

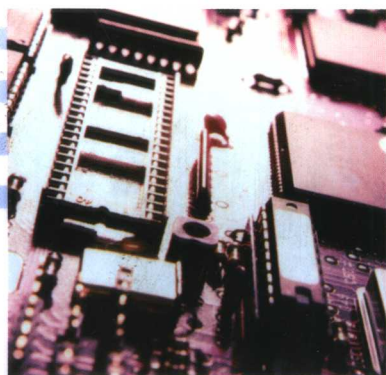
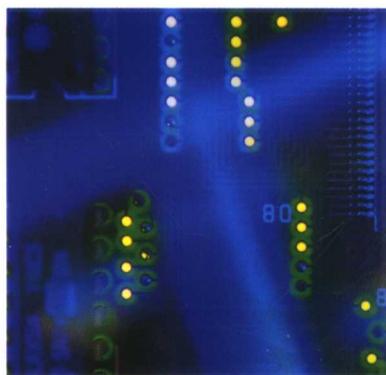
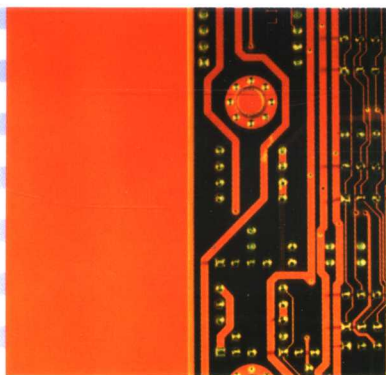


21 世纪高等学校应用型教材

实用 微机接口技术

□ 主 编 葛纫秋

□ 副主编 王玉花 马秋菊 赵润林



高等教育出版社
Higher Education Press

内容提要

本书系统地介绍了微机接口技术的基础知识及其技术实现。全书共8章,内容包括:接口技术基础、并行接口、人机接口、定时器/计数器接口、模拟接口、串行通信、PC系列机的串行通信和实验指导。每章都附有导读、小结及习题。

本书是在作者多年教学与科研实践的基础上编写的。力求深入浅出,突出“宽,浅,用”的精神,概念清晰,实例丰富。本书既可作为高等学校应用型本科院校非计算机专业、成人高校及高职高专学校计算机及相关专业的教材,也可供相关专业技术人员参考。

本书所配教学电子教案和程序源代码,均可从高等教育出版社网站上下载,网址为:

<http://cs.hep.com.cn>。

图书在版编目(CIP)数据

实用微机接口技术 / 葛勿秋主编. —北京:高等教育出版社,2003.12(2006重印)
ISBN 7-04-013370-9

I. 实... II. 葛... III. 微型计算机—接口
IV. TP364.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第121651号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 18.25
字 数 440 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2003年12月第1版
印 次 2006年7月第3次印刷
定 价 24.00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

物料号 13370-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

策划编辑	雷顺加
责任编辑	付 欣
封面设计	王凌波
责任印制	毛斯璐

前 言

微机接口技术是设计和开发微机应用系统的基础。

随着计算机技术和集成电路技术的发展,接口技术的内容变得越来越广泛,涉及的知识面也越来越宽。本书在内容组织上力求突出实用性,以学习和掌握接口技术为目的。为了达到这个目的,在本书的开始部分对必要的基础知识做了比较深入的介绍。

全书共分为 8 章。

第 1 章为接口技术基础。从对相关的数字逻辑电路的分析出发,介绍了接口电路分析与设计中的一些重要概念,是掌握全书内容的基础。

第 2 章介绍简单的并行接口技术及输入/输出方法。

第 3、4、5 章包括人机接口,定时器/计数器及模拟接口,是微机接口技术的主要内容。在介绍每一类接口时均从简单举例入手,突出实用技术。

考虑到串行通信技术已成为微机应用系统中不可缺少的重要部分。本书第 6、7 章介绍了串行通信技术、串行通信接口及在 PC 系列机中实现串行通信的方法。

最后一章的内容是实际操作的训练。所包含的 9 个实验均与前 7 章的内容密切配合。

为了便于教学与学习,每一章均附有导读,小结和习题。本书作者均多年从事微机接口技术的教学与科研工作,对本课程的教学与实验均有深入的研究。可以说,本书是作者对自己多年工作与知识积累的总结。

本书由葛勿秋教授主编,对全书进行构思,编写提纲,负责全书统稿和定稿,并编写了本书的第 1 章、第 2 章和第 5 章。王玉花、马秋菊、赵润林老师为副主编。赵润林老师编写第 3 章、第 4 章;王玉花老师编写第 6 章、第 7 章并对全书内容进行协调、校对与修订;马秋菊老师编写第 8 章。另外,王恩波教授对本书的构思提出了重要建议,并仔细审查了全书,高等教育出版社高级策划雷顺加同志为全书的组织与协调做了大量的工作,对突出本书特点提出很好的建议。在此对他们深表谢意。

由于编者水平有限,书中难免有许多疏漏或不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2003 年 10 月

目 录

第1章 接口技术基础	(1)	2.4 可编程并行接口芯片 8255A	(42)
1.1 接口电路概述	(1)	2.4.1 8255A 的结构和引脚	(42)
1.1.1 接口电路的作用	(2)	2.4.2 8255A 的工作方式	(45)
1.1.2 CPU 与外设之间传递的信息	(3)	2.4.3 8255A 的初始化编程	(47)
1.2 接口设计中常用的基本电路	(4)	2.4.4 应用举例	(50)
1.2.1 布尔代数	(4)	2.5 CPU 与外设之间传递信息的方式	(56)
1.2.2 图形符号	(5)	2.5.1 无条件传送	(56)
1.2.3 与门	(6)	2.5.2 有条件传送(查询式传送)	(57)
1.2.4 或门	(7)	2.5.3 中断传送方式	(59)
1.2.5 异或门	(7)	2.5.4 DMA 传送方式	(61)
1.2.6 电路化简	(8)	2.6 8086/8088CPU 的中断结构	
1.2.7 接口译码关系的图形表示	(9)	与中断处理过程	(63)
1.3 数据缓冲与锁存	(10)	2.6.1 8086/8088CPU 的中断结构	(63)
1.3.1 总线结构	(10)	2.6.2 中断类型号与中断向量表	(64)
1.3.2 三态缓冲器	(11)	2.6.3 中断响应过程	(66)
1.3.3 锁存器	(14)	2.6.4 中断入口地址(中断向量) 的设置	(68)
1.4 微机系统总线	(16)	2.6.5 中断类型号的获取	(70)
1.4.1 IBM PC 总线	(16)	本章小结	(71)
1.4.2 ISA 总线与 EISA 总线	(18)	习题二	(72)
1.4.3 接口电路常用的总线信号	(19)	第3章 人机接口	(74)
1.5 接口电路的连接	(22)	3.1 显示接口	(74)
1.5.1 I/O 端口的寻址	(22)	3.1.1 LED 发光二极管显示器 及其接口	(74)
1.5.2 译码电路	(22)	3.1.2 LCD 液晶显示器及其接口	(80)
1.5.3 PC 机的 I/O 地址的分配	(24)	3.1.3 CRT 显示器及其接口技术	(83)
1.6 局部总线	(26)	3.2 键盘及其接口技术	(89)
1.6.1 PCI 局部总线	(26)	3.2.1 键盘工作原理及键扫描程序	(89)
1.6.2 加速图形端口(AGP)	(30)	3.2.2 微机与键盘的接口	(94)
本章小结	(30)	3.2.3 BIOS 键盘缓冲区与键盘中断 服务程序	(97)
习题一	(31)	3.3 打印机接口技术	(99)
第2章 并行接口	(33)	3.3.1 打印机的类型与主要技术指标	(99)
2.1 输入端口	(34)	3.3.2 打印机工作原理	(99)
2.2 输出端口	(35)	3.3.3 打印机接口电路	(100)
2.3 非电量耦合的输入/输出接口	(37)	3.3.4 打印机输入/输出程序及应用	(107)
2.3.1 共地干扰与隔离器件	(37)		
2.3.2 光电隔离的输入/输出接口	(38)		
2.3.3 步进电机接口	(40)		

本章小结	(108)	6.2.3 RS-422、RS-423 和 RS-449	(176)
习题三	(109)	6.3 串行通信接口电路	(178)
第4章 定时器/计数器接口	(110)	6.3.1 可编程串行通信接口芯片	
4.1 定时器/计数器 8253	(110)	8251A	(178)
4.1.1 8253 的结构	(111)	6.3.2 8251A 的初始化编程举例	(183)
4.1.2 8253 的工作方式	(113)	6.3.3 8251A 应用举例	(185)
4.1.3 8253 的初始化编程	(115)	6.4 USB 总线	(188)
4.2 定时器/计数器编程应用	(118)	6.4.1 USB 的特点	(188)
4.2.1 8253 初始化举例	(118)	6.4.2 USB 硬件和软件元素	(189)
4.2.2 8253 的应用举例	(124)	6.4.3 USB 体系结构	(190)
本章小结	(129)	6.4.4 USB 控制器	(193)
习题四	(129)	本章小结	(194)
第5章 模拟接口	(131)	习题六	(195)
5.1 模拟接口基础	(131)	第7章 PC 系列机的串行通信	(196)
5.2 数模转换接口	(133)	7.1 PC 系列机串行异步通信适配器	(196)
5.2.1 数模(D/A)转换的工作原理	(133)	7.2 异步串行通信接口芯片 INS8250	(198)
5.2.2 数模转换器的主要技术指标	(135)	7.2.1 INS8250 的引脚信号和内部	
5.2.3 DAC0832 的结构与引脚	(136)	结构	(198)
5.2.4 DAC0832 的使用方法	(138)	7.2.2 INS8250 的内部结构	(201)
5.2.5 其他类型的 D/A 器件与微机		7.2.3 初始化编程	(204)
系统的连接	(140)	7.3 两台 PC 机间互相通信	(206)
5.2.6 DAC 应用举例	(142)	7.3.1 BIOS 串行异步通信端口的功能	
5.3 模数转换接口	(148)	调用 INT 14H	(206)
5.3.1 模数转换器的工作原理	(148)	7.3.2 汇编语言通信程序设计	(209)
5.3.2 模数转换器的主要技术指标	(151)	7.4 Windows 环境下的串行通信	(212)
5.3.3 8 位 A/D 转换器 AD7574	(153)	7.4.1 直接电缆连接	(212)
5.3.4 具有 8 通道多路转换开关的 8 位		7.4.2 Windows 串行通信 API	(215)
A/D 转换器 AD0809	(156)	7.4.3 ActiveX 通信控件及其在 VB 环	
5.3.5 10 位串行 A/D 转换器 MAX192	(159)	境下的应用	(224)
5.4 模拟接口应用实例	(163)	7.5 微机和单片机通信基本原理	(226)
本章小结	(166)	7.6 无线数据传送	(228)
习题五	(166)	本章小结	(229)
第6章 串行通信	(168)	第8章 实验指导	(230)
6.1 串行通信的基本概念	(168)	实验一 简单 I/O 口扩展	(230)
6.1.1 并行通信与串行通信	(168)	实验二 LED 七段显示器扫描显示	
6.1.2 串行通信的两种基本方式	(168)	(简单接口)	(234)
6.1.3 串行通信的四个基本时间关系	(171)	实验三 键盘扫描(8255A 接口)	(240)
6.1.4 信号的传送	(171)	实验四 打印机接口(查询方式)	(244)
6.2 串行总线标准 RS-232C	(172)	实验五 定时器	(248)
6.2.1 RS-232C 信号定义	(173)	实验六 D/A 接口	(254)
6.2.2 RS-232C 的信号电平及电平		实验七 A/D 接口	(258)
转换电路	(175)	实验八 串行通信(8251A)	(264)

实验九 PC 机间的串行通信	(272)	二、实验台的安装	(280)
附录 实验装置简介	(278)	三、外接电源的安装	(280)
一、实验装置总体说明	(278)	主要参考文献	(281)

第1章

接口技术基础

本章导读

接口电路的作用是将微机系统与外部设备连接起来并使二者协调工作。为了设计和分析接口电路,需要了解外部设备的工作特性和计算机的总线操作。由于接口电路本身是以数字逻辑电路作为主体,因此还需要对有关的基本单元电路做深入了解。

本章介绍接口电路的基本概念,接口电路设计中常用的基本数字逻辑电路和微机系统总线。在此基础上,对端口寻址与译码电路进行详细的分析与说明。

在微型计算机(简称微机)应用中,输入/输出接口(I/O 接口)占有十分重要的地位,因为任何一个微型计算机系统都要通过 I/O 接口与外界交换信息。可以说,如果对微机系统的各种接口电路及其编程方法有了清楚的了解,也就具有了设计微机应用系统的基本能力。

1.1 接口电路概述

如图 1.1 所示为一个微机主机的结构。可以看出,外部设备与主机之间的联系是由输入/输出接口电路实现的。

计算机的外部设备是多种多样的,例如,键盘、打印机、CRT 显示器、电传打印机、磁卡阅读器、软驱、光驱、控制设备、测量设备、通信设备、多媒体设备、模数(A/D)转换器、数模(D/A)转换器等。外部设备的结构种类繁多,有机械式、电动式、电子式、光电式等。外部信号也多种多样:有数字信号、模拟信号,有电压信号、电流信号。不同的设备,信号传输速率的变化也很大。例如,手动键盘字符之间的输入间隔在秒级范围,电传打印机每秒能传输 100 位的信息,软磁盘设备的传输速率为每秒 250 000 位,硬盘传输速率则高达每秒 500 000 位以上。另外,外部设备的信息字的长短也是不同的,有的比 8 位长,有的比 8 位短。因此,外部设备一般都要通过接口电路才能和系统总线连接。接口电

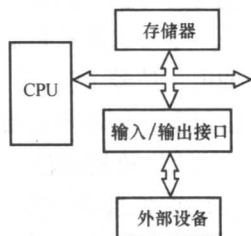


图 1.1 微机的结构

路的作用是把计算机输出的信息变换成外部设备所能处理的信息;把外部设备送来的信息,变换成计算机所能处理的信息。接口电路一般都包含一组能被 CPU 访问的称为输入/输出(I/O)端口的硬件电路。

1.1.1 接口电路的作用

图 1.2 为一个闭环控制系统的结构框图,微型计算机通过控制加热功率来调节被控制对象的温度。打印机用于记录工作参数,而键盘则可以允许操作员输入必要的参数或干预机器的工作。

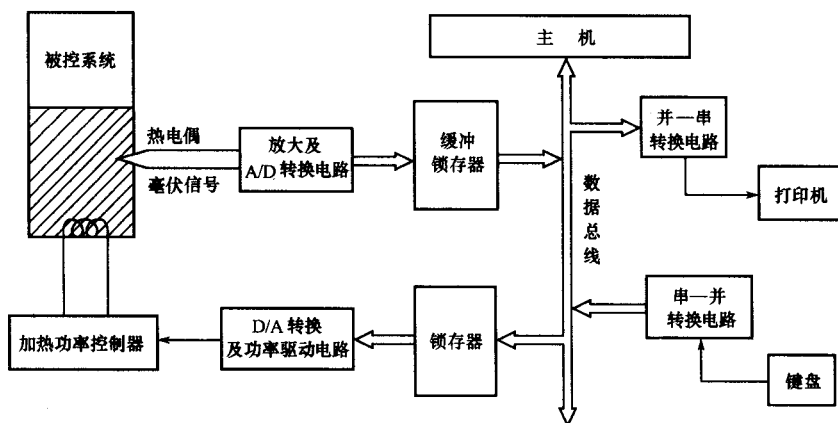


图 1.2 控制系统结构框图

热电偶用于检测被控系统的温度,它所产生的毫伏信号(热电势)被放大后,再由 A/D 转换电路转换为数字信号,通过缓冲锁存器与系统的数据总线相接。因此,放大、A/D 转换电路及缓冲锁存器就是温度传感器(热电偶)与主机之间的接口电路。

图中 D/A 转换、功率驱动电路及与其相接的锁存器用于锁存主机输出的控制变量(数字量),并将其转换为模拟信号后送至加热功率控制器,是主机与控制器之间的接口电路。

并串一转换电路将主机输出的数字信号(并行信号)转换为串行数字信号后逐位送至打印机;而串一并转换电路则将来自键盘的串行信号转换为并行信号后再与数据总线相连接。它们是主机与打印机,键盘之间的接口电路。

为了实现远距离传送,TTL 电平的串行信号有时还需要再转换为 RS-232 或其他串行总线标准的电平信号。

由以上分析不难看出,接口电路有以下作用:

- (1) 为微机提供输入/输出信息通道。
- (2) 缓冲、暂存信息,协调主机与外设之间的数据传送。
- (3) 实现主机与外设之间的信息匹配:
 - ① 模拟量与数字量之间的转换;
 - ② 并一串、串一并转换;
 - ③ 电平转换。

④ 负载匹配,即功率放大与驱动。

1.1.2 CPU 与外设之间传递的信息

如图 1.3 所示是一个模数转换接口电路。

ADC7574 是 8 位 A/D 转换电路。由 $\overline{CS}$ 引脚输入的负脉冲启动其开始工作,在 A/D 转换期间, $\overline{BUSY}$ 引脚输出低电平;当一次转换完成后, $\overline{BUSY}$ 输出高电平,此时就可以从数据输出端 $D_7 \sim D_0$ 读取到转换结果。由此可知,对如图所示电路, $\overline{CS}$ 为主机至 ADC 的控制信号; $\overline{BUSY}$ 为 ADC 送出的状态信号,而 $D_7 \sim D_0$ 为转换结果,也就是 ADC 送出的数据信息。因此可以说,ADC 与主机之间传递的信息有以下三类:

- (1) 数据信息($D_0 \sim D_7$), ADC 输出,微机系统输入。
- (2) 控制信息($\overline{CS}$), ADC 输入,微机系统输出。
- (3) 状态信息($\overline{BUSY}$), ADC 输出,微机系统输入。

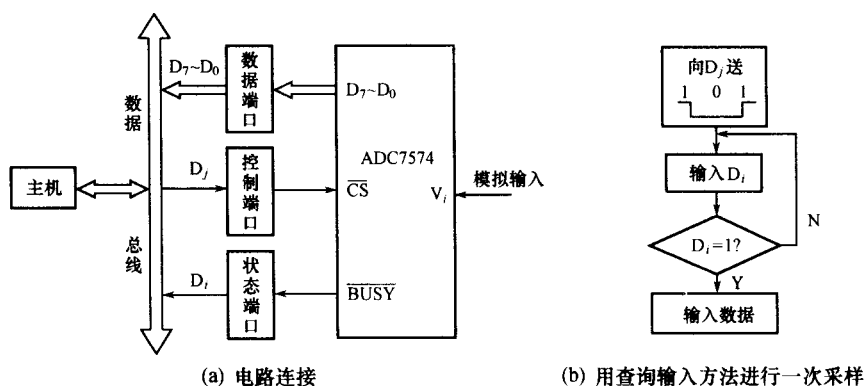


图 1.3 模数转换接口电路

它们分别通过缓冲器或锁存器与数据总线相连接。

在接口电路中能够被主机直接访问(写入或读出)的锁存器或缓冲器通常被称之为端口。在输入/输出地址空间中,每一个地址选中一个端口,每一个端口能够传送 8 位数据。主机对外部设备进行的输入/输出操作实际上就是按一定的先后顺序对各端口进行读操作或写操作。

由本例可见,一台外设可能包括若干个端口。另一方面,在如图 1.3 所示电路中,控制信息和状态信息均只有 1 位,它们所使用的端口的其他位还可供别的外部设备的控制信息与状态信息使用。因此,一个端口有时也可被若干台外部设备共同使用。

一个端口究竟是输入端口还是输出端口,这是相对于主机系统而言的。将外部设备的信号送入主机的端口是输入端口;将主机发出的信号送往外部设备的端口则为输出端口。在如图 1.3 所示电路传送控制信号的端口是输出端口,而传送数据及状态信息的端口则为输入端口。主机从输入端口读取信息,而将需要输出的信息写至输出端口。

接口电路可以很简单,例如一个三态门或者触发器,就可以构成 1 个 1 位长的输入或输出接口电路;但也有功能很强、结构复杂的可编程集成接口芯片。例如,Intel 8255A 并行输入/输出接口芯片、8253 定时器/计数器芯片、8237DMA 控制器芯片、8250 串行接口芯片等。这些可编程集

成接口芯片是微型计算机的支持芯片,是专门为配合组成微型计算机系统中的各种适配器而设计的。所以,一般不必增加硬件电路或只需增加很少的电路,就可以直接与系统总线连接起来。由于超大规模集成电路的出现,又推出了多功能的 I/O 芯片组。例如,82206 集成外设控制器,它集成了包括 2 个 8237DMA 控制器、2 个 8259A 中断控制器、1 个 8254 定时器/计数器、1 个 MC146818 实时时钟、74LS612 存储器映射器,此外还集成一些 TTL/SSJ 接口逻辑芯片。使在 IBM PC/AT 机中的属于外部总线的外围芯片都集成在 1 个单一的芯片内。它除了与 IBM PC/AT 机完全兼容外,还增加一些特点,改善了速度性能。

由于各种高性能接口标准的推出以及接口控制软件的固化技术的应用,使微机接口向智能化、标准化、多功能化的方向发展。

1.2 接口设计中常用的基本电路

微机接口电路实际上就是一个比较复杂的数字逻辑电路,充分理解基本数字电路的逻辑关系及变换关系,是理解和设计接口电路的基础。本节旨在说明数字电路与微机接口之间的内在联系。希望通过这些内容,将数字电路中的逻辑关系与微机接口电路中有关寻址、总线、数据锁存与缓冲等基本概念统一起来,使读者了解后者是前者在特定环境中的应用。数字电路中原有的逻辑关系在新的应用领域中产生了新的涵义,理解了这些概念,会使我们的学习更加轻松和有趣。

1.2.1 布尔代数

布尔代数是基于逻辑值和逻辑算子的运算,其中逻辑值也称做真值。它是由数学家乔治·布尔(George Boole,1815 - 1864)提出的。因为数字电路只对每个信号的两个可能值进行运算,这与数字电路只有两种状态相一致,所以布尔代数对数字电路而言是一种充分规范的基础。

在不同的应用领域内已建立起各种不同的符号系统,但它们都代表相同的本质。逻辑运算对每个变量仅处理两个值,它们在不同使用条件下有不同的表示(如表 1.1 所示)。

表 1.1 逻辑变量的不同表示方法

逻辑代数	程序设计	电路设计
T	TRUE	H (高) 1
F	FALSE	L (低) 0

由两个真值 x 、 y 产生另一个真值结果,有如表 1.2 所示的几种基本运算,它们在不同的使用条件下可用不同的符号表示。

表 1.2 逻辑运算的符号表示

	逻辑代数	程序设计	电路设计	
反运算(非)	$\neg x$	$\sim x$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
乘运算(与)	$x \wedge y$	$x \& y$	$x \cdot y$	xy
加运算(或)	$x \vee y$	$x \text{ OR } y$	$x + y$	$x + y$
相等	$x \equiv y$	$x = y$		
异或运算(异或)	$x \nabla y$		$x - y$	$x \oplus y$

使用与表 1.2 中的最后一列相同的符号,给出由算子定义的值如表 1.3 所示。

表 1.3 基本逻辑运算真值表

x	y	$\bar{x}$	xy	$x + y$	$x \oplus y$
0	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0

布尔代数提出了逻辑运算的某些性质或规律(规则),它们与普通代数中的规律非常相似。下面列出一些同电路设计有关的规律。应用这些规律的等价公式(表达式),可以简化表达式,从而简化它所表示的电路。

$\sim(\sim x) = x$	对合律
$x + 0 = x$	} 0-1 律
$x + 1 = 1$	
$x \cdot 0 = 0$	
$x \cdot 1 = x$	
$x \cdot y = y \cdot x$	} 交换律
$x + y = y + x$	
$x \oplus y = y \oplus x$	
$(x \cdot y) \cdot z = x \cdot (y \cdot z)$	} 结合律
$(x + y) + z = x + (y + z)$	
$(x - y) - z = x - (y - z)$	
$(x + y) \cdot z = (x \cdot z) + (y \cdot z)$	} 分配律
$(x \cdot y) + z = (x + z) \cdot (y + z)$	
$\bar{x} \cdot \bar{y} = \overline{x + y}$	} 摩根定律
$\overline{x + y} = \bar{x} \cdot \bar{y}$	

很明显,由门电路组合而构成的数字电路,可以用布尔表达式定义,也就是由布尔变量和布尔算子构成的表达式来定义。反之,如果一个电路可以用一个表达式描述,该电路就可以被称为组合电路。这意味着组合电路没有回路和反馈通道。

1.2.2 图形符号

由于表达式的算子与门电路相对应,而变量与用导线表示的信号相对应。因此,电路更多地

用图形来描述,图形描述直接反映出电路的设计。

在不同的图形符号系统中,已经自主地建立起各种标准。如图 1.4 所示列出了两种经常使用的图形符号系统。本书中使用如图 1.4 所示上面一排的图形符号系统,因为它的使用最广泛,特别是作为 Protel 图形库的元件符号,几乎用于所有的原理电路图中。下面一排符号是最近提出的 IEEE 标准,在数字电路教材中作为标准符号使用。

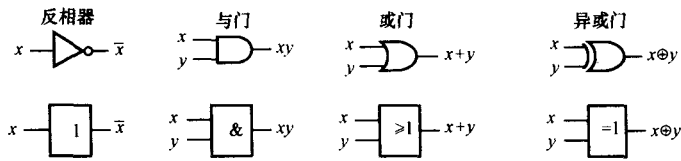


图 1.4 基本逻辑运算的图形符号

使用图形符号时,反相器通常与其他门电路组合在一起,用小圆圈(像上面反相器里的符号一样)表示。典型的有反相与门和反相或门(如图 1.5 所示),被称为与非门和或非门。从部件设计的角度来看,与非门和或非门才是真正的基本部件。以后还会看到,这种用小圆圈表示反相的方法也可以用在门电路的输入端,如图 1.12 所示。

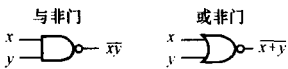


图 1.5 与非门和或非门的图形符号

1.2.3 与门

与门有两个或两个以上的输入端和一个输出端。它的逻辑关系为:只要有一个输入端为 0,输出就为 0;只有当所有的输入端全部为 1 时,输出端才为 1。因此我们说,与门以 0 作为封门信号;只要有一个输入端为 0,与门的输出就一定为 0,不再受其他输入端的影响。

与门的逻辑表达式为

$$Y = A_1 \wedge A_2 \wedge \cdots \wedge A_n$$

或

$$Y = A_1 \cdot A_2 \cdot \cdots \cdot A_n$$

与门的表示符号和两输入端与门真值表如图 1.6 所示。

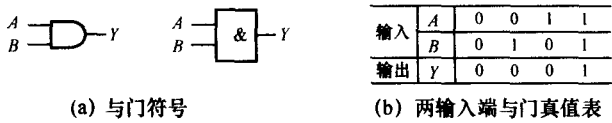


图 1.6 与门

由图 1.6(b)还可以发现:输入变量有多种组合都可以使与门输出为 0;但只有惟一的一个输入状态才能使其输出为 1。

与门在接口电路中广泛使用。可以说,所有的译码电路都用到了与门。

如图 1.7 所示为连接在微机系统中的—个接口芯片,这个芯片的输入端(IN₇ ~ IN₀)与外部设

备相连;其输出端($Q_7 \sim Q_0$)接至微机系统的数据总线($D_7 \sim D_0$)。CE 是接口芯片的片选端,高电平有效。当 CE 是高电平时, $Q_7 \sim Q_0$ 分别与 $IN_7 \sim IN_0$ 接通。这句话也可表述为:当片选 CE 有效(为高电平)时,该接口芯片被选中, Q_i 与 D_i 接通(i 为 $7 \sim 0$ 中的一个值);当 CE 是低电平时,芯片未被选中, Q_i 与 D_i 断开。如图 1.7 所示,CE 和一个 8 输入与门的输出端相连接,这个与门的 8 个输入端则分别与微机系统的低 8 位地址线 $A_7 \sim A_0$ 相连接。

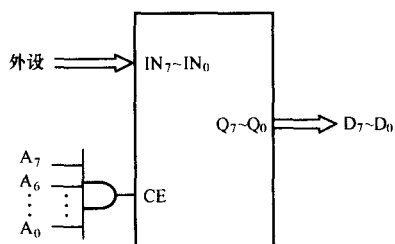


图 1.7 用与门产生译码电路

根据与门的逻辑关系,只有当其输入端全部为 1 时,输出才为 1。这就是说,只有在 $A_7 \sim A_0$ 全部为 1 的条件下,CE 才有效;只要 $A_7 \sim A_0$ 中任一个(或多个)为 0,CE 就一定为低电平。 $A_7 \sim A_0$ 是 CPU 执行指令时输出的地址信号,它表示 CPU 正在对某一地址单元进行读/写操作。对于如图 1.7 所示电路,如果 CPU 想读取图中接口电路所连接的外部设备提供的的数据,它必须使地址 $A_7 \sim A_0$ 为全 1;反过来说,只有当 CPU 对 FFH 地址操作时,如图 1.7 所示接口芯片才被选中,其输入($IN_7 \sim IN_0$)才能与输出($Q_7 \sim Q_0$)接通,使其所连接的外部设备的数据送到系统数据总线上,供 CPU 读取。因此,称如图 1.7 所示端口的地址为 FFH。在这个连接图中,与门作为译码电路使用,其输出为高电平有效。当且仅当地址为 FFH 时,该译码电路输出有效,与之相连的接口芯片的片选信号(CE)有效,该接口芯片被选中。

1.2.4 或门

或门有两个或两个以上的输入端和一个输出端。它的逻辑关系为:只有当全部输入端均为 0 时,输出端才为 0。只要有一个输入端为 1,或门的输出就一定为 1。因此说,或门以 1 作为封闭门信号。

或门的逻辑表达式为

$$Y = A_1 \vee A_2 \vee \cdots \vee A_n$$

或

$$Y = A_1 + A_2 + \cdots + A_n$$

或门的表示符号和两输入端或门真值表如图 1.8 所示:

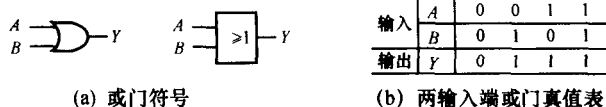


图 1.8 或门

或门也常用来产生地址译码信号,图 1.9 所示接口电路采用或门作为译码电路,这是一个地址为 00H 的端口($A_7 \sim A_0$ 为 0000 0000 时选通)。注意此处接口芯片的片选 $\overline{CE}$ 为低电平有效。如果接口芯片的片选为高电平有效,则或门的输出还需经过一级反相再与 $\overline{CE}$ 相连接。

1.2.5 异或门

异或门有两个输入端和一个输出端。它的逻辑关系可简单地叙述为:当两个输入为“异”(不

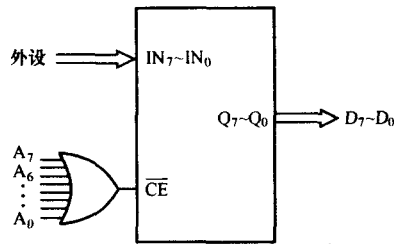


图 1.9 用或门生产译码电路

同)时,输出是二者的“或”。即,当两个输入中的一个为 0 而另一个为 1 时,输出为 1;而当两个输入相同时,输出为 0。其逻辑表达式为

$$Y = A \oplus B$$

异或门符号和真值表如图 1.10 所示:

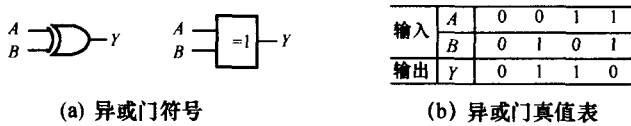


图 1.10 异或门

1.2.6 电路化简

电路化简就是指找到一个与给定电路在功能上等价但在某种意义上更简单的电路。传统的判断标准是门电路的数量,为此已建立了大量的方法和算法。然而在现代的技术里,导线的长度和数量往往比门电路的数量更为重要,这根本性地改变了简化过程。下面列出几条简单规则,这些规则被广泛应用,往往足以完成当前的任务。

第一个方法是引入辅助变量或共享信号。例如,考虑两个定义式

$$a = x \cdot y + z \cdot w, \quad b = \overline{x \cdot y} + \overline{z \cdot w}$$

引入辅助变量 $u = x \cdot y$ 和 $v = z \cdot w$, 于是 $a = u + v, b = \overline{u} + \overline{v}$ (如图 1.11 所示)。

另一个重要方法是前面给出的摩根定律,与门和或门之间存在着如图 1.12 所示的对偶关系,这个规律也被称为对偶原则,它表明如果所有信号被取反,则与和或也应完全对换。



图 1.11 引入辅助变量

图 1.12 对偶关系

事实上,这意味看通过在所有没有反相器的地方加上反相器,并且去掉原有的所有反相器,用或门代替与门,用与门代替或门,就可以得到一个等价(未必更简单)的电路。图 1.13 的例子说明了这种方法。

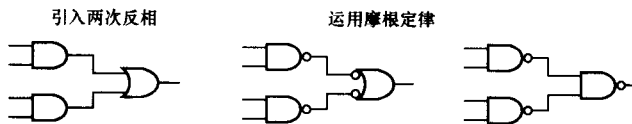


图 1.13 摩根定律的应用

从电路结构考虑,与非门比与门和或门简单一些。因此,上面的转化确实产生了一个更简单的电路。

第二个例子表明如何处理异或门。首先给出 $x \oplus y = x \cdot \bar{y} + \bar{x} \cdot y$, 然后化简得到与上面类似的电路,如图 1.4 所示。

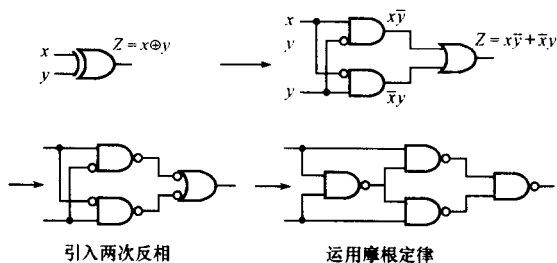


图 1.14 用与非门实现异或门

1.2.7 接口译码关系的图形表示

图 1.11 至图 1.14 中所使用图形符号与前面的规定一致,即:用小圆圈表示反相(不论在输入端还是在输出端)。在译码电路中常常使用这种表示方法。图 1.15 所示为几种不同的译码电路:图(a)的地址为 00H,而图(b)的地址为 80H。在图(b)中 A_7 取反后作为或门的输入,为使或门输出低电平,要求 $A_7 = 1$, $A_6 \sim A_0$ 为 0,对应的地址为 1000 0000B,即 80H。与此相似,图(c)的地址为 7FH。

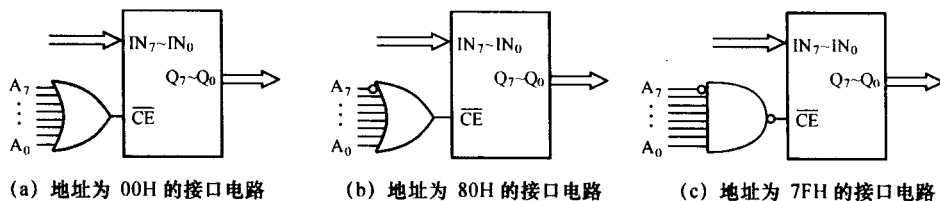


图 1.15 几种不同的译码器电路所连接的接口电路

实际上,如果只表示地址译码关系,就不一定必须画出被选中的接口芯片。如图 1.16 所示分别代表不同地址及不同有效输出电平的译码电路。

同样,如果只指示接口芯片的地址,也不一定必须画出译码电路,而可以用逻辑式,甚至直接用地址码表示。如图 1.17 所示,图中 $(\overline{80H})$ 代表由 80H 地址译码产生的低电平信号。

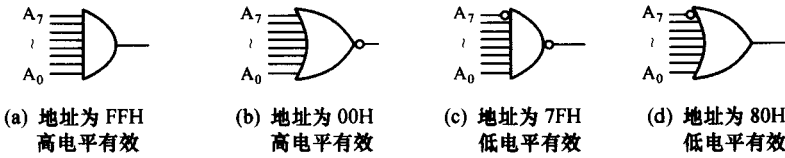


图 1.16 几种译码电路

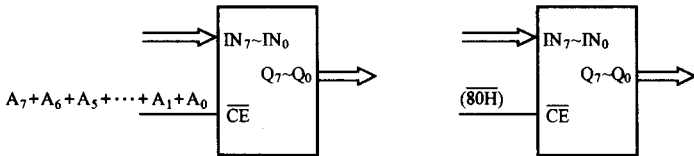


图 1.17 接口电路地址(80H)的简化表示

1.3 数据缓冲与锁存

1.3.1 总线结构

微机系统中所有部件之间的信息传递均通过一组公用引线来进行,这组公用引线就是总线(BUS)。总线是连接两个以上数字系统元件的信息通道。

在采用总线结构的系统中,同一时刻只能让一组信息在总线上传递。若多组信息同时送上总线,就会使信息混乱,以至于根本无法使用。也就是说,虽然总线上连接了多个数字系统元件,但同一时刻只能有一个元件将自己的输出与总线接通。因此,所有连接在总线上的器件必须通过开关与总线连接。当允许该器件使用总线时,开关将器件的数据端与总线接通;否则开关应断开(处于高阻态)。

通常用三态门作为总线开关。图 1.18 为三态门的逻辑图,除了数据输入端 D_{in} 和数据输出端 D_{out} 外,还有一个控制端 C 。当 C 为有效电平时,三态门的作用与一个普通的逻辑门相同(但驱动能力却可以增加十倍以上);当 C 为无效电平时,三态门处于高阻态,其输出端与输入端之间呈现很高的阻抗,相当于断开状态。

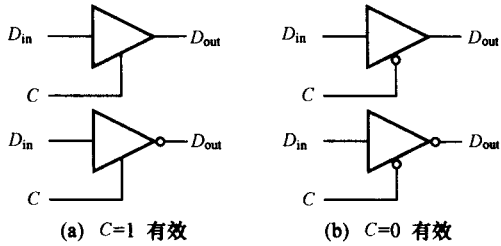


图 1.18 三态门

如图 1.19(a)所示为总线结构的示意图, A、B、C、D 为 4 个 8 位寄存器, CE 为寄存器的片选端,高电平有效。 $\overline{WR}$ 为传送方向选择,低电平时写有效,此时数据从总线送入寄存器; $\overline{WR}$ 为高电平时,寄存器将数据输出至总线。若寄存器 B、C 的 CE 端为 0,则它们与总线断开。此时若使寄