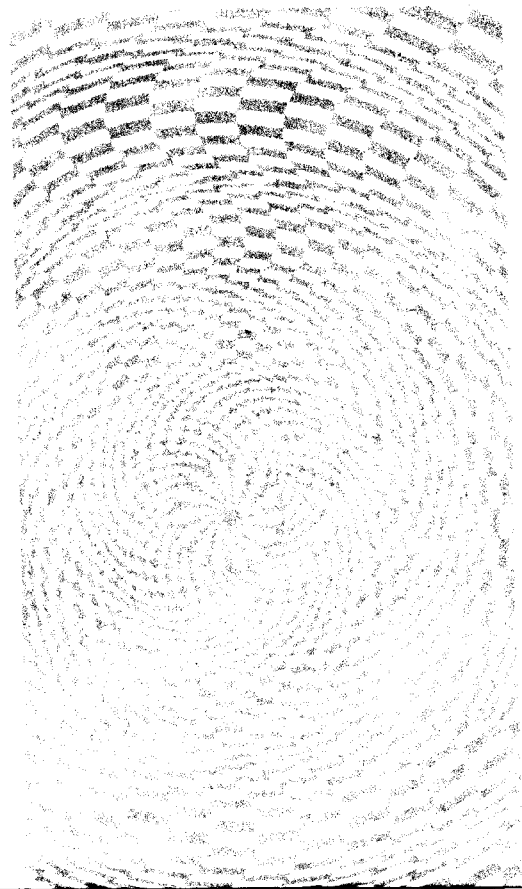


48.41



## 内 容 简 介

本书在阐述彩色摄像和录像原理基础上,介绍了彩色摄像机和录像机的基本结构,并系统地描述了机器的光学、电路、机械、伺服及控制等各个组成部分,对于使用、维修以及测试等方面的知识也作了专门介绍。最后以实例分析了录像机常见故障及排除故障的方法。

该书内容通俗易懂,深入浅出,图文并茂,适合广大用户、无线电爱好者、专业工作者和维修人员阅读,也可供有关专业大学生参考。

### 彩色摄像机与录像机

郝庆文 编  
村 侠

责任编辑:宋 纯

\*

宇航出版社出版  
北京和平里滨河路1号  
邮政编码100013  
新华书店北京发行所发行  
各地新华书店经销  
顺义印刷厂印刷

\*

开本: 787×10921/32 印张: 6.25 字数: 142千字  
1990年5月第1版第1次印刷 印数: 1—8000册  
ISBN 7-80024-287-5/TN·018 定价: 2.80元

## 前 言

随着科学技术的发展和人民生活水平的提高，摄像、录像和显像方面的各种声像设备，以其独特的功能和优点，广泛应用在生产、科研、教育、国防和体育等各个领域。家用录像机的出现更是给人们的文化生活带来新的欢乐和美的享受。在城市、农村到处使用摄像机，录像机的同时，与之相应的录像知识与技术也急需普及。对于显像方面的有关知识在很多电视书籍中已有不少说明，而对摄像知识还缺乏系统地介绍，为满足广大用户需要，我们编写了这本科技读物，供读者在实践中参考。

本书基础知识部分在回顾光、电、磁必要的物理知识基础上介绍了摄像与录像原理，并给出电视信号传送的一些知识。第三~第七章描述了彩色摄像机、录像机的构造、工作原理，并对光学、电路、机械以及伺服控制系统进行了专门介绍，这是本书的重点。第八九两章较为详细地介绍了摄像机与录像机的使用技巧和维修技术，以便读者在此基础上能够对自己的实践经验不断加以补充。最后，在第十章介绍了摄录一体化的新一代产品——摄录机。展望了摄像机、录像机的美好发展前景。

在写作过程中，杨殿梅同志对本书的主要章节提出了许多宝贵意见，中国广播电影电视部肖克昌同志，北京大学无线电系杜连耀教授对全书主要内容提出了补充修改意见，并对其中一些概念给出了严密的定义，在此一并表示感谢。

由于水平所限，书中定有不少不妥和错误之处，恳请广大读者给以批评和指正。

编者  
1986年12月

# 目 录

第一章 概 述 .....	(1)
第二章 彩色摄像与录像原理 .....	(5)
一、光的基本知识 .....	(6)
二、电信号传递基本理论 .....	(9)
(一) 传送制式 .....	(9)
(二) 彩色编码 .....	(10)
(三) 彩条信号 .....	(12)
(四) 正交平衡调幅色度信号 .....	(13)
(五) 频谱间置 .....	(17)
(六) 电平压缩 .....	(21)
(七) PAL制克服色调畸变 .....	(24)
(八) PAL制副载波 .....	(26)
(九) 彩色全电视信号 .....	(30)
三、磁性录像原理 .....	(32)
(一) 磁带录放基本原理 .....	(32)
(二) 录像机录放条件 .....	(33)
(三) 彩色记录方式 .....	(38)
第三章 彩色摄像机与录像机组成 .....	(41)
一、彩色摄像机机构 .....	(41)
二、彩色录像机机构 .....	(46)
(一) 机构作用原理 .....	(47)
(二) 磁鼓与磁带格式 .....	(48)
(三) 彩色录像机分类 .....	(50)
第四章 光学系统和摄像器件 .....	(53)

一、光学系统	(53)
(一) 光学镜头	(53)
(二) 变焦距镜头	(54)
(三) 镜头的技术参数	(56)
二、摄像器件	(58)
(一) 摄像管	(59)
(二) 固体摄像器件	(61)
三、单管摄像机	(64)
(一) 频率分离式单管摄像机原理	(64)
(二) 单载波频率分离式摄像管结构	(66)
(三) 单管摄像机技术性能指标	(69)
<b>第五章 电路系统</b>	(70)
一、视频处理电路	(70)
(一) 预放器	(70)
(二) 黑斑校正	(73)
(三) 轮廓校正	(76)
(四) $\gamma$ (灰度) 校正	(80)
(五) 白平衡调整	(82)
(六) 彩色校正	(84)
(七) 编码器	(88)
二、视频再处理电路	(91)
(一) 亮度信号记录	(91)
(二) 亮度信号重放	(95)
(三) 色度信号记录与重放	(98)
三、音频电路	(103)
<b>第六章 录像机的机械系统</b>	(106)
一、装带机构	(106)
二、走带系统	(108)
(一) 磁鼓	(108)
(二) 磁带通路	(108)

三、传动机构 .....	(110)
四、磁带张力伺服机构 .....	(111)
<b>第七章 伺服与控制系统 .....</b>	<b>(114)</b>
一、摄像机自动控制系统 .....	(114)
(一) 光圈自动控制 .....	(114)
(二) 自动会聚 .....	(115)
(三) 自动黑平衡 .....	(117)
(四) 镜头自动聚焦 .....	(119)
(五) 其它自动控制系统 .....	(121)
二、录像机伺服系统 .....	(122)
(一) 磁鼓伺服系统 .....	(122)
(二) 主导轴伺服系统 .....	(126)
三、录像机自动控制系统 .....	(128)
(一) 定画控制 .....	(128)
(二) 磁带终端控制 .....	(131)
(三) 慢动作控制 .....	(133)
(四) 搜索节目 .....	(135)
<b>第八章 摄像机和录像机使用技巧与维护 .....</b>	<b>(137)</b>
一、摄像机使用技巧与维护 .....	(137)
(一) 基本使用要点 .....	(137)
(二) 拍摄技巧 .....	(140)
(三) 摄像机维护 .....	(142)
二、录像机操作与维护 .....	(143)
(一) 盒式录像机操作原理 .....	(143)
(二) 定时录像与电子编辑 .....	(144)
(三) 录像机维护保养 .....	(148)
<b>第九章 彩色录像机测试与维修 .....</b>	<b>(151)</b>
一、录像机测试 .....	(151)
(一) 测试仪器及工具 .....	(151)
(二) 测试 .....	(153)

二、录像机维修.....	(156)
(一) 维修前的准备.....	(156)
(二) 常见故障及原因.....	(158)
(三) 电路部分的维修.....	(161)
(四) 机械部分的调整.....	(170)
(五) 故障实例分析.....	(173)
第十章 摄录机及发展前景.....	(179)
一、摄录机.....	(179)
(一) 普及 $\beta$ 型摄录机.....	(180)
(二) 固体摄像器件摄录机.....	(183)
二、彩色摄像机与录像机发展前景.....	(186)
参考文献.....	(187)

**附图VHS录像机整机方块图**



# 第一章 概 述

当前，摄录像技术广泛应用于生产、生活、科研、文教、体育和卫生等各个方面。基于摄录像技术具有能准确记录、快速重现的特点，使其在当今社会科研、生产和生活中占据特殊的地位，倍受各行各业的青睐。随着人们生活水平的提高和对文化知识的渴求，“摄录像”这个新兴的技术，正在进入人们的家庭生活。因此，了解摄像机、录像机，掌握录像技术就日渐成为现代科学对人们的要求。

照片是客观景物的真实写照，是静止的图象。如果把照片的出现看作是摄录像技术的第一步的话，可以说，电影的出现把摄录像技术大大向前推进了一步。电影可以记录真实的、活动的景物图象。80年代的科学技术是高速度、高效益和高自动化程度的技术，这使目前使用新型录像材料的录像技术得以飞速发展。

今日的摄录像技术是集光、电、磁、声、机械等各种信息及其相互转换、控制、传输等方面的技术为一体的技术。虽然，在艺术领域里，照片、电影有其独特的魅力，从而使它们具有不朽的生命力，但就录像机再现记实的速度来说是电影、照片等录像手段所不能及的。仅此一点，就使录像机有其得天独厚的发展天地。

摄像机是如何发展起来的呢？自1931年美国发明了第一只摄像管并应用于摄像机中后，相继出现了光电像管、超光电像管和正析像管的摄像机，但这些摄像管的性能较差。

1945年美国无线电公司又采用了超正析像管制成摄像机，并用于早期的电视广播。这种机器的灵敏度比光电摄像管机提高了两个数量级，但其体积大，十分笨重。1950年该公司又研制出光导摄像管机。但对现场摄像来说，这种机器不够灵敏。60年代后期飞利浦公司利用氧化铅制成了一英寸变种的光导摄像管。这种摄像管灵敏度可以与超正析管相媲美，而用它制成的摄像机体积减小许多。因此，氧化铅摄像管成为世界上主要的彩色摄像管，使摄像机达到比较完善的程度。

目前，摄像机中的摄像管作为低速、光导、可选用多种光导薄膜的扫描式管已被人们所熟悉。主要有光导管(Vidicon)、新型克斯维康管(Cosvicon)、氧化铅管(Plumbicon)、硒砷碲光电导管(Staticon)、凯尔尼康管(Calnicon)与锰靶管等。摄像机的发展方向一方面是研制电子新闻采访和电子现场制作(Electronic news gathering and Electronic field production)，使其朝小型化方向发展；另一方面将微处理机应用于多信号对多台摄像机进行远距离自动控制，朝自动化方向发展。

摄像机的发展史证明，摄像器件决定着摄像机的命运。近几年来，与摄像管原理截然不同的固体摄像器件发展很快，由于它具有独特的优点，将使摄像机有更广阔的应用前景。

与摄像机相互促进的录像机也在迅速发展。磁带录像机的研究开始于20世纪50年代初，由于技术复杂，研制的时间较长。最初，根据对即时电视记录的广泛而公认的要求，一些公司开始把磁带记录推广到视频带宽记录。1951年~1956年在实验室里已实现了多迹磁带录像，但未达到生产阶段。1956年3月安培(Ampex)公司进行首批少量试制。当时使用

多个纵向记录磁迹,要求磁带运行速度快,带速为7.62m/s,因此,在很短的录像时间里就需要相当长的磁带。后来不用录音式的纵向磁迹,而是将视频信息记录在横向或沿着磁带宽度方向的单根磁迹上,使用四个记录磁头,安装在快速转动的磁鼓上。四个磁头依次轮流在磁带上扫描。这样一来,磁带速度可降低到0.38m/s,视频信号以调频方式记录。与此同时,日本东芝公司又试制出一种螺旋扫描方式的机器。随后安培公司也开始生产这种机器。到1976年,螺旋扫描方式的机器可以与已成熟的横向扫描机器竞争了。

近20年来,磁带录像机似雨后春笋般地高速发展,品种增加至百种之多。按磁头数量分为四磁头、双磁头、一个半磁头和单磁头等。按扫描方式分为横向扫描与螺旋扫描两种。磁带录像机所以发展这样快,主要是它记录成象简单,速度快,可随录随放,编辑迅速,另一方面,机器质量较小,设备简单,便于移动和携带。特别是当已录磁带有保留价值时,便于贮存,失去保留价值时又可随时消去重新记录。磁带可反复使用达数百次乃至数千次。例如,电影放映两小时需影片12盘之多。而用录像机记录两小时,只需一盒录像磁带即可。由此可见磁带录像技术有广阔的发展前途。

摄录像技术与电影的工作原理是不同的。摄像机和录像机通过镜头摄取景物光,经过一系列的物理变换使其成为代表图象信息的电信号,利用电磁感应可使这些电信号按一定规律记录在磁带上。重放时,再把这些磁信号转换为电信号,通过荧光屏把这些电信号还原成光信号,使图象重现。在记录和重现的过程中,同步信号是系统的中枢。精密的机械传动设备在伺服系统驱动下,准确运转,以保证系统协调。在视频信号传输过程中,使用了一连串的放大、补偿、

校正等处理方法，为的是减小图象信号失真、使重现的图象更近实况。

当前，摄像机和录像机已制做成一体，称为摄录机。各种类型的摄录机相继问世，给摄录像工作带来极大的方便，同时，又促使摄录技术得到进一步地发展。

## 第二章 彩色摄像与录像原理

照相机成像原理是大家所熟悉的。首先，用照相机将景物拍摄下来，经定影、显影等化学处理过程，即可在相纸上显出景物图象，这种在相纸上记录的图象，称作照片，实际上照片是一幅静止的图象。

活动图象的处理在程序上与此类似。先由摄像机将景物拍摄下来，由录像机录制在磁带上，最后送至电视机显示出来。然而，其原理却根本不同。该过程不是化学变化，而是电磁信号相互转化的物理过程。摄像机先把景物明暗不同的光转换为强弱不同的电信号，录像机将电信号转换为磁信号并记录下来；重放时，录像机又将磁信号转换为电信号，电视机再将电信号转换为屏幕上的光信号，显示出活动图象。

整个过程如图2-1所示。值得说明的是：这一系统不只是摄取、录制景物图象，而且与景物并存的声音，也可以通过话筒同时录制在磁带上（录像磁带一侧留有专门录音的部

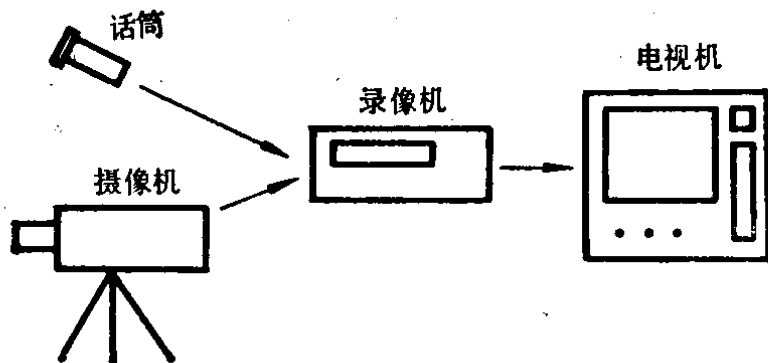


图2-1 声像系统示意图

位)。由此可见，摄像机、录像机、电视机处理活动图象的过程涉及到光、电、磁信号及其相互转化。下面将从光、电、磁三方面介绍彩色摄像与录像原理。

## 一、光的基本知识

摄像机摄取景物图象是通过来自景物的光所产生的光效应实现的。景物上各处的光强弱不同，颜色各异，其光效应也不一样。所以，摄像机能摄取到明暗不同，色彩绚丽的图象的信号。

那么，什么是光呢？光是一种以电磁波形式传送的物质，光的传送速度为 $3 \times 10^{10}$ cm/s，不同颜色的光的波长不同。人们把人眼睛可直接看到的光称为可见光，其波长为380~780nm。人们所以能看到光的颜色是可见光作用于人眼后引起人主观感觉有所差异的反映。在可见光范围内，随着波长从长到短的变化，人眼将感觉为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等各种不同的颜色。

白光（如日光）是由各种颜色的光按照一定配比混合而成的。大家知道，在不同介质的分界面处光可以产生折射；而且不同波长的光（即不同颜色的光），通过同一介质面所产生的折射角度不同。所以一束白光射到棱镜上时，由于折射，射出的光就成为各种颜色的光带。夏季，雨过天晴，人们看到的彩虹，就是阳光被水滴折射而分解成七色光的例子。

眼睛看到景物的颜色，有光源直接发出的光，透明物体的透射光和不透明物体的反射光三种。例如：大家看到的运动员穿的蓝色运动衣，是因为该衣服吸收了其它颜色光，而

仅仅反射出蓝光的结果。如果物体什么光也不反射，该物体就呈现黑色。又如，通过太阳镜看阳光下的物体，则物体的颜色会显得暗淡，这是因为滤色镜（太阳镜）滤除（吸收）了物体反射来的其它颜色的光而变成滤色镜的颜色的缘故。

人们对颜色作了长期深入的研究发现：自然界的五颜六色都可以由三种颜色依适当比例混合而成。这三种颜色就是红色、绿色、蓝色。各种颜色的合成如图2-2所示。

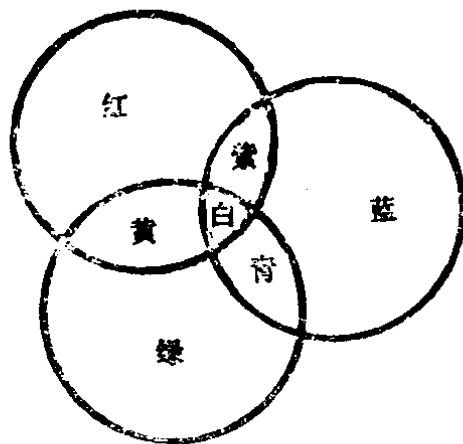


图2-2 彩色光的合成

由图2-2看到红、绿、蓝三色光叠加可以得到白光。其它为

红光 + 绿光 = 黄光；

红光 + 蓝光 = 紫光；

绿光 + 蓝光 = 青光。

另外，适当改变混色的比例，又可以得到各种颜色的光。例如：红光与绿光混合时，若改变绿光的比例，还可以得到橙色、橙红色、黄绿色、草绿色等色光。

自然界里任何颜色的光都可以用红、绿、蓝三色光按一定配比合成来模拟。所以，红、绿、蓝三色称为彩色光的三

基色。三基色光叠加以获得各种彩色的方法称为相加混色。

除了相加混色外，如果轮换改变三基色，只要换得足够快，由于人眼的视觉惰性，在时间上也可将前后两种颜色混合相加，达到混色效果，称为时间混色。

还有一种混色方法是空间混色，当三基色在空间距离很小，即离得十分近，以至于人眼无法分辨，同样起到混色效果。

目前，彩色电视技术基本上都采用空间混色。

人们用彩色量来度量彩色光。它决定于彩色光对人眼引起的彩色视觉总效果。为了全面地描述一个彩色量，必须有三个数据。一是用亮度描述彩色光引起的视觉程度，也就是明暗程度。例如不同能量的光源下观察同一物体，则效果不同。显然，亮度与光功率有关。二是用色调区分颜色的类别，如红色、橙色、黄色、绿色等，色调与各色光的比例有关，即与光的波长成分有关。例如，一束红光掺入少量绿光，就会变成橙黄色，即光的色调发生了变化。而红光中掺入绿光的过程也就是改变光的波长成分的过程。三是用饱和度来表示颜色的深浅，它与彩色光中的白光含量有关，彩色光中所掺白光越多，饱和度越低。例如一束蓝光射在白墙上，颜色为浓蓝色，当另一束白光同时射到这面墙上时，就只能得到淡蓝色光了，随着白光强弱变化，可得到不同饱和度的色光。由此得到纯光谱的色饱和度为100%，白光的饱和度为零。色调和饱和度合在一起称为色度，这也就是日常人们所说的颜色。色度信号与亮度信号一起称为电视信号。

光的这些性质应用于摄像、显像时表现在：彩色摄像机通过光学系统把由景物射来的彩色光分解为红、绿、蓝三幅基色画面；彩色电视机将这三基色画面信号重新复合在一



起，并使其在荧光屏上再现原始图象。

## 二、电信号传递基本理论

### (一) 传递制式

三基色图象由摄像机经录像机传送至电视机的整个过程是复杂的，要经过多次信号转化、处理和加工。实际上，三基色信号本身并不传送，而是传送一个反映图象强弱的亮度信号和两个反映彩色信息的信号。这是因为从声象技术发展的历史过程来看，先有黑白电视图象，因此希望新发展的彩色电视图象尽可能与黑白电视图象兼容，这就要求彩色图象传送过程中也能传送一个亮度信号。这种兼容性在彩色电视制式上称兼容制。

所谓彩色电视制式是指实现彩色电视信号传送的特定方式。彩色电视的制式按信息传输的时间先后不同可分为顺序制、同时制。顺序制的特点是按一定的时间顺序循环传送电视信号，利用时间混色产生良好的画面。而同时制则是在同一时刻传送各种彩色电视信号，在接收端各彩色信号复合后，利用人眼的空间效应，重现彩色画面。

要实现兼容，彩色电视信号传送与黑白电视信号传送还应具有相同的带宽、相同的扫描频率等其他条件。对于顺序制，在接收画面上顺序出现亮度信息与彩色信息，因此会产生闪烁现象（此现象是由于每三个信息中只有一个亮度信息，与黑白电视信号比较，相当于扫描的频率低了，使人眼的时间混色效应受到影响的缘故）。相比来看，同时制具有良好的兼容性。同时制有多种形式，其中成熟和实用的是NTSC制和PAL制。