

大屏幕彩电

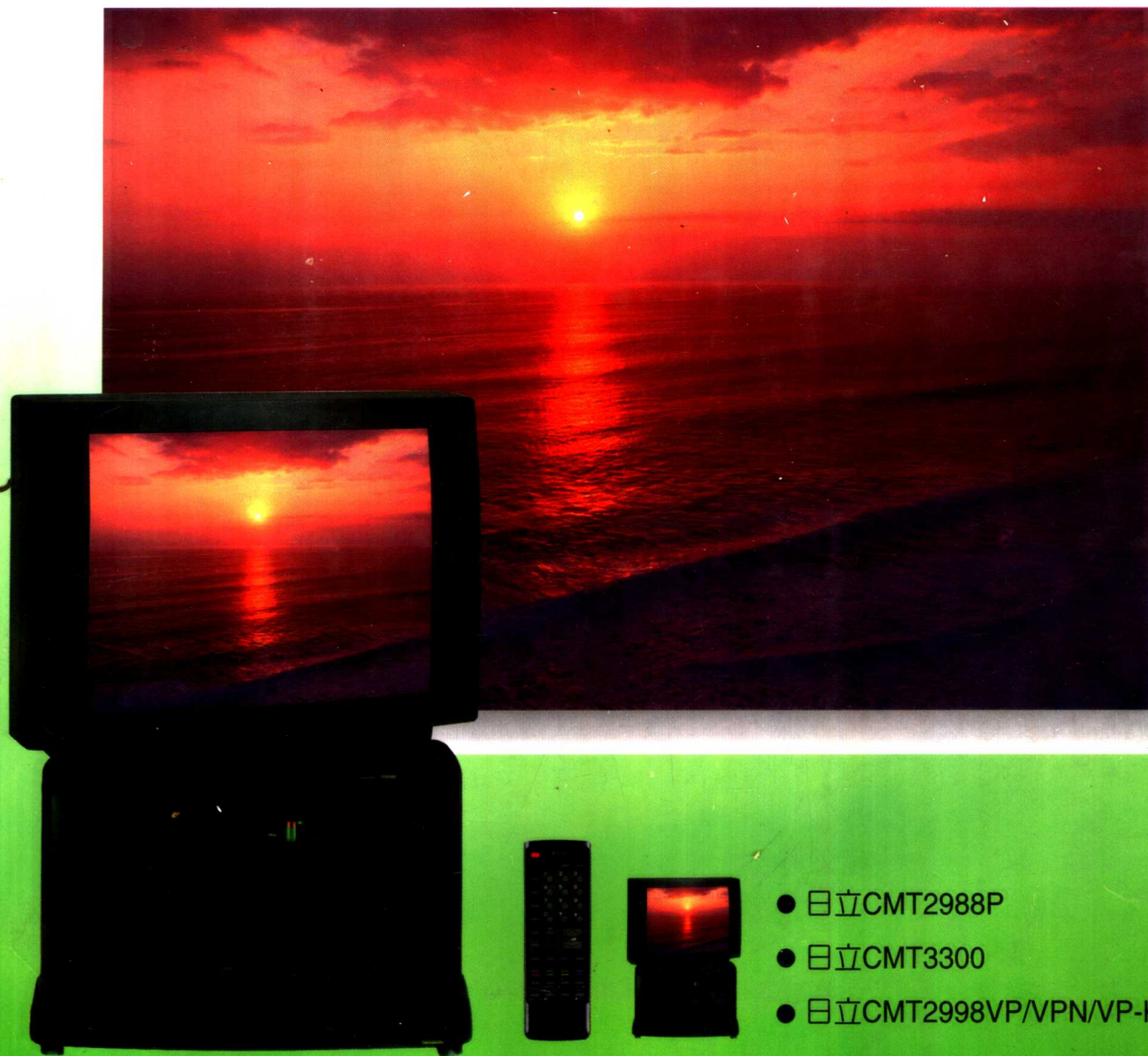
日立系列

日立牌
HITACHI

新出版

电路分析与检修

● 李雄杰 编



- 日立CMT2988P
- 日立CMT3300
- 日立CMT2998VP/VPN/VP-K



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.co.cn>

内 容 提 要

本书在介绍 PAL、NTSC、SECAM 三大彩色电视制式的基础上,对日本日立 CMT2988P 型、日立 CMT3300 型、日立 CMT2998VP/VPN/VP-K 型大屏幕彩色电视机电路作了深入浅出的分析,并介绍了常见故障检修要点。

本书可供电视机设计、生产人员、电视机维修人员及广大电子爱好者阅读,也可作为大专院校电视专业参考教材。

书 名: 大屏幕彩电日立系列电路分析与检修

编 者: 李雄杰

责任编辑: 坚 如

特约编辑: 吴维迪

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京科技印刷厂

装 订 者: 三河市海波装订厂

出版发行: 电子工业出版社出版、发行

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

URL: <http://www.phei.co.cn>

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18.5 插页: 3 字数: 474 千字

版 次: 1997 年 6 月第一版 1997 年 6 月第一次印刷

书 号: ISBN 7-5053-3876-5
TN·1019

定 价: 24.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

前 言

自去年以来,《大屏幕彩电东芝系列电路分析与检修》《大屏幕彩电松下系列电路分析与检修》和《大屏幕彩电夏普系列电路分析与检修》三本书已陆续由电子工业出版社出版,并受到读者的喜爱,均成为家电类畅销书。今又向广大读者推出《大屏幕彩电日立系列电路分析与检修》一书,也希望读者能继续喜欢这本书。

与东芝系列、松下系列、夏普系列大屏幕彩电相比较,日立系列大屏幕彩电有许多相似性电路,也有不少特色性电路。为了让读者尽快了解及熟悉日立系列大屏幕彩电电路特色,并掌握其常见故障检修要点,正是本书编写之目的。

本书第一章介绍了PAL、NTSC、SECAM三大彩色制式的信号编码与解码原理,这些内容虽然属于大路货内容,但本章的介绍有特色、有新意,它是本人十余年彩电教学之总结。本书第二、三、四章分别对日立CMT2988P型、日立CMT3300型、日立CMT2998VP/VPN/VP-K型大屏幕彩电电路作了较为全面而详尽的分析,并介绍了常见故障检修要点。本书各章内容独立,通俗性强,实用性好,一般稍具有彩电知识的读者均能阅读。

因本书所介绍的彩电均为日本日立公司的产品,故为方便读者起见,书中给出的电路图,有一部分(特别是附录部分)所用的符号基本上与原产品所附电路图的符号相同,而与我国的国家标准稍有差别,而大部分讲解原理的电路图都是按我国国家标准绘制,这一点请广大读者谅解。

高级工程师白玉仑审阅了部分章节,在此表示衷心感谢。

因资料收集不齐全,尤其是画中画电路资料贫缺,所以这部分内容不能作详尽介绍,敬请读者谅解。由于编者水平有限,书中错误与不妥之处难免,恳请同行及广大读者批评指正。

1996年7月

目 录

第一章 PAL、NTSC、SECAM 制式介绍	(1)
第一节 色度学与视觉基础	(1)
一、光与彩色	(1)
二、彩色三要素	(2)
三、视觉特性	(2)
四、三基色原理	(3)
第二节 PAL、NTSC、SECAM 彩色电视信号编码	(5)
一、图象的三基色分解与复原	(5)
二、兼容制及其要求	(6)
三、NTSC 制彩色电视信号编码	(8)
四、PAL 制彩色电视信号编码	(16)
五、SECAM 制彩色电视信号编码	(20)
六、三种彩色制式主要性能比较	(24)
七、世界各国电视广播制式	(24)
第三节 PAL、NTSC、SECAM 彩色电视信号解码	(28)
一、PAL 制彩色电视信号解码	(28)
二、NTSC 制彩色电视信号解码	(30)
三、SECAM 制彩色电视信号解码	(32)
第二章 日立 CMT2988P 型彩色电视机	(35)
第一节 主要性能、技术参数与电路组成	(35)
一、主要性能	(35)
二、主要技术参数	(35)
三、电路组成	(36)
第二节 微处理器控制电路	(40)
一、微处理器芯片 M37204MB	(40)
二、调谐选台控制	(44)
三、制式识别与切换电路	(46)
第三节 图象通道	(50)
一、高频调谐器	(50)
二、中频板电路	(55)
三、TV/AV 切换电路	(60)
四、Y/C 分离电路	(62)
五、NTSC 梳状滤波器	(64)
六、画质处理电路	(66)
七、画面控制及基色激励矩阵	(71)
第四节 彩色通道与画中画处理	(73)
一、HA51339SP、HA52026SP 引脚功能	(73)
二、PAL 制彩色信号处理	(77)

三、NTSC 制彩色信号处理	(79)
四、画中画处理电路	(81)
第五节 伴音通道	(83)
一、低音增强电路	(83)
二、音质控制电路	(83)
三、伴音功率放大电路	(87)
第六节 扫描通道	(89)
一、扫描小信号处理电路	(89)
二、扫描输出电路	(93)
三、枕形校正与画面稳定电路	(95)
第七节 电源电路	(98)
一、电源的系统控制	(98)
二、开关电源电路	(100)
三、保护电路	(104)
第三章 日立 CMT3300 型彩色电视机	(106)
第一节 主要性能、技术参数与电路组成	(106)
一、主要性能	(106)
二、技术参数	(106)
三、电路组成	(107)
第二节 微处理器控制电路	(110)
一、微处理器 M34300N4-555SP	(110)
二、红外遥控电路	(113)
三、调谐选台控制	(116)
四、TV/AV 切换控制	(118)
五、制式识别与切换电路	(120)
六、其它控制电路	(124)
第三节 图象与伴音处理电路	(128)
一、中频处理电路	(128)
二、TV/AV 切换电路	(133)
三、Y/C 分离及彩色开关电路	(135)
四、梳状滤波器电路	(137)
五、4.43 陷波开关与核化降噪电路	(139)
六、DL 轮廓校正电路	(142)
七、Y 通道与 CPT 板电路	(143)
八、PAL 色度信号处理	(146)
九、NTSC 色度信号处理	(148)
十、SECAM 色度信号处理	(150)
十一、扫描速度调制电路	(152)
十二、伴音通道	(154)
第四节 扫描与电源电路	(157)
一、场扫描电路	(157)
二、行扫描电路	(159)
三、电源电路	(161)
第五节 整机故障检修及调整	(165)

一、整机故障检修	(165)
二、检修后的调整	(170)
第四章 日立 CMT2998VP/VPN/VP-K 型彩色电视机	(178)
第一节 主要性能、技术参数与电路组成	(178)
一、主要性能	(178)
二、主要技术参数	(179)
三、电路组成	(179)
第二节 控制及信号处理电路	(183)
一、微处理器控制电路	(183)
二、调谐器电路	(186)
三、中频板电路	(187)
四、TV/AV 切换电路	(191)
五、Y/C 信号分离电路	(192)
六、亮度、色度处理电路	(194)
七、扫描速度调制电路	(199)
八、基色矩阵与激励电路	(201)
九、音质控制电路	(202)
十、伴音功率放大电路	(203)
第三节 扫描与电源电路	(204)
一、场扫描电路	(204)
二、行扫描电路	(205)
三、水平枕形失真校正电路	(206)
四、开关电源电路	(207)
第四节 维修资料	(213)
一、主要测试点电压波形	(213)
二、各集成电路、三极管引脚电压值	(213)

第一章 PAL、NTSC、SECAM 制式介绍

我国把 25 英寸及 25 英寸以上的彩色电视机称为大屏幕彩色电视机,大屏幕彩色电视机不但屏幕大,而且增加了许多新电路和新技术,多制式接收就是其中之一。目前,世界上存在着 PAL、NTSC、SECAM 三大彩色电视制式,而大屏幕彩电一般对这三种电视信号都能接收,本章将向您介绍 PAL、NTSC、SECAM 制式的基础知识,这对于学习大屏幕彩电知识是很有益处的。

第一节 色度学与视觉基础

颜色是由什么因素决定的?人眼有哪些彩色视觉特性?什么是彩色三要素?什么是三基色原理,混合色与三基色的关系如何?本节将回答这些问题。

一、光与彩色

由光学理论知道,光是一种以电磁波形式存在的物质,能引起人眼视觉反应的光称为可见光,它是波长在 $380\text{nm}\sim 780\text{nm}$ (nm:毫微米)范围内的电磁波。

1. 物体的颜色

不同波长的光射入人眼会引起不同的颜色感觉,如 400nm 左右波长的光,给人以紫色的感觉,而 700nm 左右波长的光,给人以红色的感觉。 $380\text{nm}\sim 780\text{nm}$ 波长范围的光,其颜色按红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的次序分布。如果所有波长的光均等地混合,则给人以白色的感觉。

由此可见,发光体所呈现的颜色,由发光体所发出来的光的波长成分来决定。而大部分物体为非发光体,非发光体所呈现的颜色,是因为在光源的照射下,非发光体有选择地吸收或反射不同波长照明光的结果,而且与照明光源的波长分布也有关系。例如,红领巾在日光照射下呈红色,是因为红领巾反射红波长的光而吸收其它波长的光。红领巾在绿光照射下就变成了黑色。又如,一张白纸对不同波长的光都反射,因而红光照射呈红色,绿光照射呈绿色。煤炭对不同波长的光都吸收,因而不管什么光照射都呈黑色。

自然界物体的颜色丰富多彩,颜色是光的一种属性,没有光就没有颜色。

2. 关于白色

太阳光、日光灯、白炽灯发出来的光都称为白光,但它们的光谱成分却相差很大。理想的白光是包含等能量的所有波长的光,也称等能量 E 白光。等能量 E 白光在自然界是不存在的,为了比较和区分各白光源的光谱,国际上曾规定了 A、B、C、D、E 几种标准白色光源,其能量分布如图 1-1 所示。

现在的彩色电视广播是将黑体加热到接近 9300K 温度时所发出的光作为标准白光。

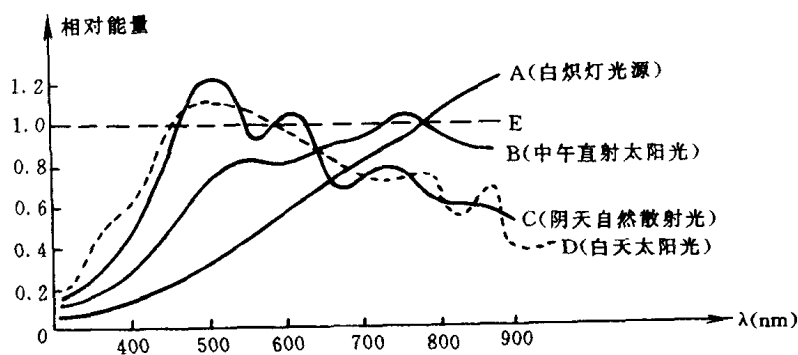


图 1-1 几种标准白光源能量分布

二、彩色三要素

彩色光可用亮度、色调、色饱和度三个物理量来描述,这三个物理量又称为彩色三要素。

(1) 亮度:亮度是指光的作用强弱,它是由光的辐射功率及人眼相对视敏度特性所决定的。

(2) 色调:是指光的颜色,由作用到人眼的入射光的波长成分决定。

(3) 色饱和度:是彩色的浓淡程度,与掺白光的多少有关。

在上述三个要素中,亮度是基础,没有亮度也就没有色调和色饱和度。试想在一个漆黑的夜晚,我们能分辨出周围物体的颜色吗?黑白电视广播只传送了三个要素中的亮度要素,而彩色电视广播不但要传送亮度要素,而且还要传送色调和色饱和度要素。

色调和色饱和度又统称为色度,彩色电视与黑白电视相比较,就是增加了一个色度信号。在色度这个混合要素中,其中色调又比色饱和度更重要一些。因为人们对自然界常见颜色感觉已经定型,如人体的肤色、绿色的草地、淡蓝色的天空等,当这些颜色稍有失真,人眼便能察觉。而色饱和度是指彩色的深浅,有些人喜欢颜色深一些,有些人喜欢颜色浅一些,饱和度最高的为纯色,即饱和度为 100%,白光的色饱和度为 0。

三、视觉特性

1. 亮度特性

对于同一波长的光,当光的辐射功率不同时,则给人的亮度感觉也不同。但如果辐射功率相同,但波长不同,则给人的亮度感觉也是不同的,这种不同的亮度感觉通常用相对视敏度曲线来表示,如图 1-2 所示。

从图 1-2 中可以看出,夜间视觉对波长较短的光的灵敏度增大,其中对 510nm 波长的光最敏感。白天视觉对波长较长的光的灵敏度增大,对 555nm 波长的黄绿光最敏感。需要指出的是,对于不同的人,相对视敏度曲线会稍有差异。

规定对于波长为 555nm 的黄绿光,辐射功率为 1W,将产生 680 流明的光通量亮度。显然,对于其它波长的光,辐射功率虽然也为 1W,但产生的光通量将小于 680 流明。这种规定使得亮度这个要素具有量的概念,它用光通量来表示亮度的大小,实际上就是用人眼相对视敏度来

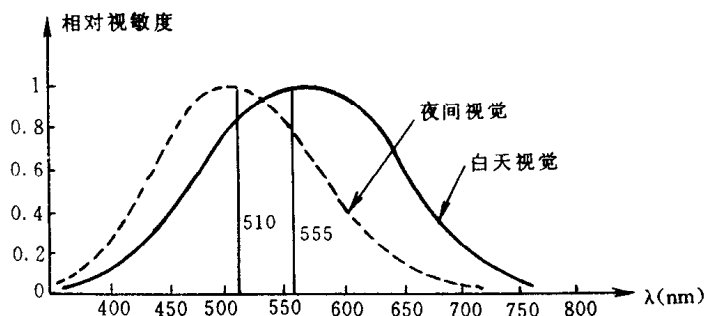


图 1-2 相对视敏度曲线

评价光的辐射功率。

假如彩色显象管红、绿、蓝三种荧光粉发光时辐射功率相同,但引起人眼的亮度感觉显然是不同的,其光通量之比为 0.30 : 0.59 : 0.11。这是因为人眼对红、绿、蓝光线的相对视敏度不同。

2. 彩色分辨力特性

当我们仔细观察一幅彩墨画,会发现彩墨画的轮廓细节是用墨笔仔细勾划的,而彩色只是大面积粗略涂绘而已。一张黑白照片着色,通常也是把彩色大面积粗略地涂绘在黑白照片上,这种着色的照片同样使人感到细节清晰、色彩鲜艳,给人以强烈的真实感。这些事实说明人眼对彩色细节的分辨力比对黑白亮度的分辨力要低。当人们观察一幅彩色画面时,只能分辨细节的亮度差异,而不能分辨细节的彩色差异。

根据这一特性,彩色电视广播在传送亮度信号和色度信号时就不必“一视同仁”,可以“区别对待”。也就是说用 0~6.0MHz 宽带来传送亮度信号,用 0~1.3MHz 窄带来传送色度信号,这就像大面积着色的绘画方法一样,同样能获得令人满意的彩色图象。

另外,对于不同色调的彩色,人眼的细节分辨力又是不一样的。对于橙色与青色的彩色细节分辨力较强,对于紫色与黄绿色的彩色细节分辨力较低。

3. 彩色视觉的非单值性

色调是由于不同波长之光波作用于人眼引起的,每种特定波长的光波都能引起一种特定的色调感觉。那么是否波长与色调之间存在着一一对应关系呢?实践证明,这个结论是错误的。例如,波长为 650nm 的光波,作用于人眼将引起黄色感觉,但 750nm 波长的红光和 600nm 波长的绿光共同作用于人眼,也同样能引起黄色感觉,而且人眼对于这两种不同方法引起的黄色感觉无法区别。又例如,用三种不同波长的红、绿、蓝单色光以适当的比例混合,可以使人眼获得白色的感觉。

这个结果告诉人们,虽然特定波长的光波能使人眼产生特定的色调,但却不能反过来根据人眼的色调感觉去判断光的波长,这一特性就称为人眼彩色视觉的非单值性。

四、三基色原理

三基色原理是色度学的基本理论之一,也是实现彩色电视广播的理论依据。其主要内容

是：自然界几乎所有的彩色，都可以用三种基色光按一定的比例混合产生；反之，自然界中的所有彩色，都可以分解为三种基色光。

1. 三基色原理与彩色三要素的关系

需说明的是，三个基色的选择不是任意的，三种基色之间要相互独立，即其中一种基色不能由其它二种基色混合产生。在彩色电视系统中，选用红、绿、蓝作为三基色。三基色与彩色三要素的关系是：

(1) 三种基色的混合比例，决定混合色的色调和色饱和度。

(2) 混合色的亮度等于参与混色的各个基色分量的亮度之和。

三基色原理是实现彩色电视广播的理论基础，传送了三基色信号，也就传送了图象中的彩色三要素信息。在发送端，利用彩色摄像机把自然界彩色光分解为红、绿、蓝三基色光，并转换成三基色信号。在接收端，彩色显象管荧光屏均匀地涂有红、绿、蓝三种荧光粉，如果红、绿、蓝荧光粉按三基色信号规律性发光，就能获得彩色图象。

2. 混色的方法

如果在白色屏幕上投射红、绿、蓝三基色光，如图 1-3 所示，在红、绿、蓝光束之间重影处，有下列色调混合产生：

红光 + 绿光 = 黄光

绿光 + 蓝光 = 青光

蓝光 + 红光 = 紫光

红光 + 绿光 + 蓝光 = 白光

另外，还应有下列色调关系：

青光 + 红光 = 白光

黄光 + 蓝光 = 白光

紫光 + 绿光 = 白光

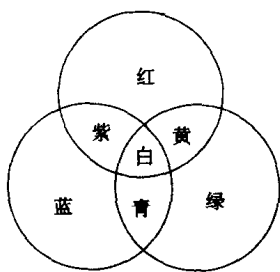


图 1-3 相加混色

如果两种颜色相加混色就能得到白色，则这两种颜色称为互补色。即青与红为互补色，黄与蓝为互补色，紫与绿为互补色。

如果红光与绿光混合时，当绿光比例从小到大逐渐增加时，将依次产生红、橙、黄、黄绿、绿等颜色。

混色方法有直接混色法，空间混色法及时间混色法等。

直接混色法就是把三基色光按不同的比例投射到一个全反射的白色幕布上，彩色投影电视机，就是根据这种混色法来重现彩色图象的。

空间混色法是指，当三基色光点很小而且间距很小，由于人眼视觉分辨力有限，在一定距离上观看分辨不出这些光点时，就会产生三基色混合的色调感觉。现代彩色显象管就是根据空间混色法来重现彩色图象，在彩色显象管荧光屏上涂布着 40 余万组红、绿、蓝荧光粉点，这些荧光粉点由红、绿、蓝电子束轰击发光，并组成丰富多彩的彩色图象。

时间混色法是指，如果让三种基色光按一定时间顺序轮流快速地出现，由于人眼的视觉惰性特性，人眼看到的是三基色光的混合色调。这种混合法曾应用到初期的顺序制彩色电视系统。

第二节 PAL、NTSC、SECAM 彩色电视信号编码

一、图象的三基色分解与复原

根据三基色原理,要实现彩色电视广播,首先要将一幅发送的彩色画面分解为红、绿、蓝三基色信号。这可以通过彩色摄象机中的分光光学系统来完成,如图 1-4 所示。假如摄象机所摄取的是白、黄、青、绿、紫、红、蓝、黑彩条图象,则进入物镜的彩色光被棱镜与反射镜分解为红、绿、蓝三种基色光,三种基色光进入相应的摄象管靶面,三支摄象管的电子束同步地在自己的靶面上扫描,把基色光象的变化转换成红(R)、绿(G)、蓝(B)电信号。

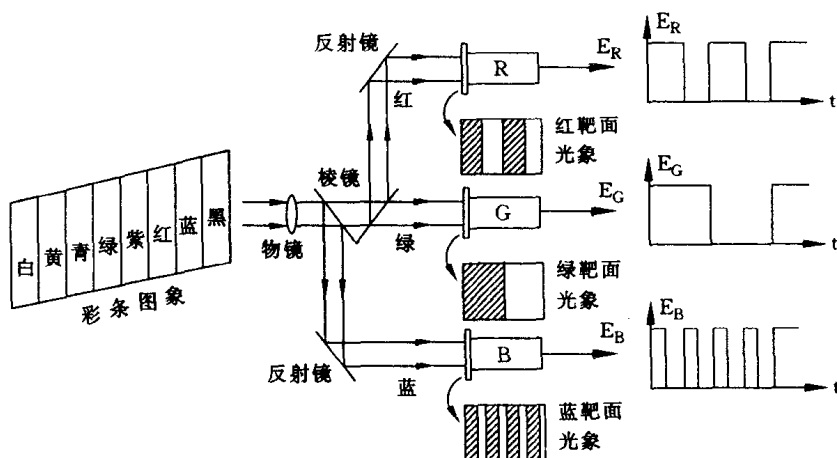


图 1-4 图象的三基色分解

在接收端,利用彩色显象管使三基色光象混合成原彩色图象,如图 1-5 所示。三基色信号作用于显象管红、绿、蓝阴极上,以便对阴极发射的电子束强弱进行调制,红、绿、蓝电子束在偏转磁场作用下同时发生左右、垂直方向上的偏转扫描,并各自击中相应的红、绿、蓝荧光粉,使屏幕出现原彩色图象。

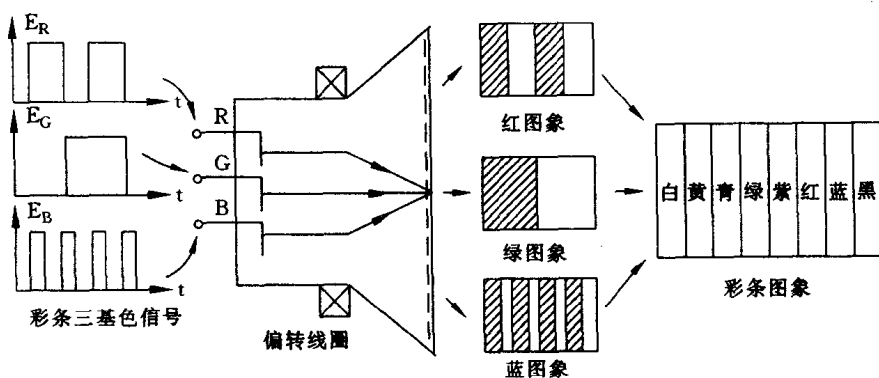


图 1-5 彩色图象的复原

二、兼容制及其要求

我们可以利用彩色摄象机来把彩色画面分解并转换为三基色信号,并利用彩色显象管来把三基色信号转换并复原成彩色图象。那么,用什么方式来传送三基色信号呢?

在电视广播发展初期,人们试验过三通道同时制及单通道顺序制传送方式。所谓三通道同时制是指,采用三套发射设备及三套接收设备来传送红、绿、蓝三基色信号。所谓单通道顺序制是指,采用一套发射设备及一套接收设备,按顺序轮流传送红、绿、蓝三基色信号。这两种方法最根本的问题是,二者都不是兼容的传送方式。

1. 什么是兼容制

所谓兼容,是指彩色电视系统与黑白电视系统相互可以收看。也就是说,黑白电视接收机

不但能够收看黑白电视节目,也可以收看彩色电视节目,当然图象均为黑白;彩色电视接收机不但能够收看彩色电视节目,也能够收看黑白电视节目,当然前者图象有彩色,后者图象无彩色。

因彩色电视广播是在黑白电视广播的基础上发展起来的,如果不兼容,社会上广大黑白电视接收机用户就无法观看到彩色电视广播图象。所以不兼容的三基色信号传送方式是没有生命力的。

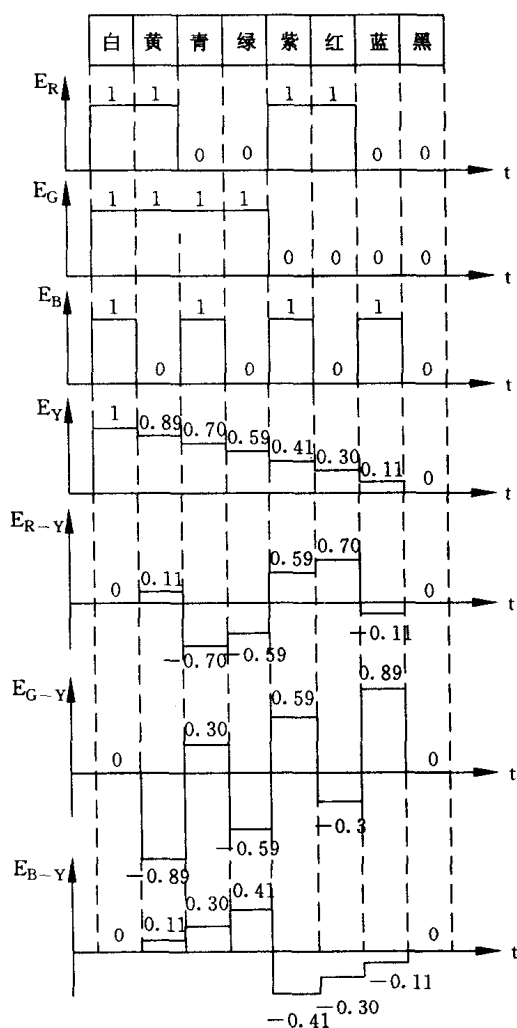


图 1-6 彩条图象的亮度信号和色差信号波形
接收机不会构成使人易察觉的干扰。

2. 兼容所提出的要求

怎样来实现兼容性传送,主要有三方面要求。

(1) 继续采用黑白电视广播的一切技术规范。如场频 50Hz,行频为 15625Hz,隔行扫描,视频带宽为 6MHz,伴音采用调频,图象采用残留边带调幅等。

(2) 继续保留黑白电视广播中的一切信号。如黑白电视广播中有图象信号、伴音信号、同步信号、消隐信号等。因此,彩色电视广播也应该把三基色信号转换成一个代表亮度的黑白图象信号,以便黑白电视接收机能收看。

(3) 传送一个色度信号。这个色度信号(色调与色饱和度)对彩色电视接收机来说,起着屏幕着色作用。对黑白电视接收机来说,该色度信号当然是多余的,这就要求色度信号对黑白电视

3. 亮度信号

为了实现兼容,彩色电视广播必须传送一个亮度信号,因为彩色摄像机产生的是红、绿、蓝三基色信号,那么怎样来产生一个亮度信号呢?根据三基色原理可知,三基色光的亮度之和就是混色光的亮度。又根据人眼相对视敏度特性可知,红、绿、蓝三基色信号中的亮度成分又是不一样的,视敏度高的基色(如绿色),含有的亮度成分也多一些。NTSC制所规定的红、绿、蓝亮度成分比例是0.30(红):0.59(绿):0.11(蓝)。这个比例系数与规定的标准白光有关,与荧光粉的选择也有关。这就是说,红基色信号(E_R)、绿基色信号(E_G)、蓝基色信号(E_B)可按这个比例混合,以获得一个亮度信号(E_Y)。即:

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

4. 色差信号

在彩色电视广播中,传播的不是三基色信号,而是亮度信号与色差信号。色度信号就是基色信号减去亮度信号,即:

$$E_{R-Y} = E_R - E_Y$$

$$E_{G-Y} = E_G - E_Y$$

$$E_{B-Y} = E_B - E_Y$$

其中, E_{R-Y} 为红色差信号, E_{G-Y} 为绿色差信号, E_{B-Y} 为蓝色差信号。

为什么要传送色差信号呢?因为亮度信号已从基色信号中独立出来单独传送,而基色信号中含有亮度成分,若再传送基色信号,则势必引起亮度成分传送的重复。由于色差信号不含有亮度成分,仅代表色调与色饱和度,因而要传送色差信号。以彩条图象为例,亮度信号与色差信号波形如图1-6所示。

在三个色差信号中,相互之间并不是独立的,其中某一个色差信号可以由另外两个色差信号混合产生。推导如下:

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

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

$$0.30(E_R - E_Y) + 0.59(E_G - E_Y) + 0.11(E_B - E_Y) = 0$$

$$0.30E_{R-Y} + 0.59E_{G-Y} + 0.11E_{B-Y} = 0$$

根据此式可将任一个色差信号用其它两个色差信号表示,故实际传送电视信号时,只传送了 E_{R-Y} 、 E_{B-Y} 两个色差信号,而 E_{G-Y} 不传送, E_{G-Y} 色差信号将来可在接收机中按下式混合产生:

$$E_{G-Y} = -\frac{0.30}{0.59}E_{R-Y} - \frac{0.11}{0.59}E_{B-Y} = -0.51E_{R-Y} - 0.19E_{B-Y}$$

因该式子中的系数0.51、0.19均小于1,故 E_{G-Y} 信号可用简单的电阻衰减式矩阵就可以复原。

亮度与色差信号形成的矩阵电路如图1-7所示。

5. 三基色信号的复原

目前电视广播均传送 E_Y 信号及 E_{R-Y} 、 E_{B-Y} 信号,今后在电视接收机中要复原出红、绿、蓝三基色信号也是很方便的,复原电路如图1-8所示。首先利用 E_{R-Y} 和 E_{B-Y} 信号来混合成 E_{G-Y} 信号,然后只要将 E_{R-Y} 、 E_{G-Y} 、 E_{B-Y} 三个色差信号分别与 E_Y 信号相加,就可方便地获得 E_R 、

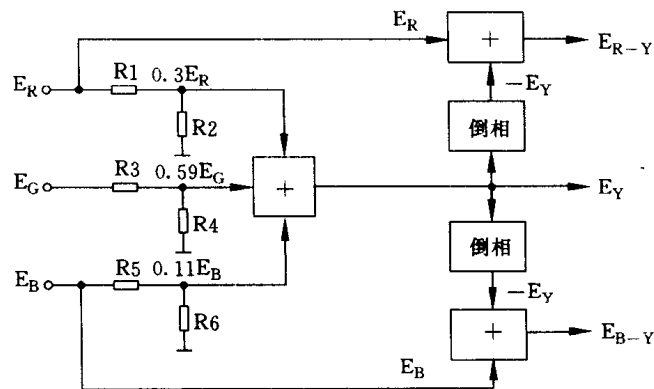


图 1-7 亮度色差信号形成矩阵电路

E_G 、 E_B 三基色信号。

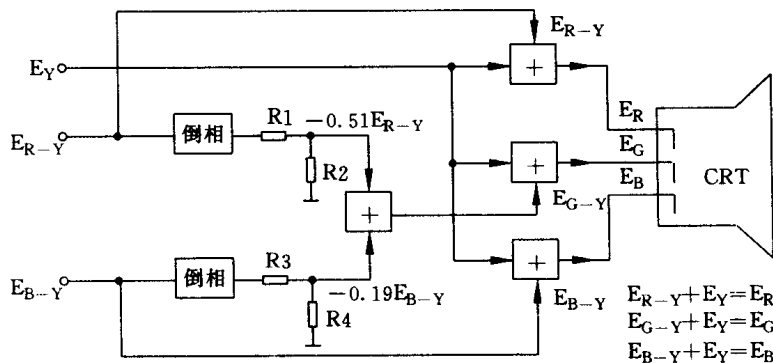


图 1-8 三基色信号复原的矩阵电路

传送一个亮度信号及两个色差信号,较满意地解决了兼容问题。从图 1-6 白条与黑条波形可知,对于黑白图象传送,三个色差信号 $E_{R-Y}=0$ 、 $E_{G-Y}=0$ 、 $E_{B-Y}=0$,这说明色差信号不含有亮度成分,而仅代表色调和色饱和度。所以当电视台播送黑白电视节目时,就只有一个亮度信号,黑白电视机当然能接收,彩色电视机也能收看,如图 1-8 可知,由于 $E_{R-Y}=E_{B-Y}=E_{G-Y}=0$,所以作用到彩色显象管红、绿、蓝阴极的是同一个 E_Y 信号,屏幕显示黑白图象。

如果电视台播送彩色电视节目,彩色电视机显象管得到的是红、绿、蓝三基色信号,屏幕呈现出彩色图象。而对于黑白电视机来说,色差信号是多余的信号。

为了不使色差信号对黑白电视机画面形成干扰,使两个色差信号和一个亮度信号在同一个 0~6MHz 带宽通道的传送过程中不相互干扰,为此要进一步对两个色差信号作相应的处理。NTSC 制处理方法是正交平衡调幅, PAL 制处理方法是逐行倒相正交平衡调幅, SECAM 制处理方法是调频且轮行传送。

三、NTSC 制彩色电视信号编码

NTSC 制是美国在 1953 年研制成功的一种兼容制彩色电视制式, NTSC 是 National Television System Committee(国家电视制式委员会)的英文缩写,该制式色差信号采用了正交平衡调幅处理方法,又称正交平衡调幅制。

1. 色差信号的频带压缩

由于人眼对彩色细节的分辨力低于对黑白细节的分辨力,为了节省频带,应该对色差信号的频带进行压缩,即用 $0\sim 1.3\text{MHz}$ 带宽传送色差信号,用 $0\sim 6\text{MHz}$ 带宽传送亮度信号。这种方法也称大面积着色法,因为频率高的分量相当于图象内容中的轮廓与细节,频率低的分量相当于图象内容中的大面积变化,只传送色差信号的低频分量,就相当于大面积着色。

2. 频谱交叉技术

为了实现兼容,两个色差信号和一个亮度信号必须在同一个 $0\sim 6\text{MHz}$ 视频通道带宽中传送。由于亮度信号已经占据了 $0\sim 6\text{MHz}$ 的带宽,所以色差信号只能“插”到亮度信号频带空隙中传送,这称为频谱交叉技术。

亮度信号的频谱如图 1-9 所示,实验与理论证实,亮度信号的频谱是一种离散型频谱,它的主谱线以行频为间隔,频率越高,幅度越小。在主谱两侧,分布着以场频为间隔的小谱线,85%以上是空隙,因此完全可以把色差信号的频谱“插”到亮度信号的空隙中去,因为色差信号的频谱与亮度信号谱线结构相同,只不过色差信号带宽为 $0\sim 1.3\text{MHz}$ 。

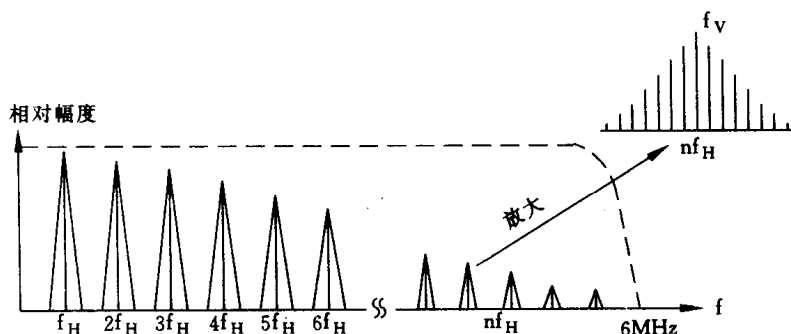


图 1-9 亮度信号频谱

为了减小色差信号与亮度信号之间的相互干扰,应尽量把色差信号频谱“插”到亮度信号频谱的高频段,在高频段实现频谱交叉。实现频谱交叉的办法是移动色差信号的频谱,即把色差信号调制在一个被称为副载波的交流正弦波上。调幅以后,色差信号频谱如图 1-10(a)所示。显然,色差信号的频谱移到了副载波频率 f_s 的两侧,带宽为 $f_s \pm 1.3\text{MHz}$ 。

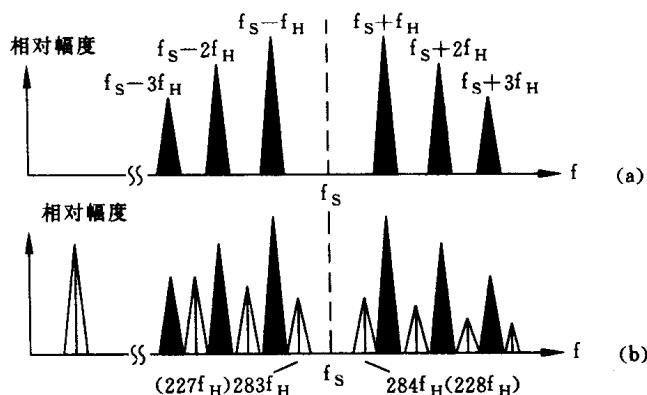


图 1-10 NTSC 制频谱交叉结构

副载波的频率 f_s 应按半行频的奇数倍进行选择,即 $f_s = (2n-1)f_H/2$ 。也就是说必须把 f_s

选在亮度信号相邻主谱线 nf_H 与 $(n-1)f_H$ 的中间位置,才能实现色差信号频谱与亮度信号频谱的准确交叉。

对于 525 行、60Hz 场频的 NTSC 制, n 取 228。

$$f_s = 227.5 \times f_H = 3.579545\text{MHz} \approx 3.58\text{MHz}$$

对于 625 行、50Hz 场频的 NTSC 制, n 取 284。

$$f_s = 283.5 \times f_H = 4.4296875\text{MHz} \approx 4.43\text{MHz}$$

NTSC 制频谱交叉情况如图 1-10(b)所示。

3. 平衡调幅

用色差信号对副载波进行调幅,其目的是移动色差信号频谱,以便使色差信号频谱与亮度信号频谱实现交叉。但在调幅过程中,不是采用普通调幅而是采用平衡调幅。平衡调幅又称为抑载调幅,就是在普通调幅波中滤去载波成分,波形如图 1-11 所示。图中以 E_{B-Y} 信号平衡调幅为例,并假设每一条彩条行只有 2 个副载波(实际有 29 个副载波)。平衡调幅波有下列特点:

(1) 由普通调幅波数学表达式为 $(E_{B-Y} + 1)\sin\omega_s t$ 可知,当滤除副载波成分后,平衡调幅波的数学表达式为 $E_{B-Y} \cdot \sin\omega_s t$ 。平衡调幅就是色差信号 E_{B-Y} 与副载波 $\sin\omega_s t$ 相乘,平衡调幅电路实际上是一个乘法电路。

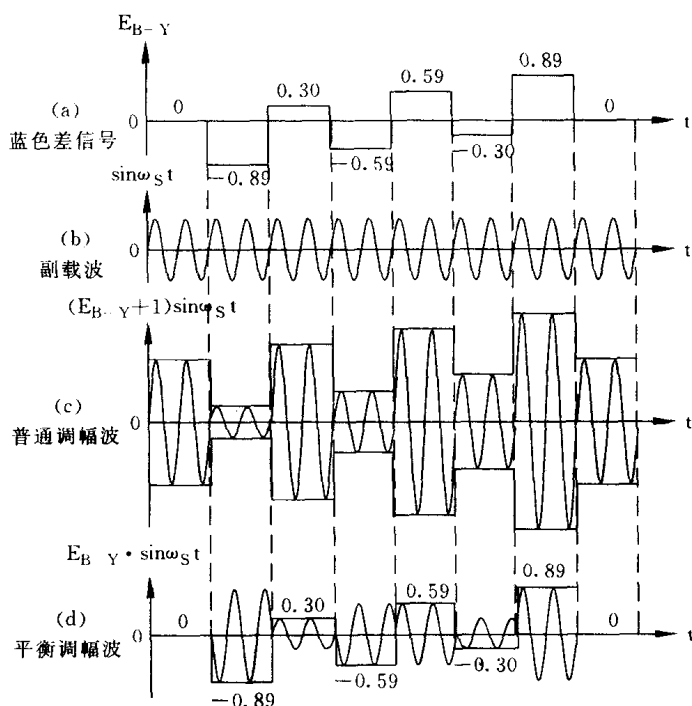


图 1-11 平衡调幅波波形

(2) 平衡调幅波的振幅与调制信号的幅度成正比,与载波振幅无关。

(3) 调制信号为正,平衡调幅与载波同相位,调制信号为负,平衡调幅波与载波反相位。即调制信号通过零点,相位突变 180° 。

为什么要采用平衡调幅而不采用普通调幅呢?这是因为普通调幅波的振幅太大了,将不可避免地亮度信号构成明显的副载波干扰。而平衡调幅波调制前后幅度不变,滤除非信号成分副载波,可极大地减轻副载波对亮度的干扰。但平衡调幅波的缺点是解调复杂。

4. 正交平衡调幅

由于色差信号有两个,故在平衡调幅时,把 E_{B-Y} 色差信号对 $\sin\omega_{st}$ 副载波进行平衡调幅,把 E_{R-Y} 色差信号对 $\cos\omega_{st}$ 副载波进行平衡调幅, $\sin\omega_{st}$ 与 $\cos\omega_{st}$ 相位相差 90° ,相互垂直,彼此不影响,这就是“正交”的意思。正交的目的在于,当 $E_{B-Y} \cdot \sin\omega_{st}$ 和 $E_{R-Y} \cdot \cos\omega_{st}$ 两个平衡调幅波混合后,今后在接收机中能根据其相位正交这个特点,来实现两者的分离。

将 $E_{B-Y} \cdot \sin\omega_{st}$ 信号与 $E_{R-Y} \cdot \cos\omega_{st}$ 两个信号混合相加,就组成了一个色度信号 C 。

$$\begin{aligned} C &= E_{B-Y} \cdot \sin\omega_{st} + E_{R-Y} \cdot \cos\omega_{st} \\ &= \sqrt{E_{B-Y}^2 + E_{R-Y}^2} \cdot \sin(\omega_{st} + \varphi) \\ &= C_m \cdot \sin(\omega_{st} + \varphi) \end{aligned}$$

式中, $C_m = \sqrt{E_{B-Y}^2 + E_{R-Y}^2}$, $\varphi = \text{tg}^{-1} E_{R-Y} / E_{B-Y}$ 。

C_m 表示色度信号的振幅,代表着色饱和度要素。 φ 表示色度信号的相位,代表着色调要素。彩条信号的 C_m 值与 φ 相位角的计算如下:

黄条: $C = -0.89\sin\omega_{st} + 0.11\cos\omega_{st} = 0.90\sin(\omega_{st} + 173^\circ 45')$

青条: $C = 0.30\sin\omega_{st} - 0.70\cos\omega_{st} = 0.76\sin(\omega_{st} - 67^\circ 40')$

绿条: $C = -0.59\sin\omega_{st} - 0.59\cos\omega_{st} = 0.83\sin(\omega_{st} - 135^\circ)$

紫条: $C = 0.59\sin\omega_{st} + 0.59\cos\omega_{st} = 0.83\sin(\omega_{st} + 45^\circ)$

红条: $C = -0.30\sin\omega_{st} + 0.70\cos\omega_{st} = 0.76\sin(\omega_{st} + 112^\circ 20')$

蓝条: $C = 0.89\sin\omega_{st} - 0.11\cos\omega_{st} = 0.90\sin(\omega_{st} - 6^\circ 15')$

以彩条信号为例,色度信号波形如图 1-12 所示。

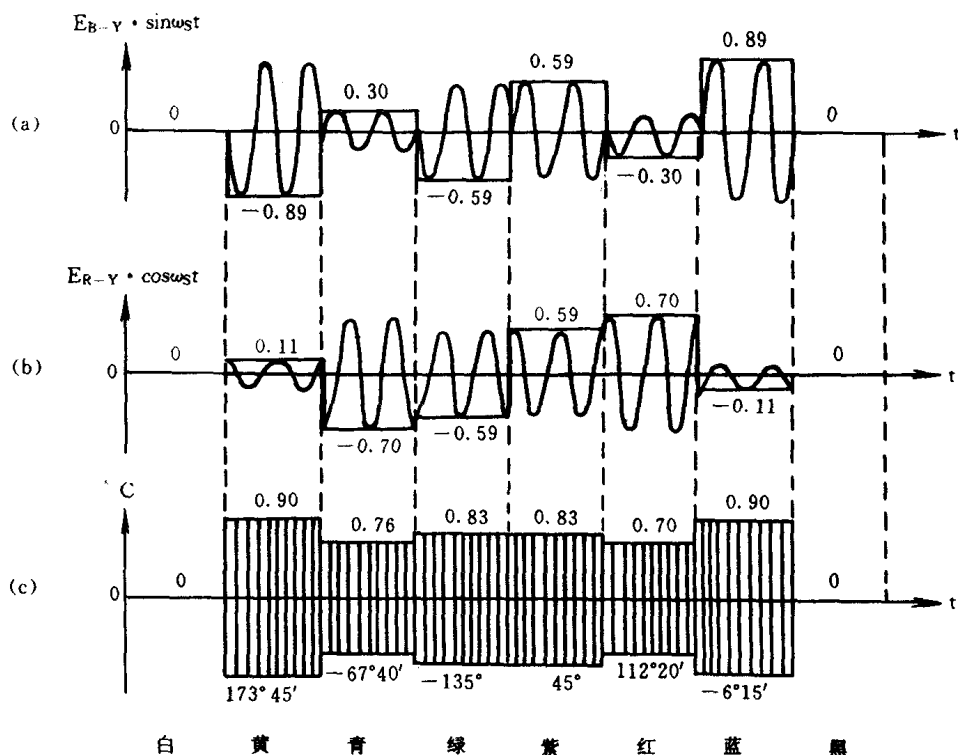


图 1-12 色度信号波形