

高等学校
电子信息类
规划教材
·『九五』
电子部重点教材·

华中科技大学出版社

主编 刘乐善

编者 刘乐善 欧阳星明 刘学清

微型计算机接口技术及应用

高等学校
电子信息类

规划教材·九五电子部重点教材

微型计算机接口技术及应用

主编 刘乐善

编者 刘乐善 欧阳星明 刘学清

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机接口技术及应用/刘乐善 主编
武汉:华中科技大学出版社, 2000年4月
ISBN 978-7-5609-2210-2

I. 微…

II. ①刘… ②欧阳… ③刘…

III. 微型计算机-接口技术

IV. TP36

微型计算机接口技术及应用

刘乐善 主编

责任编辑:叶翠华

封面设计:刘 卉

责任校对:戴文遐

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学出版社照排室

印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:26.25

字数:614 000

版次:2000年4月第1版

印次:2007年5月第17次印刷

定价:29.80元

ISBN 978-7-5609-2210-2/TP·383

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书以 IBM-PC 微机及兼容机为主要对象,系统深入地阐述了微型计算机接口技术与总线技术的原理及应用。其主要内容包括 I/O 端口地址译码技术、定时/计数技术、DMA 技术、中断技术、存储器接口、并行接口、人-机交互设备接口、串行接口、A/D 与 D/A 转换器接口、系统资源软接口和总线技术及新型接口标准。本书内容全面,实例丰富,既有常用典型外设接口,也有新型外设接口;既有 I/O 设备的硬接口,也有 I/O 设备的软接口;既考虑了接口技术的共性,也考虑了各类接口的特点。特别是本书引入了先进的总线技术(如 PCI 总线)和近两年才流行起来的新型接口标准(如 USB 和 IEEE1394)以及新设备(多媒体设备)接口作为教材内容,因此,该书在理论性、实用性、先进性和内容的组织与安排等方面颇具特色。

本书既可作为高等院校工科有关专业本科、研究生教材或专业技术培训教材,也是广大从事微型计算机应用与开发的科技人员难得的自学参考书。

Abstract

This book concentrates on IBM-PC and compatible PC serials. The principles and applications of both interface and BUS technology are fully discussed. It contains the following aspects: techniques of I/O port decoding, timing/counting, DMA and interrupt; various interfaces such as memory interface, parallel & serial interface; human-machine interactive device interface; A/D & D/A converter interface and system resource interface. BUS technology and new interface standard are also included.

This book covers all the aspects of interface and BUS technology with many examples, including both common and novel peripheral interfaces; both soft and hard interfaces of I/O devices. Universal properties and different characteristics of various interfaces are also considered. It introduces especially the advanced BUS technology(eg. PCI), newly popular interface standard(eg. USB & IEEE1394) and interfaces for new devices(eg. multimedia devices). The book is characteristic for its theories, practicality, advantage and well-organized contents.

It can be used as textbook for university students and graduates of related majors, it is also a useful reference book for the many technicians and engineers in computer research and development.

出版说明

为做好全国电子信息类专业“九五”教材的规划和出版工作,根据国家教委《关于“九五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》和《普通高等教育“九五”国家级重点教材立项、管理办法》,我们组织各有关高等学校、中等专业学校、出版社,各专业教学指导委员会,在总结前四轮规划教材编审、出版工作的基础上,根据当代电子信息科学技术的发展和面向 21 世纪教学内容和课程体系改革的要求,编制了《1996—2000 年全国电子信息类专业教材编审出版规划》。

本轮规划教材是由个人申报,经各学校、出版社推荐,由各专业教学指导委员会评选,并由我部教材办商各专指委、出版社后,审核确定的。本轮规划教材的编制,注意了将教学改革力度较大、有创新精神、特色风格的教材和质量较高、教学适用性较好、需要修订的教材以及教学急需,尚无正式教材的选题优先列入规划。在重点规划本科、专科和中专教材的同时,选择了一批对学科发展具有重要意义,反映学科前沿的选修课、研究生课教材列入规划,以适应高层次专门人才培养的需要。

限于我们的水平和经验,这批教材的编审、出版工作还可能存在不少缺点和不足,希望使用教材的学校、教师、同学和广大读者积极提出批评和建议,以不断提高教材的编写、出版质量,共同为电子信息类专业教材建设服务。

原电子工业部教材办公室

前 言

随着微型计算机(简称微机)应用的日益广泛和深入,接口技术有了迅速的发展,并已成为直接影响微机系统功能和推广应用的关键。从硬件的角度来看,微机的开发与应用,在很大程度上就是微机接口电路的开发与应用,因而,微机接口技术成为涉及本专业的大学生和科技人员必不可少的基本技能。本书就是为了满足读者学习微机接口技术的要求而编写的。

本教材与编者 1996 年出版的《微型计算机接口技术原理及应用》(华中理工大学出版社)一书相比,在理论性、实用性和内容更新等方面,都有较大的发展和明显的提高。

本书以 IBM-PC 微机及兼容机为主要对象,阐述微型计算机接口技术的原理及其应用。全书共分十二章,前五章集中分析了接口的共性技术,如 I/O 端口地址译码技术、定时/计数技术、中断技术以及 DMA 技术。后五章分别详细地讨论了各种典型接口的工作原理和具体的接口电路以及相应的程序,如存储器接口、并行接口、串行接口、人-机接口、模拟接口等。最后两章讨论了 I/O 设备软接口、总线技术和接口标准。内容全面,既有常用典型外设接口,也有新型外设接口;既考虑了接口技术的共性,也考虑了各类接口的特点;既有 I/O 设备的硬接口,也有 I/O 设备的软接口。全书结构清晰、层次分明。

作为教材,本书引入了先进的总线技术(如 PCI 总线等)和近两年才流行起来的新型接口标准(USB 和 IEEE1394 等),以及新设备(如多媒体设备)接口,并把编者多项科研成果溶入教材之中,使教材及时反映接口技术的新发展。从接口技术的角度来看,能适应微机应用的当前和进一步发展的要求。

教材注重理论联系实际,从应用的角度出发,在讲清基本原理的基础上,强调接口电路分析和设计能力的训练。书中引入了大量的应用实例,可从中学习如何分析和设计接口电路的基本方法和技巧,教材具有较大的实用性和参考价值。

教材内容的安排遵循人的认识规律,对概念、术语的引入,从实际出发,由浅入深,概念明确,条理性好,并在每章后面附有习题,便于自学。

本教材适应面宽,可作为高等院校工科有关专业的本科生、研究生微型计算机接口技术课程教材或专业培训教材,也可供从事计算机应用与开发的科研及工程技术人员自学参考。

微机接口技术是一门实践性很强的课程,除了课堂理论学习之外,还需要强有力的实践性环节与之配合,否则,学习效果会受到很大影响。长期以来,由于种种原因,微机接口实验这一问题未能得到很好解决,使得不少教学单位只能停留在课堂讲授上,而不能开出实验课,或者不得不用单板机甚至单片机来替代,致使在原理上讲的是 PC 系列微机接口,而实验时做的是单片机接口,理论与实践环节脱节,这对微机接口技术课程的教学工作带来很大影响。为了克服这一不足,我们经过多年的探索 and 教学反复实践,不断改进,研制了一种微机接口技术实验教学系统“多功能接口实验与开发平台”。平台集实验与开发功能为一体,与 PC 系列微机配套使用,十分方便。这一实验系统和本教材的内容紧密配合,相互补充,教材中举出的接口实例,可以通过实验平台进行实际操作和实验,真正做到课堂原理讲授和实践环节一脉相承。这不仅对提高学习效率和教学效果十分有利,而且对培养学生理论联系实际,增强分析与解决实际问题的能力也十分有利。

本书由刘乐善主编,并编写了第一、二、五、七、九、十、十二章;第三、四、六、八章由欧阳星明编写;刘学清编写了第十一章,并参加了第十二章的部分编写。本书的出版得到了全国高校计算机专业教学指导委员会和华中理工大学计算机科学与技术学院的大力支持。本书的责任编辑杭州电子工业学院张国焯教授,在本书的出版全过程中,做了大量具体而有效的指导工作。本书的主审周明德教授对书稿进行了认真、详细的审阅,提出了许多极为宝贵的意见。刘静文和刘学清同志承担了大部分书稿的录入和整理工作,并绘制了插图。肖华、邹伟力和李波等同志对本书的出版都作了大量工作,华中理工大学出版社为本书的出版付出了辛勤的劳动,在此一并表示衷心地谢意。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中错漏在所难免,敬请读者及专家赐正。

编者

2000年元月于华工园

目 录

第一章 概述	(1)
1.1 微机接口与接口技术	(1)
一、接口	(1)
二、接口技术	(2)
三、接口技术在微机应用中的作用	(2)
1.2 接口功能	(2)
1.3 接口的组成	(3)
一、硬件电路	(3)
二、软件编程	(4)
1.4 接口电路的结构形式	(4)
一、固定式结构	(4)
二、半固定式结构	(5)
三、可编程结构	(5)
四、智能型结构	(5)
1.5 CPU 与接口交换数据的方式	(5)
一、查询方式	(5)
二、中断方式	(5)
三、直接存储器存取方式	(6)
1.6 分析与设计接口电路的基本方法	(6)
一、两侧分析法	(6)
二、硬软结合法	(7)
1.7 接口技术的发展趋势	(7)
习题一	(9)
第二章 I/O 端口地址译码技术	(10)
2.1 I/O 端口及其编址方式	(10)
一、I/O 端口和 I/O 操作	(10)
二、端口地址编址方式	(10)
三、独立编址方式的端口访问	(11)
2.2 I/O 端口地址分配	(12)
一、I/O 接口硬件分类	(12)
二、I/O 端口地址分配	(12)

三、I/O 端口地址选用的原则	(13)
2.3 I/O 端口地址译码	(13)
一、I/O 地址译码电路工作原理及作用	(13)
二、I/O 地址译码方法	(14)
三、I/O 端口地址译码电路设计	(14)
2.4 GAL 器件及其在 I/O 地址译码中的应用	(18)
一、GAL 器件的特点	(18)
二、GAL 器件的开发工具与开发步骤	(19)
三、采用 GAL 的 I/O 端口地址译码电路设计	(22)
习题二	(28)
 第三章 定时/计数技术	(30)
3.1 基本概念	(30)
一、定时/计数	(30)
二、频率—声音—音乐	(30)
三、微机系统中的定时	(30)
四、定时方法	(31)
3.2 可编程定时/计数器 8253-5/8254-2	(31)
一、外部特性与内部逻辑	(31)
二、计数初值	(34)
三、编程命令	(34)
四、工作方式及特点	(36)
3.3 8253-5/8254-2 的应用举例	(40)
一、计时器——日时钟	(40)
二、稳定延时	(42)
三、发声器	(43)
四、波特率时钟发生器	(45)
3.4 实时钟电路 MC146818 及其应用	(49)
一、MC146818 的外部特性及工作原理	(49)
二、实时钟的定时信息在 CMOS-RAM 中的地址分配	(51)
三、实时钟的状态寄存器	(51)
四、实时钟信息的读写操作	(52)
习题三	(54)
 第四章 DMA 技术	(55)
4.1 DMA 传送的特点	(55)
4.2 DMA 传送的过程	(55)
4.3 DMA 传送的方式	(56)
一、DMA 操作类型	(56)
二、DMA 操作方式	(56)

4.4 DMA 控制器	(57)
一、DMA 控制器在系统中的地位	(57)
二、总线控制权在 DMA 控制器与 CPU 之间的转移	(58)
三、DMA 控制器 8237A-5	(58)
4.5 DMA 系统	(68)
一、DMA 系统组成	(68)
二、DMA 系统有效地址的生成	(68)
三、IBM-PC 微机的 DMA 系统	(71)
四、DMA 系统的初始化	(73)
4.6 DMA 传送的应用	(74)
一、DMA 控制器与 I/O 设备的连接	(75)
二、DMA 控制器的编程	(75)
习题四	(77)
第五章 中断技术	(78)
5.1 中断的基本概念	(78)
一、什么是中断	(78)
二、中断源与中断识别	(79)
三、中断向量与中断向量表	(79)
四、中断类型号与中断向量指针	(79)
五、中断向量的装入(填写)与修改	(81)
六、中断优先级排队方式	(82)
七、中断嵌套	(83)
5.2 IBM-PC 微机中断系统	(83)
一、硬中断	(83)
二、软中断	(85)
三、硬中断与软中断的比较	(88)
四、软中断的应用	(89)
五、中断处理过程	(89)
六、中断响应周期及 $INTA_2$ 信号的作用	(90)
5.3 可编程中断控制器 8259A	(91)
一、8259A 协助 CPU 处理中断事务所作的工作	(91)
二、8259A 的外部特性和内部结构	(91)
三、8259A 的工作方式	(95)
四、8259A 的中断操作功能及其命令	(96)
5.4 8259A 在微机系统中的应用	(107)
一、8259A 的编程命令的使用	(107)
二、8259A 初始化编程	(108)
三、中断向量修改	(110)
习题五	(112)

第六章 存储器接口	(113)
6.1 半导体存储器	(113)
一、半导体存储器的分类	(113)
二、半导体存储器的主要性能指标	(114)
三、存储芯片的组成	(114)
6.2 存储器接口技术	(115)
一、存储器接口中应考虑的几个问题	(115)
二、存储器地址译码方法	(117)
三、存储器与控制总线、数据总线的连接	(122)
6.3 主存储器接口	(123)
一、EPROM 与 CPU 的接口	(123)
二、SRAM 与 CPU 的接口	(125)
三、DRAM 与 CPU 的接口	(128)
6.4 高速缓冲存储器接口	(133)
一、地址映象方式	(134)
二、地址索引机构	(135)
三、置换控制策略	(135)
习题六	(136)
第七章 并行接口	(137)
7.1 并行接口的特点	(137)
7.2 可编程并行接口 8255A	(137)
一、8255A 的外部特性和内部结构	(137)
二、8255A 的编程命令	(140)
三、8255A 的工作方式	(144)
7.3 8255A 的 0 方式及其应用	(144)
一、特点	(144)
二、并行打印机接口设计	(144)
三、步进电机控制接口设计	(146)
7.4 8255A 的 1 方式及其应用	(151)
一、特点	(151)
二、1 方式下联络信号线的定义及其时序	(151)
三、1 方式的状态字	(155)
四、1 方式的接口方法	(156)
五、两种方式并行传送接口设计	(156)
六、主从结构两级微机并行传送接口设计	(159)
7.5 8255A 的 2 方式及其应用	(161)
一、特点	(161)
二、2 方式下联络信号线的定义及其时序	(162)
三、2 方式的状态字	(162)

四、中断方式的双向并行接口设计	(163)
习题七	(165)
第八章 人机交互设备接口	(167)
8.1 键盘接口	(167)
一、键盘接口的功能和原理	(167)
二、可编程键盘/LED 接口芯片 8279	(169)
三、PC 微机键盘及接口	(177)
8.2 CRT 显示器接口	(179)
一、概述	(179)
二、CRT 显示器原理	(180)
三、CRT 显示器接口	(181)
8.3 打印机接口	(183)
一、打印机的结构及各部分功能	(184)
二、打印机接口方法	(186)
三、打印机接口设计	(189)
8.4 鼠标器接口	(192)
8.5 多媒体设备及其接口	(193)
一、多媒体计算机概述	(193)
二、多媒体功能卡	(195)
三、CD-ROM	(202)
四、几种常用的多媒体信息获取设备	(204)
习题八	(205)
第九章 串行通信接口	(207)
9.1 串行传送的基本概念	(207)
一、串行传送的特点	(207)
二、串行数据传送方向	(207)
三、信号的调制和解调	(208)
四、信息的检错与纠错	(209)
五、波特率与发送/接收时钟	(209)
六、串行通信的基本方式	(211)
9.2 串行通信的数据格式	(211)
一、起止式异步通信数据格式	(212)
二、面向字符的同步通信数据格式	(213)
三、面向比特的同步通信数据格式	(214)
9.3 串行通信接口标准	(215)
一、RS-232C 接口标准	(215)
二、RS-422A 接口标准	(222)
三、RS-485 接口标准	(223)

四、几种标准的比较	(223)
9.4 串行通信接口的任务及组成	(224)
一、串行通信接口的基本任务	(224)
二、串行通信接口电路的组成	(225)
9.5 可编程串行接口芯片 8251A	(225)
一、8251A 的外部特性和内部逻辑	(225)
二、8251A 的命令字和状态字	(228)
三、8251A 应用举例	(231)
9.6 采用 RS-232C 标准的全双工异步串行通信接口电路设计	(233)
一、要求	(233)
二、分析	(234)
三、设计	(234)
9.7 采用 RS-485 标准的异步串行通信接口电路设计	(240)
一、要求	(240)
二、分析	(240)
三、设计	(242)
9.8 PC 微机异步通信适配器的分析和使用	(243)
一、UART 的寄存器及其编程方法	(243)
二、UART 的外部特性	(249)
三、采用 UART 的异步通信适配器的组成	(251)
四、查询方式异步串行通信编程	(252)
五、中断方式异步串行通信编程	(256)
习题九	(257)
 第十章 A/D 与 D/A 转换器接口	 (258)
10.1 D/A 转换器的接口方法	(258)
一、D/A 转换器及其连接特性	(258)
二、D/A 转换器与微处理器的接口方法	(259)
10.2 D/A 转换器接口电路设计	(260)
一、片内无三态输入缓冲器的 8 位 D/A 转换器接口设计	(260)
二、片内有三态输入缓冲器的 8 位 D/A 转换器接口设计	(261)
三、片内无三态输入缓冲器的 12 位 D/A 转换器接口设计	(264)
四、片内有三态输入缓冲器的 12 位 D/A 转换器接口设计	(264)
10.3 A/D 转换器接口基本原理与方法	(266)
一、A/D 转换器及其连接特性	(266)
二、A/D 转换器与微处理器的接口方法	(267)
10.4 查询方式的 A/D 转换器接口电路设计	(270)
一、12 位片内带有三态输出锁存器的 A/D 转换器接口设计	(270)
二、12 位片内不带三态输出锁存器的 A/D 转换器接口设计	(273)
三、用电平启动转换的 A/D 转换器接口设计	(274)

10.5 中断方式的 A/D 转换器接口设计	(275)
一、单板机系统的中断方式数据采集系统设计	(276)
二、PC 机系统的中断方式数据采集系统设计	(279)
10.6 DMA 方式的 A/D 转换器接口电路设计	(287)
一、采用 DMA 方式的 A/D 转换器接口电路分析与设计	(287)
二、初始化编程	(288)
10.7 在板存储器方式的数据采集系统	(289)
一、超高速视频闪烁 A/D 转换器	(289)
二、一个 30MHz 采样频率的数据采集系统的设计	(291)
10.8 微型计算机系统的 A/D、D/A 通道	(293)
一、模拟通道的电路组成	(293)
二、模拟通道的结构形式	(294)
三、A/D、D/A 通道设计	(296)
习题十	(299)
第十一章 系统资源软接口	(301)
11.1 系统资源软接口的层次	(301)
一、ROM-BIOS 接口	(301)
二、PC-DOS 接口	(302)
11.2 DOS 和 BIOS 调用	(303)
一、DOS 和 BIOS 服务功能的描述信息	(303)
二、DOS 和 BIOS 调用模型	(304)
三、入口/出口参数	(305)
四、调用方法举例	(305)
11.3 字符设备的 DOS 和 BIOS 调用	(306)
一、键盘的 DOS 和 BIOS 调用	(307)
二、显示器的 DOS 和 BIOS 调用	(309)
三、打印机的 DOS 及 BIOS 调用	(311)
四、定时器和实时钟的 DOS 与 BIOS 调用	(312)
五、串行通信接口的 DOS 和 BIOS 调用	(316)
11.4 磁盘的 DOS 和 BIOS 调用	(320)
一、磁盘的 DOS 系统功能调用	(320)
二、磁盘的 BIOS 调用	(327)
习题十一	(328)
第十二章 总线与接口标准	(330)
12.1 概述	(330)
一、总线和接口标准的含义	(330)
二、总线和接口标准的分类	(331)
三、总线的组成	(332)

四、总线的性能参数	(332)
五、总线传输过程及握手技术	(333)
六、总线的层次化结构	(335)
12.2 系统总线	(337)
一、ISA 总线	(337)
二、EISA 总线	(339)
三、PC-104 总线	(340)
四、STD 总线	(341)
五、PCMCIA 总线	(343)
12.3 PCI 局部总线	(344)
一、PCI 总线的特点	(344)
二、PCI 总线信号定义	(345)
三、PCI 总线命令	(351)
四、PCI 总线上的数据传输过程	(353)
五、PCI 地址空间及设备选择	(356)
六、PCI 总线配置及实现技术	(358)
七、PCI 中断响应周期和中断共享	(367)
八、仲裁	(369)
12.4 通用外设接口标准 USB	(370)
一、USB 的物理接口和电气特性	(371)
二、USB 设备及其描述器	(372)
三、USB 系统组成和拓扑结构	(373)
四、USB 传输类型	(374)
五、USB 交换的包格式	(376)
六、USB 设备状态和总线枚举	(378)
七、USB 特点及应用	(379)
12.5 高性能串行总线标准 IEEE1394	(380)
一、IEEE 1394 总线特征	(380)
二、IEEE 1394 的主要性能特点	(381)
三、IEEE 1394 拓扑结构	(381)
四、IEEE 1394 地址分配	(382)
五、IEEE 1394 协议结构	(383)
六、IEEE 1394 数据传输方式	(384)
七、IEEE 1394 电缆及连接	(384)
八、IEEE 1394 总线工作过程	(384)
九、IEEE 1394 和 USB 的比较	(384)
12.6 SCSI 接口标准	(385)
一、SCSI 接口标准概述	(385)
二、SCSI 接口标准的主要特性	(385)
三、SCSI 系统的结构	(386)

四、SCSI 接口信号定义与电气特性	(387)
五、SCSI 的操作阶段	(388)
12.7 IDE 接口标准	(390)
一、IDE 接口标准	(390)
二、EIDE 接口标准	(390)
12.8 AGP 图形加速端口	(391)
一、AGP 产生的背景	(391)
二、AGP 的特点	(391)
三、AGP 的工作模式	(392)
四、AGP 与 PCI 的关系	(393)
12.9 传统的接口标准	(393)
一、串行接口标准	(393)
二、并行接口标准 IEEE 1284	(393)
三、I ² C 串行总线	(396)
12.10 IEEE 488 总线及 VXI 卡式仪器总线	(397)
一、IEEE 488 总线	(397)
二、VXI 总线	(398)
习题十二	(402)
参考文献	(404)

第一章 概 述

1.1 微机接口与接口技术

一、接口

微机接口(interface)就是微处理器 CPU 与“外部世界”的连接电路,是 CPU 与外界进行信息交换的中转站。比如源程序或原始数据要通过接口从输入设备送进去,运算结果要通过接口向输出设备送出来;控制命令通过接口发出去,现场状态通过接口取进来,这些来往信息都要通过接口进行变换与中转。这里所说的“外部世界”,是指除 CPU 本身以外的所有设备或电路,包括存储器、I/O 设备、控制设备、测量设备、通信设备、多媒体设备、A/D 与 D/A 转换器等。

从图 1.1 可以看出,各类外部设备(简称外设)和存储器,都是通过各自的接口电路连到微机系统的总线上去的,因此用户可以根据自己的要求,选用不同类型的外设,设置相应的接口电路,把它们挂到系统总线上,构成不同用途、不同规模的应用系统。

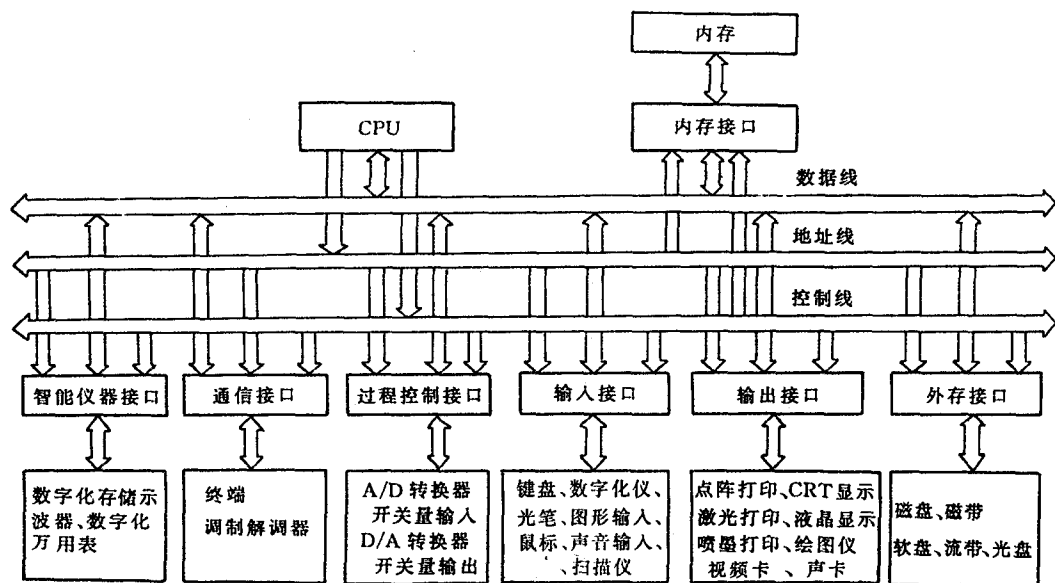


图 1.1 微机系统各类接口框图

为什么要在 CPU 与外设之间设置接口电路?有几个方面的原因:其一,CPU 与外设两者的信号线不兼容,在信号线功能定义、逻辑定义和时序关系上都不一致;其二,两者的工作速度不兼容,CPU 速度高,外设速度低;其三,若不通过接口,而由 CPU 直接对外设的操作实施控制,就会使 CPU 处于穷于应付与外设打交道之中,大大降低 CPU 的效率;其四,若外部设备直接由 CPU 控制,也会使外设的硬件结构依赖于 CPU,对外设本身的发展不利。因此,有必要设