



# 计算机组成原理

## 第六章 输入/输出设备





# 主要内容

- ① 键盘及接口
- ② 显示设备及接口

## 调用I/O设备的层次：

**用户界面：**操作系统为用户调用I/O设备所提供的操作界面。

**设备驱动程序：**CPU执行设备驱动程序，送出针对具体设备的命令字，取回设备状态字。

**设备控制程序：**设备控制器执行设备控制程序，控制设备操作。

**设备具体操作：**涉及到设备的逻辑组成，工作原理。



## 6.1 键盘及接口

---

需解决：按键的定位、转换。

➤ 01. 硬件扫描键盘

---

➤ 02. 软件扫描键盘

---

# 一、硬件扫描键盘

## 1、定义

采用硬件扫描方法查找按键位置，并转换为相应代码。

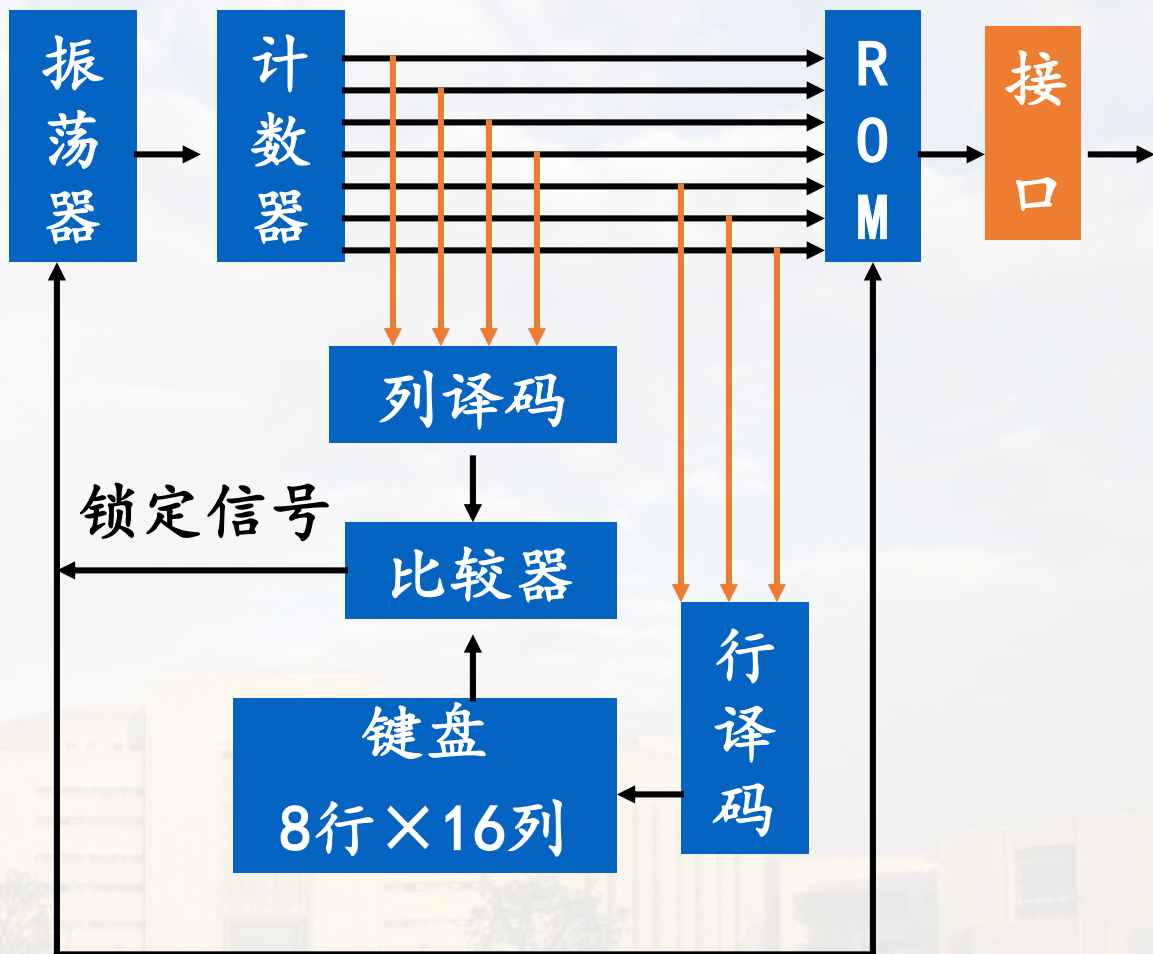
## 2、组成

### 1) 键盘矩阵

128键  $\rightarrow$  8行 $\times$ 16列

每键7位位置码

扫描码



# 一、硬件扫描键盘

## 2) 计数器 (7位)

在振荡器控制下对所有字键轮流扫描查询，查找按键。

## 3) 符合比较器

键盘矩阵列线输出与列译码输出比较，以确定按键位置。

## 4) ROM

实现代码转换：

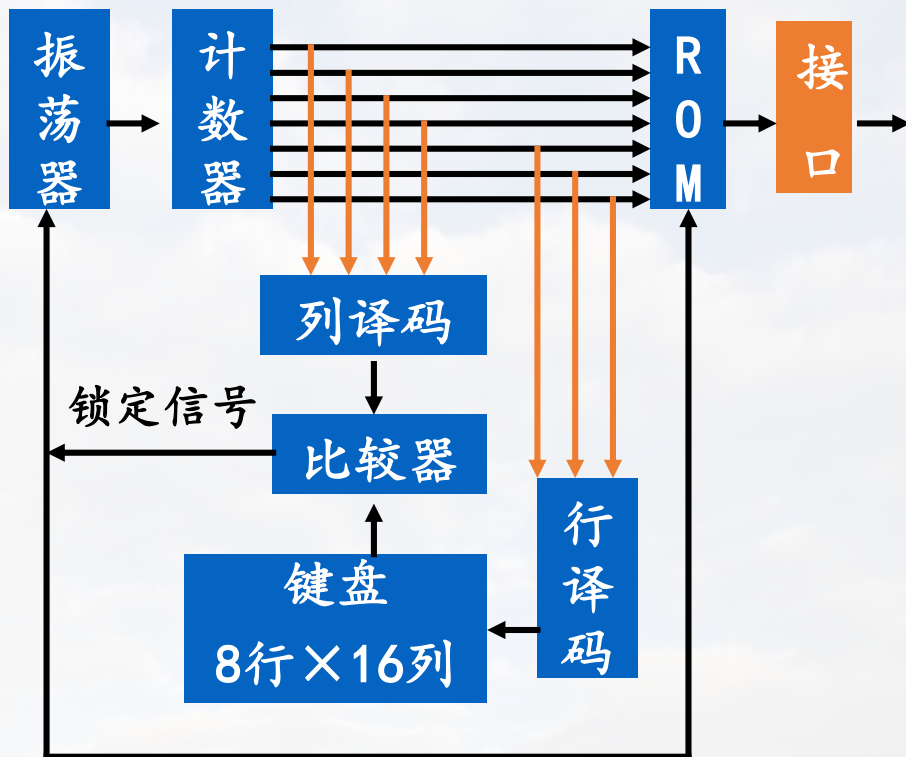
ROM单元地址：字键位置码

ROM单元内容：字键ASCII码

## 3、转换过程

计数器计数 → 计数值等于按键位置码

→ 比较器送出锁定信号 → 计数器停止计数 → 按计数  
值（扫描码）访问ROM → 获得按键ASCII码 → 接口



## 二、软件扫描键盘

### 1、定义

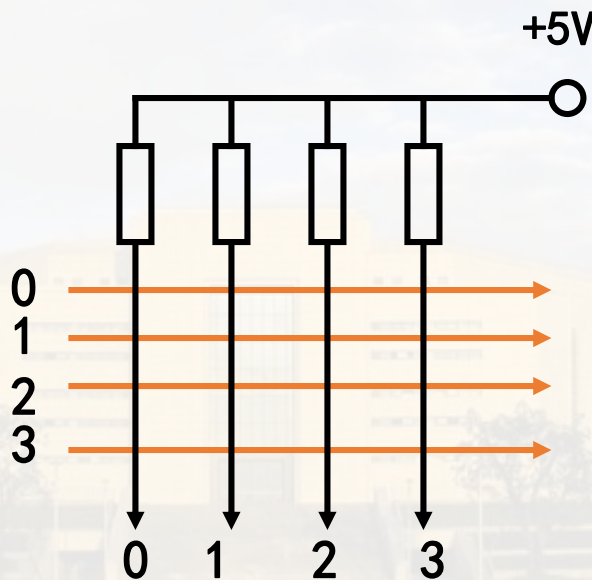
通过键盘扫描程序识别按键位置，并转换为相应代码。

### 2、扫描方法

#### 1) 逐行扫描法

例. 简易扫描式键盘

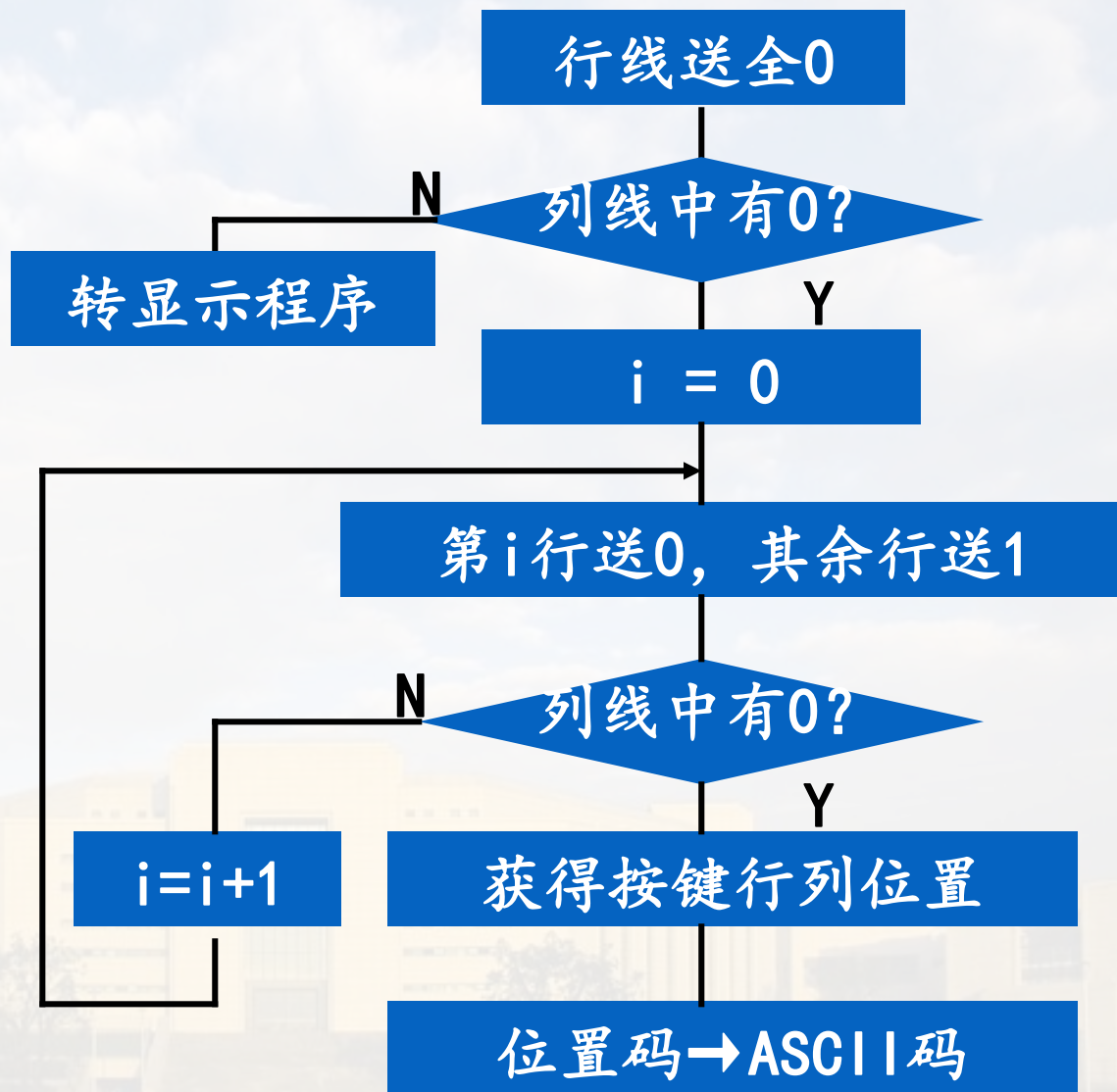
##### a. 键盘矩阵



## 二、软件扫描键盘

### b. 扫描流程

按键后产生中断请求，CPU响应，执行扫描子程序：



## 二、软件扫描键盘

### (2) 行列扫描法

例. IBM PC键盘

a. 键盘结构

b. 工作过程

• 初始化

• 扫描键盘：

先逐列为1步进扫描，判哪列有按键

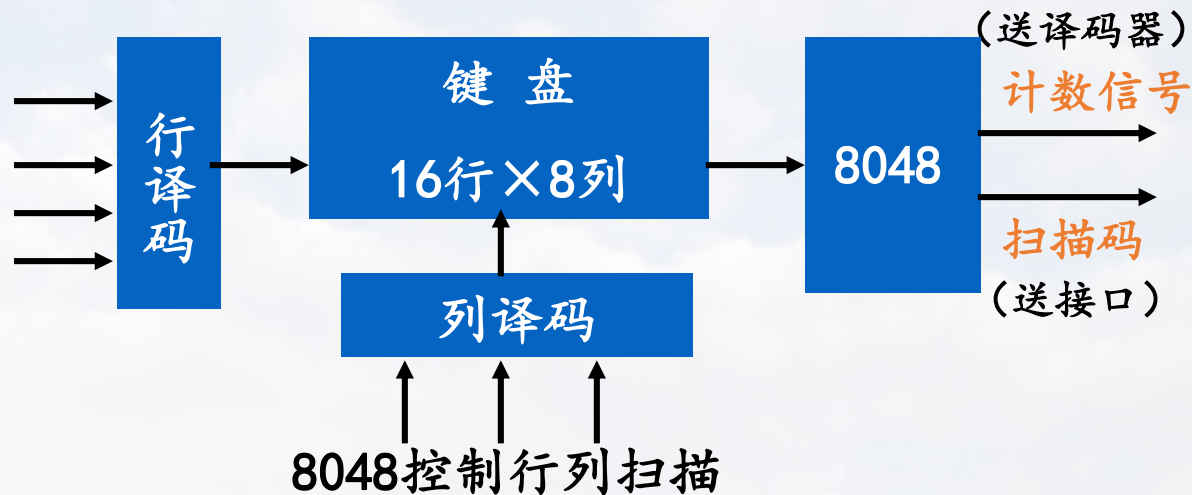
再逐行为1步进扫描，判哪行有按键

串行传送扫描码

• 8048  $\xrightarrow{\text{串行扫描码}}$  接口移位R  $\xrightarrow{\text{并行扫描码}}$  接口申请中断

• 中断处理

CPU执行键盘中断子程序，从接口取扫描码  $\longrightarrow$  ASCII码存入键盘缓冲区。



获得按键位置码  
(扫描码)



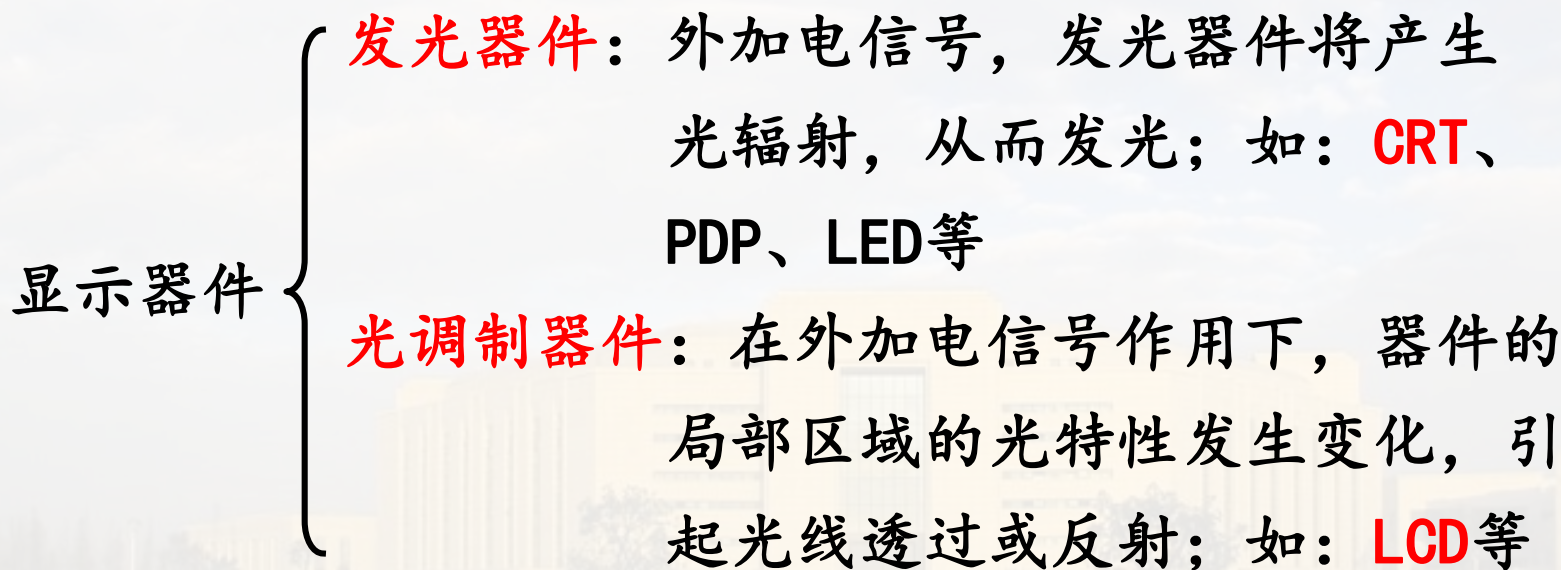
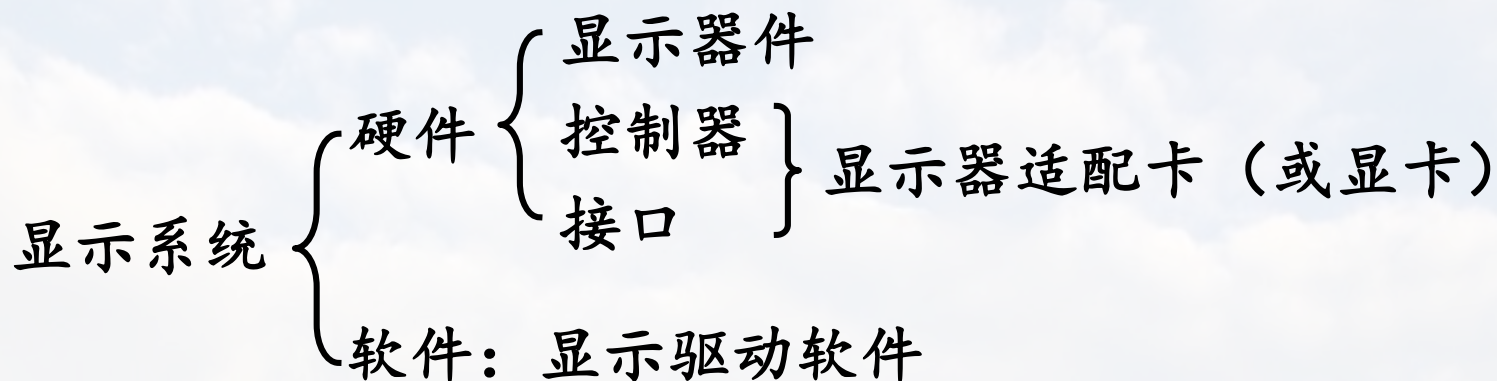
# 主要内容

- 1 键盘及接口
- 2 显示设备及接口

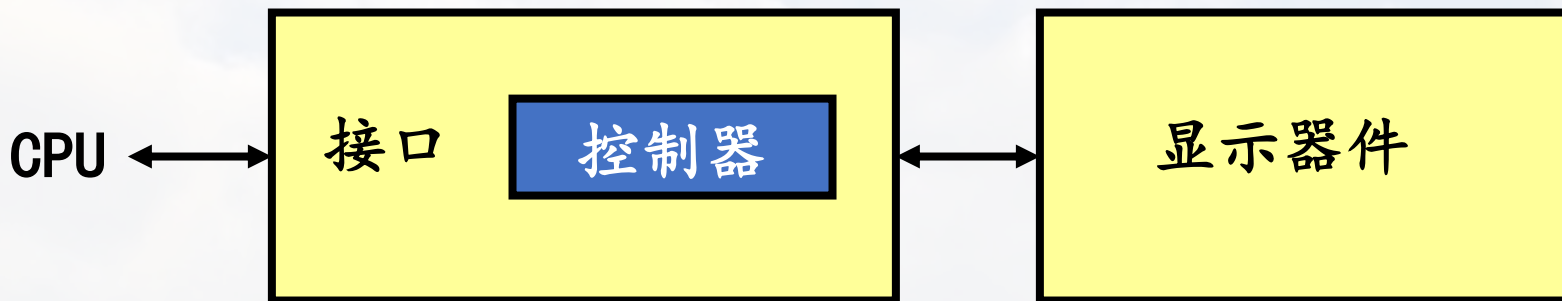


## 6.2 显示设备及接口

- 01. 概述
- 02. 显示技术中的相关术语
- 03. CRT显示器的显示方式与常见显示规格
- 04. 光栅扫描成象原理
- 05. 屏幕显示与显示器缓存的对应关系
- 06. 显示过程总结



## 显示器适配器



本节主要讨论：

CRT显示器显示方式、成像原理、屏幕显示与显示缓存的对应关系。

## 二、显示技术中的相关术语

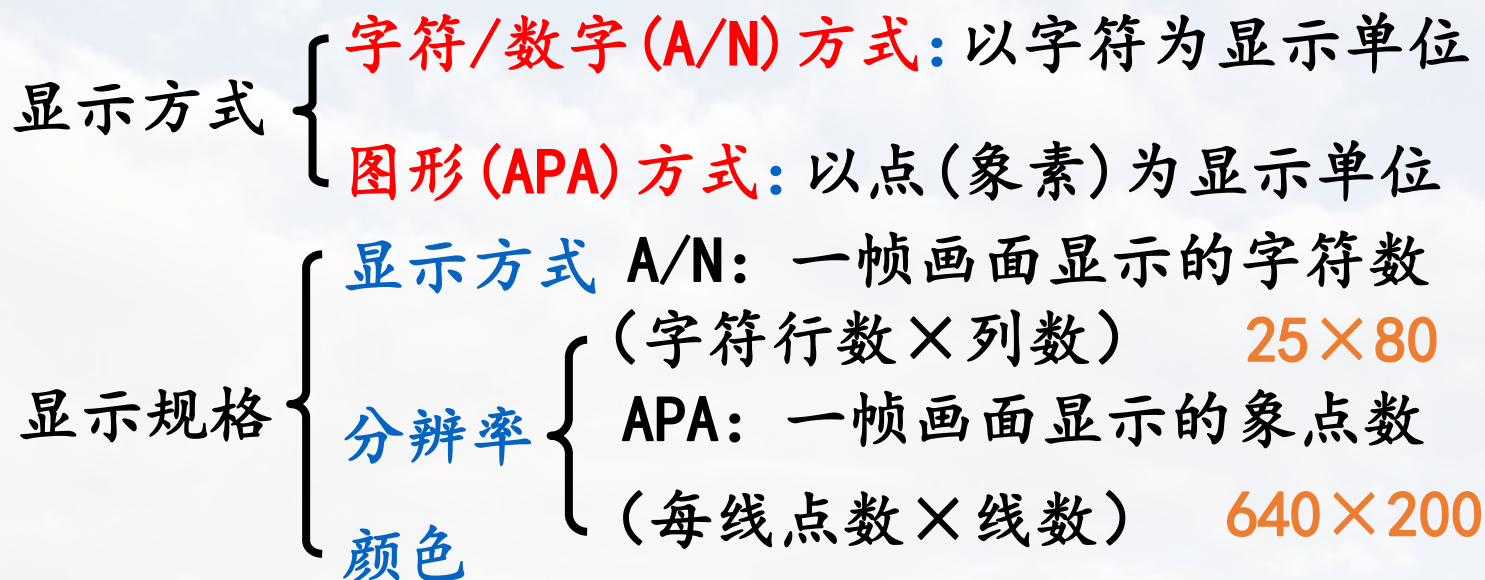
- 1、图形 (graphics)：是指没有亮暗层次变化的线条图。
- 2、图像 (image)：是指具有亮暗层次的图。
- 3、分辨率：是指显示器所能表示的像素个数。  
(注：图形质量是由分辨率和灰度级决定的)
- 4、灰度级：是指黑白显示器中所显示的像素点的亮暗差别，在彩色显示器中则表现为颜色的不同。
- 5、刷新：为了使人眼能看到稳定的图像显示，必须使电子束不断地重复扫描整个屏幕，这个过程叫做刷新，刷新频率大于25次/秒时才不会感到闪烁。显示设备中通常选用每秒刷新70帧图像。

## 二、显示技术中的相关术语

**6、随机扫描：**是控制电子束在CRT屏幕上随机地运动，从而产生图形和字符。电子束只在需要作图的地方扫描，而不必扫描全屏幕，所以这种扫描方式画图速度快，图像清晰。

**光栅扫描：**是从上至下顺序扫描，采用逐行扫描和隔行扫描两种方式。**逐行扫描**就是从屏幕顶部开始一行接一行地扫描，一直到底，反复进行。电视系统采用隔行扫描，它把一帧图像分为奇数行和偶数行，如果本次扫描奇数行，下次则扫描偶数行，交替进行。

### 三、CRT显示器的显示方式与常见显示规格



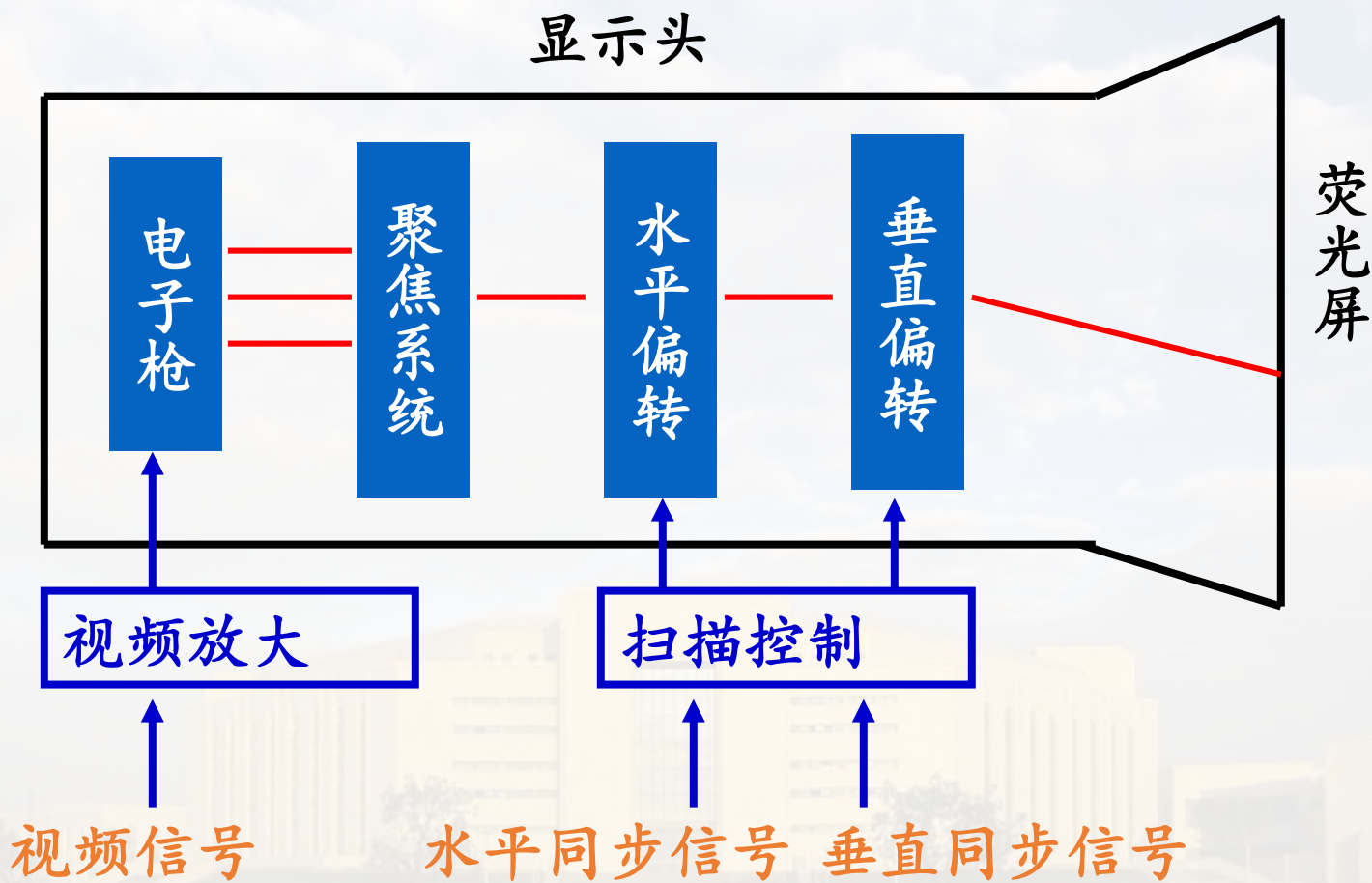
适配器提供显示规格

如VGA卡: { A/N: 25 $\times$ 40、25 $\times$ 80, 2色、4色

如VGA卡: { APA: 320 $\times$ 200、800 $\times$ 600, 2色、256色

## 四、光栅扫描成像原理

### 1、CRT结构



## 四、光栅扫描成象原理

### 2、扫描方式

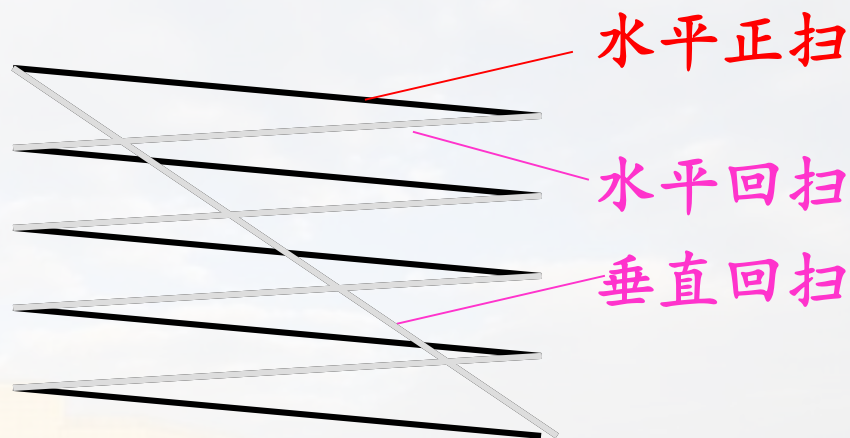
**随机扫描：**电子束无固定扫描路径，控制电路复杂。

**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)



帧频不低于25HZ

行扫描电流：



场扫描电流：



# 四、光栅扫描成象原理

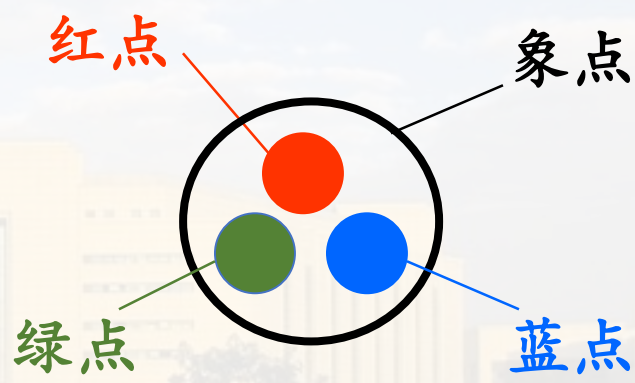
## 4、象点存在的因素

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



# 四、光栅扫描成象原理

## 5、字符点阵的形成与屏幕组织

字符点阵图形：

(7×9)



→ 字符点阵代码：

```
1111111
0001000
0001000
0001000
0001000
0001000
0001000
0001000
0001000
```

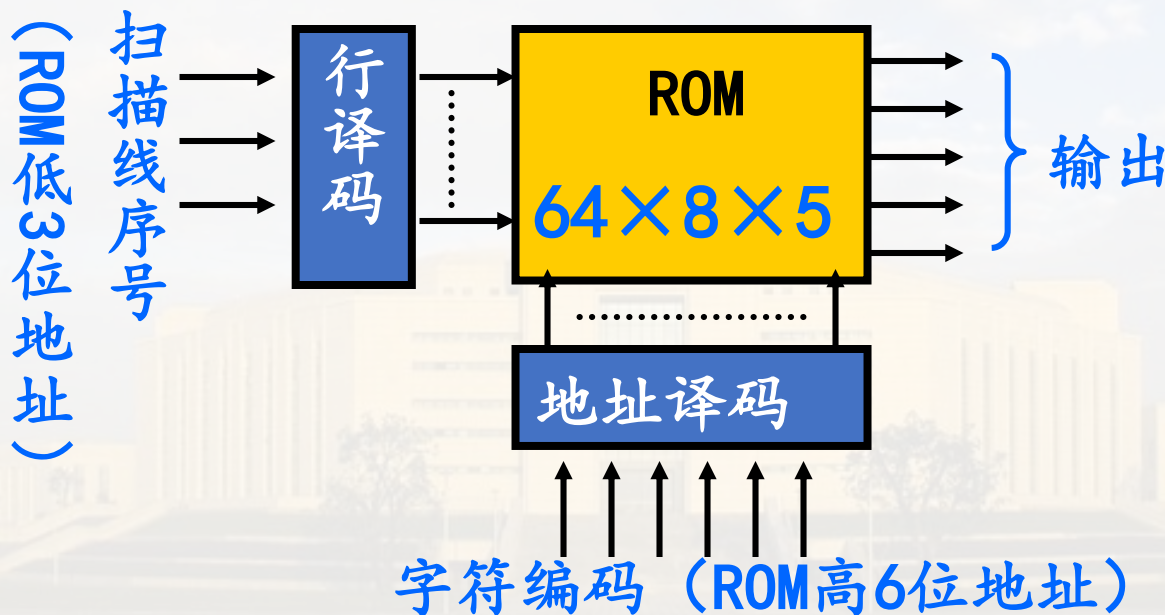
### 1) 字符发生器

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)



## 四、光栅扫描成象原理

### 2) 屏幕组织

#### a. 扫描顺序

每行字符逐线扫描。

例. The diagram shows the characters 'A B C D E F' in red, positioned on a grid of blue horizontal lines. The characters are aligned with the lines, illustrating the line-by-line scanning process for each row of characters.

#### b. 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）



## 五、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。

## 五、屏幕显示与显示器缓存 (VRAM) 的对应关系

### 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 =  $\frac{640 \times 200}{8} = 16\text{KB}$

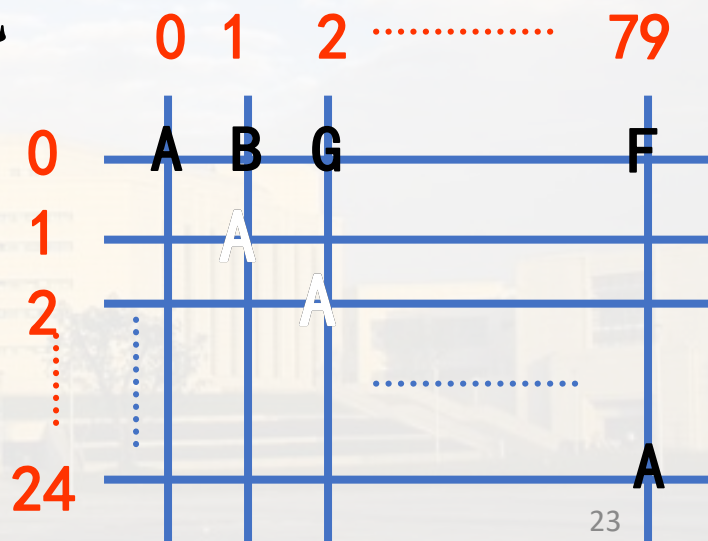
若考虑颜色 { 分辨率不变：颜色↑ 容量↑  
容量不变：颜色↑ 分辨率↓

### 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





## 五、屏幕显示与显示器缓存 (VRAM) 的对应关系

能实现将**A**从屏幕左上角逐渐移向屏幕右下角吗？

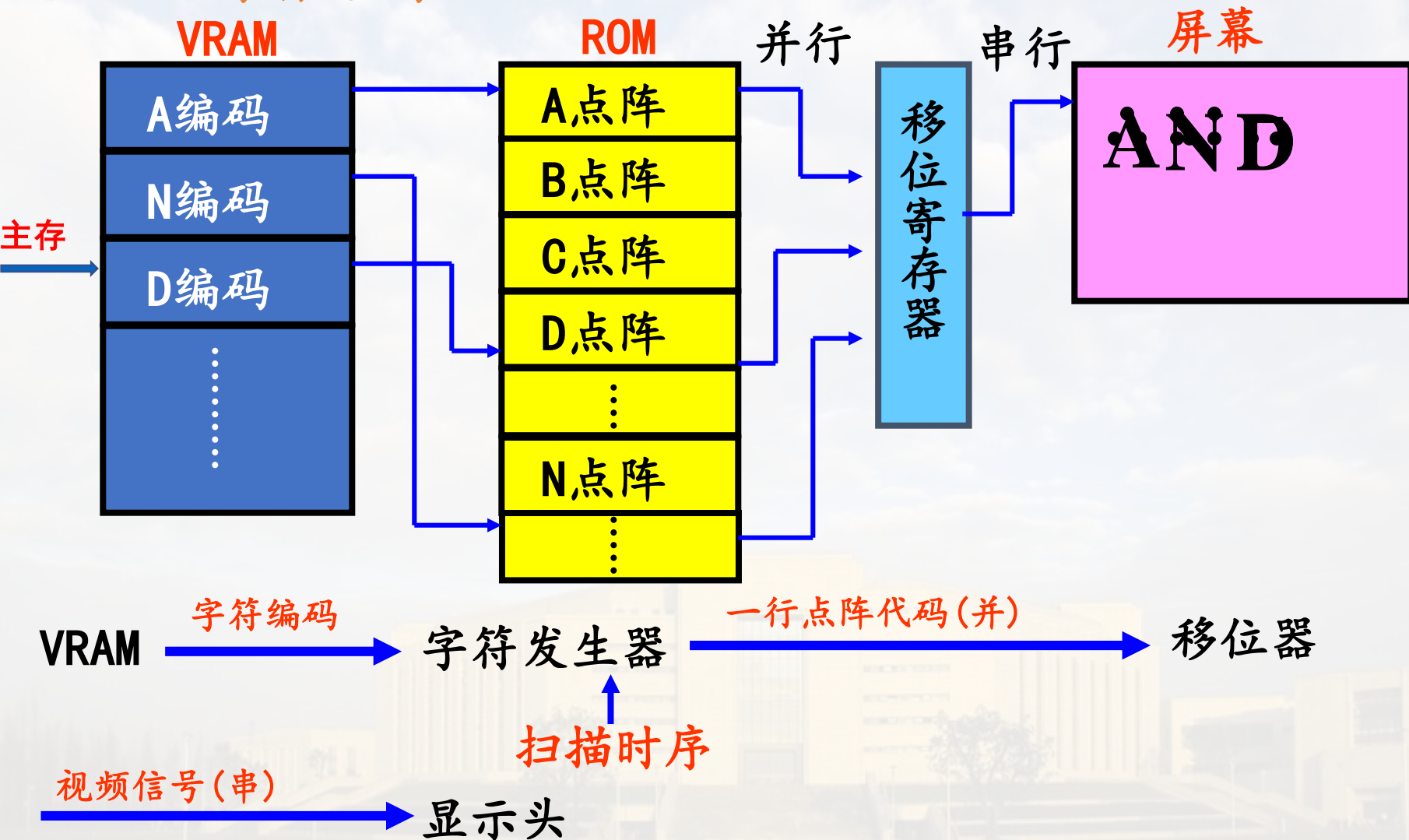
能实现在屏幕上将**一行字符**自下而上地滚动吗？

### 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。

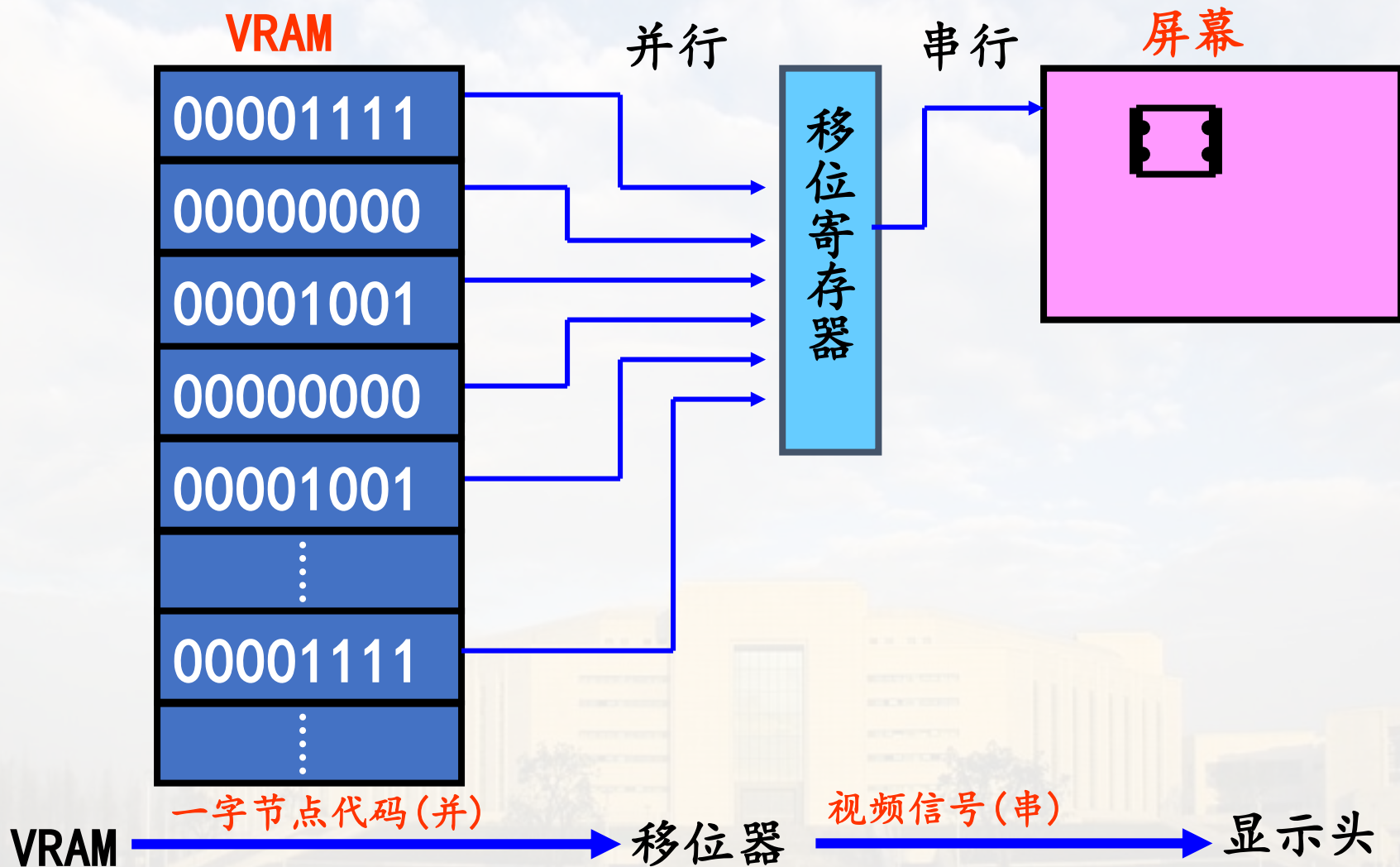
# 五、屏幕显示与显示器缓存 (VRAM) 的对应关系

## 1) A/N: 字符/数字



# 五、屏幕显示与显示器缓存 (VRAM) 的对应关系

## 2) APA: 图形



## 五、屏幕显示与显示器缓存 (VRAM) 的对应关系

### 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。

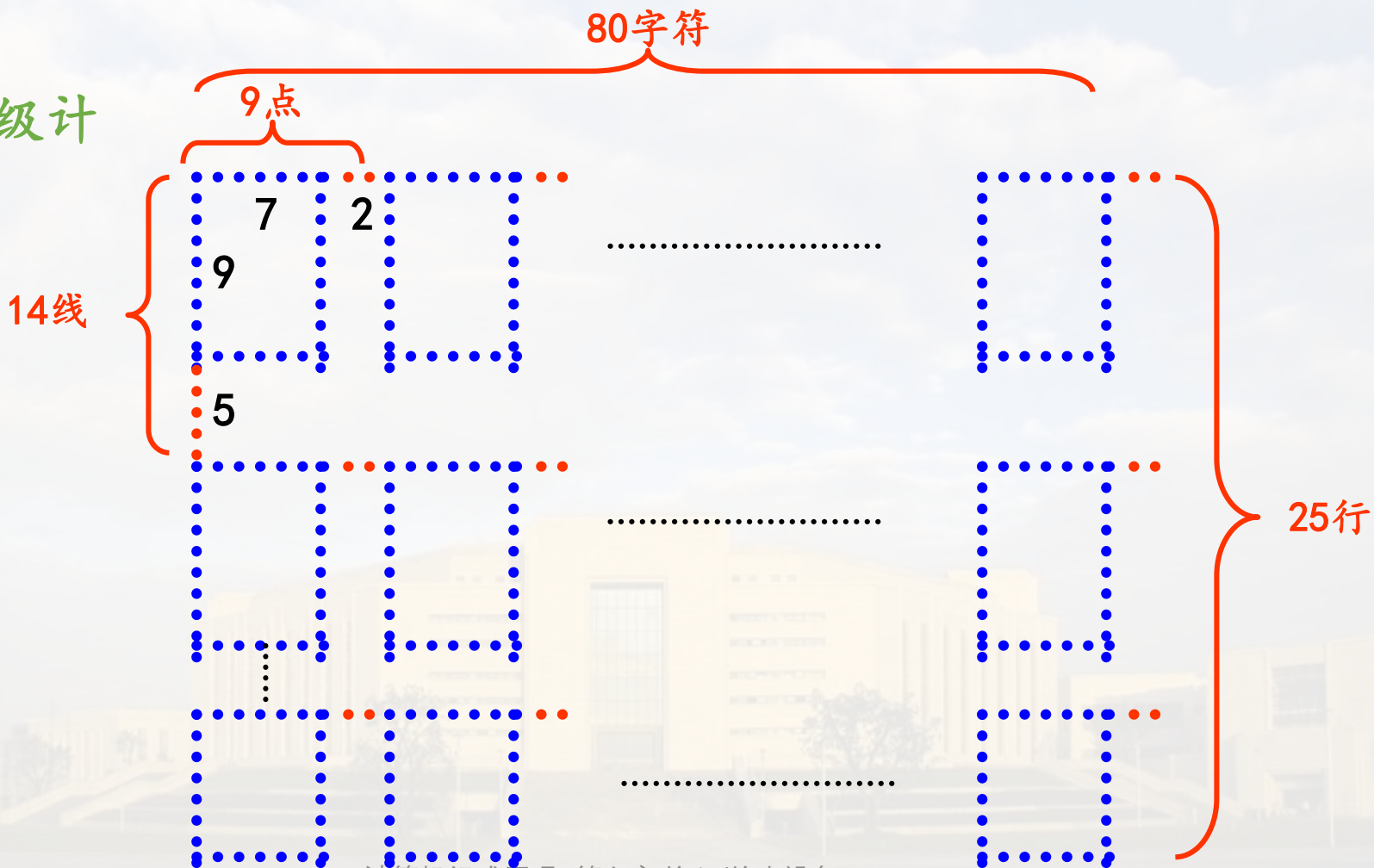
在显示器中设置若干级计数器，对显示器点频进行若干级分频，产生相应控制信号。

# 五、屏幕显示与显示器缓存 (VRAM) 的对应关系

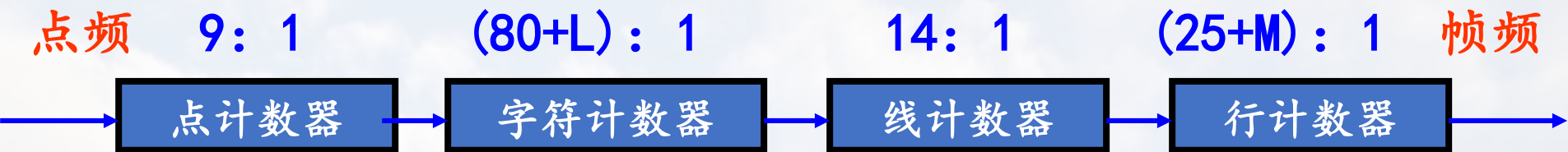
## 1) A/N方式

例: 显示规格25行×80列, 字符7×9, 字符区9×14

设置4级计数器



## 五、屏幕显示与显示器缓存 (VRAM) 的对应关系

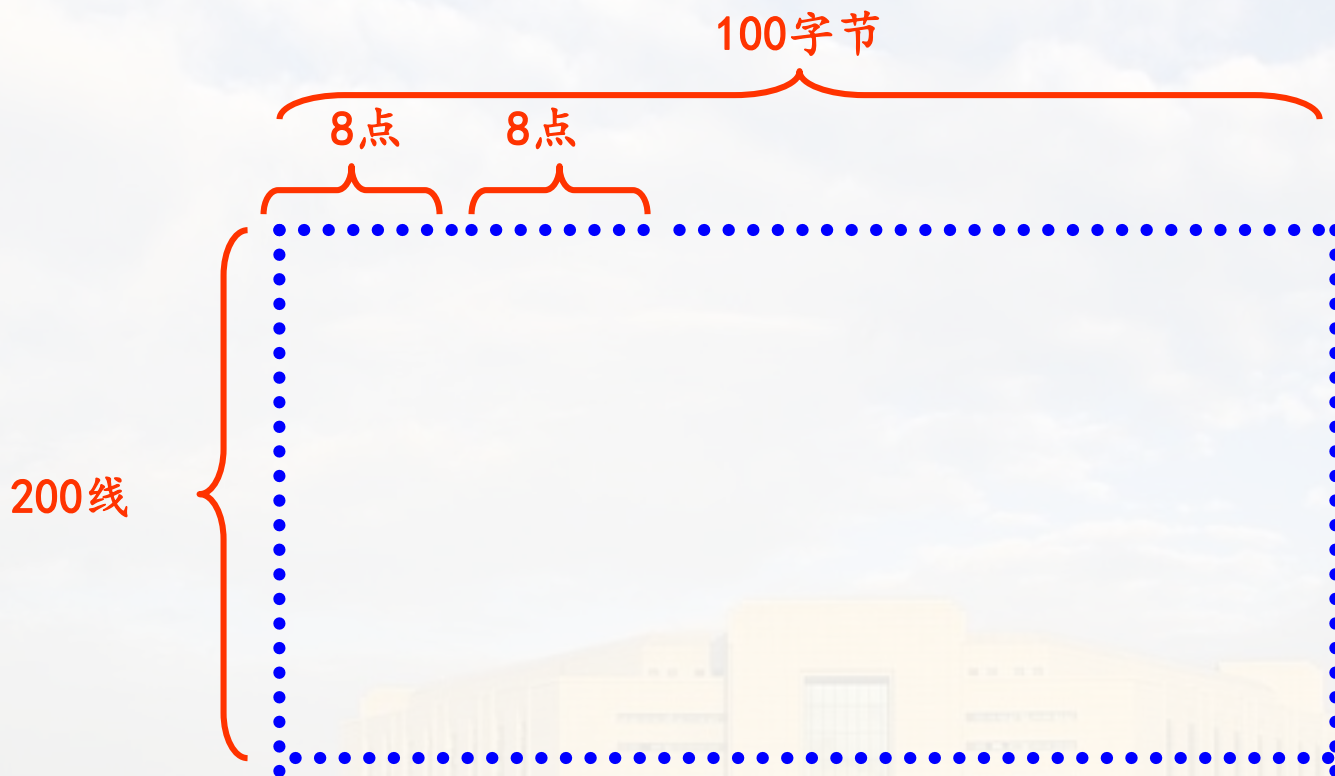


- 1) 点计数器: 对一个字符的一行点计数。  
一次点计数循环访问一次VRAM、ROM。
- 2) 字符计数器: 对一帧的字符列计数。  
一次字符计数循环发一次水平同步信号。  
字符计数值提供VRAM列地址 (低地址)。
- 3) 线计数器: 对一行字符的扫描线计数。  
线计数值提供ROM低位地址。
- 4) 行计数器: 对一帧的字符行计数。  
一次行计数循环发一次垂直同步信号。  
行计数值提供VRAM行地址 (高地址)。

# 五、屏幕显示与显示器缓存 (VRAM) 的对应关系

## 2) APA 方式

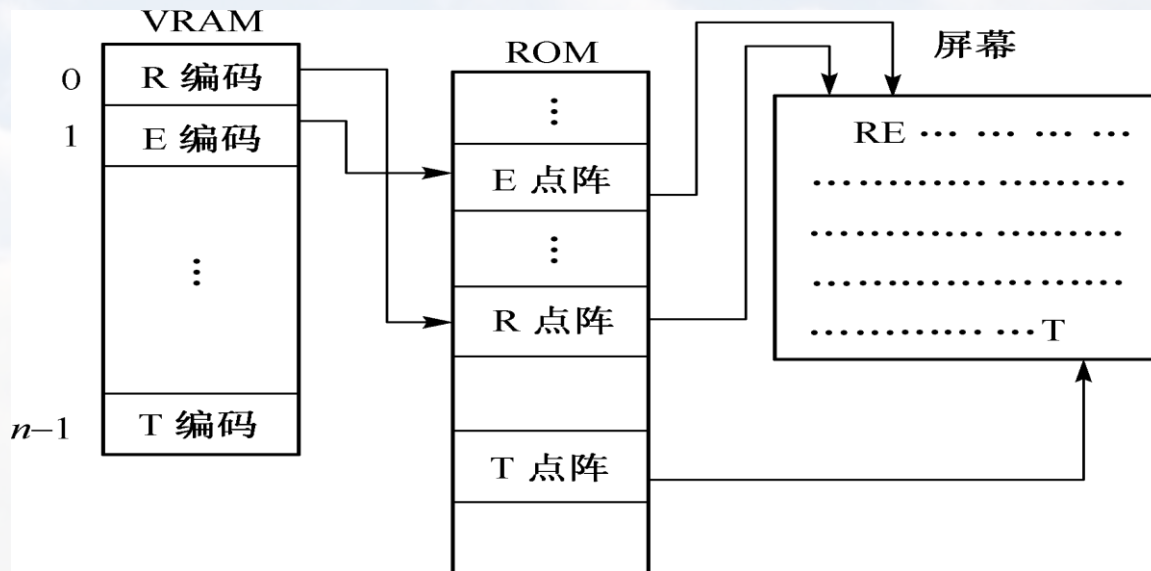
例. 显示规格800点×200线、单色



设置几级计数器？何时访问VRAM？

何时发水平、垂直同步信号？

字符/数字方式：  
A/N方式



## 1、VRAM（独立显卡）：显示内容 + 属性内容

### 1) 字符显示方式（黑白显示器）

VRAM存放信息：字符的ASCII编码；

VRAM的容量(基本显示内容)：行×列，如：分辨率25行×80列；

### 2) 图形显示方式（彩色显示器）

VRAM存放信息：图形的像素；

VRAM的容量（基本显示内容）： $(\text{点} \times \text{线}) / 8$ ,

如：分辨率1024线 $\times$ 768点；

则VRAM的基本显存容量： $(1024 \times 768) / 8 = 96\text{K}$

若提供256中颜色，即 $256 = 2^8$

则VRAM的容量： $[(1024 \times 768) / 8] \times 8 = 768\text{K}$

## 六、显示过程总结

### 2、字符点阵图形

#### 1) 概念

**a. 字符的点阵结构：**在CRT显示器中，画面上的字符或图形都是由若干个点组成的，每个字符横向、纵向均占一定的点数，称为字符的点阵结构。常用的字符点阵结构有 $5 \times 7$ 点阵， $5 \times 8$ 点阵， $7 \times 9$ 点阵等。

**b. 字符发生器：**在CRT显示器中，用来产生字符点阵图形的器件称为字符发生器，通常是由ROM组成的。

## 六、显示过程总结

### 2) 字符发生器ROM的容量

a. 行容量 = 1B (5点 $\leq$ 行容量 $\leq$ 8点)  
= 2B (9点 $\leq$ 行容量 $\leq$ 16点)

b. 字符点阵容量 = 行容量 $\times$ 行数

b. 字符发生器ROM的容量= 字符点阵容量  $\times$  字符数

### 3) 访问字符发生器ROM中的字符点阵方式

高位地址编码访问ROM中的某一个字符点阵，低位地址编码访问该字符点阵的某一行点阵代码。

### 4) 在屏幕上如何显示一排字符行

采用对一排的所有字符的点阵进行逐行依次扫描。例如，某字符行欲显示的字符是ABC……T，当电子束扫描该字符行第一条光栅时，显示电路根据各字符编码依次从字符发生器取出A、B、C、……、T各个字符的第一行点阵代码，并在字符行第一条扫描线位置上显示出这些字符的第一行点阵；然后再扫描下一条光栅，依次取出该排各个字符的第二行代码，并在屏幕上扫出它们的第二行点阵。

### 3、同步控制

不论字符显示还是图形显示，都要求行、场扫描和视频信号的发送在时间上要完全同步，即当电子束扫描到某字符或某像点的位置时，相应的视频信号必须同时输出。为此，在CRT显示器中设置了几个计数器，对显示器的主频脉冲进行分频，产生各种时序信号来控制对VRAM的访问、对CRT的水平扫描和垂直扫描，以及视频信号的产生等。

字符方式和图形方式下对计数器的设置是有区别的。

## 六、显示过程总结

### 1) 字符显示的同步控制

四级：点计数、字符计数、线计数、行计数；

a. **点计数**：字符区内的横向点数（即每个字符点阵横向点 + 间隔点）：1；

对一个字符的一行点计数。一次点计数循环访问一次VRAM、ROM。

b. **字符计数**：每行显示的字符数个数：1；

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）。

## 六、显示过程总结

c. **线计数**：字符区内的线数（即每个字符点阵线数 + 间隔点）：1；

对一行字符的扫描线计数；线计数值提供ROM低位地址。

d. **行计数**：每帧显示的字符行数：1.

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）。

## 六、显示过程总结

### 2) 图形显示的同步控制

三级：点计数、字节计数、线计数

a. 点计数分频8:1，但在VRM中以字节为单位按地址存储，图形以像素为单位，即将一条水平线自左向右，每8个点的代码作为1字节。

b. 字节计数分频  $(\text{点}/8+L):1$ ，字节计数器称为列计数器，以一行多少个字节记1次列数。

c. 线计数分频  $(\text{线}+M):1$ ，线计数器称为行计数器，以一帧多少条线记1次线数。



---

# 谢谢观看

---

## 计算机组成原理

2024/9/1



信息与软件工程学院

School of Information and Software Engineering