



浙江省高等教育重点教材

视频技术

罗一平 著



浙江科学技术出版社

浙江省高等教育重点教材

视 频 技 术

罗一平 著

浙江科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

视频技术/罗一平编著. —杭州:浙江科学技术出版社,2002.9

浙江省高等教育重点教材

ISBN 7-5341-1959-6

I. 视... II. 罗... III. 视频信号—信号处理—高等学校—教材 IV. TN941.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 051094 号

内 容 提 要

本书较系统地论述了视频技术基本理论和基本技术,全书由三大板块知识体系构成:彩色电视接收机、激光影碟机和数字压缩编码技术,并结合当前技术热点进行讨论。

全书共分六章:视频信号成像原理、视频技术基础、VCD 基本原理、DVD 影碟机与家庭影院技术、电视接收技术和多功能电视。每章均附有习题。

本书适合于工科电类、高等师范院校、高等职业技术学院相关各专业学生,也可供其他专业学生选用以及电子技术人员参考。

浙江省高等教育重点教材

视 频 技 术

罗一平 著

*

浙江科学技术出版社出版

杭州市长命印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本:787×1092 1/16 印张:11.5 插页3 字数:275 000

2002年9月第 1 版

2002年9月第1次印刷

ISBN 7-5341-1959-6/TN·32

定价:23.00 元

责任编辑:褚天福

封面设计:孙 菁

前 言

《视频技术》是在《彩色电视原理》基础上开设的一门技术课。随着电子技术的高速发展,数字化是高新电子技术的象征,大屏幕彩电、高清晰度电视、数字电视和激光影碟机等是数字压缩编码技术的结晶。《视频技术》是学生学完相关的专业基础理论课后,对电子技术知识的一种综合应用和知识拓宽,找到一个完美的知识应用结合点。原有的彩色电视的内容已经跟不上当前飞速发展的电子技术,更不能满足教学形势的发展和要求。为此作者根据多年的彩色电视教学经验,并在补充讲义“数字压缩编码技术、VCD 和 DVD 激光影碟机”的基础上,撰写了本书。

《视频技术》作为浙江省高等教育重点建设教材,编写是以“教育面向现代化,面向 21 世纪”为指导思想,以培养学生分析问题、解决问题的能力为宗旨,使学生能够较全面地掌握、应用视频技术知识。本书较系统地介绍了视频技术基本知识、基本理论,着重于分析、解读数字化视频技术产品的能力。在理论上具有一定的深度,内容上力求新颖,脉络清晰,深入浅出,通俗易懂。

全书共六章,分为三大部分。第一部分:彩色电视原理,包括第一章视频信号成像原理、第五章电视接收技术和第六章多功能电视;第二部分:数字压缩编码技术为第二章视频技术基础;第三部分:激光影碟机和家庭影院技术,包括第三章 VCD 基本原理、第四章 DVD 影碟机与家庭影院技术。每章后配一定数量的习题,以利于学生更好地理解 and 巩固所学的知识。考虑到各种不同层次读者的需要,本书部分章节内容相对独立,在教学中可以根据各自的需要进行删、选。

《视频技术》适合于工科电类、高等师范院校和高等职业技术学院相关各专业学生,也可以作为选修教材或供电子爱好者参考。本书在撰写过程中得到了众多同行的鼓励和帮助,从立项到出版得到了各级领导的大力支持和资助,谨在此一并表示衷心感谢。

对于书中不妥和错误之处,恳求读者批评指正。

浙江工程学院

罗一平

2002 年 6 月

目 录

第一章 视频信号成像原理	1
1.1 人的视觉特性	1
1.1.1 亮度视觉和色度视觉特性	1
1.1.2 视觉的惰性	2
1.1.3 视觉的范围和适应性	2
1.1.4 视觉的分辨率	3
1.2 图像的显示和视频信号	3
1.2.1 图像的显示	4
1.2.2 图像分辨率	5
1.2.3 图像的扫描	6
1.2.4 彩色全电视视频信号	7
1.3 彩色成像原理	9
1.3.1 三基色原理	9
1.3.2 彩色成像原理	10
1.3.3 视频信号的压缩和频谱交错技术	14
第二章 视频技术基础	16
2.1 模拟信号的数字化	16
2.1.1 模拟信号的数字化	16
2.1.2 CD-DA 数据结构	17
2.1.3 数据压缩技术	18
2.2 视频信号的数字化	19
2.2.1 视频 PCM 编码	19
2.2.2 视频信号压缩技术	20
2.2.3 MPEG 压缩技术	29
2.2.4 AC-3 压缩技术	38
2.3 光盘记录存储技术	41
2.3.1 光盘记录技术概况	41
2.3.2 光盘结构技术	42
2.3.3 CD 标准和 CD 机结构	44
第三章 VCD 基本原理	47
3.1 VCD 组成方框图	47
3.2 VCD 技术特征	48
3.2.1 视频特性	48
3.2.2 音频特性	48

3.3 VCD 工作过程	49
3.3.1 伺服工作过程	49
3.3.2 信号处理过程	50
3.4 VCD 影碟机基本原理	56
3.4.1 VCD 解码系统和解码过程	56
3.4.2 VCD 核心解码芯片	58
3.4.3 整机控制系统	63
3.4.4 VCD 电源电路	63
3.5 VCD 机典型电路分析	65
3.5.1 新科 VCD - 25 型影碟机简介与结构方框图	65
3.5.2 主板电路分析	65
3.5.3 解码板电路分析	67
3.5.4 机芯电路分析	70
3.5.5 混响电路	72
第四章 DVD 影碟机与家庭影院技术	74
4.1 DVD 技术特征和结构	74
4.1.1 DVD 基本特征	74
4.1.2 DVD 组成结构方框图	75
4.2 DVD 信号记录与处理	76
4.2.1 信源编码	76
4.2.2 信道编码/调制	82
4.2.3 格式化编码	82
4.3 DVD 光头系统	83
4.3.1 光学系统	83
4.3.2 传动机构	86
4.4 DVD 伺服系统	87
4.4.1 伺服系统要求	87
4.4.2 技术措施	87
4.5 DVD 解码系统	89
4.5.1 MPEG II 解码器种类	89
4.5.2 MPEG II 解码器结构	89
4.6 DVD 整机电路分析	91
4.6.1 DVD 基本结构	91
4.6.2 DVD 整机电路分析	91
4.7 家庭影院技术	98
4.7.1 家庭影院基本构成	98
4.7.2 环绕声解码技术	99
4.7.3 家庭影院的配置	104
第五章 电视接收技术	108

5.1 彩色电视机原理	108
5.1.1 彩色电视机组成方框图	108
5.1.2 彩色电视机工作原理	108
5.2 数字电视(Digital TV)	128
5.2.1 全数字电视系统	128
5.2.2 数字电视性能和技术指标	131
5.2.3 数字电视接收机	134
5.3 高清晰度电视 HDTV	156
5.3.1 HDTV 定义和特点	156
5.3.2 HDTV 关键技术	157
5.3.3 HDTV 基本原理简介	158
第六章 多功能电视	160
6.1 图文电视(TTV)	160
6.1.1 图文电视特点	160
6.1.2 图文电视系统和制式	160
6.1.3 中文图文电视 CCST	161
6.1.4 图文电视接收机	163
6.2 交互电视(ITV)	165
6.2.1 ITV 主要功能和要求	165
6.2.2 ITV 系统基本组成	165
6.2.3 ITV 系统主要技术	166
6.3 视频点播(VOD)	169
6.3.1 VOD 系统分类和基本组成	169
6.3.2 VOD 系统主要技术	170
6.4 电脑电视	173
6.4.1 电脑电视的概念	173
6.4.2 电脑电视的种类	173
6.4.3 电脑电视基本原理简介	174

第一章 视频信号成像原理

1.1 人的视觉特性

1.1.1 亮度视觉和色度视觉特性

人类从自然界中获取信息的主要途径是视觉和听觉,其中约 80% 的信息是靠视觉获取的。人眼的视网膜是由大量的光敏细胞组成的,光敏细胞按其形状可分为杆状细胞和锥状细胞。杆状细胞仅能感应光的亮度,对不同波长的光有不同的灵敏度,如图 1-1 所示。图 1-1 (a) 的曲线为杆状细胞相对视敏度曲线。从图中可见,波长为 550nm 的绿光最为敏感,长时间观察绿色,人眼不易疲劳。

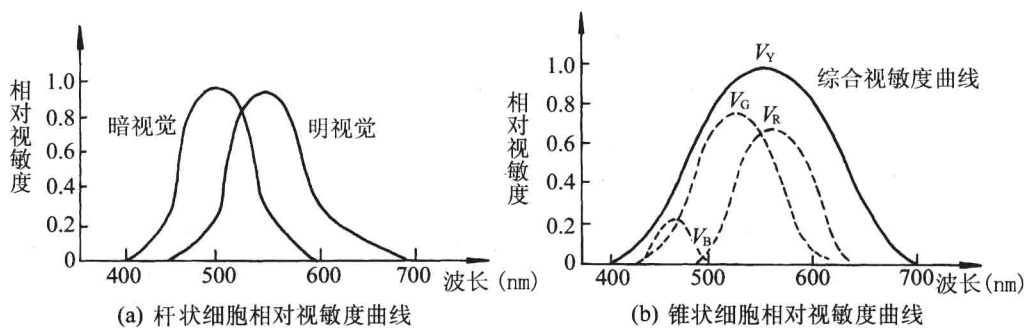


图 1-1 光敏细胞相对视敏度曲线

锥状细胞不但能感光而且也能感色,锥状细胞分为红、绿、蓝三种,图 1-1(b)为三种锥状细胞相对视敏度曲线,其中 V_Y 为红光 R、绿光 G 和蓝光 B 的综合视敏度曲线。当一束光入射到人眼时,对三种锥状细胞刺激引起不同的反应,会产生各种彩色视觉,因而使人们能感觉出五光十色的缤纷世界。现代视频技术正是利用了这一原理,在重现色彩时,对相似于红、绿、蓝三种锥状细胞特性曲线的光源进行配色,得到色感上相同的彩色效果。

1.1.2 视觉的惰性

人眼视网膜的光敏细胞具有滞后效应,即视觉具有暂留效应。当一束光脉冲突然作用于视网膜时,在瞬间不能形成稳定的亮度感觉,而有短暂的过渡时间。当光脉冲突然消失,亮度感觉也不瞬间消失,而有一短暂的停留时间,人眼睛视觉残留时间约 0.1 s,这就是视觉惰性。图 1-2 为视觉惰性示意图。

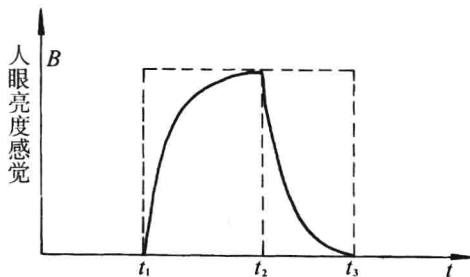


图 1-2 视觉惰性示意图

电视技术正是利用人眼的视觉惰性,以每秒钟播放 25 帧画面的速度,将一幅幅静止的画面变成具有动感的活动画面。

当人眼受到周期性光脉冲刺激时,亮度会有明暗交替的闪烁感觉。但是如果将光脉冲的重复频率提高到某一定值时,闪烁就会消失,人眼感觉到的不是光脉冲,而是均匀的亮光。称不引起闪烁的光脉冲频率为临界闪烁频率,它与光脉冲亮度 L_M 有关,可近似表示为:

$$f_0 = a \lg L_M + b \quad (1-1)$$

式中 a 、 b 均为常数,对电视屏幕来说, $a = 9.6$, $b = 26.6$, $L_M = 100 \text{ cd/m}^2$, 则 $f_0 \approx 45.8 \text{ Hz}$ 。临界闪烁频率除了与亮度有关外,还与相邻两个画面的亮度分布、亮度变化规律、对比度及观看距离、环境等因素有关,因此式(1-1)是一个经验近似公式。

1.1.3 视觉的范围和适应性

人眼对光的强弱反应范围十分广大,它能感觉到的最低亮度仅千分之几尼特($1 \text{ Nit} = 1 \text{ cd/m}^2$),最高亮度达百万尼特,亮度差达 10^6 倍以上。人眼能够适应如此大的视觉范围,主要是依靠杆状细胞和锥状细胞的调节作用,此外还有瞳孔的调节作用和视网膜上产生的一种保护作用。这些调节实际上是调节眼睛的感光灵敏度。当人在观看某一景物时,眼睛实际上已适应了该景物的某一平均亮度 L_0 ,即已调整到某一灵敏度,此时视觉范围较小。同时由于人眼的适应性,对于明暗的感觉具有相对性,即使对同一个亮度,在某一个平均亮度条件下给人的是一个亮的感觉,但在另一个平均亮度条件下却可以给人是一个暗的感觉。

一幅质量良好的电视图像,要有丰富的明暗亮度层次,在最大亮度 $L_{\max}$ 与最小亮度 $L_{\min}$ 之间分布着一定的亮度级数。图像对比度定义为:

$$C = L_{\max} / L_{\min}$$

若某一景物的实际亮度为: $200 \sim 10\,000 \text{ cd/m}^2$, 其对比度 $C = 50$, 并假设包含有 78 个亮度层次。若该景物重现在电视屏幕上的图像的亮度为: $2 \sim 100 \text{ cd/m}^2$, 其对比度也为 50, 也同样有 78 个亮度层次,这对于人眼来说具有相同的观看效果。电视正是利用人眼的这种适应性,将

难以在电视上实现的实际景物的亮度范围($200 \sim 10\,000\text{cd/m}^2$),用在电视上容易实现的亮度范围($2 \sim 100\text{cd/m}^2$)来取代。

1.1.4 视觉的分辨率

人眼分辨景物细节的能力称为分辨率,定义为:

$$\text{分辨率} = 1/\theta$$

式中 θ 是视点对两相邻景物之间的最小视角,如图 1-3 所示。

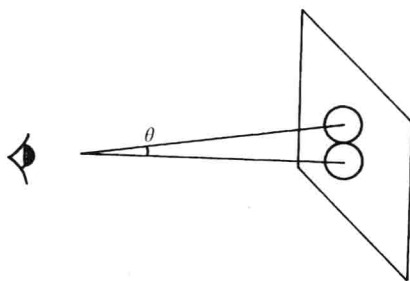


图 1-3 视觉的分辨率

最小视角取决于相邻两个视敏细胞之间的距离,正常视力的人眼观看静止图像时的视觉 $\theta = 1' \sim 1.5'$ 。此外最小视角还与景物细节的亮度和对比度有关,当亮度很低时,对锥状细胞不起作用,视力很差。但当亮度过大时,会产生眩目现象,视力反而会下降。细节对比度愈小,愈不易分辨,分辨率会降低;运动物体的分辨率比静止物体的分辨率低。

由于锥状细胞分辨物体细节的能力远低于杆状细胞,因此人眼对彩色细节的分辨率要比黑白细节的分辨率低。对不同的彩色,人眼分辨率也不相等。电视测得人眼对各种彩色细节的分辨率数值见表 1-1。

表 1-1 人眼对各种彩色细节的分辨率

细节色别	黑白	黑绿	黑红	黑蓝	红绿	红蓝	绿蓝
相对分辨率%	100	94	90	26	40	23	19

如果人眼能分辨出电视屏幕上大小为 1mm 的黑白细格,则在同样的条件下,能分辨出红绿细格的大小为 2.5mm ,能分辨出蓝绿细格的大小为 5mm 。彩色电视利用人眼对彩色分辨率低的特性,在传输彩色图像时,利用大面积着色原理,只传送黑白图像细节,不传送彩色细节,可减少色信号的带宽。如电视制式规定传送黑白信号的亮度带宽为 6MHz ,传送彩色信号的亮度带宽仅为 1.3MHz 就可以达到要求。

1.2 图像的显示和视频信号

电视图像的传播是通过摄像机把图像的亮度信号转换为电信号,再经过放大、调制等一系列信号处理过程变为高频信号,与伴音信号合在一起,最后经电视天线发射出去或经闭路电视

网络传播出去,如图 1-4 所示。

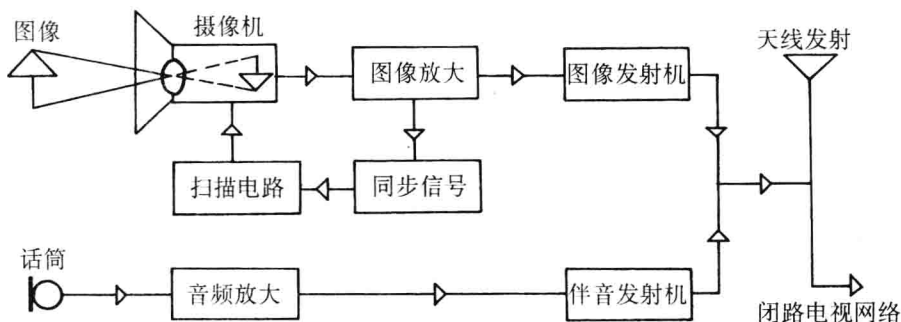


图 1-4 电视传播示意图

1.2.1 图像的显示

电视图像的摄取与重现是通过光电转换与电光转换来实现的,摄像机中的摄像管是光电转换器件,电视机中的显像管是电光转换器件。摄像管将光信号变成电信号,主要是应用光电效应原理。摄像管由光电靶和电子枪两部分组成,如图 1-5 所示。

①光电靶:主要由 Sb_2S_3 或 PbO 等光敏材料组成,具有灵敏度极高的光敏反应,当射在它上面的光线强度有微小变化时,它的电阻即随之变化。

②电子枪:由真空玻璃管内的灯丝、阴极、加速极、聚焦极等组成。阴极发射的电子在加速极、聚焦极和聚焦线圈磁场的作用下,形成很细的电子束会聚在光电靶上。同时该电子束受行、场偏转线圈的磁场力作用,沿着靶面从左到右、从上到下地运动,从整个靶面拾取图像信号。

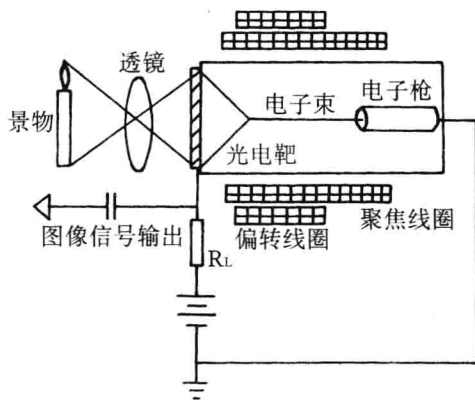


图 1-5 摄像管结构和视频图像信号产生示意图

景物通过摄像机镜头在光电靶上形成图像,光电靶上的光敏材料会产生光敏效应,图像的亮点高,它的导电率就高;图像的亮点暗,它的导电率就低。对应于不同亮度的亮点,产生相应的电流大小,因此完成了将图像信号变为电信号的光电转换过程。

当电子束在光电靶上扫描时,在闭合回路形成光电流,该电流经过负载电阻 R_L 时会产生电压输出。当景物较亮时,光电靶上的图像也较亮,产生的光电流较大,负载 R_L 上的压降较

大,则输出电压较小;当景物较暗时,光电靶上的图像也较暗,产生的光电流较小,负载 R_L 的压降较小,则输出电压较大。因此输出的图像信号电压高低与图像的亮暗相反,具有这种性质的电信号称为负极性电视信号。

显像管是应用电光效应原理,将电信号变为光信号的器件,其结构如图 1-6 所示。

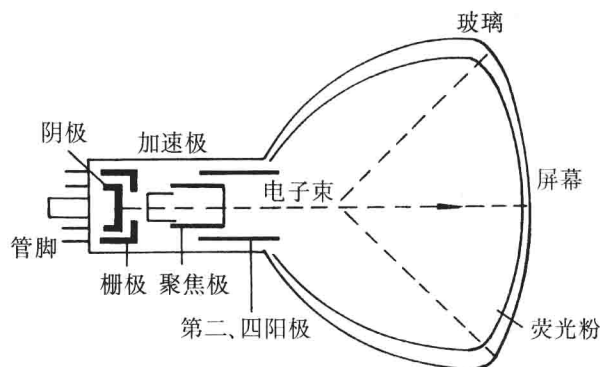


图 1-6 显像管结构示意图

显像管主要由电子枪和荧光屏组成：

①电子枪：由阴极、栅极和第一、第二、第三阳极组成。

②荧光屏：荧光屏上镀有硫化锌荧光粉,在 $6 \times 10^4 \text{ km/s}$ 以上高速电子束的轰击下会发出白光。

荧光屏的发光强弱取决于高速电子束的电子数和速度,将含有图像的电信号加在阴极上可以控制电子束的强弱,以改变荧光屏的亮度。改变阴极电压的大小,可以控制电子束轰击荧光屏的速度,也可以达到改变荧光屏亮度的目的。

灯丝用来加热阴极,加热后的阴极具有发射电子束的能力,离阴极很近的栅极具有控制电子束强弱的能力。第一阳极加有几百伏电压用来加速电子,故又称加速极;第二阳极又称高压极,加有几万伏高压,也用来加速电子,使电子高速轰击荧光屏;第三阳极又称聚焦极,加有几百伏电压,用来改变电子束轰击在荧光屏上光点的大小,使图像最清晰。

由阴极发射的电子束,经聚焦极聚焦,加速极加速以及行、场偏转线圈的磁场力作用下,以高速轰击荧光屏,就会在屏幕上形成光栅。当阴极发射的电子束受到含有图像的电信号调制时,就会在屏幕上重现出图像。

1.2.2 图像分辨率

一幅图像由许多明暗不同的光点组成,这些光点称为像素。一幅图像的像素越多,清晰度就越高。分辨率是度量图像像素密度的一种方法,用 dpi(dots per inch)表示。例如一幅分辨率为 96dpi 的图像,表示在水平方向和垂直方向上每英寸(1 in = 2.54 cm)有 96 个像素,每平方英寸共有 9216 个像素。

对一幅相同尺寸的图像来说,图像分辨率越高,像素就越多,图像看起来就越清晰,存储这幅图像所需要的存储空间就越大,在显示器上显示的图像就越大。

图 1-7 是常见的几种标准电视图像分辨率,其中 kpx 和 Mpx 分别表示“千个像素”和“兆个像素”。

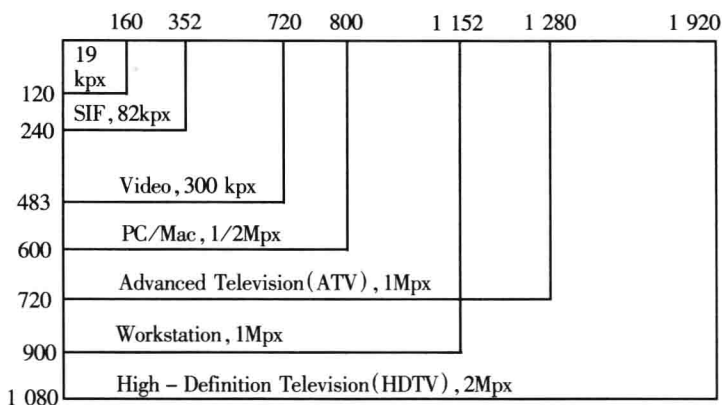


图 1-7 标准电视图像分辨率

1.2.3 图像的扫描

电视图像的摄取与重现是一种光电和电光转换过程,由摄像管与显像管来完成。这实际上是把图像上光学信息转变为能顺序传送的电信号的过程,或把顺序传送的电信号重现为光学图像的过程,是一种图像的分解与复合过程。这个过程必须借助于电子扫描来完成。扫描是电子束按一定的规律在靶面上或荧光屏上的运动,电子扫描方式分为直线扫描、圆扫描,电视系统采用的是直线扫描方式。

一、逐行扫描

一幅图像由许多明暗不同的像素组成,一幅图像的像素有几十万至几百万个。摄像机中的电子束从左至右,自上而下一行接一行地扫描,把靶面上成像的众多像素变成一一对应的电信号,这种扫描方法称为逐行扫描。我国规定每幅电视画面扫描 625 行。电子束沿水平方向的扫描称行扫描,沿垂直方向的扫描称场扫描或帧扫描。电子束对一幅图像的扫描实际上是行扫描和场扫描同时参与的,故扫描线略向右倾斜。

电视播放的是活动的、使人看了具有动感的画面,这些动感画面由一幅幅静止的图像组成。电视采用和电影相似的方法,把活动图像分成一幅幅内容十分相近的静止图像来传送,只要达到每秒传送 25 幅图像的速度,利用人的视觉惰性,前面图像的感觉尚未消失,后一幅图像就已到来,就可以得到连续的活动图像。这每秒 25 幅图像的传送速度由电子束的垂直扫描来实现。

我国规定:

垂直扫描的帧频为:

$$f_V = 25\text{Hz}$$

水平扫描的行频为:

$$f_H = 25 \times 625 = 15\,625\text{Hz}$$

相对应的帧扫描周期和行扫描周期分别为

$$T_V = \frac{1}{f_V} = 40\text{ms}$$

$$f_H = \frac{1}{f_H} = 64\mu\text{s}$$

扫描具有周期性,由扫描正程和扫描回程组成。行扫描的正程是电子束从左到右的扫描,时间为 $52\mu\text{s}$,从右到左的扫描称回程或逆程,时间约 $12\mu\text{s}$ 。每帧分两场扫描,场扫描的正程是电子束从上到下的扫描,时间约 18.4ms ,从下到上扫描则为逆程扫描,时间约 1.6ms ,故帧逆程扫描占据了 50 行水平扫描线,实际的行扫描数为 $625 - 50 = 575$ 行。因此对于宽高比为 4:3 的显像管屏幕来说,一幅图像在垂直方向有 575 个像素,水平方向有 $4/3 \times 575 = 766$ 个像素,总共有 $575 \times 766 \approx 44$ 万个像素。一秒钟扫描 25 帧图像,屏幕显示的像素达 $25 \times 44 \text{ 万} = 1\,100 \text{ 万}$ 个。由于每相邻两个像素之间的电压不同,因此,每秒钟图像信号电压的变化为 $1\,100 \div 2 = 550$ 万次,这就意味着图像信号的最高频率必须达到 5.5MHz 。考虑到适当留有余量,我国的图像信号最高频率规定为 6MHz 。

二、隔行扫描

每秒传播 25 帧图像对人眼来说,还会产生闪烁感觉,若将每秒传播的图像帧数提高到 50 帧,人眼就不会有闪烁感,但这将使得电视频带增加一倍,这对于频带资源利用不利。故考虑将一帧图像分为二场来扫描,即先扫描 1,3,5...奇数行,称为奇数场;再扫描剩下的 2,4,6...偶数行,称偶数场。这种扫描方式称为隔行扫描,如图 1-8 所示。

采用隔行扫描可以很好地解决图像闪烁与增加频带的矛盾,由于传送的奇数场与偶数场之间间隔极短,因此对人的视觉来说还是具有一个完整的画面。

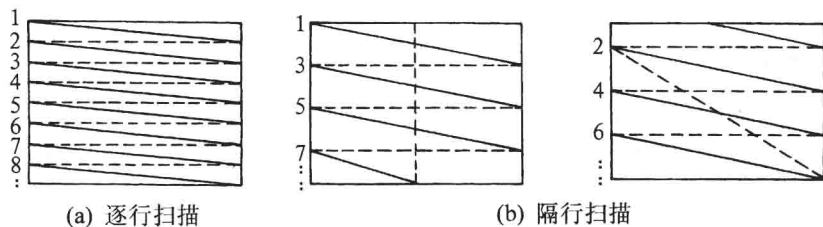


图 1-8 逐行扫描与隔行扫描

采用隔行扫描技术后,帧频还是不变,但场频却变为: $f_2 = 50\text{Hz}$,场周期 $T_2 = 20\text{ms}$,每场扫描的行数为 $625 \div 2 = 312.5$ 行,其中正程为 287.5 行,逆程为 25 行。

1.2.4 彩色全电视视频信号

彩色全电视视频信号主要由图像信号、消隐信号和同步信号组成。

一、图像信号

一幅由八级灰度组成的图像产生的信号电压,电子束对八级灰度的图像进行水平方向扫描,在偏转磁场作用下,电子束从左边开始逐步将亮度转换成相应的电压。由于采用负极性信号方式,因此从左到右的 8 个亮度等级中,左边最亮,向右依次递减变化,右边最暗,得到一行图像信号转换为一阶梯形电压信号,如图 1-9 所示。

图像信号是由电子束扫描正程产生的,图像信号只出现在行扫描正程时间内,逆程不扫描像素,只为下一周期扫描进行准备。行逆程时间内无图像信号,故图像信号是间断出现的。由于场逆程中包含了多行扫描,故在场逆程时间内会丢失许多行图像信号。

二、消隐信号

电子束在正程扫描时,可输出图像信号,在逆程期间是不传送图像信号的,但电子束扫描

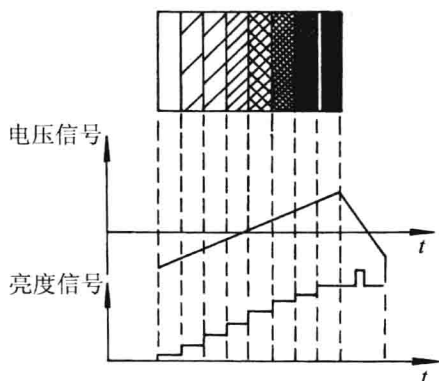


图 1-9 8 级灰度图像信号电压形成

仍在进行,若不采取措施,会出现回扫线干扰正常的图像。为了消除回扫的痕迹,需要在回扫期间加入一个信号,使电子束回扫时截止,这个信号称消隐信号,这个过程称消隐。消隐信号分为行消隐信号与场消隐信号,行消隐信号是消除行逆程的,场消隐信号是消除场逆程的。消隐信号实际上是一个比黑电平还高的矩形脉冲信号,由于采用负极性信号方式,故消除了回扫线。行脉冲宽度为 $12\mu\text{s}$,场脉冲宽度包含了 25 行扫描,故其宽度为 $25 \times 64\mu\text{s} = 1.6\text{ms}$,行消隐信号与场消隐信号合成称为复合消隐信号。

三、同步信号

同步信号是实现图像重现的基础。所谓的同步,是指接收机重现的图像与摄像机拍摄的图像步调完全一致,即要求显像管中电子束的扫描与摄像管中电子束的扫描频率与相位完全相同。如果行不同步,则接收机荧光屏上显示的图像将出现左倾斜或者右倾斜黑白相间的条纹,如果场不同步,则图像将向上或向下移动翻滚。如果扫描的频率相同,但相位不同步,则接收机的图像会出现左、右或上、下半个图像,中间并伴有黑带。

同步信号分为行同步信号和场同步信号,是个宽度较窄的矩形脉冲信号。为了不影响图像信号,行、场同步信号在行、场扫描的逆程期间发出,并且它的电平比消隐信号电平还要高。图 1-10 是一个行周期内的视频信号,它主要由图像信号、行消隐信号和行同步信号三部分叠加而成的,图像信号的幅度在 $12.5\% \sim 75\%$ 之间,与消隐信号在时间上是错开的,因此不会互

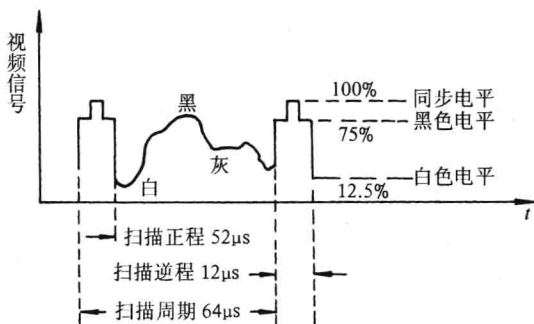


图 1-10 行视频信号组成

相混淆。白电平幅度是 12.5%,黑电平即消隐电平幅度是 75%,同步幅度 100%。同步信号虽然叠加在消隐信号上,但由于同步信号幅度比消隐信号高 25%,可以用幅度分离电路将两者分开,故不会互相干扰。

1.3 彩色成像原理

1.3.1 三基色原理

一、彩色三要素

自然界任何一种彩色,都可以由亮度、色调和色饱和度这三个物理量来确定,这三个物理量称为彩色三要素。

1. 亮度

表示彩色引起人的视觉的明亮程度,即彩色的明暗程度。它取决于人的视敏度和彩色光的强度,是光的总能量与人的视觉灵敏度的综合描述。最亮的光是白色,最暗的光是黑色,黑色与白色范围可划分为 8 级灰度。此外,亮度还与物体的反射能力有关,当光照射在不同物体上时,亮度会有不同。

2. 色调

色调表示彩色的种类,如红、橙、黄、绿等不同种类的颜色。它取决于光的波长及能量分布,是不同波长的光引起的视觉综合反应。发光物体的色调由该物体的辐射光谱决定;不发光物体的色调则由该物体的吸收光、反射光或透射光及光源特性等决定。

3. 色饱和度

色饱和度表示彩色的纯度或颜色的深浅程度,同一种色调的彩色,有深、浅之分。色深的彩色光鲜明,色饱和度高;色浅的彩色光淡漠,色饱和度低。如深红色光色饱和度高,粉红色光色饱和度低。色饱和度的高低与彩色光中掺入白光成分有关,不掺白光的彩色,色饱和度最高为 100%,掺白光成分越多,色饱和度就越低。

色度是色调和色饱和度的总称,既代表了彩色的种类又表明了彩色的深浅程度,因此是对彩色固有属性的一种描述。

自然界中五彩缤纷世界的一切色彩都包含有彩色三要素,这与人眼的视觉三色生理的假设是吻合的。人眼三种锥状细胞所受到刺激的总和效果为亮度,三种光相对比例反映出的是色度,当相对比例发生变化时,色调会改变,色饱和度也会变化。

二、三基色原理

世界上绚丽多彩的景物包含有多种色调,太阳光的色调多达 120 种,用电脑配色可达上千种。人们通过长期的实践,发现用三种不同的单色光按一定比例混合,可得到各种不同的彩色,具有这种特性的三种单色光称为基色光。由于人眼的三种锥状细胞分别对波长为 700nm 的红光(R)、波长为 546.1nm 的绿光(G)和波长为 435.8nm 的蓝光(B)最敏感,故彩色电视中选择红色、绿色和蓝色为三基色。这就是电视重现彩色图像的基本原理——三基色原理。

三基色原理主要内容有:

①自然界中所有的彩色都可分解为三基色,反之任何彩色都可由三基色合成。

②三基色选择是任意的,但选定的三基色必须是互相独立的,任意两种基色不可混合而得到第三种基色。

③用三基色混合成的彩色,其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。

三基色原理是视频技术重要原理之一,是彩色电视的重要理论基础。这是因为自然界中的彩色是千变万化的,如果用一种电信号去传递一种颜色,就需要千万种电信号,这实际上无法实现。应用三基色原理,只要输送比例不同的三基色信号,然后再合成,就能在彩色重现时产生相同的彩色视觉效果。这不但大大简化了传送和重现彩色图像的过程,而且也使得理论分析大为简化。

彩色电视技术采用相加混色法来实现彩色图像的传送和重现,相加混色法可用色度三角形表示,如图 1-11 所示。等边三角形三个角分别是红、绿、蓝三基色,任两个角的基色相加得到中点色。当单色比例变化时,中点色将沿边线移动,得到相应的偏色。三个角的基色相加得到中点的白色。如红、蓝两基色相加混合成紫色,若红光比例加大,则混合后为紫偏红——紫红色。三角形顶点与重心的连线是等色调线,等色调线越趋向重心,饱和度越低。三角形三条边对应饱和度最高为 100%。

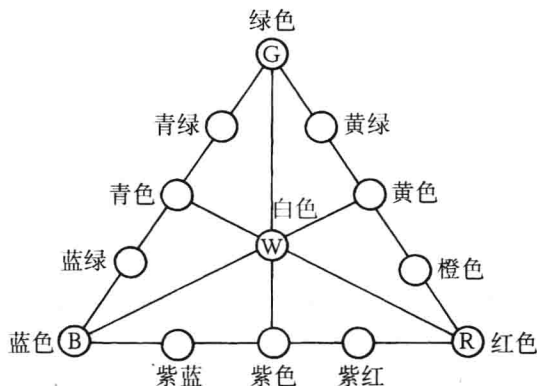


图 1-11 色度三角形

1.3.2 彩色成像原理

1. 比色计实验和 RGB 计色制

根据三基色原理,按不同比例混合三种基色时,能够得到各种不同的颜色。如果给定一种颜色,需要知道混合成这种颜色的三种基色的量值时,可以用比色计来测定。图 1-12 为比色计实验装置示意图。

R 、 G 、 B 表示三基色光源,且光通量可以调节,中间是一块直角形的全反射反光板,其中一个反射面上投射待测定的彩色光 F ,另一个反射面上投射标准的三基色光源。位于反光板对称中线上的观察者,可以同时看到两反光板的反射光线。实验时观察者一边观看两个反射面,一边调节三基色的光通量,直到无法区分两边的色彩为止。此时 R 、 G 、 B 的量值就是待配色 F 所包含的三基色量的成分。它们之间的关系为:

$$F = R(R) + G(G) + B(B) \quad (1-2)$$