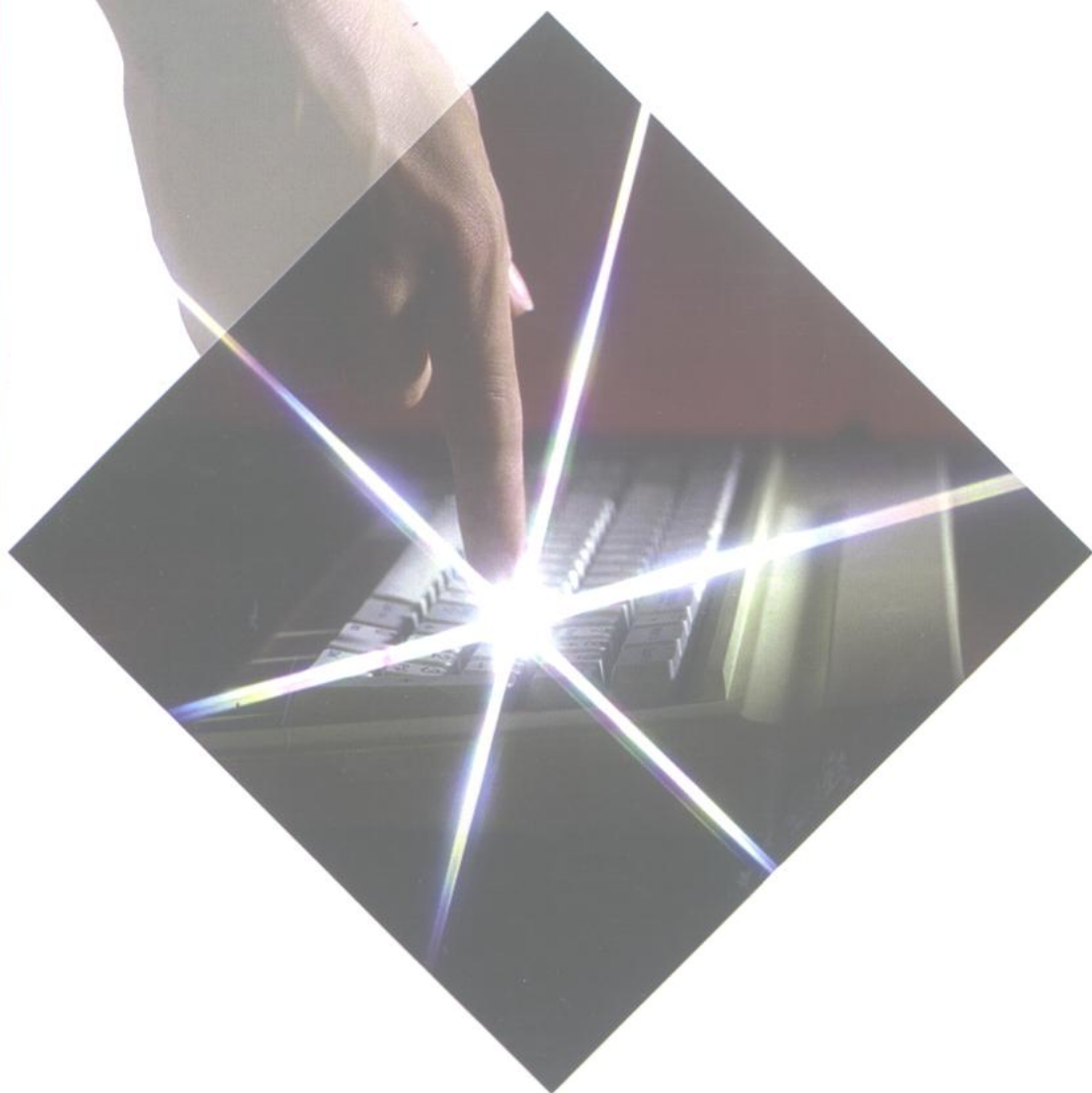


教育部工科计算机基础课程系列教材



计算机硬件技术 基础实验教程

邹逢兴 主编

高等教育出版社

教育部工科计算机基础课程系列教材

计算机硬件技术基础实验教程

邹逢兴 主编

邹逢兴 姚红 滕秀梅 编

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机硬件技术基础实验教程/邹逢兴主编. —北京:
高等教育出版社, 2000.8
ISBN 7-04-007923-2

I. 计… II. 邹… III. 电子计算机—硬件—高等学
校—教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 64957 号

计算机硬件技术基础实验教程
邹逢兴 主编

出版发行	高等教育出版社	邮政编码	100009
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	传 真	010—64014048
电 话	010—64054588		
网 址	http://www.hep.edu.cn		

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京 2207 工厂

开 本	787 × 1092 1/16	版 次	2000 年 8 月第 1 版
印 张	22.25	印 次	2000 年 8 月第 1 次印刷
字 数	535 000	定 价	18.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。



版权所有 侵权必究

内 容 提 要

JS174/14

本书作为开展计算机硬件技术基础类课程的实践性教学环节的教程,由教育部高等学校工科计算机基础课程教学指导委员会组织编写,是教育部工科计算机基础课程系列教材之一。

全书包括微机部件、微机原理、微机接口、微机应用四部分实验内容,共近百个不同类型、不同难度的典型实验。全书实验体现了素质教育和实践性教学改革的思想,除少数以验证性为主外,基本上都是设计性、研究探索性或综合应用性实验。每个实验的指南均着力提示原理,启发思路,引导设计,而不直接给出实验电路和实验程序,在培养高素质、创新型人才方面,作了有益尝试。全书思维新、内容新、结构新、模式新,所编实验不仅具有教学上的典型性、代表性,而且具有技术上的实用性。本书可作为高等学校工科学生有关课程实验和课程设计的教程,还可作为大学生开展课外电子设计活动、学位论文研究和工程技术人员从事微机应用开发工作的实用参考书。

在本实验教程编写、出版的同时,专门设计、开发了与之配套的微机硬件实验平台,可供各校使用。有需求者可与北京地杰凌云科技发展有限公司联系(联系人:王先生;联系电话:010-62974534)。

前 言

本书是为开展计算机硬件技术基础类课程的实践性教学环节而编写的,是教育部工科计算机基础课程系列教材之一。

本书的主旨是与教育部工科计算机基础课程教学指导委员会组织、邹逢兴教授编著的《计算机硬件技术基础》示范性教材相配套。但是,由于本书编写中遵循了宽编窄用的原则,实用面很宽,所以凡是开设“计算机硬件技术基础”以及“微机原理”、“微机接口技术”、“微机应用系统设计”等硬件类课程的各级各类学校或专业,无论采用什么教材,只要是按照教育部高教司[1997]155号文件中规定的课程基本要求进行教学,都可以以本教程作为实践教学和课程设计的指南。

本教程包括微机部件、微机原理、微机接口和微机应用四部分实验内容,共精编/设计了76个比较典型的实验,其中有的实验又含有多个子实验。各部分实验的编写出发点和指导思想有所不同:微机部件实验着眼于加深学生对计算机系统中一些典型逻辑功能部件的认识,为学习、了解计算机和计算机系统的工作原理奠定必要的基础;微机原理实验着重于帮助学生熟练掌握计算机及其基本组成部分的工作原理和重要工作机制,训练学生应用80X86指令系统设计和编写汇编语言程序的能力;微机接口实验着重于培养学生应用典型可编程接口芯片和数字电子技术进行I/O接口设计的能力;微机应用实验则着重于培养学生综合应用微机原理和接口技术独立设计、调试实际微机应用系统的能力。但是,无论哪部分实验,都贯穿了一个共同的指导原则,这就是:按素质教育的思想来撰写实验指南,以适应实践性教学环节改革和培养面向21世纪高素质、创新型人才的需要。因此,本教程一改传统的同类课程实验指导书的写法,不管对设计性为主的实验、研究探索性实验或综合应用性实验,还是对验证性为主的实验,一律不给出具体的实验电路图和详细的实验程序,这些都需要实验者自己去设计,在设计的基础上才动手作实验。不同层次实验的差别只体现在实验任务要求及目的上的不同,各个实验的指南主要是在写好“实验原理提示”上花功夫,着重启发实验者如何从实验任务及要求出发,从粗到细地逐步设计出硬件、软件方案的思路;而且对不同层次的实验,在原理提示的详略上也有所区别,越往后,提示性说明越简单。这样做的目的是给学生留有尽可能大的独立思考和充分发挥主观能动性的空间。

本教程对每类实验都提供了多个不同任务和要求的实验题目,目的是为教师指导实验或为学生选作实验提供灵活的选择余地,以利于支持开放性实验的改革。

本教程包括的近百个实验题目,许多都来源于科研和生产实践,不仅具有教学上的典型性、代表性,而且具有技术上的实用性。因此,它不仅可作为大学生课程实验和课程设计的指导书,也可作为他们开展学位论文研究和课外电子设计制作活动,以及工程技术人员从事计算机应用系统开发设计的实用参考书。

本书第一篇(一、二章)和第二篇(三、四、五章)由滕秀梅编写,第三篇(六、七、八章)和第四篇

(十、十一、十二、十三章)由姚红编写。邹逢兴作为主编,负责设计了全书体系结构,提出了编写指导思想和详细提纲,撰写了绪论、6.1节、7.1节、8.1节和第九章,并对全部书稿进行了仔细审改和统稿。

本书是对编写新思维、新内容、新结构、新模式实验教材的一次尝试。由于编者水平和经验有限,疏误之处在所难免,诚望得到读者、专家的批评指教。

编 者

2000年5月于国防科大

目 录

绪论	(1)
0.1 实验教学在计算机硬件技术基础教学中的地位和作用	(1)
0.2 本实验教程的内涵与编写指导思想	(2)
0.3 实验总的目的和要求	(2)
0.4 如何做好本课程实验	(3)
0.4.1 重视实验方案设计	(4)
0.4.2 认真作好实验准备	(5)
0.4.3 仔细观测实验现象,如实记录实验数据	(7)
0.4.4 分析故障原因,精心排除故障	(7)
0.4.5 按规范撰写实验报告	(10)
0.5 开设本课程实验所需的实验条件	(10)
0.6 微机硬件实验平台简介	(11)
0.6.1 CHI-A型微机硬件接口实验系统	(11)
0.6.2 DLE-II型微机硬件实验平台	(13)
0.7 示波器和逻辑分析仪简介	(14)
0.7.1 CA8022/CA8042 双踪示波器	(14)
0.7.2 逻辑分析仪	(25)

第一篇 微机部件实验

第一章 计算机基本运控部件设计及功能验证实验	(35)
1.1 串行算术逻辑部件实验	(35)
1.2 多级分组超前进位加法器实验	(37)
1.3 多位数码比较器实验	(40)
1.4 带状态寄存器的并行算术逻辑部件实验	(43)
1.5 阵列乘法器实验	(45)
1.6 溢出判别电路	(47)
1.7 不恢复余数法阵列除法器实验	(48)
第二章 微机应用系统中常用逻辑部件设计及功能验证实验	(50)
2.1 分时多路复用传输系统实验	(50)
2.2 线性反馈移位寄存器	(51)
2.3 可控优先级排队逻辑电路实验	(54)
2.4 单脉冲/序列脉冲/节拍脉冲发生器实验	(56)
2.5 地址译码器实验	(59)

第二篇 微机原理实验

第三章 80X86 指令系统应用与汇编语言程序设计	(63)
3.1 上机编程操作指南	(63)

3.1.1 汇编语言程序的建立和执行	(63)
3.1.2 编辑程序 SK	(64)
3.1.3 汇编程序 MASM	(65)
3.1.4 连接程序 LINK	(66)
3.1.5 调试程序 DEBUG	(68)
3.2 指令系统练习与应用实验	(70)
3.2.1 数据传送指令练习与应用实验	(70)
3.2.2 算术运算指令练习与应用实验	(72)
3.2.3 串操作指令练习与应用实验	(74)
3.2.4 程序控制指令练习与应用实验	(77)
3.2.5 指令系统应用练习实验	(79)
3.4 算术逻辑运算类程序设计实验	(81)
3.4.1 BCD 码加减运算程序设计	(81)
3.4.2 BCD 码乘除运算程序设计	(83)
3.4.3 逻辑运算程序设计实验	(87)
3.5 码制变换类程序设计实验	(88)
3.5.1 十进制数和二进制数相互转换的程序设计	(88)
3.5.2 十进制数和十六进制数相互转换的程序设计	(90)
3.6 排序、搜索与分类程序设计实验	(92)
3.6.1 排序程序设计	(92)
3.6.2 查表检索程序设计	(94)
3.7 字符/字符串匹配程序设计实验	(96)
3.7.1 字符匹配程序设计	(96)
3.7.2 密码程序设计	(99)
3.7.3 字符和数字的显示程序	(100)
3.8 DOS/BIOS 系统功能调用类程序设计实验	(102)
3.8.1 多字符图形显示程序	(102)
3.8.2 屏幕窗口程序	(104)
3.9 文件读写程序设计实验	(107)
3.9.1 写文件程序设计	(107)
3.9.2 读磁盘文件程序设计	(109)
3.9.3 模拟 COPY 功能的程序设计	(111)
第四章 存储器与 I/O 口扩展实验	(114)
4.1 存储器扩展实验	(114)
4.2 多体存储器设计实验	(116)
4.3 I/O 口地址扩展实验	(119)
第五章 中断与 DMA 机理实验	(122)
5.1 建立中断入口地址的方法	(122)
5.2 中断原理认知实验	(125)
5.3 利用系统空闲 DMA 通道进行 DMA 传输实验	(127)
5.4 多请求源共享 DMA 通道进行 DMA 传输实验	(130)

第三篇 微机接口实验

第六章 典型可编程接口芯片扩充与性能验证实验	(135)
6.1 概述	(135)
6.2 8259A 中断控制器实验	(135)
6.3 8253/8254 定时器/计数器实验	(139)
6.4 8255 并行接口实验	(142)
6.5 INS8250 串行接口实验	(150)
6.6 INTEL8251 串行接口实验	(154)
6.7 8273HDLC/SDLC 控制器实验	(158)
6.8 8279 键盘/显示器接口实验	(164)
6.9 μ PD7210 IEEE-488 接口实验	(169)
6.10 D/A 转换器实验	(176)
6.11 A/D 转换器实验	(179)
第七章 多接口芯片综合设计实验	(183)
7.1 概述	(183)
7.2 8253/8254 与 8259A 综合应用实验	(183)
7.3 8255 与 8253/8254 综合应用实验	(191)
7.4 通过两个 8250/8251 实现双机串行通信实验	(193)
7.5 ADC 与 DAC 综合应用实验	(196)
7.6 ADC、DAC 与 8255A 综合应用实验	(199)
7.7 8259A、8253/8254 与 ADC、DAC 综合应用实验	(201)
第八章 研究探索性设计实验	(208)
8.1 概述	(208)
8.2 多功能电子秒表及电压表实验	(208)
8.3 用 D/A 通道控制示波器显示二维图形实验	(213)
8.4 作息时间响铃自动化实验	(215)
8.5 多机共享打印机系统实验	(217)
8.6 LED 大屏幕显示阵列实验	(220)
8.7 彩色音乐演奏器实验	(222)
8.8 篮球赛 30 秒违例监控与报警显示系统实验	(226)
8.9 照相机自拍指示装置实验	(228)
8.10 微机化数字式密码锁实验	(230)

第四篇 微机应用实验

第九章 微机应用实验概述与微机应用系统设计指南	(235)
9.1 微机应用实验概述	(235)
9.2 微机应用系统的一般设计方法	(235)
9.3 设计举例	(236)
第十章 自动检测类系统设计实验	(243)
10.1 多参数实时采集与处理系统的设计	(243)
10.2 电缆通断状态检测自动化设计	(245)

10.3 出租车计程计价器设计	(249)
10.4 智能化存储示波器系统设计	(252)
10.5 配料过程实时控制系统设计	(255)
第十一章 实时控制类系统设计实验	(261)
11.1 交通信号灯实时控制系统设计	(261)
11.2 温控系统设计	(264)
11.3 步进电机控制系统设计	(267)
11.4 机械手群控系统设计	(271)
11.5 广播电视节目自动播放系统设计	(275)
第十二章 智能仪表装置类系统设计实验	(279)
12.1 智能化数字频率计设计	(279)
12.2 智能化多功能波形发生器设计	(283)
12.3 智能化 TTL 集成电路测试仪设计	(286)
12.4 智能化竞赛抢答器设计	(288)
12.5 智能化客车自动报站器设计	(291)
第十三章 家电控制类系统设计实验	(294)
13.1 空调机控制系统设计	(294)
13.2 洗衣机控制系统设计	(298)
13.3 多功能电话服务系统设计	(302)
13.4 智能电子钟设计	(306)
13.5 智能电饭煲设计	(309)
附录	(313)
附录 1 80X86 指令系统表	(313)
附录 2 主要 AT 技术标准	(317)
附录 3 典型可编程接口芯片引脚图	(323)
附录 4 典型 ADC、DAC 芯片引脚图	(325)
附录 5 常用 IC 引脚图及性能表	(326)
附录 6 BIOS/DOS 功能调用表	(329)
附 6.1 PC ROM-BIOS 软件中断	(329)
附 6.2 PC-DOS 的软件中断与系统功能调用	(330)
附录 7 宏汇编错误信息表	(336)
附录 8 ASCII 码(American Standard Code for Information Interchange)表	(342)
附录 9 MCS-51 系列单片机指令系统一览表	(343)

绪 论

0.1 实验教学在计算机硬件技术基础教学中的地位 and 作用

“计算机硬件技术基础”是根据教育部工科计算机基础课程教学指导委员会有关计算机基础教学“三层次”体系构想和教学基本要求而设置的系列课主要课程之一,它属于第二层次“计算机技术基础”的范畴。按照教育部高教司[1997]155号文件中关于《加强工科非计算机专业计算机基础教学工作的几点意见》和《工科非计算机专业计算机基础教学指南》的要求,这一层次教学的主要任务是使学生掌握计算机软、硬件技术的基础知识、基本思想和基本方法,培养学生利用计算机处理问题的思维方式和利用软、硬件技术与先进工具解决本专业与相关领域中实际问题的初步能力。其中,硬件技术基础要求包括微机原理、微机接口和微机应用三部分内容。可见,“计算机硬件技术基础”实际上涵盖了过去“微机原理及应用”、“微机接口技术”和“微型计算机系统”等硬件类课程的内容。“计算机硬件技术基础”课程与其先修课程“电子技术基础”一样,都是自控类、电气类、电子类、光电类、机电类和仪器仪表类等许多专业的主干技术基础课。无论是课程本身的特点,还是课程在这些专业培养计划中的地位 and 作用,都决定了“计算机硬件技术基础”课程必须把实践性教学环节作为课程教学和课程建设的重要组成部分来对待。从课程特点看,该课程的工程实践性很强,有关基础知识、基本原理和基本方法、技术单靠课堂教学是很难深刻理解的,必须靠大量的上机实践和动手实验,才能加深理解,较好地掌握;从课程在专业培养计划中的地位 and 作用看,该课程带有较强的工具性和实用性,主要是培养学生敢用、会用计算机的能力和主动利用计算机硬件技术与编程手段分析、解决专业领域各种问题的意识,培养学生的工程实践能力、实际动手能力和自我更新知识,接受不断涌现的新技术和新方法的能力。而这些意识和能力的培养,仅靠课堂教学是不行的,还必须进行大量的上机实践和工程设计实验。由此可见,实验教学在计算机硬件技术基础教学中具有十分重要的地位和作用,它和课堂教学相辅相成、相得益彰,在一定意义上甚至可以说是课堂教学内容的补充、延伸和深化,通过与课堂教学的密切配合,共同达到课程教学的基本目的和要求。

正因为实验教学在计算机硬件技术基础教学中的极端重要性,许多学校,尤其是一些重点大学,近几年普遍加大了对硬件实验室建设的投入,建立了相应的开放性实验室,增加了实验教学与课堂教学的学时比。有的学校在新修订的教学计划中,甚至将实验教学从课程教学中分离出来,单独设课;有的在增加实验学时数的同时,还增开了相应的课程设计。这些举措,充分说明了有关学校对计算机硬件技术基础实验教学的重视,也从另一个侧面反映出实验教学在硬件技术基础课程教学中的重要地位和作用已被越来越多的领导和专家所认可。正是这一可喜局面,呼唤出版一本与新编教材配套的,与新修订教学基本要求适应的,“基础性、系统性、实用性和一定的先进性”统一得较好的计算机硬件技术基础实践教程,本教程正是在这种市场需求的推动下编

写而成。

0.2 本实验教程的内涵与编写指导思想

根据教育部高教司[1997]155号文件对计算机硬件技术基础课程在“三层次”体系构想中的角色定位和教学基本要求,本实验教程涵盖了微机部件、微机原理、微机接口和微机应用四部分实验内容。

微机部件实验着重于加深学生对计算机系统中一些典型逻辑功能部件的认识,为学习、了解计算机和计算机系统的工作原理奠定必要的基础,内容主要包括计算机基本运控部件设计及功能验证和微机应用系统中常用逻辑部件设计及功能验证两类实验。

微机原理实验着重于帮助学生熟练掌握计算机及其基本组成部分的工作原理和工作机制,训练学生应用 80X86 指令系统设计和编写汇编语言程序的能力,内容主要包括 80X86 指令系统应用与汇编语言程序设计、存储器与 I/O 扩展和中断与 DMA 机理认知三类实验。

微机接口实验着重于培养学生应用典型可编程接口芯片和数字电子技术进行 I/O 接口设计的能力,内容主要包括典型可编程接口芯片扩展与性能验证、多接口芯片综合设计和研究探索性设计三类实验。

微机应用实验着重于培养学生综合应用微机原理和接口技术独立设计、调试实际微机应用系统的能力,内容主要包括自动检测类系统设计、实时控制类系统设计、智能仪表装置类系统设计和家电控制类系统设计四类实验。

为了适应实践性教学环节改革和培养面向 21 世纪高素质创新型人才的需要,本教程与传统的同类课程的实验指导书或实验讲义在编写指导思想上有很大不同,所编写的各实验中,除少数必要的以原理和性能验证性为主的实验外,大部分都是以设计性为主的实验、研究探索性设计实验和综合应用性实验,而且每类实验都提供了难度和复杂程度不同的多个实验题目,且对不同类实验在原理提示性说明的详略上有所区别,这就为教师提供了灵活的选择余地,更为学生留有极大的独立思考和独立取舍发挥的空间,有利于支持开放性实验的改革。

本教程列举的所有实验都是以 80X86 系列微机作为控制核心进行讨论和说明的(尽管其中许多实验系统在实际应用时显然用单片机控制更好)。不过,如果换为单片机控制或其他 CPU 系列微机控制,只要在具体接口电路和源程序设计时稍作变更,同样完全适用,因为完成各实验的硬件、软件基本思路是相同的。

0.3 实验总的目的和要求

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,作好原始记录;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,以利于实验室事先作好准备。

(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,作硬件调试,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、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、链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,巩固其正确使用方法。

(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。

0.4 如何做好本课程实验

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,并据此作好必要的实验准备。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。

0.4.1 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、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,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。

0.4.2 认真作好实验准备

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原理图

在设计电原理图时,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 芯片的间距有足够大。

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(但有多个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 30 cm。

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 0.1(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 0.1(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 MHz~10 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。

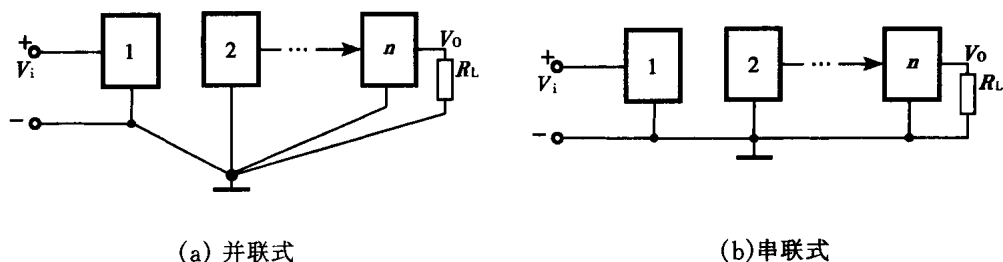


图 0.1 一点接地方式

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 $0.01\ \mu\text{F}$ ~ $0.1\ \mu\text{F}$ 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、核验的基础上也可引用。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 3.1 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。

0.4.3 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,并实事求是地作好原始记录。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。

0.4.4 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。