



“十三五” 职业教育规划教材

液晶电视原理 与实践

孙宏伟 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”职业教育规划教材

液晶电视原理 与实践

主 编 孙宏伟

副主编 赵 凤 宋 睿 涂代国 李东林

编 写 刘 波 闫 伟 简元金 申 勇

藏 庚 何义奎 王文福 林 王 静

张迪茜 刘晓杰



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”职业教育规划教材。

本书从实用出发，系统地介绍了电视的基本知识、液晶电视的原理与维修、数字电视实用技术和3D电视技术，并在讲述基本概念和原理的同时，结合康佳、TCL、海信等品牌机型的典型故障检修实例进行分析和介绍，有助于读者对液晶电视技术有一个全面的认识，更好地掌握液晶电视的相关知识和维修技术。其内容丰富，层次分明，系统性强，实用性强。

本书可作为高职高专院校无线电技术、应用电子技术、电子信息工程技术和电子声像技术专业教材，也可供有关技术人员阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

液晶电视原理与实践/孙宏伟主编. —北京: 中国电力出版社, 2017. 2

“十三五”职业教育规划教材

ISBN 978-7-5198-0162-5

I. ①液… II. ①孙… III. ①液晶电视机-职业教育-教材
IV. ①TN949.192

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 006174 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

三河市航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2017 年 2 月第一版 2017 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.75 印张 358 千字

定价 36.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

随着人们生活质量的不断提高以及对生活品质的追求,电视已经由原来的黑白电视演变为后来的彩色电视,以及现在的液晶电视。液晶电视已成为电视机市场的主流产品,现在的液晶电视可以装载操作系统,加载应用程序,打破了单一功能模式,并通过网线、无线网络即可上网。为了使相关专业的学生、技术人员对电视技术有所了解和认识,作者编写了此书。

本书共8个项目。项目一讲述电视信号产生与发送的基本理论;项目二讲述液晶电视整机结构;项目三讲述液晶电视电源和DC/DC变换电路故障检修;项目四讲述液晶电视信号处理与控制电路故障检修;项目五讲述液晶电视背光源与高压逆变电路;项目六讲述液晶面板接口与T-CON电路故障检修;项目七讲述数字电视实用技术;项目八讲述3D电视技术。在每个项目后面除了配套练习题外,还有实践训练。

本书体现了高职教育的特色,针对高等技术应用型人才的培养目标和高职高专的特点编写。书中正确处理了理论知识和技术应用的关系,理论知识的讲授以技术应用为目的,强调应用性;正确处理了传统内容与新知识、新技术的关系,使内容具有先进性;同时理论联系实际,使教材具有实用性。

本书主编孙宏伟,副主编赵凤、宋睿、涂代国、李东林,参加部分编写工作的还有刘波、闫伟、简元金、申勇、罗庚、何义奎、文福林、王静、张迪茜、刘晓杰等。

由于电视技术的不断发展,作者水平和经验有限,若书中存在不足和疏漏,敬请读者批评指正。

孙宏伟

2016年10月

目 录

前言	
绪论	1
项目一 电视信号产生与发送的基本理论	3
1.1 电视的基本理论	3
1.2 电视的基本参数	5
1.3 隔行扫描和逐行扫描	7
1.4 黑白全电视信号	7
1.5 色度学的基本知识	8
1.6 彩色电视的制式	11
1.7 电视信号的发送	17
思考与练习	22
实践训练	23
项目二 液晶电视整机结构认识	24
2.1 液晶电视显示技术基础	24
2.2 液晶电视的组成	37
2.3 液晶电视与 CRT、PDP 电视的异同	39
2.4 液晶电视检修概述	43
思考与练习	51
实践训练	51
项目三 液晶电视电源和 DC/DC 变换电路故障检修	53
3.1 液晶电视开关电源概述	53
3.2 液晶电视开关电源基本电路介绍	56
3.3 液晶电视 DC/DC 变换器分析	74
3.4 液晶电视开关电源电路故障分析与检修	78
3.5 DC/DC 变换器的故障分析与检修	82
思考与练习	83
实践训练	84
项目四 液晶电视信号处理与控制电路故障检修	85
4.1 液晶电视输入接口电路	85
4.2 液晶电视公共通道电路	94
4.3 液晶电视视频解码电路	101
4.4 液晶电视 A/D 转换电路	103
4.5 液晶电视去隔行处理和图像缩放电路	110

4.6	液晶电视微控制器电路	117
4.7	液晶电视伴音电路	124
4.8	液晶电视信号处理与控制电路故障分析与检修	134
	思考与练习	146
	实践训练	147
项目五	液晶电视背光源及驱动电路故障检修	148
5.1	CCFL 背光源及驱动电路	148
5.2	LED 背光源及驱动电路	155
5.3	液晶电视背光源电路故障检修	159
	思考与练习	161
	实践训练	161
项目六	液晶面板接口及 T-CON 故障检修	162
6.1	液晶面板接口数据传输方式	162
6.2	液晶面板常用接口	163
6.3	TFT 液晶面板的信号与定时	168
6.4	T-CON 电路	171
6.5	接口电路的故障分析与检修	176
6.6	液晶面板的故障分析与检修	176
	思考与练习	180
	实践训练	180
项目七	数字电视实用技术	181
7.1	数字电视系统概述	181
7.2	数字电视信号的产生	183
7.3	数字电视信号的信源编码	185
7.4	数字电视信号的信道编码	195
7.5	数字电视信号的调制	200
7.6	数字电视机顶盒	204
	思考与练习	209
	实践训练	210
项目八	3D 电视技术简介	211
8.1	3D 电视技术原理	211
8.2	3D 电视显示技术分类	212
8.3	3D 图形的处理技术	214
	思考与练习	215
	实践训练	215
附录 A	液晶电视中常用的电子元器件	216
附录 B	实践训练报告参考样式	224
附录 C	液晶电视多功能实验台	226
	参考文献	228

绪 论

电视,是20世纪人类最伟大的发明之一。

1. 电视发明技术简介

电视不是哪一个人的发明创造。它是一大群位于不同历史时期和国度的人们共同的结晶。早在19世纪时,人们就开始讨论和探索将图像转变成电子信号的方法。

俄裔德国科学家保尔·尼普可夫在柏林大学学习物理学期间,开始设想能否用电把图像传送到远方?此后他开始了前所未有的探索。经过艰苦的努力,他发现,如果把影像分成单个像点,就极有可能把人或景物的影像传送到远方。不久,一台叫作“电视望远镜”的仪器问世了。这是一种光电机扫描圆盘,它看上去笨头笨脑的,但极富独创性。1884年11月6日,尼普可夫把他的这项发明申报给柏林皇家专利局。这是世界电视史上的第一个专利。专利中描述了电视工作的三个基本要素:①把图像分解成像素,逐个传输;②像素的传输逐行进行;③用画面传送运动过程时,许多画面快速逐一出现,在眼中这个过程融合为一。这是后来所有电视技术发展的基础原理,甚至今天的电视仍然是按照这些基本原理工作的。

英国发明家约翰·贝尔德对尼普可夫的天才设想兴趣极大。1924年,他采用两个尼普可夫圆盘,首次在相距122cm(4in)远的地方传送了一个十字剪影画。后来他成立了“贝尔德电视发展公司”。随着技术和设备的不断改进,贝尔德电视的传送距离有了较大的增加,电视屏幕上也首次出现了色彩。贝尔德本人则被后来的英国人尊称为“电视之父”。

德国科学家卡罗鲁斯也在电视研制方面做出了令人瞩目的成就。1942年,卡罗鲁斯小组设计出比贝尔德的电视要清晰许多的机械电视。

1897年,德国的物理学家布劳恩发明了一种带荧光屏的阴极射线管。当电子束撞击时,荧光屏上会发出亮光。1906年,布劳恩的两位助手用这种阴极射线管制造了一台画面接收机,进行静止图像重现。

1931年,俄裔美国科学家兹沃雷金完成了使电视摄像与显像完全电子化的过程,开辟了电子电视的时代。

1936年,英国广播公司采用贝尔德机电式电视广播,第一次播出了具有较高清晰度,步入实用阶段的电视图像。1939年,美国无线电公司开始播送全电子式电视。瑞士菲普发明第一台黑白电视投影机。1940年,美国古尔马研制出机电式彩色电视系统。1949年12月17日,开通使用第一条敷设在英国伦敦与苏登·可尔菲尔特之间的电视电缆。1951年,美国H.洛发明三枪荫罩式彩色显像管,洛伦期发明单枪式彩色显像管。1954年,美国得克萨期仪器公司研制出第一台全晶体管电视接收机。1966年,美国无线电公司研制出集成电路电视机。3年后又生产出具有电子调谐装置的彩色电视接收机。

2. 我国电视工业发展简介

1965年,我国第一台黑白电视机北京牌35.6cm(14in)黑白电视机在天津712厂诞生。

1970年12月26日,我国第一台彩色电视机在同一地点诞生,从此拉开了中国彩电的生

产序幕。

1978年,国家批准引进第一条彩电生产线,定点在原上海电视机厂即现在的上海广电(集团)有限公司,1982年10月竣工投产。不久,国内第一个生产彩色显像管的咸阳彩虹厂成立。这期间我国彩电业迅速升温,并很快形成规模,全国引进大大小小彩电生产线100条,并涌现出“熊猫”“金星”“牡丹”“飞跃”等一大批国产品牌。

1985年,中国电视机产量已达1663万台,超过了美国,仅次于日本,成为世界第二大的电视机生产大国。但电视机普及率还很低,城乡每百户拥有电视机量分别只有17.2台和0.8台。

1987年,我国电视机产量已达到1934万台,超过了日本,成为世界最大的电视机生产国。

1985—1993年,中国彩电市场实现了大规模从黑白电视机替换到彩色电视机的升级换代。

1993年,TCL在上半年就开始推出“TCL王牌”大屏幕彩电,74cm(29in)彩电的市场价格在6000元左右。

1996年3月,“长虹”向全国发布了第一次大规模的降价宣言,打响了彩电工业历史上规模空前的价格战。国产品牌通过价格将国外品牌的大量市场份额夺在手中,同时也导致整个中国彩电业的大洗牌,几十家彩电生产厂商从此退出。

1999年,消费级等离子彩电出现在国内商场。当时101.6cm(40in)等离子彩电的价格在十几万元。

2001年中国彩电业大面积亏损,这种局面直到2002年才通过技术提升得以扭转。

2002年,“长虹”宣布研制成功了我国首台屏幕最大的液晶电视。其屏幕尺寸大大突破56cm(22in)的传统业界极限,屏幕尺寸达到了76.2cm(30in),当时被誉为“中国第一屏”。

2002年,TCL发动等离子彩电“普及风暴”,开启了等离子电视走向消费者家庭的大门。“海信”随即跟进。

2003年4月,“长虹”掀起背投彩电普及计划,背投电视最高降幅达40%。

2004年,中国彩电总销量是3500万台,其中平板彩电销量达40万台。从2004年10月开始,平板彩电在国内几个大城市市场的销售额首次超过了传统CRT彩电。

2005年上半年,我国平板彩电的销售量达到72.5万台,同比增长260%,城市家庭液晶电视拥有率达到了3.56%,等离子电视拥有率达到了2.81%。

2006年平板电视销售有了一定的规模,产量接近500万台。在北京、上海、广州等主要城市,平板电视的销售量约占电视总销售量的40%,销售额已占总销售额的85%。

2007年,液晶电视急速放量,迅速拉开了与传统CRT彩电的差距,并将等离子电视甩在身后。传统的CRT彩电逐渐告别市场。

在过去正是因为电视而改变了人们的生活,把人们带进了一个五光十色的奇妙世界。随着时代的发展,平板电脑和智能手机的普及,电视产业在未来会发展成什么样让我们拭目以待。

项目一 电视信号产生与发送的基本理论



项目要求

熟悉电视的基本知识。



知识点

- 电视的基本参数；
- 隔行扫描和逐行扫描；
- 黑白全电视信号；
- 电视信号的发送；
- 三基色原理与亮度方程；
- 彩色电视的制式。



重点和难点

- 电视的基本参数；
- 三基色原理与亮度方程；
- 彩色电视的制式。

1.1 电视的基本理论

1.1.1 电视的种类

电视。概括来说，就是根据人眼的视觉特性，用电的方法传送活动图像的技术。通常，在发送端，先用电视摄像机把景物的光像变成相应的电信号，再将电信号通过一定的途径传输到接收端，最后由电视接收机把电信号还原成原景物的光像。

CRT 电视。CRT 电视采用阴极射线管（Cathode Ray Tube, CRT）作为显示器件。CRT 是电真空器件，主要由电子枪和荧光屏组成，是体积较大的玻璃锥体，依靠电子枪发射高速电子束，轰击荧光屏上的荧光粉发光形成图像。

FPD 电视。FPD 电视即平板显示（Flat Panel Display, FPD）电视，是屏幕呈平面的电视，它相对于传统 CRT 电视庞大的身躯而言，是一类超薄电视。目前市场上技术比较成熟的平板电视主要有液晶电视。

LCD 电视。LCD 电视是以液晶屏（Liquid Crystal Display, LCD）作为显像器件，利用

液晶的电光效应，通过施加信号电压改变液晶分子的排列，将光线折射出来产生画面。

PDP 电视。PDP 电视是以等离子屏（Plasma Display Panels, PDP）作为显像器件，在显示屏上排列有上千个密封的小低压气体室（氙气和氖气的混合物），在外加电压的作用下内部气体电离放电，产生大量紫外线激发管壁涂覆的红、绿、蓝三基色荧光粉发光，即产生彩色影像。

LED 电视。LED 电视以发光二极管（Light Emitting Diode, LED）作为显示屏，通过控制半导体发光二极管（LED 灯珠）组成的发光像素点进行显像。

3D 电视。3D 电视是三维立体影像电视的简称。3D 是 Three-Dimensional 的缩写，就是三维立体图形。3D 液晶电视的立体显示效果，是通过在液晶面板上加上特殊的精密柱面透镜屏，将经过编码处理的 3D 视频影像独立送入人的左右眼，从而令用户无需借助立体眼镜即可裸眼体验立体感觉，同时能兼容 2D 画面。

智能电视。智能电视即 Smart TV，是指像智能手机一样，具有全开放式平台，搭载了操作系统，可以由用户自行安装和卸载软件、游戏等第三方服务商提供的程序，通过此类程序不断对电视的功能进行扩充，并可通过网线、无线网络实现上网的电视。

云电视。云电视（cloud TV）是应用云计算、云存储技术的电视产品，是云设备的一种，用户不需要单独再为自家的电视配备所有互联网功能或内容，将电视连上网络，就可以随时从外界调取自己需要的资源或信息。

4K 电视。4K 电视是屏幕物理分辨率高的电视，4K 电视屏幕的分辨率为 3840×2160 ，这个的分辨率下的像素总数达到了高清分辨率 1920×1080 的 4 倍，在此分辨率下观众将可以看清画面中的每一个细节，每一个特写，得到一种身临其境的观感体验。

OLED 电视。OLED 电视是以有机发光二极管（Organic Light-Emitting Diode, OLED）作为显像器件。OLED 显示技术与传统的 LCD 显示方式不同，无需背光灯，采用非常薄的有机材料涂层和玻璃基板，当有电流通过时，这些有机材料就会发光，产生红、绿和蓝 RGB 三基色，构成基本色彩。

1.1.2 图像顺序传送

尽管电视系统非常复杂，但都遵循一个基本原则，即先将图像分解为像素，然后将这些像素的亮度转变为电信号，再将电信号按顺序传送出去。

如果仔细观察各种画面，如照片、图画、报纸上的画面，就会发现画面都是紧密相邻黑白相间的细小的点子的集合体。这些细小点子是构成一幅图像的基本单元，称为像素。像素越小，单位面积上的像素数目越多，图像就越清晰。如果把要传送的图像也分解成许多像素，并同时把这些像素变成电信号，再分别用各个信道传送出去，到了接收端又同时在屏幕上变换成光，那么发送端所摄取的景象就能在屏幕上得到重现。但是这样做过于复杂，按规定，要求一幅电视影像分成几十万像素，如果将这些像素同时传送到接收端，需要几十万条信道。从技术上看，这种同时传输的系统既不经济，也难以实现。

由于人眼的惰性和光的余辉效应，只要传送像素的速度足够快，收端和发端每个像素的几何位置一一对应，即收端和发端同步工作，重现图像就会给人以连续、活动而又没有跳动的感觉。发送端把组成图像的各像素亮度按一定顺序一个个地转换成相应的电信号，并依次传送出去。接收端按同样的顺序，将各个电信号在荧光屏上对应的位置转变成具有相应亮度的像素。这种将图像像素顺序传送的系统，被称为顺序传送电视系统，它只需要一条信道，

如图 1-1 所示。

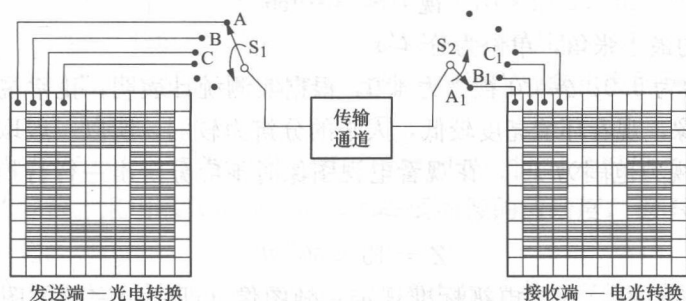


图 1-1 顺序传送电视系统示意图

将组成一幅图像的像素，按顺序转换成电信号以及将电信号依次转换成图像的过程，在电视系统中称为扫描。

1.2 电视的基本参数

电视是为人眼服务的，是以人的视觉特性为基础设计发明的。人所看到的鲜艳的、逼真的电视图像，对动物来说不一定能感觉到。电视图像的基本参数都是以人眼的视觉特性和当前的科技水平来确定的。因此，有必要分析电视图像与人眼的视觉特性关系。

1.2.1 视力范围与电视机屏幕形状

人眼的视力范围在水平方向约为 180° ，在垂直方向约为 130° 。人眼最清楚的范围是：水平方向夹角为 20° ，垂直方向夹角为 15° 。因此，电视机的屏幕尺寸一般设计宽高比为 $4:3$ 。为了增强临场感与真实感，也可以适当增加宽高比，例如高清晰度电视屏幕的宽高比一般采用 $16:9$ 。这里需要说明的是电视机的屏幕尺寸（以对角线的长度为依据）都用英寸（in）来表示，与厘米（cm）之间的转换关系为 $1\text{in}=2.54\text{cm}$ 或者 $1\text{cm}=0.39\text{in}$ 。

1.2.2 电视图像的亮度、对比度和灰度

亮度是指人眼对光线明亮程度的感觉。它取决于两方面：一方面与光所发出的能量有关，另一方面与人眼的主观感觉有关。

人眼所能感觉到的亮度范围很宽，一般从百分之几坎德拉每平方米（ cd/m^2 ）到几百万坎德拉每平方米。但人眼并不能同时感觉到这样宽的亮度范围。当人眼适应了某个亮度范围以后，人眼对亮度的感觉范围就会变得很窄了，这是由于人眼具有自动调节作用。比如，从亮的地方走进暗的房间时，眼前会一片漆黑，但过了一会儿，又能看清周围物体的轮廓。这说明在不同的亮度环境下，人眼对实际亮度值的感受是大不相同的。因此，在适当的环境下，用低亮度重现高亮度的景物，可以给人以真实的感受。电视的观看也必须在适当的环境下，才能有较好的图像效果。

对比度指图像的最大亮度与最小亮度的比值，比值越大，图像越逼真。这是观看电视的另一个条件。灰度是指黑白图像从最暗到最亮之间划分的层数，灰度级别越高，图像就越清晰。我国电视标准规定：电视机的灰度等级要求至少达到 6 级。

1.2.3 人眼的视力与图像行扫描频率（行频）

人眼的视力是指在一定亮度及人眼与被测物一定距离的条件下，能看清在白底上两个黑

点的最小张角。视力一般用 5 分制表示

$$\text{视力} = 5 - \lg\theta$$

式中, θ 表示人眼的最小张角, 单位为分 ($'$)。

例如 $\theta=1'$ 视力为 5.0; $\theta=10'$ 视力为 4.0。根据实测统计表明, 正常视力分辨角为 $1' \sim 1.5'$ 。对于电视图像, 观看环境亮度较低, 人眼的分辨力较弱, 所以一般取下限 $1.5'$ 。而人眼在垂直方向上的视力范围为 15° , 在观看电视图像时不应分辨出一行行扫描线, 所以扫描行数

$$Z = 15 \times 60' / \theta$$

当 $\theta=1.5'$ 时, $Z=600$ 行。我国电视标准规定一帧图像 (即一幅完整的图像) 从上到下为 575 行 (正程), 由下向上返回的时间相当于行数 (回程) 为 50 行的时间。一帧图像的扫描总行数为 $575+50=625$ 行。因为每秒扫描 25 帧图像, 所以行频

$$f_H = (625 \times 25) \text{Hz} = 15625 \text{Hz}$$

行周期

$$T_H = 1/f_H = 1/15625 \text{Hz} = 64 \mu\text{s}$$

1.2.4 人眼的视觉惰性与图像场扫描频率 (场频)

当某一强度的光突然消失, 人眼的亮度感觉并不立即消失, 而要过一会儿才会消失, 这种现象称为视觉惰性。一般在中等强度的光照下, 视力正常的人眼视觉暂留时间约为 0.1s。

电视屏幕上图像切换的频率被称为图像场频。显然, 图像的场频必须超过人眼视觉的闪烁频率, 否则, 电视图像会给人眼闪烁感。

场扫描频率采用与电源频率相同的数值, 可以克服图像上下移动和市电的干扰问题。我国的电源频率为 50Hz, 故场扫描频率也为 50Hz; 美国、日本的电源频率为 60Hz, 故场扫描频率也为 60Hz。

场扫描频率 $f_z=50\text{Hz}$ 时才能逼真稳定地传送活动图像。但当 $f_z=50\text{Hz}$ 时, 图像信号的频带变得很宽, 给图像信号的发送带来一定的困难。为克服这种困难, 将场扫描频率 f_z 减半。场扫描频率 f_z 减半虽能传送活动图像, 但又带来图像闪烁问题。为克服重现图像的闪烁现象, 用隔行扫描的方法将一帧图像分成两场图像, 由奇数行像素产生奇数场图像, 由偶数行像素产生偶数场图像。这样场扫描频率 $f_z=25 \times 2=50\text{Hz}$, 场周期 $T_v=1/f_z=1/50=20\text{ms}$ 。

1.2.5 电视信号的带宽

图像信号带宽是指图像信号最低频率到最高频率之间的频率范围。图像电信号的最低频率很容易找到, 即图像信号不变化, 频率为 0。可用估算的方法求图像电信号的最高频率。一帧图像有 625 行, 每一行包含的像素为

$$625 \times 4/3 \approx 833 \text{ 个}$$

式中, $4/3$ 是指电视机的宽高之比, 假设扫描点在水平与竖直方向上疏密相同。

图像信号最高频率取决于图像内容和扫描的速度。由于图像是一行行扫描产生的, 所以, 图像内容在水平方向所包含的像素越细密, 扫描的速度越快, 输出信号的频率则越高。当扫描到最小像素时, 得到的电信号将代表最高频率, 所以, 可以由黑白相间的细竖条图像求最高频率, 黑白条的宽度等于最小像素大小。由于最小像素接近电子束的直径, 会产生“孔阑效应”, 使扫描输出的信号失真, 方波近似成了正弦波, 即每两个像素相当于一个正弦波周期, 若每一个正弦波的周期都是相同的, 就得到一行电信号的最高频率, 即

$$833 \div 2 = 416.5 \text{ Hz}$$

若考虑到 1s 内，每行像素的亮度都不同，则得到了图像信号的最高频率为

$$416.5 \times 625 \times 50 = 13020833 \approx 13 \text{ MHz}$$

考虑到行、场逆程期间的频率是不变的，另外，电视信号变化大的情况极少，故图像信号的最高频率大约为 11MHz。

11MHz 的信号带宽太大，浪费频率资源，传输困难，同时发射设备也极为复杂，所以要压缩图像信号的带宽。采用隔行扫描法，既不降低图像的清晰度，也不闪烁，同时又能压缩图像信号一半带宽。

由此可知，图像信号的带宽为 0~5.5MHz，考虑到留有一定的余量，我国规定图像信号的带宽为 6MHz。

1.3 隔行扫描和逐行扫描

电视机荧光屏上所呈现的光称为光栅。光栅由电子扫描运动形成。

逐行扫描是电子依照顺序一行紧跟一行地进行扫描，具有简单、可靠等优点。但是为了保证得到高质量图像，必须要求每幅画面有足够多的行数，又不能使帧扫描频率太低（一般要求大于 46Hz），否则就会出现亮度闪烁，导致信号频带太宽，设备复杂。因此，在广播电视中一般不采用逐行扫描而采用隔行扫描。

隔行扫描方式是将一帧电视图像分成两场进行扫描（从上至下为一场）。第一场扫描第 1、3、5、7 等奇数行，第二场扫描第 2、4、6、8 等偶数行。把扫描奇数行的场称为奇数场，扫描偶数行的场称为偶数场。这样，每一帧图像经过两场扫描，就可以扫完全部像素，如图 1-2 所示。

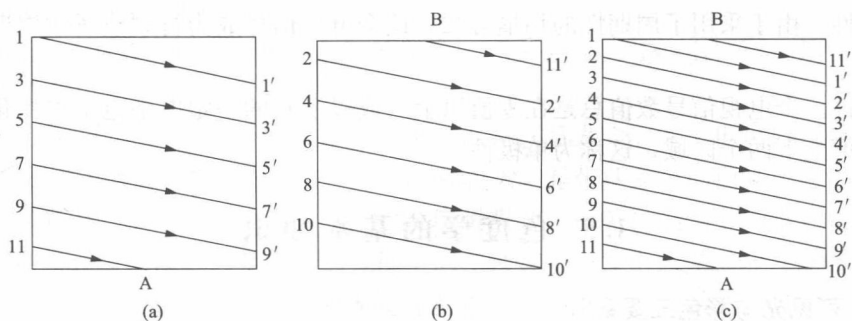


图 1-2 隔行扫描示意图

1.4 黑白全电视信号

将图像信号、复合同步信号、复合消隐信号、开槽脉冲信号和均衡脉冲信号叠加在一起即可构成黑白全电视信号，一般称为视频信号，如图 1-3 所示，图中 H 表示行周期。

电视系统的图像信号，在行、场扫描的正程期间传送，幅度为全电视信号相对幅度的 10%~75%，10%的电平称为白电平，75%的电平称为黑电平。

复合同步信号、复合消隐信号在行、场扫描的逆程期间传送，是电视系统传送的辅助信

息。复合同步信号分为行和场两种，其作用是保证电视接收机重现图像与电视台所发射的图像严格同步。复合消隐信号包括行消隐信号和场消隐信号，其作用是消除行、场扫描逆程的痕迹。

开槽脉冲信号保证在场同步时间内不丢失同步信号，均衡脉冲保证奇数场与偶数场相嵌，不出现并行现象。

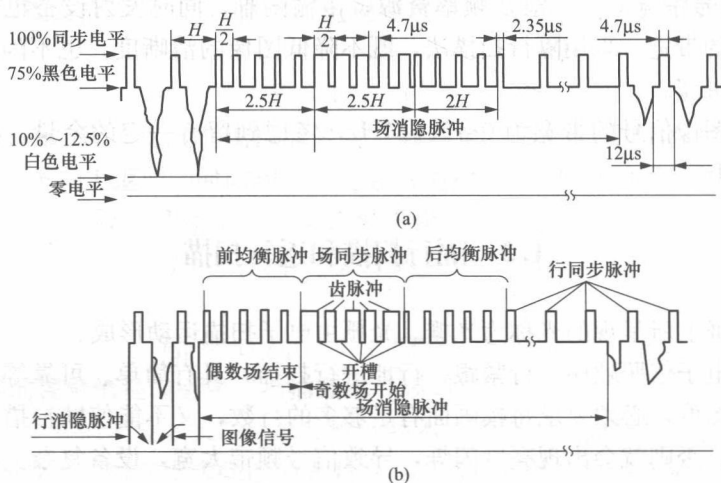


图 1-3 黑白电视信号的组成

(a) 偶数场；(b) 奇数场

黑白图像信号具有 3 个特点。

①脉冲性。辅助信号都为脉冲性质，图像信号是随机的，既可以是边缘渐变的，也可以是脉冲跳变的，所以全电视信号是非正弦的脉冲信号。

②周期性。由于采用了周期性的扫描方法，使全电视信号成为行频或场频周期性重复的脉冲信号。

③单极性。全电视信号数值总是在零值以上（或以下）的一定电平范围内变化，而不会同时跨越零值上下两个区域，这称为单极性。

1.5 色度学的基本知识

1.5.1 可见光与彩色三要素

所谓可见光就是指人眼所能看见的光，它属于一定波长范围的电磁波。电磁波包括无线电波、红外线、可见光波、紫外线、X 射线、宇宙射线等，它们分别占据的频率范围如图 1-4 所示。

图 1-4 中的无线电波、红外线、紫外线、X 射线、宇宙射线等是人眼看不见的。人眼能看到的可见光谱只集中在 5×10^{14} Hz 附近很窄的一段频率范围内，其波长范围为 380 ~ 780nm。此范围内的每一个波长的光作用于人脑后引起的颜色感觉不同，按波长从长到短的顺序依次为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。

在色度学中，任一彩色光可用亮度、色调和色饱和度这 3 个基本参量来表示，称为彩色三要素。

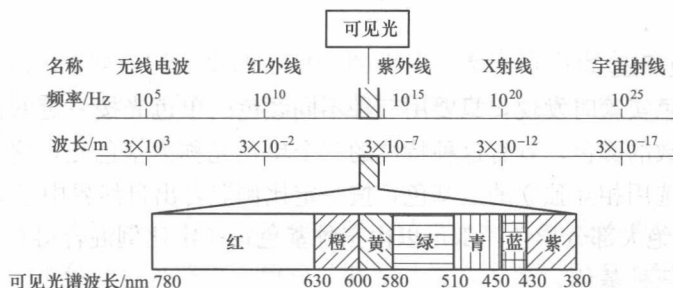


图 1-4 电磁波各组成部分分别占据的频率范围

亮度反映光作用于人眼所引起的明亮程度的感觉。对于同一光源来说，它随彩色光辐射功率的增加而增大。

色调反映彩色的类别，例如红色、蓝色等不同的颜色。色调与光的波长有关，改变光的波谱成分，就会使光的色调发生变化。

色饱和度表示彩色光颜色的深浅程度，与掺入的白光多少有关，用百分数表示。若色饱和度为 100%，表示该彩色光中没有混入白光。

色调、色饱和度合称为色度，既表示了彩色光颜色的区别，又反映了彩色光颜色的深浅程度。根据颜色三要素的含义，电视系统把任一景物变成彩色图像信号，并用亮度信号和色度信号传送。

1.5.2 标准光源

对景物的真实视觉程度与选用的光源关系很大。白光源有许多种，为了统一测量标准，国际上选用 A、B、C、D65、E 五种标准白光作为标准光源。

(1) A 光源。A 光源相当于钨丝灯在 2800K 时发出的光。其波谱能量主要集中在波长较长的区域，是带些橙红色的白光。

(2) B 光源。B 光源接近于中午直射的阳光，相关色温为 4800K，可以用特制的滤色镜通过 A 光源获得。

(3) C 光源。C 光源相当于白天的自然光，相关色温为 6800K，也可以用特制的滤色镜通过 A 光源获得。其波谱能量在 400~500nm 处较大，是带些蓝色的白光。

(4) D65 光源。D65 光源相当于白天的平均照明光，相关色温为 6500K，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以适当比例混合得到。

(5) E 光源。E 光源是一种假想的等能量光源，即是说该光源的光谱能量分布是不随波长变化而变化的。这种光源在自然界中是不存在的，仅为科研中的理论光源。

1.5.3 彩色光的复合与分解

如果把一束太阳光投射到三棱镜上，由于不同波长光的折射率不同，太阳光被分为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的彩带。这个实验说明，太阳光是由多种不同波长成分的光复合而成的，但给人眼的综合颜色是白色。因此，把含有单一波长的光称为单色光，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是某种混合色，它可以通过技术手段分解成若干个单色光。

某种颜色的光，可以是单色光，也可以是由几种单色光混合而成。彩色光的混合遵循相加混色规律，比如说黄色光，可以是单色黄光，也可以是单色红光和单色绿光相加复合而成。

复合黄光。

1.5.4 三基色原理

人们在进行混色实验时发现，只要用三种不同颜色的单色光按一定的比例混合就可以得到自然界中绝大多数的颜色。具有这种特性的三个单色光称为基色光，这三种颜色称为三基色。三基色原理是选用相互独立的三基色，按一定比例混合出自然界中绝大多数的颜色。

① 自然界中的绝大部分彩色，都可以由三种基色按一定比例混合得到；反之，任意一种彩色均可被分解为三种基色。

② 作为基色的三种彩色，要相互独立，即其中任何一种基色都不能由另外两种基色混合来产生。

③ 由三基色混合而得到的彩色光的亮度等于三基色的亮度之和。

④ 三基色的比例决定了混合色的色调和色饱和度。

这就是彩色电视技术的基本原理，为彩色电视技术奠定了基础。

彩色电视系统选取哪三基色呢？根据实践，世界各国都选择红色（R）、绿色（G）、蓝色（B）三种颜色作为三基色，原因如下：

① 红、绿、蓝三色是相互独立的；

② 人眼对这三种颜色的光最敏感；

③ 用红、绿、蓝三色几乎可以混成自然界中所有的颜色。

1.5.5 混色法

利用三基色按不同比例混合来获得彩色的方法叫混色法。将三基色按一定比例直接相加混色而得到各种彩色的方法称为直接相加混色法。例如，将三束圆形截面积的红、绿、蓝三种基色光同时投在白色屏幕上，可呈现出一幅品字形图案，如图 1-5 所示。其色度三角形，如图 1-6 所示。

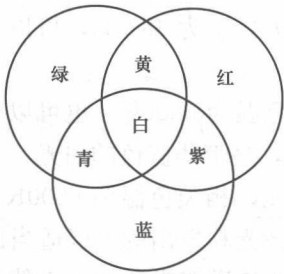


图 1-5 直接相加混色示意图

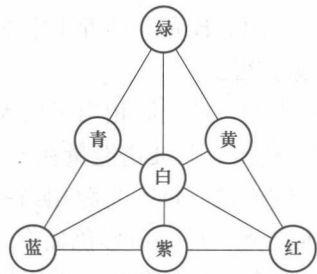


图 1-6 色度三角形

由图 1-6 可知：

红色 + 绿色 = 黄色

红色 + 蓝色 = 紫色

绿色 + 蓝色 = 青色

红色 + 青色 = 白色

绿色 + 紫色 = 白色

蓝色 + 黄色 = 白色

黄色 + 青色 = 浅绿色

红色 + 绿色 + 蓝色 = 白色

其中凡两种颜色相加混色得白色的称这两种颜色为互补色。例如，红色与青色、绿色与紫色、蓝色与黄色。

除了直接相加混色法，还有间接相加混色法，它又可分为时间混色法和空间混色法两种。

(1) 时间混色法

时间混色法是利用人眼的视觉惰性，顺序地让基色光先后出现在同一表面的同一点处，当三种基色光交替出现的速度足够快时，人眼感觉到的是这三种基色光的混合颜色。这是投影电视常用的方法。

(2) 空间混色法

空间混色法是利用人眼空间细节分辨率有限的特性，将三种基色的光点放在同一表面的相邻处，只要这三个基色光点足够小，相距足够近，当人眼离它们有一定距离时，将会看到三种基色光混合后的彩色光。这是目前彩色电视机常用的方法。

1.5.6 亮度方程

亮度方程表明了混合色的亮度与三基色分量之间的比例关系，对于不同标准白光亮度方程也不同。以 C 白光为标准白光源的 NTSC 制彩色电视制式的亮度方程

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad (1-1)$$

式中， Y 为混合色的亮度； R 为红光的强度（亮度）； G 为绿光的强度（亮度）； B 为蓝光强度（亮度）。

式 (1-1) 是在彩色电视技术中，无论是彩色重现，还是彩色分解都必须遵守的一个重要关系式。

以 D65 光为标准白光源的 PAL 制彩色电视制式的亮度方程

$$Y = 0.222R + 0.707G + 0.071B$$

但因 NTSC 制使用较早，所以 PAL 制并没有采用它本身的亮度方程，而是沿用了 NTSC 制的亮度方程。实践表明，由此引起的图像亮度误差很小，完全能满足人眼视觉对亮度的要求。

亮度方程通常近似写成

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

1.6 彩色电视的制式

1.6.1 彩色电视系统的兼容性

彩色电视是在黑白电视的基础上发展起来的，其基本图像信号是三基色信号，不同于黑白电视只有一个反映图像亮度变化的信号。

兼容性是指彩色电视和黑白电视可以相互收看到对方电视台的节目，即彩色电视信号可以被黑白电视机接收，黑白电视信号可以被彩色电视机接收。目前世界上的彩色电视都具有兼容性。彩色电视为了与黑白电视兼容，必须具备下列条件：

- ① 彩色信号中必须有亮度信号和色度信号。
- ② 占有与黑白电视相同的频带宽度。
- ③ 伴音载频和图像载频分别与黑白电视相同。
- ④ 采用相同的扫描频率和相同的复合同步信号。
- ⑤ 亮度信号与色度信号之间的干扰要最小。

1.6.2 保证兼容性的基本措施

人们利用人眼视觉特性，采用恒亮传输方式和彩色大面积涂色的方法，解决了在 6MHz