

广播电视设备原理·使用·维修系列教材

电视发射机与差转机 原理·调试·维修

孙庆有 编著

中国广播电视出版社

图书在版编目(CIP)数据

电视发射机与差转机原理·调试·维修/孙庆有编著.
北京:中国广播电视出版社,1997.10

广播电视设备原理·使用·维修系列教材

ISBN 7-5043-3121-X

I. 电… II. 孙… III. ①电视机发射机-教材 ②③电视差转机-教材 IV. TN948.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 22609 号

中国广播电视出版社出版发行

(北京复外真武庙工条9号 邮政编码:100866)

北京朝阳区新华印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 16开 16.375印张 380千字

1997年10月第1版 1997年10月第1次印刷

印数:0001~5000册 定价:21.50元

目 录

第一章 绪论	(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 电视发射机的特点	(4)
一、图像发射机的特点	(4)
二、伴音发射机的特点	(9)
第三节 我国电视广播射频标准和电视广播发射频道的划分	(10)
一、我国电视广播射频标准	(10)
二、我国电视广播发射频道的划分	(11)
第四节 电视发射机技术指标	(13)
一、电视图像发射机的技术指标	(14)
二、电视伴音发射机的技术指标	(15)
第二章 中频调制器	(17)
第一节 图像中频调制器	(17)
一、视频倒相和箝位电路	(17)
二、环形调幅器	(20)
三、残留边带滤波器	(25)
四、校正电路	(30)
第二节 伴音中频调制器	(51)
一、伴音调频器	(51)
二、锁相稳频电路	(53)
三、实际伴音调频器和锁相稳频电路	(62)
第三章 晶体振荡器与倍频器	(65)
第一节 晶体振荡器	(65)
一、石英谐振器	(65)
二、晶体振荡器	(67)
三、恒温晶体振荡器	(68)
第二节 倍频器	(69)
一、晶体管丙类倍频器	(70)
二、变容二极管倍频器	(71)
三、本振倍频器实际电路	(72)
第四章 变频器	(74)
第一节 变频器的分类及要求	(74)
一、变频器的分类	(74)

二、对变频器的要求	(75)
第二节 环形变频器	(76)
一、环形变频器的特点	(76)
二、实际变频器电路	(78)
第五章 晶体管高频功率放大器	(81)
第一节 高频大功率晶体管	(81)
一、管芯采用多发射极结构	(81)
二、功耗与热阻	(82)
三、二次击穿现象	(83)
四、饱和压降和饱和电阻	(84)
五、安全工作区	(84)
第二节 晶体管高频功率放大器	(85)
一、晶体管伴音高频功率放大器	(85)
二、晶体管高频线性功率放大器	(90)
三、晶体管高频功率放大器电路	(93)
第三节 晶体管高频功放功率合成电路	(98)
一、传输线变压器型混合网络	(98)
二、3dB 定向耦合器混合网络	(102)
三、 $\lambda/4$ 线同相混合网络	(106)
四、隔离器混合网络	(107)
第四节 晶体管微带功率放大器	(108)
一、传输线的基本概念	(108)
二、微带线的结构及主要参数	(115)
三、晶体管微带功放的构成	(118)
四、实用微带功放电路举例	(119)
第六章 电子管高频功率放大器	(123)
第一节 电视发射电子管	(123)
一、金属陶瓷管结构特点	(123)
二、电子管的特性曲线和参数	(125)
三、电子管的使用要求	(130)
第二节 电子管高频功率放大器	(130)
一、共阴和共栅功率放大器	(130)
二、输入匹配电路	(135)
三、输出电路	(136)
四、中和电路	(138)
五、实用电子管高频功率放大器举例	(141)
第七章 电视差转机	(145)
第一节 电视差转机的组成	(145)
一、二次变频共同放大式电视差转机	(145)
二、二次变频图像与伴音分离的分别放大式电视差转机	(146)
第二节 对电视差转机的技术要求	(147)
一、噪声	(147)

二、群时延失真	(148)
三、微分增益 (DG) 失真	(148)
四、微分相位 (DP) 失真	(149)
五、互调失真	(149)
第三节 接收单元电路	(149)
一、接收放大器	(149)
二、接收混频器	(154)
三、中频放大器 (AGC)	(155)
第八章 电源与控制系统	(161)
第一节 直流供电电源	(161)
一、对直流供电电源的要求	(161)
二、高压整流电源	(162)
三、高压稳压电源	(168)
第二节 电控系统	(171)
一、电视发射机对电控系统的要求	(171)
二、供配电系统	(172)
三、逻辑控制系统	(174)
四、保护系统	(180)
第九章 天线与馈线系统	(182)
第一节 天线的基本概念	(182)
一、天线的辐射原理	(182)
二、天线的特性参数	(183)
第二节 常用的电视收发天线	(185)
一、折合振子天线	(185)
二、十字形天线	(187)
三、蝙蝠翼天线	(187)
四、双环天线	(190)
五、框形天线	(191)
第三节 馈线系统	(191)
一、对馈线系统的要求	(191)
二、馈线的结构和性能	(192)
三、 $\lambda/4$ 阻抗变换器及功分器	(195)
第十章 电视发射机的调整与测试	(199)
第一节 电视激励器的调试方法	(199)
一、箝位放大器的调试	(199)
二、DP 校正电路的调试	(200)
三、图像调制器的调试	(202)
四、残留边带滤波器及群时延校正电路的调试	(203)
五、DG 校正电路的调试	(205)
六、互调校正电路的调试	(207)
七、伴音调制器及锁相稳频电路的调试	(208)
八、本振与倍频器的调试	(210)

九、变频器的调试	(211)
十、晶体管高频功率放大器的调试	(212)
十一、电视激励器的总调试	(214)
第二节 电子管高频功率放大器的调试方法	(216)
一、输出回路的调试	(217)
二、输入回路的调试	(219)
三、中和电路的调试	(221)
四、电子管高频功放的总调试	(222)
第三节 整机主要技术指标的测试方法	(222)
一、输出功率的测试	(223)
二、振幅频率特性的测试	(225)
三、群时延频率特性的测试	(227)
四、DG 和 DP 的测试	(228)
五、互调失真的测试	(230)
第十一章 电视发射机与电视差转机常见故障检修	(232)
第一节 电视激励器常见故障检修	(232)
一、箝位放大器故障检修	(232)
二、DP 校正电路故障检修	(233)
三、图像调制器故障检修	(233)
四、残留边带滤波器及群时延校正电路故障检修	(234)
五、DG 校正单元电路故障检修	(234)
六、互调校正单元电路故障检修	(235)
七、伴音调制器及锁相稳频电路故障检修	(236)
八、本振倍频单元电路故障检修	(237)
九、变频器单元电路故障检修	(237)
十、晶体管高频功率放大器故障检修	(237)
第二节 电子管高频功率放大器常见故障检修	(238)
一、图机电子管高频功放故障检修	(238)
二、声机电子管高频功放故障检修	(241)
第三节 电视差转机常见故障检修	(243)
一、接收放大电路故障检修	(243)
二、本振电路故障检修	(243)
三、变频电路故障检修	(244)
四、中放电路故障检修	(244)
五、倍频电路故障检修	(245)
六、线性高频功放故障检修	(245)

第一章

绪 论

电视发射机是电视发射台中的主要设备。就现代电视发射机而言,是指将符合某种电视广播标准的图像(视频)和伴音(音频)信号,分别经调制(在固定的中频上)后,通过频率变换变到规定的射频上,并经过功率放大使之达到规定的功率等级,最后馈送给指定的负载上,使信号波形符合电视广播标准射频特性要求的一种无线电设备。而电视差转机则是用于转播台的一种收转设备。它跨接在接收天线与发射天线之间,其作用是将接收到的某频道电视信号,不经过解调而仅实现频率变换,使之变换为另一规定频道,通过发射天线再发射出去。实质上,电视差转机就是进行电视广播的一种转播设备。

为了使读者对电视发射机与电视差转机有个较系统的了解,本章仅就电视发射机的类型与组成、电视发射机的特点,我国电视广播标准和电视广播发射频道划分以及电视发射机的技术指标进行介绍,至于电视差转机的有关内容,我们将放在第七章中介绍。

第一节 电视发射机的类型与组成

一、电视发射机的类型

电视发射机的类型,通常是依据图像发射机的输出功率大小、工作频率范围、被传送信号内容、调制级功率电平和调制频率、功率放大器件以及放大方式来区分的。

根据输出功率大小来分类,可分为小型电视发射机(1kW以下);中型电视发射机(1kW~10kW);大型电视发射机(10kW以上)。

根据工作频段或波段分类,可分为甚高频(VHF)或米波电视发射机(包括I、III波段);特高频(UHF)或分米波电视发射机(包括IV、V波段)等。

根据被传送信号内容分类,可分为黑白电视发射机;彩色电视发射机;多工电视发射机。不过需要指出,现代的电视发射机已不再有黑白电视发射机了,提到的电视发射机皆为彩色电视发射机。

根据调制级功率电平和调制频率分类,可分为高、中、低电平高频调制电视发射机;低电平中频调制电视发射机。不过,这里也需指出,在现代电视发射机中,高、中、低电平高频调制发射机早已淘汰,现在提到的电视发射机皆为低电平中频调制电视发射机。

根据功率放大器件分类,可分为全固态电视发射机;电子管电视发射机;速调管电视发射机以及近几年来出现的IOT(Inductive Output Tube,即感应输出管)电视发射机。

根据放大方式分类,可分为分别放大式电视发射机,又称为双通道电视发射机;共同放大式电视发射机,又称为单通道电视发射机。

二、电视发射机的组成

在现代电视发射机中，皆采用低电平中频调制方案。它是将图像和伴音信号分别调制在低电平固定的图像中频和伴音中频（我国电视标准，图像中频为 37MHz，伴音中频为 30.5MHz）上，经变频变到规定的发射频道射频上。由于这种方案调制级工作电平（mW 级）和工作频率都较低，特别是对图像而言，允许采用性能较理想的器件和电路，能够获得较理想的彩色性能指标，因此从根本上克服了高、中、低电平高频调制方案存在的缺点，从而使低电平中频调制电视发射机成了现代电视发射机普遍采用的方式。为此，下面仅就现代电视发射机为例，并按照放大方式的不同来说明电视发射机的组成。

（一）分别放大式电视发射机

分别放大式电视发射机，是指图像和伴音信号分别经调制和变频之后，分别由两个互不影响的放大通道放大到所规定的功率电平，故称为分别放大方式或双通道电视发射机。

图 1-1 为分别放大式电视发射机组成方框图。它是由图像发射机和伴音发射机组成的。其中，图像发射机由视频、中频和高频三部分组成。视频部分包括箝位放大、微分相位（DP）校正电路；中频部分包括图像调制器（含 37MHz 晶振和放大）、残留边带滤波器、群时延校正电路、微分增益（DG）校正电路；高频部分包括图像变频器、本振倍频和放大、已调波高频功率放大器等。图像发射机的工作过程是：将视频信号经处理后调制在 37MHz 中频上（采用负极性调幅方式），然后由残留边带滤波器滤除 31MHz 以下和 37.75MHz 以上的信号，以形成中频残留边带特性；再通过群时延校正电路和微分增益校正电路，对整机的群时延失真和微分增益失真进行校正，以提高彩色图像质量。接着，由图像变频器对中频已调波信号进行频率变换，以变到发射频道的高频上，形成符合电视广播标准要求的高频信号，最后由高频线性功率放大器放大到所需的功率电平，再送至双工器。

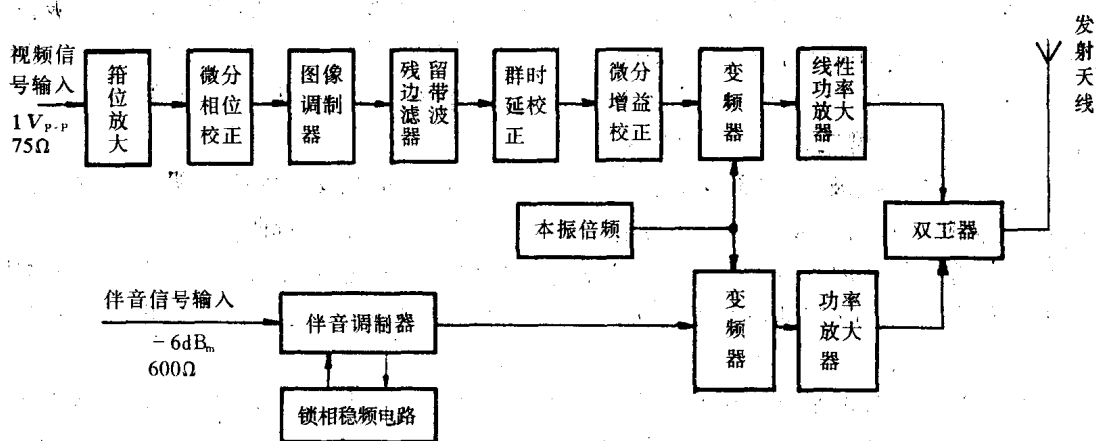


图 1-1 分别放大式电视发射机组成方框图

伴音发射机，主要是由伴音调制器、调频锁相稳频电路、伴音变频器和高频功率放大器组成的。其工作过程是：将伴音信号采用调频的方式调制在伴音中频上，且采用直接调频法实现。通常，调频振荡器的工作频率选取为伴音中频的 1/4（即 7.625MHz），为获得

所需的频偏,采用倍频的方法达到。然而,由于伴音调制器采用了直接调频的方式。其频率稳定度达不到技术指标的要求,为此设置有调频锁相稳频电路,以保证伴音中频的频率稳定度符合技术指标要求。接着,通过伴音变频器将伴音中频信号变换为发射频道的伴音高频信号,再由高频功率放大器放大到规定的功率电平,然后送至双工器。

双工器是将图像发射机输出功率和伴音发射机输出功率进行功率合成的一种设备。通过它将二者功率合成后,共用一套天线与馈线系统,最后由发射天线以电磁波的形式辐射出去。

(二) 共同放大式电视发射机

共同放大式电视发射机,是指图像已调波信号和伴音已调波信号(中频或高频)共同由一个放大通道放大到所需的功率电平,故称为共同放大式或单通道电视发射机。

对于共同放大式电视发射机而言,图像和伴音已调波信号在合成方式上,大体有中频低电平合成和高频高电平合成两种。但是,在高频高电平合成,由于图像和伴音均在低电平中频实现调制,并由变频器分别变换到高频上,经高频功率放大后在高电平上相加,然后由高频线性功率放大器放大到所需的功率电平。这样,共同放大部分的输入功率已经较高,不便采用一般的预校正方法来改善互调失真,而在高频高电平合成将使得宽带合成网络的结构实现起来也很困难。因此,典型的共同放大式电视发射机,往往采用中频低电平合成方式,其组成方框图如图1-2所示。

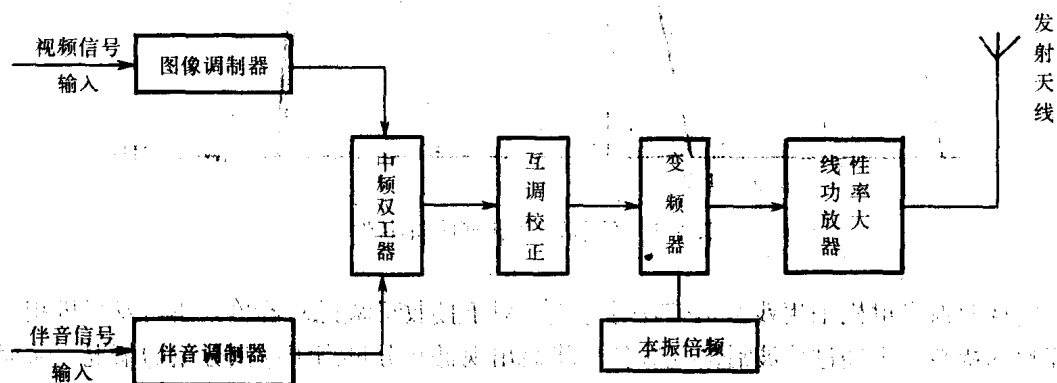


图 1-2 共同放大式电视发射机组组成方框图

由图1-2可见,共同放大式电视发射机,它是将图像中频已调波信号和伴音中频已调波信号,通过中频双工器(或称中频合成网络)将二者合成后形成图像和伴音中频合成信号,并经过互调校正电路,然后由变频器进行频率变换,使之变成图像和伴音高频合成信号。此后,再通过高频线性功率放大器放大到所需的功率电平后,送至天馈线系统。最后由发射天线以电磁波的形式辐射出去。由此可见,共同放大式电视发射机与分别放大式电视发射机相比,在同等输出功率情况下,它省去了伴音高频功率放大器和大功率双工器等。这样就使共同放大式电视发射机设备简化,成本下降,从而降低了购置费用和维护费用。当然,共同放大式电视发射机也存在着一些不足之处,如输出功率不能很大,放大器件设计和调整较为复杂等。但是,这些不足之处,随着器件的改进和新器件研制成功,会逐渐得到克服的。

第二节 电视发射机的特点

前面已经提到,电视发射机实质上是由图像发射机和伴音发射机组成的。它们本身都具有一些不同的特点,或者说是独特之处。下面我们就从技术的角度分别叙述如下。

一、图像发射机的特点

1. 残留边带发送方式

根据我国电视广播标准规定,图像调制方式采用振幅调制。这样,用 $0 \sim 6\text{MHz}$ 频带的视频信号对图像载频调制后,已调幅波将要占据 12MHz 带宽。显然,在一定频段内所能容纳的电视节目套数就受到了很大的限制。为了解决图像信号占用频带和容纳电视节目套数之间的矛盾,应在保证传送图像质量的前提下,尽可能地压缩图像已调幅波占据的带宽。为此,我国和世界各国电视标准规定图像信号采用残留边带发送方式,即发送一个完整的上边带和保留一小部分下边带,其射频振幅特性如图 1-3 所示。

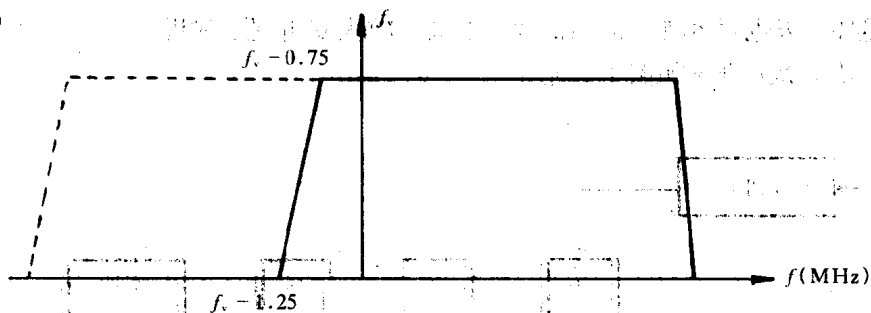


图 1-3 图像发射机射频振幅特性

电视图像发射机采用残留边带发送方式,对于接收机来说,若也采用与发射机相同的振幅频率特性,则经过检波后的视频信号将会出现低频分量高于高频分量的情况,从而使接收到的图像对比度加大,清晰度下降。因此,接收机的振幅频率特性应具有如图 1-4 所示的形状,即接收机的图像载频应位于斜直线上幅度为一半的地方。这样,经检波后下边带部分(即 $f_v - 0.75\text{MHz}$ 至 f_v)的低频能量正好补偿了上边带部分(即 $f_v + 0.75\text{MHz}$ 至 f_v)的低频能量,从而使整个视频频带内振幅频率特性均匀不变,避免了失真。

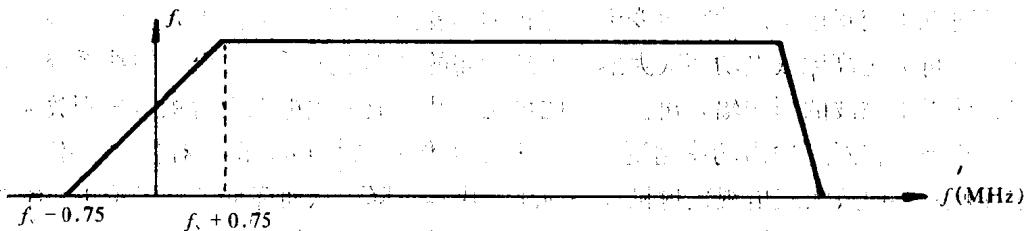


图 1-4 接收机的振幅频率特性

电视图像发射机采用残留边带发送方式之后,不仅解决了图像已调幅波占据频带和容纳电视节目套数之间的矛盾,而且还给整个收发系统带来了如下好处,即:简化了接收机高频电路,降低了成本,也相应减少了杂波干扰;发射机通带宽度易于保证,输出功率可相应提高;收、发天线结构可以简化、降低造价,而且在技术上易于实现。但是,必须指出,采用残留边带发送方式,它实际上等于是将相对于图像载频 $\pm 0.75\text{MHz}$ 范围内的低频分量以双边带方式发送,而相对图像载频 0.75MHz 以上的高频分量仅以单边带方式发送。这样,它将会出现一种称为正交分量的成分,致使给图像带来一定的失真。这种失真就称为正交失真。对于这种正交失真,由分析可知,在相对图像载频 $\pm 0.75\text{MHz}$ 范围内的低频段,正交失真量是较小的,引起的失真也较小;而在相对图像载频 0.75MHz 以上的高频段,由于正交分量比较大,故它引入的失真对彩色图像来说是不利的。此外,若残留边带滤波器采用 LC 滤波器构成,则还会产生较大的群时延失真。为此,在电视发射机中,考虑到正交失真的影响与调幅指数有关,一般在正常节目播出中,其平均调幅指数比较小,由正交失真对图像带来的影响不太显著,通常不给予校正。但在技术指标测量时应引为注意,防止由于调幅指数过大而带来测量误差,对设备提出不切实际的技术要求。同时,还可以在接收机中采用同步解调方式,只取残留边带调幅波中的同相分量,或者在接收机中附加载频以加大载频分量,相应降低调幅指数,减小正交失真。对于 LC 残留边带滤波器引入的群时延失真,可在图像发射机中增设校正电路,以补偿群时延失真,或者采用声表面波残留边带滤波器,以克服这种失真。

2. 工作于 VHF 和 UHF 频段

由调制理论和实践可知,载波频率的选择,至少要高于调制信号最高频率的好几倍,否则已调幅波占用的相对频带很宽,以致使调制很难实现。若将图像发射载波选择在短波波段,则根据短波段电波传播的特点,它主要是靠大气中的电离层反射传播信息的。当用于图像信号传送时,由于调幅波中的各边频相距较大,电波受到电离层反射各不相同,结果会使重现图像出现严重失真(重影),而且电离层的反射将随着季节、日夜和气候条件而变化。对此在实际中很难找到一种有效的方法来克服这种失真,因此,图像发射载频的选择至少应高于短波频段。

鉴于上述原因,电视图像发射机工作于超短波频段,即工作于 VHF 和 UHF 频段,或米波和分米波波段。这样,图像调幅波采用不受电离层影响的直接波传播,即在视线距离内传播,而且为了尽可能扩大电视复盖范围,通常都将发射天线架设在高的支撑物(如铁塔或水泥塔)上或建在高山上。

3. 黑色电平固定

为了不失真地传送电视图像信号,除了要传送视频信号的交流分量外,还必须传送直流分量。但是,在现代发射机中,均采用交流耦合放大器来放大视频信号,这样就将视频信号中的直流分量丢失了,从而使得黑色电平随图像内容而变化。显然,黑色电平不稳定,就会导致重现的图像失真,如表现为图像背景或彩色发生变化。同时,对于彩色图像而言,供给接收机恢复副载波的色同步信号是设置在行消隐后肩上传送的,若消隐电平不稳定,则基准副载波相位将受到影响,有可能导致色度失真。由此可见,在发射端和接收端保持黑色电平稳定是至关重要的。

在电视图像发射机中,为了保证黑色电平稳定,解决的方法是采用所谓固定黑色电平

的办法（即箝位），将丢失的直流分量恢复。具体说，就是在图像调制器中，送入的全电视信号一定要经过箝位电路，将恢复直流分量后的信号作为调制信号。至于全电视信号可以进行这样的处理，是由于全电视信号是一种单极性信号，即信号只存在于以固定黑色电平为基准的一个方向上，所以固定黑色电平发射和接收可以借此采用箝位的方法恢复其直流分量，从而使重现的图像将具有背景亮度的缓慢变化，避免了电视图像信号在传送中引入的失真。

此外，图像信号采用固定黑色电平传送，还可以提高发射机中频调制级和已调波放大级管子的利用率，增大输出功率；降低低频失真，减小电源交流干扰。

4. 调制极性

在电视技术中，视频信号有两种不同的极性，即正极性信号和负极性信号。显然，在图像发射机中实现调制（振幅调制），就有两种不同的情况：用正极性信号调制，称为正极性调制；用负极性信号调制，称为负极性调制。两种不同极性的已调幅波波形，如图1-5所示。其中，图（a）为正极性调幅波形图，图（b）为负极性调幅波形图。

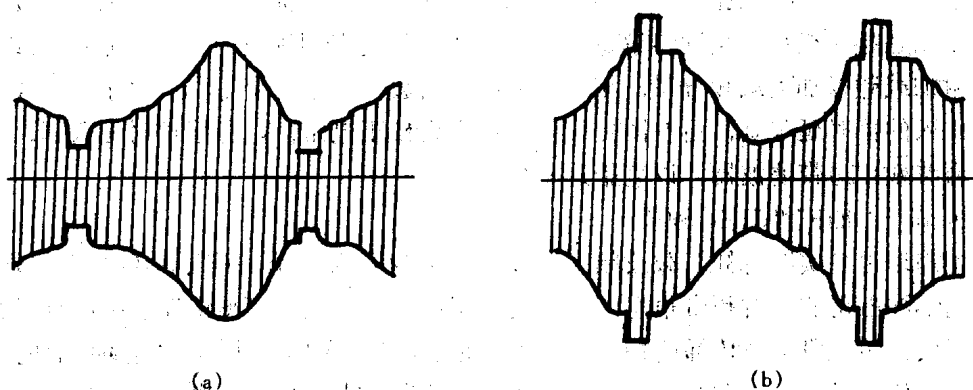


图 1-5 正极性和负极性调幅波形图

对于上述两种不同极性的调幅波，从原理上来说，二者都可以传送电视图像信号，但是比较二者的利弊，负极性调幅在以下几方面优于正极性调幅，即：负极性电视图像信号的平均值，在一般情况下要比正极性电视图像信号小，自然在负极性调幅时的平均功率比正极性调幅小得多，显然从发射机效率的角度来看，负极性调幅优于正极性调幅；负极性调幅可以充分利用功率放大管，因为负极性调幅同步信号部分可以进入功率放大管特性曲线的上弯曲部分，这时虽然同步信号受到压缩，但很容易采用同步引长的方法来加以补偿，这样就相应扩大了功放管的动态工作范围，提高了输出功率；从干扰的影响来说，负极性调幅干扰经解调后在电视屏幕上显示为暗点，而正极性调幅干扰经解调后在电视屏幕上显示则为亮点，显然暗点干扰比亮点干扰不易被人眼所察觉；从接收机角度来看，负极性调幅调幅波的同步电平即为峰值电平，易于实现自动增益控制，使输出电平稳定。为此，我国和世界绝大数国家都采用负极性调幅方式。

5. 峰值功率和平均功率

任何一部发射机都规定有其标称功率，但采用峰值功率还是平均功率来标称，就需视被传送的信号及输出功率的变化来确定。就电视图像发射机而言，采用负极性调幅方式，

其图像已调幅波的峰值功率（即同步顶功率）是不变化的，而平均功率则是变化的，故在电视发送技术中，采用峰值功率作为电视图像发射机的标称功率。

然而，电视图像发射机的标称功率，虽然采用峰值功率来衡量，但是在实际测量中，仍需在规定调制信号条件下测量其图像已调幅波输出信号的平均功率。为此，还需设法找出峰值功率与平均功率二者之间的关系，从而将所测得的平均功率换算成峰值功率。

欲求得峰值功率与平均功率二者之间的关系，可采取能量等效原理在规定调制信号条件下，令图像已调幅波输出信号的峰值功率在一定时间内所具有的能量与设定平均功率在相同时间内所具有的能量相等，即可求出二者之间的关系。例如，在规定调制信号为全黑电视信号时，图像已调幅波对应的同步顶电平为 100% 调制，黑电平为 75% 调制，时间规定为 $64\mu\text{s}$ （即 1 行周期），则峰值功率 P_p 与平均功率 P_e 的关系为：

$$P_p = 1.68 P_e \quad (1-1)$$

6. 振幅频率特性

在电视发送中，振幅频率特性是反映图像传输通道在稳态情况下，信号振幅随频率变化的特性。其特性好坏，特别是在被传送信号频带范围内，平坦程度如何，将对图像传输质量产生明显影响。为此，振幅频率特性是电视发射机中的重要特性之一。

在电视发射机中，对振幅频率特性的要求，根据我国电视广播射频标准规定，在一个标准发射频道中，带宽为 8MHz。对于图像残留边带发送而言，要求其频道下限频率与图像载频之间的频率间隔为 -1.25MHz ，图像信号主边带的标称带宽为 6MHz，图像信号残留边带的标称带宽为 0.75MHz。全电视信号的辐射电平（即调制度），以同步脉冲顶部为准，定为 100% 载波峰值，消隐电平为 $(72.5 \sim 77.5)\%$ 载波峰值，黑电平与消隐电平之差为 $(0 \sim 5)\%$ 载波峰值，白电平为 $(10 \sim 12.5)\%$ 载波峰值。要求振幅频率特性在通带内的不平坦度和阻带的最小衰减应符合技术指标，以保证图像的传输质量。

7. 群时延频率特性

在电视发送技术中，相位频率特性是反映图像传输通道在被传送信号频谱范围内，相位随频率变化的特性。若这种特性是线性变化的，则不会对图像造成影响。但是，在图像传输过程中，总不可避免地存在着非线性变化，故由此会造成对图像的影响。对于这种影响，在电视发送中是不容忽视的。

然而，在实际应用中，一般并不直接采用相位频率特性进行分析，而是从另一个角度采用群时延频率特性来描述，即将相位频率特性的非线性变化转变成各频率分量处时延的变化来描述。所谓时延是指信号通过传输通道所需要的传输时间。而群时延频率特性则是指图像已调波信号通过传输通道包络时延随频率变化的特性。由于已调波包络代表着所传送信号是一群频率的信号，所以包络时延又称为群时延，故有群时延频率特性之称。显然，采用群时延频率特性对传输通道进行分析，就可以直观地描述被传图像信号各频率分量的时延差，而且有利于测量以及对所产生的时延差进行补偿，为此，通常不采用相位频率特性，而采用群时延频率特性进行描述。

由上可见，当图像传输系统存在相位频率特性为非线性时，从时延的角度看，将表现为被传送图像信号各频率分量存在着时延差，而且这种时延差越大，对图像的影响就越严重，其结果反映在重现图像时，特别是重现彩色图像时，将会产生像彩色印刷套色不准那样的失真。这种失真，我们就把它称为群时延失真。

为了消除上述群时延失真对彩色图像带来的不良影响,在电视发射机中,通常都要采取一定的技术措施(如增设群时延失真校正电路),在被传送图像信号通带内,将各个频率分量的时延差控制在规定的容限范围之内,以保证彩色图像信号的传输质量。

8. 微分增益 (DG)

由电视原理可知,彩色信号是叠加在不同亮度电平上传送的。若在传输系统中,增益是恒定值,则对不同亮度电平而言,将不会产生增益的差别,故彩色信号的振幅就不会产生失真。但是,在传输系统中,总不可避免地会遇到一些非线性器件,如功率放大器等。这时,传输系统的增益将会随着不同亮度电平而变化,即产生了增益的差别。为了描述这种增益随不同亮度电平而变化的情况,我们引入微分增益(DG)的概念,它表示的是在输出输入特性曲线上各电平点的斜率,用公式表示为:

$$DG = \frac{\Delta u_o}{\Delta u_i} \quad (1-2)$$

显而易见,当传输系统存在有非线性特性时,反映在不同亮度电平上的DG是不同的。它不仅对亮度信号会造成灰度畸变,而且对彩色信号的振幅造成随不同亮度电平变化而出现差别。显然,对彩色信号而言,这种差别越大对彩色信号的影响就越大。其结果表现在重现彩色图像时,将会产生彩色图像失真,即随不同亮度电平变化,彩色的饱和度发生变化。我们就把这种失真称为DG失真。

DG失真的大小,通常采用在传输系统中整个动态范围内DG偏差的相对值,用百分数表示,即:选取某电平处的DG(如黑色电平处)作为参考值,并记为 DG_0 ,其它电平处的DG记为 DG_i ,则DG失真可表示为:

$$DG \text{ 失真} = \frac{DG_i - DG_0}{DG_0} \quad (1-3)$$

此外,为了保证彩色图像的传输质量,在电视发送技术中,通常采用DG失真校正电路予以补偿。

9. 微分相位 (DP)

彩色电视信号在传输过程中,若存在非线性器件时,它不仅会使增益随不同亮度电平变化,产生微分增益失真,而且随着不同亮度电平的变化,也会产生相位的变化。为了描述这种随不同亮度电平变化而引起的相位变化,我们将处于不同电平上的彩色信号相位称为微分相位。显然,处于不同亮度电平上的彩色信号相位间就会出现差别,而且这种差别越大对彩色图像的影响就越大,其结果表现在重现彩色图像时也会产生失真,即:随着不同亮度电平变化,彩色的色调发生变化。我们就把这种失真称为DP失真。

DP失真的大小,通常采用在传输系统中整个动态范围内DP的偏差用度数表示,即:选取某电平的DP(如黑色电平)作为参考值,并记为 DP_0 ,其它电平的DP记为 DP_i ,则DP失真为:

$$DP \text{ 失真} = DP_i - DP_0 \quad (1-4)$$

对于传输系统引入的DP失真,在电视发送技术中,通常也设置有DP失真校正电路,以保证彩色图像信号的传输质量。但是,对我国采用的PAL电视制式而言,它对DP失真并不十分敏感,特别是我国生产的电视发射机,它所产生的DP失真对彩色图像质量的影响并不明显,若调整得好(尤其是末级功率放大器),DP失真将很小,则可不必

增设 DP 校正电路。

10. 互调

在电视发送中, 为了降低成本、缩小体积, 大多数中、小功率等级的电视发射机, 采用了将图像和伴音中频调制信号进行合成, 并经频率变换使之成为规定发射频道的高频信号, 然后利用多级高频功率放大器放大到规定的功率电平, 从而构成了共同放大式电视发射机。

这种电视发射机, 当在共同放大通道中, 高频功率放大器的输出输入特性皆为线性时, 则不会引入失真。但为了充分利用功放管, 增大输出功率, 特别是对末级高频功率放大器而言, 其工作动态范围往往会超出线性区, 于是输出输入特性将呈现为非线性。为了分析这种情况, 我们可将此非线性特性用幂级数来表示, 即:

$$u_0 = A_1 u_i + A_2 u_i^2 + A_3 u_i^3 + \cdots \quad (1-5)$$

式中, $A_1, A_2, A_3, \cdots$ 为级数展开式中的各项系数, 一般为复数。若设输入信号是由图像载频、彩色高频副载频和伴音载频三个分量组成的 (实际为多频信号), 即:

$$u_0 = u_{vm} \cos 2\pi f_v t + u_{im} \cos 2\pi f_s t + u_{Am} \cos 2\pi f_A t \quad (1-6)$$

式中, f_v 为图像载频, $f_s = f_v + 4.43\text{MHz}$ 为彩色高频副载频, $f_A = f_v + 6.5\text{MHz}$ 为伴音载频。则将式 (1-6) 代入式 (1-5), 并经过整理后可以发现, 共同放大式电视发射机中, 其输出信号除被传送的有用信号外, 还出现了许多新的频率分量, 如 $f_v + 2.07\text{MHz}$ 、 $f_v + 2.36\text{MHz}$ 、 $f_v + 8.57\text{MHz}$ 、 $f_v + 8.86\text{MHz}$ 、 $f_v + 13\text{MHz}$ 、 $f_v - 2.07\text{MHz}$ 、 $f_v - 4.43\text{MHz}$ 、 $f_v - 6.5\text{MHz}$ 等。所有这些新的频率分量, 我们都称之为互调分量。虽然, 在这些互调分量中, 落在被传信号通带外的分量, 可以采用滤波器予以滤除, 以免造成对邻近频道电视信号的干扰; 然而落在被传信号通带内的互调分量 (即 $f_v + 2.07\text{MHz}$ 和 $f_v + 2.36\text{MHz}$, 不过由于前者大于后者, 起主要作用的是 $f_v + 2.07\text{MHz}$), 将无法采用滤波器的方法加以滤除, 如不采取措施就会对图像信号造成固定的网纹干扰, 通常称为互调失真。不过这里需要指出, 以上仅从振幅的非线性角度来说明互调失真情况的, 并未涉及相位非线性问题。经验表明, 产生相位非线性的原因主要是工作于过大栅流和负帘栅流造成的 (对电子管高频功率放大器而言), 显然在栅流和负帘栅流都很小的情况下, 相位非线性可以不予考虑, 起主要作用的将是振幅非线性而引入的互调失真。此外, 当共同放大通道存在非线性时, 不仅会产生互调失真, 造成对图像信号的干扰, 而且对伴音还会带来不良的影响。其主要表现为图像载频振幅变化将会引起伴音载频振幅变化, 即产生寄生调幅, 或称为交叉调制。

为了提高共同放大式电视发射机的传输质量, 通常都设有互调校正电路, 以补偿传输系统的非线性, 以便把互调失真控制在规定的技术指标以内。

二、伴音发射机的特点

根据电视广播标准规定, 电视伴音采用调频制。它实质上就是一部调频发射机。不过, 它与调频广播发射机相比, 不是独立工作的, 而是受图像发射机制约的。如伴音内容受图像内容制约, 功率等级受图像发射机输出功率制约, 工作频段随图像发射机工作频段而变等。为此, 这里仅归纳几个问题简述如下。

1. 功率等级

伴音发射机功率等级的确定,是根据伴音和图像在发射过程中,应保持相同的服务范围来考虑的,即伴音信号的发射场强应与图像信号发射场强具有相当的覆盖范围来考虑。为此,伴音发射机的功率等级,需根据图像发射机的不同功率等级,按照一定比例来确定。

对于我国电视广播而言,伴音发射机的功率等级,按照我国电视广播标准规定,图像信号调制包络峰值的有效辐射功率与伴音未调制载波有效辐射功率之比为 10:1。这样,随着图像发射机功率等级的不同,伴音发射机的功率等级就按此规定的比例确定了。

2. 伴音载频与图像载频频率间隔的选择

为了保证图像已调幅波(采用残留边带发送方式)和伴音已调频波同时能在规定的频道带宽内传送,且考虑到在传送过程中,尽量减小伴音对图像的干扰,根据我国电视广播标准规定,伴音载频与图像载频之间的频率间隔选择为 6.5MHz。其理由是:当伴音载频与图像载频之间的频率间隔严格保持为 6.5MHz 时,伴音载频与彩色高频副载频的差频,近似等于半行频的奇数倍,于是就大大减小了伴音载频对彩色图像的干扰。为此,在电视发射机中,图像载频采用精度高的晶体振荡器来稳频,而伴音载频则采用锁相稳频电路来稳频,从而保证伴音载频与图像载频的差值正确保持为 6.5MHz。

3. 预加重和去加重

由调频理论可知,调频的噪声特性呈三角特性,即接收机鉴频器输出音频段的噪声频谱是频率越高幅度越大。为了改善伴音已调波在传输系统的信噪比,根据调频噪声的这一特征,采用预加重和去加重技术,可以进一步有效地加以抑制。实际上,伴音信号的高音频段能量较小,而低音和中音频段则能量比较大。对此,若在伴音发射机中将伴音调制信号的高音频段,人为地按一定规律加大调制;而在接收机中作相反处理,亦即人为地在音频通道对高音频相应地进行衰减,则就可以抑制高音频段的噪声,而不改变伴音中高音频段原来的能量分布,从而使整个系统的信噪比得到改善。这种在发端人为地按一定规律加大伴音高音频段调制的方法,就称为预加重,而在收端人为地作相反处理的方法,则称为去加重。

此外,在伴音发射机中,对振幅频率特性、信噪比和失真等,也都有一定的要求。不过,这些要求与调频广播发射机是类同的,这里不再赘述。

第三节 我国电视广播射频标准和电视广播发射频道的划分

一、我国电视广播射频标准

我国电视广播标准的详细内容,黑白电视广播标准请参见中华人民共和国国家标准 GB1385-78;彩色电视广播标准请参见中华人民共和国国家标准 GB3174-8282。这里,仅就其中有关射频标准介绍如下:

标准射频频道宽度(包括 I、III、IV、V 波段): 8MHz;

伴音载频与图像载频的频距: $\pm 6.5 \pm 0.001$ MHz;

频道下限与图像载频的频距: -1.25MHz;

图像信号主边带的标称带宽: 6MHz;

图像信号残留边带标称带宽: 0.75MHz;

图像信号下边带在 -1.25MHz 以外的最小衰减: 20dB;

图像信号调制方式与调制极性: 振幅调制, 负极性;

彩色全电视信号的辐射电平: 同步脉冲顶为 100% 载波峰值, 消隐电平为 72.5% ~ 77.5% 载波峰值, 黑电平与消隐电平差为 0 ~ 5% 载波峰值, 峰值白电平为 10% ~ 12.5% 载波峰值;

伴音调制: 调制方式为频率调制, 最大频偏为 $\pm 50\text{kHz}$, 预加重时间常数为 $50\mu\text{s}$;

图像信号调制包络峰值的有效辐射功率与伴音未调制载频有效辐射功率比: 10:1。

二、我国电视广播发射频道的划分

电视广播不仅要传送图像信号, 而且同时还要传送伴音信号。这样, 在电视发送中, 图像射频信号和伴音射频信号就要占据一定频带进行传送, 而容纳图像和伴音射频信号欲进行发射所占据的频带, 则称为发射频道。

根据我国电视广播标准规定, 图像残留边带调幅波和伴音调频波所占据的频带宽度, 以及相邻两频道之间留有 0.125MHz 的频率间隔, 一个标准射频频道的宽度为 8MHz , 其振幅频率特性如图 1-6 所示。

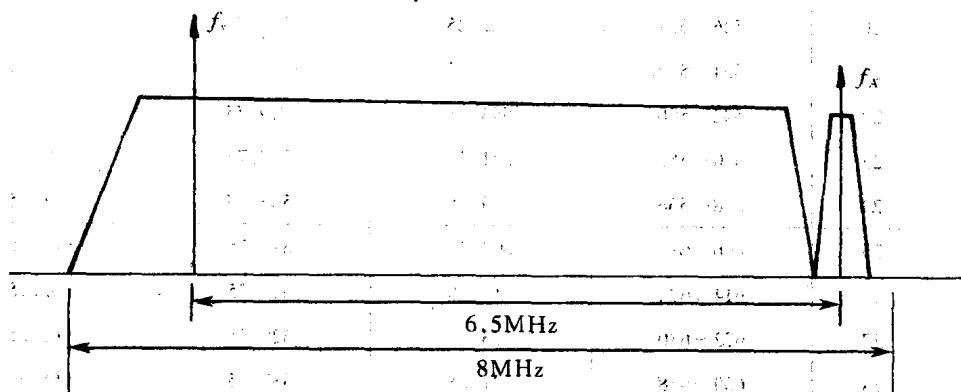


图 1-6 电视广播发射频道振幅频率特性

我国电视广播发射频道的划分, 见表 1-1 所示。

表 1-1

我国电视频道划分表

波 段	频 道	频率范围(MHz)	图像载频(MHz)	伴音载频(MHz)	本机振荡(MHz)
I 波段	1	48.5~56.5	49.75	56.25	86.75
	2	56.5~64.5	87.75	64.25	94.75
	3	64.5~72.5	65.75	72.25	102.25
	4	76~84	77.25	83.75	114.25
	5	84~92	85.25	91.75	122.25