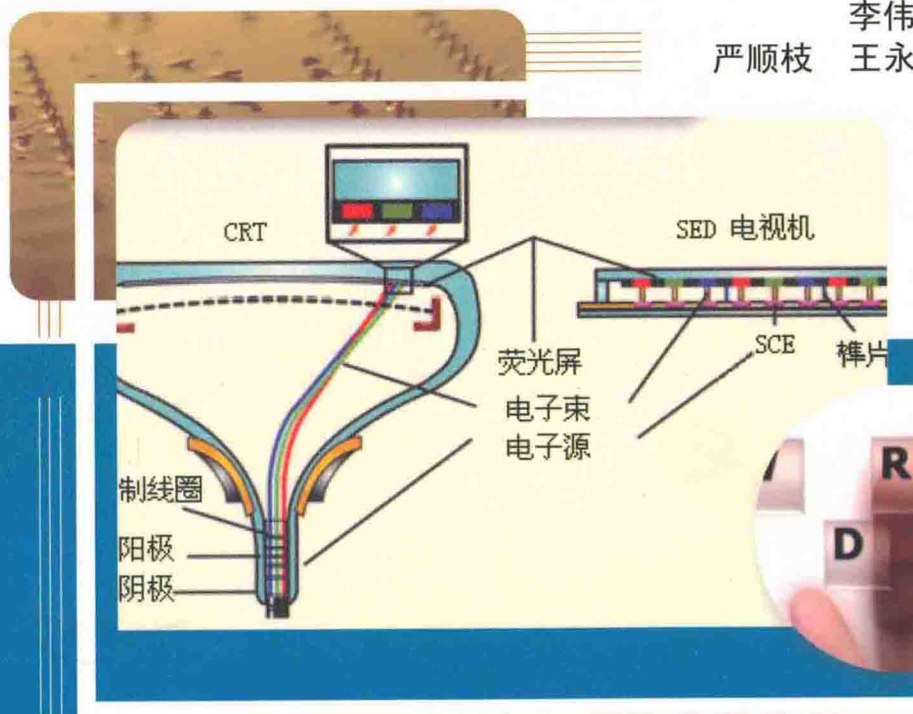


# 电视机原理与技术

李伟民 主 编  
严顺枝 王永喜 副主编



免费赠送电子课件

在体现综合性、实用性等职教基本特色外，注重适应电视技术飞速发展的新形势，突出对液晶电视、等离子体电视与数字电视机顶盒的讲解。

本书内容不仅为相应的专业课服务，为培养再学习能力服务，而且直接为培育职业能力服务，其知识能力要素能满足尽快适应职业岗位要求的要求。

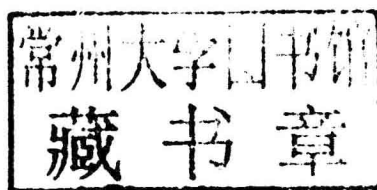


清华大学出版社

21 世纪高职高专电子信息类实用规划教材

# 电视机原理与技术

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
|     | 李伟民 | 主 编 |
| 严顺枝 | 王永喜 | 副主编 |



清华大学出版社  
北 京

## 内 容 简 介

本书是根据国家教育部“必须加强高校理工类相关专业实践技能的训练和创新能力的培养”要求编写的。本书跟踪当前电视技术的最新发展,由具有丰富教学经验和实践经验的教师编写。为了便于教学和广大读者自学,本书通俗易懂、内容丰富、实践性强。全书共9章,包括:广播电视基本知识;模拟电视信号;电视信号数字化;信源、信道编码与调制技术;数字电视机顶盒与条件接收系统;CRT彩色电视接收机基本原理;液晶显示技术;等离子显示技术;液晶电视机与等离子体电视机。

本书可作为高职、高专电子类学生的教学用书,也可作为电子爱好者自学电视技术的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

电视机原理与技术/李伟民主编;严顺枝,王永喜副主编. —北京:清华大学出版社,2012  
(21世纪高职高专电子信息类实用规划教材)

ISBN 978-7-302-29695-9

I. ①电… II. ①李… ②严… ③王… III. ①电视接收机—高等职业教育—教材 IV. ①TN949.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第187368号

责任编辑:李春明 桑任松

装帧设计:杨玉兰

责任校对:李玉萍

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:20 字 数:486千字

版 次:2012年11月第1版 印 次:2012年11月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:38.00元

---

产品编号:046601-01

# 前 言

本书以 CRT 电视、液晶电视、等离子体电视、数字电视机顶盒为主线，力图体现职教特色。体现综合性、实用性、先进性、针对性和适用性。

## (1) 综合性。

本书的内容包括广播电视基本知识、模拟电视信号、电视信号数字化、信源、信道编码与调制技术、数字电视机顶盒与条件接收系统、CRT 彩色电视接收机基本原理、液晶显示技术、等离子显示技术、液晶电视机与等离子体电视机等。

## (2) 实用性。

本书内容除基本理论外，更注重实际应用、电路分析及整机维修。

## (3) 先进性。

为使教学内容适应电视技术飞速发展的新形式，本书突出了液晶电视、等离子体电视与数字电视机顶盒的讲解。

## (4) 针对性。

本书内容针对电子类专业高等技术应用型人才所需的知识、能力来编写。使本课程不仅为相应的专业课服务，为培养再学习能力服务，而且直接为培育职业能力服务。

## (5) 适用性。

电子类专业高职毕业生的第一岗位半数以上为调试员、维修员，本书的知识能力要素是职业岗位所必需的，既能满足尽快适应职业岗位工作的要求，又为日后发展打好基础。

本书除用作教材外，对从事电视技术的技术人员、维修人员和高校电子类专业教师和高年级学生也具有实际参考价值。

本书由九江职业技术学院李伟民教授任主编，衡水职业技术学院严顺枝副教授、兰州工业高等专科学校王永喜讲师任副主编，陈美红副教授、倪丽老师参编。其中倪丽编写第 1 章；王永喜编写第 2、3 章；李伟民编写第 4、7、8、9 章；严顺枝、陈美红合作编写第 5、6 章。全书由李伟民统稿。

本书由九江职业技术学院王蓉副教授任主审。她认真审阅书稿，并提出了宝贵意见。在此表示衷心感谢！谨以此书献给关心、支持本书编写的人们！

由于编者水平有限，难免有错误与不妥之处，恭请同行专家及读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 第1章 广播电视基本知识.....1

### 1.1 图像光电转换过程.....2

#### 1.1.1 像素及其传送.....3

#### 1.1.2 光电转换原理.....4

### 1.2 电视扫描原理.....7

#### 1.2.1 逐行扫描.....7

#### 1.2.2 隔行扫描.....7

#### 1.2.3 电子扫描原理.....9

### 1.3 色度学概要.....12

#### 1.3.1 光的颜色与彩色三要素.....12

#### 1.3.2 三基色原理及应用.....13

#### 1.3.3 亮度方程.....15

### 1.4 彩色图像的分解、重现与兼容.....16

#### 1.4.1 彩色图像的分解.....16

#### 1.4.2 彩色图像的重现.....17

#### 1.4.3 彩色电视与黑白电视的 兼容.....18

### 1.5 数字电视概述.....18

#### 1.5.1 数字电视的概念.....18

#### 1.5.2 数字电视的发展历程及数字 压缩技术.....19

#### 1.5.3 数字电视的分类.....20

#### 1.5.4 数字电视与模拟电视的 比较.....20

#### 1.5.5 数字电视的信号流程及关键 技术.....22

#### 1.5.6 数字电视的未来发展.....24

#### 本章小结.....25

#### 习题.....25

## 第2章 模拟电视信号.....27

### 2.1 色度信号的编码、频带压缩和 频谱间置.....28

#### 2.1.1 色度信号的编码.....28

#### 2.1.2 频带压缩与频谱间置.....32

### 2.2 NTSC制编码的调制与解调.....35

#### 2.2.1 正交调制解调基本原理.....36

#### 2.2.2 NTSC制编/解码框图.....39

#### 2.2.3 NTSC制的主要参数及 特点.....41

### 2.3 PAL制彩色电视编码与解码.....41

#### 2.3.1 逐行倒相.....42

#### 2.3.2 PAL制编码调制原理.....45

#### 2.3.3 PAL制解调原理.....46

### 2.4 PAL制彩色全电视信号.....48

#### 2.4.1 彩色图像信号分析.....48

#### 2.4.2 色同步信号分析.....54

#### 2.4.3 彩色全电视信号波形的 总结.....57

### 2.5 模拟电视信号的发送.....58

#### 2.5.1 图像调制方式.....59

#### 2.5.2 伴音调制方式.....61

#### 2.5.3 射频电视信号的频谱.....62

#### 2.5.4 电视频道的划分.....63

#### 2.5.5 地面广播电视发射机.....66

#### 本章小结.....67

#### 习题.....67

## 第3章 电视信号数字化.....69

### 3.1 信号的数字化.....70

#### 3.1.1 电视信号数字化的优点.....70

#### 3.1.2 模拟电视信号的数字化 过程.....70

#### 3.1.3 A/D转换实际电路举例.....76

### 3.2 音频信号数字化.....77

#### 3.2.1 音频信号的采样与量化.....77

#### 3.2.2 短时加窗处理.....79

### 3.3 视频信号数字化.....80

#### 3.3.1 分量编码采样频率的确定.....81



|                                              |           |                                       |            |
|----------------------------------------------|-----------|---------------------------------------|------------|
| 3.3.2 色度采样格式 .....                           | 83        | 4.6.3 信道编码常用的纠错编码<br>方法 .....         | 126        |
| 3.3.3 分量化比特数的确定和<br>量化级的分配 .....             | 84        | 4.7 数字调制技术 .....                      | 129        |
| 3.4 数字电视演播室视频信号接口 .....                      | 85        | 4.7.1 二进制数字调制技术 .....                 | 129        |
| 3.4.1 ITU-R BT.601 建议 .....                  | 85        | 4.7.2 多进制数字调制技术 .....                 | 131        |
| 3.4.2 GY/T 157—2000 .....                    | 86        | 本章小结 .....                            | 134        |
| 本章小结 .....                                   | 86        | 习题 .....                              | 134        |
| 习题 .....                                     | 87        |                                       |            |
| <b>第4章 信源、信道编码与调制技术</b> .....                | <b>89</b> | <b>第5章 数字电视机顶盒与条件<br/>接收系统</b> .....  | <b>135</b> |
| 4.1 数字音频编码的基本原理 .....                        | 90        | 5.1 数字电视机顶盒 .....                     | 136        |
| 4.1.1 数字音频压缩的必要性和<br>可能性 .....               | 90        | 5.1.1 数字电视机顶盒的分类及<br>功能 .....         | 136        |
| 4.1.2 人耳的听觉感知特性 .....                        | 91        | 5.1.2 数字电视机顶盒的结构及<br>原理 .....         | 138        |
| 4.1.3 音频感知编码原理 .....                         | 94        | 5.2 条件接收系统的组成及工作原理 .....              | 145        |
| 4.2 MPEG-1、杜比 AC-3、MPEG-2、<br>AVS 音频编码 ..... | 95        | 5.2.1 条件接收系统的历史 .....                 | 145        |
| 4.2.1 MPEG-1 音频编码的<br>基本原理 .....             | 95        | 5.2.2 条件接收系统的组成 .....                 | 146        |
| 4.2.2 杜比 AC-3 音频编码 .....                     | 100       | 5.2.3 条件接收系统的工作原理 .....               | 149        |
| 4.2.3 MPEG-2 音频编码的<br>基本原理 .....             | 102       | 5.2.4 条件接收系统的安全<br>保障措施 .....         | 150        |
| 4.2.4 AVS 音频编码标准 .....                       | 104       | 5.2.5 数字视频广播条件接收<br>系统 .....          | 154        |
| 4.3 数字视频编码概述 .....                           | 105       | 5.3 常见机顶盒介绍 .....                     | 156        |
| 4.3.1 数字视频压缩的必要性和<br>可行性 .....               | 105       | 5.3.1 ST 芯片 DVB-C 机顶盒 .....           | 156        |
| 4.3.2 数字视频编码技术的发展 .....                      | 107       | 5.3.2 DVB-C 机顶盒 .....                 | 158        |
| 4.4 MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4<br>视频编码 .....       | 107       | 本章小结 .....                            | 159        |
| 4.4.1 MPEG-1 视频编码 .....                      | 107       | 习题 .....                              | 160        |
| 4.4.2 MPEG-2 视频编码 .....                      | 114       |                                       |            |
| 4.4.3 MPEG-4 视频编码简介 .....                    | 118       | <b>第6章 CRT 彩色电视接收机<br/>基本原理</b> ..... | <b>161</b> |
| 4.5 数字电视的码流复用 .....                          | 119       | 6.1 CRT 彩色电视接收机基本组成 .....             | 162        |
| 4.5.1 数字复用与解复用 .....                         | 119       | 6.1.1 CRT 彩色电视接收机<br>基本框图 .....       | 162        |
| 4.5.2 MPEG-2 码流 .....                        | 120       | 6.1.2 电视机各部分的作用 .....                 | 162        |
| 4.6 信道编码技术 .....                             | 123       | 6.2 高频调谐器 .....                       | 163        |
| 4.6.1 差错码控制的基本概念 .....                       | 124       | 6.2.1 高频调谐器的作用与组成 .....               | 163        |
| 4.6.2 差错编码控制的基本<br>原理 .....                  | 125       | 6.2.2 高频电子调谐器的内部结构与<br>原理 .....       | 164        |

|                                   |     |                                     |     |
|-----------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|
| 6.2.3 高频调谐器的外部特性 .....            | 165 | 6.7.7 实用场扫描系统分析 .....               | 190 |
| 6.2.4 470MHz 全频道增补高频<br>调谐器 ..... | 166 | 6.8 电源系统 .....                      | 191 |
| 6.2.5 频率合成式高频调谐器 .....            | 166 | 6.8.1 电源系统的作用与技术<br>要求 .....        | 191 |
| 6.2.6 实用高频调谐器外围<br>电路分析 .....     | 167 | 6.8.2 电源系统的组成与工作<br>原理 .....        | 192 |
| 6.3 图像中放通道 .....                  | 168 | 6.8.3 实用开关稳压电源电路<br>分析 .....        | 193 |
| 6.3.1 图像中放通道的作用与<br>组成 .....      | 168 | 6.9 中央控制系统 .....                    | 196 |
| 6.3.2 图像中放通道的工作原理 ...             | 170 | 6.9.1 中央控制系统的作用与<br>技术要求 .....      | 196 |
| 6.3.3 实用图像中放通道电路<br>分析 .....      | 172 | 6.9.2 中央控制系统的组成与<br>工作原理 .....      | 196 |
| 6.4 亮度与色度通道 .....                 | 173 | 6.9.3 I <sup>2</sup> C 总线控制技术 ..... | 197 |
| 6.4.1 亮度通道的作用与组成 .....            | 173 | 6.9.4 实用微处理器控制芯片 .....              | 199 |
| 6.4.2 亮度通道的工作原理 .....             | 173 | 6.10 CRT 电视机常见故障处理 .....            | 200 |
| 6.4.3 实用亮度通道电路分析 .....            | 175 | 6.10.1 开关电源常见故障的<br>检修 .....        | 200 |
| 6.4.4 色度通道的作用与组成 .....            | 176 | 6.10.2 电子调谐器的常见故障及<br>检修 .....      | 203 |
| 6.4.5 色度通道各电路的作用 .....            | 176 | 6.10.3 公共通道的检修 .....                | 206 |
| 6.5 伴音通道 .....                    | 177 | 6.10.4 色度、亮度通道的检修 .....             | 207 |
| 6.5.1 伴音通道的作用与技术<br>要求 .....      | 177 | 6.10.5 伴音通道的故障检修 .....              | 210 |
| 6.5.2 伴音通道的组成与工作<br>原理 .....      | 178 | 6.10.6 末级视放电路的检修 .....              | 212 |
| 6.5.3 实用伴音通道电路分析 .....            | 179 | 6.10.7 扫描电路的检修 .....                | 214 |
| 6.6 显像系统 .....                    | 180 | 6.11 CRT 电视机综合故障检修 .....            | 217 |
| 6.6.1 显像系统的作用与技术<br>要求 .....      | 180 | 本章小结 .....                          | 219 |
| 6.6.2 彩色显像管及附属电路 .....            | 180 | 习题 .....                            | 220 |
| 6.6.3 实用显像系统电路分析 .....            | 182 | <b>第 7 章 液晶显示技术</b> .....           | 221 |
| 6.7 同步及扫描系统 .....                 | 183 | 7.1 液晶基础知识 .....                    | 222 |
| 6.7.1 同步及扫描系统的作用与<br>技术要求 .....   | 183 | 7.1.1 液晶及其分子结构 .....                | 222 |
| 6.7.2 同步及扫描系统的组成 .....            | 184 | 7.1.2 液晶的基本性质及显示<br>原理 .....        | 223 |
| 6.7.3 同步分离电路 .....                | 184 | 7.2 液晶显示器件 .....                    | 226 |
| 6.7.4 行扫描电路 .....                 | 185 | 7.2.1 液晶显示器件简介 .....                | 226 |
| 6.7.5 实用行扫描电路分析 .....             | 189 | 7.2.2 液晶显示器件结构 .....                | 227 |
| 6.7.6 场扫描电路 .....                 | 190 |                                     |     |

|       |                            |     |
|-------|----------------------------|-----|
| 7.2.3 | 无源矩阵式 LCD 结构和<br>工作原理..... | 230 |
| 7.2.4 | 有源矩阵式 LCD 结构和<br>工作原理..... | 231 |
| 7.2.5 | 液晶显示器的主要技术<br>指标.....      | 232 |
| 7.2.6 | 液晶显示器的优、缺点 .....           | 234 |
| 7.3   | TFT 液晶屏的驱动 .....           | 235 |
| 7.3.1 | TFT 液晶显示屏的电路<br>结构.....    | 236 |
| 7.3.2 | 液晶屏的反转驱动 .....             | 237 |
| 7.3.3 | 各种反转驱动对性能的<br>影响.....      | 240 |
| 7.4   | LCD 应用知识与新兴技术简介 .....      | 241 |
| 7.4.1 | LCD 应用知识 .....             | 241 |
| 7.4.2 | LCD 新兴技术简介 .....           | 243 |
|       | 本章小结 .....                 | 247 |
|       | 习题 .....                   | 247 |

## 第 8 章 等离子显示技术.....249

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 8.1   | 等离子体基础知识 .....     | 250 |
| 8.1.1 | 等离子体及其显示思路 .....   | 250 |
| 8.1.2 | 气体放电的特性 .....      | 251 |
| 8.2   | PDP 结构及工作原理 .....  | 252 |
| 8.2.1 | AC-PDP 的结构 .....   | 252 |
| 8.2.2 | AC-PDP 的工作原理 ..... | 254 |
| 8.2.3 | AC-PDP 的驱动 .....   | 256 |
|       | 本章小结 .....         | 263 |
|       | 习题 .....           | 263 |

## 第 9 章 液晶电视机与等离子体 电视机.....265

|       |                                    |     |
|-------|------------------------------------|-----|
| 9.1   | 液晶电视机的电路结构 .....                   | 266 |
| 9.1.1 | 液晶电视机的典型电路<br>结构 .....             | 266 |
| 9.1.2 | 基于不同核心芯片的液晶<br>电视电路结构 .....        | 269 |
| 9.2   | 液晶电视典型机型分析 .....                   | 278 |
| 9.2.1 | LCD40A71-P 液晶电视机<br>高频板电路 .....    | 279 |
| 9.2.2 | LCD40A71-P 液晶电视机<br>信号输入电路 .....   | 280 |
| 9.2.3 | LCD40A71-P 液晶电视机<br>图像信号处理电路 ..... | 286 |
| 9.2.4 | LCD40A71-P 液晶电视机<br>伴音信号处理电路 ..... | 290 |
| 9.2.5 | LCD40A71-P 液晶电视机<br>其他电路 .....     | 294 |
| 9.2.6 | LCD40A71-P 液晶电视机<br>电源电路 .....     | 298 |
| 9.2.7 | 液晶电视机故障检修 .....                    | 301 |
| 9.3   | 等离子体电视典型机型分析 .....                 | 305 |
| 9.3.1 | 视频解码电路 .....                       | 305 |
| 9.3.2 | 声音解码电路 MSP3410G .....              | 307 |
| 9.3.3 | 开关电源电路 .....                       | 307 |
| 9.3.4 | 屏视频信号处理电路 .....                    | 308 |
|       | 本章小结 .....                         | 311 |
|       | 习题 .....                           | 311 |

# 第 1 章

## 广播电视基本知识

### 教学目标

- 掌握图像光电转换的基本过程和电视扫描原理以及亮度、对比度、宽高比等电视图像的基本参量，掌握彩色三要素、三基色原理及混色方法；
- 了解图像分解、重现的过程，了解数字电视的基本知识。

### 先导案例

你知道自己几乎天天收看的电视画面是怎样获得与重现的吗？它怎么就能还原出大自然的五颜六色呢？

电视是利用无线电技术,将静止或活动景物的图像和伴音远距离传送出去。它最突出的优点是使人们能在电视屏幕上观看现场情景,如同身临其境、亲眼目睹。这种卓越功能是电影、无线电广播所无法比拟的。本章主要介绍广播电视中电视信号的产生、发送,模拟电视与数字电视的基本知识。

## 1.1 图像光电转换过程

人眼能看到色彩斑斓的世界,是因为眼睛可以感受到周边景物发射、反射的光线,如果要将这些场景远距离传输,在异地重现,应该通过设备先采集光线数据,再通过介质传输,最后还原出光线重现画面。

电视技术就是传送图像和接收图像的技术,应用光电转换原理,通过摄像设备将图像(光信号)转换成相应的电信号(视频信号),通过介质传输该视频信号(直接传输模拟量的为模拟电视系统,从节目摄制、编辑、播出、发射到接收的整个过程都以数字信号的形式进行处理的为数字电视系统),在终端通过显示设备还原出图像。

模拟电视系统电视广播的基本过程是:在发送端,摄像机根据光电转换原理将图像转换为相应的视频信号,再经过放大、调制送往图像发射机。声音信号经过话筒转换为相应的音频信号,经放大、调制送往伴音发射机。图像信号与伴音信号的调制方式、载波频率不同。我国大陆地区同一套电视节目,图像信号采用调幅调制方式,伴音信号采用调频调制方式,伴音载波频率比图像载波频率高 6.5MHz。调制后的图像高频信号与伴音高频信号用同一发射天线发射出去。在接收端,电视接收天线将图像高频信号与伴音高频信号一起接收下来,或通过有线电视系统将图像高频信号与伴音高频信号一起送到电视接收机的输入端,在接收机中对信号进行处理取出反映图像内容的视频信号,经视频放大后送显示器件(显像管、液晶显示屏等)重现图像;同时取出反映伴音内容的音频信号,放大后在扬声器中还原出声音。模拟电视系统电视广播过程如图 1-1 所示。

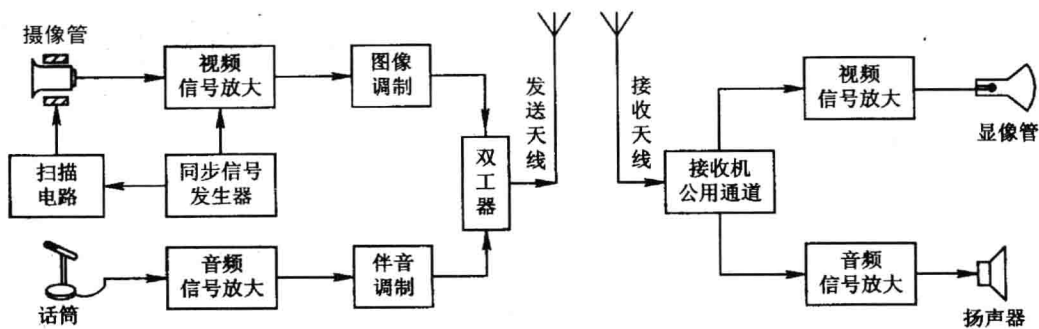


图 1-1 电视广播过程

数字电视系统电视广播的基本过程是:在发送端,由数字摄像机采集视频与音频信号,经过视频压缩编码、音频压缩编码(信源编码)、数据加扰及加密、传送复用、信道编码,用幅度键控(ASK)、移频键控(FSK)和移相键控(PSK)的某种方式进行调制,在信道中传输。在

接收端，调制解调器还原数字信号，通过解扰、解密、信道解码、解复用、视频与音频解码解压缩，在显示器上重现图像，用扬声器还原声音。数字电视系统电视广播过程如图 1-2 所示。

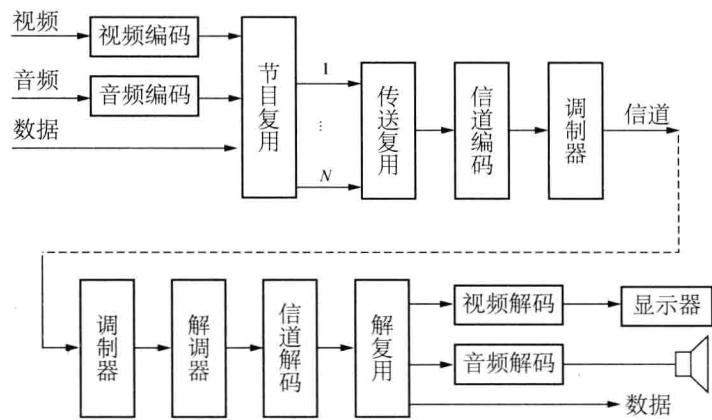


图 1-2 数字电视系统原理框图

1.1.1 像素及其传送

众所周知，很多点可以连成线，很多线可以组成面。电视图像由大量的基本单元组成，这些构成电视图像的基本单元称为像素。电视图像的清晰与逼真程度直接和像素的数目有关，单位面积上的像素越多，则图像越清晰、越逼真。我国模拟电视标准中，一幅图像有 44 万多个像素，数字电视的数字高清晰度电视(HDTV)达到  $1920 \times 1080$  像素，数字标准清晰度电视(SDTV)达到  $720 \times 576$  像素(PAL 制式)或  $720 \times 480$  像素(NTSC 制式)，数字低清晰度电视(LDTV)有  $356 \times 288$  像素。根据人眼的视觉分辨力，由 40 余万个像素组成的电视图像能给人以清晰而逼真的视觉效果。

一幅图像所包含的 40 余万个像素是不可能同时传送的，它只能按一定的顺序分别把各像素所承载的信息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一个相应的亮点(即像素)重现出来。只要传送速率足够快，依人眼的视觉特性就会感觉到是一幅连续的图像，这种按顺序传送图像像素信息的方法，是实现现代电视系统的基础，称为顺序传送系统，图 1-3 所示为该系统传送示意图。

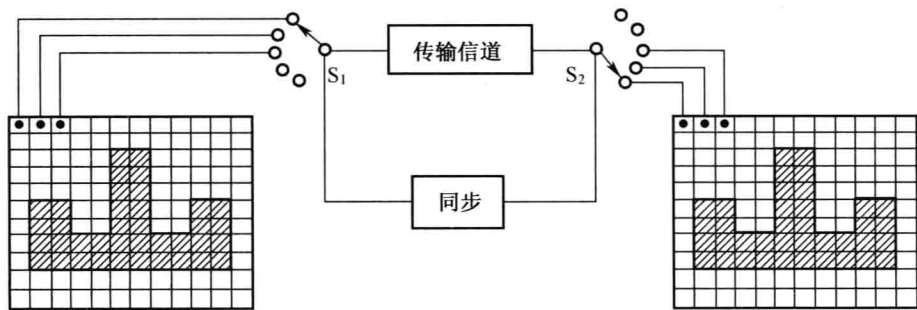


图 1-3 顺序传送示意图

一幅图像在电视技术上称为一帧图像,要传送一帧图像首先将光学图像作用于由许多独立的光电元件组成的光电板上,这样,光学图像就被独立的光电元件分解为大量的像素,将各像素的光信号转换为相应的电信号,然后按一定的规则将各像素的电信号经过传输通道送到接收端。接收端有一块受电信号控制各像素点发光的电光板,在控制电路的作用下,它可以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,按从左到右、从上到下的顺序转换成电信号的过程,称为扫描;从左到右的扫描称为行扫描;从上到下的扫描称为场扫描;在实际电视技术应用中,实现扫描的装置为电子扫描装置。

### 1.1.2 光电转换原理

光电相互转换是电视图像摄取与重现的基础。在现代电视系统中,图像摄取是由摄像管或 CCD(电荷耦合器件)摄像头来完成的;图像重现是由显像管或液晶显示屏等器件来实现的。

#### 1. 图像的摄取

被摄物体通过光学系统成像于摄像面上(也称靶面),摄像器件将靶面的光学图像(有时简称“光像”)转换成电荷的图形(电子图像),通过扫描将各像素的光信号转换成相应的电信号,从而取出视频图像信号。

摄像管的功能是将图像的光信号转变为电信号。摄像管主要由镜头、光电靶、聚焦线圈、偏转线圈和电子枪等组成,属电真空器件,结构如图 1-4 所示。

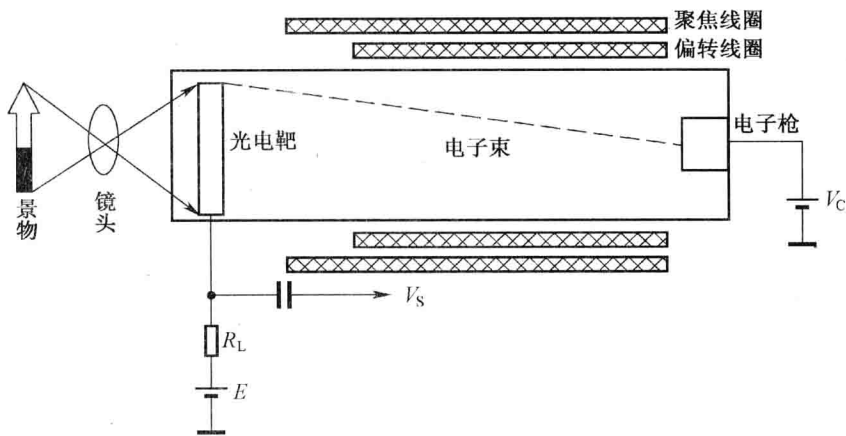


图 1-4 摄像管的结构

光电靶由光敏半导体材料制成,其上有许多靶单元,每一个靶单元具有受光照作用之后电阻率变小的性能,即光照越强,靶单元呈现的电阻越小。这样,一幅图像上各像素的不同亮度就表现为靶面上各单元的不同电阻值,即把“光像”变成“电像”。

从摄像管阴极发射出来的电子束,在电子枪的电场及偏转线圈的磁场力作用下,高速、顺序地扫过靶面各单元。当电子束接触到靶面某单元时,就使阴极、信号板(靶)、负载和电源构成一个回路,如图 1-5 所示,在负载  $R_L$  中就有电流流过。当被摄景物的某像素越亮时,

在光电靶上对应成像的靶单元电阻值就越小，电子束扫描到该单元时回路电流就越大，输出信号的电平就越低；反之，像素越暗，输出信号的电平就越高。这样得到的图像信号称为负极性图像信号，即图像光线的强弱与信号电平呈反比。因此，当有电子束来回扫描时，就可以完成把一幅图像分解为像素，并在负载上依次得到与图像上各像素亮度对应的电信号，即图像信号。

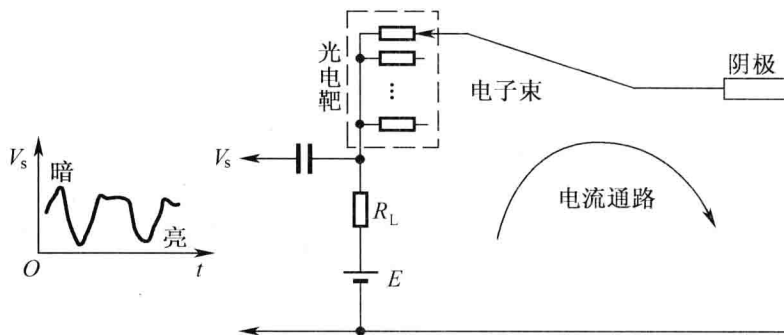


图 1-5 光电转换原理示意图

红(R)、绿(G)、蓝(B)三色同时摄取的方式如图 1-6 所示。

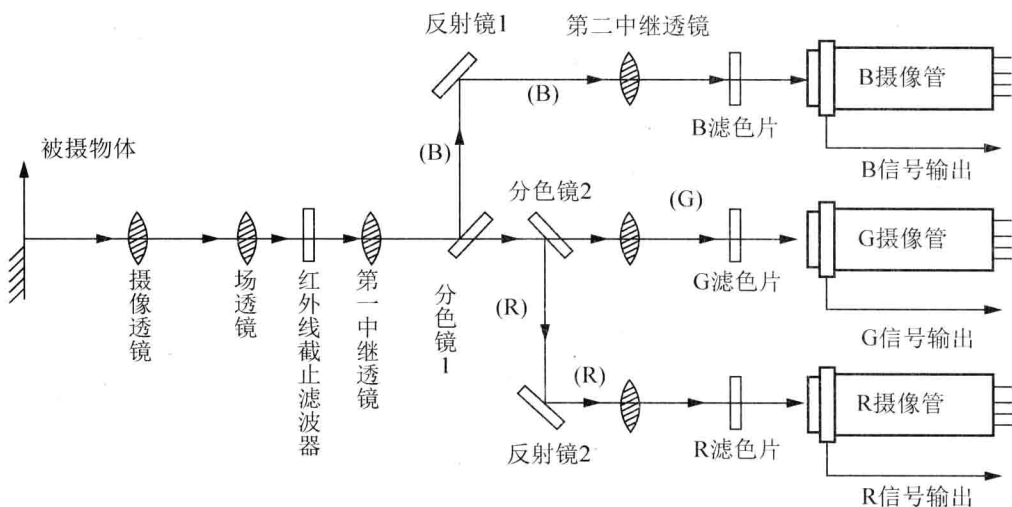


图 1-6 三管彩色摄像机原理示意图

从图 1-6 中可见，彩色景物的光像由变焦距镜头摄取，首先在场透镜上成像，然后通过第一中继透镜到达分色镜 1，它只将蓝光反射上去，而其他光都可以通过。被反射上去的蓝光(B)，再经过反射镜 1，射入第二中继透镜，然后再经蓝色(B)补偿滤色片到达蓝(B)摄像管靶面成像。

透过蓝色分色镜 1 的其余入射光，到达分色镜 2，分色镜 2 仅反射红光(R)，和蓝光一样，红光(R)被反射到红(R)摄像管靶面上成像。

剩余的绿光(G)成分，通过分色镜 2，射入绿(G)摄像管靶面上成像。各摄像管前面的彩色补偿滤色片，是为了对各分色镜来的色光成分进行光谱校正用的。

由此可见,通过透镜的入射光首先被分光系统分解成红(R)绿、(G)蓝、(B)三色光,然后,送到红、绿、蓝 3 支摄像管转换成相应电信号,此时对每一支摄像管来说都是单色光像,其各像素只有亮度差别。

## 2. 图像的传送

静止图像采用顺序传送方式,活动图像的传送也采用这种方式,但必须保证各像素之间传送的时间间隔要小。根据人眼的视觉惰性,即当某一强度的光突然照射到人眼时,要经过一个短暂过程才会形成稳定的亮度感觉。当光突然消失时,亮度感觉并不立即消失,还需要经过一段时间的过渡过程。

另外,为了保证每帧图像之间的连续性,减少人眼观看图像引起的闪烁感,画面的传送频率必须高于人眼的临界闪烁频率 45.8Hz,即不引起闪烁感觉的最低重复频率。在电影中,传送 24 帧画面每秒,再遮挡 24 次;电视传送 25 帧画面每秒,并采用隔行扫描,实际传送频率为 50Hz,从而消除人眼的闪烁感。

## 3. 图像的重现

电视图像的重现是通过显像管、液晶显示器及其他显示器件来实现的。

显像管是电真空器件,主要由电子枪、荧光屏、玻璃外壳等组成,其结构如图 1-7 所示。

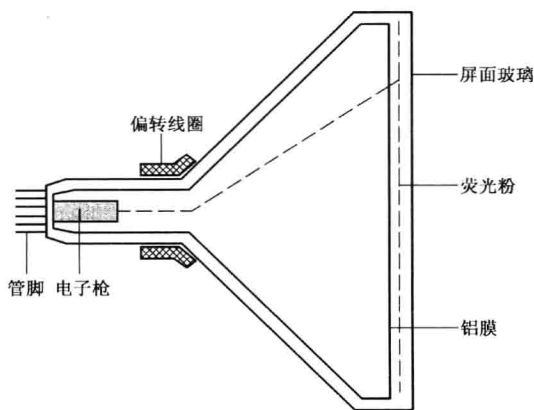


图 1-7 显像管结构

显像管是利用荧光效应原理制成的。荧光效应是指某些物质在受到高速电子的轰击下表面能够发光,且轰击的电子数量越多、速度越快,则发光越强。原理如下:电子枪阴极发射出的电子束,在偏转线圈所产生的磁场力作用下,按从左到右、从上到下的顺序依次轰击荧光屏。屏面上涂有荧光粉,在电子束轰击下,荧光屏被轰击的点就会发光,点形成线,线组成面,发光而形成“光栅”。在形成光栅的基础上,把图像信号加到电子枪的阴极与栅极之间,以控制电子束电流的大小,也就是控制发射电子束的电子数量,从而控制荧光屏的对应像素点的亮暗与被摄图像的亮度变化一致,并保证电子束扫描与发送端的扫描同步,就可以在荧光屏上重现被摄景物的图像了。

液晶显示器是利用液晶的物理特性,即液晶分子的排列在电场力作用下发生变化,通电时排列变得有秩序,使光线容易通过;不通电时排列混乱,阻止光线通过,液晶本身不

发光。将液晶置于两片导电玻璃基板之间,靠两个电极间电场的驱动引起液晶分子扭曲向列的电场效应,在电源接通、断开控制下影响其液晶单元的透光率或反射率,从而控制光源透射或遮蔽功能,依此原理控制每个像素,产生具有不同灰度及颜色的图像。

## 1.2 电视扫描原理

一幅完整图像的传送和重现,是靠电子束在摄像管和显像管中的靶面及荧光屏上从左至右、从上至下有规律的运动实现的。电子束这种有规律的运动称为“扫描”。电子束的扫描过程就是把图像分解成像素或把像素合成为图像的过程。扫描有逐行扫描和隔行扫描两种方式。

### 1.2.1 逐行扫描

逐行扫描就是指电子束自上而下一行接一行地扫描完整个画面,如图1-8(a)所示。通常把电子束在水平方向的扫描称为行扫描,其中电子束从左到右的扫描称为行扫描正程,从右到左的扫描称为行扫描逆程,行扫描正程时间加逆程时间称为一个行周期。把电子束在垂直方向的扫描称为场扫描,其中电子束从A到B的扫描称为场扫描正程,从B到A的扫描称为场扫描逆程,场扫描正程时间加逆程时间称为一个场周期。由于场扫描逆程时间远远大于行周期,所以从B回A的扫描轨迹不是一条直线,而是进行了多次行扫描,如图1-8(b)所示。

电视只在行、场扫描正程时间显示图像,而在逆程时间内不显示图像,所以要把逆程扫描线(回扫线)消去,因而光栅只有正程扫描线,如图1-8(c)所示。

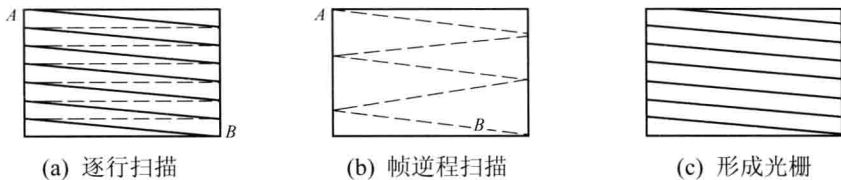


图 1-8 逐行扫描示意图

对于逐行扫描,如果传送25帧图像每秒,人眼看上去就会有闪烁感(因为临界闪烁频率约为45.8Hz);如果传送50帧每秒,虽然可以克服闪烁感,但具有电视信号所占用的频带太宽、电视设备复杂化、频道利用率低等缺点。因此,广播电视系统中通常采用隔行扫描方式。

### 1.2.2 隔行扫描

#### 1. 隔行扫描的原理

隔行扫描的方法是将一帧画面分成两场来扫描,第一场扫描1、3、5、…等奇数行,构

成奇数场图像；接着扫描第二场，即 2、4、6、…等偶数场图像。奇数场和偶数场快速而均匀地嵌在一起，利用人眼的视觉暂留特性，使人们看到的仍然是一幅完整的图像。由于整体画面的重现频率为 50Hz，从而在不增加图像信号带宽的情况下，既保证了足够的清晰度，又避免了产生闪烁感。

隔行扫描原理如图 1-9 所示。图 1-9(a)所示为扫描奇数场；图 1-9(b)所示为扫描偶数场；图 1-9(c)所示为奇、偶数场合成图像。

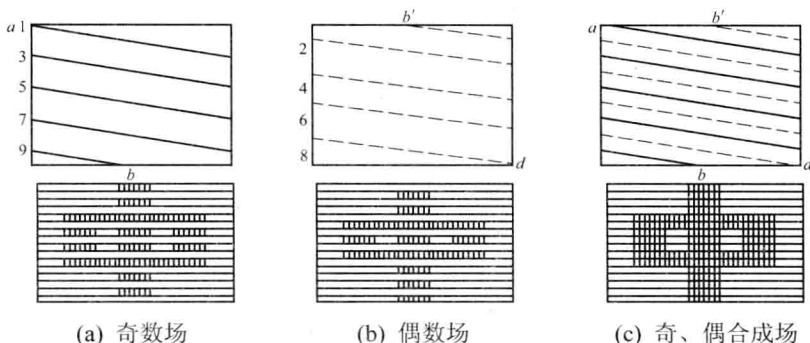


图 1-9 隔行扫描

## 2. 隔行扫描的实现要求

两场光栅均匀交错是对隔行扫描的基本要求，否则垂直清晰度将大大下降。为了使偶数场光栅嵌在奇数场之间，每一场必须包括半行扫描，即要求每一帧的扫描行数为奇数行。我国采用 625 行的隔行扫描制，每场的扫描行数为 312.5 行；而美国则采用 525 行，每场扫描行数为 262.5 行。

## 3. 电子扫描技术标准

我国采用隔行扫描，其扫描技术标准如下。

### 1) 行扫描参数

行频： $f_H = 5625\text{Hz}$

行周期： $T_H = 64\mu\text{s}$

行正程时间： $T_{SH} = 52\mu\text{s}$

行逆程时间： $T_{RH} = 12\mu\text{s}$

### 2) 场扫描参数

场频： $f_V = 50\text{Hz}$  (帧频  $f_z = 25\text{Hz}$ )

场周期： $T_V = 20\text{ms}$

场正程时间： $T_{SV} = 18.4\text{ms}$

场逆程时间： $T_{RV} = 1.6\text{ms}$

### 3) 扫描行数

每帧扫描行数：625 行

每帧显示行数：575 行 每帧逆程：50 行

每场扫描行数：312.5 行

每场正程行数：287.5 行 每场逆程：25 行

## 4. 图像的基本参量

(1) 亮度。亮度是人眼对光的明暗程度的感觉，单位为尼特。

(2) 对比度。客观景物的最大亮度与最小亮度之比。

(3) 灰度。黑与白之间划分能加以区别的层次数。

(4) 画面宽高比有 4:3、16:9 等。

(5) 每帧图像像素。每帧图像的显示行数是 575 行, 也就是说, 在屏幕垂直方向上有 575 个点, 如果显像管的宽高比取 4:3, 则一帧图像的总像素为

$$\frac{4}{3} \times 575 \times 575 \approx 44 \text{ 万}$$

(6) 图像信号的频带宽度。图像信号包括直流成分和交流成分。其中, 直流成分反映的是图像的背景亮度, 其频率为零; 交流成分反映图像的内容, 图像越复杂, 黑、白电平变化越快, 其传送信号频率就越高。

如果把图像每一行的相邻光点均从暗到亮交替出现, 显然这是一幅变化最快的图像, 每两个像素为一个脉冲信号变化周期, 而每秒传送 25 帧图像, 则图像信号的最高频率为

$$f_{\max} = \frac{44 \times 10^4}{2} \times 25 \approx 5.5 (\text{MHz})$$

考虑留有余量, 可以认为图像信号的最高频率约为 6MHz, 带宽为 0~6MHz。

(7) 电视机屏幕大小以屏幕对角线长度来进行计量, 单位为 cm, 但人们习惯用英寸来表示, 1 英寸约等于 2.54cm。

(8) 我国标准清晰度电视(SDTV)的像素数为 720×576、高清晰度电视(HDTV)的像素数为 1920×1080。

正常人眼的分辨角为 1' ~ 1.5', 观看电视的最佳距离: 模拟信号电视为屏幕高度的 4 倍, SDTV、HDTV 则分别约为屏幕高度的 5 倍和 3 倍。

### 1.2.3 电子扫描原理

无论是逐行扫描还是隔行扫描, 电子束均要作从左到右、从上到下的运动, 而要保证电子束运动, 必须要使电子处于变化的磁场中。因此, 产生均匀、变化的磁场是电子束实现扫描的前提。这种磁场是靠显像管外套偏转线圈来产生的。

偏转线圈由行偏转线圈、场偏转线圈、磁环等组成。行偏转线圈呈马鞍形, 由上、下两个绕组构成, 通过串联或并联的方式连接。在通以锯齿波电流时, 可以产生垂直方向变化的磁场。场偏转线圈呈环形, 由上、下两个绕组构成, 通过串联或并联的方式连接。为了提高磁感应强度, 通常将两绕组绕在磁环上。在其线圈中通以锯齿波电流时, 可以产生水平方向变化的磁场。

要使偏转线圈对电子束进行偏转, 起到电子束扫描的作用, 必须给行、场偏转线圈分别通以行频和场频锯齿波电流。

#### 1. 行扫描原理

图 1-10(b)所示是行偏转线圈中加入的锯齿波电流。其中在电流正半周  $t_3 \sim t_5$  时间内, 电流从上到下流过线圈, 根据右手螺旋法则, 磁感应强度的方向为向上, 此时电子束的运动方向根据左手定则可知, 电子束将在荧光屏右边运动, 如图 1-10(a)所示。在  $t_3$  时刻电流为零, 电子束不受磁场的作用而打在荧光屏的中心。随着电流幅度的增加, 电子从中心逐渐向右运动, 到了  $t_4$  时刻, 电流幅度最大, 此时电子束运动到荧光屏最右边。此后, 电流幅度逐渐减小, 电子束逐渐向中心靠拢, 当电流减小到零时, 电子扫描又回到中心。同理,