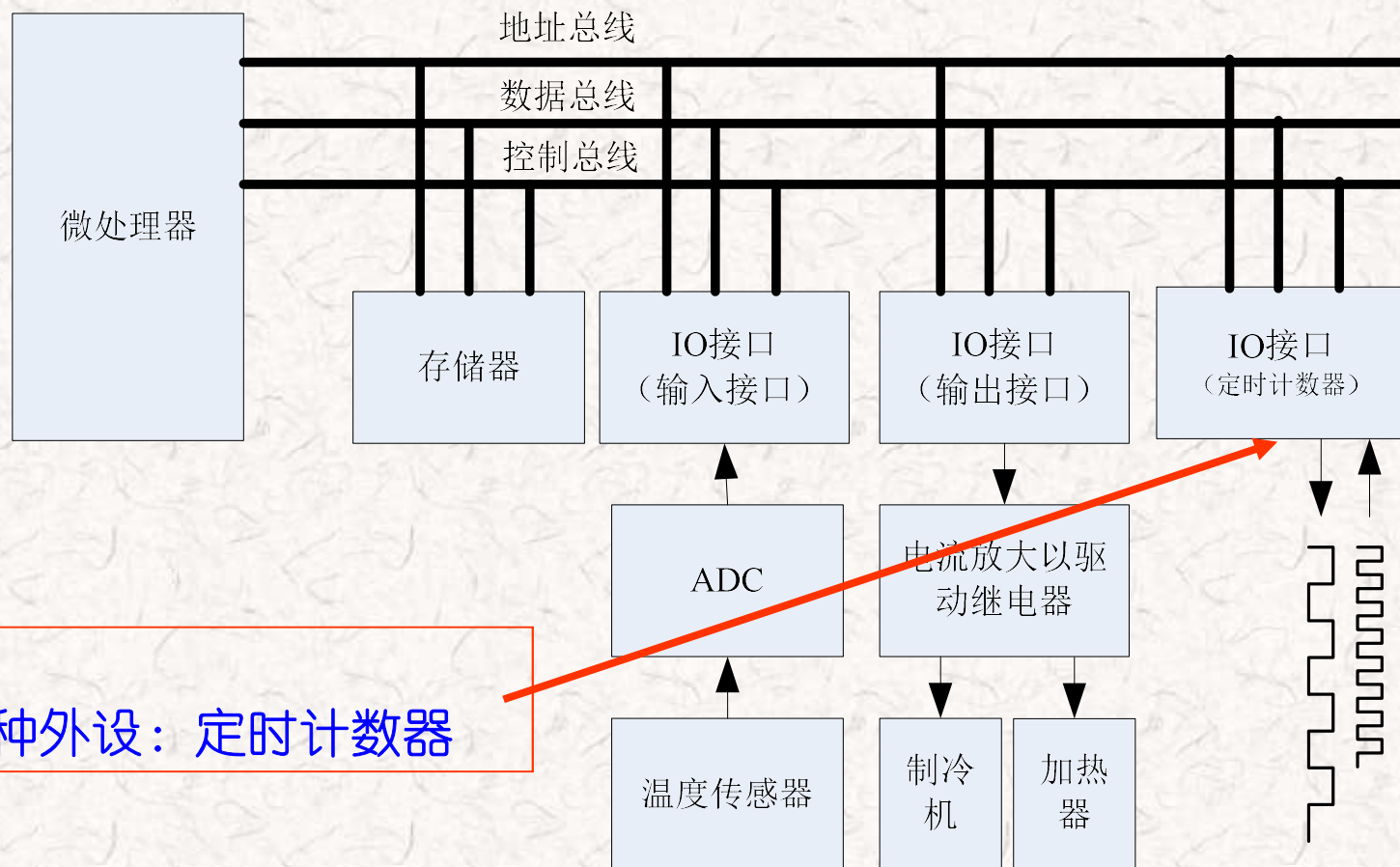




微机原理与接口技术

第七章 可编程计数器/定时器

课程内容之定时计数器



第7章

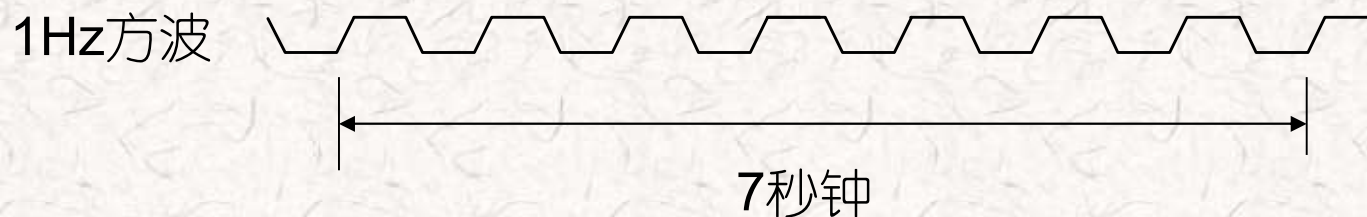
8086的一种外设：定时计数器

1.定时计数的基本概念

- 什么是定时？什么是计数？
- 8253有几个地址端口？分别做什么用途？
- 若某个时刻8253引脚A1:0接‘11’，/WR、/CS为低电平，D7:0=01010011B，会执行什么操作？
- 对8253控制口进行写操作，为将通道1设置为方式1，并且只读写计数器的低字节（高字节为0），计数值以压缩BCD码表示
- 若要读取通道0当前的计数值应执行什么操作？
- 对控制寄存器写入00 00 0000，再读该计数器
- 若通道2的CLK输入为1KHz的时钟，要想产生1秒钟的定时，通道2的计数值应为多少？

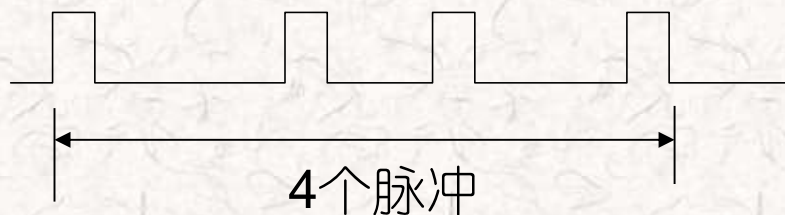
定时应用场景举例

- 红绿灯：经过确定的时间改变状态
- 具体实现：提供稳定的时间基准，例如1Hz方波信号，通过对每个方波计数得到所需时长



定时计数应用场景举例

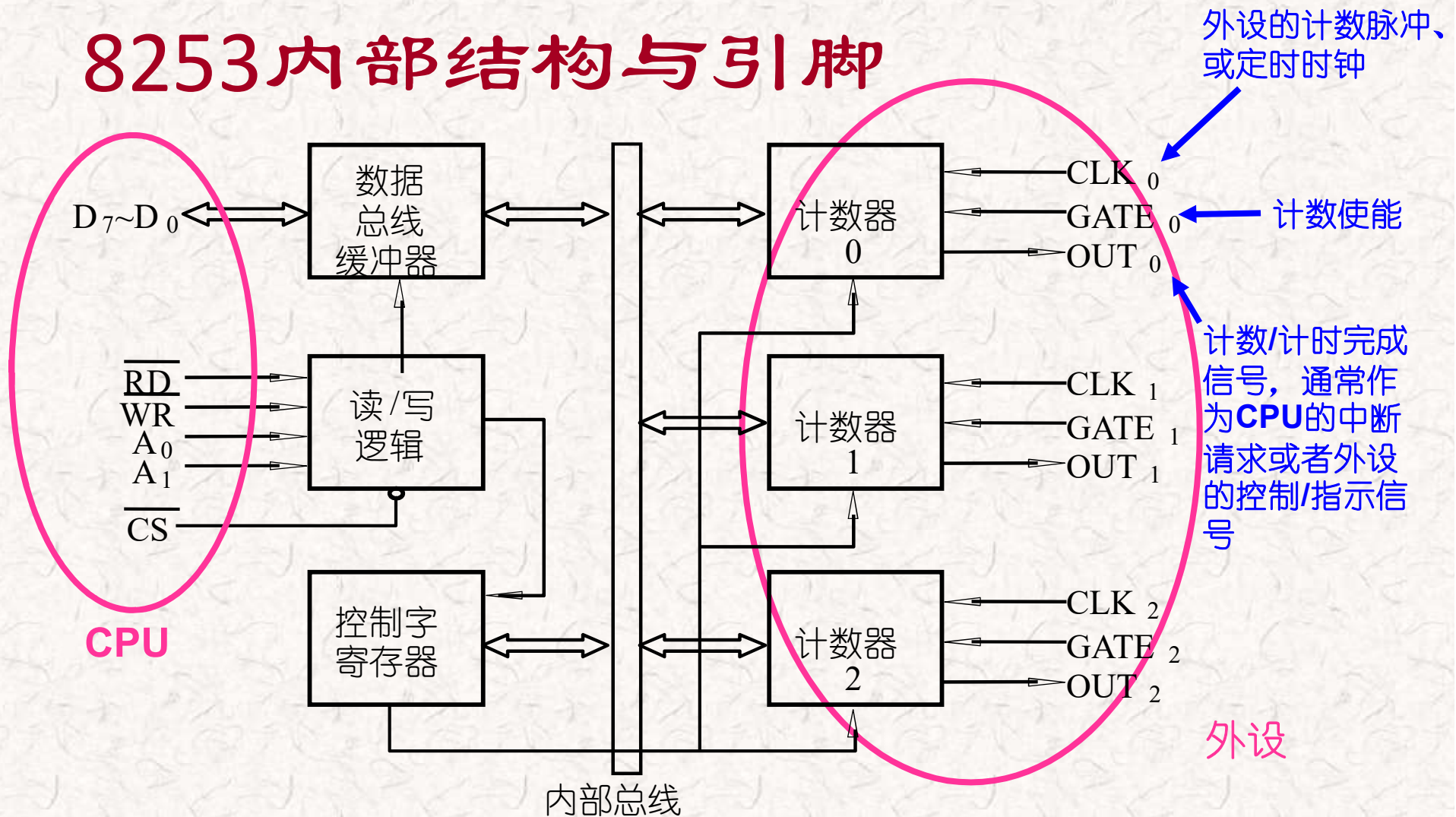
- 自行车码表：计算行驶里程和车速
- 测量里程：车轮旋转一周产生一个脉冲，对脉冲计数（计数）
- 行驶距离 = 脉冲数 * 周长
- 测量速度：对内部时钟基准计数得到时长（定时）
- 速度 = 行驶距离 / 所用的时间



8253功能简介

- 包含有三个定时/计数器
- 每个定时/计数器
 - 可以根据确定频率的时钟信号产生时间基准
 - 对输入的脉冲进行计数
- 可以由**CPU**设置工作方式和计数初值
- 可以由**CPU**读取当前计数值

8253内部结构与引脚



CPU对8253端口操作

$\overline{\text{CS}}$	$\overline{\text{RD}}$	$\overline{\text{WR}}$	$A_1 A_0$
0	1	0	0 0
0	1	0	0 1
0	1	0	1 0
0	1	0	1 1
0	0	1	0 0
0	0	1	0 1
0	0	1	1 0
0	0	1	1 1
1	×	×	×
0	1	1	×

功 能

D7:0写入计数器0

D7:0写入计数器1

D7:0写入计数器2

D7:0写控制字寄存器

读计数器0的值到D7:0

读计数器1的值到D7:0

读计数器2的值到D7:0

无操作（控制寄存器不支持读）

未选通本器件

无操作

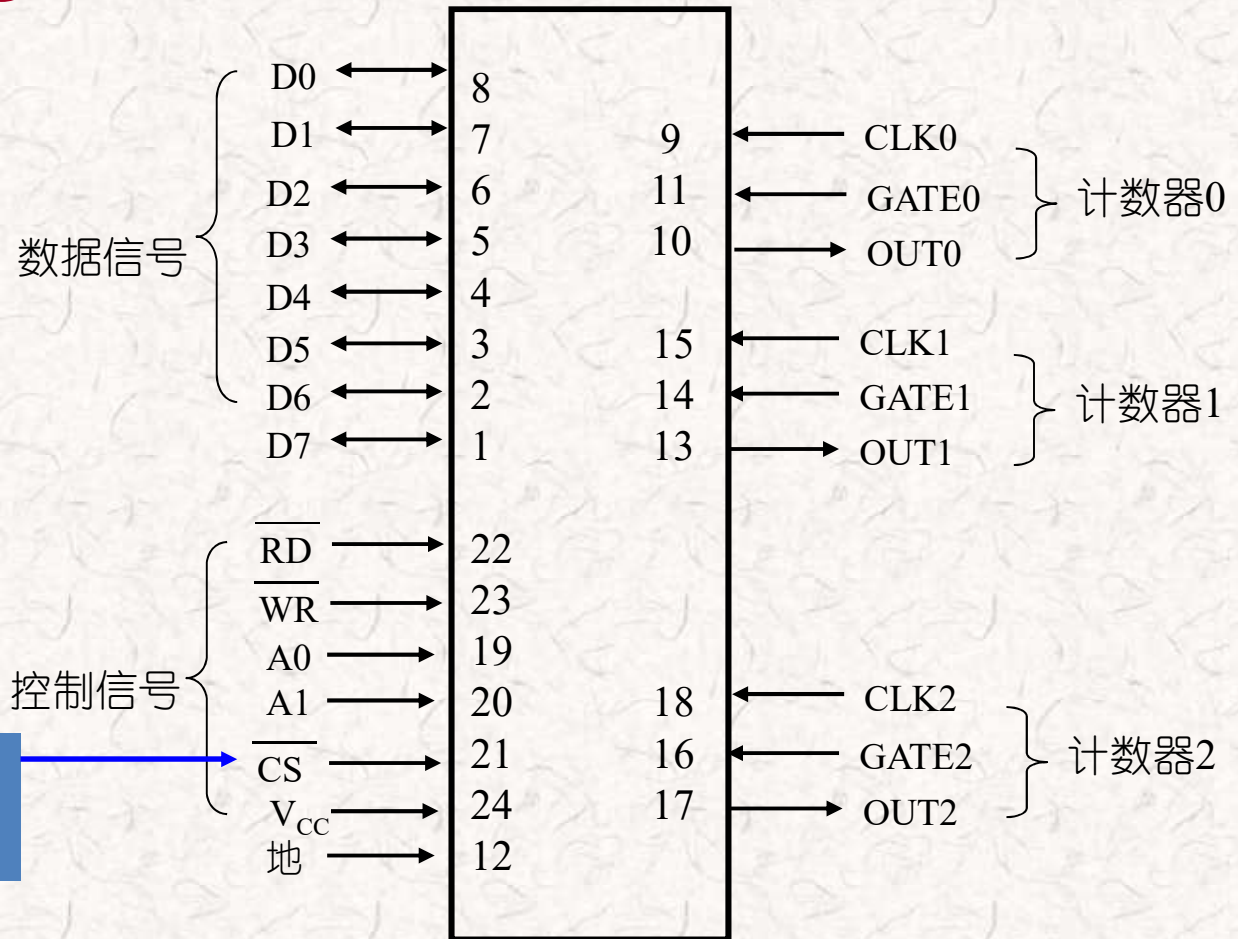
8253与CPU的连接

接8086数据总线D7:0
or D15:8

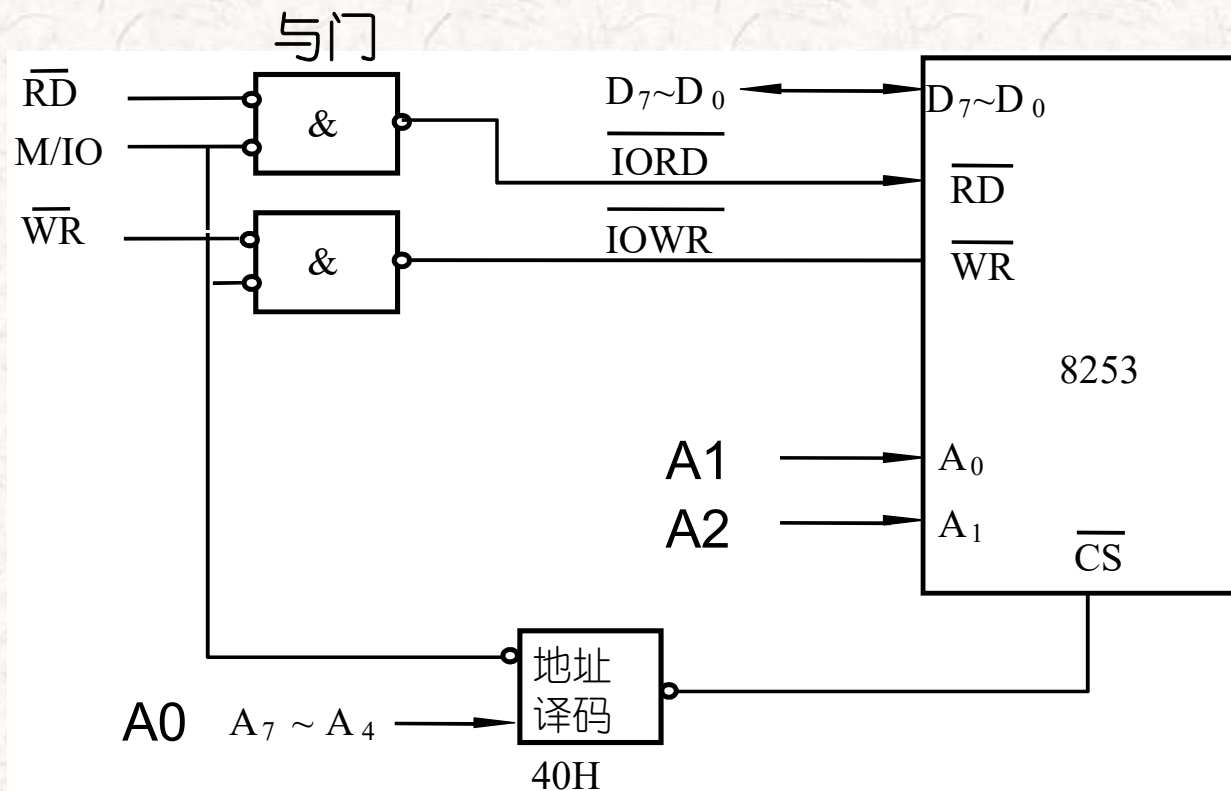
接8086 IO读写控制线

接8086地址总线低位

接8086高位地址线及A0
译码生成的片选



与CPU连接的例子--端口地址？



A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
0	1	0	0	X	0	0	0
0	1	0	0	X	0	1	0
0	1	0	0	X	1	0	0
0	1	0	0	X	1	1	0

端口地址:

计数器0: 40H

计数器1: 42H

计数器2: 44H

控制口: 46H

设未使用地址线为0

2.8253的编程

- 对某个8253通道进行初始化需要哪些步骤？

学习课本 第7章235-240

8253初始化和工作过程

- 1.向控制端□写入命令字
- 2.向计数器端□写入计数初值（二进制或BCD）
- 内部操作：经过一个时钟后加载到真正的计数器
- 内部操作：下一个时钟来到开始减一计数

初始化和译码举例

端口地址:

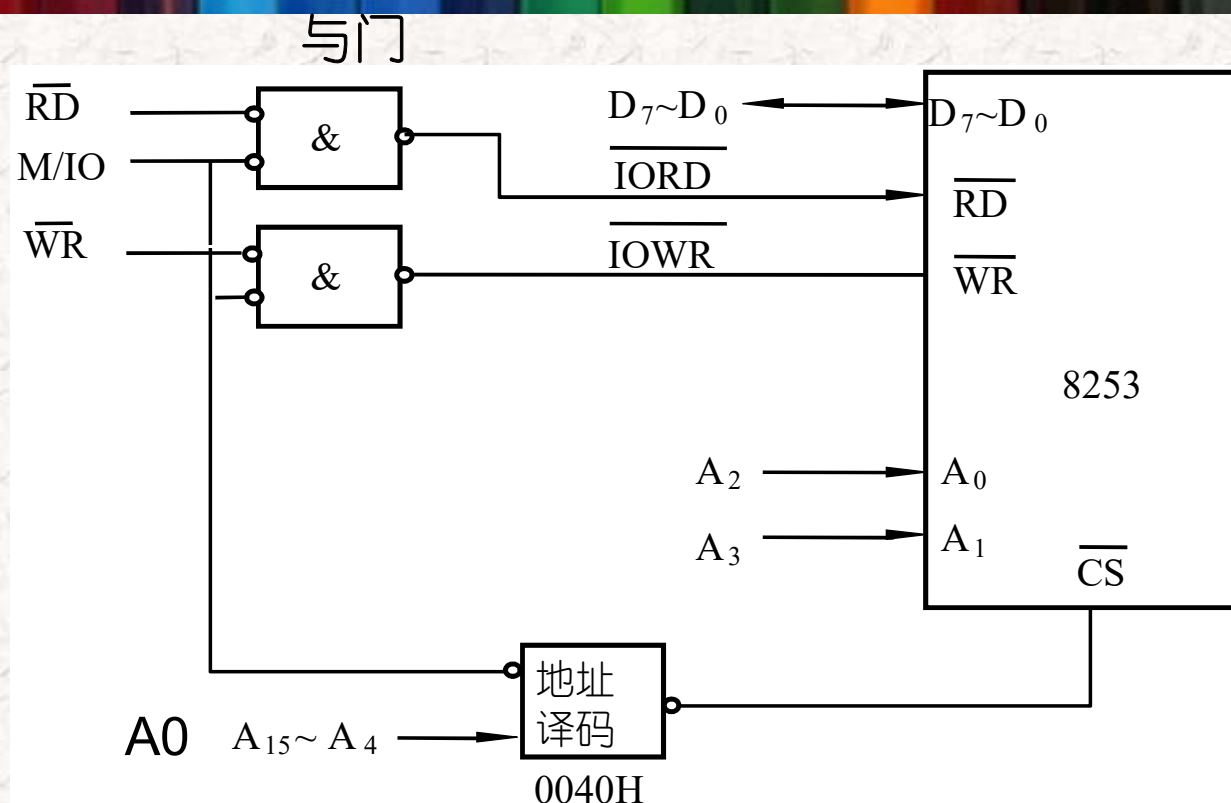
计数器0: 0040H

计数器1: 0044H

计数器2: 0048H

控制口: 004CH

设未使用地址线为0



编写一程序，按下列要求初始化**8253**的三个计数器。**8253**的基址是**40H**。

计数器0：二进制表示，方式0，计数初值为**4660**（十六进制表示**1234H**）

计数器1：**BCD**码表示，方式3，计数初值为**200**（十六进制表示**0C8H**）

计数器2：**BCD**码表示，方式3，计数初值为**8191**（十六进制表示**1FFFH**）

计数器0：二进制表示，方式0，计数初值为4660，十六进制表示1234H

计数器1：BCD码表示，方式3，计数初值为200，十六进制表示200H

计数器2：BCD码表示，方式3，计数初值为8191，十六进制表示1FFFH

COUNT0 EQU 40H

COUNT1 EQU 44H

COUNT2 EQU 48H

CTR EQU 4CH

MOV DX, CTR

MOV AL, 00 11 000 0B ; CH0的操作方式

OUT DX, AL

MOV DX, COUNT0

MOV AL, 34H ; CH0计数初值

OUT DX, AL

MOV AL, 12H

OUT DX, AL ; 二进制1234H

MOV DX, CTR

MOV AL, 01 10 011 1B ; CH1的操作方式

OUT DX, AL

MOV DX, COUNT1

MOV AL, 02H ; 只写高字节

OUT DX, AL ; BCD200H, 200

MOV DX, CTR

MOV AL, 10 11 011 1B ; CH2的操作方式

OUT DX, AL

MOV DX, COUNT2

MOV AL, 91H ; CH2计数初值

OUT DX, AL

MOV AL, 81H ; 二进制1FFFH

OUT DX, AL

计数值的二进制和BCD码表示方式

- 例1：如定义为二进制方式，向通道1写入 **MOV AL, 100, OUT CONT1, AL** 实际计数初值为多少？ **100**，亦即**64H**
- 例2：如定义为BCD方式，向通道1写入 **MOV AL, 100, OUT CONT1, AL**，实际计数初值为多少？ **64**，将**64H**理解为**BCD码**
- 1. 指令中数的**真值**是多少？ 2. **8253**如何理解这个**二进制数**？
- 例3：汇编指令中**01010110B**、**56H**、**86**，表示同一个数；
 - **MOV AL, 56H, OUT CONT0, AL**
 - **MOV AL, 86, OUT CONT0, AL**；这两行完全等效
- 如作为**8253计数值**，则**8253**认为：二进制方式表示计数初值为**86**（即**56H**），**BCD码**方式表示计数初值为**56**
- 例4：希望写入的计数值为**16**，则如初始化定义计数值以二进制方式写入，应写入**10H**，**BCD码**方式，则应写入 **16H**

计数值初始化练习1

- 如期望设置通道0计数初值为1023 (03FFH)，则需进行如下初始化
- MOV AL, 00 11 000 0B
- OUT CONTROL, AL
- MOV AL, 0FFH
- OUT COUNT0, AL
- MOV AL, 03H
- OUT COUNT0, AL
- MOV AL, 00 11 000 1B
- OUT CONTROL, AL
- MOV AL, 23H
- OUT COUNT0, AL
- MOV AL, 10H
- OUT COUNT0, AL

计数值初始化练习2

- 如对通道0进行了如下初始化，则其计数初值设置分别是多少？

- MOV AL, 00 10 000 0B

- OUT CONTROL, AL

- MOV AL, 16

- OUT COUNT0, AL

1000H

- MOV AL, 00 10 000 1B

- OUT CONTROL, AL

- MOV AL, 16

- OUT COUNT0, AL

1000

方式0详解

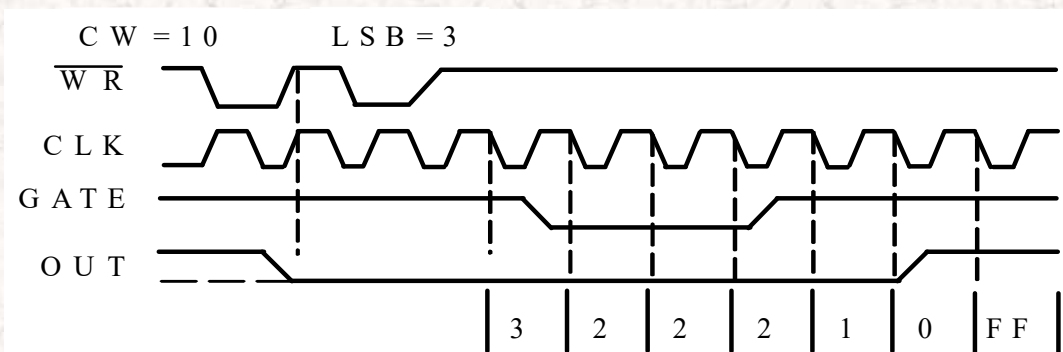
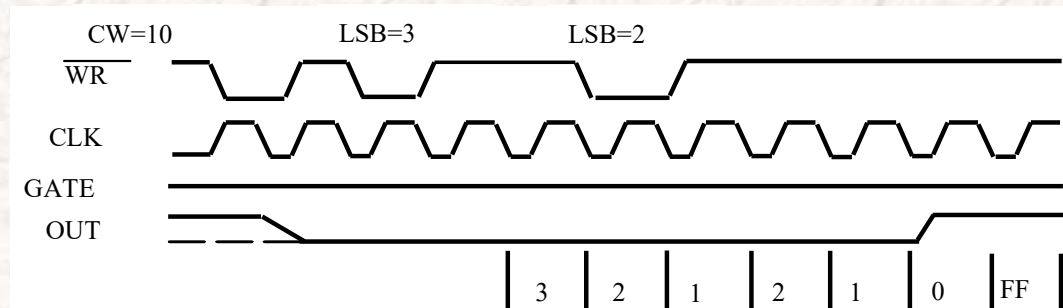
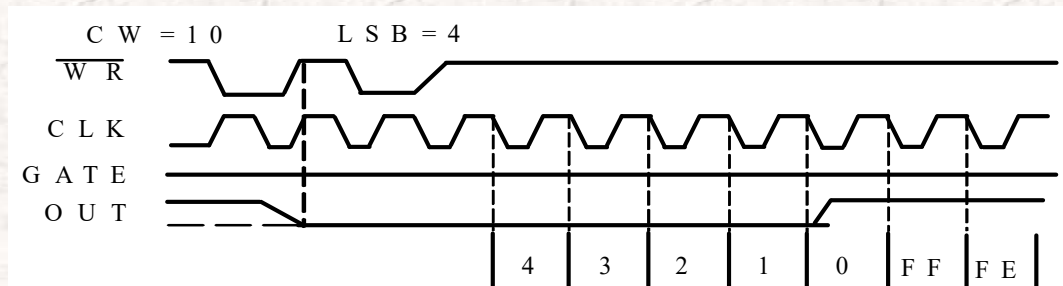
计数结束中断方式
(软件触发计数)

CW=10H定义了什么？

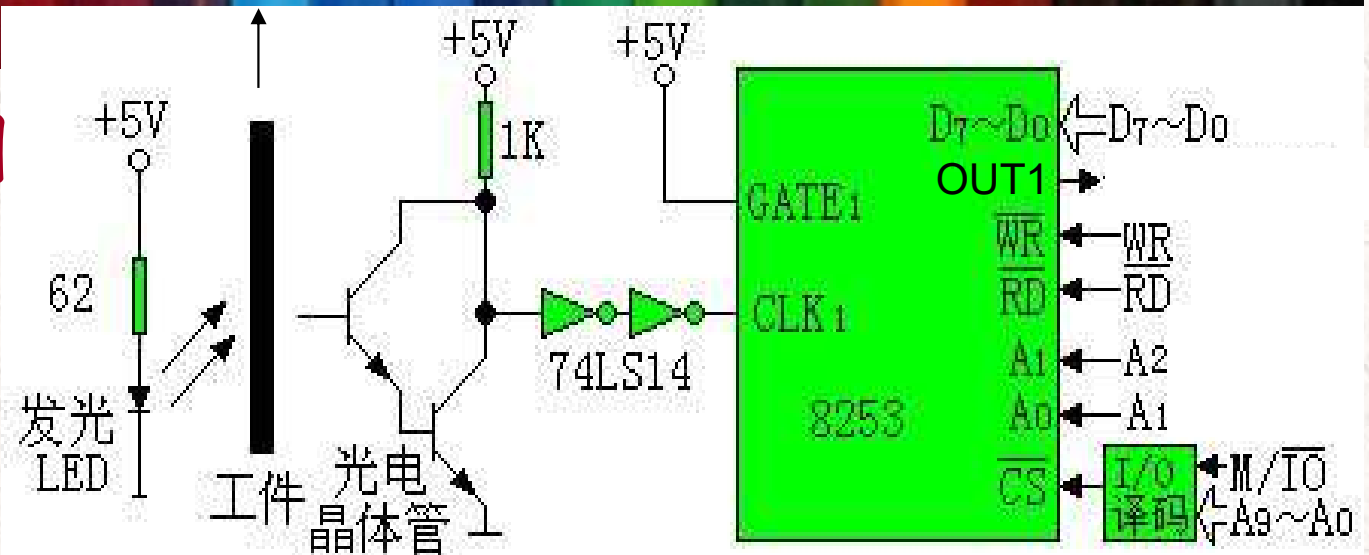
注意：OUT的变化，可作
中断请求信号

注意：重新加载计数值

注意：GATE的作用



方式0应用 举例-1

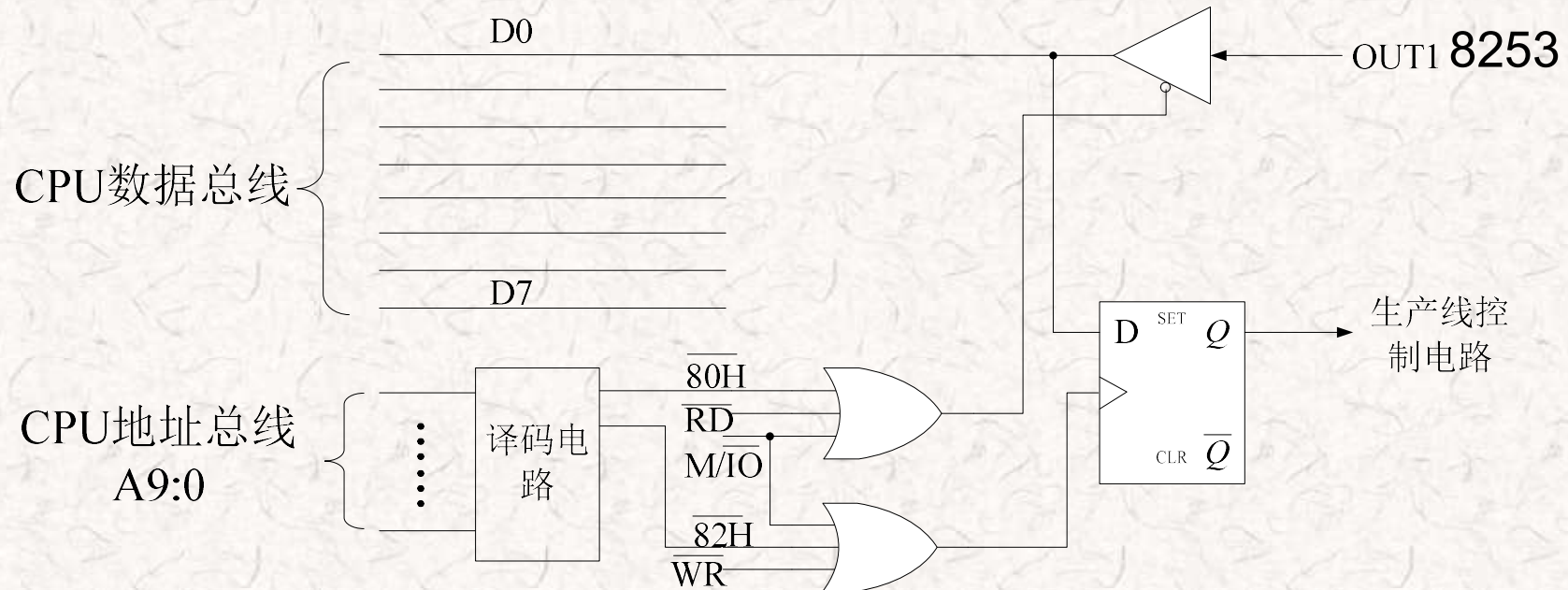


- 请问光电晶体管的工作原理？
- 有光照导通，无光照关断
- 有工件通过时**CLK1**引脚上会产生什么变化？
- 有工件时遮挡，晶体管关断，**CLK1**高电平；无工件时**CLK1**低电平，因此，一个工件通过会在**CLK1**上产生一个高电平的脉冲信号
- **8253**的通道**1**应设置为在什么工作方式？
- 工件计数，应为方式**0**



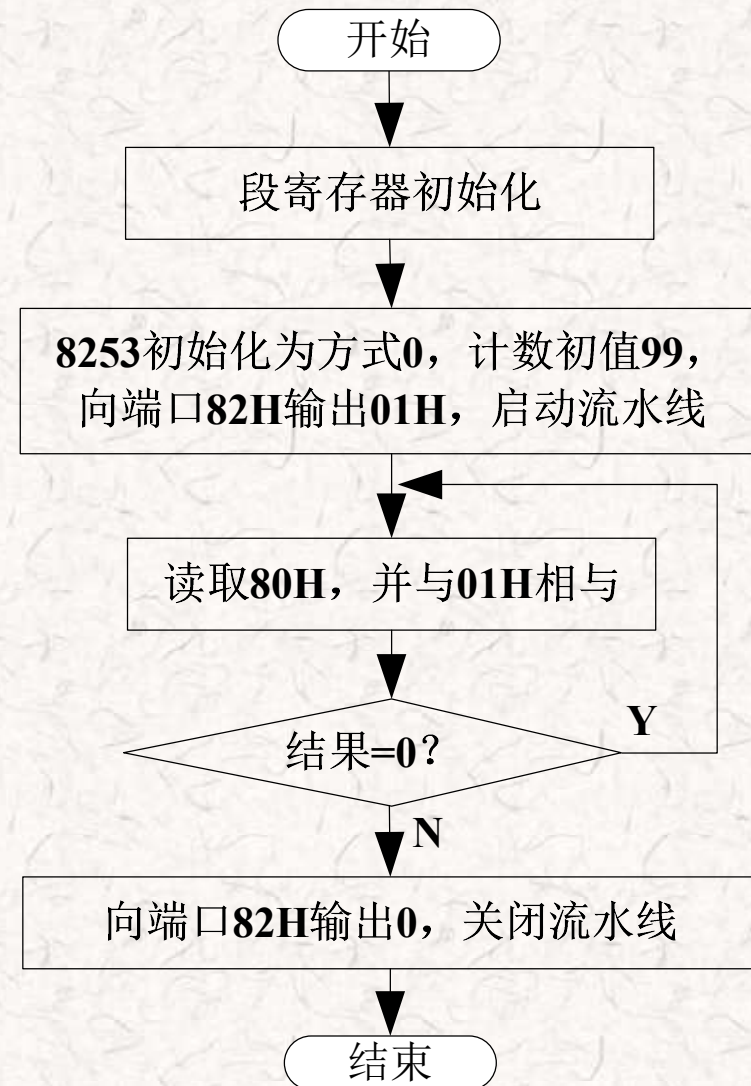
方式0应用举例-2

- 假设前述生产线某天计划生产**100**个工件，完成任务后停机（假设通过控制某开关可以开/停机），应如何设计电路并编程？
- 电路设计：**设计无条件输入端口**80H**，将**OUT1**连接到该端口**D0**，设计无条件输出端口**82H**，将生产线启/停控制连接该端口**D0**



方式0应用举例-3

- 程序设计
- 采用查询方式
- 查询80H端口D0位状态，
输出控制82H D0位



方式3详解

方波发生器
产生**50%**占空比方波

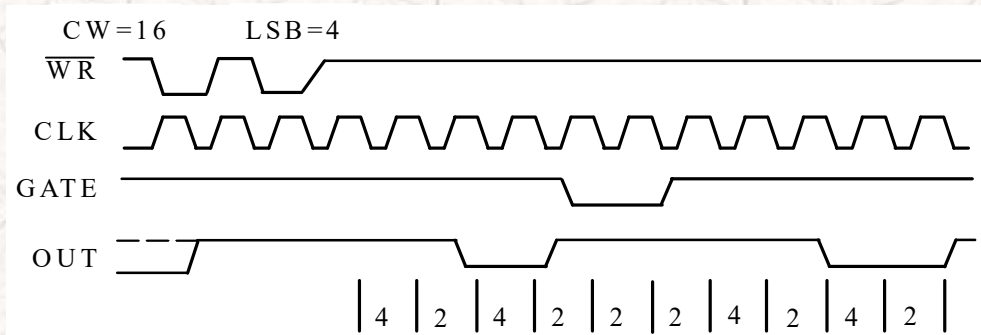
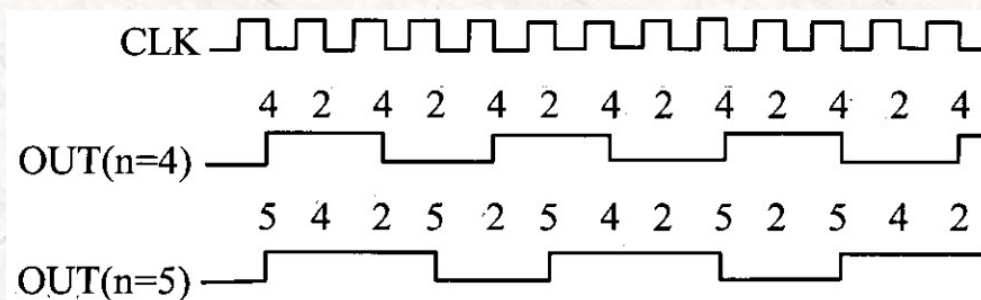
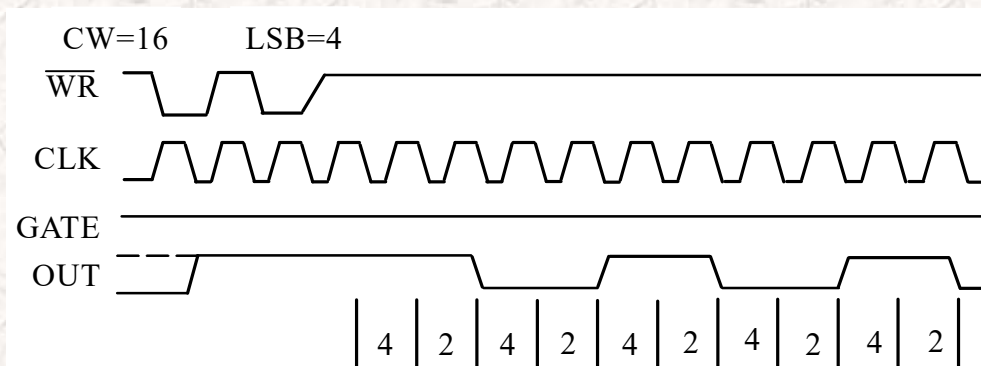
CW=16H定义了什么？

注意：计数值为偶数精确**50%**占空比，自装载

注意：计数值为奇数，近似**50%**占空比

注意：**GATE**使重新开始

方式**3**的主要用途：分频器



方式3应用举例

- 编写程序使8253计数器0产生周期55ms方波，设某晶振频率=1.19 MHz即TCLK = 840ns，设端口地址为40H~46H，
- (1) 8253计数器0应工作在方式几？该晶振的时钟信号连接哪个引脚？周期为55ms的方波从哪里得到？ 方式3，CLK0，OUT0
- (2) 计算计数值并初始化

计数值： $N \times TCLK = 55 \times 10^{-3}$ ，求得： $N=65476=0FFC4H$

MOV AL, 00 11 011 0B ; CH0 方式3, 16位二进制计数
OUT 46H, AL

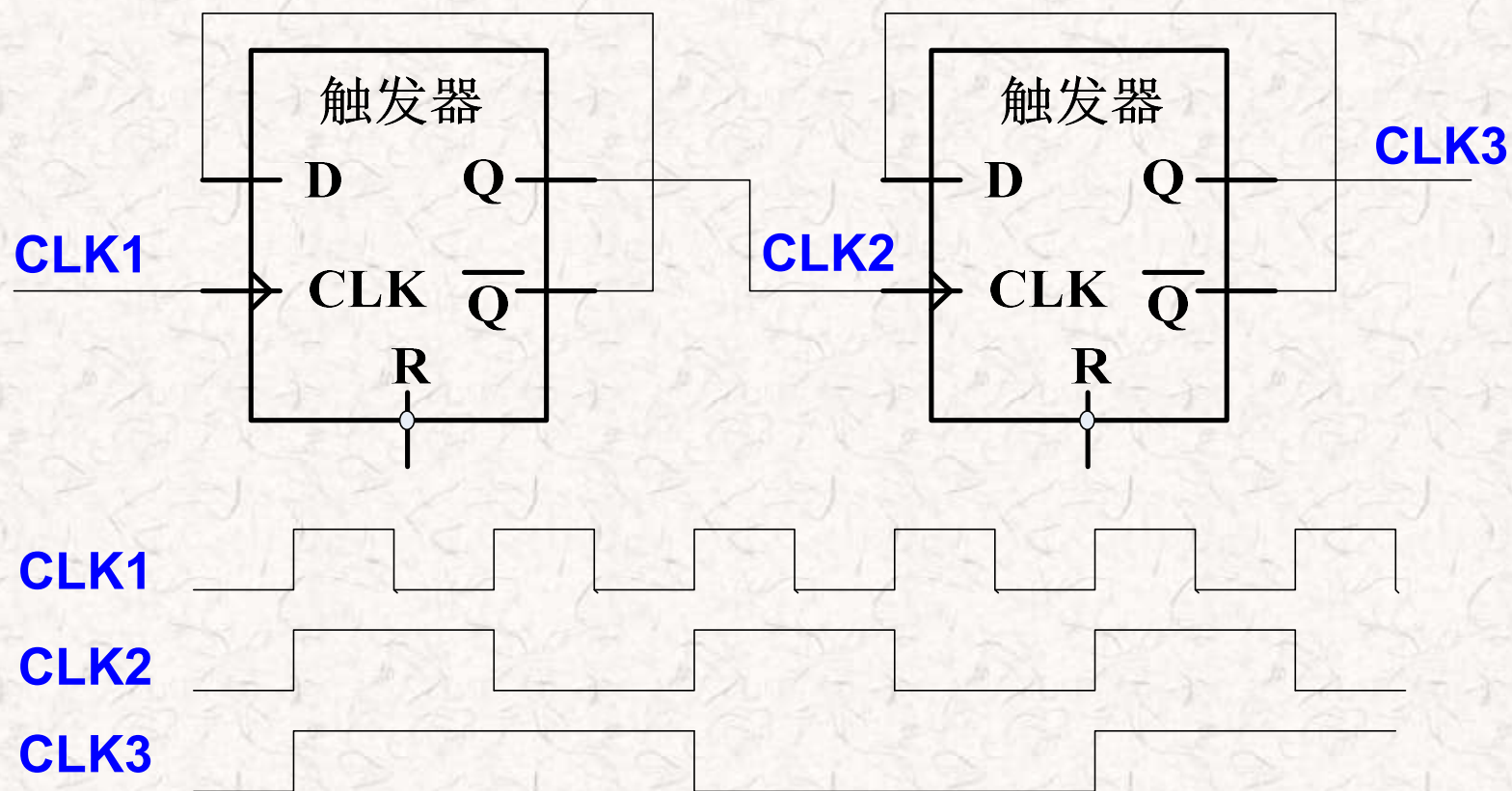
MOV AL, 0C4H ; 写低字节

OUT 40H, AL

MOV AL, 0FFH ; 写高字节

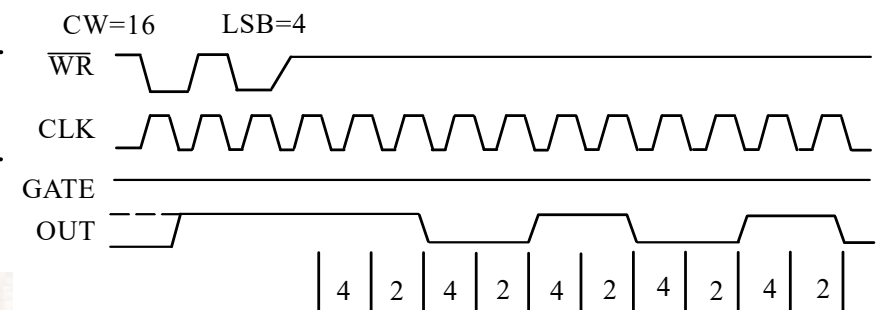
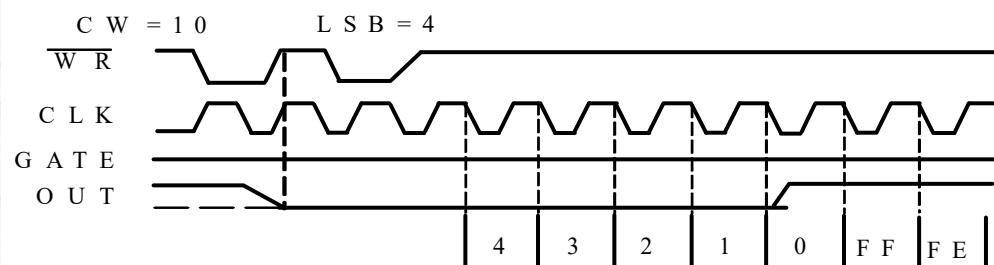
OUT 40H, AL

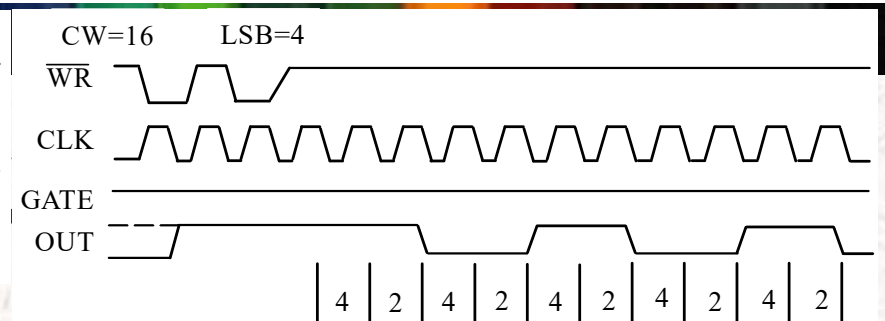
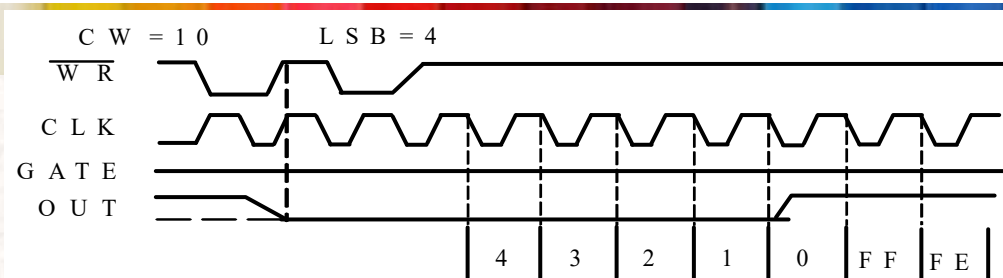
分频电路的另一种实现方式



方式0与方式3的区别1

- 写入命令字后**OUT**电平不同
- 若某通道工作在方式0，写入命令字后**OUT**为**低电平**
- 若某通道工作在方式3，写入命令字后**OUT**为**高电平**
- **计数过程不同**
- 若某通道工作在方式0，每输入一个脉冲减**1**
- 若某通道工作在方式3，每输入一个脉冲减**2**（奇数特别处理）





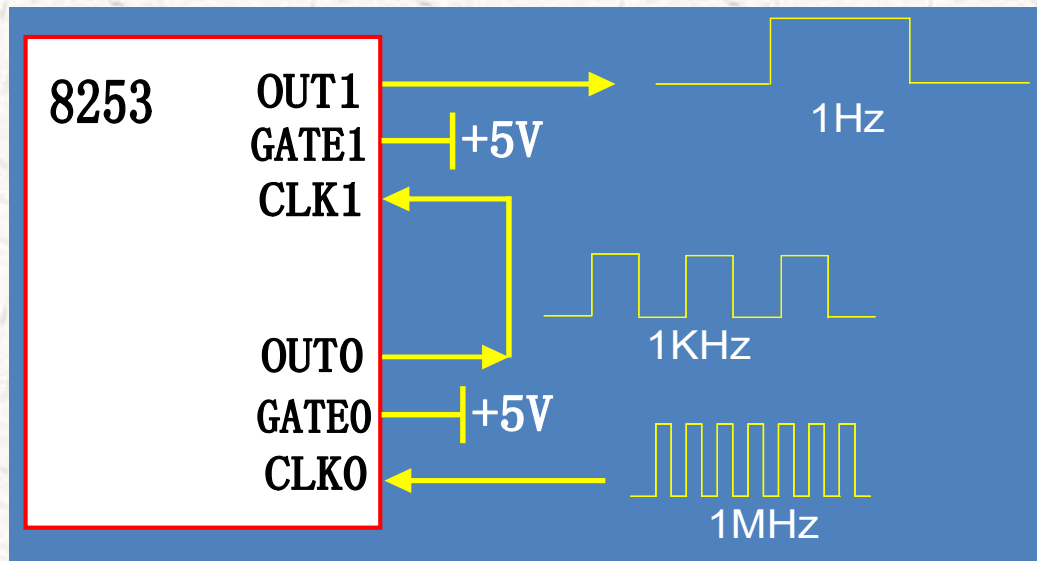
- 计数减到**0**后操作不同
- 若某通道工作在方式**0**，计数结束后，**OUT**变为**高电平**，**停止计数**，等待下次写入计数值
- 若某通道工作在方式**3**，计数结束后**OUT**信号**翻转**，**自动加载**计数初值，不断输出方波
- 应用场景不同
- 方式**0**常用于**计数**，方式**3**常用于**定时**，**分频**，**产生方波**
- **CLK**输入信号特性通常不同
- 方式**0**的**CLK**引脚通常接**脉冲信号**，方式**3**的**CLK**引脚需要接规律的**周期信号**

扩展定时计数的范围

一路计数器最大的计数个数是多少？

写入为**0**时，二进制方式等价于计数初值**65536 (10000H)**，**BCD**码方式等价于计数初值**10000**

更大的计数值可以**级联**实现



$$N1=1000$$

$$N=N0*N1=1000000$$

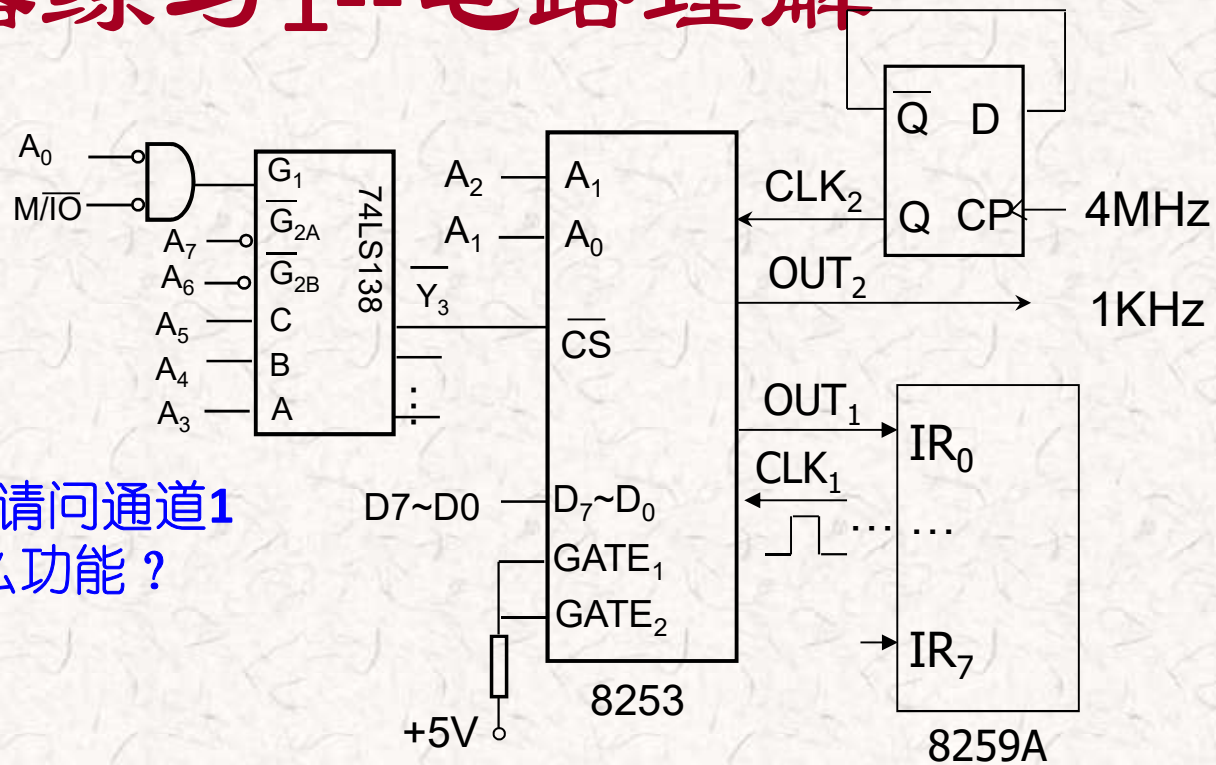
$$N0=1000$$

如何读出当前计数值？

- 设某8253端口地址为130H~136H
- 通道2工作方式设置为10 11 000 0B，计数初值为1000
- 如何得到当前已经检测到的脉冲数？
- 锁存 + 读取

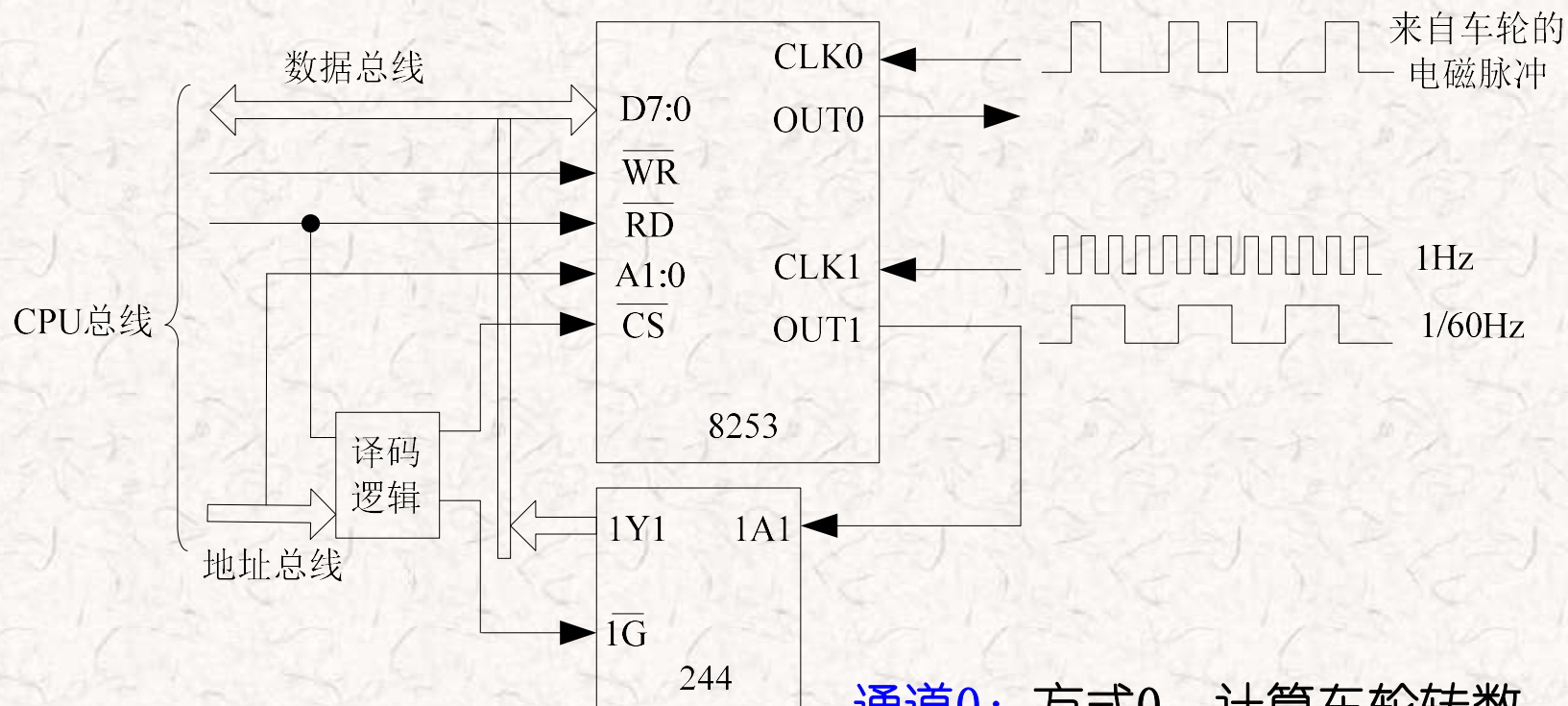
```
MOV AL, 10 00 0000B
MOV DX, 0136H
OUT DX, AL ;锁定通道2计数值
MOV DX, 0134H
IN AL, DX ;先读出低字节计数值
MOV BL, AL
IN AL, DX ;再读出高字节计数值
MOV BH, AL
MOV AX, 1001
SUB AX, BX ;计数初值减去当前计数值
```

定时计数器练习1--电路理解



- 8259为中断控制器，请问通道1和通道2分别实现什么功能？
- 分频产生方波和计数
- 应设为方式几？
- 方式3和方式0
- 8253的端口地址是什么？
- 18H, 1AH, 1CH, 1EH

定时计数器练习2--如何实现码表？



通道0：方式0，计算车轮转数

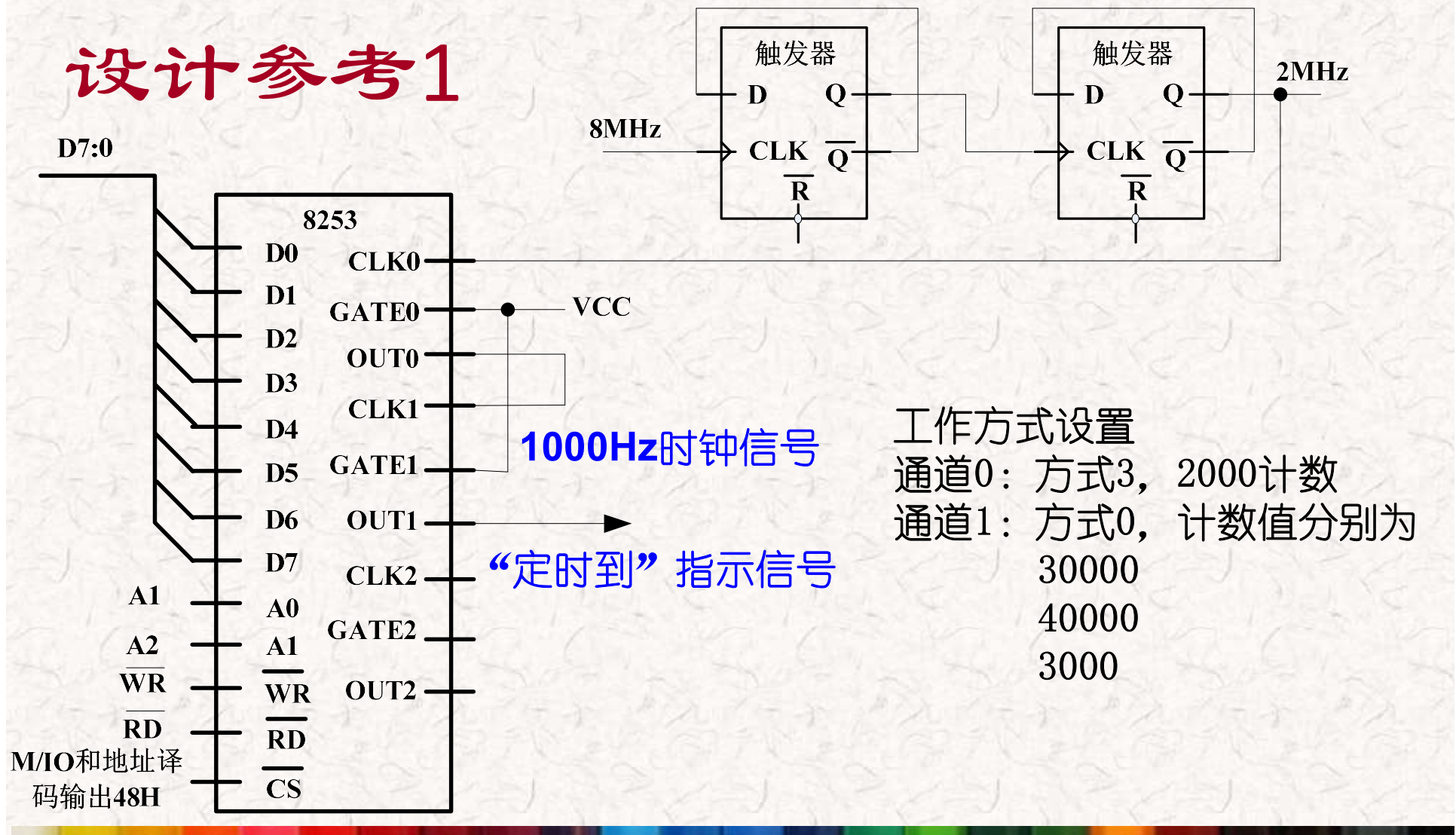
通道1：方式3，提供1分钟时间基准

CPU：根据OUT1状态读取通道0计数值

定时计数器练习3—交通灯控制

- 设计一个**8086**微处理器控制的交通灯，设置绿灯亮**40**秒，红灯亮**30**秒，绿灯切换到红灯之前有**3**秒钟黄灯，红灯则直接切换到绿灯，不断循环。其中，**8253**四个端口地址分别设计为**48H**、**4AH**、**4CH**、**4EH**，接**LED**灯的输出接口地址为**40H**，红黄绿分别连接该输出接口的**D2:0**位
- 要求：设计电路，并画出程序流程图（电路无需画出**8086**存储系统和总线生成部分）
- 可供选用的器件：**8253**，**8255**，**8MHz**的晶振，触发器
- （注意**8253**的**CLK**端允许输入的最高频率为**2MHz**）

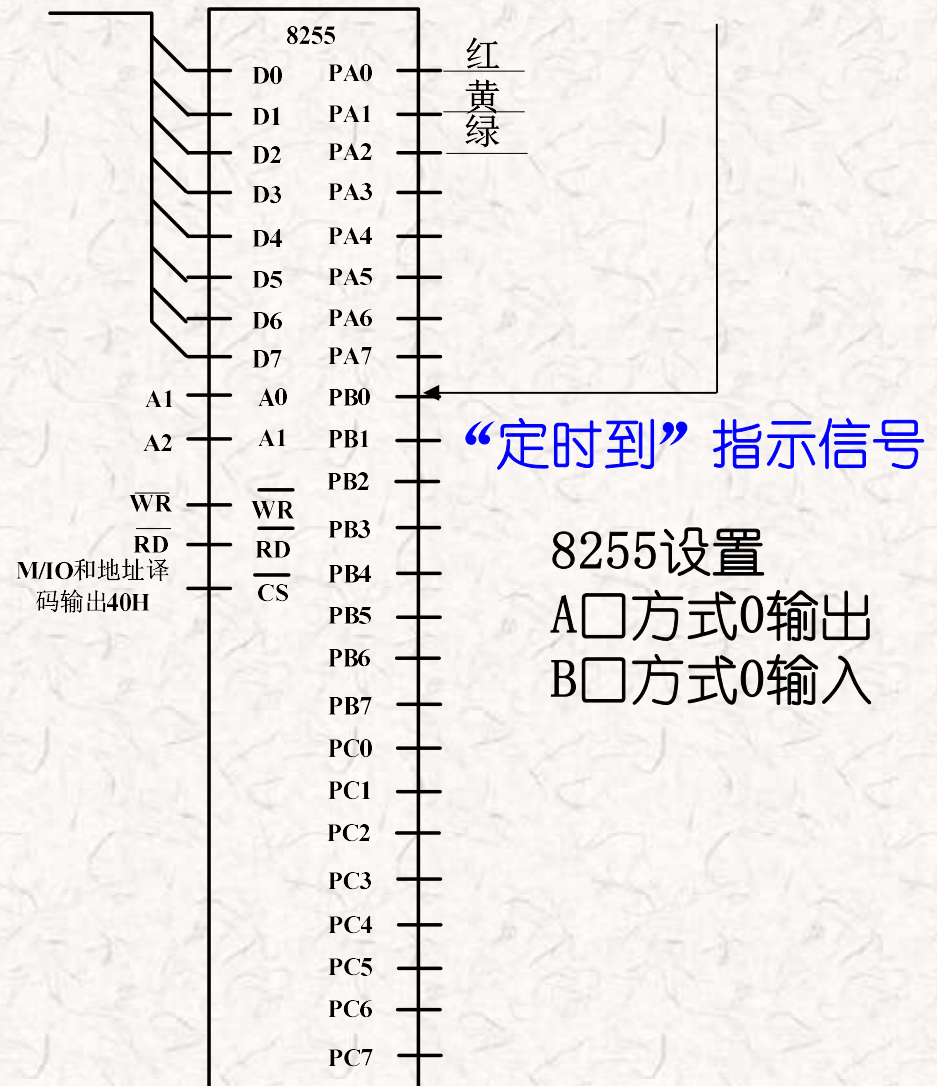
设计参考1



设计参考2

程序功能：

- 1 初始化段寄存器
- 2 初始化8255和8253
- 3 输出红灯亮，通道1启动30秒定时
- 4 查询等待8255 B口D0变为高电平
- 5 输出绿灯亮，通道1启动40秒定时
- 6 查询等待8255 B口D0变为高电平
- 7 输出黄灯亮，通道1启动3秒定时
- 8 查询等待8255 B口D0变为高电平
- 9 跳转到步骤3



作业1-Verilog编程练习

- 设置**8253**工作方式，使通道**0**输出**1KHz**的方波信号，通道**1**输出**1Hz**方波信号，通道**2**的输出信号**out2**初始化为低电平，在**3**秒钟后变为高电平；
- 完成电路的连接；完成**8253**初始化编程；
- **ok_0,ok_1,ok_2**分别表示通道**0、1、2**输出是否正确
- 注意：仿真分为两部分，第二部分时间较长

作业2

- P243
- 1 回答方式0和方式3的特点
- 6 将端口地址改为F1H, F3H, F5H, F7H, 并回答第一问



预告-第八章需要掌握的内容

- 8.1中断
- 8.3.2中断向量设置和中断服务程序编写
- 8259相关内容全部不需要掌握