

- 彩色
- 电视机
- 教程

徐正楚

CAISEDIANSHIJIJIAOCHENG

0.12

湖南大学出版社

内 容 提 要

本书较精练地阐述了PAL制彩色电视机的工作原理,主要突出彩色电视机与黑白电视机不相同部分的内容,如彩色电视的制式、编码和解码原理以及彩色显象管等。对于集成化彩色电视机中常用集成块的功能及其外围电路的工作原理也作了较详细的叙述。

本书可供电视技术工作者和无线电爱好者阅读,也可作大、中专有关专业和短训班的教材。

彩 色 电 视 机 教 程

徐 正 楚

*

湖南大学出版社出版发行
湖南省新华书店经销
湖南轻工业专科学校印刷厂印刷

*

787×1092 32开 8印张 180千字
1987年12月第一版 1987年12月第一次印刷

印数00001—13200

ISBN7-314-00172-5/TN62

统一书号15414·395 定价:1.95元



前 言

本书是在黑白电视机基础之上进行编写的，凡与黑白电视机内容相同的部分均未编入，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，彩色显象管等。所以本书的对象是具有黑白电视机基础知识的读者。

彩色电视机原理比较复杂，发展十分迅速，新技术新工艺不断出现，产品不断更新。为了使读者能用较少的时间达到较深刻理解彩色电视机工作原理的目的，因此，本书对内容进行了精选。分析电路工作原理时，采取从分析分立元件典型电路入手。对于变化多端的集成电路，也列举分析了彩色电视机中常用的四个集成块（TA7611P或TA7607P、TA7176AP、TA7609P、TA7193P），以求达到举一反三的目的。

本书章末均有小结和复习思考题，便于读者复习巩固，抓住重点。书末附有实验，以帮助读者做到理论联系实际，进一步掌握彩色电视机的测试调整方法和质量鉴别等知识。

本书承蒙湖南大学肖鸿猷副教授审阅。

由于编者水平有限，书中缺点错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

一九八七年九月

目 录

第一章 彩色电视信号.....	(1)
第一节 色度学的基本知识.....	(2)
一、光和彩色.....	(2)
二、彩色三要素.....	(4)
三、三基色原理与混色法.....	(5)
第二节 彩色电视的制式.....	(7)
一、NTSC 制(正交制).....	(8)
二、PAL 制(帕尔制).....	(9)
三、SECAM(塞康制).....	(10)
第三节 彩色电视信号的编码.....	(12)
一、色度信号的频带压缩——大面积着色.....	(13)
二、频谱交错原理.....	(13)
三、亮度信号和色差信号.....	(17)
四、正交平衡调幅制(NTSC 制).....	(22)
五、逐行倒相正交平衡调幅制(PAL制).....	(32)
六、色付载波频率的选择.....	(36)
七、PAL制彩色电视信号编码器方框图.....	(41)
小 结.....	(44)
复习思考题.....	(45)
第二章 彩色电视解码原理.....	(46)
第一节 彩色电视机概述.....	(46)
第二节 解码电路方框图.....	(54)

一、色度通道.....	(54)
二、亮度通道.....	(57)
第三节 色度放大及其辅助电路.....	(58)
第四节 延时解调器.....	(62)
一、延时解调基本原理.....	(62)
二、超声延时线.....	(64)
三、延时量的精确选择.....	(66)
四、延时解调器的幅频特性.....	(67)
五、实际电路举例.....	(71)
第五节 同步检波器.....	(75)
一、概述.....	(75)
二、同步检波器工作原理.....	(77)
三、实际同步检波电路介绍.....	(81)
第六节 亮度通道与矩阵电路.....	(82)
一、亮度通道.....	(82)
二、解码矩阵电路.....	(87)
三、实际电路介绍.....	(92)
第七节 基准付载波形成电路.....	(99)
一、色同步选通放大.....	(100)
二、鉴相器.....	(103)
三、环路滤波器.....	(117)
四、压控晶体振荡器.....	(118)
五、基准付载波输出.....	(121)
六、基准付载波 90° 移相放大电路.....	(122)
七、实际付载波形成电路举例.....	(124)
第八节 逐行倒相付载波形成电路.....	(128)

一、PAL开关电路	(129)
二、倒相识别电路	(132)
三、实际逐行倒相付载波形成电路介绍	(137)
第九节 解码器电路实例分析	(139)
小 结	(145)
复习思考题	(146)
第三章 彩色显象管	(148)
第一节 彩色显象管的类型及特点	(148)
一、荫罩管	(149)
二、单枪三束彩色显象管	(152)
第二节 彩色显象管的色纯和消磁	(156)
一、色纯度	(156)
二、消磁	(159)
第三节 彩色显象管的会聚校正	(162)
一、会聚的概念	(162)
二、荫罩管的会聚校正	(163)
三、单枪三束管的会聚校正	(169)
第四节 自会聚彩色显象管	(180)
一、自会聚彩色显象管结构特点	(180)
二、自会聚工作原理	(182)
第五节 光栅枕形失真校正	(190)
一、枕形失真及校正电流波形	(190)
二、荫罩管枕形失真校正电路	(192)
三、一字形排列显象管枕形失真校正电路	(197)
小 结	(199)

复习思考题.....	(200)
第四章 彩色电视机的集成化	(201)
第一节 概述.....	(201)
第二节 图象中频通道集成电路.....	(202)
第三节 伴音通道集成电路.....	(208)
第四节 行场扫描集成电路.....	(212)
第五节 彩色信号解码集成电路.....	(217)
小 结.....	(231)
复习思考题.....	(232)
附 录	(233)
实验一 自会聚彩色显象管的调整.....	(233)
实验二 解码电路的测试.....	(237)

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。

黑白电视图象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。彩色电视图象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象信号复杂。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一一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 $380\sim 780$ 毫微米（记作 nm ）之间。如果将这个范围内的某一波长单独送入人眼，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，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

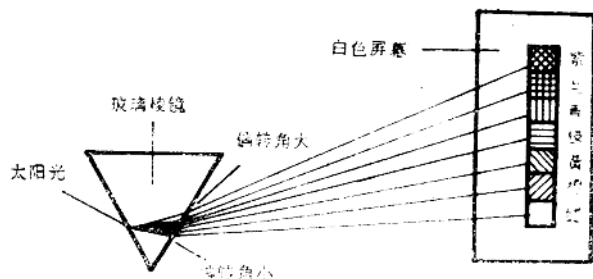


图 1—1 太阳光经折射分解成七色光

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。

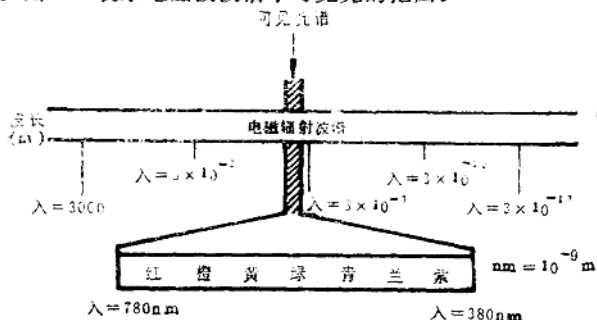


图1—2 可见光谱和它在电磁波波谱中的位置

太阳是最大的自然光源，它发出耀眼的白光。其它发光体如电灯、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它色光的特性，所以才显示出红色。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。

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，只不过是拍摄彩色电视节目使用的照明光源中反射而来，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，象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。传送彩色图象，实质上就是要传送图象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，它把需要传送图象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：

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

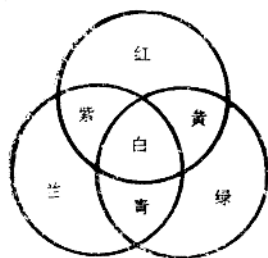


图1-3 相加混色

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。目前彩色显象管就是利用这种方法来实现彩色图象重现的。

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，将产生混色效果。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

产生混色效用，此为生理混色法。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，一类称为兼容制，另一类称为非兼容制。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，看到的是黑白图象，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，看到的也是黑白图象，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、西德、英国等国为代表的PAL制，还有以法国、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，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，构成视频的彩色图象信号。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付载波的方式来实现的。付载波取值仅 $3 \sim 4 \text{ MHz}$ ，而且是经过严格选择。但是，以色差信号去调制付载波时，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制又称正交平衡调幅制。

图1—4为NTSC制彩色图象信号形成框图。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° 的两个付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就成

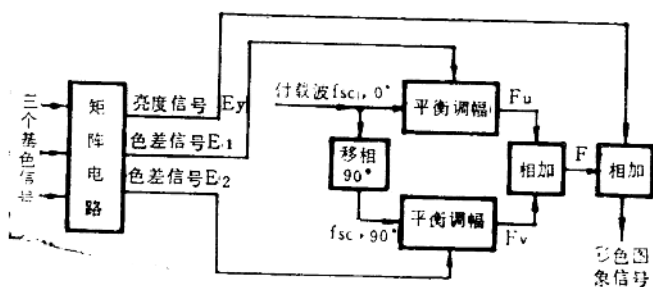


图1—4 NTSC制彩色图象信号形成框图

为彩色图象信号。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付载频。为了解调出原来的两个色差信号，须在接收机中设置付载波再生电路，以便恢复失去的付载波。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付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。

二、PAL制（帕尔制）

为了克服NTSC制的相位敏感性，1962年西德研究出一种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，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。

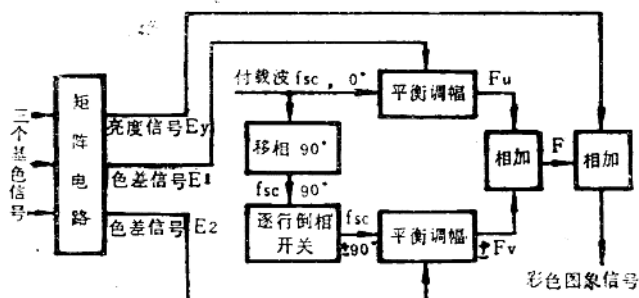


图1—5 PAL制彩色图象信号形成框图

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，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（ $64\mu\text{S}$ 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，两个色差信号不是对付载波进行调幅，而是对两个频率不同的付载波进行调频，将调频形式的两个已调付载波逐行轮换插入到亮度信号高频端后，形成视频的彩色图象信号。