

全国家用电器维修培训教材

黑白电视机原理与维修

章庆芳 谢玄玄 编著

科学出版社

内 容 提 要

本书是全国家用电器维修人员教材之一。主要内容包括黑白电视机的原理和维修,重点放在修理方面。选讲的机型是35cm和44cm新机型。详细讲解了维修基础;分立元器件黑白电视机的常见故障的检修,尤其详细阐述集成电路黑白电视机常见故障的检修。取材新、检修思路清晰、方法切实可行。

本书可作为家用电器维修人员、军地两用人材和职业中学培训教材,也可供家用电器维修人员、销售人员和广大电子爱好者自学读物。

全国家用电器维修培训教材15

黑白电视机原理与维修

章庆芳 谢玄玄 编著

责任编辑 沈成衡

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

一二〇一工厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1989年7月第一版 开本: 787×1092 1/32

1990年7月第二次印刷 印张: 13.375

印数: 0001—20050 字数300000

定价5.80元

ISBN 7-03-000404-3/TN·20

《全国家用电器维修培训教材》编委会

主 编 隋经义

副主编 王明臣 沈成衡 宁云鹤

编 委 高坦弟 陈 忠 刘学达

段玉平 左万昌 赵文续

张道远 李 军

前 言

自1986年初中央五部委发出《关于组织家用电器维修人员培训的通知》以来,在各地有关部门的大力支持下,家用电器维修培训工作的在全国蓬勃开展起来,并取得了可喜的成果。

1987年4月9日,中国科协、商业部、国家工商行政管理局、劳动人事部、电子工业部、总政宣传部,中国电子学会在召开的“全国家电维修培训工作会议”上指出这项工作的重要意义,同时指出要对现有教材进行修改,并编写基础与专业基础教材,以适应全国家电维修培训工作的需要。

实践证明,编写好家用电器维修培训教材是搞好培训工作的重要保证。我们认真研究了各地培训班对试用教材《家用电器维修指南丛书》的意见,按照统一教学计划的要求,组织有一定理论知识和维修实践经验的作者,编写了这套家用电器维修培训教材。并由科学出版社、人民邮电出版社、电子工业出版社、科普出版社、解放军出版社共同出版。

本教材主要阅读对象是具有初中以上文化程度,从事或准备从事家电维修工作,参加家用电器维修培训班的学员;也可供从事家用电器生产的工人、初级技术人员和广大电子技术爱好者参考;还可作为军地两用人才的培训教材。教材共分十八种出版。其中基础课教材五种:《电工基础》、《机械常识》、《电动机原理和维修》、《元器件》、《家用电器维修基

础》；专业基础课教材两种：《低频电路原理》、《高频电路原理》；专业课教材十种：《电风扇、吸尘器的原理和维修》、《洗衣机的原理和维修》、《电冰箱、空调机的原理和维修》、《电热器的原理和维修》、《电子钟表的结构、原理和维修》、《收音机的原理和维修》、《录音机的原理和维修》、《黑白电视机的原理和维修》、《彩色电视机的原理和维修》、《磁带录象机的原理、使用和维护》。教材分册出版，适于不同专业培训班选用，增加基础课和专业课教材，又为缺乏基础知识的学员提供了方便。此外还出版补充读物若干种，对教材起到拾遗补缺的作用。

在组织编写本教材时，我们注意贯彻理论与实践相结合的原则。基础课教材和专业基础课教材在介绍基本理论和电路时，紧密联系家用电器的实际，将其性的基础知识讲清楚。在教材的深度和广度上，尽可能照顾中、小城市和农村学员的实际水平，力求深入浅出，通俗易懂。

由于家用电器维修培训牵涉面广，学员水平参差不齐，要求不同，加之我们的水平有限，时间仓促，这套教材还会存在许多不足之处。我们恳切希望全国各地家电维修培训班的学员、教师，以及关心家电维修培训工作的同志们，对这套教材提出宝贵的意见。

全国家用电器维修人员培训教材编委会

1987年10月

目 录

第一章 黑白电视信号与黑白电视机的组成	1
第一节 电视图象的光电转换	1
第二节 全电视信号	7
第三节 全电视信号的发送	9
第四节 黑白电视接收机的组成	15
复习思考题及习题	17
第二章 黑白电视机电路分析	18
第一节 显象管及相关电路、偏转线圈	18
第二节 调谐器	27
第三节 中频放大器	42
第四节 视频检波器与视频放大器	57
第五节 自动增益控制(AGC) 电路	66
第六节 伴音电路	77
第七节 同步分离电路	83
第八节 场扫描电路	90
第九节 行扫描电路	114
第十节 电源电路	141
第十一节 电视机集成电路	148
第十二节 黑白电视机整机电路分析	173
复习思考题及习题	186
第三章 黑白电视机的修理方法	191
第一节 黑白电视机故障的鉴别和分类	191

第二节	黑白电视机的修理方法和故障分析	197
第三节	修理黑白电视机常用的检测方法	212
第四节	检修黑白电视机应注意的事项	235
	复习思考题及习题	237
第四章	分立元器件黑白电视机的检修	240
第一节	光栅方面的故障检修	240
第二节	图象与伴音方面的故障检修	272
第三节	同步方面的故障检修	300
	复习思考题及习题	311
第五章	集成电路黑白电视机的检修	312
第一节	非大规模集成电路黑白电视机常见 故障的检修	312
第二节	大规模集成电路的黑白电视机常见 故障的检修	373
第三节	检修实例	411
	复习思考题及习题	418

第一章 黑白电视信号与黑白电视机的组成

第一节 电视图象的光电转换

一、图象的分解

把报纸上的传真照片放大可以发现：它是由许多深浅不同的小黑点组成的，每个小点就称为一个像素。黑白电视图象也是由许多像素组成的。当我们观察电视图象时，为什么感觉不到这些像素存在呢？这是因为人眼对细小物体的分辨力是有一定限度的，当相邻两像素对人眼所张的视角小于人眼的分辨能力($1' \sim 1.5'$)时，人眼看到的不再是一个个分离的点，而是一幅连续完整的画面。一幅图象的像素越多，图象的细节就越丰富，画面也就越清晰。

电视技术中，构成电视画面的像素大小相等，但明暗不同，它们有规律地一行一行地排列着。我国电视标准规定：每幅画面有625行，在垂直方向上能分解图象的只有575行。由于电视屏幕的宽高比为4:3，所以在水平方向上一行相应的像素数目是 $575 \times \frac{4}{3} \doteq 766$ 个。这样，整个画面像素的数目是 $575 \times 766 \doteq 44$ (万个)。

二、图象的光电转换与静止图象的传送

要想把图象传送出去，必须首先把组成它的所有像素的光信号转变为电信号；在接收端再把图象电信号还原成光信号。收、发两端的光电转换分别由摄像管和显象管完成，其转换过程可用图1-1-1来说明。

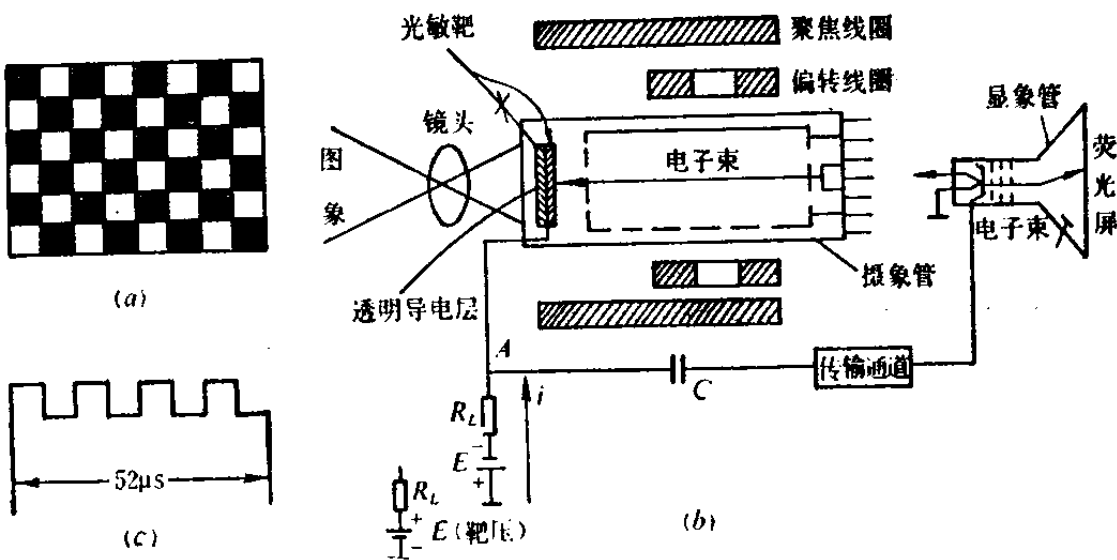


图1-1-1 图象的传送和显示原理

假定传送的是一幅如图1-1-1(a)所示的黑白相间的方格图象，假设每一方格就为一像素。把这幅图象对准摄像机的镜头〔见图(b)〕，它便在摄像管的光敏靶上成象。光敏靶是由半导体材料做成的，它随光照程度的不同而呈现不同的电阻，亮像素处电阻小，反之则大。摄像管内的电子枪产生的电子束在管外偏转线圈产生的磁场的作用下，自左至右，从上到下地运动。当电子束打到靶面第一行第一个黑像素时，靶面呈现的电阻大，在管外负载电阻 R_L 上流过的电流 i 较小， R_L 两端的压降也较小，因而A点的电位 U_A 较高。电子束扫到第二个白像素时，靶面电阻小， i 较大，因而 U_A 较低。于

是当电子束一行一行地扫过靶面时，在A点便得到了随时间变化且与亮度相对应的电压，这就是图象的电信号。图1-1-1(c)画出了第一横行图象信号电压的波形。该图象电信号被调制后，以电磁波的形式发送出去。

在接收端，显象管内电子束打到荧光屏上时形成发光点，光点的亮度与电子束中的电子数成正比。如果用接收到的图象电信号去控制显象管中电子束中电子数的多少，使得在信号电压高时电子数少，光点暗，反之则亮，并使电子束按照摄象管中电子束运动相同的规律运动，这样在显象管的屏幕上就依次出现了明暗不同的光点。当光点出现的速度很快时，由于人眼的视觉惰性，看到的不再是一行行移动的光点，而是一幅完整的图象。这样发送端需传送的图象便得到了重现。

三、活动图象的传送

上面谈到的只是一幅(又称作一帧)静止图象的传送，而电视广播需要传送活动的图象，这又是怎样来实现的呢？在电影技术中，是把一幅幅静止的画面以很快的速度播出，且每幅画面的相对位置都有些小的变动，由于人眼的视觉性，使人眼看到的是连续变化的活动图象。电影中每秒钟播出24幅画面，且每帧画面连续投影两次，相当于每秒钟播出48个画面。电视从电影中得到启示，每秒钟播送25帧图象来达到传送活动图象的目的。

四、扫描运动

1. 逐行扫描 从上面的讨论可以看出，图象的光电转换是由摄象管和显象管来完成的，它主要依靠摄象管和显象

管内电子束有规律的运动来实现的。我们把电子束这种有规律的水平 and 竖直偏转运动称为扫描。电子束在水平方向的运动称为行扫描(水平扫描)。我们面对荧光屏, 电子束自左往右扫描称为行扫描的正程, 自右回到左的过程称为行扫描的逆程。电子束在垂直方向的运动称为场扫描(垂直扫描), 电子束自上往下的扫描称为场扫描的正程, 自下回到上面的过程称为场扫描的逆程。如果让电子束作周期性的水平和垂直扫描运动, 在荧光屏上便形成了满幅的由一条条横亮线组成的矩形扫描光栅, 这一条条横亮线称为扫描线。我们把电子束一行紧跟一行的扫描称为逐行扫描, 它的进行方式如图1-1-2所示。

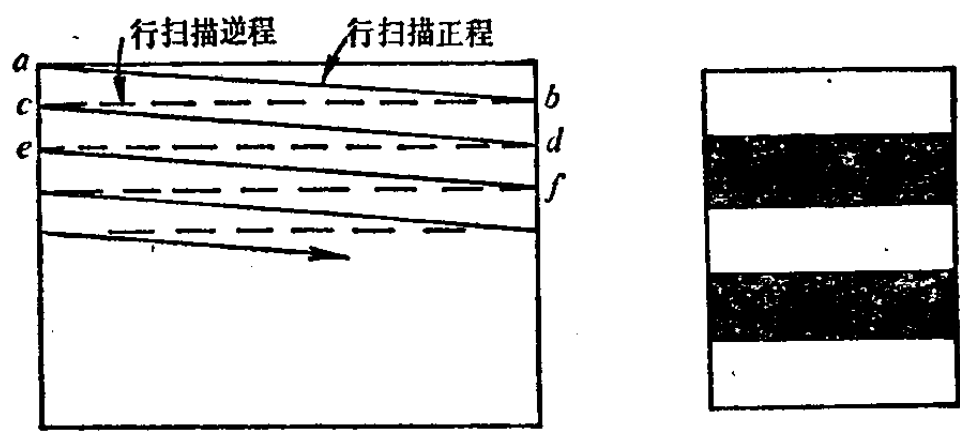


图1-1-2 逐行扫描

2. 隔行扫描 前面提到, 每秒钟播出25帧画面可获得连续活动的图象, 但由于每秒屏幕发光次数太少, 人眼会有一明一暗的闪烁感。试验证明, 当每秒钟屏幕的发光次数为48~50次以上时, 这种闪烁现象便不能被人眼觉察。为了做到这一点, 可以采用提高播出画面的帧数的方法, 例如, 每秒钟传送50帧画面。但这样做会使相同扫描行数情况下的行扫描频率增加, 电视信号占用的频带加宽。电视信号的带宽取决于图象信号的最高频率和最低频率, 而图象信号的频率

反映了图象内容变化的快慢；图象内容变化得越快，信号频率就越高。如果播送一幅相邻像素点为黑白交替的画面，显然这是一幅变化最快的图象，每两个像素为一个变化周期，若采用逐行扫描，且每秒播出50帧画面时，图象信号的最高频率为

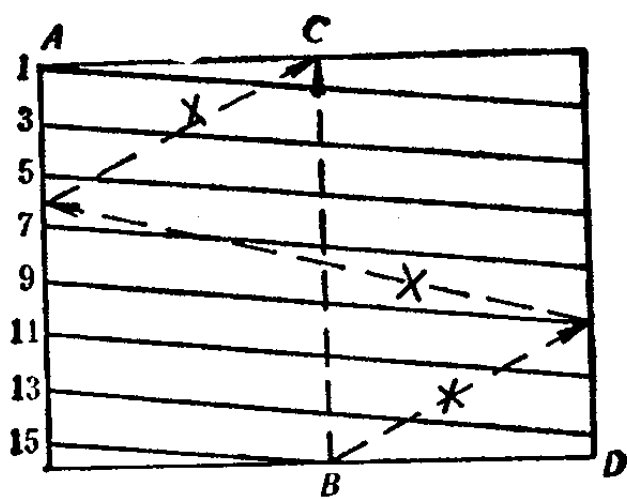
$$f_{\max} = \frac{440000}{2} \times 50 = 11(\text{MHz})。$$

因此，图象信号的实际频率约为11MHz。图象信号的最低频率只有几十赫兹，甚至直流分量也应正确传送，因此电视信号的带宽可以认为就是图象信号的最高频率。电视信号的带宽越宽，每一电视台占用的无线电波的频率范围就越大，这样既浪费有限的能利用的频谱资源，又使设备复杂化；因此，我们总想尽可能地压缩频带。要压缩频带，就要降低 $f_{\max}$ ，这只有减少每秒播出的帧数或扫描行数来实现。减少播出帧数会出现闪烁现象，减少扫描行数会降低图象的清晰度。为解决这一矛盾，现代电视技术采用了隔行扫描的方式。

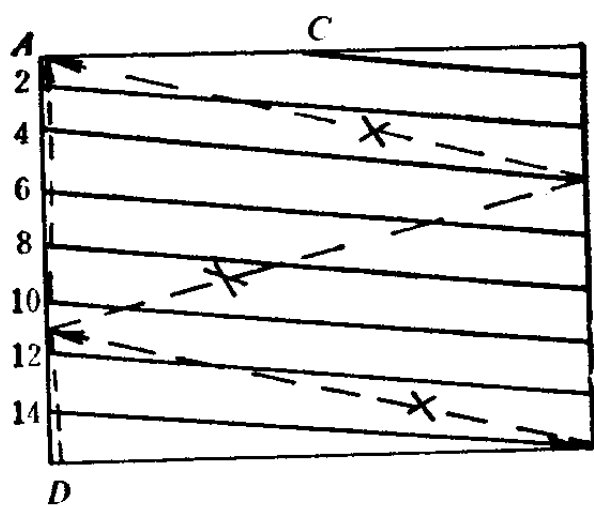
所谓隔行扫描，就是把一帧图象分两次扫描，一般称为两场。第一场扫1.3.5……奇数行，称为奇数场；第二场扫2.4.6……偶数行，称为偶数场。图1-1-3(a)、(b)画出了忽略行，场扫描逆程的隔行扫描的进行方式。由于一帧图象有625行，则每场应扫312.5行。奇数场为正程，电子束从A点扫描到最后一行的半行处B点结束；逆程电子束从B点回到屏幕最上方的中点，即C点。偶数场为正程，电子束从C点先扫完半行，再往下扫到最后一整行；逆程从D点回到A点。奇偶两场的扫描线嵌套后复合成为一帧，如图(c)所示。

采用隔行扫描有如下优点：

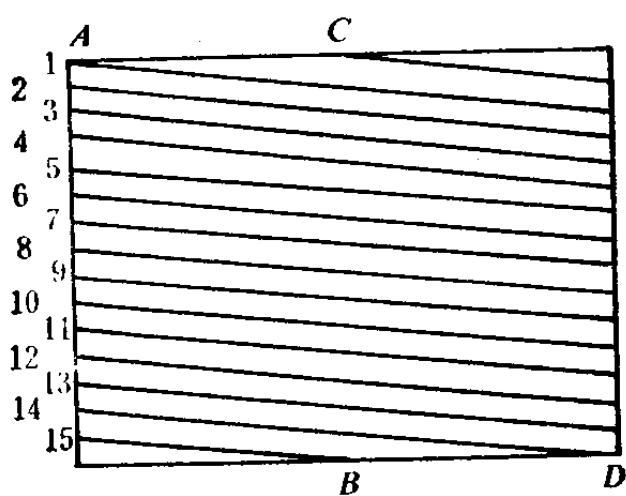
(1) 每秒可只传送25帧画面，但每秒的扫描场数是50



(a) 奇数场



(b) 偶数场



(c) 嵌套后光栅

图1-1-3 隔行扫描

场，即屏幕的闪烁频率是50Hz，因而闪烁现象消失了。

(2) 一帧图象分两场扫描，其合成的扫描线数仍然是625行，所以图象清晰度不降低。

(3) 因每秒钟只播出25帧画面，故电视信号的带宽降低为原来的一半，即约为6MHz。因而对收、发设备降低了要求，在技术上容易实现。

五、我国电视制式对扫描的规定

我国电视制式规定：一帧图象总的行数为625行，分两场扫描；行扫描频率是15625Hz，周期是64 μ s；场扫描频率是50Hz，周期是20ms。每一行中传送图象的时间是52 μ s(行扫描正程)，其余的12 μ s(行扫描逆程)不传送图象；在每一场中，扫描的行数是312.5行，其中287.5行传送图象(场扫描正程)，25行作为回扫(场扫描逆程)，不传送图象。

第二节 全电视信号

全电视信号除了包含图象信息的图象信号或视频信号外，还有复合消隐信号和复合同步信号。图1-2-1是全电视信号的波形图。

图中 t_1 至 t_5 是行扫描的一个周期，为64 μ s。 $t_1 \sim t_2$ 对应于电子束扫描的正程期间，即传送图象信号期间，约52 μ s。由于图象内容是随机的，所以图象信号是一任意的单值曲线；曲线变化情况与一行图象内容(亮度变化)相对应。图中75%的电平为黑色电平，12.5%的电平为白色电平，中间为灰色电平。在这种视频信号中，图象信号的电平越高，表示所传送的图象越暗；图象信号的电平越低，表示所传送的图

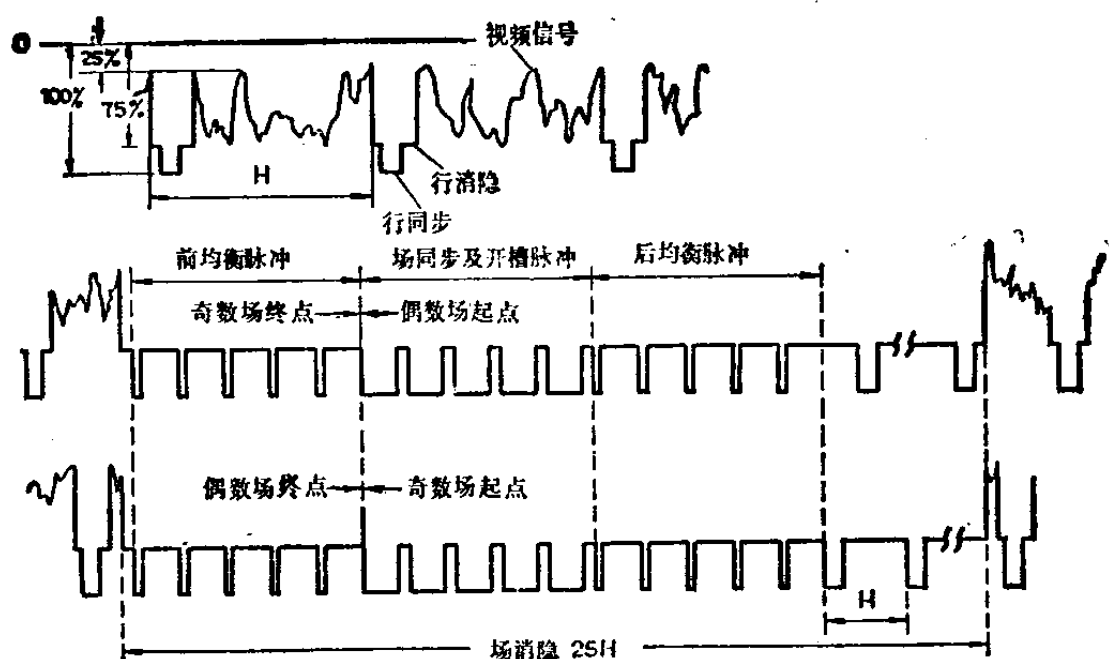


图1-2-1 全电视信号波形图

象越亮。这种视频信号叫做负极性视频信号，反之称之为正极性视频信号。

$t_2 \sim t_5$ 为行逆程期间，约为 $12\mu s$ ，逆程是不传送图象的，如果让电子束的逆程回扫亮线出现在屏幕上，将影响图象质量。为了让电子束截止，可使逆程期信号电压处于75%的黑电平位置，这逆程期的信号就叫消隐信号。图中画出的行逆程期的消隐信号叫行消隐信号，其宽度就是 $12\mu s$ 。同样的道理，在场逆程期间也要传送场消隐信号，其电平也为75%，宽度为 $25H + 12\mu s$ ($H = 64\mu s$)。行消隐和场消隐组合在一起的信号称为复合消隐信号。

电视图象中，各像素除了亮度随时间变化外，在空间还占有确定的位置；只有当显象管荧光屏上各像素的排列位置和发送端摄像管上各相应像素位置相同时，才能正确地重现图象。为了做到这一点，必须使收、发两端电子束的扫描运动步调一致，称作同步。保证同步的方法是：发射台发送的

全电视信号中包含有同步信号，当电子束扫描正程结束转入逆程时，同步信号向接收机发出信息，表示一行或一场已结束，接收机收到此信号后电子束就立即开始回扫，于是，收、发两端的电子束扫描可保持同步。同步信号只作同步之用，不应在屏幕上显示出来，所以它是在消隐开始以后才出现的；为区别于消隐信号，同步电平比消隐电平高，处于100%的电平上。图中 $t_3 \sim t_4$ 期间传送的为行同步信号，其宽度为 $4.7\mu s$ 。场同步信号也在场消隐开始后出现，其宽度为 $2.5H$ 。行同步和场同步，前、后均衡脉冲，槽脉冲组合在一起的信号称为复合同步信号。

第三节 全电视信号的发送

电视广播除需传送图象信号外，还要传送伴音信号，为了实现远距离的传送，需要把它们调制到高频载波上，然后再发送出去。

一、全电视信号的调制

我国电视制式规定，全电视信号的调制采用调幅方式，即让高频载波的振幅随全电视信号而变化；通常采用负极性调制，即当亮度增大时载波幅度减小。其调幅波波形见图1-3-1。

如果高频载波的频率为 f_p ，视频信号带宽为 $0 \sim 6\text{MHz}$ ，则已调波中除了包含原载频 f_p 外，还有上、下两个边带的成分，其频谱图如图1-3-2所示。显然，已调波的带宽为 12MHz 。信号包含在两个边带中，离载频 f_p 的距离为 ΩMHz 的位置 $f_p \pm \Omega\text{MHz}$ 反映了全电视信号中频率为 ΩMHz 的频率成分。由此可见，靠近载频 f_p 两侧的频谱成分反映了全电视信号的

低频成分, 远离 f_c 的频谱成分反映了全电视信号的亮频成分。

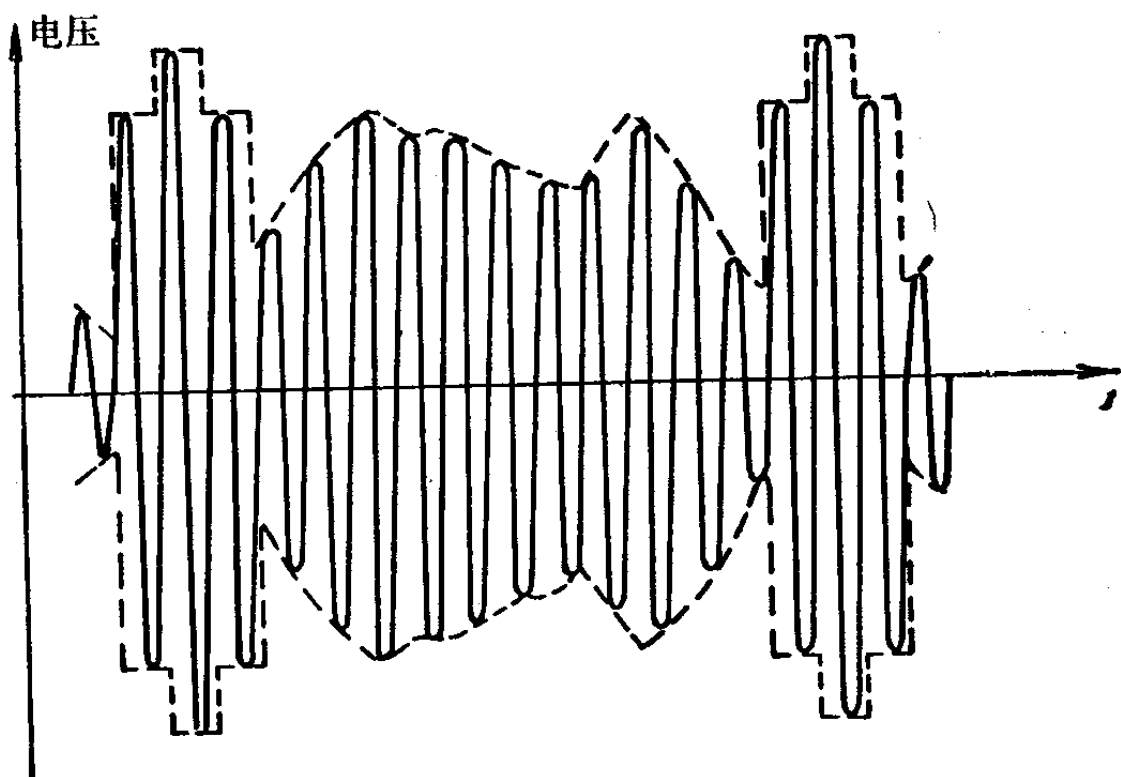


图1-3-1 负极性调制高频信号波形

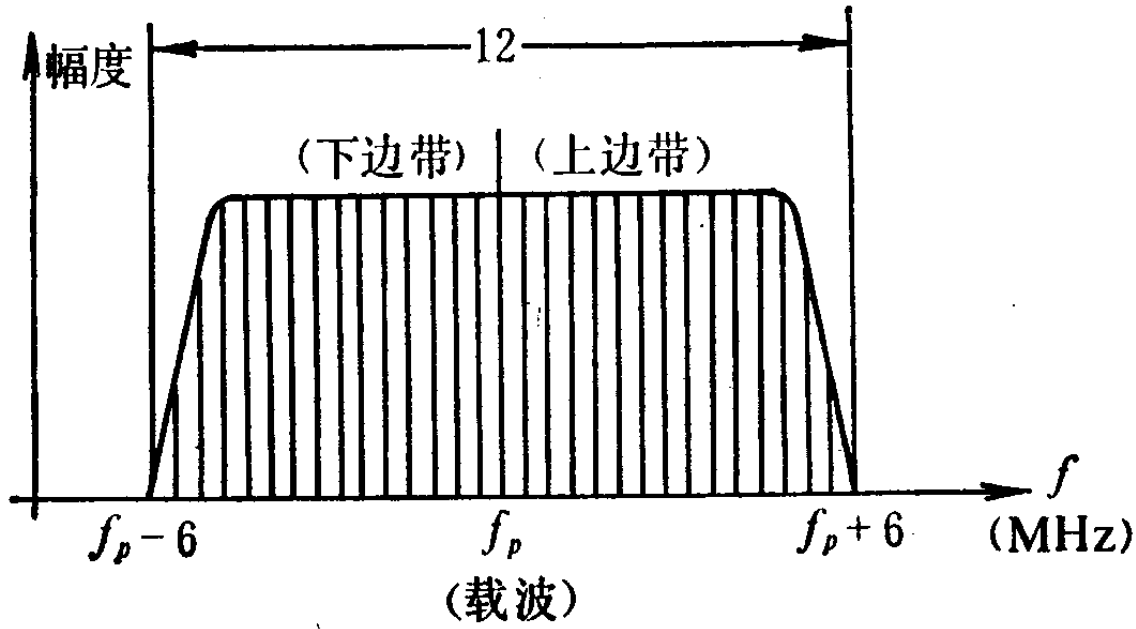


图1-3-2 视频调幅波频谱

二、伴音信号的调制方式

伴音信号的调制采用调频方式, 即使伴音载波的频率随