



全国职业高中国家教委规划教材

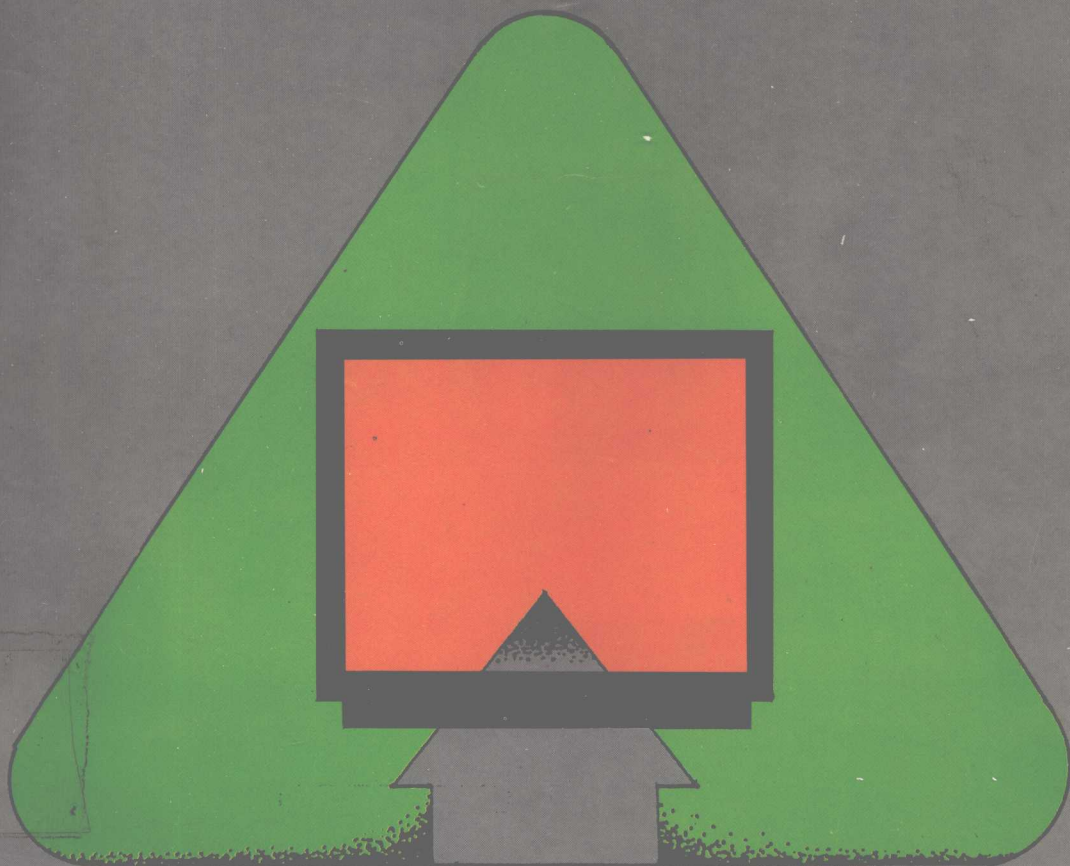
· 电子电器类专业 ·

电视机原理 下册

(彩色、遥控电视机)

全国职业高中电子电器类专业教材编写组 编

李伟辉 主编



高等教育出版社

号 211(京)

全国职业高中国家教委规划教材

·电子电器类专业·

电视机原理 下册

(彩色、遥控电视机)

全国职业高中电子电器类专业教材编写组 编

李伟辉 主编

高等教育出版社

(京)112号

内 容 简 介

本书是国家教育委员会职业技术教育司组织编写的全国职业高中电子电器专业系列教材之一,是国家教委规划教材。

本书主要内容有:彩色电视概述、彩色电视信号、彩色电视机的工作过程与组成、开关式稳压电源、扫描电路、彩色显像管及附属电路、电子高频调谐器与遥控系统、中放电路与伴音电路、集成电路解码器、整机电路分析及彩色电视新技术。本书以最新国家部颁中级家用电子产品(家用视频设备)维修工等级标准为依据,以集成彩色电视机为主线,编写中突出浅、用、新原则,系统介绍了彩色电视机的基本原理,分析了国内流行的TA四片机与两片机、AN五片机、M- μ 两片机的整机电路,以及三菱M50436-560SP遥控系统。本书可与《电视机维修技术》(下)配合使用。

本书还可作为成人中专、技工学校等中等职业技术学校专业课的教材,也可供家用电器维修工岗位培训使用。

责任编辑 王军伟

图书在版编目(CIP)数据

电视机原理 下册/李伟辉主编. —北京:高等教育出版社,1996

ISBN 7-04-005598-8

I. 电… II. 李… III. 电视接收机-理论-职业高中-教材 IV. TN948.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 02320 号

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码:100009 传真:64014048 电话:64054588

新华书店总店北京发行所发行

北京印刷二厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 12.5 插页 7 字数 310 000

1996 年 5 月第 1 版 1996 年 5 月第 1 次印刷

印数 0.001—52 130

定价:17.00 元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换

版权所有,不得翻印

关于国家教育委员会规划教材的说明

为了贯彻国务院《关于大力发展职业技术教育的决定》，提高职业高中的教学质量，抓好教材建设工作，国家教育委员会职业技术教育司对通用性强、经济发展急需、专业开设稳定的一部分专业，以及必须统一要求的一部分课程，组织编写了少量的示范性教材。

这些教材正式列入国家教育委员会所制定的八·五教材选题规划。它是通过全国性专业教学研讨会，并在有关业务部门的指导下，与相应的教学计划、教学大纲相配套，由国家教育委员会组织的教材编写组编写而成。这些教材在理论体系和技能训练等方面作了新的尝试。

我们希望各地根据实际情况，认真组织试用，及时提出修改意见，以便不断完善和提高。

国家教育委员会

职业技术教育司

1992年11月

前 言

《电视机原理》(下册)一书,是根据国家教育委员会颁布的全国职业高中电子电器专业教学计划与“电视机原理”课程教学大纲而编写的。本书与《电视机维修技术》(下册)成姊妹篇,二者可互相配合使用。本书以国家部颁(劳动部、电子工业部、国内贸易部)最新中级技术工人等级标准为教学目标,主要任务是让学生掌握彩色电视机基本原理与了解彩色电视机新技术的发展。

本书贯彻了编写中等职业技术教材的指导原则,即:浅、用、新。全书在叙述原理时深入浅出,结合实际,重在应用;以定性分析为主,删去一些公式的推导过程和实用性不强的理论内容;内容新颖,能反映我国在本世纪90年代彩色电视机的发展现状,以集成四片机和两片机为主线,进行单元电路和整机电路的原理分析,并增加了对遥控系统及彩色电视新技术的简介。

本书分为十一章,以第二章、第四章、第六章、第七章(遥控部分)、第九章、第十章为教学重点。其中第十章选了五种机型,各校结合实习机型,可重点分析其中两种。

本课程基本教学时数为102课时,教学时数分配如下表,各校可参照执行。

教学课时分配表

章 次	课 时	章 次	课 时
第一章	3	第七章	15
第二章	15	第八章	5
第三章	4	第九章	15
第四章	8	第十章	14
第五章	8	第十一章	4
第六章	7	机动	4

本书由刘德成、姜有根同志担任主审。重庆市教委职教处牟维坤处长、重庆市市中区有线电视台高级工程师章夔、广州市电子职业高级教师吴胜欣对本书的编写大纲和书稿,均提出了宝贵意见,特此致谢。

编 者

1995年8月于广州

目 录

第一章 彩色电视概述	1	§ 6-5 彩色显像管的主要特性和附属电路	76
§ 1-1 彩色电视信号的发送	1	§ 6-6 全方形屏幕彩色显像管(FST)	78
§ 1-2 彩色电视信号的接收	2	第七章 电子高频调谐器与遥控系统	81
第二章 彩色电视信号	5	§ 7-1 彩色电视机高频调谐器的特性要求	81
§ 2-1 彩色和视觉	5	§ 7-2 V-U 一体化电子调谐器	82
§ 2-2 亮度信号与色差信号	8	§ 7-3 彩色电视机的遥控系统	90
§ 2-3 平衡正交制(NTSC)	12	第八章 中放电路与伴音电路	105
§ 2-4 逐行倒相制(PAL)	22	§ 8-1 中规模集成中放电路	105
* § 2-5 顺序传送调频制(SECAM)	26	§ 8-2 伴音集成电路	108
* § 2-6 卫星广播电视制式	28	§ 8-3 大规模集成中放/伴音电路	108
第三章 彩色电视机的基本组成与工作过程	32	* § 8-4 大屏幕电视机的音响系统	112
§ 3-1 集成电路彩色电视机的组成	32	第九章 集成电路解码器	115
§ 3-2 解码器的工作过程	34	§ 9-1 中规模集成解码电路	115
§ 3-3 集成电路彩色电视机的类别	39	§ 9-2 大规模集成解码电路	137
第四章 开关稳压电源	42	第十章 整机电路实例分析	144
§ 4-1 开关稳压电源原理	42	§ 10-1 上海 Z-237-1A(TA 四片机)	144
§ 4-2 调宽式开关稳压电源的电路组成	43	§ 10-2 牡丹 TC-483D(AN 五片机)	147
§ 4-3 调宽式开关稳压电源实例(牡丹 TC-483D 电源)	44	§ 10-3 熊猫 3631A(带遥控的 AN 五片机)	162
§ 4-4 调频式开关稳压电源实例(上海 Z-237-1A 电源)	48	§ 10-4 飞跃 54C2Y21-1(带遥控的 TA 两片机)	162
§ 4-5 两片机应用的开关电源实例(飞跃 51C2Y-2 电源)	51	§ 10-5 红岩 SC-543(带遥控的 M- μ 两片机)	171
第五章 扫描电路	54	第十一章 彩色电视机新技术	186
§ 5-1 彩色电视机行场扫描电路的特点	54	§ 11-1 大屏幕电视机	186
§ 5-2 中规模集成扫描电路	54	§ 11-2 高清晰度电视(HDTV)	187
§ 5-3 大规模集成扫描电路	59	§ 11-3 数字电视机	188
第六章 彩色显像管及其附属电路	66	§ 11-4 卫星电视	189
§ 6-1 自会聚彩色显像管的结构与原理	66	§ 11-5 有线电视	190
§ 6-2 彩色显像管的调节	71		
§ 6-3 自动消磁电路(ADC)	74		
§ 6-4 枕形失真校正电路	74		

第一章 彩色电视概述

彩色电视机的作用是将天线接收到的高频彩色电视信号,经过选频、放大、解调等信号处理,转换为彩色图像与伴音。彩色电视机重现的图像色彩鲜艳,伴音悦耳动听,已成为人们生活中传递信息和娱乐的重要工具。

§ 1-1 彩色电视信号的发送

彩色电视信号是由电视台发出的,其发射过程和黑白电视信号基本相同,由摄像机将拍摄的画面变成视频信号,加入同步信号,再经发射机进行调制和放大,由天线发射出去。实验证明:自然界所有的彩色几乎都可用红(R)、绿(G)、蓝(B)三种基色按不同的比例合成;任何彩色均可分解为比例不同的红、绿、蓝三种基色。这就是“三基色原理”。根据这一原理,彩色画面就可以通过彩色摄像机转变为三种基色信号来传送,这就使彩色信号的传播处理大为简化,也使彩色电视成为现实。

现行的彩色电视制式与“黑白”兼容,传送的全彩色电视信号中除伴音信号外,既有彩色信号(称为“色度信号 F”),又含有黑白信号(称为“亮度信号 Y”),其中色度信号包含红、绿、蓝三种基色信号。为了使这些信号在传送过程中不互相串扰,就需要对这些信号进行特殊的组合处理——这在电视技术中称之为“编码”,完成编码功能的设备叫编码器。由于编码的方式不同,相应有不同的编码制式。世界上现行有三种彩色广播电视制式:NTSC(平衡正交)制、PAL(逐行倒相)制、SECAM(逐行传送彩色与贮存)制。我国彩色广播电视采用的是 PAL 制。卫星广播电视还有另外的制式。

彩色电视信号是通过一定的方式传送到用户的。目前,有以下三种传播方式。

1. 广播电视

这是各国电视台通用的传播方式。由电视台的摄像系统形成的已编了码的彩色电视信号,送入电视发射系统,经过调制和放大,形成高频彩色电视信号,通过发射天线,转变为相应的电磁波,向周围空间辐射,并规定了 VHF 和 UHF 频段作为广播电视频段。

彩色广播电视信号的传播过程如图 1-1 所示(见插页)。

2. 卫星广播电视

卫星广播电视是指利用地球同步卫星进行电视信号的传播。它先由地面发射站将电视信号转变为高频电磁波,传送到卫星广播的转发站;卫星转发站再将接收到的信号进行变频、放大,用定向天线向规定的地区发射。卫星广播电视系统如图 1-2 所示。卫星广播的特点是覆盖面广,一颗卫星发出的电视信号几乎可以覆盖我国的大部分地区。

3. 有线电视

它是指用同轴电缆来传送电视信号的电视系统,如图 1-3 所示。由于电视信号通过有良好屏蔽的同轴电缆传送,可以有效地消除外界干扰和接收地区障碍物的影响,用户接收到的是画面

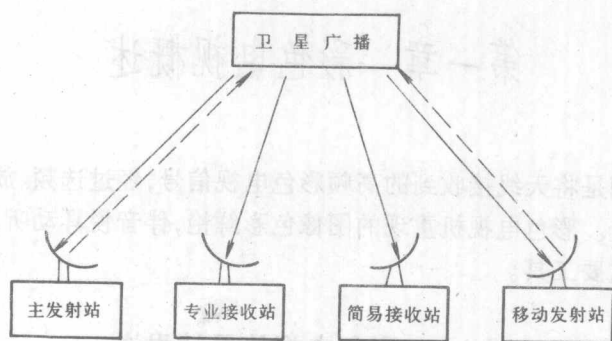


图 1-2 卫星广播电视系统

稳定、图像清晰、色彩丰富的电视节目,有线电视已成为各大城市电视发展的方向。

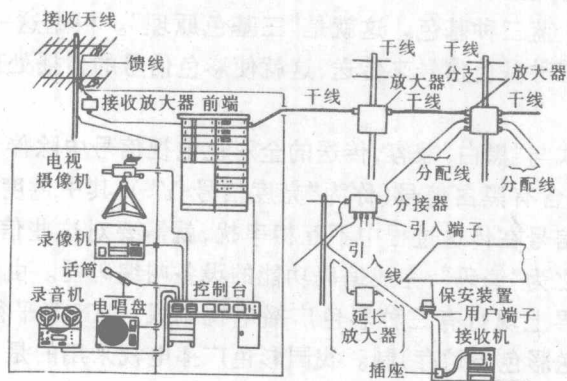


图 1-3 有线电视系统

目前,为了增加有线电视传播的信息量,减少损耗和提高可靠性,已逐渐用光导玻璃纤维(简称光纤)来代替同轴电缆作有线电视的干线,这也称为光缆电视。

§ 1-2 彩色电视信号的接收

彩色电视信号的接收过程也和黑白电视相同。其主要设备是接收天线和彩色电视机。

彩色电视机的作用、原理与黑白电视机基本上是相同的。它们都是将接收到的电视信号还原为图像与伴音。但由于彩色电视机重现的是彩色图像,因而在结构上有它的独特之处。图 1-4 所示是超外差式彩色电视机组成方框图。

由图可知,彩色电视机和黑白电视机相同的部分有:

(1)高频头 它选出所要接收的某一频道的全彩色电视信号,进行高频放大和混频,输出图像中频和伴音中频信号。

(2)中频放大 将混频级输出的中频图像信号和伴音中频信号进行放大。为保证后期输出

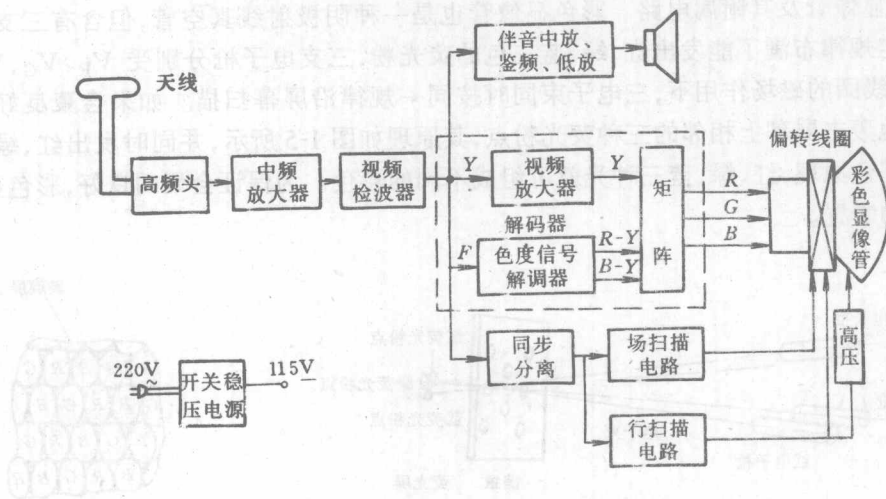


图 1-4 PAL 制彩色电视机方框图

的视频信号和同步信号的稳定,中放级都设有 AGC 电路和 ANC(自动噪声控制)电路。

(3)视频检波 从中频图像信号中检出视频全彩色电视信号,并产生第二伴音中频信号,其载频为 6.5MHz。

(4)亮度通道 在黑白电视机中称视频通道。亮度通道将从全彩色电视信号中分离出来的亮度信号(即黑白信号),进行放大、处理,以保证足够的幅度和频宽,使黑白图像的对比度、清晰度和灰度层次都达到技术要求。

(5)同步分离 从全彩色电视信号分离出行、场同步信号,以控制行、场振荡的频率与相位,使之与电视信号的行、场扫描信号同步。

(6)行、场扫描 分别包含振荡、激励、输出三大部分,各产生幅度足够、线性良好的行、场锯齿电流,输入到行、场偏转线圈,使显像管的电子束同时在屏幕上作水平方向与垂直方向的线性扫描,以形成线性良好的光栅。

(7)伴音通道 它包含伴音中放、鉴频与音频放大三大部分,对伴音中频信号(6.5MHz)进行放大、解调,再对解调出的音频信号进行功率放大,最后推动扬声器还原为伴音。

(8)电源 主电源将电网的交流电转变为稳定的、纹波小的直流电,彩色电视机一般采用开关式稳压电源,输出 110V 直流电压。副电源是将行脉冲通入到一体化的行输出变压器,经变压、整流取出高、中、低各种直流电压,彩色电视机使用的高压较高,在 20~30kV 之间。

由上述可见,彩色电视机包含了黑白电视机的所有部分,这就适应了兼容制的要求。

彩色电视机还包含了黑白电视机所没有的特殊电路和器件,主要有:

(1)解码器 解码器的作用和编码器恰好相反,它是把已编码的全彩色电视信号还原为三基色信号。全彩色电视信号经过亮度与色度分离,亮度信号 Y 通过视频放大器进行放大、处理;色度信号 F 通入色度解码电路,经过放大、分离、解调,输出红色差(R-Y)与蓝色差(B-Y)信号。这两种色差信号和亮度信号 Y,同时通入基色解码矩阵电路,就可解出 V_R 、 V_G 、 V_B 三基色信号。由于基色解码矩阵电路需通入 Y 信号,因此解码器广义来说,还包含亮度通道。

随着编码制不同,解码电路也不同,我国彩色电视机采用的是 PAL 制解码电路。

(2)彩色显像管及其附属电路 彩色显像管也是一种阴极射线真空管,但含有三支电子枪,屏幕上按一定规律布满了能发出红、绿、蓝三色的荧光粉,三支电子枪分别受 V_R 、 V_G 、 V_B 调制,在行、场偏转线圈的磁场作用下,三电子束同时按同一规律沿屏幕扫描。如果会聚良好,三电子束就有规律地轰击屏幕上相邻的三种荧光粉点,其原理如图 1-5 所示,并同时发出红、绿、蓝三种光。根据三基色原理,红、绿、蓝三种光就可组成不同的彩色。为保证会聚的良好,彩色显像管装有校正会聚的装置。

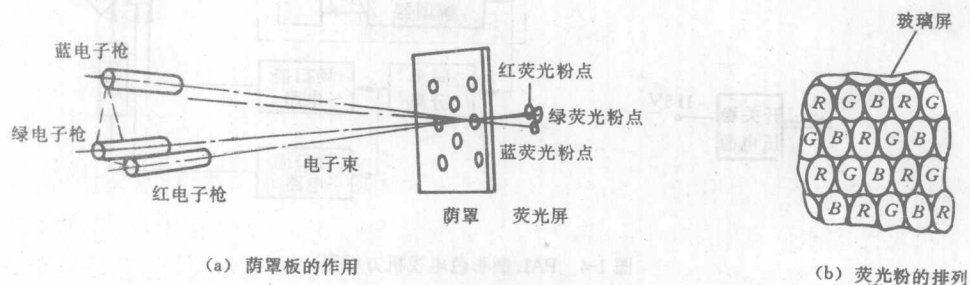


图 1-5 彩色显像管显像的工作原理

本章小结

1. 彩色摄像机把拍摄的彩色画面转换为红(R)、绿(G)、蓝(B)三种基色信号,通过编码器编成一定制式的全彩色电视信号,再经过电视发射器进行调制、放大,转换成高频彩色电视信号。
2. 高频彩色电视信号的传播有三种方式,从而形成三个电视系统:有线电视、广播电视与卫星电视。后两者同是用无线电波传播,但使用的频段与路径不同。
3. 彩色电视机与黑白电视机相比有共同点:都是把高频电视信号转变为图像和伴音,都有高频调谐器、中放、视频检波、视频放大、伴音通道、扫描电路与电源等电路。但彩色电视机接收的是彩色信号,重现的是彩色图像,因此彩色电视机含有解码器、彩色显像管及附属电路等特殊电路。
4. 在学习本书时应抓住彩色电视的特点,着重学习编码过程、解码原理和解码器、彩色显像管及附属电路,以及改进彩色电视机性能的新电路、新器件。

思考与练习题

1. 简述全彩色电视信号的形成过程。
2. 广播电视、有线电视和卫星电视,它们传播彩色电视信号的方式有何不同?
3. 比较彩色电视机与黑白电视机,在结构上有何异同之处?

第二章 彩色电视信号

彩色电视机是把彩色电视信号转换成彩色图像和声音的一种设备。要了解彩色电视机的原理,首先要了解彩色电视信号的组成和特点。

§ 2-1 彩色和视觉

一、光和色

光是一种客观存在的物质,是一种电磁波。其属性和无线电波一样,以 $3 \times 10^8 \text{m/s}$ 速度在空间传播,可见光的频率范围为 $4 \sim 8 \times 10^{14} \text{Hz}$,波长范围自 $380 \sim 780$ 纳米(纳米的英文符号是 nm , $1 \text{nm} = 10^{-9} \text{m}$)。由图 2-1 可见,无线电波、红外线、可见光等都是电磁波,光是电磁波“家族”中的一个成员。

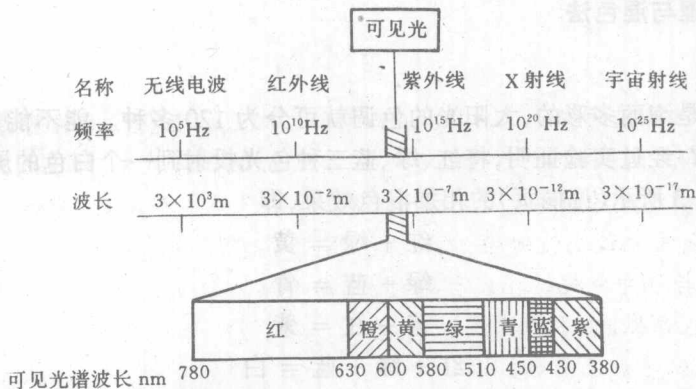


图 2-1 电磁波谱

色来源于光,一定范围波长的光作用于人的视神经,就产生一种色觉。例如,波长 400nm 左右的光,作用于人眼,就产生紫色的感觉; 700nm 左右的光,作用于人眼,就产生红色的感觉。

太阳是自然界中色调最丰富的光源。它发出的白光包括了自然界的一切可见光。让它的光束透过三棱镜就会分解出红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等一系列彩色光。如图 2-2 所示,这些光构成光谱。光谱上的彩色称为谱色光,它是不可再分解的单色光。

由此可见,光是一种客观存在的物质,色是人眼对光这种物质的视觉反映,所谓“目遇之而成色”。

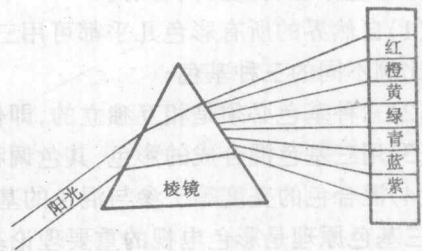


图 2-2 太阳光的分解

二、彩色的三要素

任何一种彩色,都可由亮度、色调、色饱和度这三个参量来确定,这称为彩色三要素。

1. 亮度

亮度表示彩色引起人的视觉的明亮程度,即彩色的明暗程度。它由发光体的发光强度来确定。

2. 色调

色调表示彩色的种类。红、橙、黄、绿……各种不同的颜色,它们的区别就在于各自的色调不同。色调是由光的频率决定的,这是决定色的本质的一个参量。

3. 色饱和度

色饱和度表示彩色的深浅程度。同一色调的彩色,都有深、浅色之分,如红色有深红、粉红。深色的色饱和度高,浅色的色饱和度低。光的色饱和度的高低与彩色掺入的白光成分有关。完全不掺白光的色饱和度最高,定为 100%。掺入白光成分越多,饱和度越低,如掺入一半白光,色饱和度为 50%,实际上自然界的彩色都是非饱和色。

色调和色饱和度又称为色度,它描述了彩色的固有属性,既表明了彩色的种类,又表明了彩色的深浅。

三、三基色原理与混色法

1. 三基色原理

世界上的色彩是绚丽多彩的,太阳光的色调就可分为 120 多种。能不能用几种单色光合成其它的所有彩色呢?经过实验证明,将红、绿、蓝三种色光投射到一个白色的屏幕上,调节它们的比例,可得到如图 2-3 所示(见插页)的相加混色效果,即

红 + 绿 = 黄

绿 + 蓝 = 青

蓝 + 红 = 紫

红 + 绿 + 蓝 = 白

调节三种色光的不同比例,几乎可以混合出自然界所有的彩色。用来混色的三种单色光称为基色。用三基色可以混合成其它彩色的原理称三基色原理。在电视技术中,以红(R)、绿(G)、蓝(B)为三基色,红光的波长取 700nm,绿光的波长取 546.1nm,蓝光的波长取 435.8nm。

三基色原理的主要内容有:

(1)自然界的所有彩色几乎都可用三种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,即任一基色不能由另两种基色混合而成;

(3)用三基色混合成的彩色,其色调和饱和度皆由三基色的比例决定;

(4)混合色的亮度等于参与混色的基色的亮度的总和。

三基色原理是彩色电视的重要理论基础。根据这一原理,要传送和重现自然界中的各种彩色,无需逐一去传送波长各异的各种彩色信号,这在实际上也是不可能的,而只要将各种彩色分解成不同比例的三基色,并只传送这三基色信号。在彩色重现时将这比例不同的三基色信号相

加混色,即可产生相同彩色视觉效果。这就大大简化了传送和重现彩色图像的过程,使彩色电视成为现实。它也使理论分析大为简化,比如分析白光,物理学上分析它是由频率十分丰富的连续光谱组成,但在彩色电视中,可将白光视为只含红、绿、蓝三种光谱成分。

2. 混色法

由三基色原理可知,用不同份量比例的三种基色,可直接混合出各种其它彩色,这称为直接相加混色法。此外,还有间接相加混色法,主要有两种形式:

(1)空间混色法 将三种基色同时投射到屏幕的三个邻近点上,当三个相邻点足够近时,由于人眼的分辨率的限制,三种色就象同时投射到同一点一样,会产生相加混色效应。这称为空间混色法。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 将三基色轮换交替地投射于同一屏幕表面,只要轮换的速度足够快,由于人眼视觉暂留作用,看起来也象三基色直接相加的效果一样。这称为时间混色法。顺序传送制的彩色电视机,就是应用这一原理制造的。

在图 2-3 中,红光+绿光=黄光,这与绘画时将红、绿两种颜料混合产生的彩色不相同。这是由于图 2-3 所示的是色光的直接相加混合,而颜料的混合色则是色光相减混合,这是由颜料的吸色性质决定的。如黄色颜料,它能吸收蓝色。在白光照射下它将蓝光吸收,而反射红光与绿光,经混合后呈现黄色。因此在相减混色中,是以黄、青、紫为三基色的,其混色效果如图 2-4 所示(插页)。

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

3. 彩色三角形

三基色的混色效应可以用一个等边三角形直观地表示,这个三角形的顶点就是三基色,如图 2-5 所示。这个三角形的意义是:

(1)三角形的边 是由其对应两顶点的基色组成的混色线。如红与绿组成的边,代表了红与绿组成的各种彩色,其中点是由两者等量配成的黄色,黄与红之间的是橙色,黄与绿之间是草绿色。因此由三基色混合的各种彩色,都在这个三角形的边上,其饱和度为 100%。

(2)三角形的重心 是由红、绿、蓝等量组成,为白色。

(3)过三角形的顶点和其对边中点的连线 是等色调线,这等色调线越趋向于重心,饱和度越低。由三基色组成的其它非饱和色,就在此三角形包围的范围内。

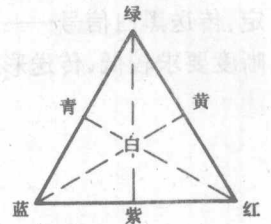


图 2-5 彩色三角形

四、人眼的视觉特性

人的眼球构造如图 2-6 所示,它和照相机相似。眼球前面的水晶体,相当于照相机的镜头;瞳孔相当于照相机的光圈;眼球后面的视网膜相当于照相机的底片。视网膜上充满了视神经细胞,它受到光刺激时就产生视觉。现代的研究还认为:

(1)视神经细胞有两种 杆状细胞和锥状细胞。杆状细胞对亮度敏感,能感受弱光,但无色觉。锥状细胞对彩色敏感,对强光也能产生亮度感。

(2)锥状细胞有三种 分别对红、绿、蓝光敏感,在辐射强度相等但彩色不同的光激发下,三种锥状细胞产生的亮度感觉是不一样的,图 2-7 是它们的光敏曲线。由图可知,三种色觉细胞分别对 540nm 的黄绿光、580nm 的红光和 440nm 的蓝光最敏感,但敏感度不一样,它们产生的亮

度比约为 100:10.7:3.8。黄绿光最高,蓝光最低。

(3)当三种色觉细胞同时接受红、绿、蓝三种光激发时,产生白色的色觉。可见人眼的三种色觉细胞也有混色效应。同时改变三种色的强度,就会得到明亮不同的亮度感。因此,图 2-7 的三种色光敏曲线的合成曲线,是人眼视觉的亮度曲线(图中用实线表示)。

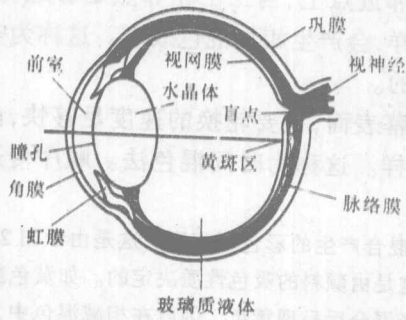


图 2-6 眼球的构造

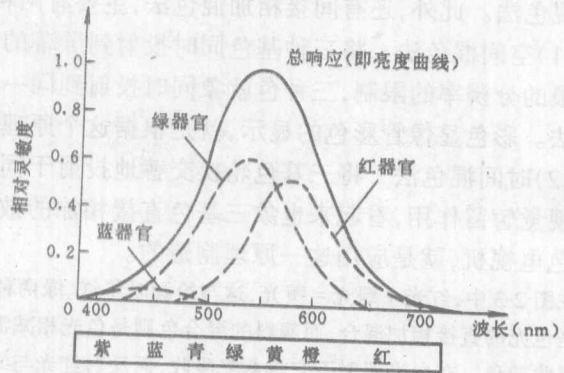


图 2-7 人眼的光敏曲线

(4)锥状细胞分辨细节的能力远低于杆状细胞。也就是说人眼的辨色能力远低于辨别亮度的能力。

我们知道,传送图像的清晰度越高,则图像信号的频带越宽。在黑白电视制式中已作出规定,传送黑白信号——即亮度信号的频带为 6MHz。由于人眼的辨色能力低,传送彩色信号的清晰度要求较低,传送彩色信号的频带只要求为 1.3MHz,就已满足要求。

§ 2-2 亮度信号与色差信号

一、彩色摄像机的光电转换过程

根据三基色原理,可将彩色图像分解为红、绿、蓝三种信号来传播。这个过程是由彩色摄像机来完成的。彩色摄像机的构造如图 2-8 所示。摄像机的分色棱光镜把要拍摄的彩色图像分解为 R、G、B 三种色光,这三种色光分别投射到三个摄像管的靶面上,由于靶面涂层物质的光敏效应,经过各管的电子束的扫描,就形成了代表三种信号的电流,在负载上就输出了三种电压: V_R 、 V_G 和 V_B 。

二、兼容制的要求

由于黑白电视的制式在彩色电视机出现以前已经制定,因此彩色电视的制式要求与黑白制式兼容,即黑白电视机能接收彩色电视节目(呈现黑白图像),彩色电视机也能接收黑白电视节目。为了实现兼容,则彩色电视台发出的彩色全电视信号应具备以下特点:

1. 既含有色度信号也含有亮度信号,色度信号代表彩色图像信号,亮度信号代表黑白图像

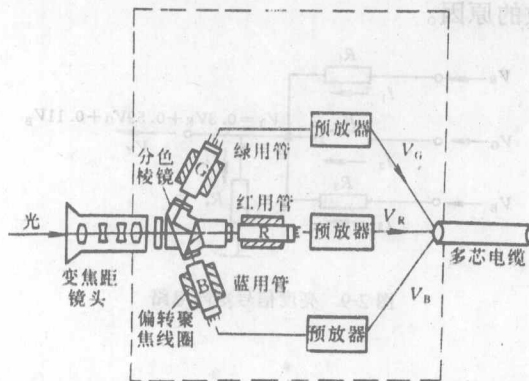


图 2-8 彩色电视摄像机

信号。

2. 和黑白电视信号共用一频道, 频带宽度、图像载频和伴音载频沿用黑白电视制式的规定。
3. 行、场同步信号和扫描制式与黑白电视制式相同。

三、亮度信号

由三基色原理可知, 白光可由红、绿、蓝三种基色光组成。强度不同的白光, 产生不同的亮度感, 因此亮度信号 Y 也可由红、绿、蓝三种基色信号组成。在电视系统中, 用显像三基色配出 1 单位白光量的关系式是:

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B \quad (2-1)$$

0.35、0.59、0.11 分别是 R 、 G 、 B 的可见度系数。这表明三基色光在组成亮度中的作用是不同的, 绿的最大, 占 59%, 蓝的最小, 占 11%, 这是由于人眼对三基色的亮度感不同引起的。

式(2-1)称为亮度方程, 它表明显像三基色量与合成亮度之间的关系, 在彩色电视中有着重要的作用。

这个公式可表达为亮度电压方程

$$V_Y = 0.30V_R + 0.59V_G + 0.11V_B \quad (2-2)$$

由彩色摄像机输出的三基色信号, 通过一种线性组合运算电路——矩阵电路, 使三基色按式(2-2)组合, 便可产生亮度信号。

最简单的亮度矩阵电路是电阻矩阵电路, 其组成如图 2-9 所示。

只要 $\frac{R_4}{R_1} = 0.30$, $\frac{R_4}{R_2} = 0.59$, $\frac{R_4}{R_3} = 0.11$, 就满足亮度方程

$$V_Y = 0.3V_R + 0.59V_G + 0.11V_B$$

如将 $V_R = V_G = V_B = 1V$ 定为信号的幅值, 代入式(2-2):

$$V_Y = 0.30 \times 1 + 0.59 \times 1 + 0.11 \times 1 = 1V, \text{ 对应的亮度为白色。}$$

如将 $V_R = V_G = V_B = 0$ 定为信号的最小值, 代入式(2-2), 则 $V_Y = 0$, 对应的亮度为黑色。

当 V_R 、 V_G 、 V_B 取 1 或 0 之间的其它数值时, 则产生黑与白之间的不同的灰度。所以产生亮度信号的条件是 V_R 、 V_B 、 V_G 取相同值, 这也就是把式(2-1)中的 V_R 、 V_G 、 V_B 前的系数 0.30、

0.59、0.11 称为可见度系数的原因。

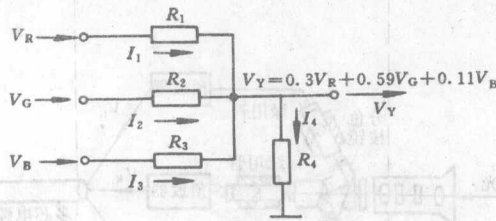


图 2-9 亮度信号矩阵电路

四、色差信号

彩色电视摄像机虽然输出 R 、 G 、 B 三基色信号,但彩色电视系统不传送基色信号而是传送两种色差信号:即 $V_R - V_Y$ 和 $V_B - V_Y$,分别用 V_{R-Y} 和 V_{B-Y} 来表示:

$$V_{R-Y} = V_R - V_Y = 0.70V_R - 0.59V_G - 0.11V_B \quad (2-3)$$

$$V_{B-Y} = V_B - V_Y = -0.30V_R - 0.59V_G + 0.89V_B \quad (2-4)$$

为什么不传送基色信号而传送色差信号?

当传送黑白信号时, $V_R = V_B = V_G$,则上两色差信号都为零,消除了色度信号对亮度信号的干扰。

为什么不传送 V_{G-Y} 呢? 因为 $V_{G-Y} = -0.30V_R + 0.49V_G - 0.11V_B$,幅度小,传送时信噪比小。而 V_{G-Y} 又可由 V_{R-Y} 和 V_{B-Y} 合成,这是由于

$$V_Y = 0.30V_R + 0.59V_G + 0.11V_B$$

两边减去 V_Y ,即得

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

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

即

$$V_{G-Y} = -0.51V_{R-Y} - 0.19V_{B-Y} \quad (2-5)$$

发射时只需传送 V_{R-Y} 与 V_{B-Y} ,接收机接收此两种信号后,通过矩阵电路按式(2-5)可合成 V_{G-Y} 信号。

五、彩条信号

彩条信号是一种标准测试信号。它显现在彩色电视机屏幕上是一组包含八种彩色的等宽竖条,其彩色排列顺序按亮度递减从左到右依次为:白、黄、青、绿、紫、红、蓝、黑。彩条信号常用作校正彩色电视机工作状态的标准信号,熟悉彩条信号的波形对彩色电视机的检测是十分重要的。

彩条信号是由 V_R 、 V_G 、 V_B 三种基色电压波形组成的。若把它们和白条对应的电平定为 1,黑条对应的电平为零,则彩条中含有的 V_R 、 V_G 、 V_B 值如表 2-1 所示。其波形见图 2-10(a)、(b)、(c)。

彩条信号的各彩条对应的亮度信号和色差信号电平,也可由相关的公式计算出来。由亮度方程可知:

$$V_Y = 0.30V_R + 0.59V_G + 0.11V_B$$

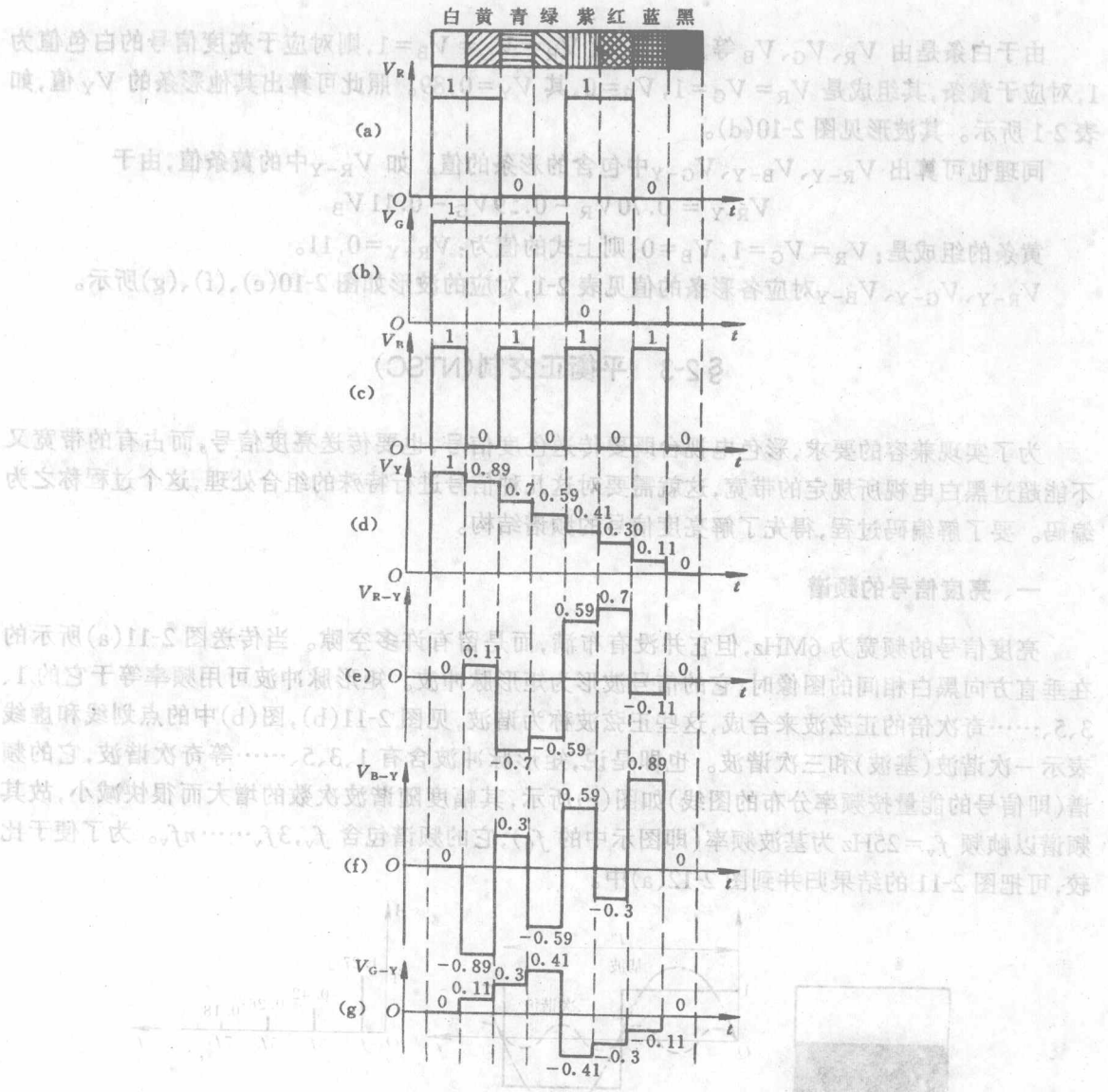


图 2-10 彩条信号

表 2-1 彩条信号的电平值

信号 色 条	V_R	V_G	V_B	V_Y	V_{R-Y}	V_{G-Y}	V_{B-Y}
白	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0	0
黄	1.00	1.00	0	0.89	0.11	0.11	-0.89
青	0	1.00	1.00	0.70	-0.70	0.30	0.30
绿	0	1.00	0	0.59	-0.59	0.41	-0.59
紫	1.00	0	1.00	0.41	0.59	-0.41	0.59
红	1.00	0	0	0.30	0.70	-0.30	-0.30
蓝	0	0	1.00	0.11	-0.11	-0.11	0.89
黑	0	0	0	0	0	0	0