

第6章 单片机并行存储器扩展

6.1 单片机并行外扩展系统

6.2 存储器分类

6.3 存储器并行扩展

6.4 存储器系统的特点和使用方法

6.1 单片机并行外扩展系统

一、单片机系统为什么要扩展？

P119

单片机内集成了不少部件，但是数目/功能有限，如

- 1、只有32个I/O口，当输入输出较多时，例如驱动彩灯，必须要**扩展外部I/O口**。
- 2、片内51子系列有128字节RAM（52有256），当数据量较大时，例如接收IP包，要**扩展外部RAM**。
- 3、片内早期只有2K的ROM，目前最大有32K的ROM，当程序量大的时候，必须**扩展外部ROM**。
- 4、片内ROM现场只能读不能写，而片内外RAM能读写但掉电丢失，需要现场记忆数据必须**扩展EEPROM**。
- 5、其他还有A/D D/A的扩展，定时器、中断源扩展。

二. 单片机系统扩展的硬件基础是什么？

P119

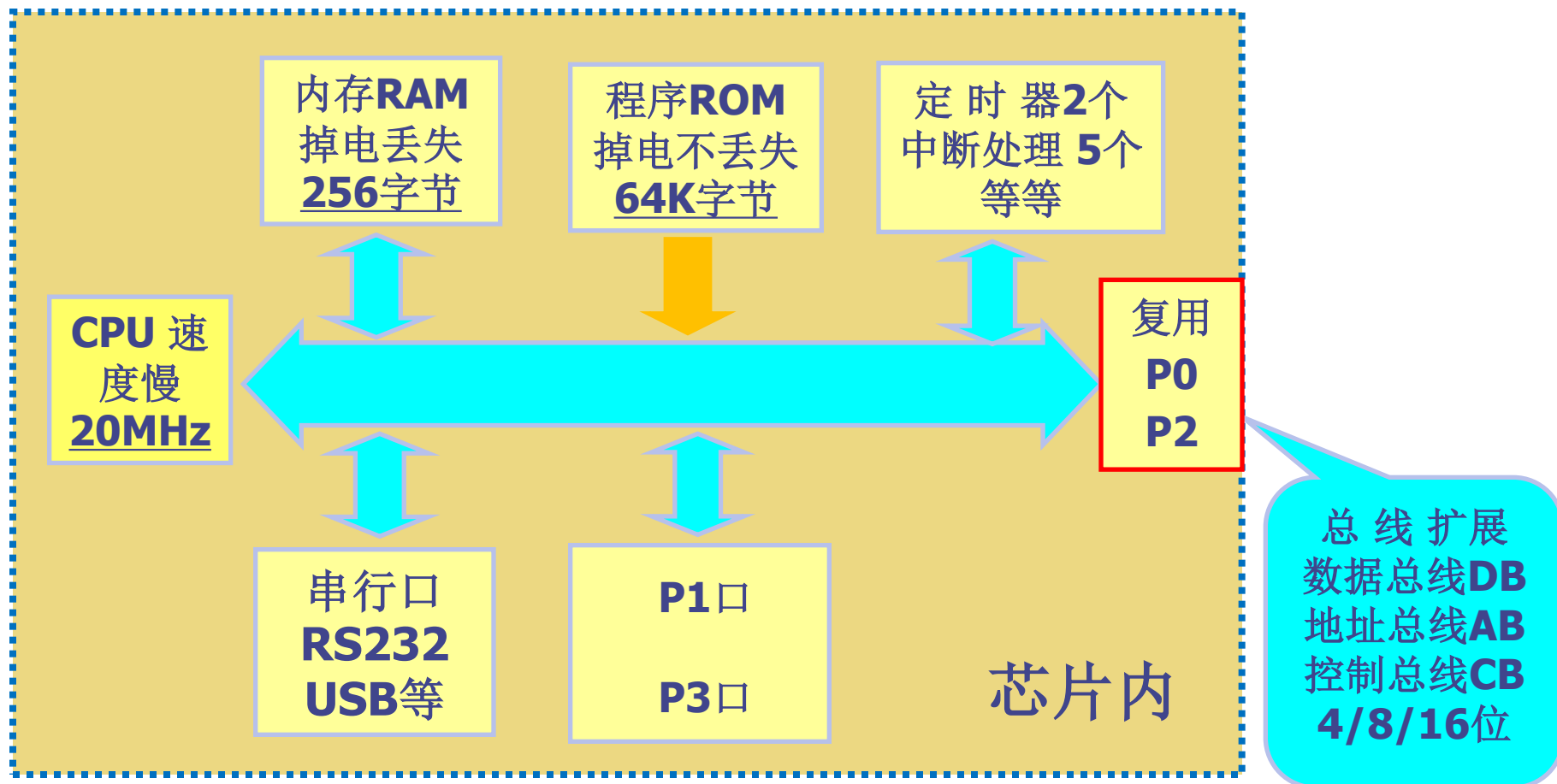
总线结构是系统扩展的基础，例如计算机扩充功能时都遵循ISA总线，非常方便。总线包含：

地址总线（AD），单向。

数据总线（DB），双向。

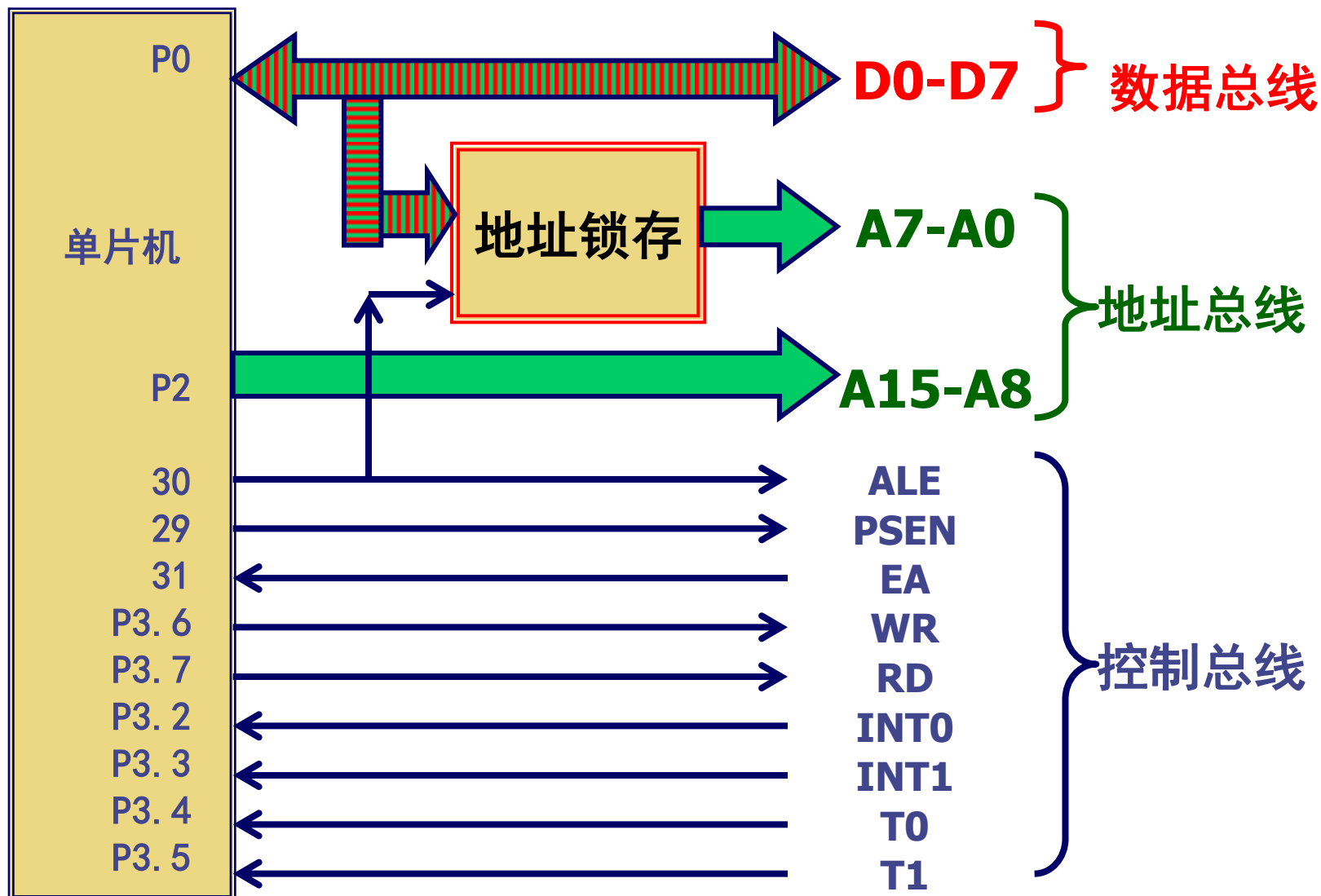
控制总线（CB），对某一根来说是单向。

1、 单片机内部总线及复用输出



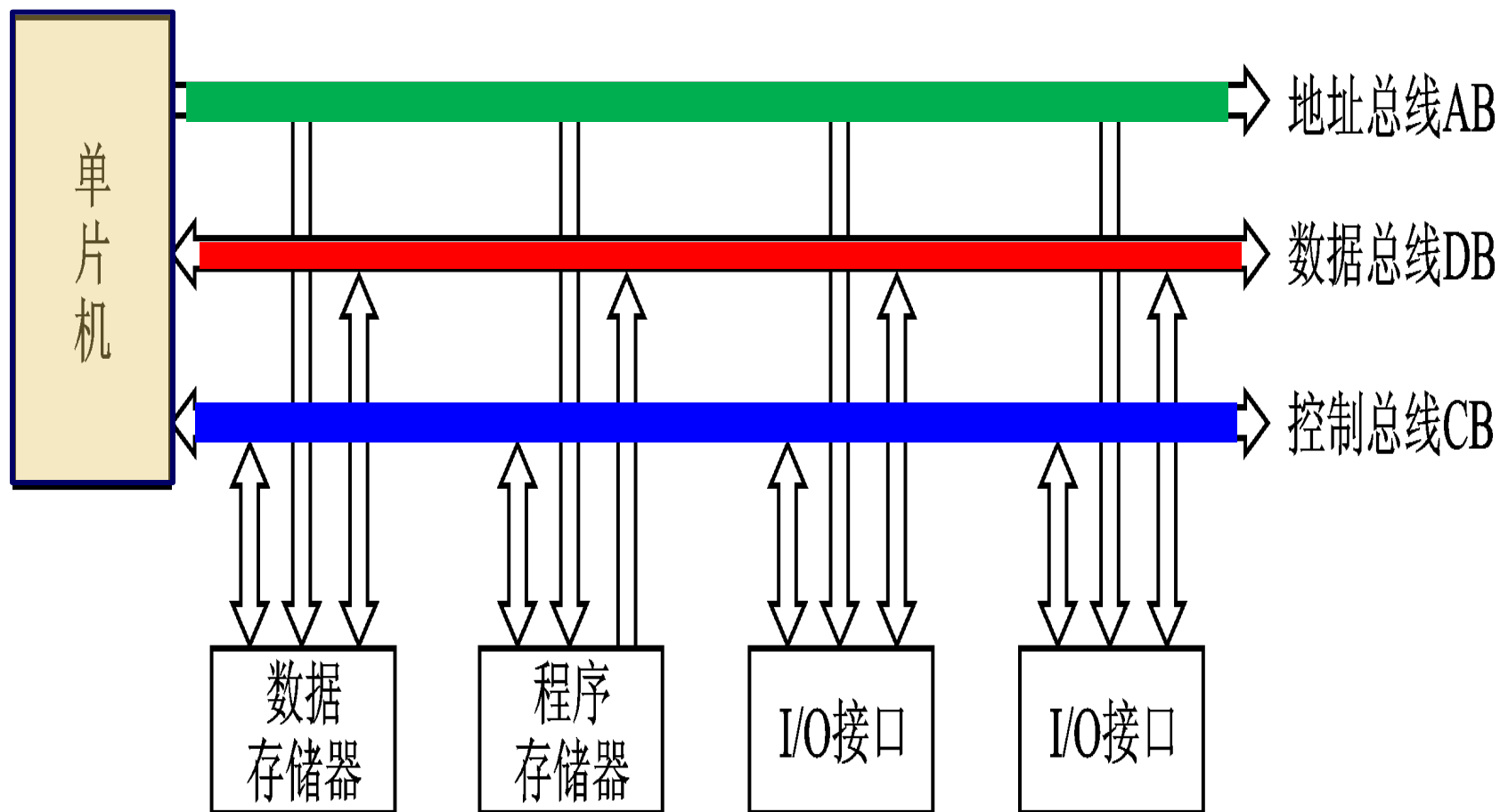
2. 单片机总线的重构

P120



3. 单片机总线重构后的扩展

P120



4、单片机的总线特点

P120

1) 地址总线：AB单向

低8位：由P0口分时复用输出，靠ALE的下降沿锁存。

高8位：由P2口输出。

2) 数据总线：DB双向

输出：由P0口分时复用输出，靠WR的上升沿锁存在外部RAM上。

输入：由P0口分时复用输出，靠RD的低电平让外部RAM输出数据、在上升沿锁存在内部寄存器A上

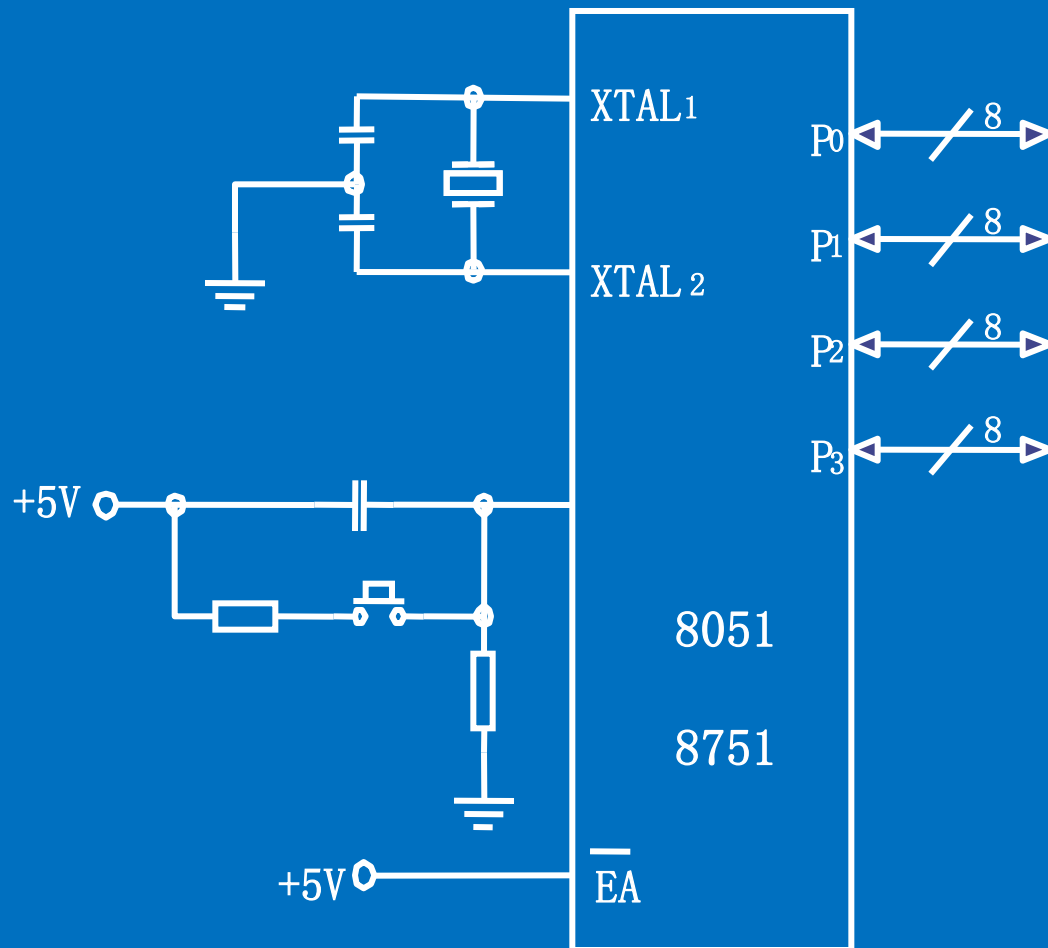
3) 控制总线：CB就某一根来说是单向

WR：执行MOVX @DPTR, A MOVX @Ri, A自动产生，并与P0分时输出的数据时间上对齐。

RD：执行MOVX A, @DPTR MOVX A, @Ri自动产生，低电平让外部RAM输出数据、上升沿锁存在内部寄存器A上。

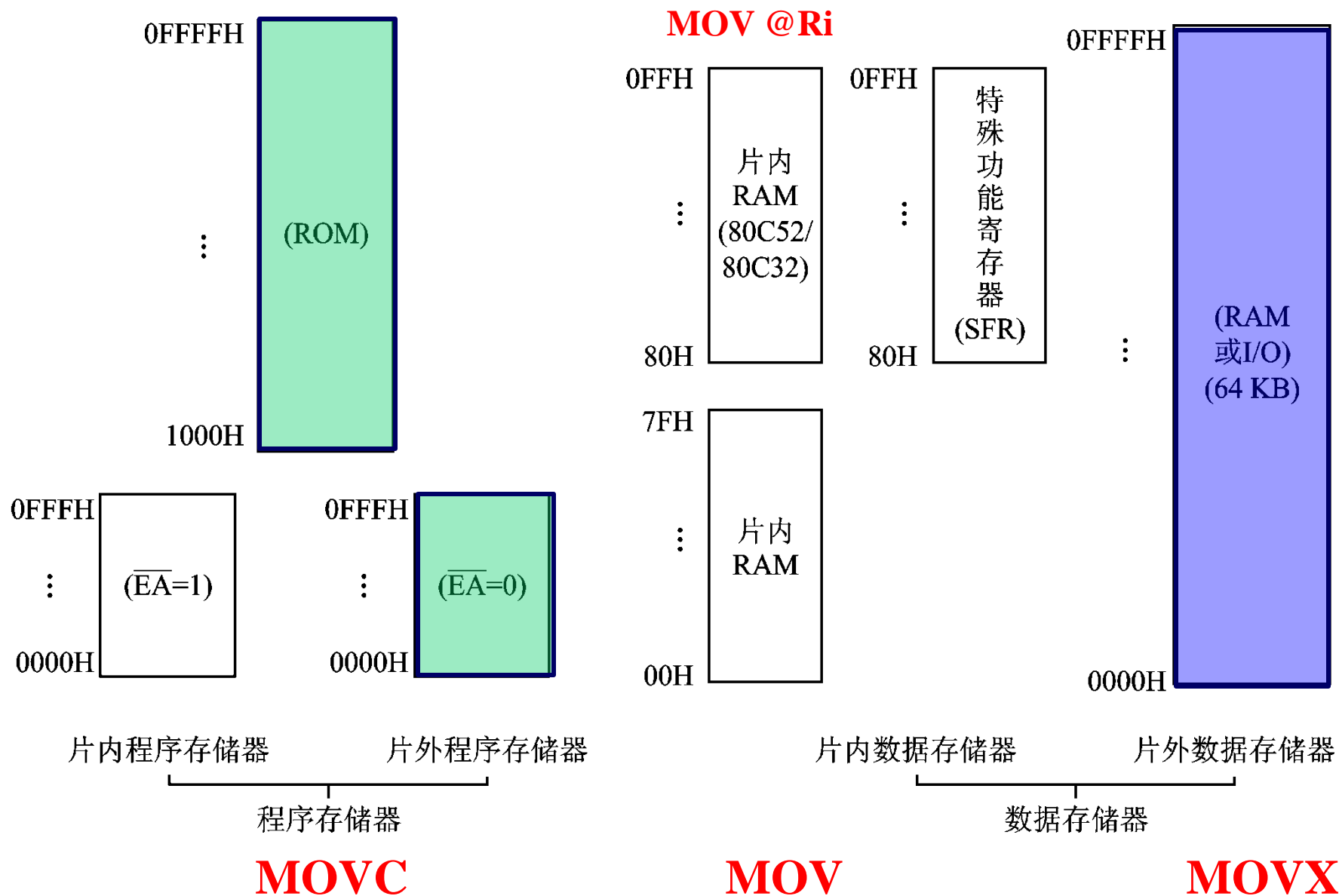
ALE：下降沿与P0分时输出的低8位地址时间上对齐。

5、MCS-51单片机最小应用系统



8051/8751最小应用系统

三、 80C51单片机系统地址空间结构图



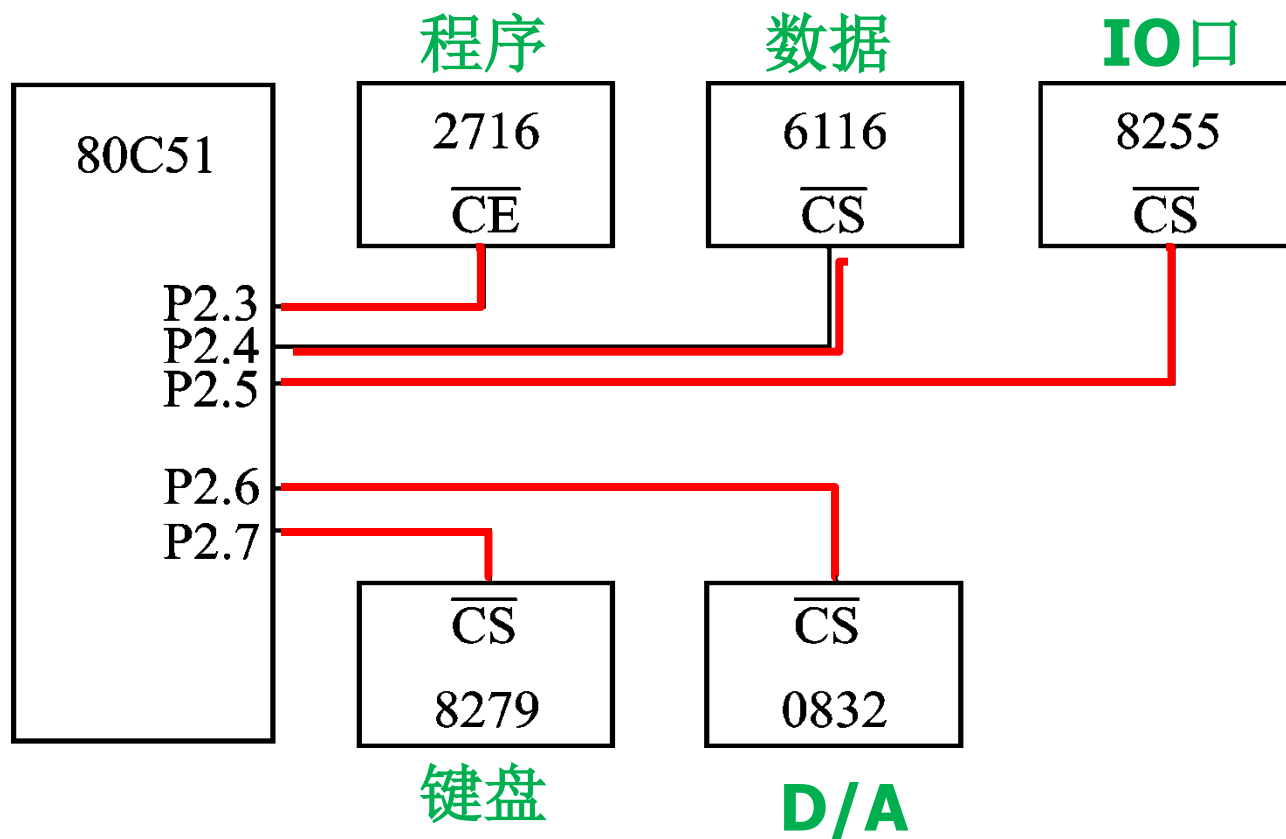
四、片选技术

进行单片机系统扩展，首先要解决寻址问题，即如何找到要访问的扩展芯片以及芯片内的目标单元。

为进行芯片选择，扩展芯片上都有一个甚至多个片选信号引脚(常用名为CE或CS)。所以寻址问题就归结到如何产生有效的片选信号。常用的芯片选择方法（即寻址方法），有**线选法**和**译码法**两种。

1、线选法寻址

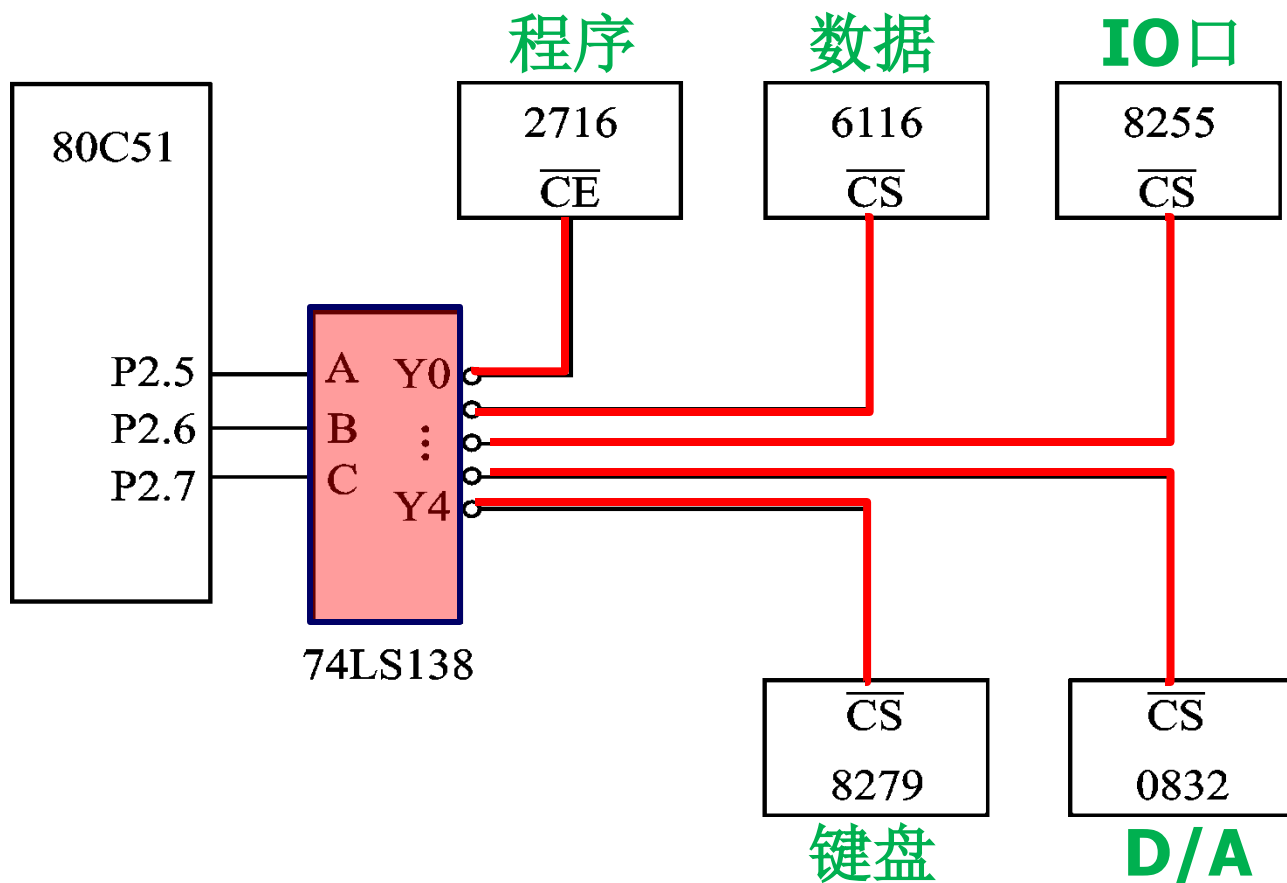
所谓线选法，就是直接以位地址信号作为芯片的片选信号。
使用时只需把地址线与扩展芯片的片选信号引脚直接连接。



特点是简单，适用于规模较小的单片机系统，地址不连续。

2、译码法寻址

使用译码器对高位地址进行译码，以其译码输出作为扩展芯片的片选信号，这是一种最常用的寻址方法。



特点是增加硬件译码器，适用于大容量、地址连续。

6.2 存储器分类

一、只读存储器

1、掩膜只读存储器

将源代码交予芯片厂，在芯片生产过程中实现编程。因编程过程是掩膜工艺，因此，称为掩膜ROM，或Mask ROM。特点是成本低廉，适合大规模生产。

2、可编程只读存储器（PROM）

PROM(Programmable Read Only Memory)芯片出厂时没有任何程序信息，是在开发现场由用户写入的。但这种ROM芯片只能写入一次，其内容一旦写入就不能再进行修改。特点是方便，小规模。

3、可擦除可编程只读存储器（EPROM）

EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory)芯片的内容也由用户写入，但允许反复擦除重新写入，用紫外线擦除。特点是可以反复烧写，适合初期开发使用。

4、电擦除可编程只读存储器（E2PROM）

Electrically Erasable Programmable Read Only Memory是用电信号编程也用电信号擦除的ROM芯片，读/写与RAM相似。特点是写入速度慢一些，但断电后却能保存信息。

5、闪速存储器（Flash ROM）

闪速存储器全称为快闪可编程/擦除只读存储器，简称闪速存储器或FlashROM，特点是写入速度提高了，断电后能保存信息，目前普遍使用。

二、读/写存储器

数据存储器用于存放可随时修改的数据。数据存储器扩展使用随机存储器芯片RAM(Random Access Memory)，可进行读/写操作，但RAM断电后所存信息消失。

分为：

- 1、静态RAM: 无须刷新，功耗大，成本高，常用是**6116 (2Kx8)**，**6264 (8Kx8)**
- 2、动态RAM :须要刷新，功耗小，成本低，常用是**2164A (64Kx1)**
- 3、集成RAM: 把动态RAM的刷新定时与控制集成于芯片之中，兼有静态RAM和动态RAM 的优点，常用是**2186**。

6.3 MCS-51单片机程序存储器的扩展

一、什么时候需要扩展外部程序存储器？ P125

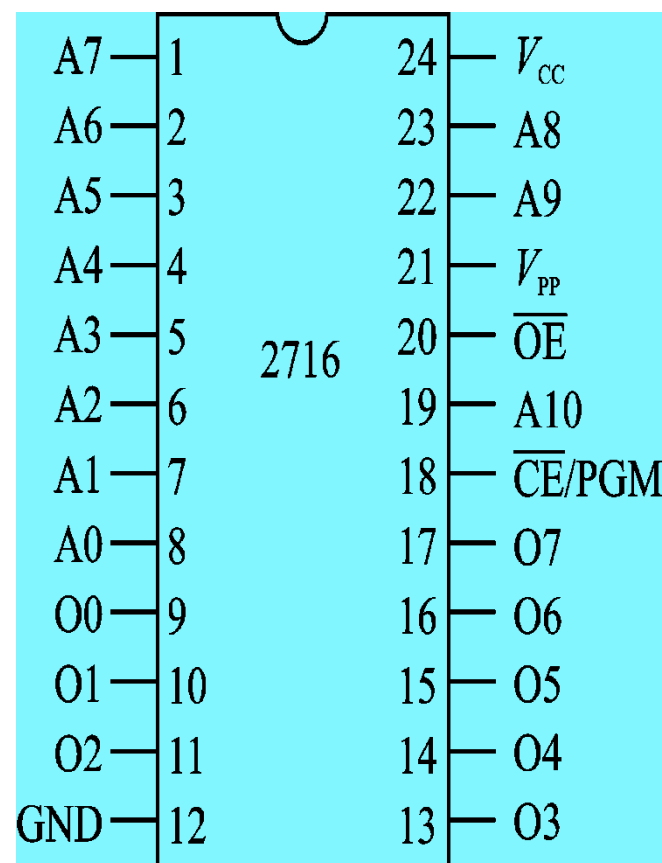
- 1、使用不带内部ROM的单片机如8031，必须扩展外部ROM。
- 2、使用带内部ROM的单片机，但是容量不够时，必须扩展外部ROM，如8051有4K；
目前销售的单片机片内ROM最大空间是32K。
- 3、片内外合起来最大扩充空间64K字节（16根地址）

二、程序存储器并行扩展

程序存储器扩展使用只读存储器芯片，以最简单的2716芯片为例进行原理说明。

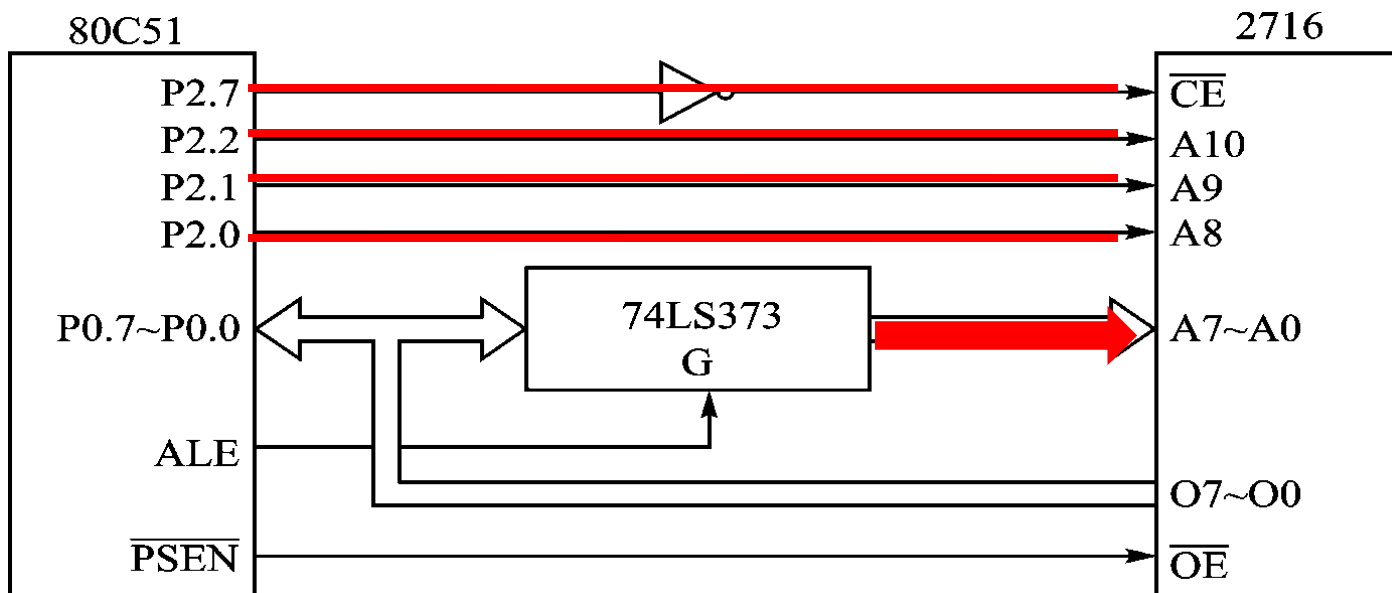
1、2716引脚图主要引脚功能如下：

- A10~A0： 11位地址。
- O7~O0： 数据读出。
- CE/PGM： 双重功能控制线。
- OE： 输出允许信号。
- VPP： 编程电源。当芯片编程时，加+25 V编程电压；当使用时加+5 V电源。



2、地址线连接

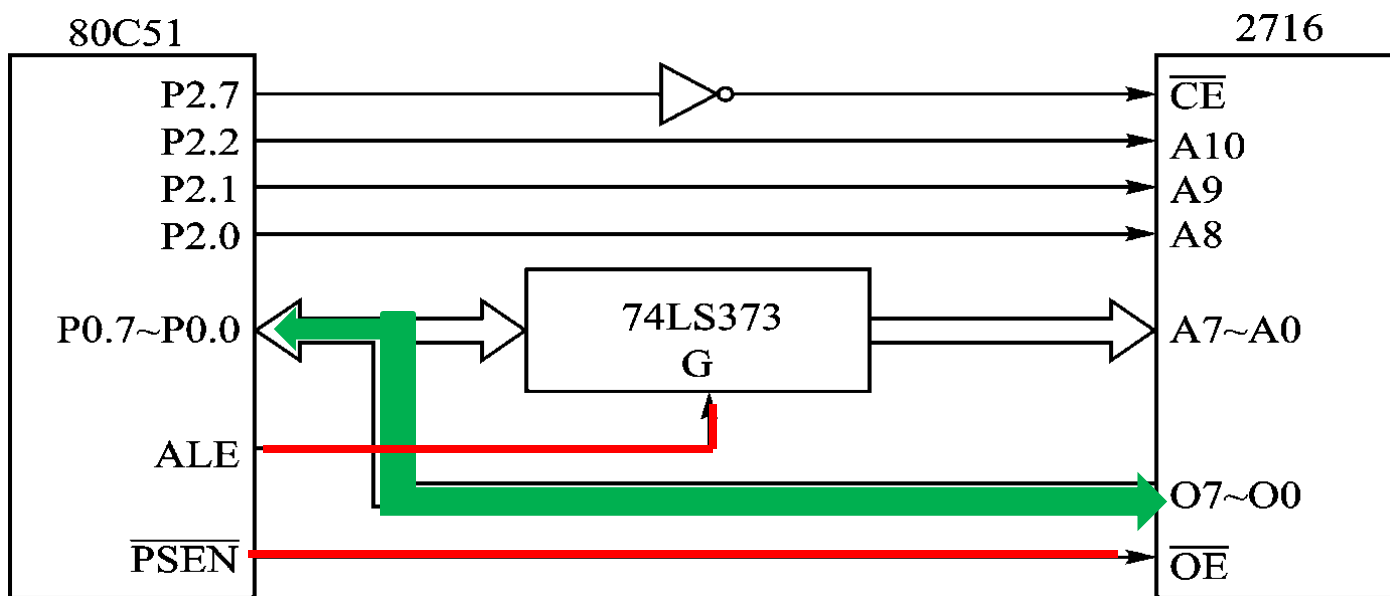
2716的存储容量为2 KB，需11位地址(A10~A0)。为此先把芯片的A7~A0引脚与地址锁存器的8位地址输出对应连接，再把A10~A8引脚与P2口的P2.2~P2.0相连。采用线选法进行片选，只需在剩下的高位地址线中取一位(P2.7)与2716的CE端相连即可。



3、数据线地址线连接

数据线的连接比较简单，只要把存储芯片的数据输出引脚与单片机P0口线对应连接就可以了。

控制信号，将PSEN(外部程序存储器读选通)连到OE，用于存储器读选通；ALE连接到G，用于锁存地址。



4、存储单元地址分析

片选端必须为0，P2口中没有用到的高位地址线假定为0，用过的地址线最低全0、最高全1，则所扩展的2716芯片的地址范围是：

最低地址 8000H

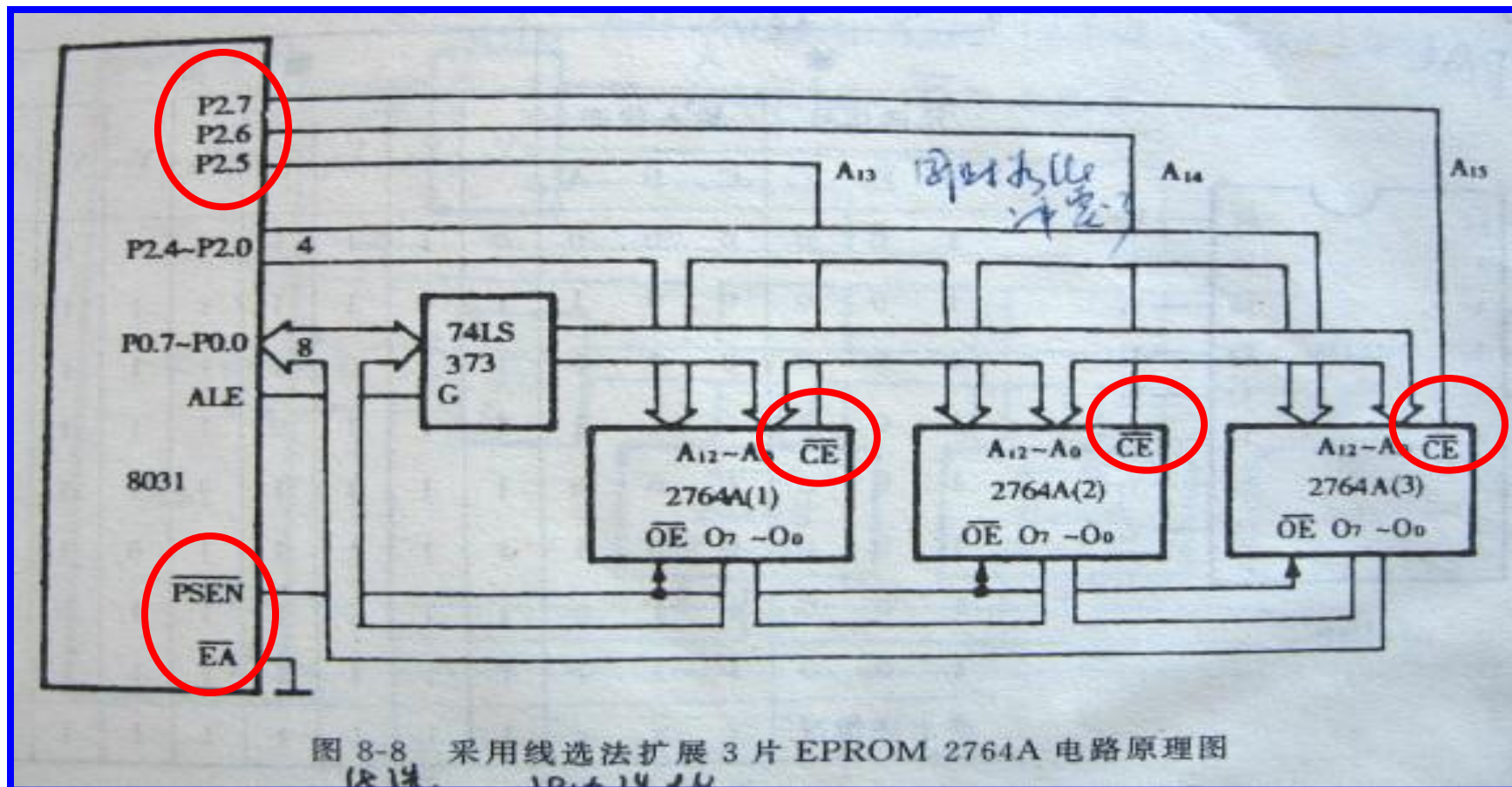
最高地址 87FFH

该芯片被寻址时，P2.6~P2.3可以为任意状态，即从0000~1111共有16种状态组合，表明2716芯片对应着16个地址区间，即：

8000H~87FFH, 8800H~8FFFH, 9000H~97FFH,
9800H~9FFFH, A000H~A7FFH, A800H~AFFFH...

在这些地址区间内都能访问到2716，这就是线选法存在的地址区间重叠问题。

5、线选法扩展3片EPROM2764举例



线选芯片：P2.5选1#片、P2.6选2#片、P2.7选3#片。

ROM地址：1#片（0C000H~0DFFFH）、2#片（0A000H~0BFFFH）
3#片（6000H~7FFFH），地址不连续。

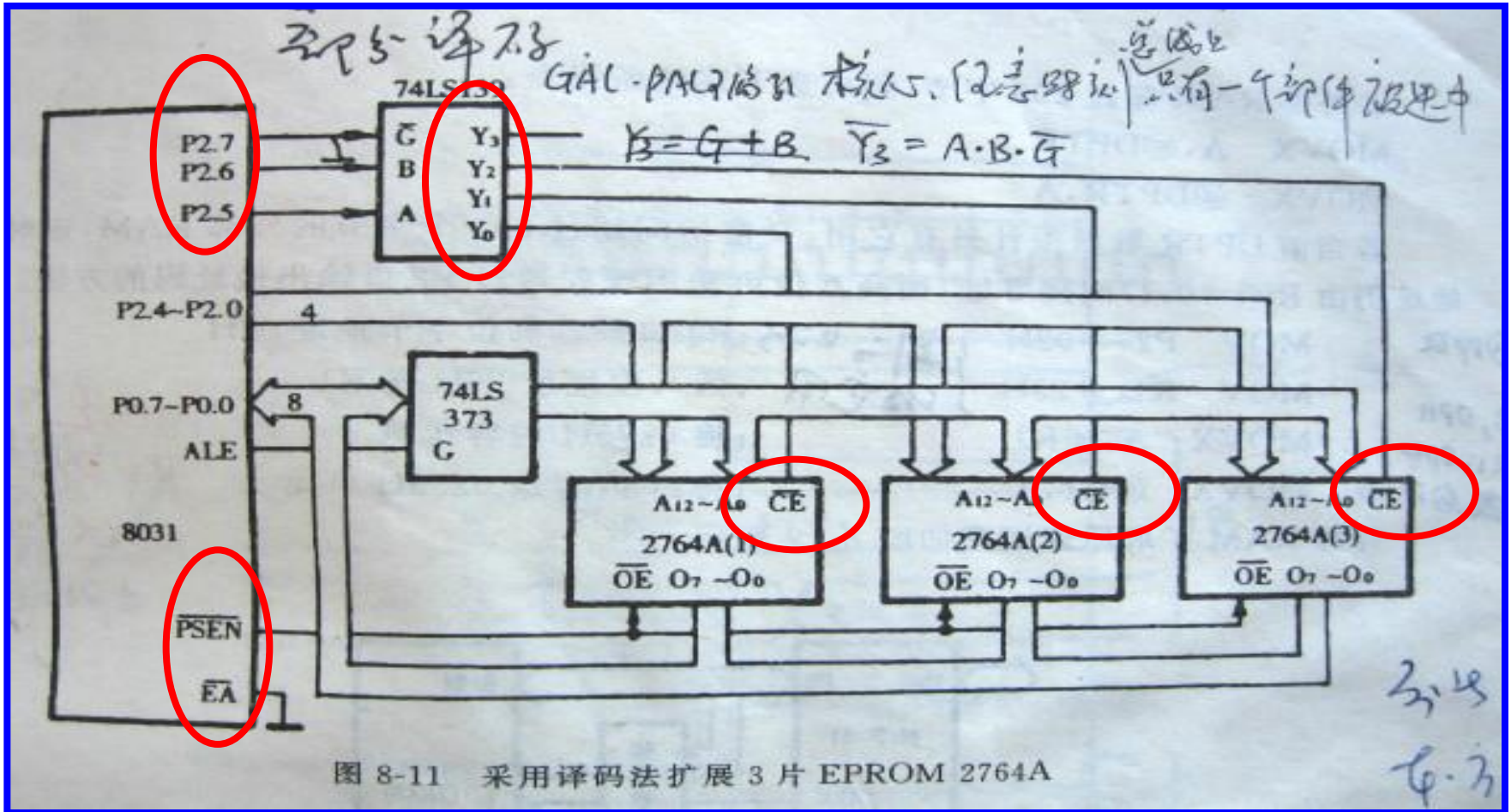
6、译码法扩展3片EPROM2764举例

芯片74LS138说明

输 入						输 出							
片选信号			输入状态			Y ₀	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
E ₃	E ₂	E ₁	C	B	A								
1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
非上述情况			×	×	×	1	1	1	1	1	1	1	1

功能特点： 每个状态只输出1个低电平，即只片选一个芯片

译码法扩展3片EPROM2764



芯片片选：Y0选1#片、Y1选2#片、Y2选3#片。

ROM地址：1#片 (0000H~1FFFH)、2#片 (2000H~3FFFH)
3#片 (4000H~5FFFH)，地址连续。

扩展外部ROM的连线步骤

1. 单片机本身的配置:

- 1) 40脚+5V, 20脚接地, 9脚接复位电路, 18/19脚接振荡电路.
- 2) 如果片内有部分ROM, 31脚EA接高; 全用外部ROM, 31脚EA接地

2. 构筑低8位地址:

- 1) 选取8D锁存器, 如74LS373, 8282输入与P0相连, 输出与外部ROM低8地址相连.
- 2) 单片机的ALE与373锁存端相连. 下降沿锁存.

3. 外部ROM连线:

- 1) ROM的低8位地址与373输出相连, 高位地址依次从P2.0到P2.7连接
- 2) ROM的输出使能OE与单片机的PSEN相连.

4、外部ROM的片选CE连线:

- 1) 单片ROM扩展CE可以直接接地。
- 2) 多片ROM扩展可采用线选法, 但存在地址不连续的缺点。
- 3) 多片ROM扩展可采用部分译码法, 存在地址重叠的缺点多片ROM扩展可采用全译码法, 地址连续且唯一。

5、计算各片ROM地址范围:

- 1) ROM片内的地址A0-An, 最小全00...00, 最大全11...11。
- 2) ROM片选CE的接法, 只有该片CE为低才选中, 多片ROM的CE不能同时为低。
- 3) 注意单片机P2口未用的端口可取0也可取1。

本节要求

- 1、什么情况下需要扩展ROM?
- 2、MCS-51最大ROM扩展空间是多少?
- 3、地址总线怎样构造（ALE和锁存器）？扩展ROM的特殊控制线PSEN、EA怎样连接？
- 4、外部扩展的ROM的容量和地址线的对应关系
- 5、扩展多片ROM怎样防止芯片冲突（CS）
- 6、线选法和译码法各有什么特点？

作业：本章后的练习题，作在书上，下周检查。

实验：2-1

6.3 MCS-51单片机程序存储器的扩展

一、什么时候需要扩展外部数据存储器？

- 1、使用带内部RAM的单片机，但是容量不够时，必须扩展外部RAM，如51子系列8051有128字节、52子系列8052有256字节；
- 2、除片内RAM外，外部RAM最大扩充空间64K字节，即用16根地址线。

二、数据存储器并行扩展

以RAM芯片6116存储容量2 KB为例。

1、引脚排列：

A10~A0：地址线

D7~D0：数据线

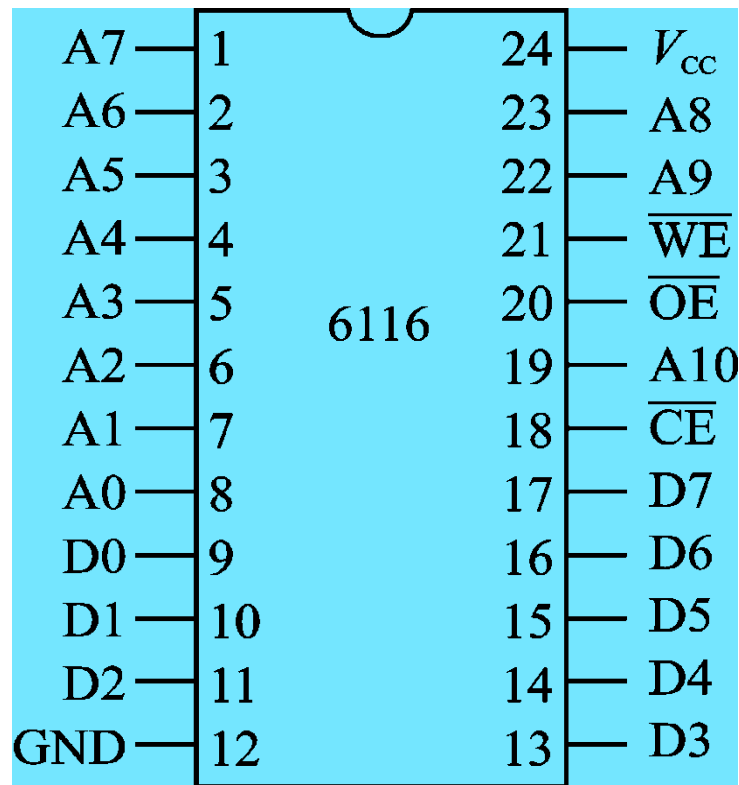
CE：片选信号

OE：数据输出允许

WE：写选通信号

VCC：电源(+5 V)

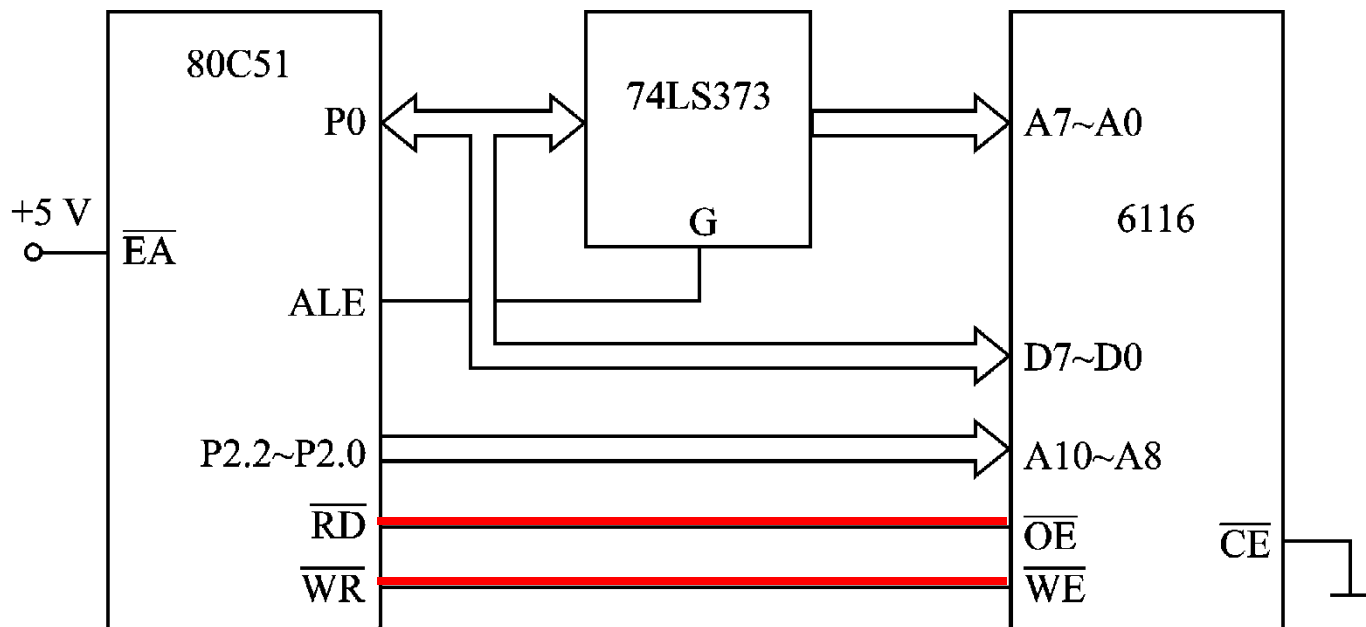
GND：地



三态门概念是指IO口具备：高阻抗、高电平、低电平

2、数据存储器扩展连接

数据存储器扩展与程序存储器扩展在数据线、地址线的连接上是完全相同的，所不同的是控制信号。数据存储器则使用/ $\overline{\text{RD}}$ 和/ $\overline{\text{WR}}$ 分别作为读/写选通信号。



三、使用RAM芯片扩展可读/写的程序存储器

1、原因：

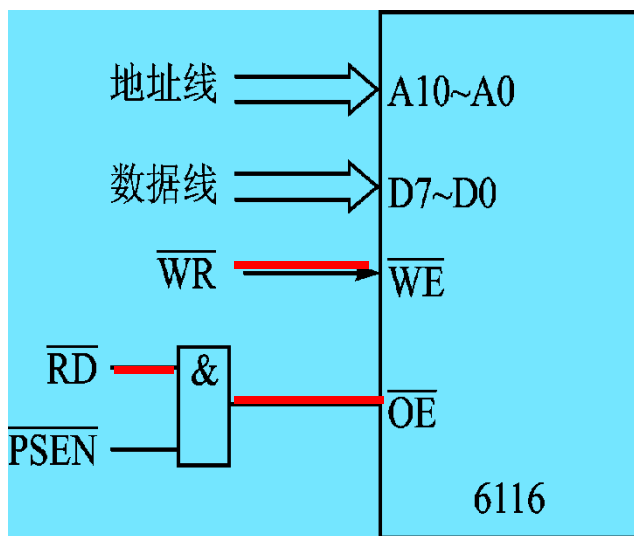
ROM只能通过专用烧写器写入程序代码，现场只能读代码不能随时写入代码，而程序开发时需要现场反复修改调试代码，程序正式使用时也需要在线升级代码。

2、方法：

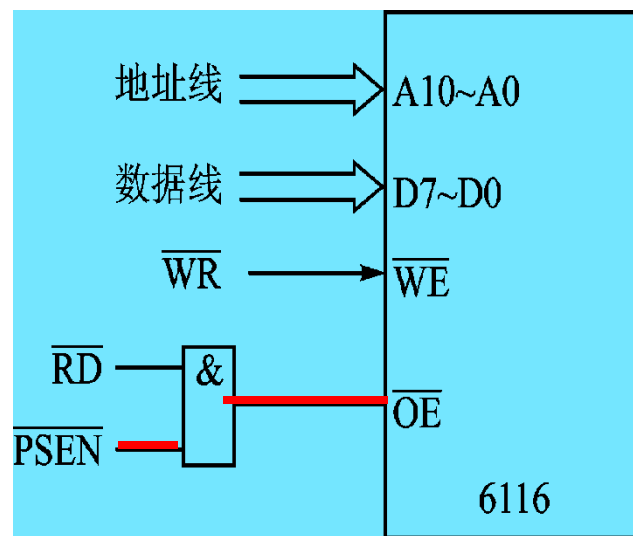
可用RAM经特殊连接作为程序存储器使用，使其既可运行程序，又可修改程序，成为可读/写的程序存储器，方便现场调试程序。

具体方法:

在运行程序时，需要有程序存储器的读信号/PSEN；在修改程序时，要用到数据存储器的读信号/RD和写信号/WR。现以6116芯片为例，说明这3个信号的连接方法。其电路图如下图所示。



当成RAM时

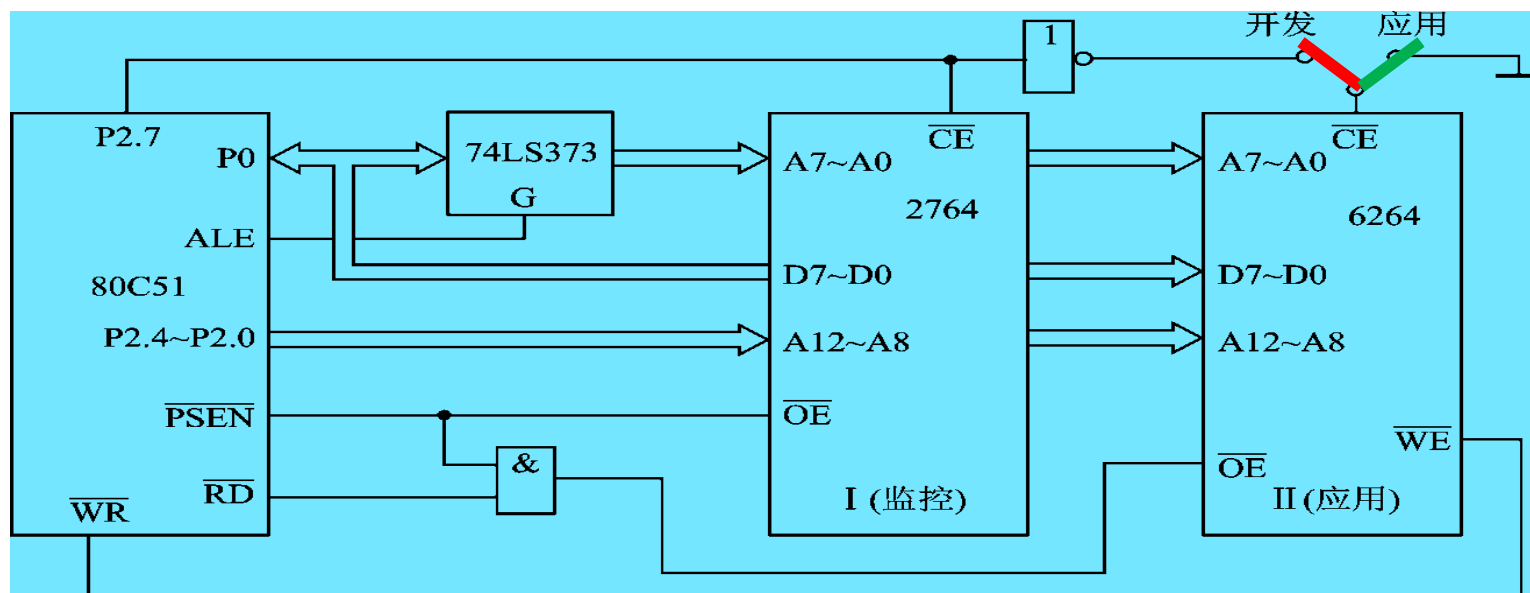


当成ROM时

应用实例

I #2764用于存放监控程序， II #6264连接成可读/写程序存储器，用于存放和调试用户程序。扳向**开发端**

I #首地址**0000H**， II #首地址**8000H**，系统启动后自动进入监控程序，对**6264**的用户程序进行调试；程序调试完成后，把开关扳向**应用端**，再把 I #拔去， II #首地址即为**0000H**，复位后用户程序就能自动运行。



四、外部EEPROM的扩展

补充

1、什么时候需要扩展外部EEPROM存储器

片内ROM现场只能读不能写，但掉电不丢失；
而片内外RAM能读写，但掉电丢失。当需要现场记忆数据，又掉电不丢失时必须扩展EEPROM。
程序需要在线升级时，应将新程序存储在EEPROM中，即可现场修改、又不掉电丢失。

2、EEPROM有什么特点？

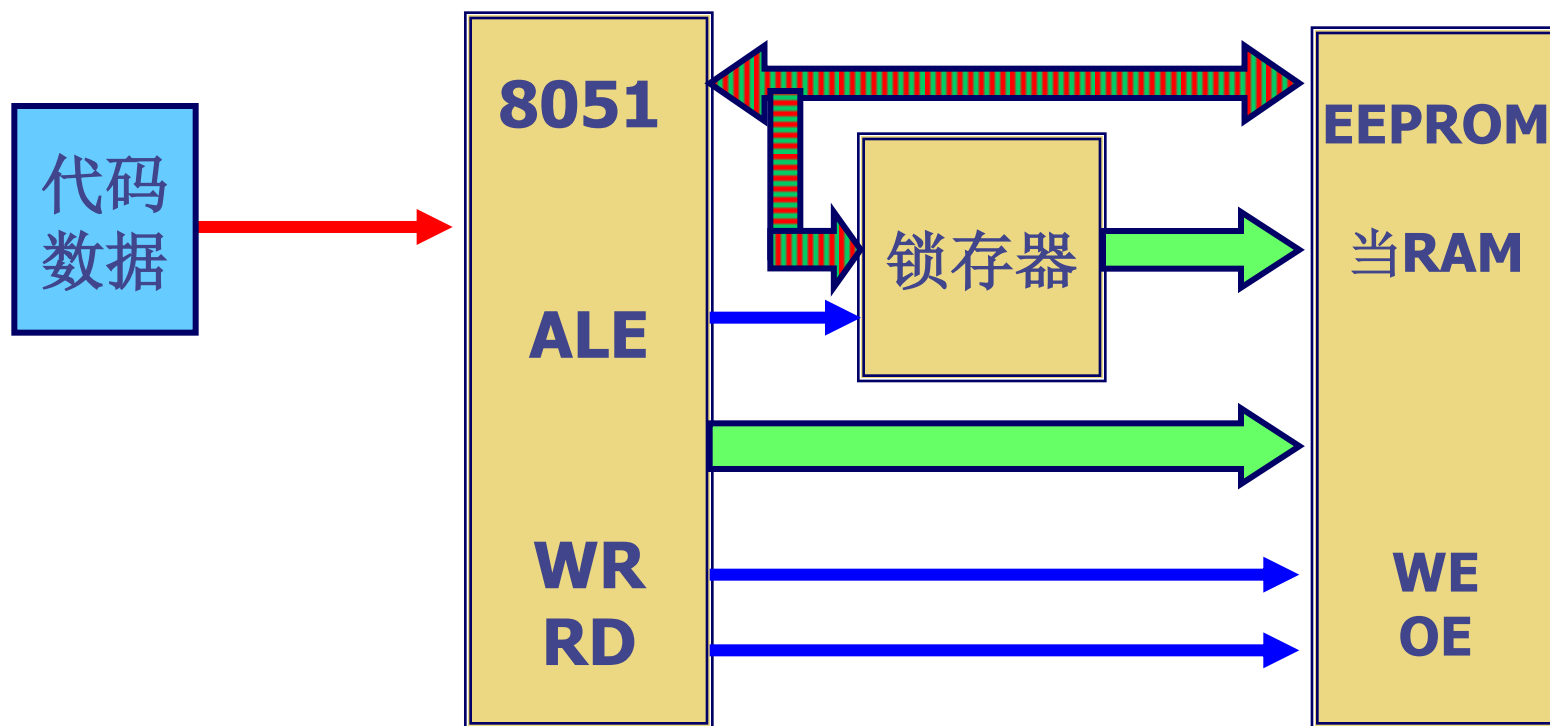
能在线修改数据，断电不丢失数据。

写操作，修改前自动擦除该单元数据，需10MS，须等待。

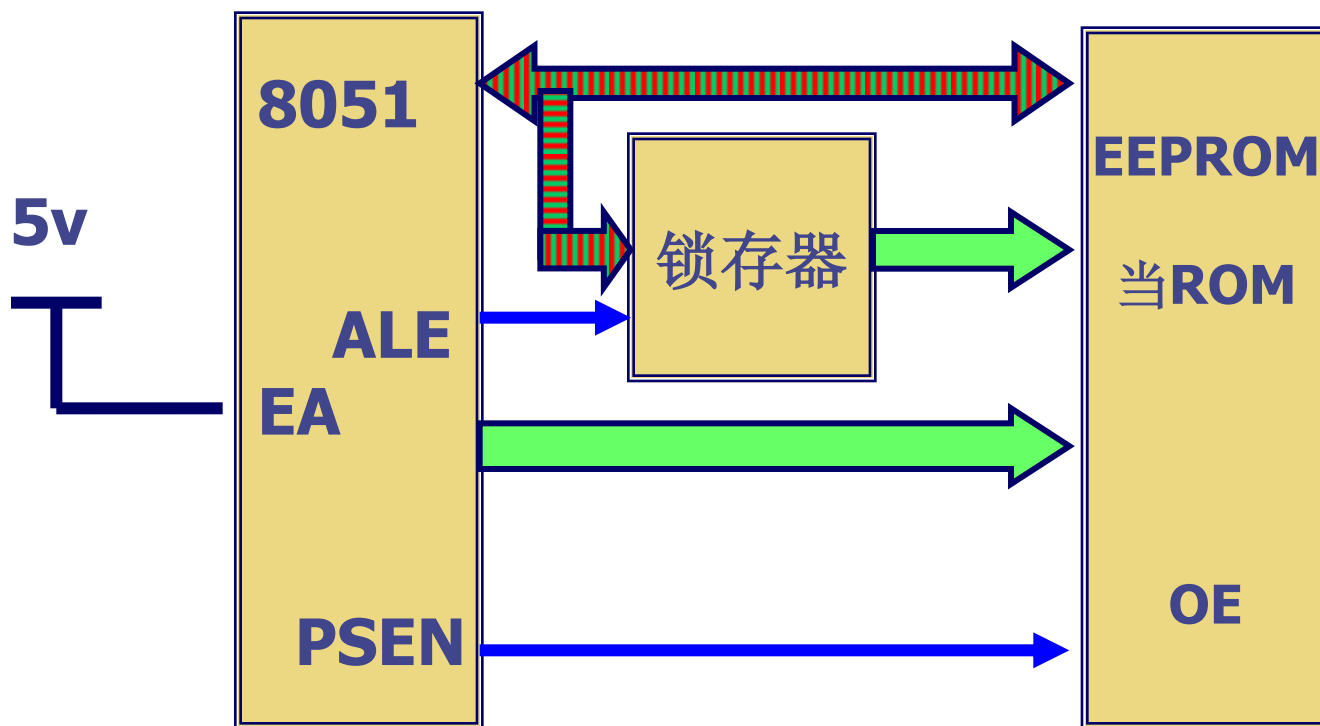
读操作，在100ns范围，可以正常读。

3、程序在线升级原理

升级时，把EEPROM当作RAM使用，由片内的引导程序把串行通讯或本地光驱传过来的机器代码存储在 EEPROM中。



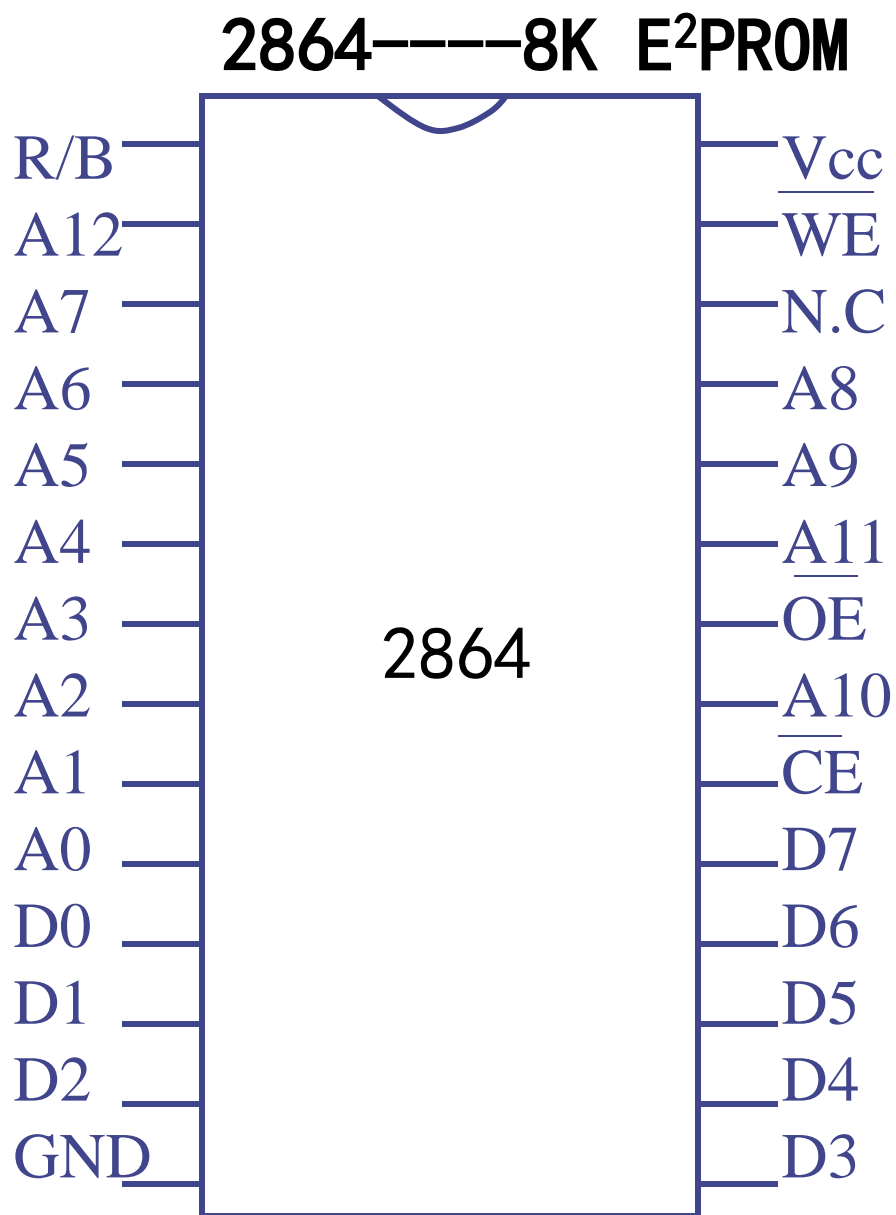
实际使用时，把EEPROM当作ROM使用，地址放在2K或4K以上，引导程序在片内，升级程序存在片外EEPROM中。



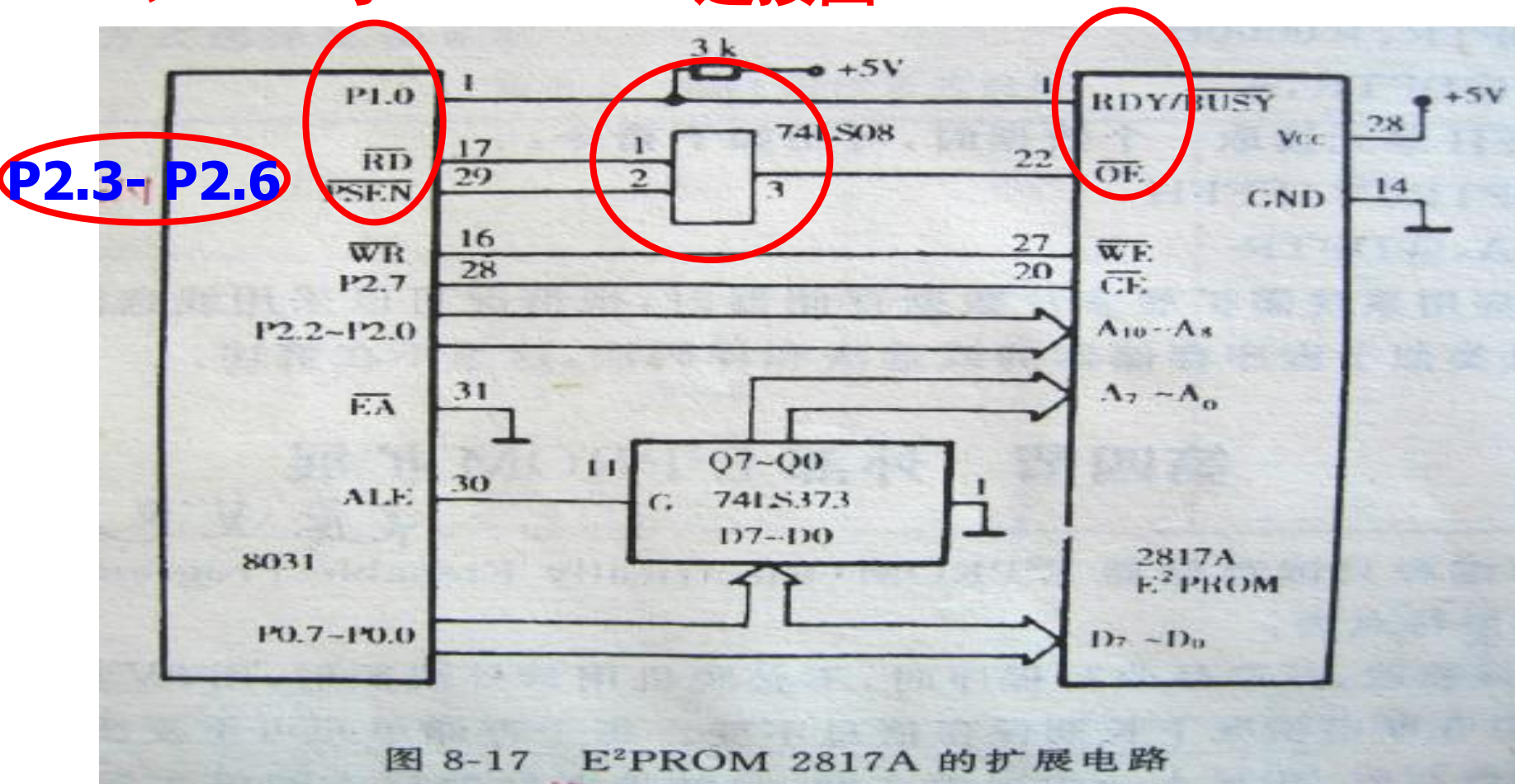
. 扩展时所用芯片

2864引脚功能

A0~A12	地址线
$\overline{\text{CE}}$	选片
$\overline{\text{OE}}$	读
$\overline{\text{WE}}$	写
D0~D7	数据线

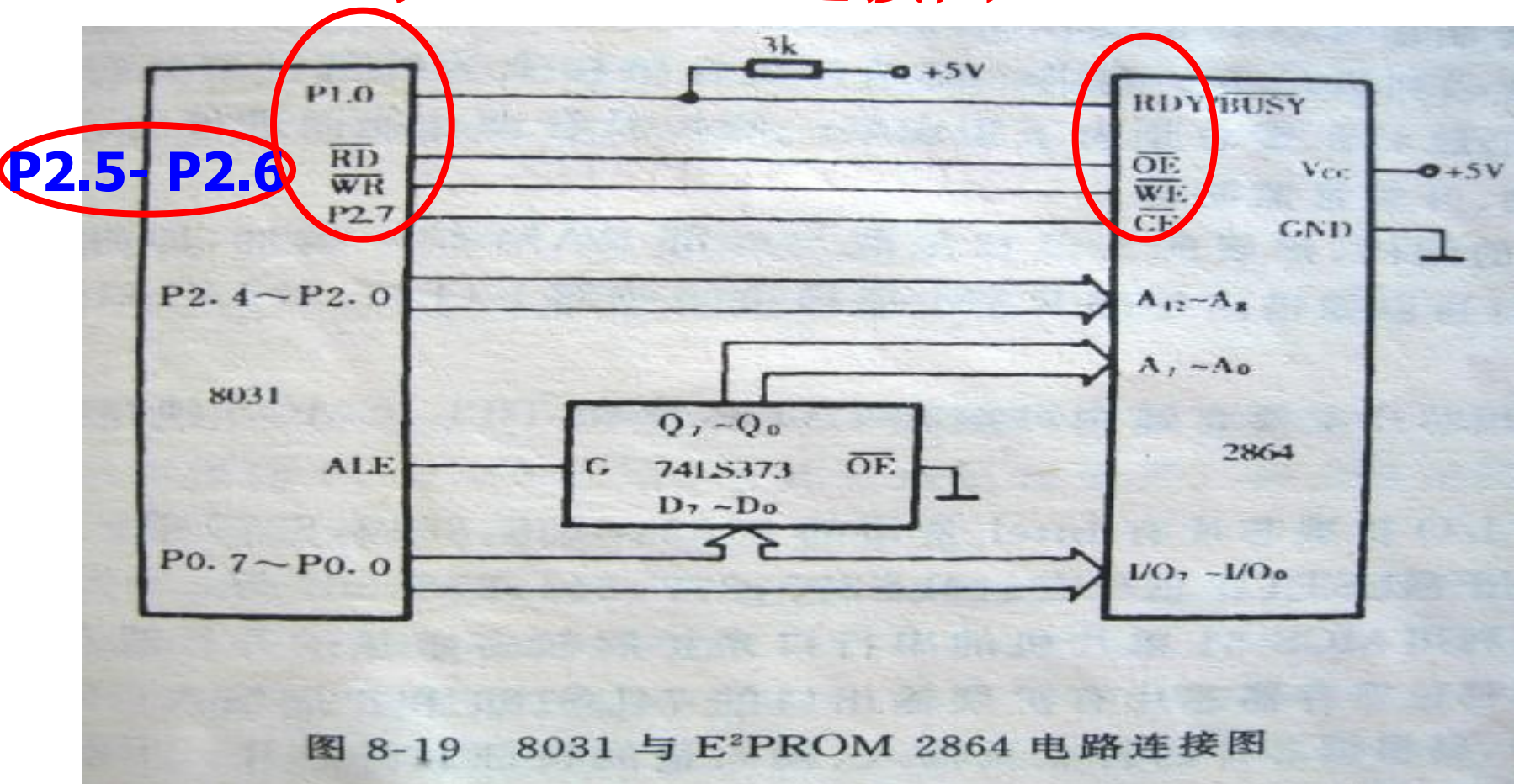


4、8031与EEPROM2817连接图



特点： RD、PSEN通过与门后连OE、WR连WE、ALE连锁存端。
计算ROM地址： 不连的地址线P2.3-P2.6可任意取值，片选连P2.7必须为低。

5、8031与EEPROM2864连接图



特点： RD连OE、WR连WE、ALE连锁存端，PSEN没连。

计算RAM地址： 不连的地址线P2.5-P2.6可任意取值，片选连P2.7必须为低。

6.4 80C51 单片机存储器系统的特点和使用方法

一、单片机存储器系统的特点

1、程序存储器与数据存储器并存

系统中两种存储器是截然分开的，它们有各自的地址空间、操作指令和控制信号。

2、内外存储器并存

片内存储器是芯片固有的，使用方便存取快捷，但容量有限，难以满足需要；而片外存储器是系统扩展的，形成了既有内存储器，又有外存储器的结构。

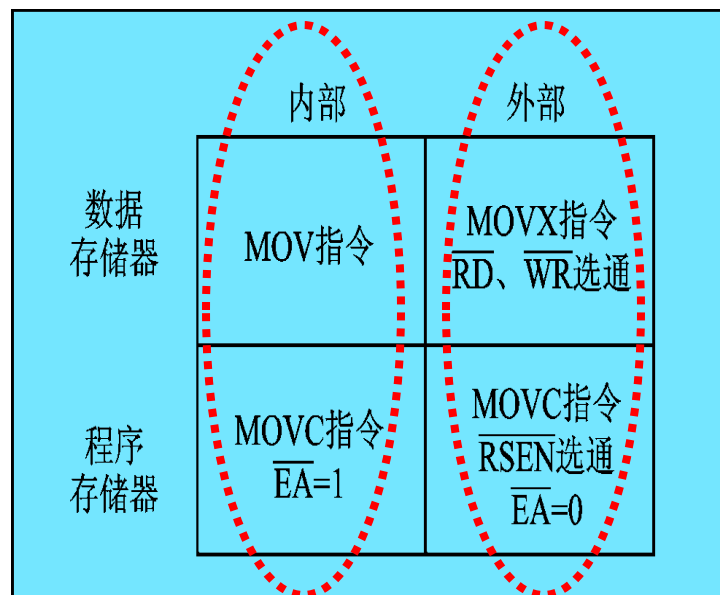
3、程序存储器地址具有连续性要求

在编程使用时，内外程序存储器空间的地址必须是连续的。

二、80C51 单片机存储器的使用

1、存储空间的区分

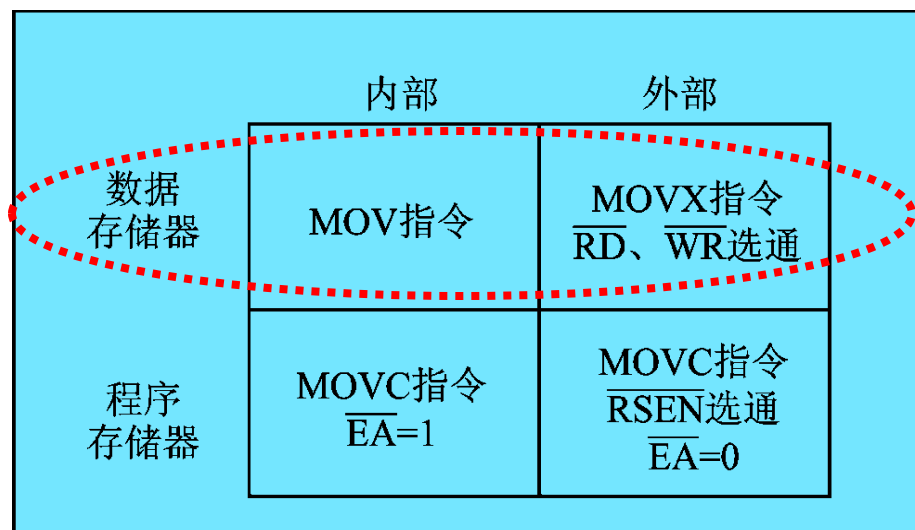
内部程序存储器与数据存储器区分：芯片内部的ROM与RAM是通过指令来相互区分的。读ROM时使用MOV_C指令，而读RAM时则使用MOV指令。



外部程序存储器与数据存储器的区分对外部扩展ROM与RAM，同样使用指令来加以区分。读外部ROM使用MOV_C指令，而读/写外部RAM则使用MOV_X指令。以/PSEN作为外部ROM的读选通信号，以/RD和/WR作为外部RAM的读/写选通信号。

内外数据存储器的区分

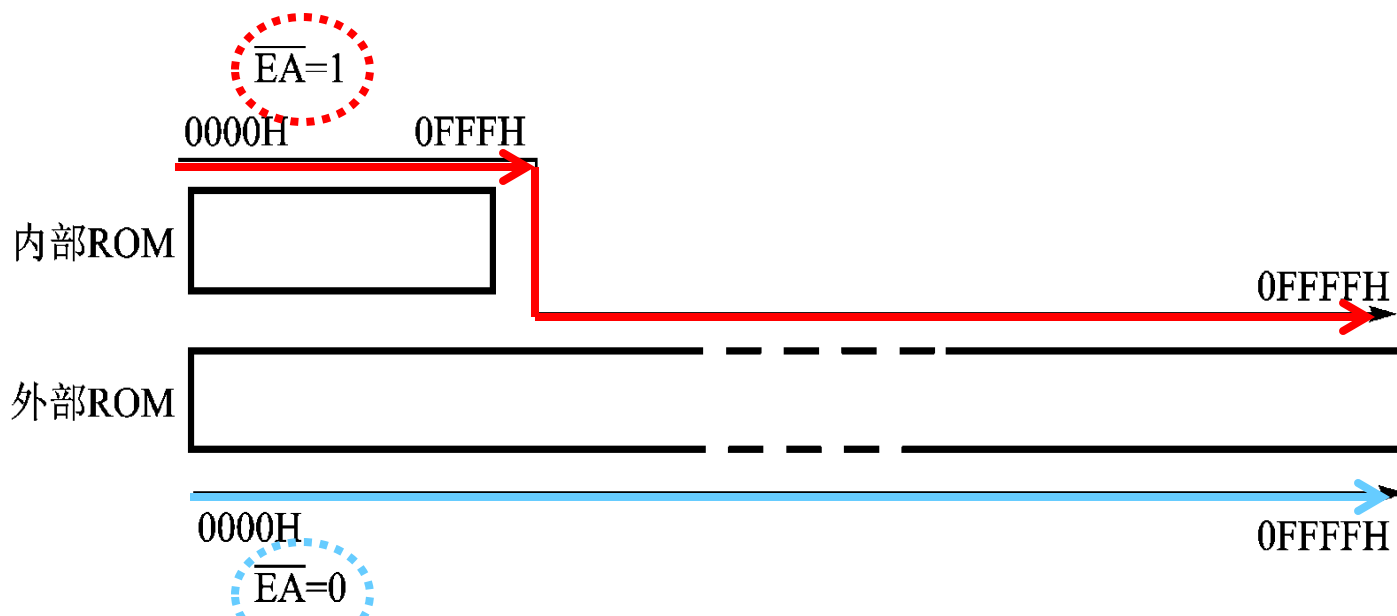
内部RAM和外部RAM是分开编址的，就造成了外部RAM前256个单元的地址重叠。但由于有不同的指令加以区分，访问内部RAM使用MOV指令，访问外部RAM使用MOVX指令，所以不会发生操作混乱。



80C51存储器的4个物理存储空间和3个逻辑存储空间

2、内外程序存储器的衔接

出于连续执行程序的需要，内外程序存储器必须统一连续编址，并使用相同的读指令MOV_C。内外ROM面临地址衔接问题。有些芯片有内部ROM，有些芯片没有内部ROM。为此特别配置了一个EA信号进行选择。

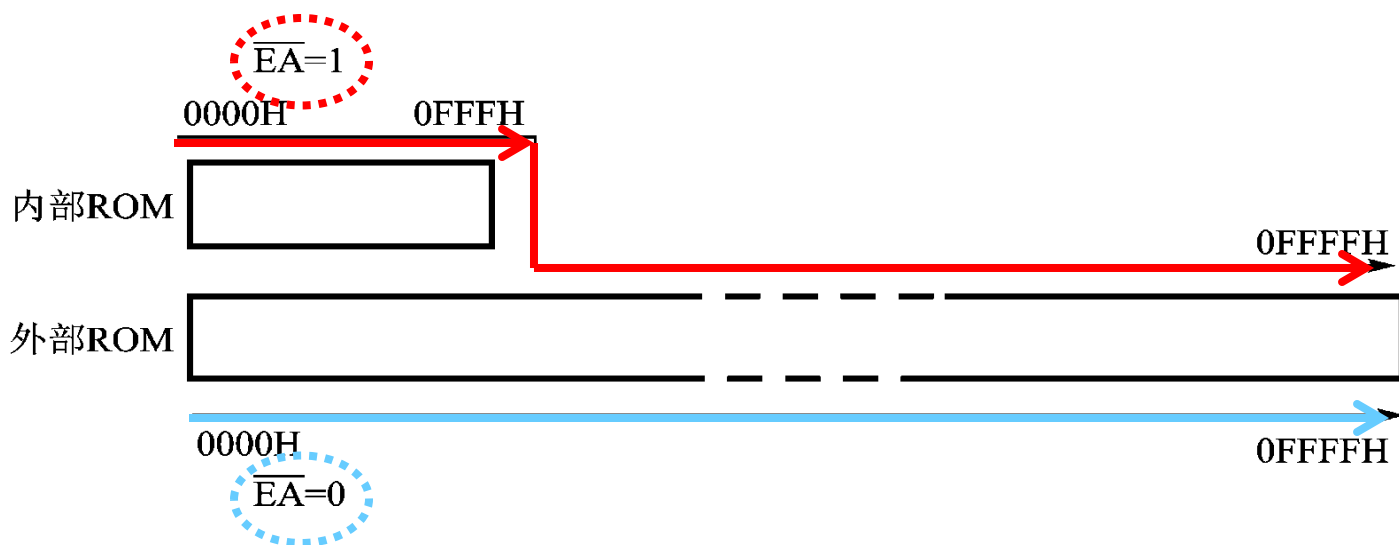


内外程序存储器衔接示意图

从图可以看出：

对于芯片有内部ROM的， \overline{EA} 接高，程序从片内0000H执行到0FFFH，接着执行片外的ROM，外部ROM低4 KB的存储空间没有使用。

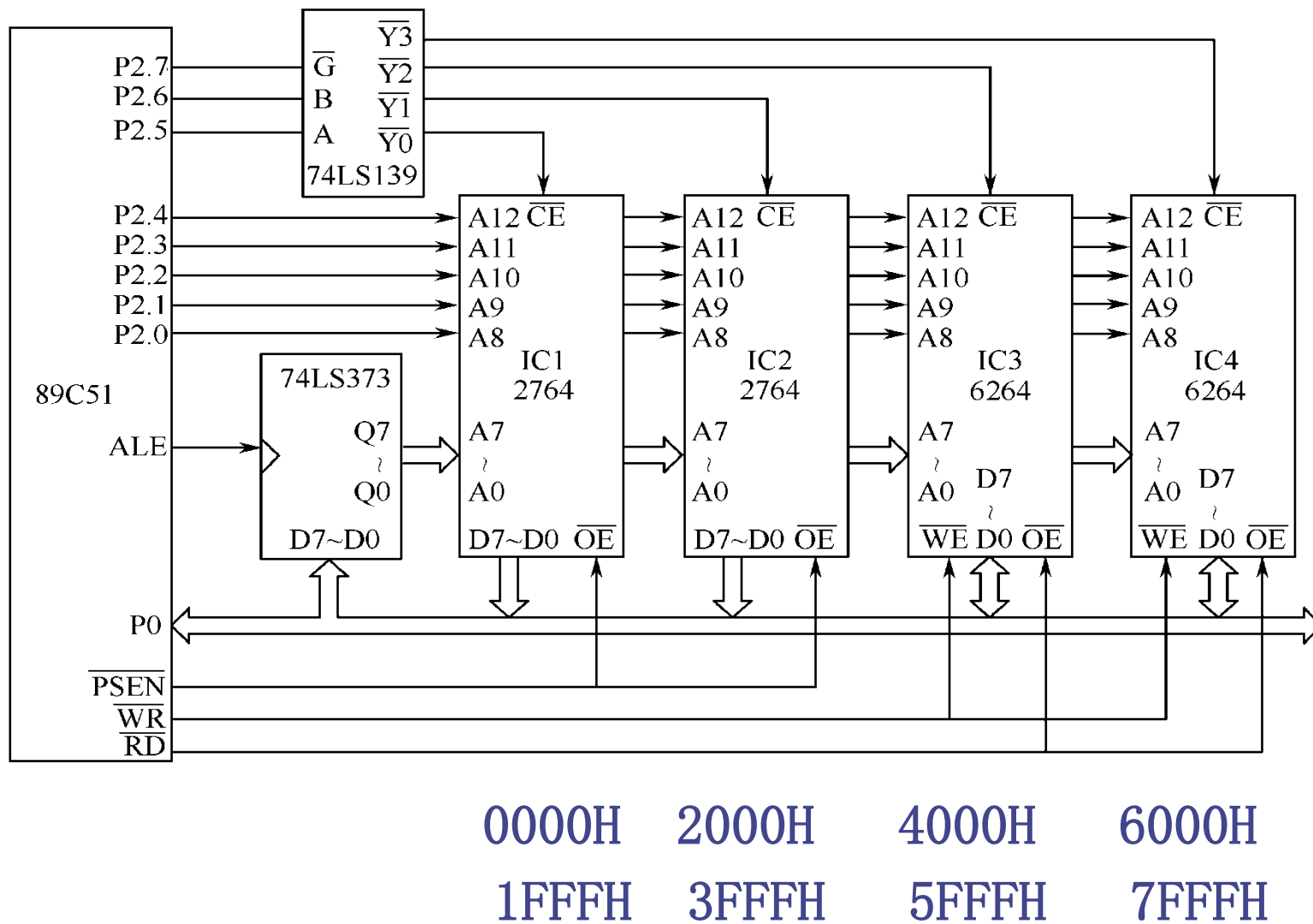
对于80C31没有内部ROM的单片机，应使 $\overline{EA}=0$ （接地）。这样，只需对外部ROM进行寻址，寻址范围为0000H~FFFFH，是一个完整的64 KB ROM空间。



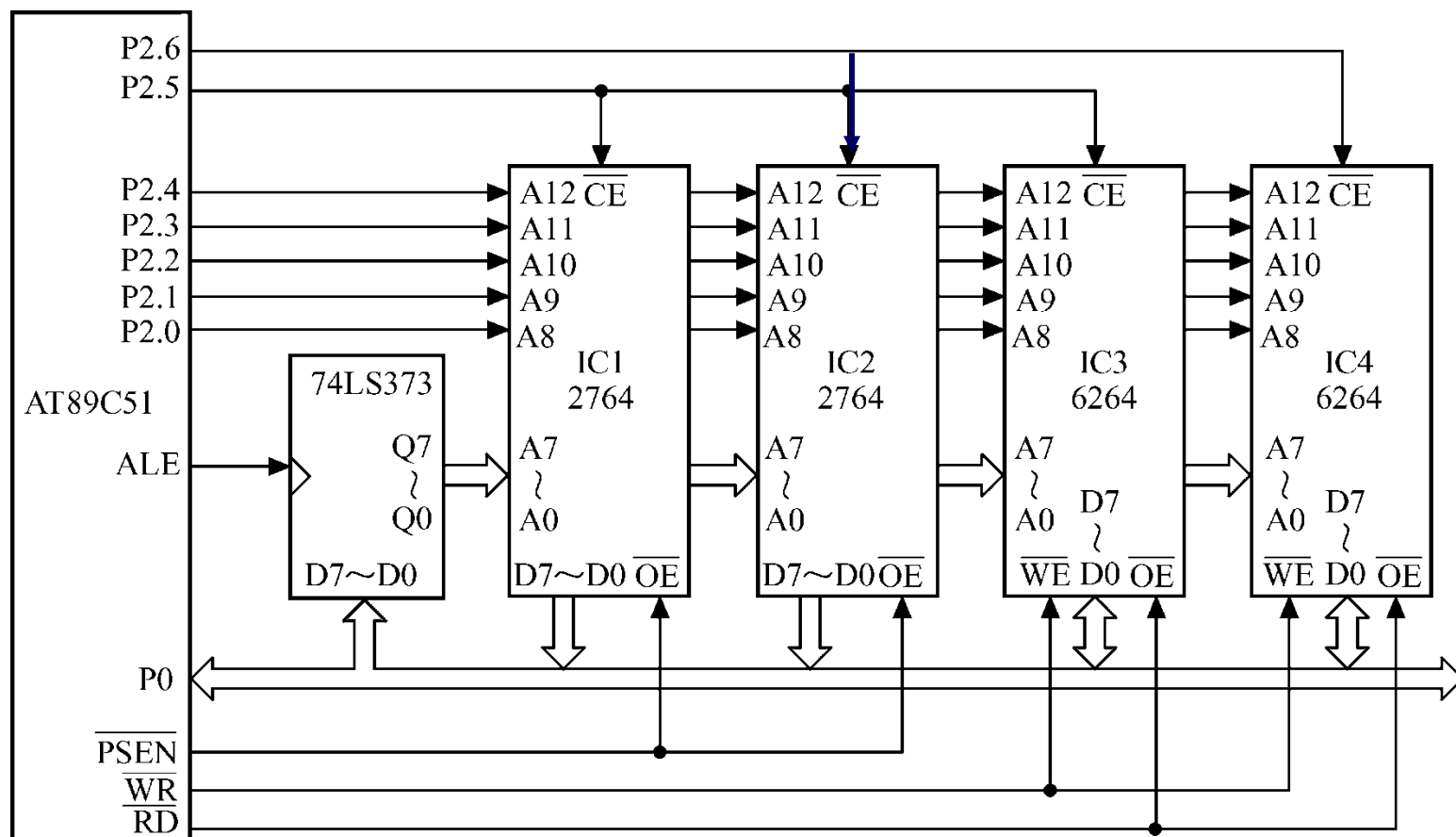
作业：

使用**8031**单片机扩展一片**RAM6264**、同时扩展一片**ROM2764**，画出原理图，并编程序将外部**RAM**地址为**2000H**开始的**10**个字节依次转移到外部**RAM**的**3000H**开始的单元。

作业讲评--译码法扩充两片2764\两片6264

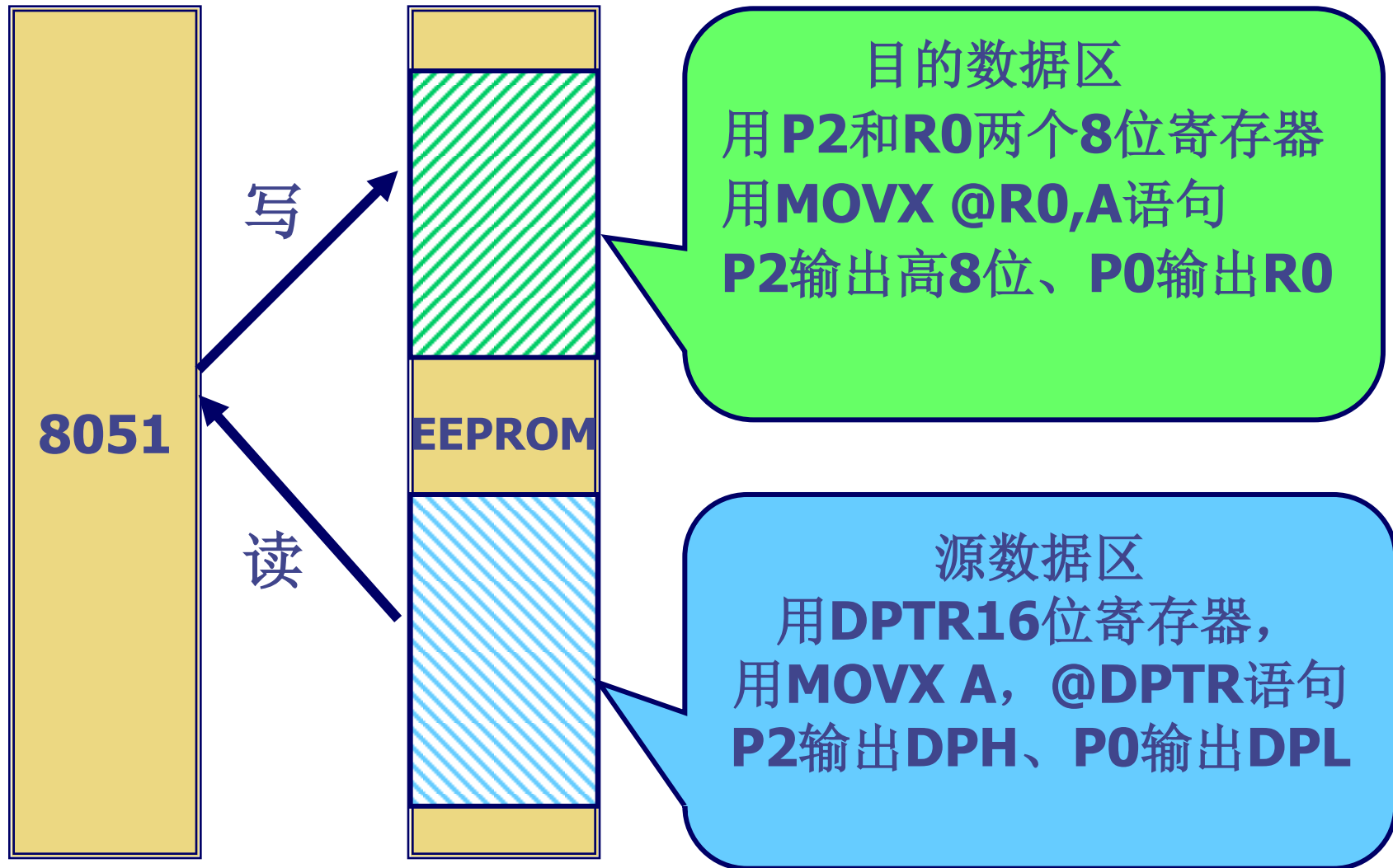


作业讲评——线选法扩充两片2764\两片6264



4000H 2000H 4000H 2000H
5FFFH 3FFFH 5FFFH 3FFFH

184页程序说明



实验安排

1、5月12日

实验**2-4**的**A**查询方式，**2-5**的**A**中断方式。

2、5月19日

实验**2-6**的**1、2、3**，按键中断**LED**显示。

3、5月26日

实验**2-9**的**1、2**，**LED**数码管显示。

4、6月02日

上机考试