



中等职业学校教学用书(电子技术专业)

彩色电视机 原理与检修 (第4版)

◎ 沈大林 贺学金 主 编



本书配有电子教学参考资料包



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中等职业学校教学用书（电子技术专业）

彩色电视机原理与检修

（第4版）

沈大林 贺学金 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是在2004年版同名教材的基础上,吸收了广大职业学校师生的意见,按照新的教学大纲重新编写的。全书共分7章:第1章,彩色电视的基本原理;第2章,M11机心彩色电视机电路分析;第3章,彩色电视机的检修与调测;第4章,东芝TA两片集成块机心彩色电视机电路分析与检修;第5章,彩色电视机遥控电路分析与检修;第6章,大屏幕彩色电视机原理与维修;第7章,彩色电视新技术简介。本书每章后都附有思考与练习题,附录中给出了实用电路图。

本书介绍了有关的彩色电视机电路,尽量不涉及与检修无关的电路分析,在保证知识完整性的前提下,做到由浅入深,化繁从简,通俗易懂,好学实用。

本书不仅适用于职业学校,也可以作为各类家电维修培训教材和广大电子爱好者的自学教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

彩色电视机原理与检修/沈大林、贺学金主编.—4版.—北京:电子工业出版社,2007.8

中等职业学校教学用书.电子技术专业

ISBN 978-7-121-04664-3

I. 彩… II. 沈… III. ①彩色电视—电视接收机—理论—专业学校—教材②彩色电视—电视接收机—维修—专业学校—教材 IV. TN949.12

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第098496号

策划编辑:蔡葵

责任编辑:宋兆武

印刷:北京季蜂印刷有限公司

装订:三河市皇庄路通装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开本:787×1092 1/16 印张:19.5 字数:544千字 插页:3

印次:2007年8月第1次印刷

印数:5000册 定价:29.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

中等职业学校教材工作领导小组

主任委员：陈 伟 信息产业部信息化推进司司长

副主任委员：辛宝忠 黑龙江省教育厅副厅长

李雅玲 信息产业部人事司处长

尚志平 山东省教学研究室副主任

马 斌 江苏省教育厅职社处处长

黄才华 河南省职业技术教育教学研究室主任

苏渭昌 教育部职业技术教育中心研究所主任

王传臣 电子工业出版社副社长

委 员：（排名不分先后）

唐国庆 湖南省教科院

张志强 黑龙江省教育厅职成教处

李 刚 天津市教委职成教处

王润拽 内蒙古自治区教育厅职成教处

常晓宝 山西省教育厅职成教处

刘 晶 河北省教育厅职成教处

王社光 陕西省教育科学研究所

吴 蕊 四川省教育厅职成教处

左其琨 安徽省教育厅职成教处

陈观诚 福建省职业技术教育中心

邓 弘 江西省教育厅职成教处

姜昭慧 湖北省职业技术教育研究中心

李栋学 广西壮族自治区教育厅职成教处

杜德昌 山东省教学研究室

谢宝善 辽宁省基础教育教研培训中心职教部

安尼瓦尔·吾斯曼 新疆维吾尔自治区教育厅职成教处

秘 书 长：李影 电子工业出版社

副 秘 书 长：柴灿 电子工业出版社

前言



本书在 2004 年版同名教材的基础上,听取了广大职业学校师生的意见重新编写。它对原书做了全新的修订。

本书力求做到从维修需要出发,尽量不介绍与维修无关的纯理论内容和电路,在保证知识相对完整的前提下,做到通俗易懂、好学实用。为了使维修人员使用方便,本书在引用一些机型的原理图时,尽量与原图保持一致,其中某些元器件的符号与现行标准可能不尽一致,敬请读者见谅。

本书共 7 章,介绍的内容包括:彩色电视的基本原理、M11 机心彩色电视机电路分析、彩色电视机的检修与调测、东芝 TA 两片集成块机心彩色电视机电路分析与检修、彩色电视机遥控电路分析与检修、大屏幕彩色电视机原理与维修,以及彩色电视新技术简介。每章后都附有思考与练习题,附录中给出了实用电路图。

本书由沈大林、贺学金主编,参加编写工作的有:马广月、王小兵、洪小达、潘雪蓉、张伦、崔玥、崔元如、肖柠朴、沈昕、杨来英、李瑞梅、黄启宝、顾瑞瑾、杨旭、李斌、丰金兰、鹿胜利、邹兰芬等。

为方便教师教学,本书还配有教学指南及习题解答(电子版)。请有此需要的教师登录华信教育资源网(www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn)免费注册后再进行下载,有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系(E-mail: hxedu@phei.com.cn)。

由于编者水平有限,书中难免存在某些缺漏和错误,希望广大读者批评指正。

编者

2007 年 5 月



目 录



第 1 章 彩色电视的基本原理	(1)
1.1 光学知识	(1)
1.1.1 光与彩色	(1)
1.1.2 三基色原理及混色法	(2)
1.2 彩色电视广播过程概述	(4)
1.2.1 彩色图像信号的分解和三基色的产生	(4)
1.2.2 彩色电视信号的传输	(5)
1.2.3 彩色电视图像的重现	(10)
1.2.4 彩色电视广播过程简述	(10)
1.3 PAL 制彩色全电视信号	(11)
1.3.1 PAL 制编码过程	(12)
1.3.2 PAL 制解码过程	(21)
1.4 彩色电视机的基本组成与工作过程	(22)
1.4.1 PAL 制彩色电视机的基本结构	(23)
1.4.2 彩色电视机的工作过程	(25)
1.5 彩色解码器的工作原理	(26)
1.5.1 彩色解码器的组成与信号流程	(26)
1.5.2 亮度通道	(27)
1.5.3 解码矩阵电路	(32)
1.5.4 色度通道	(33)
1.5.5 副载波恢复电路	(35)
1.6 彩色电视机电路的集成化及常见机心	(41)
1.6.1 彩色电视机电路的集成化	(41)
1.6.2 国内集成电路彩色电视流行机心简况	(42)
1.7 彩色电视机的分类	(44)
习题	(49)
第 2 章 M11 机心彩色电视机电路分析	(51)
2.1 M11 机心彩色电视机的电路组成	(51)
2.2 电源电路	(51)
2.2.1 开关电源概述	(51)
2.2.2 开关稳压电源电路分析	(58)
2.3 高频调谐器和节目预选器	(64)
2.3.1 电调谐高频头	(64)
2.3.2 节目预选器	(69)

2.4	中放通道	(71)
2.4.1	中放通道概述	(71)
2.4.2	M11 机心的中放通道电路分析	(73)
2.5	解码电路	(79)
2.5.1	解码电路的组成与集成块简介	(79)
2.5.2	色处理电路分析	(81)
2.5.3	亮度通道与解码矩阵电路分析	(84)
2.6	伴音通道	(87)
2.6.1	伴音通道概述	(87)
2.6.2	M11 机心的伴音通道电路分析	(88)
2.7	扫描电路	(91)
2.7.1	扫描电路概述	(91)
2.7.2	M11 机心的扫描电路分析	(93)
2.8	彩色显像管与末级视放电路	(102)
2.8.1	彩色显像管	(102)
2.8.2	显像管电路分析	(104)
2.8.3	末级视放电路	(108)
	习题	(109)
第3章	彩色电视机的检修与调测	(111)
3.1	彩色电视机故障检修基本知识	(111)
3.1.1	故障检修顺序和检修注意事项	(111)
3.1.2	彩色电视机故障的分类	(113)
3.2	自会聚彩色显像管的调整	(114)
3.2.1	色纯度调整	(114)
3.2.2	会聚调整	(115)
3.2.3	黑白平衡调整	(116)
3.3	M11 机心彩色电视机的调整	(116)
3.3.1	静态电阻值与直流供电电压的检查	(117)
3.3.2	电源电路的调整	(117)
3.3.3	公共通道与伴音通道的调整	(117)
3.3.4	图像重显电路的调整	(120)
3.3.5	解码电路的调整	(121)
3.4	M11 机心元件故障分析与检修方法	(123)
3.4.1	电源电路元件故障分析与检修方法	(123)
3.4.2	高频调谐器、节目预选器与选台控制电路元件故障分析与检修方法	(124)
3.4.3	中放通道元件故障分析与检修方法	(125)
3.4.4	解码电路元件故障分析与检修方法	(126)
3.4.5	伴音通道元件故障分析与检修方法	(128)
3.4.6	显像管电路与末级视放电路元件故障分析与检修方法	(129)
3.4.7	同步分离电路与扫描电路元件故障分析与检修方法	(130)
3.5	M11 机心彩色电视机常见故障的检修程序	(132)
3.5.1	无光栅、无伴音	(132)
3.5.2	有光栅、无图像、无伴音	(135)
3.5.3	有光栅、有伴音、无图像	(137)

3.5.4	无光栅、有伴音	(137)
3.5.5	有图像、无伴音	(137)
3.5.6	有图像、有伴音、无彩色	(138)
3.5.7	屏幕中间一条水平亮线	(139)
3.5.8	图像不同步	(140)
3.5.9	屏幕中间一条垂直亮线	(140)
3.5.10	图像中缺某一基色	(141)
3.5.11	屏幕呈某种基色光栅	(141)
3.5.12	图像缺某一色差信号	(142)
3.5.13	彩色不同步	(142)
3.5.14	屏幕图像出现爬行现象	(143)
3.5.15	图像的彩色错位	(144)
3.5.16	屏幕局部有色斑	(144)
3.5.17	屏幕图像彩色漂移	(144)
3.5.18	无亮度信号	(145)
3.5.19	某频段接收不正常	(145)
3.5.20	光栅线性不良	(145)
3.5.21	光栅水平幅度小	(146)
3.5.22	光栅水平位置偏移	(147)
3.5.23	屏幕有回扫线	(147)
3.5.24	亮度失控	(147)
3.5.25	对比度失调	(148)
3.5.26	色饱和度失调	(148)
3.5.27	图像清晰度差	(148)
3.5.28	图像有干扰波纹	(148)
3.5.29	伴音失真	(149)
3.5.30	音量失控	(150)
3.6	M11 机心彩色电视机故障检修实例	(150)
	习题	(156)
第4章	东芝 TA 两片集成块机心彩色电视机电路分析与检修	(157)
4.1	公共通道与伴音通道	(157)
4.1.1	高频调谐器、节目预选器与选台控制电路	(157)
4.1.2	中放通道电路分析	(161)
4.1.3	伴音通道电路分析	(164)
4.1.4	伴音与 AFT 静噪电路分析	(166)
4.2	扫描电路与解码器电路分析	(167)
4.2.1	集成电路 TA7698AP 简介	(167)
4.2.2	同步分离电路与场扫描电路分析	(174)
4.2.3	行扫描电路分析	(176)
4.2.4	亮度通道电路分析	(178)
4.2.5	色处理电路与 G-Y 矩阵电路分析	(179)
4.3	末级视放电路与电源电路分析	(181)
4.3.1	末级视放电路分析	(181)
4.3.2	电源电路分析	(182)

4.4	东芝两片集成块机心彩色电视机元件故障分析	(184)
4.4.1	公共通道与伴音通道元件故障分析	(184)
4.4.2	扫描电路与解码电路元件故障分析	(186)
4.4.3	末级视放电路与电源电路元件故障分析	(187)
4.5	东芝 TA 两片集成块机心彩色电视机的检修程序	(188)
4.5.1	无光栅、无伴音	(188)
4.5.2	有光栅、无图像、无伴音	(189)
4.5.3	有光栅、有伴音、无图像	(189)
4.5.4	无光栅、有伴音	(190)
4.5.5	有图像、无伴音	(190)
4.5.6	有图像、有伴音、无彩色	(191)
4.5.7	屏幕中间一条水平亮线	(192)
4.5.8	图像不同步	(193)
4.5.9	屏幕中间一条垂直亮线	(194)
4.5.10	图像缺某一基色	(194)
4.5.11	屏幕呈某种基色光栅	(195)
4.5.12	伴音正常、光栅暗、图像不清楚	(195)
4.5.13	某频段无图像、无伴音、光栅正常	(196)
4.5.14	伴音失真	(196)
4.5.15	屏幕有图像、有回扫线、伴音正常	(196)
4.5.16	图像有彩色镶边	(197)
4.5.17	屏幕有彩色色斑	(198)
4.5.18	图像色调畸变	(198)
4.5.19	光栅行幅窄	(198)
4.5.20	光栅场幅窄	(199)
4.5.21	光栅水平方向偏移	(199)
4.5.22	光栅垂直方向偏移	(199)
4.5.23	光栅半边亮、半边暗	(199)
4.5.24	行扫描线性不良	(199)
4.5.25	场扫描线性不良	(200)
	习题	(200)
第5章	彩色电视机遥控电路分析与检修	(202)
5.1	遥控彩色电视机的组成与基本工作原理	(202)
5.1.1	概述	(202)
5.1.2	遥控电路的基本组成及各部分电路的特征	(203)
5.1.3	遥控彩色电视机的主要控制功能	(209)
5.1.4	模拟量控制电压的产生和节目的预置	(211)
5.2	三菱 M50436—560SP 遥控系统	(214)
5.2.1	遥控发射器	(214)
5.2.2	红外遥控接收器	(215)
5.2.3	微处理器 M50436—560SP	(217)
5.2.4	节目存储器 M58655P	(220)
5.2.5	频段译码器 M54573L	(221)
5.2.6	本机键盘矩阵电路	(222)

5.3	三菱 M50436—560SP 遥控系统在 TA 两片机上的应用	(225)
5.3.1	电压合成选台系统	(226)
5.3.2	分立件组成的频段译码器	(227)
5.3.3	模拟量控制接口电路	(228)
5.3.4	屏幕字符显示电路	(229)
5.3.5	电源控制电路与遥控板电源电路	(230)
5.4	遥控彩色电视机电路分析	(233)
5.4.1	调谐接口电路与频段切换电路	(233)
5.4.2	模拟量与开关量接口电路	(234)
5.4.3	复合同步脉冲输入电路与 AFT 接口电路	(236)
5.4.4	字符显示接口电路	(237)
5.4.5	复位电路与遥控电路的电源电路	(238)
5.5	彩色电视机遥控电路的检修方法	(239)
5.5.1	遥控电路检修的注意事项	(239)
5.5.2	三菱 M50436—560SP 遥控电路常见故障的检修方法	(242)
5.6	54C3A 遥控彩色电视机维修实例	(252)
	习题	(255)
第6章	大屏幕彩色电视机原理与维修	(256)
6.1	大屏幕彩色电视机	(256)
6.1.1	概述	(256)
6.1.2	大屏幕彩色电视机的特点	(256)
6.2	工作原理	(257)
6.2.1	电源电路工作原理	(257)
6.2.2	中频信号处理电路与伴音制式切换电路	(259)
6.2.3	视频通道电路	(262)
6.2.4	亮度、色度信号处理电路	(264)
6.2.5	视频输出电路	(266)
6.2.6	行/场扫描电路	(266)
6.2.7	50/60Hz 场频识别电路	(267)
6.2.8	行激励/输出电路	(268)
6.2.9	东/西枕形失真校正电路	(268)
6.2.10	遥控系统	(268)
6.2.11	伴音电路	(271)
6.3	故障分析与检修	(274)
6.3.1	电源电路常见故障检修方法	(274)
6.3.2	公共通道电路故障分析	(275)
6.3.3	微处理器及其周围电路故障分析	(276)
6.3.4	视频通道故障分析	(277)
6.3.5	亮度、色度通道故障分析	(278)
6.3.6	场扫描电路故障分析	(279)
6.3.7	行扫描电路故障分析	(280)
6.3.8	伴音通道故障分析	(281)
6.3.9	视放电路故障分析	(281)
6.3.10	维修实例	(282)

第7章 彩色电视新技术简介	(285)
7.1 电视的发展历程	(285)
7.1.1 机械电视	(285)
7.1.2 电子电视	(285)
7.2 数字电视的出现	(289)
7.2.1 模拟电视	(289)
7.2.2 数字电视	(291)
7.2.3 高清晰度电视	(295)
参考文献	(297)

第1章 彩色电视的基本原理

1.1 光学知识

彩色电视是在黑白电视的基础上发展起来的,它除了像黑白电视那样传送图像的亮度信息外,还传送图像的颜色信息,所以,应先了解一些有关彩色的基本知识。

1.1.1 光与彩色

1. 色是光的属性

可见光和无线电波在本质上是相同的,都是电磁波。电磁波的频率范围很宽,为 $10^5 \sim 10^{25}$ Hz。根据波长不同,电磁波具有不同的性质,它包括无线电波、红外线、可见光、紫外线、X射线、 γ 射线(宇宙射线)等,如图1-1所示,其中只有波长为 $780 \sim 380$ nm ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$)这一段是人眼所能看到的光,称为可见光。

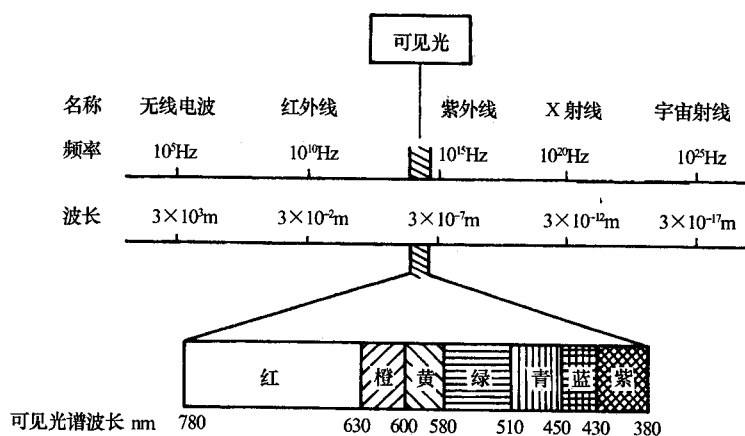


图1-1 可见光在电磁波波谱中的位置

在可见光中,不同波长的光作用于人眼引起的颜色感觉是不一样的,例如,波长为 400nm 左右的光给人以紫色的感觉,波长为 540nm 左右的光给人以绿色的感觉,波长为 700nm 左右的光给人以红色的感觉。可见光范围,随着波长的缩短(即频率的升高)可划分为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色。

另外,太阳光(日光)是最常见的白光,包含有 $380 \sim 780\text{nm}$ 范围内的所有光谱分量。我们让一束太阳光照射到一个分光三棱镜上,经折射后就分解成不同颜色的光束。通常我们把单一波长的彩色光称为单色光,把包含两种或两种以上波长的光称为复合光,把日光中含有的一



系列单色称为谱色。

应注意的是,虽然一定的光谱分布表现为一定的颜色,但同一种颜色却可以由不同的光谱分布来组成。例如紫色,可以由单一波长的紫色光所产生,也可以由波长不同的红光和蓝光混合来产生,两者给人眼睛的感觉是相同的。又如,白光可以由所有波长的光按一定比例混合来产生,也可以用红、绿、蓝三种颜色的光按一定比例混合来产生。这一特性是彩色电视的理论基础。

2. 彩色的三要素

任何一束光对人眼所引起的视觉总效果包括两个方面:一是亮度,用字母 Y 表示;二是色度(即彩色),用字母 F 表示。色度又包括色调和色饱和度两个方面。通常将亮度、色调和色饱和度称为彩色三要素。

(1) 亮度:是指彩色光作用于人眼所引起的明暗程度的感觉,它与彩色光的强弱有关,而且与彩色光的波长有关。彩色光线的波长一定时,光线越强,亮度越大;光强度一定时,波长为 550nm 左右的绿光产生的亮度最强,随着波长的增大或减小,彩色光的亮度也逐渐减小,直到为零。

(2) 色调:表示颜色的种类,即是什么颜色,如红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等。它是彩色的最主要的特征。对于单色光,色调取决于光波的波长,如波长为 700nm 的是红色光,波长为 500nm 的是蓝色光。

(3) 色饱和度:表示彩色的纯度即掺入白光的程度,或者说是表示彩色的深浅程度。对于同一色调的彩色光,饱和度越高,颜色越鲜明或者说越纯。例如,对于纯红色我们就说是 100% 的饱和度,当白光加于红色时,则它被冲淡为粉红色或浅红色,其基本色调还是红色,但饱和度降低了。简单地说,淡色的饱和度比鲜明的颜色要低一些。饱和度还和亮度有关,因为若在饱和的彩色中增加白光成分,增加了光能,因而变得更亮了,但它的饱和度却降低了。应注意的是,如果在某色调的彩色光中,掺入别的彩色光,则会引起色调的变化,只有掺入白光时才会引起饱和度的变化。

1.1.2 三基色原理及混色法

1. 三基色原理

人们在对人眼进行混色实验时发现,只要用三种不同颜色特选的光按一定比例混合就可以得到自然界中绝大多数的彩色。例如,将红、绿、蓝三束光投射在白色屏幕上的同一位置,并不断改变三束光的强度比,就可在白色屏幕上看到各种颜色。通常把具有这种特性的三种颜色叫三基色。彩色电视中使用的三基色就是红(R)、绿(G)、蓝(B)三色。根据这一现象可得出三基色原理:

(1) 自然界中绝大多数彩色可以分解为一定强度比的三基色,三基色按一定比例混合可以得到自然界中绝大多数彩色。

(2) 用三基色混合而成的彩色,其亮度等于三基色的亮度和,其色度决定于三基色的混合比例。

(3) 三种基色相互独立,即任一基色不能用其他两种基色混合得到。

三基色原理是对彩色进行分解、合成的重要理论,也是实现彩色电视的理论依据。根据这



一原理,要传送和重现自然界中各种彩色,无需传送每种彩色的色度与亮度信息,而只需传送比例不同的三基色信号,从而使彩色电视广播得以实现。

2. 混色法

彩色的混合方式有两种:一种是彩色光线的混合,即用各种不同颜色的光线混合在一起而产生不同的彩色,称之为相加混色;另一种是彩色颜料的混合,称之为相减混色。在彩色电视技术中采用了相加混色方法。

用等量的红、绿、蓝三基色光进行相加混色的示意图如图 1-2 所示。由图可见:

红光 + 绿光 = 黄光

红光 + 蓝光 = 紫光

绿光 + 蓝光 = 青光

红光 + 绿光 + 蓝光 = 白光

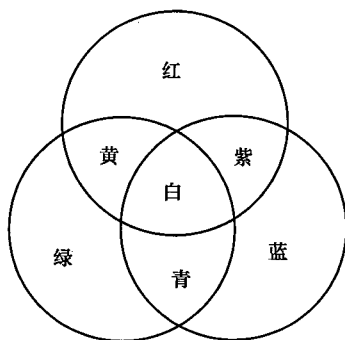


图 1-2 配色关系

在相加混色的情况下,如果某两种光相加的结果是白光,则称这两种色光互为补色。依此,红色与青色、绿色与紫色、蓝色与黄色分别互为补色。

将三基色混合时可以采用什么方法呢?一种是前面提到的,将三基色投射到白色屏幕的同一位置,这叫直接相加混色。另外,还有以下一些间接相加混色法。

(1) 时间混色:将三种基色按一定的比例轮流投射到同一表面的同一点上,只要交替的速度足够快,由于人眼的视觉暂留现象,产生的彩色视觉与三基色直接相混时一样。在这种混色方法中由于各种基色是在不同时间出现的,因此称为时间混色。

(2) 空间混色:将三种基色同时投射到同一表面的三个邻近的点上,只要这些点足够小,间距也足够近,则由于人眼的分辨力有限而产生混色,人眼看到的彩色感是这三种颜色相混的结果。其色调与色饱和度也因各基色的强度比例变化而变化。因各基色位置不同,因此称为空间混色。目前的电视广播均采用空间混色方法。

3. 亮度方程式

通过直接相加混色实验,如果用三基色按一定比例混合得到 100% 的白光,则红基色光亮度占 30%,绿基色光亮度占 59%,蓝基色光亮度占 11%。这种关系可用下式表示:

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B \quad (1-1)$$

该式称为亮度方程式。式中, R 、 G 、 B 分别表示三基色的光线强度, Y 表示混合色的亮度。当三基色光强度相同时 (即 $R = G = B$), 混合色为白色。当 R 、 G 、 B 取值不一样时,混合



色为某种彩色, Y 表示该彩色的亮度。

在彩色电视广播中, 三基色光转换为电压来传送, 三基色电压分别用 U_R 、 U_G 、 U_B 来表示, 这时亮度方程式可表示为

$$U_Y = 0.30U_R + 0.59U_G + 0.11U_B \quad (1-2)$$

式中, U_Y 表示亮度信号, 就是黑白电视中的图像信号。

1.2 彩色电视广播过程概述

彩色电视广播与黑白电视广播, 二者在对声音信号的处理方面是完全相同的, 不同之处在于对图像信号的处理上。对于彩色电视广播, 其关键是如何将彩色图像转变为电信号和如何将电信号复原成彩色图像。

彩色图像信号的发送与接收都是利用了三基色原理来实现的, 其原理示意图如图 1-3 所示。它首先将一幅彩色图像分解为三种基色分量, 然后将三种基色分量转换为电信号, 再把三基色电信号进行特殊处理, 变成包含亮度信号、色度信号和其他辅助信号的彩色全电视信号 (这个处理过程称为“编码”), 最后用彩色全电视信号对图像载频信号进行调幅, 并与调频的伴音信号混合形成高频电视信号, 由发射台的天线发射出去。在接收端, 彩色电视机公共通道将天线接收到的高频电视信号进行选台、变频、放大、检波等处理后, 得到彩色全电视信号和第二伴音中频信号。其中, 彩色全电视信号在解码器中变成三基色电信号 (这个过程称为“解码”) 并送到彩色显像管, 重现彩色图像。

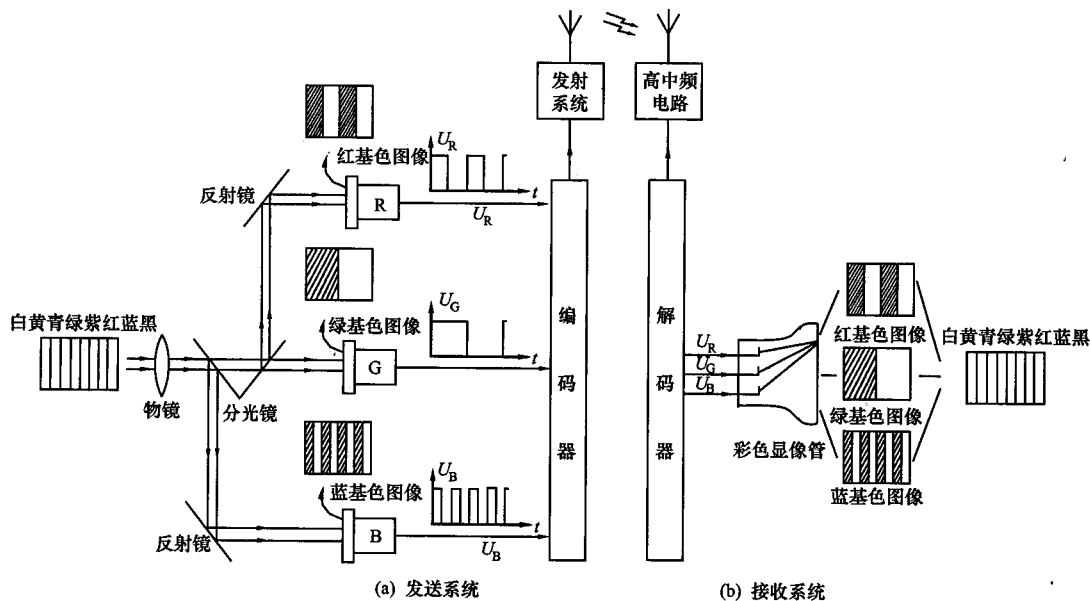


图 1-3 彩色图像信号的传送与接收

1.2.1 彩色图像信号的分解和三基色的产生

彩色图像信号的分解和三基色的产生是由彩色摄像机来完成的。一幅彩色图像, 如图 1-3 中的八种彩条图像, 首先通过摄像机的分光色系统 (包括物镜、反射镜) 将其分解为红、绿、蓝三种基色图像, 并分别投射到三个摄像管的靶面上, 通过光电转换和三支摄像管的电子束同



步逐点逐行地在各自的靶面上扫描,便将三基色图像上的亮度变化转换为三基色电信号 U_R 、 U_G 、 U_B 。

1.2.2 彩色电视信号的传输

彩色图像通过彩色摄像机光电转换产生三基色信号彩色全电视信号 U_R 、 U_G 、 U_B ,并且从发送端传输到接收端,比较好的传输方式是兼容制的传输方式,因此,目前彩色电视广播采用的是兼容制彩色电视广播。

1. 电视的兼容

电视的兼容是指黑白电视与彩色电视的兼容,也就是黑白电视机能收看彩色电视节目,彩色电视机也能收看黑白电视节目,当然两种情况下,所呈现的都是黑白图像。

2. 兼容制对彩色电视的要求

在彩色电视设计中,首先应考虑彩色电视与黑白电视的兼容问题。为此,兼容制彩色电视应具备以下特点:

(1) 彩色电视必须采用与黑白电视相同的基本参量,如扫描频率、扫描方式、频带宽度、同步信号组成、图像载频、伴音载频及图像、伴音的调制方式等。

(2) 彩色电视信号中应包含黑白电视所需要的亮度信号,同时也要有一个反映图像彩色的色度信号,而且,亮度信号只反映彩色图像上各点的亮度变化,相当于黑白电视中的图像信号,色度信号只反映图像上各点的色度。二者合成的彩色全电视信号的带宽必须与黑白电视带宽相同,即 6MHz。这样,黑白电视机收到的只是亮度信号,显示黑白图像,而彩色电视机收到的是亮度和色度信号,显示的是彩色图像。

(3) 色度信号与亮度信号可以加在一起传送,在接收端又可以将二者分开,而且色度信号不应対亮度信号造成可见干扰。

3. 实现兼容制所采取的措施

要实现兼容,必须采用一定的措施,以满足兼容制彩色电视的要求,一般采取以下措施:

(1) 将三基色电信号 (U_R 、 U_G 、 U_B) 变换成一个反映亮度变化的亮度信号和两个色差信号。为了实现兼容,彩色电视不直接传送三基色信号,而是产生并传送亮度信号和色度信号。其中亮度信号 (U_Y) 只反映彩色图像的亮度信息。根据电信号亮度方程 $U_Y = 0.30U_R + 0.59U_G + 0.11U_B$,亮度信号 (U_Y) 可由摄像机输出的 U_R 、 U_G 、 U_B 三基色电信号通过矩阵电路得到。亮度信号的频率范围为 0 ~ 6MHz。

色度信号包含色调和色饱和度两个参量,其中色调由三基色的不同比例决定,而色饱和度则与基色的掺白度程度有关。要直接传送色度信号是比较困难的,一般在彩色电视中,考虑兼容的要求,都是采用传送色差信号的办法来传送色度信号的。

色差信号也是由三基色来获得的。三基色信号既包含亮度信息,也包含色度信息,为了得到仅反映彩色的色度信号,便可由基色信号减去亮度信号得到三个色差信号:

$$U_{R-Y} = U_R - U_Y \quad (1-3)$$

$$U_{G-Y} = U_G - U_Y \quad (1-4)$$

$$U_{B-Y} = U_B - U_Y \quad (1-5)$$



U_{R-Y} 、 U_{G-Y} 、 U_{B-Y} 分别称为红色差信号、绿色差信号、蓝色差信号。

根据亮度方程可知, U_Y 、 U_R 、 U_G 、 U_B 这四个量中, 只有三个量是独立的, 已知其中三个, 第四个便可由前三个适当组合中求出, 故在已知 U_Y 信号之后, 只要选其中两个色差信号就可以了。目前彩色图像信号都选用 U_{R-Y} 和 U_{B-Y} 来代表色度信号。

由此可以得到结论, 在彩色图像传输中, 发送端送出的是三个信号, 即 U_Y 、 U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 。其中 U_Y 代表亮度, U_{R-Y} 、 U_{B-Y} 代表色度。

在接收端再用一个解码矩阵电路将亮度信号 U_Y 和两个色差信号 U_{R-Y} 与 U_{B-Y} 还原出 U_R 、 U_G 、 U_B 三基色电信号。

(2) 大面积着色和频谱交错。亮度信号 U_Y 、色差信号 U_{R-Y} 和 U_{B-Y} 都是由三基色信号通过矩阵电路线性变换获得的, 它们都是图像信号, 都具有相同的频谱结构和带宽 (6MHz)。为了实现兼容, 必须在 6MHz 带宽范围内来传送这三个信号。直接混合传送, 在接收端无法将它们分开; 均匀压缩频带, 将使图像的清晰度大为降低。要解决这三个信号的传送问题, 可采取以下两条措施。

①利用大面积着色原理压缩色差信号频带宽度。通常在画彩色画时, 总是先用黑笔勾出图像的轮廓及细节部分, 然后再对其余部分进行大面积涂色。由于人眼对彩色图像细节的分辨本领比对黑白图像要差得多, 所以尽管没有大面积用彩色笔进行细致的描绘, 而人眼看到的仍然是一幅轮廓清晰、色彩鲜艳的彩色画。这就是大面积着色原理。这说明, 任何彩色图片、画报等, 其彩色是表示大面积的色调, 而细节是用黑白表示, 若用彩色表示已没有意义, 因为人眼分辨不出来。

彩色电视的清晰度是由亮度信号的带宽来保证的, 亮度信号的频带不能压缩, 否则将影响兼容制的图像质量。既然彩色不表示图像的细节, 就可以把传送彩色信号的频带限制一下, 即在传送色差信号时, 只要用较窄的带宽来传送大面积的彩色 (代表低频), 而不必传送彩色的细节 (代表高频), 这一细节用亮度信号中的高频分量来代替, 就可以得到较为满意的图像了。我国彩电制式 (PAL 制) 中, 把色差信号的频带宽度限制在 1.3MHz。

②频谱交错。亮度信号的带宽为 6MHz, 色度信号的带宽为 1.3MHz, 为了让亮度信号与色度信号加起来在同一通道内传输, 不能采取简单相加的办法, 因为这样会带来相互之间的严重干扰, 以至于使彩色图像无法重现, 而且相加以后在接收端也无法将它们分开, 因此必须采用比较巧妙的办法把它们加在一起。

亮度信号与色差信号的频谱分布是不连续的, 它们是由一组组间隔为行频的谱线族组成的, 中间有许多空隙, 而且谱线的幅度随频率的增加而变小, 如图 1-4 (a) 所示。这种离散式的频谱结构使我们可将色差信号的频谱谱线以某种方式插在亮度信号频谱的空隙中, 从而与亮度等信号一起形成彩色全电视信号。

因为亮度信号低频段谱线幅度大, 为了减小亮度信号对色差信号的干扰, 不能将色差信号的谱线插在亮度信号低频段的空隙中。为此, 可用色差信号先去调制一个载波, 这一载波称为彩色副载波, 使其频谱高移, 然后再将其谱线插到亮度信号频谱高端的空隙中, 如图 1-4 (b) 所示。这样彩色全电视信号的频带宽度就可以做到与黑白全电视信号频带宽度一致。

彩色副载波的频率选择非常关键, 一方面要考虑使它落在行频谐波之间, 以便利用频谱空隙, 另一方面还必须使经调制后色差信号的全部频谱都在 0 ~ 6MHz 范围内。彩色副载波经色差信号调制后称为色度信号。不同的彩电制式, 所取的彩色副载波频率及调制方式都有所不同。我国彩电制式 (PAL 制) 的彩色副载波频率为 4.43MHz。