

CRT的前世今生

华中科技大学软件学院 万琳





提纲

- ① 阴极射线管
- ② 彩色阴极射线管
- ③ 扫描方式



回顾

- 1950年，第一台图形显示器作为美国麻省理工学院（MIT）旋风I号（Whirlwind I）计算机的附件诞生了。



类似于示波器的
阴极射线管

1

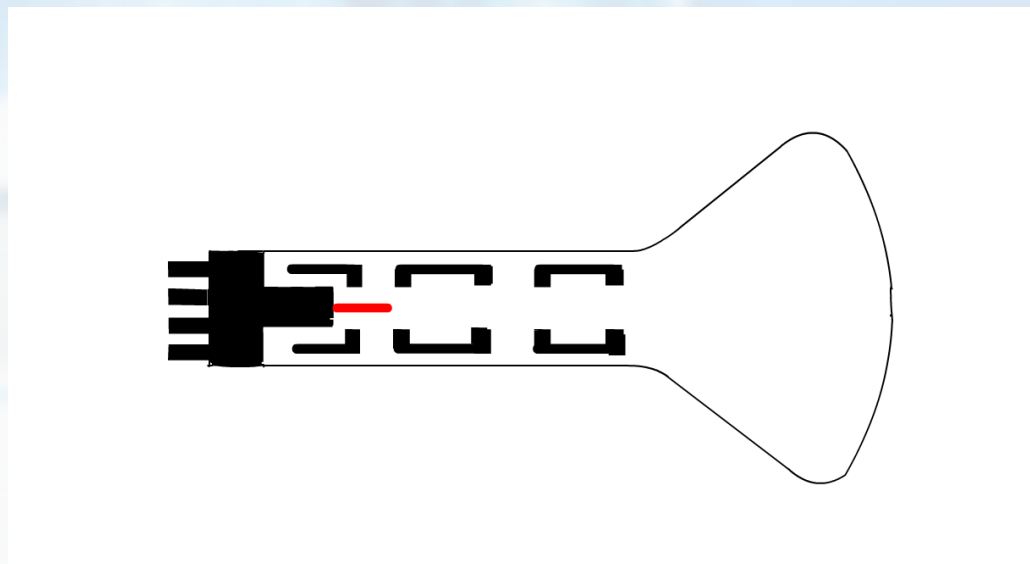
阴极射线管

Cathode Ray Tube , 简称CRT

1

阴极射线管

CRT (Cathode Ray Tube) 是一种真空器件，它利用电磁场将高速的、经过聚焦的电子束，偏转到屏幕的不同位置轰击屏幕表面的荧光材料而产生可见图形。



1

阴极射线管

老式的电视机：



1

阴极射线管

从外形上看，CRT分为：管颈部分、锥体部分、屏幕部分

屏幕部分



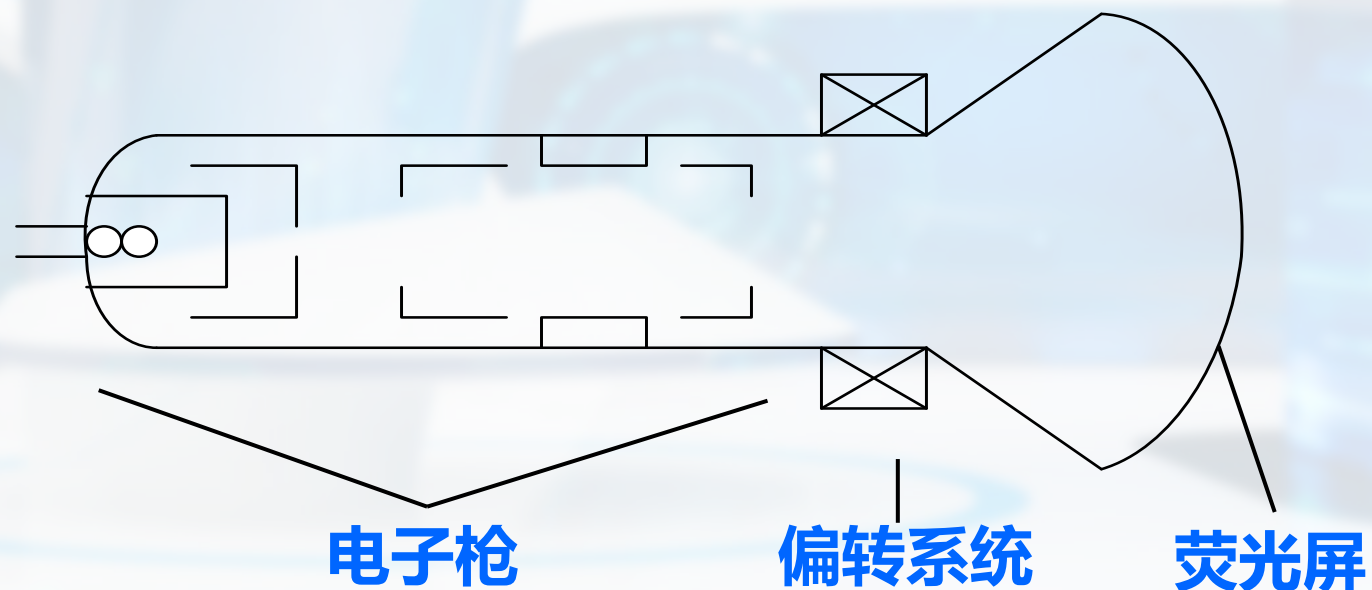
锥体部分

管颈部分

1

阴极射线管

从结构上看，CRT分为：**电子枪**、**偏转系统**、**荧光屏**

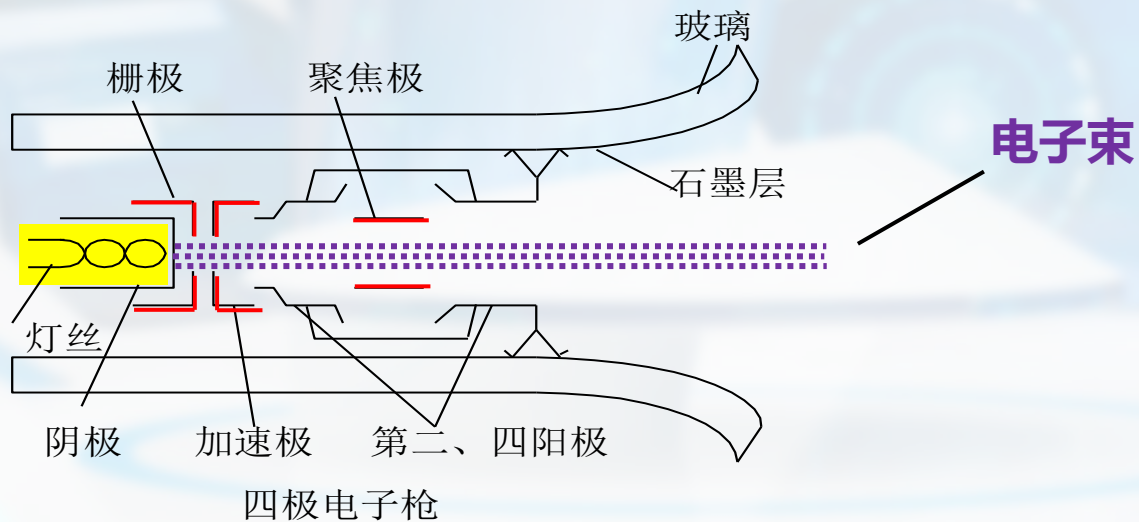


1

阴极射线管

电子枪

电子枪的主要功能是产生一个沿管轴（Z轴）方向前进的细**电子束**轰击荧光屏。



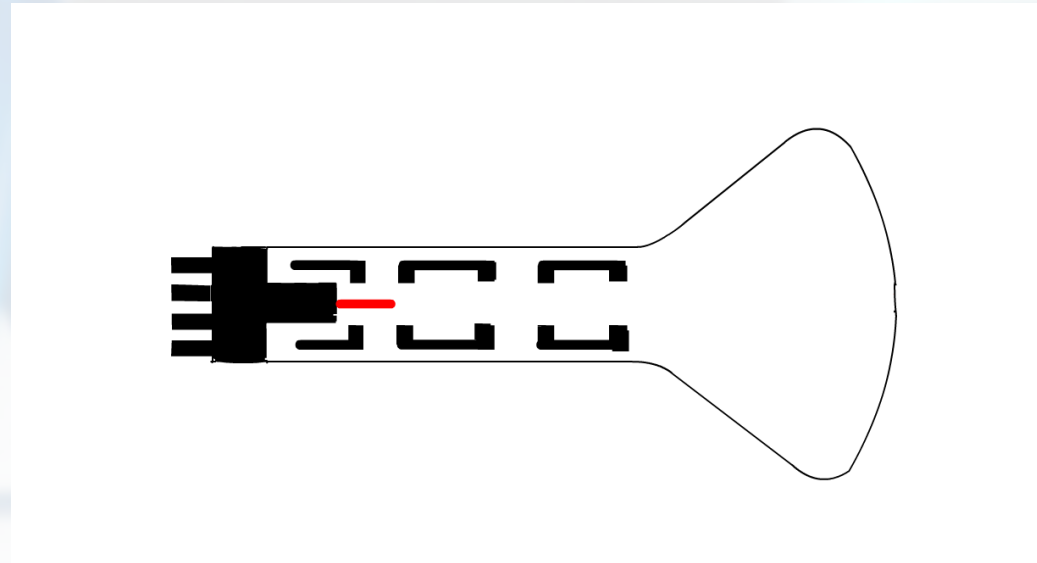
1

阴极射线管

电子枪

对电子束的要求：

- 强度足够大
- 大小、有无应该可控
- 充分聚焦

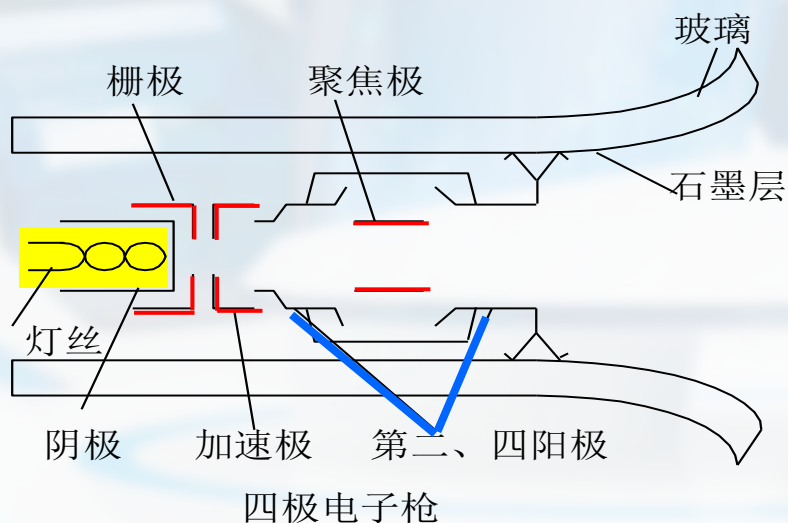


1

阴极射线管

电子枪

电子枪的主要功能是产生一个沿管轴（Z轴）方向前进的细**电子束**轰击荧光屏。



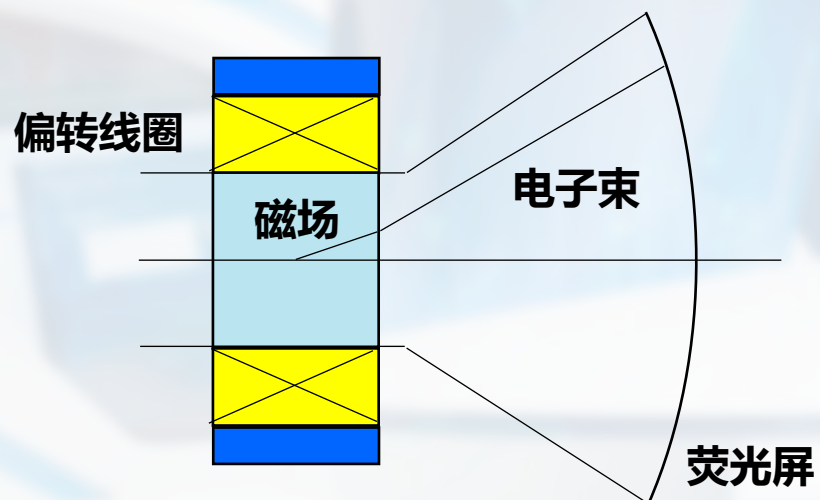
- ❖ **阴极**：由灯丝加热发出电子束。
- ❖ **控制栅（栅极）**：加上负电压后，能够控制通过其中小孔的带负电的电子束的强弱。
- ❖ **加速极（第一阳极）**：加正的300-450V电压，予以加速。
- ❖ **聚焦极（第三阳极）**：保证电子束在轰击屏幕时，汇聚成很细的点。
- ❖ **第二、四阳极**：加正的高压电（几万伏），使电子束高速运动。

1

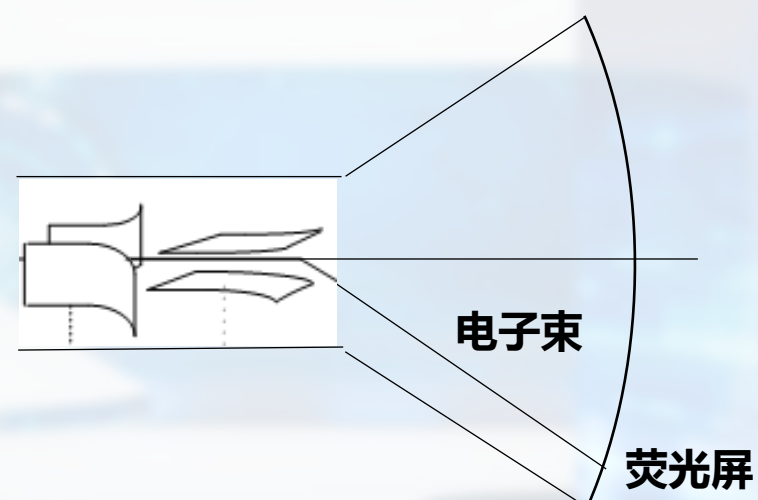
阴极射线管

偏转系统

磁偏转



电偏转



1

阴极射线管

荧光屏

CRT荧光屏（ Phosphor Screen ）是用荧光粉涂敷在玻璃底壁上制成的，常用沉积法涂敷荧光粉。玻璃底壁要求无气泡，表面光学抛光。



1

阴极射线管

对荧光粉的性能要求:

- ❖ 发光效率高

发光效率：每瓦电功率能给出多大的发光强度。

- ❖ 余辉时间合适

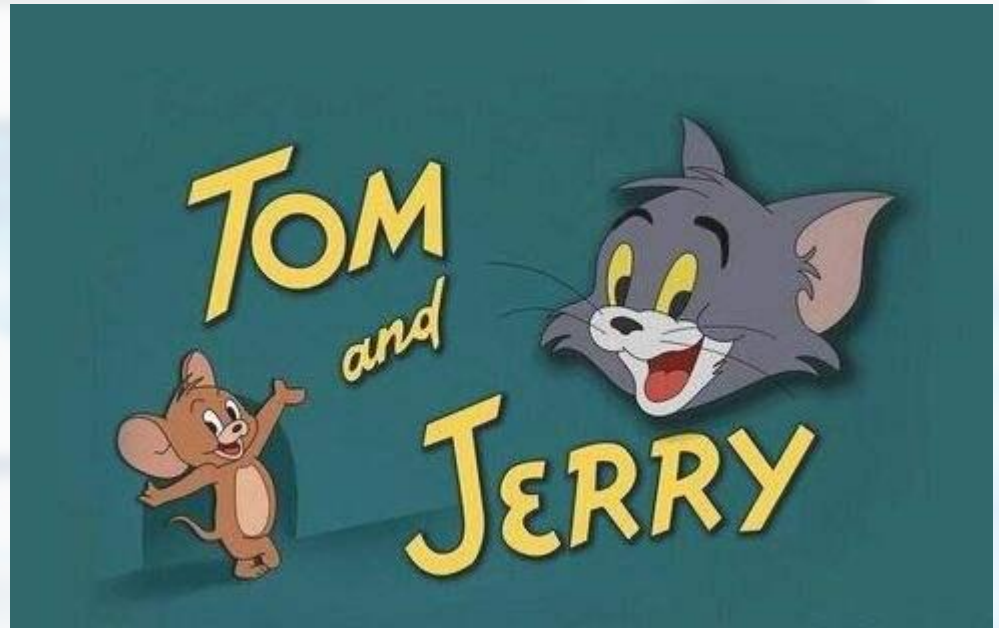
余辉时间：从电子束停止轰击到发光亮度下降到初始值的1%所经历时间。

余辉特性：电子束轰击荧光时，荧光粉的分子受激而发光，当电子束的轰击停止后，荧光粉的光亮并非立即消失，而是按指数规律衰减。

- ❖ 寿命长

2

彩色阴极射线管



2

彩色阴极射线管

三基色原则—小时候画画的调色盘**红**、**黄**、**蓝**

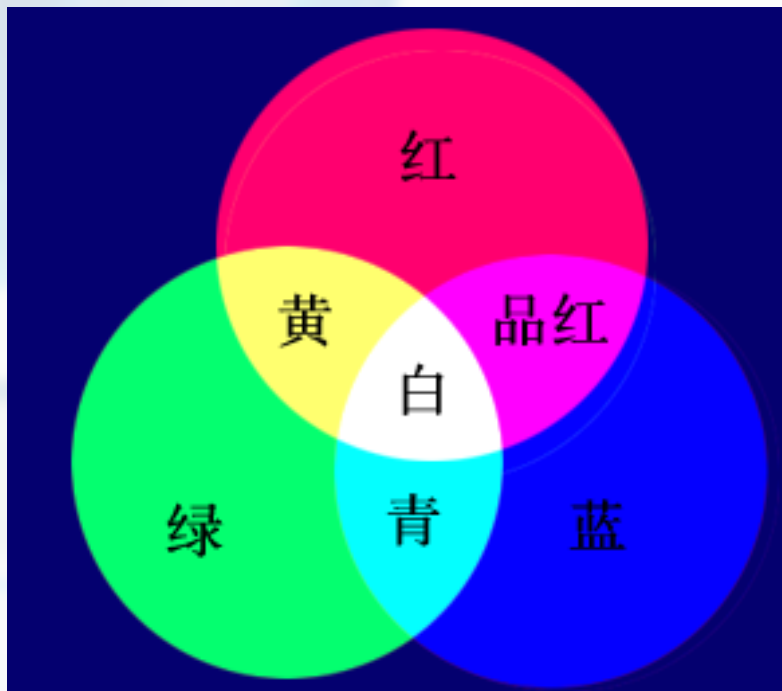


三原色

2

彩色阴极射线管

三基色原则—红、绿、蓝 (RGB)



2

彩色阴极射线管

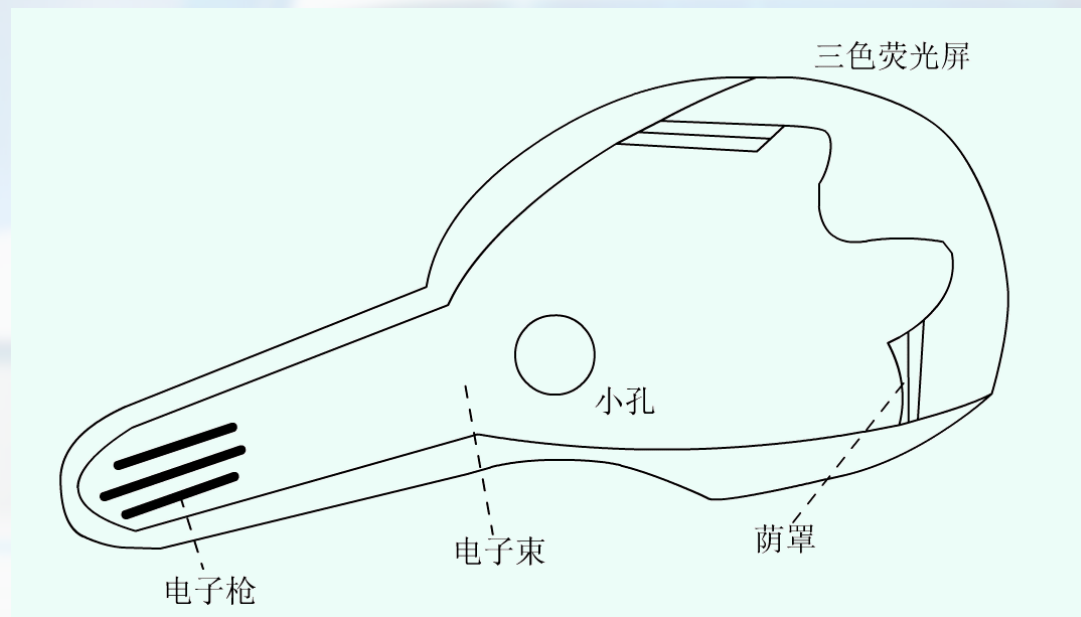
典型：三枪三束彩色显像管（荫罩式）

主要结构：

三支电子枪

荫罩板

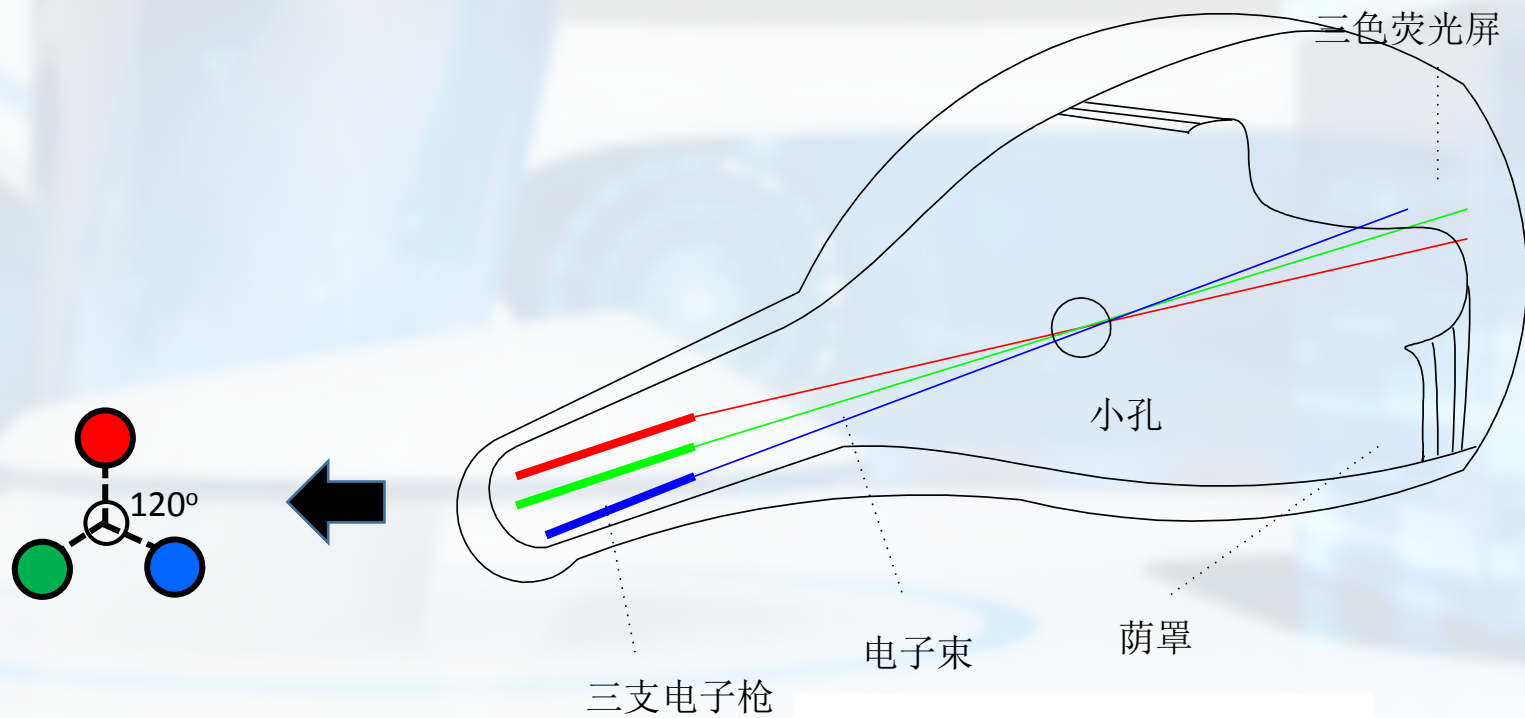
三色荧光屏



2

彩色阴极射线管

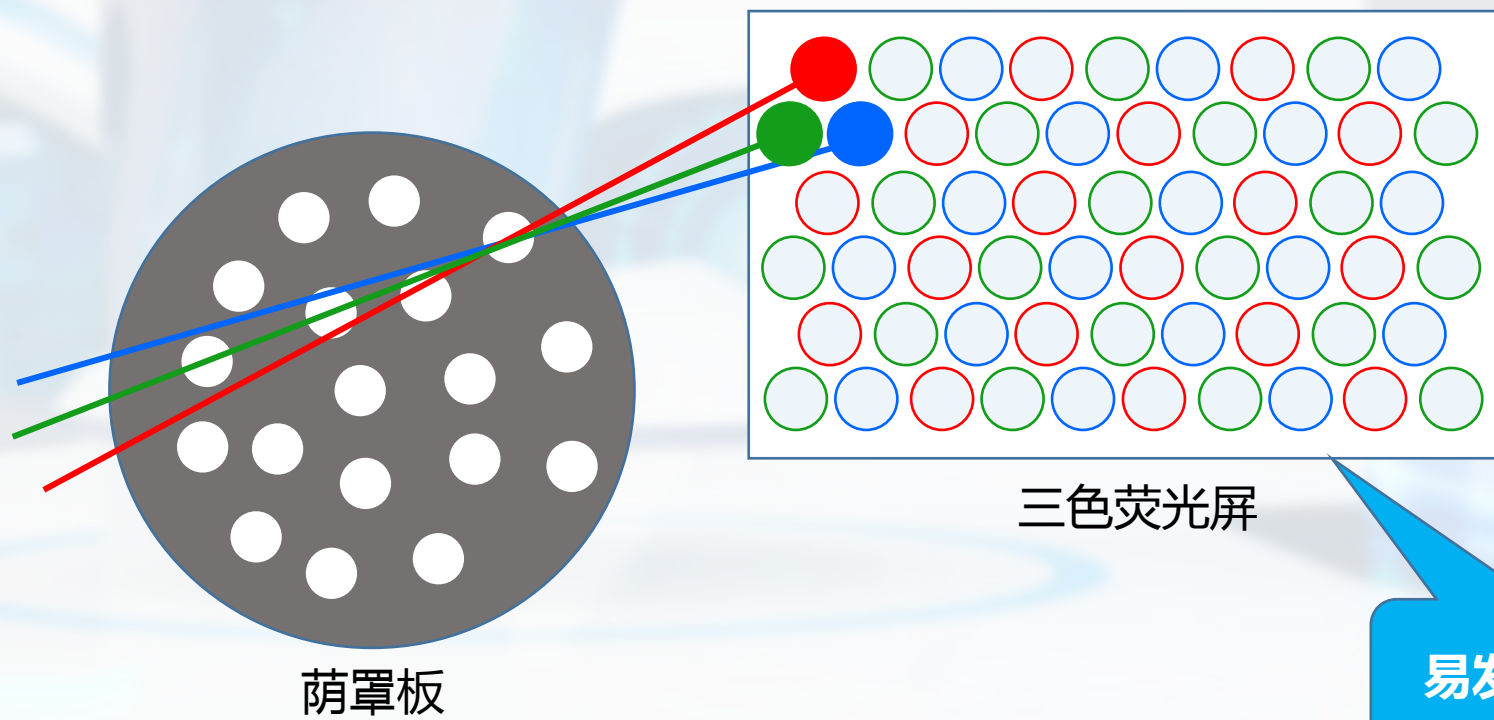
三支电子枪



2

彩色阴极射线管

荫罩板 和 三色荧光屏

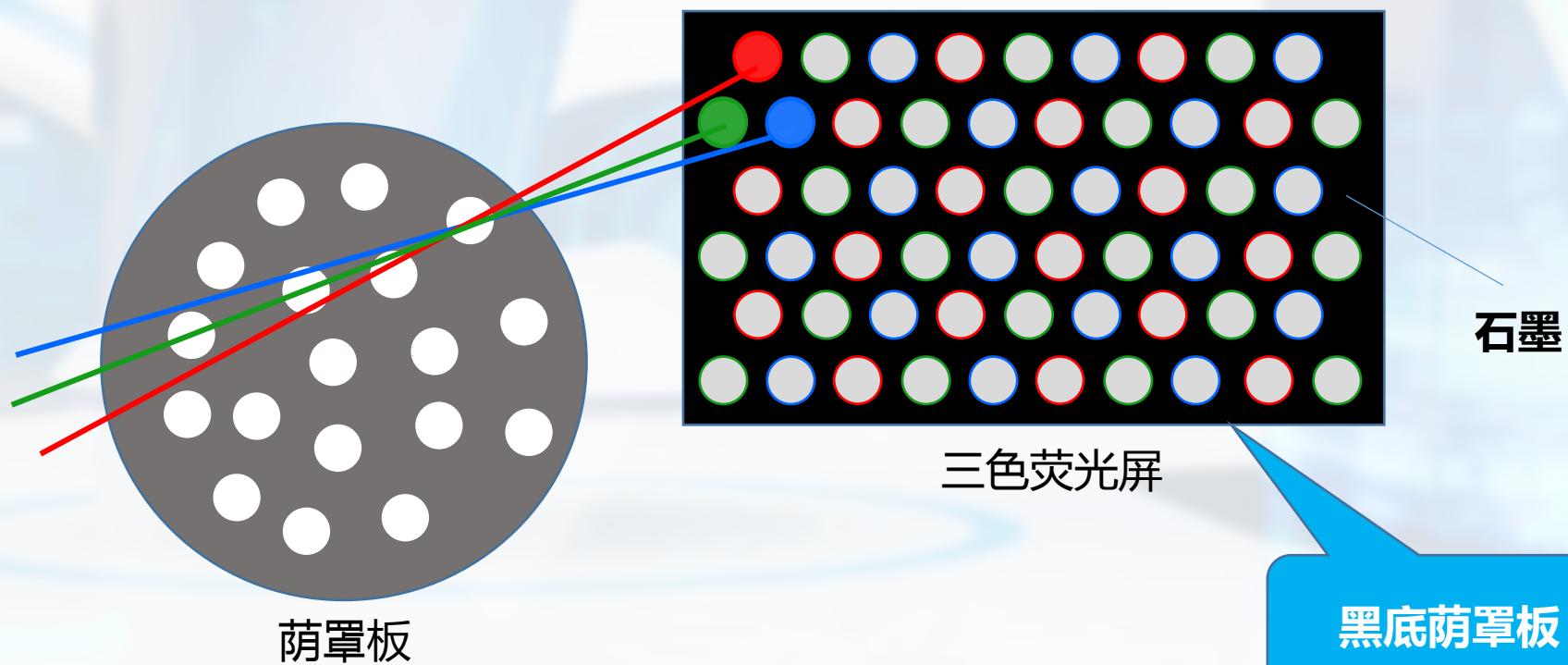


易发热和变形

2

彩色阴极射线管

荫罩板 和 三色荧光屏



2

彩色阴极射线管

颜色数问题

- 每支电子枪只能控制开或者关

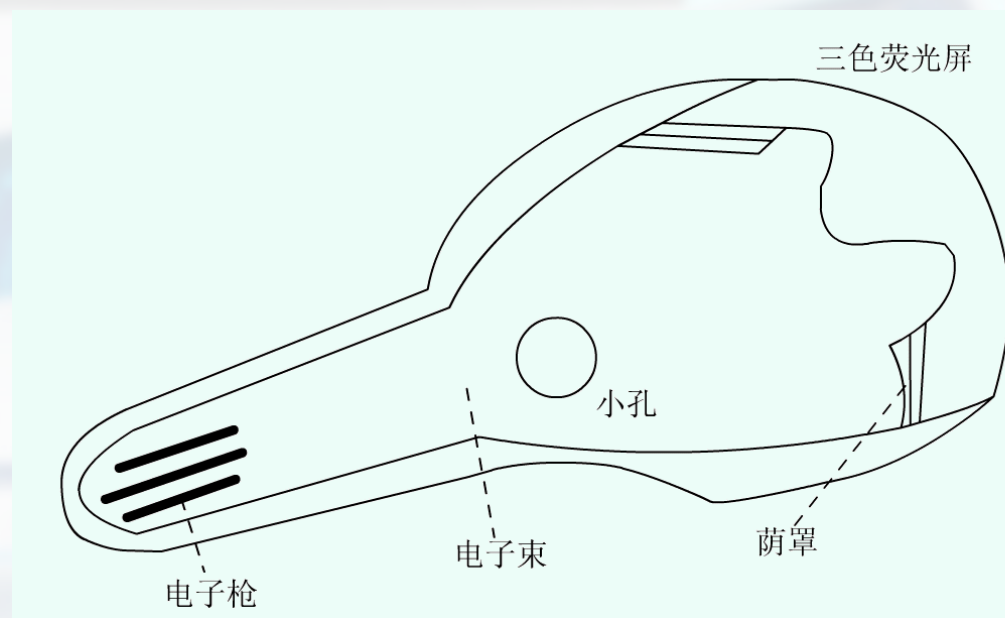
$$\text{颜色数} = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ (种)}$$

- 每支电子枪能控制8种强度

$$\text{颜色数} = 8 \times 8 \times 8 = 256 \text{ (种)}$$

- 每支电子枪能控制256种强度

$$\begin{aligned} \text{颜色数} &= 256 \times 256 \times 256 \\ &= 256^3 \text{ (种)} = 2^{24} \text{ (种)} \end{aligned}$$



真彩色系统

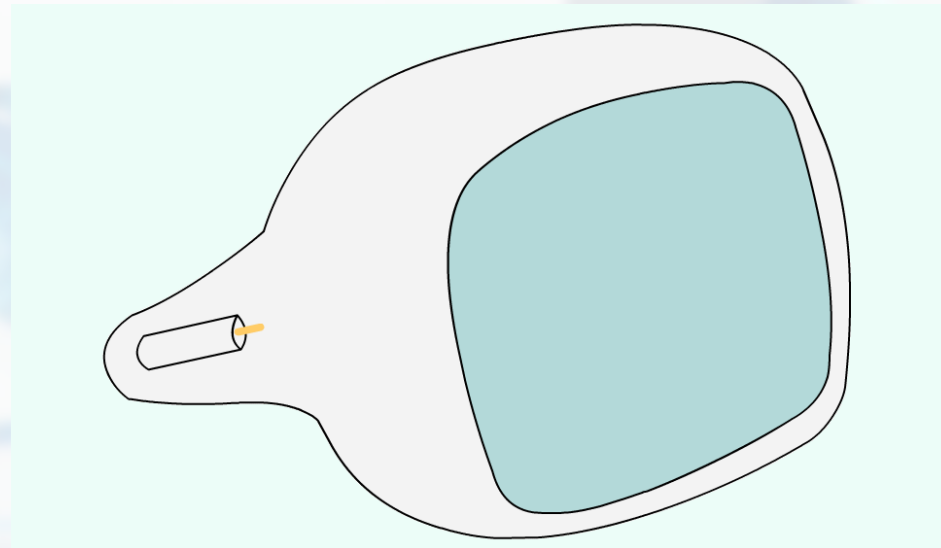
3

扫描方式

随机扫描的图形显示器

又称向量(Vector)显示器、笔划(Stroke writing)显示器

随机扫描 (Random-Scan) 的图形显示器中电子束的定位和偏转具有随机性，即电子束的扫描轨迹随显示内容而变化，只在需要的地方扫描，而不必全屏扫描。

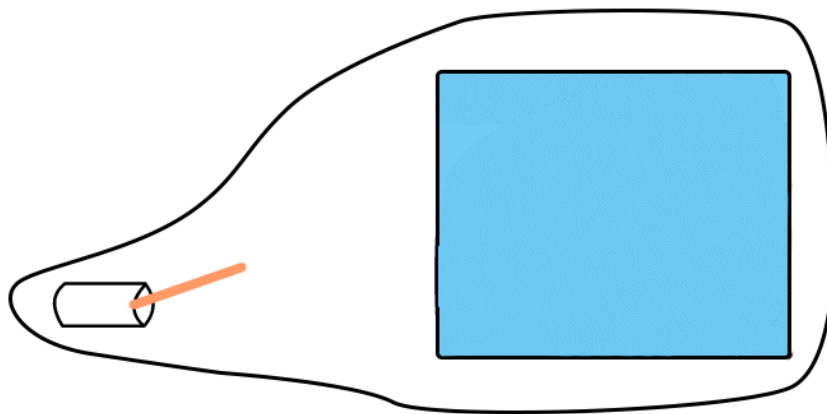


3

扫描方式

光栅扫描的图形显示器

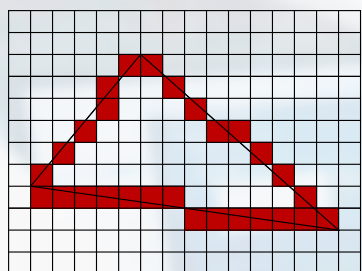
在**光栅扫描**系统中，电子束横向扫描屏幕，一次一行，从顶到底顺次进行。当电子束横向沿每一行移动时，电子束的强度不断变化来建立亮点的图案。



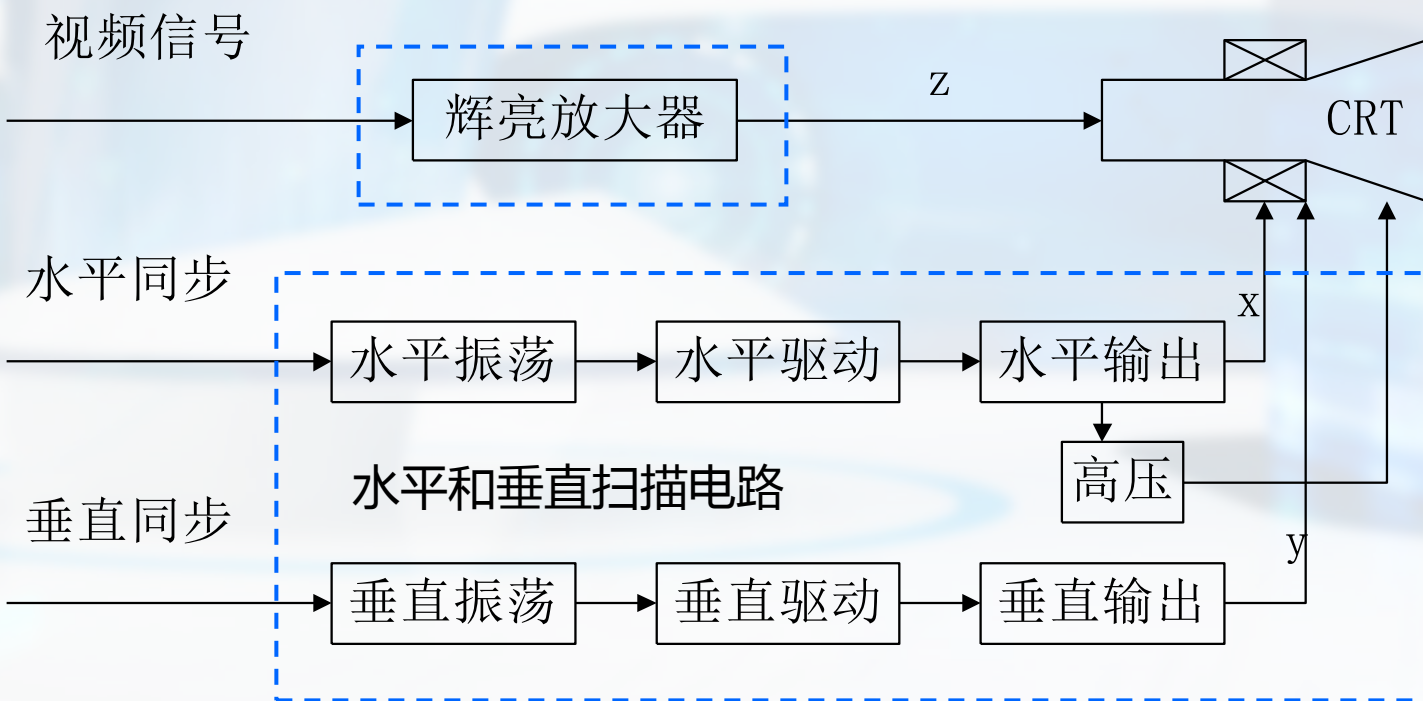
3

扫描方式

工作原理：光栅扫描是控制电子束按某种光栅形状进行的顺序扫描，而字符、图象是靠Z轴信号控制辉亮来形成的。



刷新缓冲存储器



3

扫描方式

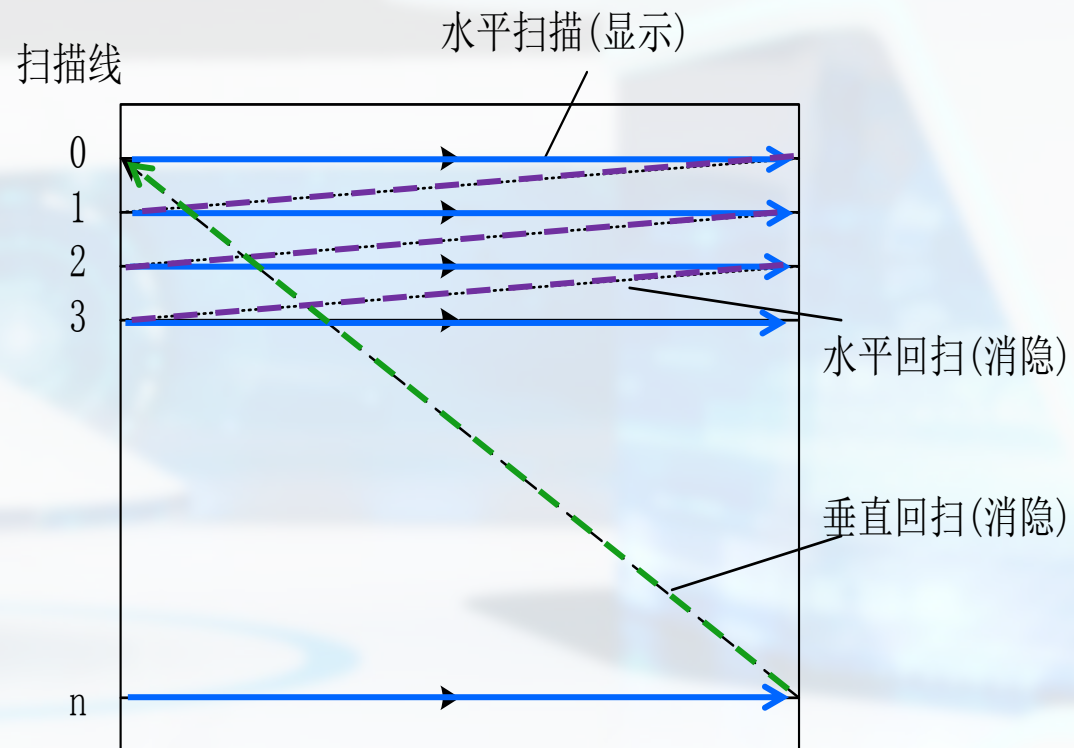
相关概念：

❖ **刷新速率**：每秒刷新的次数，如 80Hz。

❖ **水平回扫(行扫描)**

❖ **垂直回扫(场扫描)**

消隐：就是要求不可见！



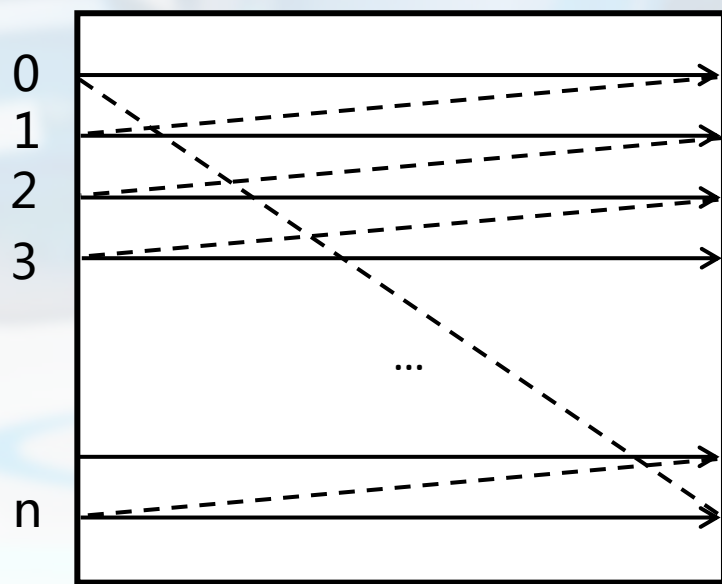
3

扫描方式

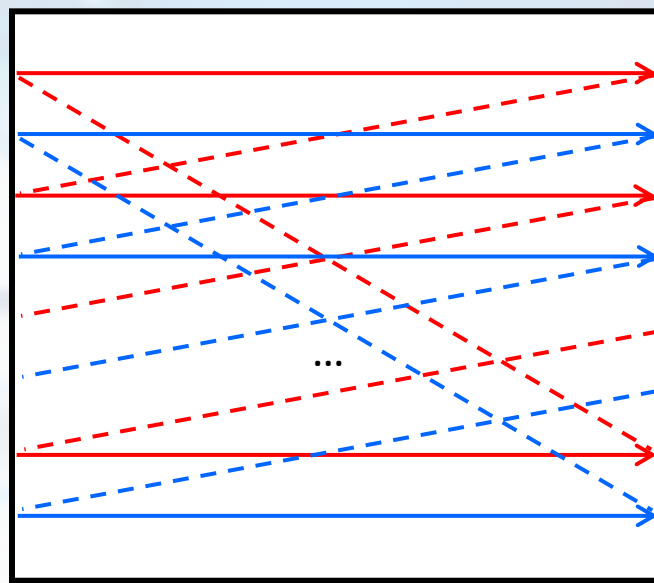
相关概念：

❖ 逐行扫描和隔行扫描：

隔行扫描方式是先扫偶数行扫描线，再扫奇数行扫描线。



逐行扫描



隔行扫描

3

扫描方式

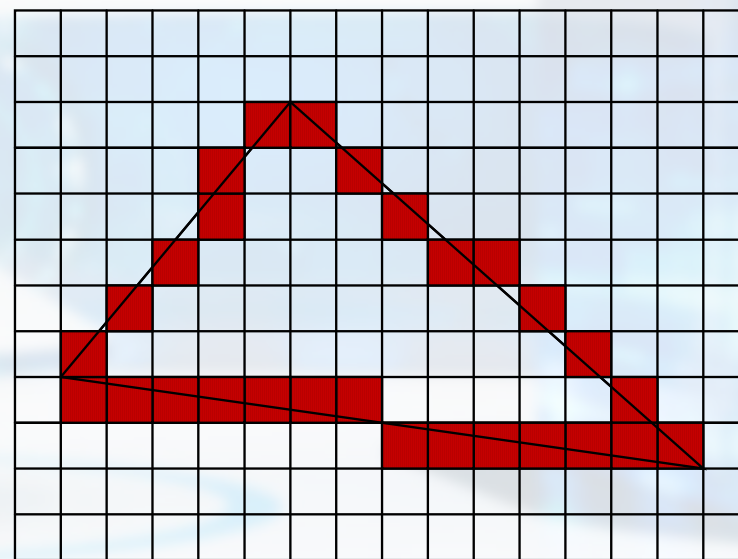
光栅扫描图形显示器的特点

优点：

- ❖ 成本低，易于绘制填充图形
- ❖ 刷新频率一定，与图形的复杂程度无关，易于修改图形

缺点：

- ❖ 需要扫描转换
- ❖ 会产生走样



4

总结与思考

总结： 阴极射线管
彩色阴极射线管
扫描方式

思考： 还有哪些常见的图形显示设备。



谢谢

软件学院 万琳