

国内贸易部部编



中等专业学校教材

彩色电视机原理与维修

胡有为 主编

家电专业教材



中国商业出版社

国内贸易部部编中等专业学校教材

彩色电视机原理与维修

胡有为 主编

中国商业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

彩色电视机原理与维修/胡有为, 李雄杰主编. -北京:
中国商业出版社, 1997. 12

国内贸易部部编中等专业学校教材

ISBN 7-5044-3527-9

I. 彩… I. ①胡… ②李… III. 彩色电视-电视接收机
-维修-专业学校-教材 IV. TN949. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 27010 号

责任编辑: 蓝垂华

特约编辑: 金 贤

中国商业出版社出版发行

(100053 北京广安门内报国寺1号)

新华书店北京发行所经销

北京星月印刷厂印刷

1997年12月第1版 2000年1月第5次印刷

787×1092毫米 16开 17印张 插图17幅 412千字

定价: 20.50元

※ ※ ※ ※

(如有印装质量问题可更换)

编 审 说 明

为适应建立社会主义市场经济新体制的要求,我部于1994年颁发了财经管理类5个专业和理工类7个专业教学计划。1996年初印发了以上12个专业的教学大纲。《彩色电视机原理与维修》一书是根据新编《家用电器》专业教学计划和教学大纲的要求,结合我国科技进步和家电市场的发展重新编写的。经审定,现予出版。本书是国内贸易部系统中等专业学校必用教材,也可供职业中专、职工中专、电视中专、技工学校等选用,还可以做为业务岗位培训和广大企业职工自学读物。

本书由江苏省无锡商业学校高级讲师胡有为主编,浙江省宁波商业学校高级讲师李雄杰参编。第一、三、四、五章和第六章的第二、三、四节由胡有为编写;第二章和第六章的第一节由李雄杰编写。全书由胡有为总纂,并请安徽省安庆商业学校高级讲师张锋主审。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者不吝赐教,以便于修订,使之日臻完善。

国内贸易部教育司

1997年6月

目 录

绪论	(1)
第一章 彩色电视机基础知识	(3)
第一节 色度基础知识	(3)
第二节 兼容制采用的措施	(8)
第三节 亮度信号、色度信号、U、V 分量及波形	(10)
第四节 彩色信号 C 及 PAL 制彩色全电视信号	(14)
第五节 三种兼容彩色电视制式	(17)
第六节 彩色电视机概述	(19)
第七节 彩色显像管	(22)
实验一 彩色电视机的正确使用	(29)
习题一	(30)
第二章 彩色解码器	(31)
第一节 彩色解码器概述	(31)
第二节 亮度通道	(33)
第三节 色度通道	(39)
第四节 视放矩阵	(49)
第五节 NTSC、SECAM 制色度通道	(52)
实验二 色度通道的观感检查	(57)
习题二	(58)
第三章 彩色电视机机芯电路	(60)
第一节 东芝四片机芯彩色电视机	(60)
第二节 夏普 NC-IT 机芯彩色电视机	(73)
第三节 三洋 83P 机芯彩色电视机	(84)
实验三 机芯电路重要波形、电压测试	(90)
习题三	(91)
第四章 彩色电视机遥控系统	(93)
第一节 红外线遥控系统概述	(93)
第二节 红外线遥控系统的工作原理与电路分析	(99)
习题四	(116)
第五章 彩色电视机检修	(117)
第一节 彩色电视机检修概述	(117)
第二节 彩色电视机机芯电路和遥控系统常见故障检修	(120)
第三节 彩色电视机直观常规检验	(140)

实验四	开关电源故障检修·····	(145)
实验五	行扫描故障检修·····	(145)
实验六	保护电路故障检修·····	(146)
实验七	亮度通道、显像管周围电路故障检修·····	(147)
实验八	色度通道故障检修·····	(148)
实验九	遥控系统故障检修·····	(149)
实验十	色纯、静会聚、暗、亮平衡调整·····	(150)
实验十一	彩色电视机的直观检验·····	(151)
习题五	·····	(152)
第六章	单片机芯与大屏幕彩色电视机及彩色电视新技术介绍·····	(154)
第一节	三洋 A3 单片机芯电路·····	(154)
第二节	大屏幕彩色电视机采用的新技术、新电路·····	(175)
第三节	NC-3 机芯画中画大屏幕彩色电视机电路·····	(181)
第四节	彩色电视新技术介绍·····	(223)
习题六	·····	(230)
附录	·····	(232)
附录一	彩色电视机广播接收机基本技术参数·····	(232)
附录二	世界主要国家(地区)采用的电视制式·····	(238)
附录三	世界主要国家(地区)电视接收机中频频率表·····	(247)
附录四	世界主要国家(地区)电视频道划分表·····	(248)
附录五	常见英文词汇和缩写·····	(256)
主要参考资料	·····	(264)

绪 论

彩色电视已有近 70 年的历史。它可以概括为提出方案、实验尝试、确定兼容制式和逐步完善、成熟几个发展阶段。

1928 年,首先由英国的约翰·罗杰·贝尔德 (John Logie Baird) 提出世界上第一个彩色电视方案。1930 年他又作了实验性表演。

1940 年美国的戈德·马克 (Gold Mark) 发明了场顺序制 (CBS 制) 彩色电视,1946 年美国进行了场顺序制彩色电视的实验播送。场顺序制是在黑白摄像管前装由红、绿、蓝三基色滤色片组成的彩色转盘,随着转盘旋转,依次在摄像管前呈现三种基色画面,摄像管就逐场顺序送出三个基色画面电信号;在接收机荧光屏前装有同样的且同步旋转的彩色转盘,由于人眼的视觉暂留特性,看到的是三个基色画面合成的彩色画面。场顺序制是传送三基色信号的机械彩色电视,但它不能与黑白电视兼容。

50 年代初,美国的戴维·沙诺夫 (David Sarnoff) 研究成功了能与黑白电视兼容的正交平衡调幅制 (NTSC 制)。1954 年美国正式将 NTSC 制定为美国彩色电视的法定制式。

60 年代初,原西德德律风根 (Telefunken) 公司的瓦尔特·勃鲁赫 (Walter Bruch) 在 NTSC 制的基础上作了改进,提出了正交平衡调幅、逐行倒相制 (PAL 制)。1967 年 8 月原西德正式采用 PAL 制彩色电视广播。

与提出 PAL 制的同期,法国汤姆森公司发明了调频行轮换制 (SECAM 制)。1967 年 10 月法国正式采用 SECAM 制彩色电视广播。

NTSC 制、PAL 制、SECAM 制均与黑白电视兼容,被世界各国公认。

从彩色电视机的发展进程看,60 年代以前是电子管式彩色电视机;60 年代至 70 年代初是晶体管式彩色电视机;70 年代以来是集成电路彩色电视机;80 年代以来是遥控彩色电视机;90 年代以来是大屏幕彩色电视机。

我国彩色电视机工业起步较晚。70 年代生产出全部国产化元器件的晶体管彩色电视机,但质量比较差。自改革开放以来,引进了日本、西欧 100 多条彩色电视机生产流水线和彩色显像管、集成电路、行输出变压器、高频头、滤波器、晶体管等关键器件的生产技术,使生产出的彩色电视机达到同类机型的国际水平,现在,不少厂家已能生产达到国际水平的大屏幕彩色电视机和宽幅式彩色电视机。产量自 80 年代中后期已名列世界前茅。彩色电视机在城市早就普及,并进入更新期,在农村也正在逐步普及。

从世界范围看,彩色电视正朝着多功能、数字化、高清晰度、立体化的方向发展。

《彩色电视机原理与维修》是一门综合应用电工、电子线路、脉冲数字电路、线性集成电路、微电脑技术、光学、声学的课程。它具有较强的专业性和技术性。

本教材介绍了彩色电视基础知识;系统地讲解了彩色解码器、东芝 X-56P 机芯、夏普 NC-1T 机芯、三洋 83P 机芯、三洋 A3 单片机芯和 NC-3 大屏幕彩电机芯电路;以及红外线遥控系统较全面地阐述了彩电机芯和遥控系统的检修方法和彩色电视机的直观检验;还介绍了正在发展和将要发展的数字电视机,高清晰度电视、图文电视、卫星电视和立体电视。

在学习中,不但要重视理论,而且要注重识读整机电路图、实验操作和作业练习。培养

举一反三的能力，观察、分析问题的能力，逻辑思维能力、表达能力和自学能力。有条件的学校可开展彩色电视机检修的第二课堂活动，并注意组织学生收集有关资料和信息，及时将彩色电视采用的新技术、新型器件补充到教学中来，以增强学生获得新知识、新技术的能力。

第一章 彩色电视机基础知识

彩色电视与黑白电视的区别就在于有无彩色。一切彩色都是人眼视觉特性与物体客观特性的综合效果，因此，彩色电视少不了色度基础知识。

彩色电视广播既要让彩色电视机接收，又能使黑白电视机收看，即达到兼容。为此，彩色电视广播采取一系列措施实现兼容。

本章主要介绍色度基础知识，兼容制采取的措施，PAL 制彩色全电视信号，三种兼容制式，彩色电视机方框结构和彩色显像管。

第一节 色度基础知识

一、可见光与物体的颜色

人们之所以能够看到大自然绚丽多彩的景物，是因为有太阳光和各种光源的照射。光学理论指出：任何一种光都是以电磁辐射（电磁波）形式存在的物质。电磁辐射的范围很广，从波长只有 $3 \times 10^{-17} \text{m}$ 的宇宙射线至波长达数千米的无线电波。但只有波长从 380nm 至 780nm 的电磁辐射能够使人们产生视觉反映，看到各种色彩的颜色。我们把波长从 380nm 至 780nm 的电磁辐射称为可见光。图 1—1 是电磁辐射波谱和可见光谱图。我们经常看到的太阳光光谱与可见光光谱比较相近。

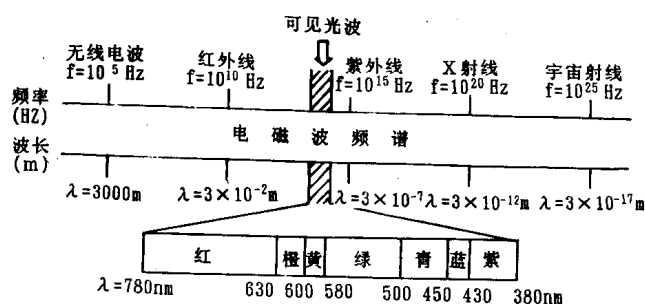


图 1—1 电磁辐射波谱和可见光谱图

彩色是可见光的一种属性。不同波长的可见光单独射入人眼，就会引起不同彩色的视觉反映。在可见光谱范围内，随着波长从长到短的变化，在人眼引起视觉反映的颜色依次是红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等代表色，值得指出的是：这七种代表色是连续变化过渡的，相邻代表色间的颜色没有明显的界限。太阳光通过三棱镜或水雾折射后，就可看到按上述次序排列的颜色光谱。因此，太阳光（也称为白光）不是单色光，而是由各种色光混合成的复色光。

物体颜色与诸多因素相关。如果是发光体，即光源，那么它的颜色由所发光包含可见光

的波长范围决定。若是单色光源，其颜色由单色光波长决定；若是所发光由若干种单色光组合，则其颜色就是这些单色光的混色。如果物体是反射体，物体的颜色不仅取决于本身，也与所照射的光源有关。一块日光照射下的红布，我们看到红色，是因为这块布把照射上去的可见光，除看到的红色光外，都将它们吸收掉了。假如，在晚上我们用单一的蓝色光照射这块红布，我们看到的只是一块黑布，因为这块布要吸收蓝色光，又没有能反射的红光，人眼接收不到任何光线，只能看到黑色。如果物体是透明体，物体的颜色不仅取决于透明体吸收的可见光谱，也取决于照射光源的电磁波谱。一块在日光下透明的蓝色玻璃，在晚上用红光照射，我们看到的只是一块黑玻璃。概括起来说，物体的颜色取决于从该物体射入人眼光的组成情况。没有光源照射，所有物体都是黑色的。

物体的颜色不仅取决于光源和物体吸收的色光，而且还与人眼的视觉功能有关。但对于非色盲或非色弱者，彩色视觉功能的差异是不太大的，不易用语言或文字来表达。

应当指出，色度学规定：彩色与非彩色总称为颜色。非彩色是指黑色、各种深浅不同的灰色和白色。当物体表面对白光所有波长辐射的反射率在80%~90%以上时，该物体为白色，有很高的亮度；当反射率均在4%以下时，则该物体为黑色；反射率介于上述两者之间，则物体为灰色。白、灰、黑色的物体对光照的各种波长的反射是没有选择性的。对于光来说，黑、灰、白只是白光的亮度变化。彩色是指黑、灰、白以外的各种颜色。但是，在彩色电视中，往往彩色也包含黑、灰、白，请读者注意。

二、视觉特性和彩色三要素

（一）视觉特性

当不同波长的可见光作用于人眼时，人们不仅能感觉到不同的颜色，而且还能感觉到各种颜色具有不同的明暗。实质上，可见光的强弱使人眼感到明暗；可见光不同的波长使人眼感到不同的彩色。

人的眼睛本身就是一架高级“摄像机”，它能自动地将大小不一、远近不等、明暗不同的各类景物清晰地聚焦在视网膜上，通过视觉神经传到大脑，产生视觉。

现在人们都认为，在眼球壁最里层的视网膜层里充满着大量能感光的锥状和杆状细胞。受强光刺激，锥状细胞能辨别颜色和图像的细节。其数目约为600~700万个，绝大部分分布在视网膜中部的黄斑区域。锥状细胞又分为红锥状细胞、绿锥状细胞和蓝锥状细胞。杆状细胞的感光灵敏度比锥状细胞高一万倍左右，它能在黄昏或光线暗弱的情况下，使人看清景物，但却不能辨别彩色。人眼的杆状细胞有1~1.2亿个，主要分布在视网膜中心区域周围。

由于锥状细胞对光的敏感性远低于杆状细胞，所以，人眼分辨彩色的能力比分辨亮度的能力低。如果对颜色不同的彩色光栅条纹与对尺寸大小相同而亮度不同的黑白光栅条纹进行观察比较，可以发现当光栅间距逐渐变小时，人眼就只能分辨黑白条纹了，彩色条纹则模糊不清。人眼对彩色细节分辨力低，为压缩彩色图像信号的频带提供了依据。

根据大量视力正常的观察者观察统计表明：在可见光范围内，眼睛对等能量不同波长光的亮度感觉很不相同的，如果以波长为555nm的黄绿光的亮度感觉为1，在明亮环境中，比较辐射功率相同的各波长光的亮度如图1—2曲线所示。该曲线称相对视敏度或视见度曲线。从图可知：视敏度曲线的最大值位于555nm处，曲线呈正态分布。图中幅度较低的三条曲线是红、绿、蓝三种锥状细胞对应的相对视敏度曲线。

（二）彩色三要素

为了全面地表示一个彩色光，必须有三个参数：亮度、色调、饱和度，这三个参数称为彩色三要素。

亮度是表示某彩色在视觉上引起明亮的程度。客观上，亮度取决于这彩色光谱能量的总和。当一束光的全部能量增强时，感觉明亮；全部能量减小时，感觉变暗。主观上，亮度还与彩色的种类有关，视敏度曲线已表明了这情况，同强度的红、绿、蓝三色光，人眼对绿色光感觉最强、红色光次之、蓝色光最差。黑白电视仅反映图像明暗，所以，黑白电视中的视频信号就是亮度信号。

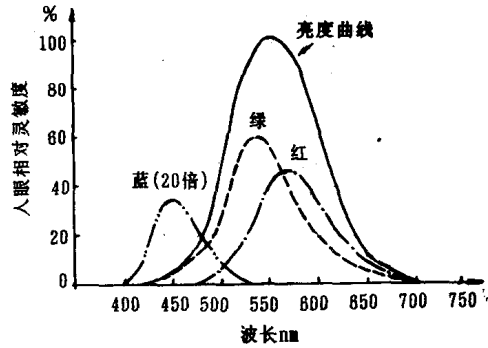


图 1—2 视敏度曲线

色调是指色光所呈现的彩色种类。如：红、绿、蓝、黄、青、紫等等。客观上，色调取决于色光的波长，与可见光的波长有一一对应的关系。主观上，各人的眼睛是有一些差异的，尤其是东方人与西方人，但不易用语言文字表达。在观看彩色图像时，往往东方人喜欢略有些偏蓝的色调；西方人喜欢略有些偏红的色调。

饱和度是指彩色的深浅程度。它与色光中的白光多少有关。因此，也可将饱和度理解为彩色中的掺白程度。可见光谱中的各种单色光的饱和度为 100%，当掺入白光成份越多，饱和度越低。当掺入白光成份达到很大比例后，就不再成为彩色光，而成为白光了。

彩色也可以认为是由亮度和色度来度量，色度是表示彩色颜色的部分，由色调与饱和度组成。

三、三基色原理

我们在日常生活所见到的彩色印刷、彩色绘画、彩色摄影、彩色电视，都是用少数几种相互独立的单色相混合而获得原景物中各种不同的彩色的。我们把这几种独立的单色称为基色。基色的独立性是指任一基色都不能由其它基色混合产生。

如果将红、绿、蓝三束单色光投影在一个白色屏幕上相互叠加，就可得到图 1—3 所呈现的各种彩色。由此可见：

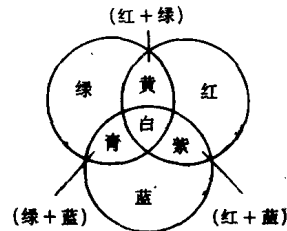


图 1—3 相加混色

红色 + 绿色 = 黄色

红色 + 蓝色 = 紫色

绿色 + 蓝色 = 青色

红 + 绿 + 蓝 = 白

适当改变混色比例，可以得到几乎所有可能的颜色。例如，红色光与绿色光混合时，如果绿色光比例由小逐渐增大，则依次可得到橙红、橙、黄橙、黄、绿黄、黄绿、绿、草绿等各种连续变化的彩色。

事实证明，自然界里常见的绝大多数颜色都可以由红、绿、蓝三种基色以不同的比例混合取得；反之，绝大多数的颜色也可以分解成不同比例的红、绿、蓝三种基色。人们在实践

中还发现,任意四种颜色,永远存在于线性关系之中,即其中任一种颜色都可以用另外三种颜色合成。因此,同时只可能三个独立的基色。上述内容就是三基色原理。

用三种颜色混合所得的颜色种类的数量,与所选用的基色有关。实践证明,用红、绿、蓝三种颜色作基色,按不同比例相互混合所得到的颜色种类比选用其它三种颜色作基色,混合所得的颜色种类要多得多,几乎可以取得大自然中所有的颜色。正因为如此,彩色电视中选用红、绿、蓝作为三基色。

三基色原理是彩色电视的基础,也就是说没有三基色原理,彩色电视就无法实现。因为传送大自然中五彩缤纷的景物,从色调来看,因与可见光波长一一对应关系,就有无数个,这无数个色调是无法传送的。而有了三基色原理,无论有多少个色调的景物,都可以按三基色原理分解为不同比例的三基色,因此,只要送三个基色信号就可把任何彩色景物传送出去,在接收端,将三个基色信号按三基色原理合成原来景物的彩色图像。

另外,应该指出的:在彩色电视中,彩色显像管显示彩色图像,是电子束轰击红、绿、蓝荧光粉,使红、绿、蓝荧光粉各自发出红、绿、蓝光合成彩色图像的,因此,彩色电视中采用相加混色。在彩色印刷、绘画中的颜色是通过反射某些色光,而吸收掉另一些色光来实现的,因此,称为相减混色。相减混色与相加混色是不同的,请读者注意。

四、三种混色效应

由于人眼的分辨力有限,并有视觉暂留特性,因此有空间混色效应、时间混色效应和双眼混色效应。

(一) 空间混色效应

空间混色效应是指当空间不同颜色的几个点靠得足够近,以至它们对人眼所张的视角小于最小分辨角时,人眼就不能分辨出它们各自的颜色,所感到的只是这几个颜色的混合。空间混合效应在彩色显像管重现彩色图像中得到应用。

(二) 时间混色效应

在空间某处,有几种色光以足够快的速度轮换出现时,达到人眼视觉暂留的范围内,所看到的不再是这几种色光,而是它们的混色。这就是时间混色效应。时间混色效应在彩色电视中也得到应用(早期的 CBS 制彩色电视)。

(三) 双眼混色效应

双眼混色效应是指两只眼睛同时观看不同的颜色,所产生的混色效应。例如,一只眼睛遮上红色滤色片,另一只眼睛遮上绿色滤色片,当只睁开一只眼睛,看到的只是红色或绿色;如果同时睁开双眼,观看同一目标,看到的是红、绿混色。双眼混色效应在分色式立体电视中得到应用。

五、怎样看 X—Y 色度图

图 1—4 是国际上通用的 X—Y 色度图。舌形曲线上的数字表示光谱色的波长,单位为 nm,所有实际存在的彩色都在这条舌形线内。E 点是表示用 R、G、B 三基色混合得到白色的坐标,其位置在 R、G、B 为顶点的三角形重心上。C 点是表示通常认为白光的坐标,该点的饱和度为 0%,舌形线上各色光的饱和度为 100%。若把舌形线上任一点与 C 点相连,这连线称等色调线,表示该线上所代表的所有彩色色调相同,但饱和度离 C 点越近则越小。

如果要得到任意两色混合色的坐标时,只要找到这两色在 X—Y 色度图中的坐标,再连接这两坐标点,混合色的坐标在这连线上,再用重心分配律,在连线上找到坐标。例如,一份

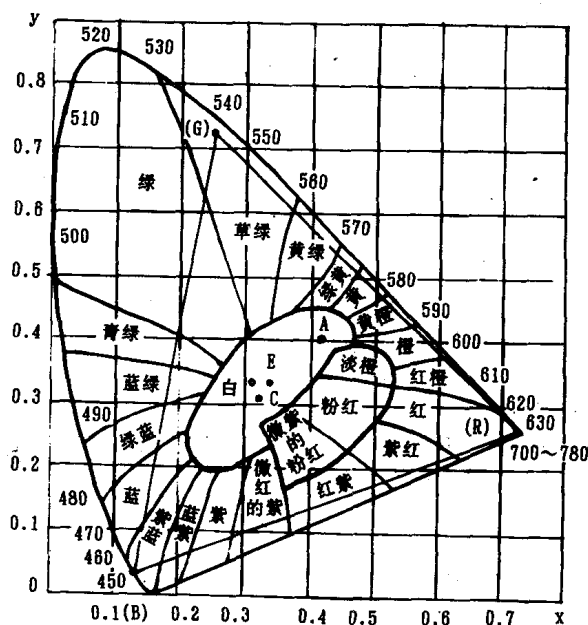


图 1—4 X—Y 色度图

蓝色与二份绿色相混，混色一定在 BG 连线上，其坐标 O 点到 B 点的距离 OB，是 O 点到 G 点的距离 OG 的两倍。

X—Y 色度图可以解决如何正确地将彩色图像分解成三基色图像；如何将三基色编码；如何选择彩色显像管显示三基色（荧光粉）等问题。

在彩色电视机中，三基色取决于彩色显像管屏幕上三种荧光粉在电子束轰击下发出的色光。彩色电视所能显示的任何彩色都由它们发出的色光空间混色而成。因此，彩色电视重现彩色的丰富和鲜艳程度与显像管荧光粉选择有很大关系。

荧光粉基色的选择，要综合考虑三个方面：第一是这三基色混合时应尽可能获得更多的彩色，也就是说显示三基色在色度图上的三个坐标点围成的三角形面积应尽可能大。第二是显示基色的亮度要足够大。实验证明：满意的色调必须在适当的亮度时才能表现出来。第三是要考虑到荧光粉的稳定性和制造工艺的难易。

六、亮度公式

显示三基色混成白光时，红、绿、蓝光应按怎样的比例呢？根据视敏度曲线，并通过大量实验证明；红、绿、蓝光三者的比例为 0.3 : 0.59 : 0.11 就可得到满意的白色光，上述比例可写成亮度公式： $Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$

亮度公式在彩色电视中占有重要地位，它是对景色彩色图像进行三基色分解，以及对三基色进行编码传送时必须遵循的基本公式。

上述亮度公式虽属 NTSC 制，对 PAL 制有一定的误差，但误差不大，所以，此亮度公式已得到大家的公认。

第二节 兼容制采用的措施

现在彩色电视机虽然已经得到普及，但是黑白电视还不会被淘汰。因此，必须解决彩色电视与黑白电视的兼容问题，使彩色电视台播送的节目，不仅能被彩色电视机接收，而且能让黑白电视机接收。

要使彩色电视与黑白电视兼容，必须具备下列基本要求：

1. 具有相同的视频带宽、频道划分；
2. 采用相同的图像载频和伴音载频；
3. 采用相同的扫描方式、行频、场频；
4. 采用相同的行、场同步、消隐信号；
5. 必须传送亮度信号；
6. 亮度信号与色度信号最好相互间没有干扰，至少没有可视性干扰。

分析上述兼容要求中，视频带宽相同、必须传送亮度信号、亮度与色度相互干扰要很小，这三条最关键。

前面所说，传送三基色信号可以实现彩色电视，但因没有传送亮度信号就不能兼容，那么，彩色电视传送亮度信号后，再传送哪些信号呢？首先考虑的可再传送二个基色信号，但基色信号中包含有亮度信息，这将造成亮度信息的重复传送。所以，只能再传送两个只代表彩色信息，而不包含亮度信息的色差信号（在下一节讨论色差信号中，可以看出它们是不包含亮度信息的）。于是就发送 Y 、 $R-Y$ 、 $B-Y$ 三个信号。其中 $R-Y$ 称红色差信号， $B-Y$ 称蓝色差信号。至于为什么不发送 $G-Y$ 绿色差信号，在下一节中说明。

在彩色电视机设计中，要注意到：接收黑白图像时，关闭色度通道，只让 Y 信号激励彩色显像管；接收彩色图像时，先在接收机中恢复 Y 、 $R-Y$ 、 $B-Y$ 信号，再通过矩阵电路得到 $G-Y$ [从亮度公式可推出： $G-Y = -0.51(R-Y) - 0.19(B-Y)$]。然后，将三个色差信号分别与亮度信号相加，就可恢复 R 、 G 、 B 信号，再用三基色信号激励彩色显像管。

下面再讨论采用什么措施将 Y 、 $R-Y$ 、 $B-Y$ 三个信号纳入到与黑白电视相同的视频带宽 6MHz 中去，而且相互干扰很小。

一、大面积着色原理（混合高频原理）

在黑白画稿或黑白照片上，凡大面积的地方着上对应的颜色，细节处仍为黑白，人们看起来仍为一幅满意的彩色画或彩色照片。这原因是人眼对彩色的分辨力要远低于对黑白的分辨力，这是由于人眼中能分辨彩色的锥状细胞感光能力差，而且个数少；分辨黑白的杆状细胞感光能力强，而且个数多得多的缘故。一般来说，人眼对彩色的分辨力仅是黑白的 $1/4$ 。

在电视信号中，低频分量代表图像大面积部分，高频分量代表图像的细节部分。根据人眼辨色能力差的特点，我们得到一个重要结论：只有彩色图像中的大面积部分需要传送色度信号，而细节部分只需用黑白信号传送。换句话说：亮度信号的高、低频分量都要传送，而色度信号只要传送低频分量，高频分量无需传送。这就称为大面积着色原理或称混合高频原理。

根据实验统计，当色度信号带宽为 1MHz 时，90% 的观看者满意；当色度信号带宽为 1.5MHz 时，95% 的观看者满意。我国规定色度信号的带宽为 1.3MHz（单边带宽度），用双边带宽度送。

二、频谱交织

尽管色度信号带宽已压缩至 1.3MHz, 两个色差信号则占去 2.6MHz, 亮度信号占 6MHz, 仍大于 6MHz。如何再将带宽压缩呢? 人们研究亮度信号的频谱发现, 亮度信号并没有充满 0~6MHz, 其主谱线位于行频及其倍频上, 它的幅度随倍频次数升高而下降, 在主谱线的两侧伴有以场频为间隔的副谱线, 由于亮度信号带宽为 6MHz, 因此, 行频倍频的最高次不大于 384。如图 1—5 所示。形成亮度信号这样的频谱是由于周期性的行、场扫描而造成。同样两个色差信号也要经过周期性的行、场扫描, 所以, 它们的频谱也不是连续的, 频谱结构与亮度信号类同, 所不同的是行频倍频的最高次为 83。由于亮度信号和色差信号都是没有充满自己的频带中, 因此, 可以通过适当的方式, 把色差信号插入到亮度信号的空隙中去。这就称为频谱交织, 或称频谱间置或称频谱插入。因为亮度信号的能量集中在 0~6MHz 低频端, 为了减小色差信号与亮度信号的相互干扰, 可采用调制方法提高色差信号的频率, 插入到亮度信号的高频端。请注意这里的调制方法不是为了发射, 而是提高色差信号的频率, 为区别起见, 这里所用的载波称为彩色副载波, 简称副载波。

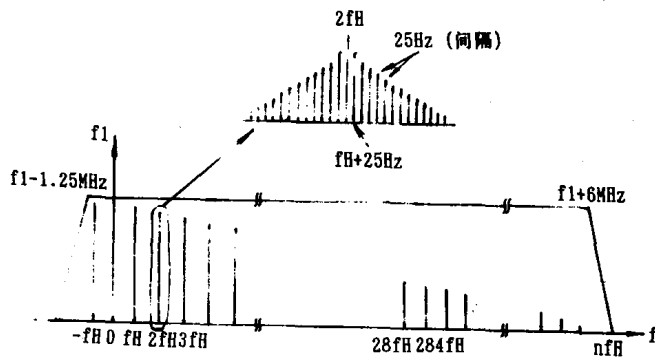


图 1—5 亮度信号的频谱结构图

副载波选择时应尽可能减小亮度信号与色差信号的相互干扰。在我国选用的 PAL 制中, 副载波的频率为 $f_{sc} = 4.43361875 \text{ MHz}$ 。

三、正交平衡调幅

采用大面积着色原理和频谱交织后, 已经把亮度信号和两个色差信号纳入到 6MHz 中, 而且可以使亮度信号与色差信号相互干扰达到最小, 但是, 怎样才能使两个色差信号相互不干扰呢? 我们知道两个相互垂直的量是不干扰的。因此, 可以采用正交调制, 即把 B-Y 调制初相为 0° 的副载波; 把 R-Y 调制初相为 90° 的副载波。这样就可以避免两个色差信号的相互干扰。

平衡调幅是抑制载波的一种调幅。色差信号对副载波调幅, 因色差信号不是单一频率成份, 所以, 有上边频带、下边频带和副载波。不难理解, 所传送的信息能量都包含在上边频带、下边频带 (简称上边带和下边带); 副载波幅度最大, 但不含信息, 并且其频率在亮度信号频带范围内, 会产生亮、暗构成的点状干扰, 为了防止这种干扰, 就将副载波抑制掉。因此, 采用正交平衡调幅后, 即可避免两个色差信号的相互干扰, 又可防止副载波对亮度信号的干扰。

综上所述, 采用大面积着色原理、频谱交织和正交平衡调幅后可以达到兼容。

四、平衡调幅波的主要特点和解调方法

在图 1—6 中画出了调制信号、一般调幅波、平衡调幅波、副载波的波形。对照这些波形可以找出平衡调幅波的主要特点：

1. 当调制信号为零时，平衡调幅波的幅度为零，而普通调幅波的幅度等于载波的幅度。
2. 调制信号为正时，平衡调幅波与副载波同相；信号为负时，平衡调幅波与副载波反相。
3. 普通调幅波的包络与信号一致。因此，可以采用包络检波的方法使其解调。而平衡调幅波的包络与信号不一致。所以，不能采用包络检波。
4. 对应于副载波正（负）半周，平衡调幅波峰值的各点轨迹刚好与信号一致；或者说对应于副载波正（负）峰值，平衡调幅波各点的轨迹刚好与信号一致。

5. 平衡调幅波在调制信号转变极性处的相位反转 180° ，而普通调幅波没有这种性质。

平衡调幅波的解调方法可以根据其特点 4 推出：在接收端产生一个与发送端严格同步（同频同相）的副载波，再将对应于副载波正（负）峰值的平衡调幅波各点取出，其轨迹就与原信号一致。这种方法称为同步解调峰值取样。

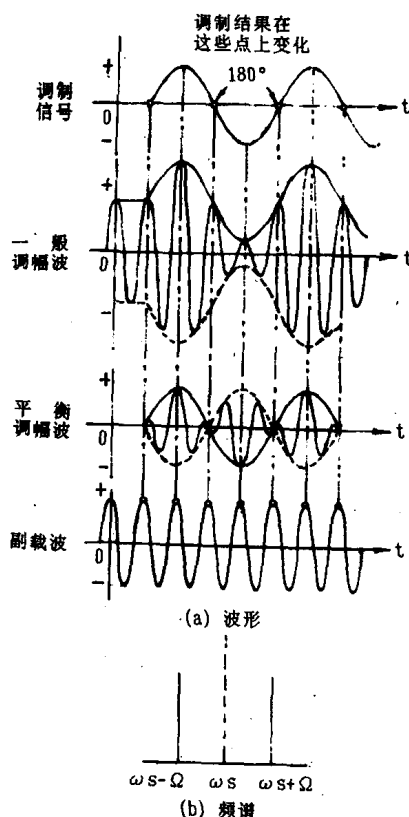


图 1—6 平衡调幅波与普通调幅波的比较

第三节 亮度信号、色差信号、U、V 分量及波形

一、标准彩条

标准彩条是指彩色电视机在接收标准彩条信号时，在屏幕上显示出的八条等宽的垂直颜色带子，它的颜色自左至右为白、黄、青、绿、紫、红、蓝、黑（紫色实为品红色，为了简化单字，约定为紫色）。在黑白电视机屏幕上显示，则从左至右由亮度最亮逐步变暗到最黑的八个灰度等级不同的垂直带。图 1—7 是标准彩条示意图。

标准彩条是用电子方法产生的。它对了解彩色电视机中的信号，对电视系统的分析，对彩色电视机性能指标检测，彩色电视机维修，彩色电视机质量判断都起着重要作用。因此，它是彩色电视中常用的测试信号。

二、R、G、B 和 Y 信号及波形

（一）R、G、B 信号及波形

若要形成或接收标准彩条信号，R、G、B 的波形是怎样的呢？

第一条白带：白光由等强度的 R、G、B 三基色合成，又因为白色为最亮。因此，对应白

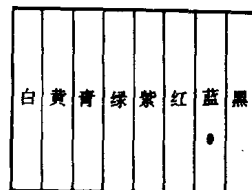


图 1—7 标准彩条

色的 $R_{白}$ 、 $G_{白}$ 、 $B_{白}$ 的幅度均为 1 个单位。

第二条黄带：它由 R、G 两种基色合成，因此， $R_{黄}$ 、 $G_{黄}$ 为 1 个单位， $B_{黄}=0$ 。

第三条青带：它由 G、B 两种基色合成，因此， $G_{青}=B_{青}=1$ ，而 $R_{青}=0$ 。

第四条绿带：它只有单色 G，因此， $G_{绿}=1$ ，而 $R_{绿}=B_{绿}=0$ 。

第五条紫带：它由 R、B 两种基色合成。因此， $R_{紫}=B_{紫}=1$ ，而 $G_{紫}=0$ 。

第六条红带：只有 R 单色，因此， $R_{红}=1$ ， $G_{红}=B_{红}=0$ 。

第七条蓝带：只有 B 单色，因此， $B_{蓝}=1$ ， $R_{蓝}=G_{蓝}=0$ 。

第八条黑带：显然， $R_{黑}=G_{黑}=B_{黑}=0$ 。

根据上述各带中 R、G、B 的值，可画出对应标准彩条时 R、G、B 的波形。如图 1—8 中 (a)、(b)、(c)。

从三基色波形可看出它们的特点：G 波形变化频率为行频；R 波形变化的频率为两倍行频；B 波形变化的频率为四倍行频。

(二) γ 校正

因为显像管的发光强度与加在阴极上的电压并不成正比，也就是显像管的输入/输出特性不是线性的，而是象图 1—9 中所示的近似抛物线。如果摄像时不加以校正，则显像管重显图像时必然会失真。为了避免这个失真，电视台在发送时对信号预先都加以校正，校正曲线是向上凸的曲线，与显像管的输入/输出特性正好相反，两曲线呈 γ 形，所以，称为 γ 校正。经过校正后的信号习惯上在右上角加一撇以示区别。在大家理解的情况下，我们就将这一撇省略。

三、Y 信号及其波形

亮度公式 $Y=0.3R+0.59G+0.11B$ ，表示了 Y 和 R、G、B 的关系。按亮度公式可推出对应标准彩条中各颜色带 Y 的值。

白带： $Y_{白}=0.3R_{白}+0.59G_{白}+0.11B_{白}=0.3(1)+0.59(1)+0.11(1)=1$ 。

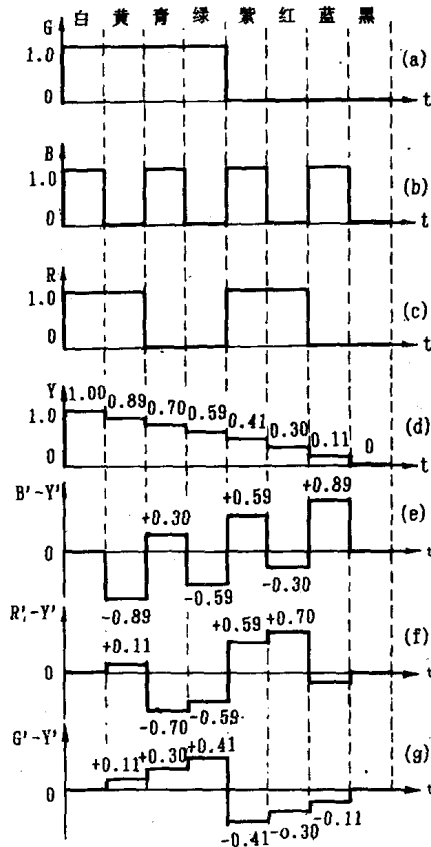


图 1—8 R、G、B、Y、R-Y、G-Y、B-Y 波形

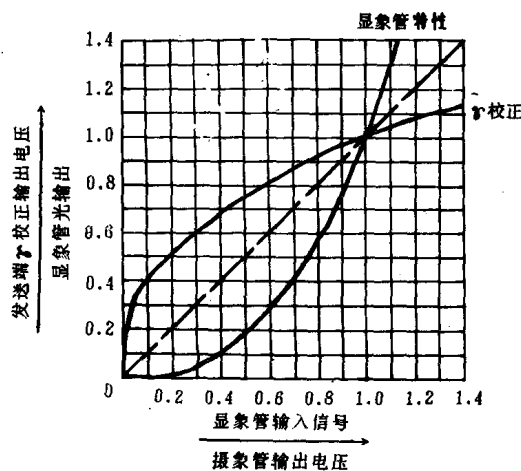


图 1—9 γ 校正曲线