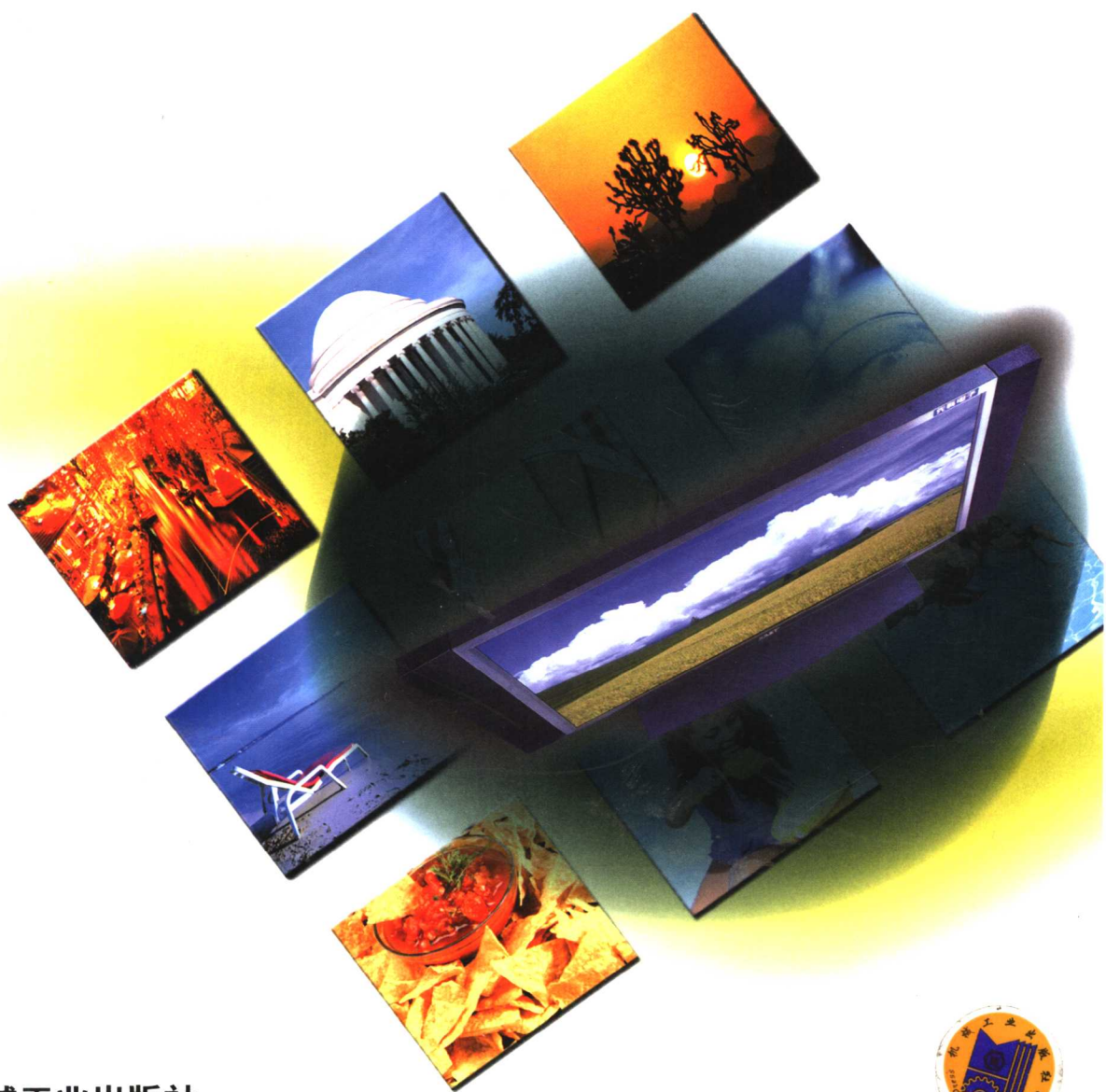


彩色电视机新技术培训教材

彩电新技术

原理及应用

高玉祥 编著



.12



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



彩色电视机新技术培训教材

彩电新技术原理及应用

高玉祥 编著



机械工业出版社

本书以常见的生活现象为例,用通俗的语言论述了电视信号的形成和传输原理;以电视接收机的基本原理为主线,重点对各部分电路的创新思路,新技术原理,各类典型电路作了详细的分析介绍。特别是近年来广泛应用于电视接收机里的各类集成电路内部工作原理作了详细的分析;介绍数字电视和高清晰度电视,详细的阐述了信源和信道的数字编码、译码、纠错、调制、解调等新技术原理。该书理论联系实际,融知识性和资料性于一体,适合家电维修人员、工程技术人员、大专院校师生和无线电爱好者结合实际工作,补充理论知识的有用读本。

图书在版编目(CIP)数据

彩电新技术原理及应用/高玉祥编著. —北京:机械工业出版社, 2003. 3
ISBN 7-111-11792-1

I. 彩… II. 高… III. 彩色电视-电视接收机-新技术 IV. TN949.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 018265 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:牛新国

责任编辑:牛新国 版式设计:张世琴 责任校对:程俊巧

封面设计:陈 沛 责任印制:闫 焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·17.75 印张·438 千字

0 001—4 000 册

定价:28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是作者多年从事电视接收机电路设计、生产工艺、售后维修和技术培训的总结。从多年技术培训工作中体会到,初学者对电视技术的基本原理难于理解,不易掌握;有基础知识者对新技术原理亦不能透彻理解和正确分析,特别是只对电视接收机有所了解,而对系统缺乏整体概念;一些维修人员只能分析常规故障,对疑难故障现象却无从下手;即使解决了一些奇特故障,却不能从理论上分析其产生机理;部分工程技术人员对新技术原理及发展脉络也不能理解和把握。根据上述现状,作者依据人的视觉特性,用通俗的语言对电视信号的形成和传输作了形象化介绍,以较少的篇幅让读者对电视系统建立较完整的概念。

电视接收机在消费类电子产品中占有主导地位,社会拥有数以亿计,品牌型号纷繁,技术特点各有千秋。本书以接收机的基本原理为主线,把电子束平行和垂直的两个运动方向作为切入点,展开对具体电路的分析,阐明各种改进电路的原理和特点。深入浅出地叙述了信号解调、图像质量改善、几何形状校正与变换、显示面尺寸及幅型比变换、提高功率电路效率等各部分电路的改进重点,各类新技术应用范例。培养读者面对各种各样的接收机电路变化,按基本原理这条主线去分析,达到事半功倍的效果。

随着信息技术的发展,信息传播的多元化,用户对电视接收机功能要求也多样化,使用日趋个性化。接收机已不单纯地用于接收广播节目,将要成为家用信息显示终端。用类比的方式,对电视机的附加功能和系统控制等新技术作了详细介绍。数字电视和高清晰度电视是业界研究的焦点,为使读者能紧跟电视技术发展的步伐,建立基础概念,重点选编了信源编码、信道编码、码率压缩、译码纠错、数字调制和运动检测等实用内容。不仅是电视行业的理论基础,也是信息处理领域的重点技术。不论是今天的CRT电视机,还是将来数字电视机,都是遵循这些基础理论发展。

用全新的视角介绍业界的热点内容,能够成书奉献给读者,除作者个人努力外,还有许多人直接或间接为此付出了辛勤劳动。首先要感谢TCL多媒体公司和研发中心的领导,为作者提供良好的工作和生活环境,使我能利用业余时间梳理结构和文字整理。没有技术支持部经理王永坤先生在工作上给予多方面支持,本书很难完成。作者不能忘记,在长虹和TCL工作期间,曾受惠于许多专家的教诲。长虹公司的周财谱、俞微微、涂俊卿、曾文、黄胜忠、童克华、林祥复、杨清辉、朱启秀等高级工程师,TCL研发中心的黄凯华总工程师、李培仁教授等都给作者予理论指导。许多共同工作的工程技术同仁也都曾给作者予理论指导。还要感谢电子工业出版社的陈碧凤编辑和长虹的邓富中高级工程师,是他们提出本书的选题思路。读者看书通常只注意内容和作者,很少知道出版社编辑们的辛勤劳动。这本书能够出版,全赖于机械工业出版社策划编辑的精心组织和特邀编辑的认真勘校,作者在此向他们表示衷心感谢。本书参阅了许多专业文献,大部分列于书后。对列出(或没列出)文献的作者也表示感谢,是他们给作者予有益的启示。

尽管作者和编辑为完成本书做了不懈的努力,仍然难免错漏之处,期盼读者不吝赐教。

目 录

前言

第一章 电子传递视觉信息的基本

要素 1

第一节 光和色的特性 1

第二节 配色 3

第二章 人眼与视觉特性 8

第一节 人眼的视觉范围 8

第二节 人眼分辨力 9

第三章 光电转换与图像的分解

——扫描 11

第一节 光电转换与图像的 分解 11

第二节 电视信号的产生和 成像 17

第三节 扫描制式的选择 19

第四章 电视图像的传输与接收 22

第一节 清晰度及图像信号的 分解力 22

第二节 传递电视信号的时空 限制 24

第三节 电视信号传输制式和 接收要素 25

第五章 高频调谐器 27

第一节 高频调谐器的基本 组成 27

第二节 调谐方式 31

第六章 图像中频电路 35

第一节 图像中频的频率特性 35

第二节 中频放大和 AGC 电路 39

第三节 同步检波 43

第四节 AFC 鉴相环路 49

第七章 伴音中频电路 51

第一节 频率特性 51

第二节 伴音中频处理 52

第八章 亮、色分离电路 58

第一节 梳状滤波电路 58

第二节 梳状滤波的时钟电路 64

第九章 亮度信号处理 66

第一节 亮度信号的频谱处理 66

第二节 亮度信号矢量（幅度）处理 电路 80

第十章 色度信号处理 90

第一节 色度信号识别 90

第二节 副载波恢复 94

第三节 色度信号频谱和矢量 处理 102

第十一章 基色矩阵与调整 109

第一节 基色矩阵电路 109

第二节 白平衡调整 110

第十二章 显像管附属电路 118

第一节 概述 118

第二节 末级视放电路 119

第十三章 声音信号处理电路 124

第一节 声音信号的选择和 控制 124

第二节 伴音信号数字化处 理电路 127

第三节 功率放大 143

第四节 丽音 146

第十四章 扫描同步电路 156

第一节	同步	156	第十九章	系统控制	223
第二节	扫描定时	167	第一节	系统控制分类	223
第十五章	提高扫描速度	175	第二节	系统控制框图及外部硬件 电路简介	224
第一节	两种扫描方式比较	175	第三节	系统控制程序	227
第二节	运动检测的工作 原理	179	第二十章	数字电视和高清晰度 电视	231
第十六章	调整显示面的几何 形状	185	第一节	概述	231
第一节	缩放显示面	185	第二节	数字电视图像信号的 处理	232
第二节	不同幅型比显示面的 变换	190	第三节	运动检测及变换 编码	240
第三节	显示画面的几何失真和非线 性失真的校正	191	第四节	数字视频编解码器	250
第十七章	提高输出级的效率	200	第二十一章	信道编码	253
第一节	放大式行、场输出级的 效率	200	第一节	概述	253
第二节	开关式场输出级 电路	201	第二节	RS 编码及纠错译码	254
第十八章	电源电路	207	第三节	卷积编码和维特比 译码	257
第一节	概述	207	第二十二章	数字电视信号调制与 接收	264
第二节	TDA4605 电源控制电路 及工作原理	208	第一节	调制分类	264
第三节	STR—F6656 电源控制电路 及工作原理	214	第二节	数字电视信号的 接收	271
第四节	超低功耗待机控制电路 及工作原理	219	附录	英文词语释义	274
			参考文献		278

第一章 电子传递视觉信息的基本要素

第一节 光和色的特性

一、光的特性和度量

(一) 光的频率和波长

视觉是人们日常获取信息的主要渠道。眼睛看到的景物是光波照在景物上，折射或反射到人眼产生的视觉效果。

自然界可见光的波长范围是 $380 \sim 780\text{nm}$ 电磁波频率约为 $789 \sim 385\text{THz}$ ($1\text{THz} = 10^9\text{Hz}$)。

(二) 光的度量

在光学上，最初用光瓦（类似于电功率用瓦）来度量光的强度，虽然从物理概念上易于理解，但实际应用不方便。因为光是由人眼来感觉，同样强度、不同波长的光作用于人眼时，感觉的亮暗程度不一样。如图 1-1 所示，同是一光瓦光的辐射量，人们对一光瓦绿色光的感光亮度比一光瓦蓝色光要亮得多。为了把人眼的感光灵敏度也考虑进去，人们后来又以流明 (lm) 为单位度量光（光通量或光子流量）。

发光物体产生的光子流量，如何与人眼的感光灵敏度结合呢？经过多年研究，人们把对光子流量反射最少的物体定义为绝对黑体（实际上，这种绝对黑体虽对大部分波长的可见光吸收量最大，但每个波长的光仍有少量反射。因为自然界中还找不出一个光子都不反射的物体，所以只好使用最少这个相对定义），把面积为 $5.305 \times 10^{-3}\text{cm}^2$ 的绝对黑体上所反射的光子流量定义为 1lm。人眼灵敏度最高的光，其波长为 555nm 。1 光瓦 555nm 波长的光，在该黑体面积上反射的光通量恰好是 680lm 。

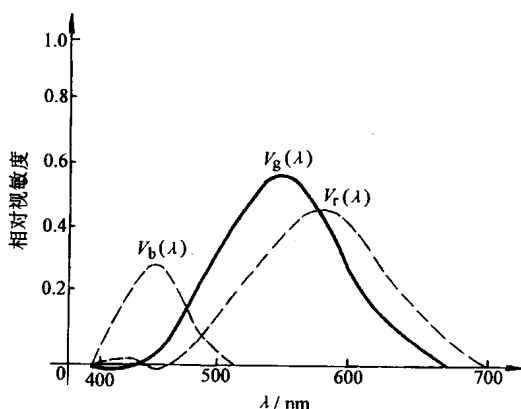


图 1-1 三种感光细胞的光敏曲线

除了光通量，度量光的物理量还有亮度、照度、发光强度、对比度、反射率和透射率等。这些物理量的含义是：

亮度：某一物体所发光的亮度。

发光强度：某一物体发射到单位空间内的光亮度。

照度：光照在某一物体上的亮度。

对比度：两个不同亮点的亮度差。

反射率：物体的发射光与入射光之比。

透射率：物体的透射光与入射光之比。

二、色的特性和范围

（一）色的特性

如果把白光照射在棱镜上，通过棱镜的折射和透射，不同波长的光，被折射的角度不同，就会分解出不同的颜色，如图 1-2 所示。

按可见光的波长和被折射的角度排序：紫光波长最短，折射角最大，红光波长最长，折射角最小。可见光的波长范围是在 380~780nm 之间，有 400nm 之差，即使 1nm 的波长对应一种颜色，也有 400 种颜色，实际自然界的颜色远不止 400 种。

物体呈现的颜色，是因不同波长的光照在上面反射的结果。色彩缤纷的自然界，是因不同的物体，吸收和反射日光的波长不一样造成的，例如，红布是在日光下只反射红光，其它颜色的光被吸收才呈红色。

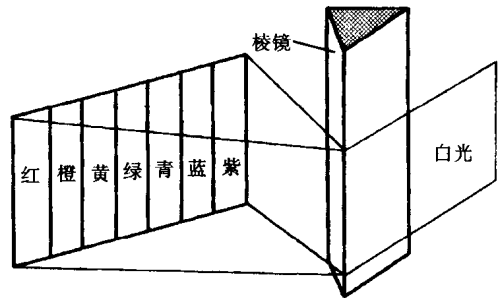


图 1-2 利用棱镜分解白光

物体呈现的色彩，除了它本身的特性外，与照在它表面的光源也有关，例如，同样是红布，在无光处用绿色光源照在它的表面，它就不会反射红光，而几乎成了黑色。

综上所述，色的特性有以下几点：

- 1) 人们看到的各种颜色，是不同波长的光刺激人眼感光细胞的结果。
- 2) 不同波长的光，按不同比例混合，既可得到不同颜色的光，又可得到同样颜色的光。
- 3) 同一物体受不同的光源照射，其对不同波长的光折射和透射角度不一样，会呈现不同的颜色。

（二）颜色的种类和人的辨色能力

因色具有上述特性，400nm 波长段的可见光，能合成的颜色的种类是非常多的，如果用数字表示自然界颜色种类，将是天文数字。虽然自然界颜色种类很多，但是，人眼对不同波长光的敏感程度不一样，实际能辨别的颜色种类仅是其中的少部分。另外，颜色信息的传递和交流，还要借助语言文字，而人们用语言文字能界定出颜色的能力，又远小于人眼的辨色能力。例如，现实生活中，语言只能界定出几种基色名，即红、橙、黄、绿、青、蓝、紫、灰、白。如果再区别，就只能在基色名前面加定语了，如深红、浅红、墨绿、淡绿、鹅黄、天蓝等等，不能再给出单字基色名。对自然界呈现在我们眼前的那些不能冠名的颜色，我们只能用色彩纷呈、万紫千红、光怪陆离等一些词语概括。

人眼的辨色能力与语言文字界定颜色能力的差别，对视觉的影响可用一个例子证明：人们在织一件毛衣时，如果原来买的是红色线，织到最后还缺几两，不得不再去买。如果间隔时间较长，同一批次的红线已卖完，买回另外批次的红线。在没有对比的条件下，视觉感受是同一红色，但是，和原来的线放在一起比较，就感到有差别。这种差别有的是表现在深浅上，有的表现在色别上，专业上称为色饱和度和色调的差别。

综上所述，人的辨色能力遵循如下关系：

语言界定的色范围 $\ll$ 人眼的辨色范围 $\ll$ 自然界颜色范围。

第二节 配 色

一、配色的生理基础

不同波长的光波照射到同一物体上,由于吸收量不等,反射量和反射角度也不同,人眼感光细胞受这些数量不等和来自不同角度的光波刺激,就产生不同的色感。

人眼对颜色的感觉,是光波数量和反射角度综合作用的结果。已知,不同波长的光按不同比例混合,既可得到不同颜色的光,又可得到同样颜色的光。光子数量随波长不同,既能使人眼有不同的色度感,也可控制不同波长的光波数量,使人眼产生同样色感。

根据这一生理现象,在交流信息时,用少量颜色模拟各种各样的颜色,模拟的颜色范围只要满足人眼辨色种类就可以。所以,绘画所用颜料、电影胶片的感光材料、显像管的荧光粉等,都只用较少的颜色种类,模拟各种各样的颜色。虽然,人工不可能模拟出自然界所有颜色种类,但是由于人眼的辨色范围 $\ll$ 自然界颜色范围这一生理现象,模拟颜色的种类没必要超出人眼的辨色范围。因此,我们可以用三种基色去模拟其他的颜色,对人们不能分辨的颜色可不必刻意追求。

二、选定基色的原则

传递彩色图像信息有两种方式。一种是同时传递:把摄像端的亮度和色度信息都按图像的本来内容,像照片和电影那样一次性全部传递,要传多少种信息就占用多少通道。这样做,所需通道将非常多,实现起来太麻烦,现阶段还不能用这种方式实现即时传递。

另一种是顺序传递:在电视里为了实现即时传递图像信息,把图像内容分解成像素按顺序一个个传递。传递彩色图像,除了传递亮度信息外,还要传递几种色度信息。因此,要选出几种基色,选色原则如下:

1. 用最少的颜色模拟出最多的自然色彩 只要少传递一种颜色,从摄像端到显示端的整个过程都可相应地减少造价。
2. 选定的颜色在可见光范围内互相独立 被选定颜色中的任何一种颜色,都不能用另外被选定的颜色合成,只有这样才能用选定色模拟出较宽的色彩范围。
3. 选择刺激人眼感光细胞最敏感的颜色 用人眼感光细胞最敏感的颜色去模拟其他色彩,可适当减少材料,并兼顾色感和亮感。

按上述选色原则,通过大量实践,人们总结出,只要三种颜色,就可以模拟出人眼分辨的大多数彩色,而在几组被选定色中,人们又选定红、绿、蓝这一组色。因为,红、绿、蓝三种颜色具备互相独立,它们中的任何一种颜色都不能用其他两种色合成的特点。

700nm (红色)、546.1nm (绿色)、453.8nm (蓝色)三个波长的光,在各自的波长分布区域内,分布色系数最大,人眼感光细胞对其总刺激效果最敏感,如图 1-3 所示。

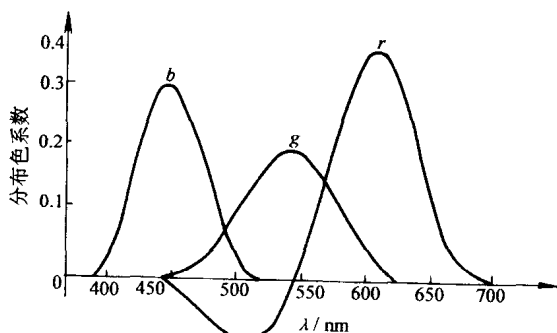


图 1-3 RGB 制混色曲线

应该说明的是，正是由于人眼对不同光的敏感程度不一样的生理特征，才能使我们仅用几种基色去合成万紫千红的颜色。如果人眼对任何一种光都有同样高的辨色能力，就会对各种细微的颜色差异都能准确分辨，就很难用几种基色合成这样极宽的色度频谱。

三、配色方法

(一) 加色法

把红、绿、蓝三束光按一定的比例投射到一个显示屏上，就呈现一个品字形彩图，如图 1-4 所示。

图 1-4 所示的混色效果是红+绿+蓝=白，红+绿=黄，红+蓝=品，蓝+绿=青。这种把三色光同时投射到一个显示屏上混色称同时混色法。此外，还有一些别的混色法。

轮换混色法：使各种颜色光按顺序轮换刺激人眼。当轮换速度非常快时，也会得到与同时混色法相同的效果。例如，在玩具陀螺的圆盘上画出红、绿、蓝的扇形区，当它迅速旋转时，圆盘上即可显示出均匀的混色。若适当调整红、绿、蓝三个扇区的角度比例，就可能得出所需要的颜色。

镶嵌混色法：把几种颜色分成很多小面积单元，各小面积单元相互交错，按规律镶嵌摆放成一个混色面，在离开该混色面一定距离观看时，分辨不出各个颜色单元，只看到一个均匀的混色面。例如，某些纺织物和彩色显像管的荧光粉涂敷就是利用这种混色法。

双眼混色法：把一种光作用于左眼，另一种光作用于右眼，在人脑中合成一个均匀色感，这种色感与这两种光直接相加混合而得到的色感相同。立体电影和立体彩色电视机就是利用这种双眼混色法。

(二) 减色法

减色法是利用某一种光（例如白光）经材料表面反射或透射，吸收一些波长的光，只反射或透射其余波长的光的方法。如果用薄的圆形有色玻璃膜片，一片透过黄光，一片透过青光，一片透过品色光，把这三片交错重叠，如图 1-4 那样，正好和加色法时三束光投射到显示屏后合成的效果相反。因此，把这类方法称为减色法混色。

绘画、印刷、彩色影片等都属于减色法混色。在减色法混色时，又把黄、品、青称为三基色。实际上这三基色也仍和加色法时的红、绿、蓝三基色相关，其中，黄=红+绿=白-红，品=红+蓝=白-绿，青=绿+蓝=白-蓝。从这三式可以看出，不论是相加混色还是相减混色，都是围绕红、绿、蓝、这三个基色。而这三个基色又在各自的分布区内，都有一个对人眼感光细胞刺激敏感的峰点波长。

四、彩色的度量

选定了三基色，有了配色方法和配色范围（人眼的辨色范围），要配色还必须对彩色加以度量。但是，彩色量的大小，既不能用砝码称，也不能用标尺量，如何度量呢？人们有时对某些物质并不去度量它的大小和重量，而是指定一个单位，按此单位度量其比例，对彩色的

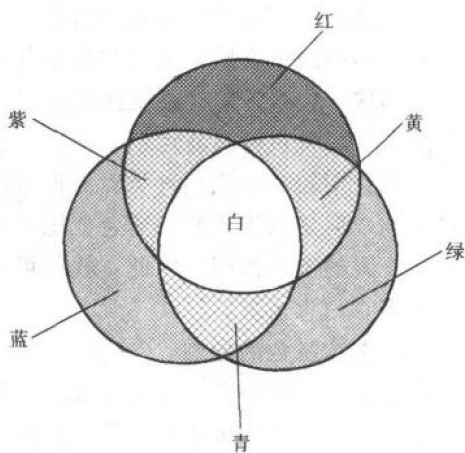


图 1-4 相加混色

度量,也可以采用类似的方法。

(一) 亮度公式

形成彩色的物质是光,彩色度量的单位就应和光的一致。光学上,与人眼感光灵敏度相结合的光子反射量的单位是流明(即单位时间从光源里发出的光子流量),因此彩色度量的基本单位也是流明。

由于任何颜色都是用三基色合成的,对某一颜色,需要度量它所含三基色的比例。为了度量三基色的比例,把红、绿、蓝三个波长的光按不同份数,照在一个 $5.305 \times 10^{-3} \text{cm}^2$ (约为 53mm^2) 的黑体上,混合产生白光,测出红、绿、蓝三种光所占的份数(称为三色比例系数)得到亮度公式。

$$1\text{lm}(\text{红光}) + 4.5907\text{lm}(\text{绿光}) + 0.0601\text{lm}(\text{蓝光}) = 5.6508\text{lm}(\text{白光}) \quad (1-1)$$

式中,单位为流明(lm)。

如果把任何亮度的白光都按这种比例混合,虽然产生白光的亮度不同(不同流明数),而三种色彩比例始终一样。因此,由上式确定三色比例系数公式,又称配色方程。

$$\text{白光} = 1 \text{ 份红光} + 4.5907 \text{ 份绿光} + 0.0601 \text{ 份蓝光} \quad (1-2)$$

式(1-2)中,不计流明数而只定出合成白光所含三色光的份数。如果定出各种彩色光的流明数,就必须限定白光本身的流明数,而白光本身的亮暗程度是随机变化的,不可能限定,同理其他色彩的光量也是随机的,因此,配色方程只能给出三基色比例系数。

有了合成白光的三系数基本公式,就可以用这三个基色按不同比例配出其他颜色。所配出颜色不但千变万化,而且每种颜色的亮度也可千变万化。因此,人们在配色过程中,既要区分每种色彩所含三基色的份数(在色度学中称为色调),也要区分每种彩色光的流量(在色度学中称为饱和度)。

(二) 色度图

色度学中,色调是界定某色所含的基色份数,饱和度是界定某色辐射的总光子量,在实际观察颜色时,很难用语言界定清楚这些差别。比如说浅黄和深黄,实际是指这两种黄色既有色调上的差别,又有饱和度的差别。实际的配色操作也是如此,某色饱和度的大小表示某色光子量的多少,在色坐标系里,某色光子量的多少也通常与角度有关。同样,色调的差别表现为色矢量角度的差别,色矢量角度也影响色饱和度。

配色研究中,有了度量单位、配色方法、配色方程还感到不便,因为这些数学运算只能定量地指导某一配色过程,不能给出配色的变化趋势,而配色变化趋势对指导实际研究和生产更有作用。所以,要用图示法表示配色变化趋势,这种图就是色度图。

配色度量是用三基色,相对应有三个参数,直角坐标系只能反映两个参数的变化趋势,如何在色度图中用两个参数来表示三个基色的配色系数呢?

仔细分析可知,配白色光时三系数之间有两段差值,可用这两段差值作为直角坐标的参数,描述所有配色的变化趋势。

设: $X = G - R$ 、 $Y = R - B$, 这里把 R 定为 1, 则

$$X = 4.5907 - 1 = 3.5907 = 3.59 \quad (1-3)$$

$$Y = 1 - 0.0601 = 0.9399 = 0.94 \quad (1-4)$$

在色度学里,通常用两种色度图来图示配色的变化趋势,即 RGB 制和 XYZ 制,如图 1-5 所示。

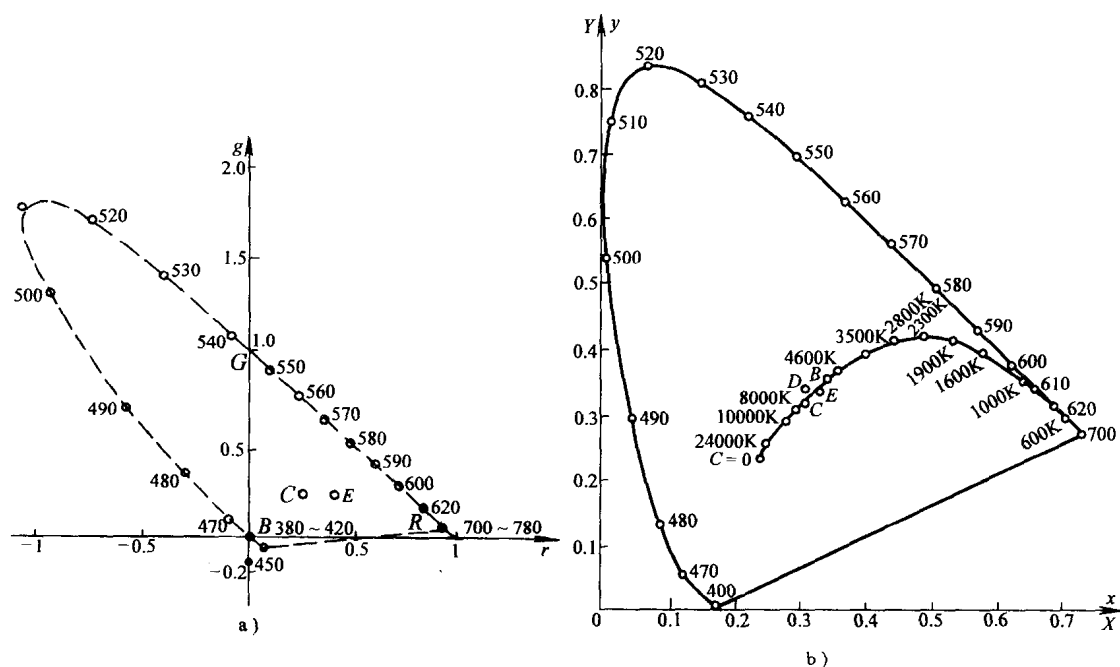


图 1-5 RGB 制和 XYZ 制色度图

a) RGB 制色度图 b) XYZ 制色度图

两种色度图都是由对应的分布色系数 $\rightarrow$ 相对色系数求出。分布色系数是人眼对各波长光的视觉灵敏度系数。分布色系数的图解是在 R 、 G 、 B (X 、 Y 、 Z) 三个坐标构成的立方体内, 取空间一点的坐标数之和为模, 再把该点对应的三个基色坐标分别与该模值比, 即得到该波长的三个分布色系数 (分布色系数的辐射功率为 $1W$, 而立方体的单位长可不限定)。相对色系数是由分布色系数求得, 以三个分布色系数之和为模, 把某波长光的分布色系数与之相比, 即得其相对色系数。

用 r 、 g 、 b 相对色系数描出谱色曲线, 再用一个外接三角形, 可转为 X 、 Y 、 Z 制。该外接三角形的三个边用直线方程求出。此变换实际上是用同一个坐标系进行坐标平移, 把原来 r 、 g 、 b 直角坐标系中表示的谱色轨迹涉及到的一、二两个象限轨迹移到第一象限。同样用 X 、 Y 、 Z 的相对色系数 x 、 y 、 z 求出谱色轨迹, 用 X 、 Y 、 Z 分布色系数求出混色曲线。用 X 、 Y 、 Z 计色制后, 无论是混色曲线还是谱色轨迹都不会出现负值, 这样方便了配色计算。

另外, 为了便于计算, 使合成彩色光的亮度仅由 Y 参数度量, X 、 Z 参数为零。而色度光则由其比值确定。 $X=Y=Z$ 为等能 E 白。由新的 X 、 Y 、 Z 三边构成的新三角形的重心仍然处于白色区。

习惯上, 把 $[R]$ 、 $[G]$ 、 $[B]$ 三基色称为物理三基色, 而 $[X]$ 、 $[Y]$ 、 $[Z]$ 称为计算三基色。 R 、 G 、 B 与 $[R]$ 、 $[G]$ 、 $[B]$ 之间的关系是: $[R]$ 、 $[G]$ 、 $[B]$ 为物理计色量。而 R 、 G 、 B 为物理计色系数 (份数)。同样, $[X]$ 、 $[Y]$ 、 $[Z]$ 为计算计色量, X 、 Y 、 Z 为计算计色系数 (份数)。

$[X]$ 、 $[Y]$ 、 $[Z]$ 的计算:

$[X]$ $[Y]$ 、 $[X]$ $[Z]$ 两直线方程中的 r 、 g 。该两直线相交点即为 $[X]$, 解出两直线方程

中相等的点即为 $[X]$ 中的 r, g , 再用 $1-r-g=b$, 则 $[X]$ 点所对应的 r, g, b 即求出。同理, 由 $[X][Y] = [Z][Y]$ 两直线方程, 求出 $[Y]$ 里所对应的 r, g , 再用 $1-r-g=b$ 求出 $[Y]$ 点所对应的 r, g, b 。由 $[X][Z] = [Y][Z]$ 所对应的交点 $[Z]$, 求出 r, g , 再用 $1-r-g=b$ 。求出 $[Z]$ 点所对应的 r, g, b 。又: $[R]=R, [G]=4.5907G, [B]=0.0601B$, 所以

$$r = \frac{R}{M} = \frac{R}{R+G+B} = 0.176966$$

$$g = \frac{G}{M} = \frac{G}{R+G+B} = 0.812398$$

$$b = \frac{B}{M} = \frac{G}{R+G+B} = 0.010635662$$

由此 $r+g+b=1 \quad m=5.6508$

$$b = 1-r-g = 1 - \frac{R}{M} - \frac{G}{M} = 1 - \frac{R+G}{R+G+B} \quad (1-5)$$

$$[X] = mr + mg + mb = R + G + b = [R] + [G] + [B]$$

五、配色的标准光源

给定了度量彩色的单位, 并知道如何按比例配色, 还要检验配色效果。人们通常用标准光源来检验配色效果。

由于, 光的不同是三基色份数不同, 因此, 为度量合成光的三色份数各是多少, 先要找出一种基准光源, 测出基准光源的三色份数, 再以此为单位, 把合成光的三色分别和基准光源的三色份数比较, 才能知道合成光应配多少份基色, 以及与基准光源之间的基色量差异。

通常按以下两项要求选择基准光源:

1. 人眼敏感、易见 人眼对该光源应很敏感、常见, 配色比较才方便。
2. 不带任何颜色 这种光源如果有颜色就不能界定基准光源的颜色与被配色光里同一颜色之间的正确比例关系。

从上述要求可知, 选择白光为基准光源最合适。因为黑、白光不带任何颜色, 而且人眼对黑光不敏感。因此, 在电视接收机生产中, 常选择 D65 白色光源或 C93 光源作为调试白平衡的基准光源。

第二章 人眼与视觉特性

第一节 人眼的视觉范围

一、形成图像的视觉过程

形成图像的视觉过程是：光照射在景物上→景物折射和透射光→被景物折射和透射的光刺激人眼的感光细胞→被刺激的感光细胞通过视觉神经把视觉信息传入大脑→在大脑中形成图像。人们现场观看图像都具有立体感，真实自然，这是因为：

1. 光刺激 所有被景物反射的光和环境光都在同一时刻刺激人眼的感光细胞。
2. 人眼视野 人眼不但对垂直、水平视觉范围内的平面图像具有视感，而且由于人眼具有一定的视距，可看到景物的纵深度，具有立体感。由于技术和成本的关系，人们现在只能看到一幅幅平面电视图像，要实现有立体感的图像，需要配带特殊的眼镜。

二、视角和视距

视角：人眼能够分辨的黑白两点的间距，投射到观看者眼睛上所形成的夹角称为视角。

视距：人眼观看物体的距离称为视距。

视野：在一定条件下，人眼观看景物的立体区域。

在观看景物时，随着视距减小，视野亦减小，能分辨景物的视角也减小，在技术上，把刚好分辨不清景物差别时的视角倒数定义为视觉锐度（或者称视觉灵敏度）。视角减小，视觉锐度增加；视角增加，视觉锐度减小。

三、亮度视觉和色度视觉

1. 人眼的亮度视觉 自然界物体的亮度有极宽的范围，有三种极端亮度例子。一种是日光照射下的白雪，长时间在强光照射下的雪地里行走会得雪盲，一种是电焊的弧光，人眼直视它会被灼伤，这两种情况说明白光对人眼的感光细胞刺激很强，它不但证明亮度范围宽，也证明光子是有形物质，图像是由光子刺激视觉器官形成的这一理论。另一种极端亮度是用大鹅绒围成的暗室，它的亮度极低。在这样宽的范围里，人眼不可能全部响应，但是人的眼睛有自动适应环境光的能力。当人们从一个较暗的环境里来到一个较亮的环境里，开始人眼的分辨力较低，适应一会儿后，分辨能力就提高。反之也是一样，从亮环境到暗环境时，开始也是什么都不能分辨，适应一会儿后，又能够分辨一些物体。这种现象是人眼的虹膜对瞳孔大小的自动调节功能造成的，其曲线如图 2-1 所示。

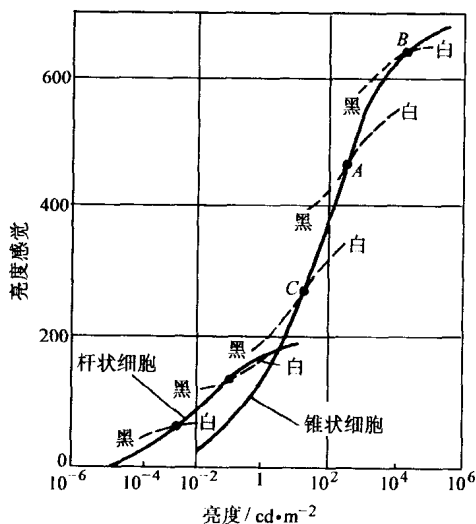


图 2-1 人眼的亮度感觉特性

2. 人眼的色度视觉 人眼对色度也有适应特性和对比特性,如果把某种颜色的单色块物体(例如红色),从一个高亮度环境移到一个低亮度环境,我们会感到原来很鲜艳的颜色变暗了。同样,把这个单色块物体从低亮度环境移到高亮度环境中,它的饱和度和色调也有不同程度的变化。在日光下观看到某种物体的颜色,如果在其背景上分别加上另外两种不同的颜色,则本来同一颜色的物体,在不同的背景下却表现出不同的颜色。这都是因为,人眼的虹膜对瞳孔大小的自动调节,使色感产生差异,同时,人眼的黄斑区中心密度和边沿密度不一样,也会造成小视场角和大视场角产生不同的色感。

第二节 人眼分辨力

一、确定分辨力条件

自然界物体千变万化,人们观察某一物体时,视野、视距及视觉锐度也有随机性的差别。因此,在确定人眼的分辨力时必须限定一些条件:

1. 对人眼的限定条件 在给定的视距内,两眼平视,眼球不转动。
2. 对景物的限定条件 黑白两点静止,两点的亮度差别为 $100 \sim 200 \text{cd/m}^2$ 之间(即白点的光强与黑点的光强之比),背景光为 $1 \sim 1000 \text{cd/m}^2$ 之间,黑白两点的大小一定。

二、黑白分辨力

人眼对景物的黑白分辨力有对比度、亮度层次分辨力和最小间距三个方面:

1. 对比度分辨力 在限定黑白两点亮度差别区间的条件下,人眼能分辨黑白两点之间的最小亮度差,即为人眼的对比度极限分辨力。
2. 亮度层次分辨力 在限定背景亮度区间的条件下,人眼能分辨的最大亮度层次数,即为人眼的亮度层次极限分辨力。
3. 最小间距 对景物的每一个限定条件给出指定数值时,人眼能分辨出黑白两点最小间距为 Δd ,人眼的最小视角为

$$\theta_{\min} = \arcsin \frac{\Delta d}{L} \quad (2-1)$$

式中, L 为视距。

$$\text{人眼的视觉锐度} \quad V = \frac{1}{\theta} \quad (2-2)$$

在第一项限定条件下确定的人眼黑白分辨力仅是一个参考值。实际上,影响人眼黑白分辨力的因素很多,其中主要的有三个:

- (1) 被观测的黑白点是否运动。对静止物体的分辨力高于运动物体的分辨力,对慢速运动物体的分辨力高于快速运动物体的分辨力,因此,要限定黑白两点静止。
- (2) 被观测黑白两点在人眼的成像位置。如果恰好成像在黄斑区,分辨力就高,偏离黄斑区分辨力就低,因此,在视察时限定人眼球不转动。
- (3) 被观测黑白两点的对比度。对比度低分辨力就低,因此,要限定黑白两点的亮度差别区间。不同的背景亮度区间,人眼的视角锐度也有差别,因此,也要限定背景亮度区间。

上述人眼视觉锐度测试的限定,来源于人眼黑白分辨力的生理基础,同时,也说明了人的视觉对一幅图像效果的评价,是由图像的细腻程度、对比度、亮度层次、环境光、运动状态等综合作用决定的。

三、彩色分辨力

在确定黑白分辨力的基础上,再确定彩色分辨力。其包括人眼对彩色细节分辨力、色调、色饱和度分辨力,并给出定量的关系。

1. 彩色细节分辨力 设人眼在距离为 D 时能分辨出两个黑白点的间距为 1mm , 把此分辨力定为 100% 。再把这两个黑白点换成两个不同颜色的色点后,人眼就分辨不出两种颜色,只有把该两色点的距离再加大,才能分辨出来。这说明人眼的彩色分辨力比黑白分辨力低。究竟低多少呢?如前所述,把分辨黑白点的最小间距定为 Δd ,而刚好分辨出彩色点的间距肯定较大,定为 d 。则相对黑白分辨力的彩色分辨力

$$\eta = \frac{\Delta d}{d} \quad (2-3)$$

通过大量实践确定,人眼对不同的颜色分辨力不一样,其差别见表 2-1。

表 2-1 人眼对颜色细节的分辨力

细节色别	黑白	黑绿	黑红	黑蓝	绿红	红蓝	绿蓝
分辨力 (%)	100	94	90	26	40	23	19

2. 色调分辨力 不同的色调实质上是不同波长的光谱,人们对各种色调的分辨力,实质上就是对不同波长光谱的分辨能力。实验证明,人眼对 500nm 和 600nm 两个波长的光谱分辨力最高,在其附近光谱波长仅变化 1nm ,人眼就会有不同的色感,而对小于 430nm 的紫光 and 大于 655nm 的红光,其波长尽管变化很大,也几乎感觉不到。

3. 色饱和度分辨力 如果把各种波长光的饱和度由 100% 降到零,在这个区间内,人眼所能够分辨出的饱和度变化的级数,即表示人眼对色饱和度的分辨力。实验证明,对黄色,人眼只能分辨出 4 级饱和度,而对红色和蓝色,人眼可分辨出 25 级饱和度。

在可见光波长范围内,人眼对色饱和度和色调的分辨力特性正相反。色谱波长两端区间,人眼对色调的分辨力低,在色谱波长的中间较大一段,人眼对色调分辨力较高。人眼对饱和度的分辨力正相反,在中间一小段波长范围内分辨力低,其余的波长范围内则分辨力高,且越往边上分辨力越高。

实践证实了人眼对彩色的分辨能力是由色调和色饱和度两个参量综合作用的结果。

四、视觉暂留特性

有两个例子可以说明人眼的视觉暂留现象:

1. 人眼对点显示的暂留 在黑夜中,如果点燃一个香烟,见到的是一个亮点,当你握着香烟迅速在空中划过,亮点就变成一条亮线。因为人眼对空中每个位置的亮点的视觉不会立刻消失,而要暂留 100ms ,于是各个位置的亮点在人眼的暂留图像连起来,就成了一条“线”。

2. 人眼对面显示的暂留 电影胶片上每幅画面都是静止的,但是,每秒放映 24 幅,每幅放映两次,通过大量的实践研究确定,人眼的临界闪烁频率为 46.5Hz ,因为视觉暂留作用,人们看到的是连续活动的图像。

上面两例说明,迅速运动的点由于视觉暂留特性会形成一幅图像,迅速运动的面由于视觉暂留特性会形成连续活动的图像。

综上所述,人们能在电视上利用点、线和平面图像传递视觉信息,其生理基础是依据人眼的视觉锐度和视觉暂留这两个特性,而物质基础则是光(或电磁波)的传播特性。

第三章 光电转换与图像的分解——扫描

第一节 光电转换与图像的分解

一、光敏管

图 3-1a 是一种光电管，它和普通真空管的区别是，真空管的阴极受热后发射电子，光敏管是受光照射后发射电子，并且，光敏管的电流正比于照射在阴极上光线的强弱。这种光电转换现象是实现电视传送图像的桥梁，有了它人们可以把光子能量变化（即景物的亮暗程度）用电流强弱的形式表现出来（见图 3-1b），用传送电流的方式传送图像。

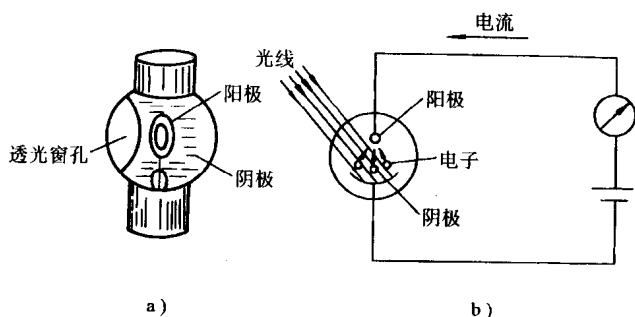


图 3-1 光敏管

a) 光敏管的结构 b) 光敏管的电路

二、图像的分解

因光敏管透光孔只能对应一束光线强弱的变化，要转换一幅图像的亮暗变化，可以用很多光敏管排列在这幅图像的对面，每个光敏管对应一点光线变化，排列多少光敏管，就要对应多少传送通道来传送这些电流，显然，这种方式的传送设备非常庞大，不现实。

因此，要采用一种既能减少传送设备，又能传送整幅图像细节的办法，先分解出图像的像素。

已知，一幅平面图像是由像素点组成的，研究电视之初，人们就想到如何用点或线来传送平面图像，即先在摄像端用点或线分解平面图像，把每点的亮度变化即时传送到显示端，然后在显示端用点或线来恢复平面图像。

如何用点或线来分解平面图像呢？很显然，要把一幅平面图像从上到下、从左到右分解成许多点，只要把这幅图像分割的足够细，则用这些点组成的图像就能达到很清晰的程度。

我们知道，照片和电影是在胶片涂上感光材料，通过镜头曝光在胶片上成像的。如果我们借助照片和电影的原理，把电视摄像管镜头上的光敏靶也做成类似于胶片上的感光材料，摄像时，让景物反射的光照射在光敏靶上，则由于图像的各部分亮度不同，在光敏靶上各点产生的光电流也不一样。这就等效于在靶的厚度方向排列许多光敏二极管，这些光敏二极管的阴极被光照射后产生相应的图像信号电流，就把一幅光像转变成了一幅电信号图像。

（一）电视和照片、电影的本质区别

1. 远距离即时传递图像信息 人们发明电视的根本驱动力是它能够在远距离间迅速传递图像信息，就是电视传递图像信息具有即时性。而照片和电影需要加工好后再传递图像信