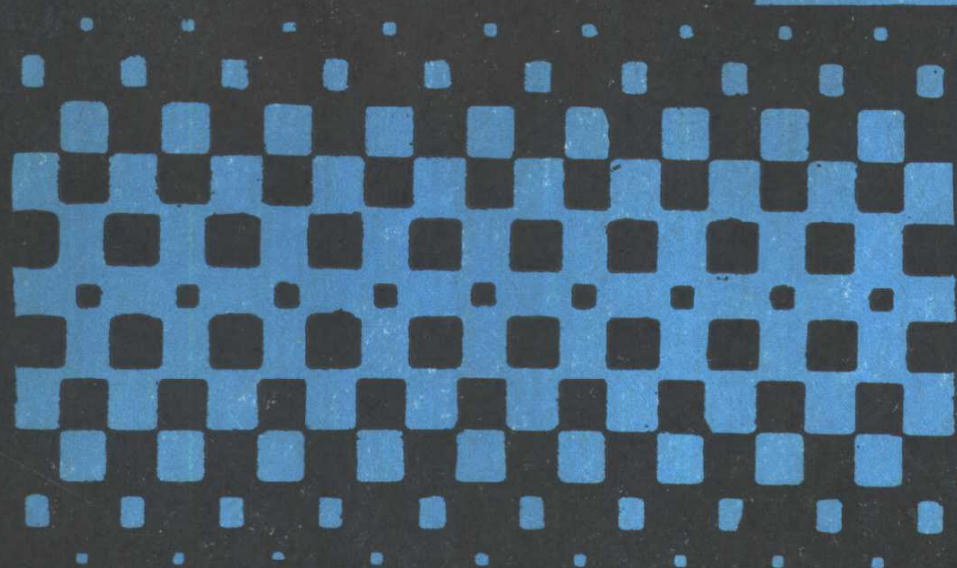
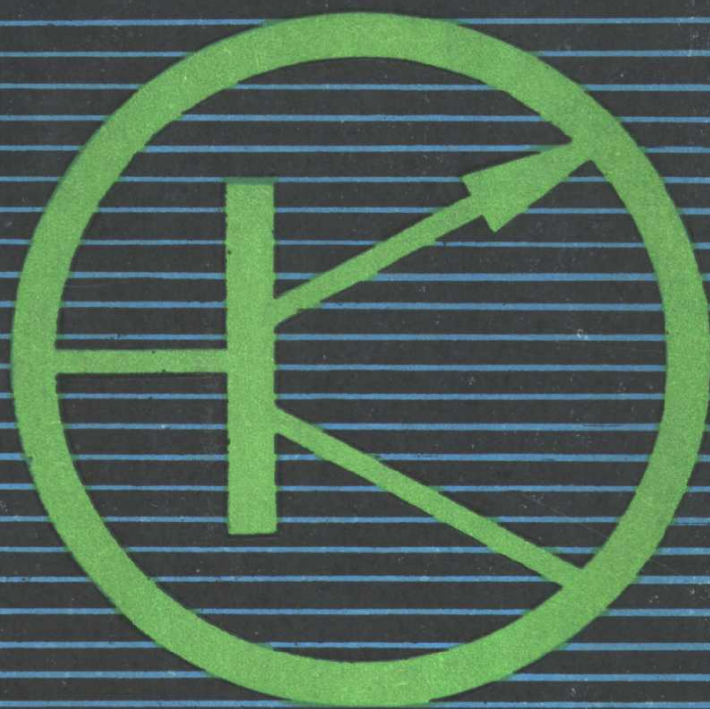


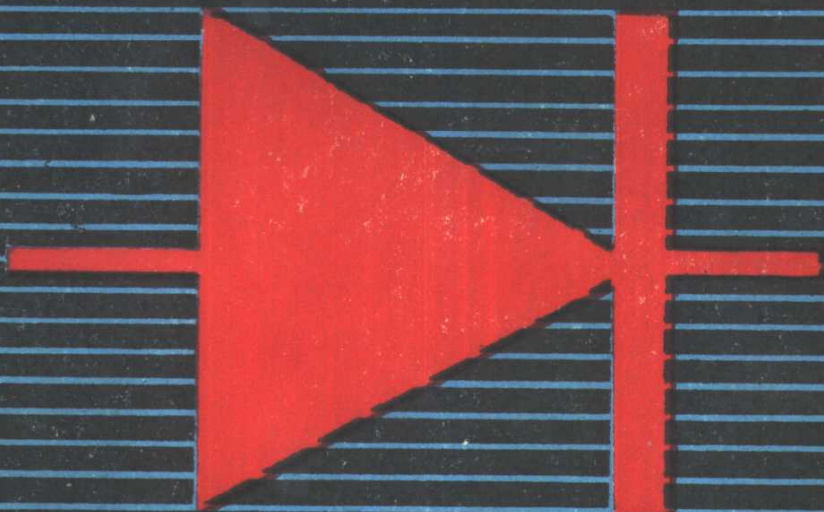
朱鸿鹄
杨宗秩
编

翁默颖
罗宁
著



黑白电视机

—— 原理 · 调试 · 设计



黑白电视机

——原理·调试·设计

朱鸿鹄
翁默颖
杨宗秩
罗 宁

编著

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书较全面地论述了黑白电视机的原理、调试与设计。原理部分深入浅出,条理清晰,适用于教学;电路分析方面,强调以实践中提出的问题作为出发点,着重于分析问题,解决问题。全书共分十三章,内容包括:场扫描(OTL)电路设计方法和计算机辅助分析;中频放大电路中叙述了中频放大器特性和群延迟之间关系;开关式稳压电源的分析和设计方法;中大规模集成电路电视接收机的原理与设计方法以及电视接收机调试和目视鉴别法等。

本书可作为高等院校、中专等学校有关专业的教学用书,又可作为从事电视接收机设计工作的工程技术人员的参考书。

黑白电视机——原理、调试、设计

朱鸿鹄 翁墨颖 杨宗秩 罗 宁 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 29 插页 2 字数 694,000

1988 年 9 月第 1 版 1988 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—17,200

ISBN7-5323-0637-2/TN·18

定价: 7.15 元

前 言

七十年代初,国内生产出第一批晶体管电视接收机后的十多年时间内,国内电视机的主产有了很大的发展,这为改善和提高我国城乡人民文化生活、精神面貌作出了积极的贡献。

近年来,随着电视机理论和实践的不断深化以及大量使用模拟集成电路块以及元器件品质的提高,电视接收机电路,在性能和结构方面有了显著的发展和进步。为了介绍这方面的知识,我们编著了这本《黑白电视机原理、设计和调试》。

本书较全面地论述了节能效益显著的开关式稳压电源分析和设计;稳压电源计算机辅助分析;中大规模集成电路电视接收机的原理和分析;场扫描电路分析和计算机辅助分析及中放通道群延时特性分析等。此外还介绍了读者十分感兴趣的电视接收机的调试和目视鉴别法,这部分内容取材于凯歌 4D8 和飞跃 12D1 两种名牌产品的调试工艺,并由这两种机型的设计工程师杨宗秩同志和罗宁同志亲自执笔,详细论述。

本书原理部分,深入浅出,条理清晰,适用于教学;电路分析方面,强调以实践中提出的问题作为出发点,着重于分析问题,解决问题。本书成稿较早,由于种种原因,未能交付出版部门,从原理、电路分析、测试方法和设计数据来看,仍具有价值,因此本书既可作为高等院校有关专业教学用书,又可作为从事电视接收机设计工作的工程技术人员的参考书。

本书在编写过程中,潘音同志为本书绘制了全部插图,罗宁同志编写了中放通道的部分内容。

编 者

目 录

前 言

第一章 全电视信号及接收机的组成	1
第一节 电视的概念	1
第二节 逐行扫描	4
第三节 电视信号的组成	6
第四节 隔行扫描	10
第五节 全电视信号	15
第六节 电视信号的残留边带传送和伴音信号的发送	16
第七节 电视接收机的组成及其频率特性	22
第二章 电视显象管及其电路, 显象管磁偏转线圈	27
第一节 显象管的构造和工作原理	27
第二节 显象管特性参数	30
第三节 显象管附属电路	33
第四节 偏转线圈	40
第三章 同步分离电路	54
第一节 概述	54
第二节 幅度分离电路	55
第三节 抗干扰电路	64
第四节 场同步脉冲的分离	69
第四章 场扫描电路	74
第一节 场扫描电路的任务与组成	74
第二节 场频振荡器	74
第三节 锯齿电压波的形成	79
第四节 场频振荡器和外来同步信号的同步	80
第五节 场输出电路	81
第六节 场扫描电路中的畸变和补偿	101
第七节 CAD 技术在场输出级中的应用	107
第五章 行扫描电路	111
第一节 概述	111
第二节 行输出电路的工作原理	112
第三节 行输出电路中的畸变及其校正	118
第四节 行输出变压器和高压电路	122
第五节 自举升压行输出电路	132
第六节 惠西尔电路	137

第七节	行激励电路	139
第八节	行输出电路的损耗	151
第九节	行干扰	155
第十节	行振荡电路	161
第十一节	自动频率控制电路	166
第六章	图象信号通道概述	172
第一节	图象通道的方框图和主要的性能要求	172
第二节	超外差式接收机的工作原理	175
第三节	电视接收机的图象通道	177
第四节	调谐电路	179
第七章	高频头及其输入电路	189
第一节	高频头及其输入电路的任务和组成	189
第二节	高频头的输入电路	191
第三节	高放级的输入电路	212
第四节	高频放大级	217
第五节	本机振荡电路	222
第六节	混频器	225
第七节	高频头整体电路分析	227
第八节	电调谐高频头	231
第九节	超高频电视调谐器	233
第八章	中频放大电路	243
第一节	中频放大器的性能和要求	243
第二节	中频放大器频率特性曲线和群延迟	250
第三节	图象中频放大器的输入电路和吸收电路	262
第四节	实际的中频放大电路	264
第九章	图象检波及视频放大电路	272
第一节	图象检波及视频放大电路概述	272
第二节	图象检波电路	273
第三节	预视放电路	278
第四节	视频放大电路	279
第五节	视放电路中的畸变	299
第十章	自动增益控制(AGC)电路	303
第一节	自动增益控制电路工作原理及作用	303
第二节	峰值式 AGC 电路	306
第三节	键控型自动增益控制电路	313
第四节	自动增益控制静态和动态特性的测量	317
第十一章	伴音通道及其电源	323
第一节	伴音通道概述	323
第二节	伴音中频放大器	324

第三节 比例鉴频器	326
第四节 电源电路	329
第五节 开关稳压电源	335
第十二章 电视机用的集成电路	352
第一节 差分放大器	352
第二节 模拟乘法器及其组成的功能块	359
第三节 D系列(TA系列)电视集成电路	368
第四节 μ PC系列电视集成电路	398
第十三章 黑白电视接收机调试和检查方法	421
第一节 飞跃 12D1 电视接收机的调试和检查方法	421
第二节 凯歌 4D8 型电视接收机的调试	435
附录	453
一、逆程期间几个关系式的推导	453
二、放大器增益的计算和单位	454

第一章 全电视信号及接收机的组成

第一节 电视的概念

电视是怎样利用电磁波来传送图象的呢？一幅活动的图象，不仅是各点的明暗程度不同，而且每一点的亮度也随着时间而改变，改变的规律又各不相同。显然它与用电磁波来播送语言和音乐不同，因为语言或音乐是一种音频信号，当它用微音器等机电转换装置转变成电信号后，就可以用一个连续变化的电流（或电压）来描写，每一瞬间有一相应于该瞬间信号强度的量，如图 1-1 所示，而用类似的电流（或电压）来描述一幅图象是不可能的。如果我们仔细地观察一下报纸上的铜板照片（图 1-2），我们会发现照片实际上是由许多小黑点组成的，黑点粗而大的地方，图象呈阴暗，黑点细而小的部分图象呈明亮。而当我们观察这幅照片时，如果能保持一段适当的距离，那么点与点之间的细小的差别都无法分辨了，看到的是一幅完整的图象。即使是印刷得比较精致的照片，与报上的照片也没有原则上的差别，只是每单位面积里的点数更多而已。当然每单位面积里点子越多，图象越细致，它所能反映的细节也越丰富；而单位面积里的点子越少图象越粗糙。因为我们眼睛分辨景物的细节的本领是有一定限度的，当一个人站在你面前的时候，头发、眉毛可以一根根分辨清楚，可是如果相距 10 m，你就只能看到黑的头发、眉毛，根本不可能一根根分辨，如果距离达到几百米，那么可能连眼睛鼻子也分不清楚了。两根相距一定距离的平行黑线，它们对我们的眼睛构成一定的视角（图 1-3）。如果我们增大观察的距离时， θ 角随之而减小，当 θ 减小到大致 $1' \sim 1.5'$ 左右时，我们就不能再把这两根线分辨出来， θ 角的这个极限值可以用来描写眼睛的分辨本领。由此可见，一幅铜板照片只要与我们的眼睛保持一段适当的距离，当图上相邻两点对我们眼睛所张的视角小到一定程度时（ $\theta \approx 1' \sim 1.5'$ ），我们就看不出它是由许多小点构成的，点子越密看起来越逼真也是这个道理。



图 1-1 音频信号随时间的变化

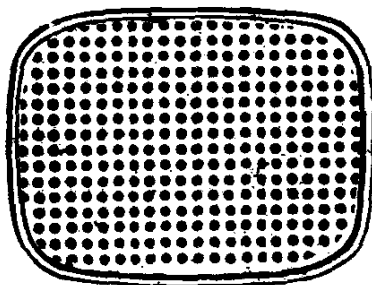


图 1-2 铜板照片



图 1-3 平行线对眼睛构成的视角

由此得到启发，我们可以把要播送的图象，划分成许许多多小的部分，每一部分叫做一个像素。当图象变化时，每个像素的明暗程度也按一定规律而变化，就每一个像素而言，它的变化规律也就可以用类似于图 1-1 的方法来描述，当然各个像素的明暗变化都不相同。于是我们可以设想，是否可以把要播送的图象，投影到一组光电器件上，例如一组光电管上，每个光电管相当于一个像素，根据每个光电管接收到光的强弱变化，转变成强弱变化的光电

流,然后把这组光电流通过适当的通道传播出去。在接收的地方是一组相应的电光器件,根据传送的电流变化再转换成光的变化。只要这两组器件排列得一样,于是就可以重现播送的图象。但是这种想像却是难以实现的,因为一幅图象如果要传送的话,它需要划分的象素是很多的,从图 1-2 可知,即使是这样的一幅照片,需要的象素就很多,每个象素要用一个通道来传送,这实际上是不可能的。

夜晚如果我们迅速地转动一根点燃的香枝,我们看到的是一根连续的圆弧,而并不感到它是一个移动的光点这是由于我们的视觉惰性引起的,所谓视觉惰性就是指我们眼睛在观察物象的时候尽管外界的图象已经消失了,但我们主观的视觉却还会保留一段短暂的时间(大约 0.1s 左右)。这就是说,从图象上各个象素取得的信息并不一定要同时传送出去,而是可以按照一定顺序逐个进行传送,这样我们只要用一条通道来传送这些信息就可以了。因而就大大地简化了传送的要求,使图象的传送变成可能了。何况我们的眼睛有视觉惰性,发光的器件也存着一定的惰性,当流过器件的电流截断之后,它所发的光也要经过一段短暂的时间才消失。例如我们观察示波器上呈现的曲线时就是这样的,电子流打到荧光屏上出现光点,当电子束沿着荧光屏移动时,我们并不感觉到它是一个光点,而形成了一条线,这是由于屏上发光材料的惰性而产生的。因此一幅图象,并不需要同时传送,而可以采取逐点传送的办法。这样是否会形成一幅幅互不连续的画面呢?也不会发生这样的情况,当我们在观看电影时看到的象,实际是一幅幅固定不动的画面,每一幅画面与它前面的那一幅画面内容相差很少,只是相对位置略有一些变动,它每秒钟放映 24 幅画面(一幅画面我们称为一帧),由于我们眼睛的视觉惰性,所以看起来就产生了活动的感觉。在电视中,如果每秒能传送 24 帧画面以上,那么看电视就可以象看电影一样,图象是连续而活动的。顺便指出,放映电影时,虽然每秒放映 24 帧,但每帧实际上是放了两次,就是一秒内放映 48 个画面,而内容不同的只有 24 幅。因为从实践中发现,如果每秒放映的幅数小于 48,我们看起来就有闪烁跳动的感觉,当然它还与放映的亮度有关。根据我国的电视标准,每秒传送 25 帧不同的内容,但要分成 50 个画面(每个画面叫做一场)。这里所以取 50 幅而不用 48 幅是考虑到交流电源的频率是 50 Hz,采用 50 幅可以减小电源干扰的缘故。

还须指出,当我们观察一幅照片的时候,如果主观上感到它与实际的景物相仿,那么重要的倒不是照片的亮度与实际景物的绝对亮度相同,而是要求它各部分相对的亮度与原来景物相同。图象上的最大亮度和最小亮度的比叫做“对比度”。一般来说,对比度大些,图象上可能得到的黑白层次也多些。图象上眼睛能够区分的亮度的级别叫做“灰度”,如果一幅画面灰度可以分成的级数越多,那么对人来说感到的层次就越丰富。对比度很大但灰度不多时,图象也不会使人感到满意。例如一幅木刻版画,由于它所反映的灰度级别少,就没有照片看起来有真实感。

现在我们就可以考虑怎样用电视来传送图象的问题了。首先把要传送的图象分成若干帧,为了不产生闪烁,先假定每秒传送 50 帧,或 $\frac{1}{50}$ s 传送一帧,每一帧图象划分成许多小的象素,它是构成一幅图象的一个基本单位。图象分割得越细,象素就越多,传送的图象也越清晰。在现代电视机荧光屏上的象素至少有几十万个,这些象素的亮度随着图象内容的变化而变化。如果按照各个象素亮度的变化,通过光电转换器件把它们转换成电信号,然后把一帧图象上各个象素所发出的电信号按一定顺序用一个通道象广播声音一样传送出去,

在接收端按同样的顺序,把收到的电信号顺序转变为光,就可以重现出传送来的每一帧图象。这种顺序传送信号的方式在电视技术术语中,就叫做扫描。

把图象转换成电信号是由摄像管来完成的,摄像机的镜头对准所要拍摄的图象,使这幅图象成象在摄像管的光电靶上。图 1-4 就是一种叫做光电导管的摄像管。摄像管主要由电子枪和光电靶两部分组成。电子枪是由灯丝①、阴极③、控制栅极④、阳极⑤和聚焦极⑥、⑦等构成。通电以后阴极被灯丝烧热就有电子发射出来,电子被阳极所加速,利用阳极、聚焦极和网栅⑧所形成的电场可以使阴极发射出来的电子,形成电子束,落到光电靶上。在摄像管外面套的聚焦线圈可以使电子束进一步汇聚成一点。光电靶则是由透明导电层⑩和光电导材料层⑫组成。光电导层是蒸镀在透明导电层上的一层半导体材料,如三硫化二锑 Sb_2S_3 , 氧化铅 PbO 和硒化镉 CdSe 等。它们的电导(电阻的倒数叫电导)会由于光的作用而增大,也就是说,光电导层上各点的电阻根据它被照亮的程度不同,呈现不同的阻值,亮的地方电阻小,暗的地方电阻比较大。除此之外,在摄像管的外面还套有一组偏转线圈,这个偏转线圈里通以锯齿波的电流,使电子束不是停留在光电靶的某一点上而是作高速度的扫描运动,它可以自左而右,同时自上而下,一行一行地扫描过去,它的扫描轨迹,形成一条条平行的斜线,如图 1-5 所示。当然电子束在每一行扫完以后迅速地折回左端,开始另一行的扫描;同理在电子束扫完最后一行以后要能迅速折回顶部,重新开始另一场的扫描。

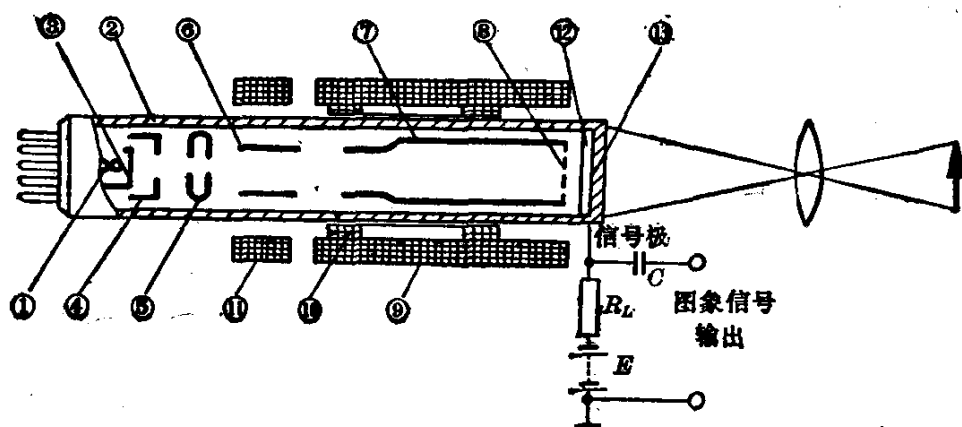


图 1-4 光电导管及其工作原理图

当电子束扫到靶面上某一点时,在管外的负载电阻 R_L 上就有一个跟这点电阻成一定比例的电流流过。如果这点的亮度大,电阻比较小,则 R_L 中就有较大的电流流过;如果这点比较暗,电阻比较大,则 R_L 中流过的电流就比较小。因为光电靶上是一个由摄像机所要摄取的画面所形成的象,所以它的各点亮度是由画面各点明暗情况决定的。这样电子束一行一行地从光电靶上扫描时, R_L 上便有大小不同的电流通过,它反映了靶上各个象素的明暗程度,也就是把图象转变成了强弱不同的电信号,其作用与微音器把声音转变成电信号类似。如果电子束在靶面上扫描 50 次/s,在 1s 内就可以轮流送出 50 帧图象。

为了重现图象可以利用显象管(显象管的工作原理将在第二章讨论),它主要由电子枪和荧光屏构成。另外,在显象管的管颈上还套有一组偏转线圈(图 1-6)。电子枪的主要任务是形成一束聚焦良好的电子束,打到荧光屏上,使荧光屏受到电子的轰击而发光。电子束的强弱可以利用加在显象管阴极与控制栅极之间的电压来控制,如果栅极相对于阴极的电位越低,通过栅极的电子流越小,屏上的光就越暗当栅极电位低于某一数值时,电子流等于零,屏上就没有光。如果栅极的电位比较高,流过栅极的电子流就比较强,荧光屏受电子束

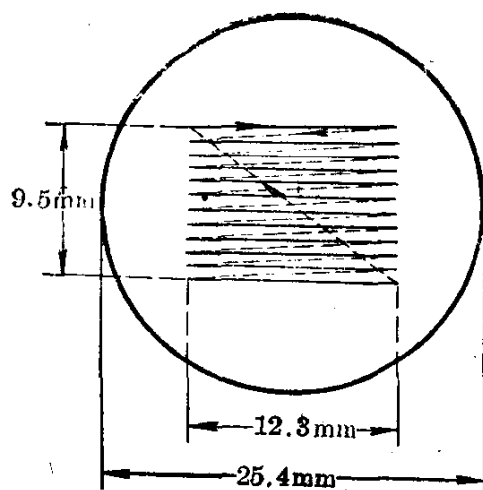


图1-5 电子束在光电靶上的扫描示意图

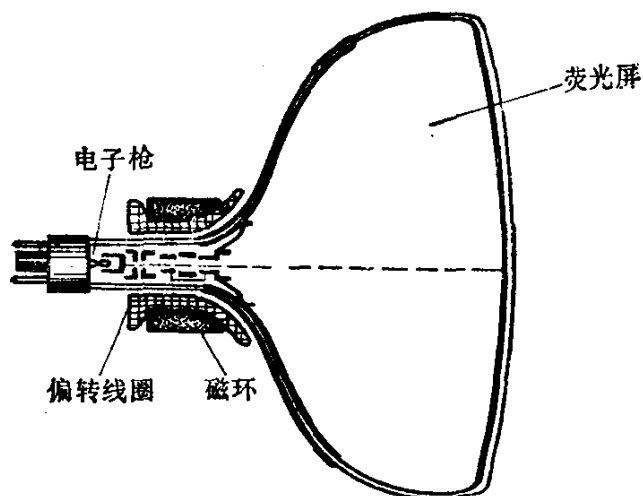


图1-6 显象管示意图

轰击时发的光就比较亮。套在显象管颈上的偏转线圈则是使电子束在荧光屏上按摄像管中电子束扫描时同样的规律,进行逐行的扫描。如果用摄像管所产生的电信号(当然还要经过放大及附加一些另外的控制信号)加到显象管的栅极与阴极之间,那么就能在荧光屏上重现出所摄取的图象来。

根据上面的讨论可见,在摄像管里扫描的作用是进行图象的分解,它把活动的景象分解成一帧帧图象,再把每一帧图象分解成一个个像素,然后按照扫描的顺序,把一个个像素转换成电信号。在每一瞬间,只传送一个像素的信号,其余像素的信号是不播送的。而显象管扫描的作用则是进行图象的合成,它把收到的电信号逐行转换成亮度信号,荧光屏上的像素按电信号的强弱和原来的顺序发光,利用荧光屏的余辉形成一帧帧图象,然后再由一帧帧图象合成活动的图象。需要注意的是:在传送图象时,因为图象上的每一个像素都有它自己的特定的位置,因此传送时必须一一对应,发收两端保持同步。如果接收端与发送端不同步,就不能重现图象。

第二节 逐行扫描

35mm 电影片中画面的尺寸是 20.9:15.2, 所以放映的图象是宽与高之比约为 4:3 的长方形画面,在电影院里好的座位是银幕中心线两侧,距离银幕约为幕的宽度的 2~3.5 倍处,也就是对银幕的水平视角在 $16^\circ \sim 28^\circ$ 或垂直视角 $13^\circ \sim 22^\circ$ 的范围内观看效果最好。所以电视机中荧光屏尺寸一般也采用宽高比为 4:3 的尺寸(不过由于从象管结构的考虑也有用 5:4 的),垂直视角取 15° 左右观看较好(下面就要谈到,屏上显示图象约 600 线,如果视角取 15° ,则每两根线对眼睛所张的角是 $\frac{15^\circ \times 60}{600} \simeq 1.5'$,等于我们眼睛的分辨本领)。由

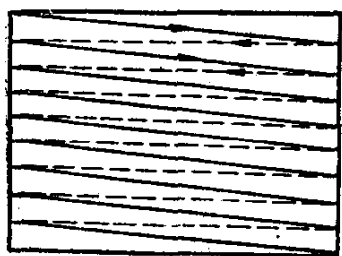


图1-7 荧光屏上逐行扫描形成的光栅

于画面是长方形的,所以采用直线扫描比较方便。所谓直线扫描就是前面讲过的让电子束沿着略为倾斜的水平线从左到右,并逐渐自上而下以匀速扫过光电靶或荧光屏。当电子束以这种方式在显象管上扫描时,从荧光屏上可以看到一幅由扫描线构成的长方形的画面,称为光栅,它就是由若干水平斜线构成的(图 1-7)。

电子束的扫描实际上是由电子束沿水平方向的直线运动和沿竖直方向的直线运动合成的结果。在电视技术中把电子束沿水平方向

的扫描运动叫做“水平扫描”或“行扫描”；把竖直方向的扫描叫做“垂直扫描”或“场扫描”。

水平扫描实际上可以分成两部分：一部分是自左向右的运动，这时电子束沿着屏幕匀速运动，这段扫描叫做“正程”，需要的时间是 T_{Hs} ，正程结束时，电子束已经运动到屏幕的右边，然后电子束迅速地从右边折回左边，这段扫描叫做逆程，需要的时间是 T_{Hr} 。水平扫描一次所需要的时间叫做行周期 T_H ， $T_H = T_{Hs} + T_{Hr}$ 。根据我国的电视标准，行周期 $T_H = 64 \mu s$ ，其中正程时间 T_{Hs} 约占 $52.2 \mu s$ ，逆程时间 T_{Hr} 约占 $11.8 \mu s$ 。行周期 T_H 也常用 H 来表示。水平扫描的重复频率 f_H 是：

$$f_H = \frac{1}{T_H} = \frac{1}{64 \times 10^{-6}} = 15625 \text{ Hz}$$

如果电子束只有水平扫描而没有垂直扫描，那么在荧光屏上看到的是一根水平亮线。

为了实现水平扫描，要在显象管颈上的水平偏转线圈中通以周期为 T_H 的锯齿波电流(图1-8)，其中 T_{Hs} 是正程时间，要求电流随时间线性增加(所谓线性就是电流跟时间的关系是一根直线，实际上由于考虑到屏幕的曲率，必须对它作某些校正，参看第四章S校正)， T_{Hr} 是逆程时间。关于如何用锯齿波电流使电子束偏转的问题将在第二章中讨论。

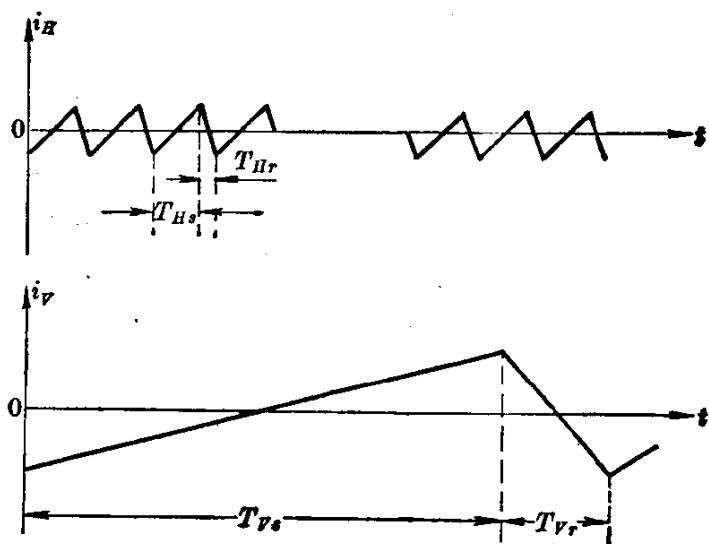


图1-8 行、场锯齿形电流示意图

垂直扫描也可以分成正程和逆程两部分，它是用一个频率比行频低得多的锯齿波电流通过场偏转线圈来实现的。在场扫描的正程 T_{Vs} 期间，流过场偏转线圈的锯齿形电流线性增大，电子束沿着屏幕自上而下匀速运动，正程结束时，电子束已到达屏幕的下端，接着是逆程，时间是 T_{Vr} ，锯齿电流迅速减小，电子束从下端迅速折回上端，场扫描周期 $T_V = T_{Vs} + T_{Vr}$ ，场频 $f_V = \frac{1}{T_V}$ 。如果只有垂直扫描而没有水平扫描，那么荧光屏上看到的是一根竖直亮线。关于场频的选择在下面讨论。

如果把行偏转电流 i_H 和场偏转电流 i_V 同时分别通入行和场偏转线圈(图1-8)，那么电子束一方面沿着水平扫描，一方面沿着竖直方向扫描，就在屏上扫出一幅光栅来。由于行扫描时间比场扫描时间短得多，因此当电子束沿竖直方向扫完一场时，它在水平方向已经扫过几百行。由于这个原因，在图1-7中行的正程扫描线向下倾斜的程度很小实际看不出什么倾斜，可以看作是一些水平直线。

假如电子束在荧光屏上的扫描是一行接着一行，这种扫描的方式就叫做逐行扫描，图1-7就是逐行扫描的光栅，图中实线表示正扫，虚线表示回扫，图中没有画出场的回扫线，场的回扫线应如图1-9所示，因为在场逆程时间 T_{Vr} 中包括了好几行，所以它是从屏幕的下方经过若干行后回到屏幕的左上角的。采用逐行扫描时，场回扫线回到左上角时完成了一帧图象的扫描。如果场扫描周期 $T_V = 1/50 s$ ，即要求电子束自左上角开始扫描回到左上角的时间等于 T_V ，至于电子束从底部什么地方开始回扫是无关紧要的，也就是 T_{Vr} 是否为扫整数行是不重要的。

042789

电视图象信号实际上只在扫描的正程中传送,在逆程是不传送的。因为在正程扫描时,扫描线本身具有一定的宽度,它已经覆盖了整个画面,不必利用回扫线来传送图象信号,所以在电子束回扫期间不论是行的逆程还是场的逆程都要设法把回扫线消去。既然回扫线对传送图象是没有用的,所以逆程时间也要尽可能短些,但是由于电路的限制,这段时间实际上也不可能做得太短。

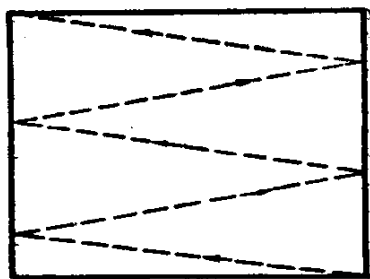


图 1-9 逐行扫描的场回扫线示意图

根据我国的电视标准扫描行数为 625 行,其中 575 行播送图象信号,50 行是换场准备及回扫,不播送图象。根据上面的讨论

可以归结如图 1-10。在图中左上角是画面,相当于显象管的屏面,右面阴影部分表示电子束的水平回扫。从时间上来说,每行播送图象的时间规定为 $T_{Hs}=52.2\mu s$, 经过这段时间以后电子束已经从屏的左端扫到右端,接着是水平消隐时间 $T_{Hr}=11.8\mu s$, 这段时间包括准备及水平回扫在内,直到第二行重现图象为止。注意这里指的 $11.8\mu s$ 是电视台发出的电视信号中的消隐时间,在接收机里用的消隐时间是 $12\sim 13\mu s$, 比电视台发送的消隐时间略长一点。总之从第一行传送图象开始到第二行图象信号开始总共扫描的时间是 $T_H=64\mu s$ 。画面下部的阴影部分是表示电子束的垂直回扫,从时间上来说,从画面左上角开始出现图象起到画面的右下角结束,电子向下扫描的时间是 T_{vs} ,接着是垂直消隐不播送图象,到左上角重新显示图象,需用的时间是 T_{vr} ,共计为 $T_v=T_{vs}+T_{vr}$ 。当然 T_{vr} 中包括准备及回扫的时间在内,其具体的时间,在下面讨论隔行扫描时再定。同样在接收机里实际的消隐时间要比电视信号用的垂直消隐时间长一点。

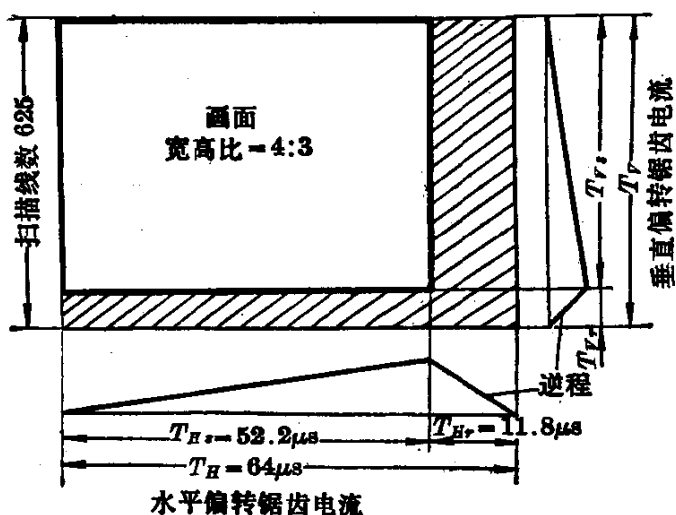


图 1-10 扫描光栅和锯齿电流的关系

时间上来说,从画面左上角开始出现图象起到画面的右下角结束,电子向下扫描的时间是 T_{vs} ,接着是垂直消隐不播送图象,到左上角重新显示图象,需用的时间是 T_{vr} ,共计为 $T_v=T_{vs}+T_{vr}$ 。当然 T_{vr} 中包括准备及回扫的时间在内,其具体的时间,在下面讨论隔行扫描时再定。同样在接收机里实际的消隐时间要比电视信号用的垂直消隐时间长一点。

第三节 电视信号的组成

一、图象信号、消隐信号和同步信号

现在我们先来研究一下图象信号的波形,以及为了发送图象信号所必须满足的其他一些要求。假定有一幅由灰白黑灰构成的四条竖直带子所构成的图如图 1-11 所示(由彩色电视台播送的彩带信号,在用黑白电视机接收时就是类似的由白到黑的八条信号)。从 AA' 、 BB' 到 CC' 连续播送三行,白色信号用低电平表示,黑色信号用高电平表示(类似于传播声音的情况,声强用高电平表示,声弱用低电平表示)。从 A 开始应有一信号输出,幅度介于白色和黑色之间,由于灰色是均匀的,所以它是一根水平线,经过 $1/4 T_{Hs}$ 以后,图象呈

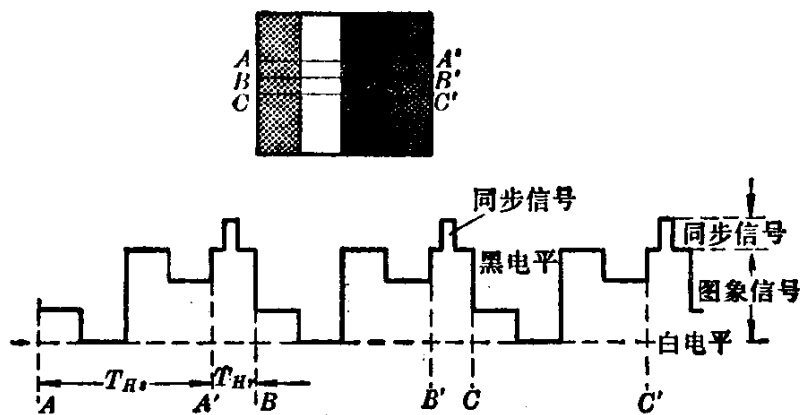


图 1-11 电视信号

白色,所以输出降低到白色电平;再经 $\frac{1}{4}T_{Hs}$, 图象呈黑色, 输出升高到黑色电平;再经 $\frac{1}{4}T_{Hs}$, 图象又呈灰色,但较第一条暗些,所以输出电平略高于第一条的电平。到 A' 时图象结束,与此同时,电子束准备回扫。从 A 到 A' 是水平扫描正程中播送图象的部分,占有 $52.2\mu s$ 。从 A' 到 B 的这段时间,电子束要进行回扫,所以这段时间内在屏上会形成一根回扫线,这段时间不应该播送图象,也不应该有白色或灰色的电平。如果它具有白电平,回扫时就要出现一根亮线,干扰图象。最方便的办法是在这段时间里播送一个黑色信号(相当于把显象管的电子束截止),这个信号叫做消隐信号。由于它是消隐行的逆程信号,所以叫做行消隐信号。同理,在每一场结束后也要播送一个场消隐信号,它也具有黑色的电平,在图 1-11 的波形图中,当然没有表示出来。

另外更重要的是,当一行结束以后,例如 AA' 行到达 A' 以后还必须发出一个信号,要求接收机在过了 A' 以后立刻开始回扫,否则 BB' 行的信号就不会刚巧接在 AA' 行的下面,这就是在上节末提出的同步的要求。电视信号是由发射机发送的,接收机必须与它保持严格的同步,只有步调一致,逐行、逐场对应,才能把发送的图象重现在接收机的荧光屏上,因此发送端在每送完一行之后,应该立刻发出行同步信号,它应在 A' 后发出,而因为换行信号并不是图象的内容,所以不能在屏幕上显示出来。这就是说,在 $A'B$ 这段时间内除了行消隐以外还要发一个行同步信号,它的电平必须与消隐信号相区别,而且不应低于黑电平,但持续时间不需要像消隐信号那样长,于是可以想象行同步脉冲一定是在行消隐期内的,比黑色消隐电平还“黑”的一个狭脉冲。同理,在每一场结束以后,也应该发送一个场同步信号,使接收机接到场同步信号以后换场,而场同步信号的电平也应该高于消隐电平。此外,它不能与行同步信号一样,必须有所区别,否则接收机就无法判别到底是场同步信号还是行同步信号,应该换场还是换行。在图 1-11 中,当然也没有包括场同步信号。现在我们再来看图 1-11 就比较清楚了。每一行的电视信号

中除了图象信号之外还应有消隐信号和同步信号。从 A 开始起先是图象信号,电子束从显象管的屏幕上自左而右,把图象内容显示出来,到了 A' 图象结束,行消隐开始,紧接着来了行同步信号,这个信号要求电子束回扫(实际上到了 A' 以后,电子束仍然是向右扫的,即仍然是正程的继续,直到接到同步信号,开始回扫为止)。回扫结束下一行的正程又开始,到 B 时又重现第二行的图象内容即 BB' 行开始,显然在 B 之前,电子束还是沿着正程进行了一段时间。到了 B' 又开始消隐,接受同步信号再次回扫,……过程就这样重复进行下去。由此可见,消隐的时间实际上比回扫即逆程时间略长一些。而正程的时间(即电子束自左向右扫描的时间)实际上比显示图象的时间 $52.2\mu s$ 略长一点。

同理,场的正程(自上向下扫描的时间)也比显示图象的时间长一点,因为当一幅图象结束后,场消隐信号开始准备回扫,直到接到场同步信号以后才开始回扫(逆程开始,其间电子束仍然是自上而下扫描的)。电子回扫到顶后(逆程结束)开始向下扫描,(已是正程开始),要再经过一些时间以后,才重现图象(消隐结束),所以场的回扫时间实际比消隐时间要短些。

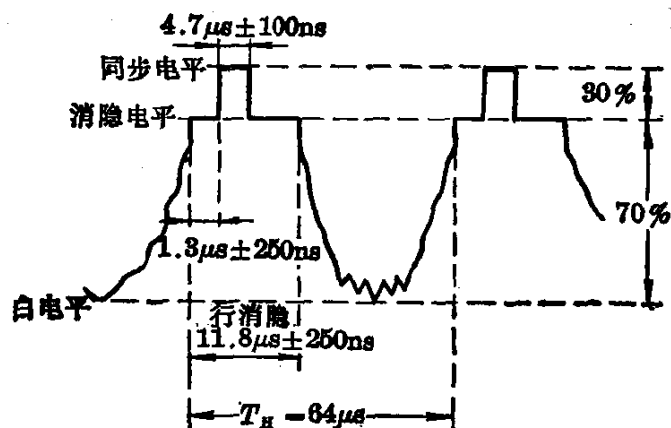


图 1-12 一个行周期的电视信号波形

关于行同步脉冲、行消隐和图象信号的电平标准,请参看图 1-12。注意在行消隐开始到行同步信号前沿有 $1.3\mu\text{s}$ 的前肩。

似乎把行同步脉冲的前沿与行消隐脉冲的前沿合在一起,不要留 $1.3\mu\text{s}$ 的前肩更恰当一些,因此当图象信号一结束,立刻就可以开始回扫。但是这仅看到了事物的一个方面。当我们在接收同步脉冲及消隐脉冲时,总会产生不同程度的失真,其结果使脉冲的前沿变坏。变坏的程度决定于接收机通带的宽度,还与图象的内容有关。从图 1-13(a)可以看出,由于没有前肩,脉冲前沿变坏,同步信号开始起作用的时间就发生参差不齐的现象。图中 1 是在白电平时开始行消隐的,所以前沿幅度大,情况比较严重,同步头的延迟较大,幅度也变小,图中第 3 行是从黑电平开始消隐的,所以前沿幅度小,行同步延迟也较小。可见,如果不加前肩会使每行的起始时间参差不一,必然要影响图象质量。但有了前肩以后(如图 1-13(b)),由于同步信号前的消隐电平相同,时间延迟的差别相对减少,改善了同步的效果。当然这段时间也不能太长,因为它仍是正程的一部分,太长显然会减少信号的利用率。

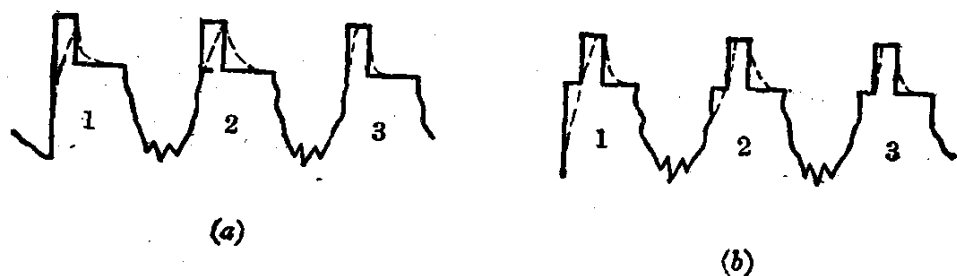


图 1-13 同步信号前肩的作用

同步信号是稳定地收看图象必不可少的。假如接收机的行扫描与发送端不同步,它的行扫描频率略高于发送端,那么当发送端发送的第一行图象内容还没有结束,而接收机的第二行却已经开始,于是第一行末的图象内容搬到了荧光屏上,第二行的前面,同理第二行的图象内容移到了接收机的第三行,这样一来,接收机上重现的象素必然跟发送端排列的方式不同,因而不可能辨认发送端原来播送的图象。同理,如果接收机的场扫描频率略低于发送端的场扫描频率,那么即使行扫描频率相同,看到的图象也不可能是稳定的。因为当发送的第一场还没有结束,接收机却已经第二场开始,这样必然把图象的下面一部分内容移到了荧光屏的上部,而将发送图象的第二场向下推移,依次类推,于是在屏幕上看来,就好像是图象逐渐向下滚动一样,扫描频率相差越小,移动的速度也越慢。如果接收机的场扫描频率略高于发送端的场频,那么看起来,图象就有逐渐向上滚动的感觉。有时候发送端送出的是一帧如图 1-14(a)所示的图象,但由于扫描的起始相位不同,即使发送端和接收机的扫描频率相同,也会在荧光屏上变成图 1-14(b)或(c),这也是由于不同步引起的图象的分裂。

由此看来,电视信号要比音频信号(图 1-1)复杂得多,它不仅包含图象信号,而且还要包含消隐信号和同步信号。

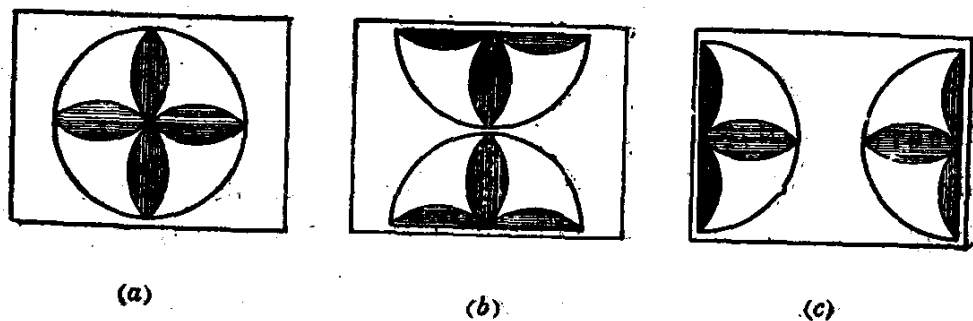


图 1-14 扫描失步所引起的图象的分裂

二、消隐信号和同步信号的波形

消隐信号包括行消隐和场消隐，它们分别在行和场的逆程中起消隐作用。消隐信号实际上就是在行与场回扫期间，而加入电视信号中的一些黑色信号，它们的宽度大致比行和场的逆程时间略长一点。行的消隐时间是 $11.8\mu\text{s}$ ，场消隐时间规定为 25 行，即 $25 \times 64\mu\text{s} = 1600\mu\text{s}$ ，(这是隔行扫描的情况，详后) 场的逆程时间大致是 1 ms 左右。复合消隐信号由行、场消隐信号构成，如图 1-15 所示。

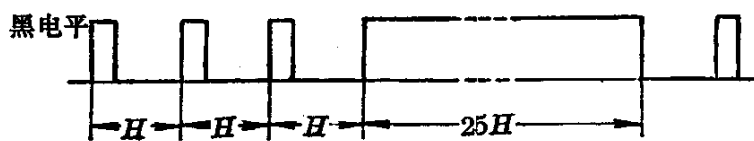


图 1-15 扫描中的复合消隐信号

前面已经指出，同步信号必须在消隐期间发送，行同步信号是在行消隐脉冲出现后 $1.3\mu\text{s}$ 发送的，宽度为 $4.7\mu\text{s}$ 的脉冲，它的幅度占整个电视信号幅度 30%。场同步信号是在场消隐信号出现后发送的同步脉冲。为了使场同步脉冲与行同步脉冲有所区别，所以它的宽度定为 $3H$ ，比行同步脉冲宽得多。复合后的同步脉冲如图 1-16 所示。其中狭的脉冲是行同步脉冲，宽的是场同步脉冲，它们都叠加在消隐信号上。图中白色电平及图象信号没有画出来。

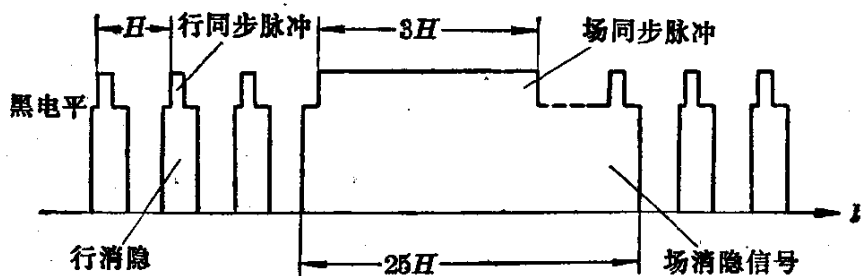


图 1-16 叠加在消隐信号上的复合同步脉冲

图 1-16 所示。其中狭的脉冲是行同步脉冲，宽的是场同步脉冲，它们都叠加在消隐信号上。图中白色电平及图象信号没有画出来。

三、场同步脉冲的开槽

图 1-17 是考虑了图象信号，行、场消隐信号和行、场同步信号后，组成的电视信号，这样的信号叫做全电视信号或视频信号。实际上分离行同步信号和场同步信号时是存在问题的，当接收机收到图 1-17 所示的电视信号后，首先要将同步信号从全电视信号中分离出来，这利用幅度分离电路很容易实现，分离后的波形如图 1-18(a) 所示(关于幅度分离的电路将在第三章讨论)。然后根据行、场同步信号宽度的不同分别把行、场同步信号再分离出来，用行、场同步信号分别去控制接收机的行、场扫描电路。

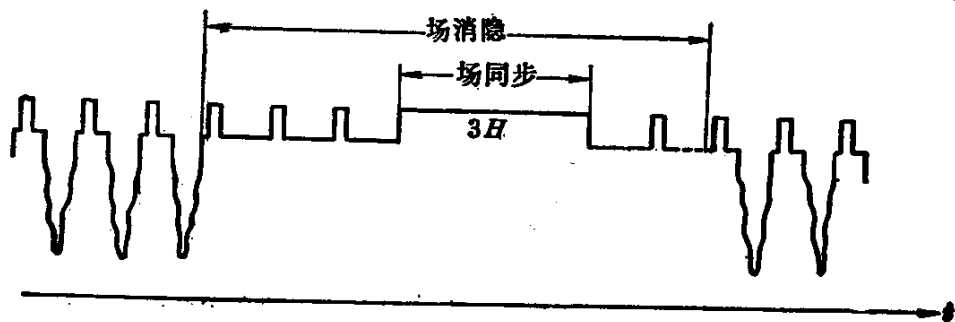


图 1-17 考虑了消隐和同步信号后初步组成的电视信号

要从复合同步信号中把行同步信号和场同步信号分离出来，最简单的方法是利用微分电路和积分电路。取出行同步信号可用图 1-18(b) 所示的微分电路，它由电阻 R_1 和电容 C_1 组成，只要时间常数 R_1C_1 比行同步脉冲的宽度小得多，例如是 $4.7\mu\text{s}$ 的 $\frac{1}{3}$ 或 $\frac{1}{2}$ ，那么复合同步信号通过微分电路后，其输出就变成一系列尖头脉冲(头部向下的尖头脉冲可以用削波电路滤去)，这些尖头脉冲就可以用来控制接收机的行扫描频率，使其与电视信号(即发

射机)相同步。当然这种方法由于抗干扰性能较差,只适用于简易电视机。目前一般接收机

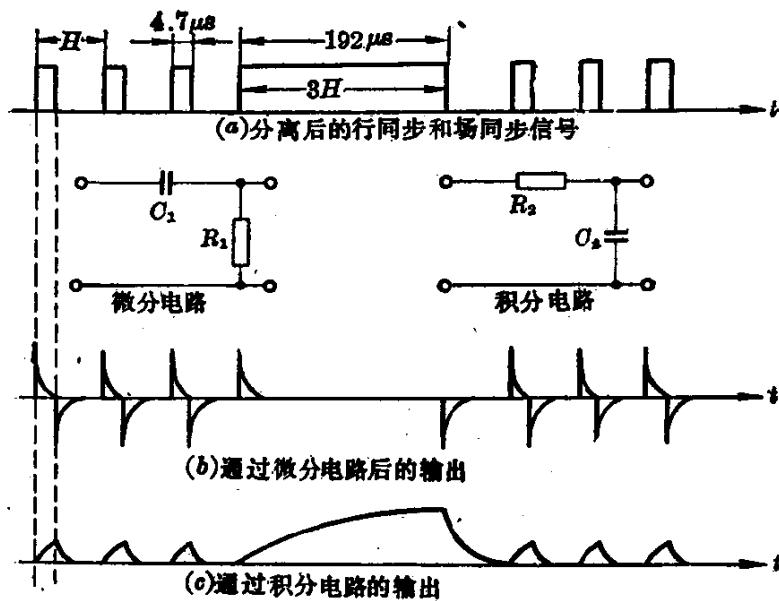


图 1-18 同步信号的宽度分离

后,在场同步脉冲到达期间,失去了三个行同步脉冲,也就是说,在场同步期间,行扫描失去了同步,它当然要扰乱行扫描电路的工作,等过了三行以后再出现行同步脉冲时,行扫描可能不会立刻恢复正常的同步工作状态,而要再经若干行后才能同步,这会影响荧光屏上图象开始若干行的显示,当然是我们不希望的。

为了避免失去行同步,可在场同步脉冲上开槽来解决。在场同步脉冲上开三个槽,它们的上升沿(即槽的后沿)正好在原来应该出现行同步脉冲的上升沿的位置上(图 1-19),开槽后,从微分电路输出的波形,如图 1-19(b)所示,利用削波电路削去下面的尖脉冲后变成图 1-19(c),于是行同步信号就不至于在场同步期间中断。自然开槽后,槽脉冲对积分后的输出也有些影响,但是只要槽开得狭些(也是 $4.7 \mu\text{s}$),虽然形成一些小的缺口,但影响不大(图 1-20)。

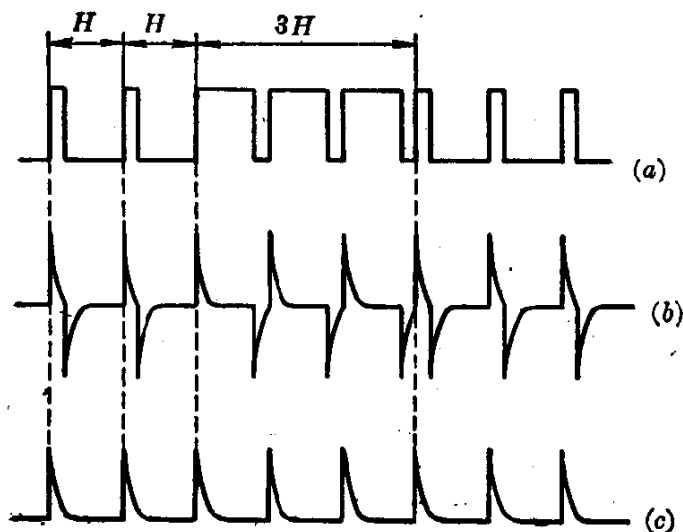


图 1-19 场同步脉冲上的开槽和经微分电路和削波后输出的行同步信号波形

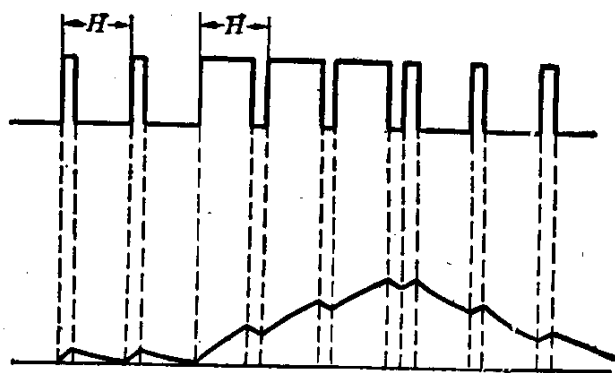


图 1-20 场同步信号开槽后积分电路的输出波形

都不用这种方法,而采用自动频率控制(AFC)电路,详见第五章。在这里采用微分电路主要是为了便于说明问题。

要取出场同步信号可以利用图 1-18(c)所示的积分电路,只要适当选取这个电路的时间常数,使 $R_2 C_2$ 远大于行脉冲的宽度 $4.7 \mu\text{s}$,而接近于场同步脉冲的宽度 $192 \mu\text{s}$,那么经过积分电路后,行同步脉冲输出很小,而场同步脉冲则能输出较大的电压。这个输出就可以用来控制场扫描(图 1-18(b))。由于场同步脉冲的宽度是 $3H$,因此经过微分电路

第四节 隔行扫描

一、图象信号的频带宽度

逐行扫描虽然解决了图象的传送,但是依然存在着不少问题。如果按照这种方式传送