

教 育 电 视 工 程

(初 稿)

彩 色 摄 象 机 原 理

上 海 高 教 电 教 馆 编 印

教育电视工程〈初稿〉

绪 言

电视是一门传送景物的声象信息并在末端重现的技术,自从五十年代中期彩色电视问世以来,随着电视技术的不断完善,已经广泛地深入到各个领域,不仅丰富了人们的文化生活,而且在进入教育领域之后,很快就成了教育技术中的一个重要组成部分。经过大量的实践表明,若按照教学要求,组织起符合教育规律的电视教育系统,并在课堂教学、课外辅导以及其他教学形式各个方面完成各项教学任务,对扩大教育范围和提高教育质量都是十分有效的。尽管各个方面都使用电视技术,但由于使用场合、条件各不相同,教育电视在电化教育中所组成的系统和规模有它独特之处,主要表现为以下几个方面:

1、拍摄对象比较广而特殊,涉及到各个学科领域,有宏观的,也有微观的。这就要求摄像机必须适应各种拍摄条件,都能获得良好的图象。

2、电视画面被用来传达教学中科学的信息,它不仅要反映真实的科学实验现象,而且还须把抽象的科学原理表现出来,或者加以必要的分析,就须对电视画面作出各种特技处理,或者模拟各种科学规律,而又不能失去科学性。因而在后期处理时,编导不但要求有清晰的画面素材,摄下正确的科学规律,而且还要注意,以教学规律来组接镜头,故有其独特的编导方法。

3、教育电视的播放形式以闭路形式为主,不同程度的教学规模,往往需不同形式的播放系统,系统的组成是相当灵活的。

4、使用教育电视的操作人员其大多数是非专业人员,要求性能可靠、操作方便。

正是由于教育的特点,教育电视工程是研究如何把电视技术有效地用于教育领域,不仅要研究电视本身的技术发展,而且还要研究它如何成为教育技术中的一种重要视听工具。

在科学技术的新时代,计算机与电视相结合可以组成智能的人机系统,以这种技术为基础,还可组成个别学习、技能训练等新的教育形式,使教育电视开辟了新的领域,目前已经开始计算机控制声象系统的程序教学的教学实践活动,大大加强了教育电视的智能能力。

教育电视还与各种先进的科学技术有密切的关系,电视唱片、光导纤维、计算机技术,甚至卫星技术,它们的成就扩大了教育电视的应用领域,这些新技术成就的引用,在不同程度上都扩大或改变了原有的教育形式,对于教育改革,确实成为一个活跃的因素。

教育电视工程应包括摄象、录象、传输和显示系统,在教育中特别显得重要的是建立合适的播放系统,它是受教育特点制约的,不同课程、不同性能的学校,由于其教学形式全不一样,它的播放系统也有明显的差别。

小的可以是一个教室内甚至一个人的学习观看系统,大的可以是几个、几十个教室组成的闭路电视系统。在政府有关部门许可下,也可以实现一定规模的开路播放系统,或者卫星转播,例如电视大学的教学形式就是如此。

教育电视工程还应包括软件工程,电视教材就是它重要的组成部分。它的内容主要包括如何运用电视技术,把文字教材变为声象性的电视教材。这种教学课件是电视技术与学科内容相结合的产物,它需要不断积累和创新,逐步建立起人类知识的新大厦。

第一章 教育电视概述

第一节 什么是教育电视

教育电视是用于教育过程中的电视系统。历来人们把人与人之间的直接对话教学称之为常规教育方法，这是因为人类的教育活动经历了四次变革。第一次发生在当社会开始演变成人成为社会主角时，对下一代的教育从家庭走向学校，从父母转向教师，这样做的结果使教育既有效又均匀、普遍地使下一代受到应有的教育；第二次变革是随着教育用书写工具出现而发生的。在教育中运用书写工具可以加强学生记忆以及教师自由地处理他的教育信息；第三次变革是随着印刷技术和广泛使用书籍而来的，书籍会使学习者存取大量的信息，目前正在引起教育的第四次变革，即所谓教育技术的掘起，它是使用教育机器，使学生更加优越地去学习，适宜于因材施教，因人施教，可以学到更加丰富的知识，不受限止。更有甚的还可开阔个人学习的程序教育，大大提高教与学的积极性、主动性。教育技术中，视听教育占有相当比重，教育电视在教育技术中就显得十分重要了。

教育电视应该包括两个方面：一是电视技术，把适合于教育用的电视设备、器材引用到教育活动中来，组成教育用电视系统，因此需要对电视技术本身作仔细的分析、研究，取得最合理的配置一。另是制作和使用技术，如何把电视技术与教育活动恰当地结合起来。这里应该特别注意，应用教育原则来组织电视系统。与此同时，教育电视的软件制作也应引起足够重视，它也是电视制作技术的一部分。

一、电视技术

教育电视的核心是恰当地在教育系统中使用电视技术，从摄象开始，把教学内容转换成视听觉信号，即视频、音频信号，然后经过信号处理加工系统，最后通过直播或记录形式传送教育电视信号。因为这时的图象、声音信号不单纯反映景物本身，它还携带了教育信息。关于这一点后面还将详细讨论。教育电视的基本传象方式如图 1—1 所示。

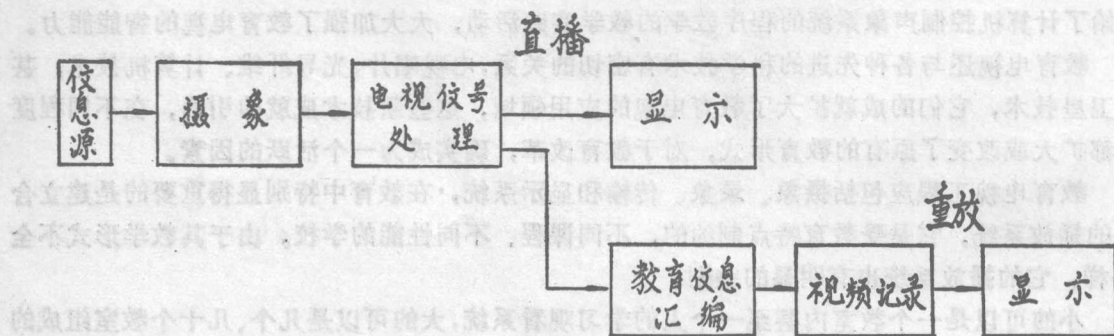


图 1—1 教育电视传象方式

教育电视信号的播送一般都采用闭路电视（CCTV）形式，在一个学校的范围内组成闭路信号传输系统是既便利又实用的，只要征得管理部门同意，开路播放也是可以的。从要求来看，闭合电视系统所要求的制作中心设备，在性能指标上略低一级。这里指的开路是限止在广播电视波段：UHF和VHF。至于微波波段，虽然也是通过空气传输电波，但由于

波段并非直接民用，不属于专门限制的范围。录象与电视唱片的成功，使电视的节目传送出现了新的方式。这是一种利用媒体的传送方式，不直接用电波来传输，从而避免了使用电波引起的损失，在重放时仍采用闭路电视系统，保持着良好的传输质量。

利用电缆或光缆同样能进行闭路电视的传送，並增加了传输的灵活性和覆盖范围。广播电视中的电缆电视和大楼共用天线系统，稍加改变，便可用于教育电视的播送系统。由于一个学校的电视传输系统规模较小，采用共用天线的变形系统更为适宜。

同步通讯卫星的运行，使广播电视大学(或者叫开放大学)且备了新的复盖工具，全国的教育电视复盖网可很快地增加起来。同步通讯卫星是与地球同步运转，通讯工作频率采用微波波段，因而只能同特设的地面站建立通讯联系，用户不能直接接收，必须由当地电视台加以转播。如果在卫星上装有UHF或VHF发射机，用户直接接收卫星的教育节目就可能了，这两种播送教育节目的差别如图1—2所示，只要在卫星微波束射的覆盖区内，按电视台覆盖的范围设立地面站，由此组成的电视通讯网，就成了卫星转播教育网。只有采用如图1—2b)所示卫星直收系统，才可取消地面站而共同接收。

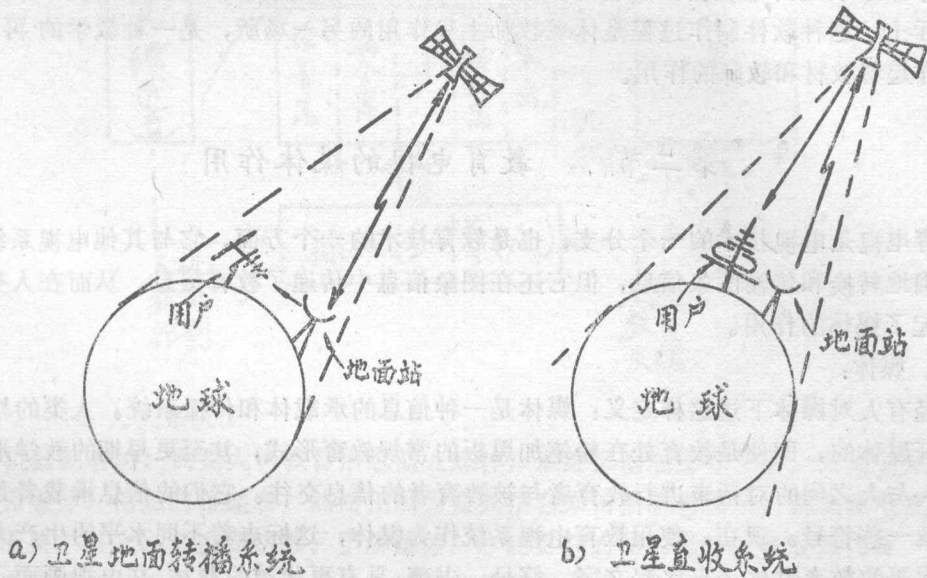


图1—2 卫星电视教育系统

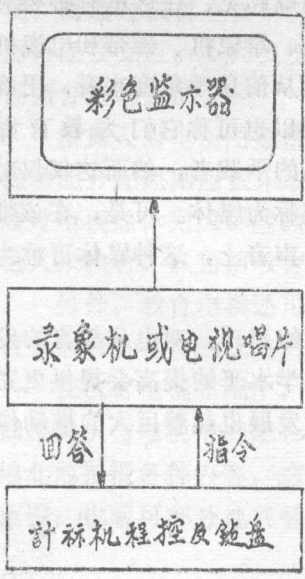


图1—3 计算机程控自学系统

教育电视还与其他科学新技术相关。例如，电视录象、电视“唱片”与计算机相结合，便于组成个别教育形式，对改革教育、开展程序数学都起了极大的作用。还可以编制各种程序教学的教材，使个别教育与因材施教都能在教育电视中得到实现。它们的基本方法如图1—3所示，计算机编程后按学习者的学习顺序不断发出指令，控制录象机按学习程序播放图象，並告诉计算机，其回答信号表示动作情况供判别用。计算机具有智能特性，自动地进行教育顺序，控制教育的进程。

二、软件技术

教育电视的硬件设备,组成不同的教育形式可以改变学生的学习环境,而软件技术则是使用电视技术,制作出符合教育规律的教育电视节目,以此来改善教学方法,取得最佳教学效果,提高教学质量,这类教育节目若以某种形式保存下来,就成为电视教材,(当然还包括其他一些辅助文字资料)。它们的制作全过程可以称做为软件技术。通常这种电视教材作为教学中的一种课件来设计的,主要包括电视教材拍摄用的各种稿本编写;摄象和录象;节目汇编导过程,在完成之后,还需采用适当的播放系统来组织教学活动。插放系统是灵活多样的,这是服从教育需要而定的。例如:电视大学可以采用直录性播出,作为开路型教育电视广播。而各大学内配合教师讲课可选用分段播放,采用闭路型小规模系统。在个别学习系统中则是直接显示形式。由此可见,电视教育的特色在于教育录象片的制作、使用方式和传播。在软件制作中应强调节目的教育性,制作中应使用各种技巧,保证满足说理、分析的要求。软件技术就在于如何运用电视设备的特点,把文字教材改编成电视教材,把文艺性的电影制作技术改造为电视教材的制作技术,把普遍的教育、教学规律发展到视听教育领域中来。实际上,这种软件制作过程是体现教师主导作用的另一场所,是一种教学的再创造过程,同样起着教材和教师的作用。

第二节 教育电视的媒体作用

教育电视是电视技术的一个分支,也是教育技术的一个方面,它与其他电视系统一样,能够正确地转换和传输图象信息,但它还在图象信息中传递了教育信息,从而在人类的教学活动中起了媒体的作用。

一、媒体:

曾经有人对媒体下过这样定义:媒体是一种信息的承载体和传播系统。人类的教育活动是离不开媒体的,即使是教育处在粉笔加黑板的常规教育形式,甚至更早期的教学形式,大多是以人与人之间的对话来进行教育者与受教育者的信息交往。它们的信息承载者是语言或文字以及一些符号。现在,使用教育电视系统作为媒体,这标志着不同水平的生产力将会提供不同水平的教育媒体,它比起文字、符号、书籍,具有更优越的载体,在电视画面上不仅有以往的载体,而且更加生动的具有声画并茂的活动载体。为了明确起见,在这里有必要对媒体分成两种形式来对待:一是指携带教育信息的实物,如摄象机、录象机、磁带和电视机等,由它们传送电视图象信号和声音信号,是信息的携带者。然而从信息学角度来看,更确切地说,教育信息的承载者应该是一起传输的文字,画面和声音,所以也可称它们为教育媒体,是教育信息的直接携带者。例如录象带本身是图象、声音信息的承载者,然而这仅仅对图象、声音信息起了传递作用,与有无教育内容的东西无关,故可统称为媒体。可是,在该带录有教学内容后,就成了电视教材,使教育信息完全承载在画面、声音上,这种媒体可称为教育媒体。

从普遍的媒体定义来看,教育电视系统是一种理想的媒体,它的出现,对电化教育的发展起很大的推动作用,然而历史的规律告诉我们,社会的生产、科学水平的提高会提供更完美的媒体。由于媒体的变革必然会引起教学的变革,对教育事业的发展也起着巨大的推动作用。

二、媒体的功能及其作用

根据教育电视系统可作为媒体的特点,就可以由它组成一种人——机教育系统。教育是一个复杂的系统,牵涉到人、信息以及机器(或者工具)等多方面因素的相互作用。当教育处在粉笔加黑板阶段时,其实质还是人与人之间的对话,显然这是一种人——人系统,教师的讲课与形象是通过光声物理媒体来传递信息,这种媒体是无法改变的。实际上教育电视作为媒体是很好的选择。通常在使用中构成人——机——人的结构形式。如图1—4所示的。这是因为系统中,人和机是共生的,教育电视又是一种特殊结合形式:人——机——人系统。因为电视系统本身不能产生各种教育信息,

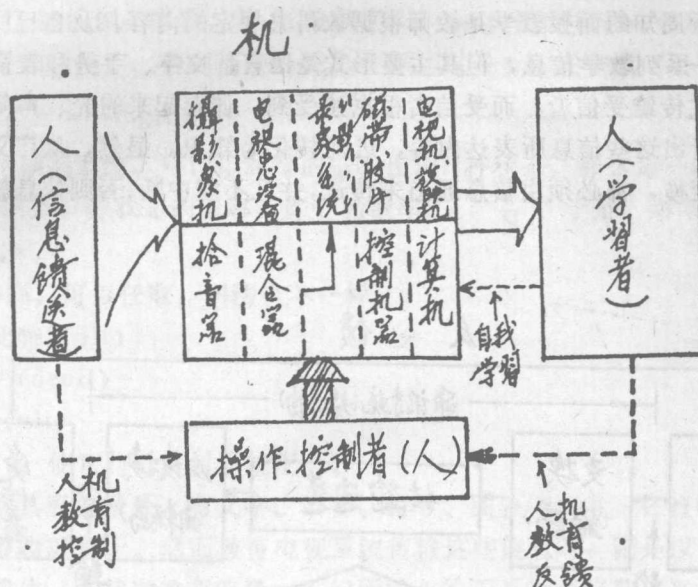


图1—4 人机系统图

也不是机器固有的,而是人将教育信息馈入媒体,最终又输送给学习者,人是主体,机器设备仅作为媒体,信息的传递者,然而正因为是人用它来传播教育信息,就要使电视媒体适应教育的需要。反之,人也要熟悉、了解媒体,才能更好的使用媒体。使媒体代替一部分人不能完成的功能。例如医学院的学生见习某些外科手术的开刀过程,一般不能直接进入所场,而通过教育电视系统都可看到其全过程,教师可以边看边讲解,起到良好的教学效果。另外还要知道,不同类型的媒体具有不同的功能,用什么样的媒体代替人的哪一部分功能是需要仔细考虑的。

根据人对电视图象信息感受能力,以及处理决策、反应情况也不一样的特点,人和机最优功能分配原则应该采取:对于那些标准化、低效能的连续动作,最好由机器来实现的,即通过电视媒体完成那些教育信息的传递,而对于高级的心理功能,如信息处理、决策等则应由人来执行,从目前教育电视能力来看是难以代替人而作出高级的心理功能的。

另外,教育电视还可扩大人的感官极限能力,使人的感觉器官得到延续。电视对于人的视听器官具有特别优良的延伸能力,因而可以被用来作为视听教育机器。

在教育电视系统中,若以不同形式组合电视设备,将会起到不同的替代能力的作用,例如摄影机与电视中心配合,在演播室里只能起到局部的内容拍摄,而携带式摄影机却可天南地北地拍摄各种内容,这里可以看到不同品种摄影机来当作媒体,就可扩展不同程度的视听范围,也就可部分地代替教师的工作。

然而应该提醒的是：不恰当地使用媒体，虽然也可组成人——机系统，但它的效率是极低的。例如电视传播静止图象的效果並沒有幻灯片好，经济效益也較低的。可見媒体並不是到处都可用的，在使用前必須認真加以挑選。

第三节 教育电视信息的理论基础

在人类自古以来的教育活动中，都是在有意识地进行教育，传授知识，教育过程就是一种信息产生、传递和接收的交往过程，按照信息论指出的信息交往过程，应该以图所示 1—5 的模式来进行。众所周知的面授教学是教师根据教科书规定的内容、及自己所积累的知识经过组织、编排产生一系列教学信息，但其主要形式是语言、文字、手势和表情等信息内容，直接以光和声的形式传给受信者，而受信者根据感受到，储存起来的光、声等各种信息，经过大脑的翻译、解析出这些信息所表达内容，进而转化为知识。显然，从广义的信息观点来看，不管是否经过变换，都必须由信息通道来传送，并且不能中断，否则信息就不能到达受信者。

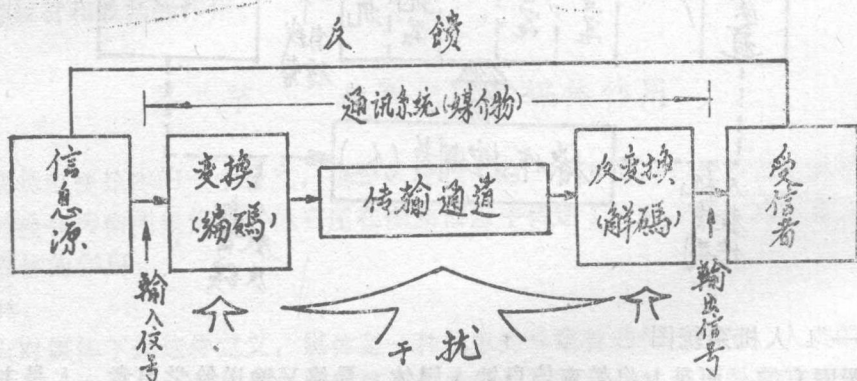


图 1—5 信息的交往过程

随着科学技术的发展，教育电视被引入，所以信息不仅可以直接传递，而且还可以用媒体来存储和传输。用录象磁带做成的电视教材是一种新形式的媒体。在播放时又可成为信息源，于是就出现了原始信息（第一信息源）到电视教材（第二信息源）信息的变换问题，正如文字、书籍那样，把实际的科学原理、实验结果概括为文字记载存储，再由教师转换为课堂教学信息，而电视教材则是另一种变换形式，用电视画面来存储、携带信息，不管其形式怎样，都应该如同一切信息变换一样，服从信息论指出的基本规律。

一、信息的信息量：

什么叫信息？根据仙农信息理论告诉我们，信息就是区别。受信者根据收到的有关状态，依靠自己的经验，区别出不明确性状态，这就是信息，这种不明确程度的大小就作为信息量来计算。举一个例子来说明它：甲乙两队比赛，要告诉某人比赛的结果是甲队获胜，但是，受信者却已有100%把握预料甲队获胜，那么这种消息就没有任何信息内容，可见消息与信息是两回事，信息寓于消息之中。

信息量的计算，也应按信息论里指出的方法来加以计算，根据信息论规定，信息量的描绘是用消息传到之后，受信者看到某一事件发生的概率与消息传到之前接受者对同一事件的

先验概率之比取对数而作为信息量值，如式 1 表示：

$$I = \log_a \frac{\text{消息传到后某事件发生的概率}}{\text{消息传到前对某事件的先验概率}} = \log_a \frac{P_B}{P_A} \dots\dots\dots (1)$$

I = 信息量

P_B = 消息传到后某事件发生的概率。

P_A = 消息传到前对某事件的先验概率。

如果消息在传递过程中没有失真或附加其他消息，则 P_B 就是必然事件，其概率为 1 $P_B = 1$ 。就按上述的例子来看，其先验概率 $P_A = 1$ ，则对这样一件事的信息量 $I = 0$ 。

把上述例子加以推广，传到消息是必然事件，则 (1) 式变成 (2) 式：

$$I = \log_a \frac{1}{P_A} = -\log_a P_A \dots\dots\dots (2)$$

如果现在考察某系统，可以以相等的概率出现 N 种状态，那么每一状态出现是必然的， $P_B = 1$ ，而出现某一种状态的概率，即先验概率 $P_A = \frac{1}{N}$ ，于是，对某种状态来说，它的信息量 $I_K = \log_a N$ 。

a 是对数的底，可以任取，叫法也不一样。

$a = 2 \dots\dots$ 比特 (bit)

$a = 10 \dots\dots$ (decit)

$a = e \dots\dots$ (nit)

一般取 $a = 2$ ，使它与计算机系统配合。

教育信息就其表象来分，有文字、语言、符号、图象等信息，在直接传递系统中，它们被载在声、光等物理量上。然而教育电视系统传输这些信息时，则是以音频、视频以及射频等电信息作为载体，来载送教育信息。人们所关心的正是教育信息。当电信息作为载体时，它就成为媒体的一种了，从广义角度来看，电信息与教育信息都是信息的一种，但在教育电视系统中处理的方法是截然不同的，电视信息是每场、每行，每个象素的出现与否为依据，信息内容是一些电压的幅度，相位为物理量，电视技术本身是解决这些电信息的处理方法，而教育电视所传送的教育信息则是一些具有教育信息的文字、图象等，其信息量的大小要在一个确定的系统中计算，例如英文字母在每一个单词中出现的概率不完全一样，它要受到英文组词规律的限止，才能确定概率 P_K ($K = 1, 2, 3, \dots\dots 26$)。

设英文 26 个字母出现的概率不完全一样，分别为 $P_1, P_2, \dots\dots P_N$ ($N = 26$)，则每一个字出现的信息量为：

$$I_K = \log_2 \frac{1}{P_K} = -\log_2 P_K, K = 1, 2, 3, \dots\dots N$$

于是每个状态出现的平均信息量或者熵 (Entropy) 为

$$H(A) = \overline{I_K} = - \sum_{K=1}^N P_K \log_2 P_K$$

从信息论知道，每个字母 (状态) 在出现概率相等的情况下，熵具有最大值，这时

$$P_K = \frac{1}{N}$$

$$H(A)_{\text{最大}} = - \sum_{k=1}^N \frac{1}{N} \cdot \log_2 \frac{1}{N} = \log_2 N \dots\dots (3)$$

对于 $N = 26$ 时的英文字母，最大熵值 $H(A)$ 最大 $= \log_2 26$ 。同样道理，电视中传输的教育信息，如果以画面形式，也只要首先计算出每幅画面可能出现的个数，即状态数，并估计出每个画面（状态）出现的概率，就可计算信息量，或者计算出平均信息量，显然，这里所指的信息量不是信息的个数，这一点要特别引起学习者注意。

二、信息变换：

任何信息源产生的信息，如果要传到受信者，都必须通过媒体，即使直接收信，光和声的信息，也要由场和空气作为媒体才能传送。如果要建立远距离信息交往（通讯）就得靠媒体才能进行，这样的系统称为通讯系统。通讯系统的基本要求是： 输入信号 = 输出信号。

图 1—5 表示通讯系统与信息源之间的关系，该图说明了信息源发出的信息，首先要变换为适合媒体传输的信号，不同媒体将有不同的变换方法，例如教师在课堂上讲课的声音信息，要先由话筒转变为音频信号，送入传输系统后才可经编码后成为 AM 或 FM 信号（调幅或调频）在传输线上传送。可见信息变换只是从一种形式的信息，变换为另一种形式来表达，这种变换是不影响信息内容的。

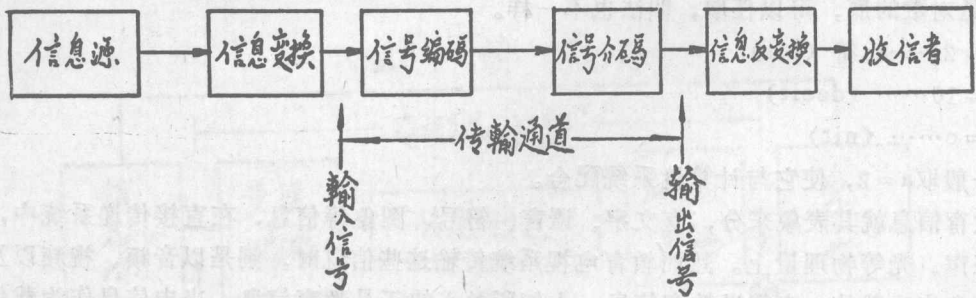


图 1—6 信息的传输

教育电视传送的教育信息，它的信息源一般都是在自然界、实验室和社会中发生的，这可称为第一信息源，但为组织教学起见，都变换为文字、符号、图表形式来表达，所以，可以记载在书本这个媒体上，因为这种变换是符合书本作为媒体的要求的。也可以由教师用语言描述来表达，这种形式可称为第二信息源。然而教育电视系统中的信息变换是另一种形式，因为使用的媒体是电视，它可以完整地用图象来表达，所以不需要这种“意义”信息的变换。举个例子来说：要向学生提供一个纸燃烧过程中的物理、化学变化的信息，若用书本为媒体，必须用文字来描写它的过程：“纸是碳水化合物，在燃烧时发生光和热，燃烧后形二氧化碳和水等……”。在有必要时还得写出反应方程式。然而采用电视作为媒体，它可以把纸燃烧过程完全拍下来，整个过程基本上可以完全重现，其中那些用文字和语言难以表达的信息，可直接从图象上得到。因而可以认为，这种由第一信息源变换比第二信息源质量更高，比文字语言生动得多，信息内容多得多，真实感强。从而大大减少了在变换过程中信息畸变和损失。不过，尽管这二者有所差别，但还都是第二信息源，为此，每一文字、符号、画面和镜头都可作为一种符号来对待，它相当于前面图 1—5 所示的输入信号，为通讯系统提供了附有信息内容的输入信号。

电视信息的变换首先由电子束扫描摄像管的靶面，取得了从二维图象信息到一维电压信号的变换。其表达式，如式（4）所示。

$$f(x, y) \Rightarrow E(t) \dots\dots\dots (4)。$$

当然还有其他形式的变换,如信息处理技术中的福里叶变换、哈特马德变换等。福里叶变换可在频率域到时间域之间进行。例如:(5,6)二式表示了这一变换的形式。

$$S(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \Omega(\omega) e^{j\omega t} d\omega \dots\dots (5)$$

$$\Omega(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} S(t) e^{-j\omega t} dt \dots\dots (6)$$

综上所述可知,教育信息在以电视作为媒体传输时,主要是光、声到电的变换,只要在技术上达到一定要求,例如用较好的摄象机,那么它的变换过程信息畸变就会大大减小,教育电视得到的第二信息源,例如录象节目,基本上与第一信息源相同,这就是电视媒体在教育中运用的最大特点。

三、信息编码

在通讯系统中想要进行信息交往,在获得第二信息源发出的信息后,一般讲是可以直接传的,例如获得音频电压后可以直接通过电路放大后驱动扬声器,但若要有更好的远距离传输,常把音频电压调制到某载波上,采用调频或调幅方法,使音频信号(信息)与载波(媒体)相迭加,这个过程可认为是对信息进行编码。经过编码后的信息在传输过程中具有强的抗干扰能力,使信息的保真度大大提高。

在信息通讯科学里,人们为了提高保真度采用了许多编码办法,最近发展起来的数字通讯方式,使通讯的质量大大提高,这是一种把连续的信号变为离散信号的方法,然后再进行数字编码,根据通讯中采样定理指出,用某一种离散信号:

$$S(t) = \sum_{n=0}^{\infty} C_n \cos n\omega_s t \dots\dots (7)$$

与连续信号 $A(t)$ 相乘,即进行取样,就可得到取样后信号:

$$S(t) \cdot A(t) = \text{采样后信号} \dots\dots (8)$$

但必须满足 f_s (采样频率) $>f_m$ (连续信中的最高频率成分)条件。于是可以用低通滤波器从 $S(t) \cdot A(t)$ 中滤出原连续信号。这说明,编码的信号,在传输后仍能被解出来,为传输而建立的数字编码,也只是更高一层的编码,同样是可以解码的。从而不难看出,连续信号大可不必全部传送,采样编码后再传输可以达到同样效果。

教育信息实在也往往是连续的信息,例如某种物理现象是在不断进行的,可能有些过程并非本质,或者很长。如果能把几个关键现象提出来,再进行编排,使一段连续的科学内容形成的符码,取其能反映该物本质的那些符码,以“蒙太奇”编码方式组成电视教材,显然这种电视教材是可以在其媒体——磁带中被磁带来传送。所以教育电视传输的信息为

$$\text{教育信息} + \underbrace{\text{磁带磁粉的磁化信息} + \text{磁带}}_{\text{媒 体}}$$

在通讯通道中除了考虑编码方式外,还需充分设计通道对信息容量,使适量的信息能通畅地传送。

在电视教材编制中常用的“蒙太奇”手法,应该说是反映了教育信息编码的规律,不同类型的“蒙太奇”就是其编码方法,大致可分为三种:

1、顺序编码

这是一种按科学本身发展规律、逻辑思维必然结合的顺序把符码编成序列的方法,适宜于科学性较强的一些电视教材信息编码。此类信息连续的活动图象信息须受概率规律制约,

例如当某一运动员举腿跳高时，接下去的图象一定是跃起，飞越横杆等几个动作，其他图象出现的概率几乎很小，这种画面紧密相连的特性称为“埃尔柯德”性。

2、归类编码

这是一种根据人的记忆能力，习惯所提到的编码方法。例如对于同一种类的事物容易接受和记忆，互相对比的事物容易引人注意，或者有些人对某一事物特别感兴趣，从而形成互相对比，类同的固定制约关系、常用的莫尔斯电码所规定的四个符号：点、划、字母间隔和单字间隔形成了固定制约的电码，把许多文字信息归纳为点、划组成的码。电视教材中对，教育信息符码的制约提出了镜头组接的基本规律，如动——动相接，静——静相接，相似物转场、特技淡变、划变等都制约了信息符码的编排规律。

3、相关性编码

利用信息与信息之间的一些共性、相关性来编码的方式称为相关编码，在脉冲通讯中输DPCM编码方式就是用相关量的差别来编的，当输入的信号被取样之后形成按原信号规律变化的脉冲序列，再按它们的大小差别，被编成数字量的码。例如把一伏大小的电压分成16个等级，每一级用一个二进制数码来代替，再进一步把相邻两个象素的信息差取出来传输，就成为Delta调制，这是利用相邻两个象素信息的相关性来编的码。可见，对于一般连续的信息，都具有一定的相关性。电视教材信息同样具有一定的相关性，例如电视图象本身在相邻的两行或两场都可认为其内容有大部分是相同的，相隔越远其相关性也越小。这样可以在意义、动作、语言等相关的场合，把表达信息的镜头连接起来，。举一个例子来说：为说明人类进化的历史，表达古代猿逐步进化而形成直立行走、脑容量的变化，往往采用淡变方法把相关的画面、镜头一个个连接起来。

四、信息传输和介码：

对电视教材信息内容进行变换和编码，其目的是为了地更好地传输，通常必须做到对来自信息源的每一个可能的消息都能用符码来表示。在电视教材中，一个可以按一定速率来传送並以一种码表示出来的符号序列系统可称为码路，码路的传输能力应该以它传输信息量的速率来量度，也就是用单位时间内所传输的平均信息量量度。在一定时期内可传输的信息量与“熵”有关，也就是与信息源产生信息的速率相关，于是通道的容量就应该是能在码路内传输的最大信息率，在设计教育电视教材时，应该兼顾通道的容量以及受信者接收信息能力的限止。作为受信者在接收传输来的信息后须予以介码，介码过程是一种复杂的心理活动过程。根据学生原有知识水平，按人掌握的介码能力，滤除不必要的信息，滤出教育信息逐步转变为各人所需的知识，例如有一组句子，由于传输的失误把某些字传错：“我母天七时正土学”其中有两个字误传：“每”字误传为“母”、“上”错传为“土”，但是传过来的信息是经过意义编码的，受信者会根据生活经验中已形成介码规律，能自动校正这些错误，滤出该句的真正含义为：“我每天七时正上学”

由于电视画面形成的符码，是一种形象性符码，它们的编码也是更符合人的心理直观而编的，所以图象符码的介码是极为简单，使很多不必要的思维活动省去、介调可以快而准确。这也就是目前教育技术中最广泛地采用教育电视方法的最主要原因，成为介决“知识爆炸时代传授知识的有力工具。

第二章 彩色电视摄象机

彩色电视摄象机工作在彩色电视系统的前哨,任务旨在摄取活动或静止的景物,並把它转换为瞬时变化的电信号。摄象机的这种由光到电的转换是由机内摄象管完成的,这在很大程度上决定了彩色电视图象重现的质量。因此可以说它是电视系统的“眼睛”。

彩色摄象机的摄象过程也是彩色景象信息到图象信号的转换过程,景物在摄象管靶面上所成的光象,类似于照相底片上所成的象,但先转变为“电象”,即按图象明暗差别分布决定靶面电位分布。然后用电子束扫描方法,对一个个相应象素顺序地取出其电位变化分布规律,形成电视图象信号。很明显、彩色电视图象信号与黑白电视有着十分明显不同的地方,彩色图象不仅与黑白图象有相同的明暗变化特徵,而且还有色调、色饱和度的差别。按照三基色原理,任何彩色图象都可由三幅基色图象,即红、绿、兰三种基色图象,按其一定的比例组成的。彩色摄象机就应取出代表彩色景物的三个基色图象信号。在组成传输系统后,比须考虑到与黑白电视兼容,这就不能直接传送三幅基色图象,要根据我国采取的彩色电视制度来形成适当的亮度信号与色度信号,再按PAL编码方式成为逐行倒相正交平衡调幅的彩色全电视信号。

为了使摄象机便于操作运用,並获得优良的电视图象,不仅在电路、结构上有了很大改善,並在操作自动化方面增加了不少措施,目前大多数摄象机都由下列几方面组成:

1 摄象机的光学系统:

摄象机首先要处理的对象是景物的成象问题和光象如何按摄象景别要求随操作而变化。这一些都可归纳为摄象机光学系统应具有艺术展开之功能。它可分成两个组成部分:一是外部光学系统,即镜头,另一是内部光学系统,叫分色镜。前者是由许多镜片组成的透镜组,主要功能是使景物无失真地成象,以及在光学上达到变化成象大小的艺术效果。常采用的变焦距镜头,安装在机体外部,而后者主要是对景物的彩色光进行分色,分介为红、绿、兰三束基色景物光。根据采用的摄象机阵式不同,分光的要求也不一样,对于单管摄象机来说就不需要这种光学的直接分色系统。阵式决定后,为避免外界光的影响,应该封闭在机内。

2、光电转换器件:

景物的经过镜头后的光象成在摄象管的靶面上,在靶面上涂有物质,被封闭在真空管内,由它完成光象到电象的转换,所以可以认为摄象管靶面是光电转换器件,受加速、偏转的电子束扫描靶面,从而取出图象信号。因为光电转换是在微弱的信号中进行的,应该保证良好的信噪比,它的质量高低,在很大程度上将决定着整个系统的图象质量。

3、图象信号处理:

由摄象管直接拾取的电信号是十分微弱的,并且还包含着由于摄象器件的离散性造成的各种失真,都须在信号处理阶段作出必要的纠正。例如孔阑、黑斑、I(伽马)等,都是对图象质量有较大影响的项目,都应认真、仔细地加以校正。除了必要的放大外,摄象机的予放大级是十分重要的,否则图象信号与噪声信号就不能很好地区分开来,使图象质量变差。彩色摄象机中体现彩色信号处理的有彩色编码、彩色校正。只有广播上使用的摄象机才备有彩色校正。

4 自动控制系统:

随着摄像机的日益趋于实用化,使调象员工作减少甚至取消,逐步变成无调整摄像机。操作人员只需简单的动作便可能独立操作各项功能,这就需要在摄像机中装置必要的自动控制项目。主要有自动光圈、自动变焦、自动增益、自动白色平衡,自动黑电平跟踪以及自动合轴等自动控制装置,有的甚至还有自动故障诊断算,几乎完全变成无调整摄像机了。目前还有一些自动控制项目,由于引入了微型计算机技术,使它的控制精度大大提高。

5、其他辅助电路:

目前大多数摄像机已完成一体化设计,即除了必要的扫描、偏转和电源供电电路外,为了一体化起见,测试、指示电路、同步信号发生器、彩色编码、遥控和对外连接电路都被设计在机头之内。大规模集成电路的使用,使以上功能都能实现,并减小了体积。在演播室内使用时,还须有摄像机控制单元(即以前的调象桌)作一些简单的调象遥控动作。由于体积大大减小,亦可装在导演控制桌上。

根据以上五个方面的分析,摄像机一般可以如图 2—1 所示的方框图来构成。

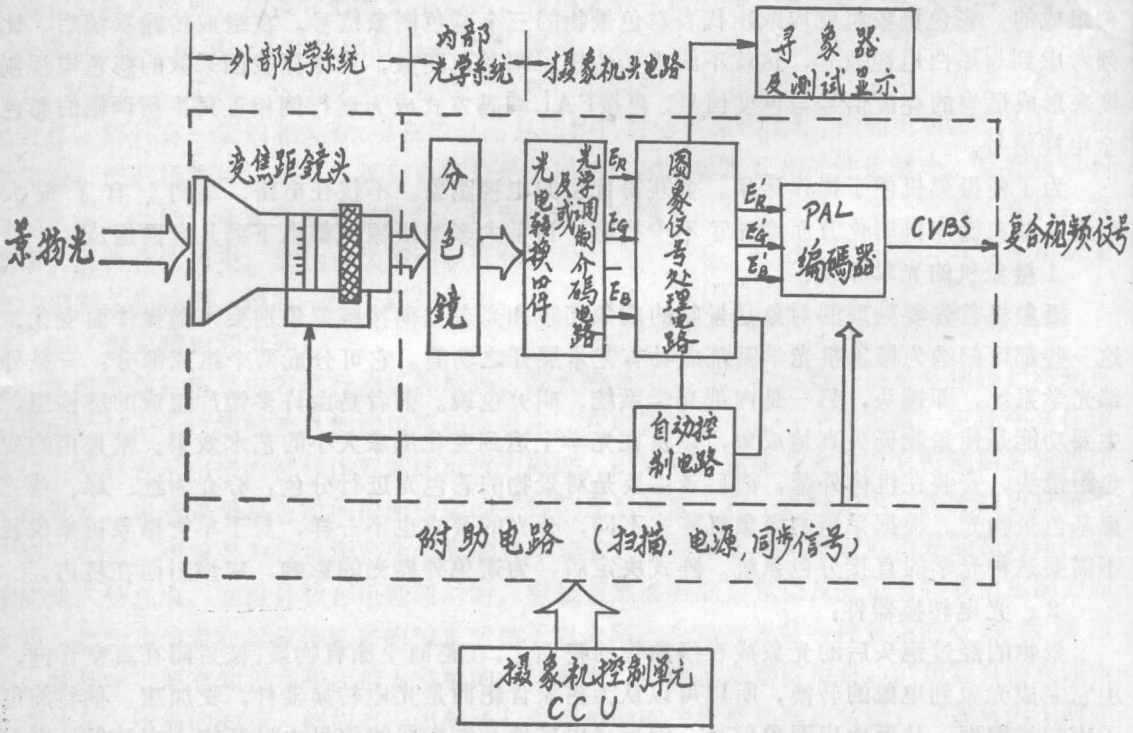


图 2—1 摄像机结构框图

实际使用的摄像机种类甚多,有单管、两管、三管、四管之分,但其共同点是要获得三幅基色图像,由于采用的阵式各不一样,质量上就有不同,显然,关键是采用什么样的摄像管和分光形式。在保证上述两项设计具有高质量水平后,电路处理上可算是各摄像管拾取信号后的预放大级。一般摄像机都十分重视预放级的方式和选用的晶体管,力求取得最佳信噪比指标。除此之外,就是设计合适的自动控制项目,到目前为止,大部分摄像机都摆脱了庞大的调象台设置,只需用一小部分的遥控操作功能组成遥控单元(CCU)就能完成摄像工作时圆满到达各项指标。

操作 尽管目前供应于市的摄像机已经是五花八门了，种类十分繁多，但其构成原理。阵式安
控制项 都是大同小异的，只是个别各个控制项目和采用电路各有不同罢了。

合轴
还有

第一节 摄像光学系统

被摄景物的光线首先要通过摄像机的外部光学系统，即镜头才能成象于类似照相底片的
，为 摄像管靶面上，这是一个几何光学问题，要使成象清晰，除了镜头选用材料工艺要符合要求
被设 外，镜头的组成方法也是十分重要的。

室内 一、几项基本要求：
本积 根据几何光学原理知道，任何单透镜都不能消除远轴光线造成的球差、色差及几何畸
变。

1、球差消除：造成远轴光线与近轴光线成象位置的差异，其根本原因是被摄物多数并非在无穷远，进入单透镜光线是发散的，而单透镜却实际上又是一种球面状界面，于是由于远轴与近轴光线入射角不一样，形成成象点偏移，如图 2—2 所示，消除的办法是加一个与它同曲率的凹透镜，在凸凹交界面上使远轴光线得到适当的发散，能造成 P'' 象向 P' 象靠近以至重合，这样清晰度也就能提高。

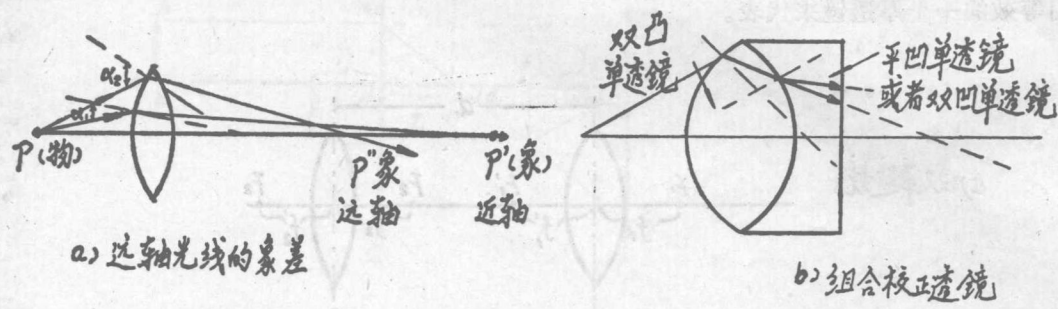


图 2—2 球差及其消除

2、色差及其消除：单透镜色差的形成可以归结于远轴光线中，由于不同波长的色光具有不同的折射率，是一种物理光学的现象，结果造成不同波长成分的线放大率不一样，在成象平面上就出现了光色散现象。它的消除方法应该采用不同材料的玻璃，选择适当的折射率再配合合适的焦距和间距也能消除色差现象。例如可以用冕牌玻璃制成。凸透镜与用火石玻璃制成的凹透镜组成的组合透镜能很显著地消除这种色差现象。

3 几何失真与校正：景物的几何失真的形成是由于近轴与远轴物体的线放大率不同所造成的。随着在垂直方向离开光轴的距离不同，物体在垂直方向上的放大率也不一样，因而造成图形的几何畸变。图 2—3 表示造成桶形失真的原因。远轴光线受折射大，放大率减小，形成造形失真。如果曲率半径加大，就会造成近轴光线折射大，失真就为枕形。校正的办法也是用组合透镜，依具体设计而定。

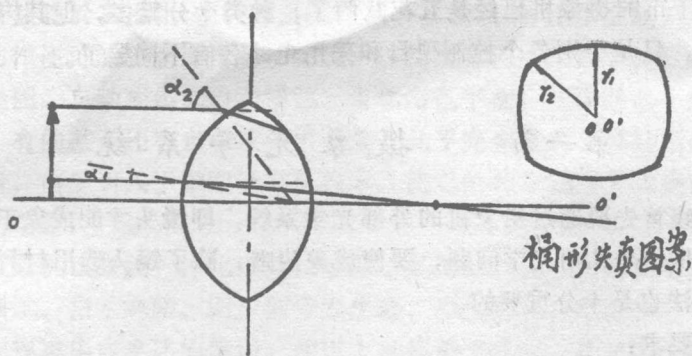


图 2—3 几何失真

二、组合透镜

为了校正上述这些单透镜引起的误差，在做摄像机镜头时，往往采用几组，甚至几十组合透镜，以消除各种误差。设每个单透镜的焦距为 f_i ，组合透镜必定受各单透镜制约，是 f_i 的某一函数。现以两单透镜组合后的组合透镜焦距计算为例，多透镜组合可以以此类推：

设两个单透镜焦距为 f_1 和 f_2 、两透镜的主平面相距为 d ，如图 2—4 所示，组合透镜可以用等效的一个厚透镜来代表。

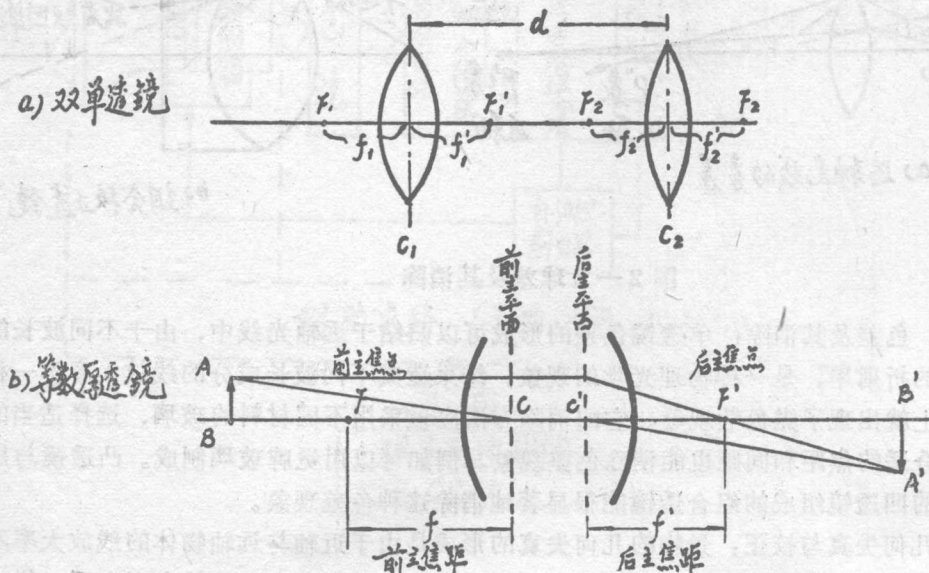


图 2—4 组合透镜组

其方法也就是用等效厚透镜的几个主要参数来替代两个单透镜的各项组合参数。首先要求出等效厚透镜的前主平面和后主平面的位置；为使讨论简单起见，两个单透镜假定都是薄透镜，故可以认为 c_1 和 c_2 分别是他们的主平面，而且还假定 $f_1 = f_1'$ ， $f_2 = f_2'$ ，主平面间的间距 $d = f_1 + F_1'F_2 + f_2$ 。

1、作图法求等效前、后主平面的位置及焦距 f 。见图 2—5 所示，它的步骤可以为以下几个。

a、从物体A点出发、取一根与光轴平行的光线，经过第一单透镜后必定要通过其后焦点 F_1' ，与第二透镜的主平面 C_2 相交于G点；

b、对第二透镜来说其入射光线不是平行光轴的，故为了确定经G点后射出的光线方向，利用光线的共轭特性，通过 F_2 作第二个透镜的物方焦平面，与 M_1F_1' 光线相交于E；连接E点与 H_2 点，这时因薄透镜的主点，节点是重合的，就是H已知。

d、c过G点作 GF' 线与 EH_2 平行，与主光轴相交于 F' ，这点 F' 就是整个等效光具组的象方焦点；

e、 M_1M_2 的延长线与 GF' 的延长线相交于 M' 。根据共轭特性，过 M' 作垂直光轴的垂直平面，此平面就是等效厚透镜的后主平面。同样道理，也可求出等效前主平面H所在的地方。

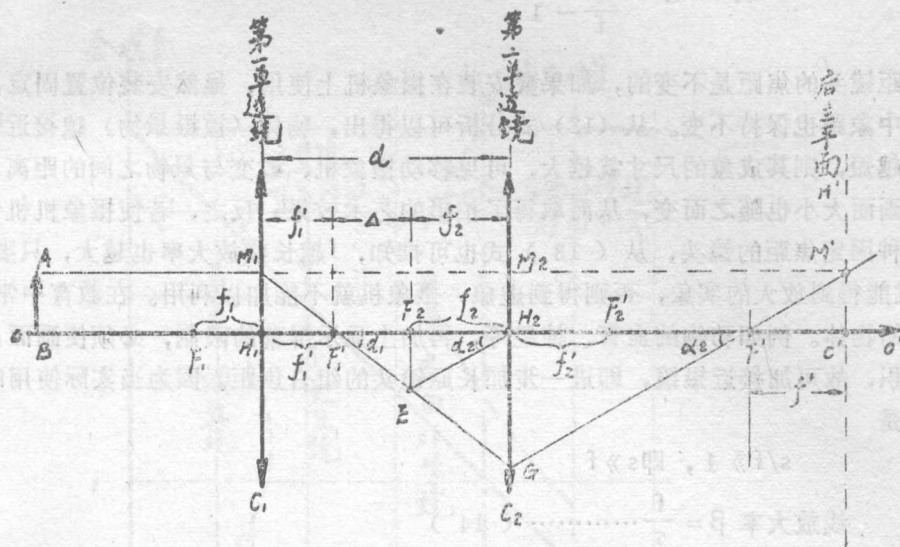


图 2—5 等效透镜形成

2、等效透镜焦距与单透镜焦距的关系：

由图 2—5 可知，在第二单透镜中 F_1' 与 F' 是两个共轭点，根据牛顿公式可得

$$\overline{F_2'F'} = -\frac{f_2 \cdot f_2'}{\Delta} \dots \dots \dots (9)$$

再由一个共轭角度与焦距的关系： $\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{f}{f_1'}$ 和 $\frac{f}{f_1'} = -\frac{\overline{F_2'F'} + f_2'}{\Delta - f_2}$ ，可以求得

$$f' = \overline{C'F'} = -\frac{f_1' \cdot f_2'}{\Delta} \dots \dots \dots (10)$$

最后，由图 2—5 给定的条件，两个薄透镜的间距为

$$d = \Delta + f_1' + f_2' \dots \dots \dots (11)$$

将 (11) 式代入 (10) 式，得

$$f' = \frac{f_1' f_2'}{f_1' + f_2' - d}$$

或者

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{f_1'} + \frac{1}{f_2'} - \frac{d}{f_1' f_2'} \dots \dots \dots (12)$$

当厚透镜减薄,使等效主平面C和C'重合,就成为单透镜了。从(12)式告诉我们,只要改变两个透镜的相对位置d,就可改变等效焦距的大小,这就是变焦距镜头设计的依据。

三、外部光学系统:

1、定焦距镜头:

一般照相机或电视摄像机、电影摄影机所使用的镜头可以是固定焦距的,或者是可变焦距。根据上面分析,只要保持各透镜组之间的距离不变,即使有好几个透镜组,经过组合后其等效厚透镜的焦距是不变的,若把象高H'与物高H之比定义为透镜的线放大率,则由图2-4可知。

$$\text{线放大率 } \beta = \frac{H'}{H} = \frac{S'}{S} = \frac{1}{\frac{s}{f} - 1} \dots\dots\dots (13)$$

定焦距镜头的焦距是不变的,如果要安装在摄像机上使用,显然安装位置固定,使得在实际工作中象距也保持不变。从(13)式分析可以得出,物体(被摄景物)越接近镜头,也就是物距越短,则其成象的尺寸就越大,可见移动摄像机,改变与景物之间的距离,在象面上得到的画面大小也随之而变,从而取得了拍摄的艺术效果。反之,若使摄像机机位固定,改变另一种固定焦距的镜头,从(13)式也可推知,f越长线放大率也越大,只要物距s>焦距f,就能得到放大的实象,否则得到虚象,摄像机就不能加以利用。在教育中常需拍摄一些细小的物体。例如动物的血管、神经等,再加上显示屏幕的限制,必须使画面占有一定的显示面积,故可加接近摄镜,即进一步加长原镜头的组合焦距。因为当实际使用时所采用的镜头总是

$$s/f \gg 1, \text{ 即 } s \gg f$$

$$\text{则 线放大率 } \beta = \frac{f}{s} \dots\dots\dots (14)$$

由此可知,线放大率是与焦距成正比的,所谓近摄镜,其作用也在于此。

定焦距摄像机配上各种焦距长度不同的镜头便可摄取各种大小不同的景物,在老式摄像机上可以看到多焦距镜头的转盘,使用当然是不方便,且不能达到连续变化的艺术效果。为此发展变焦距镜头是十分必要的了。

2、变焦距镜头:

由于定焦距镜头的焦距改变是间断的,不但失去了一定的艺术效果。而且操作也不方便。相反,变焦距镜头利用组合透镜焦距可连续改变的特性,使电视画面摄得更加丰富多彩,目前各种摄像机都已普遍采用。

变焦距镜头之所以能连续变焦,其原理是连续改变组合透镜组中各透镜之间的距离d,但真正要它与摄像机连用,还须解决两个问题:

a、改变透镜组相对距离d时,能达到连续改变等效透镜的前焦距,而保持等效透镜的后焦距不变。这是因为镜头与摄像管之间总的按装距离是不变的,而如果改变后焦距,会使成象面相应移动,这就势必要摄像管不断跟踪这个象平面,这当然是不行的,于是要求镜头设计成变焦距镜头改变焦距的过程中,它的象面不变,只改变前焦距的大小。

解决办法是在第二个等效主平面后再加置一个透镜,使变焦时,该第三个透镜也作相应移动。以补偿象平面的变化量,保持象平面不变,很明显,这种变化规律应该由变焦距变化规