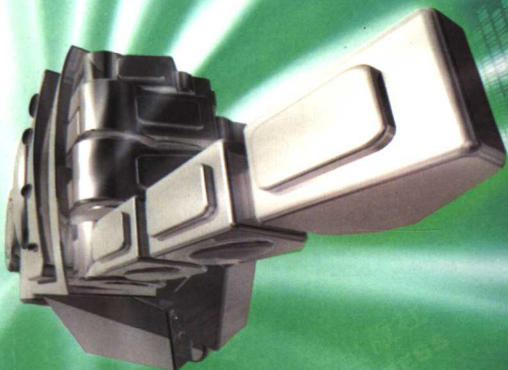




面向

21世纪

高级应用型人才

中国高等职业技术教育研究会推荐
高职高专系列规划教材

电视原理与电视机检修

庄月恒 阴家龙 编 著
肖运虹 主 审

3-55-43



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

□中国高等职业技术教育研究会推荐

高职高专系列规划教材

电视原理与电视机检修

庄月恒 阴家龙 编著

西安电子科技大学出版社

2005

内 容 简 介

本书为高职高专院校电子信息类专业教材。全书系统地讲述了电视信号的产生、调制、编码、传送、接收、解码等理论以及提高电视图像质量和伴音质量的新技术,并结合实际电路介绍了电视机的检修方法。全书分为五章,第1章介绍广播电视信号产生与发射的基本知识:光电变换,扫描电路,黑白、彩色全电视信号,黑白、彩色显像管,NTSC制编码和PAL制编码;第2章介绍电视接收机基本原理与电路分析,重点是彩色电视机电路组成框图,围绕框图分析高频头、中放通道、伴音通道、亮度通道、色度通道、扫描系统、开关式电源及红外线遥控系统;第3章介绍电视机故障检修方法与常见故障检修;第4章介绍电视新技术,重点介绍提高图像质量和伴音质量的新技术;第5章介绍电视机实训内容。全书每一章、节的内容编排都注意精选资料,前后衔接,由浅入深。电路分析、实训、检修实例都围绕同一机型展开。本书选用的是西湖54CD6型红外线遥控彩色电视机电路,该机是典型的东芝两片机芯。前4章各章末均配有复习与思考题,原则上是每节课1题。

本书可作为高等职业技术学院教材,也可作为各类培训教材,亦可供电视爱好者参考。

★本书配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

电视原理与电视机检修/庄月恒等编著.

—西安:西安电子科技大学出版社,2005.2

(高职高专系列规划教材)

ISBN 7-5606-1486-8

I. 电… II. 庄… III. ①电视接收机—理论—高等学校:技术学校—教材 ②电视接收机—检修—高等学校:技术学校—教材 IV. TN948.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 001452 号

策 划 马武装

责任编辑 夏大平 马武装

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安兰翔印刷厂

版 次 2005年2月第1版 2005年2月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 13 插页 2

字 数 303千字

印 数 1~4 000册

定 价 16.00元

ISBN 7-5606-1486-8/TN·0295(课)

XDUP 1757001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

序

1999 年以来,随着高等教育大众化步伐的加快,高等职业教育呈现出快速发展的形势。党和国家高度重视高等职业教育的改革和发展,出台了一系列相关的法律、法规、文件等,规范、推动了高等职业教育健康有序的发展。同时,社会对高等职业技术教育的认识在不断加强,高等技术应用型人才及其培养的重要性也正在被越来越多的人所认同。目前,高等职业技术教育在学校数、招生数和毕业生数等方面均占据了高等教育的半壁江山,成为高等教育的重要组成部分,在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。

在高等职业教育大发展的同时,也有着许多亟待解决的问题。其中最主要的是按照高等职业教育培养目标的要求,培养一批具有“双师素质”的中青年骨干教师;编写出一批有特色的基础课和专业主干课教材;创建一批教学工作优秀学校、特色专业和实训基地。

为解决当前信息及机电类精品高职教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会分两轮联合策划、组织编写了“计算机、通信电子及机电类专业”系列高职高专教材共 100 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材着力把握高职高专“重在技术能力培养”的原则,结合目标定位,注重在新颖性、实用性、可读性三个方面能有所突破,体现高职教材的特点。第一轮教材共 36 种,已于 2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材二等奖。第二轮教材预计在 2004 年全部出齐。

教材建设是高等职业院校基本建设的主要工作之一,是教学内容改革的重要基础。为此,有关高职院校都十分重视教材建设,组织教师积极参加教材编写,为高职教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职教材的建设起步时间不长,还需要做艰苦的工作,我们殷切地希望广大从事高等职业教育的教师,在教书育人的同时,组织起来,共同努力,编写出一批高职教材的精品,为推出一批有特色的、高质量的高职教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

李宗尧

IT类专业系列高职高专教材编审专家委员会名单

主任：高 林 （北京联合大学副校长，教授）

副主任：温希东 （深圳职业技术学院电子通信工程系主任，教授）

李卓玲 （沈阳电力高等专科学校信息工程系主任，教授）

李荣才 （西安电子科技大学出版社总编辑，教授）

计算机组：组长：李卓玲(兼) （成员按姓氏笔画排列）

丁桂芝 （天津职业大学计算机工程系主任，教授）

王海春 （成都航空职业技术学院电子工程系副教授）

文益民 （湖南工业职业技术学院信息工程系主任，副教授）

朱乃立 （洛阳大学电子工程系主任，教授）

李 虹 （南京工业职业技术学院电气工程系副教授）

陈 晴 （武汉职业技术学院计算机科学系主任，副教授）

范剑波 （宁波高等专科学校电子技术工程系副主任，副教授）

陶 霖 （上海第二工业大学计算机学院教授）

徐人凤 （深圳职业技术学院计算机应用工程系副主任，高工）

章海鸥 （金陵科技学院计算机系副教授）

鲍有文 （北京联合大学信息学院副院长，副教授）

电子通信组：组长：温希东(兼) （成员按姓氏笔画排列）

马晓明 （深圳职业技术学院电子通信工程系副主任，副教授）

于 冰 （宁波高等专科学校电子技术工程系副教授）

孙建京 （北京联合大学教务长，教授）

苏家健 （上海第二工业大学电子电气工程学院副院长，高工）

狄建雄 （南京工业职业技术学院电气工程系主任，副教授）

陈 方 （湖南工业职业技术学院电气工程系主任，副教授）

李建月 （洛阳大学电子工程系副主任，副教授）

李 川 （沈阳电力高等专科学校自动控制系副教授）

林训超 （成都航空职业技术学院电子工程系主任，副教授）

姚建永 （武汉职业技术学院电子信息系主任，副教授）

韩伟忠 （金陵科技学院龙蟠学院院长，高工）

项目总策划：梁家新

项目策划：马乐惠 云立实 马武装 马晓娟

电子教案：马武装

前 言

电视技术是物理学、电工学、电子线路、机械工程、微电脑等多门学科发展的综合结晶,是电子技术专业有代表性的主干课之一。为了适应此门课程的教学需要,我们编写了本书。

本书具有以下特点:

(1) 符合 2000 年教育部对高职高专教材的要求,突出高等职业教育特点。例如,对电视机的实训和检修方法等专门安排两章内容,让设备条件好的院校,讲几节理论课后可做相应的实训;让设备条件差点的院校,讲完理论课后,安排一周左右时间集中实训。做到理论联系实际。又例如,对电视机电路按节按信号流程分析后,都结合实例电路分析,使学生在理论知识指导下理解实际电路,这比纯理论学习电路效果要好。行扫描输出电路就是很好的一例。

(2) 为加强系统性、方便性,电路分析、实训、检修都围绕同一机型展开。本书选用西湖 54CD6 型彩色电视机电路,该机是红外线遥控彩色电视机,只选用 TA7680AP、TA7698AP 两片集成块,是典型的东芝两片机芯。

(3) 从目录上就可看出各章、节内容重点突出,由概念到理论再到实际,环环相扣,由浅入深。例如第 1 章在引导学生认识光和颜色的本质之后,引出电视系统的首要问题——怎样将图像的光信号转换成电信号(即光电变换)?为解决此问题必然引进行、场扫描概念和摄像机的基本工作原理。将图像信号变成电压信号之后,如何长距离大范围传送呢?单独传送一个图像信号行不行?这自然就引出了高频电视信号和全电视信号的内容。先由简单的黑白全电视信号再过渡到彩色全电视信号。通过黑白电视机和彩色电视机都能收看同一个广播电视信号,又引进兼容制的概念,为达到兼容制之目的引出必须采取的四大措施,由不同的措施引出制式概念与不同的编码。又例如,第 2 章讲授电视机的工作原理,先给出黑白电视机电路组成框图和彩色电视机电路组成框图让学生建立如下概念:① 凡电视机电路都是由多种不同的单元电路组成的,大部分电路是同学们在“电工基础”、“模拟电路”和“数字电路”里学过的,引导学生复习学过的基础知识,尝试基础知识在实际产品中的运用,也加深了对基本单元电路的理解。② 让学生了解黑白电视机和彩色电视机的异同,彩色电视机是在黑白电视机基础上发展而成的。③ 对照框图逐个分析,给学生清晰的思路。凡学生学过的单元电路,讲课时间宽余的可粗讲,时间紧的可布置学生自学;凡学生未学过的单元电路或重要的单元电路,老师重点细讲,引起学生注意,能收到事半功倍的效果。如对伴音电路可粗讲,具体电路让学生自学;对行扫描电路、色度通道、开关式电源等各个框图要重点细讲,因为这几部分学生接触少且故障率高。④ 让学生理解解码器是编码器的逆过程,是彩色电视机的核心部位。⑤ 举例说明让学生理解、掌握电视机电路组成框图对检修电视机的重要性。

(4) 对全电视信号中的均衡脉冲,以往教材都是珍墨惜语,本书却作较细致的介绍,主要是为理解第 4 章电视新技术中的倍频技术、数字化技术打好基础。

本书第1章介绍电视信号的产生与发射的基本理论,重点是NTSC制和PAL制编码。第2章介绍电视信号接收机原理与电路分析,重点是彩色电视机电路组成框图和PAL制解调器。第3章介绍电视机故障检修方法和常见故障检修,重点是检修方法和常见故障部位的判断。第4章介绍电视新技术,重点介绍目前提高电视图像质量和伴音质量的新技术。受篇幅限制,其它新技术如画中画技术、图文电视技术、I²C总线控制技术等请读者自找参考资料。第5章介绍电视机的实训基本内容,这部分内容可以根据各个院校的条件进行适当的增加,条件好的院校可以每两人装配、调试一台彩色电视机,能很好地从实践中锻炼学生的动手能力。

为便于教学和读者自学,本书另提供一幅整机电路图——附图(在书末)。图中元器件序号编写方法与正文有所不同(正文序号用下脚字),但序号含义相同,请读者注意。

本书可作为高等职业技术学院、教育学院、成人教育教材以及业余培训教材,也可供电视机爱好者参考。

本书第1、2章由江苏淮安信息职业技术学院庄月恒编写,第3、5章由江苏淮安信息职业技术学院阴家龙编写,第4章由庄月恒、阴家龙合编,全书由庄月恒统编。本书由江汉大学肖运虹教授主审。在编写过程中,部分复杂电路由王槐生老师绘制,文字录入由马开梅同志完成,在此对他们表示衷心的感谢!

本书学时数在68~80(不含实训)课时,具体安排如下:第1章,22~26学时;第2章,28~30学时;第3章,12~14学时;第4章,8~10学时;第5章,一周。教学时可根据学生基础水平作适当调整。

由于编者水平有限,书中难免存在某些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

2004年11月

目 录

第 1 章 电视信号产生与发射的

基本理论	1
1.1 光和颜色的本质	1
1.1.1 光和颜色的本质	1
1.1.2 光源和色源	2
1.1.3 标准光源	2
1.2 人眼的视觉特性	3
1.2.1 人眼的亮度视觉	3
1.2.2 人眼的色度感觉	3
1.2.3 人眼的分辨力	3
1.2.4 人眼的视觉惰性	4
1.3 黑白图像的光电变换	4
1.3.1 像素	5
1.3.2 电子扫描	5
1.3.3 摄像机	6
1.4 行、场扫描频率的确定与图像信号 的频带宽度	8
1.4.1 场扫描频率的确定	9
1.4.2 行扫描频率的确定	9
1.4.3 图像信号的频带宽度	10
1.5 显像管的构造及工作原理	11
1.5.1 黑白显像管的构造	11
1.5.2 黑白显像管的工作原理	12
1.5.3 彩色显像管结构	13
1.5.4 彩色显像管色纯度及会聚调整	14
1.6 全电视信号与高频电视信号	16
1.6.1 黑白全电视信号分析	17
1.6.2 黑白全电视信号波形	21
1.6.3 高频电视信号	22
1.6.4 电视频道的划分	23
1.7 彩色图像的光电变换	25
1.7.1 彩色三要素	25
1.7.2 混色效应	25
1.7.3 三基色原理	26
1.7.4 混色法	26
1.7.5 色度三角形	27
1.7.6 亮度方程式	27
1.7.7 彩色图像的光电变换	28
1.8 NTSC 制编码	28
1.8.1 兼容制与编码	28
1.8.2 达到兼容制的措施	29

1.8.3 标准彩条信号与几种信号 的波形	33
1.8.4 对 U_{B-Y} 、 U_{R-Y} 幅度的压缩	35
1.8.5 NTSC 制色同步信号	35
1.8.6 NTSC 制彩色全电视信号	36
1.9 PAL 制编码	36
1.9.1 彩色电视的制式	36
1.9.2 PAL 制编码	37
1.9.3 PAL 制色度信号的形成过程	38
1.9.4 PAL 制色度信号的频谱图与 副载波频率 f_{sc} 的选定	39
1.9.5 PAL 制色度信号的波形图	40
1.9.6 PAL 制色同步信号	42
1.9.7 PAL 制彩色全电视信号 的形成过程	42
1.9.8 PAL 制克服色调失真的原理	44
1.9.9 PAL 制彩色全电视信号的 发射过程	44
思考与练习	46

第 2 章 电视接收机原理与电路分析

2.1 黑白电视机电路组成框图	48
2.2 彩色电视机电路组成框图	50
2.3 公共通道工作原理及电路分析	53
2.3.1 天线	53
2.3.2 馈线	54
2.3.3 匹配器	55
2.3.4 高频头(高频调谐器)	56
2.3.5 中放通道	61
2.3.6 中放通道实例分析	66
2.4 伴音通道工作原理及电路分析	68
2.4.1 第二伴音中频限幅放大电路	68
2.4.2 鉴频器	68
2.4.3 音频放大器	69
2.4.4 伴音通道实例分析	70
2.5 亮度通道工作原理及电路分析	70
2.5.1 亮度通道电路的组成与作用	72
2.5.2 4.43 MHz 陷波器与 ARC 电路	72
2.5.3 放大器与勾边电路 (轮廓校正电路)	72
2.5.4 亮度延时电路	73

2.5.5 钳位电路	74	3.1.1 电视机故障检修前的准备工作 ...	134
2.5.6 自动亮度限制(ABL)电路	75	3.1.2 电视机故障的检修步骤	134
2.5.7 亮度通道实例电路分析	75	3.1.3 判断故障部位	134
2.6 色度通道工作原理及电路分析	77	3.1.4 电视机故障的检修方法	135
2.6.1 色度带通放大器与 ACC 电路	77	3.2 常见故障检修	138
2.6.2 色度激励与 ACK 电路	78	3.2.1 公共通道常见故障检修	139
2.6.3 梳状滤波器	79	3.2.2 伴音电路常见故障检修	142
2.6.4 同步检波器	81	3.2.3 亮度通道常见故障检修	143
2.6.5 绿色差矩阵电路	81	3.2.4 色处理电路常见故障检修	146
2.6.6 基色解码矩阵电路	83	3.2.5 末级视放电路常见故障检修	150
2.6.7 彩色显像管的附属电路及调整	83	3.2.6 扫描电路与电源电路的常见故障检修	151
2.6.8 色度通道实例电路分析	86	3.2.7 遥控电路常见故障检修	155
2.7 副载波恢复电路工作原理及电路分析	88	思考与练习	164
2.7.1 副载波压控振荡器	88	第 4 章 电视新技术	165
2.7.2 色同步选通电路	89	4.1 提高电视图像质量的新技术	165
2.7.3 鉴相器	90	4.1.1 电视信号的数字化	165
2.7.4 90°移相电路	91	4.1.2 扫描电路的倍频技术	171
2.7.5 副载波锁相环路的工作原理	91	4.2 提高电视伴音质量的新技术	174
2.7.6 PAL 开关电路与 PAL 识别电路	94	4.2.1 环绕声技术	174
2.7.7 副载波恢复电路实例分析	95	4.2.2 超低音技术	175
2.8 扫描电路工作原理及电路分析	96	4.2.3 模拟的多伴音技术	176
2.8.1 同步分离电路	96	4.2.4 NICAM(丽音)-728 系统简介 ...	177
2.8.2 行扫描电路	98	4.3 提高显示器质量的新技术	180
2.8.3 场扫描电路	106	4.3.1 液晶显示技术	180
2.8.4 扫描电路实例分析	108	4.3.2 等离子显示屏技术	184
2.9 开关式稳压电源工作原理及电路分析	112	思考与练习	186
2.9.1 开关式稳压电源概述	112	第 5 章 电视机实训	187
2.9.2 开关式稳压电源实例电路分析 ...	114	5.1 实训一:电视接收机的正确使用与内部结构剖析	187
2.10 红外线遥控原理及电路分析	116	5.2 实训二:高频调谐器频率特性与外围电路测试	189
2.10.1 红外线遥控的基本原理	117	5.3 实训三:中放电路综合测试	190
2.10.2 红外线遥控电路的基本组成及各部分电路的作用	117	5.4 实训四:视放、伴音电路综合测试 ...	192
2.10.3 红外线遥控系统的主要控制功能	122	5.5 实训五:行、场扫描电路的检测	193
2.10.4 红外线遥控系统的实例(M50436-560SP)分析	124	5.6 实训六:显像管电路的测试与校准 ...	194
思考与练习	132	5.7 实训七:电源电路的检测	195
		5.8 实训八:中央控制系统的测试与实验	197

第 3 章 电视机故障检修方法与常见

故障检修

3.1 电视机故障检修步骤与方法

参考文献

第 1 章 电视信号产生与发射的基本理论

什么叫电视系统？电视系统就是以电为媒体，及时地连续地传送活动的景物影像的系统。它一般由发射系统和接收系统两部分组成。人们通常所说的“电视”，实际是指电视信号接收机，即电视机。要掌握电视系统的工作原理，必须先了解电视信号产生和发射的基本理论。

1.1 光和颜色的本质

1.1.1 光和颜色的本质

光的本质是什么？由光学知识可知：光是以电磁波形式存在的微粒子流，是一种能携带能量的特殊物质。

电磁波的波谱很广，包括无线电波、红外光波、可见光波、紫外光波、X 光线、宇宙射线等，如图 1-1-1 所示。其中人眼能看到的（即能引起人眼视觉的）那一部分光谱叫做可见光。可见光的波长范围为 380~780 nm。

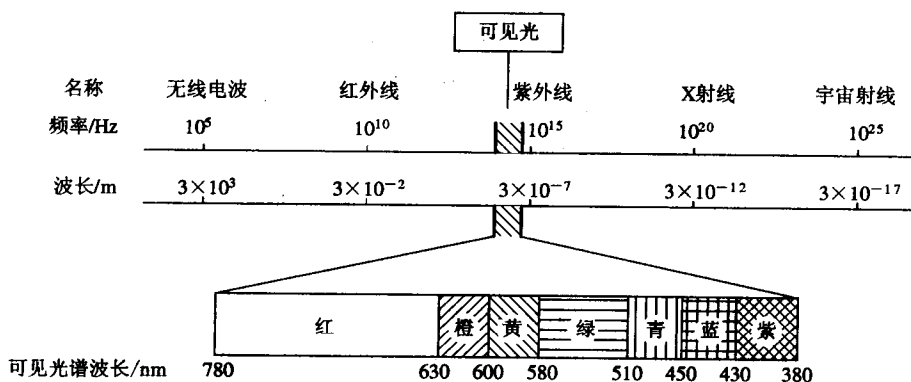


图 1-1-1 可见光在电磁波波谱中的位置

颜色的本质是什么？由实验得知：颜色是不同波长的光波通过人眼视觉产生的印象。例如，用 700 nm 波长的光作用于人眼，人的感觉印象是红色光；用 546.1 nm 波长的光作用于人眼，人的感觉印象是绿色光；用 435.8 nm 波长的光作用于人眼，人的感觉印象是蓝色光。

光有单色光和复合光之分。单一波长的光叫单色光；由几种波长混合成的光叫复合光。一定成分的复合光有一种确定的颜色与之对应，但一种颜色光的感受并不对应一种光谱组合，有可能是由多种单色光的复合光谱组合引起的，例如，546 nm 波长的绿光与

700 nm 波长的红光按一定比例混合后作用于人眼,可得到波长为 580 nm 的黄光感觉。此时,人眼已分不清是单色黄光还是红、绿两色的混合光。有人说,太阳光只是红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的七色光组合。其实这种说法是不妥当的,因为太阳光是多种单色光的组合,不止七色。

1.1.2 光源和色源

光源有两种。一种是物体自身发光的,例如太阳,通电后的电光,点燃后的蜡烛等;另一种是自身不发光,在发光光源的照射下,由于反射或透射而成为光源,例如,能反射光的平面镜,能透射光的蓝玻璃等。

色光源有两种。一种是不发光的物质,它在一定功率波谱的照射下,因反射一定的光谱成分并吸收其余部分而呈现相应的色彩,例如,太阳光照射在树上,树叶反射了绿色光波并吸收其它光谱而成为绿色树叶;另一种是本身发光的色源,它的辐射光谱引起人眼产生一定彩色感觉。

1.1.3 标准光源

对景物的真实视觉程度与选用的光源关系很大。用白光源还是色光源?回答是用白光源。因为人眼对太阳光的感觉是白色,它含有各种光谱。白光源有许多种,为了统一测量标准,国际上选用 A、B、C、D、E 五种标准白光作为标准光源。这 5 种标准白光的光谱能量分布如图 1-1-2 所示。

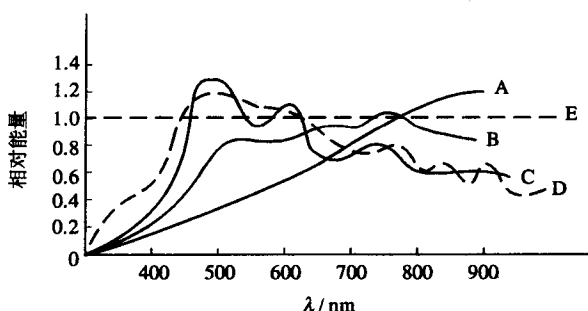


图 1-1-2 各种标准光源所发出光的光谱能量分布

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

(2) B 光源:相当于中午直射的阳光。

(3) C 光源:相当于白天的自然光,其波谱能量在 4500 nm 左右波长处最大,是带些蓝色的白光。

(4) D 光源:相当于白天直射阳光和散射光混合的光。它可以由彩色显像管所采用的红、绿、蓝三色荧光粉发出的光适当比例混合得到。

(5) E 光源:是一种理想的等能量的光源。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,仅是科研中的理论光源。

1.2 人眼的视觉特征

电视图像质量的好坏,需用多种仪器测量、比较和鉴定,但最终还是供人观看,由人来评价。因此,电视系统应遵循人眼的视觉特性,所以,分析人眼视觉特性很有必要。

人眼的视觉特性包括人眼的亮度视觉、人眼的色度视觉、人眼对黑白图像的分辨力、人眼对彩色图像的分辨力等。

1.2.1 人眼的亮度视觉

实验证明,人眼对不同波长的光的灵敏度是不同的。人眼的这种视觉特征常用视觉灵敏度曲线(视敏度曲线)来描述。图 1-2-1 所示曲线是国际通用的视敏度曲线,也叫相对视敏度曲线。

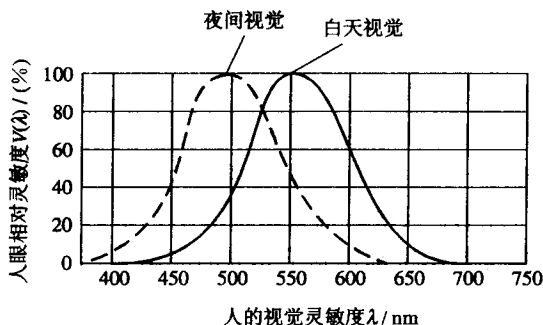


图 1-2-1 人眼的视觉灵敏度曲线

由图可知,人眼对不同颜色光的亮度感觉是不一样的,人眼最敏感的光波长为 555 nm,呈草绿色。在 555 nm 处两侧,随着波长的增加或者减小,亮度感觉逐渐降低。在可见光谱之外,即使辐射能量再强,人眼也没有感觉。

1.2.2 人眼的色度感觉

实验得知,人眼视网膜上有三种色敏细胞,分别对红、绿、蓝光特别敏感。当它们受到某种光源能量刺激时,根据对三种细胞刺激量比例的不同,使人产生不同的色感。例如,当一束黄色光射入人眼时,只对红敏细胞和绿敏细胞产生刺激,引起人的黄色视觉;当一束紫光射入人眼时,对红敏细胞和蓝敏细胞产生刺激,引起人的紫色视觉。不同颜色的光对三种细胞的刺激量是不同的,产生的彩色视觉各异,从而使人眼分辨出五光十色的颜色。在电视技术中正是利用了这一原理,在视觉图像的重现过程中,不是重现原来的景物的光谱分布,而是利用三种相似于红、绿、蓝色敏细胞特性曲线的三种光源进行配色,使其在色感上得到相同的效果。

1.2.3 人眼的分辨力

当人用眼看黑白图像中两个点时,在规定的光照下,人边看边后退,当图像中两点将要混成一个点还未混成一点时,人眼和图像中两点之间的夹角称为人眼分辨角,用 θ 表

示, 正常人 θ 为 $1' \sim 2'$ 。人眼的分辨力可定义为分辨角的倒数, 用 M 来表示。分辨角 θ 越小, 分辨力 M 越大。人眼对黑白图像细节的分辨能力, 称为黑白图像分辨力; 人眼对彩色图像细节的分辨能力称为彩色图像分辨力。

大量实验表明, 人眼对图像色彩细节的分辨力远低于对图像黑白细节的分辨力。例如, 相隔一定距离观看黑白相间的等宽条子, 恰能分辨黑白差别, 如果用红、绿相间的同等宽度的条子替换它们, 此时, 人眼看到的仅是一片黄色, 分辨不出红、绿之间的差别。因此, 彩色电视系统中传送彩色图像时, 只传送黑白图像细节, 而不传送彩色图像细节, 这样, 可减小色度信号的频带宽度。

1.2.4 人眼的视觉惰性

用一个简易的实验可证明人眼有视觉惰性。在黑暗中, 用点燃的一支香在空中快速划圈, 所看到的不是一个移动的光点, 而是一个光圈。这是因为虽然某点上点光源已经移走了, 但人眼还觉得它存在, 这就是人眼对亮度感觉的惰性。用图 1-2-2 所示实验进一步分析人眼的视觉惰性。当图 1-2-2(a) 所示的光脉冲(可用电筒作发射光源)作用于人眼时, 眼睛所感觉到的主观亮度如图 1-2-2(b) 所示。可见, 人眼的亮度感觉滞后于实际光脉冲信号, 当光脉冲消失之后, 亮度感觉需要一段时间才能完全消失, 这种现象就是人眼的视觉惰性。通常把图中 $t_2 \sim t_3$ 时间间隔称为视觉暂留时间, 也称为人眼留影时间, 正常人眼的暂留时间为 0.1 s 左右。人眼的视觉惰性表示人眼的时间分辨能力是有限的。人眼的视觉特性在电视、电影等技术中都得到了充分的应用。

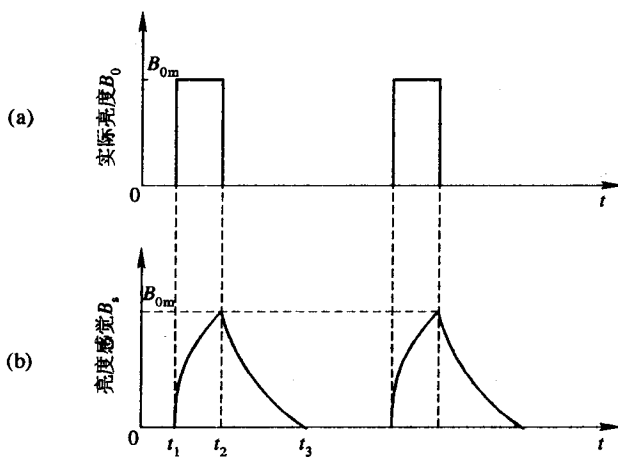


图 1-2-2 人眼的视觉惰性

1.3 黑白图像的光电变换

什么叫光电变换? 就是将图像的光信号转换为电压信号。

1.3.1 像素

当仔细观察报纸上一幅清晰完整的黑白图像时,就会发现图像由许多排列有序、深浅不同的小圆点(或小方块)组成。也就是说,一幅清晰图像是由数万个彼此配合,亮度不同或相同的小单元(圆点或方块)组成的。这些小单元是构成图像的基本单元,称为像素。每个像素反映图像的一点信息。显然,像素越多、越密,图像就越清晰、细致。

在正常观看距离下,电视屏幕上的一幅清晰图像是由约 44 万个像素组成的(将在后面说明)。

1.3.2 电子扫描

大家知道,电子是携带负电荷的微粒子,质量极小,惯性几乎为零。用电子形成振荡,可达到数兆赫兹。一个电子携带的能量是极有限的,一群电子携带的能量则是可观的。一群电子称为电子束。

由电磁学可知,电子束在有规律变化的磁场作用下,按一定规律在靶面上或荧光屏上运动的过程称为扫描。电子束在垂直磁场作用下的水平运动称为水平扫描,又叫行扫描;电子束在水平磁场作用下的垂直运动称为垂直扫描。电子束在互相垂直的两个磁场作用下,一方面作水平偏转,一方面作垂直偏转,设计时使电子束水平方向的运动速度远大于垂直方向的运动速度,因此,电子束的运动路径是水平略向右下倾斜。电子束从左到右、从上到下以均匀速度依照顺序一行紧跟一行地进行扫描,称为逐行扫描,如图 1-3-1 所示。图中, i_H 是形成水平偏转的磁场电流, i_V 是形成垂直偏转的磁场的电流(详见 1.4 节)。

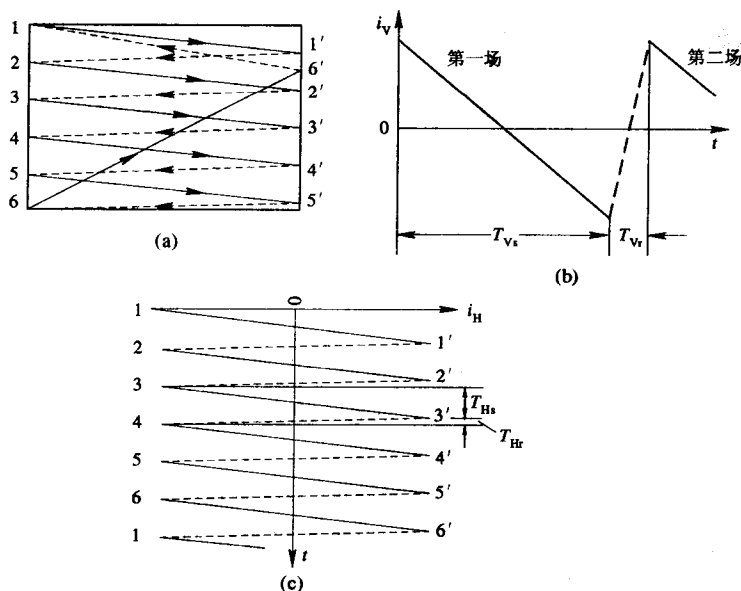


图 1-3-1 逐行扫描原理图

电子束先扫描图像的 1、3、5……奇数行,再扫描 2、4、6……偶数行,最后将奇数行和偶数行均匀嵌套,这种方法称为隔行扫描,如图 1-3-2 所示。电子束移动轨迹的集合体称为光栅。

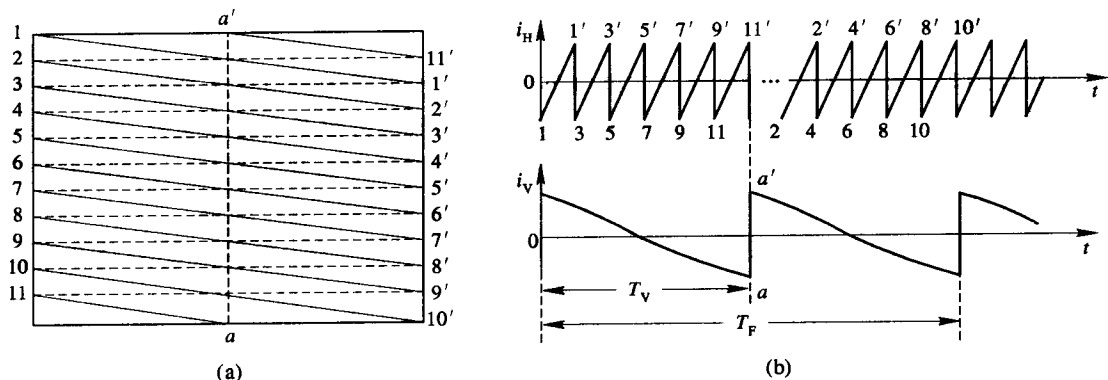


图 1-3-2 隔行扫描原理图

1.3.3 摄像机

人们之所以能看见景物,是因为太阳光(或灯光等)经空气散射照在景物上,景物各部位不同程度的反射光射入人眼的缘故。射入人眼的光信号称为景物光信号,或称图像光信号,简称图像信号。电视系统的首要任务是将图像光信号转换成图像电信号。这个任务是由摄像机来完成的。摄像机的结构框图如图 1-3-3 所示。

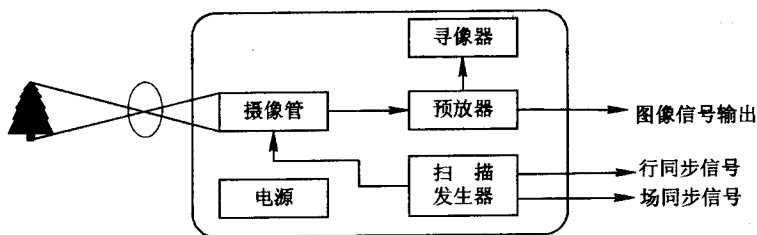


图 1-3-3 摄像机结构框图

图中摄像管是核心,图像的光信号变换为电信号主要在这里进行。

下面介绍摄像管的构成和工作原理。

摄像管种类较多,其中使用广泛的是氧化铅光电导摄像管,其结构如图 1-3-4 所示,它主要由光电靶和电子枪组成。光电靶和电子枪都封在圆柱形真空玻璃管内,外套有聚焦、校正和偏转线圈,摄像管前端装有光学镜头。

电子枪由高压极、聚焦极、加速极、控制栅极、阴极和灯丝等组成。在灯丝通电发热之后,阴极能发射受控的电子束(工作原理在显像管中讲授)。光电靶呈圆薄片状,位于电子枪前端。光电靶由三层不同的物质材料组成。中间较厚的是氧化铅(PbO)本征半导体,它具有光敏特性,其电阻率与光线强弱成反比,在无光照时电阻率可达 $10^{10} \Omega$,有强光照射时可迅速降为几十欧姆。靠电子枪一面的是 P 型半导体,其接受电子束轰击。靠光学镜头一面的是 N 型半导体,其接受由镜头射入的聚焦景物光线的照射,并与外电路负载 R_L 相连。

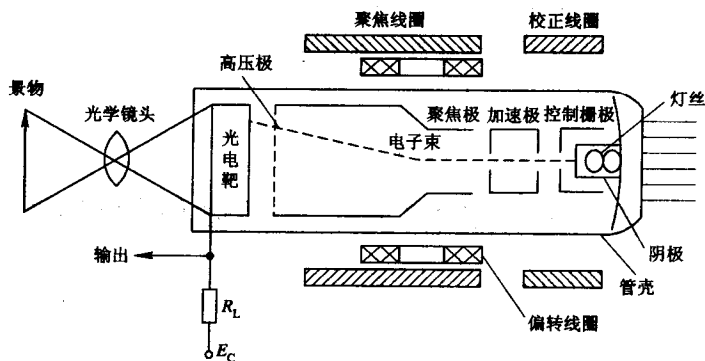


图 1-3-4 氧化铅光电导摄像管结构

将图 1-3-4 中的光电靶想象切割成一根根窄带，带宽与电子束直径近似，由光敏材料 PbO 颗粒组成，如图 1-3-5 所示。图中， R_1 、 R_2 、 R_3 、……、 R_n 代表光敏材料颗粒，即像素。由图可得到输出电压 u_{out} 公式：

$$u_{\text{out}} = \frac{E_C}{R_L + R_n} R_n = \frac{E_C}{(R_L/R_n) + 1}$$

若光照使 $R_n = R_2 = 4R_L$ ，则 $u_{\text{out}} = 0.8E_C$ ；

若光照使 $R_n = R_3 = R_L$ ，则 $u_{\text{out}} = 0.5E_C$ ；

若光照使 $R_n = R_4 = R_L/2$ ，则 $u_{\text{out}} = 0.3E_C$ ；

若光照很弱， $R_n \rightarrow \infty$ ，则 $u_{\text{out}} \approx E_C$ ；

若光照很强， $R_n \rightarrow 0$ ，则 $u_{\text{out}} \approx 0$ 。

由上可见，光照强度与输出电压成反比关系。

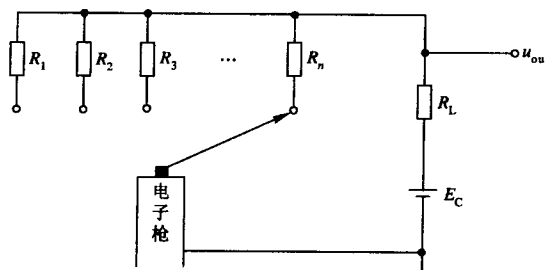


图 1-3-5 光电变换原理图

怎样使一幅静止图像的光信号变换成电压信号呢？

首先使图像光信号经透镜聚焦后入射照在光电靶上，光电靶中的每个颗粒的电阻率随光线强弱而变化，在光电靶上形成了“电阻像”。用电子枪发出的电子束在偏转线圈作用下对准光电靶进行行、场扫描，如图 1-3-5 所示，即可实现图像光信号变换成图像电压信号之目的。

由图 1-3-5 可知，某点像素越亮，该点电阻越小，对应的输出电压越低；像素越暗，输出电压越高。我们将这种输出图像电压信号与图像像素亮度信号呈现反比规律的图像信号称为负极性图像信号。反之，如果输出的图像电压信号与像素亮度信号成正比，则称这种图像信号为正极性图像信号。

上面讲的是一幅静止图像的光电变换，那么，对活动图像怎样进行光电变换呢？方法是：将活动图像按时间先后分解成一幅幅静止图像来进行光电变换。根据人眼的视觉惰性，当传送速度足够快时（每秒传送图像不少于 48 幅），人就会感到一幅幅静止图像逼真地动起来了。

1.4 行、场扫描频率的确定与图像信号的频带宽度

上节讲过，将一幅静止图像光信号变换成电压信号，是先将图像信号照射在光电靶上，再用电子束对准光电靶进行垂直扫描（即场扫描，如图 1-4-1 所示）和水平扫描（即行扫描，如图 1-4-2 所示）。那么，场扫描频率和行扫描频率多少合适呢？

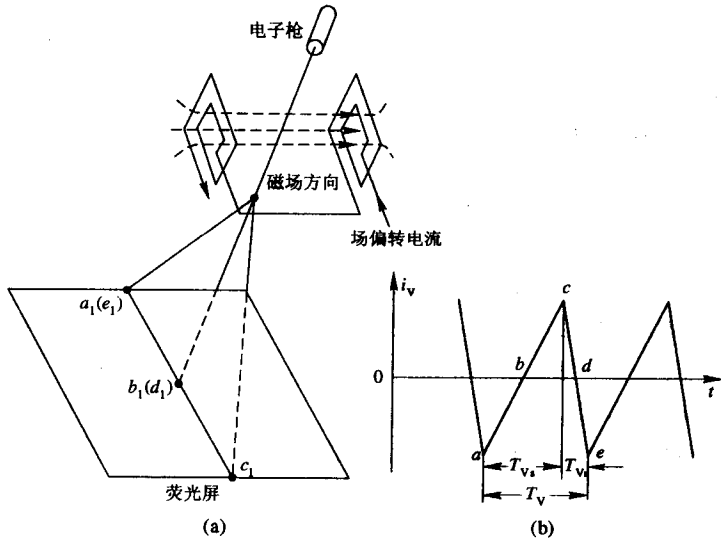


图 1-4-1 垂直扫描示意图

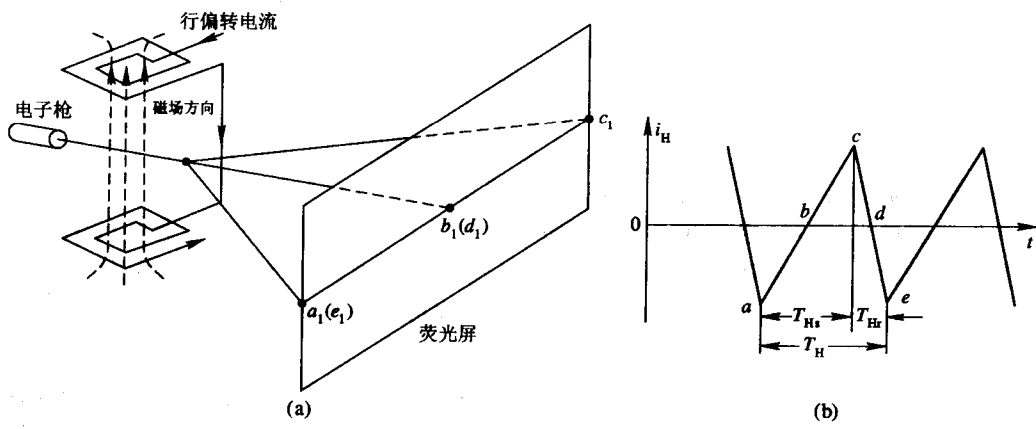


图 1-4-2 水平扫描示意图