

高等学校教材·计算机应用

可赠送课件

jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

单片机原理、接口及应用

—— 嵌入式系统技术基础

李群芳 肖 看 编著



清华大学出版社

高等学校教材·计算机应用

单片机原理、接口及应用 ——嵌入式系统技术基础

李群芳 肖 看 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以目前使用最广泛的 MCS-51 系列单片机为背景, 介绍嵌入式系统应用的基本技术。全书分为 4 篇共 14 章, 系统介绍了 MCS-51 系列单片机的硬件结构、指令系统、功能特点、功能扩展、典型外围接口技术、C51 及应用、实时操作系统 RTX-51、开发设计、单片机实验等内容。本书覆盖了单片机与嵌入式系统课程教学的基本内容, 同时结合了当前新技术、新器件的发展, 具有很强的实用性。为结合理论教学, 每章附有思考题与习题, 书末有实验指导, 附录提供了全国大学生电子设计大赛 2004 年以前的历届试题。本书内容由浅入深, 条理清晰, 通俗易懂。

本书可作为高等学校计算机、电气信息类专业“单片机与嵌入式系统基础”课程的教材, 亦可供从事单片机嵌入式系统应用的工程技术人员参考, 同时还可作为全国大学生电子设计竞赛单片机系统设计的培训教材。

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。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术, 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、接口及应用——嵌入式系统技术基础/李群芳, 肖看编著. —北京: 清华大学出版社, 2005. 3
(高等学校教材·计算机应用)

ISBN 7-302-10180-9

I. 单… II. ①李…②肖… III. 单片微型计算机—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 137989 号

出版者: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦

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

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 闫红梅

封面设计: 王 永

印刷者: 清华大学印刷厂

发行者: 三河市金元装订厂

开 本: 185×260 印张: 23.5 字数: 574 千字

版 次: 2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-10180-9/TP·1087

印 数: 1~4000

定 价: 29.00 元

高等学校教材·计算机

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学	周立柱	教授
	章 征	教授
	王建民	教授
	刘 强	副教授
	冯建华	副教授
北京大学	杨冬青	教授
	陈 钟	教授
	陈立军	副教授
北京航空航天大学	马殿富	教授
	吴超英	副教授
	姚淑珍	教授
	王 珊	教授
中国人民大学	孟小峰	教授
	陈 红	教授
北京交通大学	阮秋琦	教授
北京信息工程学院	孟庆昌	教授
北京科技大学	杨炳儒	教授
石油大学	陈 明	教授
天津大学	艾德才	教授
复旦大学	吴立德	教授
	吴百锋	教授
	杨卫东	副教授
	邵志清	教授
	杨宗源	教授
华东理工大学	应吉康	教授
华东师范大学	乐嘉锦	教授
	蒋川群	教授
东华大学	吴朝晖	教授
上海第二工业大学	李善平	教授
浙江大学	骆 斌	教授
南京大学		

南京航空航天大学
南京理工大学
南京邮电学院
苏州大学
江苏大学
武汉大学
华中科技大学
中南财经政法大学
华中师范大学

武汉理工大学
国防科技大学

中南大学
湖南大学

西安交通大学

西北大学
长安大学
西安石油学院
西安邮电学院
哈尔滨工业大学
吉林大学

长春工程学院
山东大学

山东科技大学
中山大学
厦门大学
福州大学
云南大学
重庆邮电学院
西南交通大学

秦小麟 教授
张功萱 教授
朱秀昌 教授
龚声蓉 教授
宋余庆 教授
何炎祥 教授
刘乐善 教授
刘腾红 教授
王林平 副教授
魏开平 教授
李中年 教授
赵克佳 教授
肖 依 副教授
陈松乔 教授
林亚平 教授
邹北骥 教授
沈钧毅 教授
齐 勇 教授
周明全 教授
巨永峰 教授
方 明 教授
陈莉君 副教授
郭茂祖 教授
徐一平 教授
毕 强 教授
沙胜贤 教授
孟祥旭 教授
郝兴伟 教授
郑永果 教授
潘小轰 教授
冯少荣 教授
林世平 副教授
刘惟一 教授
王国胤 教授
杨 燕 副教授

出版说明

改革开放以来，特别是党的十五大以来，我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就，高等教育实现了历史性的跨越，已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上，高等教育规模取得如此快速的发展，创造了世界教育发展史上的奇迹。当前，教育工作既面临着千载难逢的良好机遇，同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾，是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月，教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作，提高教学质量的若干意见》，提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月，教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件，指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制订的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分，精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间（2003—2007年）建设1500门国家级精品课程，利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放，以实现优质教学资源共享，提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作，提高教学质量的若干意见》精神，紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”，在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下，我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”（以下简称“编委会”），旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划，讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师，其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求，“编委会”一致认为，精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求，处于一个比较高的起点上；精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要，要有特色风格、有创新性（新体系、新内容、新手段、新思路，教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量）、先进性（对原有的学科体系有实质性的改革和发展、顺应并符合新世纪教学发展的规律、代表并引领课程发展的趋势和方向）、示范性（教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性）和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐（通过所在高校的“编委会”成员推荐），经“编委会”认真评审，最后由清华大学出版社审定出版。

目前，针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”，即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括：

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业，特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统

清华大学出版社经过近 20 年的努力，在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌，为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材经过 20 多年的精雕细刻，形成了技术准确、内容严谨的独特风格，这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

单片机(又称为微控制器)的出现是计算机发展史上的一个重要里程碑,它以体积小、功能全、性价比高等诸多优点而独具特色,在工业控制、尖端武器、通信设备、信息处理、家用电器等嵌入式应用领域中独占鳌头。51系列单片机是国内目前应用最广泛的8位单片机之一,经过二十多年的推广与发展,51系列单片机形成了一个规模庞大、功能齐全、资源丰富的产品群。随着嵌入式系统、片上系统等概念的提出和普遍接受及应用,51单片机的发展又进入了一个新的阶段。许多专用功能芯片的内核集成了51单片机,如AD公司的带80C51核的数据采集系统芯片AD μ C812、TI公司的基于8051核的高性能系统级芯片MCS121X、Cypress公司的兼容8051的智能USB控制芯片EZ-USB等,与51系列单片机兼容的微控制器以IP核的方式不断地出现在FPGA的片上系统中。因此,目前国内众多高校仍以51单片机作为单片机课程或微机原理课程的基本机型。可谓是“众人拾柴火焰高”,特别是近年来,基于51单片机的嵌入式实时操作系统的出现与推广,表明了51系列单片机在今后的许多年中依然会活跃如故,而且在很长一段时间中将占据嵌入式系统产品的低端市场。

本书以51系列单片机为背景,介绍嵌入式系统应用软硬件设计的基本技术。其主要特点有:

(1) 系统性强。本书分为预备篇、基础篇、接口篇和应用篇四大部分。基础篇重点介绍了51单片机的基本知识;接口篇较全面地介绍了单片机的外围接口硬件设计,这种设计具有普遍的意义;应用篇则突出了以C51为主的嵌入式单片机系统的开发设计。本书还在预备篇中补充介绍了计算机的基础知识,这样本书既可以作为单片机与嵌入式系统或类似课程的教材,也可以直接作为学习微机原理课程的教材。

(2) 可读性强。在内容的编排上注意由浅入深,方便自学,按“必需”、“够用”、“适用”、“会用”逐步深入,通过典型例题,使学生重点掌握基本原理、基本分析方法和软硬件设计方法。全书将表格、示意图与文字描述相结合,使基本理论的表述一目了然,便于记忆。

(3) 操作性强。为便于教学,我们将教学大纲中要求的基本内容尽量集中且靠前,其中标有“*”的内容为任选或作为毕业设计、竞赛、应用设计时的参考资料。同时本书还配有教学课件,为任课教师在授课时提供一个操作性强的组织形式。

(4) 实践性强。本书大部分例题或习题,只需最基本的元器件(要求有一台计算机),即可在实验室或家中完成验证型和设计型实验。同时,为更好地方便读者在学习的过程中能将书本知识与工程实践相结合,我们还自行开发了一套在系统可编程(ISP)实验板作为一个实践平台供读者配套使用。书中编有实验指导一章,具有一般的51系列单片机实验指导作用,亦可以与ISP实验板相结合作为独立的实验教程使用。在编写选材的过程中,还兼顾到全国大学生电子设计竞赛,有许多例子和器件都常能在该竞赛中见到,同时还附有历届全国大学生电子设计竞赛的试题,因此本教材也适合作为该竞赛的培训使用。

(5) 力图反映新技术的发展。当前非并行总线结构的单片机及其应用方式日趋增多, 本书顺应这一发展趋势, 将串行接口扩展集中到一章讲解。C51 的普遍采用, 使得 51 单片机的软件开发效率大幅度提高, 本书在应用篇中以较大的篇幅介绍了 C51 的使用。实时操作系统的采用, 使得单片机的发展提高到嵌入式系统的高度, 本书介绍了一款小巧的、专为 51 系列单片机定制的操作系统 RTOS——RTX51 的 Tiny 版本, 作为一个入门级的学习, 希望能起到抛砖引玉的作用。

(6) 力图体现新器件的应用。本书介绍了一些实用的新型器件, 如双口 RAM, 铁电存储器, 串行 A/D、D/A、 μP 监控器等, 并用一定的篇幅介绍了增强型单片机中的定时/计数器 2 及其应用, 同时还提到一些新型 51 单片机所具有的新的开发技术, 如在系统编程 ISP 技术、在应用编程 IAP 技术、JTAG 非侵入式调试技术等。

本书由李群芳、肖看编写, 谢瑞和教授、张志军副教授提出了宝贵的指导意见, 黄建博士、丁国荣工程师、杨明老师给予了大力帮助, 李熠、冷岩松、张祎然、陶云彬、姚方、姚园等人完成了书中部分例题和习题的实验验证、文字录入及电路绘制等工作, 在此, 对他们的辛勤劳动表示感谢。由于时间仓促, 编者水平有限, 本书中难免有错误或不妥之处, 敬请读者批评指正。

本书备有多媒体课件及习题解答, 可向采用本书作为教材的教师提供。

任何指正意见和建议, 与本教材配套的 ISP 实验板的索取, 请来信寄至:

430074 武汉市华中科技大学电子与信息工程系 李群芳或肖看

联系电话: 027-87543581 李群芳 或 027-62725107 肖看

E-mail: call_lqf@163.com (李) 或 xiaokan@163.net (肖)

编 者

2005 年 3 月

目 录

绪论	1
----	---

预 备 篇

第 0 章 计算机的基础知识	9
0.1 微型计算机的基本结构和工作原理	9
0.1.1 微机的系统结构	9
0.1.2 微机的基本工作原理	10
0.1.3 微机的主要技术指标	10
0.2 计算机中的数制与码制	10
0.2.1 计算机中的数	10
0.2.2 计算机中数的几个概念	12
0.2.3 计算机中的有符号数的表示	12
0.2.4 进位和溢出	14
0.2.5 BCD 码	15
0.2.6 BCD 码的运算	16
0.2.7 ASCII 码	17
0.3 小结	17
思考题与习题	18

基 础 篇

第 1 章 MCS-51 单片机结构	19
1.1 MCS-51 单片机内部结构	19
1.1.1 概述	19
1.1.2 CPU	20
1.2 存储器	20
1.2.1 程序存储器	21
1.2.2 外部数据存储器	23
1.2.3 内部数据存储器	23
1.3 特殊功能寄存器	25
1.4 时钟电路与复位电路	27
1.4.1 时钟电路	27
1.4.2 单片机的时序单位	28
1.4.3 复位电路	28

1.5	引脚功能	29
1.6	小结	30
	思考题与习题	31
第2章	51系列单片机的指令系统	33
2.1	寻址方式	33
2.1.1	立即寻址	34
2.1.2	直接寻址	34
2.1.3	寄存器寻址	34
2.1.4	寄存器间接寻址	35
2.1.5	变址寻址	35
2.1.6	位寻址	36
2.1.7	相对寻址	36
2.2	数据传送与交换指令	37
2.2.1	传送类指令	37
2.2.2	交换指令	39
2.3	算术运算和逻辑运算指令	40
2.3.1	算术运算和逻辑运算指令对标志位的影响	40
2.3.2	以A为目的操作数的算术运算和逻辑运算指令	40
2.3.3	以dir为目的操作数的逻辑运算指令	41
2.3.4	加1、减1指令	41
2.3.5	十进制调整指令	42
2.3.6	专对A的指令	42
2.3.7	乘、除法指令	43
2.3.8	指令综合应用举例	43
2.4	控制转移指令	44
2.4.1	调用程序和返回类指令	45
2.4.2	转移指令	46
2.4.3	空操作指令	49
2.4.4	指令应用举例	49
2.5	位操作指令	50
2.6	小结	52
	思考题与习题	52
第3章	MCS-51单片机汇编语言程序设计	55
3.1	概述	55
3.2	伪指令	56
3.3	顺序程序设计	58
3.4	分支程序设计	60

3.5	循环程序设计	63
3.6	位操作程序设计	67
3.7	子程序	68
3.8	小结	70
	思考题与习题	70
第4章	并行接口 P₀~P₃ 和单片机的中断系统	72
4.1	单片机的并行接口 P ₀ ~P ₃	72
4.1.1	P ₀ ~P ₃ 接口的功能和内部结构	72
4.1.2	编程举例	74
4.1.3	用并行口设计 LED 数码显示器和键盘电路	76
4.1.4	并行接口小结	81
4.2	MCS-51 单片机的中断系统	82
4.2.1	8XX51 中断系统结构	82
4.2.2	中断响应过程	85
4.2.3	中断的程序设计	86
4.3	小结	89
	思考题与习题	89
第5章	单片机的定时/计数器与串行接口	91
5.1	定时/计数器 T ₀ 、T ₁	91
5.1.1	定时/计数器 T ₀ 、T ₁ 的结构和工作原理	91
5.1.2	定时/计数器的寄存器	92
5.1.3	定时/计数器的工作方式	94
5.1.4	定时/计数器的应用程序设计	94
5.1.5	门控位的应用	99
5.2	定时/计数器 T ₂	100
5.2.1	定时/计数器 T ₂ 的结构和外部引脚	100
5.2.2	定时/计数器 T ₂ 的寄存器	101
5.2.3	定时/计数器 T ₂ 的工作方式	102
5.2.4	定时/计数器小结	104
5.3	串行接口	105
5.3.1	概述	106
5.3.2	单片机串行口的结构与工作原理	112
5.3.3	串行口的控制寄存器	114
5.3.4	串行口的工作方式	115
5.3.5	串行口的应用编程	116
5.3.6	利用串行口方式 0 扩展 I/O 接口	123
5.3.7	单片机和 PC 机的串行通信	124

5.4 小结	128
思考题与习题	129

接 口 篇

第 6 章 单片机总线与存储器的扩展	131
6.1 单片机系统总线和系统扩展方法	131
6.1.1 单片机系统总线信号	131
6.1.2 系统扩展的方法	132
6.1.3 地址译码器	133
6.2 程序存储器的扩展	135
6.2.1 EPROM 的扩展	135
6.2.2 EEPROM 的扩展	137
6.2.3 Flash 存储器(闪速存储器)	138
6.3 数据存储器的扩展	140
6.3.1 SRAM 的扩展	140
6.3.2 同时扩展 SRAM 和 Flash 存储器的例子	143
6.4 新型存储器扩展(双口 RAM、FIFO)	145
6.4.1 双口 RAM 简介	145
6.4.2 双口 RAM 与单片机的接口	146
6.4.3 异步 FIFO 简介	147
6.4.4 异步 FIFO 与单片机的接口	148
6.5 小结	149
思考题与习题	149
第 7 章 单片机系统功能扩展	150
7.1 并行 I/O 接口的扩展	150
7.1.1 通用寄存器、缓冲器的扩展	150
7.1.2 可编程并行接口芯片的扩展	151
7.2 中断扩展	158
7.3 定时器的扩展	159
7.3.1 8254 的结构和引脚	159
7.3.2 8254 的工作方式控制字和读回命令字	161
7.3.3 8254 的状态字	161
7.3.4 8254 的应用举例	162
7.4 小结	163
思考题与习题	164
第 8 章 单片机典型外围接口技术	165
8.1 A/D、D/A 接口技术	165

8.1.1	A/D 接口技术	165
8.1.2	D/A 接口技术	170
8.2	V/F (电压-频率转换)接口	174
8.2.1	电压-频率转换原理	175
8.2.2	频率-电压转换原理	176
8.2.3	V/F 转换器应用	177
8.3	人机接口技术	178
8.3.1	键盘接口扩展	178
8.3.2	LED 显示器扩展	181
8.3.3	用 8279 扩展键盘与 LED 显示器	181
8.3.4	LCD 显示器扩展	186
8.4	驱动电路	197
8.5	小结	200
	思考题与习题	200
第 9 章	串行接口技术	202
9.1	RS-485 总线扩展	202
9.2	IIC 总线扩展接口及应用	204
9.2.1	原理	204
9.2.2	软件 IIC 总线	206
9.2.3	典型 IIC 串行存储器的扩展	209
9.2.4	IIC 总线接口的串行 A/D、D/A 扩展	216
9.3	SPI 总线扩展接口及应用	219
9.3.1	SPI 的原理	219
9.3.2	SPI 总线的软件模拟及串并扩展应用	220
9.3.3	10 位串行 D/A TLC5615 的扩展	222
9.3.4	AD549 8 位串行 A/D 的扩展	225
9.4	小结	227
	思考题与习题	227

应 用 篇

第 10 章	单片机的 C 语言编程——C51	229
10.1	C51 程序结构	229
10.2	C51 的数据类型	230
10.2.1	C51 变量的数据类型	231
10.2.2	关于指针型数据	232
10.3	数据的存储类型和存储模式	233
10.3.1	数据的存储类型	233

10.3.2	存储器模式	233
10.3.3	变量说明举例	234
10.3.4	指针变量说明举例	234
10.4	C51 对 SFR、可寻址位、存储器和 I/O 口的定义	235
10.4.1	特殊功能寄存器 SFR 的定义	235
10.4.2	对位变量的定义	235
10.4.3	C51 对存储器和外接 I/O 口的绝对地址访问	236
10.5	C51 的运算符	236
10.6	函数	237
10.6.1	函数的分类	238
10.6.2	函数的定义	238
10.6.3	函数的调用	238
10.6.4	对被调用函数的说明	239
10.7	C 语言编程实例	239
10.7.1	顺序程序的设计	240
10.7.2	循环程序的设计	241
10.7.3	分支程序的设计	242
10.8	单片机资源的 C 语言编程实例	244
10.8.1	C 语言程序的反汇编程序(源代码)	244
10.8.2	并行口及键盘的 C 语言编程	245
10.8.3	C51 中断程序的编制	248
10.8.4	定时/计数器的 C 语言编程	249
10.8.5	串行通信的 C 语言编程	250
10.8.6	外扩并行 I/O 口的 C 语言编程	251
10.8.7	D/A 转换器的 C 语言编程	252
10.9	汇编语言和 C 语言的混合编程	253
10.9.1	C 语言程序和汇编语言程序参数的传递	253
10.9.2	C 语言程序调用汇编语言程序举例	254
10.9.3	C 语言和汇编语言混合编程传递的参数多于三个的编程方法	256
10.10	C 语言函数库的管理与使用	260
10.10.1	库函数的编写	260
10.10.2	函数库的管理	261
10.10.3	用户库函数的使用	263
10.11	小结	263
	思考题与习题	264
第 11 章	RTX51 实时操作系统	266
11.1	RTX51 系统特点	266
11.2	RTX51 的程序结构	267
11.3	RTX51 的功能函数	268

11.3.1	信号控制函数	268
11.3.2	任务控制函数	269
11.3.3	延时控制函数	269
11.4	RTX51 的任务调度	270
11.5	RTX51 的系统配置	271
11.6	RTX51 的应用举例	272
11.7	小结	275
	思考题与习题	276
第 12 章	以 MCU 为核心的嵌入式系统的设计与调试	277
12.1	嵌入式系统开发与开发工具	277
12.1.1	MCU 为核心的嵌入式系统的构成	277
12.1.2	嵌入式应用系统的设计原则	278
12.1.3	嵌入式系统的开发工具	278
12.1.4	嵌入式系统的调试	279
12.2	嵌入式系统的抗干扰技术	280
12.2.1	软件抗干扰	281
12.2.2	硬件抗干扰	281
12.2.3	“看门狗”技术	282
12.3	单片机应用系统举例——电子显示屏	285
12.4	小结	288
	思考题与习题	288
第 13 章	单片机实验指导	289
13.1	单片机在系统编程多功能实验板介绍	290
13.1.1	单片机在系统编程多功能实验板的结构图	290
13.1.2	单片机在系统编程多功能实验板的元件分布	290
13.1.3	多功能实验板的电路图	291
13.2	实验板的跳线、开关、按钮功能	292
13.3	多功能实验板涉及软件的介绍	294
13.3.1	综合测试程序的使用	294
13.3.2	在系统编程软件 Microcontroller ISP Software 的使用	295
13.3.3	单片机仿真调试集成软件包 WAVE 的使用	296
13.4	实验指导	301
	实验一 程序设计	301
	实验二 并行接口	302
	实验三 中断	305
	实验四 定时/计数器	306
	实验五 串行通信实验	309
	实验六 串行 EEPROM 实验(选做)	312

实验七 串行 D/A 实验(选做)	313
实验八 串行 A/D 实验(选做)	313
13.5 系统设计选题(课程设计)	314
附录 A MCS-51 指令表	315
附录 B C51 的库函数	320
附录 C C51 的编译、连接定位控制命令	323
附录 D 常用 IC 查询网站	325
附录 E 全国大学生电子设计竞赛试题	326

(* 为可选章节)