

DSLXYBD
TV

DIANSHILUXIANGYU



BIANQIAO

电视录象与编导

汪 国 兴
王 顺
刘 洪 滨

吉林大学出版社

内 容 简 介

本书共包括两部分内容。第一部分为1—6章，对国内常见的摄象机、录象机、电视机和电视录象系统主要设备的构造、工作原理、维护使用技术作了比较系统的讲解和介绍；第二部分为7—11章，在这部分中，对各种电视剧、片的编制过程和制作技巧等编导知识进行了较全面的论述讲解。本书可供从事电视广播工作的有关人员、电视录象与编导的业余爱好者阅读，亦可作电教、新闻、广播等专业学生的教材。

电 视 录 象 与 编 导

汪国兴 王 顺 刘洪滨

*

吉林大学出版社出版 吉林省工商联印刷厂印刷

吉林省新华书店发行

787×1092 16开 24.625印张 559,000字

1986年1月第1版 1986年1月第1次印刷

印数：1—15,000册

*

统一书号：15323·4 定价：4.50 元

前 言

近年来,随着电视广播和电化教育事业的迅速发展,电视录象设备作为一种有效的现代化宣传教育手段,已在我国许多电视台、站、高等院校、科研单位、文化团体和工矿企业等部门得到日益广泛的应用。随着我国经济建设的发展及人民生活水平的提高,录象设备等新型视听工具也将受到全社会的欢迎并逐渐进入家庭,成为广大群众工作劳动之余获取知识、搜罗信息、了解时事、娱乐享受的途径。因此,如何选购和使用这些设备,便成了电视广播、电化教育从业人员和广大电视爱好者所关心的问题。但是,电视摄录象、编导目前还是一种方兴未艾的新鲜事物,有关读物不多,远不能满足广大读者渴求知识的要求。

为了帮助广播电视、电化教育工作者和其他有关专业、兼职人员了解并掌握电视摄象、录象和编导的基础理论、技术知识起见,我们根据多年从事电化教育教学、科研与编导工作的实践与经验,编写了这本书。

本书对国内常见的摄象机、电视机等的工作原理、电视录象主要配套设备的基本情况、电视演播室的设计与管理,以及电视录象片编导要领与制作方法等,作了比较系统的介绍。并且以可能搜集到的最新资料为依据,介绍了一些有用的电视录象设备,以供选购及使用时参考。

本书可供电教、新闻、广播等专业学生与工作人员为提高业务而学习的教材;也可以为从事电视广播工作的有关人员提供一些基本知识。

本书亦可作为对电视录象与编导感兴趣的广大读者了解有关情况的有益读物,当然也可以作为有志涉足于电视摄录或编导的年青朋友们找到登堂入室门径的指南。

本书第一、四、五、六章由汪国兴编写;第二、三章由王顺编写;第七、八、九、十、十一章由刘洪滨编写。

在本书编写过程中,虽然力求取材新颖翔实,叙述简洁流畅,但因电视录象设备不断推陈出新,加之经验不足,水平有限,挂一漏万的情况及缺点错误在所难免,敬请读者批评指正,以期进一步订正提高。

编 者

1985年5月于长春

目 录

第一章 彩色电视的基本知识	(1)
§ 1—1 彩色电视的基本原理.....	(1)
§ 1—2 彩色电视的制式.....	(4)
§ 1—3 电视系统与电视标准.....	(10)
第二章 彩色电视摄象机	(13)
§ 2—1 彩色电视摄象机的基本构造.....	(14)
§ 2—2 彩色电视摄象机的光学系统.....	(16)
§ 2—3 彩色电视摄象机的光电转换系统.....	(23)
§ 2—4 彩色电视摄象机的电信号处理电路.....	(28)
§ 2—5 彩色电视摄象机的自动调整功能.....	(36)
§ 2—6 常用彩色单管摄象机.....	(38)
§ 2—7 常用彩色三管摄象机.....	(55)
§ 2—8 一体化彩色摄录机.....	(70)
§ 2—9 摄象机控制器.....	(73)
§ 2—10 彩色电视摄象机的选择与使用.....	(77)
§ 2—11 彩色电视摄象机的维护.....	(80)
§ 2—12 彩色电视摄象的照明.....	(82)
第三章 彩色电视接收机与彩色监视器	(86)
§ 3—1 彩色电视机的电路构成.....	(86)
§ 3—2 彩色电视机的解码电路.....	(87)
§ 3—3 彩色显象管.....	(89)
§ 3—4 彩色电视机的电源.....	(91)
§ 3—5 索尼公司彩色电视接收机/监视器介绍.....	(93)
§ 3—6 彩色电视机的调整和使用.....	(96)
§ 3—7 彩色电视机改做视频监视器.....	(98)
§ 3—8 彩色电视机的维修.....	(100)
第四章 彩色盒式磁带录象机	(104)
§ 4—1 电磁记录基本原理.....	(105)
§ 4—2 录象机的基本构造.....	(111)
§ 4—3 几种主要机型的比较.....	(125)
§ 4—4 录象机的检验、使用与保养.....	(149)
第五章 电视录象主要配套设备	(156)
§ 5—1 电子编辑器.....	(156)

§ 5—2 多路信号分配器	(163)
§ 5—3 特技效果发生器	(167)
§ 5—4 时基校正器	(191)
§ 5—5 电影电视转换装置	(195)
§ 5—6 显微电视录象装置	(197)
§ 5—7 卫星电视广播的接收	(199)
§ 5—8 计算机在电视录象中的应用	(203)
§ 5—9 激光视盘机	(208)
第六章 电视演播室及其它	(217)
§ 6—1 电视演播室与主控室	(217)
§ 6—2 演播室的灯光与照明	(225)
§ 6—3 录音设备与录音	(233)
§ 6—4 闭路电视播放设备	(264)
§ 6—5 软件保管库	(270)
第七章 电视编导的职责、修养和编导工作	(273)
§ 7—1 电视编导的职责和修养	(273)
§ 7—2 电视片的编制和编导工作	(277)
第八章 常见电视片的分类和编导要点	(282)
§ 8—1 电视新闻纪录片的特点、编播形式和要求	(282)
§ 8—2 电视剧的类别与创作规律	(287)
§ 8—3 电视科教片的特点和分类	(293)
§ 8—4 电视专栏节目的特点和编制要求	(296)
§ 8—5 电视教学片——电视教材的概念和分类	(300)
第九章 教学、科研电视片稿本的编写	(309)
§ 9—1 教学、科研电视片稿本的分类和作用	(309)
§ 9—2 教学、科研电视片文字稿本的编写	(310)
§ 9—3 教学、科研电视片分镜头剧本的编写	(322)
第十章 电视画面的构图	(333)
§ 10—1 电视画面的特点和种类	(333)
§ 10—2 电视画面构图的布局	(336)
§ 10—3 电视画面构图的表现手法	(345)
§ 10—4 电视画面构图的因素	(358)
§ 10—5 教学、科研电视片动画、字幕的设计要求和应用	(363)
第十一章 电影、电视蒙太奇概述	(365)
§ 11—1 蒙太奇的产生、作用和分类	(365)
§ 11—2 电视镜头的组接原则	(373)
§ 11—3 电视镜头的组接技巧	(380)

第一章 彩色电视的基本知识

早在十八世纪末，人类在实现了利用电磁波传输电报和声音以后，就开始进一步研究如何使用无线电波传输图象等信息的问题。早期的电视就是应用光电元件将自然景物通过光学系统形成的光象转变为相应的电信号，通过电子线路的加工处理，以电磁波的方式传递到接收端，再经由电子线路的作用，最后在电视机显象管的荧光屏上重现原来景物的光象。在这样的传输过程中，自然景物的光学图象固然在接收端再现出来了，但只能见到灰度不同的黑白图象，而自然景物原来的绚丽色彩却完全失掉了。

怎样才能使电视机上显出的图象也和实物那样丰富多彩呢？这在技术上有一系列的难题要解决。因此，在本世纪二十年代开展试验性的黑白电视广播以后，一方面，继续研究试验，不断提高黑白电视的质量，使它日趋成熟，另一方面，又从1928年起开始研究有关彩色电视广播的种种问题。直到四十年代末，彩色电视技术才逐渐成熟而步入实用的阶段，终于由初期只能显示景物明暗图象的黑白电视发展到了今日五彩缤纷的彩色电视。

现在的彩色电视图象质量，不只色彩鲜艳，而且清晰程度可和16毫米的彩色电影的画面比美。不远的将来，可望实现清晰度更高的彩色电视，甚至还可见到色彩逼真、宛如实物的立体电视。

§ 1-1 彩色电视的基本原理

一. 三基色原理

科学研究证明，可见光也是电磁波，波长很短，在整个电磁波谱中只占极其窄小的一段。不同波长的光波对人类视觉神经产生的刺激各不相同，引起的主观感觉也不一样。从波长780nm到380nm的光波，映入人眼产生的主观感觉就是由红色到紫色的一系列色光。比它们的波长更长或更短的电磁波，人眼就感觉不到了。

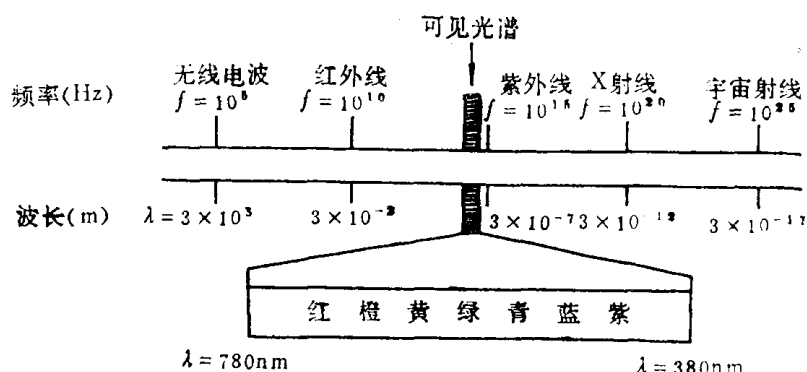


图 1-1 电磁辐射波谱

由此可知，各种光源辐射的电磁波是物质，而由此产生的彩色视觉则是人类视觉神经对物质的反映，是一种主观感觉。

彩色视觉的生理现象很复杂，有待进一步研究。现在已经知道，在阴暗的环境里，人眼的视觉由感光灵敏度较高的杆状细胞起主导作用。它们只能感觉光的明暗程度，不能区别光的波长特性，也就是没有区别色彩的能力，所以人们在阴暗处不能辨别颜色，看到的東西都呈灰黑色。在明亮的条件下，锥状视觉细胞起作用了。它们具备亮度（但灵敏度低）与色觉两种机能。这是我们在明亮的场合才有彩色视觉的原因。从物理意义上来解释人的色觉，就是锥状细胞在光强超过一定限度后不但能感受光通量的多少而产生亮度感觉，而且还能感觉光波波长的变化，即对光的波长或频谱的不同分布具有选择地受刺激的特性。

太阳发出的耀眼光芒，对人眼产生刺激引起的色觉一般是白色光。但白色的日光通过三棱镜后却成为由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫一系列彩色光组成的光带，叫做太阳光谱。由此证明：白色的日光并非单色光，而是波长由长到短的一系列色光组合而成的。而且，科学实验还证明：将红、绿、蓝三种单色光以适当的比例配合起来，也可在视觉上产生白光的感觉。配合的比例改变，人眼见到的色彩就不同。因此，称红绿蓝为三基色。三基色光之间的亮度比决定光的颜色。彩色电视就是应用加法三基色原理来重现自然景物的彩色图象的。

在技术上彩色光可用三个特征来表达，即：亮度、色调与饱和度。亮度表示光在视觉上引起的明亮程度。色调表示呈现的颜色，它和光的波长有关。饱和度表示彩色的深浅程度。彩色越浓越纯，饱和度越高。也可以这样说：饱和度是表示某一彩色掺进白色的程度；或者说，是纯净的单色光被白色冲淡的程度。用三基色法再现的彩色，饱和度一般不很高。色调和饱和度，在彩电技术上通常合称为色度。黑白电视只需传送亮度信息以及保证接收端与发送端工作步骤一致的同步信号，兼容式彩色电视则在传输亮度信号等以外，还必须向接收端传送色度信息。这就是说，传送彩色电视图象时，除出和黑白电视那样必须将代表图象明暗的亮度信号传输出去外，还要通过彩色电视摄像机将自然景物的彩色光象分解为红、绿、蓝三基色信号，经过电子线路的加工处理，传送到接收端。彩色电视机收到输入的彩色电视信号后，经过有关电子线路的一系列处理，从而恢复

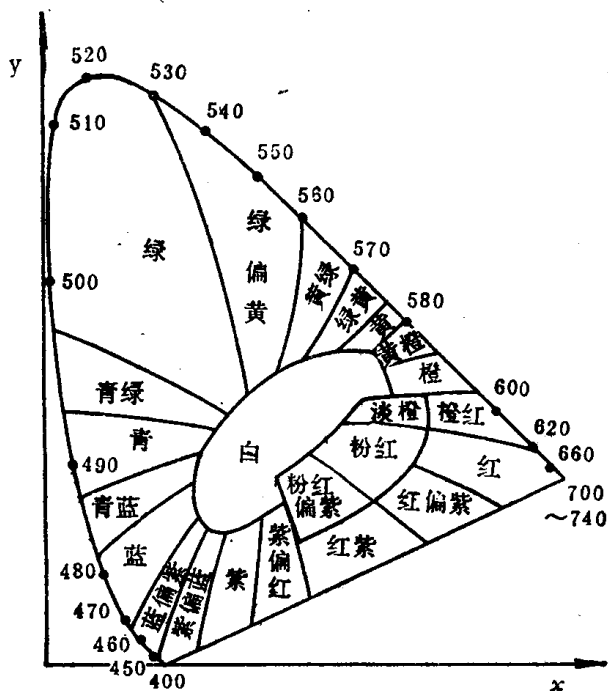


图 1-2 色域图

表征图象明暗的亮度信息和表征图象色彩的色度信息，控制彩色显象管内的电子束流，最后在成千上万个能分别发出红绿蓝三种单色光小点组成的荧光屏上成象，人眼里就产

生了彩色图象的主观感觉。

实验证明,要想清晰地传送层次分明的黑白图象,亮度信号的频率应分布在0到6兆赫之间。因为这是传送图象所必需的,通常称它为视频。

人眼对亮度差异的区别能力比较强,而对彩色的分辨能力却比较差。因此,在电视广播上,传送亮度信息的电信号频率一般不低于4.2~6兆赫,而在传送携带彩色信息的色度信号时却可以利用人眼对彩色分辨力不高的特点,将传送色度信号所需的频带宽度加以压缩。而且,为了不使彩色电视传送的信号频带大于黑白电视信号,还可采取编码等方法将携带色度信息的信号频率编织到亮度信号的频谱间隙中去。这叫做频谱交错或频谱间置。

实践证明,彩色电视广播实际上并不需要携带红绿蓝三基色信息的信号全部传给接收端。只须传送 $(R-Y)$ 与 $(B-Y)$ 这两个色差信号,在彩色电视接收机里仍然可用适当的方法合成为红绿蓝三基色。三基色合成的各种彩色,与亮度有一定关系。例如电视台播送的彩条,若定白光为100%,黑色亮度为0,则呈现在彩色显象管荧光屏上的黑、蓝、红、紫、绿、青、黄、白彩条,其亮度比分别为0、11%、30%、41%、59%、70%、89%和100%。这个道理,可由黑白电视机收到彩条信号时会出现八条亮度不等的图象得到证实。

日常生活中见到的白光,多数是高温物体辐射的。太阳、白炽灯、蜡烛等发出的光,都可以称为白光,但白的程度显然不一样。为了区别不同温度物体发出的白光起见,科学家把光源发出的光和绝对黑体加热到某一温度时发出的光作了比较,二者看起来一致时,就把这一温度叫做白光光源的色温,色温的单位是绝对温度,即:K。例如,上午的太阳光,色温是4800°K;中午北方晴空的光照,色温为6800°K。前者色温低,偏红;后者色温高,偏蓝。但都属于白光。拍摄彩色电视节目时,对照明光源有较高的要求。新型溴钨灯的色温为3200°K,比较适合彩色电视摄象机的要求。当然,光源的色温高于或低于3200°K时,也可采用适当的滤光片等方法来调整,这同样可以得到比较满意的彩色图象。

二. 视频图象信号

电视屏幕上显示的画面,是由显象管内的电子束有规律地轰击荧光屏的发光涂料层形成的。电子束从左到右的水平位移,称为行扫描。每秒钟内水平扫描的次数,叫做行频。我国的电视广播规定,一帧画面由625行组成。为了使这625行自上到下均匀排列起来,电子束还须作锯齿形的垂直扫描运动。通常采用所谓隔行扫描的方法,就是把625行均分为二,先传递第1、3、5……等奇数行,再传递第2、4、6……等偶数行。每传递312.5行,称为一场。我国规定每秒钟内垂直扫描的次数为50场,即场频为50赫。这样,每帧画面实际上是由两场构成的,可以避免人眼产生闪烁的感觉。同时,也确定了电子束的水平扫描频率,即行频,其值为 $312.5 \times 50 = 15,625$ (赫)。由此可以算出,行扫描的一个周期等于64微秒。行频、场频可因各国的电视标准而异。

要在电视机上看到清晰、活动而稳定的图象,显象管中的电子束不只在荧光屏上的扫描规律必须和电视发射台一致,而且在时间上也要保持步调一致。这就是说,不但要

求电视机的行、场扫描频率必须与发射台保持一致，而且，电子束行、场扫描的相位也

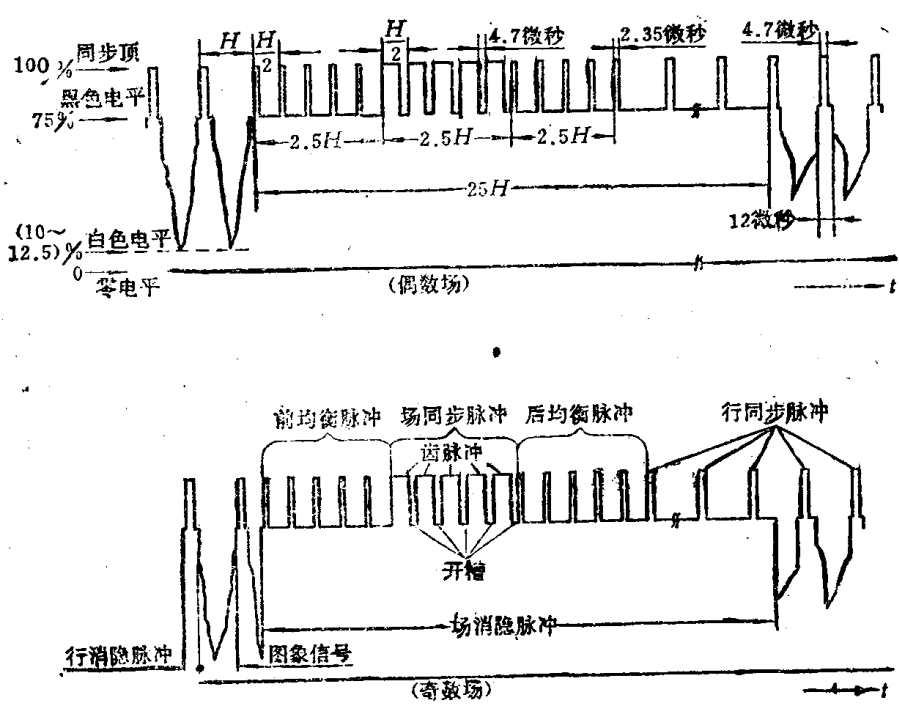


图 1-3 黑白全电视信号

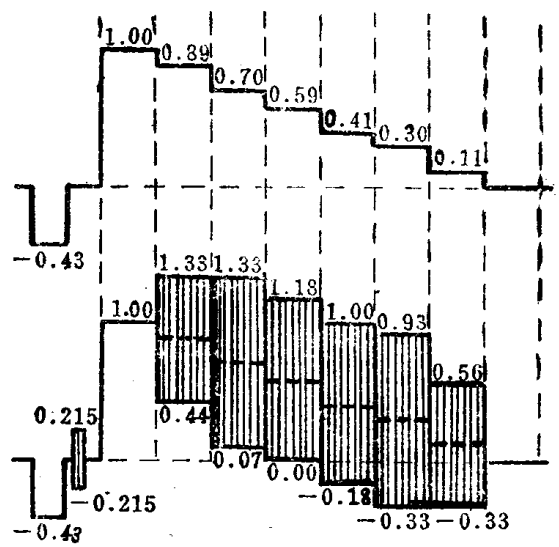


图 1-4 彩条全电视信号

必须和发送端相同。如果只是扫描的频率相同，而扫描的相位却不一致，就不可能正确重现稳定的图象。为了使电视机中行、场扫描的频率与相位都能够保持同步，在电视发射台传送出来的电视信号中，必须包含控制用的信号。因此，彩色电视系统传送的视频图象信号中，除了含有传输图象明暗信息的亮度信号和色彩信息的色度信号外，还须加上同步信号（包括色同步信号）以及消隐信号等。消隐信号的作用是使电子束在行、场扫描的回程中保证荧光屏不发光。

§ 1-2 彩色电视的制式

一. 概 述

黑白电视制式通常以每帧扫描行数、每秒扫描场数、频道带宽和隔行扫描方式等特征作为标志。至于彩色电视系统，除上述有关特征外，为了传输自然景物的色彩信息并

使之重现，在发送端与接收端还必须采取某种特定的信号处理方式，从而出现具有不同特点的各种彩色电视制式，其主要的区分标志就是将三个信号（三个基色信号或由它们组成的亮度信号及色差信号）如何处理的方式。

从传送信号的时间关系看，彩色电视制式可分为：①顺序制，②同时制，及③顺序同时制。在顺序制中，三个基色信号按一定的顺序轮流传送。从逐场、逐行和逐点轮换的特点看，顺序制又可分为场顺序制、行顺序制和点顺序制三种。在同时制中，携带彩色图象亮度信息与色度信息的三个信号是同时传送的。由于在发送端对它们进行特殊的频域处理，所以在接收端可以把它们分开。顺序同时制则是前两种方式的结合，在传送的信息中既有顺序传送的部分，又有同时连续传送的部分，但在显象时却不一定采用顺序同时混合方式，可以采用同时方式。

按使用目的来看，彩色电视制式可分为兼容制和非兼容制两大类。兼容制是为广播电视研制的，除具有能以较高质量指标传送彩色图象外，还有以下两种特性，即：①兼容性与逆兼容性。所谓兼容性，就是说传送的彩色电视信号也能由黑白电视机接收而显示通常质量的黑白图象。逆兼容性则指彩色电视机也能收看黑白电视广播节目。②在扫描频率、频带宽度、伴音载频与图象载频以及二者之间的间距、行同步和场同步信号的各项指标等方面是和黑白电视广播的标准相同的。非兼容制的彩色电视不具备上述特性，主要用于工业电视及科学研究等。

粗略地说，顺序制的优点是设备简单，彩色图象质量较好，缺点是兼容性差，占用频带较宽。同时制的优点是兼容性好，占用频带较窄（与黑白电视相同），彩色图象质量也好，缺点是设备比较复杂，亮度信号与色度信号之间往往互有干扰。至于顺序同时制，优缺点基本上和同时制相似。

自从彩色电视出现以来，各国已经研制出了许多制式，其中有些已被淘汰，有些则在不同的场合采用。目前，实际用于彩色电视广播的，只有属于同时制的 NTSC 制和 PAL 制，以及属于顺序-同时制的 SECAM 制三种。

上述三种制式都采用了与黑白电视广播兼容的亮度信号，其差别主要体现在两个色差信号 ($R-Y$ 与 $B-Y$) 对副载波的调制方式上。换句话说，由两个色差信号对副载波进行调制而形成的组合已调波信号，体现了所用制式的主要特点。这个已调副载波信号，叫做色度信号。

二. NTSC 制

NTSC 制是1953年美国研制成功的一种兼容式彩色电视制式。NTSC 是 National Television Systems Committee (国家电视系统委员会) 的缩写词。从这种制式色度信号的特点来看，可以称为正交平衡调幅制，它有两方面的含意，一是平衡调制，一是正交调制。

所谓平衡调制，就是采用了抑制载波的调制方法。在调幅制中，已调信号的幅度随调制信号而变化，其数学表达式为：

$$E_M = (E_0 + \Delta E \cos \Omega t) \cos \omega_s t \quad (1.1)$$

式中， E_M 表示已调信号的幅度， E_0 为调制前的载波电压幅度， ΔE 为调制信号电压

的幅度, ω_c 为载波的角频率, 即 $\omega_c = 2\pi f_c$, Ω 则是调制信号的角频率。

将上式展开, 可写成:

$$\begin{aligned} E_M &= E_0 \cos \omega_c t + \Delta E \cos \Omega t \cos \omega_c t \\ &= E_0 \cos \omega_c t + \frac{\Delta E}{2} \cos(\omega_c + \Omega)t + \frac{\Delta E}{2} \cos(\omega_c - \Omega)t \end{aligned} \quad (1.2)$$

由上式可知, 载波被频率为 Ω 的信号调制后, 就变成三个频率成分, 即一个是载频 ω_c ; 一个为 $(\omega_c + \Omega)$, 称为上边频; 另一个为 $(\omega_c - \Omega)$, 叫做下边频。如果调制信号具有许多频率成分, 则上、下边频就扩展成为上边带和下边带。而且, 由式(1.2)可知, 所传送的信息能量都包含在边带内, 并不在载波中, 所以将载波抑制掉并不影响信息的传送。在兼容制彩色电视中, 用色信号去调制彩色副载波后, 若不抑制彩色副载波, 则当黑白电视机收到彩色副载波时, 在黑白图象上还会出现亮点与暗点互相间隔的点状结构, 造成干扰, 所以必须抑制不传输信息的彩色副载波。

平衡调制就是使调制信号和副载波信号平衡对称地输入到调幅器去。所谓平衡对称, 就是同时取幅度相同而极性相反的信号。当调制信号 $\Delta E \cos \Omega t$ 与载波信号 $E_0 \cos \omega_c t$ 都是负极性时, 调幅器的输出就成为:

$$\begin{aligned} E_M' &= (E_0 - \Delta E \cos \Omega t)(-\cos \omega_c t) \\ &= -E_0 \cos \omega_c t + \Delta E \cos \Omega t \cos \omega_c t \end{aligned} \quad (1.3)$$

当正极性的 E_M 和负极性的 E_M' 在平衡调幅器的负载上相加时, 它们各自的载波分量正好互相抵消, 而上下边带的分量是相加的, 即:

$$\begin{aligned} E_{\text{平衡}} &= E_M + E_M' = 2\Delta E \cos \Omega t \cos \omega_c t \\ &= \Delta E \cos(\omega_c + \Omega)t + \Delta E \cos(\omega_c - \Omega)t \end{aligned} \quad (1.4)$$

上式就是平衡调幅器输出电压 $E_{\text{平衡}}$ 的表达式, 显然不包含载波分量在内了。

如果把两个信号调制在频率相同, 但相位差为 90° 的载波上, 即互相正交的两个载波上, 就叫做正交调制。例如, 将色差信号 $E_u (=E_B - E_R)$ 调制在彩色副载波 $\sin \omega_c t$ 上, 而把另一个色差信号 $E_v (=E_R - E_B)$ 调制在彩色副载波 $\sin(\omega_c t + 90^\circ) = \cos \omega_c t$ 上, 然后把这两个已调信号合成在一起送出去(NTSC制实际传送的是 Q 、 I 色差信号, 相差 33° 角)。因两个色差信号去调制同一彩色副载波时都采用平衡调制法, 所以可用 E_u 与 E_v 代替式(1.4)中的调制信号 $\Delta E \cos \Omega t$, 于是就可用下式表示正交调制信号电压:

$$E_{\text{正交}} = E_u \sin \omega_c t + E_v \cos \omega_c t \quad (1.5a)$$

$$\text{若令 } \sqrt{E_u^2 + E_v^2} = A, \quad \arctg \frac{E_v}{E_u} = \phi$$

则式(1.5a)可以改写为:

$$E_{\text{正交}} = A \sin(\omega_c t + \phi) \quad (1.5b)$$

式中的 A 既然由色差信号 E_u 与 E_v 的大小所决定, 而相位角 ϕ 则由 E_u 与 E_v 相互间的比例关系来决定, 可知前者代表了彩色的饱和度, 后者反映了彩色的色调。

为了减少亮度信号和色度信号间的相互干扰现象, 除采用平衡调幅以外, 还须根据标称视频带宽与色度信号频带, 选用尽可能高的副载频以实现亮度信号与色差信号的频谱交错。NTSC制的副载频通常选用行频一半的奇数倍, 即:

$$f_{sc} = \frac{1}{2} f_H \times 455 \approx 3.58 \text{兆赫。}$$

此外，为了在接收端的同步检波器实现亮度信号与色差信号的正确分离，NTSC制的编码器还专门产生一个色同步信号来传送同步检波器需要的副载波相位信息。

NTSC制采用平衡正交调制法解决了彩色电视和黑白电视广播相互兼容的问题，但存在着彩色不太稳定的缺点，容易由相位失真引起彩色失真。

采用NTSC制的国家，有美、日等国。

三. PAL制

为了克服NTSC制相位敏感的缺点，1962年在西德提出了一种改进方案，叫做逐行倒相(Phase Alternation by Line)制，简称为PAL制。我国的彩色电视广播采用PAL制，此外，还有西德和欧亚等洲的许多国家。

PAL制和NTSC制一样，也同时传送两个色差信号 $B-Y$ 与 $R-Y$ 。不过 $R-Y$ 信号是逐行倒相的，它和 $B-Y$ 信号对副载波进行正交调制。换句话说，就是使一个已调色信号分量 $E_u \sin \omega_c t$ 维持不变，另一个已调色信号分量 $E_v \cos \omega_c t$ 的副载波却逐行倒相。例如，设传送前一行时是 $(E_v \cos \omega_c t)$ ，而传送后一行时却让它成为 $(-E_v \cos \omega_c t)$ ，再下一行又是 $(+E_v \cos \omega_c t)$ ，如此逐行交替传送。因此，PAL制的已调色信号可以用下式表示：

$$E_{PAL} = E_u \sin \omega_c t \pm E_v \cos \omega_c t \quad (1.6)$$

式中， $\pm$ 代表逐行改变正、负极性，所以 $E_v \cos \omega_c t$ 就成为逐行倒相的色信号分量了。

采用逐行倒相的方法，在传送过程中若发生相位变化，则因相邻两行相位相反，可以起到互相补偿的作用，从而能克服相位失真引起的色调改变。

在接收端，可以利用人眼的惰性对两行色调有偏差的颜色起平均作用。例如，在彩色显象管荧光屏上，若上一行呈现紫偏红色，下一行却呈紫偏蓝色，映入人眼，看起来却可折衷成为原来的紫色，感觉不到彩色畸变。但是，由于彩色显象管特性的非线性，相位失真还会引起亮度失真，相邻行上亮度失真比较大时，图象就会出现明暗交替的水平条纹等现象。

比较完善的办法是采用延时线把两行色信号加以平均。此法得到的平均彩色的饱和度会比原来的低一些，但人眼对色调的变化比较敏感，对色饱和度的改变却不敏感，所以影响不大。

PAL制中 V 信号载波既是逐行倒相的，那么接收端解调 V 信号用的副载波也应当逐行倒相，所以送到 V 信号同步检波器去的副载波必须先经过叫做PAL开关的电子开关实现逐行倒相。为了使PAL开关正确切换，就要使它能正确识别哪一行是倒相的。这个识别功能是由同步信号提供的。因此，PAL制的色同步信号比NTSC制的多一项任务，既要给出副载波的频率和相位，又要给出 V 信号的切换极性。由此可知，PAL制的色同步信号是和NTSC制的大不相同的。

在PAL制彩色电视机里，通常采用延时解调器来平均相邻两行的色信号，以要求更好地改善色调畸变。延时解调器由延时线、加法器组成。延时线是延时解调器的核心部分，它的作用是将已调色信号延迟一个行周期的时间，然后由已延时的信号和未延时的

直达信号在加法器里合成。当已延时的行信号到达加法器时，未延时的直达信号却已到了下一行（即 $n+1$ 行）去了。由于延时线延迟一个行周期，即延时信号比直达信号晚到一个行周期的时间，所以可通过加法器利用信号极性的正负不同来实现相邻两行色信号的平均。标准PAL制彩色电视接收机中的延时线，现在常用超声波延时线。这个重要元件的主体是玻璃棒，两端装有压电换能器。输入端的压电换能器把输入信号电压转变为超声波，利用超声波在玻璃棒中传送需要一定的时间，从而实现延迟信号到达时间的目的。超声波经过精确的延时以后到达输出端，再由压电换能器恢复为原来的电信号。传输过程中的损耗，可用适当的电路元件等加以补偿。

延时解调器的另一个重要作用是在同步检波以前就把已调色信号的两个分量 U 和 V 分开。延时解调器的频率响应曲线呈梳状，所以又叫梳状滤波器。

PAL制的副载频为：
$$f_{sc} = 138\frac{1}{2}f_H + 25 \approx 4.43 \text{兆赫}$$

PAL制对相位误差不敏感，重现图象的彩色受传输误差的影响较小；亮度信号与色度信号相互间的干扰较小；由于梳状滤波器的存在，亮度信号与杂波对色的干扰减少；兼容性较好。但PAL制的编码器、解码器都比NTSC制的复杂，信号处理也比较麻烦，所以接收机的造价高些。而且，对于某些类型录象机，如，高密度记录方式的简易录象机，由于PAL制色度信号比NTSC制复杂，给电路设计增添了难度。

目前，世界各国彩色电视广播采用PAL制的比较多。但因各国采用的黑白电视标准等并不相同，即使同样是PAL制，在某些技术特性上也会有所差别。在购买彩色电视机等设备时，必须注意这个问题。

四. SECAM制

SECAM是法文 *Séquentiel Couleur A Memoire* 的缩写，意为顺序传送彩色与存储。关于这种方式的基本概念，是在1956年由法国人提出来的，其后经过研究，多次更改，直到1966年才形成参数最佳化的现行SECAM III-b制。法国、苏联及东欧一些国家的彩色电视广播实行SECAM制。

在SECAM制中，两个色差信号 $(R-Y)$ 和 $(B-Y)$ 是逐行依次传送的，因而在同一时间内在传输通道中只存在一个信号，当然不会出现互串的现象。这就是说，SECAM制是用错开传输时间的办法来避免串色及由其造成的彩色失真。至于亮度信号，仍是每行都传送。由此可知，SECAM制是一种顺序-同时制。

当然，在接收端如果没有同时存在的亮度信号 Y 、色差信号 $(R-Y)$ 与 $(B-Y)$ ，要想恢复重现彩色图象所必需的三基色 R 、 G 和 B 信号，几乎是不可能的。因此，在SECAM制彩色电视机里的解码器必须用延迟线将收到的信号存储一行时间，使每一传送的色差信号可以使用两次。在被传送的一行使用一次；在未被传送的一行，将存储在延时线里的信号再利用一次。这样，便可补足少发的那一行色差信号，保证在同一时间既有亮度信号 Y 也有两个色差信号 $(R-Y)$ 和 $(B-Y)$ 存在。现行SECAM制解码器的延时线采用了载频超声波延迟线，延迟时间相当于一个行周期。

SECAM解码器中的存储复用电路，由延时线和电子开关构成。加到此电路输入端的，是由 $(R-Y)$ 和 $(B-Y)$ 逐行轮换调制的载波信号 e_{sR} 和 e_{sB} 。一路直接由电子开关输出，

另一路由延时线储存一行时间后再经由电子开关输出。例如，在传送 e_{sR} 的行，直通分支输出的是 e_{sR} ，等到下一行，传送来的信号是 e_{sB} ，于是直通输出 e_{sB} ，而延迟输出 e_{sR} 。为了保证一个输出端总是输出 e_{sR} ，另一个输出端总是输出 e_{sB} ，电子开关必须逐行切换。而且，开关处于哪一种状态，必须和传送哪一个信号有确定的关系。否则，虽然一个输出端只输出 e_{sB} 或 e_{sR} 中之一，但究竟输出哪一个仍不确定。换句话说，解码器中的开关必须和决定传送顺序的编码器中的开关同步地工作。因此，SECAM 制中也 需要传送识别信号，以便在解码器中开关状态出现错误时能够将其纠正。开关的正常切换可由同步脉冲来控制。

在SECAM制中，色差信号对副载波的调制方式不同于NTSC制及PAL制的调幅制，而是调频制。这样，在传输过程中引进的微分相位失真不会对大面积的彩色产生影响，而是只在垂直边界上使彩色有所改变。而且，调频信号在进入频率检波器以前还可用限幅器削平振幅，所以SECAM制的色度信号几乎不受幅度失真的影响。此外，它还采用了调频色度信号及频率检波方式，因此就不必传送载波的相位信息了。

从SECAM制色度信号与解调的特点来看，SECAM制也可以称为顺序传送与存储复用调频制。

SECAM制既然是用副载波的频率来传送彩色信息，也就无法用副载频偏置的办法解决兼容问题了。而且，对于无彩色图象，色差信号固然为0，但副载波依然存在，只是频率未被调制罢了。因此，为了解决兼容问题，SECAM制采取了两个措施：一是按一定规律对副载波进行逐行、逐场的定相处理来减少副载波干扰光点的可见度；二是压低色度信号的幅度。后一措施在减少干扰光点的可见度虽有效，但同时却降低了色度信号的信噪比，亮度串色的影响也会变得严重起来，甚至在亮度突变时可使接收机的鉴频器不能正常工作。为了解决这些问题，在SECAM制的色度信号形成过程中，采取了两次预加重处理，以便提高小幅度色差信号对杂波和干扰的抗御能力。第一次预加重对视频色差信号进行，称视频加重；第二次预加重对已调制载波进行，称高频预加重。在接收端的解码器中，则设有去加重网络，使经过预加重的有关信号恢复。

由于SECAM制的调频色度信号可在解码器中通过鉴频器解调出来，无需由色同步信号传送基准相位信息，所以SECAM制的色同步信号实际上只是一个行顺序识别信号，其功能是把编码器哪一行发红色差信号及哪一行发蓝色差信号的信息传送到接收端，以便解码器的电子开关工作状态发生错误时得到纠正，从而保证每一信号始终由一个指定的输出端输出。

从传输彩色图象的质量来看，SECAM制受传输失真的影响小，但对垂直方向有快速运动的画面，影响仍在所难免。从接收机解码器的复杂性来看，则介于NTSC制与PAL制之间。

由于SECAM制不能采用副载频偏置来实现亮度信号与色度信号的频谱交错，故其兼容性就不如NTSC制和PAL制。而且，在正常传输条件下，SECAM制传送的图象质量略逊于其它两种制式，且只有在传输通道有严重影响的条件时，才能显示出SECAM制不怕干扰的优点。

从实践的观点看，NTSC制已使用三十多年，SECAM制与PAL制也都使用了二十多

年，它们都是行之有效的彩色电视广播制式，都积累了相当丰富的经验。单从技术性能方面比较，很难得出完全肯定或完全否定某一制式的结论。各国在选定制式时往往受到多方面因素的制约，决不是只从技术考虑。

不过，由于世界各国彩色电视广播采用了三种不同的制式，给节目的交流等等带来一定的不便。在交通方便、各国人民交往频繁的今日，特别是国际卫星转播日益发展，彩色电视广播存在制式不同的问题也就更需要加以考虑了。

随着数字技术和电子计算机的发展和进步，现在这种NTSC、PAL与SECAM制三足鼎立的局面，看来很快就会解决的。

§ 1-3 电视系统与电视标准

自从电视发明以来，随着科学技术与生产的发展，电视技术的应用面也越来越广泛，由于用途、任务、方式的差异，逐渐形成了各种各样的电视系统。从信号的传输方式来看，大致可以分为广播电视(BCTV)、卫星电视(STV)与闭路电视(CCTV)三大类。

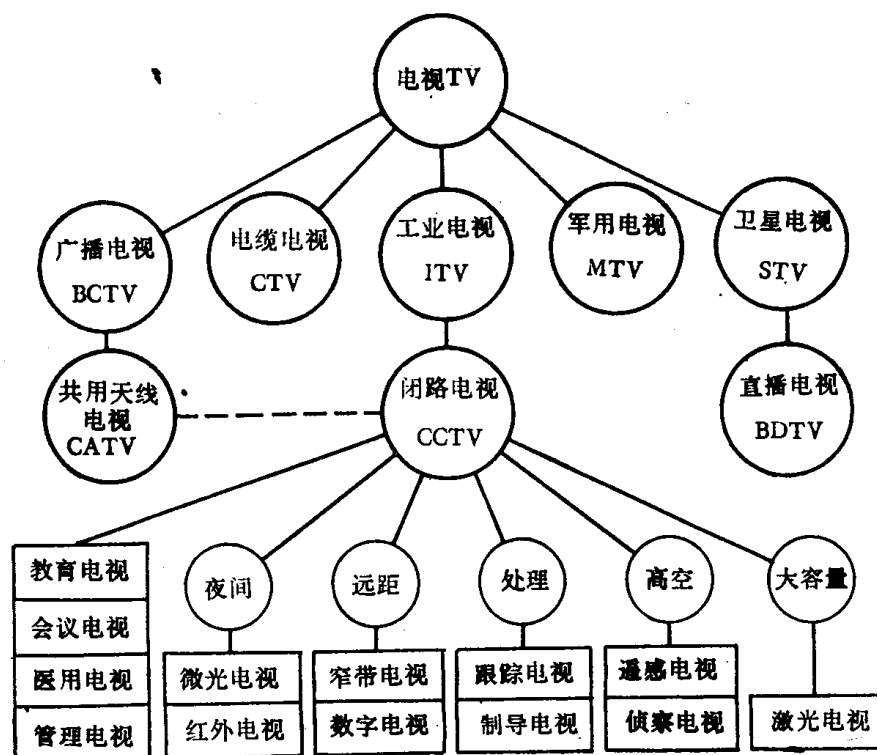


图 1-5 电视系统

广播电视与卫星电视的信息是以电磁波的形式在空间传播的。由于电视广播使用的载波频率较高，属于超短波范围，具有光波直线传播的特点，而电视台的发射天线高度有限，加上地球的表面弯曲，能直接到达用户天线的距离一般限于五、六十公里，所以各个广播电视台发射的电波复盖面积都很有限。为了扩大电视信号的传播范围，常用微波中继或电视差转机转发的办法。微波中继站每隔几十公里设置一个，以接力赛的方式，可将电视广播信号传递到几千公里以外，并可保证图象质量不亚于5级。但微波中

继设备复杂，投资较多。电视差转机转发只适用于电视信号还能差转机所接收的场合，经过放大增强以后，再发射出去。电视差转设备构造简单，只可用于在局部地区增强电视信号的场强，改进该地区家用电视机的接收条件。

表1-1 电视图象的五级评分标准(CCIR)

等级 (Q值)	图象质量	杂波与干扰影响	信杂比 (加权)
5	优	不能察觉	49.5dB
4	良	可察觉，但不令人讨厌	40.3dB
3	中	明显察觉，稍令人讨厌	32.2dB
2	差	很明显，令人讨厌	25.9dB
1	劣	极其显著，很令人讨厌	19.9dB

卫星电视是在空间技术发展后出现的，由电视台所在地的地面站将电视广播信号转变为频率极高的微波，向高悬在离地35786公里的同步通信卫星发射，装在卫星上的有关设备对收到的信号加工处理，再通过定向天线向地面发射。接收地点的地面站收到以后，再将它转变为一般电视机都能收看的广播电视信号，供该地区用户收看。理论计算表明，在离地约三万六千公里的同步轨道上只要有三颗分别相距120°，围绕地球快速运动，对地面来说是相对静止的卫星，就可以通过它们来实现世界各地都能收看某个电视台的广播节目了。这种通过地面收发的卫星电视系统，已比较成熟，适合于幅员广大的国家使用。但人们并不满足，正在进一步研究如何在家用电视机上附装简易设备和小型天线直接收看同步卫星下发的信号。这就是所谓直播电视(DBTV)。

闭路电视(CCTV)与上述电视系统的主要区别，在于它的信号是通过同轴电缆传输的。闭路电视系统的信息传输，自成回路，并不向空间发射。因此，闭路电视的特征是不需要大功率的发射机，收看的电视机数量也有一定的限度，并不是凡有电视机者都能收看的。这就是说，闭路电视系统的实时服务对象是有限的，而广播电视、卫星电视的服务对象却非常广泛，甚至可以是遍布全世界各地的。不过，由图1-5可以看出，闭路电视的具体应用却是多种多样的。学校、科研单位等为了进行教育、宣传等工作而置备的视听设备，基本上属于闭路电视性质，一般不采用广播发射的方式。本书主要是为从事电化教育工作的读者编写的，所以对电视广播发射机以及发射天线等不作介绍。但是，不管是广播电视或闭路电视，有些设备却是通用的。例如，摄象机、录象机、监视器或电视机等，无论是电视广播单位还是电化教育部门，都会用到。而且，随着家用电视录象设备的日益普及，想了解这些设备工作原理的读者也会越来越多的。

前面已经指出，由于各种原因，世界各国的广播电视系统采用了三种不同的彩色电视制式。其实，各国的黑白电视标准也并不一样。根据国际无线电咨询委员会(CCIR)的规定、黑白电视标准如表1-2所示。

我国现行黑白电视标准属于D类，彩色制式为逐行倒相的PAL制，两项结合起来，则为PAL-D制。朝鲜人民民主共和国也属于PAL-D制，与我国完全相同，收看电视节目没有什么妨碍。美国和日本都为NTSC-M制，两国的电视机也可相互通用。苏联及东

欧各国，大都采用SECAM-D制，彼此间收看节目也无困难。若用PAL-D制的彩色电视机收看SECAM-D制的彩电节目，虽然由于黑白电视标准相同可以见到图象，但因彩色编码方式不同，只能见到黑白画面，不能呈现彩色。

表1-2 国际黑白电视标准(CCIR)

项目	编码	A	B	C	D、K	E	F	G	H	I	L	M	N
每 帧 行 数		405	625	625	625	819	819	625	625	625	625	525	625
每 秒 场 数		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	60	50
每 秒 帧 数		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	30	
行 频		10125	15625	15625	15625	20475	20475	15625	15625	15625	15625	15750	
视频带宽(兆赫)		3	5	5	6	10	5	5	5	5.5	6	4.2	4.2
射频带宽(兆赫)		5	7	7	8	14	7	8	8	8	8	6	6
伴音图象载频间距(兆赫)		-3.5	+5.5	+5.5	+6.5	± 11.15	+5.5	+5.5	+5.5	+6	+6.5	+4.5	+4.5
图象信号残留边带带宽(兆赫)		0.75	0.75	0.75	0.75	2	0.75	0.75	1.25	1.25	1.25	0.75	0.75
图象信号极性		+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-
伴音调制方式		AM	FM	AM	FM	AM	AM	FM	FM	FM	AM	FM	FM
光栅宽高比		4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3	4/3

不仅标准不同的电视机难以收看别国的节目，而且在电视机电路设计上以及某些参数的选用上也可有差别，如频道的通频带、中频等不同，都可以成为不能正常收看不同标准电视节目的原因。由此可见，购买国外生产的电视机时，必须搞清楚它的设计程式是否符合我国的标准，否则，贸然买来，即使电视机本身并无故障，却仍然不能收看我国的广播电视节目。

选购录象机时，同样要注意彩色制式的问题。另外，还要考虑所用磁带的宽度、带盒的大小，以及走带速度等等。关于这些，将在第四章里说明原因。