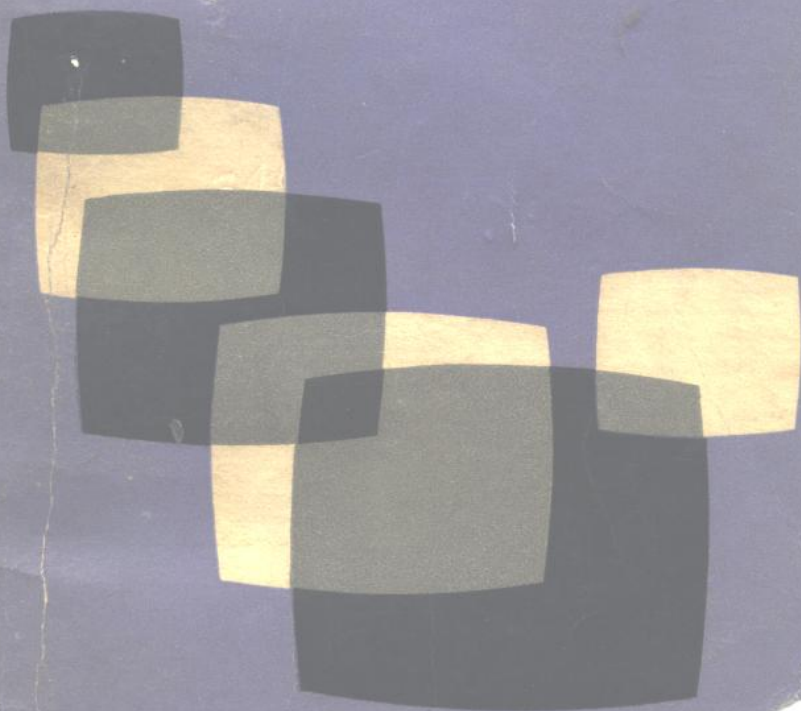


晶体管电视接收机 原理与设计

上册



JINGTIGUAN
DIANSHI JIESHOUI
YUANLI YU SHEJI

73.462453
225
=1

晶体管电视接收机原理与设计

上 册

朱鸿鹄 翁默颖 梁子南 刘秋骥等编著

31522/33
31522/33

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书分上、下两册，上册包括，全电视信号、电视接收机的组成、显象管及其附属电路、扫描电路、电视机中常用的几种线性网络，以及高频调谐器等。下册中将包括，中频放大器、视频检波及视放、自动增益控制、伴音、电源、天线、主要指标测量方法，以及电视机中常用的集成电路简介等。

本书可供有关大专院校电视专业教学中作参考书，也可供电视工程技术人员参考。

书中以近年来国内联合设计的各种类型晶体管电视接收机的电路为例，较详细地分析了各电路的工作原理、设计计算。并对一些重要计算方法举例加以说明。

晶体管电视接收机原理与设计

上 册

朱鸿鹄 翁默颖 梁子南 刘耀骝等编著

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津市第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本：787×1092 1/32 1979年9月第 一 版

印张：22 24/32页数：364 1979年9月天津第一次印刷

字数：526 千字 印数： 1—202,000 册

统一书号：15045·总2291—无666

定价：2.10元

前 言

一九七四年，第四机械工业部组织了晶体管黑白电视机联合设计组，先后设计、生产了23厘米、31厘米、40厘米等晶体管电视机。联合设计可以提高产品质量，便于标准化、通用化，便于维修，也有利于协作配套，提高劳动生产率，降低生产成本。

设计组由北京、上海、天津、辽宁、江苏、四川等省市的有关工厂、科研、院校、商业及广播服务维修等部门参加。联合设计组先后设计并研制了23厘米、31厘米、40厘米等几种晶体管黑白电视接收机。

为了进一步提高联合设计的质量和推广联合设计的成果，四机部广播接收设备与电声器件研究所组织成都电讯工程学院、上海师范大学与清华大学等单位参加编写这本书。

本书主要内容是分析我国近年来研制和生产的联合设计晶体管黑白电视接收机的典型电路，并参考了国内较先进的其他产品。内容包括基本理论和工程计算。本书可以作为有关大专院校的教学参考书，也可供广大从事电视工作的工程技术人员和生产、调试、修理人员阅读。

编写过程中采取集体讨论，分工编写，共同审定的办法。第一章到第六章主要由上海师范大学朱鸿鹄、翁默颖同志执笔；第七章到第十二章主要由成都电讯工程学院的梁子南同志执笔，赵培功，陈信初两同志也参加了第七章部份编写工作；

第十三章到第十七章主要由清华大学刘跃骐同志执笔；附录及有关联合设计整、部件及器件技术要求等由四机部广播接收设备与电声器件研究所安永成同志整理。

本书是参加联合设计的各单位进行大量工作的经验总结。在编写过程中，曾多次到有关电视机生产厂收集资料，得到有关单位的大力支持。西安交通大学的沈锦法同志也参加了本书的定稿审查工作。

由于我们水平有限，书中难免有不足和错误之处，殷切期望广大读者批评指正。

一九七八年五月

目 录

第一章 全电视信号和电视接收机的组成	1
第一节 概述	1
第二节 逐行扫描和隔行扫描	7
第三节 电视信号	13
第四节 电视信号和伴音信号的发送	27
第五节 电视接收机的组成	32
第二章 显象管、显象管附属电路及偏转线圈	39
第一节 显象管的构造和工作原理	39
第二节 显象管参数	56
第三节 显象管附属电路	59
第四节 偏转线圈	71
第三章 同步分离电路	91
第一节 概述	91
第二节 幅度分离电路	92
第三节 抗干扰电路	108
第四节 同步放大电路	117
第五节 频率分离电路	121
第四章 场扫描电路	131
第一节 场输出电路	132
第二节 激励级	166
第三节 场频振荡器	170

第四节	锯齿电压波的形成	186
第五节	场频振荡器的同步	189
第六节	场扫描电路中的畸变和补偿	197
第七节	几种具体场扫描电路的分析和设计	207
第五章	行输出电路和行激励电路	270
第一节	概述	270
第二节	行输出电路工作原理	272
第三节	行输出电路中的畸变和补偿	292
第四节	逆程变压器和高压电路	306
第五节	自举升压行输出电路	361
第六节	与开关电源结合的行输出电路和行输出级 的功率损耗	373
第七节	行输出级功率损耗和对行输出管的要求	385
第八节	行激励电路	395
第九节	行干扰	424
第六章	自动频率控制电路(AFC)	442
第一节	行振荡器和鉴相器	442
第二节	自动频率控制(AFC)电路的基本方程	474
第三节	自动频率控制电路的引入范围	489
第四节	引入时间和引入范围的另一种分析方法	522
第七章	电视接收机中常用的几种线性电路	533
第一节	串联谐振回路	533
第二节	并联谐振回路	542
第三节	双调谐耦合回路	549
第四节	传输线	563
第五节	滤波器	578
第六节	陷波器	596

第八章 高频调谐器	610
第一节 概述.....	610
第二节 晶体管的高频特性及其等效电路.....	621
第三节 输入回路.....	638
第四节 高频放大器.....	659
第五节 混频器.....	672
第六节 本机振荡器.....	696
第七节 电调谐高频头.....	709
第八节 实际高频头电路.....	715

第一章 全电视信号和电视接收机的组成

第一节 概 述

为了了解晶体管电视接收机的工作原理及其设计方法，首先要弄清楚电视信号的组成和它是怎样形成的。所以本章先讨论全电视信号，然后讨论电视接收机的方框图。

电视广播是利用无线电波来传送图象的，因此它是在无线电广播和电影的基础上发展起来的。我们先来观察一下音乐、语言是怎样通过无线电广播的，再讨论一下电影是怎样放映活动图象的，然后进一步研究如何用电磁波传送图象。

在一般音乐或语言广播过程中，首先是利用微音器把声波（机械的振动）转变成电信号（电压或电流的波动），这样就构成了音频电信号（以后简称“音频信号”）。一般广播中的音频信号的特点是：1. 信号的大小（幅度）反映了声音的强弱；2. 信号的频率反映了声音的频率。因为音乐语言的频率大致从几十 Hz 到20 KHz ，所以音频信号的频率范围也是在这段频率内。一般的无线电广播时，因为实际的最高音频成分并不多，把频带压缩到5 KHz 左右已能较逼真地传播信号。所以广播所用音频频带只有5 KHz 左右，只是在某些要求较高的播音设备里，才使用较宽的频带。音频信号的电平是随着时间

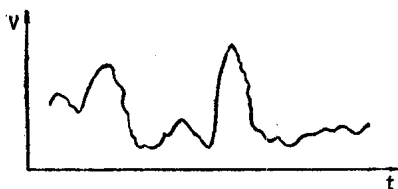


图 1.1—1 音频信号

变化的，是时间的单值函数。就是说在每一瞬间，只要用一个相应的电压或电流来表达，音频信号的波形如图 1.1—1。不播送声音时，信号电平为零，实际是一种特殊的情况。

为了进行无线广播，还必须把音频信号调制在无线广播电台的高频（载频） f_0 上。一般在播送音乐或语言时采用双边带调幅的方式。例如广播电台的载频 $f_0=1000\text{KHz}$ ，经过 5KHz 的音频信号调幅后，就变成了调幅波，这个调幅波中除载频（ $f_0=1000\text{KHz}$ ）外，同时还有上下二个边频，一个是 $f_0+5\text{KHz}=1005\text{KHz}$ ，一个是 $f_0-5\text{KHz}=995\text{KHz}$ 。因此经过调幅以后，实际占有的带宽是 10KHz 。如果调制信号是从0到 5KHz 的音频信号，那么它将在载频 f_0 两边，占有从 $f_0-5\text{KHz}=995\text{KHz}$ 到 $f_0+5\text{KHz}=1005\text{KHz}$ 的频带。以上就是一般语言无线电广播的大致情况。

其次我们再看一看电影的情况。由于适应人类眼睛的特点，使与平时自然视野相似，故电影片及银幕的宽、高比大致是4:3的长方形。这样使我们看起来比较舒适自然。电影要播送的是活动的景象，而实际的影片却是由一幅幅不动的画面所构成。不过相邻的两幅画面之间，内容相差不多。它每秒连续放映24幅画面，同时，在更换画面时（即指在底片正在移动时）用遮光板遮住，我们看起来却变成了活动的画面。这是利用了人们的视觉惰性。所谓视觉惰性，就是指我们在观察物象的时候，尽管外界的形象已经消失了，但是主观的视觉却还要把这

个图象保持一段短暂的时间。例如，夜间如果用点燃的烟枝划圆圈，那么我们看到的是一个个连续的圆圈，这就是视觉惰性的作用。另外，根据实验和理论证明，放映的速度不能小于每秒24幅，否则将有明显的闪动感。由上述电影的原理，可以想象电视也必须每秒传送24幅以上的画面才能使人眼看起来有连续的感觉，变成活动的景象。实践证明，如果电影每秒放映24幅画面时，看起来还存在抖动的感觉，这种抖动我们叫做闪烁。要减少这种闪烁，最好是每秒放映48幅以上的画面。这样对影片和放映机都提出了更高的要求。每秒放映48幅不同的画面固然可以减小闪烁，但对设备要求也提高了，在实践中发现，如果我们每秒放映24幅画面，但是每幅画面放映二次，也可以消除闪烁感。也就是说，每秒放映的画面虽是24幅，但每秒放映的次数是48次。它是利用放映机内的遮光板，把同一幅画面在银幕上出现二次。所以在电视里，也采取类似措施，每秒也播送24幅左右（由于电源上的考虑，常用25幅）的不同内容的图象，每幅画面我们称为一帧，而每一帧画面又分成两次播送，每次叫做一场。也就是每秒播送50场。与电影不同的地方是：每帧画面并不是重复播送二次，而是把它分割成不同内容的两部分来播送。分割的方法下面就会谈到。为什么不用48场而用50场的原因，是因为交流电源的频率是50Hz，采用50场就不容易受电源干扰的缘故*。

放映电影的时候，整幅画面上各点明暗不同，它们同时出现在银幕上，随着时间的过去，画面更换了，各点的明暗程度也就随之而改变。可见明暗变化的情况不仅仅随着时间而改变，而且还随着它在银幕上的位置而改变。也就是说画面上某一

*对于采用晶振的彩色电视来说就没有这个因素了。

定点的明暗变化可以用类似于图1.1—1的信号来说明。但是各点的变化规律又都是各不相同的，它将随着图象内容而变化。如果我们用光电转换器件把明暗的变化转换成电信号，那么这个信号不仅是时间的函数，而且还是画面上各点位置的函数。我们设想把一幅画面划分成许多小点，每个小点称为一个象素。各个象素就具有不同的亮度。反过来也可理解为：由许多亮度不同的小点（象素）组成了一幅画面。事实上我们的报纸杂志及书籍上的照片就是这样，仔细看来它们是由许多小黑点，即象素构成的（图1.1—2）。所不同的是印刷上是以象素

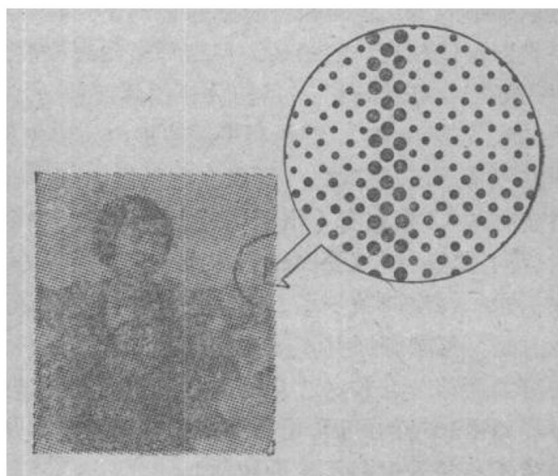


图 1.1—2 铜板照相的一角

的大小来反映“亮度”而已，在画面暗处象素大些，淡的部份的象素小一点。当然画面看起来是否细致，还与象素的数目和观看的距离等有关。尽管一幅铜板照片是许多小点构成，如果观看者距照片保持一定距离，看起来就不能觉察它们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。如果你在墙上画二个小黑点，在距墙较近时，这二点是清晰可辨的，但是随着距离的增大，这二点对于人眼所构成的视角 θ 逐渐减小，当这个视角减小到大约 $1' \sim 1.5'$ 时，这二点就混在一块分辨不清楚了。 θ 角的这个极限值就可以用来表征我们眼睛的分辨本领。所以画面上的象素越多，人眼距画面越远， θ 就越小，看来就不是分离的一点一点，而是构成了一幅完整的画面。当然象素越多，它所提供的细节也越丰富，因而看起来也更逼真。反之象素越少，看起来画面就比较粗糙，因为它提供的细节也比较少。

根据上面的分析，我们可以设想把一幅画面分解成许多象素。为了较为真实地传送图象，象素必须有相当的数目，然后把每个象素看成是一个明暗随着时间变化的光点。我们可以把这个光点的明暗变化转变成相应的电信号。然后用电磁波传送出去。在接收机收到这种信号以后，经过适当处理，使在显象管屏幕相应的位置上，再把电信号转换成明暗不同的光信号，就能复现原来的图象。问题是怎样来传送各个象素的信息。好象最简单的办法是每个象素采用一个电路来传送，像广播声音和语言一样，但是这是很难实现的。因为一幅画面通常要分割成几十万个象素，要同时播送这些象素，就要求有几十万个通道，这是难以想像的。既然电影可以利用人眼的视觉惰性，可以把连续活动的场面取其一些瞬时的“静止”画面，然后一幅一幅地顺序放映。那么在电视里，我们当然也可以把要播送的活动景像按时间的顺序分成若干幅，例如25幅来播送。而在播送每一幅图象的时候，我们可以进一步再把这幅图象分割成许多个象素。只要在 $\frac{1}{25}$ 秒的时间里顺序播完这些象素。把收到的这些象素在接收机的荧光屏上按播送的顺序显示出来，由于荧光屏的余辉作用以及人眼的视觉惰性，就可复现出播送端的景

象。这时就可以不必用几十万个通道来同时传送这些几十万个象素的信息了，而只要一个通道来依次传送一幅画面上的象素的信息。这样就象一般声音和语言广播一样。就是在每一时刻，只要传送一个象素的信息，这在技术上就容易实现了。

在摄象机里，要播送的图象，通过光学系统成像在摄象管的光电靶上，然后利用电子束依次轰击靶上各点，根据被轰击点的明暗程度，转变成强弱不同的视频信号。电子束的这种作用称为“扫描”。可见扫描的过程实际上就是把图象进行分解的过程。它是把一帧图象分解成许多象素，并把每个象素的亮度信号通过光电转换器件，变成电信号。因为电视机中显象管的屏是长方形的，所以采用直线扫描是比较方便的。所谓直线扫描就是让电子束沿着略为倾斜的水平方向，从左向右，匀速地扫过光电靶，电子束到达右边端以后，迅速折回左端，再以匀速向右运动……。当一帧图象扫完以后，电子束又迅速折回左上角，继续第二帧的扫描。通过扫描，以空间分布的象素信息就转变为按时间分布的象素信息（视频信号），此后即可通过一般的调制原理，把此信号调制高频载波然后通过放大等设备，送至天线用无线电波发送出去。

在接收机里，收到电视台发来的电磁波后，经过放大和检波，先还原成视频信号。将此视频信号加到显象管的栅极（或阴极）上。显象管里的电子束也按摄象管里电子束同样的方式进行扫描，在荧光屏上形成一幅长方形的光栅。由于栅极受到视频信号的控制，因此电子枪发射的电子束的强度受视频信号控制，于是荧光屏上便可复现播送端的图象。可见显象管的作用是把视频信号转变成亮度信号，并把被摄象管分解成象素的图象信号重新合成为图象。重要的是显象管的扫描规律必须与摄象管的扫描规律完全一致，使图象上的每一个象素都能复现

在荧光屏相对应的位置上。这种使发射端和接收机保持相同扫描规律的作用叫做“同步”。如果接收机与摄像机不同步，那么荧光屏上当然就无法重现图象。

第二节 逐行扫描和隔行扫描

显象管中电子扫描是这样实现的，在显象管的管颈上，装有两种偏转线圈。一个叫水平(行)偏转线圈；一个叫垂直(帧)偏转线圈。前者产生一垂直磁场，后者产生一个水平磁场。其中通以线性变化的电流，因而产生磁场也是线性变化的。电子束水平偏转线圈所产生的垂直磁场作用下，沿着水平方向扫描，叫做“水平扫描”或“行扫描”。电子束在垂直偏转线圈所产生的水平磁场作用下，沿着垂直方向扫描，叫做“垂直扫描”或“场扫描”。

一、逐行扫描

假定在水平偏转线圈里通以图1.2—1所示的锯齿形电流。

此电流的幅度随所选用的显象管和偏转线圈而不同，在联合设计23厘米(9英寸)电视机里，其幅度约3.8A(峰—峰值)。当行偏转线圈里的电流线性增长时($t_1 \sim t_2$)，电子束在偏转

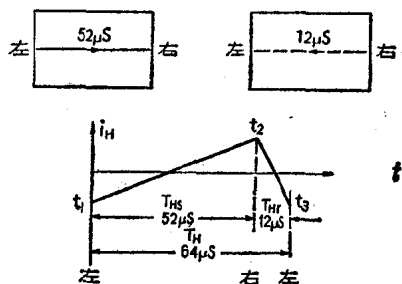


图 1.2—1 水平扫描电流

磁场的作用下,开始从左向右作匀速运动*。

这段运动叫做行扫描的正程,需要的时间约 $52\mu\text{s}$ 。正程结束后(t_2),电子束扫到屏的右边。接着偏转电流将很快地线性减小($t_2\sim t_3$),电子束就相应从右向左运动。经过大约 $12\mu\text{s}$ 的时间以后又回到屏的最左边。这段过程叫做行扫描的逆程。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 $T_H=64\mu\text{s}$ (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 $f_H=\frac{1}{T_H}=15625\text{Hz}$ 。至于行扫描正程和逆程时间则每个电视机都可能略有不同,但逆程时间都在 $12\mu\text{s}$ 左右。假定电子束只有水平扫描而没有垂直扫描,那么荧光屏上将呈现一条水平亮线。

假如电子束沿着屏幕的运动不是匀速的,那么图象将会出现非线性畸变。例如电视台发送的图象是一幅宽度均匀的黑白竖条,如果水平扫描电流是线性的,那么电子束沿着荧光屏的运动是匀速的,在相等的时间里扫过相等的距离,因此荧光屏上重现的图象也是宽度均匀的竖直线(图1.2-2a)。如果扫描

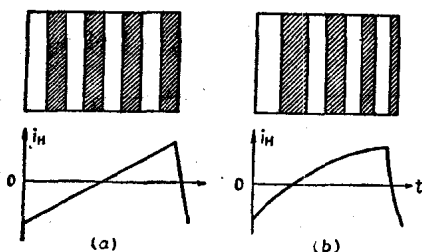


图 1.2-2 水平扫描的非线性畸变

电流是非线性的,则由于电流随时间增长的变化率逐渐减小,在同样的时间间隔里,电流增长较小,也就是磁场强度增长较少,因而越靠屏幕右边的竖条其宽度逐渐变狭,正如图1.2-2(b)所示。

*由于荧光屏曲率中心跟电子束偏转中心不相重合,因此线性的扫描电流并不能使电子束沿屏面作真正的匀速运动,因而需要进行S校正,这个问题将在第五章再讨论,这里先假定两者是重合的。

假定在显象管的垂直偏转线圈里通以如图1.2—3所示的锯齿形电流。至于电流的幅度则随机型和偏转线圈不同而不同，在联合设计23厘米电视机里约为 $400mA$ 。那么电子束在垂直偏转磁场（实际上其磁力线是水平的）的作用下将产生自上而下，再自下而上的运动。场扫描的周期 T_V 等于正程扫描时间（ T_{VS} ）和逆程时间（ T_{VR} ）之和。假定电子束只有垂直方向的扫描而没有水平方向的扫描，那么荧光屏上将出现一根垂直的亮线。

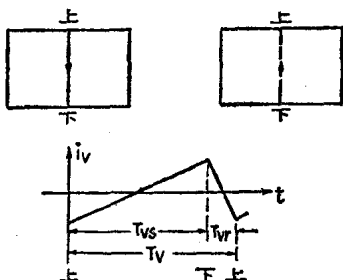


图 1.2—3 垂直扫描的正程和逆程

如果电子束沿着荧光屏运动的速度是不均匀的，图象在垂直方向就会出现非线性畸变。例如电视台播送的图象是一幅宽度均匀的黑白水平横条，非线性畸变的结果将出现图1.2-4(a)那样的图形。同图(b)中为无畸变的情况。

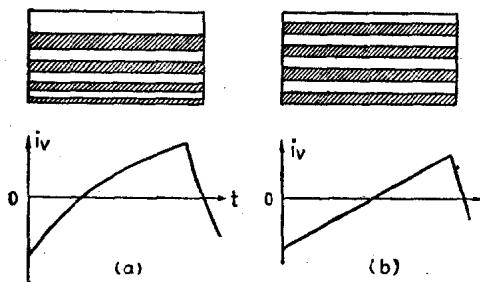


图 1.2—4 垂直扫描产生的非线性畸变

假如在显象管的两副偏转线圈里，相应加以周期不同的锯齿形电流，则电子束在水平偏转磁场和垂直偏转磁场合成的磁场的作用下，一方面作水平的运动，同时还有垂直的运动。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是水平略向右下倾斜的，如图1.2—5(a)所示。水平扫描锯齿波