

- 中国高等职业技术教育研究会推荐
- 高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

电视机原理及电视机检修实训

主 编 林植平
副主编 倪 瑛
主 审 宋 焯



 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

高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

电视机原理及 电视机检修实训

主 编 林植平

副主编 倪 瑛

主 审 宋 焯

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是面向高职高专电子、通信类专业的教材。全书共分9章，内容主要包括电视机工作原理及实训基础知识、公共通道工作原理及实训、伴音通道工作原理及实训、亮度通道工作原理及实训、色度通道工作原理及实训、基色解码矩阵电路及显像管附属电路工作原理及实训、扫描电路工作原理及实训、开关稳压电源工作原理及实训以及红外线遥控电路工作原理及实训。

本书可作为高职高专院校及技能培训机构相关课程的教材，亦可供电视机爱好者自学使用。

★本书配有电子教案，需要者可登录出版社网站，免费下载。

图书在版编目(CIP)数据

电视机原理及电视机检修实训/林植平主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2010.10

高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2352 - 8

I. 电… II. 林… 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. TN949.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 199988 号

策 划 张 媛

责任编辑 阎 彬 张 媛

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

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2010年10月第1版 2010年10月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 9.875 插页 1

字 数 224千字

印 数 1~3000册

定 价 14.00元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2352 - 8/TN · 0539

XDUP 2644001-1

*** 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

进入 21 世纪以来,高等职业教育呈现出快速发展的形势。高等职业教育的发展,丰富了高等教育的体系结构,突出了高等职业教育的类型特色,顺应了人民群众接受高等教育的强烈需求,为现代化建设培养了大量高素质技能型专门人才,对高等教育大众化作出了重要贡献。目前,高等职业教育在我国社会主义现代化建设事业中发挥着越来越重要的作用。

教育部 2006 年下发了《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》,其中提出了深化教育教学改革,重视内涵建设,促进“工学结合”人才培养模式改革,推进整体办学水平提升,形成结构合理、功能完善、质量优良、特色鲜明的高等职业教育体系的任务要求。

根据新的发展要求,高等职业院校积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位群任职要求,参照相关职业资格标准,改革课程体系和教学内容,建立突出职业能力培养的课程标准,规范课程教学的基本要求,提高课程教学质量,不断更新教学内容,而实施具有工学结合特色的教材建设是推进高等职业教育改革发展的重要任务。

为配合教育部实施质量工程,解决当前高职高专精品教材不足的问题,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在前三轮联合策划、组织编写“计算机、通信电子、机电及汽车类专业”系列高职高专教材共 160 余种的基础上,又联合策划、组织编写了新一轮“计算机、通信、电子类”专业系列高职高专教材共 120 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。教材的编写采取在教育部精品专业或示范性专业的高职高专院校中公开招标的形式,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。该系列教材以满足职业岗位需求为目标,以培养学生的应用技能为着力点,在教材的编写中结合任务驱动、项目导向的教学方式,力求在新颖性、实用性、可读性三个方面有所突破,体现高职高专教材的特点。已出版的第一轮教材共 36 种,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奖。第二轮教材共 60 余种,在 2004 年已全部出齐,有的教材出版一年多的时间里就重印 4 次,反映了市场对优秀专业教材的需求。前两轮教材中有十几种入选国家“十一五”规划教材。第三轮教材 2007 年 8 月之前全部出齐。本轮教材预计 2008 年全部出齐,相信也会成为系列精品教材。

教材建设是高职高专院校教学基本建设的一项重要工作。多年来,高职高专院校十分重视教材建设,组织教师参加教材编写,为高职高专教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职高专教材的建设起步时间不长,还需要与行业企业合作,通过共同努力,出版一大批符合培养高素质技能型专门人才要求的特色教材。

我们殷切希望广大从事高职高专教育的教师,面向市场,服务需求,为形成具有中国特色和高职教育特点的高职高专教材体系作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

2007 年 6 月



高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

编审专家委员会名单

主任: 温希东 (深圳职业技术学院副校长 教授)

副主任: 马晓明 (深圳职业技术学院通信工程系主任 教授)

余 华 (武汉船舶职业技术学院电子电气工程系主任 副教授)

电子组 组长: 余 华(兼) (成员按姓氏笔画排列)

于宝明 (南京信息职业技术学院电子信息工程系副主任 副研究员)

马建如 (常州信息职业技术学院电子信息工程系副主任 副教授)

刘 科 (苏州职业大学信息工程系 副教授)

刘守义 (深圳职业技术学院 教授)

许秀林 (南通职业大学电子系副主任 副教授)

高恭娴 (南京信息职业技术学院电子信息工程系 副教授)

余红娟 (金华职业技术学院电子系主任 副教授)

宋 焯 (长沙航空职业技术学院 副教授)

李思政 (淮安信息职业技术学院电子工程系主任 讲师)

苏家健 (上海第二工业大学电子电气工程学院 教授)

张宗平 (深圳信息职业技术学院电子通信技术系 高级工程师)

陈传军 (金陵科技学院电子系主任 副教授)

姚建永 (武汉职业技术学院电信学院院长 副教授)

徐丽萍 (南京工业职业技术学院电气与自动化系 高级工程师)

涂用军 (广东科学技术职业学院机电学院副院长 副教授)

郭再泉 (无锡职业技术学院自动控制与电子工程系主任 副教授)

曹光跃 (安徽电子信息职业技术学院电子工程系主任 副教授)

梁长垠 (深圳职业技术学院电子工程系 副教授)

通信组 组长: 马晓明(兼) (成员按姓氏笔画排列)

王巧明 (广东邮电职业技术学院通信工程系主任 副教授)

江 力 (安徽电子信息职业技术学院信息工程系主任 副教授)

余 华 (南京信息职业技术学院通信工程系 副教授)

吴 永 (广东科学技术职业学院电子系 高级工程师)

张立中 (常州信息职业技术学院 高级工程师)

李立高 (长沙通信职业技术学院 副教授)

林植平 (南京工业职业技术学院电气与自动化系 高级工程师)

杨 俊 (武汉职业技术学院通信工程系主任 副教授)

俞兴明 (苏州职业大学电子信息工程系 副教授)

项目策划 马乐惠

策 划 张 媛 薛 媛 张晓燕

前 言

电视工作原理在通信、电子信息和应用电子技术专业的知识结构中占有重要位置。掌握电视机的调试与维修技能不仅能使学生在制造企业的相关岗位就业，还使学生以少量资金独立创业成为可能。本书将电视机的基本理论知识融入到实践教学中，避开复杂理论，强调实践能力和动手能力。书中附有大量实物图片，可使初学者轻松入门。

本书共分 9 章，对一片机机芯和二片机机芯均有介绍。第 1 章简单介绍了电视机的原理及实训基础知识。第 2~9 章结合实训分析了各电路(公共通道、伴音通道、亮度通道、色度通道、基色解码矩阵电路及显像管附属电路、扫描电路、开关稳压电源和红外线遥控电路)的组成、作用、典型电路及元器件、常见故障检修，使学生进一步掌握重点内容。

本书可作为高职高专院校相关专业及电视机维修短训班的教材，亦可供电视机维修技术初学者自学使用。

本书由林植平任主编，倪瑛任副主编。其中，林植平编写了第 1、4、5、7、8 章，倪瑛编写了第 2、3、6、9 章及附录。全书由林植平统稿。

我们在编写本书的过程中参考了大量资料(参见本书参考文献)，在此对这些资料的作者深表谢意。

限于编者水平，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

编者联系方式：lzp4566@163.com 或 <http://b871281.xici.net> (电子电气论坛)。

编 者

2010 年 5 月

目 录

第 1 章 电视机工作原理及实训基础知识	1
1.1 光学及人眼的视觉特性知识.....	1
1.1.1 光和颜色.....	1
1.1.2 视觉特性.....	2
1.2 电子成像原理.....	4
1.2.1 黑白图像的光电转换.....	4
1.2.2 彩色图像的光电转换.....	13
1.2.3 彩色电视的制式.....	13
1.3 电视机原理框图.....	14
1.3.1 黑白电视机原理框图.....	14
1.3.2 彩色电视机原理框图.....	15
1.4 电视机实训基础知识.....	15
1.4.1 电视机内部典型部件.....	15
1.4.2 电视机检修常用方法与步骤.....	16
1.4.3 常用仪器介绍.....	18
1.4.4 安全注意事项.....	20
1.5 实训.....	22
第 2 章 公共通道工作原理及实训	32
2.1 公共通道的组成与作用.....	32
2.1.1 天线.....	32
2.1.2 高频调谐器.....	32
2.1.3 中频通道.....	33
2.2 典型电路及元器件介绍.....	34
2.2.1 典型电路.....	34
2.2.2 典型元器件.....	35
2.3 实训.....	38
2.4 常见故障检修.....	40
第 3 章 伴音通道工作原理及实训	41
3.1 伴音通道的组成与作用.....	41
3.1.1 第二伴音中频限幅放大电路.....	41
3.1.2 鉴频器.....	42
3.1.3 音频放大器.....	43
3.2 典型电路及元器件介绍.....	43
3.2.1 典型电路.....	43

3.2.2 典型元器件	47
3.3 实训	47
3.4 常见故障检修	49
第4章 亮度通道工作原理及实训	51
4.1 亮度通道的组成与作用	51
4.2 典型电路及元器件介绍	54
4.2.1 典型电路	54
4.2.2 典型元器件	55
4.3 实训	55
4.4 常见故障检修	56
第5章 色度通道工作原理及实训	59
5.1 色度通道的组成与作用	59
5.2 典型电路及元器件介绍	59
5.2.1 典型电路	59
5.2.2 典型元器件	63
5.3 实训	64
5.4 常见故障检修	65
第6章 基色解码矩阵电路及显像管附属电路工作原理及实训	67
6.1 基色解码矩阵电路及显像管附属电路的组成和作用	67
6.1.1 基色解码矩阵电路(兼末级视放电路)的组成与作用	67
6.1.2 显像管附属电路的组成与作用	68
6.1.3 基于 TA7698 的末级视放电路的分析	70
6.2 基色解码矩阵电路及显像管附属电路的典型元器件	71
6.2.1 基色解码矩阵电路的典型电路及元器件介绍	71
6.2.2 显像管插座	72
6.2.3 显像管	73
6.2.4 色纯和会聚组件	73
6.3 实训	74
6.4 常见故障检修	80
6.4.1 基色解码矩阵电路常见故障检修	80
6.4.2 显像管附属电路常见故障检修	80
第7章 扫描电路工作原理及实训	82
7.1 扫描电路的组成与作用	82
7.2 典型电路及元器件介绍	84
7.2.1 典型电路	84
7.2.2 典型元器件	88
7.3 实训	90
7.4 常见故障检修	93

第 8 章 开关稳压电源工作原理及实训	96
8.1 开关稳压电源	96
8.1.1 开关稳压电源的组成与作用	96
8.1.2 开关稳压电源的种类	97
8.2 典型电路及元器件介绍	98
8.2.1 典型电路	98
8.2.2 典型元器件	102
8.3 实训	104
8.4 常见故障检修	108
第 9 章 红外线遥控电路工作原理及实训	111
9.1 红外线遥控电路的组成与作用	111
9.2 典型电路及元器件介绍	115
9.2.1 典型电路	115
9.2.2 典型元器件	118
9.3 实训	120
9.4 常见故障检修	122
附录 THPTV-2 彩电试验台使用介绍	132
参考文献	147

第1章 电视机工作原理及实训基础知识

1.1 光学及人眼的视觉特性知识

1.1.1 光和颜色

1. 光和颜色的概念

从物理学的角度来说，光是某种频率范围的电磁波。

电磁波按频率由低到高依次包括了长波、无线电波、红外光波(红外线)、可见光波、紫外光波(紫外线)、X射线与 γ 射线等，如图1-1所示。其中人眼能看到的那一部分光谱叫做可见光。可见光的波长范围为380~780 nm。

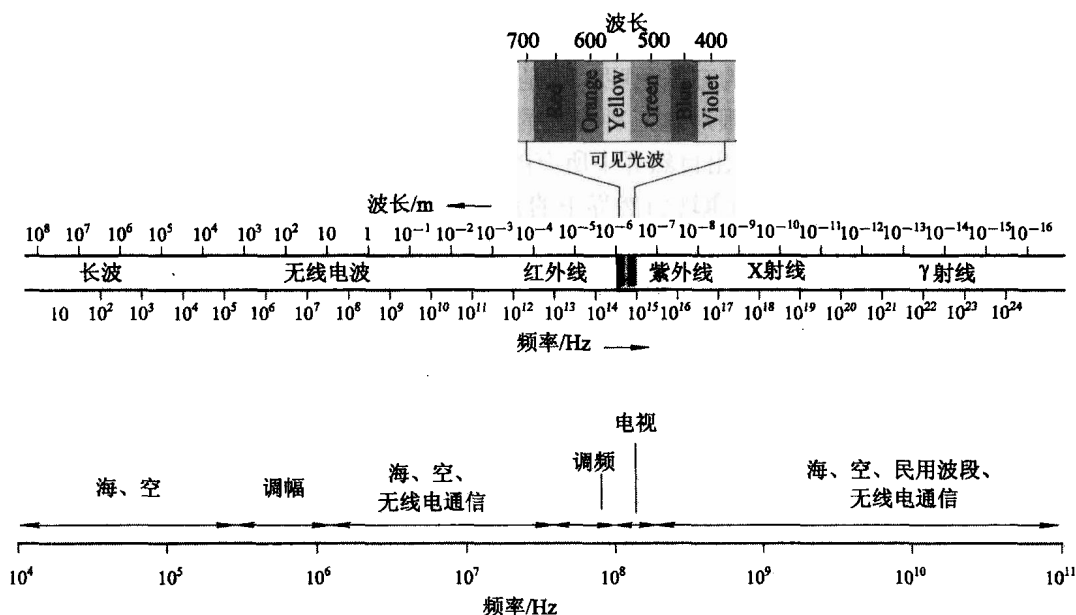


图 1-1 电磁波频谱图

从物理学的角度来说，颜色是不同波长的可见光作用在人眼后产生的视觉效果。700 nm 波长的光作用于人眼，人感觉到的是红色光；546.1 nm 波长的光作用于人眼，人感觉到的是绿色光；435.8 nm 波长的光作用于人眼，人感觉到的是蓝色光。每一确定波长的可见光都对应确定的某一颜色，这种单一波长的光叫单色光。但反过来，某种颜色却并不对应某一确定的波长，如将波长为 546 nm 的绿光与波长为 700 nm 的红光按一定比例混合后作用

于人眼,可得到与波长为 580 nm 的黄光完全一样的感觉。这种由若干个波长的光复合而成的光叫复合光。

2. 三基色原理

根据人眼的彩色视觉特性,在彩色重现过程中,并不要求恢复原景物反射光的全部光谱成分,而重要的是获得与原景物相同的彩色感觉。实践证明,自然界可见到的绝大部分彩色,都可以由几种不同波长(颜色)的单色光相混合来等效,这一现象叫做混色效应。经进一步研究,人们终于得到了一个重要的原理——三基色原理。三基色原理就是指选用相互独立的三种基色,可以按一定比例混合出自然界中绝大多数的彩色,其亮度等于三基色之和,其颜色取决于三基色的比例。三基色原理是彩电技术的基本原理。

三基色原理的主要内容是:

(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,任意一种彩色均可以被分解为三种基色。

(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参与混合的各基色的亮度之和。

(4) 三基色的比例决定了混合色的色调和色饱和度。

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(波长为 700 nm,代号 R)、绿色(波长为 546.1 nm,代号 G)、蓝色(波长为 435.8 nm,代号 B)三种颜色作为三基色,如图 1-2 所示。为什么选择红、绿、蓝作为三基色呢?这是因为:① 红、绿、蓝三色是互相独立的;② 人眼对这三种颜色的光最敏感;③ 用红、绿、蓝三色几乎可以混合出自然界中所有的颜色。

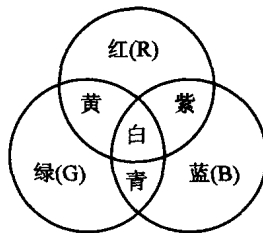


图 1-2 三基色混色图

根据这一原理,要传送和重现自然界中的各种彩色,无需逐一传送波长各异的各种彩色信号,而只要将各种彩色分解成不同比例的三基色并将其传送即可。在彩色重现时将比例不同的三基色信号相加混色,即可产生与被传送对象相同的彩色视觉效果。

彩色电视机是在必须与黑白电视机兼容这一条件下进行设计的,因此将亮度信号作为彩色电视图像信号之一传送,而图像信号的色彩则由不包括亮度信号成分的色差信号传送。根据三基色原理要求,首先让彩色图像光信号通过分光光学系统(由物镜、分光棱镜和反射镜等组成)取出红、绿、蓝三基色,再将红、绿、蓝三基色分别射入 R、G、B 三只摄像管的光电靶上,三只摄像管的电子束同步地在自己的靶面上扫描,把各基色图像上的亮度变化变换成相应的随时间变化的电压信号,从而将彩色图像的光信号变成电信号。

1.1.2 视觉特性

1. 视觉灵敏度

电视图像是给人看的,研究人眼的视觉特性能使电视机的设计更合理。

人眼对不同波长的光的灵敏度是不同的。人眼的这种视觉特性常用视觉灵敏度曲线来描述。图 1-3 是人眼分别在夜间和白天的视觉灵敏度曲线,也称为国际通用的相对视敏度曲线。

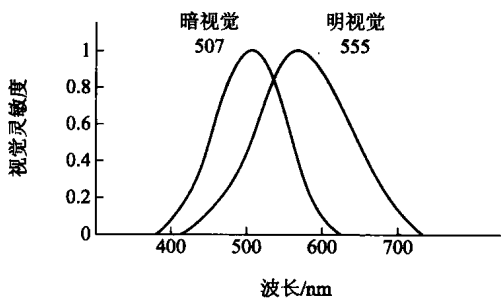


图 1-3 相对视敏度曲线

对人的视觉灵敏度研究可以得出以下结论：

- (1) 在辐射强度一样的情况下，人眼对不同波长的可见光的亮度感觉是不同的。
- (2) 在三基色中，人眼对波长为 555 nm 的草绿色的光反应最灵敏，其次是红光，最后是蓝光。

(3) 在可见光谱之外，即使辐射能量再强，人眼也没有反应。

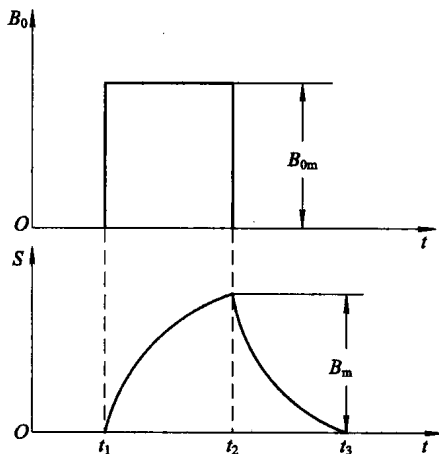
该结论被用于彩电的亮度信号设计。

2. 分辨力

人眼分辨图像细节的能力称为分辨力。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黑白条子，则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，这就减少了不必要的信息量，降低了色度信号的频带宽度。

3. 视觉惰性

视觉惰性是人眼的重要特性之一，它反映了主观亮度与光作用时间的关系。当光突然作用于人眼或光突然消失时，人眼的感觉不与光同步，而是遵从图 1-4 所示的曲线。电视、电影正是利用人眼的视觉惰性骗过了人的眼睛。看似动作连续的电视、电影，实际上只是多张图片的快速切换而已。电影实际上是把一秒钟的连续动作分解成 24 张胶片进行回放，电视则是把一秒钟的连续动作分解成 25 幅图像进行回放。



B_0 : 实际亮度; S : 人眼的亮度感觉

图 1-4 视觉惰性曲线

1.2 电子成像原理

1.2.1 黑白图像的光电转换

1. 像素的概念与图像的传送

通过投影仪将电脑屏幕图像放大并投影到银幕上，可以近距离地观察到银幕上的图像实际上是由一个个小方块组成的。如果是黑白图像，则会发现图像由许多排列整齐、灰度不同的小方块组成。这些小方块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，图像就越清晰、细致。普通电视屏幕上的图像是由约 44 万个像素组成的，高清电视的像素可达 200 万以上。

一幅图像所包含的 40 多万个像素是不可能同时被传送的，只能是按一定的顺序分别将各像素的亮度变换成相应的电信号并依次传送出去；在接收端则按同样的顺序把电信号转换成一个个相应的亮点重现出来。只要顺序传送速率足够快，利用人眼的视觉暂留效应(即视觉惰性)和发光材料的余辉特性，人眼感觉到的就是一幅稳定而完整的图像。这种按顺序传送图像像素信息的方法，是构成现代电视系统的基础，被称为顺序传送系统。图 1-5 所示是该系统的示意图。

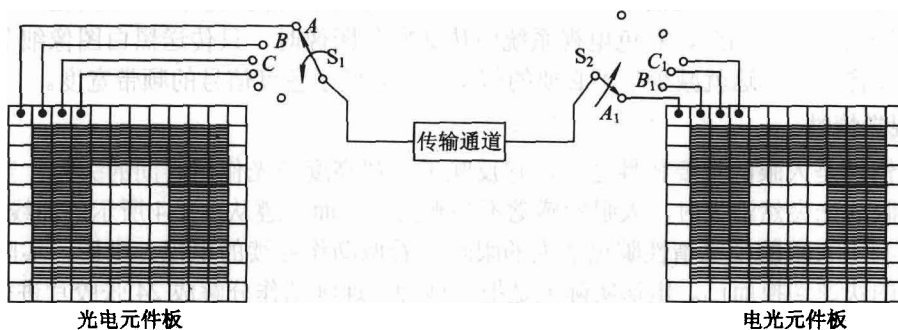


图 1-5 图像顺序传送系统示意图

图像顺序传送系统的工作过程如下：首先，将要传送的某一光学图像作用于由许多独立的光电元件所组成的光电板上，这时，光学图像就被转换成由大量像素组成的电信号，然后经过传输通道送到接收端。接收端有一块可在电信号作用下发光的电光板，它可将电信号转换成相应的光学图像信号。在电视系统中，将组成一帧图像的像素按顺序转换成电信号的过程，或反过来将电信号按顺序转换成图像的过程，称为扫描过程。图 1-5 中的 S_1 、 S_2 是同时运转的，当它们接通某个像素时，那个像素就被发送和接收，并使发送和接收的像素位置一一对应。在实际的电视技术中，采用电子扫描装置来代替开关 S_1 、 S_2 的作用。

2. 电子扫描

电子是构成原子的基本粒子之一，质量极小，带负电。电子束是指沿着某一方向运动的电子群。在磁场的作用下，通过电子束的左右移动在屏幕上显示出画面或图形的过程称为扫描。按照电子束的运动方向，将扫描分为水平扫描和垂直扫描。水平扫描是指电子束在垂直磁场作用下的水平运动，又称为行扫描。垂直扫描是指电子束在水平磁场作用下的

垂直运动。如果电子束在相互垂直的磁场作用下，既作水平偏转，也作垂直偏转，且电子束水平方向的运动速度大于垂直方向的运动速度，则电子束的运动路径是水平并略向右下方倾斜，如图 1-6 所示。

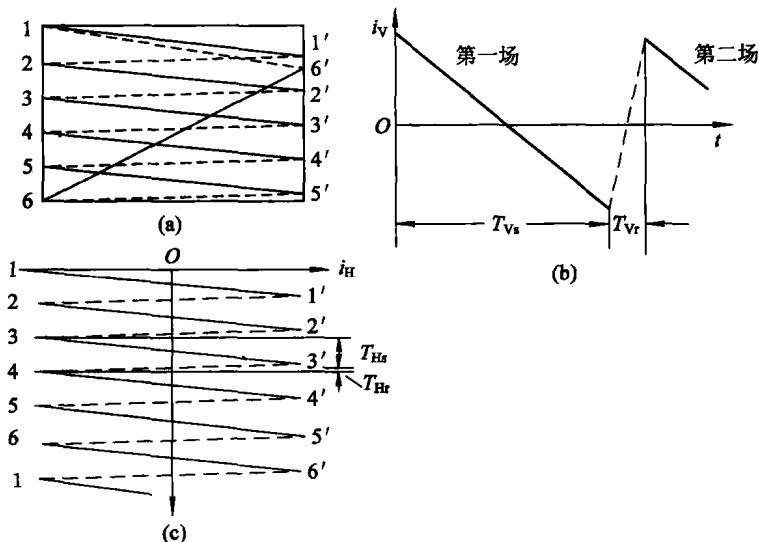


图 1-6 逐行扫描原理图

通常，显示器有隔行扫描和逐行扫描两种扫描方式。逐行扫描是指扫描时从屏幕左上角的第一行开始逐行进行，整个图像扫描一次完成，如图 1-6 所示。逐行扫描方式下，图像的显示画面闪烁小，显示效果好。把每一帧图像通过两场扫描完成则是隔行扫描，第一场(奇数场)只扫描奇数行，而第二场(偶数场)只扫描偶数行，如图 1-7 所示。隔行扫描重现图像的示意图如图 1-8 所示。

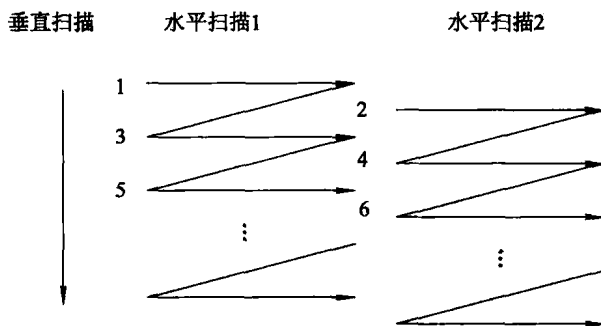


图 1-7 隔行扫描原理图

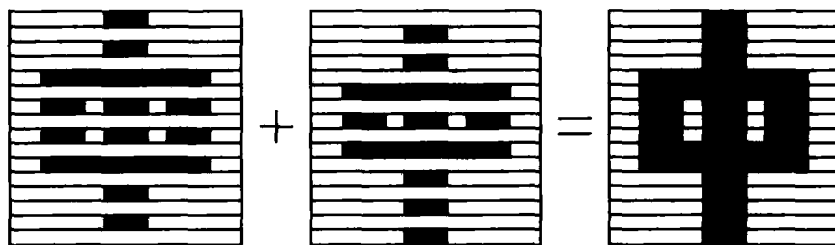


图 1-8 隔行扫描重现图像示意图

电视技术中采用了与电影技术类似的方法，以便在有限的频宽下增加图像动作的流畅

性。在电影技术中，每秒播放 24 张胶片，每张胶片播放两次，变成每秒有 48 个图像进入人的眼睛，大大增强了画面的连续性。在电视技术中，采用了隔行扫描技术，把一帧图像分成二场，这样 1 秒钟人眼可以看到 50 场图像(电视 1 秒钟播放 25 帧)，增加了画面的连续性，又不用增加带宽。

3. 显像管

显像管是一种电子(阴极)射线管，也称 CRT，是电视接收机重现图像的关键器件。它的主要作用是将发送端(电视台)摄像机摄取转换的电信号(图像信号)在接收端以亮度变化的形式重现在荧光屏上。按照荧光屏显示的颜色，分为黑白显像管和彩色显像管。

黑白显像管的结构示意图如图 1-9(a)所示，它主要由电子枪、荧光屏和玻璃外壳组成。显像管内抽成真空，管壳由高强度的玻璃制成，能耐受高压以防爆裂。

电子枪的结构如图 1-9(b)所示。电子枪放置在管颈内，发射具有一定能量、一定流强、一定束流直径和发射角的电子束流，并通过聚焦和加速，形成截面积很小、速度很快的电子束。该电子束在相互垂直的磁场的的作用下，可实现全屏幕的扫描光栅。

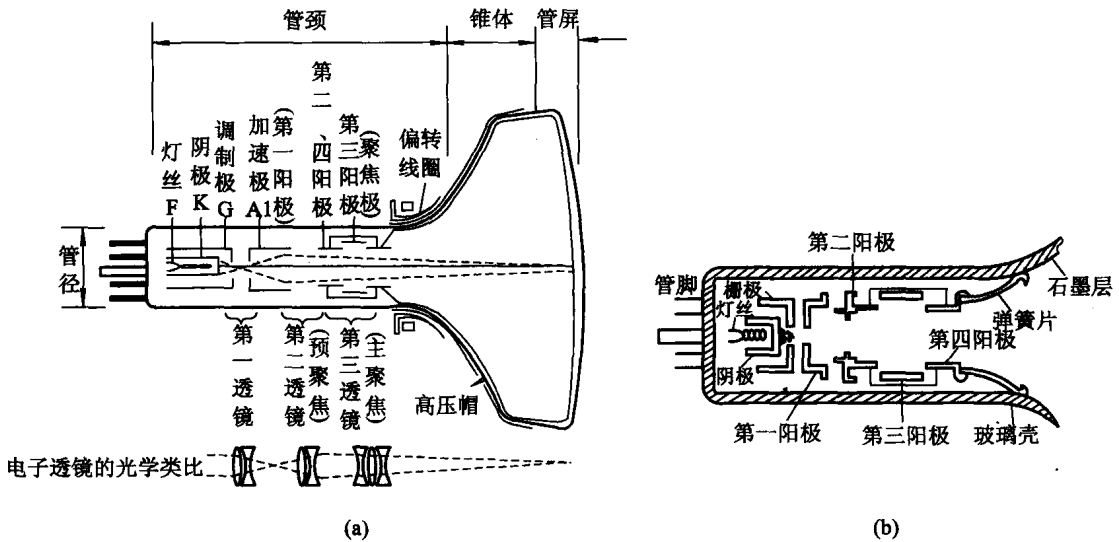


图 1-9 黑白显像管内部结构及电子枪构造剖面示意图

(a) 黑白显像管的内部结构；(b) 电子枪构造剖面示意图

荧光屏由屏幕玻璃、荧光粉层和铝膜三部分组成。在屏幕玻璃的内壁上沉积了厚度约为 10 μm、以银作激活剂的硫化锌—铜的荧光粉层，它在电子束的高速轰击下发出白光。其发光的强度与电子束电流的大小和速度高低相对应。

玻璃外壳由管颈、锥体和管屏三部分组成。管颈内有电子枪和荧光屏。锥体是管颈和玻璃屏幕的连接部位，为电子束实现全屏幕的扫描提供足够大的空间。锥体内外壁均涂有石墨导电层。

显像管制成后在管颈部位套有行、场偏转线圈。

黑白显像管的基本工作原理如下：

(1) 当没有图像输入时，栅极和阴极间加的是一直流负压，在偏转磁场的的作用下，屏幕各点对应的阴极电流处处相等，因而屏幕上显示的是亮度均匀的光栅。

(2) 当有图像输入时,栅极和阴极间在直流负压的基础上叠加上图像信号电压,通过扫描,屏幕各点对应的阴极电流随图像信号规律地变化,屏幕上就出现了相应的图像。

彩色显像管是彩色电视机中的关键器件。它的结构、原理与黑白显像管相似,但比黑白显像管复杂得多。彩色显像管的种类较多,有三枪三束彩色显像管、单枪三束显像管、自会聚彩色显像管、大屏幕彩色显像管。在大屏幕彩色显像管中又可分为超平显像管、纯平显像管、超薄显像管、超净显像管。其中,比较重要的是三枪三束彩色显像管和单枪三束显像管。

4. CCD

要实现图像信息的传输,首先要将待传输的景物变成光学图像,这由光学镜头来实现;然后再将光学图像变成电信号,即视频信号,这由光电转换器来完成。自1970年提出用电荷耦合器件(CCD)作为模拟移位寄存器构成固体成像新概念以来,随着新型半导体材料的出现及微细加工技术的发展,CCD取代了传统的摄像管,得到了广泛的应用。

CCD是一种低压自扫描器件,因此它在以下两方面具有独特的优势:

(1) 重量明显低于摄像管,因为它免除了笨重的磁偏转机构及高压电源。

(2) 隔行析像好。摄像管的隔行性能取决于摄像机的电磁参数以及偏转线圈的加工工艺,而CCD的隔行性能只取决于CCD芯片的微细加工精度,批量生产时一致性好,稳定性也好。成熟的工艺使得它的隔行析像容易保证,而良好的隔行析像性能可最大限度地提高成像系统的垂直分辨率。此外,CCD还具有体积小、省电、寿命长及成本低等优点。

1) CCD的结构

CCD在二维空间具备三种功能:光电转换、信息存储和电荷转移。CCD的光电转换可用图1-10所示的结构来解释。

在CCD的P型硅衬底上生长有一层 SiO_2 ,在 SiO_2 表面上蒸镀了一层金属电极。在CCD工作时,金属电极上加有正偏压 U_+ 。在P型硅中,多数载流子为空穴,少数载流子为电子。由于 U_+ 的存在,排斥P型硅中的多数载流子空穴,形成没有空穴、只有电子的区域。由于该区域耗尽了多数载流子而称为“耗尽区”。耗尽区对电子来说势能很低,故又称为“势阱”。 U_+ 越大,电子越多,势阱也越深。因此势阱的深度正比于 U_+ 。图1-10中,光从底部投射到CCD的光敏面上,所产生的光电子被势阱收集。势阱收集到的电荷叫“电荷包”。势阱中所存储的光电子数正比于光强和光照时间。

上述过程只是完成了光电成像的第一步,接下来要将产生的光电子转移出去。现用图1-11为CCD的电荷转移过程示意图。图1-11所示具有与图1-10所示相同的基本结构,但它有两个或两个以上的电极,工作中在各极加上脉冲序列。图1-11中,如果 $U_B > U_A$,则势阱B深于势阱A,少数载流子(电子)从A区流向B区,这种流动称为电荷转移。从理论上讲,这种电荷的转移可以从CCD平面上的一点转移到平面上

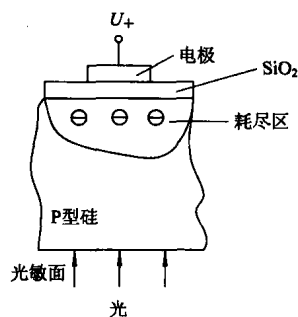


图 1-10 CCD 的基本结构

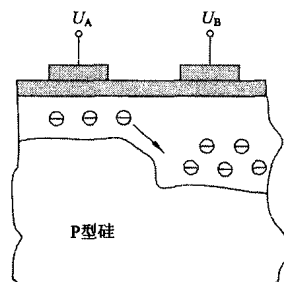


图 1-11 CCD 的电荷转移示意图

的任何地方。电荷转移又分为单相驱动、双相驱动、三相驱动及四相驱动等多种方式，除了电极构造及所加电压波形不同以外，其转移原理是一样的。四相驱动方式的驱动电路比较复杂，但相邻势阱的深度差较大，电荷的存储量也大，容易实现隔行扫描，在专业级摄像机中应用得较为广泛。四相驱动方式即将绝缘层上的电极按列的方式每四个分为一组，形成一个像素单元，每组电极分别加上不同的偏置电压，则在电极下的绝缘膜与 P 型硅之间就产生了不同深度的势阱，如果有规律地改变电极上的电压值，使势阱产生变化，就可以使电子定向移动，这也就是 CCD 的扫描读出原理。CCD 根据转移电极结构及转移方式的不同又分成帧转移(FT)方式、行间转移(IT)方式和帧行间转移(FIT)方式。

需要指出的是，单个光敏单元无实用意义，必须将许多光敏单元做成阵列(线列或面列)，而在成像领域中用得较多的是面阵 CCD 像感器。

2) CCD 像感器及其自扫描原理

任何摄像器件都应同时具有光电转换和扫描读出两种功能，以便把空间分布的光学信息变成按时间顺序读出的电信号。在这里我们介绍扫描读出过程，以便从中了解自扫描原理、图像的分解与顺序传输。

图 1-12 所示是典型的 FT-CCD(Frame Transfer-CCD)(帧转移型 CCD)结构。它由四大部分组成：光敏区(感光区)、存储区、水平移位寄存器(水平区)和输出区(输出放大器)。光敏区与存储区的结构相同，只是前者感光，后者由于没有光敏层而不感光。按图中标出的三相电极，每三相电极下的电荷包组成一个光敏单元，光敏区共有 2 行 × 4 列 = 8 个光敏单元。图中的三相转移电极分别接有像素时钟 ΦP_1 、 ΦP_2 、 ΦP_3 ，存储时钟 ΦV_1 、 ΦV_2 、 ΦV_3 ，水平时钟 ΦH_1 、 ΦH_2 、 ΦH_3 。实际上，按照我国的电视标准，每帧 625 行，CCD 的有效行数大约为 572~582 行，水平方向的光敏单元数大约有 760~776 个。

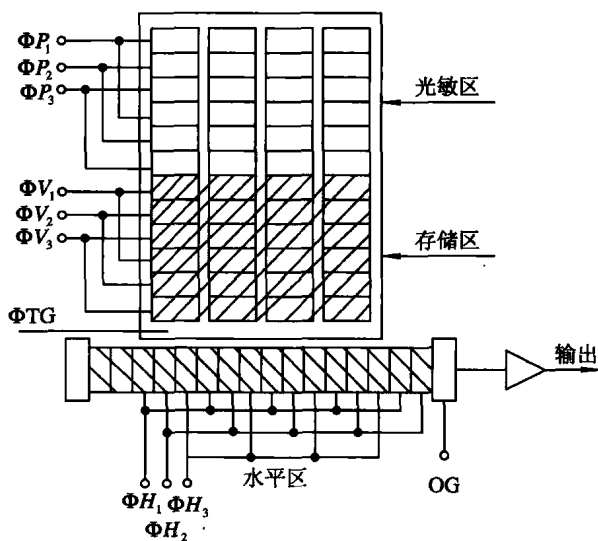


图 1-12 典型的 FT-CCD 结构

要传输一幅平面图像，首先由 CCD 的光敏单元将连续的空间光学图像分解，然后将每个像素进行光电转换，将该像素所对应的电信号顺序传输出去，形成视频信号。在 FT-CCD 结构中，电荷从上到下、从左到右转移，它是由加在 CCD 各电极上的时钟脉冲控制完成的。而这些时钟脉冲是与行、场同步脉冲同步的。在真空摄像管的光电转换过程中，靠外加偏