

邮电高等函授试用教材

电视原理

王莉芬 编著

YOU DIAN GAO DENG

YOU DIAN GAO DENG

HAN SHOU

YOU DIAN GAO DENG HAN SHOU

JIAO CAI

HAN SHOU SHI YONG

GAO HAN

邮电高等函授试用教材

电 视 原 理

王莉芬 编著

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书是根据邮电高等函授《电信专业教育计划》和《电视原理教学大纲》编写。全书共分五章。内容包括：电视基础知识、电视信号的产生与显象、彩色电视制式、电视信号的发送、电视信号的接收。每章后均附有习题。各章均以介绍彩色电视信号的处理与传输原理为主。特点是：重点突出，概念准确，叙述精练，深入浅出，联系实际，便于自学。

本书可作为邮电高等函授电信专业的专业选修课教材也可供从事电视技术工作的工程技术人员及大专院校相关专业的师生参考。

邮电高等函授试用教材

电视原理

王莉芬 编著

责任编辑 唐素荣

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

北京兴华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本：850×1168 1/32 1990年6月第一版

印张：8 4/32 页数：130 1990年6月北京第1次印刷

字数：210千字 印数：1-3 100册

ISBN7-115-04203-9/G·020

定价：2.10 元

前 言

本书是根据邮电高等函授《电信专业教育计划》和《电视原理教学大纲》，并考虑到普通高校相关专业选修课教学用书的需要编写的。目前有多种新的通信手段，如可视电话的图象显示、卫星电视广播、微波图象传输的监示、计算机终端、以及千家万户使用的电视机、录象机等，都需要电视方面的原理、技术和知识，因此，《电视原理》对许多专业都有需要。

本书根据函授生以自学为主的特点，在保证必要的理论深度和知识范围的前提下，力求突出重点，概念准确，叙述精练，深入浅出，联系实际，便于自学。每章末均附有小结和习题。

本书原稿是编者为邮电高等函授编写的《电视原理》选修课试用教材，这次又在历届教学实践和广泛征求意见的基础上，进行了增删修改加工。

本书承北京邮电学院研究生部副主任刘诚教授主审。在修改过程中，又得到了邮电高等函授《电子电路教材编审组》诸同志的支持和帮助，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

一九八八年十二月

目 录

第一章 色度学基础知识

第一节 光的基本概念	(1)
一、光和光源	(1)
二、电视中常用的光学术语及度量单位	(5)
第二节 人眼的视觉特性	(8)
一、人眼的彩色视觉特性	(9)
二、人眼的视觉范围及适应性	(10)
三、电视图象的对比度及灰度	(10)
四、人眼的分辨力	(12)
五、视觉惰性及闪烁感觉	(13)
第三节 色度学基础知识	(14)
一、三基色原理	(14)
二、配色实验与配色方程	(16)
三、RGB 计色制	(17)
四、XYZ计色制与CIE色度图	(19)
五、亮度方程	(22)
本章小结	(23)
本章习题	(24)

第二章 电视信号的产生与显象

第一节 电视的光电转换	(25)
一、时空转换	(25)
二、光电转换	(27)

第二节 电视的扫描原理.....	(29)
一、偏转线圈的作用原理.....	(29)
二、逐行扫描.....	(30)
三、隔行扫描.....	(32)
第三节 电视图象信号.....	(34)
一、图象分解力与视频带宽.....	(34)
二、图象信号传输的极性.....	(38)
三、图象信号的频谱.....	(39)
第四节 黑白全电视信号及其形成.....	(40)
一、消隐脉冲(消隐信号).....	(41)
二、同步脉冲.....	(41)
三、槽脉冲与均衡脉冲.....	(44)
四、黑白全电视信号.....	(46)
第五节 显象管.....	(46)
一、黑白显象管.....	(47)
二、彩色显象管.....	(49)
第六节 摄像管.....	(54)
一、概述.....	(54)
二、视象管.....	(55)
三、氧化铅摄像管.....	(59)
四、电视摄像机.....	(61)
第七节 图象信号的处理电路.....	(63)
一、黑斑效应与黑斑校正电路.....	(63)
二、灰度畸变与 γ 校正电路.....	(65)
三、轮廓校正电路.....	(68)
本章小结.....	(70)
本章习题.....	(71)

第三章 彩色电视制式

第一节 兼容性彩色电视的特点.....	(73)
一、概述.....	(73)
二、矩阵编码.....	(77)
三、频谱间置.....	(80)
四、标准彩条信号波形.....	(82)
第二节 NTSC制.....	(85)
一、平衡正交调制.....	(85)
二、色度信号的压缩系数.....	(90)
三、I、Q色度信号.....	(95)
四、同步检波器.....	(97)
五、色同步信号.....	(98)
六、NTSC制副载波频率的选择.....	(98)
七、NTSC制编、解码器方框图.....	(101)
八、NTSC制的主要性能.....	(102)
第三节 PAL色度信号.....	(105)
一、标准PAL的基本特性与参数.....	(105)
二、PAL制补偿相位失真的原理.....	(108)
三、副载频的选择.....	(109)
四、PAL制编码原理方框图.....	(113)
五、PAL制的性能.....	(114)
第四节 SECAM制简介.....	(115)
一、SECAM制彩色电视原理.....	(115)
二、SECAM制编、解码器.....	(117)
本章小结.....	(120)
本章习题.....	(120)

第四章 电视信号的发送

第一节 概述	(122)
第二节 电视发射机的组成	(123)
一、电视发射机原理方框图	(123)
二、图象载波频率的选择	(124)
第三节 图象信号调制的特点	(125)
一、残留边带传送方式	(125)
二、调制极性的选择	(133)
三、黑色电平钳位的必要性	(134)
四、高频电视信号及频道划分	(135)
第四节 图象信号的调制方式	(141)
一、直接调制	(141)
二、中频调制	(142)
第五节 伴音信号的发送	(143)
一、伴音发射机的特点	(143)
二、预加重问题	(144)
第六节 彩色图象信号发射的特点	(145)
一、振幅频率特性	(145)
二、群时延及微分增益失真和微分 相位失真的校正	(146)
三、彩色电视发射机原理方框图	(147)
第七节 电视信号的差转	(148)
一、一次变频法	(149)
二、二次变频法	(150)
本章小结	(151)
本章习题	(151)

第五章 电视信号的接收

第一节 概述	(152)
一、黑白电视接收机的组成	(153)
二、彩色电视接收机的组成	(155)
第二节 公共通道	(157)
一、输入电路	(157)
二、高频调谐器	(160)
三、中频放大器	(173)
第三节 彩色电视信号的解码	(188)
一、亮度通道	(189)
二、色度通道	(193)
三、色同步通道	(206)
第四节 同步与扫描电路	(220)
一、同步分离电路	(220)
二、场扫描电路	(224)
三、行扫描电路	(233)
本章小结	(245)
本章习题	(247)

第一章 色度学基础知识

我们周围的景物是通过光作用于人眼而引起亮度和彩色感觉的。电视技术就是根据人眼视觉特性以一定的信号形式来传送活动景象的技术。通常，在发送端用电视摄像机将景象转变成相应的电信号，电信号通过一定的途径传输到接收端，再由接收机的显象管荧光屏上显示出原景象的光象。可见，电视源是光象，最后映入人眼的仍是光象，而中间则经过光—电转换及电—光转换等过程。因此，为了更好地掌握电视原理，必须先从电视技术的角度了解光的某些基本规律及人眼的视觉特性。

第一节 光的基本概念

一、光和光源

太阳以及照明用的白炽灯、日光灯、碘钨灯等，它们都是光源，都能发出光来。光是一种物质，具有一定的能量，它兼有波动特性和微粒特性。光是以电磁波的形式传播，在这一点上与无线电波并无本质区别，只是频率（或波长）不同。光波所占有的频率很宽，约为 $10^{15} \sim 10^{25}$ 赫。在这个范围内的很小一部分能为人的视觉所感受，称为可见光。大部分不能为人眼所感受，称之为不可见光，如红外线、紫外线等。可见光的光谱如图1—1—1所示。由图中看出，可见光只占电磁波的一个很小部分。

不同波长的光射入人眼引起不同的彩色视觉，因而彩色是一种视觉生理现象。例如，波长400nm的光给人以紫色感觉；波长700nm的光给人以红色感觉。在可见光范围内，人们把不同色感的光

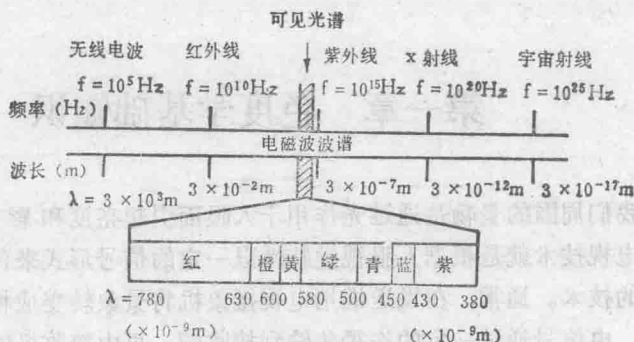


图1-1-1 可见光的光谱

划分为七种颜色，这就是红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。把这些色光混合在一起就得到白光。只有波长在400~700nm之间的电磁波才能为人眼所感觉，而这段正好是太阳辐射的主要部分。太阳光也是一种复合光，人眼对复合光的颜色感觉是这些光的混合颜色。当把一束白光投射到棱镜上时，光线将发生折射现象，在白色幕面上可以得到一组按红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的顺序排列的连续色光。这些色光的大致范围如下：

颜色	波长范围 (nm)
紫	380~430
蓝	430~460
青	460~490
绿	490~570
黄	570~590
橙	590~620
红	620~780

由此可见光波波长与色的对应关系。一定波长的光与某种颜色相对应，一定波长范围内的光可以引起相同的色感，如波长为620~780nm的光都给人以红色感。另外，光谱完全不同的光加以混合，也能使人有相同的色感，如绿光与红光混合可以使人有黄光的

色感，而人眼分不出是单色黄光还是由红、绿两种光混合而成的黄光。

人们平时看到的彩色有两种不同的来源。一种是色光源，即眼睛接收的是直接射来的色光，比如各种彩灯、经过滤色镜后的阳光以及彩色电视荧光屏等；另一种为物体的反射光，比如红旗为什么在日光下是红色的？这是因为吸收了其他各色光只反射红光的缘故。各种带色物体都是这样，如染料、颜料。蓝颜料只反射蓝光，红颜料只反射红光，这是由于自然界的不同景物在日光照射下反射了可见光谱中的不同成分而吸收了其余部分，从而引起人眼的不同彩色感觉。同一物体在不同的光源照射下呈现的彩色不同，如在白炽灯光下看蓝布，其彩色不如在自然光下鲜艳，这是由于白炽灯光中蓝色成分较少的缘故。这就说明彩色与照明光源的光谱分布有密切关系。在拍摄彩色电视节目时，可能使用不同的光源，景物对不同光源反射的彩色不同。因此，我们必须先研究光源。

在近代照明技术中统称为“白光”的光谱分布并不相同。其中包括光谱能量偏重于波长较长端（红色区）的“热白光”，直到能量偏重于较短波长的“冷白光”，它们将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，常采用色温的概念。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，则绝对黑体的这一特定温度就定义为该光源的色温。色

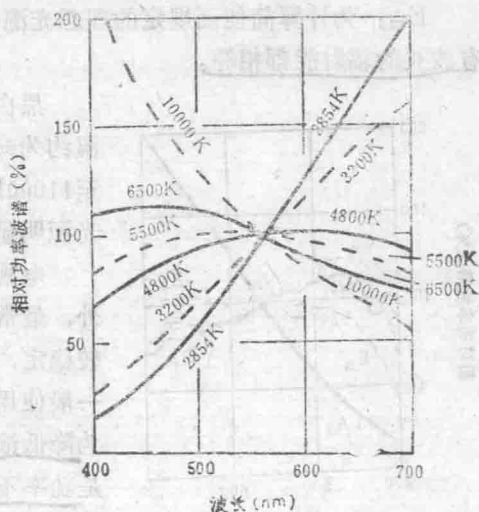


图1-1-2 绝对黑体辐射的功率波谱

温用绝对温度单位——开尔文 (K) 表示。色温并非光源本身的实际温度，而是用来表征其光谱特性的参量。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的光谱相当，于是就称该钨丝灯泡白光的色温为2854K。几种温度下绝对黑体辐射的功率波谱曲线如图1—1—2所示。

太阳是一种天然的光源，但它的色温能量分布随昼夜、季节、气候而变化，难以作标准光源。为了使繁多的光源有比较的标准，国际上规定了以下几种标准白光光源，分别以 A_白、B_白、C_白、D₆₅、E_白 等表示。

A_白：相当于色温为2854K的充气钨丝白炽灯的光照；

B_白：相当于上午太阳光的直接照射，色温为4800K；

C_白：相当于中午晴天北方天空的光照，色温为6800K；

B_白和C_白都可以由A光源经滤色片后得到。

D₆₅：相当于白天的平均照明光，色温为6500K；

E_白：为计算简便而规定的理想光源，它是等能量白光，即所有波长的辐射能都相等。

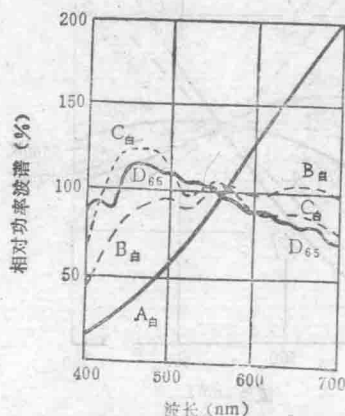


图1-1-3 标准光源的光谱分布曲线

黑白显象管荧光屏上的白光色温约为6500K，有时高达9300K，甚至11000K，由图1—1—2可见，此光源明显偏蓝色了。

电视摄象时使用的光源除日光外，最常用的是碘钨灯，其色温比较稳定，为3200K。需要强光时，一般使用超高压水银灯和氙气灯。为降低演播室温度可用荧光灯，但是功率不大。在彩色电视中，日落时在室外摄象将遇到傍晚的白光、灯光等自然光与人造光的混合，色温

及照度变化较大,此时,摄象机镜头上须采用色温滤色片校正色温。

上述各种标准光源的光谱分布曲线示于图1-1-3。

二、电视中常用的光学术语及度量单位

如上所述,光实际上是一种电磁辐射,既然如此,它就应该和其他形式的能量一样度量,即用尔格、焦耳等。但是可见光不同于其他辐射能的地方是它能激起视觉效应,所以光辐射的度量需要用计入视觉特性的单位来表示,这就是光度学的问题,所谓光度学就是结合人眼的特性对光进行度量的一门科学。

1. 人眼的视见度及光通量

在研究光的度量和人眼的视觉特性之前,应先研究人眼对各种波长光的敏感度。人眼对各种波长的可见光的敏感程度是因人而异的,所以这里所说的敏感度只能是根据很多人调查情况得到的统计平均值。

如前所述,可见光只是辐射波谱中很小的一部分,就在这可见光的一段范围内,人眼对它的响应也是不相同的,对不同波长的光不仅感到它的颜色不同,而且感到它的亮度也不同。比如一个是红光,一个是绿光,尽管它们的辐射能量是一样的,但我们感觉到的却是绿光比红光要亮得多。

设在可见光范围内各波长的辐射功率都相同,那么测得的人眼对光波的响应曲线,并对大多数人取平均值,作出平均视见度函数 $V(\lambda)$ 如图1-1-4所示。

由图1-1-4可见,

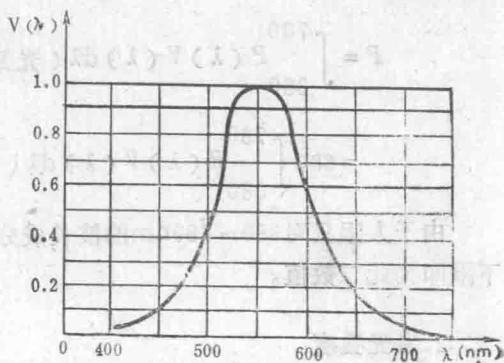


图1-1-4 人眼的平均视见度曲线

人眼对波长 $\lambda = 555\text{nm}$ 的黄绿色最敏感，因此规定 $V(555) = 1$ ，则眼睛对其他波长的 $V(\lambda)$ 都小于1。视见度曲线反映人眼对不同波长单色光的亮度感觉，因此也称为人眼的光谱特性。

在电视技术中，所传送的图象是通过人眼来评价的，所以光的多少的测量必须结合人眼的特性来考虑，否则就很不确切。既然光是人眼对各种波长辐射功率响应的总和，所以采用光通量这一概念来表示光的多少。光通量的定义为人眼感觉的光辐射功率的大小。对单色光而言，光通量 F 就等于辐射功率 $P(\lambda)$ 与眼睛视见度函数 $V(\lambda)$ 的乘积。即

$$F = P(\lambda) \cdot V(\lambda)$$

当 $\lambda = 555\text{nm}$ 时， $V(555) = 1$ ，此时1瓦辐射功率产生的光通量定为1光瓦。在其他波长时，由于人眼视见度下降，1瓦辐射功率产生的光通量均小于1光瓦。国际上通用的光通量单位为流[明]。国际照明委员会规定，绝对黑体在铂的凝固温度下，从 $5.305 \times 10^{-8}\text{cm}^2$ 面积上辐射出的光通量为1流[明]。而1瓦辐射功率的555nm波长的单色光所产生的光通量恰为680流[明]，于是，光瓦与流[明]之间的关系为

$$1\text{光瓦} = 680\text{流[明]}$$

对于复合光，因辐射波谱是连续的，其光通量应为各波长成分的光通量之总和，即

$$\begin{aligned} F &= \int_{380}^{780} P(\lambda) V(\lambda) d\lambda \quad (\text{光瓦}) \\ &= 680 \int_{380}^{780} P(\lambda) V(\lambda) d\lambda \quad (\text{流[明]}) \end{aligned}$$

由于人眼只对380~780nm的波长成分有光感觉，因此积分上下限即为此二数值。

2. 发光强度

光源在单位立体角内发出的光通量，称为发光强度，简称光

强。

点光源发出的光是四面发射的，如太阳。人造光源往往把光投向需要的方向，一般来说，在不同方向上发光强度是不相同的。为了说明光体在不同方向上的发光本领，我们用发光强度这个物理量来表示。如果在立体角 $d\omega$ 内的光通量是 dF ，那么在该立体角内的发光强度 I 可表示为

$$I = \frac{dF}{d\omega}$$

发光强度的单位是坎〔德拉〕(cd)，一坎表示在一个单位立体角内辐射了一流明的光通量。

一个点光源向四周的光辐射是均匀的，因而在各个方向上的光强均相等，因为球心对球面的立体角为 4π 立体弧度，所以点光源的光强与光通量关系为

$$I = F/4\pi$$

$$F = 4\pi I$$

光源在不同方向上的发光强度可由光度计直接测得。

3. 照度

投射到单位面积上的光通量称为照度。设被照射的面积为 dS ，照射的光通量为 dF ，那么照度 E 为

$$E = dF/dS$$

照度的单位为勒〔克斯〕。1勒〔克斯〕表示1平方米面积上照射1流〔明〕的光通量。即

$$1 \text{ 勒〔克斯〕} = 1 \text{ 流〔明〕} / \text{米}^2$$

各种物体上的照度可用勒克斯计或照度计直接测量。

在自然光照射下，各种环境中的照度列于表1—1—1。

被照表面与光源之间的几何位置对照度有很大影响。在点光源的情况下，被照表面的照度 E 与光源的光强成正比，与光源至该表面的距离的平方成反比。

表1-1-1 各种环境中的照度

环 境 条 件	黑 夜	月 夜	阴天室内	阴天室外
照度(勒〔克斯〕)	0.001~0.02	0.02~0.2	5~50	50~500

环 境 条 件	晴天室内	读书需要的 照 度	电视演播室需要的照度
照度(勒〔克斯〕)	100~1000	50	300~2000

4. 亮度

亮度是用来说明发光表面明亮程度的一个物理量。

当亮度用每单位面积的发光强度表示时,其单位为坎〔德拉〕/米²。

若用每单位面积发的光通量表示时,则亮度单位为流〔明〕每平方米,即1流〔明〕/米²

这里值得注意的是1勒〔克斯〕=1流〔明〕/米²和1流〔明〕每平方米=1流〔明〕/米²是相同的,但它们本质上是有区别的。这就是勒克斯是照度单位,它说明入射到某面积上多少光通量,而流〔明〕/米²则是亮度单位,指某表面上发射出来多少光通量。例如某反射系数为0.5的表面的照度是100勒〔克斯〕,则该表面的亮度 $B = 0.5 \times 100$ 流〔明〕/米²。所以说照度和亮度是两个不同的概念。

黑白电视接收机和彩色电视接收机的屏幕亮度的典型值分别在120坎〔德拉〕/米²和80坎〔德拉〕/米²左右。

第二节 人眼的视觉特性

电视图象是供人眼观看的,电视系统质量的好坏,最终也是由人眼作出评定,因此电视系统应当模拟人眼的视觉特性。所以,我们在学电视系统之前,有必要先研究对设计电视系统有关的人眼的