

摄录设备实用维修技术

郭英楼 等编



摄录设备实用维修技术

郭英楼 等编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

摄录设备实用维修技术/郭英楼等编. —北京:国防工业出版社, 1996. 1

ISBN 7-118-01399-4

I. 摄… II. 郭… III. ①录象机-维修-技术②摄象机-维修-技术 IV. ①TN946②TN948.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 14767 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 15 1/4 350 千字

1996 年 1 月第 1 版 1996 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1—6000 册 定价: 19.30 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

前 言

随着科学技术的发展，世界已进入了高度文明的信息社会。摄象机、录象机的应用也越来越广泛，对各种摄象机、录象机的需求也越来越多。它的普及，使各行各业乃至整个社会都产生了深刻的变革。

摄象机、录象机不但可以处理声音信息，而且可以录制图象信息。家用摄象机和录象机的问世，一跃而成为信息社会中不可缺少的信息处理工具，成为家庭生活中不可缺少的产品。在工业、农业、科研、文教、文体卫生方面，利用这些设备，处理信息时所独具的即时性、灵活性、以及形式生动活泼的特点，使很大的信息量、很多的奇观异景，很难用语言文字来表达内容，用摄象机、录象机进行录制和重放，推动了科学技术进步。广播电视台应用更广泛，既给人们带来了高效率和高效益，又丰富了人们的文化娱乐生活。

我国在应用和开发录象机方面虽然起步较晚，但近两年普及的速度也很快。同时国外设备的改进也比较快。摄象机、录象机在结构上，原理和性能上都有所变化。这就需要我们不断学习和了解摄录设备。大家也一定需要一本既有新设备介绍，又有老设备维修，既有理论，又有实际的实用性较强的参考书。为此，我们在《电视摄象录象系统原理及维修技术》一书的基础上，又编写了这本《摄录设备的实用维修技术》一书。

本书的第一章、第二章、第三章由张慧贞编写，第四章由于永存编写，第五章由张海光编写，第六章至第十一章，由郭英楼、王春英、薛海岩、魏薇编写。本书在编写过程中得到了刘润泉、杨保安、张维等同志的大力支持。在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限、时间仓促，对书中错误和不当之处，敬请多多批评指正。

内 容 简 介

本书以家用录象机、业务用录象机、广播用录象机及三管摄象机，国内使用最多的机型为主，从录象机、摄象机的基本原理入手，全面系统地介绍了各种机型的调整使用及整机结构和电路原理。结合多年从事摄象，录象设备的教学和维修的实践经验，深入地阐述了摄象机、录象机常见故障的现象、故障分析及检修技术。

全书共十一章。参加编写的有：郭英楼、张慧贞、于永存、王春英、张海光、薛海岩、魏薇。第一章至第三章扼要介绍了黑白电视和彩色电视传送图象的基本原理，介绍了摄象机的结构、原理、性能和调整；介绍了新型摄象机的特点。第四章至第五章扼要介绍了业务用录象机和广播用录象机的原理、性能和调整使用方法。第六章至第十一章着重介绍了摄象机、录象机的检修方法；家用录象机、业务用录象机、广播用录象机、业务及广播用摄象机常见故障的检修。

全书内容丰富、图文并茂、深入浅出、通俗易懂。适用于从事广播、电视、录象、摄象、电化教学，以及从事科研、教学、维修等方面的工程技术人员和业余爱好者阅读，也可作为大专院校及摄录设备培训班教材。

目 录

第一章 彩色电视摄象机	(1)
第一节 摄象机的组成	(1)
第二节 彩色电视摄象管	(7)
第二章 摄象机的特点与维护	(19)
第一节 摄象机的特点与种类	(19)
第二节 摄象机技术特性的鉴定	(22)
第三节 摄象机的使用与维护	(36)
第三章 摄象机的调整及使用	(42)
第一节 摄象机控制器	(42)
第二节 摄象机的调整及使用	(44)
第四章 业务级录象机的性能及使用	(54)
第一节 VO-5850 录象机的性能及使用	(54)
第二节 VO-9850/9800 录象机的技术优势与突出特点	(62)
第五章 广播级录象机的特点、性能及使用	(69)
第一节 BVU-800P 的特点及使用	(69)
第二节 分量录象机 BVW-75P 的功能特点及使用	(73)
第三节 PVW-2800 和 UVW-1800 的特点	(77)
第六章 维修的基本方法	(80)
第一节 录象机维修的基本方法	(80)
第二节 摄象机的检修方法	(82)
第三节 掌握规律, 提高维修速度	(82)
第四节 检修时的注意事项	(83)
第五节 常用的测量仪器、维修工具及其使用	(84)
第六节 录象机的保养及更换磁头的方法	(86)
第七章 家用录象机常见故障的分析与检修	(89)
第一节 视频电路常见故障的分析与检修	(89)
第二节 机械系统常见故障的分析与检修	(102)
第三节 系统控制电路常见故障的分析与检修	(113)
第四节 伺服系统常见故障的分析与检修	(125)
第八章 便携录象机常见故障的分析与检修	(135)
第一节 VO-4800 录象机常见故障的检修	(135)
第二节 VO-6800 录象机常见故障的检修	(151)
第九章 业务型录象机常见故障的分析与检修	(163)
第一节 VO-5 型机机械系统常见故障分析与检修	(163)

第二节	VO-5 型机伺服电路常见故障分析与检修	(171)
第三节	VO-5 型机系统控制电路常见故障分析与检修	(175)
第四节	VO-5 型机视频电路常见故障分析与检修	(178)
第五节	VO-5 型机音频及电源电路的分析与检修	(183)
第十章	广播用录象机的检修	(184)
第一节	BVU-800 系列录象机常见故障的检修与调整	(184)
第二节	BVW 系列录象机常见故障的检修与调整	(190)
第十一章	摄像机的调整与检修	(207)
第一节	三管摄像机的调整与检修	(207)
第二节	调整和检修	(215)
第三节	三管摄像机常见故障的检修	(225)
附图	各种连接线内部连接图	(230)
	CCDD-2.5 连接线	(230)
	CCDY-2.5 连接线	(230)
	CCJQ 连接线	(231)
	CCK-5 连接线	(231)
	CCQ-5 连接线	(232)
	CCX-10A 连接线	(233)
	10 芯转 8 芯连接线	(234)
	14 芯转 8 芯连接线	(234)
	8 芯线 CVMC-3P	(235)

第一章 彩色电视摄像机的组成

彩色电视摄像机是整个电视系统中的关键部分，它位于电视系统的前端，是一种把景物图象转换成电信号的设备，对传送图象景物的质量起决定性作用。人们常把摄像机比喻为电视系统的“眼睛”。

新闻采访和工矿企业、文化教育等部门使用的摄像机，类型规格很多。如三色分解的三管机，亮度与色度分离的两管机和单管机，以及 CCD 摄像机等。本章主要介绍摄像机的组成，主要部件的工作原理、特点和用途，以及使用与维护。

第一节 摄像机的组成

彩色电视摄像机主要由光学系统、分光系统、摄像管（或 CCD 器件）、电子寻象器、视频信号放大系统、联络通话装置、遥控装置、电源等组成。图 1-1 是红、绿、蓝三管彩色摄像机系统组成图。

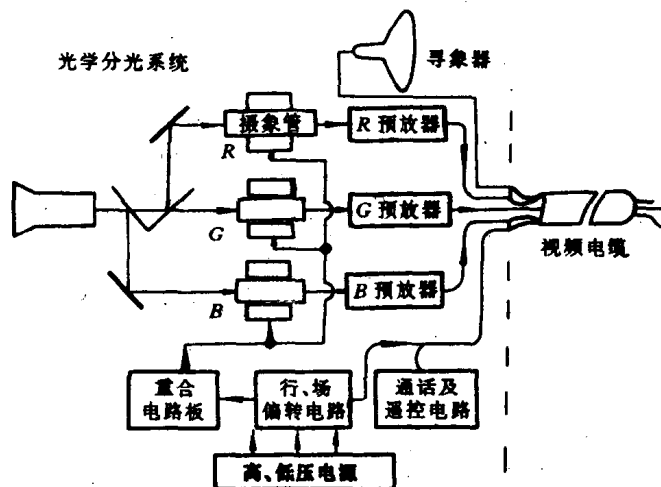


图 1-1 三管彩色摄像机系统方框图

其工作过程是：首先，景物通过光学镜头的分光系统分解成红（R）、绿（G）、蓝（B）三种单色光，分别加到三个摄像管的光敏靶面上，聚成三个单色图象。然后经过析象，在摄像管的信号电极上便得到与三个单色图象相对应的视频电信号，最后将这三个电信号再由各自的预视放大器进行放大，通过电缆传送到控制台进行加工处理。

彩色电视摄像机的光学系统

电视摄像机的光学系统包括镜头和分光系统两部分。

1. 摄影机镜头

摄影机镜头与普通照象机镜头的作用一样，用来摄取景物图象。其类型有定焦镜头（普通镜头）和变焦镜头两种。

变焦镜头的原理是，将两种透镜以距离为 d 的间隔并列，则其焦距随 d 变化（能连续可变），这样，合成焦距 f 也随 d 变化。由于放大倍率（ $\times$ ）与 f 成正比，所以，对于同一物体在荧光屏上显示的图象也随 f 的增大而增大，这就是变倍的原理。设组合透镜的焦距分别为 f_1 、 f_2 ，合成焦距为 f ，则有

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2} \quad (1-1)$$

合成焦距 f 是随 d 变化而变化的，若要使 f 变大，只要将 f_1 和 f_2 中的任何一个选为负值。一个用凸透镜，另一个用凹透镜，就可组成一个最简单的变焦镜头。

由于这种 f 可变的合成透镜，其成像位置随 f 值而移动，所以用它可组成一个简单的望远镜系统，如图 1-2 所示。图中所示是用来对前一透镜的象焦点和后一透镜的物焦点定焦的，其倍率是 f_1/f_2 。当 f_2 固定时，属于倍率随 f 而变的镜头系统。在两个透镜中加入第三组透镜并使之随变焦的透镜移动而作相位的移动，以保持象平面不变。而后再放置第四组透镜（移象转接镜），其目的是加长后截距用。如图 1-3 所示。

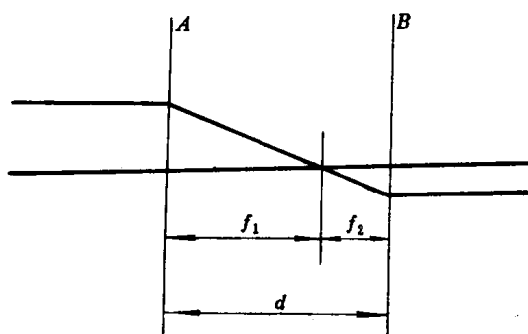


图 1-2 望远镜系统简图

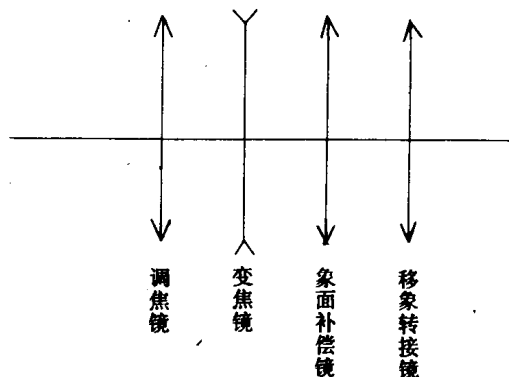


图 1-3 变焦镜头的透镜组

实际的变焦镜头是由很多透镜组成的，如图 1-4 所示。其焦距、光圈和聚焦的调整，可用机械方法，也可用微计算机控制的方法。

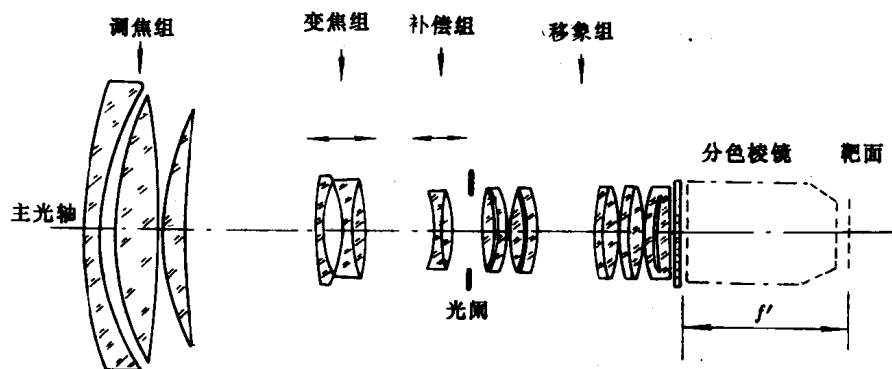


图 1-4 变焦镜头的结构

下面再谈谈镜头的技术指标：

- (1) 画面尺寸 镜头所要求的画面尺寸由该摄像机所用的摄像管决定。
- (2) 焦距 摄像机光学镜头是由 20~30 个透镜组成，如图 1-5 (a) 中，射入一束平

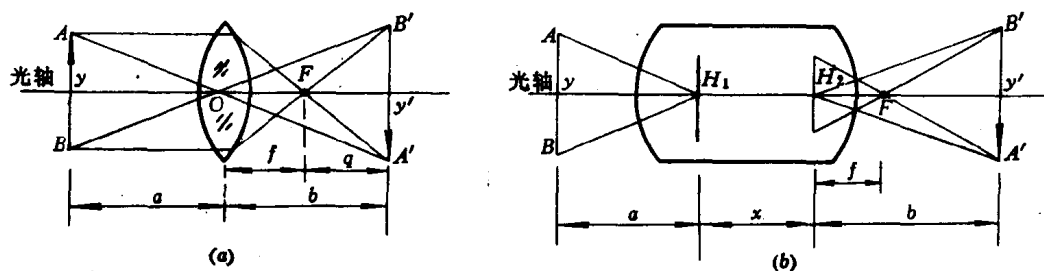


图 1-5 镜头焦距示意图

(a) 薄透镜；(b) 厚透镜。

行于镜头光轴的光线通过透镜后，将穿过光轴上的 F 点，这 F 点就称为焦点。透镜中心 O 到焦点 F 的距离称为焦距。但是，实际的镜头如图 (b) 所示，由若干单个透镜组合成的厚镜头。在图中， y 代表景物， y' 代表成象， a 为物距， b 为象距， f 代表焦距。知道了焦距 f 和物距 a 后，就可以用下式计算出象距 b ：

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad (1-2)$$

- (3) 线放大率 象距 b 与物距 a 之比称为线放大率 (m)，即

$$m = \frac{b}{a} \quad (1-3)$$

从 (1-3) 式可以看出，当象距 b 不变时，物距 a 越小， m 就越大，即所成的象也越大。线放大率与焦距有如下关系：

$$m = \frac{1}{\frac{a}{f} - 1} = \frac{f}{a - f} \quad (1-4)$$

在一般情况下，由于 $a \gg f$ ，所以 $a - f \approx a$ ，这样，(1-4) 式便成为

$$m \approx \frac{f}{a} \quad (1-5)$$

由 (1-5) 式可知，当物距 a 固定不变时，通过改变焦距 f ，同样可以改变成象的大小。当用长焦距时，使成象变大；当用短焦距时，使成象变小。这样，在拍摄景物时，通过变换焦距长短的方法，就能获得所需要的特写或全景镜头。

- (4) 变焦比 通常在工作中所称的变焦比，就是指焦距的倍率。它是光学透镜系统焦距的最大值与最小值之比，即

$$n = \frac{f_{\max}}{f_{\min}} \quad (1-6)$$

在选用摄像机时，应注意参数 n 的变化范围。目前电视摄像机的变焦比，一般在 10~15 之间，广播用的彩色电视摄像机（室内座机）的 n 值可高达 44，新闻采访用的彩色摄像机的 n 值在 22 左右，工业、教育和医用摄像机的 n 值在 6~22 范围内。

综上所述，电视摄像机拍摄景物的全景、特写或跟踪时，可通过连续变焦来获得。例如，当物距一定时，拍摄全景要采用短焦距；当拍摄特写时，要用长焦距；当跟踪活动

景物时,为了保持成象大小不变(假定物体远离镜头),要用长焦距,当物体向镜头运动时,要用短焦距。在实际工作中,有时用长焦距拍摄的特写景物,在摄象管的靶面上成象很小,如不能满足特写的要求,可设法改变物距的大小,使其达到要求。

(5) 拍摄范围 在摄取活动景物时,往往需要对某一范围内的细节进行特写或大范围内的全景进行描述。电视摄象机摄取画面的水平宽度是用水平视场角来表示的。所谓视场角,就是景物相对镜头的最大弧度角,用 α 表示。

电视摄象机镜头的视场角 θ_2 与画面水平宽度 d 、焦距 f 间具有下列关系:

$$\theta_2 = 2 \arctg \frac{d}{2f} (\text{rad}) \quad (1-7)$$

由于所用摄象机的摄象管画面尺寸一定,故视场角仅随焦距 f 而变化,若拉长焦距,则视场角减小,这时相当拍全景。通常把视场角大于 50° 的镜头,叫广角镜头。

(6) 光圈的相对孔径 人们在选购照象机时,总希望镜头大一些,因为镜头大,进入的光通量就大,这样,就可以提高物象的照度。在实际中,进光量的大小是通过光圈指数 F 来控制的,光圈指数 F 为:

$$F = \frac{f}{D} \quad (1-8)$$

式中的 D 就是光圈的孔径。

通常,摄象机镜头上标出的 F 值就是光圈指数。按照照度概念, F 正比 $(\frac{D}{f})^2$, 由此可见,当焦距变化时,成象面的照度也得随之变化,这一点在使用电视摄象机时不要忘记。常用 F 来表征相对孔径的大小,标值为 1.4、2、2.8、4、5.6、8、11、16、22 等等。显然,光圈指数值愈小,象的照度愈大。但光圈指数 F 值小后,透镜口径要大,这不易做好。因此,镜头上都标出 F 最小值,如 1.4、1.6、1.7、1.8、2、2.1 等等。

通常用 D/f 来表示镜头的相对孔径,如 $1/2$ 、 $1/2.8$ 、 $1/3.5$ 等。光圈的变化可以是自动或手动的。为什么还要手动呢? 因为用自动拍摄亮度较均匀理想的景物时,若画面出现部分高亮度区,则自动光圈将参照画面最大亮度而关小光圈,使摄取的景物过暗,所以遇到这种情况,应使用手动,使摄取的景物正常。

(7) 景深 光学镜头能够把在一定深度范围内的景物在成象平面上产生清晰的图象,这时所对应的空间距离,称为象的景深。所以常用景深这个参量来表征镜头的特性。在室内使用摄象机时,因为灵敏度不够,所以在很多场合下,镜头的光圈几乎要调节到最大,因此,景深不可能很大。

由此可见,当物距一定时,焦距 f 越大,景深就越小;当用短焦距拍摄全景画面时,景深就大。

(8) 分解力 表征镜头分辨景物细节的能力称为分解力。若摄取景物很清晰,则说明镜头分解力高;反之,则低。

镜头的分解力是用在它的成象平面上所能分辨清楚多少对线条的数目来表示。

通常,由于镜头中心处的失真与象差都小,边缘就差些,但人们观看电视时,注意力比较集中在屏幕中心处,故不太容易察觉出来。因此,按镜头象场的范围分为三个部分,如图 1-6 所示。一般要求变焦镜头在 I 区的 M. T. F (调制传输函数) 值不小于 0.6, 对 II、III 区的要求则稍低一些。

(9) 几何畸变 镜头成象的几何形状的改变, 称为镜头的几何畸变。当使用变焦距镜头时, 几何畸变一般可小于 $1\sim 2\%$

2. 三色分光系统

景物光通过变焦镜头后, 便进入分色系统, 进行色分解。彩色摄象是通过三管机的 R、G、B 三个摄象管, 分别在相应的摄象管靶面上成象。分解出的红、绿、蓝三色对于 RGB 基本型的分色系统有两种: 分色镜和分色棱镜。

(1) 分色镜

彩色摄象机中的色镜分色系统如图 1-7 所示。该系统的分光系统安置在景物 T 后面。

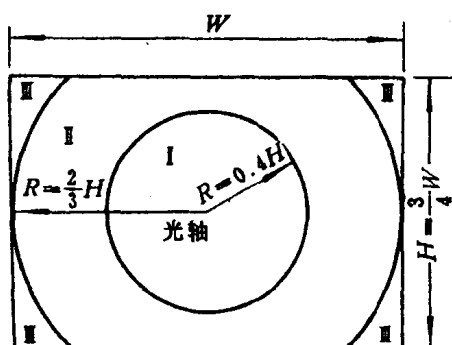


图 1-6 镜头象场的划分

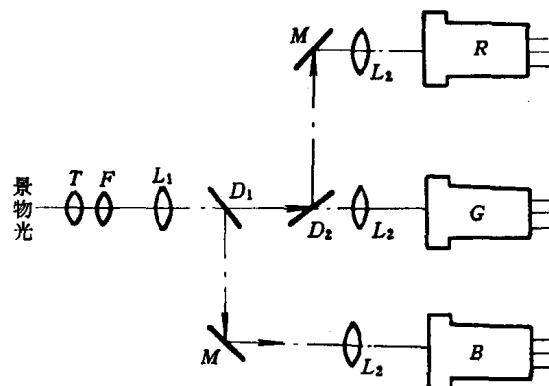


图 1-7 分色镜

分色系统 D_1 、 D_2 —双向平面镜; F —微调滤色镜;

L_2 —接力镜; M —平面反射镜; T —物镜;

R、G、B—各表示对应摄象管。

图中, T 为物镜, D_1 为反射蓝光的分色镜, D_2 为反射红光的分色镜, M 为通常用的反射镜。这种分色镜的优点是, 能使 R、G、B 三路摄象管平行放置, 这样, 受地磁场影响小, 三路的重合也较好, 且有结构简单, 效率高的特点。因此, 一些采访用的摄象机就是这种分光系统。这样可以使摄象机的体积大为缩小。

(2) 分色棱镜

分色棱镜是由三块棱镜粘合而成, 其结构如图 1-8 所示。棱镜的 M_r 和 M_b 上, 分别蒸涂上不同厚度的干涉薄膜。当光线 F 投射到 M_r 面上时, 能把红光 R 反射出来, 而让其他光谱的光透过薄膜。反射出来的红光投射到界面 (1) 上, 因入射角较大, 超过了临界角而发生全反射, 于是 R (红光) 经 F_r 面而进入到 R 摄象管。而透射过 M_r 面的光到 M_b 时, 能把 B (蓝光) 反射出来, 而让余下的 G (绿光) 透过, 反射出来的 B 光在界面 (2) 上全反射后穿过 F_b 面到达 B 摄象管, 透过的 G 光经 (3) 穿过 F_g 面到达 G 摄象管。

由色度学知道, 人眼对红绿蓝的色感是有一定的色范围的, 并非单一的波长。因此, 要把不同谱色光分开, 在棱镜面上镀了纵横交错的多层干涉薄膜。使薄膜对复合光中某一波长的光具有最大反射能力, 对其它波长的光不反射而让其透射, 这样就能达到分色目的。这就是棱镜分色的基本原理。

3. 分光滤色器

在单管摄象机中, 为了拾取色信号, 采用条状滤色器。这些滤色器的结构应根据具

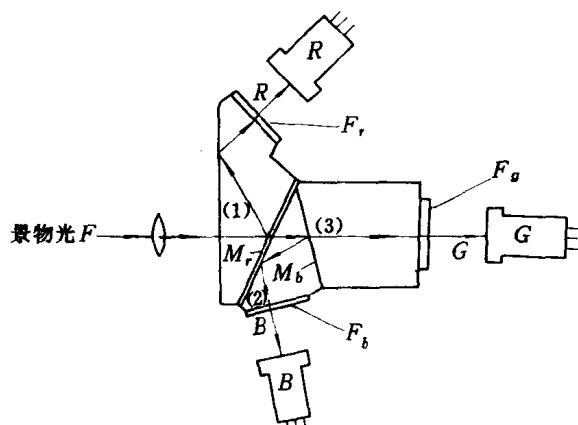
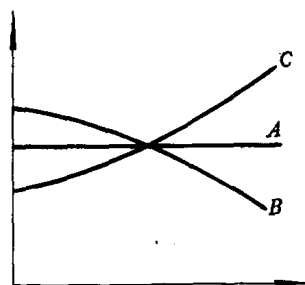


图 1-8 分光棱镜结构图



色温滤色片的校正原理

体的形式而设计。其作用见图 1-9 中所示。

每一条状滤色器的宽度从数微米到十微米，制作时必须采用精加工技术。滤色器又分有机物滤色器和分光滤色器两种。前者选色自由度高，价格低，但稳定性差；而后者稳定性好，效率高，分光特性好。近来，采用内藏条状的摄像管在大力发展，如 DXC-1820P 等单管摄像机的摄像管就是采用内藏条状滤色器。各种条状滤色器的类型、形状、用途见表 1-1 所列。

表 1-1 各种条状滤色器

类 型	形 状	用 途
单色型	单色条纹	适用于二管式，如一管取 Y 或 G 信号，另一管用条状滤色器，取出 B、R 信号
双色交叉型	双色的不同角度或宽度形成的条纹	使用频率分离方式
三色型	红、绿、蓝三色条纹	使用相位分离方式
三色型	黑、红、蓝	适用于二管式，一管取 Y 或 G 信号，另一管用条状滤色器，取出 B、R 信号
四色型	黑、红、绿、蓝	是相位分离型，用光学形成指引信号

4. 色温滤色器和中性滤色片

通常光源都是温度的辐射体，为了比较不同温度的光辐射程度，一般选用仅与温度有关的全辐射体（绝对黑体）作为基准。当全辐射体发射出与某一光源相同特性的光时，所必须保持的温度，称为紫光源的色温。它的单位用绝对温度 K 表示。光源的色温一般高于它的实际温度，例如白炽钨丝灯的色温为 285K，白天的自然光蓝色成分多些，色温为 6800K，白天的平均照明光，色温为 6500K，在演播室照明用的钨卤素灯，色温为 3200K，太阳光的色温为 4800K。

(1) 色温滤色片

摄像机的光谱特性和白色平衡的调整，都是对一定色温的照明而言的。目前常用的

摄象机都是按 3200K 照明色温设计的,工作的白平衡是按 D_{6500} ^①白的要求调整。因此,在摄象机光学镜头中,都加有把 3200K 转换到 6500K 的 D_{6500} 白色的色温转换。

但在实际工作中,彩色摄象机在不同的照明光源下拍摄同一景物,电视屏幕上显示出的颜色会不一样,这是不允许的,必须对这种现象进行校正。目前最常用的校正方法,是在摄象机镜头与棱镜之间装上数片滤色片,在光源不同时,可换用不同的滤色片,以保证总的光谱特性不变。图 1-9 所示,为色温滤色片的校正原理。

当摄象机的光谱特性在 3200K 时调整好,其形状如图 1-9 中的 A 所示,为照明光源的色温为 4800K,摄象机光谱特性变成 B 所示形状,这时插入的色温滤色片的光谱特性具有 C 的形状, B 和 C 两条曲线相乘的结果,使总的特性不变,仍保持 A 所示的形状。这样,电视图象就不会因光源色温的变化而带来颜色的失真。

(2) 中性滤色片

在某些场合,如光源的照度比较高,摄象机需要把光圈减小,但有时候由于艺术效果的要求又不允许减小光圈,这时,可以在光路中对入射光通量进行衰减。中性滤色片就可作为这种光衰减器。常用的中性滤色片的透过率,有 100%、25%、10%、1.5% 等几种。

通常是把色温滤色片和中性滤色片分别装在两个转盘上,可以用手动或遥控装置调节。

第二节 彩色电视摄象管

电视摄象管是电视系统中实现光电转换的关键部件,对于整个电视系统的特性指标有着决定性的影响。在电视技术的发展中,系统质量和功能的实质性的变革,往往是与新型摄象管的出现紧密联系着的。

一、光电导摄象管

自 1931 年世界上出现第一只摄象管以来,使用和正在研制的摄象管,大致可以分为光电导型摄象管、移象摄象管和固体摄象器件三大类。目前采用得较多的是光电导管,其中氧化铅管 (Plumbicon) 广泛地应用在彩色电视系统中,由于新型靶材料的研制成功,相继出现了硒碲碲管 (Saticon)、砷化镉管 (Chalnicon)、硅靶管等。另外,随着高清晰度电视 (HDTV) 的研制,出现了高清晰度摄象管一、二极管枪浸钽阴极摄象管。还有最近几年大量上市的固体摄象机上用的 CCD 摄象器件等,下面主要介绍光电导摄象管、高清晰度摄象管,还简单地介绍一下 CCD 摄象器件。

1. 光电导管的结构

图 1-10 是光电导管的结构示意图。它由灯丝 F 、阴极 K 、栅极 G_1 、加速极 a_1 (第一阳极)、聚焦极 a_2 (第二阳极)、网极以及信号靶组成。在光电导管的外部配有校正线圈、聚焦线圈、偏转线圈等。它们的工作概况如下:

(1) 阴极 K 由灯丝 F 加热,起发射电子的作用,灯丝电压一般约为 6.3V,直流供电。

^① D_{6500} 为 1931 年 CIE 规定的标准光。

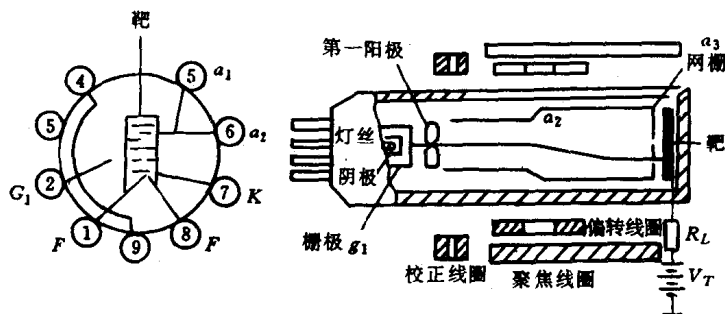


图 1-10 光电导摄像管的外形及其结构

(2) 栅极 G_1 控制发射的电子量。加速极加有高电压 (约 $+300\text{V}$)，起加速电子的作用。另外，由加速极 a_1 和聚焦极 ($+300\text{V}$ 左右) a_2 组成电子透镜，使电子会聚成细束，并在聚焦线圈磁场的作用下旋转地前进，准确地聚焦在靶面上。

(3) 靶前面设有一个抑制栅网 a_3 ，一般与 a_2 相接。也有不相接的，成为分离网，在它上面加 $+450\text{V}$ 或 800V 电压，使垂直着靶的效果更好些，称为“分离网式”视象管。网的透明度很高，不会影响电子束着靶。由于靶压 ($+15\sim 40\text{V}$) 低于 a_3 上的电压，故在靶前形成一个均匀的减速场，从而有利于电子束垂直上靶。减速场还能使电子束上靶时的二次发射系数 $\delta < 1$ 。

(4) 靶的作用是将景物的光象变成为电位图象，电子束对靶扫描后使原来由光照造成的正电位迅速降低，从而在靶负载电阻 R_L 上流过电流形成图象信号。

(5) 偏转线圈使管内形成一个偏转磁场，使电子束偏转扫描。

2. 图象信号的形成过程

光电导管图象信号的形成过程可概述如下：景物的光通过摄像镜头成像在靶的外侧，使靶上各点的光电导发生变化，在靶的内侧产生电位起伏，形成电荷图象，当电子束对它进行扫描时，逐点填平电位起伏，形成图象信号电流，从靶电极可取出这个图象信号。下面就以 Sb_2S_3 摄像管为例来仔细分析这一过程。

图 1-11 是 Sb_2S_3 管的靶结构，在玻璃面板内侧涂上一层薄的透明导电层 (SnO_2) 电极，它与金属靶环相接，引出图象信号，在透明电极上涂一层 Sb_2S_3 光电导材料 (约 $1\sim 2\mu\text{m}$ 厚)，这一层材料是一层光敏半导体材料，虽然它是一个整体，但由于电子束对它进行扫描，客观上就把靶面分成了数十万个像素 (625 行制式为 48×10^4 个像素)。每一个像素都可看成为一个光敏电阻和一个电容相并联，其等效电路如图 1-12 所示。

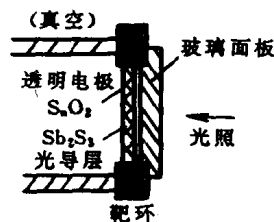


图 1-11 光电导管的靶面结构

图中只画出三个像素，从图可见，受光照射的靶外侧面，所有像素电容的一个电极都与透明的信号电极联在一起，与负载电阻 R_L 相连，并通过 R_L 加上靶压。每个像素的电容量称作存储电容，其值约为 $C_s = 1.53 \times 10^{-2} \text{pF}$ 。光电阻 R_s 是随光照而变化的，光强的像素电阻小，光弱的像素电阻大。

为电子束扫过某一像素“1”时，这一像素就与 $+E$ 电源接通，对电容 C_1 产生充电电流，充电电流 i 的方向如图 1-12 实线所示。充电的结果使 C_1 的左侧电位为 $+E$ ，右侧为阴

透镜会聚成象的情况。三束电子在 X_k 平面上交叉,交叉以后又发散。如果把阴极发射的所有电子束通过第一静电透镜的情况画出来,则有图 1-15 所示的情况。从以上分析可知,只有一静电透镜并不能达到电子会聚的目的。

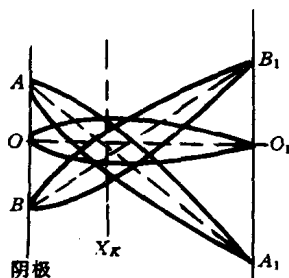


图 1-14 电子通过第一静电透镜的轨迹

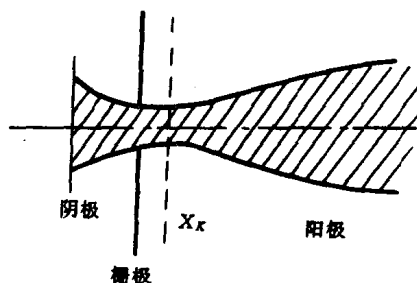


图 1-15 整个电子束的轨迹

为了要使通过第一静电透镜后发散的电子束会聚成点,在第一阳极上装有限制小孔,使发散后的电子束只有离轴心近的电子才通过,如图 1-16 所示。这时,由于发散角小,使电子束良好的聚焦在靶面上创造了条件。要把通过限制小孔的电子聚焦在靶上有两种方法,一种方法是在电子枪中再增加两个聚焦极(如聚焦极、网极)组成第二静电透镜,由这种聚焦法制成的摄像管称为静电聚焦摄像管,这种方法简单,但聚焦质量差。另一种方法是采用长聚焦线圈组成的磁聚焦透镜来聚焦,这样的摄像管称为磁聚焦摄像管,它的聚焦质量较优。在磁聚焦光导摄像管中还有一个聚焦极 a_2 ,它的作用是改变电子束的轴向速度,适当调节聚焦电压就可以使电子束聚焦点的轴位位置准确地落在靶面上。

(3) 栅网和分离栅网的作用

聚焦极 a_2 与靶之间有一个平行于靶面的栅网,一般与 a_2 相连,这样使栅网与靶之间形成一个均匀电场,有利于电子束垂直上靶从而提高清晰度。但是这种结构的管子边缘清晰度仍较低,这是因为电子束扫到靶面边缘上时,电子束与管轴线之间约有 5° 左右的张角,而此处电子束中的电子具有较大的径向切向速度,靶与网间的静电场力的减速作用只能减少电子的轴向速度,不能减少径向切向分量;这样就破坏了边缘区的垂直上靶能力,从而降低了清晰度,同时也影响了上靶率,引起了信号电流下降,使摄像管的均匀性变差。把栅网与聚焦极分开,如图 1-17 所示。在分离网上加较高的电压,形成静电透镜,在聚焦极与分离网间是凸透镜,而在紧挨分离网的地方形成一薄凹透镜,使边缘出现一发散场,越至边缘越大,使得边缘区电子束能垂直穿过网平面并正确地会聚在靶平面上。因此,分离网摄像管清晰度高,均匀性好。

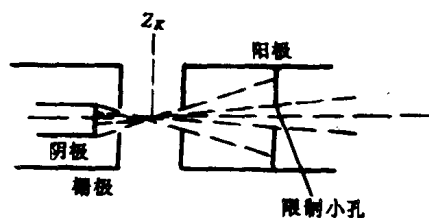


图 1-16 阳极的限制小孔

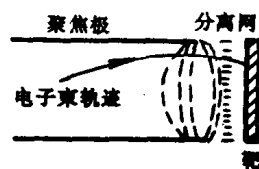


图 1-17 分离网的作用