



长虹

康佳

熊猫

遥控彩电原理 电路分析检修 技巧

□ 徐正楚/编著



□ 湖南科学技术出版社

前 言

随着广播电视技术的飞速发展,遥控彩色电视机已走进了千家万户,它以功能齐全,使用方便而倍受人们的青睐。众所周知,电视的发展过程是由黑白电视到彩色电视,从非遥控彩电到遥控彩电的过程。因此,电视机的结构原理越来越复杂,尤其是遥控彩电涉及的知识面广,其技术难度大。为此,作者积多年理论教学和实践经验,并广泛猎取最新知识,紧跟彩电的发展步伐编写了本书。它是以长虹、康佳、熊猫等名牌彩电为例,对遥控彩电从原理到实际电路和故障检修都作了全面系统的论述。本书内容是遥控彩电的精髓,它可使读者十分快捷地掌握遥控彩电的基本原理和最新技术,并具有举一反三的能力,而不被市场上眼花缭乱的各种机型所困惑。显然,这是本书的一大特色。

为了节省篇幅,本书未编入彩色电视机与黑白电视机相同部分的内容,如图像中频通道、伴音电路和行场扫描等,而是着重介绍彩色电视机所特有的那部分内容,例如彩色电视信号的形成(即编码)、彩色电视解码原理、彩色显像管和红外遥控系统等。所以,本书的对象是具有黑白电视基础知识的读者。

彩色解码电路原理复杂,本书分析方法是从分立元件电路入手,然后过渡到形式多变的集成电路。到目前为止,因高频、高压、大功率的限制,彩色电视机中少数电路还没有实现集成化,而绝大部分小信号处理电路都已集成化,并且由多片机发展到单片机。本书着重分析我国优选的“TA”、“M-”和“TDA”三种两片机中的集成电路。考虑到社会上拥有量较大的五片机和四片机以及代表彩电发展方向的单片机,也对其使用的集成电路作了详细的介绍。

红外遥控系统是本书的重点,尽管它有多种形式,但其基本原理相同。本书对我国优选的东芝、三菱和飞利浦三种红外遥控系统进行了全面的分析。同时,还结合实例介绍了非遥控彩电加装梦寐 M9081G 型遥控系统的方法和技巧。

在有线电视系统中,为了提高其节目容量和信号质量,现已启用了增补频道。因此,本书对增补频道的接收问题也作了专门的介绍。

本书在编写过程中,曾得到深圳康佳电子集团公司、深圳华匀电子公司、福州艺通电器公司、湖南大学和湖南商学院等单位有关同志的大力支持和帮助,在此,一并表示衷心的感谢。

由于作者才疏学浅,水平有限,加之时间仓促,书中缺点和错误难免,恳请广大读者批评指正。

作者

1997年4月

目 录

第一章 彩色电视信号	(1)
第一节 色度学的基本知识	(1)
一、光和彩色	(1)
二、彩色三要素	(2)
三、三基色原理与混色法	(3)
第二节 彩色电视的制式	(4)
一、NTSC 制 (正交制)	(4)
二、PAL 制 (帕尔制)	(5)
三、SECAM 制 (塞康制)	(5)
第三节 彩色电视信号的编码	(6)
一、色度信号的频带压缩——大面积着色	(7)
二、频谱交错原理	(7)
三、亮度信号和色差信号	(9)
四、正交平衡调幅制 (NTSC 制)	(12)
五、逐行倒相正交平衡调幅制 (PAL 制)	(17)
六、色副载波频率的选择	(19)
七、PAL 制彩色电视信号编码器方框图	(22)
第二章 彩色电视解码原理	(24)
第一节 彩色电视机概述	(24)
第二节 解码电路方框图	(27)
一、色度通道	(27)
二、亮度通道	(29)
第三节 色度放大及其辅助电路	(29)
第四节 延时解调器	(31)
一、延时解调器基本原理	(31)

二、超声延时线·····	(32)
三、延时量的精确选择·····	(33)
四、延时解调器的幅频特性·····	(33)
五、实际电路举例·····	(35)
第五节 同步检波器 ·····	(37)
一、概述·····	(37)
二、同步检波器工作原理·····	(38)
三、实际同步检波电路介绍·····	(40)
第六节 亮度通道与矩阵电路 ·····	(41)
一、亮度通道·····	(41)
二、解码矩阵电路·····	(43)
三、实际电路介绍·····	(45)
第七节 基准副载波形成电路 ·····	(48)
一、色同步选通放大·····	(49)
二、鉴相器·····	(50)
三、环路滤波器·····	(57)
四、压控晶体振荡器·····	(57)
五、基准副载波输出·····	(59)
六、基准副载波 90° 移相放大电路 ·····	(59)
七、基准副载波形成电路举例·····	(60)
第八节 逐行倒相副载波形成电路 ·····	(62)
一、PAL 开关电路 ·····	(63)
二、倒相识别电路·····	(64)
三、实际逐行倒相副载波形成电路介绍·····	(66)
第九节 解码器电路实例分析 ·····	(68)
第三章 彩色显像管 ·····	(72)
第一节 彩色显像管的类型及特点 ·····	(72)
一、荫罩管·····	(72)
二、单枪三束彩色显像管·····	(74)
第二节 彩色显像管的色纯和消磁 ·····	(76)

一、色纯度·····	(76)
二、消磁·····	(77)
第三节 彩色显像管的会聚校正 ·····	(79)
一、会聚的概念·····	(79)
二、荫罩管的会聚校正·····	(80)
三、单枪三束管的会聚校正·····	(83)
第四节 自会聚彩色显像管·····	(88)
一、自会聚彩色显像管结构特点·····	(88)
二、自会聚工作原理·····	(89)
第五节 光栅枕形失真校正·····	(93)
一、枕形失真及校正电流波形·····	(93)
二、荫罩管枕形失真校正电路·····	(94)
三、一字形排列显像管枕形失真校正电路·····	(96)
第六节 平面直角彩色显像管 ·····	(97)
第四章 彩色电视机的集成化 ·····	(99)
第一节 概述·····	(99)
第二节 五片机采用的 AN 系列集成电路 ·····	(100)
一、AN5132 集成电路·····	(100)
二、AN5250 集成电路·····	(103)
三、AN5435 集成电路·····	(105)
四、AN5622 和 AN5612 集成电路·····	(107)
第三节 四片机采用的 TA 系列集成电路·····	(112)
一、TA7611P 或 TA7607P 集成电路·····	(112)
二、TA7176AP 和 TA7243P 集成电路·····	(114)
三、TA7609P 集成电路·····	(115)
四、TA7193P 集成电路·····	(118)
第四节 两片机采用的 TA 集成电路·····	(126)
一、TA7680AP 或 TA7681AP 集成电路·····	(126)
二、TA7698AP 集成电路·····	(129)
第五节 两片机采用的 M- μ 集成电路·····	(135)

一、M51354AP 集成电路	(135)
二、 μ PC1423CA 集成电路	(138)
第六节 两片机采用的 TDA 集成电路	(143)
一、TDA4501 集成电路	(144)
二、TDA3565 集成电路	(147)
第七节 单片机采用的集成电路	(149)
一、TA8691N 集成电路的功能	(150)
二、TA8691N 集成电路的特点	(152)
三、TA8691N 集成电路的作用原理	(153)
第五章 电子调谐和增补频道的接收	(156)
第一节 电子调谐器	(156)
一、电子调谐器的类型及应用	(156)
二、典型电子调谐器电路分析	(158)
第二节 频道预选器	(161)
第三节 增补频道的接收	(162)
第六章 彩色电视机遥控系统	(165)
第一节 概述	(165)
第二节 彩电遥控系统基本原理	(168)
一、遥控彩色电视机的组成及控制方式	(168)
二、遥控功能	(169)
三、调制方式	(170)
四、红外遥控信号发射器	(171)
五、红外遥控信号接收电路	(172)
六、微处理器	(172)
七、节目存储器	(172)
第三节 数字调谐选台	(173)
一、电压合成式遥控选台电路	(173)
二、频率合成式遥控选台电路	(179)
第四节 彩电红外遥控系统类型介绍	(180)
第五节 东芝 CTS-130A 遥控系统	(182)

一、CTS-130A 遥控系统组成与功能	(183)
二、CTS-130A 遥控系统集成电路简介	(183)
三、CTS-130A 遥控系统实际电路分析	(191)
第六节 三菱 M50436-560SP 遥控系统	(195)
一、M50436-560SP 遥控系统的组成及特点	(195)
二、M50436-560SP 遥控系统集成电路简介	(196)
三、M50436-560SP 遥控系统实际电路分析	(201)
第七节 飞利浦 CTV320S 遥控系统	(204)
一、CTV320S 遥控系统的组成和主要控制功能	(204)
二、CTV320S 遥控系统集成电路简介	(207)
三、CTV320S 遥控系统实际电路分析	(214)
第八节 非遥控彩电加装遥控系统	(217)
一、概述	(217)
二、梦寐 M9081G 型遥控器的主要功能	(217)
三、梦寐 M9081G 型遥控器的组成	(218)
四、梦寐 M9081G 型遥控器的接口电路	(220)
五、梦寐 M9081G 型遥控器加装方法	(223)
第七章 平面直角遥控彩电整机电路分析	(228)
第一节 长虹 CK53A 型平面直角遥控彩电整机电路分析	
.....	(228)
一、电路组成	(228)
二、电源电路	(228)
三、信号流程	(231)
第二节 康佳 T953 型平面直角遥控彩电整机电路分析	
.....	(233)
一、电路组成	(235)
二、电源电路	(236)
三、信号流程	(239)
第三节 熊猫 3631B 型平面直角遥控彩电整机电路分析	
.....	(242)

第八章 平面直角遥控彩电检修技术	(246)
第一节 遥控系统故障分析与检修	(246)
一、遥控电路检修特点	(246)
二、遥控系统检修思路	(247)
三、遥控系统检修的一般方法	(248)
第二节 整机电路故障分析与检修	(255)
一、开关电源电路故障分析与检修	(255)
二、扫描电路故障分析与检修	(258)
三、末级视放电路的故障检修和调整	(261)
四、彩色显像管的故障检修和调整	(264)
五、彩色解码电路故障分析与检修	(267)
六、信号通道故障分析与检修	(274)

第一章 彩色电视信号

自然界的景色是丰富多彩的，既有不同的亮度，又有各种不同的颜色。黑白电视机只能反映景物的亮暗的差别，不能反映景物的色彩。为了更生动、更逼真地反映实际的景物，在黑白电视基础上发展了彩色电视。

黑白电视图像信号由反映各像素亮度变化的亮度信号、消隐信号和同步信号组成。彩色电视图像信号除了上述这些信号之外，还包含了反映各像素色彩变化的色度信号，所以它比黑白电视图像信号复杂。我们把色度、亮度、消隐和同步信号组合在一起，就成为彩色全电视信号，通常用缩写符号 FBAS 表示。

将上述信息按一定方式组合成为一个统一的整体，这个信号的组合过程就叫做编码。在接收机中再将这些信号——分解出来并发挥它们各自的作用，这个信号的分解过程就叫做解码。在掌握了黑白电视机基础上再来研究彩色电视机，主要是了解这个信号的解码过程。显然，不了解彩色全电视信号的组成和特点，不了解编码的全过程，也就无法讨论彩色电视接收技术。

本章首先介绍色度学的有关基本知识，然后重点讨论彩色全电视信号的编码过程。

第一节 色度学的基本知识

一、光和彩色

人们能看到大自然的景物，首先是由于太阳光照明的结果，地球离开了阳光，将是一个黑暗的世界。由物理学光学理论知道：光是一种物质，它以电磁波的形式存在。电磁波的波谱范围很广，包括无线电波、红外线、可见光谱、紫外线、X 射线、 γ 射线等。其中能被人眼直接看到的电磁波统称为可见光，它的波长范围在 380~780 纳米（记作 nm）之间。如果将这个范围内的某一波长的光单独送入人眼，就会引起彩色感觉，这种单一波长的光称为单色光。人们之所以看到太阳光是白色的，是因为太阳辐射出来的电磁波波谱很宽，其中包含的可见光谱中有各种波长的单色光，它们共同作用于人眼，结果给人以白光的综合感觉。如果用色散的办法，将由各种波长组成的太阳光沿不同路径分别传播，使之到达人眼视网膜的不同点。于是，人们就会感觉到太阳光是许多种颜色的彩色光。例如，让一束太阳光通过图 1-1 中的三棱镜后，可将其分解成波长由长到短的红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七色彩带。同样，可以用三棱镜将色散了彩色光重新聚合起来，还原为一束白光。图 1-2 表示电磁波波谱中可见光的范围。

太阳是最大的自然光源，它发出耀眼的白光。其他发光体如电灯、霓虹灯、电视荧光屏等都发出呈现特定颜色的光。发光体所呈现的颜色，决定于它们发光的颜色。对于那些本身不发光的物体则不同。它们在外界光源的照射下呈现某种颜色，是由于它反射或透射了入射光谱的一部分而吸收了其余部分。这种吸收、反射或透射是由物体本身的特性决定的。例如，一块红布在白光或红光的照射下，由于它具有反射红光而吸收其他颜色光的特性，所以

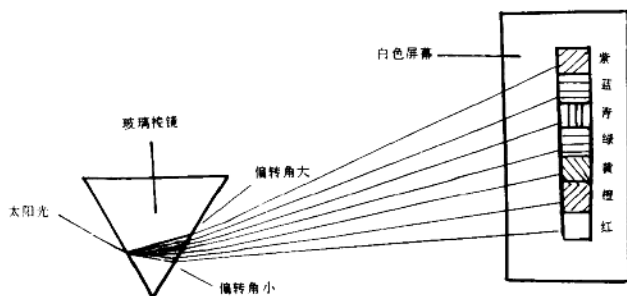


图 1-1 太阳光经折射分解成七色光

才显示出红色。树叶为什么是绿色？因为它只反射太阳光中绿色波长的光，吸收了其他波长的光。反射的绿光落入人眼，就看到树叶是绿的。同样道理，天空中的白云是因为全部反射太阳光才呈现出白色，而煤炭、乌云因为吸收了全部照射光才呈现黑色的。

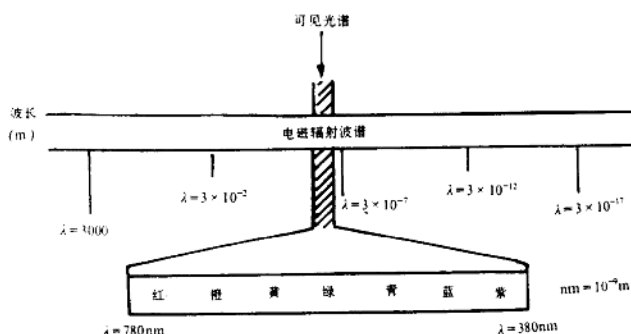


图 1-2 可见光谱和它在电磁波波谱中的位置

实际上，彩色电视机所描绘的景物，绝大多数本身并不发光，它们所呈现的彩色，只不过是从拍摄彩色电视节目使用的照明光源中反射而来的，因此，景物的彩色还与所用的光源密切相关。例如，一块红布在蓝光的照射下变成了黑色；又如，在白炽灯光下看蓝色的布，其彩色就不如在自然光下那样鲜艳。同一物体在不同光源的照射下所呈现的颜色是不相同的。为了高度逼真地传送景物的彩色，需要正确选用照明光源。光源的种类是很多的，为使众多的光源有个比较标准，国际上规定了几种标准的白光源：A、B、C、D₆₅、E 光源（或称 A_白、B_白、C_白、D_{65白}和 E_白）。A 光源大致相当钨丝灯泡所发的光，白光偏红。B 光源近似中午直射的太阳光。C 光源通常认为近似于正常的白天光线，它曾作为彩色电视的标准光源。D₆₅ 光源是近代彩色电视的标准白光，在彩色电视机荧光屏上看到的白光，相当于 D₆₅ 光源的白光。E 光源是一种假想的白光，也称等能白光，如果可见光谱的所有波长都具有相等的功率，将产生这种光。这种光源实际上并不存在，采用它纯粹是为了简化色度学的计算。

二、彩色三要素

衡量彩色的物理量有亮度和色度，色度又由色调和饱和度组成。亮度、色调和饱和度被

称为彩色三要素。

亮度表示彩色在视觉上引起的明亮程度，它决定于发光的强度。

色调表示彩色的种类，如红、橙、黄、绿等等。它是决定彩色本质的基本参量。从上面对物体颜色的分析可以知道：发光物体的色调决定于它辐射光谱的分布；而不发光的物体的色调，则由该物体的吸收、反射或透射特性和它的照明光源特性共同决定。可见色调与光的波长成分有关。

饱和度表示彩色深浅（浓淡）的程度。例如，尽管都是红色，但有深红和粉红之分。深红色表示饱和度高，而粉红色表示饱和度较低。饱和度最高的称为纯色或饱和色，像光谱色就是高饱和度的纯色光，其饱和度定为 100%。而饱和度低于 100% 的彩色，称其为非饱和色，认为这是由于饱和色掺入了白光冲淡的结果。掺入的白光成分越多，饱和度越低，完全是白光时饱和度为零。日常所见大多数颜色的饱和度都较低，所以，彩色电视所处理的大多是低饱和度色。

在色度学中，彩色光的亮度和色度都可用数值来表示。在彩色电视技术中，是采用电信号来代表它们的。传送彩色图像，实质上就是要传送图像的亮度和色度这两个表征彩色特征的基本参量。

三、三基色原理与混色法

自然界中一切彩色都可分解成红、绿、蓝三种独立的基色，而用红、绿、蓝三种独立的基色按适当比例组合，可模拟出自自然界中各种不同的颜色。所谓独立的基色是表示红（R）、绿（G）、蓝（B）三种基色中任一基色不能由其他两种基色混合产生，彼此之间相互独立，不能互相代替。三种基色之间的比例，直接决定了混合色的色调和饱和度，并且混合色的亮度也等于各基色的亮度之和。这就是三基色原理的基本内容。三基色原理对于彩色电视极为重要，它把需要传送图像的彩色任务简化为只需传送三个信号。

彩色电视所采用的将三种基色光按不同比例相加而获得不同彩色的方法，称为相加混色法。如图 1-3，这是由红、绿、蓝三种基色光部分重叠地投射到白色屏幕上所得的相加混色效果，其规律为：

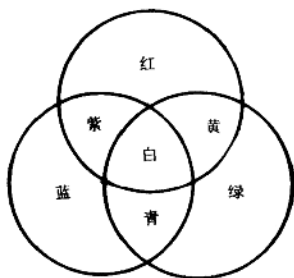


图 1-3 相加混色

蓝色+绿色=青色

红色+蓝色=紫色

红色+绿色=黄色

红色+绿色+蓝色=白色

这里青、紫、黄是混合色，它们与相应的基色红、绿、蓝互为补色。凡相加得到白色的任两种彩色都可称为互补色。

上述利用三种光谱不同的基色光直接投射相混的方法，是相加混色法的一种，称为光谱混色法，也可称直接混色法。彩色投影电视采用的就是这种混色方法。此外，还可以利用人眼的视觉特性采用下列方法相加混色。

①将三种基色光分别同时投射到同一表面的三个邻近点上，只要这三个点相距足够近，当人眼保持一定距离观看时，就分辨不出三种基色光，而会产生三种基色光相混合的彩色感觉。这种方法称为空间混色法，是同时制彩色电视的基础。目前彩色显像管就是利用这种方

法来实现彩色图像重视的。

②将三种基色光按一定的顺序轮流投射到同一表面上，如果轮换的速度足够快，由于人眼的视觉惰性，将产生混色效应，人眼感觉到的彩色光与三种基色光直接同时混合时相同。这种方法称为时间相加混色法，应用于顺序制的彩色电视中。

③利用人的两眼同时分别观看不同颜色的同一景象，也会产生混色效应，此为生理混色法。对此，目前尚未用于彩色电视中。

第二节 彩色电视的制式

完成彩色电视的发送与接收需要采取某种特定的方式来实现，这种特定方式叫做彩色电视制式。在彩色电视发展过程中，世界各国提出几十种彩电制式，至今还有人在研究新的制式。

彩色电视的制式分两大类：一类被称为兼容制；另一类被称为非兼容制。所谓兼容制是指彩色电视系统和黑白电视系统能够互相收看对方的节目。黑白电视机能收看彩色电视台播送的节目，看到的是黑白图像，此称兼容性；反之，彩色电视机也可收看黑白电视台播放的节目，看到的也是黑白图像，此称逆兼容性。由于彩色电视的发展晚于黑白电视机，客观现实要求彩色电视与黑白电视能够互相收看，即达到“兼容”的要求。因此，一些彩色电视制式由于未能兼容黑白电视节目而被自然淘汰。目前，应用最多的、具有兼容特性的彩电制式有三种，即以美国、日本、加拿大等国为代表的 NTSC 制，以中国、原西德、英国等国为代表的 PAL 制，还有以法国、原苏联等国为代表的 SECAM 制。这三种具有兼容性的彩色电视制式都是采用传送亮度信号和色度信号的，而且传送色度信号就是传送两个色差信号。三种制式都是把色差信号安插在亮度信号频带的高频段，以构成视频的彩色图像信号。用什么办法才能把信号安插在亮度信号高频端呢？三种制式都是以色差信号调制另一个称作彩色副载波的方式来实现的。副载波取值仅 3~4MHz，而且是经过严格选择的。但是，以色差信号去调制副载波时，三种制式所采取的具体方法各不相同，下面分别作一些介绍。

一、NTSC 制（正交制）

NTSC 制是 1953 年美国研制成功的一种兼容彩色电视制式。NTSC 是 National Television Systems Committee（国家电视制式委员会）的缩写。按照色度信号处理特点来说，NTSC 制又称其为正交平衡调幅制。

图 1-4 所示的为 NTSC 制彩色图像信号形成框图。在彩色电视系统中，首先通过彩色摄像机将要传送的景物变成红、绿、蓝三个基色信号，再将三个基色信号通过矩阵电路变成一个亮度信号和两个色差信号，即红色差信号和蓝色差信号。在 NTSC 制中，是将两个色差信号分别对两个频率相同而相位差 90° 的两个副载波进行正交平衡调幅，形成两个已调色差信号，然后将它们相加变成总的色度信号并安插到亮度信号的高频段，而成为彩色图像信号。平衡调幅方式是一种特殊的调幅方式，按此方式调制后产生的调幅波称为平衡调幅波。此调幅波有一个突出的特点，即平衡调幅后抑制掉副载频。为了解调出原来的两个色差信号，必须在接收机中设置副载波再生电路，以便恢复失去的副载波。另外，还设置两个同步检波器，以便由已调色差信号中解调出两个色差信号。该制式的主要缺点是相位敏感性强。因为解调时，只有使送入两个同步检波器的副载波的相位分别与传送来的总色度信号中

两个分量的相位完全一致，才能将两个色差信号完全分开。存在相位误差就会引起色调变化，由于器件的非线性等原因，相位误差是容易产生的，所以色调畸变很难避免。PAL 制和 SECAM 制在不同程度上克服了这一缺点。

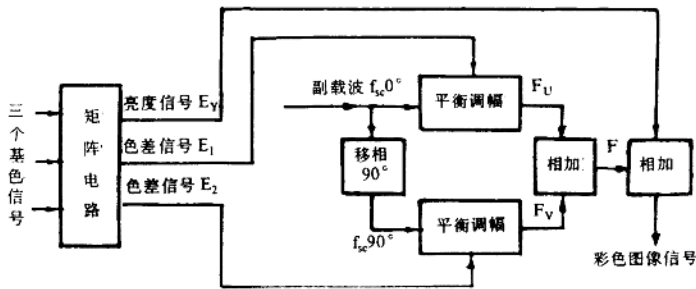


图 1-4 NTSC 制彩色图像信号形成框图

二、PAL 制（帕尔制）

为了克服 NTSC 制的相位敏感性，1962 年原西德研究出一种 PAL 制。PAL 是 Phase Alternation Line 的缩写，是“相位逐行交替变化”的意思。按其对应色度信号处理特点，PAL 制又称逐行倒相正交平衡调幅制。其信号形成框图如图 1-5 所示。PAL 制是在 NTSC 制基础之上，增加了一个逐行倒相的措施，即把一个已调红色差信号进行逐行倒相。这就是使任意两个相邻扫描行的信号 F_V 相位总是相反（相位差 180° ）。于是可利用相邻扫描行色彩具有互补性质来消除由相位失真引起的色调变化。

PAL 制的主要缺点是电视接收机电路比较复杂，需要设置梳状滤波器和倒相识别电子开关等电路，因而造价较高。另外，PAL 制存在着爬行干扰（百叶窗效用）的可能性。

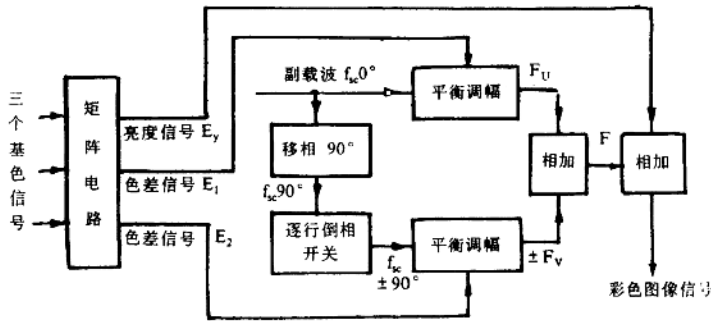


图 1-5 PAL 制彩色图像信号形成框图

三、SECAM 制（塞康制）

1966 年法国首先使用 SECAM 制。SECAM 为法文字头的缩写，是“顺序彩色与存储”的意思。按照信号处理特点来说，该制式又可称“行轮换调频制”。SECAM 制信号形成框图如图 1-6 所示。该制式也能克服 NTSC 制的相位敏感性。它与前两种制式不同，两个色差信号不是同时传送的，而是逐行轮流交替传送，所以，两个色差信号不会发生串扰。但是，

逐行轮换传送的结果使每一行都少了一个色差信号。在接收机中，任一行少发的那个信号，由存储元件（64 μ s 延迟线）存储起来的前一行传送的该信号来代替，因而仍可得到显示所需要的三个基色信号。另外，两个色差信号不对副载波进行调幅，而对两个频率不同的副载波进行调频，将调频形式的两个已调副载波逐行轮换插入到亮度信号高频端后，形成视频的彩色图像信号。

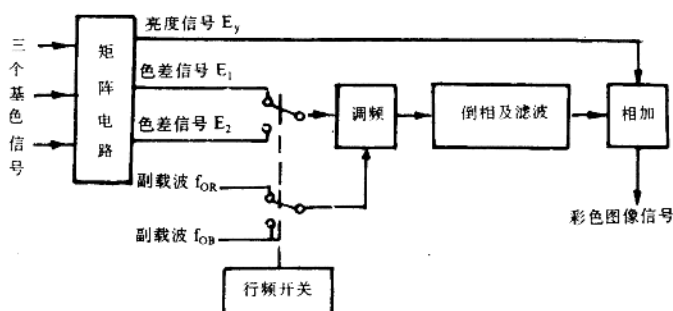


图 1-6 SECAM 制彩色图像信号形成框图

SECAM 制采用逐行轮换传送的方法，并且色度信号采用调频制传送，这使该制式在克服相位敏感性方面取得了明显效果。但色度信号采用调频方式，其频谱与亮度信号频谱无法间置，因而使兼容性变坏，亮度串色变得严重起来，这是 SECAM 制的缺点。另外，该制式的接收设备复杂，因而造价也高。

综上所述，各种彩电制式均可与黑白电视兼容，由于各种制式对色信号处理方法不同，它们之间都不能互相兼容收看。一种制式的彩色图像信号只能用该制式的电视接收机接收，如果要接收另一制式的彩色电视信号，就需对电视机电路作较复杂的改动。

另外，需要提及的是，不仅各国的彩色电视有制式之分，各国黑白电视也有各自的标准。因为各国对场扫描频率、行扫描频率、图像信号频带宽度、图像信号和伴音信号的调制方式等的选择都可能不同，这就形成了世界上现有的各种类型黑白电视制式。目前国际上使用的黑白电视制式有 A、B/G、C、D/K、E、F、H、I、K1、L、M、N 等 10 余种类型。我国黑白电视制式属于 D 型，该制式取场频 50Hz，扫描行数 625 行，图像信号带宽 6MHz，伴音与图像载频间隔为 6.5MHz 等等。只有制式相同的黑白电视才能互相收看。彩色电视也不是能与所有各种类型的黑白电视兼容的。它只能与其中一种黑白电视相兼容，为了表示彩色电视与哪类黑白电视相兼容，通常在彩电制式后面加上后缀字母。例如，我国的为 PAL-D 制，它表示彩电制式是 PAL 制，能兼容 D 制式的黑白电视。

第三节 彩色电视信号的编码

彩色电视在摄像的时候，是把彩色图像分解成红（R）、绿（G）、蓝（B）三个基色信号。在彩色电视接收机里把这三个基色信号送到彩色显像管去激发相应的红、绿、蓝三色荧光粉，利用空间混色效应，就可以直接重显彩色图像。但是，由于考虑“兼容性”问题，彩色电视和黑白电视除了行场扫描频率、图像和伴音载频，行场同步信号和行场消隐信号及频带

宽度需要相同外,彩色电视还必须传送一个反映图像各点亮度变化的亮度信息,并供黑白电视机以显示黑白图像。显然,对于彩色电视机还应传送一个反映图像各点色调和色饱和度的彩色信息,并且要求亮度和色度信息互不干扰。因此,在播送彩色电视时,必须把上述的三个基色信号进行一番“加工”,即所谓“编码”,成为彩色全电视信号,然后才进行发送。在彩色电视接收机里对这个彩色全电视信号进行“解码”,使它重新恢复成为彩色显像管所需的红、绿、蓝三基色信号。因此,要了解彩色电视接收机里解码器的工作,必须先了解彩色全电视信号的编码过程。

一、色度信号的频带压缩——大面积着色

从前面的分析可知,如要实现兼容制,必须同时传送亮度信号和色度信号。我们知道,无论是亮度信号还是色度信号都是图像信号,它们是否需要相同的带宽传送呢?这就是下面要讨论的问题。

研究人眼的彩色视觉特性结果表明,当图像彩色细节细到一定程度后,人眼就分辨不出彩色来,而只有明暗的感觉。因此,在传送彩色时,细节部分只需传送亮度细节,没有必要传送彩色细节。又图像的细节与图像信号的高频成分相对应,因此可滤除色度信号的高频分量(不传送)。据统计,对于许多视力正常的人,若用1MHz带宽传送色度信号,88%的人已认为满意。就是说,他们感觉不出图像的彩色有突变。而当用2MHz带宽传送时,几乎所有参加评论的人都认为满意了。我国规定色度信号带宽(单边带宽)是1.3MHz。为了保证图像细节的重现,亮度信号用0~6MHz全频带传送。经这样处理后,图像上彩色细节丢失了,但由于亮度信号中仍有图像信号的高频成分,因而显像管荧光屏显示出的图像,其细节部分是黑白的,大面积部分是彩色的,重现的图像仍是质量很高的令人满意的彩色图像。这就相当于用亮度信号来勾画图像的轮廓,用色度信号在较大面积处涂上一层颜色,因此常把色度信号用窄带传输的办法称为大面积着色法。目前各种制式的彩色电视系统,都是利用这种办法。

二、频谱交错原理

由于上述亮度信号频带取6MHz,色度信号频带压缩到1.3MHz,其问题并没有解决。因为总的视频频带只容许6MHz,已全被亮度信号占据了。色度信号向哪里安排呢?通过对亮度信号频谱的分析和测量,人们发现,亮度信号虽然名义上占据了6MHz带宽,实际上并没有真正占满。亮度信号的频谱不是连续频谱,就是说它的能量分布是断续的,其中有相当大的空隙。

这种频谱的不连续性,可以从黑白电视的分析谈起。黑白电视图像的亮暗变化本来是不规则的,是随机的,即一般图像不具有周期性变化。但是由于采用了周期性扫描的方法,这就使得电视图像产生了周期性。例如,传送一幅亮度在垂直方向突变(横条)或在水平方向突变(竖条)的简单图像,所得电信号便是按场频重复或是按行频重复的周期性方波,即场频或行频脉冲,其周期分别是 T_V 和 T_H ,如图1-7(a)、(b)所示。图1-7(c)的图像稍复杂一些,既有垂直方向的亮度变化又有水平方向的亮度变化,所得电信号是受场频方波调制的行频方波。

上面举出的是三个简单图像及其相应的电信号。实际上,复杂图像的亮度变化也不外是这些简单分布的复杂组合。一般,亮度信号总可以看成是受图像内容调制的行频脉冲,而图

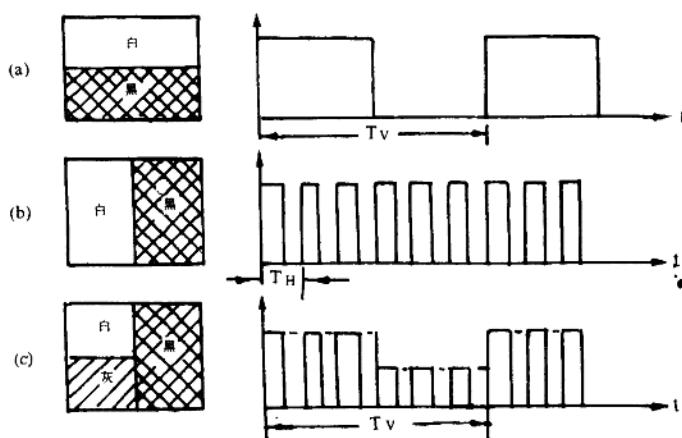


图 1-7 三个典型图像及其电信号

像内容又是按场频重复的，所以亮度信号可看作是场频脉冲对行频脉冲的幅度调制。我们知道，周期性重复的波形可以用它的基波和各次谐波的总和来表示。因此，行频方波是由行频基波和各次行频谐波组成的，而场频方波自然也是场频基波和各次场频谐波组合的。这里将行频及其谐波当作载频，而将场频及其谐波看成调制信号。因此，亮度信号的频谱应是由行频及其谐波组成的主谱线（或称行谱线），在主谱线两侧对称地分布着由场频及其谐波组成的边带（或称场谱线），如图 1-8 所示。

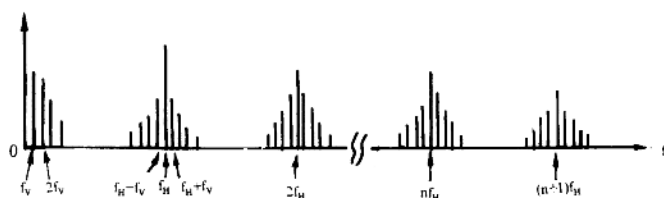


图 1-8 亮度信号频谱

由图可见：

①频谱是由行频及其谐波为中心的一束一束的线状谱，这对于静止图像是完全正确的；对于一般活动图像，由于动作缓慢（与扫描速度相比），上述频谱结构并无多大变化。

②行频谐波次数增高，谱线幅度逐渐减小。又各束谱线随着场频次数增高，其幅度也迅速减小。实际上，场频谐波还不到 20 次，其幅度就小到可以忽略了。

③各束谱线之间有大量的空隙存在，这就提供了在空隙中安插色度信号的可能性。

现在我们来研究色度信号的频谱结构。实际上，色度信号和亮度信号一样也具有同样的周期性，因为它们是用同样的行频和场频扫描出来的，因而色度信号的频谱也是一群一群的线状频谱，群与群的间距也是行频 f_H ，能量也是主要集中在行频及其谐波附近。正因为色度信号和亮度信号的频谱属于同一类型，它们就不能简单地直接相加合在一起传送，否则谱线将会重叠产生严重相互干扰，接收端也无法将它们分开。如果把色度信号以适当的方式调制在一个合适的副载波上，把色度信号谱线插入亮度信号谱线之间组成一个彩色电视信号

来进行传送，这就达到使它们共用一个频带从而可以节约频带的目的了。具体方法就是选择一个较高的载波，为了和高频图像信号载波相区别，此载频称为彩色副载波 f_{sc} 。它的频率应恰好选在行频谐波中间空隙部分（例如 $f_{sc} = 283.5f_H$ ），把色度信号调制在它上面。得到的已调波频谱在副载波两边形成上下两个边带，这就等于把色度信号的频谱移动了一副载波的位置。由于色度信号和亮度信号的频谱结构相似，于是已调色度信号的频谱跟亮度信号的频谱虽然加在一起，但互相错开，像梳子状的交错编织在一起，如图 1-9 所示。此种处理亮度信号和色度信号的频谱安插方法称为“频谱交错”或“频谱间置”原理。

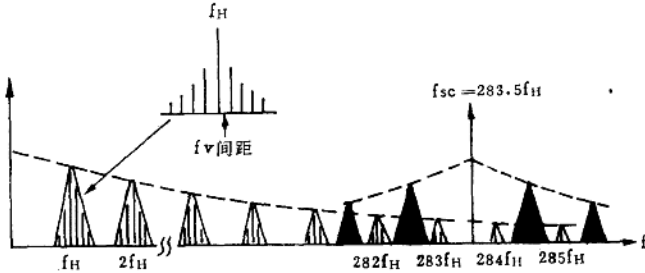


图 1-9 亮度信号和色度信号交错频谱

副载波频率应尽可能选得高些，因为亮度信号高频端能量较小，频谱空隙较大，插入色度信号频谱后，色度信号与亮度信号相互干扰小。但又不能选得太高，如果太高，将使色度信号高频频谱超过所允许的亮度信号频谱，而使色度信号被部分割去。

三、亮度信号和色差信号

红、绿、蓝三基色分别用 R、G、B 表示，亮度用 Y 表示。它们相应的信号电压分别以符号 E_R 、 E_G 、 E_B 、 E_Y 表示。考虑到显像管的调制特性的非线性以及传输信道中的其他非线性因素，彩色摄像机输出的三基色信号电压，应预先经过非线性校正（或称 γ 校正）。经 γ 校正后的三基色信号电压分别用 E_R' 、 E_G' 、 E_B' 表示，由它们组合的亮度信号电压用 E_Y' 表示。

在彩色电视系统中，一般不直接传送三基色信号。单从保证图像清晰度来看，每个基色信号应与黑白电视图像信号带宽相同，这样由三基色信号组成的彩色电视信号就要占据三倍于黑白电视的带宽，这是不经济的。这样的彩色电视信号也是不能用现有黑白电视频道发送设备传送的，因而是不能兼容的。现行的 NTSC、PAL、SECAM 等三种制式都是将三个基色信号重新组合，构成新的最适于传输的亮度信号和两个色差信号来传送信息。

在黑白摄像机中，要摄取与景物各点的高度 Y 成比例的亮度信号电压 E_Y' ，是用一只摄像管直接摄取的。在彩色电视中，根据色度学原理，将代表某彩色的三基色信号中分别提取不同的量相加后即得此彩色亮度信号：

$$E_Y' = 0.30E_R' + 0.59E_G' + 0.11E_B' \quad (1-1)$$

上式被称为亮度公式。

用三个基色信号分别减去亮度信号就得到代表色度的三个色差信号。

$$E_{R-Y} = E_R' - E_Y' = E_R' - (0.30E_R' + 0.59E_G' + 0.11E_B')$$