



彩色电视机

浙江科学技术出版社

彩色电视机

上海电视一厂《彩色电视机》编写组

浙江科学技术出版社

内 容 简 介

本书编写过程中,参照引进技术资料并在多年实践的基础上进行了系统归纳。全书分两部分。第一部分:包括电视基础、视觉特性与彩色、彩色电视原理、显象管、全频道调谐器、中频放大和图象检波电路、亮度通道、伴音通道、彩色解调器、同步分离电路、场扫描电路、行扫描电路和枕形校正电路、直流稳压电源等十四章。第二部分:包括选台集成电路、自动频道设定装置、电视机模拟集成电路的基本单元电路、图象中频系统集成电路及伴音集成电路、行场扫描系统集成电路、彩色信号解码器集成电路、彩色电视机整机分析、整机调整、元器件参数特性、故障检修例等十章。共四篇二十四章。每一章节附有详细电路图,按图论理,以理配图,力求与实际相符,通俗易懂。

本书适合本专业工程技术人员和维修技术工人使用。也可作为学习彩色电视技术的教材,还可供大专院校有关专业师生参考。

本书特邀编辑:上海电视一厂 徐祖英、吴锡宏

彩 色 电 视 机

上海电视一厂《彩色电视机》编写组

*

浙江科学技术出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本787×1092 1/16 印张34.75 插页7 字数783,000

1985年11月第 1 版

1985年11月第1次印刷

印数: 1—50,000

统一书号: 15221·96

定 价: 8.00 元

封面设计: 唐良馨

前 言

上海电视一厂从日本引进了彩色电视机的生产工艺、管理技术和成套设备后，彩色电视机的生产和技术服务有了很大的发展。为进一步普及彩色电视技术教育和做好社会技术服务工作，我们编写了这本《彩色电视机》书。全书分两部分：第一部分包括彩色电视原理、彩色电视机线路分析二篇；第二部分包括集成电路剖析、C56-402金星牌彩色电视机的分析、调整 and 修理二篇。

在编写过程中，主要以金星牌集成电路彩色电视机为例，进行了详尽分析和论述。即使在论述原理时，也力求以文配图，按图论理，达到把新技术介绍清楚为目的。例如显象管这一章，以自会聚彩色显象管直观介绍为结尾。这样，每一章都有新鲜内容。国内外集成电路彩色电视机的发展，都是从分立元件到集成化，而集成化的彩色机对初学的读者来说又不容易把内在道理分析清楚，所以，我们在第二篇里结合集成机有关新部件，着重详细论述分立机的线路和分析，以期在学到集成机之前，已建立了彩色电视机技术的较全面的概念，再深入学习，就有了扎实的基础。对提高线路分析能力，举一反三，很有好处。本书力求通俗易懂，循序渐进，步步深入地展示集成电路电视机的新技术。一年多来，我们办了六个彩电培训班，对1000多名学员进行了试讲，得到师生们的热情指正和良好评价。这里，顺致感谢。

本书由上海电视一厂厂长季挺组稿，高级工程师卢树人主持编写。上海第二工业大学周仁栋、夏逸华，上海科技大学许志祥，上海高教局电教中心王绥祥，上海大学程新生，上海工业大学周超达，上海电视一厂徐祖英参加编写。电视一厂林志荣、周元初、王祚玖、朱元芳、张翰煌、张耀波参加审稿。上海科技出版社孙如翼、王其康绘图，吴锡宏进行文稿整理。本书是在上海电视一厂第一期彩电引进工程建设中同步完成的。由于我国彩电工业发展迅速，我们积累的经验 and 资料不可能很完备，又因为编写水平有限，所以书中如有缺点或错误，敬请读者批评指正。

上海电视一厂《彩色电视机》编写组

一九八五年三月

目 录

第一部分

第一篇 彩色电视原理	1
第一章 电视基础	1
第一节 电视传象的基本原理	1
第二节 像素	2
第三节 电视扫描	3
第四节 同步与同步信号	8
第五节 消隐与消隐信号	11
第六节 黑白全电视信号	12
第七节 电视信号的发送	14
第八节 图象信号的频谱	18
第二章 视觉特性与彩色	20
第一节 可见光与彩色, 标准光源	20
第二节 视觉特性与彩色视觉	22
第三节 三基色原理与混色法	24
第四节 彩色的度量及表示法	26
第三章 彩色电视原理	33
第一节 彩色电视传象系统	33
第二节 编码	35
第三节 解码	56
第四章 显象管	58
第一节 显象管的外部构造	58
第二节 显象管的内部构造	59
第三节 显象管工作原理简述	60
第四节 显象管中电子束的偏转	62
第五节 彩色显象管	63
第六节 自会聚彩色显象管	69
第二篇 彩色电视机线路分析	76
第一章 概述	76
第二章 全频道调谐器	81
第一节 机械调谐式全频道调谐器	81
第二节 电子调谐式调谐器	106
第三章 中频放大和图象检波电路	122
第一节 对中频放大器的基本要求	122
第二节 吸收电路	138
第三节 中频放大器	132

第四节	图象检波器(视频检波器)	139
第五节	自动增益控制(AGC)电路	142
第四章	亮度通道	147
第一节	亮度通道的功用及其组成部分	147
第二节	亮度通道中的辅助电路	148
第三节	基色信号恢复电路	156
第四节	金星 C56-1、C56-402 和 C37-401 型彩色电视机中的亮度通道分析	158
第五章	伴音通道	166
第一节	伴音信号的特点与伴音接收系统	166
第二节	伴音混频和中放限幅电路	168
第三节	鉴频电路	172
第四节	伴音低频放大电路	176
第六章	彩色解码器	180
第一节	PAL _D 解码器的组成	180
第二节	色度放大及其辅助电路	182
第三节	梳状滤波器	187
第四节	同步解调器和 $G-Y$ 矩阵电路	196
第五节	基准副载波产生电路	202
第六节	逐行倒相副载波形成电路	219
第七章	同步分离电路	228
第一节	概述	228
第二节	幅度分离	228
第三节	频率分离	230
第八章	场扫描电路	233
第一节	概述	233
第二节	电视多谐振器场扫描电路	233
第三节	辅助对称式无变压器输出电路	242
第四节	低功耗场扫描输出电路	244
第九章	行扫描电路和枕形校正电路	247
第一节	概述	247
第二节	行输出级工作原理	249
第三节	逆程变压器和变压整流电路	254
第四节	行输出电路中的失真及其校正	261
第五节	ABL 和中心调整电路	268
第六节	行激励级	270
第七节	AFC 电路与行振荡器	272
第十章	直流稳压电源	281
第一节	概述	281
第二节	整流与滤波	282
第三节	连续调整式直流稳压电路	285
第四节	开关型稳压电源	290

第二部分

第三篇 集成电路剖析	297
第一章 选台集成电路	298
第一节 选台电路概述	298
第二节 选台电路的工作原理	298
第二章 自动频道设定装置	306
第一节 自动频道设定装置(自动预置)的概要	306
第二节 自动预置的电路	308
第三节 频道设定灵敏度变换电路	316
第三章 电视机模拟集成电路的基本单元电路	321
第一节 差分放大器	321
第二节 集成电路中的恒流源	327
第三节 模拟集成电路中其他常用单元电路	329
第四节 双差分电路	332
第四章 图象中频系统集成电路及伴音集成电路	338
第一节 概述	338
第二节 图象中频系统集成电路 HA11215 工作原理	340
第三节 伴音系统集成电路 HA1124 A 工作原理	345
第四节 主要元件的作用	350
第五节 TA7607P/TA7611P 中放集成电路介绍	350
第五章 行场扫描系统集成电路	356
第一节 HA11235 集成电路中的行扫描电路	358
第二节 HA11235 集成电路中的场扫描电路	361
第三节 行场扫描电路中主要元件的作用	363
第四节 TA7609P 行场扫描集成电路介绍	363
第六章 彩色信号解码器集成电路	373
第一节 概述	373
第二节 色度信号预处理电路	376
第三节 色度信号同步解调电路	378
第四节 自动相位控制(APC)锁相环路	380
第五节 VCO 压控晶体振荡器电路	381
第六节 APC 鉴相器电路	383
第七节 APC 锁相环路的正确锁相关系	385
第八节 PAL 识别与消色检波器	386
第九节 消色放大电路	387
第十节 PAL 识别幅度甄别电路	387
第十一节 PAL 识别双稳与 PAL 开关电路	388

第四篇 C 56-402 金星牌彩色电视机的线路分析、调整和修理	391
第一章 彩色电视机整机分析	391
第一节 调谐器和频道预选器	391
第二节 图象中频电路和伴音电路	396
第三节 色通道电路	398
第四节 亮度信号处理电路	402
第五节 R 、 G 、 B 矩阵及视放输出级	408
第六节 场扫描电路	403
第七节 行扫描电路	405
第八节 稳压电源	408
第九节 保护电路	409
第二章 整机调整	412
第一节 主电路板和视频、色度电路板调整	412
第二节 总调	418
第三节 电视测试图及其应用	423
第三章 元器件参数特性	429
第一节 结构简图和印刷底板图	429
第二节 元件	431
第三节 晶体管、二极管、集成电路和厚膜组件	448
附录一 零件表	498
附录二 总线路图中英文名词, 缩写与中文对照	511
第四章 故障检修例	515
第一节 故障的定义	515
第二节 故障修理概述	517
第三节 故障检修	523
附录 金星 C 37-401 或 C 56-402 型机故障检修便查表	539

第一篇

彩色电视原理

第一章 电视基础

第一节 电视传象的基本原理

人们很久以来就想看到“千里”之外的事物。电视实现了人们的这一长期愿望。

电视是即时传送活动图象的科学技术,可以立时立刻地将所摄景象,用电的方法传送到显示端,使观看者立刻看到图象。不仅如此,电视还把摄像端的声音同图象一起传送,因此,电视就使观众具有“耳闻目睹,身临其境”的感觉。彩色电视则更是使原景物“有声有色”地重现在观众眼前,因而更富有真实性和感染力。

由于电视技术特别是彩色电视技术能具体、生动地传送活动景象,电视图象能客观地反映事物的主要特征,从而使电视技术的应用领域非常广泛,不仅在文化生活方面有重大作用,在现代化的工农业生产、科学研究、航天、医学、教育、交通、国防等各方面都可采用电视技术。

电视传象是通过光-电变换、信号传送、电-光变换过程而实现的。人之所以能看到东西,那是因为有光作用到人眼视网膜上产生视觉的缘故。因而,实现电视传象,就必须从把光象(即实地看到的景物)转变成电信号的光-电变换过程开始,这就是摄像。摄像利用电视摄像机完成。所得的电视信号,通过有线或无线电的方法传送到显象端。显象设备是一种电子装置,把传送来的电信号重现为人眼看得见的电视图象,称为显象。

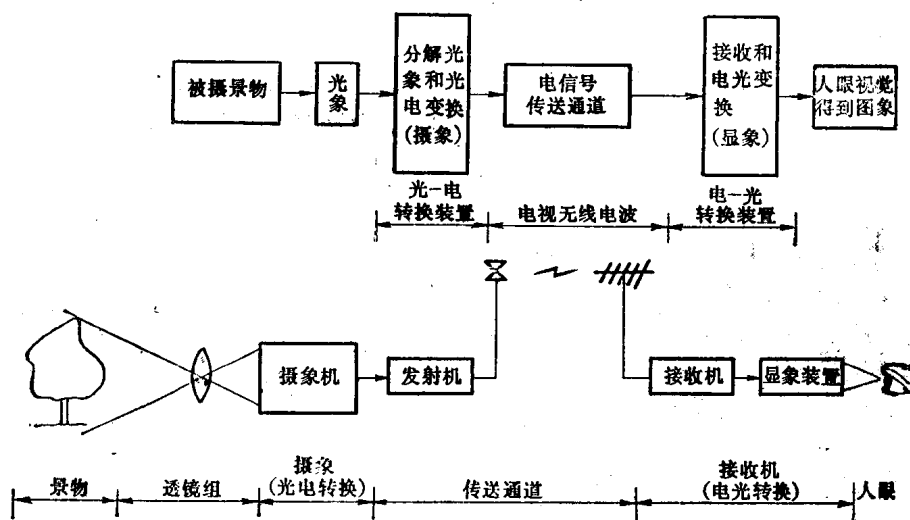


图 1-1 电视传象原理图

这种由电信号重现为电视图象的过程是通过电-光变换实现的,电-光变换利用显象管完成。

图 1-1 所示是电视传象原理简图。我们知道:电视图象最终主要是给人看的。所以,电视传象可以利用人眼视觉暂留这样一种特性,把一帧完整的光象按一定速度逐点逐点地传送和重现,而不必在同一时刻全部传送和重现。因此,只要求有一个传送信号的通道就可以了。图 1-1 所示就是单通道传送。这一原理不仅适用于黑白电视;而且也适用于彩色电视。

为了获得感觉连续和稳定的电视图象,电视技术采用与电影相似的方法。

正如我们所熟悉的电影那样,它是把一幅幅内容稍有差异的静止图象,连续地放映,使人们并不感到这种图象变换时的不连续性。这种效果的依据正是人眼的视觉暂留特性。据测定,正常人眼在被看物体迅速消失后,印象能被保持 0.05~0.1 秒,而后逐渐消失。电视的实现,就是利用了人眼的视觉暂留特性,不仅使光象传送时换点的速度足够快,足以使人眼不感到点间的闪烁;而且,还须使换幅的时间不超过视觉暂留时间,既要看起来动作连贯,无断续感觉,而且还应没有大面积亮暗闪烁。

进一步说:实现电视传象的过程,首先是被摄物体由光学镜头聚焦成光象,投射在具有光敏特性的摄像器件上,依据光象不同部位所形成的强弱程度不同的光照,转换成为不同高低的电位。通过内部电子束的扫描,形成幅度作相应变化的电流。当此电流经外接负载流过时,便在负载上产生幅度变化的电压,我们称之为图象信号电压。这一过程,是电视摄像的主要环节,即光-电变换过程。光-电变换产生的图象信号,通过电路处理后送给发射机,去调制高频载波,经发射天线变换成无线电波发射到空中,进行远距离传送。在接收端,接收机先把受图象信号调制的高频无线电波变换成图象信号电压,然后加给显象管重现出原景物的电视图象,称为显象过程。其中主要环节是电-光变换,即由信号电压的高低转换成图象亮度的高低。黑白电视图象,实质上是亮度不同的各个部分的组合。彩色电视图象可看成是在黑白图象上着了颜色。

第二节 象 素

通过摄像管可以把一幅图象形成电信号,但怎样利用电视通道来进行电信号传送呢?



图 1-2 印刷图象的像素

虽然我们知道,电影是一幅幅地传送和重现的。但在电视中,一幅图象的电信号不能由一个通道同时传送到接收端,必须按时间先后顺序传送。也就是说,必须将一幅图象分割为许多独立单元,单独形成电信号,然后顺序地分别传送和显示它们。这种能单独形成电信号的图象单元,我们称它为像素。这正如在报纸、印刷物、传真照片上那样,由许多明暗程度不同的小点子集合而构成图象,但人眼看起来却仍是一个整体图象的感觉。图 1-2 所示是一幅照片制成的印刷图象。可以明显地看出这是由许多小点子组成的。只要这些明暗不同的小点子取得足够小或观看距离远,人就不会感

觉到图象有明暗点子相间的情况。上述照片印刷图中的黑点子就是构成该图象的象素。彩色图象的象素除有不同的明暗外,还有不同彩色。所以,由它们构成的图象也具有各种不同的色彩。

一个象素产生一个独立的电信号。传送电视图象,就是逐个地传送象素的信号,把全部象素信号传送完,一幅图象的信息也就全部传送完毕。显象端重现电视图象时,也是逐个地把信号转换成对应象素的亮度。只要保持各象素间的相对位置不变,就能获得被传送物体的电视图象。

引用了图象由象素构成的这一概念后,图象的清晰程度,就可以用该图象被分解成象素的数量多少来衡量。显然,分解出的象素越多,图象越细致,因而就感到清晰。广播电视图象能做到的最佳清晰程度大致上达到16毫米电影画面的质量。一幅电视图象大约有几十万个象素。

第三节 电视扫描

顺序地传送一幅电视图象象素的信号,好比在阅读横版本的书籍一样,从左向右一字一字地读过去,读完一行文字后,读下面一行最左边的第一个字。如此逐字逐行地直到把一页书全部读完。电视摄像时拾取象素信号和显象时重现图象都采用人眼扫视书籍相同的方式,称为扫描。电视中,扫描是分解和复合图象的过程。不过两者有一点差异,就是人眼扫视书籍时目光完全沿着一行文字水平右移,而电视扫描在右移过程中,还不断地稍微下移,形成水平、垂直两个方向同时移动。所以,电视扫描线始终是向下倾斜的。这样,在扫描完一行后紧接着开始下一行扫描时,始端的垂直位置自然已移到上一行的正下方了。这样,扫描继续进行,就可以扫遍一个区域。通常在显象管屏幕上可以看到被扫描后发光的长方形区域。这是由一根根看起来近乎水平的扫描线构成的,称为电视扫描光栅。下面,分别介绍电视扫描的几个有关方面。

1. 水平、垂直扫描和扫描光栅

电视摄像和显象都要通过电子束的不断扫描才能完成。电子束自光栅的最左边向右,以相对来说较慢的速度向右移动,称为水平扫描或行扫描。它是摄像端拾取信号和接收端显示图象的过程。我们称它为行扫描正程。当电子束到达光栅最右边时,行扫描正程就结束了。接着电子束要以快得多的速度自右向左回扫到光栅的左边去,构成行扫描的另一个过程,我们称之为行扫描逆程。逆程期间,摄像端停止拾取信号,显象端也不进行图象显示。逆程结束后,接着是下一行的正程开始。

如果电子束扫描运动只有水平方向而无垂直方向的话,被扫描处会出现一根水平扫描线而不可能形成光栅,这是容易理解的。扫描的目的是要形成一个规则的扫描光栅,故在电子束作水平方向扫描的同时,给它加一个垂直力,使它同时作向下的扫描,以便在电子束回扫到光栅左边时,落在上一行的下面。尽管一行扫描所形成的垂直位移是很小的,但是要形成扫描光栅却又是非有不可的。

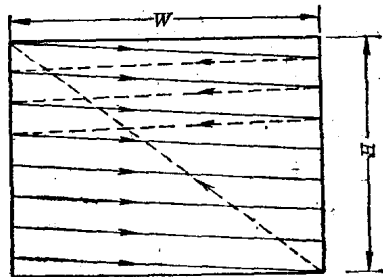


图 1-3 扫描光栅

垂直、水平扫描配合进行,电子束就扫出一个矩形光栅来。图 1-3 所示是扫描光栅的示意图。按照电视标准规定:扫描光栅是矩形的,它的宽高比:

$$\frac{W}{H} = \frac{4}{3}$$

电视扫描光栅有两种。一种称逐行扫描光栅,另一种称为隔行扫描光栅。目前,广播电视一律采用隔行扫描光栅。下面分别介绍形成这两种不同光栅的扫描过程。

2. 逐行扫描

这里,首先简单介绍一下电子束扫描与锯齿波扫描电流的关系。我们知道,为了强迫电子束改变它原来行进的方向使它产生上下左右偏转,就要给电子束加相应的作用力。电

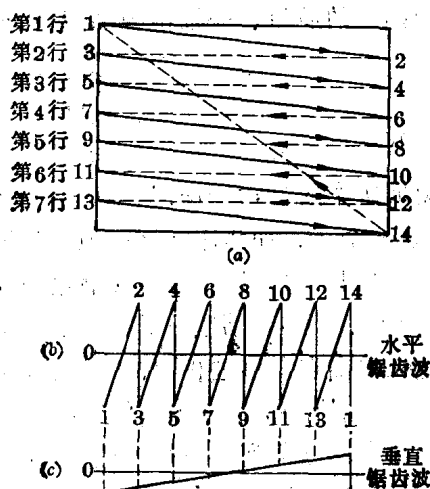


图 1-4 逐行扫描光栅及其扫描电流

视中,较多采用与电子束行进方向相垂直的磁场来获得这种作用力。因此,在电视摄像管和显象管的外面,都装有行与场两对偏转线圈。线圈中分别流同行、场锯齿波扫描电流,同时产生直垂方向和水平方向的偏转磁场,当电子束通过上述磁场时,就向水平方向和垂直方向偏转。当偏转磁场强度以线性规律变化时,电子束则以等速度偏移,形成恒速直线性扫描。所以,在分析电子束扫描时,通常都要与扫描锯齿电流的变化规律联系起来。

逐行扫描是一行紧跟一行的扫描方式。图 1-4 所示是逐行扫描光栅及相应的逐行扫描锯齿波电流。当图 1-4(b) 所示的水平锯齿波电流流同行偏转线圈时,电子束将在水平方向上受力而作水平偏转,产生行扫描。行锯齿波电流从“1”变化到“2”期间,电子束受到作用力的方向自左向右,因而,从左端经过中点到达右端,形成行的正程扫描;当行锯齿波电流由“2”迅速变化到“3”时,电子束所受水平作用力的方向改变为自右向左,故从右端很快地返回到左端,形成行的逆程扫描。电子束左右来回一次扫描所需的时间,决定于锯齿波电流的变化周期。行锯齿波变化一周所需的时间,称为行扫描周期,这里以 T_H 代表。图中 T_{HF} 和 T_{Hr} 分别代表行正程扫描时间和行逆程扫描时间。我国的电视标准规定行扫描频率 $f_H = 15625 \text{ Hz}$, 故 $T_H = \frac{1}{f_H} = 64 \text{ 微秒}$ 。一般来说:行逆程时间不大于 T_H 的 18% ($\approx 12 \text{ 微秒}$), 故正程时间一般不小于 52 微秒。因为考虑其它因素,故通常以 52 微秒作为行扫描正程时间。

当场偏转线圈中流过图 1-4(c) 所示的场频锯齿波电流时,电子束因垂直方向受力而产生场扫描。在场锯齿电流缓慢地作线性变化期间,电子束受向下作用力,从光栅顶部向底部移动,形成场的正程扫描;当场锯齿电流以较快的速度由最高点向最低点变化时,电子束快速返回到顶部,形成场的逆程扫描。电子束上下来回一次扫描所需的时间,称为场扫描周期以 T_V 表示。

由于技术上的原因,逐行扫描不用于广播电视。

3. 电视广播中采用隔行扫描的原因

一幅电视图象要有足够的清晰度和不产生闪烁感觉,就需要有足够的行扫描线和足

够高的换场频率。因此,产生出来的图象信号将有很宽的频带,给发射、接收设备带来一定的技术困难。实践证明,隔行扫描比较妥善地解决这一矛盾,故获得了广泛的采用。下面,先介绍行频、场频选择及图象信号频带等有关问题,然后介绍隔行扫描原理与方法。

(1) 行频的确定 图象的清晰度与它的扫描行数的多少有密切的关系。一幅图象扫描行数的确定,要根据人眼能分辨垂直方向细节的能力,这种细节分辨能力以图 1-5 所示的最小视角 α 的倒数来表示。所谓最小视角是指人眼对观察物体上能够分辨的相邻最近两点所张的视角。根据图形的几何关系,可以写出下面的关系式:

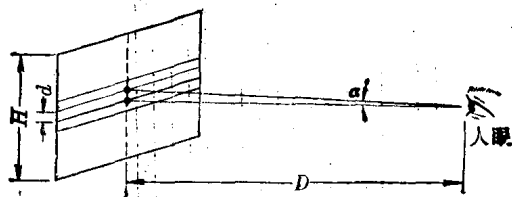


图 1-5 人眼的最小视角

$$\frac{d}{2\pi D} = \frac{\alpha}{360 \times 60}$$

于是

$$\alpha = 3438 \frac{d}{D}$$

在正常观察条件下观察静止图象时,最小视角 α 约为 $1' \sim 1.5'$ 。设 Z 为一幅光栅的扫描线数, H 是屏幕高度,则可得:

$$d = \frac{H}{Z}$$

这样

$$\alpha = 3438 \frac{d}{D} = 3438 \frac{H}{ZD}$$

或

$$Z = \frac{3438H}{\alpha D}$$

取标准视距 D 为屏幕高度 H 的 4~6 倍,并取 α 为 $1'$,则可算得一幅图象应该取的扫描行数为 860~570 行之间。但考虑到一些技术和经济因素,目前世界上采用的标准扫描行数有 SECAM 制的 819 行,CCIR 的 625 行以及 NTSC 制 525 行。我国采用 625 行制。

(2) 场频的确定 电视图象的主要服务对象是人,因此要注意的是人类眼睛的特点。在选择换场速度时,要满足图象的连续性要求和不产生亮度闪烁感觉。电影的实践表明:由于视觉暂留,一般每秒钟放映二十四幅画面,(每幅曝光两次)能给人予较好的连续性感觉,并且也不引起画面闪烁的感觉。所以,换场次数不能低于每秒 48 次,即场频不能小于 48 Hz。由于考虑到与电源频率一致。目前我国电视标准规定,电视扫描的场频为 50 Hz。在电源频率为 60 Hz 的国家,场频也取 60 Hz。

(3) 图象信号的最高频率 $f_{\max}$ 与视频通道带宽 图象信号的最高频率,出现在图象的细节部分,图 1-6 所示是一幅全是细节的图象,每一个细节的大小相当于一个像素。

我们知道:图象的细节部分,在转变为图象信号时,形成频率高的电信号。图象分得越细,细节越明显,重现图象就越清晰。但是这样一来,像素就小,扫描时电子束扫过连续两个像素需要的时间就短,信号频率就高。那么,一幅如图 1-6 所示的图象来说,图象信号最高频率将是多少呢?

我们看到:这幅图象是由许多黑白小方格组成的。这是把图象按纵横交错划分成的

黑白小方格图案。

当这种小方格小到它们的宽度等于垂直方向扫描线间距离时就是最细的图象，再分

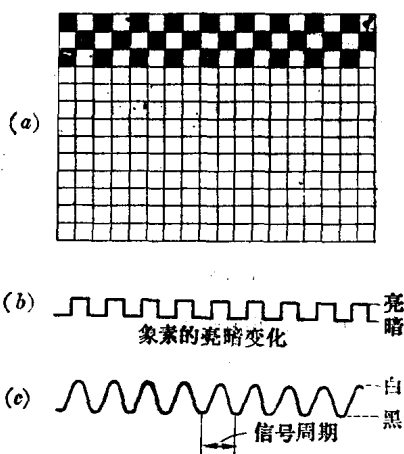


图 1-6 图象信号的频率图解

小也没有什么意义。这时，一个像素就是一个黑或白的小方块。设每帧图象的扫描线数为 Z ，若不计逆程等其它因素，水平方向共计可能达到的像素数为

$$N = Z \times \frac{4}{3} = (\text{扫描线数}) \times (\text{宽高比})$$

如果扫描一行，正好扫过这个数量的黑白相间的小方块，得到的理想电压波形为如图 1-6(b) 所示的方波。但实际上只能得到如图 1-6(c) 所示的正弦波形。所以，扫过一个黑块和白块就正好相当于交流电压一周。

我们还能算出一幅图象的像素数应为：

$$m = N \cdot Z = \frac{4}{3} \cdot Z^2$$

按照我国电视标准，每帧图象的扫描行数为 625，则以 $Z=625$ 代入，则 $m \approx 52$ 万。为了计算信号最高频率，我们可以设想，若一秒钟传送 f_v 幅图象的话，则每秒钟传送的像素总数就等于

$$M = \frac{4}{3} Z^2 f_v$$

这样，我们就可以推算出图象信号的最高频率公式

$$f_{\max} = \frac{1}{2} M = \frac{2}{3} Z^2 f_v$$

$f_{\max}$ 是图象信号的上限频率。但是，如果要传送一幅景亮度变化极其缓慢的景象背景亮度，或一幅明暗几乎不变的图象，那么图象信号的频率就很低，甚至接近于零，这就是图象信号的下限频率。所以，可以认为：图象信号的频率范围从 $0 \sim f_{\max}$ 。

图象信号的频带宽度确定后，为了要全频带传送它，所以，视频信号传输通道的带宽就不应低于此数。即

$$\text{视频通道带宽 } BW = 0 \sim f_{\max}$$

下面，我们将上面所介绍的逐行扫描情况来具体推算一下。取 $Z=625$ 行， $f_v=50$ Hz，则理论数据最高频率

$$f_{\max} = \frac{2}{3} Z^2 f_v = \frac{2}{3} \times (625)^2 \times 50 \approx 13 \text{ MHz}$$

换句话说，要全频带传送视频信号，就得使通道达到 $0 \sim 13$ MHz 带宽，这在技术上是比较困难的，因而，在经济上也是昂贵的。但为了达到图象清晰和不产生闪烁感觉，取每幅 625 行扫描线和每秒移送 50 幅画面似乎是必不可少的，这就产生了困难。隔行扫描的采用，比较好地解决了这个矛盾。下面，就来介绍隔行扫描的原理及其实现的方法。

4. 隔行扫描原理及方法

(1) 隔行扫描原理 人眼分辨细节的能力是有限的这一视觉特性，是能采用隔行扫描代替逐行扫描，而不致降低图象质量的基础。由于分辨力有限，所以在一定距离外观看

电视图象时,相继两行上的上下两点(见图1-5)事实上是分不清楚的,给人的感觉是连在一起的一个点子。这样,如果上下两点相隔一定时间分别发光一次,看起来好象该区域在该时间内发光了两次。也就是说,人眼感觉到的发光频率比事实上提高了一倍。因此,采用了把一幅电视图象的扫描线分成1、3、5...奇数行为一半(奇数场)2、4、6...偶数行为另一半(偶数场)的办法,并且扫描奇数行时让偶数行的位置空着不扫描,等到奇数行全部扫描完,再扫偶数行,最终把一帧图象的象素全部扫遍一次。如果所取场频不变,则每一个象素要间隔两场时间才被扫描发光一次,但给人的印象似乎每场都在发光,因此,我们把传送图象的速度降低了一半,但并不会因此造成图象闪烁的感觉,这已为实践所证明。这样一来,从发送画面数来看,隔行扫描相当于把逐行扫描时的换幅频率降低了一半,这里称谓帧频率。在隔行扫描中,帧频率是每秒钟传送的图象数,场频率是每秒钟扫描的奇数场和偶数场的总数,可见帧频率是场频率的一半。如果再引用上述公式来计算图象信号的最高频率 $f_{\max}$ 的话,不难证明, $f_{\max}$ 也降低一半,从而使电视设备不致太复杂。但因为一帧图象的总行数不变,故清晰度应该不比逐行扫描低。

(2) 隔行扫描方法 隔行扫描就是将一幅图象分两次扫描完成。第一次扫完一幅图象的奇数行,第二次再扫完余下的偶数行,为了避免两次扫描线的重叠,必须将两次扫描线错开,即将第二次的各根扫描线分别插在第一次扫描线的中间。我们称这种形式的扫描为2:1隔行扫描,连续两场为一帧。隔行扫描光栅及其锯齿波扫描电流,如图1-7所示。为了方便起见,作该图时,假定扫描逆程的时间为零。如果计入逆程扫描时,图形将略有不同,请读者注意。隔行扫描光栅的形成是这样的:

由图可见:隔行扫描电视光栅中,一场只是一帧图象的一半扫描线组成的。为使两场的扫描时间相同,以便使两场扫描线相互安插,一帧图象的扫描线数应取为奇数。所以一个场周期是半行周期的奇数倍,即:

$$T_v = (2m+1) \frac{T_H}{2}$$

式中 m 为正整数,其值视各国规定的扫描标准而定。我国的场频取50 Hz,故 $T_v = 20$ 毫秒(ms);一幅图象的扫描行数 $Z = 625$ 行,故行频为

$$f_H = 625 \times 25 = 15625 \text{ Hz,}$$

行周期

$$T_H = \frac{1}{f_H} = 64 \text{ 微秒。}$$

图1-7所示是扫描行总数为7行的隔行光栅。第一场(奇数场)从第1行开始,扫描第1、3、5和7行的前半行,扫描点到达⑧。因为第一场的场逆程此刻开始,故扫描随即从⑧向上偏转到9。从第7行的后半行开始第二场(偶数场)的扫描。当这半行扫完到达⑩并行回扫之后,接着扫描第二场的2、4、6各行,直到第二场扫描结束,整个光栅都被扫过一遍,一帧扫描才告完成。

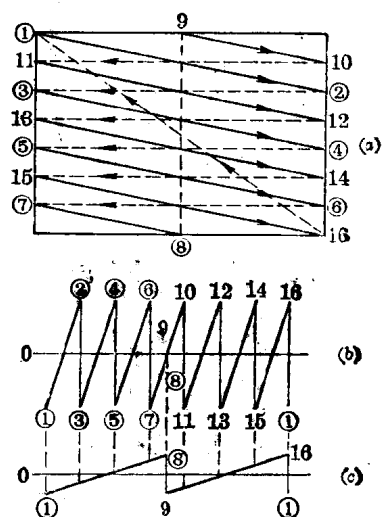


图1-7 隔行光栅与扫描锯齿电流

隔行扫描要求两场扫描线间置得正确,才能保证图象的清晰度,否则,由于并行,将会降低图象质量,因此,隔行扫描对场、行频率稳定性有很高要求,并且要严格保持它们频率的比例关系。

所谓并行,是隔行扫描光栅中相继两行扫描线产生部分重叠或完全重合的现象。并行使图象的行结构变粗,行间距离拉大,因此,图象质量大大下降。在技术上应做到尽可能避免。

第四节 同步与同步信号

在电视系统中,摄象端电子束不断扫描着摄象管靶面,把景象中具有不同亮度的象素转换成幅度变化的电信号。显象端则以同样的扫描方式,把电信号逐个地还原为象素原来的亮度。在电视图象中,象素除了亮度随时间不断变化外,它在空间占有一定的位置。因此,显象时各象素的排列,其位置一定要和摄象时各相应的象素相同,才能重现一幅正确的图象,否则将会出现图形畸变现象。为此,显象时的扫描规律要和摄象时相同,而且必须时刻保持步调一致,这就是扫描同步,简称同步。同步是依靠特殊的同步信号来实现的。

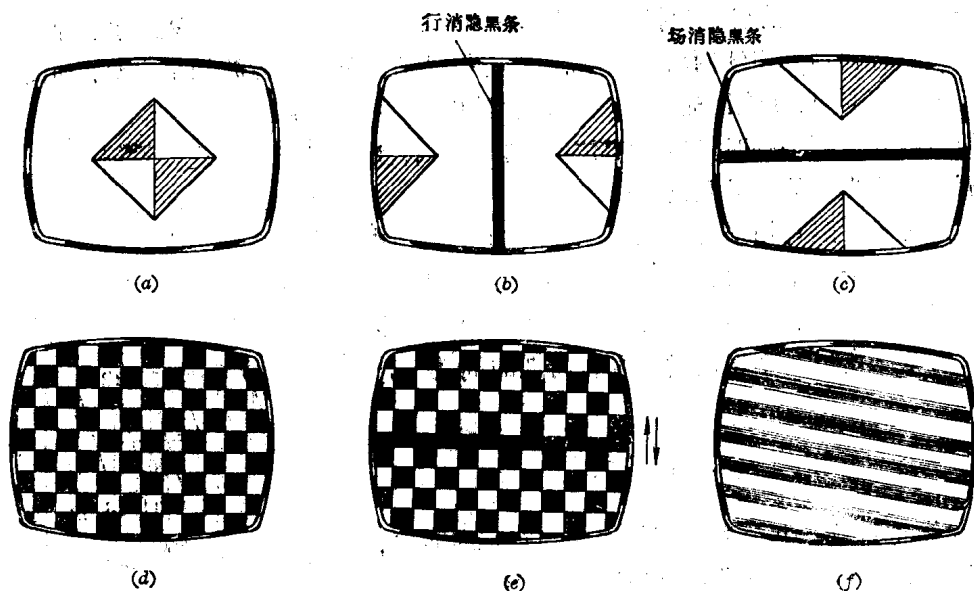


图 1-8 扫描不同步造成的图象畸变

实现同步的条件有两个:首先双方的扫描时间应相等,即扫描频率应相同。其次,任一时刻,双方电子束在场、行扫描中所在的位置应该完全对应,这就是所谓的扫描相位一致。图 1-8 所示是扫描同步不良时可能出现的严重畸变图象。图中 (a)、(d) 为正常的图象,而 (b) 是由于行扫描相位相差半行所造成的畸变图象; (c) 是场扫描相位相差半行起的畸变图象。上述现象都是由于扫描相位不一致所造成。另一种是扫描频率不一致造成的畸变现象。场频不一致时产生如图 (e) 所示的畸变;而行频不一致时则产生如图 (f) 所示的畸变。

由此可见,实现扫描同步,必须同时满足扫描频率和扫描相位两个方面。

下面重点介绍为实现摄象端和显象端同步所需的同步信号波形及其发送时刻。

1. 同步原理和场、行同步信号

为了严格保证显象与摄象扫描同步,在电视台内部,设有用来产生同步信号的同步机,以它所产生的场、行同步脉冲分别控制摄象端和显象端电子束的扫描运动,即可实现双方同步。

在电视系统中,场、行同步信号一方面用在电视台内部,控制摄象管电子束的扫描运动;另一方面,将它混入图象信号一起发送。接收端就利用收到的同步信号,控制显象管电子束的扫描运动,保证图象中的各个象素信号在显象管荧光屏的正确位置上重显。场、行同步信号的基本波形如图 1-9 所示。图中的场同步信号是以场频率重复出现的脉冲信号;行同步信号则以行频率重复的脉冲信号。

同步脉冲对扫描电子束怎样实现控制的呢?我们已经知道,一场、一行扫描都是由正程和逆程两部分组成的。从原理上讲,实现同步的方式可以是这样:当每一场、或每一行的扫描正程将结束时

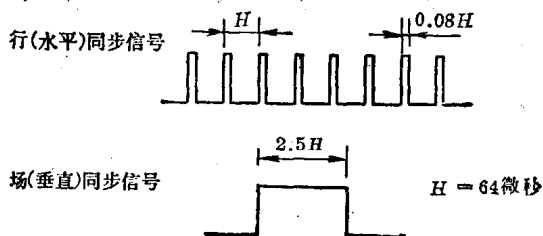


图 1-9 同步信号基本波形

时刻,出现一次场、行同步脉冲,使摄象端和显象端同时受到同步脉冲作用而在统一时刻开始回扫。只要把每场、每行的回扫开始时刻统一了,双方的同步也就实现了。不过在本书的实际电路部分可以看到,接收机内同步采取这样的方式,依靠场同步脉冲的触发作用对场振荡器实行强迫同步来达到同步目的,而行同步则稍有不同,采用了自动频率控制电路实现同步。

按照电视标准规定:行同步脉冲宽度为 4.7 微秒,约占行周期($H = 64 \mu s$)的 7.3%;场同步脉冲宽为 160 微秒,占 2.5 个行周期。

为了把同步脉冲混入图象信号同时传送给接收端,场、行同步信号应该先要混合在一起,形成复合同步信号。图 1-10 所示是两种基本脉冲混合在一起时的波形图。从复合波

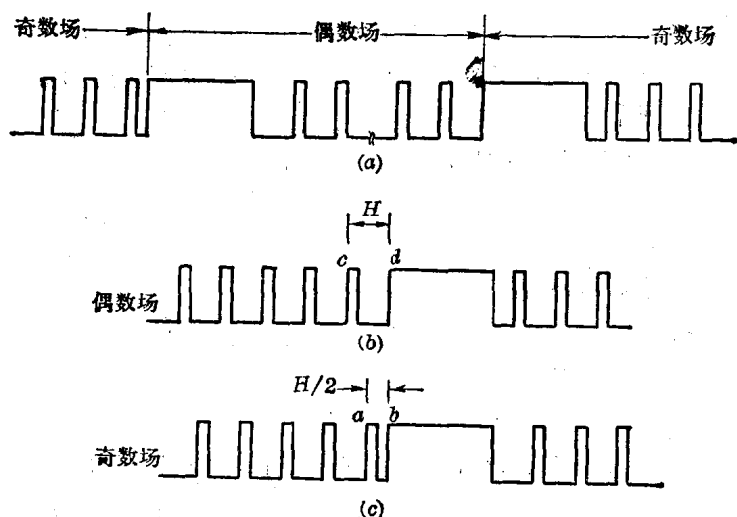


图 1-10 复合同步信号的基本波形