

CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI
CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI
CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI
CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI
CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI
CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI
CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI
CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI
CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI
CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI CAISEDIANSHIJI

电视

李伟国 刘明

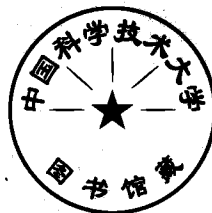


42

河北科学技术出版社

责任编辑 杜振杰

封面设计 王保进



彩 色 电 视 机

马喜廷 李伟国 刘晓英 李连生 编著

河北科学技术出版社出版 (石家庄市北马路45号)
河北新华印刷三厂印刷 河北省新华书店发行

787×1092毫米 1/16 22印张 470000字 1990年2月第1版
1990年2月第1次印刷 印数: 1—10,000 定价: 9.00元

ISBN7-5375-0283-8/TN·94

前 言

《黑白电视机》一书由河北科学技术出版社出版以来，承蒙广大读者厚爱，虽多次重印，仍不敷使用。这对笔者来说无疑是一个不小的鼓舞。

随着彩色电视机的迅速普及，广大读者迫切需要了解 and 掌握彩色电视机使用和维修知识。为此，我们编写了这本《彩色电视机》，以飧读者。

《彩色电视机》作为《黑白电视机》的续编，或曰“姊妹篇”，希望能对从事彩色电视机技术培训和维修的专业或非专业人员有所裨益；能为彩色电视机用户当好参谋。

本书从彩色电视机的基本原理入手，以全晶体管彩色电视机电路分析为基础，以日本“日立”牌集成电路彩色电视机机芯分析为主线，以“环宇”、“金星”、“福日”牌彩色电视机为实例，全面地系统地介绍作为一个彩色电视机维修人员所必须掌握的理论和实践知识。内容深入浅出，语言通俗易懂，理论联系实际，并以定性讲解为主，避免繁难的数学论证，是一本通俗科普读物，具有初中以上文化程度即可看懂。

书中列举了八十种常见故障现象，也给出了排除故障的方法，这是由在生产 and 维修第一线的工程技术人员亲自经验并经实践证明过的，是第一手资料，为彩色电视机用户和维修人员提供了方便。

本书适合作彩色电视机技术培训教材，业余爱好者的自学教材，中学生科技活动的补充教材，是彩色电视机维修人员必备的参考书。对于工科院校无线电电子学专业的师生以及专业工程技术人员也有参考价值。

本书编写过程中，在收集资料、描图、誊写等方面曾得到同事们的不少帮助，值此该书出版之际，谨向他们表示由衷的感谢。

由于水平所限，书中不当以至错误之处恐所难免，敬请广大读者及行家里手不吝指正，如蒙赐教，不胜感谢之至。

编 者

1988年10月于石家庄

目 录

第一章 彩色电视基础	(1)
第一节 三基色原理.....	(1)
第二节 彩色电视制式.....	(5)
第三节 编码和解码.....	(11)
第四节 彩色电视信号.....	(17)
第五节 彩色显象管及其附件.....	(24)
第二章 晶体管彩色电视机	(37)
第一节 彩色电视机与黑白电视机的异同.....	(37)
第二节 图象中放和伴音电路.....	(40)
第三节 解码、视放电路.....	(45)
第四节 行扫描和光栅校正电路.....	(66)
第五节 场扫描、电源和显象管电路.....	(75)
第三章 集成电路彩色电视机	(79)
第一节 集成电路彩色电视机的特点和日立彩电机芯简介.....	(79)
第二节 环宇牌CPS182/201HB型彩色电视机的电路分析.....	(86)
第三节 日立NP84C机芯简介.....	(116)
第四节 环宇牌37C-2/47C-2机芯电路的特点.....	(129)
第五节 红外线遥控器的电路原理.....	(141)
第四章 调谐器和节目预选器	(157)
第一节 金星牌C47-112型机调谐器.....	(157)
第二节 环宇牌彩色电视机调谐器.....	(162)
第三节 节目预选器.....	(184)
第五章 彩色电视机的电路调试和整机调整	(189)
第一节 调试仪器及其使用方法.....	(189)
第二节 NP82C机芯的电路调试.....	(205)
第三节 彩色电视机的整机调整.....	(215)
第六章 彩色电视机的使用与保养	(220)
第一节 天线与天线放大器.....	(220)
第二节 彩色电视机的使用调整.....	(230)
第三节 红外线遥控器的使用方法.....	(233)

第四节	彩色电视机上的英文字和英文缩写词·····	(239)
第五节	彩色电视机的保养·····	(245)
第七章	彩色电视机的一般检修方法·····	(247)
第一节	维修准则·····	(247)
第二节	故障检查方法·····	(250)
第三节	逻辑检查法·····	(257)
第四节	利用万用表测量晶体管、二极管各项参数·····	(261)
第八章	彩色电视机常见故障与检修·····	(266)
附录一	国外部分彩色电视机采用的二极管、三极管特性·····	(316)
附录二	国外电阻、保险电阻、电位器、电容和电感的规格以及标记方法·····	(332)
附图一	金星 C 47-112彩色电视机电原理图	
附图二	HUANYU集成电路/晶体管彩色电视接收机电原理图(CPS-201HB)	
附图三	日立全晶体管NP84C 20电路板基本电路图(CPT2005)	
附图四	HUANYU集成电路/晶体管彩色电视接收机电原理图(37C-2)	
附图五	红外线遥控器电原理图	

第一章 彩色电视基础

第一节 三基色原理

自然界的色彩是千变万化的，文学家们常常喜欢用五光十色、万紫千红等漂亮的形容词来描写节日的礼花和美丽的春天，这说明色彩在人们的生活中是不可缺少的事实。正是这些五彩缤纷、姹紫嫣红的色彩才使我们的世界和我们的生活构成了一幅幅绚丽多姿、婀娜动人的画面，才给人们以欢乐和美的享受。不堪设想，如果没有色彩，我们的世界将是一个什么样子！彩色电视的目的就是通过电视设备把这些美妙的彩色画面逼真地重现在广大电视观众的眼前。我们知道，能够引起人的视觉的物质只有光，因此在研究彩色电视之前必须首先研究与此关联的两个基本问题，即光的物理特性和人眼的视觉特点。

光的物理特性

学过高中物理的人都知道，关于光的本质目前流行两种理论，一种是光的微粒说，一种是光的波动说。按照光的波动说，光波和无线电波一样也是一种电磁波。电磁波的频率范围很宽，在 $10^5 \sim 10^{25} \text{Hz}$ 之间，光波只占其中的一小部分。电磁波的性质取决于它的波长。光的波长极短，在 $380 \sim 780 \text{nm}$ 之间（ $1 \text{nm} = 10 \text{\AA} = 10^{-9} \text{m}$ ）。为了方便研究，我们把电磁波分为若干区段。光波所在的区段称为可见光。在可见光范围内，由于电磁波的波长变化范围不大，所以特性没有明显变化。可见光在电磁波辐射波谱中所占的位置如图 1·1 所示。从电磁波的

性质中我们知道，当电磁波由一种介质进入另一种介质时，在分界面两侧其传播的方向要发生变化，这种传播途中被弯折的现象称为折射。折射程度随波长不同而改变，波长愈短，折射愈甚。下面我们来做这样一个实验：如果让一束平常所说的白光照射到一个分光三棱镜上，那末，白光在进入棱镜和离开棱镜时都会发生折射。由于

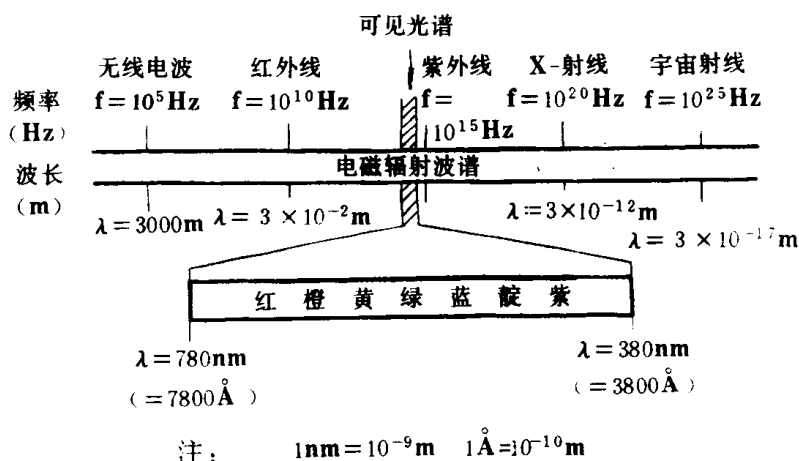


图 1·1 电磁辐射波谱

波长不同引起的折射角不同，于是白光就按波长减短的次序分解成红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫¹七种主要色调，这就是平常所说的日光光谱。有时在雨后初晴时我们能够看到彩虹，就是由于白光通过水蒸气时因折射率不同而发生分解产生的。白光的分解过程如图 1·2 所示。

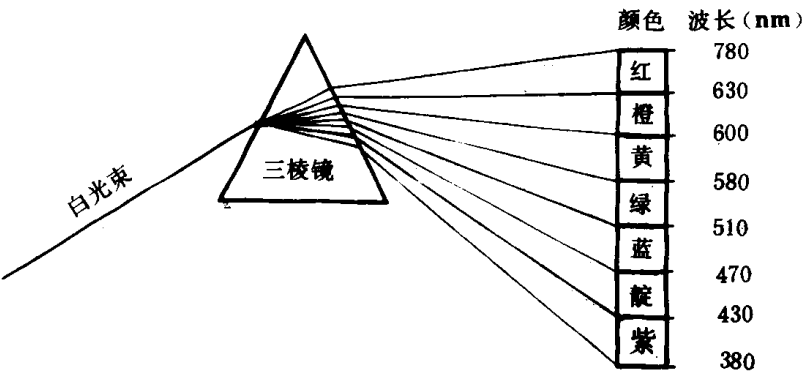


图 1·2 白光的分解过程

当我们仔细观察分解后的彩色时可以看到各种色调之间并没有明显的界线，而是相邻色调彼此交融在一起，形成过渡色。这个事实说明，我们平常所看到的彩色并不一定都是各种纯粹色，有很多彩色是由某些彩色按一定的比例混合而成的。经过长期研究证明，在品种繁多的彩色中存在着三种最基本的彩色光，即红、绿、蓝。为了简便，在彩色电视专业上常用红、绿、蓝三个字各自的英文字头 R、G、B 来表示这三种最基本的色光，称为三基色。这里所谓“基色”就是说 R、G、B 三种色各自独立存在，不能由其他色混合产生。而三基色以外的其他任何一种色都是由三基色按一定的比例混合而成的。这种理论可以由人眼的视觉特性得到解释。

人眼的视觉特性

人们常说人眼象一架照相机，实际上这种说法是错误的，正确的说法应该是照相机象人的一只眼睛。这是因为在事物发展的本来顺序上是先有人的眼睛后发明照相机的。照相机是模仿人眼的构造而制成的，因此，人眼的视觉过程可以用照相机的功能来详加说明。人眼的构造如图 1·3 所示。眼睛角膜和晶状体相当于照相机的物镜，而视网膜上对光敏感的接收细胞组织则相当于照相底片上的感光乳胶层。研究表明，这些接收细胞有两种类型，按照它们不同的形状分别

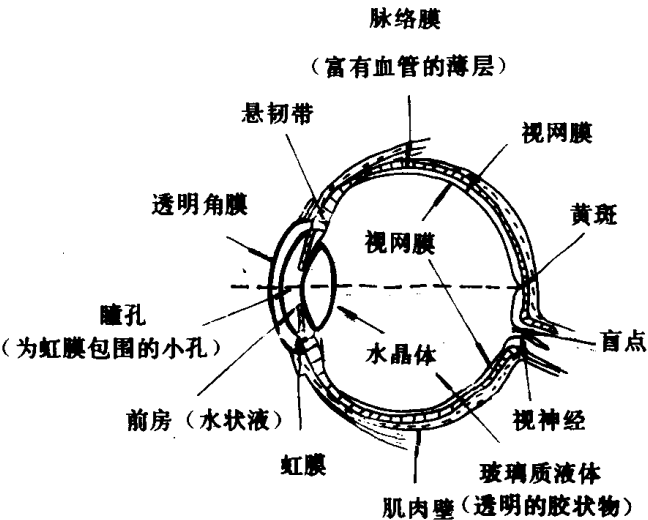


图 1·3 人眼的构造

¹ 也可以称为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。因为青、蓝、靛三色基本都是蓝色，只是色调不同。

称为杆状细胞和锥状细胞。杆状细胞是高灵敏度的接收系统，但只能感受光的强弱；锥状细胞虽然灵敏度不太高，但具有分辨彩色的能力。白天人们能够看清楚物体各种颜色，视觉过程主要是锥状细胞来完成的。黑夜人们只能大致看清楚物体的“黑白”形象，是只有杆状细胞起作用的缘故。另外，对人眼视觉特性的进一步实验证明，人眼在整个可见光谱内的灵敏度并不是均匀的。当能量相当的不同波长光进入人眼时，其感受灵敏度随波长的不同而变化，亮度感觉的峰值在波长555nm左右的黄—绿区。值得强调的是，在正常日光下观察者的主观亮度感觉也是在同一区域出现峰值，也就是平常所说的绿光最亮。

懂得了人眼的构造和视觉特性就可以解释 R、G、B 作为三基色的原因了。人们推测锥状细胞可能有三种类型，每一类只能单独感受 R、G、B 三基色中的一种单色光，同时每种细胞各有其不同的响应曲线。这里所谓响应曲线就是视觉灵敏度对应不同波长光的变化关系。人眼同时受到 R、G、B 三基色的刺激后，三种锥状细胞产生的三条曲线彼此相叠加就能看到各种彩色，如图

1·4 所示。比如，当红光和绿光同时进入人眼时，红光激励“红色”锥状细胞，绿色激励“绿色”锥状细胞，当这两种细胞同时受到激励时造成的视觉感就是“黄光”。

彩色量

人眼按三个不同的光谱灵敏度曲线来衡量彩色光，这三个单独的感受印象在视觉中组成一个统一的总效果，称为彩色量。彩色量由三个不同的参数组成，即：

亮度——表示某个彩色量引起的视觉强度，即亮暗程度。

色调——表示彩色种类随波长的变化。

饱和度——表示彩色浓淡程度或深浅程度。

谱色光和非谱色光

各种单色光的饱和度是100%称为谱色光；如果在单色光中掺进一定数量的白光就成了非谱色光。随着白光比例的增加，饱和度逐渐降低。另外在彩色电视技术中经常使用“色度”这个概念，色度包括色调和饱和度两个参数，这一点希望大家搞清楚。

相加混色和相减混色

前面讲过，在彩色中除了 R、G、B 三基色是单独存在外，其余的色光都是由三基色按一定的比例混合而成的。色光的混合规律是：

$$\text{红} + \text{绿} = \text{黄}$$

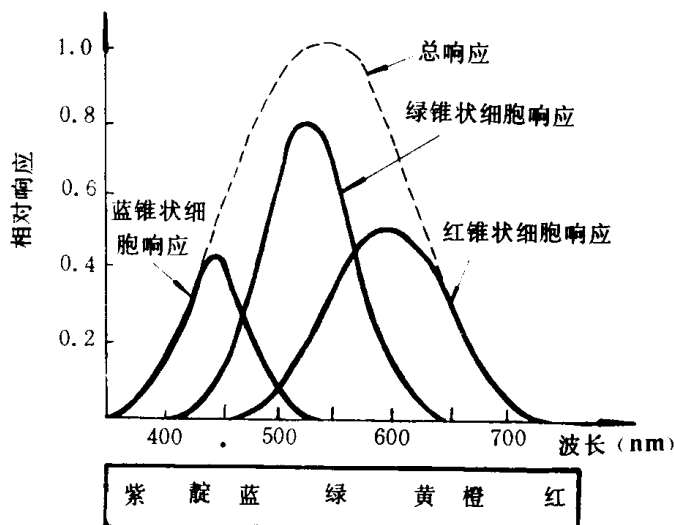


图 1·4 人眼的视觉特性

红 + 蓝 = 紫

绿 + 蓝 = 青

红 + 绿 + 蓝 = 白

这种混色规律称为相加混色，它是把 R、G、B 三种基色光作为光源进行混色实验而得出的。相加混色规律可以用一个三角形来直观表示，此三角形称为彩色三角形，如图 1·5 所示。

相加混色和平常绘画中的配色混合方法是不同的。绘画上的彩色是由于白光照射到颜料上后，光谱的某些成分被吸收，剩下的部分被反射进入人眼而引起视觉，因此绘画配色是相减混色。相减混色的三基色常被画家们不确切地说成为红、黄、蓝，但实际上确切地说应该是紫、黄、青。

读者必须注意，千万不能把相加混色和相减混色混为一谈，牢记彩色电视中的三基色是红、绿、蓝。混合规律为相加混合。

CIE 色度图

彩色三角形只能表示特定三基色混色所得到的色调，有很大的局限性。具有广泛适

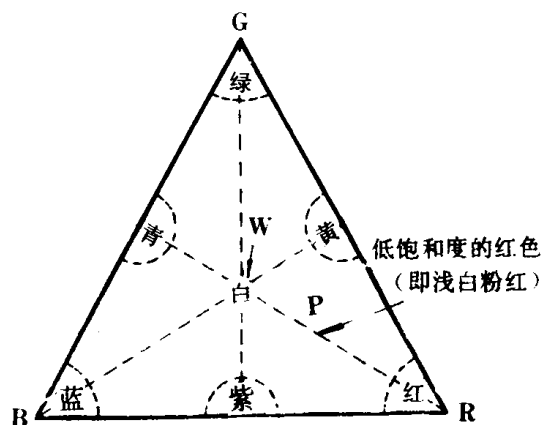


图 1·5 相加混色的彩色三角形

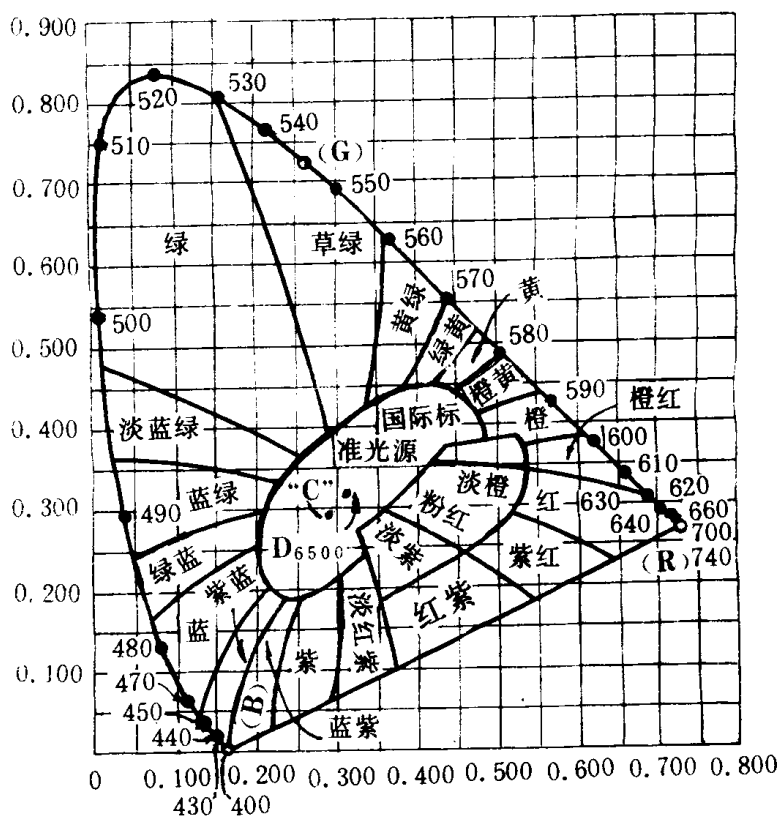


图 1·6 CIE 色度图

应性的混色图形是国际照明协会根据实验数据绘出的 CIE 色度图，如图 1·6 所示（参见封二彩图）。图中舌形曲线上的数字表示从 400nm 的紫色到 700nm 的红色之间不同谱色光的位置。不在曲线上而在图内的任何一点不代表纯谱色光，而是代表由某几种谱色光混合形成的非谱色。从这个色度图中可以一目了然地看出白光为混合光。除此之外，只要连接曲线上或曲线内任何两点，就能从连接直线上得到被连接两点所代表的两种彩色相加可得到的所有不同彩色。

CIE 色度图是在直角坐标系中描绘出来的，因此色度图

上每种彩色都有特定的坐标；反过来色度图内任何一组坐标都代表某种特定的彩色，这对定量地研究彩色及其混色是极为方便的

色温和标准白

色温的定义是一个全辐射体为发射出与某光源相同特性的光所必须保持的温度（绝对温度 K ），称为该光源的色温。这是因为有些光源光谱能量的分布相当于保持某特定温度的全辐射体的光谱，因此借助于色温来对这些光源进行分类是很方便的。但色温并不是光源本身的实际温度。例如，当一个钨丝灯泡的温度保持在 2800 K 时，它发出的光相当于色温 2854 K 的白光，这是因为灯泡不是一个全辐射体。全辐射体发出相应的白光需要的温度为 2854 K 。

我们平常所说的“白光”有着各种不同的光谱分布，范围很广，其中包括能量偏重在光谱的较长波长端（红光）的“热”白光一直到多数能量集中在较短波长端（蓝色）的“冷”白光。根据不同的用处和不同的色温，根据国际照明技术委员会的标准光源划分标准，“标准白光”分为A、B、C、 D_{6500} 及E五种，亦称A白、B白、C白、 D_{6500} 白及E白。其中C白的色温为 6770 K 。这种白光曾一度被彩色电视所采用，而现在的彩色电视多采用色温为 6500 K 的D白作为标准白光，我国的彩色电视也采用 D_{6500} 白光。其他各种白光的色温分别是A白， 2854 K ；B白， 4800 K ；E白， 6486 K 。

三基色原理

综上所述，尽管自然界的色彩是千变万化的，但最基本的彩色只有红、绿、蓝三种。红、绿、蓝这三种彩色各自独立存在，不能由其他任何彩色混合而得到；相反，其他任何彩色都可以由红、绿、蓝按各种不同的比例混合而得来。因此在色度学中把红、绿、蓝三种彩色叫做三基色。以红、绿、蓝三基色的相加混色规律来解释自然界的彩色现象，叫做色度学的三基色原理。有了三基色原理，研究彩色图象信息的传送问题就被大大地简化，变成三基色的传送问题了。在彩色电视中就是通过摄像机把一幅彩色图象分解成红、绿、蓝三幅单色图象，再由电子束扫描进行光电转换和图象分解，把三基色图象变成三基色信号电压（分别用 E_R 、 E_G 、 E_B 来表示）因此，三基色原理是现代彩色电视的基础，彩色电视系统就是根据三基色原理设计而成的。

第二节 彩色电视制式

所谓彩色电视的制式，严格地说来就是指彩色电视系统中彩色信息传送的处理方法。但是，由于不同制式的彩色电视使用的国度和地区不同，因此一般人所说的“制式”也包括着扫描标准、副载波频率和信号带宽等的差别。

目前世界各国广泛使用的彩色电视制式主要有NTSC、PAL和SECAM三种。我国彩色电视试播的暂行制式为PAL制。PAL制是在NTSC制的基础上改进而来的，所以本节主要介绍NTSC制和PAL制。

一、NTSC制

NTSC 是美国国家电视制度委员会的英文全称字头缩写, NTSC 制彩色电视就是这个委员会研制出来的。

上一节我们已经讲过, 虽然自然界的彩色是千变万化的, 但是基本的彩色只有 R、G、B 三种。这样, 彩色电视图象的传输只需传送 R、G、B 三个基色信号的电压 E_R 、 E_G 、 E_B 就可以实现了。但是, 我们知道, 按照我国电视标准, 视频信号的带宽为 6MHz, 如果直接采用同时传送三个基色信号电压的方法来实现彩色电视广播, 则一个频道就需要占用 18MHz 的带宽, 这对频带利用率来说无疑是一个极大的浪费, 是绝对不能允许的。这是因为分配给广播电视使用的频率范围是有限的。在有限的频率范围内, 如果每一频道电视信号占用的频带太宽的话, 必然导致能够同时容纳的电视台数目减少, 这对我们这样一个幅员广阔的大国来说更是不合算的。这就好比一条马路的宽度是有限的, 如果每辆汽车的宽度比较窄, 那么能够同时并排行走的车辆就多; 相反, 如果每辆汽车的车身很宽, 那末能够并排行走的车辆就少, 甚至根本不可能。电磁波的给定频率范围和每个频道所占带宽的关系也是这个道理。对于彩色电视来说, 除了考虑占用频带的经济性之外还必须考虑与黑白电视的兼容性以及逆兼容性问题。

兼容性与逆兼容性

所谓彩色电视的兼容性就是指黑白电视机能够接收彩色电视台播放的节目; 反过来, 彩色电视机也能收看黑白电视台播放的电视节目, 叫做逆兼容性。当然这两种情况下在屏幕上看到的都是黑白图象。

不管世界上任何国家, 彩色电视广播都是在本国原有黑白电视基础上发展起来的。当彩色电视问世时, 世界上已有大量的黑白电视台和黑白电视机在工作。一方面由于彩色电视机技术复杂、成本高、生产能力有限, 不可能一下子普及; 另一方面一下子废掉数以百计的黑白电视台和千百万台黑白电视机在经济上也是一个极大的浪费。因此, 在相当一个时期内黑白电视和彩色电视处于长期并存的局面, 故要求彩色电视必须具有与黑白电视兼容和逆兼容的特性。

为了实现兼容和满足逆兼容的需要, 彩色电视必须具有以下特点:

- ①与黑白电视具有相同的行、场频率及相同的视频带宽。
- ②发送时图象信号和伴音信号与黑白电视采用相同的调制方式。
- ③把视频信号分成亮度和色度两部分, 亮度信号供黑白电视机接收以实现兼容。
- ④彩色电视机设独立的亮度通道, 以便接收黑白电视台信号, 满足逆兼容。

经过各国科学家和工程技术人员的长期研究, 终于找到了解决问题的方法。

1. 设计一个单独的亮度信号 Y

为了实现与黑白电视机兼容, 在彩色电视中设计了一个单独的亮度信号 Y。Y 信号电压 E_Y 由三基色信号电压按一定的比例组合而成, 当 Y 信号被黑白电视机接收后, 屏幕上显示出来的图象的相对亮度分布与被摄图象的亮度分布基本相同。根据实验数据计算,

Y信号中各基色信号的组成比例为:

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

式 1—1 称为彩色电视的亮度方程。

2. 用色差信号来代替基色信号

彩色电视除了传送Y信号外还有R、G、B三个基色信号需要传送。这样传送的信号数目就由三个增加到四个。有没有办法在设置了Y信号之后仍然不增加传送信号的个数呢? 经过分析, 这样的办法是有的。细心的读者能够发现式 1—1 的亮度方程中有三个变量, 即 E_R 、 E_G 、 E_B 。这在数学上叫做三元一次方程。想要求出三个未知数的解, 只要解一个由三个三元一次方程组成的联立方程组就解决问题了。这个发现是很科学的。在彩色电视中人们用R—Y和B—Y两个色差信号代替R、G、B三个基色信号与Y信号组成联立方程组。在接收端只要用矩阵电路来解下列方程组就可求出三基色信号电压 E_R 、 E_G 、 E_B 。这个方程组是:

$$\begin{cases} E_Y = 0.30E_R + 0.59E_G + 0.11E_B \\ E_R - E_Y = 0.70E_R - 0.59E_G - 0.11E_B \\ E_B - E_Y = -0.30E_R - 0.59E_G + 0.89E_B \end{cases} \quad (1-2)$$

这样就可以使传送信号的个数由四个减少到三个, 换句话说就是彩色电视为实现兼容性虽然增加了一个信号Y, 但并没有增加传送信息的数目, 因为信息个数仍旧是三个。

3. 用高频混合法来减少色信号带宽

研究人眼的视觉特性, 发现人眼对彩色的分辨能力比对亮度的分辨能力差。也就是说, 当信号频率高到一定程度以后, 人眼就只能分辨出观察对象的亮度变化而分不清是什么颜色了。把人眼的这个特性用在电视技术上, 我们就可以让视频信号的高频端只传送黑白信息, 低频端传送彩色信息, 也就是说在视频信号的高频端用亮度信号来代替彩色信号, 这种方法叫做**高频混合法**或**大面积着色原理**。这种现象在日常生活中是常见的。例如过去在没有天然彩色照像之前, 照像馆里都是采用把一张清晰度很高的黑白照片涂上大面积的水彩色来制作一张所谓“美术”照片的。制作过程中尽管只是在大面积上涂色, 细节部分并没有涂, 但人们看起来仍然认为是一张色彩柔和适中的“彩色照片”这说明大面积着色原理是成功的。根据实验统计, 色信号的带宽为1MHz时, 88%的人已认为产生的彩色图象是满意的; 当色信号带宽达到2MHz时, 几乎所有参加评论的人都认为是满意的。我国的彩色电视制式规定色差信号的带宽为1.3MHz。这样, 利用高频混合原理就可以把两个色差信号所占的带宽由12MHz压缩到2.6MHz。

4. 频谱交错

高频混合法虽然可以把色度信号的带宽限制在一个不太大的范围内, 但距离要求与黑白电视相同的视频带宽来传送彩色电视的目标还相差很远, 这是因为亮度信号Y已占有了黑白电视视频全电视信号的全部6MHz带宽, 所以必须在不增加带宽的前提下想办法。研究表明, 电视图象信号, 即亮度信号的频谱不是连续频谱, 它的能量并不是均匀分布在信号的整个频带内, 而是集中在以行频为间距, 以行频各次谐波为中心的一束束

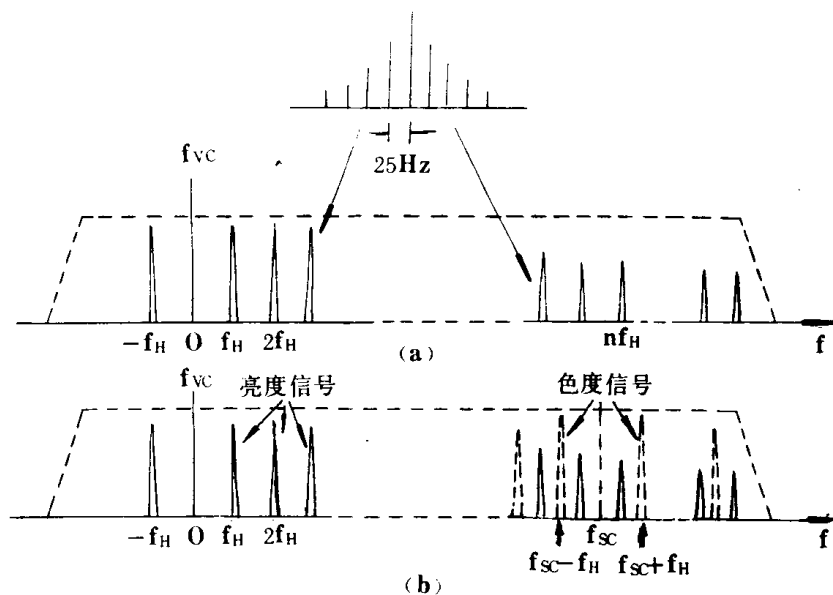


图 1 · 7 频谱交错原理

线状频谱内。谱线与谱线之间留有空隙，如图 1 · 7 所示。这样我们就可以用适当的方式把色度信号插入这些空隙中去，而不必增加视频信号的总带宽。这种做法就好象是一辆卡车拉着满满一车桌子，看起来车上的货物已装满无法再装东西了，但仔细观察发现每张桌子底下都有很大的空隙，还可以把较小的东西放在桌子底下进行运输。因此上述把色度信号插入亮度信号频谱空隙中传送的方法叫做频谱交错或频谱间置。

5. 正交平衡调制

现在的问题是怎样把两个色差信号插到亮度信号的频谱空隙中去。显然色差信号本身是不能直接插入亮度信号频谱的空隙中去的，这是因为被限制了带宽的色差信号与亮度信号的低频部分频率相同，必然引起相互干扰，所以只能把色差信号调制在一个称为“彩色副载波”的连续正弦波上。精确选择彩色副载波的频率，使它在被调制后形成的边带频谱谱线正好落在 Y 信号频谱的空隙之间。这样，当色差信号对副载波调制后，已调色度信号的边带就能插进亮度信号的频谱中去，这样就做到了在不增加视频信号的带宽前提下完成色度信号的传送任务。

由于要传送的色差信号是 $R - Y$ 和 $B - Y$ 两个信号，因此调制和传送的方法也是多种多样的，这些调制和传送方法的不同就构成了各种彩色电视制式的区别。

色差信号的传送方法有两类，一类叫做同时制，一类叫做顺序制。目前世界上大多数国家的彩色电视都采用同时制，也就是说两个色差信号是同时传送的。同时传送也有多种方法，既可以用两个色差信号去分别调制两个频率不同的副载波，也可以由两个色差信号对一个副载波进行双重调制。如果使用双重调制，那末，两个色差信号对同一个副载波必须采用不同的调制方法。比如说其中一个调幅，则另一个必须调频或调相，只有这样才能避免双重调制所带来的相互干扰。美国国家电视制度委员会的研究人员在比较了各种调制方法的利弊之后，最后选择了用两个色差信号去对一个频率相同但相位相

差 90° 的副载波进行调幅的所谓“正交调幅”方案。这种正交调幅的调制方法成功地解决了用一个副载波传送两个色差信号的问题，实现了在黑白电视视频频带内传送彩色电视的愿望。在实际使用的电视制式中，正交调幅采用平衡调制方法，因此叫做正交平衡调制。所谓“平衡调制”就是抑制掉调制后频谱中的副载波。从无线电技术基础知识中我们知道，副载波被调制后信号能量主要集中在副载波频率上，边带信号的能量只是副载波的 $1/2$ 。为了减少发射功率和降低色副载波对亮度信号的干扰，在发送时人为地把副载波抑制掉，只把调制后的色信号边带插入亮度信号 Y 的频谱空隙中发送出去，这就是平衡调制。

采用正交平衡调制后因副载波被抑制掉，因此接收机解调时需要恢复产生一个副载波，这个恢复的副载波必须与原副载波频率相同，同时相位也必须保持特定关系，所以彩色电视信号发送时副载波虽然被抑制掉，但为了恢复副载波的需要，另外发一个代表副载波频率和相位的附加信号，这个附加信号叫做色同步信号，也有人叫做彩色脉冲串。色同步信号是取副载波的 $9 \sim 14$ 周正弦波形成的。

采用以上各种技术措施，在满足兼容性和逆兼容性的前提下，成功地实现了彩色电视的传送。因为这些方法是美国“国家电视制度委员会”研究出来的，所以这种制式叫做 NTSC 制彩色电视。在 NTSC 制彩色电视中传送的两个色差信号为 I 、 Q 信号。 I 信号主要反映橙—青色，彩色相位为 $123^\circ - 0 - 303^\circ$ 色度信号轴，人眼对这些彩色细节变化最为敏感，用较宽的带宽 1.5MHz 传送。 Q 信号主要反映黄绿—紫色，彩色相位为 $33^\circ - 0 - 213^\circ$ 色度信号轴。人眼视觉对这些彩色的细节变化较迟钝，用较窄的带宽 0.5MHz 传送。

二、PAL 制

NTSC 制比较好地解决了彩色电视的传送问题，已被世界多数国家所采用。但是，NTSC 制存在着一个叫做“微分相位失真”的缺点。由于采用抑制副载波的平衡调制，因此在传输条件较差时，两个色差信号边带会产生色度相位畸变，从而引起图象上的色调变化。为了克服 NTSC 制的这一缺点，联邦德国科学家提出了一种改进方案，这个改进后的制式就是我国目前采用的 PAL 制。

PAL 是 Phase Alternating Line (逐行倒相) 的缩写。它与 NTSC 制的区别仅仅在于对副载波进行正交平衡调制的色差信号之一的 $R - Y$ 的相位逐行倒相 180° 。为了说明问题，我们用图 1.8 的矢量图来解释。关于矢量的概念在中学数学中已学过，即同时具有方向和大小的量叫做矢量或向量；那些只有大小而没有方向的量叫做标量。

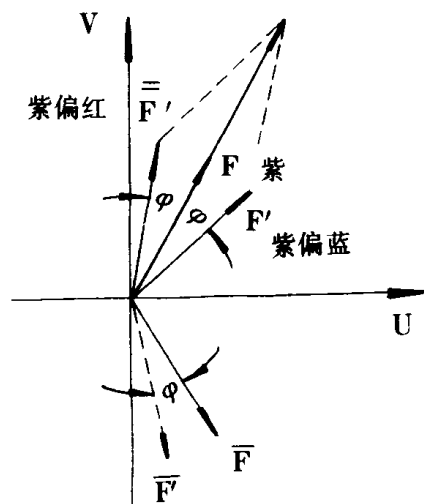


图 1.8 逐行倒相对微分相位失真的补偿

在NTSC制中,正确传输时,两个色差信号的相位关系为 90° 。这时,如果假定一任意彩色的正确位置为图1·8中的矢量 F ,当传输条件较差时便产生微分相位失真,比如滞后 φ ,如图1·8中的 F' 所示。这样在接收机屏幕上重现的图象中彩色色调将发生变化,如果 F 是紫色,则 F' 是紫偏蓝色。在PAL制中, $R-Y$ 分量逐行倒相 180° ,倒相后失真的色度信号矢量 $\bar{F}'$ 仍然较正确的倒相矢量 $\bar{F}$ 滞后 φ° 。接收机解调时,倒相行的 $R-Y$ 由电路恢复正常位置,失真的色度信号矢量 F' 被恢复到图中的 $\bar{F}'$ 位置,呈现紫偏红的色调失真。这时 F' 和 $\bar{F}'$ 恰好对称地分布在矢量 F 的两旁。 $\bar{F}$ 和 F' 经人眼或电路平均以后,引起的彩色视觉仍然是正确的色调,即准确地重现原来的紫色。这就克服了NTSC制存在的微分相位失真的缺点,这就是PAL制。实际上PAL制中除了 $R-Y$ 色差信号逐行倒相这一点外,传送彩色信息的其余技术措施与NTSC制完全相同,是照搬NTSC制的。

PAL制中调制副载波的两个色差信号叫做V信号和U信号。前者是经过加工整理的 $R-Y$ 信号;后者是经过加工整理的 $B-Y$ 信号。V、U两个色差信号是以相同的带宽——1.3MHz传送的,这一点和NTSC制有所不同。

三、SECAM制

SECAM这个名称是取法文“顺序与记忆”的字头字母组成的。前面讲过,色差信号的传送方法有两类,一类是同时制,一类是顺序制。NTSC制和PAL制都是同时制。但色差信号也可以顺序传递,SECAM制的两个色差信号就是顺序传送的。具体作法是:首先让 $R-Y$ 色差信号对某一行的副载波信号进行调频,紧接着让色差信号 $B-Y$ 对下一行的副载波信号进行调频,两个色差信号是逐行交替对副载波调频后顺序传送的。接收机解调时首先把前一行的色差信号延时一行时间,然后用矩阵电路去解由Y信号、本行色差信号和前一行色差信号的延时信号组成的三元一次联立方程组而得到R、G、B三个基色信号的。因此SECAM制取“顺序和记忆”法文字头字母而命名。

由于SECAM制和我国的PAL制关系不大,所以本书不做详细介绍,有兴趣的读者请参考其他资料。

不同的制式适用于不同的国家和地区,是不能通用的。我们经常遇到这种情况,一些外行的出国人员或在国外工作的外行人员从国外买回来的彩色电视机回国后不能使用:有的收到图象,收不到声音;有的收到声音,收不到图象,或收到图象而无彩色;甚至声音和图象全都收不到。这就是缺乏彩色电视制式知识造成的。我国试用的彩色电视制式为PAL-D制,香港地区使用的彩色电视制式为PAL-I制。除了标有:“香港—中国两用型”或“中华人民共和国全线路”的彩色电视机以外,国外市场上销售的彩色电视机是不适合我国使用的,有些可以改,有些根本无法改,因此,出国人员不要盲目从国外购买彩色电视机,一定要请专业技术人员参谋一下,以免造成浪费。

为了帮助广大读者增加彩色电视制式知识,现把世界主要国家的电视体制和彩色电视制式列在表1-1,以便大家参考。这里说的电视体制指的是各国电视的扫描标准和

信号带宽等有关技术区别。实际上“体制”是指黑白电视的制式或标准，这里使用“体制”一词是为了与彩色电视“制式”一词相区别。因为彩色电视必须具有兼容性，所以一个国家的彩色电视必须同时满足黑白电视体制和彩色电视制式的要求，接收机亦如此。我国的PAL—D制彩色电视的确切含义是：可以与D体制的黑白电视实现兼容和可逆兼容的PAL制彩色电视。其他国家彩色电视制式的含义也是这样的，例如苏联和东欧国家使用的SECAM—D/K，即为可以与D/K体制的黑白电视实现兼容和可逆兼容的SECAM制彩色电视。

表 1—1 世界主要国家电视体制一览表（根据CCIR报告）

项 目 \ 体 制	M	B、G、H	I	D、K、K ₁	L	C	E	A	N
扫描行数	525	625	625	625	625	625	819	405	625
场频 (Hz)	60	50	50	50	50	50	50	50	50
行频 (Hz)	15750	15625	15625	15625	15625	15625	20475	10125	15625
视频信号带宽 (MHz)	4.2	5	5.5	6	6	5	10	3	4.2
射频带宽 (MHz)	6	7、8、8	8	8(8.5)	8	7	14	5	6
伴音载频位置 (MHz)	+4.5	+5.5	+6	+6.5	+6.5	+5.5	+11.15	-3.5	+4.5
视频调制极性	负	负	负	负	正	正	正	正	负
伴音调制方式	FM	FM	FM	FM	AM	AM	AM	AM	FM
彩色电视制式	NTSC PAL-M	PAL	PAL	SECAM PAL	SECAM		B/W	B/W	PAL
副载波频率 (MHz)	3.58	4.43	4.43	4.43	4.41 4.25				
主要使用 国家和地区	美 国 日 本 加 拿 大 古 巴 南 朝 鲜 台 湾 省	西 德 荷 兰 瑞 士 意 大 利 南 斯 拉 夫 阿 尔 及 利 亚 比 利 时 西 欧	英 国 南 非 香 港	苏 联 东 欧 中 国 朝 鲜	法 国 卢 森 堡	巴 拉 圭	法 国 (已逐步废除)	英 国 (已逐步废除)	牙 买 加 阿 根 廷

第三节 编码和解码

上一节我们叙述了彩色电视中实现彩色信息传送的各种技术措施，使用这些技术措施把摄像机得到的三基色信号编织成适于传输的彩色电视全电视信号的过程叫做编码。换句话说，编码就是将亮度信号、色度信号和同步信号按正确的比例组合在一起的过程。与此相反，解码是编码的反过程，也就是将送来的彩色全电视信号最后分解为三基色的

过程。

制式不同，编码和解码的过程也不尽相同。本节只讲我国目前使用的PAL制彩色电视的编码和解码。在讲编码和解码之前先介绍一个与此有关的重要概念—— γ 校正。

一、 γ 校正

从理论上讲，在理想的状态下整个电视系统的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该正比于投射在摄象管靶面上的光。然而接收机显象管发出的

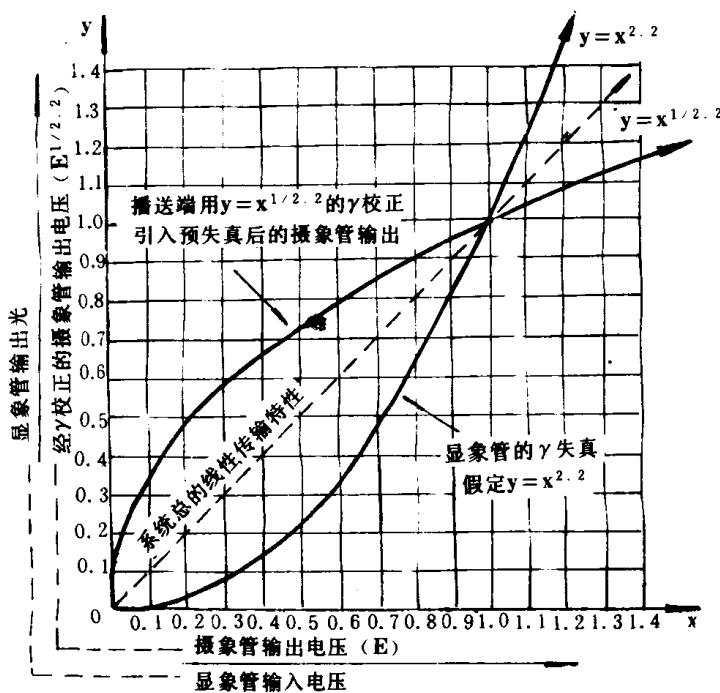


图 1·9 显象管的失真和校正曲线($\gamma=2.2$)

的光并不与加在其栅极—阴极之间的电压成正比，而只与束电流的大小成正比（线性关系）。这是因为显象管中的束电流与加到栅—阴极之间的控制电压不是线性关系造成的。事实上屏幕上的图象亮度与加到栅—阴极之间的输入电压的非线性关系接近一种指数关系，可以用 $L_{出}$ （亮度） $\propto$ （正比于） Vg^γ （栅—阴极输入电压）来表示。此处用作指数的是希腊字母 γ ，因此关系曲线大体上呈现抛物线型，如图 1·9 所示。为了使显象管的这种失真得到补偿，在图象的信号源处引入一种叫做 γ 校正的相反的预失真

（参看图 1·9），如果假设 E 是一个给定的输入光， L 是所产生的摄象管输出电压，那末经过 γ 校正过的电压 $E^{1/\gamma}$ 在接收机中产生的输出光便正比于摄象管的输入光，即：

$$\text{接收机输出光 } L_{出} \propto Vg^\gamma \propto (E^\gamma)^{1/\gamma} \propto E \propto L_{入}$$

这里我们是预先假设了摄象管输出电压 E 与输入光 $L_{入}$ 之间已做成了线性关系。

大多数国家制造的显象管 γ 值为 2.2，也就是说播送信号的 γ 值为 $1/2.2$ 。

在图 1·9 中对于播送设备， x 轴表示输出电压（假定正比于景物亮度）， y 轴表示该电压经 γ 校正后的形状。对于接收机来说， x 轴表示显象管的输入电压， y 轴表示显象管的光输出。这两条轴所标的都是以 0 到 1 的相对幅度，1 代表这个量可达到的最大值，因而所有其他可能值都处于 0 和 1 之间。从图中可看出，经过 γ 校正以后系统总的传输特性呈线性，或接近线性关系。

二、PAL 彩色电视的编码器

完成彩色电视三基色信号编码过程的电路叫做编码器。PAL 制编码器的电路方框图