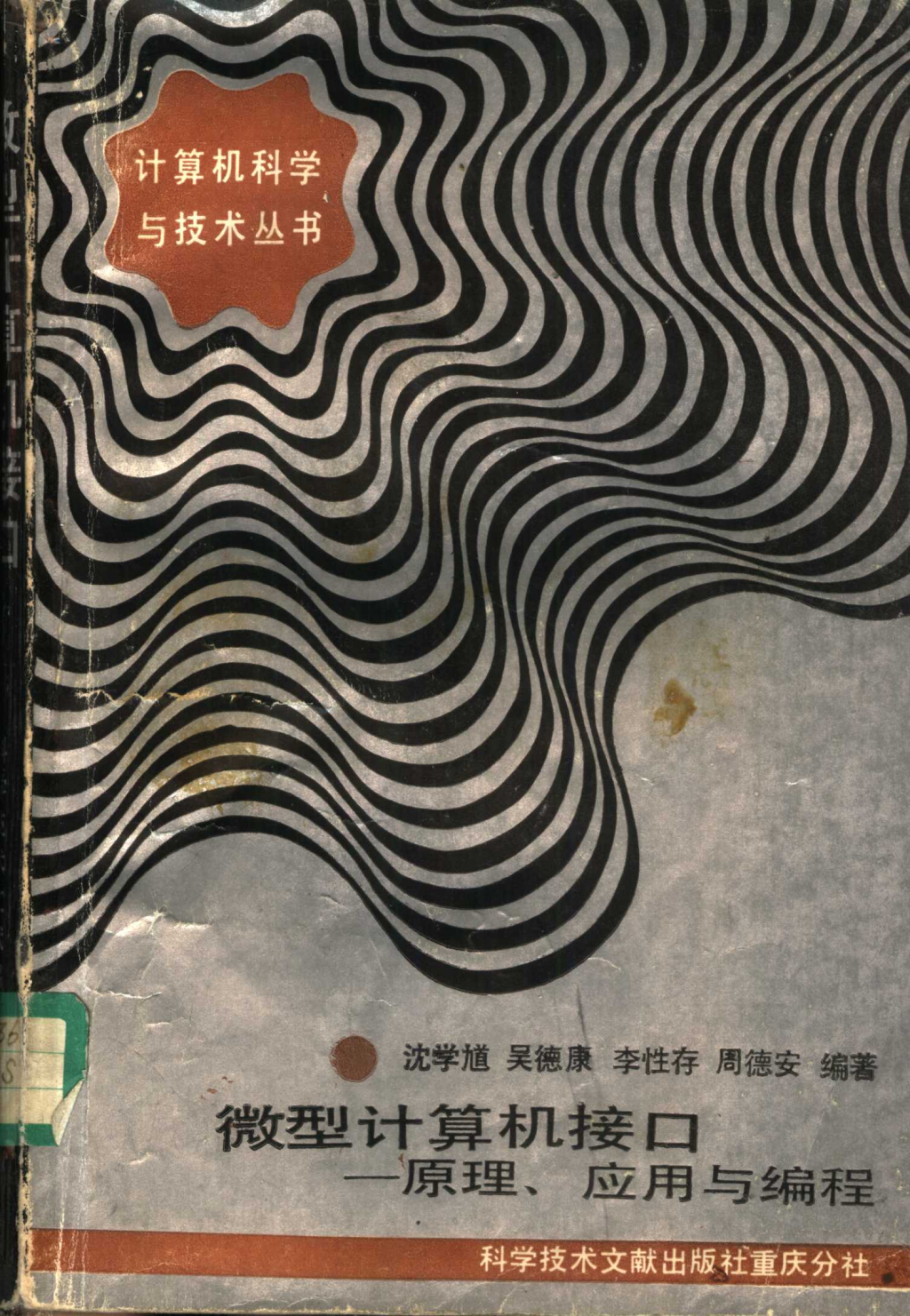




计算机科学
与技术丛书

● 沈学馗 吴德康 李性存 周德安 编著

微型计算机接口

—原理、应用与编程

科学技术文献出版社重庆分社

微型计算机接口

——原理、应用与编程

沈学旭 吴德康

编著

李性存 周德安

科学技术文献出版社重庆分社

内容简介

本书较系统地介绍了工程上常用的微机接口技术,主要内容有并行接口, IEEE-488通用接口总线, 串行接口和计算机通信接口, A/D、D/A转换器和磁盘接口等。

书中除了介绍接口芯片的工作原理外, 还以软硬结合的方式着重介绍了它们在微机系统中的应用——微机接口的组成及各类I/O芯片的应用实例。文字通俗易懂, 概念叙述简明扼要, 内容富有实用性。

本书可作为从事微机应用工作的广大工程技术人员及大专院校计算机专业师生的参考书, 也可用作大中专、夜大和职大计算机专业“接口技术”课程的教材或教学参考书。

微型计算机接口

——原理、应用与编程

沈学馗、吴德康 编著

李性存、周德安

责任编辑 林云梯

科学技术文献出版社重庆分社出版

重庆市市中区胜利路132号

新华书店重庆发行所发行

中国科学技术情报研究所重庆分所印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 13.625 字数: 30万

1988年12月第1版

1988年12月第1次印刷

科技新书目: 182—289

印数: 1-3600

ISBN7-5023-0234-4/TP·20

定价: 4.30元

计算机科学与技术丛书编委会成员

名誉主任 邹海明 华中工学院

主 任 徐洁磐 南京大学

副 主 任 王攻本 北京大学

左孝凌 上海交通大学

委 员 (以姓氏笔划为序)

庄心谷 西北电讯工程学院

朱宗正 华东工学院

李 勇 国防科技大学

李盘林 大连工学院

陈 禹 中国人民大学

陈增武 浙江大学

张太行 华中工学院

杨文龙 北京航空学院

杨祥金 南京工学院

郑人杰 清华大学

周冠雄 华中工学院

胡铭曾 哈尔滨工业大学

侯广坤 中山大学

洪声贵 辽宁大学

袁开榜 重庆大学

徐君毅 复旦大学

董继润 山东大学

朱树春 南京大学

秘 书

序 言

计算机科学与技术丛书是由计算机教育学会主编的，它以推广和普及计算机应用、培训计算机人才为其主要目标。

丛书以三个面向为宗旨。**面向基础**，为大专院校提供教材，为工程技术人员提供更新知识、扩大知识面的参考书；**面向应用**，为各行业从事计算机应用的工程技术人员提供实用的设计和编程范例，以资借鉴；**面向提高**，介绍计算机技术发展的新动向，以便及时了解其国内外最新技术。

丛书编委会认为，本丛书力求做到：理论联系实际，既有一定的基础理论知识，又有应用理论解决实际问题的方法和实例，普及与提高相结合，有一定的先进技术，又着眼于为当前应用服务，以满足各层次人员学习和运用计算机的需要。

本丛书力求做到内容新颖，重点突出，科学性强，条理清楚，叙述严谨，简单易懂，以适应自学的要求。

参加本丛书编写的作者都是在计算机教学、科研、开发与应用第一线工作的同志。既有一定的理论基础，又有丰富的实践经验。相信本丛书会得到广大读者的欢迎。我们真诚地希望广大读者对丛书提出批评和监督，以利我们改进工作，更好地为读者服务。

计算机科学与技术丛书编委会

前 言

计算机接口技术是研究计算机和外部设备连接的技术。接口技术由于计算机的广泛应用而不断发展和完善,并且已成为计算机学科的一个重要分支。计算机接口的工程设计通常应包括接口芯片的选择、硬件信号的连接、芯片初始化和应用软件编写等几个部份。本书正是按照这种设计要求,向广大应用计算机的工程技术人员介绍一些微机常用接口的基本原理、组成和编程方法,这样有助于读者掌握接口设计。在全书的编写上力求软硬结合,突出它的工程性和实用性。本书是计算机应用丛书之一,在掌握微机原理和编程知识之后,可以阅读本书,解决典型接口的设计问题。

全书共分五章。第一章概要地介绍计算机接口原理,并叙述主机对I/O接口寄存器的寻址方式和数据传送方式。第二章介绍并行接口原理,主要介绍三种常用的并行接口芯片及其应用,还用相当篇幅介绍了IEEE-488总线和一個应用实例。第三章较系统地讲述了串行接口原理。通过Intel 8273 HDLC/SDLC协议控制器,介绍了串行接口的组成、工作方式及编程方

法，并较详细地介绍了有关通信的概念。第四章介绍A/D、D/A转换器的工作原理，并通过具体的应用实例，说明接口的设计、编程和调试方法。第五章是磁盘接口控制器，介绍了软磁盘和温式磁盘接口芯片及其编程。

本书由沈学馗写第一、五章，吴德康写第二章，李性存写第三章，周德安写第四章。由吴德康负责文稿整理工作。本书经水电部南京自动化研究所马经国审阅，并提出不少宝贵的意见，特此表示感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免存在缺点和不足之处，恳请读者指正。

编者

1987年5月于南京

目 录

第一章 接口技术引论.....(1)

1.1 I/O接口的结构与功能.....(1)

1.2 I/O接口的界面与标准.....(4)

1.3 主机与外部设备间的数据传送方式.....(5)

1.3.1 CPU对I/O接口寄存器的寻址方式.....(5)

1.3.2 主机与外部设备间的数据传送方式.....(9)

第二章 并行接口及IEEE-488通用接口总线.....(18)

2.1 概述.....(18)

2.2 可编程I/O并行接口.....(19)

2.2.1 8255可编程并行接口.....(19)

2.2.2 6820并行接口适配器(PIA).....(33)

2.2.3 Z80-PIO并行接口.....(42)

2.3 并行接口应用举例.....(56)

2.3.1 8255应用举例.....(56)

2.3.2 6820应用举例.....(68)

2.3.3 Z80-PIO应用举例.....(74)

2.4 IEEE-488通用接口总线 (GPIB).....(78)

2.4.1 GPIB接口总线系统的基本特点.....(79)

2.4.2 GPIB接口功能.....(81)

2.4.3 GPIB接口总线结构.....(84)

2.4.4 三线通信联络过程.....(87)

2.4.5 通用接口信息.....(87)

2.4.6 通用接口LSI芯片简介及应用举例.....(91)

第三章 串行通信接口 (131)

3.1 引 言 (131)

3.2 通信技术基本概念 (132)

3.2.1 通信的操作方式 (132)

3.2.2 异步通信和同步通信 (133)

3.2.3 HDLC高级数据链路控制协议 (143)

3.2.4 RS-232C及RS-449通信标准 (156)

3.3 Intel 8273可编程HDLC/SDLC协议控制器 (178)

3.3.1 Intel 8273可编程HDLC/SDLC协议控制器的 性能及特点。 (178)

3.3.2 8273的辑逻辑结构与系统构成的方法 (179)

3.3.3 8273控制器的命令系统与状态寄存器 (194)

3.3.4 8273控制器的DMA和非DMA工作方式 (219)

3.3.5 8273控制器的编程方法 (227)

第四章 A/D、D/A转换及其接口 (241)

4.1 D/A转换器及其接口 (241)

4.1.1 D/A转换器原理简述 (241)

4.1.2 D/A转换器与CPU接口及编程 (244)

4.2 A/D转换器及其接口 (265)

4.2.1 A/D转换器简述 (265)

4.2.2 A/D转换器的主要参数 (266)

4.2.3 A/D转换器与CPU接口及编程 (268)

4.2.4 A/D转换的外围电路简介 (238)

4.3 微型计算机系统的A/D、D/A通道设计 (293)

4.3.1 A/D通道结构的选择 (293)

4.3.2 D/A通道结构的选择 (295)

4.3.3 数字式测厚仪 (296)

4.3.4 工业色谱仪中的数据处理系统	(310)
附录: 8155作为I/O接口的简要说明	(335)
第五章 磁盘接口控制器	(339)
5.1 概述	(339)
5.2 盘片和磁盘驱动器	(340)
5.2.1 盘片	(340)
5.2.2 盘片上数据记录方式	(342)
5.2.3 盘片上数据记录格式	(343)
5.2.4 磁盘驱动器	(346)
5.3 软盘接口设计	(351)
5.3.1 软盘控制器FDC—8272A	(352)
5.3.2 写预补偿电路	(376)
5.3.3 数据分离和锁相环技术	(379)
5.3.4 驱动器侧信号的驱动和接收	(386)
5.4 温式磁盘接口控制器	(387)
5.4.1 概述	(387)
5.4.2 温盘控制器	(388)
5.4.3 温盘控制器DWC的指令组	(395)
5.4.4 WDC指令操作说明及其流程图	(397)
附录 5-1 8272A命令表符号说明	(409)
5-2 8272A命令表	(411)
5-3 状态寄存器	(416)
5-4 ST506接口规范	(418)

第一章 接口技术引论

1.1 I/O接口的结构与功能

I/O (输入/输出) 接口是构成微型计算机的重要逻辑部件之一, 它是计算机与外部设备交换信息的桥梁。微型计算机由CPU、存储器 (RAM和ROM)、I/O接口组成, 如图1-1所示。由于各种外部设备的数据格式、信息的传输速率和信号电平等相互差异很大, 无法直接与主机相连, 必须经过专门I/O接口才能与主机连接。微型计算机配有各种外部设备, 如键盘、CRT显示器、打印机、磁盘机、模数转换器(A/D)和数模转换器(D/A)、调制解调器、绘图仪等等。其中, 有些是低速的手动输入 (如键盘输入字符的间隔时间可达数秒); 有些是高速的串行输入 (如温式磁盘, 以 5×10^6 位/秒的速率输入数据); 有些是规格化的数据 (如键盘用ASCII码); 有些是非规格化的数据 (如开关量, 各种A/D转换器); 有些是TTL电平, 有些则是MOS电平。因此, 主机与外界交换信息时, 用一、二种标准I/O接口模块来实现所有外部设备的接口任务是不可能的, 不同的设备必须配置不同的接口, 以协调主机与外部设备之间的I/O任务。

通用I/O接口逻辑应该具有以下基本功能。

1. 把外部设备送往主机的信息转换为与计算机相容的格式。如串行转换为并行, 配奇偶校验位等。
2. 把主机送往外部设备的信息转换为与外部设备相容的格式, 如并行转换为串行, 生成RS-232C接口标准的异步通

信码等。

3. 为主机提供有关外部设备状态的信息，如设备“准备好”，“忙”或“闲”、缓冲器“满”或“空”等等。

4. 应有接受主机送来各种命令或控制信息的能力，并变换为控制设备的信号。在有多台外设的系统中，接口能选择设备，并驱动设备。

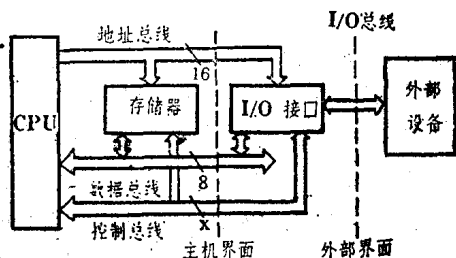


图1-1 I/O接口与CPU外部设备连接框图

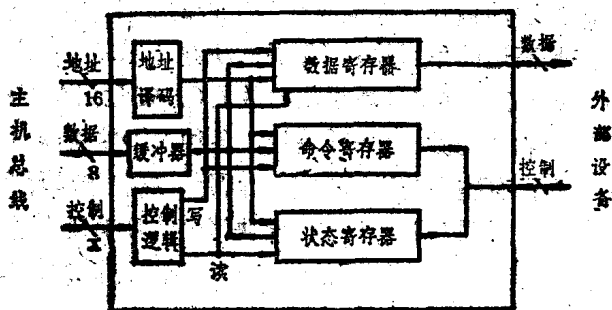


图1-2 典型的I/O接口框图

5. 协调主机与外部设备在数据交换速度上的差异，通常在接口中应设有数据缓冲寄存器、中断控制和DMA控制逻辑，以便主机与外设交换数据时取得速度匹配。

根据上述接口功能，典型的I/O接口内部结构如图1-2所示。它主要包括三种寄存器(数据、命令和状态)、地址译码器、数据缓冲器和控制逻辑等部件。双向的数据缓冲器是为减轻主机总线负载而设置的缓冲级。数据寄存器存放CPU的输出数据或从I/O设备输入的数据，在数据交换过程中它起着速度匹配作用。命令寄存器存放CPU发来的控制命令(又称控制字)，指定操作类型和启动相关的控制逻辑时序。状态寄存器保存设备的现行状态，可供CPU判断用，状态寄存器只能读出。地址译码用于选择内部不同的寄存器。通常所说的端口，如数据口、状态口等，就是指这些内部寄存器。为了便于程序对它们进行访问，每个寄存器都分配有一个地址，即端口地址(口地址)，译码器根据指定的地址码访问(选择)寄存器。控制逻辑是比较复杂的部件，其复杂性^与接口芯片具备的功能有关，功能越强，就越复杂。例如，一个具有中断功能的接口芯片，控制逻辑中，应有能向CPU发中断请求信号的逻辑电路，另外还要设有中断屏蔽逻辑和中断优先级等电路。

综上所述，接口部件仅仅是I/O接口结构中最基本组成部分，它是主机与外部设备传送信息所必不可少的部分。接口芯片电路千变万化，但顺藤摸瓜，总可以找到这些有关的部件。掌握了基本的部件，就能更好地理解复杂的接口芯片，而实际应用的各种外设芯片，往往比上述接口更为复杂。一些专用的软盘、温盘芯片、网络用通信芯片等，其内部电路的复杂程度往往不亚于CPU。近年开发的智能接口，有的采用专用的I/O处理机，如8089，8041，6801等³，也有采用标准的CPU芯片的，如8085，Z80，6503等，作为接口的控制器。因此主机与接口之间的联络，实质上是CPU(主机)与

CPU (接口) 之间通信问题。计算机的广泛应用, 促使接口技术不断发展和完善, 接口设计的重要性也与日俱增, 因此, I/O接口设计已成为计算机的一个独立技术分支, 受到技术界的重视。

1.2 I/O接口的界面和标准

长期以来, 由于I/O接口的名称不统一 (有的称输入/输出控制器, 也有称设备适配器), 以及计算机功能模块分割的不一致, 往往使初学者对I/O接口的界面迷惑不解。其实这是不难理解的问题, 请读者看图1-1, 图上标出了I/O接口两侧的界面。I/O接口左侧与主机总线上地址、数据、控制三条总线相连, 右侧与I/O总线相连。I/O总线中实际上也可以分为三组信号线, 即数据线、地址线 (一个接口当控制多台设备时, 即为设备选择线) 和控制线。

为什么单独地提出一个接口界面问题呢? 这是因为计算机结构方式变型很多, 往往在一块主机板上, 几乎包罗万象, 读者若能按照界面划分, 从主机侧三条总线和外设侧I/O总线着手分析, 就能较好地掌握I/O接口的有关电路, 从而熟悉它的功用。

有的书刊中, 经常提到“设备控制器”这个名词, 不少读者误认为它就是设备接口, 这是不对的。设备控制器是I/O总线右端设备内部的控制电路, 由于VLSI和计算机技术的发展, 近代许多外部设备, 如CRT, 打印机、绘图仪等, 它们内部的传统控制电路已被微处理机代替, 设计成新一代的“智能”外部设备。用微处理机的控制器除了常规的控制、定时功能之外, 还具有自诊断, 自测试等功能。

另外，为了适应不同用户对使用性能的要求，还可以用“程序设置”来修改性能，如变动打印机字型和CRT的屏幕容量。这些使用上的灵活性，体现微机作为控制器的优越性，而从接口方面来看，通过I/O总线连接的仍是一台处理机，它们的通信也成为CPU之间通过接口实现通信。

大家知道，计算机与打印机相连时，通常采用称为Centronic的并行接口标准，而连接CRT时，又有EIA RS232C串行接口标准，连数字仪器采用IEEE—488标准，连温式磁盘接口采用ST506标准。这些标准的具体内容，留待以后有关章节再介绍。这里应说明的是，这些标准实质上是对接口右侧I/O总线的规范化。所谓标准就是规定I/O总线的信号定时关系、信号电气特性以及信号的物理特性（如采用什么规格的插头、插座、信号引脚分配等等）。若各种设备都有一种接口标准，那么无论哪个厂家的微机或外设都能实现“插入式”装配，用户很容易根据需要组成一个微机系统。由此可见，对连接外设的I/O总线实现标准化也是十分重要的技术措施。

1.3 主机与外部设备间的数据传送方式

1.3.1 CPU对I/O接口寄存器的寻址方式

I/O接口中有多个寄存器，CPU如何对寄存器寻址呢？显然，这个问题的解答，首先与CPU的I/O指令有关，其次是接口电路中寄存器寻址方式的设计。传统的寻址方式有I/O端口寻址和存储器映象寻址。

一、I/O端口寻址：在这种寻址方式中，CPU有专门I/O

指令与接口寄存器交换信息。I/O指令用端口地址来选择各种寄存器，存储器的地址空间和I/O接口的地址空间是完全独立的，互不影响。例如，IN A, (n) IN为输入指令的汇编符号，该命令把接口中编址为n的寄存器数据送入CPU的A累加器，相似的输出指令是OUT(n)，A 该命令把A累加器的内容发送到I/O接口中编址为n的寄存器。n的长度可以是单字节(如Z80, 8085)，也可以是双字节(如8086)。在接口中地址译码器往往分两级，高位地址译出片选信号($\overline{CS}$)，若干低位地址直接引入接口芯片内部用来作为选择内部寄存器的编码。

对于单板机和一些小型微机系统，可采用更简便的端口寻址法，称为线选法，它是直接指定某一位作为I/O端口选择信号，这样8根地址总线最多只能选择8个端口，通常一个外设接口，至少有3—4个寄存器，那么8个端口只能选两种简易外设，显然太少了，实际使用时，可把线选法与译码法结合起来。如图1-3所示)，这样就可以选择24个端口。

二、存贮器映象寻址：这种方式又叫存贮器统一编址的寄存器寻址方式。在这种方式中，把I/O接口中一个寄存器作为存贮器的一个单元来对待，占有存贮器空间的一个地址。从外设向CPU输入数据，称为读操作，反方向传送，称为写操作。

这种寻址方式的优点是简化了CPU控制器的设计，不需要专门的I/O指令，CPU对I/O接口的操作可使用全部存贮器指令，编程灵活、方便。其缺点是占有部分内存单元，使内存空间减小。M6800、6502采用这种寻址方式。

除上述传统的寻址方式外，目前，常用的VLSI接口芯片，它们对内部寄存器寻址，还有两种方式：一种是受到

片内部控制字影响的寻址方式,称为受控型寻址;另一种可以在一个I/O端口地址既传送命令字又传送若干参数字节或状态字,称为准堆栈型寻址方式。这两种寻址方式有个共同的特点,它们传送字节的次序受到严格的限制,即CPU必须首

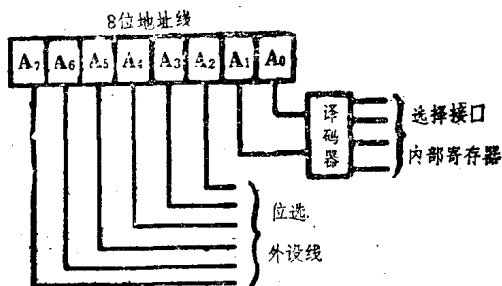


图1-3 I/O接口线选法

先向I/O接口发送控制字或命令字,芯片接受到这些控制字节后,其内部逻辑将决定选择其他的寄存器。下面说明它们的应用过程。

三、受控型寻址方式:设有一接口芯片,其内部寄存器如图1-4所示,0C0H是控制寄存器地址,0C1H是命令和数据两个寄存器的地址,具体是哪个寄存器由控制寄存器的 D_0 位来决定。当 $D_0=1$ 时,0C1H是命令寄存器地址; $D_0=0$ 时,则是数据寄存器地址。因此,主机与接口交换数据时,应首先传送控制字,然后才能对其他寄存器正确寻址。Intel8259 APIC, Motorola的6820PIA都用这种寻址方式。本例若向命令寄存器和数据寄存器分别传送数据0AH, 44H, 其程序如后。

ABC: MOV AL, 01H