

 普通高等教育“十一五”国家级规划教材

Foundation and Application of Microcontroller

单片机原理及应用

■ 韩建国 舒雄鹰 编 著
航和平 田文杰

■ 杨东海 主 审



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

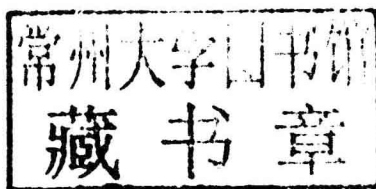


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

Foundation and Application of Microcontroller

单片机原理及应用

韩建国 舒雄鹰 航和平 田文杰 编著
杨东海 主审



中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理及应用=Foundation and Application of Microcontroller/韩建国等编著. —北京: 中国计量出版社, 2009. 12

ISBN 978-7-5026-3221-2

I. ①单… II. ①韩… III. ①单片微型计算机 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 212885 号

内 容 简 介

本教材基本覆盖了国内中文版同题教材的基本内容,并介绍了近十年来在国内外飞速发展、广泛普及的新产品技术(例如 FPGA 纳米技术和嵌入式微电路系统技术)。全书在广泛参考国外相关书籍和资料的基础上由熟悉单片机专业英语和相关知识的国内外教育工作者合作编著完成;内容简练、重点突出、系统性与前瞻性兼顾。

全书共分四篇十四章。第一篇介绍了单片机产品、技术发展的历史、现状与全貌,同时较系统地介绍了普遍涉及的基本概念;第二篇以 MCS 8051/2 系列产品为核心,并与高端、低端产品(例如 PLM 80198 与 PIC 系列)相对照介绍了传统单片机的基础核心技术;第三篇概括性地介绍了一些近十年出现的具有现代特色的新产品(例如 S3C2410A、C 8051F33X、Atmega8/L 和 AduC 812)、新技术的全貌与特征;第四篇是独立实践性学习与训练的教学指导。

本书可作为高等院校电子、电气信息领域大学生必修课或选修课教材,也可供相关领域工程技术人员参考。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010)64275360

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

三河市灵山红旗印刷厂

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787mm×1092mm 16 开本 印张 17.5 字数 400 千字

2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷

*

印数 1—3 000 定价: 33.00 元

序

近十年来,中国的数字电子技术紧跟着世界的步伐,以飞快的速度向前发展。品种丰富、数目日增的微电子产品和数字电子产品,包括单片微型控制器(在中国国内简称为单片机),注入了中国市场。从学习、理解其中最富有典型性、实际应用最广泛的单片微型控制器的基本原理与应用入手来学习、掌握数字-微电子技术,这不仅已成为越来越多的大学生和年轻工程师的强烈愿望,而且已变成了一项紧迫的任务。面对这样的形势,中国国家教育部自1998年起正式在所有理工科大学开设了《单片机原理与应用》必修课。为了满足这一日益高涨的需求,我们推出了题为《Foundation and Applications of Microcontroller》的大学教科书,经专家组评审,于2005年在高教出版社“高等教育百门精品教材建设计划选题目”中立项,并于2007年经评选纳入教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材出版计划。

本教材具备了以下特征:

1. 系统性的原理介绍与实践性的应用实例描述相结合;
2. 兼具综合性和先进性;
3. 注意培养学生的实际工作能力;
4. 深入浅出。

本书的基本内容分三个步骤及三个层次。

三个步骤如下:

第一步对单片机及其应用的概括介绍;

第二步对微控制器的基本概念、原理、功能和相关技术的针对性介绍;

第三步,在软硬件两个方面的实践性学习的指导。其中试验指导方面,在《单片机原理与应用实践教学》(中国计量出版社)中有更系统的介绍。

本教材以一个完整的模式构成,从而引导读者首先了解基本原理,进而通过完成软、硬件两个方面的原理与实践的学习而掌握实际应用技术。这三个层次指通用性的基本原理的介绍,以80C51型单片机为例的专门性介绍和覆盖有如80C196和PIC这样的若干种不同典型单片机一般性介绍。

另外,本书还有一个特殊的前移——指的是第三章,对程序设计的介绍。与一般的习惯不同,我们将这方面的内容安排在教材主要内容介绍之前,目的是要帮助读者在学习本书主要内容之前获得基本的编程能力。这样做是

有必要的,因为我们在后来的每一章的介绍中都安排了一些辅助性的编程和应用实例,用以帮助读者通过贯穿整个学习过程的编程学习获得感性知识并受到实际训练。

我们诚挚感谢为出版本教材而提供了可贵的指导与帮助的各位同行、朋友、老师和同学,并期望继续得到他们的支持。

由于我们的知识水平有限,在编著中难免有不足之处,在这里,我们恳请各位老师和同学及时予以指正。

参加本教材编著的还有维也纳大学中国留学生(科研助理)韩愈章、北京化工大学教授喻长远和讲师林冬蔚、中央人民广播电台高级工程师杜毅、北京联合大学生物化学工程系 2005 届毕业生汪月波和王明辉女士、北京冠城苑热力厂总工程师赵珍荣女士,北京吉普汽车仪表公司赵昂先生,北京第五中学特级教师杜书华先生,北京五十五中特级教师兰梅伟女士,北京一百七十三中特级教师赵玉荣女士,我们在此特向他们表示衷心感谢。

编者

2009 年 10 月 1 日于北京

Preface

Owing to the commendable help of our honorific guides, warmhearted colleagues, and intimate friends from the world, in the past 30 years, the development of digital electronic technology in China closely followed the world's step as the same time as the increase of its economy with a surprisingly high speed. A great deal of different microelectronic products and digitalelectronic products including single chip microcontrollers swarm into Chinese market. Studying and mastering the digital-and micro-electronic technology starting with understanding the principle and applications of the most typical and widely used microcontrollers had become not only a strong interest, but also an urgent task for more and more students and young technicians, especially studying the original English materials directly.

Facing such an exiting situation, the Chinese Education Ministry has set up the 《Foundation of Microcontroller with Application》 as a required standard course into all science-and technology-universities in China since 1998, and nearly along with the same time called on the entire education system to develop the English/Chinese—"bilingual teaching" method.

In order to satisfy the demand rising from the study upsurge we had planed to complicate a textbook with the theme mentioned above.

In this textbook the following features would be embodied:

1. Systematic principle description combined with practically exemplated illustration;
2. Introduction over a wide range and connection with advanced train;
3. Integrated introduction leading to practical working ability;
4. Profound explanation in simple way.

The organization of the textbook consists in three-step structure and three-degree level.

Three-step structure consists of an overview of microcontoller and its applications in the background of the microcomputer family and modern science and technology, a special description of the basic concepts, principles, functions

and related techniques of microcontrollers, and guide for practising on both sides of hardware and software systems.

Three-degree level is constructed in a complete system to lead the student or abecedarian to understand the foundation and then master the practical technology for finishing the study on both sides of principle and practice reaching the normal principle level, the special product level, and the wide sketch level over several typical types.

In addition, extension study helps the student to get a trail-connection with the international steps.

Distributed assistant program demonstration reflected in each chapter where some special descriptions on one or some practical products and some program design examples with assistances in exercises are arranged following each section of basic explanation to get the effects as mentioned above.

We are expecting that a good effect could be realized by publishing this textbook.

Editors

October 1, 2009

目 录

第一篇 全貌与概念

第一章 引言	3
1-1 数字信号处理器系列	3
1-2 单片机应用例	5
1-3 当前常用单片机特征	6
1-4 数字信号处理器发展历史	9
1-5 单片机发展中的技术提升	10
词汇与注释	13
练习与问题	14
第二章 单片机综述	17
2-1 单片机的一般组成	17
2-2 单片机的基本结构设计	20
2-3 NMOS, BMOS 和 CMOS 材料/结构技术	22
2-4 单片机的基本操作过程	24
2-5 运行在单片机中的各种周期	24
2-6 核心功能块的基本工作条件	25
2-7 单片机存储器分类	33
2-8 应用开发	33
2-9 设备封装与芯片技术	37
2-10 实践性学习—80(C)51 单片机综述	40
词汇与注释	45
练习与问题	46
第三章 程序设计入门	48
3-1 引言	48
3-2 指令系统	49
3-3 应用程序设计关键点	49
3-4 指令与程序	56
3-5 实践性学习(1)—8051 汇编语言程序设计	58
3-6 实践性学习(2)—8051C-51 言程序设计	66
3-7 PIC 汇编指令系统一览	73
3-8 MCS 8086-80196 指令系统一览	74

词汇与注释	75
练习与问题	76

第二篇 传统产品与核心技术

第四章 存储器系统	81
4-1 引言	81
4-2 半导体存储器结构	82
4-3 存储器特征	84
4-4 实践性学习(1)—存储器分布与特点	86
4-5 实践性学习(2)—80C51 型存储器扩展分布	90
4-6 汇编程序设计实例	98
词汇与注释	98
练习与问题	99
第五章 定时器与计数器	101
5-1 引言	101
5-2 定制器功能块基本原理	101
5-3 时间记录与周期定时	102
5-4 单片机的定制器、计数器双重功能	102
5-5 实践性学习—80C51 型定时器/计数器	103
5-6 8051 定时器/计数器—汇编程序设计例	111
5-7 PIC 系列定时器/计数器一览	113
5-8 80C196 系型定时器/计数器浏览	114
词汇与注释	114
练习与问题	115
第六章 中断系统与响应服务	116
6-1 引言	116
6-2 中断系统	116
6-3 中断控制与操作	118
6-4 堆栈访寻与中断服务	118
6-5 实践性学习—80C51 型中断功能	119
6-6 中断功能汇编程序设计例	122
词汇与注释	124
练习与问题	124
第七章 通信系统	126
7-1 引言	126
7-2 串行通信技术	126
7-3 实践性学习—8051 型串行通信	132
7-4 汇编语言设计实例	137

词汇与注释	141
练习与问题	142
第八章 周边设备组合	145
8-1 控制与开关	145
8-2 键盘操作	145
8-3 LED 驱动	147
8-4 LCD 控制	147
8-5 电位转换连接	149
8-6 A/D 转换控制	150
8-7 DSP 系统构造	151
词汇与注释	157
练习与问题	158
第九章 结构设计简介	160
9-1 引言	160
9-2 一些重要技术因素	161
9-3 CMOS 技术中的处理器结构	164
词汇与注释	169
练习与问题	170

第三篇 扩展产品与技术

第十章 S3C2410A 单片机	173
10-1 引言	173
10-2 S3C410A 特性	175
10-3 S3C2410A 引脚综述	177
10-4 编程器模式	177
第十一章 C8051F33X 系列	189
11-1 系统纵览	189
11-2 C8051F33X 系统功能	190
11-3 组件特性	193
11-4 引脚定义	201
11-5 直流工作条件	203
第十二章 Atmega 8(AVR 系列)	205
12-1 AVR 系列纵览	205
12-2 Atmega8/L 纵览	206
12-3 Atmega 技术参数	207
12-4 引脚描述	210
第十三章 AduC812 型单片机	213
13-1 AduC812 型单片机纵览	213

13-2 特性描述	214
13-3 主要功能描述	215
13-4 直流电压水平与温度条件	225

第四篇 实践性学习指导

第十四章 阶梯实验指导	229
实验一 认识与入门	235
实验二 P1 端口输入与输出	236
实验三 P3 端口输出继电器控制	238
实验四 简单 I/O 控制	239
实验五 定时器/计数器	241
实验六 计数器	242
实验七 外来中断	244
实验八 读/写扩展存储器	246
实验九 A/D 转换	248
实验十 D/A 转换	248
实验十一 8255—输入/输出	250
实验十二 智能仪表	
—课题性实验(1)	251
实验十三 网络—智能仪表基座	
—课题性实验(2)	252
实验十四 显示/对话功能数字仪表	
—课题性实验(3)	253
实验十五 基于 ARM 的测量/控制系统设计	
—课题性实验(4)	254
附表 1 8051 汇编指令系统表	256
附表 2 PIC16F87X 汇编指令系统表	260
参考文献	262

目 录

Part I Overview and Concepts

Chapter 1 Foreword	3
1-1 The Family of Digital Signal Processors	3
1-2 The Application Examples of Microcontrollers	5
1-3 Features of Currently Used Microcontrollers	6
1-4 The Development History of Digital Signal Processors	9
1-5 The Progresses of Microcontrollers in Their Development Tracks	10
Words and Expressions	13
Exercises and Questions	14
Chapter 2 An Overview of Microcontroller Chips	17
2-1 Normal Configurations of Microcontrollers	17
2-2 Basic Design Structures of Microcontrollers	20
2-3 Chip Technology of PMOS, NMOS, BMOS and CMOS	22
2-4 Basic Operation Process of Microcontrollers	24
2-5 Cycles Running in Microcontrollers	24
2-6 Basic Working Conditions and Core-Function Blocks	25
2-7 Memory Classification of Microcontrollers	33
2-8 Application Development	33
2-9 Device Packing and Chip Technology	37
2-10 Practical Study—An Survey of 80C51 Microcontroller	40
Words and Expressions	45
Exercises and Questions	46
Chapter 3 Introduction to Program Design	48
3-1 Introduction	48
3-2 Instruction System	49
3-3 Some Key Considerations on Application Program Design	49
3-4 Instruction and Program	56
3-5 Practical Study (1)—Assemble Program Design for 8051	58
3-6 Practical Study (2)—C-51 Program Design for 8051	66
3-7 A Glance Over PIC Assemble Instruction System	73
3-8 A Glance Over MCS 8086-80196 Instruction System	74

Words and Expressions	75
Exercises and Questions	76

Part II Classical Products and Core Technologies

Chapter 4 Memory System	81
4-1 Introduction	81
4-2 Structure of Semiconductor Memory	82
4-3 Memory Features	84
4-4 Practical Study 1—Memory Distributions and Characteristics	86
4-5 Practical Study 2—80C51 Type Memory Extensions	90
4-6 Examples of Assemble Program Design	98
Words and Expressions	98
Exercises and Questions	99
Chapter 5 Timer and Counter	101
5-1 Introduction	101
5-2 Basic Principle of Timer Function Block	101
5-3 Time Record and Timing in Cycles	102
5-4 Dual Function of Microcontroller Timer/Counter	102
5-5 Practical Study—Timer/Counters of 80C51 type	103
5-6 Examples for 8051—Assemble Program Design	111
5-7 A Glance Over Timer/Counters of PIC Series	113
5-8 A Glance over Timer/Counter of 80C196 Series	114
Words and Expressions	114
Exercises and Questions	115
Chapter 6 Interrupt System And Responding Service	116
6-1 Introduction	116
6-2 Interrupt System	116
6-3 Interrupt Control and Operation	118
6-4 Stack Access and Interrupt Service	118
6-5 Practical Study—Interrupt Functions of 80C51 Type	119
6-6 Examples of Assemble Program Design	122
Words and Expressions	124
Exercises and Questions	124
Chapter 7 Communication System	126
7-1 Introduction	126
7-2 Serial Communication Technology	126
7-3 Practical Study—Serial Communication of 8051 type	132
7-4 Examples of Assemble Program Design	137

Words and Expressions	141
Exercises and Questions	142
Chapter 8 Combination With Peripheral Devices	145
8-1 Controlling a Switch	145
8-2 Operation with Keypad	145
8-3 Driving LED	147
8-4 LCD Control	147
8-5 Connection With Level Conversion	149
8-6 A/D Control	150
8-7 Organizing a DSP system	151
Words and Expressions	157
Exercises and Questions	158
Chapter 9 Introduction to Architecture Design	160
9-1 Introduction	160
9-2 Some Important Technical Factors	161
9-3 Processor Architecture in CMOS Technology	164
Words and Expressions	169
Exercises and Questions	170

Part III Extension Products and Technologies

Chapter 10 S3C2410A Microcontroller	173
10-1 Introduction	173
10-2 Features of S3C2410A	175
10-3 Overview of S3C2410A Pins	177
10-4 Overview of Programmer's Model	177
Chapter 11 C8051F33X Series	189
11-1 System Overview	189
11-2 C8051F33X System Functions	190
11-3 Component Features	193
11-4 Pin Definition	201
11-5 DC Working Conditions	203
Chapter 12 ATmega 8 (AVR Series)	205
12-1 Overview of AVR Series	205
12-2 Overview of Atmega8/L	206
12-3 Atmega Data List	207
12-4 Pin Description	210
Chapter 13 ADuC812 Type Microcontroller	213
13-1 Overview of ADuC812 Microcontroller	213

13-2	Feature Descriptions	214
13-3	Major Function Descriptions	215
13-4	DCV Level and Temperature Conditions	225

Part IV Practice Study Guiding

Chapter 14	Practice Study Guiding	229
Experiment 1	Understand and Entrance	235
Experiment 2	Input and Output of P1 Port	236
Experiment 3	Relay Control of P3 Port Output	238
Experiment 4	Simple I/O Control	239
Experiment 5	Timer/Counter	241
Experiment 6	Counter	242
Experiment 7	External Interrupt (Ambulance Treatment)	244
Experiment 8	Write/Read Extension Memory	246
Experiment 9	A/D Convert	248
Experiment 10	D/A Convert	248
Experiment 11	8255—Input/Output	250
Experiment 12	Intelligent Instrument —Project Experiment (1)	251
Experiment 13	Network-Intelligent Instrument Basic Set —Project Experiment (2)	252
Experiment 14	Display/Dialog-able Digital-Instrument —Project Experiment (3)	253
Experiment 15	ARM Based Measure/Control System Design —Project Experiment (4)	254
Appendix 1	Lists of 8051 Assemble Instruction System	256
Appendix 2	List of PIC16F87X Assemble Instruction System	260
References		262

PART I

Overview *and* Concepts

