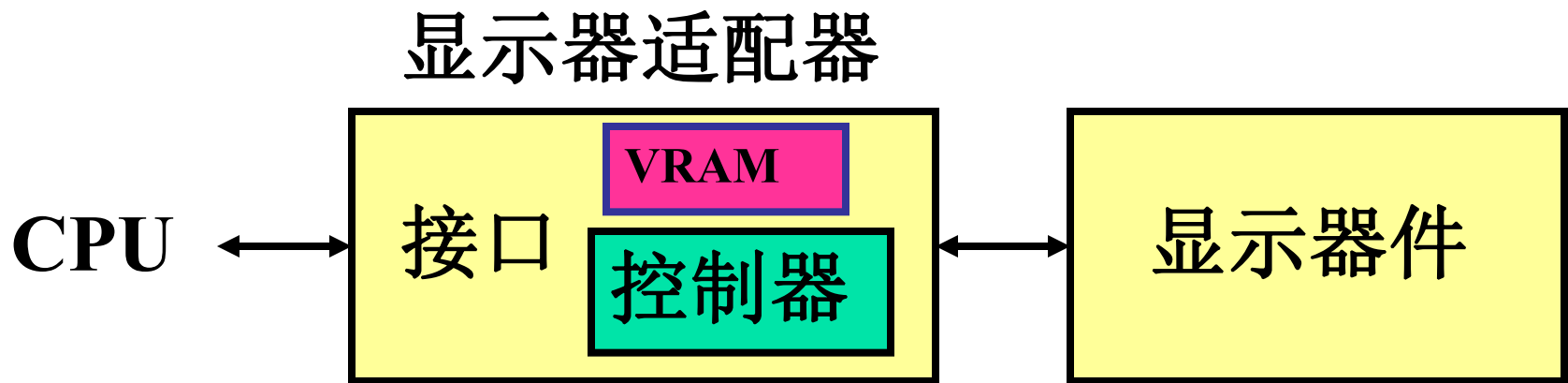


## 6.2 显示设备及接口

### 显示设备

硬件组成 { **显示器适配器** (控制器、接口)  
**显示器件** (CRT、LED、PDP、LCD...)



本章主要讨论：**CRT显示器显示方式、成象原理、**  
**屏幕显示与显示缓存的对应关系**

## 6.1 CRT显示器的显示方式与常见显示规格

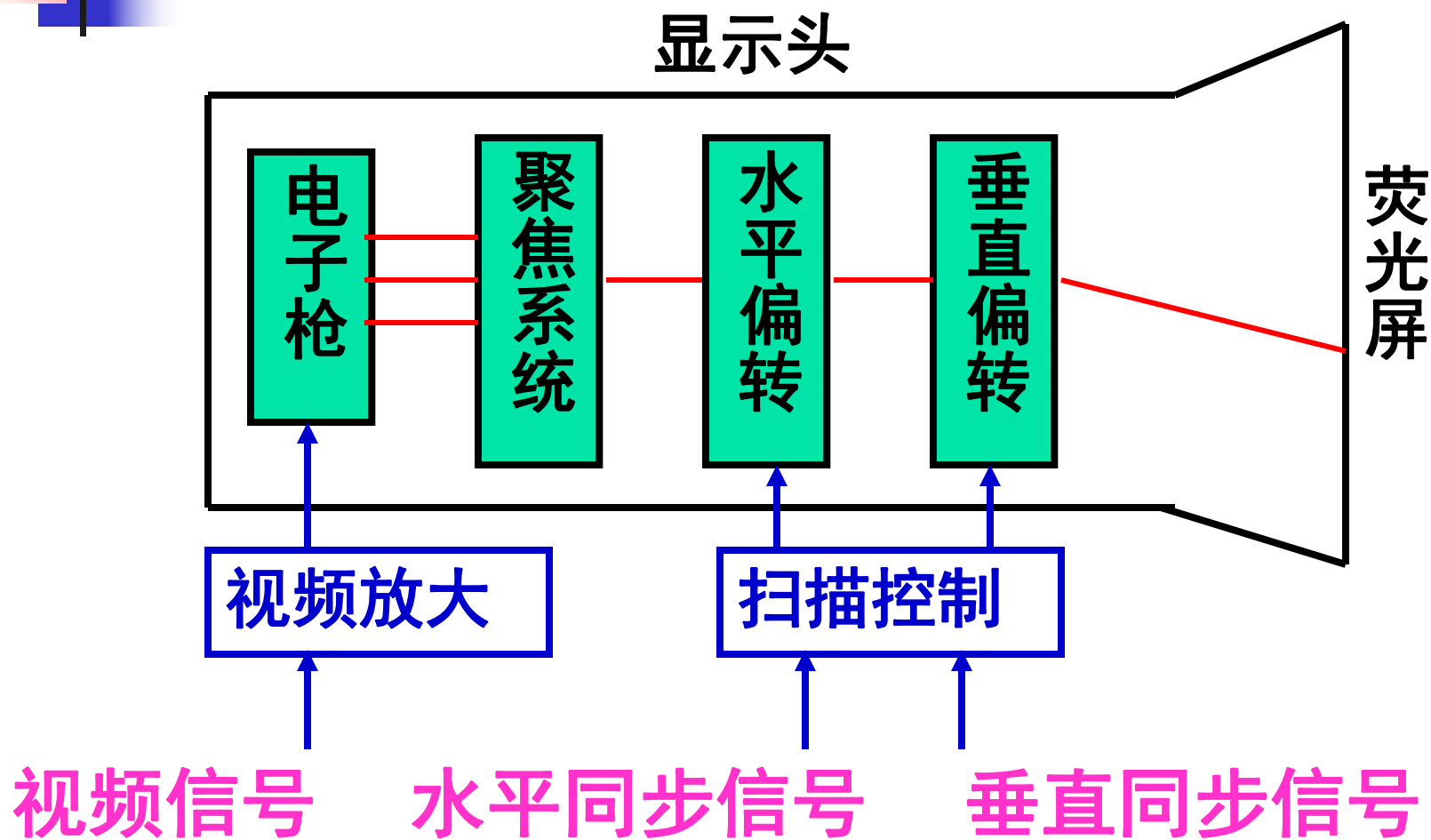


适配器提供显示规格

如VGA卡: {  
A/N:  $25 \times 40$ 、 $25 \times 80$ , 2色、4色  
APA:  $320 \times 200$ 、 $800 \times 600$ , 2色、256色

## 6.2 光栅扫描成像原理

### 1. CRT结构



## 2. 扫描方式

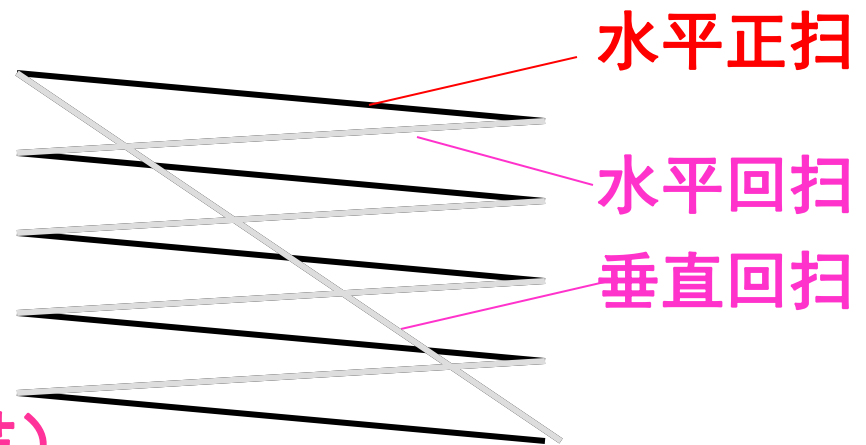
**随机扫描:**电子束无固定扫描路径,控制电路复杂。

**光栅扫描:**电子束扫描路径固定(自上而下,从左向右全屏扫描),控制电路简单。

## 3. 光栅的形成

水平偏转线圈加锯齿波电流,形成水平扫描线(行扫描)

垂直偏转线圈加锯齿波电流,使水平线垂直移动(场扫描)



行扫描电流: 

场扫描电流: 

帧频不低于25HZ

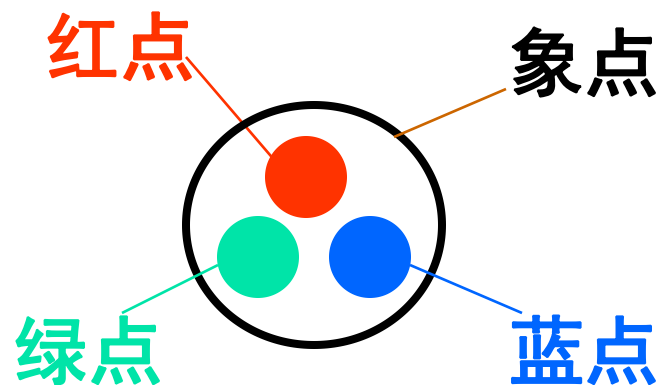
## 4. 象点存在的因素

**位置：** 水平、垂直同步分别控制电子束X向与Y向偏转

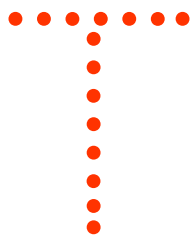
**亮度：** 视频信号控制电子束通、断  $\begin{cases} \text{视频}=0, \text{点暗} \\ \text{视频}=1, \text{点亮} \end{cases}$

**颜色：** 红、绿、蓝三基色控制

| I | R | G | B | 颜色 |
|---|---|---|---|----|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 红  |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 淡红 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 绿  |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 淡绿 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 白  |



# 5. 字符点阵的形成与屏幕组织

字符点阵图形:  → 字符点阵代码:

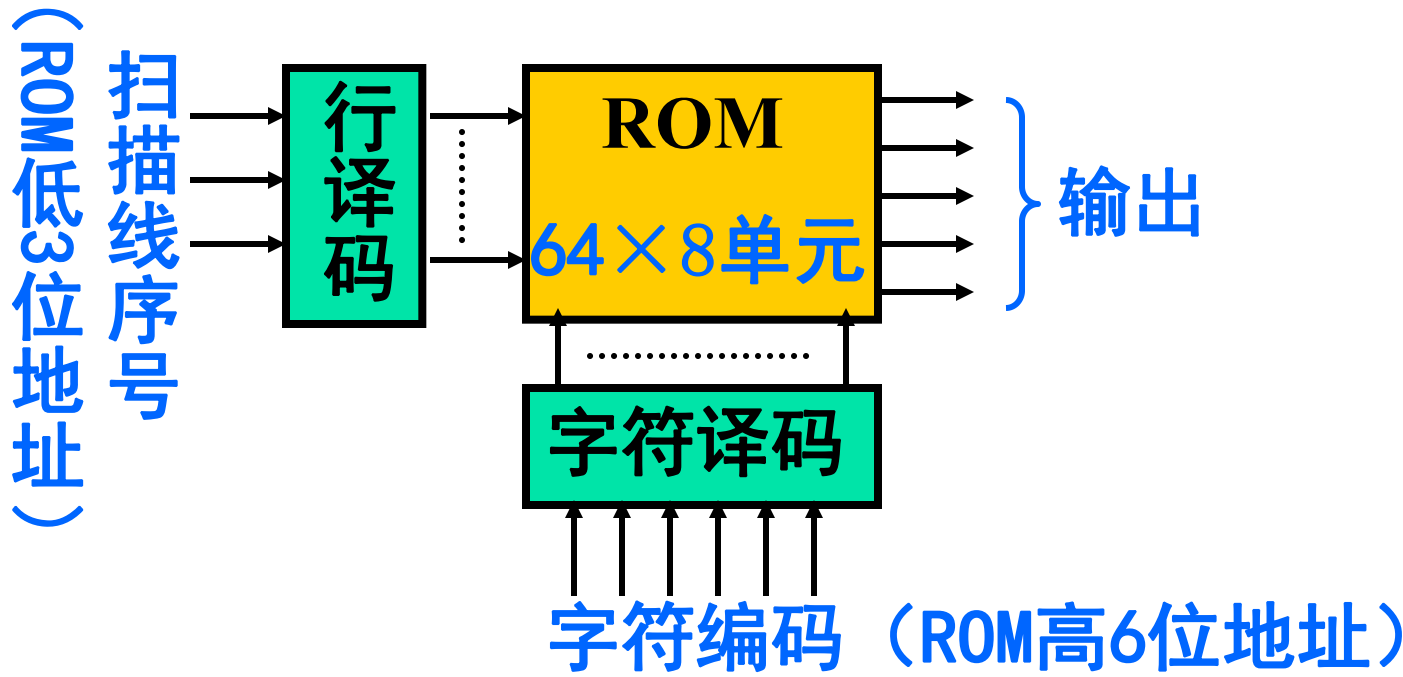
(7×9)

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

## (1) 字符发生器

产生字符点阵代码。

例. 2513字符发生器, 可提供64种字符点阵(5×8点阵)



## (2) 屏幕组织

### 1) 扫描顺序

每行字符逐线扫描。

例.

A B C D E F

### 2) 间隔

字符 $7 \times 9$ ，字符区 $9 \times 14$  { 横向间隔2点 (消隐)  
纵向间隔5线 (消隐)

## 6.3 屏幕显示与显示器缓存 (VRAM) 的对应关系

显存功能 < 数据缓冲  
屏幕刷新

对显存的操作直接影响屏幕显示。对应关系表现在：  
显存内容和容量的确定、显存地址组织、信息转换、  
同步控制。

# 1. 显存内容和容量

## (1) A/N方式

VRAM内容：字符的编码（ASCII码）

VRAM容量：（一字节存放一字符编码）

若显示规格为25行×80列，基本容量=25×80=2KB

若考虑字符属性，显存容量增加。

## (2) APA方式

VRAM内容：图形的象点代码

VRAM容量：（一位存放一点，单色）

若显示规格为640点×200线，基本容量= $\frac{640 \times 200}{8}$

若考虑颜色 { 分辨率不变：颜色↑ 容量↑ =16KB  
容量不变：颜色↑ 分辨率↓

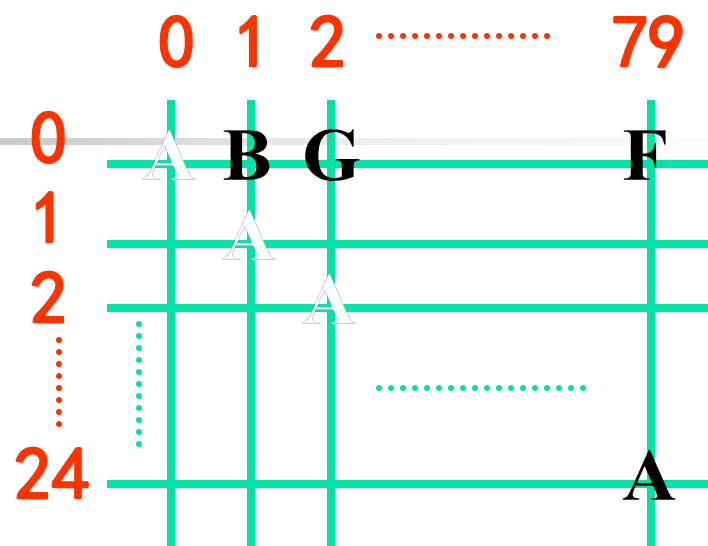


## 2. 显存地址组织

屏幕显示从左向右，自上而下，显存地址从低到高安排。

显存单元的地址由屏幕显示的行、列号决定。

{ 行号决定地址的高位  
列号决定地址的低位



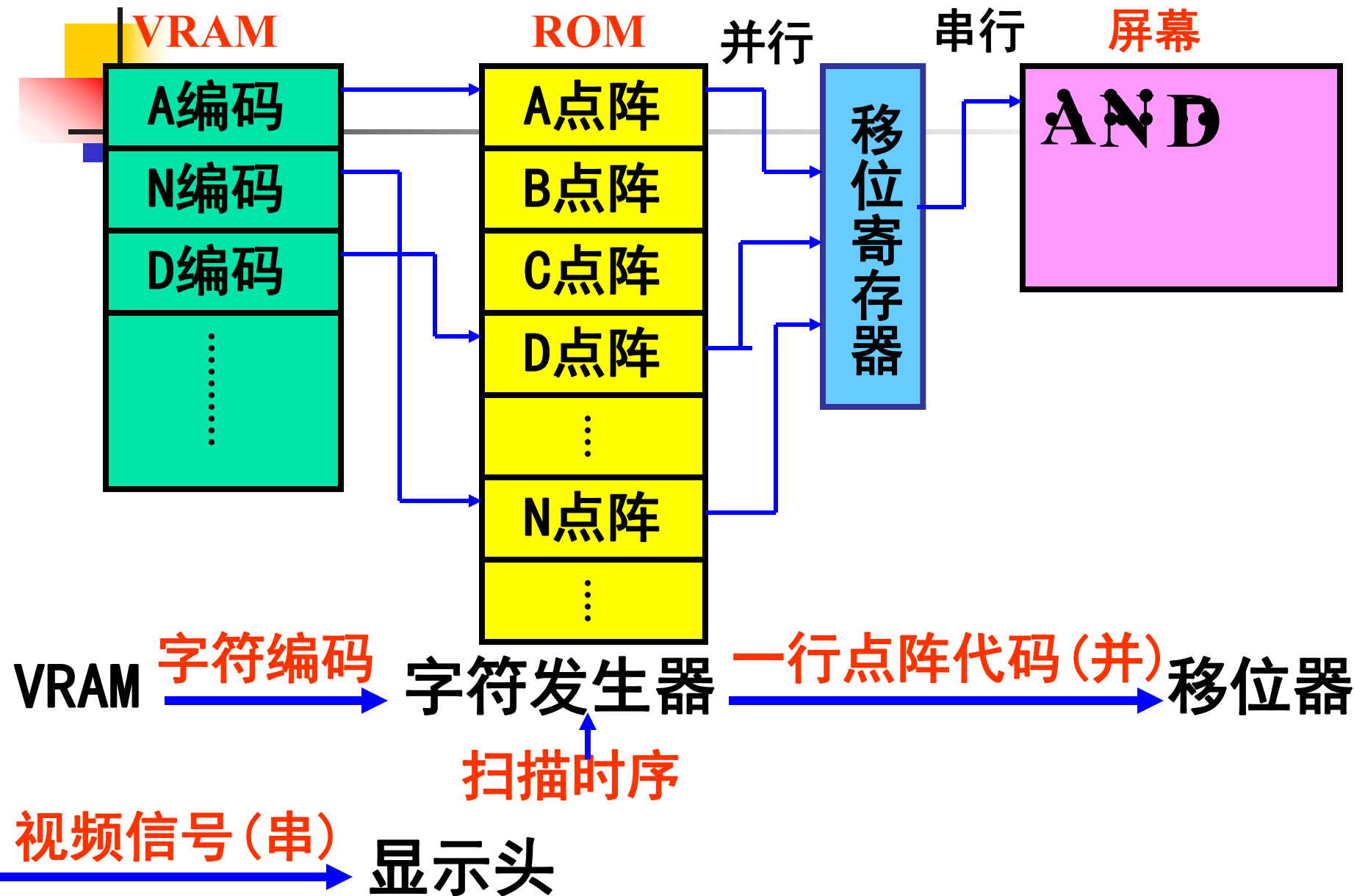
能实现将A从屏幕左上角逐渐移向屏幕右下角吗？

能实现在屏幕上将一行字符自下而上地滚动吗？

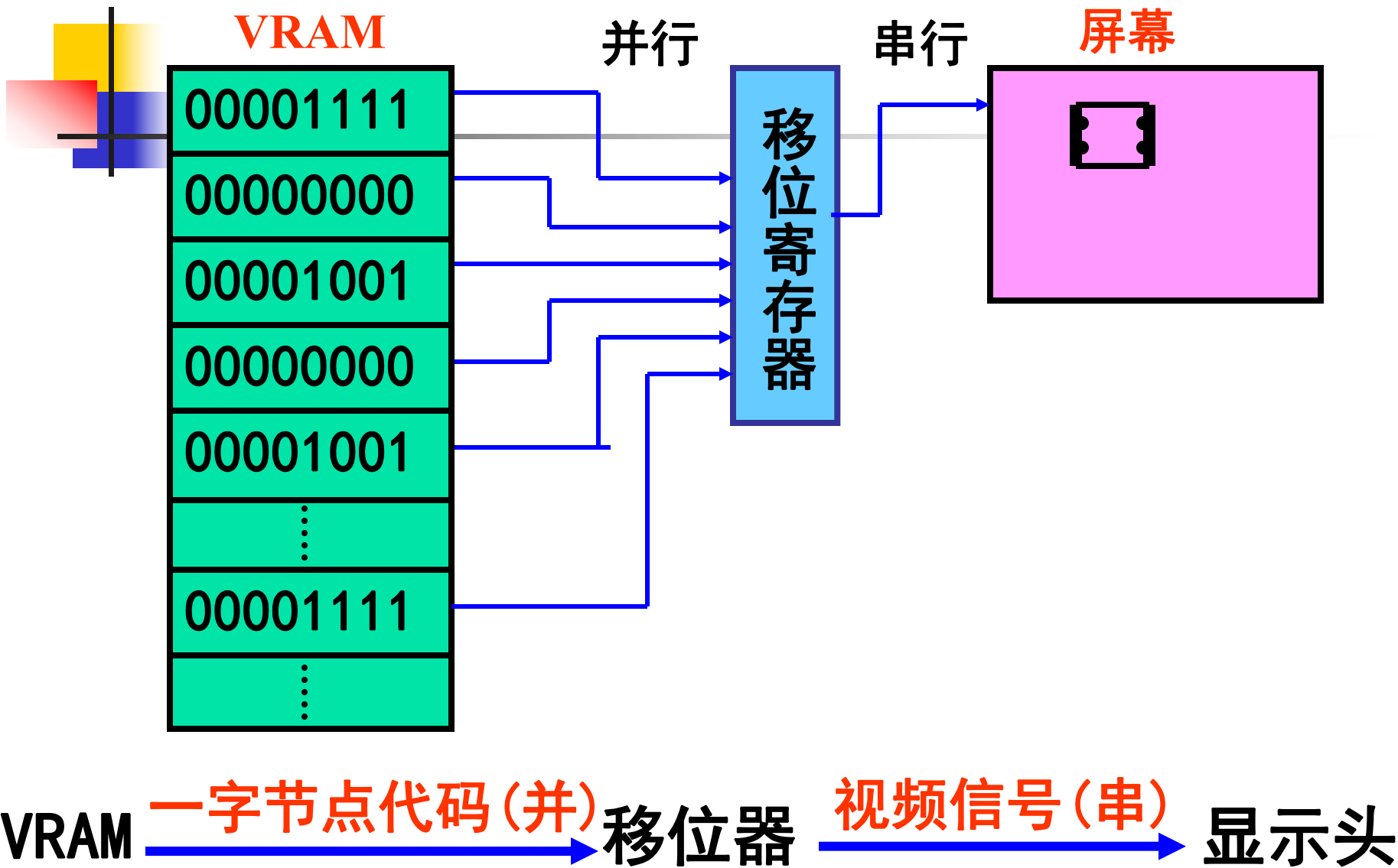
## 3. 信息转换

如何将显存中的信息（字符编码/图形点代码）转换为字符/图形显示在屏幕上。

# (1) A/N



## (2) APA



## 4. 同步控制

视频的发送与电子束扫描严格同步：

电子束扫描到某点位置，相应视频应同时送到，控制点亮或不亮。

需解决：

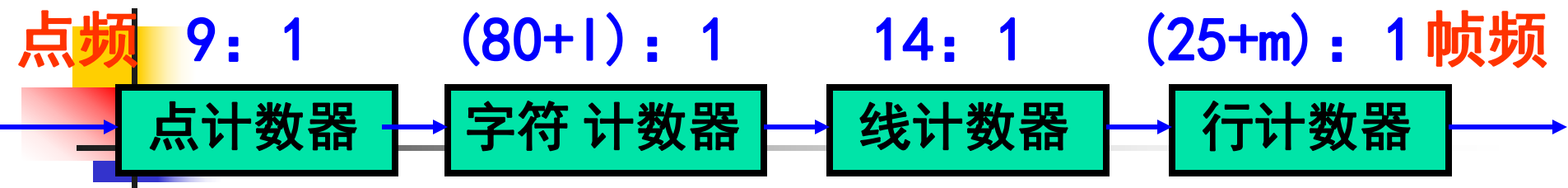
- 何时访问显存，取字符编码或图形点代码？  
——以控制产生视频信号。
  - 何时发水平同步信号？
  - 何时发垂直同步信号？
- 以控制电子束扫描。

在显示器中设置若干级计数器，对显示器点频进行若干级分频，产生相应控制信号。

**例. 显示规格25行×80列, 字符7×9, 字符区9×14**

The diagram illustrates a 25x14 dot grid. The grid is composed of blue dots, with red dots marking specific points. A red bracket on the left side groups the first 14 rows, labeled "14线". A red bracket at the top groups the first 9 columns, labeled "9点". The grid is divided into three horizontal sections by dotted lines. The top section contains three rows of blue dots forming a square-like shape. The middle section contains three rows of blue dots forming a square-like shape. The bottom section contains three rows of blue dots forming a square-like shape. Numerical labels are placed near the red dots: "7" and "2" are in the top row, "9" is in the second row, and "5" is in the third row. A red bracket on the right side groups the last 11 rows, labeled "25行".

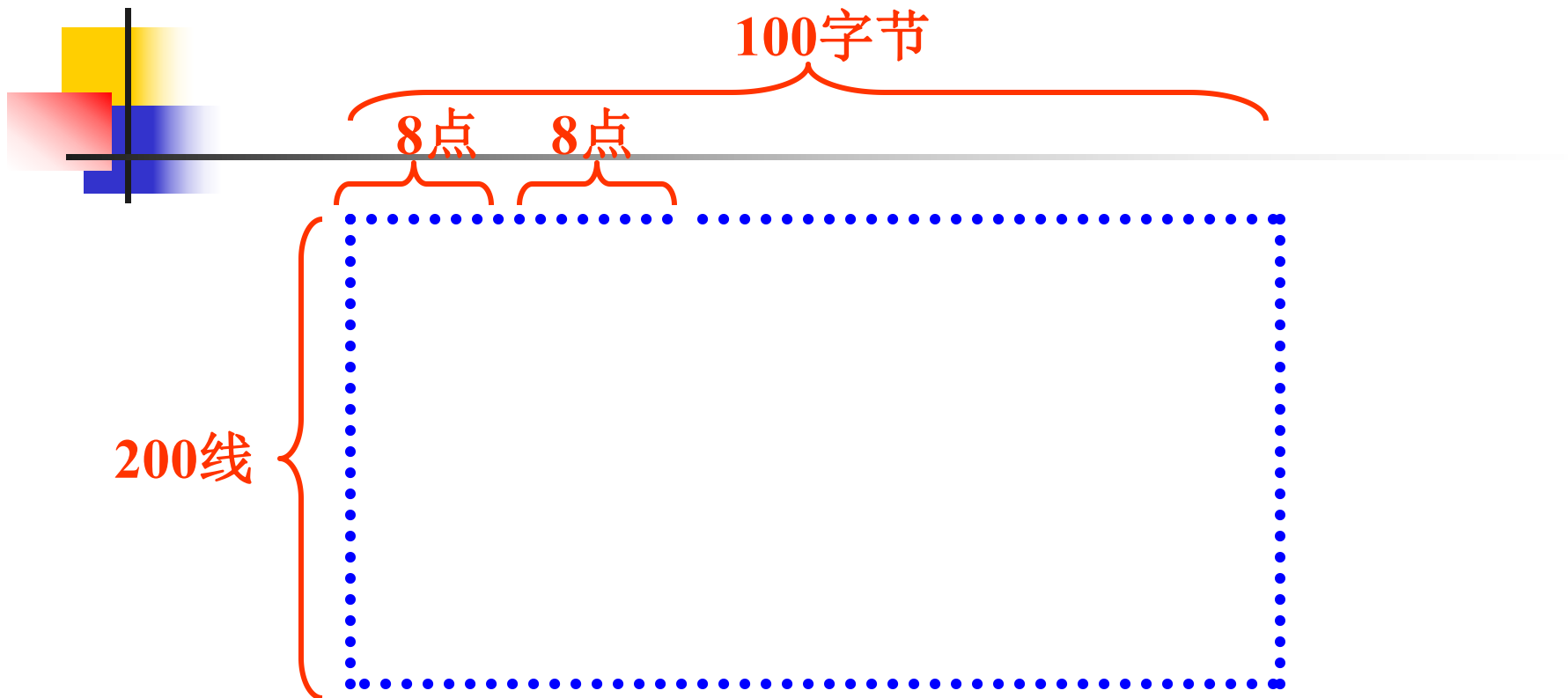
# 设置4级计数器



- 1) 点计数器： 对一个字符的一行点计数。  
一次点计数循环访问一次VRAM、ROM。
- 2) 字符计数器：对一帧的字符列计数。  
一次字符计数循环发一次水平同步信号。  
字符计数值提供VRAM列地址（低地址）。
- 3) 线计数器：对一行字符的扫描线计数。  
线计数值提供ROM低位地址。
- 4) 行计数器：对一帧的字符行计数。  
一次行计数循环发一次垂直同步信号。  
行计数值提供VRAM行地址（高地址）。

# (1) APA方式

例. 显示规格800点×200线、单色



设置几级计数器？何时访问VRAM？

何时发水平、垂直同步信号？

本章要点：字符、图形方式下，屏幕显示与显存之间的对应关系（显存内容与容量、信息转换、分频计数器的设置与分频关系等）。