

集成化 PAL_N 彩色电视解码电路的设计

邸元春

(大连理工大学电视研究室, 大连)

摘要 本文分析了 PAL_N 彩色电视解码器电路原理; 阐述了 PAL_N 彩色电视解码器电路设计; 介绍了 PAL_N 彩色电视解码器的测试及调整。

关键词 自动色度锁相; 彩色电视解码器; 梳状滤波器; 延迟线

1. 引言

目前大多数 PAL 制彩色电视机都采用流行的 PAL_D 彩色电视解码器。由于它的基准副载波是与色同步信号锁相的, 当传输系统存在非线性失真时, 就受到微分相位的影响, 使色度信号相对于色同步基准相位产生相位误差 ϕ 。此时, 解调出的色差信号的幅度将减小 $\cos \phi$ 倍, 结果引起了色饱和度和失真。

PAL_N 彩色电视解码电路是从色度信号中取出色度分量 F_U 及 F_V , 经限幅、倍频后去同步基准副载波, 使同步解调器处于完全的同步状态。因此, 它不仅能减少色度失真, 而且可消除由微分相位畸变引起的色饱和度失真, 适合在高质量彩色电视监视器中使用。

2. 电路分析

PAL_N 彩色电视解码器的组成如图 1 所示。首先, 色度信号经带通放大器放大后送入色饱和度控制电路。与此同时, 在行同步脉冲控制下分离出色同步信号, 它经 ACC 检波后去控制 ACC 放大, 从而实现自动色度控制。另一方面, 色度信号经色饱和度控制之后, 经放大送入梳状滤波器, 它不仅能将色度信号分离出两个色度分量 F_V 及 F_U , 而且能将色同步信号中的平均分量和倒相分量分离出来。

在图 1 中, 从 1 输入的彩色信号, 其色度信号可表示为^[1]

$$e_c(t) = U(t) \sin(\omega_{sc}t) + \phi_K(t)V(t) \cos(\omega_{sc}t) = C(t) \sin[\omega_{sc}t + \theta(t)]$$

式中, $C = \sqrt{U^2 + V^2}$, $\theta = \phi_K(t) \arctan(V/U)$, 其色同步信号可表示为

$$e_s(t) = (1/\sqrt{2})K(t) \sin(\omega_{sc}t + 180^\circ) + \phi_K(t)(1/\sqrt{2})K(t) \cos(\omega_{sc}t)$$

色度信号经梳状滤波器的直达信号为

$$e_c(t) = U(t) \sin(\omega_{sc}t) + \phi_K(t)V(t) \cos(\omega_{sc}t)$$

色度信号经梳状滤波器的延迟信号为

$$e_d(t) = -U(t - T_H) \sin(\omega_{sc}t) - \phi_K(t - T_H)V(t - T_H) \cos(\omega_{sc}t)$$

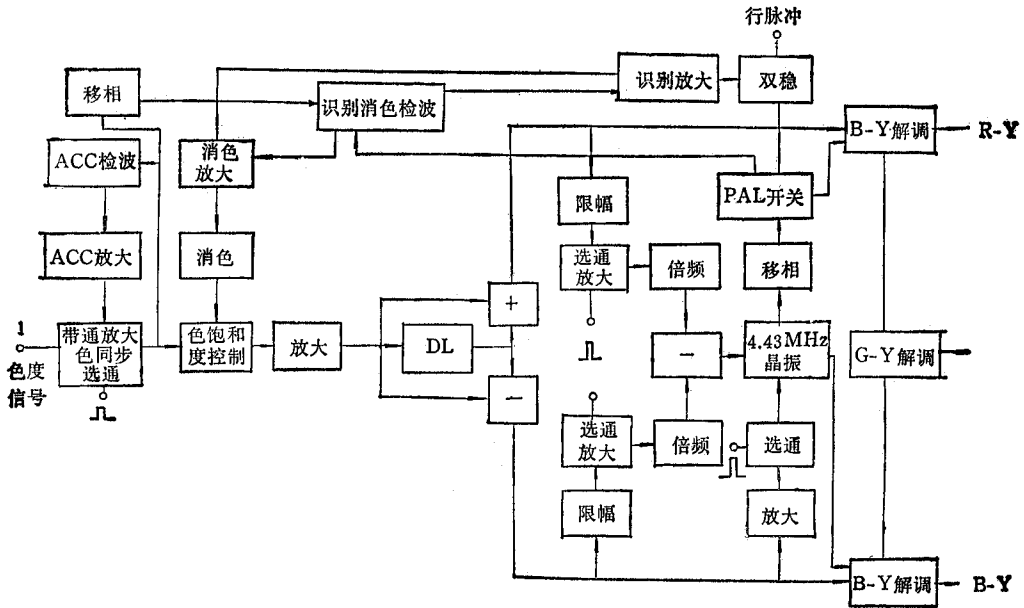


图 1

其减法器的幅频特性为 $K_-(f)$

$$K_-(f) = \frac{|\sqrt{\{1 + \cos [2\pi T_H(f - f_{sc})]\}^2 + \{\sin [2\pi T_H(f - f_{sc})]\}^2}|}{|\sqrt{2 + 2 \cos [2\pi T_H(f - f_{sc})]}|} = 2 |\cos [\pi T_H(f - f_{sc})]|$$

其加法器的幅频特性为 $K_+(f)$

$$K_+(f) = 2 |\sin [\pi T_H(f - f_{sc})]|$$

色度信号在减法器中有

$$e_c(t) - e_d(t) = 2U(t) \sin(\omega_{sc}t) = 2U(t)$$

色度信号在加法器中有

$$e_c(t) + e_d(t) = 2\phi_K(t)V(t) \cos(\omega_{sc}t) = 2V(t)$$

在行扫描正程期间，从加法器输出端可分离出逐行倒相的色度分量 F_V ，它被送至 R-Y 同步解调器。与此同时，在减法器输出端可分离出相位恒定的色度分量 F_U ，它被送至 B-Y 同步解调器。在行扫描逆程期间，从减法器取出色同步信号中的平均分量，用它去同步 4.43MHz 晶振，使其产生相位恒定的 B-Y 基准副载波，供 B-Y 同步解调器使用。

PALN 彩色电视解码器的关键是用色度信号去同步基准副载波，使其在任何情况下都能保持良好的同步状态。这不仅要求色度信号的幅度保持稳定，而且它的极性也不能随图像内容而变化。众所周知，色度信号的幅度与彩色图像有关，彩色越浓，幅度越大。当图像无色时，色度信号的幅度为零。而从梳状滤波器分离出来的两个色度分量 F_V 及 F_U 都是频率为 4.43MHz 的彩色副载波，并且两者之间保持着 90° 的相位差，利用它来做 B-Y 基准副载波和 R-Y 基准副载波将是最理想的。然而，由于它的极性可正可负，并且时时刻刻都随彩色图像的内容而变化。因此，无法加以直接利用。为了解决上述矛盾，在

加法器和减法器之后,分别取出 F_V 及 F_U 色度分量,将它们限幅和倍频,然后相减,合成一个幅度不变的二倍频同步信号,用它去同步 4.43MHz 晶振。由于这个同步信号在任何情况下都具有与色度信号相同的相位失真,因此,当由于微分相位等原因使色度信号产生相位误差时,被它同步的基准副载波也有相同的相位失真,于是 B-Y 及 R-Y 解调器都处于完全同步的解调状态。在这种情况下,既不会产生色度畸变,也不会产生色饱和度失真。

本机基准副载波再经移相网络送至 PAL 开关,在双稳态触发器的控制下,使其逐行倒相,供 R-Y 同步解调器使用。上述色度分量 F_V 在 R-Y 同步解调器内与 R-Y 基准副载波相乘,解调出 R-Y 色差信号。与此同时,色度分量 F_U 在 B-Y 同步解调器内与 B-Y 基准副载波相乘,解调出 B-Y 色差信号。另一方面,从 R-Y 及 B-Y 同步解调器按一定的比例取出的 R-Y 色差信号及 B-Y 色差信号在 G-Y 矩阵电路内进行矩阵合成,产生 G-Y 色差信号,其各部份工作过程如图 1 所示。

3. 电路设计

PALN 彩色电视解码器按集成化电路设计,对全部电路进行了模拟实验。图 2 为外围电路,共有 18 个引出脚,使用 32 个元件。彩色全电视信号由高通滤波器 C_1 及 L_1 取出

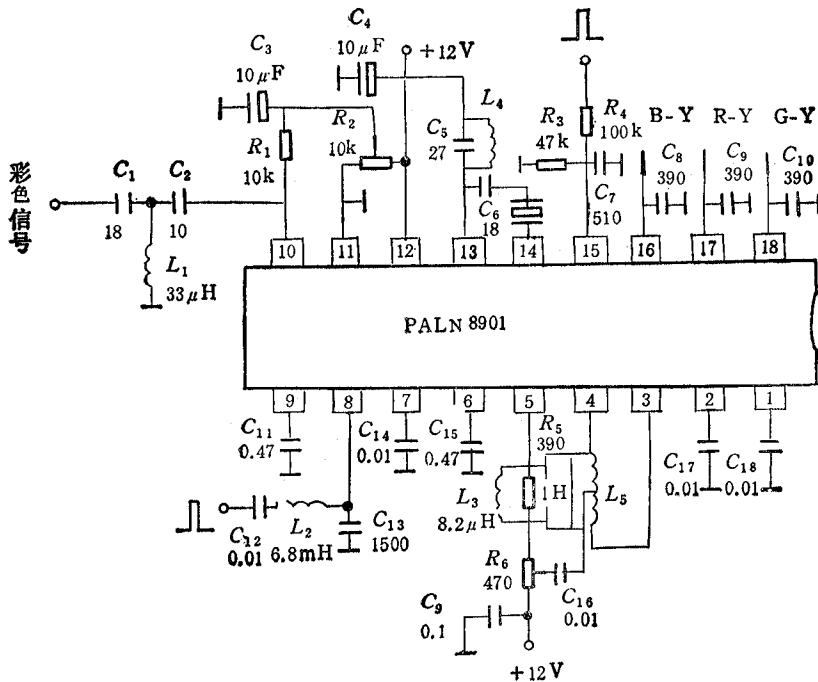


图 2

色度信号经 C_2 从 10 脚输入,经带通放大,色同步选通,ACC 检波及 ACC 放大后,送至色饱和度控制; R_2 为色饱和度调节电位器, R_1 为隔离电阻, C_3 为旁路电容, C_{15} 为 ACC 滤波电容, C_{14} 为旁路电容;行同步信号经 L_2 , C_{13} 行延时网络后,由 8 脚送入色同步选通级;色度信号被再次放大后,由 5 脚送至梳状滤波器; R_6 为幅度调节, R_5 为匹配电阻, L_3

用于相位调节, C_{16} 用于隔直及耦合; 从梳状滤波器分离出的色度分量 F_U 及 F_V 分别加至 4 脚及 3 脚, 进行 U 及 V 限幅及倍频; 1 脚及 2 脚外接旁路电容 C_{17} 及 C_{18} , 倍频后的信号去同步 4.43MHz 晶振; 13 脚上的 L_1, C_5 谐振在 4.43MHz, 14 脚外接晶体, 它们产生本机基准副载波; 为了对 R-Y 基准副载波进行逐行倒相, 从 R_1 引入行逆程脉冲, 经 R_3, C_7 微分后, 从 15 脚输入控制双稳; 解调后的 B-Y, R-Y, G-Y 色差信号经 C_8, C_9 和 C_{10} 滤波, 最后分别从 16 脚、17 脚和 18 脚输出。

PAL_N 彩色电视解码器又称自动色度锁相型彩电解码器。受篇幅所限, IC 内部电路总图此处从略。图 3 为 IC 内部限幅、倍频及晶振实验电路图。从梳状滤波器取出的色度分量 F_U 及 F_V 分别送至 U 限幅器及 V 限幅器。 U 限幅器由 BG_{59} 至 BG_{74} 组成, 它将幅度变化的色度分量 F_U 变成基本不变的等幅波。

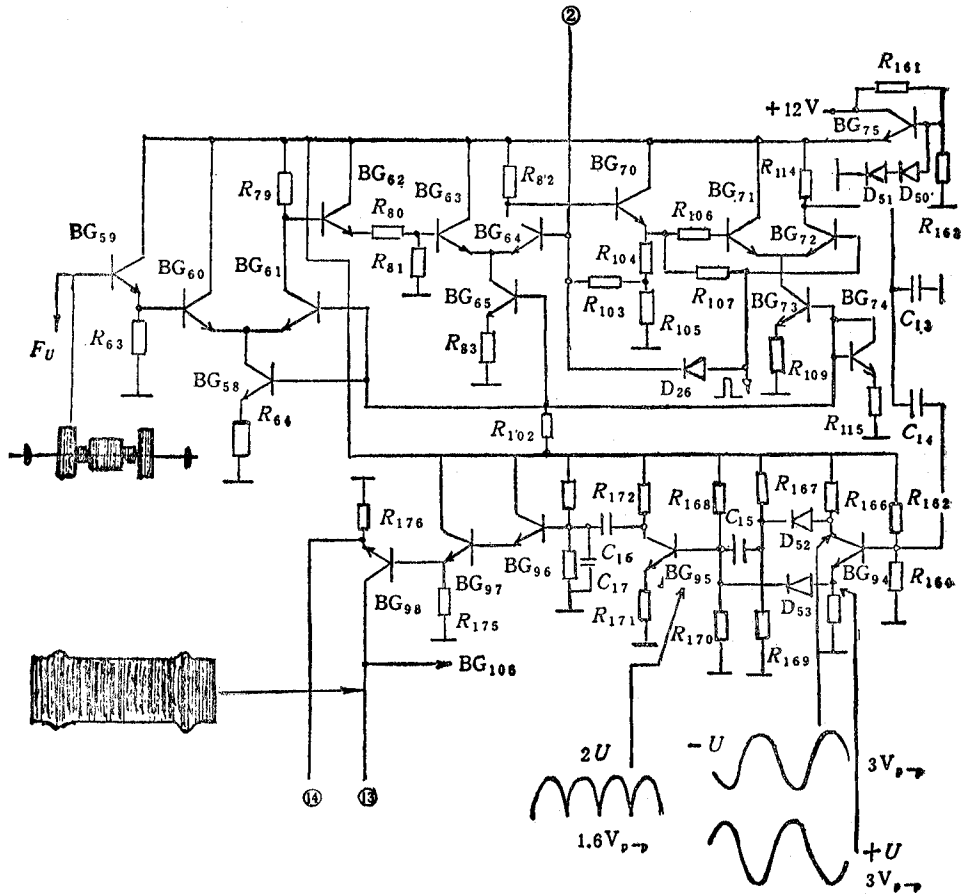


图 3

在图 3 中, BG_{60}, BG_{61} 及 BG_{63}, BG_{64} 以及 BG_{71}, BG_{72} 构成三级差分放大器; BG_{59}, BG_{62} 及 BG_{70} 为射极输出器; 2 脚外接 $0.01\mu F$ 电容使 BG_{64} 的基极处于交流地电位, 以保证限幅器具有足够的增益; BG_{58}, BG_{65} 及 BG_{73} 为恒流源电路, 三者的基极偏置由 BG_{74} 提供; 限幅后的 U 色度分量由 C_{14} 送至 U 倍频器, 它由分相器 BG_{94} 及全波整流二极管 D_{52}, D_{53} 组成; BG_{94} 将等幅的 4.43MHz U 信号分成两个大小相等、相位相反的

+ U 及 $-U$ 信号, 然后经过全波整流形成二倍频的 $2U$ 信号, 其波形及幅度如图 3 所示。

色度分量 F_V 送至 V 限幅器及 V 倍频器, 其电路与上述 U 限幅器及 U 倍频器完全相同(从略)。由 V 倍频器输出的二倍频的 $2V$ 信号与上述 U 倍频器输出的 $2U$ 信号相减, 以便获得幅度对称、相位正确的正弦波; 然后通过二级射随器 BG_{96} 及 BG_{97} 去同步 4.43MHz 晶振, 使本机基准副载波与色度信号锁相; 4.43MHz 晶振由 BG_{98} 等组成, 它的集电极和发射极分别通过 13 脚和 14 脚与外部振荡回路 L_4 , C_5 , C_6 和晶体相连; 它产生频率为 4.43MHz 的等幅振荡, 并被上述二倍频的同步信号锁相; 然而由于在一个副载波周期内, 倍频信号有两点与本机基准副载波具有相同的电平, 所以相位的锁定存在着 180° 的不确定性; 为此, 又从减法器分离出色同步信号的平均分量, 放大后在 L_4 上产生电压降并由此同步基准副载波的起始相位。

4. 测试及调整

测试及调整步骤如下:

(1) 从 12 脚及 1 脚之间接入 12V 直流电源, 用万能表测量各脚电压, 测试结果如表 1 所示;

表 1 各脚直流电压(V)

管脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
电压	3.0	3.0	3.4	3.4	7.8	8.9	1.9	-1.5	6.3	8.7	0	12	12	1.4	-0.9	7.2	7.2	7.2

(2) 从彩色信号发生器输入彩条信号, 用示波器观察 13 脚波形, 此时应有 4.43MHz 振荡信号, 波形及幅度如图 3 所示;

(3) 接着观察 8 脚及 15 脚行同步脉冲及行逆程脉冲波形, 旋动 R_2 , 增大色饱和度控制电压, 使梳状滤波器有较大的输入信号;

(4) 然后观察 3 脚及 4 脚上的 F_V 及 F_U 波形, 若有信号, 则反复调节幅度平衡电位器 R_6 和相位调节线圈 L_5 , 使波形对称, 无双线, 力求色度分量 F_V 及 F_U 彻底分离;

(5) 最后观察 16, 17, 18 脚 B-Y, R-Y, 及 G-Y 色差信号波形, 改变 C_6 或调节 L_4 , 使各色差信号波形失真最小, 幅度最大。

5. 结论

在 PAL_D 彩色电视机中, 由于本机基准副载波是与色同步信号的平均分量锁相的, 当彩色电视机的色度通道与色同步通道存在微分相位时, 将使色度信号相对于色同步信号产生相位误差, 结果引起色饱和度降低, 产生退色现象。实测结果表明, 当微分相位为 35° 时, PAL_D 彩电解码器的色饱和度将减小 $1/4$, 而在相同条件下, PAL_N 彩电解码器的色饱和度却基本保持不变。此时既不会产生色饱和度失真, 也不会产生色调失真, 因此能获得高质量的彩色图像。

参 考 文 献

[1] 天津大学电视研究室, 电视原理, 国防工业出版社, pp. 143—145, 1981 年。

THE DESIGN OF INTEGRATED PAL_N COLOUR TELEVISION DECODER CIRCUITS

Di Yuanchun

(Dalian University of Technology, Dalian)

Abstract The principle of PAL_N colour television decoder is described; the design of PAL_N colour television decoder circuits is explained; the testing methods for PAL_N colour television decoder are introduced.

Key words Automatic chromaticity phaselock; Colour television decoder; Comb filter; Delay line