

# 视频技术与应用

——电视原理、遥控系统、电视广播系统

主 编 孙景琪

副主编 毛 征

北京工业大学出版社

## 内 容 摘 要

本书较系统而全面地对电视收发系统的组成及工作原理进行了分析与讨论，特别是对电视接收机的结构、组成、信号流通与变换、遥控系统及重点电路作了较详尽而深入的论述。全书共分5章，每章均有大量习题，主要章节还配备近百例故障分析与处理。

本书是作者在数十年从事大学本科视频教学及视频技师培训讲稿的基础上，经过多轮修改、多轮教学实践而形成的。此次出版，又作了较多修改，力求内容充实、条理分明、重点突出、理论联系实际、学以致用，并便于教与学。

本书可作为无线电技术、电子信息工程、通信工程、测控技术、电子测量等相关专业本科生及专科生的教材，也可作为视频技术考核的培训教材及相关专业技术人员的参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

视频技术与应用——电视原理、遥控系统、电视广播系统/孙景琪主编. —北京: 北京工业大学出版社, 2004.3

ISBN 7-5639-1301-7

I. 视... II. 孙... III. 视频系统—技术—高等学校—教材 IV. TN94

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 007189 号

## 视频技术与应用

### ——电视原理、遥控系统、电视广播系统

主 编 孙景琪

副主编 毛 征

\*

北京工业大学出版社出版发行

邮编: 100022 电话: (010)67392308

各地新华书店经销

徐水宏远印刷厂印刷

\*

2004年3月第1版 2005年1月第2次印刷

787 mm × 1 092 mm 16开本 21印张 516千字

印数: 2001~5 000册

ISBN 7-5639-1301-7/T·216

定价: 35.00元

# 目 录

第一章 电视的基础知识	1	二、阻抗变换器	31
第一节 电视广播系统的基本组成	1	第七节 电视接收机基础性故障的 分析与处理	33
一、电视广播系统的组成示意图	1	一、显像管及其附属电路常见 故障分析(8例)	33
二、系统组成的简单说明	1	二、黑白电视接收机典型 故障分析(25例)	34
第二节 黑白全电视信号的形成	3	练习与思考题	40
一、图像由像素(点)组成	3	第二章 彩色电视接收机的工作原理	46
二、图像信号(亮度信号)	4	第一节 彩色与视觉	46
三、消隐信号	4	一、光与彩色	46
四、同步信号、开槽脉冲、均衡脉冲	5	二、三基色原理	47
五、标准彩条的黑白视频信号及 黑白全电视信号	7	第二节 彩色显像管	50
六、图像信号(视频信号)的频带宽度	8	一、单枪三束彩色显像管	51
七、隔行扫描	10	二、自会聚彩色显像管	52
八、视频信号的频谱结构	10	三、自会聚彩色显像管的色纯与 静会聚调节	54
第三节 黑白电视的高频信号	11	四、白平衡的调节	55
一、视频信号的残留边带调幅	11	五、消磁电路	57
二、伴音调频信号	12	第三节 标准彩条图像的基色信号、 亮度信号与色差信号	59
三、电视高频信号的频谱	12	一、标准彩条图像的三基色信号	59
四、视频段、频道的划分	13	二、标准彩条图像的亮度信号 波形与频谱	60
五、增补频道的频率分布	16	三、彩色电视与黑白电视兼容的问题	61
第四节 黑白电视图像的重显	17	四、色差信号的波形与频谱	63
一、黑白显像管的构造	17	五、 $Y$ 、 $R-Y$ 、 $B-Y$ 信号如何混合与区分	64
二、光栅的形成	19	第四节 色度信号	65
三、光栅的中心调节器	20	一、NTSC制与PAL制色度信号概述	65
四、显像管视频信号的馈入及对比度、 亮度的调节	21	二、NTSC制彩色电视制式的色度信号	66
五、关机亮点的消除	23	三、PAL制彩色电视制式的色度信号	72
第五节 黑白电视接收机的基本组成	23	四、PAL制逐行倒相对相位敏感的 补偿原理	74
一、黑白电视接收机的简化组成框图	24	五、频谱间置原理及彩色副载频的选取	75
二、黑白电视接收机的详细组成框图	25	第五节 彩色全电视信号	77
三、各框图的简略说明	25	一、色同步信号	77
四、黑白电视接收机公共通道、音频 通道增益分配及信号变化	28		
第六节 电视接收机天线、馈线及 阻抗变换器	29		
一、电视接收用的馈线与天线	29		

二、NTSC 制彩色全电视信号 .....	80	第五节 色度通道 .....	148
三、PAL 制彩色全电视信号 .....	82	一、色度通道的组成框图 .....	148
四、SECAM 制彩色电视 .....	84	二、色度信号的选通与放大 .....	149
第六节 PAL 制彩色电视信号的		三、梳状滤波器 .....	150
编码与解码 .....	85	四、同步检波电路及 $G - Y$ 矩阵 .....	152
一、PAL 制彩色全电视信号的编码 .....	85	五、色度通道举例 .....	154
二、PAL 制彩色全电视信号的解码 .....	87	第六节 副载波产生电路 .....	155
第七节 彩色电视接收机的组成框图 .....	91	一、副载波产生电路的组成 .....	156
一、PAL 制彩色电视接收机的典型		二、锁相环路 .....	156
组成框图 .....	91	三、色同步选通电路 .....	157
二、两片集成电路彩色电视接收机典型框图 .....	94	四、 $\pm \cos\omega_{sc}t$ 副载波形成电路 .....	159
三、单片大屏幕彩色电视接收机组成实例 .....	95	第七节 同步分离、放大电路 .....	161
练习与思考题 .....	97	一、同步分离的作用及组成框图 .....	161
第三章 彩色电视接收机的电路分析 .....	101	二、幅度分离电路及同步放大电路 .....	163
第一节 高频调谐器 .....	101	三、行场同步信号(脉宽)的分离 .....	163
一、高频调谐器的主要性能指标 .....	101	第八节 行输出级电路 .....	166
二、高频调谐器的组成框图及信号变换 .....	103	一、行扫描电路的组成 .....	166
三、输入回路 .....	106	二、行输出级的工作原理(行扫描	
四、高频调谐器的实际电路 .....	108	锯齿波电流的形成) .....	167
五、UHF 调谐器的调谐回路 .....	112	三、行逆程脉冲电压 .....	170
第二节 电视接收机的公共通道 .....	113	四、行扫描电流的线性补偿 .....	171
一、公共通道的主要作用及基本要求 .....	114	五、显像管光栅的枕形失真与校正 .....	173
二、集总滤波及图像中放系统的幅频特性 .....	115	六、高、中、低压形成电路 .....	175
三、电视接收机公共通道的组成框图 .....	116	七、行扫描输出级及水平枕形失真	
四、声表面滤波滤波器(SAWF)及预中放 .....	118	校正电路实例 .....	176
五、螺旋滤波器 .....	119	第九节 场输出级电路 .....	179
六、视频检波器的主要作用及性能要求 .....	120	一、场扫描电路的组成 .....	179
七、抗干扰电路与自动增益控制电路 .....	121	二、场偏转电流、电压的波形 .....	180
八、LA7688N 集成电路公共通道组成		三、OTL 场输出级电路 .....	181
框图及外围电路 .....	124	四、场扫描的非线性失真及其补偿 .....	183
第三节 亮度通道与基色矩阵 .....	127	五、场输出泵电源供电电路 .....	184
一、亮度通道的主要作用 .....	127	六、场中心位置调节电路 .....	185
二、亮度通道及解码电路的基本组成 .....	128	七、集成化场输出电路实例 .....	186
三、亮度/色度( $Y/C$ )信号的分离 .....	129	八、集成化场扫描电路实例 .....	188
四、水平清晰度提高电路 .....	131	第十节 伴音通道 .....	188
五、黑电平扩展原理及直流恢复电路 .....	136	一、伴音通道的组成框图 .....	189
六、基色矩阵(解码矩阵)及消隐电路 .....	138	二、鉴频电路简述 .....	190
七、亮度通道组成实例 .....	139	三、大屏幕彩电伴音中放及伴音	
第四节 末级视频放大电路(基色		制式转换电路实例 .....	193
矩阵电路) .....	140	第十一节 电源电路 .....	195
一、视放输出级的性能指标 .....	141	一、开关电源的组成框图及一般工作原理 .....	196
二、视放输出级的高频补偿 .....	142	二、大屏幕彩电开关电源实例 .....	198
三、彩色电视接收机视放输出级电路分析 .....	142	第十二节 电视接收机常见故障的分析 .....	200
四、彩色电视接收机视放输出兼基色矩阵		一、检修电视接收机时应注意的	
的电路分析 .....	147	事项及维修步骤 .....	201
		二、电视接收机故障检修的一般方法 .....	202

三、由原因到故障现象的分析(16例) .....	203
四、由故障现象分析故障原因(14例) .....	207
练习与思考题 .....	211
<b>第四章 电视接收机遥控系统</b> .....	217
<b>第一节 电视接收机遥控系统概述</b> .....	217
一、红外遥控彩色电视接收机组成框图 .....	218
二、控制过程及控制功能 .....	218
三、红外遥控电视接收机的工作模式 .....	220
<b>第二节 电压合成式数字调谐的</b> 工作原理 .....	221
一、手动电子调谐的工作过程 .....	221
二、遥控电视接收机的频段选择 .....	222
三、调谐用的脉冲宽度调制码(PWM) .....	223
四、电压合成式频段选择及 频道调谐实例 .....	225
<b>第三节 红外遥控发射器</b> .....	227
一、红外遥控发射器的组成 .....	227
二、红外遥控发射器举例——M50460-012P、 M50460-014FP .....	229
<b>第四节 红外遥控接收器</b> .....	231
一、红外遥控接收器的组成框图 及工作原理 .....	231
二、红外遥控接收器电路举例—— CX20106A .....	232
<b>第五节 遥控微处理机</b> .....	234
一、电压合成式遥控微处理机的组成 .....	234
二、电压合成式遥控微处理机 各组成部分简介 .....	234
三、遥控微处理机举例——MN187241TKO .....	237
四、遥控微处理机举例——ST6368B4/FHO .....	239
<b>第六节 辅助电源、复位及主电源</b> 通断控制 .....	241
一、辅助电源供电电路 .....	242
二、复位电路 .....	243
三、主电源(开关电源)通/断的 控制电路 .....	245
四、无视频信号时的自动关机及 睡眠定时自动关机 .....	247
<b>第七节 音量、亮度、色饱和度等</b> 模拟量的控制 .....	248
一、控制模拟量的两种 PWM 码 .....	249
二、实际电路举例——M50436-560SP 微处理 机控制模拟量的接口电路 .....	249
三、实际电路举例——ST6368、ST6367 微处理 机控制模拟量的接口电路 .....	251

<b>第八节 电视屏幕字符显示</b> .....	251
一、屏幕字符显示原理 .....	251
二、屏幕字符显示电路举例 .....	253
<b>第九节 频率合成式数字调谐</b> (选台)遥控系统 .....	256
一、电压合成式数字调谐(选台) 遥控系统的优缺点 .....	256
二、频率合成式数字调谐(选台) 遥控系统的组成 .....	257
三、频率合成器的基本组成及工作原理 .....	258
四、实用的频率合成器原理框图 .....	260
五、频率合成式电视遥控系统的 组成框图 .....	261
六、频率合成式数字调谐系统中 本振信号频率的计算 .....	262
七、频率合成式高频调谐器实例 .....	265
<b>第十节 I<sup>2</sup>C 总线简介</b> .....	266
一、I <sup>2</sup> C 总线的结构示意图 .....	266
二、I <sup>2</sup> C 总线的数据传输与仲裁过程 .....	268
三、I <sup>2</sup> C 总线在彩色电视机中的应用实例 .....	269
<b>第十一节 彩色电视接收机遥控</b> 系统的维修 .....	273
一、检修电视遥控系统的注意事项 及检修流程 .....	273
二、电视遥控发射器的故障分析及处理 .....	273
三、频道预置、选台方面的故障分析 及处理(8例) .....	275
四、电视遥控系统其他部分的故障 分析及处理(11例) .....	277
五、I <sup>2</sup> C 总线控制遥控系统中的 维修状态及参数调整 .....	280
练习与思考题 .....	282
<b>第五章 电视广播系统</b> .....	288
<b>第一节 电视广播系统概述</b> .....	288
<b>第二节 电视摄像机与录像机</b> .....	289
一、摄像机组成框图 .....	289
二、模拟摄像机构成部件简述 .....	291
三、模拟 CCD 摄像机举例 .....	293
四、数字摄像机 .....	295
五、录、放像机 .....	297
<b>第三节 电视信号的处理</b> .....	299
一、预放器与增益控制电路 .....	299
二、黑斑校正 .....	301
三、孔阑校正(轮廓校正) .....	302
四、直流恢复 .....	305

五、 $\gamma$ 校正	305
六、彩色校正	306
七、杂散光校正	307
八、混消隐、黑电平控制及黑/白切割	307
九、电缆校正	308
十、时基校正	309
<b>第四节 线性编辑与非线性编辑</b>	<b>309</b>
一、线性编辑	309
二、非线性编辑	311
三、非线性编辑网络化	313
<b>第五节 视频信号切换及特技效果</b>	<b>314</b>
一、视频图像信号切换	314

二、特技处理	315
<b>第六节 同步信号的形成</b>	<b>318</b>
一、彩色电视的同步信号	318
二、同步信号发生器原理框图	320
三、同步设备之间的锁相	320
<b>第七节 电视信号的发射</b>	<b>321</b>
一、电视发射机	321
二、电视发射机的组成及工作原理	321
三、电视发射机的主要指标	323
四、电视发射天线	323
<b>练习与思考题</b>	<b>324</b>
<b>参考文献</b>	<b>325</b>

# 前 言

电视技术已经历了电子管、晶体管、集成电路、超大规模集成电路等多个时代，已完成由黑白向彩色的发展，目前正经历着由模拟向数字的过渡。

传统的模拟电视，其信号的生成、变换、发射、传输、处理等一系列过程都是对连续信号(模拟信号)进行的处理，而数字电视则是对数字信号进行的处理。也就是说，真正意义上的数字电视是从信号的产生、变换、传输、还原等全部过程都应该是数字系统，所处理的应该都是数字信号。目前，在传统的电视接收机中，也在部分电路中对某些模拟信号进行数字化处理，这种处理为提高电视接收质量作出了不少贡献，但这种电视绝不是数字电视，充其量可称为数字化电视或局部数字化电视或局部数字处理电视。数字电视正以飞快的速度向前发展，我国已多次做过试播实验，目前已投入播出，世界上主要发达国家，将在2010年前后全部播出数字电视，甚至停播传统的模拟电视。

视频技术是一项十分重要、涵盖面非常广泛的一门技术，它涉及光电技术、音视频技术、图像处理技术、电路技术、计算机技术等多个学术领域，其应用则更为宽广，如家用视频就含有有线电视、开路电视、卫星电视。其中有线电视中又有点播电视、交互电视、付费电视、网络电视等；在安全防卫领域，有监控电视，识别电视(指纹、掌纹、印章、人像等识别或鉴别)；在工业系统中的高污染、高压等不良环境及生产流水线上有专用电视(或特种电视)。另外，在机器人、城市交通管理、数字小区、智能大厦、卫星摄影、遥感遥测等系统中，电视及电视技术也占有重要地位，发挥着巨大作用。可见，电视与电视技术已是电子工程技术人员很难回避的一项技术，而且这门技术及其相关设备又是与人们距离最近、十分受人关注、引人兴趣的一门技术，它的渗透力和影响力应不可低估。因此，在大学中开设电视原理或视频技术课程是十分必要的，它是社会发展的需求，也是相关专业培养的需求，同时也是广大电类学生的迫切期望。

为了使电类大学生了解并掌握电视系统的收发工作原理，也为了满足相关课程的教学之需，作者根据自身数十年的教学经验和积累，编写了这本教材。它仍以传统的模拟电视为主线，讨论了电视原理，特别是电视接收原理及电视接收机的组成和电路分析，同时也对电视广播系统进行了论述。全书共分5章，第一章为电视的基础知识，第二章为彩色电视接收机的工作原理，第三章为彩色电视接收机的电路分析，第四章为电视接收机遥控系统，第五章为电视广播系统。主要内容为电视信号的形成、信号在收发系统中的变换与处理、电视接收机的组成、关键电路的分析、相关故障的处理，特别是对电视接收机遥控系统作了较全面的解说，这是有别于其他教材的。本书特别重视对电视信号的分析和对整机组成框图的论述，因为任何电子电路或电子设备都是面对信号而设计的，信号不同，电路也就不同，尤其是在电路集成化愈来愈高的条件下，掌握好电视信号的流通与变换，对深入理解电视设备的工作

原理及整机电路是十分有益的，会起到事半功倍的作用。另外，本书也很重视理论与实践的结合，书中所选电路均取自于目前流行的电视接收机整机电路，所列故障实例及处理均来源于多位维修技师的实践与积累。

作者认为，尽管数字电视时代已经来临，但传统的模拟电视系统仍有强大的生命力。它的设备组成、工作原理、分析方法、电路状态等均具有相当的辐射力和借鉴作用，了解并掌握这些技术对相关专业的学生及技术人员是十分重要的。作者的另一部有关数字视频的著作即将出版，它将全面而系统的论述音视频数字压缩、MPEG-1、MPEG-2、数字信号调制、数字电视、视盘机(VCD/DVD)、卫星电视、有线电视、点播电视、背投电视、等离子电视、机顶盒等的工作原理及相关技术。教学与实践证明，数字视频与模拟视频是密切相关的，有了后者的基础，再学习数字视频将是十分有益的。

本书的第1~4章由孙景琪教授编写，第5章由毛征教授编写。在本书的编著与出版过程中，于薇教授、王贯一教授、吴建忠高工、汪啸云高工、李永福技师、高峰技师、李巨强技师、李世宽技师等就本书的内容提出过不少建设性意见或给予很多的支持与帮助，在此谨向他们表示最衷心的感谢。

本教材得到北京市2003年专款项目资助。

由于作者水平所限，书中会存在一些缺点和错误，敬请读者批评指正。

编 者

# 第一章 电视的基础知识

广播电视是利用无线电波来传送图像和声音信息的一种技术。广播电视系统主要由发送和接收两大部分组成，本教材重点讨论的是电视接收部分，在学习这部分内容之前，很有必要对广播电视中的基本知识作一简单的介绍。这部分知识包含有电视信号的形成、电视信号的特点、电视接收机的基本组成、显像管的图像重显原理以及电视接收机中电视信号的变换等。掌握好这些知识，会使读者对广播电视系统，尤其是对电视接收机有一个大致的了解，为以后各单元的学习，为整机读图、整机调试、故障处理打下良好的基础。

黑白电视接收机目前虽已退出家庭，但它的工作原理、信号组成、信号流通与变换、电路结构等也是彩色电视接收机的基础，在某种程度上它也是数字电视的基础，因此对它有一个全面而系统的了解，将会对以后各章的学习起到事半功倍的作用。

## 第一节 电视广播系统的基本组成

### 一、电视广播系统的组成示意图

电视广播系统是由发送和接收两大部分组成，其示意图如图 1-1-1 所示。

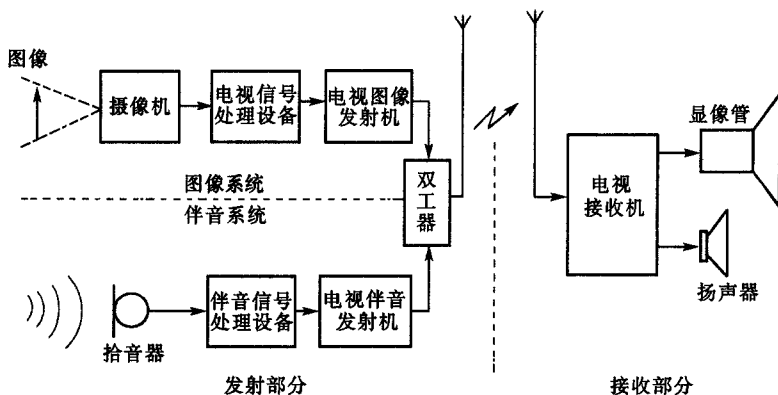


图 1-1-1 电视广播收发系统示意简图

### 二、系统组成的简单说明

#### 1. 发射系统

图 1-1-1 中，需要传送的图像(光像)经电视摄像机转换成电视图像信号，再加入行、

场消隐信号和行、场同步信号等，经图像发射机的调制、放大等处理后，形成了电视的高频信号。

由拾音器(也称话筒或传声器)转换输出或由其他音频设备产生的音频信号(伴音信号)经放大、调频等处理后，形成伴音调频信号。在我国的电视制式中，伴音调频信号的载频频率比图像信号的载频频率高 6.5 MHz。

上述的电视高频信号与伴音调频信号经双工器加至电视发射塔的发射天线，以电磁波的形式向空间发射。双工器是双通道电视发射系统不可缺少的设备，它可使高频的图像信号和伴音信号使用同一副馈线送至发射天线上，且两者又互不干扰。

## 2. 摄像的基本过程

摄像机是将图像(光像)的亮度信号转换成相应电信号的关键部件，其转换作用主要是由摄像管来完成的。摄像管的形式有多种，这里以光电导摄像管为例来简单说明光电转换的基本过程。光电导摄像管主要由光电靶和电子枪两大部分组成，其结构示意图如图 1-1-2 所示。

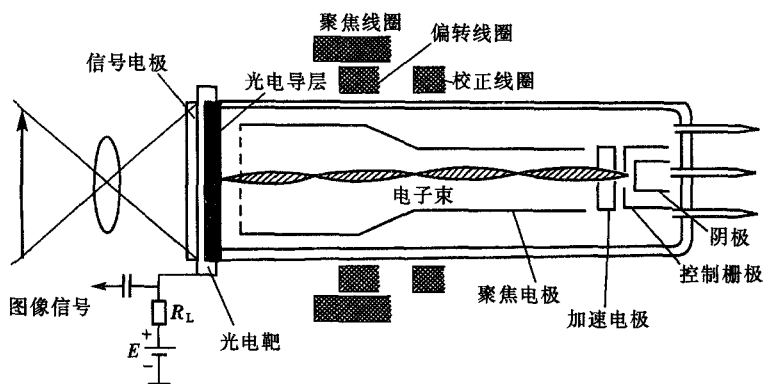


图 1-1-2 光电导摄像管构造

(1) 摄像管正前方的玻璃内壁上，镀了一层透明的金属镀膜，在它的后面再敷上一层很薄的光电导层，它们即组成了光电靶，金属镀膜可作为光的通路和信号的输出电极，光电导层通常由  $Sb_2S_3$  或  $PbO$  等组成，其光电转换的灵敏度极高，微弱的光照变化，均会引起相应小电阻(电导)值的改变。图像的光照通过透镜成像在光电靶上，靶上各点根据光强的不同而形成一幅“光像”，即图像的亮点，所对应的电导率高(电阻低)；图像的暗点，所对应的电导率低(电阻高)。

(2) 电子枪由灯丝、阴极、控制栅极、加速极、聚焦极等组成，装置在一个真空玻璃管内。灯丝加热阴极，阴极发射电子；栅极能控制阴极发出的电子多少；在加速电极的作用下，所发出的电子获得能量，以高速前进；聚焦极利用电子透镜的原理能将运动的电子聚合成为很细的电子束，会聚在光电靶上；管外的行场偏转线圈能在管内形成互成正交的变化磁场，迫使电子束在光电靶面上产生自左至右、自下至上的扫描(运动)，以拾取各点的信号。当电子束运动到“光像的亮点”时，由于该点的电导率高，故在回路中形成的电流就大，在负载电阻  $R_L$  上所获得的输出电压也大；当电子束运动到“光像的暗点”时，由于该点的电导率低，故在回路中形成的电流就小，在负载  $R_L$  上所获得的输出电压也小。这样，就将图像各点的亮度转换成了相应的电信号，此信号即为图像信号，也称视频信号。电子束扫描

(运动)所形成的等效电路如图 1-1-3 所示。

很显然,图 1-1-3 所示的由电子束扫描所形成的电流  $i$  在负载电阻  $R_L$  上所产生的图像信号是负极性的,即图像愈亮的点,产生的电流愈大,输出的信号电压愈低;图像愈暗的点,产生的电流愈小,输出的信号电压愈高。如果要获得正极性的图像信号加反相放大器即可。

### 3. 电视接收机

电视接收机的天线由空间截获所需的电视台信号,经选频、放大、解调等处理后,获得视频信号(图像信号),经视频放大后送至显像管的阴极,显示出稳定的图像。

电视伴音信号经过公共通道处理后,由伴音通道放大、解调,还原出音频信号,再经放大,最后送至扬声器发声。

电视接收机是本书要讨论的主要内容。电视接收机有黑白与彩色之分,且彩色电视机对黑白电视信号是兼容的。从原理上来说,黑白电视接收机是彩色接收机的基础。在彩色全电视信号中,除了色度信号和色同步信号外,其余的亮度信号、行场消隐信号、行场同步信号等均与黑白全电视信号相同。因此,在学习电视接收机原理与电路时,先从黑白电视信号和黑白电视接收机开始,然后再学习彩色电视信号和彩色电视接收机将会收到很好的效果。

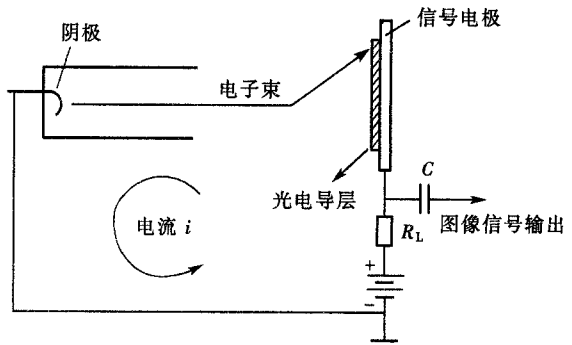


图 1-1-3 图像信号的产生

## 第二节 黑白全电视信号的形成

电视信号是电视系统的神经,不同的信号有不同的作用,不同的信号有不同的处理电路。因此,学习并掌握好电视信号是理解电视接收机的一大关键。

### 一、图像由像素(点)组成

由摄像管构成的简图可见,图像的光亮程度在光电靶面上形成了一幅“光像”,可以认为该光像是由一个个像素(点)所形成。电子束在由左至右、由上至下做靶面扫描时,就将“光像”各点反映图像亮暗程度的信息转换成了按时间先后的电信号输出。

我国的电视制式中,采取了 625 行制,即电视屏幕的垂直方向分为 625 行,按高(垂直方向)、宽(水平方向)之比为 3:4 的黄金分割计算,则水平方向的行(点)数应为  $625 \times 4/3$ ,考虑场回扫(电子束由下至上的返回运动)所需的行数(每幅 50 行),则电视屏幕上的实际像素(点)的总额约为

$$(625 - 50) \times (625 - 50) \times \frac{4}{3} = 44.1 \times 10^4 \text{ 点(约 45 万个)}$$

很显然,像素愈多,则图像的清晰度愈高。如今的数码摄像机,其图像的像点素已达 100 多

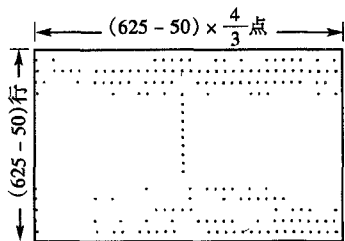


图 1-2-1 电视屏幕像素示意图

万个。

世界上，各国的电视扫描行数不尽相同，我国为 625 行制，美、日为 525 行制。

由像素组成电视图像的示意图，如图 1-2-1 所示。显然，若能控制屏幕上某些位置的像素发光，而某些位置的像素不发光，则电视接收机的屏幕就能显示出不同内容的图像；若这些像素所发的光又有强弱的变化，则所显示出的图像就有明暗的不同。

## 二、图像信号(亮度信号)

显像管上每一像素是由电子束在屏幕上依次由左至右、再由右至左(称为行扫描)，由上至下、再由下至上(称为场扫描)逐点扫描来决定的。只要控制电子束的束电流大小和有无，即可在屏幕上得到一幅幅明暗不同的黑白图像。

下面以标准彩条图像为例，来说明屏幕图像与电信号波形的关系。它们的关系如图 1-2-2 所示。图 1-2-2 中，白色图形对应于低电平，黑色图形对应于高电平，不同灰度的图形对应以不同高度的电平。由于标准彩条图形为 8 条，故黑白图形是 8 条不同灰度等级的条状带，与其相对应的由左至右一行扫描的电压波形(或电流波形)是 8 种不同电平高度的阶梯波信号。我国规定每行由左至右的正程扫描时间为  $52 \mu\text{s}$ ，由右至左的行逆程回扫时间为  $12 \mu\text{s}$ ，故行周期为  $64 \mu\text{s}$  (行频为  $1/64 \mu\text{s} = 15.625 \text{ kHz}$ )。

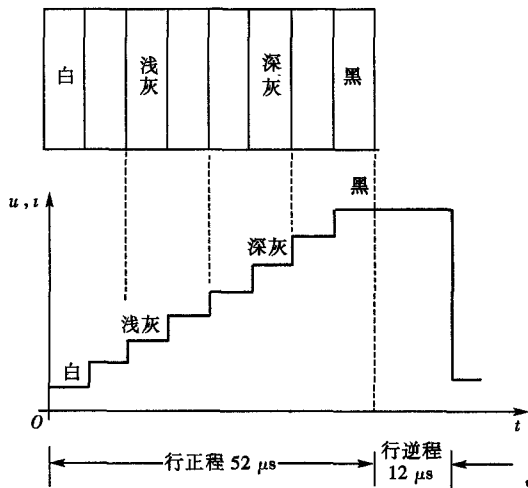


图 1-2-2 标准彩条图形的亮度信号波形

电视广播中，一般规定图像信号为负极性信号，即图像的最亮点所对应的图像信号幅值为最小(最低)，图像的最暗点所对应的图像信号幅值为最大(最高)。采用负极性图像信号的主要优点是：各种干扰信号的幅值往往较大(甚至比黑电平还高)，因而这些干扰信号在电视屏幕上所产生的干扰点即为黑点、黑线，它对人眼的影响要比白点、白线的影响小得多。

## 三、消隐信号

### 1. 行消隐信号

电子束由左至右的正程扫描时，产生了图像信号(摄像管)或显示出图像(显像管)，但由右至左的行逆程回扫时应不起作用(即不产生信号或不显出图像)，否则会产生干扰作用。为了消除回扫的痕迹，应在回扫期间给显像管加一个与黑电平相对应的电信号，使显像管的电子束截止(即不发射电子)，这样的信号就称为行消隐信号，其时间为  $12 \mu\text{s}$ ，幅值与黑电平一样，为视频信号总幅度的 75%。

## 2. 场消隐信号

同样，在显像管中，电子束做水平的行扫描的同时，还要做垂直的场扫描，即由上至下的场正程扫描及由下至上的场逆程扫描。与行消隐一样，场逆程期间也应加一消隐信号，使显像管的电子束截止，使荧光屏不发光，这样的信号即称为场消隐信号。我国电视规定场扫描正程时间为 18.4 ms，场逆程扫描时间为 1.6 ms，故场周期为 20 ms。场消隐电平的高度也与黑电平一样，为视频信号总幅度的 75%。

## 四、同步信号、开槽脉冲、均衡脉冲

### 1. 为什么要加同步信号

为了使电视接收机显像管上的重显图像能与摄像机拍摄的图像完全一致，并稳定可靠，就必须要求显像管电子束的扫描与摄像管电子束的扫描完全“同步”。所谓同步，即要二者频率相同，相位一致。如果收发不同步，则接收机显像管上的图像就不会稳定，甚至无法收

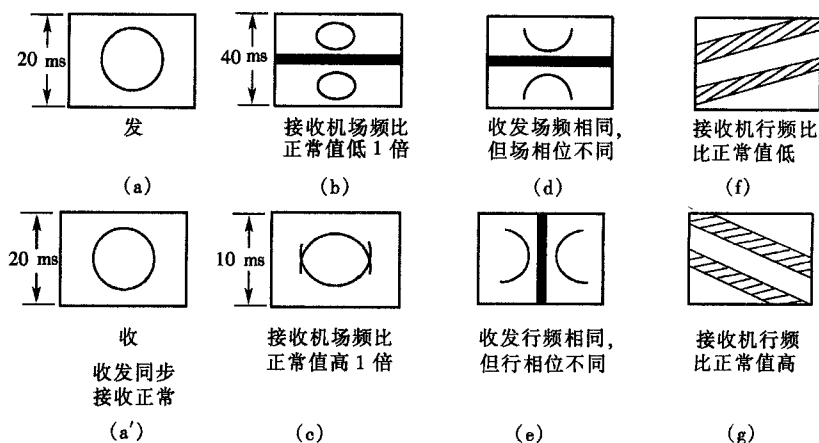


图 1-2-3 收、发行场同步与不同步的影响

看。图 1-2-3 画出了收、发场同步和不同步情况下的几种图像。其中图(a)为电视台送出的图像，(a')为收发扫描完全同步时在接收机显像管上所显示的稳定的图像；图(b)为接收机场扫描的频率低于正常值 2 倍(即场周期高于正常值 2 倍)时，显像管屏幕上所显出的图像，此时，显像管由上至下、再由下至上一场的扫描时间正好等于发端的 2 倍，即发端用 20 ms 时间扫完一幅完整的图像时，接收机刚在显像管上仅扫过一半的幅面，接着发射台发出的下一幅图像必定显示在显像管的下半幅面上，故在屏幕上出现两幅完整的画面；图(c)是接收机场扫描频率高于正常值的情况，其理由同上，读者不难自己分析。

如果接收机场频高于发射台的场频，但又不成为整倍数(场周期小于 20 ms)，则电子束由荧光屏顶部扫到底部又回到顶部所用的时间小于正常值 20 ms，这样，当电子束开始扫描下一场时，发射台仍在发送上一场信号，可能使荧光屏上部出现消隐脉冲产生的黑条。由于每一场的场扫描时间都比 20 ms 短一点，经过积累，消隐黑条将逐场下移，于是形成图像向下滚动；同理，若接收机场扫描频率低于发射台的场频，显像管荧光屏上的图像将向上滚动。

对于行频而言，若接收机行频高于发射台的行频，即其周期小于 64  $\mu$ s。由于行扫描周

期短,有可能将下一行的行消隐信号扫在荧光屏的左边,使屏幕左边出现一黑点。由于每行扫描时间都比  $64 \mu\text{s}$  短,故每行左侧显示的黑点均会向右下方移动,在屏幕上形成从左上方到右下方的消隐斜条(不稳定的紊乱的斜条),如图 1-2-3 (g)图所示;同理,当接收机行频低于发射台的行频时(行周期大于  $64 \mu\text{s}$ ),则会在屏幕上产生从右上方到左下方的消隐斜条。如果接收机与发射台的扫描频率相同而相位有差别,则会有图 1-2-3 中的(d)、(e)情况出现。

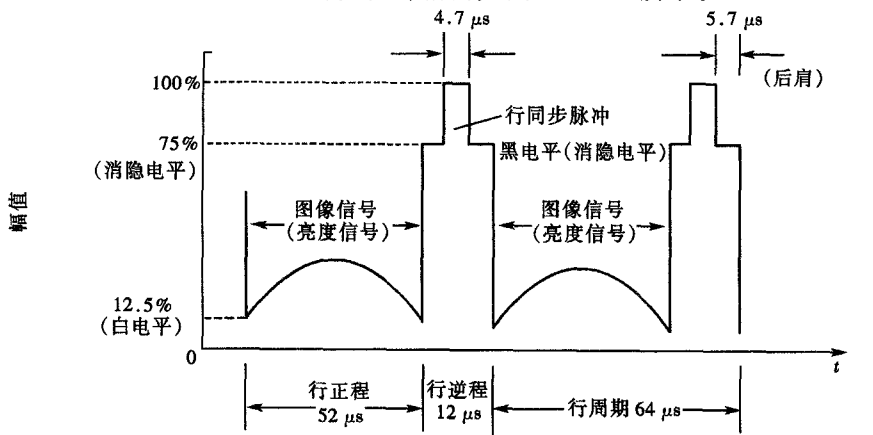
## 2. 同步信号的特点及与图像信号的关系

为了确保接收机显像管的行、场扫描的频率、相位与发射端完全同步,电视台在发射图像信号、消隐信号的同时,每行、每场均需发射行、场同步信号。那么,行、场同步信号应有什么特点?它和图像信号的关系又是怎样的呢?

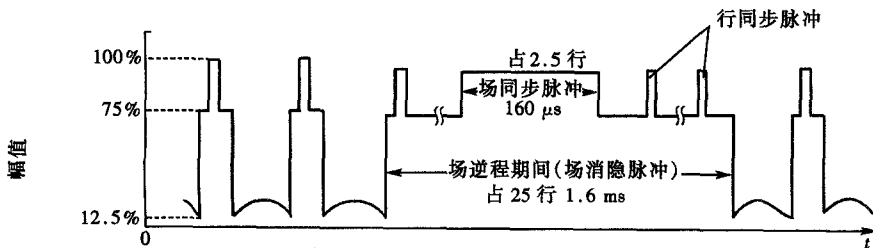
很显然,同步信号不能在行、场扫描的正程出现,那样会干扰图像信号,严重影响图像信号的正常传送。因此,同步信号只能加在消隐期间的消隐电平之上,其中行同步信号加在每行的消隐电平之上,场同步信号加在每场的消隐电平之上。我国电视标准规定:行、场同步信号均为脉冲方波,其幅值相同,占总视频信号幅值的 25%,即位于视频信号的 75% ~ 100% 之间,其脉冲宽度分别为  $4.7 \mu\text{s}$  和  $160 \mu\text{s}$ 。

(1) 行同步脉冲的宽度为  $4.7 \mu\text{s}$ ,置于行消隐电平之上,距消隐脉冲的前沿  $1.6 \mu\text{s}$  (前肩时间),距消隐脉冲的后沿  $5.7 \mu\text{s}$  (后肩时间)。在彩色电视信号中,色同步信号是置于此后肩之上的。

(2) 场同步脉冲的宽度为  $160 \mu\text{s}$ ,占两行半时间,置于场回扫期间的消隐电平之上。行、场同步信号的位置、高度、脉冲宽度等情况如图 1-2-4 所示。



(a) 行同步脉冲的特点与位置(两行视频信号)



(b) 场同步脉冲的特点与位置(示意图)

图 1-2-4 行、场同步脉冲的特点与位置

### 3. 开槽脉冲

全电视信号中还应包含开槽脉冲和均衡脉冲。所谓开槽脉冲是在场同步脉冲(2.5行时间宽)期间按半行周期开槽,即在 $160\mu\text{s}$ 宽的脉宽间开出5个槽,槽宽均为 $4.7\mu\text{s}$ ,形成开槽脉冲。

开槽脉冲是为了在场同步期间不丢失行同步信号,以保证每行扫描能收发同步,使图像能稳定可靠地显示。开槽脉冲的示意图如图1-2-6所示。

### 4. 均衡脉冲

均衡脉冲是加在场同步脉冲前、后的10个窄脉冲(前后各5个),其幅度与行场同步脉冲相同,宽度是行同步脉冲的一半,即 $2.35\mu\text{s}$ ,其间距为半个行周期。

加入均衡脉冲的目的是为了使电视接收机所恢复出的奇偶两场的场同步脉冲起始电平趋于相同,以保证隔行扫描的准确性。均衡脉冲的位置及有关情况如图1-2-6所示。

## 五、标准彩条的黑白视频信号及黑白全电视信号

### 1. 标准彩条的黑白视频信号

标准彩条自左至右为白、黄、青、绿、紫、红、蓝、黑。它的灰度信号,即亮度信号是自左至右8条由白→灰→黑的不同灰度等级的条状图形。黑白电视机屏幕所显示的就是这样的图形,与其相对应的视频信号如图1-2-5所示(图中仅画出两行信号波形)。

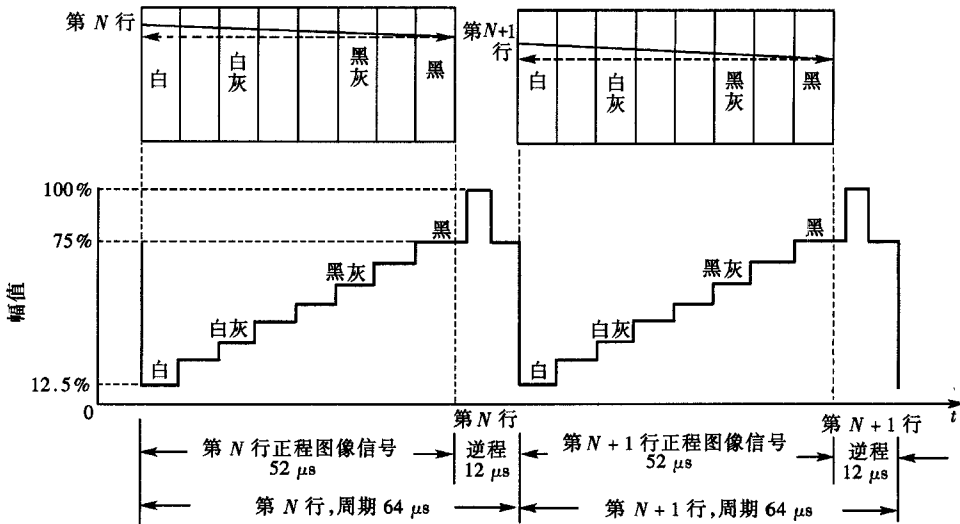


图1-2-5 标准彩条的黑白视频信号(两行)

### 2. 黑白全电视信号

上述分析表明,黑白全电视信号(也称复合视频信号)应由下列几部分组成。

- (1) 图像信号,即亮度信号或灰度信号,这是每行扫描正程时间中传送的信号。
- (2) 行、场消隐信号为每行、每场逆程回扫期间所加的脉冲信号,其幅值为黑电平高度,保证在消隐期间,显像管屏幕不发光,即电子束截止。在场消隐期间还要加入测试行。在近代电视中,图文电视信号也是加在场消隐期间的某些行中的。
- (3) 行、场同步信号均加在各自的消隐电平之上,幅值占视频信号总幅值的25%(位

于 75% ~ 100% 之间)。

(4) 开槽脉冲位于场同步脉冲中 (共 5 个)。

(5) 均衡脉冲位于场同步脉冲前、后的场消隐电平之上, 前后各 5 个, 脉宽  $2.35 \mu\text{s}$ 。

图 1-2-6 为黑白全电视信号的示意图。

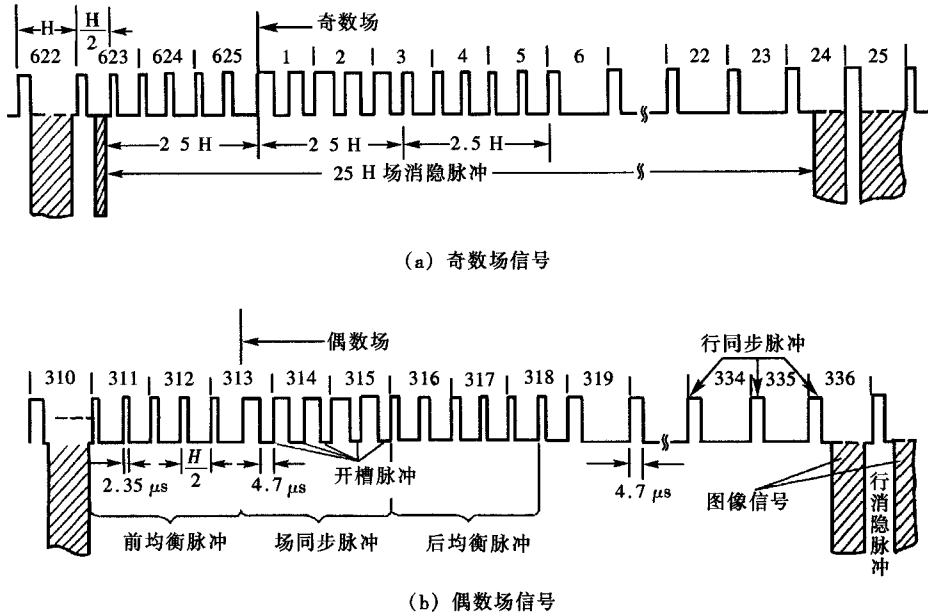


图 1-2-6 黑白(亮度)全电视信号波形图

## 六、图像信号(视频信号)的频带宽度

了解并掌握电视信号所含的频率成分、频谱组成及其所占的频带宽度, 对分析电视接收机电路、对处理接收机所出现的故障是十分有用的。在讨论电视信号时, 用频谱图往往比用波形图简单。

全电视信号是以图像信号为主体的, 因此, 只要弄清楚图像信号频谱组成情况也就能代表了全电视信号情况。为此, 分析图像信号所含的最低频率和最高频率是十分必要的。

### 1. 图像信号的最低频率

图像信号的最低频率是很低的, 严格的说是从零频开始, 即从直流起算, 其原因可从图 1-2-7 中不同图像直流分量的多少得到说明。由图可见, 白灰白和灰黑灰两幅图像电信号的差别仅仅是直流电平的不同, 前者直流电平较低, 画面较亮(亮场), 后者直流电平较高, 画面较暗(暗场)。这两种信号若经电容器将直流隔断, 则输出的信号将完全一样, 如图 1-2-7(c)所示。这充分说明, 直流电平的高低与图像的亮暗程度有直接关系。因而, 图像信号的最低频率应从零频(直流)开始(一些资料中通常以  $20 \text{ Hz}$  或  $40 \text{ Hz}$  表示)。

### 2. 图像信号的最高频率及频带宽度

图像信号的最高频率与图像的细微程度有关, 也即与图像的清晰度有关。

前面已经分析过, 图像是由像素组成的, 假如相邻像素均以黑白方式显示, 则此图像是最最细微不过了, 其示意图如图 1-2-8 所示。由图 1-2-8 可见, 黑白点分隔愈细, 其所对

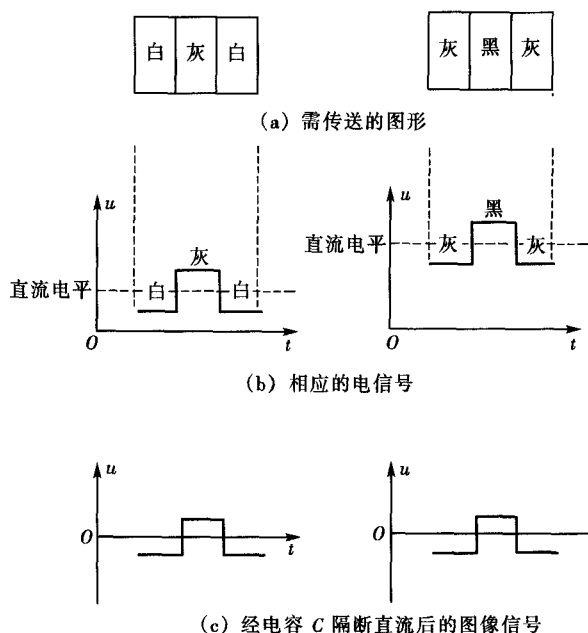


图 1-2-7 图像信号中含有直流成分の説明

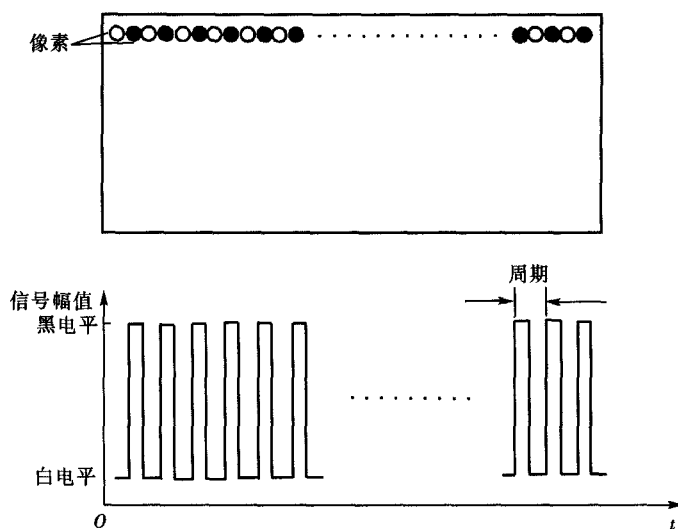


图 1-2-8 黑白相间像素的图形与相应信号的波形

应信号的高(对应于黑)、低(对应于白)电平的变化就愈快,即信号的频率就愈高。很显然,图中每秒黑白电平所变化的次数就是该信号的最高频率。

根据我国电视标准规定:每秒钟要传送 25 幅图像,每幅图像为 625 扫描行,每幅的回扫行为 50,幅型宽高比为 4:3,则 25 幅的总像素(即每秒钟扫得的像素数)为

$$44.1 \times 10^4 \times 25 \approx 11.03 \times 10^6 \text{ 个}$$

以相邻两个黑白像素所形成的信号为一个周期(一高一低电平的重复),则每秒钟信号的变化,即频率为