

# 第五章 半导体存储电路

## 主要内容：

- 各种半导体存储电路的结构，原理和使用方法。
- 基本存储单元
- 寄存器
- 随机存储器和只读存储器

## 5.5 存储器

### 主要要求:

- 了解存储器的分类及每类存储器的特点及工作原理。
- 掌握存储器的扩展方法。
- 掌握存储器设计组合逻辑电路的方法。

## 分类:

### 1、从存/取功能分:

①只读存储器 (ROM)

(Read-Only-Memory)

②随机读/写 (RAM)

(Random-Access-Memory)

### 2、从工艺上分:

①双极型

②MOS型

## 5.5.1 只读存储器ROM

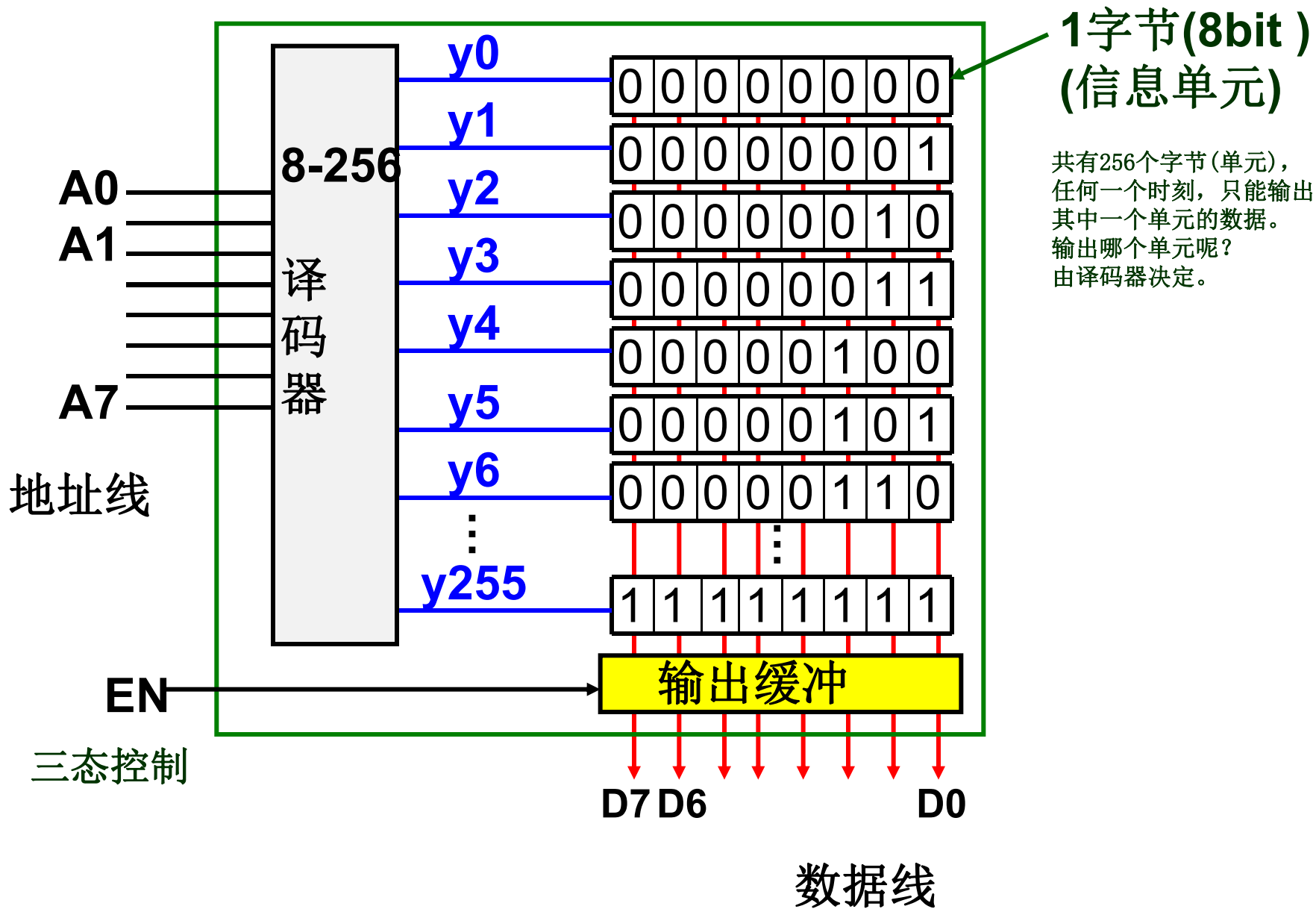
只读存储器在工作时其存储内容是**固定不变**的，因此，只能读出，不能随时写入，所以称为只读存储器。

**固定ROM**

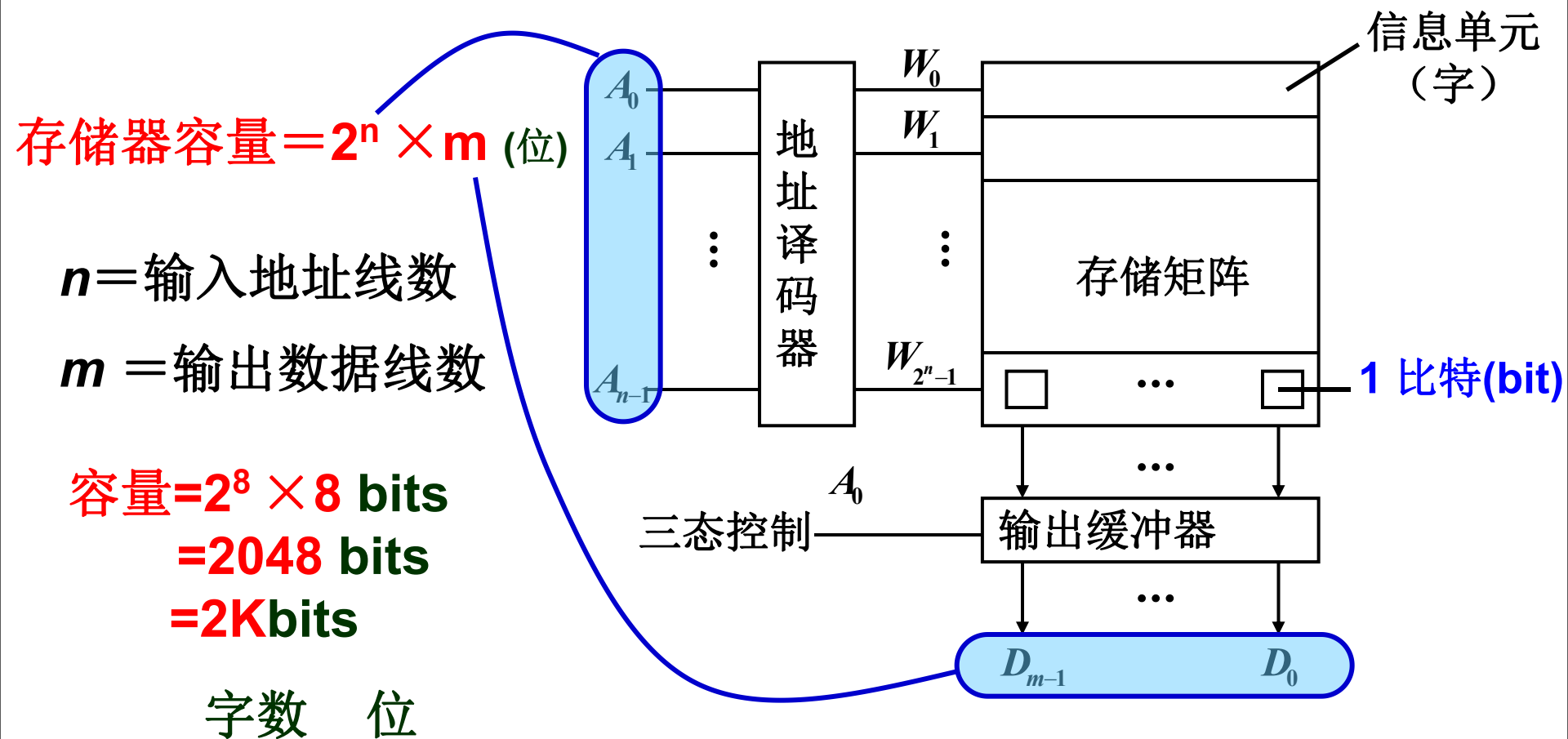
**可编程ROM: PROM**

**可擦写可编程: EPROM, E<sup>2</sup>PROM, FLASH**

# 只读存储器ROM (Read-Only Memory)

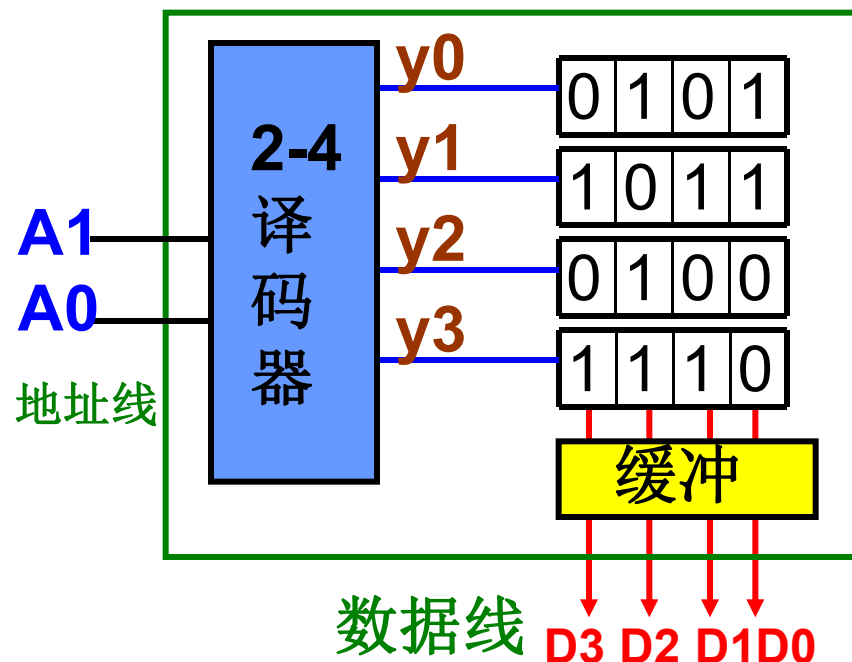
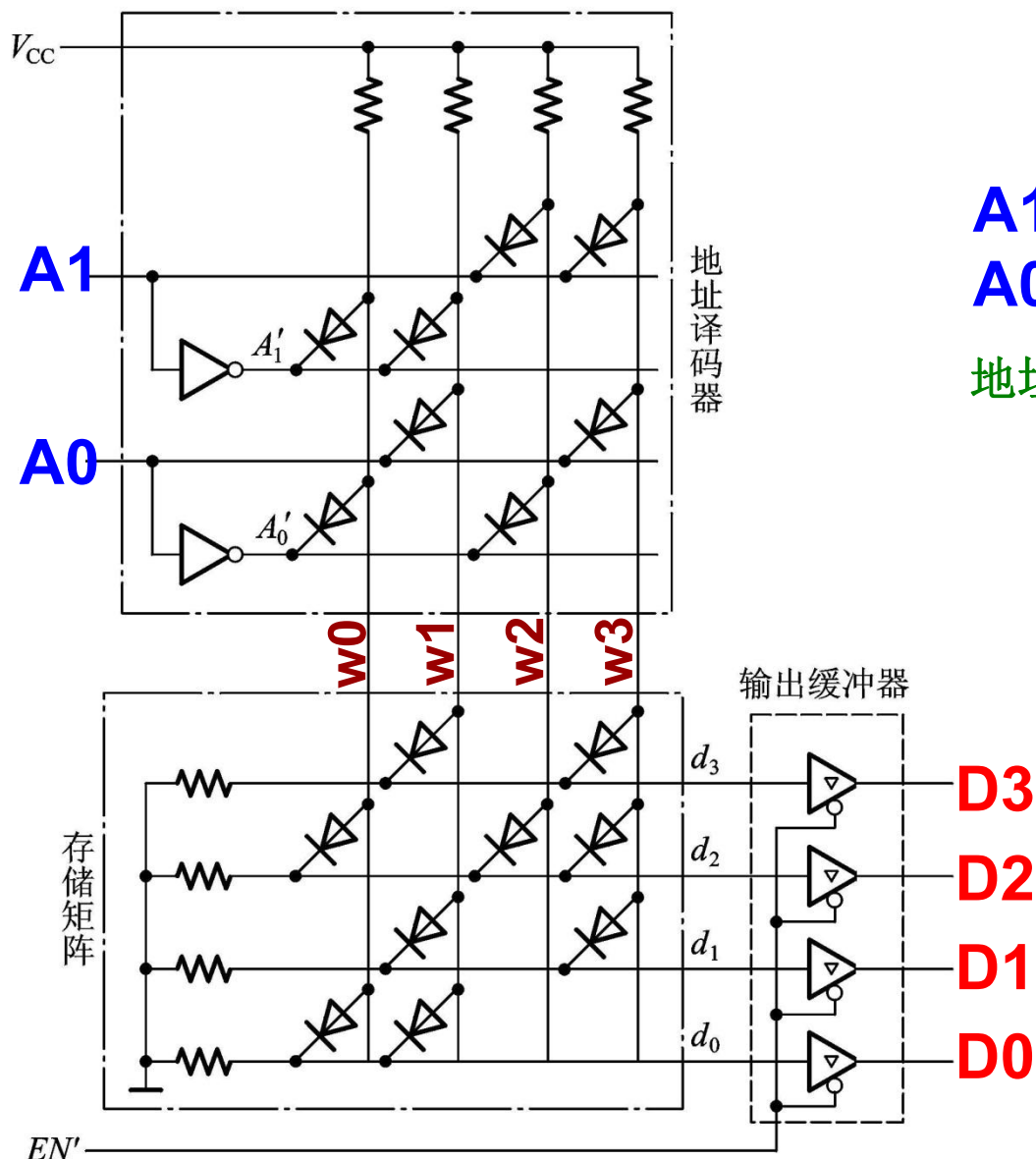


# 只读存储器ROM (Read-Only Memory)

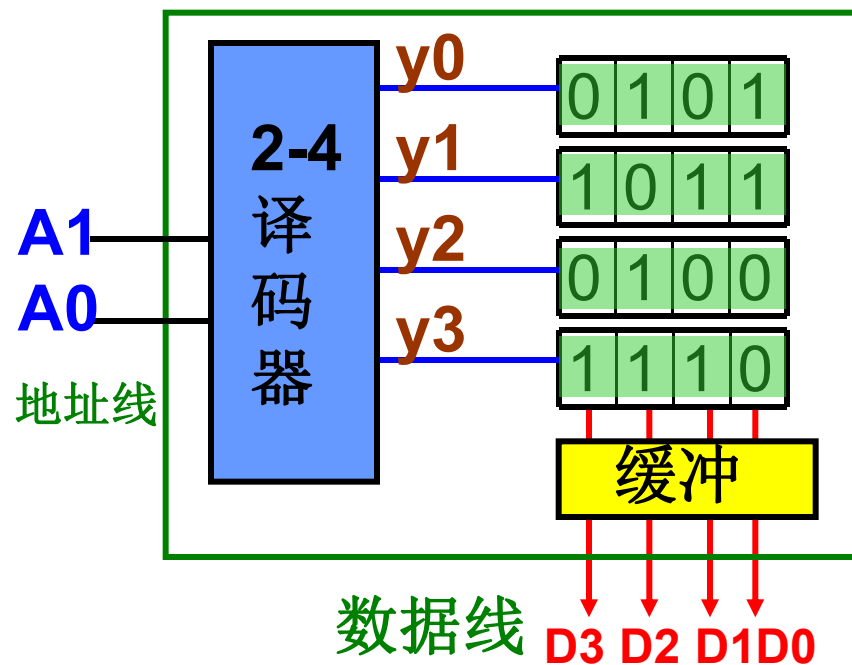
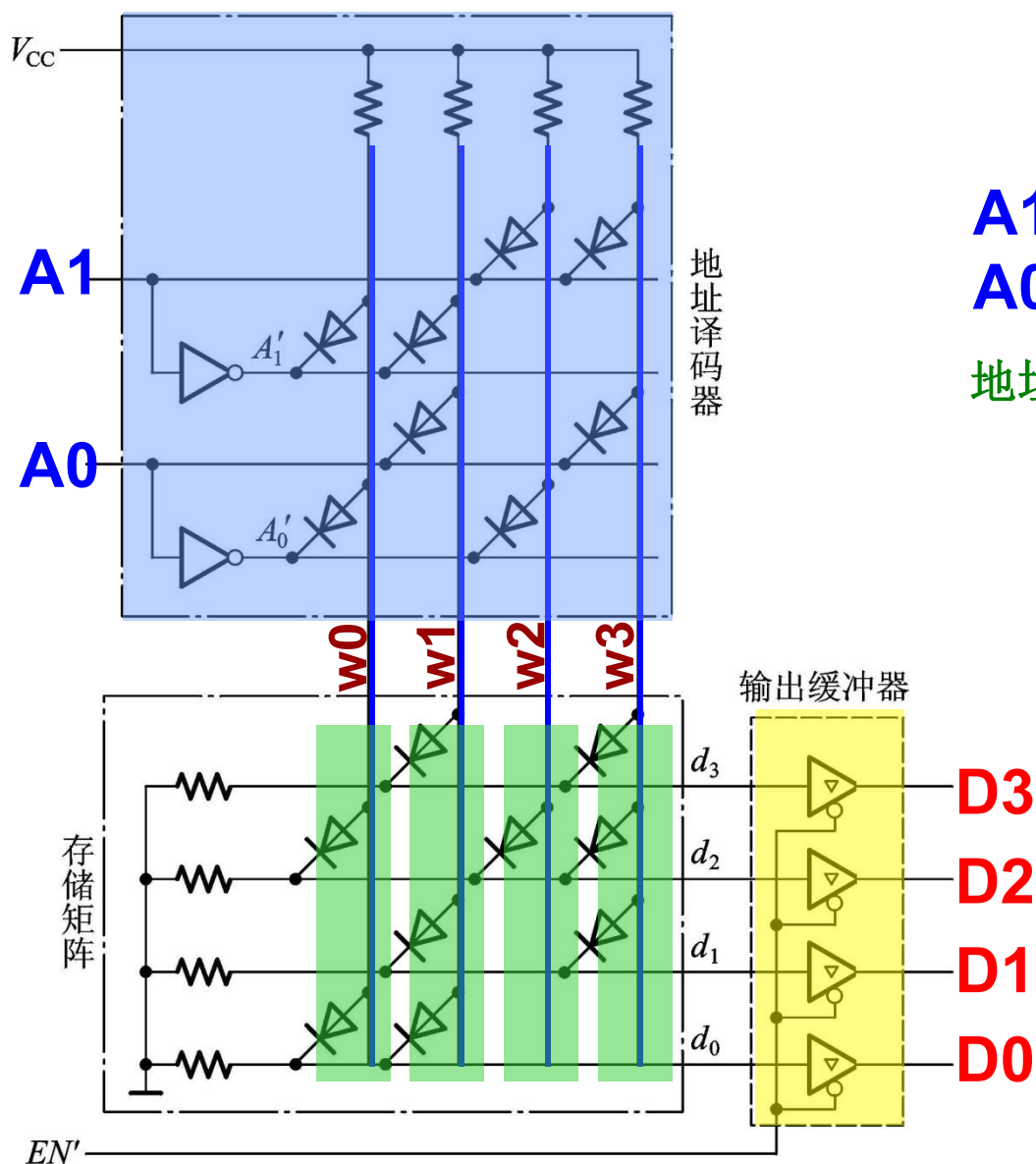


例如  $1K \times 4$ 、 $2K \times 8$  和  $64K \times 1$  的存储器，其容量分别是  $1024 \times 4$  位、 $2048 \times 8$  位 和  $65536 \times 1$  位。

# 1. 二极管ROM电路结构

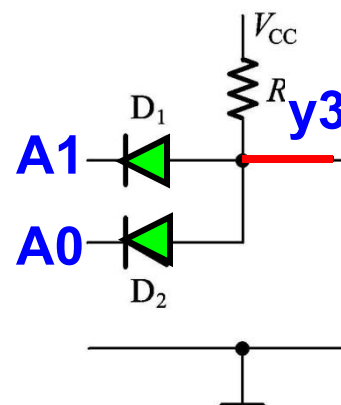
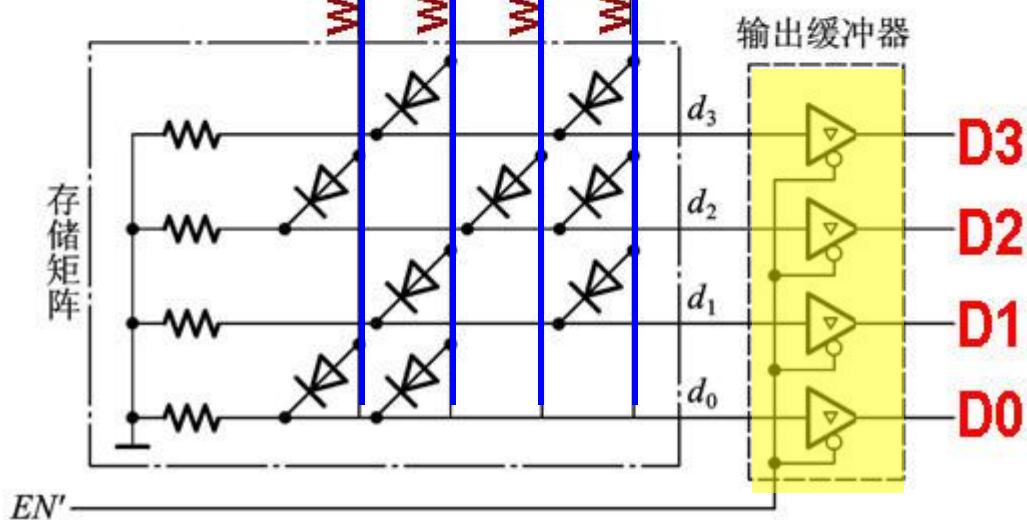
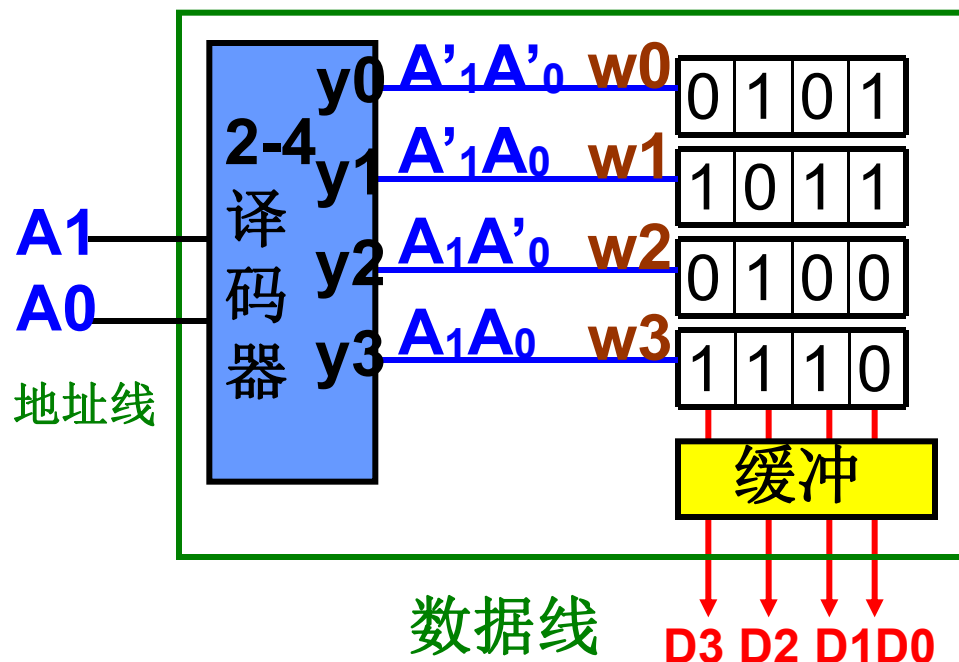
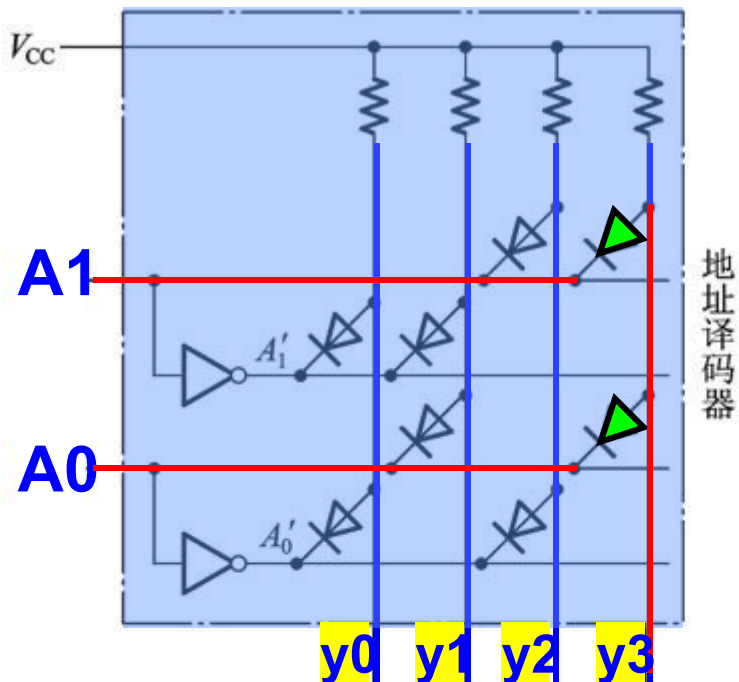


# 1. 二极管ROM电路结构





# 1. 二极管ROM电路结构



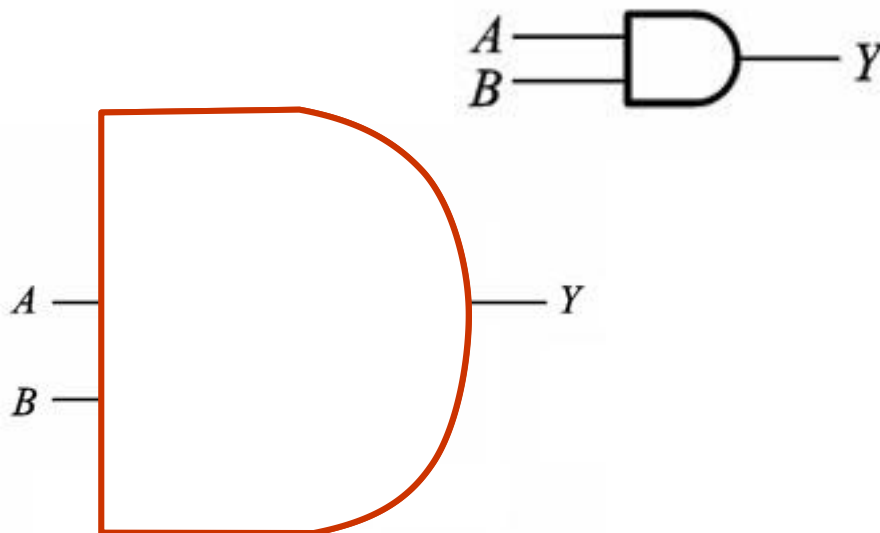
# 二极管与门

设  $V_{CC} = 5V$

加到A,B的  $V_{IH} = 3V$

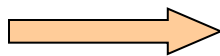
$V_{IL} = 0V$

二极管导通时  $V_D = 0.7V$



A	B	Y
0V	0V	
0V	3V	
3V	0V	
3V	3V	

规定 **3V** 以上为 **1**



**0.7V** 以下为 **0**

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

# 二极管或门

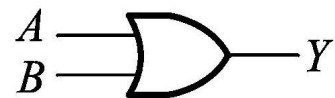
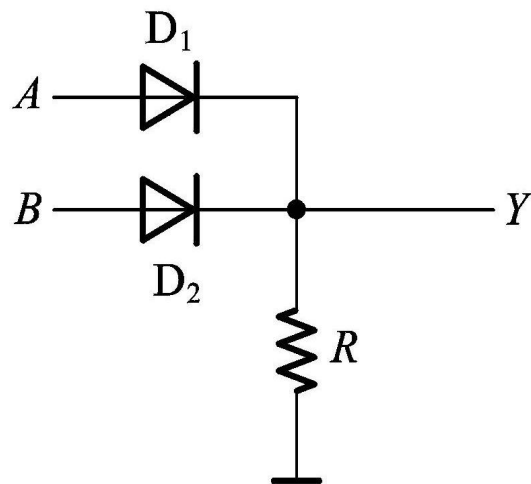
设  $V_{CC} = 5V$

加到A,B的  $V_{IH} = 3V$

$V_{IL} = 0V$

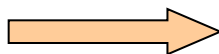
二极管导通时

$V_D = 0.7V$



A	B	Y
0V	0V	0V
0V	3V	2.3V
3V	0V	2.3V
3V	3V	2.3V

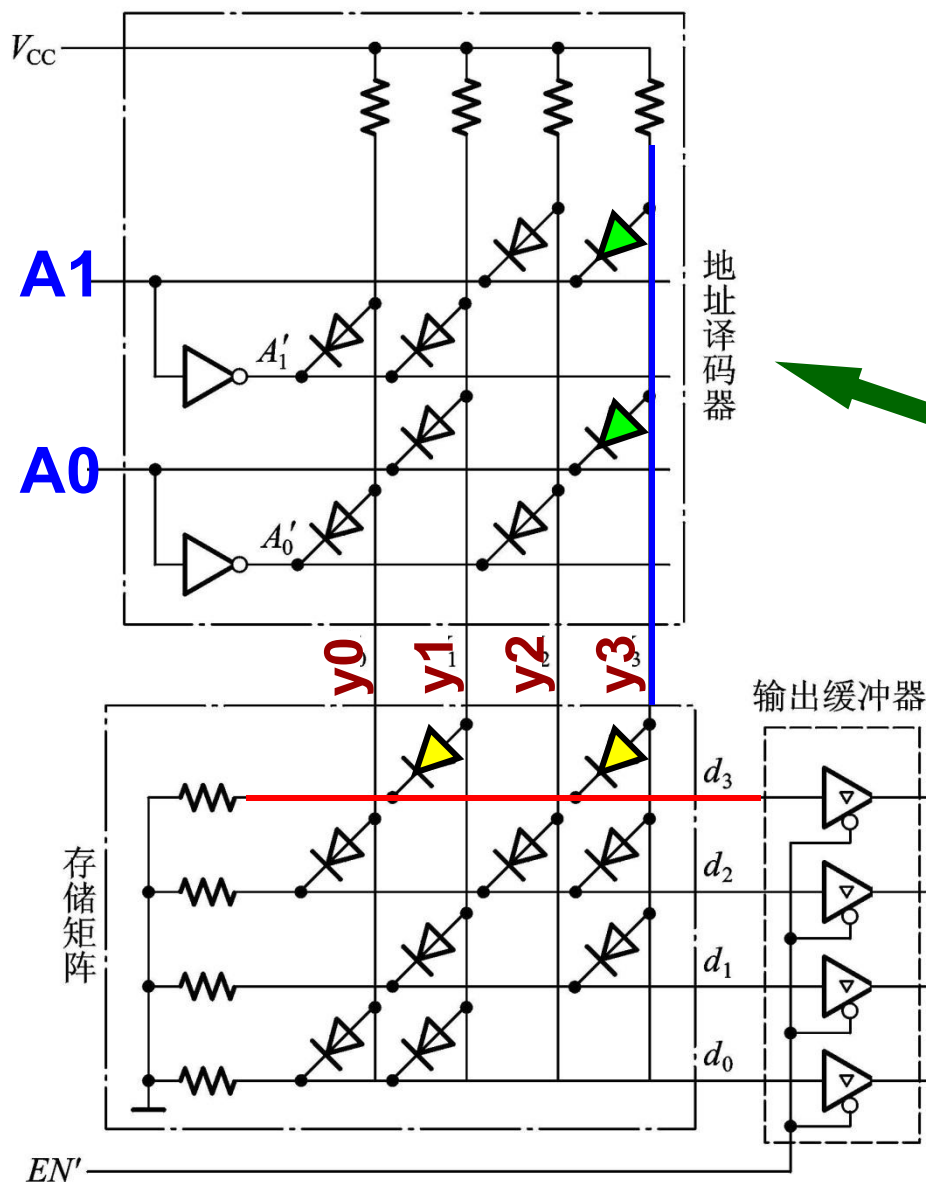
规定2.3V以上为1



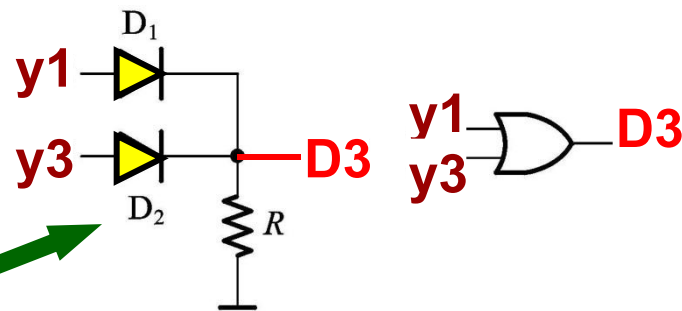
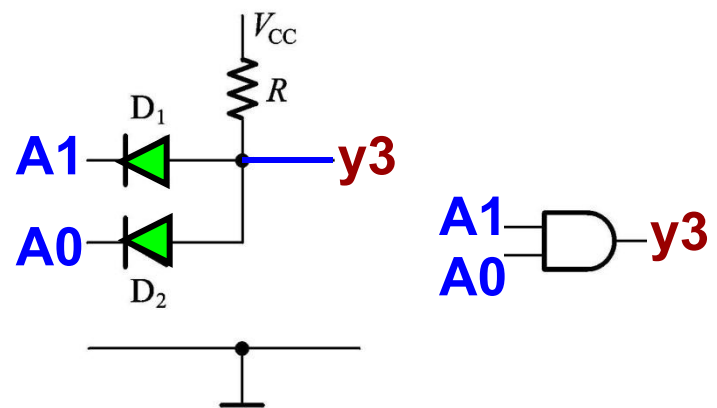
0V以下为0

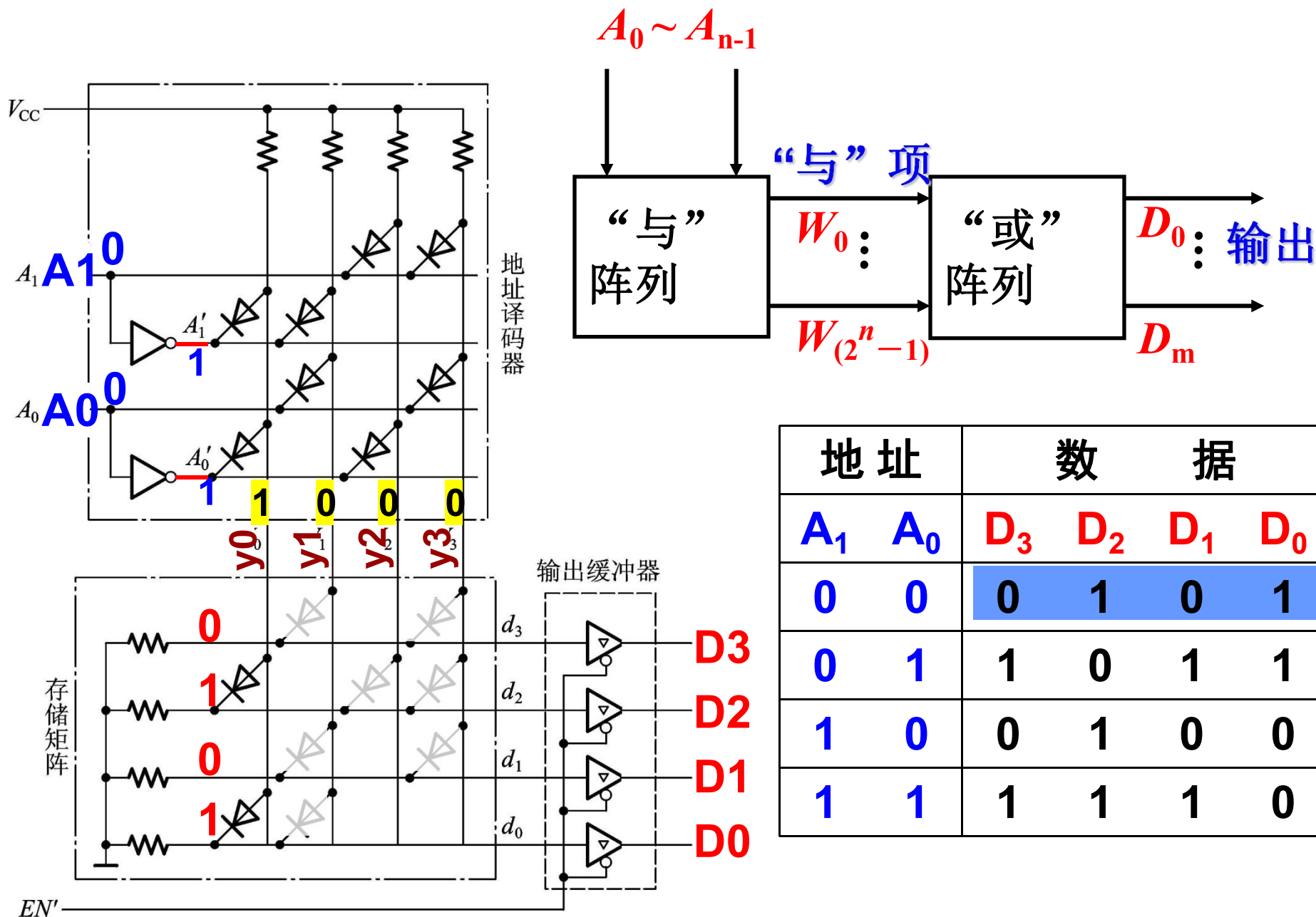
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

# 二极管ROM电路结构

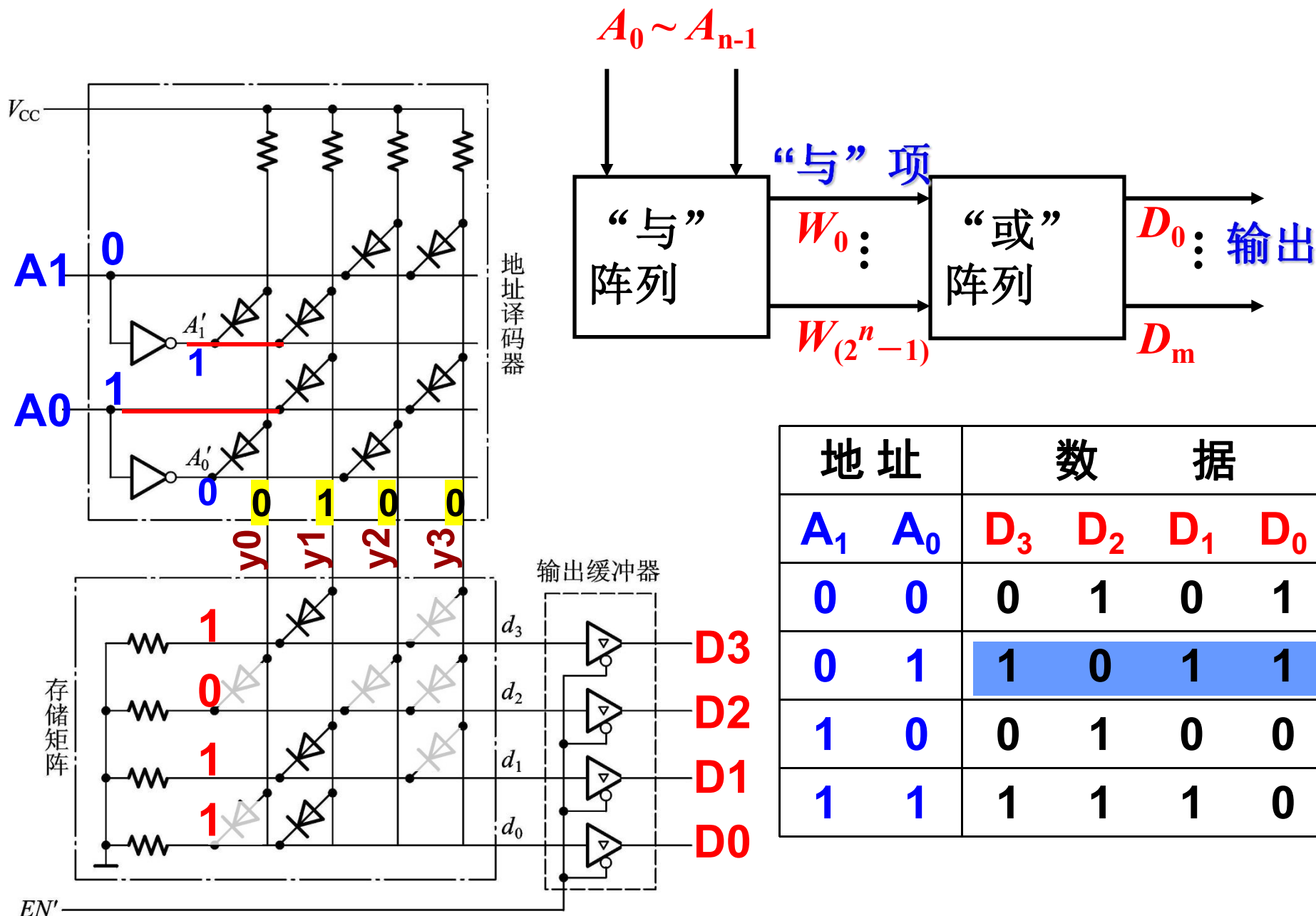


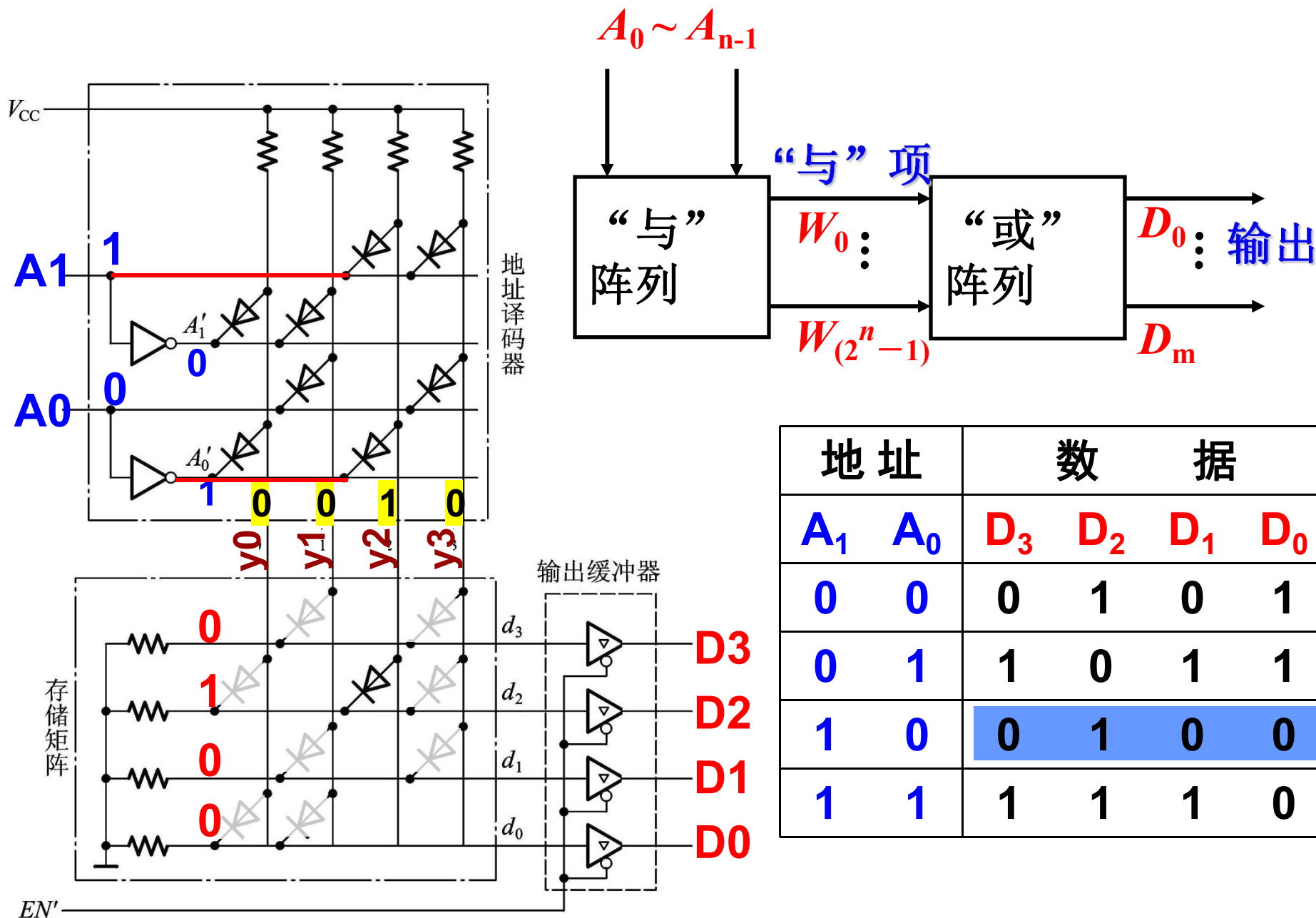
存储矩阵的每个交叉点是一个“存储单元”，存储单元中有器件存入“1”，无器件存入“0”

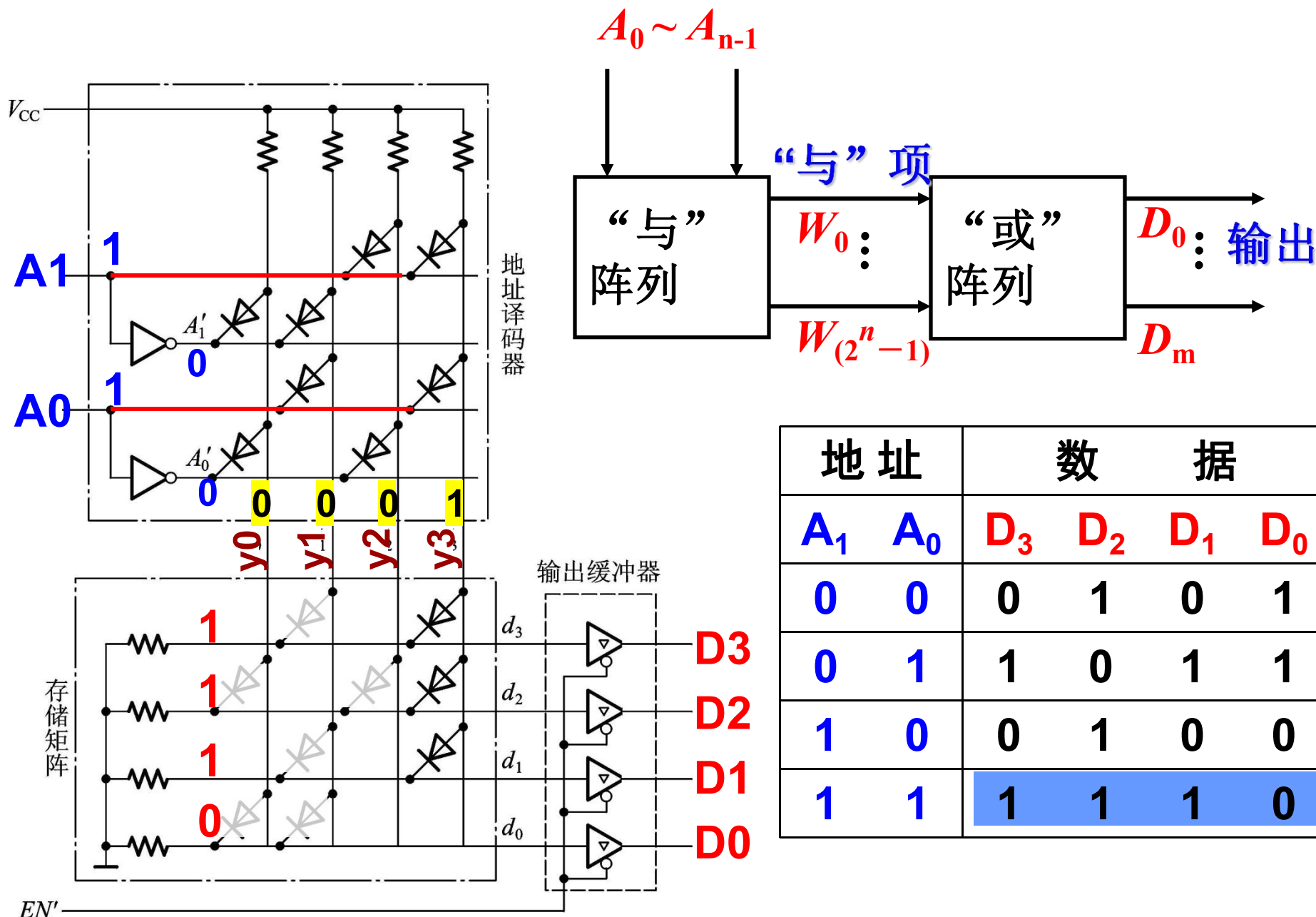




地 址		数 据			
$A_1$	$A_0$	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$
0	0	0	1	0	1
0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	1	0

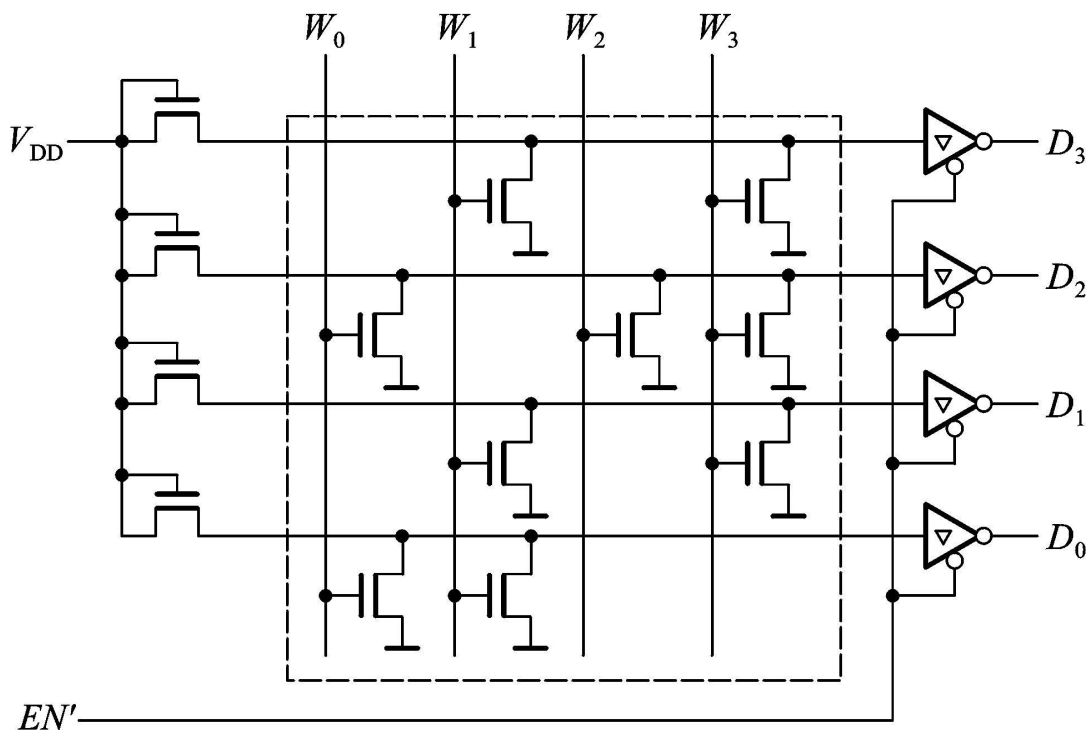




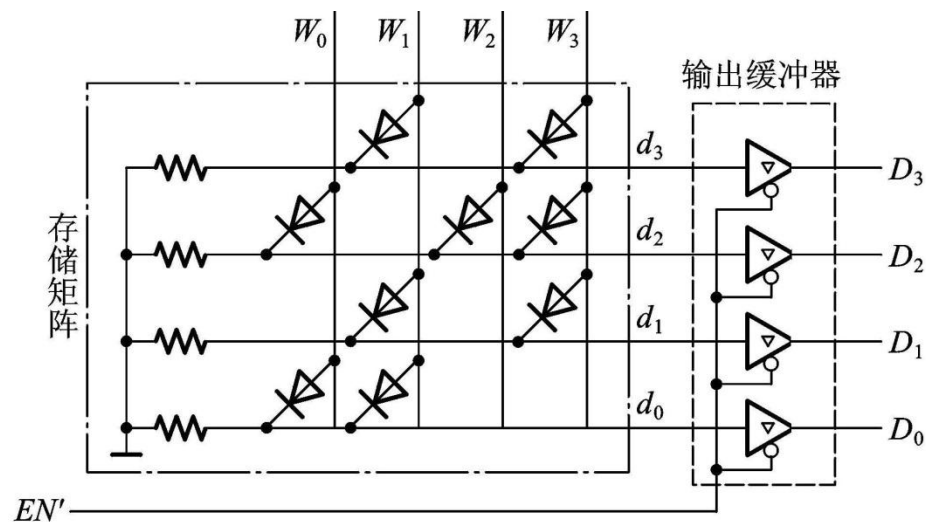




## 2. 用MOS管构成的存储矩阵

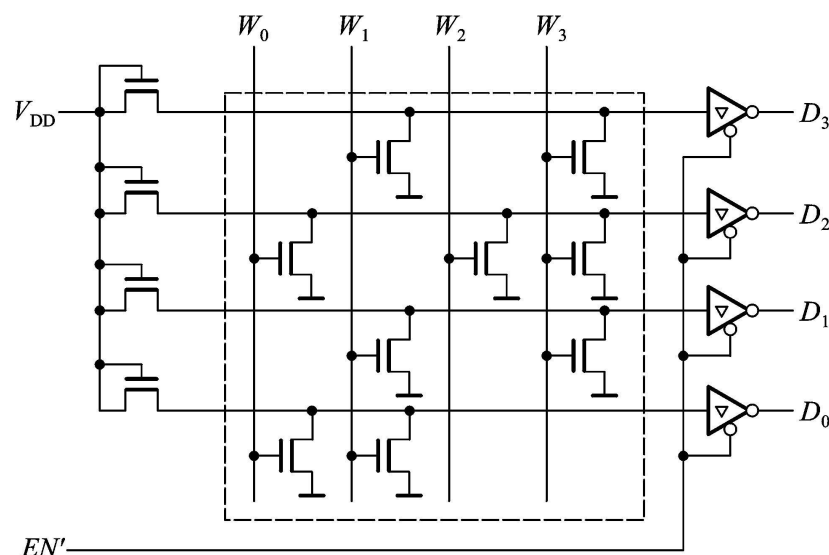
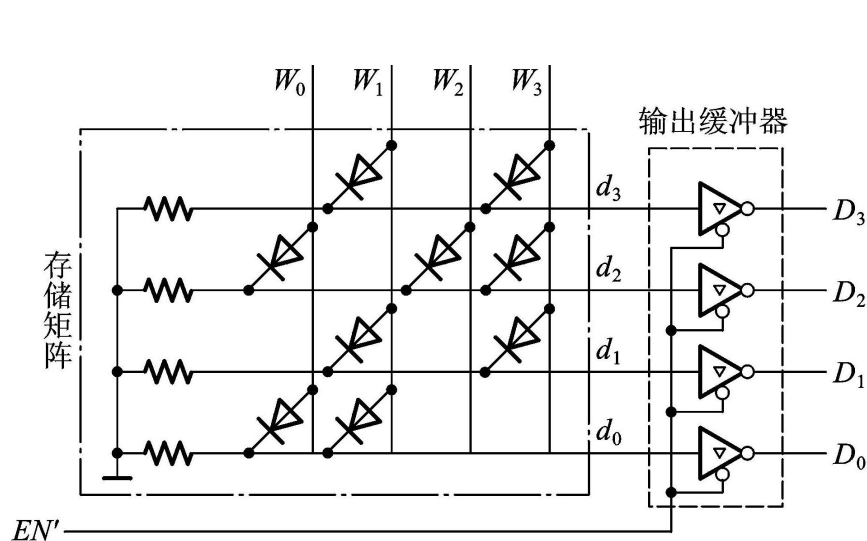


存储矩阵的每个交叉点是一个“存储单元”，存储单元中有器件存入“1”，无器件存入“0”



## 两个概念:

1. 存储矩阵的每个交叉点是一个“**存储单元**”，存储单元中有器件存入“1”，无器件存入“0”
2. 存储器的容量：“字数 × 位数”



## 掩模ROM的特点:

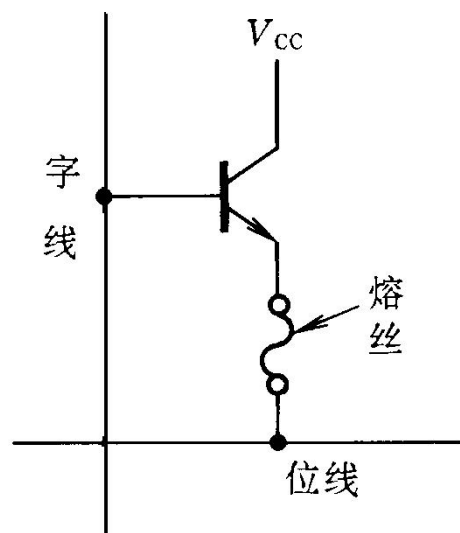
出厂时信息已经固定，不能更改，适合大量生产，简单，便宜，存储的信息不容易丢失。

## 可编程ROM (PROM)

PROM在出厂时，存储的内容为全 0 (或全 1)，用户根据需要，可将某些单元改写为 1 (或 0)。这种ROM采用熔丝或PN结击穿的方法编程，由于熔丝烧断或PN结击穿后不能再恢复，因此PROM只能改写一次。

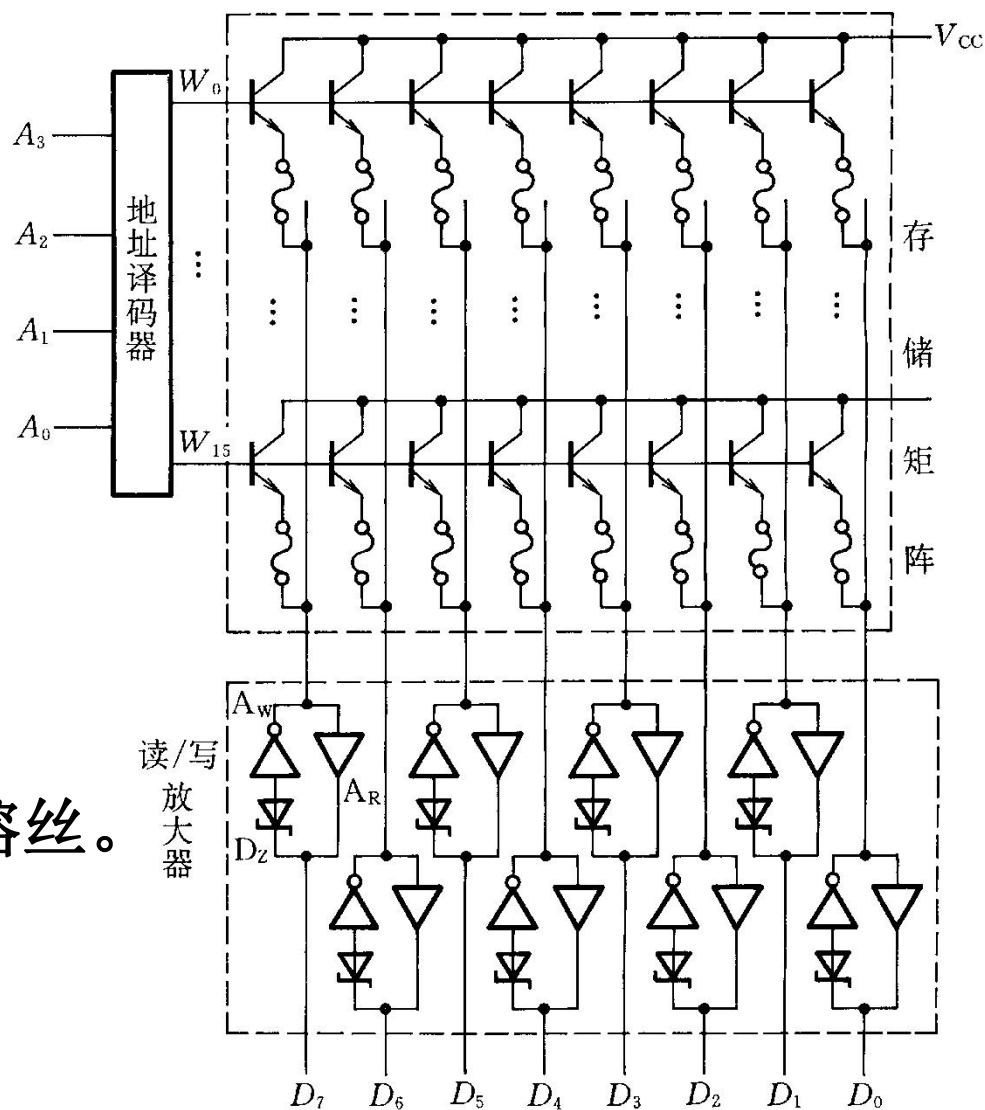
PROM总体结构与掩膜ROM一样，但存储单元不同。

## 熔丝型PROM的存储单元



- \* 熔丝由易熔合金制成。
  - \* 出厂时，每个结点上都有熔丝。
  - \* 编程时将不用的熔断！
- 是一次性编程，不能改写。

## PROM的结构图



# 可擦除可编程ROM (EPROM)

**EPROM**中存储的数据可以擦除重写，因而用在经常需要改写**ROM**中内容的场合。

## 一、用紫外线擦除的**EPROM** (UVEPROM)



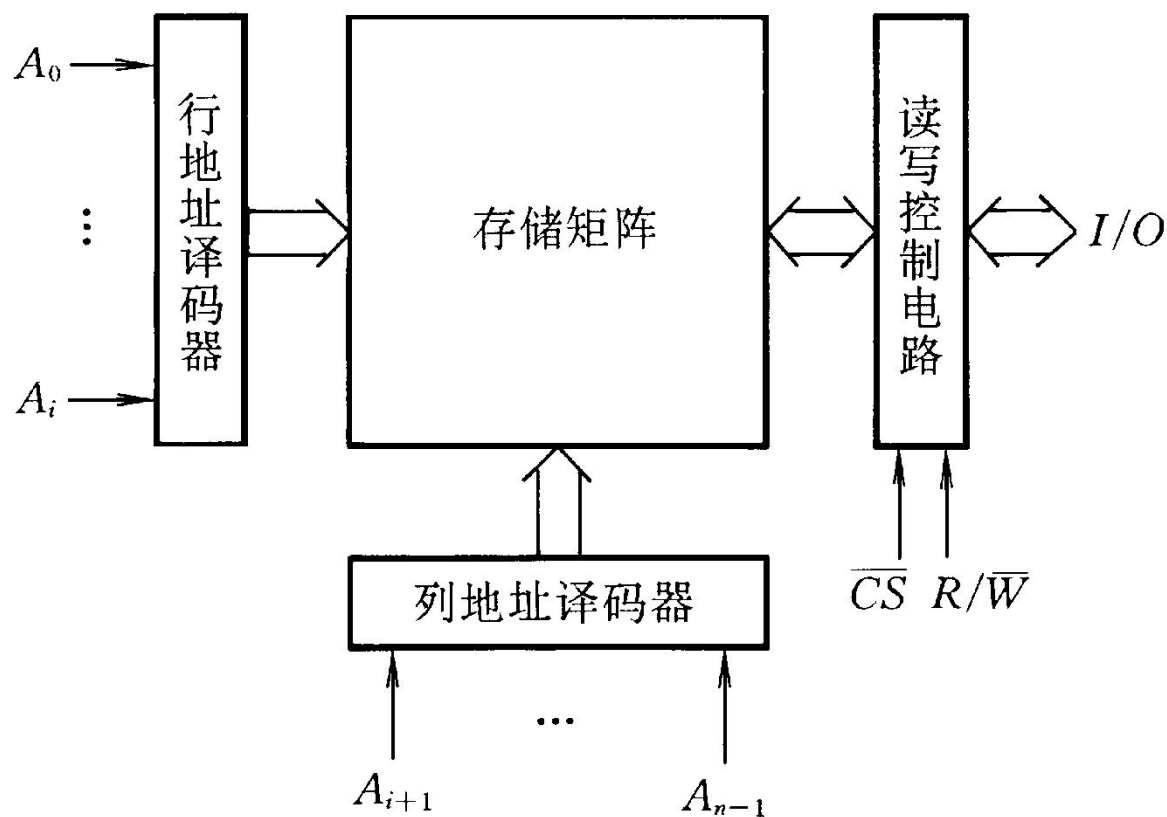
## 二、电可擦除的可编程ROM (E<sup>2</sup>PROM)

E<sup>2</sup>PROM 只需在高电压脉冲或在工作电压下就可以进行擦除，而不要借助紫外线照射，所以比EPROM更灵活方便。

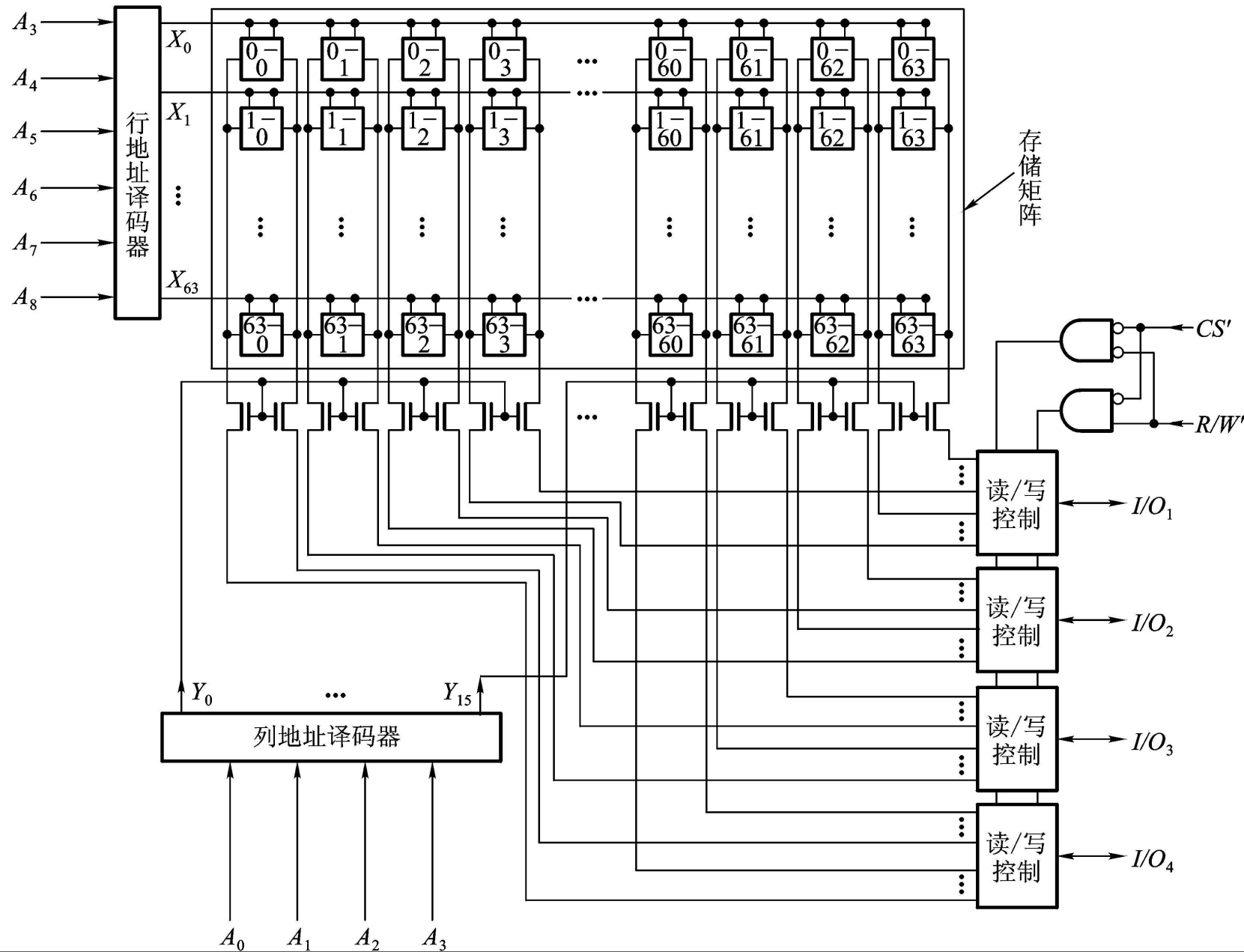
## 5.5.2 随机存储器RAM

### 静态随机存储器 (SRAM)

#### 一、SRAM的结构与工作原理



# 1024 4位 RAM的结构图





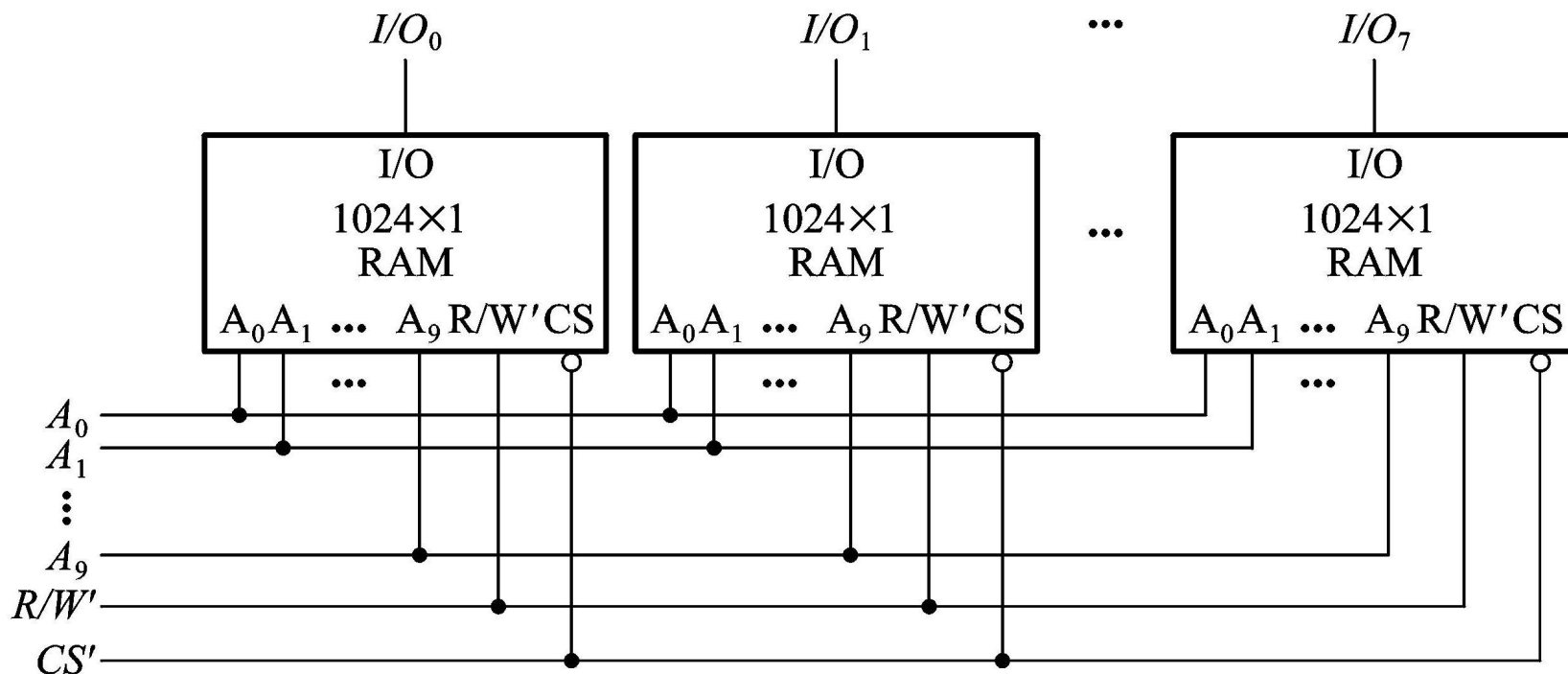
## 5.5.4 存储器容量的扩展

### 位扩展方式

适用于每片RAM, ROM **字数够用而位数不够时**

接法：将各片的地址线、读写线、片选线并联即可。

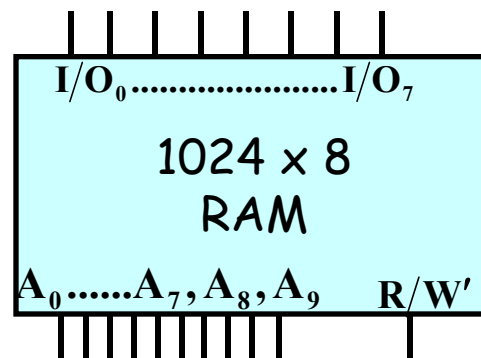
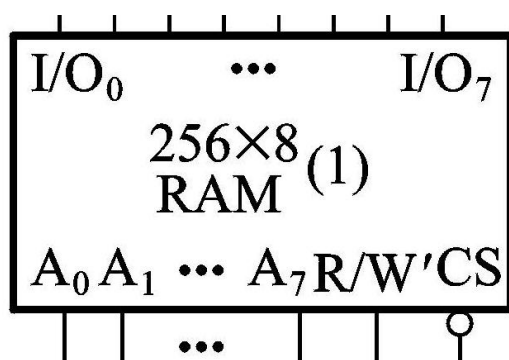
例：用八片  $1024 \times 1$  位  $\rightarrow 1024 \times 8$  位的RAM



# 字扩展方式

适用于每片RAM, ROM位数够用而字数不够时

例：用四片 $256 \times 8$ 位 $\rightarrow 1024 \times 8$ 位 RAM



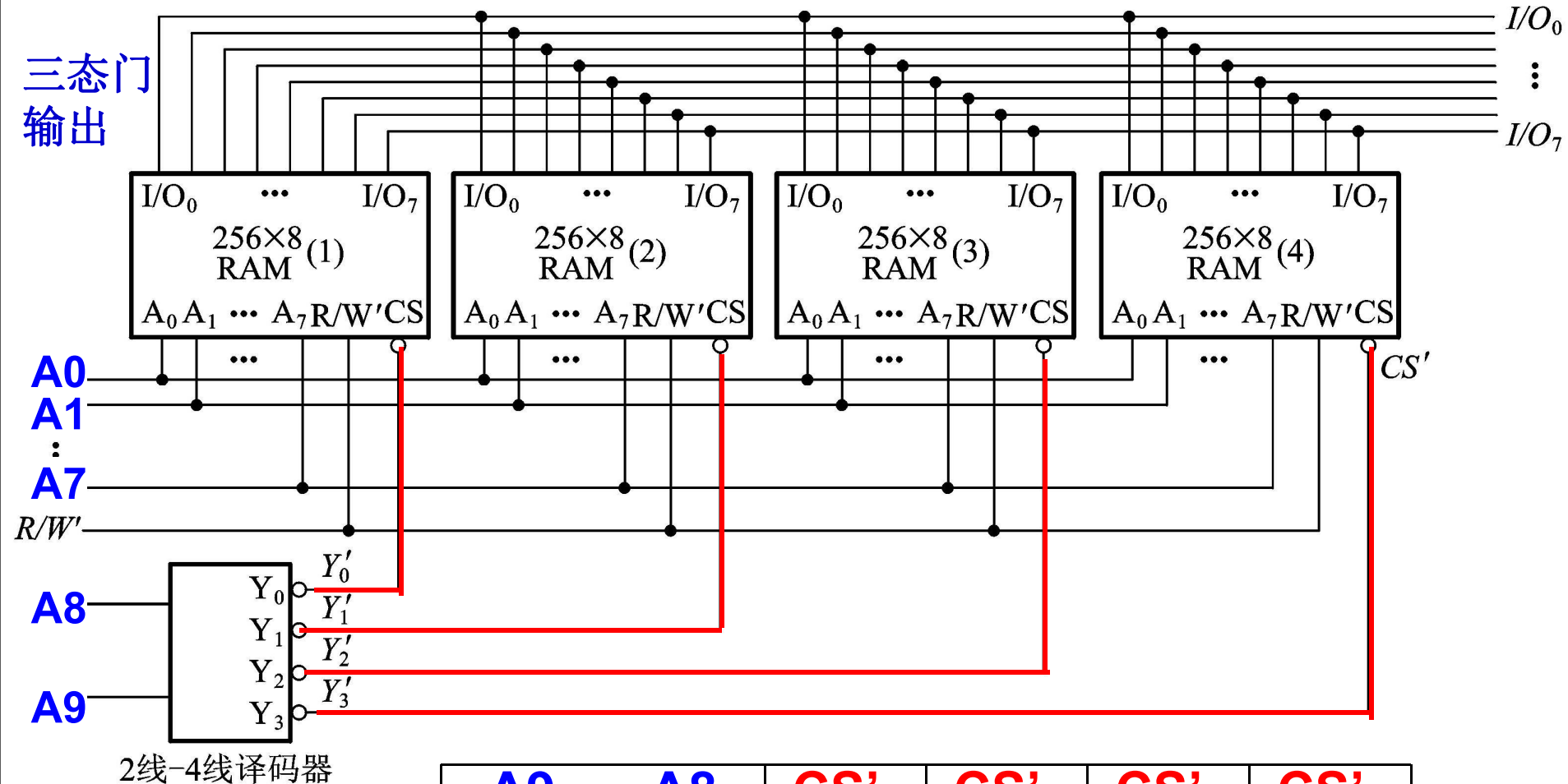
数据线:  $I/O_0 \sim I/O_7$   
地址线:  $A_0 \sim A_7$   
读/写信号:  $R/W'$   
片选信号:  $CS'$



数据线:  $I/O_0 \sim I/O_7$   
地址线:  $A_0 \sim A_7, A_8, A_9$   
读/写信号:  $R/W'$

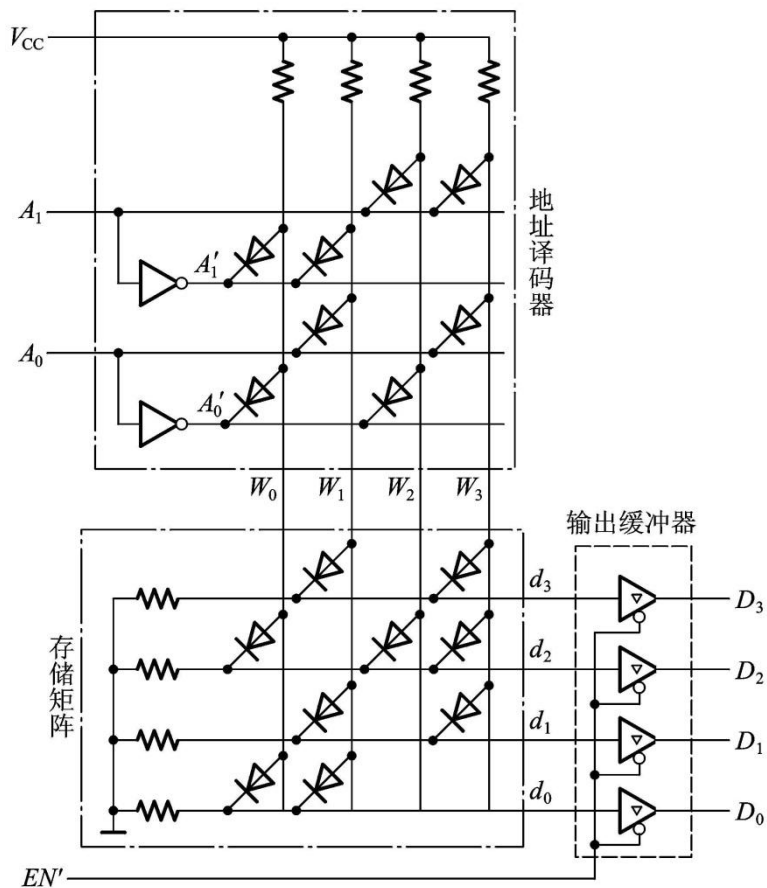
# 例：用四片256×8位→1024×8位 RAM

三态门  
输出

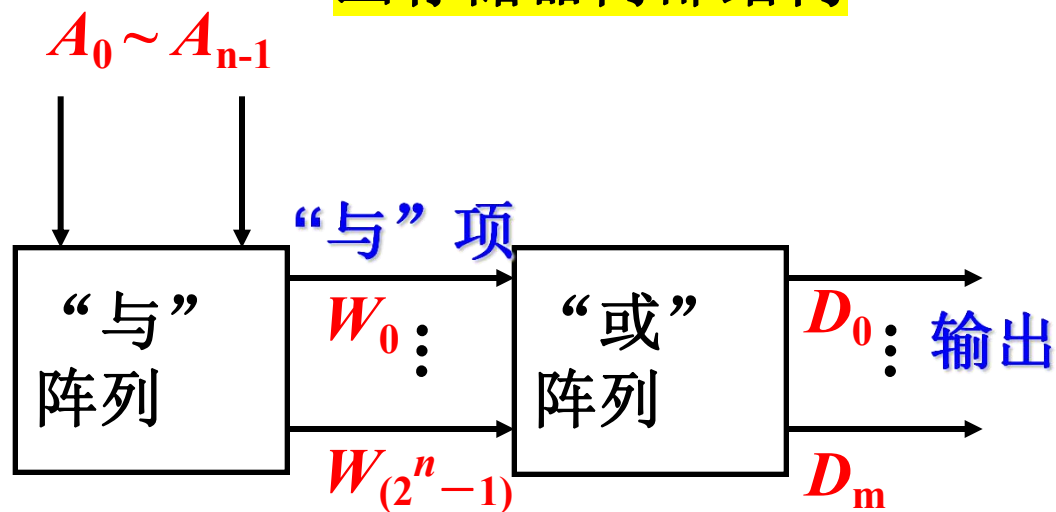


$A_9$	$A_8$	$CS'_1$	$CS'_2$	$CS'_3$	$CS'_4$
0	0	0	1	1	1
0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0

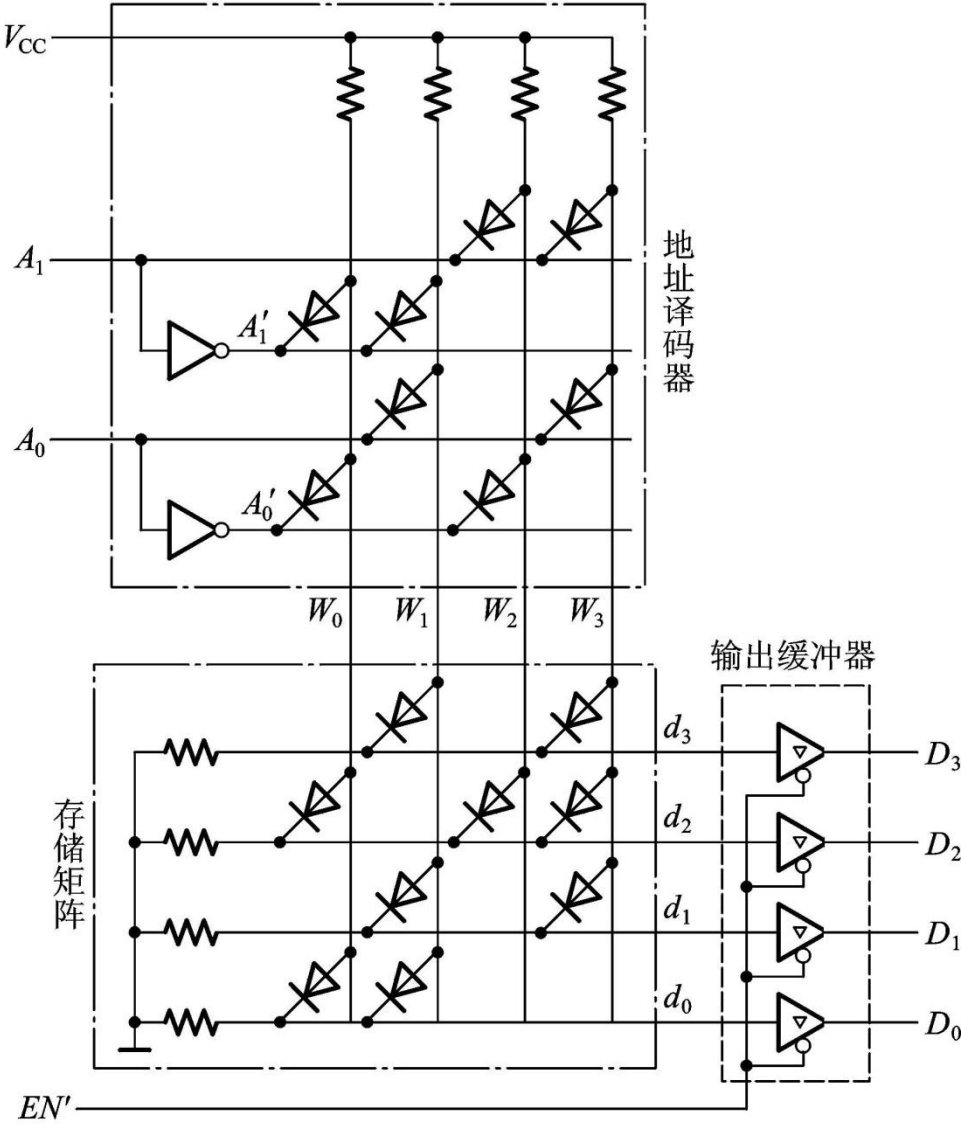
# 用存储器实现组合逻辑函数



## 画存储器内部结构



# 7.5 用存储器实现组合逻辑函数



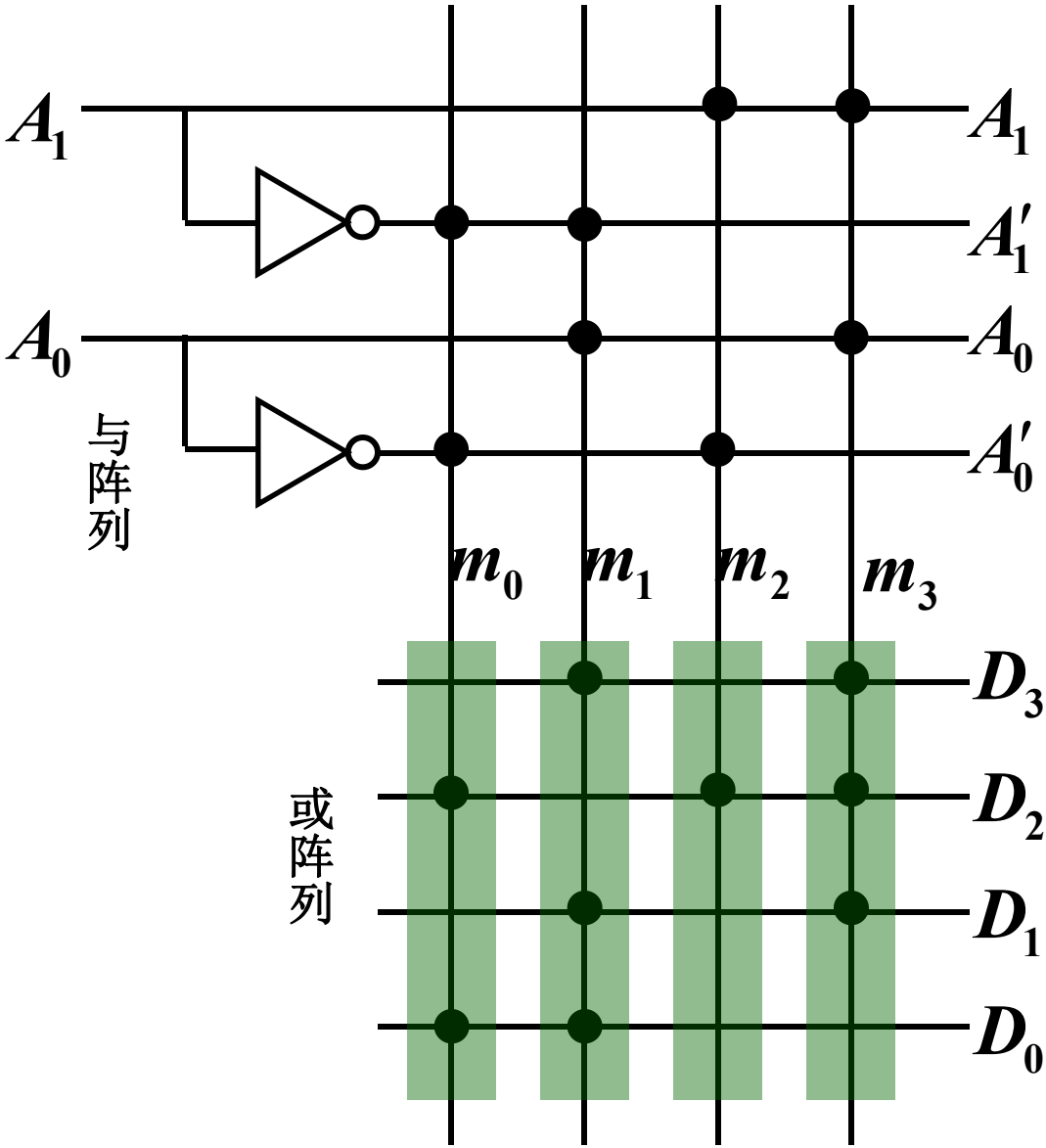
简化画存储器内部结构

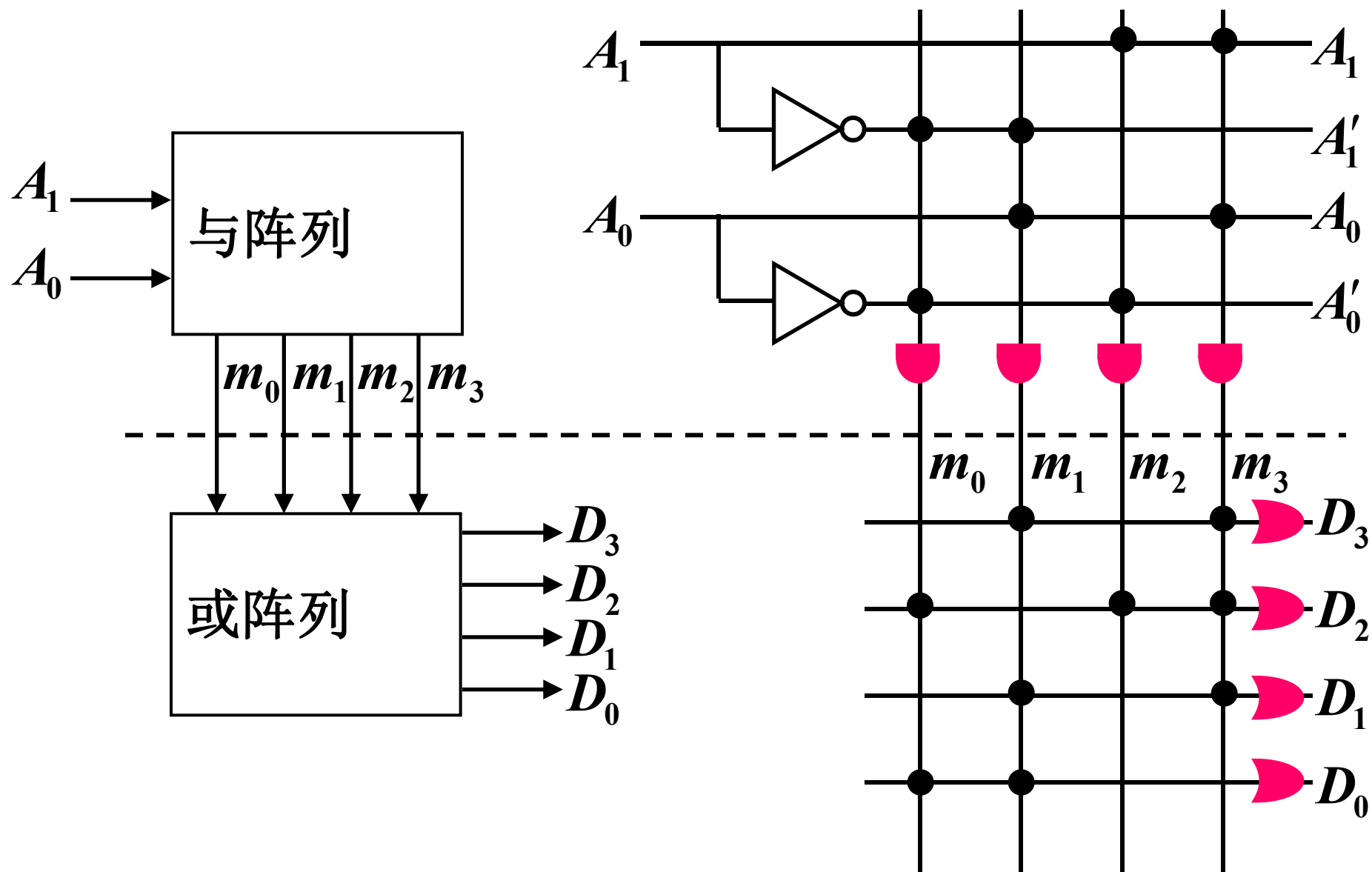
地 址		数 据			
$A_1$	$A_0$	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$
0	0	0	1	0	1
0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	1	0

用存储器实现组合逻辑函数

简化画存储器内部结构

地 址		数 据			
$A_1$	$A_0$	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$
0	0	0	1	0	1
0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	1	0





ROM的与阵列和或阵列图

**用ROM实现逻辑函数一般按以下步骤进行：**

- (1) 根据逻辑函数的输入、输出变量数，确定ROM容量，选择合适的ROM。**
- (2) 写出逻辑函数的最小项表达式，画出ROM阵列图。**
- (3) 根据阵列图对ROM进行编程。**



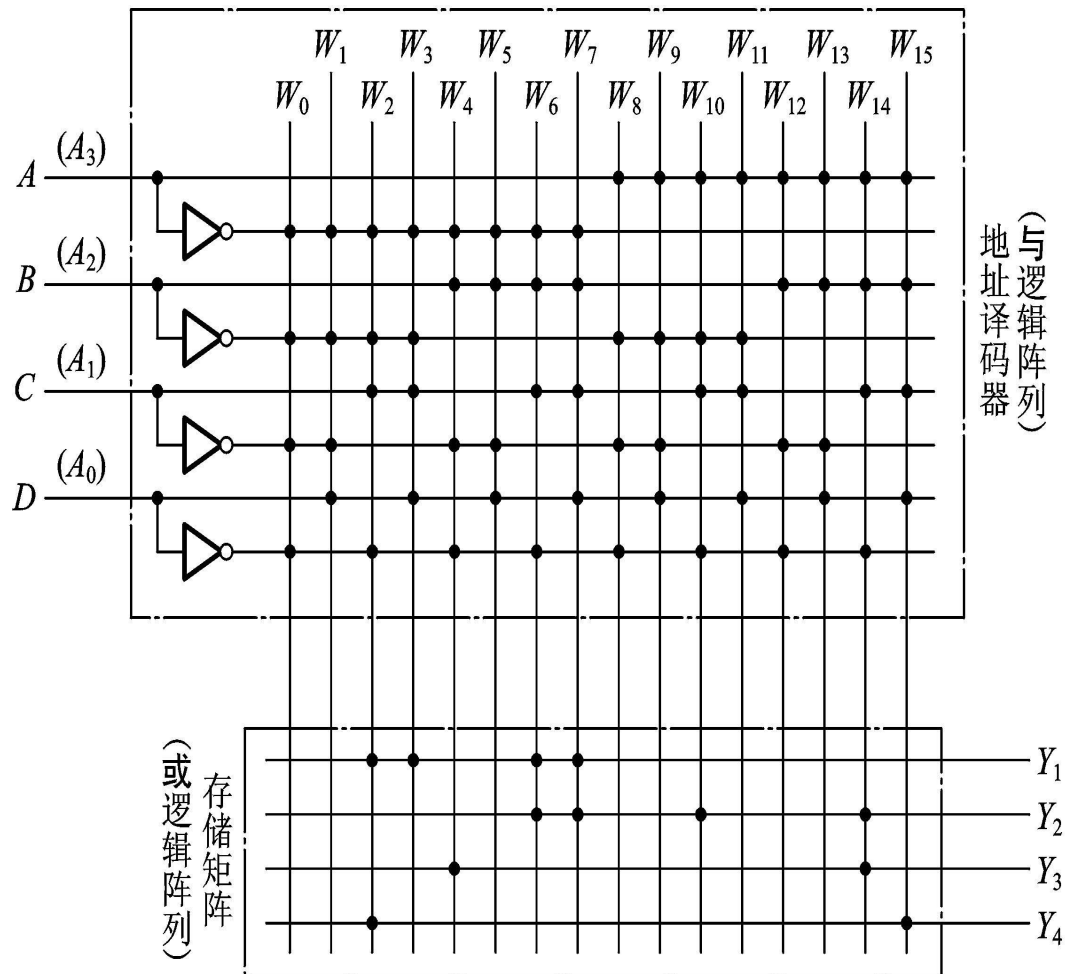
## 二、举例

用ROM产生：

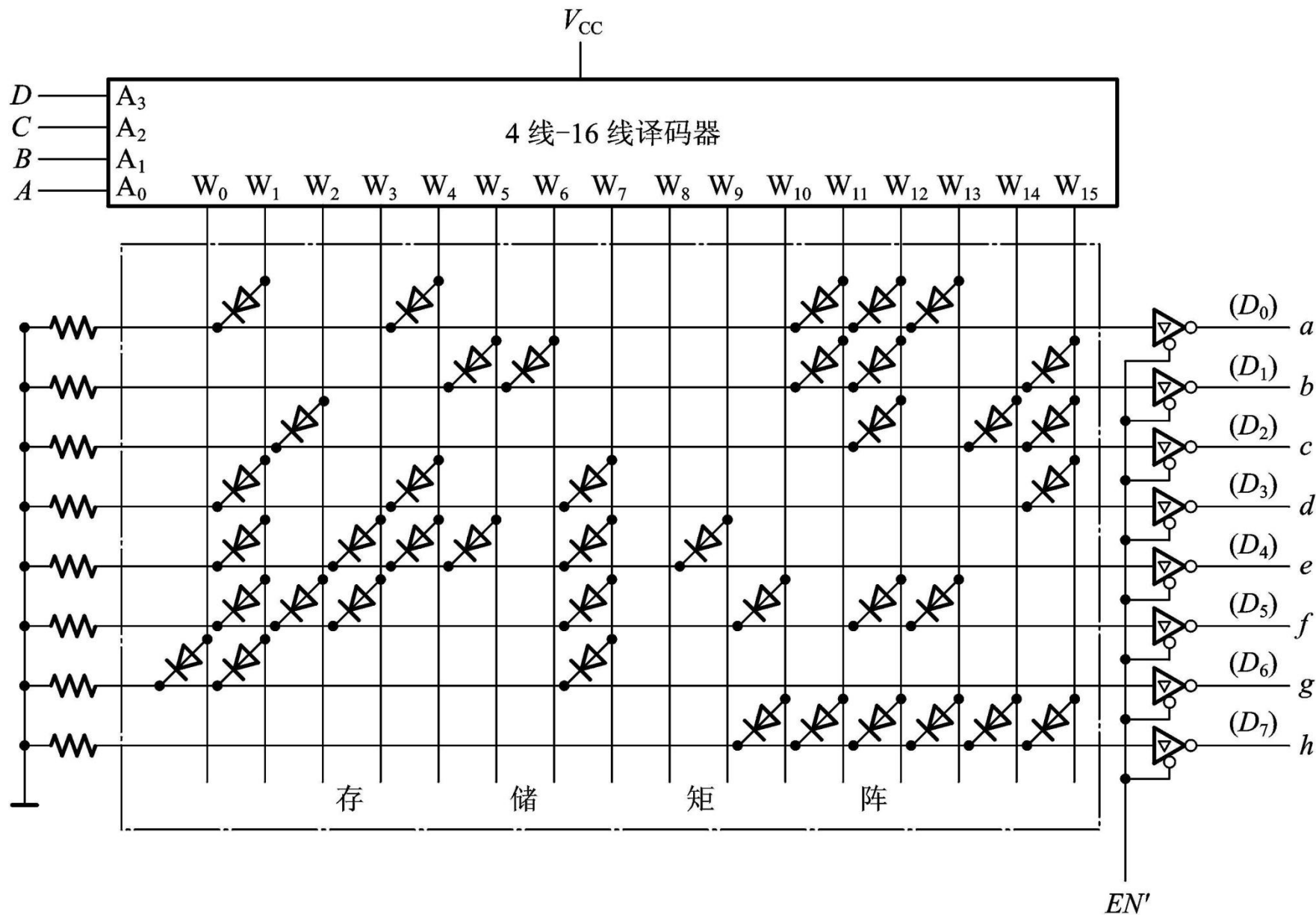
$$\begin{cases} Y_1 = A'BC + A'B'C \\ Y_2 = AB'CD' + BCD' + A'BCD \\ Y_3 = ABCD' + A'BC'D' \\ Y_4 = A'B'CD' + ABCD \end{cases}$$



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



# 八段数据显示器



## 练习6：

1、某RAM芯片的存储容量为 $256 \times 4$ 位，该芯片的外部引脚有几根地址线？几根数据线？ **8根地址线，4根数据线**

2、若已知某RAM芯片引脚中有11条地址线，8条数据线，那么该芯片的存储容量是多少？  **$2^{11} \times 8$ 位 = 2K  $\times$  8位**

3、将一个16384个存储单元的存储电路设计成8位的RAM，试问该有几根地址线？几根数据线？

**8根数据线， $16384/8=2048=2^{11}$ ，所以有11根地址线。**

4、用RAM2114芯片（容量为 $1K \times 4$ 位）组成 $4K \times 8$ 位的存储器，需要多少片这样的芯片？ **需要8片。**