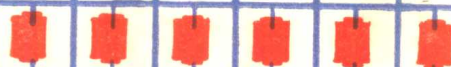


微计算机技术

朱家维 王秀玲 编



中央广播电视大学出版社

微 计 算 机 技 术

朱家维 王秀玲 编

中央广播电视大学出版社

微计算机技术

朱家维 王秀玲 编

中央广播电视大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

一二〇一工厂印装

开本 787×1092 1/16 印张23.25 534千字

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷

印数 1—12,800

定价4.65元

ISBN 7-304-00270-0 / TP · 20

前 言

本书为电视大学计算机应用专业编写。书中通过分析一个典型的单板机系统使读者掌握微机系统的组成及设计方法，进而通过IBM-PC微机系统的介绍扩大知识面。本书着重介绍微型机接口技术及监控程序。

为了培养学生的自学能力及阅读资料的能力，书中有些部分是按照手册形式编写的，并提供了若干自学的资料，其中有些内容及语言较难理解，书写格式也有所不同，希望读者逐步适应。

本书第一、三章由朱家维编写。第二、四、五章由王秀玲编写。在编写过程中得到齐家月同志的协助，在此表示感谢。

编 者

1988年6月

目 录

第一章 概述.....	1
§ 1.1 微型机的特点.....	1
§ 1.2 微型机学习特点.....	1
第二章 单板机系统.....	3
§ 2.1 单板机的基本结构.....	3
2.1.1 基本结构.....	3
2.1.2 单板机系统规模.....	5
§ 2.2 单板机的输入/输出接口电路.....	6
2.2.1 CPU与接口间数据交换的实现方法.....	6
2.2.2 CPU与接口间传送信息方式.....	7
2.2.3 CPU与接口间传送数据类型.....	7
2.2.4 输入输出接口类型.....	8
§ 2.3 外围接口芯片.....	11
2.3.1 中规模通用接口.....	12
2.3.2 可编程通用接口芯片.....	23
§ 2.4 键盘与显示.....	63
2.4.1 键盘一般原理.....	63
2.4.2 软件识别按下键.....	64
2.4.3 LED显示器及其接口.....	70
2.4.4 可编程显示键盘接口——8279.....	74
§ 2.5 监控程序.....	95
2.5.1 监控程序中所包含的典型操作.....	95
2.5.2 典型监控程序剖析.....	96
§ 2.6 扩充接口.....	108
2.6.1 RS-232异步通讯接口.....	109
2.6.2 打印机接口.....	111
2.6.3 盒式磁带机接口.....	118
2.6.4 模数、数模转换电路及其与CPU的接口.....	127
第三章 微型计算机系统.....	144
§ 3.1 IBM个人计算机系统.....	144
3.1.1 系统板.....	145
3.1.2 I/O通道.....	147
3.1.3 存贮器及I/O空间分配.....	148
3.1.4 电源.....	149
3.1.5 常用可选件板.....	149

§ 3.2 8086微处理器	155
3.2.1 编程模型	155
3.2.2 指令格式	157
3.2.3 寻址方式	158
3.2.4 指令系统	161
3.2.5 引脚说明	163
3.2.6 中断和陷阱	165
§ 3.3 存储体设计	168
3.3.1 存储器正常工作所需信号	168
3.3.2 存储器的读写	169
3.3.3 存储器地址分配及地址译码	171
3.3.4 存储物理空间扩展	173
3.3.5 EPROM	176
§ 3.4 中断	178
3.4.1 中断概念	178
3.4.2 可编程中断控制器8259A	181
3.4.3 IBM-PC机中断系统	191
§ 3.5 DMA	194
3.5.1 DMA控制器	194
3.5.2 8237A可编程DMA控制器	197
3.5.3 应用	211
§ 3.6 CRT接口	218
3.6.1 独立的CRT终端	218
3.6.2 主机控制的CRT	221
3.6.3 CRT控制器芯片	225
3.6.4 单色适配器	230
§ 3.7 汉字处理技术	234
3.7.1 汉字输入	235
3.7.2 汉字的各种代码	235
3.7.3 汉字输出	236
§ 3.8 可编程器件	240
3.8.1 可编程只读存储器 (PROM)	240
3.8.2 可编程逻辑阵列 (PLA)	243
3.8.3 可编程阵列逻辑 (PAL)	246
3.8.4 可编程器件的应用	257
第四章 单片微型机	259
§ 4.1 概述	259
§ 4.2 8048单片机结构与功能	261
4.2.1 数据存储器RAM	261
4.2.2 程序存储器ROM	261
4.2.3 状态字寄存器PSW	262
4.2.4 堆栈	263

4.2.5	总线BUS	263
4.2.6	I/O通道	263
4.2.7	定时器/计数器	264
4.2.8	中断	265
4.2.9	单步功能	265
4.2.10	EPROM编程	265
4.2.11	RESET管脚功能	266
4.2.12	EA, $\overline{\text{PSEN}}$ 管脚功能	266
§ 4.3	8048外电路的扩展	267
4.3.1	扩展RAM 256×8 及I/O	267
4.3.2	扩展 $2\text{K} \times 8$ ROM	267
4.3.3	扩展8279	267
4.3.4	扩展I/O	267
4.3.5	扩展8243	268
§ 4.4	8048指令系统	269
4.4.1	寻址方式	269
4.4.2	指令表	270
§ 4.5	8048应用举例	272
4.5.1	读8048片内ROM的电路	272
4.5.2	以单片机8048为中心的CRT终端控制系统	272
4.5.3	绘图仪控制器	276
4.5.4	网络核心部件——传输器	278
4.5.5	IBM-PC 键盘接口	278
§ 4.6	8022功能简介	280
4.6.1	交流信号的过零检测	280
4.6.2	A/D转换示意图	281
4.6.3	PORT0比较输入	281
4.6.4	较高的驱动能力	282
4.6.5	8022的测试与调试	282
第五章 微型机开发系统		283
§ 5.1	概述	283
§ 5.2	简易开发系统	284
5.2.1	同级简易开发系统	284
5.2.2	MICE开发系统	286
5.2.3	MICE-II开发系统	288
§ 5.3	通用开发系统	289
5.3.1	开发系统功能	289
5.3.2	组成部分	290
5.3.3	开发系统特有部分——仿真器	291
§ 5.4	逻辑分析仪	294
5.4.1	采样数据	294
5.4.2	存储器	295

5.4.3	条件符合	295
5.4.4	显示	295
5.4.5	1630 D逻辑分析仪	296
§ 5.5	个人计算机升级开发系统	296
5.5.1	MDS-55标准配置	296
5.5.2	特点	297
5.5.3	用途	298
5.5.4	硬件结构	299
5.5.5	软件特点	302
§ 5.6	开发系统的类型	305
5.6.1	多功能通用开发系统	305
5.6.2	专用开发系统	305
自学部分一	8085指令系统	306
自学部分二	8086指令系统	311
自学部分三	TP-801单板机监控程序说明	316
自学部分四	静态存储器6116	353
自学部分五	动态存储器2116	358

第一章 概 述

§ 1.1 微型机的特点

计算机分为巨型、大型、中型、小型、微型几类。微型机的工作原理与一般计算机一样，它具有（1）体积小；（2）功能弱；（3）价格低的特点，但是这些特点都是相对于同一时代的计算机性能而言。我们如果把80年代的微型机与50年代的大型机相比，则80年代的32位微机系统的功能可能比50年代大型机的性能还要强，包括存贮容量、计算速度等，更不用谈新型的外部设备了。微型机的上述特点都是由于微型机的发展是与集成电路的发展紧密相关的。由于在一个芯片上能够集成起越来越多的晶体管，因而计算机从中小规模集成电路组成的系统向使用大规模集成电路发展。但是毕竟在一个芯片上能集成的晶体管数是有限的。在70年代初达到几千个晶体管，从而一个功能完整而简单的8位微处理器8080诞生，这样的微处理器比起用中小规模组成的相同系统具有体积小、价格低的特点，即对用户来说具有很好的性能/价格比。因而8080微处理器的出现使计算机的普及推广产生了飞跃的发展。但是到了80年代中期一个芯片上已能集成近50万个晶体管，如今的一个32位微处理器芯片的功能比起以前的小型机的功能（还是16位的）要强得多，我们也可以想象到2000年代时的微型机可能比现在的巨型机功能还要强。

目前的微型机就是前阶段中小型机的缩影，其中采用的各种计算机技术都已经在中小型机中使用过。设计一个新的微型机系统的关键，就是如何在当前集成电路的技术水平上设计一个合理的高性能/价格比的系统。

与过去用中小规模集成电路组成的系统设计相比，当今微机系统的设计更趋向于采用国际流行的微处理器。对于大多数微机系统设计者来说，已不再是在中央处理器上来作文章了，他们往往只是在几种流行的微处理器芯片中选用一个而已，不同系统的特点主要是表现在外围接口及应用等方面。

系统设计者根据不同应用领域的需要，设计各种不同的接口电路以实现有特点的系统。

§ 1.2 微型机学习特点

微型机技术是一门实践性很强的课程。新产品发展很快，今天学到的芯片系统知识过几年就可能因落后而被淘汰，所以在学习本课程时应该着重培养能力，而不是资料的积累。

通过本课程的学习应该培养学生下列几个方面的能力:

1. 阅读资料的能力

各种微型机及大规模集成电路新芯片不断出现,要跟上世界发展形势,要了解国际动态,必须在工作中不断阅读各种产品说明书。而产品说明书书写方式与教科书不一样,它讲解原理比较少,对使用方法举例少,文字精炼,前后次序不是遵循学习的思路,因而初看起来比较困难。但必须下功夫反复阅读,以便最终全面理解芯片性能及掌握使用方法。

2. 分析系统中的原有程序的能力

微型系统工作是软件与硬件的结合。不了解软件框图,往往也不能了解系统的工作流程。在没有源程序的情况下,分析无注释的汇编语言程序是件难度很大的工作,需要具有较宽广的硬件、软件知识及实践经验。培养这方面能力的唯一方法就是踏踏实实一丝不苟地分析几个系统的程序。

3. 在CPU周围扩展自己所需的外围接口的能力

为适应各种微机应用任务的需要,必须培养这种能力。这就要求有一定的实践动手能力、科学的工作作风以及牢固的电路基础知识。

4. 有编调汇编语言程序的能力

为培养前两方面的能力,在本课程中将要求学员自己阅读一些外围接口芯片说明书及一个单板机的全部监控程序。

后两方面的能力需要通过实验及课程设计来解决。

第二章 单板机系统

单板微型计算机是以某一型号的微处理器为核心,配之以一定容量的ROM、RAM、I/O接口电路以及部分扩展区(由用户自行设计电路的布线区),将它们做在一块印刷电路板上形成一个独立的微机系统。例如较流行的8位字长的单板机有TP-801、TP-801B、SDK-85、DBZ80-1以及16位字长的TP-86、BCM-86等。

单板机的规模不大,却是一个完整的微机系统,通过它可以学习某一型号微处理器的指令系统、寻址方式并进行程序设计的练习,进一步掌握微机系统的工作原理和简单的接口技术以及编程方法等。同时利用扩展区还可进行存储器、I/O等外围接口电路的扩充,为初学者在进行硬件电路的设计和实验调试该电路等训练方面提供了条件。单板微型机是一个很好的学习工具。

随着微型机的不断发展,微型机的应用逐渐渗透到各个领域,如工业、农业、医疗等方面。许多工程技术人员为了缩短产品研制周期,往往将单板机直接用于某些工业控制领域中。或者为了适应生产过程的实际需要,自行设计更为实用的专用单板机。所以单板机不仅可作为学习机而且还具有实用价值。此外,单板机还可作为一种廉价的开发工具,利用单板机的软、硬件资源可以开发出与单板机具有相同型号微处理器的专用微机系统。在硬件上稍加以扩充还可以作为单片机的开发工具。

综上所述,单板机是具有一定功能的微机系统。因此我们首先从分析与学习单板机系统入手,再辅之以扩充知识部分。使得大家不仅懂得微机系统的原理,而且具有进一步掌握和应用微机的基础。

§ 2.1 单板机的基本结构

2.1.1 基本结构

单板机由硬件及软件两大部分组成。见图2-1。

硬件部分:

(一) CPU 即计算机的运控部分,它是双列直插封装的大规模集成电路。对于8位微处理器一般具有40个引脚。

(二) ROM 用于存放监控程序和汇编语言的编译程序、BASIC解释程序等。其容量一般为2~8 K。

(三) RAM 用于存放用户的程序和数据,某些单元做为监控程序的工作单元,其容量

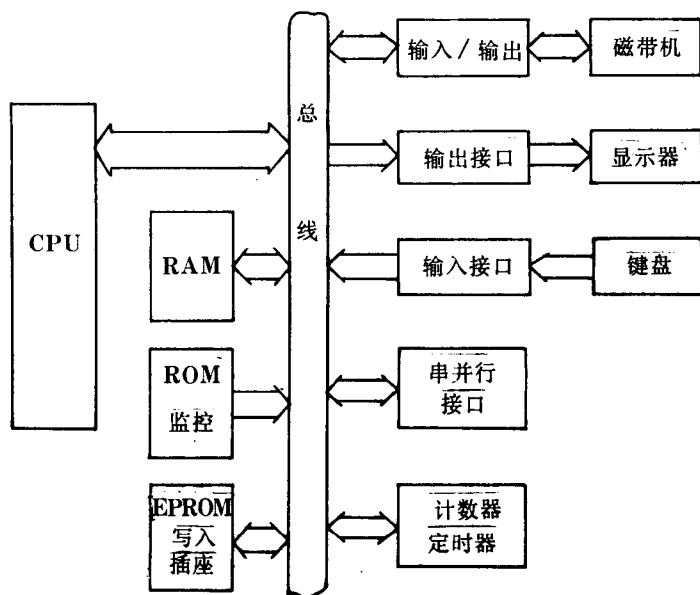


图2-1 单板机结构

一般为2~8 K。

(四) I/O电路 是可供用户使用的并行口、串行口、定时器/计数器等接口电路。

(五) I/O设备

1. 一般单板机都配有小键盘(24~32个键)及LED发光二极管显示器,用来输入程序、数据以及显示输出。在单板机上有与I/O设备相应的接口电路。有些单板机还扩展了CRT显示、大键盘输入以利于应用汇编语言及BASIC语言的输入及编辑。

2. 为了用户调式程序更为方便,单板机上都备有盒式磁带机接口及录放插孔,提供了应用磁带作为存贮器的可能。

(六) 扩展区 由于单板机的规模有限,为了便于用户扩大其规模及功能,单板机通常都提供一定的可扩展区。用户可在扩展区内增加芯片和自由布线。为扩展需要,单板机还提供了总线驱动器插座或驱动器。

(七) EPROM编程插座,利用该插座,在监控程序的控制下可将用户程序写到EPROM芯片中。

软件部分:

由输入设备向单板机输入程序及数据并且运行用户程序,运行结果通过输出设备输出,所以这些都是在监控程序控制管理下进行的。通常在单板机的ROM中固化有监控程序。监控程序中包含有对输入/输出设备的管理程序,如对键盘、显示、盒式磁带机及打印机的管理,

EPROM编程控制等。其中还固化有调试程序,如检查/修改存贮器、寄存器内容,设置断点、单步调试等以及一些典型的子程序(如延时子程序)。为调试用户程序提供了调试手段。

在功能较强的单板机中,软件部分还包含有汇编语言的编译程序、BASIC语言的解释程序以及行编辑、屏幕编辑等,为用户调试、编辑程序提供了更为方便的条件。

2.1.2 单板机系统规模

下面我们列举几种常见的单板机系统规模。

(一) TP-801 单板机

硬件规模

- Z80 CPU一片, 40引脚双列直插封装。
- 2 K字节ROM, 其中固化监控程序。
- 1 K字节(可扩充到2K字节)的随机存贮器RAM。
- 四个8位计数器/定时器通道。
- 二个8位双并行输入/输出端口。
- 具有28个按键的小键盘及6位LED显示器。
- 两个可扩充的EPROM插座。可存放用户程序或扩充监控程序用。
- 2.5×8.0英寸(均可放30片IC电路)的扩充区。
- 盒式磁带机接口。
- 总线引出插座、各种开关等。

软件功能

- 检查/修改寄存器、存贮器内容。
- 单步运行用户程序。
- 多重断点设置(最多可设置5个断点)。
- EPROM编程、键盘、显示器及盒式磁带机的管理程序。

(二) DBZ80-1 单板机

硬件规模

- 中央处理单元: Z80-GPU, 时钟频率为1.9968MHz。
- 随机存贮器8K字节RAM。
- 只读存贮器为12K字节(可扩充16K)的EPROM。
- 并行I/O接口芯片(Z80-PIO)两片, 每片有两个8位I/O端口, 其中一片用于打印机接口和A/D转换器。
- 计数器/定时器芯片两片。其中一片为Z80-CTC, 它包含四个计数器/定时器通道。另一片为8253, 它包含有三个通道。
- 标准RS-232串行接口, 用于CRT终端接口或其它串行通讯。
- 可提供8路模拟量输出的模/数(A/D)转换电路, 其中包括A/D转换芯片(ADC0804), 采样保持器(LF398), 8选1模拟量转换开关(13508)等器件。
- 提供两路8位模拟量输出的数/模(D/A)转换电路。其中包括D/A转换芯片(DAC0832)

和运算放大器(LF351)。

- 具有28个按键的小键盘和6位八段数码显示器。
- 音频盒式磁带录音机接口及录音机自动启停控制电路。
- 与外部连接的接插头座及开关等。

软件功能

基本监控程序:

- 安装有键盘和显示的管理程序, 盒式磁带机管理程序。
- 单步运行用户程序。
- 设置多重断点的功能。
- 检查/修改寄存器、存贮器内容。
- 实用子程序。

CRT 监控程序

- 键盘与屏幕显示的管理程序。
- 打印机管理程序。
- 安装有调试程序, 汇编、反汇编等。

§ 2.2 单板机的输入/输出接口电路

输入输出接口是CPU与外部设备、被控制对象或控制现场进行信息交换的通道, 如图2-2所示。

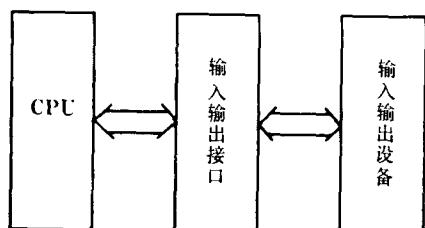


图2-2 信息交换通道

在接口中的数据传送可以采用按位传送也可按字节传送, 相应的就有串行接口和并行接口。另外, CPU能够处理的量仅为数字量, 而控制现场输入的信息或控制量往往是模拟量。因此, 欲用计算机进行和控制必须将模拟量转为数字量(称A/D), 或将数字量转为模拟量(称D/A), 相应地, 接口中还包含有A/D、D/A转换电路。

由上可知, CPU与外围设备之间的信息传递实际上是CPU与接口之间信息交换的问题。在本

节中, 我们首先阐明有关输入输出接口传送中的几个问题。

2.2.1 CPU与接口间数据交换的实现方法

CPU与接口间数据交换是利用CPU的读写操作完成的。方法有二:

(一) 利用输入输出指令

输入指令IN A, (n)

其含义是将端口号（即端口地址码）为n 的外围接口中的内容读入累加器A。

输出指令 OUT(n), A

其含义是将A 累加器中的内容写入到端口号为n 的外围接口中。

由于指令中的n 代表的是外围接口的地址码，它是一个字节，在8 位机中利用此种方法传送数据的外围接口最多达256 个。

（二） 存贮器编址输入输出

这种方法是将外围接口作为存贮器单元来看待，因此与外围接口间传递数据如同与读写存贮器一样。外围接口都有与其对应的地址码，也就是外围接口与存贮器统一编址，地址码是16位。外围接口的端口号是由16位地址码译码得到。此种外围接口的寻址方式占用了存贮器空间，如图2-3所示。

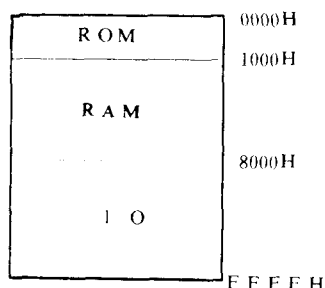


图2-3 存贮器地址分配图

从图中可看出，系统中可用的存贮器空间减小了。但是所有系统中访中存贮器的指令都可用于访问接口电路，从而在此种方法中对接口交换数据时可用的指令较之输入输出指令寻址方式丰富得多了。如：

LD A, (nn)

它的含义是将地址码为nn（两个字节）的接口中内容读入A 累加器。它与前面所述的输入指令相类似。又如：

LD (nn), A

其含义是将A 累加器内容写入地址为nn 的接口中，它与输出指令相对应。

LD HL, (nn)

其含义是将端口号为nn的设备中内容送到L 寄存器，将端口号为nn+1 的设备中内容送到H 寄存器中。由于nn是两个字节，因此系统中外围接口数量不只限于256 个。对于8 位机，只要系统存贮器容量与外围接口总和不超过64K 即可。

2.2.2 CPU 与接口间传送信息方式

CPU与接口之间传送信息一般有两种方式。

（一） 同步传送（或称无条件传送），在CPU接收或发送数据时，I/O接口总是准备好的。

（二） 异步传送（或称条件传送），包括查询方式、中断方式、直接存贮器存取（DMA）方式。有关内容在“计算机组成原理”课中已有介绍。

2.2.3 CPU 与接口间传送数据类型

（一） 位传送

CPU与I/O接口间的读写操作每次都是按位进行，称作位传送，图2-4是位传送示意图。输入的位状态表示开关的断开与闭合，输出位状态控制继电器释放或吸合。

（二） 字节传送

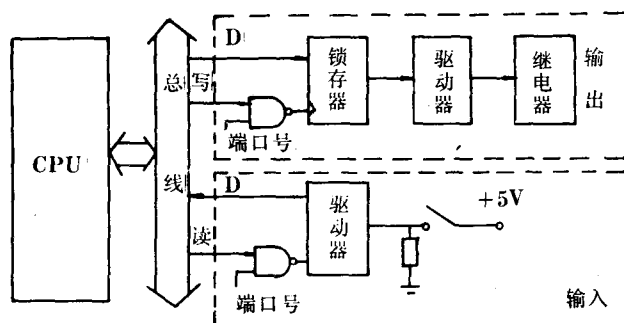


图 2-4 位传送示意图

为并行和串行两种。根据接口中传送数据的性质不同又可有简单接口及选通方式的接口。根据应用场合不同分为通用及专用两种接口电路。下面分别予以简述。

(一) 串并行接口

并行接口 对于字长为 8 位的数机系统，在接口中传送的数据是 8 位同时传送。在这种接口中数据锁存器是 8 位，输入输出的数据线位 8 位

串行接口 这种接口与外部设备之间的数据是按位以一定的速率依次传送。接口与 CPU 之间传送的数据仍是并行的 8 位同时传送。显然，在这种接口电路中除包含有数据锁存器外必还还有移位寄存器以实现并变串（串行输出）或串变并（串行输入）接口。串行接口中对所传送的信息有如下规定：信息的开始是起始位，信息的结尾必是停止位，停止位可以是一位，一位半或两位。信息本身可以是 5、6、7、8 位再加一位奇、偶校验位。两个信息间写“1”，表示空。如图 2-5 所示。

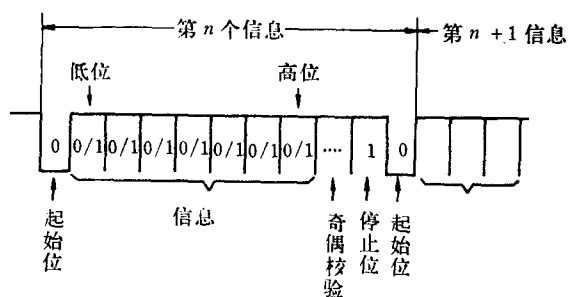


图 2-5 串行数据格式

单接口电路，对于后一种应用选通方式接口。图 2-6、2-7 为简单输入输出接口电路示意图。

CPU 与 I/O 接口之间传送的数据以字节为单位，每次传送都是一个字节。例如输出数据到打印机接口或到字符显示器接口时，都是按字节逐个输出。

(三) 数据块传送

对某些外部设备如磁盘，它们在与 CPU 传送数据时以一批数据为单位，每次传送的数据都是由许多字节组成的数据块连续传送。

2.2.4 输入输出接口类型

根据数据传送方式不同，接口分

传送波特率(位/秒)有 19.2K、9600、4800 等等、根据需要选择。

(二) 简单接口与选通方式接口

在接口电路中有一种数据类型是状态信息，它是一个在较长的时间内不变的开关量，在与 CPU 交换数据之前就处于准备好了的稳定状态了。例如开关的通断，阀门的打开与闭合，继电器的吸合与释放等等。另一种数据类型是有序的数据组，如数据采集系统中的数据属于这种类型。相应地就有两种接口电路，对于前一种用简

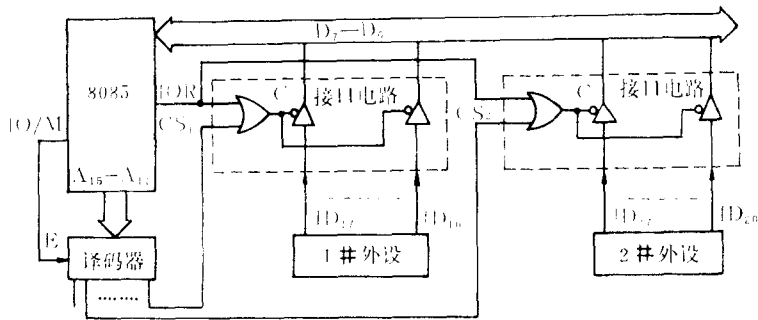


图 2-6 简单输入接口电路

图2-6中， $ID_{17} \sim ID_{10}$ 和 $ID_{27} \sim ID_{20}$ 分别是1#I/O与2#I/O设备的待输入数据，它们都是状态信息，信号本身就具有一定的记忆性能，因此无须锁存器，但是每一个输入设备必须通过三态驱动门与CPU数据总线相连接。选通三态驱动门的控制端C，使得同时只有一个输入设备将数据通过数据总线送到CPU。三态控制端 $C = 0$ 时，接通三态驱动门的输入与输出端，将数据 $ID_{17} \sim ID_{10}$ 输入到数据总线上，当 $C = 1$ 时，三态驱动门输出端浮空，三态驱动门的输入端与公共数据总线之间通道断开。任何一个输入设备需输入数据时，只要使三态控制端 $C = 0$ 即可。在输入数据时，CPU只要执行一条输入指令 $IN \times \times$ ，就可以将编码为 $\times \times$ 的输入设备的数据送到累加器A中。在执行输入指令的过程中， $\times \times$ 编码出现在低八位地址总线上，同时CPU产生 $\overline{IOR}$ （读外设信号，是输出）。输入数据应在 $\overline{IOR}$ 信号有效期间被读到数据总线上并传送到A累加器中，因此 $\overline{IOR}$ 信号必须控制三态驱动门的C端，用以完成读取输入数据的操作。只有 $\overline{IOR}$ 信号还不够，必须指定输入设备。输入数据和从存储器单元中读取数据一样，必须给出数据所在地址，对于外部设备就是输入设备的地址编码 $\times \times$ ，该地址编码经译码器译出选片信号 $\overline{CS_i}$ ，不同的编码得到不同的选片信号，以达到选通某一输入设备的目的。 $\overline{CS_i}$ 与 $\overline{IOR}$ 同时为低电平时，便选中相应的三态驱动门，完成某输入设备的一次输入操作。

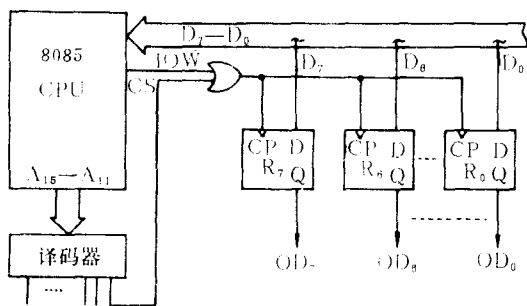


图 2-7 简单输出接口电路

输出通道与输入通道相同，为了选择各输出设备，为各输出设备指定不同的选片信号 $\overline{CS_i}$ 。在输出数据时，CPU执行一条输出指令 $OUT \times \times$ ，这条指令的功能是将A累加器中内容传送到编码为 $\times \times$ 的输出设备中。在执行输出指令的过程中，低八位地址线上出现 $\times \times$ 的编码，同时产生写信号 $\overline{IOW}$ 。只有在 $\overline{IOW}$ 有效期间从A累加器传送到数据总线上的数据才是有效的。因此也必须用写信号 $\overline{IOW}$ 去控制。