



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



新坐标大学本科电子信息类专业系列教材

微型计算机原理与接口技术 实验指导

邹逢兴 滕秀梅 徐晓红 编

清华大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



新坐标大学本科电子信息类专业系列教材

微型计算机原理与接口技术 实验指导

邹逢兴 滕秀梅 徐晓红 编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是《微型计算机原理与接口技术》(清华版,邹逢兴主编)一书的配套实验指导书。

根据教育部“教指委”关于微机原理与接口类课程对实验教学的要求,以及国内高校实践性教学环节改革的现状和趋势,本书将实验分为“推荐的基本实验”和“推荐的扩展实验”两大类,共设计了31个典型实验。其中,基本实验15个,以满足教学基本要求为目的,且每个实验都提出了类型大同小异、工作量及难度大体相当的任务A和任务B,前者给出实验的硬件、软件参考方案,后者只给出实验原理提示和设计思路提示;扩展实验16个,旨在满足课程设计、课外创新实践等课内外综合性、研究探索性实践活动的选题需要。

本书可作为普通高等学校工科微机原理类课程实验和课程设计的指导书,也可作为大学生开展课外电子设计、科技创新实践活动的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与接口技术实验指导/邹逢兴,滕秀梅,徐晓红编. —北京:清华大学出版社,2009.1

(新坐标大学本科电子信息类专业系列教材)

ISBN 978-7-302-19130-8

I. 微… II. ①邹… ②滕… ③徐… III. ①微型计算机—理论—实验—高等学校—教学参考资料 ②微型计算机—接口—实验—高等学校—教学参考资料 IV. TP36-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 202221 号

责任编辑:王一玲 陈志辉

责任校对:焦丽丽

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京市清华园胶印厂

经 销:全国新华书店

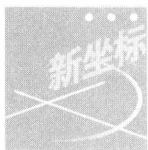
开 本:185×260 印 张:10.5 字 数:256 千字

版 次:2009 年 1 月第 1 版 印 次:2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:19.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:016161-01



编委会名单

顾问(按姓氏音节顺序):

- | | |
|-----|---------------|
| 李衍达 | 清华大学信息科学技术学院 |
| 邬贺铨 | 中国工程院 |
| 姚建铨 | 天津大学激光与光电子研究所 |

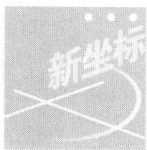
主任:

- | | |
|-----|-----------|
| 董在望 | 清华大学电子工程系 |
|-----|-----------|

编委会委员(按姓氏音节顺序):

- | | |
|-----|-------------------|
| 鲍长春 | 北京工业大学电子信息与控制工程学院 |
| 陈 怡 | 东南大学高教所 |
| 戴瑜兴 | 湖南大学电气与信息工程学院 |
| 方达伟 | 中国计量学院信息工程学院 |
| 甘良才 | 武汉大学电子信息学院通信工程系 |
| 郭树旭 | 吉林大学电子科学与工程学院 |
| 胡学钢 | 合肥工业大学计算机与信息学院 |
| 金伟其 | 北京理工大学信息科技学院光电工程系 |
| 孔 力 | 华中科技大学控制系 |
| 刘振安 | 中国科学技术大学自动化系 |
| 陆大缙 | 清华大学电子工程系 |
| 马建国 | 西南科技大学信息与控制工程学院 |
| 彭启琮 | 成都电子科技大学通信与信息工程学院 |
| 仇佩亮 | 浙江大学信电系 |
| 沈伯弘 | 北京大学电子学系 |

童家榕	复旦大学信息科学与技术学院微电子研究院
汪一鸣(女)	苏州大学电子信息学院
王福源	郑州大学信息工程学院
王华奎	太原理工大学信息与通信工程系
王 瑶(女)	美国纽约 Polytechnic 大学
王毓银	北京联合大学
王子华	上海大学通信学院
吴建华	南昌大学电子信息工程学院
徐金平	东南大学无线电系
阎鸿森	西安交通大学电子与信息工程学院
袁占亭	甘肃工业大学
乐光新	北京邮电大学电信工程学院
翟建设	解放军理工大学气象学院 4 系
赵圣之	山东大学信息科学与工程学院
张邦宁	解放军理工大学通信工程学院无线通信系
张宏科	北京交通大学电子信息工程学院
张 泽	内蒙古大学自动化系
郑宝玉	南京邮电学院
郑继禹	桂林电子工业学院二系
周 杰	清华大学自动化系
朱茂镒	北京信息工程学院



序言

“新坐标大学本科电子信息类专业系列教材”是清华大学出版社“新坐标高等理工教材与教学资源体系创新与服务计划”的一个重要项目。进入21世纪以来,信息技术和产业迅速发展,加速了技术进步和市场的拓展,对人才的需求出现了层次化和多样化的变化,这个变化必然反映到高等学校的定位和教学要求中,也必然反映到对适用教材的需求。本项目是针对这种需求,为培养层次化和多样化的电子信息类人才提供系列教材。

“新坐标大学本科电子信息类专业系列教材”面向全国教学研究型和教学主导型普通高等学校电子信息类专业的本科教学,覆盖专业基础课和专业课,体现培养知识面宽、知识结构新、适应性强、动手能力强的人才的需要。编写的基本指导思想可概括为:

1. 教材的类型、选题和大纲的确定尽可能符合教学需要,以提高适用性。教材类型初步确定为专业基础课和专业课,专业基础课拟按电子信息大类编写,以体现宽口径;专业课包括本专业和非本专业两种,以利于兼顾专业能力的培养与扩展知识面的需要。选题首先从目前没有或虽有但不符合教学要求的教材开始,逐步扩大。

2. 重视基础知识和基础知识的提炼与更新,反映技术发展的现状和趋势,让学生既有扎实的基础,又了解科学技术发展的现状。

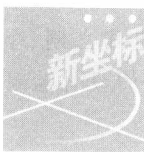
3. 重视工程性内容的引入,理论和实际相结合,培养学生的工程概念和能力。工程教育是多方面的,从教材的角度,要充分利用计算机的普及和多媒体手段的发展,为学生建立工程概念、进行工程实验和设计训练提供条件。

4. 将分析和设计工具与教材内容有机结合,培养学生使用工具的能力。

5. 教材的结构上要符合学生的认识规律,由浅入深,由特殊到一般。叙述上要易读易懂,适合自学。配合教材出版多种形式的教学辅助资料,包括教师手册、学生手册、习题集和习题解答、电子课件等。

本系列教材已经陆续出版了,希望能被更多的教师和学生使用,并热忱地期望将使用中发现的问题和改进的建议告诉我们,通过作者和读者之间的互动,必然会形成一批精品教材,为我国的高等教育作出贡献。欢迎对编委会的工作提出宝贵意见。

“新坐标大学本科电子信息类专业系列教材”编委会



前言

本书是清华大学出版社2007年12月出版的“十一五”国家级规划教材《微型计算机原理与接口技术》(邹逢兴主编)的配套实验指导书。

“微型计算机原理与接口技术”课程的实践性很强,有关基础知识、基本原理和基本方法技能仅靠课堂教学是很难深刻理解的,必须通过大量的上机实践和动手实验,才能加深理解、较好掌握。因此,实验教学是该课程教学的重要组成部分,它和课堂教学紧密配合、互为补充,才能达到课程教学的基本目的和要求。

根据微机原理与接口类课程(也叫计算机硬件技术基础类课程)对实验教学的要求,以及国内高校实践性教学环节改革的现状和发展趋势,本书将实验分为“基本实验”和“扩展实验”两大类向用户推荐。前者以帮助学生理解、掌握和灵活应用微机原理与接口的基本知识,培养基本技能和设计能力,达到教学基本要求为目的,包括15个典型的基本实验,可满足绝大多数学校对相关课程课内实验的选题需要;后者包括16个典型的扩展实验,相对于前者,其综合性、研究探索性较强,因而复杂性较高,难度较大,可满足指导学生开展课程设计和课外创新实践活动的需要,或者满足部分学校在更宽的范围内选择课内实验题目的需要。无论基本实验还是扩展实验,除个别属原理验证、功能认知性实验外,基本上都是设计性实验,完全可适应设计性、创新性、开放性实验改革的需要。

本实验指导书可适用于各类学校不同教学要求的微机原理和接口技术课程。教师需根据具体的教学要求选择不同的内容组合:基本实验分为类型大同小异、工作量及难度大体相当的任务A和任务B,任务A中给出实验原理和实验的软硬件参考方案,任务B中只给出原理提示和设计思路启发;扩展实验一律只给出原理提示和设计思路启发,由实验者自主完成实验方案的设计。这样教师可为不同层次的学生选择不同的题目及要求开展实验教学。

本书和主教材及配套出版的教学辅导书、多媒体CAI课件等一起,构成“微型计算机原理与接口技术”课程的立体化教材体系,旨在对采用《微型计算机原理与接口技术》一书作为主教材的教师和学生提供全方位的教学支持。当然,对于其他读者,本书同样是一本适用性很强的教学参考书,亦可作为考研辅导书。

本书由邹逢兴主编,并负责统稿;滕秀梅主笔编写,徐晓红参编。教学组陈立刚、李春、史美萍、李治斌、薛小波、李红、罗兵等同仁和部分研究生参加了实验方案的设计验证工作,在此一并致谢!

由于编者水平有限,错误在所难免,欢迎读者批指正。

邹逢兴

2008年7月于国防科技大学



目 录

第 1 部分 本课程实验须知	1
1.1 实验总目标要求	1
1.2 实验实施指南	2
1.2.1 重视实验方案设计	3
1.2.2 认真做好实验准备	4
1.2.3 仔细观测实验现象,如实记录实验数据	6
1.2.4 分析故障原因,精心排除故障	6
1.2.5 按规范撰写实验报告	9
1.3 实验支撑平台	9
1.3.1 硬件平台: DLE-KD 微机硬件实验系统	10
1.3.2 软件平台: 未来汇编 FASM	15
1.4 上机编程操作指南	21
1.4.1 汇编语言程序的建立和执行	21
1.4.2 编辑生成汇编语言源程序(*.ASM)	23
1.4.3 汇编生成目标文件(*.OBJ)	23
1.4.4 连接生成可执行文件(*.EXE)	24
1.4.5 未来汇编下调试程序的应用	24
1.5 DOS 和 BIOS 功能调用及调用方法	26
1.5.1 DOS 系统功能调用表	27
1.5.2 BIOS 功能调用表	33
1.5.3 DOS、BIOS 功能调用方法	39
1.6 建立中断入口地址的方法	42
1.6.1 用户中断向量的设置	42
1.6.2 对 8259 的开中断(中断允许)/ 关中断(中断屏蔽)控制	44
1.6.3 建立中断入口地址示例	44
第 2 部分 推荐的基本实验	47
2.1 汇编语言程序的建立与执行实验	47
2.2 汇编语言程序设计实验	48

2.3	存储器扩展实验	53
2.4	I/O 端口地址扩展实验	55
2.5	中断机理认知实验	57
2.6	8259 扩展实验	59
2.7	8255 并行接口实验	63
2.8	8250 串行接口实验	67
2.9	8253/8254 定时器/计数器实验	69
2.10	实时电子时钟实验	72
2.11	交通信号灯实时控制系统设计实验	75
2.12	开关/显示接口实验	80
2.13	键盘/显示接口实验	81
2.14	ADC 与 DAC 综合应用实验	84
2.15	步进电机控制系统设计实验	88
第 3 部分	推荐的扩展实验	93
3.1	ADC、DAC 与 8255 综合应用实验	93
3.2	8259、8253/8254 与 ADC、DAC 综合应用实验	95
3.3	LED 大屏幕显示阵列实验	102
3.4	彩色音乐演奏器实验	104
3.5	照相机自拍指示装置实验	108
3.6	电缆通断状态检测自动化实验	109
3.7	出租车计程计价器设计实验	113
3.8	温控系统设计实验	116
3.9	机械手群控系统设计实验	119
3.10	广播电视节目自动播放系统设计实验	124
3.11	智能化数字频率计设计实验	127
3.12	智能化多功能波形发生器设计实验	131
3.13	智能化竞赛抢答器设计实验	134
3.14	多功能电话服务系统设计实验	138
3.15	洗衣机控制系统设计实验	142
3.16	智能化电饭煲设计实验	146
附录		150
附录 A	80x86 指令系统表	150
附录 B	系统中断	153
附录 C	ASCII 码表及控制符号定义	154
参考文献		155



第 1 部分

本课程实验须知

完成微机原理与接口技术的实验,需有必要的硬件、软件支撑条件。一般说来,必备条件应该具有一台装有 DOS 或 Windows 的 386 以上 PC 系列微机、一个微机硬件实验平台和一组进行汇编语言程序设计所需的工具软件。其中工具软件包括编辑程序、汇编程序、连接程序和调试程序等。早先,这几种工具软件一般是分别提供和选用的,如编辑程序 EDIT、TC,汇编程序 ASM、MASM,连接程序 LINK,调试程序 DEBUG 等,它们适合于在 DOS 环境下使用。近年来,多使用基于 Windows 环境的集程序编辑、编译、连接、调试于一体的未来汇编(FASM)作为汇编语言程序开发软件。目前常用的微机硬件实验平台有清华大学同方集团教学仪器设备公司生产的 TPC-H 通用微机接口实验系统,以及北京地杰凌云科技发展有限公司生产的 DLE-II 型和 DLE-KD 型微机硬件实验平台等。

1.1 实验总目标要求

实验教学是课堂教学的补充、延伸和深化,是课程教学的重要组成部分。实验教学总的目的是,通过与课堂教学的密切配合,巩固和扩充课堂讲授的理论知识,加深对课堂教学内容的理解;训练科学实验的基本技能和工程实践的基本方法,养成严谨的科学态度和工作作风,培养应用所学理论知识独立分析、解决实际问题的能力和实际动手能力。

为了达到上述预期目的,要求学生在每个实验前都按实验的具体要求认真预习,准备实验方案;在实验过程中严格按照科学的操作方法进行实验,做好原始记录;实验结束后认真整理现场,物归原位,并按规范撰写实验报告。具体实验步骤,尽管因各个实验的目的、任务、内容和难易程度的不同而有所不同,但大体上还是应遵循以下基本方

法、步骤来完成每一个实验。

(1) 设计实验方案,包括实验系统总体设计方案和硬件、软件实现的详细方案(电路原理和器件引脚连线图,以及源程序清单等)。

(2) 如果是研究探索性实验和综合应用性实验,由于各人的选题和设计方案差别较大,元器件的选择有很大分散性,所以实验前应向实验室提交元器件清单,以利于实验室事先做好准备。

(3) 现场安装布线(如有条件,也可将实验箱或面包板或其他通用插接、焊接电路板和实验器材从实验室领回去安装布线)。

(4) 确认安装布线正确无误后开机上电,进行硬件调试,观察系统有无异常。有异常时,分析、排除故障,必要时应关机查错。

(5) 装入实验程序,进行软件调试。

(6) 软件、硬件联调。观察和记录各预定点的电平、参数值或波形,并和理论分析结果相比较。如不符合,分析原因,排除故障。

(7) 如果是测控类实验,观测、检查测控效果,调整参数、逐步改进,直至获得满意的实验结果。

(8) 请实验指导教师核验实验完成情况。

(9) 关机,清理现场。

(10) 撰写实验报告。

通过本课程实验,在业务上应使学生达到如下要求:

(1) 加深对计算机及其基本组成部分的工作原理和工作机制的理解。

(2) 具有应用 80x86 指令系统设计和调试汇编语言程序的能力,较熟练掌握编辑程序、汇编程序、连接程序和调试程序等工具软件的使用。

(3) 掌握典型接口芯片和模拟通道器件(如 ADC、DAC 等)的性能特点和正确使用方法,并初步具有应用可编程接口芯片和数字电子技术进行 I/O 接口(包括接口电路和接口驱动程序)设计的能力。

(4) 初步具有综合应用微机原理和接口技术独立分析、设计和调试一般微机应用系统的能力。

(5) 加深了解常用实验仪器、设备的基本工作原理,掌握正确使用方法。

(6) 初步具备自行拟定实验步骤、检查和排除故障、分析和综合实验结果以及撰写实验报告的能力。

1.2 实验实施指南

判断一个实验做得好坏的依据,主要是实验结果的可靠性、可信性以及是否达到了预期的实验目的和要求。当然,在设计和完成实验的过程中,经济性也是一个重要指标,即以尽可能少的人力、财力和时间消耗来获得实验的成功,最大限度地提高实验效率。

做好一个实验的关键是,事先根据实验要求,在实验室能提供的设备器件等资源条件

下,设计出合理的实验方案,并据此做好必要的实验准备。在实验过程中,按照正确的方法进行观测、记录,分析、查找和排除故障,对于提高实验效率和获得实验成功也十分重要。本节将对这两方面和撰写实验报告等问题重点加以说明。

1.2.1 重视实验方案设计

设计实验方案的根本依据,是实验目的要求和实验室所能提供的资源条件。本教程所编入的实验,其目的要求不外乎以下几点:

- (1) 熟悉某种原理、机理或方法,设计相应功能的电路或(和)程序。
- (2) 熟悉某种芯片的性能,掌握其应用。
- (3) 熟悉系统扩充的方法,掌握扩充部件的硬件连接和软件编程。
- (4) 初步掌握微机对开关量、数字量和模拟量的测量或(和)控制方法。
- (5) 初步掌握组建微机测控类应用实验系统的基本方法和实验技能。

在明确目的要求的基础上,应弄清实验中将要涉及的基本原理、将要采用的方法或算法、将要测量控制的对象及其参数等。

对于只涉及微机工作原理、微机部件工作原理和存储器与 I/O 接口芯片扩展的一般性应用实验,方案设计比较简单,只需设计相应的软件,或者设计相应的硬件连接电路,或者在硬件连接电路的基础上再配以相应的驱动程序,即可完成实验。

对于测量和监控类应用实验,首先要弄清楚被测的是开关量、数字量还是模拟量。针对不同被测对象的状态或参数变化范围,测量的精度和速度要求,选用合适的传感器、A/D 转换器或者其他接口器件,以组成基本测量系统。与此同时,可能还要根据具体情况,考虑解决传感信号的放大、滤波和线性化等预处理问题,以及实验结果的处理、记录和表达等问题。

对于控制类应用实验,需要考虑的问题更多一些。除了要考虑在测量或监控类实验中的问题外,还要明确被控对象的参数及控制精度、控制周期要求,选用合适的控制执行器件,设计相应的驱动控制电路(执行器接口)和满足要求的控制算法等。

总之,在实验方案设计阶段,对实验者综合运用所学理论知识分析、解决实际问题的能力提出了较高的要求,同时对实验者也是一个深化、拓宽学习内容,充分发挥主观能动性和聪明才智的极好机会。在这个阶段,实验者对教材和有关参考文献要认真消化,对实验室实际可提供的设备、器材和时间、空间等资源条件要心中有数。只有这样,才能设计出既先进又切实可行的实验方案。否则,一个技术上很先进、水平很高的实验方案,很可能由于不具备实现条件而成为一纸空文,反而影响实验的进程和效率。

要特别说明的是,实验者在设计实验方案时,应处理好继承性与创造性的关系。根据实验目的和实验条件,本次实验系统中那些在前面实验中已被证明是成功的软件、硬件模块,可以直接继承引用。这样可集中力量去解决本实验中的主要关键问题、特殊问题,或在某些环节上作一些新的探索,以便每做一个实验都有新的提高和收获。

在实验方案设计的最后阶段,应绘制出实验系统的硬件、软件功能框图,并写出简要说明,以作为实验准备和实施的依据。实验系统的硬件功能框图不必画得很细,它不同于逻辑电路原理图,更不是安装布线图,只要能表达清各功能单元之间的联系和控制流即

可。同样,实验系统的软件功能框图也只需表达清各主要程序模块之间的联系。实验方案的说明应着重于为达到实验要求而采取的主要技术措施和方法。如有可能,对于研究探索性设计实验和综合应用性实验,最好能提出多个方案设想,并对各方案的优劣利弊作出评价、说明和比较,在比较的基础上作出取舍,确定实验方案。

1.2.2 认真做好实验准备

在确定好实验方案后,即可着手具体的实验准备工作。实验准备工作一般包括以下几项内容。

1. 设计和绘制实验系统的电路原理图

在设计电路原理图时,微型计算机和传感器、执行器等可画简图,而它们之间的接口部分应画详图。对逻辑线路,应根据实际可提供的器件情况,运用逻辑化简的理论尽可能简化,力争用较少的逻辑器件实现所要求的功能,以提高系统的经济性和可靠性。另外,要注意器件的带负载能力。所用器件的实际负载量应小于手册规定的额定值,否则,会引起实验系统工作可靠性降低,甚至会损坏器件或设备。

2. 设计实验系统的安装布线图,并按图安装布线

安装布线图包括元器件在实验板上物理位置的安排、元器件间的连线和各种功能走线(如数据线、地址线、控制线和电源线等)的安排。尽管实验系统和实际应用系统相比一般功能比较简单,但仍会用到较多的芯片,芯片间的连线往往错综复杂。排列布线的好坏,将直接影响实验进行的效率和可靠性,甚至会关系到实验的成败。因此,安装布线图虽然画起来较繁,但它作为安装布线和核查的依据,对大多数实验来说是不可缺少的实验准备环节。

(1) 关于器件安排

器件安排是否合理,不仅直接影响到实验系统的走线、调试以及外观,而且对系统的电气特性有一定影响。尽管器件在实验箱、面包板(或其他插接板)上的安排布局并没有固定的模式,可以因人而异,但有些共同的原则还是应该遵循的:

① 尽可能按主电路信号流向的顺序安排各级 IC 功能块的位置,一般系统输入级在左,输出级在右,中间将逻辑关系紧密的芯片尽量安置在一起。这样有利于缩短走线长度,使结构布局整齐、便于检查。当芯片较多,而板面长度有限时,则可布置成“U”字形,“U”字形的开口一般应尽量靠近系统板引出线处,以利于输入级的输入线、输出级的输出线与引出线之间的连接。

② 电阻、电容、二极管等其他辅助性电路元器件,应按级就近安置于相应 IC 芯片附近。若有发热量较大的元器件,则应注意它与 IC 芯片的间距要足够大。

③ 所有 IC 芯片的插放方向应保持一致,以利于布线和查线。一般置于使实验者芯片型号标志为正向的方向(即芯片上的方向标志——缺口或小孔的位置在左侧)。电源通常从每块面包板的最上一排插孔引入(但有多不同电源时要注意分开),而地线则安排在最下一排插孔中。这种安排正好与大多数 IC 芯片的电源引脚在上、地线引脚在下的引

脚排列规律一致。

(2) 关于布线

在布线方面,主要是尽可能避免或减少线路的噪声影响,以保证良好的电特性。所谓线路的噪声,主要包括连线间的电磁感应噪声,信号电流在杂散阻抗(线电感和分布电容)和公共阻抗(电源内阻、地线阻抗、输出阻抗)中产生的噪声,以及由于元件阻抗不匹配而产生的传输线反射的噪声。为最大限度地减小布线产生的噪声影响,布线时一般应遵循以下几项原则:

① 布线最好按顺序进行,不要随便接线,以免造成漏接。一般可先接电源线、地线和 IC 芯片的多余输入端,再按信号流向顺序依次布线。布线时走线应尽可能短,一般不要超过 30cm。

② 输入级的输入线与输出级的输出线、强电流线与弱电流线、高频线与低频线等应分开走线,相互间应隔开足够距离,以避免相互影响。脉冲信号线的平行布线长度也应尽量缩短,缩短确有困难时,可在其间插入一根两头接地的连线或采用双绞线。

③ 合理接地。为避免各级电流通过地线等效电阻时产生串扰,特别是输出级电流通过地线对输入级产生反馈干扰,以及数字电路部分电流通过地线对模拟电路产生干扰,通常采用地线割裂法使各级地线自成回路,然后再酌情采用并联或串联的点接地方式。对一般低频电路,适于采用并联一点接地方式,如图 1.1(a)所示,这样可完全消除级与级之间通过地线产生的耦合干扰。对高频电路,则宜采用串联一点接地方式,如图 1.1(b)所示,这样利于各级地线就近接地,缩短接地线长度,抑制寄生振荡,消除地线间的高频互感耦合干扰。对既有高频部分又有低频部分,或者工作频率在 $1\sim 10\text{MHz}$ 的系统,则可采用并联和串联混合的一点接地方式,即低频部分并联一点接地,高频部分串联一点接地;或者将各单元分成若干组,组内并联一点接地,组间串联一点接地。

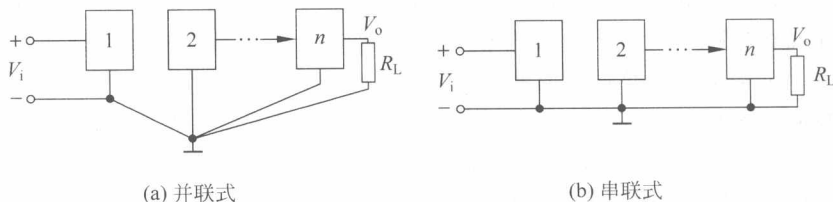


图 1.1 一点接地方式

④ 在传输线的驱动门和接收门的电源与地线引脚间,最好就近加接 $0.01\sim 0.1\mu\text{F}$ 的高频去耦电容。

⑤ 布线时最好贴紧面包板在 IC 芯片周围走线,不要悬空,更不要覆盖插孔和跨越 IC 芯片,甚至在空中无规则地搭接成网状。布线数很多时,可实行分层布线,把最不易改变走向的连线(如电源线、地线)放在最底层,数据线放在中间层,而各种控制线因最易改变走向而放在最上层。对不同类别的连线可用不同的颜色加以区分,如正电源线用红线,负电源线用蓝线,地线用黑线,数据/地址线用其他单色线,而控制线用双色线等等。布线还应尽量做到横平竖直,不随便交叉重叠。这样合理的布线使电路整齐、美观、清晰,既利于提高系统的可靠性,又便于修正电路或更换器件,当然也便于检查和排除故障。

⑥ 每当完成一个 IC 芯片或逻辑单元的布线工作后,应及时核查布线的正确性和稳定可靠性(是否接触良好)。特别要注意电源线和地线的连接是否正确,以免接通电源后烧坏器件。待全部布线任务完成后,还需按布线图逐一检查一遍(最好和别人交叉检查)。只有确认全部接线正确无误(既不漏接也不错接)且可靠,才能转入上电测试。实验者切忌急于求成而草率从事,否则可能会“欲速则不达”,甚至埋下重大隐患。

3. 绘制应用软件流程图,编写实验程序

流程图和实验程序的依据是实验方案中的软件功能框图和上述系统电路原理图,内容包括实验主程序和各种子程序、中断服务程序。如果某些程序模块在以前实验中已成功使用过,则可直接引用,如果某些功能程序块在其他文献资料中可以查到,则在消化、核检的基础上也可引用。在引用现成程序模块时,要特别注意应用的条件是否完全相符以及需要保护的寄存器内容等问题。

本课程实验要求所有实验程序均用汇编语言编写,因此进入调试前,必须先按本书 1.4 节介绍的上机编程操作指南,将汇编语言源程序汇编成二进制代码的目标程序,并实现与其他相关程序的连接,形成可执行文件。

1.2.3 仔细观测实验现象,如实记录实验数据

在实验过程中,要严格按照科学的操作方法进行实验,对现象的观察、对待测点状态或波形的测量,要一丝不苟,并实事求是地做好原始记录。实验者主观上总希望能实现一次成功,但实际上由于认识上的局限性或实践经验不足、元件的性能不好等原因,在实验中一次成功的可能性不大,出现异常现象甚至错误结果有时是难免的。实验者应该把它看作是提高自身独立分析解决问题的能力 and 提高实验技能的好机会。出了问题应该反复细致地进行观察、测量,利用学过的理论知识,冷静地分析、判断,把异常或出错的原因找出来。要减少对实验指导教师的依赖性,提倡“多思少问”的学风。尤其要强调的是,不管实验的进展是否顺利,都应认真、实事求是地进行记录,既要记录正常时的数据或状态,更要记录异常时的数据、状态和现象,这样做不仅有利于分析、排除故障和不断总结丰富自己的实践经验,更是培养严谨求学的科学作风的需要。

1.2.4 分析故障原因,精心排除故障

1. 故障原因分析

实验中出现故障或异常现象,不外乎两方面原因,即设计性错误或实验性错误。

设计性错误指硬件设计或软件设计存在错误或不合理的地方。通常出现的具体原因可能有以下几种:

- (1) 电路设计错误,致使逻辑功能不对。
- (2) 器件选用不当或性能指标不合要求(如带负载能力不够等)。
- (3) 信号极性相反。
- (4) 相关信号间时序要求不满足。

(5) 程序中子程序的调用、中断处理程序的转入或跳转指令的地址有错。

(6) 子程序调用和条件转移指令的条件未能满足,或者调用子程序前或进入中断服务程序前未保护现场,返回主程序前未恢复现场。

若是逻辑功能或信号极性有错,往往呈现固定性故障,一般能重复出现;若是器件带负载能力不足或其他性能指标不合要求,或者信号时序不协调,往往表现为随机性故障;若是程序出错,则往往使实验开始不了或中止,甚至把所有的应用程序都冲掉。

实验性错误指实验过程中因粗心大意、步骤不当、安装工艺水平不高等主观原因或噪声干扰、元器件失效等客观原因引发的错误。其中常见的具体原因有:

- (1) IC 芯片插反、露脚(有的引脚未插入插座)、与插座内孔接触不良。
- (2) 连线错接、漏接或接触不良,或在某处断开。
- (3) 焊接点有虚焊、漏焊或脱焊。
- (4) IC 芯片未加工作电源或未接地。
- (5) IC 芯片多余输入端未按规定接高低电平。
- (6) 系统中装入了已损坏的元器件或元器件标称参数值与实际值不相符(如电阻、电容等)。
- (7) 本来正常的元器件因故失效。
- (8) 电源和其他环境的噪声干扰。
- (9) 使用仪器不当,观测方法欠妥而造成出错假象。例如,误用万用表去测动态参数或波形,示波器的选用或调整不当等。

实验性错误造成的故障很多都是带有随机性的,故障现象也更复杂多样,查找和排除故障所花的时间,有时甚至比重新安装布线所花的时间还要多。因此,实验者在实验过程中一定要耐心细致、一丝不苟,一步一个脚印地插好每个元器件,接好每根连线,最大限度地避免主观原因引起的差错。

实验中一旦出现了故障现象,千万不要急躁,而要静下心来,以学过的理论知识和基本原理为指导,从现象出发,仔细地分析判断,或者借用必要的测试手段找出故障原因,将故障排除。

2. 故障的检测排除

检测和排除微机实验系统故障的一般流程如图 1.2 所示。

其中,软件调试主要包括以下几个方面:

- 检查可编程接口芯片是否已被正确编程。
- 检查是否使用了正确的 I/O 口地址和存储器地址。
- 检查实现指定功能的算法是否正确。
- 检查所用的算法是否已用汇编语言正确编程。

对于具体程序中的故障,一般可通过仔细检查源程序、核查机器码、单步执行程序、分位设置断点检查等方法,将故障原因找出来。

对于硬件调试,在电源、微型计算机及实验程序均正常的前提下,可从故障现象暴露点出发,从后往前(从输出往输入)逐级地进行观测分析,直至找到故障根源。检测排除硬件故障的常用方法有以下几种: