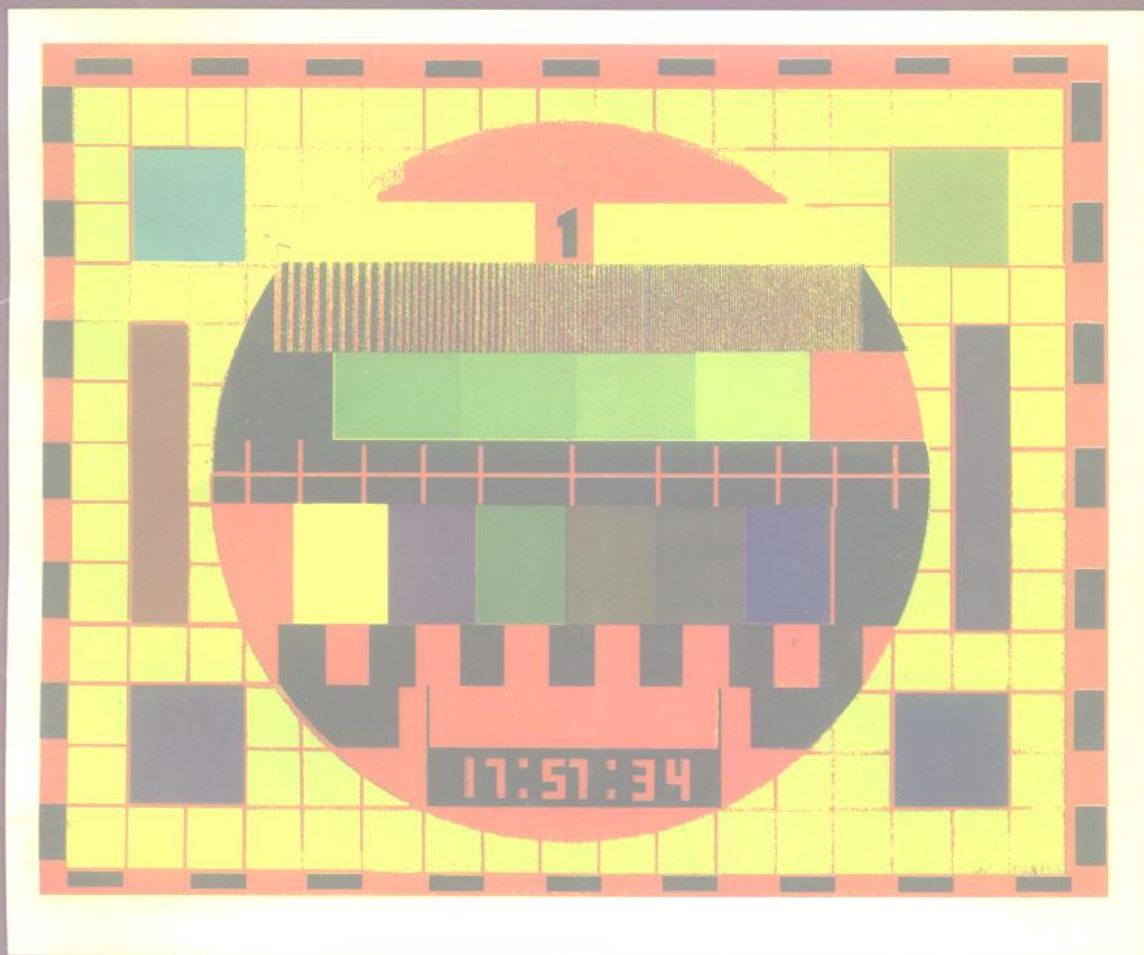


电视技术与应用

冯淑芬 郭福云 编著
左庆丰 野锦德



兵器工业出版社

388376

电视技术与应用

冯淑芬 郭福云 编著
左庆丰 野锦德

兵器工业出版社

内 容 简 介

本书以彩色电视原理及电视技术应用为主,重点介绍了 NTSC 制、PAL 制、SECAM 制彩色电视编码与解码技术、红外遥控技术、电视机开关电源电路分析、数字电视技术、有线电视技术、卫星电视技术和电视录放技术等有关方面的内容。在本书章后都附有思考题和习题,以便于教学使用。

本书以理论结合实践为主导思想,内容精选,系统全面,突出应用性。本书可作为工科大专院校无线电技术、电子技术应用、家用电器等专业的教材,短训班培训教材,也可供广大科学技术人员、电视维修人员以及电视爱好者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

电视技术与应用/冯淑芬等编著. —北京:兵器工业出版社,1995,11
ISBN 7-80038-946-4

I. 电… II. 冯… III. 电视—技术 IV. TN94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 17728 号

兵器工业出版社出版发行

(北京市海淀区车道沟 10 号)

各地新华书店经销

北京市蓝华印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张:18.75 字数:468 千字

1995 年 12 月第 1 版 1995 年 12 月第一次印刷

印数:3000 定价:28.50 元

前 言

本书由天津大学、天津理工学院、天津职业技术师范学院从事多年电视技术教学与科研的教师共同编写而成。由南开大学李文楨副教授主审。

本书内容精选,深入浅出,全面而系统,理论结合实践,既适合大专院校电视、通信等有关专业的课堂教学,又适合于广大科技人员及电视爱好者自学与参考使用。

本书的第1,4,5章由冯淑芬执笔;第2,3,6章由左庆丰执笔;第7,8章由郭福云执笔;第9章由野锦德执笔。本书由天津大学电子工程系副教授郭福云老师担任主编工作,对本书的内容精选及章节的安排起了主导作用。本书的编写组织工作和统编工作由天津职业技术师范学院讲师冯淑芬担任。

在本书的编写工作中,曾得到了天津大学、天津理工学院、天津职工技术师范学院有关领导和教师的支持与帮助,在此一并表示感谢。由于编者水平有限,难免有错误之处,殷切期望广大读者批评指正。

编者

1995年6月

目 录

1 黑白电视技术基础	(1)
1.1 光与视觉特性	(1)
1.1.1 光的特性与度量	(1)
1.1.2 亮度感觉与对比度	(2)
1.1.3 视觉惰性、闪烁感与场频的确定	(3)
1.1.4 人眼黑白细节分辨力与行数的确定	(3)
1.2 电视图像顺序传送与电子扫描	(4)
1.2.1 图像的顺序传送	(4)
1.2.2 电子扫描	(4)
1.3 电视图像的摄取与重现	(6)
1.3.1 摄像管及其工作原理	(6)
1.3.2 黑白显像管	(7)
1.4 黑白全电视信号	(10)
1.4.1 图像信号	(11)
1.4.2 行消隐、同步信号	(11)
1.4.3 场消隐、同步信号	(11)
1.4.4 槽脉冲	(12)
1.4.5 前、后均衡脉冲	(13)
1.5 电视系统的分解力与图像清晰度	(13)
1.5.1 垂直分解力	(13)
1.5.2 水平分解力	(13)
1.6 图像信号的频谱、频带与最高频率	(13)
1.6.1 黑白图像信号的频谱	(13)
1.6.2 图像信号的最高频率与频带宽度	(14)
1.7 图像失真系数	(14)
1.7.1 非线性失真	(14)
1.7.2 几何失真	(15)
思考题与习题	(16)
2 彩色电视技术基础	(17)
2.1 光源及其色温	(17)
2.1.1 物体的颜色	(17)
2.1.2 色温	(17)
2.1.3 电视光源	(17)
2.2 彩色三要素	(18)
2.3 电视三基色原理	(18)
2.3.1 三基色原理概述	(18)

2.3.2	配色方程与亮度公式	(19)
2.3.3	色度坐标、色三角形与色度计算	(20)
2.3.4	分布色系数、混色曲线与分色曲线	(22)
2.3.5	色度学及其在电视中的应用	(23)
2.4	彩色图像传送的基本原理	(24)
2.5	色度传输非线性失真	(25)
2.6	彩色图像信号	(27)
2.6.1	亮度信号与色差信号的基本组成	(27)
2.6.2	高频混合原理	(28)
2.6.3	恒定亮度误差	(28)
2.6.4	标准彩条信号	(30)
	思考题与习题	(32)
3	彩色电视制式与色度信号	(33)
3.1	电视制式概述	(33)
3.2	NTSC 制彩色电视	(34)
3.2.1	正交平衡调幅与正交同步检波	(34)
3.2.2	色差信号压缩系数	(35)
3.2.3	信号波形图与矢量图	(37)
3.2.4	Q、I 色差信号	(38)
3.2.5	副载频选择	(39)
3.2.6	NTSC 编码器与解码器	(41)
3.2.7	色度信号相位失真对重现色调的影响	(42)
3.3	PAL 制彩色电视	(43)
3.3.1	彩色相序逐行交变	(43)
3.3.2	色度信号与色同步信号	(43)
3.3.3	频谱交错与副载频选择	(44)
3.3.4	PAL 编码器与解码原理	(47)
3.3.5	行顺序效应	(52)
3.4	SECAM 制彩色电视	(53)
3.4.1	顺序传送与存储复用	(53)
3.4.2	色度信号	(53)
3.4.3	色同步信号	(57)
3.4.4	副载波处理	(58)
3.4.5	SECAM 编、解码器	(59)
3.4.6	行顺序效应	(60)
	思考题与习题	(61)
4	广播电视发送技术	(62)
4.1	射频电视信号的形成与发送	(62)
4.1.1	视频信号调制极性的选取	(62)

4.1.2 残留边带调制方式·····	(63)
4.2 伴音信号的发送·····	(64)
4.3 全射频电视信号的发送·····	(65)
4.3.1 全射频电视信号频谱与频道间隔·····	(65)
4.3.2 我国广播视频道的划分·····	(65)
4.4 广播电视发射机·····	(70)
4.4.1 中频调制双通道电视发射机·····	(70)
4.4.2 中频调制单通道电视发射机·····	(72)
4.4.3 电视差转机·····	(73)
思考题与习题·····	(73)
5 广播电视接收机电路分析·····	(75)
5.1 黑白电视接收机的组成·····	(75)
5.2 彩色电视接收机的组成·····	(75)
5.3 高频电子调谐器·····	(78)
5.3.1 电子调谐器的组成·····	(78)
5.3.2 电子调谐器主要技术指标·····	(79)
5.3.3 电子调谐器的工作原理·····	(81)
5.3.4 模拟式电子选台方式·····	(83)
5.4 红外遥控系统·····	(83)
5.4.1 红外遥控基本原理·····	(84)
5.4.2 红外遥控的控制方式及控制功能·····	(88)
5.4.3 电压合成式控制电路·····	(89)
5.4.4 红外遥控应用电路分析·····	(91)
5.4.5 彩色电视机遥控电路的集成芯片·····	(101)
5.5 中放、检波及伴音电路·····	(102)
5.5.1 电视信号经通道波形、频谱变换·····	(102)
5.5.2 声表面波滤波器(SAWF)·····	(102)
5.5.3 集成块 TA7680AP 内部电路·····	(104)
5.6 视频电视信号的处理·····	(115)
5.6.1 亮度通道电路分析·····	(115)
5.6.2 色度信号处理电路分析·····	(115)
5.6.3 基色矩阵兼基色放大电路·····	(120)
5.7 行、场同步扫描电路分析·····	(120)
5.7.1 行同步扫描电路·····	(120)
5.7.2 场同步扫描电路·····	(122)
5.8 显像管的附属电路·····	(125)
5.8.1 光栅畸变校正·····	(125)
5.8.2 白平衡调整·····	(126)
5.8.3 色纯调整·····	(127)

5.9 开关型稳压电源	(128)
5.9.1 黑白电视机集成稳压电源	(128)
5.9.2 彩色电视机开关型稳压电源	(132)
思考题与习题	(139)
6 电视录放技术	(140)
6.1 录像机概述	(140)
6.2 磁记录原理	(141)
6.2.1 铁磁材料的磁化曲线与剩磁	(141)
6.2.2 消磁与编磁	(142)
6.2.3 电—磁—电信号变换	(143)
6.3 录像机的扫描与磁迹	(145)
6.3.1 二磁头螺旋扫描方式	(145)
6.3.2 方位角记录	(146)
6.3.3 磁迹格式	(147)
6.4 走带系统	(149)
6.4.1 走带系统的组成	(149)
6.4.2 磁鼓与旋转变压器	(150)
6.5 特技重放原理	(150)
6.5.1 特技重放概述	(150)
6.5.2 静止图像重放与多磁头方式	(151)
6.5.3 慢速图像重放	(153)
6.5.4 快速重放与高速图像搜索	(154)
6.5.5 人工模拟场同步脉冲	(155)
6.6 录像机电路组成	(155)
6.7 视频信号处理	(157)
6.7.1 视频信号的基本处理	(157)
6.7.2 亮度信号调频记录	(158)
6.7.3 色度信号降频记录	(159)
6.7.4 色度信号 90° 旋转记录	(160)
6.7.5 亮度信号处理电路	(161)
6.7.6 色度信号处理电路	(165)
6.8 伺服电路	(166)
6.8.1 伺服电路的组成及其作用	(166)
6.8.2 相位伺服电路	(167)
6.9 系统控制电路	(168)
6.9.1 系统控制电路的基本组成与作用	(168)
6.9.2 人工键控	(169)
6.9.3 自动检测	(169)
6.9.4 自动显示	(170)

思考题与习题	(170)
7 数字电视技术	(172)
7.1 模拟信号数字化技术基础	(172)
7.1.1 数字电视技术的特点	(172)
7.1.2 数字电视系统组成	(172)
7.1.3 模/数与数/模转换原理	(173)
7.2 电视信号的数字处理	(175)
7.2.1 黑白图像信号的 PCM 编码	(175)
7.2.2 彩色图像信号的 PCM 编码	(176)
7.3 图像信号的频带压缩	(178)
7.3.1 图像信号频带压缩的依据	(178)
7.3.2 预测编码	(178)
7.3.3 正交变换编码	(179)
7.4 数字电视接收机	(180)
7.4.1 概述	(180)
7.4.2 数字电视接收机的组成	(181)
7.5 高清晰度电视	(185)
7.5.1 概述	(185)
7.5.2 现行彩色电视制式的缺点	(186)
7.5.3 高清晰度电视的特点和制式	(187)
思考题与习题	(189)
8 有线电视	(190)
8.1 有线电视发展概况	(190)
8.2 有线电视系统的组成	(191)
8.2.1 有线电视系统的基本组成	(191)
8.2.2 有线电视系统中波段的划分	(192)
8.3 电视接收天线与传输馈线	(195)
8.3.1 天线主要参数	(195)
8.3.2 电视接收天线分类	(196)
8.3.3 传输线	(198)
8.4 有线电视系统的主要性能指标	(200)
8.4.1 信号电平	(200)
8.4.2 系统噪声	(200)
8.4.3 系统非线性失真	(200)
8.4.4 微分增益和微分相位	(201)
8.5 前端系统	(201)
8.5.1 前端系统的技术指标	(201)
8.5.2 前端主要设备	(202)
8.6 传输与用户分配系统	(205)

8.6.1	放大器	(206)
8.6.2	分配器	(206)
8.6.3	分支器	(208)
8.7	双向传输技术	(210)
8.8	有线电视网的光缆传输	(212)
8.8.1	概述	(212)
8.8.2	光纤与光器件	(212)
	思考题与习题	(214)
9	卫星电视技术	(215)
9.1	卫星电视广播系统	(215)
9.1.1	卫星电视广播系统的组成	(215)
9.1.2	卫星星体和上行发射系统	(216)
9.1.3	静止卫星的轨道及接收指向角	(217)
9.2	卫星电视广播的技术特性	(218)
9.2.1	调制方式	(218)
9.2.2	使用频段和频道	(223)
9.2.3	电波的极化	(224)
9.2.4	预加重和去加重	(225)
9.2.5	能量扩散	(226)
9.2.6	卫星辐射功率和地面功率通量密度	(226)
9.2.7	接收设备的品质因数	(227)
9.2.8	载波信噪比	(227)
9.2.9	加权信噪比	(228)
9.2.10	服务方式和服务等级	(228)
9.3	卫星电视接收设备的组成及系统计算方法	(229)
9.3.1	卫星电视接收设备的组成	(229)
9.3.2	卫星电视接收系统的计算方法	(231)
9.4	接收天线	(232)
9.4.1	旋转抛物面天线	(232)
9.4.2	抛物面天线的增益及效率	(234)
9.5	接收机室外单元	(235)
9.5.1	低噪波放大器	(236)
9.5.2	下变频器	(236)
9.5.3	前置中频放大器	(238)
9.5.4	室外单元的直流供电电路	(240)
9.6	接收机室内单元	(240)
9.6.1	调谐器	(240)
9.6.2	鉴频器	(243)
9.6.3	视频处理电路	(245)

9.6.4 伴音处理电路	(246)
9.7 PCM—副载波数字伴音系统	(248)
9.7.1 PCM 数字传输码	(249)
9.7.2 准瞬时压扩编码技术	(250)
9.7.3 PCM 传输码流对声音副载波的调制	(252)
9.7.4 数字伴音信号的解调	(254)
9.7.5 PCM—副载波数字伴音系统实例	(256)
9.8 卫星电视广播 MAC 制信号系统	(259)
9.8.1 概述	(259)
9.8.2 MAC 制图像信号及其编码	(260)
9.8.3 MAC 制声音信号的编码与传输	(263)
思考题与习题	(269)
参考文献	(270)
附图 A 35cm 黑白电视机电原理图	
附图 B TA 两片集成电路彩色电视机电原理图	
附图 C TA 两片集成电路彩色电视机主电路板	
附图 D TA 两片集成电路彩色电视机显像管驱动版	

1 黑白电视技术基础

1.1 光与视觉特性

绚丽多彩的自然界,通过光波的传递映入人眼产生了视觉。电视技术就是根据人眼的视觉特性,以特定的信号来传送活动景像的画面。通常,在发送端用电视摄像机把景物(或图像)转变成相应的电信号,而电信号必须通过特定的信道传输到接收端,再由显示设备显示出原景物(或原图像)的光像。可见,电视源是光像,最后映入人眼的仍是光像,而中间则经过了光—电转换、信号的传输与处理、电—光转换等过程。因此,为了更好地掌握电视原理,有必要首先从电视技术的角度简要介绍一下光与视觉的某些基本特性。

1.1.1 光的特性与度量

1.1.1.1 电磁辐射与可见光谱

在无边无际的宇宙中,太阳是照射地球表面最强的光源。它是热、光和各种射线的辐射体。光兼有波动特性和微粒特性。可见光谱只是电磁辐射波谱中的一部分,其波长范围是:380~780nm。而电磁波的波谱范围却很广,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。

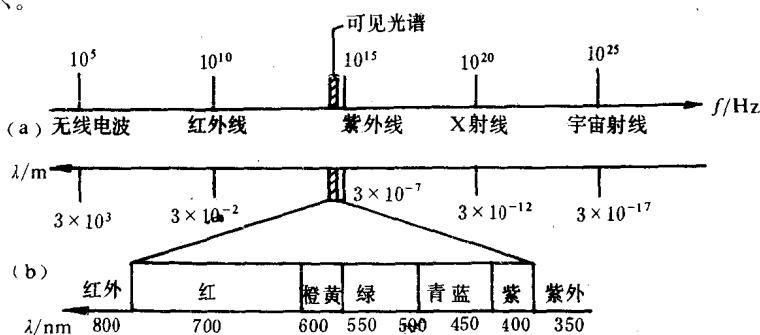


图1-1 电磁辐射波谱

在可见光谱中,随着波长的缩短,呈现的颜色依次为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。只含有单一波长成分的光称为单色光;包含两种或两种以上波长成分的光称为复合光。复合光给人眼的刺激呈现混合色。比如,波长为380~780nm的电磁波给人眼以白色光的感受。

1.1.1.2 光的度量

1. 人眼的光谱响应特性 图1-2表示人眼对各波长的光波的视觉敏感度。由图可知,对不同的波长,视觉灵敏度是不同的,对于 $\lambda=555\text{nm}$ 的光波,亮度感觉最灵敏。为了确定人眼对不同波长光的敏感程度,可以在产生相同亮度感觉的条件下测出各波长的光辐射功率 $\Phi(\lambda)$,显然, $\Phi(\lambda)$ 越小说明人眼对该波长的敏感度越高。因此用 $K(\lambda)=1/\Phi(\lambda)$ 表示视觉敏感度;用 $V(\lambda)=K(\lambda)/K(555)$ 表示相对视敏度。

2. 光度量单位 (1)发光强度(I):单位是坎德拉,用符号 cd 表示,它的定义为点光源在给定方向上的发光强度为 $(1/685)\text{W/sr}$ (瓦特每球面度),其单色辐射频率为 $540\times 10^{12}\text{Hz}$ 。(2)光通量(Φ_v):单位是流明,用符号 lm 表示。其定义为 1 流明的光通量等于发光强度为 1cd 的点光源在 1sr 立体角内发射的光通量,可表示为 $1\text{lm}=1\text{cd}\cdot\text{sr}$ 。因为人眼只对 380~780nm 波长成分有光感觉,因此,点光源的总的光通量为:

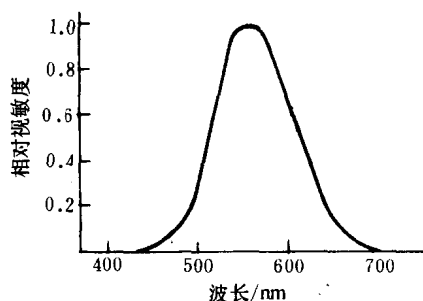


图 1-2 人眼的光谱响应特性

$$\Phi_v = K \int_{380}^{780} \Phi(\lambda) V(\lambda) d\lambda \quad (\text{流明}) \quad (1-1)$$

式中 K 为常数,当 $V(\lambda) = 1$ 时, $\Phi_v = 1\text{LW}$ (光瓦),则 $K = 685 \text{ lm/W}$ 。 $1\text{LW} = 685 \text{ lm}$ 。可见,光瓦 LW 是比流明 lm 大的单位。(3)光亮度:(L)单位是坎德拉每平方米,符号为 cd/m^2 。它表示发光面明亮程度。过去常用单位为尼特(nt),现已不再使用。(4)光照度(E):单位是勒克斯,符号为 lx,其定义为 1lx 等于 1lm 的光通量均匀分布于 1m^2 面积上的光照度,表示为 $1\text{lx} = 1\text{lm/m}^2$ 。

1.1.2 亮度感觉与对比度

1.1.2.1 亮度感觉

人眼在光线的作用下产生的明亮程度的感觉叫做亮度感觉。当人眼观察景物时所得到的亮度感觉,不仅与景物本身亮度有关,还与周围环境亮度有关。例如,在晴朗的白天,环境亮度约为 10000 cd/m^2 ,人眼可分辨的亮度范围为 $200 \sim 20000 \text{ cd/m}^2$,当亮度低于 200 cd/m^2 时就会引起黑色感觉。但当环境亮度降低到 30 cd/m^2 时,人眼可分辨范围变为 $1 \sim 200 \text{ cd/m}^2$,这时,仅仅是 100 cd/m^2 的亮度也会引起相当亮的感觉。以上实验证明,人眼明暗感觉是相对的,而且分辨亮度变化的能力是有限的。正因为如此,并不反映景物实际亮度的电影和电视,却能给人以真实的亮度感觉。

1.1.2.2 对比度

实验表明,人眼对不同亮度(L)所能察觉的最小亮度变化 $\Delta L_{\min}$ 不同,但在相当大的亮度范围内,可察觉的最小相对亮度变化 $\frac{\Delta L_{\min}}{L} = \xi$ 为一常数,此常数称为相对对比度灵敏度阈。此系数 ξ 随环境条件不同,通常在 $0.005 \sim 0.02$ 范围内。

当人眼适应于某一平均亮度时,黑白感觉对应的亮度范围变小,这一视觉特性给景物的传送和重现带来了方便。一方面,重现景物的亮度无需等于实际景物的亮度,而只需保持二者的最大亮度 $L_{\max}$ 与最小亮度 $L_{\min}$ 之比值 C 不变,此比值称为对比度: $C = \frac{L_{\max}}{L_{\min}}$ 。另一方面,人眼不能察觉的亮度差别,在重现景物上也无需精确复制出来。也就是说,只要重现景物与实际景物对主观感觉具有相同的对比度和亮度级差,就会给人以真实的感觉。通常,大部分景物的对比度不超过 100。例如,当从电视机屏幕上观看山水,花草风景时,虽然现场亮度范围可达 $200 \sim$

20000cd/m²,而电视屏幕上亮度范围为 2~200cd/m²(处于亮度为 30cd/m² 的环境中),但仍有真实的主观感觉,因为其对比度都为 100(当然还应保持适当的亮度层次)。

1.1.3 视觉惰性、闪烁感与场频的确定

1.1.3.1 视觉惰性

实验证明,人眼对客观景物亮度感觉的建立和消失均有滞后作用,人眼的这种视觉特性称为视觉惰性,如图 1-3 所示。视觉惰性很早就在电影技术中得到应用,根据电影技术的实践表明,当每秒传送 24 幅画面时(每幅曝光两次),就能给人以连续运动景物的感觉。

1.1.3.2 闪烁感与场频的确定

当人眼受到较低重复频率($f_c < 45.8\text{Hz}$)的光脉冲照射时,就会产生一明一暗的闪烁感,这是因为人眼在亮度感觉上有可分辨的差别所致。如果将重复频率提高到 45.8Hz 以上,人眼就察觉不到是脉冲光源,而形成均匀的不闪烁光源的感觉,人们将这个不引起闪烁感光脉冲的最低重复频率称为临界闪烁频率。当光脉冲亮度 $L_m = 100\text{cd/m}^2$ 时, $f_c \approx 45.8\text{Hz}$ 。但随着 L_m 的提高, f_c 也将提高。 f_c 还与画面的大小、观看者的距离,环境条件以及荧光粉的余辉时间等因素有关。

经验表明,为使电视机光栅在正常条件下不引起闪烁感,场频应高于 48Hz。但随着电视机大屏幕、高清晰度技术的提高,场频还应再提高。目前,世界上民用电视机场频选了与市电电源频率相同的频率即 50Hz 或 60Hz,其目的是为了消除电网频率与场频之间的差频干扰。

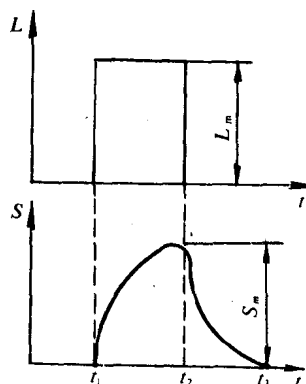


图 1-3 视觉惰性

L —实际亮度; S —亮度感觉

1.1.4 人眼黑白细节分辨力与行数的确定

当人眼观察相隔一定距离的两个黑点时,若两个黑点靠得很近时,人眼就分辨不出两个黑点的存在,只会看到是一个黑点的存在。这说明人眼的黑白细节分辨力有一个极限值,此值被称为人眼分辨力或视觉锐度,定义为:人眼对被观察物体上能分辨的相邻最近两点的视角 θ 的倒数,如图 1-4 所示。图中 D 表示人眼与图像之间的距离; d 表示能分辨的相邻最近的两点之间的距离; θ 表示视角(也称分辨角)。若 θ 以分为单位,则根据图示几何关系得到:

$$\frac{d}{2\pi D} = \frac{\theta}{360 \times 60}$$

或

$$\theta = \frac{57.3 \times 60d}{D} = 3438 \frac{d}{D} \quad (1-2)$$

于是分辨力等于 $1/\theta$ 。另外,人眼分辨力还与照明强度、被观察物体运动速度、景物的相对对比度等因素有关。根据实验,正常人的分辨角在 $1' \sim 1.5'$ 之间。若取 $\theta = 1.5'$, $D \approx 4h$ (h 为屏幕高度)得到人眼能分辨的最多黑白条纹数为 573,与国家电视标准规定的 575 行十分接近。

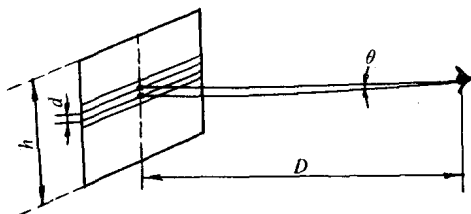


图 1-4 人眼分辨力

1.2 电视图像顺序传送与电子扫描

1.2.1 图像的顺序传送

根据人眼视觉特性,自然界景物的形状可用空间坐标 x, y, z 表示。如果是活动景物,则上述坐标又都是时间 t 的函数,因此对一幅黑白色的景物可表示为

$$B = f_B(x, y, z, t)$$

式中, B 为亮度。如果我们传送的是黑白平面图像,则上式可变为

$$B = f_B(x, y, t)$$

如果我们采用空间与时间分割传送的方法,就会实现重现的景像与原景像有等效的视觉效果。

因为任何一幅图像都是由许多密集的细小点子组成,这些细小点子是构成一幅图像的基本单元,称之为像素。像素越小,单位面积上的像素数目越多,图像就越清晰。如果我们将图像上各像素的亮度按一定的几何顺序转变成电信号,并依次传送出去。在接收端,再按同样的几何顺序将各电信号在相应位置上转变为亮度光,只要这种传送进行得非常快,加上人眼的视觉惰性和荧光粉的余辉特性,就会使人感到整个图像在同时发光。这种传送只需一条信道即可完成,如图 1-5 所示。由图可知,在图像的发送端由摄像设备将景物进行图像分解,完成空时、光电的变换,然后送至信道传送出去。在图像接收端,再由显像设备将图像复合、还原成像,其中还采用同步系统驱使发送与接收的扫描实现同步。

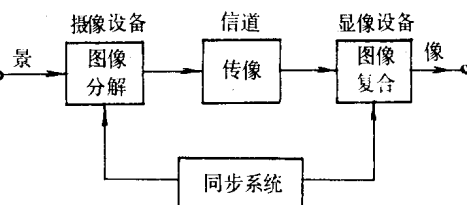


图 1-5 电视系统基本组成

1.2.2 电子扫描

在电视技术中,将一幅画面称为一帧,并规定每秒传送 25 帧。每帧又要分解为几十万个像素,这些像素又分割成 625 行,这样每秒就要传送 $25 \times 625 = 15625$ 行,这就是目前民用电视所需求的扫描速度,因此必须采用电子扫描来实现。

按电子束运动的规则可分为直线扫描、圆扫描、螺旋扫描等。在电视系统中,为了充分利用矩型屏幕并使扫描设备简单可靠,采用了匀速单向直线扫描方式,而单向直线扫描又分为逐行扫描和隔行扫描两种方式。

1.2.2.1 逐行扫描

在电子电视系统中,摄像管与显像管外部都装有行、场两对偏转线圈,线圈中分别流过行、场锯齿波电流。电子束在这两个偏转磁场的共同作用下,在荧光屏上做从上至下、由左至右的匀速直线扫描运动。我们将一行紧跟一行的扫描方式称为逐行扫描,如图 1-6 所示。在逐行扫描过程中,其时间顺序与空间顺序是一致的。

1. 行扫描的形成 使电子束在屏幕上从左至右做水平移动称为行扫描。行扫描锯齿波电流频率(简称行频)以 f_H 表示,其周期以 T_H 表示,行正程以 T_{HS} 表示,行逆程以 T_{HR} 表示,并使 $T_H = T_{HS} + T_{HR} = 64\mu s$ 。当只给行偏转线圈通以行扫描电流,而使场扫描电流为零时,在显像管屏幕中间只会出现一条水平亮线,如图 1-7(a) 所示。当场扫描出现故障而行扫描电路工作

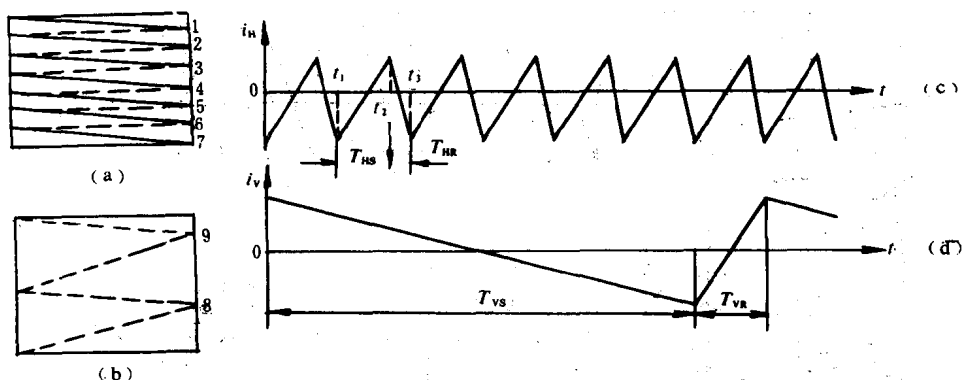


图 1-6 逐行扫描示意图

正常时,也是在屏幕上只出现一条水平亮线。

2. 场扫描的形成 使电子束在屏幕上自上而下,垂直移动称为场扫描(或帧扫描)。场扫描锯齿波电流频率(简称场频)以 f_v 表示,场周期以 T_v 表示,场正程以 T_{SV} 表示,其逆程以 T_{RV} 表示,并使 $T_v = T_{SV} + T_{RV} = 20\text{ms}$ 。当行扫描电路出现故障 $i_{YH} = 0$ 时,而只有场扫描电流时,屏幕上只会出现一条垂直亮线,如图 1-7(b)所示。

1.2.2.2 隔行扫描

1. 隔行扫描的提出 根据人眼有一定的视觉惰性和分辨能力,在保证无闪烁感和足够的清晰度条件下,场扫描频率须在 48Hz 以上,扫描行数须在 500 以上。根据这些指标计算出的电视图像信号的频带宽度达到 11MHz 左右。这与我国规定的图像信号频宽为 6MHz 相差将近两倍,这是不允许的。若采用 $2:1$ 隔行扫描的方式,即克服了闪烁效应又不使图像信号频带过宽。

2. 隔行扫描的形成 隔行扫描方式是将一帧图像分成两场进行扫描(从上至下扫一遍为一场)。把扫奇数行 $1, 3, 5, 7, \dots, 573$, (显示行)的场称奇数场;把扫偶数行 $2, 4, 6, \dots, 574$ (显示行)的场称偶数场;并规定每秒扫描 50 场, (即 $f_v = 50\text{Hz}$)。从以上分析可知,假如每帧总行数定为偶数,采用 $2:1$ 隔行扫描方式的话,为使奇场和偶场的光栅均匀镶嵌,两场扫描锯齿电流规律不同,这会使扫描电路复杂化,不易实现。因此偶数行的隔行扫描未被采用。目前世界各国均采用奇数行 $2:1$ 隔行扫描方式。并要求每帧扫描起点必须相同,以保证各帧扫描光栅的重叠;还要求相邻两场光栅必须均匀镶嵌,以获得较高的清晰度,由此而得出行频与场频的关系为:

$$\frac{f_H}{f_v} = \frac{Z}{2} = \frac{2n+1}{2} = n + \frac{1}{2} \quad (1-3)$$

式中, n 为正整数, Z 为每帧扫描总行数且为奇数。 $2:1$ 隔行扫描分为奇数场和偶数场扫描,其扫描过程如图 1-8 所示。

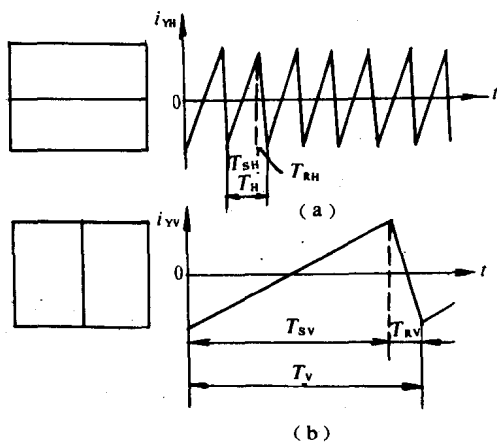


图 1-7 水平与垂直扫描示意图
(a)仅有水平扫描时之亮线与对应波形;
(b)仅有垂直扫描时之亮线与对应波形

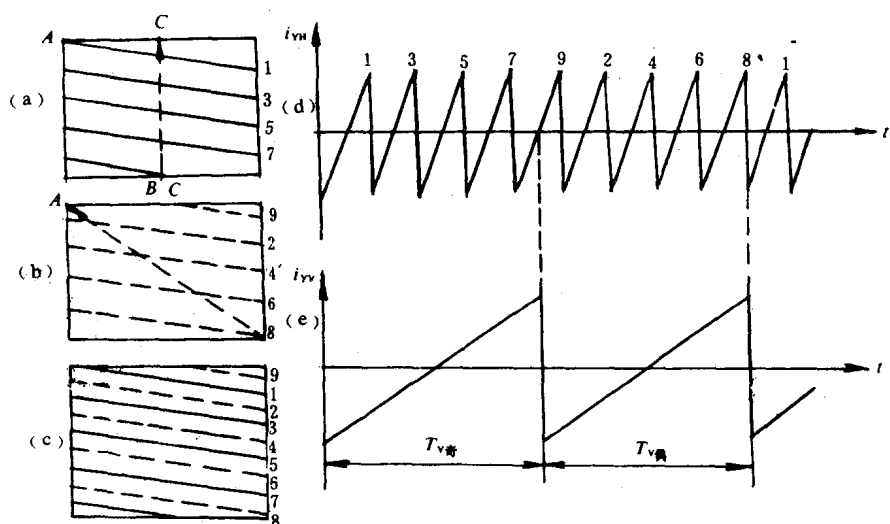


图 1-8 隔行扫描示意图

(a) 奇场光栅; (b) 偶场光栅; (c) 每帧光栅;
(d) 行锯齿电流波形; (e) 场锯齿电流波形

我国广播电视采用 2:1 隔行扫描方式,其扫描参数如下:

行频: $f_H = 15625\text{Hz}$

场频: $f_V = 50\text{Hz}$;

行周期: $T_H = 64\mu\text{s}$;

场周期: $T_V = 20\text{ms}$;

行正程期: $T_{HS} \geq 52\mu\text{s}$

场正程期: $T_{VS} \geq 18.4\text{ms}$;

行逆程期: $T_{HR} \leq 12\mu\text{s}$;

场逆程期: $T_{VR} \leq 1.6\text{ms}$;

帧频: 25Hz ;

每帧行数: 625 行(显示 575 行);

帧周期: 40ms ;

每场行数: 312.5 行(显示 287.5 行)。

1.3 电视图像的摄取与重现

在电视技术中,发送端的图像分解是由摄像机中的摄像管来完成的,而接收端的图像复合是由电视接收机中的显像管来完成的。前者,在摄像管内电子扫描作用下将景物分解为像素并转换成电信号输出,称其为摄像。后者,在电子扫描作用下将电信号在荧光屏上还原成像,称之为显像。在电视系统中,摄像管是保证图像质量的关键器件,而显像管是决定重现图像质量的关键器件。因此,以下重点介绍它们的结构及其工作的基本原理。

1.3.1 摄像管及其工作原理

世界上第一只摄像管出现在 20 世纪 30 年代初,至今已成为技术上较成熟的器件,但由于固体摄像器件的出现,以及新的应用领域(如红外电视、微光电视、高分辨率电视等)的开拓,使得摄像管的研制工作仍在进行。目前应用最广泛的是性能优良的氧化铅光电导管,下面就简要介绍其结构和工作原理。

1.3.1.1 结构

图 1-9 给出了氧化铅光电导摄像管的结构图。由图可见,摄像管主要由封装在被抽成真空的管内电子枪和光电靶两部分组成。电子枪由灯丝极 f、阴极 K、栅极 G,第一阳极 A_1 和第二阳