



第2章 阴极射线管(CRT)显示技术

- * 2.1 CRT显示器的基本结构与工作原理
 - 2.1.1 黑白CRT显示器的基本结构与工作原理
 - 2.1.2 彩色CRT显示器的基本结构与工作原理
 - 2.1.3 CRT显示器的主要单元
- * 2.2 CRT显示器的驱动与控制
 - 2.2.1 CRT显示器相关技术
 - 2.2.2 CRT显示器驱控电路
- * 2.3 CRT显示器的特点、性能指标及发展历史
 - 2.3.1 CRT显示器的特点
 - 2.3.2 CRT显示器的性能指标
 - 2.3.3 CRT显示技术的发展历史
- * 习题二

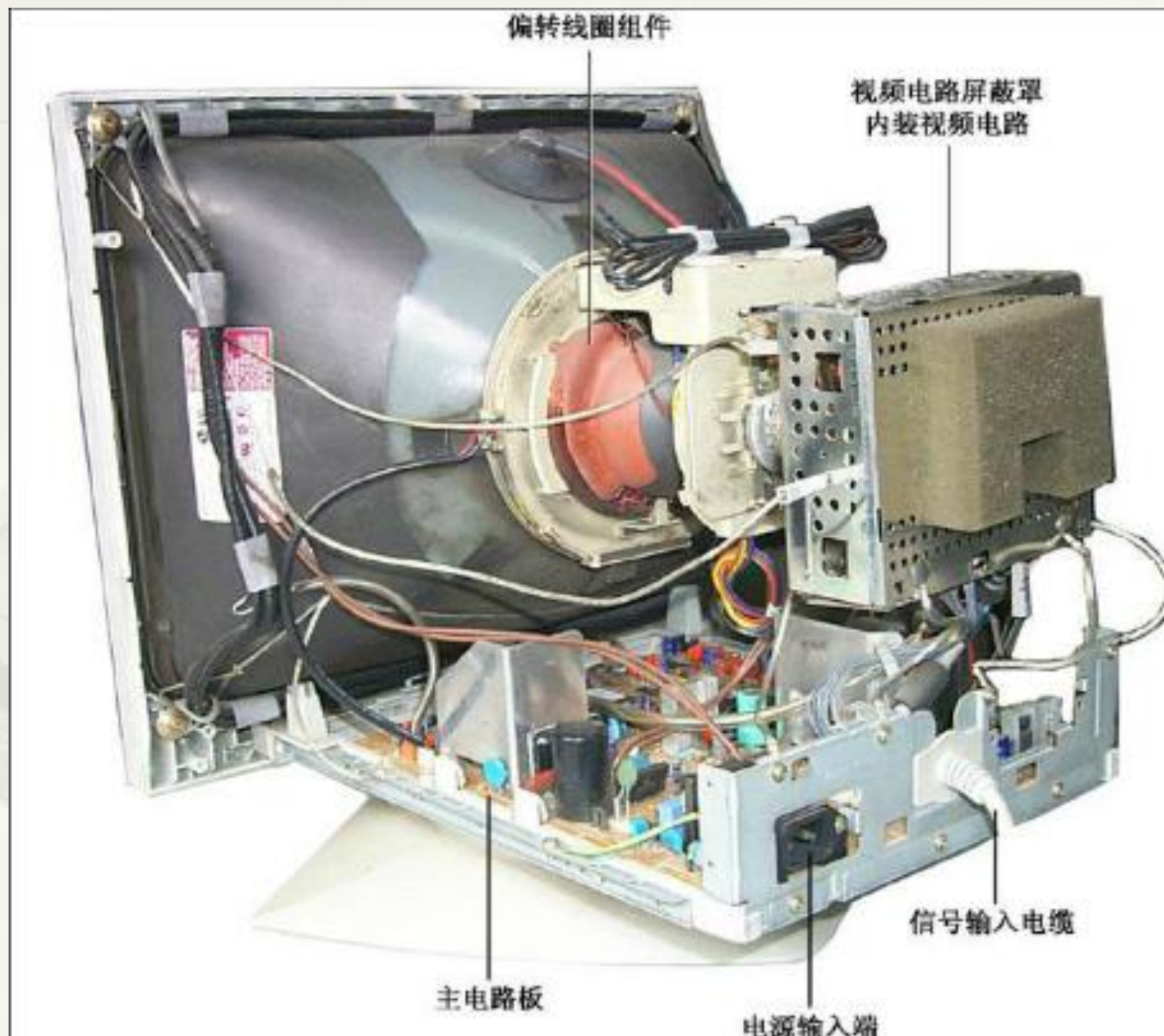




陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE





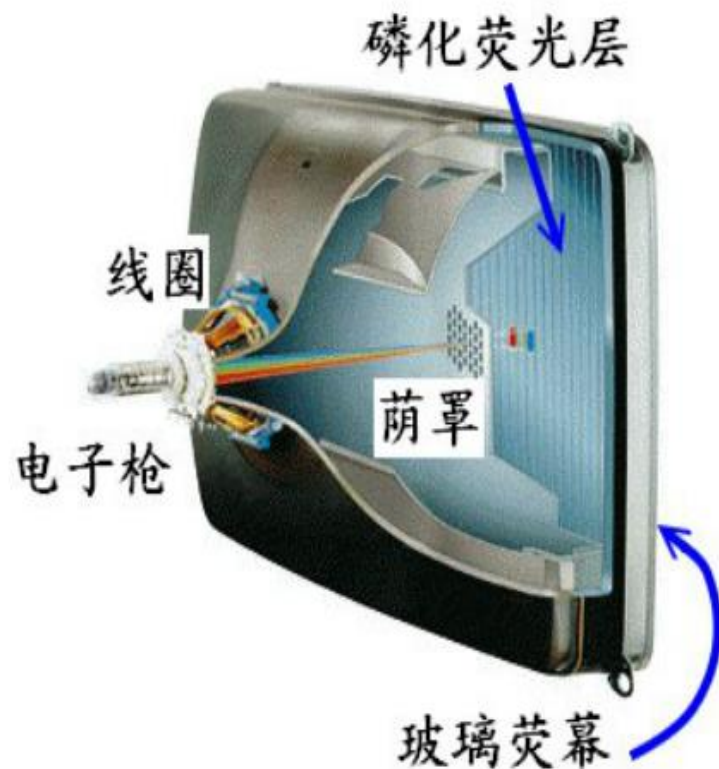


第2章 阴极射线管(CRT)显示技术

- ❖ **CRT (Cathode Ray Tube)** ——阴极射线管，作为成像器件，它是实现最早、应用最为广泛的一种显示技术。阴极射线管 (CRT) 是德国物理学家布劳恩 (Kari Ferdinand Braun) 发明的，1897年被用于一台示波器中首次与世人见面。随后1907年罗辛在利用阴极射线管 (CRT) 接收器设计机械式扫描仪，1929年俄裔美国科学家佐尔金佐里金发展电子扫描的映像真空管，再到1949年第 1 台荫罩式彩电问世。一百年来，以CRT为核心部件的显示终端在人们的生活中得到广泛的应用，特别是80-90年代，随着计算机技术的发展普及，电脑用的CRT显示器也象电视一样步入千家万户。而与此同时，随着大众对显示效果、品质、健康、环保及人性化等方面要求的不断提高，CRT的发展经历了球面、柱面、平面直角、荫罩式纯平面，直到以索尼平面珑、三菱钻石珑为代表的荫栅式纯平显像管的不断完善。



- * CRT显示器即为一种使用阴极射线管(Cathode Ray Tube)的显示器，主要分为黑白CRT显示器和彩色CRT显示器两大类。它的核心部件是CRT显像管（即阴极射线管），其主要由五部分组成：电子枪(Electron Gun)、偏转线圈(Deflection coils)、荫罩(Shadow mask)、荧光粉层(Phosphor)及玻璃外壳，其中电子枪是显像管的核心。





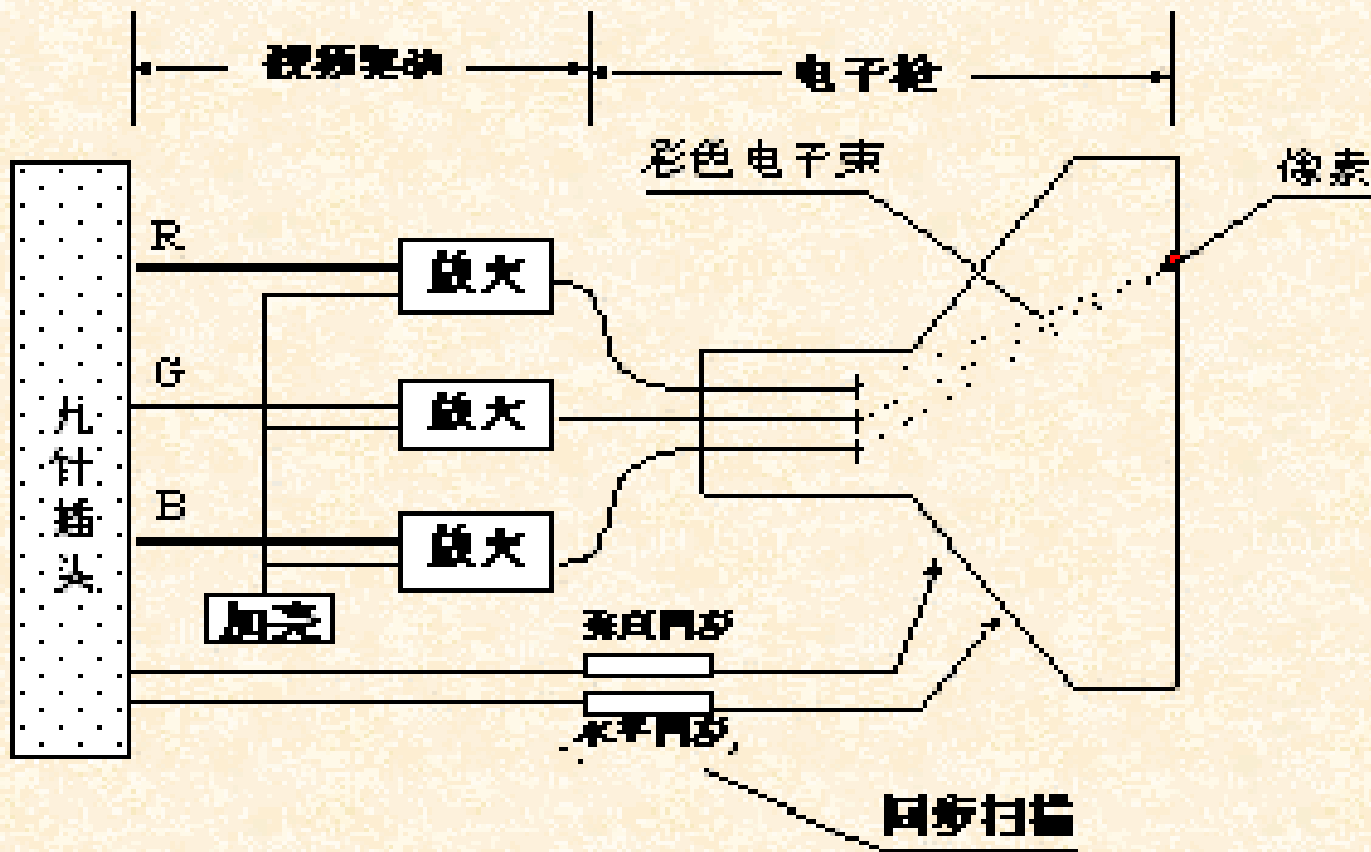
CRT的基本工作原理

简单的理解，**CRT**显示终端的工作原理就是当显像管内部的电子枪阴极发出的电子束，经强度控制、聚焦和加速后变成细小的电子流，再经过偏转线圈的作用向正确目标偏离，穿越荫罩的小孔或栅栏，轰击到荧光屏上的荧光粉。这时荧光粉被激活，就发出光线来。**R、G、B**三色荧光点被按不同比例强度的电子流点亮，就会产生各种色彩。

- * **CRT显示器的工作原理和我们家中电视机的显像管基本一样，我们可以把它看作是一个图像更加精细的电视机。经典的CRT显像管使用电子枪发射高速电子，经过垂直和水平的偏转线圈控制高速电子的偏转角度，最后高速电子轰击屏幕上的磷光物质使其发光。通过电压调节电子枪发射电子束的功率，就会在屏幕上形成明暗不同的光点，形成各种图案和文字。**

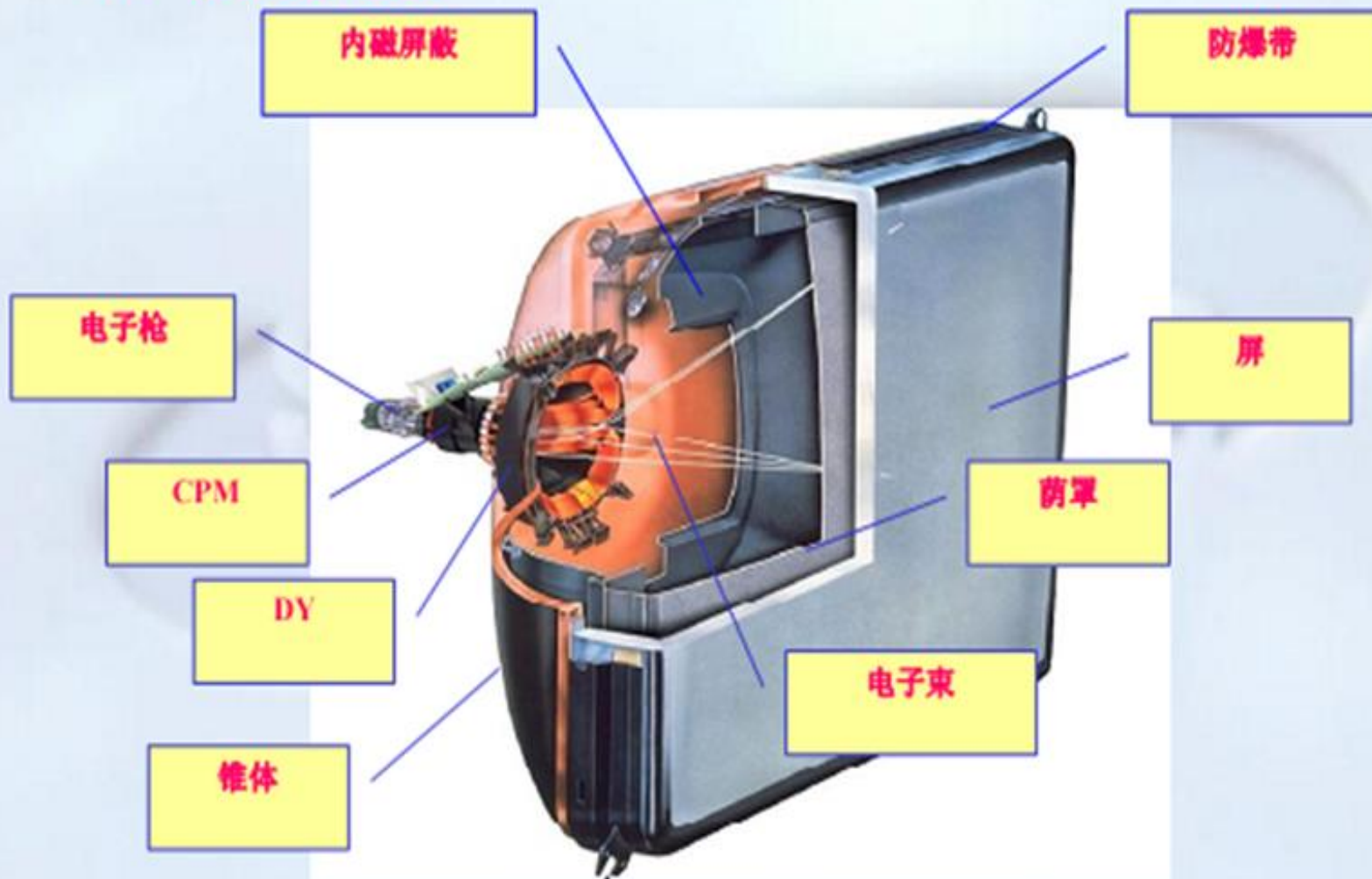


CRT原理图





CRT 内部结构图



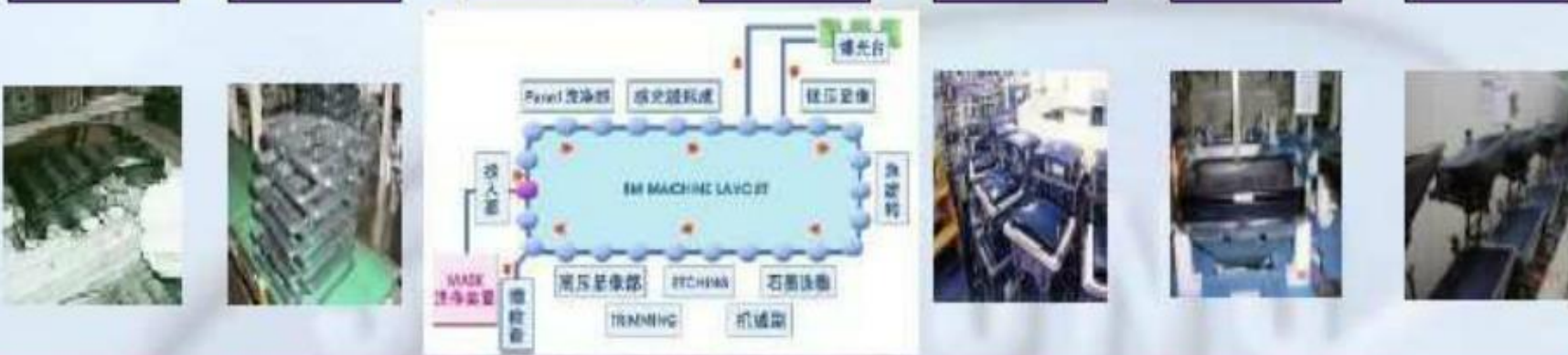


主要结构及作用

名称	作用	备注
屏 (PANEL)	屏的内表面附着荧光粉，在电子的轰击下发光，产生图象。	特殊玻璃制成
锥 (FUNNEL)	锥和屏通过低玻粉在高温下封接成BUBLE状封闭体，形成CDT的雏形。并加工成真空管，电子枪必须在真空状态下方才发射电子束	特殊玻璃制成
电子枪 (ELECTRON GUN)	其作用是发射电子。电子枪是CRT最关键的部件，结构也较复杂，有G1，G2，G3，G4和阴极五个电极。	电极由金属材料制成，固定在芯柱玻杆上，各电极形状尺寸和距离都非常精密。
荫罩 (MASK)	很薄的钢板，并打有很多小孔，具体作用： 1. 分色的作用。2. 拦截多余的电子。	特殊金属材料
内磁屏蔽罩 (I/S)	在管内形成一个相对屏蔽的磁场，减小外界磁场对电子束的影响，提高色纯余裕度	特殊金属材料
偏转线圈 (DY)	产生一定频率的交变磁场，使电子枪发射的电子产生有规律的扫描，打到荧光屏上产生画面	
色纯会聚磁件 (CPM)	调整色纯和会聚的磁组件。	特殊磁性材料制成。
防暴钢带 (Shrink BAND)	当屏和锥体发生破裂时，防止玻璃向四周飞溅：	



彩色显像管的制造工艺流程





■ 荫罩工程



工程概要：为使经加工的的平板荫罩具有色彩筛选功能，要用压力机对其进行预定曲率的成型加工。然后通过焊接将荫罩、框架、弹簧片制成组件。将它固定于屏内面。

■ SCREEN 工程 (包括BM、SRY、蒸铝等工程)

BM：目的是使荧光粉的DOT与STRIPE缩小到比扫描的电子束小，并用象石墨那样的非发光吸光物质充填各荧光粉DOT与STRIPE之间的空间，改善了由外光引起的对比度和色纯度，荧屏面玻璃透光率及辉度也随之改善。

SRY：BM,涂敷完成后，再在屏内面进行G，B，R三色荧光粉的按顺序涂敷。并使其固化形成荧光膜。目的是在显像管工作时呈现出彩色的画面

AL膜：在屏幕内将BM，及G，B，R荧光体制成后利用真空蒸铝制成很薄的铝薄膜敷在荧光体上增大辉度；强化荧光面电位；防止荧光体过热的的作用。





■ 封接工程



工程概要：是将经过SCREEN工程的屏与经过锥加工的锥通过高温使硅玻胶结晶，熔合成一体，从而形成CRT锥形的工程。

■ 封口工程



工程概要：将电子枪封装入管内，并通过高温焊烧时电子枪与CRT组合。

■ 排气工程



工程概要：利用排气管以及负压将CRT管内抽成真空状态，使电子束能顺利地在CRT内行进，成为可通电发光的完整光管。



■ 老炼工程



工程概要：通过老练使整个电子枪能稳定工作。

- 1) 通过高压、灯丝老练去除电子枪极间异物，使之稳定。
- 2) 在通过光栅老练，激活灯丝及电子枪，使之能稳定工作。

■ 综检工程



工程概要：由外涂石墨、涂绝缘漆、安装防爆钢带三部分组成。

- 1) 在锥部外涂石墨，起导电的作用，并与内涂石墨形成大电容的功能。
- 2) 在阳极帽周围涂上绝缘漆，防止阳极高压与外界打火。
- 3) 通过电加热方式在屏锥连接处安装防爆钢带，从而保证CRT的安全性能。



■ ITC工程



工程概要：将光管与DY和CPM组装进行色纯和会聚调整，使之成为可以直接投入顾客生产线的完整的CRT。

■ 出荷

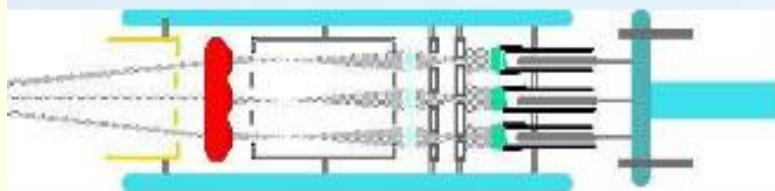


工程概要：将成品装托并贴上相关标识后打包出荷至顾客处。



电子枪 工程

工程概要: 电子枪由灯丝, G1, G2, G3, G4 电极组成在显象管内部行使以下作用: 1.放出电子
2.依靠外部信号控制电子放出量。3.连接电子光束。4.加速放出的电子, 冲击荧光面



1) 电子枪的作用

将电子信号输入变成我所能看到的画面的显像管用来电视或者显示器, 可以分成**显像管管口**和**电子枪**的两个部分。

其原理是利用安装于显像管内侧的电子枪, 将电子束射出, 经过集束, 加速的过程, 使电子束打在所需的位置上。

在屏幕上已经涂满了荧光粉, 电子束会使得这些荧光粉发光, 这些荧光粉为激发从电子束的互相冲突中得到所需的能源。还可以分解成 红 (R), 绿 (G), 蓝 (B) 三原色, 适当的红 (R), 绿 (G), 蓝 (B) 三原色的组合最终就形成了我们所要的颜色在屏幕上。



第2章 阴极射线管(CRT)显示技术

* 2.1.1 黑白CRT显示器的基本结构与工作原理

黑白CRT即单色(Monochrome Monitor)CRT，只有单一的电子枪，仅能产生黑白两种颜色。它的主要用途是在电视机中显示图像，以及在工业控制设备中用作监视器。黑白CRT主要由圆锥形玻壳、玻壳正面用于显示的荧光屏、封入玻壳中发射电子束用的电子枪系统和位于玻壳之外控制电子束偏转扫描的磁轭器件四部分组成。



●第2章 阴极射线管(CRT)显示技术

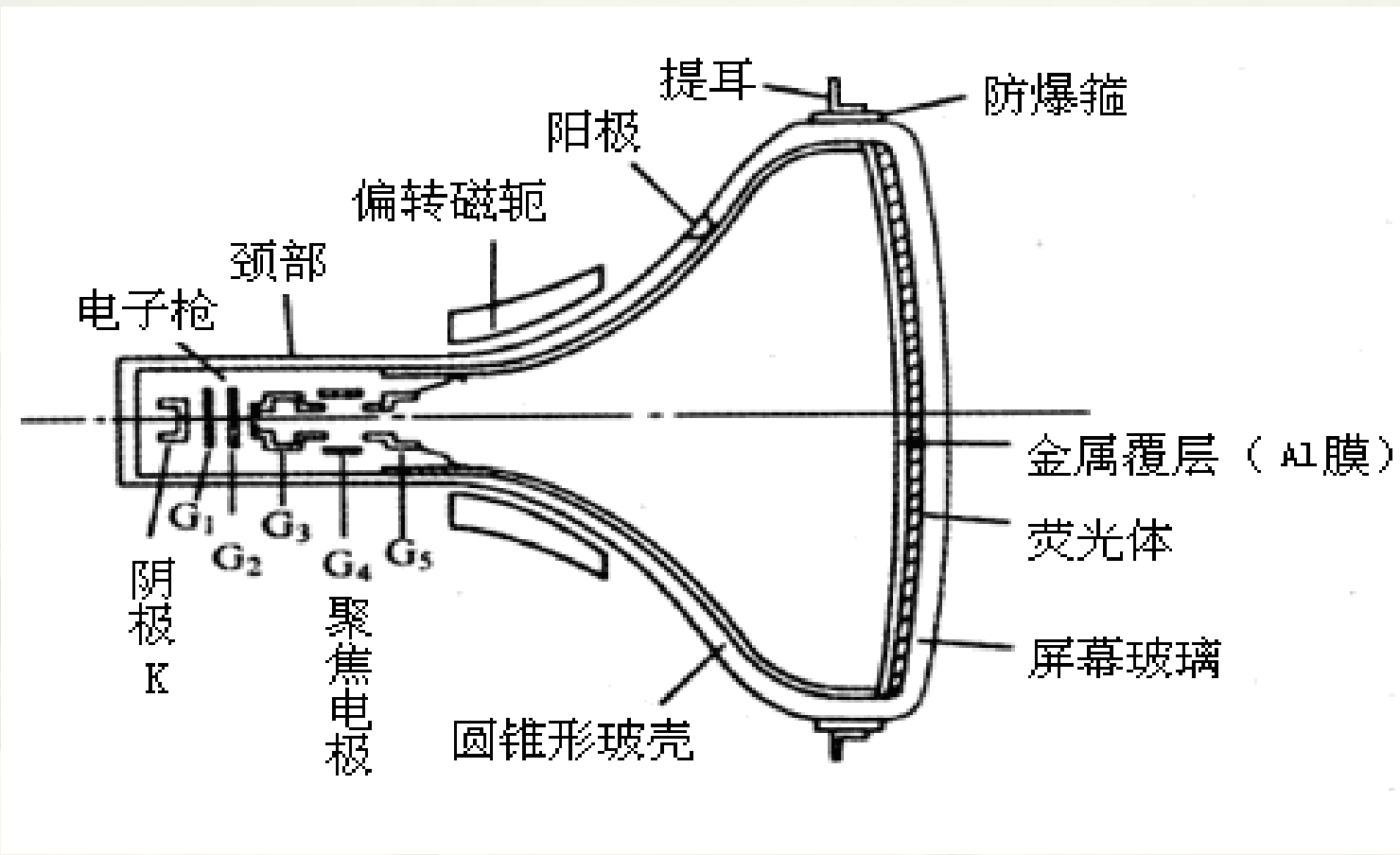
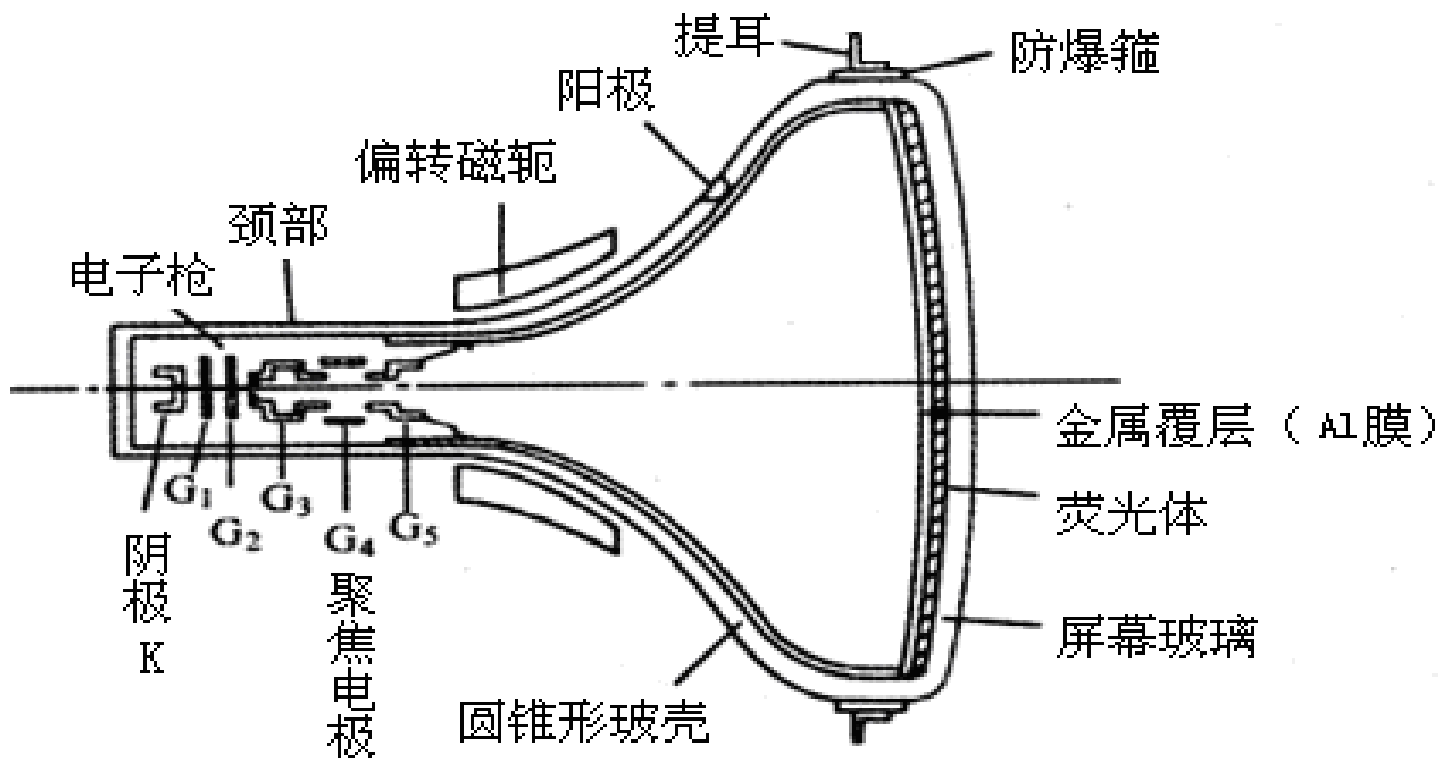


图2.1 单色CRT的结构示意图

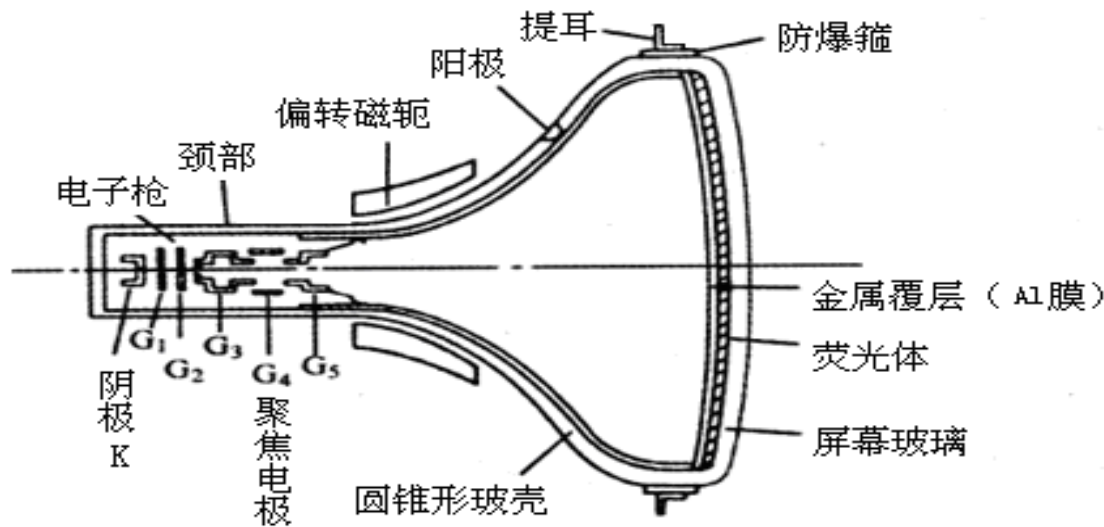


结构中灯丝、阴极（K）、第一控制栅极（G1或称调制器）、加速极（G2或称屏蔽极）构成发射系统；第二阳极G3、聚焦极G4、高压阳极G5构成聚





工作时，电子枪中阴极（K）被**2000K**灯丝加热，阴极（K）大量发射电子。电子束在第一控制栅极的视频电信号所调制，经加速和聚焦后，高速轰击荧光屏上的荧光体，荧光体发出可见光。电子束的电流是受显示信号控制的，信号电压高，电子枪发射的电子束流也越大，荧光体发光亮度也越高。最后通过偏转磁轭控制电子束，在荧光屏上从上到下，从左到右依次扫描，从而将原被摄图像或文字完整地显示在荧光屏上。





黑白CRT的工作原理

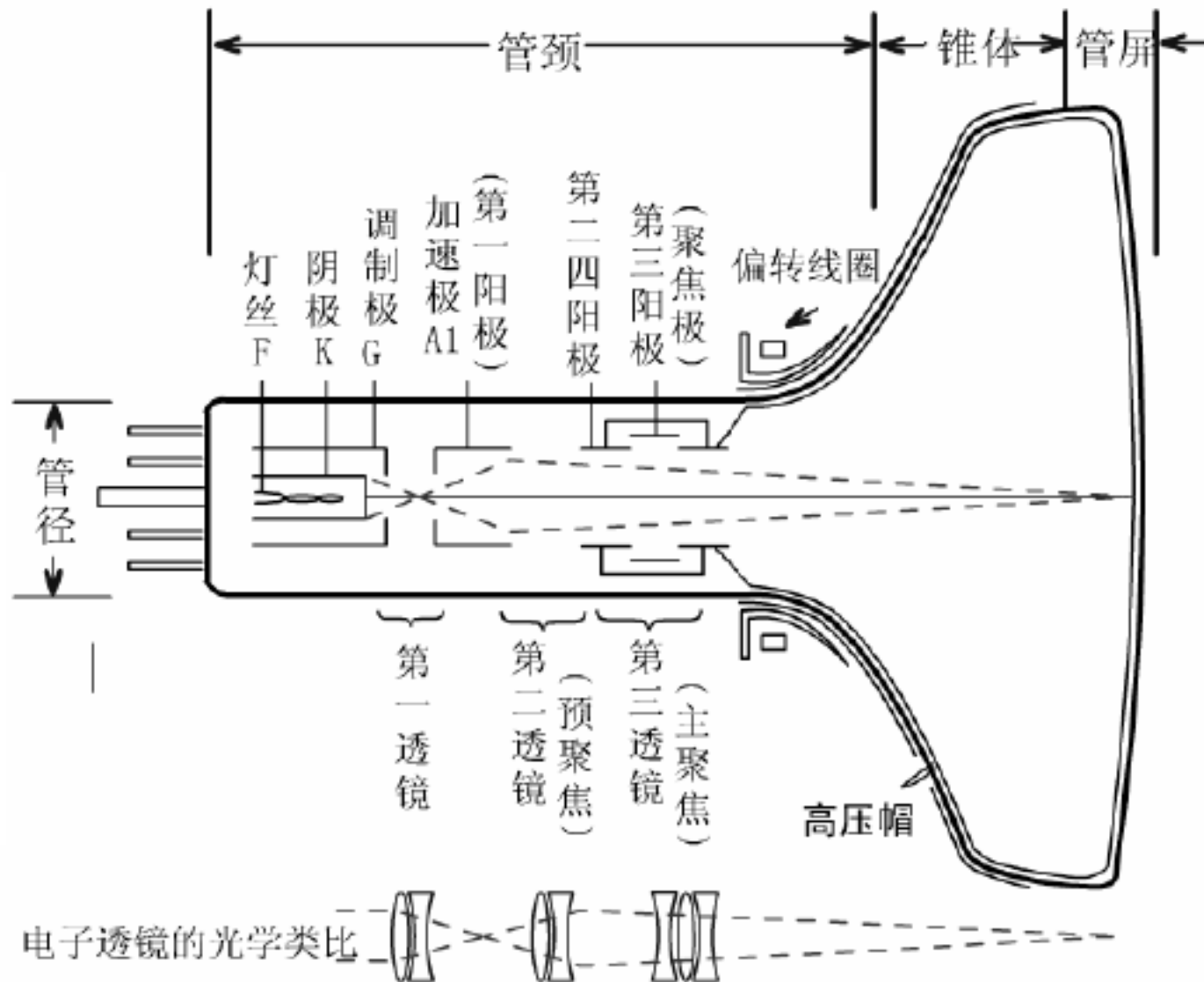
工作原理

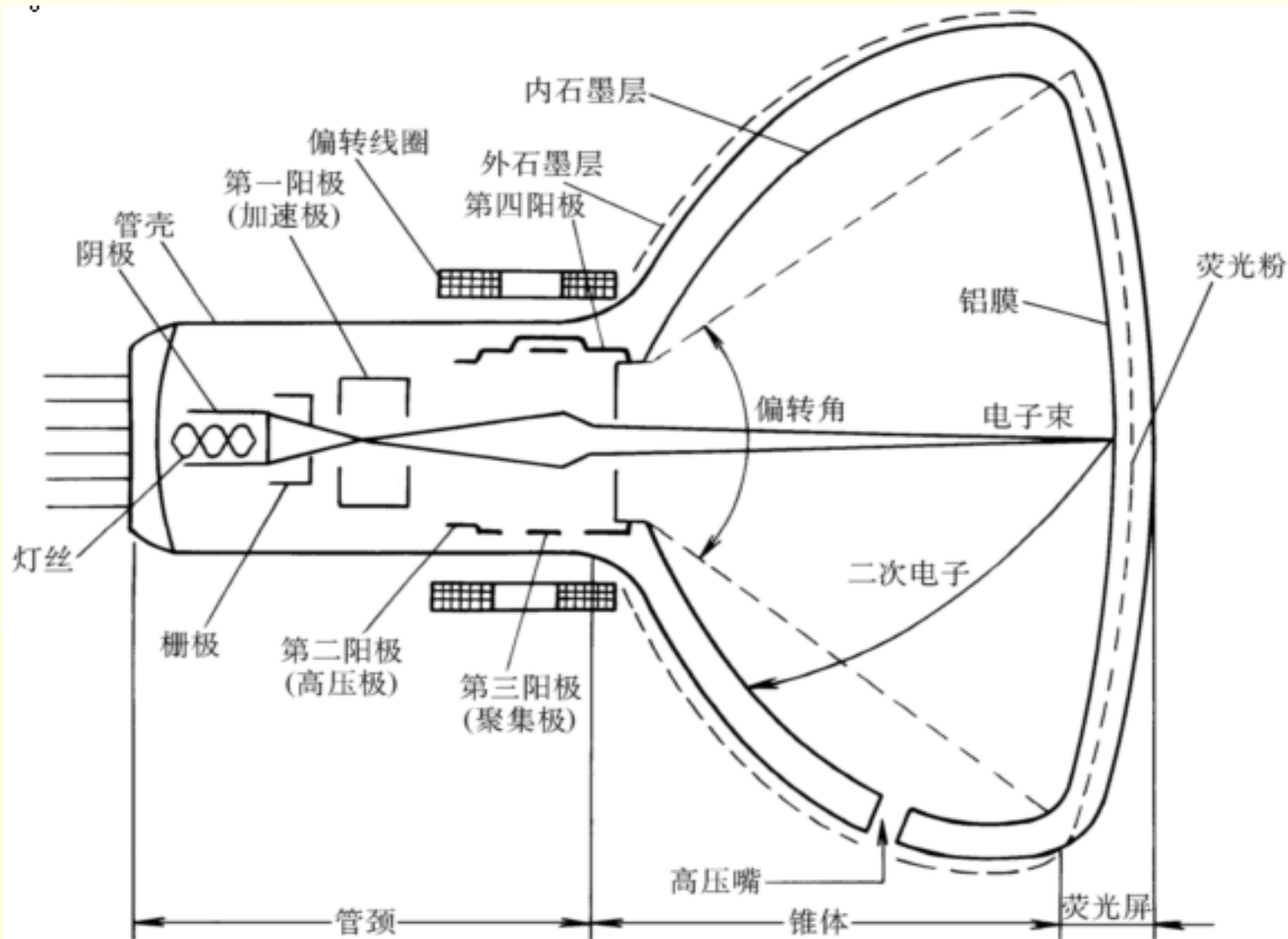


工作时，**电子枪**中阴极**K**被灯丝加热发射大量的电子，电子束首先由加在第一控制栅极的视频电信号调制，然后经**加速**和**聚焦**后，高速**轰击荧光屏**上的荧光体，荧光体发出可见光。



黑白显像管的结构







●第2章 阴极射线管(CRT)显示技术

* 2.1.2 彩色CRT显示器的基本结构与工作原理

彩色CRT利用三基色图像叠加原理实现彩色图像的显示。荫罩式彩色CRT是占主导地位的彩色显像管，这种管子的原始设想是德国人弗莱西（Flehsig）在1938年提出的。荫罩式彩色CRT的基本结构如图2.2所示。

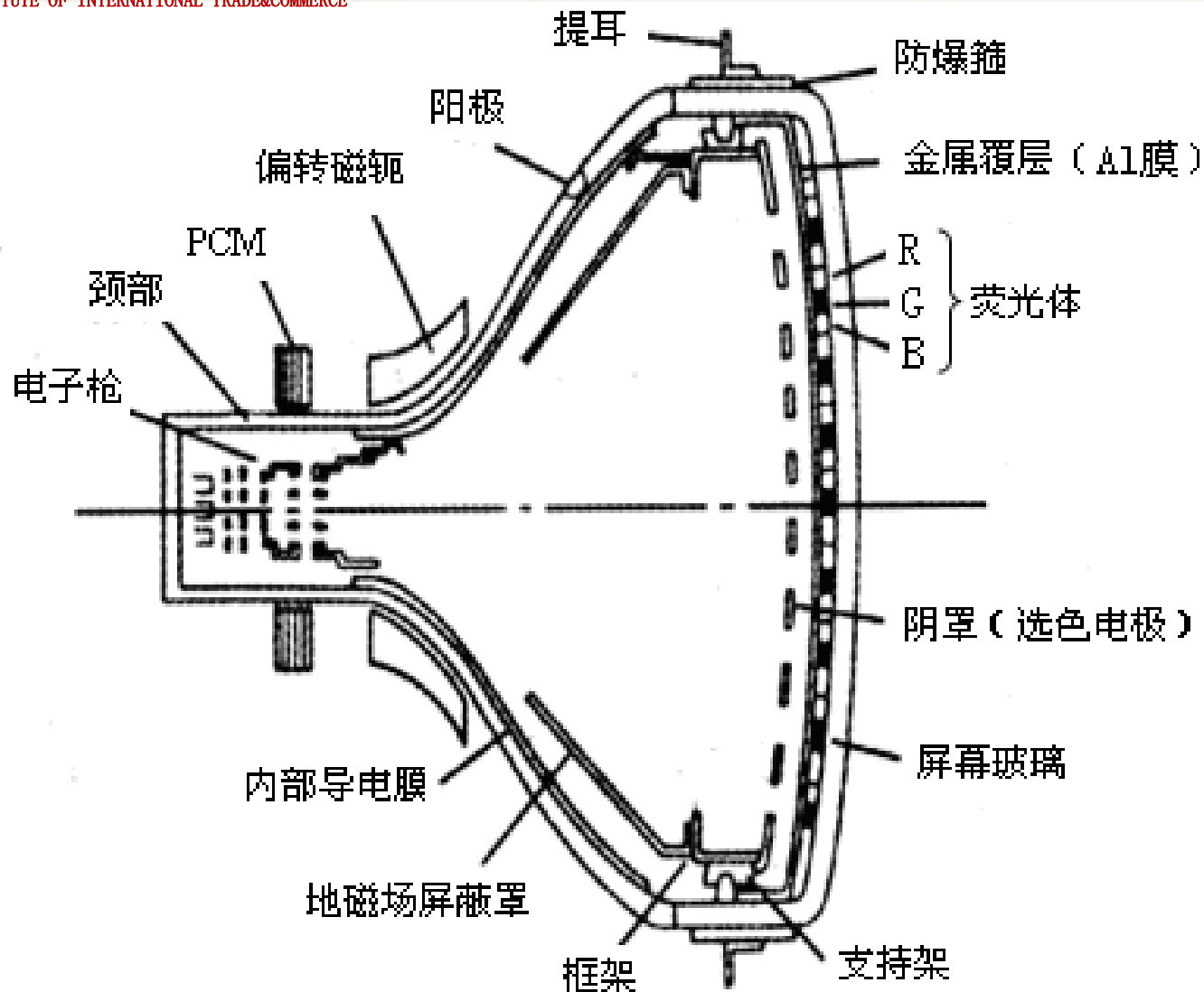
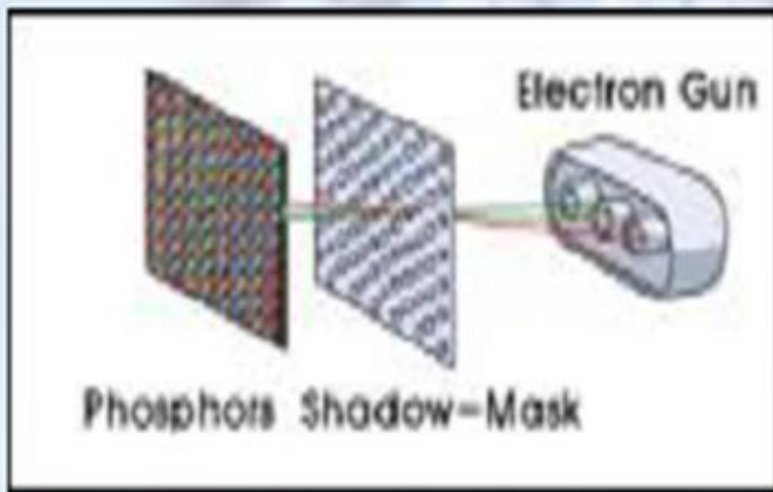


图2.2 彩色CRT的结构示意图

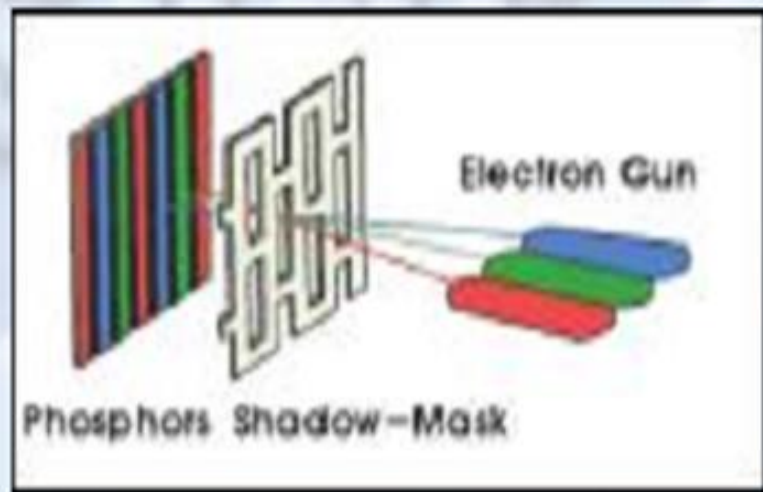


CRT简要工作原理

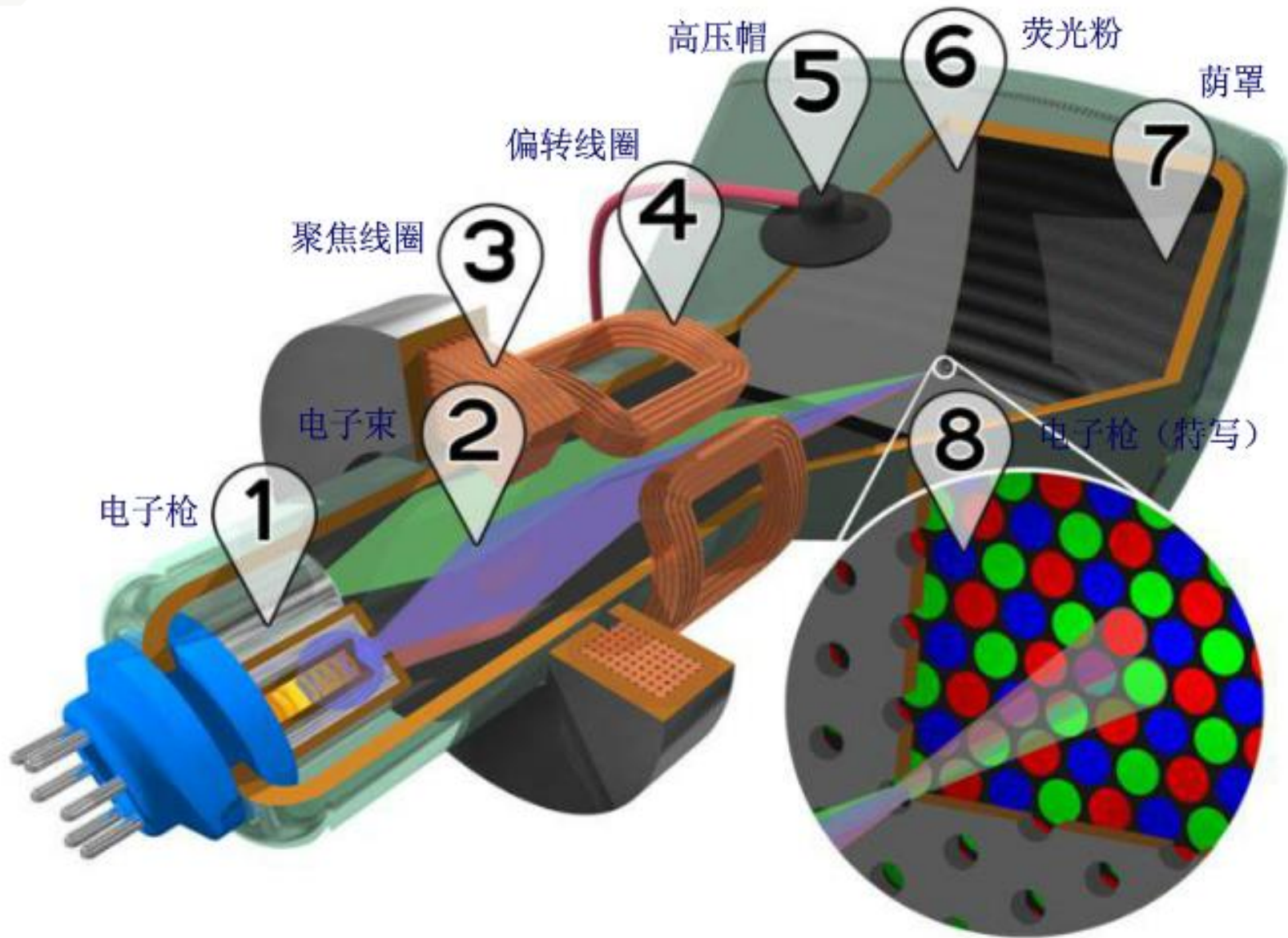
CRT是属于电真空器件，管内真空度为 10^{-7} Torr。CRT正常工作时的阳极电压为23KV~30KV(CRT尺寸越大，所需电压越高)，聚焦电压(G3)7KV左右(双聚焦是有一个动态聚焦电压，对周边聚焦进行补偿)，加速极(G2)450V~600V左右，栅极(G1)-20V~-60V。在阳极高压和G2的作用下，阴极电压为一定值时(即低于COEK电压，一般为几十伏)，经灯丝加热，阴极把所加包含图象信息的变化的电压信号，转换为受其控制的电流信号，从而发射电子，通过G3的聚焦作用和DY的扫描作用，打到荧光屏，使荧光粉发光，转换为光信号，从而形成图象。



CDT



CPT





- * 彩色CRT是通过红(R)、绿(G)、蓝(B)三原色组合产生彩色视觉效果。荧光屏上的每一个像素由产生红(R)、绿(G)、蓝(B)的三种荧光体组成，同时电子枪中设有3个阴极，分别发射电子束，轰击对应的荧光体。为了防止每个电子束轰击另外两个颜色的荧光体，在荧光面内侧设有选色电极——荫罩。
- * 在荫罩型彩色CRT中，玻壳荧光屏的内面形成点状红、绿、蓝三色荧光体，荧光面与单色CRT相同，在其内侧均有膜金属覆层。在离荧光面一定距离处设置荫罩。荫罩焊接在支持框架上，并通过显示屏侧壁内面设置的紧固钉将荫罩固定在显示屏内侧。

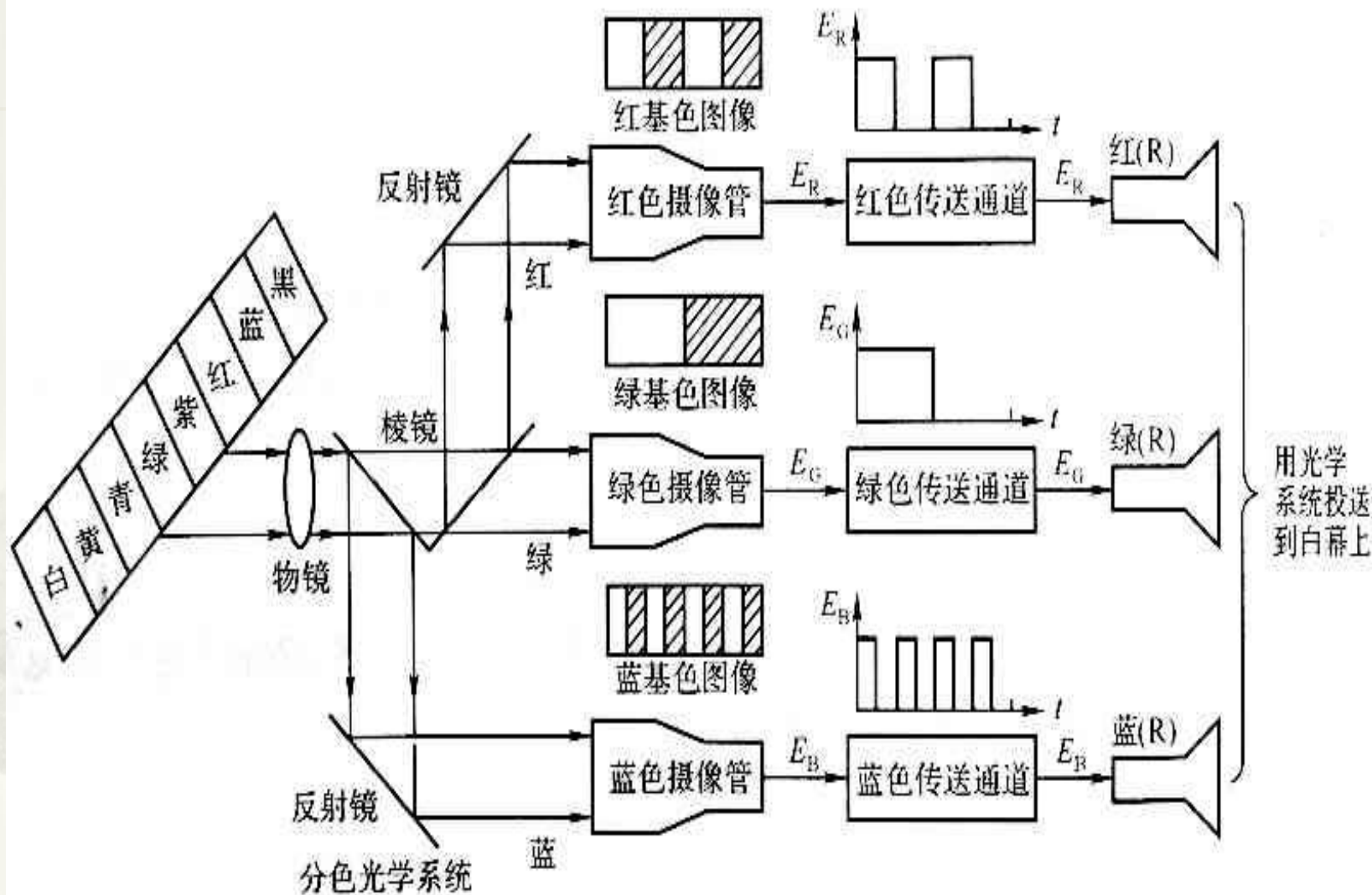
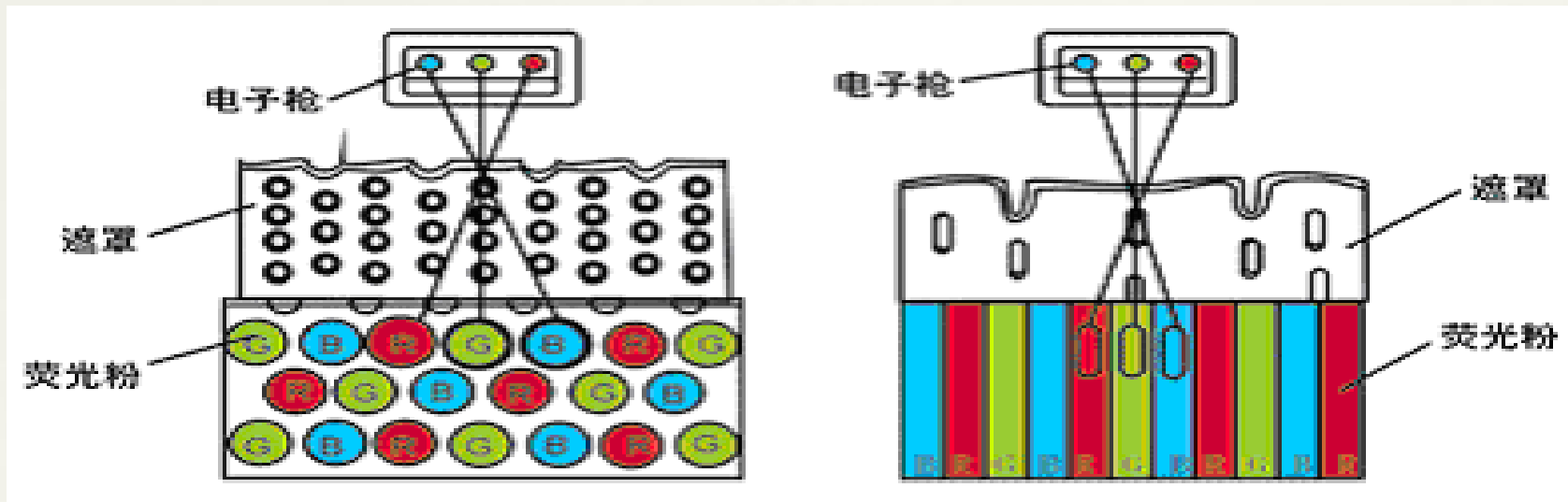


图 1-6 彩色图像的摄像和显像



主流中低档荫罩式显示器



孔状荫罩

优点：成本低

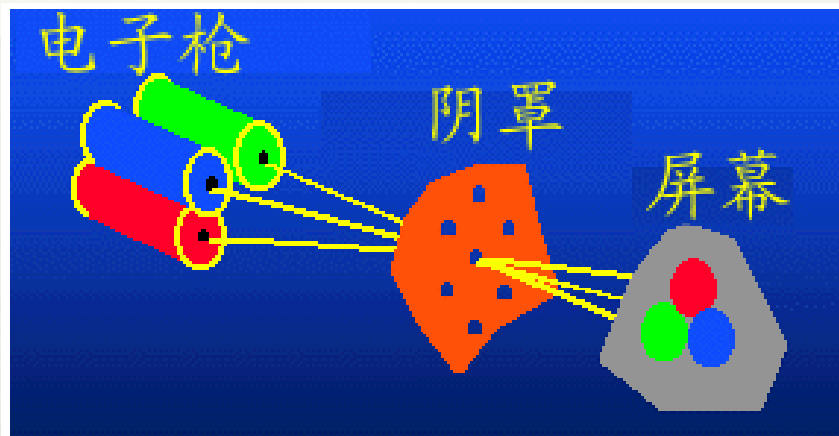
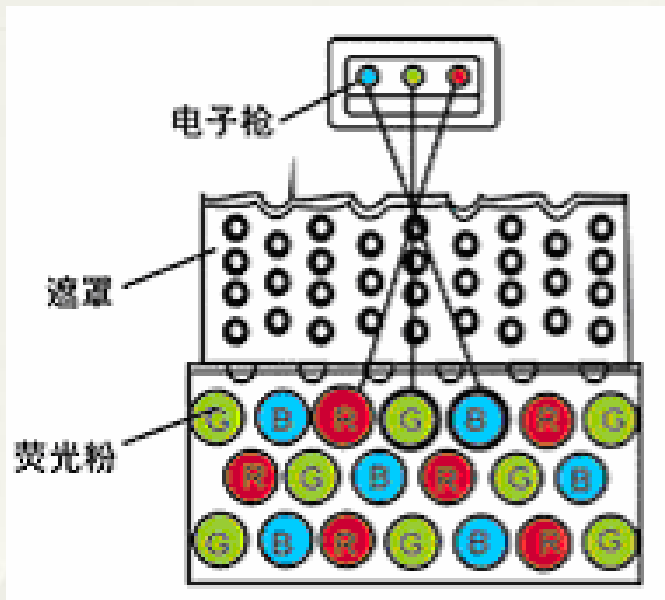
缺点：透过率**50%**，
亮度、对比度低，分
辨率低

沟槽荫罩

优点：分辨率高，
透过率**70%**



三枪三束采用的孔状荫罩



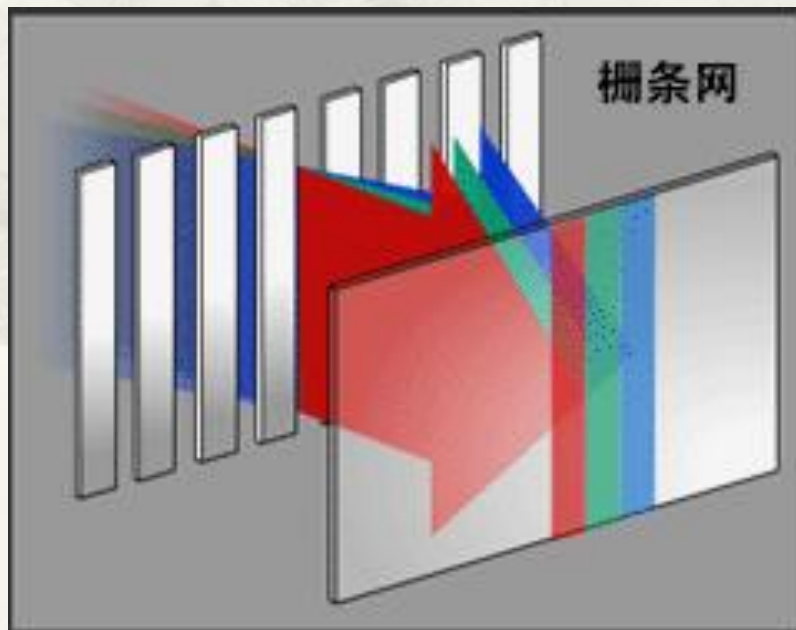
在距离荧光屏后约2mm处放置一块荫罩板，一般用0.12mm—0.16mm厚的低碳钢板制作，钢板上的小孔与荧光屏上的红、绿、蓝荧光粉点一一对应。荫罩起选色的作用，由红、绿、蓝三个电子枪发射的三个电子束在荫罩上的小孔处会聚，穿过小孔后打在相应的红、绿、蓝荧光粉点上。



单枪三束彩色显像管采用荫栅式

*条状荫栅由固定在一个拉力极大的铁框中的互相平行的铁线阵列组成。

*用条状结构荧光屏代替点状结构荧光屏，荫罩板也做成栅缝状，提高了电子束的透过率（电子透过率达到90%以上），图像亮度高。





$$\frac{P_M}{P_S} = \frac{L-q}{L}$$

$$\frac{S_g}{L-q} = \frac{L-q}{q} \Rightarrow \frac{3S_g}{P_M} = \frac{L}{q}$$

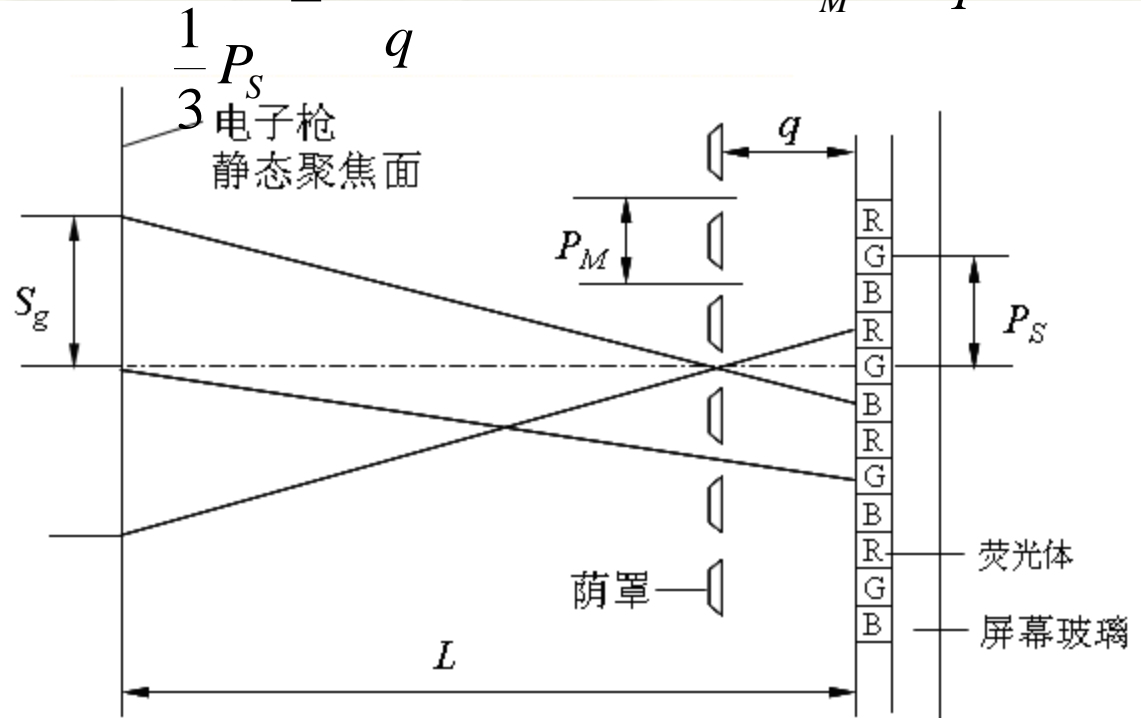
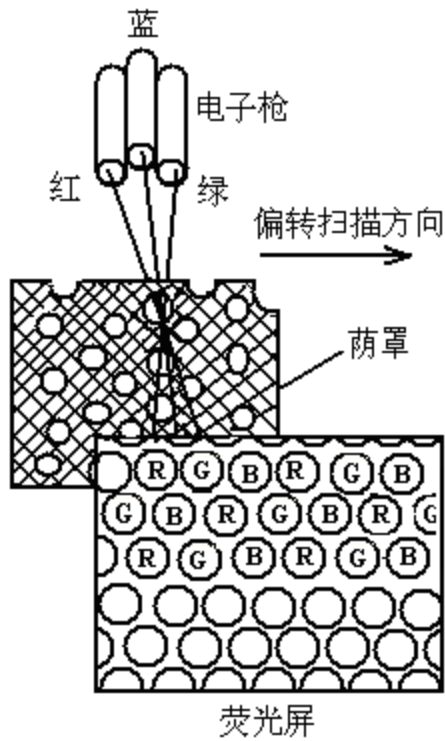


图2.3 彩色CRT工作原理



荫罩与荧光屏的距离可根据几何关系由下式确定：

$$q = L \cdot P_M / (3S_g) \quad (2-1)$$

$$\lambda = P_S / P_M = L / (L - q) \quad (2-2)$$

式中： q 为荫罩与荧光屏的距离； λ 为孔距放大率； S_g 为从电子枪到荧光面的距离； L 为电子枪的束间距； P_M 为电子束排列方向的荫罩孔距； P_S 为电子束排列方向的荧光屏上同一色荧光体的点间距。



整体工作过程：由灯丝、阴极、控制栅组成电子枪，通电后灯丝发热，阴极被激发，发射出电子流，电子流受到带有高电压的内部金属层的加速，经过透镜聚焦形成极细的电子束，在阳极高压作用下，获得巨大的能量，以极高的速度去轰击荧光粉层。这些电子束轰击的目标就是荧光屏上的三原色。

电子枪发射的电子束不是一束，而是三束，电子束在偏转磁轭产生的磁场作用下，可以控制其射向荧光屏的指定位置，去轰击各自的荧光粉单元。一般荫罩式CRT的内部有一层类似筛子的网罩，电子束通过网眼打在呈三角形排列的荧光点上，以防止每个电子束轰击另外两个颜色的荧光体。



受到高速电子束的激发，这些荧光粉单元分别发出强弱不同的红、绿、蓝三种光。根据空间混色法(将三个基色光同时照射同一表面相邻很近的三个点上进行混色的方法)产生丰富的色彩，这种方法利用人们眼睛在超过一定距离后分辨力不高的特性，产生与直接混色法相同的效果。

用这种方法可以产生不同色彩的像素，而大量的不同色彩的像素可以组成一张漂亮的画面，而不断变换的画面就成为可动的图像。

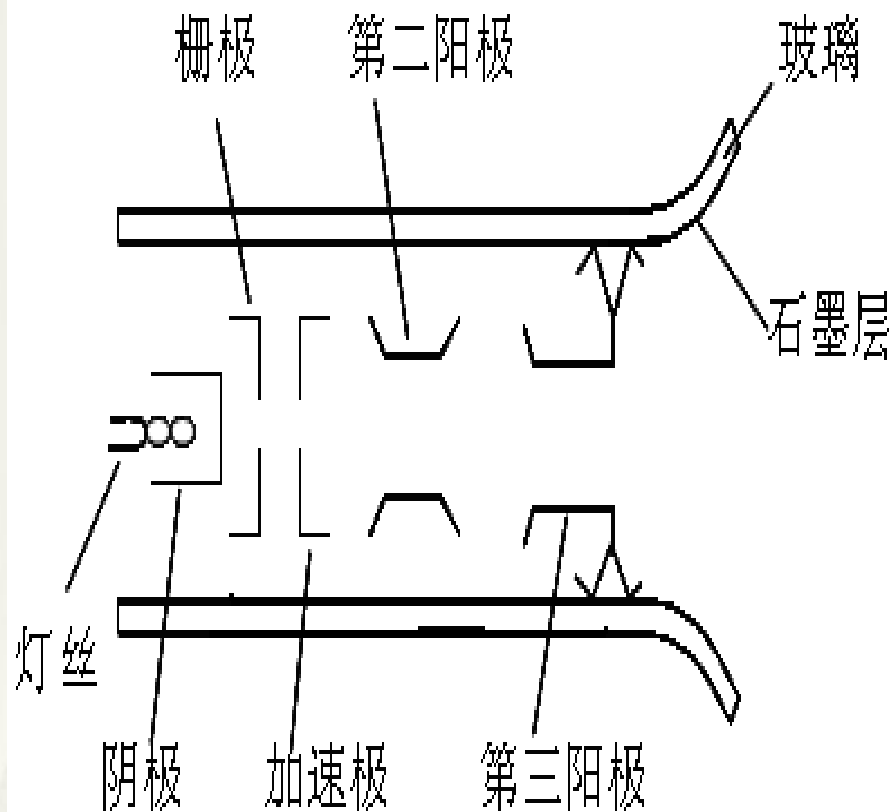


* 2.1.3 CRT显示器的主要单元

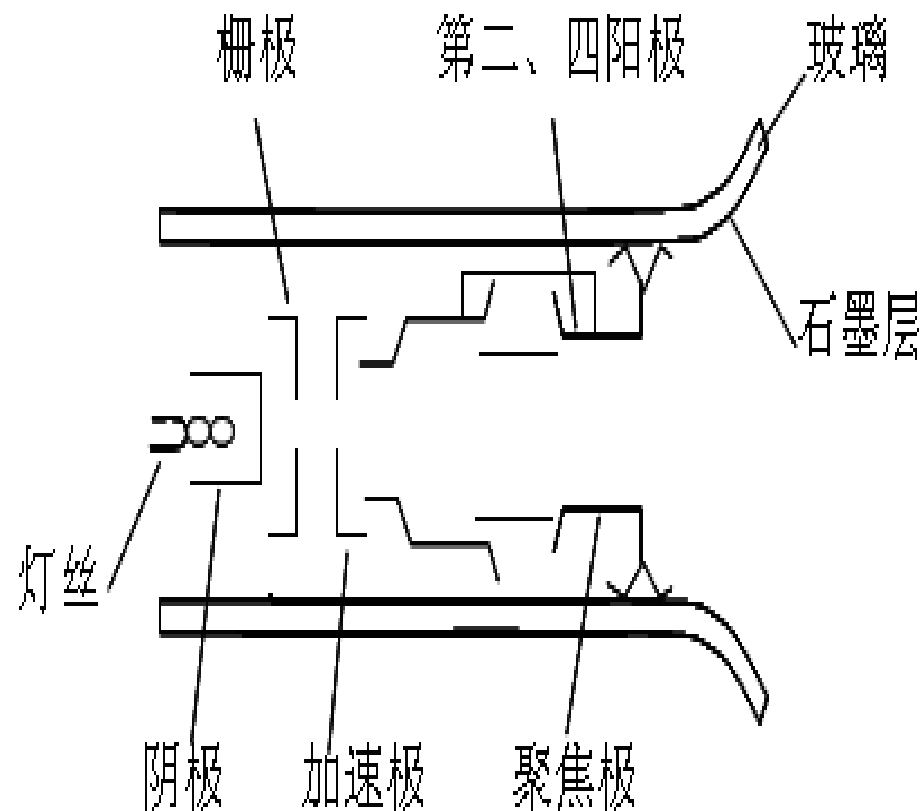
1. 电子枪

电子枪用来产生电子束，以轰击荧光屏上的荧光粉发光。在CRT中，为了在屏幕上得到亮而清晰的图像，要求电子枪产生大的电子束电流，并且能够在屏幕上聚成细小的扫描点（约0.2mm）。此外，由于电子束电流受电信号的调制，因而电子枪应有良好的调制特性。在调制信号控制过程中，扫描点不应有明显的散焦现象。

电子枪是由灯丝（用H、HT或F表示）、阴极（用K表示，彩色显像管有三个阴极，分别用RK、GK、BK表示）、栅极（用G1表示）、加速极（用G2表示）、高压阳极（用G或V表示）组成。



(a) 三极电子枪



(b) 四极电子枪

图2.4 电子枪结构示意图



- 电子枪是显像管中极为重要的组成部分。它是电子束源，用来发射电子，并将其加速和聚焦成细束，同时外加电信号控制电子束的强度。偏转系统能依据输入的有电子束位置信息的信号使电子束在向荧光屏行进途中轨迹发生偏转，以控制电子束到达荧光屏上的位置。偏转系统可以用静电式偏转或磁偏转，电子枪与偏转系统合称显示器件的电子光学系统。
- 一般分为双电位电子枪（**Bi-potential Focus, BPF**）和单电位电子枪（**Uni-Potential Focus, UPF**）。UPF电子枪比BPF电子枪多一个高压阳极，聚焦能力大大提高，在荧光屏上形成直径为**0.2mm**左右的光点。



◆ 双电位电子枪 (Bi-potential Focus, BPF)

双电位电子枪的各电极电压及结构如图所示：灯丝、阴极（发射极）**K**，控制极**G1**（栅极），加速极**G2**（第一阳极**A1**），聚焦极**G3**（第二阳极**A2**），高压阳极**G4**。栅极与阴极间的距离一般为1mm以下，栅极中心孔直径为0.6~0.8mm。

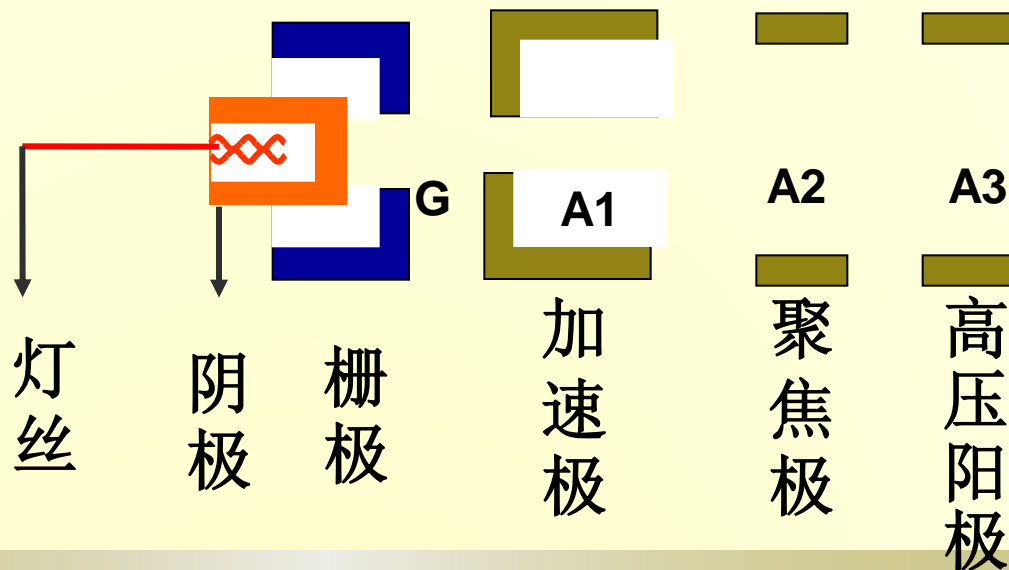


0V -60~-20V 400V 0~300V 9000V



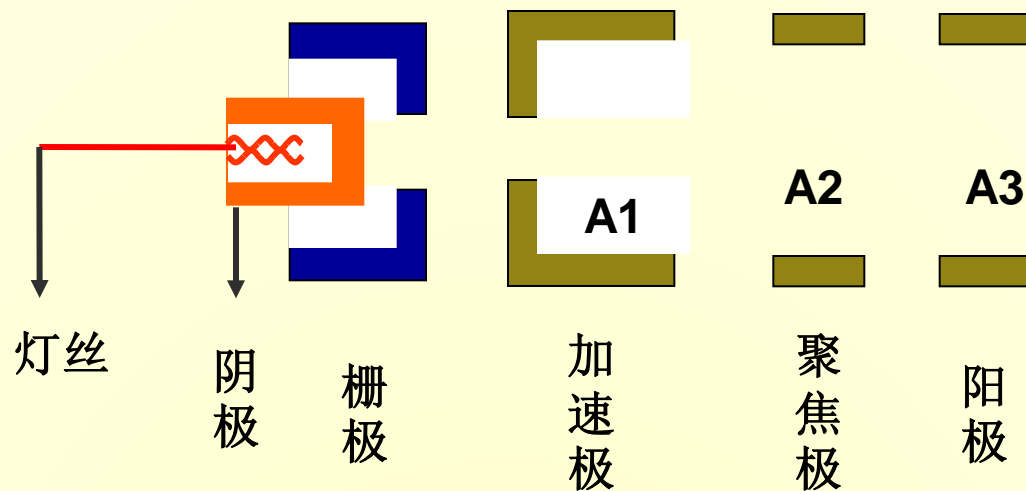
基本工作原理

当阴极被阴极里面的灯丝加热到约 800°C 时，电子获得逸出功，大量电子从阴极表面发出，并对准栅极的小圆孔飞行出去。电子飞出的多少，由栅极与阴极之间所加的电压的大小决定，因此，将视频信号电压加在阴极或栅极上可以调制电子束强度。电子束经过加速极的加速，聚焦极的聚焦，偏转磁场的偏转扫描到屏幕前面的荧光涂层上，产生复合发光，最终形成满足人眼视觉特性要求的光学图像。其结构如图所示。





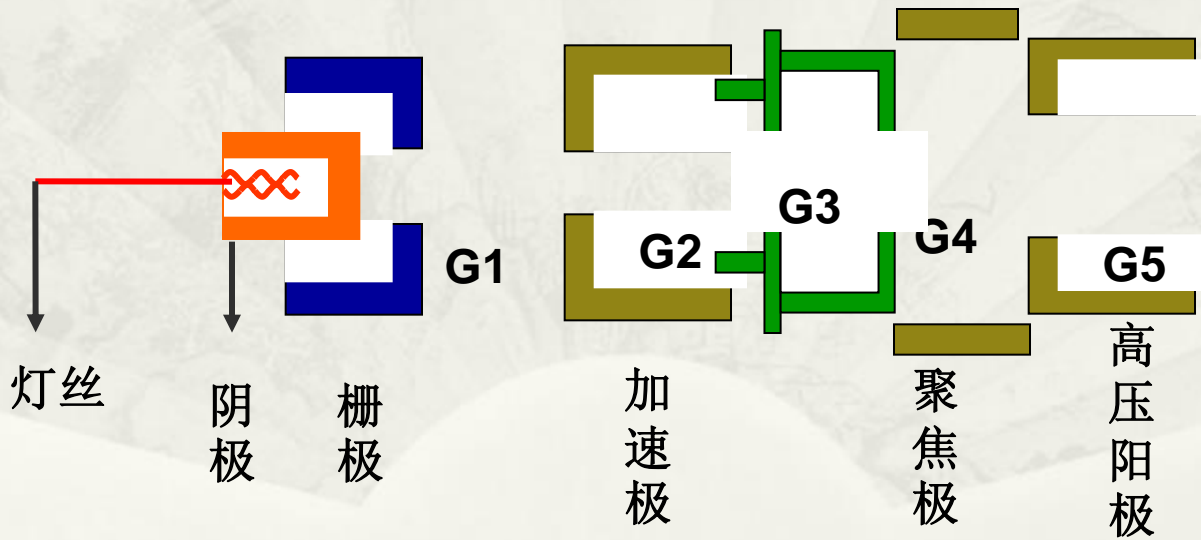
加速极A1呈圆盘状，电压一般在300~450V之间。聚焦极装在加速极后面，电压在0~300V之间可调，改变这个电压，可以改变电子束聚焦的质量。阳极施加8000~16000V的高压，使电子束以足够高的速度轰击荧光粉发光。





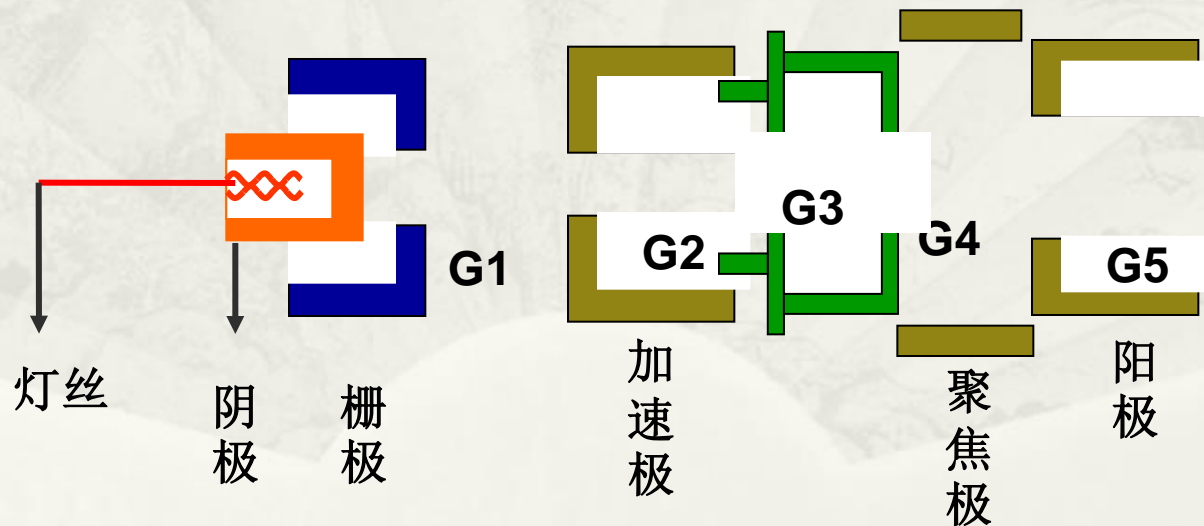
◆ 单电位电子枪 (Uni-potential Focus, UPF)

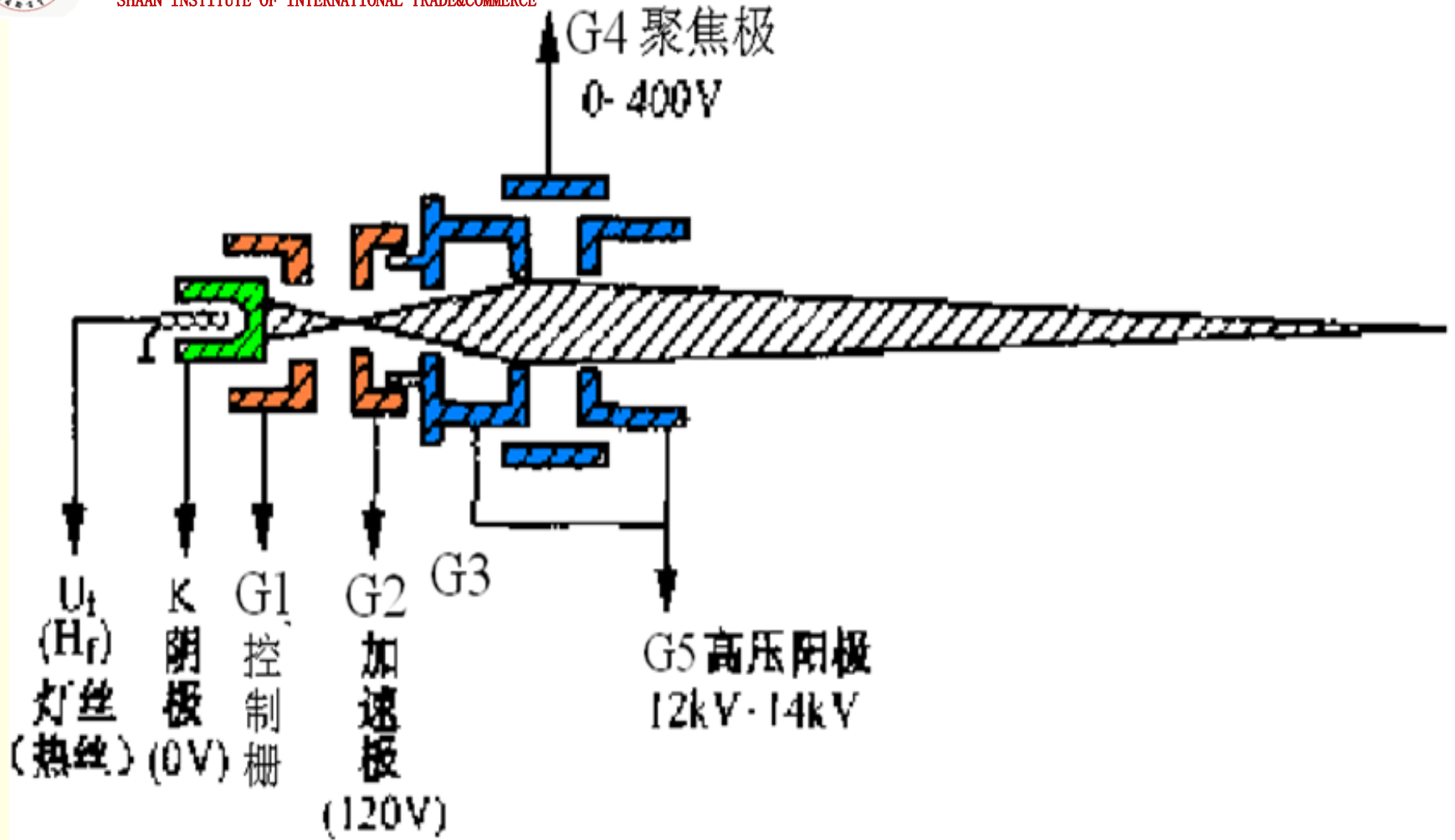
单电位电子枪与双电位电子枪相比，相当于在双电位电子枪的**G2**和**G4**之间多加了一个高压阳极，电位大幅度增加，增强了预聚焦能力，电子束进入主透镜(由**G3**、**G4**、**G5**组成)前，经过预聚焦作用，变细了，然后再通过主透镜的聚焦，使电子束激发荧光屏产生的光点足够小。





另外，由于聚焦极**G4**的电位大大低于**G3**、**G5**，因而**G4**上的电位变化对电场影响作用减小了，这对显像管聚焦特性的稳定和提高起了良好的保证作用。单电位电子枪只要在设计装配时将三电极（**G3**、**G4**、**G5**）位置调整好，在以后的使用中，对聚焦电压就不必进行调整，所以这种枪又称为自聚焦电子枪。





单电位电子枪



电子枪中各部分的作用：

(1) 灯丝——通电后将电能转变成热能并对阴极加热，使阴极表面产生600-800度的高温，创造一个使阴极发射电子的外部条件。

(2) 阴极——呈圆筒状，装在圆筒内部，顶端涂有钡锶钙的氧化物，灯丝通电时，阴极受热后发射大量电子。

(3) 栅极——栅极套在阴极外面，是一个金属圆筒，顶端开有小孔，让电子束通过。改变与阴极的相对电位可以控制电子束的强弱。



(4) 加速极——它也是顶部开有小孔的金属筒，其位置紧靠栅极。通常在加速极上加有几百伏的正电压，它能控制阴极发射的电子束到达荧光屏的速度。

(5) 聚集极——彩色显像管聚集极通常加5~8KV电位。聚集极、加速极及高压极一起构成一个电子透镜，使电子束会聚成一束轰击荧光屏荧光粉层。

(6) 高压阳极——建立一个强电场，使电子束以极快的速度轰击荧光屏上的荧光粉。高压阳极通常为22~34KV。



2. 荧光屏

荧光屏，是由涂覆在玻璃壳内的荧光粉和叠于荧光粉层上面的铝膜共同组成的。工作的时候荧光屏后面的电子枪发射电子束打在荧光粉上，于是一部分荧光粉亮起来，显示出字符或者图像。

荧光屏是实现CRT显像管电光转换的关键部位之一，要求发光亮度和发光效率足够高，发光光谱适合人眼观察，图像分辨力高、传递效果好，余辉时间适当，机械、化学、热稳定性好，寿命高。



CRT的发光性能首先取决于所用的荧光粉材料，因为主要由荧光粉层完成显像管内的光电转换功能。

荧光粉的发光效率是指每瓦电功率能获得多大的发光强度。余辉时间是荧光粉的重要特性参数。

当电子束轰击荧光粉时，荧光粉的分子受激而发光，而当电子束的轰击停止后，荧光粉的发光并非立即消失，而是按指数规律衰减，这种特性称为荧光粉的余辉特性。余辉时间是指荧光粉在电子束轰击停止后，其亮度减小到电子轰击时稳定亮度的1/10所经历的时间。



一般把余辉分成三类：余辉时间长于0.1s的称为长余辉发光；余辉时间介于0.1s至0.001s的称为中余辉发光；余辉时间短于0.001s的称为短余辉发光。余辉太长，则同一像素第一帧余辉未尽而第二帧扫描又到了，前一帧的余辉会重叠在最后一帧图像上，整个图像便会模糊。若余辉时间太短，屏幕的平均亮度将会减低。

屏幕的亮度取决于荧光粉的发光效率、余辉时间及电子束轰击的功率。荧光粉的发光效率高时屏幕较亮，余辉时间长平均亮度也较大。



如果已知荧光粉的发光时间特性 $L(t)$ 那么在一帧时间 T 内平均亮度应为:

$$L = \frac{1}{T} \int_0^T L(t) dt \quad (2-3)$$

屏幕亮度除了与余辉时间有关外, 还取决于电子束的电流密度和屏幕电压的高低。因此屏幕亮度可表示为

$$L \approx A_j U_a^2 S \quad (2-4)$$

从上式可以看出, 欲增大亮度可以加大电流密度和电压。两者中以提高电压更为有效。



在**CRT**显像管的圆锥体上：内壁和外壁都涂有导电的石墨层，内壁与第二阳极高压相连，外壁石墨层通过金属弹簧片与电路中的“地”相连。内外石墨层之间，形成一个电容。可吸收屏幕反射的二次电子和对第二阳极起高压滤波作用。此外石墨层还可以遮挡来自显像管后部的杂散光线，扩大显像管的偏转角，使圆锥部分缩小，这样显像管的厚度就会变薄。石墨层涂在整个锥体上，能起到屏蔽作用，还有防静电的效果。



3. 偏转系统

如果不加偏转电压，经过加速、聚焦的具有很高动能的电子束轰击荧光面时，仅能在荧光屏中心位置产生亮度很高的光点，难以成像；为了显示一幅图像，必须让电子束在水平方向和垂直方向上同时偏转，使整个荧光屏上的任何一点都能发光而形成光栅，这就是偏转系统的作用。由于磁偏转像差小，在高阳极电压下适用于大角度偏转，所以显像管通常采用磁偏转。

偏转线圈是CRT显像管的重要部件。分为行偏转线圈和场偏转线圈即水平偏转线圈和垂直偏转线圈。行偏转线圈通有由行扫描电路提供的锯齿波电流，产生在垂直方向上线性变化的磁场，使电子束作水平方向扫描。场偏转线圈通有由场扫描电路提供的锯齿波电流，产生一个水平方向线性变化的磁场，使电子束作垂直方向扫描。在行扫描和场扫描共同作用下，有规律的从上到下从左到右控制电子束的运动，屏幕上呈现一幅矩形的光栅。



我国采用的PAL制式规定，每帧625行，每秒25帧。隔行扫描，每帧两场，每秒50场；每行水平扫描正程为 $52\mu\text{s}$ ，逆程为 $12\mu\text{s}$ ，场正程时间 $\geq 18.4\text{ms}$ ，逆程时间 $\leq 1.6\text{ms}$ ，垂直方向显示575行。



4. 荫罩

荫罩、玻壳和电子枪是组成彩色显像管的三大主要部件，在彩色显象管内，荫罩装于玻壳和电子枪之间，起分色作用。

5. 玻璃管壳

玻璃管壳通常由屏幕玻璃、锥体、管颈三部分组成。用普通玻璃做CRT的外围器件，是因为透明性高，能耐受高空并能吸收从内部发生的X射线。



❖ 2.2 CRT显示器的驱动与控制

❖ 2.2.1 CRT显示器相关技术

1. 生成图像

CRT的Deflection Coil（偏转线圈）用于电子枪发射器的定位，它能够产生一个强磁场，通过改变强度来移动电子枪。线圈偏转的角度有限，当电子束传播到一个平坦的表面时，能量会轻微地偏移目标，仅有部分荧光粉被击中，四边的图像都会产生弯曲现象。为了解决这个问题，显示器生产厂把显像管制造成球形，让荧光粉充分地接受到能量，缺点是屏幕将变得弯曲。电子束射击由左至右，由上至下的过程称为刷新，不断重复地刷新就能保持图像的持续性。



2. 混合颜色

旧式的显示器只有单一的电子枪，仅能产生黑白两种颜色，即单色显示器（Monochrome Monitor）。新一代显示器有三只电子枪，每个电子枪都有独立的偏转线圈，分别发出R、G、B（Red、Blue、Green，红、蓝、绿）三束光线，混合光线可以产生1600万种颜色，或者说真彩色。某些显示器能用一个电子枪发出三束光线，经过混合亦能生成其它颜色。生成彩色图像电子枪要扫描屏幕三次，其过程比黑白图像复杂得多。



* 4. 垂直和水平同步

垂直和水平是CRT中两个基本的同步信号，水平同步信号决定了CRT画出一条横越屏幕线的时间，垂直同步信号决定了CRT从屏幕顶部画到底部，再返回原始位置的时间，垂直同步也可以称为刷新率。

标准电视机的水平同步信号=512线×30帧/秒
=15.75kHz，显示器的水平同步信号可任意调节，幅度在15.75KHz~95KHz之间。把水平同步信号反转能够得出扫描一条线的时间，即 $1/17.75\text{KHz}=63.5\mu\text{s}$ 。电视机扫描一帧图像要返回525次。因为CRT的频繁开关和扫描切换，在屏幕上实际表现出来的线数比525要少一些，一般约为428~399条线。



5. 交错和非交错

电视机采用的是交错(Interlace)扫描，机器本身刷新速度不足，每一帧都要刷新两次，由于人眼的视觉暂停原理，会感到画面是连续播入的，缺点是人眼能发现两次刷新的不同，感到屏幕有闪烁，长时间观看容易使眼睛疲劳。电视机能稳定运行在30Hz，或30帧/秒，但早期CRT并不能保持刷新率不变，磁偏转线圈常常影响着电子束的发射，有时还会减弱电子束，以及荧光粉的发热时间的限制，导致上半部分屏幕比下半部分屏幕更亮，后来，人们采用了分线刷新的方法，第一次扫奇数行、第二次扫偶数行，缺点是每做一样工作要刷新两个周期，显示器的反应较慢，当然，画面闪烁是少不了的。不过，也因此而增加了显示器的刷新速度，以30fps的频率实现60fps图像亦变为可能，避免了显像管负荷过重而烧毁。



6. 金属隔板技术

点状荫罩(Shadow Masks)指电子枪和荧光屏之间放置一个金属隔板，上面有许多小洞让电子通过。其作用是防止一个荧光点加热时传导到附近的点，分离显示器的色彩。在荫罩技术方面，有两点最重要：一是如何使用更薄的金属来制造隔板，并缩小点与点之间的位置(Dot Pitch, 点距)，让它与屏幕上的点一一对应；二是如何修正电子束的颜色，让它更符合要求。

荫罩的主要缺点是金属板会随着能量的变化而产生弯曲，特别是在高亮度的情况下，需要更多的能量来战胜荫罩的阻抗，弯曲会更加严重。金属板变形使电子束偏离原定目标，显示的画面会模糊不清。为此，人们只好不断寻找合适制造荫罩的金属，目前效果最好的是INVAR(不胀铜)，它是镍/铁合金，膨胀率几乎为零。荫罩的第二个缺点是屏幕弯曲会产生刺眼的眩光，用AGC(Anti Glare Coatings, 防眩光涂层)能解决这个问题。



❖ 2.2.2 CRT显示器驱控电路

什么是扫描？

- * 所谓扫描是指电子束按一定顺序在摄像管或显像管的屏面上作周期性的运动过程。电子束要求在偏转磁场的作用下进行从左到右、从上到下的逐行逐帧的匀速扫描。
- * 扫描分为行扫描和帧扫描。我们把电子束在水平方向的扫描过程称为**行扫描（水平扫描）**，把电子束的垂直运动称为**帧扫描（垂直扫描）**，一帧的扫描线是由许多行来体现的，或者说，一帧中包含有许多行。



水平扫描线一行一行从上到下移动，称为**垂直扫描**。水平扫描和垂直扫描配合进行，就形成一个矩形光栅。如果在正程扫描的同时输送图像信号，就形成电视图像。

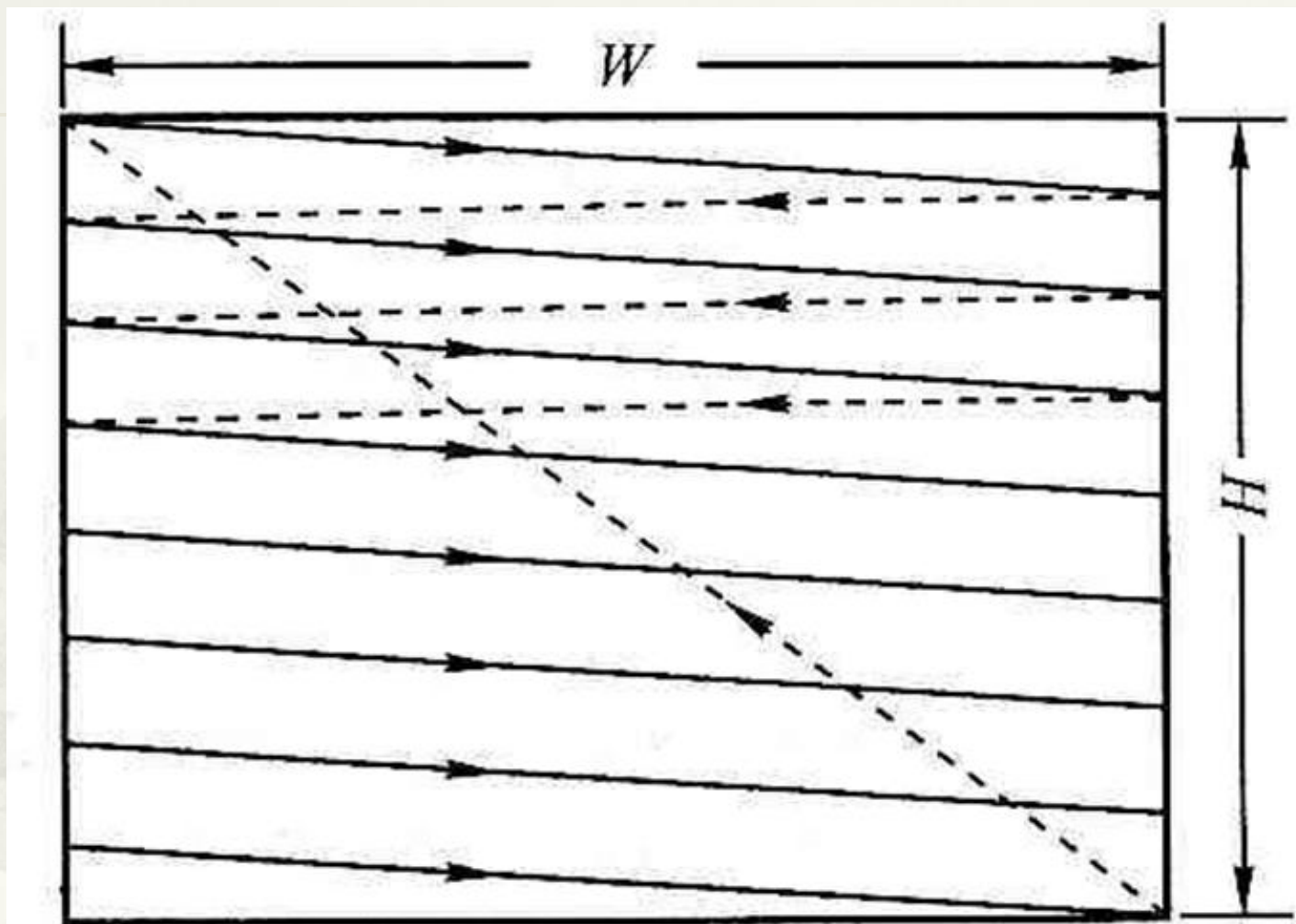
按照电视标准规定，早期CRT电视扫描光栅的宽高比为：

$$W: H=4: 3$$

后来出现的宽屏电视扫描光栅矩阵的宽高比为： $W:$
 $H=16: 9$

电视扫描光栅示意图如下图所示。

电视扫描光栅有逐行扫描和隔行扫描两种形式，以前的CRT电视机全部采用隔行扫描，现在的电视机有部分采用逐行扫描。



扫描光栅



(1) 什么是逐行扫描？

每一帧图像由电子束顺序地以均匀速度一行接着一行连续扫描而成，这种扫描方式称为**逐行扫描**。

扫描正程：

行扫描过程中从左到右的扫描称为**行正程扫描**，在扫描正程期间传送图像信号，因此在正程期间要求扫描速度均匀，否则重现图像将产生非线性失真。

扫描逆程（回扫线）

行扫描过程中从右到左的扫描称为**逆程扫描**。在帧扫描中从下到上的扫描叫**帧逆程扫描**。**逆程时不传送图像信号，因此要采用消隐脉冲截止扫描电子束，使逆程无扫描线，以免干扰图像。**



我国的电视标准规定行扫描频率 $f_H=15625\text{Hz}$,

$$T_H=1/f_H=64\mu\text{s}.$$

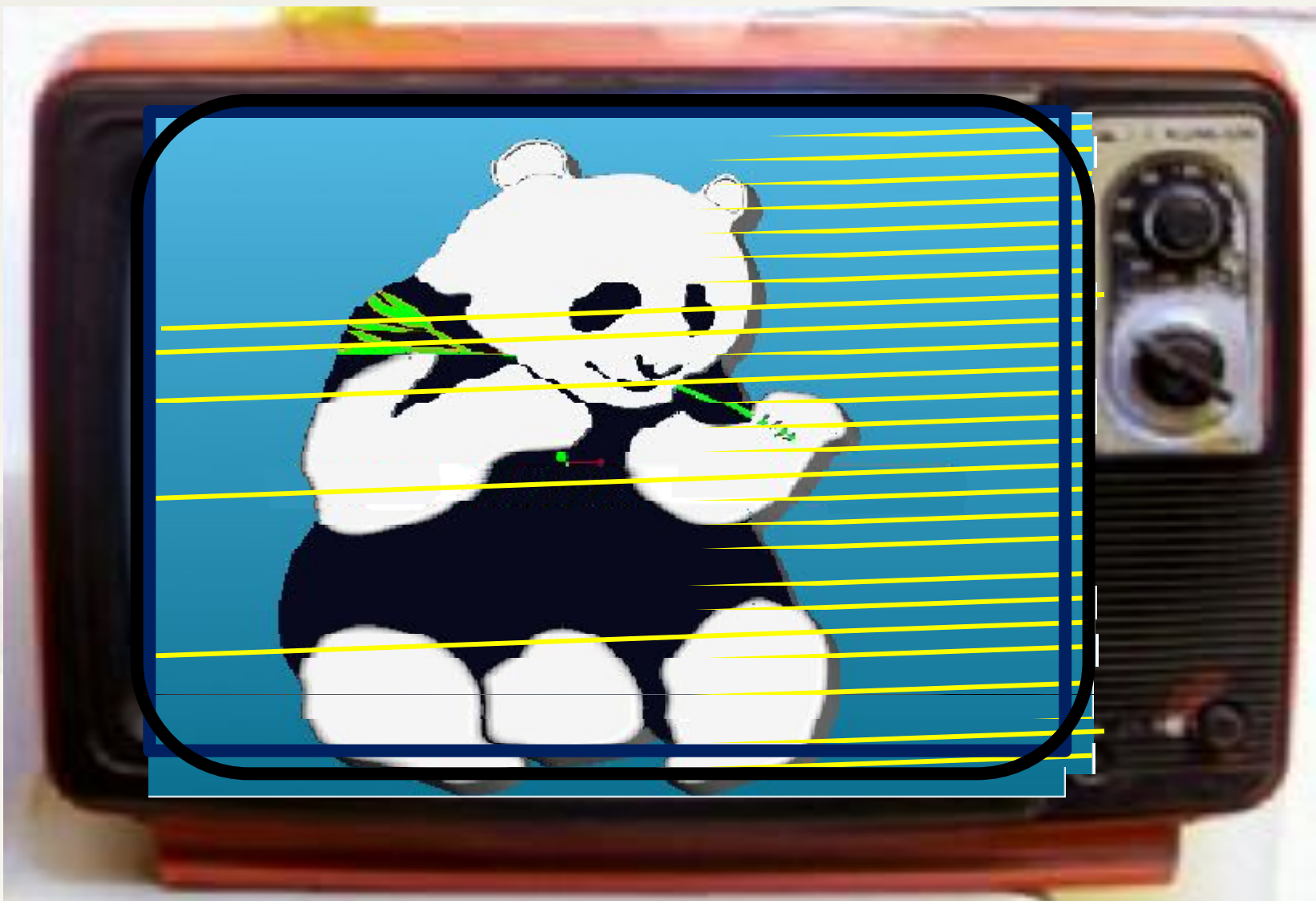
其中正程时间一般不小于 $52\mu\text{s}$,

逆程时间一般不大于 $12\mu\text{s}$ 。



陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE





(2) 什么是隔行扫描

所谓隔行扫描，就是在每帧扫描行数不变的情况下，将每帧图像分为两场来传送，这两场分别称为奇场和偶场。奇数场传送1、3、5、...奇数行；偶数场传送2、4、6、...偶数行。两场扫描中，第一场扫描的光栅与第二场扫描的光栅并不重合，而是均匀镶嵌，两场光栅合成为一帧光栅。每一场扫描屏幕亮一次，故一帧扫描屏幕亮两次。

隔行扫描技术在降低信号带宽的情况下起了很大作用



陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

隔行扫描示意





(3) 帧频和场频

所谓帧频，就是电视系统每秒钟所传送图像的帧数，我国大陆地区电视制式采用的是D制，在隔行扫描时，帧频为**25Hz**时，场频则为**50Hz**，即显示屏每秒亮**50**次，这样就可以克服闪烁感。

(4) 扫描行数

扫描行数是一帧电视图像中所具有的扫描线的数量。显然，扫描线越多，电视画面将会越清晰。但是，电视信号的带宽就越宽。我国电视标准取**625**行。隔行扫描的时候，一帧为**625**线，分两场扫描，每场扫描线数是**312.5**线。

(5) 行频

扫描行数实际上是一个帧周期中所包含的行的周期数。即隔行扫描时帧频为**25Hz**、场频为**50Hz**，而行扫描频率为
 $f_H = 625 \times 25\text{Hz} = 15625\text{Hz}$ 。



我国的电视机一般都采用隔行扫描的方式，一幅图像分成两场来完成，通过奇数场和偶数场两场扫描构成一幅（帧）完整的图像。

在隔行扫描方式中，帧频率是每秒钟传送的图像数，帧频为25HZ，场频频率是每秒钟扫描的奇数场和偶数场总和，即帧频是场频的一半，场频为50HZ。

为使隔行扫描中两场时间相同，一帧图像的扫描线数应取奇数，所以一个场周期 T_V 是半行周期 T_H 的奇数倍：

$$\text{周期数 } T_V = (2m+1) T_H / 2$$

我国取场频为50HZ，故 $T_V = 20\text{ms}$ ，一幅图像的扫描行数 $Z = 625$ 行，每秒25帧，所以行频为：

$$\text{行频 } f_H = 625 \times 25 = 15625\text{HZ}$$

$$\text{行周期 } T_H = 1/f_H = 64\mu\text{s}$$

电视机扫描周期：

行正程 $52.2\mu\text{s}$ ，回扫 $11.8\mu\text{s}$ ，共 $64\mu\text{s}$ ， 15625HZ ；

场正扫 18.4ms ，回扫 1.6ms ，共 20ms ， 50HZ 。



电视图像的清晰度越高，要求的线数和场频越高，这就要求电视图像信号有很宽的带宽和很高的频率，对电视收发设备有很高的要求。

目前，不同制式的电视采用的标准扫描数有**SECAM**制的**819**行，**CCIR**（国际无线电咨询委员会）的**625**行，**NTSC**制的**525**行，我国实行的是**PAL**制**625**行。

根据人眼视觉残留效应，电视换场次数不能低于每秒**48**次，即场频不能小于**48HZ**，考虑电源频率一致，我国电视标准规定场频为**50HZ**，在电源频率为**60HZ**的国家，场频采用**60HZ**。



图像信号的最高频率和视频通道带宽

图像信号的最高频率与象素或清晰度有关，图像每一个细节的大小相当于一个象素，表面细节越细，图像越清晰，扫描时电子束扫过连续两个象素的时间越短，信号频率越高。见图a。

设每帧图像的扫描线数为Z，若不计回程等因素，水平方向共计可能达到的象素为：

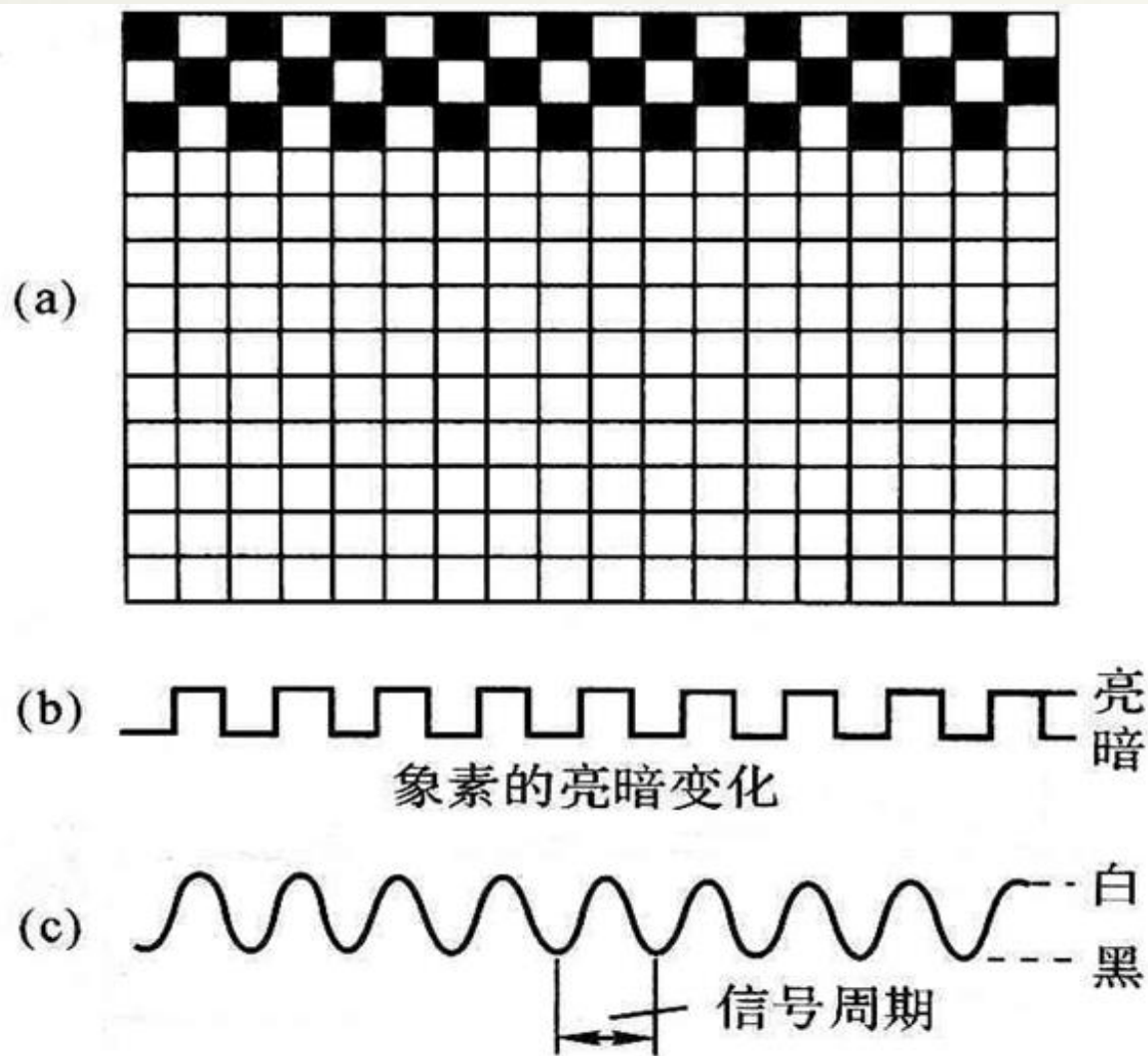
$$N=Z \times 4/3 = \text{扫描线数} \times \text{宽高比}$$

若扫描一行正好扫过这个数量黑白相间的小方块，得到理想电压波形如图b的方波，但实际是如图c所示的正弦波形。扫过一块黑块和一白块正好相当于交流电压一周。可以算出一幅图像的像素为：

$$m=NZ \text{ (水平} \times \text{垂直象素点)} = 4Z^2/3 = 625^2 (4/3) \approx 52\text{万}$$

若以一秒钟传送 f_v 幅图像，则

$$\text{每秒传送的像素总数 } M = (4/3)Z^2 f_v$$



图像信号的频率图解



(5) 水平扫描工作原理

水平偏转线圈是一对上下对称放置的偏转线圈(或称为行偏转线圈)中通入如图(b)所示的行扫描锯齿波电流。产生磁场的方向为向上或向下交变,磁场强弱也随锯齿波电流大小相应改变。电子枪发射的电子束在通过这个磁场时,根据左手定则判定,电子束将向右或向左偏移,偏移量大小与流入偏转线圈中的电流大小或磁场强弱有关。当偏转线圈中电流为零时,电子束不产生偏转,打在荧光屏中心。



行扫描形成示意图



行扫描线

锯齿波电流





(6) 垂直扫描原理

场偏转线圈是一对左右对称放置的垂直偏转线圈(场偏转线圈),当场扫描锯齿波电流送到场偏转线圈时,电子束将在垂直方向上受到偏转力,使电子束从上到下地进行垂直方向的扫描(也称场扫描),这一段扫描过程称为场扫描正程。正程结束后,电子束从下端迅速返回上端,这一段扫描过程称为场扫描逆程。

(7) 消隐

由于电子束在逆程扫描会在荧光屏上产生回扫线,干扰图像。因此需要使电视机在行、场扫描逆程期间电子束截止,以消除行、场回扫线。这个过程叫消隐。



(8) 同步

什么是同步？ 电视信号收、发端扫描的频率和相位完全一致叫同步。

不同步的后果

- a、行频不同步
- b、场频不同步
- c、相位不同步



陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

行不同步示意

*





陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

场频不同步示意

*





陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

相位不同步示意

*

相位相差半行的结果





陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

相位不同步示意

*

相位相差半场的结果



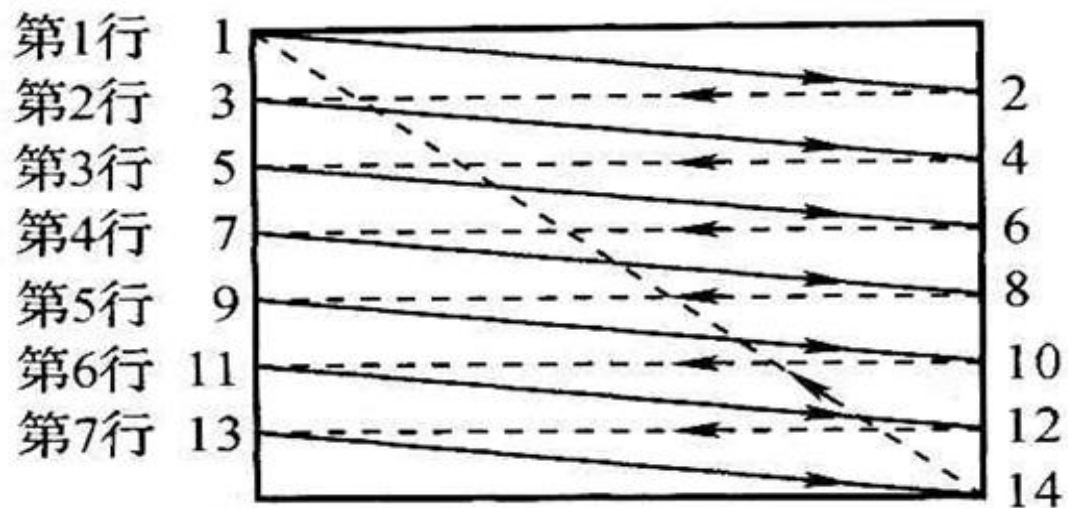


1. 扫描方式

- * 文字及图象画面都是由一个个称为像素的点构成的，使这些点顺次显示的方法称为扫描。一般CRT的电子束扫描是由偏转磁轭进行磁偏转控制的。

光栅扫描方式在垂直方向是**从左上向右下**的顺序扫描方式，由扫描产生的水平线称为扫描线，按该扫描线的条件决定显示器垂直方向的图像分辨率。如图2.5所示，光栅扫描方式中有**顺序扫描(逐行扫描)**方式和**飞越扫描(隔行扫描)**方式。

在顺序扫描方式中，当场频为50Hz，扫描行数为625，图像宽高比为4:3时，则需要10.5MHz的信号带宽。这将使电视设备复杂化，信道的频带利用率下降。**实际系统采用隔行扫描方式来降低图像信号的频带。**



(a)

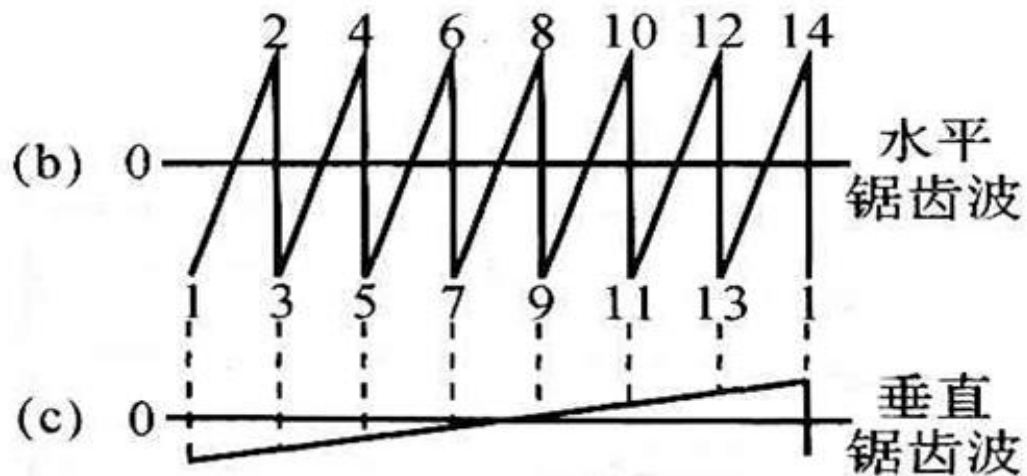


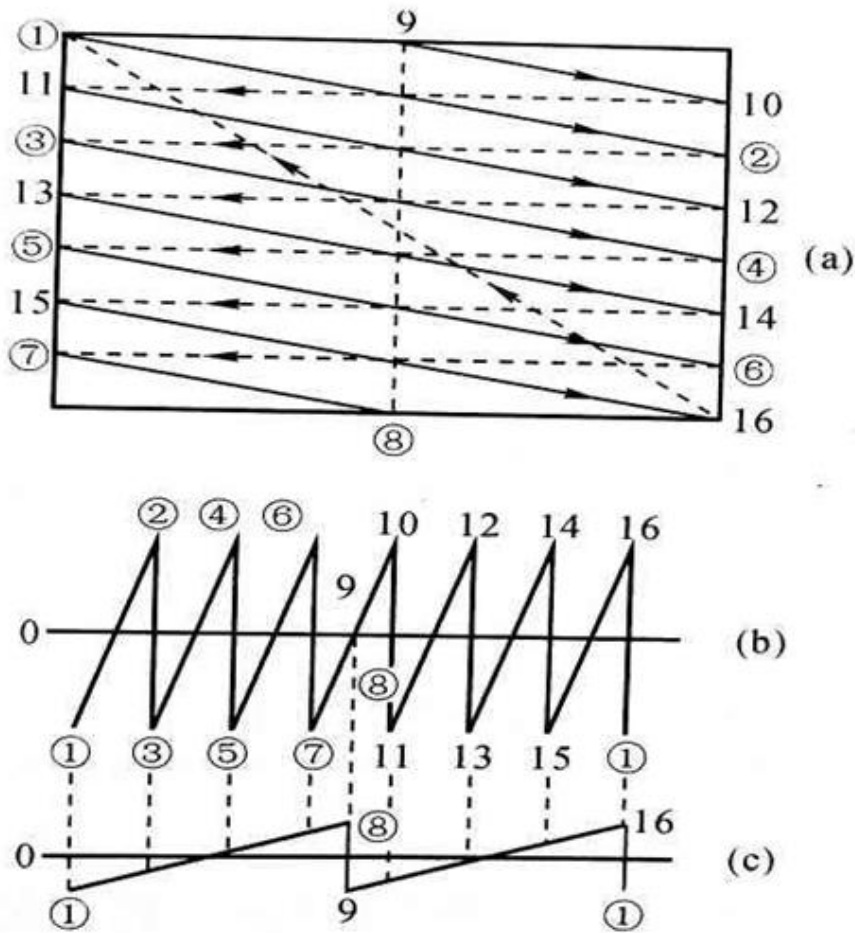
图 逐行扫描光栅及其扫描电流



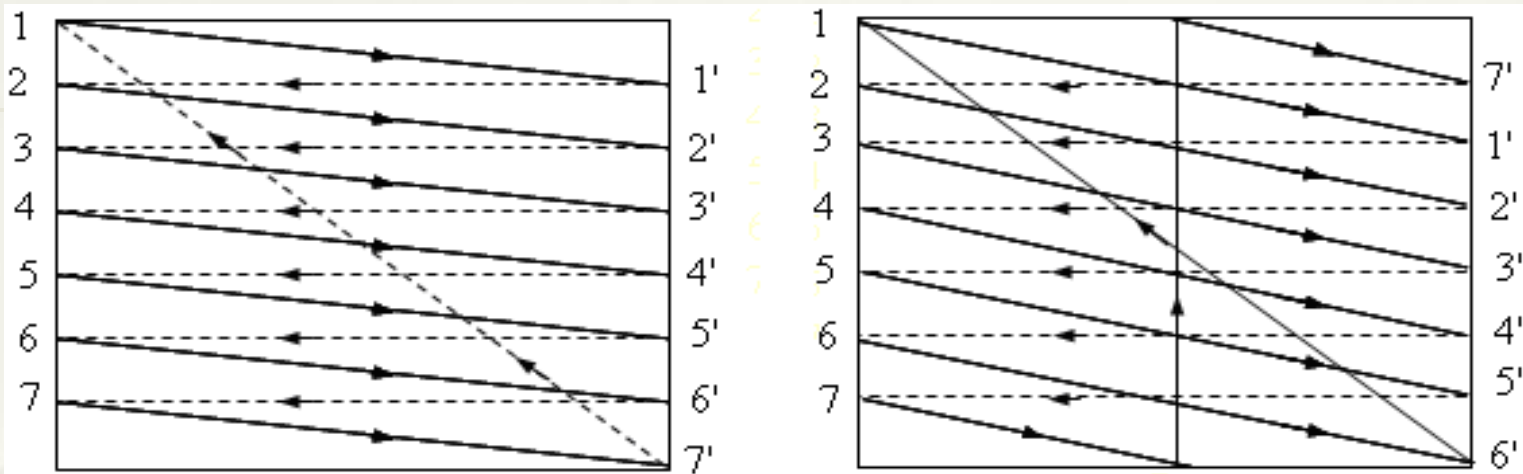
隔行扫描方式是把一帧画分成两场来扫描，第一场扫描奇数行，第二场扫描偶数行，如图2.5 (b)所示。两场扫描行组成的光栅相互交叉，构成一整帧画面。在第7行扫过一半时，奇数场扫描结束，偶数场扫描开始，故第7行的后半挪到偶数场开始时扫描，这样就会在光栅上端的中点开始，结果使偶数行正好插在奇数行之间，两场组成了一幅完整光栅。要实现隔行扫描，就应该保证偶数场的扫描行准确的插在奇数场的扫描行之间，否则就会出现并行现象，使图像质量下降。



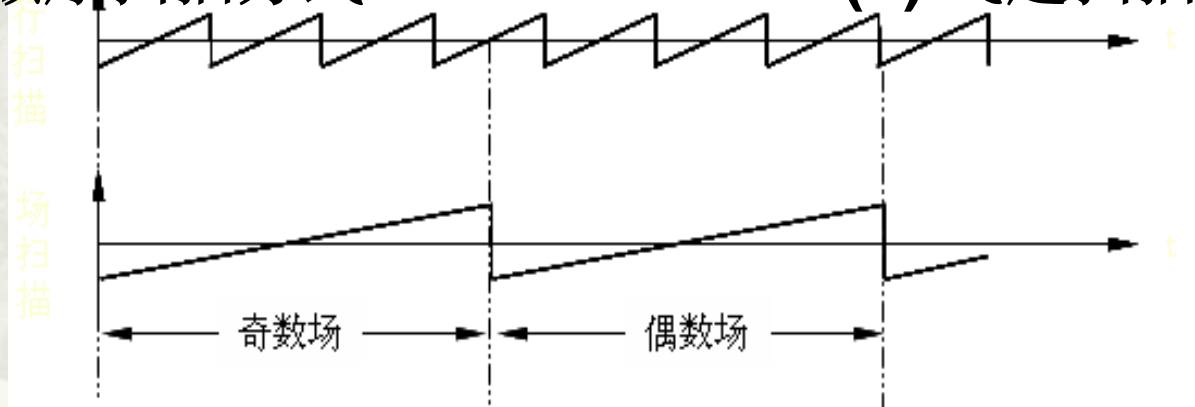
隔行扫描的过程见图以7行扫描线为例，从第一场（奇数场）开始扫描1，3，5，7行的前半行：到达8。在场回程期间从8转到9。第7行的后半行开始偶数场扫描，半行扫完到达10，接着开始第二场2，4，6各行的扫描，第二场结束，整个光栅扫过一遍，一帧扫描才告完成，然后依此循环。



隔行扫描光栅与扫描锯齿电流



(a) 顺序扫描方式 (b) 飞越扫描方式



(c) 行光栅的行扫描与场扫描波形
图2.5 CRT扫描方式



逐行扫描（顺序扫描）——个人PC

隔行扫描（飞越扫描）——电视、广播、DVD vcd
(电视为什么不采用逐行扫描?)

信号带宽: $f = (1/2)AK_1K_2Z^2f_p$

凯尔系数

隔行扫描系数

帧频

图像宽高比

扫描行数

逐行扫描导致信号带宽增加

- ① 会使一定波段内可安排的电视频道数目减少
- ② 电视设备复杂化, 增加投资成本



两大电视广播制式

NTSC

日本、美国、加拿大、墨西哥

525条水平线，隔行扫描，**30**帧/s

PAL

德国、英国、新加坡、中国大陆

625条水平线，隔行扫描，**25**帧/s

（克服了相位失真的敏感性，图像彩色误差较小）



- NTSC制是将两个色差信号分别对频率相同而相位相差 90° 的两个副载波进行正交平衡调幅，然后与亮度信号相加，一起传送。优点是兼容性好，图像质量好，电路简单，信号处理容易；缺点是对相位失真十分敏感，容易产生明显的色调失真。
- PAL制在正交平衡和同步检波等措施的基础上，将其中一个已调幅的红色差信号进行逐行倒相，可以利用相邻扫描行色彩的互补性来消除相位失真引起的色调失真。优点是对传输过程中相位失真不敏感；缺点是彩色清晰程度略低于NTSC制，信号处理较繁，接收机电路较复杂。
- SECAM制的两个色差信号是轮流、交替地传送。两个色差信号对两个频率不同的副载波进行调频。然后将两个调频波轮换插入亮度信号频谱的高端。优点是传输失真小，图像录放性能好；缺点是彩色图像垂直清晰度下降一半，亮度、色度信号不易彻底分离。



2. 辉度及颜色

单色CRT只需要对辉度进行控制，对彩色CRT来说还需要对颜色进行控制，**辉度和颜色都是都是通过电流量来控制的**。辉度和信号幅度的关系如图2.6所示。电流控制方式中有栅极(G1)驱动方式和阴极驱动方式。

在栅极(G1)驱动方式中，在电子枪的栅极/阴极间施加不同的电压，就可以得到相应的辉度。

彩色CRT的颜色显示是通过3个电子束各自的电流（由电压调制）来调制的。由各色输入阶数的乘积，决定显示的色数，对于阶数为16的情况，可显示4096（ 16^3 ）种颜色。

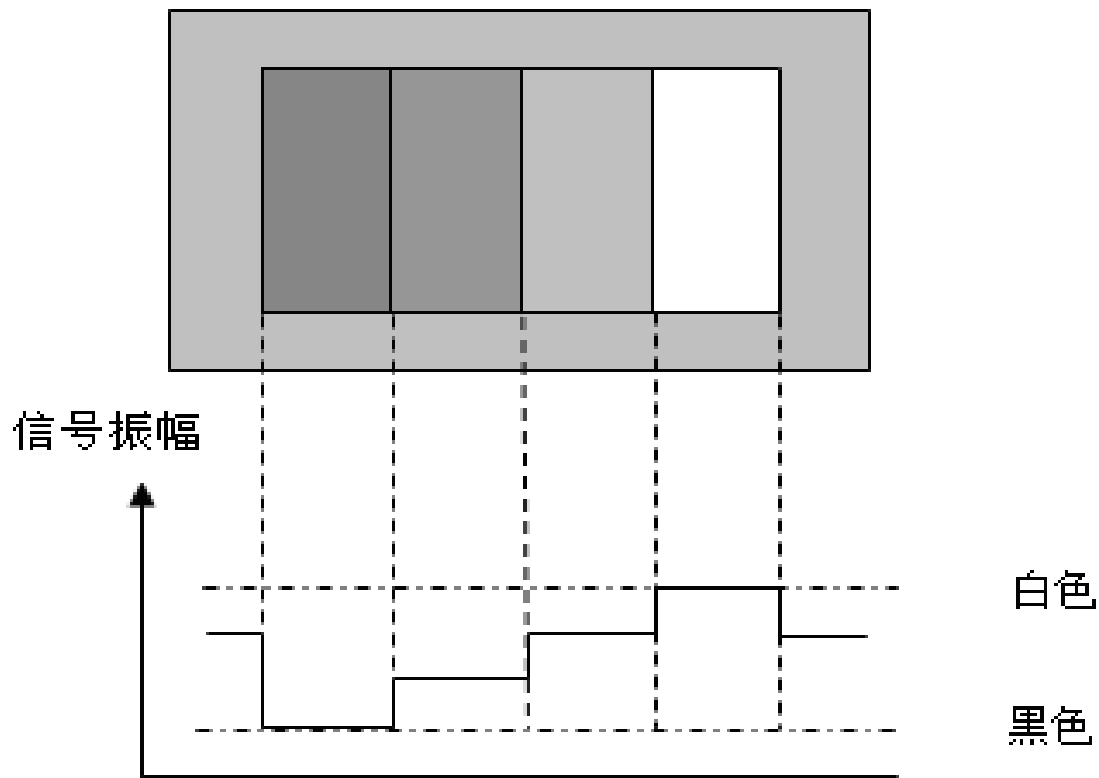


图2.6 画面的辉度与信号振幅的关系



3. CRT显示器驱控器的电路构成

CRT显示器驱控器的电路，如[图2.7](#)所示，主要包括视频电路、偏转电路、高压电路、电源电路等基本电路，以及所选择的动态聚焦电路、水平偏转周波数切换电路等。

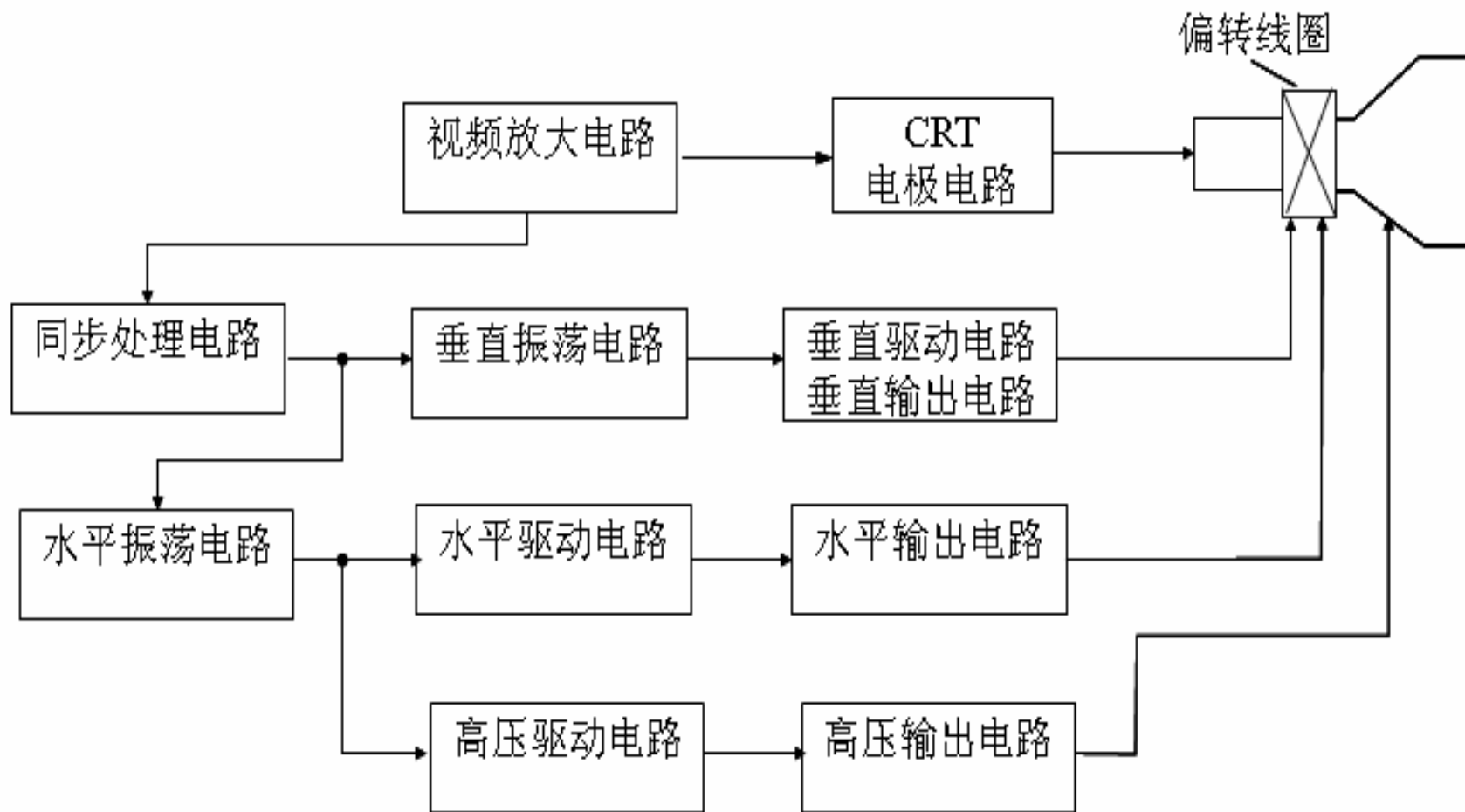
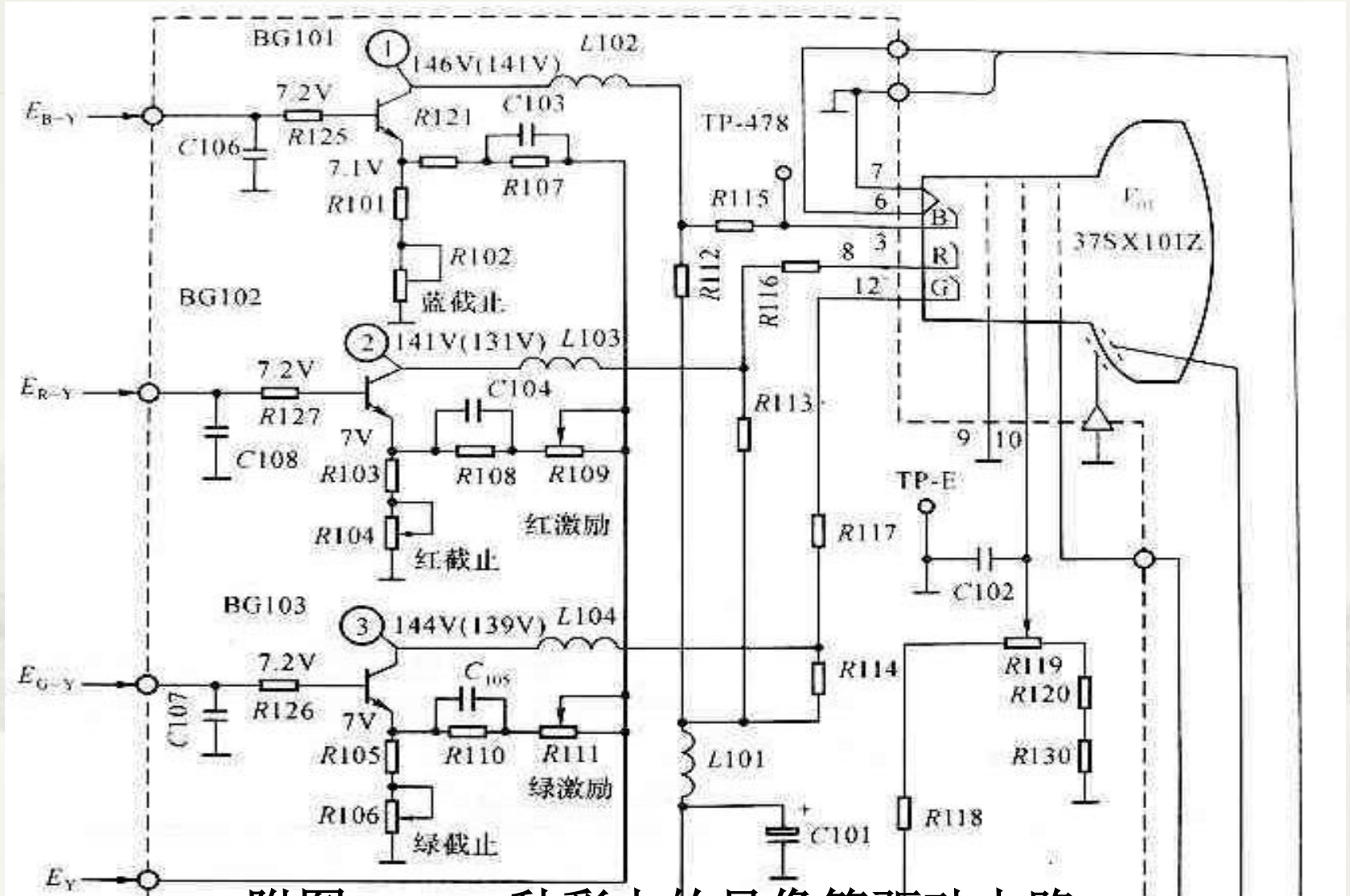


图2.7 CRT显示器驱控器的电路



附图：一种彩电的显像管驱动电路



图中第6-7脚为加热灯丝，3、8、12脚分别是蓝、红、绿三个电子枪的阴极，三基色图像信号从这里发射。9脚为控制栅极，第10脚为加速极，加速极旁为聚焦极，最右边电极提供2万多伏的阳极高压。

在显像管的管颈部位有行偏转线圈和场偏转线圈，在流过偏转线圈的行、场扫描信号的共同作用下，使电子束发生偏转，在屏幕上实现行、场扫描功能，产生画面图像。

加热灯丝用来加热阴极，在阴极附近产生电子云，阴极电位低，穿过栅极的电子多，屏幕亮度高。



❖ 2.3 CRT显示器的特点、性能指标及发展历史

* 2.3.1 CRT显示器的特点

CRT 最大的优势在于高的性能价格比及大画面高密度显示，同时还具有其它一系列优点。

1. 价格低
2. 亮度高
3. 对比度高
4. 色域广
5. 分辨率高
6. 响应速度快
7. 视野角宽
8. 显示版式可以灵活变化
9. 寿命长（100000h）

——黑底技术：（可以提高亮度和对比度）

- a、将荫罩上的小孔加大使通过小孔后的电子束直径比荧光粉点大，这样就提高了输出亮度。
- b、屏幕上除荧光粉点以外的部分涂上石墨，这样又可以提高对比度。



* 2.3.2 CRT显示器的技术性能指标

1. 像素和分辨率

像素是指屏幕能独立控制其颜色与亮度的最小区域。分辨率就是屏幕图像的密度，即显示器屏幕的单位面积上有多少个基本像素点，它们是图像清晰程度的标志，也是描述分辨能力大小的物理量。对于电子显示器件，常用单位面积上的扫描线数和两光点之间的距离来表示分辨率。他们取决于场频和行频的组合。

我们可以把它想象成是一个大型的棋盘，而分辨率的表示方式就是每一条水平线上的点数乘以水平线的数目，如 640×480 、 720×348 、 1024×768 及 1024×1024 等。以 640×480 的分辨率来说，即每一条线上包含有 **640** 个像素点且共有 **480** 条线，也就是说扫描列数为 **640** 列，行数为 **480** 行。分辨率越高，屏幕上所能呈现的图像也就越精细。



2.3.2 CRT显示器的技术性能指标

分辨率与显示尺寸有关，还受显像管点距、视频带宽等因素的影响。

像素值计算：一台17英寸的CRT显示器，一行中能容纳1421组三原色，能满足1280个像素点的需要，显示器的理想分辨率是1024×768，勉强可以达到1280×1024的分辨率，但不可能达到1600×1200的分辨率。

分辨率的计算：**最大显示宽度/水平点距=像素数**，如标准17英寸CRT显示器的最大显示宽度是320mm，标称点距是0.28mm，首先计算出水平点距 $0.28 \times 0.866 = 0.243$ ，然后按 $320 / 0.243 = 1316$ 的公式得出像素数。



像素和分辨率——标志图像清晰程度

- ①像素 {
- a) 屏幕能独立控制其颜色与亮度的最小区域
 - b) 一定分辨率下显示器可以定位和分配颜色值的最小单位
——→ 不同分辨率下像素大小也不一样

②分辨率：单位面积上像素点数目

表示方式：水平线上像素点数*水平线数，如

640×480、720×348、1024×768及1024×1024等

水平分辨率

垂直分辨率



③像素点数的计算:

像素点数=最大显示宽度÷水平点距

例如:

标准**17英寸CRT**显示器的最大显示宽度是**320mm**，标称点距是**0.28mm**，

水平点距 =对角点距***0.866**

=**0.28**×**0.866**=**0.243**

像素数 =**最大显示宽度**÷**水平点距**

=**320/0.243**=**1316**



2.3.2 CRT显示器的技术性能指标

2. 点距和栅距

点距（**DOT PITCH**）是显像管最重要的技术参数之一，单位为毫米。一般公认的点距定义是荧光屏上两个最临近的同色荧光点的直线距离，即两个红色（或绿、蓝）像素单元之间的距离。

点距越小越好，点距越小，显示器显示图型越清晰细腻，显示器的档次越高，不过对于显像管的聚焦性能要求就越高。几年以前的显示器多为**0.31mm**和**0.39mm**，如今大多数显示器采用的都是**0.28mm**的点距。常见的显示器点距**0.28mm**（水平方向为**0.243mm**）。

用显示区域的宽和高分别除以点距，即得到显示器的垂直和水平方向上最高可显示的点数。



- 对于荫罩式和荫栅式显像管来说，它们的点距定义是不同的。对于荫罩式的显像管，它的红、绿、蓝三色荧光点呈三角形排列，因此所谓点距可以有两个说法：对角点距、水平点距，一般以对角点距为标称点距，
- 例如：标称点距 0.28mm 的其水平点距在 0.22mm 左右。而对于荫栅式的显像管，它的红、绿、蓝三色荧光点呈垂直条形排列，因此，它在垂直方向上的点距可以看做是 0 ，其标称点距则以水平点距为准，严格说应该称为“栅距”，一般都在 0.25mm 以下，显然比荫罩式的显像管要精细得多。



■传统荫罩式为减小点距，用在屏幕障板上蚀刻更加精细的小孔来实现。一般地说，这些孔的大小要跟障板的厚度相匹配，也就是说，孔的尺寸不应该小于障板的厚度，这样一来，点距的大小就受到了限制。因为障板不能无限的薄，当厚度小于0.28mm以后，其自身的形状已经无法维持了，所以传统荫罩式结构的显像管点距难以再小。而荫栅式显像管则可以通过围框张力把薄薄的荫栅支撑起来，加大这个支撑力后，还可进一步减小点距。如果把屏幕上三个彼此最接近的同色磷光点连接起来，能构成一个等边三角形，那么，这个三角形垂直于水平方向的底边长就是点距，而这底边上的高即斜边（也等于底边，即点距）在水平方向的投影，其长度就是水平点距。由几何知识我们可以知道，水平点距=点距×0.866，其值要小于点距。不少厂商就利用这一点进行误导，标称其显示器水平点距（有的商家更故意直接标为点距）为多少多少，购买者如果不清楚其区别，拿来与直接标点距的显示器比，就很容易发生不当的选择。



点距和栅距

① 点距：（标称点距或对角点距）

荧光屏上两个最临近的**同色**荧光点的直线距离，即两个红色（或绿、蓝）像素单元之间的距离。

（点距越小，图形越清晰细腻，但是对显像管的聚焦性能要求也越高）

$$\text{② 水平点距} = \text{对角点距} * \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$= \text{对角点距} * \mathbf{0.866}$$

如：标准**17英寸**的**CRT**显示器，标称点距**0.28mm** (水平点距为**0.243mm**)

③ 栅距：同色栅条之间的距离



2.3.2 CRT显示器的技术性能指标

3. 场频、行频及视频带宽

如果说画质等显示效果只能通过主观判断的话，那么水平扫描频率、垂直扫描频率及视频带宽这三个参数就绝对是显示器的硬指标，并且很大程度上决定了显示器的档次。

视频带宽是指每秒钟电子枪扫描过图像点的个数，以兆赫兹为单位。这是显示器非常重要的一个参数，能够决定显示器性能的好坏。带宽越高则表明了显示器电路可以处理的频率范围越大，显示器性能越好。高的带宽能处理更高的频率，信号失真也越小，显示的图像质量更好，它反映了显示器的解像能力。



视频带宽的计算方法为：

$$\text{带宽} = \text{垂直刷新率} \times (\text{垂直分辨率} \div 0.93) \times (\text{水平分辨率} \div 0.8) = \text{水平分辨率} \times \text{垂直分辨率} \times \text{垂直刷新率} \times 1.34 \quad (2-6)$$

垂直像素和水平像素都要除以一个参数是因为要考虑电子枪从最后一行/列返回到第一行/列的回程时间。

场频就是垂直扫描频率也即屏幕垂直刷新率，通常以Hz为单位，它表示屏幕的图像每秒钟重复描绘多少次，也就是指每秒钟屏幕刷新的次数。垂直刷新率越高，屏幕的闪烁现象越不明显，眼睛就越不容易疲劳。



2.3.2 CRT显示器的技术性能指标

行频就是水平扫描频率，指电子枪每秒在屏幕上扫过的水平线数。单位一般是千赫兹。场频和行频的关系式一般如下：

$$\text{行频} = \text{场频} \times \text{垂直分辨率} \times 1.04 \quad (2-7)$$

可见行频是一个综合了分辨率和场频的参数，能够比较全面的反映显示器的性能。当在较高分辨率下要提高显示器的刷新率时，可以通过估算行频是否超出频率响应范围来得知显示器是否可以达到想要的刷新率。



2.3.2 CRT显示器的技术性能指标

4. 刷新率

刷新率：指显示屏幕刷新的速度，单位是赫兹。刷新频率越低，图像闪烁和抖动的越厉害，眼睛观看时疲劳的越快。刷新频率越高，图像显示就越自然、越清晰。刷新率又分水平刷新率和垂直刷新率。

水平刷新率又叫行频，他是显示器每秒内水平扫描的次数。垂直刷新率也叫场频，它是由水平刷新率和屏幕分辨率所决定的，垂直刷新率表示屏幕的图像每秒钟重复描绘多少次，也就是指每秒钟屏幕刷新的次数。一般来说，垂直刷新率最好不要低于80Hz，如能达到85Hz以上的刷新频率就可完全消除图像闪烁和抖动感，眼睛也不会太容易疲劳，在目前这是对显示器最基本的要求了。



2.3.2 CRT显示器的技术性能指标

5. 屏幕尺寸和最大可视面积

屏幕尺寸实际是指显像管尺寸。最大可视面积指显像管的屏幕显示的可见图形的最大范围。屏幕大小通常以对角线的长度衡量，以英寸为单位(1英寸=2.54厘米)。一般显示器的最大可视面积都会小于屏幕尺寸，我们平常说的17英寸、15英寸实际上指显像管尺寸，而实际可视区域(就是屏幕)远远到不了这个尺寸。14英寸的显示器可视范围往往只有12英寸；15英寸显示器的可视范围在13.8英寸左右；17英寸显示器的可视区域大多在15~16英寸之间；19英寸显示器可视区域达到18英寸左右。



显示器英寸/厘米对照表	
英寸	厘米
9	22.86
10.4	26.4
11.3	28.7
12.1	30.73
13.3	33.02
14	35.56
15	38.01
17	43.18
19	48.26
21	53.34

屏幕尺寸：以对角线的长度衡量，以英寸为单位

1英寸=2.54厘米

最大可视面积：显示可见图形的最大面积

最大可视面积<屏幕尺寸



色温

定义：当某一光源所发出的光的光谱分布与不反光、不透光完全吸收光的黑体在某一温度时辐射出的光谱分布相同时，我们就把绝对黑体的温度称之为这一光源的色温。

色温是表示光源光谱质量最通用的指标。一般用**Ra**表示。色温是按**绝对黑体**来定义的，**光源**的辐射在可见区和绝对黑体的辐射完全相同时，此时黑体的**温度**就称此光源的色温。低色温光源的特征是能量分布中，红辐射相对要多些，通常称为“**暖光**”；色温提高后，能量分布集中，蓝辐射的比例增加，通常称为“**冷光**”。

一些常用光源的色温为：标准烛光为**1930K**（开尔文温度单位）；**钨丝灯**为**2760-2900K**；**荧光灯**为**3000K**；**闪光灯**为**3800K**；中午**阳光**为**5400K**；电子闪光灯为**6000K**；**蓝天**为**12000-18000K**。



<3300K	温暖（带红的白色）	稳重、温暖
3000—5000K	中间（白色）	爽快
>5000K	清凉型（带蓝的白色）	冷



2.3.2 CRT显示器的技术性能指标

6. 色温

色温是表示光源光谱质量最通用的指标。色温是按绝对黑体来定义的，光源的辐射在可见区和绝对黑体的辐射完全相同时，此时黑体的温度就称此光源的色温。

色温是人眼对发光体或白色反光体的感觉，这是物理学、身理学与心理学的综合复杂因素的一种感觉，也是因人而异的。色温在电视(发光体)或摄影(反光体)上是可以用人为了的方式来改变的，现在的显示器上一般都会提供色温调节功能，这是由于不同区域的人眼睛对颜色的识别略有差别，黑眼睛的人看9300K（开尔文温度单位）是白色的，但是蓝眼睛的人看了就是偏蓝，蓝眼睛的人看6500K是白色，所以在不同地区显示器都要将颜色调节到适合这一地区的人的使用，调节色温就是为了完善这些功能。



电视或者显示屏的色温是如何界定的呢？因为在中国的景色一年四季平均色温约在**8000K**~**9500K**之间，所以电视台在节目的制作都以观众的色温为**9300K**去摄影的。

欧美因为平时的色温和我们有所差异，以一年四季的平均色温约**6000K**为制作的参考的，所以我们再看那些外来的片子时，就会发现**5600K**~**6500K**最适合观看。当然这种差异使我们也会因此觉得猛的看到欧美的电脑或者电视的屏幕时感觉色温偏红，偏暖，有些不大适应。



2.3.2 CRT显示器的技术性能指标

7. 亮度

指显示器荧光屏上荧光粉发光的总能量与其接受的电子束能量之比。所以某一点的光输出正比于电子束电流、高压及停留时间三者的乘积。亮度是控制荧光屏发亮的等级。

8. 对比度

指荧光屏画面上最大亮度与最小亮度之比。一般显示器最起码应有30:1的对比度。

9. 灰度

在图形显示方式中，灰度是指一系列从纯白到纯黑的阴影。

10. 余辉时间

荧光屏上的荧光粉在电子束停止轰击后，其光辉并不会立即消失，而是要经历一个逐步消失的过程，在这个过程中观察到的光辉称之为余辉。



* 2.3.3 CRT显示技术的历史、现状及发展

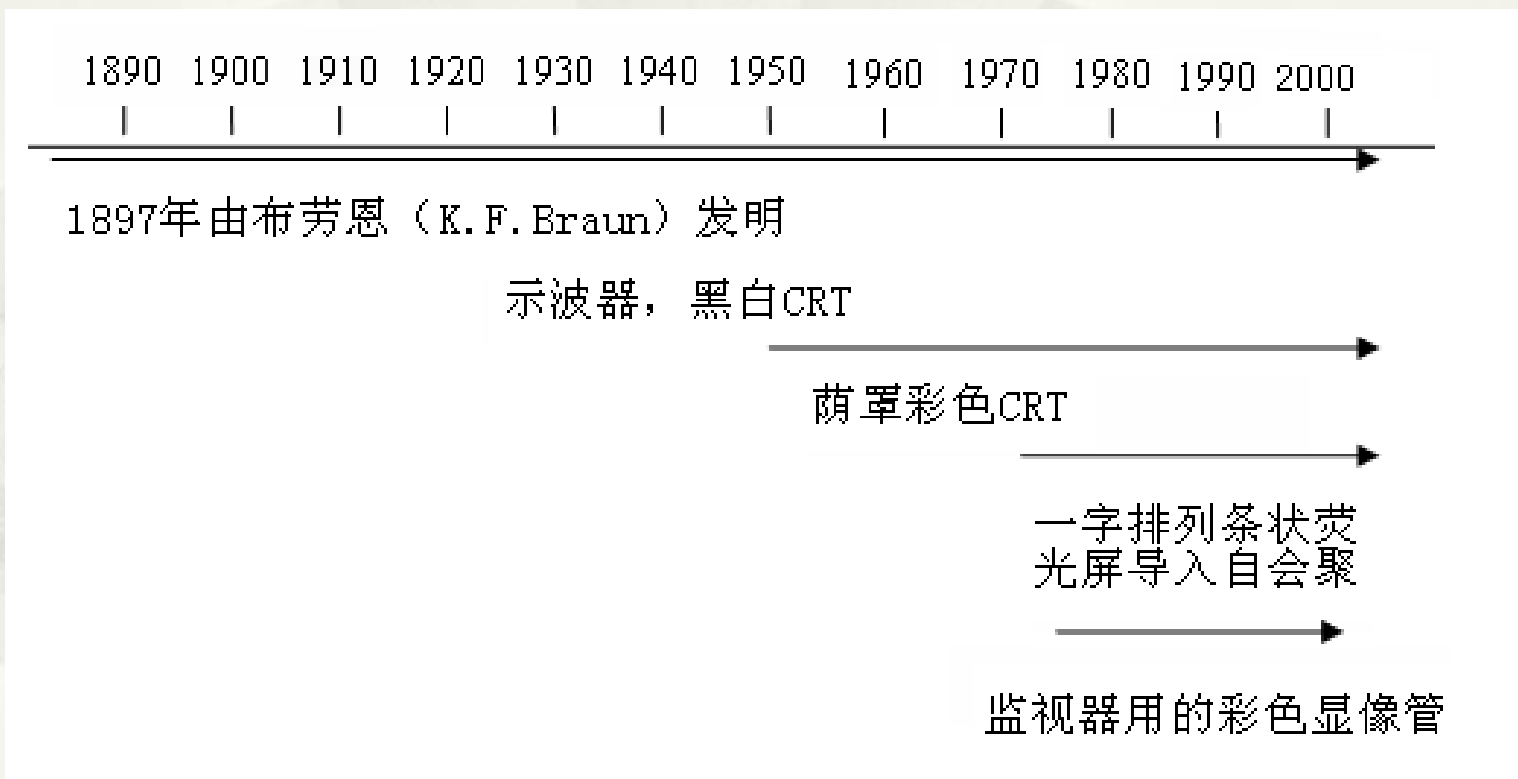


图2.8 CRT的历史



习题二

1. 简述CRT显示的特点。
2. 说明阴极射线管构成和驱动控制电路。
3. 说明黑白CRT显示系统工作原理。
4. 说明彩色CRT显示系统工作原理。
5. 简述CRT显示的技术性能指标。



陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

谢谢!