

新编黑白电视机 原理·测试·维修

徐正楚编著



湖南科学技术出版社

新编黑白电视机 原理·测试·维修

徐正楚 编著

湖南科学技术出版社

内 容 简 介

本书全面系统论述了黑白电视机的工作原理、调整测试和维修技术，并详尽地分析了先进典型的整机电路。

本书理论联系实际，系统性强，条理清晰，深入浅出，通俗易懂，反映了电视机的最新技术。各章后面均有小结和复习思考题及习题，还附有实验内容，将电视机的调整测试方法寓于各项实验之中。该书可作为大专院校有关专业和各类电视机学习班的教材，也可供电视工程技术人员和无线电爱好者阅读。

湘新登字001号

新编黑白电视机原理·测试·维修

徐正楚 编著

责任编辑：陈清山

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路3号)

湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷二厂印刷

1993年4月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：20.75 插页：1 字数：512,000

印数：1—5,000

ISBN 7-5357-1147-2
TN·27 定价：11.80元

地科 119-46

前 言

近年来,电视机技术的发展十分迅速,产品不断更新,品种繁多,琳琅满目。晶体管电视机已逐步被集成电路电视机所取代。但作为学习电视机的电路原理,其基础还是在于晶体管电视机。本书全面系统论述了晶体管电视机的工作原理、调整测试和维修技术。同时,本书也用较多的篇幅介绍了集成电路电视机,如详细地分析了集成度高、性能优越的 μ PC系列集成电路和MC13007P大规模集成电路。

本书原理部分着重于定性分析,力求讲清物理概念,略去不必要的公式和论证,在内容安排上,逐步深入,层次清晰,适合于教学和自学。为便于读者复习,抓住重点,章末均有小结和复习思考题及习题。

为了使理论与实际密切结合,本书在分析电视机各部分电路工作原理后,紧接着介绍实际典型电路。在各章后面附有实验内容,将电视机的调整测试方法寓于各项实验之中。书中还介绍了电视机的故障检修方法和检修实例,使读者能学以致用。

作者多年来在参加电视机实践和教学的基础上,在广泛参考各种电视机书刊和有关资料以及收集了一些工厂的新技术、新工艺和新电路的条件下编写了本书,因此,本书博采众长,其内容新颖、实用。

在编写本书的过程中,曾得到北京东风电视机厂,苏州电视机厂和苏州电视机组件厂等单位的大力支持和帮助,还得到海南大学丁钟琦教授的指导和审阅,谨此致以深切的谢意。

由于编者水平有限,书中难免出现欠妥和错漏之处,敬请广大读者提出宝贵意见。

编者

1993年1月

目 录

第一章 电视基本原理	(1)
第一节 概述	(1)
一、从音乐、语言广播和电影谈起	(1)
二、图像传送原理	(2)
第二节 扫描运动	(3)
一、逐行扫描	(3)
二、隔行扫描	(3)
第三节 电视信号	(5)
一、图像信号的产生	(5)
二、复合消隐信号和复合同步信号	(6)
三、场同步脉冲开槽和均衡脉冲	(7)
四、全电视信号	(8)
第四节 电视信号和伴音信号的发送	(9)
一、电视信号的发送	(9)
二、伴音信号的发送	(11)
三、电视频道的划分	(12)
第五节 电视接收机简介	(14)
一、电视接收机的类型	(14)
二、电视接收机的组成	(15)
三、接收机中信号频谱的变换	(16)
第六节 电视接收天线	(18)
一、电视信号的传播特点与天线的基本性能参数	(18)
二、室外天线	(19)
三、室内天线	(24)
四、共用天线电视系统	(25)
五、馈线	(27)
第七节 电视机的质量	(28)
一、质量的基本要求	(29)
二、电视测试卡	(30)
小 结	(33)
复习思考题及习题	(33)
实验 电视机的使用和质量观测	(34)
第二章 显像管、偏转线圈及相关电路	(36)
第一节 显像管	(36)
一、显像管的构造及工作原理	(36)
二、显像管的性能参数	(39)
三、显像管的质量和保养	(41)
第二节 偏转线圈	(42)

一、偏转线圈的工作原理	(42)
二、偏转线圈的结构	(43)
三、中心调节器	(44)
第三节 显像管相关电路	(46)
一、直流供电电路	(46)
二、亮点消除电路	(47)
小 结	(48)
复习思考题及习题	(49)
实验 显像管、偏转线圈的观察和测量	(50)
第三章 场扫描电路	(52)
第一节 概述	(52)
第二节 场振荡器	(53)
一、锯齿波电压的形成	(53)
二、间歇振荡器	(54)
三、再生环振荡器	(59)
四、多谐振荡器	(59)
第三节 场推动级	(60)
第四节 场输出电路	(61)
一、阻流圈耦合场输出电路	(61)
二、OTL 场输出电路	(65)
第五节 场扫描电路中的畸变和补偿	(69)
一、场扫描电路锯齿波电流产生畸变的原因	(70)
二、补偿方法	(73)
第六节 场扫描实际电路介绍	(77)
一、飞跃 35D1-4 型机场扫描电路	(77)
二、孔雀 KQ35-2 型电视机场扫描电路	(78)
三、联合设计 40 厘米电视机场扫描电路	(80)
四、新联合设计 31 厘米 (34 厘米) 电视机场扫描电路	(82)
小 结	(84)
复习思考题及习题	(85)
实验 场扫描电路的测试	(86)
第四章 行扫描电路	(87)
第一节 概述	(87)
第二节 行输出电路	(88)
一、行扫描电流形成的基本原理	(88)
二、行输出级的基本原理	(89)
三、实际行输出电路	(92)
第三节 行扫描畸变及线性补偿	(93)
一、行扫描电流的非线性畸变及补偿	(93)
二、显像管荧光屏引起的延伸性畸变及补偿	(96)
第四节 中、高压形成电路	(97)
一、中、高压的形成	(97)
二、行输出变压器调谐原理	(97)
三、倍压整流电路	(100)

四、阻燃一体化行输出变压器	(101)
第五节 自举升压式行输出电路	(103)
一、提高行输出级电源电压的优点	(103)
二、自举升压行输出电路的升压原理	(104)
三、实际自举升压行输出电路	(105)
第六节 行激励电路	(106)
一、行输出管的激励要求	(106)
二、行激励电路工作原理	(106)
三、实际行激励电路	(109)
第七节 行振荡电路	(109)
一、概述	(109)
二、变形间歇振荡器	(110)
第八节 自动频率控制 (AFC) 电路	(113)
一、概述	(113)
二、平衡型鉴相器	(114)
三、不平衡型鉴相器	(117)
四、积分滤波器	(119)
五、AFC 电路的指标	(120)
第九节 实际电路介绍	(121)
小结	(123)
复习思考题及习题	(124)
实验 行扫描电路的测试	(124)
第五章 同步分离电路	(126)
第一节 概述	(126)
第二节 幅度分离电路	(127)
一、同步头高度不齐的原因	(127)
二、钳位电路	(128)
三、幅度分离电路的基本工作原理	(129)
四、幅度分离电路实例分析	(132)
第三节 同步放大电路	(132)
一、同步放大基本电路	(132)
二、同步放大与幅度分离电路的连接	(133)
第四节 宽度分离电路	(134)
一、积分电路	(134)
二、幅度分离电路与场同步分离电路的连接	(136)
第五节 抗干扰电路	(137)
一、RC 并联抗干扰电路	(138)
二、二极管抗干扰电路	(139)
三、截止式抗干扰电路	(139)
四、对消式抗干扰电路	(140)
第六节 实际电路的介绍	(141)
小结	(142)
复习思考题及习题	(142)
第六章 高频头	(143)

第一节 概述	(143)
一、高频头的作用、组成及类型	(143)
二、高频头主要性能要求	(144)
第二节 输入电路	(146)
一、宽频带阻抗变换器	(146)
二、高通滤波器	(148)
三、输入调谐回路	(148)
第三节 高频放大电路	(150)
一、高放级性能要求	(150)
二、典型高频放大电路的分析	(151)
三、中和原理	(152)
四、高放管的选择	(153)
第四节 混频电路	(153)
一、混频电路的类型	(153)
二、混频原理	(154)
三、混频器的性能要求	(155)
四、实际混频电路的介绍	(156)
第五节 本机振荡电路	(156)
一、对本振电路的性能要求	(157)
二、电路工作原理	(157)
三、实际电路举例	(159)
第六节 机械调谐甚高频头实际电路	(159)
一、输入电路	(159)
二、高放级	(161)
三、本振级	(161)
四、混频级	(161)
第七节 机械调谐特高频头实际电路的分析	(162)
一、概述	(162)
二、传输线	(163)
三、实际电路分析	(165)
第八节 电调谐高频头	(169)
一、电调谐工作原理	(169)
二、电调谐甚高频头实际电路介绍	(171)
三、电调谐特高频头实际电路介绍	(173)
小结	(175)
复习思考题及习题	(176)
实验 高频头的观测	(177)
第七章 中频放大器	(180)
第一节 概述	(180)
一、中频放大器性能要求	(180)
二、电视中频的选择	(183)
第二节 单级中频放大电路	(184)
一、单调谐放大器	(184)
二、双调谐放大器	(187)

三、无调谐宽带放大器	(188)
第三节 多级中频放大器电路	(189)
一、多级单调谐组合	(189)
二、单调谐和双调谐组合	(190)
三、阻容耦合和双调谐组合	(191)
第四节 中频放大器输入电路和陷波器	(192)
一、中放输入电路	(192)
二、陷波器	(193)
第五节 实际中频放大电路介绍	(198)
一、飞跃 35D1-4 型机中放电路	(198)
二、新联合设计 31 厘米 (34 厘米) 机中放电路	(200)
小结	(201)
复习思考题及习题	(201)
实验 中放频率特性的观测	(202)
第八章 视频检波器与视频放大器	(205)
第一节 概述	(205)
第二节 视频检波器	(206)
一、视频检波原理	(206)
二、第二伴音中频信号的形成	(207)
三、视频检波器性能要求	(209)
第三节 预视放级	(212)
一、对预视放级的要求	(212)
二、预视放级对视频信号的传输	(213)
三、预视放级对第二伴音信号的放大	(214)
第四节 视放输出级	(214)
一、视放输出级基本电路	(214)
二、输出级未经频率补偿时的增益和带宽	(215)
三、输出级的高频补偿	(216)
四、输出级的低频补偿	(219)
五、对比度调整	(219)
六、输出管的选择及保护	(220)
七、视频信号中直流分量的传递	(221)
第五节 实际电路的介绍	(225)
一、联合设计 40 厘米机视频检波和视频放大电路	(225)
二、新联合设计 31 厘米 (34 厘米) 电视机视放电路	(226)
三、飞跃 35D1-4 型机视频检波及视放电路	(227)
小 结	(228)
复习思考题及习题	(229)
实验 视放频率特性的观测	(230)
第九章 伴音通道	(232)
第一节 概述	(232)
第二节 伴音第二中频放大器	(233)
一、性能要求	(233)
二、伴音中放电路形式	(233)

三、伴音中放限幅原理	(235)
第三节 鉴频器	(236)
一、相位鉴频器	(236)
二、比例鉴频器	(239)
三、陶瓷鉴频器	(241)
第四节 实际伴音电路的介绍	(243)
一、飞跃 35D1-4 型机伴音电路	(243)
二、新联合设计电视机伴音电路	(245)
小 结	(246)
复习思考题及习题	(246)
实验 伴音中放频率特性和鉴频特性曲线的观测	(247)
第十章 自动增益控制电路	(249)
第一节 概述	(249)
一、采用 AGC 电路的必要性	(249)
二、对 AGC 电路的要求	(250)
三、AGC 电路的组成	(251)
四、AGC 电路的控制方式	(251)
第二节 AGC 电路的类型	(253)
一、平均值式 AGC 电路	(253)
二、峰值式 AGC 电路	(254)
三、键控式 AGC 电路	(255)
四、延迟式 AGC 电路	(257)
五、混合型 AGC 电路	(258)
第三节 实际 AGC 电路介绍	(261)
一、飞跃 35D1-4 型机 AGC 电路	(261)
二、孔雀 KQ35-2-1 型机 AGC 电路	(262)
小 结	(263)
复习思考题及习题	(265)
实验 AGC 特性的观测	(265)
第十一章 电源电路	(267)
第一节 概述	(267)
第二节 串联调整型稳压电源	(268)
一、基本串联型晶体管稳压电源	(268)
二、行回授偏置稳压电源	(269)
第三节 开关式稳压电源	(270)
一、概述	(270)
二、基本工作原理	(271)
三、实际电路介绍	(272)
第四节 泵电源	(275)
一、概述	(275)
二、“泵源”的基本工作原理	(275)
三、实际电路介绍	(276)
小 结	(278)
复习思考题及习题	(278)

第十二章 集成电路电视机	(279)
第一节 概述	(279)
第二节 μ PC 系列集成电路	(280)
一、 μ PC1366C 集成电路	(280)
二、 μ PC1031H2 集成电路	(283)
三、 μ PC1353C 集成电路	(285)
第三节 MC13007P 和 TDA3190P 集成电路	(288)
一、MC13007P 集成电路	(288)
二、TDA3190P 集成电路	(293)
小 结	(294)
复习思考题及习题	(295)
第十三章 整机电路的分析	(296)
第一节 飞跃 35D1-4 型电视机	(296)
一、信号通道部分	(296)
二、行、场扫描部分	(298)
三、电源部分	(299)
第二节 金星 B35-1U 型电视机	(300)
一、信号流程	(300)
二、电源电路	(302)
小 结	(302)
复习思考题及习题	(302)
第十四章 故障的检修	(304)
第一节 故障检修的基本方法	(304)
一、检修前的准备工作	(304)
二、检修注意事项	(304)
三、检修的一般步骤	(305)
四、检修故障的基本方法	(306)
第二节 分立元件电视机的故障检修	(310)
一、各部分电路的组成及对应的故障现象	(310)
二、常见故障检修举例	(311)
第三节 集成电路电视机的故障检修	(318)
一、 μ PC1366C 和外部电路故障检修举例	(318)
二、 μ PC1031H2 和外部电路故障检修举例	(318)
三、 μ PC1353C 和外部电路故障检修举例	(319)
小 结	(319)
复习思考题及习题	(320)
附图一 飞跃牌 35D1-4 型机电原理图	
附图二 金星牌 B35-1U 型机电原理图	

第一章 电视基本原理

很早以前，劳动人民就有“千里眼”这一美丽的想象。然而，时代的限制，这一切只能停留在梦幻的世界里。而今，通过电视系统，千里景色尽收眼底，理想变成了现实。现代的电视系统是经过逐渐改进而形成的。

电视广播是怎样传送活动图像的呢？在电视广播的发送端，首先利用摄像管将图像变成电的信号，再经过一系列的处理，经天线以无线电波的形式发送出去。电视接收机将天线接收下来的含有图像信息的无线电波，进行一系列的变换，在显像管中还原成原来的图像。

第一节 概 述

一、从音乐、语言广播和电影谈起

电视广播是在音乐、语言广播和电影的基础上发展起来的。我们先来观察一下音乐、语言是怎样通过无线电广播的，再讨论一下电影是怎样放映活动图像的，然后进一步研究如何用电磁波传送图像。

我们知道，在一般音乐或语言广播过程中，首先是利用微音器（话筒）把声波（机械的振动）转变成电压或电流的波动，这样就构成了音频电信号（以下简称“音频信号”）。它的大小（幅度）反映了声音的强弱，其频率反映了声音的频率。因为音乐语言的频率大致从十几 Hz 到二十 kHz，所以音频信号的频率也是在这一频率范围内。一般的无线电广播所用音频频带较窄，只有 5kHz 左右。这是因为实际的最高音频成分不多，把频带压缩到 5kHz 已能较逼真地传播音频信号。只有在某些要求较高的播音设备里，才采用较宽的频带。音频信号电压或电流的大小（幅度）是时间的单值函数，也就是说，在每一瞬间，只用一个相应的电压或电流来表达，不传送声音时，电压或电流的值为零。

为了进行无线电广播，音频信号还必须对一个比本身频率高得多的载频（ f_0 ）进行调制，一般在播送音乐或语言时采用双边带调幅方式。例如，广播电台的载波频率 $f_0=1000\text{kHz}$ ，经从 0 到 5kHz 的音频信号调幅后，就变成了调幅波。这个调幅波中除原有的载波频率 $f_0=1000\text{kHz}$ 外，在 f_0 的两旁还形成上、下两个边带。下边带最低频率是 $f_0-5\text{kHz}=995\text{kHz}$ ，上边带最高频率是 $f_0+5\text{kHz}=1005\text{kHz}$ 。因此，调幅波实际占有的频带是 $1005\text{kHz}-995\text{kHz}=10\text{kHz}$ 。以上就是语言无线电广播的大致情况。

下面我们再来讨论一下电影的情况。为适应人类眼睛的特点，使人们看起来比较舒适自然，故电影片及银幕的宽、高比大致是 4:3 的长方形。我们知道影片是由一幅幅静止的画面构成的，相邻的两幅画面，内容相差不多。放映机每秒连续放映 24 幅画面，同时，在影片移动更换画面时，用遮光板遮住，我们看起来就变成了活动的图像，这是利用人眼的视觉惰性。所谓视觉惰性，就是指人眼观察景物时，尽管外界的景物消失了，但主观视觉仍将景物保留一段短暂的时间（约 0.1 秒）。例如，在黑夜里，如果用一支点燃的香烟在空中快速划圆圈，

那么，我们看到的将不是一个光点，而是一个光圈，这就是视觉惰性的作用。另外，根据实验和理论证明，如果电影每秒放映的画面少于 24 幅，人们观看时，就会感到图像有明显的闪动。当放映速度为每秒 24 幅时，实践证明，看起来还会有抖动感觉，这种抖动我们叫做闪烁。要减少这种闪烁，最好是每秒放映 48 幅以上的画面。但放映速度提高，对影片和设备的要求也就更高了。在实际中，为了消除闪烁现象又不使放映速度太快，采取的办法是：每秒放映 24 幅画面，利用放映机内的遮光板，使每幅画面在银幕上放映两次。因此，每秒放映的次数提高为 48 次，这样使我们感到画面图像是在连续的运动。这就是电影放映活动图像的情形。

二、图像传送原理

根据上面对音乐、语言广播和电影的介绍，下面再来讨论电视传送图像的原理。

任何一幅图像都是由许多密集的小点子组成的。如照片、书籍和报刊上的照相图等，用放大镜仔细观察就会发现它们都是紧密相邻的、黑白相间的小点子的集合体。这些细小点子是构成一幅图像的基本单元，称其为像素。像素越小，单位面积上的像素数目越多，图像就越清晰。这是因为人眼对细小物体的分辨能力有一定限度的缘故。例如，在白纸上画两个小黑点，近距离观看时，两点是清晰可辨的。但距离越远，这两点对于人眼所构成的视角 α 就越小。当 α 减小到约 $1' \sim 1.5'$ 时，这两点就混在一起分辨不清了。所以，组成图像的像素越多，人眼距图像越远， α 角就越小，看起来也就不是分离的小点，而是一幅完整的图像。

如果把要传送的图像也分解成许多像素，每个像素看成是一个光点，它的明暗变化是时间的函数。我们可以把这些光点明暗的变化转变成相应电的信号，然后用无线电波传送出去。在接收端，将这些电的信号在显像管屏幕相应的位置上再转换成明暗不同的光的信息，于是屏幕上就重现出原来的图像。问题是，我们怎样来传送各个像素的信息。通常，一幅图像要被分割成几十万个像素。如果一个像素的信息用一个电路来传送，那么要同时播送这些像素就需要几十万个通道，这实际上是不可能实现的。我们知道，电影是利用人眼的视觉惰性，把连续活动的景象取其一些瞬时“静止”画面，然后一幅一幅地顺序放映。在电视里，当然也可以把要传送的图像按时间顺序分成若干幅（如 25 幅）来传送。而在播送每一幅图像（或称一帧图像）时，再进一步把这幅图像分割成许多像素，并在 $1/25$ 秒的时间内顺序播完这些像素信息。接收机收到这些像素信息又在荧光屏对应位置上按播送顺序显示出各像素光的信号，由于人眼的视觉惰性和荧光屏的余辉特性，荧光屏上就复现出发送端的图像。由上述可知，一幅图像几十万个像素信息不是同时传送的，而是采用依次传送各像素信息的办法。也就是说，每一时刻，只传送一个像素的信息。因此，只要一个通道就可以了。这样就像音乐和语言广播一样，在技术上就比较容易实现了。

在摄像机里，首先通过光学系统把要传送的图像成像在光电靶上，然后利用摄像管电子枪发射的电子束依次轰击靶上各点，根据被轰击点的明暗程度，转变成强弱不同的电信号，我们称它为图像信号或视频信号。电子束的上述作用被称作“扫描”。可见，扫描的实质就是把一帧图像分解成许多像素，并把每个像素的亮度通过光电转换器件，变成相应的电信号。一般采用直线扫描方式。所谓直线扫描就是让电子束在光电靶上沿着略为倾斜的水平方向从左向右匀速地扫描，电子束到达右端以后，迅速返回左端，再又匀速向右运动，如此进行下去，直到扫完整个靶面。然后电子束又迅速折回左上角，对光电靶进行第二次扫描……。通过扫描，原来以空间分布的像素信息就变成了按时间分布的像素信息（视频信号）。此后，即可通过一般的调制原理，将视频信号对高频载波进行调制，再经放大送至发射天线，以电磁波的

形式发送出去。

电视接收机收到电视台发送的电磁波后,先经过放大和检波,解调出视频信号。然后将此视频信号加到显像管的栅极或阴极上。显像管电子束扫描的规律与摄像管相同。当栅极或阴极无视频信号加入时,荧光屏上呈现一幅白色矩形光栅;当有视频信号输入时,电子枪发射的电子束强弱就受到视频信号控制,因而在荧光屏上便可复现发送端的图像。可见,显像管的作用是把视频信号还原为亮度信号,并把被摄像管分解成像素的图像信号重新合成为图像。必须指出,显像管电子束的扫描规律必须与摄像管的扫描规律完全一致,或者说扫描必须“同步”。以保证被传送图像的每一个像素都能复现在荧光屏相对应的位置上。如果发送端和接收端电子束的扫描不同步,当然荧光屏上也就无法重现原来的图像。

第二节 扫描运动

一、逐行扫描

如前所述,电视图像的传送过程,实际上是光和电的相互转换过程。光和电的相互转换是由摄像管和显像管来完成的。然而,把作为空间与时间函数的光信息(光像),转换成只以时间函数来表达的电信息和把作为时间函数的电信息再转换成一幅平面图像(光信息),则是通过电子束扫描来完成的。这种将图像各像素的亮度转变为顺序传送的电信号的过程,以及将这些顺序传送的电信号再重现为发光图像的过程,也就是图像的分解与复合过程,都称为扫描。在摄像管或显像管中,电子束在水平方向作扫描运动称为行扫描。电子束自左至右扫描称为行扫描的正程,而迅速地由右回到左的过程称为行扫描的逆程。电子束在垂直方向作扫描运动称为场扫描。电子束自上而下的运动称为场扫描的正程,而迅速地从下端返回上端称为场扫描逆程。

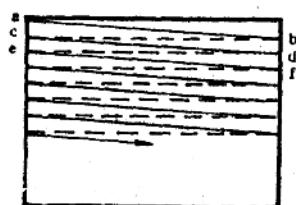


图 1-1 逐行扫描

为了使电子束能扫过整个屏面,电子束一行紧跟一行地扫描下来,称为逐行扫描(见图 1-1)。由于技术上的原因,这种扫描方式已不采用,而采用另一种顺序传送方法——隔行扫描。

二、隔行扫描

前面谈到关于电影的情况,为了使银幕上出现的图像对人眼没有闪烁的感觉,因此,每秒在银幕上出现的画面次数不能太少,电视也是同样的道理。如果采用逐行扫描的方法,每秒传送 25 幅(或称 25 帧)图像来达到传送活动图像的目的,由于每秒传送的图像次数太少,人眼也会感到图像有闪烁现象。当然,电视机中也可以采用提高闪烁频率的办法,例如,每秒传送 50 帧图像,虽然可以消除闪烁现象,但是,这样多的帧数,会造成每秒扫描的总行数太多,使得电信号所占的频带太宽。前已述及,图像是通过扫描分解成许多像素来传送的,一幅图像分解的像素越多,图像就越精细,越清晰。但是像素数目越多,在同一扫描时间内图像信号(或称视频信号)的变化必然愈快,也就是它的频率愈高。

例如,有一黑白方格图像,如图 1-2 所示。设每个方格就代表一个像素,因此,在所有可能的图像中,这个图像对应的视频信号的频率是最高的。因为电子束每扫过两个相邻的像素

时,形成的电信号都要急剧变化一次,所需的时间就是信号的周期。下面进一步讨论图像信号的频率。

一般图像的宽高比为4:3,设图像被分成Z行,则每行可分成 $\frac{4}{3}Z$ 格(见图1-2)。故每行像素的数目就是 $\frac{4}{3}Z$,整个图像中的像素数目即为 $\frac{4}{3}Z^2$ 。设每秒传送n帧图像,则每秒传送的像素数目为 $(\frac{4}{3})nZ^2$ 。又每传送两个像素的时间是一个信号周期,所以图像信号的频率为:

$$\frac{4}{3}nZ^2 \times \frac{1}{2} = 0.667nZ^2 \text{ Hz}$$

再考虑到在回扫时间里不传送图像的行数以及人眼的主观感觉等因素,上面计算的图像信号频率还需打一个折扣,一般认为图像信号的最高频率为 $0.61nZ^2 \text{ Hz}$ 。由于图像信号的最低频率接近于零,所以,这个最高频率也就是图像信号的频带宽度,即 $\Delta f = 0.61nZ^2$ 赫。因为每秒传送图像50

帧,我国电视标准规定行数为625行,将这些值代入上式,可得出图像信号的频带宽度为:

$$\Delta f = 0.61 \times 50 \times 625^2 \approx 12 \text{ MHz}$$

这样宽的频带,既占用过多的无线电波段,也使设备大为复杂。因此为了消除图像的闪烁现象,而又不增加每秒钟扫描的总行数,在电视技术中,采用了类似电影中“遮光”的措施,即所谓“隔行扫描”的方法。

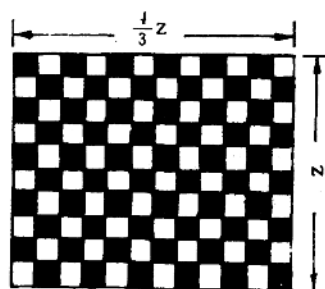


图 1-2

所谓“隔行扫描”,就是把一帧图像分成两场进行扫描,第一场扫1、3、5……奇数行,第二场扫2、4、6……偶数行。例如,一帧图像为625扫描行,故每场扫描的行数为312.5行,如图1-3所示。如果每秒传送图像25帧,采用逐行扫描方式,相当于每秒扫25场,因此闪烁频率为25Hz,观看图像有抖动的感觉。采用隔行扫描后,由于每秒扫50场,所以闪烁频率提高为50Hz,从而消除了闪烁感。采用隔行扫描的方法,其优点是显而易见的,它有效地解决了闪烁现象问题,而且图像的清晰度并不下降。因为每帧图像虽分两场扫描,但其总行数不变仍为625行。同时,由于在保证画面没有闪烁感觉的前提下,让帧频降低一半,所以图像信号的最高频率也降为6MHz(不打折扣时,图像信号的最高频率为 $\frac{4}{3}nZ^2 \times \frac{1}{2} = \frac{4}{3} \times 25 \times 625^2 \times \frac{1}{2} \approx 6.5 \text{ MHz}$),因而对设备没有苛刻的要求。所以几乎各国都采用隔行扫描的方式。

顺便指出,在隔行扫描中,一般行数都选为奇数,而不采用偶数。这是因为采用偶数方式时,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(或高于)第一场扫描的起点,才能保证相邻两场扫描线相嵌。这就要求扫描锯齿波振幅在两场中不能一致,显然这将使设备复杂化。如果采用奇数方式,因为第一场扫描总行数的一半,它结束于最后一行的中点(如图1-3中的B点),然后,电子束折回,又从图中上方中央B'点开始第二场扫描。两场扫描起点高度一致,而且第二场扫描线刚好嵌在第一场各扫描线的中间。这就是隔行扫描通常采用奇数行的原因。

我国电视制式规定,一帧图像的总行数是625行,分两场扫描。场扫描频率为50Hz,周期为20ms(包括场逆程);帧周期是场周期的2倍,因此,帧周期是40ms,帧频等于25Hz;行扫描频率是15625Hz,行周期是64μs(包括行逆程)。在发送电视信号时,每一行中传送图像的时间是52.2μs(正程),其余11.8μs(逆程)不传送图像,每一场的总行数为312.5行,

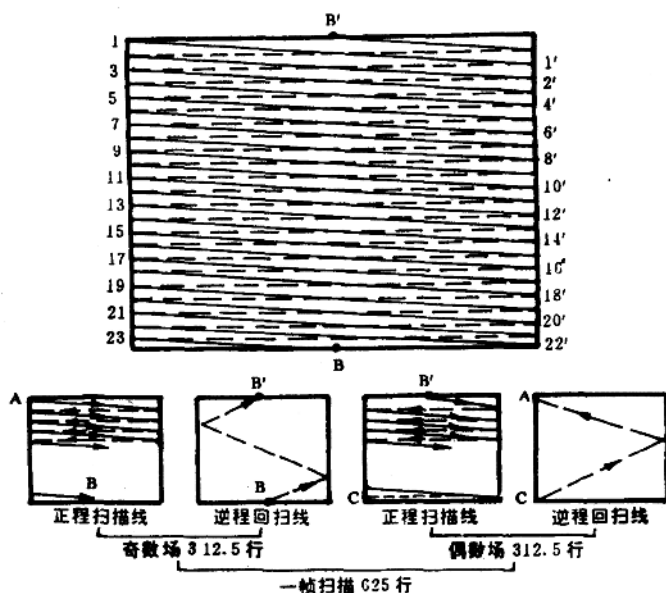


图 1-3 隔行扫描示意图

传送图像信号的行数是 287.5 行，剩下的 $312.5 - 287.5 = 25$ 行用作回扫，不传送图像。因此每一帧图像信号中有 50 行是不传送图像信号的。以上是电视台发送电视信号的情况。在电视接收机中，行和场的逆程时间跟电视信号规定的时间不同，视具体机器而定。行的逆程时间大致 $12\mu s$ ，场的逆程时间大致是 $1ms$ 。

第三节 电视信号

一、图像信号的产生

图像信号是由电视广播发送端的摄像管产生的。

摄像管的种类很多，如超正析像管、光电导摄像管等。这里以光电导摄像管为例说明图像信号产生的过程（见图 1-4）。

光电导摄像管的主要组成部分是光敏靶和电子枪，如图 1-4 (a) 所示。光敏靶是由光敏半导体材料制成的，这种材料具有在光作用下电导率增加的特性。被传送的图像各部分通过摄像机的光学系统恰好在摄像管的光敏靶上成像。由于光图像各部分的亮度不同，靶上各部分（各单元）的电导率也发生了不同程度的变化。与较亮像素对应的靶单元的电导较大（电阻较小）；与较暗像素对应的靶单元的电导较小。于是图像上各像素的不同亮度就变成了靶面上各单元电导的差异，“光图像”就变成了“电图像”。

从摄像管电子枪阴极发出的电子束，经电、磁场的作用以高速射向靶面，并在偏转线圈磁场作用下进行扫描。当电子束接触到靶面某点，就使接地的阴极与信号板、负载、电源构成一个回路，在负载 R_L 中有电流流过，而电流的大小取决于光敏靶该点电导的大小。显然，

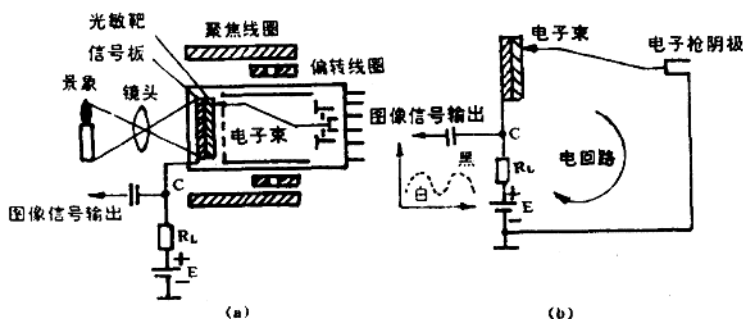


图 1-4 图像信号的形成过程

图像亮区信号电流大，图像暗区信号电流小。由于扫描按顺序进行，于是便沿着扫描的顺序，把“电图像”上所有的像素逐点地变为信号电流输出。

信号电流在负载 R_L 上产生压降，输出端 C 点电位将随电流的大小而变化，因此，C 点输出的电压即是图像（视频）信号电压。显然，光亮，电流大，在负载 R_L 上压降大，输出端 C 点电位低；光暗，电流小，在负载 R_L 上压降小，C 点电位高。也就是说，C 点输出的信号电压，它的高电平反映了图像的黑色部分，低电平反映了图像的明亮部分。我们把以高电平为黑色电平，低电平为白色电平的图像信号称为负极性图像信号。

二、复合消隐信号和复合同步信号

电视发送端是把一幅图像分解成许多行的图像信号，而且是一帧一帧地连续播送。所以，在电视接收机中，为了正确重发发送端的图像，其扫描的方法和次序必须与发送端的完全一致。收发两端的每一行，每一帧都要同时开始，扫描的速度也要完全相同，亦即两端扫描应该完全同步。

在电视发射机和接收机中，采用同一个扫描发生器可以实现同步，但对电视广播来说，这是难以做到的。通常的办法是从发射机发送一种同步信号，对电视接收机的扫描电路进行控制。保证发射机和接收机的扫描发生器所产生的扫描信号从相同的瞬间开始。故收发两端的扫描便可达到同步。同步信号分为行同步信号和场同步信号，由它们分别控制行、场扫描。在发送端，同步信号是由专门的设备“同步机”产生的，它们是一系列的脉冲。行同步脉冲的重复周期等于行扫描周期，场同步脉冲的重复周期等于场扫描周期。这些同步脉冲一方面送到摄像机中，分别控制行、场扫描发生器的扫描开始时间；另一方面它和图像信号一起，通过无线电波送到电视接收机中以分别控制机内的行、场扫描发生器的扫描开始时间。这样，发射机和接收机的扫描，便可以得到同步。

电视台除了播送图像信号和同步信号外，还要播送消隐信号，以保证接收机能清晰地重现发送端的图像。因为电视台在扫描的正程期间发送图像信号，而在逆程期间不传送图像信号。虽然电子束的回扫速度很快，逆程时间比正程时间短得多，但总是需要一段时间的。所以在行、场逆程时间内，都要发送一个脉冲来关掉显像管的电子束，以免在荧光屏上出现回扫线，影响图像的质量。这种脉冲叫消隐脉冲（或称消隐信号）。每个行扫描的逆程都发送一个行消隐脉冲，每个场扫描的逆程都发送一个场消隐脉冲。由于同步信号和消隐信号都在扫描的逆程时出现，而在回扫时间内是不传送图像信号的，所以同步信号和消隐信号不必单独