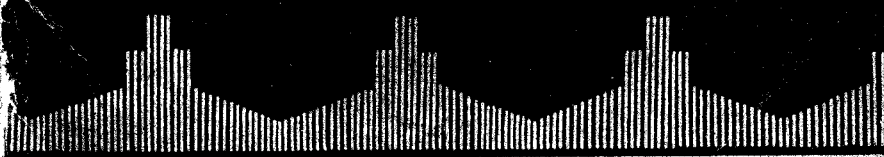


晶体管黑白电视机原理



科学出版社

内 容 简 介

本书系作者总结多年来举办电视讲座的基础上写成。内容以国产电视机为主，对常见的主要电路作了分类介绍。本书按电视机各个部分分章叙述，侧重分析了 AGC 电路、AFC 电路以及扫描电路。一些较新显电路如 OTL 场输出电路、电调谐高频头、直耦式视放、ABL 电路、ANC 电路以及天线均有一定篇幅介绍。

本书适于工人、技术人员、维修人员及业余爱好者阅读。

蒋明潜同志曾参加本书“接收天线与馈线”一章初稿的撰写工作。

晶体管黑白电视机原理

陈启蒙 编著

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1980 年 10 月第 一 版 开本：787×1092 1/32
1980 年 10 月第一次印刷 印张：22 1/2 插页：2
印数：0001—200,650 字数：518,000

统一书号：15031·299

本社书号：1836·15—7

定价：1.90 元

前 言

近年来,随着我国四个现代化建设的进行和人民生活的不断丰富,晶体管电视机也取得较大的发展,产品繁多,琳琅满目。

晶体管电视机以可靠性高、重量轻、外形小巧、耗电省等优点,取代了电子管电视机而占居主要地位,并在城乡各地涌现,深受广大群众欢迎。因此,无论大中学生、工人、技术人员、维修人员以及业余爱好者,均迫切需要熟悉电视工作原理,并对它提出了新的要求:希望能结合实际,突破单一机种的局限,做到既能掌握基本原理,又能学会分析和运用线路的方法,以便作为制作和维修电视机时的理论指南。

为此,本书在内容的安排上,以电视接收机结构原理为纵线,贯穿各功能组成部分,结合全国联合设计实例进行系统而详尽的分析;与此同时,对国内主要机种各种电路,按电路特色分类,有选择地揉合在各部分作了横向的扩充,纵横交织,以期能使读者触类旁通,举一反三。

本书对于较难理解的扫描电路,增添了篇幅和实例,作了较细致的介绍;同时,着意对读者较感兴趣的内容也作了详细的叙述,包括 ANC 消噪电路、OTL 场输出电路、自举升压式行输出电路、变形间歇振荡器、直耦式视放电路及 ABL 电路等。此外,天线与馈线在书中也占了一定的篇幅。

本书如能以崭新的面目,对读者掌握原理、提高电视技术起到菲薄的有益作用,这将是作者的最大快慰。但因工作量浩大,以及受作者水平的限制,这种尝试是否有当,内容有无欠妥或错误,恳请广大读者批评指正。

作者写作本书是在上海虹口区业余大学的领导支持下，并得到许多同志的热诚帮助而完成的。龚汉民、张永辉同志认真审读了本书的部分稿件，以及天津大学、中山大学、上海电珠一厂有关同志，对本书初稿提出许多宝贵意见，作者在此谨表示深切的谢意。

作 者

一九八〇年春于上海

目 录

前言

第一章 电视基础知识	1
第一节 电视怎样传输、重现图象	1
第二节 电视发送——图象分解	7
第三节 全电视信号	18
第四节 电视信号的发送	34
第五节 超短波传播特点	43
第六节 电视接收机简介	46
第二章 高频头	55
第一节 概述	55
第二节 输入回路和高频放大电路	58
第三节 本机振荡电路	87
第四节 混频电路	100
第五节 高频头全电路分析	108
第六节 高频头的技术指标	114
第七节 电调谐高频头	115
第三章 中频放大电路	135
第一节 概述	135
第二节 吸收回路及其工作原理	143
第三节 单级中频放大器	152
第四节 多级中频放大电路	158
第五节 级间耦合和阻抗匹配	162
第六节 中放晶体管的要求	164
第七节 中频放大实际电路介绍	165
第四章 视频检波和视频放大电路	174
第一节 视频检波电路	175

第二节 视频放大电路	188
第五章 显象管、偏转及有关电路	218
第一节 显象管概述	218
第二节 偏转系统	227
第三节 显象管电气特性及有关电路	235
第四节 显象管的使用和保养	252
第六章 伴音电路	258
第一节 概述	258
第二节 伴音中放和限幅放大	262
第三节 比例鉴频器	266
第四节 伴音中放-比例鉴频器的实际电路分析	281
第五节 低频放大电路	285
第七章 自动增益控制电路 (AGC 电路)	292
第一节 概述	292
第二节 AGC 受控方式	297
第三节 AGC 电压的取得方式	307
第四节 AGC 电路的要求	322
第五节 AGC 实际电路分析	328
第八章 同步分离电路	349
第一节 概述	349
第二节 同步分离电路(幅度分离)	353
第三节 同步放大电路	371
第四节 波形分离电路	374
第五节 消噪电路 (ANC)	386
第六节 同步分离与消噪实际电路介绍	399
第九章 场扫描电路	405
第一节 概述	405
第二节 场振荡电路及锯齿电压形成	412
第三节 场推动级	456
第四节 场输出级	459

第五节	场扫描实际电路介绍	485
第十章	行扫描及自动频率控制 (AFC) 电路	505
第一节	行扫描及 AFC 电路概述	505
第二节	行输出电路	508
第三节	行推动电路	539
第四节	行推动和行输出级实际电路分析	551
第五节	行振荡电路	557
第六节	自动频率控制 (AFC) 电路	583
第七节	AFC-行振荡实际电路介绍	604
第十一章	电视接收机电源	610
第一节	概述	610
第二节	稳压电路	616
第三节	实际的电视机电源分析	626
第四节	中高压整流电路	638
第五节	倍压整流原理	639
第六节	瞬间显象回路	641
第十二章	电视接收天线和馈线	644
第一节	概述	644
第二节	电视广播场强和天线选择	656
第三节	室外天线	661
第四节	室内天线	672
第五节	匹配和匹配线段	676
第六节	天线阵的匹配	685
第七节	公用电视接收天线	691
结束语		696
附录一: 我国黑白电视暂行标准(部分)		704
附录二: 西德、日本、美国电视频道划分		706
附录三: 增益表		708
附录四: 星火 JDS3 型电视机线路图		

第一章 电视基础知识

在我国民间,多少年来流传着“千里眼与顺风耳”的故事,人们热切地谈论着天外的神话。然而,时代的限制,这一切只能保留在幻想驰骋的梦幻世界里。而今,通过电视,千里景色尽收眼底,理想变成了现实。

电视以令人如临其境的特点受到千家万户的欢迎,它虽然诞生的时间不长,发展却很快。在我国,它已成为宣传党的路线、政策,巩固无产阶级专政,焕发人民革命斗志的有力武器,同时它也构成丰富人们精神生活的一个重要方面。

那么,电视是怎样传送和重现图象的呢?要回答这个问题,得先谈谈有关电视发送和接收的全过程。

第一节 电视怎样传输、重现图象

一、从语言广播谈起

为了完成无线电语言广播,大家知道,需要发射机和发送天线,接收机和接收天线。如图 1-1 所示,在发送端,声音通过微音器(话筒)变成音频信号,经过放大,然后把它调制到高频载波上(无线电高频信号),并通过发送天线播送出去;在接收端,接收天线将高频信号接收进来,经过检波(解调)取出音频信号,最后通过扬声器还原为声音。从物理意义上说,语言广播全过程可归纳为声—电—声的转换和传送的过程。声—→电,在发送端完成,电—→声,由接收端完成。

电视广播与语言广播相比,传送和重现信息的方法颇为

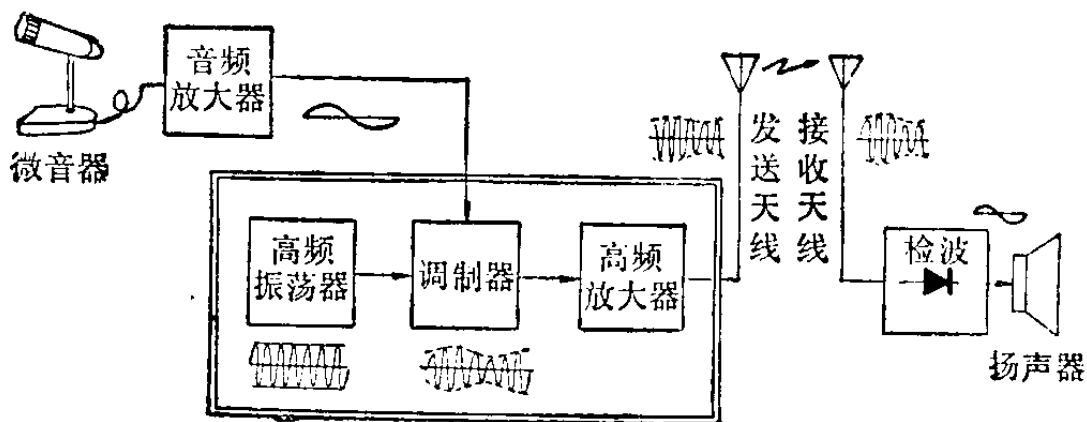


图 1-1 语言广播示意图

相似,都包含有调制与解调的过程。只是传送的信息不同,前者主要是图象,还包括与图象有关的伴音,而后者只是声音,因此给电视发送和接收带来了一些特殊的要求,如图 1-2 所示。

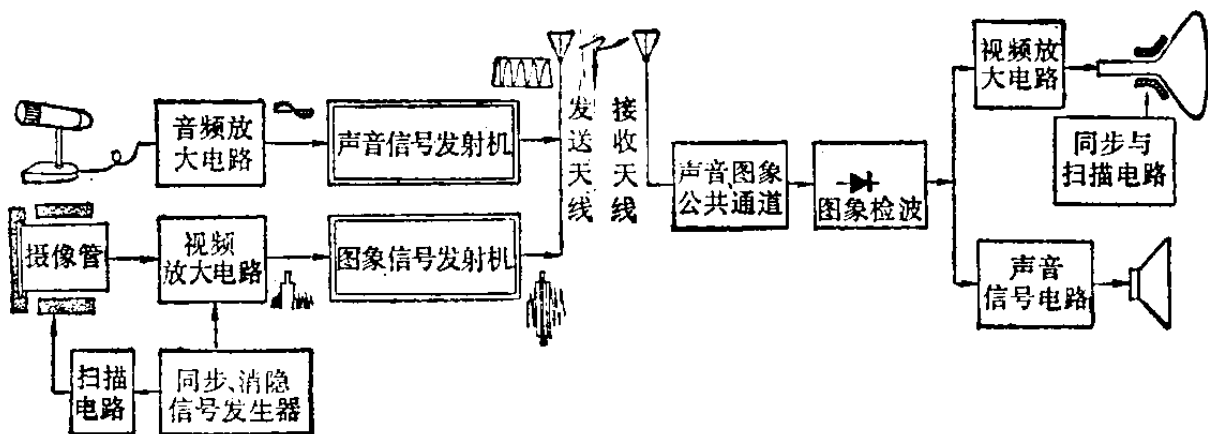


图 1-2 电视发送和接收示意图

图象的发送,是靠摄象管将光的图象,转换为电信号(视频信号),经过放大,耦合到图象信号发射机。图象信号及伴音信号在发射机中分别调制到各自的载波上,然后成为图象高频信号和伴音高频信号,用同一发射天线发送出去。在接收端,接收天线将收到图象和声音高频信号,在接收机中对信号加以处理(放大及检波)取出反映图象内容的视频信号,并经视频放大送到显象管重现图象,伴音信号则另有伴音电路

取出音频信号,在扬声器中还原出声音。

因此,电视发送和接收过程从图象角度看,其物理意义可归纳为光—电—光的变换和重现过程。其中光转变为电在发送端完成,电转变为光在接收端完成。在这里摄像管相当于麦克风,显象管相当于扬声器。

二、电视广播与语言广播的比较

电视广播与语言广播过程虽然相似,但与语言广播相比有下述几点不同:

1. 通频带不同: 声音信号的频率范围约从十几 Hz (赫) 到 10kHz (千赫), 频带宽度只有 10kHz 左右, 而图象信号频率范围从零到 6MHz (兆赫)。通常我们把零到 6MHz 范围称为视频范围, 显然图象信号频率范围远远大于音频信号频率范围。

2. 载波频率不同: 在普通无线电语言广播中, 每个广播电台只需要占用 10kHz 频段, 载波频率常用中波段和短波段 (见表 1-1)。以中波段为例, 从 535~1605kHz 整个中波段仅 1MHz 左右, 就可容纳上百个电台。

但是电视广播用中波段不行, 因为图象信号频率范围达 6MHz, 同时为了避免电视信号失真, 载波频率须比图象信号频率高 7~10 倍左右, 因此电视载频需高达几十兆赫, 这样高的载波频率只有应用超短波段 (30 MHz 到 300 MHz) 才能满足要求, 这就是电视广播必须用超短波传送的主要原因。此外, 电视不但传送图象信号, 还要传送与图象有关的伴音信号, 需要有两个载波分别作为它们的运载工具。

3. 电视直观性强: 电视广播传送图象, 其直观性比语言广播强。语言广播在传送声音信号过程中, 只要频率不失真, 相位稍有变化, 耳朵不易察觉出来; 而电视广播在传送图象信

表 1-1 波段划分

波 段		波长(米)	频率(赫)	主 要 用 途
长 波		30000~3000	10~100 kHz	电报、通信
中 波		3000~200	100~1500 kHz	广播
中短波		200~50	1500~6000 kHz	电报、通信、广播
短 波		50~10	6~30 MHz	电报、通信、广播
超短波		10~1	30~300 MHz	广播、电视、导航
微 波	分米波	1~0.1	300~3000 MHz	电视、雷达、导航
	厘米波	0.1~0.01	3~30 kMHz	接力通信等
	毫米波	0.01~0.001	30~300 kMHz	雷达、导航、其它

号时，重现的画面，相位的变化显得了一清二楚，一目了然。具体地说，发送和接收图象信号在时间上先后要一一对应，在相对位置上也须一一对应，只有这样，接收机荧光屏上重现的图象才能与发送的图象一致。这就是说，图象信号的传送不仅与时间(频率)有关，而且与空间(相位)有关。因此，电视台在传送图象信号的同时须送出同步信号等辅助的信号，以保证发送与接收信号时频率和相位的一致。

频 道 划 分

在我国，电视广播目前使用的频率范围是从 48.5MHz 到 223MHz 的超短波段，把这段频率范围划分为 12 个频道，每个电台用一个频道。

1. 伴音载频比图象载频高 6.5 MHz。

由表 1-2 可见，每个频道所用频率范围均为 8 MHz，图象信号和伴音信号有各自的载频，考虑到图象信号带宽 6MHz，我国规定图象载频与伴音载频相差 6.5 MHz，图象载频和伴音载频随不同电视频道而各不相同，但有一个共同点，即伴音载频比图象载频高 6.5 MHz。

例如，上海电视台现用第 5 频道广播上海电视节目，频率范围为

表 1-2 我国现行频道划分表(甚高频 VHF 段、1~12 频道)

电视 频道	频率范围 (MHz)	图象载频 (MHz)	伴音载频 (MHz)	本机振荡 频率 (MHz)	频道 中心频率 (MHz)	频 道 中心波长 (m)
1	48.5~56.5	49.75	56.25	84	52.5	5.72
2	56.5~64.5	57.75	64.25	92	60.5	4.96
3	64.5~72.5	65.75	72.25	100	68.5	4.38
4	76~84	77.25	83.75	111.5	80	3.75
5	84~92	85.25	91.75	119.5	88	3.41
6	167~175	168.25	174.75	202.5	171	1.76
7	175~183	176.25	182.75	210.5	179	1.68
8	183~191	184.25	190.75	218.5	187	1.60
9	191~199	192.25	198.75	226.5	195	1.54
10	199~207	200.25	206.75	234.5	203	1.48
11	207~215	208.25	214.75	242.5	211	1.42
12	215~223	216.25	222.75	250.5	219	1.37

注：表中的本机振荡频率按老中频计算，若按新中频计须加 2.75 MHz。

84~92 MHz，伴音载频为 91.75 MHz，比图象载频 85.25 MHz 高 6.5 MHz。

2. 频道中心频率与中心波长。

如果每一频道所占用频率范围从 f_1 至 f_2 ，其居中间的频率称为频道中心频率，即 f_1 与 f_2 之和的二分之一。

例如，第 5 频道中心频率为 $\frac{84\text{MHz} + 92\text{MHz}}{2} = 88\text{MHz}$ ，对应于

频道中心频率的超短波波长称为中心波长，知道中心频率可以按下式推算出中心波长。

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

其中： c 为超短波在空气中传播速度 3×10^8 m/秒，

表 1-3 我国特高频 (UHF) 段电视频道划分表 (13~68 频道)

电视频道	频率范围 (MHz)	电视频道	频率范围 (MHz)	电视频道	频率范围 (MHz)
13	470~478	32	662~670	51	814~822
14	478~486	33	670~678	52	822~830
15	486~494	34	678~686	53	830~838
16	494~502	35	686~694	54	838~846
17	502~510	36	694~702	55	846~854
18	510~518	37	702~710	56	854~862
19	518~526	38	710~718	57	862~870
20	526~534	39	718~726	58	870~878
21	534~542	40	726~734	59	878~886
22	542~550	41	734~742	60	886~894
23	550~558	42	742~750	61	894~902
24	558~566	43	750~758	62	902~910
25	606~614	44	758~766	63	910~918
26	614~622	45	766~774	64	918~926
27	622~630	46	774~782	65	926~934
28	630~638	47	782~790	66	934~942
29	638~646	48	790~798	67	942~950
30	646~654	49	798~806	68	950~958
31	654~662	50	806~814		

f 为频率 (Hz),

λ 为波长 (m)。

中心频率和中心波长的概念在调试高频头及估计室外天线长度时是很有用的。

3. VHF 段和 UHF 段。

我国 1 至 12 频道使用频率从 48.5MHz 到 223MHz, 其波长约从 6~1.3m 左右, 属于超短波的米波段, 有时也称甚高频 (VHF) 段, 随着我国电视发展, 将来也可能使用频率更高 (300~300 MHz) 的波段, 其波长小于 1 m, 所以称为分米段或特高频 (UHF) 段。

我国电视频道在特高频 (UHF) 段的 13~68 频道划分表, 可见表 1-3。

第二节 电视发送——图象分解

上面谈到, 电视图象传送采用了光电转换原理。提起光电转换, 令人联想到光电管。但是用一只光电管传送, 在图象还原时, 只能得到一幅反映图象平均亮度的均匀光, 而不是图象。那么, 现代的电视怎样传送图象的呢?

一、从放大照片上得到的启示

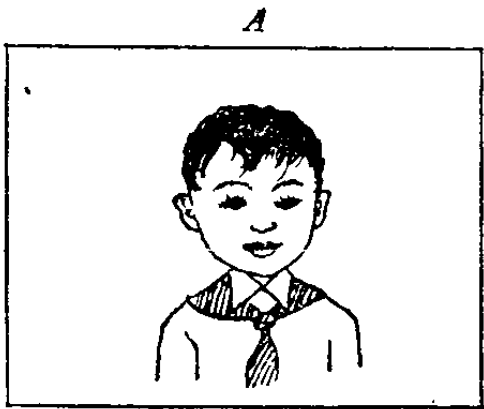
从放大的照片上可以看到, 构成画面的视觉资料, 是由许许多多明暗不同的小单元组成的。这些基本单元称为象素或象点。电视采用相似的方法, 把一幅图象分割成许许多多象点, 并把这些象点变成电信号, 分别传送出去, 在接收端将这些电信号再组合起来, 还原为光的图象。

一幅画面象素越多, 就越能呈现图象的细节, 画面就越清晰。35mm 的电影胶卷, 一张画面约近百万个象点, 即使 16 mm 的电影胶卷, 一张画面也有 20 多万象点。所以看电影时, 使人觉得细腻、逼真。

在电视显象管屏面重现的图象,按我国电视标准,每幅画面采用 625 行,即在画面上下方向可出现 625 个象点;由于屏面宽高比为 4:3,所以在横方向上可出现 $\frac{4}{3} \times 625$ 个象点,于是整幅画面在理想情况下的象点数为

$$(\frac{4}{3} \times 625) \times 625 = 52 \text{ 万}$$

显然电视图象质量相当不错的(如图 1-3).



宽高比 $A:B = 4:3$

图 1-3

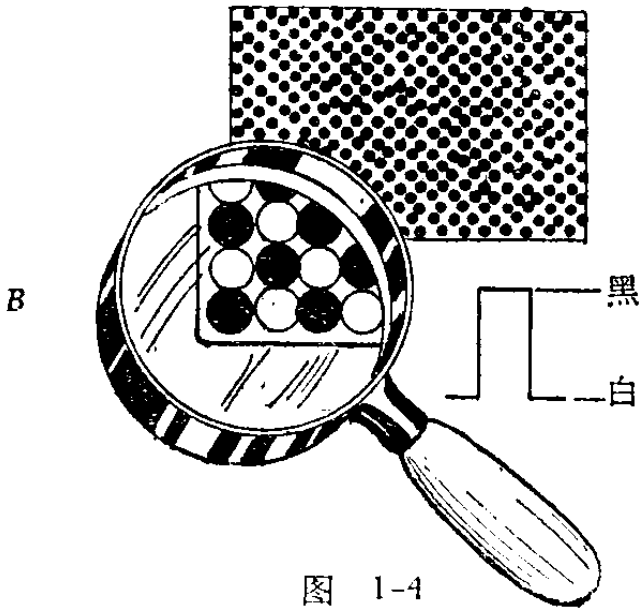


图 1-4

如果用一个脉冲来表示黑白两点,并要求相邻象点为黑白交替的画面,那么 52 万个象点就需要 26 万个脉冲,如图 1-4 所示. 由于我们要收看的是人物、景物、房屋、树木等等,表现在画面上,有的部分黑的集中,有的地方白的集中. 因此,所要求的脉冲数目少于 26 万. 例如,大面积黑白的部分,出现的脉冲很少(它反映了图象信号的低频部分);图象细节的部分出现的脉冲集中(它反映了图象的高频部分). 如图 1-5 所示,我们取出一行 $A \sim A'$ 的情况来看,大面积黑白部分,脉冲宽度宽频率低,属于细节的部分,脉冲宽度窄而频率高,因而每幅画面所需要的脉冲数目为

$$k \times 26 \text{ 万脉冲}$$

k 为经验系数,约 0.9 左右.

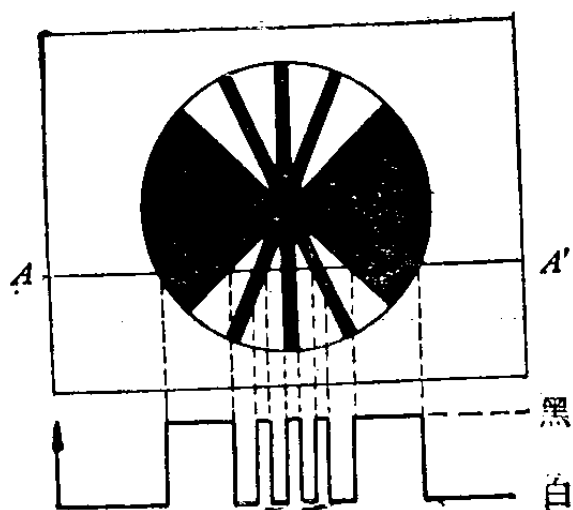


图 1-5

二、顺序传送图象信号

把图象分解为象点,并顺序地一一传送的方法,称为顺序传送,也就是“扫描”。

(一) 扫描

“扫描”这个词初看起来有点神秘,其实在日常生活中屡见不鲜。例如写字,手就在作扫描运动,为了写完一页书,总是按一定顺序,从左到右,写完一行紧接写第二行、第三行…逐字逐行,直至写完一页。又如牛头刨床在刨平面时,进刀退刀,工作台往返运动,也是扫描运动的例子。只是人们没用“扫描”这个词罢了。

在电视技术中,扫描的概念很重要。在电视技术中的扫描,是按一定规律作周期性的运动,下面以图 1-6 为例来形象地加以说明。

在图 1-6 中,假定在发送端欲传送灰底黑体的“上”字,希望在接收端的荧光屏上得到复制的“上”字。这时我们就可以用两支连动的彩笔进行扫描。扫描的顺序很象誊写笔记那

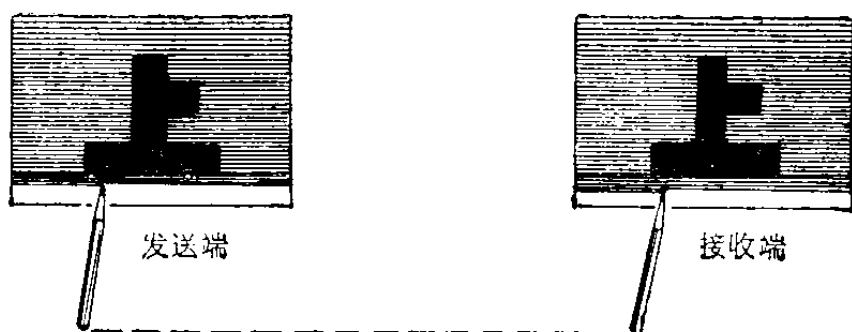


图 1-6

样,其规律为,自左上角开始,从左到右,然后从右回到左边,再扫第二行,第三行…直至扫完最后一行,接着又从左上角开始再扫第二幅画面。通过这样的顺序,把一帧画面上的所有象点全部扫描描绘一遍。当然,在电视系统中不是彩笔而是电子束。

电子束在水平方向作扫描运动称为行扫描。电子束自左往右扫描称为行扫描的正程(正扫),自右回到左扫描为行扫描的逆程(回扫)。在行扫正程的过程中,摄象管电子束把图象资料传送出去,行扫逆程对于传送图象没有什么意义,只是为扫第二行作准备,因此,扫描正程时间长,扫描逆程时间短,

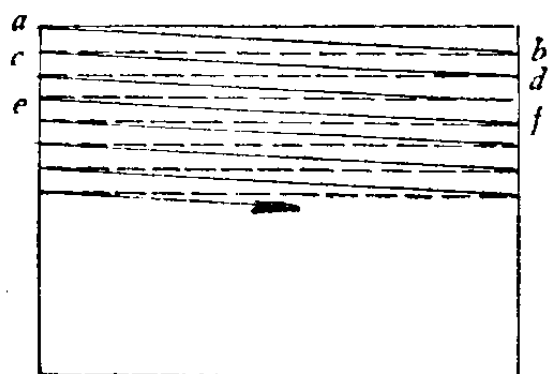


图 1-7 逐行扫描

也就是说,电子束回扫时,是迅速地从右返回左的。

为了使电子束能扫过整个屏面,电子束一行一行地扫描下来,称为逐行扫描(见图 1-7)。由于技术上的原因这种扫描方法已不采用,而采用另一种

顺序传送方法——隔行扫描(见“隔行扫描”一节)。

(二) 视觉暂留

扫描从左到右时,象点的图象信号,其传送在时间上也是