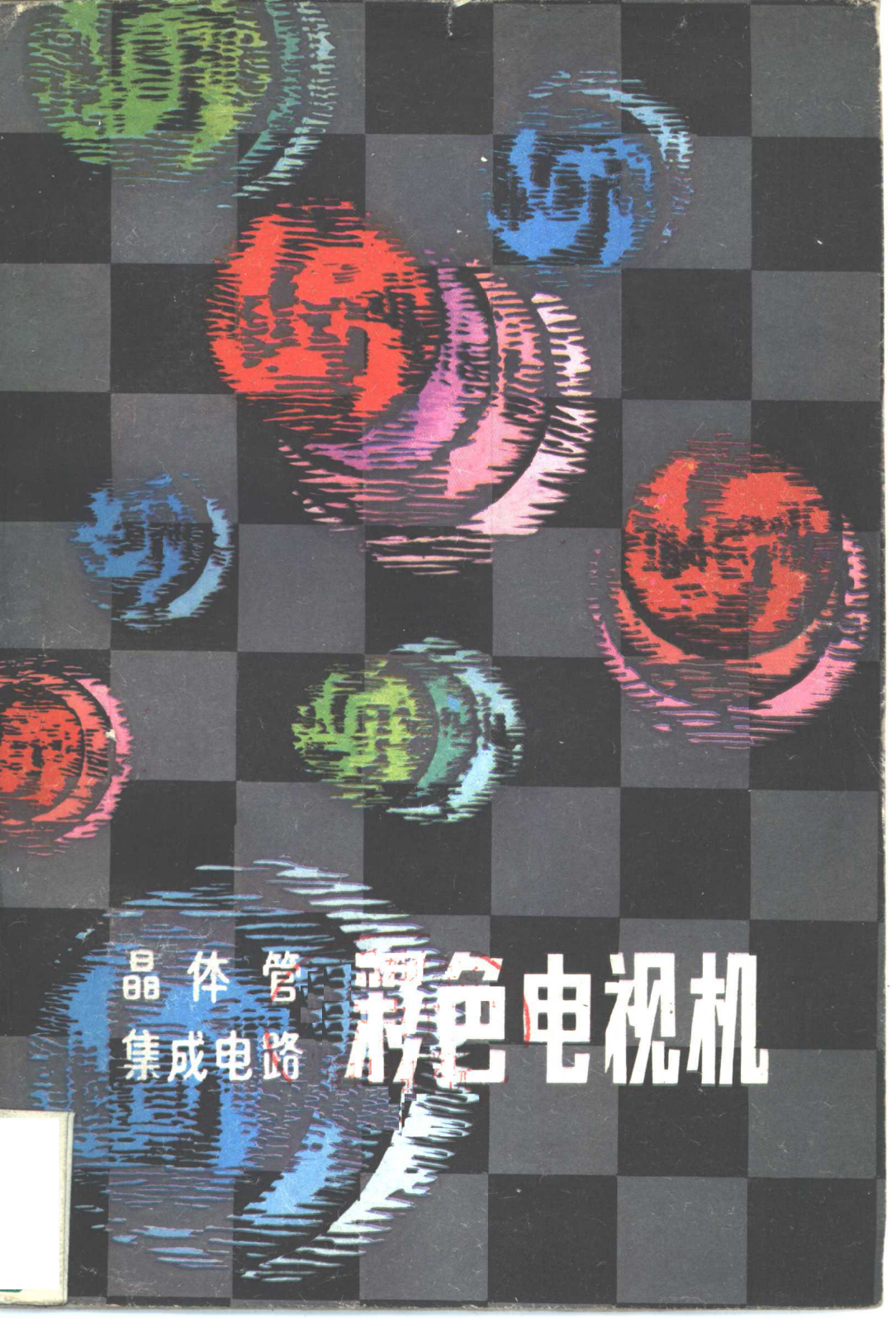




晶体管
集成电路

彩色电视机

晶体管集成电路 彩色电视机

袁祖华 张世耀 编
李执强 贺绍林

山东科学技术出版社

一九八六年·济南

责任编辑 原式溶

晶体管 彩色电视机
集成电路

袁祖华 张世耀 编
李执强 贺绍林

•

山东科学技术出版社出版
山东省新华书店发行
山东人民印刷厂印刷

•

850×1168毫米32开本16.875印张2插页319千字

1982年5月第1版 1986年3月第2次印刷

印数：56,001—68,700

书号 15195·100 定价 3.90 元

前 言

电视是普及提高科学文化知识、丰富人们精神生活的现代化宣传教育工具。随着电视广播事业的发展和人民生活水平的不断提高，彩色电视机的应用将越来越广泛。

为了适应彩色电视发展的需要，我馆以举办彩色电视技术学习班的讲义为基础，组织编写了《^{晶体管}彩色电视机》_{集成电路}一书。

本书着重讲述了光度学、色度学、彩色电视原理及彩色电视机的组成；具体阐述了PAL制彩色电视机中的主要电路结构；对金星C47—112型彩色电视机电路，电视集成电路的基础电路，泰山CP35—1型集成电路的彩色电视机电路及彩色电视机的调试和检修，分别作了介绍。

本书可供电视工程技术人员，~~电视机生产~~、调试、维修人员，大专院校有关专业~~师生~~以及广大~~无线电爱好者~~阅读。也可作为业余教育教材。

山东省科学技术宣传馆

一九八二年二月

目 录

前 言

第一章	光度学和色度学	1
第一节	光和彩色	1
第二节	色度学基础	6
第二章	彩色电视原理	24
第一节	彩色电视制式概述	24
第二节	兼容制彩色电视信号频带的压缩	27
第三节	色信号编码	36
第四节	γ 校正	50
第五节	NTSC制调制技术	56
第六节	PAL制调制技术	82
第七节	SECAM制调制技术	103
第三章	PAL制彩色电视机的特点	105
第一节	彩色显象管	105
第二节	PAL制彩色电视机的组成及基本工作原理	114
第三节	与黑白电视机相同电路的特点	119
第四章	亮度通道	139
第一节	概述	139
第二节	亮度通道的电路	142
第三节	亮度通道电路实例分析	169
第五章	色度信号解调电路	178
第一节	概述	178
第二节	色度带通放大器及自动饱和度控制 (ACC) 电路	184
第三节	色度信号的分离	198
第四节	同步检波电路	211

第五节	色度信号解调电路实例分析	220
第六章	色同步电路	222
第一节	副载波锁相环路	223
第二节	副载波移相和逐行倒相电路	248
第三节	色同步电路实例分析	272
第七章	矩阵和末级视放电路	281
第一节	矩阵电路及末级视放电路	281
第二节	矩阵和末级视放电路实例分析	297
第八章	彩色显象管的附属电路	305
第一节	色纯度	306
第二节	会聚电路	307
第三节	白色平衡调整电路	334
第四节	枕形失真校正电路	338
第五节	自动消磁电路	341
第九章	彩色电视机整机线路分析	344
第一节	概述	344
第二节	彩色电视机整机线路分析	345
第十章	集成电路彩色电视机	372
第一节	电视机集成电路的基本单元	373
第二节	图象中频通道电路	405
第三节	伴音电路	419
第四节	亮度通道	429
第五节	PAL制彩色信号解调	435
第六节	行、场扫描电路	476
第七节	开关稳压电源	491
第十一章	彩色电视机的调试与维修	503
第一节	彩色电视机的调试	503
第二节	彩色电视机的检修	520

附 图

第一章 光度学和色度学

彩色电视是在黑白电视的基础上发展起来的，它不仅能传送和显示景物的亮度，而且还能传送和显示景物的颜色。因此它能生动地、逼真地反映景物的真实面貌。

我们周围的自然界，万紫千红，五彩缤纷，它们通过光的传递，映入人们的眼睛。没有光的传递作用，人们就看不清周围的物体，更谈不上看清物体的颜色。彩色电视就是利用光的传递作用和人眼的视觉特性来进行彩色图象的处理和传递的。它首先用光—电转换的方法，把景物的亮度和彩色信息变成相应的电信号；其次进行传送；最后在彩色电视机荧光屏上进行电—光转换，显示出原来景物的彩色影象。由此可知，彩色电视技术和光度学及色度学是密切联系在一起的，因此在讨论彩色电视的原理之前，有必要从电视技术的角度出发，简要介绍光度学和色度学的基本知识。

第一节 光和彩色

一、光的特性

在人们的日常生活中，太阳、星星、月亮、电灯、火光等都是最常见的光源。各种光源发出的光不但亮度不同，而且呈现的颜色也不同。例如，太阳光呈白色，煤气的火焰呈蓝色，而节日的烟火却是五光十色。对于光究竟是什么，它和彩色又

有怎样的关系，很早以前人们就进行了大量的研究。

1. 可见光谱

根据目前人们的认识，光是一种物质，它是以电磁波的形式进行传播的。电磁波是一种携带能量的电磁辐射。电磁波的波谱范围很广，它包括无线电波、红外线、可见光谱、紫外线、 x 射线、宇宙线等，如图 1—1 所示。其中，我们眼睛能看到的那一部分叫做光。由图可知，可见光的波长（用 λ 表示）为 $380\sim 780$ 毫微米（记做 nm ）。在整个电磁波频谱上，可见光的光谱只占有极小的一段。不同波长的光射入人眼时，会引起人眼的不同颜色的感觉。例如，波长为 $700nm$ 左右的光，能引起红色的感觉； $500nm$ 的光，能引起蔚蓝色的感觉； $400nm$ 的光，能引起紫色的感觉。随着波长的缩短，可见光谱所呈现的颜色依次为：红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。把这些颜色混合在一起，就得到白光。在可见光光谱外，波长大于 $780nm$ 的光为红外线和无线电波；波长小于 $380nm$ 的光为紫外线、 x 射线和宇宙线等，它们都是人眼所看不见的。

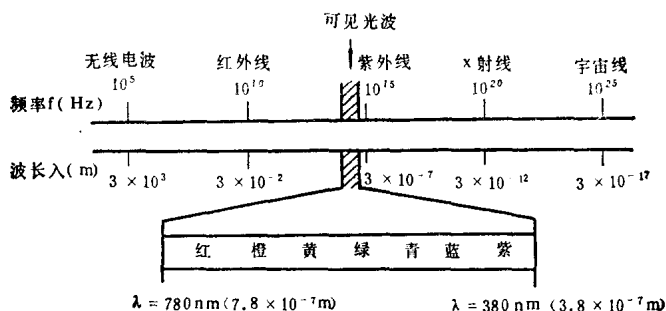


图 1—1 电磁辐射波谱

2. 白光的分解

如果把一束白光投射到一块玻璃棱镜上，在对面的白色屏幕上得到的不是一束白光，而是一组按红、橙、黄、绿、青、蓝、紫依次连续分布的彩色光带（图 1—2）。这种现象是由光的折射所引起的。

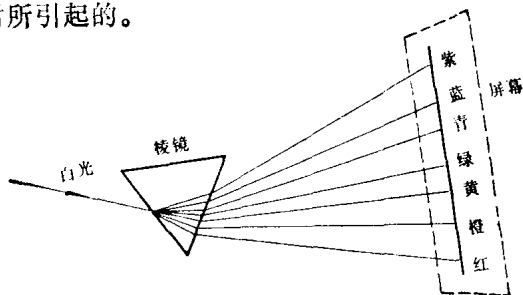


图 1—2 白光的分解

由物理学知道，当光波从一种媒质进入另一种媒质时，传播方向将发生改变，这种现象叫做光的折射。折射角度与光波波长有关，波长越短，折射角越大；波长越长，折射角越小。当日光投射到棱镜上时，不同波长的光波会产生不同程度的折射，因而形成彩色光带。由此可知，白光不是单色光，是由多种颜色的光混合而成的。这些光按波长顺序排列在光谱中，称为谱色光。谱色光是连续的，即各种颜色不是突然变化的，而是从一种颜色慢慢地转变成另一种颜色。通常，人们把这一连续的谱色光大体划为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七个范围，如波长在 $630\sim 780nm$ 为红光范围； $510\sim 580nm$ 为绿光范围； $430\sim 510nm$ 为蓝光范围。

二、光源

物体的颜色与照射的光源是密切相关的，光源不同，从景物表面反射的颜色也不同。为了比较光和颜色，常用绝对黑体的辐射温度——“色温”为标准，来进行白光的比较和色度的

计算。绝对黑体（又称为全辐射体）是指既不反射也不透光、完全吸收入射光的物体。当对它加热时，它能辐射出连续光谱的光，而且光谱的能量分布只与它的温度有关。“色温”用绝对温度 k 来表示。当绝对黑体在某一特定温度下，其辐射的光与某一光源的光具有相同特性时，该特定温度即为该光源的“色温”。色温并非光源的实际温度，而是用来表示其光谱特性的一个参量。例如，一个钨丝灯泡的温度在 $2800K$ 时所发出的白光，与温度在 $2854K$ 时的绝对黑体所辐射的白光完全相同，于是称该白光的色温为 $2854K$ ，而不是 $2800K$ 。

太阳光是最大的自然光源，但它的辐射光谱是随季节、气候、时辰而变化的。例如，早晨的阳光和中午的阳光色温相差很大。因此，太阳光不能作实用的标准光源。彩色电视能否高度逼真地传送彩色图象，与光源的选用密切相关。在彩色电视中，白光源作为色度计算中的一种标准，不同的白光源由于其光谱的分布不同，其计算结果也就不同。为此，国际上规定了A、B、C、 D_{65} 、 $E_{\text{白}}$ 五种标准白光，作为计算的根据。这些光源虽然视觉感觉都是白光源，但其光谱能量分布并不相同（图1—3）。各光源的特性如下：

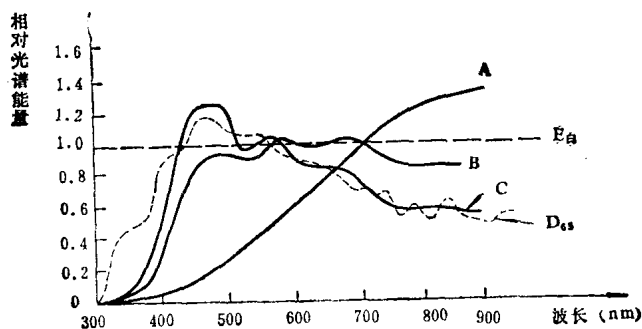


图 1—3 各种标准白光光谱的能量分布

A光源:相当于钨丝灯在2800K时发出的光,色温是2854K。由于其波谱能量分布主要集中在红外区域,所以钨丝灯看起来带些橙红色。

B光源:接近于中午直射的阳光。在实验室中,可使用特制的滤色镜从A光源获得。它不能由一个绝对黑体精确等效,接近于色温4800K的光,所以B光源的相关色温为4800K。

C光源:相当于正常白天的自然光。它也能用特制滤色镜从A光源获得,其相关色温为6800K。由于其波谱能量在400~500nm处较大,它的光偏蓝。

D₆₅光源:它相当于直射阳光与散射“天空光”的混合光,相关色温为6500K。与白天的光线相比,B光源、C光源在400nm以下的波谱能量较小,D₆₅光源在400nm以下的波谱能量较大。因此,近年来普遍采用D₆₅光源作为彩色电视中的标准白光,它可由彩色显象管三种荧光粉发出的光适当配合而得到。

E_白光源:它是一种假想的等能量白光,其波谱能量分布都相等,与色温为5500K的白光相近。E_白光源实际并不存在,它的概念主要用于色度学中,以便简化色度学的计算。

在近代照明技术中,还应用一种新式卤钨灯,色温为3200K。这种灯也是彩色电影和彩色电视在摄影棚或演播室中常用的光源。

三、物体的颜色

在太阳光的照射下,不同的物体会呈现不同的颜色,这是由于不同物体对光的吸收和反射特性不同造成的。例如,当阳光照射红旗时,太阳光谱中波长在红光范围内的光被红旗反射回来,而其他波长的光被吸收,所以红旗看起来呈红色。但如

果将红旗放在绿色的霓虹灯下，则会发现红旗不再呈现红色而呈现黑色了。这是由于绿色光源中没有红光成分，当然也就没有对红光的反射，而绿光却被红旗吸收，所以变成黑色。由此可知，物体的颜色不但决定于物体对光的吸收和反射特性，而且还决定于照射光源的光谱成分。

当白光投射到透明物体上时，某一光谱的光透过，而其他光谱的光被吸收，透过光的颜色就成了透明物体的颜色。利用这个特性，可以做出各种颜色的滤色片。当我们戴上绿色眼镜时，光线中的绿光成分透过绿色镜片映入眼睛，而其他光被吸收，观察到的环境便带上了绿色。彩色电视正是利用滤色镜和分色镜将一幅彩色图象分解成红、绿、蓝三幅基色图象的。

第二节 色度学基础

色度学是彩色电视的基础理论之一，它的任务是研究人眼彩色视觉定性的和定量的规律及其在彩色电视中的应用。正确运用色度学原理，就能用较简单的技术手段来实现较满意的彩色电视广播。

一、人眼的视觉特性

电视系统的综合质量，最终要由人的眼睛做出鉴定，因此电视系统应根据人眼的视觉特性及其对电视系统的要求来进行精确地设计、制作。研究人眼的视觉特性，是电视技术研究中的重要问题。

我们的眼睛好比一部高级的摄影机，它的适应性、灵活性是其他任何摄影机所无法比拟的。人眼中有一个高级透镜，它

能自动地将大小不等、远近不一、明暗不同的各种景物，清晰地聚焦在视网膜上，通过视觉神经传到大脑，产生视觉。不仅如此，眼睛还能产生彩色视觉，使我们能识别出物体的颜色。

从生理解剖学知道，眼球壁最里层为视网膜层，它是由大量的光敏细胞组成的。视网膜好比照相底板，而光敏细胞好比底片上的感光银粒。光敏细胞按其形状分为杆状细胞和锥状细胞，它们都能接收光的刺激而被感光。但它们的感光性能是不同的：锥状细胞的感光灵敏度较低，只有在明亮的条件下才起作用，但它具有辨别颜色的能力；杆状细胞的感光灵敏度较高，在较昏暗的条件下起作用，但它不能辨别颜色。白天的视觉过程主要由锥状细胞来完成，因此我们不但能看清物体，而且还能清楚地分辨出物体的颜色。在昏暗的夜晚，杆状细胞大显身手，但是它只能使我们看清物体的大体轮廓，无法清楚地辨别物体的颜色。

人们曾做过大量的实验来解释锥状细胞辨色原理，并提出了视觉三色假说。这种假说能基本正确地解释人眼的辨色特性，在多数场合下是符合客观实际的。

视觉三色假说认为，锥状细胞有三种，分别对红、绿、蓝三种光最敏感。它们对可见光的反应灵敏度曲线如图 1—4 所示。由图可知，三条曲线的最大值分别在光谱的红、绿、蓝区域内（图中，蓝曲线幅度扩大了 20 倍）。当任何一束光射入人眼时，三种锥状细胞就会产生不同的反应。例如，一束紫光射入人眼时，只能对感红光和感蓝光的锥状细胞产生刺激，产生紫色视觉；而一束黄光射入人眼时，则只对感红光和感绿光的锥状细胞产生刺激，产生黄色视觉。不同的光对三种锥状细胞的刺激量是不同的，产生的彩色视觉也不同，从而使我们能够

分辨出各种各样的颜色。

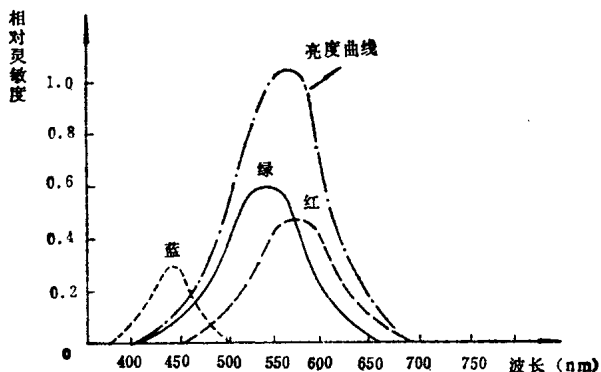


图 1—4 三种锥状细胞的光敏曲线

二、彩色三要素

色调、色饱和度和亮度称为彩色三要素。任何一束光对人眼引起的视觉作用，都可以用彩色三要素来描述。

色调是指光的颜色，红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等表示着不同的色调。色调与光的频率有关，改变光的频谱成分，就会使光的色调发生变化。例如，在红光中混入少量的绿光，红光的色调将发生变化。如果把绿光的成分由零逐渐增加，色调就由红色变为橙色。当绿光和红光成分相等时，色调就变成黄色。

色饱和度是指颜色的深浅程度。饱和度高，说明这个颜色是深色，如深红、深蓝、深绿等。饱和度低，说明这个颜色是浅色，如浅红、浅蓝等。饱和度是与色光中的白光成分多少有关的，白光越多，饱和度越低；白光越少，饱和度越高。当白光强度为零时，饱和度为100%；当白光和红光强度相等时，饱和度为50%。如果把红光关掉，只有白光，则饱和度变为零。在彩色电视技术中，色调和饱和度常统称为色度。

亮度是指彩色光所引起的人眼明暗视觉的程度。对于色调和饱和度固定的光，当它的全部能量增强时，亮度会增加；当全部能量减小时，亮度会减小。若全部能量减小为零，则亮度也减小为零。物体的亮度与照射光线的强度有关，同一物体的亮度会因照射光的强度不同而不同。

三、三基色原理

人们在长期的实践中发现，自然界中所能观察到的各种颜色，几乎都能由三种基色以不同的比例混合配得，而绝大多数的颜色也都能分解为三种基色。三种基色必须是相互独立的，即其中任一色都不能由其他两色混合产生，这就是三基色原理。三基色的选择在原则上是任意的，但考虑到人眼的三种锥状感光细胞对红、绿、蓝三基色反应最灵敏，而且用红、绿、蓝三种基色能配出自然界中的大部分颜色，配色范围较广，因此在彩色电视中采用了红、绿、蓝作为三基色。三基色原理奠定了彩色电视的基础，极大地简化了彩色电视的传送，使彩色电视的实现成为可能。

自然界中的颜色千差万别，如果用一种电信号传送一种颜色，就需要许多种电信号，这显然是行不通的。根据三基色原理，可把景物的颜色先分解成红、绿、蓝三基色，然后用三种电信号进行传送。在接收端，用这三种电信号分别控制彩色显象管的红、绿、蓝三种荧光粉的发光强度。在同步的情况下，荧光屏上就显示出所要传送的彩色图象。这就是根据三基色原理来传送彩色电视的基本过程。

由图 1—1 可知，红、绿、蓝三种色光并不是单一波长的光，它们各占有一定的波长范围。每一个范围内，每一波长的光，其颜色并不完全相同，而只是大体相同。因此，为了简化和统

一彩色的计算，国际上规定红光的波长为 $700nm$ ，绿光的波长为 $546.1nm$ ，蓝光的波长为 $435.8nm$ 。

三基色原理不但用于彩色电视，而且用于彩色绘画、彩色印刷、彩色印染和彩色摄影。

四、相加混色与相减混色

彩色电视和彩色绘画虽然都是利用三基色原理来进行混色的，但它们的混色方式不同，彩色电视采用相加混色法，彩色绘画采用相减混色法。

1. 相加混色

在彩色电视中，将三种基色光按不同比例相加，就可获得不同的彩色，这种混色方法称为相加混色法。图 1—5 为用等量的红、绿、蓝三基色光进行相加混色的示意图。由图可知，红、绿、蓝三色光相加混色的混色规律如下：

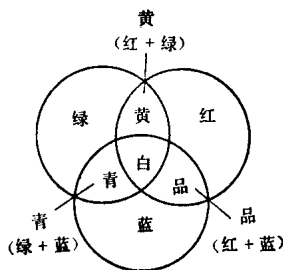


图 1—5 相加混色

红色 + 绿色 = 黄色

绿色 + 蓝色 = 青色

蓝色 + 红色 = 品色

红色 + 绿色 + 蓝色 = 白色

品色即品红色，又称红紫色（有人称它为紫色，但实际上与谱色紫不一样，必须加以区别）。红、绿、蓝称为基色，黄、青、品称为它们的补色。例如，黄色是蓝色的补色（也可说蓝色是黄色的补色），品色是绿色的补色，青色是红色的补色。两互补色以适当的比例相加，便得到白色，即

红色 + 青色 = 白色

绿色 + 品色 = 白色

蓝色 + 黄色 = 白色

实现相加混色的办法有两种，一种是直接混色法，一种是间接混色法。直接混色法是将三种基色光同时投射到一个全反射表面上，直接合成出各种不同的彩色光。间接混色法是利用人眼的视觉特性进行相加混色。这种办法又分为时间混色法、空间混色法和生理混色法。时间混色法是将三种基色光按一定的顺序快速地轮流投射到同一表面上。在轮换速度足够快的情况下，由于人眼的视觉特性，人眼将产生与直接混色法相同的彩色视觉。时间混色法奠定了顺序制彩色电视的基础。空间混色法是将三种基色光分别投射到同一表面上的相邻三个点上，由于人眼分辨力的限度，只要这些点相距足够近，就能产生与直接混色法相同的彩色视觉。空间混色法奠定了同时制彩色电视的基础。生理混色法是利用两只眼睛同时分别观看两种不同颜色的同一景象时，所得到的混色效果来进行相加混色的。

2. 相减混色

在彩色绘画、彩色印刷、彩色胶片中，是利用不同颜料对白光中某些基色光的吸收程度不同而实现混色的，这种方法称为相减混色。例如，当白光照射在黄色颜料上时，黄色颜料能吸收蓝色光（黄色的补色），红光、绿光被反射，红光与绿光相加混色后便得到黄光，因此人眼看到的黄色颜料呈现黄色。根据这个原理，我们可概括出相减混色的基本规律如下：

黄色 = 白色 - 蓝色

品色 = 白色 - 绿色

青色 = 白色 - 红色

在相减混色法中，通常选用黄、品、青为三基色，它们能