部采用总线结构，减少了各芯片之间的连线，大大提高了单片机的可靠性与抗干扰能力。而且由于单片机体积小，易于采取电磁屏蔽或密封措施，适合于在恶劣环境下工作。

(3) 控制能力强。单片机指令丰富，能充分满足工业控制的各种要求。

(4) 低功耗，低电压，便于生产便携式产品。

(5) 易扩展。单片机的系统扩展和系统配置比较经典、规范，可根据需要并行或串行扩展，非常容易构成各种规模的应用系统。

【例 1-5】 简述 AT89 系列单片机各种型号的产品。

【解】 标准型 AT89 系列单片机是与 MCS-51 系列单片机兼容的。AT89 系列标准型单片机有 AT89C51、AT89LV51、AT89C52 和 AT89LV52 4 种型号。低档型单片机有 AT89C1051 和 AT89C2051 两种型号。高档型单片机有 AT89S51、AT89S52、AT89S53 和 AT89S8252 等型号。

第 2 章 89C51 系列单片机的结构及原理

2.1 重点内容提要

2.1.1 89C51 单片机的主要特性和内部总体结构

1. 主要特性

51 系列单片机有很多种型号，一般可以分为普通型（80C31、80C51、87C51、89C51）和增强型（80C32、80C52、87C52、89C52）。它们的基本组成和基本性能都是相同的。

主要差别在于存储器的配置不同：

80C31 片内没有 ROM，使用时需在片外接 EPROM；

80C51 片内含有 4KB 的掩膜 ROM；

87C51 片内含有 4KB 的 EPROM 或 OTP ROM；

89C51 片内含有 4KB 的 Flash ROM。

2. 内部总体结构

89C51 内部总体结构：由 8 个部件组成，即中央处理器（CPU）、片内数据存储器（RAM）、片内程序存储器（Flash ROM）、输入输出接口（P0 口、P1 口、P2 口、P3 口）、可编程串行口、定时/计数器、中断系统和特殊功能寄存器（SFR）。

2.1.2 89C51 单片机的引脚功能

共有 40 个引脚。除了电源、接地、时钟引脚和 32 条 I/O 引脚外，有 4 个控制引脚：ALE（地址锁存允许信号）、 $\overline{\text{PSEN}}$ （外部 ROM 读选通）、RESET（系统复位）、 $\overline{\text{EA}}$ （内部 ROM 选择）。

2.1.3 主要组成部分

1. CPU

CPU 是单片机的核心部分，它的作用是读入和分析每条指令，然后根据每条指令的功能要求，控制各个部件执行相应的操作。89C51 系列单片机内部有 1 个 8 位的 CPU，它由运算

器和控制器组成。

2. 数据存储器

89C51 片内含有 256B 数据存储器 (RAM)，其中高 128 B 为特殊功能寄存器 (SFR)，低 128B 为片内数据 RAM 区。低 128B 按其用途还可以分为 3 个区域：工作寄存器区、位寻址区和用户 RAM 区。

89C51 片外最多可扩展 64KB RAM。

3. 程序存储器

程序存储器 (ROM) 主要用于存放程序，CPU 读 ROM 中程序是以程序计数器 PC 作为 16 位地址指针；用户读 ROM 中数据用 MOVC 指令，控制信号是 $\overline{\text{PSEN}}$ 和 $\overline{\text{EA}}$ 。

80C31 片内无 ROM，80C51 片内有 4KB 掩膜 ROM，87C51 片内有 4KB EPROM，89C51 片内有 4KB Flash ROM。89C51 单片机外最多可扩展 64KB ROM。片内 ROM 和片外 ROM 是统一编址的，由 $\overline{\text{EA}}$ 引脚决定选择片内 ROM 还是片外 ROM。

4. 并行 I/O 口

89C51 含有 4 个 I/O 口：P0 口~P3 口，都能用作 I/O 口。用作输入时，均须先写入“1”；用作输出时，P0 口应外按上拉电阻。在并行扩展外存储器或 I/O 口情况下，P0 口用于低 8 位地址总线 and 数据总线（分时传送），P2 口用于高 8 位地址总线，P3 口常用于第二功能，用户能使用的 I/O 口只有 P1 口和未用作第二功能的部分 P3 口端线。

5. 时钟和时序

控制 89C51 单片机有条不紊工作的是时钟脉冲，一个时钟周期由 2 个振荡周期构成，执行指令均按照一定时序操作。机器周期是 89C51 单片机工作的基本定时单位，一个机器周期包含 12 个振荡周期，振荡周期也称为拍。

6. 复位和低功耗工作方式

复位是单片机的一个重要工作状态。复位的条件是让 RESET 引脚保持 2 个机器周期以上的高电平，通常复位电路只要提供 RESET 引脚 10ms 以上稳定的高电平，单片机即可安全复位。单片机复位后，PC 值为 0000H，SP 值为 07H，P0~P3 口值为 FFH，其他特殊功能寄存器的值均为 00H。单片机的复位电路一般包括 3 种电路结构：上电式复位电路、按键式复位电路和按键脉冲式复位电路。有时为了安全可靠，常常采用一些集成复位电路芯片。

89C51 单片机具有两种低功耗方式：待机（休闲）方式和掉电保护方式，可降低功耗和发生掉电时保护 RAM 中数据不丢失。