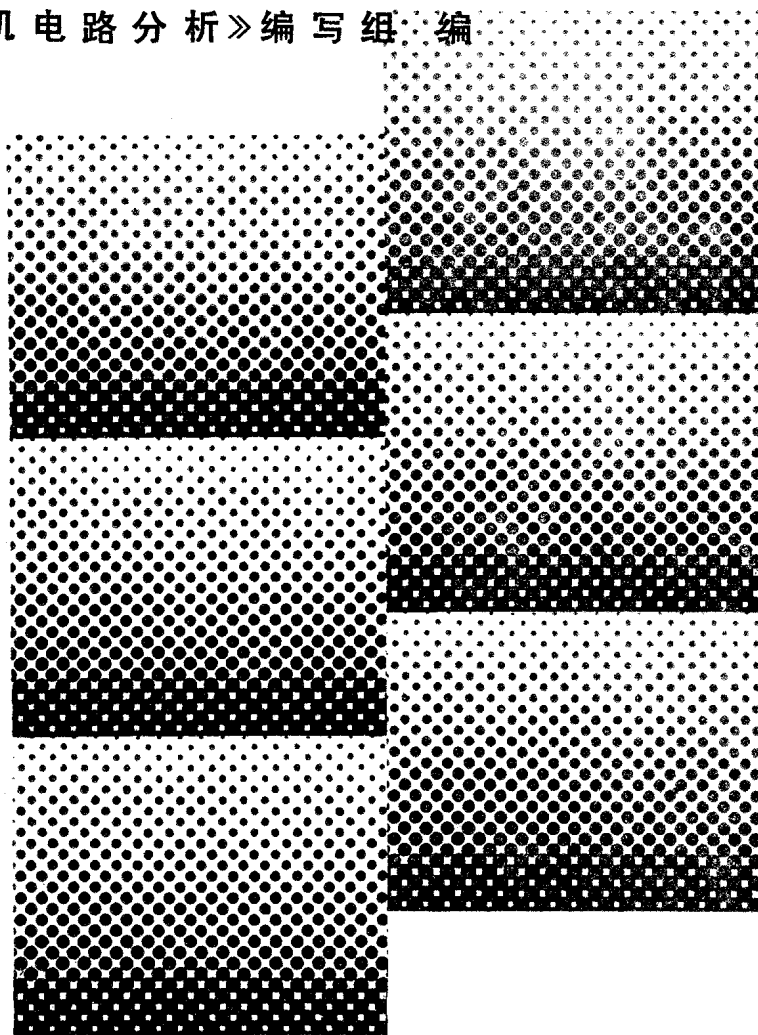


《彩色电视接收机电路分析》编写组 编



彩色电视接收机 电路分析

49.12

内 容 提 要

本书对微波站常用的两种彩色电视接收机(日本HITACHI CTP-205型和西德GRUNDIG 5010型)的电路进行了较详细的分析,并介绍了彩色电视标准和彩色电视机的测试方法和检查故障的方法。书末还附有整机电路图、高频头及有关集成块内部电路图等。

本书内容通俗易懂,可供微波站维护人员和电视机维修人员及有关技术人员参考。

彩色电视接收机电路分析

《彩色电视接收机电路分析》编写组 编

人民邮电出版社出版
北京东长安街27号
河北省邮电印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

开本: 787×1092 1/16 1983年10月 第 一 版
印张: 12 页数: 96 1983年10月河北第一次印刷
字数: 298千字 插页: 3 印数: 1—47,000册

统一书号: 15045·总2712-无6232

定价: 1.45 元

前 言

为了提高微波站维护人员的技术水平，适应微波传送彩色电视和维修彩色电视机的需要，根据邮电部电信总局的要求，我们编写组在电信总局1979年举办的南京彩色电视学习班讲课内容的基础上，参考了国防工业出版社的《彩色电视原理》、《彩色电视技术》，人民邮电出版社的《彩色电视接收机》，1978年《无线电》杂志中的“彩色电视编码”、“彩色电视解码”，北京邮电学院函授部的《电视监示器》讲义，南京邮电学院的《电视原理》讲义，清华大学的《5010彩色电视接收机电路分析》讲义，邮电部原设备维护局的维护说明书等有关资料，汇总编写成《彩色电视机电路分析》一书。本书成稿后由北京邮电学院汪雍副教授作了全面的审定。

由于本书编写时间仓促，不妥之处请批评指正。

本书编写组

1983年7月

目 录

第一章 彩色电视原理	(1)
一、色度学	(1)
(一)彩色三要素	(1)
(二)三基色原理	(1)
(三)色度图	(3)
二、彩色电视制式	(4)
(一)彩色电视制式	(4)
(二)彩色电视信号的组成	(5)
(三)彩色电视制式种类	(5)
三、彩色电视的兼容性	(6)
(一)彩色电视的兼容	(6)
(二)实现兼容的必要条件	(6)
(三)兼容性彩色电视的特点	(6)
(四)彩色电视中压缩信号频带的两种方法	(6)
(五)兼容性彩色电视收、发系统方框图	(7)
四、恒定亮度原理及 γ 失真	(8)
(一)恒定亮度原理	(8)
(二) γ 失真对亮度恒定原理的影响	(9)
(三)恒定亮度原理失效带来的问题	(11)
五、NTSC制简介	(12)
(一)特点	(12)
(二)编码器和解码器	(12)
(三)正交平衡调幅和同步检波	(15)
(四)色副载频的选择及亮点干扰	(22)
(五)NTSC制的彩条测试信号	(23)
六、PAL制简介	(31)
(一)PAL制特点	(32)
(二)PAL制的编码和解码方框图	(32)
七、各种黑白及彩色电视制式的比较	(40)
(一)黑白电视制式	(40)
(二)彩色电视制式	(40)
第二章 彩色电视显象系统	(43)
一、彩色显象管	(43)
(一)三枪三束荫罩式彩色显象管	(43)
(二)单枪三束隙缝板式彩色显象管	(46)

(三)自会聚彩色显象管·····	(47)
二、彩色显象管的偏转系统·····	(47)
(一)偏转线圈·····	(47)
(二)光栅畸变与枕形校正·····	(48)
(三)会聚误差及其校正·····	(52)
(四)色纯与白平衡校正·····	(61)
三、彩色电视机显象系统的调整·····	(66)
(一)色纯调整·····	(66)
(二)白平衡调整·····	(68)
(三)会聚调整·····	(69)
第三章 HITACHI CTP-205型彩色电视接收机 ·····	(76)
一、概述·····	(76)
(一)主要技术性能和特点·····	(76)
(二)电路组成与方框图·····	(76)
二、公用通道·····	(78)
(一)高频调谐器及节目触摸选择系统·····	(78)
(二)中放电路·····	(82)
(三)图象检波和伴音检波电路·····	(83)
(四)自动增益控制(AGC)电路·····	(84)
三、伴音通道·····	(85)
四、解码器·····	(86)
(一)亮度通道·····	(86)
(二)色度通道·····	(90)
(三)基准副载波恢复电路·····	(93)
(四)矩阵电路·····	(101)
五、扫描电路·····	(103)
(一)消噪电路和同步分离级·····	(103)
(二)场扫描电路·····	(104)
(三)行扫描电路·····	(105)
六、电源·····	(110)
(一)HT1(+128V)高压电源·····	(110)
(二)LT1(+20V)和LT2(+12V)电源·····	(111)
(三)其它电源·····	(111)
七、其它电路·····	(112)
(一)消磁电路·····	(112)
(二)保护电路·····	(112)
第四章 GRUNDIG 5010型彩色电视接收机 ·····	(114)
一、概述·····	(114)
(一)主要技术性能·····	(114)
(二)整机方框图·····	(114)

二、节目预选装置	(116)
(一)触摸型自动开关电路	(116)
(二)程序控制存储器	(116)
(三)调谐器操作单元	(120)
三、高频调谐器	(120)
(一)高通滤波器	(121)
(二)AGC受控级	(122)
(三)前置输入回路	(122)
(四)调谐与频段覆盖	(123)
(五)频段的转换	(123)
四、图象中频放大器和检波电路	(124)
(一)集中滤波器	(124)
(二)线性集成电路TBA440	(124)
五、伴音通道	(128)
六、色通道与解码器	(130)
(一)色通道方框图	(130)
(二)集成电路TBA510方框图	(131)
(三)集成电路TAA630S方框图	(132)
(四)外围电路方框图	(133)
(五)集成电路TBA510内部电路的工作原理	(133)
(六)集成电路TAA630S内部电路的工作原理	(136)
(七)集成电路以外的电路及其工作原理	(137)
七、亮度通道	(138)
(一)TBA970方框图及亮度通道的连接图	(138)
(二)集成电路TBA970内部电路工作原理	(140)
八、场扫描电路	(141)
九、同步分离和行扫描电路	(142)
(一)集成电路TBA920的功能和特点	(143)
(二)集成电路TBA920方框图	(143)
(三)TBA920内部工作原理	(145)
(四)可控硅行输出电路原理分析	(150)
(五)实际可控硅行输出电路	(153)
十、电源供给	(155)
第五章 彩色电视标准、测量及故障判断	(157)
一、彩色电视标准(暂行)	(157)
(一)图象扫描特性(同黑白电视标准)	(157)
(二)同步脉冲特性	(157)
(三)视频信号特性	(157)
二、彩色电视接收机测量	(160)
(一)灵敏度测量	(160)

(二)选择性测量.....	(163)
(三)亮度通道的线性失真测试.....	(163)
(四)色信号的10T脉冲和条状波的幅度差—色信号线性失真.....	(164)
(五)亮度信号与色度信号的延时误差.....	(164)
(六)色纯度测量.....	(165)
(七)白平衡测量.....	(165)
(八)会聚测量.....	(166)
(九)微分增益失真测量.....	(166)
(十)微分相位失真测量.....	(166)
(十一)梳状滤波器分离系数测定.....	(167)
(十二)爬行效应测量.....	(168)
(十三)插入测试行信号介绍.....	(168)
三、故障判断.....	(171)
(一)图象彩色失真.....	(171)
(二)完全无色(包括不能色同步).....	(176)
附图.....	(178)
附图1. HITACHI CTP-205型机高频头电路图.....	(178)
附图2. HITACHI CTP-205型彩色电视接收机电路图.....	(插页)
附图3. GRUNDIG 5010型机图象中放TBA-440电路图.....	(179)
附图4. GRUNDIG 5010型机伴音中放TBA-120S电路图.....	(180)
附图5. GRUNDIG 5010型机音频功率放大TAA621A11电路图.....	(181)
附图6. GRUNDIG 5010型机色度信号处理TBA510(TBA510Q)电路图.....	(插页)
附图7. GRUNDIG 5010型机色同步解调TAA630S电路图.....	(182)
附图8. GRUNDIG 5010型机亮度信号放大TBA970电路图.....	(183)
附图9. GRUNDIG 5010型机同步分离、行振荡和自动频率控制TBA920电路图.....	(插页)
附图10. GRUNDIG 5010型彩色电视接收机电路图.....	(插页)
附图11. GRUNDIG 5010型机波型图.....	(184、185)
附图12. GRUNDIG 5010型机高频头及频道预选器.....	(插页)

第一章 彩色电视原理

彩色电视是在黑白电视的基础上发展起来的。彩色电视要传送的是彩色图象，彩色电视比黑白电视的复杂之处是如何在传送黑白亮度信息的同时还要正确地传送色度信息。因此，本章先从色度学讲起。

一、色 度 学

(一) 彩 色 三 要 素

彩色三要素指的是彩色的亮度、色调和色饱和度。人眼所感觉到的颜色有的亮，有的暗，用亮度来表示这个明暗程度的物理量。色调则表示颜色的种类，如红色、蓝色等等。而饱和度则表示颜色的深浅程度，也就是指白光含量多少。例如，100%饱和度就是说该种颜色中不含白光，或对白光而言，它的饱和度为零。

(二) 三 基 色 原 理

大自然是一个五光十色的彩色世界，人们看到的景物都呈现一定的彩色。所以，只有当电视屏幕上的图象有了彩色，才能大大加强电视的真实感。在彩色电视中，用什么方法来传送一幅彩色图象呢？能否使每一种颜色都用相应的一个电信号来传送呢？不可能，因为颜色的种类太多了，要把它们全部传送出去，将需要许许多多通路。

彩色感觉是可见光对人眼视觉神经的刺激而产生的结果。可见光是一种电磁波，它的频谱位于电磁波频谱的紫外线和红外线之间。如图1-1所示。由图可以看出，可见光的波长范围只有380毫微米到780毫微米，不同波长的光对应着不同的颜色。

可见光的各种彩色之间虽没有明确的界限，但却可分辨出七段较宽的彩色范围，即红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。将可见光谱中各分量相加，便合成白光。

电视图象的服务对象是人，人眼视觉的特点之一是：选择适当亮度比例的红、绿、蓝三单色光并将其合成，就可以替代自然界绝大多数色光，人眼对它们是区别不了的。现在，我们选择特定的红、绿、蓝三单色光，分别用 R 、 G 、 B 来表示。将这三色光同时投射到一个全反射的表面（如白色银幕上），如果亮度比例合适，人眼看到的是它们的合成光—白光，虽然这个“白光”与自然白光性质完全不同（自然白光由多种色光组成），但人眼竟不能区别它们。我们称这三种单色红、绿、蓝光为基色光。

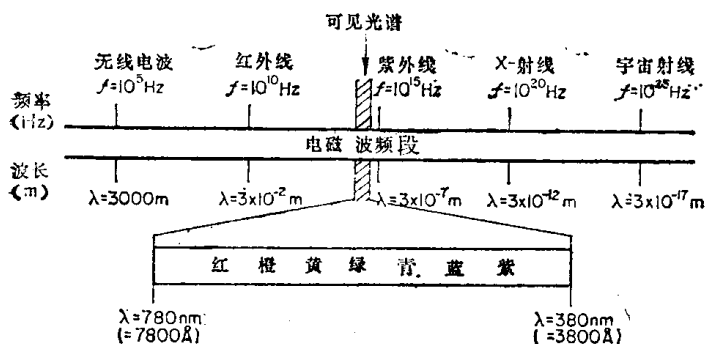
如图1-2所示，人眼看到的结果是：

$$R + G + B = \text{白光}(W)$$

$$R + G = \text{黄色光}$$

$$R + B = \text{紫色光}$$

$$G + B = \text{青色光}$$



注：1 毫米 = 10^{-3} 米 ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$)，1 埃 = 10^{-10} 米 ($1\text{\AA} = 10^{-10}\text{m}$)

图 1-1 电磁波频谱

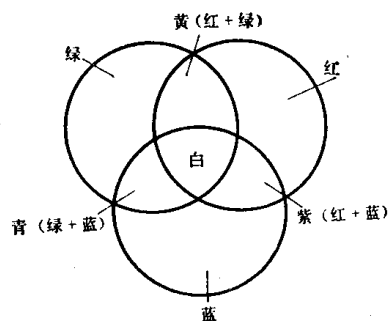


图 1-2 红绿蓝相加混色

用不同分量的 R 、 G 、 B 的合成光可以获得不同亮度、色调和饱和度的色光。这样，一种实际光可以用不同分量的 R 、 G 、 B 来合成，它们各自的分量表示为 rR 、 gG 、 bB ，其中 r 、 g 、 b 称为三色系数，其合成光可用下式表示为：

$$F = rR + gG + bB$$

当然，一种实际光也可以用上面的数学式等效表示。

R 、 G 、 B 既然是光，人眼对它们的亮度、色调和饱和度就会有所察觉。

在彩色电视中，我们选用的 R 、 G 、 B 称为电视三基色。一个单位的电视红基色 (R)：亮度为 0.30 流明

色调和饱和度由红荧光粉决定，

色坐标 ($x = 0.67$, $y = 0.33$) *

一个单位的电视绿基色 (G)：亮度为 0.59 流明

色调和饱和度由绿荧光粉决定，

色坐标 ($x = 0.21$, $y = 0.71$)

一个单位的电视蓝基色 (B)：亮度为 0.11 流明

色调和饱和度由蓝荧光粉决定，

色坐标 ($x = 0.14$, $y = 0.08$)

它们合成的各种色光用数学式表示为

$$F = rR + gG + bB$$

当然，一种实际光也可以等效地用上式表示。

当 $r = g = b = 1$ 时，它们的合成光为：

$$F = 1R + 1G + 1B = 1 \text{ 流明的白光 } (C_{\text{白}})$$

人眼对彩色图象的亮度感觉决定于 r 、 g 、 b 绝对值的大小。我们给定一个代表彩色图象亮度的信号为：

$$Y = 0.30r + 0.59g + 0.11b$$

把这个信号用黑白电视显示出来并与用黑白电视摄像机取得的黑白图象进行对比，人眼对两者很难加以区别。

人眼对色调和饱和度感觉决定于 r 、 g 、 b 的相对比例关系。如果我们只对色调和饱和

* 色坐标可见图 1-5。

度感兴趣, 可将等式 F 两边乘以系数 $\frac{1}{r+g+b}$

$$\frac{F}{r+g+b} = \frac{r}{r+g+b} R + \frac{g}{r+g+b} G + \frac{b}{r+g+b} B$$

$$= r' R + g' G + b' B,$$

显然

$$r' + g' + b' = 1$$

只要知道 r' 、 g' 、 b' 中的两个量, 就知道该色的色调和饱和度。

摄像机的任务就是将实际光的 r 、 g 、 b 转换成三个基色电压 E_R 、 E_G 、 E_B 。如将这三个基色电压传送到接收机彩色显象管上, 在荧光屏上, 加入 E_R 能发出 rR 的红光, 加入 E_G 能发出 gG 的绿光, 加入 E_B 能发出 bB 的蓝光, 人眼看到它们的合成光, 就如同看到实际光一样 (如果在转换传输过程中不引进失真的话)。

只要传送实际光三基色系数所对应的三基色电压, 我们就实现了彩色图象的传送。

(三) 色 度 图

彩色既可用数学式来表示, 又可用图来表示, 而后者更为简明。彩色有三个独立参数, 即亮度、色调和饱和度。因此, 为了全面地表达一个具有三维变量的彩色, 需要用空间立体坐标。但有时我们只对色调和饱和度感兴趣, 这时就可以用一个平面图来表示各种彩色的色度 (即用 r' 、 g' 、 b' 中的两个), 这个平面图就称为色度图。

为了便于了解 CIE 色度图, 我们先介绍一下相加混合的彩色三角形。

图 1-3 为相加混色的彩色等边三角形。它能把 R 、 G 、 B 三基色与它们混合后所得到的各种彩色之间的关系方便地描绘出来。该图是一个等边三角形, 顶点是三个基色的位置, 三角形内部的任一点, 代表由 R 、 G 、 B 三基色按一定比例关系合成的彩色, 中心表示由等量的 R 、 G 、 B 合成的白色, RG 边的中点为黄色, RB 边的中点为紫色, GB 边的中点为青色。这三条边上的各点表示只有两个基色合成的彩色, 而三角形内各点表示由三个基色混合成的彩色。例如, R 点是红基色, 即饱和度 100% 的红色, 沿 RW 直线移动, 红色饱和度下降, 到 W 点则是白色, 饱和度为零。

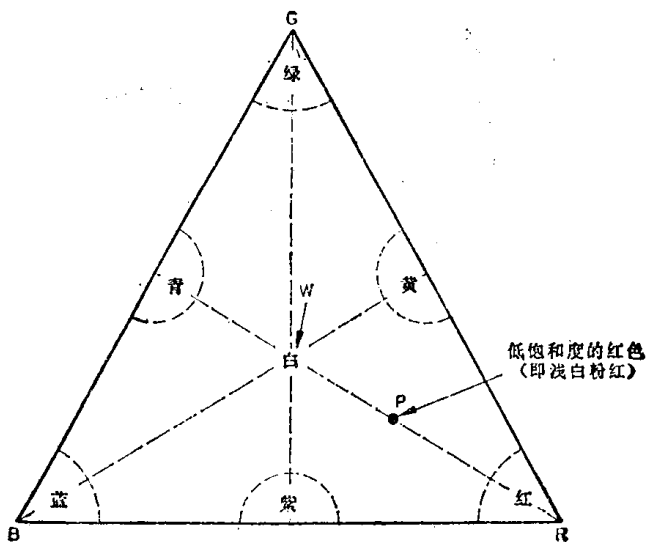


图 1-3 相加混色的彩色等边三角形

所以, 采用等边三角形可以直接读出产生某给定色调所需要的三种基色的比例, 并由所用坐标直接标出该色调的位置。但是, 如果采用直角三角形更为简单, 使用也更为方便。如图 1-4 所示, 为彩色直角三角形。设 B 点为 0, R 、 G 点均为 1, R 沿 x 轴变, G 沿 y 轴变, B 沿 z 轴变, 则有 $x + y + z = 1$ 。根据此式, 当知道两个色坐标后, 第三个色坐标便可求出。如 P 点色调坐标为 $x = 0.25$ 、 $y = 0$, 则 $z = 0.75$ 。

上面讨论的彩色三角形只表示出由特定三基色所获得的色调范围。为了把自然界各种

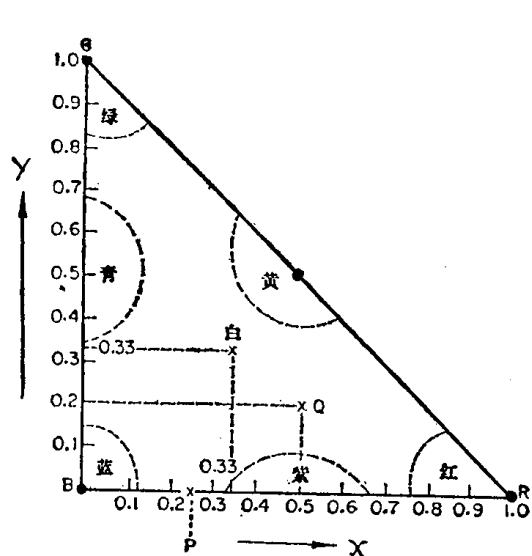


图 1-4 相加混色的彩色直角三角形

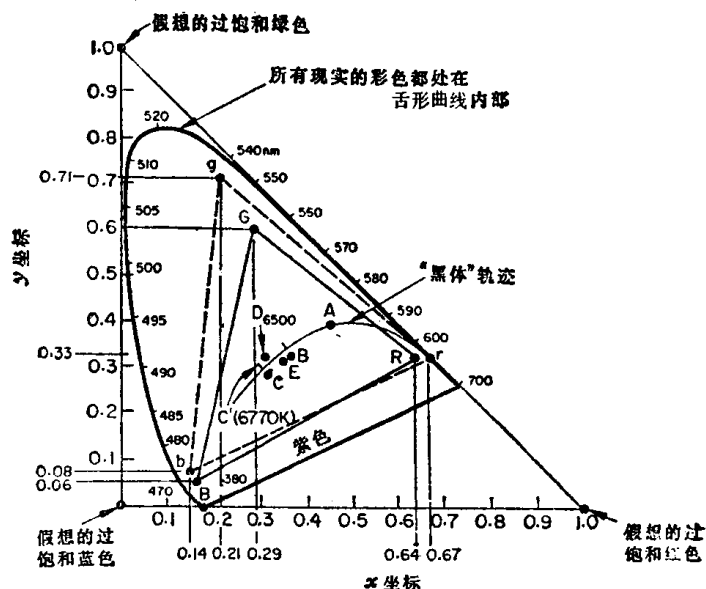


图 1-5 CIE 色度图

各样的颜色放在一个平面内来表示，使用假想的过饱和的三基色，这样便画出了CIE色度图。见图1-5。假想的三基色位于直角三角形的三个顶点上；所有谱色（即太阳光谱中的各种颜色）都位于舌形曲线上，不在舌形曲线上的颜色称为非谱色；自然界实际存在的彩色都在舌形内，舌形曲线之外的各点表示实际上不存在的彩色。舌形曲线上的颜色最浓，定其饱和度为100%，愈接近色度图的中心，颜色愈浅。中心部分的C点为标准的C_白，C_白的饱和度为零。舌形曲线内其它各点彩色的饱和度是用色度图上该点到C点的距离和C点通过该点到舌形曲线的距离之比的百分数来表示。

图1-5中，三角形RGB为PAL制彩色电视系统中三基色所产生的色度范围，而三角形rgb是NTSC制彩电系统中三基色所产生的色度范围。它们的色坐标列于表1-1中。

表 1-1

色坐标	PAL 制三基色			NTSC 制三基色		
	R	G	B	r	g	b
x	0.64	0.29	0.15	0.67	0.21	0.14
y	0.33	0.60	0.06	0.33	0.71	0.08

从表中可以看到三角形rgb色度范围较大，但在实际应用中却选择RGB三角形，因为这种荧光粉具有较高亮度，同时，在这个色度范围的彩色图象完全能满足质量要求。

二、彩色电视制式

(一)彩色电视制式

在彩色电视中，发送端把欲传送的彩色图象，由光信号转换成电信号，经一系列加工、处理，形成一个既有图象信号又有控制信号的彩色全电视信号。然后再经过调制，形成高频电视信号，由天线发送出去。在接收端，由天线收下高频电视信号，然后经过一系列与发端

相反的处理过程，最后，在显象管屏幕上重现出原来的彩色图象。这里牵涉到彩色信号的种类及用什么方法传送的问题。而彩色电视制式就是研究并规定彩色电视信号的组成和传输方法。

(二)彩色电视信号的组成

在彩色电视系统中，先将一幅彩色图象分解为 R 、 G 、 B 三幅基色象，再分别将 R 、 G 、 B 三幅基色象的光信号转换成电信号 E_R 、 E_G 、 E_B ，经编码器，得到亮度信号 E_Y 及色度信号 F 。在接收端，这两个信号经解码器，还原成 E_R 、 E_G 、 E_B 基色信号，最后由 E_R 、 E_G 、 E_B 电信号通过彩色显象管在荧光屏幕上呈现出彩色图象。

如果单用 R 、 G 、 B 三基色信号已可传送各种彩色，但为了与黑白电视“兼容”，必须用适合黑白电视机的亮度信号和能体现彩色电视的色度信号进行传送。彩色电视的发、收过程实质上是三基色—三要素的转换过程。

(三)彩色电视制式种类

对于彩色电视制式有一些基本的要求，那就是彩色逼真、有一定的亮度、清晰度高；频带不能宽、兼容性好；亮度与色度、色度与色度间的干扰小。

世界各国研究过的彩电制式很多，但大体上可分为三类，即顺序制、同时制、顺序同时制。如图 1.6 所示。图中(a)是顺序制信号传送方式；(b)是同时制信号传送方式；(c)是顺序同时制信号传送方式。

其中，顺序制是将 E_R 、 E_G 、 E_B 三个电信号按时间的先后顺序传送和顺序接收。这种制式的优点是设备简单、彩色逼真，缺点是不能“兼容”。所以，这种制式主要用于工业电视及其它专用电视中。

同时制是同时传送和接收 E_R 、 E_G 、 E_B 三个电信号。其优点是“兼容”好，频带没有加宽，但彩色不太逼真。此外，在同时制中，为了满足兼容的要求，把 E_R 、 E_G 、 E_B 三个信号组合成另外三个信号，即亮度信号 E_Y （为黑白电视接收机用）和两个色差信号 E_{R-Y} 、 E_{B-Y} ，然后加以传送。这样，就带来了亮度信号与色度信号以及色度信号之间的干扰。

顺序同时制是将 E_R 、 E_G 、 E_B 三个信号按时间先后两两同时传送和接收。其性能介于顺序制和同时制之间。

目前，世界各国采用的彩色电视广播，都是采用同时制和顺序同时制。在同时制中，主要有两种，一种是正交平衡调幅制，即NTSC制；另一种是逐行倒相正交平衡调幅制，简称PAL制。在顺序同时制中常用的是调频行轮换制，简称SECAM制。我国现行制式暂定为PAL制。

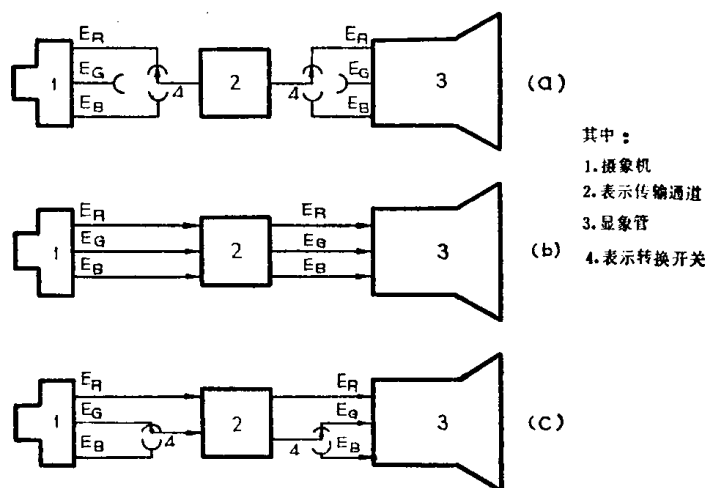


图 1-6 彩电制式示意图

三、彩色电视的兼容性

(一)彩色电视的兼容

因为在彩色电视发展初期,黑白电视接收机已经大量存在,所以,在研究彩色电视制式的同时,必须考虑彩色与黑白“兼容”的问题。所谓“兼容”,即用黑白电视接收机能收看彩色电视台的广播节目,这叫正向“兼容”;而用彩色电视接收机同样也可以收看黑白电视台的广播节目,这叫逆向“兼容”。

(二)实现兼容的必要条件

为了兼容,彩色电视信号必须满足下列条件:彩色信号中必须有亮度信号和色度信号;具有与黑白电视信号相同的频带宽度;具有与黑白电视信号相同的伴音载频和图象载频;采用同样的行频、场频及行、场同步信号;亮度信号与色度信号以及色度信号之间的干扰要最小。

(三)兼容性彩色电视的特点

1. 利用编码设备将三基色信号转变为亮度信号 E_Y 和色度信号 F ,色度信号是由两个色差信号组成,它们为, E_R-E_Y (即表示为 E_{R-Y}), E_B-E_Y (即表示为 E_{B-Y})。
2. 根据高频混合原理,亮度信号用宽带(例如0-6MHz)传送,色度信号用窄带(例如0-1.5MHz)传送。
3. 利用色差信号对色副载波进行调制,实现亮度信号和色度信号的频谱交错,以便进一步压缩信号频带,从而实现在单通道内传输彩色电视。
4. 选择合适的色副载波频率,以减小色度信号和亮度信号之间的干扰。

(四)彩色电视中压缩信号频带的两种方法

1. 高频混合原理

为了做到兼容,首先要压缩色度信号的频带。大量实验证明,人眼对亮度细节的分辨力远高于对彩色细节的分辨力。因此,可以把反映景物明暗细节的亮度信号用宽频带、即高清晰度方法传送;而对反映颜色差别的色信号用窄频带,即低清晰度方式传送。使彩色传输信号中亮度信号为宽带,色度信号为窄带,从而实现彩色图象大面积部分传送彩色(亮度和色度),细节部分只传送黑白(亮度),这种方法称为高频混合原理。

2. 频谱交叉

高频混合原理只解决色度信号频带可以取得窄一些的问题,如果分别传送亮度和色度信号,则整个彩色信号的频带自然大于黑白信号的频带。为了要实现兼容,必须使两者的频带相同。因此,需要想办法把窄频带的色度信号频谱搬迁交插在亮度信号的频谱内,并尽可能减少它们之间的相互干扰,这就要用到频谱交叉法。

下面先来研究一下亮度信号与色度信号的频谱分布,然后再讨论频谱交叉。

(1) 亮度信号频谱

图1-7中, (a)图是亮度信号的频谱结构, 该频谱的特点是

1) 它是一个以行频谐波为中心的离散频谱。在每一个行频谐波的两旁分布有帧频谐波分量, 构成了以行频为间隔的一簇一簇的谐波群;

2) 谐波幅度随谐波次数的增加而迅速下降;

3) 相邻的谐波群之间有一段空隙, 行频谐波次数越高, 空隙也越大。

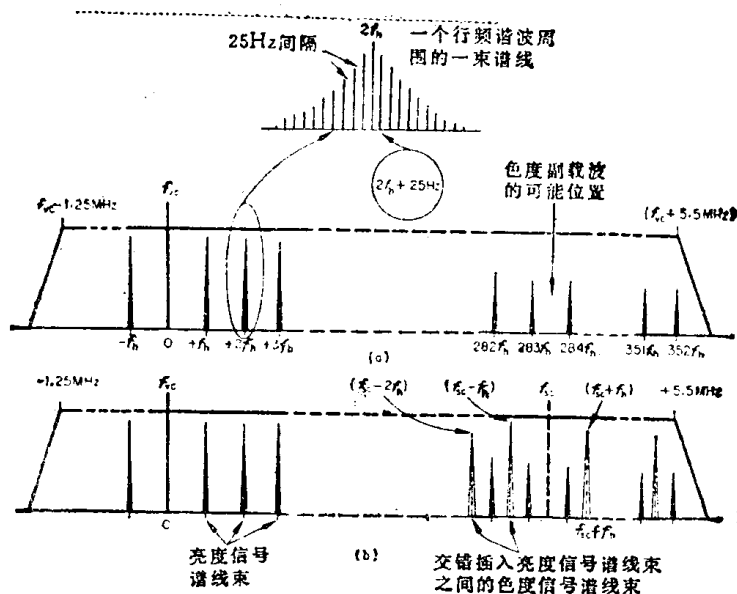


图 1-7 信号频谱

(2) 色度信号频谱

色差信号 $E(R-Y)$ 和 $E(B-Y)$ 与

亮度信号一样, 具有相同的周期性, 所以, 色差信号频谱与亮度信号频谱具有同样的分布规律, 也是以行频为间隔的谐波群, 只不过带宽窄些 (1.3MHz)。

(3) 频谱交叉

从亮度信号和色差信号的频谱结构看出, 我们可以把两个色差信号以某种方式安插在亮度信号的空隙中, 并使它们之间的干扰为最小, 这种方法称为频谱交叉。这样一来, 整个信号的频带宽度将不会超出亮度信号的频带宽度。

在频谱交叉中, 为了使亮度与色度之间干扰小, 就必须把色差信号频谱放在亮度信号频谱的高频端进行交叉, 这便需要将色差信号的频谱进行搬移。要达到这个目的, 只要将色差信号对色副载波进行调制就行了。根据副载波的取法, 有两种频谱交叉, 一种是半行频交叉, 另一种是四分之一行频交叉。NTSC制采用半行频交叉, 如图1-7(b)图所示。PAL制采用的是四分之一行频交叉。

(五) 兼容性彩色电视收、发系统方框图

1. 发信系统方框图

图1.8为发送系统方框图。彩色景物 $[F]$ 经彩色摄像机进行光电转换, 得到 E_R 、 E_G 、 E_B 电信号, 再经 γ 校正器得到 E'_R 、 E'_G 、 E'_B 信号送入编码器, 在编码矩阵中形成色差信号 E'_{R-Y} 和 E'_{B-Y} 及亮度信号 E'_Y , 在调制器中, 两个色差信号分别对两个频率相同、相位相差 90° 的

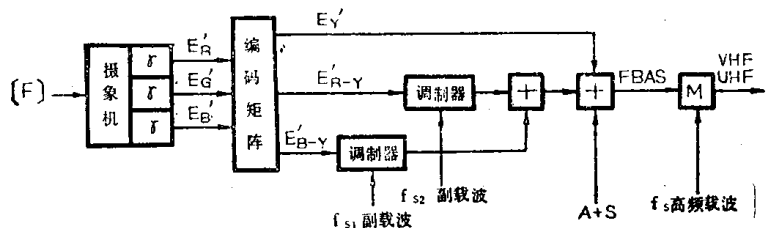


图 1-8 发信系统方框图

色副载波进行调制，然后把这两个经过调制的色差信号迭加，得到已调色度信号 F ，再与亮度信号 B 、消隐信号 A 、同步信号 S 相加，送入高频调制器 M ，对高频载波进行调制，得到甚高频 VHF 或特高频 UHF 电视信号，通过天线发射出去。

2. 收信系统方框图

图1-9为收信系统方框图。接收机天线接收到的高频电视信号，经过高、中放后再经视

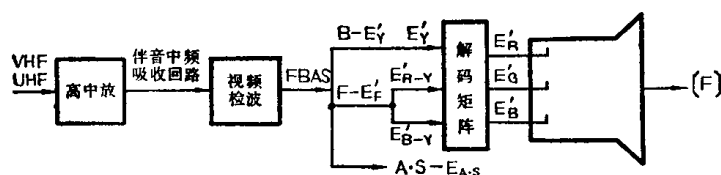


图 1-9 收信系统方框图

频检波得彩色全电视信号 ($FBAS$)，在 B 通道（即亮度通道）中把 F 信号吸收掉，得到亮度信号 B ，即 E'_Y ；在色度通道中，将亮度信号 E'_Y 进行抑制，并通过解调，由 F 得到 E'_{R-Y} 与 E'_{B-Y} 。这样，再把 E'_Y 、 E'_{R-Y} 及 E'_{B-Y} 引入解码矩阵，得到 E'_R 、 E'_G 、 E'_B 三基色信号，然后送入彩色显象管重现彩色图象。

四、恒定亮度原理及 γ 失真

(一) 恒定亮度原理

对彩色电视来说，恒定亮度原理，就是使显象管屏幕上重现的图象亮度只与图象的亮度信号有关，而与色度信号无关。如果不满足这一点，就是恒定亮度原理受到破坏。

几种情况下的亮度恒定性：

1. 收看黑白信号

在这种情况下，黑白电视机和彩色电视机都能显示出具有正确亮度的图象，即保持亮度恒定。

2. 在彩色电视系统没有 γ 失真情况下收看彩色信号

黑白接收机和彩色接收机也都能显示出正确的图象，即仍保持亮度恒定。

3. 有 γ 失真情况下收看彩色信号

这种情况下，由于有 γ 失真，使黑白接收机重显的图象亮度和彩色接收机重显的图象亮度不一样，亮度恒定受到破坏。

现证明第(2)种情况是符合亮度恒定原理的。为书写方便，这里暂规定 $E_Y = Y$ 、 $E_R = R$ 、 $E_G = G$ 、 $E_B = B$ 。

设有一彩色 $R=0.70$ ， $G=0.40$ ， $B=0.50$ ，

$$\begin{cases} Y=0.30R+0.59G+0.11B=0.50 \\ R-Y=0.20 \\ B-Y=0 \end{cases}$$

由于没有 γ 失真, 所以, 经接收机解码矩阵后仍然得 $(R-Y)+Y=R=0.70$ $G=0.40$,
 $(B-Y)+Y=B=0.50$, $Y=0.50$,

假定在传输过程中引入一个噪声, 例如, 由色通道引入一个 $0.1V$ 的噪声电压
 则接收机得到的三个信号为:

$$\begin{cases} Y_1=0.50 \\ (R-Y)_1=0.20+0.10=0.30 \\ (B-Y)_1=0+0.10=0.10 \end{cases}$$

利用这三个信号进行解码矩阵, 则送到显象管的三个基色信号便为:

$$\begin{cases} R_1=(R-Y)_1+Y_1=0.80 \\ B_1=(B-Y)_1+Y_1=0.60 \\ G_1=Y_1-\frac{0.30}{0.59}(R-Y)_1-\frac{0.11}{0.59}(B-Y)_1=0.33 \end{cases}$$

由这三个基色, 显象管重显的图象亮度, 根据亮度公式得 $Y_1=0.30R_1+0.59G_1+0.11B_1=0.50$ 即和原来的一样, 所以, 亮度信号与色度信号变化无关, 亮度恒定原理成立。

下面, 我们来讨论电视系统的 γ 失真和亮度恒定原理的关系。

(二) γ 失真对亮度恒定原理的影响

1. γ 失真和 γ 校正

就整个电视系统来说, 其传输特性应该是线性的, 也就是说, 接收机荧光屏上发出的光应正比于投射在摄像管靶面上的光。然而, 由于电子束电流对栅极控制电压的依从特性是呈非线性, 使得接收机显象管发出的光并不与栅阴极间的电压成正比。如果画出屏幕亮度与栅阴极间输入电压的关系曲线, 它大体上呈抛物线形, 如图1-10所示。

为了使显象管的非线性得到补偿, 在发送端, 引入一种称为 γ 校正的预失真。图1-10同时画出经 γ 校正后摄像管输出电压和输入光的关系曲线。根据这两条曲线可以得出, 经 γ 校正后接收端显象管发出的光便正比于摄像管的输入光。即

$$\begin{aligned} \text{接收机输出光} &\propto (\text{显象管输入电压})^\gamma \\ &\propto [(\text{摄像管输入光})^{1/\gamma}]^\gamma \propto \text{摄像管输入光} \end{aligned}$$

显象管的 γ 值一般为2.2。

图1-10中, 对于发送端, x 轴表示摄像管输入光, y 轴表示经 γ 校正后的摄像管输出电压, 即, $y = x^{1/\gamma} = x^{1/2.2}$ 。对于接收端, x 轴表示显象管的输入电压, y 轴表示显象管的输出光, 即 $y = x^\gamma = x^{2.2}$ 。这两条轴所取的都是从0到1的相对幅度, 1代表这个量可达到的最大值, 因而所有其它可能值都处于0和1之间。曲线上超过 $x=1$ 、 $y=1$ 的部分都是过调制区域。

通过发送端的 γ 曲线和接收机的 γ 曲线, 就得出摄像管输入光与显象管输出光的关系曲线。它是一条直线, 如图中虚线所示。这表明经过 γ 校正后整个传输系统的总传输特性是线

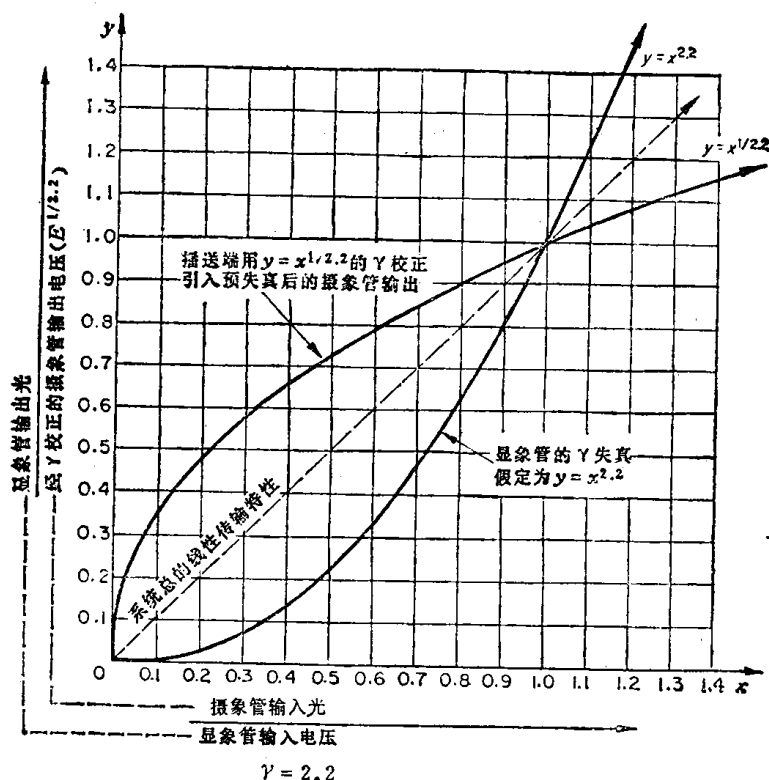


图 1-10 γ 曲线

性的。

2. γ 失真破坏恒定亮度原理

这里为使书写方便, 暂规定 $R' = E'_R$, $G' = E'_G$, $B' = E'_B$, $Y' = E'_Y$
设有一彩色亮度信号

$$Y = 0.3R_{\text{摄}} + 0.59G_{\text{摄}} + 0.11B_{\text{摄}}$$

式中 $R_{\text{摄}}$ 、 $G_{\text{摄}}$ 、 $B_{\text{摄}}$ 是摄像管输出的三个基色信号。经过 γ 校正后的三基色信号和亮度信号为

$$\begin{cases} R' = R_{\text{摄}} = R_{\text{摄}}^{1/\gamma} \\ G' = G_{\text{摄}} = G_{\text{摄}}^{1/\gamma} \\ B' = B_{\text{摄}} = B_{\text{摄}}^{1/\gamma} \\ Y' = 0.30R' + 0.59G' + 0.11B' \end{cases}$$

在接收端, 显象管重现的三基色光和图像的亮度为

$$\begin{cases} R_{\text{显}} \propto [(R' - Y')^2 \text{色差} + Y']^\gamma \\ G_{\text{显}} \propto [(G' - Y')^2 \text{色差} + Y']^\gamma \\ B_{\text{显}} \propto [(B' - Y')^2 \text{色差} + Y']^\gamma \\ Y_{\text{显}} \propto 0.30R_{\text{显}} + 0.59G_{\text{显}} + 0.11B_{\text{显}} = 0.30[(R' - Y')^2 \text{色差} \\ + Y']^\gamma + 0.59[(G' - Y')^2 \text{色差} + Y']^\gamma + 0.11[(B' - Y')^2 \text{色差} + Y']^\gamma \end{cases}$$

为了简便起见, 取 $\gamma = 2$, 将它代入上式, 经整理后得, $Y_{\text{显}} \propto (Y')^2 + Y_{\text{差}}^2$ 。其中, $Y_{\text{差}}^2 = 0.30(R' - Y')^2 \text{色差} + 0.59(G' - Y')^2 \text{色差} + 0.11(B' - Y')^2 \text{色差}$ 。

可见, 显像管重现的图象亮度 $Y_{\text{显}}$ 不仅取决于亮度信号 Y' , 还取决于 $(R' - Y')$ 色差、 $(G' - Y')$ 色差、 $(B' - Y')$ 色差等色差信号。亮度信号 Y' 是宽带的, 它既提供了大面积亮度,