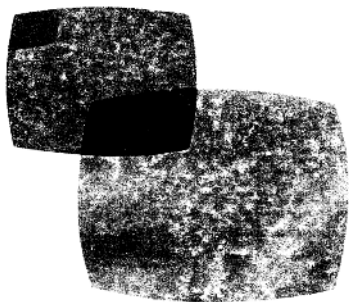




49.1.

彩色电视

彩色电视机的原理、构造、使用、维修、测试、故障排除

内 容 提 要

本书通俗地介绍了彩色电视的基本原理,重点讲述我国目前采用的“平衡正交调制逐行倒相”(PAL)制和与它有密切联系的“平衡正交调制”(NTSC)制彩色电视的发送和接收过程。为了便于初学者阅读,本书先在第一章介绍了光和彩色的知识,在第二章介绍了一般黑白电视的基本原理,可供电视台、电视转播站、微波站工作人员以及广大无线电爱好者阅读参考。

· 电信技术普及丛书

彩 色 电 视

(修 订 本)

肖 克 昌 编 著

· 人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北京东长安街27号

北 京 印 刷 一 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

· 开本: 787×1092 1/32

1982年6月第二版

印张: 7 16/32 页数: 120 1982年6月北京第2次印刷

字数: 171千字 插页: 2 印数: 151,501—224,200册

统一书号: 1504C·总2136-无622

定价: 0.70元

修 订 版 前 言

彩色电视是近几十年才发展起来的一门新技术，如果从1954年元月美国以NTSC制正式创办彩色电视广播算起只有20多年的历史。实际上直到六十年代中期，出现了PAL制和SECAM制之后，彩色电视广播才在世界范围内迅速普及。

这本小册子是以介绍彩色电视广播基本原理为主的科普读物，因此在内容上偏重于制式介绍，而不涉及到具体电路。为了使读者对整个电视广播有一个粗浅的了解，书中还简要地介绍了播控设备，节目制作方式，传送手段等。这次修订除了对原书中不妥和错误之处作了修改外，还增加了以下内容：将原书第四章中有关PAL制内容单独列出作为第五章，对PAL制的解调方式和副载波的选择作了详细的介绍。原书第五章和第六章合并为一章，增加了彩色电视电影播送设备和螺旋扫描录象机的内容。第七章增加了自会聚管的内容，对彩色显象管的调整方法作了更详细的介绍。第八章增加了彩色测试图，第九章增加了数码电视的内容。

这次修订虽然增加了一些内容，但仍然保持专业科普书的特点。由于彩色电视是一门比较复杂的新技术，涉及的面也很广，本书以彩色广播电视制式的发展为线索，深入浅出地介绍了NTSC制和PAL制的基本原理，力求使读者对彩色电视广播有一个比较完整的概念。

本书适合于从事电视广播、电信工作的值机人员和具有无

线电基本知识的工人和干部阅读，也可作为无线电爱好者和电视维修人员的参考书。由于本人业务水平低，虽然经过努力，书中的缺点错误仍是难免，敬请广大读者给予指正。

编者

出版者的话

为了普及电信技术知识，特别是电信新技术知识，为我国的通信现代化服务，我们组织编写了一套“电信技术普及丛书”，陆续出版。这套丛书的主要读者对象是具有中学文化水平、有一些电信基本知识的工人、管理干部和初级技术人员。在编写中，力求做到内容正确，概念清楚，深入浅出，通俗易懂；使读者读过一书后，能对某项技术的基本原理和主要情况有一个概括的了解，作为进一步学习的人门向导。我们殷切希望广大读者对这套丛书提出意见和建议，帮助我们做好这一工作。

目 录

概说	1
第一章 光和彩色	6
1-1 可见光的特性	6
1-2 亮度、色调和色饱和度	8
1-3 人眼的彩色视觉特性	9
1-4 三基色原理和彩色电视三基色	13
1-5 混色	17
1-6 滤色和分色	19
第二章 电视是怎样传送活动影像的	23
2-1 电视传送影像的基本过程	23
2-2 摄像管与显象管	26
2-3 隔行扫描与同步	30
2-4 电视信号的波形	34
2-5 视频信号的带宽	36
2-6 电视频道的划分	39
第三章 彩色电视的传送方式	42
3-1 简单的同时制	42
3-2 顺序传送制	43
3-3 兼容制	46
第四章 平衡正交调制彩色电视的基本原理	48
4-1 亮度信号和色差信号	49
4-2 大面积涂色	55
4-3 频谱编织技术和彩色副载波	56

4-4	平衡正交调制	63
4-5	同步检波和色同步信号	69
4-6	平衡正交制彩色信号编码器	74
4-7	彩条信号和彩色矢量图	77
4-8	相位失真对色调的影响	88
第五章	逐行倒相制和调频轮行传送制	91
5-1	逐行倒相为什么能克服色调失真	91
5-2	副载波频率的选择	93
5-3	PAL 开关和色同步信号	96
5-4	逐行倒相制彩色信号编码器	99
5-5	简单解码方式	102
5-6	延时线标准解码方式	106
5-7	调频轮行传送制的特点	114
第六章	彩色电视信号源和节目传送网	117
6-1	彩色电视中心台	117
6-2	彩色电视摄象机	120
6-3	彩色图片播送设备	130
6-4	彩色电影播送设备	132
6-5	彩色磁带录象机	136
6-6	彩色电视传送网	146
6-7	彩色电视发射网	151
第七章	彩色显象管及其调整方法	154
7-1	荫罩式彩色显象管	155
7-2	栅网式彩色显象管	159
7-3	自会聚管	162
7-4	消磁和色纯化调整	164
7-5	会聚原理及调整方法	169

7-6	白平衡调整	178
第八章	彩色电视接收机	182
8-1	彩色电视接收机的基本组成	182
8-2	彩色信号解码器	185
8-3	消色电路和自动彩色控制电路	203
8-4	彩色显象管的激励电路	207
8-5	彩色测试图	209
8-6	彩色电视接收机的使用和维护常识	212
第九章	彩色电视广播技术的展望	220
9-1	固体化、集成化和自动化	221
9-2	数码电视的发展前景	224
9-3	卫星电视广播	229

概 说

电视技术是随着无线电电子学的发展而出现的一门新技术。它和其它科学技术一样是在长期的生产斗争和科学实践中诞生和发展起来的。早在古代就流传着关于千里眼的神话故事，它反映了古代劳动人民的丰富的想象力和要求摆脱自然力的束缚而取得更大的自由的愿望。正如马克思所说：“任何神话都是用想象和借助想象以征服自然力，支配自然力，把自然力加以形象化；因而，随着这些自然力之实际上被支配，神话也就消失了。”千里眼的神话故事流传了几千年，直到本世纪二十年代出现了无线机械电视之后，“千里眼”才逐渐变成了现实。今天，“科学的千里眼”已成了“电视”这一近代科学技术的同义词了。

最早的电视系统是由德国人 P. 尼泼柯夫于 1884 年提出来的机械电视系统。机械电视系统的主要部件是一个旋转的圆盘，圆盘上有按螺旋线等距排列的小孔。把图象放置在小孔后面，当圆盘旋转时，小孔依次对图象扫描，如转速足够快，通过小孔就可以看到一幅完整的图象。本世纪初发明了无线电后，这种机械电视系统与无线电技术相结合，成功地实现了图象的远距离传送，虽然当时播送的图象很模糊，分解力只有 30 行，但它却是现代电视的雏型。机械电视所采用的分解象素、顺序扫描、逐行传送、收发同步为现代电视技术奠定了基础。直到今日，最先进的电视技术也仍然遵循这些原理。

第二次世界大战以后，黑白电视技术迅速发展起来。研制出灵敏度高，分解力好，体积小的摄像管和发光效率高的矩形

显象管，同时演播设备的质量也有很大的改进和提高。随着黑白电视技术的完善和普及，彩色电视的研究工作才全面展开。

彩色电视是建立在三基色原理的基础上的。它需要传送三倍于黑白电视的信息，这样，带宽也需增加到三倍，即需占12~18兆赫的频带。由于当时各种传送信息的手段已被广泛采用，频带显得十分拥挤。再用这样宽的频带来传送彩色电视节目已不可能。因此，除了材料和器件方面的问题外，压缩频带而又无损彩色影象的质量成为实现彩色电视必须解决的主要矛盾。

最先提出的比较可行的彩色电视广播的方案叫场顺序制。它的原理很简单（参看第三章）。用分色镜将被传送的景物分解成红、绿、蓝三幅基色光象，然后依次传送。先传红色光象，再传绿色光象，最后传蓝色光象。如果以很快的速度轮流传送，三幅基色光象在人眼中就合成一幅彩色影象。这种制式用于广播的主要缺点仍然是需要占用较宽的频带。如果把频带压缩到和黑白电视相等，影象的清晰度又会下降。因此，场顺序制并未彻底解决这个矛盾。另外，通过实践，人们还进一步认识到，在黑白电视广泛普及的基础上发展彩色电视，必须解决“兼容”问题，即彩色电视与黑白电视互相收看。场顺序制彩色电视由于带宽和扫描频率和黑白电视不同，不能实现“兼容”。因此，彩色电视的频带压缩必须建立在实现“兼容”的基础上。

1953年美国彩色电视特别委员会提出了第一个比较实用的兼容制彩色电视制式，即所谓NTSC制，也称为平衡正交制。这种制式是人眼视觉特性和无线电技术巧妙结合的产物。在对人眼的彩色视觉特性进行大量的实验和研究的基础上，了解到人眼对彩色细节的分辨能力远不及对亮度的分辨能力。而

且，对不同彩色的分辨能力也不相同。许多实验证明，把颜色信号的带宽压缩到只有亮度信号的 10~20%，人眼仍看不出彩色影像的质量有下降。在实验的基础上提出了压缩频带的“大面积涂色”原理。同时，根据信息论和频谱分析理论，对黑白电视信号的频带利用情况进行了分析，发现其频带的利用率很低，存在大量的空白区。为了检验这一分析是否正确，人们进行了下述实验：用滤波器把频带中认为是空白区的部分滤除，结果对影像的质量确无显著影响。在此基础上提出了“频谱编织”技术。“频谱编织”技术是将彩色电视所增加的那一部分代表颜色的信号插到原来的黑白电视的亮度信号频带的空白区中，实现了颜色信号与亮度信号共用频带。这样，不但压缩了彩色电视的带宽，而且较好地解决了彩色电视与黑白电视的“兼容”。

NTSC 制的研究成功是彩色电视原理上的重大突破，是电视发展史上的一个里程碑。同样具有重大意义的是在同一个时候还研制成功实用的荫罩式彩色显象管和干涉分色镜，这为彩色电视的实现提供了不可缺少的器件。

1954 年美国开始以 NTSC 制进行彩色广播，但在以后很长一段时期内，除了日本、加拿大等国外，这种制式并没有被世界各国所采用。主要是因为 NTSC 制存在有色调不稳的先天性缺陷，再加上彩色接收机线路复杂，价格昂贵，所以许多国家都在研究更为合理的制式。直到 60 年代中期才先后出现了西德的逐行倒相制，即 PAL 制和法国的调频轮行传送制，即 SECAM 制。这两种制式都是在 NTSC 制的基础上针对原制式色调易变的缺陷提出来的。目前世界各国主要采用这三种制式进行彩色电视广播。为了统一世界各国的制式，许多专家、学者和有关国际机构对这三种制式的主要性能进行了大量

的实验和现场测试，分析和审评了各种制式对彩色电视通道各个环节的适应性能以及在各种条件下传播特性的优劣，研究和分析的结果表明，这三种制式的性能大体相当，在恶劣的传输条件下，后两种制式比前者较优，但后两种制式的接收机和某些中心设备更为复杂。因此总的说来，三种制式并无显著优劣之分，看来世界各国彩色电视制式不会很快地统一起来，“三足鼎立”的局面将继续维持下去。目前虽然彩色电视广播在许多国家已经普及，但就制式的技术性能来看还没有达到十分成熟的阶段。随着科学技术的发展，今后也很可能会出现与现行彩色电视制式完全不同的新制式。

上面谈到的主要是指广播电视方面的制式，至于国民经济其他部门所采用的应用彩色电视系统，如工业电视、教育电视、铁路交通部门的监视电视系统等，因为用途不同，所以技术要求也各不相同，制式也多种多样。总的说来，因为应用电视大都是闭路系统，频带问题不是很突出，也不要求兼容，故制式都比较简单，设备也较简化，操作使用都更为简便，但质量指标比广播电视低一些。

近二十年来，随着电视广播和各种应用电视技术的迅速发展，电视工业已从无线电工业分支出来，形成一门独立的工业体系。它与现代科学的各个领域，包括电物理学、化学、光学、电真空技术、半导体电子学、空间电子学、电信理论、以及无线电技术等都有密切的联系。现代科学技术的许多最新研究成果都很快在电视工业中得到应用，例如激光技术已经用于大屏幕激光电视显示和激光记录电视唱片等方面，激光通信也成为电视最理想的传送手段，各种固体摄像器件和显示器件以及中规模、大规模集成电路的研制成功开始引起电视工业的变革，它将为人们提供各种轻巧、耐用、省电的优质电视设备和

各种薄型平板式彩色接收机。数码技术和微型电子计算机在电视广播方面的应用已经日益广泛，这将极大地提高现有电视广播的质量，并为接收机的多功能化开辟广阔的前景。电视广播卫星作为一种远距离传送、大面积覆盖电视节目的工具，将直接为观众提供丰富多彩的节目。

科学技术发展是无止境的，永远不会停留在一个水平上。过去的许多幻想今天已经成为科学的现实；今天的美好愿望有待明天去实现。优越的社会主义制度为科学技术的发展开辟了广阔的前景，辩证唯物主义认识论为我们提供了认识世界、改造世界的强大思想武器。只要我们认真学习各国的先进科学技术，勇于攀登高峰，就一定能为人类作出应有的贡献。

第一章 光 和 彩 色

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。彩色电视的基本任务就是将被传送景物的亮度和彩色转变成电信号并加以传送，最后在彩色电视的荧光屏上将原来景物的亮度和彩色最大限度不失真地重显出来。

因此，在讨论彩色电视的原理之前，需要了解一些光和彩色的基本知识，下面先从可见光的特性谈起。

1-1 可见光的特性

光与人类的生存和生活是密切相关的。太阳光是最常见的光源。太阳以它灿烂的光辉普照大地，给人类带来温暖，带来光明，万物竞生，百花争艳。入夜，万家灯火通明，人们在灯光下工作、学习、娱乐，进行着各种繁忙的社会活动。但是你想想过没有，光究竟是什么？为什么太阳光呈白色，火光呈红色和蓝色，而霓虹灯可以发出五光十色的各种色光呢？其实人们很早以前就对光产生了兴趣，进行了大量的研究，提出了各种关于光的学说。

根据人们目前的认识，可以肯定光是一种物质，具有一定的能量。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的区别，只是频率（或波长）不同。人眼可以看得见的光叫可见光，其波长是从 380 毫微米至 780 毫微米。在整个电磁波频谱上，可见光只占极小的一段，如图 1-1 所示。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 400 毫微米左右的光，给人以紫色的感觉，波长 700 毫微米左右的光看起来是红色。可见光区域包括有红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色，把这些色光混合在一起就得到白光。波长大于 780 毫微米的光叫红外线，短于 380 毫微米的光叫紫外线，它们都是人眼所看不见的。

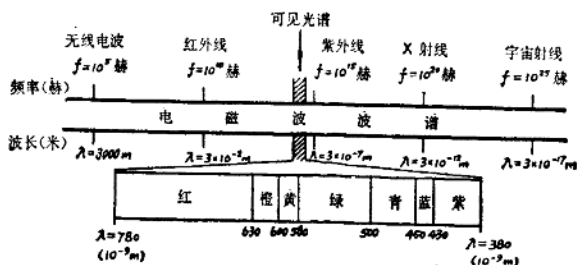


图 1-1 可见光的光谱和它在电磁波波谱中的位置

如果我们把一束日光斜射到一块玻璃棱镜上，在白色的幕面上就可以得到一组按红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的次序排列的连续色光，如图 1-2 所示。这种现象是由于光折射所引起的。从这一现象中我们知道，日光不是单色光，而是由七种颜色的光合成的。

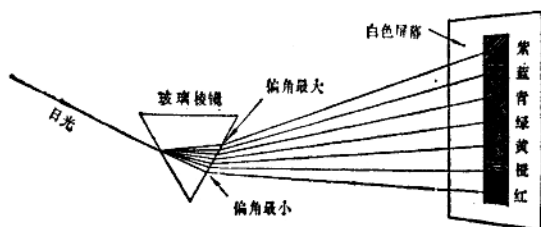


图 1-2 日光经过折射分成七种色光

自然界的各种景物在日光的照耀下为什么会显出不同的颜色呢?这主要是因为各种物体吸收和反射透射光的特性不一样。举个例子来说吧。树叶为什么是绿的?因为它只反射日光中绿色波长的光,吸收了其他波长的光,反射的绿光落入人眼,就看到树叶是绿的。各种景物都吸收某一些波长的光,反射另外一些波长的光,这样就构成了我们周围绚丽多彩的彩色世界。

我们眼睛所看到的景物的颜色既然是由于该景物所反射透射的光的种类不同而产生的,那么景物所表现的颜色显然还和照射它的光源有关。树叶是绿色的,那是指在日光或白光照射下所呈现的颜色。当我们把树叶拿到红光下来观察就会发现树叶不再是绿色而近乎黑色。怎么解释这种现象呢?这是因为光源中没有绿光成分,树叶吸收了全部红光,所以变成黑色。人们有这样的生活经验,到布店买布如果在电灯光下挑选颜色,会觉得挑不准,总愿意把它拿到日光下来判定。例如一块蓝布在白炽灯下看起来颜色比较深暗,但是在日光下,蓝布就显得比较鲜艳了,这是因为白炽灯光中的蓝光成分比日光少的缘故。

在彩色电视中,为了获得良好的艺术效果,往往需要根据彩色电视的特点采用各种不同的色光照明,使得彩色电视机荧光屏上的影象比起真实的景物来,色彩更加鲜艳,色调更加丰富,更具有所需要的气氛,更富有艺术感染力。

1-2 亮度、色调和色饱和度

任何一束彩色光,对人眼引起的视觉作用可以用亮度、色调及色饱和度三个量来描述,称为彩色三要素。

亮度是指彩色光所引起的人眼视觉的明暗程度。显然亮度与光线强弱有关，同一景物因光照的强弱不同会引起不同的亮度感觉。同时亮度还与物体表面的反光率有关，反光率愈高，物体看起来就愈明亮。各种彩色物体表面的反光率也不一样，黄色褐色的表面对可见光谱各种波长光的反光率都比红色表面高，而蓝色物体表面的反光率又比红色表面低，所以在同样的照明条件下，黄褐色物体比红色物体显得明亮，蓝色物体最暗。

色调是指光的颜色。不同波长的可见光在视觉上引起红、橙、黄、绿、蓝、青、紫等各种色调的感觉。因此色调与光的频率有关，如果改变色光的光谱成分，就会引起色调的变化，譬如将少量的绿光混入红光中，虽然看上去大体还是红色，但人们会察觉色调已经有了变化，因为色光中增加了绿色光谱，随着绿光成分的增加，色调就由红色变成橙色，当绿光 and 红光成分相等时，色调就变成黄色。

色饱和度是指颜色的深浅程度，即色的浓、淡。举一个例子来说吧，如果两个聚光灯同时投光在白色屏幕上，一个投绿光，一个投白光，合成的光是淡绿色。如果两个聚光灯光的强度相等，饱和度为 50%。如果将投白光的聚光灯灭掉，得到的是纯绿光，饱和度为 100%。因此，饱和度是和色光中的白光成分多少有关的，白光愈多，饱和度愈低，色就愈淡。白光的饱和度为零。

这三个量在后面的章节中会经常碰到。色调和饱和度常常又统称为色度。

1-3 人眼的彩色视觉特性

我们的眼睛是一部十分灵巧的摄影机，它的适应性、灵活