



教育部 高职高专 规划教材

电视接收技术

● 王学力 主编
陶乃彬 主审



48.55
03

化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

电 视 接 收 技 术

王学力 主 编
陶乃彬 主 审

化 学 工 业 出 版 社
教 材 出 版 中 心
· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

电视接收技术/王学力主编. —北京: 化学工业出版社, 2002.7

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-3941-7

I. 电… II. 王… III. 彩色电视-电视接收机-高等学校: 技术学校-教材 IV. TN949.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 053155 号

教育部高职高专规划教材

电 视 接 收 技 术

王学力 主 编

陶乃彬 主 审

责任编辑: 张建茹

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行

教 材 出 版 中 心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 12 插页 2 字数 295 千字

2002 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月北京第 2 次印刷

ISBN 7-5025-3941-7/G·1092

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

为贯彻《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》(教高[2000]2号)有关精神,积极支持教育部面向21世纪高职高专教材建设,在教育部领导直接关怀下,全国高等职业院校协作会专门课开发指导委员会确定了编写电子类专业的10门主干课程(《电路分析》、《模拟电子技术》、《数字电子技术》、《电子技术实训》、《高频电子线路》、《电子测量与仪器》、《电视接收技术》、《电子设计自动化(EDA)技术》、《单片机应用技术》和《C语言》)供电子技术应用、应用电子技术、电子工程、通信、电子设备制造与维修等相关专业。

本套教材紧密结合高职高专教育特点,主动适应社会实际需要,突出应用性、针对性,加强实践能力的培养。内容叙述力求深入浅出,将知识点与能力点有机结合,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;内容编排力求简洁明快、形式新颖、目标明确,利于促进学生的求知欲和学习主动性。

随着电子技术的发展,电视技术经历了由黑白向彩色,由分立元件向集成电路,由小屏幕向大屏幕,由普通型向多功能、红外遥控、高清晰电视等方面发展。

本教材参考学时为70~90学时,全书内容共分六章。第一、二章介绍彩色电视的基本理论知识和电视传像基本原理,包括视觉特性和三基色原理、电视系统的组成、扫描与同步、电视图像的基本参量和电视信号的发送。第三章介绍三种基本彩色电视传输制式的原理、编码方法和主要性能。第四章讲述了黑白、彩色电视接收机的原理框图,并围绕市场占有率最大的两片机型为例,深入地介绍了高频头、图像中频与伴音、扫描电路、色度通道、显像管及附属电路、开关电源等电路的基本原理和具体电路,并进行了整机故障分析。第五章介绍了彩色电视机检修技术。包括电视机的检修规则、检修方法和实例分析。第六章介绍了当前流行的彩色电视接收机中的新技术,包括遥控系统、音质处理电路、画中画处理电路、倍频扫描电路、显示技术和I²C总线控制技术。每章后面安排有一定的思考题和习题供参考,以巩固所学知识。

本书在编写上,力求理论深度适中,基本知识简练准确,条理清楚,实用性强。另外为配合理论知识的学习,突出高等职业教育特点,本书还编写了一定数量的实践训练内容(简称实训)。

本书由王学力任主编,并编写第一、二章和第四章的第一、二、三节,刘峻编写第三章,阴家龙编写第四章的四、五、六、七、八、九、十节,吴新跃编写第五、六章,实训内容分别由相关章节的编者编写。全书由陶乃彬主审。

由于编者水平有限,经验不足,书中错误之处恳请广大读者批评指正。

编 者

2002年6月

内 容 提 要

本书以彩色电视接收机为主线,全面、系统地讲述了彩色电视机的原理、组成和检修技术。具体内容包括:视觉特性和三基色原理、电视传像原理、彩色电视传输原理、彩色电视接收原理(含公共通道、伴音和亮度通道、行场扫描电路、色度通道、显像管及附属电路、开关电源等)、电视接收机的检修技术、彩色电视接收机中的新技术等。

本教材具有理论深度适中、内容新颖、实用性强等特点。书中各章都编写了实践训练(简称“实训”)内容,以帮助读者结合理论知识,使用常用的检测仪器,学习电视机的检修技术和故障判断方法。各章附有习题和思考题。

本书可作为高职高专院校、成人教育和中等职业学校及各类培训班的教材使用。对无线电和电视机爱好者也有很好的参考价值。

目 录

第一章 视觉特性和三基色原理	1
第一节 光的特性.....	1
第二节 人眼的视觉惰性.....	3
第三节 三基色原理.....	5
第四节 彩色图像的分解与重现.....	7
本章小结.....	9
思考题与习题.....	9
第二章 电视传像基本原理	10
第一节 电视系统组成原理	10
第二节 电视扫描原理	14
第三节 电视同步原理	19
第四节 电视图像的基本参量	23
第五节 电视信号的发送	28
本章小结	34
思考题与习题	35
实训一 电视元器件的识别和检测	35
实训二 黑白电视机重要波形和电压测试	36
第三章 彩色电视传输原理	38
第一节 概述	38
第二节 NTSC 制	39
第三节 PAL 制	46
第四节 SECAM 制	52
本章小结	55
思考题与习题	55
实训三 彩色电视机整机介绍与测量	55
第四章 彩色电视接收原理	57
第一节 黑白电视机原理框图	57
第二节 彩色电视机原理框图	62
第三节 彩色电视机和黑白电视机的兼容性	67
第四节 公共通道	71
第五节 伴音与亮度通道	85
第六节 扫描电路	96
第七节 色度通道.....	108
第八节 显像管及附属电路.....	117
第九节 开关电源.....	123

第十节 整机故障分析·····	127
本章小结·····	133
思考题与习题·····	133
实训四 中放通道的检测·····	134
实训五 同步扫描电路的检测·····	134
实训六 静会聚及白平衡的调整·····	135
实训七 电源电路的检测·····	136
第五章 彩色电视机检修技术 ·····	138
第一节 电视机的检修规则·····	138
第二节 电视机的检修方法·····	141
第三节 电视机的检修实例分析·····	144
本章小结·····	149
思考题与习题·····	149
实训八 彩色电视机的整机调试·····	149
第六章 彩色电视接收机中的新技术 ·····	152
第一节 电视信号的数字化·····	152
第二节 电视机遥控系统·····	156
第三节 音质处理电路·····	161
第四节 画中画处理电路·····	165
第五节 倍频扫描电路·····	170
第六节 显示技术·····	174
第七节 I ² C 总线控制·····	179
本章小结·····	182
思考题与习题·····	183
参考文献 ·····	184

第一章 视觉特性和三基色原理



目的与要求 掌握光的特性和三基色原理是正确了解分析电视图像的基础，彩色电视机图像利用人的视觉惰性和红、绿、蓝三基色得到变化连续的彩色图像。

第一节 光的特性

一、光的特性

光是一种携带能量的物质，它和无线电波相似（具有波动性和微粒性），只是波长更短些，它们均属电磁波。电磁波的波谱范围很广，包括无线电波、红外波、可见光谱、紫外线、X射线、宇宙射线等等，如图 1-1 所示。其中人眼能看到的（即能引起人眼视觉的）那一部分光辐射波谱叫做可见光。广播电视只利用可见光谱，其波长范围为 380~780nm。

一定成分的复合光有一种确定的颜色与之对应，但是一种颜色的感觉并不只对应一种光谱组合，可由多种单色光或复合光组合引起。另外，由完全不同的光混合后，也能使人产生与某一波长对应的相同色感。例如，用波长为 540nm 的绿光与 700nm 的红光按一定的比例混合后同时作用于人眼，可以得到波长为 580nm 的黄色光感。此时人眼已分辨不清是单色黄光，还是由红、绿两色光混合的黄光了。

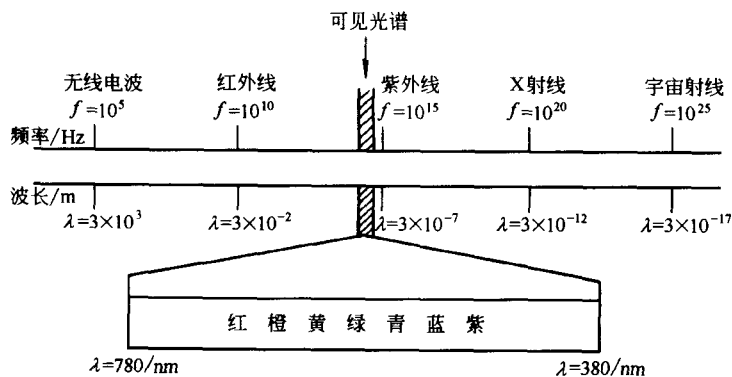


图 1-1 电磁辐射波谱图

二、光源

自然界的不同景物，在太阳光照射下，由于反射（或透射）了可见光谱中的某些成分而吸收其余部分，从而引起人眼相应的彩色感觉。一般来讲，某一景物的色彩，是该景物在特定光源照射下所反射（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，

当一块布受到阳光（白光）照射后，主要反射了蓝色光谱成分，吸收了白光中其余光谱成分，被反射的蓝光射入人眼并引起蓝色视觉效果，于是说是一块蓝色的布。可见，彩色感觉既决定于人眼对可见光谱中的不同成分有不同视觉效果的功能，又决定于光源所含的光谱成分以及景物反射（或透射）和吸收其中某些成分的特性。所以，同一物体在不同光源照射下呈现的彩色也有所不同。例如，在白炽灯光下看蓝色的布，其彩色就不如在自然光下那样鲜艳，这是由于白炽灯光中的蓝光成分较少的缘故。又如，在用绿色光源照明的暗室里观看蓝色的布，这时蓝布的颜色将呈现为黑颜色。总之，人眼的彩色感觉是主观（人眼的视觉功能）和客观（物体属性与照明条件的综合效果）相结合的系统中所发生的生理-物理过程，二者缺一不可。

一般来讲，色源有两种。一种是上述不发光的物体，在一定光谱分布（功率波谱）的光源照射下，因反射一定的光谱成分和吸收其余部分而呈现相应的彩色；另一种是本身发光的色源，根据它的辐射光谱分布，引起人眼的一定彩色感觉。彩色与照明光源的光谱分布有密切关系。

1. 色温

在近代照明技术中得知，统称为“白光”的光谱分布并不相同，从光谱能量偏重于波长较长的一端（红色区的“热白光”），一直到波长较短的“冷白光”，它们都会引起彩色视觉的差异。为了便于进行白光的比较和色度计算，经常采用色温这个概念。当一绝对黑体被加热时，将以电磁波的形式向外辐射能量，其辐射波仅由温度决定，如图 1-2 所示。由图可见，随着温度的增加，辐射能量也增大，同时，曲线最大值向短波方向移动。所以，当温度增高时，不仅亮度增大，其发光颜色也随之变化。为了区分各种不同光源的不同光谱分布与颜色，可以用绝对黑体的温度来表征。当绝对黑体在某一特定绝对温度下，其辐射的光谱色温的单位是 K（开尔文）。例如，一个钨丝灯泡的温度保持在 2800K 时所发出的白光，与温度保持为 2854K 的绝对黑体所辐射的白光功率波谱相一致，于是就称为该白光的色温为 2854K。如图 1-2 所示在不同温度下绝对黑体在可见光范围内的相对辐射功率波谱。

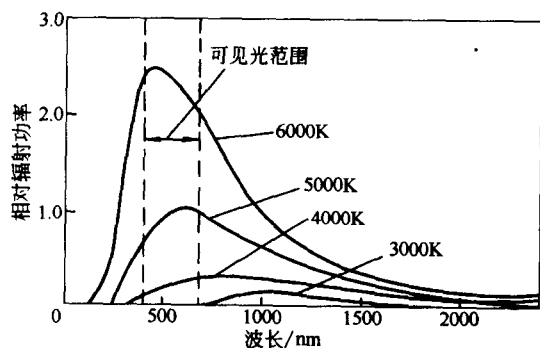


图 1-2 绝对黑体在不同温度时辐射功率波谱

2. 标准光源

太阳是地球上最大的自然光源，但太阳在地球表面的辐射光谱随季节、气候、时辰、海拔高度等不同而变化。所以，太阳光不便作标准光源。灯光是人造光源，它的光谱分布差别很大。因此，电视能否高度逼真地反映实物，与光源的选用有关。为了统一测量标准，国际上选用 A、B、C、D₆₅、E 五种标准白光作为标准光源。

(1) A 光源 相当于钨丝灯正午在 2800K 时发出的光，色温为 2854K。其波谱能量主要集中在红外线区域，所以钨丝灯光看起来不如太阳光白，而总是带些橙色红色。

(2) B 光源 接近于正午直射的阳光。当绝对黑体温度在 4800K 时发出的光与该光源发出的光最接近，所以说 B 光源的相关色温为 4800K。在实验室中，可以用特制的滤色镜由 A 光源获得 B 型光源。

(3) C 光源 相当于白天的自然光，其波谱能量在 400~500nm 处较大，可见 C 光源

(C 白) 含蓝色成分较多。它的相关色温为 6770K。也可用特制的滤色镜由 A 光源获得。

(4) D_{65} 光源 相关色温为 6500K, 相当于白天的平均光照。在 400nm 以下范围内, 它的波谱能量比 B 光源与 C 光源要大些, 所以更接近太阳光的波谱。用来作为照明光源时, 被照物体所呈现的颜色更接近于在日光照射下的真实颜色。所以, 1967 年国际照明委员会 (CIE) 建议采用 D_{65} 作为标准光源。它可以由彩色显像管所采用的三种荧光粉发出的光适当混配得到。

(5) E 光源 是在色度学中采用的一种假想的等能白光 (E 白), 就是当可见光谱范围内的所有波长的光都具有相等辐射功率时所形成的一种白光, 它与色温为 5500K 的白光相近。这种光源实际上并不存在, 但由于它的采用而大大简化了色度学中的计算。

在近代照明技术中还采用一种新式卤钨灯, 其色温为 3200K, 它具有寿命长、亮度高、体积小, 色温稳定等特点, 是彩色电视演播室中常用的光源。

近年来在电视屏幕上, 尤其是黑白显像管荧光粉所发出的白光, 色温有时高达 9300K, 甚至 11000K。在后种情况下, 已明显地给人以偏蓝色的感觉。对于彩色电视, 太高的色温将使重现彩色不够柔和。

三、光的度量单位

根据中国 1984 年颁布的《中华人民共和国法定计量单位》, 下面介绍几种与国际计量局最新规定统一的光度量单位。

1. 发光强度

发光强度的单位是坎 [德拉], 为国际单位制 (SI) 中的一个基本单位, 1979 年第十六届国际计量大会决定: 坎德拉是一光源在给定方向上的发光强度, 该光源发出频率为 540×10^{12} Hz 的单色辐射, 而且在此方向上的辐射强度为 $\frac{1}{683}$ W/sr (瓦特每球面度)。

当发光强度用符号 I_v 表示, 其单位坎德拉用 cd 表示。

2. 光通量

光通量是按人眼光感觉来度量的辐射功率, 用符号 Φ_v 表示。其单位名称为 lm (流明), 是具有专门名称的 SI 的一个导出单位, 且定义为: 流明等于发光强度为 1cd [坎德拉] 的点光源, 在 1sr (球面度) 立体角内辐射的功率。如用符号表示, 可写成 $1\text{lm} = 1\text{cd} \cdot \text{sr}$ 。

根据定义可知, 当 $\lambda = 555\text{nm}$ 的单色光辐射功率为 1W 时, 所产生的光通量为 683 lm。在其他波长时, 由于光谱光效率下降, 相同辐射功率所产生的光通量均随之下降。

3. [光] 亮度、[光] 照度单位

用以表示发光面明亮程度的光亮度的单位是 cd/m^2 (坎每平方米), 它是 SI 的一个导出单位。光照度的单位勒 [克斯] 也是具有专门名称的 SI 的一个导出单位, 符号为 lx。其定义为: 勒 [克斯] 等于 1lm 的光通量均匀分布于 1m^2 面积上的光照度, 即 $1\text{lx} = 1\text{lm}/\text{m}^2$ 。

第二节 人眼的视觉惰性

电视图像质量的好坏, 需多种仪器进行测量、比较和鉴定, 但最终还是供人观看, 由人眼来评价。因此, 电视系统应精确地遵循人眼的视觉特性, 所以, 分析人眼的视觉特性很有

必要。

一、视觉灵敏度

从物理学中知道,可见光就是一种电磁波辐射,它同其他形式的电磁辐射是一样的,因为人眼对各种波长光的敏感程度有差异,所以只能使用统计灵敏度。所谓统计灵敏度是从调查许多人的视觉,而得出的平均灵敏度,当然被调查的人中,不包括有严重视觉缺陷的人。

经测试,在辐射能量相同而波长不同的光作用下,人眼的响应曲线如图1-3所示。它是以波长为横坐标,把555nm处的亮度定为100%的相对亮度(相对视敏度)而测得的,通常把这条曲线称为相对视敏度曲线。实际上,该曲线可在产生相同亮度感觉的前提下,测出所需各波长的辐射功率 $P(\lambda)$ (其倒数即为视敏度 $K(\lambda) = 1/P(\lambda)$)来绘出。由于波长为555nm的光有最大视敏度 $K(555)$,取其相对值,就可求得相对视敏函数。由图1-3可见:

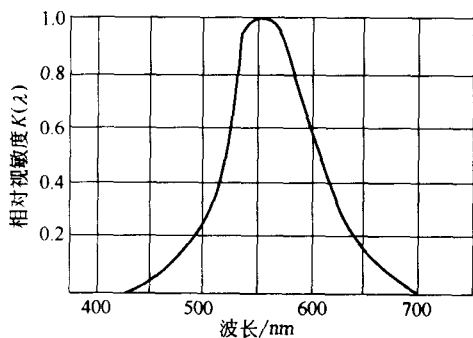


图 1-3 相对视敏度曲线

① 在辐射能量相同,波长不同的可见光谱范围内,人眼对不同波长的光所得到亮度感觉是不同的;

② 人眼对波长为555nm的绿光感觉到的亮度最大,即黄绿光最亮,红光最暗,蓝紫次之;

③ 在可见光谱范围之外,人眼的响应为零,即使辐射能量再大的光,人眼也是看不见的。

二、视觉惰性

人眼有视觉惰性(暂留性)也是众所周知的,生活中也常遇到,如黑暗中用点燃的一支香,在空中快速划圈,所看到的不是一个移动的光点,而是一个光圈;夜晚晴空星罗棋布时,突然一颗流星飞落,只看到一线白光,而不是一个点光源的移动。这些现象说明人眼对亮度感觉是存在惰性(视觉暂留)的。也就是说,作用到人眼的光消失以后,人眼的亮度感觉(视觉印象)还要残留约0.1s,所以虽然点光源已经移走了,而人眼还觉得它存在,由于点光源移动极快,因此看上去就是一道亮光了。

人眼的视觉惰性还可图1-4来分析。它表示光脉冲与暂留时间的关系。当图1-4(a)所示的光脉冲作用于人眼时,眼睛所感觉到的主观亮度如图1-4(b)所示。可见,人眼的亮度感觉滞后于实际光信号,当光脉冲消失之后,亮度感觉还需要一段时间才能完全消失。这就是人眼的视觉惰性,通常把 $t_2 \sim t_3$ 时间间隔称为视觉暂留时间,正常人眼的暂留时间约为0.1s(中等亮度时,视觉暂留时间为0.05~0.2s)。

眼睛的视觉惰性表示人眼的时间分辨能力,这个特点,在电视、电影等技术中都得到应用。例如,电影片是由一幅一幅不动的画面组合的,每幅画面上图像内容都有一定的差别,

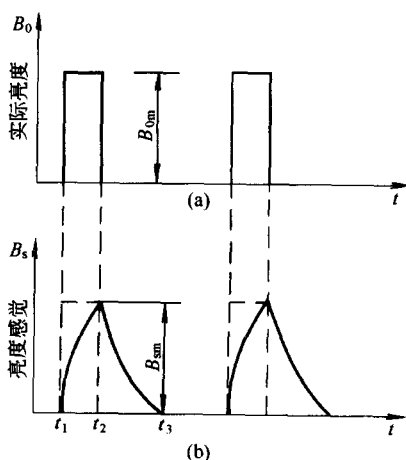


图 1-4 人眼的视觉惰性

但是当电影机以每秒钟换幅 24 次时，人们就感到图像是连续的，这种现象正是由于眼睛存在惰性的结果。在电视技术中，视觉惰性是图像采用顺序制传送的基础。

利用传送像素来传送图像时，可不必同时将所有帧得像素一起传送，而只要很快地逐个传送就行了（即对图像进行时间分割）。若每秒钟能传送连续的 25 个画面，则每幅画面所引起的主观感觉叠加，每幅画面少量变化便综合成活动的感觉，就可实现活动图像的传送了。

第三节 三基色原理

一、彩色三要素

任何一束彩色光，对人眼引起的视觉作用都可以用亮度、色调及色饱和度三个物理量描述，称为彩色三要素，其定义如下。

(1) 彩色物体的亮度 指人眼感觉到彩色物体的明亮程度。显然亮度与光照的强弱和物体的反光率有关。光照越强或反射率越高，则物体看起来就越亮。

(2) 彩色物体的色调 指彩色物体的颜色种类。各种波长的可见光在视觉上引起红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等各种色调的感觉。所以发光物体的色调决定于它的辐射光谱的组成。非发光物体的色调决定于照明光源的光谱组成，如果改变色光的光谱成分，就会引起色调的变化。

(3) 彩色物体的色饱和度 指颜色的浓淡程度。例如深红、红色、淡红色的区别就在于它们色饱和度不等。可见光中各种单色光都是饱和的彩色。

上述三个物理量在彩色电视中经常用到，色调与色饱和度常常又称为色度。所以彩色电视系统中除要传输景物的亮度以外，还必须传送景物的色度。

根据人眼彩色视觉的特性，在彩色复现过程中，并不要求恢复原景物辐射（反射或透射）光的光谱成分，而重要的是应获得与原景物相同的彩色感觉。

二、三基色原理

如前所述，与某一单色相同的彩色感觉，可由具有不同光谱分布的色光的组合所引起。如果适当选择三种基色，将它们按不同比例进行合成，就可以引起各种不同的彩色感觉，合成彩色的亮度由三个基色的亮度之和决定，而色度（即色调与饱和度）则由三个基色分量的比例决定。三个基色必须是互相独立的，也就是说，其中任一基色都不能由其他两个基色混合产生，这样就能配出较多的色彩。这就是三基色原理的主要内容。

根据三基色原理，可以采用不同的三色组。但是在彩色电视中，比较适当的还是在红色、绿色和蓝色的光谱色区域内选择三个基色，这样自然界中所能观察到的各种彩色几乎都能由它们相混配出。三基色原理对彩色电视机极为重要，它把传送具有成千上万、瞬息万变彩色的这一任务，简化为传送三个信号。

彩色电视机所采用的是将三种基色按不同比例相加而获得不同彩色光的方法，称为相加混色法。红色光与绿色光相加作用于人眼所引起的彩色感觉与黄光作用于人眼所引起的彩色感觉相同，所以通常说红色光、绿色光相加得黄色光。同理，绿色光、蓝色光相加得青色光；蓝色光、红色光相加得品红色光（即紫红色。品红简称品，也有人称之为紫，但实际上与谱色紫不一样）；红、绿、蓝三色光按一定全反射在表面上从而合成不同色彩光以外，还

可以利用人眼的视觉特性用下列方法进行相加。

① 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，由于视觉惰性，人眼产生的彩色感觉就与三种基色光直接混合时相同，这种方法称为时间混色法，它是顺序制彩色电视机的基础。

② 将三种基色光分别投射到同一表面邻近的三个点上，只要这些点相距足够近，由于人眼的分辨力有一定限度，就能产生三种基色光相混合的彩色感觉，这种方法称为空间混色法，是同时制彩色电视的基础。

③ 利用两只眼睛同时分别观看两种不同的同一幅图像，也可以获得混色效果，这是生理混色法。

与电视中采用的相加混色法不同，在彩色印刷、彩色胶片中采用的是相减混色法。相减混色是利用颜料、染料的吸色性质来实现的。例如黄色颜料能吸收蓝色（黄色的补色光），于是在白光照射下，反射光因缺少蓝光成分而呈现黄光。青色染料因吸收红光成分，被白光照射时呈现青色。若将黄、青两色颜料相混，则在白光照射下，因蓝、红光均被吸收而呈现绿色光。在减色法中通常选用黄、品、青为三基色，它们能分别吸收各自的补色光，即蓝、绿、红光。因此，在减色法制式中当将三基色按不同比例相混时，在白光照射下，蓝、绿、红光也将按相应的比例吸收，从而呈现出各种不同的彩色。同样，相减混色时，黄、品、青三基色按一定比例相混，将呈现黑色。

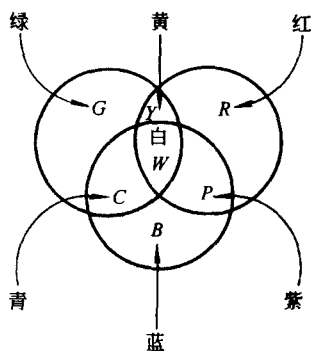


图 1-5 三色光投射实验

根据人眼的辨色特性，既然圆锥细胞分别对红、绿、蓝三种色光感光，那么用红、绿、蓝三种色光来等效某一种色光对圆锥细胞的刺激作用，不就可以获得相同的色感了吗？为此，做以下实验。

如图 1-5 所示，把一束红光（R）、一束绿光（G）和一束蓝光（B），同时投射到一块白幕（全反射面）上，并使三束光部分重叠，这时在白幕上看到的颜色除了红光（R）、绿光（G）、蓝光（B）外，还看到按其规律相加的各色光。

$$R + G = Y$$

即黄色光

$$R + B = P$$

即紫色光或称品红（紫红）色光（与谱色紫略有不同）

$$G + B = C$$

即青色光

$$R + G + B = W$$

即白光

如图 1-5 所示。

实验还证明：如果改变三种色光 R、G、B 的比例，可以得到另外许许多多不同颜色的光，通过上述实验可以得到以下结论。

① 用红（R）、绿（G）、蓝（B）这三个独立的基本颜色，可以配制出自然界绝大多数的颜色，所以通常把 R、G、B 称三基色。反之，绝大多数的色光也能分解成红、绿、蓝三种单色光。若选用其他的三种基色也可得出相似的结果。但在彩色电视中，以选 R、G、B 三个单色光为基色最佳，这样可以配制出与自然界色彩相符的绝大多数颜色。

② 用三种单色光（例如 R、G、B）按不同比例相加混色，而得到几乎所有彩色光，其合成彩色光的亮度取决于三基色的亮度和，色度则取决于三基色的比例。

③ 按适当比例相混合后，能产生白色或灰色的两种颜色就是互补色。例如，红与青、

绿与紫、蓝与黄都是互补色。

可见，三基色原理为彩色电视奠定了基础，极大地简化了用电信号来传送彩色的技术问题。只要传送三色信号，就能实现传送千万种彩色的目的，在屏幕上获得与原景物相同的彩色感觉。

三、计色三角形

为了直观地认识三基色原理和掌握各种颜色之间的关系，常用计色三角形表示，三基色之间的关系，如图 1-6 所示，它是一个等边三角形，三个顶点代表红、绿、蓝三个单位基色，各边线上每点代表该边两端基色按一定比例的混合色，因此三个边的中点分别为青、紫、黄三色，它们都是饱和色（即纯色）。三角形的重心代表白色，它可由等量的红、绿、蓝三色混合而成，也可由红与青、绿与紫、蓝与黄混合而成。计色三角形内任何一点所代表的颜色是由 R、G、B 三种基色按不同的比例混合而成的

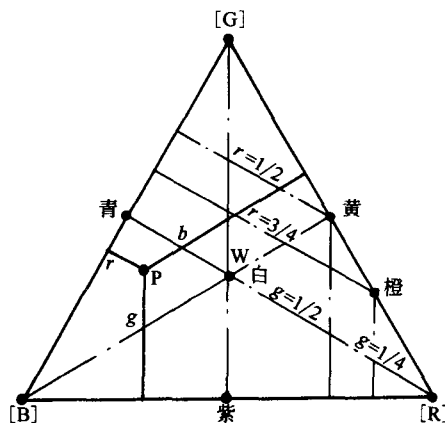


图 1-6 计色三角形

非饱和色（即掺白光的非纯色）。例如：三角形内任一点 P，它到红、绿、蓝三顶点对应边的距离分别为 r 、 g 、 b 。若规定顶点至对应边的距离为 1，则可证明 $r + g + b = 1$ 。因此， r 、 g 、 b 就是色三角形的色度坐标，也就是说，一定的 r 、 g 、 b 就代表一定的颜色，所以利用计色三角形可以直观地表示彩色合成时的色度关系。例如：色坐标 $r = \frac{1}{2}$ ， $g = \frac{1}{2}$ ， $b = 0$ 的点呈黄色， $r = \frac{3}{4}$ ， $g = \frac{1}{4}$ ， $b = 0$ 的点呈橙色，由图可见，穿过 W 点的任何一条直线联结三角形上的两点所代表的颜色相加均得白色，通常把相加后形成白色的两种颜色称为互补色，因此，红与青、绿与紫、蓝与黄均为互补色。

总之，使用彩色三角形既便于了解混色情况，又有利于彩色的调试与维修。

第四节 彩色图像的分解与重现

一、彩色图像的分解

电视图像是通过把图像的光信号变成电信号的。但由于一幅图像细节变化很多，因此不能将整幅图画直接变成电信号，而是将一幅彩色的平面图像看成有许多彩色像素构成，每一像素可用亮度、色调和饱和度来表征，再将其变成电信号。对于活动图像而言，任一像素的三要素都是时间的函数。根据三基色的原理，首先，用分色系统把彩色图像分解成红、绿、蓝三幅基色光，分别同时送到相应的红、绿、蓝摄像管的光靶上，三基色摄像管在扫描电路的作用下进行光电转换，然后进行预失真 γ 校正，以补偿显像管特性的非线性。经过光电转换，三基色光就变成三个电信号 E_R 、 E_G 、 E_B 。这样就完成了图像的分解，如图 1-7 所示。

近年来又出现了单管式彩色摄像机，由于使用了激光调制器，所以可以用一只摄像管摄

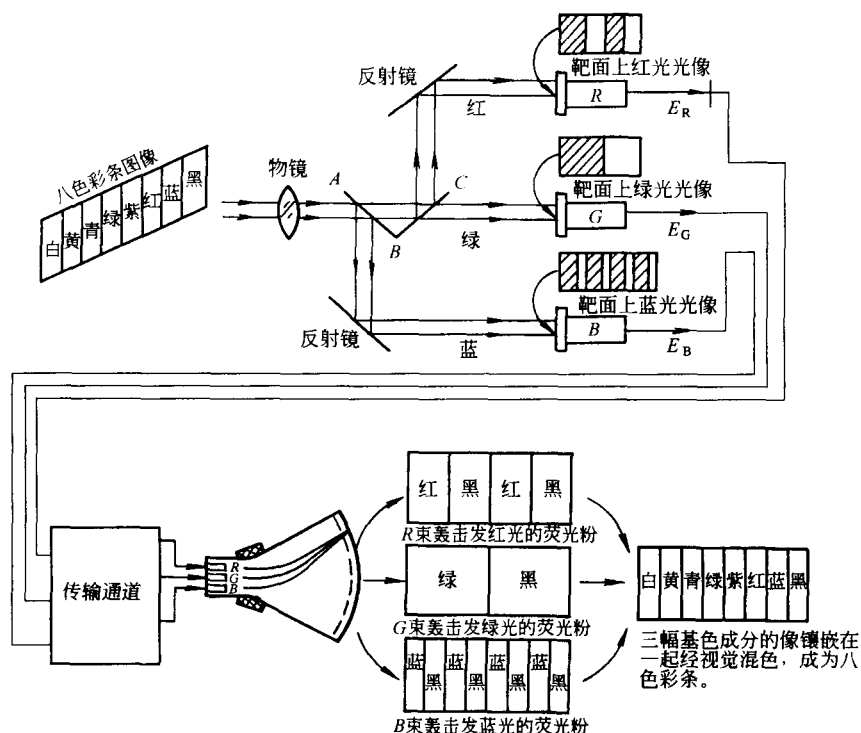


图 1-7 彩色电视传送的基本过程

取三基色图像，若把摄取的信号再经过光解调器，便可获得三基色信号。单管式彩色摄像机有频率分离式、相位分离式和三电极式等多种。

二、彩色图像的重现

在接收端，见图 1-7，经过传输通道，图像信号又被解码器分解为三个基色信号去控制彩色显像管的三个电子束。在彩色显像管荧光屏上涂敷着按一定规律紧密排列的红、绿、蓝三色荧光粉，显像管的三条电子束在扫描过程中各自轰击相应的荧光粉。加到显像管三个阴极上的三基色信号 E_R 、 E_B 、 E_G 分别控制 R、G、B 三条电子束的强弱，彩色显像管屏幕上就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，人眼所感觉到的是它们混合构成的图像，所以，彩色显像管是利用空间混合法重现彩色图像的，这就完成了彩色图像的重现。

要想设计一个彩色系统，使重现图像的彩色光的光谱成分与原景物的光谱成分完全相同，从而达到彩色景物的理想重现，这在技术上是不能实现的。但根据三基色原理，自然界中绝大多数的彩色部分都可通过混合调配的方法仿制出来，混配出的彩色与原彩色对人眼将引起相同的彩色视觉。因此，在摄取景物时，若用三个具有适当光谱响应曲线的摄像管分别取得代表三个彩色光分量的信号，经过适当处理与传送，再通过重现设备转换成按原比例混合的彩色光，那么就可以实现彩色景物的正确重现（常称色还原）。

正确重现彩色是对彩色电视最基本的要求。目前，电视采用的是扫描显像方式，而大多数显像过程都由显像管来完成。当传送一幅彩色图像时，需经过分色系统、摄像器件的光-电转换、电信号处理和传输，显像器件的光谱响应曲线与彩色显像管混色曲线正好匹配，那

么就可以实现彩色图像的正确重现。

本章小节

一、自然界中可见光谱属电磁波谱的很小一部分，自然光源是受气候、地理条件等影响。

二、人的眼睛具有视觉惰性，电视机图像正是利用了人眼视觉惰性特点，得到变化连续的画面。

三、自然界的任何一种颜色都可以利用红、绿、蓝三种按不同比例配色而成，彩色电视机也是选用三基色混色而成。其亮度等于各基色亮度之和。

四、电视图像信号通过光电转换利用摄像机变成电信号，其重现就是又被解码器分解为三个基色信号控制显像管的电子束在屏幕上的合成。



思考题与习题

1-1 光通量相同的光源，其辐射功率波谱是否相同？在同一照明环境中亮度感觉与色度感觉是否相同？在不同照明环境中又如何？为什么？

1-2 若水平方向上可分辨出 100 根红绿竖线，试问对于黑白、黑红、绿蓝各组竖线的分辨数是多少？

1-3 彩色显像管荧光屏为 20 英寸 (50.8cm)，幅型比为 4/3。荧光点呈三角排列，荧光点直径 d_0 为 0.4mm。若把两个荧光点外圆之间的距离 d 作为最小分辨距离，并在距离荧光屏 2m 的地方看电视。试计算在荧光屏上最小要有多少个荧光点才能实现空间混色（取 $\theta=1$ ）。

1-4 描述彩色光的三个基本参量是什么？各是什么含义？

1-5 如果有黄、品、青三组滤色片和三台白光源投影仪，画出简单示意图，说明如何用它们完成相减混色和相加混色实验？相减混色与相加混色的区别是什么？