

PAL NTSC SECAM

PAL NTSC SECAM

PAL NTSC SECAM

彩色电视机

扩制原理与技巧

吴文平 吴宇聪 吕玉霞 杨再兴 邱树志



62472
WP

福建科学技术出版社

彩色电视机 扩制 原理与技巧

吴文平 吴宇聪 吕玉霞 杨再兴 邱树志

福建科学技术出版社

(闽)新登字 03 号

彩色电视机扩制原理与技巧

吴文平 吴宇聪 吕玉霞 杨再兴 邱树志

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州市东水路 76 号)

各地新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

三明地质印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 14.5 印张 2 插页 357 千字

1997 年 11 月第 1 版

1997 年 11 月第 1 次印刷

印数:1-8010

ISBN 7-5335-1196-4/TN·158

定价:17.70 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

前 言

电视节目以其直观、生动、经济、方便等特点,已成为当今人们文化生活及娱乐活动的主要媒介。由于种种原因,各国对电视信号采用不同的调制参数及编码方式,即所谓的电视制式,经过长期的优胜劣汰,最终形成了 PAL、NTSC、SECAM 三大彩色电视制式三足鼎立的局面。不同的电视制式,对应不同的制作、编辑、广播传输及接收解调设备,差异很大,不可互换通用,因此严重地限制了不同国家、不同地区电视产品设备及电视节目的交流。

经过研究比较并从基本国情出发进行选择,我国选用的是 PAL-D 彩色电视制式。近年来,随着卫星电视广播的普及,非 PAL 制式的录像带、LD 及 VCD 影碟等节目源交流,以及周边国家和地区电视节目的传播,人们对多制式电视机的需求日益显得迫切。

目前已有不少电视机厂家开始生产多制式彩色电视机,但它售价明显高于单制式彩色电视机。我国单制式彩色电视机社会拥有量数以千万计,这些电视机的使用寿命尚未结束,从电气性能看大部分正处于稳定工作期。为了收看非 PAL 制式电视节目,经济条件较好的家庭可再购买一台多制式彩色电视机来解决,但大多数用户支付能力不足;即使买得起,过早地淘汰单制式彩色电视机也是一种浪费。

在电视制式对人们的文化交流产生障碍的同时,人们即开始对单制式彩色电视机进行改装扩展制式的探索,并终于获得了成功。实践证明,对单制式电视机进行扩制具有投资少、见效快的特点,不但受到了广大用户的欢迎,也给广大电子爱好者、家用电器维修人员带来一定的经济效益。

编者根据十几年来对彩色电视机进行改装扩制的亲身经验、体会和记录,参考几年来各种专业报刊杂志上的经验介绍,对彩色电视机的制式及其改装扩制进行了分析、归纳、总结,整理出各种机型的实际改装扩制线路,编写成这本书,以提供广大同行及电子爱好者改装扩制时参考。

为适应广大读者的要求,本书注重通俗性、实用性及资料性。全书共分 9 章:第一章介绍了三大彩色电视制式的编解码原理及不同制式的比较;第二章介绍单 PAL 制式彩色电视机改装为 PAL/NTSC 双制式的原理和电路设计;第三章介绍东芝单 PAL 制式系列机心彩色电视机改装为 PAL/NTSC 双制式的技术;第四章介绍松下单 PAL 制系列机心彩色电视机改装为 PAL/NTSC 双制式的技术;第五章介绍飞利浦单 PAL 制式两片式彩色电视机改装为 PAL/NTSC 双制式的技术;第六章介绍近年生产的多制式彩色电视机因制式缺陷而再扩制的技术;第七章介绍常见单 PAL 制式彩色电视机改为 PAL/NTSC 双制式的技术实例,提供了详细改装线路和元器件参数;第八章介绍将单 PAL 制式彩色电视机改装为 PAL/SECAM 双制式的技术;第九章介绍了近年推向市场的彩色电视制式转换器基本原理和有关新技术。

本书第一章由邱树志执笔,第二章由吴文平执笔,第三章由吴文平、吴宇聪执笔,第四章由吴文平、杨再兴执笔,第五章由邱树志、吕玉霞执笔,第六章至第八章由吴宇聪、吕玉霞执笔,第九章由杨再兴执笔;杨再兴还对某些章节进行了修改;何建章参加了第四章部分编写工作;全

书由吴文平统稿定稿。

在本书编写过程中,郑泽红、江莉、黄双全、郝大海等为绘图、誊清稿件等工作付出了大量劳动;李建事先生对本书的编写工作给予认真的指导和大力协助;在编写过程中参考了许多书籍与文章,无法一一列出。在此,编者对上述同志及有关参考图书和文章的作者表示衷心的感谢。限于编者理论水平及实践经验,书中难免存在疏漏和差错之处,恳望专家、同行们指正。

编 者

1997年5月

目 录

第一章 彩色电视制式	(1)
第一节 彩色重现及其兼容性	(1)
一、色度学基础知识	(1)
二、兼容性彩色电视	(4)
第二节 色度信号和亮度信号波形及调制	(5)
一、亮度信号和色差信号	(5)
二、色差信号的调制	(7)
第三节 制式形成及编解码原理	(10)
一、制式形成	(10)
二、彩色电视信号频带压缩方法	(11)
三、NTSC 制编码原理	(17)
四、NTSC 制解码原理	(18)
五、PAL 制编码原理	(20)
六、PAL 制解码原理	(23)
七、SECAM 制编码原理	(25)
八、SECAM 制解码原理	(26)
九、各种制式特性比较	(26)
第二章 彩色电视机扩制原理和电路设计	(28)
第一节 NTSC3.58 和 PAL4.43 彩色电视机异同	(28)
一、NTSC3.58 制	(28)
二、PAL4.43 制	(28)
三、两种制式解码电路比较	(29)
四、其他电路比较	(31)
第二节 基本原理与电路改装	(34)
一、基本原理	(34)
二、伴音通道改装	(34)
三、亮度通道改装	(39)

四、解码电路改装·····	(40)
五、场扫描电路改装·····	(46)
第三节 制式切换与识别·····	(48)
一、手动机械开关·····	(48)
二、手动电子开关·····	(50)
三、集成电路开关·····	(52)
四、制式识别·····	(56)
第四节 扩制一般程序·····	(67)
一、准备工作·····	(67)
二、改装实施·····	(68)
三、改装后调试·····	(68)
第三章 东芝机心扩制技术·····	(72)
第一节 TA 四片机集成电路·····	(72)
一、TA7193P·····	(72)
二、TA7609P·····	(74)
三、TA7176P·····	(75)
四、TA7607AP·····	(76)
第二节 TA 四片机扩制技术·····	(76)
一、常见电视机牌名型号·····	(76)
二、扩制实例·····	(77)
第三节 TA 两片机集成电路·····	(81)
一、TA7680AP·····	(81)
二、TA7698AP·····	(82)
第四节 TA 两片机扩制技术·····	(85)
一、常见电视机牌名型号·····	(85)
二、扩制实例·····	(86)
第四章 松下机心扩制技术·····	(90)
第一节 M11 机心集成电路·····	(90)
一、AN5132·····	(90)
二、AN5250·····	(91)
三、AN5620X·····	(92)
四、AN5612·····	(93)
五、AN5435·····	(94)
第二节 M11 机心扩制技术·····	(96)
一、常见电视机牌名型号·····	(96)
二、扩制实例·····	(96)
第三节 M12 机心集成电路·····	(100)
一、AN5625·····	(100)
二、AN5615·····	(101)

三、AN5256	(101)
第四节 M12 机心扩制技术	(102)
一、常见电视机牌名型号	(102)
二、扩制实例	(102)
第五节 M15L 机心集成电路	(105)
一、AN5138NK	(105)
二、AN5265	(105)
三、AN5601K	(106)
四、AN5521	(106)
五、整机电路工作原理	(106)
第六节 M15L 机心扩制技术	(110)
一、常见电视机牌名型号	(110)
二、扩制实例	(110)
第五章 飞利浦彩色电视机扩制技术	(114)
第一节 两片机集成电路	(114)
一、TDA3561A	(114)
二、TDA3562	(119)
三、TDA4555	(127)
第二节 20CT6050/93 彩色电视机扩制	(133)
一、主电路更新	(133)
二、外围电路改装	(133)
第六章 三洋多制式彩色电视机改进	(136)
第一节 三洋 83PG 机心彩色电视机	(136)
一、电路解说	(136)
二、小信号处理电路分析	(138)
三、扩制技术	(142)
第二节 三洋 A3 机心彩色电视机	(144)
一、电路解说	(144)
二、扩制技术	(149)
第七章 改 PAL 单制为 PAL/NTSC 双制实例	(153)
第一节 日立(福日)系列彩色电视机	(153)
一、CTP-236D 彩色电视机	(153)
二、CAP-169D 彩色电视机	(155)
三、CEP-323D 彩色电视机	(155)
四、CPT-1808SF 彩色电视机	(158)
五、HFC-1814R 彩色电视机	(158)
第二节 夏普系列彩色电视机	(161)
一、C-1838DK 彩色电视机	(161)

二、C-1826DK 彩色电视机	(163)
三、C-1805DK 彩色电视机	(163)
四、C-1803DK 彩色电视机	(166)
五、C-1411DK 彩色电视机	(166)
六、C-5407CK 彩色电视机	(169)
七、C-3700 彩色电视机	(171)
第三节 索尼系列彩色电视机	(171)
一、KV-1882 彩色电视机	(171)
二、KV-2030 彩色电视机	(174)
第四节 日电系列彩色电视机	(174)
一、20T774PDH 彩色电视机	(174)
二、4710NC2 彩色电视机	(177)
第五节 其他牌号彩色电视机	(177)
一、三洋 CTP-6934 彩色电视机	(178)
二、三菱 CT-2032HD 彩色电视机	(179)
第八章 改 PAL 单制为 PAL/SECAM 双制原理与技术.....	(182)
第一节 SECAM 制编码原理	(182)
第二节 SECAM 制解码原理与特点	(183)
一、SECAM 制解码原理	(183)
二、PAL 与 SECAM 制输入输出信号比较	(186)
第三节 SECAM 解码集成电路	(186)
一、AN5630	(186)
二、M51397	(190)
第四节 改 PAL 单制为 PAL/SECAM 双制技术	(193)
一、应用 AN5630 扩制技术	(193)
二、应用 M51397 扩制技术	(196)
第九章 彩色电视信号制式转换器	(203)
第一节 制式转换器应用与技术方案	(203)
一、制式转换器应用	(203)
二、制式转换器技术方案	(203)
第二节 NTSC 制转 PAL 制数字转换器	(205)
一、数字制式转换器原理	(205)
二、数字制式转换电路技术	(206)
三、数字制式转换器特点	(210)
第三节 NTSC 制转 PAL 制模拟转换器	(211)
一、模拟制式转换器原理	(211)
二、V7021+CXA1145 模拟转换器	(212)
三、TA7698+TA7193 模拟转换器	(214)

第四节 NTSC 制转伪 PAL 制转换器	(216)
一、NTSC 制转伪 PAL 制转换原理.....	(216)
二、NTSC 制转伪 PAL 制转换电路.....	(218)
第五节 SECAM 制式转 PAL 制式转换器	(220)
一、SECAM 制与 PAL 制信号比较.....	(220)
二、SECAM 制转 PAL 制转换原理.....	(221)
三、SECAM 制转 PAL 制转换电路.....	(221)

第一章 彩色电视制式

彩色电视机是在黑白电视机的基础上发展起来的。在黑白电视机中，景物的图像是由景物亮度的明暗差别形成的。而在彩色电视机中，彩色图像的形成除亮度信号外，还需景物的色度（色调和色饱和度），因此要在屏幕上重现景物的彩色图像，必须同时传送景物的亮度和色度信号。由于不同制式的彩色电视信号传送的方法有别，因此构成了各国（地区）不同的彩色电视制式。

第一节 彩色重现及其兼容性

由于彩色电视技术和亮度及色度学有很大的联系，为了更容易理解和掌握彩色电视发射、接收的基本原理，有必要先了解一些色度学的基础知识。

一、色度学基础知识

1. 光和色

在我们生活空间里，景物呈现出绚丽的色彩，给人以美的感受。人们常说太阳光是白色的，而都市夜景色彩斑斓。那么，光是什么？它和彩色又有什么联系呢？

根据人们目前的认识，光是一种物质，它以电磁波的形式传播。电磁波为一种携带能量的电磁辐射。电磁波的波谱范围很大，包括无线电波、红外线、可见光谱、紫外线、X射线、宇宙线等，而我们通常所说的光是指可见光谱范围的电磁波，其波长在 380~780nm，如图 1.1.1 所示。

不同波长的光射入人眼时，会引起不同颜色的感觉。波长为 700nm 左右的光在人眼中能

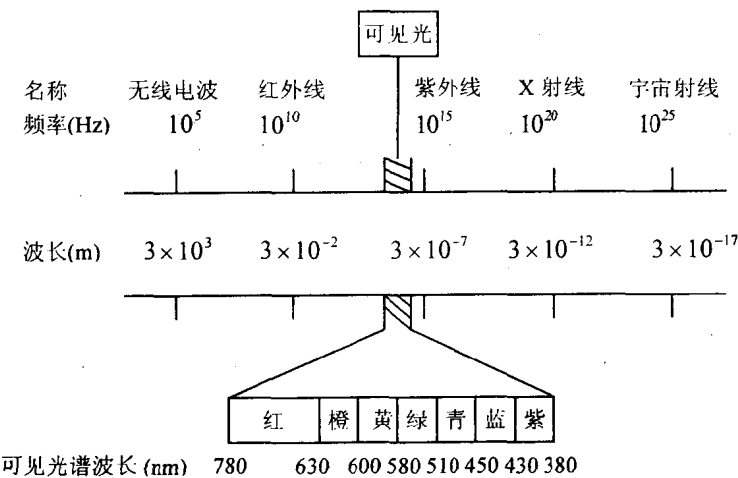
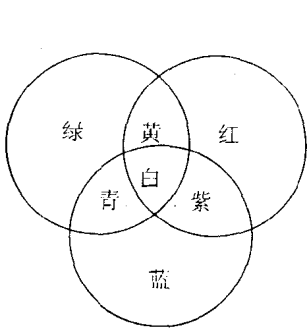


图 1.1.1 电磁波频谱

外两种基色混合而成，但利用这三种基色按不同比例混合可以合成不同的色彩。用基色合成另一种新的色彩称为混色，混色又分相加混色和相减混色。彩色电视技术的混色规律遵从相加混色法，即以基色光的互相叠加来产生另一种新的彩色光。相加混色的规律是以等量的基色光混合，有：



红+绿=黄色
 红+蓝=紫色
 绿+蓝=青色
 红+绿+蓝=白色
 三基色全无=黑色

相加混色的规律如图 1.1.3 所示，其中 3 个圆分别表示红、绿、蓝 3 种基色，圆间的重叠区域表示混色结果。

在同一屏幕上轮流用红光和绿光照射，当红、绿光交替频率不高时，人眼能感觉到红与绿的交替出现，当交替频率提高到某一临界值以上时，由于生理视觉的原因，人眼感觉不到红绿交替，而是黄色的感觉，这就是时间混色法。最初的顺序制彩色电视技术采用这种方法。另外，不同颜色的细节靠得越近，在观看距离相对远时，也会产生视觉混合的效果，这就是空间混色法。目前广泛使用的彩色显像管就利用了这种混色效应。

6. 彩色图像的重现

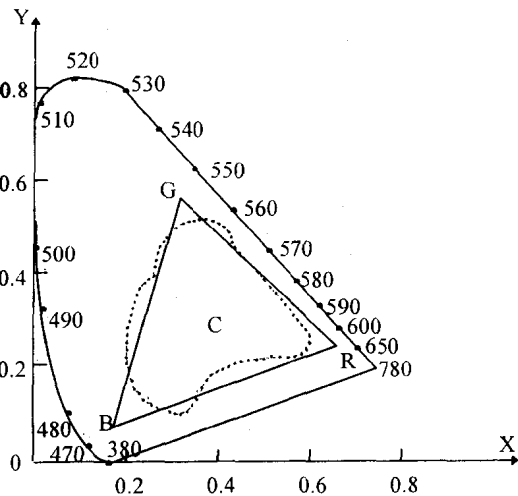


图 1.1.4 显像基色的位置

在彩色电视机中，彩色图像的重现是指分解和重现的彩色图像与景物在亮度和色度上的一致性。彩色电视机重现景物的色彩，通常是靠彩色显像管里的 3 种荧光粉在电子束的轰击下，发出各自的基色光来完成的。

(1) 显像管基色选择。为了使彩色显像管能显示出逼真、生动的彩色图像，就必须考虑显像管三基色的选择，了解色度图的有关内容。色度图是根据实验数据绘出的舌形曲线，如图 1.1.4 所示。

图 1.1.4 中每一点代表一种色光的色度，曲线上的点代表 400~700nm 之间不同单色光的位置，最浓颜色的饱和度为 100%，C 点代表标准白光（接近白天太阳光），其饱和度为零；曲线内的点

代表由几种单色光混合成的某种颜色，其饱和度随靠近 C 点而降低。舌形曲线之内代表自然界实际存在的色彩，曲线之外为实际不存在的色彩。

不同的荧光粉在电子束的轰击下所呈现的光，其色度和亮度各不相同，但均可在色度图中找出其准确的坐标位置。我们希望所选出的显像三基色在色度图构成的三角形面积尽可能大些，这将会使它们混合成的颜色更丰富。同时要求荧光粉的发光效率尽可能地高，以致混合成的色彩更明亮鲜艳。不同彩色制式所选取的显像三基色不同，而且白光的标准也不同。

(2) 亮度方程。人们通过实验发现,人眼对各色色光的感受灵敏度不一样:在等强度下,绿光的灵敏度最高,红光次之,蓝光最弱。这与色度图表示一致。如果白光的亮度为100%,那么三基色的百分比分别为:绿光58.7%,红光29.9%,蓝光11.4%。若用Y表示亮度,R、G、B分别表示红、绿、蓝色光,则它们之间的关系表示为:

$$Y=0.299R+0.587G+0.114B$$

为了简便计算,通常记为:

$$Y=0.30R+0.59G+0.11B \quad \dots\dots\dots 1.1$$

通过实验证明,式1.1对合成任一颜色的亮度和三基色之间的关系也成立。

二、兼容性彩色电视

1. 彩色电视传送方式

彩色电视传送过程为:在发送端把景物图像分解为红、绿、蓝三基色图像,然后通过光电转换成三基色信号,并调制成彩色电视信号发射出去。在接收端,天线收到彩色信号时,电视机将该信号解调成相应的三基色信号,最后通过彩色显像管还原重现景物的图像。在彩色电视的传送过程中,对三基色的分解、传送和组合等环节有多种方法,所以产生了多种不同的彩色电视制式。

按三基色信号的传送时间顺序来分,彩色电视制式可分为顺序制、同时制和顺序-同时制。

顺序制是把景物图像分解成三基色图像,然后按一定的先后顺序传送出去。接收时,以同样的顺序实现景物图像的重视。顺序制按不同单位时间顺序传送又分为:场顺序制、行顺序制和点顺序制,它们分别以场、行和点为单位顺序传送三基色信号。

顺序制实现的具体方法是:在发射端用3个滤波镜把景物分解成三基色图像,然后通过3只摄像管分别把三基色图像转换成三基色信号,并按一定的顺序发射出去。接收时经解调后以相应的顺序传送给显像管,同时还需一个与发射端同步的同步信号,才能重现景物的彩色图像。

场顺序制是一场一场地传送三基色信号的,每次只传送一个基色场,所以只有传送完红、绿、蓝3个基色场后才算传送完1个完整的“彩色场”。按隔行扫描的方式,2场为1帧,这样需要经过6个基色场才能把1帧“彩色场”送完(而黑白电视只要2场)。由于信号带宽与场频成正比,所以场顺序制不能实现与黑白电视“兼容”,顺序制只适用于工业电视或闭路电视中。

同时制是指同时传送三基色信号。早期的同时制采用3个信道同时传送三基色信号,接收时用3部接收机分别接收3个信道的基色信号,然后用3只显像管分别显示红、绿、蓝3幅单色图像,最后将它们投影到同一屏幕上,混成彩色图像。这种方法的缺点是设备多,电视信号带宽大。

现代的同时制对三基色信号进行了特殊的频域处理,使得彩色电视信号和黑白电视信号带宽相同。接收时将三基色信号分离,分别去控制彩色显像管的红、绿、蓝3种荧光粉的发光强度,利用空间混色法,实现景物彩色图像的重现。

顺序-同时制是指顺序制和同时制的综合,即所传送的信号中既有顺序传送,又有同时传送。这种制式可以采用同时制来接收。

按使用的目的不同,彩色电视制式可分为兼容制和非兼容制两大类。

所谓兼容是指黑白电视和彩色电视均有相同的信号带宽、扫描标准、带宽特性和调制方

式。也就是黑白电视机能接收到彩色电视节目，但为黑白图像；彩色电视机也能接收到黑白电视节目，但为黑白图像。

2. 兼容性彩色电视

自 20 世纪 20 年代彩色电视问世以来，人们就致力于研究彩色电视的兼容性。虽然各国选用的彩色电视制式不同，但都研究如何实现本国彩色电视的兼容问题。结果表现，兼容制彩色电视必须具备以下条件：（1）使用与黑白电视相同的带宽；（2）伴音载频和图像载频相同；（3）采用相同的扫描频率和复合同步信号；（4）含有一个基本的亮度信息，传送同一景物图像时，和黑白电视图像信号相同；（5）色度信息用一个辅助信号传送，以便于在接收机中将它和亮度信号分开；（6）传送的色度信号不应影响黑白电视机接收。

从以上 6 条可知，实现兼容的最根本条件是彩色电视必须以和黑白电视相同的带宽传送亮度信号和色度信号。根据黑白电视原理知道，当采用 625 行、50 场扫描制时，仅亮度信号就占了约 6MHz 的带宽，因此必须在 6MHz 的带宽内同时传送亮度信号和色度信号，否则无法实现兼容。

第二节 色度信号和亮度信号波形及调制

一、亮度信号和色差信号

1. 亮度信号

以上分析可知，彩色电视信号中必须有一个独立的，只反映亮度信息的信号，称亮度信号。通常记为 Y，它是由三基色信号按一定的比例组合成的，见式 1.1。由式 1.1 可知，三基色光对亮度的贡献是不同的，这跟人眼对各基色光感觉灵敏度相一致。

2. 色差信号

根据三基色原理，必须传送 R、G、B 三基色信息，才能完整地表现出一幅彩色图像。为了改善彩色电视的兼容性，只选用 2 个色差信号作为调制信号来传送色度信息。具体方法是从三基色信号中减去亮度信号，经处理后的信号将不包含亮度而只代表色度的信号，称色差信号，分别记作 R-Y、G-Y、B-Y，故：

$$\begin{aligned} R-Y &= R - (0.3R + 0.59G + 0.11B) \cdots \cdots \cdots 1.2 \\ &= 0.7R - 0.59G - 0.11B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B-Y &= B - (0.3R + 0.59G + 0.11B) \cdots \cdots \cdots 1.3 \\ &= -0.3R - 0.59G + 0.89B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G-Y &= G - (0.3R + 0.59G + 0.11B) \cdots \cdots \cdots 1.4 \\ &= -0.3R + 0.41G - 0.11B \end{aligned}$$

彩色电视机接收到亮度信号和色差信号后，只要将亮度信号和色差信号相加，便恢复三基色信号，即：

$$Y + (R-Y) = R$$

$$Y + (G-Y) = G$$

$$Y + (B-Y) = B$$

我们注意到，3 个色差信号并非独立，它们为线性组合，即任意 1 个色差信号均可由另外 2 个色差信号表示，即：

$$G-Y = \frac{0.3}{0.59} (R-Y) - \frac{0.11}{0.59} (B-Y)$$

$$B-Y = \frac{0.3}{0.11} (R-Y) - \frac{0.59}{0.11} (G-Y)$$

$$R-Y = \frac{0.59}{-0.30} (G-Y) - \frac{0.11}{0.30} (B-Y)$$

所以只传送两个色差信号就够了。通常选 $R-Y$ 和 $B-Y$ 。这是因为对大多数的彩色来说, $G-Y$ 信号幅度比 $R-Y$ 和 $B-Y$ 要小, $G-Y$ 被传送后, 较容易受杂波干扰。从提高信噪比的角度来考虑, 选择 $R-Y$ 和 $B-Y$ 是比较合适的。

3. 亮度信号和色差信号的产生

按式 1.1、式 1.2 和式 1.3 组成的亮度信号和色差信号的电压都是由三基色信号的电压按一定的比例组成的。由于各式的系数均小于 1, 所以可以用一些简单的电阻分压电路构成矩阵来产生。下面以式 1.1 所组成的亮度信号为例加以说明。

图 1.2.1 是一个用三基色信号电压 R 、 G 、 B 组成亮度信号电压 Y 的简单电阻矩阵, 由图可知, 流过 R_4 的电流 i_4 等于 3 个支路电流 i_1 、 i_2 、 i_3 之和, 即:

$$i_4 = i_1 + i_2 + i_3$$

则有:

$$Y/R_4 = (R-Y)/R_1 + (G-Y)/R_2 + (B-Y)/R_3$$

整理得:

$$Y = \frac{A}{R_1} R + \frac{A}{R_2} G + \frac{A}{R_3} B$$

其中:

$$A = 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4)$$

即 A 取 R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 的并联电阻值。

将上式与式 1.1 比较可得, 欲使 Y 为亮度信号电压, 必须满足:

$$A/R_1 = 0.30$$

$$A/R_2 = 0.59$$

$$A/R_3 = 0.11$$

选取合适的 A 值, 就可算出 R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 的阻值。 R_4 上的电压就是我们所需的亮度信号电压 Y 。

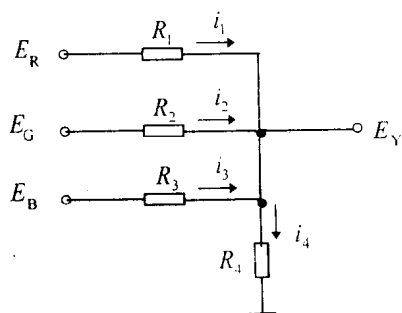


图 1.2.1 亮度信号电阻矩阵电路图

同理, 式 1.2 和式 1.3 也可以用简单的电阻矩阵来实现, 式中的负系数项说明相应的基色电压反相后再加入矩阵电路。通常把产生亮度信号的矩阵电路称为亮度矩阵电路, 产生色差信号的矩阵电路称色差矩阵电路。

4. 例举

为了对上面讨论的内容有一个具体的概念, 下面以彩条信号为例, 说明亮度信号和色差信号的波形。

彩条信号是彩色电视机经常使用的一种测试信号, 它在彩色荧光屏上显示 8 条等宽、鲜艳的彩色竖条, 这些彩条按亮度递减的顺序从左到右依次为白、

黄、青、绿、紫、红、蓝、黑, 如图 1.2.2 (a) 所示, 在黑白电视荧光屏上显示为 8 条灰度

不同的竖条。

图 1.2.2 (b) 所示为彩色摄像机从彩条画面摄取的三基色信号波形，为了简便，这里只画了 1 行波形。实际上，它们不是从彩条画中摄取的，而是由电子彩条发生器产生的 3 组方波。设它们的幅值均为 1。

按式 1.1、式 1.2、式 1.3 和式 1.4 可分别算出各彩条的亮度信号电压和色差信号电压值，具体见表 1.2.1。

表 1.2.1 彩条信号的数值

彩条	E_R	E_G	E_B	E_Y	E_{R-Y}	E_{B-Y}	E_{G-Y}
白	1	1	1	1	0.00	0.00	0.00
黄	1	1	0	0.89	+0.11	-0.89	+0.11
青	0	1	1	0.70	-0.70	+0.30	+0.30
绿	0	1	0	0.59	-0.59	-0.59	+0.41
紫	1	0	1	0.41	+0.59	+0.59	-0.41
红	1	0	0	0.30	+0.70	-0.30	-0.30
蓝	0	0	1	0.11	-0.11	+0.89	-0.11
黑	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00

下面以黄条信号为例加以说明。由图 1.2.2 (b) 可见，黄色由红色和绿色合成的，没有蓝色成分，即：

$$R=G=1, B=0$$

由式 1.1 得黄条亮度的电压值为：

$$Y_{\text{黄}} = 0.30 \times 1 + 0.59 \times 1 + 0.11 \times 1 = 0.89$$

由式 1.2、式 1.3、式 1.4 分别算出各色差信号的电压值为：

$$(R-Y)_{\text{黄}} = 0.70 \times 1 - 0.59 \times 1 - 0.11 \times 0 = 0.11$$

$$(B-Y)_{\text{黄}} = -0.89$$

$$(G-Y)_{\text{黄}} = 0.11$$

对于其他彩条也可作相应的计算。

图 1.2.2 (c) 是彩条亮度信号的波形，它是一个梯度不等的阶梯电压，幅值从 0 到 1 共有 8 个阶梯，是一个含有直流分量的正极性信号。图 1.2.2 (d) 为各彩条色差信号的波形。由图可见，色差信号是一个交流信号； $G-Y$ 的波形幅值比 $R-Y$ 和 $B-Y$ 的幅值都小。

二、色差信号的调制

所谓调制是指用待传送的低频信号去改变等幅高频载波的幅度或频率，使之按低频信号的规律变化。通常将待传送的低频信号称调制信号。调制又分调幅和调频两种。

1. 平衡调幅

为了便于理解，首先介绍普通调幅原理。

设调制信号为：