

WUTP

面向21世纪
高职高专计算机类
专业新编系列教材

Computer
Interface Technology

计算机接口技术

主编 徐善荣

武汉理工大学出版社
Wuhan University of Technology Press

面向 21 世纪高职高专计算机类专业新编系列教材

Computer Interface Technology

计算机接口技术

主 编 徐善荣

武汉理工大学出版社

Wuhan University of Technology Press

【内容简介】

本书是依据国家教育部制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标与规格》的精神,面向 21 世纪的课程教材。在教材内容的编写上坚持“以应用为目的,以必需、够用为度”,坚持“少而精”的原则。

本书作为“计算机接口技术”课程的教科书,首先介绍了接口的基础知识,这是全书的基础。牢固地掌握它,对于学好以后的各章内容具有十分重要的意义。接下来分别介绍:输入/输出接口,并行接口,串行接口,中断接口,模拟接口,计数器/定时器接口等知识。这些接口知识的内容都是以 8086/8088 CPU 芯片为研究对象的。因为 8086/8088 CPU 芯片是现代 CPU 芯片的基础。同时考虑到计算机技术的飞速发展,本书还介绍了计算机系统中实用接口技术和现代计算机的接口技术。

本书的重点是接口的功能以及各种接口在工业控制中的应用。学习者在学习过程中应该重点掌握基础知识,融会贯通,理论结合实际,在应用中求得真正的理解。

本书可以作为高职高专的计算机专业或非计算机专业的教材,也可以供从事计算机应用的工程技术人员以及其他自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机接口技术/徐善荣主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2004.8

面向 21 世纪高职高专计算机类专业新编系列教材

ISBN 7-5629-2128-8

I. 计… II. 徐… III. 微型计算机-接口-高等学校:技术学校-教材 IV. TP364.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 051484 号

出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市洪山区珞狮路 122 号 邮政编码 430070)

HTTP://www.techbook.com.cn

E-mail:tiandq@mail.whut.edu.cn duanchao@mail.whut.edu.cn

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

开 本:787×960 1/16

印 张:14.75

字 数:289 千字

版 次:2004 年 8 月第 1 版

印 次:2004 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~5000 册

定 价:20.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。本社购书热线电话:(027)87397097 87394412

凡使用本教材的教师,可拨打(027)87385610 免费索取电子教案光盘。

出版说明

面向新世纪,我国高等职业技术教育进入蓬勃发展的新时期。根据 IT 行业技术新、发展快的特点,高等专科学校、高等职业技术学院计算机类专业教育,按照社会主义市场经济规律的原则定位人才培养目标和调整教学方法,尽量按照新技术或新版本更新课程内容,加速各种新产品和新技术的推广应用,努力提升高等职业技术教育对国民经济发展的促进作用。

根据高等职业技术教育快速发展与教学改革对教材建设的需求,武汉理工大学出版社经过广泛调研,与国内近 30 所高等专科学校、高等职业技术学院的计算机教育专家进行探讨,决定组织编写一套适合于高等职业技术教育计算机类专业(涵盖计算机应用与维护、计算机网络技术、计算机软件技术等专业方向)人才培养和教学需要的具有特色的高质量教材——面向 21 世纪高职高专计算机类专业新编系列教材。

本套新编系列教材的编写具有以下特色:

1. 与时俱进,教材内容体现人才培养目标

本套教材的编写反映教育部制订的《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》的文件精神,贯彻高等职业技术教育“要服务于社会主义现代化建设,要与生产劳动和社会实践相结合”的宗旨,以培养一大批满足生产第一线需要的高等技术应用型人才为目标,坚持以技术应用型为主线的原则来编写教材内容,加强应用能力的培养。

2. 紧跟教学改革步伐,体现教学改革阶段性成果

本套教材的编写反映高职高专学校教学改革的阶段性成果,在处理“基础理论”与“实践能力”之间的关系上,遵循“基础理论以够用、必需为度,突出应用”的原则。教材编写坚持“少而精”的原则,以培养从

事计算机应用与维护、网络建设与维护及软件开发与测试等方面的能力,并能够快速跟踪计算机新技术发展的高等技术应用型人才为目标。坚持理论与实际相结合,采用“提出问题—分析问题—设计任务—解决任务—总结规律”的编写方法,努力创造出高职高专教材新体系。

3. 实现立体化出版,适应教育方式的变革

本套教材努力使用和推广现代化的教学手段,凡有条件的课程都准备组织编写、制作和出版与教材配套使用的实验、习题、课件、电子教案及相应的程序设计素材库。

本套教材首批 26 种预计在 2004 年秋季至 2005 年春季全部出齐。我们的编审者、出版者决不敢稍有懈怠,一定高度重视,兢兢业业,按最高的质量标准工作。教材建设是我们共同的事业和追求,也是我们的共同的责任和义务,我们诚恳地希望大家积极选用本套教材,并在使用过程中给我们多提意见和建议,以便我们不断修订、完善全套教材。

武汉理工大学出版社

2004 年 1 月

面向 21 世纪高职高专计算机类专业 新编系列教材编审委员会

顾问:

钟 珞 危道军

主任委员:

舒云星 雷绍锋

副主任委员:(以姓氏笔画为序)

刘德清	李庆亮	张树臣	张浩军	周松林
郭长庚	徐卓峰	崔轩辉	常荆燕	黄春喜

委员:(以姓氏笔画为序)

丁文华	王一兵	王学军	王海芳	刘自强
孙清伟	宋锦河	李京秀	李晓桓	何月顺
陈 年	陈松才	陈桂生	陈 鑫	张有谊
张晓云	张新成	苏 玉	周 舸	金 平
武 新	欧晓鸥	赵丽梅	赵 静	姜华斌
徐立新	徐善荣	秦振吉	郭荣冰	黄亚平
崔晓军	戴春霞			

秘书长:田道全

总责任编辑:段 超 徐秋林

前 言

“微型计算机接口技术”是计算机科学与技术专业的一门必修专业课。该课程的前导课程是“模拟电路”、“数字电子技术”、“计算机组成原理”以及“汇编语言程序设计”。

由于计算机技术的应用领域不断拓展,以及计算机外部设备的层出不穷,使得计算机外部设备与计算机系统之间的通信关系即接口也发生极大的变化。现代的微型计算机外部设备不论从种类上还是从性能与速度上,都发生了根本的变化。

微型计算机接口技术是一门飞速发展的技术。因此学习该课程就应该牢牢把握发展趋势,并从实用的角度出发去掌握微型计算机接口的新技术。但是,任何技术的发展都是离不开基本原理、基础知识。因此本书的编写思路就是紧紧抓住基本原理、基础知识、基本技能的训练又介绍该技术的发展趋势,从这两个方面出发,两者兼顾。

在内容的选择、编排、组织上,详细地向学生介绍微型计算机接口技术的基本知识、接口的类型、接口的基本原理、接口的应用和接口的发展方向。使学生通过本课程的学习,能够掌握微型计算机接口的一般原理、微机接口技术的应用以及微型计算机接口技术的发展趋势。

本书的编者都是承担该课程的具有实践经验的老师。他们按照循序渐进的策略,在内容的安排上采用先易后难,先基础概念后实际应用,重点在基础的方法。分别为:第1章接口基础,第2章 8086/8088 程序设计,第3章输入/输出,第4章并行接口,第5章串行接口,第6章中断,第7章模拟接口技术,第8章可编程的计数器/定时器,第9章总线及技术标准,第10章计算机系统中实用接口,第11章现代计算机的接口技术。本书第1、2、3章由浙江工业大学徐善荣老师编写,第4、7章由东华理工学院湛洪茂老师编写,第5章由中州大学王嫣老师编写,第6、8、9章由湖北省贸易科技学校王一兵老师编写,第10、11章由鄂州大学宋锦河老师编写。由浙江工业大学徐善荣老师担任主编。

本书编写时间紧促,又由于编者水平有限,本书中难免有疏漏之处,殷切希望同行专家、广大读者批评指教。

编 者

2004 年 7 月

目 录

1 接口基础	(1)
1.1 微机接口技术	(1)
1.1.1 接口的功能	(2)
1.1.2 接口信息	(3)
1.1.3 接口的数据传送方式	(5)
1.2 微机系统的 I/O 地址译码	(10)
1.2.1 PC 机的 I/O 地址	(10)
1.2.2 PC 机的端口地址译码	(12)
1.3 接口控制语言	(14)
1.3.1 汇编语言 I/O 指令	(14)
1.3.2 C 语言 I/O 语句	(15)
习题	(15)
2 8086/8088 编程设计	(16)
2.1 8086/8088 CPU 的结构	(16)
2.1.1 8086/8088 CPU 的寄存器结构	(17)
2.1.2 8086/8088 CPU 功能结构——BIU 与 EU 结构	(18)
2.1.3 8086/8088 CPU 的引脚与功能	(21)
2.1.4 8086/8088 CPU 的启动与程序执行过程	(29)
2.2 8086/8088 系统组成	(31)
2.3 8086/8088 总线周期与时序	(37)
2.3.1 总线周期概念	(37)
2.3.2 8086/8088 CPU 的几种基本时序分析	(38)
2.3.3 最大模式时序与最小模式时序的区别	(42)
习题	(43)
3 输入/输出	(46)
3.1 三种常用的输入/输出接口芯片	(46)
3.2 DMA 技术	(48)
3.2.1 DMA 传送原理及特点	(48)
3.2.2 DMA 传送过程与传送方式	(50)
3.2.3 DMA 控制器与 I/O 处理器	(51)

3.3 可编程 DMA 控制器—8237A(DMAC)	(53)
3.3.1 8237A 的结构与功能	(54)
3.3.2 8237A 的 DMA 操作与数据传送类型	(60)
3.3.3 8237A 的初始化编程应用	(63)
习题	(66)
4 并行接口	(67)
4.1 并行接口技术概述	(67)
4.2 可编程并行接口芯片 8255A	(68)
4.2.1 8255A 的结构及引脚功能	(69)
4.2.2 8255A 端口的寻址	(71)
4.2.3 8255A 的工作方式及控制字	(71)
4.3 8255A 的初始化及应用举例	(78)
习题	(80)
5 串行接口	(83)
5.1 串行通信概述	(83)
5.2 串行接口的一般概述	(88)
5.3 模拟传输 DTE-DCE 中的 RS-232 接口标准	(90)
5.4 可编程的串行接口芯片 8251A 及应用	(93)
5.4.1 Intel 8251A 的功能和内部结构	(93)
5.4.2 8251A 的外部引脚	(94)
5.4.3 8251A 的控制字及其工作方式	(96)
5.4.4 8251A 初始化编程	(97)
5.4.5 8251A 串行接口应用举例	(99)
习题	(101)
6 中断	(103)
6.1 中断概述	(103)
6.1.1 中断的概念	(103)
6.1.2 中断的响应与处理过程	(106)
6.1.3 中断优先级	(107)
6.1.4 中断向量	(108)
6.2 8086/8088 的中断系统	(108)
6.2.1 8086/8088 中断分类	(109)
6.2.2 8086/8088 中断向量与中断向量表	(110)
6.3 可编程的中断控制器 8259A	(111)
6.3.1 8259A 的结构与功能	(112)

6.3.2	8259A 的中断优先级选择及屏蔽方式	(113)
6.3.3	8259A 的工作过程	(114)
6.3.4	8259A 的初始化控制字和操作控制字	(115)
6.3.5	8259A 的编址及初始化流程	(118)
6.3.6	8259A 的应用及扩展方法	(119)
6.4	奔腾机的中断系统	(121)
6.4.1	奔腾机的中断介绍	(121)
6.4.2	中断服务子程序进入过程	(122)
6.4.3	中断处理过程	(123)
	习题	(124)
7	模拟接口技术	(126)
7.1	概述	(126)
7.2	D/A 转换器(DAC)	(127)
7.3	A/D 转换器(ADC)	(135)
7.3.1	A/D 转换器的主要参数	(135)
7.3.2	A/D 转换的几种方法和原理	(136)
7.3.3	ADC 和系统连接时要考虑的问题	(138)
7.3.4	典型 ADC 器件 ADC0808/0809 及其应用	(140)
	习题	(142)
8	可编程的计数器/定时器	(143)
8.1	可编程的计数器/定时器的基本工作原理	(143)
8.2	8253-5 的结构与功能	(144)
8.3	8253-5 的工作方式	(149)
8.4	可编程的计数器/定时器的应用	(155)
8.4.1	8253-5 在 PC/XT 机中作系统定时器使用——日时钟	(155)
8.4.2	8253-5 在发声系统中的应用	(159)
8.4.3	8253-5 在数据采集系统中的应用	(160)
8.4.4	8253-5 在 PC/XT 机中的初始化程序	(162)
	习题	(164)
9	总线及技术标准	(165)
9.1	总线	(165)
9.1.1	总线的概念	(165)
9.1.2	总线的仲裁方式	(172)
9.1.3	信息的传送方式	(175)
9.1.4	总线标准化	(177)

9.2 常见的几种总线介绍	(178)
9.2.1 ISA 总线	(178)
9.2.2 Futurebus+ 总线	(179)
9.2.3 USB 总线	(180)
9.2.4 即插即用(PnP)技术	(182)
9.2.5 其他常用总线简介	(183)
9.3 PCI 总线及特点	(186)
9.3.1 PCI 总线简介	(187)
9.3.2 PCI 总线操作周期	(189)
习题	(191)
10 计算机系统中实用接口	(192)
10.1 主板与芯片组	(192)
10.1.1 主板	(192)
10.1.2 CPU 芯片	(194)
10.1.3 内存存储器	(196)
10.1.4 BIOS 与 CMOS	(197)
10.1.5 主板上的芯片组	(198)
10.2 常见外设接口	(201)
10.2.1 光盘驱动器	(201)
10.2.2 硬盘存储器	(203)
10.2.3 显示卡及显示器	(204)
习题	(207)
11 现代计算机的接口技术	(208)
11.1 从 8086 到 Pentium 微处理器	(208)
11.1.1 Intel 8086 微处理器的基本结构和引脚功能	(208)
11.1.2 Intel 80386 微处理器的基本结构和引脚功能	(211)
11.1.3 Pentium 微处理器的基本结构和引脚功能	(214)
11.2 Pentium 系列微处理器的工作模式	(218)
11.2.1 实模式	(218)
11.2.2 保护模式	(218)
11.2.3 虚拟 8086 模式	(220)
11.3 奔腾系列处理器的主要特点	(220)
11.3.1 高能奔腾处理器的特点	(220)
11.3.2 多能奔腾处理器的主要特点	(221)
11.3.3 奔腾 II 处理器的主要特点	(221)

11.3.4 奔腾Ⅲ处理器的主要特点.....	(221)
习题.....	(222)
参考文献.....	(223)

1 接口基础

本章提要

电子计算机是一种能够自动化、高速地、精确地进行信息处理的电子设备。一台完整的计算机系统除了中央处理器之外,还有存储器、系统总线、接口电路、外部设备等多个部分。在计算机系统设计时,根据需要选用不同的外部设备,配置相应的接口电路就可以构成不同用途的应用系统。各类外部设备和存储器,都是通过各种接口电路连接到计算机系统的总线上。由于外部设备种类繁多,有机械式的、电子式的、机电式的、磁电式的、光电式的等等,性能各异;处理的信息也是多种多样的,有数字信号、模拟信号、开关信号、电压信号或电流信号等等;其工作速度也不同,有的速度很慢,有的速度很快,不同的外部设备处理信号的速度相差悬殊。另外计算机与外部设备传输信息的格式和电平高低也多种多样。因此就必须设置相应的接口电路,把它们接到系统总线上,在中央处理器的统一控制与协调下有序地工作,顺利地完源程序和原始数据的输入、运算结果的输出,工业现场信息如湿度、压力、流量等参数的采集与输入等任务。所有以上这些工作都必须依赖于设计正确的接口电路与相应的接口软件。

1.1 微机接口技术

所谓接口就是微处理器 CPU 与外部设备连接的部件,是 CPU 与外部信息交换的中转站。例如,源程序或数据通过接口从输入设备送入计算机,运算结果要通过接口向输出设备送出;控制命令通过接口发出,现场状态通过接口进来,

以便实现现场的实时控制等。

微机接口技术就是采用硬件与软件相结合的方法,使微处理器与外部设备进行最佳的匹配,实现 CPU 与外部设备之间的高效、可靠的信息交换的一门技术。

同时,接口技术是工业实时控制,数据采集集中非常重要的微机应用技术,它可以实现 CPU 与存储器、I/O 设备、控制设备、测量设备、通信设备、A/D、D/A 转换器等的信息交换,也是目前虚拟仪器的主要制作技术。

1.1.1 接口的功能

为了实现 CPU 与外部设备的高效、可靠的信息交换,微机接口主要应该有如下功能:

(1) 数据的寄存和缓冲功能

由于外部设备处理数据的速度一般比较慢,例如打印机的工作速度与处理机的速度相差很远,为了充分发挥 CPU 工作效率,接口电路中一般都设置有数据寄存器或锁存器,使之成为数据交换的中转站,解决主机的高速与外部设备低速的速度匹配问题。

(2) 设备选择功能

一个接口往往会连接多个外部设备,而 CPU 在同一时间里只能与一台外部设备交换信息。同时微型计算机系统中一般有有多种外部设备,就是在同一种外部设备中也可能有多台,因此需要通过接口的地址译码对外设进行寻址,选择需要与自己交换信息的设备。一般来说,通过高位地址产生外设的片选信号,低位地址作为芯片内部寄存器或锁存器寻址,以选定所需要的设备,只有被选中的设备才能与 CPU 交换数据信息。

(3) 信号转换功能

由于外部设备的功能和用途不同,它所提供的数据、状态和控制信号的电平往往与微型计算机总线的信号不兼容,即不是 TTL 或 CMOS 电平,所以需要接口电路来完成信号的电平转换。信号转换是接口设计中的一个重要任务,它包括 CPU 信号与外部设备信号间的逻辑关系、时序匹配和电平转换等。另一方面,微型计算机系统总线上传送的数据(通常为并行的 8、16、32 位)与外部设备使用的数据(通常串并行数据)在数据的位数、格式等方面也存在很大差异,这就需要由接口来完成并行到串行的转换或若由串行到并行的转换。如果外部设备传送的是模拟信号,则还需要接口具有数/模(D/A)或模/数(A/D)转换的功能。

(4) 提供信息交换的握手信号

CPU 对外设的各种命令和数据都是以代码的形式发送到接口电路,再由接口电路解读后,形成一系列控制信号去控制和管理外部设备。因此,CPU 为达到有效的对外部设备的控制和管理,就必须具有联络信号。接口电路就要提供

寄存器或锁存器“空”、“满”；外部设备或主机“准备好”、“没就绪”、“忙”、“不忙”等状态信息，以便程序能够了解是否可以发送数据到外设或从外设读取数据。

(5) 中断管理功能

在微型计算机应用系统中，CPU 和外部设备常采用中断方式进行数据传送以满足实时性的要求。当外设需要及时得到 CPU 的服务时，特别是一些随机需要与 CPU 交换信息的外部设备，就要求在接口电路中设置中断控制器，为 CPU 处理有关中断事务（中断请求，中断优先级设置，提供中断向量等）。这样既增加了微机系统对外部设备随机事件的处理能力，又使 CPU 与外部设备并行工作，提高了 CPU 的利用率。

(6) 可编程功能

接口的编程功能可以使得在不改变接口硬件电路的情况下，只要更改接口的驱动程序就可以改变接口的工作方式。这样就大大地增强了接口的灵活性和可扩充性，使得接口向智能化方向发展。

在现代的接口芯片中，普遍都具备了编程功能。

值得注意的是，在设计接口电路时，根据需要还要考虑总线数据宽度的变换、串/并转换功能、速度匹配的问题。当然，每一个接口又没有必要完全具备以上所有的接口功能。但设备选择、数据寄存和缓冲以及输入输出操作的同步能力是各种接口都应具备的基本功能。

1.1.2 接口信息

接口信息主要是指计算机系统与外部设备之间交换信息时需要接口提供的一些信息。

(1) 数据信息

微型计算机中的数据信息，通常为 8 位、16 位、32 位。主要可以分为三种类型。

① 数字量。常见的有键盘读入信息以及打印机、显示器输出信息，通常以二进制形式表示的数或以 ASCII 码表示的数或字符。

② 模拟量。当微型计算机进行实时控制时，各种非电量现场信息如湿度、流量、压力、位移等经由传感器及其信号转换电路转换成电量，一般是电压或电流，这些模拟量必须经过 A/D 转换后才能作为微型计算机的输入信号，而微型计算机的输出信号则必须经过 D/A 转变成模拟量后，才能去控制执行机构。

③ 开关量。表示电路的两个状态。例如电路的接通或切断，阀门的打开或关闭。开关量只要用一位二进制数即可表示。因此字长 8 位的微型计算机一次输入或输出可控制 8 个开关量。

在微型计算机系统中还经常用到脉冲量。脉冲量是表示计数脉冲、定时脉冲或控制脉冲。脉冲量信号是以脉冲形式表示的一种信号。

计算机与外部设备之间的数据传送主要有并行传送(例如打印机输出信息)和串行传送(例如键盘输入信息以及异步通信口等)两种传送方式。

(2) 状态信息

计算机在与外部设备传送数据过程中,必须实时地检测 I/O 设备的状态。当输入信息时,CPU 必须先查询输入设备的数据是否准备好,当准备就绪后就传送。当 CPU 要输出数据时,也同样必须查询输出设备是否空闲(Empty),数据寄存器中的数据是否已全部输出,若输出设备正在输出信息,则以忙(Busy)表示,CPU 就不能输出新的数据。因此,计算机只有读取这些状态信息 Ready、Empty、Busy、Ack 等,才能实现计算机与外部设备之间的握手。

一般来说,不同的外部设备其状态信息的数量和类别有很大的差别。

(3) 控制信息

控制信息主要是指外部设备的启动、停止之类的接口信息。数据、状态、控制信息是不同性质的接口信息。一般要以不同的端口地址分别传送。对 CPU 来讲,状态信息是输入信息,控制信息是输出信息。在汇编语言中,这些信息的传送都通过输入/输出指令 IN/OUT 对相应的端口操作,C 语言则可以通过 Inportb/Outportb 函数来实现计算机与外部设备的数据通信。

值得一提的是,外部设备的状态信息也是作为一种数据输入到 CPU,而 CPU 的控制命令则作为一种数据输出。为了区分状态、控制、数据这三种不同性质的数据信息,就采用各自不同的端口地址。如图 1.1 所示。因此,一个外部设备通常有几个端口地址,CPU 寻址的是端口,而不是笼统的外部设备。一个端口的寄存器一般是 8 位的,而一个外部设备的数据端口也是 8 位的,而状态和控制端口往往只用其中的一位或两位,因此,不同的外部设备的状态和控制信息可以共用一个端口。

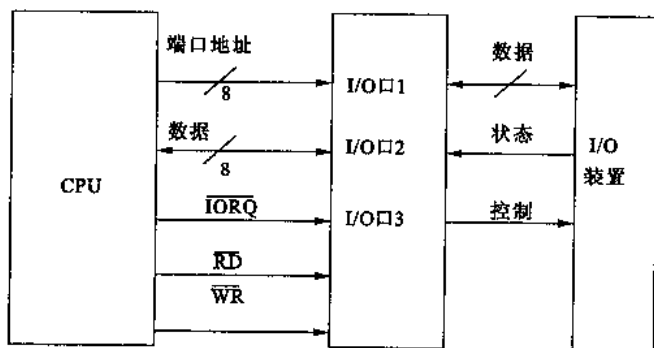


图 1.1 CPU 与外部设备之间的接口

1.1.3 接口的数据传送方式

由于各种外部设备的工作速度相差很大,如磁盘机的传送速度高达 $0.1 \sim 6\text{MB/s}$,而对于键盘,则人工输入数据的速度通常为几十毫秒。由于外部设备受机械和其他因素的影响,工作速度不一致。CPU 何时从输入设备读取数据以及何时往输出设备写出数据,这将成为 CPU 与外部设备正常交换数据时的一个突出问题。

计算机与外部设备之间的数据传送方式主要取决于应用程序的控制方式,具体来说,主要由接口控制程序决定。但是,无论采用何种程序控制方式,计算机与外部设备之间的数据传送主要有以下四种基本方式。

(1) 无条件传送方式

无条件传送方式又称为同步传送方式。主要适用于外部设备是固定的、定时的和已知的场合,并且传送的条件是已知的情况,同时计算机与外部设备是完全同步的情况。外部设备必须在 CPU 限定的指令时间准备就绪,并且完成数据的接收或传送。无条件传送的一个重要特征是计算机无须查询外部设备的状态信息,输入/输出时直接使用 IN 或 OUT 指令完成数据的传送。同时,使用无条件传送数据时,必须确信外部设备已准备好,否则数据传送就会出错。

无条件传送是最简单的传送方式,它所需要的硬件和软件都较少。

图 1.2 给出了无条件传送方式的工作原理。当简单外部设备作为输入设备时,由于输入数据保持时间相对于 CPU 的处理时间要长得多,所以,可用三态缓冲器和数据总线相连。当 CPU 输入指令时,读 $\overline{RD}$ 有效,选择信号 $M/\overline{IO}$ 处于低电平,三态缓冲器选通,并使其其中早已准备好的输入数据进入数据总线,再到达 CPU。而当外部设备作为输出设备时,一般需要锁存器。锁存器的作用是使 CPU 送出的数据在接口电路的输出端保持一段时间。这是因为外设的速度一般较慢,要求 CPU 送到接口的数据在接口电路的输出端保持一段时间。当

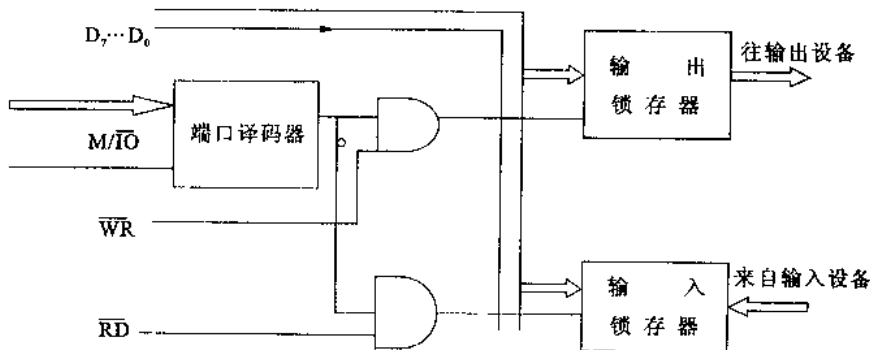


图 1.2 无条件传送方式的工作原理