

微波通信设备

中册

长春邮电学院 编

人 民 邮 电 出 版 社



前 言

本书是邮电中等专业学校教学用书。为适应邮电教育事业发展的需要,1978年以来,我们组织了部分邮电学校分工编写了微波、载波、市内电话、线路、电报、电源、综合电信和邮政机械等八个专业所用的专业基础课和专业课教学用书,有些已经出版,有些将陆续出版,以满足各邮电中等专业学校教学的需要。

编写教材,是提高教学质量的关键。我们组织编写本教材时,力求以马列主义、毛泽东思想为指导,努力运用辩证唯物主义的观点阐明科学技术的规律,内容上注意了少而精,尽量反映科学技术的新成就。书内难免存在缺点和错误。希望有关教师和同学在使用过程中,把发现的问题提给我们以便修改提高。

邮 电 部 教 育 局
一九八〇年七月

编 者 的 话

本书为邮电中等专业学校“微波通信设备”试用教材中册。内容共分三章，第三、四章分别阐述了电视、电话调制——解调机的组成、电路原理和主要技术指标的调测。以电视调制——解调机为主，阐述了中频调制器、中频解调器和中放限幅等电路原理。对于指标调测、自动倒换和信号监测等电路，在电视、电话两种调制机中各不相同，故分别加以阐述。这部分内容是本书学习的重点。第五章以CTP-205型彩色电视监测机为例，比较详细地叙述了色度信号的解调过程和原理；同时，对扫描电路和本机的特殊电路如自动色度控制(ACC)电路、自动亮度限制(ABL)电路、自动清晰度控制电路和自动消色电路等也作了讨论，便于学生阅读。

本书编写过程中，得到邮电部第四研究所、邮电五〇六厂、邮电五〇三厂等兄弟单位的热情帮助和指导，谨表谢意。

本书由长春邮电学校盛德察同志编写，由邮电五〇六厂吴冠中同志、北京邮电学院焦其祥同志审稿。

由于我们的水平所限，错误和缺点在所难免，恳切希望读者批评指正。

长 春 邮 电 学 校

1982年9月9日

目 录

第三章 电视调制——解调机	1
第一节 概述	1
一 电视调制——解调机的功用	1
二 电视调制——解调机的组成	1
三 电视调制——解调机的主要指标	5
第二节 电视调制机	15
一 预加重及混合网络	15
二 中频调制器	17
三 中放限幅电路	29
四 伴音调制器	34
五 调制机监测电路	36
六 调制机告警电路	40
第三节 电视解调机	43
一 中频解调器	43
二 主视放盘	47
三 伴音解调电路	49
四 监测和自动倒换控制电路	54
第四节 测试	57
一 校准电平及频偏	57
二 主要指标的测试	58
第四章 电话调制——解调机	66
第一节 总体介绍	66
一 电话调制——解调机的功用及性能	66
二 电话调制——解调机的组成	66
第二节 分盘电路介绍	69
一 群频电路	69
二 中频电路	76
三 监测和倒换控制电路	80
第三节 指标测试	85
一 几个指标的意义	85
二 主要指标测试	96
第五章 彩色电视监测机	100
第一节 CTP-205型彩色电视监测机概述	100
第二节 色度信号解调电路和三基色信号的恢复	102
一 带通放大电路	102
二 梳状滤波器	103
三 同步检波电路	109

四 矩阵电路	112
第三节 色同步电路	115
一 色同步电路的组成	115
二 色副载波振荡电路	116
三 色同步选通放大电路	117
四 鉴相电路	119
五 色副载波的相位关系	121
六 行识别脉冲及PAL识别开关的同步	123
七 自动色度控制电路和自动消色电路	125
第四节 图象放大电路	127
一 自动清晰度控制电路和亮度信号的延迟	127
二 直流分量的恢复和亮度自动限制电路	128
三 第五视放及行场消隐	131
四 视放输出级	132
第五节 同步与偏转电路	133
一 同步分离电路	133
二 垂直偏转电路	136
三 水平偏转电路	142
第六节 自会聚彩色显象管及其调整	158
一 自会聚显象管结构	158
二 工作原理	159
三 白平衡调整	163
四 自动消磁电路工作原理	164
五 使用隔离变压器的注意事项	165

第三章 电视调制——解调机

第一节 概 述

一、电视调制——解调机的功用

电视调制——解调机简称电视架，它是960路电话/电视微波中继通信系统的终端设备，安装在电路的终端站或主站。

电视架用来完成电视信号的中频调制和解调，其中调制机是发信部分，解调机是收信部分，它们在微波线路中的位置如图3-1-1所示。在发端，由电视台来的图象和伴音信号送入电视调制机，经调制后变为70MHz中频信号送入微波收发信机的发信系统，它把70MHz中频信号变成微波信号经天线发射出去。在接收端，电视通道的微波信号由微波收发信机的收信系统变换为70MHz中频信号，然后送入电视解调机进行解调，还原成电视图象和伴音信号。利用电视监测设备可直接监视图象和伴音信号的传输质量。同时，终端站应把电视解调机输出的图象和伴音信号以适当的方式传送给当地电视台。

按照微波电路总体设计要求，为了提高设备的可靠性，采用5:1波道备用方式，即在六个高频波道中有五个为主用工作波道，一个为备用波道。在电视架中设计两套主用设备和一套备用设备，即在每个电视调制机中包括两套调制设备作为主用，它们分别与指定的微波收发信机固定连接；而备用调制设备则接至备用高频波道。同样，每个电视解调机中也包括两个主用解调和一个备用解调设备，它们分别接至主、备用高频波道。这样一套电视调制——解调机可适应两个波道传送电视的情况，当两个主用波道之一发生故障时，由波道倒换机控制倒至备用波道。

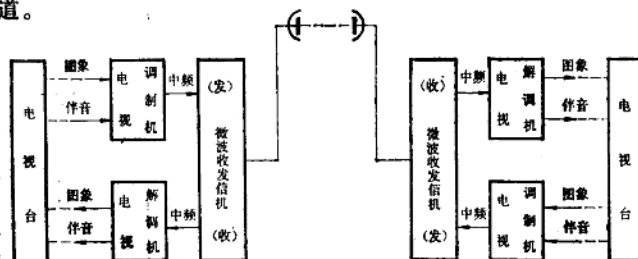


图 3-1-1 电视架在微波电路中的位置

为了维护方便，在电视调制——解调机中设有监测设备。可对输入、输出的各种信号的电平、以及调制器的频率等进行检查和测试。

二、电视调制——解调机的组成

(一) 电视调制机

电视调制机方框图如图3-1-2所示，它包括两个主用通道和一个备用中频调制盘。两个主

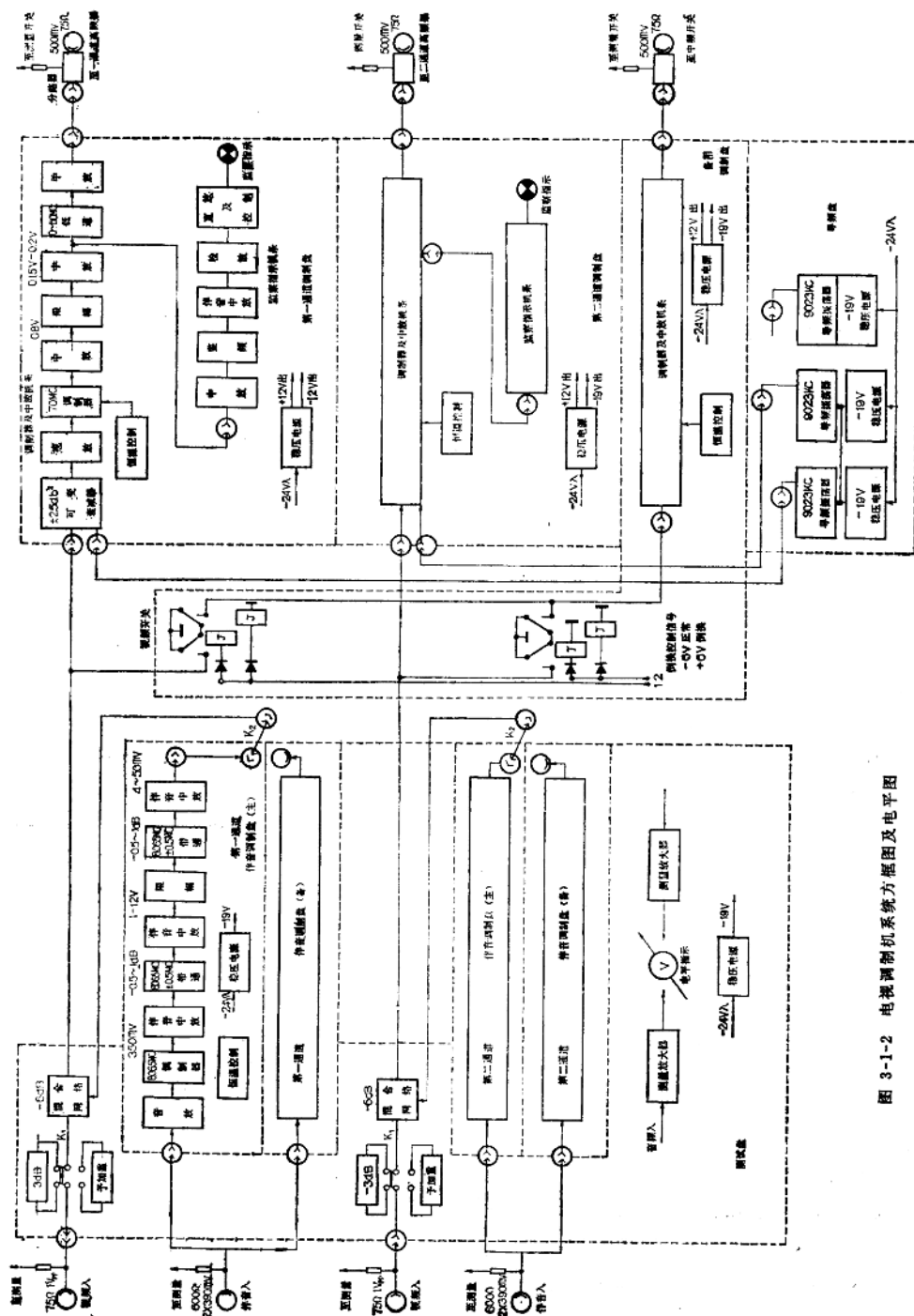


图 3-1-2 电视调制机系统方框图及电平图

用通道调制设备分别固定接至两个微波收发信机，而备用中频调制盘通过中频开关接至备用微波收发信机。两个主用调制设备的电路完全一样，下面以第一通道为例说明其电路主要的组成部分和它们的作用。

1. 伴音调制盘与混合网络

电视图象信号的频谱为 $30\text{Hz}\sim 5.5\text{MHz}$ ，伴音信号的频谱为 $50\text{Hz}\sim 10\text{KHz}$ 左右，可见，它们的频谱是重叠的，如果把这两种信号直接混合在一起送至中频调制器，那么，在接收端将无法把它们区别开来。为此，伴音信号首先经过伴音调制盘对 8.065MHz 振荡信号进行调频。然后，再与图象信号在混合网络中进行适当的混合，送至中频调制器。

此外，供波道切换机用的 9.023MHz 导频信号也送入中频调制器，这样，送至中频调制器的信号有三种：即图象、伴音副载频和导频信号。它们组成的基带频谱如图3-1-3所示。

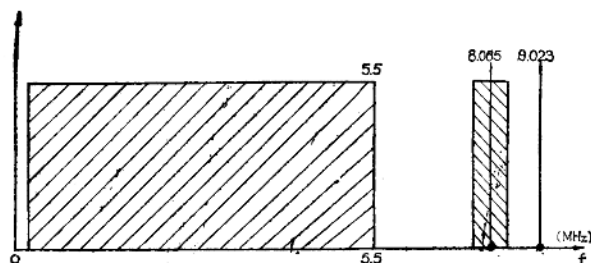


图 3-1-3 电视架基带信号频谱

在每一个通道中设置主、备用两个伴音调制盘，伴音信号同时送入主、备用伴音调制盘，调制后的伴音副载频信号由手动开关 K_2 控制选择一路输出。

2. 中频调制盘

中频调制盘是电视调制机的重要组成部分，它把基带信号变为 70MHz 的中频信号。本盘主要包括 70MHz 调制电路和放大电路，此外，为了监视本机工作是否正常，设置了监察指示机条，由输出的中频信号取出一部分经解调后，选出伴音副载频信号作为指示和告警信号。

3. 视频开关和主、备用倒换

主、备用通道的倒换是由视频开关完成的。波道切换机是根据导频信号的有无来产生倒换控制信号，并送给电视调制——解调机内的视频开关，使视频开关接通主用或备用通道。正常时，由波道切换机送给视频开关一个 -6 伏的直流控制信号，它接通主用通道。当两个主用通道中任何一个发生故障时，波道切换机送给视频开关一个 $+6$ 伏的控制信号，则视频开关接通备用中频调制盘，把电视信号通过备用调制盘送至备用高频波道。当主用通道恢复后，视频开关又得到 -6 伏控制信号而接通主用通道。

导频信号是由导频振荡器产生的，在电视调制机内有三个导频振荡器，它们均能产生频率为 9.023MHz 的导频信号，其中两个为主用，分别接至两个主用调制器的输入端，一个导频振荡器为备用，当主用导频振荡器发生故障时，可把备用导频振荡器人工接入电路。

由图3-1-2可见，在调制盘以前的电路如果发生故障，不进行波道倒换，因此，伴音调制盘设置备用盘，以提高可靠性。

电视调制机的测试盘由测量放大器和指示电表等构成，机架的各种输入、输出信号通过测量选择开关可对它们进行测试，其中输入图象信号及伴音信号可通过表头指示，也可用监

示器进行监测或监听。

(二) 电视解调机

电视解调机架方框图如图3-1-4所示。它也配置了两个主用通道和一个备用通道。两个主用通道的电路结构完全一样,备用通道基本上与主用通道相同。两个主用通道分别接至固定的高频架的主中放的输出端,备用中频解调则接至备用波道的高频架的主中放的输出端,由波道倒换机控制主、备用通道的倒换。以第一通道为例说明电视解调机各组成部分及其作用。

1. 中频解调盘

中频解调盘是电视解调机的重要组成部分,它主要由校相电路、中放限幅、70MHz解调器和予视放等构成,校相电路对中频信号的时延失真进行补偿,以满足传送彩色电视的需要。中频信号经校相后送入中放限幅电路,抑制寄生调幅干扰,然后经中频解调电路恢复基带信号。经予视放放大后的基带信号再经电缆传送至主视放盘。

2. 主视放盘

主视放除对视频信号进行放大外,还有如下的作用:

a. 分出导频信号并加以放大,然后送至波道倒换机,这由主视放盘内导频放大电路来完成。

b. 主视放盘内设一级倒相电路,它是一级共发射极放大器,在需要时,可接入倒相电路,以保证在视频接口点图象信号为正极性。

c. 主视放盘内还设置去加重网络,以恢复视频的幅频特性。为了改善调频时视频通道的同步脉冲对伴音通道的干扰和信噪比分布,在发送端接入予加重电路,使视频幅频特性产生了变化,因此,在接收端解调之后必须采用去加重电路来恢复原视频幅频特性,否则将造成视频信号的失真。

3. 视频滤波器和时延均衡器

视频滤波器把图象信号和伴音副载频信号区分开来,把伴音副载频信号送至伴音解调电路,而图象信号则经视频时延均衡器校正时延,以满足传送彩色电视的需要。

4. 伴音解调盘

由视频滤波器分出的8.065MHz伴音副载频信号,经伴音解调盘还原出伴音信号。由于伴音解调系统不在导频信号监护范围之内,为了提高可靠性,伴音解调盘也设主、备用两套,其输入信号主、备用并联,输出信号由手动开关 K_2 控制,可选出其中之一作为输出信号。

5. 视频开关与主备用倒换

电视解调机视频开关与电视调制机的视频开关相同,均由波道倒换机送来的 ∓ 6 伏直流电压控制。正常时,主用通道接通,当主用通道发生故障时,解调机的视频开关倒换到备用通道。

电视解调机中设有监测盘,对各种输出、输入信号进行监测。

三、电视调制——解调机的主要指标

电视信号经过微波系统传输后,必然受到各种干扰和产生失真(微波中继通信原理课程中有较详细地分析)。为保证电视的传输质量并根据微波系统指标分配原则及国际上相关规

表3-1-1

电视调制——解调机架技术指标

项 目	指 标
中频频率	70MHz $\pm$ 100KHz
中频阻抗	75 Ω
输出电平	0.5V $\pm$ 10%
输入电平	0.3V $\pm$ 10%
$\pm$ 8MHz内回波损耗	>30dB
解调单元限幅系数	>26dB(6MHz)
视频信号输入输出电平	1V _{PP} 正极性
调制频偏	8MHz
视频幅频特性	10MHz内 $< \pm 1$ dB 5.5MHz内 $< \pm 0.4$ dB
视频群时延特性	5.5MHz内 $< \pm 20$ ns
视频净衰减稳定性	$< \pm 0.3$ dB (1小时) $< \pm 0.2$ dB (1秒)
视频输入输出阻抗	75 Ω
5.5MHz回波损耗	>30dB
亮度通道信杂比 (峰—峰/有效值)	>70dB (加权)
色度通道信杂比 (峰—峰/有效值)	>60dB (加权)
周期性干扰 (峰—峰/峰—峰)	
对电源交流声干扰	>52.8dB
对1KHz—5.5MHz单频干扰	>73dB
偶发性脉冲干扰信杂比	>25dB
亮度通道的非线性畸变	$< \pm 6\%$
同步信号的非线性畸变	$< \pm 5\%$
色度通道畸变	
整机4.43MHz DG	$< \pm 0.8\%$
整机4.43MHz DP	$< \pm 0.4\%$
线性波形畸变	$< \pm 2\%$
场时间	$< \pm 1.7\%$
行时间	$< +7.9\%$
短时间	$< -6.2\%$
伴音通道幅频特性	
50Hz~10KHz	$< \pm 0.5$ dB
伴音加权信杂比	优于70dB
伴音非线性失真系数	$< 1.5\%$
伴音净衰减稳定性	$< \pm 1$ dB
音频阻抗	600 $\Omega \pm 10\%$
输入电平	0.775V
输出电平	3V

续

项 目	指 标
副载频率 稳定度	8.065MHz ±16KHz
频 偏 8.065MHz副载频 8.065MHz调制中频	±150KHz (峰值) ±750KHz (峰值)
主用波道导频为9023KHz 备用波道导频为8500KHz 频率不稳定 调制频偏	< ±1KHz 140KHz (有效值)
收发去耦	>30dB
直流供电电压	-24V $\frac{-3V}{+1}$

定, 确定了电视调制—解调机的指标, 如表3-1-1所示。

表3-1-1中所列的有关中频指标的意义及测量在微波收发信机中已有详细讨论, 这里仅对相关的视频指标加以说明。

(一) 亮度通道和色度通道加权信杂比

随机杂波(即通常所说的热噪声)对亮度通道和色度通道的干扰用信杂比来表示, 即

$$S/N = 20 \lg \frac{\text{图象(亮度或色度)信号峰-峰值}}{\text{随机杂波有效值}} \text{dB} \quad (3-1-1)$$

由于人眼的频率特性使得主观上对低频干扰比较敏感, 而对同样大小的高频干扰却不易觉察。在进行信杂比测量时, 如果不加修正地把整个视频通带内的杂波一并测出, 那么, 测得的杂波要比人眼主观上觉察到杂波大, 因为高频端没有被人眼觉察到的那部分杂波也包含在内了。为使测得的信杂比符合人眼的感觉, 在测试之前应该加入一个模拟人眼特性的网络, 即加权网络, 把通过加权网络测得的杂波有效值代入公式(3-1-1)后所得到的信杂比称为加权信杂比。

统一加权网络是按CCIR建议设计的, 它既适合亮度又适合色度通道杂波的测量, 其电路及衰减特性如图3-1-5所示。它的插入损耗可按式计算:

$$A(\text{dB}) = \frac{1 + \left[\left(1 + \frac{1}{a} \right) \omega \tau \right]^2}{1 + \left(\frac{1}{a} \omega \tau \right)^2} \quad (3-1-2)$$

式中, $\tau = 245\text{ns}$, 常数 $a = 4.5$ 。

当 $f \rightarrow \infty$ 时, 插入损耗值为:

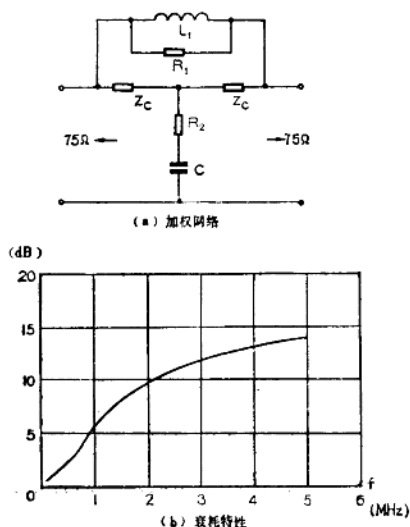


图 3-1-5 统一加权网络及其衰减特性

$$A_{\omega} = 20 \lg(1 + a) = 14.8 \text{ dB} \quad (3-1-3)$$

统一加权网络特性也可用传输系数表示:

$$g(f) = \frac{[1 + (f/f_2)^2]^{1/2}}{[1 + (f/f_1)^2]^{1/2}} \quad (3-1-4)$$

式中 $f_1 = \frac{a}{2\pi(a+1)\tau} = 0.5315 \text{ MHz}$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi a \tau} = 2.923 \text{ MHz}$$

由式(3-1-2)可画出衰减特性曲线如图3-1-5(b)所示。

此外, 必须指出在测试加权亮度信杂比时, 是否接入去加重网络测得的结果是不一样的。因为接入去加重网络后, 视频高频端的噪声已经有了改善。那么, 再考虑加权时, 信杂比提高不大, 为6.5dB; 如果不接入去加重网络, 视频高频端噪声较大, 这时, 加权前后噪声电平相差很大, 因此, 加权信杂比将提高很大, 为12.3dB。

随机杂波对亮度通道的干扰在图象上表现为沿行方向小的黑白点, 俗称雪花干扰。然而色度通道也会受到这种杂波干扰, 不过是表现在颜色的色彩饱和度上。

为了单独评价随机杂波对色度信号的干扰, 在测量色度通道杂波时, 必须设法将落入色度通道的杂波从总的杂波谱中选出, 即加入一个通带为 $4.43 \pm 1.5 \text{ MHz}$ 的带通滤波器。

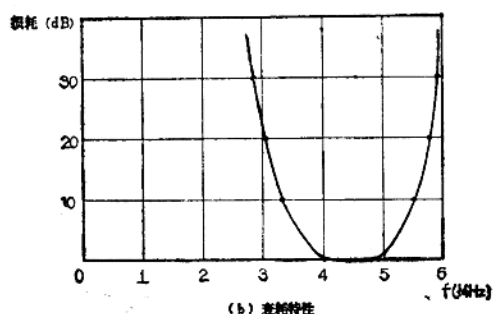
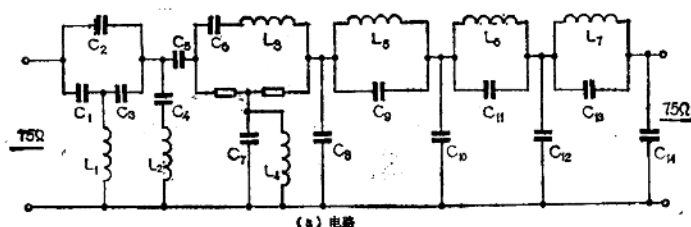


图 3-1-6 带通滤波器及其衰减特性

带通滤波器及其衰减特性如图3-1-6所示。与亮度加权类似, 加权后使信杂比提高了。同样, 在是否接入去加重网络两种情况下, 色度加权信杂比提高的程度也不一样。

(二) 周期性干扰

电视调制—解调机可能产生某些周期性杂波, 主要包括电源交流杂波和单频周期性杂

波。它们对图象的破坏表现为周期性干扰。我们规定，周期性干扰用信杂比来表示。对于电源产生的交流干扰用电源交流干扰信杂比来表示，即

$$\frac{S}{N} = 20 \lg \frac{\text{图象亮度信号峰—峰值}}{\text{电源交流杂波峰—峰值}} \text{dB} \quad (3-1-5)$$

在电视调制—解调机环测时，测试点图象信号电平已有规定，因此，只要在该点测得电源交流杂波峰—峰值并代入公式(3-1-5)后，便可算出电源交流杂波干扰信杂比的数值，它应该大于52.8dB。

对于单频周期性杂波干扰则用单频干扰信杂比表示，即

$$\frac{S}{N} = 20 \lg \frac{\text{图象亮度信号峰—峰值}}{\text{单频干扰杂波峰—峰值}} \text{dB} \quad (3-1-6)$$

同样，在实际测量时，只需用选频表测得单频干扰的峰—峰值，便可求出其信杂比的数值，它应大于73dB。

电视调制—解调机中，单频周期性干扰是一种互调产物。当电视调制—解调机内产生高频杂波（由高频自激等产生的）时，调频电视信号将受到干扰而产生差拍，从而在视频通带内将造成可见的单频干扰，图3-1-7示出了这种产生差拍的情况。图中 $f(t)$ 为调频波瞬时频率， f_A 、 f_B 为两个特定亮度电平所对应的瞬时频率， f_v 为干扰源稳态频率， Δf 为信号峰—峰值频偏（对应于图象信号峰—峰值）。

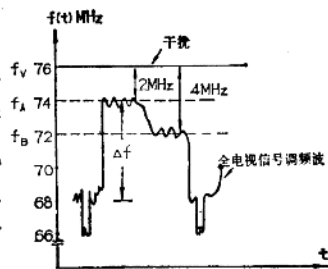


图3-1-7 调频波受单频干扰产生周期性杂波的情况

由图3-1-7可以看出，对于 $f(t) = f_A$ 的瞬间，即调频波的瞬时频率由中心频率变到74MHz时，而干扰频率为76MHz，因此在这个瞬间将产生2MHz的杂波落入视频带内。而在 $f(t) = f_B$ 瞬间，可产生4MHz杂波。当调频波瞬时频率随亮度信号电平而变化时，将产生一系列不同频率的杂波，因而表现在图象上这些干扰形成的条纹之间隔和斜率将随亮度而变化。

(三) 线性波形畸变

电视调制—解调机环测时，输出端电视信号波形同输入端电视信号波形相比要发生线性畸变。所谓线性畸变实际上取决于环路的视频频率特性，既然如此，线性波形畸变与视频频率特性有什么联系呢？我们知道，所谓频率特性是传输通道的稳态特性；而线性波形畸变是研究特定波形的脉冲信号经过传输通道后产生的波形失真，是测量传输通道的暂态特性。而这种波形失真直接表现在图象亮度方面的失真，这样，便于我们根据图象的主观评定提出对传输电路的稳态特性要求。同时，把传输通道的暂态特性和稳态特性联系起来，使我们对线性失真的分析更直观、更实际。

电视图象信号是时间的函数，为了分析它的失真，可把时间标度分段研究，即分为场时间、行时间和短时间三种波形。场时间波形周期大、频率低代表电视频带的低频带，而行时间和短时间波形周期小、频率高，分别代表电视频带的中频段和高频段。利用这三种不同时间的波形便可对整个视频带内的频率特性进行测量和分析。

1. 场时间波形失真

一场图象在垂直方向亮度的变化所对应的波形，其变化频率可以认为从50Hz到15625Hz。如果传输电路在这一频段的频率特性和相位特性不佳，则会引起亮度信号波形失真，

这种失真我们称为场时间波形失真。

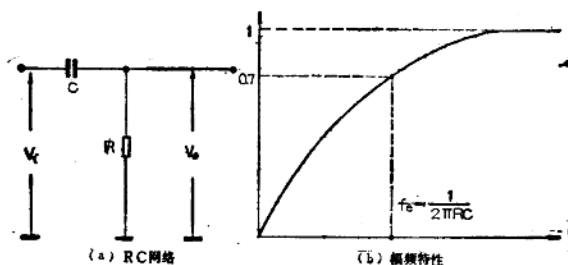


图 3-1-8 产生场时间波形失真的RC网络

下面，我们举例说明这种失真现象。图3-1-8示出了一个RC网络及其频率特性（省略其相位特性）。它的传输特性可用幅模特性和相位特性表示：

$$G(f) = \left| \frac{V_o}{V_i} \right| = \left| \frac{1}{1 + \frac{1}{j\omega RC}} \right| = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{(2\pi f)^2 R^2 C^2}}} \quad (3-1-7)$$

$$\phi(f) = \text{tg}^{-1} \frac{1}{2\pi f RC} \quad (3-1-8)$$

设有一个重复频率为场频50Hz的矩形脉冲亮度信号通过RC网络，看其波形失真情况。这里我们先只谈亮度信号，不考虑消隐及同步信号。

图3-1-9(a)是RC网络输入端亮度脉冲信号，RC网络输出的失真脉冲信号如图3-1-9(b)所示。假定RC网络输入端脉冲 V_i 的幅度为 E ，周期为 T ，脉冲宽度为 τ ，并且 $T = 2\tau$ 。在

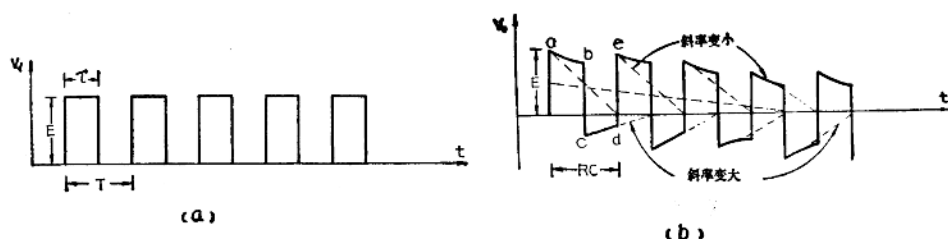


图 3-1-9 场频矩形脉冲通过RC网络的波形失真

V_i 从零跃升到 E 的瞬间，由于电容 C 上的电压不能突变，电压 E 全部加到电阻 R 上，使得输出电压 V_o 也等于 E 。此后，电容 C 充电， V_o 按照时间常数 RC 的指数曲线下降。在脉冲宽度 τ 内， V_o 从 a 点下降到 b 点，电容 C 所充得的电压等于 V_i 减去 V_o 。在输入脉冲从 E 跃降到零时，输入端相当于短路，于是，电容 C 上的电压便要通过电阻 R 放电。由于电容的传递作用 V_o 从 b 点跃降到 c 点。上述电容放电是从 c 点开始的，随着放电电流的减小， V_o 按指数曲线（时间常数仍为 RC ）上升。在输入脉冲休止期间内， V_o 从 c 点上升到 d 点。此时， V_i 又从零跃升到 E ，由于电容 C 的传递作用 V_o 跃升到 e 点，随后发生的情况将和前一个周期的情况类似。但是，愈是往后的变化，同前面比较起来有如下特点：即充电起始斜率愈来愈小；放电的起始斜率（与充电斜率符号相反）愈来愈大，输出电压每一周期的平均分量渐渐下移（如图中虚线所示），横轴上下的波形趋于对称。在到达稳定状态后，输出电压 V_o 正半周的顶部下降斜率与负半周底部上升斜率相等。电容 C 在正半周所充得的电荷等于负半周

放掉的电荷,因而在一个周期内电容C上的电荷没有净增减。

上述事实表明,场频脉冲通过一个低频响应不佳的RC网络后将会产生波形失真,即所谓的线性波形畸变。

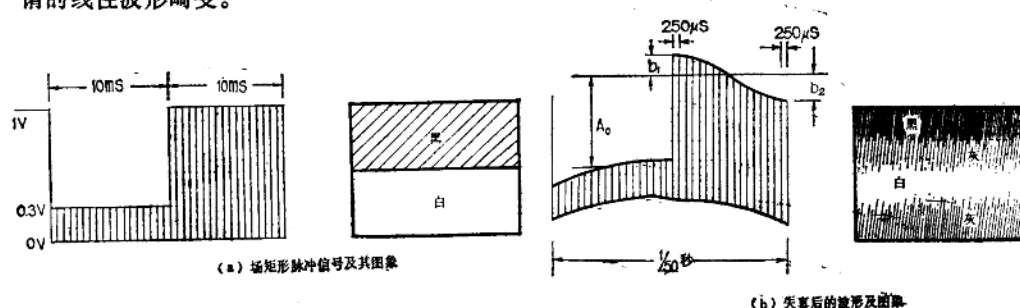


图 3-1-10 场时间波形失真及其图象失真情况

场时间波形失真测试信号为50Hz矩形脉冲信号,对应的图象为垂直方向上半幅黑白画面,参见图3-1-10(a)。失真后的波形和图象如图3-1-10(b)所示,可见黑白分界线模糊,大面积底色不均匀。这种波形失真程度用场时间波形失真系数 K_{50} 表示。 K_{50} 定义为测试矩形波波形失真后波顶上升或下掉的最大值与整个矩形波幅度之比,即

$$K_{50} = \frac{b_{\max}}{A_0} \times 100\% \quad (3-1-9)$$

式中, $b_{\max}$ 为去掉矩形波边缘250微秒后波顶相对于其中点的最大变化量; A_0 为矩形波中点的幅度。电视调制—解调机要求 $K_{50} < \pm 2\%$ 。

2. 行时间波形失真

一行时间内图象的变化频率介于1562Hz至视频上限频率 f_c 之间。为了便于分析,将上述频率范围分为两段研究。从15KHz至1MHz称为中频段。由中频段引起的中频失真称为行时间波形失真,上限频率 f_c 附近对波形的影响当作高频失真,又称短时间波形失真。

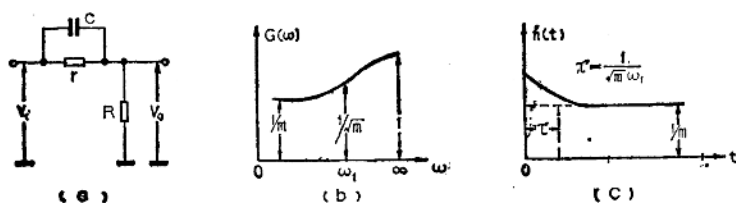


图 3-1-11 影响中频特性的电路

现以两种电路为例对中频失真加以说明。例1示于图3-1-11,它是由 c 、 r 和 R 组成的分压电路,其传输系数的模值分

$$G(f) = \left| \frac{V_0}{V_i} \right| = \sqrt{\frac{\frac{1}{m} + \left(\frac{f}{f_1}\right)^2}{m + \left(\frac{f}{f_1}\right)^2}} \quad (3-1-10)$$

式中, $m = \frac{R+r}{R}$, $f_1 = \frac{m}{2\pi rC}$ 。

按照式(3-1-10)可以画出该电路的频率特性,如图3-1-11(b)所示。由图可见,中频频

率特性是不佳的。频率 f_1 可以认为介于15KHz至1MHz之间。这个电路对单位阶跃函数的响应可用运算法求得，其图形如图3-1-11(c)所示。

例2 如图3-1-12所示，该电路的传输系数模值为：

$$G(f) = \frac{1}{m} \sqrt{\frac{m + \left(\frac{f}{f_1}\right)^2}{\frac{1}{m} + \left(\frac{f}{f_1}\right)^2}} \quad (3-1-11)$$

式中， $m = \frac{R+r}{R}$ ， $f_1 = \frac{r}{2\pi\sqrt{m}L}$ 。

该电路的频率特性及其对单位阶跃函数的响应分别如图3-1-12(b)、(c)所示。

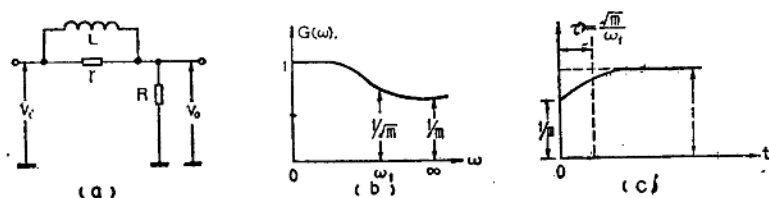


图 3-1-12 影响中频特性的电路

由上述两种电路对单位阶跃函数的响应可以看出，中频特性不好的电路将使阶跃信号跳变沿变缓。

实际测试中频失真并非使用阶跃信号，而是采用行矩形脉冲信号，如图3-1-13(a)所示。它也称为白条信号，宽度为 $25\mu s$ 。中频失真将导致白条信号波顶上升或下掉，如图3-1-13(b)所示。我们用行时间波形失真系数 K_b 来表示这种失真的大小。 K_b 定义为行矩形脉冲波顶上升或下掉的最大值与行矩形脉冲的幅度之比，即

$$K_b = \frac{b_{\max}}{A_0} \times 100\% \quad (3-1-12)$$

式中， $b_{\max}$ 为去掉矩形脉冲边缘0.64微秒后波顶相对其中点的最大变化， A_0 为矩形脉冲中点的幅度。电视调制—解调机规定 $K_b < \pm 1.7\%$ 。

行时间波形失真将使图象在水平方向上黑白界限不清，中间有灰色过渡区域，即产生拖尾现象。

3. 短时间波形失真

短时间波形失真为高频失真，它将引起水平分辨率降低或在图象物体的边缘产生所谓的“镶边”现象。

水平分辨率又称水平清晰度，用字母 r 表示，定义为长度等于图象高度行扫描线内所包含的像素数。

图3-1-14中的条形图象可以认为是正弦波产生的。在625行电视系统中，行扫描周期为 $64\mu s$ ，不计回扫时间 $0.2H$ （ H 为一行时间），则在画面水平方向上扫描正程所需要的时间为 t_z ，则

$$t_z = 64 \times 0.8 = 51.2 (\mu s) \quad (3-1-13)$$

根据图3-1-14可知， $t'_z = \frac{3}{4} \times t_z = 38.4\mu s$ ，每个像素持续时间为 t'_z / r ，而两个像素持续时间的倒数即为所对应的正弦波频率 f_{Hz} ：