

# 第五章 半导体存储电路（二）

——王文俊

山西农业大学

# 十一、寄存器

## • 1、寄存器的概念

### 作用

- 用于寄存一组二值代码

### 构成

- $N$ 位寄存器由 $N$ 个触发器组成，可存放一组 $N$ 位二值代码

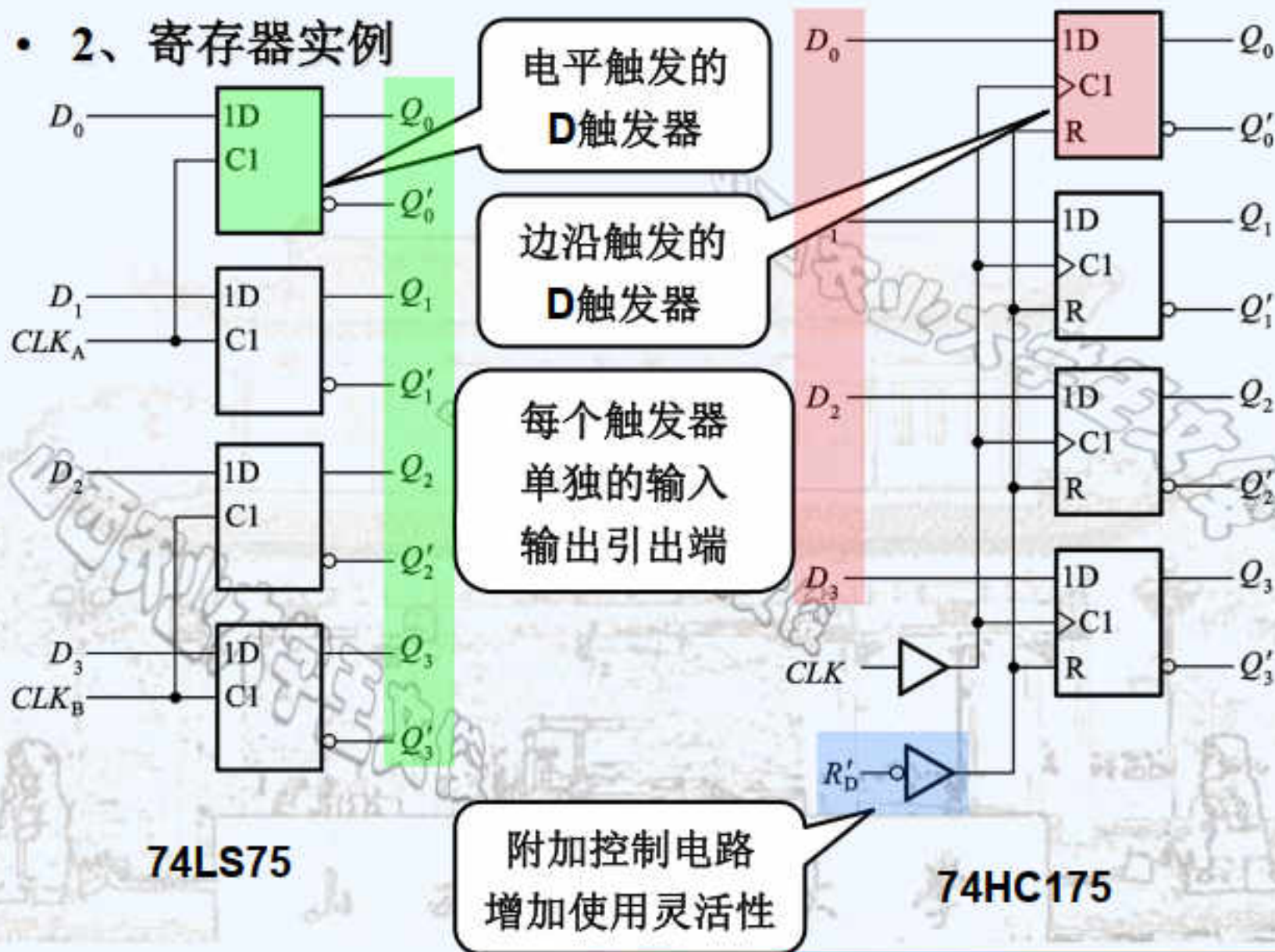
### 触发器

- 触发器只要求具有置1、置0功能，因此各种触发方式均可。
- 每个触发器的输入和输出都有引出端，可以直接和周围电路连接，快速的进行数据交换。

### 应用

- 寄存器被广泛应用于数字计算机及各种复杂数字系统中。

## 2、寄存器实例





## 十二、存储器

### • 1、存储器的基本概念

#### 作用

- 用于存储大量二值信息（或数据）

#### 关键指标

- 存储容量、存取速度

#### 访问方式

- 由于存储单元数目庞大，器件引脚数目有限，因此需要对每个存储单元编一个地址。
- 通过输入端的地址译码器，实现对应地址存储单元的访问。

#### 应用

- 计算机及各种复杂数字系统中需要大量数据存储的地方。

## • 2、存储器根据存/取功能分类

随机存储器 RAM  
( **R**andom - **A**ccess  
**M**emory )

- 正常工作状态下，可随时快速的向存储器里写入数据或从中读出数据。
- 断电后数据丢失，不宜长期保存数据。

只读存储器 ROM  
( **R**ead - **O**nly  
**M**emory )

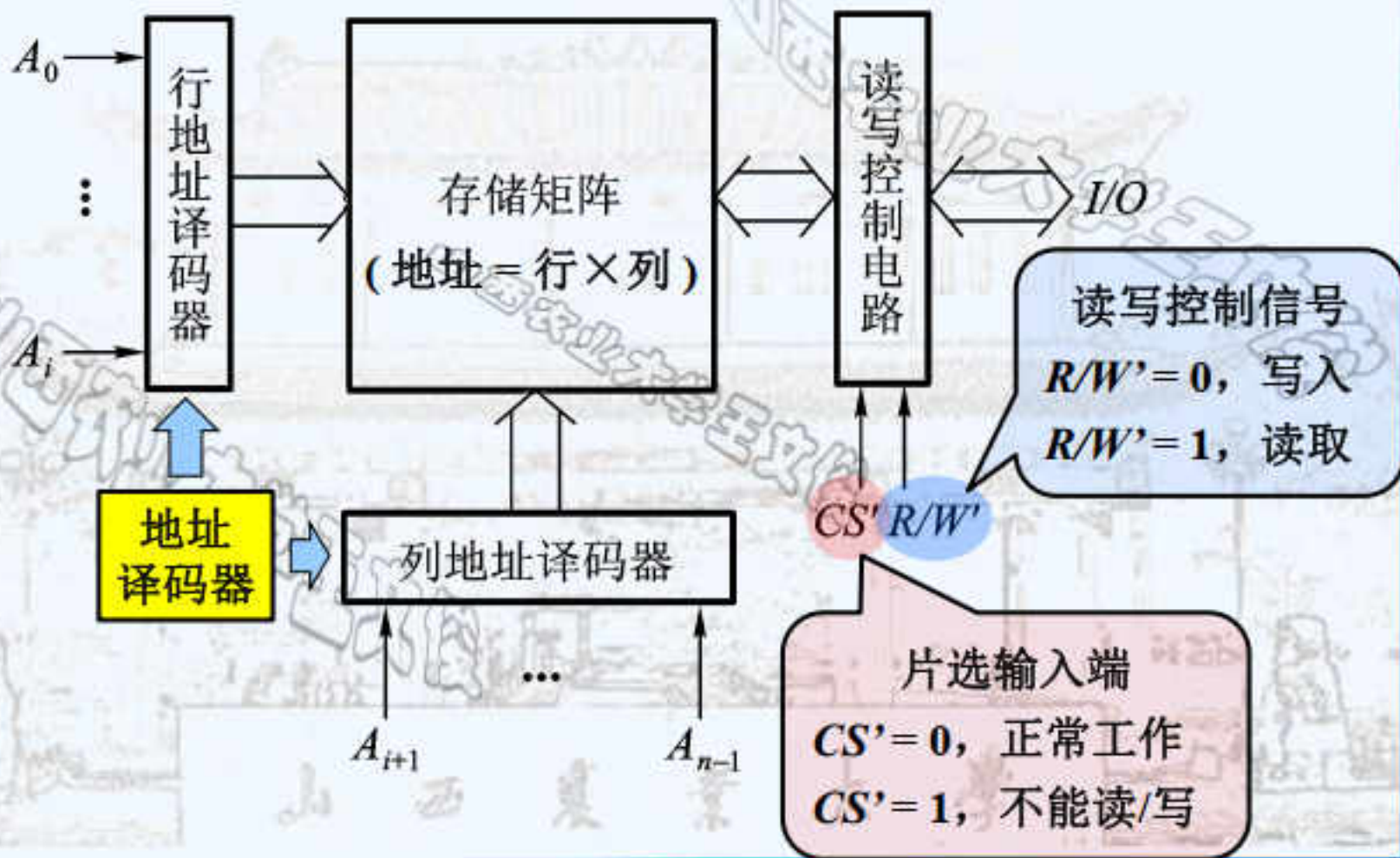
- 正常工作状态下，只能从中读取数据，不能快速的随机修改或重新写入数据。
- 电路结构简单，断电后数据不会丢失，适用于存储固定数据的场合。

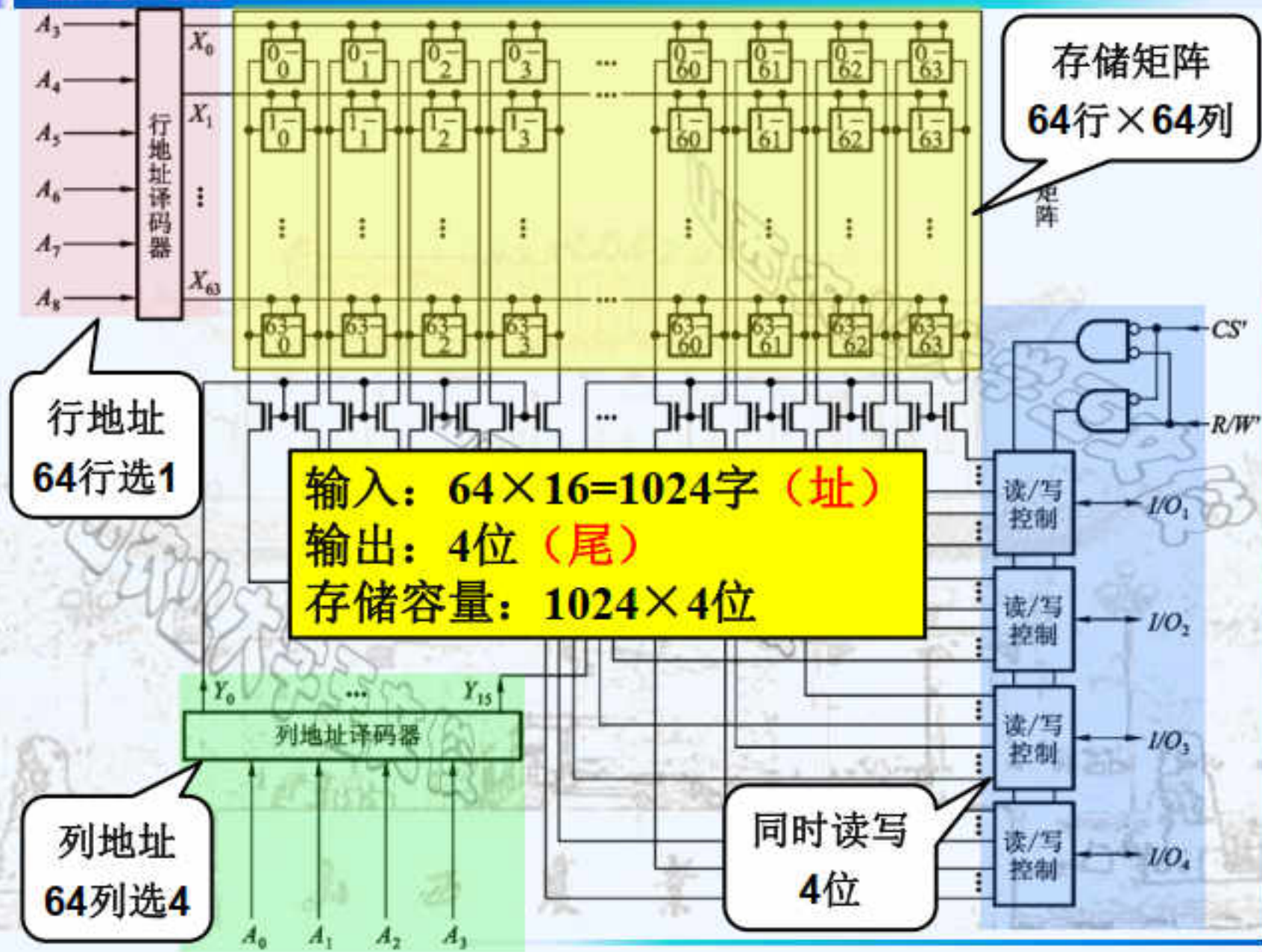




# 十三、随机存储器 (RAM)

## 1、静态随机存储器 (SRAM) 的电路结构

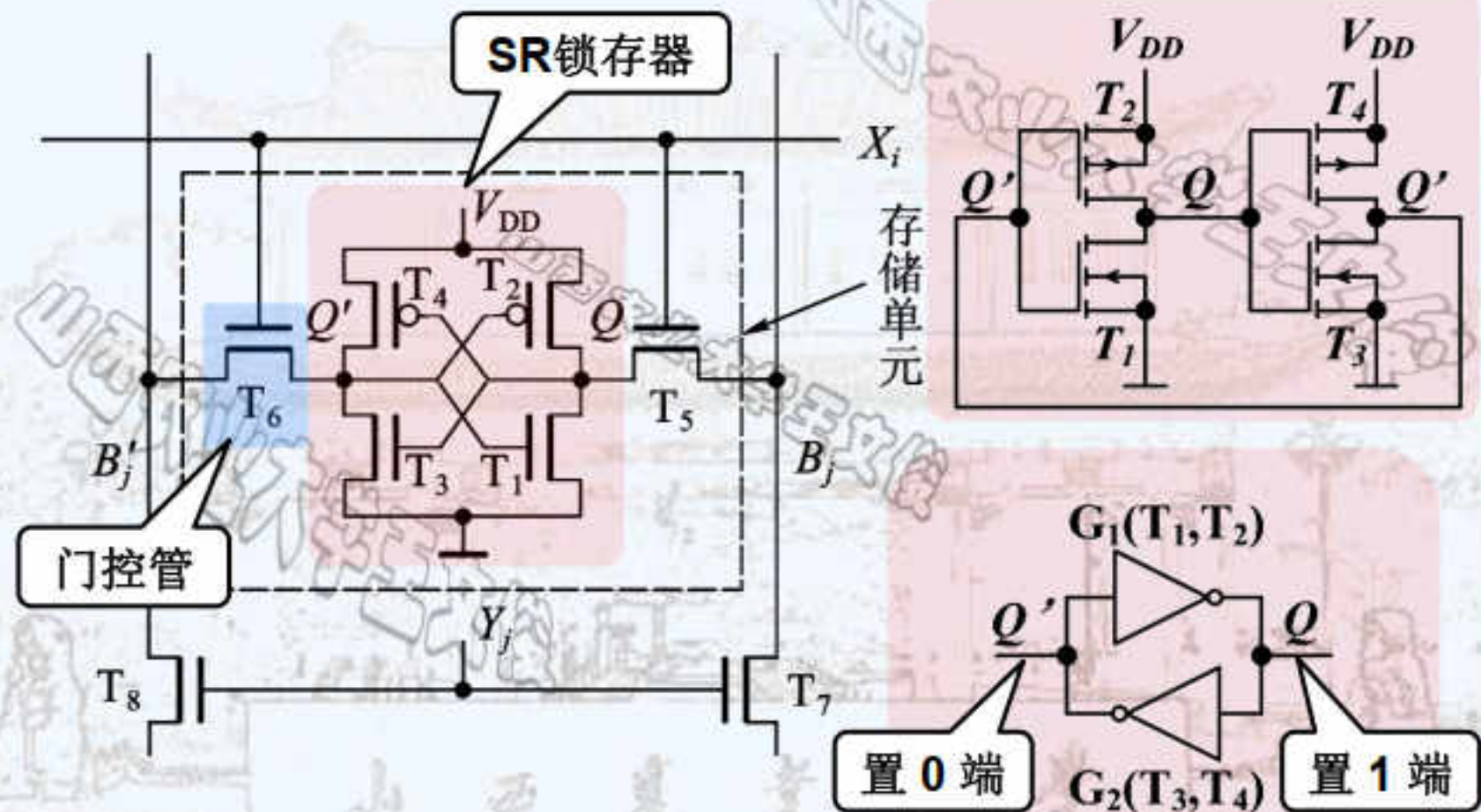


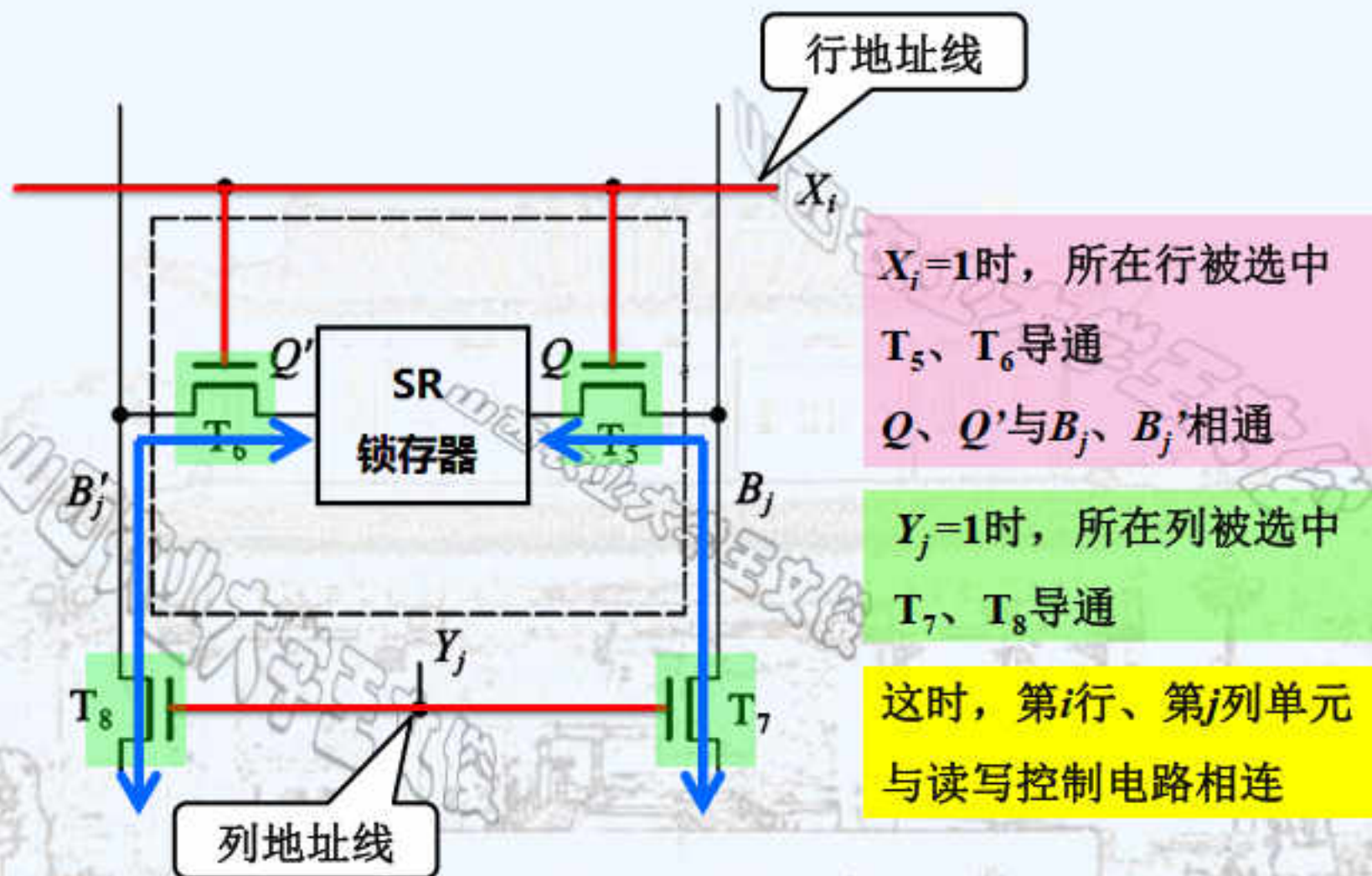




## • 2、SRAM的静态存储单元

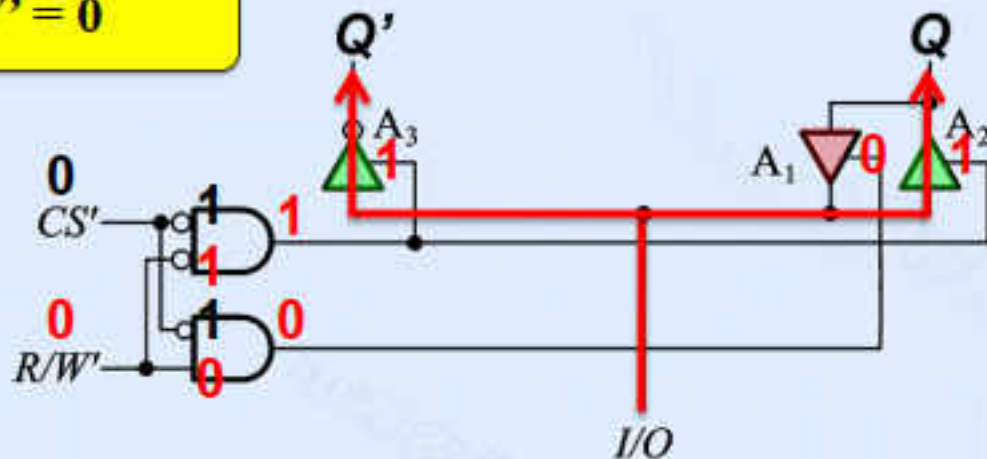
SRAM静态存储单元是在SR锁存器的基础上，附加门控管构成。





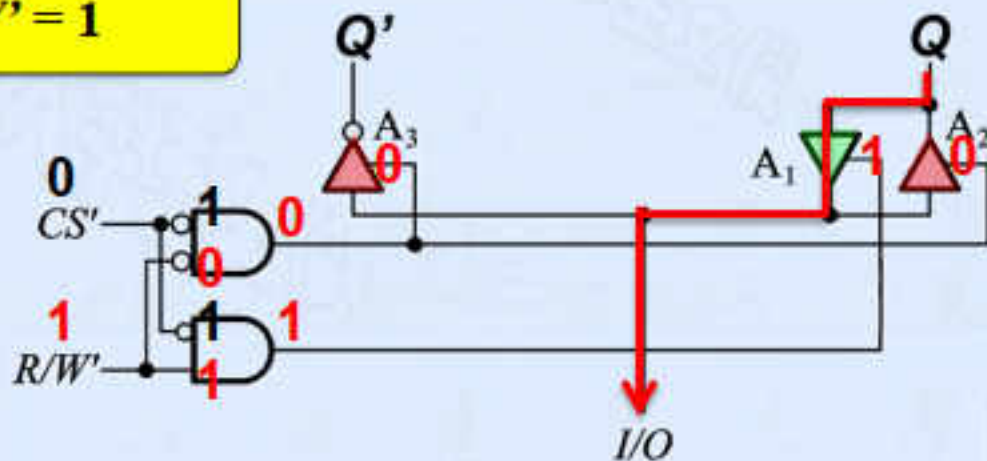
### 3、SRAM读写控制电路

$R/W' = 0$



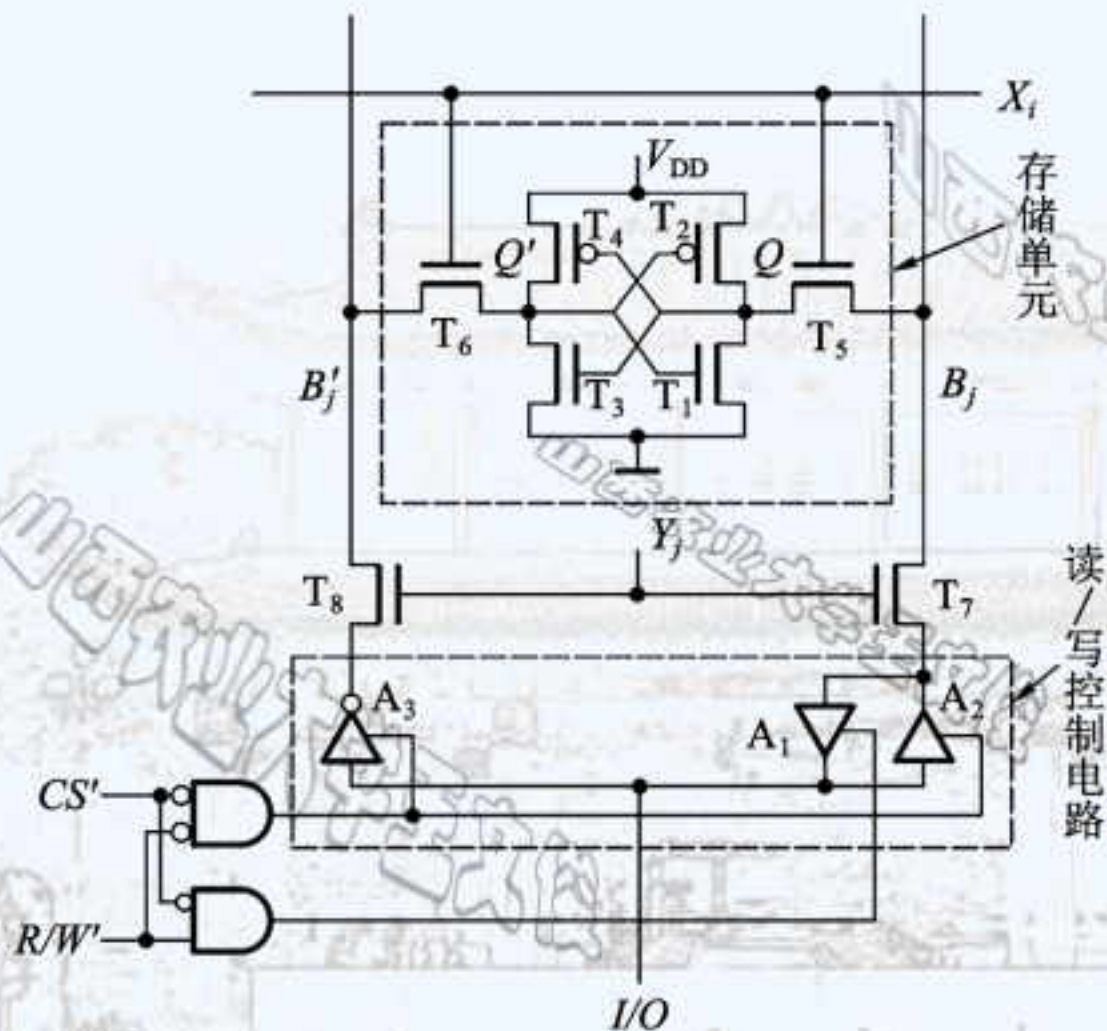
写入数据

$R/W' = 1$



读取数据



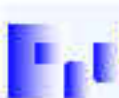


### CMOS工艺

- 功耗很低
- 低电压保存数据

### 双极型工艺

- 功耗很大
- 除超高速系统外应用较少



## • 4、动态随机存储器（DRAM）

### 原理

- 动态存储单元利用**MOS电容**可存储电荷的原理制成。

### 刷新

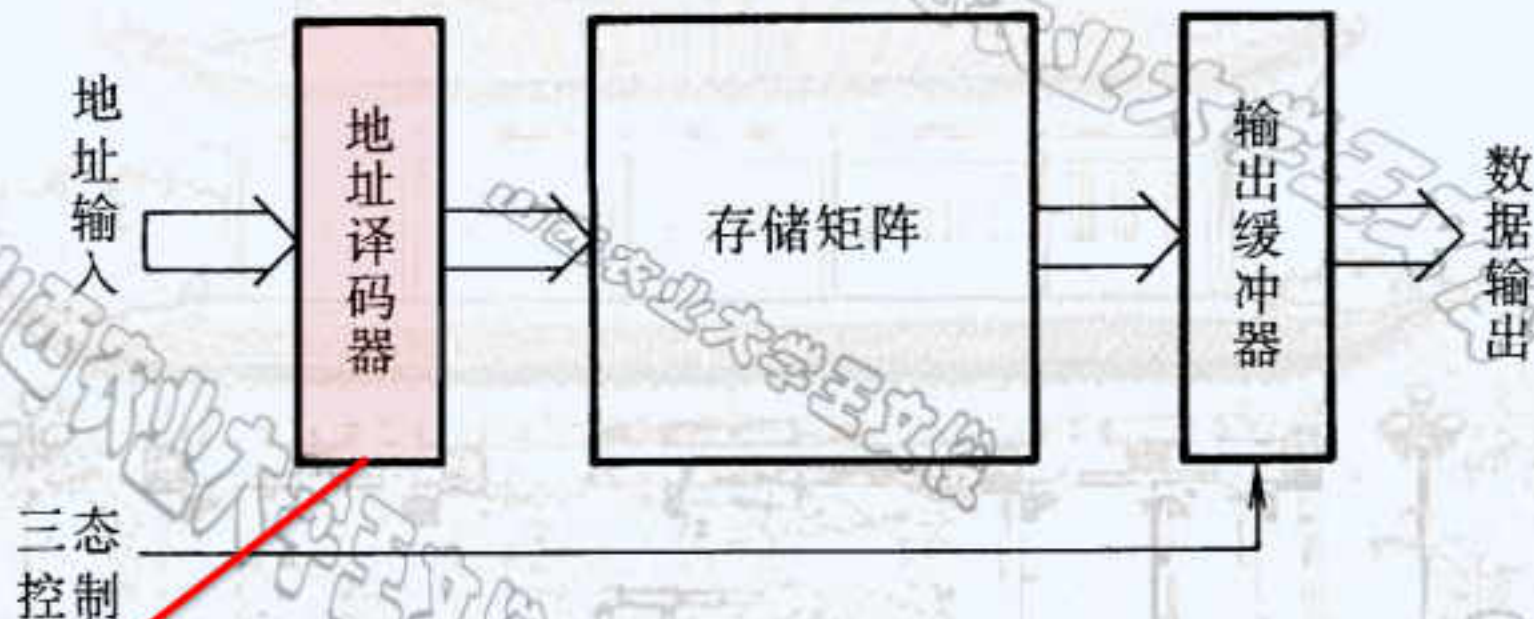
- 电容容量小且漏电，导致电荷保存时间有限。
- 为及时补充漏掉的电荷以避免存储信号丢失，必须定时给电容补充电荷，称为**刷新或再生**。

### 应用

- **DRAM**存储单元结构简单，是大容量**RAM**的主流产品。

## 十四、只读存储器 (ROM)

### • 1、ROM的电路结构



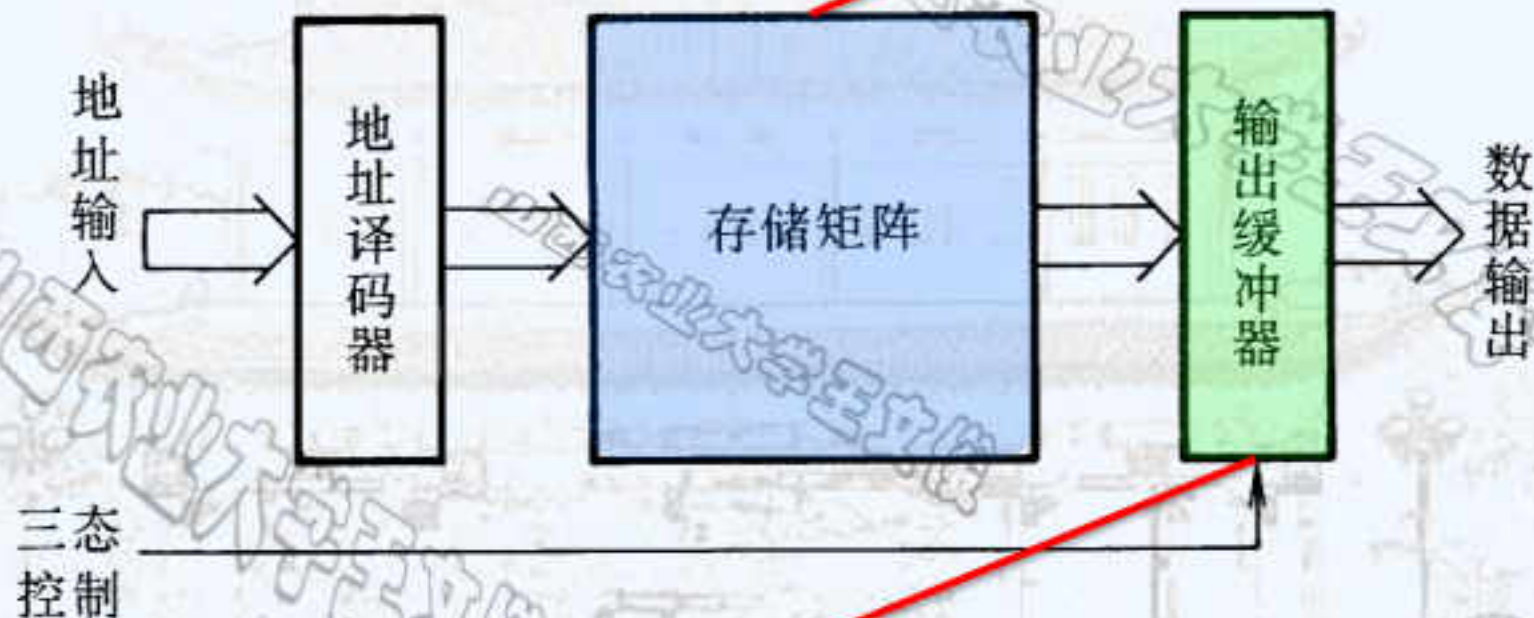
地址译  
码器

- 将输入的地址代码译成相应的控制信号
- 由于采用并行输出，每个输入地址对应一组存储单元



## 存储矩阵

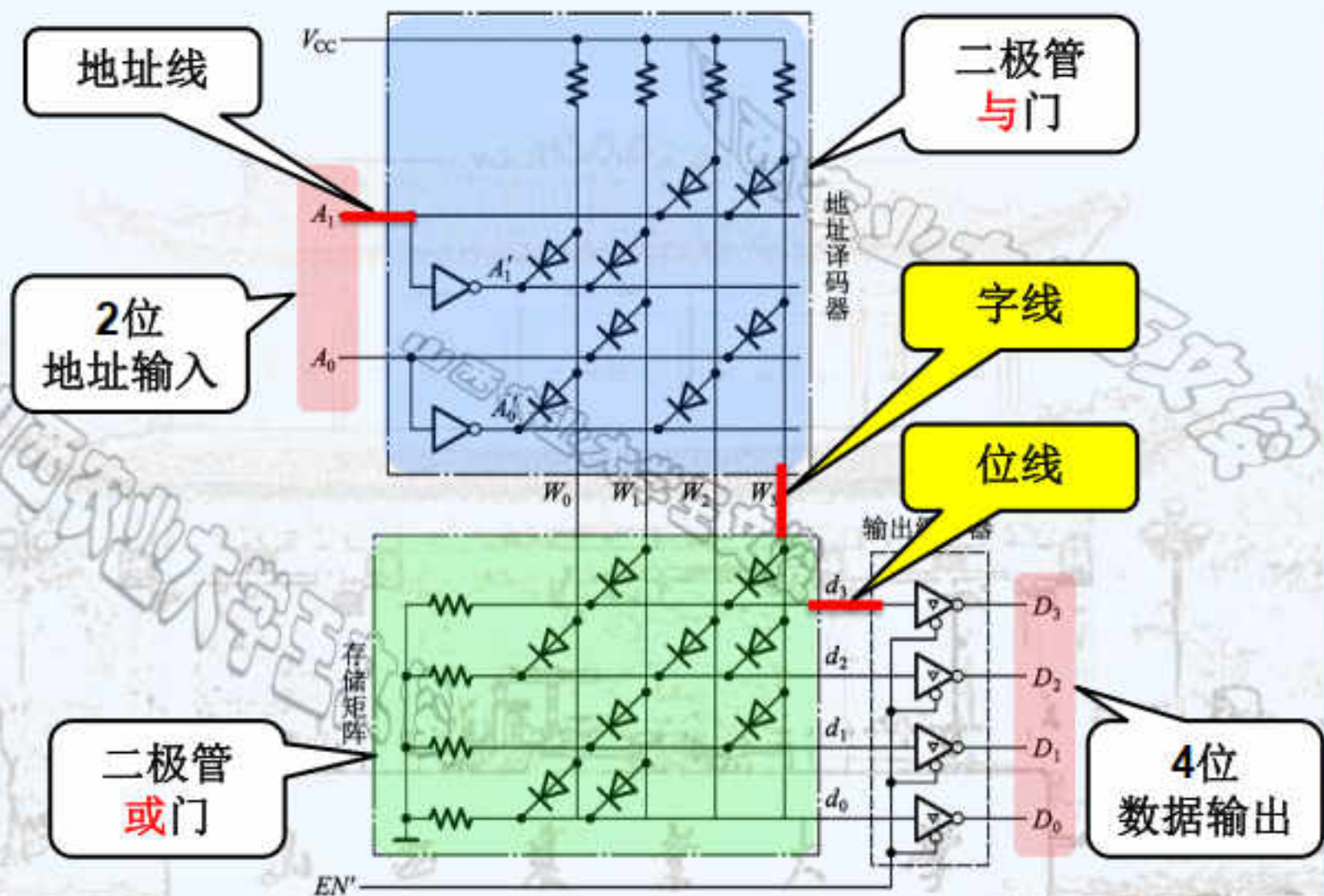
- 存储矩阵由许多存储单元排列而成
- 每个/每组存储单元有一个对应的地址代码
- 存储单元可由二极管、三极管、MOS管构成



## 输出缓冲器

- 提高存储器带负载能力
- 实现对输出状态的三态控制，以便与系统总线连接

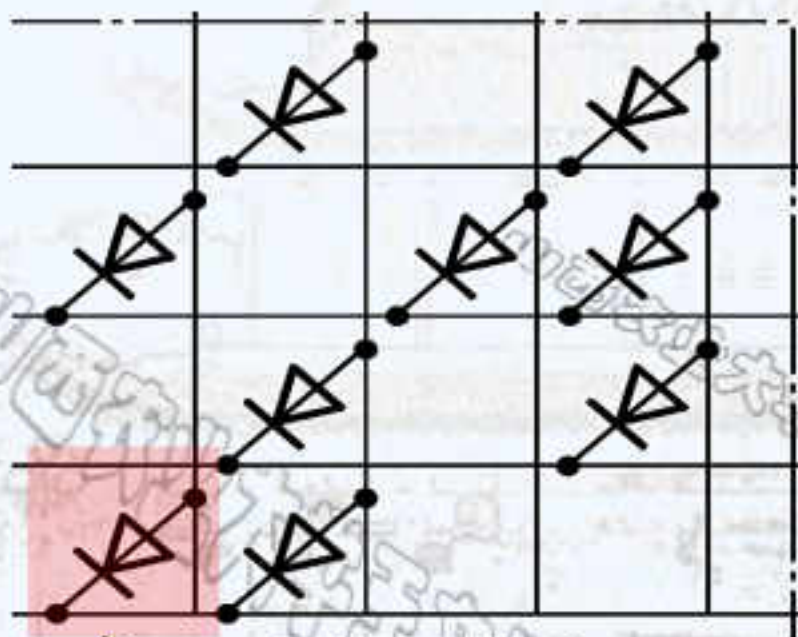
## • 2、二极管ROM的电路结构





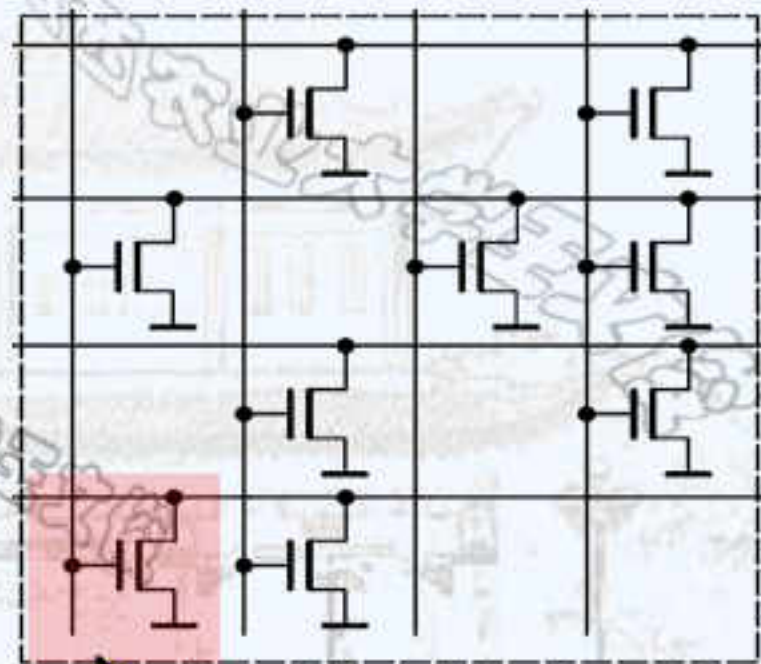
### • 3、MOS管工艺的ROM

译码器、存储矩阵和输出缓冲器全用MOS管构成。



二极管存储矩阵

有二极管，存 1  
无二极管，存 0

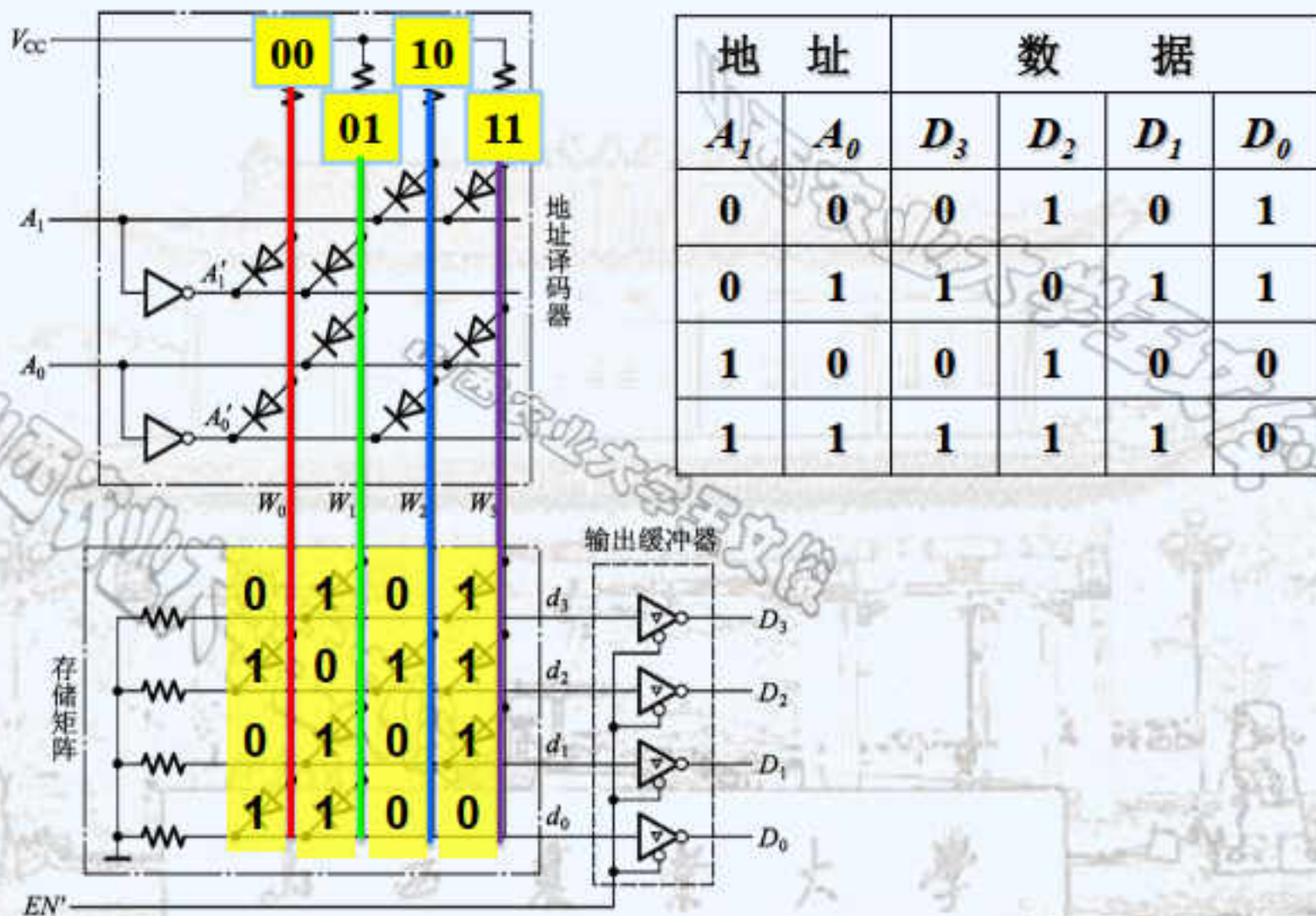


MOS管存储矩阵

有MOS管，存 1  
无MOS管，存 0



# 4、二极管ROM的工作原理



## • 5、ROM的分类

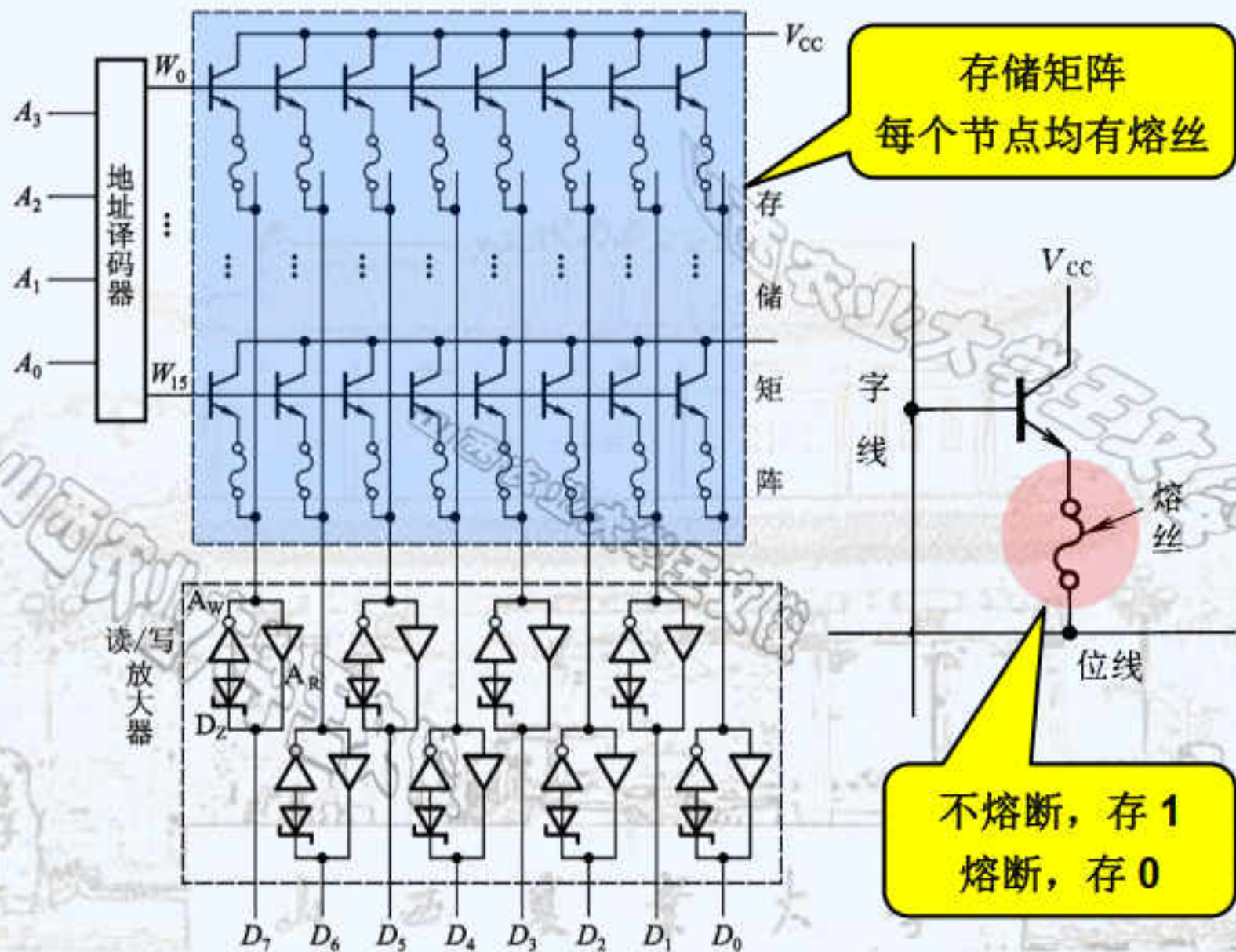
### 掩膜只读存储器 (ROM)

- 存储的数据由制作过程中使用的掩模板决定。
- 掩模板按照用户要求而专门设计。
- 存储数据在制作时已经固定，无法更改。
- **ROM**制作周期长、制作版图成本高，多用于大批量、定型的电子产品。

### 可编程只读存储器 (PROM)

- 总体结构与掩模**ROM**一样，但存储单元不同。
- 熔丝型**PROM**存储单元，熔丝由易熔合金制成。
- 出厂时，每个节点上都有熔丝，相当于全部存储为**1**。
- 编程时，将不用的熔断，相当于置**0**。
- 一经写入，不能修改。

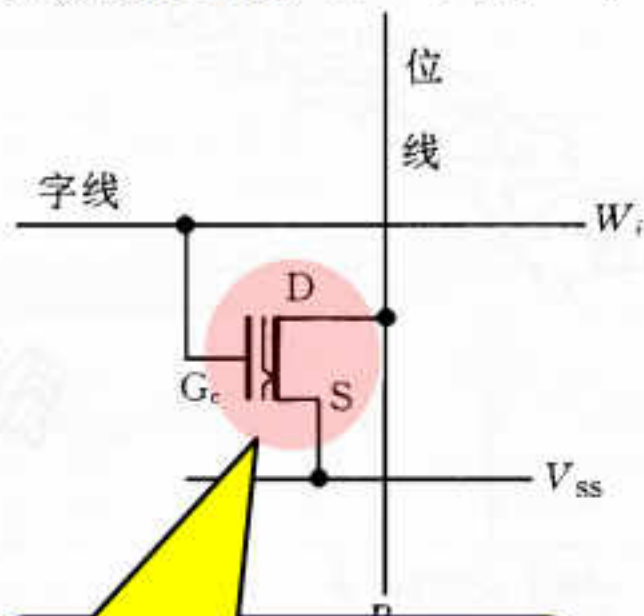
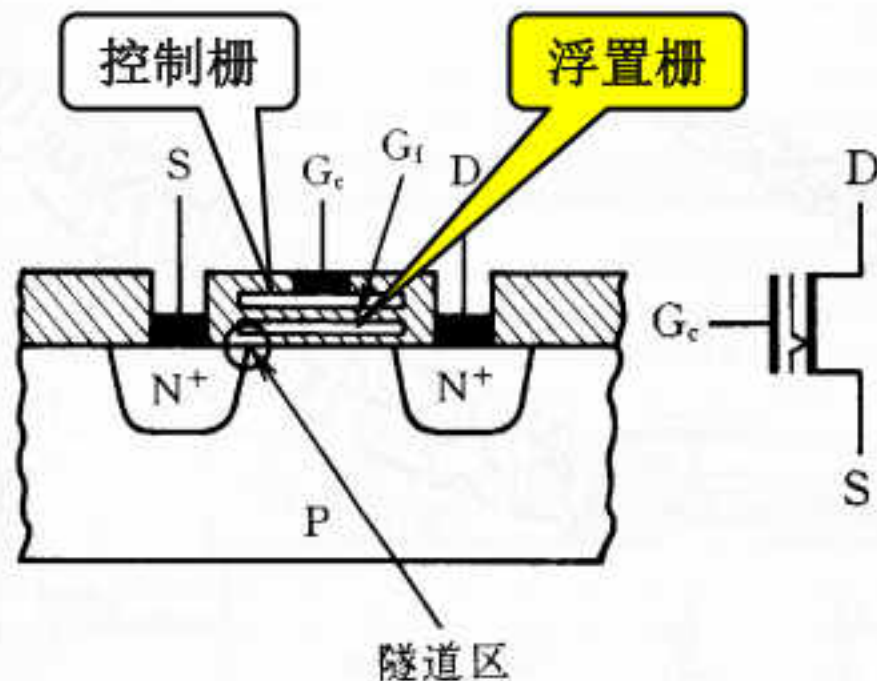






## 用电信号擦除的可编程只读存储器 —— 闪存 (E<sup>2</sup>PROM)

- 最初的可擦除的可编程ROM是用紫外线照射进行擦除的，称为 **EPROM**。后来出现了用电信号擦除的可编程ROM，即“闪存”。
- 闪存的存储单元为浮栅MOS管。



浮置栅充负电荷，存1  
浮置栅不充电荷，存0

## 十五、存储器容量的扩展

### • 1、存储器容量的扩展类型



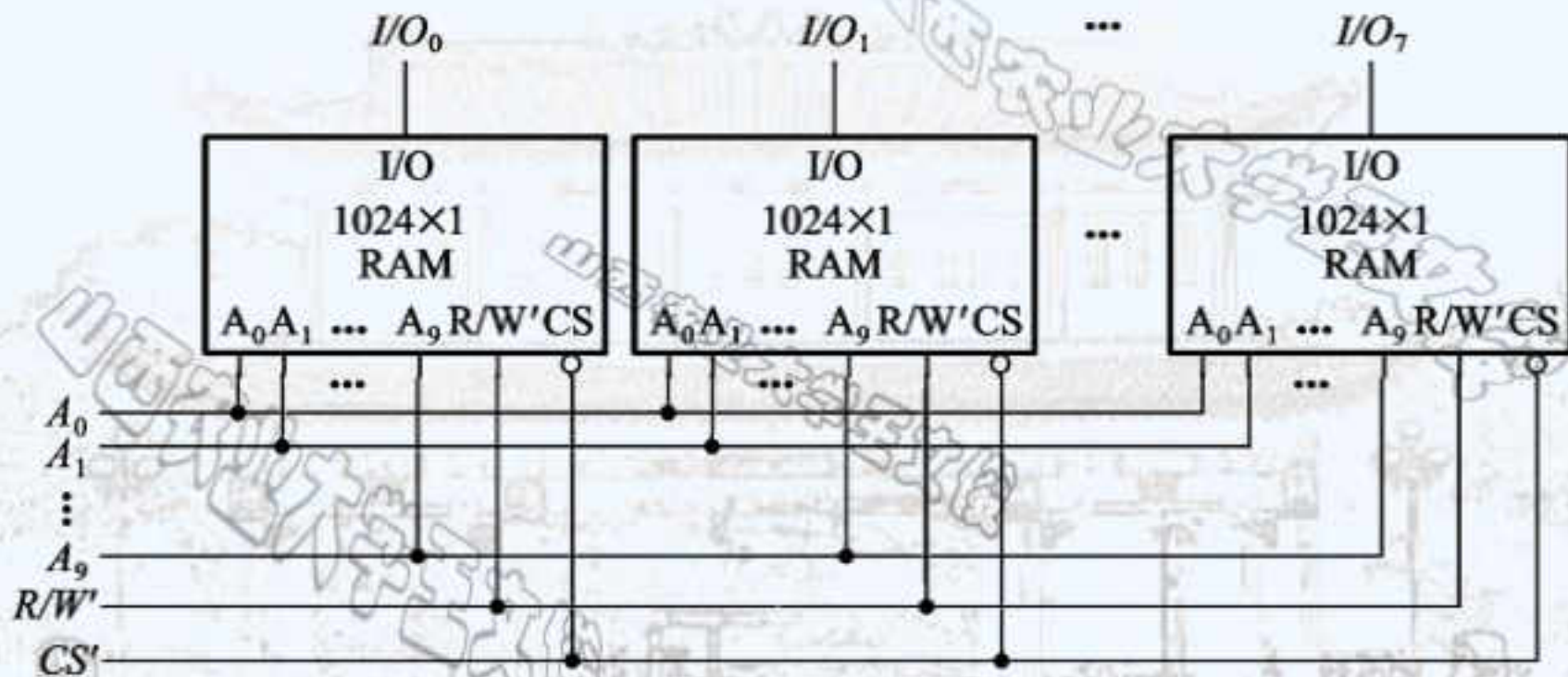
## • 2、位扩展方式

适用：每片**RAM**、**ROM**的字数够用，而位数不够时



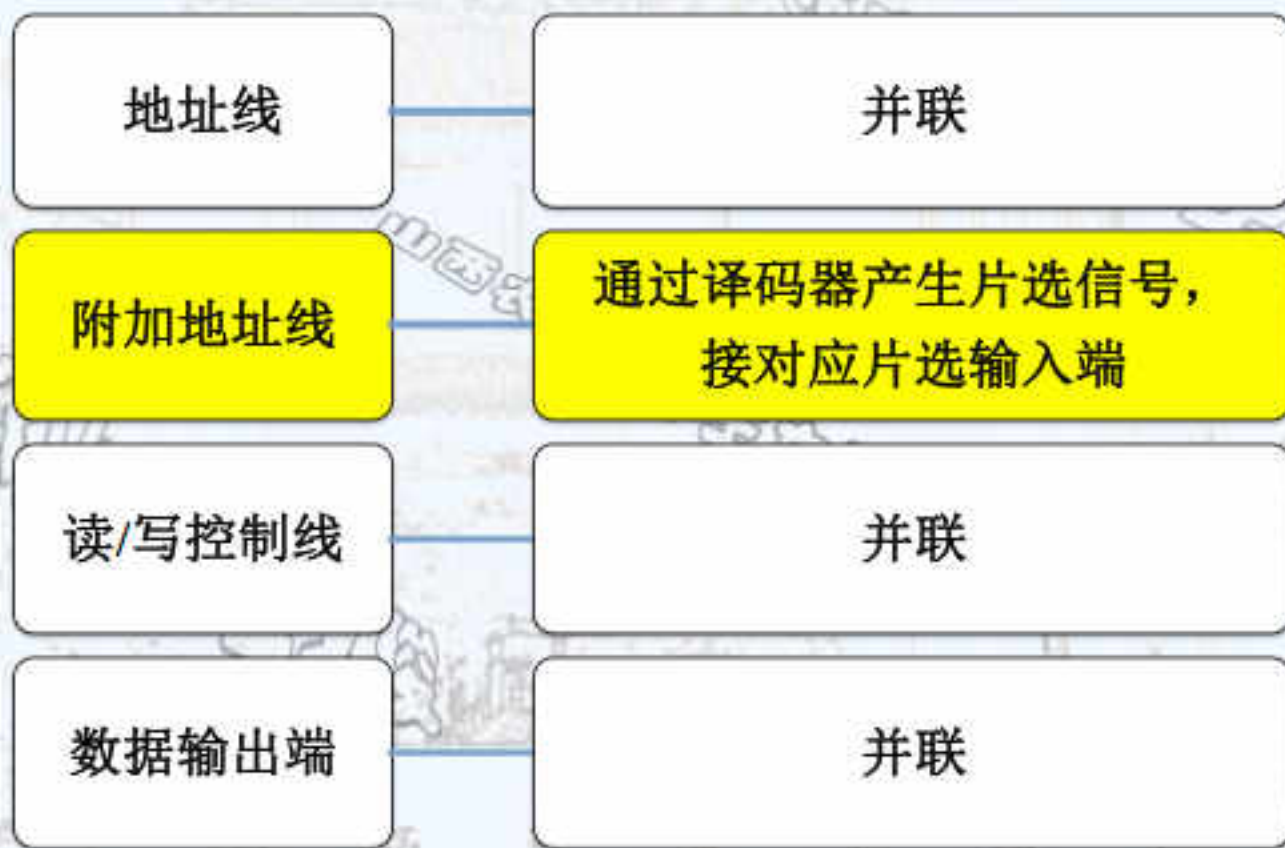


- 例8：用8片 $1024 \times 1$ 位RAM接成一个 $1024 \times 8$ 位RAM

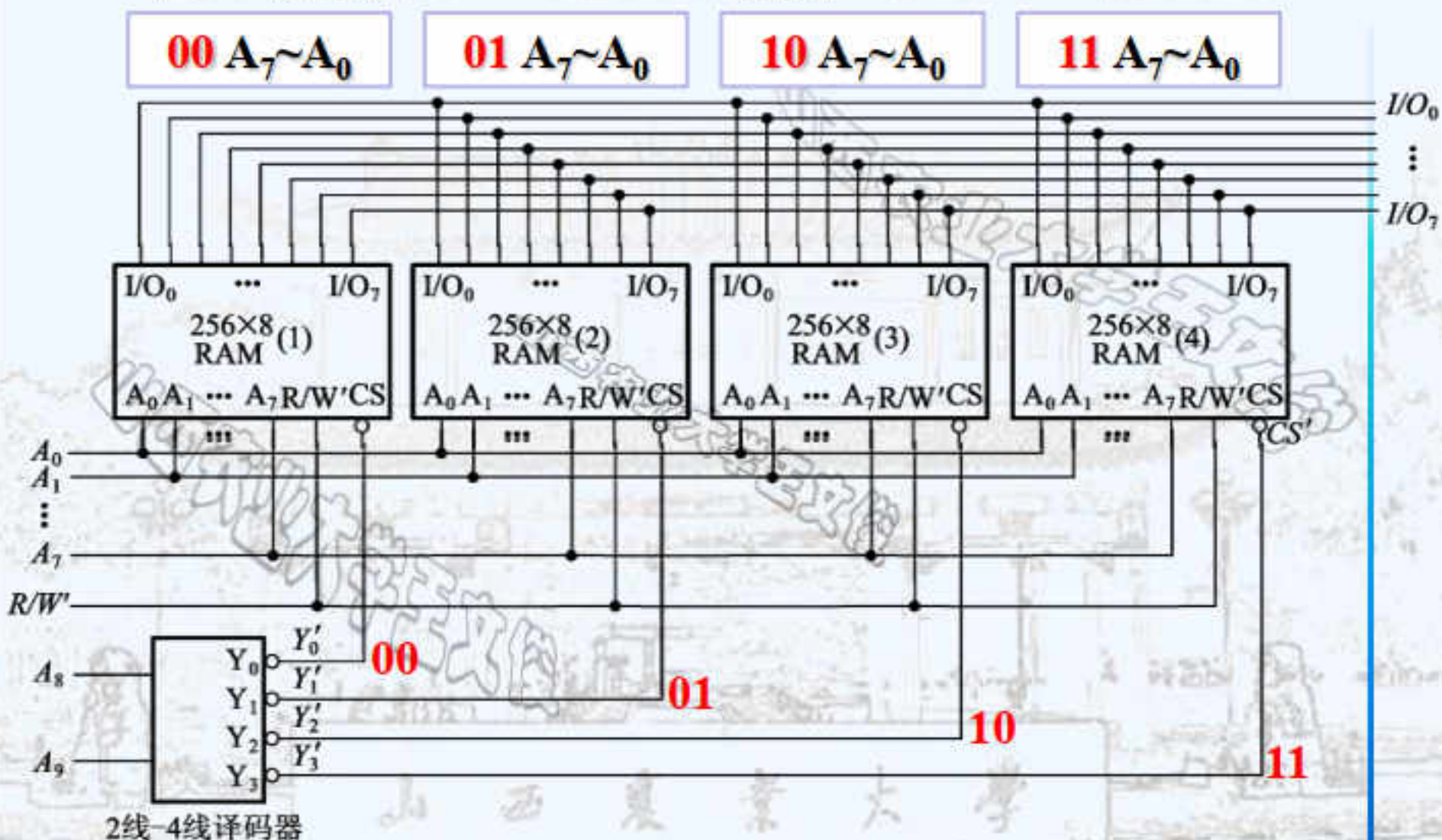


### • 3、字扩展方式

适用：每片**RAM**、**ROM**的位数够用，而字数不够时



- 例9：用四片 $256 \times 8$ 位RAM接成一个 $1024 \times 8$ 位RAM





## 十六、用存储器实现组合逻辑函数

### • 1、设计原理

任何逻辑函数均可表示为**最小项之和**的形式。



任何形式的组合逻辑函数均能通过向ROM中**写入相应数据**来实现。

## • 2、设计步骤

### 逻辑抽象

- 定变量、明含义、列表格（真值表）

### 逻辑函数式

- 写函数

### 逻辑函数的变换

- 将逻辑函数变换为**最小项之和**的形式

### 选器件

- 地址输入端数  $\geq$  输入变量数
- 数据输出端数  $\geq$  输出函数的数目

### 逻辑电路图

- 输入变量接地址输入端，输出端作为函数输出端
- 根据逻辑函数式，在存储矩阵相应位置写入数据



- 例10: 用ROM产生如下的一组多输出逻辑函数

$$\begin{cases} Y_1 = A'BC + A'B'C \\ Y_2 = AB'CD' + BCD' + A'BCD \\ Y_3 = ABCD' + A'BC'D' \\ Y_4 = A'B'CD' + ABCD \end{cases}$$

### 做变换

- 将逻辑函数变换为  
**最小项之和**的形式

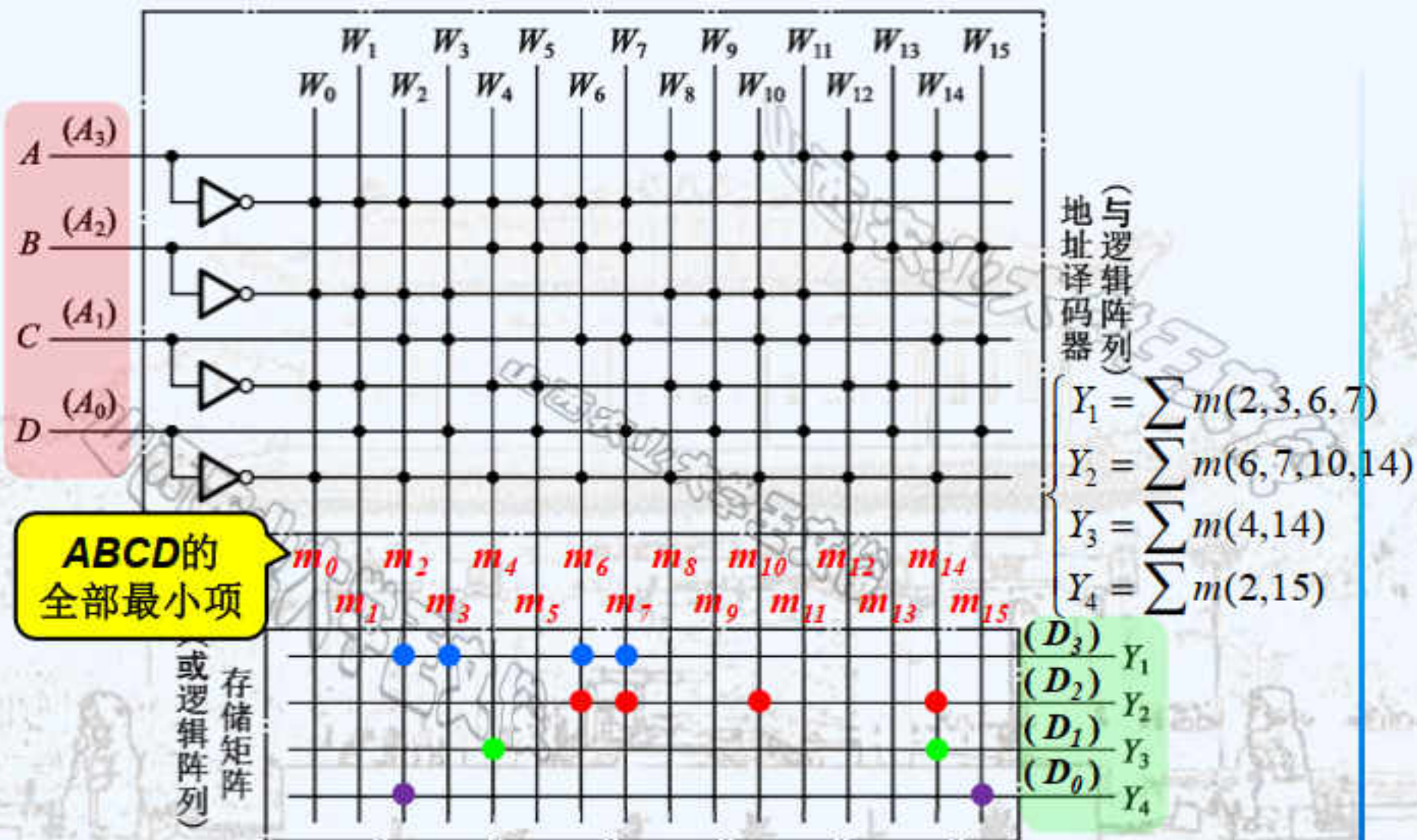
$$\begin{cases} Y_1 = \sum m(2, 3, 6, 7) \\ Y_2 = \sum m(6, 7, 10, 14) \\ Y_3 = \sum m(4, 14) \\ Y_4 = \sum m(2, 15) \end{cases}$$

### 选器件

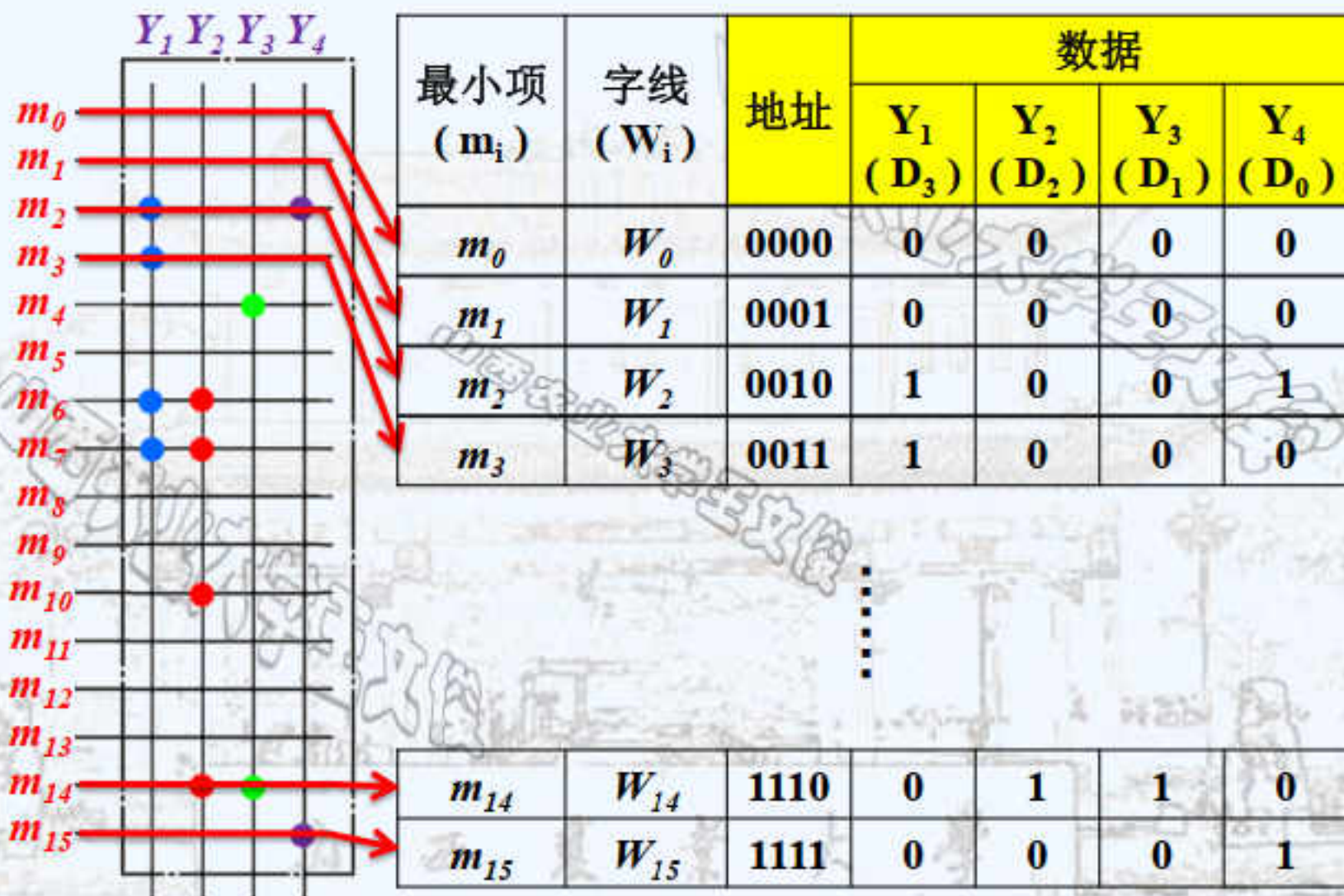
- 地址输入端数  $\geq$  输入变量数
- 数据输出端数  $\geq$  输出函数的数目

输入: 4个地址输入端  
输出: 4个输出端  
器件: 16×4位ROM





# ROM中的数据表





# 习 题

- P250 【题5.4】
- P250 【题5.5】
- P252 【题5.7】
- P252 【题5.9】
- P253 【题5.10】
- P254 【题5.13】
- P255 【题5.18】
- P257 【题5.21】
- P259 【题5.35】
- P260 【题5.36】
- P260 【题5.37】

