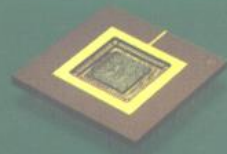


教育部规划教材

中等职业学校电子电器专业

(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)



电视机原理与维修技术

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编

章夔 主编



高等教育出版社

教育部规划教材
中等职业学校电子电器专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

电视机原理与维修技术

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编
章 夔 主编

高等教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电视机原理与维修技术/章夔主编. —北京: 高等教育出版社, 2000
教育部规划教材

ISBN 7-04-008153-9

I. 电… II. 章… III. ①电视接收机—理论—教材
②电视接收机—维修—教材 IV. TN948.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 23123 号

责任编辑 鲍 涌 封面设计 李卫青 责任绘图 李维平
版式设计 周顺银 责任校对 许月萍 责任印制 杨 明

电视机原理与维修技术

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编 章 夔 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号 邮政编码 100009

电 话 010-64054588 传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京联华印刷厂

开 本 787×1 092 1/16

印 张 22.75

版 次 2000 年 7 月第 1 版

字 数 550 000

印 次 2000 年 7 月第 1 次印刷

插 页 8

定 价 32.50 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

前 言

本书是教育部职业与成人教育司组织编写的中等职业学校电子电器专业系列教材之一，是教育部规划教材。全书按照教育部《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，在教学内容上形成以下特点。

一、理论密切联系实际，由“双轨”进入“单轨”

本教材的前一轮采用了“双轨制”教学体系，其教材为《电视机原理》上下册和《电视机维修技术》上下册，实现了职业高中教学重点转移的第一步计划，即改变了以原理课为主，附带讲一点“维修”（原教材《电视机原理与维修》）的传统教学方法。这一步教材改革的好处是使职业技能的训练得到了加强，为电视机维修技术的教学制定了单独的教学计划和教学大纲，使技能训练形成了相对独立的教学体系。但是，这一套教材在使用中也出现了一些问题，如：教学内容重复；某些教学环节脱节，即电视机中某一部分原理的讲解和有关的维修技术教学要真正“同步”比较困难。

为了解决上面这些问题，我们对教材进行了第二步改革，编写了本教材——《电视机原理与维修技术》，又由“双轨”回到了“单轨”。这并非又回到电视机教学的“老路”上，而是为了实现教学重点的第二步转移，由第一步改革形成的“原理”课与“技术”课并重，进而形成以“能力”培养为主线的教学体系。这可以从教学内容的安排上得到体现：第一篇，在讲完电视基本原理后，迅速进入电视机整机介绍；第二篇，讲述电视机各部分电路的电路分析与维修技术，将电路的基本工作原理与维修技术紧紧相扣，并在每一章开篇明议，提出主要技能训练目标及理论知识学习要点，说明理论知识的讲解是为了实现技能训练目标。全书的教学体系以实际的维修步骤为主，做到理论指导实践，原理分析服务于实用技能的提高。这样教学的结果，既解决了“重复”的问题，又解决了“同步”的问题。

本教材还改变了过去在电视机教学中“先黑白、后彩色，黑白与彩色并重”的教学体系，建立了以彩色为主，兼顾黑白的新教学体系。也就是说，本教材将《电视机原理》上下册与《电视机维修技术》上下册，四册合为一册，大大精简了教学课时。

二、增加新知识，突出新电路

由于微电子技术的发展，集成电路制造中新工艺和新技术的采用，电视机专用集成电路的集成度越来越高。目前，国内几家大型电视机生产厂几乎全部采用单片彩色电视信号处理芯片进行电视机设计和生产，尤其是采用 LA7688 / LA7687 的 A6 机芯和采用 TDA8362 / TDA8361 的 TDA 机芯，在 21 英寸的普及型电视机中占有很高的比例。本教材以 A6 机芯——R2118A 型机为主线，同时兼顾了 TDA 单片机、TA(D) 两片机和 TA(D) 四片机，使机型和知识的覆盖面尽可能宽，实用性强。

本教材的教学总课时为 144 课时，各章课时分配如下表，以供参考。

教学课时分配表

章 次	课 时	章 次	课 时
1(含序言)	8	7	14
2	14	8	12
3	10	9	12
4	12	10	16
5	16	11	8
6	10	机动	12

本书由章夔主编，姜有根、苏永昌主审；参加本书大纲讨论并为本书编写做出贡献的有曾祥富、褚建和、徐开梁、聂广林、陈佐、郑益民、侯渝年、邹开耀、王英等老师；吴小敏、阳伟和章磊为本书绘制了部分插图。

本书编写过程中得到重庆有线电视台领导及有关同志的关心与支持，使编写工作得以顺利进行，在此表示衷心感谢。

本书编写还得到浙江亚龙教学设备有限公司的大力支持。该厂提供的 YL-A(五合一)家用电器实验室成套设备(见彩色插页)，为本课程的配套演示教学及学生技能训练提供了有效条件。建议有条件的学校在本课程安排调试与维修等实践教学环节时，可使用该设备。

编 者

1999 年 9 月

目 录

绪论 学习电视机维修技术的途径和方法	1
--------------------------	---

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	5
第一节 光的本质与特性	5
第二节 三基色原理与色度图	8
复习思考题	12
第二章 电视信号的形成和传输	13
第一节 光电转换与电子扫描	14
第二节 视频信号	17
第三节 高频电视信号	21
第四节 彩色电视信号	26
第五节 色差信号频带的压缩与频谱交错	31
第六节 正交平衡调幅制(NTSC制)	34
第七节 逐行倒相制(PAL制)	39
复习思考题	44
第三章 电视接收机的整机结构	45
主要技能训练目标及理论知识学习要点	45
第一节 电视机的分类	45
第二节 整机的调节、拆卸与组装	47
第三节 黑白电视机的基本电路结构及常见电路类型	53
第四节 彩色电视机的基本电路结构	61
第五节 彩色电视机的常见电路类型	65
第六节 遥控彩色电视机	70
复习思考题	74

第二篇 电视机各部分电路的电路分析与维修技术

第四章 电视机电源电路分析与维修技术	75
主要技能训练目标及理论知识学习要点	75
第一节 电源电路的主要技术要求及常见电路形式	75
第二节 典型串联可调式稳压电路的电路分析及故障检修	80
第三节 开关电源的分类及电路中的特殊元器件	86
第四节 典型开关式稳压电源的电路分析	92
第五节 开关式稳压电源的故障检修	103
复习思考题	110
第五章 扫描电路分析与维修技术	113

主要技能训练目标及理论知识学习要点	113
第一节 扫描电路的主要技术要求及常见电路形式	113
第二节 集成化扫描前级的电路分析与检测维修要点	115
第三节 行扫描后级的电路分析	130
第四节 行输出变压器	137
第五节 行扫描电路的故障检修	145
第六节 场扫描后级的电路分析与故障检修	152
复习思考题	162
第六章 显像管及末级视放电路的工作原理与维修技术	164
主要技能训练目标及理论知识学习要点	164
第一节 黑白显像管及偏转线圈	164
第二节 彩色显像管	169
第三节 黑白显像管附属电路和末级视放电路分析及故障维修	175
第四节 彩色显像管附属电路的电路分析及故障维修	182
第五节 彩色电视机末级视放电路分析及故障维修	188
第六节 彩色显像管的故障检查及更新换代	197
复习思考题	203
第七章 高频调谐器的电路分析与维修技术	204
主要技能训练目标及理论知识学习要点	204
第一节 信号通道概述	204
第二节 高频调谐器的作用、要求及常用类型	209
第三节 高频电子调谐器的电路原理及检测要点	215
第四节 CATV 高频调谐器简介	223
第五节 高频电子调谐器的故障检修	227
第六节 机械式电视节目预选器的工作原理及故障检修	231
复习思考题	236
第八章 图像、伴音通道的电路分析与维修技术	237
主要技能训练目标及理论知识学习要点	237
第一节 图像、伴音通道的技术要求及常见电路形式	237
第二节 图像通道中的前置中频处理电路	242
第三节 “TA 二、四片机”图像、伴音通道的电路分析与故障维修	248
第四节 “LA 单片机”图像、伴音通道的电路分析与故障维修	262
复习思考题	271
第九章 彩色解码器的电路分析与维修技术	273
主要技能训练目标及理论知识学习要点	273
第一节 “TA 四片机”彩色解码器电路分析与故障维修	273
第二节 “TA 两片机”彩色解码器电路分析与故障维修	285
第三节 “LA 单片机”彩色解码器电路分析与故障维修	295
复习思考题	304
第十章 遥控系统的电路分析与维修技术	306
主要技能训练目标及理论知识学习要点	306

第一节 长虹 R2118A 型机遥控系统的组成及主要功能	306
第二节 红外遥控发射器的基本工作原理及故障检修	312
第三节 红外遥控接收器的基本工作原理及故障检修	321
第四节 调谐选台电路的电路分析与维修技术	325
第五节 供电及有关控制的电路分析与维修技术	331
第六节 模拟量控制及字符显示的电路分析与维修技术	335
复习思考题	340
第十一章 整机的故障检修	341
主要技能训练目标及理论知识学习要点	341
第一节 整机故障的检修步骤及注意事项	341
第二节 整机故障的分类及常见故障的检修	345
参考电路图	
附图 1 D 系列机心凯歌 4D22U 黑白电视机原理图与印制电路板图	
附图 2 “TA 四片机”典型电路上海牌 Z237-1A 型彩色电视机电原理图	
附图 3 “TA 两片机”典型电路飞跃牌 47C2-3 型彩色电视机电原理图	
附图 4 “LA 单片机”典型电路长虹牌 R2118A 型遥控彩色电视机电原理图	
附图 5 “LA 单片机”典型电路长虹牌 R2518A 型遥控彩色电视机电原理图	
附图 6 “TDA 单片机”典型电路长虹牌 C2191 型遥控彩色电视机电原理图	

绪 论

学习电视机维修技术的途径和方法

电视接收机(简称电视机)是一种应用非常普遍的信息终端设备。它的主要作用是接收广播电视信号,经过机内电路的放大、解调、电光转换等信号处理过程,最终在荧光屏上还原出图像,在扬声器中得到伴音。为了保证我国数亿台电视机的正常工作,需要许许多多掌握电视机维修技术的维修人员。

一、电视机维修人员必须具备的专业知识

(一) 电视机原理的基本知识

电视机是根据电视原理研究和生产出来的一种电子产品。因此,要了解电视机的基本工作原理,就需要学习电视原理中最基本的知识,即应该知道从图像的摄取到荧光屏上重现的主要物理过程及基本原理,以便对电视信号的形成、传播和接收有一个全面的了解,然后重点研究接收机内的信号处理过程。

(二) 电视接收机的内部电路

电视机出现故障是电视机内部电路异常的外在反映,作为电视机维修人员一定要能够透过现象找出内部电路的故障所在,然后动手排除故障。要做到这一点,必须对需要维修的电视机内部电路结构、信号流程、各部分的功能等有所了解。每一台电视机在出厂时往往附有一张“电路原理图”,它为我们了解该机的内部电路提供了最重要的依据。但是,不是每一个人都能读懂这张图,尤其是对于初学者。但是,随着理论水平的提高和专业知识的增加,我们对各种机型的“电路原理图”的理解会逐步加深,在维修过程中对各种故障的分析和判断也就会越来越准确。

(三) 正确使用电视机专用元器件的知识

在专业基础课的学习阶段,我们重点学习常用电子元器件的使用知识,对电阻、电容、电感、普通二极管和三极管的结构、性能、特点等有了一定的了解。但是,要维修电视机仅有这些知识是很不够的,因为电视机中有许多专用元器件,如黑白显像管、彩色显像管、行输出变压器、行激励变压器、石英晶体振荡器、声表面波滤波器,各种专用厚膜电路和集成电路,等等。它们都有可能出现故障,如果我们对其结构、性能、特点,工作状况、可能出现故障的部位和故障特点等缺乏了解,就会影响我们正确地判断和处理故障。

二、电视机维修人员必须具备的基本技能

(一) 直观鉴别技能

直观鉴别技能是指直接观察电视机荧光屏上的光栅、图像、颜色或试听伴音,从而初步判

断电视机有无故障及故障部位的技巧和方法。一个经验丰富的电视机维修人员可以一边调节电视机的某些调节旋钮，一边仔细观察现象，迅速而准确地指出某些故障部位或故障元件。观察是一种技能，它需要有一定的基础知识和一定的经验积累，我们可以通过有目的的训练和反复实践不断提高这一技能。

(二) 使用多种检测方法的技能

直观鉴别能够确诊一部分故障，但是大多数故障需要通过一定程序的检测方法确诊，尤其是一些特殊故障还需要通过多种方法的检测才能最后确诊。因此，我们需要学习并训练自己使用多种检测方法的技能，在电视机维修中常用的检测方法有如下几种：

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. 直观检查法 | 2. 在路电阻检测法 |
| 3. 直流电压检测法 | 4. 直流电流检测法 |
| 5. 分贝电压检测法 | 6. 信号波形检测法 |
| 7. 对比检测法 | 8. 幅频特性检测法 |
| 9. 信号注入法 | 10. 干扰杂波注入法 |
| 11. 部分电路开路法 | 12. 局部加热或冷却法 |
| 13. 元器件代换法 | 14. 敲击、摇晃法 |
| 15. 短路法 | 16. 分割法 |
| 17. 比色法 | |

这些检测方法有各自的优缺点和不同的适用范围。如果我们掌握的方法多，在碰到疑难故障时就可以根据故障特点和自己的条件选用不同的检测方法，既简便又切实可行。相反，如果掌握的方法少，就会在一些并不很复杂的故障面前显得束手无策。对于这些检测方法的介绍，我们将其贯穿于典型故障的检测中，适宜于用什么方法就介绍什么方法，力求介绍一个就练习一个，通过实践掌握要领，使其真正变成解决实际问题的有效手段。

(三) 正确使用各种检测仪器的技能

在上述的十多种检测方法中，有一部分方法的使用是必须借助某些仪器才能实施的。如电阻、电压、电流的检测必须用万用表；信号波形的检测必须用示波器；幅频特性的检测必须用扫频仪；采用信号注入法时要用信号发生器等。这些仪器在使用时都有一定的测试条件和操作规程，必须按照规范进行操作，才能达到预期的测试目的，而规范化操作习惯的养成需要不断学习和训练。

(四) 拆装集成电路的技能

由于现在生产的电视机中均采用有中规模或大规模集成电路，这些集成电路的引出脚很多，而且引出脚间的间距很小，这就给集成块的更换拆装带来了一定的困难，稍不注意就会造成人为损坏，因此需要训练和提高自己拆装大规模集成电路的技能。

(五) 查找技术资料的技能

在学习过程中能够接触到的电视机机型是十分有限的，能够用于进行电视机维修技能训练的机型更是有限的。但是，将来在维修工作中，可能接触到的机型却是种类繁多的。再加上生产不断发展，技术不断进步，产品不断更新，许许多多的新机型不断问世，一些新电路、新器件、新工艺将应用于电视机中。对于这些在学习过程中尚无法接触到的东西，只有通过查找资料、刻苦自学，才能逐步了解，由不熟悉到比较熟悉，并具有一定的检测、判断和维修能力。

为此,从开始学习电视机维修技术起,就要注意多收集有关的资料,不断扩展自己的知识面,有意识地培养和训练自己查找资料、使用资料的能力,以适应将来工作的需要。

三、电视机维修需要的工具和仪器

(一) 基本工具

“工欲善其事,必先利其器”这是前人多年实践的经验总结,表明了工具的重要性。电烙铁、镊子、螺丝刀、十字改锥、尖嘴钳、小刀、验电笔等,是进行电视机维修时必须随身携带的常用工具。同时还要准备一些适应特殊需要的专用工具,如无感螺丝刀,用于调整谐振回路;镜子,作为辅助工具,在调整机箱内部元件时,通过镜子反射来观察前面荧光屏上的光栅、图像或色彩变化;医用空心针头,作为拆卸集成块时的辅助工具。

(二) 主要检测仪器

1. 万用表

万用表是维修电视机时必不可少的检测仪器,大多数的维修者都喜欢用传统的指针式万用表,在选用时应特别注意使它的灵敏度不低于 $20\text{ k}\Omega/\text{V}$ 。若灵敏度达不到要求,则会影响到某些工作点在进行电压测量时的准确程度,有时还会破坏电路的正常工作状态,容易造成误判。常用的指针式万用表型号有 500 型、MF47 型、MF30 型和 MF63 型等。

近几年中新型的袖珍式数字万用表迅速普及,在电视机维修中也越来越多地被采用,由于一般数字万用表的电压灵敏度可达 $50\text{ M}\Omega/\text{V}$ (200 mV 挡)在测量时对被测电路工作状态的影响小,可测量内阻很高的信号电压。常用的数字万用表有 DT890 型和 DT830 型。

2. 示波器

示波器可以用来检查行场扫描、同步分离、视频放大、音频放大等电路的信号波形,判断幅度大小及波形变化,电视机电路中的某些故障仅用万用表检测不容易准确判断,而用示波器检查则可以一目了然。由于被检测的视频信号的最高频率为 6 MHz ,因此要求示波器的扫描频率应大于 6 MHz ,一般选择为 10 MHz 和 15 MHz 。最好能双踪显示,可同时显示两个信号,从而通过两个波形的比较确定它们之间的相位差、时间延迟及失真程度。目前在彩电维修中常用的型号为 SR-8 型示波器。

3. 扫频仪

扫频仪的全称为频率特性测试仪,可用来检查电视机中高频头、图像中放等电路的频率特性,还可用来调试视放特性曲线和伴音中放鉴频曲线等,是检修中频和高频信号通道的重要仪器。由于高频电视信号的上限频率可达 958 MHz ,要对高频通道进行检测,要求扫频仪的工作频率范围是 $1\sim 1\,000\text{ MHz}$,常用的型号有 BT-3C 型和 NW1256RF 等。

4. 电视信号发生器

电视信号发生器可以输出具有特殊功能的黑白和彩色电视信号,帮助我们有效地鉴别电视机的各种性能及进行故障判断。

四、学习电视机维修技术时应注意的几个问题

1. 理论与实践相结合

《电视机原理与维修技术》是一门实践性很强的学科,在学习时一定要注意专业理论知识的

学习与维修技能的实践密切结合，用专业理论知识指导实践，又通过实践加深对专业理论知识的理解，在实践中培养自己运用理论知识解决实际问题的能力，使电视机维修的技术水平不断提高。

2. 注意理论知识的基础性和学习的目的性

欲盖高楼，地基要牢。要想使维修技术达到较高的水平，理论知识的功底一定要打扎实。尤其是在电视技术飞速发展，电视机产品不断更新的时代，对电视机维修人员的素质要求越来越高。为了使我们的技术有广泛的实用性和比较长久的适应性，一定要注意奠定坚实的理论基础。但是，由于学习专业理论知识的目的是为了^①提高维修技术，不是为了设计或制造。因此，对理论知识的学习内容是有选择的，尽可能回避纯理论的探讨和严密的数学推导，对于一些无法维修的器件的内部结构和工作原理也从简介绍，而将学习的重点放在与维修有关的基础知识上。

3. 注意实践的计划性和目的性

我们提倡实践，但并不提倡盲目的实践，这会浪费许多的精力和器材。我们提倡的是有计划、有步骤、有目的的实践，这就是有明确目标的技能训练。一个训练有素的电视机维修人员，从打开电视机的后盖开始，到使用仪器检测、摘出故障元件……，每一个操作活动都能做到准确无误、灵巧而敏捷，手到病除。相反，如果在操作活动中毛手毛脚、动作笨拙，甚至因操作不当而使显像管或集成块损坏，这是我们力求避免的。怎样使操作技能达到我们所期望的熟练程度呢？这就需要训练，需要有目的的、严格的训练。尤其是对于一些实用性很强，有一定技术难度的操作活动，要按照规范化的操作程序，一个动作、一个动作反复多次地进行训练，力求准确、熟练、形成条件反射。“梅花香自苦寒来”，一个优秀运动员在比赛场上展示的是他长期艰苦训练的成果，要想使维修技术达到较高的水平，艰苦的训练也是必不可少的。

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，不了解光和色的基本知识是不行的。

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，等等。如图1-1所示，其中只有人们眼睛可看到的那一小部分叫做光、准确的说叫可见光。

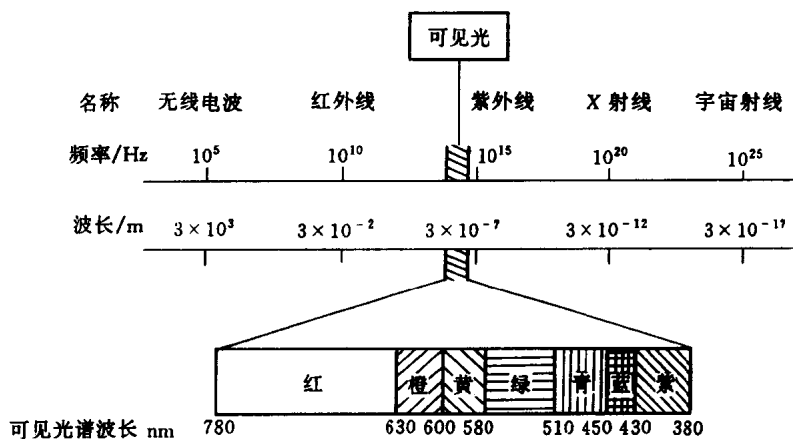


图 1-1 电磁波谱

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，为 40 000~80 000 GHz， $1 \text{ GHz} = 1 000 \text{ MHz} = 10^9 \text{ Hz}$ ，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,给人以白光的感受。

1. 白光的分解

白光可以被分解为单色光,称为白光的分解。日光是最常见的白光,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,让一束日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。

2. 标准光源

日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。

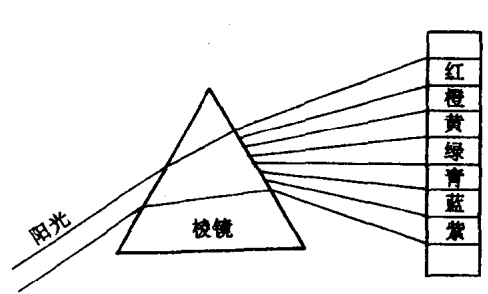


图 1-2 太阳光的分解

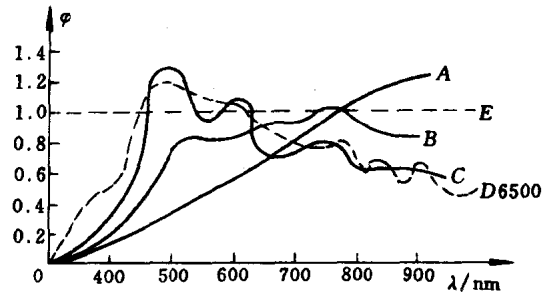


图 1-3 五种标准白光光源光谱分布曲线

(1) A 光源

它相当于钨丝灯在 2 800 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 2 854 K 时发出的光,因此可以说 A 光源的相关色温为 2 854 K。

(2) B 光源

它接近于中午直射的阳光,相关色温为 4 800 K,可以用特制的滤色镜从 A 光源获得。

(3) C 光源

它相当于白天的自然光，相关色温为 6 800 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 6 500 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。

以上着重强调了光对色的对应性，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，大量的实验表明色对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相同的彩色视觉效果。又如白色的日光，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

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

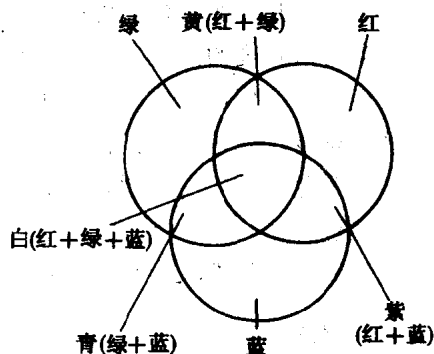


图 1-4

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。

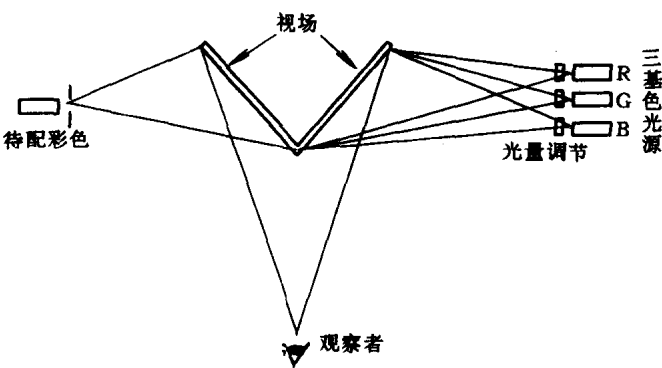


图 1-5 配色实验原理图

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

$$F = R [R] + G [G] + B [B] \tag{1-1}$$

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