

4.2 主存储器

- 一、概述
- 二、半导体存储芯片简介
- 三、随机存取存储器 (RAM)
- 四、只读存储器 (ROM)
- 五、存储器与 CPU 的连接
- 六、存储器的校验
- 七、提高访存速度的措施

四、只读存储器（ROM）

- 早期的只读存储器——在厂家就写好了内容
- 改进1——用户可以自己写——一次性
- 改进2——可以多次写——要能对信息进行擦除
- 改进3——电可擦写——特定设备
- 改进4——电可擦写——直接连接到计算机上

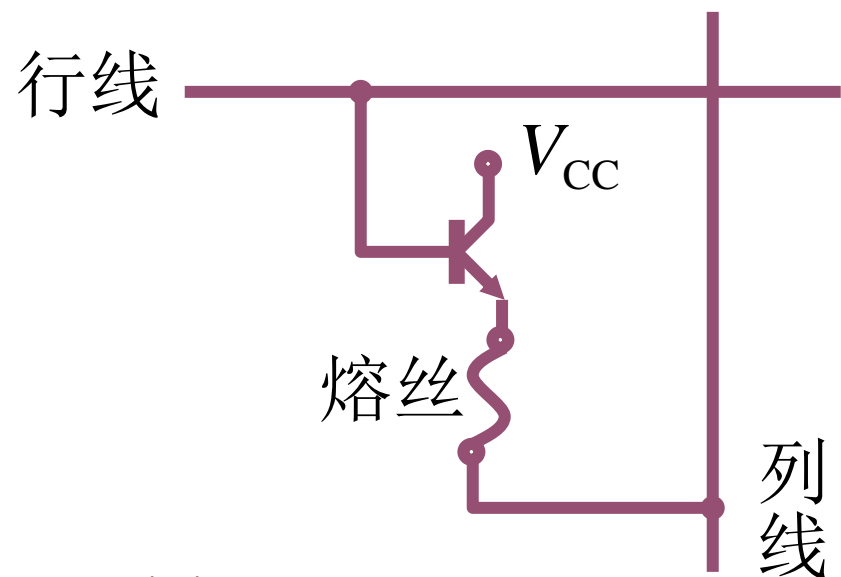
四、只读存储器（ROM）

1. 掩模 ROM (MROM)

行列选择线交叉处有 MOS 管为 “1”

行列选择线交叉处无 MOS 管为 “0”

2. PROM (一次性编程)



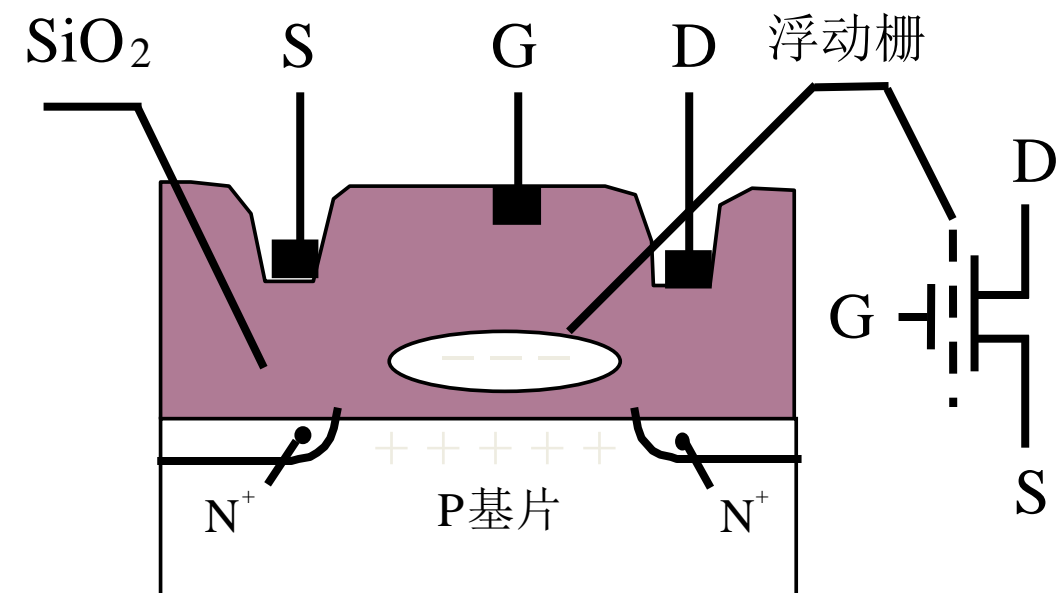
熔丝断 为 “0”

熔丝未断 为 “1”

3. EPROM (多次性编程)

4.2

N型沟道浮动栅 MOS 电路



G 栅极

S 源

D 漏



紫外线全部擦洗

D 端加正电压

形成浮动栅

S 与 D 不导通为 “0”

D 端不加正电压

不形成浮动栅

S 与 D 导通为 “1”

4. EEPROM (多次性编程)

电可擦写

局部擦写

全部擦写

5. Flash Memory (闪速型存储器)

EPROM 价格便宜 集成度高

EEPROM 电可擦洗重写

比 EEPROM快 具备 RAM 功能

4.2 主存储器

- 一、概述
- 二、半导体存储芯片简介
- 三、随机存取存储器 (**RAM**)
- 四、只读存储器 (**ROM**)
- 五、存储器与 **CPU** 的连接
- 六、存储器的校验
- 七、提高访存速度的措施

4.2 主存储器——存储器与 CPU 的连接

- 1. 存储器容量的扩展

- ✓ 位扩展

- ✓ 字扩展

- ✓ 同时扩展

- 2. 存储器与 CPU 的连接

五、存储器与 CPU 的连接

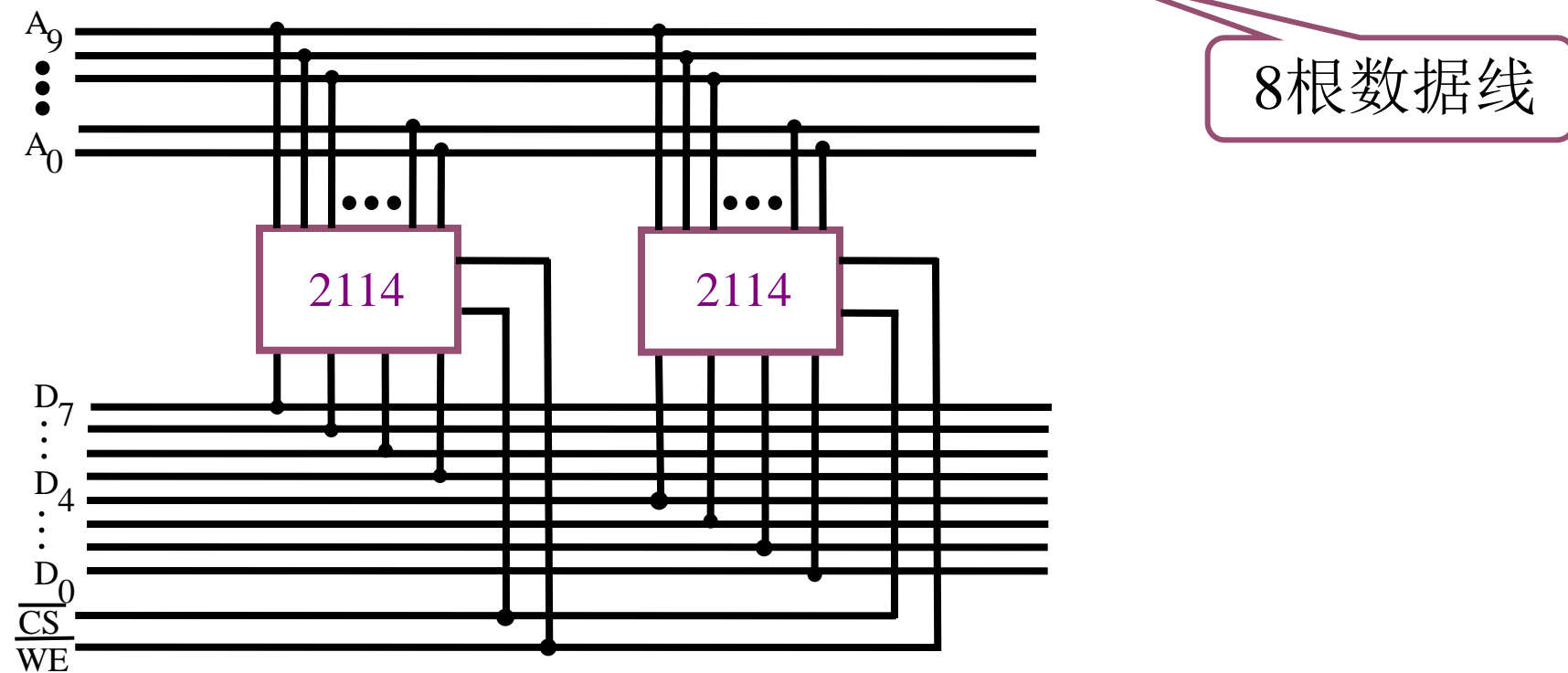


4.2

1. 存储器容量的扩展

(1) 位扩展（增加存储字长）

用 2 片 $1\text{K} \times 4$ 位 存储芯片组成 $1\text{K} \times 8$ 位的存储器



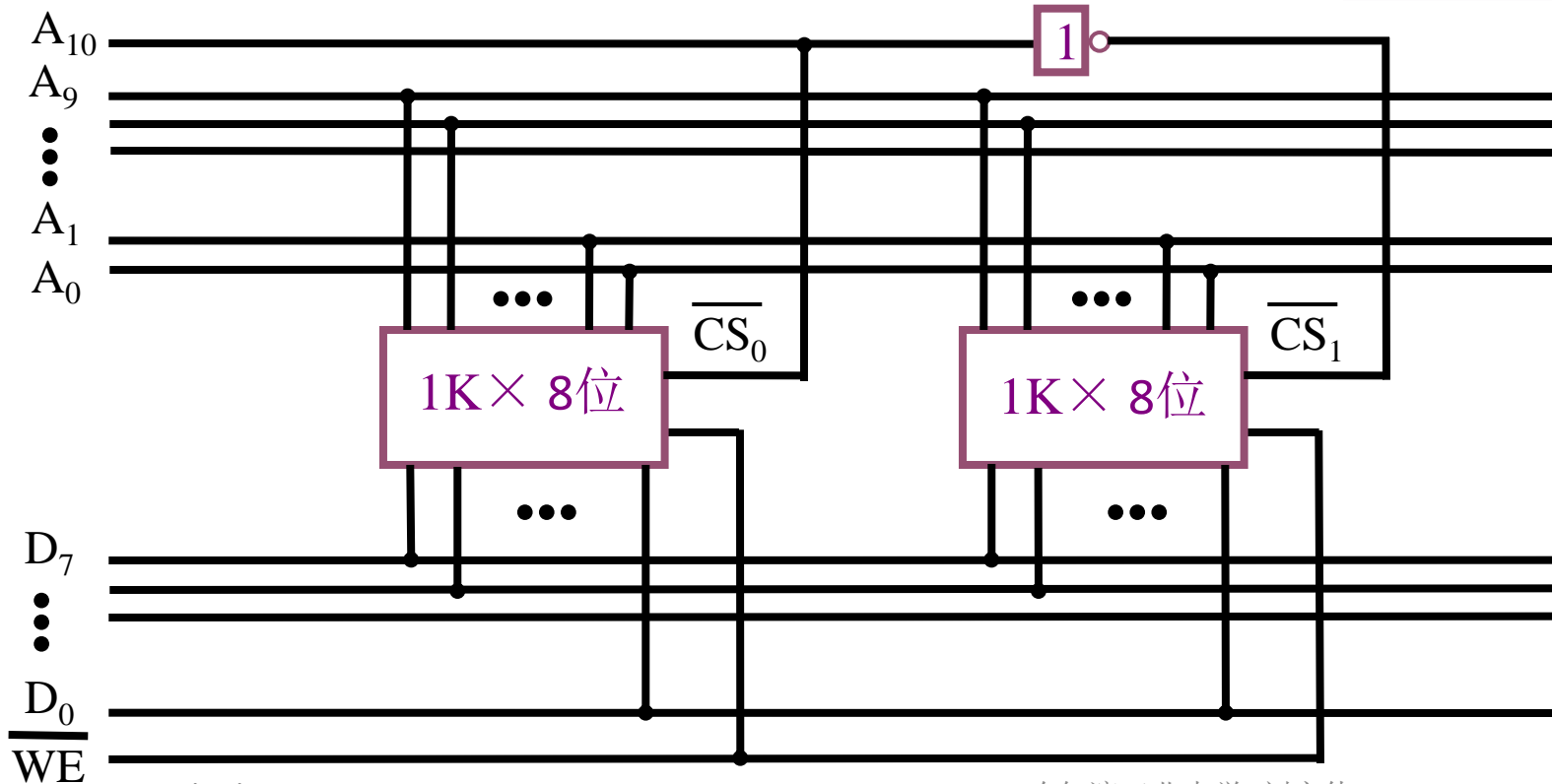
4.2

(2) 字扩展（增加存储字的数量）

用 **2片** $1\text{K} \times 8\text{位}$ 存储芯片组成 $2\text{K} \times 8\text{位}$ 的存储器

11根地址线

8根数据线



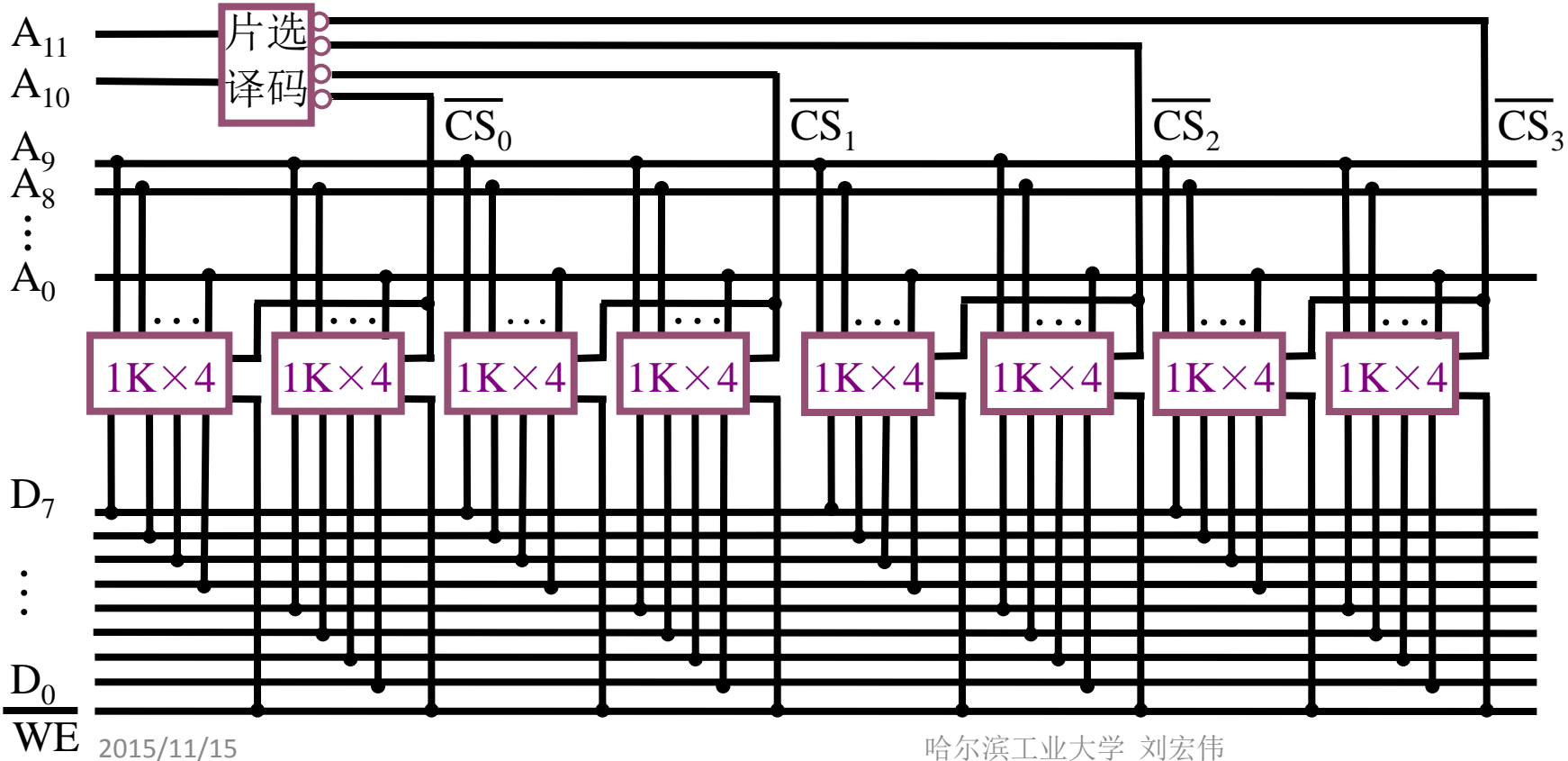
(3) 字、位扩展

4.2

用 8 片 $1\text{K} \times 4$ 位 存储芯片组成 $4\text{K} \times 8$ 位的存储器

12根地址线

8根数据线



4.2 主存储器——存储器与 CPU 的连接

- 1. 存储器容量的扩展
 - ✓位扩展
 - ✓字扩展
 - ✓同时扩展
- 2. 存储器与 CPU 的连接
 - ✓基本方法
 - ✓举例

2. 存储器与 CPU 的连接

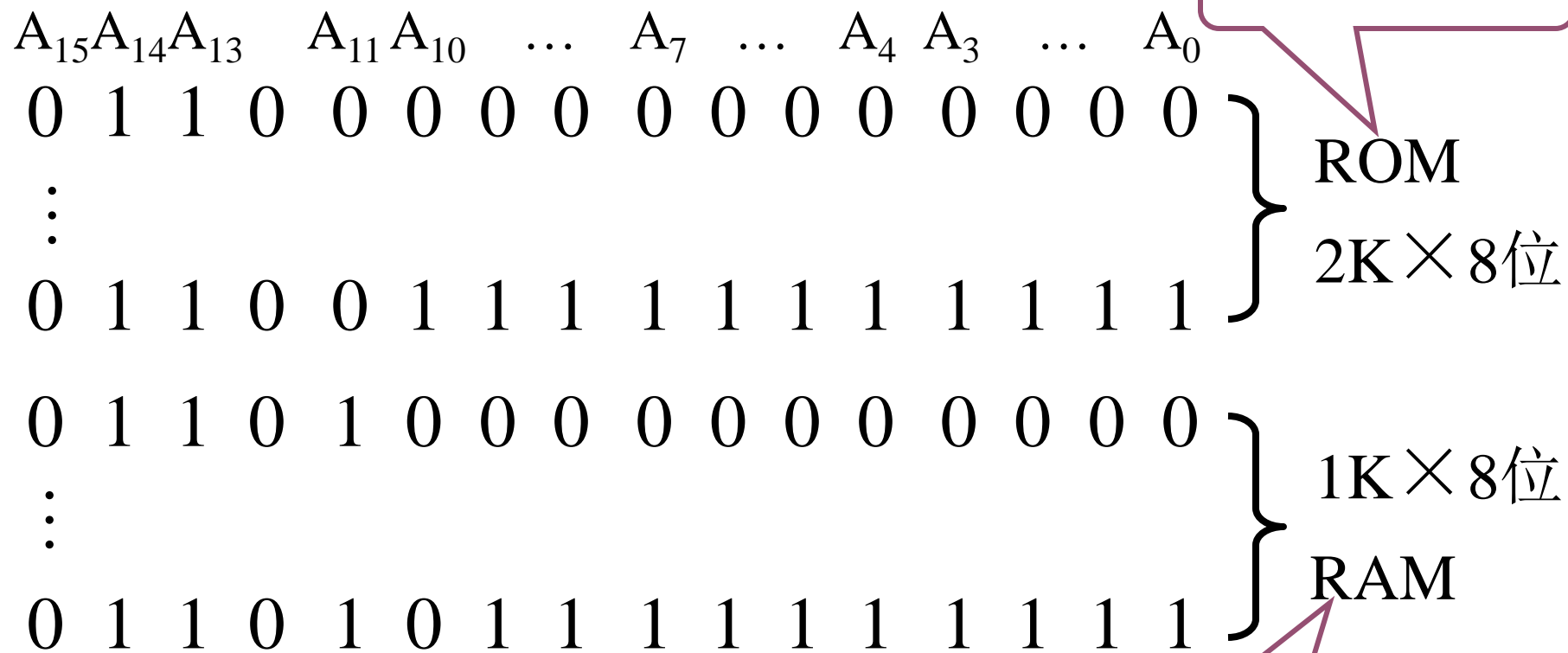


- (1) 地址线的连接
- (2) 数据线的连接
- (3) 读/写命令线的连接
- (4) 片选线的连接
- (5) 合理选择存储芯片
- (6) 其他 时序、负载

例4.1 解:

4.2

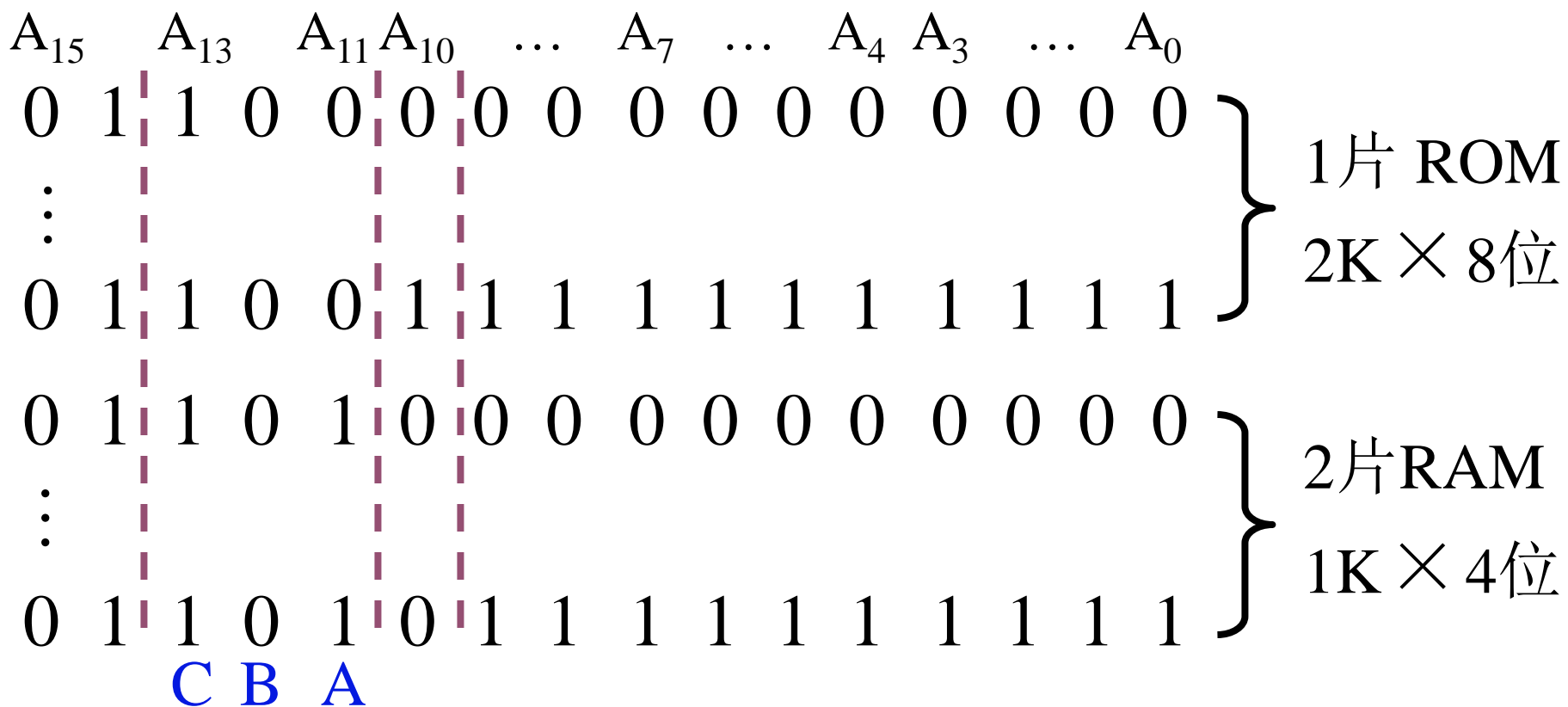
(1) 写出对应的二进制地址码



(2) 确定芯片的数量及类型

(3) 分配地址线

4.2



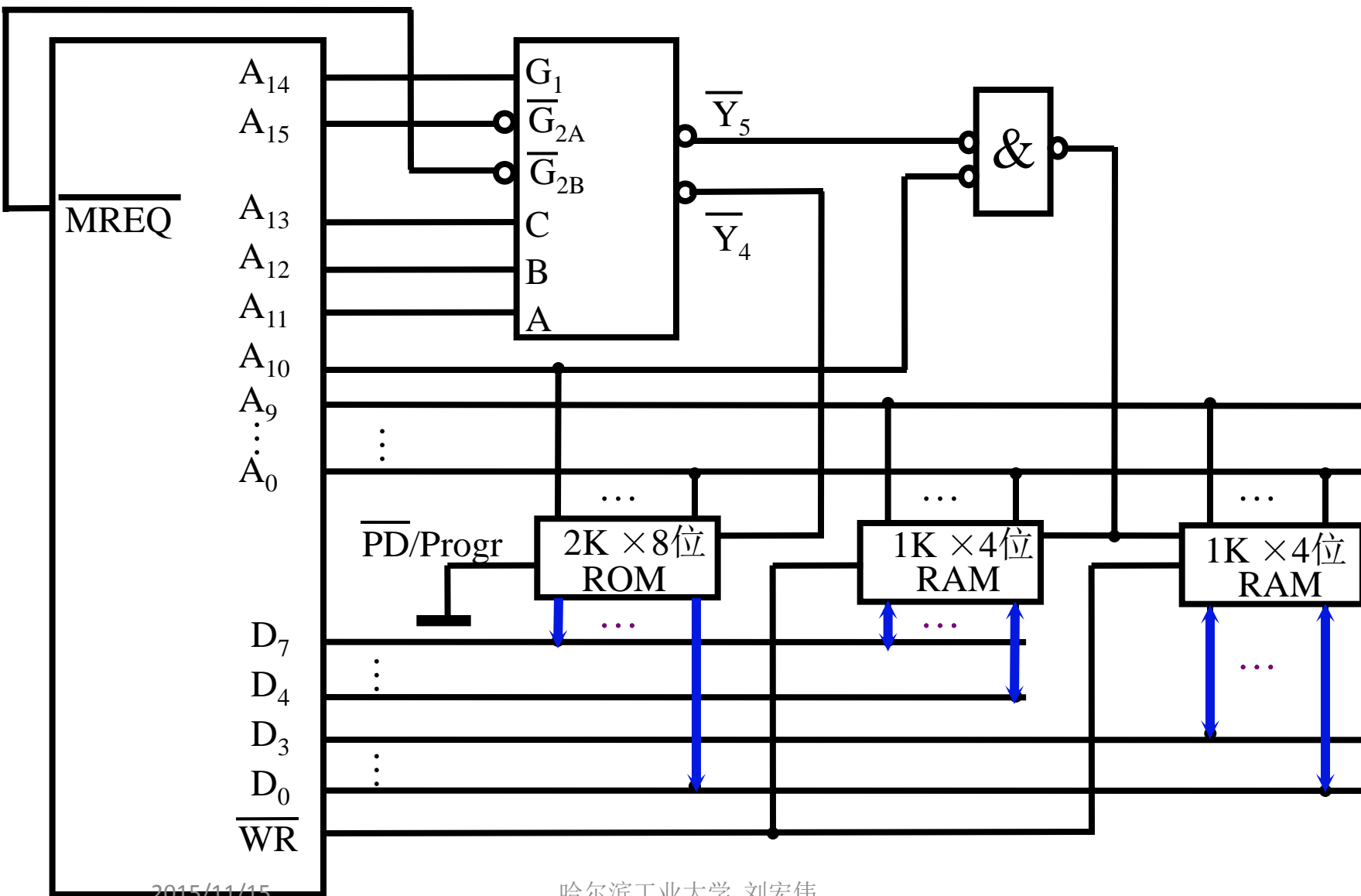
A₁₀~A₀ 接 2K × 8位 ROM 的地址线

A₉ ~ A₀ 接 1K × 4位 RAM 的地址线

(4) 确定片选信号

例 4.1 CPU 与存储器的连接图

4.2

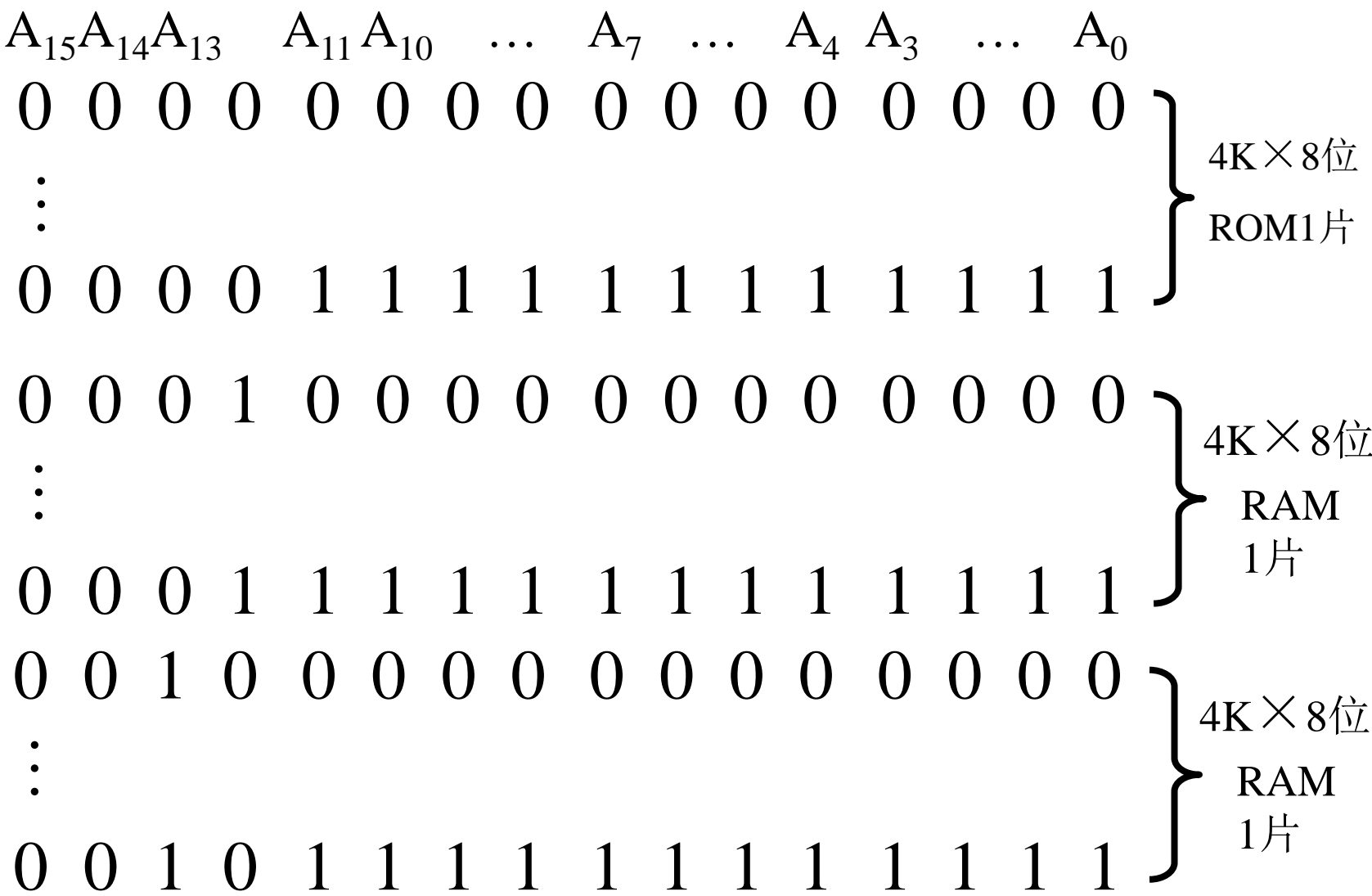


例4.2 假设同前，要求最小 4K为系统程序区，相邻 8K为用户程序区。

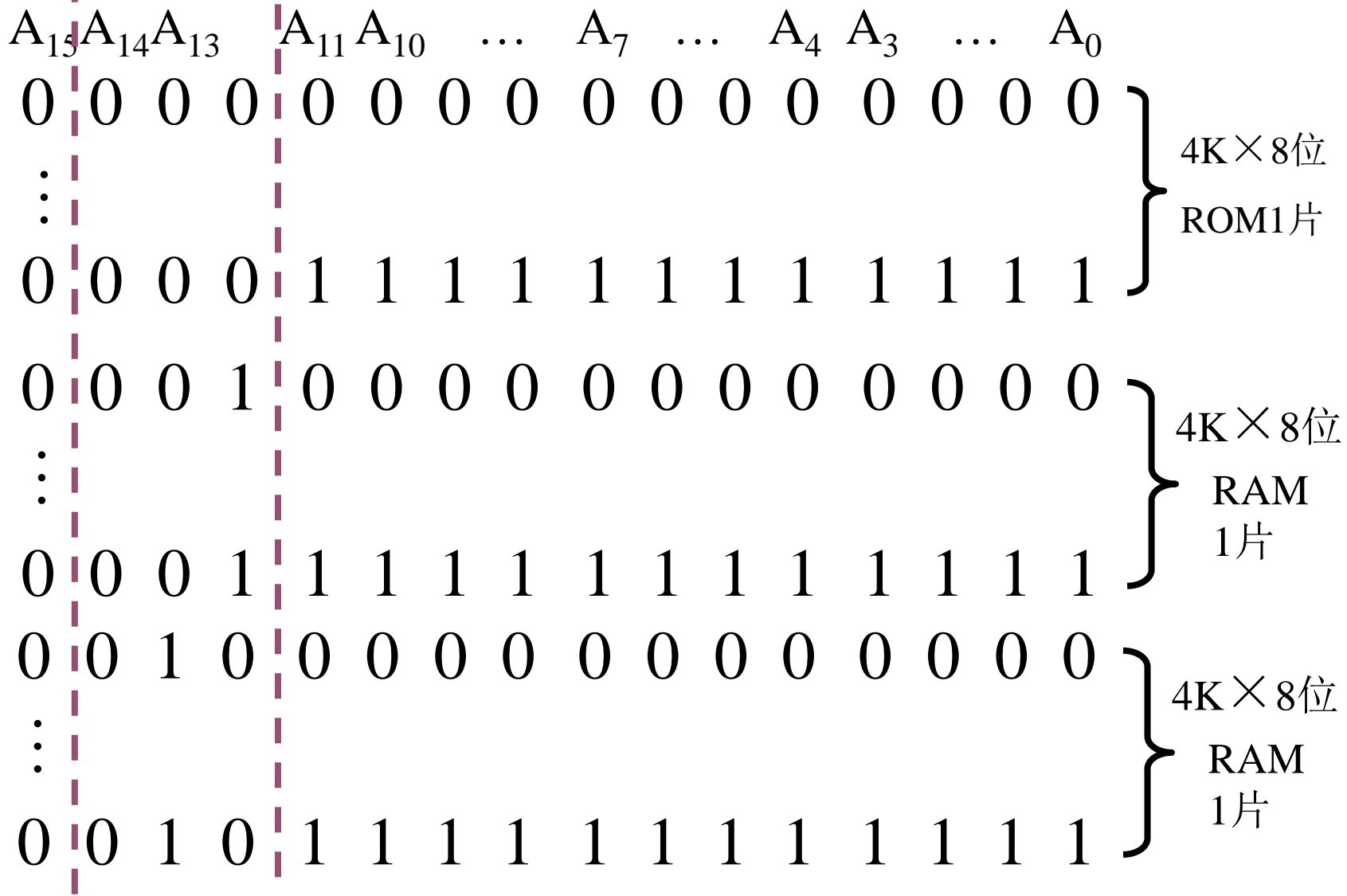
- (1) 写出对应的二进制地址码
- (2) 确定芯片的数量及类型
- (3) 分配地址线
- (4) 确定片选信号
- (5) 确定片选逻辑

例4.2 假设同前，要求最小 4K为系统程序区，相邻 8K为用户程序区。

- (1) 写出对应的二进制地址码
- (2) 确定芯片的数量及类型



(3) 分配地址线

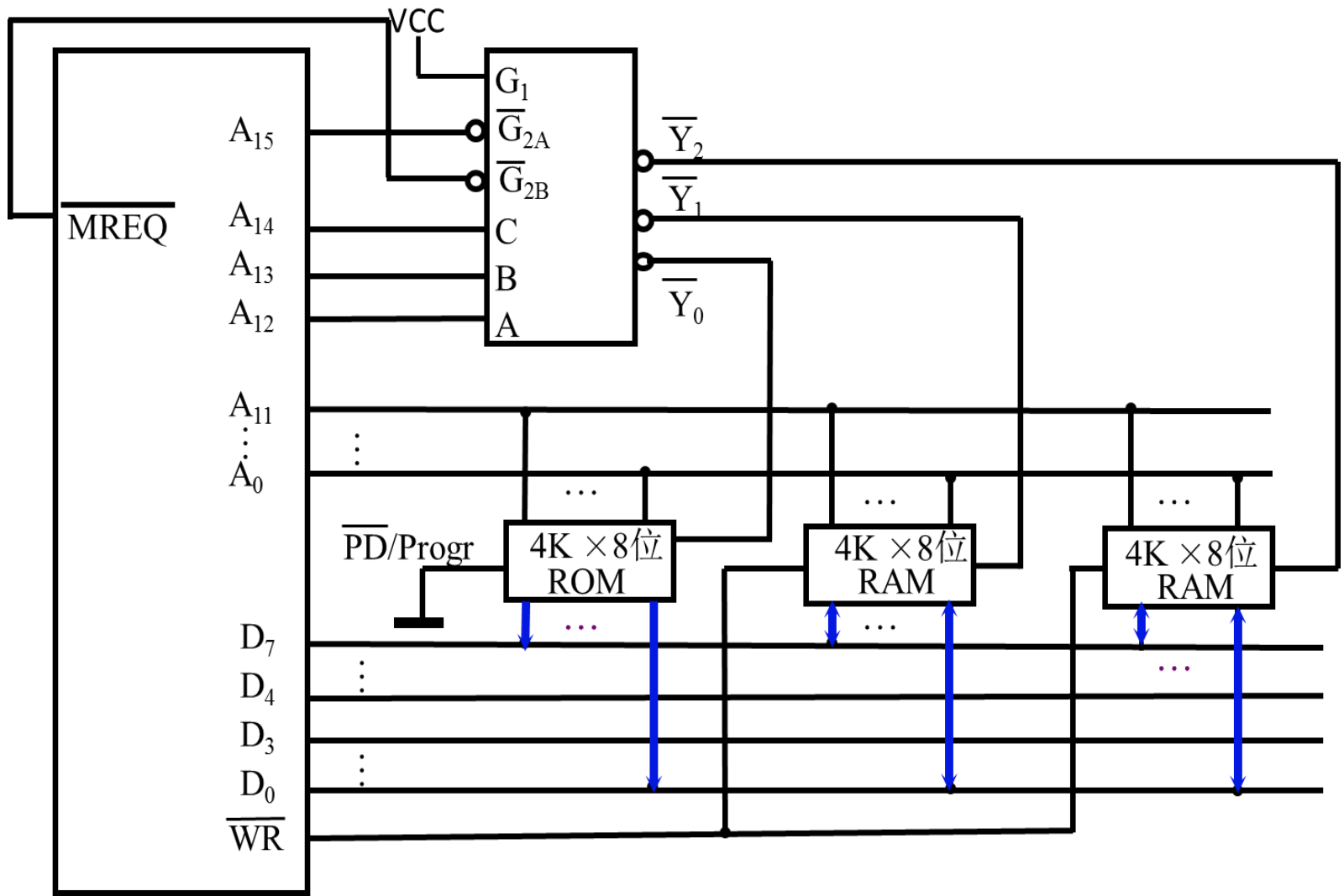


C B A

(4) 确定片选信号

例 4.2 CPU 与存储器的连接图

4.2



4.2 主存储器

- 一、概述
- 二、半导体存储芯片简介
- 三、随机存取存储器 (**RAM**)
- 四、只读存储器 (**ROM**)
- 五、存储器与 **CPU** 的连接
- **六、存储器的校验**
- 七、提高访存速度的措施

4.2 主存储器——存储器的校验

- 1、为什么要对存储器的信息进行校验？
- 2、为了能够校验出信息是否正确，如何进行编码？
- 3、纠错或检错能力与什么因素有关？
- 4、校验出信息出错后是如何进行纠错？
- 5、除了我们教材上讲的校验码，你还知道哪些容错编码？，原理是什么？

4.2 主存储器——存储器的校验

• 合法代码集合

1、{000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111} 检0位错、纠0位错

2、{000, 011, 101, 110}

↓
100 检1位错, 纠0位错

3、{000, 111} 检1位错, 纠1位错

↓ ? ↓
100 110

4、{0000, 1111} 检2位错, 纠1位错

1000 1100

5、{00000, 11111} 检2位错, 纠2位错

11000 11100

编码的检测能力和纠错能力和什么有关呢

任意两组合法
代码之间 **二进制位的最少差异数**

六、存储器的校验

4.2

1. 编码的最小距离

任意两组合法代码之间 二进制位数 的 最少差异
编码的纠错、检错能力与编码的最小距离有关

$$L - 1 = D + C \quad (D \geq C)$$

L —— 编码的最小距离 $L = 3$

D —— 检测错误的位数 具有 一位 纠错能力

C —— 纠正错误的位数

汉明码是具有一位纠错能力的编码

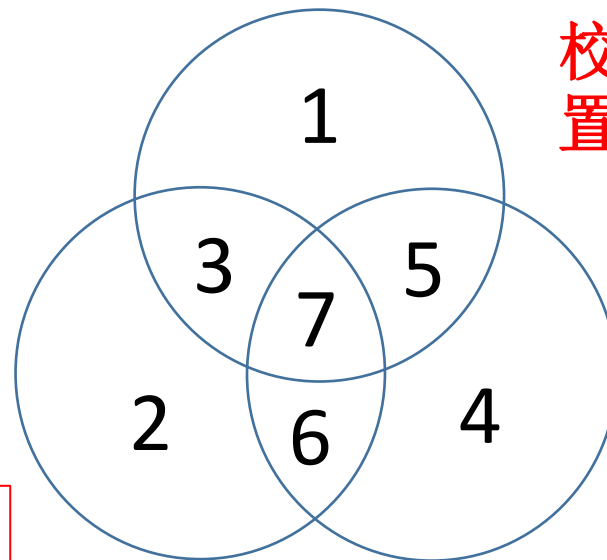
2. 汉明码的组成

4.2

- 汉明码采用奇偶检验
- 汉明码采用分组校验

00100011 100100011 1001000011

校验位 校验位



校验位应该放在哪些位置呢？

1, 2, 4, 8
位置放校验码

P₃P₂P₁
0 0 0
0 0 1
1 0 1
1 1 0
1 1 1

无差错
1
5
6
7

给出了出错的位

- 汉明码的分组是一种非划分方式 如何分组的呢？

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

分成3组，每组有1位校验位，
共包括4位数据位

第1组 XXXX1
第2组 XXX1X
第3组 XX1XX
第4组 X1XXX
第5组 1XXXX

2. 汉明码的组成



4.2

组成汉明码的三要素

汉明码的组成需增添 ? 位检测位

$$2^k \geq n + k + 1$$

检测位的位置 ?

$$2^i \quad (i = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

检测位的取值 ?

检测位的取值与该位所在的检测“小组”中
承担的奇偶校验任务有关

各检测位 C_i 所承担的检测小组为

4.2

C_1 检测的 g_1 小组包含第 1, 3, 5, 7, 9, 11, ... 位置的二进制编码为X...XXX1

C_2 检测的 g_2 小组包含第 2, 3, 6, 7, 10, 11, ... 位置的二进制编码为X...XX1X

C_4 检测的 g_3 小组包含第 4, 5, 6, 7, 12, 13, ... 位置的二进制编码为X...X1XX

C_8 检测的 g_4 小组包含第 8, 9, 10, 11, 12, 13, ...
位置的二进制编码为X...1XXX

g_i 小组独占第 2^{i-1} 位 位置的二进制编码为0...10...0

g_i 和 g_j 小组共同占第 $2^{i-1} + 2^{j-1}$ 位

位置的二进制编码为0...010...010...0

g_i 、 g_j 和 g_l 小组共同占第 $2^{i-1} + 2^{j-1} + 2^{l-1}$ 位

位置的二进制编码为0...010...010...010...0



例4.4 求 0101 按 “偶校验” 配置的汉明码

解： $\because n = 4$

根据 $2^k \geq n + k + 1$

得 $k = 3$

汉明码排序如下：

二进制序号	1	2	3	4	5	6	7
名称	C_1	C_2	0	C_4	1	0	1
	0	1		0			

\therefore 0101 的汉明码为 **0100101**

练习1 按配偶原则配置 0011 的汉明码 4.2

解： $\because n = 4$ 根据 $2^k \geq n + k + 1$

取 $k = 3$

二进制序号	1	2	3	4	5	6	7
名称	C_1	C_2	0	C_4	0	1	1
	1	0		0			

$$C_1 = 3 \oplus 5 \oplus 7 = 1$$

$$C_2 = 3 \oplus 6 \oplus 7 = 0$$

$$C_4 = 5 \oplus 6 \oplus 7 = 0$$

\therefore 0011 的汉明码为 1000011

3. 汉明码的纠错过程

4.2

形成新的检测位 P_i ，其位数与增添的检测位有关，
如增添 3 位（ $k=3$ ），新的检测位为 $P_4 P_2 P_1$ 。

以 $k=3$ 为例， P_i 的取值为

$$P_1 = \overset{C_1}{1} \oplus 3 \oplus 5 \oplus 7$$

$$P_2 = \overset{C_2}{2} \oplus 3 \oplus 6 \oplus 7$$

$$P_4 = \overset{C_4}{4} \oplus 5 \oplus 6 \oplus 7$$

对于按“偶校验”配置的汉明码

不出错时 $P_1=0, P_2=0, P_4=0$

例4.5 已知接收到的汉明码为 0100111

（按配偶原则配置）试问要求传送的信息是什么？

解：纠错过程如下

$$P_1 = 1 \oplus 3 \oplus 5 \oplus 7 = 0 \quad \text{无错}$$

$$P_2 = 2 \oplus \underset{\checkmark}{3} \oplus \boxed{6} \oplus \underset{\checkmark}{7} = 1 \quad \text{有错}$$

$$P_4 = 4 \oplus \underset{\checkmark}{5} \oplus \boxed{6} \oplus \underset{\checkmark}{7} = 1 \quad \text{有错}$$

$$\therefore P_4 P_2 P_1 = 110$$

第 6 位出错，可纠正为 0100101，
故要求传送的信息为 0101。

练习2 写出按偶校验配置的汉明码

0101101 的纠错过程

$$P_4 = 4 \oplus 5 \oplus 6 \oplus 7 = 1$$

$$P_2 = 2 \oplus 3 \oplus 6 \oplus 7 = 0$$

$$P_1 = 1 \oplus 3 \oplus 5 \oplus 7 = 0$$

$\therefore P_4 P_2 P_1 = 100$ 第4位错，可不纠

练习3 按配奇原则配置 0011 的汉明码

配奇的汉明码为 0101011

4.2 主存储器

- 一、概述
- 二、半导体存储芯片简介
- 三、随机存取存储器 (**RAM**)
- 四、只读存储器 (**ROM**)
- 五、存储器与 **CPU** 的连接
- 六、存储器的校验
- 七、提高访存速度的措施

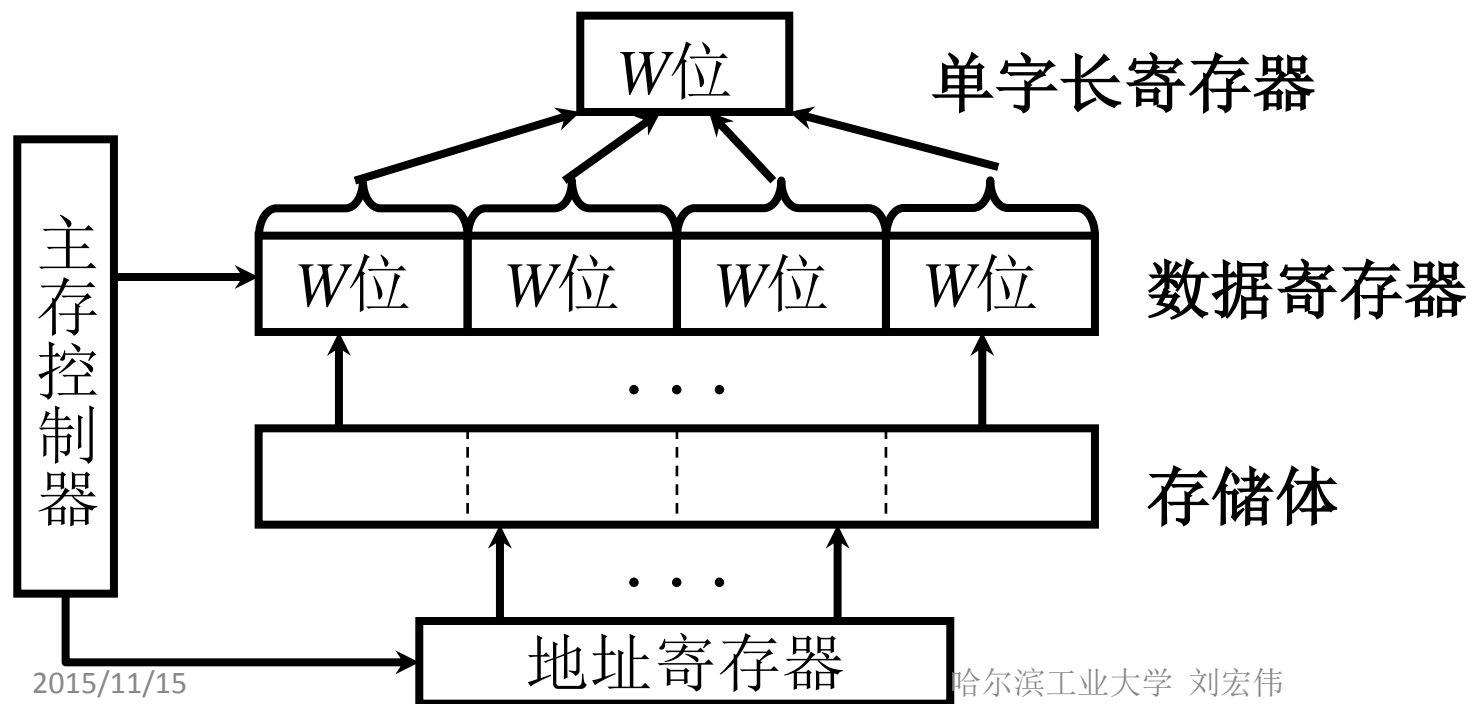
七、提高访存速度的措施

4.2

- 采用高速器件
- 采用层次结构 **Cache – 主存**
- 调整主存结构

1. 单体多字系统

增加存储器的带宽

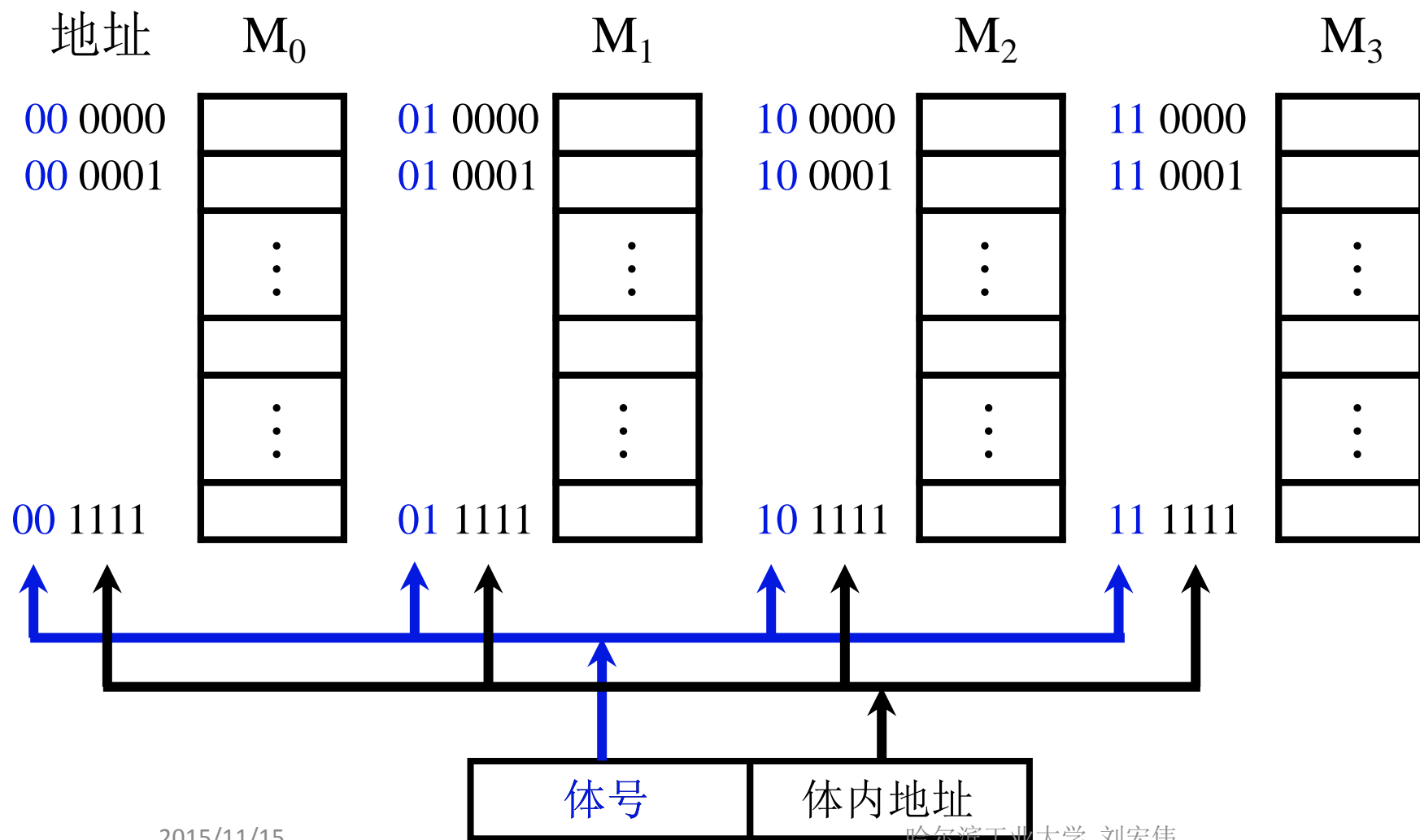


2. 多体并行系统

4.2

(1) 高位交叉

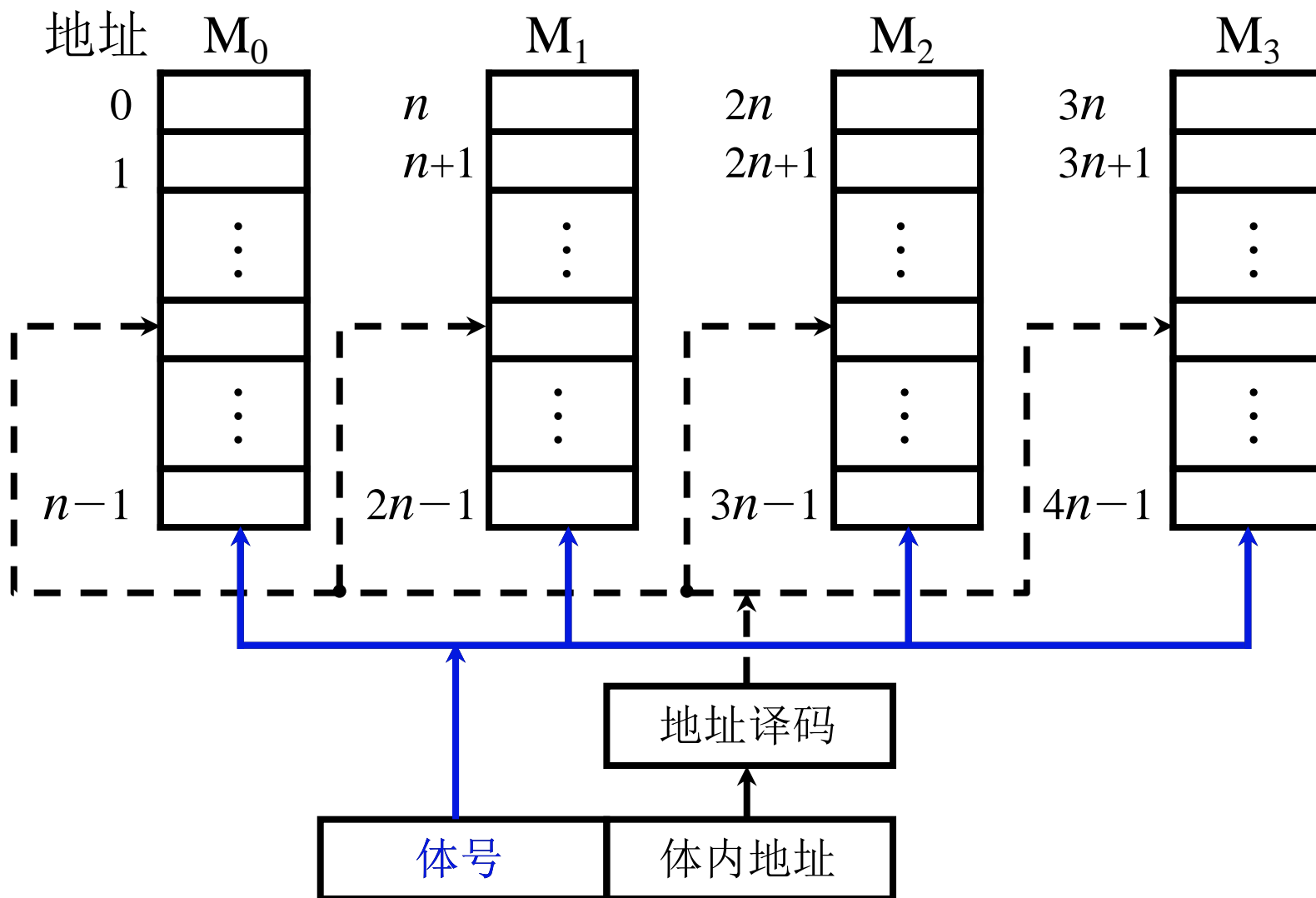
顺序编址



(1) 高位交叉

各个体并行工作

4.2

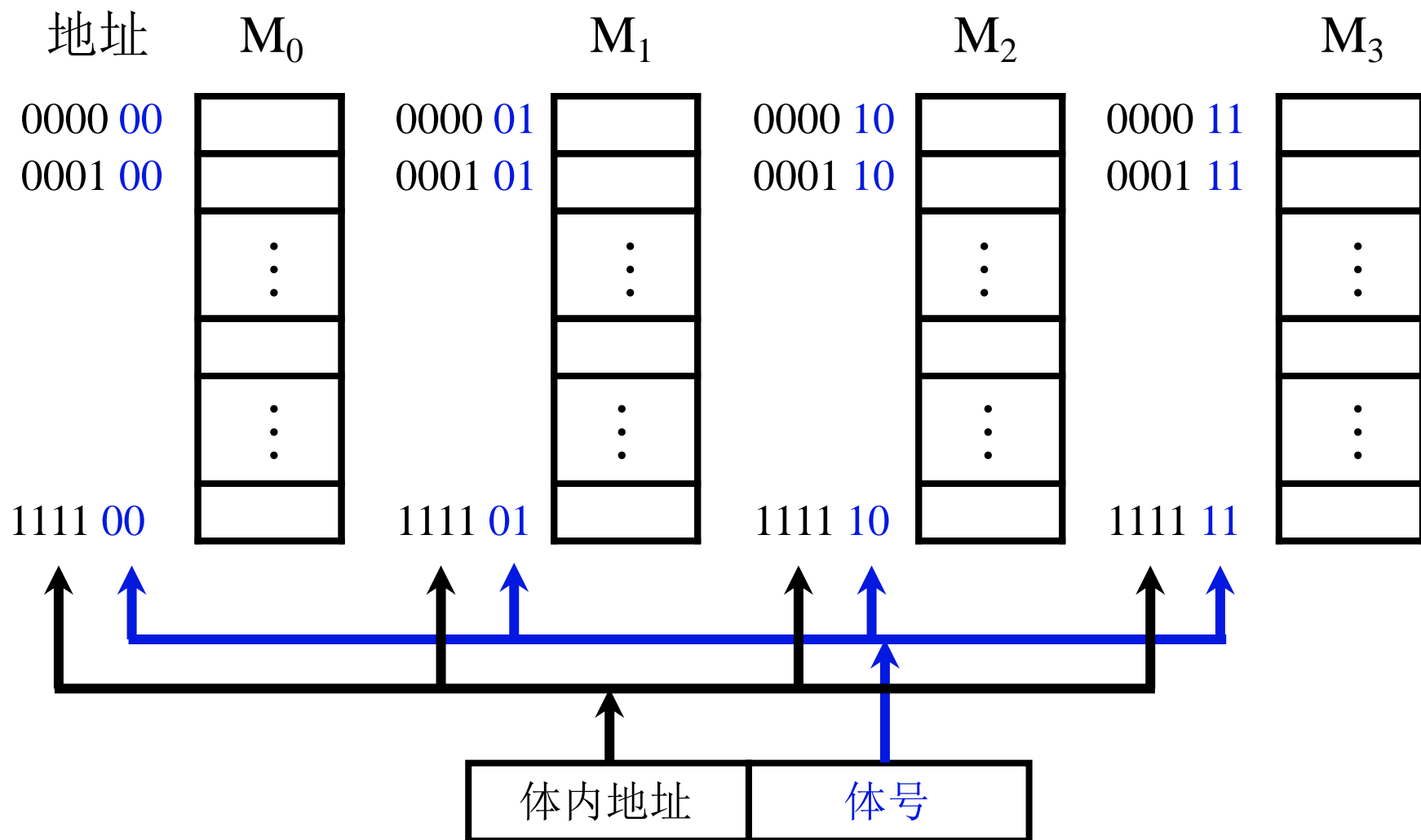


(2) 低位交叉

各个体轮流编址

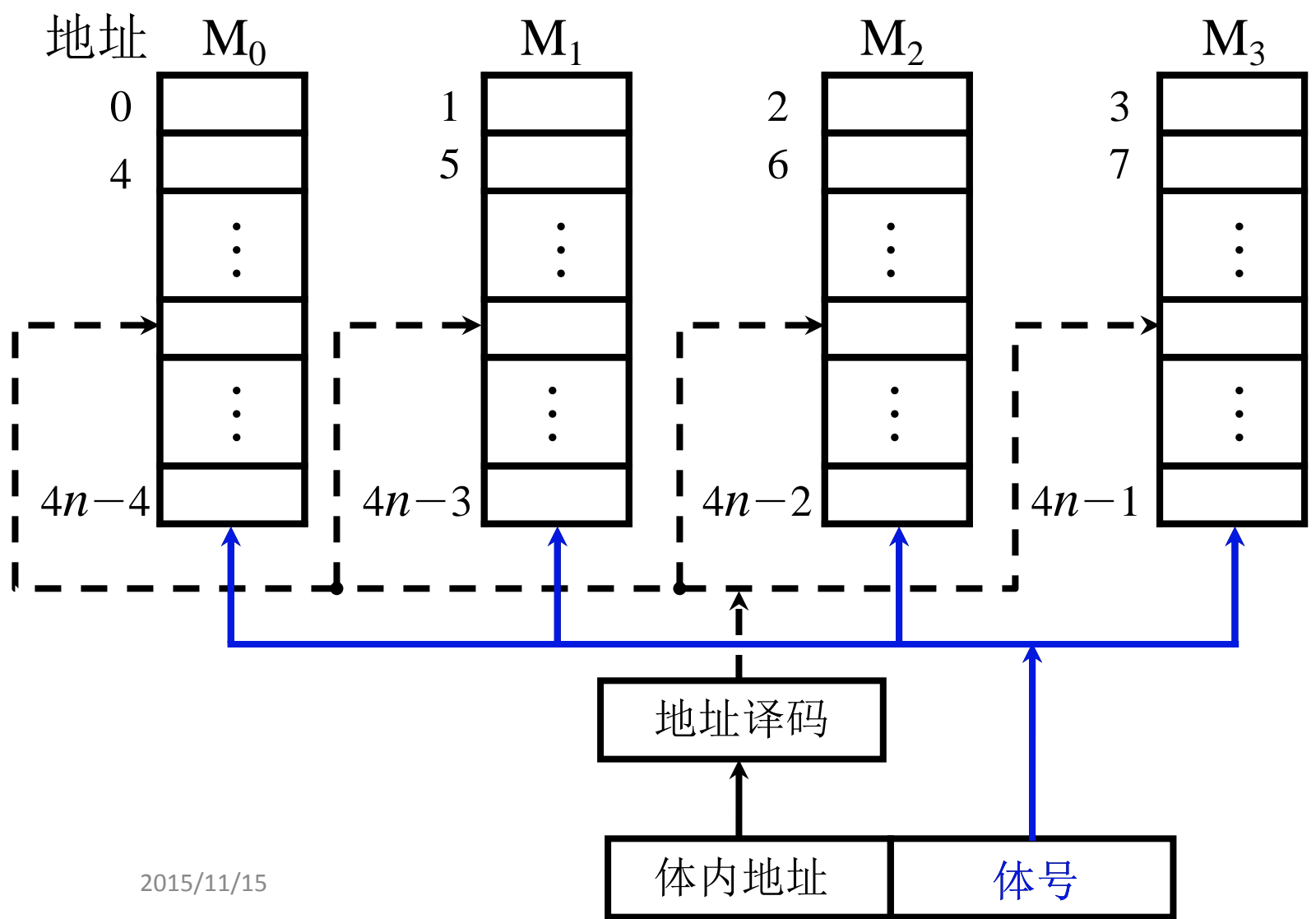


4.2



(2) 低位交叉 各个体轮流编址

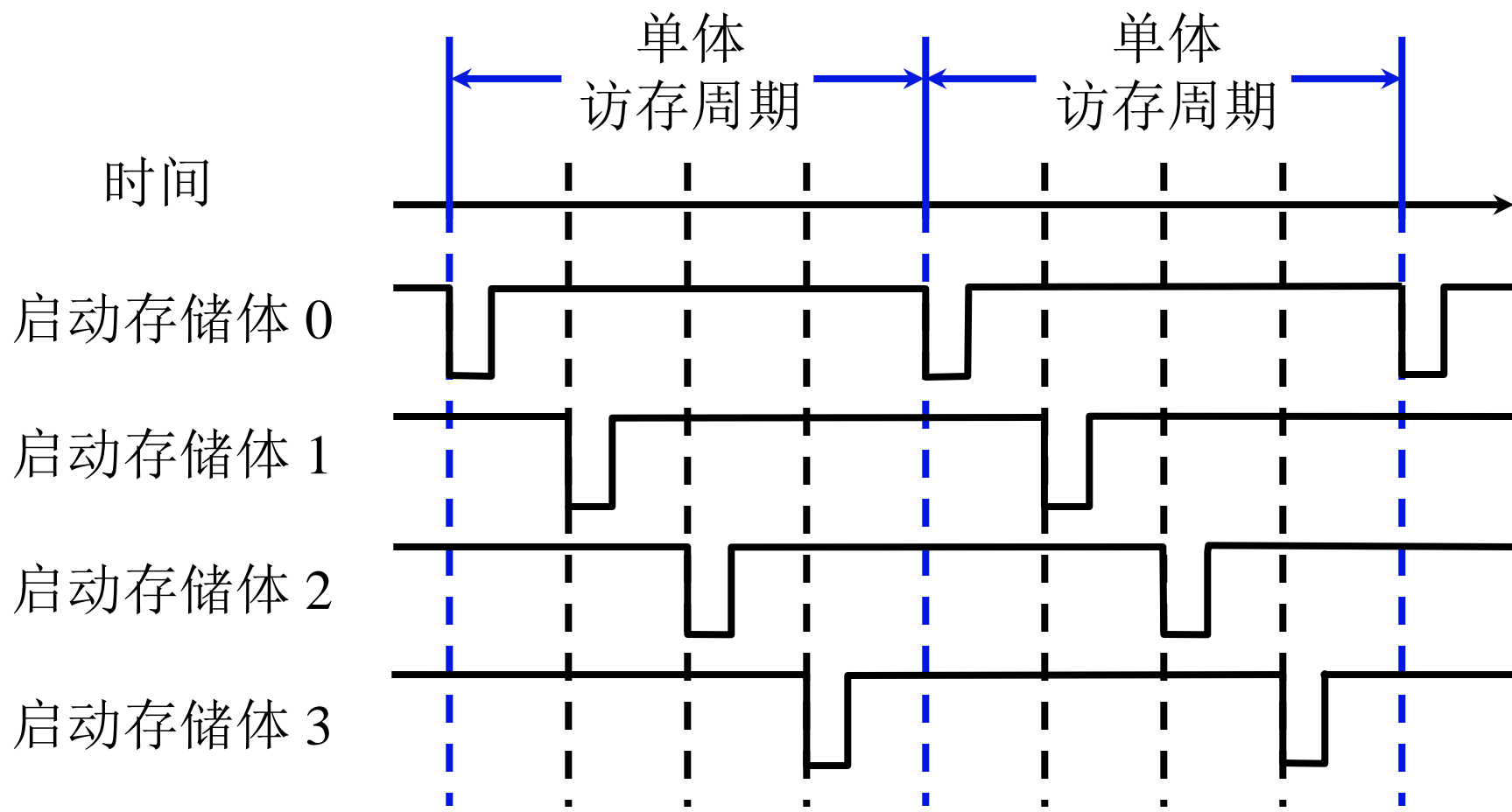
4.2



低位交叉的特点

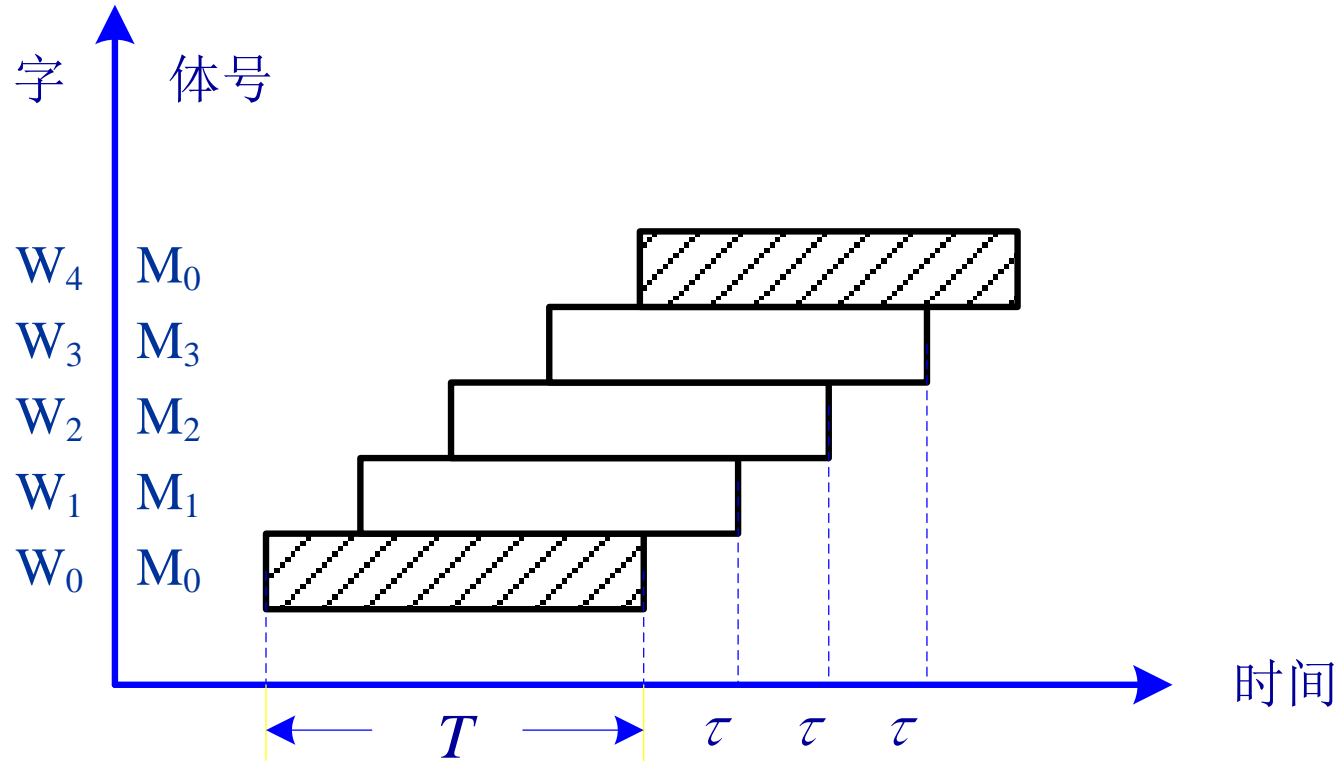
4.2

在不改变存取周期的前提下，增加存储器的带宽



4.2

设四体低位交叉存储器，存取周期为 T ，总线传输周期为 τ ，为实现流水线方式存取，应满足 $T = 4\tau$ 。



连续读取 4 个字所需的时间为 $T + (4 - 1)\tau$

3.高性能存储芯片



4.2

(1) SDRAM (同步 DRAM)

在系统时钟的控制下进行读出和写入

CPU 无须等待

(2) RDRAM

由 Rambus 开发，主要解决 存储器带宽 问题

(3) 带 Cache 的 DRAM

在 DRAM 的芯片内 集成 了一个由 SRAM 组成的

Cache，有利于 猝发式读取