

北京科技大学

University of Science & Technology Beijing



汇编语言与接口技术

北京科技大学

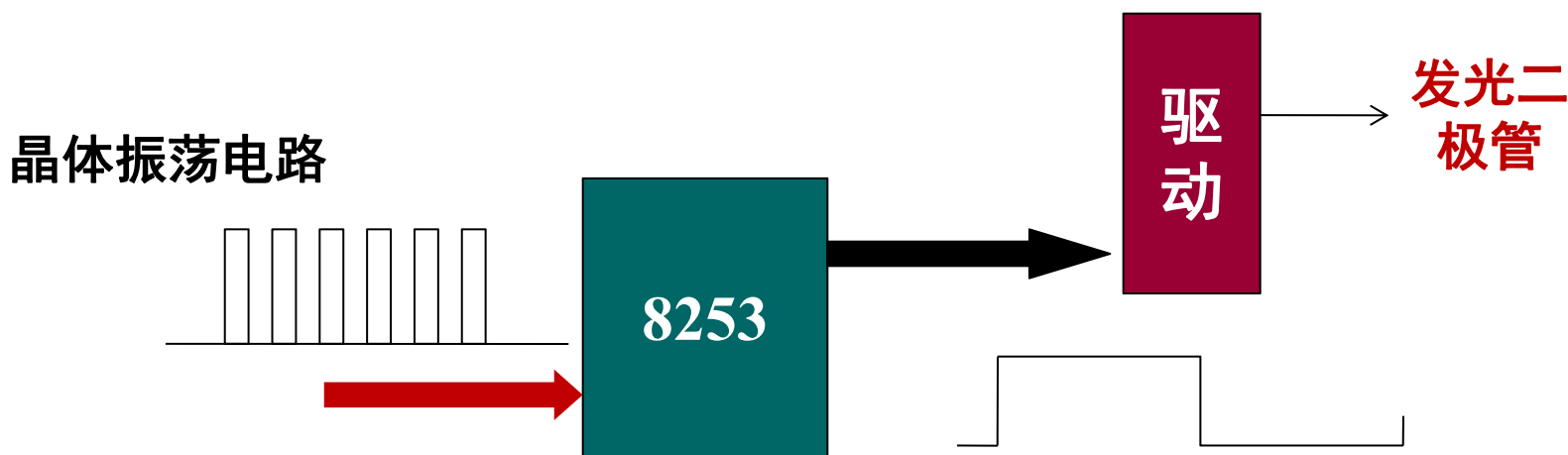


北京科技大学
University of Science and Technology Beijing

计算机与通信工程学院

定时/计数问题例

- 有一个高精密晶体振荡电路，输出信号是脉冲波，频率为2MHz；要求设计一个信号发生器，输出接一个发光二极管，以10秒点亮，10秒熄灭的方式闪烁指示



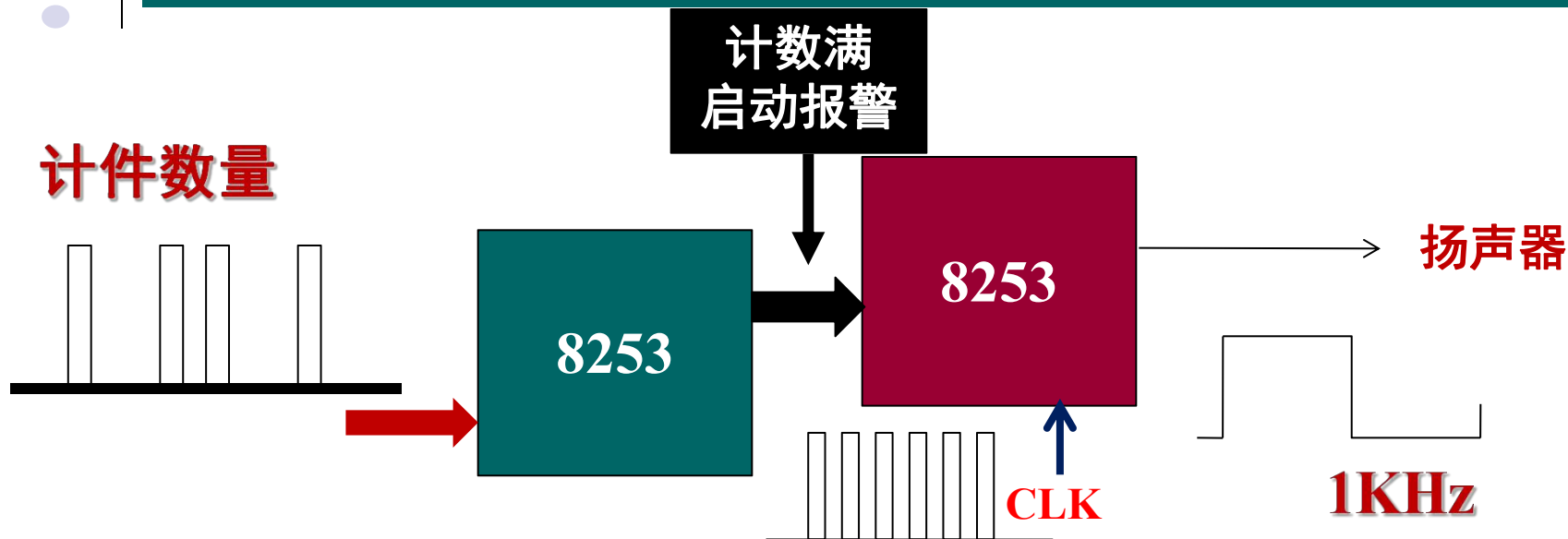


定时/计数问题例

- ◆ **计件系统**的基本功能是记录事件的个数
 - ◆ 每发生一个事件，对应产生一个脉冲信号输入到计件系统
 - ◆ 比如交通道路检测系统中通过检测点的车辆数量；工业控制系统中流水线上已加工好的工件数量
 - ◆ **工作要求**当计完指定数目的事件后，计件系统发出一定频率的信号，驱动喇叭等设备提示告警
-
-



图示



可采用两个8253

一个作为计数使用；一个用于产生1KHz的扬声器信号

当记录指定(如500)个事件（脉冲）后，1号8253计数器满(溢出)，输出信号启动2号8253开始工作，并产生1KHz信号，驱动扬声器



定时/计数器的主要用途

- **计数**-输出计数信号，请求或启动相应的服务
- **定时**-输出精确的定时信号，启动其他设备
- **分频**-输出指定频率的脉冲信号，控制其他设备工作
- 一般地：
 - 计数-使用外部的信号源
 - 定时和分频-使用内部的标准信号源（如时钟脉冲发生器CLK）



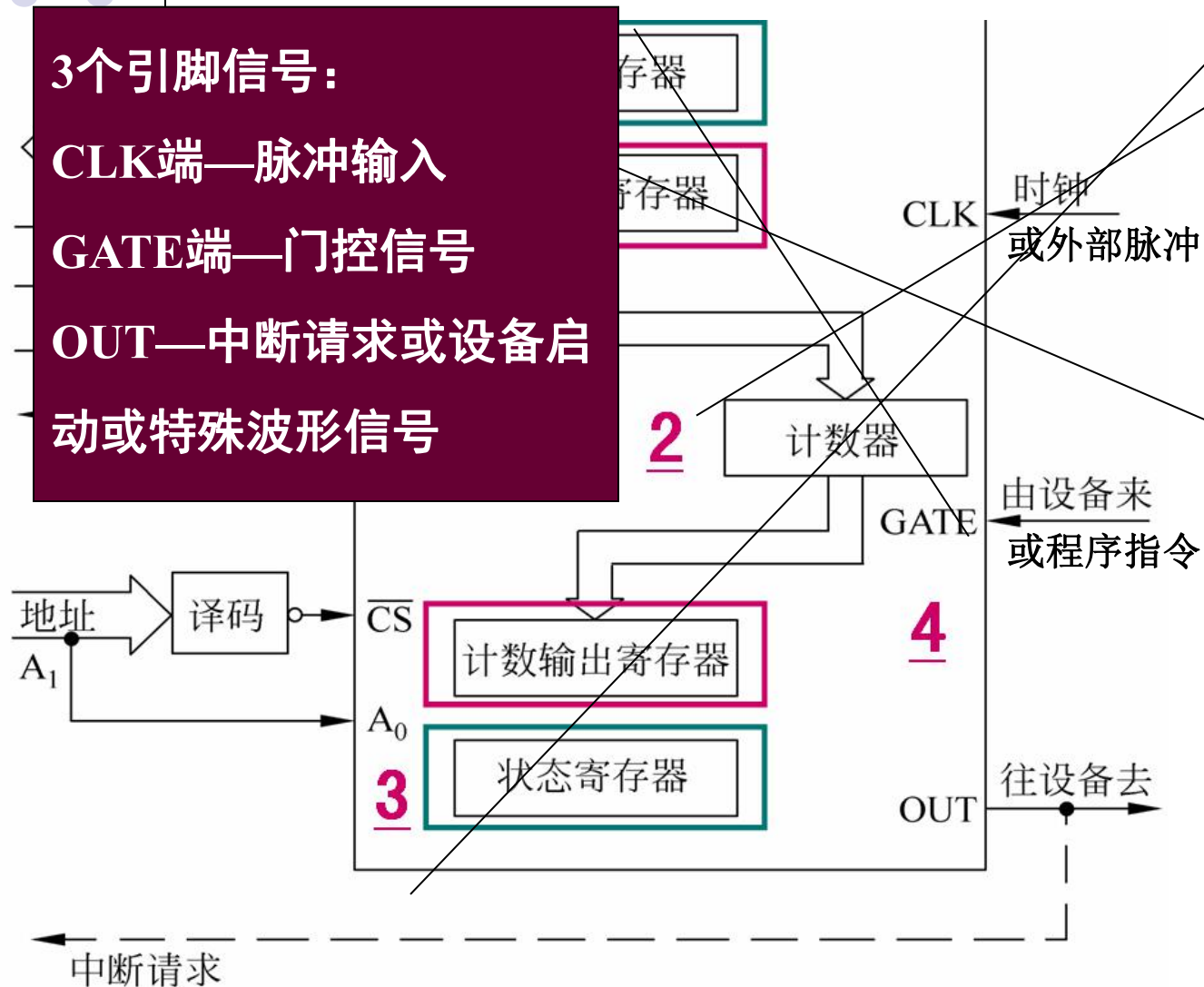
定时/计数器的基本原理结构

3个引脚信号：

CLK端—脉冲输入

GATE端—门控信号

OUT—中断请求或设备启动或特殊波形信号



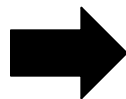
状态寄存器用于CPU查询当前计数状态；8253无此部件；8254才具有此部件

能通过计数输出寄存器读出

一个端口地址，初始值/计数输出寄存器共用另一个端口地址

内部结构—了解计数工作原理
外部特征—如何接入如何使用

外部信号



8253

产生的输出信号不同—
不同的工作方式—如何
设置—可编程

计数初值的确定与写
入—如何写入—可编程

计数

计数方式不同—如何选
择—可编程



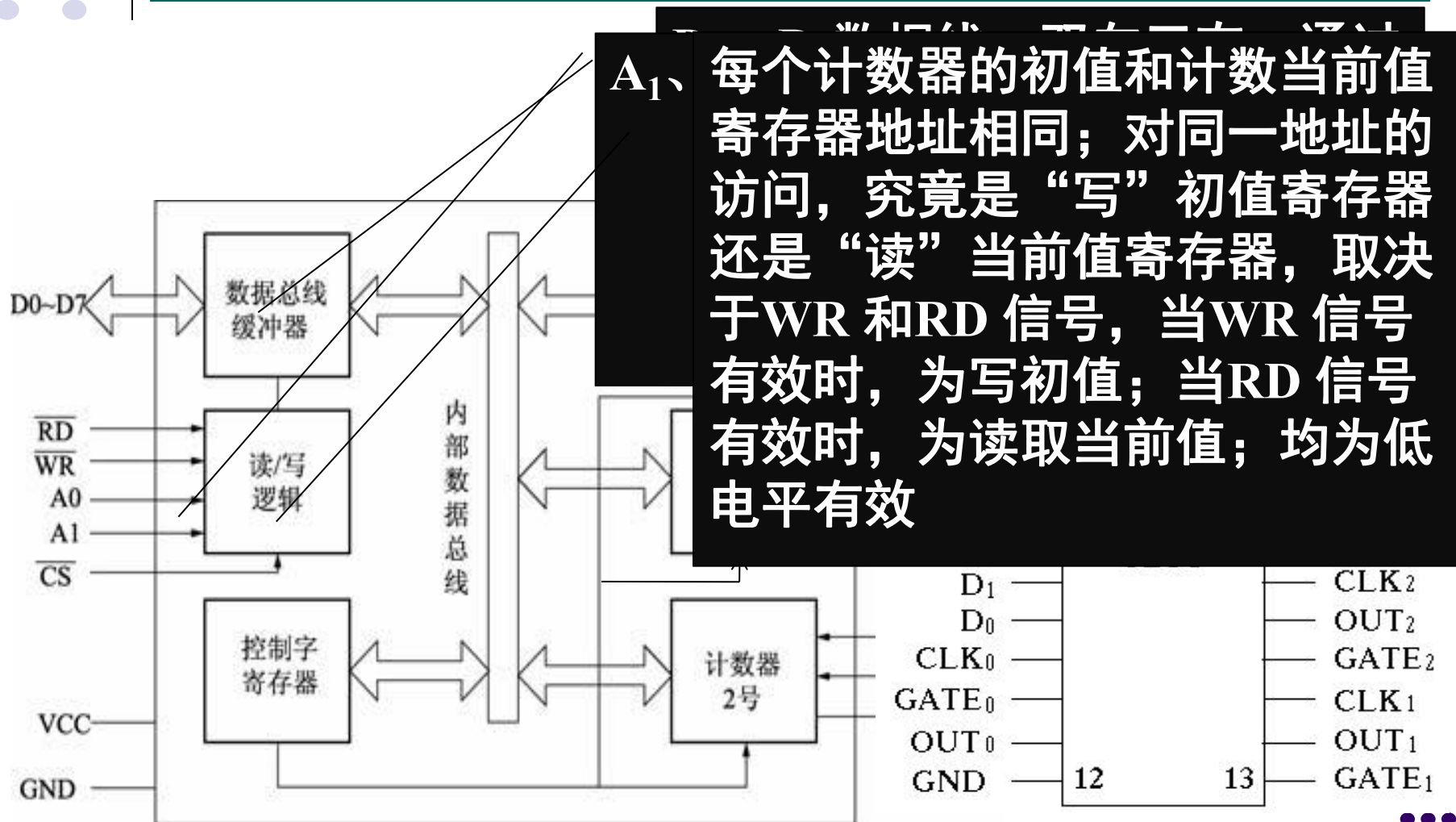


8253接口芯片的工作特点

- 可编程
- 具有3个独立的**16位**计数通道，分别称为计数器0、计数器1、计数器2；均可单独作为计数或定时使用
- 计数可按照二进制或BCD码两种方式进行；可分别最大实现**65536**和**10000**个脉冲的计数
- 每个计数通道提供**6**种不同的工作方式
- 计数的脉冲源，可以是系统内部脉冲（定时），也可以是外部脉冲（多为计数）；其**速率可达2.6MHz**
- 采用**减1计数**；从给定计数初值开始，每收到一个脉冲，计数值减1，到计数值为0时结束

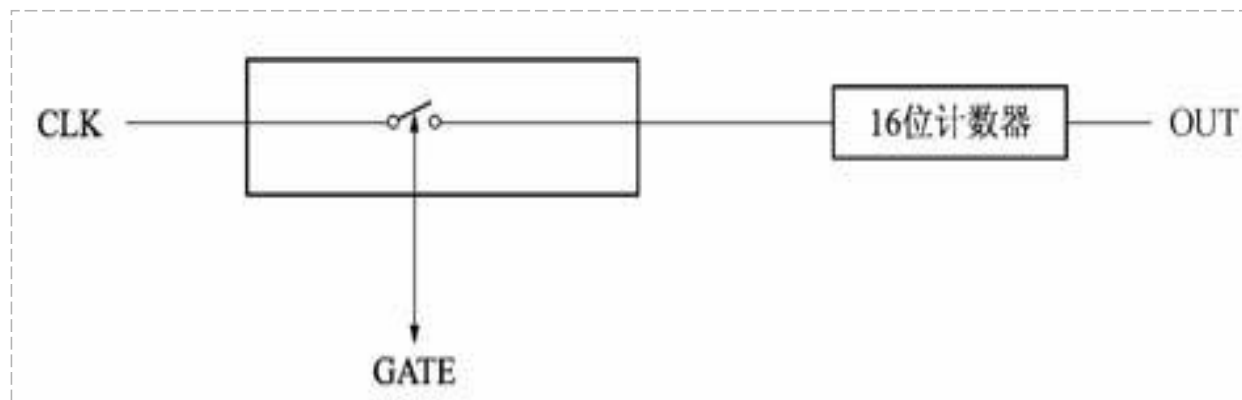


8253内部结构和外部特征

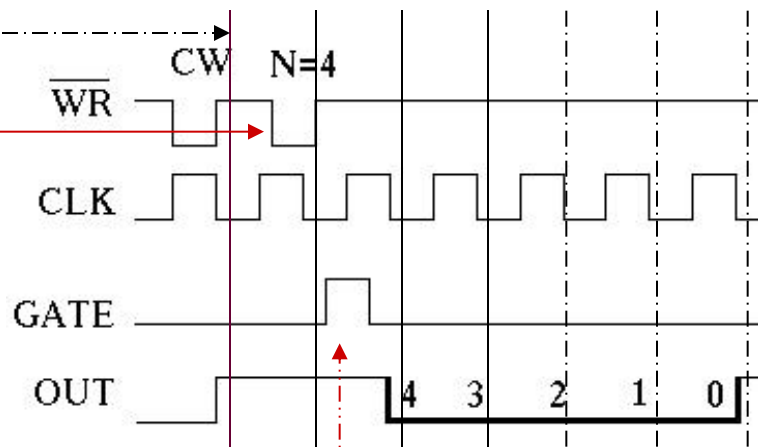


CLK、GATE和OUT引脚

- **CLK**: 计数器的脉冲输入, 可以是系统内部的固定脉冲(多用于定时), 也可以是外部的随机脉冲(多用于计数); 均为下降沿有效
- **GATE**: 计数器的门控信号, 该信号的作用是用来控制禁止/允许/开始计数; 如果该信号为“禁止”状态, 即使输入端有时钟信号输入, 计数器也不能进行
- **OUT**: 计数器的输出, 不同的工作模式下, 输出信号的波形不同



8253芯片的基本计数原则



1 控制字写入时，进入**初始状态**

2 初值写入后，经一个上升沿，在下一个下降沿开始计数

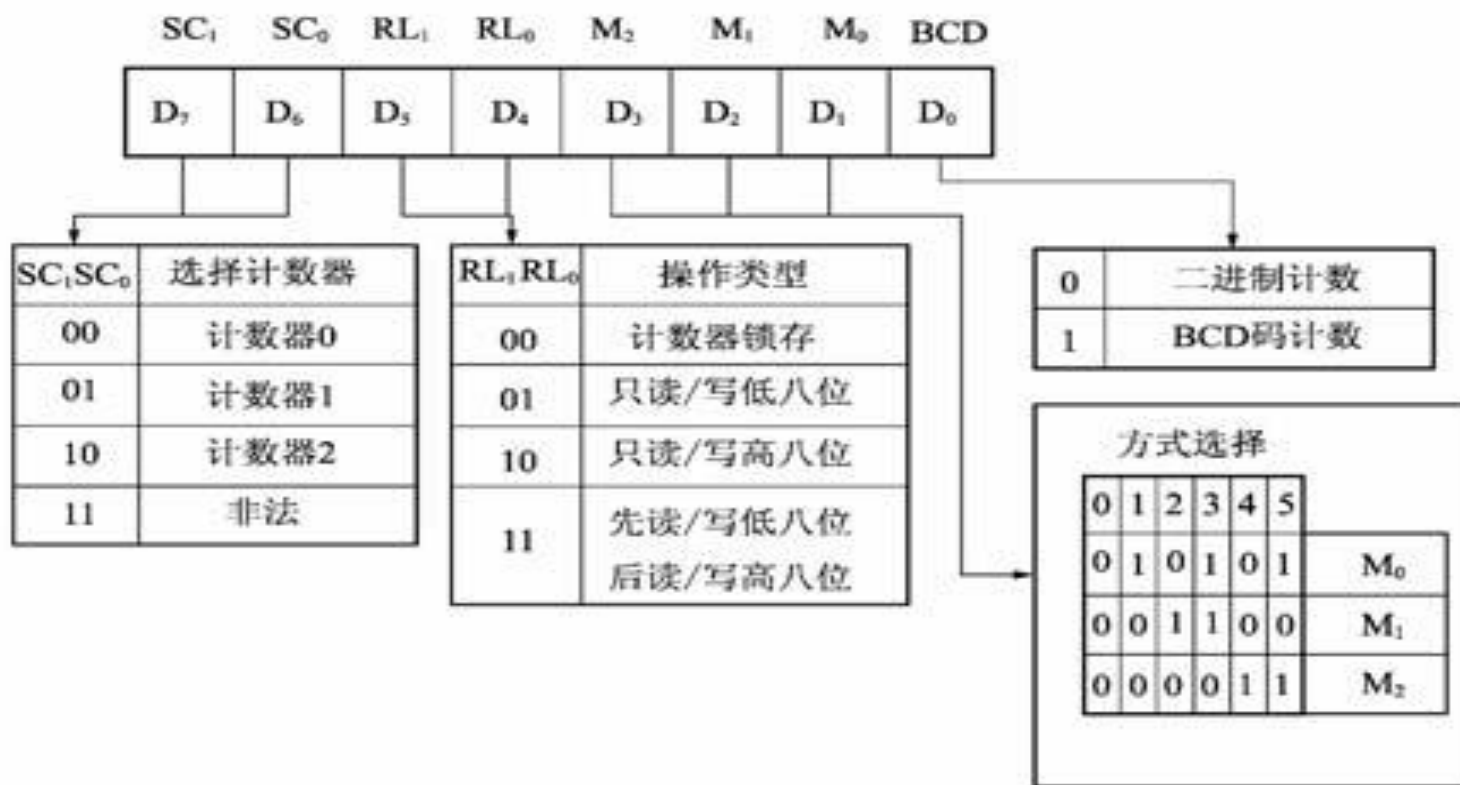
3 在CLK的上升沿被采样门控信号GATE

GATE信号或高电平有效或上升沿有效或均可有效

4 在CLK下降沿，计数器作减1计数

8253接口芯片的控制字

- 8253芯片的三个计数器共用一个控制字寄存器
- 每写一次控制字，只能设置一个计数器的一种工作方式
- 对于每个计数器，都需要先设置而后使用





8253的计数值的读写与读锁存

- “写”计数初值操作，可根据需要使用OUT指令，只写高/低8位、或先写低8位后写高8位
- 但“读”计数当前值的操作，都需要使用两次IN指令，**分别顺序**读取其低8位和高8位；为保证两次读取结果的正确性和一致性，应首先发送 $D_5D_4=00$ ，即先送出锁存命令锁存计数值，再行读取计数值



8253的计数值的读锁存例

- 读取并检查计数器2的当前计数值是否为55AAH；若非则等待再读；55AAH后程序可继续

```
COUNT      EQV 040H      ; 设0#计数器的符号地址为040H
:
LPCN: MOV AL, 10000100B  ; 对2#计数器送锁存命令，仅使RL1，RL0=00
      OUT COUNT+3, AL
      IN  AL, COUNT+2    ; 读2#计数器当前计数值
      MOV AH, AL         ; 低8位暂存AH中
      IN  AL, COUNT+2    ; 读高8位
      XCHG AH, AL        ; 16位计数值存AX中
      CMP AX, 55AAH      ; 计数值与55AAH相比较
      JNE LPCN           ; 若不相等则继续等待
```



计数初值为0的特殊问题

- 初值为0表示按计数器的**最大值进行计数**（二进制计数方式下计数65536次，BCD计数方式下计数10000次）
 - 采用二进制计数时，如果计数初值为0，则接收到第一个脉冲时，其计数当前值变为65535，再收到一个脉冲，计数当前值变成65534，当计数达到0时，实际对65536个脉冲进行了计数
 - 设置0初值时，控制字的D₅D₄位可以是01、10、11其中的任意一种方式，如果选择了11，需按先低8位再高8位方式写入，则需要输出两次0：

MOV AL,0

OUT DX,AL

OUT DX,AL



控制字设置举例

【例8-1】
地址为303H的计数初值寄存器1采用二进制计数方式在通道0工作

MOV DX,303H

MOV AL,00010100B ;通道0读写低8位、工作方式2，二进制计数

OUT DX,AL

MOV AL,0 ;如果通道1采用先读写低8位再读写高8位的读写方式

MOV DX,303H

OUT DX,AL ;通道1先读写低8位再读写高8位

MOV DX,301H

MOV AL,00H ;初值的低8位

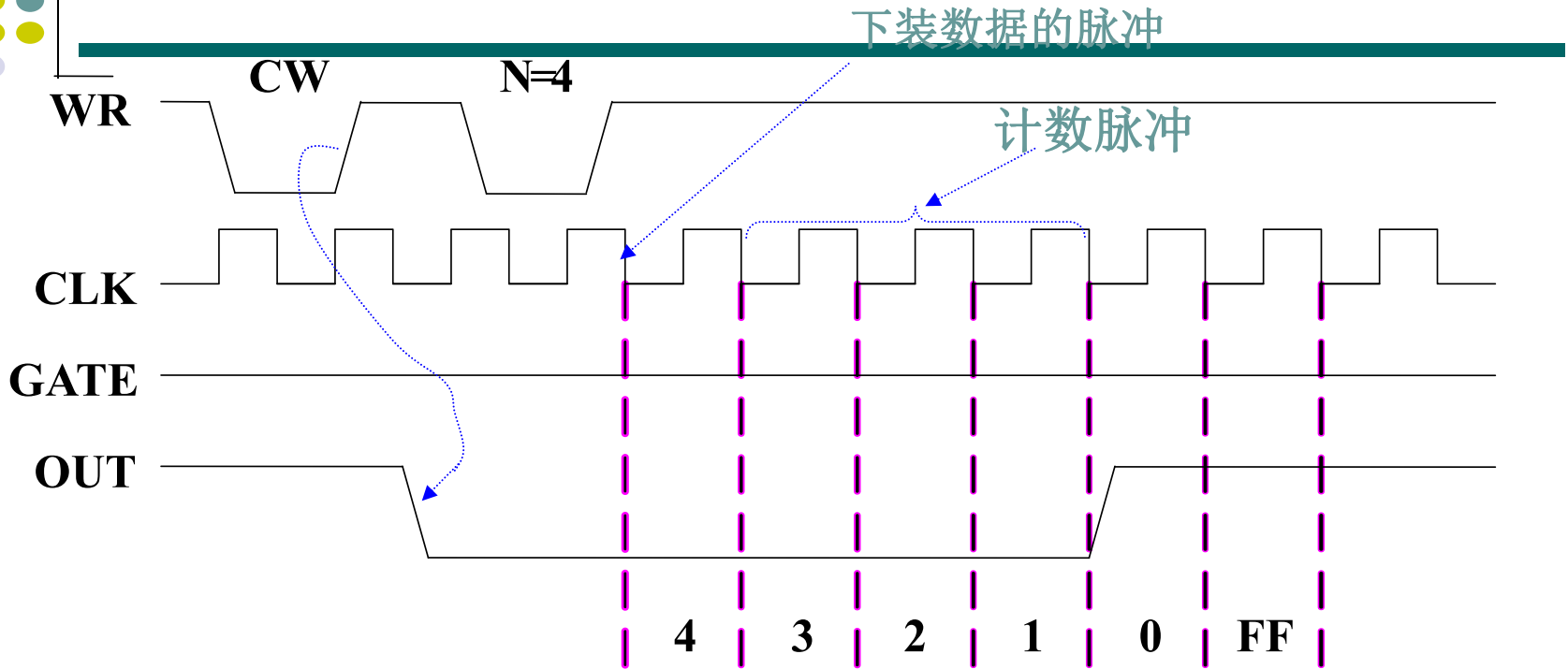
OUT DX,AL

MOV AL,10H ;初值的高8位

OUT DX,AL

OUT DX,AL

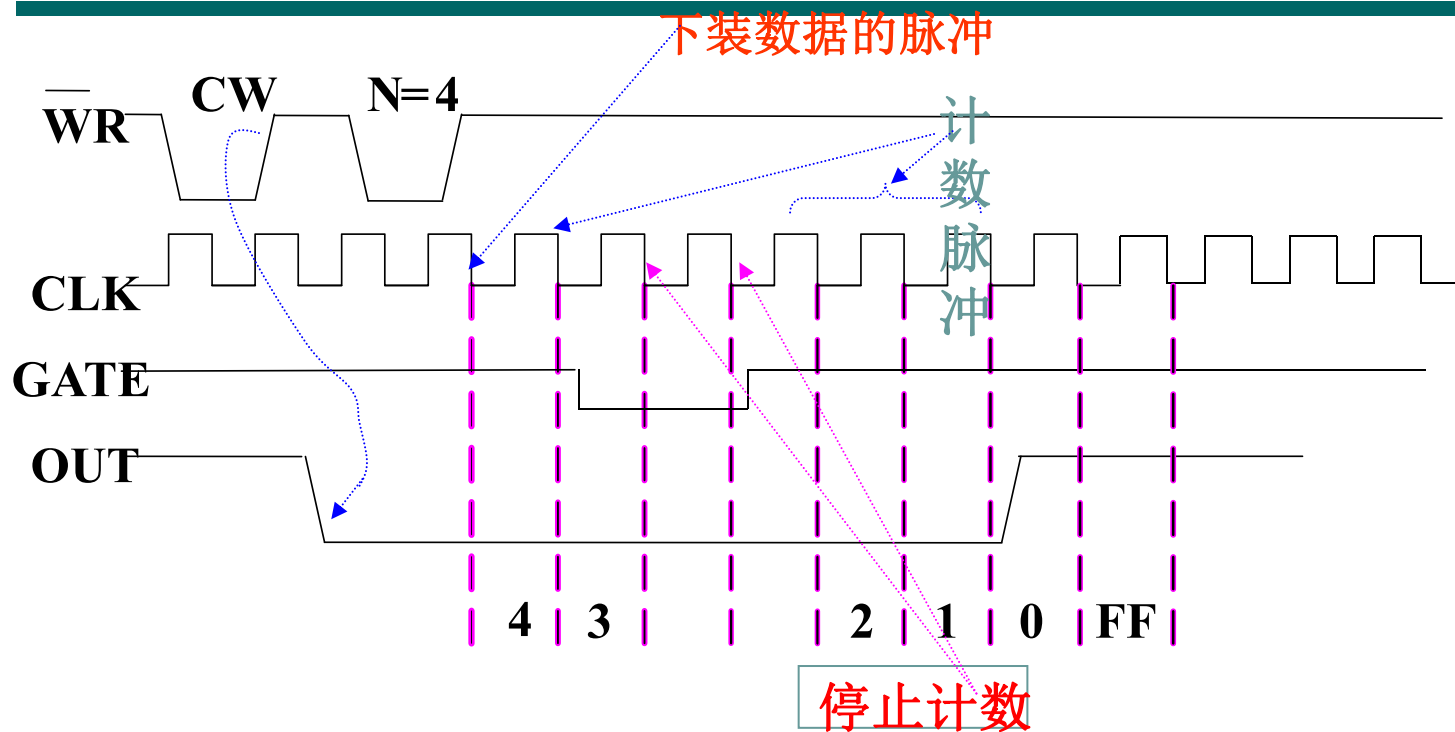
1) 方式0——计数结束产生中断



(1) 正常计数方式

方式 0 正常时序波形图

- A 写入控制字后使OUT变低，直到计数结束才变高；
- B 写入计数值后的第一个CLK用作把计数值下装到计数执行部件；
- C 后N个CLK用作计数；
- D 计数结束后OUT变高，停止计数，要等装入新的计数值后才又开始计数。



方式0 计数过程中GATE变低时的波形图

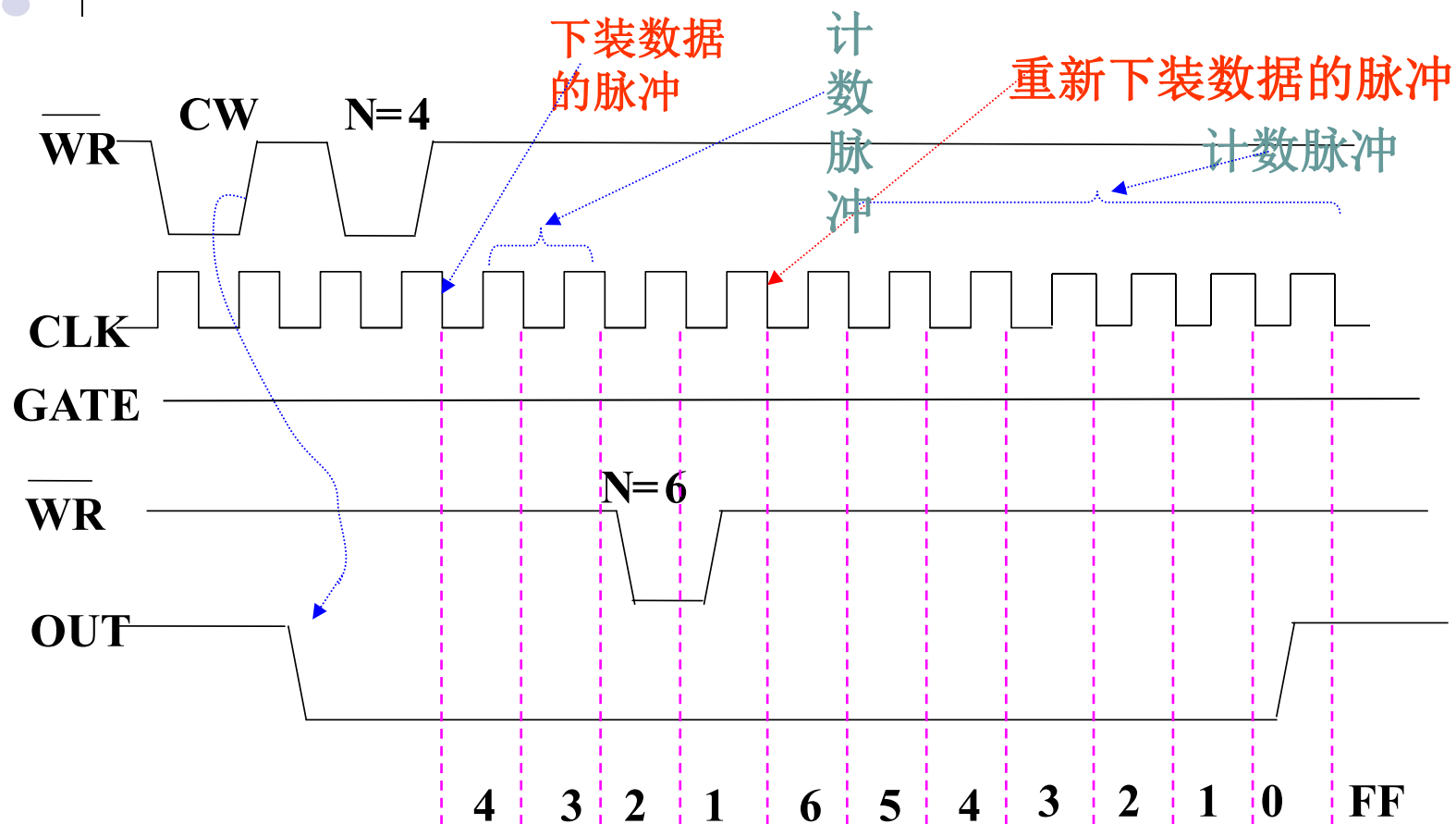
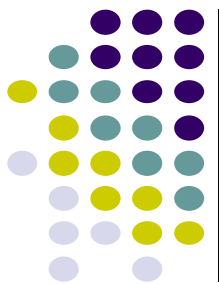
(2) 计数过程中GATE，计数初值发生变化

A GATE发生变化

GATE变低时，停止计数，变高后又继续接着原计数值计数，且不影响OUT状态；

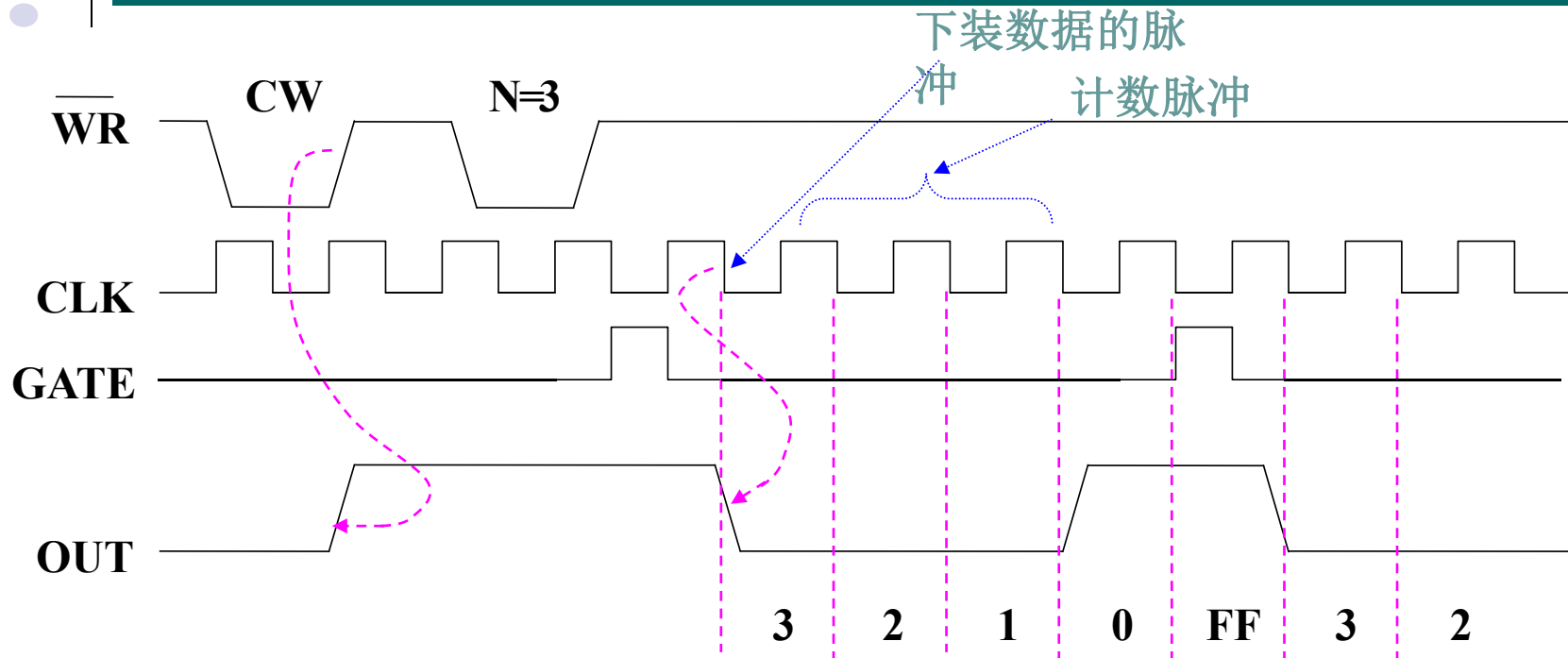
B 重新写入计数值

与正常计数方式的B—D相同。



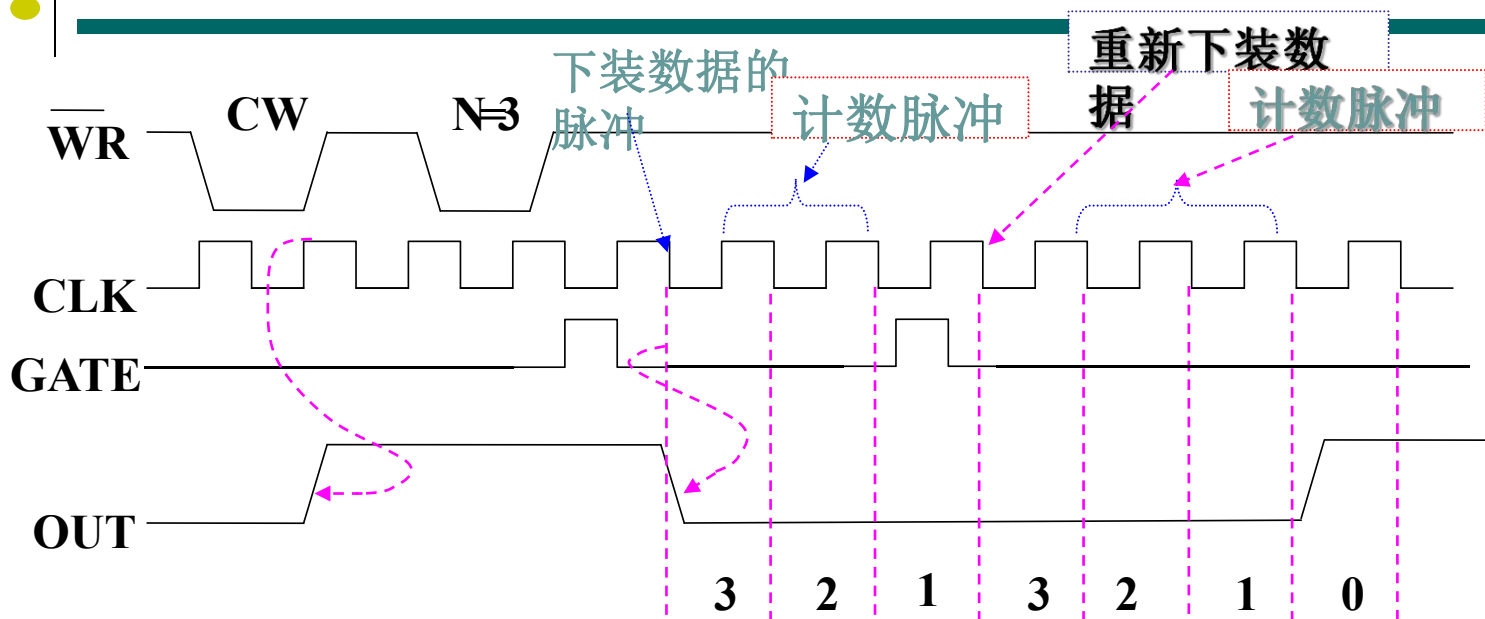
方式0 计数过程中再次写入计数值时的波形图

2) 方式1——可编程的单稳态触发器



(1) 正常计数方式 方式1 正常时序波形图

- A 写入控制字后OUT变高，GATE触发后的第一个CLK的后沿使OUT变低，直到计数结束才变高；
- B 写入计数值后GATE触发后的第一个CLK把计数值下装到计数执行部件；
- C OUT变低后的N个CLK用作计数；
- D 计数结束后OUT变高，停止计数，要等GATE重新触发后才又开始计数。



方式1 计数过程中GATE变化时的波形图

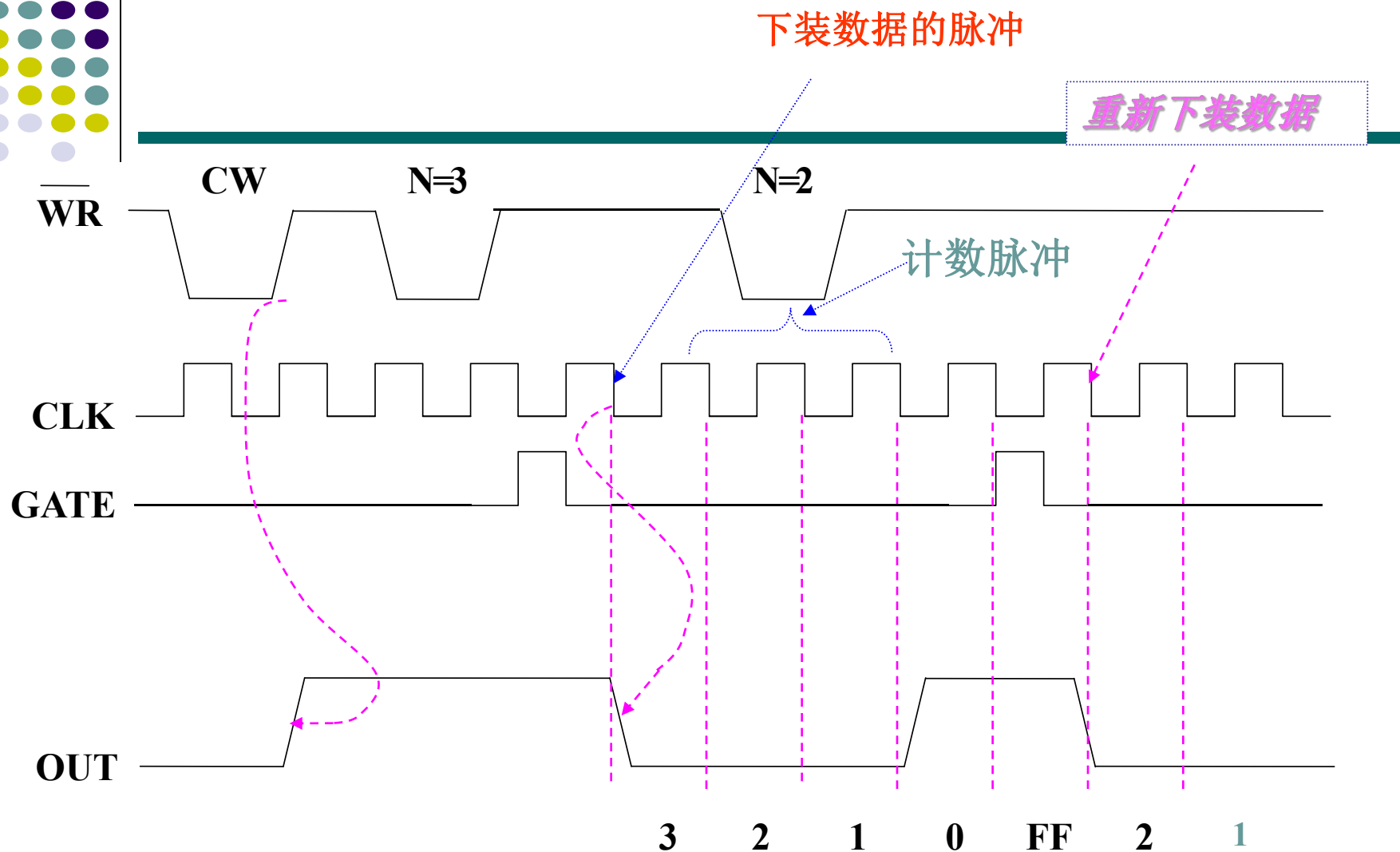
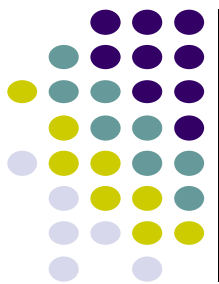
(2) 计数过程中GATE，计数初值发生变化

A GATE发生变化

又来一次触发时，则在其下一个时钟脉冲CLK后又从计数初值开始计数，且不影响OUT状态，直到计数结束。

B 重新写入计数值

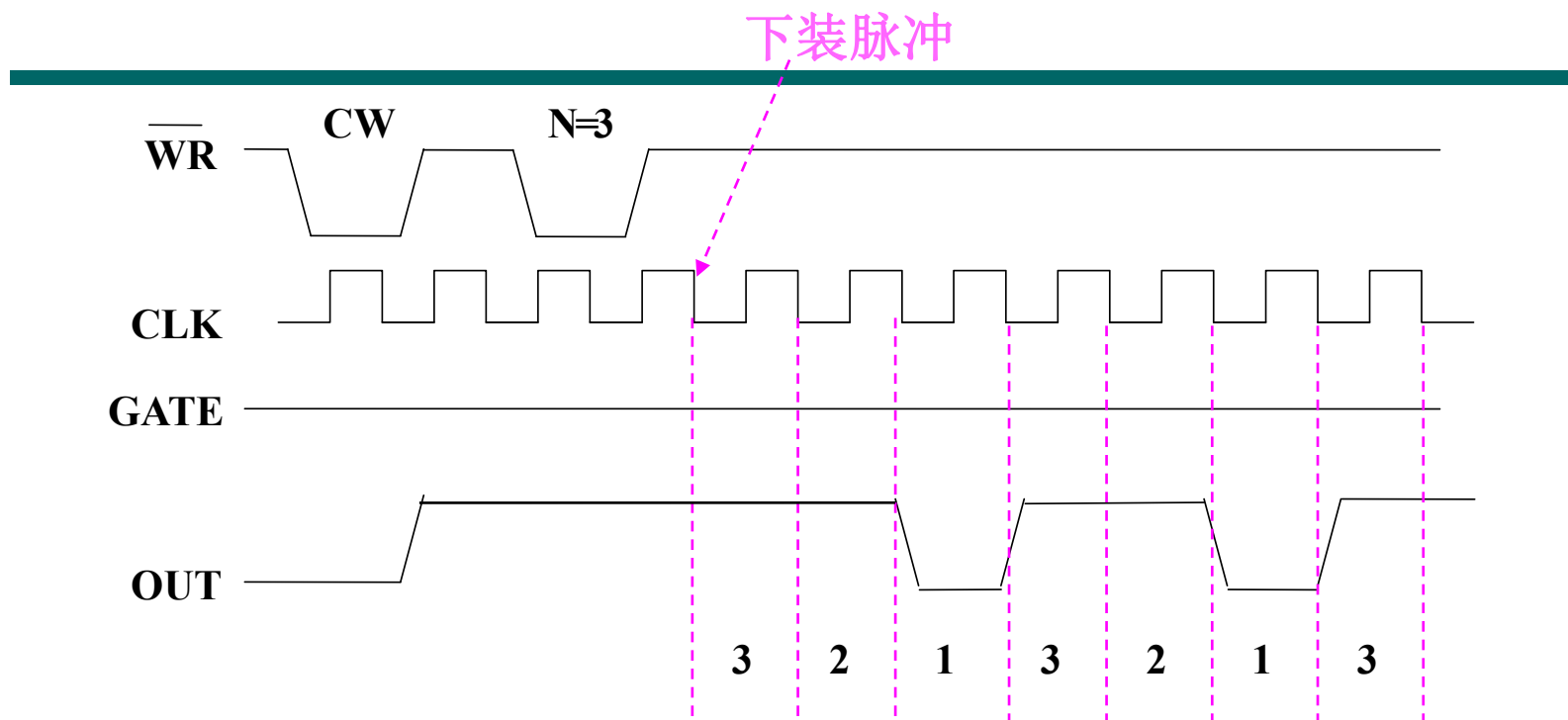
只有当收到GATE的触发信号时，才按新值计数。



方式1 计数过程中再次写入计数值时的波形图



3) 方式2——分频器

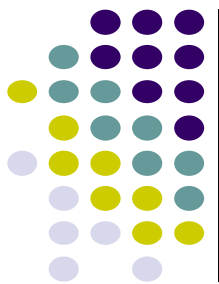


特点:

(1) 正常计数方式

方式2 波形图

- A 写入控制字后使OUT变高，计到N个CLK时变低，第N个CLK的后沿又使OUT变高；
- B 写入计数值后的第一个CLK用作把计数值下装到计数执行部件；
- C 后N个CLK用作计数；
- D 计数结束后OUT变高，又重新开始计数。



(2) 计数过程中GATE，计数初值发生变化

A GATE发生变化

GATE变低时，停止计数，不影响OUT状态，变高后又重新开始计数；（硬件同步）

B 重新写入计数值

对本次计数不影响，要下次计数时，才按新值计数。
（软件同步）





4) 方式3——方波发生器

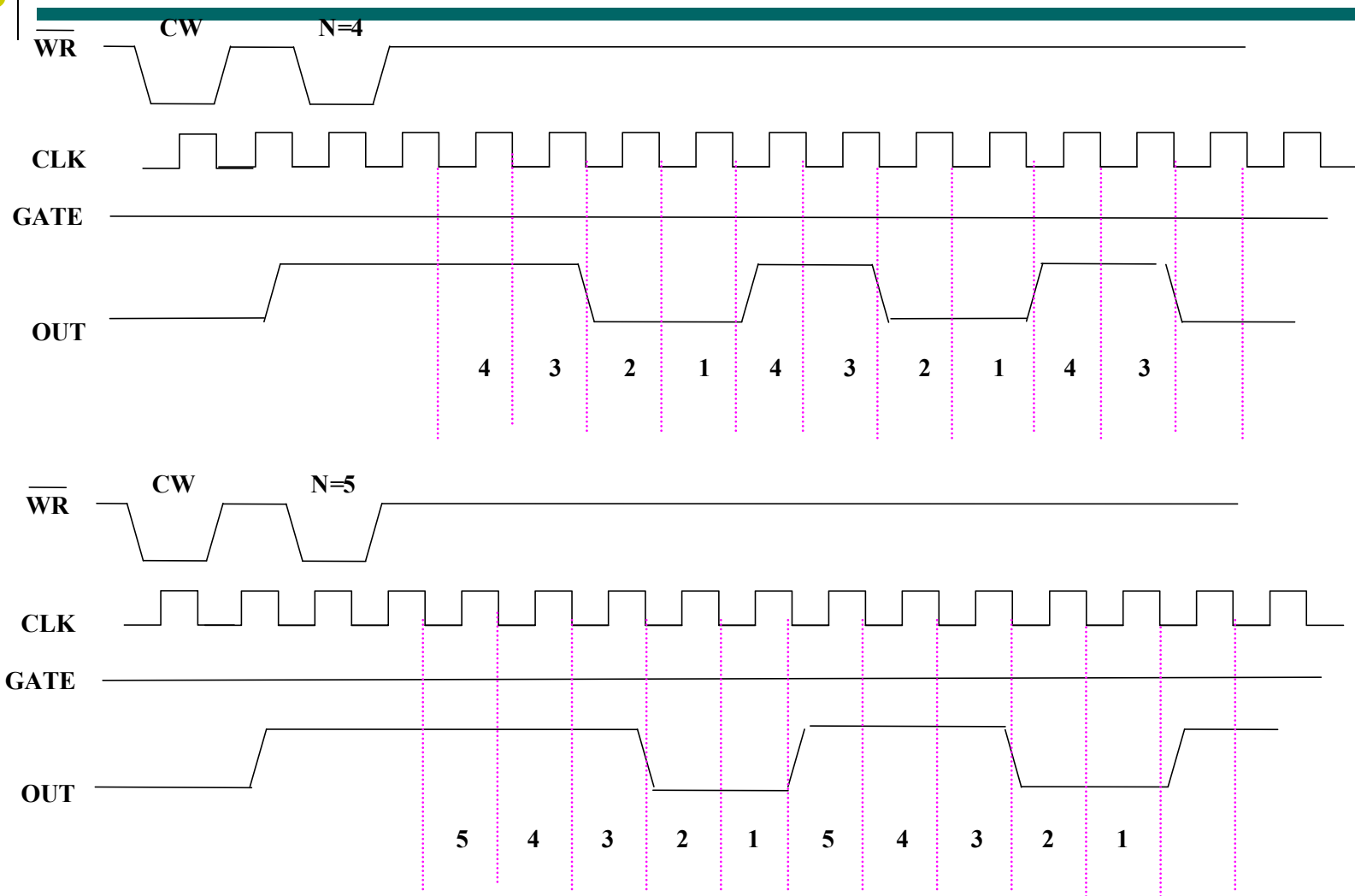
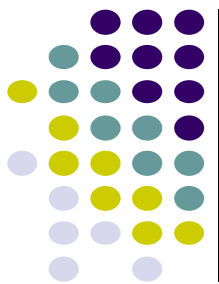
特点:

(1) 正常计数方式

- A 写入控制字后使OUT变高，计到INT $((N+1)/2)$ 个CLK时变低，第N个CLK的后沿又使OUT变高；
- B 写入计数值后的第一个CLK用作把计数值下装到计数执行部件；
- C 后N个CLK用作计数；
- D 计数结束后OUT变高，又重新开始计数。

(2) 计数过程中GATE，计数初值发生变化

- A GATE发生变化
GATE变低时，停止计数，OUT变高，又重新开始计数；
- B 重新写入计数值
对本次计数不影响，要下次计数时，才按新值计数。



方式3 波形图



5) 方式4——软件触发的选通信号发生器

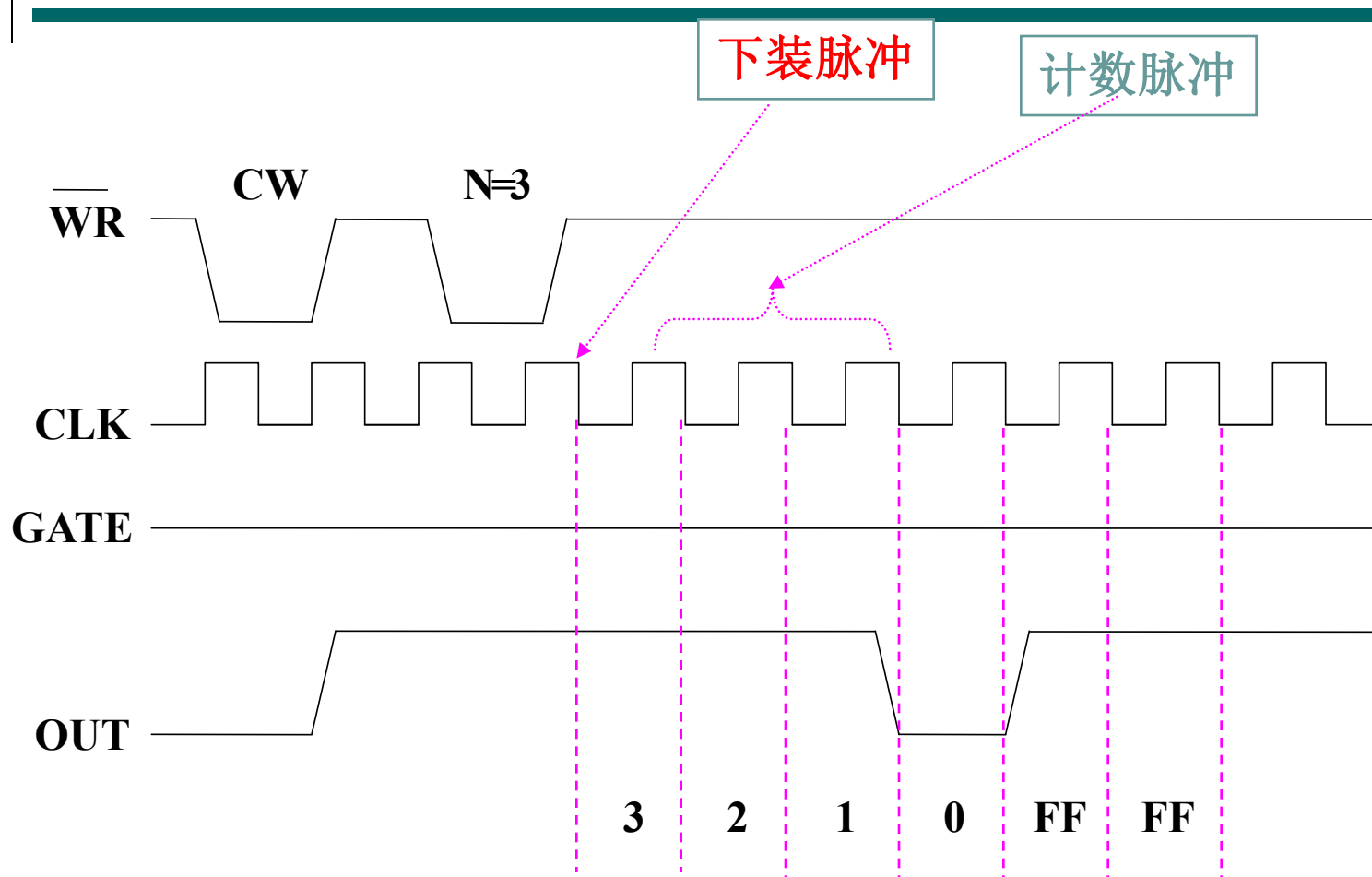
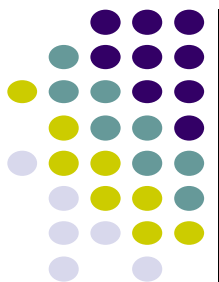
特点:

(1) 正常计数方式

- A 写入控制字后使OUT变高，计完N个CLK时变低，第N+1个CLK的后沿又使OUT变高；
- B 写入计数值后的第一个CLK用作把计数值下装到计数执行部件；
- C 后N个CLK用作计数；
- D 计数结束后OUT变高，停止计数，要等装入新的计数值后又重新开始计数。

(2) 计数过程中GATE，计数初值发生变化

- A GATE发生变化
GATE变低时，停止计数，不影响OUT状态，变高后又重新开始计数；
- B 重新写入计数值
写入新值后按新值计数。



方式4 波形图



6) 方式5 —— 硬件触发的选通信号发生器

特点:

(1) 正常计数方式

- A 写入控制字后使OUT变高;
- B 写入计数值后GATE触发后的第一个CLK用作把计数值下装到计数执行部件;
- C 后N个CLK用作计数;
- D 计数结束后OUT变低, 停止计数, 第N+1个CLK后又使OUT变高, 要等GATE重新触发后才又开始计数。

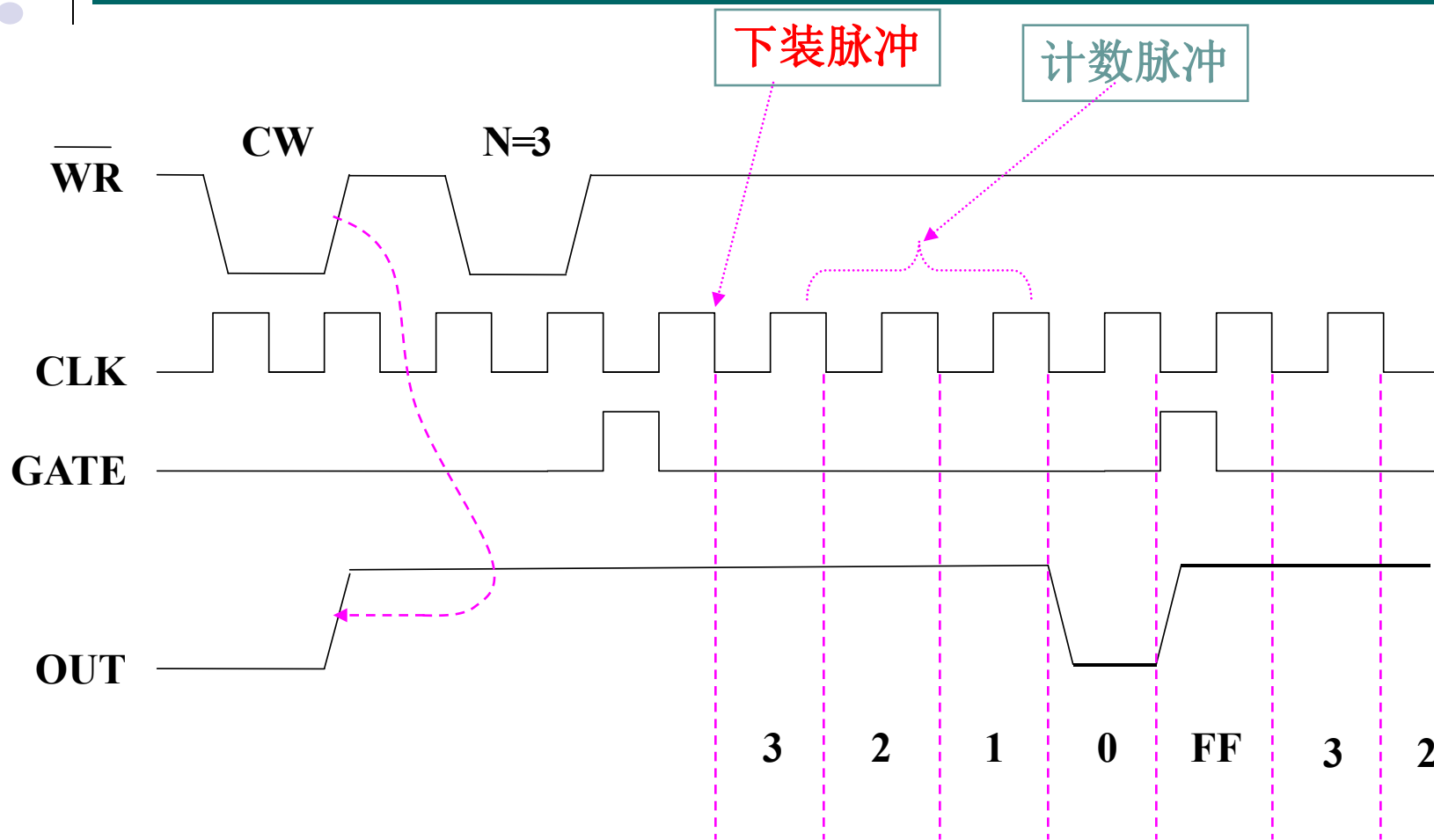
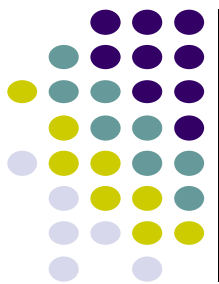
(2) 计数过程中GATE, 计数初值发生变化

A GATE发生变化

又来一次触发时, 则在其下一个时钟脉冲CLK后又从计数初值开始计数, 且不影响OUT状态, 直到计数结束。

B 重新写入计数值

只有当收到GATE的触发信号时, 才按新值计数。



方式5 波形图



8253工作方式比较

工作方式	GATE 门控	计数过程 中GATE 再次有效	计数过程 中改初值	自动重 复计数	OUT波形
0	高电平	继续计数	立即有效	否	产生一个上升沿信号
1	上升沿	重新计数	下次有效	否	一个指定宽度的负脉冲
2	高电平	重新计数	下次有效	是	连续的占空比可变脉冲
3	高电平	重新计数	下半周期 有效	是	连续的方波
4	高电平	继续计数	立即有效	否	一个CLK宽度负脉冲
5	上升沿	重新计数	下次有效	否	一个CLK宽度负脉冲





工作方式总结（1）

从输出端看：计数器模式和定时器模式

- 计数器模式
模式0、1、4、5，门控GATE控制下减1计数，结束后输出一个信号
- 定时器模式
模式2、3，门控GATE控制下减1计数，输出端不间断的产生时钟周期整数倍的定时间隔

工作方式总结（2）

● 计数值N与输出波形的关系

方式	N与输出波形	改变计数值
0	写入N值，经N+1个脉冲，输出变高	下一个T有效
1	单稳态脉冲的宽度为N个T	外部触发有效
2	每N个T脉冲输出一个T脉冲	计数到1有效
3	前一半高电平，后一半为低电平	计数到1有效
4	写入N后经N+1个T，输出宽度为1个T	下一个T有效
5	门控触发经N+1个T，输出宽度为1个T	外部触发有效

工作方式总结（3）

● 门控信号GATE的作用

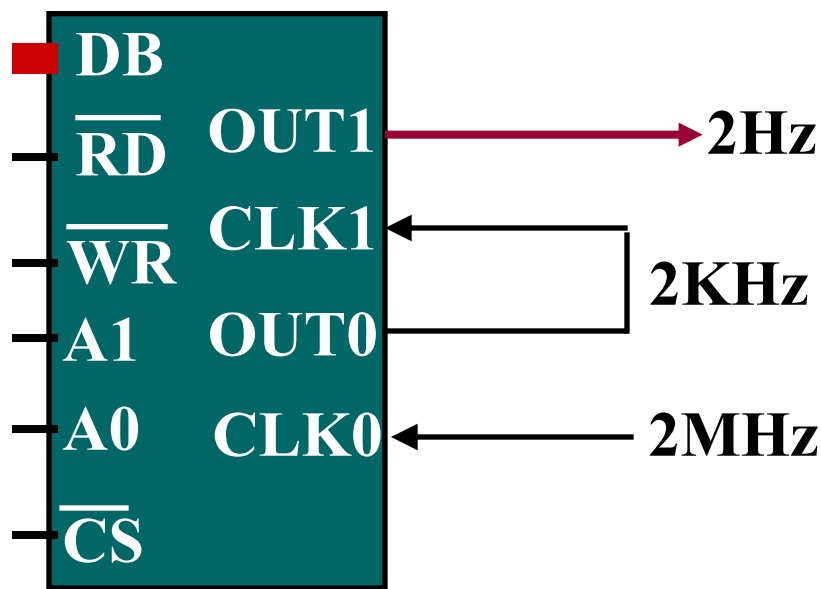
方式	GATE		
	低电平或变低电平	上升沿	高电平
0	禁止计数	——	允许计数
1	——	启动计数，下一个CLK脉冲使输出为低	——
2	禁止计数，立即使输出为高	重新装入计数值，启动计数	允许计数
3	禁止计数，立即使输出为高	重新装入计数值，启动计数	允许计数
4	禁止计数	——	允许计数
5	——	启动计数	——

输出频率与计数初值的确定

做频率信号发生器使用时，计数初值、输入脉冲的频率、所需输出脉冲的频率之间有**确定的关系**
8253是16位计数器，计数初值最大值为65536；如果输入脉冲频率与输出脉冲频率之比超过65536，则必须利用的多个通道

假设输入CLK的频率为2MHz，希望产生2Hz的方波

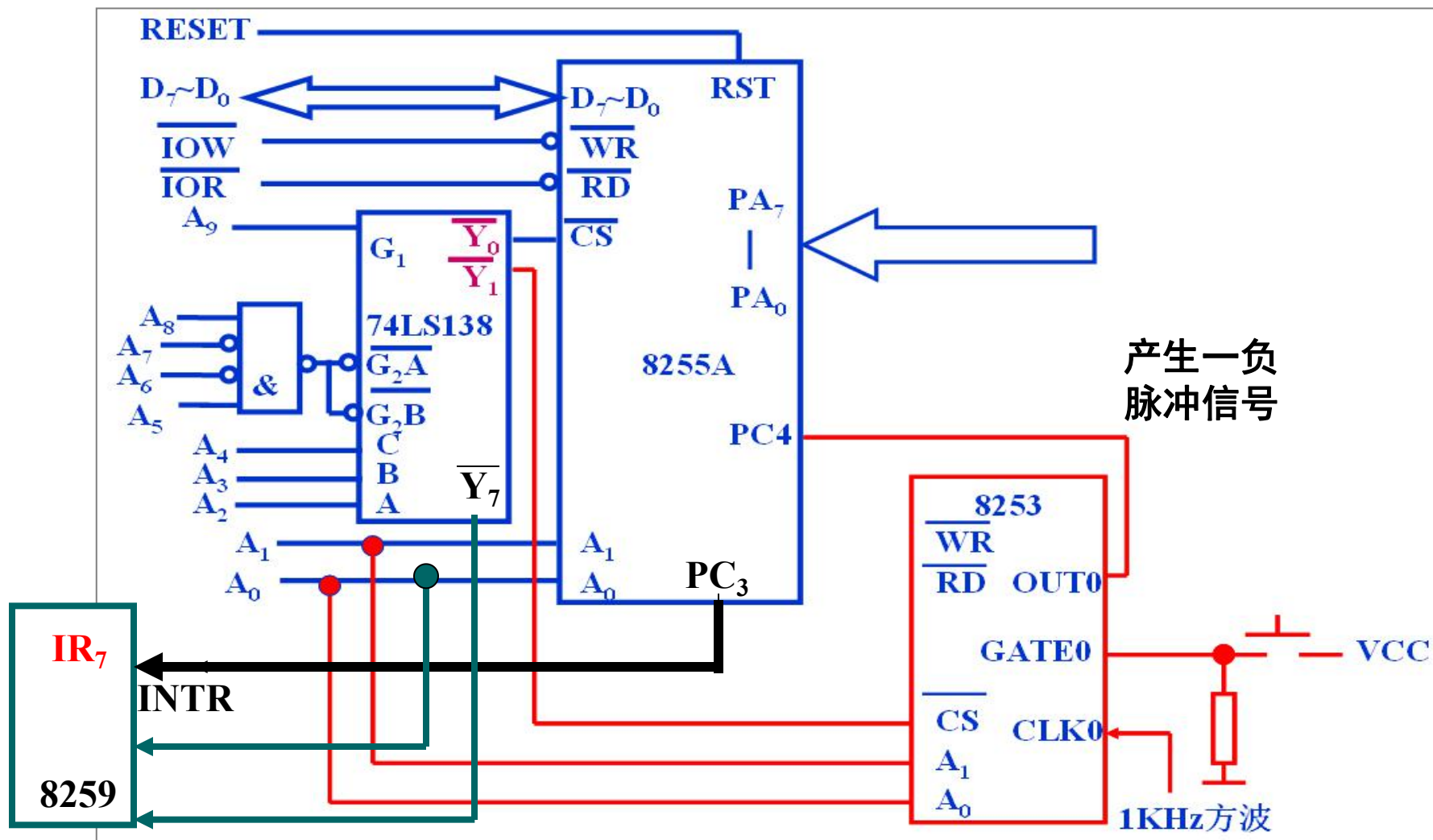
2MHz与2Hz的比值为1000000，超过了一个计数器的计数能力；需要利用8253的两个通道；计数值均为**1000**



$$\text{计数初值} = \frac{\text{输入脉冲频率}}{\text{输出脉冲频率}}$$

$$\text{计数初值} = \frac{\text{输出脉冲周期}}{\text{输入脉冲周期}}$$

应用举例1





应用举例1

- 利用8253芯片对8255并行输入数据的过程进行**延时读取控制**：
即开关**按下后再延时1秒**才能读取数据，而非立即读取
- 设定8255PA口工作在方式1输入，此时PC4为STB_A
- 设定8253用定时通道0，设定为方式5
 - CLK0输入信号为1KHz频率的方波信号；得到计数值为1000
 - GATE0由按钮控制，产生上升沿信号，触发计数开始
 - OUT0输出由按钮控制的选通信号送8255的PC4





应用举例1

- 8255初始化:
- **MOV AL, 0B0H**
- **MOV DX, 323H**
- **OUT DX, AL**
- **MOV AL, 09H**
- **OUT DX, AL**

8253初始化:

MOV AL, 3BH

MOV DX, 327H

OUT DX, AL

MOV AX, 1000H

MOV DX, 324H

OUT DX, AL

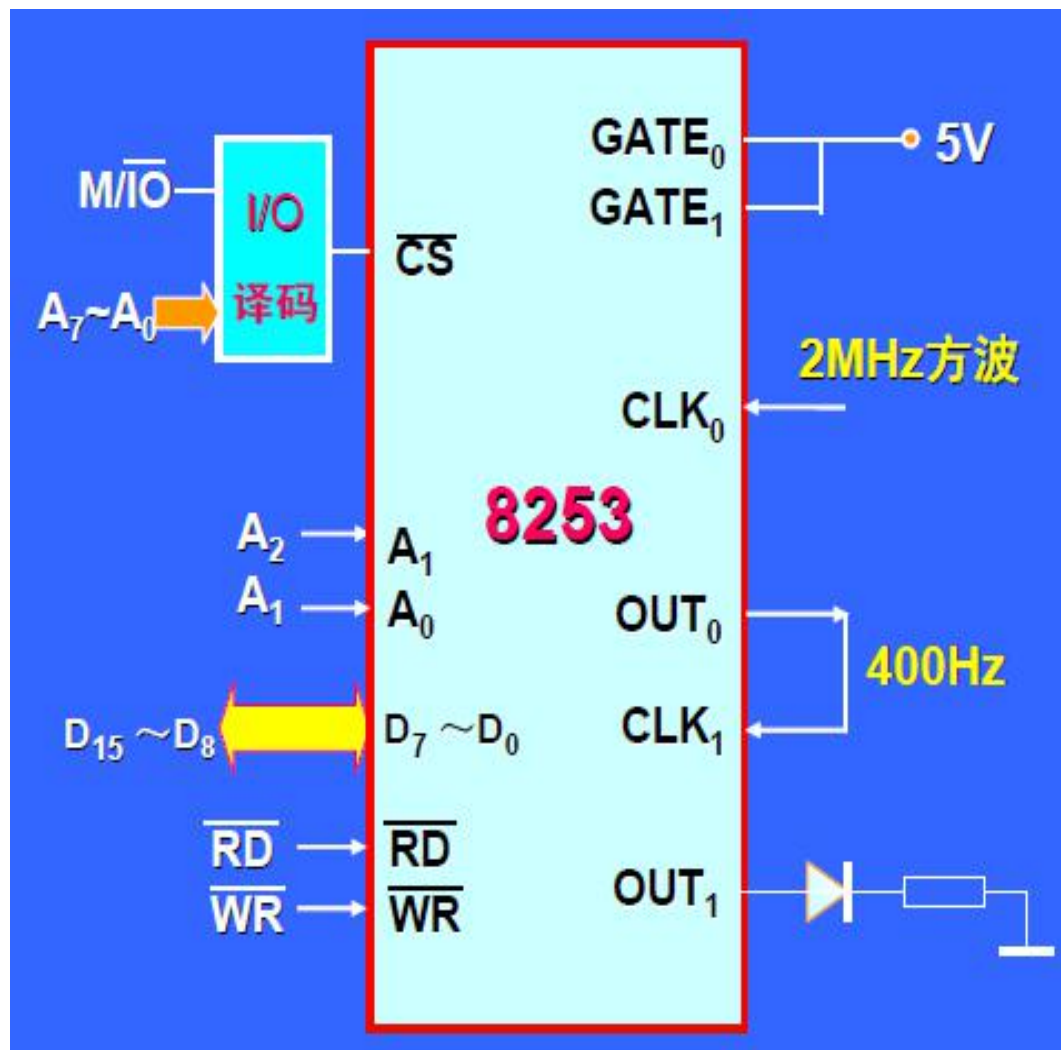
MOV AL, AH

OUT DX, AL



应用举例

控制LED的点亮或熄灭
用8253来控制一个LED
发光二极管的点亮和熄
灭，要求点亮10秒钟后
再让它熄灭10秒钟；
并反复重复上述过程





应用举例

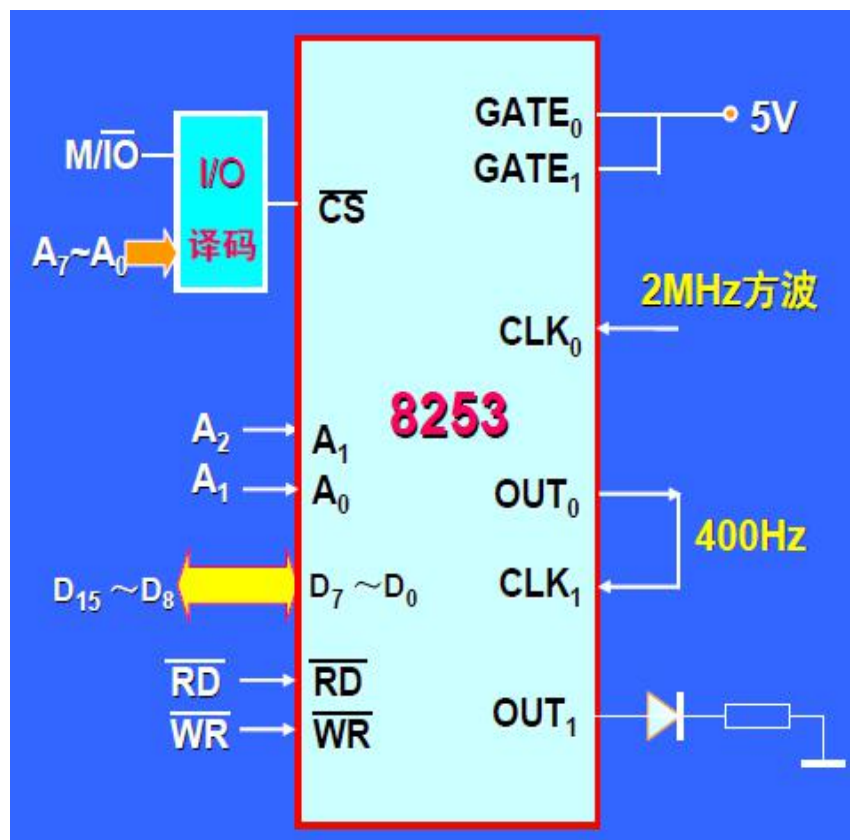
- 假设这是一个8086系统,8253的各端口地址为81H、83H、85H和87H;8253的8根数据线D₇~D₀与CPU的高8位数据线D₁₅~D₈相连
- 通道1的OUT₁与LED相连, 当它输出高电平时LED点亮
- 需要对8253编程, 使OUT₁输出周期为20秒, 占空比为1:1的方波, 使LED交替地点亮和熄灭10秒钟
- 若将频率为2MHz(周期为0.5μs)的时钟直接加到CLK₁端, 则OUT₁输出的脉冲周期最大只有32.768ms, 达不到20秒的要求
- 为此, 需用两个通道级连的方案来解决问题

$$65536 * 0.5 * 10^{-6} = 32768 * 10^{-6} = 32.768\text{ms}$$



应用举例

将频率为2MHz的时钟信号；
加在CLK0输入端，计数值设置为5000，
工作于方式2，则从OUT0端可得到序列
负脉冲，其频率为 $2\text{MHz}/5000=400\text{Hz}$ ，
周期为2.5ms
再把该信号连到CLK1输入端，并使通道
1工作于方式3
为了使OUT1输出周期为20秒(频率为 $1/20$
 $=0.05\text{Hz}$)的方波，应设置计数值为：
 $400\text{Hz}/0.05\text{Hz}=8000$

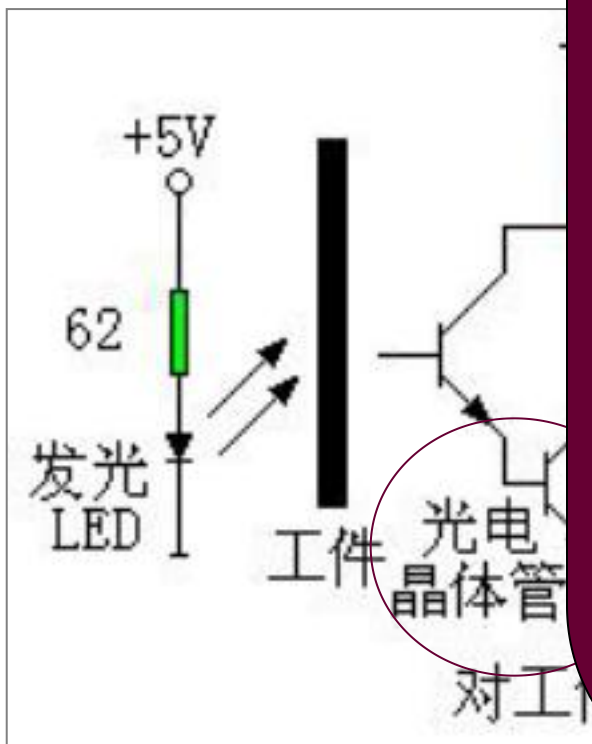


应用举例-初始化程序

- | | |
|----------------------------|------------------|
| ● MOV AL, 00110101B | ； 通道0控制字，先读写低字节 |
| ● | ； 后高字节，方式2，BCD计数 |
| ● OUT 87H, AL | ； 写入方式字 |
| ● MOV AL, 00 | ； 低字节 |
| ● OUT 81H, AL | ； 先写入低字节 |
| ● MOV AL, 50 | ； 高字节 |
| ● OUT 81H, AL | ； 后写入高字节 |
| <hr/> | |
| ● MOV AL, 01110111B | ； 通道1控制字，先读写低字节 |
| ● | ； 后高字节，方式3，BCD计数 |
| ● OUT 87H, AL | ； 写入方式字 |
| ● MOV AL, 00 | ； 低字节 |
| ● OUT 83H, AL | ； 先写入低字节 |
| ● MOV AL, 80 | ； 高字节 |
| ● OUT 83H, AL | ； 后写入高字节 |

应用举例

- 假设一个自动化工厂产品的数量，可采用8253自动计数的系统



工作过程如下：当LED发光管与光电管之间无工件通过时，LED发出的光能照到光电管上，使光电晶体管导通，集电极变为低电平。此信号经施密特触发器驱动整形后，送到8253的CLK1，使8253的CLK1输入端也变成低电平


当LED与光电管之间有工件通过时，LED发出的光被它挡住，照不到光电管上，使光电管截止，其集电极输出高电平，从而使CLK1端也变成高电平

待工件通过后，CLK1端又回到低电平，完成一个工件的计数

计满设定的工件数量，输出一个中断请求
中断服务程序执行完成后，返回主程序时，
需要把计数初值再次写入计数器1



应用举例-初始化编程

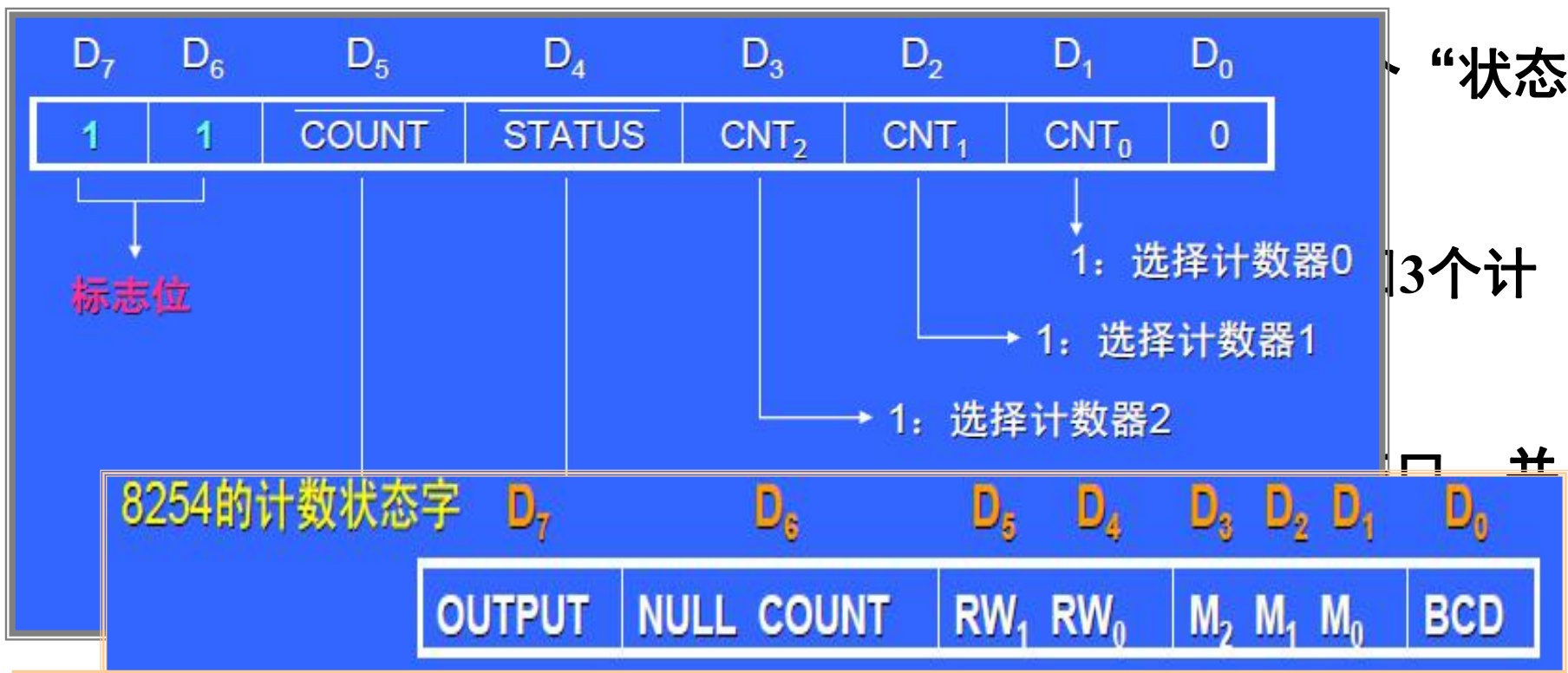
- 假设8253的4个端口地址分别为F0H, F2H. F4H
 - 假设采用二进制方式计数，则初始化程序为：
 - `MOV AL, 01110000B` ; 控制字
 - `OUT 0F6H, AL`
 - `MOV AX, 500`
 - `OUT 0F2H, AL` ; 计数值低字节送计数器1
 - `MOV AL, AH`
 - `OUT 0F2H, AL` ; 计数值高字节送计数器1
- 

应用举例-读取当前计数值

(考试时
会被挖掉)

- `MOV AL, 01000000B` ; 锁存计数器1命令
- `OUT 0F6H, AL` ; 发锁存命令
- `IN AL, 0F2H` ; 读取计数器1的低8位
- `MOV AH, AL` ; 保存低8位数
- `IN AL, 0F2H` ; 读取计数器1的高8位
- `XCHG AH, AL` (考试时
会被挖掉); 将计数值置于AX中

8254与“读回”功能



D₇位: 通道OUT输出引脚状态--D₇=1表示当前输出为高电平; D₇=0相反

D₆位: 计数是否有效--D₆为0时表示计数初值已写入, 计数有效, 可以读取
D₆为1则相反

D₅--D₀低6位与8253控制字意义相同



8254的读回问题

- 向8254写入“**方式控制字**”，锁存某计数通道的计数值，并读回该通道的计数值
 - 向8254写入“**读回控制字**”，指定计数通道的锁存状态和计数信息：
 - 若只读回状态信息，则对相应计数通道进行一次IN操作
 - 若只读回计数信息，则对相应计数通道进行1或2次IN操作（分别读回低8位和高8位的计数值）
 - 若既读回状态信息又读回计数信息，则对相应计数通道进行2或3次IN操作（先后读回：状态信息、低8位计数值和高8位计数值）
- 