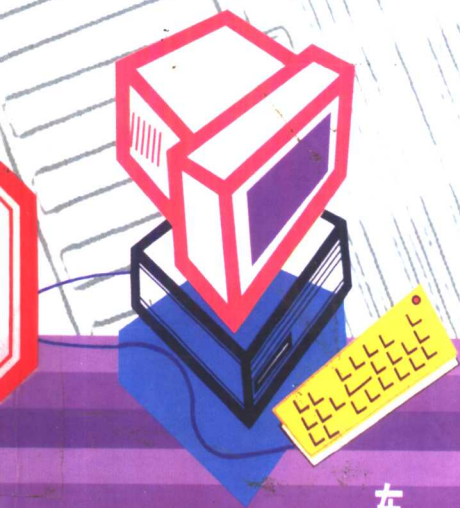


电工电子实践课程丛书

微机硬件应用实践

——系统与综合

主 编 戴先中
副主编 马旭东 李久贤
主 审 陈维南



东南大学出版社

电工电子实践课程丛书

微机硬件应用实践

——系统与综合

主 编 戴先中

副主编 马旭东 李久贤

主 审 陈维南

东南大学出版社

内 容 提 要

本教材为《微机硬件应用实践》的系统与综合部分,以工程实际应用为背景介绍了微机系统综合应用的软硬件知识,围绕 PC 总线硬件测控与通信系统,强调实时软件编程调试技术,在计算机控制系统接口硬件设计和实时多任务控制软件设计实践的基础上,提供了微机实时测量、控制、通信及综合型实验系统的 9 个基本实验,6 个综合设计实验,以加强对学生微机综合应用能力及方法的全面训练。本教材作为实验教学(改革)型教材,自成体系,且有一定的独立性,既可作为计算机应用系统综合设计与实践类实验教学课程的专用教材(提高部分),也可作为计算机控制技术、过程控制系统、工业计算机网络、自动控制原理等课程的辅助实验教材。本教材内容丰富,涉及面广,编排由易及难,由点到面,可供不同专业根据不同要求灵活选用。

本书共 7 章,前 3 章分别为绪论、微机应用系统硬件和软件设计应用基础,第 4~6 章分别为微机监测系统(数据采集/人机接口)、微机控制系统、微机网络通信三类实验,第 7 章则将上述三类技术综合起来设计构成多机综合应用系统。

本教材主要适用对象为工科院校非计算机电类专业及相关专业(如机械、动力专业)本科生,部分内容亦适合于有关专业的研究生或专科生使用。

图书在版编目(CIP)数据

微机硬件应用实践——系统与综合/戴先中主编. —南京:

东南大学出版社,2001.3

(电工电子实践课程丛书/陈怡主编)

ISBN 7-81050-733-8

I. 微… II. 戴… III. 微型计算机 - 硬件 - 高等学校 - 教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 10780 号

东南大学出版社出版发行
(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 如东县印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:10 字数:250 千字

2001 年 3 月第 1 版 2001 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—2500 册 定价:15.50 元

(凡因印装质量问题,可直接向我社发行科调换)

《电工电子实践课程丛书》编委会名单

主任委员 陈 怡

副主任委员 王 尧 刘京南

编 委 (以姓氏笔划为序)

王澄非 田 良 李桂安

朱 珉 邹家禄 沈永朝

陈建元 胡仁杰 柯锡明

洪焕兴 钱俞寿 堵国梁

黄正瑾 戴先中

序

为了培养具有创新精神的高素质人才,为了适应电子信息技术和拓宽专业口径,我校在多年教改研究与实践的基础上,提出了电气信息类电工电子课程大平台的新体系——8+5 课程体系,即在教学计划中规定电气信息类各专业必修 8 门电工电子理论课程(电路分析,信号与系统,计算机结构与逻辑设计,电子线路基础,自动控制原理,电磁场与波,微机系统与接口,信息、通信、网络基础)及 5 门电工电子实践课程(电工电子实践初步、电路与数字逻辑设计实践、电子线路实践、微机硬件应用实践、综合电子设计与实践)。

为实施 5 门电工电子实践课程,培养学生的创新精神和实践能力,我校以接受教育部电工电子教学基地建设任务为契机,创建了校级电工电子实验中心。同时,在学校统一领导下,成立了《电工电子实践课程丛书》编委会,组织在教学第一线的骨干教师编写了本套丛书。

本套丛书是在我校多年来教改研究与实践的基础上,汲取了近年来我校及兄弟院校实践教学改革的经验撰写而成的。它既是前一阶段我校承担的教育部“面向 21 世纪电工电子教学内容和课程体系改革”项目的成果之一,也是新一轮教改实践的开端。本丛书在内容选择上力图具有以下特色:

- (1) 拓宽学科基础,扩展知识面,使强电与弱电结合、硬件与软件结合。
- (2) 注意将信息技术融入课程的内容及教学手段之中,如引进 EDA 教学及网络教学等。
- (3) 既注意本系列课程与相应理论课程的衔接、呼应,又保持了实践课程自身的体系与特色。
- (4) 课程内容中设计型、综合型实践占大多数,既注重功能单元及模块的设计与调试,又注重电子系统的设计与实践,强化工程训练及创新能力的培养。

本丛书从筹划到编写自始至终都得到了教育部工科电工课程指导委员会主任委员、东南大学原校长陈笃信教授的热情指导,同时,还得到东南大学教务处处长陈怡教授的大力支持。此外,本校及兄弟院校的许多同仁也给予了多方关心与帮助,在此,我们谨以编委会的名义向他们致以崇高的敬意,并表示衷心的感谢。

限于作者的水平和经验,书中难免存在一些不当之处,敬请各界专家学者及广大读者批评指正。

东南大学

《电工电子实践课程丛书》编委会

1999 年 7 月

前 言

人类正从信息时代步入信息网络时代,计算机已渗透到人类工作、学习、生活等领域的各个角落,从最初的仅能科学计算发展到目前几乎无所不能,计算机硬件与软件产品亦正以几年一代的高速度在不断翻新(而硬件价格却在逐年下降)。系统的概念、网络的概念与集成的概念已经成为工科专业本科生需要掌握的计算机应用基础知识。但当前的现状是,工科大学生在计算机硬件结构与系统应用上获得的训练远远少于在计算机软件使用与程序编制上得到的培养与指导,满足不了工业应用、商用以及民用环境下对计算机应用人才的需求。基于对这种状况的深刻反思,在东南大学教务处和原实验设备处的支持下,从1996年初开始,东南大学自动控制系统围绕面向21世纪电工电子类教学改革子课题——“计算机硬件应用实验教学改革的研究与实践”专门成立了教学改革课题组,提出了采用当前国际主流机型PC总线系列微型计算机为计算机硬件平台和接近于实际应用环境的高质量实验训练手段,以掌握计算机硬件应用与应用系统设计为主要训练目的,设置“计算机硬件应用综合设计与实践”实验教学课程的设想。在东南大学各级领导的关心、支持和经费资助下,历时近两年,几经修改,研制开发了与此配套的实验设备(主要有PC总线微机应用实验装置、小型系统数字模拟机、直流电机控制系统、电加热炉温度控制系统等4大类实验装置,1998年获江苏省自制实验教学仪器4个二等奖),并组织编写了相应的讲义。近三年来对5000多名本科生(部分研究生、专科生)经10万多学时的使用,在培养和提高了学生计算机硬件应用的动手能力与使用能力方面,取得了令人满意的效果。

为进一步深化计算机硬件应用实验教学改革,满足不同专业、不同层次(本科生、研究生)对象的不同需要,在总结经验与听取各方面意见的基础上,我们组织编写了《微机硬件应用实践——原理与接口》与《微机硬件应用实践——系统与综合》这两本教材,旨在通过提供系列化(由浅入深)的硬、软件综合实验手段来提高工科专业本科生和研究生的计算机硬件与系统应用水平、动手能力以及与硬件相关的(实时)软件编程与调试能力。使他们掌握如下技能:

- (1) 计算机系统典型硬件电路的原理、连接、应用与基本调试技术;
- (2) 典型计算机应用系统的结构、组成、配置与综合调试技能;
- (3) 典型的计算机实时检测、控制、通信以及CRT图形显示(4C)等技术。

其中在《微机硬件应用实践——原理与接口》中安排了原理与接口实验10个,综合设计4个和综合测试10个,提供了微机硬件应用的基本训练;而在《微机硬件应用实践——系统与综合》中安排了典型计算机硬件应用系统(包括网络通

信系统、实时监测系统和控制系统等)实验9个和综合系统设计6个,提供了微机硬件应用的进一步提高训练。

作为实验教学(改革型)教材,本教材自成体系,有一定的独立性,既可作为计算机硬件应用实验教学课程教材单独使用,亦可作为计算机原理、计算机应用、计算机控制等课程的配套实验教材一起使用。具体为:

(1)《微型硬件应用实践——原理与接口》教材既可作为“微机原理与接口”、“微机系统与接口”等课程的配套实验教材,亦可作为“计算机应用系统综合设计与实践”基础类实验教学课程的专用教材(而将《微型计算机原理》作为辅助教材),即使对未学过微机原理课程或仅学过其他机种(非PC机种)微机原理的学生亦能方便地自学;

(2)《微机硬件应用实践——系统与综合》教材既可作为“计算机应用系统综合设计与实践”实验教学课程的教材,亦可作为“自动控制系统”、“计算机控制技术”、“计算机控制系统”、“过程控制系统”等课程的配套或参考实验教材。

本教材主要适用对象为工科院校电类(非计算机专业)及相关专业(如机械、动力等)本科生,由于内容丰富,涉及面广,编排上又由易及难,由点到面,因而部分内容亦适合于有关专业的研究生或专科生使用。可供不同专业根据不同要求灵活选用。

本书的完成是教学改革成果之一,集中了东南大学自动控制系的10多位教师与实验室工作人员的智慧与创造性工作。在教材的编写中,几乎每一章节都包含了多位老师的辛勤劳动,很难分清以谁为主。这里只能列出主要贡献者:主编戴先中;副主编马旭东、李久贤;参编孟正大、周俊、路兆梅、王勤、顾群、宋文晶;参加实验验证与材料整理工作的有田洪波、马天河、廉明、邹雁萍、邹波等。

本书的编写和出版是与东南大学的领导、广大教职员工的关心、支持和帮助分不开的。江苏省自动化学会理事长、东南大学博士生导师陈维南教授担任本书主审;东南大学陈笃信(原)校长、李延保(原)副校长、教务处陈怡处长和宋其丰副处长给予了特别的支持和帮助,仇仪杰教授对教材讲义稿提出了十分宝贵的意见和建议,在此对他们一并表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免有错误与不当之处,请读者批评指正。

编 者
2000年9月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 提高计算机系统应用与综合设计能力的必要性	(1)
1.2 计算机应用系统综合训练的两个方面	(1)
1.3 内容安排与目的、要求	(2)
1.4 建议的学时安排	(4)
2 微机应用系统硬件基础	(5)
2.1 微机应用系统基本硬件	(5)
2.2 实验系统基本硬件结构	(12)
2.3 PC 总线光电隔离 12 位模入模出 (AD/DA) 接口卡	(13)
2.4 开关/脉冲量输入输出 (D/PIO) 接口卡	(17)
2.5 信号转接多功能板	(20)
2.6 实验一 微机应用系统认识实验	(23)
2.7 设计练习与讨论	(28)
3 微机应用系统软件基础	(29)
3.1 实时系统与实时软件	(29)
3.2 MS-DOS 系统下的任务调度	(34)
3.3 基于 MS-Windows 的实时软件	(35)
3.4 设计练习与讨论	(36)
4 微机实时监测系统实验	(38)
4.1 计算机检测与监测系统	(38)
4.2 小型系统数字模拟机	(39)
4.3 实验二 微机实时监测系统	(42)
5 微机控制系统实验	(45)
5.1 计算机控制技术与控制系统	(45)
5.2 电加热炉温度控制系统实验装置	(47)
5.3 直流电机控制系统实验装置	(51)
5.4 实验三 采用虚拟对象的微机控制系统	(58)
5.5 实验四 微机控制系统——温度控制	(64)
5.6 实验五 微机控制系统——电机控制	(66)
6 微机网络通信实验	(72)
6.1 概述	(72)
6.2 实验系统配置及构成	(72)
6.3 实验六 网卡编程	(76)
6.4 实验七 Netware IPX 的网络编程	(80)

6.5 实验八 TCP/IP 网络编程	(86)
6.6 实验九 Windows 环境下网络编程	(91)
7 微机应用系统综合设计	(98)
7.1 概述	(98)
7.2 综合设计一 微机实时监测系统	(98)
7.3 综合设计二 微机实时控制系统(1)——模拟工业控制对象	(100)
7.4 综合设计三 微机实时控制系统(2)——转速控制	(103)
7.5 综合设计四 微机实时控制系统(3)——位置控制	(113)
7.6 综合设计五 微机实时控制系统(4)——炉温控制	(116)
7.7 综合设计六 分布式计算机测控系统	(125)
附录 网络实验参考资料	(128)
附录 A NE2000 网卡使用	(128)
附录 B IPX 编程简介	(138)
附录 C TCP/IP 函数调用简介	(140)
附录 D WinSock 控件基本属性	(145)
附录 E Windows Socket 1.1 库函数列表	(148)
参考文献	(149)



绪论

1.1 提高计算机系统应用与综合设计能力的必要性

随着计算机技术的飞速发展和计算机性能的不断提高,计算机已日益成为人们日常工作和生活中必不可少的工具。另一方面,也是更重要的一方面,计算机作为一种强有力的智能化工具和部件已越来越广泛地综合应用于工业、农业、交通运输、邮电通信、金融和国防等现代化系统之中。这类计算机系统综合采用了计算机、数字通信、自动检测与控制、数字显示(4C)等先进技术,已成为国民经济发展的命脉。对于这种计算机综合性应用系统的开发,不仅要求技术人员熟悉计算机系统与应用软件,掌握计算机硬件和软件的原理性基础知识和一般使用技巧,还要求他们具备分析和综合完整的计算机应用系统的能力。对他们来说,计算机不再是一个现成的可操作的设备,而需要在它的总线和接口基础上根据规范和实际需要扩充设计一定数量的硬件模板来满足输入输出要求,需要了解系统的应用环境(控制处理对象、传感器与信号检测方法、面向一般操作人员的操作要求等),并根据这些需要,设计和编制高可靠、高性能、易维护的实时应用软件,通过软硬件的相互配合,实现不同系统特有的自动化和智能化功能。其次,从计算机应用系统结构的演变来看,多微机系统与多处理器系统是其必然的发展趋势,而多机系统间通过网络数字通信交换信息,相互协调,构成综合应用系统,可以极大地提高计算机系统的整体性能和应用水平。

计算机应用系统是指该系统中应用了计算机或计算机被应用于该系统中,一套系统被称为计算机应用系统,除了包含有计算机(系统)外,还一定包含有许多其他的输入输出设备或部件。典型的系统有单向(以输入信息为主)的计算机数据采集与处理系统、实时监控系统和双向(交互作用或闭环方式)的实时信息处理与服务系统、实时控制系统等,当输入输出信息来自网络时系统还包括网络及其他智能装置。如图所示为一计算机控制系统的典型框图,系统中计算机主机通过 I/O 接口与传感器、执行机构相连,实现被控对象的闭环控制。因此,除了了解并熟悉计算机本身的结构、原理外,了解并掌握计算机与其他设备、部件之间的典型连接方式与连接部件(即各种输入、输出接口),以及如何编制相应的输入、输出处理软件和实时监控软件,也是分析、设计、综合计算机应用系统的重要基础。

为了提高计算机系统综合应用水平,必须系统地培养和训练工科高等院校(尤其是重点院校)学生(无论是本科生还是研究生),要使他们不仅能熟练地应用计算机(而不仅仅是使用计算机),提高计算机应用能力,还能在系统应用、综合设计能力培养和一定的工程背景方面得到充分的训练,并在此过程中同时得到创新能力的培养。

1.2 计算机应用系统综合训练的两个方面

在计算机应用系统中,计算机虽然常常是整个系统的中枢,但仅作为一个部件或一种工具

对待,系统的设计者与使用者关心的往往不是计算机本身,而是在采用了计算机技术后,由计算机和控制或处理对象构成的整个系统的性能、由操作者和计算机组成的人机接口以及由多台计算机通过通信接口交换信息而构成的综合系统性能,因而系统的概念、网络的概念都是计算机应用系统中的重要概念。因此无论对于使用者还是对于设计开发者来说,除了熟悉并掌握计算机硬软件外,熟悉并了解计算机应用系统的对象的基本性能、输入输出处理的典型方法、操作界面的典型功能也是至关重要的。而对于开发者来说,还需要掌握计算机应用的基础知识,如电子电路、微机原理与接口技术、计算机控制、程序设计语言、网络与通信等,需要掌握它们的综合应用技能和系统实现。

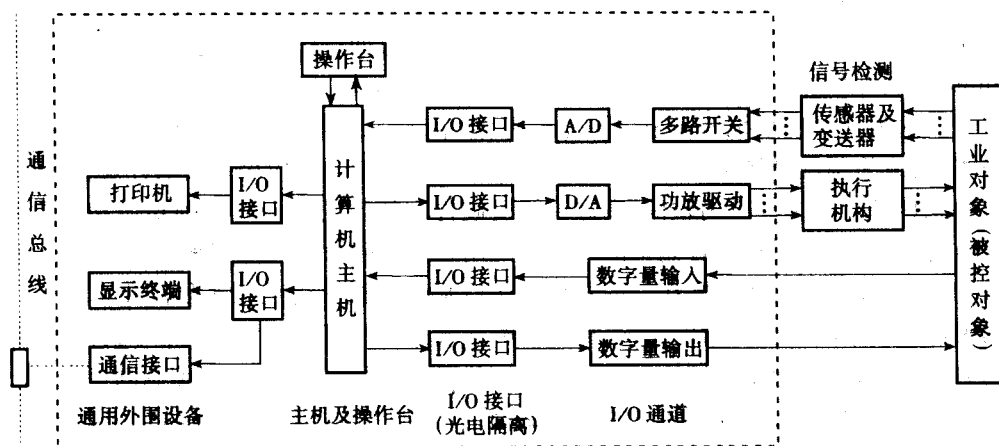


图 典型计算机控制系统工程组成

另外,在实践过程中提供尽可能接近实际系统的实验装置和环境,在一定程度上使学生加深了解原理与工程应用的差异,获得一定的工程设计和分析方法训练也是十分重要的。

因此,为了提高计算机硬件应用的能力,提高分析、设计、综合并调试计算机应用系统的能力,工科学生应当通过系统与综合设计实践进一步熟悉计算机、控制、数据通信和图形显示的概念、方法和关键技术,了解并熟悉计算机应用系统的对象与其他各部分,并应学习和掌握(1) 计算机系统硬件结构与组成,典型硬件电路的应用与基本调试技术;(2) 计算机实时软件的结构设计、编程和调试技术;(3) 典型计算机综合应用系统的硬件结构、组成、配置与综合调试技能,并最终通过这些实践训练,能够建立系统的概念、网络的概念与工程应用的概念。

1.3 内容安排与目的、要求

本书作为微机硬件应用实践的提高部分,以高性能通用计算机系统为主要工具(相对于嵌入式控制器),将使学生在原理与接口性实践的基础上,通过对综合性知识的学习和综合实验在系统与综合方面得到进一步训练。

本书分七章编写。第1章绪论着重分析了提高工科院校学生计算机硬件应用能力的重要性,指出了需要从多方面加强计算机硬件应用的训练,然后扼要介绍了本书的内容编排与目的、要求,并给出了建议的学时安排。

第2章以 IBM-PC 系列微机为主机,对基础篇中未重点涉及而计算机实时处理与控制应用中所必需的输入输出总线、通道等基础知识作了简要阐述,同时以东南大学设计、生产的基于 ISA 总线的全隔离型 I/O 接口卡(AD/DA、DI/DO/PI)为例介绍了硬件设计原理、使用方法和注意事项,提供了计算机应用系统认识基本实验,使学生对基本实验环境有个基本的了解。章末还给出了基于 I/O 总线接口的 3 类典型硬件设计型练习(大作业)。

第3章则以实时控制系统软件设计开发为背景,论述了实时系统和实时软件的基本概念,重点阐述了实时多任务控制系统软件中的任务调度分配、任务通信和任务同步技术,分别给出了基于 MS-DOS 和 MS-Windows 的实时软件开发编程环境,并给出了基于仿真控制对象的实时多任务控制系统软件的开发实验练习。

第4章和第5章是本书的主体之一,介绍了机电系统对象(小型直流电机)、加热过程对象(小型加热实验炉)以及虚拟对象(小型数字模拟机)实验设备装置的原理和使用说明,给出了基于上述三种装置的计算机测控系统实验,使学生在计算机测控系统的数据采集、数字滤波、数字控制、图形显示技术及实时软件开发方面得到基本的训练。

为使学生对日益发展的数据通信技术有更深刻的体会和认识,第6章以最常用的 PC 网卡为主,给出了以测控系统为背景,基于网卡直接编程、NETWARE 网络协议通信和 TCP/IP 协议以及 Windows 下网络编程等通信系统实验。

作为本书的重点和综合要求,在第7章中给出了将测控对象、数据测量/控制、数据通信、人机接口(4C)技术综合起来进行设计,编制实时多任务软件,构成典型单机或分布式测控系统的综合性设计实验。

本书的目的是对工科高等院校本科生(亦可对部分研究生)进行计算机硬件应用的提高性训练,其重点集中在以实际系统为实验环境,围绕计算机硬件应用能力的信息实时采集与处理、闭环控制、数据通信、实时数据的图形显示等内容进行,通过计算机实时软件加以实现并最终通过综合设计构成典型计算机综合应用系统。

本书是《微机硬件应用实践——原理与接口》的姐妹篇,是对计算机硬件应用进一步的提高训练。要求读者应具有微机硬件与接口方面原理性的基础知识,熟悉一种具有直接硬件 I/O 操作并支持定时中断服务的编程语言,例如 MASM、C(或 C++)、PASCAL 等。内容的安排旨在通过提供基于通用型计算机应用环境,由单机局部系统专门型训练到多机综合系列化综合实验手段来提高工科专业学生的计算机硬件应用水平与动手能力以及与硬件相关的(实时)软件编制与调试能力,并使他们掌握计算机应用系统的框架和特点,为今后的学习和工作打下良好的基础。

此外还需要补充说明几点:

(1) 本书给出的计算机应用型接口设计、硬件应用实验、综合设计均以可重复编程的通用型计算机(IBM-PC 兼容)为目标系统(或平台),以通用硬件为基础,实时软件开发为中心,代表了台式通用微机的部分应用;与此相应的一类综合设计型实践则是以单片微机为核心,将电子线路硬件设计与单片机监控处理程序相结合,实现专用型嵌入式应用(如智能化仪器设备等)。两类实践各有侧重,层次略有差别,教师和学生可根据需要选择。

(2) 本书设计和实验内容虽然是多数依据东南大学生产的 PC 总线微机硬件应用实验装置设计的,但在原理上各项实验完全可以在其他类似的实验装置上进行。

(3) 本书实验内容可在不同的软件应用平台上(如机型、操作系统)进行,实验和教学效果

略有差别。为保证实践能力的培养和试验效果,本教材中设计实现的编程语言以 C 为主,运行环境为 MS-DOS,但这并不排斥引入可视化编程和 Windows 环境(事实上在目前试验中已少量引入,但与目前高校教学内容衔接上尚存在问题)。对于实时控制型实验,尤其是需要精确定时或高速采样控制的场合,建议以 MS-DOS 为主要实验平台,而由教师介绍掌握基于 Windows 环境软件开发的基本方法和存在问题。当未来学习和实验条件许可时,基于 Windows NT 环境和 WIN32 多线程编程将是必然趋势,概念清晰,开发层次高,但必须解决该环境下的硬件驱动问题。

(4) 本书给出的相应的实验装置不仅在原理上,而且在线路设计与结构设计上已基本接近于实际(工业或其他)应用场合。相信通过这样进一步的提高训练,必将大大提高学生计算机硬件应用与系统综合的能力。

1.4 建议的学时安排

本教材作为实验教学(改革)课程教材,本教材自成体系,有一定独立性,既可作为《计算机应用系统综合设计与实践》类实验教学课程的专用教材(提高部分),也可作为《计算机控制技术》、《过程控制系统》、《工业计算机网络》、《自动控制原理》等课程的辅助实验教材。由于各实验内容弹性较大,对不同基础和背景的学生,实验效果差别较大。可根据不同专业、不同要求进行协调,安排学时。在教材内容的选择上,希望教师能够根据自己的经验,适当扩展应用实例和新技术,学生能够通过自学或实验掌握书中的背景内容,其中同类实验如实验三至实验五,综合设计一至设计五只需完成其中之一即可,不同组别之间可安排适当的交流,并能最终完成综合设计六。

建议的学时安排为:专业课程类 16~24 学时,综合(实验)设计型 48~64 学时(纯硬件设计型为 24~32 学时)。学时安排上应充分考虑到学生基础,尤其是需要合作完成设计时,应保证合理的分工。其中比较理想的安排是在综合(实验)设计型实验之前已安排了测控系统与通信系统实验,以便于学生有更多的时间用于真正的综合性设计和调试。



微机应用系统硬件基础

2.1 微机应用系统基本硬件

微机应用系统更多地表现为硬件和(或)软件的增减,扩展系统的输入、输出、控制、处理和人机接口功能,以满足实际应用的需要。例如在将微机引入典型的生产过程控制时,微机系统首先必须能随时了解生产过程的状态信息,然后才能根据控制要求及生产过程运行的历史值与当前状况,进行控制运算及数据处理,输出控制量,及时地控制生产过程,使生产过程按预期的规律运行,为此必须在标准软硬件基础上增加过程的输入输出接口部件,设计开发实时控制软件,并与硬件接口相配合实现生产过程的稳定操作或优化控制。生产过程的微机控制系统的示意图如图 2.1 所示。

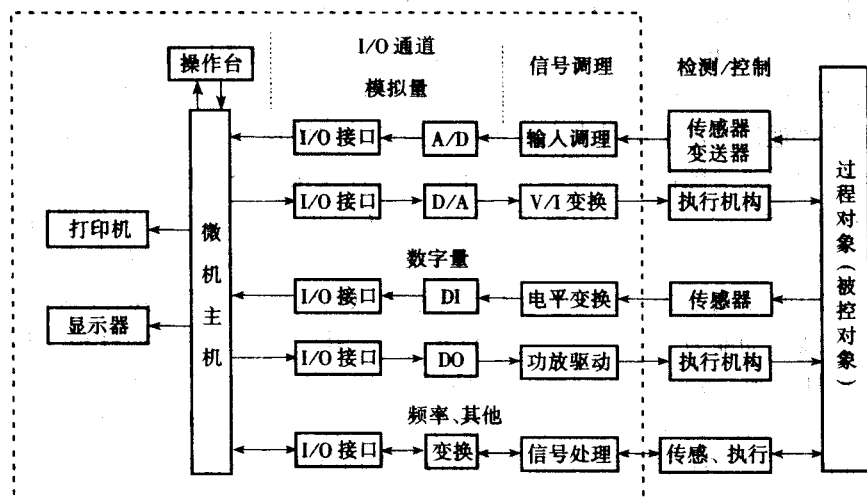


图 2.1 生产过程微机控制系统结构

由于生产过程的受控对象的被测参数,如温度、压力、流量、位置、位移、速度、转角、转速、成分等大多数非电物理信号,在时间上和数值上均为连续变化的非电模拟信号,所以只有通过相应的检测装置(如传感器、变送器)才能变换成电信号。这些表征生产过程的各种电信号,必须变换成并行或串行的数字电信号后,才能输入到微机中去。微机输出的控制量是并行或串行的数字电信号,也必须变换成适合控制执行装置接受的信号。

微机应用系统设计必须首先解决输入输出接口问题。所谓输入输出接口,是指微机系统与外部设备之间,或外部设备与系统设备之间的数据交换和通信的硬件电路。接口电路的基本功能就是实现相关信息(包括数据、命令和状态)的正确有效的传送,除在原理设计上设置控制和时序逻辑,识别外部设备,并保证主机与外设之间的握手联络、速度匹配、定时要求外,还

需根据应用系统的特点和外部信号的多样性,设计满足性能要求的输入输出通道,借助接口电路对信息的传送形式进行变换,如电平变换、数据转换(A/D、D/A、F/V、V/F等);考虑到系统的安全性和抗干扰能力,在设计中还需要对系统内部和外部的电信号进行隔离,以截断各个外设之间、外设与主机之间的共地连接路径。在设计接口电路时应根据应用系统的特点、性能和应用环境,分别对输入、输出通道进行处理,并采取一定的抗干扰措施。

2.1.1 输入输出总线

现代微机系统都是由超大规模集成电路(VLSI)芯片为核心构成的。输入输出总线(有时也称为系统总线)是微机系统内部模块之间、系统与扩展模块之间、系统与外部设备之间信息传送的简单有效而可靠的形式。这里的总线不是指中央处理器内部的三类总线,而是指系统插件板之间交换信息的模块(板)级总线。总线的作用是通过公用的信号线把计算机本身或测控系统中的模板或各种设备联成一体,以便进行彼此之间的信息交换。由于采用总线技术在系统设计、生产、使用和维护上具有很多优越性,因此目前几乎所有的计算机系统都采用总线结构设计。总线的种类很多,按其使用范围,可分为计算机(包括外设)总线、测控总线和网络总线;按其数据传送方式分,有位并行传送总线和位串行传送总线;并行传送总线中按其传送的数据总线宽度,又可分为8位、16位和32位等等。事实上计算机应用系统所用总线又可归于两大类:一类是经标准化组织批准的标准总线,另一类是各制造厂商自己设计的专用总线。

总线规约包括信号定义、机械特性、电气特性、总线操作等,实际上就是一种接口信号的标准和协议,它提供通用的电平信号来实现各种电路信号的传递。以最常用的IBM-PC系列微机为例,外设一般通过适配器插件板与CPU相连,这种连接电路提供了所谓的I/O通道。各种功能的I/O通道板以插座形式(边缘连接)固定在系统板上,外设与中央处理器之间的信息交换是通过分布在I/O通道上的总线信号来实现的,8位的PC(XT)总线信号共62个,与通道插座引脚一一对应(见图2.2)。I/O通道不仅为系统总线信号提供了通路,还对信号进行隔离增强,以提高总线驱动能力。不同功能的插件板,包括用户自行开发的插件板,只要符合IBM PC总线标准的插件板,都可以插入I/O通道插槽中,作为该系统的扩充部分,这样就增强了系统配置的灵活性。早期的IBM PC系列微机带有5个以上8位扩展插槽,这些槽口是62个引脚的印制板插座槽,PC的系统总线通过分开的62脚插件板槽连接各接口。所有的插件板槽都按每一相同信号的引线 with 总线连接,除了插接件上的电源线和接地线母线外,所有的信号都是TTL逻辑电平。总线信号支持直接存储器存取、中断、时间同步、I/O控制、读写存储器、产生等待状态、存储器刷新、错误检测等操作。后增加了另一36个引脚插座合并构成了16位的PC/AT总线,并作为ISA工业标准结构,通常也称为ISA总线。ISA总线总共有98根引线,包括地址线27根、数据线16根及若干条控制线,电源、系统扩展和应用设计相对简单,调试成本低,可以满足一般的应用系统要求,加之PC软件资源丰富,因此被大量采用,是所谓工控PC(IPC)的主要I/O总线。

此外,IBM-PC系列微机还配有标准的RS-232C串行通信接口、并行打印机接口SPP(ECP,EPP等),以及新的通用高速串行总线USB,用以连接各类标准和非标准的外设。

总之,总线是指一系列的信号规定、过程定义和物理要求,以此保证各厂家产品的兼容性,并使采用相同标准的计算机系统的升级更方便。

常用的计算机测控系统的并行标准总线有PC总线(XT8位,AT16位)、VME、STD等。8/16

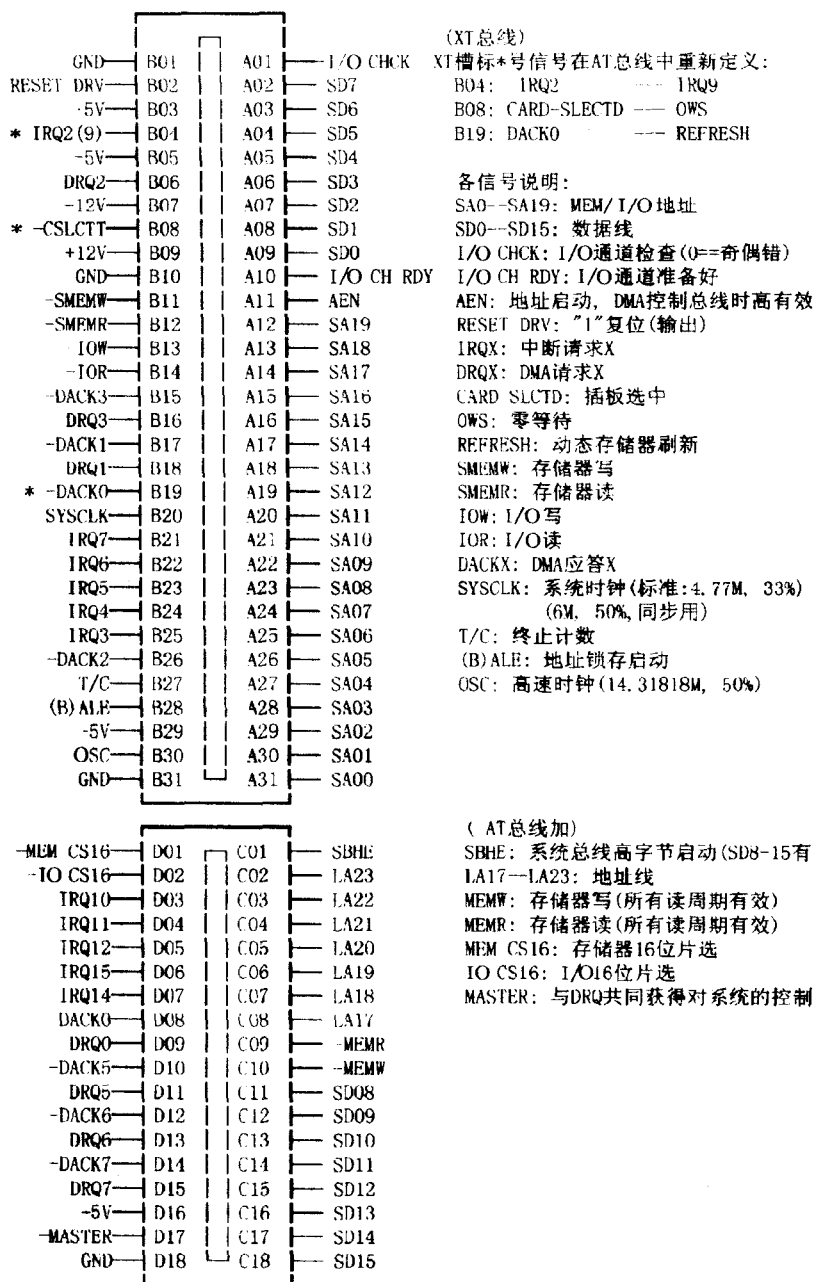


图 2.2 ISA 总线定义(TOP-VIEW: A 为元件面, 从后面板开始, TTL 电平)

位PC(ISA)总线技术因其通用性强,系统软件环境友好,应用软件多而得到越来越多的应用,它是个人计算机用于一般测控系统的主要 I/O 总线形式,另外 32/64 位 PCI 总线,则针对高速数据传输应用,如多媒体处理系统等。串行总线则有 RS-232C、RS-422、RS-485 及其他现场总线如 CAN、Bitbus、LONWorks。

由于标准总线的开放性,在需要的情况下可自行开发具有特殊功能的板卡。有关总线的

驱动、隔离、时序请参考相关资料。

2.1.2 输入通道

输入通道通常是指把来自传感器、变送器的电信号,变换成并行数字电信号并送入到微机中去的信号接收、处理、变换、传递通路。由于被控对象的物理信号源不同,采用的传感器、变送器的型号不同,因此传送给输入通道的电信号的信号制式也不同。常用的输入有:模拟电压信号、模拟电流信号、脉冲宽度信号、脉冲频率信号、数字电平信号、开关位置信号、串行(编码)数字信号等。过程输入通道也相应地分为:模拟量输入通道、开关量输入通道、脉冲量输入通道、串行数字量输入通道等。其中又以模拟量输入通道最为复杂。

1) 模入通道的电路结构及其工作原理

模入通道的主要功能是接收传感器、变送器发来的模拟电信号,并按比例地(通常是线性地)转换成并行数字电信号,送入到微机中去。

模入通道电路系统的构成方法是灵活多样的。常用的结构形式如图 2.3 所示,主要由输入滤波电路、多路切换器 MUX(采样开关)、增益信号调整电路、采样保持器 S/H、模拟/数字转换器 ADC、基准电源 REF、总线接口及模入通道控制逻辑等基本环节组成,输入为模拟电压信号(若为模拟电流信号输入时,可采用精密电阻作 I/V 变换)。

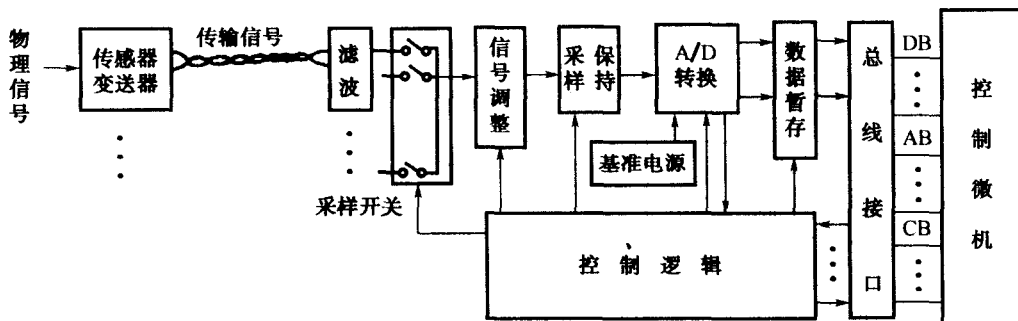


图 2.3 模入通通常用结构形式

(1) 输入信号滤波电路 作用是滤除输入信号中的干扰成分,相对地提高输入信号的信噪比,保证采集数据的精确性与可靠性。这是因为信号在长距离传输过程中,难免会受到各种干扰。有害的干扰信号混杂在有用信号中,使有用信号的频率、幅值失真,信号波形畸变。输入信号滤波,一般多采用简单而有效的一级或二级的单向或双向 π 型 RC 低通滤波器。输入滤波器同时还作浪涌保护,防止浪涌电压冲入到模入通道内部,破坏模入通道正常工作。

(2) 模入多路切换器 也称为采样开关,其作用是多路模入信号分时切换,共享一片 S/H 及 ADC,以降低模入通道的造价。由于高速高精度的 S/H 及 ADC 芯片价格昂贵,在 CPU 机时允许的条件下,均采用分时采样共享 ADC 的方法。模入多路切换器的功能是按 CPU 通道选择指令,接通某一路的开关(n 选一),使该路模拟电压信号接入公共转换电路,而其他输入信号不应干扰该路信号的转换工作。单片 MUX 有 8 选一、双 4 选一、单向/双向等不同类型,常用的芯片有 AD7501/03、LF13508(DG508)、CD4051 等。主要性能参数有:开关接通/断开延迟时间、开关导通电阻、最大允许的切换电压/电流、控制电平。