



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高职高专机电类专业规划教材

(电子信息类专业)

CAISE DIANSHI JISHU JI WEIXIU SHIXUN

CAISE DIANSHI JISHU JI WEIXIU SHIXUN

彩色电视技术 及维修实训

■ 何丽梅 黄永定 施德江 等编

赠电子教案、习题解答等



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专机电类专业规划教材

彩色电视技术及维修实训

何丽梅 黄永定 施德江 等编
毕恩兴 主审



机械工业出版社

本书以培养技能型人才为目标,按理论实践一体化教学方式编写。理论内容采用图文结合的方式,全面、系统地介绍了色度学、电视信号和电视制式等有关彩色电视技术方面的知识,对于彩色电视机各单元电路的工作原理,结合典型样机做了深入的剖析,特别强调了大屏幕彩色电视机中采用的各种数字技术及新型器件。同时,也介绍了有关数字电视、机顶盒、液晶电视以及等离子电视等方面的基本技术。

本书重点介绍有关彩电的实用维修技术和维修技巧,通过对各种电路的故障分析,掌握检测和维修的基本方法。每章均有配套的实训课题,书后有以案例教学方式编写的综合实训。本书编写中,参考了劳动部门颁发的职业资格证书和技能鉴定标准培训资料,并作了较好的贯通衔接。

本书适用于高等职业教育应用电子技术类专业的教学,也适合工人技术等级考核培训与家电维修培训使用。

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

彩色电视技术及维修实训/何丽梅等编. —北京:机械工业出版社, 2007.8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高职高专机电类专业规划教材

ISBN 978-7-111-22039-8

I. 彩… II. 何… III. 彩色电视-电视接收机-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 116459 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:霍永明 责任校对:樊钟英

封面设计:马精明 责任印制:杨曦

三河市宏达印刷有限公司印刷

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·23.25 印张·2 插页·563 千字

0001-4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-22039-8

定价:35.00 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) 68354423

封面无防伪标均为盗版

前言

PREFACE

目前我国已成为世界上彩电产量最大的国家,彩色电视机是应用新技术多、产品更新换代快的产品。近几年来新技术、新器件和新工艺的出现,使彩色电视机的性能和高新技术含量都有了很大的提高,彩电功能的增多使整机电路结构的复杂程度大大增加。同时,技术的成熟促进了生产规模的扩大和成本的降低,市场的销量也大幅度增加。54~74cm的普通彩电仍为市场的主流,高端产品中高清晰度数字电视机、大屏幕背投电视机、液晶电视机以及等离子电视机的社会拥有量也在迅速增加。

市场热销的同时也给售后服务和维修行业带来了许多新的问题和要求。从事生产、营销、售后服务和彩电维修工作是高等职业学校电子技术应用专业学生的就业方向,他们不但需要掌握彩电的工作原理与维修方面的基础知识,更需要不断地学习新的技术,熟悉新的器件,掌握新电路的维修特点。本书正是基于这样的市场形势和高等职业教育要求而编写的。

本书在总体策划上,按理论实践一体化教学方法的思路编写。在理论教学上,采用图文结合的方式,全面、系统地介绍了色度学、电视信号和电视制式等有关彩色电视技术方面的知识,对于彩色电视机各单元电路的工作原理,结合典型样机做了深入的剖析,特别强调了大屏幕彩色电视机中采用的各种数字技术及新型器件。同时,也介绍了有关数字电视、机顶盒、液晶电视以及等离子电视等方面的基本技术。

本书重点介绍有关彩电的实用维修技术和维修技巧,通过对各种电路的故障分析,掌握检测和维修的基本方法。每章均有配套的实训课题,书后有以案例教学方式编写的综合实训,增大了实训教学的课时比例。这些内容采用的是模块化结构,可以方便地调整教学顺序和时间。实训方法及步骤来自于编者多年教学实践的总结,文字与图表多为编者原创。

在本书的编写中,参考了劳动部门颁发的职业资格证书和技能鉴定标准培训资料,并作了较好的贯通衔接,尤其是每章配备了大量的练习思考题,这些题型和题目,大部分来自职业资格证书考核题库。书中部分章节中的技术资料,均来自维修与生产一线的实践经验,有很强的实用价值。

由于在实际维修中大多接触的是厂商提供的原机电路图,本书为了使讲授和实际维修衔接,对引用的原机电路图不予变动(有些与国家标准不一致,具体对应关系请参考相关资料),在此特别予以说明。

本书由何丽梅、黄永定、施德江等编写,黄永定统稿。参加编写的还有马良、王保平、王顺、程静涛、沈红、赵慧颖等。其中何丽梅编写第1~3章,施德江、马良编写第4~6章,王保平、王顺编写第7~9章,程静涛、沈红编写第10~12章,赵慧颖编写第13、14章。

李晓光、南寿松教授对本书进行了详细审阅，并提出了宝贵的修改意见；同时，本书还得到了韩广兴教授的帮助与指导，在此一并表示感谢。

本书由毕恩兴副教授主审。

彩色电视机是一种技术含量较高的电子产品，各种资料的时效性又很强，由于编者学识有限，书中难免有不妥与疏漏之处，欢迎读者批评指正。

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。

编 者

目 录

CONTENTS

前言

第1章 色度学基础知识 1

1.1 光和色的基本知识 1

1.1.1 光和色 1

1.1.2 彩色三要素 2

1.2 三基色原理和混色法 3

1.2.1 三基色原理 3

1.2.2 混色法 3

1.2.3 人眼的视觉特性 4

思考与练习 6

第2章 电视信号和电视制式 8

2.1 图像信号的产生和扫描体制 8

2.1.1 电视广播和彩色摄像机 8

2.1.2 摄像机的光电转换过程 10

2.1.3 扫描体制 11

2.2 彩色电视图像的亮度信号和色

差信号 13

2.2.1 兼容制的要求 13

2.2.2 亮度信号和色差信号 14

2.2.3 彩条信号 16

2.3 彩色电视信号的编码过程 17

2.3.1 NTSC制的编码过程 17

2.3.2 PAL制的编码过程 26

2.3.3 SECAM制的特点 29

2.4 彩色全电视信号的组成和

特点 30

2.4.1 彩色全电视信号的组成 30

2.4.2 彩色全电视信号的特点 32

2.5 射频电视信号的调制方式和

频谱 33

2.5.1 图像信号的调制 33

2.5.2 伴音信号的调制 34

2.5.3 电视频道的划分 34

2.5.4 电视接收天线 35

思考与练习 39

第3章 电视接收机的整机结构 42

3.1 黑白电视接收机的电路组成 42

3.1.1 扫描系统 42

3.1.2 信号系统 44

3.1.3 电源 45

3.2 彩色电视机的电路组成 45

3.2.1 公共通道 45

3.2.2 伴音电路 46

3.2.3 解码器电路 47

3.2.4 成像系统 47

3.2.5 彩色电视机的遥控系统 48

3.3 大屏幕多制式彩色电视机 50

3.4 彩色电视机实例 52

3.4.1 两片机心彩电 53

3.4.2 东芝TB1240单片机心彩电 56

3.5 实训1——电视机专用、常用元

器件的测试 57

3.5.1 实训目的 57

3.5.2 实训器材 57

3.5.3 实训内容与步骤 57

3.5.4 实训报告 67

3.6 实训2——电视机整机的拆卸

与组装 67

3.6.1 实训目的 67

3.6.2 实训器材 67

3.6.3 实训内容与步骤 68

思考与练习 71

第4章 高频调谐器 73

4.1 高频调谐器的组成与基本工作

原理 73

4.1.1 高频调谐器的组成与

性能要求	73	思考与练习	110
4.1.2 高频调谐器的基本工作原理	74	第6章 伴音通道	113
4.2 CATV 全频道电子调谐器	77	6.1 伴音通道电路的性能要求	113
4.2.1 电子调谐器的工作原理	77	6.1.1 伴音中放的性能要求	113
4.2.2 CATV 与 CATV 全频道电子调谐器	79	6.1.2 鉴频电路的性能要求	113
4.2.3 常用电子调谐高频头	81	6.1.3 音频放大电路的性能要求	114
4.3 高频通道常见故障分析与高频调谐器故障检修	84	6.2 伴音通道单元电路分析	114
4.3.1 高频通道常见故障分析	84	6.2.1 集成化伴音通道的基本组成和工作原理	114
4.3.2 高频调谐器故障检修	86	6.2.2 伴音制式切换电路的作用与原理	116
4.4 实训——高频调谐器的检测	88	6.2.3 陶瓷滤波器	117
4.4.1 实训目的	88	6.2.4 图像、伴音准分离电路	117
4.4.2 实训器材	88	6.3 伴音信号处理实用电路分析	118
4.4.3 实训内容与步骤	89	6.4 伴音通道的故障检修	122
4.4.4 实训报告	92	6.5 实训——伴音电路测试及常见故障检修	123
思考与练习	93	6.5.1 实训目的	123
第5章 图像中频处理电路	96	6.5.2 实训器材	123
5.1 图像中频处理电路的性能要求	96	6.5.3 实训内容与步骤	123
5.2 图像中频处理电路的组成	98	6.5.4 实训报告	125
5.2.1 中频滤波电路	98	思考与练习	125
5.2.2 集成图像中放电路与双差分同步检波电路	100	第7章 同步扫描电路	126
5.2.3 预视放和消噪电路	101	7.1 扫描电路的作用与组成	126
5.2.4 自动增益控制电路	102	7.1.1 扫描电路的作用	126
5.2.5 自动频率微调电路	103	7.1.2 行、场扫描电路的组成与性能要求	127
5.3 图像中频处理电路实例	104	7.2 行扫描电路	129
5.4 图像中频处理电路的故障检修	105	7.2.1 行振荡电路	129
5.4.1 图像中频处理电路的常见故障	105	7.2.2 行推动	129
5.4.2 图像中频处理电路的故障检修方法	107	7.2.3 行输出级的工作原理	131
5.5 实训——图像中频放大电路的检测	108	7.2.4 行扫描失真及其补偿	134
5.5.1 实训目的	108	7.2.5 扫描保护电路	137
5.5.2 实训器材	108	7.2.6 东/西枕形失真校正电路	139
5.5.3 实训内容与步骤	108	7.2.7 高、中压电路	140
5.5.4 实训报告	110	7.3 场扫描电路	142
		7.3.1 场振荡电路	142
		7.3.2 场推动和场输出电路	142
		7.4 同步分离电路	144
		7.4.1 同步分离电路的作用与组成	144

7.4.2 同步信号分离的过程	144	主要电路	180
7.4.3 同步控制的基本原理	145	8.5.2 副载波恢复实用电路分析	184
7.5 扫描电路实例分析	146	8.6 彩色电视接收机的制式 转换	184
7.5.1 行扫描电路分析	146	8.6.1 实现彩色电视制式转换需要解决 的问题	185
7.5.2 场扫描电路分析	148	8.6.2 彩色电视制式的识别与转换 原理	187
7.6 行扫描电路故障检修	150	8.7 大屏幕彩色电视机的 Y/C 分离 电路	190
7.6.1 行扫描电路常见故障及检修	150	8.7.1 Y/C 分离电路概述	190
7.6.2 行扫描电路的故障判断方法	152	8.7.2 数字式梳状滤波器 MC141628 简介	194
7.6.3 波形法检测行扫描电路	153	8.8 亮度通道与色度通道故障 检修	197
7.7 场扫描电路故障检修	154	8.8.1 亮度通道的故障检修	197
7.8 实训 1——行扫描电路的 检测	155	8.8.2 色度通道的故障检修	202
7.8.1 实训目的	155	8.9 实训 1——亮度电路检测	208
7.8.2 实训器材	155	8.9.1 实训目的	208
7.8.3 实训内容与步骤	155	8.9.2 实训器材	208
7.8.4 实训报告	157	8.9.3 实训内容与步骤	208
7.9 实训 2——场扫描电路的 检测	158	8.9.4 实训报告	209
7.9.1 实训目的	158	8.10 实训 2——彩色电视机色度 通道的检测	209
7.9.2 实训器材	158	8.10.1 实训目的	209
7.9.3 实训内容与步骤	158	8.10.2 实训器材	210
7.9.4 实训报告	159	8.10.3 实训内容与步骤	210
思考与练习	159	8.10.4 实训报告	210
第 8 章 亮度、色度信号 处理电路	162	思考与练习	211
8.1 PAL-D 制解压器	162	第 9 章 显像管及其附属电路	216
8.1.1 PAL-D 解压器的电路组成	162	9.1 显像管的结构与工作原理	216
8.1.2 PAL 制彩色解码电路及解码 过程	163	9.1.1 显像管的外部结构	216
8.2 NTSC 制与 SECAM 制的 彩色解码过程	167	9.1.2 显像管的内部结构	217
8.2.1 NTSC 制的彩色解码过程	167	9.1.3 自会聚彩色显像管的结构与 原理	219
8.2.2 SECAM 制的彩色解码过程	167	9.1.4 电视机用显像管的新技术	221
8.3 亮度通道及其工作原理	169	9.2 显像管附属器件与电路	221
8.3.1 亮度通道的主要电路	169	9.2.1 偏转线圈的结构与偏转原理	221
8.3.2 亮度通道实用电路分析	171	9.2.2 自动消磁电路	223
8.4 色度通道及其工作原理	172	9.2.3 彩色显像管外围附属电路	225
8.4.1 色度通道的主要电路	172	9.3 显像管的调节	227
8.4.2 色度通道实用电路分析	177	9.3.1 色纯度调节	227
8.5 基准色副载波恢复电路	179		
8.5.1 副载波恢复电路的			

9.3.2 静会聚调节	228	原理	260
9.3.3 白平衡调节	228	11.1.4 彩色电视机自动搜台	
9.4 实用末级视放与显像管电路		原理	266
分析	230	11.2 彩色电视机遥控系统实例	
9.5 显像管及其附属电路故障		分析	266
检修	232	11.2.1 CPU 的工作条件	267
9.5.1 彩色显像管故障的判断及		11.2.2 存储器电路与操作指令电路	268
检修	232	11.2.3 控制电路分析	268
9.5.2 显像管外围电路的检修	235	11.2.4 屏显电路	269
9.6 实训——显像管电路的检测与		11.2.5 AV/TV 切换电路	269
调整	238	11.3 遥控电路的故障检修	272
9.6.1 实训目的	238	11.3.1 遥控电路常见故障现象及	
9.6.2 实训器材	238	原因	272
9.6.3 实训内容与步骤	238	11.3.2 遥控电路的故障判断	273
9.6.4 实训报告	242	11.3.3 创维 25ND9000 型彩电遥控系	
思考与练习	242	统维修精要	275
第 10 章 电源电路	245	11.4 实训——遥控电路的检测	276
10.1 电视机电源电路的性能		11.4.1 实训目的	276
要求	245	11.4.2 实训器材	276
10.2 开关式稳压电源的电路结构		11.4.3 实训内容与步骤	276
与工作原理	246	11.4.4 实训报告	277
10.2.1 开关式稳压电源的基本工作		思考与练习	278
原理	246	第 12 章 I²C 总线控制系统	280
10.2.2 调宽式与调频式开关稳压电源的		12.1 I ² C 总线的基本概念	280
基本结构	247	12.1.1 I ² C 总线系统的基本结构	280
10.3 开关式稳压电源实例分析	249	12.1.2 I ² C 总线系统的功能	282
10.4 电源电路故障检修	251	12.1.3 I ² C 总线信号的传输方式	282
10.4.1 电源电路检修的注意事项	251	12.1.4 I ² C 总线系统的控制过程	283
10.4.2 开关电源常用的检修方法	252	12.1.5 I ² C 总线的类型和端口名称	284
10.4.3 开关电源一般的检修程序	253	12.1.6 I ² C 总线传输的控制信号	285
10.5 实训——电源电路的检测	254	12.1.7 I ² C 总线控制的集成电路和	
10.5.1 实训目的	254	器件	285
10.5.2 实训器材	255	12.2 I ² C 总线系统的检修	286
10.5.3 实训内容与步骤	255	12.2.1 I ² C 总线彩电的基本类型	286
10.5.4 实训报告	256	12.2.2 I ² C 总线系统与外部电路的连接	
思考与练习	257	方式	287
第 11 章 遥控系统	259	12.2.3 I ² C 总线系统与外部电路的有关	
11.1 遥控系统的组成与功能	259	引脚	288
11.1.1 遥控系统的组成	259	12.2.4 I ² C 总线彩电检修中应注意的	
11.1.2 彩色电视机的遥控功能	260	问题	290
11.1.3 彩色电视机遥控电路的工作		12.2.5 I ² C 总线系统的故障类型和	
		检修方法	290

12.3 I ² C 总线彩电的调整	291	14.1 彩电维修实训的总体要求	331
12.3.1 I ² C 总线被控电路调整的 基本原理	291	14.1.1 常用检测仪器	331
12.3.2 I ² C 总线彩电的维修状态及 数据调整	294	14.1.2 基本维修工具	332
12.3.3 I ² C 总线彩电更换存储器后的 初始化操作	295	14.1.3 实训室建设	332
12.3.4 创维 25ND9000 型彩电 S 模式的 调整数据	296	14.1.4 设置维修故障的方法	333
思考与练习	298	14.2 彩色电视机电路的 读图方法	333
第 13 章 数字电视基础及新型 显示器	299	14.2.1 读图的任务与要求	333
13.1 数字电视技术	299	14.2.2 整机电路图的读图技巧	334
13.1.1 电视信号的数字处理技术	299	14.3 电视机维修技术概述	336
13.1.2 数字电视的基本特点	300	14.3.1 维修前的准备工作	336
13.1.3 数字电视的基本结构	301	14.3.2 维修的注意事项	337
13.1.4 数字电视的发展趋势	303	14.3.3 故障检修的一般顺序	339
13.2 数字电视机顶盒	304	14.4 实训 1——开关电源电路的 测量与检修	341
13.2.1 机顶盒分类	304	14.4.1 实训目的	341
13.2.2 数字电视机顶盒的功能	305	14.4.2 实训内容与步骤	342
13.2.3 有线电视数字机顶盒的 关键技术	306	14.4.3 检修注意事项	342
13.2.4 有线电视数字机顶盒的 硬件实现	308	14.4.4 故障检修报告	343
13.2.5 中间件	309	14.5 实训 2——场扫描电路的 测量与检修	343
13.2.6 实用数字机顶盒简介	310	14.5.1 实训目的	343
13.3 液晶电视电视机	312	14.5.2 实训内容与步骤	343
13.3.1 液晶电视机的基本特点	312	14.5.3 检修注意事项	344
13.3.2 液晶显示板的工作原理	313	14.5.4 故障检修报告	344
13.3.3 液晶显示板的结构	314	14.6 实训 3——行扫描电路的 测量与检修	345
13.3.4 液晶电视机的显示系统	314	14.6.1 实训目的	345
13.3.5 小型彩色液晶电视机电路 实例	319	14.6.2 实训内容与步骤	345
13.4 投影电视机	320	14.6.3 检修注意事项	346
13.4.1 投影电视机的基本特点	320	14.6.4 故障检修报告	346
13.4.2 背投电视机的电路结构	321	14.7 实训 4——中频公共通道的 测量与检修	347
13.5 等离子体电视机的 结构和原理	325	14.7.1 实训目的	347
13.5.1 等离子体电视显示器	325	14.7.2 实训内容与步骤	347
13.5.2 等离子体显示器的显示 原理	325	14.7.3 检修注意事项	348
第 14 章 检测维修综合实训	331	14.7.4 故障检修报告	348
		14.8 实训 5——亮度通道的 测量与检修	348
		14.8.1 实训目的	348
		14.8.2 实训内容与步骤	348

14.8.3 检修注意事项	349
14.8.4 故障检修报告	349
14.9 实训 6——色度通道的 测量与检修	349
14.9.1 实训目的	349
14.9.2 实训内容与步骤	350
14.9.3 检修注意事项	351
14.9.4 故障检修报告	351
14.10 实训 7——遥控系统电路的 测量与检修	351
14.10.1 实训目的	351
14.10.2 实训内容与步骤	351

14.10.3 检修注意事项	352
14.10.4 故障检修报告	352
附录	353
附录 A TB1240 简介	353
附录 B TB1240 引脚功能及 实测数据表	355
附录 C TA7680AP 引脚间的 电阻值	357
附录 D TA7698AP 引脚间的 电阻值	358
参考文献	360

第 1 章 色度学基础知识

【教学目标】

- 了解光和色的基本知识，理解彩色三要素和色度的概念。
- 掌握三基色原理、混色法和人眼的视觉特性。

电视是一种能同时传递视觉和听觉信息的工具，不但传递的信息量大，而且由于电视利用电磁波或有线电缆传递信息，传递速度快，因此电视不仅在广播方面普及，而且还广泛应用于其他各个科技领域。

电视技术是在照相、传真、电影及无线电通信等许多技术的基础上发展起来的。

彩色电视的基础是黑白电视。黑白电视中，图像是根据景物亮度的明暗差别形成的，而彩色电视中彩色图像除景物亮度外，还有景物色调和颜色的饱和度。因此，彩色电视的基本任务一是将被传送景物的亮度和色彩经彩色摄像机转化为电信号，二是将转化后的电信号加以传送，最后在彩色显像管荧光屏上把电信号还原为景物的亮度和色彩，最大限度不失真地将景物重现出来。能够把彩色电视信号还原为景物和声音的设备称为彩色电视接收机，简称彩色电视机。

1.1 光和色的基本知识

1.1.1 光和色

由光学理论知道，光是一种以电磁波形式存在的物质，它的波长范围大约在 $380 \sim 780\text{nm}$ ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$) 之间，在电磁波谱中仅占极窄的一段波长范围，如图 1-1 所示。由于这段电磁波的辐射能为人眼看见，所以称为可见光，习惯上简称为光。人眼对不同波长的光产生不同的颜色感觉，例如，波长为 400nm 左右和波长为 700nm 左右的光，给人以紫色和红色的感觉。在可见光的范围内，按波长依次递减，相应颜色排列为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色，把这些色光混合在一起就得到白光。波长大于 780nm 的光叫红外光，而短于 380nm 的光叫紫外光，它们都是人眼看不见的。

在日常生活中可以发现，一束光（太阳光）斜射到玻璃棱镜上，通过棱镜折射后，可分解为波长由长到短排列的红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七色彩带，如图 1-2 所示。这种现象也表明了白光不是单色光，而是由七色光合成的。

光和色本质上是一回事，色是光的一种形式，色既是客观物质，又是人眼对客观物质的视觉反映，色觉是视觉的一种特性。

自然界的各种物体在太阳光照射下会显出不同的颜色，是因为各种物体吸收和反射光的特性不同。例如，树叶是绿色的，是因为它只反射太阳光中绿色波长的光，而把其他波

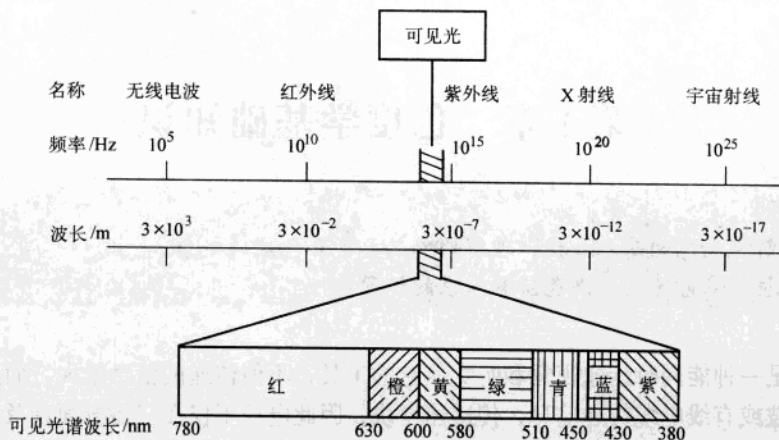


图 1-1 电磁波谱

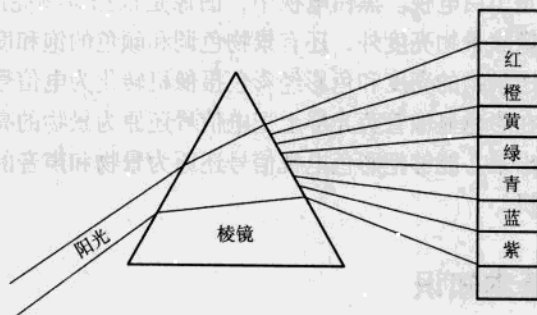


图 1-2 太阳光的分解

长的光吸收了,当反射的绿色光作用于人眼就看到树叶是绿色的。由于自然界各种景物吸收和反射太阳光中不同波长的光,这样就构成五彩缤纷、绚丽多彩的彩色世界。因为人眼所看到的景物颜色是由该景物所反射光的波长决定的,所以景物呈现的颜色还应与照射它的光源有关。树叶是绿色的,是指在太阳光照射下所呈现的颜色,若把树叶拿到红光下观察就会发现树叶不再是绿色,而是近乎黑色,这是因为红光源中没有绿色光成分,树叶吸收了全部红色光而呈现黑色。

因此,同一个物体在不同光源的照射下,呈现的颜色将有很大的差别,这是由于物体呈现的颜色并不是本身固有的,而是与光源所含波长成分及物体吸收和反射其中某些波长的光的特性有关。在彩色电视中,为了使节目色彩鲜艳,色调失真小,精心选择被传送图像的照明光源是非常重要的。国际上为了对彩色电视的照明光源有一个统一的标准,通常都规定几种白光作为标准照明光源。

1.1.2 彩色三要素

亮度、色调和色饱和度称为彩色三要素。任何一种彩色对人眼引起的视觉作用,都可以用彩色三要素来描述。

1) 亮度。亮度是指人眼所感觉的彩色的明暗程度,亮度取决于光线的强弱。另外,亮度与波长的长短有关,强度相同但波长不同的光给人眼的亮度感觉是不同的。生活中观察功率相同(例如都是15W)而颜色不同的彩色灯泡所发出的光,感觉亮度不同,就是这个道理。

2) 色调。色调是指彩色的颜色类别,如红、橙、黄、绿、青、蓝、紫分别表示不同的色调。色调取决于彩色的光谱成分,不同波长的光具有不同的色调。

3) 色饱和度。色饱和度是指彩色的深浅程度。同一色调的彩色,其色饱和度越高,颜色越深。色饱和度与彩色中所掺入的白光比例有关,掺入的白光越多,色光越浅,色饱和度越低。色饱和度用百分数表示,如某色光中若掺入一半的白光,则色饱和度为50%;未掺入白光的纯色光,其色饱和度为100%;白光的色饱和度为0。

色调和色饱和度统称为色度。彩色电视系统不仅像黑白电视系统那样能够传送景物的亮度信息,还能传送景物的色度信息。

1.2 三基色原理和混色法

1.2.1 三基色原理

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他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外两种基色混合而成。
- 3) 用三基色混合成的彩色,其色调和色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就可以了。在彩色重现时将这比例不同的三基色信号相加混色,即可产生与被传送对象相同彩色的视觉效果。

1.2.2 混色法

彩色电视机重现景物的彩色,通常是靠彩色显像管荧光屏上的三种荧光粉在电子束轰击下发出各自的基色光而完成的,即它们分别发出红、绿、蓝三种基色光,并混合成彩色图像,这三种基色称为显像三基色。

利用三基色按不同的比例混合来获得彩色的方法称为混色法。彩色显像管之所以能够显示出各种各样的、丰富多彩的色彩正是利用了三基色的混色原理。彩色显像管中的荧光粉粒本身是发光体,它的混色规律遵从相加混色法,即以彩色光的互相叠加实现混色来

产生另一种新的彩色光。相加混色法的混色规律可用图 1-3 表示, 由图可见, 以等量的红、绿、蓝三基色光进行相加混色效果如下: 红色 + 绿色 = 黄色; 绿色 + 蓝色 = 青色; 蓝色 + 红色 = 紫色; 红色 + 绿色 + 蓝色 = 白色。

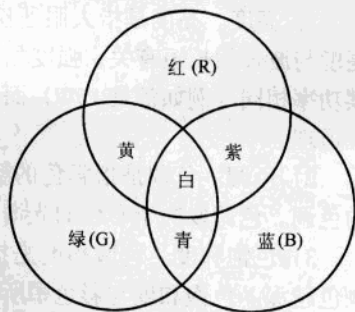


图 1-3 相加混色

实现相加混色的方法, 除了用三种基色光同时投射到白色屏幕上以合成各种不同彩色的“直接相加混色法”外, 还可以利用人眼的视觉特性关系进行间接混色。例如, 在同一屏幕上轮流用红色光与绿色光照射, 在红、绿色光交替频率不高时, 人眼还感觉到红与绿交替出现; 当交替频率提高到某一临界值以上时, 由于人眼视觉有惰性, 因此不再感觉到红与绿的交替而产生黄色的感觉, 达到了混色的效果, 这就是“时间混色法”。最初的顺序制彩色电视就应用了这一混色效果。又如在屏幕上很细小的红点与绿点均匀间置互相靠得很近, 由于人眼视觉的分辨力有限, 只有在很近的距离仔细观看才能区分出来, 当观看距离远时, 就只感觉到一片黄色了, 达到了混色的效果, 这就是“空间混色法”。目前广泛使用的彩色显像管就是利用这样的空间混色视觉效果。

1.2.3 人眼的视觉特性

1. 视觉灵敏度

人眼在明亮的环境下, 不但可以看清物体的形状, 而且还能辨别物体的颜色。在昏暗的环境下却只能分辨物体的形状、轮廓而不能分辨物体的颜色。这是由于在人眼视网膜上有两种不同的光敏细胞: 杆状细胞和锥状细胞。杆状细胞感光灵敏度较高, 在光线较暗的条件下起作用, 可以识别物体的形状和轮廓, 但无法清楚地识别物体颜色。另一种称为锥状细胞, 它们的感光灵敏度较低, 只有在光线明亮的条件下才起作用, 但它们具有辨别颜色的能力。根据实验证明: 锥状细胞有三种, 分别对红、绿、蓝三种波长的光敏感。

在日常生活中, 有的人为色盲, 这种人的眼睛可以看清物体的形状, 识别物体的大小但却不能分辨物体的颜色, 就像我们看黑白电视图像一样没有彩色, 就是由于这种人视网膜上锥状细胞较少或发育不健全所引起的。事实上全色盲的人是很少的, 有一些是单色盲的人, 如红、绿或蓝色盲。这些人只对某一基色或由这种基色形成的彩色失去了辨色能力。锥状细胞对可见光的敏感度曲线如图 1-4 所示。由图可知, 三条曲线的最大值分别在 580nm (红)、540nm (绿)

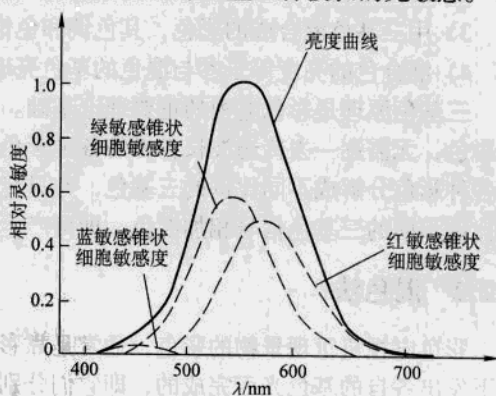


图 1-4 三基色相加混色的光敏曲线

与 440nm (蓝) 的光谱区域内。以上分析说明了视网膜两种光敏细胞分别有辨形和辨色功能, 它们对光的敏感度不同。

虽然锥状细胞只有三种,可是人眼可以感觉到的彩色光的种类却五彩缤纷,千变万化。从人眼锥状细胞光敏曲线图中可以看出,三条光敏曲线互相重叠,各种波长的光或处于其中一条曲线下,或同时处于两条、三条曲线之下。当任何一束光射入人眼时,三种锥状光敏细胞就会产生不同的反应。例如:一束 590nm 的光射入人眼,既能刺激红光敏细胞,又能刺激绿光敏细胞,使人感觉为黄颜色的光。同样,如果 580nm 的红光与 540nm 的绿光同时射入人眼,那么红光敏细胞与绿光敏细胞同时受到刺激,使人也感觉为黄颜色的光。实验还证实当三种色觉细胞同时接受红、绿、蓝三种光激发时,人将产生白色的色觉,即人眼的三种细胞也有混色效应,也就是所谓的“生理相加混色法”。改变三种基色的强度,混色结果的明亮程度将发生变化,在图 1-4 中三种色敏曲线的合成曲线是人眼视觉的亮度曲线。实验还得到如下结论:用强度相同的红、绿、蓝基色光混色产生 100% 的白光时,绿光 (G) 产生的强度占 59%,红光 (R) 产生的强度占 30%,蓝光 (B) 产生的光强度占 11%,用数学公式可表示为

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

上式称为亮度方程,它说明了在彩色电视中如何获得景物色彩的亮度。该方程直接应用于当前信号传送过程中,即分别从三基色信号中按上式比例相加从而获得亮度信号。式中 Y 表示亮度信号,它与黑白图像的亮度信号一样,都是反映图像的明暗程度。

根据以上分析可以得到两条重要的结论:一是复合光的亮度等于各光分量的亮度之和,二是人眼所看到的彩色光是不同光谱成分作用于眼睛的综合效果,不同波长的光会引起不同的彩色感觉,几种不同波长光谱成分的光混合后,可以得到与某一单一波长的光相同的彩色感觉。也就是说,眼睛只能有彩色的感觉,而不能区别刺激它的光谱成分。这样在彩色电视传送与重现彩色时,只要求重现原景物的彩色感,不要求恢复原来的光谱,并不必考虑所重现的彩色光谱成分与原景物彩色的光谱成分是否相同。

2. 视觉对彩色图案的分辨力

由于人眼锥状细胞比杆状细胞少得多,因此人眼的辨色能力相对来说是比较差的,人眼对彩色图像细节分辨能力比对黑白图像细节分辨能力低。这种辨色的局限性表现于两方面:一方面是在光线较暗的环境中人眼不能辨色,看到的只是黑白图像;另一方面,人眼对彩色图像细节的分辨力较差,如果在一定距离的条件下可以分辨白底上两个相距 1mm 的黑色图案的细节,那么在同样条件下,两个相距 1mm 的红色衬底下的绿色细节部分就无法分辨,只有当这两个细节相距 2.5mm 以上时才能分辨出来,而分辨蓝色衬底下的绿色细节部分则需相距 5mm 以上。如果彩色图像之间的距离小于上述尺寸,将看不出各细节有颜色的差别。人们看单色(全红或全黄等)图像时,总觉得不如看黑白图像轮廓鲜明。

眼睛的这两点辨色特性很重要,第一点说明制作彩色电视时要有足够的亮度,第二点说明彩色图像细节传送与否影响不大。

彩色电视机是为人类服务的,因此,人眼的视觉特性是决定彩色电视机基本组成的关键。在黑白电视理论中,基于人眼对黑白图像(即亮度)的分辨能力,确定了电视机水平与垂直分辨力的标准,将视频信号的带宽确定为 6MHz。

由于人眼的辨色能力差,因此,相对亮度信号来说,传送彩色信号时,对清晰度要求较低。当传送的彩色信号频率较高(大于 1.5MHz),彩色电视接收机荧光屏上重现的色点直径很小时,人眼已不能分辨其是否有彩色,也就是说,人眼对于很小的物体是色盲,这

即所谓的“彩色细节失明”。

因而,当重现彩色图像时,对着色面积较大的各种颜色,全部显示其色度可以丰富图像内容,而对彩色的细节部分,彩色电视可不必显示出色度的区别,因为人眼已不能辨认它们之间色度的区别了,只能感觉到它们之间的亮度不同,这就是大面积着色原理的依据。

人眼的这一特性使彩色电视技术把彩色信息的传送压缩到 $0 \sim 1.5\text{MHz}$ 的范围以内,因此对所需电视技术要求相对降低了许多。若用 1MHz 的频带宽度传送色度信号,统计数据表明有 88% 正常视力的人对其图像已认为满意,这就是说他们感觉不出其与实际图像色彩有什么区别;而当用 1.3MHz 频带宽度传送时,几乎所有参加评审的人对呈现的画面色彩都感到满意。试验结果表明:传送色度信号的频带宽度只需 1.3MHz 就能满足人们收视彩色电视的要求。

3. 视觉暂留现象

人眼观看某一个光点或某一幅图像时,当这个光点或图像消失后,人眼的感觉并不会立即消失,而是会保留一段时间,然后才逐渐消失,这种现象称作视觉暂留特性,又称作视觉惰性。人眼的视觉暂留时间为 0.1s 左右,如果连续显示动作区别不大的画面,两幅静止的图像出现的时间间隔小于 0.1s ,就可以使人看到连续活动的画面,这与电影显示活动图像的原理是一样的。人眼的这一特性与电视接收机场频、行频数值的设定有直接关系。

思考与练习

1-1 彩色的三要素是什么?它们各由什么决定?

1-2 三基色原理的主要内容是什么?彩色电视以哪三种单色光为基色?三基色的补色是什么?

1-3 什么是直接混色法、空间混色法和时间混色法?

1-4 人的视觉特性有哪些?彩色图像大面积着色的依据是什么?

1-5 选择题

(1) 彩色电视图像的色调指的是 ()。

A. 色饱和度 B. 颜色的深浅 C. 主色波长 D. 掺入白光的多少

(2) 当三基色信号的强度相等时,屏幕呈现的颜色为 ()。

A. 红色 B. 绿色 C. 蓝色 D. 白色

(3) 白色光的色饱和度为 ()。

A. 100% B. 50% C. 25% D. 0

1-6 请分析下列颜色相加混色后的色调。

(1) 红色 + 绿色

(2) 绿色 + 蓝色

(3) 红色 + 蓝色

(4) 红色 + 绿色 + 蓝色

(5) 红色 + 青色