

电视工程基础

(上册)

(美国) 格林. M. 格拉斯福特著

邢汉馨 沈维姬 译

人民邮电出版社

目 視 工 程 基 礎

(上 册)

(美国)格林·M. 格拉斯福特著

邓 汉 馨 沈 維 姬 译

人 民 邮 电 出 版 社

Fundamentals of Television Engineering

GLENN M. GLASFORD

McGraw-Hill Book Co.

1955

内 容 提 要

本书全面探讨黑白电视和彩色电视的基本原理和工程设计。书中首先介绍产生、传送和重显视觉信息的基本原理，为什么选用这种或那种系制的原因，然后对电视系统各组成部分进行严格的数学分析，为设计打下基础。本书把彩色电视加在黑白电视的有关章节中一起讨论，是本书在讲述上的特点。

本书上册包括一至九章。为便于读者深入掌握内容，书末附有习题及附录 A、B。

本书可作为大学教学参考书和电视工程设计参考书。

电 视 工 程 基 础 (上册)

著 者 美国 格林·M. 格拉斯福特
译 者 沈 维 姬
出 版 社

北京市书

(证出 〇四八号)

北

厂

发行者：新

店

开本 850×1168 1/32

·版

印张 10 10.32 页数 11

·次印刷

印刷字数 272,000

统一书号：15045·1 无 372

定价：(10) 1.60 元

譯 者 序

本书全面探討实际电视系統的各方面的工程問題。书中首先闡述利用电子学方法来传送和重显电视图象的基本原理，然后对传送和重显电视图象的各种方法加以分析。为了深入分析所研究的問題，并为設計打下基础，书中采用了較严谨的数学分析。此外，在理論和实践兼顾的基础上，列举了为完成某一工作的各种可能的方法，并对这些方法的相对优缺点作出合理的評價。

在交代了基本概念以及对任何电视系統都适用的部件之后，书中指出为什么必須对电视广播的扫描頻率和同步波形等定出标准。书中提到的“商业电视广播”，实际上就是一般的电视广播，只是在資本主义社会的条件下，电视广播除开和电影、报刊、声音广播等一样，是为資本主义政治服务和統治人民的工具外，也是資本主义商业竞争，宣传推銷商品的一个工具，而資本家兴办电视广播本身也是为了赢利，所以电视广播一般就称为“商业电视广播”。

本书根据前述的基本原理，說明为什么选用某些标准和方法。书中对美国現用的黑白和彩色“商业电视广播”中的許多部件有詳細的介紹。

有关彩色电视系統的一些特殊問題，书中沒有象一般书籍中那样专列独立的章节来介紹，而是与黑白电视中的有关問題有机地組合在一起讲述。这是本书在讲述上的一个特点。

本书重点放在系統概念方面，以及电视系統的电路及其分析上。为此，书中在介紹电路分析方法、等效电路以及电子管在电视系統中的作用方面，占了相当的篇幅。又因为电视图象信号具有瞬变的特性，在瞬变响应的基础上来評價系統的工作特性就有許多好处。由于在电视系統的絕大部分中牽涉到許多非正弦波問題，所以在說明瞬变分析的拉普拉斯变換法方面，也用了一定篇幅加以闡述。使用拉普拉斯变換法，就能使諸如直流恢复器、箝位器和扫描

发生器的数学分析得到相当的简化。书中对同步、信号混合、直流恢复以及其它有关问题，探讨得相当多，目的是为设计具有最佳工作特性的电路打基础。此外，还详细探讨了和摄像管输出电路以及接收机低电平射频放大级有关的低电平电路与随机噪声问题。

本书所探讨的论题相当全面，且以简便的形式和统一的符号提供了散见于各种文献内以各种不同符号列出的大量资料，因此对从事电视技术工作的工程师来说是一本比较有用的参考书。同时对于邮电以及广播高等院校的电视课程说，也是一本比较合适的参考书。书中列出了较多的参考文献，读者可以很方便地找到有关某一特定论题的进一步的资料。这些参考资料不以总的参考书目的形式出现，而是将有关某一论题的有关参考资料以註脚的方式插入，以便于参考。在某些认为适当之处，指出了有关论题的参考文献的原文出处。在其他情况下，则列出了对某一课题比本书作了更详尽分析的参考书，或者列有与该课题有关的一个更全面的参考书目的参考书。

目 录

譯者序

第一章 电视系统的要素	1
1-1 传送图象和传送声音的比較	1
1-2 扫描过程	2
1-3 摄像装置	3
1-4 视频信号的放大	5
1-5 图象发射机	5
1-6 图象接收机	5
1-7 同步問題	6
1-8 伴音的传送	7
1-9 彩色信息的传送	7
第二章 视觉特性、彩色特征和信号分析	9
2-1 眼睛的分解力	9
2-2 眼睛的儲存特性	12
2-3 视觉过程中的亮度和彩色	13
2-4 为保存图象细节电视系统必须具备的条件	24
2-5 扫描方法和视频信号	25
2-6 低频要求	35
2-7 对于电视系统的要求的估計	36
2-8 扫描理論的其他方面	38
2-9 系统的亮度轉換特性和終端設備的頻譜响应	44
2-10 用更有效地利用頻譜的办法来增加信道的容量	44
2-11 加入彩色信息所需的帶寬	51
2-12 彩色系统的分类	53
2-13 行順序制和場順序制	53
2-14 点順序制	54
2-15 基本的頻带分割彩色电视同时制	60
2-16 改进后的頻带分割系统	64

第三章 电子束扫描的基本原理	67
3-1 电子弹道学和电子光学	67
3-2 电子枪	68
3-3 电子束的偏转	79
3-4 結語	91
第四章 摄像管和输出电路	92
4-1 光电效应	93
4-2 二次发射	95
4-3 光电表面的电子束扫描	95
4-4 感光嵌镶幕表面的高速扫描(光电摄像管)	96
4-5 感光嵌镶幕的低速扫描(正象管)	104
4-6 超正象管	107
4-7 影响超正象管工作的因素	110
4-8 超正象管的特性	112
4-9 电子束噪声的减小和移象伊索康摄像管	115
4-10 光电导象管和视象管	117
4-11 电子图象的孔阑扫描和析象管	119
4-12 摄像管与耦合电路的信号噪声比	120
4-13 摄像管及其有关电路中的杂乱噪声来源	122
4-14 摄像管的输出耦合电路的信号噪声比	125
4-15 从摄像管可获得的信号噪声比	132
4-16 摄像管中的孔阑效应	135
第五章 显象管	137
5-1 阴极射线管	137
5-2 阴极射线管磷光物的特性	138
5-3 阴极发光过程	139
5-4 静电式阴极射线管	143
5-5 磁偏转式阴极射线管	146
5-6 阴极射线管荧光屏的负离子轰击	148
5-7 除去电子束中的离子	149
5-8 光输出因内部反射和外部反射而减小	151
5-9 显象管荧光屏的金属膜背层	152

5-10 直視显象管的特性	153
5-11 投映管和投映系統	157
5-12 三色显象用的投映系統	160
5-13 用以显现彩色的显象管	161
第六章 視頻放大器	170
6-1 一般特性	170
6-2 三极管放大器	171
6-3 串联放大器	173
6-4 放大器电路中的五极管和四极管	176
6-5 視頻放大器的高頻补偿	179
6-6 理想的响应曲綫和通用特性曲綫	193
6-7 等效四端耦合网络	200
6-8 其它网络	201
6-9 串联放大級的响应	201
6-10 高頻校正电路	202
6-11 相位校正网络	209
6-12 視頻放大器的低頻要求	213
6-13 低頻响应的改进	216
第七章 电路的瞬变分析	221
7-1 引言	221
7-2 电路的微分方程式	222
7-3 福里哀級数和福里哀积分	223
7-4 理想化的响应	227
7-5 运算法	230
7-6 变换微积	232
7-7 应用变换微积来解网络的微分方程式	233
7-8 网络的一般变换方程式	237
7-9 响应式的时间归一化	239
7-10 网络的幅度响应与相位特性的关系	239
7-11 一般化的記号和时軸的移位	240
7-12 常用激励波的变换	241

7-13 电路响应	243
7-14 周期函数的变换	245
7-15 矩形波的分析	246
7-16 重复波形的简化分析	249
第八章 宽频带射频放大器	251
8-1 单调谐放大器	252
8-2 串联的单调谐放大器(同步的情况)	258
8-3 在所需的增益下能实现的最大带宽	259
8-4 串联的单调谐放大器(参差调谐)	260
8-5 耦合电路和反射阻抗	267
8-6 双调谐回路	270
8-7 次级串联调谐的双调谐回路	279
8-8 串联的双调谐放大器	282
8-9 其他型式的带通电路	283
8-10 不对称响应曲线	286
第九章 发射机和接收机间的关系	288
9-1 引言	288
9-2 调幅	289
9-3 调幅波的检波	291
9-4 单边带传输	292
9-5 一个边带的部分抑制	293
9-6 残留边带传送	298
9-7 带通放大器对调幅信号的瞬变响应	300
9-8 系统的总体响应	307
9-9 调频	309
9-10 标准的商业用图象信道	312
9-11 彩色系统的特性	313
9-12 内载波伴音接收	314
附录 A	317
附录 B	319

第一章 电视系统的要素

1-1 传送图象和传送声音的比较

电视是无綫电通信技术的一个分支，它体现了无綫电通信技术的一切基本原理和复杂性，并且应用了电子电路中大部分目前已有的技术。

在传送和重新产生声音的情形中的基本問題是将随時間而变化的声能变成电的信息，再将后者变成射頻能量，并以电磁波的形式輻射到空間去，在接收地点則将该处的一部分电磁能恢复成为声能。

在电视的情形中，是将随空間和時間而变的光度变化变成电的信息，然后象传送声音的情形那样輻射出去和接收下来，再将接收地点得到的电的信息变成光学图象。

重现光学信息的問題比重现声学信息要复杂得多。在后者的情况下，每一瞬时只有一个信息，因为代表任何一种声音的电的波形是時間的单值函数，不論波形是多么复杂。但在相应的光学信息的情况下，任一瞬时同时存在着无穷个信息，即被重显的景象的不同点上存在着不同的亮度。换言之，信息是時間和空間两个变数的函数。因为在目前要同时传送所有这些信息并在接收地点予以重显，实际上还有着无法克服的困难，所以必須寻找某种变换方法，使这些信息能用時間的单值函数的形式来表示。在这种变换中，所謂扫描过程起着主要的作用。

如果想重显彩色，那么情况就更复杂得多。这时，只传送亮度的变化是不够的，因为任一点上亮度水平可能表征三种基色的很多配合，每种配合包含一定的饱和度和色度。为了能实现彩色的重显，在传送信道中必須包含有关这个彩色内容的信息。

1-2 扫描过程

扫描可以定义为将用空间和時間坐标表示的信息变成只随時間而变的信息的一种特殊过程。为了大大加以简化起见，假设用一电

子束来扫描一个景象的光学图象（譬如說一个光敏表面上的图象），就是說使电子束顺次和图象的各点相接触，然后由于扫描而利用了該表面的电容效应、电阻效应或光电效应，得到一个幅度与被扫描的該点亮度成正比的电信号。虽然景象的图象内容会随時間而变化，但是如果扫描电子束的运动速度快得使景象内容的任一部分在扫完景象所

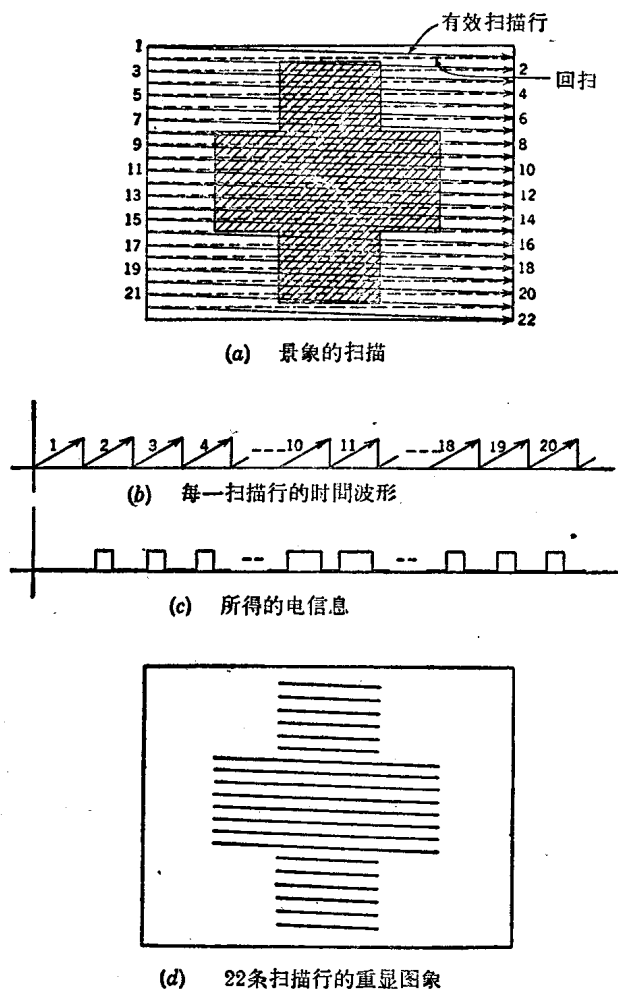


图 1-1 扫描过程

需的时间內还来不及有显著移动的话，那末所得的电信息就含有扫描时间內图象中存在的真实信息。这个信息现在就变成一个随时间变化的信号了。

现在来考虑图1-1a所示的景象。其中亮区和暗区代表原始景象的亮度变化。假设使电子束象图中所示那样去扫描这个景象，从左上角开始，在时间 t_h 內迅速地扫过景象，就形成图中所示的第一行，然后使它立即返回。不断地重复这个过程，一直到电子束到达景象的右下角为止。扫描电子束的运动水平分量随时间的变化，如图1-1b所示。

现在可以假设用来获得一个幅度相应于被扫描点照度的电信号的方法是存在的。如果这是可能的话，那么相应于每一扫描行的输出信号的时间函数将如图1-1c所示。这样就获得了相应于原始景象中各点光强的电信息，但是有一个限制，就是能重显的详情细节取决于扫描电子束的复盖完整度。这个复盖完整度直接由扫描行的总数决定。倘使现在使扫描电子束回至图象的顶部，再重复这个过程，那末便得到与第一次全同的另一份信息，除非这时景象已经改变了，这时新的一份信息将与这个变化相对应。

在接收端的基本问题是将已被变成时间函数的信息重新组合成为一个光学图象。图1-1d表示用22行重显的图象。

1-3 摄像装置

电视的摄像装置可以定义为这样一种工具，它能构成一个景象的图象，然后将这个图象所显现的随时间和空间而变的光强转换成电的信息，从后者就可以构成一个原始图象的复制品。在试验电视的初期，作为这种变换的一个基本部分的扫描过程，在本质上完全是机械的。这种机械过程现在几乎完全被全电子的方法所代替了。

实际摄像装置的详细情形留待第四章中讨论，然而这里将探讨一种特殊的摄像装置，作为可以使用的一种方法的例子。这种方法是使用光束扫描，而不是前面所提到的电子束扫描。光束扫描在原

理上是用很亮的光束来扫描景象。从这个景象上反射回来的一些光射到一光敏元件上，其输出电流与入射照度成正比。图1-2a示产生这种扫描光点的一种机械方法。这个系统是由旋转圆盘和适当的透镜系统组成的，沿着圆盘的外围有许多依螺旋线形式排列的小孔，如图1-2所示。当圆盘旋转时，光点便扫过目标物的各部分，因此从目标物上反射出来的光便随着时间作相应的变化。

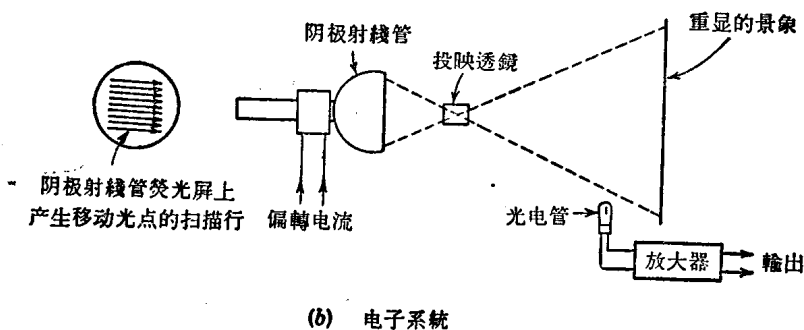
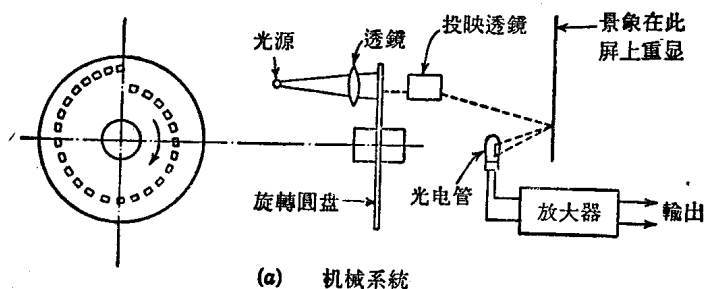


图 1-2 简单的飞点扫描法

比这种方法用得更早的一种相似方法，是使景象获得直接又均匀的照度。然后使景象上的反射光通过圆盘的小孔，再由一光敏元件来收集。在这种方法中，光敏元件是放在前例中的点光源位置上的。

图 1-2b 示全电子式飞点扫描法，其中用阴极射线管代替了光源和旋转圆盘。专为这个目的而制造的阴极射线管产生亮度很强的光

点, 并使它随着偏转线圈中的电流在荧光屏上移动。

1-4 视频信号的放大

由摄像装置取得的电信息, 通常称为视频信号。不论所用是哪种摄像装置 (或光电变换装置), 所得的信号电压非常低, 必须加以放大才有实用价值。一般来说, 这些放大器是通常的甲类不调谐电压放大器, 但具有展宽频率响应的校正电路。以后将讲到, 为了让代表摄像装置输出信号的复杂波形通过而对放大器提出的带宽要求, 远远超过相应的音频系统的带宽要求。

经过放大到适当电压电平后的视频信号, 就送到功率放大器去调制发射机的射频功率放大级。

1-5 图象发射机

由于视频放大器所需的频带宽度比音频放大器宽, 因此电视发射机的频带宽度也应较宽。为了这个以及其它的原因, 普通的广播频率不适用于图象发射机, 因为频带宽度按它在载频中所占的百分比来算是太大了。因此, 电视发射机的工作频率处于甚高频和特高频^①频段。这样高的频率的传播距离, 除了异常效应以外, 约限于视线范围。

1-6 图象接收机

适用于视频信息的接收机与适用于音频信息的接收机, 属于同一总类型。这里还必须满足加宽频带宽度的要求。通常的接收机是超外差式。其中有专门设计得能满足频带宽度要求的射频和中频放大器。图象接收机中的重显元件, 当然是视觉的而不是音响的。通常用作这一目的的装置是阴极射线管。在这管的荧光屏上移动的电子束应与摄像装置中扫描电子束的移动同步。电子束电流则随原来

^① 通常认为甚高频频段是从 30 到 300 兆赫的频段; 特高频频段是从 300 到 3,000 兆赫的频段。

的视频信号(图象信号)而变化。如果摄像装置中采用机械扫描,那末这里自然也可以采用机械方法。这时,一个光源的强度将随视频信号而变化。从这个光源发出的光通过与摄像装置中同样而且同步旋转的圆盘中的小孔,就会在屏上形成一个原始景象的复制品。

1-7 同步问题

除了传输图象信号的问题以外,还有显象元件与摄像装置中扫描过程的同步问题。为了完成这种作用,就必须采取某种措施。如果扫描是用象上面所讲的扫描圆盘的机械旋转装置来完成的话,那末接收机中的圆盘就必须与摄像装置中的同步。工作在同一电力系统上的同步电动机可以做到这点。在电子扫描法的情况下,就必须

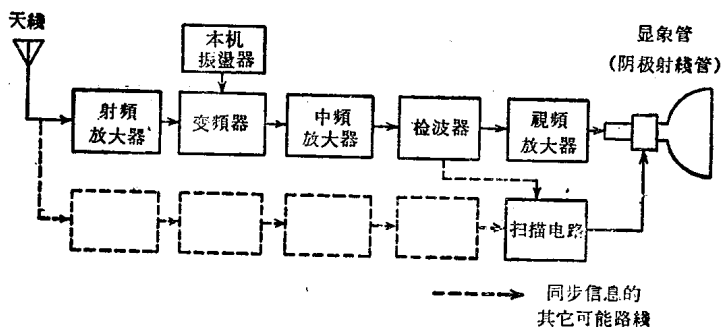
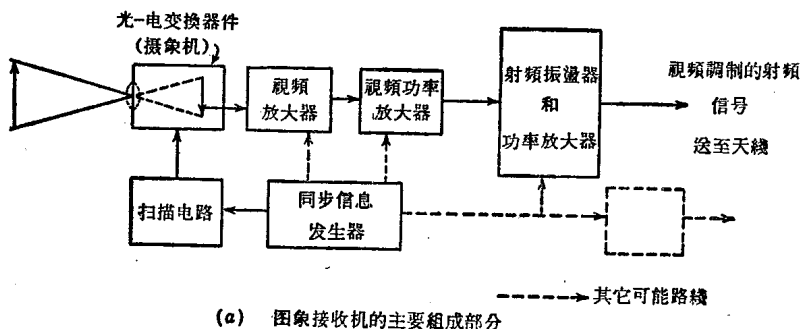


图 1-3 全电子式黑白电视系统的组成部分

传送某种同步波形。这既可以用完全独立的传输信道来传送同步信息的方法，也可用同一信道来传送同步脉冲的方法，也可用将真正视频信息作时间划分的办法来完成。图 1-3 示由这些主要组成部分组成的黑白电视系统的简化方框图。

1-8 伴音的传送

除了传送视频信息的问题外，还有传送电视图象伴音的问题。伴音可以用另一调制载波来传送，或者采用将视频信号作时间划分的某种脉冲调制系统来传送。

1-9 彩色信息的传送

如果想重显彩色，必须寻求某种方法来传送有关原始景象彩色成分的信息。适当选用具有一定光谱组合的三种基色（通常是红、蓝和绿），是可以获得令人满意的彩色重现的。

获得和利用各个彩色信息可以有好几种方法。欲重显的景象可以借助于一个摄像装置分解成三个选定的基色，即摄像装置在时间上顺次通过红、蓝、绿滤色镜摄取景象。这个时间上顺次的信号可以用通常的方法来传送，而重现的红色、蓝色和绿色图象则以同样的时间顺次被看到。这种方法如图 1-4a 所示。另一种方法可以用带有反射-滤色镜装置三个独立摄像装置同时分解景象。然后三个彩色信号可通过三条独立的传送信道传送，用来同时产生三个独立的彩色图象，它们可以借助光学装置组合成一个图象，如图 1-4b 所示。另一种相似方法是用电子方法以帧频、行频或像素频率来转换三个彩色信号（图 1-4c 所示），然后通过同一信道来传送所得的信息，并象以前一样显现出三个不同的图象。因为这种方法属于顺次传送法，所以在原理上和第一种相似。

另一种不同的方法是将由三个独立的彩色摄像机取得的信息加以编码，使一条传送信道能容纳三个彩色信号的频率分量（图 1-4d），景象可以在同时制的基础上实现。这种方法使我们能更有效地

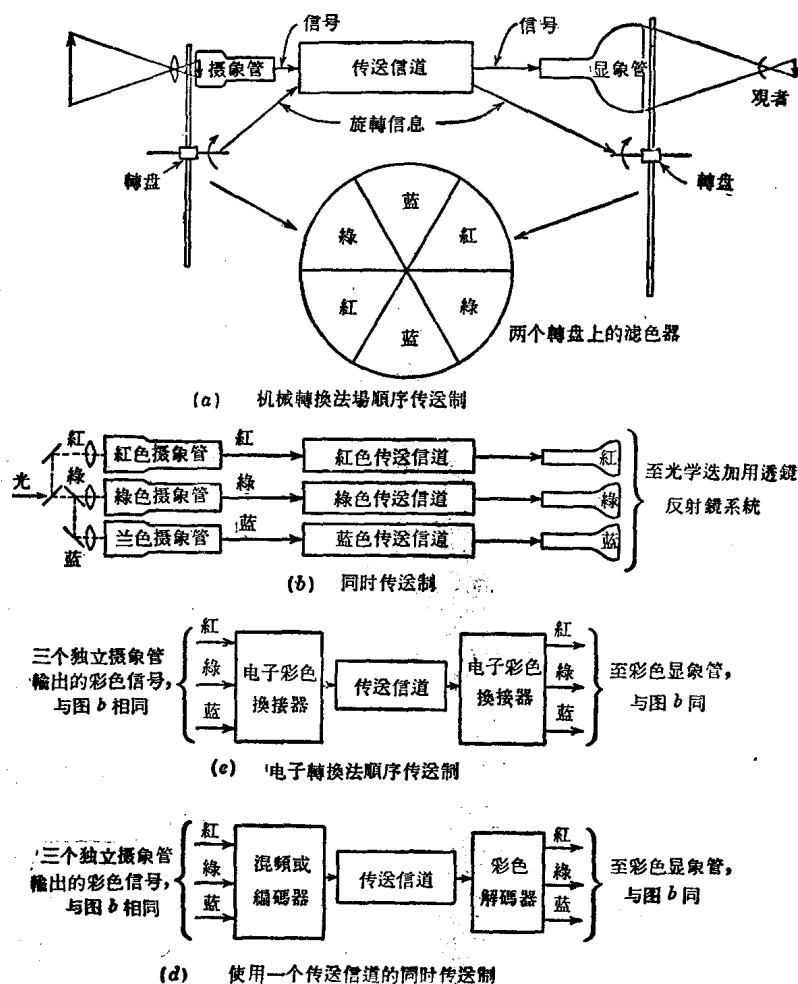


图 1-4 各种彩色传送制

使用频谱。编码信号中所含的信息，不一定直接就是红、蓝、绿三个分量，而可能是能从其中得出这些分量的另一种形式的信号。

在任一种传送制中，三个彩色显象装置，可以用一个对三种激励信号都能响应的显象装置来代替，它同时产生复合的彩色信息。