第七章 常用数字接口电路

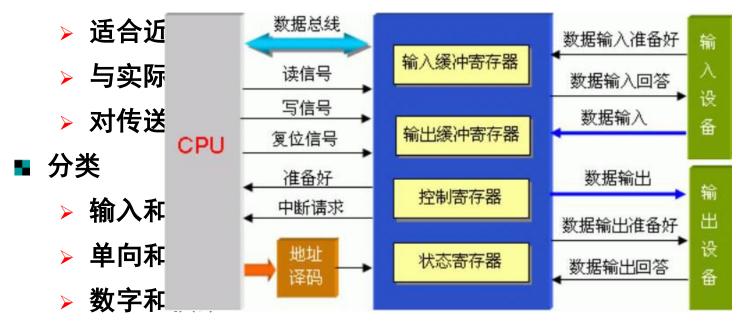
主要内容

- 了解并行通信与串行通信的特点
- 掌握几种可编程接口芯片的应用

7.1 并行通信与串行通信

7.1.1 并行通信

- 特点
 - 以数据字节或字为单位进行数据传送。



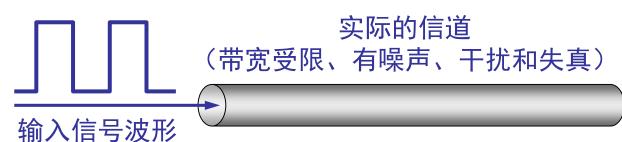
简单接口和可编程接口

7.1.2 串行通信

- 串行通信:两个功能模块只通过一条或两条数据线进行数据交换
- ▶ 1. 串行数据传送方式
 - 全双工:有两条通路,发送信息和接收信息同时进行
 - 半双工:有一条通路,发送信息和接收信息采用分时使用线路的方法
 - ▶ 单工:只允许一个方向传送信息,不允许反向传输
- 2. 调制和解调
 - 把 "1"和 "0"的数字脉冲信号调制在载波信号上;承载了数字信息的载波信号在普通电话网络系统中传送;在目的站,调制解调器把承载了数字信息的载波信号恢复成原来的 "1"和 "0"数字脉冲信号。
 - 信号的调制
 - ◆ 调频: 把数字信号的 "1"和 "0"调制成不同频率的模拟信号
 - ◆ 调幅:把数字信号的"1"和"0"调制成不同幅度的模拟信号,频率保持不变
 - ◆ 调相: 把数字信号的"1"和"0"调制成不同相位的模拟信号

数字信号通过实际的信道

■ 失真不严重

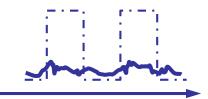


输出信号波形 (失真不严重)

■ 失真严重



实际的信道 (带宽受限、有噪声、干扰和失真)



输出信号波形 (失真严重)

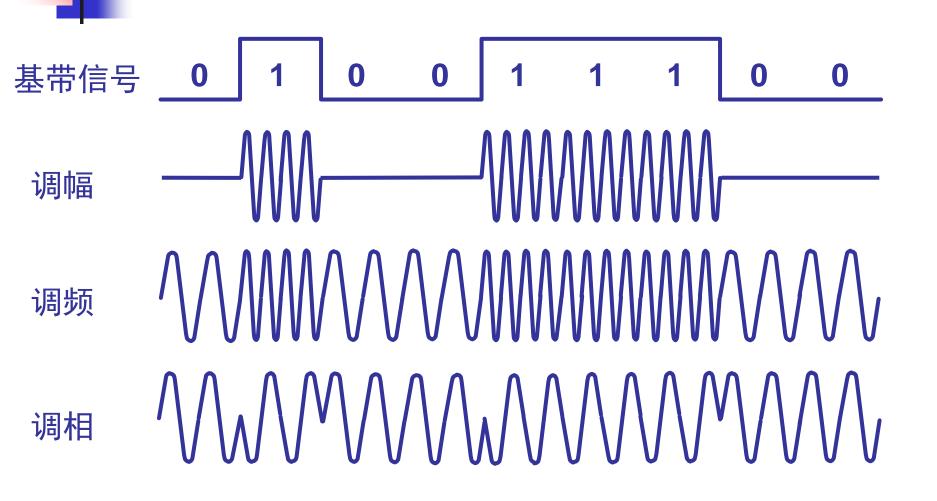
基带信号、载波信号

- 基带信号就是将数字信号 1 或 0 直接用两种不同的电压来表示,然后送到线路上去传输。
- 载波信号是指被调制以传输信号的波形。其频率单一,带宽较小,适合远距离传输。

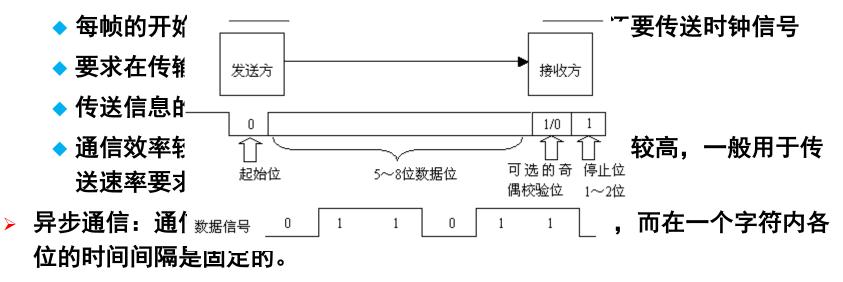
几种最基本的调制方法

- · 调制就是进行波形变换(频谱变换)。
- 最基本的二元制调制方法有以下几种:
 - 调幅(AM): 载波的振幅随基带数字信号而变化。
 - 调频(FM): 载波的频率随基带数字信号而变化。
 - 调相(PM): 载波的初始相位随基带数字信号而变化。

对基带数字信号的几种调制方法



- 3. 同步通信和异步通信
 - > 这是两种基本串行通信方式
 - 同步通信:在约定的通信速率下,发送端和接收端的时钟信号频率和相位始 终保持一致。



- ◆ 规定字符由起始位、数据位、奇偶校验位和停止位组成。
- ◆ 传送效率比较低,但硬件成本较低,简单可靠,容易实现,广泛应用于 各种微型机系统中

- 4. 串行通信的数据校验
 - 常用的校验方法有: 奇偶校验码、循环冗余码
 - > 奇偶校验码:
 - ◆ 奇校验和偶校验
 - ◆ 只能检查出所传输字符的一位错误,比较容易实现,广泛使用
 - 循环冗余校验
 - ◆ 是以数据块为对象进行校验。
 - ◆ 误码率比奇偶校验码的误码率低
- 5. 串行通信的接口标准
 - ▶ 应用最广泛的时EIA RS-232-C
 - ▶ RS-232-C的接口标准:
 - ◆ 信号线少
 - ◆ 有多种可供选择的传送速率
 - ◆ 传送距离远
 - ◆ 采用负逻辑无间隔不归零电平码传送。

循环冗余编码

利用CRC进行检错的过程可简单描述为:在发送端根据要传送的m位二进制码序列,以一定的规则产生一个校验用的k位监督码(CRC码),附在原始信息后边,构成一个新的二进制码序列数共m+k位,然后发送出去。在接收端,根据信息码和CRC码之间所遵循的规则进行检验,以确定传送中是否出错。这个规则在差错控制理论中称为"生成多项式"

在代数编码理论中,将一个码组表示为一个多项式,码组中各码元当作多项式的系数。例如 1100101 表示为:

 $1 \cdot x^6 + 1 \cdot x^5 + 0 \cdot x^4 + 0 \cdot x^3 + 1 \cdot x^2 + 0 \cdot x + 1$, $\square x^6 + x^5 + x^2 + 1$

冗余码的计算

- 在发送端, 先把数据划分为组。假定每组 *k* 个比特。
- 假设待传送的一组数据 M = 101001(现在 k = 6)。我们在 M 的后面再添加供差错检测用的 n 位冗余码一起发送。
- 用二进制的模 2 运算进行 2ⁿ 乘 *M* 的运算,这相当于在 *M* 后面添加 *n* 个 0。
- 得到的 (k + n) 位的数除以事先选定好的长度为 (n + 1) 位的除数 P,得出商是 Q 而余数是 R,余数 R 比除数 P 少1位,即 R 是 n 位。

冗余码的计算

- 现在 k = 6, M = 101001.
- $\Re n = 3$, $\Re P = 1101$,
- 被除数是 2ⁿM = 101001000。
- 把余数 R 作为冗余码添加在数据 M 的后面发送出去。发送的数据是: $2^nM + R$
 - 即: 101001001, 共 (k+n) 位。

冗余码的计算

```
110101 ← Q (商)
P(除数) \rightarrow 1101 101001000 \leftarrow 2^n M(被除数)
              1101
               1110
               <u>1101</u>
                0111
                0000
                  1110
                  1101
                  0110
                   0000
                    1100
                    1101
```

循环冗余编码

设编码前的原始信息多项式为f(x),生成多项式为G(x), G(x)的最高幂次等于k,CRC多项式为R(x);编码后的带CRC的信息多项式为T(x)。

发送方编码方法:将f(x)乘以 x^k (即对应的二进制码序列左移k位),再除以G(x),所得余式即为R(x)。用公式表示为

$$T(x) = x^{k} f(x) + R(x)$$

G(x)为生成多项式; R(x)为CRC多项式。

R(x)的位数为k, k为G(x)的最高次幂。

接收方解码方法:将T(x)除以G(x),如果余数为0,则说明传输中无错误发生,否则说明传输有误。

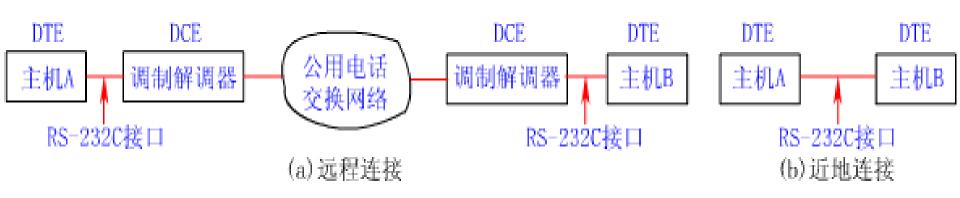
- 4. 串行通信的数据校验
 - 常用的校验方法有: 奇偶校验码、循环冗余码
 - > 奇偶校验码:
 - ◆ 奇校验和偶校验
 - ◆ 只能检查出所传输字符的一位错误,比较容易实现,广泛使用
 - 循环冗余校验
 - ◆ 是以数据块为对象进行校验。
 - ◆ 误码率比奇偶校验码的误码率低
- 5. 串行通信的接口标准
 - ▶ 应用最广泛的时EIA RS-232-C
 - ▶ RS-232-C的接口标准:
 - ◆ 信号线少
 - ◆ 有多种可供选择的传送速率
 - ◆ 传送距离远
 - ◆ 采用负逻辑无间隔不归零电平码传送。

RS-232C接口标准

RS-232C是由美国电子工业协会EIA在1969年颁布的一种目前使用最广泛的串行物理接口。

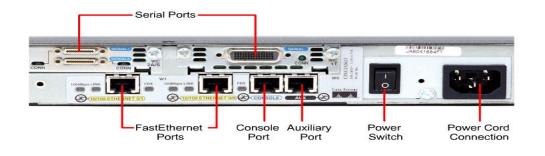
RS-232标准提供了一个利用公用电话网络作为传输媒体,并通过调制解调器将远程设备连接起来的技术规定。

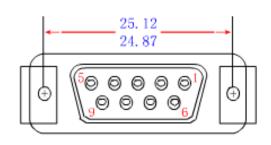
远程电话网相连接时,通过调制解调器将数字转换成相应的模拟信号,以使其能与电话网相容;在通信线路的另一端,另一个调制解调器将模拟信号逆转换成相应的数字数据,从而实现比特流的传输。



物理层的任务

- 物理层的主要任务描述为确定与传输媒体的接口的一些特性,即:
 - 机械特性: 指明接口所用接线器的形状和尺寸、引线数目和排列、固定和锁定装置等等
 - 电气特性: 指明在接口电缆的各条线上出现的电压的范围。即 什么样的电压表示 I 或0。传输速度、最大传输距离
 - 功能特性: 指明某条线上出现的某一电平的电压表示何种意义
 - 规程特性: 指明对于不同功能的各种可能事件的出现顺序

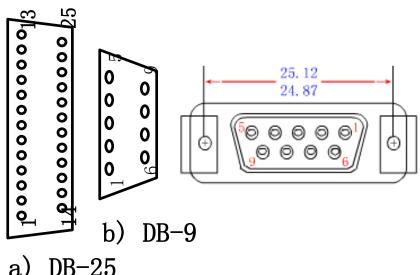




RS-232C接口标准

1. RS-232C的机械特性: 规定使用一个25芯的标准连接器,并对该连接器的尺寸及针或孔芯的排列位置等都做了详细说明。实际的用户并不一定需要用到RS-232C标准的全集,这在个人计算机(PC)高速普及的今天尤为突出,所以一些生产厂家为RS-232C标准的机械特性做了变通的简化,使用了一个9芯标准连接器将不常用的信号线舍弃。





RS-232C接口标准

2. RS-232C的电气特性: 规定逻辑 "1"的电平为-15至-5伏,逻辑 "0"的电平为+5至+15伏,也即RS-232C采用+15伏和-15伏的负逻辑电平,+5伏和-5伏之间为过渡区域不做定义。RS-232C电平高达+15伏和-15伏,较之0~5伏的电平来说具有更强的抗干扰能力。

但是,即使用这样的电平,若两设备利用RS-232C接口直接相连(即不使用调制解调器),它们的最大距离也仅约15m,而且由于电平较高、通信速率反而能受影响。RS-232C接口的通信速率《20Kbps(标准速率有150、300、600、1200、2400、4800、9600、19200bps等几档)

7.2 可编程定时计数器8253

- 定时器/计数器的作用
- 实现定时的方法
 - 软件编程: 设计一个延时子程序,子程序中全部指令执行时间的 总和就是该子程序的延时时间
 - 软硬件结合:利用专用的硬件定时/计数器,在简单软件控制下产生准确的延时时间
- 定时/计数器的计数方式
 - 加法计数器:每来一个脉冲就加1,当加到预先设定的计数值时就 产生一个定时信号
 - 减法计数器:每来一个脉冲就减1,当减到0时就产生一个定时信号

7.2.1 8253的引脚及结构

- 1. 引线及功能
- 引脚含义
 - D₀~D₇: 双向数据信号线
 - /RD、/WR: 读和写信号线
 - /CS: 片选信号, 低电平有效
 - A₀、A₁: 地址信号线
 - CLK₀~CLK₂: 时钟信号输入端
 - GATE₀~GATE₂: 门控信号
 - OUT₀~OUT₂: 计数器输出信号

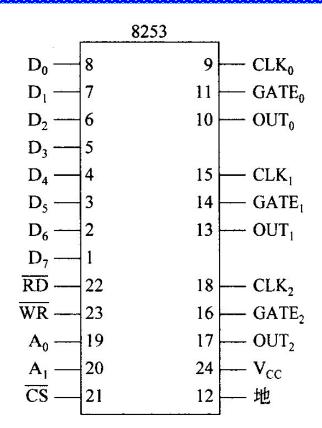


图 7-4 可编程定时器 8253 外部 引线图

	表 7-1	各地址信号组合功	治化
--	-------	----------	----

A_1	A_0	功能	A_1	A _o	功能
0	0	选择计数器 0	1	0	选择计数器 2
0	1	选择计数器1	1	1	选择控制寄存器

■ 2. 内部结构和工作原理

- ▶ 1) 计数器(0、1、2)
- > 2) 控制寄存器
- > 3) 数据总线缓冲器
- > 4) 读写控制逻辑

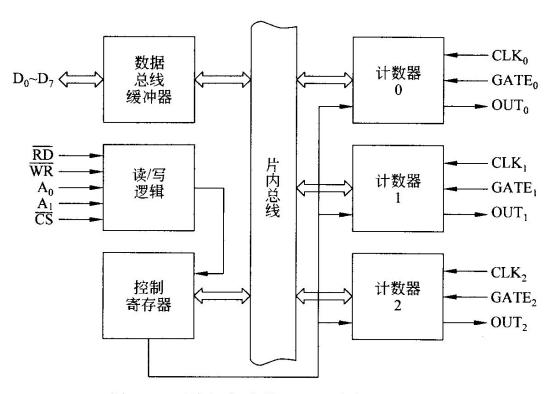


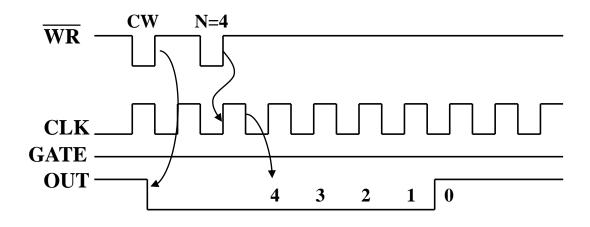
图 7-5 可编程定时器 8253 的内部结构框图

■ 3. 计数启动方法

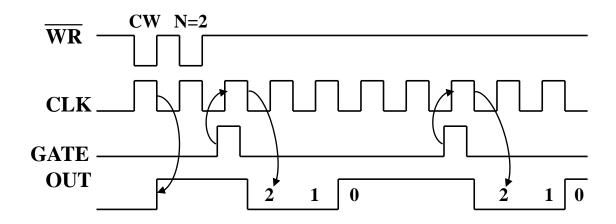
- 软件启动:由程序指令启动
 - ◆ 在CPU用输出指令向计数器写入初值后就启动计数
 - ◆ 误差:实际的CLK脉冲个数比编程写入的计数初值N要多一个
- 硬件启动:由外部电路信号启动
 - ◆ 在门控信号GATE由低电平变高后,再经CLK信号的上升沿采样,之后再 该CLK的下降沿才开始计数。
 - ◆ 误差:在极端情况下,从GATE变高到CLK采样之间的延时可能会经历一个CLK脉冲宽度。
- > 不自动重复的计数方式
 - ◆ 计数器每启动一次只工作一个周期,要想重复计数过程必须重新启动
- > 自动重复的计数方式
 - ◆ 主要门控信号GATE保持高电平,计数过程就会自动重复,这时OUT端可以产生连续的波形输出。

7.2.2 8253的工作方式

- 1. 方法0——计数结束中断
 - 软件启动、不自动重复计数
 - ▶ 计数结束时,OUT输出变成高电平,并保持到通道重新装入计数值
 - 计数过程中修改计数初值,会立即有效
 - 整个计数过程中,GATE端应始终保持高电平;如果低电平,则暂停计数,在恢复高电平时接着当前的计数值继续计数
 - 由于计数结束时CPU端输出一个从低到高的信号,该信号可作为中断请求信号使用



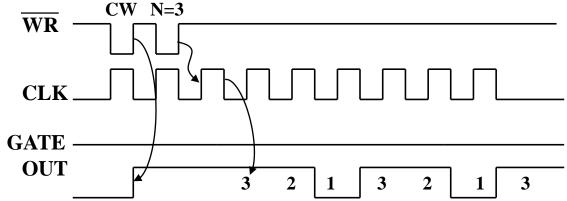
- 2. 方法1——复触发的单稳态触发器
 - 硬件启动、不自动重复计数
 - 写入控制字时OUT端变成高电平,计数开始时,OUT变成低电平,结束时, OUT变成高电平。
 - 在计数过程中,若写入新的计数值,则本次计数过程的输出不受影响
 - ▶ 计数过程一旦启动,GATE端即使变低也不会影响计数;门控信号GATE出现由低到高的调变(触发)后,在下一个CLK脉冲的下降沿开始计数,此时OUT端立刻变为低电平。
 - ▶ 由GATE触发后,OUT产生一个负脉冲,脉冲宽度=N*TCLK



3. 方法2——频率发生器

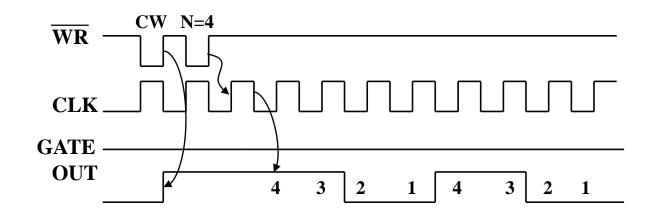
- 软件/硬件启动、可自动重复计数
- 若写入控制字和计数初值器件GATE一直为高电平,则软件启动;若送计数初值时GATE为低电平,则硬件启动。
- 写入控制字时OUT端变成高电平,当计数到1时,OUT变成低电平,经过一个 CLK周期,OUT恢复为高电平。
- 在计数过程中,若写入新的计数值,将不影响计数,但从下一个周期开始按新 计数值计数。
- GATE为低电平时,禁止计数,是OUT高电平。变高电平时,计数器将重新装入,开始计数

► OUT端连续输出宽度为一个CLK脉冲宽度的负脉冲,输出的脉冲频率为CLK 的1/N
CW N=3



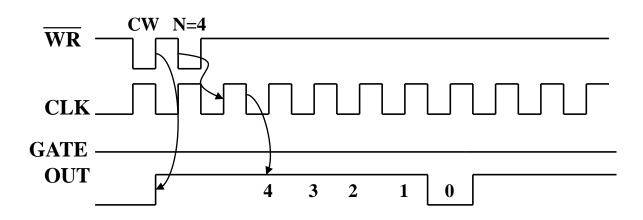
4. 方法3——方波发生器

- 软件/硬件启动、可自动重复计数
- ➤ 写入控制字时OUT端变成高电平,计数到N/2时,OUT端输出变成低电平,再接着计数到0时,OUT又变为高,并开始新一轮计数。此时OUT端输出的波形不是负脉冲,而是方波。
- 在计数过程中,若装入新的计数值,会在当前半周期结束时启动新的计数初值
- ▶ 计数过程中,GATE变低,会立即终止计数,且OUT端变高。恢复高电平时, 计数值重新装入,从头开始计数
- ▶ OUT输出是周期为N*TCLK的对称方波



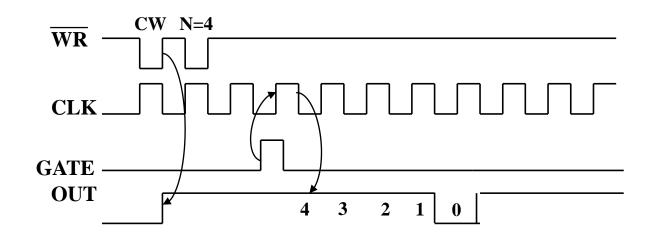
■ 5. 方法4——软件触发选通

- 软件启动、不自动重复计数
- ▶ 写入控制字时OUT端变成高电平,当计数为0时,OUT变成低电平,经过一个 CLK周期,OUT恢复为高电平。
- 在计数过程中装入新的计数值,则计数器从下一时钟周期开始按新的计数值重新开始技数。
- GATE为低电平时禁止计数,变为高电平时计数器重新装入计数初值,开始计数数
- > 计数结束时,由OUT输出一个CLK周期宽的负脉冲。



■ 6. 方法5——硬件触发选通

- 硬件启动、不自动重复计数
- ▶ 当GATE端出现一个上升沿跳变,启动计数。
- ▶ 写入控制字时OUT端变成高电平,当计数为0时,OUT变成低电平,经过一个 CLK周期,OUT恢复为高电平。
- 计数过程中重新装入初值,将不影响当前计数。
- ▶ GATE又有触发信号时,计数器重新装入初值,从头开始计数。
- ▶ 由OUT输出一个CLK周期宽的负脉冲。



■ 计数器工作方式一览表

表 7-2 8253 计数器工作方式一览表

工作方式	启动计数	中止计数	自动重复	更新初值	输 出 波 形
0	软件	GATE=0	否	立即有效	延时时间可变的上升沿
1	硬件	/	否	下一轮有效	宽度为 N×T _{CLK} 的单一负脉冲
2	软/硬件	GATE=0	是	下一轮有效	周期为 $N \times T_{CLK}$, 宽度为 T_{CLK} 的连续负脉冲
3	软/硬件	GATE=0	是	下半轮有效	周期为 N×T _{CLK} 的连续方波
4	软件	GATE=0	否	立即有效	宽度为 T _{CLK} 的单一负脉冲
5	硬件	/	否	下一轮有效	宽度为 T _{CLK} 的单一负脉冲

7.2.3 8253的控制字

- 8253必须先初始化才能正常工作,每个计数通道可分别初始化
- CPU通过指令将控制字写入可编程定时器8253的控制寄存器,从而确定3 个计数器分别工作于何种工作方式下。
- 8253的控制字具有固定的格式

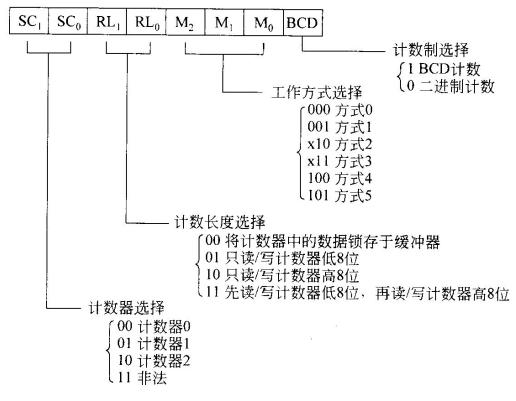


图 7-12 8253 的控制字格式

■ 例如,已知某个8253的计数器0、1、2和控制端口依次为40H~43H。要求 设置其中的计数器0为方式0,采用二进制计数,先低字节后高字节写入计 数值。初始化程序段如下:

MOV AL, 30H

OUT 43H, AL

■ 计数器0写入计数初值1024(=400H),初始化程序为:

MOV AX, 1024

OUT 40H, AL

MOV AL, AH

OUT 40H, AL

7.2.4 8253的应用

- 1.8253与系统的连接
 - > 8253共占用4个端口地址
 - ▶ 信号CS、A0、A1与读信号/RD、写信号/WR配合,可以实现对8253的 各种读写操作。

			100								
$\overline{\text{CS}}$	A_1	A_0	$\overline{\mathrm{RD}}$	\overline{WR}	功 能	CS	\mathbf{A}_1	A_0	$\overline{\mathrm{RD}}$	\overline{WR}	功能
0	0	0	1	0	写计数器 0	0	0	0	0	1	读计数器 0
0	0	1	1	0	写计数器1	0	0	1	0	1	读计数器 1
0	1	0	1	0	写计数器 2	0	1	0	0	1	读计数器 2
0	1	1	1	0	写控制寄存器	0	1	1	0	1	无效

表 7-3 各寻址信号组合功能

■ 8253连接到系统总线的连接图:

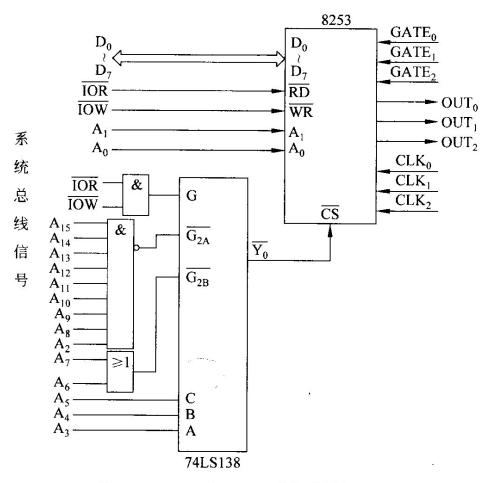
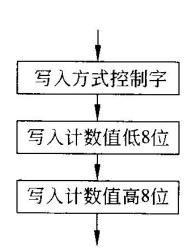


图 7-13 8253 与 8088 系统总线的连接

- 2.8253的编程
- 也称为对8253进行初始化。包括两个部分:
 - > 写各计数器的方式控制字
 - > 设置计数初值。
- 初始化的方法有两种:
 - > (1)以计数器为单位逐个进行初始化
 - > (2) 先写所有计数器的方式字,再装入各计数器的计数值



■ 例7-1, 在IBM PC系统板上使用了一块8253定时/计数器,其计数器0(CNT0)用于为系统的电子钟提供时间基准,它的输出端作为系统的中断源接到8259的IR0端;计数器1(CNT1)用于DRAM的定时刷新;计数器2(CNT2)主要用作机内扬声器的音频信号源,可输出不同视频的方波信号。图7-16是简化了的IBM PC内8253的连接图,其接口地址采用部分译码方式,占用的设备端口地址为40H~5FH。以下编程中,使用了地址中的40H~43H。

1. 定时中断

通过阅读系统ROM-BIOS的初始化编程. 结合硬件连接图分析计数器0的作用。

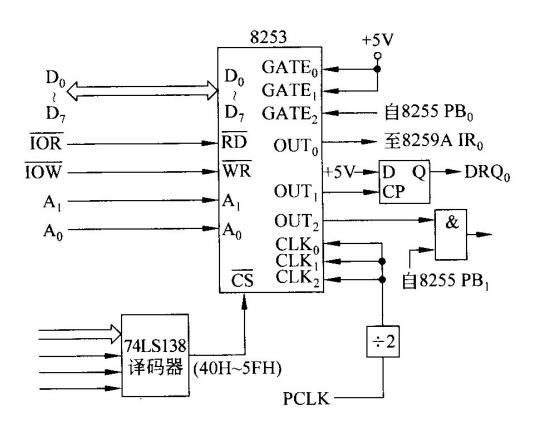


图 7-16 PC 中 8253 的连接简图

MOV AL, 36H
OUT 43H, AL
MOV AL, 0
OUT 40H, AL
OUT 40H, AL

■ 2. 定时刷新:

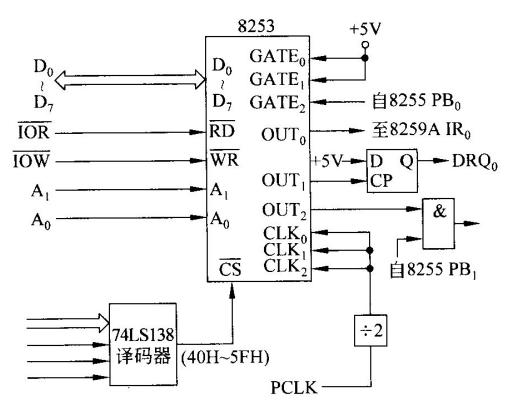


图 7-16 PC 中 8253 的连接简图

MOV AL, 54H OUT 43H, AL MOV AL, 18 OUT 41H, AL

■ 3. 扬声器控制:

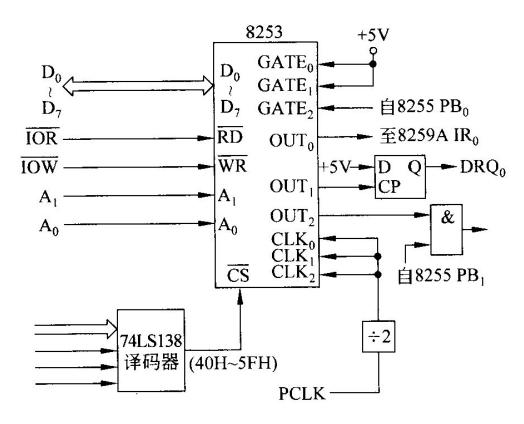


图 7-16 PC 中 8253 的连接简图

MOV AL, 0B6H

OUT 43H, AL

MOV AX, 1190

OUT 42H, AL

MOV AL, AH

OUT 42H, AL

IN AL, 61H

MOV AH, AL

OR AL, 03

OUT 61H, AL

• • •

MOV AL, AH

OUT 61H, AL

■ 例7-2,写出图7-13中8253的初始化程序,其中,3个CLK频率均为2MHZ,计数器0在定时100微秒后产生中断请求,计数器1用于产生周期为10微秒的对称方波;计数器2每1毫秒产生1个负脉冲。