

邮电部设备维护局编

人民邮电出版社

40.13-62

内 容 提 要

本手册主要内容分两部分，第一部分是介绍彩色电视的基本原理；第二部分是介绍国内外目前常用的几种彩色电视接收机的组成、指标、电路特点、使用及简单测试方法，以及广播电视机改装为监视机的方法。

本书主要是供电视台维护人员阅读，也可供维修一般彩色电视接收机的人员参考。

微波监示用彩色电视机维护手册

邮电部设备维护局编

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

内 部 发 行

开本：787×1092 1/16 1979年8月第 一 版

印张：8 10/16页数：69 1979年8月河北第一次印刷

字数：214千字 插页：5 印数：1—7,000册

统一书号：15045·总2265—资469

定价：0.95 元

目 录

第一章 彩色电视简述	1
第一节 三基色原理.....	1
第二节 兼容制彩色电视.....	2
第三节 PAL制的特点.....	5
第四节 彩色电视的发射过程.....	9
第二章 彩色电视接收机的组成	10
第一节 整机方框图及接收过程.....	10
第二节 色通道的组成及功能.....	13
第三章 彩色电视接收机介绍	22
第一节 河北牌721—2型彩色电视接收机.....	22
第二节 HITACHI CNP—195型彩色电视接收机.....	57
第三节 HITACHI CTP—205型彩色电视接收机.....	66
第四节 GRUNDIG5010型彩色电视接收机.....	77
第五节 HITACHI CTP—216型彩色电视接收机.....	87
第四章 使用与调整	97
第一节 使用须知.....	97
第二节 调整.....	103
第三节 广播电视接收机改装为监视器.....	116
附录 1 915型黑白电视显示器主要技术指标.....	119
附录 2 图内部分名词外文、中文对照表.....	120
附图	
附图 1 河北牌721—2型彩色电视机线路图	
附图 2 河北牌721—2型彩色电视机测试波形图	
附图 3 (a) HITACHI CNP—195型彩色电视机线路图	
(b) HITACHI CNP—195型彩色电视机高频头电路图	
附图 4 HITACHI CNP—195型彩色电视机测试波形图	
附图 5 HITACHI CTP—205型彩色电视机线路图	
附图 6 (a) GRUNDIG5010型彩色电视机整机线路图	
(b) GRUNDIG5010型彩色电视机印刷板图	
(c) GRUNDIG5010型彩色电视机高频调谐器线路图	
(d) GRUNDIG5010型彩色电视机频道预选器线路图	
附图 7 HITACHI CTP—216型彩色电视机线路图	
附图 8 金星C47—112型彩色电视机线路图	
附图 9 金星C47—112型彩色电视机印刷板图	
(一)高频调谐器 (二)高频调谐器电源 (三)视频放大 (四)中频放大	
(五)解调器 (六)行扫描 (七)帧扫描 (八)稳压电源 (九)电子管插座	
(十)高压硅堆 (十一)AFT (十二)电源引出端子板	
附图 10 金星C47—112型彩色电视机各点波形图	

第一章 彩色电视简述

第一节 三基色原理

在黑白电视中，关键是产生一个反映图像亮度的电信号，并加以传送。由于黑白电视只要求传送亮度，因此用一种电信号就可以了。在彩色电视中，要反映各种各样的颜色，但是否每种颜色都相应地用一个电信号来传送呢？不可能，因为颜色的种类太多了。那么用什么方法来传送一幅彩色画面呢？人们在长期的生活实践中，总结出自然界绝大多数色彩的光都能分解出红、绿、蓝三种颜色的光；同样用不同比例的红、绿、蓝三种色光也能合成自然界绝大多数色彩。这就是人们常说的三基色原理（又叫三原色原理）。

例如，一束白光通过三棱镜时，就会看到红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等颜色，这说明日光（白光）中含有这七种光。

光也是一种电磁波，不同波长（或频率）的光就有不同的颜色，通过实验，可以确定不同的波长的光对应不同的颜色，如1—1表所示。

表 1—1 不同波长的光对应的彩色

颜色	紫 外	紫	蓝	青	绿	黄	橙	橙 红	红	红 外
波 长 (μ)		400		500		600		700		

我们日常所见的物体色彩，大多是各种波长的光混合在一起，叫混色光。

由实验证明，不光是用七色可合成白光，只要适当选择，只要用三种颜色就可合成自然界中绝大多数的颜色，例如将波长为700埃的红光，波长为546埃的绿光，与波长为436埃的蓝光按一定比例投射在一白色表面上，并使三种光部分重合，就会发现三种光重合的部分显示为白色。

由上图可见，红、绿相加为黄色，红、蓝相加为品红（紫），绿、蓝相加为青色，红、绿、蓝相加为白色。这样，我们就可以利用这三种颜色在彩色电视中形成彩色画面。这就是彩色电视中为什么采用红绿蓝作为三基色的原因。

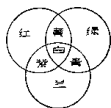


图 1—1 红绿蓝相加混色

任何一种颜色的特性可以用三个量来表征，即亮度、色调和饱和度。所谓亮度，就是光对人眼刺激后，人眼对它所感觉到的明亮程度。它虽然与光强有关，但不光是光强，且与不同颜色有关。不同颜色，具有相同光强的光对人眼的明亮感是不同的。色调是表示颜色种类，它取决于该颜色的主色波长。通俗地说就是指“什么颜色”的意思；而“色饱和度”表示颜色浓度，也就是指色彩中白光含量的多少。如果某一颜色中若是白光，其色饱和度就是零；相反，当某一种颜色中不含白光时，其色饱和度最大，或者说色饱和度为百分之百。有了以上三个量，就可以表示和区别任何颜色。

第二节 兼容制彩色电视

既然红、绿、蓝三基色能合成各种颜色，显然，最简单的办法是用三条通路分别传送这三种颜色来完成彩色电视的传输。这种方法单从技术上考虑是可以的，但实际上实现起来是非常困难的。这是因为在彩色电视发展的初期，黑白电视已经相当普及了，所以我们在考虑彩色电视制式时必须提出“兼容”问题。所谓“兼容”，即指用黑白电视接收机也能收看彩色电视台的广播节目（当然是黑白图象），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（也是黑白图象）。

为了兼容，彩色电视信号必须满足下列要求：

彩色广播信号中必须包括有亮度信号；

与黑白电视占有同样的频带（0-6MHz）；

采用同样的行频、场频、行同步及场同步信号；

彩色电视的色度信号不应対黑白电视图像产生干扰。

在现代广播电视中，全世界都采用兼容制。根据调制及兼容的办法不同，实际使用的有三种制式：

NTSC制，是较早的一种兼容制，目前采用的有美国、日本、加拿大等国。

PAL制（逐行倒相正交平衡调幅的意思）是针对NTSC制某些缺点而提出的一种改进制式；目前主要为西德、英国等西欧和北欧国家采用。

SECAM制，也是为了克服NTSC制的缺点而提出的制式；目前主要在法国和苏联等东欧国家中采用。

一、兼容亮度信号

虽然红、绿、蓝三基色能合成各种颜色，但为了兼容，还必须传送亮度信号，根据实验和色度计算，亮度信号可以由一定比例的三基色混合而成，即：

$$U_Y = 0.30U_R + 0.59U_G + 0.11U_B \quad (1-1)$$

其中 U_Y 表示亮度信号电压， U_R 表示红信号电压， U_G 表示绿信号电压， U_B 表示蓝信号电压。

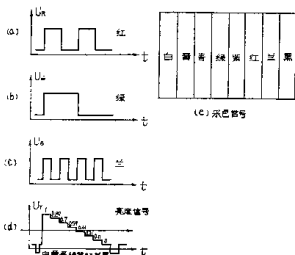


图 1-2 彩色图像及其对应的基色信号波形

例如，用摄像机把图1-2(e)所示的彩条图象转换成红、绿、蓝三个电信号时，它们的电压波形如(a)、(b)、(c)所示。按上式相加即可得亮度信号电压，见图(d)。可以看出， U_R 、 U_G 、 U_B 均为1时*，相加得白，亮度为100%； U_R 、 U_G 为1， U_B 为0时，相加得黄，亮度为89%； U_G 、 U_B 为1， U_R 为0时，相加得青，亮度为70%；只有 U_R 时亮度为30%；只有 U_G 时亮度为59%；只有 U_B 时亮度为11%；三个零电平相加还为零，因此亮度也为零，也就是说黑电平。图(d)所示阶梯波

*这里所谓“1”是指 U_R 占0.30， U_G 占0.59， U_B 占0.11的比例时的份量作为1。

电压波形，如送到黑白显像管去，显示为八条黑白亮度不等的竖条。

二、色差信号

在实际发射台中， U_Y 、 U_R 、 U_G 、 U_B 四个信号中只要发送其中三个信号即可，因为可以根据式1.1，在接收机中将另一个信号恢复，这样可以简化发射和接收设备。

实际传送时，还不是直接传送 U_Y 、 U_R 、 U_G 、 U_B 中的三个信号，而是传送 U_Y 和两个色差信号 U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 。原因是，首先必须传送 U_Y 信号，否则黑白电视机就无法接收，不能兼容。但也不能传送 U_Y 与其中两个基色信号，因为基色信号中包含有亮度信息，而亮度信息已由 U_Y 传送了，再传送就重复了，而且还会对亮度信号产生干扰，这是不允许的。因此通常都选用只代表图象色度的色差信号 U_{R-Y} 和 U_{B-Y} 。所谓色差信号是指从基色信号中(U_R 、 U_B 或 U_G)减去亮度信号的差信号。 $U_{R-Y}=U_R-U_Y$ ， $U_{B-Y}=U_B-U_Y$ 。它们和亮度信号 U_Y 一起，可完全地表示了彩色的三个特征量，即亮度、色调和色饱和度。

U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 可由下式得到：

$$\begin{aligned} U_{R-Y} &= U_R - U_Y = U_R - (0.30U_R + 0.59U_G + 0.11U_B) \\ &= 0.70U_R - 0.59U_G - 0.11U_B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{B-Y} &= U_B - U_Y = U_B - (0.30U_R + 0.59U_G + 0.11U_B) \\ &= -0.30U_R - 0.59U_G + 0.89U_B \end{aligned}$$

这里必须指出，虽然不传送 U_{G-Y} 信号，但在接收端可设法形成 U_{G-Y} 信号，这是因为

$$U_Y = 0.30U_R + 0.59U_G + 0.11U_B,$$

$$\begin{aligned} \text{移项得} \quad 0 &= 0.30U_R + 0.59U_G + 0.11U_B - U_Y \\ &= 0.30(U_R - U_Y) + 0.59(U_G - U_Y) + 0.11(U_B - U_Y). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{所以} \quad U_G - U_Y &= -\frac{0.30}{0.59}(U_R - U_Y) - \frac{0.11}{0.59}(U_B - U_Y) \\ &= -0.51(U_R - U_Y) - 0.19(U_B - U_Y). \end{aligned}$$

$$\text{即} \quad U_{G-Y} = -0.51U_{R-Y} - 0.19U_{B-Y}$$

当传送彩条图象时， U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 波形如图1-3所示。它们是由图1-2(a)和(c)减去(d)得到的。

可见当图象为黑白时，三基色信号的电压相等，即 $U_R=U_G=U_B$ ，且其对应的色差信号都等于零，即 U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 、 U_{G-Y} 都是零。只有图象有彩色时，色差信号才有输出。色饱和度越大(色越浓)，

色差信号也越大。上述彩条图象是彩色电视中饱和度最大的图象。我们日常所见的物体上彩色图象，色饱和度都比较低。对于浅色图象，其色差信号就比较小。再说，一幅完整的图象画面上带深色的部分一般只占很少面积，多数是浅色图象。因此，采用色差信号传输时，色差信号的幅度较小，这样色信号对亮度信号的干扰也就较小。

色差信号也越大。上述彩条图象是彩色电视中饱和度最大的图象。我们日常所见的物体上彩色图象，色饱和度都比较低。对于浅色图象，其色差信号就比较小。再说，一幅完整的图象画面上带深色的部分一般只占很少面积，多数是浅色图象。因此，采用色差信号传输时，色差信号的幅度较小，这样色信号对亮度信号的干扰也就较小。

三、矩阵变换电路

为了满足兼容要求，这里介绍一下如何将 U_R 、 U_G 、 U_B 三个基色信号变换为亮度信号 U_Y 和两个色差信号 U_{R-Y} 、 U_{B-Y} ，而在接收端又如何将 U_Y 、 U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 反变换为 U_R 、

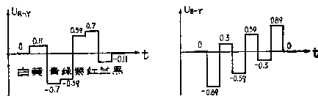


图 1-3 色差信号的彩条波形

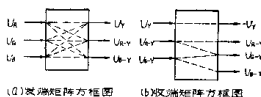


图 1-4 发、收矩阵变换方框图

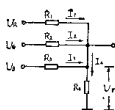


图 1-5 Y矩阵电路

U_G 、 U_B 信号。

变换的基本情况如图1-4所示。

通常这种变换是用若干精密电阻组成的所谓矩阵电路(实际上就是电阻混合一分压网络)来完成。例如在发端,将 U_R 、 U_G 、 U_B 变换为 U_Y 时,可用图1-5所示的简单网络来实现。

根据回路电流定律:

$$I_4 = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\text{所以 } \frac{U_Y}{R_4} = \frac{U_R - U_Y}{R_1} + \frac{U_G - U_Y}{R_2} + \frac{U_B - U_Y}{R_3}$$

经移项整理后得

$$U_Y \left(\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = \frac{U_R}{R_1} + \frac{U_G}{R_2} + \frac{U_B}{R_3}$$

$$\text{令 } A = 1 / \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right)$$

$$\text{因此, } U_Y = \frac{A}{R_1} U_R + \frac{A}{R_2} U_G + \frac{A}{R_3} U_B$$

$$\text{又因为 } U_Y = 0.30 U_R + 0.59 U_G + 0.11 U_B$$

$$\text{所以 } \frac{A}{R_1} : \frac{A}{R_2} : \frac{A}{R_3} = 0.30 : 0.59 : 0.11$$

很显然,任意取一个 A 值,根据上式便可确定 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 。

实际上,如果 A 值选得过大,很容易受电路中杂散电容影响,引起频率特性畸变; A 值过小,又要受信号源内阻的影响,使矩阵电路不精确。根据实验,一般选 $A \leq 1K$ 较合适。

当矩阵电路解出 U_Y 时,可用放大器把 U_Y 倒相为 $-U_Y$,再和 U_R 、 U_B 相加,即可得 U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 色差信号电压。

现在如果发端将 U_Y 、 U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 一起送到收端,那么采用同样的矩阵电路很容易反变换成 U_R 、 U_G 、 U_B 。但实际上则用不着变为 U_R 、 U_G 、 U_B ,而只要将 U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 及 U_{G-Y} 三个色差信号分别送到彩色显象管的相应控制栅,而把 U_Y 送至显象管阴极,则在管中自己就解出 U_R 、 U_B 及 U_G 了。

至于 U_G ,也可从 U_{R-Y} 及 U_{B-Y} 中获得,上面已说过

$$U_{G-Y} = -0.51 U_{R-Y} - 0.19 U_{B-Y}$$

也就是说可以用倒相电路及电阻混合网络自 U_{R-Y} 及 U_{B-Y} 中获得 U_{G-Y} 。

四、色差信号的频带及调制

色差信号在传送时应占多宽的频带,这在兼容制中是个很重要的问题。由于人们眼睛分辨彩色图象的能力比分辨黑白图象的能力低得多。这就是说,对较细的图象,眼睛几乎分辨

不出什么色，但能分清它们的亮度差别。因此传送色差信号时其频带可取得窄一些*，一般选在1—1.5MHz时显示出的彩色图象，人们看起来已经非常满意了。当然，对于代表图象亮度的 U_r 信号，必须用全视频频带（0—6MHz）传送，否则将使图象的清晰度下降。

虽然色差信号可以取得较窄，但由于 U_r 仍占据整个频带（0—6MHz），仍然没有色信号的位置，怎么办呢？

如果再深入地分析一下亮度信号，人们发现它并不是平均布满整个频带的，而其中是有规律地间隔分布的（行频的整数倍上）。这样就给我们“有隙可乘”，可以设法把色差信号调制后插到亮度信号的“空档”中去。为了和低频调制的载波相区别，我们把被色信号调制的载波叫副载波或就叫副载波，调制后的副载波信号叫载色信号。很明显，若副载波选在半行频的奇数倍上，色差信号就正好插在亮度信号的空白中间（见图1—6）。我国采用的副载波约为4.43MHz，这时彩色图象信号的频带将如图1—7所示。

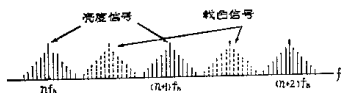


图 1—6 频谱交错图



图 1—7 彩色图像信号的频带

第三节 PAL 制的特点

PAL制是在NTSC制的基础上为适应某些具体条件而加修改的一种。它采用抑制副载波的平衡正交调制和逐行倒相等方法。因此在说明PAL制发射方框图以前，先介绍一下平衡正交调制和逐行倒相的原理和信号的特点。

一、正交平衡调制

如上所述，用色差信号调制副载波，可使载色信号和亮度信号的频谱交错开。但是需要传送的色差信号有两个，它们在同一通道内一起传送时也应该有所区别。当然，我们可以采用两个不同频率的副载波，但是用两个副载波产生两个载色信号，便需占用两个不同的色度频带，而且对图像的干扰也会加重。因此，实用上，只用一个副载波，不过加至两个平衡调制器之前，一路是经过 90° 移相器移相 90° 后才加至调制器；而另一路则不加移相器而直接加至另一调制器。换句话说就是用同一个副载波的相位来区分两个色差信号，由于两路副载波的相位是成 90° ，即正交的，故叫正交调制。所谓正交平衡调制，是指调制器采用能抑制载波的平衡式调制器，所以正交平衡调制后副载波是被抑制掉。

那么为什么要抑制副载波呢？

因为一般的调幅波中，载波的能量是较大的。但是载波本身并不具有信息，信息是由它

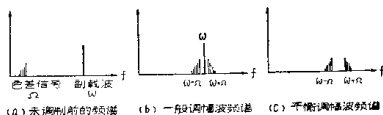


图 1—8 一般调幅及平衡调幅时的已调波频谱图

*因为信号的高频分量代表了图象的细节

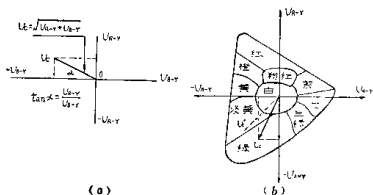


图 1-9 PAL制色矢量图

二、色矢量

既然两个色差信号是利用其副载波的相位不同而加以区别，所以在传输过程中保持其相位失真最小就成为很重要的问题。为了进一步了解，我们可以用数学方式来说明。

令两个副载波为 $A\sin\omega t$ 及 $B\cos\omega t$ ，那么经调制后应为 $U_{R-Y}\sin\omega t$ 及 $U_{B-Y}\cos\omega t$ 。相汇合后载色信号应为 $U_C = U_{R-Y}\sin\omega t + U_{B-Y}\cos\omega t$ 。此式经变换后可得

$$U_C = \sqrt{U_{R-Y}^2 + U_{B-Y}^2} \sin(\omega t + \alpha) \quad (1-2)$$

式中 $\alpha = \tan^{-1} \frac{U_{B-Y}}{U_{R-Y}}$ 。这里 $\sqrt{U_{R-Y}^2 + U_{B-Y}^2}$ 代表信号的振幅，它的大小表示色饱和度。式中的第二项“ $\sin(\omega t + \alpha)$ ”的 $\sin\omega t$ 是说明其瞬时值是按正弦规律变化的，而“ α ”是相位移动了 α 。由于 $\alpha = \tan^{-1} \frac{U_{B-Y}}{U_{R-Y}}$ ，就是说它决定于合成这一颜色的基色成分的比例，也就是说

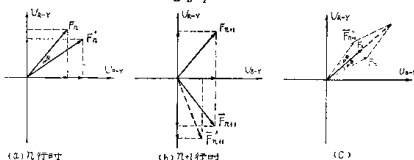


图 1-10 PAL制中相位失真的补偿

α 决定颜色的色调。我们也可根据式(1-2)把载色信号 U_C 画成矢量图，如图1-9(a)所示。为了容易说明，我们可将图(a)的色矢量图放在色度图上，如图1-9(b)。例如在这图中的 U_C 是绿色，如果在传输中相位变化，移至虚线

三、逐行倒相

为了矫正相位失真，在PAL制中采用了逐行倒相的方法，即将两个色差信号中的一个（一般是 U_{R-Y} ）逐行倒相 180° ，使相邻两行的相位相反。图1-10中 F_n 表示 n 行信号， F_{n+1} 表示第 $n+1$ 行信号。如果经传输后它们相位都落后 $\Delta\phi$ ，则 F_n 变为 F'_n 。从图中可看出它的 U_{B-Y} 分量增大了，而 U_{R-Y} 分量则减小了，也就是说产生了色失真。由于相邻两行图象信息基本相同，即 $F_n \approx F_{n+1}$ ，那么如果将 F_{n+1} 中的 U_{R-Y} 转 180° 后 F_{n+1} 就成为图b中的 $\bar{F}_{n+1}$ 。由于传输线路使它落后 $\Delta\phi$ ，则实际上成为图中的 $\bar{F}'_{n+1}$ 。从图中可以看到， $\bar{F}'_{n+1}$ 的 U_{B-Y} 分量减小了而 U_{R-Y} 分量则加大了，正与 F'_n 相反。因而可以利用电的平均或光的直

接视觉平均原理, 在 F'_n 与 F'_{n+1} 很近地并在一起时失真就可减小。这也可用图 c 来说明。由于在接收机中又把 $n+1$ 行的 U_{R-Y} 分量倒相 180° , 它的矢量就成为图中的 F'_{n+1} 所示, 从图中可知, F'_n 与 F'_{n+1} 的合成矢量的相位将与未失真的矢量相同, 也就是说没有色失真了。当然这只是在理想的情况, 实际上是不可能完全抵消的。

四、副载波频率的选择

前面已提到, 将副载波频率选在半行频的奇数倍上, 色差信号就插在亮度信号的空白中间, 因而干扰最小, NTSC制中就是这样选的, 但在 PAL制中就遇到了新问题。

如副载波仍选为半行频的奇数倍时, 对于不倒相的 U_{B-Y} 来说, 它的频谱正好插在亮度信号频谱的中间。但对于逐行倒相的 U_{R-Y} 来说, 由于相位倒换是以半行频的方波对副载波平衡调制的结果, 也就是半行频方波与副载波相乘的结果。因此如副载波等于半行频的奇数倍时, 那与半行频方波相乘以后, 上下边频正好与亮度信号的频谱线重合(见图1-11(a))。这就会产生严重的干扰。

为了避免这种干扰, PAL制采用 $\frac{1}{2}$ 行频间置法, 即副载频选择为 $f_s = (n + \frac{1}{2})f_h$ 或 $f_s = (n - \frac{1}{2})f_h$ 。

这里 f_s 为副载频, n 为任何整数, f_h 为行频。如果选择前一种, U_{B-Y} 的谱线位置比亮度信号的谱线高 $f_h/4$, 而 U_{R-Y} 的谱线位置比亮度信号的谱线位置低 $f_h/4$, 如果选择后一种, 则情况相反。

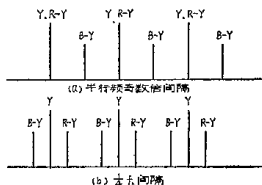


图 1-11 载色信号与亮度信号的谱线位置

一般说来, 副载波频率选得高时, 载色信号对图象亮度干扰点较细, 看起来干扰较轻。但也不能选得太高, 否则会将上旁频切掉。还会由于距伴音(6.5MHz)太近, 容易产生差拍, 干扰也会加重。所以实验确定 $n=284$ 比较合适, 选用 $f_s = (n - \frac{1}{2})f_h$, 因而

$$f_s = (n - \frac{1}{2})f_h = (284 - \frac{1}{2}) \times 15625 \\ = 4.43359375 \text{ MHz}$$

为了进一步减轻色度信号对亮度信号所出现的网纹爬动干扰, PAL制采用了每场增加半个副载波的措施。即选择副载频为

$$f_s = (n - \frac{1}{4})f_h + 25 = (284 - \frac{1}{4}) \times 15625 + 25 \\ = 4.43361875 \text{ MHz}$$

五、全彩色电视信号的形成

经过正交平衡调幅得到的色度信号要叠加在亮度信号上传送。例如一般的彩条全电视信号(图1-12中的(c))是由亮度信号(a)加上色度信号(b)得到的, 即全电视信号为:

$$U_T + \sqrt{U_{R-Y}^2 + U_{B-Y}^2} \sin(\omega_c t + \phi)$$

从图1-12(c)中我们看出, 对于某些色饱和度大的彩色, 迭加以后, 信号电平远超过原来黑白图像信号的动态范围。以白电平为1, 黑电平为零, 传送黄条时, 最大电平为1.79,

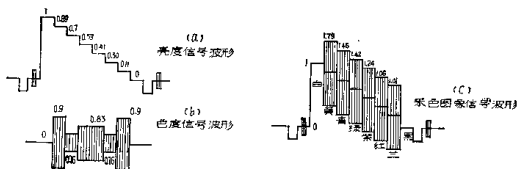


图 1—12 彩色全电视信号

超过了白电平79%；传送青色时超过46%，传送红色时比黑电平还低46%，传送蓝色时，比黑电平低79%。

因此在传送彩色图象信号时，如果仍然维持黑白图象信号的动态范围，这些载色信号便会超过规定的电平范围而产生畸变。例如传送黄、青色时，会使发射机过调制，信号限幅，色饱和度降低。传送红、蓝色时，信号电平比同步电平大很多，因而干扰同步。

为了解决电平过份超量的问题，可在调制副载波前，适当地压低色差信号电平，也就是乘一个减缩系数。例如将 U_{R-Y} 压低为 aU_{R-Y} ，将 U_{B-Y} 压低为 bU_{B-Y} ，使彩条图象信号的变化范围超过黑白动态范围的值不大于黑白动态范围的33%。这样虽然还存在上述问题，但实验表明，由于多数彩色图象都是饱和度不大的，因而影响不大，一般是可以允许的。

经推导，可得出：

$$a = \frac{1}{1.14} = 0.877, \quad b = \frac{1}{2.03} = 0.493$$

因此，经过减缩以后的彩色图象信号为：

$$U_r + \frac{U_{R-Y}}{1.14} \cos \omega_c t + \frac{U_{B-Y}}{2.03} \sin \omega_c t$$

$$\text{令} \quad aU_{R-Y} = \frac{U_{R-Y}}{1.14} = V,$$

$$bU_{B-Y} = \frac{U_{B-Y}}{2.03} = U$$

则上式可改写为：

$$\begin{aligned} & U_r + V \cos \omega_c t + U \sin \omega_c t \\ &= U_r + \sqrt{V^2 + U^2} \sin(\omega_c t + \varphi) \end{aligned}$$

应当指出，由于色度信号是两个正交分量的和，所以当两个正交分量按不同比例减缩后，各种彩色信号的电平和相位都会有所变化，见图1—13。

如传送彩条图象时，它们的变化如图1—13 b所示。可见彩条图象信号的最大电平比白色电平高33%，最低电平比黑色电平低33%，而且黄、青色最大电平相同。红、蓝色最低电平相同，紫（品红）色最大电平和白色电平相等，绿色最小电平和黑色电平相等。

另外，载色信号的相角也因减缩比例不同而发生变化。由于不同的相角 φ 代表不同的彩色色调，所以如果在信号传输过程中载色信号的相位改变时，检波出来的 V 和 U 的幅度比例就会改变，因此对传输系统有严格的要求。

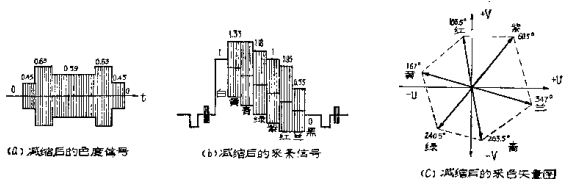


图 1-13 压缩后的彩色信号

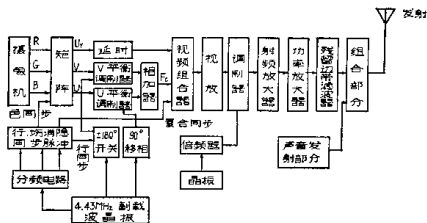


图 1-14 PAL制彩色电视发射方框图

第四节 彩色电视的发射过程

为了兼容，就要求将彩色摄像机送来的 U_R 、 U_G 、 U_B 三个色信号编到一起，形成彩色全电视信号后再发射出去。完成这种任务的电路叫编码电路。由于我们着重介绍彩色接收机，所以只简单地介绍一下发射及编码方框图。

由上图可见，从摄像机送来的 R 、 G 、 B 三个色信号和色同步脉冲一起送入矩阵电路，解出：亮度信号 U_Y 和两个色差信号 $V(aU_{R-Y})$ 、 $U(bU_{B-Y})$ 。 V 、 U 信号分别进入各自平衡调制器，这时由晶振产生的 4.43MHz 副载波进入 V 平衡调制器前要逐行做 180° 相位切换，以使调制后的 U_{R-Y} 信号逐行倒相。送入 U 平衡调制器前的载副载波要移相 90° ，以使两个色差信号正交。经 V 、 U 正交平衡调制后的两个载色信号再相加形成色度信号 F_C ； 4.43MHz 副载波经过分频电路，再由行、场消隐和同步脉冲发生器产生复合同步脉冲，这时再和色度信号 F_C 、亮度信号 U_Y 一起送入视频组合电路，形成彩色全电视信号。此信号再经过放大与晶振、倍频产生的载波一起送入调制器，调制后再送入射频放大器，然后经射频功率放大器，经残留边带滤波后，和伴音信号（已调至高频段）一起送入组合部分，由同一副天线辐射出去。

第二章 彩色电视接收机的组成

第一节 整机方框图及接收过程

电视信号的无线电收发过程也和一般无线电通信收发过程一样,没有本质的差别。目前世界各国电视广播都使用米波(VHF)及分米波(UHF)段。厘米波段由于电波传播受障碍物的影响更大,一般用于微波中继接力和卫星转播。

由于米波段电波传播受地形影响小些,而且发射机、接收机也便于生产。因此一般电视广播多数优先使用米波段,当电视台数量太多,米波段过于拥挤时可采用分米波段。米波段称甚高频(VHF),在 $30\sim 300MHz$;分米波段称特高频(UHF),在 $300\sim 3000MHz$ 。

我国规定的米波段十二个电视频道的频率划分如表2-1。

表 2-1 我国 VHF 段频道的划分

频 道	频 率 范 围 MHz	图 像 载 波 MHz	伴 音 载 波 MHz
1	48.5—56.5	49.75	56.25
2	56.5—64.5	57.75	64.25
3	64.5—72.5	65.75	72.25
4	76—84	77.25	83.75
5	84—92	85.25	91.75
6	167—175	168.25	174.75
7	175—183	176.25	182.75
8	183—191	184.25	190.75
9	191—199	192.25	198.75
10	199—207	200.25	206.75
11	207—215	208.25	214.75
12	215—223	216.25	222.75

一、黑白电视接收机方框图和质量指标

黑白电视接收机的方框图在信号通道方面大体上与超外差收音机相似,一般具有高频、变频、中放、检波、视放等各级组成,与收音机比较除了频率高,频带宽等特点外,有一个主要不同之处是电视机一般需要同时接收图象和伴音两个信号。

在发射端实际上图象和伴音是完全独立的两部发射机,只是由于频率相隔较近,因此可以共用一个天线而已。而在接收端如用两套接收机来分别接收,既不经济又十分不便。

为了尽量把图象和伴音两部分合并接收,电视接收机一般有所谓“双通道”式和“单通道”式两种。“双通道”式是指图象和伴音信号从天线收来经高频头后(高频调谐器),进入中放前将二者分开,各自进入自己的中放电路,然后由两个中放分别加以放大和检波。这种方式的主要缺点是:(1)由于两个中放通道,故用的元件较多。

(2)由于伴音是窄频带的,对本振频率稳定性的要求高,本振频率的变化容易使伴音中

放收不到信号。

单通道接收方式如图2-1所示。由天线收来信号后，经高频头进入同一个中频放大器，

并同时加到检波器上。检波器一方面把图象信号的包络线检波出来加到视放；同时由于检波器的非线性，图象中频与伴音中频之间将产生差频（ 6.5MHz ），然后用谐振回路把差频滤出来，再

加到 6.5MHz 的伴音中放，适当放大后进行鉴频，得到伴音信号。这个 6.5MHz 称为第二伴音中频。由于第二次变频本振电压是图象载波，故往往把这种接收方式也称为内载波接收方式。

内载波方式的主要优点为利用图象和伴音共用中放，故可以更节省元件和简化电路，另外由于 6.5MHz 第二伴音中频是由发射端两个发射机频率差所决定，故一般比较稳定，而且与接收机本振频率无关。因此免除了许多调节使用上的不便。目前这种方式已为绝大多数电视接收机所采用。

黑白电视接收机主要质量指标有以下几个：

1. 灵敏度

电视接收机的灵敏度有两种定义，第一种定义为决定于放大量的灵敏度，叫“极限放大灵敏度”，这是指在显像管上视频调制电压达到额定值（例如 40V 峰峰值）时所需的接收机最小输入信号电平，一般约为 $10\mu\text{V}$ 至 1mV 。

灵敏度的第二种定义为在显像管获得额定电压，且其信号噪声比大于额定数值（一般定为 $20\sim 30\text{dB}$ ）的条件下，所需输入信号的电平。因为只有考虑到信、噪比，高的灵敏度才有实际意义。

2. 选择性

也就是抑制邻近波道电视台干扰或其它带外干扰的能力，一般希望在 30dB 以上。

3. 图象通带

图象通道的带宽一般从图象载波算起到高频半功率点为止的带宽，希望保证 $4\sim 5.5\text{MHz}$ ，以保证图象的水平分辨率（一般水平分辨率在400线以上）。

4. 本振频率稳定度

黑白电视机要求本振漂移小于 200KHz ，彩色电视机要求小于 50KHz 。

5. 自动增益控制范围

自动增益控制范围是指电视机通道输出电平在一定范围内变化的条件下所允许的输入电平变化的范围，较好的电视机可以控制达 $40\sim 60\text{dB}$ 。

二、彩色电视接收机整机方框图

彩色电视接收机的构造与黑白电视机基本相似（图2-2所示），只是增加部分电路来处理彩色信息，并控制彩色显象管。全部电路按其作用可分为三大部分：即高中频通道、伴音

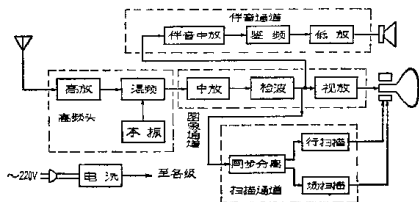


图 2-1 黑白电视接收机方框图

调制。这时在伴音和色度共同检波时将产生2兆赫左右的拍频。但这个频率的信号不能进入色度信号带通滤波和伴音第二中放的各谐振回路，因此不存在干扰。这种方案已在不少的新式彩色接收机被采用。例如北京昆仑牌、日本CNP865型彩色电视接收机就采用的此种色度伴音共同检波电路，其方框图见图2-4。

综上所述，彩色接收机除色度信号处理电路（解码器）、彩色显象管及其附属电路外，其余各部分在原理上和黑白电视接收机大体相同，只不过彩色电视对电路质量要求更高一些。此外，由于安装了彩色显象管，就要求同步扫描及高压电路供出更大的能量和更高的阳极电压。

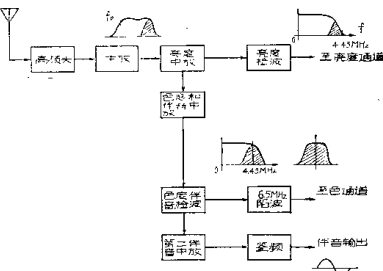


图 2-4 色度和伴音共用检波方框图

第二节 色通道的组成及功能

一、解码器方框图原理

色通道又称解码器，是彩色电视机中不同于黑白电视机的主要部分。解码器的作用就是从原来正交平衡调制的色度信号中，正确地解出 U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 视频色差信号。再同亮度信号一起经矩阵解出 R 、 G 、 B 三个基色信号来。

在彩色接收机中，把接收下来的彩色高频信号，经中放、检波成视频彩色全电视信号，然后送入带通滤波器把色度信号取出来，再送入色度分离级（即梳状滤波器），把色度信号分为独立的 V 、 U 信号。分离的方法通常采用超声波延时线将色度信号延时近一行时间，然后和不延时的色度信号相加、相减，即得到 V 、 U 两信号*。分离得到的 V 、 U 信号分别送入 V 、 U 同步检波器，以解出视频色差信号。由于 V 和 U 是抑制掉副载波的载色信号，为了解出视频色差信号 U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 来，就必须加入原来被抑制掉的副载波。在接收机中就要求有一个4.43MHz振荡器以产生副载波。通常付载波和 V 、 U 信号一起加入同步检波器。加入的基准副载波和原来被抑制掉的副载波应严格保持同频同相。因此，要有鉴相器。由副载波晶体振荡器产生的

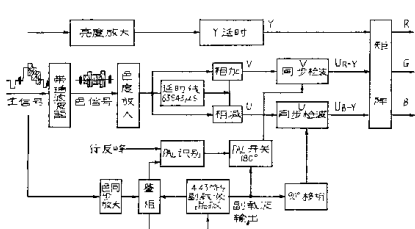


图 2-5 解码器方框图

* 可参阅王明远编译的《彩色电视接收机原理》第197~210页

4.43MHz信号和色同步信号都送入鉴相器，鉴相器输出7.8KHz的信号，经过滤波，形成误差电压再来控制晶体振荡器的相位和频率。

鉴相器产生的7.8KHz信号，还有一个重要的作用，就是PAL识别信号。因为发射时， U_{R-Y} 信号逐行倒相，接收时必须把它再正确地倒回来，才能正确地解出视频信号。如何保证正确呢？就要靠PAL识别信号来识别。如果送入R-Y同步检波器的V信号是倒相的（-V），那么识别脉冲使PAL开关将副载波也倒相180°；如果输入的是未倒相的V信号，则副载波也不倒相，结果，经V检波后的 U_{R-Y} 就逐行同相了。另外，送入B-Y同步检波器的副载波要移相90°。这是因为发送时V、U两信号是正交调制的，也即色度分离后的V、U两信号载波相位相差90°，为了保证正确同步检波，必须将送入B-Y同步检波器的副载波也移相90°。V、U同步检波器分别解出 U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 色差信号。 U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 经电阻矩阵解出 U_{G-Y} 。同时与Y信号一起在矩阵中解出 U_R 、 U_G 、 U_B 三基色电压来*。

二、色度分离

1. 色度分离原理

怎样将V、U两个载色信号从彩色合成信号 U_c 中分离出来呢？一般都是采用如图2-6那样的色度分离电路，常叫“梳状滤波器”。

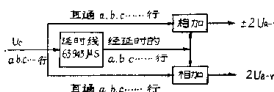


图 2-6 色度分离简示图

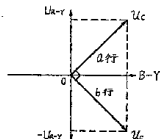


图 2-7 色信号矢量图

由于色度信号 u_c 在两个色差信号的合成信号中，两个色差信号的副载波是正交调制（相位差90°）的，且其中 U_{R-Y} 信号逐行倒相180°，所以合成后的载色信号 U_c 相邻行始终差90°（见图2-7）。由图2-7可见， U_{B-Y} 指向固定相位，而移相90°的 U_{R-Y} 信号逐行倒相180°（指上 U_{R-Y} 及一 U_{R-Y} 两矢量）。

在PAL制色度分离电路里（见图2-6），彩色合成信号一路经延时（一行的时间），一路不经延时，两路相加、减，即能分别得出V、U两个载色信号来。为什么要延时一行（约64μs）呢？我们知道如果某一频率的信号经过延迟后，且其延迟时间为该信号的 $\frac{1}{2}T$ （ T 为此信号的周期）的奇数倍的话，那么经过延迟的信号相位将与未延迟的信号相位差180°，即相位相反。我们如果将此两相位相反的信号相加，则相互抵消，输出为零；如果将这两信号相减，即反相迭加，则结果为每一信号的2倍。如果设第a行的色度信号 U_{ca} 为

$$U_{ca} = U + V$$

则由于V信号是逐行倒相的，故第a+1行的色信号 $U_{c(a+1)}$ 为：

$$U_{c(a+1)} = U - V$$

第a+2行 $U_{c(a+2)}$ 为：

$$U_{c(a+2)} = U + V$$

因之，当输入为a+1行时可在加法器输出得：

* 如果将色信号加至显象管控制极板，将亮度信号加至阴极，那么经矩阵后不用分解成R、G、B三基色信号，而是R-Y、G-Y及B-Y三个色差信号即可。