

电视发送讲义

上册

电视发送教研室 编

外市广播电视厅

北京广播学院无线电工程系

FDG

前 言

这本讲义是根据我院电视发送技术专业课程教学的要求集体编写的。我们编写此讲义的目的，是想为电视发送专业的学生提供一本比较完整的电视发送设备教材。因此，在内容安排上，我们力求做到理论概念和工程应用相结合。同时，为了适应电视发送技术人员阅读，讲义中增加了一些必要的基本理论概念；工程应用尽可能选择国产彩色电视发射机作为实例。

本讲义分为上、下册出版。上册包括概论、晶体管高频功率放大器、正弦波振荡器与倍频器、图象调制器、伴音调制器、变频器、正电路等七章。下册包括电视发射管、电子管高频功率放大器、辅助设备、电源、控制系统和整机指标测试等六章。

由于我们水平有限，讲义中缺点错误一定不少，恳切盼望广大者批评指正。本讲义在编印过程中得到了北京广播器材厂和国防出版社印刷厂的同志们的大力支持和帮助谨此表示深切的谢意。

电视发送专业教研室

1981年 6 月

目 录

第一章 概论	1
第一节 电视发射机的类型与组成	1
一、电视发射机的类型	1
二、电视发射机的组成	2
第二节 残留边带传输原理	5
第三节 我国电视频道的划分	9
第四节 电视图象发射机的特点	10
一、黑色电平固定	11
二、正极性和负极性调制	13
三、彩色图象发射机的特点	14
第五节 电视发射机的主要技术指标	15
第六节 伴音发射机简介	
一、调频激励器	
二、与伴音发射机技术指标有关的几个问题	
第七节 电视发射台简介	
第八节 电视发送技术的进展	
一、系统设计的考虑	
二、电真空器件的进展	
三、大功率固体化技术	
四、中频调制技术的发展	
五、特高频 (UHF) 电视广播的特点	
六、电视发射机自动化	
第二章 晶体管高频功率放大器	
第一节 高频大功率晶体管	
一、高频大功率晶体管的结构	
二、两个重要频率特性参数: f_B 和 f_T	
三、高频大功率晶体管的近似等效电路	
四、高频大功率晶体管的最大耗散功率和散热	
五、高频大功率晶体管反向击穿电压和二次击穿	
第二节 窄带高频功率放大器	46
一、概述	46
二、工作原理	48
三、余弦脉冲的分解	51

四、能量关系·····	54
五、工作状态的分析·····	56
六、高频功率放大器的负载特性·····	63
第三节 窄带高频线性功率放大器 ·····	65
一、电视发射机用晶体管高频功率放大器的基本特点·····	65
二、对晶体管特性的要求·····	66
三、高频线性功率放大器最佳工作点和负载线的确定·····	67
四、高频线性功率放大器功率增益和线性输出能力·····	71
第四节 高频功率放大器电路 ·····	73
一、直流馈电电路·····	73
二、基极偏置电路·····	74
三、输入、输出匹配电路·····	77
四、晶体管的并联与推挽运用·····	92
第五节 高频功率放大器的设计与计算 ·····	96
一、窄带高频功率放大器的设计与计算·····	96
二、窄带高频功率放大器设计计算举例·····	105
三、放大器应用中实际问题的设计考虑·····	112
第六节 晶体管高频功率放大器的保护电路 ·····	114
第七节 传输线变压器和宽带高频功率放大器 ·····	119
一、传输线变压器·····	119
二、宽带高频功率放大器·····	138
第八节 晶体管功率合成和分配 ·····	139
一、功率合成电路·····	139
二、两信号源振幅不等相位不相同(或不相差 180°)时对功率合成的影响·····	146
三、功率分配电路·····	150
四、两管的输入阻抗不相等时对功率分配的影响·····	152
第九节 晶体管高频功率放大器的调整与测试 ·····	158
一、调测前注意事项·····	159
二、主要技术指标测试方法·····	159
三、调整举例·····	163
三章 正驻波振荡器与信频器 ·····	167
第一节 LC 振荡器的基本原理 ·····	167
第二节 三点式 LC 振荡器 ·····	169
一、综合三点式振荡电路·····	169
二、电感三点式振荡电路·····	171
三、电容三点式振荡电路·····	174
四、串联型电容三点式振荡电路·····	175

五、并联型电容三点式振荡电路·····	177
第三节 LC 振荡器的频率稳定·····	180
一、振荡频率变动的一般分析·····	180
二、振荡器的频率稳定度·····	182
三、稳频措施·····	183
第四节 石英(晶体)振荡器·····	183
一、石英晶体特性与石英谐振器的等效电路·····	184
二、考虑 r_q 的晶体等效阻抗特性·····	186
三、石英谐振器的频率温度特性·····	188
四、并联型晶振电路·····	189
五、串联型晶振电路·····	191
六、泛音晶振电路·····	194
七、石英谐振器的正确使用·····	194
第五节 倍频器·····	196
第六节 本振倍频器电路·····	197
第四章 图像调制器·····	202
第一节 调幅的基本概念·····	202
一、调幅波波形和基本关系式·····	202
二、已调波的频谱·····	204
三、已调波的矢量表示·····	205
四、已调幅波的能量关系·····	206
五、调幅特性·····	207
第二节 晶体二极管调幅·····	208
一、二极管特性曲线的近似·····	208
二、二极管调幅原理·····	208
三、二极管调幅的频谱分布·····	210
第三节 晶体二极管平衡调幅·····	211
一、二极管平衡调幅原理·····	211
二、二极管平衡调幅的频谱分布·····	213
第四节 晶体二极管双平衡调幅—环形调幅·····	216
一、双平衡调幅原理·····	216
二、双平衡调幅的频谱分布·····	219
三、双平衡调幅器电路参数的选择·····	221
第五节 晶体二极管双平衡调幅器实际电路·····	225
第六节 晶体管平衡调幅·····	227
一、晶体管基极调幅·····	227
二、晶体管平衡调幅·····	229
第七节 残留边带滤波器的技术要求和组成·····	231

一、对残留边带滤波器的技术要求	231
二、残留边带滤波器电路举例	233
三、声表面波电视残留边带滤波器简介	238
第五章 伴音调制器	243
第一节 调频的基本概念	243
一、已调频波的表达式	243
二、已调频波的频谱	244
三、已调频波的频带宽度	247
第二节 实现调频的方法	248
一、变容二极管直接调频法	248
二、调频晶体 (FMQ) 法	256
三、脉冲调相式间接调频法	258
第三节 中频调制电视伴音发射机调制器实际电路介绍	259
第四节 自动相位控制 (APC) 系统	261
一、APC 系统的工作原理讨论	261
二、APC 系统的捕捉带和同步带	269
三、APC 系统的捕捉方法 (或搜索电路)	272
第五节 自动相位控制 (APC) 实际电路	275
第六章 变频器	282
第一节 变频器的分类及要求	282
一、变频器的分类	282
二、对变频器的要求	283
第二节 晶体三极管变频器	285
一、晶体三极管变频器原理	285
二、晶体三极管变频电路实例	287
第三节 热载流子二极管双平衡变频器	287
一、热载流子二极管	287
二、变频原理	289
三、双平衡变频器的特点	290
四、工作状态的选择	291
五、实际电路举例	291
第七章 校正电路	294
第一节 群时延失真及其校正	294
一、群时延和群时延失真	294
二、产生群时延失真的主要环节	297
三、校正方案和校正电路的选择	300
四、有源全通型校正电路的工作原理	301
五、群时延校正电路举例	308

第二节 微分增益和微分相位失真及其校正.....	313
一、微分增益和微分相位.....	313
二、微分增益校正电路的工作原理.....	315
三、微分增益校正电路举例.....	319
四、微分相位校正电路的工作原理.....	322
五、微分相位校正电路举例.....	327



图 1-1-1 电视发射机组成框图

电视发射设备，包括电视图像发射机、伴音发射机、视频同步发射机、微波发射机、输入设备、监测设备、电源与控制系统、传输系统、微波收发等。在本书中，我们将主要介绍电视图像发射机、伴音发射机以及微波发射机有关的内容。对于微波收发设备，本书仅作简要介绍，至于天线与微波系统方面的内容，本书不作详细讲解。这里，只应说明它们与电视发射设备之间的关系。

第一节 电视发射机的主要组成

电视发射机是电视发送设备中的主要组成部分。它是由电视图像发射机、伴音发射机、微波收发设备等组成的。其主要组成如下所述。

一、电视发射机的类型

电视发射机的类型，主要取决于电视图像发射机与伴音发射机的功率、频率、带宽、和频、调制的大小、工作波段范围、传输信号的内容、被调制信号的性质等因素。因此，可以分许多种类。不过，从电视图像传输的情况，可以分两大类。

1. 电视图像发射机

（1）电视图像发射机

第一章 概 论

电视发送设备，是用来发送被传送的电视图象和伴音信号的一种设备。它要完成由电视中心送来的全电视信号和伴音信号，分别经电视图象发射机和伴音发射机去调制高频振荡，并将已调制的高频振荡再经双工器馈送到天线上去，然后以电磁波的形式辐射出去的基本过程。其方框图如图 1-1 所示。

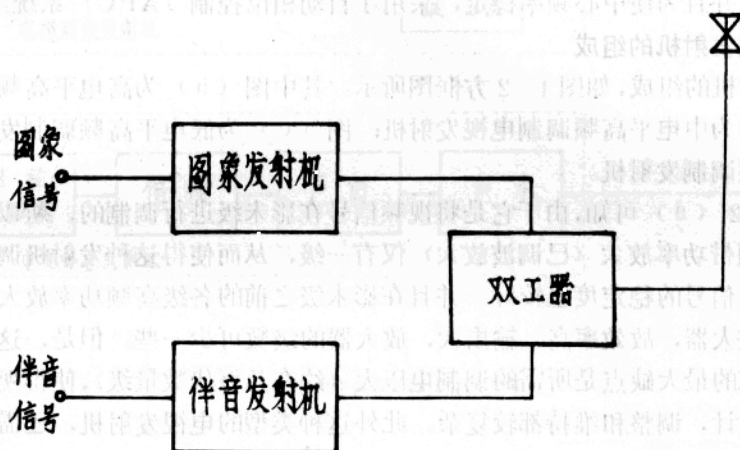


图 1-1 电视发送过程示意图

电视发送设备，包括电视图象发射机、伴音发射机，残留边带滤波器，双工器、视频输入设备、监测设备、电源与控制系统、冷却系统、假负载等等。在本课程中，我们主要讨论电视图象发射机，伴音发射机以及电视发射机有关测试等方面的内容。对所涉及到的一些附属设备仅作扼要介绍，至于天线与馈线系统方面的内容，系由《天线与电波》课程讲述，这里，只不过说明它们与电视发送设备之间的联系就是了。

第一节 电视发射机的类型与组成

电视发射机是电视发送设备中的主要组成部份。它是由电视图象发射机和伴音发射机组成的。其类型及组成如下所述。

一、电视发射机的类型

电视发射机的类型，主要是依据电视图象发射机异别而命名的。就其电视图象发射机而言，根据其功率的大小，工作波段范围，被传送信号的内容，被调制频率的高低以及电平的高低，可以分为许多种类。不过，依据我国电视广播的情况，大致可分为：

1. 高电平高频调制发射机；
2. 中电平高频调制发射机；

3. 低电平高频调制发射机

4. 低电平中频调制发射机:

其中, 前三种多数是为黑白电视而设计制做的, 所以通常又称为黑白电视发射机; 而第四种是为彩色电视设计制做的, 故称为彩色电视发射机。

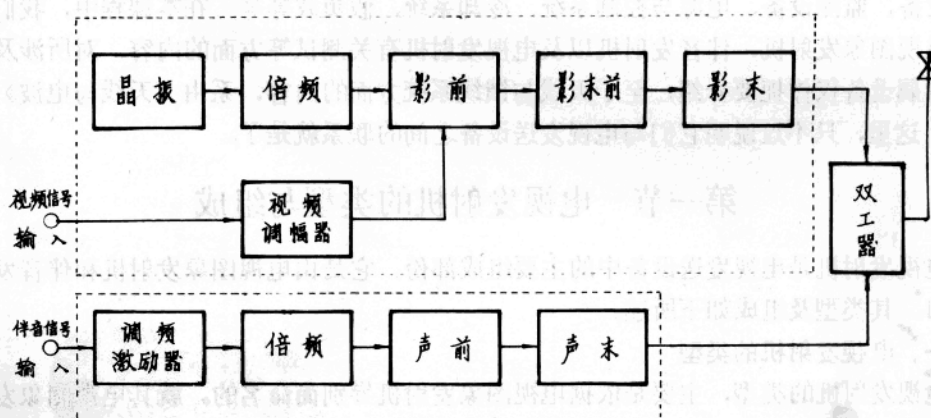
此外, 根据工作波段范围来进行分类, 还可以分为甚高频 (VHF) 电视发射机和特高频 (UHF) 电视发射机等。不过这些类型都是采用低电平中频调制的方式。

对于伴音发射机来说, 根据我国电视技术标准规定, 采用的是频率调制的方式。从我国生产的伴音发射机来看, 基本上可分为两种类型。一种是采用脉冲调相式 (亦有锯齿波调制方式) 的间接调频法; 另一种是采用可变电容元件 (变容二极管), 对自激振荡器直接调频的方法, 并且为使中心频率稳定, 采用了自动相位控制 (APC) 系统。

二、电视发射机的组成

电视发射机的组成, 如图 1-2 方框图所示。其中图 (a) 为高电平高频调制电视发射机; 图 (b) 为中电平高频调制电视发射机; 图 (c) 为低电平高频调制发射机; 图 (d) 为低电平中频调制发射机。

由图 1-2 (a) 可知, 由于它是将视频信号在影末级进行调制的, 所以这种类型的电视发射机宽频带功率放大 (已调波放大) 仅有一级, 从而使得这种发射机调整和维护都比较容易, 输出信号的稳定度也较好。并且在影末级之前的各级高频功率放大级, 都可采取窄带的两类放大器, 故效率高, 输出大, 放大器的级数可少一些。但是, 这种类型的电视发射机, 存在的最大缺点是所需的调制电压大 (约在几百伏数量级), 使得视频调幅器既庞大又复杂, 设计, 调整和维护都较复杂。此外这种类型的电视发射机, 还需采用大功率, 分布参数的残留边带滤波器; 被调级对高频激励级呈现可变负载, 易产生逆调幅, 寄生调



(a) 高电平高频调制电视发射机

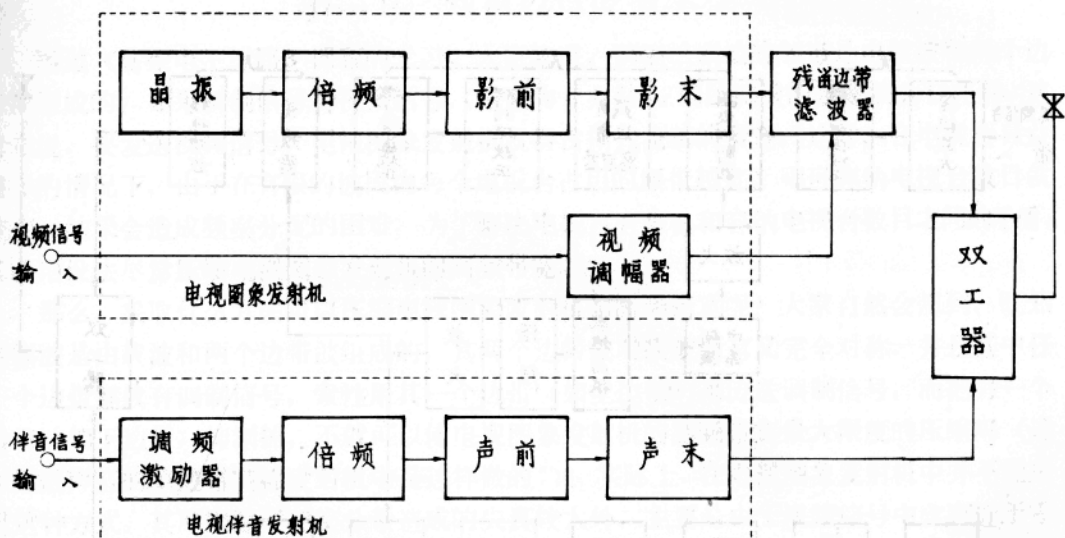
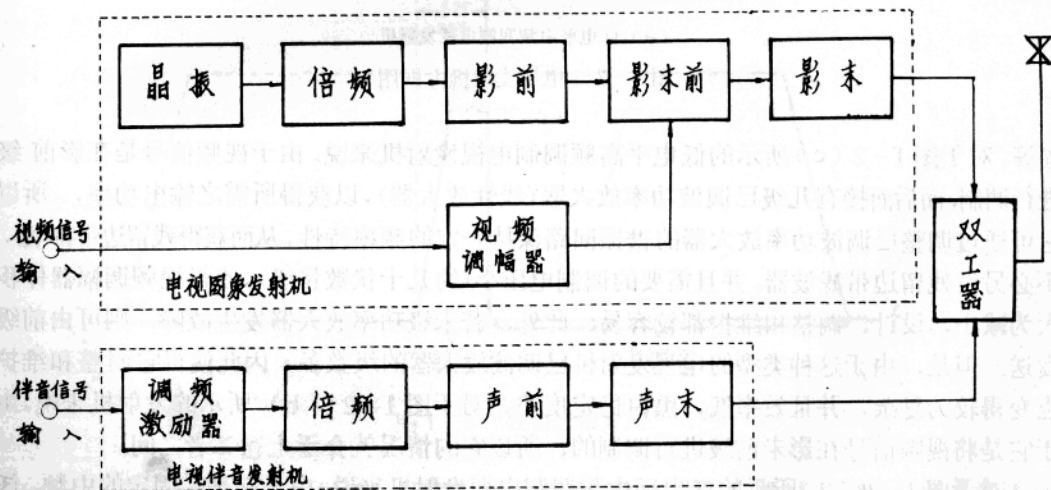
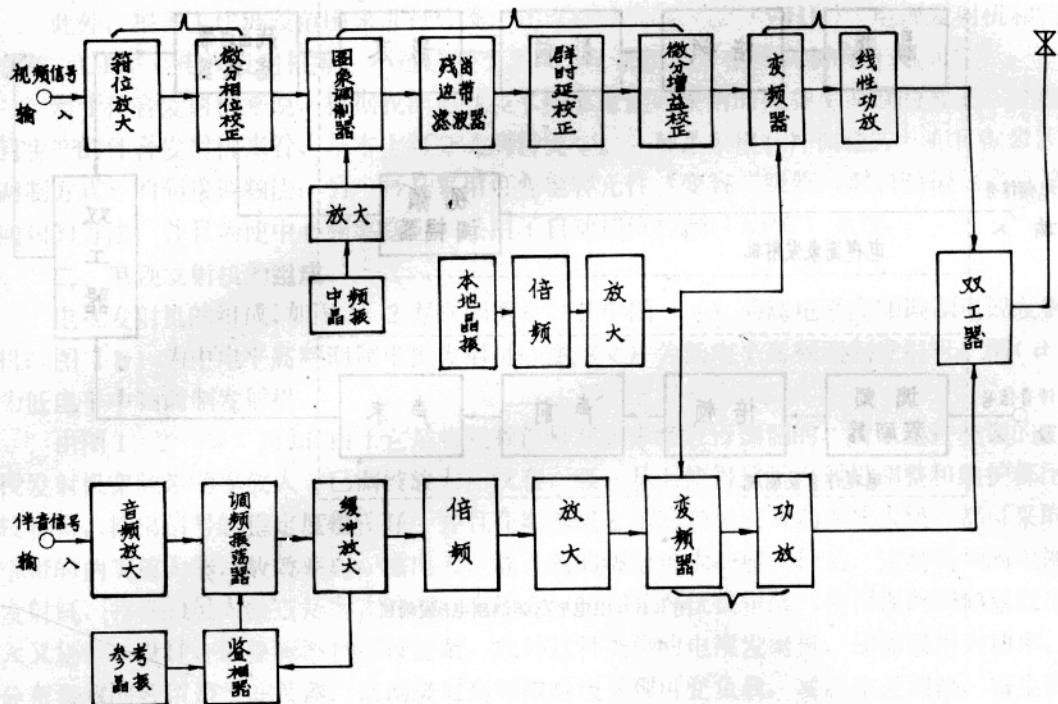


图 (b) 中电平高频调制电视发射机



(c) 低电平高频调制电视发射机



(d) 低电平中频调制电视发射机

图 1-2 电视发射机方框图

幅等。对于图 1-2 (c) 所示的低电平高频调制电视发射机来说, 由于视频信号是在影前级进行调制, 而后面接有几级已调功率放大器 (线性放大器), 以获得所需之输出功率, 所以它可通过调整已调功率放大器的谐振回路保持一定的频率特性, 从而获得残留边带特性, 不必另设残留边带滤波器。并且需要的调制电压小 (约几十伏数量级), 使得视频调幅器体积大为减小, 设计, 调整和维护都较容易。此外, 若末级功率放大器发生故障, 则可由前级发送。但是, 由于这种类型的电视发射机已调波放大器的级数多, 因此使得它调整和维护也变得较为复杂, 并且效率低, 黑白稳定度差。对于图 1-2 (b) 所示的发射机来说, 由于它是将视频信号在影末前级进行调制的, 所以它的情况就介于上述二者之间。

对于图 1-2 (d) 所示的低电平中频调制电视发射机来说, 由于它是在固定的中频, 低电平上进行调制并且对任何电视制式和频道都可以用一种普通的小功率残留边带滤波器, 所以这种类型的电视发射机, 特别是在传送彩色电视方面, 都要比上述的三种类型的电视发射机优越的多。不过它也存在着一一些问题, 如需要用多级线性功率放大器, 电路复杂等。但

是,这些问题随着晶体管,固体器件和高增益电子管的日益成熟,就使得这种类型的电视发射机成为广泛采用的一种新型的电视发射机。

第二节 残留边带传输原理

通过《高频电子线路》课程的学习,大家知道,调幅已调波的频谱是由载波和两个边带波组成的。如果调制信号为视频信号(带宽为6兆赫),则已调波的带宽将为12兆赫。这就是说,要发送视频信号,电视图象发射机就得占据12兆赫的带宽。这样,在电视台日益增多的情况下,由于在有限的波段内每个电视台占用的频带越宽,则可容纳电视台数目就越少,结果会造成频率分配的困难。为了解决电视占有带宽和容纳电视台数目之间的矛盾,就必须设法尽量压缩电视图象发射机的高频带宽。

那么,采取什么方法可以压缩电视图象发射机的高频带宽呢?大家自然会想到,既然调幅波是由载波和两个边带波组成的,其两个边带波对载波而言又完全对称,并且其中任一个边带都载有调制信号,索性用其一个边带(如上边带)来传送调制信号,而把另一个边带(如下边带)抑制掉,不就可以使电视图象发射机的高频带宽最大限度的压缩吗(这在传送声音的单边带调幅发射机中是这样做的*)!实际上,在电视图象发射机中并不能采用这种方式。其原因除了正交分量造成的失真较大外,主要是由于视频信号中含有近于零频的分量,因此就难于采用滤波器把图象载频附近的上下边带分量分开,达不到完全抑制掉一个边带的目的。为此,在电视图象发射机中,实际采用的是发送一个完整的边带(上边带),而将另一个边带(下边带)抑制掉一部分,留下一部分,如图1-3所示。图中,虚线所示为被抑制掉部分,实线所示为保留部分。这种仅将上边带的全部和残留的下边带发

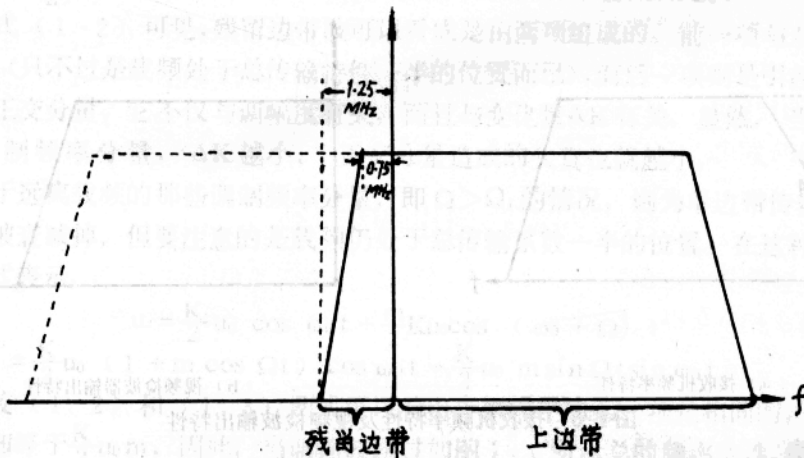


图1-3 残留边带方式

送出去的方式,我们把它叫做残留边带发送。采用这种方式,它既可以使离开图象载频较远的下边带被压缩掉,而对较低频率(0.75兆赫)以内的分量仍为双边带,有效地压缩了电视图象发射机的高频带宽,又可以使得边带滤波器较容易实现,并且还可以保证接收时电

* 在单边带通讯发射机中,载波也被抑制掉,只发射一个边带,在接收时再将其载波分量恢复。

视图象基本上没有失真。因此，在电视图象发射机中都采取了这种残留边带的发送方式。

应该指出，在电视图象发射机中采用残留边带发送方式，它实际上是等于将0.75兆赫以下的低频分量以双边带方式发送，而0.75兆赫以上的高频分量仅以单边带方式发送。为此，若在接收机中把这些发送出来的信号全部接收下来，则在视频检波器的输出端，视频信号中较低频率分量的振幅将为较高频率分量的两倍，如图1-4中虚线所示。这样就会使接收的图象清晰度下降。为了解决这一问题，就必须在电视接收机中采取措施，以削减0.75兆赫以下的低频分量，从而使得在视频检波器输出端的视频频率特性是平坦的，如图1-4中实线所示。为达此目的，正确的方法应该使接收机的频率特性符合图1-5(a)所示的效率特性要求，即使接收机图象载波处于频率特性曲线斜边高度为50%之处，如图1-5(a)中A点所示(亦即将图象载波衰减一半)，而且图象载波至斜边顶端和底端的距离均为

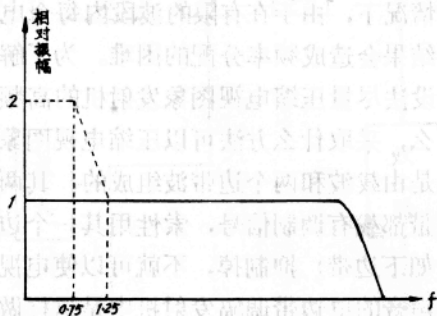


图1-4 视频检波器输出端的频率特性

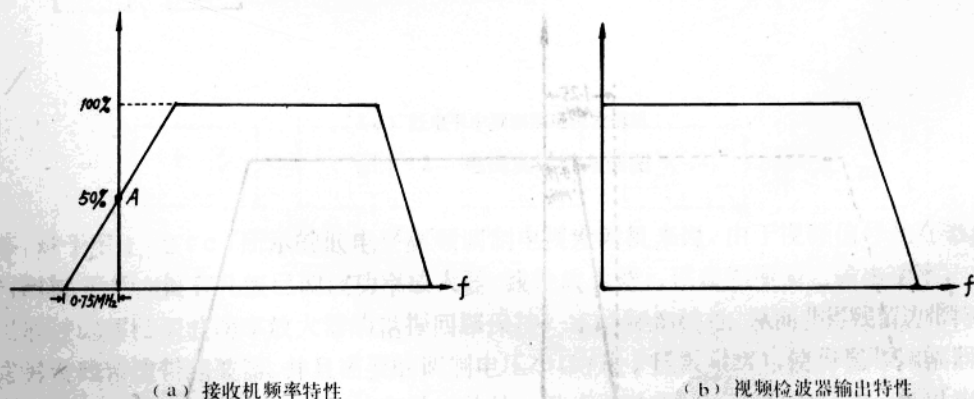


图1-5 接收机频率特性及视频检波输出特性

0.75兆赫。经采取这种措施后，上边带在接收时所减少的部分将由下边带中所接收到的部分所补偿，在视频检波器输出端的视频信号的频率特性将是平坦的，如图1-5(b)所示。于是避免了频率失真。

为了进一步说明残留边带传输的情况，下面我们把它总特性画出来(见图1-6)进行讨论。

由图1-6可知，载频处于频率特性跌落到一半的位置，并且靠近载波的调制频率 $\Omega <$

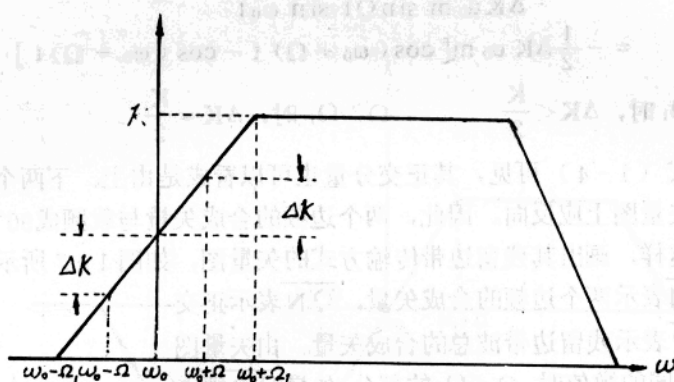


图 1-6 残留边带总频率特性

Ω_1 的部分为残留边带部分。在这种情况下，其输出电压可用下式表示：

$$u = \frac{K}{2} u_0 \cos \omega_0 t + \left(\frac{K}{2} + \Delta K \right) \frac{m}{2} u_0 \cos (\omega_0 + \Omega) t + \left(\frac{K}{2} - \Delta K \right) \frac{m}{2} u_0 \cos (\omega_0 - \Omega) t \quad (1-1)$$

式中， K 为整个单边带通道总传输系数， ΔK 为（对载频而言）传输系数的变化量（见图 1-6）。

上式可简化为：

$$u = \frac{K}{2} u_0 (1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_0 t - \Delta K u_0 m \sin \Omega t \sin \omega_0 t \quad (1-2)$$

由式（1-2）可见，残留边带波可以看成是由两项组成的。前一项与双边带调幅波是一样的（只不过是载频处于总传输特性一半的位置而已），而后一项则是引起失真的项，我们称为正交分量，它不仅与调幅度有关，而且与变化量 ΔK 有关。显然，当越靠近载频的那些调制频率分量， ΔK 越小，正交分量造成的失真也就越小。

对于远离载频的那些调制频率分量，即 $\Omega > \Omega_1$ 的情况，则为单边带传输。这时，下边带全部被衰减掉，但要注意是载频仍处于总传输系数一半的位置。在这种情况下，可用下面公式表示：

$$u = \frac{K}{2} u_0 \cos \omega_0 t + \frac{m}{2} K u_0 \cos (\omega_0 + \Omega) t = \frac{K}{2} u_0 (1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_0 t - \frac{K}{2} u_0 m \sin \Omega t \sin \omega_0 t \quad (1-3)$$

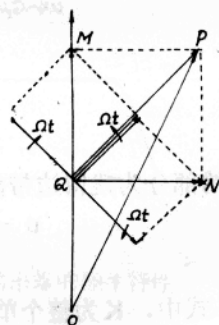
比较（1-2）和（1-3）两式可以看出，两式中的第一项是相同的，调制频率分量的振幅却等于 $\frac{K}{2} u_0 m$ ，因此，当调幅波通过如图 1-6 所示总的频率特性，经过相同的直线检波后，无论是 $\Omega < \Omega_1$ ，还是 $\Omega > \Omega_1$ 的情况，检出的调制电压幅度都是相同的，并且没有频率失真。对于第二项来说，则二者的区别仅在于正交分量的大小不同而已。在残留边带区域（即 $\Omega < \Omega_1$ ），正交分量所造成的包络波形失真较小，并且调制频率越低，波形失真就越小，这对于黑白电视来说，由于电视图象信号的能量绝大部分集中在视频频带的低频端，因此残留边带传输方式比单边带传输方式能在较大程度上改善图象的失真。但是，进一步分析可知，正交分量造成的失真，对彩色电视来说，却是不利的。为了便于说明这一问题，

下面我们将上两式中的第二项并写成一式子表示如下:

$$\begin{aligned} & \Delta K u_0 m \sin \Omega t \sin \omega_0 t \\ &= -\frac{1}{2} \Delta K u_0 m [\cos(\omega_0 + \Omega)t - \cos(\omega_0 - \Omega)t] \end{aligned} \quad (1-4)$$

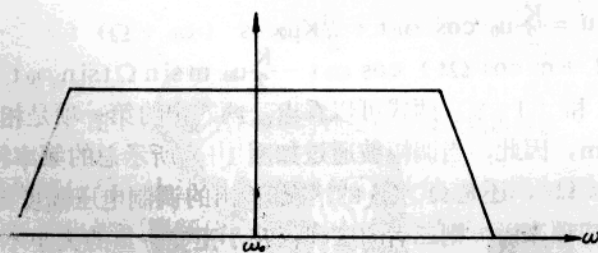
式中: 当 $\Omega < \Omega_1$ 时, $\Delta K < \frac{K}{2}$ $\Omega > \Omega_1$ 时, $\Delta K = \frac{K}{2}$

显然, 由式 (1-4) 可见, 其正交分量也可以看成是由上、下两个边频分量组成的, 只是下边频在矢量图上应反向。因此, 两个边频的合成矢量与载频成 90° , 这就是正交分量名称的由来。这样, 画出其残留边带传输方式的矢量图, 如图 1-7 所示。图中, $\overline{OQ}$ 表示载频矢量, $\overline{QM}$ 表示两个边频的合成矢量, $\overline{QN}$ 表示正交合成矢量, $\overline{OP}$ 表示残留边带波总的合成矢量。由矢量图可知, 当 Ωt 为不同的数值时, $\Omega < \Omega_1$ 的部分, 矢量 $\overline{QP}$ 端点的轨迹将为一椭圆, 而 $\Omega > \Omega_1$ 的部分则为圆。显然, 残留边带波是一个调幅调相波, 而这种调相分量(寄生调相)将对彩色电视造成彩色畸变, 因而对传输彩色电视是不利的。不过这可以采用相位校正的办法进行相位补偿(详见第七章校正电路)。

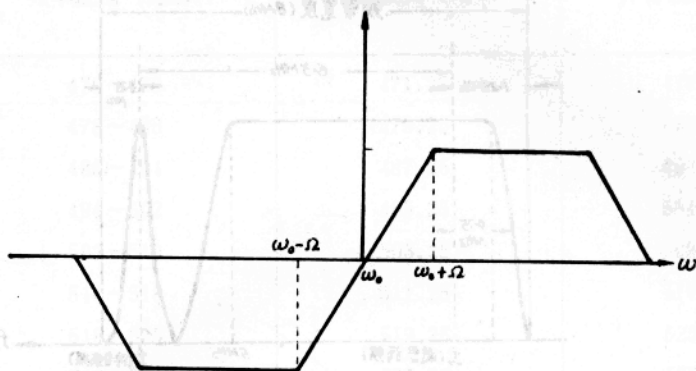


同理, 当调制信号为一个频带时, 根据上述分析, 残留边带特性可绘成图 1-8 所示的情形。

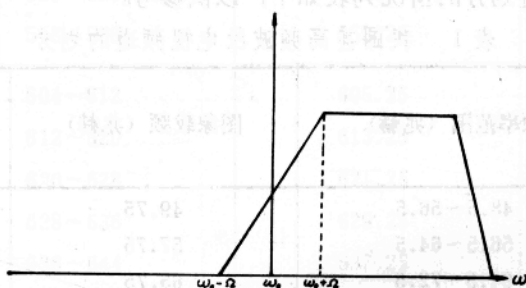
总之, 在电视图象发射机中, 由于采用了残留边带传输方式, 因此给整个发送和接收系统带来了以下好处: (1) 由于频带压缩了, 可以简化接收机高频电路, 降低接收机的造价, 同时也相应减小了杂波干扰; (2) 发射机通频带宽度易于保证, 并且还可以提高输出功率; (3) 使发射和接收天线的结构可以简化, 降低造价, 并在技术上易于实现; (4) 在给定的波段内, 可容纳数目较多的电视频道等。所以, 在电视发送中, 都采用这种残留边带传输的方式。



(a) 双边带调幅波(载波为一半)



(b) 正交分量



(c) 残留边带总特性

图 1-8 残留边带方式示意图

第三节 我国电视频道的划分

我们知道，电视广播不但要传送图象信号，而且同时还要传送伴音信号。这样，在电视发送中，图象高频信号和伴音高频信号就要占有一定的频带，而这个频带我们就称它为电视的频道。

根据我国电视技术标准规定，视频带宽为 6 MHz，采用残留边带方式传送图象信号，因此规定一个频道的频带宽度为 8 兆赫。同时，电视图象信号的发送采取调幅方式，伴音信号的发送是采取调频方式，并且伴音载频比图象载频高 6.5 兆赫，频率特性如图 1-9 所示。

在电视广播中，每一套电视节目必须单独使用一个频道。如果在同一个地区同时播送几套节目时，则就得使用几个频道。如在北京地区，目前就有三套节目，即中央电视台第一套节目，使用的是第二频道，第二套节目是第八频道；北京市电视台电视节目为第六频道。为了便于了解我国电视频道划分的情况，现将我国甚高频 (VHF) 波段和特高频

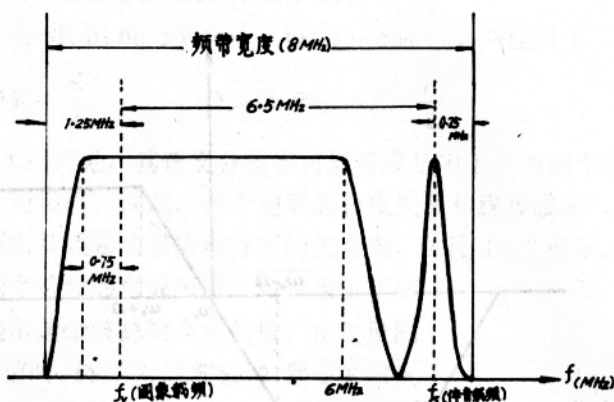


图 1-9 我国电视频道规定标准

(WHF) 波段电视频道划分的情况列表如下，以供参考。

表 1 我国甚高频波段电视频道的划分

波段	频道	频率范围 (兆赫)	图象载频 (兆赫)	伴音载频 (兆赫)
I	1	48.5~56.5	49.75	56.25
	2	56.5~64.5	57.75	64.25
	3	64.5~72.5	65.75	72.25
	4	76~84	77.25	83.75
	5	84~92	85.25	91.75
II	6	167~175	168.25	174.75
	7	175~183	176.25	182.75
	8	183~191	184.25	190.75
	9	191~199	192.25	198.75
	10	199~207	200.25	206.75
	11	207~215	208.25	214.75
	12	215~223	216.25	222.75

注：1. 1~5 频道称为 I 波段

2. 5~6 频道之间空出一段频段 (93~166 MHz)，是供调频广播使用的，称为 II 波段；

3. 6~12 频道称为 III 波段。

第四节 电视图象发射机的特点

电视图象发射机与一般发射机有很大的不同，这主要是由于为了传送图象信号，要求它具有相当宽的通频带。其特点除了本章第二节中已经讨论的采用残留边带传输方式外，还有固定黑色电平和正、负极性调制的问题。特别是对彩色电视发射机来说，还有一些独特之处。下面就这些问题加以扼要叙述。