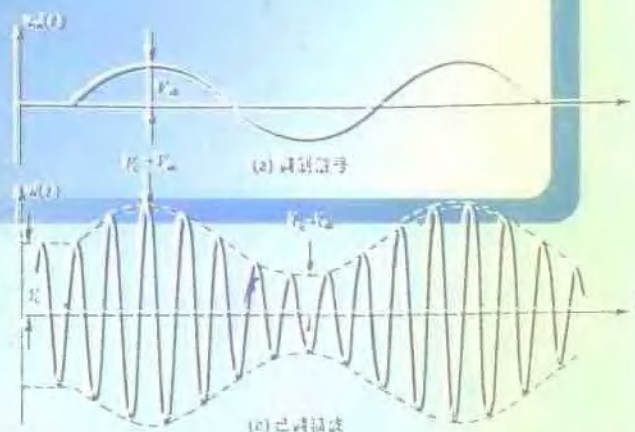


刁 鸣 编著

电视接收机 原理



学苑出版社

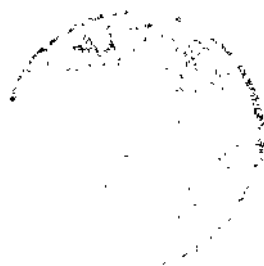
TN97

455839

D53

电视接收机原理

刁 鸣 编著



00455839

图书在版编目 (CIP) 数据

电视接收机原理/刁鸣编著. - 北京: 学苑出版社, 1999. 6

ISBN 7-80060-898-0

I. 电… II. 刁… III. 电视-电视信号理论 IV. TN941

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (99) 第 21421 号

DV32/3/30
内 容 提 要

根据目前大专院校电类专业学生的需要,本书系统地讲述了电视的基本原理以及电视接收机中所用到的各种电路,书中每章还给出了大量的思考题与习题。

全书共分为十章。依次为黑白电视基础知识、彩色电视基础知识、显像管的基本构造、工作原理及附黑电路、同步分离与扫描电路、高频调谐器、黑白电视机图象通道、伴音通道、彩色电视接收机中的解码器、彩色电视接收机的遥控系统、稳压电源。

本书可作为大专院校的教学用书,也可作为从事电视专业的工程技术人员以及业余无线电爱好者的自学参考书。

学苑出版社出版发行

北京市万寿路西街 11 号 100036

河北省高碑店市印刷厂印刷 新华书店经销

787×1092 16 开本 21 印张 445 千字

1999 年 5 月北京第 1 版 1999 年 5 月北京第 1 次印刷

印数: 001—1200 册 定价: 25.00 元

前 言

随着电子技术的迅猛发展,电视技术的应用越来越普及,目前已深入到工农业生产、国防、科研以及日常生活的各个领域。作为电类专业的本科生与专科生,了解与掌握电视的基本原理是十分必要的。为了适应目前的形势,满足广大学生的求知欲望,我们在多年从事电视教学的基础上编写了这本教学参考书。

本书在内容的选择与编写上力求做到全面与重点相结合,不仅让学生对整个电视系统有所了解,同时让他们对电视接收机中的各部分电路也能有一个全面的了解。书中首先利用前两章分别对黑白电视信号的形我过程及彩色电视信号的形成过程作了较为详尽的介绍,紧接着就对电视接收机中的各部分电路及器件作了全面的分析与介绍。这样,就可使学生在掌握电视基本原理的基础上,了解并掌握电视接收机中各部分电路的工作原理及一些先进技术的发展趋势。为了使學生能够对电视接收机中的新技术有所了解,本书还在第九章中介绍了彩色电视接收机的遥控系机。另外本书还在每章的结尾处安排了一些思考题与习题,以帮助读者复习和巩固本章所学的内容。

本书在编写体系结构上有其自身的特点,其内容既全面又紧凑,介析方法产谨,系统性强,深入浅出且能够理论联系实际。本书可作为大专院技的教学用书,也可作为从事电视专业的工程技术人员及业余无线电爱好者的自学用书。希望本书能对各界读者有所裨益。

由于作者水平有限,时间仓促,书中难免有错误及不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编著者

1998年12月

目 录

1 黑白电视基础知识	(1)
1.1 黑白图象的传输与显示	(1)
1.1.1 黑白图象的传输	(1)
1.1.2 黑白图象的重现	(4)
1.2 隔行扫描原理	(5)
1.2.1 垂直分解力与扫描行数之间的关系	(6)
1.2.2 水平分解力与视频带宽之间的关系	(7)
1.2.3 隔行扫描对视频带宽的压缩	(8)
1.3 黑白复合视频图象信号	(10)
1.3.1 黑白复合视频图象信号的组成	(10)
1.3.2 黑白复合视频图象信号的波形	(11)
1.3.3 复合视频图象信号的带宽	(13)
1.4 高频电视信号	(13)
1.4.1 高频图象信号	(13)
1.4.2 高频伴音信号	(15)
1.4.3 高频电视信号	(16)
1.5 黑白电视接收机的组成	(18)
1.5.1 黑白电视接收机的分类与组成	(18)
1.5.2 超外差单通道式黑白电视接收机的工作原理	(20)
思考题与习题	(23)
2 彩色电视基础知识	(25)
2.1 色度学原理	(25)
2.1.1 光与彩色	(25)
2.1.2 光源与物体颜色之间的关系	(27)
2.1.3 人眼的视觉特性	(28)
2.1.4 三基色原理	(31)
2.1.5 彩色的重现	(33)
2.2 彩色图象传输中遇到的基本问题	(34)
2.2.1 对彩色图象传输的基本要求	(34)
2.2.2 亮度信号与色差信号	(36)
2.2.3 频谱间置(交错)原理	(42)
2.3 彩色视频图象信号的组成及其波形图	(42)
2.3.1 标准彩条图象的基色信号	(43)
2.3.2 色差信号的调制及彩色全电视信号	(44)

2.4 彩色电视制式	(52)
2.4.1 NTSC 制	(53)
2.4.2 PAL 制	(58)
2.4.3 SECAM 制	(64)
2.5 色同步信号的作用及其形成	(65)
2.5.1 色同步信号的作用	(65)
2.5.2 色同步信号的形成	(66)
2.6 彩色电视接收机的组成	(68)
思考题与习题	(71)
3 显像管的基本构造、工作原理及附属电路	(73)
3.1 黑白显像管的基本构造及工作原理	(73)
3.1.1 黑白显像管的基本构造	(73)
3.1.2 电子透镜原理	(76)
3.1.3 显像管的基本特性	(77)
3.1.4 电子束的偏转	(78)
3.2 黑白显像管的附属电路	(80)
3.2.1 对比度、亮度调节电路	(80)
3.2.2 显像管各电极的直流供电电路	(80)
3.2.3 关机亮点消除电路	(82)
3.3 彩色显像管的构造及基本工作原理	(83)
3.3.1 三枪三束荫罩式彩色显像管的构造及基本工作原理	(84)
3.3.2 单枪三束彩色显像管的构造及基本工作原理	(85)
3.3.3 自会聚彩色显像管的构造特点	(86)
3.4 自会聚彩色显像管的色纯与会聚	(87)
3.4.1 自会聚彩色显像管的色纯及其调整	(87)
3.4.2 自会聚彩色显像管的静会聚及其校正	(88)
3.4.3 自会聚彩色显像管的自会聚原理	(89)
3.5 彩色显像管的附属电路	(92)
3.5.1 白平衡调整电路	(92)
3.5.2 自动消磁电路	(93)
思考题与习题	(94)
4 同步分离与扫描电路	(96)
4.1 同步分离电路	(96)
4.1.1 复合同步脉冲的特点及同步分离电路的组成	(96)
4.1.2 幅度分离电路	(98)
4.1.3 脉宽分离电路	(100)
4.1.4 抗干扰电路——ANC 电路	(103)
4.2 场扫描电路	(106)

4.2.1	偏转线圈	(106)
4.2.2	场振荡与场锯齿波电压产生电路	(109)
4.2.3	场输出级	(112)
4.2.4	场扫描线性补偿电路	(117)
4.3	行扫描电路	(120)
4.3.1	行扫描电路的作用与组成框图	(120)
4.3.2	行扫描输出级	(121)
4.3.3	行扫描推动级	(137)
4.3.4	行振荡及行频脉冲形成电路	(139)
4.3.5	行 AFC 电路	(141)
4.4	扫描专用集成芯片 TA7609P 的应用介绍	(144)
4.4.1	电路组成框图及各引出脚的功能	(144)
4.4.2	TA7609P 的应用电路	(145)
	思考题与习题	(146)
5	高频调谐器	(148)
5.1	高频调谐器概述	(148)
5.1.1	高频调谐器的作用	(148)
5.1.2	高频调谐器的分类	(149)
5.1.3	对高频调谐器的主要性能要求	(150)
5.2	机械调谐高频头电路分析	(151)
5.2.1	宽频带阻抗变换器	(151)
5.2.2	输入回路	(152)
5.2.3	高频放大器	(156)
5.2.4	混频器	(161)
5.2.5	本机振荡器	(162)
5.2.6	机械式高频调谐器实际电路介绍	(165)
5.3	电调谐高频头电路分析	(167)
5.3.1	变容二极管和开关二极管	(168)
5.3.2	利用变容二极管实现电调谐的方法	(169)
5.3.3	电调谐高频头中本振频率的跟踪	(171)
5.3.4	实际电调谐高频头电路介绍	(172)
	思考题与习题	(174)
6	黑白电视机图象通道	(176)
6.1	中频放大器	(176)
6.1.1	对中频放大器的基本要求	(177)
6.1.2	陷波器	(180)
6.1.3	中频放大器	(187)
6.2	视频检波器	(191)

6.2.1	对视频检波器的性能要求	(192)
6.2.2	二极管检波电路	(193)
6.2.3	双差分同步检波器	(195)
6.3	视频放大器	(198)
6.3.1	对视频放大器的基本要求	(198)
6.3.2	视放输入级	(199)
6.3.3	视放输出级	(201)
6.4	自动增益控制(AGC)电路	(204)
6.4.1	对 AGC 电路的基本要求	(204)
6.4.2	AGC 电路的基本工作原理及控制方式	(205)
6.4.3	AGC 电路的基本类型	(206)
6.5	自动频率微调(AFT)电路	(210)
6.5.1	自动频率微调(AFT)电路的组成	(210)
6.5.2	AFT 电路的基本工作原理	(210)
6.6	图象中频通道集成电路简介	(213)
6.6.1	概述	(213)
6.6.2	TA7607AP 和 TA7611AP 的基本组成	(213)
6.6.3	TA7611AP 的典型应用电路	(215)
	思考题与习题	(216)
7	伴音通道	(218)
7.1	伴音中频放大器及限幅器	(218)
7.1.1	对伴音中频放大器及限幅器的要求	(218)
7.1.2	伴音中频放大器及限幅电路的分析	(219)
7.2	鉴频器	(222)
7.2.1	比例鉴频器	(223)
7.2.2	集成差分峰值鉴频器	(227)
7.3	音频信号处理电路	(229)
7.3.1	电子音量控制电路	(229)
7.3.2	去加重电路	(230)
7.3.3	音频功率放大电路	(230)
7.4	TA7176AP 伴音通道集成电路介绍	(231)
7.4.1	电路方框图及各引出脚功能	(231)
7.4.2	TA7176AP 的应用电路	(232)
	思考题与习题	(232)
8	彩色电视接收机中的解码器	(234)
8.1	亮度通道	(236)
8.1.1	副载波陷波及自动清晰度控制(ARC)电路	(236)
8.1.2	轮廓加强(勾边)电路	(239)

8.1.3	彩色电视接收机中的直流恢复电路	(240)
8.1.4	亮度延时补偿电路	(242)
8.1.5	亮度放大、对比度、亮度调节及行、场消隐电路	(243)
8.1.6	自动亮度限制(ABL)电路	(243)
8.2	色度通道	(245)
8.2.1	色度带通放大器	(246)
8.2.2	延时解调器(梳状滤波器)	(249)
8.2.3	同步解调器	(255)
8.2.4	自动色饱和度控制(ACC)电路	(259)
8.2.5	自动消色(ACK)电路	(261)
8.3	副载波恢复电路	(262)
8.3.1	基准副载波恢复电路	(262)
8.3.2	V副载波恢复电路	(272)
8.4	解码矩阵与末级视放电路	(276)
8.4.1	(G-Y)色差矩阵	(276)
8.4.2	基色矩阵与末级视放电路	(277)
8.5	彩色集成解码芯片 TA7193P 的应用	(278)
8.5.1	TA7193P 的组成框图及典型应用电路	(279)
8.5.2	TA7193P 的工作原理	(279)
	思考题与习题	(282)
9	彩色电视接收机的遥控系统	(284)
9.1	遥控彩色电视接收机的组成、控制方式及功能	(284)
9.1.1	遥控彩色电视接收机的组成原理框图	(284)
9.1.2	遥控彩色电视接收机的控制方式及主要控制功能	(288)
9.2	遥控系统的基本工作原理	(290)
9.2.1	电调谐高频头的选台控制方式	(291)
9.2.2	电压合成式遥控电路	(291)
9.2.3	频率合成遥控选台方式	(299)
9.3	CTS-130A 遥控系统简介	(303)
9.3.1	CTS-130A 遥控系统的组成与功能	(303)
9.3.2	红外线遥控发射器	(305)
9.3.3	红外线接收电路	(308)
9.3.4	中央微处理器	(309)
	思考题与习题	(311)
10	稳压电源	(312)
10.1	线性稳压电源	(313)
10.1.1	串联调整型线性稳压电源的组成与工作原理	(313)
10.1.2	实际稳压电源电路的介绍	(315)

10.2 开关稳压电源.....	(316)
10.2.1 开关稳压电源的分类及工作原理.....	(317)
10.2.2 一种实际的开关稳压电源.....	(319)
思考题与习题.....	(325)

1 黑白电视基础知识

广播电视是根据人眼的视觉特性,利用光→电、电→光转换原理以及无线电波进行远距离传送图象信号的一个系统。我们知道,由于自然界中的景物大多是五光十色、色彩斑斓的,因此欲要逼真地传送其中的实际色彩,只靠黑白电视系统显然是办不到的,而必须借助于彩色电视系统来完成这一任务。由于彩色电视系统是在黑白电视系统的基础上发展起来的,因此本书先从黑白电视系统入手,然后再讨论更加复杂的彩色电视系统。

1.1 黑白图象的传输与显示

1.1.1 黑白图象的传输

由于图象的传输过程类似于无线电广播中语音的传输过程,因此我们首先从大家所熟悉的语音广播说起。我们知道,语音广播中被传送的信息是语言或音乐。其传输过程是首先在发送端将声音(机械振动波)通过麦克风转换成与其对应的电信号(电流或电压),通常将该信号称为音频信号,其幅度的大小反映声音的强弱,而频率的高低反映声音的音调。如果将此信号经过放大、调制、再放大,最后就可由天线发射出去。接收端可首先利用接收天线接收到已经调制的高频信号,然后经过高频放大、变频以及解调,便可还原出携带声音信息的音频信号。最后再经音频放大后送至扬声器即可将音频电信号还原为声音(机械振动波)。尽管此过程相当复杂,但最终总可简化为声→电→声的转换过程。

电视广播与语音广播类似,只是被传送的信息由语音变为图象和伴音而已。由于其中伴音的传输相当于语音广播中的调频广播,因此,下而的讨论主要是图象的传输过程。

众所周知,一幅黑白图象之所以能够被人的眼睛所看到,是由于画面上各点的亮暗程度不同面造成的。由此可见,如果我们能够在发送端将一幅黑白图象的亮暗程度转换成相应强弱的电信号,然后再将此电信号经过调制、放大,最后由天线发送出去。接收端通过接收天线将此信号收到,经过放大、变频、解调还原出原图象信号,最后经显像管将此图象信号显示成相应亮暗程度不同的黑白图象,就可完成图象的传输过程。尽管此过程比语音广播的传输过程还要复杂,但最终也可简化为光→电→光的转换过程。其中的光(亮度)→电转换由摄像机来完成,电→光(亮度)转换由黑白显像管来完成。有关光→电、电→光的转换原理将在后续有关章节中介绍。

通过以上分析可知,图象传输过程中的关键一步便是光→电转换,即必须首先将图象(光)转换成电信号。那么怎样才能将一幅图象(光)转换成电信号呢?这当然应该从构成图象的基本要素说起。我们知道,任何一幅图象都是由许多密集细小的点子所组成的。如照片、图画、报纸上的新闻图片等均属此类情况。如果我们用放大镜仔细观察它们就会发现,它们都是紧密相邻、黑白相间的细小点子的集合体。这些细小的点子是构成一幅图

象的最基本的单元,我们通常称其为像素。显然如果像素越小,图象就越清晰。通常一幅 35 mm 的电影图象约由 100 万个像素点所构成,而中型屏幕的电视图象约由 40 万个像素点所构成。

在实际的图象传输过程中,被传图象中的像素是按一定顺序被转换成电信号的,并同时依次传送出去。在接收机的荧光屏上再按相同顺序将各个像素点所对应的电信号在屏幕相应位置上转换成光(亮度)输出。只要这种顺序传输的速度足够快,就可以利用人眼的视觉暂留效应以及荧光屏发光材料的余辉效应,使我们感觉到整幅图象是同时在发光,而不会有顺序发光的感觉。我们通常称这种方法为顺序传送。传送这种信号只需要一个信道即可,其传输基本原理如图 1-1-1 所示。

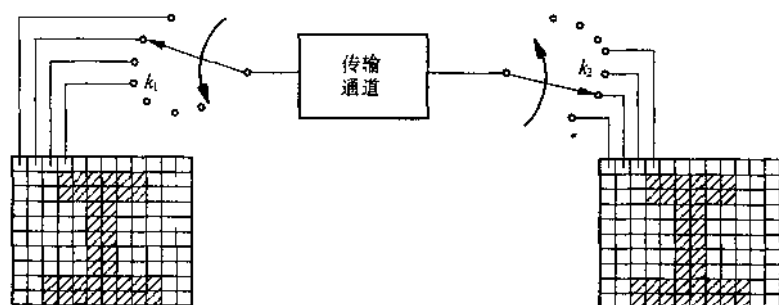


图 1-1-1 单通道顺序传送电视系统

通过以上分析可知,图象传输中的光→电转换过程其实质就是要将图象(光)转换成能够按顺序传送的电信号过程。这种将图象转换成能够按顺序传送的电信号过程通常是通过所谓的电视扫描技术来完成。扫描过程如同阅读书籍一样,视线是自左至右,自上而下,一行一行,一页一页地扫过,每个字就相当于图象中的一个像素。在图象的顺序传送中,每个像素也是按着自左至右、自上而下的规则进行发送和接收的。由左至右的扫描通常被称为水平扫描或行扫描;自上而下的扫描通常被称为垂直扫描或帧扫描(有关扫描的理论将在扫描一章中给予详细介绍)。为了便于说明问题,我们在图 1-1-1 中采用了模拟的机械扫描装置。当开关 K_1 和 K_2 接通某个像素时,此像素就被发送和接收。为了能够正确重现图象,显然除了要求两个开关(K_1 和 K_2)的旋转速度要足够快并且要相同外,同时还要求接通的像素点要一一对应,即收、发两端每个像素的几何位置必须一一对应。这种工作方式通常被称为收、发两端是处于同步工作状态,简称为同步。如果此要求不能够被满足,则接收端画面中各个像素相对于发送端画面中的各个像素将会发生错位现象,这样重现的画面必将发生畸变,严重时甚至什么也分辨不出来。由此可见,同步是电视系统能够正确重现图象的必要条件。

需要给读者指出的是,在实际的图象传输中,一般不是采用上述的机械扫描装置,而是均采用电子扫描装置。通过光→电转换与电子扫描装置,我们就可以把代表图象并以空间和时间自变量的亮度函数转变成仅以时间为自变量的电信号函数,并且这个电信号函数仍然携带着原图象的全部信息。这样,我们就实现了图象的顺序传输。

将图象的明暗程度(即亮度)转换成电信号的过程是在发送端由摄像机来完成的。摄

像机的内部基本结构如图 1-1-2 所示。利用它可将一幅黑白图象的亮度(光)转换成能够实现按顺序传送的电信号。其转换过程如下所述。

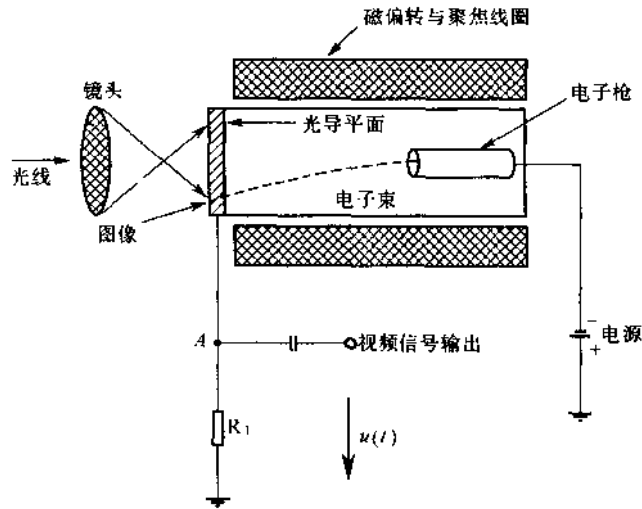


图 1-1-2 摄像机原理图

由图 1-1-2 可知,摄像机是由镜头(透镜)、光导平面、磁偏转线圈以及电子枪等基本部件所组成。摄像机的镜头要对准欲拍摄的景物,并使被摄景物恰好成像在光导平面上。光导平面是由光敏半导体材料制成的,面光敏半导体材料的自然属性是,在光的作用下,它的电导率将发生变化。光越强,电导率越高,即相当于电阻越小。这样,当被摄景物各点的明暗程度(即亮度)不同时,光导平面上各点的电导率也将不同;与较亮像素对应的单元,其电导率较大;与较暗像素对应的单元,其电导率较小。由于光导平面各单元之间是相互绝缘的,因此被摄景物中各像素点处的不同亮度值就变成了光导平面上各单元处的不同电导率值,这样就将“光象”首先变成了“电象”。

摄像机内部的电子枪是用来发射电子的,当满足一定条件时,它可以发射出一束很细的电子束。在高压电场及偏转磁场的作用下,这个电子束将在光导平面上作匀速扫描运动。当电子束扫到光导平面上某个像素点时,电子枪中阴极所发射的电子束将与光导平面、负载电阻 R_L 以及电源构成导电回路,这样在 R_L 中便会有电流通过,该电流的大小取决于光导平面上该像素点处电阻的大小,即取决于此处光的强弱。如果此处光较强,则流过 R_L 中的电流也将较大,其两端产生的电压必然就较大;反之亦然。由此可见,当电子束在偏转磁场的作用下,在光导平面上作匀速扫描运动时,流过 R_L 中的电流强度就会随光导平面各点处电导率的不同面发生变化,这样 A 点电位的变化就恰好反映了图象中各像素点处的明暗程度。我们通常将由 A 点输出的电压信号称为图象信号或视频图象信号。为了使读者加深对摄像机的这种光→电转换过程的理解,现举一简单实例来加以说明此过程。

假设被摄景物是在白色背景上的一个黑色的汉字“工”,该汉字的具体分布情况如图 1-1-3(a)所示。为了简单起见,我们将整幅图象分解为 9 行,每行由 12 个像素构成,即

整幅图象由 108 个象素点构成。这时如果我们用摄像机对此黑白图像进行光→电转换的话,则摄像机 A 点输出的视频图象信号将如图 1-1-3(b)所示。

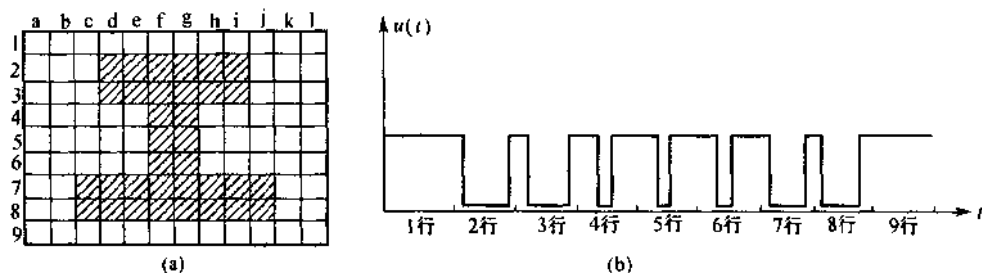


图 1-1-3 摄像机输出的图象信号波形

根据图 1-1-3(a)中所示图象的情况可看出,由于第 1 行和第 9 行均是亮画面,故此时输出的电压信号应该是低电平(注意:图中电流方向与电压参考方向相反);对于第 2 行和第 3 行而言,当电子束扫到 $d、e、f、g、h、i$ 各象素点时,由于画面为黑色(较暗),故此时输出的电压信号应该为高电平;扫到 $a、b、c、j、k、l$ 各象素点时,由于画面较亮,故此时输出自然为低电平。以此类推,我们就可以得到如图 1-1-3(b)所示的输出电压波形(注意:为了作图方便,我们将整个波形向上平移了一直流电平)。由此可见,视频图象信号就是一些随时间而变化的不同电平,它们所表示的是图象各象素点处的不同亮度。值得给读者指出的是,由于实际图象的界面往往是不规则的。因此视频图象信号常常也是由一些不规则的高低电平所构成的。

如果我们将上述视频图象信号送往电视发射机进行放大、调制,最后再由天线发射出去,就可完成图象的传输任务。

1.1.2 黑白图象的重现

电视图象的重现是借助于接收机中显像管来完成的。显像管是一种电真空器件,其简化后的结构如图 1-1-4(a)所示(有关显像管的详细内容将在显像管一章中给予介绍)。它是由电子枪和荧光屏所构成的,其中电子枪的作用与摄像机中电子枪的作用类

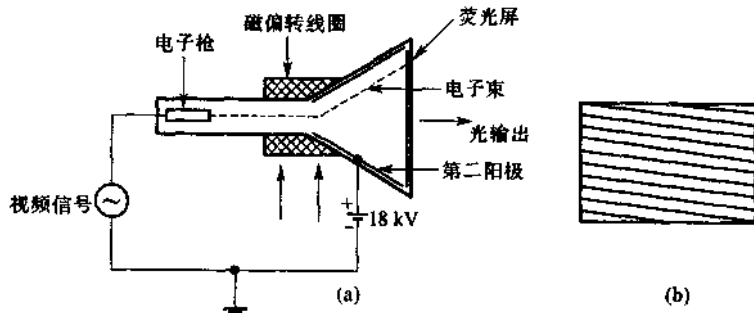


图 1-1-4 显像管扫描光栅的形成
(a)显像管简单构造; (b)光栅

似,均是由阴极向外发射电子束。该电子束在高压电场的作用下会以很高的运动速度轰击荧光屏。荧光屏内壁涂的荧光粉在该电子束的轰击下将会发光,如果其它条件不变,发光的强度将仅与阴极发射的电子束电流强度成正比。这时如果我们能在电子束运动的途中对其施加一个特定的偏转磁场,则电子束将会在该偏转磁场的作用下产生匀速扫描运动,即电子束将在荧光屏上由左上角开始,一行一行地往下扫,直至扫完整个屏幕。如果我们能够保证让扫描的速度足够快,并且使行与行间又足够近,则就可以借助于人眼分辨力有限以及荧光屏发光的余辉效应,使我们感到荧光屏上的各点亮度是均匀的,这样就可 在屏幕上形成我们通常所说的扫描“光栅”,具体情况如图 1-1-4(b)所示。由此可见,所谓扫描光栅实质上就是由电子束电流在荧光屏上轰击出来的亮点而汇集成的,每一个亮点相当于一个像素。

我们知道,由于在荧光屏上形成的扫描光栅的各点亮度是均匀的,因此它并不是我们所要重现的图象。由于荧光屏各点的发光强度与阴极发射电子束电流强度成正比,因此,如果我们能够控制阴极电子束电流的大小,并使其按图象内容而变化,则荧光屏上各点的发光强度也必将按图象内容而变化,这样就可使荧光屏显示出我们所要的图象内容。

怎样才能控制阴极发射电子束电流的强度呢?我们知道,由于电视台给出的视频图象信号,其变化规律恰恰反映了图象的内容,即反映了图象各点的明暗程度,因此如果我们在接收机中用此信号来控制显像管阴极电子束电流的强弱,并且同时让显像管中电子束的扫描运动与摄像机中电子束的扫描运动保持同步,则我们便可在荧光屏上得到重现的图象。

必须给读者指出的是,重现图象的条件不单单是电子束电流强弱要受视频图象信号的控制,而且还必须保证接收端和发送端的扫描要同步,这对图象的正确重现也是必不可少的一个条件。

1.2 隔行扫描原理

我们知道,接收机荧光屏上获得的电视图象,其质量好坏一般可从以下几个方面来考虑:图象几何形状是否正确;图象是否具有连续性且无亮度闪烁感;图象对比度、亮度是否适中;图象清晰度的高低。其中图象几何形状的好坏可由扫描线性来保证;对比度、亮度适中可由相应调节电路来保证,而清晰度的高低以及图象是否具有连续性且无亮度闪烁感是本书所要讨论的主要问题。

所谓图象的清晰度是指人眼主观感觉图象细节呈现的清晰程度。它与电视系统传送图象细节的能力有关,这种能力通常被称为电视系统的分解力。显然清晰度与扫描行数有关。因为如果一帧图象中所含扫描行数越多,图象分解的像素数目也就越多,即景物细节呈现得也就越清晰,因此主观感觉到的清晰度就越高。由此可见,扫描行数决定了图象的分解力,即图象的清晰度。然而图象清晰度的高低还能决定视频图象信号占用的带宽,清晰度越高,占用的带宽也就越宽。为了缓解清晰度与带宽之间的这一矛盾,人们最后确定在电视系统中采用隔行扫描方式。本节将先从图象的分解力入手,然后再来讨论隔行扫描。图象的分解力可分为水平分解力与垂直分解力,我们将分别给予讨论。

1.2.1 垂直分解力与扫描行数的关系

由于扫描行数的多少决定了图象的清晰度高,扫描的行数越多,图象的清晰度就越高,从而导致视频图象信号占用的带宽也必将越宽,因此确定每帧图象的扫描行数是电视系统中一个极为重要的问题。

确定每帧图象的扫描行数的原则是,在满足人眼视觉分辨力的前提下,应尽量减少扫描的行数。因为这样可以确保视频图象信号占用的带宽不致于过宽,从而有利于电视设备的简化和频带利用率的提高。

所谓人眼的视觉分辨力是指人眼能够辨别景物平面上相邻两个点的能力。例如:在黑板上有两个相距很近的白点,当人眼离开它一定距离观看时,便会分辨不清是两个点,而只能模糊地认为是一个点。这一事实表明,人眼分辨景物细节的能力存在一个生理上的极限值。当超过此值时,景物细节划分得再细也是徒劳的,因为这时人眼已辨别不清这些细节了。由此可见,一幅电视图象分解为多少个像素较为合理主要取决于人眼的分辨力。

人眼的视觉分辨力可用视敏角 θ 表示,视敏角的定义方法如图 1-2-1 所示,即视敏角是指观测点(眼睛所在的位置)与被观测到的两个点所形成的最小夹角。实验表明:具有正常视力的人,在中等亮度和对比度的情况下,观察静止图象时的视敏角(即分辨力)约为 1~1.5 分。观察运动图象时的分辨力将有所下降,即视敏角要大一些。电视系统是根据正常人的视敏角来确定一幅图象应分解成多少黑白相间的横条为宜,这就是我们所说的图象的垂直分解力。垂直分解力的测定方法如图 1-2-2 所示。

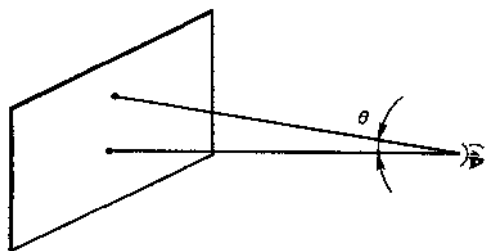


图 1-2-1 视敏角的测定

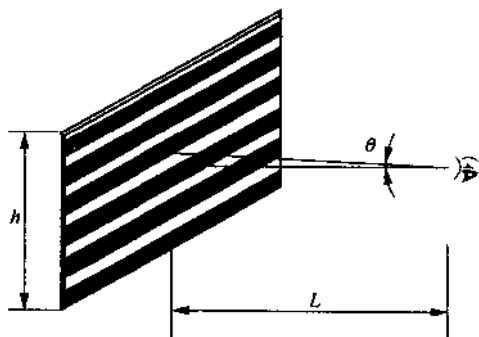


图 1-2-2 垂直分解力的测定示意图

假设画面高度为 h ,在垂直方向上有 M 条黑白相间的横条,如果人眼在距离画面 L 处能恰好分辨出这些横条,则视敏角便可表示成:

$$\begin{aligned}\theta &= \frac{h/M}{L} (\text{弧度}) = 57.3 \times 60 \times \frac{h}{LM} (\text{分}) \\ &= 3438 \frac{h}{LM} (\text{分})\end{aligned}\quad (1-2-1)$$

实验表明,人们在观看电视时的最佳观看距离应该是屏幕高度的 4 倍左右(即: $L = 4h$)。因为此时人眼对整幅图象所成的视角为:

$$\alpha = h/L(\text{弧度}) = \frac{1}{4}(\text{弧度})$$

$$= 15^\circ \quad (1-2-2)$$

在这种情况下,观看者眼球不需转动即可看到整幅图象。若再近一点,观看整幅图象就需要转动眼球,时间久了会使人感到眼睛的疲劳。若再远一点,视野中将会混入屏幕周围的外界景物,使人在观看电视时的注意力往往不宜集中。因此电视系统在确定扫描行数时,均认为观看者距屏幕的距离为屏幕高度的4倍(即: $L=4h$)。

根据以上分析,如果将视敏角 $\theta=1.5$ 分,观看距离 $L=4h$ 代入(1-2-1)式,即可得到决定垂直分解力的扫描行数为:

$$M = 3438 \frac{h}{L\theta} = 573(\text{线}) \quad (1-2-3)$$

以上结果表明,如果观看者是处在最佳距离观看电视图象时,人眼的垂直分解力将是573线。即人眼在此位置处最多只能分辨573条黑白相间的横条。显然电视系统的每帧图象扫描行数最好应参照此数值来进行选取。

这里需要给读者指出的是,在具体确定每帧图象的扫描行数时,还应考虑场回扫期占用的行数。根据实际情况,各个国家对扫描行数的取值都不尽相同。我国电视系统确定的每帧图象的扫描行数为625行,其中场回扫期占用25行;法国为819行;美国、英国和日本均为525行。

1.2.2 水平分解力与视频带宽的关系

图象水平分解力的含义与垂直分解力的含义基本相同,它是指沿图象水平方向人眼最多能分辨出多少条黑白相间的竖条纹。由此可见,水平分解力的求法应该与垂直分解力的求法相同。由于显像管荧光屏的宽度与高度之比通常为4:3,所以水平分解力(N)可直接得出:

$$N = \frac{4}{3}M(\text{线}) \quad (1-2-4)$$

根据我国电视标准规定,由于一帧图象是由625行构成的,因此水平分解力应为833线,即只有在水平方向形成833条黑白相间的竖条纹才能满足人眼水平方向分解力的要求。为在水平方向上形成这样的竖条图象,就必须在显像管阴极上加人如图1-2-3所示的视频图象信号波形,并且要求该信号应在一行的扫描时间内具有约400个高低电平变

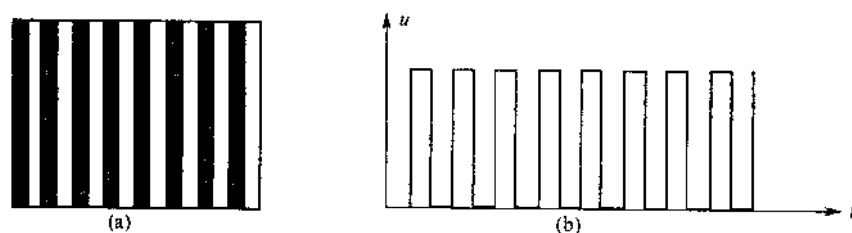


图 1-2-3 水平分解力
(a) 荧光屏上显示的图象 (b) 图象信号