

国家广播电影电视总局规划专业教材

21世纪广播电视职业教育丛书

实用 电视摄像

SHIYONGDIANTVSHIYEXIANG

主 编 苏启崇

中国广播电视出版社

49

国家广播电影
电视总局 规划专业教材

实用

电视摄像

主 编
苏 启 崇

副主编
黄 若 青
付 永 强



A0936433

中国广播电视出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

实用电视摄像/苏启崇主编. —北京:中国广播电视出版社, 2000.1
ISBN 7-5043-3539-8

I. 实... II. 苏... III. 电视摄影 IV. J93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 65398 号

实用电视摄像

| | |
|-------|-----------------------------------|
| 主 编: | 苏启崇 |
| 责任编辑: | 王本玉 |
| 装帧设计: | 张一山 |
| 责任校对: | 张莲芳 |
| 监 印: | 张 杰 |
| 出版发行: | 中国广播电视出版社 |
| 电 话: | 66093580 66093583 |
| 社 址: | 北京复外大街 2 号 (邮政编码 100866) |
| 经 销: | 全国各地新华书店 |
| 印 刷: | 河北省涿州市海洋印刷厂 |
| 开 本: | 850×1168 毫米 1/32 |
| 字 数: | 170 (千) 字 |
| 印 张: | 8.125 |
| 版 次: | 2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷 |
| 书 号: | ISBN 7-5043-3539-8/TN·235 |
| 定 价: | 15.00 元 |

(版权所有 翻印必究·印装有误 负责调换)

前 言

21 世纪，一只眼睛处处注视着人类社会。

这只眼睛就是电子摄像机。自从第一台用磁带记录图像的摄像机在 20 世纪 50 年代中期诞生，短短四十余年间，电子摄像机已经走过了从模拟记录到数码记录的发展过程，生产已经规模化，成本成倍下降，体积不断缩小，在上一世纪末，电子摄像机已经大步走进家庭。

21 世纪，电子摄像机将普及城乡。摄像机随着人类的脚步，上揽九天星云，下观五洋鱼鳖。如今工厂、商场有电子眼，银行、马路有电子警察，摄像镜头已能造得比火柴盒还小。它不单是社会生产的工具，出外旅游、亲友聚会，甚至您的宝宝呱呱落地到长大成人，电子摄像机记录我们的生活，它与人类的活动已密不可分。

我们将越来越多地举起摄像机，为自己和他人拍摄。学会使用摄像机，也许是您的工作需要，但更可能是生活需要。当您拿起摄像机之前，看看这本书，它是为广播电视职业教育编写的专业教材，同时也是一本电视摄像技巧的普及读物。

本书图文并茂，既介绍基础的理论知识，更注重实用的操作方法。为方便教学，每一章还有练习题，供实践练习。

本书作为 21 世纪广播电视专业素质教育系列教材之一，适用于广播电视专业大中专教材，也可用于相关专业职业培训或有关专业人员的参考书。

本书的作者队伍体现了产教结合的原则，全书定稿为十章，由丰富实践经验的广东电视台的专业人员和有多年丰富教学经验的广东省广播电视学校的专业教师合力编写的。其中，第一章由王传跃、刘玉昭、黄若青编写，第二章由林广生、王传跃、刘玉昭、黄若青编写，第三、四章由赵应东编写，第五、七、八章由付永强编写，第六章由黄若青编写，第九章由边世勇编写，第十章由谢跃编写，附录由刘玉昭、黄若青编写。

2
本书在编写过程中得到了广东省广播电视厅领导以及广东省广播电视学校领导的大力支持与热情指导；我们在编写中参阅了有关专业书刊和资料；另外，赵应东老师为本书编绘了一百多幅插图，并将这些图逐一扫描进电脑，打印出来；谢跃老师拍摄了本书的大部分照片，还为编绘的部分插图提供了照片原形，在此向他们一并表示衷心的感谢。

电视是新生事物，对电视的认知还在不断向前发展。我们编写这本书时，虽然努力前瞻，但总要受时代的局限、现实条件的制约，读者和专家读这本书时发现的错漏，请随时给我们指出，以便修正。

编者

2000 年 5 月

第一章

摄像机的基本 结构和原理

本章内容提要

- ◎ 介绍了摄像镜头是什么构成的。
- ◎ 论述光线进入成像系统如何变成了电子信号。
- ◎ 讲解了摄像机最基本的结构和原理。

电视制作系统，无论是复杂还是简单的，它们的基本原理都基本一样。

摄像机把它“看见”的光学图像转换成电信号，电视接收机再把这些信号转换成屏幕图像（电视画面），录音话筒（麦克风）把“听见”的声音转换成电信号，电视机上的扬声器再把这些电信号转换成声音。图像信号称为视频信号，声音信号称为音频信号。

在电视制作中，电视系统实际上把一种状态的能量（光学图像和实际声音）转换成另一种状态的能量——电能，而首先进行这个转换过程的，就是摄像机。摄像机是光电转换的工具。

说来简单做起来难，早期的摄像机结构复杂，体积庞大，用

的是真空管摄像机。到了 20 世纪六七十年代，进入了晶体管和集成电路时期，技术有了飞跃的发展，摄像机的体积逐步缩小。到了 80 年代，电视摄像机和录像机都可以制成便携式的。不单家庭用的普及型摄像机的体积接近照相机，就是广播级的高档拍摄机也实现了摄录一体化。

时至今日，摄像机已朝着数学化的方向大步前进，机身更趋小型、轻便，质量却更加高。现在我们已经很难只从外观的大小来分辨摄像机的级别了。除了演播厅和一些专门用途的摄像机以外（如商场和马路上的监视机），彩色、摄录一体化已成了摄像机的共同特点。因此，我们这本书里提到的摄像机，除特别指出的以外，都是摄录一体化的彩色摄录机。为了方便学习和掌握，我们把摄像机的结构分成摄像镜头、光电转换系统和录像系统三部分，并逐一介绍。

△ 第一节 摄像镜头的构造

镜头是摄像机的眼睛。它的作用是将要拍摄的景物真实、清晰地反映到成像装置上。它由聚焦镜、变焦镜、主透镜、光圈等一组光学透镜和机械调节部件组成。

专业的摄像机镜头突出在摄像机身的前面。从外观来看，它的重要构件（见图 1-1）有：聚焦环、变焦环和开关、光圈、微距镜、倍率镜。

一、聚焦环

聚焦环是用来调节镜头透镜与成像装置之间的距离，使成像清晰的部件。

要使一个景物在电视上成像清晰，必须依据它与摄像机的

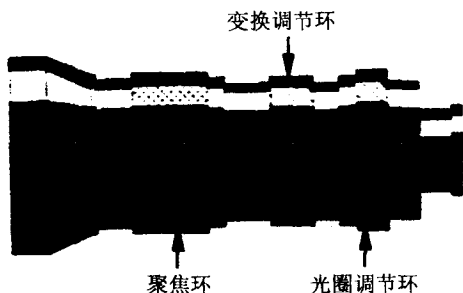


图 1-1

远近，调整镜头的光学中心到成像装置的距离。这个过程叫做调整聚焦点，也叫对焦。一些家庭用的摄像机有自动聚焦的功能，但由于它的随机误差较大，而且它是以画面中心为采样聚焦的，往往无法满足拍摄的实际需要，所以，专业的摄像机都采用手动聚焦。

▽
3

二、变焦开关

变焦的调节环在聚焦环的后面。现在的摄像机，无论家用的还是专业的，几乎都配备了电动开关来控制变焦镜头，以适应电视拍摄活动画面的需要。

电动变焦开关是个跷跷板开关(图1-2)，装在镜头的右侧(顺机身看)。开关前掀，微型电动机驱动变焦环，镜头往前推，开关后倾，镜头后移。专业的摄像机还保留了变焦镜头的手动开关，以满足拍摄时急推急拉镜头的特殊需要。

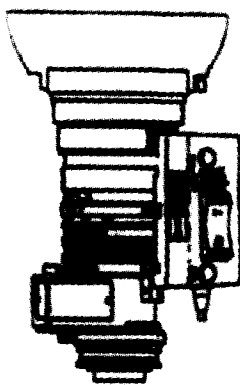


图 1-2

三、光圈

光圈是用来控制光线进入成像系统的机械装置。光圈的调节环紧接着变焦环。

摄像机的光圈也普遍采用自动控制，但为了拍摄一些特殊的场景，需要手动调节光圈。如拍摄背光人像时，需要加大人面部的亮度，而自动光圈是以画面光线的平均值计算确定的，曝光往往不准确，所以，需要手动调节光圈。镜头从暗处快速摇动到明处，由于自动光圈的反应速度滞后，也常常需要使用手调光圈拍摄。

四、微距聚焦环

镜头的聚焦环上往往刻有一些数字： $0.8 \sim \infty$ （无限远），这表明摄像机的聚焦是有一定范围的。景物太近，小于0.8米，摄像机是不能清楚成像的，这时可使用微距聚焦环聚焦，但景物距离大于0.8米时，切记将微距聚焦环调回原位。

五、倍率镜

倍率镜又叫2倍镜，或叫增焦距镜，这是专业摄像机才有的一个装置。它是在镜头内增加凹透镜，从而达到增长焦距、放大物像的目的，这样可以拍到更远的物体。但是，增加的镜片会降低镜头的通光效率，影响画面的清晰度。在光线不足的情况下，最好不要使用倍率镜。

本节思考与练习题

1. 熟悉镜头各部分的位置和操控。

2. 分别用电动和手动操控变焦环和光圈，体会两种方式的速度差异。
3. 试以微焦距近拍，用倍率镜远拍。

△ 第二节 摄像镜头的工作原理

镜头是摄影成像的透镜组，在几何光学上被称为摄影物镜。它通过各种透镜的透视放大，使摄像机获得清晰成像。同时，运用镜头还可以改变被摄景物的客观影像。所以，它又是摄像的光学表现工具。摄像师常选用不同焦距的镜头用于造型构图，形成各种不同的艺术效果。

镜头的工作原理，从我们常常需要调节使用的角度看，主要有三方面：

一、聚焦

聚焦，又叫“对焦”、“校焦”。在拍摄过程中，按照主要被拍对象与摄像机的距离，严格来讲，是与摄影物镜第一主点的距离，调节透镜组的间距，以使影像在成像装置上得到清晰正确的反映。

聚焦，是任何类型摄影（光学和电子）都不容忽视的技术环节。

电视摄像的对焦方法，是将镜头变焦，尽量推近到所要拍摄的物像，使物像最大。然后旋转聚焦环，使寻像器上的影像最清晰，然后把镜头拉开，你会发现镜头内的景物都是清晰的，这是因为景深的关系。

如果把数个同样体积的物体放在摄像机前的不同距离，那么，拍摄时，有一部分物体会在焦点上（图 1-3），能看清楚；

有部分物体会在焦点外，模糊不清，在焦点上能看清楚的那些物体构成的区域，叫做景深。

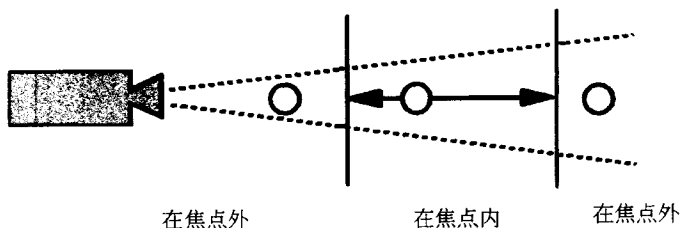


图 1-3

影响景深范围的因素有三方面：

1. 焦距

如果摄像机到物体的距离固定，那么镜头焦距短（广角镜头），景深区较大；镜头焦距长（长焦镜头），景深区较小。

2. 光圈

光圈开口大，景深区较小；
光圈开口小，景深区较大。

这类似人的眼睛瞳孔，光线充足，摄像机光圈开口不必大，就可看清较大范围的景物；光线不足，光圈要开得足够大，景深区就相对缩小。

3. 摄像机与被摄物体的距离

摄像机离物体越近，景别越小（越特写），景深越小；摄像机离物体越远，景别越大（越全景），景深越大。

就像我们在高点拍摄街道或田野的大全景时，完全不必担心焦点的问题。因此，摄像聚焦要注意三点：

第一，每次移动机或者改变拍摄对象的距离，都要对焦。

第二，常规的聚焦方法是将镜头对准被拍摄主要对象的细部（如人脸）变焦推至最长镜头（即特写画面），然后聚焦。

第三，拍摄运动的物体，必须跟踪运动的物体聚焦，即跟焦（详见第七章画面的运动）。

家庭用的摄像机一般采用自动聚焦，所以没有露出在外面的聚焦环。自动聚焦的原理如同雷达的原理一样，摄像机发射出红外线光束，碰到被摄物体反射回来，摄像机马上计算出距离并相应调节焦点。但这种聚焦在长距离拍摄时容易出偏差；另一方面，无法选择画面中的聚焦对象（采用中心对焦）。因此，无法适应专业摄像的需要。

二、变焦

变焦是改变焦距，即改变摄像机镜头光学中心到成像装置靶面（前表面）的距离（图 1-4）。

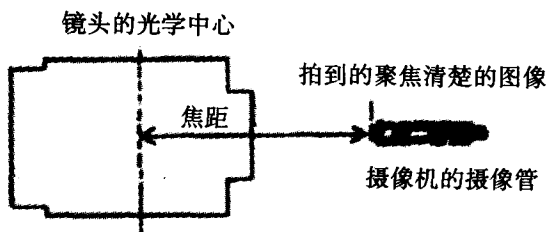


图 1-4

一部摄像机有多大的视场，即具有多宽的全景，能拍出多大的物体，或者以什么方式放大物体，这些都是由镜头的焦距所决定的。根据不同的焦距，镜头可分三类：

- (1) 广角镜头（短焦距镜头）；
- (2) 标准镜头（中焦距镜头）；

(3) 远摄镜头（长焦距镜头）。

为了避免更换镜头的麻烦，适应电视拍摄运动画面的需要，今天的摄像机全部采用了变焦镜头工作。

使用变焦镜头，视场可以从窄角到广角连续改变，而不必更换镜头或移动摄像机。我们把镜头向前推，视场会从广角向窄角收拢，给人的感觉是逐步走进被摄物体，物像越来越大；镜头后拉，效果就与推镜头恰好相反。

摄像机镜头的变焦范围通常用比率表示。如 10:1 的变焦，意思是能把焦距增加 10 倍，机身的标志是 10x；15:1 是焦距能增加 15 倍，标志是 15x。有些摄像机还标出视场最宽的焦距位置，如 15x12.5mm；就是表示这个变焦镜头能从 12.5mm 焦距的广角位置变焦 15 倍，变到 188mm 焦距的远摄位置。

三、光圈调节

镜头里面用来控制通光量的机械装置。它是由一组弯月形的薄金属叶片组成。调节这些叶片能构成不同大小的镜头开口，就叫光圈。光圈大，通光量就大；光圈小，通光量就小。有些光圈能完全关闭，一点光都不漏。

光圈的标准用 f 数来表示。

如 $f/1.2$ 、 $f/1.8$ 、 $f/5.6$ 、 $f/8$ …… $f/22$ （图 1-5）等。较小的 f 指数，表示较大的光圈（开口）。如 $f/2$ 光圈的通光量比 $f/16$ 光圈的通光量大得多。因为 f 指数实际表示的是一个比率，即入射光瞳与镜头焦距（光圈开口）直径的比值的倒数。

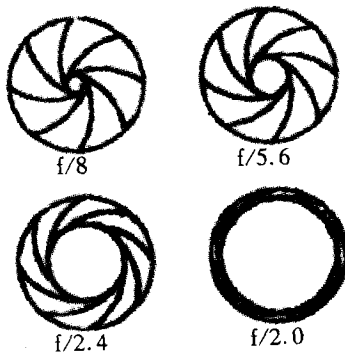


图 1-5

$$f = \frac{\text{镜头焦距}}{\text{光圈开口直径}}$$

镜头的好坏，不是根据它的最大 f 数，而是根据最小 f 数来判断。因为它表示光圈的最大开口。 f 数越小，就意味着镜头能在比较低照度的条件下工作。

本节思考与练习题

1. 为什么每一次改变摄像机与被摄体的距离，都要聚焦？为什么每次聚焦，都要把镜头推到被摄主体的细部？
2. 用麻将牌一类大小一致的物体排在镜头前不同的距离，选择近、中、远三点对焦，观察这些焦点的景深范围。
3. 用肉眼判断拍摄光线，根据镜头上的 f 数手动调节光圈，然后从寻像器判断曝光程度是否准确。

△ 第三节 光电转换系统

如果是黑白摄像机，光线经过镜头的处理，就可以直接进入成像的电子装置。但是我们现在使用的普遍都是彩色摄像机，因此，光线从镜头出来，还要经过机内的一个光学分光系统，才能进入电子成像系统。我们把这两部分装置称为光电转换系统。

一、分光装置

为了把光变成电子信号，彩色摄像机是把白光（普通的光）分离成三原色的三束光线进行处理，摄像机处理三种颜色光束的装置有三种：

1. 分色镜系统

用三个分色镜把穿过镜头的光分离成三原色光，再用一些透镜和过滤镜使分离后的光束准确纯正地进入成像装置（彩图 1-1，见书末正文后附图）。

分色镜系统要通过很多镜的透视、折射、过滤处理，削弱了光的信号。而且分色镜系统体积大、怕震动、易损坏，后期的摄像机较少使用，但它的系统分布图能让我们较直观地了解光的分色过程和渠道。

2. 分光棱镜

用特殊制造的棱镜，把各种原色光射进分离口来分离三原色。每个棱镜块都具有特殊的分色层和颜色修正滤光镜（彩图 1-2，见书末正文后附图）。

棱镜吸收的光比分色镜系统少，所以，它多用在高质量的摄像机中。

3. 条纹滤光镜

条纹滤光镜是格栅状的滤镜。设在成像装置的前面，它把输入光分为三原色（红、绿、蓝），然后三原色的每一个图像都作为独立的视频信号处理（彩图 1-3，见书末正文后附图）。

二、成像装置

成像装置是彩色录像机中把光转变为电的电子装置。

成像装置有两种类型：摄像管和电荷耦合装置（CCD）。后者又称为集成电路板。到 20 世纪 80 年代，大多数摄像机还是使用摄像管作为成像装置，但时至今日，集成电路板已取代摄像管，被摄像机广泛使用。

1. 摄像管

早期的摄像管叫超正析摄像管。简称 I-O 管，是真空电子

管。由于体积大，不稳定，它很快就被淘汰，代替它的是小而稳定的晶体管——光导摄像管。光导摄像管后来经过不断改进，质量稳定，图像清晰，至今，一些演播厅的摄像机还是采用光导摄像管工作。

2. 电荷耦合装置 (CCD, 又叫集成电路板)

电荷耦合装置 (CCD) 完全不同于摄像管，摄像管利用电子束扫描感光的光电靶产生视频信号，而 CCD 则有大量微小的光敏单元。它们把光学图像转变成携带电荷的光点，这些电荷暂时附着在光点上，然后一行行转变成视频信号。

CCD 和摄像管相比，主要优点是体积小，经过近二三十年的不断改进，CCD 的成像装置已可与光导摄像管媲美。所以，现在的便携式摄像机（用于外景拍摄的），几乎无一例外都采用了集成电路作为成像装置。

本节思考与练习题

1. 阅读有关摄像管和 CCD 的参考资料。
2. 在实验室老师的指导下，观察摄像机中的分光系统和成像装置。

△ 第四节 光电转换系统的工作原理

我们都知道三原色的原理，一束普通的白光，可以分离成三束基本的原色光：红、绿、蓝。反之，我们还可以调配三原色光的比例，来获得我们需要的各种颜色光。

做一个实验，将三台幻灯机分别装上红、绿、蓝三色的幻灯片，然后把三部幻灯机的光准确地叠放在屏幕上，假设三台机的光强度完全相等，那么，我们看到屏幕上的光就是白光。

如果只是放红光和绿光，屏幕上就会变成黄光，如果把蓝光和红光相加，又会映出品红光……

这种有色光的混合过程，叫加色混合。而如果我们用不同的原色颜料混合成一种新颜料，由于我们看到的是颜料对光的反射，混合颜料，实际是把它们反射的光的波长相互减少，叫减色合成。

既然进入摄像机镜头的是光而不是颜料，所以彩色电视摄像机的工作原理是加色混合。互相增补它们的光的波长。

光学分光装置（分光镜系统、分光棱镜或条纹滤镜）将镜头传过来的光分成三束原色光（红、绿、蓝），投射到三个成像装置上（摄像管或 CCD），成像装置就同时工作了。

成像装置的基本工作原理如下所述。

一、摄像管

摄像管后面的电子枪发射电子束，扫描靶面上的图像，就像我们阅读，从左到右，从上到下，但不同的是，电子束是隔行扫描，第一次只是扫奇数行，然后电子束跳回，再扫描偶数行。扫描奇数行或者偶数行构成半帧（一场）。连续扫描两个半帧（两场），即完整地阅读完奇数行和偶数行，就构成了电视的一帧画面（图 1-6）。

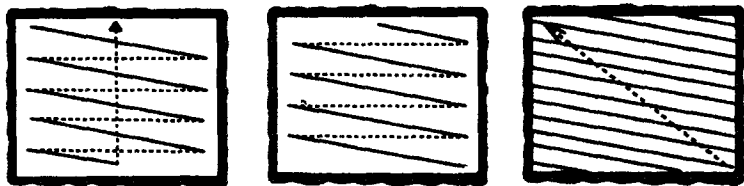


图 1-6