

电视系列丛书

彩色电视 摄像机与录像机

徐梅林 王绥祥 编著



复旦大学出版社

电视系列丛书

彩色电视摄像机与录像机

徐梅林 王绥祥 编著

复旦大学出版社

责任编辑 林溪波

责任校对 马金宝

彩色电视摄像机与录像机

徐梅林 王绥祥 编著

复旦大学出版社出版

(上海国权路 579 号)

新华书店上海发行所发行 复旦大学印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 7 插页 0 字数 188 000

1995 年 12 月第 1 版 1996 年 2 月第一次印刷

印数 1—5,000

ISBN7-309-01597-5/G·274

定价:9.50 元

内 容 简 介

本书的主要内容包括两大部分:摄像机和录像机。摄像机部分主要是介绍变焦距镜头、分色装置、CCD 器件、各种通道特性校正和各类自动控制功能,还介绍了寻像器及适配器的功能及其使用。录像机部分主要是介绍简单的录像原理、各种录像制式以及录像机构成的主要部件,它包括磁鼓组件、磁带、视频音频通道、伺服系统、系统控制和功能显示等几个部分。另外,为了帮助读者了解电视节目的编辑技术,还专门介绍了电子编辑功能及其控制器。

本书适宜于广播电视工作者、电教人员、业余摄录像爱好者学习使用,也可作为在校电视节目制作专业学生的学习参考书。

前 言

在现代高科技支持下,电视领域中所使用的摄像机和录像机得到了新的发展,不仅在专用集成电路上采用了超大规模的微电子技术,而且还广泛地引用微电脑进行系统控制,从而使这两种常用的电视设备在小型化、高度自动化方面迈出了很大的一步。另外,又由于在元器件方面得到了可靠的保证,集成度提高,使得一系列提高质量的措施能在新一代设备上得到实现,使用户能稳定且可靠地使用各类摄录像机。

为便于读者学习,了解新型摄录像机的构成及其工作原理,本书以介绍每一种设备的功能为先导,适当辅以该功能的实现方法和原理,通过简洁图解,使一些复杂的内部结构一目了然,从而使读者能在理解的基础上操作使用机器上的各种功能,达到灵活而又有创造性地进行电视摄录活动的目的。另一方面,由于本书对摄录像机的关键部件、整机构成作了分析,也有助于读者在学习后能作简单的维护和修理。

为适应社会上各种层次影视拍摄的需要,目前市场上已有名目繁多的各类摄录像机,而且还在不断更新型号,这使初学者往往无所适从。笔者编著本书的一个目的就在于以不变应万变,全书以摄录像机的基本结构及原理为线索,归纳了常用机种的典型功能,由浅入深地介绍典型功能的实现方法,弥补篇幅的限制。

摄像机与录像机是两种不同性质的设备,前者着重于功能的操作运用,但欲自如拍摄景物,还需对一些功能状态作出相应的设置和参数调整。不仅如此,拍摄画面还十分讲究艺术构思,这需要

操作者在艺术方面不断学习并有所追求。而后者则已做到不需调整即可工作的境地,但欲使所拍镜头完好,连接顺畅,还需通过录像编辑机的编辑功能完善之,本书为此专设章节予以介绍。

本书的第一、二、三、四、五、十章由徐梅林编写,第六、七、八、九章由王綏祥编写。全书由徐梅林统稿。在本书编写过程中得到了黄惠敏女士的大力帮助,在此表示感谢。由于编写时间仓促且篇幅有限,若有不足之处,望各位同行指正。

作 者

1995年5月

目 录

前 言	1
-----------	---

第一章 彩色电视摄像机概况

第一节 彩色摄像机的基本构成	1
一、变焦距镜头	2
二、光电转换器件	3
三、视频校正处理通道	5
四、自动控制项目	6
五、彩色摄像控制器	6
六、寻像器	7
第二节 彩色摄像机的种类与使用	8
一、按摄像机质量水平分类	8
二、按摄像机运行功能分类	10
三、摄像机的两种供电方式	12

第二章 彩色摄像机的光学系统

第一节 摄像机的光学组件	13
一、外部光学系统组件	14
二、内部光学系统组件	17
三、单管彩色分离	19
第二节 色温校正	21
一、什么是光源的色温	21
二、电视的标准光源	22
三、色温的转换	22
四、色温滤色片的选用	24

第三节 变焦距镜头的调整和维护	26
一、保证镜头的透明度	26
二、防止镜头受强烈震动	27
三、后焦距的调整	28

第三章 彩色摄像机的视频通道

第一节 光电转换器件	32
一、真空管型摄像管	32
二、超大规模集成电路型摄像板	34
第二节 图像信号处理与校正	37
一、预置放大器	37
二、轮廓校正	39
三、阴影校正	43
四、灰度校正	45
五、杂散光校正	47
六、三色会聚	48
第三节 视频信号的形成	50
一、线性矩阵变换	50
二、平衡正交调幅	51
三、逐行倒相	51
四、色同步的建立	52
五、复合视频信号的合成	53
六、分量制信号输出	53

第四章 彩色摄像机的自动控制功能

第一节 变焦距镜头的自动控制项目	55
一、自动调焦	55

二、自动变焦	58
三、自动光圈控制	60
第二节 机身自动控制功能	63
一、自动黑色平衡	63
二、自动白色平衡	65
三、自动中心重合	68
四、自动增益设置	70
五、自动电子束最优优化	71

第五章 彩色摄像机的辅助功能

第一节 彩色控制器及适配器	73
一、适配器	73
二、彩色控制器	75
三、对摄像机的供电	79
第二节 彩色摄像机的其他功能	82
一、电子快门	82
二、高光压缩及黑色扩展	83
三、背景光	84
四、淡入淡出图像	85
五、图像存贮与调用	85
第三节 电子寻像器	86
一、取景	86
二、技术性监视	87
三、摄像机功能的显示	88
第四节 录音系统	93
一、现场录音采访话筒	93
二、声道与磁迹	95

三、音频限幅与指示	96
-----------------	----

第六章 彩色录像机的基本构成

第一节 磁头与磁带	98
一、视频磁头	98
二、录像磁带	100
第二节 螺旋扫描	104
一、螺旋扫描的由来	104
二、录像机构成的基本思想	104
第三节 录像机主要部件的构造与功能	106
一、磁头鼓组件	106
二、垂直总消磁头	110
三、A/C组合磁头组件	111
四、主导马达与压带轮组件	114
五、导柱组件	115
六、视频音频信号处理	117
七、伺服系统	118
八、系统控制	118
九、显示器	119
十、遥控器	119

第七章 彩色图像信号的录放

第一节 录像制式	121
一、全电视复合信号、全带宽调频记录	121
二、U-matic 录像制式	122
三、其他录像制式	126
第二节 图像信号的录放	137

一、录放亮度信号的主要措施	137
二、色度信号的记录与重放	142
三、数字处理方式	146
第三节 视频通道的应用功能	148
一、收录节目源的选择	148
二、监视选择	149
三、测试黑白条	151
四、常见故障及维护	152

第八章 彩色录像机的伺服系统

第一节 鼓马达伺服	156
一、伺服环路的构成	156
二、鼓相位伺服	157
三、鼓速度伺服	160
四、鼓马达的驱动环路	161
五、磁头开关信号的形成	163
第二节 主导马达的伺服	164
一、记录状态时的伺服	164
二、重放状态时的伺服	167
第三节 张力伺服	169
一、机械式张力伺服	169
二、电子式张力伺服	171

第九章 彩色录像机的系统控制

第一节 功能键及其控制	173
一、功能键的构成与控制	174
二、操作功能	175

第二节 非功能键及其控制	189
一、家用录像机的非功能键	189
二、专业录像机非功能键的控制	193

第十章 电子编辑

第一节 编辑方式	200
一、组合汇编	201
二、插入编辑	203
第二节 编辑应用	204
一、单机拍摄编辑	205
二、双机磁带到磁带的编辑	208
参考文献	212

第一章 彩色电视摄像机概况

摄像机是拍摄电视节目的最基本设备,在电视节目制作中位于信号变换的最前端,用它拍摄节目的素材和现场情况。虽然在电视节目制作中还有很多取得景像的途径和方法,但电视摄像机总是直接面对景物,把大千世界的景像直接变换成电视图像信号。尽管每一个国家有各自规定的电视标准,但也总是先将景物分成许多像素,经逐点扫描而摄得图像信号,并最终构成电视图像显示。这样摄像机的构成除了必须要的摄像器件外,还要有一个扫描系统,以完成逐点取出像素信号的全过程。我国电视标准是一行为 $64\mu\text{s}$,一幅(一帧)电视图像为 625 行,这样扫描完一幅图像就需要 40ms 的时间。

自从电视摄像机问世以来,已经完成了从黑白到彩色的过渡,目前已能满足各个领域的拍摄需要,并且已广泛深入到家庭使用,也因此出现了许多不同机型、各种水平的摄像机。

第一节 彩色摄像机的基本构成

电视摄像机的根本任务是把景物转变成能在电视屏幕上显示的图像,这种图像按照目前电视显示的能力还只能达到平面(二维)图像的效果,虽然有少数国家试验过用三维的方法显示具有立体感的景物图像,但毕竟还是一种平面性的立体感显示。在摄像机内的各种器件和电路都是围绕着如何完成这种转换的:将景象光转换成电信号。所以,无论何种样式的摄像机,总是由以下几个主要部分组成。

一、变焦距镜头

立体的自然景物可以通过单个或多个薄透镜组在它的像平面上成像,只要适当控制镜头的组成,不管景物的深度如何,都可以在成像平面成像。因而,通过这种薄透镜组就可以完成实景与平面图像的转换,人们可以从一幅彩色的图像上了解三维景物世界。目前的摄像机都使用比较复杂的变焦距镜头,这种变焦距镜头通常由几十片薄透镜组成,能以较高的清晰度把景物成像在像平面上。

(一) 连续变焦具有良好的艺术效果

从几何光学知识可知:摄像者要摄取不同景别的图像,如果所用摄像镜头没有连续变焦能力,那么摄像者就必须来回不断奔波,找到合适机位,才能摄取合适景别的景像。如果想让摄像机固定于某一位置而又希望获得有景别变化的景像,则是不可能实现的。曾有过圆筒形多种焦距旋转交换式变焦距镜头,但由于是间断式的更换,其艺术效果极不理想,后来很快就被专家们发现了焦距可以连续变化的变焦距镜头,只要改变焦距就可以改变镜头的放大率,成像画面的大小就可连续得到控制,这给摄像者提供了一个十分方便且灵活的创作条件。目前镜头的变焦性能可以达到从广角到窄角,从快速到慢速等各种变焦的操作要求。

(二) 景别变化操作方便

目前所有的变焦距镜头的操作都十分简便,可以手动直接旋转变焦环,也可以按变焦马达控制开关($W-T$ 船形操作钮),以满度“推”和“拉”,达到变焦距效果。根据不同镜头的不同变倍能力,可以在不改变机位的情况下采用变焦距方法完成各种景别的拍摄,这尤其给新闻采访提供了极为方便的工作条件。

(三) 多镜片变焦镜头对质量的影响

镜头的变焦距功能使拍摄过程变得方便有效,但也使镜头的

制造工艺变得十分细致且困难。众所周知,镜片数量越多,又要安装在同一光轴上,这在一定程度上影响了成像的清晰度。由于生产工艺的提高和完善,现在已有足够的能力使 14 倍以上的变焦距镜头达到 1200 线以上的分辨能力,这对电视图像来说已是完全足够的了。但与定焦距镜头相比还是相差得较多的。

(四) 电子方式高倍变焦

从光学角度看,变焦距的倍数是有限的,目前最大的摄像用变焦距镜头的变倍可达 20 倍以上,但要再进一步增加其放大倍数的话,则会在结构和成本上都带来极大的困难,为此,在家用摄像机上采用了电子变焦的技术,在光学变焦之最后紧接着开始电子方式变焦。这样就使镜头变倍到达 100 倍左右。

二、光电转换器件

摄像机的关键器件是光电转换器件,它能把镜头汇聚的光像转变成电像。所谓电像是光电变换之后所成的完全与光像对应的电位分布图像。目前摄像机上使用的光电转换器件有两种。

(一) 真空摄像管

由真空管形式构成的光电转换器件就叫真空摄像管,其关键部分是在真空管内有一个由光敏物质构成的光电池面(靶面)和产生细电子束的电子枪。真空摄像管的主要功能是:由电子束扫描取出光电池面上的图像信号。

按光敏物质的不同,真空摄像管有视像管(Vidicon),氧化铅视像管(Plumbicon),硒化镉视像管(Chalnicon),硒砷碲视像管(Saticon),碲化锌镉视像管(Newvicon)等。要求光敏物质构成的光电池面性能良好,即具有灵敏度高、暗电流低和惰性小等优良性能。

为实施光电转换过程,就必须把摄像管的光电池面放置于变焦距镜头的成像面上,让景物的光像在此靶面上起到“照明”的作

用,靶面上的光敏物质根据这个光像内容即会在每一个对应像素之上实施光电转换(光敏物质的电导率随光像强弱而变化,为光像变成随时间变化的电信号提供了可能),当电子束依次扫描对应像素时,就把像素电导率增减的变化,通过电路负载,形成与光像变化相对应的(随时间变化的)图像信号输出电压。电子束要逐点逐行逐帧扫描,且束流愈细,图像分解率愈高。为使电子束工作在最佳聚焦状态之下,需在摄像管上安装聚焦线圈和偏转线圈,但这会导致一定程度上的图像失真,故必须设置专门电路校正之。另外,应按照该真空摄像管各极工作电压要求,配置专门的直流电源供电,以使摄像管正常工作。

(二) 半导体集成光电转换器——CCD

近年来,随着微电子技术的高速发展,出现了由半导体材料采用集成电路技术制成的固体摄像器件,称之为电荷耦合器件,简称 CCD (Charge Coupled Device),它的功能也是将光像信号变成表征图像的视频信号(故又称之为图像传感器)。在 CCD 中,一般分成光电转换的感光区和进行扫描的转移区。在感光区有一个个整齐排列的光敏元件,它实际上是一个个独立的光电二极管(即像素),当受到光照时便会产生电荷,每个感光周期所产生的电荷总量称为光电荷包,而每个像素单元所产生的电荷量与照射光强成正比。在光电二极管旁边是一排垂直和水平移位寄存器,也就是对光电荷包进行“扫描”的转移区,在每个场消隐期,各光电二极管的光电荷包都转移到垂直移位寄存器(V-CCD),接着在每个行消隐期又一步步向上转移到水平移位寄存器(H-CCD),最后通过负载输出图像信号。这一电荷转移方式扫描也称自扫描。CCD 摄像器件对于图像清晰度的贡献主要由像素——光电二极管的个数决定,一个较好的固体摄像器件的像元总数已达 45 万个。

由于 CCD 没有真空部件,而是以一块集成电路形式出现在

摄像机镜头的成像面上,接受景物光的成像照明,它的失真小,灵敏度高,稳定性好等特点完全能满足各级各类电视摄像的要求,从发展前景看,大有要替代真空摄像管的趋势。

三、视频校正处理通道

彩色摄像机对 R (红), G (绿), B (蓝), 每一路信号都有其单独的处理通道。由于摄像管(器件)在摄取图像信号过程中,总是或多或少存在着一些失真和偏差,尤其是在大规模生产的摄像机中,各个器件都可能存有一定的离散性,以及 R, G, B 三路信号的不一致性,所以,对于某些参数是需要调整的,主要有以下几项:

(一) 增益的一致性

对任一台摄像机,总希望它们的 R, G, B 三个视频通道具有相同的增益,但三个光电信号的转换部分却总是有其不一致的地方,而这三路通道的增益差就可能引起偏色现象,故应取得一致的增益,或者弥补三个摄像信号的差异。

(二) 各种平面图形的信号失真校正

由于电视图像信号是由许多基本信号组成,例如同步、色同步、黑色电平、白色电平、彩色相位以及三色重合,图形光栅比例等,它们都代表了拍摄图像在显示上的质量,它们之中任何较大的失真都是各级电视网络所不允许的,故应以相应的信号校正办法逐个予以校正,以在最后得到满意的图像。目前摄像机中视频通道的校正已出现模拟方式和数字方法的两种情况,模拟方式比较繁琐,而数字方法则简便有效。不少家用摄像机和新型数字化摄像机也都已引入数字方法的校正处理,并取得了很好的效果。

(三) PAL 编码器

摄像机的最终输出应该是复合全电视信号(复合制),它是把摄像管(板)拍摄的红、绿、蓝三种基色图像信号,按我国彩色电视标准(或者其他国家的彩电电视标准)PAL 制编制成复合视频信