

电 子 学 基 础 系 列
E L E C T R O N I C S



MICROCOMPUTER SYSTEMS
AND INTERFACING EXPERIMENTS

微机系统与接口实验

主编 俞承芳
编著 虞惠华 杨翠微

电 子 学 基 础 系 列
E L E C T R O N I C S



**MICROCOMPUTER SYSTEMS
AND INTERFACING EXPERIMENTS**

微机系统与接口实验

主编 俞承芳
编著 虞惠华 杨翠微

图书在版编目(CIP)数据

微机系统与接口实验/俞承芳主编. —上海:复旦大学出版社,
2005.3

(电子学基础系列)

ISBN 7-309-04375-8

I. 微… II. 俞… III. ①微型计算机-理论②微型计算机-
接口 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 014562 号

微机系统与接口实验

俞承芳 主编

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路 579 号 邮编 200433

86-21-65118853(发行部) 86-21-65109143(邮购)

fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

责任编辑 梁 玲

总 编 辑 高若海

出 品 人 贺圣遂

印	刷	上海第二教育学院印刷厂
开	本	787×960 1/16
印	张	21.5 插页 2
字	数	397 千
版	次	2005 年 3 月第一版第一次印刷
印	数	1—3 100

书 号 ISBN 7-309-04375-8/T·286

定 价 33.00 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

献给复旦大学一百周年校庆

(1905-2005)

In celebration of
the 100th anniversary of Fudan University

主编简介

俞承芳，男，1947年出生，上海市人。1970年毕业于复旦大学，留校任教。长期从事电路与系统的教学与科研工作。编著有《微机原理与应用实验》、《可编程逻辑器件设计》、《音响技术》、《有线电视》、《电子系统设计》、《模拟与数字电路基础实验》等书。

内容提要

本书主要讲述微处理器系统的程序及接口电路的设计方法。

全书共分10章，分别讲述8086和MCS-51的程序设计方法，介绍基于ISA总线和MCS-51系统的微处理器系统的基本构成方法，叙述存储器与接口电路设计、并行接口的原理与设计、定时器、显示器、键盘等接口电路的设计、串行接口的原理与设计、D/A与A/D转换器的接口电路设计，以及这些接口电路的综合应用。书中包括基于ISA总线和MCS-51系统的47个实验，内容涵盖程序设计和接口电路设计，通过基本实验和提高实验两个层次实验的训练，培养并加强学生的动手能力和解决实际问题的能力。

本书取材新颖、内容翔实，可作为高等院校电子信息类高年级学生的教科书，也可供本学科和其他相关学科的工程技术人员参考。

前 言

复旦大学电子信息教学实验中心主任俞承芳教授约我为该中心编写的系列实验教材作序,我欣然同意,原因是我从切身经历中体会到实验课程的重要。

1956年,我考进复旦大学物理系。大学课程与中学课程最为不同的要算普通物理实验课了,它最难学。难在要自学实验讲义,要写预习报告,要做实验,要写实验报告。每个环节以前都未学过,实验老师对我们的要求又特别严格,我们要花费很多时间去学实验课。也就是这个实验课,使我感到收获最大,受用一生。它培养了我的自学能力、动手能力和严谨的科学态度。当年我们的系主任王福山教授十分重视实验教学。他是理论物理出身,曾与大名鼎鼎的理论物理学家海森伯(Werner Karl Heisenberg,于1932年获诺贝尔物理学奖)共事过。1956年党发出向科学进军的号召,可惜不久就被千万不要忘记阶级斗争的口号声所淹没。即使在“左”占统治地位的年代里,也是在说重实践,要动手。众所周知物质第一性,实践是检验真理的标准。科学实验是人们认识自然、建设社会、创造财富中一个很重要的环节,电子信息实验课在当前日新月异的电子科学与技术教学中更占重要地位。历年来,实验教学一直是复旦大学教学方面的一个强项,一个特色。

为培养具有创新精神的高素质人才,适应电子信息技术飞跃发展对学生知识结构和能力的要求,复旦大学电子信息教学实验中心的教师积极开展实验教学研究,改革和整合实验课程及其教学内容。经过多年的努力,中心开设了以EDA软件教学为主的《模拟与数字电路基础实验》,以硬件电路设计为主的《模拟与数字电路实验》、《微机系统与接口实验》,以系统设计能力培养为主的《电子系统设计》和以新的电子技术应用为主的《近代无线电实验》等实验课程。这些实验在基础实验阶段要求学生能了解问题,在电路设计阶段要求学生能发现问题,在系统设计阶段

要求学生能提出和解决问题,从基础知识的掌握到电路设计的训练,从电子新技术的应用到系统设计能力的培养,对学生业务能力的提高起了很大的作用。

在总结教学改革经验的基础上,该实验中心编写了一系列的实验教材,这套教材既保持了实验课程自身的体系与特色,又与相应的理论课程相衔接。在教材内容上,这套教材取材新颖,知识面宽,既将 EDA 融合在实验教学中,又强调了硬件电路和系统的设计与实现。

复旦大学电子工程系的电子学教学实验室经历赵梓光、叶君平、陈瑞涛、蓝鸿翔、吴皖光、陆廷璋等老师主持实验教学的六十、七十、八十年代,到今天在 211 工程、985 工程和世界银行贷款资助下,在校、院、系领导的大力支持下,俞承芳等教授领导的电子信息教学实验中心得到了更大的发展、充实和提高。此系列教材是实验中心全体人员努力工作的结晶,是一项很好的教学成果。

中国工程院院士、复旦大学首席教授

王威琪

2004 年 6 月

编 者 的 话

人类已进入信息时代,信息在科学技术的发展中占有重要的地位.电子技术和计算机技术的发展,使信息的电子化处理成为可能.微型计算机技术已渗透到各个应用领域.掌握微机系统与接口的设计技术是电子系统设计人员应具备的基础知识,而实验是扎实地掌握设计技术所必不可少的手段,通过实验还能增强发现问题、解决问题的能力,为设计微机应用系统打下扎实的基础.

本书以 X86 微处理器和 MCS-51 单片机为例,系统地介绍了微机的程序设计、存储器接口设计、输入输出接口设计以及简单应用系统的设计.在编写过程中,尽可能考虑教材的普及性及取材的新颖实用.全书共分 10 章:第 1 章和第 2 章分别介绍了 8086 和 MCS-51 的程序设计,讲述了 8086/8088 宏汇编语言程序、PC 机的基本硬件和调用,以及 MCS-51 单片机程序设计.第 3 章介绍微机基本系统的设计,讲述了微处理器系统的构成、PC 机的 ISA 总线扩展技术、MCS-51 单片机最小系统及系统的扩展方法、基于 CPLD 的系统实现方法.第 4 章介绍了存储器与接口,除了常用的只读存储器和随机存取存储器,还介绍了微处理器与存储器的接口.第 5 章介绍并行接口,讲述了并行接口的工作原理、基于 ISA 总线和 MCS-51 系统的并行接口电路的设计、基于 CPLD 的并行接口电路的实现,介绍了可编程并行接口电路 INTEL 8255A,以及并行接口的应用实例.第 6 章介绍计数器、定时器与接口,讲述了可编程计数/定时器 INTEL 8253 和 MCS-51 定时器.第 7 章介绍显示器与键盘接口,包括 LED 显示器接口、字符型液晶显示模块接口、键盘接口、拨盘接口、可编程键盘、显示器接口 INTEL 8279.第 8 章介绍串行通信及接口,讲述了串行通信的工作原理、串行通信的接口标准、串行通信的实现方法,还讲

述了 SPI 总线和 I²C 总线. 第 9 章介绍 D/A 转换器和 A/D 转换器接口, 讲述了并行和串行 D/A 转换器接口电路的设计、并行和串行 A/D 转换器接口电路的设计. 第 10 章为综合应用实验, 介绍了综合设计的基本步骤. 本书的每章都含实验, 其中第 1、2 章的实验为软件实验, 第 3~9 章的实验为硬件实验, 第 10 章的实验为综合实验. 这些实验中, 一部分提出了实验要求, 还给出了实施的参考方案, 而另一部分只提出实验要求, 由学生自行提出实施方案并完成实验. 实验可在 X86 的实验平台或 MCS-51 的实验平台上完成, 通过这些实验的训练, 将为以后的系统设计打下良好的基础.

《微机系统与接口实验》课程的建设得到了学校和院系领导的大力支持, 电子信息教学实验中心的诸多老师参加了课程的教学实践. 此书的编写汇集了很多老师的教学改革经验, 讲义也经多次试用并在此基础上修改完稿. 本书的第 1 章由俞承芳、虞惠华、杨翠微编写, 第 2 章由俞承芳、虞惠华编写, 第 3~10 章由俞承芳编写. 在编写的过程中还有很多老师提出意见和建议, 给予很大帮助, 在此致以衷心的感谢. 鉴于编者的水平与经验, 书中的疏漏和错误之处在所难免, 欢迎广大读者给予批评与指正, 并请提出宝贵意见.

编 者

2004 年 6 月于复旦大学

目 录

第 1 章 8086 程序设计	1
§ 1.1 8086 程序设计的实验平台	1
1.1.1 PC 机的基本配置	1
1.1.2 动态调试程序 DEBUG	2
§ 1.2 8086 程序设计	9
1.2.1 程序设计方法	9
1.2.2 8086 程序设计	10
§ 1.3 8086/8088 宏汇编语言程序	26
1.3.1 8086/8088 宏汇编语言程序的运行	26
1.3.2 宏汇编语言的源程序	31
§ 1.4 PC 机的基本硬件和调用	48
1.4.1 PC 机的基本硬件及调用方法	48
1.4.2 键盘及调用程序	50
1.4.3 显示器的调用	52
§ 1.5 软中断	72
§ 1.6 8086 程序设计实验	78
实验 1-1 DEBUG 的使用	78
实验 1-2 分支程序及循环程序	79
实验 1-3 子程序及查表程序	80
实验 1-4 宏汇编程序设计一	81
实验 1-5 宏汇编程序设计二	81
第 2 章 MCS-51 单片机的程序设计	83
§ 2.1 MCS-51 单片机的结构	83
2.1.1 存储器结构	83
2.1.2 MCS-51 单片机的片内外围电路	84
§ 2.2 MCS-51 单片机程序设计	84
2.2.1 MCS-51 单片机的程序设计方法	84

2.2.2 MCS-51 程序设计	85
§ 2.3 MCS-51 单片机系统的程序设计	101
2.3.1 专用系统的系统程序构成	101
2.3.2 MCS-51 单片机系统程序的设计	104
§ 2.4 MCS-51 程序设计实验	105
实验 2-1 简单程序与仿真器调试实验	105
实验 2-2 程序设计实验	105
第 3 章 微机基本系统的设计	107
§ 3.1 微处理器系统的构成	107
3.1.1 微处理器的总线	107
3.1.2 微处理器的支持电路	112
3.1.3 外围设备的扩展方法	114
§ 3.2 PC 机的总线技术	120
3.2.1 16 位微处理器的接口电路	120
3.2.2 PC 机的总线	122
3.2.3 PC XT 总线	125
3.2.4 ISA 总线	127
§ 3.3 ISA 总线扩展技术	130
3.3.1 ISA 总线的基本时序	130
3.3.2 基本 I/O 地址、中断及 DMA 的分配	133
3.3.3 接口的扩展	135
§ 3.4 MCS-51 单片机扩展技术	138
3.4.1 最小系统	138
3.4.2 系统的扩展方法	140
§ 3.5 基于 CPLD 的实现方法	140
3.5.1 系统的基本构成与地址译码	140
3.5.2 数据总线的扩展	141
§ 3.6 微机基本系统构成实验	143
实验 3-1 PC 总线的基本系统与地址译码	143
实验 3-2 基于 CPLD 的 MCS-51 最小系统设计	144

第 4 章 存储器与接口	145
§ 4.1 常用存储器	145
4.1.1 只读存储器	145
4.1.2 随机存取存储器	151
§ 4.2 微处理器与存储器的接口	154
§ 4.3 存储器信息的断电保护	158
§ 4.4 存储器扩展实验	159
实验 4-1 以 MCS-51 为平台的存储器扩展实验	159
第 5 章 并行接口	161
§ 5.1 并行通信的传送方式	161
5.1.1 无条件传送	161
5.1.2 查询方式传送	164
5.1.3 程序中断方式传送	167
§ 5.2 并行接口实例	168
5.2.1 基于 ISA 总线的并行接口电路	168
5.2.2 MCS-51 系统的并行接口	172
5.2.3 基于 CPLD 的并行接口电路的实现	173
§ 5.3 可编程并行接口电路 INTEL 8255A	177
5.3.1 INTEL 8255A 的接口信号与工作方式	177
5.3.2 INTEL 8255A 的编程	180
5.3.3 INTEL 8255A 应用举例	182
§ 5.4 并行接口的应用	185
5.4.1 并行打印机接口	186
5.4.2 PC 机的并行接口	188
5.4.3 并行接口用于状态、控制量	192
§ 5.5 并行接口电路实验	194
实验 5-1 以 PC 机为标准电路的并行接口电路实验	194
实验 5-2 以 PC 机为平台的 CPLD 的并行接口电路实验	195
实验 5-3 以 MCS-51 为标准电路的并行接口电路实验	195
实验 5-4 以 MCS-51 为平台的 CPLD 的并行接口电路实验	196
实验 5-5 基于可编程接口电路 8255A 的并行接口电路实验	196

第6章 计数器、定时器与接口	197
§ 6.1 可编程计数/定时器 INTEL 8253	197
6.1.1 INTEL 8253 的接口信号与工作方式	197
6.1.2 INTEL 8253 的编程	198
6.1.3 8253 的应用举例	200
§ 6.2 MCS-51 定时器	204
§ 6.3 定时器实验	207
实验 6-1 基于 PC 平台的 INTEL 8253 的接口设计与使用	207
实验 6-2 基于 MCS-51 平台的 INTEL 8253 的接口设计与使用	208
实验 6-3 基于 MCS-51 平台的片内定时器的应用	208
第7章 显示器与键盘接口	209
§ 7.1 显示器接口	209
7.1.1 七段数码显示器	209
7.1.2 静态显示接口	211
7.1.3 动态显示	213
7.1.4 点阵显示	215
§ 7.2 字符型液晶显示模块的应用	216
7.2.1 字符型液晶显示模块的原理	216
7.2.2 字符型液晶显示模块的软件特性	220
7.2.3 字符型液晶显示模块的接口技术	224
§ 7.3 键盘接口	229
7.3.1 单排按键与 CPU 的连接	229
7.3.2 键盘与 CPU 的连接	230
7.3.3 键盘接口设计	234
§ 7.4 拨盘与接口	237
7.4.1 拨盘开关	237
7.4.2 多片拨盘开关与 CPU 的连接	239
§ 7.5 可编程键盘、显示器接口 INTEL 8279	241
7.5.1 INTEL 8279 的接口信号与工作方式	241
7.5.2 INTEL 8279 的编程	247
7.5.3 INTEL 8279 的应用	250
§ 7.6 显示器与键盘实验	252

实验 7-1 以 PC 机为平台的 LED 显示器实验	252
实验 7-2 以 PC 机为平台的 LCD 显示器实验	253
实验 7-3 以 MCS-51 为平台的 LED 显示器实验	253
实验 7-4 以 MCS-51 为平台的 LCD 显示器实验	254
实验 7-5 以 PC 机为平台的键盘实验	254
实验 7-6 以 MCS-51 为平台的键盘实验	255
实验 7-7 INTEL 8279 的使用	255
第 8 章 串行通信及接口	256
§ 8.1 串行通信	256
8.1.1 并行通信与串行通信	256
8.1.2 异步通信与同步通信	256
8.1.3 数据传输方式	257
8.1.4 串行通信的方式	258
§ 8.2 串行通信的接口标准	259
8.2.1 EIA RS-232-C 标准	259
8.2.2 RS-422/RS-485 标准	262
8.2.3 电流环接口	266
§ 8.3 串行通信的实现	267
8.3.1 串行通信的软件实现	267
8.3.2 可编程通信接口 INTEL 8251	268
8.3.3 MCS-51 串行接口	275
§ 8.4 用于系统内部的串行通信接口	279
8.4.1 SPI 总线	279
8.4.2 I ² C 总线	283
§ 8.5 串行接口的 CPLD 实现	287
§ 8.6 串行通信实验	289
实验 8-1 基于 PC 平台的 INTEL 8251 接口的设计与使用	289
实验 8-2 基于 MCS-51 平台的 INTEL 8251 接口的设计与使用	289
实验 8-3 基于 MCS-51 平台的片内串口的应用	290
实验 8-4 基于 MCS-51 平台的 I ² C 总线的扩展	290

第9章 D/A 转换器和 A/D 转换器接口	291
§ 9.1 D/A 转换器及其接口	291
9.1.1 D/A 转换器的结构和技术指标	291
9.1.2 不带锁存器的 D/A 转换器及其接口	292
9.1.3 带锁存器的 D/A 转换器及接口	294
9.1.4 大于 8 位的 D/A 转换器的接口	298
9.1.5 串行接口的 D/A 转换器	301
§ 9.2 A/D 转换器及其接口	304
9.2.1 8 位 A/D 转换器与 8 位 CPU 的接口	304
9.2.2 大于 8 位的 A/D 转换器接口	306
9.2.3 双积分式 A/D 转换器接口	310
9.2.4 串行接口的 A/D 转换器	313
§ 9.3 应用实例	314
§ 9.4 D/A 转换器与 A/D 转换器实验	318
实验 9-1 基于 PC 平台的 D/A 转换器实验	318
实验 9-2 基于 PC 平台的 A/D 转换器实验	318
实验 9-3 基于 MCS-51 平台的 D/A 转换器实验	319
实验 9-4 基于 MCS-51 平台的 A/D 转换器实验	319
第10章 综合应用实验	320
§ 10.1 综合设计的基本步骤	320
§ 10.2 综合设计实验	322
实验 10-1 洗衣机的程序控制	322
实验 10-2 交通灯控制电路	323
实验 10-3 按键式电话	324
实验 10-4 数字式密码锁	324
实验 10-5 钟控装置	325
实验 10-6 智力测验抢答器	325
实验 10-7 彩色音乐演奏器	326
实验 10-8 反应速度测试仪	326
实验 10-9 篮球三十秒显示器	327
实验 10-10 照相机自拍指示	327
实验 10-11 流水线监视器	327

实验 10-12 程控信号发生器	328
实验 10-13 信号的重现	329
实验 10-14 I ² C 存储器的应用	330
参考文献	331