

刘学达 王明臣 编

彩色电视机修理

科学技术文献出版社

49.12

彩色电视机修理

刘学达 王明臣 编

科学技术文献出版社出版

中国科学技术情报研究所印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

※

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:10.5 字数:272千字

另附插图4张

1983年6月北京第一版第一次印刷

印数:1—102,000册

科技新书目:47—64

统一书号:15176·590 定价:1.85元

前 言

目前，我国的彩色电视发展日新月异，越来越多的家庭和团体采用了彩色电视机。这样就给电视维修工作者带来更加艰巨的任务，要求他们重新学习和掌握有关彩色电视机的理论与实践知识。

为了适应上述的要求，供广大彩色电视机维修工作者参考，我们参考了国内外的有关资料，编写了这本《彩色电视机维修》。全书共分五章，分别介绍了彩色电视实现的过程，彩色电视机工作原理，检修的基本方法和步骤，并列举一些故障实例及其检修过程。此外还介绍了检修彩色电视机常用的测试仪器及其使用。书末附有许多有价值的参考资料和数据，以及一些常用元件的参数等。

本书在编写过程中得到许多同志的支持和帮助。如果没有他们的无私援助和提供的方便，编者是不可能在此短促的时间里完成这项颇有意义的工作的。为此，我们仅向为本书的完成曾付出辛勤劳动的同志们，致以衷心的感谢。

由于我们水平有限，加上时间仓促，错漏之处在所难免，请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 彩色电视技术概要.....	(1)
1—1 彩色及其再现的基础知识.....	(1)
1—2 彩色信号的传送过程.....	(6)
1—3 PAL制的发射与接收	(12)
第二章 PAL-D制接收机的整机简介	(16)
2—1 分立元件的PAL-D制彩色电视机分析	(16)
2—2 全集成PAL-D制彩色电视机分析	(24)
第三章 检修故障的方法与步骤.....	(32)
3—1 电视机维修工作者的基本修养.....	(32)
3—2 认真分析故障现象和初步确定故障范围.....	(33)
3—3 检修机器的基本方法.....	(36)
3—4 找出故障元件.....	(39)
3—5 故障的处理与修复后的调整.....	(43)
第四章 彩色电视机检修实例.....	(44)
4—1 C47-112型彩色电视机黑白图象系统故障检修20例.....	(44)
一、无光栅也无伴音.....	(44)
二、无光栅, 但伴音正常.....	(45)
三、光栅正常, 但无图象.....	(47)
四、图象弱, 杂波大.....	(47)
五、一条水平亮线.....	(48)
六、场幅度不足.....	(49)
七、场频不同步.....	(49)
八、场线性失常.....	(50)
九、行场均不同步.....	(50)
十、行不同步.....	(50)
十一、图象正常而无伴音.....	(51)
十二、声音弱.....	(52)
十三、场频杂波影响伴音.....	(52)
十四、伴音与图象不能同时兼顾.....	(53)
十五、伴音中的杂波干扰.....	(53)
十六、亮度不正常.....	(54)
十七、出现打火干扰.....	(54)
十八、交流干扰图象.....	(55)
十九、整幅图象出现回扫亮线.....	(55)
二十、光栅左边条状干扰.....	(56)
4—2 C47-112型彩色电视机彩色处理系统故障检修20例.....	(56)

一、有图象无彩色	(57)
二、彩色信号不稳定	(59)
三、彩色失真	(60)
四、彩色不同步	(60)
五、彩色网纹干扰	(61)
六、伴音载频与色副载频的差频干扰	(61)
七、色拖尾	(62)
八、着色误差	(63)
九、彩色杂波	(63)
十、接收机移动位置时彩色失常	(63)
十一、底色偏	(64)
十二、彩条错位与色失真	(64)
十三、黄、蓝二色正常, 其他颜色不正常	(65)
十四、彩条位置改变, 饱和度变低	(66)
十五、亮度信号消失引起彩色亮度畸变	(67)
十六、暗平衡失调	(68)
十七、亮平衡失调	(68)
十八、枕形失真	(69)
十九、色纯度失真	(69)
二十、会聚失真	(70)
4—3 集成化彩色电视机的使用、调整与维修	(73)
第五章 检修彩色电视机常用的测试仪器及其使用	(90)
5—1 示波器	(90)
5—2 电视图象信号发生器	(92)
5—3 频率特性测试仪	(97)
附录 1 标准彩色测试卡	(100)
附录 2 我国的黑白电视制式标准	(102)
附录 3 我国彩色电视暂行制式试用技术标准	(104)
附录 4 一些国家电视频道的划分	(109)
附录 5 部分国外电视机用晶体管特性及其代换	(111)
附录 6 常用彩色显象管及其特性	(123)
附录 7 常用集成块逻辑方框及内部电路	(126)
1. 图象通道集成电路 (15种)	(126)
2. 伴音通道集成电路 (9种)	(138)
3. 功放集成电路 (3种)	(145)
4. 扫描集成电路 (13种)	(147)
5. 解码集成电路 (5种)	(156)
6. 电源集成电路 (3种)	(163)
附录 8 国内外彩色电视机电原理图 (8种)	(插页)

第一章 彩色电视技术概要

彩色电视技术是黑白电视技术的进一步发展,对于兼容性的彩色电视机,为了能收看相同制式的黑白电视节目,必须设置与该黑白制式一致的黑白信号(亮度信号)通道,也即应具有相同的载波频率与带宽,相同的行频和相同的场频以及相同的伴音载频等。而且,为了收看彩色节目,还必须具备相应的色度通道,以便对彩色信息进行各种处理与变换,最后获得与发送端原始基色信号一样的彩色信号,实现彩色信息的传递。

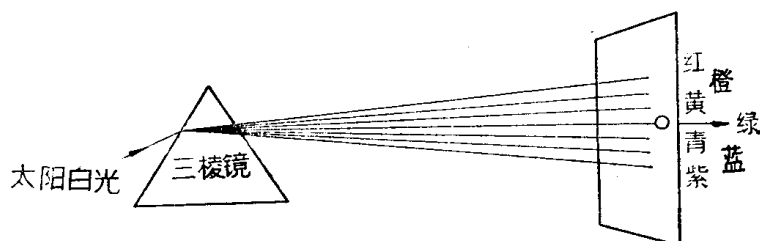
彩色电视技术不仅与电子学的飞速发展密切相关,而且也直接涉及到光学、色度学以及视觉生理学等领域,并成为彩色信息处理的理论依据。作为彩色电视机的维修人员,不一定都要去更深入地领悟上述各学科的内容,然而,一般地就彩色电视信息处理角度,概要地掌握色度学和光学中一些定论的概念无疑是有益的。本章将从彩色的基本属性开始,概括地介绍一下彩色信息传送过程,并对各主要环节的工作原理加以简要地阐述。

1—1 彩色及其再现的基础知识

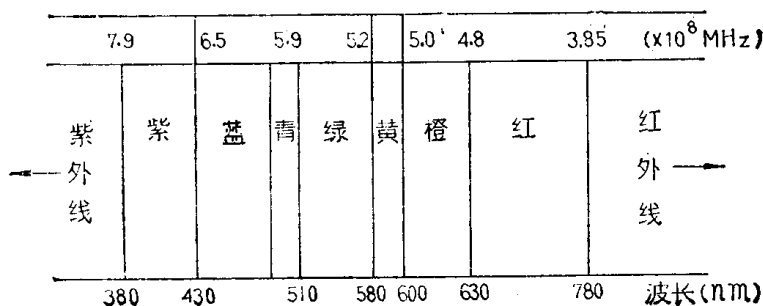
一、光 与 色

光是与无线电波一样的一种电磁波辐射。但是,光波具有相当高的频率,约为 $4 \times 10^8 \sim 8 \times 10^8$ 兆赫。位于红外线与紫外线之间,相应的波长为780nm(毫微米)到380nm。人眼的视网膜在电磁波的这个范围内有反应,故给人们以视觉。

众所周知,如果白光(如太阳光,白炽灯光)通过一棱镜时,光就显示出彩色来,构成所谓光谱,这个实验告诉我们,白光是彩色光的混合体。由于各种光波的频率不同,通过棱镜被折射的角度也不同,频率越高折射角越大,这样由于它们的进行方向改变不同而呈现出



(a) 白光通过棱镜产生连续光谱



(b) 光波长与颜色的关系

图 1—1 白光被棱镜分解的光谱

各自的彩色。

白光的光谱如图1-1所示。实际上，各色光的波长之间并没有一个明显的界限，它们是连续变化的，每种色光包括了一个窄范围的波段。

以上说明，光显现出彩色是因为波长处于某一特定波段的特定频率范围之故，在这个特定频率范围上眼睛可感觉出一特定的彩色。关于自身不发光的物体显现颜色，则是光在该物体表面造成反射的结果。例如：在白光照射下看红色物体呈现出红色，是因为红光被物体表面反射而其它色光被吸收所致。由此不难想象，如果把绿光照射到红色物体上，因为没有任何光反射，所以该物体必然呈现为黑色。大家知道，在钠蒸汽灯或汞蒸汽灯照明的街道上出现各物体的颜色是与它们在日光或白炽灯下呈现的颜色不相同的，这足以说明了物体的颜色不但与该物体的反射特性有关，而且还与照明条件（光源之波长）有关，即为两者的综合效果。另外，还有两个极限的情况，即黑色和白色。黑色物体是对任何光都不反射，因而不论何种色光照射在其表面时该物体均呈黑色；白色物体则是对于所有色光全部反射，所以当某种色光照射到该物体上面时就呈现出相应的颜色。

彩色具有三个特征，即亮度、色调和饱和度。关于彩色的亮度，即光的强度，由于此特性已广泛应用到黑白电视机和照相技术中，这已为大家所熟悉的了。另外两个特性共同给出彩色的色度。色调表示感觉到颜色的种别，借人眼的色视觉使人们知道各种不同波长范围的光——红、绿、蓝、黄等彩色之间的差异。饱和度是量度“彩色丰满”的纯度，即量度-特定的颜色与白色之间的差别程度。例如，红光和粉红光主波长都是相同的红光，因而具有相同的红色色调，然而红光的彩色饱和度比粉色光为高。

二、彩色的分解与组合

应当指出，彩色是人眼对于客观存在的光波之主观感觉或印象。在彩色电视技术中，一个重要的问题在于研究人眼怎样地看到颜色，而并不在于颜色本身是什么。因为人眼看到的颜色本来不能反映唯一的实际存在的光波之波长。人眼的这个特性对于彩色电视的实现具有十分重要的实际意义。实验表明，几乎每一种颜色光都能借光的三种“基色”按不同的比例混合而得到。为了给出最佳的结果，选出红、绿、蓝作为光的三基色，可以配出所有通常见到的各种颜色，而人眼并不能分辨出这些彩色光是由于它们的波长处于某一特定波段而产生还是由于各种不同的波长的光混合而得到。例如，红光和绿光混合能产生黄光、这个黄光与在白光中的单色光谱之黄光人眼是无法分辨的。基于人眼的这个特性，利用有限的三种彩色来传送和复现自然界中千差万别的颜色，这正是现行的各种彩色电视制式实现的共同基础。

上面讲了彩色合成的三种基色是红、绿、蓝，这点可能引起某些混淆，因为大家知道，通常在印刷或绘画中的三原色是品红（紫），黄和青。这个差异的原因是由于光的加色法混合与染料的减色法混合之不同。如果两种色光一同照到白色的屏幕上，则屏幕将呈现出这两者相加的颜色。例如，红光加到绿光上而形成黄光，而且所有各色光按一定比例混合又可给出白光，这是因为每一种色光与其它色光相加的结果，因而可以说，白光是加色法构成的混合体。然而，染料呈现出来的某种颜色，则是因为它们反射了该种色光；而其它的色光则被吸收之故，因而各种颜色的染料混合物在白光照射下将呈现黑色，这是由于在白光中所有各种色光均被吸收了。实际上，市售的各种染料在反射色光方面，超出了其标称色的范围，例如把黄色染料与青色染料相混合，其合成染料为绿色，这是由于绿色正是这两种染料的共同反射体。如果这两种染料是纯单色反射体，则这两种染料混合之后，在任何色光照射下都将

为黑色，因为它们没有共同反射光了。所以说各种染料是由减色法形成的混合物。加色法与减色法的典型实例如图 1—2 所示。

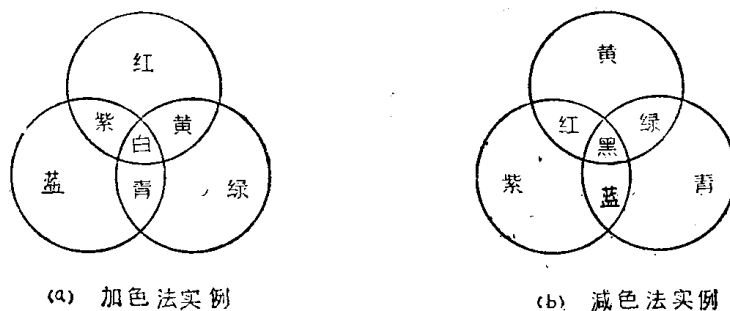


图 1—2 加色法与减色法形成彩色实例

为了传送物体的色度信息，首先应分出物体的所反射色光中三基色(红、绿、蓝)成份，并进而形成相应的电信号加以传送，这个过程叫做色的分解，是由摄象机中分色棱镜来完成的。分色棱镜的作用是让某一范围内的色光通过，而反射其余的色光。例如，黄分色棱镜只通过黄色光而反射蓝色光；绿分色棱镜只通过绿色光而反射红色光。这样，物体的颜色光通过分色棱镜之后就分解为红、绿、蓝三基色的色光了。这三种基色光用光电转换元件产生相应的电信号，以有线或无线的方式送到接收端；在接收端获得相应于发送端三基色组成的电信号，又通过电光转换元件的作用产生三基色的光。利用上述色的分解与混合原理，通过无线电传送技术，就可以把甲地物体的颜色传送到乙地收看。

三、兼容的意义与实现

不言而喻，各彩色电视广播台发射的信号若能被各黑白电视接收机所接收；同样，各黑白电视广播台发射的信号若能被各彩色电视机所接收，这是众望所归的，尽管看到的都是黑白图象。这一特征通常称为彩色电视与黑白电视的兼容。目前的各种彩色电视制式正是按这种要求设计的。为了实现兼容，彩色电视系统的许多指标必须与黑白电视系统相应的指标具有共同的特征。首先是彩色电视的通频带一定不能大于黑白电视的频带宽度。为了克服带宽限制而引起的各种技术上的困难，相应采用不同的方式来解决，这就出现了各种不同的彩色电视制式。尽管这些制式有一定的差异，但都是在充分照顾和利用了人眼的各种视觉特征之后才得以实现的。

每幅图象都是由红、绿、蓝三基色组成，假如传送三个完整的高清晰度图象(红、绿、蓝)，则所需频带宽度势必三倍于标称的黑白电视接收机的带宽。在PAL制式中，相应于三基色的信号，按一定的方式相叠加形成一个亮度信号和两个色差信号，这两个色差信号进而以正交平衡方式调制在同一个色副载波上，其总的带宽等于黑白电视制式的带宽，而后同时被传送出去。

亮度信号是由红、绿、蓝三基色光信号按一定比例混合而成，用以提供图象的亮度信息，这个亮度信号占据了视频信道的整个带宽。各种黑白电视机能够收到这个信号，并且显示出良好的黑白图象。

两个包括色调和色饱和度信息的色差信号，提供较低清晰度的彩色。由于它们既调幅又调相地去调制到同一个色副载波上，致使被扫描的图象部分的色调和色饱和度信息在每一瞬间都能被传送出去。

因为电视信号是一行一行地扫描获得的，每相邻两行之间信息内容改变并不明显，或说相邻行间具有很大的相似性，这样所传送的信号波形具有很大的周期性。这种周期性的信息能量主要包含在很窄的频带里，并且集中于行频的倍数附近。在这些互不连续的频率之间有一定的能量空隙，只要我们能适当地选择色度副载波的频率，色度信息就可以插入到亮度信息频带空隙之中，而且把相互干扰降至允许范围之内，也就是说，可以在亮度信号占据的带宽里来安置色度信息。这被称为频谱间置技术，它是实现彩色电视与黑白电视兼容的重要措施。

亮度信号是由摄像机按照景物的红、绿、蓝三基色分量的输出信号混合产生，等于它们的信息总和。在一般情况下，摄像机输出信号应调节到对应于三基色为最大幅值时等于一个白色输入。实验表明，当三个信号加起来变为白色时，则三个基色的比例应按 0.30 : 0.59 : 0.11 的数值（红：绿：蓝）相叠加。三个摄像管的输出是按照这样的比例相加而形成亮度信号的。因此，如果以 E_R' 代表来自红摄像管的信号电压（经过亮度校正）， E_G' 代表来自绿摄像管的信号电压， E_B' 代表来自蓝摄像管的信号电压，则亮度信号 E_Y' 应由下式给出：

$$E_Y' = 0.30E_R' + 0.59E_G' + 0.11E_B'$$

彩色信号的许多不同组合，可以获得任何给定的 E_Y' 之值，因而在黑白电视接收机上产生的亮度与不同彩色相吻合。例如，当 E_R' 、 E_G' 、 E_B' 都是 0.5V 时，则 E_Y' 也是 0.5V，这时所有彩色电视机上呈现出灰色（因色饱和度为零），而所有黑白电视机上也是显示出灰色；假如 E_R' 、 E_B' 为 0V，而 E_G' 约为 0.85V 时， E_Y' 仍是 0.5V，黑白电视机上将出现如前相同的灰色，然而彩色电视机上将出现绿色，并且二者给人的亮度感觉是相同的。

色度信号代表了所传送的彩色信息，为了传送所有的色度信息，应当有三个信号：一个亮度信号，另外两个为色度信号，两个色度信号是从红和蓝两个彩色信号中减去亮度信号而获得的。用三个色信号 E_R' 、 E_G' 、 E_B' 来表示，其关系如下：

$$(E_R' - E_Y') = 0.7E_R' - 0.59E_G' - 0.11E_B'$$

$$(E_B' - E_Y') = -0.3E_R' - 0.59E_G' + 0.89E_B'$$

在上述表示式中， $(E_R' - E_Y')$ 表示从摄像机来的红信号与亮度信号之差， $(E_B' - E_Y')$ 表示从摄像机来的蓝信号与亮度信号之差。这两个信号就是我们通常所说的色差信号。它们依据 E_R' 、 E_G' 、 E_B' 的实际幅值，可以是正值或负值。这两个色差信号与亮度信号相比占有较窄的带宽，而且不影响其传送质量。

当 E_R' 、 E_G' 、 E_B' 幅值相等时，具有白色或灰色的输出，此时能得 $(E_R' - E_Y')$ 和 $(E_B' - E_Y')$ 均为零值，这一点是很重要的。因为三个基色信号相等，是表示白色或灰色的，此时只能有亮度信号变化，而不应当有任何色度信号产生。而且恒定的亮度信号将产生恒定的亮度，不管色度信号如何的变化，这个原理被称为恒定亮度原理。上述利用色差信号来传送色度信息而不直接用基色信号传送，对彩色电视技术的实现，消除信息相互之间的干扰，进而提高彩色传送质量都是十分有利的，其制式区别仅在于用不同的方式传送这三种信号而已。

在 NTSC 制与 PAL 制中，两个色差信号在发射机中是被调制到相同频率但相位差为 90° 的两个副载波上。在调制时采用了副载波被抑制的所谓平衡调制方式，它们的边带能量相叠加而给出一个既调幅又调相的载波信息，这就称为正交平衡调制。例如，调制信号 $(E_R' - E_Y')$ 和 $(E_B' - E_Y')$ 幅值相等时，叠加给出的调幅波其合成振幅为其 $\sqrt{2}$ 倍，并与原载波之间有 45° 的相位差。但是，如果一个信号大于另一个信号时，则其合成载波与原有载波之

间的相位关系以及合成载波的振幅都会发生变化。由于信号 $(E'_R - E'_Y)$ 和 $(E'_B - E'_Y)$ 是随着信息内容而变化的，所以合成的已调色副载波的相位和幅度都会随两个色差信号的改变而变化，这就是说它是个既调幅又调相的已调波。

因为副载波已在发射机中被抑制了，故在接收机中为了准确地解调色度信号，必须产生一个与原载波同频同相的色副载波。为了确保接收机中振荡器产生的色副载波与失去的副载波具有精确的同频同相的关系，又在每个行同步脉冲之后的行消隐后肩上安置一个基准信号加以发送。这个基准信号由色副载波的几个周期构成，叫做基准彩色脉冲串，或称色同步信号。接收机的振荡器锁定在此信号上并且保持确定的相位关系。

上述的 $(E'_R - E'_Y)$ 和 $(E'_B - E'_Y)$ 信号如何去调制色载波，PAL 制与 NTSC 制中是不相同的。在 PAL 制中 $(E'_R - E'_Y)$ 是逐行倒相的。换句话说，一行送 $+(E'_R - E'_Y)$ 和 $+(E'_B - E'_Y)$ ，而下一行则送 $-(E'_R - E'_Y)$ 和 $+(E'_B - E'_Y)$ 。因此，PAL 制的名称就叫逐行倒相制。在其它方面，上边的原理对 PAL 制也是适用的。

逐行倒相 $(E'_R - E'_Y)$ 信号，必然存在一个在接收机中如何识别倒相行和准确复位问题，否则会产生不能容许的色调失真。这个问题仍可由色同步脉冲得到实现，即色同步脉冲串在 PAL 制中是逐行 $\pm 45^\circ$ 摆动的，以此作为识别倒相行的信息。PAL 制的逐行倒相，是为了克服信号传送过程中产生的相位变化效应或称微分相位失真。

在 NTSC 制中由于色载波相对于基准色同步的相位变化，会存在彩色显象管上产生彩色失真。然而，在 PAL 制传送时产生的相位误差，在各相邻行间将是相反的，故可以利用电路或直接利用人眼加以抵消，克服了相位失真带来的影响。

至此，我们叙述了兼容的意义、特征以及实现兼容而对信息变换的过程。

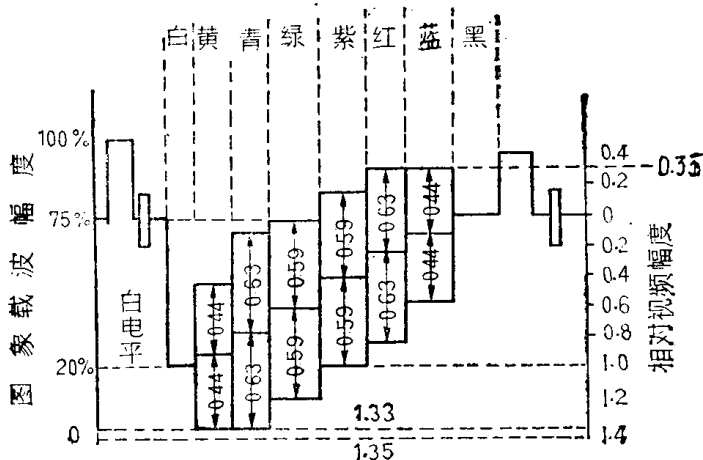


图 1-3 全彩色电视信号的波形

通过这些变换之后，把已调的高频色度信号与视频的亮度信号相混合，就形成了一个完整的全彩色电视信号，其波形图如 1-3 所示。

在图 1-3 中表示了当产生完全饱和的彩条信号时所形成的彩色电视信号编码之后的波形。由这个彩色全电视信号波形我们可以看出，它不仅包含了黑白电视信号（亮度信号）的特征，同时又携带了彩色信息内容（高频部分），可见彩色信息是作为一种高频“干扰”直接插入亮度信号中。而在接收机中利用带通滤波器分离出这一高频信号加以解调，恢复成原视频色差信号。这些高频“干扰”必然也会对黑白图象产生所谓色载波干扰，这正是我们对色载波的频率进行精确选择的必要性，因为选择合适的色载波频率可以使其干扰具有互相抵消的作用。而在彩色电视接收机中，为了进一步消除色载波的干扰，加入了自动清晰度控制电路，当接收彩色电视信号时，在亮度通道中加入一个色载波陷波电路以消除其干扰；在接收黑白电视节目时，此陷波器能自动断开，从而保证黑白图象有较高的清晰度。

1—2 彩色信号的传送过程

一、PAL制彩色电视编码系统

上述介绍的彩色全电视信号的形成过程是在所谓的编码器中完成的。PAL制编码器的方框图如图1—4所示。

从摄像机送来的基色信号经过伽玛(γ)校正送到矩阵电路,在此信号按正确的比例相叠加而形成亮度信号和色差信号。视频色差信号通过滤波器限制其带宽,进而送到调制器。色同步脉冲形成电路分别供给每个调制器以基准色副载波门脉冲信号,在此调制副载波。

($E'_B - E'_Y$)调制器直接利用从振荡来的副载波,而($E'_R - E'_Y$)调制器则通过 90° 的移相

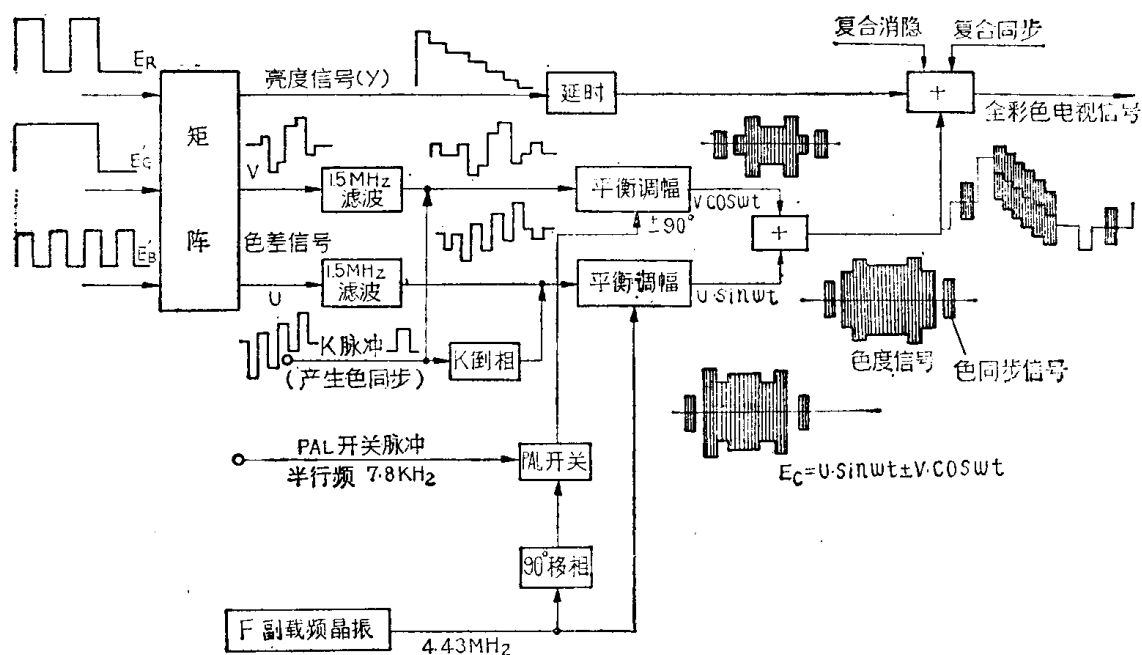


图1—4 PAL制编码器方框图

电路和一个倒相器而接受副载波,以满足精确的相位要求。然后,已调副载波与亮度信号一起混合就形成了全彩色电视信号,进而送给射频调制电路。亮度信号通路还有一延迟线(具有约 $1\mu s$ 的延时),用以使亮度信号和色度信号具有相同的通路延长度。这样,就确保了亮度信号和色度信号以同一瞬间到达图象的同一部分,消除其着色误差。

如果色副载波没有被抑制,它将成为兼容性黑白或彩色电视机上出现光点图形干扰的隐患,这也是采用平衡调幅抵消色副载波的原因。为了进一步减轻副载波边带能量的干扰,副载波频率的选择应当满足使干扰信号在各相邻行间的干扰光点具有相互抵消的效应。因此,色副载波应有一精确的频率,这个频率在PAL制中为 4.43361875MHz ,标称值取 4.43MHz 。

二、PAL-D接收机中的色度处理

我国目前使用的彩色电视接收机,均属于PAL-D方式接收机,这个D字表明接收机中包含有一延迟线。这是一个极重要的元件,由于它的作用,使得在接收某一行色度信息时,还可以由延迟线的输出端上同时获得其上一行的色度信息,这就能使相邻两行由于相位畸变而

引起的色度信号取镜像关系，其相位失真相反。亮度信号和色度信号借滤波器由合成全彩色电视信号中分离出来，然后色度信号被分成两条通路，如图1—5所示，一路通过延迟约64μs的延迟线分别送入加法器与减法器；另一路未经延迟线直接加入加法器与减法器。因为64μs的这个延迟时间等于一行的延迟时间，所以加入加法器与减法器的色度信号正好是由相继两行信号所组成。

在延迟时间刚好满足为色副载波周期整数倍的条件之下，在加法器中，获得相继两行的色度信号之和，而在减法器获得相继两行的色度信号之差。由于 $(E'_R - E'_Y)$ 信号是逐行倒相的，所以相邻两行的色度信号相加后为：

$$\begin{aligned} & (E'_R - E'_Y) \cos \omega t + (E'_B - E'_Y) \sin \omega t \\ & - (E'_R - E'_Y) \cos \omega t + (E'_B - E'_Y) \sin \omega t \\ & = 2(E'_B - E'_Y) \sin \omega t. \end{aligned}$$

由上式可以看出，在相加的过程中失掉了 $(E'_R - E'_Y)$ 信号，这是由于其逐行倒相关系的结果。同理，在减法器中仅获得2倍的（并逐行倒相） $(E'_R - E'_Y)$ 信号。显然，由于 $(E'_R - E'_Y)$ 和 $(E'_B - E'_Y)$ 各自只会在相应的加法器或减法器中输出，所以一个信号中的相位误差就不会影响另一信号。两个色差信号利用延迟线进行分离的电路，也有称做延迟解调电路，这正是PAL-D接收机的突出特点。两个色差信号被分离之后，分别送入各自的同步检波器，产生视频色差信号。

在实际电路中，延迟时间通常选为半个色副载波周期的奇数倍，即63.943μs，所以色副载波通过延迟线后即倒相为180°，因而由加法器输出为 $2(E'_R - E'_Y)$ ，而由减法器中输出则为 $2(E'_B - E'_Y)$ 信号。在图1—5中，正是表示了这种关系。

关于逐行倒相可以消除两个色差信号互相影响的原理，可由图1—6的矢量图进行说

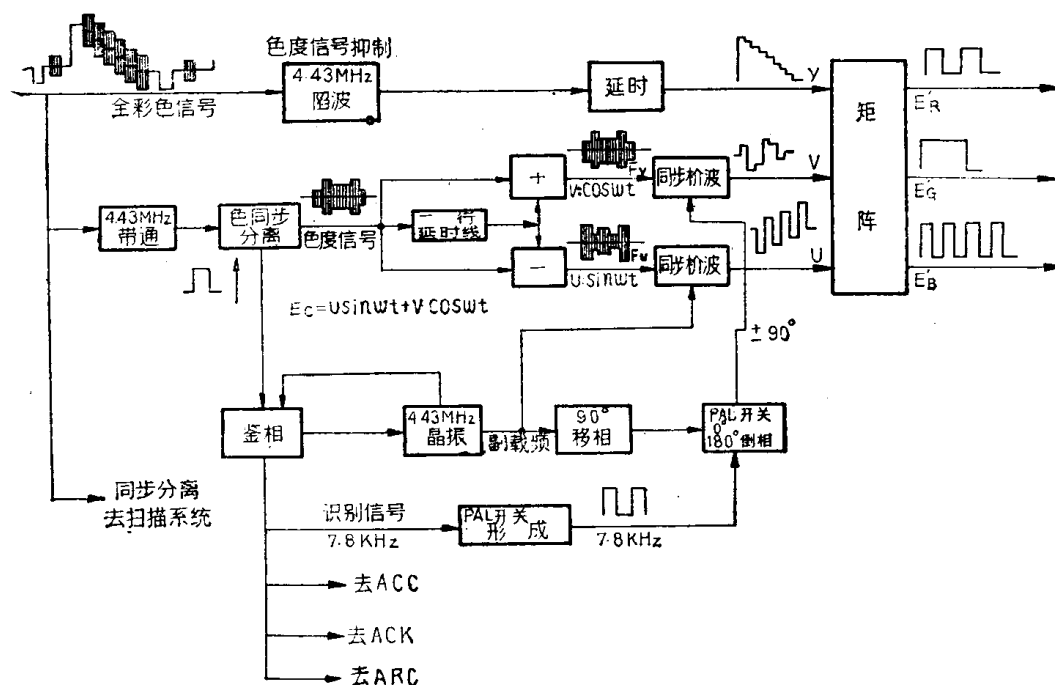


图1—5 PAL-D接收机中的色度处理方框图

明，图中9表示某种原因引起的相位失真。

由图中不难看出，在水平轴上 $+(E'_R - E'_Y)$ 和 $-(E'_R - E'_Y)$ 是相互抵消的，这是

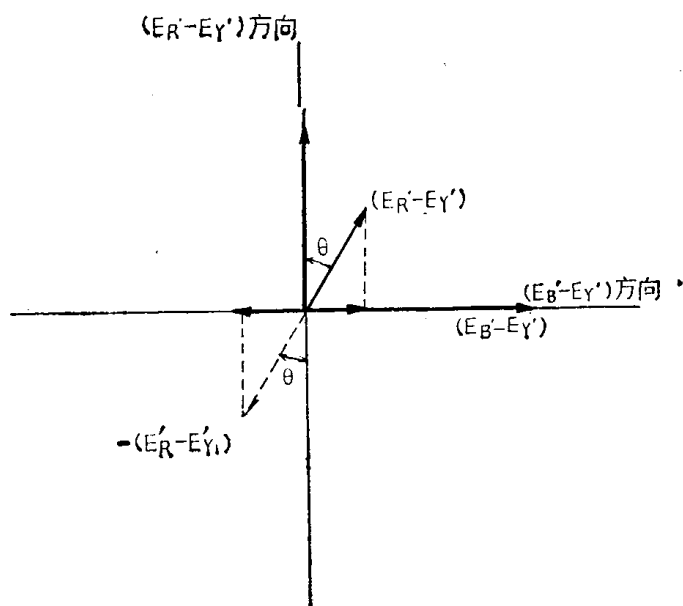


图 1—6 PAL制中色差信号正交矢量图

$(E'_R - E'_Y)$ 、 $(E'_B - E'_Y)$ 、 $(E'_G - E'_Y)$ 。这些信号又各自供给彩色显象管中相应电子枪红、绿、蓝的栅极。亮度信号 E'_Y 同时供给各电子枪的阴极，因而各扫描电子束（由栅阴极电位差而决定）就和三基色信号 E'_R 、 E'_G 、 E'_B 相一致。在亮度通路中还有延迟约为 $1\mu s$ 的配准延迟线，其作用是让亮度信号与同一瞬间的色度信号能够同时到达显象管上，以消除着色误差。

以上我们概略地叙述了PAL-D接收机中的解码电路方框图与各部分的功能。解码器电路是各种彩色电视接收机的核心部分，为了进一步掌握其工作原理，我们再以实际的PAL-D接收机中所采用的具体电路作进一步的分析。

1. 实用解码电路之一

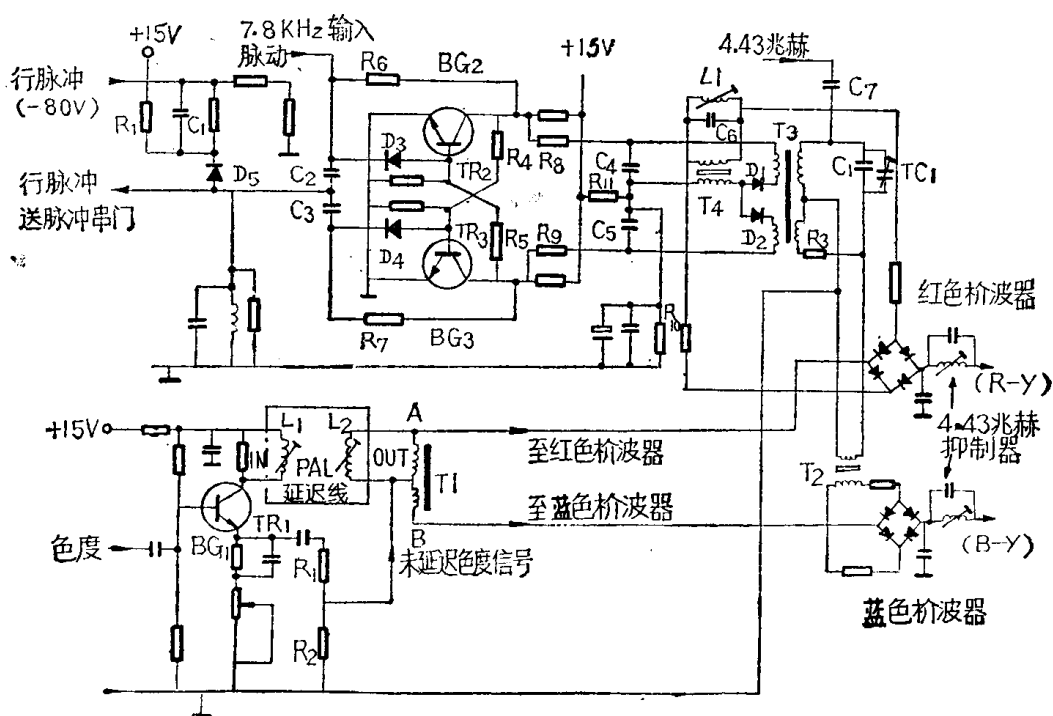


图 1—7 PAL-D接收机解码电路实例

因为它们的大小相等而符号相反之故，而在垂直方向轴上，由于 $(E'_R - E'_Y)$ 的逐行倒相，其干扰也是互相抵消的。可见对 $(E'_R - E'_Y)$ 信号逐行倒相的实际意义，它不仅使两个色差信号的分离提供了有利条件，还使两者的互相串扰进一步降低。使用了逐行倒相和延迟解调之后，使得彩色电视系统设备的相位精度要求大为降低，在PAL制彩色电视机中可以省去色调的调整旋钮，这个控制在NTSC制中则是不可缺少的。

来自加法器与减法器的输出信号送给相应的同步检波电路，以获得两个视频色差信号，进而送入后继的矩阵电路，产生出相应的三个信号： $(E'_R -$

图1—7为市售的彩色电视机中采用的解码器具体电路。现在就结合这一具体电路进行讨论。

此电路的上边为PAL开关,下边为延迟解调与同步检波器。我们先看下边的电路。 BG_1 是一个放大器,经过带通滤波之后得到的色度信号由此级的基极馈入,放大后由集电极输出加到延迟线的输入端,故该级又称为延迟线激励级或彩色激励级。在这一级除了集电极色度信号加至延迟线,并在延迟线输出端得到延迟约一行的色度信号外,还从其发射极上通过电阻 R_1 和 R_2 分压之后取得未延迟的直通信号。直通信号经过电路矩阵与延迟信号进行相加或相减。变压器 T_1 是构成加法器与减法器的主要元件。它由双线并绕而成,在A点和B点上提供极性相反的延迟色度信号。此信号与由 R_1 与 R_2 接点处获得的直通信号相加或相减,结果就分离出了两个色差信号,即从A处得到 $(E'_R - E'_Y)$ 已调信号,而从B点得到 $(E'_B - E'_Y)$ 已调信号。

电感 L_1 与 L_2 是延迟线的补偿元件,用以调整输入阻抗及输出阻抗,以便得到正确的延时以及与150欧终端阻抗相匹配的通带特性。 L_1 与 L_2 由生产厂家经过认真调整,维修时一般不应调整。如果调整不当会改变负载阻抗,改变带宽及延迟特性,因而产生干扰甚至出现彩色失真。

2. 延迟解调的平衡调整

BG_1 的发射极上安有一个可调电位器 VR_1 ,用来调整该级的增益,使得由其集电极上取出并经过延迟线送出的色度信号幅度与由 R_1 、 R_2 接点处取得的直通色度信号幅度保持准确相等,否则就会引起干扰或色失真。平衡调整的目的,正是为了保证二者幅度相等,以使加法器与减法器上能分别取得一个精确的已调色差信号送至后继的同步检波电路上。在调整时可在 T_1 的A点或B点上接一个示波器进行观察。将示波器的Y输入接至 T_1 的A点或B点,然后细心地调整 VR_1 ,则会根据色度信号的内容及接点是A或是B,产生一个信号最大值或零值。产生零值的信号输入最适合于临界调整,此时检波器的接点应先断开。

彩色副载波频率由接收机中的基准色副载波发生器经过缓冲放大之后取得,并经过一个耦合电容 C_T 分别馈给色差信号同步检波的输入端。当平衡调整准确时,接收机应当给出一个理想的彩色信号,这就证明是在正确的位置上。

从图中可以看出,4.43MHz的色副载基准信号,是通过变压器 T_2 到达蓝色差信号同步检波器,又通过变压器 T_3 与 T_4 送到红色差信号同步检波器,送入蓝色差信号同步检波器的基准信号必须与送入红色差信号同步检波器的基准信号具有90°的相位移。这是由与 T_3 次级相连接的 R_3 、 C_1 及 TC_1 所产生的,送入红色差同步检波器的基准信号还应当逐行改变相位,以与PAL制的逐行倒相相匹配,这可以按照红色差信号的极性去逐行切换加入红色差同步检波器上的基准色副载波来实现。

3. 红色差信号同步检波的切换开关

晶体管 BG_2 与 BG_3 构成了电子开关,它交替地使 T_3 初级上的 D_1 和 D_2 轮流导通或截止,这两个晶体管的基极与集电极通过 R_4 、 R_5 交插耦合,构成一个双稳态电路。这种双稳电路可作为双向开关,即使 BG_3 截止时 BG_2 导通,反之亦然。获得这种结果还需要有一些脉冲触发。所谓双稳态就是指电路固有两个稳定状态,即 BG_2 导通和 BG_3 截止,或 BG_3 导通 BG_2 截止。

二极管 D_3 和 D_4 及其它有关元件 C_2 、 C_3 、 R_6 、 R_7 等一起,使该双稳电路成为计算机用的二进制计数器,而触发信号是由 C_2 和 C_3 的接点处送入的。二极管 D_3 和 D_4 分别由 BG_2 和 BG_3 的集电极来控制。当 BG_2 导通时 D_3 也导通,于是 BG_3 处于截止状态,结果正的集电极电压使 D_4 呈截止状态。下一个开关脉冲进入 BG_2 的基极使其截止时,同理可知 BG_3 必然进

入导通状态。 C_2 、 R_6 及 C_3 、 R_7 时间常数的选择,应使二极管的导通保持到输入脉冲结束,这样就能保证电路始终在下一个输入脉冲打开“门”之前完成其转换。应当记住,一个双稳电路完成一个周期需要两个输入脉冲,而在一个完整的周期内每个集电极上出现一个方波脉冲。显然,其频率应是触发脉冲频率之半。

下边看看双稳开关是如何控制连接在变压器 T_3 上的二极管 D_1 和 D_2 的。从 BG_2 集电极到 D_1 的直流是通过 R_8 ,而从 BG_3 集电极到 D_2 的直流通路通过 R_9 ,每只二极管 D_1 和 D_2 的阳极都接到由 R_{10} 和 R_{11} 组成的分压器接点正电位上。所以二极管导通与否,取决于晶体管 BG_2 和 BG_3 集电极的电位。当晶体管 BG_2 导通时,送给 D_1 阴级的 BG_2 集电极电位比 D_1 阳极的电位低,故二极管导通。在此瞬间, BG_3 截止,其集电极处于高电位,以此高压送至二极管 D_2 的阴极,因而二极管截止。下一个开关脉冲到来时,情况刚好相反,即 D_1 截止,而 D_2 导通,如此循环不已。

4.43MHz的基准色副载波通过 T_3 和 T_4 到达 $E'_R-E'_Y$ 色差信号同步检波器,但在 T_4 初级上的副载波相位取决于它是来自 T_3 的绕组C还是绕组D。显然, D_1 导通时信号从绕组C经 C_4 加入,而当 D_2 导通时信号则是通过绕组D并经过 C_5 加入。一个绕组给出的基准信号与另一绕组给出的基准信号相位是相反的,而幅值则应相等。所以,任何瞬间双稳电路都要由一只管导通另一只管截止,把基准色副载波加给同步检波器。但因双稳电路是由行脉冲直接控制之下逐行翻转的,故加给 $(E'_R-E'_Y)$ 色差同步检波器的基准信号之相位是逐行倒相的。至此,开关相位与发送端的逐行倒相的动作之一致性只有50%的把握,也就是说仅起到逐行倒相的作用,而倒相正确与否还是不能保证的。如果此开关相位与原始信号的相位不相符合,显示的彩色就会失真,成为发送信号的补色,这时的彩色图象是不能正确再现的。

4. 倒相行的识别与正确复位

关于倒相行的识别问题,是在相位检波电路中产生的7.8kHz的方波去校正双稳电路的翻转状态来解决的。为了充分了解为什么7.8kHz的方波信号载有 $(E'_R-E'_Y)$ 色差信号倒相识别的信息,我们先来回顾一下在发送端的情况。如上所述,色同步脉冲串是以 $-(E'_B-E'_Y)$ 轴为中心按 $\pm 45^\circ$,即 135° 和 225° 逐行摆动的,所以又称摆动脉冲串。其摆动的规律是与 $(E'_R-E'_Y)$ 的逐行倒相合拍的,因而它包含了 $(E'_R-E'_Y)$ 逐行倒相的信息。

这种关系可以用图1—8的矢量图来描述。图的左边表示了摆动脉冲串与 $(E'_B-E'_Y)$ 信号的关系,右边虚线表示了 $(E'_B-E'_Y)+(E'_R-E'_Y)$ 与 $(E'_B-E'_Y)-(E'_R-E'_Y)$ 的交变合成矢量相位。这个色同步脉冲串可以看成是一个摆动的调相载波,其相位调制(摆动)可由相位检波器检出,并产生一个半行频的7.8kHz方波脉冲送出。这是一个中心在直流基准线上,前沿正升而后沿负降的加长方波。它正是由于色同步脉冲串绕蓝轴 -180° 的方向作 $\pm 45^\circ$ 摆动而得到的,它又与 $(E'_R-E'_Y)$ 色差信号绕蓝轴作 $\pm 90^\circ$ 转换步调一致。

这个由相位检波电路获得的7.8kHz方波脉冲,送入一个高Q谐振电路。由于该电路调谐到半行频上。故产生一个半行频正弦波。这个信号加到双稳开关电路上去随时校正双稳电路动作的正确性,通常就称为彩色识别信号。图1—9是7.8kHz识别信号的输出电路。

在这个电路中,晶体管接成发射极输出形式,其输出分成两路,其中一路信号经过 C_1 和 D_1 与图1—7中的7.8kHz输入点相接,并与由 C_1 、 R_1 输入的行频触发脉冲进行相位比较,使开关电路动作能自动校正。当电路处于正确的转换状态时,识别信号对于双稳行脉冲的触发不受影响;但当其动作有相位错误时,行激励脉冲被识别信号强迫抑制而失去一次翻转,这样双稳的动作就自动得到校正了。

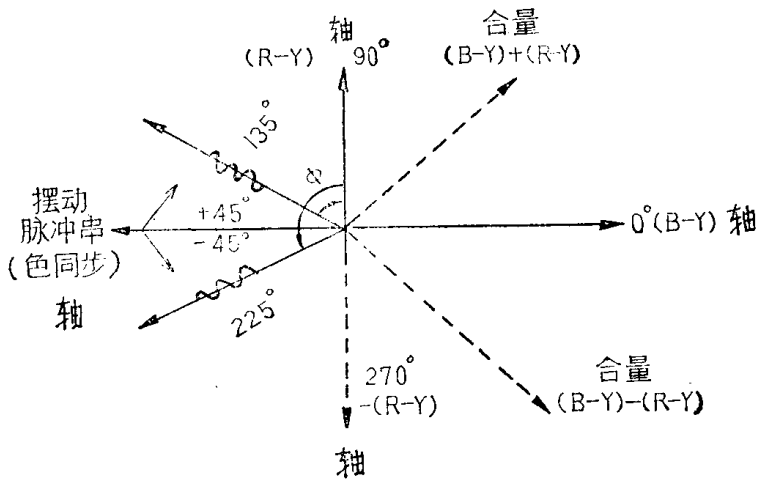


图 1—8 色同步脉冲串与色差信号相位关系矢量图

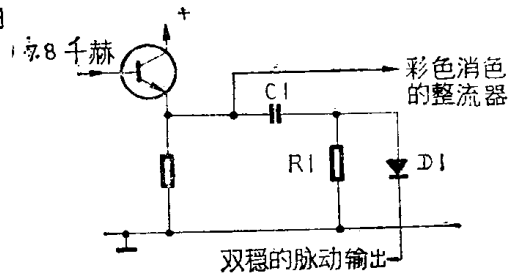


图 1—9 7.8kHz 识别信号输出电路

这个 7.8kHz 的识别信号还利用二极管整流之后产生一个自动消色电压，去自动开启色度通道。在黑白状态时，没有这个 7.8kHz 信号，而使色度通道自动关闭，这就是自动消色电路的工作原理。这个 7.8kHz 电压还常用来作为自动彩色控制 (ACC) 与自动清晰度控制 (ARC) 的控制电压。

5. 同步检波电路

同步检波器的工作原理相当简单，它实际可看成是一个以基准频率 4.43MHz 使检波电路接通或切断的开关取样电路。其基本工作方式可以有多种形式，在图 1—10 中表示了取样方式的电路及波形图。由波形图中可以看出，当 $(E_B - E_Y)$ 信号成分为零时， $(E_R -$

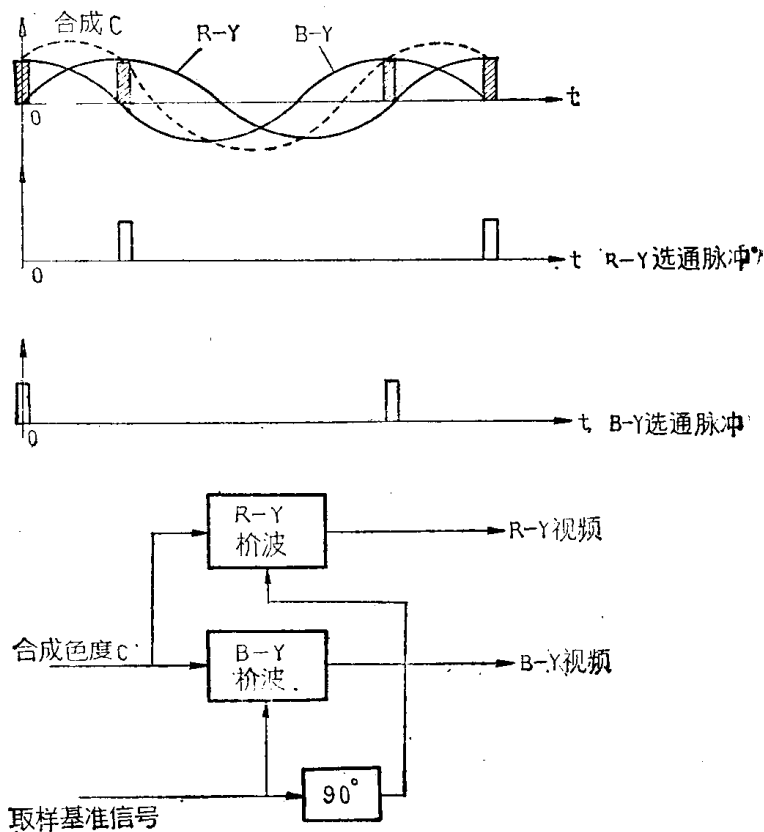


图 1—10

E'_Y) 检波器正好接通, 取样信号只有 $(E'_R - E'_Y)$ 并由 $(E'_R - E'_Y)$ 输出端输出; 同样, 当 $(E'_R - E'_Y)$ 为零值时 $(E'_B - E'_Y)$ 检波器正好接通, 取出信号只有 $(E'_B - E'_Y)$ 并由 $(E'_B - E'_Y)$ 输送端送出。这样, 利用基准副载波对合成色度信号取样, 不仅把已调幅的射频信号变为视频色差信号, 同时又使两个色差信号进行了分离, 或说它起着解调与分离的双重作用。但是, 必须要求基准取样副载波具有精确的频率和相位, 如果产生相位失真, 就会使正交分量不为零。基准载波与被解调的信号之间保持固定的相位一致关系, 这正是“同步”检波的含义。

上述的同步检波原理分析, 适用于 NTSC 制和不用延迟线的简单 PAL 制, 因为在这种情况下, $(E'_R - E'_Y)$ 和 $(E'_B - E'_Y)$ 信号是合为一个色度信号加至同步检波器的。但是在 PAL-D 制接收机中, 经过延迟解调之后, 两个色差信号已经被分开了, 所以在检波过程中若基准副载波与被解调信号之间发生相位失真也不会引起两个色差信号的互相窜扰, 但为了能正确检出色差信号的幅度变化, 仍必须要求基准信号提供精确的相位关系。

在图 1—7 中, 两个同步检波器均由四支二极管组成一个桥式取样检波电路, 由基准副载波去控制已调信号的导通与截止, 在其输出端上就获得了相应的视频色差信号, 最后还通过一个并联陷波电路, 用以滤掉色副载波的残留高频, 消除其干扰。

1—3 PAL 制的发射与接收

以上我们分别讲叙了 PAL 制在发送端和接收端信号的处理变换过程, 为了加深对整个系统的认识, 我们再以图 1—11 为例并用波形图和彩色信息的矢量图来说明从发射到接收的一系列 PAL 编码和解码的动作原理。

一、PAL 制的发射系统图

我们先从发射端谈起。由彩色摄像机扫描一个原色和补色色调均接近最大饱和度的彩条信号测试卡, 产生幅值为 1 的色信号, 三个摄像管的输出端获得的三基色信号 R、G、B 如图中波形所示。

这些信号在一个网络(矩阵电路)上按红色 30%, 绿色 59%, 蓝色 11% 的比例相加, 得到一个幅值为 1 的亮度信号 Y。红和蓝两个基色信号又分别加至另一个网络, 从中减去亮度信号 Y (由标有 $-Y$ 的方框中得到)。这些网络还加有 PAL 加权, 从而对产生的 $R - Y$ 和 $B - Y$ 信号进行了适当地压缩。加权的原因是为了防止色度信号与亮度信号相混合会因幅度过大而对发射机产生过调失真, 所以必须先对信号进行一定程度的压缩。这种压缩又称为加权, 而加权之后的信号 $R - Y$ 和 $B - Y$ 为了与未加权信号相区别, 又常称为 V 信号和 U 信号。

经过矩阵之后形成了三个信号: Y、V、U 它们的波形如图中所示。这里应注意扫描彩带信号时 Y 信号形成了一个阶梯信号, 正是这个阶梯的 Y 信号表示了兼容制式中的亮度信息, 用来供给黑白电视机接收的就是这个信号。Y 信号通路中还设置了一支延迟约 $1\mu s$ 的延迟线, 用以保证亮度信号与色度信号在时间上的一致性。

V、U 信号与 4.43MHz 的色副载波一起加入相应的调制器, 这就形成了色度信号。由图可知, 副载波信号是直接加入 U 信号调制器的, 而进入 V 信号调制器的副载波是经过了一个 90° 的移相器及 PAL 开关交替地加入 V 信号调制器的, 90° 的相移提供了正交调制所需要的相