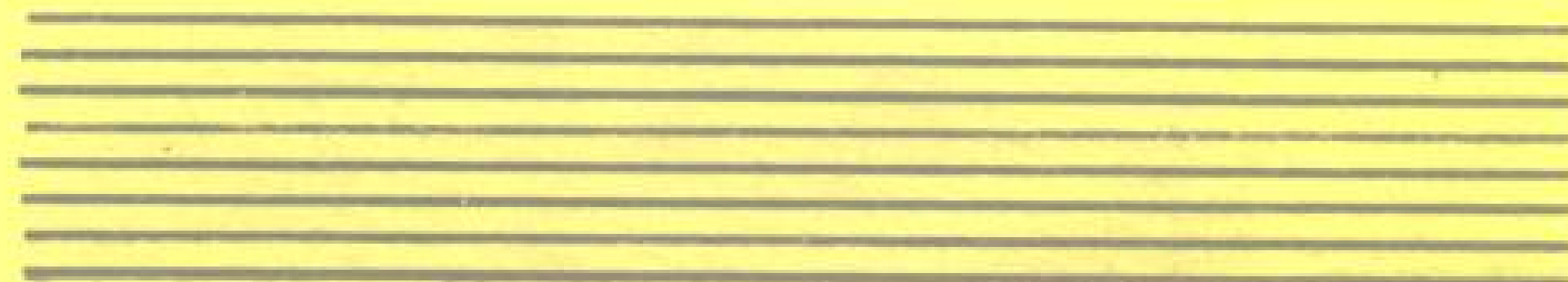


王 石 郭英楼 编

电视摄像录像系统原理 及维修技术

国防工业出版社



电视摄像录像系统原理 及 维 修 技 术

王 石 郭英楼 编

国防工业出版社

内 容 简 介

本书从系统的角度和实际使用维修的需要论述和介绍了有关电视摄像录像系统的基本原理、设备、特点及使用维修。

全书分上、下两篇共十二章。上篇为第一章至第六章,扼要介绍黑白电视和彩色电视传送图像的基本原理;介绍了摄像系统主要设备——摄像机、录像机、监视器等结构、原理、性能和调整;介绍了闭路摄像电视系统的组成和特点。下篇为第七章至第十二章,简要介绍常用电子元器件的基本特性,着重介绍家用大、小1/2英寸VO型和BVU型录像机的常见故障与检修、彩色摄像机及电子编辑机等设备的维修。

本书通俗易懂,思路清晰,配有插图,实用性较强,易于自学。适合从事电视摄像、录像、电教及维修的工程技术人员阅读,对广大的电子爱好者也是一本较为实用的参考书。

电视摄像录像系统原理 及维修技术

王 石 郭英楼 编

国防工业出版社出版、发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张26¹/₂ 插页3 618千字

1990年5月第一版 1990年5月第一次印刷 印数: 0,001—5,065册

ISBN 7-118-00426-X/TN86 定价: 13.90元

前 言

今天以电视技术为基础，以盒式磁带录像机为中心的电视摄像录像系统，已在工业、农业、科研、文教、文体卫生等许多领域和部门获得越来越广泛的应用，并且已开始进入人们的家庭生活领域。随着经济建设的飞速发展和生活水平的不断提高，对各种摄录设备的需要也将越来越多。使用者也一定迫切需要一本既有理论又有实际的、实用性较强的参考书。为此，我们编写了《电视摄像录像系统原理及维修技术》一书，为社会普及使用电子技术贡献微薄的力量。

本书共十二章，前六章由王石同志编写，后六章由郭英楼同志编写，在编写过程中，李树德同志做了部分文字修改工作。此书也得到不少同志的指导及热情的帮助，在此谨向他们致以衷心感谢。

由于水平所限，实践经验不多，加之成书仓促，书中难免有错误之处，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

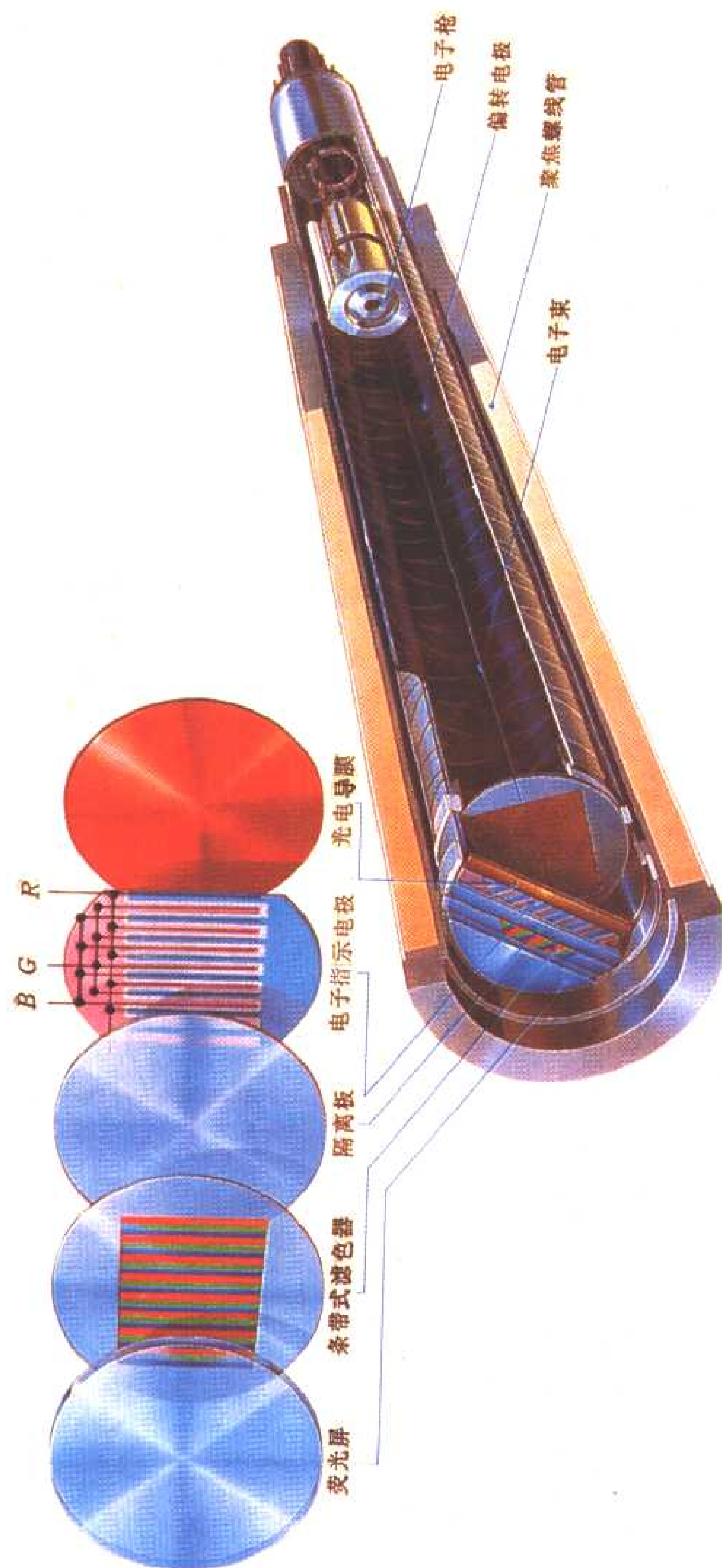


图 3-13 三电极式三色视像管构造图

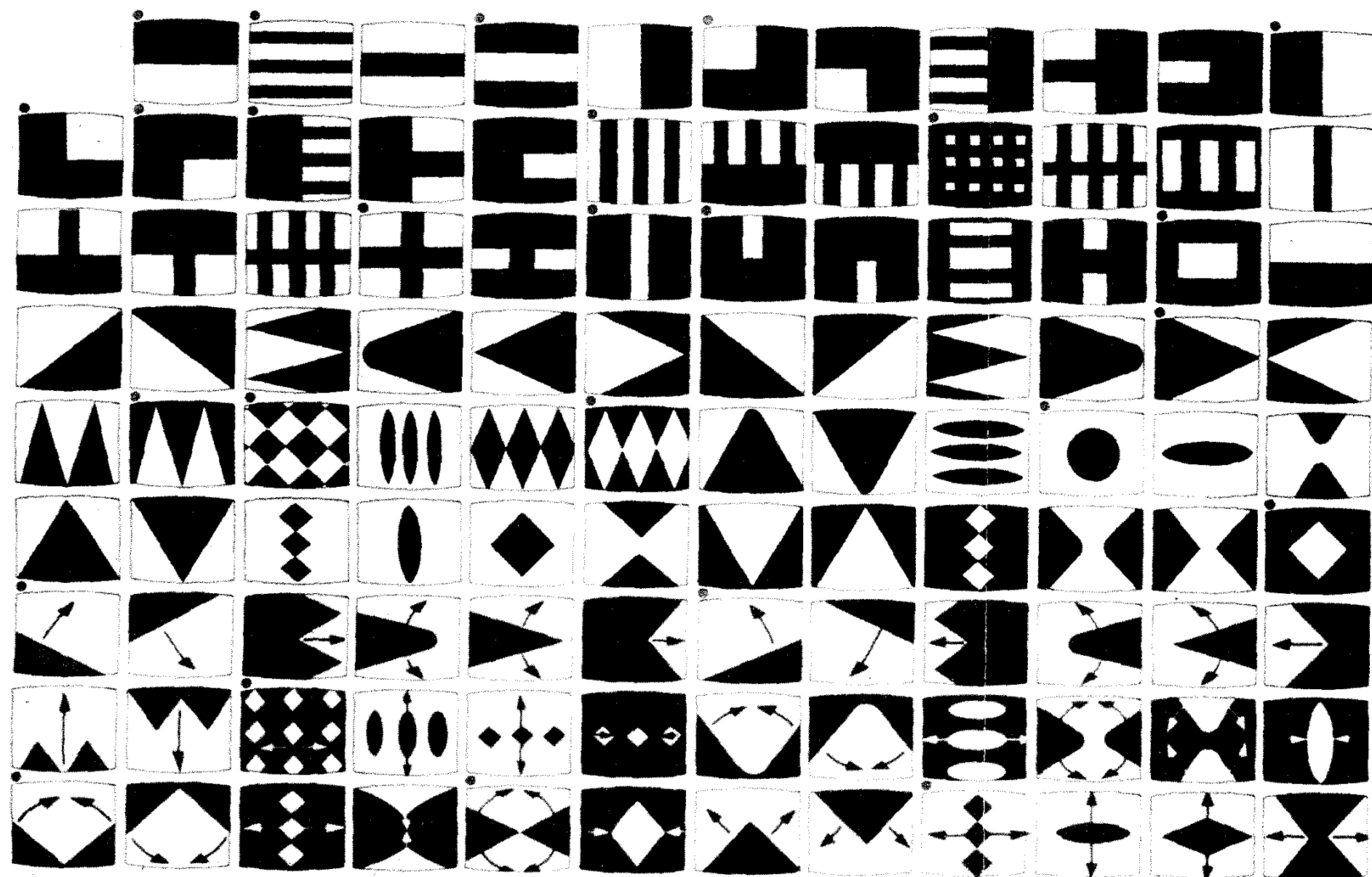


图 6-26 分画面图形

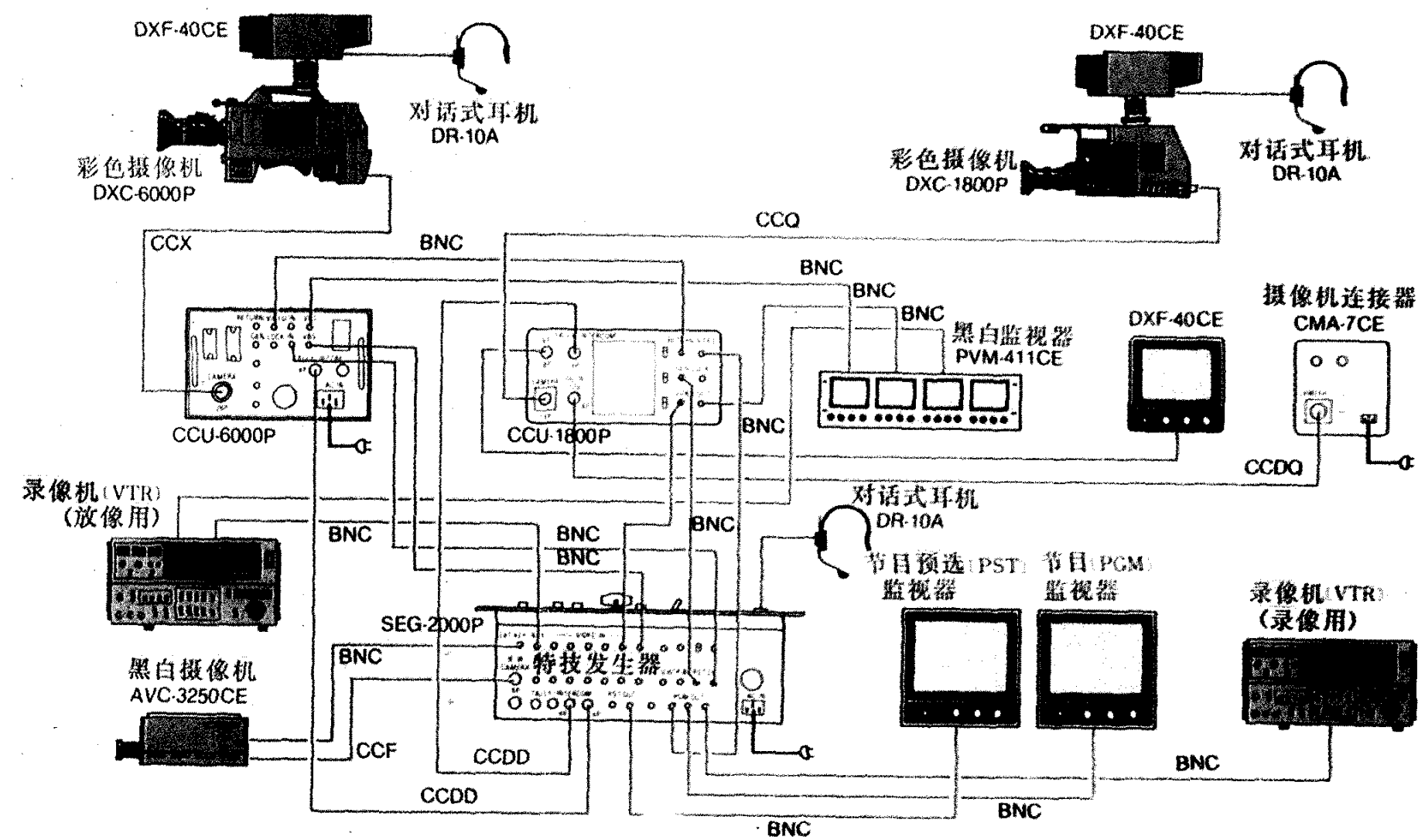


图 6-10 多机并用摄像系统

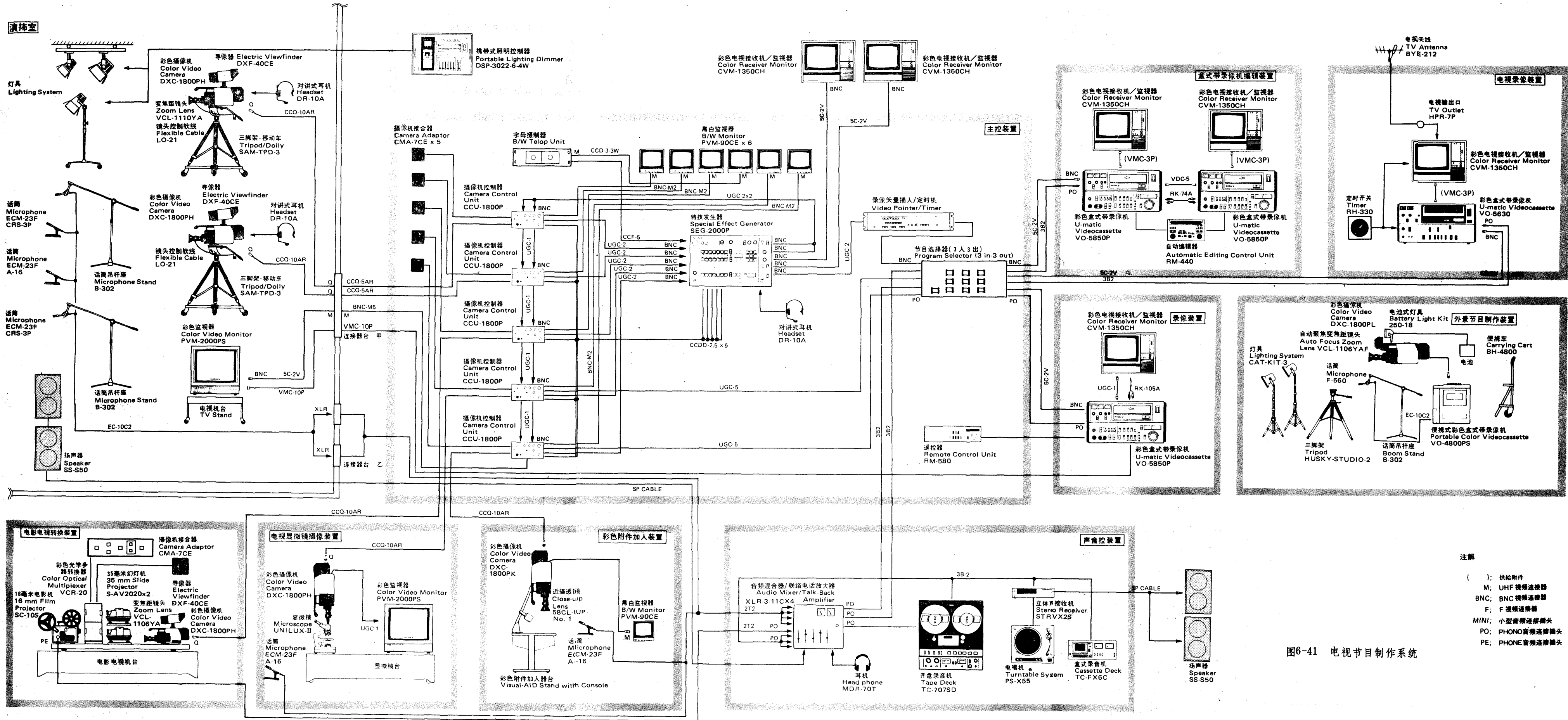


图6-41 电视节目制作系统

注：()：供给附件
 M：UHF 视频连接器
 BNC：BNC 视频连接器
 F：F 视频连接器
 MINI：小型音频连接器
 PO：PHONO 音频连接器
 PE：PHONE 音频连接器

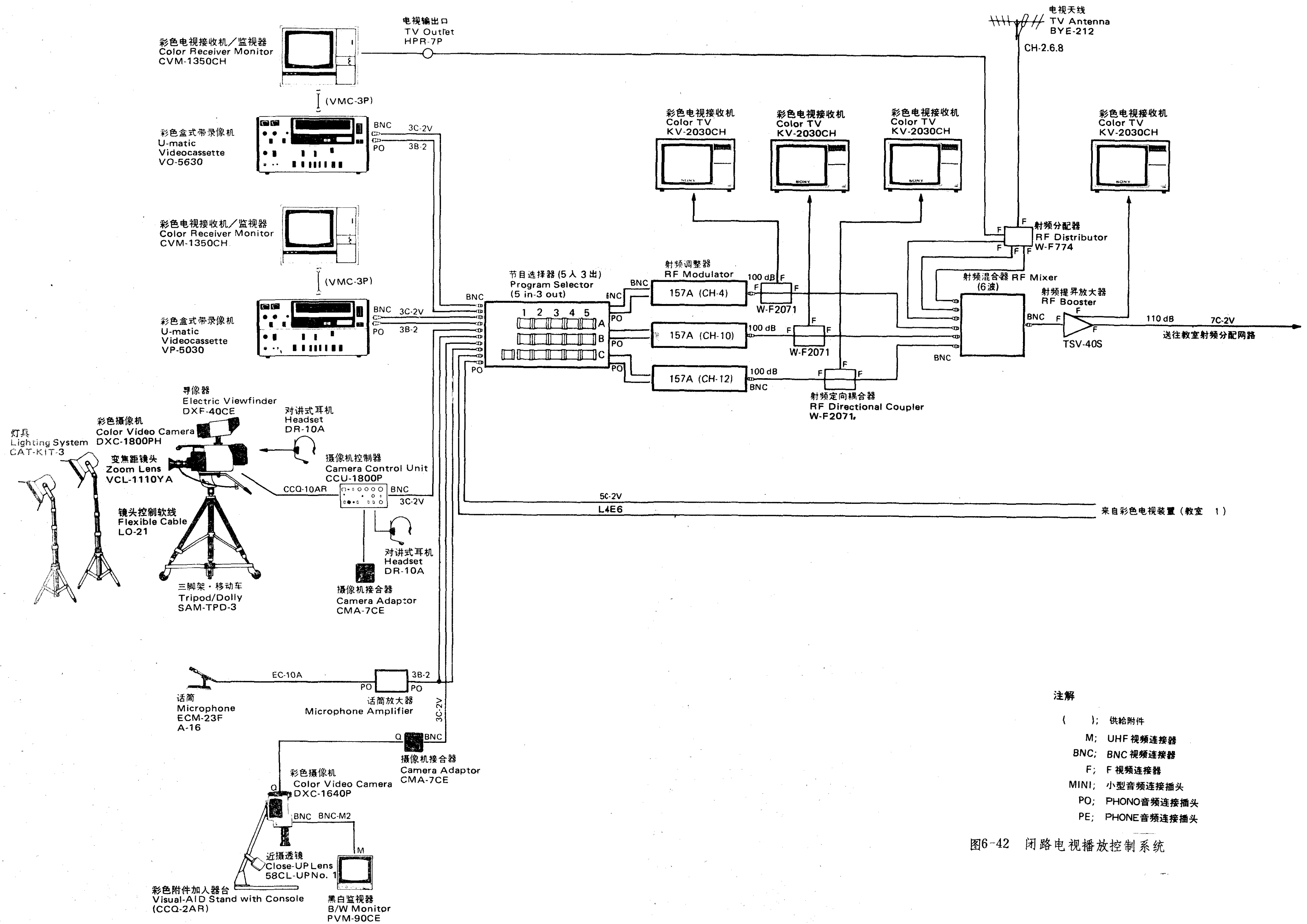
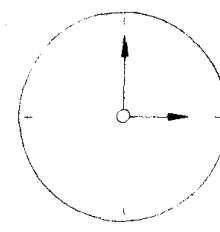
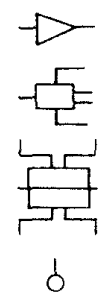


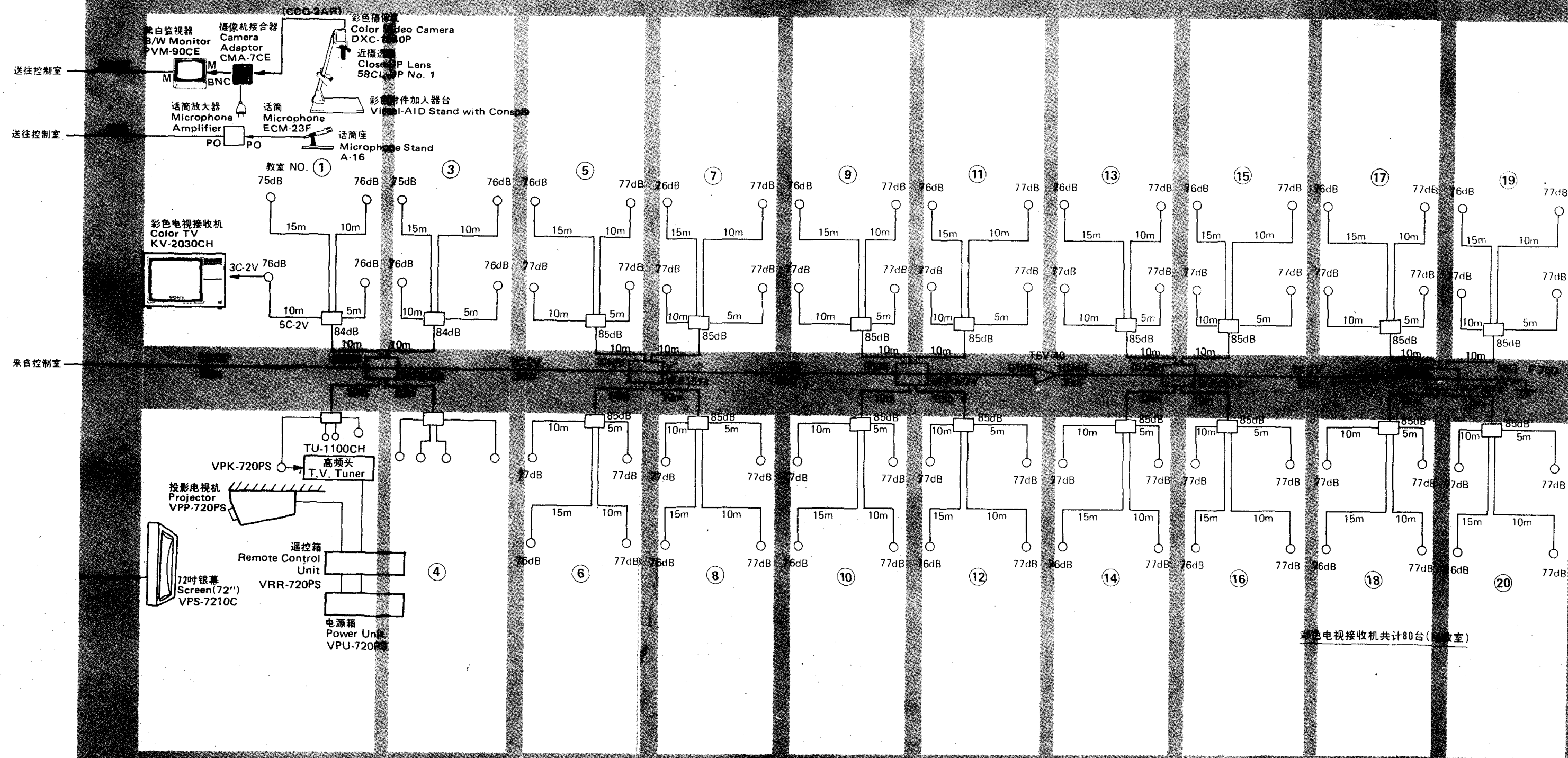
图6-42 闭路电视播放控制系统



注解



- 射频放大器 TSV-40
- 射频分配器 W-F774
- 射频定向耦合器 W-F2074, W-F1574, W-F1074
- 电视输出口 HPR-7P



注解

- () : 供给附件
- M: UHF 视频连接器
- BNC: BNC 视频连接器
- F: F 视频连接器
- MINI: 小型音频连接器
- PO: PHONO 音频连接器
- PE: PHONE 音频连接器

彩色电视接收机共计80台(教室)

图6-43 闭路电视系统终端

目 录

上篇 电视摄像录像系统的原理和设备

第一章 电视传送黑白图像的原理	2
第一节 电视的传像过程	2
第二节 电视中的电子扫描	4
第三节 电视信号的组成与传输	7
第二章 彩色电视的基本原理与特点	12
第一节 概述	12
第二节 色度学的基本知识	12
第三节 彩色电视传送特点及制式	14
第三章 彩色电视摄像机	22
第一节 彩色电视摄像机的组成	22
第二节 彩色电视单管摄像机原理	34
第三节 摄像机控制器	37
第四节 常用的三种彩色摄像机的调整和使用	40
第四章 磁带录像机	56
第一节 磁带录像机的录放原理	58
第二节 盒式磁带录像机	74
第三节 电子编辑盒式录像机	95
第四节 其它型录像机	103
第五章 彩色电视监视器	117
第一节 概述	117
第二节 彩色电视监视器的种类、使用及调整	118
第三节 广播电视接收机改装为监视器	127
第六章 闭路电视系统	147
第一节 系统的特点和组成	147
第二节 电视摄像录像系统的建筑要求	149
第三节 系统配套设备及功能	156
第四节 电视节目摄制系统的介绍	179
第五节 电视节目的制作技术	186

下篇 电视摄像录像系统设备的维修

第七章 常用元器件的基本知识及电子设备的检修方法	194
第一节 电阻器、电容器和电感元件的基本特性	194
第二节 日本晶体管和国产晶体管的表示法及互换使用	199
第三节 常用的门电路	204
第四节 多谐振荡器	211
第五节 常用元器件的检测	222
第六节 检修录像设备的基本方法	228
第八章 家用盒式录像机的检修	234
第一节 两种盒式录像机的特点	234
第二节 家庭用 $\frac{1}{2}$ 英寸盒式录像机的故障分析	239
第三节 β 型 SL-C5CH 录像机常见故障的检修	244
第四节 β 型 SL-FIE 录像机常见故障的检修	257
第五节 VHS 型录像机常见故障的检修	264
第九章 VO 型录像机的检修	281
第一节 VO-2 型机和 VO-5 型机的特点及组成	281
第二节 VO-2 型机常见故障 21 例的检修	286
第三节 VO-4800 录像机常见故障检修	307
第四节 VO-5 型机常见故障 15 例的检修	319
第十章 BVU 型录像机的检修	334
第一节 BVU-800 系列录像机的特点和组成	334
第二节 BVU-800 系列录像机常见故障的检修与调整	337

VI

第三节 BVU-200P录像机常见故障 的检修.....	342	第一节 录像机的使用与维护	380
第十一章 彩色摄像机的调整与 检修	351	第二节 录像机视频磁头的检测及更换 ...	382
第一节 单管摄像机的调整	351	第三节 录像机的制式及改动伴音频 率的方法	392
第二节 DXC-1640单管摄像机常见故障 的检修	357	第四节 电子编辑机与时基校正器的 原理与维修	396
第三节 三管摄像机的调整与检修	363	第五节 彩色监视器常见故障的检修	404
第四节 三管摄像机常见故障的检修	374	附录：录像机、摄像机、特技信号发生器、 时基校正及其它设备常见的英文专 用名词	411
第十二章 常用设备的维护与检修 ...	380		

上 篇

电视摄像录像系统的原理和设备

本篇从电视摄像录像系统的角度出发，在简要介绍电视传送黑白和彩色图像基本原理的基础上，着重介绍了三大主要设备——彩色电视摄像机、磁带录像机和彩色电视监视器的功能、组成、工作原理和特点。并对整个系统的要求、组成、建筑、布光和节目摄制加工等作了比较全面的介绍。以使读者对整个电视摄录系统的原理和主要设备有一个较为完整的了解和系统的概念。

第一章 电视传送黑白图像的原理

电视是利用电的方法，及时传送活动图像（包括黑白和彩色）和声音的一种通信系统，它为人们同时提供视听信息。电视传送信息的途径有两种：一种是通过电视台的电视天线，利用电磁波辐射向空间传送，这种传送方式是开放式的，如电视广播；另一种是不用发射天线，而是利用电缆直接传送。这种传送方式是闭路式的，常称为“闭路电视”或“有线电视”系统。本书着重介绍后者。

第一节 电视的传像过程

大家熟悉的有线广播，它实质上就是闭路式的传送语音的一种通信系统。它的工作过程：首先，将人们的语言或音乐的声音，通过话筒（声电转换器件）转换为相应的电信号，然后经过放大等加工处理后，送到扬声器（电声转换器件）还原出原来的声音，被人的听觉所接受。上述有线电广播声电转换过程可用图 1-1 表示。

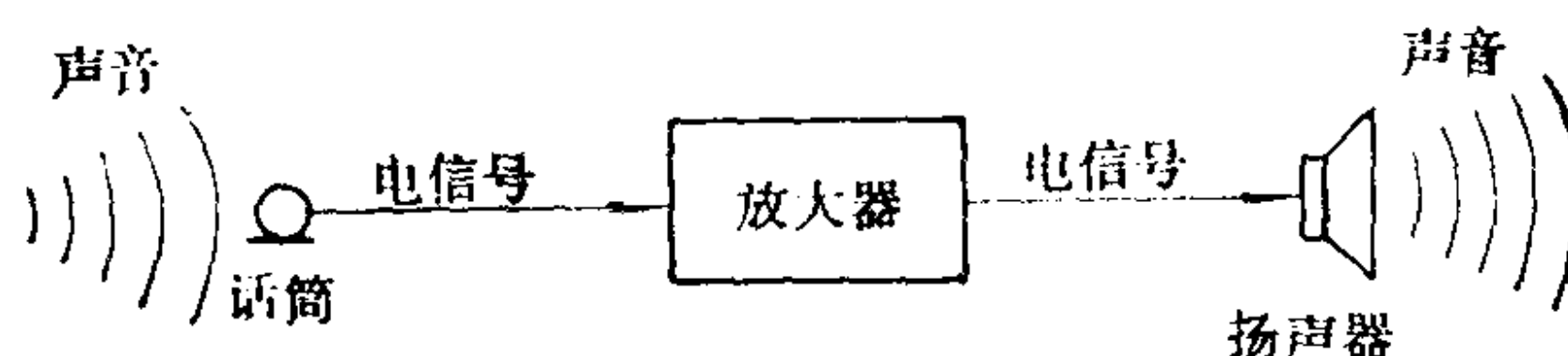


图1-1 有线电广播声电转换过程

电视除要传送声音外，更重要的是要传送活动的图像，所以要比广播系统复杂得多。它不仅要满足人耳的听觉特性，更要符合人眼的视觉特性。我们知道，当具有不同光学特性的景物，通过光波作用人眼时，将引起人眼视觉的明暗差别的亮度感和不同的彩色感。电视技术中为表征图像的这种综合特征，用亮度、色调、色饱和度三个参数来统一表示，这就是彩色电视。如果仅用亮度表示图像的明暗特征，这就是黑白电视。

由于光源、景物的运动状态和几何位置是不断变化的，所以上述的三个参数也随时间、空间不断变化。电视要传送活动的光图像，必须要具备下面的几个过程：

第一，要将随时间和空间变化的光图像转换为相应的电信号（即光电转换）；

第二，为及时准确传送，要将图像分割成许多微小单元（像素），然后利用电子束扫描的方式，如人看书一样，按一定的时间顺序，从左到右、自上到下传送空间分布的像素，在摄像端按一定时间顺序拾取与像素相对应的电信号。以上这种光电转换并进行传送的过程，是利用光电转换器件实现的；

第三，将传送到接收端的电信号还原成光图像。要使重显的像素按同样的规律依次发亮，只要扫描速度足够快，利用人眼的视觉暂留效应，就可看到原来的活动图像。这一过程是利用电光转换器件实现的。

上述电视传送活动图像的变换系统最简单的过程，用图 1-2 表示。

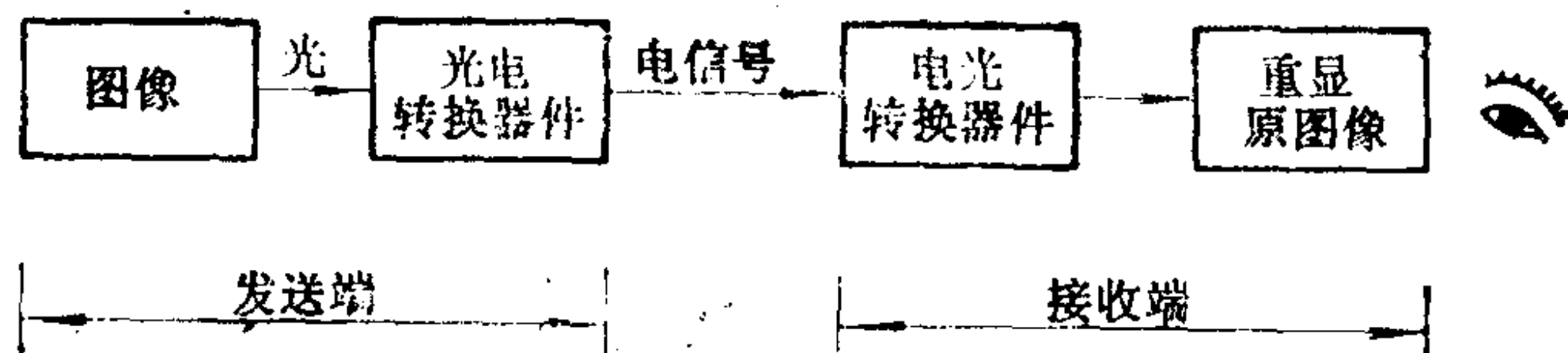


图1-2 电视传送图像的变换系统

显然，电视传送图像要不失真，这就要求图像分割的像素数目要很多。像素数目越多，图像的清晰度就越高，通常每幅图像由几十万个不同像素组成。另外，还要求接收端顺序显示各像素的速度，必须与发送端顺序传送各像素的速度完全相同，这称为“同步”。

由上可见，电视传送图像的基本问题，归结为两个方面：光与电的相互转换；图像信号的加工处理和传输。

下面对光与电的相互转换问题作一简单说明和介绍。关于光和电之间的相互转换问题，大家并不陌生，例如光电管就是一种光电转换器件，白炽灯泡就是一种电光转换器件。而对电视而言，就是要设法将光电转换作用与顺序扫描规律结合起来，以完成时间和空间的转换，实现传送图像的目的。目前电视技术中常用的光电转换器件是电视摄像管，它的工作原理是利用光电效应，其原理示意图见图1-3。

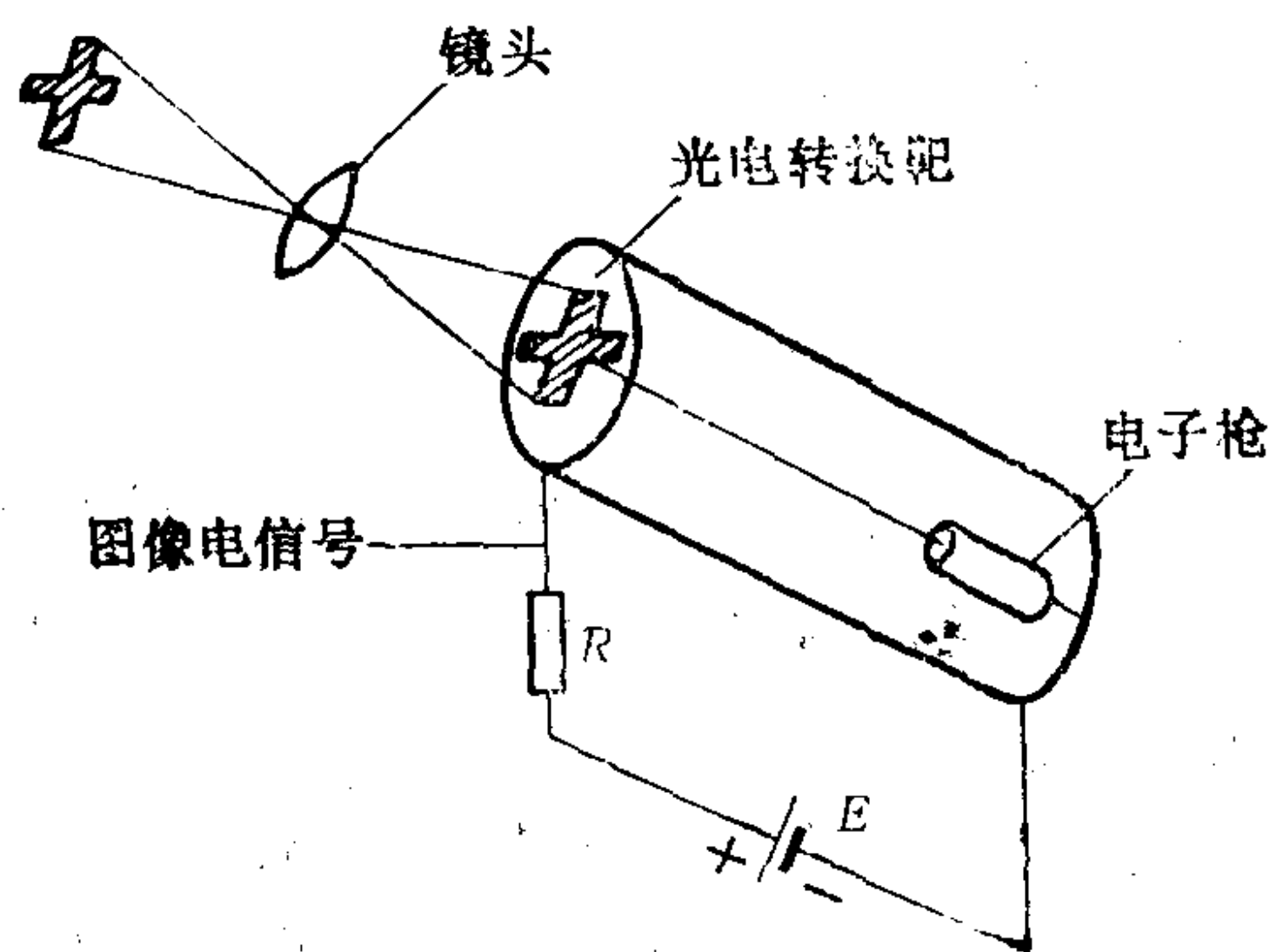


图1-3 电视摄像管原理示意图

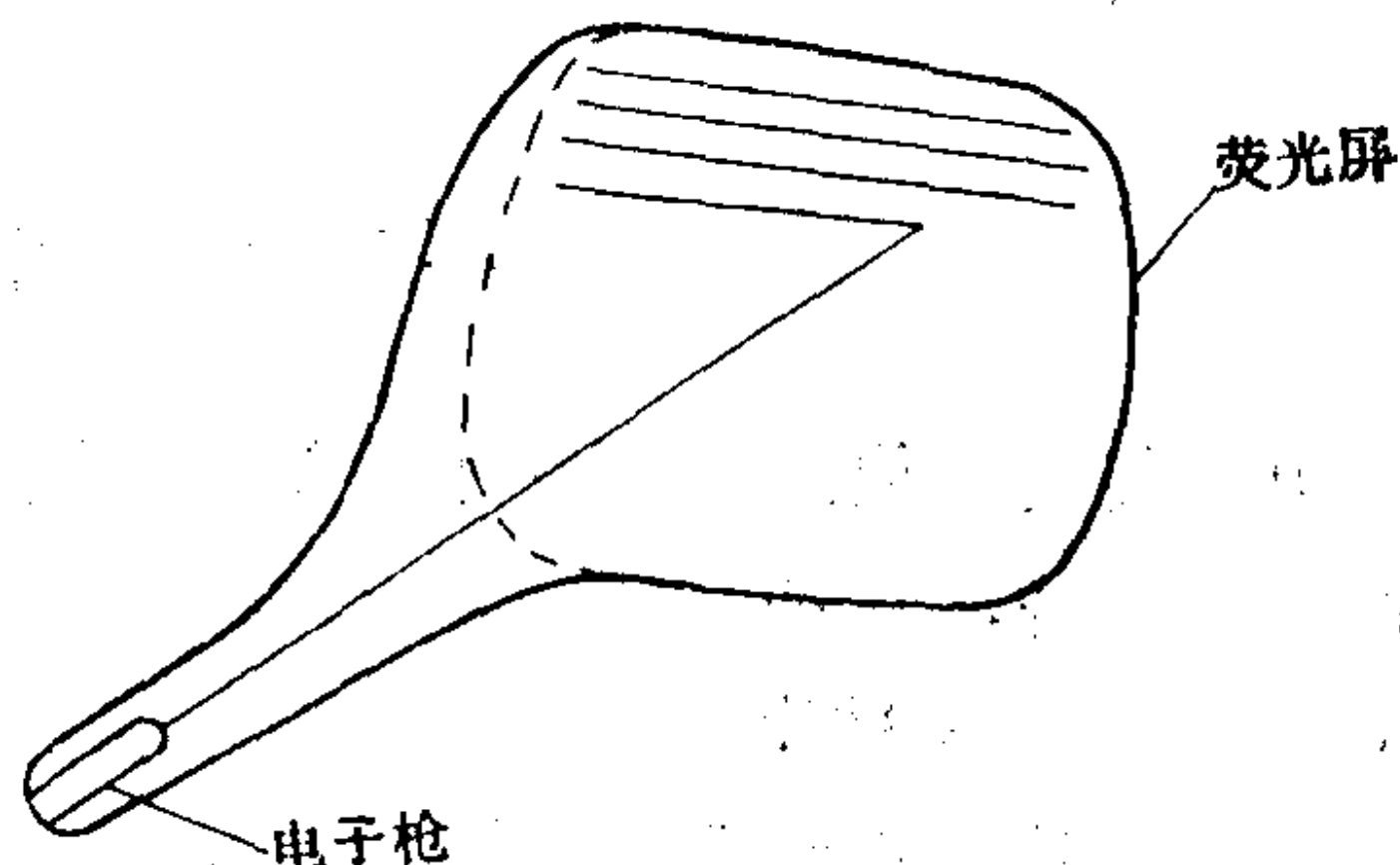


图1-4 电视显像管原理示意图

它由电子成像和移像、电子扫描、电子枪等部分组成。其中电子成像部分中的光电转换靶，是由光敏材料制成，当光图像投射到靶上时，将引起光敏材料的光电发射或光电阻的变化，使靶上形成相应的电位起伏变化。当电子枪射出的电子束逐点扫描靶面时，利用束中的电子顺序填平电位起伏，从而使得与靶相连的外电路中，形成强弱受光调制的电子流（即电信号）。当电子束按一定规律扫描整个靶面时，在外电路中就能产生代表整个图像画面的电信号，从而完成光电转换的全过程。

电视中常用的电光转换器件，就是人们熟悉的电视显像管，它的原理是利用荧光效应，其原理示意图见图1-4。

它由外壳、荧光屏和电子枪等部分组成。荧光屏内表面上涂着一层薄薄的荧光粉（如硫化锌），当电子枪发射出的高速电子束打在荧光屏上时，荧光粉就会发光。如果用代表图像的电信号去控制电子束的强弱，再按照与摄像时相同的规律进行扫描，这样就

可以完成电光转换过程，从而在荧光屏上重显原来的图像。

综上所述，电视传送图像的系统可用图 1-5 所示的方框图来概括。

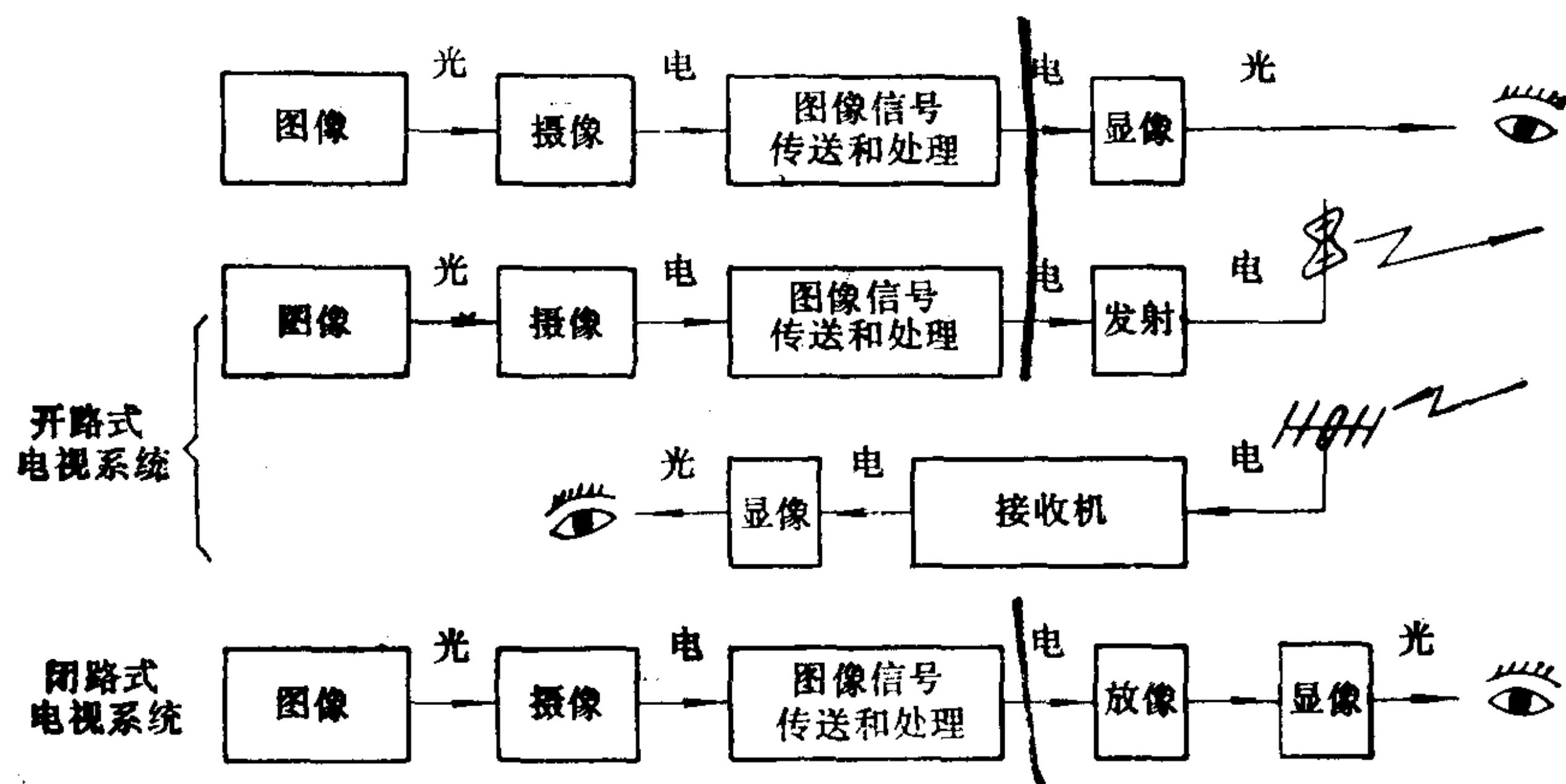


图1-5 电视传送图像的系统方框图

对于开路式电视系统，为了把视频图像信号和伴音信号发射到空间进行传送，必须依靠对高频无线电波进行调制，然后经发射天线发射。由于视频图像信号频谱范围很宽，所以要在甚高频（VHF）和特高频（UHF）频段上传送。在接收端则利用电视接收机从显像管荧光屏上重显图像，从扬声器还原出原伴音。对于闭路式电视系统，则不需发射天线，信号经加工处理后，利用电缆直接传送到接收端。

第二节 电视中的电子扫描

电视传送图像时，在发送端必须将图像分解为许多像素，在接收端又必须将这些像素复合为图像，这种分解和复合的过程都靠电子束有规律的运动—扫描来实现。电子扫描的方式大体有两种：直线性扫描和非直线性扫描。

在电视广播系统和电化教学系统中，都采用均匀速度单向直线性扫描的方式。其原理是利用锯齿形电压（或电流）所形成的锯齿形电场（或磁场），在垂直和水平两个方向使电子束偏转，并使电子束水平方向的运动速度大于垂直方向的运动速度。

无论在摄像管的光电转换靶上或是显像管的荧光屏上，电子束扫描是从左上角开始，按从左到右、从上到下的规律连续扫描。当扫到右下角时又回扫到左上角起始点，然后重复这个扫描过程。电视技术中规定电子束从左到右叫正扫（扫描正程）、从右到左叫回扫（扫描回程）；从左到右的水平方向扫描叫行扫描、从上到下的垂直方向扫描叫帧扫描或场扫描。电子束扫描可用图 1-6 表示。

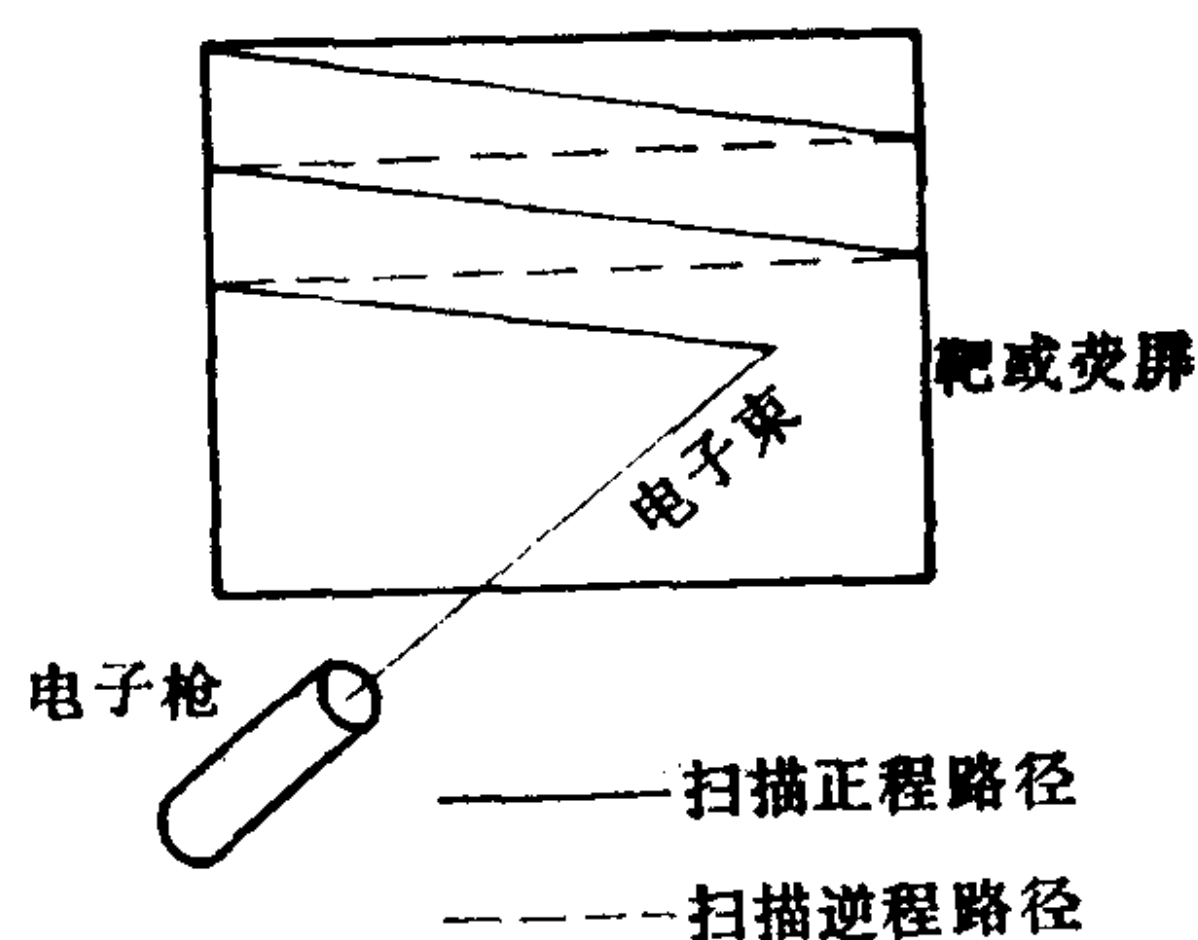


图1-6 电子束扫描示意图

因为电视所传送的图像是活动的，因而必须对图像在一秒钟内要传送很多遍，才能

在显像时重显出原来的活动图像。我国规定一秒钟内将图像由上而下地传送25遍，传送一遍叫一帧，因此帧频为25Hz。我国采用625行制，即在垂直方向上将一帧图像分成625行来传送。从图像最上方起，一行接一行地顺序向下传送，直至传送完625行后，再回到最上方开始传送第二遍，这种扫描称为逐行扫描。这种每秒钟传送25遍（帧）图像的扫描，会对人眼产生闪烁感觉，为消除闪烁感，需将每秒钟传送的遍数（帧频）增加，但这样又使传送图像的电信号所占用的频带宽度过大。工程上为兼顾两者既要克服闪烁又不要占用频带过宽，采用了隔行扫描的方法。它是将原来在每一帧图像中传送625行，现分成两次来传送，即每次传送312.5行（叫做一场），第一场传送奇数行（1、3、5…行），第二场传送偶数行（2、4、6…行），然后将奇数行与偶数行相互镶嵌组合在一起，恢复成一幅完整的画面。这样，每秒钟由上而下地传送次数由25次增加到50次，换句话说，帧频仍为25Hz，每帧分两场进行扫描，所以场频是每秒50次（场频为50Hz）。而每帧分625行扫描，所以行频是 $25 \times 625 = 15625\text{Hz}$ 。隔行扫描和逐行扫描示意图见图1-7所示。图1-8表示隔行扫描传送图像的过程。

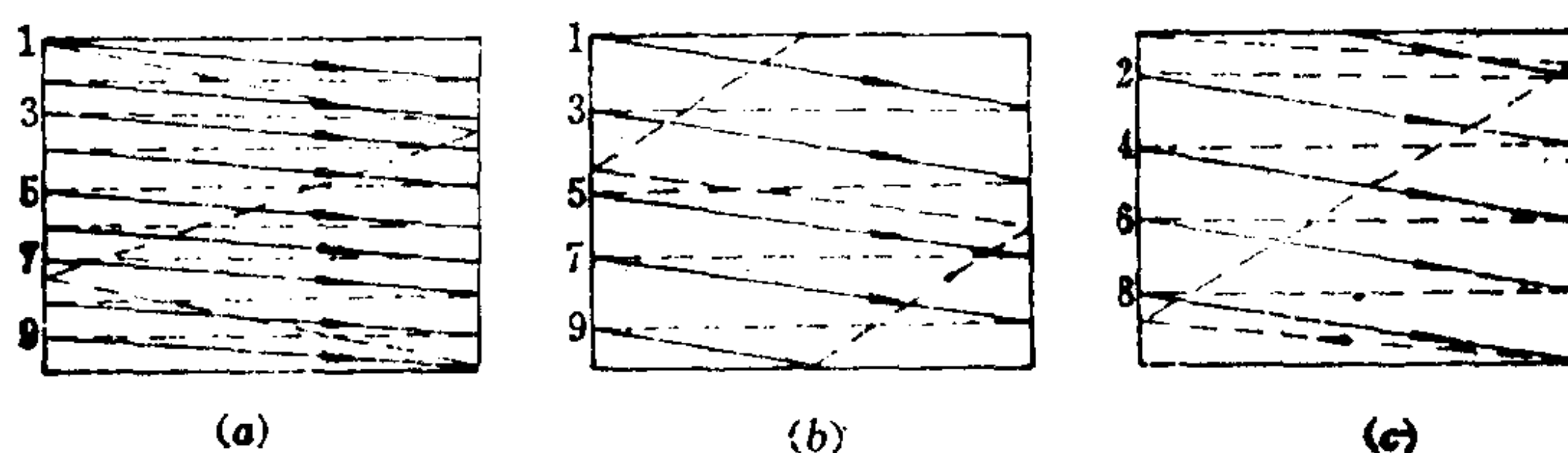


图1-7 逐行扫描与隔行扫描

(a) 逐行扫描；(b) 隔行扫描第一场；(c) 隔行扫描第二场。

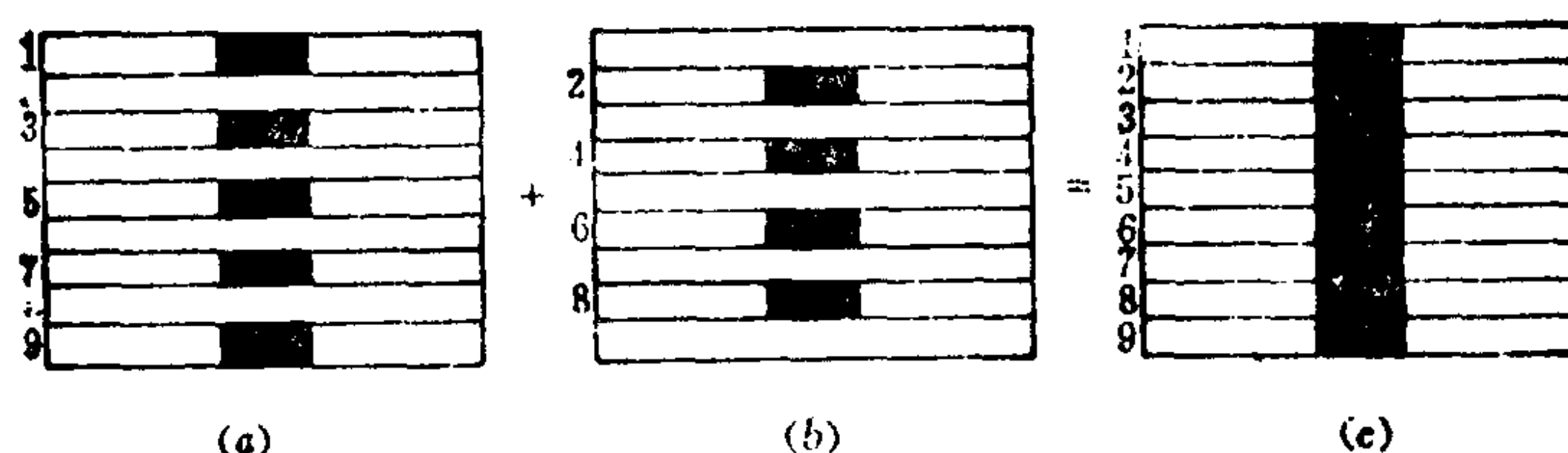


图1-8 隔行扫描传送图像的过程

(a) 第一场扫描奇数场；(b) 第二场扫描偶数场；(c) 总的扫描为一完整画面。

我们常把电子束扫描轨迹的集合面称作光栅。根据人眼观看景物时的成像面为一矩形，且水平视角为 30° 、垂直视角为 22° 这一视觉特性，所以工程上规定电子束扫描面的宽高之比为4:3，这也是目前电视显像管荧光屏宽高比定为4:3的缘故。在隔行扫描系统中，为了防止行间闪烁和出现并行现象，又要保证图像清晰度，故选择每帧扫描行数为奇数。目前大多数国家采用625行制（有我国、苏联、英国等）和525行制（有美国、日本，我国台湾省等）。对于高质量电视，要求分辨图像细节能力高即要求清晰度很高，可以提高每帧扫描的行数，例如人们正在研制1125行的高质量电视。由于隔行扫描方式可以克服逐行扫描带来的闪烁、信号占用的频带宽度又不必加宽，又能保证图像一定的清晰度，所以世界各国不论是电视广播还是闭路电视几乎都采用这种扫描方式。

下面介绍扫描频率的问题。

帧频：每秒钟要扫25次，故帧频为25Hz，用符号表示 $f_v = 25\text{Hz}$

帧周期 $T_v = \frac{1}{f_v} = \frac{1}{25} = 40\text{ms}$

场频：隔行扫描中，因为每帧分两场扫描，所以

场频 $f'_v = 2f_v = 2 \times 25 = 50\text{Hz}$

场周期 $T'_v = \frac{1}{f'_v} = \frac{1}{50} = 20\text{ms}$

为了减少并行现象，每帧扫描行数都选为奇数。如选每帧扫描行数 $n = 625$ 行，则行频和行周期分别为

$$f_H = 625 \times 25 = 15625\text{Hz}$$

$$T_H = \frac{T_v}{n} = \frac{40}{625} = 64\mu\text{s}$$

我国电视系统规定为每帧图像扫描行数为 $n = 625$ 行，场频为50Hz。

美国、日本和我国台湾，采用每帧扫描行数 $n = 525$ 行，场频为60Hz。

采用不同的行频与场频扫描时，电视节目不能直接交换，需要制式转换，才能交换节目。

关于图像信号的频带宽度问题。在图像信号内包含有大面积和细节部分，在时间上既有缓慢变化又具有快速变化。而图像的大面积，慢变化部分相对于低频分量，下限频率可从零频率开始计算。而对于细节、快变化相当于高频分量。

电视图像信号在传输过程中所占频带宽度是与图像的清晰度有关，这实际上就是取决于上限频率。由理论推导，上限频率由以下公式求得，即

$$f_{\max} = \frac{1}{2} kn^2 r f_v$$

式中 k 为比例常数； n 为扫描行数； r 为宽高比； f_v 为帧频。当 $n = 625$ 、 $r = \frac{4}{3}$ 、 $f_v = 25\text{Hz}$ 、 $k = 0.8$ 时，

$$f_{\max} = 5.2\text{MHz}$$

由此可知，传输行频625、场频50的图像信号的视频带宽在5.2MHz，我国取用6MHz。目前国际上常用的视频标准带宽有4.2、5.0、5.5、6.0MHz。

另外，在电视设备中常用线数或行数来表示水平清晰度。TV线（简称线）代表线数， f 为频率，其对应关系如下：

线数(TV线)	140	220	300	340	380	500	600
频 f (MHz)	1.8	2.8	3.84	4.43	4.86	6.4	7.7

一般用于工业和教育系统的摄像机、录像机的水平清晰度比较低，约为300~400线，家用录像机还要低些。用于广播的摄像机、录像机为500线左右（也有高于500线的）。