

新 编 高 职 高 专 教 材

XINBIAN GAOZHIGAOZHUAN JIAOCAI

电视机技术

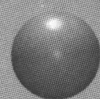
 主编 林春方 主审 汤雅伦
福建科学技术出版社

电机技术

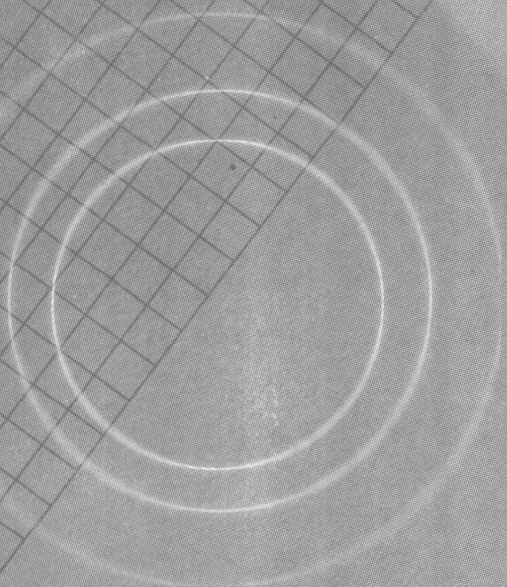
电机技术

新 编 高 职 高 专 教 材

电 视 机 技 术



主 编 林 春 方 主 审 汤 雅 伦
福 建 科 学 技 术 出 版 社



图书在版编目 (CIP) 数据

电视机技术/林春方主编. —福州: 福建科学技术出版社, 2003. 7 (2004. 1 重印)

新编高职高专教材

ISBN 7-5335-2179-X

I. 电… II. 林… III. 电视接收机-高等学校
技术学校-教材 IV. TN948.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 040682 号

书 名	电视机技术 新编高职高专教材
作 者	林春方
出版发行	福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	三明日报社印刷厂
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张	11
插 页	1
字 数	264 千字
版 次	2003 年 7 月第 1 版
印 次	2004 年 1 月第 2 次印刷
印 数	3 001—6 000
书 号	ISBN 7-5335-2179-X/TN·285
定 价	15.00 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前 言

近10年来, 电子信息技术飞跃发展, 新知识、新技术、新产品不断涌现, 其影响已遍及社会生活的方方面面。数字化信息控制技术已渗透到传统的工业领域, 它们在给人们的生活带来极大便利的同时, 也给新世纪的劳动者提出了更高的要求。为适应新形势下高等职业教育培养人才的需要, 我们根据教育部高教司制订的《高职高专人才培养目标及规格》, 编写了本系列高职高专教材。

本系列教材包括《电视机技术》、《音响设备技术》、《电冰箱空调器技术》、《小家电技术》和《家电电动机与控制技术》, 可供高职高专的应用电子技术和电子信息技术等专业选用, 也可供中等职业学校的相关专业选用, 还可作为从事相关技术的工程技术人员的参考用书。

本系列教材以实用为本, 紧密结合高职高专教育的特点, 突出实用性和针对性, 加强实践能力的培养, 以适应社会的实际需要。在编写中, 力求做到淡化理论知识, 强调动手能力, 将知识与实践有机结合, 注重培养学生的工程应用能力和解决现场实际问题的能力。

全书共分十一章。前三章介绍彩色电视机的基本理论知识、电视信号传输的基本原理及黑白、彩色电视机的原理框图, 包括视觉特性、三基色原理、电视系统的组成、扫描与同步、电视信号的发送、三种基本彩色电视传输的原理、编码与解码、电视接收机结构等; 第四至十一章主要介绍彩色电视机各组成部分的电路分析及常见故障的检修方法, 包括高频调谐器、图像通道、伴音通道、彩色解码器、显像管及外围电路、扫描电路、开关电源电路、遥控系统等典型电路的分析及故障检修, 并附有习题。

本书重点阐述彩色电视机及大屏幕彩色电视机的基本电路和遥控系统的原理、典型整机电路及常见故障的分析、常见故障的检修方法与技巧。

本书由安徽电子信息职业技术学院林春方任主编。林春方编写了第一至三章, 方庆山编写了第六、七章, 张在腾编写了第四、五、十章, 高平编写了第八、九、十一章。全书由汤雅伦主审。

由于作者水平有限, 书中疏漏在所难免, 恳请读者批评指正。

编者

2003年3月

目 录

第一章 色度学的基本知识	(1)
第一节 光和色的基本知识	(1)
一、可见光的特性	(1)
二、物体的颜色	(1)
第二节 人眼的视觉特性	(2)
一、视觉灵敏度	(2)
二、视觉范围与亮度感觉	(2)
三、人眼的分辨力	(2)
四、视觉惰性	(3)
第三节 三基色原理	(3)
一、彩色三要素	(3)
二、三基色原理	(4)
三、混色法	(5)
四、亮度方程	(6)
小结	(6)
思考与练习	(7)
第二章 电视信号和电视制式	(8)
第一节 图像传送的基本概念	(8)
一、电视系统基本组成	(8)
二、图像的分解与顺序传送	(8)
三、光和电的转换	(9)
第二节 电视扫描的基本原理	(9)
一、逐行扫描	(10)
二、隔行扫描	(10)
第三节 黑白全电视信号	(12)
一、图像信号	(12)
二、复合消隐信号	(13)
三、复合同步信号	(13)
四、开槽脉冲与均衡脉冲	(13)
五、全电视信号(视频信号)	(14)
第四节 电视信号的发送	(16)
一、图像信号的调幅	(16)

二、伴音信号的调频	(17)
三、射频电视信号	(18)
四、电视频道的划分	(18)
第五节 彩色电视信号的传输	(21)
一、黑白、彩色电视的兼容	(21)
二、亮度信号与色差信号	(21)
三、频带压缩与频谱间置	(22)
四、兼容后的射频全电视信号	(23)
第六节 彩色电视制式	(23)
一、NTSC 制	(24)
二、PAL 制	(29)
三、SECAM 制	(32)
小结	(33)
思考与练习	(34)

第三章 电视机基本原理

第一节 黑白电视机的基本原理	(35)
第二节 彩色电视机的基本原理	(37)
一、彩色电视机组组成及原理	(37)
二、彩色电视机常用自控电路	(39)
三、彩色电视机的主要技术指标	(41)
第三节 红外线遥控彩色电视机的基本原理	(42)
小结	(43)
思考与练习	(43)

第四章 电视机故障检修概述

第一节 电视机检修的基本知识	(44)
一、电视机检修前的准备工作	(44)
二、检修步骤	(44)
三、检修方法	(45)
第二节 电视机检修的基本工具和主要检测仪器	(47)
一、基本工具	(47)
二、主要检测仪器	(48)
第三节 电视机检修注意事项	(48)
第四节 电视机单元电路作用及故障特征	(49)
小结	(52)
思考与练习	(52)

第五章 高频调频器电路与故障检修

第一节 高频调谐器的作用与技术要求	(53)
-------------------------	------

一、高频调谐器的作用	(53)
二、高频调谐器的技术要求	(53)
第二节 机械式高频调谐器	(54)
一、机械式 VHF 高频调谐器	(54)
二、机械式 UHF 高频调谐器	(55)
第三节 电子高频调谐器	(55)
一、电子高频调谐器的组成	(55)
二、电子高频调谐器的基本原理	(57)
第四节 电子高频调谐器的外围电路	(58)
一、外围电路的电路组成	(58)
二、外围电路的基本原理	(58)
三、各引脚直流电压的检测	(59)
第五节 高频调谐器的常见故障与检测	(60)
一、故障现象	(60)
二、检测要点	(61)
三、更新或代换高频调谐器的注意事项	(61)
小结	(61)
思考与练习	(61)

第六章 图像中频通道及伴音通道与故障检修

第一节 图像中频通道及伴音通道的作用和性能要求	(62)
一、图像中频通道的作用和性能要求	(62)
二、伴音通道的作用和性能要求	(64)
第二节 信号流程	(64)
一、图像信号的处理	(65)
二、伴音信号的处理	(65)
第三节 前置中频处理电路	(65)
一、声表面波滤波器	(65)
二、典型前置中频处理电路	(66)
第四节 黑白电视机图像中频通道及伴音通道	(67)
一、图像中频通道	(67)
二、伴音通道	(67)
第五节 彩色电视机图像中频通道及伴音通道	(69)
一、TA7680AP 引脚与功能框图	(69)
二、TA7680AP 的图像中频通道	(70)
三、TA7680AP 的伴音通道	(72)
第六节 常见故障的分析与检修	(73)
一、常见故障的分析方法	(73)
二、常见故障检修	(76)
小结	(77)

思考与练习	(77)
第七章 彩色解码器电路与故障检修	(79)
第一节 概述	(79)
第二节 亮度通道	(79)
一、基本原理	(79)
二、TA7698AP 中的亮度通道	(82)
第三节 色度通道	(84)
一、基本原理	(84)
二、TA7698AP 中的色度通道	(85)
第四节 制式转换	(89)
第五节 彩色解码器常见故障的检修	(90)
一、TA7698AP 解码器	(90)
二、常见故障分析	(95)
小结	(97)
思考与练习	(98)
第八章 显像管及其外围电路与故障检修	(99)
第一节 显像管的结构及基本原理	(99)
一、黑白显像管的结构与基本原理	(99)
二、彩色显像管的基本原理及性能要求	(100)
三、自会聚彩色显像管	(101)
四、全方形屏幕彩色显像管	(102)
第二节 偏转系统、消磁线圈及会聚磁铁组合件	(102)
一、偏转系统	(102)
二、消磁线圈与自动消磁电路	(103)
三、会聚磁铁组合件	(104)
第三节 显像管附属电路	(104)
一、黑白显像管附属电路	(104)
二、彩色显像管附属电路	(106)
第四节 末级视放电路的故障检修和调整	(108)
一、末级视放电路工作原理与元件作用	(108)
二、末级视放电路的故障检修	(110)
三、白平衡不良的调整	(112)
第五节 色纯不良的检修与彩色显像管的更换	(113)
一、色纯不良的检修	(113)
二、彩色显像管的更换	(114)
小结	(114)
思考与练习	(115)

第九章 扫描电路与故障检修	(116)
第一节 扫描电路的技术要求与组成	(116)
一、扫描电路的技术要求	(116)
二、扫描电路的组成	(116)
第二节 同步分离电路与场扫描电路	(117)
一、同步分离电路	(117)
二、场扫描电路原理	(117)
三、黑白电视机中的场扫描部分电路	(118)
四、彩色电视机中的同步分离及场扫描电路	(119)
第三节 行扫描电路	(122)
一、基本原理	(122)
二、电路分析	(125)
第四节 彩色电视机行扫描电路常见故障的检修	(128)
一、常见故障现象	(128)
二、检修注意事项	(128)
三、检测方法 & 流程	(129)
第五节 彩色电视机场扫描电路常见故障的检修	(131)
一、常见故障现象	(131)
二、检修注意事项	(131)
三、检测方法 & 流程	(132)
小结	(133)
思考与练习	(133)
第十章 电视机开关电源电路与故障检修	(134)
第一节 开关稳压电源	(134)
一、电路结构	(134)
二、基本原理	(134)
三、开关稳压电源的类型	(135)
四、减少开关电源干扰的方法	(136)
第二节 并联型自激式开关稳压电源	(136)
一、整流、滤波与自动消磁电路	(138)
二、自激振荡电路	(138)
三、稳压调节电路	(138)
四、待机控制电路	(138)
五、保护电路	(139)
第三节 串联调宽式开关稳压电源	(139)
一、整流滤波与自动消磁电路	(139)
二、自激振荡电路	(139)
三、稳压调节电路	(141)

四、脉冲整流滤波电路与保护电路·····	(142)
五、元器件损坏后的故障现象分析·····	(142)
第五节 开关电源的检修流程·····	(142)
一、检测要点·····	(142)
二、一般检测流程·····	(143)
小结·····	(143)
思考与练习·····	(143)
第十一章 遥控系统电路与故障检修 ·····	(145)
第一节 概述·····	(145)
第二节 彩电遥控系统·····	(145)
一、遥控发射器·····	(145)
二、遥控接收器·····	(146)
三、接收机微处理器·····	(147)
四、接口电路·····	(147)
五、频段译码器·····	(148)
六、节目存储器·····	(149)
七、字符显示器与辅助电源·····	(149)
第三节 三菱 M50436-560SP 遥控系统的典型应用·····	(150)
一、电压合成选台系统·····	(152)
二、模拟量控制接口电路·····	(153)
三、屏幕字符显示电路·····	(154)
四、供电电源电路·····	(155)
第四节 遥控电路的检修·····	(156)
一、遥控电路检修的注意事项·····	(156)
二、遥控电路检修方法·····	(157)
第五节 三菱 M50436-560SP 遥控电路的常见故障检修·····	(160)
一、无光栅, 无图像, 无伴音·····	(160)
二、不能遥控关机·····	(162)
三、无彩色·····	(162)
四、屏幕字符显示不正常·····	(163)
小结·····	(164)
思考与练习·····	(164)
参考文献·····	(165)

第一章 色度学的基本知识

第一节 光和色的基本知识

一、可见光的特性

光是一种具有能量的物质，是一种频率很高的电磁波。其属性与无线电波一样，传播的速度为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。人眼可以看见的光叫可见光，对整个电磁波而言，可见光所占的频带是很窄的。如图 1-1-1 所示，可见光的波长范围是 $380 \sim 780 \text{ nm}$ 。不同波长的光射入眼睛后可引起不同的彩色感觉，因而彩色是一种视觉生理现象。例如波长为 700 nm 左右的光给人以红色的感觉。

随着波长逐渐变短，感觉分别为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。波长为 400 nm 左右的光给人眼的感觉是紫色。每种色带都有一个大致波长范围，可见光谱对色感呈单一的对应关系，但反过来，色感对光谱的对应关系却不是惟一的。光谱完全不同的光，可使人有相同的色感，如用波长为 540 nm 的绿光和 700 nm 的红光按一定比例混合，同时作用于人眼，可以得到 580 nm 的黄光色感。通常把单一波长的光叫单色光，而把含有两种及两种以上波长的光称为复合光。

白色光是各种单色光的混合效应。太阳光给人以白色感觉，当它通过玻璃棱镜后，可以分解为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫一系列的彩色光，见图 1-1-2。由此可见，太阳光谱包含全部可见光谱。白色光是一个复合光，由七种色光复合而成。

二、物体的颜色

一般物体可分为发光体与非发光体

两大类。发光体的颜色由它所发出的光谱所确定。非发光体所呈现的颜色，是指该物体在特定光源照射下，反射（或透射）的一定可见光谱成分作用于人眼而引起的视觉效果。例如，一块红布受到阳光（白光）照射后，由于主要反射了其中红色光谱成分，而吸收了其余的光谱成分，则被反射的红光在人眼中将产生红色视觉效果，使人感到这块布是红色的。

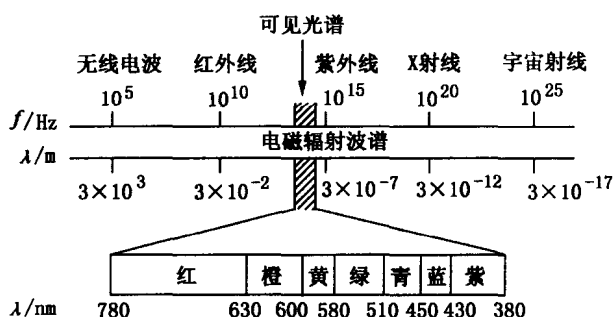


图 1-1-1 电磁辐射波谱

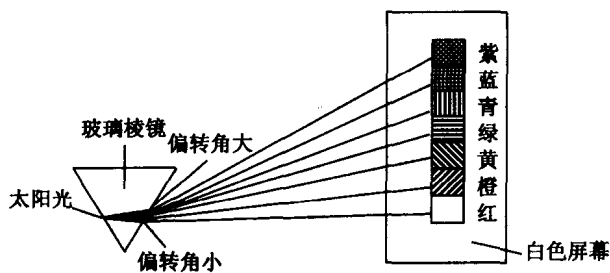


图 1-1-2 阳光的波谱

彩色感觉不但与物体本身对光的反射和吸收特性有关，还与光源所含的光谱成分有关，因此同一物体在不同光源照射下呈现的彩色也有所不同。例如，红领巾在日光灯或自然光下呈现红色，而将其移到绿光灯下则呈黑色，这是由于红领巾在绿光灯下吸收绿光而无反射光，所以人感觉为黑色。

第二节 人眼的视觉特性

一、视觉灵敏度

人眼对不同波长光的敏感程度称为视觉灵敏度。实践证明，在可见光的光谱范围内，随着光波波长的改变，不仅给人的颜色感觉不同，而且亮度感觉也不同。

图 1-2-1 所示为国际上通用的人眼相对视敏度 $V(\lambda)$ 曲线。由图可见，对于波长为 555nm 的黄绿光， $V(\lambda) = 1$ ，亮度感觉最大；对于其余波长的光， $V(\lambda) < 1$ ，说明亮度感觉减弱；而在可见光谱范围之外， $V(\lambda) = 0$ ，说明人眼已没有亮度感觉。

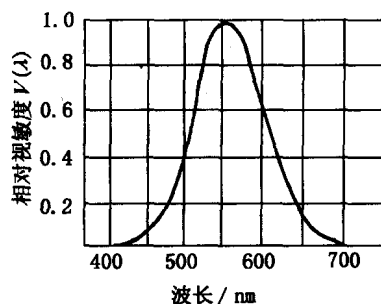


图 1-2-1 相对视敏度曲线

二、视觉范围与亮度感觉

视觉范围是指人眼在观察自然景物时所能感觉的亮度范围。一般来说，这一范围非常宽，但当人眼适应了某一环境的平均亮度后，视觉范围就有一定的限度。例如，在适当的平均亮度下，人眼能分辨的亮度上、下限之比为 1000 : 1。当平均亮度很低时，这一比值可能只有 10 : 1。通常将景物的最大亮度与最小亮度之比称为对比度。

人眼的明暗感觉是相对的，在不同的环境亮度下，对同一亮度的主观感觉并不一样。例如，某人从 40W 灯光照明的房间突然进入 100W 照明的同等房间时会感觉到亮，但若从 500W 灯光照明的房间进入 100W 照明的同等房间就会感觉到暗。可见，同样是 100W 照明的同等房间，在适应了不同的环境亮度的情况下，就有不同的亮度感觉。因此，电视机屏幕上重现出来的景物图像没有必要（也不可能）达到客观景物的实际亮度，只要对比度相等，就能给人以真实的亮度感觉。

三、人眼的分辨力

设在一块白色的屏幕上有两个相距很近的黑点，当观察者离开一定距离观看时，便分辨不出有两个黑点存在，只感觉到是连在一起的一个黑点。这一现象说明，人眼分辨景物细节的能力有一极限，我们将这种分辨细节的能力称为人眼的分辨力，它的定义是：眼睛对被观察物上相邻两点之间能分辨的最小距离所对应的分辨角 θ 的倒数，即

$$\text{分辨力} = 1/\theta$$

人眼最小的分辨角 $\theta_{\min}$ 与能分辨的相邻两点的距离 d 、视距 L 、亮度 B 等因素有关，也与照明强度有密切关系。在中等亮度的室内，正常视力的 $\theta_{\min}$ 约为 $1 \sim 1.5'$ 。

电视技术中就是根据这个物理量来决定扫描行数的。设屏幕高度为 H ，一幅图像的扫描行数为 Z ，则有

$$Z = \frac{H}{d} \approx 3438 \frac{H}{\theta L}$$

取标准视距 L 为屏幕高度 H 的 4~6 倍, 并取 θ 为 $1'$ 时, 则可算得一幅图像应取的扫描行数为 860~570 行。但考虑到一些技术和经济因素, 目前世界上采用的标准扫描行数有 625 行和 525 行, 我国采用 625 行。

人眼对彩色细节的分辨力比对黑白 (亮度) 细节的分辨力要低。例如, 黑白相间的等宽条子, 远隔一定距离观看时, 刚能分辨出黑白差别; 如果用红绿相间的等宽度条子替换它们, 此时人眼已分辨不出红绿之间的差别, 而感觉是一片黄色。

由于人眼对彩色细节分辨能力较差, 所以彩色电视在传送彩色图像时, 其中细节部分可以不传送彩色信息而只传送黑白信息, 这样可以节省频带。这就是大面积着色原理的依据。

四、视觉惰性

人眼的亮度感觉与实际亮度不是同步的, 当一定亮度的光映入眼帘时, 需要经过一短暂过程后才会形成稳定的亮度感觉。当光突然消失时, 也要经过一短暂过程后, 亮度感觉方能逐渐消失。人眼的这一视觉特性称为视觉惰性或视觉暂留。

当人眼受周期性光脉冲照射时, 如图 1-2-2 所示, 若光脉冲频率不够高, 则会产生一明一暗的闪烁感觉。当光脉冲频率增高到一定值时, 人眼就觉察不到是脉冲光源, 而感觉是均匀的不闪烁光源。不引起闪烁感觉的最低重复频率称为临界闪烁频率。临界闪烁频率 f_0 与很多因素有关, 其中最重要的是光脉冲亮度 B_{0m} 。对电视屏幕来说, 当亮度约为 $B_{0m} = 100\text{cd/m}^2$ (坎德拉/米²) 时, $f_0 \approx 45.8\text{Hz}$ 。

视觉惰性很早就 在电影技术中得到应用。电影片是由一幅幅静止的画面组合的, 每幅画面上的内容在相对位置上有些改变, 只要画面变动的速度足够快, 由于视觉惰性, 人眼对前一幅画面的感觉尚未消失时, 后一幅图像已经到来, 于是就会觉得画面中的动作是连续的。在放映电影时, 每秒钟换 24 幅画面。为了克服闪烁感, 采用每幅曝光两次的办法, 使得每秒钟画面共出现 48 次, 超过了临界闪烁频率。

同样, 电视技术也是利用了人眼的视觉惰性来确定场频。我国广播电视采用隔行扫描, 规定场频 $f_v = 50\text{Hz}$ 。也正是由于人眼的视觉惰性, 在电视技术中, 图像才可以采用顺序制传送。即将一幅图像分解为若干个像素, 传送图像时, 不必将所有像素同时传送, 而只要快速地按顺序逐个传送像素就可以了。

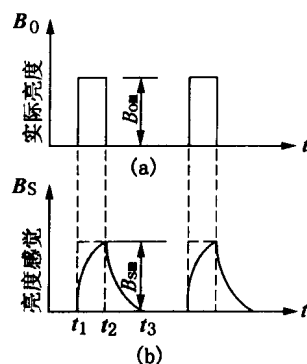


图 1-2-2 人眼的视觉惰性

第三节 三基色原理

一、彩色三要素

任一彩色光对人眼的视觉作用, 都可用亮度、色调及色饱和度这三个参量来描述。这三个参量称为彩色三要素。

亮度是指彩色光作用于人眼时所引起的明暗程度的感觉。物体的亮度由照射光和反射光

的强度决定。对于同一物体，照射的光越强，反射光也越强，则越亮；反之则越暗。对于不同的物体，在相同照射的情况下，反射越强者越亮。此外亮度还与视敏度有关，不同的彩色光即使强度相同，分别照射到同一物体上也会产生不同的亮度。

色调是指彩色光的颜色类别。例如红、橙、黄、绿、青、蓝、紫，分别表示不同的色调。色调取决于彩色光的光谱成分。如果改变彩色光的光谱成分，就会引起色调的变化。发光物体的色调决定于它的辐射光谱成分，而不发光的物体的色调，则由该物体的吸收、反射特性以及它的照明光源特性共同决定。

色饱和度是指彩色光颜色的深浅程度。它与彩色光中含有的白光多少有关，饱和度越高则颜色越深，所含有的白光就越少；反之，饱和度越低则颜色越浅，所含的白光也就越多。饱和度用百分数表示，例如，纯净绿色光的饱和度是 100%，当掺入白光后饱和度变低；当绿色光与白光强度相同时，色饱和度为 50%。白光掺入越多，颜色越浅，色饱和度越低。显然白光的色饱和度为零。

通常把色调与色饱和度统称为色度。它既说明彩色的种类，又说明彩色的深浅程度。在彩色电视系统中除要传输景物的亮度（可供黑白电视机接收）外，还必须传送景物的色度。根据人眼的视觉特性，电视机屏幕上不需要重显物体的实际亮度，只要其对比度相同即可获得真实的亮度感觉。同样，彩色复现时，也不需要恢复原彩色所含的光谱成分，而只需获得与原彩色相同的彩色感觉。

二、三基色原理

用三种不同颜色的单色光按一定的比例混合，可得到自然界中绝大多数的彩色。这一原理称为三基色原理，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。其主要内容是：

(1) 三基色按一定比例混合，可得到自然界中绝大多数彩色；反之，自然界中绝大多数彩色，都可以分解为三基色。

(2) 三基色必须是相互独立的，即其中任一种基色都不能由其他两种基色混合得到。

(3) 混合色的色调和饱和度由三基色的混合比例决定。

(4) 混合色的亮度等于三基色亮度之和。

三基色的选择在原则上是任意的。大量的实验表明，在用红色、绿色和蓝色作为三个基色，由它们按适当比例混合可得到较多的彩色。因此，在彩色电视中，选用了红、绿、蓝作为三基色，红基色光波长为 700nm，绿基色光波长为 546.1nm，蓝基色光波长为 435.8nm。该三色光统称物理三基色，常用各自的英文字首 R、G、B 表示。

彩色电视在利用了三基色原理后，就可以把传送五彩缤纷、瞬息万变的景物图像这一任务，简化为传送表征三基色的三个电信号。如图 1-3-1 所示为彩色图像发送与接收示意图。由图可见，首先用分色系统将物体的颜色分解为三种基色，利用三只摄像管在扫描电路的作用下将三基色图像信号转变为三基色电信号，通过传送系统将代表三种基色的电信号传送出去。在接收端把接收到的三基色电信号分别去控制彩色显像管的三条电子束，在扫描电路的作用下，三条电子束分别轰击荧光屏上相应的荧光粉，使之呈现出三幅基色图像。由于三色荧光粉依空间位置紧密镶嵌在一起，利用人眼的视觉特性进行混色后，被传送的景物图像就重现出来。

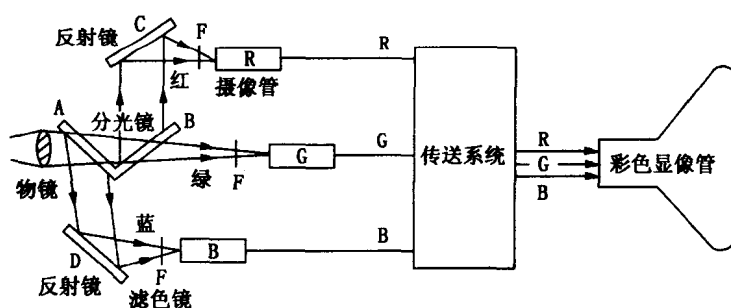


图 1-3-1 彩色图像的发送与接收示意图

三、混色法

利用三基色按不同比例混合来获得彩色的方法，称为混色法。为了说明彩色电视所采用的混色法，我们用等能量的红、绿、蓝三束单色光同时投射到白色屏幕上。屏幕上将出现一幅品字形的三基色圆图，如图 1-3-2 所示。由图可见：红色 + 绿色 = 黄色，红色 + 蓝色 = 紫色，绿色 + 蓝色 = 青色；红色 + 绿色 + 蓝色 = 白色，蓝色 + 黄色 = 白色，红色 + 青色 = 白色，绿色 + 紫色 = 白色。

若两种颜色相加混色可得到白色，我们就把这两种颜色称为互补色。可见，红、青互为补色，绿、紫互为补色，蓝、黄互为补色。

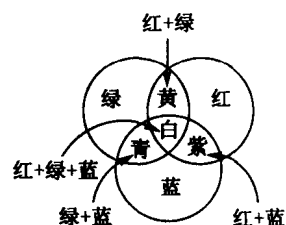


图 1-3-2 相加混色

若改变它们之间的混合比例，就可得到各种颜色的彩色光。例如，当红光与绿光混合时，随着红光的比例由小到大变化，将依次产生绿、黄绿、黄、橙、红等色调的变化。同理，当红、绿、蓝三基色光以不同的比例混合时，将会得到各种较淡的颜色，即饱和度较低的色调，如淡青、淡绿、淡紫、淡红等。三基色的混色效应还可用一个等边三角形直观表示，如图 1-3-3 所示。这个三角形称为彩色三角形，它表示的意义如下。

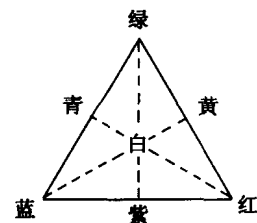


图 1-3-3 彩色三角形

(1) 三角形的顶点为三个基色，每条边是其对应两端点基色以不同比例组成的混色线。例如，以红色和绿色为端点的那一条边代表了红、绿两基色组成的各种彩色，它的中点是由两者等量配成的黄色。由于三条边上各点的彩色都是 100% 饱和度的基色相加的结果，因此它们的饱和度都是 100%。

(2) 三角形的重心是由红、绿、蓝三基色等能量组成的白色，而三角形各顶点与其对边中点的连线必过三角形重心，即红与青、绿与紫、蓝与黄这三对互为补色也能构成白色。

(3) 三条边上各点与重心的连线为等色调线，它越趋于重心，饱和度越低，故所有由三基色混合而成的非饱和色均在此三角形范围内。

彩色三角形可以帮助我们方便地推知三基色相加混合而形成的各种彩色的大致范围和相互关系，在实际工作中将有利于彩色电视机的调试与维修。

相加混色法除了上述直接混色法外，还有间接混色法，它是利用人眼的视觉特性进行混色的方法。间接混色法又可分为空间混色法、时间混色法和生理混色法。

空间混色法是同时将三种基色光分别投射到同一表面上邻近的三点上，只要这些点相距足够近，则由于人眼的分辨力有一定的限度，就能产生三种基色光混合的色彩感觉。空间混色法是同时制彩色电视的基础。

时间混色法是将三种基色光按一定顺序轮流投射到同一表面上，只要轮换速度足够快，则由于人眼的视觉惰性，人眼将产生与三基色光直接混合时相同的彩色感觉。时间混色法是顺序制彩色电视的基础。

生理混色法目前尚未在彩色电视中采用。

四、亮度方程

将三基色混合时，除表现为一定的色调和色饱和度外，还呈现出一定的亮度。混合色的总亮度应当是三个基色亮度之和。由于彩色电视图像的色彩是靠彩色显像管荧光屏上的三种荧光粉在电子轰击下分别发出红、绿、蓝三种基色光而形成的，因此在电视技术中的三基色应为显像三基色。为方便起见，将显像三基色直接写作 R、G、B。考虑到人眼对各基色光的亮度感觉差异，经过理论的研究得出混合光的总亮度（用 Y 表示）与三基色光的关系近似为

$$Y=0.30R+0.59G+0.11B$$

该式称为亮度方程。式中 Y 代表了彩色图像的亮度，它是黑白电视中的图像信号。

对于彩色电视中的标准彩条信号——白、黄、青、绿、紫、红、蓝、黑，其亮度分别为：

当 $R=G=B=1$ 时，混合色为白色，其亮度 $Y=0.30+0.59+0.11=1$ ；

当 $R=G=1, B=0$ 时，混合色为黄色，其亮度 $Y=0.30+0.59=0.89$ ；

当 $G=B=1, R=0$ 时，混合色为青色，其亮度 $Y=0.59+0.11=0.70$ ；

当 $G=1, R=B=0$ 时，混合色为绿色，其亮度 $Y=0.59$ ；

当 $R=B=1, G=0$ 时，混合色为紫色，其亮度 $Y=0.30+0.11=0.41$ ；

当 $R=1, G=B=0$ 时，混合色为红色，其亮度 $Y=0.30$ ；

当 $B=1, R=G=0$ 时，混合色为蓝色，其亮度 $Y=0.11$ ；

当 $R=G=B=0$ 时，混合色为黑色，其亮度 $Y=0$ 。

标准彩条信号在黑白电视机中将显示八个不同亮度等级的灰度条，从白逐渐变黑，中间为不同程度的灰色。灰色所划分的能加以区分的亮度层次数称为灰度，灰度级别越高，即亮度层次越多，图像越清晰、逼真。

小 结

可见光的波长范围为 $380\sim780\text{nm}$ ，随着波长的缩短，给人的色感依次为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。物体所呈现的颜色不仅取决于物体表面对光的吸收和反射特性，而且还与光源本身的特性有关。

人眼的明暗感觉是相对的，在适应了一定的平均亮度以后，其视觉范围是有限度的。因此，电视机不需要重显原景物的真实亮度，只需对比度相等即可达到真实的效果。人眼对彩色细节的分辨力低于对亮度细节的分辨力。人眼具有视觉惰性，电视机图像正是利用了人眼的视觉惰性特性，才得以实现活动图像的重现。

自然界中几乎所有的彩色都可以利用红、绿、蓝三种基色按不同的比例混合而成，彩色