



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电视机原理与维修

(电子电器应用与维修专业)

主编 章 夔



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电视机原理与维修

(电子电器应用与维修专业)

主 编 章 夔

责任主审 李佩禹

审 稿 于晓平 张新芝

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材,根据2001年教育部颁布的中等职业学校重点建设专业(电子电器应用与维修专业)教学指导方案编写,同时参考了有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准。

全书分为三篇:第一篇电视机基本原理及电视机整机结构,重点讲述光和色的基本知识、电视信号和电视制式、电视接收机的整机结构;第二篇电视机各部分电路的电路分析与故障维修,以国内普及量最高、影响最大的“TA单片机”(A6机芯)和“TDA单片机”(飞利浦机芯)为主线,重点讲述了电源电路、高频调谐器、图像和伴音通道、显像管及其外围电路、扫描电路、遥控系统等各部分的电路分析与故障检修,然后讲了整机故障的检修;第三篇电视新技术,介绍了大屏幕及超大屏幕(背投)彩色电视机、数字化电视机、数字电视机顶盒和高清晰度电视。

本书也可作其他各类中等职业学校专业教材,还可作为电视机维修人员的岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

电视机原理与维修/章夔主编. —北京:高等教育出版社,2004重印

中等职业学校教材

ISBN 7-04-010849-6

I. 电… II. 章… III. ①电视接收机—理论—专业学校—教材②电视接收机—维修—专业学校—教材
IV. TN949.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第044797号

电视机原理与维修

章 夔 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100011

总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

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

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16

印 张 24

字 数 580 000

插 页 3

版 次 2002年7月第1版

印 次 2004年5月第5次印刷

定 价 31.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从2001年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前言

本书作为面向 21 世纪中等职业教育国家规划教材,根据教育部《关于全面推进素质教育,深化中等职业教育教学改革的意见》中“把知识传授和能力培养紧密结合起来”、“开发和编写体现新知识、新技术、新工艺和新方法的具有职业教育特色的重点专业课程与教材”的要求,按照教育部最新颁布的中等职业学校电子电器应用与维修专业“电视机原理与维修教学基本要求”编写;编写中参考了有关行业的专业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准,注意突出专业课程特色,体现在以下几个方面:

1. 切实体现“以能力为本位”的职教特色

因为本课程的教学目标是培养中级电视机维修工,那么学生学习电视机原理的目的就不是为了从事设计或管理工作,而是为了掌握中级电视机维修工应知、应会的本领。因此,在处理电视机‘原理’与‘维修’两者之间的关系时,注意降低理论教学的难度,精简原理分析的内容;突出维修技能,将教材的重点放在对学生动手能力的培养上。在第一篇讲完电视的基础知识后,立即引导学生接触电视机的整机,了解电视机的整机结构、基本电路和常见电路类型。然后,在国产彩色电视机最大的生产厂,长虹和康佳中各选择了一种普及量较高的机型,逐一分析彩色电视机各部分电路的组成、基本工作原理、常见故障、维修方法。在每一章的教学中,注意把知识的传授和能力培养紧密结合起来,因此在每一章开头都开篇明义,明确本章“理论知识学习要点及维修技能训练目标”,既做到以理论指导实践,又说明理论知识的讲解是为了实现维修技能的训练目标,末尾还配有“实验课”,力求通过实践掌握知识要点和实现技能训练目标。

2. 在教学内容的讲解上突出浅、用、新的特点

(1) 突出一个“浅”字。

这是因为我们教学的对象是文化水平并不高的职高学生,对理论知识的讲解和对电路原理的分析都必须注意深入浅出,浅显易懂,便于他们接受。

(2) 突出一个“用”字。

这是因为培养职业技能,提高动手能力是我们教学的目的,是教材的主体。教学内容要能学以致用,我们一定要通过教学使学生学到解决实际问题的本领。

(3) 突出一个“新”字。

这是因为电视技术进步太快,许多新技术、新工艺、新器件迅速应用于电视机的生产中,这就要求我们的教学内容能不断更新,否则学生学习的知识太陈旧,太落后,失去实用性。在教学机型的选择上我们就充分注意这一点,“五片机”、“四片机”和“两片机”作为电视机电路集成化进程中的一个重要的历史阶段,仅作介绍,不再讲解。本教材以集成度最高的“单片机”作为主导机型,而且加重了遥控系统及遥控新技术的讲解,尽量缩短教学与现实的差距。

在第三篇电视新技术中,介绍了新型大屏幕彩色电视机的技术特点;介绍了液晶显示新技术及背投式彩色电视机。同时,对于代表电视技术最新发展方向的数字电视和高清晰度电视也

作了必要的阐述。

本教材的姊妹篇《电视机维修实训》，可与本教材同步使用，通过实训进一步提高学生的动手能力，在教学中注意处理好两者之间的关系，实现教学中理论与实践的良好配合。

本教材的教学总学时为 218 学时，各章学时分配方案建议如下表，以供参考。

学时分配建议：

编号	课 程 内 容	学 时 数			
		合计	讲授	课内实验	机动
第一章	光和色的基本知识	10	10		
第二章	电视信号的形成和传输	24	24		
第三章	电视机的整机结构	14	12	2	
第四章	电视机电源电路分析与故障维修	22	16	6	
第五章	高频调谐器的电路分析与故障维修	16	12	2	2
第六章	图像、伴音通道的电路分析与故障维修	20	16	2	2
第七章	彩色解码器的电路分析与故障维修	14	10	2	2
第八章	显像管及末级视放电路的工作原理与故障维修	20	14	4	2
第九章	扫描系统的电路分析与故障维修	26	18	6	2
第十章	遥控系统的电路分析与故障维修	26	18	4	4
第十一章	整机的故障维修	10	4	4	2
第十二章	大屏幕及超大屏幕彩色电视机	6	4		2
第十三章	数字电视	10	8		2
合计		218	166	32	20

本书由章夔主编，阳伟、章磊和吴小敏参加编写；重庆大学覃考教授主审；参加本书教学基本要求讨论并为本书编写做出贡献的有曾祥富、聂广林、邹开跃、王英、彭克发、邓朝平等老师。

本书编写过程中得到重庆有线电视台、重庆有线电视网络传输公司领导及有关同志的关心和支持，使编写工作得以顺利进行，在此表示衷心感谢。

由于编者学识和水平有限，错漏之处在所难免，敬请批评指正。

编者

2001 年 11 月

目 录

第一篇 电视机基本原理及电视机整机结构

第一章 光和色的基本知识	3	第三章 电视机的整机结构	46
第一节 光的本质与特性	3	理论知识学习要点及维修技能训练目标	46
第二节 三基色原理与色度图	6	第一节 电视机的分类	46
复习思考题	10	第二节 电视机的整机结构	49
第二章 电视信号的形成和传输	11	第三节 黑白电视机的基本电路方框结构 及信号流程	52
第一节 光电转换与电子扫描	12	第四节 彩色电视机的基本电路结构及信号 流程	56
第二节 视频信号	15	第五节 彩色电视机电路的集成化及常见 机型	63
第三节 高频电视信号	19	第六节 遥控彩色电视机整机电路简介	69
第四节 彩色电视信号	26	复习思考题	77
第五节 色差信号频带的压缩与频谱交错	31	实验课: 电视机整机的初步认识	78
第六节 正交平衡调幅制(NTSC制)	33		
第七节 逐行倒相制(PAL制)	39		
复习思考题	44		

第二篇 电视机各部分电路的电路分析与故障维修

第四章 电视机电源电路分析与故障 维修	81	第三节 高频电子调谐器的电路原理及检测 要点	127
理论知识学习要点及维修技能训练目标	81	第四节 CATV 高频调谐器简介	135
第一节 开关电源的分类及基本工作原理	81	第五节 高频电子调谐器的故障检修	138
第二节 开关电源部分的特殊元器件	84	复习思考题	142
第三节 “LA 单片机”开关电源的电路 分析	90	实验课: 高频头的观察与测试	143
第四节 “TDA 单片机”开关电源的电路 分析	97	第六章 图像、伴音通道的电路分析 与故障维修	144
第五节 开关式稳压电源的故障检修	105	理论知识学习要点及维修技能训练目标	144
复习思考题	114	第一节 图像、伴音通道的技术要求及常见 电路形式	144
实验课: 开关电源的测试	115	第二节 图像通道中的前置中频处理电路	149
第五章 高频调谐器的电路分析与 故障维修	116	第三节 “TDA 单片机”图像通道的电路 分析与故障维修	156
理论知识学习要点及维修技能训练目标	116	第四节 “LA 单片机”图像通道的电路 分析与故障维修	159
第一节 电视机信号通道概述	116	第五节 “LA 单片机”伴音通道的电路 分析与故障维修	163
第二节 高频调谐器的作用、要求及常用 类型	121	第六节 “TDA 单片机”伴音通道的电路	

分析与故障维修	168	第三节 分立元件行扫描后级的电路	
复习思考题	178	分析	251
实验课: 实习电视机信号通道的电路分析		第四节 行输出变压器	258
与测试	179	第五节 行扫描电路的故障检修	266
第七章 彩色解码器的电路分析与故障		第六节 集成化场输出级的电路分析与	
维修	180	故障检修	272
理论知识学习要点及维修技能训练目标 ..	180	复习思考题	280
第一节 解码的基本程序及多制式解码的		实验课: 实习电视机扫描系统的电路分析	
基本要求	180	与测试	282
第二节 “LA 单片机”彩色解码器电路分析		第十章 遥控系统的电路分析与	
与故障维修	186	故障维修	283
第三节 “TDA 单片机”彩色解码器电路		理论知识学习要点及维修技能训练目标 ..	283
分析与故障维修	194	第一节 彩色电视机遥控系统概述	283
复习思考题	202	第二节 红外遥控发射器的基本工作原理	
实验课: 实习电视机彩色解码器的电路分析		及故障检修	288
与测试	203	第三节 红外遥控接收器的基本工作原理	
第八章 显像管及末级视放电路的		及故障检修	298
工作原理与故障维修	204	第四节 长虹 R2118A 型机遥控系统的	
理论知识学习要点及维修技能训练目标 ..	204	组成及主要功能	302
第一节 黑白显像管及偏转线圈	204	第五节 康佳 T2588B 型机遥控系统的组	
第二节 彩色显像管	209	成及主要功能	308
第三节 彩色显像管各电极的典型工作条件		第六节 遥控系统供电电路分析与故障	
及供电	215	维修	313
第四节 彩色电视机末级视放电路分析 ..	222	第七节 R2118A 型机调谐选台的电路分析	
第五节 彩色电视机末级视放电路的故障		与故障维修	322
检修	228	第八节 T2588 型机调谐选台的电路分析	
第六节 显像管附属电路的电路分析及故障		与故障维修	327
维修	232	第九节 长虹 R2118 模拟量控制及字符	
第七节 彩色显像管的故障检查及更新		显示的电路分析与故障维修	333
换代	235	第十节 康佳 T2588 模拟量控制及字符显示	
复习思考题	241	的电路分析与故障维修	338
实验课: 彩色显像管工作电压的检测及		复习思考题	343
白平衡调整	242	实验课: 实习电视机遥控系统的电路分析	
第九章 扫描系统电路分析		与测试	344
与故障维修	243	第十一章 整机的故障检修	345
理论知识学习要点及维修技能训练目标 ..	243	理论知识学习要点及维修技能训练目标 ..	345
第一节 扫描电路的主要技术要求及常见		第一节 整机故障的检修步骤及注意	
电路形式	243	事项	345
第二节 集成化扫描前级的电路分析与		第二节 整机故障的分类及常见故障的	
检测维修要点	245	检修	348

第三篇 电视新技术

第十二章 大屏幕及超大屏幕

彩色电视机 359

第一节 大屏幕彩色电视机 359

第二节 液晶显示与背投式彩色电视机 362

复习思考题 364

第十三章 数字电视 365

第一节 数字化电视机 365

第二节 数字电视机顶盒 368

第三节 高清晰度电视 370

复习思考题 372

主要参考文献 373

第一篇 电视机基本原理 及电视机整机结构

第一章 光和色的基本知识

客观世界是一个五光十色，绚丽多彩的世界，光芒四射的朝霞、万紫千红的鲜花、琳琅满目的商品、色彩缤纷的广告……。这一切都要在电视机的屏幕上呈现出来，学习了解光和色的基本知识是十分必要的。

第一节 光的本质与特性

一、电磁波与可见光

光是一种客观存在的物质，兼有波动特性和微粒特性，它以电磁波的形式传播，因此从传播特性来说，光波和无线电波本质上是相同的，都是电磁波。电磁波的波谱范围很广，包括无线电波、红外线、可见光谱、紫外线、X射线、 γ 射线等。如图1-1所示，其中只有人们眼睛可看到的那一小部分称为光、准确的说称为可见光。

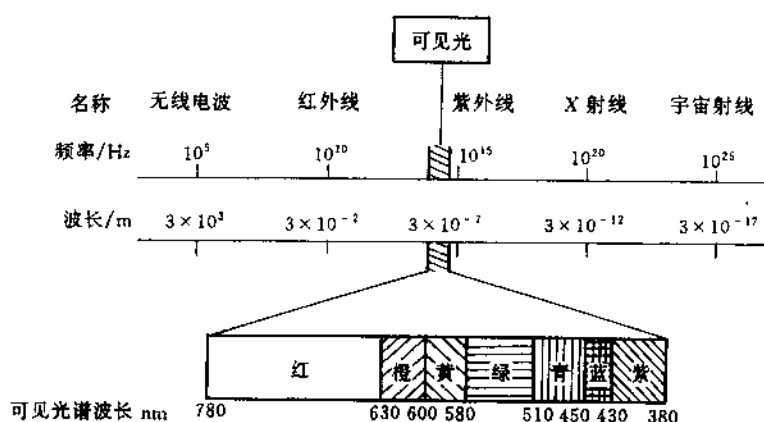


图1-1 电磁波谱

二、可见光谱与白光源

把电磁波中可见光部分扩展开来可得到可见光谱，由可见光谱可知可见光的光波波长非常短，只有380~780 nm(纳米)， $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ，与无线电波比较，它的频率非常高，不同波长的光波所呈现的颜色各不相同，随着波长的缩短和频率的升高，依次为：红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。只含有单一波长成分的光称为单色光或谱色光；包含有两种或两种以上波长的光称为复合光，复合光给人眼的刺激呈现混合色。太阳辐射出来的是包含有各种单色光的波谱带，给人以白光的感觉。

1. 白光的分解

白光可以被分解为单色光，称为白光的分解。太阳光是最常见的白光，也是最大的自然光源，它可以被分解为各种单色光。在雨后放晴的天空中，往往会出现一条七色彩虹，这是因为雨后空气中含有大量水珠，当太阳光穿过时，因不同波长的光波折射率不同而将它们分散开来，于是形成一条七色光带，这是大自然中的白光分解现象。

在实验室中也可以进行白光的分解，让一束太阳光照射到一个分光三棱镜上，可以分解为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种不同波长的彩色光，如图 1-2 所示。严格地讲还不只七种颜色，因为这中间还有许多中间色，由于光谱是连续的，从一种颜色的光过渡到另一种颜色的光没有明显的界限，如从红逐渐变化过渡到橙，又由橙逐渐变化过渡到黄……。每一波长范围的光波对应一种确定的颜色，波长不断变化，颜色不断变化。正是因为有了太阳光，才有了五光十色、千变万化的自然景色。

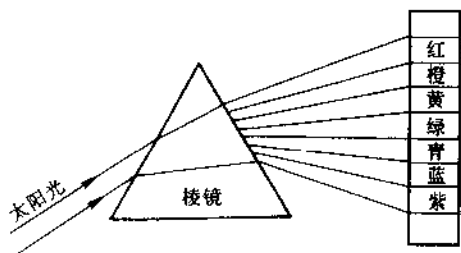


图 1-2 太阳光的分解

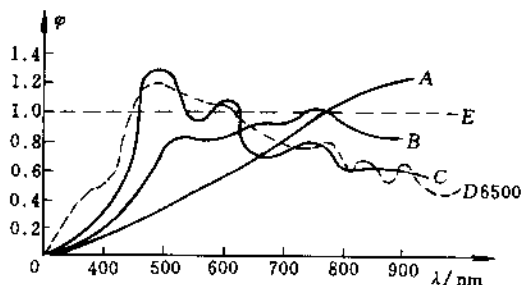


图 1-3 五种标准白光源光谱分布曲线

2. 标准光源

太阳光的辐射波谱范围很广，但是它的光谱分布会随着时辰、季节和天气的变化而变化，所以太阳光不便于用作实用的标准光源，在电视演播室内常常需要安装大量的灯光作为人造光源。电视机的荧光屏上能否高度逼真地再现景物的原有彩色，与光源的选用有密切关系。在近代照明技术中，按国际规定选用如下五种主要标准光源（即标准白光），它们的光谱分布如图 1-3 所示。

(1) A 光源

它相当于钨丝灯在 2800 K 时发出的光。其波谱能量分布如图 1-3 中曲线 A 所示，由曲线可知，钨丝灯的能量主要集中在红色及红外线区域，所以它的灯光常带橙红色，不如太阳光白。由于此时的光相当于绝对黑体在 2854 K 时发出的光，因此可以说 A 光源的相关色温为 2854 K。

(2) B 光源

它接近于中午直射的太阳光，相关色温为 4800 K，可以用特制的滤色镜从 A 光源获得。

(3) C 光源

它相当于白天的太阳光，相关色温为 6800 K，也可以用特制的滤色镜从 A 光源获得。由图 1-3 中的曲线 C 可以看出，其波谱能量在 400~500 nm 处较大，所含蓝光成分多。

(4) D65 光源

它相当于白天的平均照明光，相关色温为 6500 K。此光源被作为彩色电视中的标准白光，可以由彩色显像管荧光屏上的三种荧光粉发出的光适当配合而获得，相应光谱分布如图 1

-3 中的虚线 D6500 所示,它与 C 光源很接近。

(5) E 光源

它是一种假想的等能白光($E_{\text{白}}$),光谱分布为一条直线,即所有波长的光都具有相等辐射功率时所形成的白光,这实际上是不可能的。采用它纯粹是为了进行理论研究和简化色度学的计算。

三、彩色三要素

为了确切描述某一彩色光,必须采用三个基本参量:亮度、色调和色饱和度。这三个要素同时作用于人的眼睛,产生一个总体效果。下面分别讨论:

1. 亮度

亮度是光作用于人眼时引起的明亮程度的感觉。对于发光物体来说,它所含的能量大则显得亮,反之则暗。

2. 色调

色调是指光的颜色。红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等不同的颜色分别表示不同的色调。色调是决定彩色本质的基本参量,是彩色最重要的属性。某一特定波长的光波在人眼中产生某一确定的颜色感觉,也就有了确定的色调,改变光的波长也就会使光的色调发生变化。

3. 色饱和度

色饱和度又称色浓度,是指彩色光所呈现颜色的深浅程度。色饱和度越高颜色越深,反之则越浅。高饱和度的彩色光可以掺入白光而被冲淡,变成低饱和度的彩色光。例如,投射到白纸上的一束高饱和度的红光,呈现深红色,如果再将一束白光投射到该纸上,则人眼感觉到的仍然是红色色调,但已变成了淡红色,即饱和度降低了。投射的白光越强,红色越浅。可见饱和度下降的程度反映了彩色光被白光冲淡的程度,而饱和度则反映了该种色光的纯度,因此色饱和度又称为色浓度,可以用百分数来表示。100% 饱和度的某色光,就代表完全没有混入白光的某种纯色光。

色调和色饱和度又合称为色度,它既反映了颜色的类别,又反映了颜色的深浅程度。

四、景物的彩色

实际上彩色电视机所描绘的景物,绝大多数本身是不发光的,它们所呈现的彩色又是怎么回事呢?一般来讲,某一景物的彩色,是该景物在特定光源照射下所反射的一定可见光谱成分作用于人眼而引起的视觉效果。由此可见,景物呈现什么彩色取决于两个条件:一个是景物表面的光学属性,即它对不同波长的光吸收、反射或透射的特性;另一个是光源的光谱成分。如阳光下的花和叶,光源都是白色的太阳光,由于花瓣具有吸收红色以外的各色光而只反射红色光的性质,因而呈现出红色;而叶子具有吸收绿色以外的各色光,仅反射绿色光的性质,因而叶子呈现绿色。如果在晚上,用一束红光照射树叶,此时树叶不是绿色而是黑色。

以上着重强调了光与色的对应性,即一定波长的直射光或反射光在人眼中产生的特定彩色感觉。但是,要得到某种彩色感觉,是否非得这种波长的光呢?这就不一定了!因为色是人眼对光的主观感觉,大量的实验表明色与光并不具有单一的对应性。如用一束 580 nm 波长的光照射,可在人眼中产生黄色的感觉。但由适当比例的红光和绿光混合,同样可以产生与黄单

色光相同的彩色视觉效果。又如白色的太阳光，光谱是连续的，包含有各种波长成分的光。但是，也可以仅用红、绿、蓝三种波长的单色光以适当的比例组合成为白光。事实上，几乎自然界中所有的彩色都能由这三种单色光混合配出，这就是对彩色电视技术有重要意义的三基色原理。

第二节 三基色原理与色度图

一、三基色原理

根据人眼彩色视觉的特征，在彩色复现过程中，并不要求恢复原景物反射光的特定光谱成分，而重要的是在人眼中产生与原景物相同的彩色感觉。于是，可以选择三种基色，将它们按不同比例进行组合，以引起各种不同的彩色感觉，这就是三基色原理的主要内容。要点如下：

1. 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。电视技术中确定以红、绿、蓝为三基色，分别用 R 、 G 、 B 表示，按国际上统一规定：

R ——红光，波长为 700 nm [R 为 Red (红)的缩写]

G ——绿光，波长为 546.1 nm [G 为 Green (绿)的缩写]

B ——蓝光，波长为 435.8 nm [B 为 Blue (蓝)的缩写]

2. 自然界的所有彩色几乎都可以用三种基色按一定比例混合而成；反之，任何彩色也可分解为比例不同的三种基色。

这可以用实验证明：将红、绿、蓝三种单色光投射到一个白色屏幕上，调节它们的比例，可以混合出千变万化的各种颜色，典型的是如图 1-4 所示的相加混色效果：即

红 + 绿 = 黄

红 + 蓝 = 紫

绿 + 蓝 = 青

红 + 绿 + 蓝 = 白

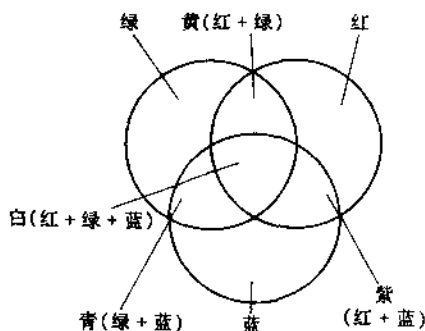


图 1-4

3. 混合色的亮度等于参与混色的基色的亮度的总和。

4. 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。

在彩色电视技术中所用的是相加混合法，即采用的是将三种基色光按不同比例相加而获得不同色彩的方法。这种方法的采用为彩色信息的传送和彩色电视广播的实现奠定了基础。如果设想用一种电信号传送一种波长的颜色，那就需要成千上万个电信号，这样传送和再现都非常困难。而应用三基色原理则可以把问题大大简化，即先把彩色图像分解成红、绿、蓝三种基色图像，仅用三种电信号传送，然后在接收端再把三个基色图像混合在一起，就能得到所要传送的彩色图像。

三基色原理不仅适用于彩色电视广播，而且还适用于彩色绘画，彩色摄影和彩色印刷等

各方面,但是在其他方面应用时选择的三个基色不完全相同,混色方法也不一样。

二、配色实验

为了确定任一彩色光与三个基色之间的关系,需要进行配色实验,配色实验用如图 1-5 所示的比色计进行。比色计中有两块互成直角的白板,构成漫反射的屏幕,它们对任何波长的光几乎全部反射回来。这两块白板把人眼的视场分成了左、右两个等分,在左半视场的屏幕上投射待配的单色光,改变光的波长,可以得到各种颜色的系列单色光,作为配色的标准。在右半视场的屏幕上投射红、绿、蓝三种基色光,通过调节三种基色光的光通量,改变它们之间的比例,使右半屏幕上三基色混合后的彩色与左屏幕上的某一单色光完全相同,这样就完成了该色光的配色。

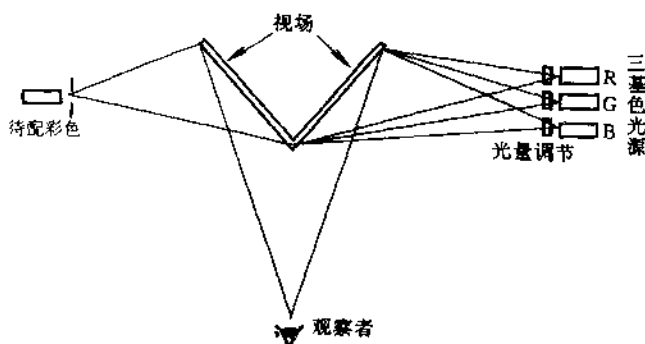


图 1-5 配色实验原理图

通过配色实验得到了如下一些重要的结论:

1. 某一特定亮度和色度的彩色光可以通过调节三个基色光的光通量和它们之间的比例而配得。在选定三种基色光并规定了它们的单位之后,对于任意给定的彩色光 F , 其配色方程可写成

$$F = R[R] + G[G] + B[B] \quad (1-1)$$

式中 $[R]$ 、 $[G]$ 、 $[B]$ 分别为三个物理三基色单位。按照国际照明委员会的规定:

- (1) 把波长为 700 nm、光通量为 1 lm (流明) 的红光作为一个红基色单位, 用 $[R]$ 表示;
- (2) 把波长为 546.1 nm、光通量为 4.590 7 lm (流明) 的绿光作为一个绿基色的单位, 用 $[G]$ 表示;
- (3) 把波长为 435.8 nm, 光通量为 0.060 1 lm (流明) 的蓝光作为一个蓝基色单位, 用 $[B]$ 表示。

R 、 G 、 B 分别为配光时三个基色单位的个数, 它们的数值决定了所配彩色光的光通量, 而它们之间的比例关系则决定了所配彩色光的色度。

2. 标准白光 $E_{\text{白}}$ 的配色关系式是

$$|F_{E_{\text{白}}}| = 1[R] + 1[G] + 1[B]$$

由此可以求出 $E_{\text{白}}$ 的光通量

$$\begin{aligned} |F_{E_{\text{白}}}| &= (1 + 4.590\,7 + 0.060\,1)\text{lm} \\ &= 5.650\,8\,\text{lm} \end{aligned}$$

3. 由于亮度正比于光通量, 因此可以说, 某一彩色光的亮度等于三基色分量的代数和, 该色光的光通量为:

$$|F| = (1R + 4.5907G + 0.0601B) \text{lm}$$

4. R 、 G 、 B 称为三基系数, 如果只考虑彩色光的色度, 那么起决定作用的是三基系数的比例关系。只要三者之间的比值不变, 色调就不变。也就是说, 三基系数同时增大或减小, 改变的只会是亮度和饱和度, 而色调并不改变。

三、色度图

为了更清楚地说明基色和混色的关系, 可以画出简单而直观的图形, 即色度图。色度图是根据三个基色之间的数量关系, 通过数学运算和坐标变换绘制而成。色度图有多种形式。图 1-6 所示的是国际照明委员会所规定的标准色度图, 此图反映了基色和混色的规律, 在观看此图时可参考图 1-7 并注意以下特点:

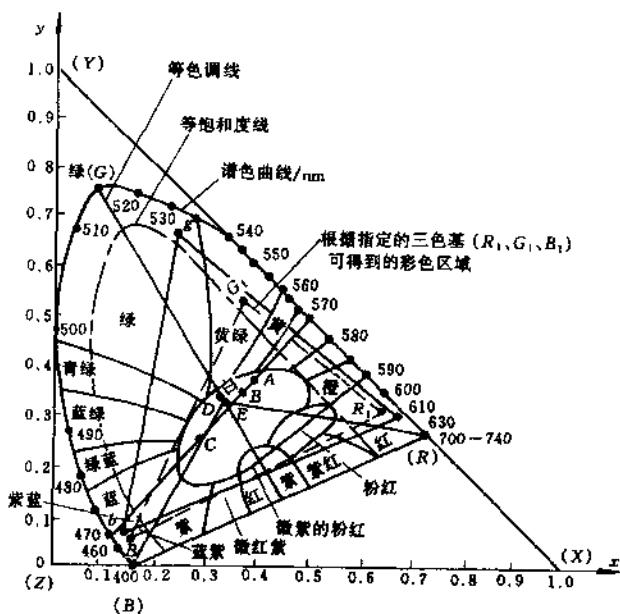


图 1-6 XYZ 色度图

1. 谱色曲线

图 1-6 中的舌形曲线是由各种波长谱色光的坐标标点构成的。曲线上的一点对应一种波长的谱色光; 自然界的谱色(单色光)在舌形曲线上、其色饱和度为 100%。舌形底部的直线 $(B)(R)$ 为非谱色, 对应的彩色不是谱色, 而是代表由红到蓝按不同比例混合而成的非谱色。

2. 等色调波长线

谱色曲线上任意一点与 E (E 为白光对应点) 的连线称为等色调波长线, 如 RE 、 GE 和 BE 线段。该线上所有点都对应同一色调(同一波长)的彩色, 线上的点离 E 点越近, 该点所对应的彩色的饱和度就越小。舌形曲线中间的椭圆为白色区, E 点的坐标为 $x = 1/3$ 、 $y = 1/3$