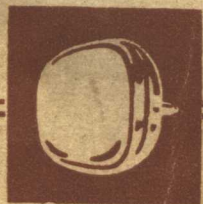


高等学校教学用书

电 视 学

原编者：北京邮电学院电视教研组

审校者：邮电学院电视教材选编组



人民邮电出版社

高等学校教学用书

电 视 学

原编者：北京邮电学院电视教研组

审校者：邮电学院电视教材选编组

人 民 邮 电 出 版 社

电 视 学

原編者：北京邮电学院电视教研組

审校者：邮电学院电视教材选編組

出版者：人民邮电出版社

北京东四6条18号

(北京市书刊出版业营业登记证出字第0四八号)

印刷者：北京市印刷一厂

发行者：新华书店

开本 850×1168 1/32 1961年7月北京第一版
印张 14 2/32 页数 450 插页 1 1961年11月北京第二次印刷
印刷字数 375,000 字 印数 5,101—11,220册

统一书号：15045·总1257—无320

定价：(10) 2.25 元

序 言

本书第一部分内容包括：黑白电视物理基础、电视显象管及摄像管、聚焦与扫描设备、电视摄像机、视频通道、同步信号发生器、电视发送设备及接收设备的特点以及电视中心；第二部分是彩色电视。

本书除对电视物理基础作必要的讲述外，并加强了理论与实际的联系，着重地介绍了广播电视系统中的各个设备部分的特点。

本书适合高等学校各无线电专业学生使用。学习本书前需要具备一定的无线电技术理论基础。例如电子及离子器件、视频放大器、脉冲技术，以及无线电发送和接收设备的基础原理等。

本书原稿是北京邮电学院电视教研组于1958年大搞科学研究的基础上编写成的讲义，经1960年教学改革中师生结合改编，使内容更密切结合实际，并经教研组结合教学实践于1961年加以修订。本书是在北京邮电学院负责主持下，经邮电学院电视教材选编组以上述原稿为基础进行审校，作为通信类专业的教学用书。

参加原稿编写的北京邮电学院教师是：周炯荣、朱平洋、仝子一、汪雍、张嘉谋、龔荣樞、蔡学勤等同志。

参加审编的教材选编组成员是：上述北京邮电学院编写原稿的教师和武汉邮电学院教师程丰宇等同志。参加本书绘图、繕稿、校对等工作的还有北京邮电学院工程画教研组教师的一部分同学。

由于经验不足、审编时间短促等原因，本书内容难免有不够妥善、甚至错误之处。希望读者，特别是使用本书的教师和同学积极提出批评和改进意见，以便今后修订提高。

1961年5月

緒 論

电视是利用无线电电子学的方法远距离传送移动的或不动的景象，并且同时在电视接收机幕面上显示这些景象的设备。这一过程，概括地说，可以认为是光和电的相互转换过程。也就是说，利用光电元件将景象的光信号转变为电信号（通过电视摄像机来完成），这一电信号经过处理并被传送出去（通过电视信号传输系统来完成），在接收端再把电信号恢复成能代表原来景象的光信号（由电视接收机来实现）。

从质量要求上来说，电视图像应该尽可能如实地反映出原来景象的实际情况。例如，空间所在的位置和相对的大小，立体感、亮度和颜色感觉等。

很早以前，劳动人民就有“千里眼”这一美丽的想象。这一想象，只有在文化科学技术发展到一定程度，有了一定的物质基础以后，才能被人们付诸实现。现代的电视系统是逐渐经过改进而形成的。发展的过程可以大致分为三个阶段：（1）机械电视，（2）黑白电视，（3）彩色电视。

远在1880年就有人提出了这样一种想法，就是将图像内容分成许多很小的单元（像素），然后将这些单元的亮度（光信号）变成电信号，依次轮换传送出去。这一想法仍然是现代电视技术的基础。

在1887年用机械的方法实现了机械电视，这是利用瞬时的光通量依次轮换传送图像的像素内容，在接收端再按原来的次序复原为原有图像。这一方法灵敏度很低，清晰度不高，体积大而笨重，因之在沒有付诸实际应用前就被电子电视所淘汰了。

此后在真空技术和电子光学进一步发展的情况下，制出了电视摄像管（光电象管）以及电视显象管之后，电子电视系统才得以

实现。光电象管利用了电荷储能原理，这就解决了瞬时作用灵敏度太低的矛盾。同时把扫描行数从机械电视的30行提高到200~300行，因此也就大大提高了图象的清晰度。但是就使用情况来说，仍然需要很大的光照度才能很好地工作。因此又制成灵敏度较高的超光电象管。但是这种管子的灵敏度还不够高，不能满足在室外使用的需要。于是又出现了灵敏度更高的超正析象管。需要指出的是上述三种电视摄像管各有优缺点，所以前二种至今还被采用。此后，由于工业上运用电视的需要，要求电视摄像管体积小，维护简单，便于大量制造，所以又有应用新原理的，用半导体光敏材料制成的光电导管出现。这种管子虽然还有待更进一步提高质量，但是它便于大量生产，价格目前也较超正析象管便宜。所以已经大量运用于工业电视中。

1950年以来，黑白电视广播质量已经相当完善，在这一基础上就出现了彩色电视广播。但迄今还不十分成熟。目前在提高彩色电视质量和简化彩色电视设备方面，世界上正在进行大量的科学研究工作。

立体电视也已初步试验成功，但还未到实用阶段。此外，电视技术已广泛地应用在各个领域。因此它已成为一门独立的学科和工业部门。

在考虑到应用电视设备时，应该根据下列几方面来衡量它的使用价值：

(1) 电视可以在远距离观看景象。例如广播电视以及工业电视等。

(2) 电视可以代替人们到人所不能或不善去的地方，例如海底、宇宙空间、核子反应堆等进行观察。

(3) 电视可以集中地同时观察许多不同现场的情况。例如在工厂和交通枢纽的调度室等。

(4) 电视可以反映人眼所不能直接感觉到的景象。例如红外线电视等。

显而易见，将现场的情况搬到我们面前来进行观看乃是电视技术的最突出的特点。

在近代，电视技术设备已被应用于各个部门中，并且还是在日益发展着。

最为人们所熟悉的就是广播电视，在社会主义的文化教育事业中，电视广播有着极其重要的地位，它是对广大人民群众进行共产主义思想教育的有力工具之一。

电视技术设备已经广泛地应用于重工业和轻工业各个部门中，作为遙远控制、遙远观测、机械化和自动化的有力监视设备。

例如，对于冶金设备中高炉供料，锅炉燃烧，化学反应，机械设备的运转等情况进行遙远观察。大工厂利用了电视来进行生产调度，可以提高劳动生产率，降低废品率，降低成本。

在交通运输的枢纽站，例如在飞机场、港口以及铁路、公路等枢纽站，可以利用电视设备观察全部现场的情况，便于及时调度，且减少和避免事故的发生。

利用电视设备，可以使不多见的和复杂的外科临床病例供更多的医学工作者观摩学习。

电视显微镜有其特点，它可以看到活着的微生物，而且可以供许多人同时观看。利用电视显微镜还可以根据各种微生物吸收光的波长（包括紫外线）不同的特点来进行观察。

利用电视设备可以对动物的生活动态进行遙远观察。

在矿业和采掘工作中对矿井和钻井的情况进行遙远观察。

在林业中可以监视森林火灾的发生。

在渔业中可以观察捕鱼工具的工作情况。

电视天文望远镜可以在接收机幕面上供更多人共同观测天体。

目前苏联在探空技术上利用电视，使人类的眼界扩大到宇宙空间中去了。

水底电视可以监视涡轮机的工作情况，以及在海底进行观察勘探，对打捞海底的船只也有很大的帮助。

电视技术对电影事业的提高质量，降低成本也有很大的帮助，它可以大大简化电影片的洗印过程。

电视技术在国防上的运用也是非常重要的。

各个科学研究部门对电视技术的运用，正在探索着新的可能性。

在广播电视方面也提出了不少新课题。例如大幕面电视问题、磁录象问题、压缩频带问题、扩大服务面积问题等。

在大幕面电视方面，采用投射式的办法已经可以使银幕扩大到 90×120 厘米（家庭用）和 3×4 米（电视影院用）。电视磁录象设备也已初步制成，可以象录音设备一样，将电视信号记录在磁带上，需要时可以多次重放。电视信号的频带过于宽，对传输通道来说负担很重，所以怎样压缩电视信号频带乃是科学工作者研究的一个课题。目前各大城市间的电视节目多是利用无线电中继电路或高频多路载波电路来交换。这样来扩大广播电视的服务面积是比较不经济的，所以还有待进一步研究。例如，利用电波散射，以及用人造地球卫星转播电视节目等。

我国在解放前，电视技术方面是一片空白。解放后电视技术受到了党和政府的高度重视与关怀，有了迅速的发展。通过许多部门的共同努力，各地电视台自1958年以来已陆续开始广播。与其它的新兴工业一样，我国电视设备制造工业也正在逐渐形成。在党的英明领导和三面红旗的光辉照耀之下，由于我国物理学、化学、光学、真空技术、无线电电子学及整个无线电工业的进一步发展，和这些部门工作者的紧密协作，我国电视事业及电视技术水平必将步入更新的阶段并出现一个崭新的面貌。

內 容 提 要

本书第一部分内容包括：黑白电视物理基础，电视显象管及摄像管，聚焦与扫描设备，电视摄像机，视频通道，同步信号发生器，电视发送设备及接收设备的特点以及电视中心；第二部分是彩色电视。

本书除了对电视物理基础作了必要的讲述外，并且加强了理论与实际之间的联系，着重地介绍了广播电视系统中的各个设备的特点。

本书是适用于高等学校无线电专业的教学用书，也可作为一般参考用书。学习本书前需要具备一定的无线电技术理论基础，如：电子及离子器件，视频放大器，脉冲技术以及无线电发送和接收设备的基本原理等。

目 录

序 言 緒 論

第一部分 黑白电视

第一章 电视基本原理	(1)
§ 1.1 视觉特性	(1)
§ 1.2 电视系统的构成	(9)
§ 1.3 电视图象的分析和综合	(23)
§ 1.4 电视传送中的辅助信号和全电视信号	(47)
§ 1.5 电视设备系统简介	(50)
第二章 电视显象管与摄像管	(52)
§ 2.1 对电视显象管的要求和它的结构特点	(52)
§ 2.2 萤光幕及其特性	(58)
§ 2.3 显象管的特性	(66)
§ 2.4 显象管的改进和发展方向	(68)
§ 2.5 对电视摄像管的一般要求。积分灵敏度	(71)
§ 2.6 具有偏能作用摄像管的光电变换过程和分类	(72)
§ 2.7 摄像管光电变换的基本原理	(78)
§ 2.8 电视摄像管的效率与它的灵敏度	(83)
§ 2.9 超光电象管	(85)
§ 2.10 超正析象管	(96)
§ 2.11 视觉管	(110)
§ 2.12 辅助作用的电视摄像管	(112)
第三章 聚焦与扫描设备	(120)
§ 3.1 聚焦线圈的结构与设计	(120)
§ 3.2 偏转线圈的结构与设计	(124)
§ 3.3 扫描设备	(132)

§ 3.4 幅扫描输出级	(136)
§ 3.5 行扫描输出级	(153)
第 四 章 电视摄像机	(184)
§ 4.1 电视摄像机的分类与构成	(184)
§ 4.2 飞点扫描器	(186)
§ 4.3 测试图信号发生器与节目交换设备	(189)
§ 4.4 电视摄像机中的杂波及信号杂波比	(191)
§ 4.5 电视摄像机的灵敏度	(199)
§ 4.6 预放器	(202)
第 五 章 视频通道	(213)
§ 5.1 概 述	(213)
§ 5.2 孔阑校正电路	(216)
§ 5.3 γ 校正放大器	(222)
§ 5.4 中间放大器	(223)
§ 5.5 补偿信号发生器	(242)
§ 5.6 混合放大器	(245)
§ 5.7 线路放大器	(245)
第 六 章 同步信号发生器	(248)
§ 6.1 引言	(248)
§ 6.2 同步信号及消隐信号	(248)
§ 6.3 同步信号发生器及“一次形成法”	(261)
§ 6.4 “对一列基本脉冲加工法”	(282)
§ 6.5 结束语	(285)
第 七 章 电视发射机与接收机的特点	(287)
§ 7.1 电视发射机的基本要求和指标	(287)
§ 7.2 电视发射机的构成原则	(293)
§ 7.3 宽频带高频放大回路	(296)
§ 7.4 调幅器	(298)
§ 7.5 部分抑制边带滤波器	(302)
§ 7.6 电视接收设备概述	(305)
§ 7.7 电视接收机的高频部分	(309)

§ 7.8	图象通道	(312)
§ 7.9	同步扫描部分	(318)
第 八 章	电视中心	(324)
§ 8.1	电视中心的组成	(324)
§ 8.2	电视节目的来源	(325)
§ 8.3	电视中心的控制室设备	(329)

第二部分 彩色电视

第 九 章	色度学	(332)
一 § 9.1	人眼的彩色感觉及三基色原理	(332)
§ 9.2	彩色计算	(335)
§ 9.3	彩色电视中的彩色计算	(347)
第 十 章	彩色电视系统	(358)
§ 10.1	彩色电视系统的发展过程	(358)
§ 10.2	单通道同时传送系统—单次载频正交调制法	(365)
§ 10.3	其它单通道同时传送系统	(385)
第十一章	彩色电视设备	(393)
§ 11.1	彩色摄像机	(394)
§ 11.2	彩色电视中心的通道	(401)
§ 11.3	彩色同步信号发生器	(409)
§ 11.4	彩色监视器及接收机	(416)
§ 11.5	彩色电视测试设备	(431)

第一部分 黑白电视

第一章 电视基本原理

§ 1.1 视觉特性

电视是用电的方法传送固定的或活动景象的一种通信方式。所以在理想的情况下，电视系统应该能精确地摹拟我们眼睛的视觉特性，因而电视系统的质量和基本参量的选择也应该考虑眼睛的特性。不了解视觉器官的主要特性，就无法合理地设计出电视系统。

I. 人类眼睛的构造

眼睛的主要部分如图1—1所示。外面是一层较硬的膜，前面一部分是透明的称为角膜，光线就从这里进去。后面大部分称为巩膜，起外壳的作用。角膜内是一个空室，称为前室，内含含有水状液，它对可见光是透明的，但吸收一部分紫外线光。前室后面是虹膜，虹膜的颜色随各种族有所不同。虹膜中间留有一小孔称为瞳孔。这个

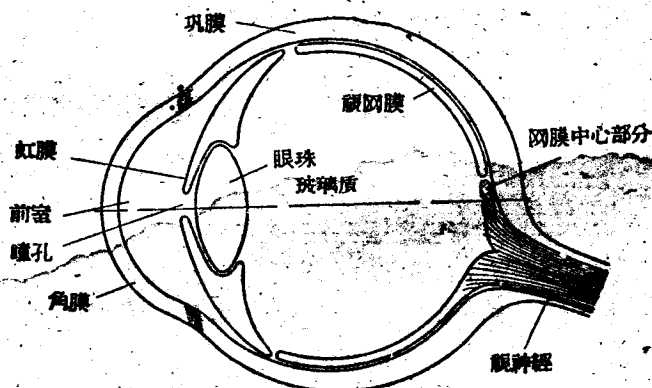


图 1—1 眼球的剖面

孔的直径可以从二毫米变到八毫米左右。改变瞳孔的大小，可以调节进入眼睛的光通量。瞳孔的后面是一个透镜式的水晶体，起着透镜的作用。它把景象投影到网膜上去成像。水晶体的凸度可由两侧的肌肉来调节，从而改变它的焦距，使远的和近的景物都能在网膜上成像。水晶体的后面是眼睛的内腔，称为后室，内有黏液，也是起着滤光作用以保护眼睛。后壁则为网膜，它是由无数个光敏细胞组成的。这些细胞可以分为两类，一类称为锥状细胞，它的大部分是集中在靠近光轴的网膜中心的小面积上。这一小面积称为黄斑区。另一类是杆状细胞，它的分布较稀。锥状细胞比杆状细胞要求更强的光刺激，即杆状细胞较锥状细胞有较高的灵敏度。这些细胞均与神经末梢相连接。视神经均从后面一个网膜的缺口中通到大脑去。在这缺口处没有杆状和锥状细胞，因而不能感觉到光。这一个点称为盲点。根据近代视觉理论，在光线刺激下锥状细胞和杆状细胞起光化学作用而产生电脉冲。电脉冲沿着神经末梢传送到大脑皮质去。由于各个细胞产生的电脉冲不同，大脑就组成某一景象的感觉。

在黄斑区的中心部分，每个锥状细胞连接着一个神经末梢。在远离黄斑区的网膜上，神经末梢分布较稀，锥状和杆状细胞羣合接在一条神经上。所以这些视神经所传送的是这二种细胞羣受光刺激后发出的平均电脉冲。因此，在网膜上这些部分获得的景象感觉比黄斑区获得的景象感觉显得模糊。视觉清楚的区域大概相当垂直角 15° 及水平角 17° 的范围内。这一区域约为一矩形小面积，其宽高比大致为4:3。

II. 人类眼睛的光谱特性——视觉灵敏度

为了进一步研究视觉特性，必须了解眼睛对各种波长的光的敏感度。眼睛的敏感度因人而异，所以只能研究平均的敏感度。平均敏感度是从调查许多人的结果而得到的。这些人当中不包括有严重视觉缺陷的人。人眼对各种不同波长的光的相对敏感度，常用视度曲线 $v(\lambda)$ 表示。国际上通用的 $v(\lambda)$ 曲线如图1—2所示，这是代

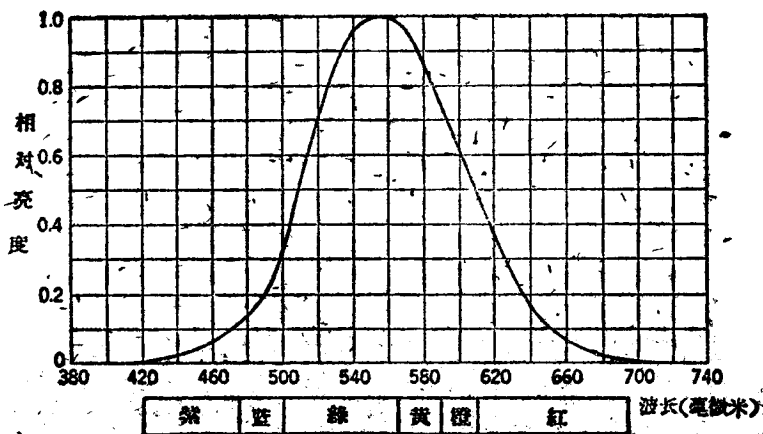


图 1—2 视度曲线

表示人眼的平均视度，并用来作为有关计算的基础。

III. 眼睛的视觉范围及适应性

我们的眼睛是一个很巧妙的器官，它对光的反应范围之广是任何光学仪器所望尘莫及的，它能感觉到亮度低至百分之几丝照提的光，也能感受亮度高至几百万丝照提的光。这样广泛的视觉范围可用图 1—3 来表示。这是由实验而获得的曲线。为了了解这一曲线的意义，先要对亮度感觉这座标的单位作一些说明。如果把某一画面一分为二，每一半的亮度均可调节，把某一半的亮度 (B) 保持不变，逐渐增加另一半的亮度至 $B + \Delta B$ ，直到我们感觉到二者的亮度有差别为止。这样我们就规定这两个亮度的感觉差是一级。依此类推就可以找出某两个亮度差几级。这种级别数可用作亮度感觉的单位。图 1—3 中的纵座标就代表这类级的数目。曲线中间有断折点，表示两种细胞感觉不一样。亮度低时由杆状细胞起作用，而亮度高时则由锥状细胞起作用，在某些亮度时则二者可同时起作用。

$\frac{\Delta B}{B}$ 称为对比度灵敏度阈 (δ)，它表示引起主观亮度感觉差别必需的最小相对亮度变化。根据实验结果，在相当大的亮度范围内

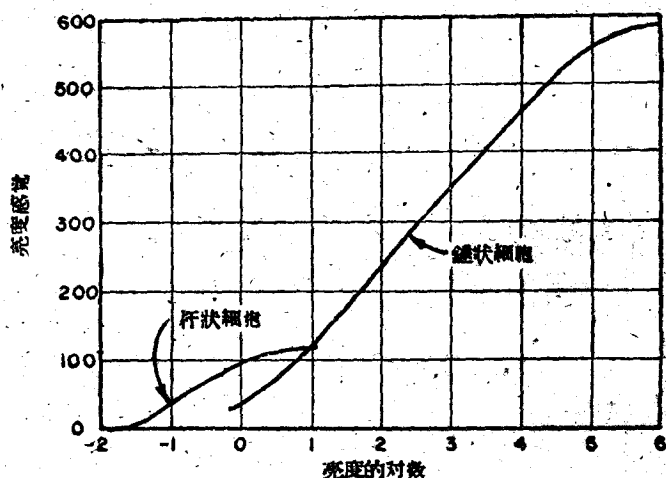


图 1—3 眼睛的亮度感觉

(约为5 絲照提到350 絲照提)。 δ 是一个常数,約等于0.02。但是在亮度很大或很小时, δ 的数值增大至0.05。此外,当被比較的画面亮度不均匀和它們之間的分界并不鮮明时, δ 也要增大。在观看电视图象时,眼睛的对比度灵敏度可取0.05的数值。我們可用 δ 来衡量亮度感觉增量 ΔS , 即

$$\Delta S = C' \delta = C' \frac{\Delta B}{B}。$$

經過积分后, 亮度感觉服从于对数規律,

$$S = C \lg B + C_0。 \quad (1.1)$$

式(1.1)称为韦勃—费赫涅尔定律。式中 C 和 C_0 为常数, 而 $C = C' \ln 10$ 。图 1—3 就表示亮度感觉与光刺激的对数(以10为底的对数)成比例的关系。

这样寬的视觉范围(一千万比一)是由于眼睛有适应能力, 也就是眼睛的感光作用有随着外界光的强弱而自动调节的能力。这种调节能力称为眼睛的适应性。它一方面是由于瞳孔的调节作用, 但

主要是视觉细胞本身的调节作用。两种细胞的存在也扩大了视觉范围。要获得上述曲线，需要在实验的时候亮度变化足够慢，使眼睛来得及调节以达到适应。在实际条件下看某一景象时，眼睛已适应于某一平均亮度，能分辨景象中各种亮度的感觉范围就要小得多。在平均亮度适当时，约可达1000:1，而在亮度很低时，只有10:1。例如，平均亮度的对数是3时，对于 $\lg B=4$ 的亮度已感到最亮，再增大的亮度也不觉得更亮。但 $\lg B=1$ 时，已有黑色的感觉， B 再小也仍然是黑色而已。因此，可见感光范围只有1000:1。又如平均亮度的对数是-1.5时， $\lg B=-1$ 时已很亮，而 $\lg B=-2$ 时是黑色，这时感觉范围只有10:1。

亮度这一概念，虽然已经考虑到眼睛的视度曲线 $v(\lambda)$ 而制订的，但它是一个客观的物理量，而主观的亮度感觉与它还有区别。由于眼睛的适应性，同样的亮度在不同的场合下感觉可能完全不同，例如从光线很强的地方突然走进光线较弱的地方一开始可能会感到一片黑，什么东西也看不见，但稍等一忽儿，等眼睛适应了之后，慢慢会看得很清楚了。

至于眼睛适应新情况的时间，由暗到亮一般较快（几秒钟），而由亮到暗则要慢得多（几分钟）。例如，熄灯后几乎完全看不见室内的东西，要过了较长的时间，才能辨认。

除了上述的总的适应性以外，眼睛还有一些局部适应性，也在这里提一下。例如，网膜上某一点受了强光的照射，则这一点就适应于新的情况，而网膜的其他部分是适应于另一种情况的。因此再看均匀亮度的表面时，会感觉到一个黑点。这是因为以前受到强光的那些细胞还来不及恢复，感觉就比其他各点暗一些。又例如同时看黑色背景上的一个灰点与白色背景上的灰点。前者要比后者亮一些。这是由于看灰点的那些网膜细胞，它能受到四周网膜细胞的影响而改变其适应性。

了解眼睛的灵敏度与适应性，对于设计电视系统有重要意义。首先是视觉范围，人眼能感受的亮度，电视系统也必须能感