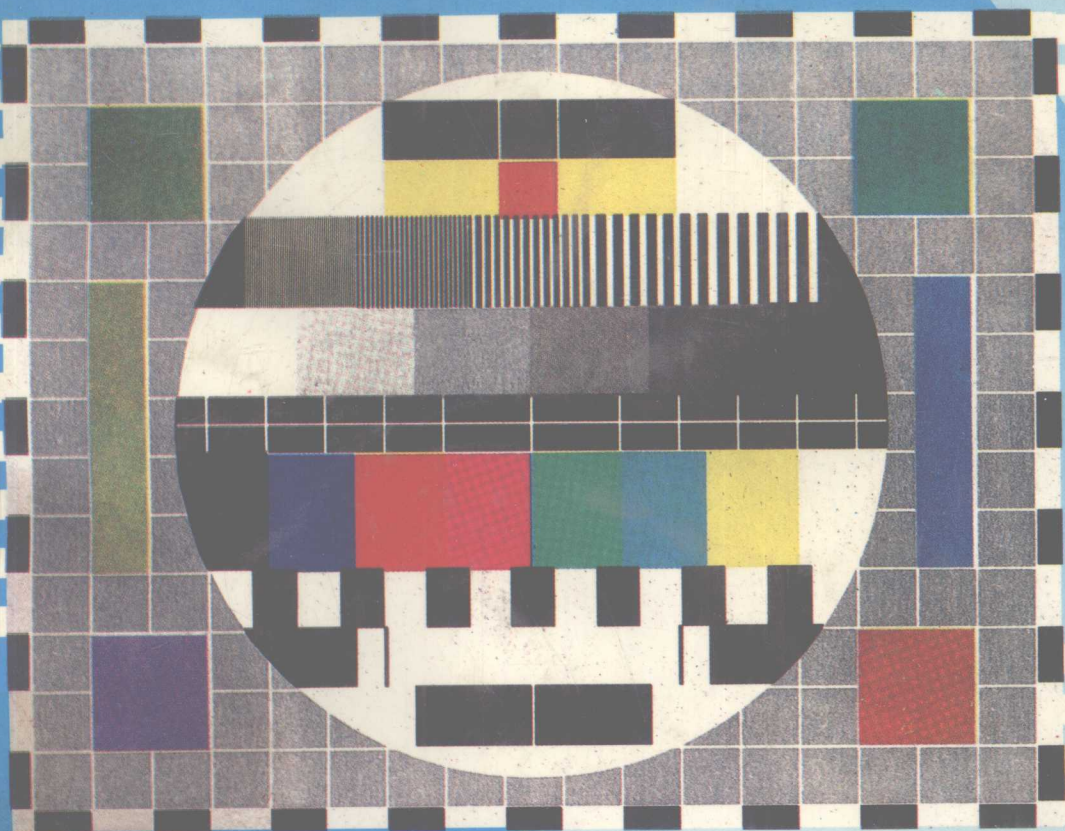


PAL-D制彩色电视

信号的编码和发送

接收机的电路剖析、调试与维修

宋茂仁 编著



山西科学技术出版社

/'

PAL—D 制彩色电视

信号的编码和发送

接收机的电路剖析、调试与维修

宋茂仁 编著

山西科学技术出版社

〔晋〕新登字 5 号

**PAL-D 制彩色电视信号的编码和发送
接收机的电路剖析、调试与维修**

宋茂仁 编著

*

山西科学技术出版社出版 (太原并州北路十一号)
山西省新华书店发行 太原兴晋科技印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 24.125 字数 560 千字
1994 年 8 月第 1 版 1994 年 8 月太原第 1 次印刷
印数: 1—6500 册

*

ISBN 7-5377-0949-1
T·166 定价: 16.50 元

前言

目前,我们尚没有看到一本系统地介绍 PAL-D 制(我国采用的彩色电视制式)彩色电视及其接收机的书籍。特别是用集成电路为例,系统地对彩色电视接收机的工作原理和电路分析的书籍更为罕见。本书就是为了弥补这一空缺编写出来的。

为了不使问题复杂化,并有利于迅速掌握彩色电视接收机的基本知识,本书没有选用平面直角遥控等较先进的彩色电视接收机,而是采用日立公司出品的日立牌 CRP-450D 和 CTP-236D 型彩色电视接收机为例,介绍 PAL-D 制彩色电视的原理和它的接收机电路分析的。这两种型号的机型都是采用 NP8C 电路板。此外,日立牌 CEP-320D、CRP-450/DA、CAP168D、CWP-320、CWP-350D、CTP230 等也是用 NP8C 机心装制的。属于 NP8C 电路板的国产机有:金星牌 C37-401、C46-1、C47-1、C-475、C56-402、C56-406、C563;飞跃牌 37D1-2、47C1-3;韶峰牌 SFC46-1;环宇牌 47C-2;百合花牌 CD47-1;兰花牌 SC47-2U;福日牌 HFC-236、HFC-450/G、HFC-321……通过对一种类型集成电路彩色电视接收机的系统而全面的了解,我们就可以阅读其他型号彩色电视接收机的电路图,达到触类旁通的目的。

本书共分七章:第一章介绍 PAL-D 制彩色电视信号波形和频谱;第二章至第五章介绍 PAL-D 制彩色电视接收机的电路,其中包括调谐器、图像和伴音中频、视频检波和伴音鉴频、伴音放大、彩色信号解码、行场扫描、彩色显像管周围电路,在此,系统全面地分析了分立元件和集成元件电路的工作原理,其中也把信号波形、它的频谱变换过程、电路的幅频特性穿插在电路分析的全部过程中,同时,还介绍了彩色显像管的结构和工作原理;第六章和第七章分别介绍了彩色电视接收机的调试和维修。此外,书末还提供了一些有关彩色电视技术标准和维修等资料。

为了适应各种层次、使用目的不同的读者的需要,在每一章节之前,都安排了承上启下的简明扼要的内容。本书作为课本使用时,根据课时的多少,可以酌情删减。

本书可供大专院校、职业学校、培训班的师生参阅,也可供家电维修人员为提高技术素质自学使用。

在编写本书的过程中得到了许多同志的热心支持和帮助,李元、李俊英和李亚平为本书绘制了部分图纸;杨笑梅为本书的脱稿付出了辛勤的汗水;……借此机会,向她们表示感谢!

由于作者水平和经验有限,不妥之处在所难免,敬请使用本书的同行和朋友们指正,本人不胜感激!

作者 1993 年 5 月于太原

目 录

第一章 PAL-D 制彩色电视信号	(1)
第一节 光与彩色	(1)
一、可见光的特性及人眼对它的感觉	(1)
二、色度图与彩色电视中三基色的选取	(4)
第二节 黑白彩色电视的兼容性	(5)
一、兼容性的基本要求	(6)
二、频谱交错原理	(7)
第三节 彩色全电视信号编码器	(21)
一、亮度信号 E'_Y 及两个色度信号 E'_{R-Y} 和 E'_{B-Y} 的形成	(22)
二、色度信号的形成	(28)
三、彩条的彩色全电视信号的形成	(32)
第四节 彩色电视信号的发送	(44)
一、电视信号接收途径	(44)
二、电视发射机	(45)
第二章 调谐器、中频放大、视频检波和伴音电路	(49)
第一节 调谐器及节目预选器	(51)
一、调谐器	(51)
二、节目预选器(或称频道预选器,节目选择器)	(60)
第二节 中频放大电路和视频检波电路	(61)
一、声表面波滤波器(SAWF)	(61)
二、中频放大电路和视频检波电路	(63)
第三节 伴音通道	(79)
一、IC HA1124A 及其外围电路	(81)
二、伴音功率放大器电路	(83)
第三章 解码电路	(85)
第一节 亮度信号处理	(86)
一、4.43MHz 彩色副载波陷波器	(88)
二、第一级亮度放大器兼频率补偿电路	(89)
三、第二级亮度放大器、箝位和亮度调节电路	(90)
四、第三级亮度放大器和行、场消隐电路	(92)
五、自动亮度限制(ABL)电路	(93)

第二节 色信号处理	(94)
一、带通滤波器	(97)
二、色带通放大器	(98)
三、ACC 检波及 ACC 放大电路	(101)
四、色饱和度控制电路和自动消色电路	(102)
五、梳状滤波器(延时解调器)	(104)
六、副载波恢复电路	(107)
七、消色和识别检波电路	(120)
八、 E'_{R-Y} 和 E'_{B-Y} 同步解调电路	(123)
九、基色矩阵输出(视放末级输出)电路	(127)
第四章 行、场扫描和电源电路	(129)
第一节 场扫描电路	(131)
一、同步分离电路	(131)
二、场振荡与场预激励电路	(132)
三、场激励与场输出级电路	(134)
四、场中心调节	(135)
五、场扫描输出级保护电路	(135)
第二节 行扫描电路	(136)
一、行振荡与预激励电路	(136)
二、行 AFC 鉴相器电路	(139)
三、行激励级电路	(140)
四、行输出电路	(141)
第三节 电源及保护电路	(148)
一、开关稳压电源	(151)
二、其他电源	(154)
三、保护电路	(157)
第五章 彩色显像管	(160)
第一节 电子枪	(161)
一、三枪三束荫罩和单枪三束彩色显像管的电子枪	(161)
二、自会聚彩色显像管的电子枪	(164)
第二节 自会聚彩色显像管的工作原理	(168)
一、荫罩板和荧光屏	(168)
二、光栅的几何失真	(169)
三、自会聚管的自会聚原理	(171)
四、自会聚彩色显像管外的其他附件	(174)
五、彩色显像管的外围电路	(177)
第六章 彩色电视接收机的调整	(181)
第一节 行场扫描电路的调整	(182)

一、行扫描电路的调整	(182)
二、场扫描电路的调整	(183)
第二节 彩色显像管光栅和图像质量的调整	(183)
一、聚焦调整	(183)
二、灰度调整(白平衡调整)	(183)
三、副亮度调整	(185)
四、色纯调整	(185)
五、会聚调整	(186)
第三节 公共通道调整和伴音中频通道调整	(188)
一、图像中频通道调整	(188)
二、伴音中频调整	(188)
三、AGC 调整	(189)
第四节 解码器电路的调整	(189)
一、色信号带通放大器的调整	(189)
二、彩色调整	(189)
第七章 彩色电视接收机的维修	(191)
第一节 无光栅故障的维修	(199)
一、故障判别流程图	(199)
二、故障检修	(199)
第二节 有光栅而无图像故障的维修	(204)
一、故障判别流程图	(205)
二、故障检修	(205)
第三节 彩色故障的维修	(213)
一、故障判别流程图	(213)
二、故障检修	(213)
第四节 行、场扫描部分的故障	(220)
一、行、场扫描部分故障检查流程图	(220)
二、故障检修	(220)

附录

- 一、我国彩色电视广播标准 GB3174—82
- 二、我国彩色电视广播测试图 GB2097—80
- 三、我国和其他一些国家(地区)的电视频道划分表
- 四、国家标准 GB6831—86彩色电视广播接收机基本参数及技术要求
- 五、彩电用电子调谐器的代换
- 六、集成电路资料
- 七、常用彩色电视行输出变压器归类及代换
- 八、世界各国部分彩色显像管主要技术参数
- 九、彩色电视机偏转线圈参数表

十、电视机常用元器件性能参数一览表

十一、部分国外彩色电视机采用的三极管特性

十二、国外电阻、保险电阻、电位器、电容和电感的规格以及标志方法

十三、彩色电视机电路图中的英文与中文对照表

附图

CRP—450D 型彩色电视接收机电路图

CTP—236D 型彩色电视接收机电路图

金星 C563 型彩色电视接收机电路图

参考文献

第一章 PAL—D 制彩色电视信号

当黑白电视发展到一定阶段以后,人们感到它并未反映客观物体图像的全貌。因为,黑白电视只能看到景物的明暗(即亮度),而看不到它的真实颜色。于是,科学家们便着手研制彩色电视。直到目前为止,世界上共存的彩色电视有 NTSC、SECAM 和 PAL 制三种制式。我国是在 1975 年开始在全国采用 PAL—D 制彩色电视进行试播的,直到现在仍采用的是这种制式。彩色电视接收机和其他电子设备一样,也是从电子管开始,逐步过渡到采用晶体管、集成电路的。本书将以日立牌 CTP—236 型,以及类似的机型 CRP—450、福日牌 HFC—450 型、HFC—236 型、金星牌 C37—401 型和 C56—402 型为例,介绍彩色电视接收机的工作原理。这些电视机大同小异,有的无任何差别。通过典型电视机的系统介绍,就能够了解有数块集成电路组成的彩色电视接收机的原理、调试和维修方法。

若想了解彩色电视接收机的原理,必须首先知道彩色电视信号的结构和形成过程。为此,本章先介绍 PAL—D 制彩色电视信号。对于信号本身的处理过程所采用的具体电路,将不予以涉及。

第一节 光与彩色

一、可见光的特性及人眼对它的感觉

1. 可见光

从光的波动说可知,光也是一种电磁波。按照电磁波的波长(或频率)排列起来,可以得到如图 1—1 所示的电磁辐射的波谱。不同波长的电磁波都是客观存在的物质,可用各种测试方法对它们进行测量。它们在真空中的传播速度都是 3×10^8 米/秒。但能作用到人眼,引起视觉作用的只是电磁波谱中的很少一部分。它们的波长在 780nm 和 380nm 之间,对应的频率为 $3.85 \sim 7.9 \times 10^{14}$ MHz 之间。在 780nm~380nm 之间人眼感到的颜色依次为红、橙、黄、绿、青、蓝和紫这七种主要颜色。但相邻两种颜色之间并无严格的分界线,而是连续变化,从一种颜色过渡到另一种颜色。光有透射、反射、折射以及为它所通过介质吸收的特性。常用的度量单位有发光强度单位“坎(坎德拉)(cd)”、光通量单位“流(流明)(lm)”、光的照度单位“勒(勒克斯)(lx)”、亮度单位“尼(尼特)(cd/m²)”。

一种颜色的光可以是单一波长的所谓单色光(或光谱色光),也可以由许多种波长的光混合而成。相反,多种波长的混合光也可以分解为许多种波长的光。人眼看到的太阳光是白光。白光通过三棱镜的两面折射以后,可以分解成红、橙、黄、绿、青、蓝和紫连续光谱的色光,如图 1—2 所示。

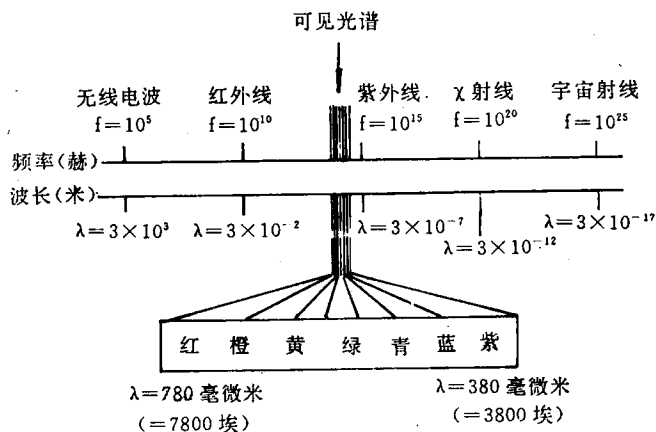


图 1-1 电磁辐射波谱
(注:1 毫微米= 10^{-9} 米;1 埃= 10^{-10} 米)

平常,我们看到的各种物体颜色是由阳光照射到它上面以后,吸收了部分波长的光,反射出来的光射到人眼而感到的颜色。例如,我们所看到的绿色树叶之所以是绿色,是因为树叶吸收了红、橙、黄、青、蓝和紫各色,反射出来绿色范围波长光引起的感觉的缘故。

太阳是一种光源。没有光源,我们周围的世界将为一片漆黑。

同样,在用摄像机摄取景物的时候,也要有光源照明。我们看到的物体颜色也与光源光谱有关。例如,在阳光下看到的蓝色,在高压汞灯下却变成了蓝紫色;在白炽灯下选购的某些颜色的布匹、衣料,在日光下又成了另一种颜色。因此,光源光谱对彩色电视的图像重现,影响很大。这就要科学地选择白光光源(包括在彩色显像管屏幕上显示的白光)。根据我国国家标准 GB3174-82 规定,采用 D₆₅ 白色光源作为光源。这种光相当于白天的平均光照。它近似于 6500K 的温度下理想的绝对黑体发出的光。

彩色可见光的彩色特征由亮度、色调和色饱和度三个物理量来描述。亮度是说彩色物体的明暗程度;色调表示是什么颜色,它和物体反射或发射出的光的波长有关,例如说某种物体色调是黄、红和紫等色,饱和度是表示彩色的浓淡程度或颜色的深浅,例如粉红、红和深红依次表示红色饱和度由低到高(由小到大),它也可以说是颜色被白色冲淡的程度。单色光或与某一单色光相同的颜色光饱和度最大(最高)。某种颜色与白光混合,颜色变浅,我们说它的饱和度较小(较低),白色、灰色和黑色的饱和度为零。色调和色饱和度合称

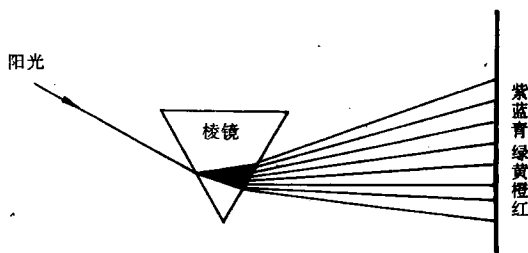


图 1-2 阳光的光谱

色度,它说明颜色的类别,又说明颜色的深浅程度。

2. 相加混色和相减混色

所谓相加混色,是指两种或两种以上颜色混合成其他颜色。例如,红色和绿色混合在一起可成为黄色;红色和蓝色混合在一起可成为紫色;蓝色和绿色混合在一起可成为青色;红色、绿色和蓝色混合在一起可成为白色(无色)……彩色电视采用的就是这种相加混色法。上述由不同颜色混合后具有新色调的颜色应记牢,它对调整、维修彩色电视接收机是不可缺少的结论。凡是发光的物体发的光或都是物体反射光构成的混合光的方法都属于这种混色法。

所谓相减混色法是几种颜色相减后混合在一起得到新颜色光。日光照射到某种颜色物体后,吸收(减去)了某种颜色,反射出的另一种颜色,就是相减过程得到的。例如白光照射到某种颜色物体后,得到另一种颜色。黄色是白光照射到吸收蓝色的物体上得到的。也可以看成是白光中的红、绿和蓝三种颜色减去了蓝色(吸收了蓝色)得到红色和绿色的混合光,即黄色。同样,紫色是白光照射到吸收绿色光的物体上得到的;青色是白光照射到吸收红色的物体上得到的。绘画颜料、电影片及幻灯片都属于这种混色法。彩色电视接收机显像管屏幕上显示的图像不用这种方法。

在相加混色中,混合颜色总亮度为组成色各成份亮度之和。这就是表征人眼特性的格拉司曼定律。

3. 三基色原理

若任何一种颜色都可以由三种独立的颜色相加混色配成,则称这三种独立的颜色为三基色。彩色电视中采用的是红(R)、绿(G)和蓝(B)作为三基色。三基色可以是三种光谱色,也可以是各种波长混合而成的三基色。图 1—3 是一个配色实验。

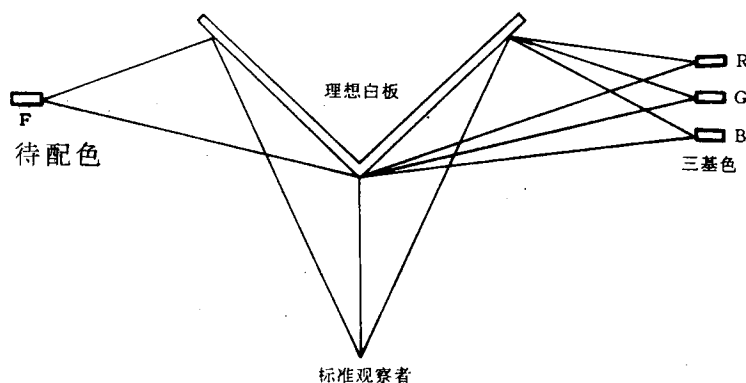


图 1—3 配色实验

成互成直角。在其中一块白板上投射一束待配的已知颜色 F;在另一块白板上投射三束三基色光 R、G 和 B。调节三基色之间的发光强度的比例,直至两块白板上彩色光对标准观测者引起的视觉完全相同为止。此时,三基色发光强度读数的比例,即为三基色含量的比例。待配颜色是任意色调时,都可调节三基色的发光比例而得到。例如:黄色可由绿色和红色配成;红色和蓝色可以配成紫色;绿色和蓝色可配成青色;红色、绿色和蓝色可配成白

色。改变 R、G 和 B 的不同比例,可得到自然界中存在的所有颜色。如果认为白色的亮度为 1,则可测得红色、绿色和蓝色的亮度分别为 0.299、0.587 和 0.114。而 $0.299 + 0.587 + 0.114 = 1.000$ 。也就是说,三基色亮度之和等于混合色(白色)的亮度。如果 R、G 和 B 的亮度成比例地减小,则可得到较暗的白色(灰色)。如果取蓝色最大亮度 0.114 的一半,而红色和绿色都为其最大值 0.299 和 0.587,则红色和绿色亮度的一半与蓝色混合成灰色,而红色和绿色取另一半亮度混合成黄色。此时,黄色被浅白色冲淡成饱和度低的黄色。此时这种黄色的饱和度为 50%。

国际上规定的三基色为单色光,它们的波长分别是:

红色:700.0nm;

绿色:546.1nm(水银光谱);

蓝色:435.8nm(水银光谱)。

只有与上面三种颜色相同的颜色,才算是真正的三基色红色、绿色和蓝色。各种标准光源的白色也有一定比例的三基色光通量。

彩色电视中采用的三基色不是单色光,它的饱和度也不是真正的 100%,色调也不完全与上述三种基色相同。

根据三基色混合光的亮度等于三基色各亮度之和这个定律,可以写成在彩色电视中有重要作用的亮度方程:

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

此式常简写为:

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B \quad (1-1)$$

与上述情况相反,我们也可以将自然界中存在的各种颜色分解为比例不同的三种基色。彩色电视的发送端就是将各种色光分解成三种基色的。三种基色分别通过各自的通道加工处理。

4. 彩色细节的辨认

人眼对色调的分辨能力不如对亮度的分辨能力高。两种颜色的光源相距较近时,如果还能分辨出两个色点来,当再逐渐向后退却的时候,两点看起来也逐渐合到一起了。比如,一红一绿的两个距离较近的光点,在一定距离之外就看成是红色和绿色的混合色黄色。这就是空间混色。彩色显像管就是根据人眼这一特性制造的。但是,两个无色(白色、灰色或黑色)光点之间与上述有色光点的距离相同,当我们退却到不能分辨两光点的同样距离时,仍然可以看到两个光点,直到再向后退却一段距离后才分辨不开两个光点。

这种人眼特性,在日常生活中也常遇到。例如,将一张黑白照片,涂上一些界限不太清楚的颜色,我们就感到非常清晰逼真。这种现象也被利用到彩色电视中。

二、色度图与彩色电视中三基色的选取

为了进行混色的比较和计算,根据实验数据绘出了舌形曲线图,称为色度图。如图 1-4 所示。在 XY 直角坐标系内画出一条由 380nm 到 780nm 的舌形(马蹄形)光谱光轨迹曲线,在这条曲线上注明各光谱色的波长,再用一条直线将 780nm 和 380nm 两点连接起来,形成舌形图。自然界中的所有可能的颜色都包括到这个封闭的舌形图内。舌形图的中

间有一个白色区域。白色区域中间某一点 W 代表某种白色。若在这个封闭图形内部任取两点,将它们连接起来,则直线上任何一点的颜色都是这两端点颜色的混合色。各种颜色都有一定的坐标(X,Y)。

现在要对这个色度图作一些说明,为此,参看图 1-5。

若在舌形曲线上任取一点 G(波长为 520nm),连 GW,则这条直线上的所有点都有相同的色调,但从 G 到 W 逐渐由光谱色(饱和度为 100%)变化到浅绿色直到白色(饱和度为零)。因此,由 W 点画出的所有射线与舌形曲线相交构成的直线上的各点都是代表等色调的颜色。我们称这些直线为等色调波长线。若在舌形图内围绕 W 点画出一些相似于舌形曲线和直线所形成的封闭曲线,则这些封闭曲线都是等饱和度曲线,称之为等饱和度线。

现在,再看一下彩色电视中的三基色是怎样规定的。为此,参看图 1-6。

自然界中 100% 饱和度的颜色很少,且真正的 100% 饱和度难以取得。因此,根据我国国家标准 GB3174-82,彩色电视中的三基色 R、G 和 B 的坐标分别规定为 (0.64, 0.33)、(0.29, 0.60) 和 (0.15, 0.06) 三点。连 RG、GB 和 BR 得一三角形。在三角形内部所包含的各种颜色,应该是我国彩色电视所能显示的全部颜色。这时, R(0.64, 0.33)、G(0.29, 0.60) 和 B(0.15, 0.06) 被看成是饱和度为 100% 的三基色。图中的虚线范围内的颜色是彩色电影、

印刷和绘画的色度范围。这些颜色基本在三角形 RGB 范围之内。因此,这样选出的三基色可以取得和彩色电影、印刷、绘画相同的足够逼真、色彩鲜艳的彩色图像。

我国国家标准 GB3174-82 规定的标准白光在 D_{65} 点的位置,其坐标为 (0.313, 0.329)。

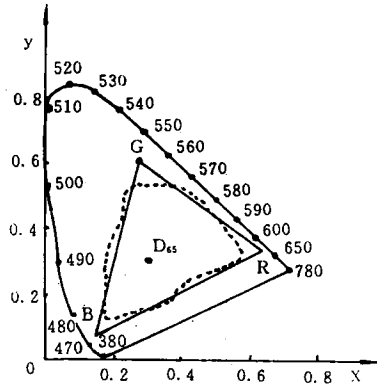


图 1-6 彩色电视中三基色的选取

第二节 黑白彩色电视的兼容性

广播用彩色电视是在原有黑白电视的基础上发展起来的。在相当一段时间内,会有彩色电视和黑白电视并存的局面。因此,要求黑白电视接收机能够接收彩色电视信号,彩色电视台也能够广播黑白电影片等,彩色电视接收机也能接收黑白广播电视信号。所谓兼容性是黑白电视接收机能接收彩色电视信号,彩色电视接收机也能接收黑白电视信号。前者属黑白电视和彩色电视的兼容性,后者称彩色电视和黑白电视的逆兼容性。为了实现兼容性的彩色电视,要求彩色电视信号要有一定的编制方式(制式)。目前,世界上共有三种制式并存,它们分别是:NTSC 制,NTSC 是英文 National Television System Committee 的缩

写,意思是(美国)国家电视制式委员会;SECAM制,SECAM是法文 Séquentiel Couleur à Memoire 的缩写,意思是顺序传送彩色和存储;PAL制,PAL是Phase Alternation Line 的缩写,意思是相位逐行交变或逐行倒相。我国采用的是PAL制。因此,本书只介绍PAL制中的PAL-D制彩色电视信号的发送和接收。

一、兼容性的基本要求

兼容的彩色电视要求黑白电视接收机能接收到的彩色电视信号,显示出清晰的黑白图像,彩色电视信号中彩色成分对黑白图像无明显的干扰;彩色电视接收机接收的黑白电视信号能显示出清晰的黑白图像。为了满足兼容的这一要求,必须对彩色电视信号进行一系列的加工处理。对兼容的彩色电视信号的要求大致可分为以下几点:

1. 彩色电视信号与黑白电视信号所占频带宽度相同

按照我国国家标准 GB1385—78 规定,黑白电视信号视频频谱的带宽限制在 6MHz。GB3174—82 规定的彩色电视信号视频频谱的带宽也是 6MHz,见图 1-7 中的上图。各国都有自己的频谱带宽的标准。

2. 彩色电视射频的伴音信号载频 f_s 和图像信号载频 f_p 之差与黑白电视相同

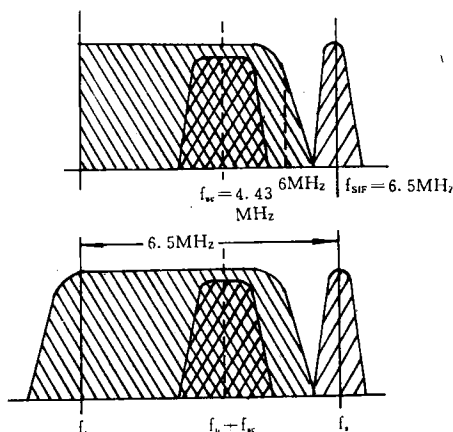


图 1-7 图像信号和伴音信号频谱

按照黑白电视国家标准 GB1385—78 和彩色电视国家标准 GB3174—82 规定,射频伴音信号载频与射频图像信号载频之差为 6.5MHz(见图 1-7 中的下图)。例如,根据我国电视频道的划分规定,对七频道而言,图像载频为 $f_p = 176.25 \text{ MHz}$,伴音载频为 $f_s = 182.75 \text{ MHz}$,则 $f_s - f_p = 182.75 - 176.25 = 6.5 \text{ MHz}$ 。对混合到视频频谱伴音中频信号载频 f_{sIF} 为 6.5MHz。各国对这些规定也不尽相同,但黑白电视和彩色电视都是一样的。

3. 使用相同的行场扫描频率、行场同步信号和消隐信号

按照国家标准规定,黑白电视和彩色电视的行扫描频率为 $f_H = 15.625 \text{ KHz}$ (周期为 $T_H = 64 \mu\text{s}$),场扫描频率为 $f_v = 50 \text{ Hz}$ (周期为 $T_v = 20 \text{ ms}$)。世界各国的广播电视都采用隔行扫描。根据这些规定,可推算出我国广播电视每场扫描 312.5 行,每帧为 625 行。场同步脉冲宽度规定为 2.5H(H 为一扫描行的时间,可用 T_H 表示),它有开槽脉冲五个,它还有前后均衡脉冲各五个,均衡脉冲宽度为行同步脉冲宽度的一半。行同频脉冲宽度为 $4.7 \mu\text{s}$ 。场消隐期间为 $25H + 12 \mu\text{s}$ 。详见附录中的国家标准 GB3174—82。

4. 彩色电视的亮度信号和黑白电视的图像信号相同

一幅彩色图像的亮度和色度(色饱和度和色度)本来是统一的整体,为了实现彩色和黑白电视兼容,将彩色图像人为地分成代表图像明暗程度的亮度信号电压和代表色度的

色度信号电压。这个亮度信号在彩色电视接收机的彩色显像管的屏幕上表现为彩色图像的明暗程度,在黑白电视接收机的黑白显像管上显示的是黑白图像。显然,它们的性质完全相同。

5. 彩色电视信号附加信息:彩色信息和有关辅助信号

上面已经谈到,要人为地将彩色电视所传送的景物分成代表景物明暗的亮度信号电压和代表它的色度的色度信号电压。色度信号代表了景物的颜色信息——色调和色饱和度。而且,这个代表彩色信息的电压信号也要在 6MHz 频带宽度内传送。那么,彩色信息要放在 6MHz 带宽的频谱的什么位置,怎样才能彩色电视接收机中将彩色信息与亮度信息分开呢?研究发现,亮度信号是以行频和场频重复的周期性信号,无论什么形状的电压信号都可将亮度信号按数学中傅里叶级数展开成行频和场频的基波和二次以上的高次谐波。因为行频和场频是固定不变的,所以亮度信号的各次谐波在频谱图上的位置也是不变的。而且,各次谐波频谱间有相当大的空闲位置未被亮度信号频谱所占用。这样,我们就可以选择一个载波,使彩色信息所调制的这一载波得到的频谱都恰好插到亮度信号频谱的空闲位置上。用代表彩色信号的电压信号去调制这个载波,也得到行频和场频的各次谐波,这些谐波也不是连续的,也以行频和场频为间距。适当地选择载波,就可以把代表颜色的彩色信息的不连续谱插到亮度信号电压不连续谱的空闲位置。这样,在彩色电视接收机中,就可顺利地将亮度信号和色度信号分开。适当地选择这个载波,就可以使黑白和彩色电视接收机的显像管屏幕上显示的图像亮度(黑白程度)不受色度信号的影响。这个载波称为副载波 f_{sc} ,我国取 $f_{sc}=4.43361875\text{MHz}\approx 4.43\text{MHz}$ 。之所以称它为副载波,是与图像射频载波名称相对而言,图像载波为“主载波”,彩色信息的载波便称为“副载波”。色度信号在亮度信号频谱的位置见图 1-7 所示。这一方面的详细内容要在下面进行讨论。

二、频谱交错原理

亮度信号频谱的频带宽度为 6MHz ,为了使彩色电视和黑白电视兼容,必须把色度信号放在这个频带之内传输,又为了在彩色电视接收机中较容易地将这两个信号分开,以及减少色度信号对亮度信号或对黑白电视接收机中黑白图像的干扰,必须采取一定的措施。这就是色度信号用适当的副载波频率和亮度信号频谱交错开的原因。具体方法是,选择一定的色副载频,用彩色信息的电压信号去对该频率的副载波进行平衡调幅(或称为抑制载波调幅)。为此,就要讨论彩色电视信号的加工过程,通过这一简单介绍,说明频谱交错的原理。

1. 彩色电视信号的发送和接收过程简介

彩色电视常用的测试信号之一是彩条信号。它是一个很有规律的信号。采用彩条信号说明彩色电视信号的发送和接收过程,更便于了解彩色电视的工作原理。除此之外,利用彩条信号生产调试和维修彩色电视设备也是很方便的。

在彩色电视接收机彩色显像管的屏幕看到的彩条信号图形是,颜色从右到左分别为黑、蓝、红、紫、绿、青、黄和白八条纵条,如图 1-8 所示。这个图形是如何显示出来的呢?下面来说明这个问题。

彩色电视接收机的彩色显像管(它的结构和工作原理将在后面较详细地介绍)中有三

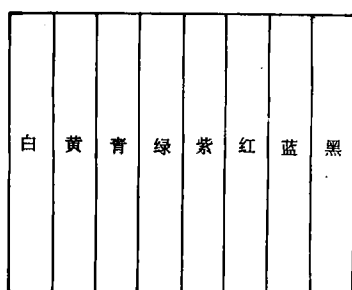


图 1-8 彩条信号的图形

个电子枪,每个电子枪都有产生电子束的阴极。每条经聚焦加速的电子束,与黑白电视显像管的电子束形成过程相同。三个电子束都由一个公用的偏转线圈偏转。但是,每条电子束只能打到屏幕上发红、绿和蓝三种光的一种荧光粉上。打到发红色光的荧光粉上的电子束称为红电子束,产生红电子束的电子枪称为红枪;打到发绿色光的荧光粉上的电子束称为绿电子束,产生绿电子束的电子枪称为绿枪;打到发蓝色光的荧光粉上的电子束称为蓝电子束,产生蓝电子束的电子枪称为蓝枪。彩色显像管荧光屏上的三种荧光粉小点,可以是

由红、绿和蓝顺序排列的纵条状,也可以是排成三个一组品字形的形式,又可以是排成长方形的形状。无论怎样排法,红、绿和蓝三种荧光粉都排列得非常近,且尺寸小,线条细,以致在离显像管屏幕足够远的位置看时,有如三种荧光粉发的光混合在一起一样。每个电子束都受自己的电压控制。如果让红电子束打到荧光屏上,而截止掉另外两个电子束,则在荧光屏上看到的只是红色光栅;如果让绿电子束打到荧光屏上,而截止掉另外两个电子束,则在荧光屏上看到的只是绿色光栅;如果让蓝电子束打到荧光屏上,而截止掉另外两个电子束,则在荧光屏上看到的只是蓝色光栅。当截止掉一个电子束,例如红电子束,则在荧光屏上看到的是绿和蓝两种混合光栅,即青色光栅;当只截止掉蓝电子束时,则在荧光屏上看到的是红和绿两种混合色的光栅,即黄色光栅;当只截止掉绿电子束时,则在荧光屏上看到的是红和蓝两种混合色的光栅,即紫色光栅。如果三个电子束都不截止掉,则在荧光屏上看到的是三种混合色的光栅,即白色光栅。如果三个电子束都截止掉,则荧光屏上看到的是黑色的光栅。而暗白色,即灰色光栅,可以用等量减小三个电子枪控制电压的幅度获得。当三个电子束的强度不同(由显像管的三个电子枪控制电压不同引起的),则可在屏幕上得到几乎自然界中存在的所有颜色的有色光栅。而光栅在人眼中感觉到的亮度等于组成光栅各基色亮度之和。

那么,图 1-8 上所示的彩条信号图形是如何形成的呢?

首先假定:当控制电子束的电压为零的时候,电子束截止;当电压达到某一最大值时,电子束流强度最大。这样,有如图 1-9(2)所示的控制电压,就可以得到图 1-9(1)所示的彩条信号的图形。图 1-9(2)中的电压 E_R 、 E_G 和 E_B 分别是一个扫描行红、绿和蓝三个电子枪的控制电压。因为彩色显像管的偏转线圈同时偏转三条电子束,而且每个扫描瞬间三个电子束的偏转角度相同,都打到该时刻的三电子束所击中的是荧光屏一点附近的三个颜色的荧光粉上,那么在电子束扫描的每一瞬间,屏幕上显示出来的都是三种颜色的相加混合色。我们把 E_R 、 E_G 和 E_B 这三个控制电压,分别称为彩色电视信号红、绿和蓝三个基色电压。

现在,我们就利用图 1-9 来说明彩色信号图形的形成原理。

在电子束从 A 点扫向 B 点这一段时间内, E_R 、 E_G 和 E_B 都是最大控制电压。因此, 在屏幕上看到的是一条白线; 在电子束从 B 点扫向 C 点的一段时间内, E_G 和 E_R 是最大值, 而 $E_B=0$, 在屏幕上看到的是一条绿和红两色的混合线, 即黄线; 在电子束从 C 点扫向 D 点的一段时间内, E_G 和 E_B 为最大值, 而 $E_R=0$, 在屏幕上看到的是一条绿和蓝两色的混合线, 即青色线; 在电子束从 D 点扫向 E 点的一段时间内, E_G 为最大, 而 $E_R=E_B=0$, 在屏幕上看到的是一条绿线; 在电子束从 E 点扫向 F 点的一段时间内, E_R 和 E_B 最大, 而 $E_G=0$, 在屏幕上看到的是一条紫线; 在电子束从 F 点扫向 G 点的一段时间内, E_R 最大, 而 $E_G=E_B=0$, 在屏幕上看到的是一条红线; 在电子束由 G 点

扫向 H 点的一段时间内, E_B 最大, 而 $E_R=E_G=0$, 在屏幕上看到的是一条蓝线; 在电子束由 H 扫向 I 点的一段时间内, $E_R=E_G=E_B=0$, 在屏幕上看到的是一条黑线。从 A 到 I 电子束扫描一个扫描行。三个电子束扫过这一行以后, 再返回左侧, 电子束仍受和上面相同的电压 E_R 、 E_G 和 E_B 控制, 形成按上述顺序排列的白、黄、青、绿、紫、红、蓝和黑一条线。这样继续下去, 直到扫完一帧图像, 再扫第二、三、四……帧图像。在屏幕上就形成了从左到右顺序排列的白、黄、青、绿、紫、红、蓝和黑八个纵向彩条图形。

如果适当改变 E_R 、 E_G 和 E_B 的幅度, 随之改变了打到屏幕上三个电子束的强度, 就可以得到自然界中所有的颜色的图像来。它可以是一幅又逼真、又鲜艳的彩色图像。在发送端, 用光学分光的方法, 可以将彩色景物分解为三种基色景物, 然后通过三路摄像管分别将三基色光变成代表三基色的电压信号, 经过放大以后就可以得到三种电压 E_R 、 E_G 和 E_B 。

将这三个电压通过三路轮流送给显像管的三个电子枪是兼容制彩色电视所不允许的。这是因为, E_R 、 E_G 和 E_B 都包含有亮度和色度两种信息。而亮度信息各自要有 6MHz 的带宽通路, 合起来三路共 $6 \times 3 = 18(\text{MHz})$ 。用这么宽的频带通路传送彩色电视信号, 显然不能用只有 6MHz 带宽通路的黑白电视接收机所接收。为此, 就要将 E_R 、 E_G 和 E_B 合成 6MHz 带宽的频谱。合成的信号加上其他辅助信号(行和场同步信号, 行和场消隐信号, 以及色同步信号)形成一个彩色全电视信号(FBAS)。由三基色信号编制成彩色全电视信号的过程, 叫作编码过程。到了接收端, 还要将彩色全电视信号还原为三基色电压信号。由彩色全电视信号分解为三基色电压信号的过程, 叫做解码过程。完成此过程的电路, 称为解码电路。

为了实现兼容, 必须人为地将 E_R 、 E_G 和 E_B 三个基色电压组合成代表亮度的亮度信号 E_Y 和代表色度的色度信号 e_c 两种成分。彩色显像管显示彩色图像的亮度为 Y , 与红

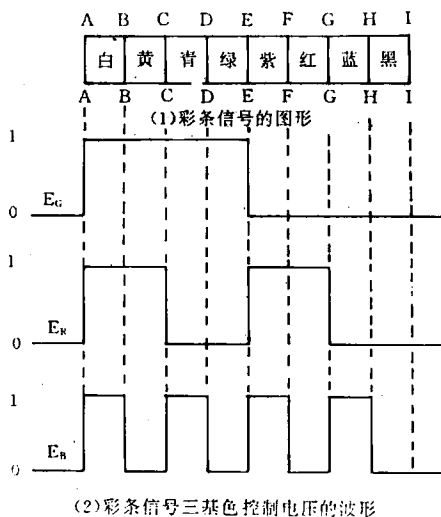


图 1-9 彩条信号图形的形成原理