



21 世纪高职高专规划教材

电视机原理 与维修

王成福 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高职高专规划教材

电视机原理与维修

主 编	金华职业技术学院	王成福
副主编	无锡商业职业技术学院	谭诚臣
参 编	佳木斯大学应用技术学院	张启来
	芜湖职业技术学院	邓延安
	太原理工大学长治学院	李晓东
	河北机电职业技术学院	王如松
	佛山职业技术学院	李荣学
	金华职业技术学院	赵 云



机械工业出版社

本书以应用为目的,理论分析以维修够用为度,突出维修能力的培养。本书由浅入深,循序渐进地介绍了与电视有关的基础知识,黑白电视机的工作原理,兼容制彩色电视原理,彩色电视机的公共通道、伴音通道,彩色解调与解码电路,图像重现电路,开关电源电路,控制系统,电视机实验与维修训练。对当前出现的背投电视、等离子体电视、液晶电视、数字电视的特点也作简单介绍。本书力求做到知识的完整性与整机电路分析的全面性,并将理论教学与实验、实训相结合,有利于全面掌握电视机的工作原理与维修技巧。

本书可作为高职高专院校电子、通信专业的教材,也可作为有关专业师生、工程技术人员和电子爱好者的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电视机原理与维修/王成福主编. —北京:机械工业出版社,
2004.6

21世纪高职高专规划教材

ISBN 7-111-14455-4

I. 电... II. 王... 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—维修—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(2004)第042542号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:余茂祚

责任编辑:余茂祚 版式设计:冉晓华 责任校对:樊钟英

封面设计:饶薇 责任印制:闫焱

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004年7月第1版第1次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·12印张·1插页·309千字

定价:20.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高职高专规划教材 编委会名单

编委会主任 王文斌 郝广发

编委会副主任 (按姓氏笔画为序)

马元兴	王茂元	王明耀	王胜利	王锡铭
田建敏	刘锡奇	杨 珮	杨文兰	余元冠
李兴旺	李居参	陈丽能	陈瑞藻	张建华
沈国良	杜建根	沈祖尧	茆有柏	徐铮颖
符宁平	焦 斌			

编委会委员 (按姓氏笔画为序)

王志伟	付丽华	许 展	朱 强	齐从谦
成运花	李连邨	李学锋	李茂松	李超群
曲昭钟	张 波	肖 琬	吴 锐	陈月波
陈江伟	杨克玉	何志祥	何宝文	杨国祥
杨翠明	吴诗德	吴振彪	武友德	宗序炎
周国良	俞庆生	恽达明	娄 洁	唐志宏
晏初宏	倪依纯	徐炳亭	崔 平	崔景茂

总 策 划 余茂祚
策 划 助 理 于奇慧

前 言

本套“21世纪高职高专规划教材”是根据教育部教高[2000]2号文件精神,由机械工业出版社组织全国70多所高职高专院校有多年教学经验的老师编写的。本书是其中之一,为高等职业技术教育工科类教学用书。它是编者在多年从事电视技术的教学、培训及电视维修的基础上编写而成的。

本书由浅入深、理论分析以维修够用为度,兼顾后续发展,循序渐进地介绍了与电视有关的基础知识,黑白电视机的工作原理,维修电视机必备的一些常用仪器的使用方法;重点介绍彩色单片、两片机芯整机电路的工作原理与故障检修方法;对当前出现的背投电视、等离子体电视、液晶电视、数字电视的特点也作了简单介绍。本书在取材上力求做到知识的完整性与整机电路分析的全面性,并将理论教学与实验、实训相结合,有利于全面掌握电视机的工作原理与维修技巧。本书在引用一些机型的电路图时,为了维修方便,尽量和原图保持一致,但把其中元器件的图形符号改为现行标准,很多文字符号未执行国家标准,所以全书未进行统一。特此说明。

本书共分11章,参考学时数为60学时,其中理论教学为50学时,实验教学为10学时。另外,各院校还可根据需要安排一周时间进行彩电维修训练。

本书第2章、第3章、第4章、第7章及附录由王成福编写,第1章由谭诚臣编写,第5章由张启来编写,第6章由李晓东编写,第8章由王如松编写,第9章由李荣学编写,第10章由邓延安编写,第11章由赵云编写。

本书由王成福副教授任主编并统稿,他提出了全书的总体构思及编写的指导思想,谭诚臣副教授任副主编。

在本书的编写过程中,先后得到机械工业教育协会、机械工业出版社和金华职业技术学院领导的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免会存在不少缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 电视基础理论 1

- 1.1 图像的分解与传送 1
- 1.2 图像的光电转换 2
- 1.3 电子扫描 2
- 1.4 黑白全电视信号 4
- 1.5 电视信号的发送 8
- 1.6 电视信号的接收 12
- 复习思考题 12

第2章 黑白电视机原理 13

- 2.1 黑白电视机原理框图 13
- 2.2 电源电路 13
- 2.3 公共通道 14
- 2.4 伴音通道 18
- 2.5 显像管电路与视放输出
电路 20
- 2.6 同步分离电路与扫描
电路 24
- 复习思考题 33

第3章 兼容制彩色电视原理 34

- 3.1 黑白、彩色电视的兼容性 34
- 3.2 兼容制彩色电视制式概述 37
- 3.3 PAL制彩色电视信号的
发送与接收 47
- 3.4 黄河两片彩色电视机框图 49
- 3.5 西湖单片彩色电视机框图 50
- 复习思考题 50

第4章 彩色电视机的公共 通道 52

- 4.1 电子调谐器、节目预选器与

选台控制电路 52

4.2 黄河两片彩色电视机的 公共通道 57

- 4.3 西湖单片彩色电视机的
公共通道 62
- 复习思考题 66

第5章 彩色电视机的伴音 通道 67

- 5.1 黄河两片彩色电视机的
伴音通道 67
- 5.2 西湖单片彩色电视机的
伴音通道 68
- 复习思考题 70

第6章 彩色解调与解码电路 71

- 6.1 PAL制彩色解调与解码
电路 71
- 6.2 TA7698AP视频集成电路 77
- 6.3 黄河两片彩色电视机的
解码电路 79
- 6.4 西湖单片彩色电视机的
解码电路 83
- 复习思考题 88

第7章 彩色电视机的图像 重显电路 89

- 7.1 彩色显像管与末级视放
电路 89
- 7.2 黄河两片彩色电视机的
图像重显电路 93
- 7.3 西湖单片彩色电视机的
图像重显电路 99
- 复习思考题 103

第 8 章 开关电源电路	104	10.4 等离子体电视机 (PDP TV)	139
8.1 概述	104	10.5 液晶电视机 (LCD TV)	140
8.2 开关电源的工作原理	105	10.6 数字电视 (DTV)	143
8.3 黄河两片彩色电视机的开关 电源电路	107	复习思考题	148
8.4 西湖单片彩色电视机的开关 电源电路	109	第 11 章 电视机实验与维修 训练	149
复习思考题	112	11.1 电视信号发生器	149
第 9 章 控制系统	113	11.2 双踪示波器	151
9.1 概述	113	11.3 BT3C-A 型频率特性 测试仪	158
9.2 彩色电视机遥控系统的 基本原理	114	11.4 电视机实验	161
9.3 西湖单片彩色电视机的遥控 接收系统	124	11.5 彩色电视机维修训练	164
复习思考题	130	复习思考题	184
第 10 章 电视新技术介绍	131	参考文献	185
10.1 电视图像的显示器类型	131	附录 A 黄河牌 HC47 型彩色电视机 电路图	见书后插页
10.2 大屏幕彩色电视机	132	附录 B 西湖 E 机芯彩色电视机 电路图	见书后插页
10.3 背投电视机 (PJT TV)	135		

第 1 章 电视基础理论

电视, 就是根据人的视觉特性, 经过电子扫描, 用电的方法来传送活动图像的技术。根据电视信号传送方式的不同, 电视广播可分为无线电视广播和有线电视广播。无线电视广播是通过无线电波来传送电视信号的; 有线电视广播是通过同轴电缆或光缆来传送电视信号的, 习惯上把前者叫做开路电视, 把后者叫做闭路电视。

电视信号的发送与接收是整个电视广播系统的有机组合, 是电视信号的摄取、加工、传输和用以重现图像、声音的过程, 其中电视机承担电视信号的接收与重现的任务。电视机从 20 世纪 30 年代出现以来, 至今已经有七十多年的发展历史。特别是近年来, 随着电子技术与光电技术的迅速发展, 各种电视新技术层出不穷, 纯平电视、背投电视、等离子体电视、液晶电视、数字电视等都得到了快速增长, 电视机已经成为人们日常生活、工作和学习中一个不可缺少的组成部分。

尽管电视机的型号与功能千差万别, 但它们的基本工作原理是相同的, 都是对图像和声音两个物理量进行传送与接收的处理过程。要掌握电视机的工作原理, 首先要了解电视信号的发送和接收过程。

1.1 图像的分解与传送

1.1.1 图像的分解

一幅完整的图像是怎样组成的呢? 如果用放大镜仔细观察报纸上的照片会发现, 照片画面是由许多亮暗不同的小圆点组成的, 这些小圆点称为像素。像素是组成图像的最小单位, 许许多多的像素组成一幅完整的图像。在一幅图像中, 像素越小, 像素点数越多, 则图像越清晰, 对设备性能要求也越高。目前在普通电视机中, 一幅电视画面大约包含有 44 万个像素。而一张 35mm 的电影胶片, 是由近百万个像素组成的, 所以电影画面比电视机画面显得更清晰、逼真。当眼睛离开画面一定距离时, 就感觉不到它是由许多小点组成, 这是因为眼睛对细小物体的分辨力有限, 当相邻两个像素对人眼所张的视角小于 $1.5'$ 时, 人眼就分不清两个像素点了。

1.1.2 静止图像的传送

电视图像的传送与电影不同。电影是通过放映机把一幅幅完整的图像胶片放映出去, 在屏幕上得到整个画面。而电视是在发送端, 把一幅静止图像分解成许多像素, 并把各个像素的亮度逐一转变为相应的电信号, 经过一个通道按顺序一一传送出去; 在接收端, 按相同的顺序, 按各个像素的电信号在电视机屏幕相应位置上转变为不同亮度的光点, 从而合成一幅完整的图像。就像写字一样, 从左到右, 从上到下一字一字地顺序写出。这种在发送端按一定的顺序把图像分解成一个个像素, 而在接收端按同一顺序再把像素组合成图像的过程, 称为扫描。

1.1.3 活动图像的传送

如何传送活动图像呢? 由电影放映的启发, 人们认识到要传送活动的图像, 只要将运动

的物体图像连续地分解为若干幅稍有变化的静止图像，然后将这些静止的图像顺序地快速传送，只要每两幅图像出现的时间小于人眼视觉惰性时间（每秒钟传送 24 幅图像），人眼就会有连续动作的图像感觉，即实现了活动图像的传送。

虽然用每秒传送 24 幅画面的方法，使静止图像变成了连续活动的图像感觉，但却存在着闪烁现象，说明图像传送频率还太低。实践和理论证明，如果每秒钟传送图像的速度不小于 48 幅，则人眼就能有不闪烁的活动图像的感觉；而传送图像的速度过高，则人眼又会感到图像重叠。在电影技术中，为了节约胶片，每秒钟放映 24 幅图像，但为了让人不产生闪烁感，采用了快门措施，使每幅画面出现两次，相当于每秒钟出现了 48 幅画面，从而消除了眼睛的闪烁感觉。电视传送活动图像的原理也是如此，首先把要传送的活动图像按时间顺序分成若干幅稍有变化的静止画面，并以一定的速度传送（如我国现有电视标准每秒传送 25 幅图像，每幅图像分两场来传送），然后在播送每一幅图像时，再进一步把这幅图像分割成许多像素，并在规定的时间（如 $1/25\text{s}$ ）内顺序播完这些像素信息。接收机收到这些像素信息会在荧光屏对应位置上按播送顺序显示出各像素点光的信号，由于人眼的视觉惰性和荧光屏的余辉特性，荧光屏上就重现出发送端的图像。

1.2 图像的光电转换

在电视发送端是用摄像机将客观景物转变为电信号（称为图像信号或视频信号）后再传送出去的。在摄像机里，被摄景物通过光学系统在光电靶上成像，光电靶由光敏半导体材料构成。这种半导体材料具有受光作用之后电阻率变小的性能，即光照越强，材料呈现的电阻越小。由于所成图像各点亮度不同，因而使靶面上各单元受到光照的强度不同，导致靶面上各单元的电阻值不同。与较亮像素对应的靶单元电阻值较小，与较暗像素对应的靶单元电阻值较大。这样就把一幅图像各像素的不同亮度转化为靶面上各单元的不同电阻值。从摄像管阴极发射出来的电子束，在电子枪的电场和偏转线圈的磁场的共同作用下，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，就在摄像管阴极、光电靶、负载电阻和电源之间构成一个回路，在负载电阻中产生电流。流过负载电流的大小，取决于光电靶在该单元电阻值的大小。光照越强的单元，对应的电阻值越小，流过负载电阻的电流越大，负载电阻两端的信号电压也越大；反之，光照较暗的单元，在负载电阻两端产生的信号电压就小。因此，当有电子束扫描时，在负载电阻上就能依次得到与图像各像素亮度对应的电信号（称为图像信号），由此完成把一幅图像分解为许多像素，又把各点像素的亮度转变为相应的电信号，从而完成了图像的光电转换过程。

1.3 电子扫描

电子扫描是指电子束按一定规律在光电靶面上或荧光屏面上运动的过程。在摄像管中，将一幅图像各像素的明暗变化转换为顺序传送的相应电信号，以及在显像管中，把这些顺序传送的电信号重新恢复为一幅重现图像的过程，都是通过电子扫描来实现的。以显像管为例，电子枪各极加上合适的电压后，阴极便发射出电子束，如果没有扫描，电子束聚焦后在屏幕中心显示一个亮点。要使整个屏幕发光，必须使电子束在水平和垂直方向运动。为此，在显像管管颈上套有两副偏转线圈，一副使电子束作水平运动，称为行扫描；另一副使电子束作垂直运动，称为场扫描。

1.3.1 逐行扫描

电子束从屏幕左上端开始，按照从左到右，从上到下的顺序以均匀速度一行接一行地扫描，称为逐行扫描，如图 1-1a 所示。

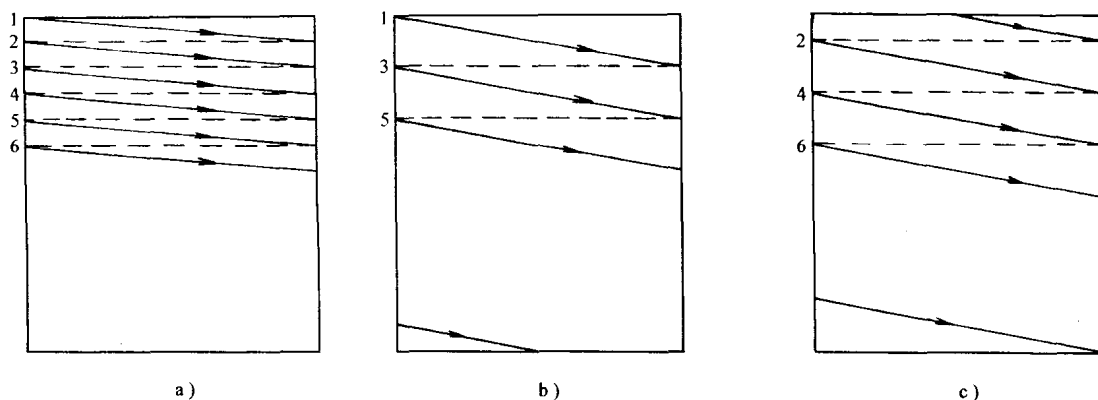


图 1-1 电子扫描
a) 逐行扫描 b) 隔行扫描的奇数场 c) 隔行扫描的偶数场

逐行扫描的优缺点：具有图像清晰度较高，不会出现行间闪烁等优点，但对设备要求较高，图像信号需要占用较宽的带宽。目前已经在高清晰度彩色电视机中和数字电视广播中采用了逐行扫描技术。

电子束在水平方向的扫描称为行扫描；从左至右的扫描称为行扫描正程，所需时间称为行正程时间；从右到左的扫描称为行逆程扫描，所需时间称为行逆程时间。正程时间长，逆程时间短，行正程时间与行逆程时间之和，称为一个行扫描周期 T_H 。

同样，把电子束的垂直扫描称为帧扫描：把从上到下的扫描称为帧扫描正程，所需时间称为帧正程时间；从下到上的扫描称为帧扫描逆程，所需时间称为帧逆程时间。帧正程时间与帧逆程时间之和，称为一个帧扫描周期 T_F 。

为了保证图像清晰，电视系统在逆程扫描期间是不传送图像信号的，并采用消隐脉冲（相对幅度为 75%）使扫描电子束截止，使逆程扫描线消隐。

逐行扫描的每帧光栅都应重合，因此要求 T_F 是 T_H 的整数倍，这个倍数就是每帧的扫描行数。

1.3.2 隔行扫描

根据人眼视觉惰性及临界闪烁频率，电视屏幕每秒钟亮的次数少于 46 次，就会出现亮度闪烁现象。如果采用逐行扫描，每秒钟传送 50 帧图像，那么虽然能克服闪烁感，但却使视频信号占用的频带较宽（约 11MHz）。要传送这样宽频带的电视信号，会使电视设备复杂，成本上升，不利于推广与普及。为了解决这个问题，不使传送的电视信号占用太宽的频带，既能降低设备成本和增加信道利用率，又能消除画面的闪烁现象，提出了隔行扫描方案。

隔行扫描是把一帧图像分成奇数场和偶数场来扫描，电子束先自上而下地扫描每帧图像中的 1、3、5…等奇数行，称为奇数场，如图 1-1b 所示；等扫描完一帧中的全部奇数行后，

再移到图像上端,依次扫描2、4、6…等偶数行,称为偶数场,如图1-1c所示。

在隔行扫描中,一般扫描总行数都选为奇数,而不采用偶数。这是因为采用偶数行方式时,则每场扫描的行数必然为整数。第一场扫描完后,第二场扫描的起点必须低于第一场扫描的起点,才能保证相邻两场扫描线镶嵌。这就要求扫描电流锯齿波振幅在两场中不能相同,显然这将使设备复杂化。如果选取一幅图像总扫描行数为奇数,则每场均有一个半行,并设计奇数场从左上端开始,结束于最后一行的一半,然后电子束返回到屏幕上方的中间,开始第二场扫描。第二场从屏幕上方的中点开始,结束于最后一行结尾(屏幕右下端),就能保证两场扫描电流的振幅相等,奇数均和偶数均匀镶嵌如图1-1所示。

这样,在帧扫描频率不变的情况下,由于把一帧图像分成两场出现,在屏幕上使图像的更换频率提高了一倍,从而解决了图像的闪烁问题,并使图像信号带宽下降了一半(约5.5MHz)。只要奇、偶两场的扫描周期相等且为帧周期的一半,并使奇、偶两场各行光栅在屏幕上均匀镶嵌,就能达到与逐行扫描相同分辨力的效果。隔行扫描的图像形成过程如图1-2所示。

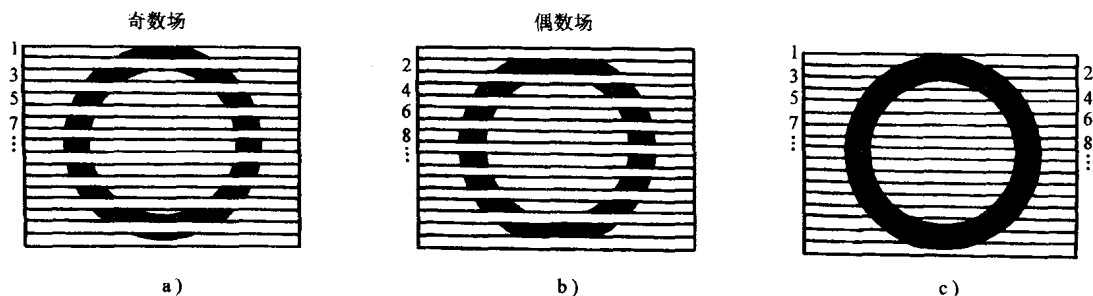


图1-2 隔行扫描图像形成过程

a) 奇数场的图像 b) 偶数场的图像 c) 奇数场和偶数场镶嵌后的图像

我国模拟电视标准规定帧频为25Hz,隔行扫描时的场频为50Hz。选择场频等于电网的频率,是为了克服电源滤波不良所引起图像的蠕动现象。其它参数规定如下:

行周期: $T_H = 64\mu\text{s}$;	行频: $f_H = 15625\text{Hz}$;
行正程时间: $52\mu\text{s}$;	行逆程时间: $12\mu\text{s}$;
场周期: $T_V = 20\text{ms}$;	场频: $f_V = 50\text{Hz}$;
场正程时间: 18.4ms ;	场逆程时间: 1.6ms ;
每帧总行数: 625行;	每场行数: 312.5行;
每场正程: 占287.5行;	每场逆程: 占25行。

1.4 黑白全电视信号

电视系统要完成黑白图像的传输,不失真地重现原图像,除必须传送图像信号外,还必须传送复合消隐信号、复合同步信号、槽脉冲和均衡脉冲信号所组成的辅助信号。这些辅助信号是为了保证收发同步,逆程期间不显示光栅以及隔行扫描均匀镶嵌所必须设置的。图像信号与辅助信号合称为黑白全电视信号,如图1-3所示。

1.4.1 黑白图像信号

黑白图像信号是由黑白摄像机拍摄的图像转变而来的。图像信号是单极性的,只能是正

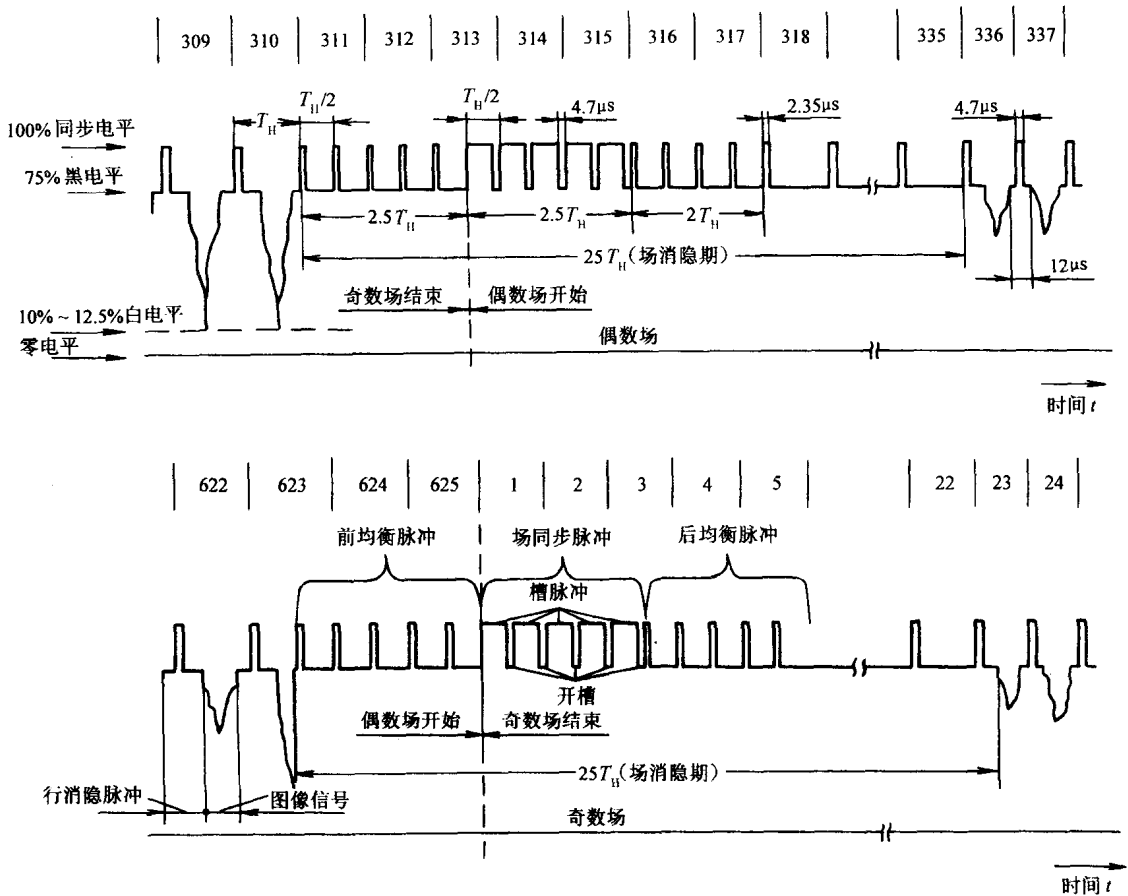


图 1-3 黑白全电视信号

值或负值，不能在零值两边变化。规定图像信号相对高度的 12.5% 以下为白电平，75% 以上为黑电平，处于 75% 处为消隐电平，75% ~ 100% 的部分为同步电平。如果图像信号电平越高，图像越黑；电平越低，图像越亮，即图像信号电平的高低与图像亮度成反比，这种视频信号称为负极性信号。反之，如果规定曲线相对高度的 12.5% 以下为黑电平，75% 处为白电平，图像信号电平的高低与图像亮度成正比，这样的视频信号称为正极性信号。我国电视发送与接收都采用负极性视频信号。

实验表明，为了逼真地传送各种活动画面，图像信号需要有 0 ~ 6MHz 的带宽，其中低频部分代表图像的背景，高频部分代表图像的细节。因此，若低频不足，将使图像背景变暗，若高频不足，则使图像清晰度下降。

1.4.2 行同步与行消隐信号

为了使在行回扫期间屏幕上不出现干扰亮线，电视发送端在行逆程期间发送了一系列行消隐脉冲。行消隐脉冲的宽度为 $12\mu\text{s}$ ，周期为 $64\mu\text{s}$ ，相对幅度为 75%。

为了使收发系统各行同步，电视发送端还要发送一系列行同步脉冲。规定行同步脉冲的宽度为 $4.7\mu\text{s}$ ，周期为 $64\mu\text{s}$ ，相对幅度为 100%，行同步脉冲前沿与行消隐脉冲前沿间隔

$1.5\mu\text{s}$ ，如图 1-4 所示。

保持收、发两端各行的同步是十分必要的。若收、发端行扫描的频率、相位不等时，图像将发生错乱甚至不可辨认。如果接收机的行频略高于或略低于发送端时，那么接收机屏幕上将呈现出向左或向右倾斜的图像，如图 1-5 所示。如果收、发两端的行频相等但起始相位不同时，那么图像会整个向左或向右偏移甚至被分裂成两部分。

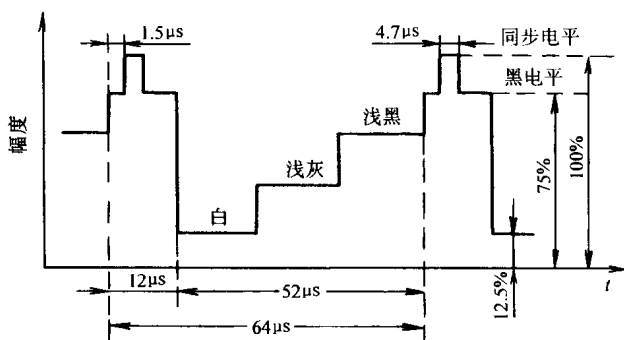


图 1-4 行同步与行消隐信号

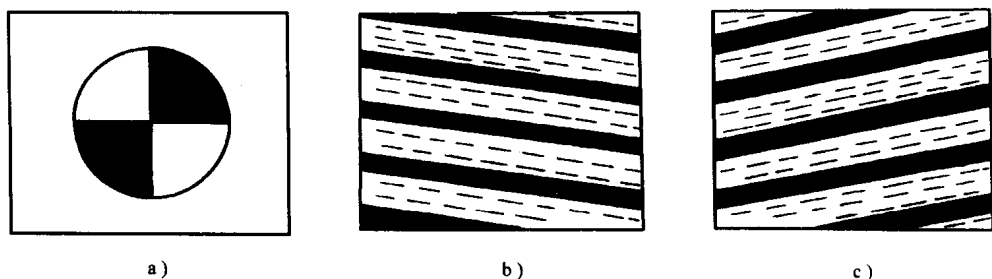


图 1-5 行不同步时的屏幕图像

a) 同步时的图像 b) 行频偏高时的图像 c) 行频偏低时的图像

1.4.3 场同步与场消隐信号

与行消隐、行同步信号类似，为了使在场逆程期间屏幕上不出现干扰亮线以及实现收、发两端的场同步，在发送端要发送一系列场消隐脉冲和一系列场同步脉冲。规定场消隐脉冲的宽度为 $1612\mu\text{s}$ ，相对幅度为 75%；场同步脉冲的宽度为 $160\mu\text{s}$ ，相对幅度为 100%。

保持收、发两端的场同步也是十分必要的。若接收端的场频略高于发送端时，则图像将不断地下移。反之，当接收端的场频略低于发送端时，则图像将不断地上移。同样，当收、发两端的场频相同但初始相位不同时，则图像虽能稳定，但也会变成上下分裂，如图 1-6 所示。

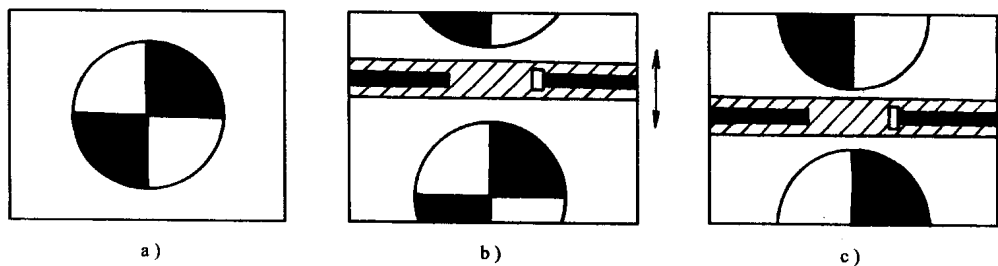


图 1-6 场不同步时的屏幕图像

a) 同步时的图像 b) 场频偏高或偏低时的图像 c) 场频相同但初相不同时的图像

1.4.4 槽脉冲

在电视接收系统中，提取场同步信号的方法是采用积分电路，而提取行同步信号则是采用自动频率控制电路（AFC）。这就要求电视发送端对每一行提供行同步脉冲前沿准确的位置信息以确保行同步的实现。如果不对场同步脉冲开槽，则在场同步信号期间（脉宽为 $160\mu\text{s}$ ）将丢失 2~3 个行同步的信息，以致收、发两端在此期间不能严格保持行同步，这会使屏幕图像最上面的几行出现不稳定。

为了在场同步信号期间不丢失行同步信号，使行扫描保持同步，在场同步信号中开了 2 个或 3 个小凹槽，称为槽脉冲，槽脉冲的后沿对准行同步信号前沿。槽脉冲宽度等于行同步脉冲宽度，槽脉冲的周期为 $T_H/2$ ，如图 1-7 所示。

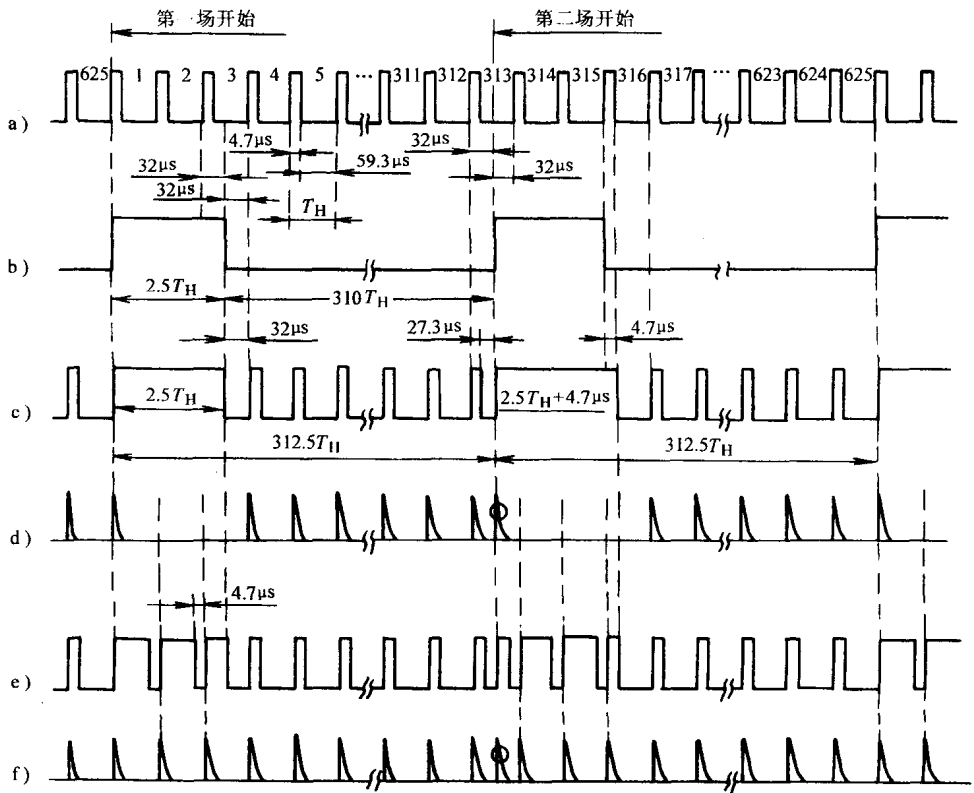


图 1-7 开槽前后的同步信号

- a) 行同步 b) 未开槽的场同步 c) 未开槽的复合同步
d) 未开槽的复合同步的上升沿脉冲 e) 开槽后的复合同步 f) 开槽后的复合同步的上升沿脉冲

1.4.5 前、后均衡脉冲

由于奇数场是以整行开始而结束于最后一行的前半行，而偶数场是从第一行的后半行开始而结束于最后一个整行，因此，奇数场和偶数场的场同步信号的开始时刻与前一行的行同步信号上升沿的时间间隔是不同的，共相差半个行周期。这样，接收端为获取场同步信号而设的积分电路的充放电曲线也是错开的。接收端设计一定的触发电平通过与积分电路的充电电压比较来获取场同步信号，这样获取奇、偶场的场同步信号上升沿与各自前一行行同步信

号上升沿的间隔之差值不是半个行周期，就会使奇偶场光栅不均匀镶嵌甚至出现并行现象。

解决办法：一是在场同步脉冲前后分别加置 5 个脉宽为 $2.35\mu\text{s}$ ，周期为 $T_H/2$ 的前后均匀脉冲。二是在场同步期间多开几个槽脉冲（奇、偶场分别多开 3 个和 2 个），使奇偶场场同步信号的开槽方式完全相同，并规定开槽宽度为 $4.7\mu\text{s}$ ，槽脉冲的周期为 $T_H/2$ 。加置前、后均衡脉冲和对场同步信号多开几个槽之后，会使接收机在获取行同步信号时，每场出现了几个多余的行同步脉冲（位于场同步信号附近的场消隐期间），但这几个多余脉冲，不会影响接收系统与发送系统行同步的实现。

另外，场同步脉冲开槽及前后各加入 5 个均衡脉冲后共占用 $7.5T_H$ 的时间，但是整个场消隐期共占用 $25T_H$ 的时间。为了保证行同步，必须在上述 $7.5T_H$ 时间以外的场消隐期间继续传送行同步信号，如图 1-3 所示。

1.5 电视信号的发送

在电视信号中除了图像信号外还有伴音信号。由于伴音信号和图像信号中都有丰富的低频成分，不能直接通过天线有效地发射出去和接收下来，必须使用频率足够高的载波进行调制，才能把已调制的高频信号从天线上有效发射到空中以电磁波形式进行传播。

1.5.1 电视发送系统

电视发送系统由摄像机、图像发射机、话筒、音频放大器、伴音发射机等组成，如图 1-8 所示。

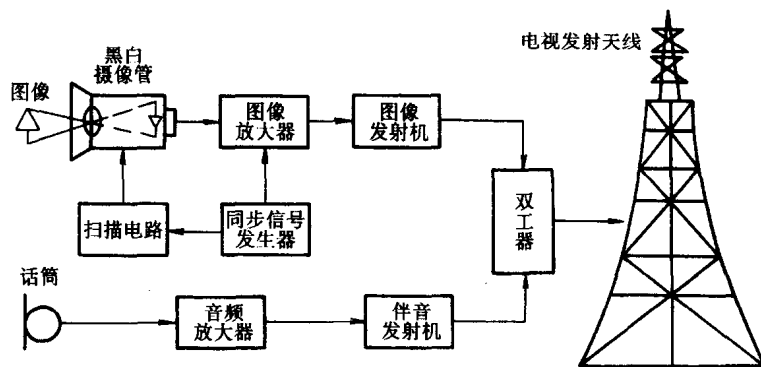


图 1-8 电视发送系统

电视发送过程如下：首先由摄像机将景物拍摄下来，并转换成与景物亮度成比例的电信号，称为视频信号或图像信号，经过放大与加工处理，在图像发射机中以调幅方式，把视频信号对超高频载波进行调制，形成超高频调幅波。同时，话筒将声音转变为电信号，称为音频信号或伴音信号，放大后送入伴音发射机，以调频方式对另一个频率更高的超高频载波进行调制，形成超高频调频波。伴音高频调频信号和图像高频调幅信号汇合后通过天线向空中发射电磁波或通过有线电视或光缆传送出去。

1.5.2 图像信号的调幅

图像信号是由摄像机拍摄的图像转变而成的，它包含从 0 到 6MHz 之间的各种频率的信号，必须使用高频载频进行调制，形成高频已调信号才能通过天线有效地发射出去和接收下

来。由于中频调制发射方式具有残留边带可在中频实施，不同频道可以共享残留滤波器，中频调制式发射机的激励器可以通用，以及有利于设备的系列化和标准化等优点，因而在电视系统中得到采用。

在中频调制发射方式中，图像信号与 38MHz 载频进行幅度调制产生普通调幅波，经残留边带滤波后得到残留边带调幅信号，再和本机高频振荡信号混频，得到某个频道上的高频图像调幅信号，再经过图像功率放大后送到发送天线发送出去（或有线传送）。

1.5.3 伴音信号的调频

人耳能听到声音信号的频率范围一般为 20Hz ~ 20kHz。伴音信号由于自身频带很窄，采用调频制传送后，得到的已调信号的带宽和图像信号相比是微不足道的，加上采用了与图像信号不同的调制方式，能减少图像信号与伴音信号之间的相互干扰，使伴音信号具有更强的抗干扰能力以获得良好的音质。我国电视标准规定的音频信号的频率范围为 20Hz ~ 15kHz，采用调频方式传送，最大频偏 Δf 为 50kHz，则音频调频信号的带宽为 $B = 2 \times (50 + 15) \text{ kHz} = 130 \text{ kHz}$ 。具体产生过程是：从电视信号制作系统送来的伴音信号，经过伴音放大后，与 6.5MHz 载频进行频率调制产生调频波，再与 38MHz 载波进行混频，得到 31.5MHz 调频波，最后再与本振信号混频得到某个频道上的高频伴音信号（电视频道的伴音载频始终比图像载频高 6.5MHz），再送到发送天线发送出去（或有线传送）。

1.5.4 残留边带发送

所谓残留边带，就是指在传输某一边带的同时也传送另一边带的一部分（低频部分）。

图像信号的频率范围为 0 ~ 6MHz，与 38MHz 图像中频载波进行调幅后，形成的调幅波要占用 12MHz 的带宽，直接传送这样宽频带的信号，会使空间频段利用率降低，在同样的频率范围内可设置的电视台数目会减少。同时也会给发射机及发射天线的设计制造带来许多困难，使电视接收机复杂化。

图像信号调幅后形成的上、下两个边带，包含有相同的视频信号，如果在发射的时候设法抑制掉其中的一个边带，仍可完成传送图像信息的任务，这种传送方式称为单边带传送方式。从理论上分析，单边带调制能使信号频带降低一半从而提高了波段利用效率。但它要求电视机必须采用恢复载波的同步解调方式，这将增加广大用户使用的电视机的复杂性和成本。而且由于图像信号频带是从零频（直流）开始的，要从已调的调幅信号频谱中保留载频和一个边带，在技术上也较难制造出具有如此陡峭特性的单边带滤波器。

因此，在目前的电视系统中，采用了残留边带调制方式传输图像信号。具体的实现方法是：先用图像载频 f_p ($f_p = 38 \text{ MHz}$) 对图像信号进行调幅，产生 AM 信号，然后通过一个具有残留边带特性的滤波器保留载频 f_p 和整个上边带，而滤除下边带中 ($f_p - 1.25 \text{ MHz}$) 以下的频率分量，只

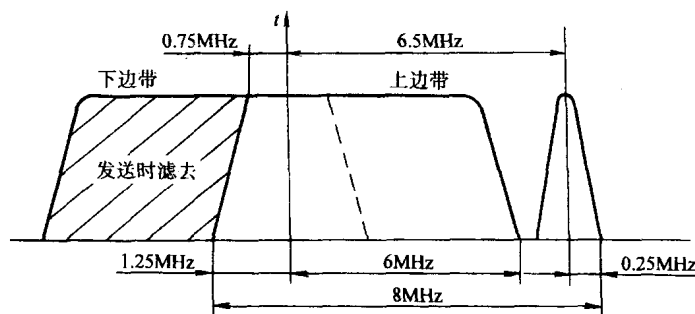


图 1-9 残留边带调制前后的信号频谱

保留下边带中 ($f_p - 0.75 \text{ MHz}$) 以上的分量，并在 ($f_p - 1.25 \text{ MHz}$) 至 ($f_p - 0.75 \text{ MHz}$) 频率分量间具有线性过渡特性，如图 1-9 所示。伴音调频信号的频带宽度与图像调幅信号相比要

小得多，所以，伴音调频信号仍然采用双边带传送。我国电视标准规定，每个频道的伴音载频比图像载频高 6.5MHz。

1.5.5 电视频道的划分

高频图像信号和高频伴音信号占有一个很宽的频带，这个频带称为频道。我国规定一个频道的频带宽度为 8MHz。在电视广播中，每个电台节目必须单独使用一个频道。我国目前频道划分情况（按照 GB4877—1985）是：从 47~230MHz 甚高频波段（VHF）安排了 12 个频道，从 470~958MHz 特高频波段（UHF）安排了 56 个频道，总共 68 个频道，其频率划分见表 1-1。

表 1-1 我国电视频道划分表

波段	频道	频率范围/MHz	图像载频/MHz	伴音载波/MHz	本机振荡/MHz
I 波 段	1	48.5 ~ 56.5	49.75	56.25	87.75
	2	56.5 ~ 64.5	57.75	64.25	95.75
	3	64.5 ~ 72.5	65.75	72.25	103.75
	4	76 ~ 84	77.25	83.75	115.25
	5	84 ~ 92	85.25	91.75	123.25
III 波 段	6	167 ~ 175	168.25	174.75	206.25
	7	175 ~ 183	176.25	182.75	214.25
	8	183 ~ 191	184.25	190.75	222.25
	9	191 ~ 199	192.25	198.75	230.25
	10	199 ~ 207	200.25	206.75	238.25
	11	207 ~ 215	208.25	214.75	246.25
	12	215 ~ 223	216.25	222.75	254.25
IV 波 段	13	470 ~ 478	471.25	477.75	509.25
	14	478 ~ 486	479.25	485.75	517.25
	15	486 ~ 494	487.25	493.75	525.25
	16	494 ~ 502	495.25	501.75	533.25
	17	502 ~ 510	503.25	509.75	541.25
	18	510 ~ 518	511.25	517.75	549.25
	19	518 ~ 526	519.25	525.75	557.25
	20	526 ~ 534	527.25	533.75	565.25
	21	534 ~ 542	535.25	541.75	573.25
	22	542 ~ 550	543.25	549.75	581.25
	23	550 ~ 558	551.25	557.75	589.25
	24	558 ~ 566	559.25	565.75	597.25
V 波 段	25	606 ~ 614	607.25	613.75	645.25
	26	614 ~ 622	615.25	621.75	653.25
	27	622 ~ 630	623.25	629.75	661.25
	28	630 ~ 638	631.25	637.75	669.25
	29	638 ~ 646	639.25	645.75	677.25
	30	646 ~ 654	647.25	653.75	685.25
	31	654 ~ 662	655.25	661.75	693.25