

全国电子类技工学校试用教材

电视机原理 调试与维修

全国电子类技工学校试用教材

电视机原理调试与维修

上海无线电十八厂 沈鑫璋 主编

*

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷一厂印刷

天津市新华书店发行

*

开本737×1092毫米 1/16 印张27 插页4 字数659,000

一九八二年十二月第一版

一九八二年十二月第一次印刷

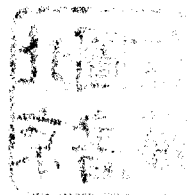
印数：1—67,000

统一书号：15212·71 定价：2.28 元

本书是电子类技工学校的教材。书中以浅显的文字，系统地讲述了晶体管电视机的原理、调试和维修，对集成电路和彩色电视机亦作了较深入的讲解。书中着重讲解基本原理和基本概念。对于较难理解的部分，则通过具体的典型电路来分析讲述。

上海无线电十八厂沈鑫璋编写本书第一、三、十二、十三章，上海电视一厂黄文锦编写本书第二、五、六、八、九、十章，上海广播电视技校孙如编写本书第四、七、十一章，广州广播设备厂黄乃强编写本书第十四章，广州广播设备厂朱水修编写本书第十五章。沈鑫璋任主编。上海师范学院朱鸿鹄担任本书主审。上海电视一厂卢树人和上海电视研究所周维成参加本书审稿。

上海人民广播电台



前 言

为了适应技工学校电子类专业的教学需要,不断提高技工学校的培训质量,加速实现我国的四个现代化,国家劳动总局、第四机械工业部委托北京、天津、上海三市和四川、广东两省的劳动局、电子工业主管部门,组织编写了技工学校电子类三个专业(无线电技术、半导体器件、电子计算机)的部分技术基础课和专业课十二种教材。计有:电工基础、电子电路基础、电子测量与仪器、无线电接收设备、电视机原理调试与维修、无线电整机装配工艺基础、半导体器件制造工艺、半导体工艺化学、晶体管原理、制图与钳工知识、半导体集成电路、电子计算机原理。

这套教材对于二年制(招收高中毕业生)和三年制(招收初中毕业生)的技工学校均适用。这些专业的普通课教材没有另行编写,建议采用国家劳动总局和第一机械工业部委托上海市劳动局、上海市第一机电工业局一九七九年组织编写的全国技工学校机械类通用教材中的普通课教材。我们在组织这套教材的编写时,注意到了这两套教材在内容上的衔接。

根据技工学校的培养目标和教学计划的要求,这套教材在强调加强生产实习教学的同时,注意了加强基本理论知识和对新技术、新工艺的吸收。由于技工学校在教学范围内还有许多问题需要探讨,加之这套教材还没有通过教学实践的验检,故先作为试用教材出版发行。

因为时间仓促,编写经验不足,这套教材难免存在一些问题,恳切希望广大读者批评指正,以便作进一步修改。

国家劳动总局培训司

第四机械工业部教育局

一九八一年十二月

目 录

第一章 黑白电视信号的发送与接收	1
§ 1-1 广播电视的基本知识	1
§ 1-2 电子扫描	4
§ 1-3 电视图象的特点	9
§ 1-4 视频图象信号	12
§ 1-5 电视信号的发送	20
§ 1-6 电视接收机	26
复习题	29
第二章 显象管与偏转线圈	30
§ 2-1 显象管的构造与参数	30
§ 2-2 显象管的附属电路	35
§ 2-3 偏转线圈	37
复习题	40
第三章 高频调谐器	42
§ 3-1 电视接收天线	42
§ 3-2 高频调谐器	47
§ 3-3 输入回路	50
§ 3-4 高频放大器	55
§ 3-5 本机振荡器	57
§ 3-6 混频器	63
§ 3-7 机械式调谐高频头	66
§ 3-8 电子调谐高频头	69
§ 3-9 特高频调谐器	75
复习题	78
第四章 中频放大器	79
§ 4-1 中频放大器的性能和频率特性	79
§ 4-2 吸收回路(陷波器)	83
§ 4-3 中放电路	89
§ 4-4 常用中放电路	98
复习题	101
第五章 视频检波器和放大器	102
§ 5-1 视频检波器	102
§ 5-2 视频放大器	106
§ 5-3 视放输入级	110

§ 5-4 视放输出级	112
§ 5-5 视频放大电路分析	121
复习题	124
第六章 自动增益控制(AGC)电路	125
§ 6-1 AGC 电路性能	125
§ 6-2 AGC 电路的工作原理	126
§ 6-3 常用 AGC 电路	130
复习题	136
第七章 伴音电路	138
§ 7-1 伴音电路的组成与性能	138
§ 7-2 伴音中放电路	139
§ 7-3 鉴频器	141
§ 7-4 陶瓷滤波器	149
§ 7-5 鉴频及低放电路举例	152
复习题	154
第八章 同步分离电路	155
§ 8-1 同步分离电路的组成及性能	155
§ 8-2 幅度分离电路	155
§ 8-3 抗干扰电路	162
§ 8-4 同步放大电路	164
§ 8-5 频率分离电路	166
复习题	168
第九章 场扫描电路	170
§ 9-1 场扫描电路的性能	170
§ 9-2 场输出级	170
§ 9-3 场激励级	176
§ 9-4 场振荡器	177
§ 9-5 场扫描电路的失真及补偿	183
§ 9-6 场扫描电路分析	188
复习题	194
第十章 行扫描电路	196
§ 10-1 行扫描电路的作用及组成	196
§ 10-2 行输出级电路	197
§ 10-3 行输出电路的失真及补偿	201
§ 10-4 行输出高压电路	204
§ 10-5 行激励级	212
§ 10-6 行振荡器	214
§ 10-7 自动频率控制(AFC)电路	218
§ 10-8 行扫描电路分析	222

复习题	225
第十一章 电源电路	226
§ 11-1 稳压电源	226
§ 11-2 开关式稳压电源	231
§ 11-3 恒压变压器	235
复习题	237
第十二章 调试技术	239
§ 12-1 整机性能的测试	239
§ 12-2 电源和低频放大部分的调试	251
§ 12-3 高频头的调试	254
§ 12-4 中放的调试	260
§ 12-5 视放和伴音调试	264
§ 12-6 整机调试	268
第十三章 常见故障分析	271
§ 13-1 故障分析	271
§ 13-2 常见故障的检修	276
第十四章 集成电路	296
§ 14-1 概述	296
§ 14-2 集成电路的基本电路	297
§ 14-3 基本电路的功能	302
§ 14-4 电视集成电路	303
复习题	320
第十五章 彩色电视原理	321
§ 15-1 色度学基本知识	321
§ 15-2 彩色电视制式	326
§ 15-3 彩色电视机	341
§ 15-4 彩色显象管及其调整	350
§ 15-5 色信号放大与解调电路	368
§ 15-6 色同步电路	382
§ 15-7 亮度通道与解码矩阵	395
§ 15-8 集成化彩色电视机	406
复习题	418
附录一 黑白电视广播接收机分类与基本参数(暂行标准)	420
附图一 飞跃 9D3-1A 电路	
附图二 飞跃 12D1-A 电路	
附图三 31cm 集成电路电视机电路	
附图四 彩色电视机电路	

第一章 黑白电视信号的发送与接收

黑白广播电视接收机是将接收到的高频电磁波(电信号)进行加工处理、重显原图象和还原伴音的装置。要掌握广播电视接收机的工作原理,必须先了解电视发送的信号内容。

广播电视台先用摄象管将图象的明暗变化(光信号)转换成电的变化(电信号),利用话筒将声音强弱的变化(声信号)转换成电的变化(电信号),然后分别经放大、调制等过程,最后通过发射天线以电磁波的形式发送出去。

接收机则是将接收到的这种高频电磁波(电信号)进行放大、解调等处理,分别利用显象管将图象信号(电信号)转换成原来的图象(光信号),即重显图象;利用扬声器将伴音信号(电信号)转换成原来的声音(声信号),即伴声。

§ 1-1 广播电视的基本知识

一、图象的分解

仔细观察报纸上的传真照片,你会发觉整幅画面是由很多深浅不同的小黑点组成的。每一个小点称为一个像素。如果观看这张照片时保持一定的距离,就感觉不到它是由许多点子合成的。这是因为人眼对细小物体的分辨力是有一定限度的缘故。用粉笔在黑板上画两个小点,在距离较近时,这两点是清晰可辨的。随着距离的增大,这两点对于人眼所构成的视角 θ 逐渐减小,当视角减小到 $1\sim 1.5'$ 时,这两点就分辨不清了。 θ 角的这个极限值可以用来表征人眼睛的分辨本领。同一画面上的像素越多,或人眼距画面越远, θ 角就越小。只要 θ 角小于人眼的分辨能力,这些点子看起来就不再是一些分离的点,而是一幅完整的画面。同一画面上的像素越多,它所提供的细节也越丰富,看起来也更逼真;反之,如果像素较少,看起来就比较粗糙,因为它提供的细节较少。

二、图象信号的光电转换

1. 光电效应

当光线照射到某些金属表面时,由于光子所带的能量传给了金属表面中的自由电子,这些电子获得足够的能量后就可能冲脱原子核的束缚而从金属表面逸出。逸出的电子称为光电子。光电子流的强度在一定范围内是和入射光的强度成正比的。利用这种现象人们制成了光电管。在光电管里,有一片因受到光的照射后能发射光电子的金属板,称光电阴极,它通常通过负载和电池的负极相连;另一电极就是阳极,它和电池正极相连。阳极的功能是收集光电阴极发射出来的电子。如果把光电管连接成图 1-1(a)所示的电路,则当光线照到光电阴极时,阴极便发射电子,光电子被阳极所吸引,产生了电流。光线越强,电流越大。当光线的强弱随时间变化时,电流的大小也随之发生变化。可见,利用光电管能够把强弱变化的光信号转化成相应的电信号。

2. 荧光效应

有些化合物在受到高速电子轰击时,它们的表面会发光。轰击的电子数目越多能量越

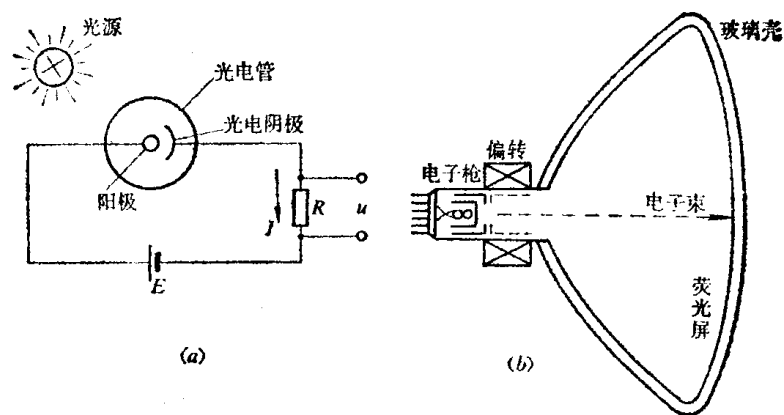


图 1-1 光电转换示意图

(a) 光电管的导通过程 (b) 显象管的荧光效应

大, 则发光越强, 这种现象叫做“荧光效应”。把具有荧光效应的化合物涂附在显象管的内壁, 就构成了荧光屏, 它能在电子枪发射出来的电子束的撞击下发光, 如图 1-1(b) 所示。发光的强弱可由电子束控制, 若用电信号来控制电子束的强度, 便可将它转变成相应的亮度信号。

三、静止图象的传送

在图 1-2(a) 中, 如果要传送一个工字形物体的图象, 可以把它投影在一组光电管上, 将“工”字分解成许多象素。各光电管因被照亮的程度不同, 则转变成的电信号也相应不同。每个光电管都用一组电路将电信号转换成高频电磁波传送出去。接收机收到这种信号后, 经过适当处理, 在显象管屏幕相应的位置上, 再把电信号转换成亮暗不同的光信号。用这种方式来传送图象时, 一个象素就要用一个通道。较为真实地传送图象, 一幅画面通常要分割成

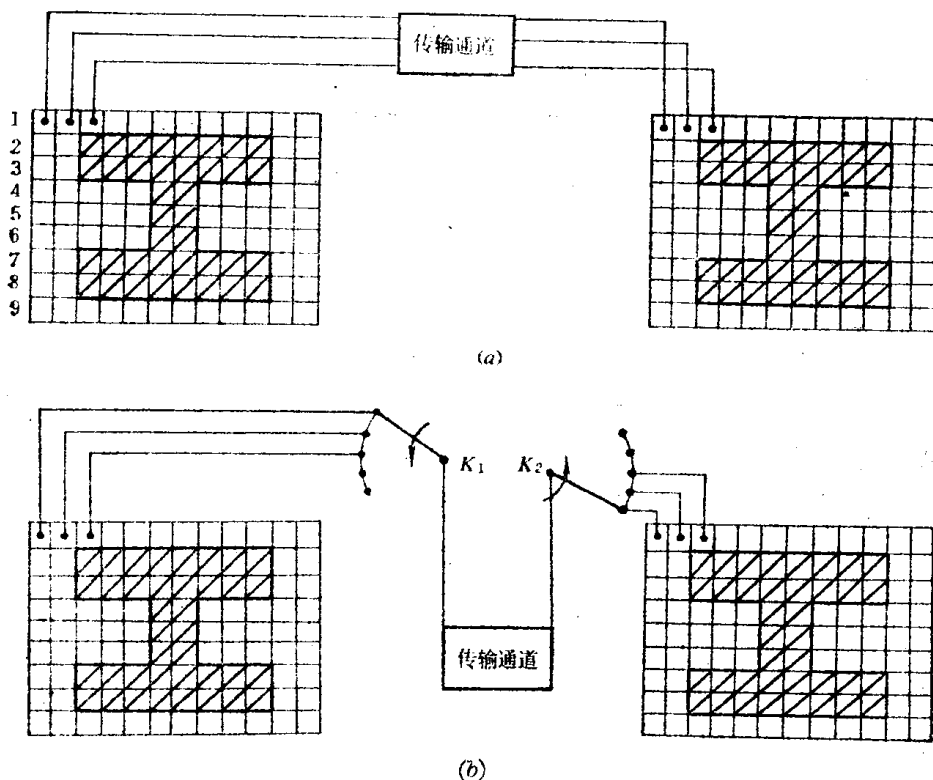


图 1-2 图象的传送方法

(a) 同时传送系统 (b) 顺序传送系统

几十万个像素。同时传送这些像素，就要求有几十万个通道，这显然很不经济，也很难实现。

我们知道，人眼有所谓视觉惰性。即在观看某一光点时，当该光点消失后，人眼对光的感受不瞬时消失，而是有个逐渐消失的过程。我们还知道，荧光屏有余辉现象，即电信号切断以后，荧光屏的象还要保留一定时间。因此，可以只用一个通道顺序传送图 1-2(a) 中的图象，如图 1-2(b) 所示。电视在传送一幅由许多光点组成的图象时，只要使每个光点出现时间与第二幅图象相应光点的出现时间的间隔，比人眼视觉惰性时间来得短，则对于人的视觉来说就仍然是一幅完整的图象。这样就不必用几十万个通道来同时传送，而只要一个通道来依次顺序传送，即在每一个时刻传送一个像素的信息就行了，这在技术上是容易实现的。

四、活动图象的传送

传送活动图象时，可以把连续活动的场面分成一幅幅瞬时的“静止”画面，然后顺序传送，每幅画面称为一帧。实验和理论说明，每秒传送的画面不能少于 24 帧，否则将有明显的抖动感；但又不能过多，这是因为人眼视觉惰性会引起图象重叠。电视采取的办法是，每秒传送 25 帧不同内容的图象，每一帧画面又分成两个不同部分进行两次播送，每次叫做一场，也就是每秒播送 50 场。

根据电视图象清晰度的要求，每一帧画面要有 30~50 万个像素，而一秒钟内又要传送 25 帧画面，也就是要求在一秒钟内按顺序传送一千多万个像素。如果采用图 1-2(b) 的方法，就要有与几十万个像素相对应的几十万个光电管，并要求开关在一秒钟内按顺序与一千多万个像素接通。在现代电视广播中，发送端采用了摄像管。接收端采用了显象管，用电子扫描的办法来解决上述问题。

图象的传送和显示可用图 1-3 来说明。在摄像方面，摄像机的暗箱里装置摄像管，镜头对准所要拍摄的图象，使图象正好成在摄像管的光敏靶上。光敏靶是由半导体材料构成的，它因被照亮程度的不同而显现不同的电阻。摄像管内电子枪产生一束电子射线，叫做电子束。电子束在电磁场的作用下，作自左向右、从上到下的扫描运动，一行一行地扫描过去。它的扫描轨迹是一组平行斜线，这样的扫描方式称为直线性扫描。

当电子束扫到靶面上某个像素时，在管外负载电阻 R_s 上流过的电流，就跟靶上这点

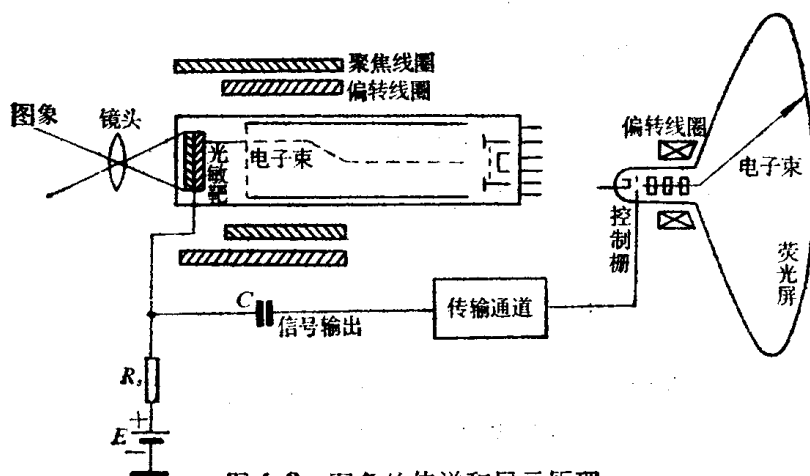


图 1-3 图象的传送和显示原理

的电阻成一定的比例,当电子束扫到的象素较亮时,电阻比较小,因而 R_s 中有较大的电流通过。当电子束扫到较暗的象素时,电阻较大,因此流过 R_s 的电流比较小。当电子束一行一行地扫描时,随着照度不同, R_s 上便有大小不同的电流通过,它反映了象素的明暗程度,于是

就形成了图象信号。这个图象信号可以象播送声音一样,经过放大、调制后用电磁波播送出去。

在图象的重现方面采用显象管。当电子束打到荧光屏上时,就使荧光屏发光。荧光屏上光点的亮度与电子束的强弱有关,强时,光点比较亮;弱时,光点比较暗。如果用摄象机所产生的电信号控制显象管中的电子束,使它按照摄象管中电子束的规律扫描,强弱按照图象信号大小变化,就能在显象管上显示出所拍摄的图象来。

现以简单的“工”字图象为例,对这一节所介绍的内容作一形象的概括。当工字照到摄象管屏幕上时,摄象管中的控制电路将电子束顺序地打到屏幕各点上,摄象管输出的电信号决定于电子束打到屏幕上那一点图象的照度。电子束在屏幕上按自左向右、从上到下的顺序进行扫描,如图 1-4(a)所示。为了便于说明,假设图象在垂直方向分 9 行,在水平方向分 12 格,每一小方格即为一个传送单元。电子束自 $1a \rightarrow 1b \rightarrow 1c \dots \dots 1l \rightarrow 2a \rightarrow 2b \dots \dots 2l$ 的顺序,一直扫到最末一行的 $9l$,然后再回到第一行重新扫起。

电子束扫到有“工”字象的地方(暗的地方),摄象管输出的电压较高,在没有“工”字象的地方(亮的地方),摄象管输出的电压较低,摄象管输出电压波形将如图 1-4(b)所示。

用摄象管输出电压控制接收机显象管的电子束强度。电压高时,电子束弱,屏幕上被打到的那一部分就比较暗;电压低时,电子束强,被打到的那一部分就比较亮。

当然,显象管中电子束的扫描规律一定要和摄象管扫描规律完全一致,即所谓同步扫描,才能在显象管的荧光屏上重显出“工”字。也就是,用摄象管 $1a$ 上得到的电信号来控制显象管中打到 $1a$ 时的电子束的强度,摄象管 $1b$ 上得到的电信号来控制显象管中打到 $1b$ 时的电子束的强度,……,如图 1-4(c)所示。

§ 1-2 电 子 扫 描

电视接收机通常采用磁偏转方式来控制显象管中电子束的扫描运动。在显象管的管颈上装两个偏转线圈,一个叫水平(行)偏转线圈;一个叫竖直(帧)偏转线圈。前者产生一竖直磁场,后者产生一个水平磁场。当它们分别通以频率不同的锯齿波电流时,产生的磁场是线

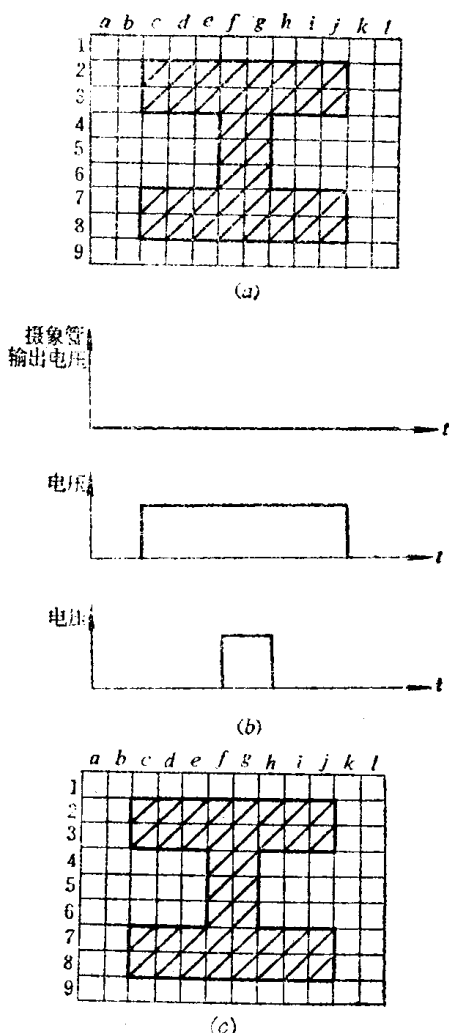


图 1-4 “工”字图象的传送

(a) “工”字象的分解 (b) 电信号波形
(上图是第 1、9 行的电压波形;中图是第 2、3、7、8 行的电压波形;下图是第 4、5、6 行的电压波形) (c) “工”字象的重显

性变化的。电子束在水平偏转线圈所产生的竖直磁场作用下,沿着水平方向扫描,叫做“水平扫描”或“行扫描”。电子束在竖直偏转线圈所产生的水平磁场作用下,沿着竖直方向扫描,叫做“竖直扫描”或“帧扫描”。电子束在两种偏转线圈所产生的磁场同时作用下,自左向右、从上到下地扫描,形成了一幅光栅。

一、逐行扫描

如电子束一行跟着一行依次地扫描,这种直线性扫描方式叫做逐行扫描。它在荧光屏上形成一幅长方形的光栅。

1. 水平扫描

在图 1-5(a)中,一对平面对称放置的偏转线圈(行偏转线圈)里有电流流过时,产生磁场的方向可用右手定则确定。右手四指顺着线圈中电流的方向,大拇指所指的方向(图中自下向上)即为磁场方向。电子枪发射的电子束,通过这个磁场时,根据左手定则,电子束将向右边偏移。如果偏转线圈中电流方向与图示方向相反,那么电子束将向左边偏移。显然,如果偏转线圈中的电流增大,磁场增强,电子束偏移也将随之增大。偏转线圈中电流为零时,电子束不产生偏移。因此,只要改变偏转电流的大小和方向,就可以实现水平扫描。

如果要求电子束在荧光屏上水平匀速移动(假定荧光屏是以电子枪的阴极为中心的球

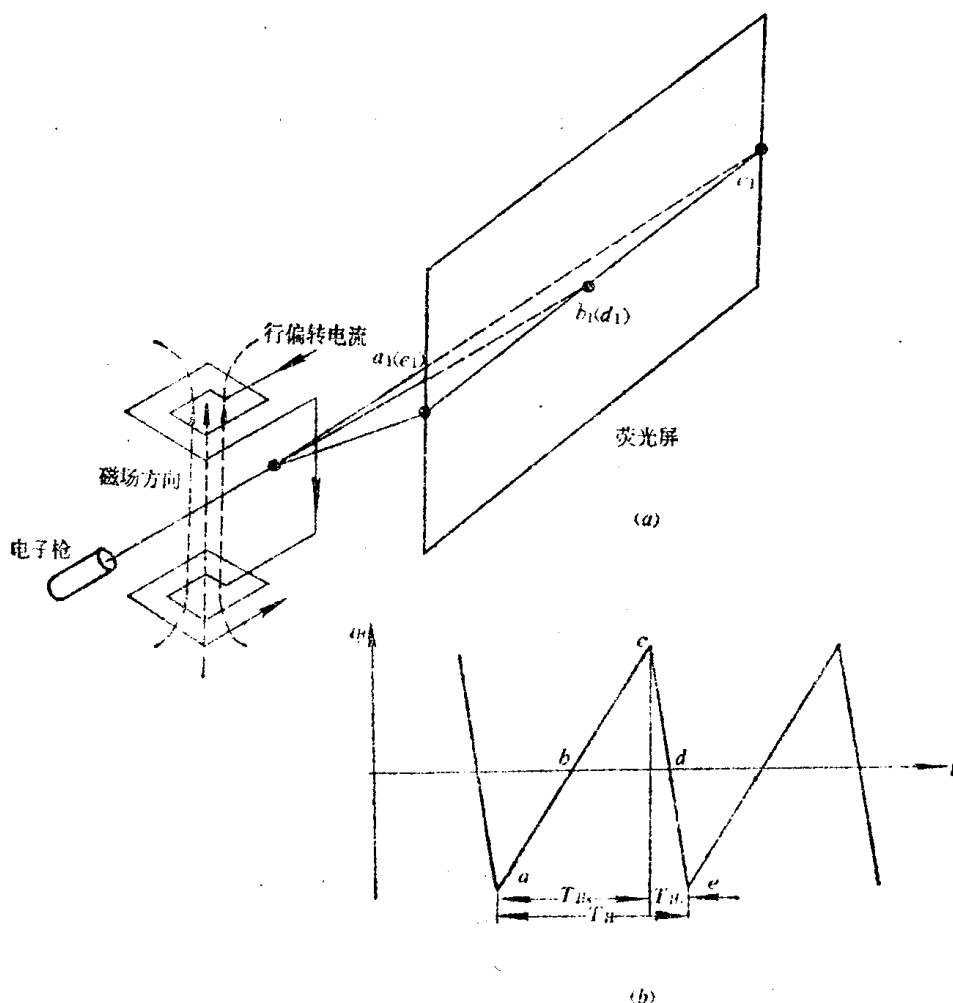


图 1-5 水平扫描工作原理

(a) 电子束在磁场中的偏转情况 (b) 行偏转线圈中流过的锯齿波电流

面的一部分), 那么在行偏转线圈中流过的电流波形应该是锯齿形的。如图 1-5(b) 所示。在 a 点, 偏转电流为最大负值, 设此时电子束射到荧光屏左边缘 a_1 点 [见图(a)], 随后偏转电流逐渐减小到 b 点 [见图(b)], 电子束偏移随着减小, 光点由 a_1 点到达荧光屏中央 b_1 点 [见图(a)]。电流由 b 点向正值 c 点增大时, 电子束开始向屏幕右边偏移, 光点由 b_1 点直至边上的 c_1 点。电子束自左向右 (即从 a_1 至 c_1) 这段运动叫做行扫描的正程, 需要的时间 T_{us} 约 $52 \mu s$ 。正程结束后, 电流由最大正值 c 点很快地经 d 变到最大负值 e 点, 因此电子束很快地由荧光屏右边 c_1 点经中央 d_1 折回到左边缘 a_1 点。从 c_1 至 a_1 这段运动叫做行扫描的逆程, 需要时间 T_{Hr} 约 $12 \mu s$ 。按我国电视标准规定, 行扫描的正程与逆程时间之和, 即行扫描周期 T_H 为 $64 \mu s$ (有时 T_H 也简写成 H)。因此水平扫描锯齿波电流的重复频率

$$f_H = \frac{1}{T_H} = 15625 \text{ Hz}$$

此频率即叫做行频。电流幅度则随显象管尺寸及其工作条件和偏转线圈而不同。假如电子束只有水平扫描而没有竖直扫描, 在荧光屏上将呈现一条水平亮线。

2. 竖直扫描

如果再用一个频率比行频低很多的电流 i_z , 通入竖直偏转线圈 (帧偏转线圈), 如图 1-6 所示。由于帧偏转线圈中产生的磁场是水平方向的, 所以电子束将沿着荧光屏竖直方向扫描, i_z 随时间由最大负值 a 点变到最大正值 c 点, 与此同时电子束从荧光屏最上方 a_1 扫描到最下方 c_1 点, 这段运动叫做帧扫描的正程, 时间为 T_{zs} 。正程结束后, i_z 由最大正值 c 点很快变到最大负值 e 点, 电子束也很快地由荧光屏最下面 c_1 点迅速折回到最上面 a_1

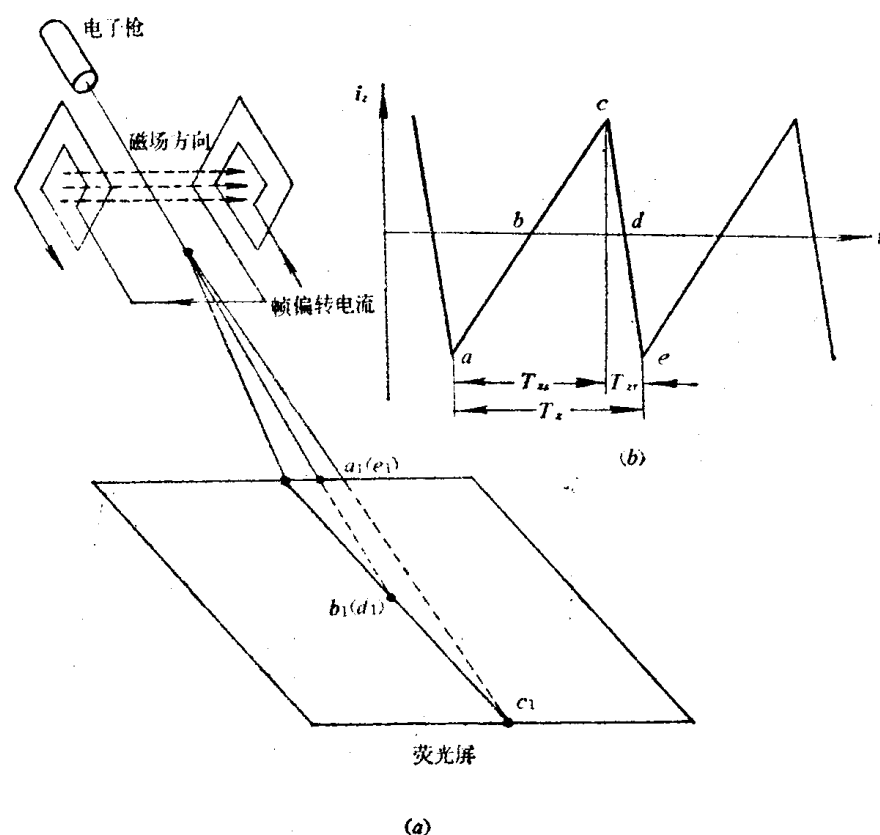


图 1-6 垂直扫描工作原理

(a) 电子束在磁场中的偏转情况 (b) 帧偏转线圈中流过的锯齿波电流

点。这段运动叫做帧扫描的逆程,时间为 T_{sr} ,电子束上、下扫描一个来回的时间(即帧扫描的周期) $T_z = T_{zs} + T_{sr}$ 。电流幅度也随显象管尺寸及其工作条件和偏转线圈而不同。假定电子束只有竖直扫描而没有水平扫描,荧光屏上将呈现一条竖直亮线。

3. 光栅的形成

假如在显象管的帧、行偏转线圈里,相应加以周期不同的锯齿波电流,如图1-7(b)、(d)所示,则电子束在水平偏转磁场和竖直偏转磁场同时作用下,一方面作水平运动,同时还作竖直的运动。不过因为水平扫描的周期短,频率高,所以实际电子束的运动方向是水平略向右下倾斜,如图(a)所示。行扫描电流从(1)a开始,正程结束时到达b点,然后开始逆程折回(2)c,周期为 T_H ,与此同时,帧扫描电流由 a_1 经 b_1 到 c_1 。因此,从荧光屏上来看,图(a)中(2)c₂位于(1)a₂的下方。第一行结束后,第二行由(2)c₂开始正程扫描……,直到第5行结束,在荧光屏上构成了一幅光栅。帧的逆程从第6行(6)d₂开始,形成了竖直方向的回扫,所以电子束一方面作水平运动,同时还有向上运动。因为竖直扫描的逆程时间比正程短(即逆程扫得快),因此每行的间隔在向上回扫时要比向下时大。它只要经过二行,到第7行末就已回到了荧光屏左上角(1)a₂,完成了一帧的回扫,如图(c)。上面只画了7行扫描线,而实际的电视机中,行的扫描线要多得多。我国采用的制式是每帧625行,约有50行在帧回扫时间内。

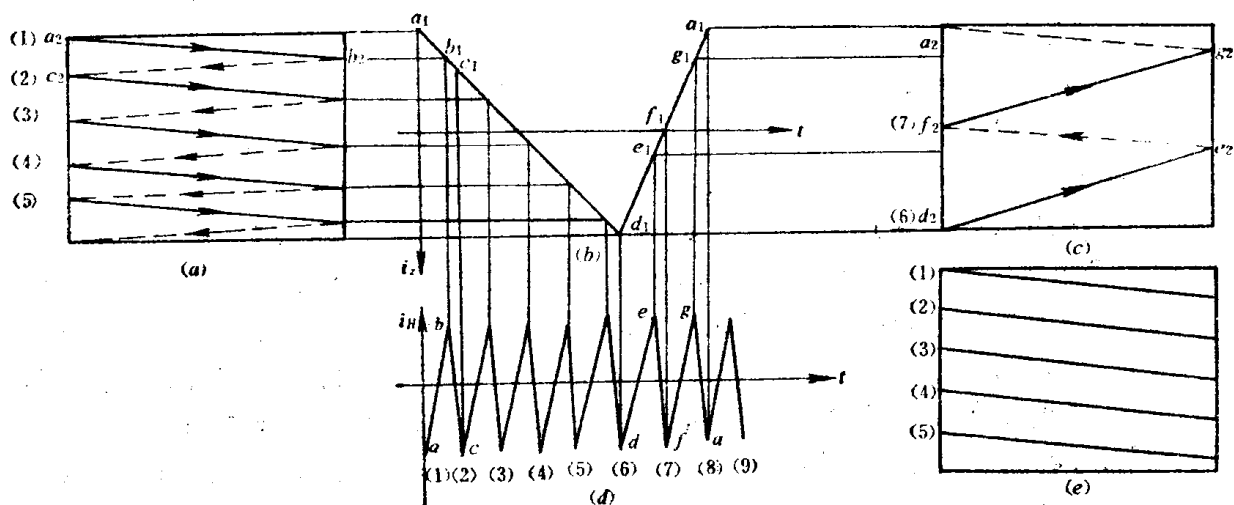


图1-7 逐行扫描原理图

电视图象实际上只在扫描的正程中传送,逆程期间不传送信号。因此,电视机里对正程扫描的线性要求较高,而对于逆程没有线性要求,只要逆程时间满足一定要求即可。既然回扫线不传送图象,那么电子束在行或帧的回扫期间,就要设法把回扫线消去,使它不出现在荧光屏上。在接收机里这叫消隐。图1-7(e)为消除了行、帧回扫线的光栅。因为回扫线不传送图象,因此回扫时间应尽可能短些。当然,由于实际电路的限制,不可能也不必做得太短。

二、隔行扫描

前面提到的扫描方法是电子束一行接着一行,在荧光屏上扫完整个一帧画面,然后周而复始扫描后面一帧画面,这种扫描方式叫做逐行扫描。逐行扫描的电视信号占用的频带宽,随着电视技术的发展,一般都不用逐行扫描而用隔行扫描。图1-8是以每帧只有9行的光

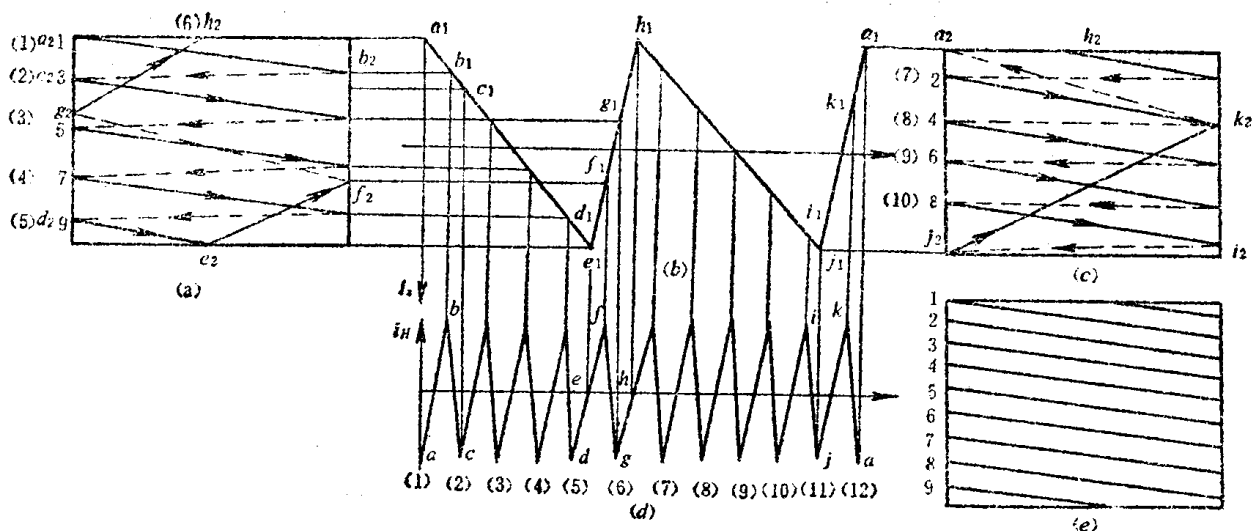


图 1-8 隔行扫描

栅为例, 来说明隔行扫描是怎样工作的。行扫描电流从 (1) a 开始, 正程结束时到达 b 点, 然后开始逆程折回 (2) a , 与此同时帧扫描电流由 a_1 经 b_1 到 c_1 , 在荧光屏上是扫第 1 行, 由 (1) a_2 到 b_2 , 然后折回 (2) c_2 , 即是屏上的第 3 行的始点。第 5 行的行扫描电流从 (5) d 经 e 到正程终点 f , 然后回扫到 (6) g , 帧扫描电流由 d_1 经 e_1 、 f_1 到 g_1 。这里帧是从 e_1 点开始回扫, 在荧光屏上电子束从 (5) d_2 (这是屏上的第 9 行的始点) 扫描到 e_2 (荧光屏下方的中点), 因为帧已开始回扫, 而行仍在正程, 故电子束自 e_2 开始向上扫到 f_2 , 接着第 5 行逆程折回 (6) g , 第 6 行的行扫描电流又从 (6) g 到达 h 点, 此时电子束恰好回到荧光屏最上方的中点 (6) h_2 。在屏上的 1、3、5、7 及第 9 行的前半行构成了半帧光栅, 叫做第一场或奇数场。由于 h 在第 6 行扫描正程的中点, 故电子束将如图 (c) 所示那样, 向右 (略偏下) 继续扫描。它的扫描线在荧光屏上的次序是从第 2 到第 8 行, 行扫描电流从第 10 行正程结束时到达 (10) i , 然后开始逆程折回到 (11) j , 在荧光屏上是扫第 8 行。接着次一场的逆程又开始, 使电子束又迅速经 k_2 折回左上角 a_2 点。在屏上的 2、4、6、8 及最上方的半行构成了另半帧光栅, 叫做第二场或偶数场。这两场合在一起就形成了整个一帧光栅, 如图 (e) 所示。

必须指出, 在隔行扫描中, 行数必须采用奇数, 一帧画面分为两场, 第一场扫描总行数的一半 (上例是 4.5 行), 第二场也扫总行的一半 (也是 4.5 行)。隔行扫描要求第一场结束于最后一行的一半。另外, 不论电子束是如何折回去的, 它必须回到图 (a) 中上方的中央, 即 h_2 点, 这样就能保证相邻的第二场扫描刚巧嵌在第一场各扫描线的中间。正是因为这个原因, 所以总的行数必须是奇数。

我国电视制式规定一帧图象的总行数是 625 行, 分两场扫描。行扫描频率是 15625 Hz, 周期是 $64 \mu s$, 场扫描频率是 50 Hz, 周期是 20 ms, 帧周期是场周期的两倍, 因此, 帧的周期 $T_f = 40 \text{ ms}$, 帧频等于 25 Hz。在发送电视信号时, 每一行中传送图象的时间是 $52.2 \mu s$, 其余的 $11.8 \mu s$ 不传送图象。在每一场中, 总的扫描行数是 312.5 行, 其中有 25 行作回扫, 不传送图象, 传送图象的行数只有 $312.5 - 25 = 287.5$ 行。所以每一帧图象中有 50 行是不传送图象信号的。以上是指电视台发送的电视信号中的情况, 在具体电视接收机里, 行和场的逆程时间都跟电视信号规定的时间不同, 行的逆程时间大致是 $12 \mu s$, 场的逆程时间大致在 1 ms 左右, 视具体的机器而定。

§ 1-3 电视图象的特点

在最理想的情况下,显象管屏幕上重现的图象应该和直接看到的图象一样,就是说它的几何形状、相对大小、细节的清晰程度、亮度分布及物体相对运动的感觉都要跟直接看到的一样。实际上要完全做到是不可能的。对于黑白电视机来说,电视图象主要考虑下面几个方面问题。

一、图象几何上的相似

电视屏幕上重显的图象应该跟原来景物的形状、大小、相对位置相似,几何形状的破坏叫做几何失真。失真程度可以用棋盘格图形来测定。图 1-9(a) 是电视台发出的棋盘格图形,如果在电视机的屏幕上能正确地重现这个图形,那么电视机就没有几何失真。可是,由于锯齿波线性不好、显象管或偏转系统不好等原因,往往在屏幕上出现如图 1-9(b)、(c) 等图形,这就是几何失真。

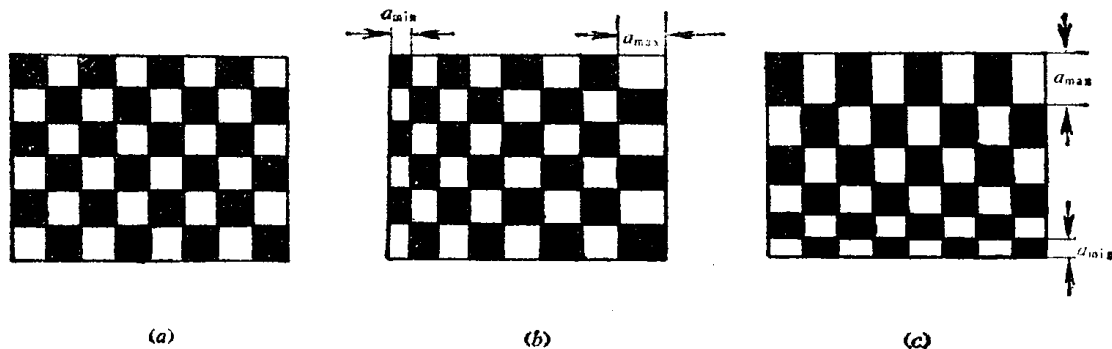


图 1-9 棋盘图象及其几何失真

(a) 无失真图形 (b) 水平扫描的几何失真 (c) 垂直扫描的几何失真

二、图象的亮度和对比度

根据实际的测量,电视图象的平均亮度应该不小于 30 尼特(尼特为照度单位, 1 尼特 = 1 烛光·米⁻²), 最大亮度应该能达到 150 尼特(在 150 μ A 条件下), 图象最亮处的亮度和最暗处的亮度之比叫做对比度, 一般对比度能达到 30~40 就可以认为是很满意了。对比度不仅决定于电视系统本身, 还决定于观看的条件, 由于观看电视时外界的杂散光线照射到幕面上, 就会使幕面暗处的亮度增加因而使对比度下降。

一幅图象是由许多亮度不同的象素所构成的。因此, 对比度越大, 在电视图象上最暗处到亮处之间能分辨的亮度梯级越多, 就越能看清图象的层次, 图象就越是逼真。

三、图象的分辨力

图象分解的象素越多, 越能重现原来景物的细节, 图象就越清晰。但是, 分解象素的多少实际上要受人眼分辨能力、电子束截面积、视频的频带宽度、荧光材料等条件的限制, 而这些条件都体现在扫描行数上, 扫描线越多, 象素越多, 图象就越细致。我们把电视系统传送细节的能力叫做电视系统的分辨力或叫分解力。

1. 竖直分辨力

竖直分辨力是指沿着图象的竖直方向, 能够分辨象素的数目。例如, 有一系列黑白相间

的水平条纹,它的粗细刚巧等于电子束射在屏幕上的直径。因此当电子束在水平扫描时,如果第一行扫在黑条纹上,第二条就扫在白条纹上,这时电视机能分辨的条纹数量最多,而条纹数即是竖直分辨力。显然竖直分辨力直接由扫描的行数来决定。如果有一幅水平条纹的图象,我们用较多的行数来扫描,那么沿着竖直方向的细节,就能较清楚地描绘出来,但若用较少的行来扫,那么图象的细节必然减少。

一幅图象中实际有效的扫描行数等于扫描行数减去帧逆程回扫期间的回扫行数。例如,我国电视的扫描行数是 625 行,每一帧图象中回扫行数约占 50 行,因此有效行数 Z 只有 575 行。

扫描线与象素相对位置并不是所有的行数都相互对应的。如图 1-10 所示,图(a)所示的是扫描线正好与黑白条纹相重合,接收图象仍能保持原来的分辨力,这时分辨力就等于有效扫描行数;图(b)所示的是扫描线恰好覆盖黑白条各一半,则所得信号为黑条与白条信号的平均值,这时接收端看到的是一条灰色的竖条,失去了图象细节。假如这时减少一半条纹数,将能重显黑白条纹,如图(c)所示。但这时竖直分辨力,只有有效扫描行数的一半。因此竖直分辨力实际上介于 575 行与其一半之间,一般可取 575 行的 0.7,即竖直分辨力为 $0.7 \times 575 = 402$ 行。如果隔行扫描不正确,也会使竖直分辨力下降。

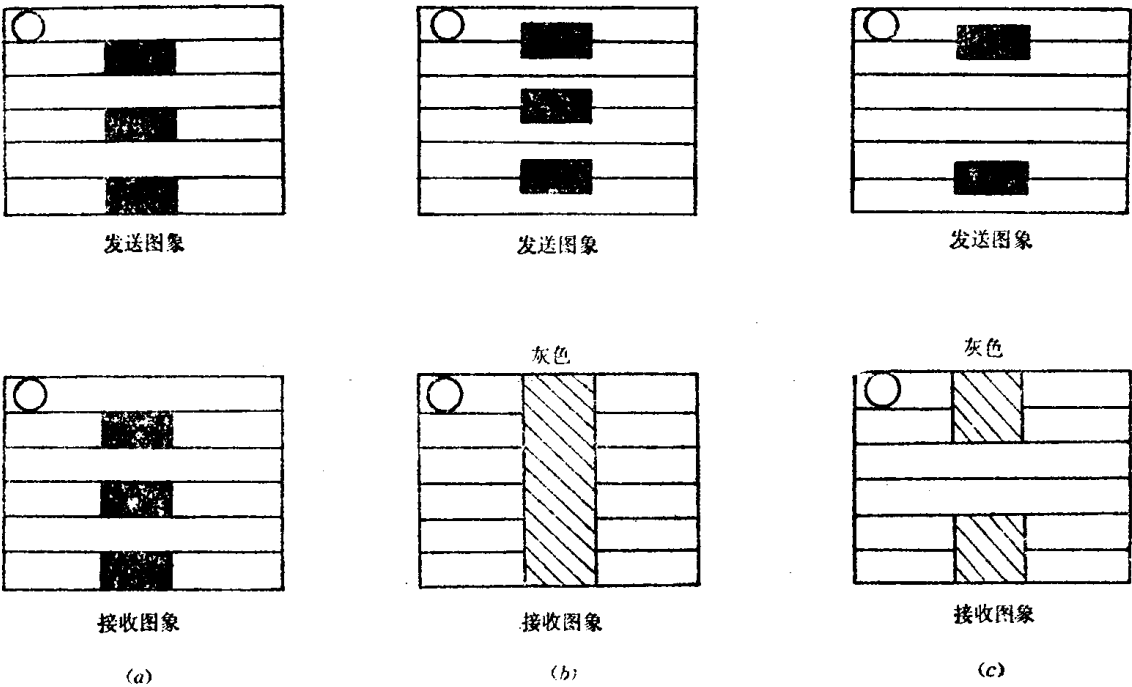


图 1-10

2. 水平分辨力

电视系统沿着图象的水平方向能分解的象素数目叫做水平分辨力。水平方向的分辨力由电视通道设备的通频带宽度和电子束横截面的大小决定。

在图象传送时,亮度信号与电信号要相互转换。与黑白相同的竖条相对应的电信号应是一串矩形脉冲(图 1-11)。如果沿行的黑白变化越多,则一行时间内,电压的变化次数也越多,即脉冲重复频率越高,所示图象越细致,传送信号的通频带就越宽。由于频带宽度有一定的限制,因而水平分辨力受到限制。

电子束在水平方向扫描与竖直方向不同,不象竖直方向一定要一行一行地扫,而是可以