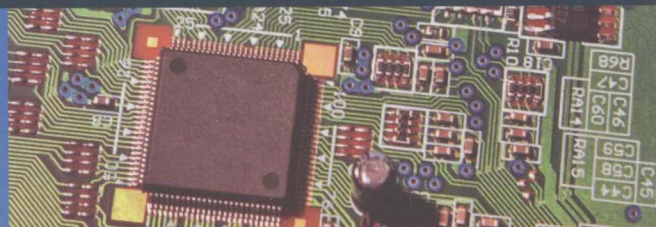




“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

Microcontroller and Interface Technology

微机原理与接口技术



王晓萍◎编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社



"十二五"普通高等教育本科国家级规划教材

*Microcontroller
and Interface Technology*

微机原理与接口技术

王晓萍◎编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP)数据

微机原理与接口技术 / 王晓萍编著. —杭州:浙江大学出版社, 2015.1

ISBN 978-7-308-13969-4

I. ①微… II. ①王… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材②微型计算机—接口技术—高等学校—教材
IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 241464 号

微机原理与接口技术

王晓萍 编著

责任编辑 徐霞

封面设计 续设计

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排版 杭州中大图文设计有限公司

印刷 德清县第二印刷厂

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 26.75

字数 619 千

版印次 2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-308-13969-4

定价 49.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: 0571-88925591; <http://zjdxcbbs.tmall.com>

序

微控制器技术的迅猛发展与广泛应用对人类社会产生了巨大影响,因此微控制器技术、微机接口技术和微机系统设计已成为电子信息类、机电控制类、仪器仪表类和计算机类专业学生必须具备的专业知识体系中的重要内容,微控制器应用能力也成为衡量这些专业大学生业务素质与能力的标志之一。

浙江大学光电系王晓萍教授在总结多年“微机原理与接口技术”等微机类课程教学和改革实践的基础上,编写了本教材。纵观全书,具有以下明显特点。

具有学科内容上的系统性、先进性。全书主要结合 8051 微控制器比较全面地讲述了微控制器原理、微机接口技术和微机系统设计。全书注重将经典技术与先进技术相结合,如对于微控制器系统的程序设计,同时介绍了汇编语言、C51 及两种程序设计方法,绝大部分实例均给出了两种语言设计的程序;对于串行接口与通信技术,除微控制器具有的 UART 外,还介绍了 RS232、RS485 通信技术以及近年来应用越来越多的 I²C、SPI、1-Wire 等串行扩展总线;对于人机接口技术,不仅介绍键盘和 LED 数码管显示接口,同时介绍了点阵式 LED 显示器、LCD 显示器和触摸屏及其接口。

具有组织结构上的科学性、严谨性。全书以 8051 微控制器为核心,硬件从微控制器原理、内部功能模块到外部的串行总线与接口、人机接口、模拟接口、数字接口等技术与应用,再到系统可靠性设计和具体系统设计案例分析;软件从指令系统、汇编程序设计到 C51 基础及程序设计。在结构上,从原理到技术再到系统,循序渐进、逐步深广,符合学科规律、工程规律;在表述上,先介绍不依赖于具体微控制器的基本概念、基本原理和基本结构,再引入 8051 微控制器的具体实现和应用,符合认知规律、教学规律。

具有原理概念上的清晰性、准确性。本书涉及的基本概念、原理多,教学难点也多,为了帮助学生尽好地理解、掌握这些概念与原理,全书在着力深入浅出地把它们讲准、讲清的基础上,还采取了一些其他办法。例如,精心设计、选编 100 余个例题,引导学生从问题出发,思考分析、触类旁通;引入、制作较多的图、表与文字阐述相互配合、相互补充,达到一目了然、相得益彰的目的;对于器件引脚、寄存器名称和指令符号等所有第一次出现的英文缩写,均提供了英文全称,并在教材最后以附录形式汇总给出,以帮助学生理解记忆。

具有教学方法上的启迪性、参考性。本书独特设计的第 0 章“课程概述”,图文

并茂地介绍了教材内容的组成和各章节的作用,以及开展课程教学的“教学内容设计”和“实践内容设计”。给出的两种不同学时的理论教学安排建议和实验教学安排建议,可满足不同专业学科在教学上的不同需求。此外,从讲授方法改革、学习方法改革、考试方法改革、硬件与软件相结合、课内与课外教学相结合、先进与传统教学手段相结合、理论与实践教学相结合等方面,提出了具体的教学方法、教学策略建议。这对于任课教师的具体教学实施具有直接的参考价值。

正因为本书具有上述特点,所以它对相应课程的教学具有较好的适用性。因此,本书对于高等院校相关专业开展微机类课程教学来说,不失为一本值得选用的好教材或好参考书,适于本科生、研究生和相关领域工程技术人员学习和参考。



2014 年 11 月 15 日

前 言

以 Intel 公司 MCS-51 微控制器内核为架构的 8051 微控制器,在庞大的 8 位微控制器家族中具有典型性、代表性,也是很多公司推出的增强型、扩展型 8051 系列微控制器的基础。通过学习掌握一种典型微控制器的原理与应用,帮助学生打下坚实基础,使他们能够迅速学习并掌握与应用其他系列的微控制器,是课程教学和教材编写的主要目标之一。因此,本书以普遍应用于国内高校教学的 8051 微控制器为例,介绍微控制器的基本原理、接口技术与应用系统设计。

作者自 1990 年主讲“微机原理与接口技术”课程以来,结合微机技术的发展,不断调整和完善教学内容,开展课程资源建设和教学方法改革,取得明显的教学效果。该课程被评为国家级精品课程和国家级精品资源共享课程。近年来,作者和课程组任课教师结合微机类课程的教学实践及相关科研经验,编写了“微机原理与接口技术”和“微机系统设计与应用”两门必修课程的教学讲义,现将两门课程的教学内容整合成本书出版。全书内容从体系上分为微控制器原理、微机接口技术和微机系统设计三大部分,循序渐进地介绍了微控制器的工作原理、组成结构和功能模块、多种接口技术及系统可靠性设计和微机系统设计实例。

第 0 章为课程概述,首先介绍了教材内容的组成结构,并对各章节内容的作用作了说明。然后介绍了课程的教学目标、教学内容设计和教学方法设计,其中教学内容设计又包括理论教学内容设计和实践教学内容设计;教学方法设计不仅包括“教授方法改革、学习方法改革和考试方法改革”等教学方法,还包括“硬件软件结合、理论实践结合、课内课外结合”的教学策略。

第 1~6 章为微控制器原理部分,重点介绍 8051 微控制器的硬件结构、指令系统、汇编语言程序设计和 8051 的 C 语言与程序设计,以及微控制器的基本功能模块:中断系统、定时器/计数器、UART 串行接口等。通过该部分内容的学习,应掌握微控制器的典型体系结构。这是微机系统设计的基础。

第 7~10 章为微机接口技术部分,包括目前常用的串行总线技术、人机接口技术、模拟接口技术和数字接口技术。通过该部分内容的学习,应掌握多种外围功能器件与微控制器的接口形式和编程方法。这是系统设计的手段。

第 11~12 章为微机系统设计部分,介绍了微机系统的可靠性设计技术与微机系统的设计实例。通过该部分内容的学习,应掌握应用系统设计的方法和总体思路,使微机系统的设计从纯功能性设计推进到综合品质设计。这是系统设计的

根本。

值得一提的是,除本理论教材外,与之配套的实验教程《微机原理与系统设计实验教程》已于2012年由浙江大学出版社出版;教育部国家级资源共享课程网站(“爱课程”,http://www.icourses.cn/coursestatic/course_4265.html)和浙江大学光电系“微机原理与接口技术”专业课程网站(<http://opt.zju.edu.cn/weijiyuanli/>)均提供了包括教学大纲、教学课件、课程视频、实践教学与相关视频等教学资源,读者可以通过教材封底的二维码扫描进入相应的网站进行分享。拓展资源还包括:课程重点难点的Flash展示,用动态形象的序列Flash帧频解析和展示抽象、复杂的控制逻辑和工作时序,从而揭示相关知识的内涵;对于课程实践教学,设置了三层次递进式(基础型、设计型、探究型)的实验内容,并配有典型实验的分析和过程讲解以及演示录像;给出了学生每年创作的大量优秀作品的设计总结、作品演示录像等内容,从学习者角度展现课程的创造性和魅力,有利于激发读者的兴趣。另外,根据本教材完善和增加的课件、课程视频以及更多知识点的Flash和相关教学资源,也将陆续推出。《微机原理与接口技术》、《微机原理与系统设计实验教程》的电子教材也在建设中,届时将提供更丰富、全面的立体化课程教学资源。

王晓萍教授参与了全书的编写、完善和审定工作;王立强副教授参与了第4、7、12章的编写,刘玉玲副教授参与了第3、5章的编写,梁宜勇副教授参与了第2、10章的编写,张秀达副教授参与了第6、10章的编写,赵文义副研究员参与了第8章部分内容的编写,蔡佩君老师参与了书稿的审核和完善工作,研究生潘乐乐、吕蒙等完成教材中例程的编写和调试。感谢同学们在讲义试用过程中提出的宝贵意见。另外,编写过程中也参考并借鉴了一些文献资料,在此一并表示衷心感谢。

由于微控制器技术发展迅速,书中错漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

作 者

2014年12月于求是园

目 录

第 0 章 课程概述	1
0.1 教材内容	1
0.1.1 微控制器原理	1
0.1.2 微机接口技术	1
0.1.3 微机系统设计	3
0.2 课程教学设计	3
0.2.1 课程教学目标	3
0.2.2 教学内容设计	4
0.2.3 教学方法设计	8

第一部分 微控制器原理

第 1 章 微机技术概述	13
1.1 微机技术的发展与应用	13
1.1.1 微机技术的两大分支	13
1.1.2 通用微型计算机	14
1.1.3 微处理器、嵌入式系统与微控制器	16
1.1.4 微控制器的发展与应用	17
1.2 微控制器的体系结构	18
1.2.1 哈佛与普林斯顿两种存储结构	19
1.2.2 CISC 与 RISC 两种指令集处理器	20
1.3 微控制器的典型结构与运行管理模式	21
1.3.1 CPU 系统	21
1.3.2 CPU 外围单元	22
1.3.3 其他功能单元	23
1.3.4 结构特点与运行管理	24
1.4 微控制器的性能与发展趋势	25
1.4.1 微控制器的性能指标	25
1.4.2 微控制器的发展趋势	26

习题与思考题	28
本章内容总结	29
第 2 章 8051 微控制器硬件结构	30
2.1 微控制器结构	30
2.1.1 组成结构	30
2.1.2 功能特点	30
2.1.3 引脚与功能	32
2.2 微控制器的工作原理	35
2.2.1 CPU 的结构与组成	35
2.2.2 微控制器的工作过程	36
2.3 存储器结构与地址空间	38
2.3.1 存储器配置	38
2.3.2 程序存储器 ROM	39
2.3.3 数据存储器 RAM	40
2.3.4 特殊功能寄存器 SFR	42
2.4 P0~P3 端口结构与特点	48
2.4.1 P0~P3 端口的内部结构	48
2.4.2 P0~P3 端口的功能分析	49
2.4.3 P0~P3 端口的结构特点与应用特性	50
2.5 时钟与复位	51
2.5.1 时钟电路与时序	51
2.5.2 复位与复位电路	53
2.6 微控制器的工作方式	54
2.6.1 低功耗工作方式	54
2.6.2 程序执行与复位方式	56
2.7 8051 微控制器的技术发展	56
2.7.1 内部资源扩展	56
2.7.2 内部资源删减	58
2.7.3 增强型 8051 微控制器简介	58
习题与思考题	60
本章内容总结	61
第 3 章 8051 指令系统与汇编程序设计	62
3.1 指令系统基础	62
3.1.1 指令系统概述	62

3.1.2 寻址方式	64
3.2 指令系统	67
3.2.1 数据传送类指令	67
3.2.2 算术运算类指令	71
3.2.3 逻辑操作类指令	75
3.2.4 控制转移类指令	77
3.2.5 位操作类指令	80
3.3 典型指令的应用	82
3.3.1 查表指令	82
3.3.2 堆栈操作指令	83
3.3.3 十进制调整指令	85
3.3.4 逻辑指令与字节状态操作	86
3.3.5 相对转移指令中偏移量的确定	87
3.3.6 程序散转与散转指令	88
3.3.7 比较指令的分支转移	89
3.4 汇编语言程序设计基础	90
3.4.1 编程语言	90
3.4.2 汇编语言编程风格	90
3.4.3 汇编程序中的伪指令	91
3.4.4 汇编与调试过程	94
3.5 汇编语言程序设计	96
3.5.1 程序设计的结构化	96
3.5.2 基本程序设计	99
3.6 子程序设计	104
3.6.1 子程序概述	104
3.6.2 子程序的参数传递	105
3.6.3 现场的保护与恢复	106
3.6.4 子程序设计举例	107
习题与思考题	110
本章内容总结	112
第4章 8051 的 C 语言与程序设计	113
4.1 C51 特点	113
4.1.1 C51 结构特点	113
4.1.2 C51 与汇编的区别	114
4.1.3 C51 与标准 C 的区别	114

4.1.4 C51 编程的优缺点	115
4.1.5 C51 编译器	115
4.2 C51 基础	115
4.2.1 数据类型	115
4.2.2 存储器类型与存储模式	117
4.2.3 数 组	119
4.2.4 指 针	120
4.2.5 函 数	122
4.2.6 预处理命令	125
4.3 C51 的流程控制	127
4.3.1 顺序结构	127
4.3.2 选择结构	127
4.3.3 循环结构	130
4.4 C51 程序设计方法	134
4.4.1 C51 语言编程风格	134
4.4.2 C51 程序设计应注意的问题	136
4.4.3 基本程序设计	137
4.5 模块化程序设计	138
习题与思考题	142
本章内容总结	143
第 5 章 中断系统	144
5.1 中断系统概述	144
5.1.1 中断的概念	144
5.1.2 中断的作用	144
5.1.3 中断源	145
5.1.4 中断系统的功能	146
5.2 8051 微控制器的中断系统	147
5.2.1 中断系统的结构	147
5.2.2 中断的控制	148
5.3 中断处理过程	152
5.3.1 中断响应的自主操作过程	152
5.3.2 中断响应条件	152
5.3.3 中断响应过程	153
5.3.4 中断响应时间	153
5.3.5 响应中断与调用子程序的异同	154

5.4 中断程序设计	154
5.4.1 中断初始化	154
5.4.2 汇编中断服务程序设计	155
5.4.3 C51 的中断函数与处理	156
5.4.4 中断程序设计举例	157
5.4.5 利用 I/O 端口扩展外部中断源	159
习题与思考题	161
本章内容总结	162
第 6 章 定时器/计数器	163
6.1 定时器/计数器概述	163
6.1.1 定时器/计数器的原理	163
6.1.2 定时器/计数器的功能	164
6.2 8051 微控制器的定时器/计数器	164
6.2.1 定时器/计数器的结构	164
6.2.2 定时器/计数器的控制	165
6.2.3 定时器/计数器的工作方式	167
6.2.4 定时器/计数器的初始化	168
6.2.5 关于计数器的“飞读”	170
6.2.6 短、中、长时间间隔的实现	170
6.3 定时器/计数器的应用	172
6.3.1 定时方式的应用	172
6.3.2 计数方式的应用	174
6.3.3 脉冲宽度的测量	175
6.3.4 扩展外部中断	177
6.3.5 实时时钟的设计	177
习题与思考题	181
本章内容总结	182

第二部分 微机接口技术

第 7 章 串行总线与通信技术	185
7.1 总线与串行通信概述	185
7.1.1 总线的概念与分类	185
7.1.2 异步通信与同步通信	186
7.1.3 串行通信的数据传送方式	188

7.1.3 通信协议与校验方式	188
7.2 8051 微控制器的 UART 接口	189
7.2.1 UART 的组成结构	189
7.2.2 UART 的工作方式	191
7.2.3 UART 的波特率	193
7.2.4 UART 的应用	194
7.3 串行通信技术与应用	204
7.3.1 RS232 通信技术	204
7.3.2 RS485 通信技术	206
7.4 I²C 串行总线	209
7.4.1 I ² C 总线概述	209
7.4.2 I ² C 总线的操作	212
7.4.3 I ² C 总线的软件模拟技术	214
7.5 SPI 串行接口	216
7.6 1-Wire 总线	218
7.6.1 1-Wire 总线概述	218
7.6.2 1-Wire 总线操作方式	219
7.6.3 1-Wire 总线应用实例	222
习题与思考题	226
本章内容总结	227
第 8 章 人机接口技术	228
8.1 键盘接口技术	228
8.1.1 键盘基础知识	228
8.1.2 独立式键盘接口	231
8.1.3 矩阵式键盘接口	234
8.2 LED 显示接口技术	241
8.2.1 LED 显示原理	242
8.2.2 数码式 LED 显示技术	244
8.2.3 点阵式 LED 显示技术	249
8.3 键盘显示管理芯片 HD7279	250
8.3.1 HD7279 的功能与引脚	250
8.3.2 HD7279 的应用	251
8.4 液晶显示接口技术	261
8.4.1 LCD 显示原理	261
8.4.2 LCD 控制器 ST7920	262

8.4.3 ST7920 控制的 12864 液晶模块	267
8.4.4 LCD 程序设计	270
8.5 触摸屏接口技术	281
8.5.1 触摸屏的组成	281
8.5.2 触摸屏的种类与原理	281
8.5.3 触摸屏的控制芯片	283
8.5.4 触摸屏的应用	286
习题与思考题	288
本章内容总结	289
第 9 章 模拟接口技术	290
9.1 模拟输入输出通道	290
9.1.1 模拟输入通道基本结构	290
9.1.2 模拟输出通道基本结构	292
9.1.3 A/D 转换器及其特性	292
9.1.4 D/A 转换器及其特性	294
9.2 A/D 转换器与接口技术	295
9.2.1 并行 A/D 转换器与接口技术	295
9.2.2 串行 A/D 转换器与接口技术	299
9.2.3 其他 A/D 转换器	303
9.2.4 A/D 转换器的应用	306
9.3 D/A 转换器与接口技术	309
9.3.1 并行 D/A 转换器与接口技术	309
9.3.2 串行 D/A 转换器与接口技术	314
9.3.3 D/A 转换器的应用	319
习题与思考题	324
本章内容总结	325
第 10 章 数字接口技术	326
10.1 数字信号调理技术	326
10.1.1 光电隔离技术	326
10.1.2 磁电隔离技术	329
10.1.3 电平转换技术	331
10.2 数字量测量技术	334
10.2.1 脉冲信号接口形式	334
10.2.2 脉冲信号测量技术	335

10.3 数字控制技术	339
10.3.1 功率驱动技术	339
10.3.2 步进电机驱动技术	342
10.3.3 直流电机驱动技术	346
10.3.4 闭环系统与 PID 控制	348
习题与思考题	350
本章内容总结	352

第三部分 微机系统设计

第 11 章 微控制器系统的可靠性设计	355
11.1 可靠性与干扰	355
11.1.1 基本概念	355
11.1.2 干扰的耦合与抑制方法	357
11.1.3 干扰的引入途径	359
11.2 硬件可靠性设计	360
11.2.1 元器件选择原则	360
11.2.2 电源抗干扰技术	361
11.2.3 系统接地技术	362
11.2.4 PCB 设计技术	364
11.2.5 低功耗设计技术	365
11.2.6 输入输出的硬件可靠性	366
11.3 软件可靠性设计	366
11.3.1 输入输出的软件可靠性	367
11.3.2 程序设计的可靠性	367
11.3.3 数字滤波技术	369
习题与思考题	373
本章内容总结	375

第 12 章 微控制器应用系统设计	376
12.1 设计过程	376
12.1.1 总体设计	376
12.1.2 硬件设计步骤	377
12.1.3 软件设计步骤	378
12.1.4 仿真与调试	379
12.1.5 文档编制	380

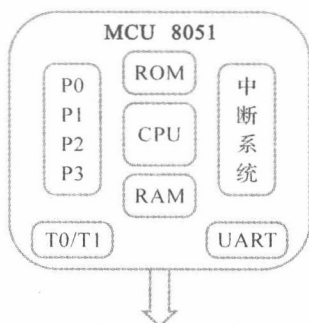
12.2 设计实例	381
12.2.1 设计要求	381
12.2.2 总体设计方案	382
12.2.3 硬件设计	382
12.2.4 软件设计	385
习题与思考题	391
本章内容总结	392
附录 1 8051 微控制器引脚中英文名称一览表	393
附录 2 特殊功能寄存器中英文名称一览表	394
附录 3 助记符缩写与全称一览表	397
附录 4 8051 微控制器指令表	398
附录 5 汇编指令操作码速查表	403
附录 6 微控制器系统设计题	404
主要参考文献	409

0.1 教材内容

全书内容从体系上设置为微控制器原理、微机接口技术和微机系统设计三大部分,循序渐进地介绍了微控制器的工作原理、组成结构和功能模块,以及微机接口技术与系统设计。

0.1.1 微控制器原理

在第1章介绍微控制器的发展历史、典型结构、性能及发展趋势后,围绕微控制器典型结构中的各个模块介绍微控制器原理,其内容与章节组成如图0-1所示。第2章介绍8051微控制器的硬件结构,包括CPU、存储器(ROM/RAM)和I/O接口等;第5章介绍8051微控制器的中断系统;第6章介绍8051微控制器的定时器/计数器;第7章的第一部分介绍8051微控制器的UART。由于微控制器的工作过程是基于硬件平台执行程序的过程,所以微控制器的工作需要硬件和软件的共同支持。对于相同的MCU硬件系统,运行不同的程序可以实现不同的功能。因此,第3章和第4章分别介绍8051指令系统与汇编程序设计、8051的C语言与程序设计。



工作过程：执行程序的过程

- 第1章 微机技术概述
- 第2章 8051微控制器硬件结构
- 第5章 中断系统
- 第6章 定时器/计数器
- 第7章 串行总线与通信技术
- 第3章 8051指令系统与汇编程序设计
- 第4章 8051的C语言与程序设计

图0-1 “微控制器原理”章节组成

0.1.2 微机接口技术

在学习“微控制器原理”的基础上,将学习微控制器连接外设的多种接口技术,从而掌