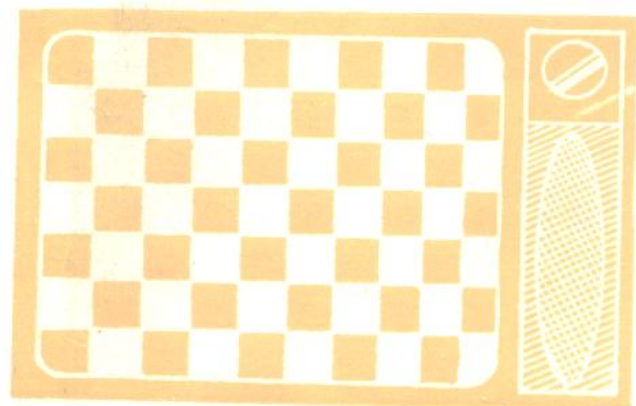


中等职业技术教育用书

彩色 电视机 原理 与维修



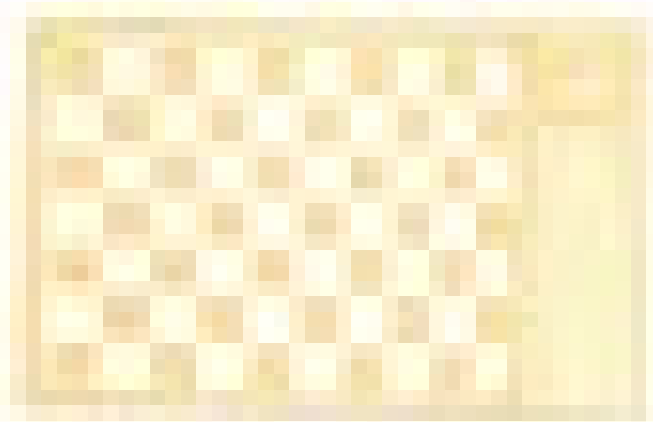
北京职业高中电子类教材编审组

沈大林 蔡国清 伍遵义 编

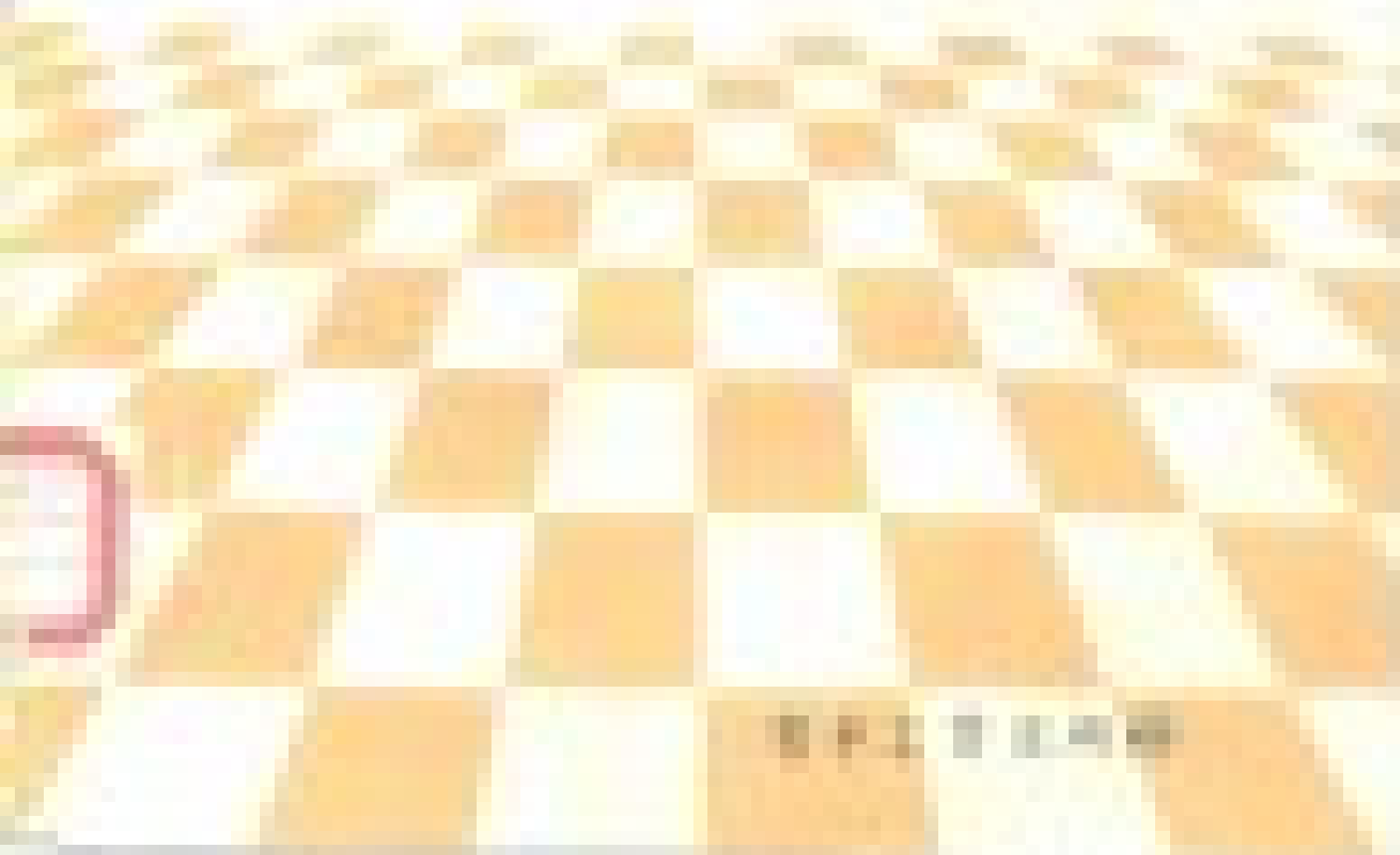
2472

电子工业出版社

彩色 电视机 原理 与维修



张明华 主编



72 00002

彩色电视机原理与维修

北京职业高中电子类教材编审组

沈大林 蔡国清 伍遵义

电子工业出版社

内容简介

本书是遵循国家教委对中等专业教育的要求并按照北京市职业高中电子技术专业教学大纲写成的。内容包括：彩色和人眼的视觉特性、彩色电视信号、彩色电视机的基本工作原理和电路组成、东芝四片集成块彩色电视机、东芝两片集成块彩色电视机以及牡丹牌、金星牌彩色电视机的电路分析、调试及维修。

本书注重职业教育特点，着重通过分析电路的功能、外特性讲授整机工作原理、调试与维修，可供电子职业高中师生，具有初中文化程度的彩电维修人员及业余爱好者阅读。

HSB/ES

彩色电视机原理与维修

北京职业高中电子类教材编审组

沈大林 蔡国清 伍遵义

责任编辑：王小民

电子工业出版社（北京海淀区万寿路）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京通县张家湾印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米1/16印张：20.375 字数：494千字

1988年1月第一版 1988年1月第一次印刷

印数：1—60000册 定价：4.00元

ISBN7-5053-0019-9/TN9

出版说明

随着中等教育结构改革的不断深入,职业高中有了很大发展,为了解决当前急需的教材问题,根据国家教委的要求,我们和电子工业出版社共同组织了职业高中电子类教材的编审出版工作,参加编审工作的有:有经验的职业高中教师、从事多年电子技术研究工作的工程师和高等院校的讲师、副教授以及北京市职业教育研究会理事长邵绪朱同志。

按计划首批编写了《电工原理》、《电子线路》、《黑白电视机原理与维修》(上)、《黑白电视机原理与维修》(下)、《收录机原理与维修》、《脉冲数字电路》、《彩色电视机原理与维修》共七种,这次计划编写《计算机电路基础》、《微计算机原理与实验》、《BASIC语言》《PASCAL语言》共四种,以后还将陆续编写无线电技术、电子技术、通信、计算机等其他方面的专业课教材,使之成为一套有特色的职业高中电子技术类教材。

这套教材的编写原则和编写大纲是遵循国家教委有关对中等职业技术教育的要求和在各职业高中制定的教学大纲(草案)的基础上,经过认真、反复地讨论而拟定的。在编写过程中吸取了几年来职业高中的教学经验,特别注意了知识的完整性、系统性、科学性和实用性。但由于编写这一层次的教材,确实是一个新课题,肯定有不妥之处,希望读者在使用过程中提出宝贵意见,以便进一步改进。

北京教育学院职业教育教研室

1987年3月

前 言

本书为职业高中电子技术专业教材，总参考学时数为120学时，其中实验课约为40学时。本书主要讲述了彩色电视原理、几种彩色电视接收机电路的分析，以及彩色电视接收机的调试与维修。

本书分七章，第一、二、三、七章由北京市136中教师沈大林编写，第四、六章由无锡电视机厂工程师蔡国清编写，第五章由无锡市轻工职业中学教师伍遵义编写，沈大林任主编。

参加本书审定的有：国际教育学会理事吴钰初，北京市教育学院前副院长邵绪东，北京职业教育教研室贾宝林。最后由王小民阅改并完成全稿的编辑和修正。在编写本书过程中，还得到北京市教育学院职教处马兆秋和教研员王同实，无锡电视机厂丁元健总工程师的大力帮助，在此表示感谢。

由于编写者经验不足，水平有限，书中会有一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

《北京职业高中电子类教材》编审组

1987年9月

目 录

第一章 彩色和人眼的视觉特性	(1)
第一节 光和彩色.....	(1)
第二节 人眼的视觉灵敏度和彩色的三要素.....	(3)
第三节 三基色原理和混色.....	(4)
第四节 彩色的量度和表示法.....	(7)
小结.....	(12)
思考与练习.....	(12)
第二章 彩色电视信号	(14)
第一节 概述.....	(14)
第二节 亮度信号和色差信号.....	(20)
第三节 色差信号频带的压缩与频谱交错.....	(25)
第四节 NTSC制副载波的选定.....	(28)
第五节 NTSC制色度信号和色同步信号.....	(31)
第六节 色差信号幅度的压缩和NTSC制彩色全电视信号.....	(37)
第七节 PAL制的色度信号和色同步信号.....	(43)
第八节 PAL制副载波的选定.....	(50)
第九节 PAL制彩色全电视信号和PAL制编码与解码过程.....	(55)
小结.....	(60)
思考与练习.....	(62)
第三章 彩色电视接收机的工作原理	(63)
第一节 彩色电视接收机概述.....	(63)
第二节 色度通道.....	(69)
第三节 基准副载波恢复电路.....	(84)
第四节 亮度通道.....	(103)
第五节 解码矩阵和末级视放电路.....	(113)
第六节 彩色显象管及其附属电路.....	(118)
第七节 开关电源.....	(134)
小结.....	(137)
思考与练习.....	(139)
第四章 D系列四片集成块彩色电视机电路分析	(141)
第一节 概述.....	(141)
第二节 电视机集成电路中的基本单元电路.....	(143)
第三节 电子调谐器与频道预选器.....	(146)
第四节 图象中频通道.....	(151)
第五节 伴音电路和静噪电路.....	(160)
第六节 亮度通道.....	(165)

第七节 色处理电路.....	(169)
第八节 基色矩阵兼基色放大电路.....	(178)
第九节 扫描电路.....	(180)
第十节 开关型稳压电源.....	(188)
思考与练习.....	(193)
第五章 东芝两片集成块彩色电视机电路分析.....	(194)
第一节 概述.....	(194)
第二节 图象中频通道和伴音通道.....	(195)
第三节 解码电路.....	(200)
第四节 扫描电路.....	(207)
第五节 开关稳压电源.....	(209)
思考与练习.....	(212)
第六章 彩色电视机调试与维修.....	(212)
第一节 彩色电视测试卡及其应用.....	(213)
第二节 调试方法.....	(218)
第三节 彩色电视机基本维修技术.....	(231)
第四节 常见故障检修.....	(242)
第七章 常见彩色电视机电路分析.....	(262)
第一节 金星牌C37—401型彩色电视机电路分析.....	(262)
第二节 牡丹牌TC—483D型彩色电视机电路分析.....	(281)
思考与练习.....	(299)
附录1 英汉对照表.....	(300)
附图1 东芝C—1831NDW型彩电电视机原理图	
附图2 东芝C181E3C型彩色电视机原理图	
附图3 金星C37—401型彩色电视机原理图	
附图4 牡丹TC—483D型彩色电视机原理图	

第一章 彩色和人眼的视觉特性

彩色是光的一种属性，没有光就没有彩色。在光的照射下，人们通过眼睛感觉到周围各种景物的彩色。这些彩色是人眼视觉特性和物体客观特性的综合效果。彩色电视技术就是根据人眼的视觉特性来传送彩色图象和接收彩色图象的。

第一节 光和彩色

人们在日常生活中能看见许多光，太阳光、灯光、火光等。各种光不但给人以亮度的感觉，而且还引起不同的色感。例如，太阳的光呈白色，火光呈红色和蓝色，灯光可以有五颜六色。那么光是什么呢？它和彩色有什么关系呢？

一、 可见光的特性

由光学理论知道，光是一种以电磁波形式存在的物质，人眼可以看见的光叫可见光，它是波长为380nm~780nm（nm叫毫微米， $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$ ）之间的电磁波，如图1-1所示。由图可以看出，在整个电磁波波谱上，可见光的光谱只占极小的一段。不同波长的光射入人眼会引起不同的颜色感觉。例如，波长为400nm左右的光，给人以紫色的感觉，波长为500nm的光能引起蔚蓝色的感觉，600nm左右的光看起来是黄橙色，而波长为700nm的光是红色。

太阳发出耀眼的白光，这种白光中包含了所有可见光。如果我们把一束太阳光斜射到一块玻璃棱镜上，太阳光经过棱镜会被分离成一组按红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的次序排列

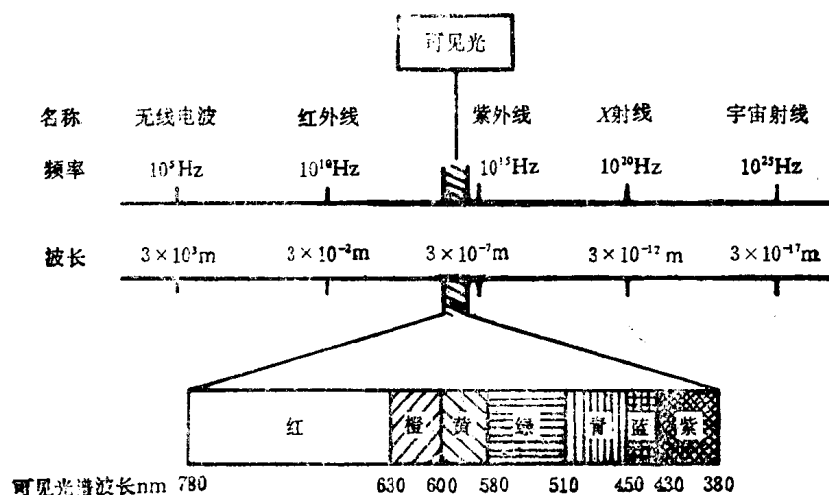


图1-1 电磁波的波谱

的连续光谱，这可以通过在棱镜后面放一张白纸看到，如图 1-2 所示。由太阳光的光谱可以看出，太阳光所包含的各种彩色光很多，但基本可分成上述七类，这七类颜色之间没有明显的突变。

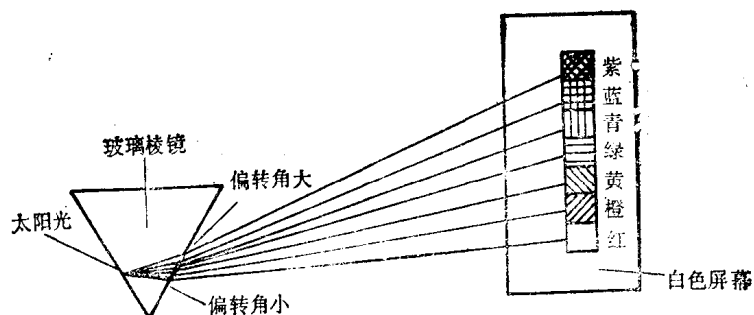


图 1-2 太阳光经玻璃棱镜后分离成连续光谱

二、物体的颜色

人们看到的彩色有两种不同的来源，一种是发光体所呈现的颜色，例如各种彩灯和霓虹灯等发出的彩色光。另一种是物体反射或透射的彩色光。那些本身不发光的物体，在外界光线的照射下，能有选择地吸收一些波长的光而反射另一些波长的光或透射另一些波长的光，使物体呈现一定的颜色。例如，绿色的树叶能反射绿色的光而吸收其它颜色的光，因而呈绿色；少先队员的红领巾能反射红色的光，吸收其它颜色的光，因而呈红色；天上的白云反射全部太阳光，因而呈白色；黑色的煤炭能吸收全部照射的光，因而呈黑色。

既然物体呈现的颜色是由于物体反射(或透射)光的种类不同而产生的，那么物体呈现的颜色显然与照射它的光源有关。红领巾的红色是红领巾在日光或白光照射下所呈现的颜色，如果把红领巾拿到绿光下观察，就会发现它不再是红色而近乎是黑色。这是因为光源中没有红光成份，红领巾吸收了全部绿光，所以变成了黑色。人们都有这样的经验，某样东西在日光下看到的颜色与在白炽灯光下看到的颜色不一定一样，这是因为日光中光的成份与白炽灯光中光的成份不一样。可见，要确定一种物体的颜色(在太阳光中呈现的颜色)除了太阳光照射外，用其它光源照射时，会产生偏差。所以对照明光源要有统一标准，为此国际上规定了几种标准光源，作为白光的标准光源。

三、标准光源

通常的照明光源象太阳、白炽灯、日光灯等所发出的光虽然都称为白光，但由于发光物质不同，它们的光谱成份相差很大，用它们照明后所得到的物体颜色往往不一样。为了比较和区分各种光源的光谱，国际上曾规定了A、B、C、D、E几种标准白色光源。这五种光源的光谱能量分布如图 1-3 所示。它们的主要特性如下：

(1) A光源：温度为2800K的钨丝白炽灯光源是A光源，它的光谱能量主要在波长较长的区域，因而A光源的光偏红色。

(2) B光源：相当于中午直射太阳光的光源，在实验室中可用特制的滤色镜由A光源

获得。

(3) C光源：相当阴天的自然散射光的光源。其光谱能量在4500nm左右处较大，因此C光源的光偏蓝色。

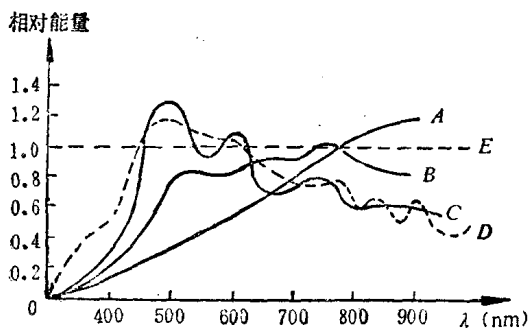


图 1-3 标准光源的光谱能量分布

(4) D光源：相当于白天直射阳光与散射光混合后的光源。又称 D_{6500} 或 D_{65} 光源。它是近代彩色电视机的标准光源，在彩色电视机屏幕上看到的白光，相当于 D_{65} 光源的白光。

(5) E光源：是一种理想的等能量白光光源。它的光谱能量分布是一条平行于横轴线的水平直线，在可见光波长范围内各波长具有相同的辐射功率。其光谱与5500k的白光相近。采用E光源有利于分析问题和色

度学中的计算。E光源在实际中是不存在的。

第二节 人眼的视觉灵敏度和彩色的三要素

一、人眼的视觉灵敏度

物体有选择地吸收、反射或透射不同波长的光是物体固有的物理特性，它决定了该物体的颜色。而人们感觉到光的颜色和光的亮度却是人眼的生理结构特点造成的。人的视觉主要是由于光射到眼睛的视网膜上而引起的。

在可见光的光谱范围内，同一波长的光，当光的强度不一样时，给人眼的亮度感觉是不同的。对于相同强度而波长不同的光（即理想的等能量的白光源——E光源发出的光），给人眼的亮度感觉也是不同的。图1-4给出了人眼对E光源光谱的响应曲线，其中实线表示白天人眼对光亮度的响应，虚线表示夜间人眼对光的响应。从白天的视觉灵敏度曲线可以看出，人眼对波长为550nm的黄绿色光响应最强烈，也就是人眼对这一波长的光最敏感。为了便于比较，图1-4中用相对亮度值来衡量人眼对不同波长等强度光线亮度感觉的大小，图中的曲线常称为人的视觉灵敏度曲线。对于不同的人，视觉灵敏度曲线会稍有差异。

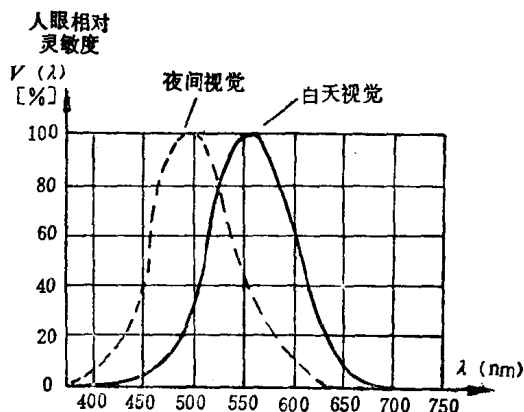


图 1-4 人的视觉灵敏度

二、彩色的三要素

人眼不但能辨别光亮度的大小，而且在彩色光线强度足够时，还能辨别光线的颜色。对

于彩色光可用亮度、色调及色饱和度三个物理量来描述，这三个量称为彩色的三要素。

1、亮度

亮度通常用 Y 表示，它是指彩色光作用于人眼时引起人眼视觉的明暗程度。亮度与光线的强弱和波长的长短有关，这在上面已作过说明，不再重复。

2、色调

色调是指彩色光的颜色类别。通常所说的红色、绿色、蓝色、紫色等都是指不同的色调。上面所说的不同波长的光所呈现的颜色不同，实际上就是指光的色调不同。如果改变彩色光的光谱成份，就会引起色调的变化，例如在红光中混入绿光，会使人们感觉色调发生了变化。至于彩色物体的色调，则决定于物体在光线照射下所反射的光的光谱成份，不同光谱成份的反射光使物体呈现不同的色调。显然，彩色物体的色调与照射它的光源有关。

3、饱和度

饱和度是指颜色的深浅程度，即颜色的浓度。对于同一色调的彩色光，其饱和度越高，它的颜色越深；饱和度越低，它的颜色越浅。在某一色调的彩色光中掺入白光，会使彩色光的饱和度下降，掺入的白光越强，彩色光的饱和度就越低。例如，将一束饱和度很高的蓝光投射在一张白纸上，则人们看到白纸呈深蓝色，如果再将一束白光投射到该纸上，则人们虽然仍感觉白纸呈蓝色，但颜色的饱和度下降了。调整白光的强度，可以看到投射的白光越强，则白纸上蓝色的饱和度越低。

色调和饱和度合称为色度，用 F 表示，它既说明了彩色光的颜色类别，又说明了颜色的深浅程度。在彩色电视机中，所谓传输彩色图象，实质上是传输图象象素的亮度和色度。

第三节 三基色原理和混色

一、混色效应

前面讲述了光的波长与彩色视觉（人眼对光的亮度和色度的感觉）的对应关系。由此知道，不同波长的光会引起人眼有不同的彩色感觉，具有某一光谱成份的彩色光引起人眼的彩色感觉是唯一的。那么是不是人眼的某一色调感觉就只对应着唯一的光谱成份的彩色光呢？从实践中发现，不同光谱成份的光也可以引起人眼有产生与单一光谱相同的彩色感觉。例如，以适当比例混合的绿光和红光，也可以使人眼产生与黄单色光相同的彩色感觉。又例如，太阳光是白光，它具有全部可见光的光谱，而这种白光也可以用一定比例的红、绿、蓝三种光合成得到。由上述这两个例子可以看出，不同光谱成份的光能引起人眼有相同的彩色感觉。单色的光可以用几种颜色的混合光来等效，几种颜色的混合光可以用其它几种颜色的混合光来等效，这一现象叫做混色效应。利用这种混色的办法，人们可以只用几种颜色仿造出大自然中的绝大多数彩色，而不必去考虑这些仿造彩色的光谱成份如何。这对于彩色电视技术有着十分重要的意义。

二、三基色原理

人们在进行混色实验时发现：只要用某三种不同颜色的单色光按一定的比例混合就可以

得到自然界中绝大多数的彩色。具有这种特性的三个单色光叫基色光，这三种颜色叫三基色。彩色电视中使用的三基色是红、绿、蓝色。根据这一事实，我们得出一个重要的原理——三基色原理，其主要内容是：

(1) 自然界中的大多数彩色，都可以用三基色按一定比例混合得到；反之，自然界中的彩色都可以分解为三基色。

(2) 三基色必须是相互独立的彩色，即其中任一种基色都不能由其它两种基色混合产生。

(3) 三基色之间的混合比例，决定了混合色的色调和饱和度。

(4) 混合色的亮度等于三基色亮度的和。

关于三基色原理有两点需要特别说明。一点是：原则上三基色的选择不是唯一的，不只红、绿、蓝三色可作为三基色，例如彩色绘画中就使用红、黄、蓝三色作为三基色。在彩色电视中选择红、绿、蓝为三基色的主要原因是人眼对这三种颜色的光最灵敏，用红、绿、蓝三色混合相加可配得较多的彩色。另外，关于一种彩色光可用不同比例混合的三基色光来等效表示，与用亮度、色度描述彩色光是同一事物的两种不同表示方法，这两种表示彩色的方法，在彩色电视技术中均有应用，只是场合不同而已。

三基色原理是对彩色进行分解、混合的重要原理。这一原理为彩色电视技术奠定了基础，极大地简化了用电信号来传送彩色的技术问题。我们知道，黑白电视只是重现景物的亮度，它只需传送一个反映景物亮度的电信号。而彩色电视要传送的却是亮度不同，色度千差万别的彩色，如果每一种彩色都使用一个与它对应的电信号，就需同时传送许许多多的电信号，这显然是不可能的。根据三基色原理，我们只需把要传送的彩色分解成红、绿、蓝三基色，然后再将它们变成三种电信号进行传送。在接收端，用这三种电信号分别控制能发红、绿、蓝光的彩色显象管就能重新显示出原来的彩色图象。

三、混色法

利用三基色按不同的比例混合来获得彩色的方法叫混色法。混色法有相减混色法和相加混色法，绘图中使用的混色法是相减混色法，而彩色电视机中使用的混色法（对光源而言）是相加混色法。

为了说明相加混色法，可以将三束圆形截面积的红、绿、蓝单色光同时投射到白色屏幕上，呈现出一幅品字形三基色圆图，如图1-5所示。

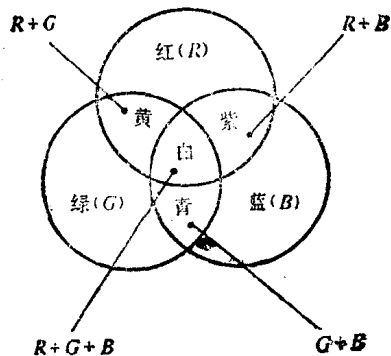


图1-5 相加混色的圆图

由图1-5可以看出：

红色 + 绿色 = 黄色
 绿色 + 蓝色 = 青色
 蓝色 + 红色 = 紫色
 红色 + 青色 = 白色
 绿色 + 紫色 = 白色
 蓝色 + 黄色 = 白色
 红色 + 绿色 + 蓝色 = 白色

可见，不同比例的红、绿、蓝三基色进行相加混色可

以得到各种彩色。

由上述可以看出，有的两种颜色相加混色即可得到白色，我们把这两种颜色称为互补色。即红、青互为补色，绿、紫互为补色，蓝、黄互为补色。那么，两种混色光相加将得到什么结果呢？举例如下：

黄色 + 青色 = 红色 + 绿色 + 绿色 + 蓝色 = 白色 + 绿色 = 浅绿色

紫色 + 黄色 = 蓝色 + 红色 + 红色 + 绿色 = 白色 + 红色 = 浅红色

上述相加混色方法是三种光谱不同的基色光直接投射相混，叫光谱混色法。“同时制”的彩色投影电视就是采用此种方法重现彩色电视图象的。

实现相加混色的方法有空间相加混色法、时间相加混色法和生理相加混色法。这三种方法的特点简述如下：

(1) 空间相加混色法：这种方法是利用人眼空间细节分辨力差的特点，将三种基色光点放在同一表面的相邻处，只要这三个基色光点足够小，相距足够近，当人眼离它们有一定距离时，将会看到三种基色光混合后的彩色光。这种空间相加混色的方法用于同时制彩色电视机中。

(2) 时间相加混色法：这种方法是利用人眼的视觉惰性，顺序地让三种基色光先后出现在同一表面的同一点处，当三种基色光交替出现的速度很快时（交替的时间间隔小于人眼的视觉暂留时间时），人眼感觉到的是这三种基色光的混合颜色。这种时间相加混色的方法用于顺序制彩色电视机中。

(3) 生理相加混色法：这种方法是利用人的两眼同时观看两种不同颜色的同一彩色景象，使之同时获得两种彩色印象，这两种彩色印象在人的头脑中产生相加混色效果。这种生理相加混色方法到目前为止还未用于彩色电视中。

四、色度三角形

色度三角形也叫麦克斯韦三角形，它能把选定的三基色（红、绿、蓝）与它们混合后所得到的各种彩色之间的关系简单、方便地描绘出来。它给出三基色混合后所得到的彩色的大致范围，用它可以直观地表示彩色合成时的色度关系。图 1-6 就是色度三角形。

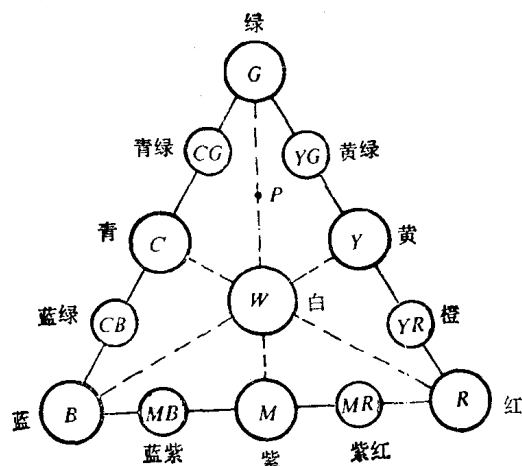


图 1-6 色度三角形

由图 1-6 可以看出，它是一个以三基色为顶角的等边三角形。三角形三条边上各点所代表的颜色都是由两种基色按不同比例混合得到的。例如，RG 边上各点都表示是由红色和绿色混合后得到的彩色，黄色位于 RG 边中点，黄绿色在黄色与绿色点之间，而橙色在黄色与红色点之间。以三角形三个边为界，其内部的所有点代表的彩色都是由三种基色混合后得到的。例如，三角形的中心点 W 代表的彩色是红、绿、蓝三基色等量混合后所得到的白色。

由色度三角形还可以看出，穿过 W 点的

任意一条直线，它与三角形边相交的点所代表的彩色互为补色，也就是说相交的两个点所代表的彩色混合后为白色。例如，绿色与紫色就互为补色。

色度三角形三个顶点代表三基色，例如G点所代表的彩色是完全的纯绿色，它的饱和度为100%。沿着直线GW移向W点，随着移近W点，绿色中的白色成份不断增加，使彩色变淡，饱和度不断下降，而色调却不变。例如，图中的P点就表示是浅绿色。

该三角形上的各点只能反映出彩色的色度（色调和饱和度）情况，而不能反映出彩色的亮度。例如M点代表纯紫色，饱和度为100%，而该紫色的亮度如何是无法确定的。但是在相加混色时，有一点是知道的，这就是：相加混色得到的混合色光的亮度等于各个混合分量的亮度之和。例如，纯红色和青色的亮度分别为 Y_R 、 Y_C ，它们混合后的白色的亮度应该等于 $Y_R + Y_C$ 。

使用色度三角形能方便地了解混色情况，有利于彩色电视机原理的学习和彩色电视机的调试与维修。

第四节 彩色的量度和表示法

彩色同其它物理量一样，可以进行量度和计算。三基色原理是彩色量度的基础。彩色的量度是通过确定三基色光对人眼的刺激程度来进行的。因此，需要规定三基色光的精确波长值和三基色光对人眼刺激程度的单位量。光对人眼的刺激程度可用光通量来表示，光通量是按人眼感觉来度量的光辐射能量，它的单位是流明。彩色的量度因三基色不同而有不同的量度系统，也叫计色制。

一、配色实验和RGB计色制

国际照明委员会（CIE）选定了下列三种单色光为RGB计色制的三基色光，这三基色光也叫物理三基色光，是实际存在的光。它们是：

波长为700nm的红基色光

波长为546.1nm的绿基色光

波长为435.8nm的蓝基色光

CIE还规定三基色单位量的确定应符合：三基色以单位量混合时应得到E白光（即E光源发出的等能量白光）。根据这一规定，我们用精确的配色实验可测得，配成E白光所需的红、绿、蓝三基色光的光通量之比为：

$$1 : 4.5907 : 0.0601$$

为了计算方便，CIE还规定红基色光单位量（也叫基色量）的光通量为1流明。因而，绿基色光和蓝基色光单位量的光通量分别为4.5907流明和0.0601流明。

配色实验可用比色计来进行，其示意图如图1-7所示。用两块互相垂直的平面白板（屏幕）A、A'构成两个反射面。在反射板左边安放三基色光源，它们的光线同时投射到平面A上。调节光源发光强弱可以改变各基色光的光通量大小。在反射板右边安放待配色的彩色光源，测量三基色光通量比时，这里放E光源。如果人站在两个反射面的分界线上，就可以同时看到两边反射的色光。适当调整左边的三基色光的强度，直至人眼看到左右两板反射

的彩色光完全一样为止。这时，三基色光源输出的三基色光的光通量比为 $1 : 4.5907 : 0.0601$ 。应用这种配色法，能够配得各种彩色光所需的三基色光的比例。

如果 R 、 G 、 B 分别为配色实验中光量调节器上的数，则 R 、 G 、 B 分别为待测彩色光的三基色系数。配色的结果为：

$$F = R(R) + G(G) + B(B) \quad (1-1)$$

式中， F 为待配色的彩色光， (R) 、 (G) 、 (B) 分别为红、绿、蓝三基色光的单位量，即：

$$1(R) = 1 \text{ 流明}$$

$$1(G) = 4.5907 \text{ 流明}$$

$$1(B) = 0.0601 \text{ 流明}$$

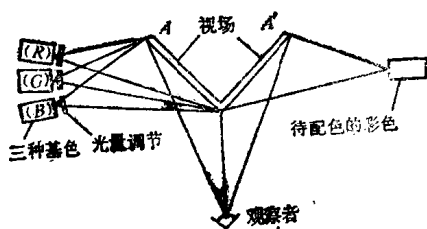


图1-7 配色实验示意图

R 、 G 、 B 为三基色系数。对于 E 白光有：

$$F_{E\text{白}} = 1(R) + 1(G) + 1(B)$$

它的光通量为：

$$|F_{E\text{白}}| = 1 \times 1 + 1 \times 4.5907 + 1 \times 0.0601 = 5.6508 \text{ (流明)}$$

公式 1-1 是配色方程，它适用于配制一切彩色。所谓的 RGB 计色制就是以 (R) 、 (G) 、 (B) 为单位量，用配色方程进行彩色度量和计算的系统。

二、彩色空间矢量图和RGB色度图

用配色方程虽然能对彩色进行度量和计算，但使用不方便，也不直观。为此，我们用彩色空间矢量图来把彩色的度量和计算规律直观地表示出来。彩色空间矢量图如图 1-8 所示。

由于确定某一彩色需要三个量，因而彩色量的表示应该用立体图形。我们可以认为，每个彩色量 F ，是空间坐标系中从原点指向某一点的一个矢量。三个基色量 (R) 、 (G) 、 (B) 是这个空间坐标系中各坐标轴的单位矢量；三基色系数，是彩色矢量 F 在各坐标轴上的投影长度。例如，对于 E 白光，其矢量由原点指向空间坐标系（即 RGB 彩色空间坐标系）中的 $[1(R), 1(G), 1(B)]$ ，如图 1-8 中所示。

在实际中，往往只需要计量彩色量的色度，为此只需要知道三基色系数的比即可。因此，引入三基色相对系数 r 、 g 、 b 。

设 $m = R + G + B$ ，则 r 、 g 、 b 分别为：

$$r = \frac{R}{m} \quad g = \frac{G}{m} \quad b = \frac{B}{m}$$

因 r 、 g 、 b 的比例关系与 R 、 G 、 B 的比例关系一样，所以它们表示了同一彩色的色度。另外有：

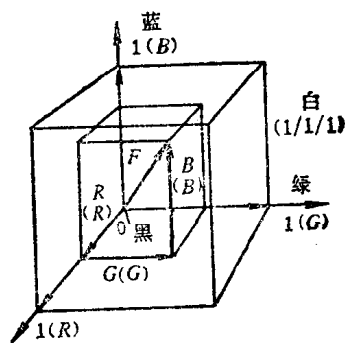


图1-8 彩色空间矢量图

$$r + g + b = \frac{R}{m} + \frac{G}{m} + \frac{B}{m} = \frac{R + G + B}{m} = \frac{m}{m} = 1$$

由于 r 、 g 、 b 三者之和为 1，所以只要知道其中两个的值，就可以确定第三个的值。因此，只需用两个三基色相对系数就可以表示彩色的色度，也就可以用二维平面坐标来表示各种彩色光的色度。RGB 色度图就是用 r - g 直角坐标系表示各种彩色光色度的平面图，如图 1-9 所示。

三、XYZ计色制

由于RGB计色制在色度图上不能直接表示彩色的亮度，色度计算也麻烦，所以国际照明委员会规定了另一种计色系统，即XYZ计色制。这种计色制在彩色电视技术中得到广泛应用。

XYZ计色制选定的三基色单位量为(X)、(Y)、(Z)，它们不代表实际的彩色，不能用物理三基色相混得到，只能通过计算得到。XYZ计色制有如下特点：

- (1) 可用式子 $F = X(x) + Y(y) + Z(z)$ 配出实际彩色, 配色时, 三个色系数 X 、 Y 、 Z 均为正数。
- (2) 规定 $Y(y)$ 的数值等于合成彩色光的全部亮度, (X) 、 (Z) 两基色量不包含亮度, 但合成彩色光的色度仍由 X 、 Y 、 Z 的比值确定。
- (3) 当 $X = Y = Z$ 时, 代表等能量的 E 白光。

(2) 规定 $Y(y)$ 的数值等于合成彩色光的全部亮度, (X) 、 (Z) 两基色量不包含亮度, 但合成彩色光的色度仍由 X 、 Y 、 Z 的比值确定。

(3) 当 $X = Y = Z$ 时, 代表等能量的 E 白光。

根据上述规定,可求出XYZ计色制的三基色单位量与RGB计色制的三基色单位量的关系。即:

$$\left. \begin{aligned} (X) &= 0.4185(R) - 0.0912(G) + 0.0009(B) \\ (Y) &= -0.1587(R) + 0.2524(G) + 0.0025(B) \\ (Z) &= -0.0828(R) + 0.0157(G) + 0.1786(B) \end{aligned} \right\} \quad (1-2)$$