

晶体管黑白电视机

东北三省职业技术教育教材编写组编



9.11

辽宁科学技术出版社

职业中学试用课本

晶体管黑白电视机

Jingtiguan Heibai Dianshiji

东北三省职业技术教育教材编写组 编

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市南京街6段1里2号)

辽宁省新华书店发行 朝阳新华印刷厂印刷

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{4}$ 印张: $20 \frac{1}{4}$ 字数: 488,000

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

责任编辑: 刘绍山

责任校对: 王 莉

封面设计: 邹君文

印数: 1—16,600

统一书号: 16288·228 定价: 3.40 元

前 言

为了适应中等职业教育不断发展的需要,东北三省职业技术教育协会无线电教材编写组在编写了无线电专业教学大纲的基础上,编写了一套专业课教材,计有:《电工基础》、《晶体管电路基础》、《脉冲电路基础》、《晶体管收音机》、《电子管收音机》、《晶体管收音机》、《晶体管黑白电视机》、《彩色电视机》等八本。

这套教材可供三年制职业中学无线电专业的师生在教学中使用,也可供二年制无线电专业的师生选用。

为了使教材既切合职业中学的教学实际,又遵循无线电专业本身的科学规律,我们在教材编写过程中认真注意了如下几个问题:

1. 力图体现以基本晶体管电路为基础,以晶体管收音机、电视机为重点的适应职业中学培养目标的知识体系。

2. 努力保持八本教材在专业整体上的系统性,处理好它们之间的纵横关系。

3. 教材内容尽量浅显通俗,着重基本原理、基本概念的叙述和分析,注意知识的由浅入深、循序渐进。

4. 根据学生的基础实际,尽可能避免繁琐的数学推导,对必要的定量分析尽量采用简化计算方法,便于理解接受。

5. 结合职业中学的特点,在教材中体现了对实验和实习教学的足够重视,用较大的篇幅编写了实验和实习的设计思路、实验和实习原理、实验和实习方法及实验和实习的结果分析等内容。

6. 根据职业中学的教材特点,各章节中均有不少例题,每章章末均有小结和适量的习题,以供教师教学中参考和学生复习之用。

7. 为了贯彻“教育要面向现代化,面向世界,面向未来”的战略方针,在处理好传统教材和现代科学文化新成就的关系及培养学生能力,适应知识更新的需要方面做了一些不成熟的尝试。

《晶体管黑白电视机》一书是无线电专业的一门重要的专业技术课,主要讲授晶体管黑白电视机的接收原理、电路分析、调试方法及故障的分析和排除等方面的基本知识,同时对集成电路黑白电视机作了简介。本书第一、二、三、四、五、六、七、十二章由张晓明同志执笔,第八、九、十章由武明浦同志执笔,第十一、十三章由王世学、白国文两同志执笔,全书由张晓明同志统校,最后由黑龙江省教育学院史高正,朱文华两同志审订。

由于职业教育的发展尚属初创阶段,在教学领域内有许多问题均有待于进一步探讨。虽然我们主观上希望本套教材能对职业中学教学工作有所贡献,但因时间仓促,经验不足,加之这套教材没有经过教学实践的检验,错误和不妥之处在所难免,恳请广大师生及其它读者提出宝贵意见,以便进一步修订。

东北三省职业技术教育教材编写组

1985年2月

目 录

第一章 电视信号与电视接收原理	1
第一节 概述	1
第二节 光电转换与电子扫描	3
第三节 电视图象的分析	7
第四节 全电视信号	10
第五节 电视信号的发送	15
第六节 电视接收概述	21
第七节 显象管及其附属装置	32
本章小结	40
复习思考题一	41
第二章 高频调谐器	43
第一节 概述	43
第二节 输入回路	47
第三节 高频放大器	54
第四节 混频器	58
第五节 本机振荡器	63
第六节 高频头典型电路分析	67
第七节 电调谐高频头	70
本章小结	73
复习思考题二	76
第三章 中频放大器	78
第一节 概述	78
第二节 吸收回路	81
第三节 中频放大器的电路形式	85
第四节 中频放大器的组合	89

第五节 中频放大器典型电路分析	94
本章小结	96
复习思考题三	96
第四章 视频检波器与视频放大器	99
第一节 视频检波器概述	99
第二节 视频检波器电路分析	101
第三节 视频放大器概述	104
第四节 预视放级	105
第五节 视放输出级	107
第六节 视频放大器电路分析	110
本章小结	113
复习思考题四	113
第五章 自动增益控制 (AGC) 电路	115
第一节 概述	115
第二节 AGC 电路工作原理	117
第三节 AGC 电路的类型	120
第四节 AGC 典型电路分析	123
本章小结	125
复习思考题五	126
第六章 伴音电路	127
第一节 概述	127
第二节 伴音中放电路	129
第三节 鉴频器	132
第四节 低频放大器	136
本章小结	137
复习思考题六	138
第七章 同步分离电路	139
第一节 概述	139
第二节 幅度分离电路	140

第三节 抗干扰电路	142
第四节 同步放大电路	144
第五节 场同步分离电路	145
本章小结	148
复习思考题七	148
第八章 场扫描电路	150
第一节 概述	150
第二节 场振荡器	151
第三节 场推动级	158
第四节 场输出级	159
第五节 场消隐电路	168
第六节 场扫描波形的线性补偿及场幅的温度补偿	170
第七节 场扫描电路实例分析	176
本章小结	179
复习思考题八	179
第九章 行扫描电路	181
第一节 概述	181
第二节 行输出电路	182
第三节 行输出电路的失真和补偿	185
第四节 行输出高压电路	188
第五节 行推动级	195
第六节 行振荡器	198
第七节 自动频率控制 AFC 电路	201
第八节 行扫描实际电路分析	207
本章小结	210
复习思考题九	211
第十章 电源电路	212
第一节 概述	212
第二节 串联调整式稳压电源电路分析	214

第三节 稳压电源电路实例分析	217
本章小结	220
复习思考题十	220
第十一章 电视机的故障和检修	221
第一节 故障检查方法	221
第二节 常见故障排除	237
本章小结	240
复习思考题十一	248
第十二章 集成电路电视机简介	250
第一节 概述	250
第二节 电视集成电路的基本单元电路	252
第三节 集成电路电视机电路构成	261
本章小结	270
复习思考题十二	274
第十三章 实习	275
第一节 电视机的性能指标与测试方法	275
第二节 电视机调试的常用仪器	283
实习一 电源电路的组装和调试	288
实习二 伴音低放电路的组装和调试	290
实习三 中放电路的组装和调试	292
实习四 视放电路的组装和调试	295
实习五 伴音中放、鉴频器电路的组装和调试	298
实习六 AGC、消噪及同步分离电路的组装和调试	306
实习七 场扫描电路的组装和调试	302
实习八 行扫描电路的组装和调试	305
实习九 整机调试	307
实习十 电视机的使用与直观测试	309
附图 梅花 WHD—5A 型黑白电视机电路图	316

第一章 电视信号与电视接收原理

电视广播是利用无线电波远距离传送图象信号和伴音信号的，因此在电视广播的发送端，需先用摄像管将图象的明暗变化（光信号）转换成电信号，利用话筒将声音强弱的变化（声信号）同样转换成电信号，然后分别经放大、调制等处理过程，最后通过发射天线以电磁波的形式发送出去。电视接收机将天线接收下来的这种高频电磁波进行放大、解调等处理，利用显象管将图象信号（电信号）转换成原来的图象（光信号），即重现图象，利用扬声器将伴音信号（电信号）转换成原来的声音（声信号），即重现声音。

第一节 概 述

一、电视广播的基本原理

电视广播是在无线电广播和电影的基础上发展起来的。

无线电广播是利用扬声器将声音转换成音频信号，再用此信号去调制载频，经放大后从发射天线发送出去。这个已调载频信号被收音机天线接收后，经过变频、中放、检波，还原成音频电信号，再经音频放大后加到扬声器上，还原成声音。

电视广播与无线电广播在发送与接收的程式上基本相同，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的。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一些特点）。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。

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。我们看到的电影是活动的景象，而实际上，影片是由一幅幅静止画面组成的，而且相邻两幅画面的图象内容相差不多。如果把这些画面以较快的速度连续放映，由于人眼的视觉暂留特性，看起来就成了活动的图象。

所谓视觉暂留特性，就是指人眼在观察物体或图象时，尽管外界图象已经消失，但人的视觉还把这个图象保留一段短暂的时间。例如，夜间用点燃的香烟快速地划圆圈，我们看到的不是一个转动的光点，而是一个亮圈，这就是视觉暂留特性。早期的电影每秒种放映24幅画面，使人有闪烁的感觉，现代的电影，每秒种放映48幅画面，克服了这种毛病。

电视广播又是怎样传送活动图象的呢？为了传送图象信息，首先要对图象进行分群。

可以把任何一帧静止的图象看成是由无数个明暗不同的小点组成的，这些小点我们称为“像素”。在同一幅画面上像素越多，图象越清晰。电视广播就是利用这一道理，将一幅图象分解成为许多亮暗不同的像素，一个点一个点、一行一行地顺序传送，就象人看书一样，从左至右，一个字一个字；从上到下，一行一行地阅读。如果把这些像素信息按时间顺序依次传送和接收，当传送和接收速度足够快时，由于人眼的视觉暂留特性，在接收端我们看到的就犹如一幅完整的画面。如果这一幅幅画面一幅接一幅地传送和接收，象电影一样，在接收端我们会看到活动的图象。这里应该指出的是，电影放映的是一幅幅完整的画面，而电视传送的是一个个像素。所以接收端重现像素必须与发送端像素保持步调一致（即同步），否则就无法重现图象。

二、电视广播与无线电广播的比较

电视广播与无线电广播过程虽然相似，但与无线电广播相比有下述几点不同：

1. 通频带不同：声音信号的频率范围约从10赫到10千赫，频带宽度只有10千赫左右；而图象信号频率范围从零到6兆赫。通常我们把零到6兆赫范围称为视频范围，显然图象信号频率范围远远大于音频信号频率范围。

2. 载波频率不同：在普通无线电广播中，每个广播电台只需要占用10千赫频段，载波频率常用中波段和短波段。以中波段为例，从535~1605千赫整个中波段仅1兆赫左右，就可容纳上百个电台。

但是电视广播不能用中波段，因为图象信号频率范围达6兆赫，同时为了避免电视信号失真，载波频率须比图象信号高10倍左右，因此电视载频需高达几十兆赫，这样高的载波频率只有应用超短波段（30兆赫到300兆赫）才能满足要求，这就是电视广播必须用超短波传送的主要原因。此外，电视不但传送图象信号，还要传送与图象有关的伴音信号，需要两个载波分别作为它们的运载工具。

3. 电视直观性强：电视广播传送图象，其直观性比无线电广播强。无线电广播在传送声音信号过程中，只要频率不失真，相位稍有变化，耳朵不易察觉出来；而电视广播在传送图象信号时，重现的画面相位的变化显得清清楚楚，一目了然。这就是说，图象信号的传送不仅与时间（频率）有关，而且与空间（相位）有关。因此，电视台在传送图象信号的同时须送出相应的同步信号等辅助信号，以保证发送与接收信号时频率和相位的一致。

三、电视广播发送和接收过程

电视广播是利用无线电波向远处传送图象和声音信息的，要完成这一任务，归纳起来有以下三个步骤：（1）将光信号变成电信号并对它进行加工处理；（2）电视信号的传输；（3）电视信号的重现。

首先由摄像管将图象的光信号依一定次序转变成电信号——视频信号，并在摄像机中进行预先放大。这一作用由预放器完成，它是一个低噪声、宽频带的电压放大器。视频信号通过预放器后，得到了一定的电压增益和频率补偿，提高了信噪比。接着将放大的视频信号按照要求进行加工处理，并进一步放大。然后再加入复合同步信号和复合消隐信号，成为全电视信号，最后送至电视发送设备来调制高频载波。全电视信号在图象发射机

中, 调制在超高频信号上 (即图象载频信号), 并把它送至双工器中, 和伴音发射机送来的调频伴音信号混合。然后将调幅的电视信号和调频的伴音信号一起, 由发射天线变为无线电波辐射出去。上述过程如图 1-1 所示。

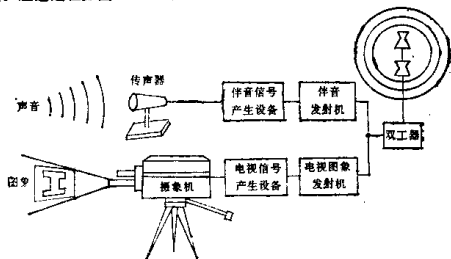


图 1-1 电视发送示意图

第二步是电视信号以电磁波的形式在空间向无数个接收点传输。

第三步是电视信号传至接收端后, 接收天线将收到的图象和声音的高频信号, 经馈线送至接收机中, 在接收机中经过放大、检波等一系列处理, 取出反映图象内容的视频信号, 并在显象管上以一定的相应次序, 将电视信号还原成图象信号。与此同时, 伴音电路将取出音频信号, 在扬声器中还原出声音。上述过程如图 1-2 所示。

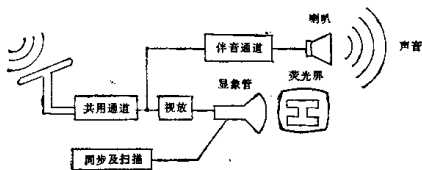


图 1-2 电视接收示意图

综上所述, 电视发送和接收过程从图象角度看, 其物理意义可归纳为光—电—光的变换和重现过程。其中光转变为电在发送端由摄像管完成; 电转变为光在接收端由显象管完成。

第二节 光电转换与电子扫描

一、光电转换

前面已讨论过, 黑白电视的基本工作过程是在摄像机中, 将光信号转换为电信号, 在

接收机中又将电信号转换为光信号。这两种转变是通过电视摄像管和电视显象管来实现的。

电视摄像管的最基本结构如图 1-3 所示。实物的光经过透镜在摄像管靶板上形成光象。靶板的特性是它的导电率随着靶面上各点光的照度不同而异。所以当电子枪发出的电子束受偏转线圈作用而在靶板上扫描（自左至右，由上而下）时，由于靶板上各处的导电率不同，因而通过摄像管的电流也随着变化——形成视频电流，从而把光信号转换成视频电信号，完成光—电变换过程。当然，现代实用的摄像管的结构要复杂得多。

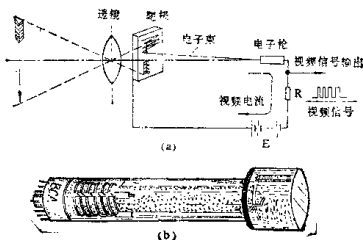


图 1-3 摄像管结构示意图

当电视机经过天线收到载波信号后，经一系列加工取出视频信号，然后将它加到显象管阴极上，显象管栅极与阴极之间的电位差就会随着视频信号的大小而变化，从而改变电子束的强弱，使显象管荧光屏上各光点的亮暗程度随着所加的视频信号电压的大小而变化。这样，显象管就把强弱不同的视频电信号变成了光信号，完成了电—光变换过程。

二、电子扫描

一幅完整图象的传送和重现，是靠摄像管和显象管中的电子束在靶面及荧光屏面上从左至右，从上至下有规律地运动实现的。我们称电子束这种有规律的运动为“扫描”，并把从左至右的扫描称为水平扫描或行扫描；把从上至下的扫描称为垂直扫描或帧扫描。电子束的扫描过程，就是把图象分解成象素或把象素合成为图象的过程。扫描可分为逐行扫描和隔行扫描两种。

1. 逐行扫描。电子束在荧光屏上一行接一行地扫完整个画面，这种扫描方式称为逐行扫描，如图 1-4 所示，实际光栅的行线是很多的，此图仅示意。图中实线称为行扫描正程，虚线称为行扫描逆程，正程时间加逆程时间称为一个行周期。

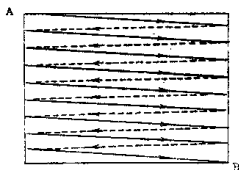


图 1-4 逐行扫描示意图

图中的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，称帧扫描逆程，帧扫描正程时间加逆程时间称为一个帧周期。这里要特别指出的是帧逆程时间远远大于行周期，所以从B回A的扫描轨迹不是一条直线，而是进行了多次行扫描。图1—5为帧扫描逆程示意图，实际的行线要多一些。帧逆程时也加了消隐，所以，通常在屏幕上上是看不到帧回扫线的。

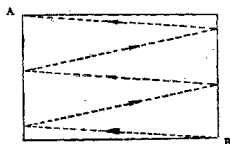
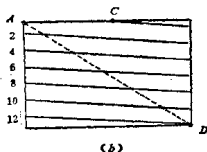
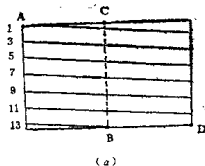


图1—5 帧扫描逆程

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，所以须将回扫亮度消隐(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。

采用这种扫描方式，如果每秒传送25帧图象会有闪烁现象；如果每秒传送50帧，又会使电视信号所占频带太宽，广播电视中一般不采用这种扫描方式。怎样既能使频带不太宽，又不产生闪烁现象呢？采用隔行扫描方式，可以解决这个问题。

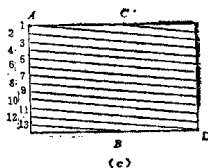
2. 隔行扫描。把一帧图象分解为两场，先扫描1、3、5、7……等奇数行，形成奇数场图象；然后再扫描2、4、6、8……等偶数行，形成偶数场图象，此种方式称为隔行扫描，如图1—6所示，图中场回扫以直线简化示意。奇数场最后为半行，偶数场起始为半行，奇数场和偶数场嵌套在一起，由于人眼的视觉暂留特性，人们看到的是一幅完整的图象。这样一来，就把25帧图象变成50场图象了，即每秒场数仍为25，但场频提高到50赫，使每秒发送和接收的图象幅数提高了一倍，既消除了闪烁现象，又没增加带宽（因为每帧像素数并未增加）。隔行扫描的关键是要保证偶数场正好嵌套在奇数场之间，否则会产生并行，降低图象清晰度。



(b)

(a) 奇数场

(b) 偶数场

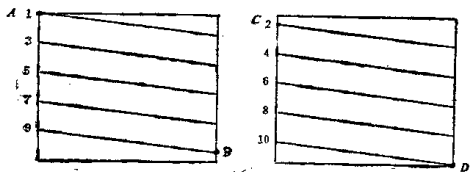


(c)

(c) 嵌套后光栅

图1—6 隔行扫描

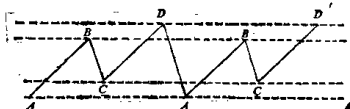
我国电视采用625行制，即在垂直方向上将一帧图象分成625行来传送。将625行分成两场将有半行出现，奇、偶场的行数均为312.5行。为什么不把总行数取偶数使两场行数都是整数呢？假定总行数为偶数，此时扫描光栅如图1—7所示。奇数场正程由A扫描到B，逆程由B到C，偶数场正程由C到D，逆程由D到A。显然，DA幅度大，BC幅度



(a) 奇数场 (b) 偶数场

图1—7 总行数为偶数的隔行扫描

小，因而所需场扫描电流如图1—8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—6)，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。



偶数总行的场扫描电流

图1—8 总行数为偶数的场扫电流

我国电视规定，每秒钟传送25帧图象，也就是传送50场，每一场传送312.5行。在这种情况下，行扫描的频率为 $25 \times 625 = 15625$ 赫。每帧行数越多，象素的数目就越多，电视图象也就越清晰。但是，相应的行频也越高，行扫描电路提供的功率也就越大，这样会使行扫描电路变得复杂，对行输出管要求更高。

图象在垂直方向上，象素的数目等于行数。图象画面的宽与高之比为4:3，在水平方向上象素的数目约等于 $4/3 \times 625 = 833$ 个。计算可知，整幅图象的总象素为 $625 \times 833 \approx 520000$ 个。传送这么多的象素，图象的清晰度是比较高的。

现将我国电视标准关于扫描时间的规定列举如下。

行周期 64微秒 场正程时间 18.4毫秒

行频	15625赫	场逆程时间	1.6毫秒
行正程时间	52微秒	总行数	625行
行逆程时间	12微秒	每场行数	312.5行
场周期	20毫秒	每场正程	287.5行
场频	50赫	每场逆程	25行

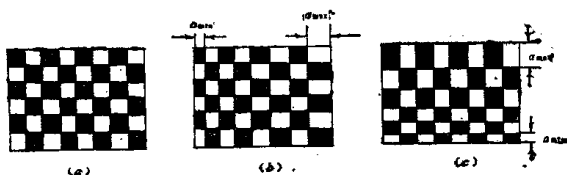
第三节 电视图象的分析

电视的主要任务是在接收机屏幕上获得高质量的图象。在理想的情况下,重现的图象应和客观景象一模一样,就是说它的几何形状、相对大小、细节的清晰程度、亮度分布及物体相对运动的感觉都要跟直接看到的一样。实际上客观景象所包含的内容是极其丰富的,要想用一个电气设备来完全准确地模拟它,目前在技术上还是很困难的。对于黑白电视机来说,电视图象主要考虑如下几个问题。

一、图象尺寸与几何相似性

图象尺寸决定于显象管屏幕。通常认为屏幕面积越大越好,图象越大越接近客观景象。至于图象清晰度,一般地说,尺寸大一些清晰度会高一些,但由于光栅总行数是一定的,尺寸越大光栅行线必然越粗,近距离观看时光栅结构就越明显,图象清晰度反而下降。通常最佳观看距离约为五倍屏幕高度,所以电视尺寸越大,房间面积就得越大。

电视屏幕上重现的图象应该跟原来景物的形状、大小、相对位置相似,几何形状的破坏叫做几何失真。失真程度可以用棋盘格图形来测定。图1—9(a)是电视台发出的棋盘格图形,如果在电视机的屏幕上能正确地重现这个图形,那么电视机就没有几何失真。可是,由于锯齿波线性不好,显象管或偏转系统不好等原因,往往在屏幕上出现如图1—9(b)(c)等图形,这就是几何失真。



(a) 无失真图形

(b) 水平扫描的几何失真

(c) 垂直扫描的几何失真

图1—9 棋盘格图象及其几何失真

二、图象的亮度和对比度

客观景象或电视图象最亮处的亮度与最暗处的亮度之比,称为对比度。

景象或图象的亮度平均值称为背景亮度。自然界中景象亮度是比较大的,如阳光下的

游行队伍，最高亮度为10000坎德拉每平方米，最低亮度为200坎德拉每平方米，背景亮度为5000~6000坎德拉每平方米，对比度为50。电视在重现这一景象时，图象亮度也要达到这样大的数值，技术上是困难的，实际上也无必要。由于眼睛有很强的适应性，对主观感觉来说，重要的是对比度保持不变，绝对亮度不起决定作用。尽管亮度变化很大，只要对比度相同，眼睛的感觉就基本相同。电视屏幕上重现的游行队伍能有200坎德拉每平方米左右的亮度，对比度仍为50，眼睛就会感到和真景相仿。数百坎德拉每平方米的亮度对显象管来说是容易做到的。根据实际的测量，电视图象的平均亮度应该不小于30坎德拉每平方米，最大亮度应能达到200坎德拉每平方米，对比度达到30~40。对比度不仅决定于电视系统本身，还决定于观看的条件，由于观看电视时外界的杂散光线照射到幕面上，就会使幕面暗处的亮度增加而使对比度下降。

三、图象的灰度

在电视系统中，为了正确地调整图象的亮度和对比度，常把最亮到最黑之间的亮度取对数后分为十级，作为电视机测试和调节的标准，称为灰度等级，灰度图象如图1—10所示。当这些不同的亮度在显象管上重现时，能够调到几个等级，就说明这套电视系统能传送几级灰度。能够传送的灰度越多，图象的黑白层次就越分明。

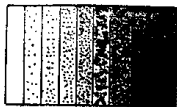


图1—10 十级灰度图象

四、图象的分辨力

影响电视图象清晰度的因素比较多，首先是客观景象的细节能否变换为相应的图象信号，这取决于图象分解的像素的多少。分解的像素越多，越能重现原来景物的细节，图象就越清晰。但是，分解像素的多少实际上要受人眼分辨能力、电子束截面积、视频的频带宽度、荧光材料等条件的限制，而这些条件都体现在扫描行数上，扫描线越多，像素越多，图象就越细致。我们把电视系统传送细节的能力叫做电视系统的分辨力或分解力。

1. 竖直分辨力。竖直分辨力是指沿着图象的竖直方向，能够分辨像素的数目。例如，有一系列黑白相间的水平条纹，它的粗细刚巧等于电子束射在屏幕上的直径。因此当电子束在水平扫描时，如果第一行扫在黑条纹上，第二行就扫在白条纹上，这时电视机能分辨的条纹数量最多，而条纹数即是竖直分辨力。显然竖直分辨力直接由扫描的行数来决定。如果有一幅水平条纹的图象，我们用较多的行数来扫描，那么沿着竖直方向的细节，就能较清楚地描绘出来，但若用较少的行来扫，那么图象的细节必然减少。

一幅图象中实际有效的扫描行数等于扫描行数减去帧逆程回扫期间的回扫行数。我国电视标准规定每帧扫描行数是625行，625行中包括帧逆程时被消隐的行，帧逆程时间约占帧周期的8%，所以被消隐的行数为

$$625 \times \frac{8}{100} = 50 \text{ (行)}$$

因此能分解图象的有效行数为575行，这是光栅上实际出现的行数，它基本上代表了图象在垂直方向所分解的像素数目。所以，图象垂直清晰度可以直接以行数表示。

2. 水平分辨率。电视系统沿着图象的水平方向能分解的像素数目叫做水平分辨率。水平分辨率与竖直分辨率意义是一致的，然而不同的是，光栅是由水平行线组成的，在垂直方向上的亮度是离散的，行数可以直接代表像素数。而在水平方向上亮度是连续的。如何考虑水平方向的像素呢？我们知道，在图象传输时，亮度信号与电信号要相互转换。与黑白相间的竖条相对应的电信号应是一串矩形脉冲（如图 1—11 所示）。如果沿行的黑白变化越多，则一行时间内，电压的变化次数也越多，即脉冲重复频率越高，所示图象越细致，传送信号的通频带就越宽。由于频带宽度有一定的限制，因而水平分辨率受到限制。



(a)

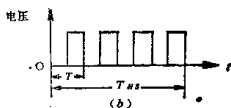
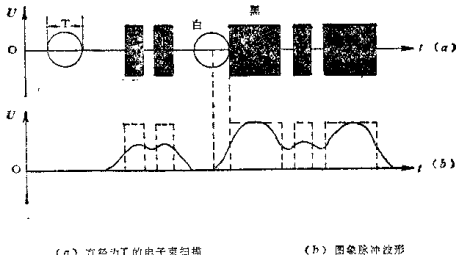


图 1—11 黑白图象与其电信号

电子束在水平方向扫描与竖直方向不同，不象竖直方向一定要一行一行地扫，而是可以连续地扫过去。但是电子束总有一定大小，尽管它可以聚得很细，还是有一定大小的横截面（接近像素），当图象细节可以与它相比拟时，这种影响就不能忽视，它使得黑白像素界限模糊，反映在电视信号上是电压不能突变，见图 1—12 所示。如果细节比电子束更小，这样就根本反映不出这种细节的变化，这种分辨率受到电子束直径大小限制的现象叫做孔阑效应。在电视传输通道中进行孔阑校正可以相应地提高分辨率。



(a) 直径为 T 的电子束扫描

(b) 图象脉冲波形

图 1—12 扫描单元经过亮度阶跃时产生的电信号

可见，要提高水平分辨率就要克服孔阑效应使电子束尽量细。但是，由于行数已经确定，有效行数为 575 行，即垂直像素已经取定，水平像素取得过多是没有意义的，水平分辨率应与垂直分辨率相适应。由于电视屏幕宽、高比为 4:3，所以与垂直分辨率相适应的水平像素应为 $575 \times 4/3 = 765$ 。于是，一帧图象的总像素就是 $765 \times 575 = 44$ 万。此时屏幕上的像素是均匀分布的，扫描行线的宽度和间隔相等，实验表明此时图象质量最佳。

五、电视信号的频带宽度

视频信号的频带宽度是设计视频放大器的主要依据,也是确定辐射电磁波所需频带宽度的主要依据。对于接收机来说,它还直接关系到高频放大器和中频放大器的频带宽度。为了讨论图像信号的带宽,需要讨论它的最高频率和最低频率。图象信号的频率决定于图象的内容,细节越细,信号的频率就越高。帧频为50赫的逐行扫描需要的最高频率为11兆赫,最低频率很低,因而视频信号的频带宽度,可以认为就等于最高频率。

不难看出,采用逐行扫描,信号占有的频带太宽。对于电视接收机来说,过宽的频带要增加成本,也就是增加用户负担。另一方面,在规定的波段中,只能设立较少的电视台。所以,目前广播电视都采用隔行扫描,每秒只播送25帧画面,即把每秒播送的帧数由50减到25,从而可把最高频率 f_{max} 减小一半,即减小到5.5兆赫。为了避免闪烁,把25帧画面分成50场来播送。也就是把一帧画面分成两场来播送,但并不是把一帧画面重复一次,而是在第一场里先播送奇数行的内容,第二场再播送偶数行的内容。后一场的内容刚好套在前一场的画面之中,这样场频仍然是50赫,但帧频却降低到25赫。

第四节 全电视信号

一个完整的全电视信号应包括以下几个内容:

图 象 信 号

复合同步信号 { 行同步信号
场同步信号

复合消隐信号 { 行消隐信号
场消隐信号

均衡脉冲 { 前均衡脉冲
后均衡脉冲

开槽脉冲

它们之间幅度和时间关系见图 1-13。

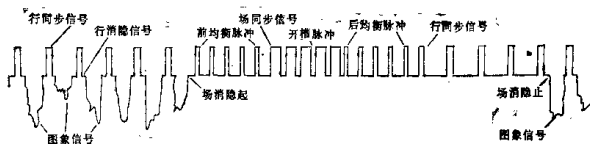


图 1-13 全电视信号

一、图象信号

图象信号是由发送端的摄像管产生的。一帧图象由摄像管扫描分解为 625 行, 每一行