

21 世纪高职高专系列教材

王川 主编

电视原理 与技术

DIANSHI YUANLI YU JISHU

湖北科学技术出版社

教材编委会

安志鹏 刘小芹 张学礼 姚建永
李 旭 王 川 杨少春 刘 骋
尹建新 谢中华 宋烈武 蔡建国
杨忠旭 许胜辉

内 容 提 要

本书主要讲述了电视原理与电视接收技术。内容不仅涉及电视接收系统的基本知识,而且还介绍了大屏幕电视新技术。全书共分为十二章,第一至第五章为电视系统的基本知识,包括电视图像传送原理、三基色原理、显像器件结构及工作原理、PAL制彩色电视原理及射频电视信号等。第六至第十章讲述了彩色电视机的工作原理,介绍了高频调谐器、中放及伴音通道、彩色解码器、彩色电视的成像系统、开关稳压电源等。第十一章为红外线遥控技术及整机电路分析。第十二章介绍了彩色电视机的检测与调试。

本书既是高等职业技术院校电子信息类专业教材,同时也是电视技术爱好者和电视维修人员的学习参考书。

前 言

电视技术是无线电、电子、通信等多个专业的重点课程。随着电子、计算机、互联网技术的发展,电视技术已进入了一个崭新的发展阶段。近年来,电视技术发展日新月异,在电视系统中,使用了新器件、新技术,使电视智能化,多功能化。当前,数字技术不仅在电视系统中得到了广泛的应用,完全数字化的电视系统已经到来了。作为无法替代的信息终端,电视系统将在各个方面扮演越来越重要的角色。为了使教学适应这种飞速发展的需要,我们组织了长期从事电视课程教学,有丰富实践经验的教师编写了此书。

本书主要讲述了电视原理与电视接收技术。全书共分为12章,第一章到第五章主要讲述了彩色电视的基本原理,为全书奠定了理论基础。第六章到第十一章讲述了电视机的各单元电路及整机电路的工作原理和电路分析。第十二章介绍了电视机的检测及调试方法。本书以彩色电视机技术为主线,来安排各章节的内容,通过“兼容”原理,同时阐明了黑白电视原理。在第六章到第十一章均设有实际电路分析举例。

本书在编写过程中,力求做到概念清楚、深入浅出以发展求新为原则。为帮助学生课后复习巩固所学的知识,每章后均有思考与练习题。书后附有我国电视频道划分表、世界各国电视标准和电视技术英汉缩写对照表等。

为了便于读者识图,本书第十一章和各章实例分析中的元器件符号均与所选原图中的一致,没有按照国标要求,特在此说明。

本教材由尹建新老师编写第一、二、三、四、五章,郑秀兰老师编写第六、七、八、九章、王川老师编写第十、十一、十二章及附录和全书统稿。武汉职业技术学院电信工程系主任姚建永副教授对本教材的立项、编写大纲进行了审阅,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

由于电子技术发展很快,编者水平有限,书中难免有错误和疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2004年7月26日

目 录

第一章 电视传送图像原理	(1)
引言	(1)
第一节 基本概念	(1)
第二节 扫描原理	(3)
第三节 电视系统参数	(8)
第四节 同步原理	(11)
第五节 黑白电视信号的频谱	(18)
思考与练习题	(20)
第二章 彩色基础知识	(21)
引言	(21)
第一节 彩色基本概念	(21)
第二节 色度学基础	(22)
思考与练习题	(37)
第三章 摄、显像器件	(38)
引言	(38)
第一节 摄像管和三管式摄像机	(38)
第二节 彩色摄像机(单管式)	(42)
第三节 彩色显像管	(45)
思考与练习题	(51)
第四章 PAL 制彩色电视原理	(52)
引言	(52)
第一节 色差信号	(52)
第二节 色度信号	(55)
第三节 色同步信号	(65)
第四节 γ 校正	(66)
第五节 标准彩条与电视信号波形	(67)
思考与练习题	(71)
第五章 射频电视信号	(72)
引言	(72)
第一节 图像信号的调制	(72)
第二节 伴音信号的调制	(75)
第三节 频道划分	(77)

思考与练习题	(78)
第六章 公共通道	(79)
引言	(79)
第一节 天线、传输线和匹配器	(80)
第二节 高频调谐器	(87)
第三节 中频通道	(91)
第四节 中频通道实例分析	(97)
思考与练习题	(103)
第七章 伴音通道	(104)
引言	(104)
第一节 伴音通道的功能及性能要求	(104)
第二节 伴音通道的功能电路	(105)
第三节 伴音通道电路的实例分析	(112)
思考与练习题	(117)
第八章 PAL 解码器	(118)
引言	(118)
第一节 概述	(118)
第二节 亮度通道	(119)
第三节 色度通道	(127)
第四节 解码矩阵电路	(137)
第五节 PAL 解码器实例分析	(139)
思考与练习题	(150)
第九章 同步扫描电路	(152)
引言	(152)
第一节 同步扫描电路的功能与要求	(152)
第二节 同步分离电路	(154)
第三节 行扫描电路	(158)
第四节 场扫描电路	(165)
第五节 扫描电路实例分析	(169)
思考与练习题	(177)
第十章 电视机电源电路	(179)
引言	(179)
第一节 概述	(179)
第二节 开关式稳压电源的基本原理	(180)
第三节 开关型稳压电源电路实例	(182)
思考与练习题	(186)
第十一章 彩色电视机遥控系统及整机分析	(187)
引言	(187)

第一节 彩电红外遥控系统概述	(187)
第二节 红外遥控系统的工作原理与电路分析	(191)
第三节 TA 四片集成电路彩色电视机整机分析	(202)
第四节 TA 二片集成电路彩色电视机整机分析	(208)
思考与练习题	(220)
第十二章 彩色电视机的检测与调试	(221)
引言	(221)
第一节 常用测试仪器简述	(221)
第二节 电视机的特殊元器件的性能和测试方法	(223)
第三节 彩色电视广播测试图和使用方法	(230)
第四节 彩色电视机主要性能的调试	(233)
思考与练习题	(235)
附录	(236)
附录 A 电视频道的划分	(236)
附录 B 世界各国电视标准	(238)
附录 C 电视机同缩略语英汉对照表	(240)
参考文献	(246)
附图 I 电视测试卡	

第一章 电视传送图像原理

引言

电视系统是活动图像信号的传输系统。当然,完整的电视信号中也包括声音信号。但是,电视系统中以传送图像为主,故电视中的声音称为伴音。与单纯的声音信号传送系统相比,电视信号的显著特点是信号的带宽特别宽,大约是音频信号的三百倍左右。这也是因为人的眼睛所感受到的信息量远远大于耳朵所能感受到的信息量。电视信号的宽频带,不仅带来传输上的技术难度,而且,对于开路电视系统来说,还意味着占用更多的空间频率资源。故只要可能,一般都尽可能地压缩频带。另外,由于彩色电视系统必须考虑到和黑白电视系统兼容,所以导致彩色电视信号比较复杂,从而导致了彩色电视机的复杂。

第一节 基本概念

一、电视系统概念

从最一般的观点来看,电视系统可以看成由三部分组成,如图 1-1 所示。

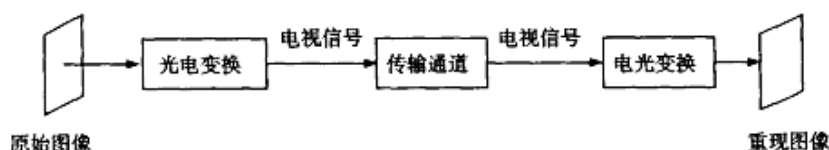


图 1-1 电视系统组成框图

在图 1-1 中,重现图像与原始图像要做到完全一样实际上是不可能的。一副真实的图像,无论是亮度范围,对比度范围还是色彩范围都是相当广泛的,在技术上,要想完全重现出来是不可能的。电视技术要完成的,只是使得重现图像让人们可以接受或者基本上可以接受。电视技术的进步和完善,无非是使得重现图像越来越逼近原始的真实图像。当然,也应该包括人为的技术处理,即“修饰”。

光电转换将原始图像上的亮度信息和色彩信息转变成电信号,即电视信号。这种电视信号我们称为视频电视信号,或者简称为视频信号。实现这种光电转换的具体器件是摄像管或电荷耦合器件 CCD(Charge Couple Devise)。电光转换则相反,它将电视信号还

原成图像,具体器件是显像管,或者液晶显示器,或者等离子体显示器等。光电转换和电光转换也称为摄像端和显像端。

电视信号从摄像端传输到显像端有两种方式:一种是直接传输,称为视频传输;一种是将视频电视信号调制在载波上传输,称为射频传输。视频缩写为 VF (Video Frequency),射频缩写为 RF (Radiation Frequency)。视频传输一般用于专用电视系统中,例如银行的监视系统,公交车上的后门监视等。射频传输则一般用于广播电视。

传输媒介一般也有两种方式:一种是通过电缆传输,称为闭路电视。典型的例子是有线电视 CATV 系统。另一种是通过空间电磁波传输,称为开路电视。开路电视当然只能是射频传输,而闭路电视则视频传输和射频传输都有可能。

☞ 现在的电视机上一般都有两种信号接口,一种是射频 RF 接口,俗称天线端子,用于连接天线或 CATV 信号端。一种是音频、视频接口,也称为 AV 接口或者 AV 端子 (Audio & Video)。用于连接影碟机或者录像机的音频、视频信号端。也有的影碟机或者录像机上设置有 RF 信号端。

二、图像传送原理

对于黑白电视系统来说,所谓摄像,是通过对被摄图像的逐点、逐行、逐帧的扫描将相应的图像上的各点的亮度强弱变成高低的电视信号电平。而对于彩色电视系统,则除了将亮度信息变成电信号以外,还需要把各点的色彩信息变成电信号。为了简化问题,首先我们只讨论黑白电视系统。

电视系统中的扫描,是类似于人们阅读的方式,即从左到右,从上到下,逐行逐帧进行的。摄像管中的电子束在偏转磁场的作用下,不断地在被摄图像上扫描,而扫描的同时,将扫描点所在之处的图像亮度转变成电信号的电平。水平方向的扫描称为行扫描,垂直方向的扫描称为帧扫描。一帧扫描是通过很多行扫描实现的。对于行扫描,从左到右的扫描称为行正程,正程完成后,电子束要从右回到左,这称为行逆程。对于帧扫描,从上到下的扫描称为帧正程,而电子束从下回到上的过程则称为帧逆程。无论是行扫描还是帧扫描,逆程期间不对图像进行光电转换或者电光转换。对摄像管和显像管来说,逆程期间电子束截止,称为消隐。在逆程消隐期,电视信号电平与图像亮度无关。电视技术上,将电视信号在逆程期的电平置定在“黑色电平”上,即全黑图像所对应的电视信号电平。称为消隐电平。

从整个电视系统上看,摄像管和显像管中的电子束均在进行扫描。摄像管通过扫描将被摄图像亮度逐点、逐行、逐帧地转换为电视信号电平,而显像管则通过扫描逐点、逐行、逐帧地将电视信号电平转换成图像亮度。显然,摄、显像两端的扫描必须同步进行,不然会导致显像端图像的错位。因此,同步是电视系统中的一个重要问题。

当然,以上讨论的仅仅是图像亮度信息的传送,尚未涉及到图像的色彩信息传送。这必须在我们对色度学的基本知识有所了解之后才能够理解。

第二节 扫描原理

一、基本原理

摄像管和显像管中的电子束要求在偏转磁场的作用下进行从左到右、从上到下的逐行逐帧的匀速扫描。为此,无论在摄像管还是显像管中,均设置了两组偏转线圈,在偏转线圈中通以线性锯齿波电流,以产生所需的偏转磁场。两组偏转线圈中,一组为水平偏转线圈,也称行偏转线圈。它所产生的偏转磁场使得电子束进行水平方向的偏转。另一组为垂直偏转线圈,也称为帧或场偏转线圈。它产生的偏转磁场使得电子束进行垂直方向的偏转。只有当行和帧偏转线圈中同时通以线性锯齿波电流时,摄、显像两端的电子束才会同时进行行和帧的扫描。实际上,一帧的扫描线是由许多行来体现的,或者说,一帧中包含有许多行。当锯齿波电流的幅度合适时,当然应该有如下的对应关系:

①行锯齿波电流:当锯齿波电流达到最大值时,对应着电子束扫描到水平方向的最右边;当锯齿波电流达到负的最大值时,对应着电子束扫描到水平方向的最左边;当锯齿波电流为零时,对应着电子束扫描到水平方向的中间。

②帧锯齿波电流:当锯齿波电流达到最大值时,对应着电子束扫描到垂直方向的最上边;当锯齿波电流达到负的最大值时,对应着电子束扫描到垂直方向的最下边;当锯齿波电流为零时,对应着电子束扫描到垂直方向的中间。

根据以上原则,我们就可以得到扫描锯齿波电流与光栅之间的对应关系。如图 1-2 所示。

在图 1-2 中,行扫描逆程期的扫描线用虚线表示,帧逆程期扫描线用另一种虚线表示,它们都是要被消隐的,在显像端将是不被显示的。所以只有正程期的扫描线才形成真正的光栅。同时,虽然光栅都是倾斜的扫描线,但是,当扫描行数比较多时,这一点也不是什么问题。

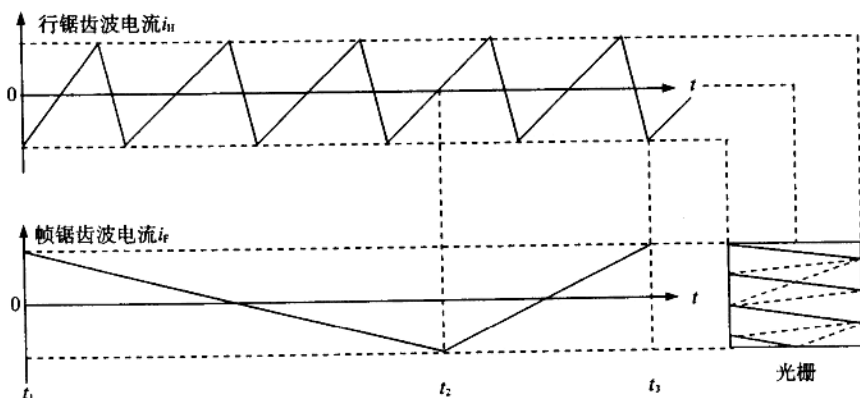


图 1-2 扫描锯齿波电流与光栅之间对应关系

在图 1-2 中还可看到, t_1 时刻对应着电子束处于显示屏的左上角, 在 t_2 时刻, 帧电流达到负的最大值, 故电子束扫描到显示屏的最下方。但此时正是行电流中第四行正程期一半的时候, 故电子束处于水平方向中间的位置。 $t_2 \sim t_3$ 这一时间段是帧逆程期, 电子束在垂直方向进行回扫, 即向上移动。同时, 水平方向仍然按行电流的规律左右移动。但这段时间电子束将被消隐, 故显示屏上将不会显示出来。

t_3 时刻显然电子束又回到显示屏的左上角。由于 t_3 时刻是这一帧的终止点, 又是下一帧的起始点, 故在显示屏上, 两帧的起始点的几何位置是重合的。因而每帧光栅必然重合。这也是电视技术的要求。如果不重合, 则每帧扫描所显示的电视画面将因不重合而导致模糊不清。从图 1-2 中可以看到, $t_1 \sim t_3$ 这一时间段正好是一个帧锯齿波的周期, 同时也正好含有整数个行锯齿波周期, 故如果要求每帧光栅重合, 则必须保证帧周期中含有整数个行周期。

实际上, 只要保证每帧时间内含有整数个行周期即可保证每帧光栅重合, 并不是非要帧锯齿波的起始点一定得对准行锯齿波的起始点。在图 1-2 中, 如果我们将帧电流在时间轴上平移一个时间段, 仍然可以保证一帧时间内含有整数个行周期, 仍然可以保证每帧光栅的重合。因为此时每帧起始点时刻电子束在显示屏中的几何位置是重合的。

二、隔行扫描

人的眼睛有两个特性: 一个是对间歇性发光的光源, 如果光源发光的重复频率较高, 人眼会感觉不到亮度的闪烁了, 而会感到光源在连续发光。当光源发光的重复频率高到人眼感觉不到闪烁时, 这个频率称为人眼的临界闪烁频率。临界闪烁频率与两个因素有关: 即视角越大, 光源越亮, 临界闪烁频率就越高。就一般电视屏幕和观看距离来说, 人眼的临界闪烁频率大约是 45.8Hz。

人眼还有一个视觉特性, 就是视觉暂留现象。当进入人眼的光照突然消失时, 大脑并没有跟着立即感到消失, 而是依然会残留一小段时间。这导致一个有趣的结果, 即如果把活动图像按一定的时间间隔拍摄下来, 形成一帧一帧的固定画面, 然后再按一定的速度播放, 则只要相邻两帧画面差别不是很大人眼就会感到画面的动作是连续的。人们早就在电影的实践中应用了这一点。电影摄影机以每秒 24 帧的速度拍摄图像, 以每秒 24 帧的速度放映, 这时人们从电影银幕看到的画面是连续动作的。但是, 有一个问题, 就是亮度闪烁感。因为放映一帧画面, 银幕就亮一次, 然后用遮光板将光源遮住。下一帧胶片到位时, 遮光板又打开, 银幕又亮一次。由于每秒放映 24 帧, 故银幕每秒亮 24 次, 远远低于人眼的临界闪烁频率, 故人们会有闪烁感。为解决这一问题, 电影放映机在放映每帧胶片的画面时, 让遮光板开闭两次, 这样, 每秒放映 24 帧画面, 银幕却亮 48 次, 超过人眼的临界闪烁频率, 从而克服了闪烁感。

现在回到电视上来。电视信号的带宽与帧频成比例, 这一点将在后面说明。在电视里, 每扫描完一帧, 显示屏就亮一次, 为克服闪烁感, 也为与电网频率同步(这一点在技术上有一定的好处), 我们取帧频为 50Hz。但是, 如果采用隔行扫描的方法, 却可以将帧频

取 25Hz,既可克服闪烁感,又可达到画面动作在人眼看起来是连续的,而此时电视信号的带宽却降低一半。

所谓隔行扫描,是将一帧扫描分为两次垂直方向的扫描来完成。每一次垂直扫描称为一场。第一场扫描的光栅与第二场扫描的光栅并不重合,而是均匀镶嵌,两场光栅合成为一帧光栅,而每帧光栅依然重合。如图 1-3 所示。

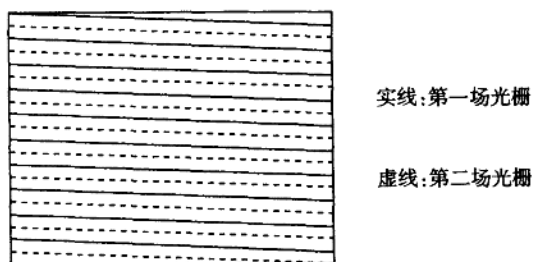


图 1-3 隔行扫描光栅示意图

每一场扫描屏幕亮一次,故一帧扫描屏幕亮两次。当帧频为 25Hz 时,场频则为 50Hz,即显示屏每秒亮 50 次,这就可以克服闪烁感。

实际上,对每一行扫描线而言,依然是 25Hz 的亮度重复频率,只不过对整个显示屏而言,每秒亮 50 次。故当电视画面很亮,或者视角较大时,还是会有一定的闪烁感的。故现代电视技术中,为了观看的舒适,将隔行扫描的电视信号转换为逐行扫描,在接收机中将场频提高到 100Hz,从而彻底消除闪烁感。但是电视信号仍然是隔行扫描的信号。

由于每帧光栅必须重合,故一帧中仍然必须含有整数个行周期。但是,要使得两场光栅均匀镶嵌,则必须满足一定的条件,即每个场周期中必须包含一个半行,或者说,一帧中必须含有奇数个行周期。下面给出相应的解释。

在图 1-4 中,分别给出了行、场锯齿波电流的波形。在所显示的光栅中,分别用实线和虚线代表第一场和第二场的光栅。

请注意行场锯齿波电流在时间上的对应关系。第一场场锯齿波的终止点即第二场场锯齿波的起始点 t_1 时刻,并没有正好对应某一行的终止点,而是对应着第五行的半行的地方。所以第二场是从一个半行开始的,见图中的行锯齿波电流的 A 点,该点在屏幕上的几何位置见下图中的光栅中的 A 点。因而第二场的光栅与第一场的光栅不可能重合(两场起始点在屏幕上的几何位置不重合)。在 t_2 时刻,从行锯齿波电流来说,正是第五行的结束点,第六行的起始点。此时电子束位于显示屏的最左边,如图 1-4 光栅图中的 B 点。显然电子束从 A 点扫描到 B 点,用了半行时间,即 $T_H/2$ (T_H ——行周期)。即从垂直方向来看,电子束从屏幕顶部(A 点处于屏幕顶部)到 B 点用了 $T_H/2$ 时间。第一场的第一行和第二行扫描线在图 1-4 下部的的光栅图中用 1、2 进行了标注。其起始点在屏幕的最左端,显然这两行起始点相隔一个行周期 T_H ,故 B 点处于第一场的第一行和第二行光栅的起始点的垂直距离的正中间,即两场光栅均匀镶嵌。

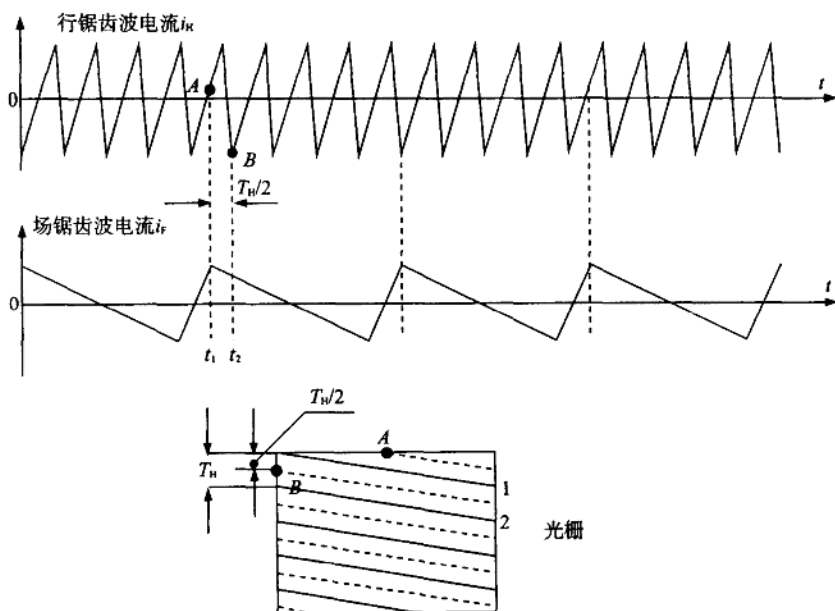


图 1-4 外场扫描锯齿电流波形

三、黑白电视信号的特征

黑白电视信号是通过摄像端的电子束的扫描将图像亮度转换成电视信号电平的,故它必然带有扫描的“痕迹”,即具有明显的行、场结构。同时,电视图像上的一些特征也一定会在电视信号中有所反应。电视信号是单极性的信号,因为不可能存在着“负”亮度,故电视信号电平不可能具有正负两个极性。电视信号分为正极性和负极性的信号。所谓正极性电视信号,是电视信号的电平与被摄图像亮度成正比例的电视信号,而反相信号则称为负极性的电视信号,其信号电平与图像亮度成反比例。

1. 电视信号具有明显的行、场结构

由于摄显像两端电子束在行场正程期进行光电和电光转换,故在行扫描正程期,电视信号在某一时刻的电平,与扫描点处的图像亮度成比例。而在逆程期,电子束消隐,此时电视信号电平与图像无关,被置定在“黑色电平”上,称为消隐电平。由于图像亮度最低值的时候,就是黑色,故黑色所对应的电视信号的电平具有基准电平的性质。因而将行场逆程期的电平人为地置定在黑色电平上,使得电视信号在逆程期有一个基准电平。而逆程期摄、显像两端的电子束均应截止,即光栅消隐,故也称为消隐电平。

可以理解,电视信号是一行一行,一场一场,一帧一帧地组成的。由许多行的电视信号组成一场的电视信号,而两场电视信号组成一帧电视信号,由许多帧的电视信号组成整个的电视信号。同时,每行正程期的电视信号波形取决于该行扫描时所对应的图像,但每行逆程期的波形与被摄图像无关,统一地置定为消隐电平。因此,就一般情况而言,电视信号可用图 1-5 表示。实际上,它们与行场扫描锯齿波在时间上是对应的。

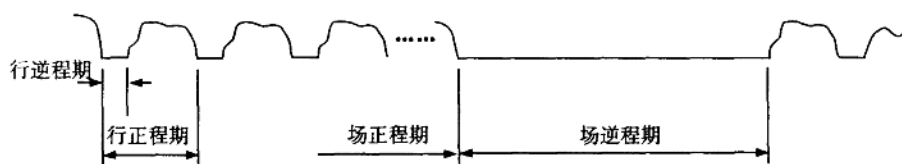


图 1-5 电视信号

2. 图像特征与电视信号

电视信号正程期的波形反映了图像亮度,当然,电视图像上的特征就会反映到电视信号中来。了解它们,有利于理解电视原理和电视信号。

(1) 图像的几何特征在电视信号中的反应

● 静止图像

如果图像是静止图像,则显然每一帧的电视信号波形是相同的。因为电视中一帧扫描完毕后下一帧又重新开始,且每帧的光栅重合。所以,对于静止图像来说,电视信号具有帧的周期性。如果图像是活动的,则一帧扫描完毕后,图像已经发生改变,下一帧的电视信号就会与前一帧不同,这时电视信号就成为非周期性的信号了。显然,该活动图像变化得越快,相邻两帧电视信号波形相差得越大,但是信号就越是具有非周期性的特点。相反,则越具有周期性的特点。故电视信号是介于周期性与非周期性之间的一种信号,或者说“准周期性”信号。

● 静止图像,垂直方向无变化

如果图像是静止的,且在垂直方向没有变化,即图像为一些竖条型的图像。则显然每一行的电视信号波形将是相同的。因为每个扫描行图像的亮度分布是一样的。这时,电视信号具有行的周期性。如果图像在垂直方向有变化,当然每行的电视信号波形不同。电视信号就不具有行的周期性。但是,当扫描行数比较多时(实际上,一帧中往往含有好几百行),则相邻两行扫描线的空间垂直距离就很小,相应的两个扫描行的图像亮度分布一般不会相差很大,故相邻两行的电视信号波形即使不同,也相差不大,我们称为具有行的相关性。相关性越大,电视信号的行周期性就越显著,反之,则越不具有行的周期性。故一般情况而言,电视信号具有行的“相关性”。

● 水平方向具有丰富的细节结构的图像

如果电视图像在水平方向具有丰富的细节结构,例如一些细密的亮暗竖条纹,则电视信号在行正程期将出现密集的电平高低起伏,这种在电平上出现密集的高低起伏的现象,意味着此时电视信号的频率很高。所以,我们可以说,电视信号的高频分量对应着电视图像水平方向的细密结构,或者说对应着水平方向的亮度细节。如果因为信号传输的某种原因(例如带宽不够)导致了电视信号的高频分量的损失,则意味着重现图像将无法再现这些亮度细节,换句话说,图像的清晰度变差了。

☞ 图像水平方向的亮度细节往往出现在某种特殊的画面。例如远镜头的高楼大厦的一排排小窗口,或者近镜头的人的毛发等。

● 水平方向有亮度突变的图像

如果电视图像在水平方向发生亮度突变,例如黑色突变为白色,或由一个亮度层次突变为另一个亮度层次。则显然电视信号在扫描到亮度突变的地方时,将会产生电平的突变。即由高电平突然变成低电平,或由低电平突变为高电平。这种边缘陡峭的脉冲,含有丰富的高频分量。因此,如果电视信号中的高频分量因系统的传输带宽不足而有所损失,将导致陡峭的脉冲边缘产生拖尾而变得平缓,使得重现图像的边缘轮廓变得模糊。所以说,电视信号的高频分量还对应着图像边缘轮廓的清晰度。

☞ 图像水平方向的亮度突变往往发生在电视字幕的轮廓,或者人物衣服与背景亮度相差较大时候的人物轮廓。

(2) 图像的亮度特征在电视信号中的反应

● 图像对比度

图像的对比度指的是最大亮度与最小亮度的比值。当图像的对比度很大时,显然电视信号在行的正程期的高电平特别高,低电平特别低。所以说,电视信号的峰峰值幅度反映了图像的对比度。

● 图像的背景亮度

当图像的亮度很大时,电视信号的整个电平都会提高,平均分量加大,即直流分量加大。故电视信号的直流分量对应着图像的背景亮度。

☞ 电视机中一般都有图像亮度和图像对比度的调节旋钮。亮度的调节是通过调节电视信号的直流分量实现的,而对比度的调节则是通过调节电视信号的峰峰值幅度实现的。

第三节 电视系统参数

电视系统的参数例如帧频、行频、扫描行数等均是根据人眼的视觉特性而决定的。电视系统实际上是为人的眼睛服务的,故应满足人眼的视觉特性的要求。在这个前提下,再考虑到尽可能地不要让电视信号的带宽过宽,从而决定电视系统的各项参数。

一、帧频、场频、行频和扫描行数

1. 帧频和场频

所谓帧频,就是电视系统每秒钟所传送图像的帧数,即电视系统每秒钟拍摄和显示的画面的帧数。根据电影的实践经验,不应低于 24Hz。在不同的国家,有的取 30Hz,有的取 25Hz。这是因为在隔行扫描的方式下,场频是帧频的两倍,即 60Hz 或 50Hz。有的国家电网频率为 60Hz,而有的国家则为 50Hz。一般都将场频取得与电网频率一致。这是因为在当初的电视技术水平下,比较容易防止电网频率对电视画面形成的水平横条的滚动干扰。

我国大陆地区黑白电视制式采用的是 D 制*, 在 D 制中, 帧频取 25Hz, 场频则为 50Hz。

2. 扫描行数

扫描行数是一帧电视图像中所具有的扫描线的数量。显然, 扫描线越多, 电视画面将会越清晰。但是, 同时, 电视信号的带宽就越宽(后面会提到这一点)。

其实, 人眼对亮度细节的分辨力是有限的。对于靠得很近的水平亮暗条纹, 站在一定的距离外就会分辨不出来了。因此, 如果我们确定人们观看电视的距离(例如为电视屏幕高度的四倍), 则扫描行数应存在一个大致适当的值。超过这个值则大多数人就分辨不出来了。故扫描行数是根据人眼对亮度细节的分辨力, 通过实验使大部分人感到满意来确定的。在各种不同的电视制式中, 有的取 525 行, 有的取 625 行(但都只能取奇数, 这是隔行扫描要求的)。我国电视标准取 625 行。

应当指出, 625 行的扫描行数, 并不是组成电视画面的真实的行数。这是因为在场或帧的逆程期还包含有若干行, 它们对电视画面是没有贡献的。

3. 行频

扫描行数实际上是一个帧周期中所包含的行的周期数。设帧频为 f_F , 帧周期为 T_F , 场频为 f_V , 场周期为 T_V , 行频为 f_H , 行周期为 T_H ** , 即有:

帧: 帧频 $f_F = 25\text{Hz}$, 帧周期 $T_F = 1/f_F = 1/25\text{Hz} = 40\text{ms}$ 。

场: 场频 $f_V = 2f_F = 50\text{Hz}$, 场周期 $T_V = 1/2T_F = 20\text{ms}$ 。

行: 行频 $f_H = 625f_F = 625 \times 25\text{Hz} = 15625\text{Hz}$, 行周期 $T_H = T_F/625 = 40\text{ms}/625 = 64\mu\text{s}$ (一个帧周期中有 625 个行周期, 故 $T_F = 625 T_H$, 即 $T_H = T_V/625$, 或 $f_H = 625f_F$)。

在场扫描中, 逆程期对图像信号的传送没有贡献, 故逆程时间取得比正程时间短的多。逆程期与周期的比值称为逆程系数。行逆程系数用 α 表示, 场逆程系数用 β 表示。即 $\alpha = \text{行逆程期 } T_{Hr} / \text{行周期 } T_H$, $\beta = \text{场逆程期 } T_{Vr} / \text{场周期 } T_V$ 。式中 T_{Hr} 和 T_{Vr} 分别表示行和场的逆程时间。一般行逆程系数取 18%, 场逆程系数取 8%。从而可得到

行逆程时间 $T_{Hr} = T_H \times 18\% = 64\mu\text{s} \times 18\% = 11.52\mu\text{s} \approx 12\mu\text{s}$,

行正程时间 $T_{Ht} = T_H - T_{Hr} = 64\mu\text{s} - 12\mu\text{s} = 52\mu\text{s}$ 。

场逆程时间 $T_{Vr} = T_V \times 8\% = 20\text{ms} \times 8\% = 1.6\text{ms}$,

场正程时间 $T_{Vt} = T_V - T_{Vr} = 20\text{ms} - 1.6\text{ms} = 18.4\text{ms}$ 。

每一场的扫描行数为 $625/2 = 312.5$ 行。每场逆程行数为 $312.5 \text{ 行} \times 8\% = 25$ 行, 每场正程行数为 $312.5 \text{ 行} - 25 \text{ 行} = 287.5$ 行。

故在对一帧图像的扫描中总共有 625 个扫描行, 但是每场逆程期将消隐掉 25 行, 一帧共消隐 50 行, 故正程期总的扫描行数为 $625 \text{ 行} - 50 \text{ 行} = 575$ 行。这就是可以从显示屏上显示出来的扫描线。以上的电视系统参数归纳如下:

* 世界上存在着各种不同的黑白电视制式。分别用一个字母来表示。例如 M 制、D 制、I 制、K 制等。在不同的制式中, 系统参数略有差别。我国大陆地区采用的是 D 制, 香港地区则采用的 I 制。

** 下标 F 表示帧 Frame, 下标 V 表示场(垂直) Vertical, 下标 H 表示行(水平) Horizontal。

	帧	场	行	扫描行数
周期	40ms	20ms	64 μ s	
频率	25Hz	50Hz	15 625Hz	
正程期	36.8ms	18.4ms	52 μ s	575 行/帧
逆程期	3.2ms	1.6ms	12 μ s	50 行/帧

二、电视信号带宽

电视信号的带宽是指电视信号的最高频率与最低频率之差。由于电视信号具有单极性的特点,电视信号的基准电平——消隐电平与图像无关,它是对电视信号进行电平处理时的参考电平,不能随意被变动,这只有在电视信号中的直流分量得以保持的时候才能保证。同时,电视信号的直流分量对应着图像的背景亮度,也不能随意地被改变或去除。故电视信号的最低电平就是直流。

电视信号的最高频率发生在图像具有水平方向达到人眼分辨力极限的亮度细节的时候,如图 1-6 所示。

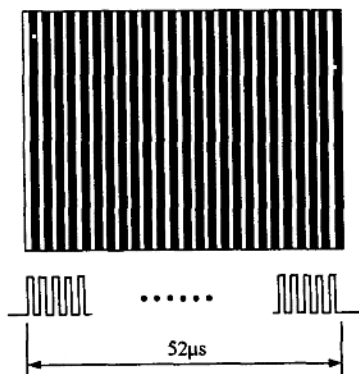


图 1-6 竖直亮暗条纹示意图

在图 1-6 中,电视图像为细密的竖直亮暗条纹(当然,对于常见的实际的电视图像,往往只有局部区域才会出现这种细密的亮暗条纹),故而电视信号相应的会出现密集的电平起伏,即此时电视信号的频率很高。由于我们假设图中的条纹密集到人眼刚刚能够分辨得出来,所以,这时电视信号的频率就是最高频率。

图中所画出来的只是一行的正程期的波形。显然,一个亮条和一个暗条将对应着电视信号的一个高频周期。设水平方向共有 N 个亮暗条纹(也称为水平清晰度为 N 线),则对应着电视信号的行正程期将有 $N/2$ 个高频周期,而行正程时间为 $52\mu\text{s}$ 。为简化问题,假定行正程期电视信号波形为正弦波(在人眼的分辨力极限,能够分辨出亮暗条纹就不错了,不在乎其亮度分布规律是怎样的),则此时电视信号的频率为:

$$f_{\max} = \frac{N/2}{52\mu\text{s}} = \frac{N}{2 \times 52} \text{MHz}$$

由于帧正程期的扫描行数为 575 行,这也是根据人眼对亮度细节的分辨力极限而确定的

垂直方向的理想清晰度,由于电子束聚焦能力的限制,当具有一定截面积的电子束扫描到水平条纹的亮条和暗条中间时(称为孔阑效应),垂直清晰度是达不到理想的 575 行的。一般需要乘以一个小于 1 的系数 K 来修正,即实际的垂直清晰度修正为 $575 \times K$ 。 K 一般可取 0.75 ~ 0.9。这还只是垂直清晰度。根据实验,当水平清晰度与垂直清晰度相当时,人们对图像质量最满意。而一般电视屏幕的宽高比为 4 : 3,故水平清晰度应为 $575 \times K \times 4/3$,即 $N = 575 \times K \times 4/3$,从而得到电视信号的最高频率为

$$f_{\max} = \frac{N}{2 \times 52} \text{MHz} = \frac{575 \times (0.75 \sim 0.9) 4/3}{2 \times 52} \text{MHz} = 5.53 \sim 6.1 \text{MHz}$$

故一般认为电视信号的带宽为 0 ~ 6MHz。这个频率范围也称为视频。

第四节 同步原理

一、基本概念

电视系统的摄像端和显像端都是通过扫描进行光电和电光转换的。但是,这必须做到两端的扫描同步进行。否则会造成重现图像的错位或倾斜或翻滚。电视系统是如何实现摄、显像两端扫描的同步的呢?

要想使得摄、显像两端的电子束扫描能够同步,就要使得两端的扫描锯齿波电流同步。方法是首先在摄像端产生出一个行、场同步脉冲,用这个行场同步脉冲去同时、分别控制摄、显像两端的行场锯齿波电流产生电路。对摄像端的控制可以直接进行,而对显像端的控制则只能间接进行,即将摄像端产生的行场同步脉冲安插到电视信号中,随着电视信号一起传送到显像端。而显像端从电视信号中取出行场同步脉冲(称为同步分离),控制显像端的行场锯齿波产生电路。其方框图如图 1-7 所示。

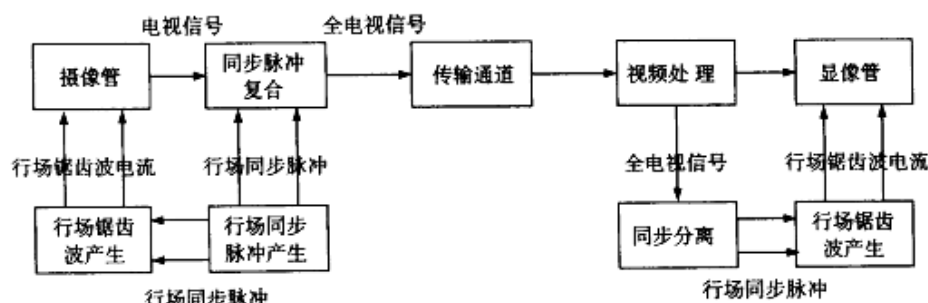


图 1-7 电视系统同步原理图

在图 1-7 中,摄像管中的电子束在行场锯齿波电流的作用下进行扫描的同时,将被摄图像的亮度转换成电视信号。但其行场锯齿波电流受到行场同步脉冲的控制。同步脉冲复合的方框完成将来自行场同步脉冲产生电路的行场同步脉冲安插到电视信号中(称为复合),复合了行场同步脉冲的电视信号称为全电视信号。显像端的同步分离方框完成从全电视信号中取出行场同步脉冲的任务,同时,用分离出的行场同步脉冲控制显像端