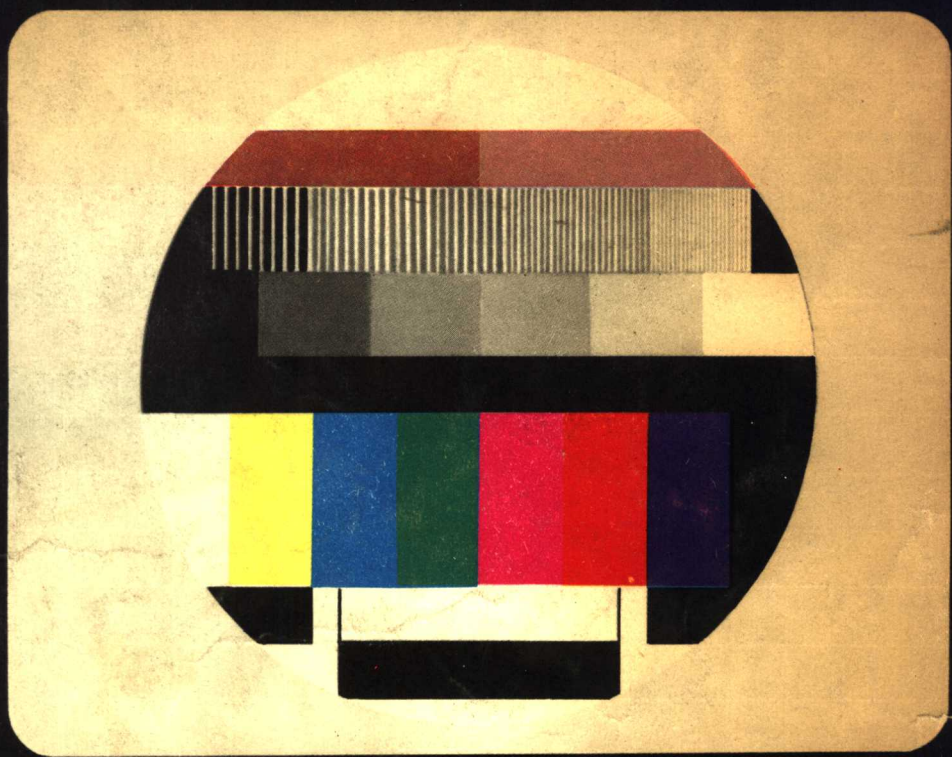


张远程 编著

CAISE DIANSHI JI YUAN LI YU DIAO SHI



彩色电视机的原理与调试

上海科学技术出版社



彩色电视机的原理与维修

彩色电视机的原理与调试

张 远 程 编

上海科学技术出版社

彩色电视机的原理与调试

张 远 程 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海群众印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 18.25 字数 441,000

1981 年 8 月第 1 版 1981 年 8 月第 1 次印刷

印数 1--97,000

统一书号: 15119·2124 定价: (科四) 1.80 元

内 容 简 介

本书从国产电视机实际电路出发,深入浅出地阐明晶体管和集成电路彩色电视机的原理与调试方法。同时还着重介绍了国内外较新的电路技术。全书共分九章,首先对彩色全电视信号的组成和特点作了全面分析,然后比较详细地论述彩色电视机每个单元电路的工作原理以及解码器、色纯和会聚的调整。在原理上与黑白电视机相同的部分,只介绍其具体运用的特点。

本书内容新颖、通俗易懂,可供从事电视专业的工人、技术人员和大专院校师生阅读,亦可作为大专院校教学参考书。

前 言

1928年英国人贝尔德(Baird)提出了第一个彩色电视方案,至今已逾半个世纪。1940年,美国的戈德马克(Goldmark)发明了一种逐场顺序传送的彩色电视,后称场顺序制(CBS制)。它是在黑白摄像机的摄象管前,装一由红、绿、蓝三基色滤色片组成的彩色转盘,随着转盘的旋转,依次地在摄象管靶面上呈现三种基色画面,摄象机就逐场地顺序送出三个基色图象信号。在接收机的荧光屏前也装有同样的滤色转盘,其旋转与摄象机转盘同步。由于人眼的视觉暂留作用,三个基色画面就合成为彩色画面。二次世界大战后,CBS制中的切换装置改用电子开关,并于1946年,以525行、144场开始实验播送。它占用了12MHz的带宽而不能与黑白电视兼容。其后,也出现过逐行传送三基色的行顺序制和逐点传送三基色的点顺序制。

五十年代初期,美国开始研究与黑白兼容的NTSC制,是将三个基色信号编成一个亮度信号和两个色差信号同时传送,其中,两个色差信号对一个色副载波进行正交平衡调幅后与亮度信号等相加,组成彩色全电视信号,以残留边带调幅方式调制图象载频发送出去。该制式先后被美国、日本、加拿大和北欧诸国采用。

为了改进NTSC制的接收质量对相位误差的敏感性,曾经出现过很多不同的制式。其中主要有PAL制(逐行倒相正交平衡调幅制)和SECAM(顺序传送彩色与记忆)制。

1962年,西德的勃鲁赫(Bruch)在NTSC制的基础上提出的PAL制,是将NTSC制中色度信号的一个正交分量逐行倒相,从而抵销了相位误差,并把微分相位误差的容限由NTSC制的 $\pm 12^\circ$ 提高到 $\pm 40^\circ$ 。1967年,西德和英国正式采用PAL制广播。西欧、大洋洲以及许多第三世界国家先后都采用PAL制。1972年,我国也决定将它作为我国的暂行制式。

与PAL制出现的同时,法国发明了SECAM制。SECAM制中,亮度信号是每行都传送的,但两个色差信号却是逐行轮换传送的。而且,色差信号对色副载波的调制是采用调频方式。目前,除法国以外,苏联和东欧诸国也都采用SECAM制。

NTSC、PAL和SECAM是世界各国分别采用的三种主要制式,它们都是与黑白电视兼容的。

彩色电视接收机的发展,大体上可分为三个时期:1960年以前是电子管式的,1960~1970年是晶体管式的,1970年开始了集成电路式(即第三代彩色电视机)。从世界范围来看,彩色电视接收机正在向集成化、功能组件化、无调整化等方面迅速进展;接收机的机能不断扩大,如计算机能,多重发送接收机能,卫星直播接收机能等。数字电视和光纤传输给通讯技术展现了美好的前景。

本书是在黑白电视接收机的基础上进行编写的,比较系统地介绍了晶体管和集成电路彩色电视机的原理与调试方法,对彩色全电视信号的组成、特点以及电视机实际电路和新技术作了较全面分析。为了使读者首先能提纲挈领地了解彩色电视接收机的组成,在第一、二

章作了概述性的介绍。

按照理论和实际统一的原则,本书在阐明基本原理的同时,均结合一、两种国产电视机的实际电路,使基本原理具体化,便于掌握和应用;在阐述国内外较新电路时,则主要介绍了节目预选、调谐指示、声表面波中频滤波器、一体化极高压电路、开关式稳压电源、恒压变压器、自会聚技术和单片式色解码集成电路等新技术。

本书的对象是具有黑白电视基础知识的读者,所以侧重介绍彩色电视机所特有的那些电路;在原理上与黑白电视机相同的部分,只讨论其具体运用的特点。

本书在编写过程中,得到天津长城无线电厂、上海无线电三厂、上海元件五厂和武汉无线电四厂的大力支持,谨此表示衷心谢意。由于编者水平有限,书中有错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前 言

第一章 彩色全电视信号	1
第一节 彩色及其重现	1
第二节 兼容性问题	7
第三节 亮度信号、色差信号及其波形	12
第四节 色差信号的调制	17
第五节 <i>PAL</i> 色度信号	25
第六节 色副载波的选择和产生	33
第二章 彩色电视接收机概述	40
第一节 彩色电视信号各成分的分离	40
第二节 <i>PAL</i> 解码器	41
第三节 彩色电视接收机电路的基本结构	46
第四节 彩色电视接收机的各种电路形式	49
第三章 调谐器、图象中频放大和伴音电路	53
第一节 调谐器	53
第二节 调谐指示电路	62
第三节 节目预选器	67
第四节 图象中频放大电路	71
第五节 伴音电路	75
第四章 色通道电路	76
第一节 色度放大电路及其附属电路	76
第二节 延时解调器	81
第三节 同步解调器	90
第四节 视频放大电路	96
第五节 解码矩阵电路	99
第五章 色同步电路	105
第一节 色副载波再生电路	105
第二节 副载波移相和逐行倒相电路	120
第三节 倒相识别电路	127
第六章 行、场扫描和电源电路	135
第一节 场扫描电路	135
第二节 行扫描电路	137
第三节 极高压(<i>EHT</i>)电路	143
第四节 自动亮度限制(<i>ABL</i>)电路	149
第五节 开关式稳压电源	152
第六节 恒压变压器(<i>CVT</i>)稳压电源	158

第七章 彩色显象管及会聚和枕形失真校正电路	162
第一节 彩色显象管及其周围电路	162
第二节 荫罩式彩色显象管的会聚校正	171
第三节 单枪三束彩色显象管的会聚校正	178
第四节 自会聚技术	184
第五节 枕形失真校正	188
第八章 彩色电视接收机的调整	194
第一节 彩色电视测试信号发生器	194
第二节 色通道的调整	196
第三节 整机调整	207
第四节 彩色电视测试卡	210
第九章 集成电路彩色电视接收机	215
第一节 电视集成电路概述	215
第二节 集成化伴音系统	223
第三节 集成化视频中频系统	228
第四节 集成化解码器	237
第五节 集成化扫描系统	266
附录一 本书符号	273
附录二 彩色电视暂行制式试用技术标准	275
附录三 外文缩写汇集	282
参考文献	283

第一章 彩色全电视信号

彩色全电视信号是彩色电视的图象信号,是从零频率直至 6 MHz 的宽带视频信号。这和黑白电视的图象信号是一样的。但是,彩色全电视信号却包含了活动景物中更多的信息。黑白电视的图象信号是由反映各象素亮度变化的亮度信号、消隐信号和同步信号组成。彩色全电视信号除此之外,还包含了反映各象素色彩变化的色度信号。所以彩色电视的图象信号比黑白电视的图象信号要复杂些。通常,将色度、亮度、消隐、同步这四个外文词汇的第一个字母合在一起,写作 *FBAS*, 就是彩色全电视信号的缩写。

不同的彩色电视制式将上述信息用不同的方式组合成一个统一整体,这个信号组合过程叫做编码。在接收机中再将这些信号分解开来,发挥其各自的作用。这个信号分解过程叫做解码。在熟悉了黑白电视接收机的基础上来研究彩色电视机,主要就是了解这个解码过程。显然,不了解彩色全电视信号及其各个组成部分的特点,不了解编码过程,也就无法讨论彩色电视接收技术。

本章将介绍彩色电视接收机的一些基础知识。通过阐述编码的全过程,了解 *PAL* 制的彩色全电视信号的组成和特点,并着重讨论其色度信号。

第一节 彩色及其重现

一、光和色

光和无线电波一样,也是一种电磁波。这种电磁波的波长极短(380~780 nm)而频率特别高($4\sim 8\times 10^{14}$ MHz)。图 1-1 所示的电磁辐射波谱里,可见光所占据的这个极小的频率范围(斜线部分),才为人们的视觉所见。

电磁辐射可看成其传播方向上的能量流。单位时间内通过某一面积的能量,即通过该面积的功率,叫做辐射通量。对光而言,辐射通量仅表示单位时间内传送的客观能量的多少,却未能反映出这些能量所引起的人们主观感觉,亦即视觉的强度。这是因为,人眼对波长不同的各种光,灵敏度是不同的;而且每个人的眼睛对于同一波长的光,灵敏度也略有差异。

通过对许多正常人眼的研究,得到一个统计平均的相对灵敏度,叫做视见函数或光谱灵敏度函数 $V(\lambda)$ 。它表示人眼对能量相等而波长不同的光的相对视觉强度,如图 1-2 中的实线所示。由图可以看出,人眼对波长为 555 nm 的黄绿光灵敏度最高,对红光和紫光较不敏感,而对红外光与紫外光毫无视觉反映。 $V(\lambda)$ 值越大,产生一定视觉强度所需之辐射通量就越小。例如,为使波长 700 nm 的红光和波长 555 nm 的黄绿光产生同等强度的视觉,红光的辐射通量应比黄绿光大 250 倍。因此,在讨论光引起的视觉强度时,只涉及辐射通量是不够的,还应考虑到人眼的特点,即必须讨论光通量。光通量表示辐射通量对人眼的作用程度,它等于辐射通量与视见函数的乘积。

视见函数说明了人眼视觉特点的一个方面。视觉特点的另一面是色觉，即人眼对不同频率的光产生不同颜色的感觉。研究表明，视网膜上的三种不同接收器官对不同波长的

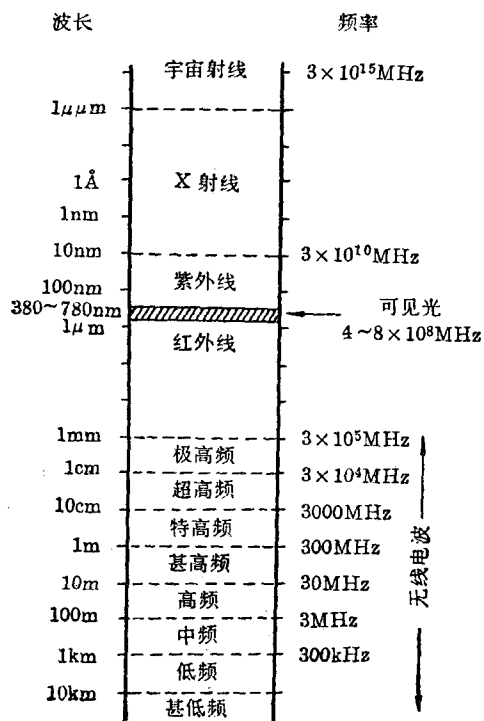


图 1-1 电磁辐射波谱

光有不同的响应，如图 1-2 中的三条虚线所示。三条响应曲线的最大值分别对应着可见光的不同波长位置，三条曲线的总和等于视见函数 $V(\lambda)$ 。大脑根据三者之总和产生视觉强度的印象；根据三者的相对比例产生色觉。

对于可见光的能量进行定量研究是光度学 (Photometry) 的任务。因此，在学习彩色电视之前，必须对光度学有一个初步的了解。现在简要地介绍几个主要的光度学量及其常用单位。

发光强度 光源在给定方向的元立体角*内发出的光通量和该立体角之比，称为光源在该方向的发光强度。发光强度在数值上等于通过单位立体角的光通量，它表示光源的强弱，可用光度计来直接测量。

发光强度的常用单位叫做坎德拉 (即新烛光)。1967 年国际度量衡会议上规定：当气压为 101,325 牛顿/米² 时，面积为 $\frac{1}{60}$ 厘米² 的绝对黑

体** 在铂的凝固点 (约 2042 K) 法线方向发光强度为 1 坎德拉。这样规定的发光强度单位是光度学的基本单位；下面诸量的单位则是诱导单位。

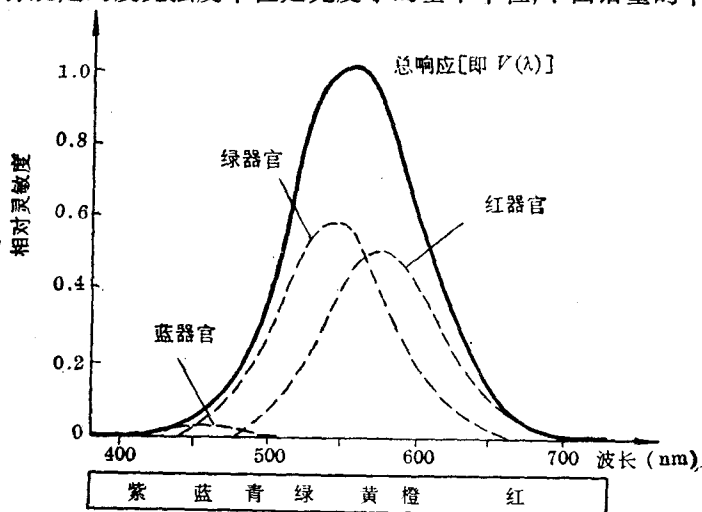


图 1-2 视觉特性

* 立体角指的是由球心射向球面上一个元面积 ds 上的锥体角。设球半径为 r ，则元立体角的定义是：

$$d\Omega = \frac{ds}{r^2} \quad (\text{立体弧度})$$

因为整个球面的面积是 $4\pi r^2$ ，所以，整个空间所对应的立体角是 4π 立体弧度。

** 在任何温度下，对任何频率的光都全部吸收的理想物体，称为绝对黑体。

光通量 光通量的单位叫做流明。某方向发光强度为1坎德拉的点光源,在该方向的单位立体角内传出的光通量为1流明。显然,若点光源是各向同性的,且其发光强度为1坎德拉,则它发出的总光通量为 4π 流明。

照度 投射到某元面积的光通量与该元面积之比,称为该元面积上的照度。照度在数值上等于单位面积上的光通量,表示该面积被光照明的程度。

照度的常用单位是勒克斯。1流明的光通量均匀地分布在 1米^2 的平面上所产生的照度为1勒克斯,即 $1\text{勒克斯}=1\text{流明}/\text{米}^2(\text{lm}/\text{m}^2)$ 。表1-1列出了典型环境下的照度。

表1-1 典型环境下的照度(勒克斯)

环 境 条 件	照 度	环 境 条 件	照 度
八级星光	1.4×10^{-9}	晴天室内	100~500
黑夜	0.001~0.02	晴天室外	$10^3 \sim 10^5$
月夜	0.02~0.2	读书必须照度	30
阴天室内	5~10	电视演播室照度	300~2000

除勒克斯外,照度的单位还有辐透和毫辐透。1辐透等于1流明的光通量均匀地分布在 1厘米^2 的平面上所产生的照度。显然,

$$1\text{辐透}=10^3\text{毫辐透}=10^4\text{勒克斯}$$

亮度 发光表面上某元面积在指定方向之发光强度,与该面积在垂直于指定方向的方向上的投影面积之比,称为该面积在指定方向的亮度。通常将发光表面 S 在与其法线成 φ 角的方向的垂直方向上的投影面积 $S \cos \varphi$,称为 S 面在 φ 方向的视在面积(图1-3)。故亮度在数值上等于单位视在面积的发光强度,它表示发光面的明亮程度。

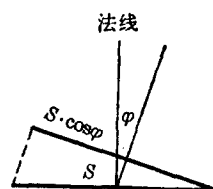


图1-3 视在面积

一般物体的亮度多少与方向有关。但是,对于象电视荧光屏那样的具有粗糙散射面的物体,其发光强度在不同方向的分布应遵守朗伯余弦定律:

$$I_{\varphi} = I_n \cos \varphi \quad (1-1)$$

式中 I_n 是法向发光强度, I_{φ} 是与法线成 φ 角的方向的发光强度。这类物体称为余弦发射体。按定义,亮度

$$Y = \frac{I_{\varphi}}{S \cdot \cos \varphi} \quad (1-2)$$

将(1-1)式代入(1-2)式即得:

$$Y = \frac{I_n \cos \varphi}{S \cos \varphi} = \frac{I_n}{S}$$

由此得到一个重要结果,即余弦发射体的亮度与方向无关。这说明,从不同角度看荧光屏画面时,会感到亮度是一样的。

亮度的常用单位是尼特。 1米^2 的发光表面,其法线方向的发光强度若为1坎德拉,则

表1-2 一些实际光源的亮度(尼特)

光 源	亮 度	光 源	亮 度
太阳表面	1.5×10^9	满月面	2.5×10^3
超高压水银灯	1.2×10^9	与人眼最小灵敏度对应的物体	10^{-6}
日光灯	$5 \sim 10 \times 10^3$	电视荧光屏	80~120

该发光表面在法线方向的亮度为1尼特。表1-2给出了一些实际光源的亮度。

除尼特外,亮度的单位还有熙提。1厘米²的发光表面,其法线方向发光强度若为1坎德拉,则光源法线方向亮度为1熙提。显然,

$$1 \text{ 熙提} = 10^4 \text{ 尼特}$$

二、三基色原理和色的量度

描述彩色光对人眼的作用,首先是视觉强度,在彩色电视(以及黑白电视)中,用亮度表示,代表该彩色光的总量;其次是色觉,在彩色电视中,用色度表示,代表该彩色光的品质。色度包括色调和色饱和度两个方面。

色调与可见光的波长有关。众所周知,阳光(白光)是由各种波长的光合成的。当阳光通过玻璃棱镜,由于不同波长的光受到不同的折射,白光就按波长减少的次序分解成红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种主要色调,即阳光的光谱(图1-4)。仔细观察这个光谱即可发现,光谱中的色调是连续改变的,介乎七个主要色调之间,还有其它多种色调。

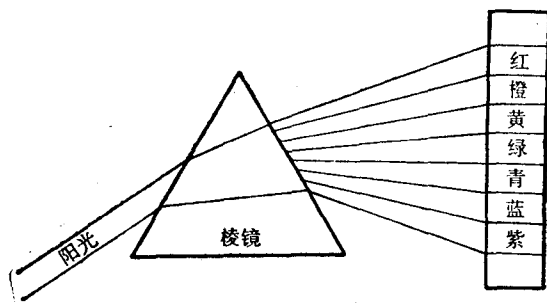


图1-4 阳光的光谱

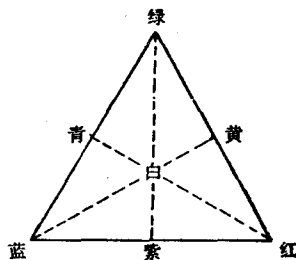


图1-5 彩色三角形

色饱和度表示色的浓淡程度或深浅程度。单一波长的光即单色光呈现最浓或最深的色,例如各种元素的每一条光谱线就是各种波长的饱和色,称之为光谱色。它们的饱和度都是100%。如果在单色光中掺进一定分量的白光,就变成非光谱色,随着白光逐渐增多,颜色逐渐冲淡,饱和度逐渐变低。饱和度就是光中主要颜色所占的比例。日常所见大多数色的饱和度都较低,所以,彩色电视所处理的大多是低饱和度色。

一种特定的彩色除可用亮度、色调和色饱和度表示外,根据三基色原理,还可用与之等效的三种基本颜色分量(三基色含量)表示。所谓三基色原理,就是任何一种彩色都可由三种独立的基本色配成。红色、绿色和蓝色,通常作为三基色,分别以 R 、 G 和 B 表示。

三基色原理是建立在人眼辨色的生理事实的基础上的。即一定条件下,光谱分布彼此差异很大的两种彩色能引起相同的视觉。例如在一块白板(假设它是能全部反射一切光的理想白板)上,投射红、绿和蓝三束光,则会象封三彩图1所示,在各光束重叠区,呈现投射光波长范围以外的青、紫、黄各色及白色。混色结果可用图1-5中的彩色三角形说明:三个顶点代表投射光,各边中点是该边两端所代表的投射光混合而得的色,三角形的重心代表白色,而白色可由青与红,紫与绿,黄与蓝混成。通常,将这三对色以及其它可以混成白色的对色称为互补色,也将每对色中的一个称为另一个的补色。

彩色电视应不失真地传送与重现景物的丰富色彩。既然要求不失真,就必须建立一套定量描绘彩色的方法。色度学(Colorimetry)的三基色原理提供了一种最简单的计色方案,

即用任一特定色的三基色含量准确地计量该色。色度学正是以此为基础建立起来的。

通过配色实验可准确测定任一特定色的三基色含量,其装置如图 1-6 所示。为了使测量结果容易复制,首先要对三种基色及其计量单位加以明确规定;规定的标准之一是,三基色含量相等时代表白光。在色度学中,这些特定的基色及其计量单位是:

红基色(R): 波长 700.0nm, 每单位 1 流明;

绿基色(G): 波长 546.1nm(水银光谱), 每单位 4.5907 流明;

蓝基色(B): 波长 435.8nm(水银光谱), 每单位 0.0601 流明。

这个装置由两块互成直角的理想白板将观察者的视野一分为二,在其中一块白板上投射待配色;另一块上投射三基色。调节三基色的发光强度,直至两块白板上彩色光引起的视觉完全相同,准确地描绘了待配色;则三基色的发光强度的读数,必然和待配色三基色含量 R, G, B 成正比,叫做该色的三系数。

在 1931 年的一次国际会议上所制定的用色度坐标为参数的计色方案,叫做 CIE 国际彩色制(CIE 是“国际照明协会”的法文缩写)^[1]。

$X-Y$ 直角坐标系中,用两个坐标值 x, y (色度坐标)代表色度,加上亮度,仍是三个参量来描绘任一种特定的色。在该直角坐标系中,代表自然界存在的所有色(实色)的色度坐标点,均位于一块舌形面积范围之内,舌形曲线上的点代表所有的光谱色,所以这条舌形曲线就叫做光谱轨迹。在光谱轨迹上,各光谱色的坐标点按其波长依次排列,它们都是各种色调中色饱和度最高的色(最浓的色)。越向舌形曲线的中心过渡,饱和度就越低,中心处代表白色。这种色度图称为 CIE 标准色度图。

为了充分地、确定地描绘一种彩色光,可以采用以下的三参数系统:亮度、色调、饱和度;三系数 R, G, B ; 亮度与色度坐标 x, y 。有三个独立参数的每一种参数系统是等价的;各系数系统间存在着一定的关系,可以相互转换。在彩色电视技术中,这几种描绘方法都是有用的。在本书稍后还会出现第四种三参数系统(亮度和两个色差)。

三、彩色的重现

彩色电视和黑白电视一样,首先是在光-电转换系统(摄象管等)中,将光信号变成电信号,以一定的方式发送出去;在接收端又将电信号通过电-光转换器(显象管等)呈现原来的图象。所不同的是,呈现图象是彩色的。已知任一特定的彩色需要三个独立参数描绘,故彩色电视须同时传送三个独立参数的变化情况,而不象黑白电视那样,只需传送亮度这一个参数的变化情况。黑白电视系统是用电信号的幅度来反映图象亮度的变化,需要使用 6MHz 的带宽。

封二彩图 2 是一个传送彩色电视的基本装置示意图。图中,由彩条图案*构成的彩色画面,首先被一个分光系统分解成三幅基色画面,分别投射在三只摄象管靶面上。根据图 1-5 可进一步分析这三幅基色画面的情况。例如彩条中左起第一条是白条,白光可分解为红、

* 关于彩条图案,详见第一章第三节。

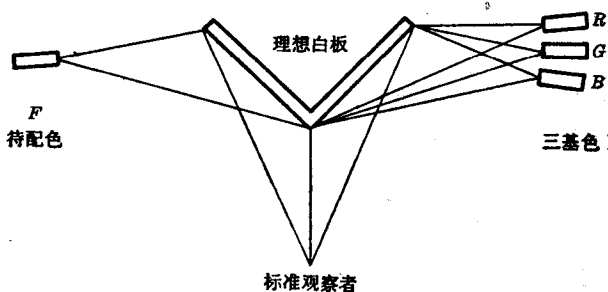


图 1-6 配色实验

绿、蓝三色光,所以三幅基色画面的右起第一条都有本基色光。又如彩条图案左起第二条是黄条,而黄光可由红光和绿光构成,所以红、绿基色画面的右起第二条都有本基色光,而蓝基色画面左起第二条无光。其它各条情况以此类推。彩图中无光的地方都是黑色。这样,每幅基色画面都没有色调变化,只有同一色调的深浅变化。当摄像管的电子束扫描时,各管靶极上就产生了相应的基色信号电压,其大小正比于基色的深浅。这些信号的性质,完全类似于黑白电视的图象信号。它们在编码器中以一定方式被编成一个统一的彩色全电视信号,作为图象信号发送出去。在接收端,这个图象信号又被解码器分解为三个基色信号去控制一个彩色显象管的三个电子束以呈现彩色画面。关于彩色显象管的原理,将在第七章第一节详细介绍。它有三个电子束,荧光屏上也涂有三基色荧光粉,每一个电子束只击中相应的一种荧光粉,发出一种基色光。屏上每一像素都由这三种荧光粉点组成。如果某一瞬时三个电子束的强弱成某一比例,该像素中的三种荧光粉发出的光强就成同一比例(不考虑三种荧光粉灵敏度的差异)。而三个电子束的强弱是和各基色信号成比例的,而基色信号又是和景物中该像素的三基色含量成比例的,所以屏上该像素任何瞬时的色彩,必和景物上对应像素对应时间的色彩相同。这样,当电子束全屏扫描时,就呈现了彩色景物画面。换言之,三种

荧光粉点构成的三幅基色画面被人眼合成了原来的彩色景物画面。

这里,三种荧光粉所发出的红、绿、蓝光品质是由荧光粉的成分决定的。我国电视制式规定,它们在标准色度图上的坐标为:

红色(R): $x=0.64, y=0.33$;

绿色(G): $x=0.29, y=0.60$;

蓝色(B): $x=0.15, y=0.06$ 。

它们称为显象三基色,其位置(图1-7)构成一个三角形。这个彩色三角形内所包括的色,就是这一组荧光粉所能呈现的全部色彩。三角形的面积虽不很大,但并不能就此认为彩色电视所呈现的色彩不丰富。事实上,三角形内包含了日常生活中常见的绝大部分色彩,包括相当

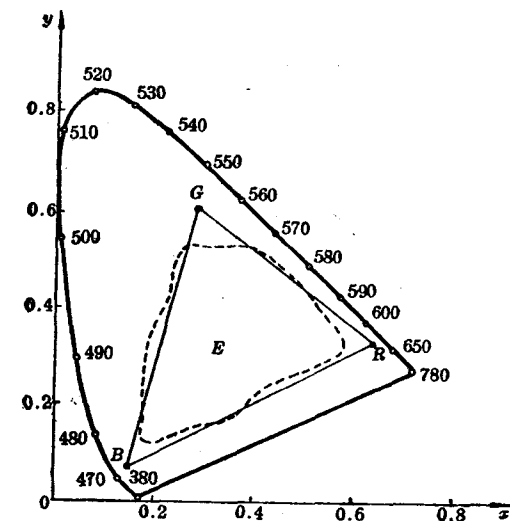


图1-7 显象基色的位置

浓的各种自然景色。那些饱和度接近100%的,靠近光谱轨迹的色,在生活中是极少碰到的。为了便于比较,图中标出了彩色电影、印刷、绘画等的色度范围曲线(虚线)。总的来说,彩色电视对彩色的重现范围并不亚于它们,而在红、绿、蓝及其附近区域则要大很多,因此基色色彩十分鲜艳,给人以清新之感。

设彩色显象管荧光屏上一像素的亮度为 Y ,该像素的显象三基色含量为 R 、 G 和 B ,根据色度学理论中的亮度公式,则

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B \quad (1-3)$$

上式表示亮度和显象三基色含量之间的内在联系,各显象基色对总亮度提供的比例是不同的,其中绿基色的分量最大。根据亮度公式可直接由显象三基色含量导出亮度。

如果(1-3)式中的 R 、 G 、 B 代表荧光屏上被扫描像素的显象三基色含量随时间的变化,即代表基色信号,则式中的 Y 就代表被扫描像素的亮度随时间的变化,即代表亮度信

号。这样,如用三只摄像管摄取了基色信号,就可不用另一只摄像管摄取亮度信号,而直接由亮度公式通过电路合成出亮度信号。

讨论彩色的重现还必须对电视系统所采用的标准光源加以明确规定。因为彩色电视所描绘的景物,绝大多数本身并不发光,它们所呈现的彩色,只不过是电视演播室内使用的光源中反射而来,因此,景物的彩色与所用光源密切相关。

有些光源光谱能量的分布相当或接近于保持特定温度的绝对黑体的辐射光谱。绝对黑体的辐射光谱仅由其温度决定,温度较低时红光成分较多(炽热光);温度升高时最大辐射向蓝色区域移动(接近天然光)。不同温度下的黑体辐射在标准色度图中的位置,随温度连续变化描绘出一条轨迹,叫黑体轨迹,如图 1-8 所示。图中标明了对应的温度。通常,将黑体辐射出与某光源相同特性的光所必须保持的温度,称为该光源的色温,以绝对温度 K 衡量。这样,可以用色温来描写光源特性。按照我国彩色电视暂行制式试用技术标准,彩色电视制式使用 D_{6500} 白光作为标准光源,其色温为 6500 K,色度坐标是: $x=0.313$, $y=0.329$ 。图 1-8 标出了它在标准色度图中所对应的位置。图中标明了 A 白光(相当于色温为 2854 K 的充气钨丝白炽灯产生的光)、B 白光(色温 4800 K)、C 白光(相当于天然光,色温 6770 K)和 E 白光的色度位置。图 1-9 示出了这几种标准白光的光谱分布曲线。

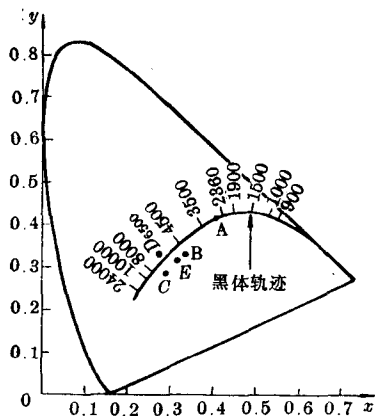


图 1-8 色温和标准白光

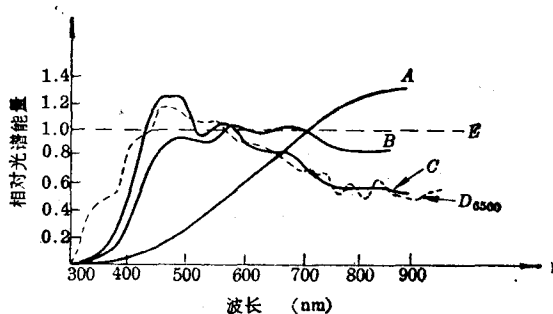


图 1-9 标准白光的光谱分布

第二节 兼容性问题

世界各国的彩色电视广播,都是在本国原来的黑白电视基础上发展起来的。彩色电视比黑白电视技术复杂、成本高。彩色电视开办后在一个相当长的时间内,须和原有的黑白电视兼容。所谓兼容,就是要求黑白电视机能收看彩色电视节目(称该制式具有兼容性),彩色电视机也能收看黑白电视节目(称该制式具有逆兼容性)。当然,在这两种情况下,收看到的节目都是黑白的。

一、兼容的必备条件

彩色电视信号既要使彩色电视机呈现彩色图象,又要使黑白电视机呈现黑白图象,必须要求其视频信号(彩色全电视信号)是由亮度信号和色度信号两部分组成,并且易于分开。

其中亮度信号表示被扫描像素亮度的变化, 将它分离出来就能使黑白电视机呈现出黑白图象; 而色度信号表示被扫描像素的色度(色调和饱和度)变化, 它在彩色电视机中辅助亮度信号呈现彩色图象, 这样就实现了兼容性。在设计彩色电视接收机的电路时, 应将电路做成亮度通道和色度通道两个部分, 当彩色电视信号到来时, 两个通道都工作, 并呈现彩色图象; 当黑白电视信号到来时, 色度通道自动关闭, 剩下的工作部分恰好相当于一架黑白电视接收机, 因而呈现出黑白图象, 这样就实现了逆兼容性。此外, 彩色全电视信号中的这两个部分必须恰当地配合起来, 应设法使它们互不干扰。在黑白电视机收看彩色节目时, 要防止色度信号对图象的干扰。为此必须给色度信号(即色信号)选择一个恰当的载波, 将色信号调制在它上面再与亮度信号混合, 不然, 两种信号就会彼此干扰。为了区别已采用的图象载波, 通常称色信号的载波叫做色副载波, 其频率大约为 4.43 MHz。

为了使彩色全电视信号和黑白图象信号占有同样的带宽, 不能直接传送三基色信号。否则, 由于每一个基色信号和黑白电视图象信号一样都要占据 6 MHz 带宽, 则彩色电视信号的总带宽为 18 MHz。这样的彩色电视信号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。要将彩色电视占用频带压缩到黑白电视一样, 并不是很容易的事。但人们终于找到了行之有效的色度信号带宽限制和频谱交错技术。

另外彩色电视应选用和黑白电视相同的图象载频和伴音载频, 由于图象信号和伴音信号的调制方式和黑白电视一样, 所以必须采用和黑白电视一样的行、场扫描频率和复合同步、复合消隐信号。

二、色度信号带宽限制

人眼辨色的本领低于分辨亮度的本领。当人们在一定的距离上观看白底上有两个相距 0.5 cm 的黑点、红底上有两个相距 1 cm 的绿点以及蓝底上有两个相距 2.5 cm 绿点等三幅图案时, 开始还分得清是两个点, 到了某一距离以外, 就分不出是孤立的两个点了, 可见人眼分辨细节的能力是有限的。有趣的是, 这三幅图象中的点子几乎是在差不多的距离以后就

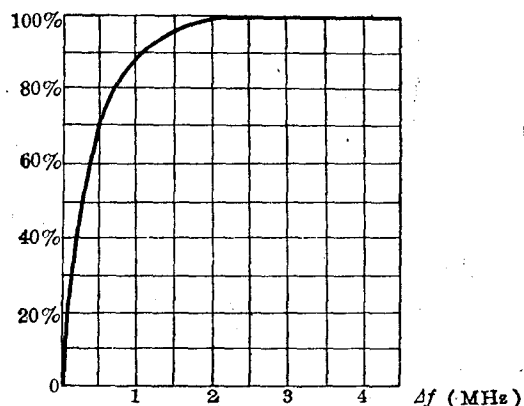


图 1-10 色通道带宽的主观实验曲线

分不清的。换句话说, 在相等的距离内, 并不因后两幅图案两点间距离大而分得更清楚一些。类似的现象在人们生活中也是常见的。例如, 黑白的照片清晰度就是很高; 如果在黑白照片上大块大块地涂上水彩, 则对这样的彩色照片并不使人觉得有彩色突变, 仍然是很柔和的。这叫做大面积着色原理, 是由人眼的生理特点决定的。也就是说, 色彩重现只要有低清晰度就可以了。彩色清晰度再高, 人眼并不察觉, 意义也就不大。电视图象的清晰度是和信号的频带宽度成正比的(在

我国, 水平清晰度每增加 80 线, 相当于视频

宽度增加 1 MHz), 所以, 可用宽带 (6 MHz) 传送亮度信号, 而用窄带传送色度信号。这时, 由于亮度细节分明, 图象的清晰度仍然是高质量的。这就是能够限制色度信号带宽的原因。