

第 1 章 彩色电视基础理论

彩色电视系统是利用光→电和电→光转换原理实现景物传送的。因此彩色电视技术与光、人眼的视觉特性以及色度学有着密切的关系，本章主要介绍这方面的有关知识。

1.1 光的基本知识

1.1.1 可见光与彩色三要素

所谓可见光就是人眼能看见的光。它属于一定波长范围内的一种电磁辐射，其光谱在电磁辐射波谱中的位置如图 1-1 所示。

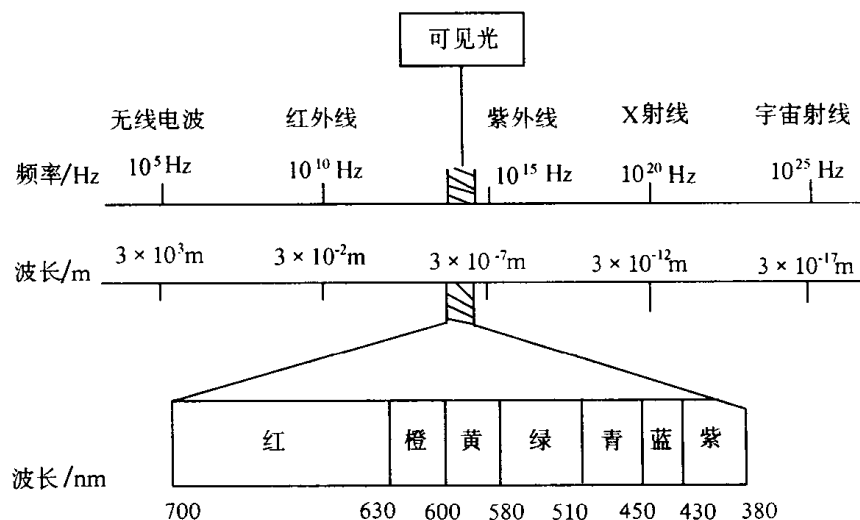


图 1-1 电磁波辐射波谱

图 1-1 中的无线电波、红外线、紫外线、X射线、宇宙射线等是人眼看不见的。人眼能看到的可见光谱只集中在 5×10^{14} Hz 附近很窄的一段频率范围内，其波长范围为 380 ~ 780nm 频率范围在 $(3.85 \sim 7.89) \times 10^8$ MHz。此范围内的每一个波长的光作用于人眼后引起的颜色感觉不同 按波长从长到短的顺序依次为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。

在色度学中，任一彩色光可用亮度、色调和色饱和度这三个基本参量来表示，称为彩色三要素。亮度是反映光作用于人眼时引起的明亮程度。对同一光源来说，它随彩色光辐射功率的增加而增大。色调是反映彩色的类别，例如红色、蓝色等不同的颜色。色调与光的波长有关，改变光的波谱成分，就会使光的色调发生变化。色饱和度表示彩色光颜色的深浅程度。它与掺入的白光多少有关，用百分数表示。若饱和度为 100% 表示该彩色光中没有混入白光。

色调、色饱和度合称为色度，它既表示了彩色光的颜色的区别，又反映了彩色光颜色

的深浅程度。

根据彩色三要素的含义，电视系统把任一景物变成彩色图像信号，并用亮度信号和色度信号传送。

1.1.2 彩色光的复合与分解

如果把一束太阳光投射到三棱镜上，由于不同波长折射率不同，太阳光便被分解为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的彩带。这说明太阳光是由多种不同波长成分的光复合而成的，给人眼的综合颜色是白光。因此，我们把含有单一波长的光叫做单色光，含有两种或两种以上波长成分的光称为复合光。复合光给人眼的刺激呈现某种混合色，它可以通过技术手段，分解成若干个单色光。

·某种颜色的光，可以是单色光，也可以由几种单色光混合而成。彩色光的混合遵循相加混色规律。

1.1.3 三基色原理及其应用

按照相加混色规律自然界中大部分彩色都可由三种独立的基色按不同的比例混合得到。所谓独立就是其中任何一种基色不可能由另外两种基色混合而得。这就是三基色原理。

彩色电视根据人眼的视觉对红光、绿光和蓝光最敏感，选择红色、绿色和蓝色光作为三基色光。当红、绿、蓝三束光比例合适时，得到如下相加混色规律：

红光 + 绿光 = 黄光 绿光 + 蓝光 = 青光 蓝光 + 红光 = 紫光

红光 + 绿光 + 蓝光 = 白光

因为“红光 + 青光 = 白光”所以称红和青互为补色光，同样绿和紫、蓝和黄也是。相加混色规律可用图 1-2 表示。相加混色所得彩色光的亮度等于三种基色的亮度之和。

在电视技术中，常用的相加混色的方法有两种：

(1)时间混色法。时间混色法是将三种基色光按一定的顺序快速地轮流投射到同一反射面上，利用视觉惰性合成不同色彩。

(2)空间混色法。空间混色法是将三种基色光分别投射到同一表面上的相邻三点上，由于眼睛的分辨力有限，只要点距足够近，就能产生某种色彩感觉。目前使用的彩色显像管就是利用这样的空间混色效果。

需要强调的是：彩色印刷、彩色胶片和绘画中的混色采用相减混色法，与彩色电视机中的相加混色有别。

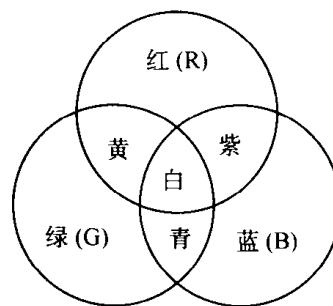


图 1-2 三基色相加混色规律

1.2 电视系统的组成

1.2.1 黑白电视系统的组成

电视系统主要由发送和接收两大部分组成。

黑白电视系统如图 1-3 所示：

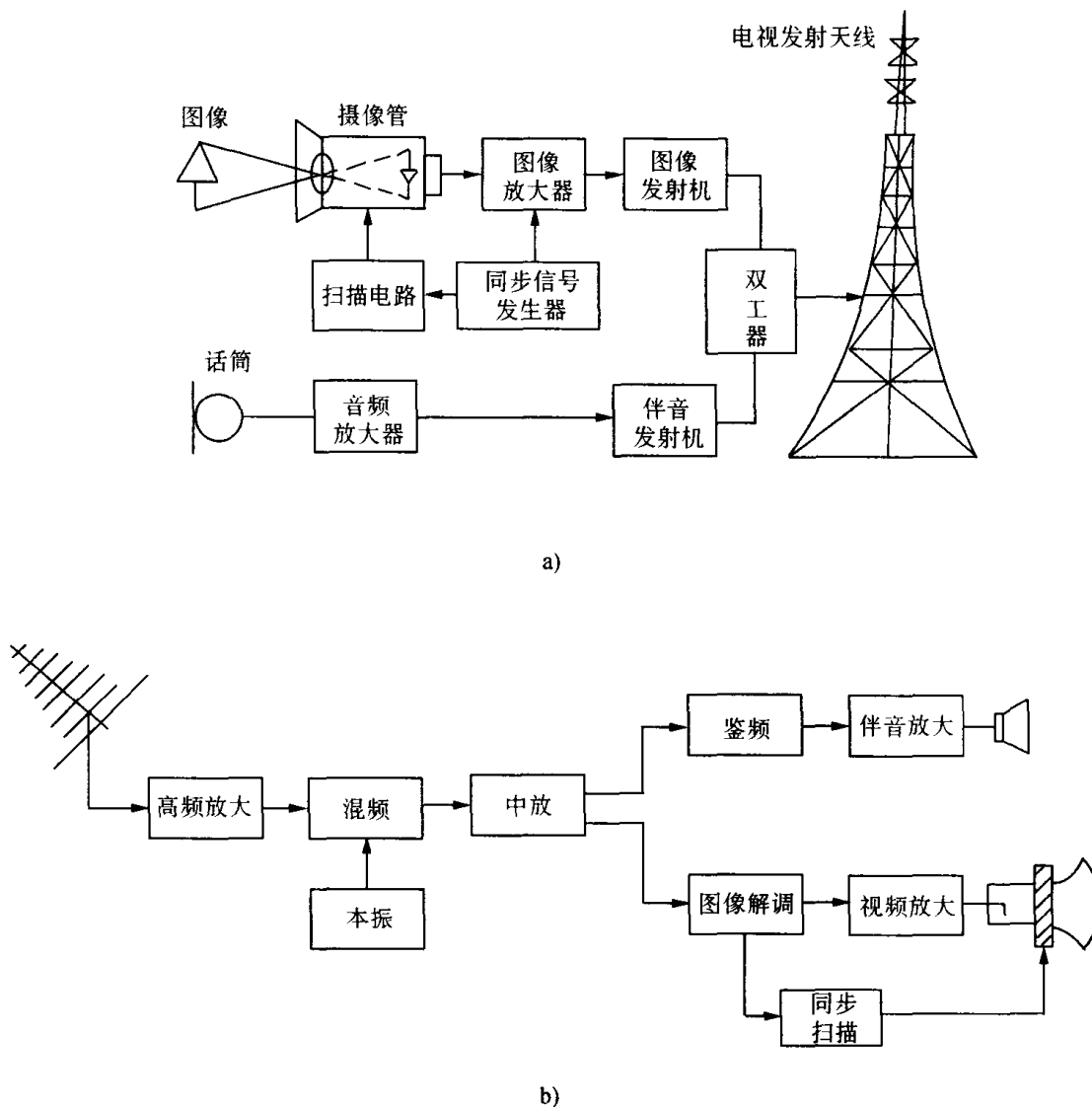


图 1-3 简单的黑白电视系统
a) 发送部分 b) 接收部分

发送部分：电视台首先用摄像机把景物拍摄下来，并转变成与景物亮度成比例的电信号——该信号称为视频信号或图像信号，经过放大及加工处理，在图像发射机中以调幅的方式，把视频信号对超高频载波进行调制，形成超高频调幅波送到发射天线。同时，电视台把伴随图像的声音转变为电信号——伴音信号或音频信号，放大后送入伴音发射机，以调频的方式对另一个频率更高的超高频载波进行调制，形成超高频调频波也送到发射天线上。伴音高频调频信号与图像高频调幅信号汇合后通过天线向空中发射电磁波。

接收部分：电视接收机用天线接收高频电磁波信号，然后进行解调等还原处理，最后由显像管完成电光转换，在其屏幕上重现原景物，并由扬声器将伴音信号还原成声音。

1.2.2 彩色电视系统的组成

彩色电视系统与黑白电视系统一样，也分成发送和接收两大部分。

在发送端，依据彩色光的分解与复合原理，彩色电视系统将拍摄的任一彩色光通过摄像机分解成红、绿、蓝三个基色光，再通过光电转换输出三个基色电信号，它们在编码器中编码并对其进行调制，然后合并为彩色全电视信号，送入发射机进行高频调制后由天线发射出去。

接收端由天线收到高频彩色电视信号后，经接收机放大、解调为视频彩色全电视信号，并对信号进行解调、解码还原为三基色信号，最后通过彩色显像管把三基色进行空间混色，其屏幕上显示的就是混色得到的某种彩色，它应与原景物相同。

电视伴音的传送过程与黑白电视系统相同，不再重复。

彩色电视系统传送景物的过程如图 1-4 所示：

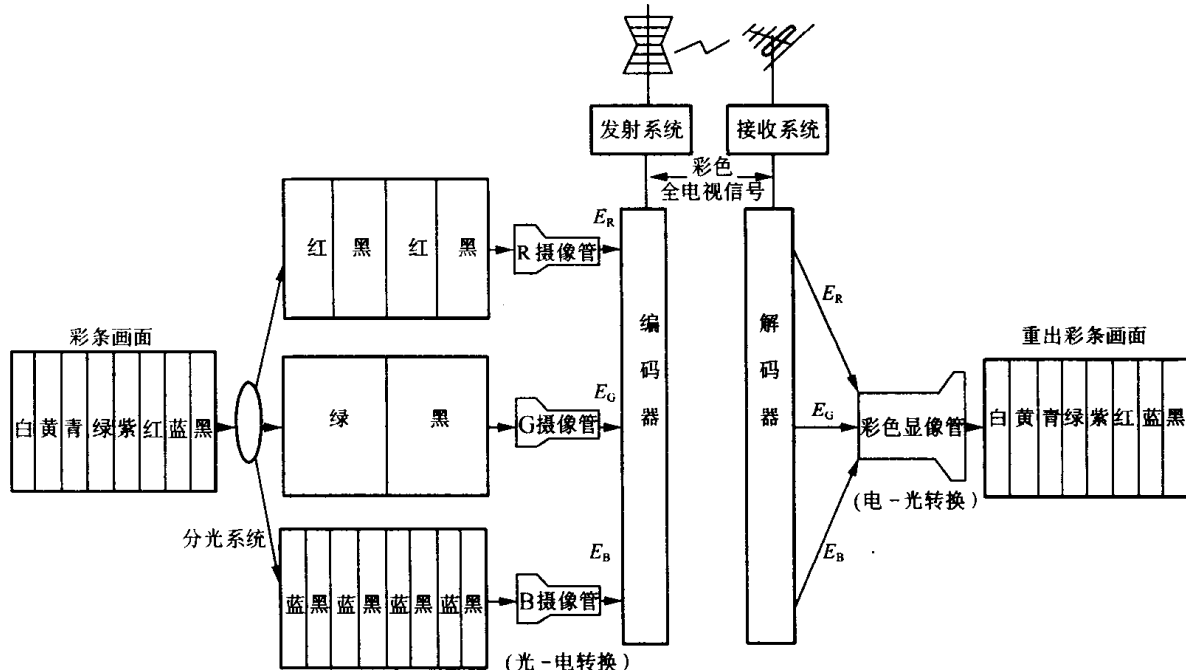


图 1-4 彩色电视系统

1.3 摄像与显像

1.3.1 摄像

电视摄像就是将景物的像转换成电信号的过程。

目前彩色电视摄像机根据其摄像器件的不同主要有如下两类：

1. 氧化铅光导摄像管（简称 PbO 管）摄像机

具有内光电效应的氧化铅（PbO）摄像管内部由电子枪和光电靶两大部分组成，外部

有偏转线圈、聚焦线圈和校正线圈 如图 1-5 所示。

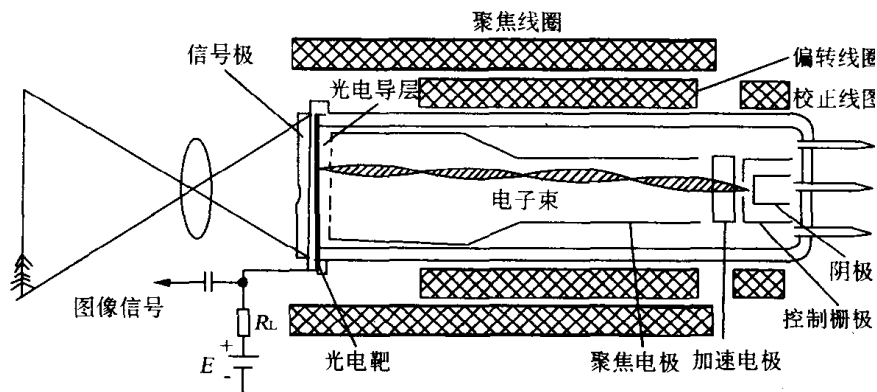


图 1-5 光电导摄像管构造

电子枪的作用是发射电子，它由装在一个真空玻璃管内的灯丝、阴极、控制栅极、加速极和聚焦极组成。

灯丝的作用是加热阴极。在灯丝及各电极上加适当的电压后阴极便会发出电子，通过加速、聚焦形成一束细流射向屏幕。

光电靶的作用是完成光电转换 其结构如图 1-6 所示 它由很薄的 P、I、N 三层材料组成。

P 层是含有 P 型杂质的半导体材料，受电子束扫描。

I 层是近于纯氧化铅本征半导体 (PbO)。

N 层是含有 N 型杂质的半导体材料，在外面受光照射并与透明导电膜 (SnO₂) 接触。N 层和 P 层都比 I 层薄很多。因此光电靶相当于一个 P-I-N 光敏二极管 等效电路如图 1-7 所示。

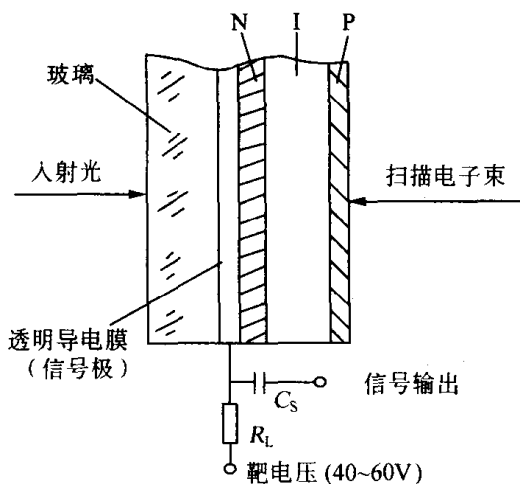


图 1-6 PbO 管光电靶结构图

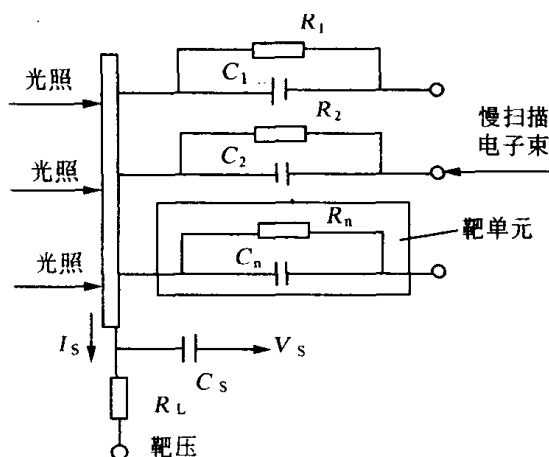


图 1-7 光电靶等效电路

无光照射时，I 层的阻值很高；有光照射时，I 层的阻值下降，其阻值变化率与光通量成正比。设靶面被电子束分解成上千上万个细小的像素，每一像素可用 RC 并联电路来

等效。

当某像素亮度大时电阻 R 小, RC 并联电路的放电电流就大, 端电压就降得低。扫描电子束再次扫过该像素时, 充电电流就大。此电流经过负载 R_L 使 R_L 上端的输出电位降低。反之, 某像素的亮度小, 电阻大, 充电电流小, R_L 上端输出电位就高。 R_L 上的电压信号就是图像信号。

2. CCD 摄像机

广播电视采用的三片式 CCD 摄像机 (也称 3CCD 摄像机) 的方框图如图 1-8 所示。

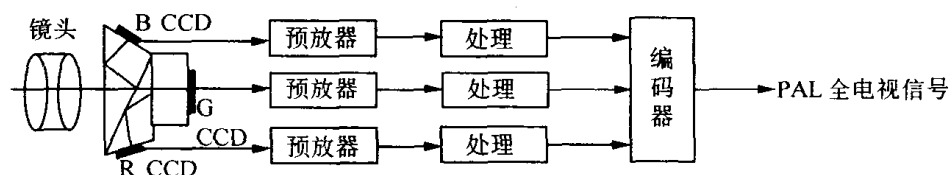


图 1-8 3CCD 彩色摄像机方框图

三片式 CCD 彩色摄像机的原理和组成除以 CCD 摄像器件代替摄像管及其偏转组件外, 其余部分与三摄像管摄像机基本相同。

CCD 为“Charge Coupled Device”——电荷耦合器件, 是常见的固体摄像元件之一, 它具有同一元件兼有光电转换与扫描的双重特性。CCD 的内部结构是一个 MOS 电容器, 当光照射在 CCD 表面时, 在表面附近的半导体内产生与光强成正比的电子-空穴对, 多数载流子被排斥走, 少数载流子被收集到附近的势阱中, 将光强信号变成信号电荷, 并暂存在对应像素的微小静电容上。光照越强, 势阱中收集的少数载流子越多。势阱的深浅是由 MOS 电容的金属电极上施加的时钟脉冲电压控制的, 通过时钟脉冲的有规则变化, 使电极下的势阱深度发生相应的变化, 从而使注入势阱的少数载流子在半导体表面内作定向运动。当少数载流子从 CCD 器件的一端运动到另一端时, 通过输出部分对少数载流子进行收集, 然后经过放大而将信号输出。由此可见, CCD 不仅具有光电转换功能, 还具有电荷存储和电荷转移功能, 并利用电子的转换、移位来完成扫描过程。图 1-9 是三相 CCD 器件的电荷转移示意图。

CCD 摄像器件与氧化铅光导摄像管相比具有许多优点。它有自扫描功能, 既不用偏转组件及其电路, 又不产生几何失真。由于它是低电压操作器件, 不需要高压。并且还具有灵敏度高、动态分解力高、无滞后、抗灼伤、低功耗等电特性。此外, 因为是固体摄像器件, 因此具有体积小、重量轻、抗冲击、长寿命等使用性能, 被广泛应用在图像摄像领域。

1.3.2 显像

电视显像就是将电信号转换成光图像的过程。电 → 光转换由显像管完成。

1. 黑白显像管

黑白显像管主要由电子枪、荧光屏、管壳三部分组成。黑白显像管的结构如图 1-10 所示。

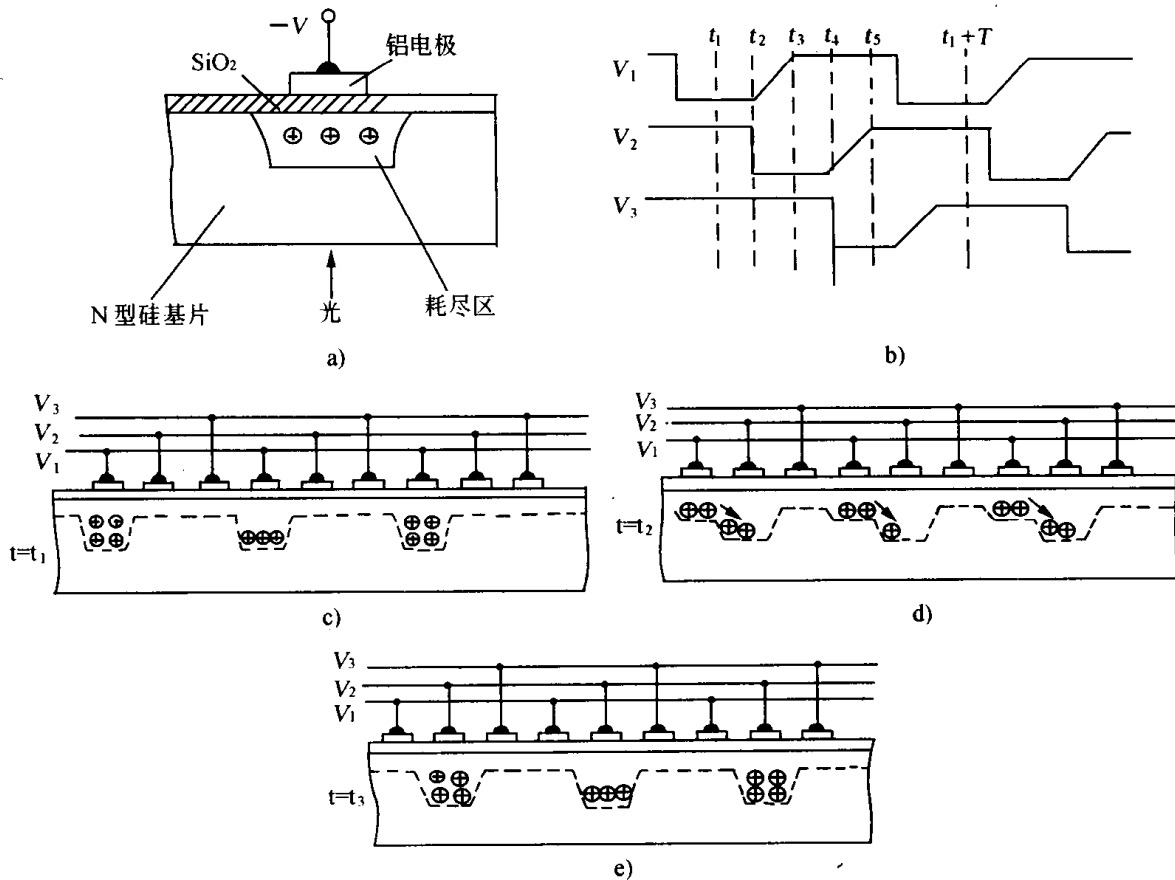


图 1-9 三相 CCD 器件的电荷转移示意图

a) CCD 一个电极单元的基本结构 b) N 型三相驱动时钟脉冲 c)、d)、e) 电荷信息存储与转移过程

电子枪由灯丝、阴极、加速极 (又称第一阳极)、聚焦极 (又称第三阳极)、高压极 (由第二、四阳极连在一起构成) 组成。

灯丝用来加热阴极；阴极用特殊材料制成，可以发射电子。其条件是栅极与阴极间需形成一定的负压，负压大小变化便可控制电子的数量。把图像信号加在栅-阴极间，改变其间电压，便可改变电子束数量，使屏幕上显示黑白图像。

加速极 用以使电子加速。

聚焦极：使电子束聚成很细的一束。

高压极 使电子束进一步加速、聚焦。

各极所加电压如表 1-1 所示。当电子枪各极加上正常的电压后，便发射出一束很细的电子束流，在屏幕中间产生一个亮点。

荧光屏的内侧涂有荧光粉，荧光粉受电子束轰击后便发光并放出电子。黑白显像管

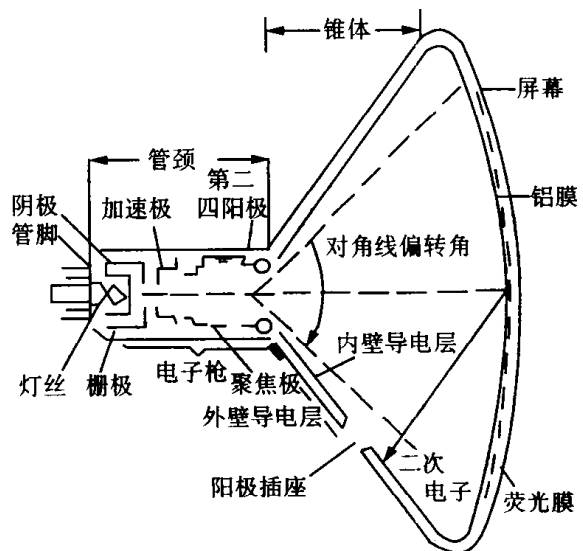


图 1-10 黑白显像管结构示意图

荧光粉的颜色只有一种，发白光。白光的亮暗除了与荧光粉本身的发光效率有关以外，还与电子速度以及电子的数量有关。电子束数量越多，电流越大，发光越亮；加速电压越高，电子速度越大，发光越亮。荧光粉在高速电子轰击下放出的电子称二次发射电子，它被显像管内壁石墨层所吸收，通过高压阳极回路形成电流，即束电流。

在荧光粉后有一层很薄的铝膜。它主要用于加速电子、提高屏幕亮度以及保护荧光屏不受离子的轰击而损伤。

管壳分为管颈、锥体和屏面三部分。

管颈是一个细长的玻璃管。电子枪就装在里面。管颈末端是管脚，它们分别与内部电子枪的各电极相通（除高压阳极外）。管脚的排列如图 1-11 所示。图中 F 为灯丝，K 为阴极，G 为栅极， A_1 为加速极（第一阳极）， A_2 为第二阳极， A_3 为第三阳极即聚焦极， A_4 是高压阳极。但在 235X5B 型显像管中 A_2 是聚焦极， A_3 是高压阳极。管脚的识别方法为，面对管脚，从空位开始，管脚号码按顺时针方向排列。

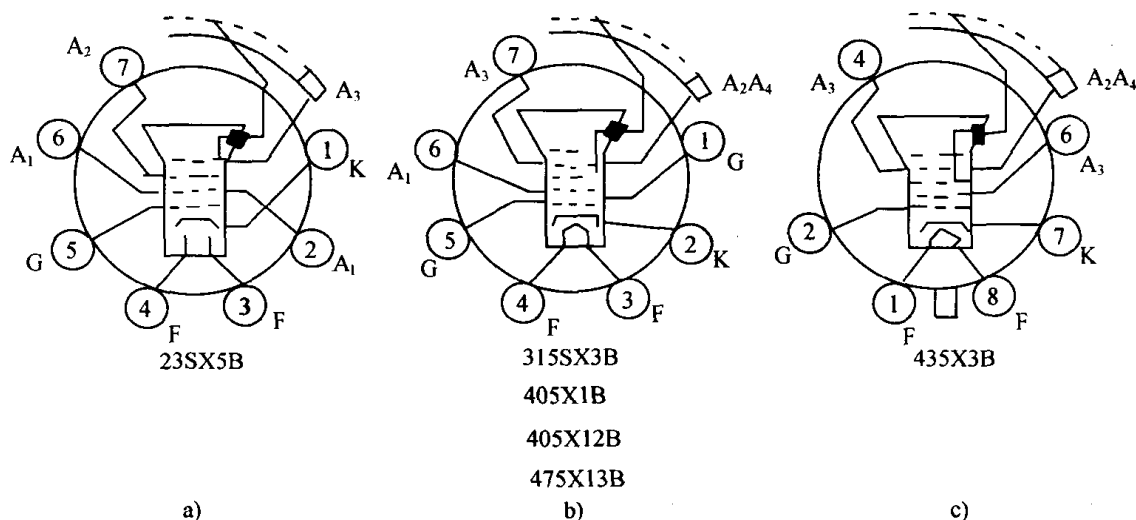


图 1-11 黑白显像管管脚排列图

在显像管管颈上，套有行、场偏转线圈，分别通有行、场扫描电路送来的锯齿波电流，同时产生在垂直方向和水平方向随时间作大小变化的均匀磁场，驱动电子束按从左至右、从上到下的规律进行扫描运动，荧光屏上便出现满屏扫描光栅。在偏转线圈后部装有两个径向充磁的环状磁性塑料片——中心位置调节器，用以调节光栅的中心位置使其与屏幕中心重合。图 1-12 是偏转线圈结构图 图 1-13 是光栅中心位置调整图。

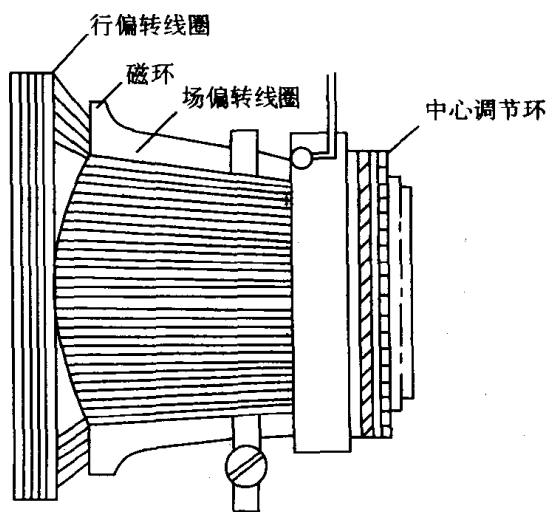


图 1-12 偏转线圈结构图

锥体介于屏幕与管颈之间，内外壁上

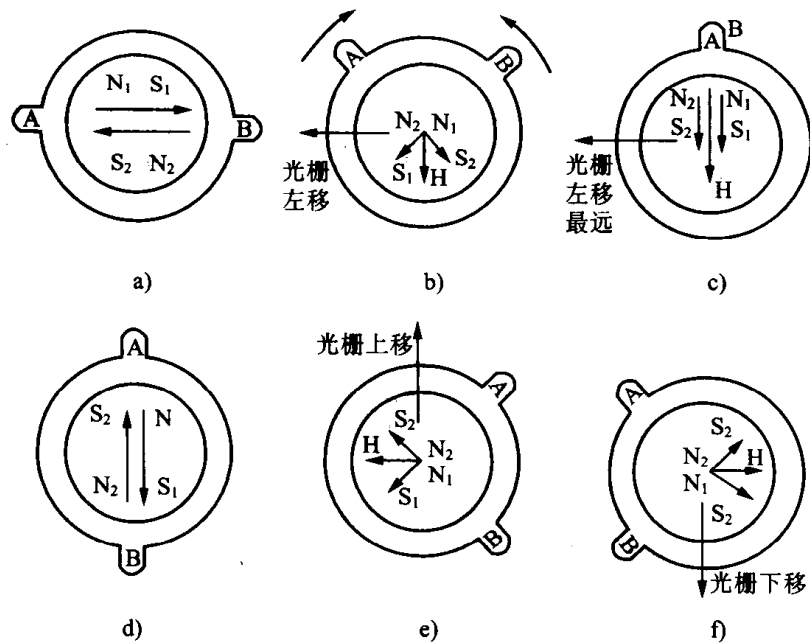


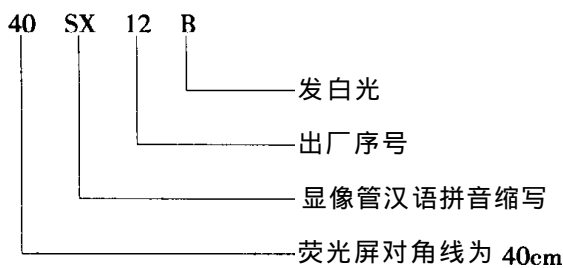
图 1-13 光栅中心位置调整

- a)合成磁场为零 b)合成磁场向下 c)合成磁场最大
d)合成磁场为零 e)合成磁场向左 f)合成磁场向右

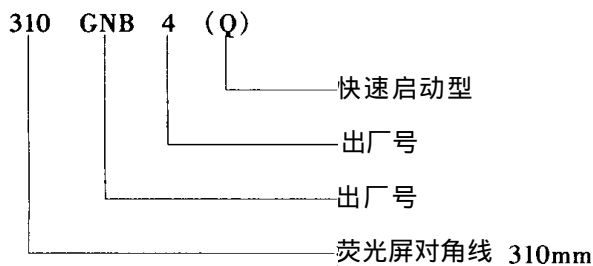
涂有石墨层 内壁石墨层与高压阳极相接 外壁石墨层则通过弹簧片与电视机“公共地”相接。内外石墨层与玻璃介质之间形成一个很大的电容，容量一般在 $500 \sim 1000\text{pF}$ 之间，用来作为阳极高压滤波电容。锥体上有一个高压阳极插座 俗称“高压嘴”它内与高压阳极相通 外有高压帽吸在其上面。

黑白显像管的参数及电压如表 1-1 所示。显像管型号各字母、数字的意义如下。

国产型号例：



进口管型号例：



2. 彩色显像管

目前均使用自会聚彩色显像管。自会聚显像管从外形结构来看与黑白显像管结构相同。如图 1-14 所示。但由于要显示彩色图像，所以彩色显像管必须有三条电子束和三个独立的阴极。

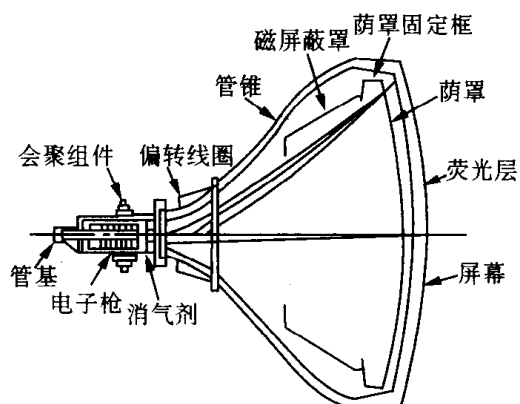


图 1-14 彩色显像管结构示意图

表 1-1 国产黑白显像管的参数及电压

型 号		31SX3B	40SX1B	40SX12B	43SXB	47SX13B
偏转角		90°	90°	114°	70°	110°
荧光屏尺寸/mm		267 × 205	347 × 278	348 × 279		416 × 339
荧光屏对角线尺寸/mm		305 (12in)	399 (16in)	400 (16in)	425 (17in)	473 (19in)
管身最大长度/mm		280	330	260	522	312
重量/kg		3.5		6.5	8	9.5
最大管径/mm		20	20	28.6	38	28.5
灯丝电压/V		12	12	6.3	6.3	6.3
灯丝电流/A		0.090	0.090	0.6	0.6	0.6
典型 工作 条件	第一阳极(加速极)电压/V	120	120	400	300	400
	第二阳极电压/kV	12	14	14	14	16
	第三阳极电压/V	0 ~ 400	0 ~ 400	0 ~ 500	- 100 ~ 425	0 ~ 500
	第四阳极电压/kV	12	14	14	14	16
	截止电压/V	- 35 ~ - 60	- 50 ~ - 75	- 30 ~ - 80	- 30 ~ - 90	- 30 ~ - 80
	最大调制量/V	23	23	30	25	32
中心区分辨能力/行		550	550	600	600	600
边缘分辨能力/行		450	450	500	500	500

自会聚显像管的主要特点：

(1) 精密一字形一体化结构电子枪

自会聚管采用精密一字形排列、一体化结构的电子枪。所谓一字形，是指电子枪 R

G、B 三个阴极在水平方向按一字形排列，彼此间距很小。一体化是指电子枪除三个阴极是彼此独立外，其他各极都采用公共的结构，但在每个电极中相应地开三个水平方向的小孔，以便让三注电子束通过，如图 1-15 所示。

这种电子枪产生的三条电子束之间的距离精密，不受装配工艺的影响，因而三条电子束的定位很准确。

(2) 槽形荫罩板和条状荧光屏

为确保三条电子束在扫描时能击中各自对

应的荧光粉点(条)，彩色显像管在荧光屏后面约 1cm 处设有荫罩板。自会聚显像管的荫罩板采用开长方形小槽、品字形错开排列的结构，可以增强机械强度和抗热变性能，如图 1-16a 所示。与之对应，荧光屏上的三基色荧光粉也相应排列成小粉条状。荫罩板的开槽数与荧光粉条组数应一致，如图 1-16b。

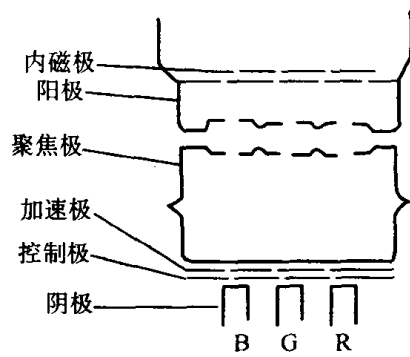


图 1-15 自会聚显像管电子枪的结构

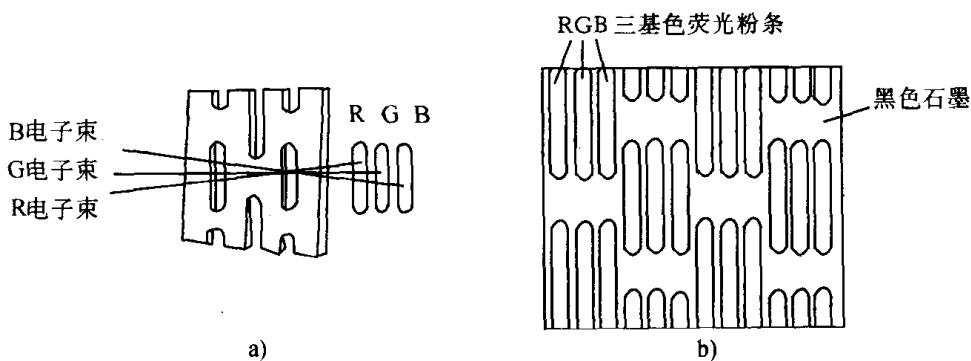


图 1-16 荫罩板与荧光屏的结构

a) 荫罩板的结构 b) 条状荧光屏

由于荧光粉条涂屏时，是以荫罩板为基准的，所以荫罩板又称选色板。自会聚管还采用了黑底技术，在屏幕上荧光粉条以外部分涂上黑色石墨，用来吸收管内的杂散光，使图像对比度提高。并可利用较大的荫罩孔，使图像亮度提高。

(3) 动会聚自校型偏转线圈

使三条电子束同时穿过同一个荫罩孔打在同一组荧光粉点(条)时称之为“会聚”，否则称为“失会聚”。若三条电子束在偏转磁场的作用下，能在荫罩板各槽孔处聚焦，称为“动会聚”。为克服动会聚误差，自会聚管采用特殊精密设计偏转线圈，能产生出使三条电子束动会聚所需的非均匀偏转磁场，保证三电子束在荧光屏动会聚区上自动会聚。故这种偏转线圈称为动会聚自校正型偏转线圈。它在出厂时固定在显像管管颈上与显像管组成一个整体，配套供应。

(4) 快速启动式阴极

自会聚管阳极采用了较小尺寸，灯丝距阴极很近，所以提高了加热速度。采用改进的阴极材料，使启动加快，一般开机 5s 内即能出现图像。由于采用快速启动阴极，自会聚管

灯丝电流减少 无需预热电路。

(5) 色纯与静会聚调整

所谓色纯是指彩色显像管显示单色光栅的纯净程度。即当一条电子束工作时，在荧光屏上能获得满屏的单纯基色光栅，就是色纯度良好。若有其他基色，就是色纯不良。

要获得良好的色纯度，必须使红、绿、蓝电子束通过荫罩板后分别打在各自相应的荧光粉点（条）上。显像管制造工艺的误差和外界磁场的影响是造成色纯不良的主要原因。为了校正这种误差，在自会聚管管颈上套有一对双突耳双极性磁环，改变两片磁环的相对位置 可得到强度和方向不同的合成磁场 使三条电子束同等位移 如图 1-17 所示。

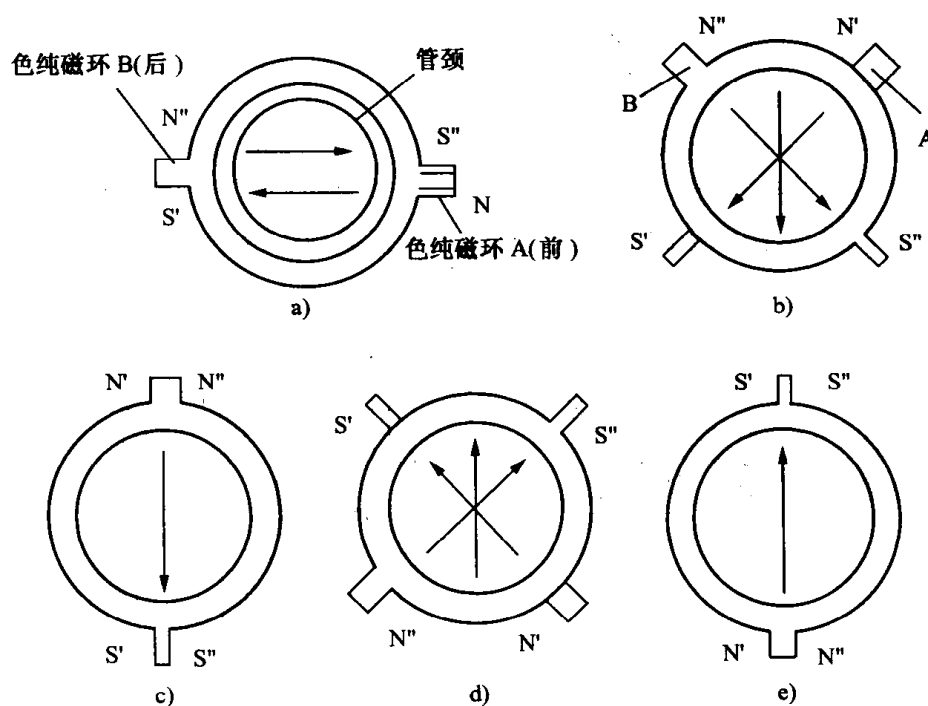


图 1-17 色纯调整原理（后视图）

静会聚是指三条电子束在无扫描运动时的会聚。由于电子枪在管内安装有偏差，会使三条电子束在荧光屏中心区域的会聚发生偏差，称为静会聚误差。静会聚调整可利用两对装在管颈上的环形永久磁铁进行：一对四极磁环，一对六极磁环。四极磁环形成使两边束作等量反向移动的磁场；六极磁环形成使两边束作等量同向移动的磁场；中心束无磁场影响 如图 1-18 所示。调整四极磁环，可使两边束在荫罩板槽孔会聚在一起，再调整六极磁环可将会聚好的两边束与中束在荫罩板槽孔处对称会聚一起，然后通过槽孔各自轰击到同一组的荧光粉点上。

自会聚管色纯度磁环和静会聚磁环在显像管中的位置如图 1-19 所示。

(6) 白平衡调整

白平衡就是使彩色电视机在不同亮度的情况下，显示的黑白图像只能呈现不同灰度等级的黑白色，而不呈现任何色彩。理论上，加在彩色显像管三个阴极上的三基色激励电压相同时，应重现黑白的图像。实际上，由于彩色显像管三电子束的三条调制特性曲线的三截止点不在横坐标的同一点上，三条曲线的斜率也不同，使三曲线的上端不重合，这就

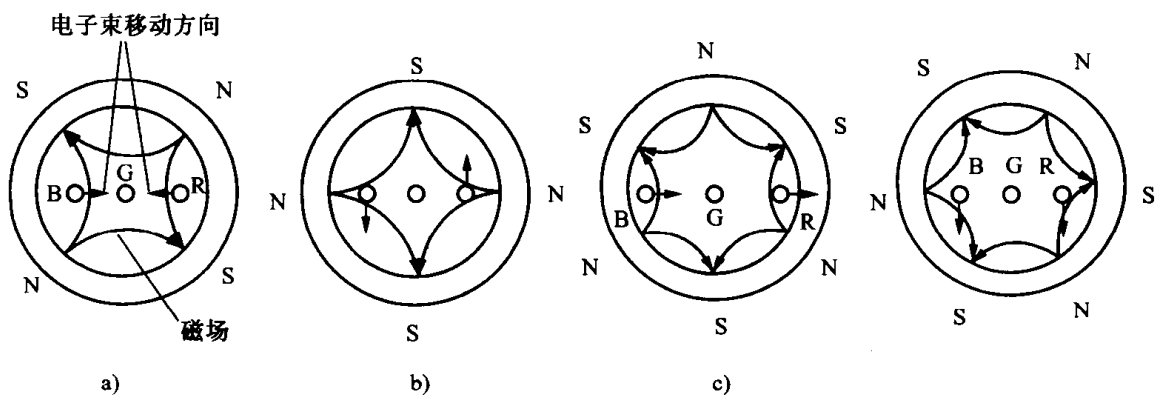


图 1-18 静会聚磁环的磁极和作用原理

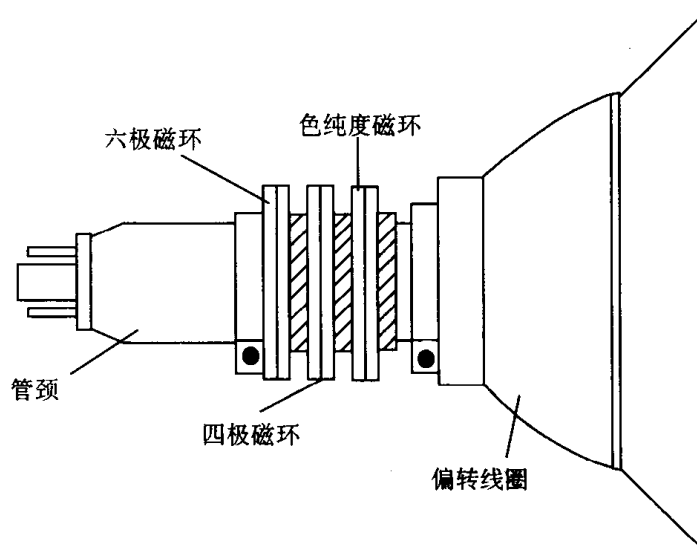


图 1-19 自会聚管色纯度和静会聚磁环的位置

导致图像白平衡不好，如图 1-20 所示。

白平衡的调整分为暗平衡和亮平衡调整两个步骤。在低亮度（即工作于调制特性的低端）条件下，调整白平衡，称为暗白平衡，简称暗平衡。自会聚管的暗平衡调整主要是调节各个阴极与栅极之间的栅偏压，使它们分别等于其截止电压。常用改变末级视放管发射极的直流电平，进而间接地改变显像管的三阴极直流电位，使三个基色信号的消隐电平分别移到三条调制特性曲线的三个截止点上，如图 1-21 所示。

在高亮度（调制特性曲线高端）条件下，调整白平衡，称为亮白平衡，简称亮平衡。其原理是利用调整三基色信号幅度的差异来补偿调制特性曲线差异和荧光粉发光效率差异。一般采用改变三路视放末级增益的办法，使三基色信号有不同的幅度，从而使三个阴极电流的大小相等 获得亮平衡 如图 1-22 所示。

(7) 自动消磁原理

地磁和周围的杂散磁场会使彩色显像管内金属件带有磁性 关机后会有剩磁 它相当于一个附加的磁场 使电子束扫描时发生偏转误差 导致色纯度和会聚不良。因此彩色电视机都设

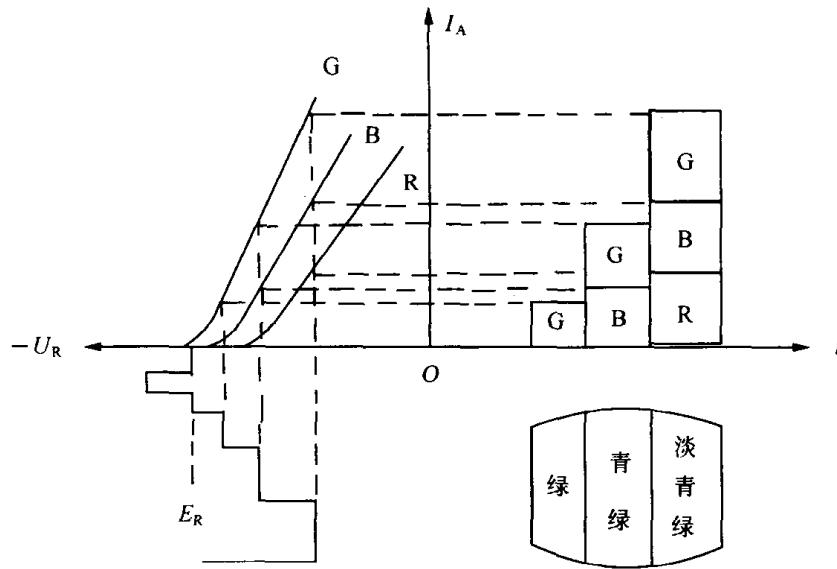


图 1-20 三个阴极的调制特性不一致对重显图像色彩的影响

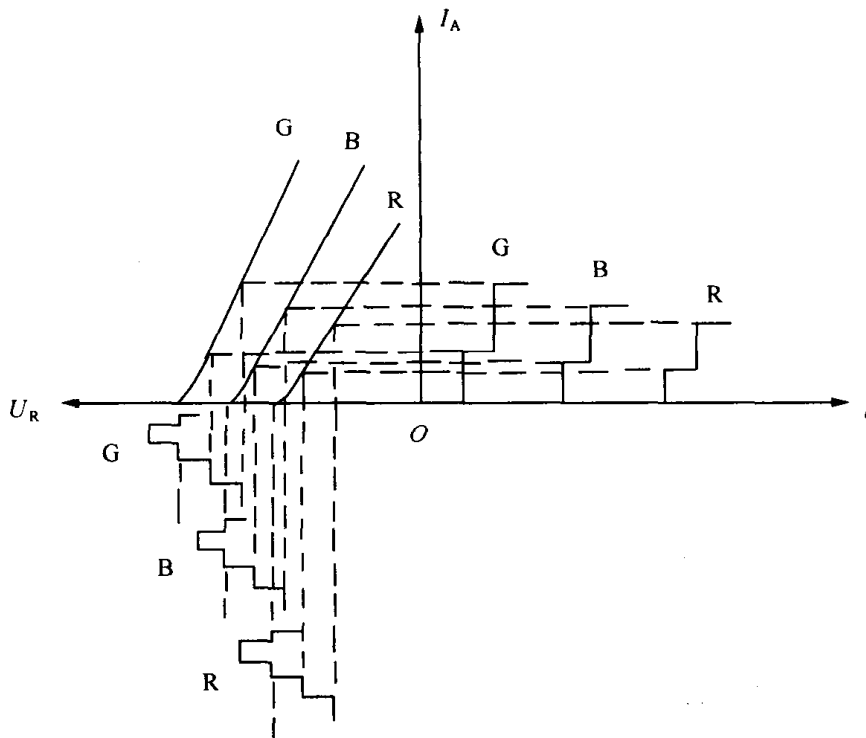


图 1-21 暗平衡调整原理

置自动消磁电路 在每次开机时进行自动消磁。图 1-23 是一个常用的自动消磁电路。其中 S 为开关，L 为消磁线圈， R_V 为压敏电阻， R_S 为线性电阻， R_t 为正温度系数热敏电阻。每一次开机后，一开始 R_t 阻值小，压敏电阻 R_V 上电压很高， R_V 的阻值很小，消磁线圈 L 中流过很大的电流。随着消磁电流通过 R_t ，使 R_t 受热后阻值增大，因而 R_V 和 L 两端电压减小，使 R_V 的阻值增大，结果使通过 L 的消磁电流迅速减小至一个很小的值为止。其中，线性电阻 R_S 的作用是通过分路电流以维持 R_t 的温度，最后使消磁电流稳定在一个最小值上。

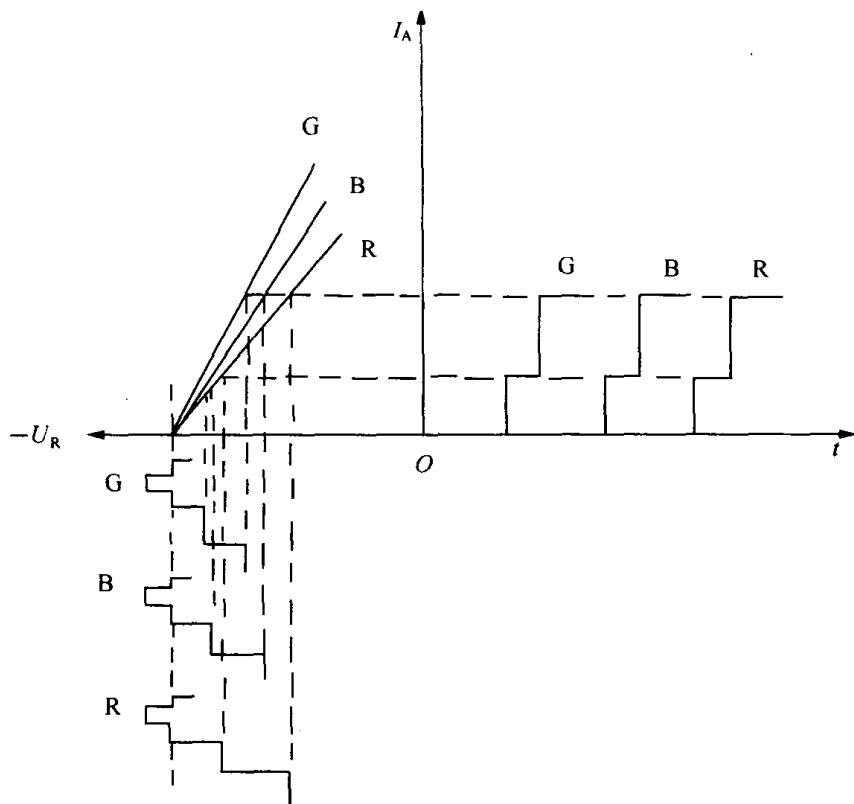


图 1-22 亮平衡调整原理

(8) 光栅枕形校正原理

显像管屏幕曲率半径远大于扫描偏转半径所造成的延伸失真，随着偏转角加大而呈现如图 1-24a 所示的枕形失真。黑白显像管的枕形失真可用加在偏转线圈上、下、左、右的小块永久磁铁来校正。彩色电视机不可以采用这种方法，因为它会破坏色纯和会聚。由于自会聚管的偏转磁场是特定的非均匀磁场，水平偏转磁场呈枕形分布，使光栅的垂直方向失真得到一定的补偿校正；而垂直偏转磁场呈桶形分布，使光栅水平方向的失真更加严重。因此，自会聚显像管采用水平枕形失真校正电路给予补偿。其原理是设法使行扫描电流按场抛物线形变化，如图 1-24b 所示。用这种电流通过行偏转线圈就能使每一场中间的扫描行的幅度加大，而开始和终端的扫描行幅度减小，正好补偿了光栅的水平枕形失真。

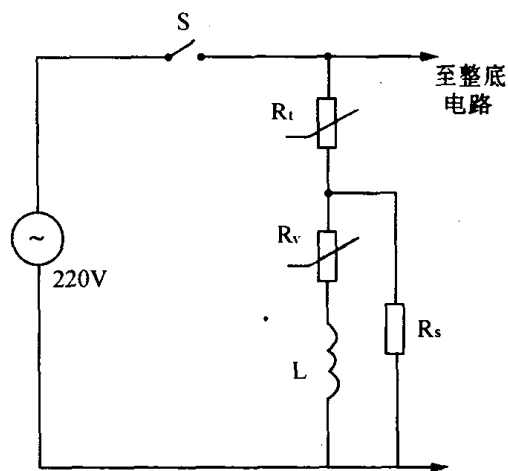


图 1-23 自动消磁电路

(9) 彩色显像管引脚排列种类

目前彩色显像管引脚排列种类有多种。它们之间的主要区别是排列顺序不同，空脚位置不同，灯丝引脚位置不同，调制极引脚数不同，管脚间距不同等。使用时请参见书后附录 A。

(10) 显像管衰老和失效的判断

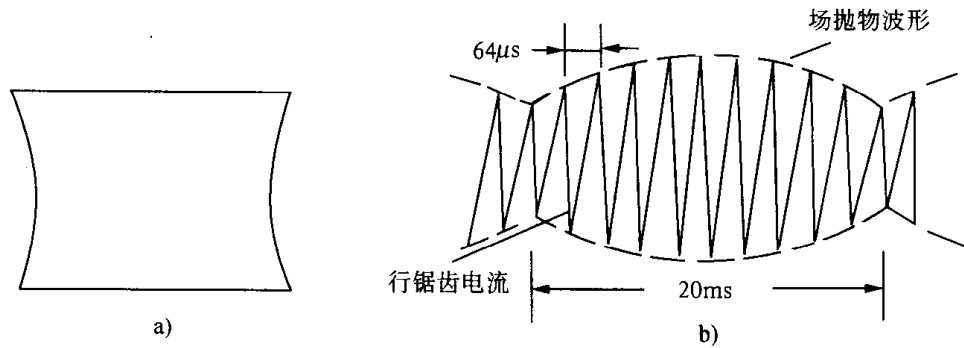


图 1-24 水平方向枕形失真及校正电流波形

显像管衰老和失效的故障现象：开机一段时间内亮度较暗，图像变淡；若开大亮度，则聚焦变坏，经过一段时间后有所好转。如果彩色显像管是其中一个阴极或两个阴极衰老时，则会造成偏色，失去白平衡。如红枪衰老则偏青；蓝枪衰老则偏黄；绿枪衰老则偏紫。但过一段时间后就逐渐变正常。

判断显像管衰老和失效的方法：测量其阴极、栅极之间的发射电阻。步骤：首先将显像管从管座上取下来，另用两根插接线把灯丝电路接通，同时把超高压极插座插头拔下；然后用万用表测量栅极和阴极之间的电阻。彩色显像管有的用半压（即 1/2 额定灯丝电压）灯丝预热，在这种预热状态下测量时，其发射电阻就要大得多。采用速热式灯丝的彩色显像管一般由行输出级供电，测量前必须先证实扫描电路正常工作。当然，也可另外用一个灯丝电源点亮灯丝进行测量。测量时万用表欧姆挡放在 $R \times 1k\Omega$ 档。黑表笔（内电池正极）接栅极，红表笔（内电池负极）接阴极。若电阻小于 $10k\Omega$ 则可认为是正常，大于 $100k\Omega$ 则严重衰老，介于两者之间为衰老并不严重，影响不大。在测量时，三个枪要分别测试，当然三个枪的电阻值要小而且一致为好。另外，在测量时要注意对其他带电管脚采取安全措施。

1.4 人眼的视觉特性与电视参数

电视质量的好坏最终要由人眼来检验，因此电视技术中的参数标准在制订时要考虑人眼的视觉特性。

1.4.1 视力范围与电视机屏幕

由于人眼的视觉最清楚的范围是水平方向夹角 20° 垂直方向夹角 15° 的矩形内，因此电视屏幕一般设计成矩形，宽高比或幅型比为 4:3。目前为配合高清晰度要求，大屏幕彩电的屏幕的宽高比一般为 16:9。

电视机尺寸大小常用对角线长度表示，单位为 cm 或 in(英寸)。

表 1-2 常用显像管屏幕对角线长度

公制/cm	31	43	51	56	63	74
英制/in	12	17	20	22	25	29

1.4.2 主观清晰度与图像扫描行数

电视图像的清晰度与电视系统传送图像细节的能力有关，这种能力称为电视系统的分解力。通常用扫描行数来表征电视系统的分解力。一般来说，扫描行数越多，分解成的图像像素越多，图像清晰度越高。但应该指出，人眼对图像清晰度的主观感觉与扫描行数成对数关系如图 1-25 所示。

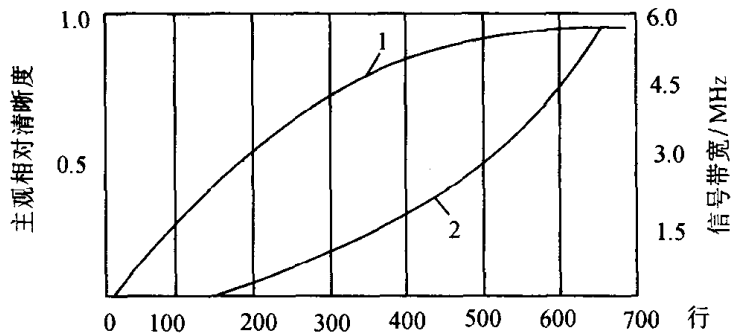


图 1-25 人眼的主观感觉、信号带宽与扫描行数关系
1—主观相对清晰度 2—信号带宽/MHz

由曲线可见，当扫描行数较少时，增加行数可以明显地提高图像清晰度。当扫描行数达到一定数值后再增加行数，清晰度提高较慢，而电视信号的带宽却急剧增加(平方关系)因此实际中总是从经济指标和技术指标综合考虑选择扫描行数，一般在 500~650 行之间为宜。我国选用 625 行。随着电视技术的发展，在高清晰度电视中，扫描行数已增加到 1000 行以上。

1.4.3 亮度感觉与电视图像的亮度、对比度和灰度

亮度是人眼对光明亮程度的感觉。其大小不仅与光所发能量大小有关，还与人眼的主观感觉有关。在可见光的波长范围内，具有相等的辐射能量的不同波长光作用人眼时，所引起的相对亮度感觉如图 1-26 所示。

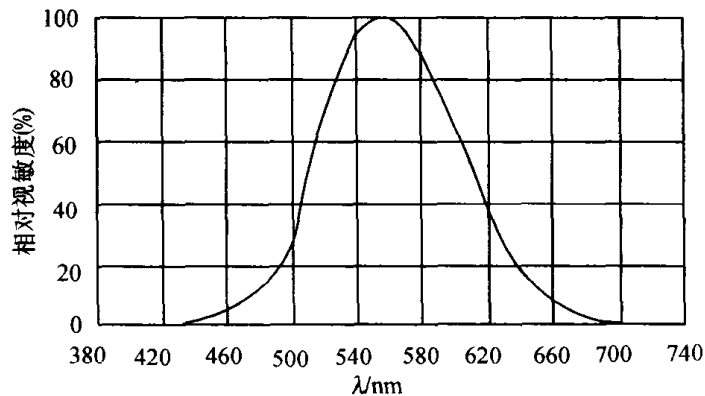


图 1-26 人眼的相对视敏曲线