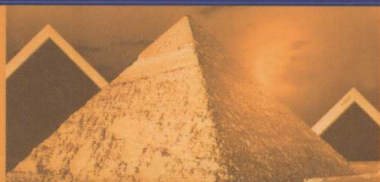




高职高专“十一五”电子信息类专业规划教材

彩色电视机 原理与维修



林春方 主 编

赠送电子教案等



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

CAISE DIANSHIJI YUANLI YU WEIXIU

高职高专“十一五”电子信息类专业规划教材

彩色电视机原理与维修

主 编 林春方

副主编 张仁霖 樊廷中

参 编 高金玉 方庆山 高 平

主 审 张永生



机械工业出版社

本书系统地介绍了彩色电视机的原理与维修技术。全书共分 13 章, 内容包括: 色度学的基本知识, 电视信号和电视制式, 电视机基本原理, 彩色电视机高频通道与故障检修, 图像中频通道、伴音通道与故障检修, 彩色解码器电路与故障检修, 显像管及其外围电路与故障检修, 扫描电路与故障检修, 开关电源电路与故障检修, 遥控系统电路与故障检修, 整机电路分析, 平板显示技术和数字电视技术。

本书介绍了彩色电视机及大屏幕彩色电视机的基本电路和遥控系统的原理, 常见故障的检修方法与技巧, 典型的东芝两片机芯、LA76810A 单片机芯以及 TDA9380 超级芯片机芯电路分析, 介绍了目前最新的液晶电视接收机、等离子体电视机等平板显示技术及数字电视技术。

本书力求理论与实际维修技术相结合, 简明易懂, 可作为高职高专院校、成人教育和中等职业学校的电子类专业或相关专业教材, 亦可作为电子技术、家电维修培训教材以及工程技术人员、家电维修人员的参考用书。

为方便教学, 本书配有免费电子教案, 凡选用本书作为教材的学校, 均可来电索取, 咨询电话: 010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

彩色电视机原理与维修/林春方主编. —北京: 机械工业出版社, 2008. 1

高职高专“十一五”电子信息类专业规划教材

ISBN 978-7-111-22060-2

I. 彩… II. 林… III. ①彩色电视—电视接收机—理论—

高等学校: 技术学校—教材②彩色电视—电视接收机—

维修—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN949. 12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 119946 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: 于 宁 责任编辑: 曲世海 版式设计: 冉晓华

责任校对: 陈延翔 封面设计: 王伟光 责任印制: 洪汉军

北京铭成印刷有限公司印刷

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16. 25 印张 · 6 插页 · 399 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-22060-2

定价: 25. 00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010)68326294

购书热线电话: (010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010)88379758

封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材是高职高专“十一五”电子信息类专业规划教材。本教材紧密结合高职高专教育的特点,主动适应社会实际需要,突出应用性、针对性,加强实践能力的培养。在编写上,力求做到淡化理论,够用为度,基本知识简练准确,条理清楚,实用性强。能够将知识点与能力点有机结合,注重培养学生的工程应用能力和解决现场实际问题的能力。

电视机这门课程是实践性很强且技术要求很高的一门课程,要求学生不仅要学习电视机的基本理论,而且要学习电视机的维修技术,学会用所学的理论知识去指导实际操作。在学时数较少、内容较多的前提下,为方便教师教学和学生自学,在内容安排上,除讲清楚彩色电视机基本工作原理、彩色电视机各组成部分的电路原理分析及故障检修方法以外,单独用一章来分析整机电路。通过几种精选的具有代表性的整机电路的分析,一方面可以让学生加深对电视机整机电路的了解,另一方面也可以让学生学会分析各种整机电路的方法。

本教材参考学时为96学时,共分13章,前3章主要介绍彩色电视机的基本理论知识,电视信号传输的基本原理以及黑白、彩色电视机的原理框图。内容涉及到视觉特性、三基色原理、电视机系统的组成、扫描与同步、电视信号的发送、三种基本彩色电视传输制式的原理、编码与解码以及电视接收机的整机结构等。第4~10章主要介绍彩色电视机各组成部分的电路分析以及常见故障的检修方法。内容包括高频调谐器、图像通道、伴音通道、彩色解码器、显像管及其外围电路、扫描电路、开关电源电路和遥控系统等典型电路的分析与故障检修。第11章分析了典型的东芝两片机芯、LA76810A单片机心和TDA9380超级芯片机芯电路。第12、13章介绍了目前最新的液晶电视接收机、等离子体电视机等平板显示技术及数字电视技术。

本教材由林春方老师任主编,负责全书的统稿工作,并编写了第1~3章,高金玉老师编写了第4章,方庆山老师编写了第5、6章,高平老师编写了第7、8、10章,樊廷中老师编写了第9章,张仁霖老师编写了第11~13章。全书由安徽电子信息职业技术学院张永生老师主审。

为方便教学,本书配有免费电子教案,凡选用本书作为教材的学校,均可来电索取,咨询电话:010-88379375。

由于编者水平有限,经验不足,书中错误之处恳请广大读者批评指正。

编 者

III

目 录

前言

第1章 色度学的基本知识 1

1.1 光和色的基本知识 1

1.1.1 可见光的特性 1

1.1.2 物体的颜色 2

1.2 人眼的视觉特性 2

1.2.1 视觉灵敏度 2

1.2.2 视觉范围与亮度感觉 2

1.2.3 人眼的分辨力 3

1.2.4 视觉惰性 3

1.3 三基色原理 4

1.3.1 彩色三要素 4

1.3.2 三基色原理 4

1.3.3 混色法 5

1.3.4 亮度方程 6

本章小结 7

思考与习题 7

第2章 电视信号和电视制式 8

2.1 图像传送的基本概念 8

2.1.1 电视系统的基本组成 8

2.1.2 图像的分解与顺序传送 8

2.1.3 光和电的转换 9

2.2 电视扫描的基本原理 10

2.2.1 逐行扫描 10

2.2.2 隔行扫描 11

2.3 黑白全电视信号 13

2.3.1 图像信号 13

2.3.2 复合消隐信号 13

2.3.3 复合同步信号 14

2.3.4 开槽脉冲与均衡脉冲 15

2.3.5 全电视信号 15

2.4 电视信号的发送 17

2.4.1 图像信号的调幅 17

2.4.2 伴音信号的调频 19

2.4.3 射频电视信号 19

2.4.4 电视频道的划分 20

2.5 彩色电视信号的传输 22

2.5.1 黑白、彩色电视的兼容 23

2.5.2 亮度信号与色差信号 23

2.5.3 频带压缩与频谱间置 24

2.5.4 兼容后的射频全电视信号 25

2.6 彩色电视制式 25

2.6.1 NTSC 制 25

2.6.2 PAL 制 31

2.6.3 SECAM 制 35

本章小结 36

思考与习题 37

第3章 电视机基本原理 38

3.1 黑白电视机的基本原理 38

3.2 彩色电视机的基本原理 42

3.2.1 彩色电视机的组成原理 42

3.2.2 彩色电视机常用的自控电路 44

3.2.3 彩色电视机的主要技术指标 46

3.3 红外线遥控彩色电视机的基本 原理 47

本章小结 48

思考与习题 48

第4章 彩色电视机高频通道与故障 检修 50

4.1 高频通道的组成与作用 50



4.1.1 高频调谐器的组成	50	6.2 亮度通道	71
4.1.2 高频调谐器的分类	50	6.2.1 亮度通道的基本原理	71
4.2 高频调谐器的工作原理与性能要求	51	6.2.2 TA7698AP 中的亮度通道	74
4.2.1 高频调谐器的工作原理	51	6.3 色度通道	76
4.2.2 高频调谐器的性能要求	55	6.3.1 色度通道的基本原理	76
4.3 常见故障检修	55	6.3.2 TA7698AP 中的色度通道	77
4.3.1 故障现象	55	6.4 制式转换	81
4.3.2 检测要点	56	6.5 彩色解码器常见故障与检修	82
4.3.3 更新或代换高频头的操作要点和注意事项	56	6.5.1 TA7698AP 解码器	82
本章小结	56	6.5.2 常见故障分析与检修	82
思考与习题	57	本章小结	85
第5章 图像中频通道、伴音通道与故障检修	58	思考与习题	85
5.1 概述	58	第7章 显像管及其外围电路与故障检修	87
5.1.1 图像中频通道的作用和性能要求	58	7.1 显像管的结构及基本原理	87
5.1.2 伴音通道的作用和性能要求	60	7.1.1 黑白显像管的结构与基本原理	87
5.2 信号流程	61	7.1.2 彩色显像管的基本原理及性能要求	88
5.2.1 图像信号的处理	61	7.1.3 自会聚彩色显像管	89
5.2.2 伴音信号的处理	61	7.1.4 全方形屏幕彩色显像管	90
5.3 前置中频处理电路	62	7.2 偏转系统、消磁线圈及会聚磁铁组合体	91
5.3.1 声表面波滤波器	62	7.2.1 偏转系统	91
5.3.2 典型前置中频处理电路	63	7.2.2 消磁线圈与自动消磁电路	91
5.4 彩色电视机图像中频通道及伴音通道	63	7.2.3 会聚磁铁组合件	92
5.4.1 TA7680AP 的引脚与功能框图	63	7.3 显像管附属电路	93
5.4.2 TA7680AP 的图像中频通道	64	7.3.1 黑白显像管附属电路	93
5.4.3 TA7680AP 的伴音通道	67	7.3.2 彩色显像管附属电路	95
5.5 常见故障分析与检修	68	7.4 末级视放电路的故障检修和调整	97
5.5.1 中频通道的故障分析与检修	68	7.4.1 末级视放电路的工作原理与元器件作用	97
5.5.2 伴音通道的故障分析与检修	69	7.4.2 末级视放电路的故障检修	98
本章小结	70	7.4.3 白平衡不良的调整	100
思考与习题	70	7.5 色纯不良的检修与彩色显像管的更换	101
第6章 彩色解码器电路与故障检修	71	7.5.1 色纯不良的检修	101
6.1 概述	71	7.5.2 彩色显像管的更换	102



本章小结	103	9.2.3 稳压调节电路	130
思考与习题	103	9.2.4 待机控制电路	130
第8章 扫描电路与故障检修	105	9.2.5 保护电路	130
8.1 电视机扫描电路的技术要求		9.3 串联型调宽式开关稳压电源	131
与组成	105	9.3.1 整流滤波和自动消磁电路	131
8.1.1 扫描电路的技术要求	105	9.3.2 自激振荡过程	131
8.1.2 电视机扫描系统的组成	105	9.3.3 稳压调节电路	133
8.2 同步分离电路与场扫描电路	106	9.3.4 脉冲整流滤波电路与保护	
8.2.1 同步分离电路	106	电路	134
8.2.2 场扫描电路的原理	106	9.3.5 元器件损坏后的故障现象	
8.2.3 黑白电视机中的场扫描电路	107	分析	134
8.2.4 彩色电视机中的同步分离及		9.4 开关电源的检修程序	134
场扫描电路	108	9.4.1 检测要点	134
8.3 行扫描电路	111	9.4.2 一般检测流程	135
8.3.1 基本原理	111	本章小结	135
8.3.2 电路分析	114	思考与习题	135
8.4 彩色电视机行扫描电路常见		第10章 遥控系统电路与故障检修	137
故障的检修	118	10.1 概述	137
8.4.1 常见的故障现象	118	10.2 彩电遥控系统的基本结构	138
8.4.2 检修注意事项	118	10.2.1 遥控发射器	138
8.4.3 检测方法 & 流程	119	10.2.2 遥控接收器	138
8.5 彩色电视机场扫描电路常见		10.2.3 接收机微处理器	139
故障的检修	121	10.2.4 接口电路	140
8.5.1 常见故障现象	121	10.2.5 频段译码器	140
8.5.2 检修注意事项	121	10.2.6 节目存储器	141
8.5.3 检测方法 & 流程	122	10.2.7 字符显示器与辅助电源	141
本章小结	123	10.3 三菱 M50436—560SP 遥控	
思考与习题	123	系统的应用	142
第9章 开关电源电路与故障检修	124	10.3.1 电压合成选台系统	144
9.1 开关稳压电源	124	10.3.2 模拟量控制接口电路	146
9.1.1 电路结构	124	10.3.3 屏幕字符显示电路	147
9.1.2 基本原理	125	10.3.4 供电电源电路	148
9.1.3 开关稳压电源的类型	126	10.4 I ² C 总线控制	149
9.1.4 减少开关电源干扰的方法	127	10.4.1 I ² C 总线系统的组成	149
9.2 并联型自激式开关稳压电源	127	10.4.2 I ² C 总线系统的控制功能	150
9.2.1 整流、滤波与自动消磁电路	129	10.4.3 I ² C 总线系统的数据传输	150
9.2.2 自激振荡电路	129	10.5 遥控电路的检修	152
		10.5.1 遥控电路检测的注意事项	152



10.5.2 遥控电路的检修方法	153	12.2.1 等离子显示屏概述	224
本章小结	156	12.2.2 彩色等离子显示器原理	225
思考与习题	156	12.2.3 彩色等离子显示器的驱动 集成电路	231
第11章 整机电路分析	157	12.2.4 接口电路	234
11.1 东芝两片机心电路分析	157	本章小结	235
11.1.1 电路组成	157	思考与习题	235
11.1.2 电源电路	160	第13章 数字电视技术	236
11.1.3 信号通道电路	164	13.1 数字电视概述	236
11.1.4 行、场扫描电路	169	13.2 电视信号的数字化	238
11.2 LA76810A 单片机心电路 分析	172	13.2.1 取样	238
11.2.1 电源电路	172	13.2.2 量化	238
11.2.2 小信号解码/处理电路	175	13.2.3 编码	239
11.2.3 微处理器控制电路	181	13.3 视频模/数和数/模转换器	241
11.2.4 行、场扫描电路	185	13.3.1 视频 A/D 的种类及主要技术 指标	241
11.2.5 伴音功放电路	188	13.3.2 视频 D/A 的种类及主要技术 指标	242
11.2.6 视频放大电路	189	13.3.3 A/D 转换实际电路举例	242
11.3 TDA9380 超级芯片心电路 分析	189	13.4 数字信号传输技术	243
11.3.1 电源电路	191	13.4.1 数字调制技术	243
11.3.2 小信号解码/处理电路	197	13.4.2 数字同步原理简介	244
11.3.3 微处理器控制电路	203	13.4.3 数字音频广播	244
11.3.4 行、场扫描电路	204	13.4.4 数字视频广播	246
11.3.5 伴音电路	206	本章小结	249
11.3.6 视频电路	211	思考与习题	250
本章小结	212	附录图(见文后插页)	
思考与习题	213	附图1 熊猫 DB44H3—3 型电视机 电路	
第12章 平板显示技术	214	附图2 康佳 T953 系列彩色电视机 电路原理图	
12.1 液晶电视接收机	214	附图3 康佳超级芯片“K”系列 彩色电视机 T2168K 的电 路原理图	
12.1.1 液晶显示技术的发展概况	214	参考文献	251
12.1.2 液晶的电光效应	215		
12.1.3 液晶显示器件的分类和使用 特点	216		
12.1.4 液晶矩阵显示器的驱动方式	218		
12.1.5 彩色液晶电视接收机	220		
12.2 等离子体电视机	224		

第1章 色度学的基本知识

学习目标：

掌握：可见光的特性，彩色三要素和三基色原理。

理解：相加混色法，色度三角形。

了解：视觉特性。

1.1 光和色的基本知识

1.1.1 可见光的特性

光是一种具有能量的物质，是一种频率很高的电磁波。其属性与无线电波一样，传播的速度为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。人眼可以看见的光叫可见光，对整个电磁波而言，可见光所占有的频带是很窄的。如图 1-1 所示，可见光的波长范围是 $380 \sim 780 \text{ nm}$ 。不同波长的光射入眼睛后可引起不同的彩色感觉，因而彩色

是一种视觉生理现象。波长为 700 nm 左右的光给人以红色的感觉；波长逐渐变短，感觉分别为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫，波长为 400 nm 左右的光给人眼的感觉是紫色。每种色带都有一个大致波长范围，可见光谱对色感呈单一的对应关系，但反过来，色感对光谱的对应关系不是唯一的。光谱完全不同的光，可使入

有相同的色感。如用波长为 540 nm 的绿光和 700 nm 的红光按一定比例混合，同时作用于人眼，则可以得到 580 nm 的黄光色感。通常把单一波长的光叫单色光，而把含有两种及两种以上波长的光称为复合光。

白色光是各种单色光的混合效应。太阳光给人以白色感觉，当它通过玻璃棱镜后，可以分解为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫一系列的彩色光，如图 1-2 所示。由此可见，太阳光谱包含全部可见光谱，白色光是一个复合

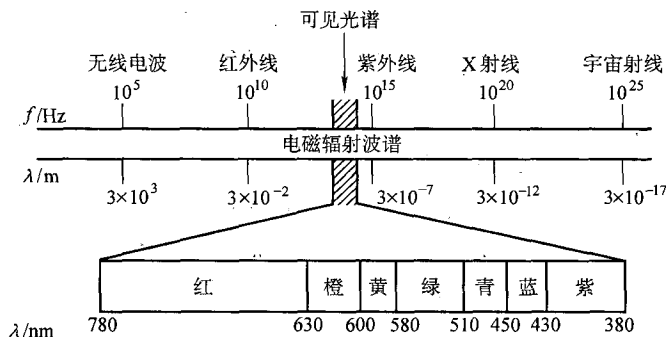


图 1-1 电磁辐射波谱

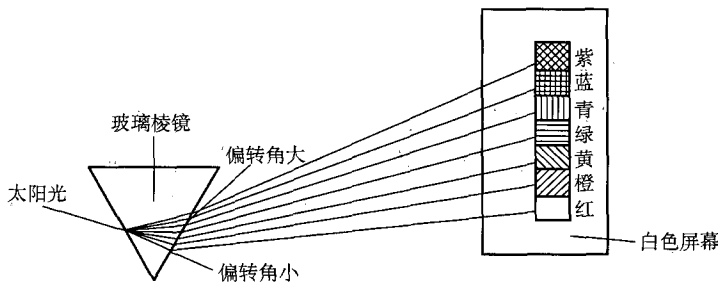


图 1-2 阳光的波谱



光, 由 7 种单色光复合而成。

1.1.2 物体的颜色

一般物体可分为发光体与非发光体两大类。发光体的颜色由它所发出的光谱所确定。非发光体所呈现的颜色, 是指该物体在特定光源照射下, 反射(或透射)的一定可见光谱成分作用于人眼而引起的视觉效果。例如, 当一块红布受到阳光(白光)照射后, 由于主要反射了其中红色光谱成分, 而吸收了其余的光谱成分, 则被反射的红光在人眼中将产生红色视觉效果, 使人感到这块布是红色的。

彩色感觉不但与物体本身对光的反射和吸收特性有关, 还与光源所含的光谱成分有关, 因此同一物体在不同光源照射下呈现的彩色也有所不同。例如, 红布在荧光灯或自然光下呈现红色, 而将其移到绿光灯下则呈黑色, 这是由于红布在绿光灯下吸收绿光而无反射光, 所以人感觉为黑色。

1.2 人眼的视觉特性

1.2.1 视觉灵敏度

人眼对不同波长光的敏感程度称为视觉灵敏度。实践证明, 在可见光的光谱范围内, 随着光波波长的改变, 不仅给人的颜色感觉不同, 而且亮度感觉也不同。

图 1-3 所示为国际上通用的人眼相对视敏度 $V(\lambda)$ 曲线。由图可见, 对于波长为 555nm 的黄绿光 $V(\lambda) = 1$, 亮度感觉最大; 对于其余波长的光 $V(\lambda) < 1$, 说明亮度感觉减弱。而在可见光谱范围之外, $V(\lambda) = 0$, 说明人眼已没有亮度感觉。

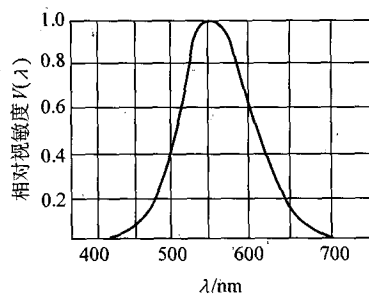


图 1-3 相对视敏度曲线

1.2.2 视觉范围与亮度感觉

视觉范围是指人眼在观察自然景物时所能感觉的亮度范围。一般来说, 这一范围非常宽, 但当人眼适应了某一环境的平均亮度后, 视觉范围就有一定的限度。例如, 在适当的平均亮度下, 人眼能分辨的亮度上、下限之比为 1000:1。当平均亮度很低时, 这一比值可能只有 10:1。通常将景物的最大亮度与最小亮度之比称为对比度。

人眼的明暗感觉是相对的, 在不同的环境亮度下, 对同一亮度的主观感觉并不一样。例如, 某人从 15W 灯光照明的房间突然进入 60W 照明的同等房间时会感觉到亮, 但若从 100W 照明的房间进入 60W 照明的同等房间就会感觉到暗。可见, 同样是 60W 照明的同等房间, 在适应了不同环境亮度的情况下, 就有不同的亮度感觉。因此, 电视机屏幕上重现出来的景物图像没有必要(也不可能)达到客观景物的实际亮度, 只要对比度相等, 就能给人以真实的亮度感觉。



1.2.3 人眼的分辨力

设在一块白色的屏幕上有两个相距很近的黑点，当观察者离开一定距离观看时，便分辨不出有两个黑点存在，只感觉到是连在一起的一个黑点。这一现象说明，人眼分辨景物细节的能力有一极限，我们将这种分辨细节的能力称为人眼的分辨力，它的定义是：眼睛对被观察物上相邻两点之间能分辨的最小距离所对应的分辨角 θ 的倒数，即

$$\text{分辨力} = 1/\theta$$

人眼最小的分辨角 $\theta_{\min}$ 与能分辨的相邻两点的距离 d 、视距 L 、亮度 B 等因素有关，也与照明强度有密切关系。在中等亮度的室内，正常视力的 $\theta_{\min}$ 约为 $1' \sim 1.5'$ 。

在电视技术中就是根据这个物理量，来决定扫描行数。设屏幕高度为 H ，一幅图像的扫描行数为 Z ，则有

$$Z \approx 3438 \frac{H}{\theta L}$$

取标准视距 L 为屏幕高度 H 的 4~6 倍，并取 θ 为 $1'$ 时，则可算得一幅图像应该取的扫描行数为 860~570 行。但考虑到一些技术和经济因素，目前世界上采用的标准扫描行数为 625 行和 525 行，我国采用 625 行。

人眼对彩色细节的分辨能力比对黑白(亮度)细节的分辨力要低。例如，黑白相同的等宽条子，远隔一定距离观看时，刚能分辨出黑白差别，如果用红绿相同的同等宽度条子替换它们，此时人眼已分辨不出红绿之间的差别，而是一片黄色。

1.2.4 视觉惰性

人眼的亮度感觉与实际亮度不是同步的。当一定亮度的光映入眼帘时，需要经过一短暂过程后才会形成稳定的亮度感觉。当光突然消失时，也要经过一短暂过程后，亮度感觉方能逐渐消失。人眼的这一视觉特性称为视觉惰性或视觉暂留。

当人眼受周期性光脉冲照射时，如图 1-4 所示，若光脉冲频率不够高时，则会产生一明一暗的闪烁感觉。当光脉冲频率增高到一定值时，人眼就觉察不到是脉冲光源，而是均匀的不闪烁光源的感觉。不引起闪烁感觉的最低重复频率称为临界闪烁频率。临界闪烁频率 f_0 与很多因素有关，其中最重要的是光脉冲亮度 B_{om} 。对电视机屏幕来说，当亮度约为 $B_{om} = 100 \text{ cd/m}^2$ (坎德拉/米²) 时， $f_0 \approx 45.8 \text{ Hz}$ 。

视觉惰性很早就电影技术中得到应用。电影片是由一幅幅静止的画面组合的，每幅画面上的内容在相对位置上有些改变，只要画面变动的速度足够快，由于视觉惰性，人眼对前一幅画面的感觉尚未消失时，后一幅图像已经到来，于是就会觉得画面中的动作是连续的。在放映电影时，每秒钟换 24 幅。为了克服闪烁感，采用每幅曝光两次的办法，使得每秒钟画面共出现 48 次，达到了临界闪烁频率。

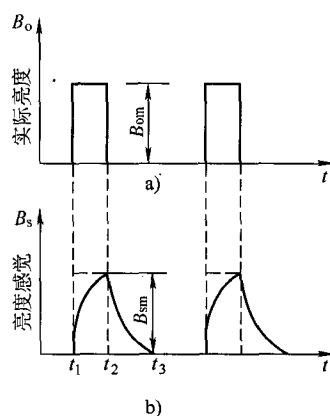


图 1-4 人眼的视觉惰性

同样，电视技术也是利用了人眼的视觉惰性，来确定场频。我国广播电视采用隔行扫



描, 规定场频 $f_v = 50\text{Hz}$ 。也正是人眼具有视觉惰性, 在电视技术中, 图像才可以采用顺序制传送。即将一幅图像分解为若干个像素, 传送图像时, 不必将所有制得的像素同时传送, 而只要快速地按顺序逐个传送像素就可以了。

1.3 三基色原理

1.3.1 彩色三要素

任一彩色光对人眼的视觉作用, 都可用亮度、色调及色饱和度这三个物理量来描述。这三个物理量称为彩色三要素。

亮度是指彩色光作用于人眼时所引起的明暗程度的感觉。物体的亮度由照射光和反射光的强度决定。对于同一物体, 照射的光越强, 反射光也越强, 则越亮; 反之则越暗。对于不同的物体, 在相同照射的情况下, 反射越强者越亮。此外亮度还与视敏度有关, 不同的彩色光即便强度相同, 分别照射到同一物体上也会产生不同的亮度。

色调是指彩色光的颜色类别。例如红、橙、黄、绿、青、蓝、紫, 分别表示不同的色调。色调取决于彩色光的光谱成分。如果改变彩色光的光谱成分, 就会引起色调的变化。发光物体的色调决定于它的辐射光谱成分, 而不发光的物体的色调, 则由该物体的吸收、反射特性以及它的照明光源特性共同决定。

色饱和度是指彩色光颜色的深浅程度。它与彩色光中含有的白光多少有关, 饱和度越高则颜色越深, 所含有的白光就越少; 反之, 饱和度越低则颜色越浅, 所含的白光也就越多。饱和度用百分数表示, 例如, 纯净绿色光的饱和度是 100%, 当掺入白光后饱和度变低; 当绿色光与白光强度相同时, 色饱和度为 50%。白光掺入越多, 颜色越浅, 色饱和度越低。显然白光的色饱和度为零。

通常把色调与色饱和度统称为色度。它既说明彩色的种类, 又说明彩色的深浅程度。在彩色电视系统中除要传输景物的亮度(可供黑白电视机接收)外, 还必须传送景物的色度。根据人眼的视觉特性, 电视机屏幕上不需要重显实际亮度, 只要对比度相同即可获得真实的亮度感觉。同样, 彩色复现时, 也不需要恢复原彩色所含的光谱成分, 而只须获得与原彩色相同的彩色感觉。

1.3.2 三基色原理

用三种不同颜色的单色光按一定的比例混合, 可得到自然界中绝大多数的彩色, 这一原理称为三基色原理, 具有这种特性的三个单色光叫基色光, 这三种颜色叫三基色。其主要内容是:

- 1) 三基色按一定比例混合, 可得到自然界中绝大多数彩色; 反之, 自然界中绝大多数彩色, 都可以分解为三基色。
- 2) 三基色必须是相互独立的, 即其中任一种基色都不能由其它两种基色混合得到。
- 3) 混合色的色调和色饱和度由三基色的混合比例决定。
- 4) 混合色的亮度等于三基色亮度之和。

三基色的选择在原则上是任意的。大量的实验表明, 在红色、绿色和蓝色的光谱区中选



择三个基色,由它们按适当比例混合可得到较多的彩色。因此,在彩色电视中,选用了红、绿、蓝作为三基色,红基色光波长为 700nm ,绿基色光波长为 546.1nm ,蓝基色光波长为 435.8nm ,该三色光统称物理三基色,常用各自的英文字母 R 、 G 、 B 表示。

彩色电视在利用了三基色原理后,就可以把传送五彩缤纷、瞬息万变的景物图像这一任务,简化为传送表征三基色的三个电信号。图 1-5 所示为彩色图像发送与接收示意图。由图可见,首先用分色系统将物体的颜色分解为三种基色,利用三只摄像管在扫描电路的作用下将三基色图像信号转变为三基色电信号,通过传送系统将代表三种基色分量的电信号传送出去,在接收端用接收到的三基色电信号分别去控制彩色显像管的三条电子束,在扫描电路的作用下,三条电子束分别轰击荧光屏上相应的荧光粉,使之呈现出三幅基色图像,由于三色荧光粉依空间位置紧密镶嵌在一起,利用人眼的视觉特性进行混色后,就能将被传送的景物图像重现出来。

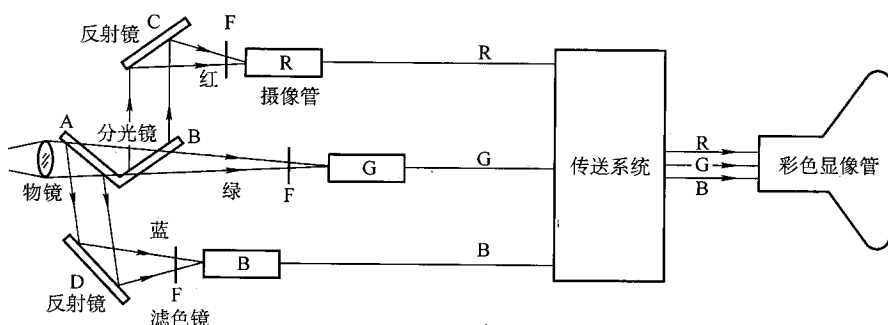


图 1-5 彩色图像的发送与接收示意图

1.3.3 混色法

利用三基色按不同比例混合来获得彩色的方法,称为混色法。为了说明彩色电视所采用的混色法,我们用等能量的红、绿、蓝三束单色光同时投射到白色屏幕上,屏幕上将出现一幅品字形的三基色圆图,如图 1-6 所示。由图可见:红色 + 绿色 = 黄色,红色 + 蓝色 = 紫色,绿色 + 蓝色 = 青色,红色 + 绿色 + 蓝色 = 白色,蓝色 + 黄色 = 白色,红色 + 青色 = 白色,绿色 + 紫色 = 白色。

若两种颜色相加混色即可得到白色,我们把这两种颜色称为互补色。可见,红、青互为补色,绿、紫互为补色,蓝、黄互为补色。

若改变它们之间的混合比例,就可得到各种颜色的彩色光。例如,当红光与绿光混合时,随着红光的比例由小到大变化,将依次产生绿、黄绿、黄、橙、红等色调的变化。同理,当红、绿、蓝三基色光以不同的比例混合时,将会得到各种较淡的颜色,即饱和度较低的色调,如淡青、淡绿、淡紫、淡红等。三基色的混色效应还可以用一个等边三角形直观表示,如图 1-7 所示。

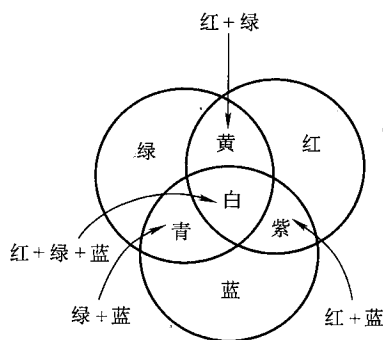


图 1-6 相加混色



这个三角形称为彩色三角形，它表示的意义如下。

1) 三角形的顶点为三个基色，每条边是其对应两端点基色以不同比例组成的混色线。例如，以红色和绿色为端点的那一条边代表了红、绿两基色组成的各种彩色，它的中点是由两者等量配成的黄色。由于三条边上各点的彩色都是100%饱和度的基色相加的结果，因此它们的饱和度都是100%。

2) 三角形的重心是由红、绿、蓝三基色等能量组成的白色，而三角形各顶点与其对边中点的连线必过三角形重心，即红与青、绿与紫、蓝与黄这三对互为补色也能构成白色。

3) 三条边上各点与重心的连线为等色调线，它越趋于重心，饱和度越低，故所有由三基色混合而成的非饱和色均在此三角形范围内。

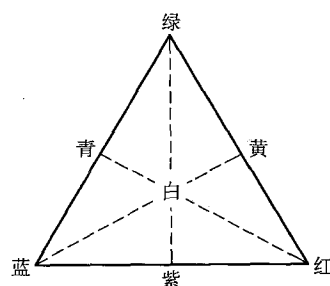


图 1-7 彩色三角形

彩色三角形可以帮助我们方便地推知三基色相加混合而形成的各种彩色的大致范围和相互关系，在实际工作中将有利于彩色电视机的调试与维修。

相加混色法除了上述直接混色法外，还有间接混色法，它是利用人眼的视觉特性进行混色的方法。间接混色法又可分为空间混色法、时间混色法和生理混色法。

空间混色法是同时将三种基色光分别投射到同一表面上邻近的三点上，只要这些点相距足够近，则由于人眼的分辨力有一定的限度，就能产生三种基色光混合的彩色感觉。空间混色法是同时制彩色电视的基础。

时间混色法是将三种基色光按一定顺序轮流投射到同一表面上，只要轮换速度足够快，则由于人眼的视觉惰性，将产生与三基色光直接混合时相同的彩色感觉。时间混色法是顺序制彩色电视的基础。

生理混色法目前尚未在彩色电视中采用。

1.3.4 亮度方程

将三基色混合时，除表现为一定的色调和色饱和度外，还呈现为一定的亮度。混合色的总亮度应当是三个基色亮度之和。由于彩色电视图像的彩色是靠彩色显像管荧光屏上的三种荧光粉在电子轰击下分别发出红、绿、蓝三种基色光而形成的，因此，在电视技术中的三基色应为显像三基色。为方便起见，将显像三基色直接写作 R 、 G 、 B 。考虑到人眼对各基色光的亮度感觉差异，经过理论的研究得出，混合光的总亮度（用 Y 表示）与三基色光的关系近似为

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

该式称为亮度方程，式中 Y 代表了彩色图像的亮度，它是黑白电视中的图像信号。

对于彩色电视中的标准彩条信号——白、黄、青、绿、紫、红、蓝、黑，其亮度分别为：

当 $R = G = B = 1$ 时，混合色为白色，其亮度 $Y = 0.30 + 0.59 + 0.11 = 1$ 。

当 $R = G = 1$ ， $B = 0$ 时，混合色为黄色，其亮度 $Y = 0.30 + 0.59 = 0.89$ 。

当 $G = B = 1$ ， $R = 0$ 时，混合色为青色，其亮度 $Y = 0.59 + 0.11 = 0.70$ 。

当 $G = 1$ ， $R = B = 0$ 时，为绿色，其亮度 $Y = 0.59$ 。

当 $R = B = 1$ ， $G = 0$ 时，混合色为紫色，其亮度 $Y = 0.30 + 0.11 = 0.41$ 。

当 $R = 1$ ， $G = B = 0$ 时，为红色，其亮度 $Y = 0.30$ 。



当 $B=1, R=G=0$ 时, 为蓝色, 其亮度 $Y=0.11$ 。

当 $R=G=B=0$ 时, 为黑色, 其亮度 $Y=0$ 。

标准彩条信号在黑白电视机中将显示八个不同亮度等级的灰度条, 从白逐渐变黑, 中间为不同程度的灰色。灰色所划分的能加以区分的亮度层次数, 称为灰度。灰度级别越高, 即亮度层次越多, 图像越清晰、逼真。

本章小结

1. 可见光的波长范围为 $380 \sim 780\text{nm}$, 随着波长的缩短, 给人的色感依次为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。物体所呈现的颜色不仅取决于物体表面对光的吸收、反射特性, 而且还与光源本身的特性有关。

2. 人眼的明暗感觉是相对的, 在适应了一定的平均亮度以后, 其视觉范围是有限度的, 因此, 电视机不需要重显原景物的真实亮度, 只须对比度相等即可达到真实的效果。人眼对彩色细节的分辨力低于对亮度细节的分辨力。人眼具有视觉惰性, 电视机图像正是利用了人眼的视觉惰性特性, 才得以实现活动图像的重显。

3. 自然界中几乎所有的彩色都可以利用红、绿、蓝三种基色按不同的比例混合而成, 彩色电视中图像的传送也是利用三基色原理进行的。混合色的总亮度应当是三个基色亮度之和, 亮度方程为 $Y=0.30R+0.59G+0.11B$ 。

思考与习题

1. 白光可以分解为哪些单色光?
2. 人眼看到的物体颜色与哪些因素有关? 如果将阳光照射下的黄色物体移到绿光灯下, 则会呈现何种颜色? 若受蓝光照射, 则又呈什么颜色呢?
3. 什么是彩色三要素? 它们是如何定义的?
4. 何为三基色原理? 彩色电视所用的相加混色方式有哪几种?
5. 简述彩色电视图像传送与接收的基本原理。
6. 试分析下面几种颜色相加混色后的结果:

黄色 + 紫色 + 青色 =

黄色 + 青色 + 红色 =

第2章 电视信号和电视制式

学习目标:

掌握: 黑白、彩色全电视信号的组成, 彩色电视制式。

理解: 电视扫描的基本原理, 电视信号的发送。

了解: 彩色电视信号的传输。

电视利用无线电技术, 可将静止或活动景物的图像和伴音信号远距离传送。它最突出的优点是使人们能在电视屏幕上观看现场情景。本章主要讨论电视信号的形成过程以及常用的彩色电视制式。

2.1 图像传送的基本概念

2.1.1 电视系统的基本组成

电视图像传送系统主要由摄像设备、传输信道、显像设备以及同步系统组成, 如图 2-1 所示。其基本工作过程是: 在图像的发送端通过摄像设备将景物进行图像分解, 即将景物图像各部分的明暗变化(光信号), 经过光—电转换变成电信号, 送入传输信道。传输信道可以是电缆构成的有线方式, 也可以是自由空间构成的无线方式。在图像的接收端, 再由显像设备将图像复合, 即将来自传输信道的电信号经电—光转换在屏幕上重现图像。同步系统使发送端和接收端的扫描实现同步。

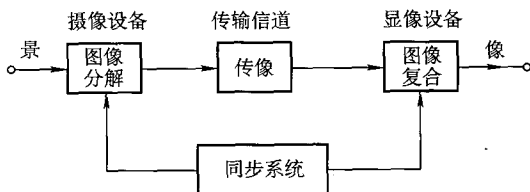


图 2-1 电视系统基本组成

2.1.2 图像的分解与顺序传送

如果用放大镜仔细观察印刷品上的画面或照片, 就会发现它们都是由许多紧密相邻、明暗不同的细小的点所构成的, 这些小点称为像素, 它是构成图像的基本单元。显然, 像素越小, 单位面积上像素数目越多, 图像就越清晰。

电视系统中将一幅图像分解成四十多万个像素。从理论上说, 可以同时将这些不同亮度的像素转变成不同强度的电信号, 每个电信号用一个传输信道发送出去, 接收端再把电信号转变成像素, 重现原来的图像。然而要同时传送几十万个像素的信息, 需要几十万个信道, 这显然是不可能的。

电视系统中实际采用顺序传送的方法, 即把各像素按一定顺序, 经摄像管的光—电转换, 变成电信号, 在同一个传输信道中依次传送出去。接收端经显像管的电—光转换, 再按



同样的顺序,将各电信号在对应的位置上转变成像素,进而形成图像。只要传送的速度足够快,就可以利用荧光屏发光材料的余辉特性和人眼的视觉惰性,在荧光屏上显示出完整而连续的活动的图像。这种顺序传送必须迅速而准确,每一个像素一定要在轮到它的时候才被发送和接收,而且接收端每个像素的几何位置与发送端必须一一对应。这种工作方式称为收、发同步工作,或简称同步。如果接收端画面的像素相对于发送端画面发生错位而不同步,则重现图像将发生畸变乃至什么也分辨不出来。可见,同步系统在电视中起着十分重要的作用。图 2-2 为单信道顺序传送图像示意图。开关 S_1 、 S_2 同步切换,使收、发两端像素位置一一对应。当发送端从左上角至右下角扫完一幅画面时,接收端亦同时显示完一幅。

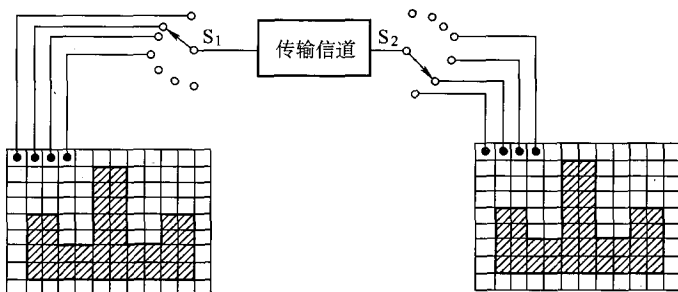


图 2-2 单信道顺序传送图像示意图

2.1.3 光和电的转换

图像的摄取与重现是基于光和电的转换原理。在电视系统中实现光—电转换的是摄像器件、实现电—光转换的是显像器件。下面以目前广泛应用的光电摄像管为例,简单说明光和电的转换过程。显像管将在第 7 章中详述。

1. 光电摄像管的结构

图 2-3 是内光电效应摄像管的结构图。它由光电靶、电子枪和玻壳等组成。在管外装有聚焦、偏转和校正线圈。电子枪包括灯丝、阴极、控制栅极、加速极(第一阳极)和聚焦极。

光电靶的外侧为光电导层,由蒸镀在信号板上的一层具有内光电效应的半导体光电材料所构成,它在无光照射时具有极高的电阻值,当受光照射时其电阻值下降,电阻率变化量与光通量成正比。所以靶面可以被具有一定截面积的扫描电子束分解成细小的像素(约 40 万个)。

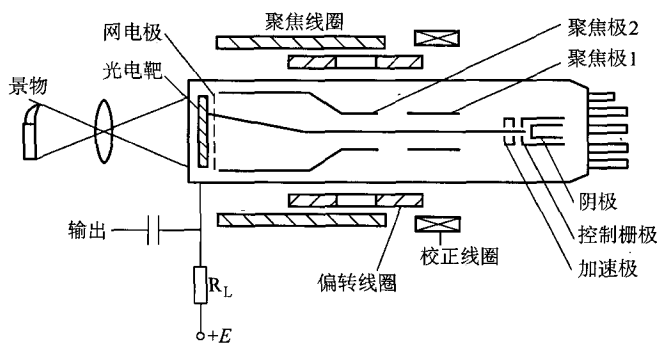


图 2-3 摄像管的结构

2. 光电摄像管的工作原理

被摄景物通过光学镜头成像于光电靶上,光像各部分的亮度不同,使光电靶上各部分的电阻值不同。与光像较亮部分对应的靶像素电阻较小;与光像较暗部分对应的靶像素电阻较大。于是就可以将光图像(亮度分布)变换成了电图像(各像素不同电阻值的分布)。

当扫描电子束有规律地扫过靶上各像素时,对应亮像素电流大,对应暗像素电流小,故负载上输出负极性图像信号(信号的高电平对应图像的低亮度,信号的low电平对应图像的高亮度)。