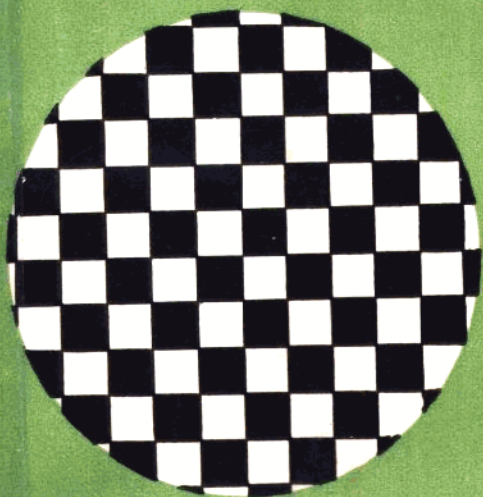


04336



第七机械工业部五二情报室

藏 书

怎样装简易晶体管电视机

上海人民出版社

怎样装简易晶体管电视机

上海市继光中学校办工厂

上海人民出版社

毛 主 席 语 录

教育必须为无产阶级政治服务，
必须同生产劳动相结合。

一切真知都是从直接经验发源的。

前 言

在毛主席的“努力办好广播，为全中国人民和全世界人民服务”的教导下，我国的电视广播事业有了迅速的发展，电视已成为宣传马列主义、毛泽东思想的重要工具。随着社会主义革命和社会主义建设的深入发展，电视事业必将取得更大的成就。

在无产阶级教育革命不断深入的大好形势下，我校革命师生在学校党支部和工、军宣队的领导下，为了更好地贯彻“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合”的方针，筹建了校办工厂，并试制成功了简易晶体管电视机。师生们边劳动边学习，理论联系实际，先后共装配了一百多台简易电视机。电视机的水平清晰度一般能达 200 到 300 线，垂直清晰度达 300 到 400 线。为适应广大革命师生开展科技活动的需要和普及电视技术，我们在有关单位支持下，总结了制作过程中的一些体会，由我校张继纲和上无八厂肖松林两位同志执笔编写此书。

本书对电视的基本原理只作最简单的介绍，而用较多的篇幅介绍实际制作的方法，一般装过晶体管收音机的同学，或具有中学文化程度的读者，都可以按本书的叙述，动手安装。

由于我们的理论水平和实践经验都很有限，因此书中的缺点和错误一定不少，欢迎广大读者批评指正。

上海市继光中学校办工厂

目 录

第一章 电视的基本原理	1
一、图象是怎样传送的	1
二、电视讯号	3
三、简易电视机电路简介	8
第二章 元件的选择和制作	15
一、元件的选择	15
二、元件的自制	21
三、印刷电路板的制作	25
四、金工零件的制作	26
第三章 简易电视机的安装和调试	34
一、电源和显示部分的安装	34
二、高压电源的调试	36
三、显示部分的调试	36
四、其他部分的安装	40
五、中压、低压电源和扫描部分的调试	41
六、视放部分的调试	45
七、高放部分的调试	46
八、扫描部分的复调	48
九、伴音部分和低放部分的调试	50
第四章 常见故障的检修	53

附录一	简易电视机天线	66
附录二	我国目前使用的十二个频道的参数表	68
附录三	简易电视机常用示波管的参数	69

第一章 电视的基本原理

一、图象是怎样传送的

在传送广播节目的时候，人们总是先把声音转变成强弱不同的电讯号，然后“载”在高频电磁波上传送出去。因为每一时刻我们总能用一个讯号来表示声音的强弱（譬如声音强的用大的电压，而微弱的声音用小的电压）。但是要传送一幅电视图象，情况就比较复杂，因为一幅图象中各点的亮度是不相同的，而且它们又随着时间而变化，要用一个讯号（如电压）来表示一幅图象是困难的。为此我们可以先把要传送的图象分割成许多小块，每一小块叫做一个像素。当然各个像素都有不同的亮度，但这些像素合在一起就成为一幅图象。像素分得越多，图象就越清晰。如果你仔细观察一下报纸或书本上的铜版照相，情况就是这样，一幅图面就是由许许多多小点组成的。而为了传送这样一幅图象，最简单的方法似乎是把每一个像素的亮度通过一个通道传送出去（如用一个相应的电压传送出去），在接收机上使相应的像素的亮度按照发送端的情况分布，于是就合成了一幅和发送端一样的图象。因为像素的数目实在太多了，要用这么多通道来传送是不现实的，人们就想出了用扫描的办法来解决传送图象的问题。例如让摄像机按照一定的方式（通常是从左到右，从上到下）摄取图象上每个像素的讯号，并逐个传送出去（见图 1-1），这样我们只要用一个通道就能实现图象的传送，然后在接收机的荧光屏

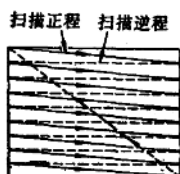


图 1-1 电子束的扫描轨迹

上按照发送端同样的扫描方式，把在对应的位置上接收到的讯号，以相应的亮度显示出来，这样就形成了一幅完整的图象。

为什么我们在看电视的时候看到的是活动的图象呢？大家知道，在放映电影的时候，实际上是每一秒钟放映了 24

幅不同的画面，由于人眼有一种叫做视觉暂留的特性，在一幅画面过去以后，这幅画面的视觉并没有立刻消失，而第二幅画面接踵而来，于是看起来就象连续的一样。电视也是一样，它每秒钟传送 25 幅完整的画面，一方面由于视觉暂留作用，一方面由于荧光屏有“余辉”现象^{*}，所以荧光屏上的画面看起来是完整的、活动的。

在实际传递图象的时候，为了便于发送和接收，我们希望在图象足够清晰的条件下，尽量用比较狭的频带来传送，所以在发送图象时，并不是象图 1-1 那样采用逐行扫描的办法，而是象图 1-2 所示那样用隔行扫描的方式来进行的。摄像机在播送图象的时候，先从第 1 行开始，自左向右（扫描正程），同时自上而下，到第 1 行结束时，电子束很快地回到第 3 行的左端（扫描逆程），再向右扫描；接着是第 5 行，第 7 行等奇数行，到第 623 行扫描结束后，电子束从第 625 行开始，到半行就结束了，然后电子束很快地回到第 1 行上部的中间扫完这



图 1-2 隔行扫描

^{*} 电子束在荧光屏上扫过时，在屏上出现一条亮线，明亮的程度由电子流的强弱来决定。当电子束消失后，这条亮线并不立刻消失，还要保留一段时间，这叫做荧光屏的余辉。

一行,然后电子束回到第2行开始扫描,接着是第4行,第6行等偶数行,直到第624行结束。接着,又回到第1行再开始扫描(在图1-2中我们只画了9行来表示隔行扫描的情况)。所以我们要传送的一幅图象(或者叫做一帧)实际上是分成二场来传送的。例如我们要传送的图象是一个“中”字(见图1-3),第一场传送的图象是它的一半,如图1-3(甲)所示;第二场是另外的一半,如图1-3(乙)所示,二场合起来是一幅完整的“中”字,如图1-3(丙)所示。

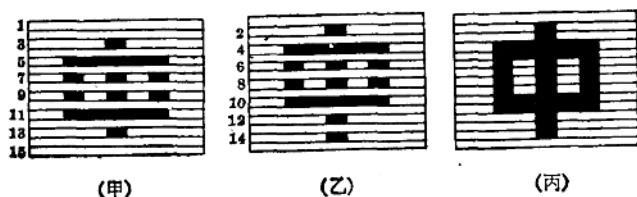


图 1-3 一帧电视图象是由二场合成的

根据上面的讨论我们可以知道,电视台播送的图象是每秒25帧,即帧频是25赫;每帧分二场,所以每秒共播50场,即场频是50赫;因为每帧共625行,所以每秒共传送 $25 \times 625 = 15625$ 行,即行频是15625赫,也就是每扫一行的时间是

$$\frac{1 \text{ 秒}}{15625} = 64 \text{ 微秒}。$$

二、电视讯号

上面介绍了电视图象是怎样传送的,现在我们设想一幅图象是一只苹果(见图1-4),它的背景是白色的幕布。摄像机从左至右正扫描第1行及从第1行末回到第3行开始的那段回扫时间共需64微秒,其中真正扫描图象的时间约53.8

微秒, 电子束回扫的时间约是 10.2 微秒。如果摄象机对明亮的讯号输出的电压比较小, 对黑的讯号输出比较大, 那么因为第 1、3、5 等最初几行都是白色的幕布, 因此输出的讯号都很小。所以从第 1 行开始, 在 0~53.8 微秒内, 即在第 1 行的正扫描时间内, 摄象机输出都是比较小的, 我们称之为白色电平。在 53.8 微秒后电子束开始回扫, 如果在回扫过程中, 电子束在荧光屏上仍旧扫出一条亮线, 那么传送的图象就要被破坏(特别当图象不是白色的幕布时), 因此我们希望这段时

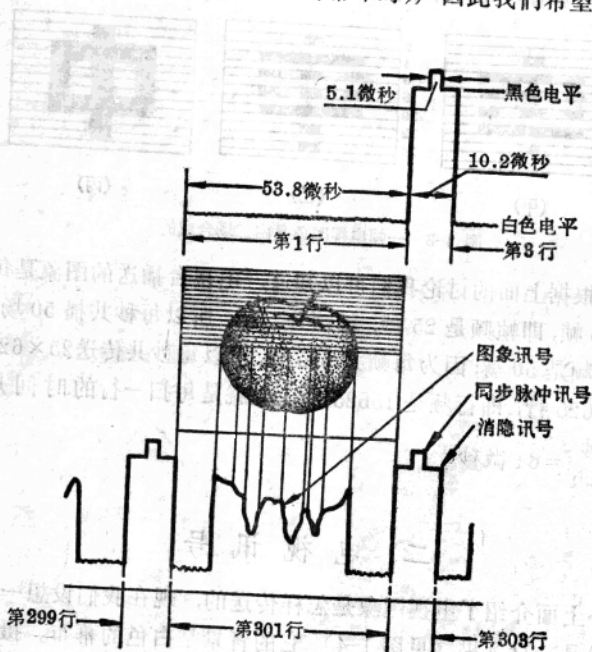


图 1-4 图象讯号

间内不要在荧光屏上出现亮线。为了解决这个问题，只要在这段时间内传送一个黑色讯号就行了。这个宽度为 10.2 微秒的黑色讯号叫做行消隐讯号(见图 1-4 上面部分)。同样的道理，当第 1 场、第 2 场等扫描结束后，电子束从下端回到上面去的一段时间内，也要播送一个黑色讯号，叫做场消隐讯号。

如果传送的讯号不全是明亮的，例如传送苹果中的某一行(如第 301 行)时，摄像机的输出就不再是恒定的白色电平了，而是随着图象的亮度变化，有不同的讯号输出。从图 1-4 下面部分可以看出在扫描某一行时，讯号电平变化的情况。

但是，每一行播送一个 10.2 微秒的行消隐讯号还不够，我们知道，为了实现图象的重现，要求电视机的荧光屏上电子束的扫描跟摄像机的输出完全一致。例如摄像机从第 1 行开始扫，电视机也必须从第 1 行开始扫，摄像机第一场结束后开始回扫，电视机也必须在这时结束第一场，总之两者的步伐必须完全一致，这个要求叫做同步。假如电视机不能跟摄像机同步，图象就不可能重现在荧光屏上，所以摄像机在结束每一行或每一场时必须发出一个讯号，电视接收机在收到这种讯号后回扫，这种讯号叫同步讯号。当然行同步讯号和场同步讯号(换场的讯号)必须有所区别，而且这种讯号不应出现在电视机的屏幕上。为了满足这种要求，在行消隐期间还播送一个宽度约为 5.1 微秒的行同步讯号，而在场消隐期间还播送一条宽度约为 192 微秒的场同步讯号，并且在换场的前后，为了实现准确的场同步，还播送一系列平衡脉冲。加了同步脉冲后的全电视讯号如图 1-5 所示。

根据全电视讯号，我们简单介绍一下接收机在收到这个讯号后的工作过程：电子束从电视机的荧光屏上匀速地扫过

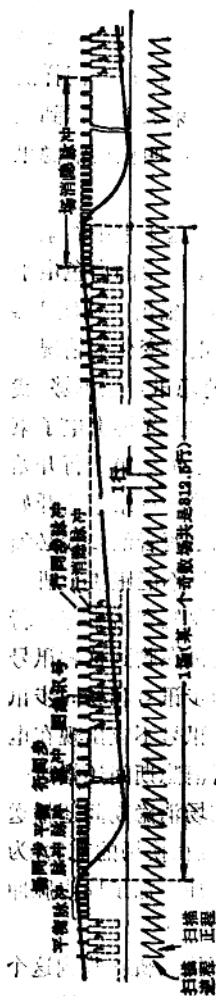
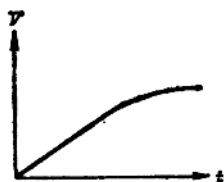


图 1-6 全电视讯号及扫描示意图

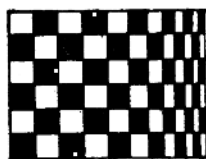
去，随着讯号的强弱，电子束有时强，有时弱，屏上就出现明亮程度不同的光点。讯号幅度大，电子束比较弱，屏上出现较暗的光点，讯号小，电子束强，屏上出现较亮的光点，屏上每一点的亮度跟播送端相应的象素的亮度相对应。到一行快结束时，先收到行消隐讯号，屏上光点消失，接着收到行同步讯号，电子束开始回扫，到另一行开始时，行消隐讯号消失，电子束又按讯号的强弱扫出另一行明亮不同的象素。在一场结束时，先收到场消隐讯号，屏上光点消失，接着是一串平衡脉冲，使电视机作好换场准备，然后是一串场同步脉冲，电视机收到这种讯号后开始换场，在场消隐讯号消失后，电视机开始第二场扫描。

根据电视传送的原理，我们知道在电视机中必须有一套扫描的电路，它一方面要使电子束以接近于15625赫的频率作水平的匀速扫描；另一方面要使它自上而下以50赫的频率作垂直方向的匀速扫描。在接收到电视讯号以后，它的扫描频率就由同步脉冲进行控制，严格地按照一定的关系跟发射端进行同步。

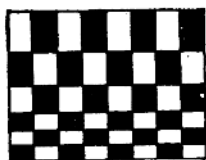
的扫描。为了实现这种匀速的扫描，在显象管里需要供给一个锯齿波电流，而在我们介绍的这个由示波管装成的简易电视机中，则需要供给一个线性很好的锯齿波电压，加在示波管的偏转板上。如果加在水平偏转板上锯齿波电压线性



(甲)



(乙)



(丙)

图 1-6 线性失真

不好，如图 1-6 (甲) 所示，不是一根直线，那么当播送的图象是均匀的棋盘方格 (简称方格讯号) 时，在荧光屏上水平方向就出现线性失真，如图 1-6 (乙) 所示，如果播送的是一个半身的人象，它的左右就失去对称。同样，如果加在垂直偏转板上的电压线性不好，那么图象的上下半部就失去对称，如图 1-6 (丙) 所示。

最后还须指出，从摄影机输出的全电视讯号在实际发送时还必须由高频电磁波进行调制。图

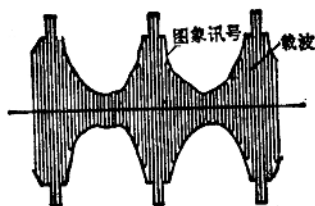


图 1-7 调幅讯号

1-7 就是经过调幅后的调幅讯号。至于电视伴音讯号，是采用调频方式。有时我们把这两种高频讯号合称为“电视讯号”。

三、简易电视机电路简介

根据前面介绍的原理，我们可以画出本书介绍的简易电视机的方框图(图1-8)。从天线进来的电视讯号先经过高放，然后进入检波级，检出全电视讯号(图1-5)，这个讯号经过视频放大后，送到示波管的控制栅极控制电子束的强度；与此同时，还须将全电视讯号中的同步讯号分离出来，用其中的行同步讯号控制行扫描发生器，以获得与电视讯号同步的行锯齿波电压，经放大后加到示波管的水平(X)偏转板；用其中的场同步讯号控制场扫描发生器，以获得与电视讯号同步的场锯齿波电压，放大后加到示波管的垂直(Y)偏转板；同时还须从视频放大级中分离出调频伴音讯号，并且要经过鉴频器，取出音频讯号，再送到低频放大器，然后由扬声器输出。

本电视机的电路图见图1-9。图中只标数值的电阻，其单位是 Ω ；只标数值的电容，其单位是P。有关各单元电路的原理可参阅上海人民出版社出版的《科学普及资料》1972年第7号和1973年1~4号，我们在这里只作粗略的介绍。

1. 高频放大

由电视发射台发送来的高频调制的电视讯号被接收机天线接收后，首先送入高放级进行高频放大。线圈 L_2 、 L_3 、 L_5 分别与微调电容 C_1 、 C_4 、 C_6 构成参差调谐回路。由于电视讯号的频带较宽(5兆赫左右)，因此要放大电视讯号只用一级调谐回路是不行的，一般采用多级单调谐放大器来展宽频带，本机就是用三个单调谐回路，它们分别调谐在不同的谐振频率上： L_2C_1 调谐在较高的频率上， L_3C_4 调谐在较低的频率上，而 L_5C_6 调谐在中间的频率上。这样一来，高频放大器的频率特性如图1-10所示，它的频带宽度为3兆赫左右。调整线圈圈

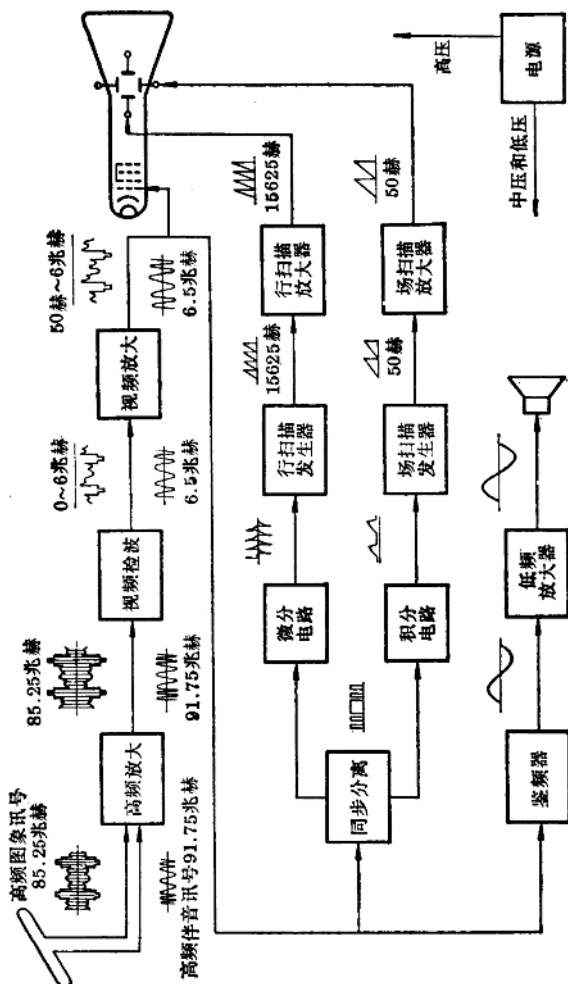


图 1-8 简易电视机方框图

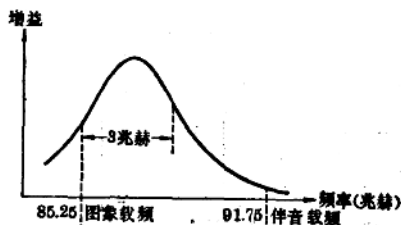


图 1-10 高频放大器的频率特性

数和调节微调电容都可改变调谐回路的谐振频率，当线圈圈数多（即电感量大）和电容量大时，谐振频率就低；相反，线圈圈数少（即电感量小）和电

容量小时，谐振频率就高。在本机中由于线圈的圈数已经确定，一般绕好后不再变动，所以只要调节微调电容，就可使高频放大器的频率特性达到图 1-10 的要求。高放部分是电视机的关键部分，装置时应予以足够的重视。

2. 视频检波与视频放大

高频电视讯号经过二极管 D_1 (2AP9) 检波后就能得到视频讯号，同时还由于伴音讯号和图象讯号产生差频，从而得到了 6.5 兆赫的调频伴音中频讯号。因为检波后的讯号电压较小，所以要经过视频放大器加以放大。由于电视讯号中包括图象讯号、行同步脉冲、场同步脉冲和伴音讯号等，频带远比收音机检波器输出的音频讯号宽得多（前者约从 50 赫至 6 兆赫），要使它们都得到足够的放大，就要求视频放大器也有相应的带宽，否则将影响图象的清晰度。所以视放级采用直接耦合式宽频带放大器。由于视频放大器在高频端有很大的衰减，因此必须对高频进行补偿。我们采用了由串联补偿电路 L_6 和并联补偿电路 L_7 组成的复合补偿电路，并在视频放大管 BG_1 的发射极电阻 R_{11} 两端并联一只容量较小的电容 C_{12} ，由于它对高频的旁路作用，减少了高频的负反馈，因此经过高频补偿后，视频放大器的高频特性得到了改善，提高了图

象的清晰度。另外，电位器 W_1 是用来调节输出讯号的对比度，它放在视频功放级的优点是在调节对比度时不影响高频部分的频率特性。

3. 同步分离

将行同步讯号和场同步讯号从全电视讯号中分离出来的步骤叫同步分离。在本机中，经视频放大后的视频讯号通过三极管 $BG_3(3AK20)$ 分离出同步讯号，再经过微分电路 C_{16} 、 R_{19} 分出行同步脉冲，经积分电路 R_{24} 、 C_{17} 分出场同步脉冲。它们分别加到行与场扫描发生器中去。

4. 行与场扫描发生器

扫描发生器作用是产生锯齿波电压，把它放大后加到示波管偏转板上，可使电子束在荧光屏上进行有规律的扫描。行扫描发生器控制水平方向上的扫描，而场扫描发生器控制垂直方向上的扫描。由于这两个扫描发生器是同时工作的，因此电子束不但在水平方向，而且同时在垂直方向上进行扫描，于是在荧光屏上就能得到一幅光栅。

本机采用由一只 NPN 型三极管与一只 PNP 型三极管组成的简单的再生环锯齿波发生器作为扫描发生器，这种发生器的优点是容易起振，所产生的锯齿波的直线性良好，工作稳定，元件少，正适合简易电视机所采用。

没有电视讯号时，行扫描发生器的频率完全由 $R_{38} + W_4$ 和 C_{23} 决定，场扫描发生器的频率完全由 $R_{28} + W_2$ 和 C_{19} 决定。改变电阻的大小，可以改变扫描的频率。 W_2 是调节场频的电位器（俗称垂直）， W_4 是调节行频的电位器（俗称水平）。接收到电视讯号后，只要 W_4 和 W_2 调节在适当的范围，在同步脉冲作用下就能使行扫描频率稳定在 15625 赫，使场扫描频率稳定在 50 赫，并使示波管内电子束的扫描和摄像机