

最新硬件接口技术应用与开发系列

并行端口技术

李肇庆 韩涛 编著



国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

最新硬件接口技术应用与开发系列

并行端口技术

李肇庆 韩涛 编著

·

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书对并行端口技术的基本知识和操作设计进行了详细全面的讲述,包括并行接口知识简介、一些简单的人机并行接口、并行接口程序的汇编语言实现等内容。不仅介绍了计算机接口和并行总线接口等基础内容,而且通过具体的设计例子运用汇编语言来对并行端口进行设计,使读者更好掌握并行端口的内容和相关知识。除此之外还介绍了并行总线接口技术,包括 ISA 总线、EISA 总线、PCI 局部总线以及可编程并行接口——8255A,还介绍了并行适配器以及如何使用其来仿真 EPROM/ROM 存储器,使用仿真器为特定的微处理器应用产生代码,而后使微处理器电路自己运行起来等。

本书可作为普通高校、职业技术学校计算机科学与技术专业或非计算机专业的本科、专科教材和教学参考书,也适合于程序员、硬件设计者、系统测试维修人员、实验人员及使用并行接口连接的计算机设备的用户阅读。

图书在版编目(CIP)数据

并行端口技术/李肇庆,韩涛编著. —北京:国防工业出版社,2005.1

(最新硬件接口技术应用与开发系列)

ISBN 7-118-03528-9

I. 并... II. ①李...②韩... III. 并行接口—基本知识 IV. TP334.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 073955 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 21¼ 540 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:29.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

近年来, 计算机科学与技术的发展突飞猛进, 其应用范围之广、对国民经济影响之大前所未有, 特别是计算机网络、电子商务、多媒体技术的发展, 正在彻底改变着人类的工作方式和生活方式, 同时也彻底改变了传统产业与传统的工作模式。目前, 计算机科学与技术是高新技术的主要标志, 是先进生产力的重要支柱, 因此, 发展计算机事业是摆在我们面前的重要任务。

目前, 并行端口已经成为众多外围设备最通用的接口方式, 本书从计算机原理和并行接口的设计需要出发, 介绍了计算机接口技术的基本知识和建造计算机接口的常规要求, 并介绍了打印机适配器等标准的并行接口, 并行端口的编程, 增强型并行接口 EPP 和扩展型并行端口 ECP, 以及如何运用汇编语言设计硬件接口技术和如何通过并行接口将各种模数转换器和数模转换器连接到计算机上等内容。

计算机网络及其相关的通信系统设备已广泛应用于各个社会领域, 它使各种仪器设备获得更紧密的联系, 满足信息化的要求。计算机的互联需要借助计算机接口来实现, 因此计算机应用技术领域的工程师和技术员必须掌握各种计算机设备的接口知识。

但是, 由于计算机应用的伸缩性太大, 同时计算机软硬件的发展太快, 许多新内容无法迅速被编入教材或资料, 造成学习者不能找到对应知识的详细介绍。

本书就是为了适应这种新形势的需要而编写, 其中计算机原理部分以 Intel 8086、8088 为基础, 逐步扩展到 80386、80486 以及 80586 (即 Pentium)。使读者能够层层深入, 逐步掌握各种微处理器的体系结构和组成原理。

在并行接口总线技术方面, 我们在传统的 PC/XT 总线、PC/AT 总线基础上, 详细介绍了并行总线从 ISA 总线→EISA 总线→MCA 总线→VESA 总线→PCI 总线→到目前应用的 AGP 总线的发展历程及其应用。

在汇编语言程序设计方面, 本书浓缩了目前国内几个版本的精华, 将一本书压缩为一章, 并对具体设计进行详细介绍。我们的目标是把程序设计融于实际应用之中。

在接口技术方面, 随着电子技术的发展, 各种功能的接口芯片层出不穷, 初学者很难跟踪学习。但这些复杂的芯片仍保留了原来的类似功能。为了使初学者概念更清晰, 我们仍主要围绕个人计算机中常用的接口进行讲述, 如 8255A、8259、8251、8237 等。此外, 为了适应计算机发展的需要, 我们还对部分 EISA 总线 82350/82S50DT 芯片系列作一简要介绍。

在计算机外设接口方面, 除了常规的键盘、CRT 显示器、针式打印机外, 还根据近几年的发展, 增加了光盘驱动器、鼠标接口、喷墨打印机、激光打印机等。同时, 还讲述了目前广为应用的多媒体计算机, 使读者通过本书的学习, 对当前流行的微型计算机原理及外设接口也有比较系统的了解。

本书在内容安排上本着深入浅出的原则, 除了讲述基本原理外, 还在一些并行接口技术的具体使用上注重实用性和简单性, 对一些集成芯片多注重其外部特性和应用, 而不去管其

内部的结构。

另一方面，本书在编写过程中，有意识地培养和建立读者的思维能力，使读者真正建立数据流及信息流概念，在并行接口应用方面，能够运用软件、硬件结合，使读者真正掌握并行端口的软件、硬件结合设计方法。

书中通过大量的实例介绍了并行接口的基本内容和结构，这些实例不仅对读者掌握并行接口本身和设计方法有很大的帮助，而且对实际数字系统设计也有帮助。

希望此书的出版对推动我国计算机应用及并行接口设计水平的提高有所促进，对高等学校的教学和课程改革有所帮助。由于作者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在错误和不足，敬请广大读者予以批评指正。

编者

目 录

第1章 接口技术简介	1
1.1 什么是接口技术	1
1.1.1 接口定义	1
1.1.2 接口功能	1
1.1.3 接口技术的初始考虑	2
1.2 设计接口	3
1.2.1 关于接口类型	3
1.2.2 常用的逻辑电路及模拟电路芯片	3
1.2.3 计算机的扩展总线信号	4
1.2.4 调试注意事项	5
1.3 系统设计方法及优化设计概要	5
1.3.1 系统设计方法概要	5
1.3.2 优化设计问题	6
1.3.3 硬件设计的基本原则	7
1.4 微型计算机基础	8
1.4.1 微型计算机的分类	8
1.4.2 微型计算机系统的主要性能指标	8
1.5 微型计算机系统硬件结构	9
1.5.1 结构特点与框图	9
1.5.2 主要组成部分结构及其功能	10
1.5.3 输入/输出(I/O)设备的接口	12
1.5.4 总线	13
1.6 微型计算机基本工作原理	13
1.6.1 指令与程序概述	13
1.6.2 指令与程序的执行	14
第2章 计算机组成	15
2.1 概述	15
2.2 微型计算机主要的组成部件	15
2.2.1 主板	15
2.2.2 机箱和电源	16
2.2.3 显示器	17
2.2.4 磁盘驱动器	17
2.2.5 键盘	17

2.2.6	各种适配电路卡	18
2.3	主板	19
2.3.1	主板的构架	19
2.3.2	芯片组	19
2.3.3	系统总线	20
2.3.4	局部总线	21
2.3.5	IDE (EIDE) 接口	22
2.3.6	串行、并行通信接口	23
2.3.7	键盘、鼠标接口	24
2.3.8	USB 通用串行总线	25
2.3.9	制约主板性能的一些因素	26
2.4	中央处理器	27
2.4.1	微处理器概述	27
2.4.2	Intel 系列微处理器简介	28
2.5	内部存储器	31
2.5.1	内部存储器的基本概念	31
2.5.2	半导体存储器	31
2.5.3	现代微机使用的内存条	32
2.6	显示卡与显示器	34
2.6.1	微型计算机显示系统概述	34
2.6.2	显示适配器——显示卡	34
2.6.3	显卡的分类	35
2.6.4	典型显卡介绍	36
2.6.5	CRT 显示器的性能指标	36
第 3 章	人机交互接口技术	38
3.1	键盘接口技术	38
3.1.1	矩阵键盘接口技术	38
3.1.2	PC/XT 的键盘及其接口	45
3.2	鼠标器接口技术	45
3.2.1	鼠标器的分类	45
3.2.2	鼠标器的工作原理	47
3.2.3	鼠标器接口程序设计	48
3.3	CRT 显示器接口技术	49
3.3.1	CRT 显示器的工作原理	49
3.3.2	字符显示原理	50
3.3.3	CRT 控制器	52
第 4 章	接口设计	57
4.1	微机原理要点	57
4.1.1	微机的基本机构	57
4.1.2	接口的寻址与译码	59

4.1.3	存储器	62
4.1.4	I/O 方式——主机与外设间传送信息的方法	68
4.1.5	软件	73
4.2	接口信号匹配	74
4.2.1	串行通信	74
4.2.2	远距离传送电流环	75
4.2.3	开关量检测与防抖	75
4.2.4	指示器驱动	76
4.2.5	继电器驱动	76
4.2.6	步进电机控制	76
4.2.7	直流电机控制	77
4.2.8	模拟信号检测及输出	78
4.3	总线	82
4.3.1	总线简介	82
4.3.2	内总线	82
4.3.3	单向总线和双向总线	83
4.3.4	微机总线的发展概况	84
4.4	PC/XT 总线	85
4.4.1	总线扩展槽机械及电源特性	85
4.4.2	总线信号说明	86
4.4.3	PC/XT 总线时序	87
4.4.4	系统总线的负载与驱动能力	89
4.5	PC 机的其他总线	90
4.5.1	ISA 总线 (PC/AT 总线)	90
4.5.2	EISA 总线	93
4.5.3	VISA 总线和 PCI 总线介绍	95
4.6	使用接口控制软件编程举例	95
4.6.1	可编程接口芯片	95
4.6.2	基本的输入/输出举例	96
第 5 章	并行总线接口技术	103
5.1	总线概述	103
5.1.1	功能和分类	103
5.1.2	总线传送握手	104
5.1.3	总线缓冲及驱动	107
5.1.4	总线标准化	108
5.2	ISA 总线	115
5.2.1	8 位 ISA 总线	115
5.2.2	16 位 ISA 总线	117
5.3	EISA 总线	119
5.3.1	EISA 总线引脚说明	119

5.3.2	EISA 总线应用举例	120
5.4	VESA 局部总线	121
5.5	ISA 与 EISA 总线寻址空间	122
5.6	PCI 局部总线	123
5.6.1	PCI 总线的概述	124
5.6.2	PCI 总线接口信号	127
5.6.3	PCI 总线的操作	131
5.6.4	PCI 总线配置空间	134
5.7	可编程并行接口——8255A	137
5.7.1	8255A 的内部结构及引脚功能	138
5.7.2	8255A 工作方式及方式控制字	139
5.7.3	8255A 的 3 种工作方式接口方法	141
5.8	计算机接口技术	145
5.8.1	显示器接口	145
5.8.2	打印机接口	154
5.8.3	扫描仪接口技术	162
第 6 章	并行端口的扩展端口	166
6.1	在标准并行适配器上进行扩展	166
6.2	使用 EPP 进行扩展	171
6.3	EEP 中的 8255-PPIO 接口	172
6.3.1	8255 可编程外部设备接口	172
6.3.2	连接 8255 到并行适配器	176
6.4	存储器接口及通信	181
6.4.1	存储器接口	181
6.4.2	直接存储器存取通信	190
6.4.3	磁盘机接口与通信	198
第 7 章	汇编语言程序设计	206
7.1	汇编语言程序格式	206
7.1.1	汇编语言语句的类型及格式	206
7.1.2	汇编语言数据	207
7.1.3	汇编语言的程序结构	210
7.2	汇编语言伪指令	212
7.2.1	数据定义伪指令	212
7.2.2	段定义伪指令	213
7.2.3	过程定义伪指令	216
7.2.4	模块定义伪指令	217
7.2.5	结构数据伪指令	218
7.2.6	宏代换操作	222
7.2.7	其他伪指令	227
7.2.8	汇编程序的开发	228

7.3 汇编语言程序设计	229
7.3.1 顺序程序设计方法	229
7.3.2 分支程序设计方法	231
7.3.3 循环程序设计	235
7.3.4 子程序设计	239
7.4 DOS 和 BIOS 中断	243
7.4.1 DOS 功能的使用	243
7.4.2 BIOS 功能的使用	247
第 8 章 并行适配器的编程和使用	251
8.1 PC 机数据域	251
8.2 端口的访问	252
8.3 并行端口的示警盒: 发光二极管和读取开关	253
8.4 并行端口的电源开关电路	255
8.4.1 ULN2003A 驱动器	256
8.4.2 MOSFET 驱动器	257
8.4.3 控制台	258
8.5 使用标准并行端口进行数据传输内务操作	261
8.6 增强型端口和扩展性能端口	265
8.6.1 IEEE1284 和 1394 标准	265
8.6.2 增强型并行端口	268
8.6.3 EPP 寄存器	272
8.6.4 EPP BIOS 调用	273
8.6.5 EPP 控制芯片的编程	273
8.6.6 扩展性能端口	274
8.6.7 高级适配器的电气接口	275
8.7 编程实现接口技术	275
8.7.1 键盘及接口	275
8.7.2 8279 接口键盘	287
8.7.3 8279 接口显示器	291
第 9 章 管理设备编程	295
9.1 EPROM 编程器	295
9.2 AT89C2051 微处理器编程器	296
9.3 使用并行适配器的波形特性	312
9.3.1 并行适配器作为波形发生器	312
9.3.2 波形产生的传统方法	315
9.3.3 一个非通用的波形产生方法	316
9.4 A/D 转换器与 CPU 接口及应用程序设计	318
9.4.1 ADC847 接口 8086 微处理器	318
9.4.2 ADC80 与 CPU 接口及应用	319
9.4.3 对 A/D 转换和 D/A 转换编程	326

9.4.4 IBM/PC 数据采集系统接口	331
9.5 存储器嵌入式自测电路	336
9.5.1 存储器 BIST 的概念	336
9.5.2 存储器测试与错误类型	337
9.5.3 存储器 BIST 电路结构	337
参考文献	338

第 1 章 接口技术简介

1.1 什么是接口技术

1.1.1 接口定义

一般而言，接口泛指任何两个系统之间的交接部分，或两个系统间的连接部分。在计算机系统里，接口指中央处理机与外部设置之间的连接通道及有关控制电路。接口技术就是对上述连接通道及有关控制电路和相关软件进行设计和开发。

伴随电子技术、微计算机技术的发展，接口技术的发展经历了分立元件专用接口单元、集成接口芯片、专用接口卡、多功能接口卡、即插即用高性能接口等阶段。今后发展趋势是进一步拓展功能，缩小体积，降低功耗，人工智能化等。计算机，特别是微型计算机，在工业、农业、商业、国防、交通、文化、科研、通信、地质勘探、医疗卫生等各个行业得到了广泛应用，并取得了巨大成功。进一步推广其应用成果是各行各业开发新产品、改造传统设备的必然趋势。因此，了解和掌握接口技术对各行业的发展具有重要意义。

1.1.2 接口功能

接口的作用实质上是变换和传送信息。传送信息的工作方式有 3 种：串行传送、并行传送和流水线传送。接口一般具备以下功能：

1. 传送数据

在微型机中，数据位数（二进制）常为 8 位、16 位、32 位。数据大致可分为 3 种类型：

(1) 数字量：对键盘、磁带机、磁盘机、光盘、打印机、显示器等各种外部设备读、写的信息。

(2) 模拟量：在计算机用于控制时，大量现场信息经传感器把非电量（温度、压力、流量等）转换成电量。这些模拟量需先转换成数字量才能输入计算机，计算机的控制输出数字量也需转换成模拟量后才能去控制执行机构。

(3) 开关量：只有两个状态的量，如电动机的启停、开关的通断、阀门的开闭等。

2. 传送状态信息

输入时，输入设备传送信息是否准备好；输出时，输出设备是否空闲。这些“已准备好”、“忙”、“闲”等设备状态都要“报告”给主机。

3. 传送控制信息

控制输入/输出设备的启动、停止及定位等。

电路根据传送不同信息的需要，接口的基本结构有以下 3 个特点：

(1) 数据、状态、控制的性质不同，需经不同端口（可以视作子接口，是指某个特定外设的接口，通过它可与该外设交换信息）进行传送。如数据 I/O 寄存器、状态寄存器与控制命

令寄存器各占一个端口，各有自己的端口地址，所以可用不同的端口地址来区分不同性质的信息。

(2) 当用 I/O 指令来寻址外部设备（实际寻址端口）的 CPU（如 Z-80）时，外部设备的状态作为一种输入数据，而 CPU 的控制命令则作为一种输出设备，因此可通过数据总线来分别传送。

(3) 端口地址可由 CPU 控制总线的低 8 位信息来确定，CPU 可根据 I/O 命令提供的端口地址来寻址端口，然后同外部设备交换信息。

1.1.3 接口技术的初始考虑

计算机技术的应用大致可分为 6 个方面：科学计算、管理、数据采集、实时控制、通信和智能仪器。其中，科学计算和管理一般是整套系统，包括主机、内存、显示器、磁盘、光盘、打印机、键盘等。所需有关的接口以及系统支持软件具有通用性，用户只需按制造厂家提供的说明书操作即可，如图 1-1 中的某个计算机系统的基本部分所示。而数据采集、实时控制、通信和智能仪器则可能是由单片机或系统机构成；应用的具体对象、预期目的、交换的信息会各不相同，因而相应接口技术所需的硬件和软件也各有特点，厂家无法提供通用产品，只能由用户根据需要对接口自行开发设计，如图 1-1 中的扩展部分所示。图中所示的可选部分是为满足网络通信方面的需要而设置的，目前均已产品可供选用。

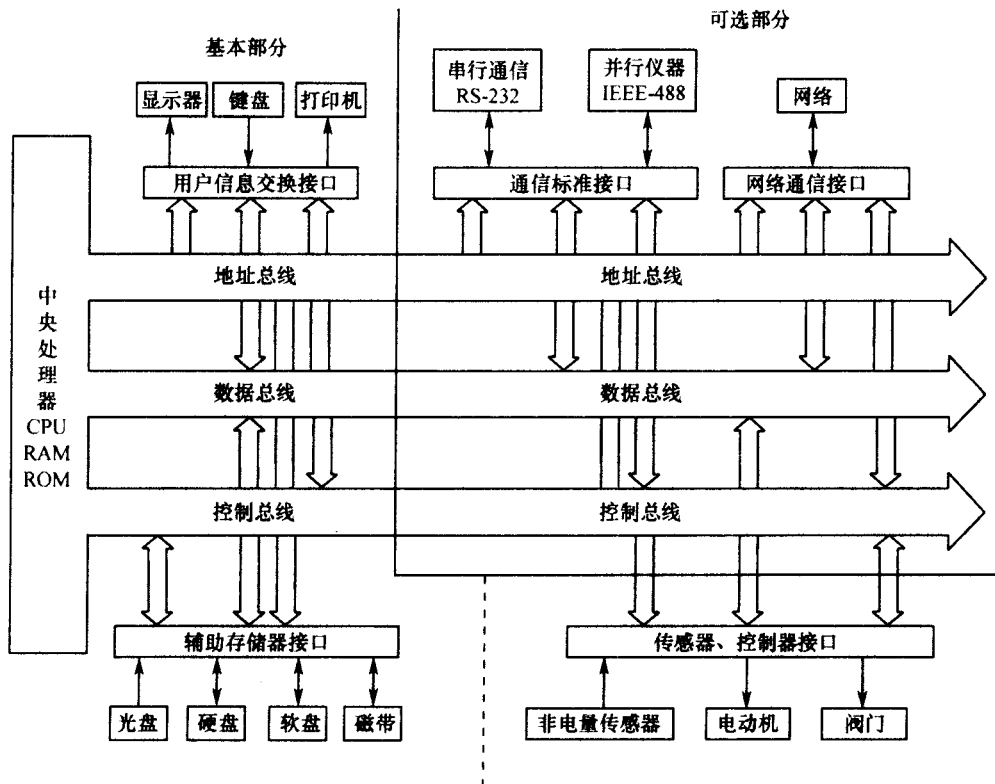


图 1-1 一个典型微型计算机系统的框图

综上所述,可以得出如下结论:接口技术涉及面广,因而具有一定的复杂性,但又是可以掌握的。一方面要弄清所用微机中央处理器(CPU)的结构、指令及汇编语言的知识(实用中若非必要,则只需熟悉总线及有关接口编程语言的知识);另一方面要弄清所面对的外部设备对象的特点:是机械式、机电式,还是电子式;输入计算机的信号是数字量、开关量,还是模拟量;从计算机所取得的信号是数字量、开关量,还是模拟量;需要保持一段时间,还是需要脉冲;信息传送率及远近;测控对象是大系统多工况还是单机简单运动;是高速旋转机构还是微型智能仪器等。

1.2 设计接口

1.2.1 关于接口类型

应依据外设特点来选择接口类型,参见图 1-1 扩展部分,其中包括以下部分:

1. 通用标准接口 EIA-RS232C (串行通信接口) 以及 IEEE-488 (并行通信接口)

前者用于微机间通信,后者用于可编程仪器形成自动化仪器测试系统。使用通用标准接口时,用户只需按规定及需要编写相应程序,并做适当连线即可使用。

2. 传感器接口

在外界有许多非电量场合,例如温度、压力、流量、转速、震动、声音、光、扭力、磁力等模拟量,需经传感器变为相应电量后进行放大,采样保持,最后经模数转换器(A/D)转换成数字量输入微机。在使用计算机收集测试数据时,必须使用传感器接口。

3. 控制器接口

计算机的输出是数字量,若受控设备只能接受模拟量时,则要经过数模转换器(D/A)输出模拟量,才能对受控设备进行控制。传感器和控制器接口是微机在机电设备中进行测控的重要接口。

4. 网络通信接口

这是为适应当前计算机网络的发展,尤其是随国际互联网的发展而发展起来的一类专用接口,逐渐成为必要接口之一,一般做成卡式直接插入计算机插槽中。

1.2.2 常用的逻辑电路及模拟电路芯片

常用的逻辑电路及模拟电路芯片有:门电路、锁存器、译码器、比较器、模拟开关、放大器、采样保持器。当前使用较多的厂家大致有 Intel、ZILOG、AMD (接口电路)、AD (A/D、D/A、S/H、放大器)、AT&T (通信 IC)、DATEL (A/D、D/A、S/H、放大器)、HARRS (接口)、MAXIM、TEXAS (74 系列)、TOHIBA、HITACHI 等。常用的接口芯片如表 1-1 所列。

表 1-1 常用接口芯片简表

分 类	型 号	生产厂	用 途
通用型 数据并行传送	8255、8255A	Intel	可编程并行输入接口
	8255A-5		
	MC6820、MC6821	Motorola	
	Z80-PIO	ZILOG	

(续)

分 类	型 号	生 产 厂	用 途
数据串行传送	8250、8251A	Intel	可编程串行通信接口
	MC6850	Motorola	
	Z80-SIO	ZILOG	
专用外设型	8259	Intel	可编程中断控制器
	8271		软盘控制器
	8275		可编程显示器控制器
	8279		可编程键盘/显示器控制器
	8295		点阵打印机控制器
定时器/计算器	8253	Intel	在测控或数据采集系统中,为满足定时采集或对外部事件进行计数,用于累计量值等的需要,可以通过软件编程定时或计数,实现向 CPU 发送中断信号,做定时控制或定时巡回检测等
	MC6840	Motorola	
	Z80-CTC	ZILOG	
直接数据传送	8257	Intel	由 CPU 启动后,无须 CPU 干预,直接对内存访问、传递数据
	MC6844	Motorola	
	Z80-DMA	ZILOG	
A/D	ADC0809	AD	8 位转换时间 100 μ s
	AD7574		8 位转换时间 15 μ s
D/A	AD574A	National	12 位转换时间 35 μ s
	AD578J		12 位转换时间 6 μ s
	DAC08032		8 位转换时间 1 μ s
	DAC0808		8 位转换时间 150 μ s
	AD562	AD	12 位转换时间 1.5 μ s

由表 1-1 可见,各个厂家的各类芯片功能是大同小异的,在使用时一定要注意如何选用主要功能芯片及其配套芯片,应从芯片功能与所要求的功能是否相等、芯片的应用范围及特点等方面来考虑,还要考虑配套、价格及供货周期等。对使用者来说,应主要了解芯片的外部特性,例如了解芯片的详细功能和正确使用的方法(引脚信号、配套电路、使用特点等),无需深究其内部结构和工作原理。例如在设计 A/D 转换电路时,应根据转换精度、转换速度等技术要求来选择 A/D 芯片的类型和型号。这对于设计接口电路、编写软件程序是很重要的。

1.2.3 计算机的扩展总线信号

必须弄清楚计算机的扩展总线信号,必要时最好弄清从 CPU 总线到扩展总线插槽电路的工作原理。具体地说,就是要了解 CPU 在执行某个命令时,引起 CPU 引脚信号变化,使电路产生扩展槽内某些相应的信号变化。进一步分析扩展槽中各个信号含义及相互时序关系,尤其是输入/输出(I/O)的时序。

综上所述,在选定接口类型、计算机总线、接口电路有关芯片以及根据技术要求编写软

件程序后，接口设计就基本完成了。最后的问题就是对接口硬件、软件的调试了，设计调试工作流程如图 1-2 所示。

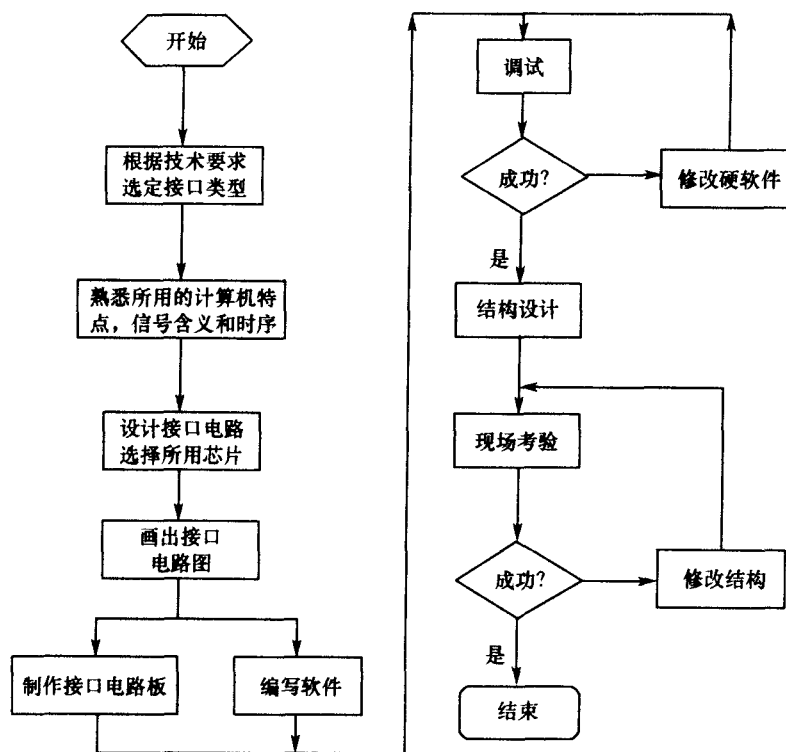


图 1-2 接口设计调试工作流程

1.2.4 调试注意事项

一般而言，调试过程约占整个研制工作量的 40%~60%。在正式调试前必须检查：硬件电路接线是否正确；电源电压是否满足各项技术指标要求；所需信息是否满足时序要求；驱动力是否够；环境条件是否符合要求（温度、湿度、电磁兼容性、机械震动）；软件是否有错。确认以上各项无误后，再进行联调。调试过程是一个不断反复、不断改进、逐步达到成功的过程，一次就调试成功的可能性微乎其微。

为了节省接口设计的时间和费用，市场上有各种功能接口卡出售，可直接插入微机（IBM-PC 及其兼容机）使用。用户可根据需要选购，组成自己的系统。

1.3 系统设计方法及优化设计概要

1.3.1 系统设计方法概要

首先简要说明什么是系统。一种便于理解的说法是“将多个元件和部件有机结合而能执行特定功能，达到特定的组合体，叫作系统。”系统设计方法就是从系统观点把一个大的总目标分解成一些小目标；根据系统总指标来确定各部分（分系统）的指标；协调系统中各元件

和部件之间的关系，以保证系统的总性能指标。以上是根据总要求对系统进行分解的过程，分解的目的是为了简化处理，最终还是要把分解的各部分综合起来，组成一个满足总要求的系统（总要求包括：各项技术经济指标、可靠性、效率等）。在具体使用系统设计方法设计接口时，可由整体性、相关性、有序性等方面来进行。

如果把计算机测控系统作为“全系统”看待，则可把计算机主体看作是内部系统，而把测控对象看作是外部系统。那么内系统和外系统的连接部分，就是需要设计的接口部分。如图 1-3 所示，作为一个完整的系统从功能结构上可分 3 个部分：内部、外部和接口。在设计接口时，首先要弄清内部系统和外部系统的技术结构要求，还要弄清影响可靠性的各种因素及对策，最后要弄清的是内部系统和外部系统间的信号要求及适配转换。综上所述，接口硬件的功能设计应包括硬件基本功能设计和功能模块化设计两部分。根据设计的目标和任务的要求来确定硬件的基本功能，接口设计涉及到的内容为：

- (1) 微机特点：计算和控制能力，实时处理能力。
- (2) 被控设备的控制周期要求。
- (3) 计算机总线特点（信号特征、时序、驱动能力等），是否需增加总线驱动电路。
- (4) 根据程序大小和数据量来决定存储量。
- (5) 设备需要人工干预的功能和形式。
- (6) 对显示、记录设备的类型及输出方式的要求。
- (7) 对模拟量 I/O 信号的精度和传输速度的要求。
- (8) I/O 过程通道的类型、各类通道信号点数和路数。
- (9) 抗干扰措施（屏蔽、接地、抗干扰元件及电路的加用方式）。
- (10) 对故障诊断、报警支持电路的形式及要求。

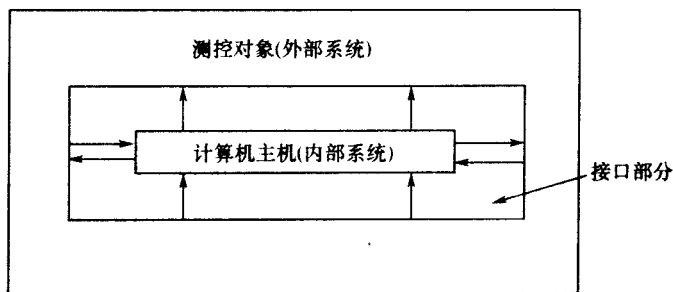


图 1-3 完整系统中接口的位置示意

接口功能的模块化设计是把功能进行细化，使各功能模块具有相对比较单一的设计功能，因此物理实现比较容易。

1.3.2 优化设计问题

优化设计的目的是：对一个给定的设计问题，在一定的技术和物质条件下，按照某种技术的和经济的准则，找出它的最佳设计方案，使产品既有良好的性能又能满足生产的工艺性、使用的可靠性和安全性，且费用最省、消耗最低和误差最小等。这是一切设计的最终目的。

工程优化设计是指某个设计问题，在规定的各种限制条件下，采用数值计算优化方法，