

◎ 家用视频设备维修工培训用书

第2版

彩色电视机 原理与维修

张新芝 张京贵 张琳 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



家用视频设备维修工培训用书

彩色电视机原理与维修

第 2 版

张新芝 张京贵 张 琳 编著



机械工业出版社

书中介绍了 NTSC 制和 PAL 制彩色电视信号传送的基本知识,以社会上广泛流行的三洋 A6 机心为样机,讲述了彩色电视机各部分电路的工作原理,分析了 I²C 总线控制彩色电视机的实际电路和软件调整方法,介绍了彩色电视机的识图方法、故障检修方法、电路调试方法以及测量仪器的应用,阐述了彩色电视机的新电路和新技术。本书条理清楚,实用易学,内容广泛,资料翔实。

本书既可作为家用视频设备维修工进行职业技能鉴定的培训用书,又可作为各级职业技术学院的教材,也可作为电视机维修人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

彩色电视机原理与维修/张新芝等编著. —2 版. 北京:机械工业出版社, 2005.2

家用视频设备维修工培训用书

ISBN 7-111-07679-6

I. 彩... II. 张... III. ①彩色电视—电视接收机—理论—技术培训—教材②彩色电视—电视接收机—维修—技术培训—教材 IV. TN949.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 006980 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:牛新国 责任编辑:徐明煜 版式设计:冉晓华

责任校对:王欣 封面设计:陈沛 责任印制:石冉

北京中兴印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 3 月第 2 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·17.5 印张·1 插页·429 千字

0 001—4 000 册

定价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

家用视频设备维修工培训用书《彩色电视机原理与维修》(第1版)于2000年1月出版以来,受到了社会上电视机维修人员的广泛欢迎,也被一些职业技术学院选为培训教材。后来又重印了几次,一直保持较旺的销售势头。但是,随着技术的进步和职业技能鉴定考核内容的更新,原书中的某些内容特别是分析电视机原理时所选的机型略显陈旧,难以适应新的形势,因此有必要对原书进行修订。

家用视频设备维修培训用书《彩色电视机原理与维修》(第2版)基本保留了第1版的结构形式和论述方法,但为了跟上时代的发展和适应职业技能鉴定的新情况,在内容上作了如下调整:

1. 在分析彩色电视机各部分电路的工作原理时(第2版中第二~七章),以目前国内广泛使用的A6机心(LA7688单片机)为样机(第1版是以松下M11五片机为样机)。因为彩色电视机经历了从四片(五片)机→两片机→单片机→I²C总线控制彩色电视机→其他新型彩色电视机的发展过程。A6机心代表了非总线控制彩色电视机的最高阶段,而非总线控制电视机是新型彩色电视机的基础,且社会占有量很大,也是职业技能鉴定技能考核普遍选用的机型,所以分析电路时选用A6机心作为样机。

2. 对图像中频通道、解码电路还分析了TA两片机的电路。因为TA两片机心中图像中频通道的两个“中周”,是同时代以及以前的机型普遍存在的,又是A6机心以及后来机型所没有的,对这两个中周的认识和把握,在电视机检修中具有重要的指导意义。而TA两片机的解码电路,是PAL-D型解码电路的典型代表,是学习多制式解码电路的基础。

3. 将第1版中第九、十章的夏普NC-2T机心、康佳T2979D1型彩色电视机电路分析改为当前流行的I²C总线控制彩色电视机电路分析。

4. 增加彩色电视机的新电路和新技术一章,介绍大屏幕彩色电视机提高画质和音质、增加新功能的新电路和新技术,背投/液晶/等离子等新型电视机的原理,以及数字电视的基本原理。

5. 在某些章节增加新内容,例如CATV全频道调谐器、频率合成式调谐选台电路、I²C总线控制彩色电视机故障分析和软件调整技术。

6. 章后增加实训内容。结合更新后的职业技能鉴定考核标准去组织实训内容,注重理论联系实际,强化考生操作技能的培养与训练。

7. 附录内容改为家用视频设备维修工技能鉴定样题。这对于考生熟悉职业

技能鉴定的考核内容、考核方式、试题类型和试卷结构，具有重要的指导意义。

本书既突出考核、鉴定所需知识与技能的针对性和实用性，又注重知识的系统性、先进性和典型性，将知识与技能融为一体，突出实际操作维修技能。通过学习与培训，能切实掌握彩色电视机的工作原理和维修技能，达到彩色电视机维修的中、高级工标准的要求。

本书附录的电视机整机电路原理图由厂家提供，为了便于读者与实物相对照，图中电子元器件的图形符号和文字符号仍保留了原来的形式。

由于时间仓促和作者水平有限，书中错误和缺点在所难免，恳请广大读者批评指正。

作 者

第 1 版前言

本书是以劳动和社会保障部和原国内贸易部联合颁发的家用视频设备维修工《国家职业技能鉴定规范》为依据编写而成的，分为上、下两篇。上篇为知识篇，与“规范”中规定的中、高级工考核内容的“知识要求”相对应；下篇为技能篇，与“规范”中规定的中、高级工考核内容的“技能要求”相对应。全书共分十二章，其中，第一至六章、第八、九章、第十一章以及第十二章中的第一至六节及第九节为中级工申报者学习的内容；第七至十二章为高级工申报者学习的内容。

本书既突出考核、鉴定的针对性和实用性，又注重知识的系统性、科学性和先进性，理论与技能融为一体，突出实际操作维修技能。通过学习和培训，能切实掌握彩色电视机的工作原理和维修技能，达到彩色电视机维修中、高级工标准的要求。

在本书的编写过程中，山东省家电行业协会秘书长、高级工程师李佩禹先生给予了大力支持，在此表示衷心的感谢！

由于时间仓促，并限于作者水平，书中错误在所难免，恳请同行专家和广大读者批评指正。

作 者

1999年4月18日

目 录

第2版前言

第1版前言

上 篇 知 识 篇

第一章 彩色电视机基础知识	3
第一节 色度学基础知识	3
第二节 兼容制彩色电视	5
第三节 亮度信号和色差信号	6
第四节 色差信号频带的压缩与频谱间置	8
第五节 正交平衡调幅	11
第六节 色差信号幅度的压缩和 NTSC 制彩色全电视信号	13
第七节 PAL 制编码过程	16
第八节 彩色电视机的基本组成	21
实训一 彩色电视机的使用与内部结构的初步认识	25
本章复习题	26
第二章 高频调谐器与频道预置电路	27
第一节 高频调谐器	27
第二节 频道预置电路	31
第三节 高频调谐器外围电路分析	33
实训二 高频调谐器的测试	34
本章复习题	35
第三章 图像中频通道和伴音通道	36
第一节 图像中频通道	36
第二节 伴音通道	41
实训三 图像中频通道和伴音通道的测试	44
本章复习题	45
第四章 彩色解码器	46
第一节 PAL-D 解码器	46
第二节 多制式解码电路	54
实训四 彩色解码电路的测试	65
本章复习题	67
第五章 彩色显像管及其附属电路	68

第一节	自会聚管的结构特点	68
第二节	色纯	70
第三节	会聚	72
第四节	光栅枕形失真校正电路	73
第五节	末级视放电路	75
实训五	显像管电路的测试与调整	77
本章复习题		78
第六章	行、场扫描电路	79
第一节	行、场扫描小信号处理电路	79
第二节	行激励与行输出电路	82
第三节	场输出电路	84
实训六	扫描电路的测试	86
本章复习题		87
第七章	开关式稳压电源	88
第一节	开关电源的特点、组成及类型	88
第二节	开关电源的基本工作原理	90
第三节	开关电源电路分析	92
实训七	开关电源电路的测试	97
本章复习题		98
第八章	遥控电路	99
第一节	遥控彩色电视机的组成及控制功能	99
第二节	遥控发射与接收电路	101
第三节	调谐选台电路	105
第四节	节目存储器	110
第五节	屏幕显示电路	112
第六节	微处理器及其控制电路	114
实训八	遥控电路的测试	119
本章复习题		120
第九章	彩色电视机的新电路和新技术	121
第一节	大屏幕彩色电视机的新电路和新技术	121
第二节	新型彩色电视机	139
第三节	数字电视	147
本章复习题		153

下 篇 技 能 篇

第十章	怎样识读彩色电视机电路图	157
第一节	彩色电视机的基本结构	157
第二节	彩色电视机单元电路的识读	161
第三节	彩色电视机整机图的识读	164

本章复习题.....	167
第十一章 彩色电视机检修技术	168
第一节 检修彩色电视机的条件和应注意的事项.....	168
第二节 彩色电视机检修步骤和故障排除顺序.....	168
第三节 彩色电视机检修的方法和技巧.....	171
第四节 常用测量仪器的使用.....	174
本章复习题.....	184
第十二章 彩色电视机故障的分析与检修	185
第一节 开关电源故障的检修.....	185
第二节 行扫描电路故障的检修.....	187
第三节 场扫描电路故障的检修.....	190
第四节 公共通道故障的检修.....	192
第五节 伴音通道故障的检修.....	196
第六节 彩色解码电路故障的检修.....	198
第七节 显像管及其电路故障的检修.....	203
第八节 遥控电路故障的检修.....	207
第九节 电视机修理后的技术性能检查.....	210
实训九 “三无”故障的检修.....	214
本章复习题.....	215
第十三章 I²C 总线控制彩色电视机电路的分析与检修	216
第一节 I ² C 总线控制彩色电视机电路分析.....	216
第二节 I ² C 总线控制彩色电视机的检修与调整.....	241
实训十 I ² C 总线控制彩色电视机的调整.....	255
本章复习题.....	255
附录	257
附录 A 中级家用视频设备维修工理论知识考核样题.....	257
附录 B 中级家用视频设备维修工技能考核样题.....	263
附录 C 高级家用视频设备维修工理论知识考核样题.....	264
附录 D 高级家用视频设备维修工技能考核样题.....	270
参考文献	272
附图一 康佳 T5429D 型彩色电视机电路原理图	
附图二 TCL 王牌 2101AS 型彩色电视机电路原理图	

上 篇

知 识 篇

第一章 彩色电视机基础知识

第一节 色度学基础知识

一、光和彩色

1. 光

光是一定波长范围内的电磁波。波长范围为 380~780nm (纳米), 人眼可以看见它, 所以也称可见光。由图 1-1 可见, 光是电磁波“家族”中的一个成员。

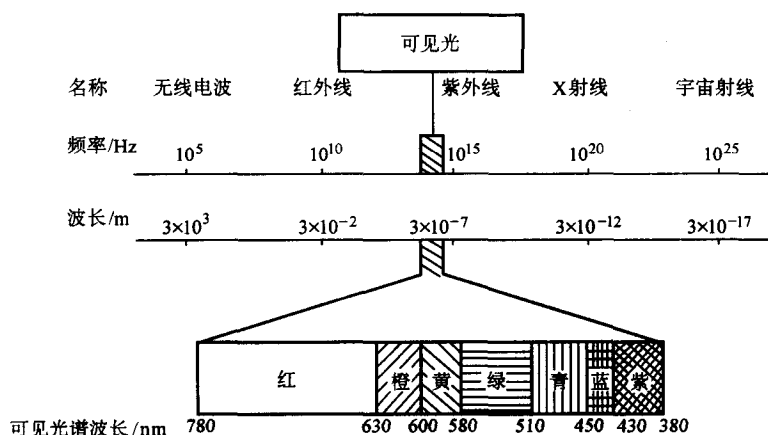


图 1-1 电磁波频谱

2. 彩色

彩色是光作用于人眼而引起的一种视觉反映。不同波长的光射入人眼, 将引起不同的彩色感觉。随波长由长到短, 可见光按红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七色排列。

二、彩色三要素

任何一种彩色都可由亮度、色调、色饱和度三个量来确定, 这称为彩色三要素。

1. 亮度

亮度是指彩色的明暗程度, 主要取决于光的强度。

2. 色调

色调是指彩色的种类, 是由光的波长决定的。

3. 色饱和度

色饱和度是指彩色的深浅程度, 取决于掺入白光的多少。完全不掺白光的色饱和度最高, 定为 100%。掺白成分越多, 饱和度越低。

三、三基色原理和混色

1. 三基色原理

经实验证明, 用三种不同颜色的单色光按一定比例混合, 就可以得到自然界中的绝大多

数颜色。用来混色的三种单色光称为三基色。在电视技术中，以红 (R)、绿 (G)、蓝 (B) 为三基色。用三基色可以混合成其他彩色的原理称为三基色原理。其主要内容是：

(1) 自然界中绝大多数彩色都可用三基色按一定的比例混合而成；反之，任何彩色也可分解为比例不同的三种基色。

(2) 三种基色必须是相互独立的，即其中任意一种基色不能由另外两种基色混合而成。

(3) 混合色的色调和色饱和度取决于三基色的比例。

(4) 混合色的亮度等于三基色亮度之和。

三基色原理是彩色电视的重要理论基础。根据这一原理，我们只需把要传送的各种彩色都分解成比例不同的红、绿、蓝三基色，然后把它们变成三基色电信号进行传送。在接收端，用这三种电信号分别控制能发红、绿、蓝光的彩色显像管，就能显示出原来的彩色图像。

2. 混色法

利用三基色按不同的混合比例来获得彩色的方法叫混色法。有相加混色和相减混色两种方法。彩色电视中使用的是相加混色法。

将红、绿、蓝三束光投射到白色屏幕上，调节它们的比例，可得到如图 1-2 所示的相加混色效果。即

$$\begin{aligned} \text{红} + \text{绿} &= \text{黄} \\ \text{绿} + \text{蓝} &= \text{青} \\ \text{蓝} + \text{红} &= \text{紫} \\ \text{红} + \text{绿} + \text{蓝} &= \text{白} \end{aligned}$$

调节三种基色光的不同比例，几乎可以混合出自然界中所有的颜色。

对于所有颜色的光，都存在着另一种颜色的光与其混合而得到白色光。例如

$$\begin{aligned} \text{红} + \text{青} &= \text{白} \\ \text{绿} + \text{紫} &= \text{白} \\ \text{蓝} + \text{黄} &= \text{白} \end{aligned}$$

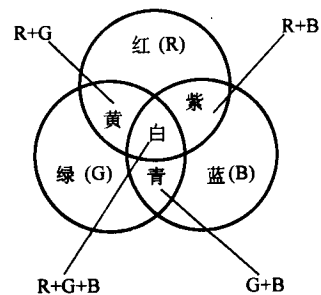


图 1-2 相加混色圆图

当两种颜色相混可得到白色，我们把这两种颜色称为互补色。例如红和青、绿和紫、蓝和黄分别是互补色。

上述相加混色法是三种基色光直接投射相混，这称为直接相加混色法。此外，还有间接相加混色法，其中包括空间混色法和时间混色法。

(1) 空间混色法是利用人眼对空间细节的分辨力差的特点，将三基色光点同时投射到屏幕相邻处，只要这三个光点足够小、相距足够近，人眼看到的将是三种基色光的混合色。彩色显像管彩色的显示，就是根据这个原理实现的。

(2) 时间混色法是利用人眼的视觉惰性，将三种基色光交替轮换地投射于屏幕同一处，只要轮换速度足够快，人眼看到的将是这三种基色光的混合色。这种方法运用于顺序制彩色电视中。

四、亮度方程式

经实验证明，若用一定波长的强度相同的红、绿、蓝三种光合成亮度为 100% 的白光，

则红光产生的亮度占 30%，绿光产生的亮度占 59%，蓝光产生的亮度占 11%。用公式表示为

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$

这称为亮度方程式。它表明三基色合成亮度的数量关系，在彩色电视原理中有着重要的指导意义。

第二节 兼容制彩色电视

一、兼容制

1. 兼容

兼容是指彩色电视机不但可以接收彩色电视信号，而且可以接收黑白电视信号而呈现黑白图像。同理，黑白电视机既可以接收黑白电视信号，又可以接收彩色电视信号，呈现黑白图像。

2. 对兼容制彩色电视的要求

由于彩色电视技术是在黑白电视技术基础上发展起来的，因此，要实现兼容，就要求彩色电视技术具备以下特点：

(1) 传送的电视信号应包含亮度信号和色度信号。亮度信号包含了彩色图像的全部亮度信息，当黑白电视机收到该信号后能重现黑白图像。色度信号包含了彩色图像的色调和色饱和度。彩色电视机收到亮度信号和色度信号后可重现彩色图像。

(2) 彩色电视应保留黑白电视原有的频带宽度、图像载频、伴音载频、调制方式、扫描频率、同步方式等各项制度。

(3) 应尽量减小色度信号和亮度信号之间的串扰。

二、彩色电视的制式

为了实现兼容和完成彩色电视信号的传送，必须将经过光-电转换而来的三基色电信号进行组合编排，这一过程叫做编码。由于对彩色电视信号的处理方式不同，于是产生了不同的彩色电视制式。目前，世界上流行的彩色电视制式有以下三种。

1. NTSC 制

NTSC 制即正交平衡调幅制，它于 1954 年在美国首先正式使用。其特点是将两个色差信号对色副载波频率进行正交平衡调幅，然后和亮度信号进行频谱间置而组成彩色电视信号。该制式的主要缺点是对信号的相位十分敏感，如果在传送过程中色度信号发生了相位失真，则会产生明显的色调畸变。

2. PAL 制

PAL 制即逐行倒相制，由德国研制成功并于 1967 年正式使用。它是对 NTSC 制的改进。PAL 制虽然也是把两个色差信号进行正交平衡调幅，但红色差信号采取了逐行倒相的调制方式。该制式有效地克服了由于色度信号相位失真而引起的色调畸变，但接收机彩色解码电路较复杂。

3. SECAM 制

SECAM 制即顺序彩色传送与记忆制，它于 1966 年在法国首先使用。它也是为了克服 NTSC 制的相位敏感性而设计的。这种制式将两个色差信号对两个频率不同的副载波进行调

频，然后逐行轮插入亮度信号的高频段，形成彩色电视信号。这种制式的接收机电路也较复杂，图像质量较差。

第三节 亮度信号和色差信号

一、彩色图像的分解与三基色信号

为了传送彩色图像，必须用摄像机将自然界景物的各种颜色，分解成红、绿、蓝三基色，并转换成电信号。

在彩色电视中，常用标准彩条图案作为测量、判断、分析问题的一个统一标准。所谓标准彩条图案，是由彩条信号在荧光屏上显示的自左至右按白、黄、青、绿、紫、红、蓝、黑顺序排列的亮度等级依次递减的八个等宽竖条。

彩条图案经过摄像机分色系统后得到红、绿、蓝三基色图像，如图 1-3 所示。又经三只摄像管转变成三基色电信号，其波形如图 1-5a、b、c 所示，实现了光-电转换。

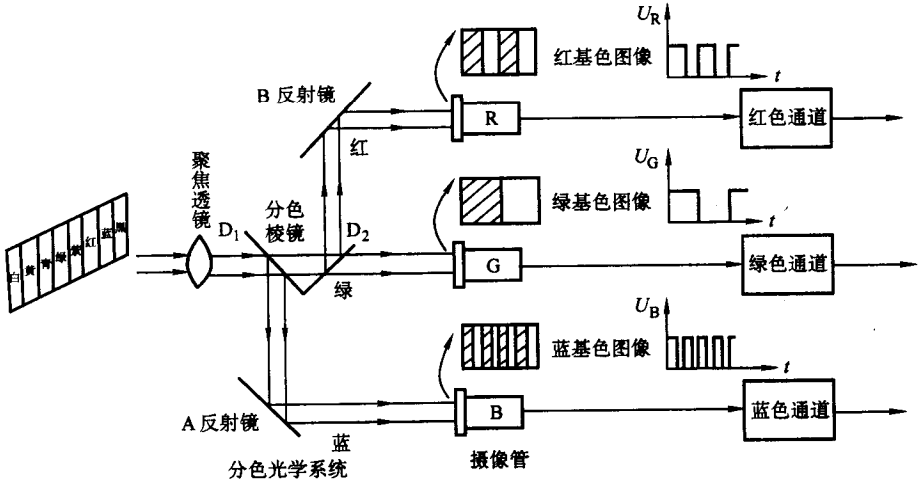


图 1-3 彩色图像的分解

二、亮度信号

1. 亮度信号的产生

为了实现兼容，必须传送一个亮度信号。亮度信号是怎样产生的呢？根据亮度方程式

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$

这个方程的意义是说明强度相同的三基色合成白色亮度时各自的贡献。相应的电压方程式为

$$U_Y = 0.30U_R + 0.59U_G + 0.11U_B$$

于是，亮度信号可由图 1-4 所示的矩阵电路产生。

我们只要选取 $R_Y/R_R = 0.30/0.70$, $R_Y/R_G = 0.59/0.41$, $R_Y/R_B = 0.11/0.89$, 就可得 $U_Y = 0.30U_R + 0.59U_G + 0.11U_B$ 。亮度信号的

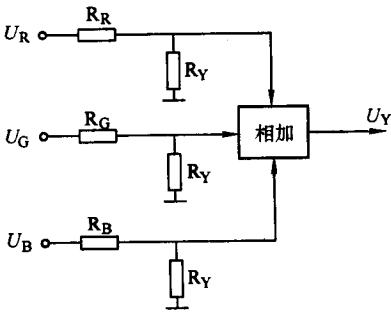


图 1-4 亮度信号矩阵电路

带宽为 0~6MHz。

2. 亮度信号的波形

根据亮度方程式还可以求出亮度信号对应于各色条的幅值，并画出它的波形，如图1-5d所示。

三、色差信号

1. 色差信号的波形

色差信号就是用基色信号减去亮度信号，即 $U_{R-Y} = U_R - U_Y$ 、 $U_{G-Y} = U_G - U_Y$ 、 $U_{B-Y} = U_B - U_Y$ 。在图 1-5 中，用图 a、b、c 中的 U_R 、 U_G 、 U_B 分别减图 d 中的 U_Y ，可得三个色差信号的波形，即图 e、f、g。

2. 传送 U_{R-Y} 和 U_{B-Y} 的原因

在彩色电视信号传送过程中，传送的是 U_{R-Y} 和 U_{B-Y} 色差信号，而不是 U_R 、 U_G 、 U_B 基色信号，这是为什么呢？

我们知道，三基色信号的大小决定彩色的亮度，三基色的比例决定彩色的色度，所以三基色信号中既包含了彩色的亮度信息又包含了彩色的色度信息。根据兼容的要求，必须传送一个亮度信号，而它已经包含了彩色图像的全部亮度信息。如果再传送基色信号，就会造成亮度信息的重复传送。

再就是采用色差信号传送方式，当传送黑白信号时，因 $U_R = U_G = U_B = U_Y$ ，而色差信号为零。这时不存在色度信号对亮度信号的干扰。所以不传送基色信号而传送色差信号。那么，为什么只传送 U_{R-Y} 和 U_{B-Y} ，而不传送 U_{G-Y} 呢？

这是因为，三个色差信号并不是完全独立的，只要传送其中的两个，在接收机中可以恢复第三个。例如

$$U_{G-Y} = -0.51U_{R-Y} - 0.19U_{B-Y}$$

在三个色差信号中，由于 U_{G-Y} 幅度最小，发送它不利于提高信噪比，而且在接收机中恢复 U_{G-Y} 较容易。因此，只传送 U_{R-Y} 和 U_{B-Y} 这两个色差信号。

3. 色差信号的产生方法

U_{R-Y} 和 U_{B-Y} 色差信号仍用矩阵电路获得，如图 1-6 所示。

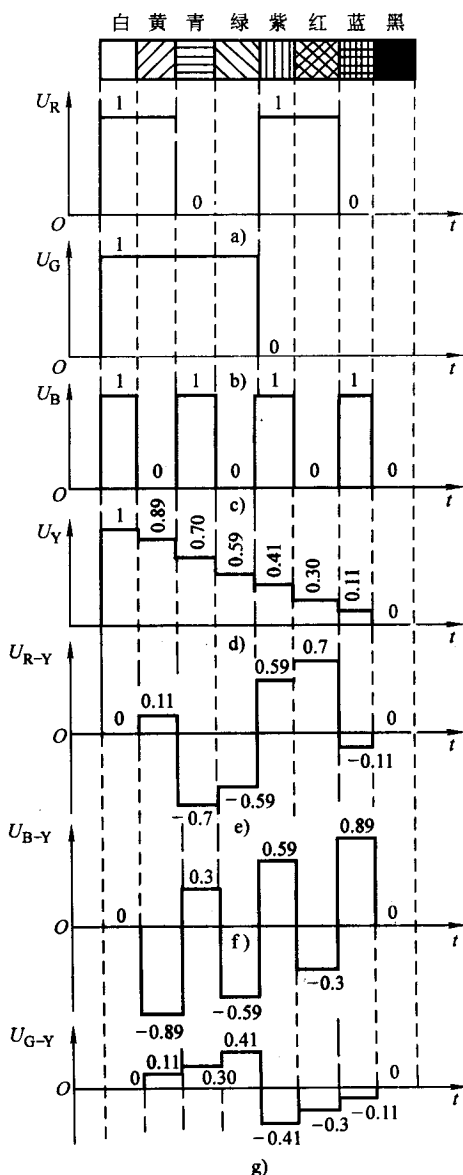


图 1-5 彩色色差信号波形

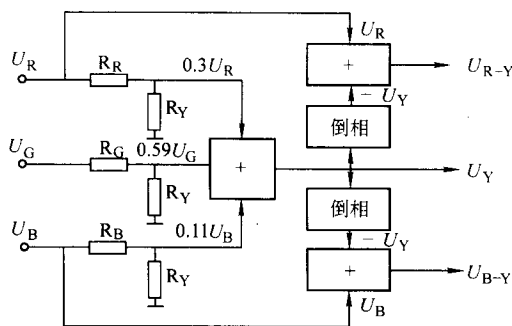


图 1-6 色差信号矩阵电路

第四节 色差信号频带的压缩与频谱间置

为了实现兼容，彩色电视台既要传送一个亮度信号，又要传送两个色差信号，而占有的带宽又不能超过黑白电视所规定的 $0 \sim 6\text{MHz}$ 范围。这个问题要分两步来解决：一是压缩色差信号的频带宽度；二是频谱间置。

一、色差信号频带的压缩

经实验证明，人眼对彩色细节的分辨能力比对黑白亮度的分辨能力低。根据这一特性，在传送亮度信号和色差信号的时候，就可以区别对待。

我们知道，黑白电视图像信号是由 $0 \sim 6\text{MHz}$ 频带内不同频率的分量组成的，其中高频分量将重现图像的轮廓和细节，低频分量将重现大面积的明暗变化。这样，可按兼容的要求，用 $0 \sim 6\text{MHz}$ 频带来传送亮度信号，重现图像的细节和轮廓；色差信号只传送其中的低频分量，以保证图像的大面积着色。我国规定，亮度信号的频带宽度为 $0 \sim 6\text{MHz}$ ，色差信号的频带宽度为 $0 \sim 1.3\text{MHz}$ 。

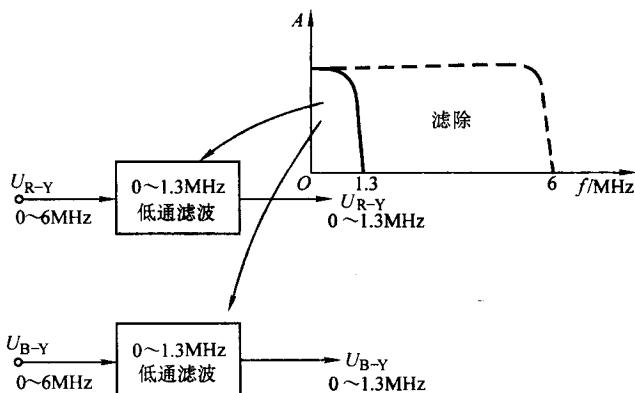


图 1-7 色差信号频带的压缩

由亮度矩阵和色差矩阵形成的亮度信号和色差信号的频带宽度都是 $0 \sim 6\text{MHz}$ 。为了获得 $0 \sim 1.3\text{MHz}$ 的色差信号，需要用两个低通滤波器将色差信号的高频分量滤除，如图 1-7 所示。

二、频谱间置

1. 亮度信号的频谱

所谓频谱，就是信号能量按频率排列的图形。

当传送图 1-8a 所示的上半屏为白、下半屏为黑的静止图像时，它的信号波形为按场频变化的矩形脉冲波。矩形脉冲波可用频率等于它的 1、3、5…奇次倍的正弦波来合成，这些