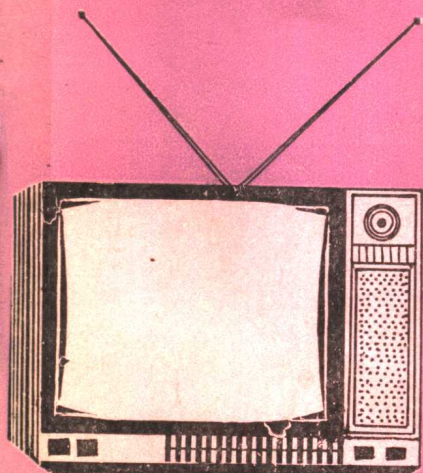


职业技术教育选用教材

电视接收机

(下 册)

北京市成人教育学院 编



北 京 出 版 社

电 视 接 收 机

(下 册)

北京市成人教育学院 编

北 京 出 版 社

电视接收机(下册)
北京市成人教育学院 编

*

北 京 出 版 社 出 版
(北京北三环中路 6 号)
新华书店北京发行所发行
北 京 印 刷 一 厂 印 刷

*

850×1168毫米 32开本 11.5印张 292,000字
1988年9月第1版 1988年9月第1次印刷
印数 1—10,200

ISBN 7-200-00410-3/TN·10

定 价：4.45元

目 录

第九章 彩色电视信号的传输	1
9-1 兼容制彩色电视	1
9-1-1 大面积着色原理	3
9-1-2 频谱交错原理	4
9-2 彩色信号	7
9-2-1 亮度信号	8
9-2-2 色差信号	9
9-2-3 恒定亮度原理	10
9-2-4 彩条信号	11
9-3 正交平衡调幅制(NTSC制)	14
9-3-1 平衡调幅	15
9-3-2 正交平衡调幅	20
9-3-3 彩条信号的压缩	23
9-4 色度信号的解调和色同步信号	29
9-4-1 色度信号的解调	29
9-4-2 色同步信号	30
9-5 逐行倒相制(PAL制)	35
9-5-1 逐行倒相	37
9-5-2 逐行倒相制的色度信号分析	38
9-5-3 逐行倒相制的色同步信号	39
9-5-4 逐行倒相制的色副载频的选择	41
思考与练习题	42
第十章 彩色电视接收机的视频处理电路	44

10-1	概述	44
10-1-1	PAL制彩色全电视信号	44
10-1-2	PAL制解码器	46
10-1-3	PAL制解码器电路	51
10-1-4	PAL制集成解码电路	55
10-2	亮度信号处理电路	57
10-2-1	亮度信号宽频带放大器	57
10-2-2	副载波吸收和自动清晰度控制(ARC)电路	58
10-2-3	箝位和亮度控制电路	59
10-2-4	水平轮廓校正电路	60
10-2-5	亮度延迟线	61
10-2-6	自动亮度限制和行场消隐混合电路	63
10-3	色度信号处理电路	64
10-3-1	色度信号的选通和放大	64
10-3-2	自动色饱和度控制(ACC)电路	66
10-3-3	色同步信号选通与消隐电路	68
10-3-4	自动消色(ACK)电路	69
10-3-5	集成色度信号预处理电路	69
10-3-6	色度信号分离的梳状滤波电路	73
10-3-7	同步检波电路	85
10-4	解码矩阵及高电平放大电路	91
10-4-1	G-Y解码矩阵电路	92
10-4-2	基色解码矩阵电路	94
10-4-3	色差激励方式的显象管矩阵	95
10-4-4	高电平放大器	96
10-5	色同步信号处理电路	98
10-5-1	色同步信号的特点及其选通、放大电路	99
10-5-2	副载波恢复锁相环电路	100
10-5-3	PAL解调副载波 e_v 形成电路	123

10-5-4 PAL/D解码系统总体相位、极性关系及各 主要测试点波形	128
10-5-5 PAL/D制集成彩色解码电路例	132
本章小结	138
思考与练习题	139
第十一章 天线与馈线	140
11-1 常用的坐标系	140
11-2 天线的基本特性	141
11-2-1 天线的辐射图	142
11-2-2 天线的增益、方向性系数和效率	145
11-2-3 极化	146
11-2-4 阻抗	148
11-2-5 天线的带宽	148
11-3 超短波的传播特性	149
11-4 电视接收天线接收到的功率	151
11-5 常用的电视接收天线	152
11-5-1 对称振子	152
11-5-2 折合振子	154
11-5-3 波渠天线(八木天线)	154
11-5-4 阵列	158
11-5-5 宽带天线	159
11-5-6 卫星地面站接收用天线	160
11-6 馈线	162
11-6-1 电视接收用馈线的特点	162
11-6-2 对称转换和阻抗匹配	166
附录 相对功率电平和相对电场电平与分贝数的关系	170
本章小结	170

第十二章 广播电视机的主要指标及其测试	174
12-1 概述	174
12-2 电视测试卡	175
12-3 直观测定的指标	180
12-4 用仪器测量的几个问题	183
12-4-1 测试方框图	183
12-4-2 阻抗匹配网络	184
12-4-3 预加重网络	187
12-4-4 测试信号	188
12-5 用仪器测量的一些主要指标	193
12-5-1 接收强、弱信号的能力	194
12-5-2 抑制干扰的能力	196
12-5-3 信号的失真	201
12-5-4 同步的稳定性	208
本章小结	210
思考与练习题	212
附录 彩色电视广播接收机基本参数和技术要求 (国家标准草案)	213

第十三章 电视机的调试与维修	219
13-1 调试	219
13-1-1 常用调试仪器	219
13-1-2 电视机各功能块电路的调试	221
13-1-3 电视机调试实例	251
13-2 维修	259
13-2-1 维修注意事项	260
13-2-2 维修电视机的常用方法	261
13-2-3 电视机维修实例	268

第十四章 电视新技术	295
14-1 公用天线电视系统	295
14-2 磁带录象机	303
14-3 卫星电视广播接收	310
14-3-1 卫星广播的电视信号	313
14-3-2 卫星广播电视接收机的组成	316
14-3-3 卫星广播电视接收的指标计算	322
14-3-4 卫星广播电视接收机的指标简介	325
14-4 红外遥控装置	327
14-4-1 红外遥控装置的组成和工作原理	327
14-4-2 遥控器使用方法	332
14-5 数字电视机	336
14-5-1 概述	336
14-5-2 数字化原理	338
14-5-3 数字滤波器	340
14-5-4 数字电视机的组成	343
附录 典型电视机线路简介	349
一、飞跃牌12D3型黑白电视机(附线路图)	349
二、昆仑牌B3110型黑白电视机(附线路图)	351
三、金星牌C37-401型彩色电视机(附线路图)	355
四、飞利浦(PHILIPS)20CT6050型彩色电视机	358
参考书目	360

第九章 彩色电视信号的传输

在上册第一、二两章中，曾涉及到彩色的光学原理（三基色原理）和彩色电视接收机的方框图、彩色显象管的构造与性能等内容。这些内容可以作为说明彩色电视机的准备工作。在上册的第三——八章中所叙述的扫描，通道，电源等各部分电路，是彩色电视机与黑白电视机共有的。本章与下一章将在了解这些内容（即黑白电视机的电路）的基础上，进一步说明彩色电视机的特有电路，也即为了接收和显示彩色所需增加的那部分电路。但是，要理解为什么需要这些电路，也即，它们起什么作用，还需要先了解彩色信号的构造与传输方法。本章就是讨论这个问题的，彩色解码和电路将在下一章中叙述。

9-1 兼容制彩色电视

彩色电视技术是在黑白电视技术之后发展起来的。在彩色电视技术成熟、实用以前，已经生产了大量的黑白电视机和黑白电视广播台。这样，后发展的彩色电视制式必须配合先前已有的黑白广播电视系统，使得两者能够互相兼容。所谓兼容，就是要求黑白电视机能够收看彩色节目，彩色电视机也能收看黑白节目。满足这个要求发展出来的彩色电视制式就是兼容制。根据前面叙述的黑白电视制式，兼容制彩色电视制式需要满足以下几个要求：

- (1) 占用的频带宽度与黑白的相同，在我国，每路电视节目（包括图象和伴音）占用8MHz。
- (2) 图象载波和伴音载波的频率都要与黑白的相同。
- (3) 扫描频率（场、行）都要与黑白的相同。

(4) 同步信号(场、行)也要与黑白的相同。

(5) 彩色图象信号应包含一个基本的亮度信息,它应当与采用黑白信号来播放时相同。

(6) 除了亮度信号以外,彩色图象信号还要包含新增添的彩色信息以及传输彩色信息所需要的辅助信号。

(7) 传输彩色信号时,不应出现对黑白电视图象有明显的干扰或异常感。

既然彩色是由三种基色混合组成的,那么直观的设计,彩色图象的传输可以通过三路黑白信号那样的传输系统来进行。也就是说,一幅彩色画面可以分解为三幅画面(每幅对应一种基色);通过三路传输系统传送出去。收到后再把这三幅画面合成,恢复原彩色图象。但是这种方法显然不能满足兼容性的要求,因为它将占用三倍的黑白图象频带($3 \times 6 = 18\text{MHz}$),这个频带太宽了,已经十分拥挤的无线电信道无法提供18MHz的带宽(仅传一路节目)。

由(1),彩色信号必须在6MHz内(我国)传输。在上册第一章中曾经说明,一种彩色可以分解为三个分量。在XYZ制(光学)中,Y就代表亮度,即黑白电视的图象信号,它已经有了。剩下两个分量编成代表彩色的信号。若它们也能安置在6MHz频带内传输,就满足兼容制的第(1)个要求。

在第一章里曾经说明,色度信号也可以用“色饱和度”与“色调”这两个量来表示。若把亮度信号供黑白电视机显示出来,那么黑白电视机就能收看彩色节目。而色度信号只是彩色电视机中特有的两个信号,连同亮度信号一起仍是三个信号,译码后作为彩色的三基色,供彩色显象管显示,就可以重现彩色画面。当彩电收看黑白节目时,只有一个亮度信号,没有色度信号,看到的是单色图面,这也无妨。

按照以上设想,与现有黑白制式兼容的彩电制式原则上是可能的。在兼容制彩色电视系统中应当有两个通道,一个是亮度通

道，另一个是色度通道。

进一步的问题是，亮度信号已占用全部6MHz的带宽，色度信号也要在这6MHz内传输，能否实现呢？答案是有可能的，并且已经实现，收看效果良好，这就是现在正在使用的兼容制彩电。为了理解彩电的线路，还需要大致了解一下这种兼容性能的来由以及几个基本参数。

兼容制彩电是利用了这样两个原理：由人眼彩色视觉特性导出的大面积着色原理以及由电视信号扫描特性导出的亮度与色度信号频谱交错的原理。下面分别简单介绍这两个原理。

9-1-1 大面积着色原理

从大量试验知道，人眼对单色光的敏感度比混合(彩色)光要高，并且各种单色光的敏感度也不同。对于绿、黄色比对于蓝、红色的高。因此对于彩色图象细节的分辨力随颜色而异，红、蓝色细节不如绿、黄色细节清楚。所以，细节中的红、蓝成分的传输要求(频带宽度，带宽愈宽，细节愈清楚)可以低于绿、黄色的。这样做，对收看效果影响不大。

已经知道，人眼对黑白的分辨力最高，若以它为准(100%)，则绿红色的只有40%，绿蓝19%，更低。这意味着，在距屏幕一定距离处，若我们能辨别白色衬底上1mm的黑色条纹，则对红色衬底上的绿色条纹，只能辨清2.5mm以上的宽度。而蓝色衬底上的绿色条纹只能达到5mm。比它小的细节，我们只感觉它们的亮度，辨不清颜色。

根据这个视觉生理特性，彩色图象中只有大面积部分需要着色(即用三基色来传送)，而各种颜色的细节部分完全可以只用一个黑白色调的亮度信号来表示。在摄影的照片上也体现出了这个道理。照片的细节(如头发、眉毛等)在黑白照片上很清楚，但彩照上的细节，却看不清颜色。

这种方法又称为“混合高频原理”。因为彩色图象的细节，由

图象信号的高频分量代表，且只是三种基色信号的混合——亮度信号。换句话说，三基色信号的高频分量被抽出来混合一个亮度信号来传送，所以可取此名。

我们知道，图象的清晰度是与传输系统的带宽成正比的（一般经验估计，水平清晰度是每MHz80线）。图象本身的清晰度靠占6MHz带宽的亮度信号来保证的。色度信号只需较低的清晰度就够。究竟需要多少带宽来传输色度信号，这由实验结果决定。

图9-1是一根统计曲线。对许多视力正常的人做试验（观察彩色图象），统计“分辨不出”的人数占总人数的百分比，这是纵轴。横轴是色度信号的带宽，单位MHz。纵坐标的百分数是：把在该带宽（横坐标值）下的彩色信号构成的图象与标准彩色图象作比较时，不能分辨的人数百分比。由图9-1可知，当色度信号占用

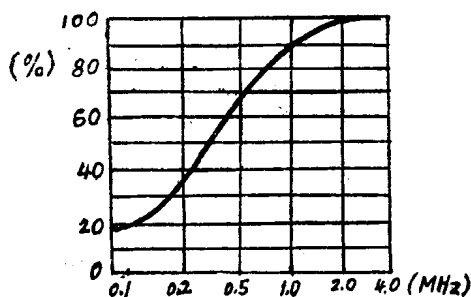


图9-1 色度信号频带的试验统计曲线

1MHz频带时，或者说色度信号的频带由标准值压缩到1MHz时，90%的人已分辨不出真伪，或者也可以说，90%的人已经对画面质量满意。当传输色信号的频带达到1.5MHz时，95%的人满意。因此，

传送色度信号所需的频带不必象亮度信号(6MHz)那么宽，我国用1.5MHz带宽传送色度信号。

9-1-2 频谱交错原理

由于图象信号是用扫描方法取下的，因此它是以行扫、场扫周期为周期的信号。在频谱上，它并不是连续谱那样占满6MHz频带，而是一簇一簇互相间隔行频 f_H 的谱线群，每一簇围绕行频

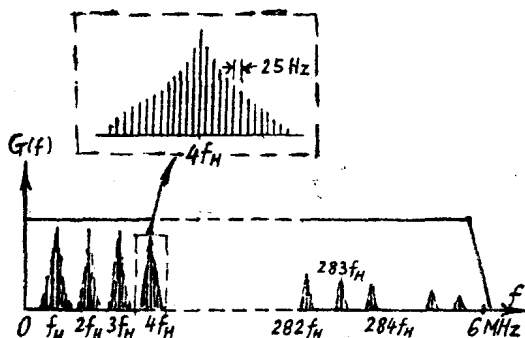


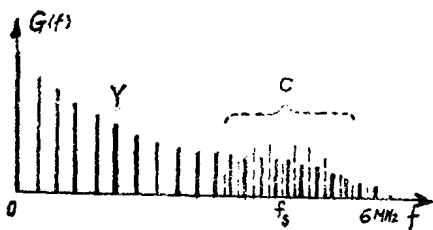
图9-2 亮度信号的频谱分布

f_H 的某个谐波 nf_H 左右又是一群互相间隔帧频25Hz的谱线。如图9-2所示。在相邻两场之间(20ms)图象内容变化不大,可以认为大部分画面是上一帧的重复。当图象的内容中有活动部分时,这些小谱线可能连续起来。

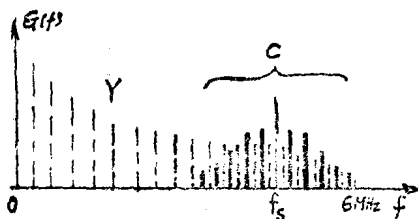
对于静止的或慢动作的画面,场频谐波20次以上所占的能量就很小了,可以忽略不计。 $f_v = 50\text{Hz}$, 20次谐波也只有1000Hz。而 $f_H = 15625\text{Hz}$, 两簇谱线之间的空隙占93.6% ($1000/15625 = 6.4\%$)。动作快的画面,空隙百分比小些。另外,在行频谐波次数愈高处,空隙百分比愈大。统计分析表明,约有46%的空隙没有图象信息。因此,6MHz带宽有很大潜力,只传输亮度信号浪费大。为此,要设法把色度信号插到空隙中去。

另一方面,色度信号与亮度信号一样,也是由行扫描和场扫描取下来的。所以它也是一簇一簇频谱,与亮度信号相似。如不加以处理,它们会互相重叠,传送系统无法区别它们。

把色度信号与亮度信号区分开,从频谱图上直接想到的就是:把它们的频谱簇错开 $f_H/2$ 的间隔。为了做到这一点,可以把色度信号对一个副载波(频率 f_s)调幅,调幅后的色度信号就搬移到 $\pm F_c$ 的地方, F_c 表示原色度信号的频谱,它与亮度信号一样,不



(a)



(b)

(a) 亮度信号Y为实线，C为虚线。

(b) 色度信号C为实线，Y为虚线。

图9-3 亮度信号Y与色度信号C的频谱交错

是连续占据频带内的所有地方，而是离散的一簇簇分布在一定(1.3MHz)带宽内。

图9-3表示了亮度和色度信号的频谱交错(或称频谱间置)情况，(a)代表以亮度频谱为主。(b)代表以色度频谱为主。

副载频 f_s 要选得较高，这样可使色度信号移到视频的高端。而亮度信号在高端的能量是较少的(低、中端占大多数)。这样色度与亮度的互相串扰也会少些。但是副载频不

能太靠近6MHz，否则调幅后的上边带就会超过6MHz。

图9-4表示色度信号的合适位置。其中Y代表亮度信号，它在0—6MHz内都存在，但是不连续。 f_s 左右的上、下边带代表调幅后的色度信号，它的最高端仍应在6MHz以内。

选择副载频 f_s 为 $f_H/2$ 的奇数倍，即

$$f_s = (2n-1) \frac{f_H}{2} \quad (9-1)$$

就可实现色度与亮度信号的频谱交错。(9-1)式决定的副载频 f_s 称为半行频间置。

半行频间置使兼容问题原则上获得解决，可以在6MHz带宽内传输彩色图象信号。但它还存在干扰问题，即色度信号对亮度信号产生网状的干扰光点。在后面要说明的逐行倒相制(PAL制)中，不能完全消除半行频间置的光点干扰。实际上正在使用的是

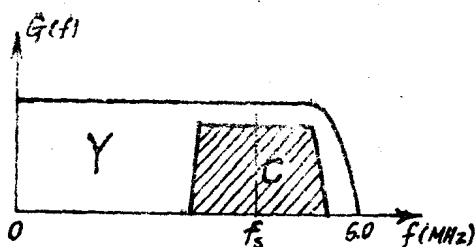


图9-4 色度信号的视频分布

1/4行频间置, 也即

$$f_s = \left(n + \frac{1}{4}\right) f_H \quad (9-2)$$

或
$$f_s = \left(n' - \frac{1}{4}\right) f_H \quad (9-3)$$

其中 $n=283$, $n'=284$ 。为了副载频变换的方便, 常用 $n'=284$ 的方案。即 $f_s = \left(284 - \frac{1}{4}\right) 15625 = 4.43359375 \text{ MHz}$ 。进一步发现, 还有斜纹爬行干扰。为了克服斜纹爬行干扰, 还要使副载频有个 25Hz 的偏置。因此, 我国 PAL 制真正使用的副载频为

$$f_s = \left(284 - \frac{1}{4}\right) f_H + 25 = 4.43361875 \text{ Hz} \quad (9-4)$$

9-2 彩色信号

在上一节中已经提到, 彩色图象可以分解为亮度、色调和色饱和度三个量。为了兼容, 亮度信号是与黑白电视共有的。要看到彩色, 需再多传送两个代表色度的信号。在现行的方法中, 传送的色度信号并不直接就是原有的色调和色饱和度, 而是经过变换以后的信号。因为显象管的亮度 B 与加到显象管栅阴极间的调制电压 U 呈非线性:

$$B = KU' \quad (9-5)$$

其中K为常数， γ 是表示非线性的系数，一般显象管 $\gamma=2.2\sim3.0$ 。由于B与U不是线性的，显示的画面就有失真。对于黑白电视来说，它使画面中明亮部分伸张、阴暗部分压缩，即亮度的层次（或灰度）发生畸变。由于人眼对灰度畸变不敏感，这个问题不那么严重，适当校正一下就可。

对于彩色电视来说，这个非线性产生的影响就大得多，它不仅使亮度层次畸变，而且使颜色畸变。由第一章的色度知识可知，一个彩色信号是由三种基色（红、绿、蓝）按一定比例混合而成的，这三基色的混合是线性的关系，也就是说，比例系数是固定的。现有显象管中的非线性 γ 使红、绿、蓝三色的比例不再能维持不变，而随三者（三个调制电压）强弱而变，因此，画面彩色严重失真。

解决方法是在发送端加上预校正，使 $U' = U^{1/\gamma}$ 。这种校正叫做 γ 校正。有关 γ 校正的详细分析不再叙说，仅指出一点，经过 γ 校正的信号往往用带“ $'$ ”的表示。

9-2-1 亮度信号

彩色信号的亮度Y是由组成它的三基色的亮度合成的：

$$Y = xR + yG + zB \quad (9-6)$$

R、G、B 分别表示红、绿、蓝三种基色。x、y、z是相应的比例系数。由于人眼对各色光的敏感度不同，所以x、y、z三者不等。式(9-6)在彩色显象管上应用时的含义是：显象管发出1流明（亮度单位）白光时，红电子枪产生x流明的红光，绿枪产生y流明的绿光，蓝枪产生z流明的蓝光。当选定式(9-6)中的三个基色R、G、B（在色度图中的坐标），可以求出x、y、z的值（ $x+y+z=1$ ）。

对于彩色电视技术来说， $x=0.30$ ， $y=0.59$ ， $z=0.11$ ，代入(9-6)式，得出

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B \quad (9-7)$$

经过 γ 校正以后的亮度 Y' 为

$$Y' = 0.30R' + 0.59G' + 0.11B' \quad (9-8)$$

它说明彩色电视中各基色所占的比例关系。这些比例系数有时称为“可见度系数”。可见度系数之和 $0.30 + 0.59 + 0.11 = 1$ 。在彩色显象管上,当三种基色(红、绿、蓝)的信号电压各为1V时,可以组成1V的亮度信号电压。实际上,要荧光屏显出白色时,红枪产生的亮度近似地是绿枪的一半,是蓝枪的三倍左右。屏幕灰色时(亮度较低的白色),三个电压仍相等,但比1V小。

9-2-2 色差信号

为了满足兼容性的要求,彩色电视中的亮度信号是一定要传送出去的。那么剩下来还有两个量要传送。它们应当是独立的。在色度图上用色调和色饱和度来说明颜色是比较清楚的。但是在电路上,传送色调和色饱和度并不方便,还是线性组合的三基色方便。扣除亮度信号后,从三基色中选择二个。因为每个基色信号都含有亮度信息,所以实际传送的是三个色差信号 $R' - Y'$ 、 $G' - Y'$ 、 $B' - Y'$ 中的二个。一般常用的是 $R' - Y'$ 和 $B' - Y'$ 两个色差信号。由(9-8)式和 $x + y + z = 1$ 两式,可得到

$$G' - Y' = -0.51(R' - Y') - 0.19(B' - Y') \quad (9-9)$$

若发送端传送 $R' - Y'$ 和 $B' - Y'$ 两个色差信号以及亮度信号 Y' 。在接收机中解出这三个信号,通过线性组合电路可得到第三个色差信号。再由加法电路把三个色差信号(与亮度信号)还原出三个基色信号,送到显象管去。

归纳起来说,彩色电视中传送的代表彩色图象的三个信号是:亮度 Y' ,色差 $R' - Y'$ 和 $B' - Y'$ 。至于为什么不选用色差信号 $G' - Y'$,因为对多数彩色来说, $G' - Y'$ 总比 $R' - Y'$ 和 $B' - Y'$ 要小些(y值大)。它容易受到杂波的干扰,从信号杂波比的角度看,传输 $G' - Y'$ 不如其它两个色差信号。还应指出,色差信号从光学角度来看没什么意义,只是与它成正比的色差信号电压对于彩色电视很重要,因为电压信号在传输系统中存在,并可变换