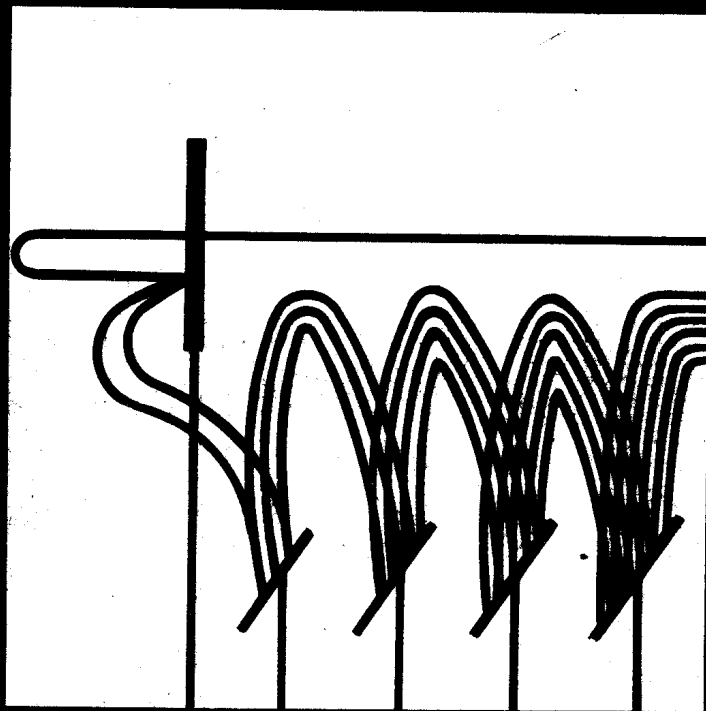


中等专业学校试用教材



电视原理与接收机

内 容 提 要

本书共分三篇。第一篇电视原理,介绍图象发送和接收的过程和原理;第二篇黑白电视机,着重分析晶体管电视机电路的工作原理,并系统地介绍集成化电视机的电路;第三篇彩色电视,简要地介绍彩色图象发送和接收的基本过程,并分析彩色电视机的核心——PAL-D解码器电路。

本书力求运用明确的物理概念阐述电视原理和接收机电路中各种元器件的作用,避免繁复的数学分析,便于初学者入门。

本书为中等专业学校无线电技术专业的电视课程教科书,亦可供无线电工作者或爱好者参考。

中等专业学校试用教材

电视原理与接收机

北 京 姜 逸 编
无线电学校

*

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷一厂印刷

天津市新华书店发行

*

开本 787×1092毫米 1/16 印张 29 插页 4 字数 701,000

一九八二年九月第一版

一九八二年九月第一次印刷

印数: 1—58,200

统一书号: 15212·63 定价: 2.60元

前 言

《电视原理与接收机》这本书是中等专业学校工科电子类无线电技术专业汇编教材之一。它包括电视原理、黑白电视机和彩色电视三部分。主要内容有摄像与显象、全电视信号和射频电视信号、发射机和接收机概述；晶体管黑白电视机单元电路和整机电路分析、电视集成块内部电路和集成化电视机分析；彩色摄像与显象、彩色电视制式、NTSC制电视原理、PAL制电视原理、PALD接收机等。

根据教学计划，这一课程排在“晶体管电路”、“高频电路”和“脉冲技术”课程之后讲授，因此书中用到的有关基本概念，仅作提纲挈领的复习之用或直接引用有关结论。

每章末尾均有小结和复习题，是该章的重点所在，便于学生复习巩固，抓住重点。

这门课程根据教学大纲规定为92学时，课时安排是第一篇24学时，第二篇62学时，合计讲授86学时（带*号的章节可不列入），其余6学时留给实验课。实验内容未作具体安排，建议做电视通道和扫描测量实验。本书第二篇第十章可作为实验参考。

第三篇为彩色电视，由于学时限制未能列入讲课时数内，本篇编写的30学时教学内容，可供学生自学或以讲座形式讲授。

在本书编写过程中，北京无线电学校康振茂老师热忱帮助，做了大量工作。天津大学俞斯乐副教授和王兆华讲师，对有些疑难问题给予了热情指教。本书由辽宁电子工业学校吕振绪老师负责主审，南京无线电工业学校王谨之老师、西安无线电工业学校吕联亨老师和山东电子工业学校张久战老师参加了审稿工作，提出了许多宝贵意见。北京无线电学校潘益凡同志负责全书的绘图工作，认真细致。在此，对他们表示衷心感谢。

由于本人水平所限，书中缺点错误一定不少，希望读者批评指正。

编 者

一九八一年二月

目 录

第一篇 电视原理

第一章 电视图象转换和全电视信号

§ 1-1 电视图象转换	(2)
一、图象的分解	(2)
二、图象转换全过程	(7)
三、电视图象的分析	(8)
§ 1-2 全电视信号 (视频信号)	(13)
一、图象信号	(13)
二、行消隐与行同步脉冲	(14)
三、场消隐与场同步脉冲	(16)
四、前后均衡脉冲	(17)
五、全电视信号的形状	(19)
六、全电视信号的频谱宽度	(20)
本章小结	(23)
复习题	(23)

第二章 摄像管与显象管

§ 2-1 光电导摄像管	(25)
一、氧化铅光电导摄像管的结构	(25)
二、磁偏转原理	(26)
三、光电导管工作原理	(27)
§ 2-2 显象管	(29)
一、显象管的结构	(29)
二、电子枪及静电聚焦原理	(29)
三、荧光屏	(33)
四、显象原理	(34)
五、显象管性能参数	(35)
六、偏转线圈	(35)
七、中心位置调节	(39)
本章小结	(40)
复习题	(41)

第三章 电视发射概述

§ 3-1 摄像机和电视中心设备	(42)
一、摄像机	(42)
二、电视中心设备	(42)
§ 3-2 射频电视信号	(45)

一、视频信号调幅	(45)
二、电视伴音调频	(47)
三、电视波段和频道划分	(48)
四、超短波传播	(49)
§ 3-3 电视发射机典型框图	(51)
本章小结	(53)
复习题	(53)

第四章 电视接收概述

§ 4-1 超外差单通道式电视接收机框图	(54)
一、接收机框图说明	(54)
二、信号变换过程	(56)
§ 4-2 接收天线与馈线	(58)
一、天线的基本概念	(58)
二、接收天线	(60)
三、馈线	(65)
四、馈线的联接	(66)
§ 4-3 电视机参数	(69)
§ 4-4 测试卡	(73)
§ 4-5 通道特性对图象及伴音的影响	(74)
本章小结	(78)
复习题	(78)

第二篇 晶体管黑白电视接收机

第一章 高频调谐器

§ 1-1 高频调谐器的组成、作用和主要性能指标	(79)
§ 1-2 宽频带阻抗变换器	(81)
一、传输线变压器	(81)
二、微带线阻抗变换器	(83)
§ 1-3 甚高频(VHF)高频头	(84)
一、电路原理	(84)
二、频道转换机构	(96)
三、高频头KP12-2电路分析	(97)
§ 1-4 电调谐高频头	(99)
一、概述	(99)
二、电路分析	(101)
* § 1-5 特高频(UHF)高频头	(103)
一、概述	(103)
二、电路	(104)
本章小结	(108)
复习题	(109)

第二章 图象中频放大器

§ 2-1 图象中放的性能要求	(110)
一、增益	(110)
二、幅频特性	(110)
三、选择性	(111)
四、稳定性	(112)
五、自动增益控制 (AGC)	(112)
§ 2-2 中放电路形式	(112)
一、单调谐放大器	(112)
二、双调谐放大器	(114)
三、参差调谐放大器	(114)
四、宽带RC放大器	(116)
五、中放电路组成	(118)
§ 2-3 吸收回路 (陷波器) 与带通滤波器	(119)
一、吸收回路	(119)
二、带通滤波器	(123)
§ 2-4 中放电路举例	(125)
本章小结	(125)
复习题	(127)

第三章 视频检波器与视频放大器

§ 3-1 视频检波器	(129)
一、检波器基本电路	(129)
二、检波器的混频作用	(131)
三、视频检波器	(133)
§ 3-2 视放前置级 (预视放)	(135)
§ 3-3 视放输出级	(136)
一、主要参数	(136)
二、典型电路	(136)
三、补偿电路	(138)
§ 3-4 检波与视放电路举例	(141)
本章小结	(144)
复习题	(144)

第四章 伴音通道

§ 4-1 伴音中频放大器	(145)
§ 4-2 鉴频器	(149)
一、比例鉴频器	(149)
二、不对称比例鉴频器	(152)
三、实用鉴频器举例	(153)
§ 4-3 低频放大器	(154)
一、单管甲类功放	(154)
二、互补推挽电路	(155)

三、实际OTL电路举例	(156)
本章小结	(157)
复习题	(158)
第五章 自动增益控制 (AGC)	
§ 5-1 AGC性能要求	(159)
一、控制范围	(159)
二、稳定性, 对通道频率特性影响	(159)
三、AGC反应速度	(160)
§ 5-2 AGC基本原理	(160)
一、AGC系统框图	(160)
二、AGC晶体管——AGC种类	(161)
§ 5-3 AGC方式——简单式AGC和延迟式AGC	(162)
§ 5-4 AGC电路的类型	(163)
一、平均值型AGC电路	(163)
二、峰值型AGC电路	(164)
三、键控型AGC电路	(166)
§ 5-5 实用电路举例	(167)
一、峰值型AGC电路	(167)
二、键控型AGC电路	(168)
本章小结	(169)
复习题	(170)
第六章 同步分离和抗干扰电路	
§ 6-1 同步分离概述	(171)
§ 6-2 幅度分离电路	(172)
§ 6-3 宽度分离电路	(176)
§ 6-4 噪声与干扰	(180)
§ 6-5 抗干扰电路	(181)
一、RC抗干扰电路	(181)
二、二极管限幅电路	(181)
三、开关型抗干扰电路	(181)
本章小结	(182)
复习题	(183)
第七章 场扫描电路	
§ 7-1 场扫描电路的指标和组成	(184)
一、锯齿电流的幅度	(184)
二、锯齿电流正扫时的线性	(184)
三、场扫描频率	(184)
§ 7-2 场输出级	(185)
一、扼流圈耦合场输出电路	(185)
二、互补推挽OTL电路	(191)
三、分流调整型OTL电路	(194)

§ 7-3 场激励级	(196)
§ 7-4 场振荡器	(197)
一、间歇振荡型场振荡器	(198)
二、电视多谐振荡器	(203)
§ 7-5 非线性补偿	(205)
一、非线性失真原因	(205)
二、补偿方法和补偿原理	(208)
三、温度补偿	(211)
§ 7-6 场扫描电路举例	(213)
一、12英寸电路	(213)
二、16英寸电路	(215)
* § 7-7 开关式场扫描电路	(216)
本章小结	(218)
复习题	(219)

第八章 行扫描电路

§ 8-1 行扫描电路的组成与指标	(221)
§ 8-2 行输出级	(222)
一、工作原理	(222)
二、行线性失真与补偿	(227)
三、自举升压行输出电路	(232)
四、行输出变压器与三次调谐	(233)
五、行输出级典型电路	(237)
六、行输出级的功耗	(241)
§ 8-3 行激励级	(245)
一、任务与输出信号	(245)
二、激励级电路分析	(246)
§ 8-4 行振荡级	(248)
一、作用	(248)
二、变形间歇振荡器	(248)
§ 8-5 自动频率控制 (AFC)	(252)
一、AFC作用与组成	(252)
二、鉴相器电路	(252)
三、AFC工作原理	(254)
§ 8-6 行扫描电路举例	(255)
一、12英寸电路	(255)
二、16英寸电路	(255)
* § 8-7 逆程供电式行输出电路	(258)
本章小结	(261)
复习题	(262)

第九章 显象管馈电与稳压电源

§ 9-1 显象管馈电电路	(263)
---------------	-------

一、显象管直流供电电路.....	(263)
二、关机消亮点电路.....	(264)
三、行、场消隐问题.....	(266)
四、显象管灯丝保护电路.....	(267)
§ 9-2 稳压电源.....	(268)
一、概述.....	(268)
二、稳压电路及其工作原理.....	(269)
三、电视机稳压电源举例.....	(270)
本章小结.....	(273)
复习题.....	(273)
第十章 电视机电路分析与调整	
§ 10-1 电视机电路分析举例.....	(274)
一、昆仑牌 B312型12英寸电视机.....	(274)
二、北京牌840型16英寸电视机.....	(280)
§ 10-2 电视机的调试.....	(281)
一、电视调试中常用仪器及设备.....	(281)
二、高频头的调试.....	(283)
三、主机调试举例.....	(287)
本章小结.....	(297)
复习题.....	(298)
第十一章 集成化黑白电视接收机	
§ 11-1 集成电路的特点.....	(299)
一、集成化电视的优点.....	(299)
二、集成块内部元器件的特点.....	(299)
三、集成电路的电路特点.....	(301)
§ 11-2 电视集成块中的基本电路.....	(301)
一、恒流源电路.....	(301)
二、恒压源电路.....	(304)
三、直流电平偏移电路.....	(306)
四、差分放大器.....	(307)
五、差分放大器的增益控制.....	(311)
§ 11-3 HA 1144集成块.....	(314)
一、功能.....	(314)
二、外形尺寸与引脚作用.....	(314)
三、HA 1144功能框图.....	(314)
四、总电路分析.....	(315)
五、电气性能参数和极限参数.....	(320)
§ 11-4 HA 1167集成块.....	(321)
一、功能.....	(321)
二、电路框图.....	(321)
三、单元电路.....	(322)

四、HA1167全电路分析	(328)
五、HA1167电气性能和极限参数	(329)
§ 11-5 KC583集成块	(330)
一、功能	(330)
二、电路框图	(330)
三、电路原理	(332)
四、电气性能与极限参数	(334)
§ 11-6 KC581集成块	(335)
一、功能	(335)
二、KC581全电路	(336)
三、工作原理	(336)
四、电气性能参数和极限参数	(339)
§ 11-7 HA1166集成块	(339)
一、功能	(339)
二、电路工作原理	(340)
三、HA1166电气性能	(347)
§ 11-8 KC582集成块	(348)
一、功能	(348)
二、电路总图	(349)
三、稳压器工作原理	(350)
四、有源滤波器工作原理	(351)
五、KC582电气参数与极限参数	(351)
§ 11-9 集成化电视机	(352)
一、国产P-24型电视机说明	(352)
二、国产P-24型电视机框图	(353)
三、昆仑B314电路分析	(354)
本章小结	(357)
复习题	(358)

* 第三篇 彩色电视

第一章 彩色电视概述

§ 1-1 光与色的本质与特性	(359)
一、光与色的本质	(359)
二、三基色原理	(360)
三、色参量与色度图	(362)
§ 1-2 摄象与显象	(365)
一、彩色摄象机的构成	(365)
二、彩色显象管	(366)
§ 1-3 彩色电视的制式	(373)
本章小结	(376)
复习题	(376)

第二章 NTSC制彩色电视基本原理

§ 2-1 色度编码	(377)
一、意义	(377)
二、编码矩阵	(378)
三、编码前后的彩条信号	(380)
§ 2-2 彩色电视信号的频谱宽度	(382)
§ 2-3 频谱间置	(383)
§ 2-4 平衡正交调制	(386)
一、平衡调幅	(386)
二、正交调幅	(389)
§ 2-5 已调色度信号	(389)
一、已调色度信号波形	(389)
二、彩色视频信号波形与电平压缩	(390)
§ 2-6 彩色全电视信号与射频电视信号	(394)
§ 2-7 同步检波	(396)
本章小结	(401)
复习题	(402)

第三章 PAL制原理

§ 3-1 色调畸变	(403)
§ 3-2 PAL制克服色调畸变	(404)
§ 3-3 频谱间置与副载波	(406)
§ 3-4 PAL制色同步信号	(411)
§ 3-5 PAL _S 制解调过程	(412)
§ 3-6 延时解调器(梳状滤波器)	(413)
一、延时解调器的组成和工作原理	(413)
二、延时解调器的频率特性	(415)
三、超声延迟线	(417)
§ 3-7 PAL制发送设备简化框图	(420)
本章小结	(421)
复习题	(422)

第四章 彩色电视接收机

§ 4-1 彩色电视接收机方框图	(423)
§ 4-2 解码器	(427)
一、解码器框图与说明	(427)
二、亮度通道	(429)
三、色度通道	(433)
§ 4-3 彩色电视接收机的使用方法	(444)
本章小结	(445)
复习题	(446)

结束语	(447)
-----------	-------

第一篇 电视原理

第一章 电视图象转换和全电视信号

电视和电影一样能够显示活动图象。从表面上看,电视就是小电影,但原理上却大不一样,形式上也有区别。放电影时有放映机,观众能看到射向银幕的光线,因而电影是很具体的,道理比较好理解。而收看电视时看不到发送部分,所以电视就比电影显得神秘多了。无线电广播也只能听到声音看不到广播人员。由此看来,电视广播和无线电广播很有些类似的地方,它们都是利用电磁波的空间传播,来进行图象信息或声音信息的传送。电视在显示图象的同时伴随以声音,称为伴音,伴音构成了电视广播的一部分,所以可以认为电视广播中包含了无线电广播(固然无线电广播电台还有它自己的特点)。由此看来,电视广播从原理到设备都要比无线电广播复杂得多。从历史进程来看,先有无线电广播,然后才发展到电视广播,这是科学技术发展由简单到复杂、由低级到高级的必然过程。因此,无线电广播是电视广播的基础。

无线电广播的任务是向远方传送声音信息,包括语言和音乐等。声音是一种机械振动,它在空气中的传送距离是很有限的,要想传送到远方去,必须把声音变成电信号,即获得与机械振动规律完全相同的电振荡。声音是时间的一元单值函数,即任一时刻振动的瞬时值只有一个,振动在空气中传播能产生一种压力,振动的瞬时值就是随时间变化的声压,声压变为电压是通过微音器完成的。声音的频率约为20Hz至20kHz,这样低频的电振荡要以“无线电”的方式传播到远方去,不仅技术上有困难,而且会造成混合。高频电振荡却能很容易地发送到远方去,因此可以将声音信号“寄存”在高频振荡中发送,这就是“调制”。采用不同频率的高频振荡可以顺利地解决混合问题。所以,调制是无线电广播的核心问题。电视图象信号和伴音信号都需要进行调制才能发送出去。

信号发送是广播的重要环节,然而对电视广播来说更重要的问题是如何将客观景物或图象变成电信号,又如何把电信号复原成图象并且活动起来。这两个问题的解决直接受到了“传真”和“电影”的启发。传真用于传送固定图象,显然它比传送活动图象的电视要简单得多,但它却为电视的诞生打下了基础。

传真用于传送照片、文字或图表等。为了便于说明,这里只讨论黑白图象。任何一幅黑白平面图象,都可以看作是由无数亮度不同的点组成的。图象中任一点的亮度是平面直角坐标 x 、 y 的函数。由于图象是固定的,各点亮度与时间无关,写出亮度函数式为:

$$B = f(x, y)$$

要把这样一个二元函数变为电信号需要分两步来考虑:首先将亮度空间函数 $B = f(x, y)$ 变换为亮度的一元时间函数 $B = F(t)$;第二步再将亮度时间函数变换为电压时间函数 $u = aF(t)$,其中 a 为常数,前一步称为空间时间变换,后一步称为光电变换。变换的过程是首先

将一幅图象分解为密集的小圆点，每一个小圆点称为一个像素，圆点取得越小则像素数目越多，图象就越清晰细致。每一个像素都有确定的坐标和亮度，像素的亮度就是像素所具有的信息，它决定了图象的形态。像素为有限值，我们可以按照一定的规则一个一个的依次观测像素的亮度，每一个时刻只有一个亮度值，这样就获得亮度的时间函数，然后再利用光电效应将亮度信号变为电信号。在接收端获得一幅图象的所有像素后也就获得了这幅图象的全部亮度信息。不过，此时人们所看到的未必是一幅正常的图象。要获得正常的图象，需要将像素按照同样的规则一个一个地排列起来才行。举一个例子，全国运动大会的背景图案，是由八千多人、每人手中拿一个不同色彩的大本子组成的，这是一幅空间图象。若要把它变为时间函数，可以让人们排成一路纵队举着本子在你的面前通过，你在每一时刻看到的都是某种亮度（或色彩）。如果在新的地点，按照原来的规则重新把它们排列起来，这样就完成了图象的传送过程。传真图象按怎样的方式分解像素呢？常用的方式是，首先把图象分解成许多行，然后均匀地分解第一行，再分解第二行、第三行等等。这在数学上，相当于把每一行的 y 看成常数， $y = C$ ，而 x 和时间则为线性关系， $x = bt$ ，代入亮度函数式得：

$$B = f(x, y) = f(bt, C) = F(t)$$

此式表明空间二元函数变成了一元时间函数。有了分解方式，第二步是具体实现变换，可用一束光线一行一行地扫过图象（扫描），光束截面大小就是像素的大小，光束的反射光随着像素的明暗而变化，像素暗处反光弱，像素亮处反光强，所以反射光的强弱即代表了像素的信息，这一过程就是空间时间变换过程。下一步是进行光电变换，光电变换应用光电管，光电管输出光电流的大小决定于入射光的强度。将图象的反射光束射到光电管上，则获得随像素明暗而变化的光电流，此光电流流过负载电阻成为信号电压 u 。显然 u 与 B 的变化规律相同，仅差一个比例常数 a ，即：

$$u = aF(t)$$

u 称为图象信号。空间时间变换和光电变换合在一起称为图象的分解。

有了图象信号，便可以通过电缆传送出去，也可以用“无线电”方法通过空间传播出去。接收者收到图象信号后用它点燃辉光管（录影灯），将电压大小再变为光线的强弱，经透镜聚焦成束，并按照发送端的扫描方式扫描感光纸，从而获得发送来的图象。从图象信号到图象复原的过程称为像素的合成。像素的分解和合成是同时进行的（电信号传输时间极短可以忽略不计）。

通过以上分析可以看出，传真的三个关键问题：一是图象分解成像素，它是通过扫描来完成的；二是接收端进行像素合成，它也是通过扫描来完成的；三是收、发两地扫描必须完全同步。电视系统也有这样类似的问题。

电影解决了图象活动的问题。就这一点而言，电影也构成了电视诞生的基础。

然而更本质地说，电影、传真和电视的诞生都是立足于对人眼视觉特性的深入研究上，人眼是检验图象质量的最终标准。视觉特性是一个生理学问题，本书不作专门介绍，需要用到视觉特性的地方只作必要的说明。

§1-1 电视图象转换

一、图象的分解

1. 空间-时间变换

电视显示的是客观世界的景象，空间景象是无数个点的集合体，每一个点都有确定的几何位置、亮度和色度，并且每一点的亮度和色度都随着时间不断地变化着。即信息是空间和时间的函数，而且是一组十分复杂的函数，它所包含的信息量非常巨大，显然若能全部传送这些信息即可实现“立体彩色电视”，这在技术上是非常复杂的。为了由浅入深和便于实现，这里暂且讨论黑白平面图象。和传真相比，黑白电视的象素不仅是空间的函数，而且是时间的函数，所以象素亮度方程是：

$$B = f(x, y, t)$$

此式表示平面 x 、 y 处的亮度随时间而变化，这样一个三元函数，要进行传输也必须变换为电信号，过程与传真类似，利用扫描分解象素。传真传送的是固定图象，所以扫描速度可以低些；而电视传送的是活动图象，所以图象分解为象素及象素合成为图象的速度必须非常高，这是人眼视觉特性所要求的。人眼看到客观景象在运动，这是因为客观景象在连续变化，任一瞬间都有一幅象，在一段时间间隔内这样的象是无穷多的。要传送无穷多幅象既不可能，也不必要，可以利用有限幅象来模拟无限幅象，用离散量来表征连续量。问题是每秒要出现多少幅象才能产生连续运动的感觉这就决定于人眼的感觉特性了。人眼有一个重要特性——视觉惰性，这是电影和电视能够实现的根本所在。所谓视觉惰性，简单地说，就是人眼的亮度感觉有一个滞后过程，当亮度突然出现时，眼睛要经过一定时间才会感到最亮；当亮度突然消失时，眼睛要经过一定时间才会感到黑暗。如图1-1-1所示，眼睛感觉亮度的曲线接近于指数规律，亮度建立时间 $t_1 t_2$ 较短，亮度消失时间 $t_2 t_3$ 较长。 $t_2 t_3$ 这一段时间称为视觉暂留时间，数值大约是0.1秒左右。这段时间对我们来说十

分有意义，这表明内容差不多的图象连续出现时，只要每秒出现的图象在十幅以上，即每幅图象出现时间小于0.1秒，眼睛在感觉后一幅图象时，对前一幅图象的印象虽然已经减弱，却不能完全消失，这样，眼睛将产生图象活动的感觉。要使图象的活动连续变化、没有跳动的感觉，根据经验，每秒出现的图象应在24幅以上，电影正是这样做的，电视也应该如此。但是，电视图象和电影图象有根本的区别，电影中一幅象的所有象素是同时出现的，而电视一幅象（也叫一帧象）的出现是象素一个个依次出现的结果。一帧象中从第一个象素到最后

一个象素出现的时间小于1/24秒，所以尽管象素不是同时出现的，但由于视觉惰性，眼睛看到的仍是一帧完整的象，并且当每秒出现这样的图象24帧以上时，就会感觉图象中的物体连续地活动起来。电视的一帧象有四十万个象素，每秒分解和合成24帧以上图象，就需要每秒扫描一千万个象素，可见电视扫描速度是很高的。传真采用机械扫描，电视采用机械扫描则不行，必须进行电子扫描。扫描速度的不同是电视和传真的根本区别，而图象的分解与合成以及同步的必要性则是相同的。

2. 电子扫描

电子扫描就是利用高速运动的电子射线（电子束）进行扫描。在电视历史上有人曾用机械扫描，由于扫描速度低，分解象素太少，图象质量很差，因此很快被淘汰。为了高速分解

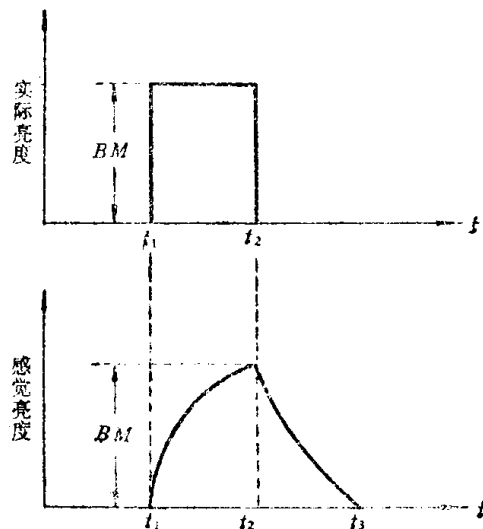


图1-1-1 视觉惰性

图象，必须采用电子扫描，电子质量极小，几乎是无惯性的，电子束在电场或磁场的作用下，每秒钟在靶平面上来回扫描几万次是轻而易举的事。电子扫描是电视系统中完成图象分解和合成的基本手段。电子扫描包括如下三个问题需要探讨：一是扫描方式，即电子束在象平面上按照怎样的轨迹扫描；二是扫描原理，即电子在磁场中是如何受力运动的；三是扫描电流的形成，即产生线性磁场的锯齿电流是如何形成的。后面这两个问题以后在有关章节中再详细分析，这里先谈谈扫描方式。发送和接收的扫描方式相同，下面以电视接收机为例加以说明。电视采用直线性扫描，电子均匀地从左向右扫过屏幕（在摄象管中扫过光电靶）称为水平扫描或行扫描；电子从上而下均匀地扫过屏幕，称为垂直扫描或帧扫描。水平扫描的速度远远大于垂直扫描，所以同时进行水平扫描和垂直扫描，合成的结果在电视机屏幕上得到一行一行略微倾斜的水平亮线，这些水平亮线的集合称为光栅。正常的光栅为矩形，宽高比为4比3，这是考虑到眼睛的水平视角比垂直视角大一些，观看电视时不用转头就可以看清整个屏幕，因而使图形舒适悦目。

电子从上向下一行一行的依次扫描，称为逐行扫描，如图1-1-2所示，实际光栅的行线是很多的，此图仅是示意图。图中实线称为行扫描正程；虚线称为行扫描回程，正程慢而回程快，即正程时间大于回程时间，正程时间加回程时间称为一个行周期 T_H 。图中箭头表示电子运动方向，实际并不存在，回扫线有意的被消隐掉，因而光栅只有正扫行线。电子从A扫到B完成一帧光栅，所以从A到B称为帧扫描正程；从B再回到A，以便进行下一帧扫描，称帧扫描回程，帧扫描正程时间加回程时间称为一个帧周期 T_V 。这里要特别指出的是帧回程时间远远大于行周期，所以从B回A的扫描

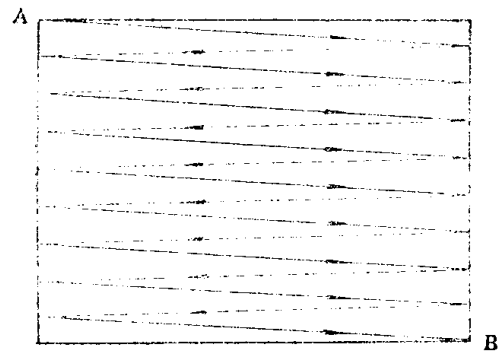


图1-1-2 逐行扫描

轨迹不是一条直线，而是进行了多次行扫描。图1-1-3为帧扫描回程示意图，实际的行线要多一些。帧回程时也加了消隐，所以，通常在屏幕上看不到帧回扫线的。

在扫描正程时传送图象信息，而回扫时不需要传送图象信息，所以将回扫亮度消隐（全黑），以免干扰图象。回扫时间并不浪费掉，可用来传送辅助信息，如同步信号和消隐信号。

电子扫描的实现是利用电子束在电场或磁场中受力的作用而改变运动方向的效应，称为静电偏转或磁偏转。由于磁偏转容易实现大偏转角，有利于缩短电子束管的长度，所以电视摄象管和显象管均采用磁偏转。要使电子束均匀偏转，磁场应该是线性变化的，而要获得线性磁场，则要有正程线性良好的锯齿电流，如图1-1-4

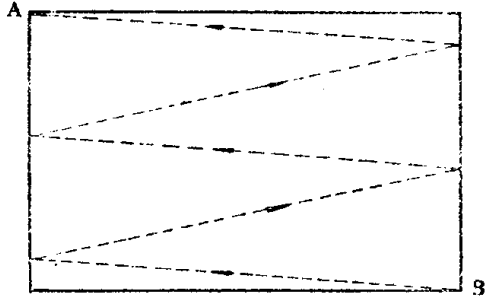


图1-1-3 帧扫描回程

所示。 I_H 为行偏转电流， I_H 上升对应行扫描正程， I_H 下降对应行扫描回程。 I_V 为帧偏转电流， I_V 上升对应帧扫描正程， I_V 下降对应帧扫描回程。为了使第二帧光栅与第一帧光栅完全重叠起来，帧周期应为行周期的整数倍，扫完一帧后电子束刚好回到光栅左上角，然后再开始下一帧扫描。为此扫描行数 Z 与扫描周期有如下关系：

$$Z = \frac{T_V}{T_H} = \frac{f_H}{f_V}$$

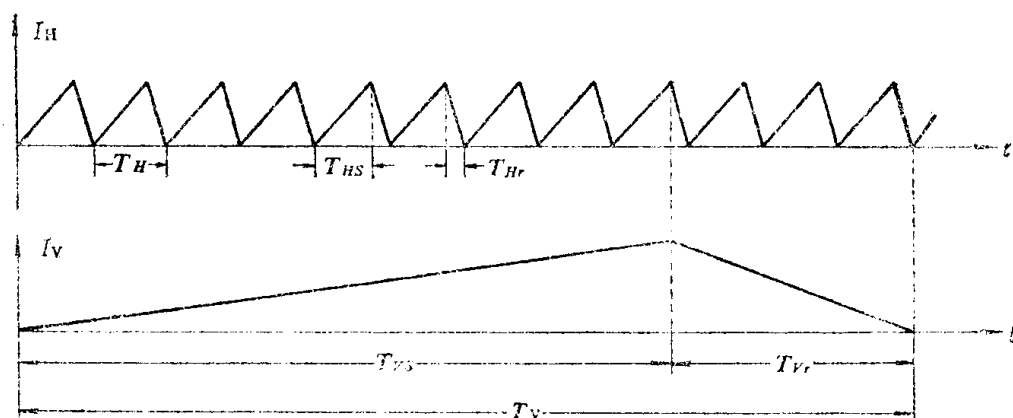


图1-1-4 逐行扫描的行、帧电流

从图1-1-4亦可看出上式关系，实际的 $Z = 625$ 行，帧正程对应575行，帧回程对应50行，可见图1-1-4仅是示意图。

3. 隔行扫描

电影帧频选择24Hz，电视帧频选择25Hz，这时的图象动作是连续的。但是，由于视觉暂留作用是按指数规律下降的，一帧象消失后，眼睛感到亮度迅速下降，因此，每秒显示24或25帧图象会感到亮度闪烁，称为闪烁效应。这对于电视来说，问题还要严重一些，因为电视的一帧象不是同时出现的，当一帧象的最后一个象素出现时，第一个象素已经明显地暗下去了，而且，在占帧周期8%的帧回扫时间内屏幕是全黑的，因此闪烁效应更加严重。当闪烁频率提高到一定值后，眼睛由于视觉暂留作用而感觉不到闪烁，此值称为临界闪烁频率 f_K 。临界闪烁频率的大小与最大亮度 $B_{\max}$ 有关， $B_{\max}$ 越大则 f_K 越高，它们的关系有如下经验公式

$$f_K = 65 + 9.6 \lg \frac{B_{\max}}{10^4} (\text{Hz})$$

$B_{\max}$ 单位为尼特^{*}，电影或电视的 $B_{\max}$ 约为100尼特，所以通过计算可求得 f_K ：

$$f_K = 65 + 9.6 \lg \frac{1}{100} = 65 - 19.2 = 45.8 (\text{Hz})$$

这个结果说明电影和电视帧频如取46Hz以上，就可克服闪烁效应。但是，电视帧频取得这样高则信号频谱过宽，将使设备复杂化。电影帧频仍取24，但利用光闸使每帧象在银幕上重复出现两次，这样，就把频率提高到48Hz，从而克服了闪烁效应。电视不采用简单重复的办法，而是把每帧象分解为两场，先扫描一、三、五等奇数行，扫满屏幕得到一场称为奇数场；然后扫描二、四、六等偶数行，扫满屏幕得到偶数场。此种方式称为隔行扫描，如图1-1-5所示，图中场回扫以直线简化示意。奇数场最后为半行，偶数场起始为半行，奇数场和偶数场嵌套在一起组成一帧完整清晰的光栅。每秒帧数（图象数）仍为25，但场频提高到50Hz，从而克服了闪烁效应。

由于总行数为625行，分成两场将有半行出现，奇、偶场的行数均为312.5行。为什么不把总行数取偶数使两场行数都是整数呢？假定总行数为偶数，此时扫描光栅如图1-1-6所示。

* 尼特为亮度单位，一平方米的面光源发出的功率为一烛光时的亮度称为一尼特。

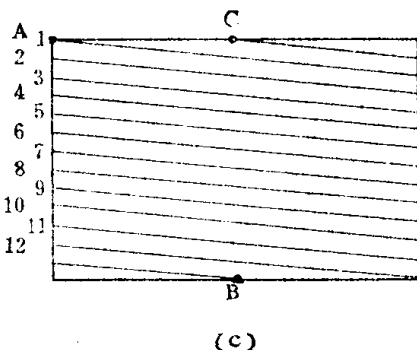
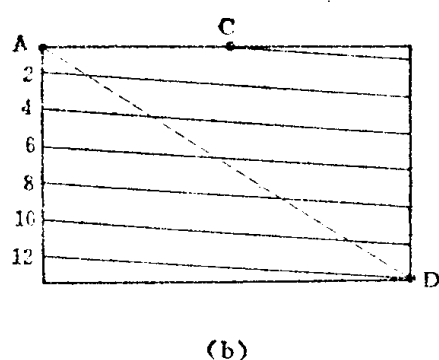
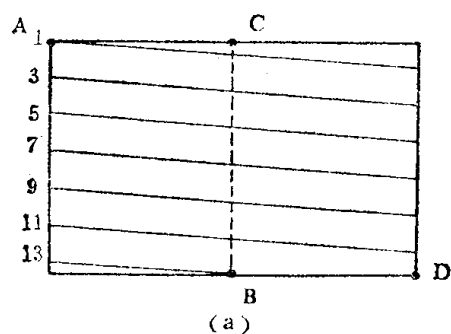


图1-1-5 隔行扫描

(a) 奇数场 (b) 偶数场 (c) 嵌套后光栅

奇数场正程由A扫描到B，回程由B到C，偶数场正程由C到D，回程由D到A。显然，DA幅度大，BC幅度小，因而所需场扫描电流如图1-1-7所示。产生这样高低交错的锯齿电流比较困难，而且频率和波形不易稳定。相比之下，采用奇数总行数的隔行扫描（图1-1-5），从A到B，B到C，C到D，D到A，场扫电流的幅度都是相等的，这种等幅的锯齿电流很容易产生，频率和波形也容易稳定，所以世界各国电视标准都规定总行数为奇数。

奇数总行数隔行扫描，

行扫描电流和场扫描电流的对应关系如图1-1-8所示。扫描电流为纯粹的交流量，所以光栅中心位置不能通过调节扫描电流来实现。

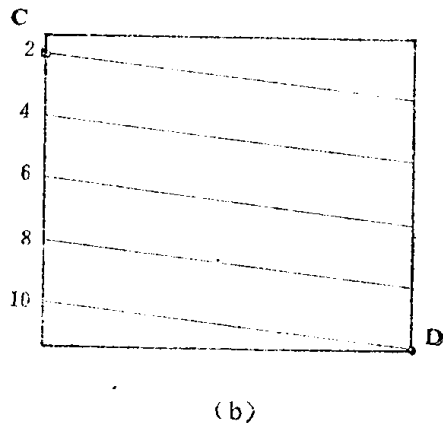
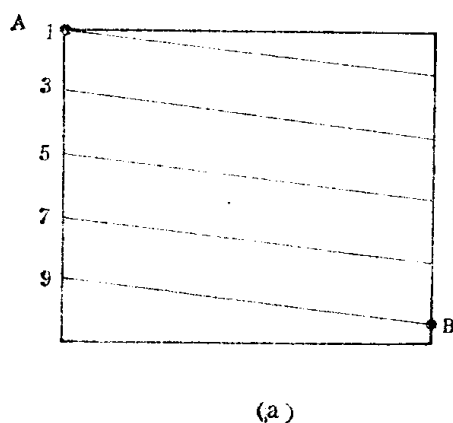


图1-1-6 偶数总行数的隔行扫描

(a) 奇数场 (b) 偶数场

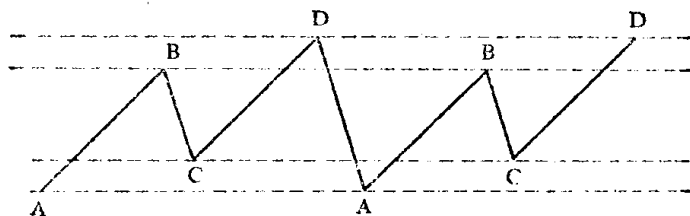


图1-1-7 偶数总行的场扫电流