

青年自学技术丛书

田 农 编著

黑白和彩色
电视机电路与
维修自学读本

上海科学普及出版社

青年自学技术丛书

黑白和彩色电视机电路与维修自学读本

田 农 编 著

上海科学普及出版社

责任编辑：胡名正

封面设计：赵 斌

青年自学技术丛书

黑白和彩色电视机电路与维修自学读本

田 农 编著

上海科学普及出版社出版

(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

新华书店上海发行所发行 商务印书馆上海印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 插页 2 印张 21.75 字数 576000

1991 年 8 月第 1 版 1991 年 8 月第 1 次印刷

印数 1-21000

ISBN 7-5427-0304-8/TM·9 定价：7.75 元

内 容 提 要

本书以黑白和彩色电视机原理为线索,剖析典型的晶体管和集成电路电视机的电路,介绍各种故障的修理和业余调试方法。本书各章末均附有学习思考题;书中插图的元器件旁注有电路功能说明,便于检索和理解;书中还有小字编排的阅读材料,使读者不必再去查阅基础书和参考书。本书与众不同的自学特色,使具有初中水平、粗晓电工和电子技术的读者能看懂电路图,掌握电视机原理,学会修理和调试技术。

读者对象:电视机维修、生产人员及初中以上文化水平的电子爱好者。

关于本书内容及学习方法(代序)

一、本书是一本自学读本,以黑白与彩色电视机原理为线索,学会电路分析和电视机修理技术为目标,采用一环套一环、层层展开、循序渐进的方法,引导读者自学。凡具有初中以上文化水平、粗晓电工学及电子技术基本知识的读者,只要按顺序读下去,就能达到掌握黑白与彩色电视机原理,看懂其电路图的目的,为修理黑白与彩色电视机打下坚实的基础。

二、本书共分四篇,大致内容安排如下:

第一篇为黑白电视机的工作原理及电路分析,从黑白全电视信号的构成开始,详细剖析了“飞跃35D1-4型”黑白电视机各个环节电路及各元器件的作用。由于彩色电视机是在黑白电视机基础上发展的,其许多环节仍沿用了与黑白机相同或相近的电路,因此本篇也是后两篇的基础。

第二篇为彩色电视机的基本工作原理,首先扼要介绍有关色度学等方面的基本知识,介绍了彩色显象管,详细讨论了彩色全电视信号的编码,进而深入剖析了彩色全电视信号解码电路,为学习集成电路彩色电视机整机电路提供充分的理论基础。

第三篇是集成电路彩色电视机,首先介绍了集成电路的发展和特点,然后以用四块集成电路组成的“金星C37-401型”彩色电视机为例,围绕每块集成电路的功能方框图,详细分析其外围电路。

第四篇是电视机修理技术,系统介绍了修理电视机的一般方法,然后以飞跃35D1-4型黑白电视机和金星C37-401型彩色电视机为例,给出了各种故障的检修流程图,针对故障现象,分析可能的故障部位,指出应采取的检修措施,直到查出故障元器件,修复整机。另外还详细介绍了电视机的调整方法。

三、学习方法:

1.本书特点是环环相扣、层层剖析,许多前面安排的内容是为了后面打基础。因此,要求逐章逐节读下去,不要跳越。如果某部分内容您已了解,亦请再读一遍,以保持学习的系统性和连贯性。这样做方能“事半功倍”,否则有可能会“欲速而不达”。

2.自学者主要“教师”是书本。这里最好先把本书浏览一遍,了解概貌后就会发现并不难懂,树立起自学必成的信心,然后逐章逐节精读,各个击破。如在自学过程中,根据自己的理解写出读书笔记或摘要,定可获得更深的理解和记忆。

3.本书涉及的一些疑难问题或基础知识,已用小体字作了注释,可省掉另找许多参考资料之麻烦,但由于自学者基础和要求各不相同,不可能面面俱到。因此,可视需要准备电子技术和脉冲电路等参考书,一般选用中级读物即可。

4.本书许多较简单的环节,已在图上作了简明注释,一看就清楚了,其余则在正文中分析,因此,必须图文对照阅读。在分析电路前,应先从方框图上把这部分电路的结构、功能、它在全电路中所处的位置以及信号的来龙去脉搞清楚,并按照方框图把电路图分割成相应的几块,逐一消化。

5. 本书既要学习电视机的理论，也要学习电视机的修理技术。掌握一门技术必须通过实践，就好象要学会游泳非下水不可。实践的机会只得靠自己去创造了，如为自家的电视机排除故障，为亲友修机等等，在实践中积累经验，提高修理技术。倘若能买套零件自己动手装台电视机，那就更好了。

由于作者水平所限，不妥之处，恳请指正。

祝您自学成功！

作 者

1990年6月

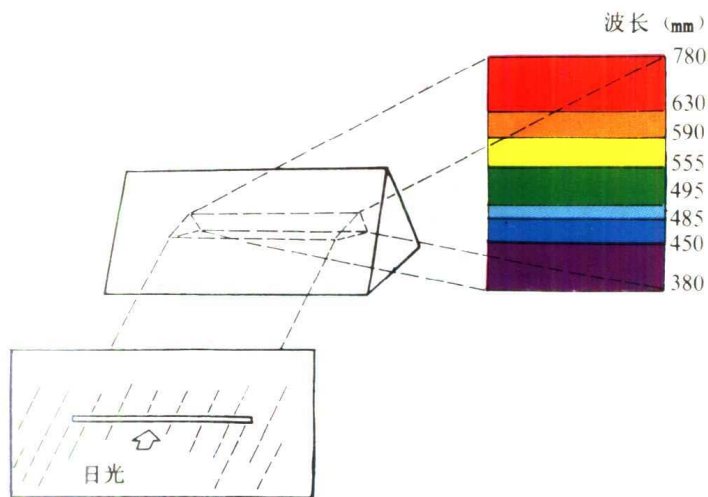


千里之行始于足下

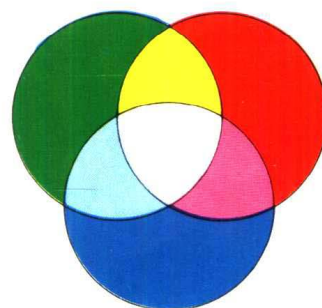


世上无难事

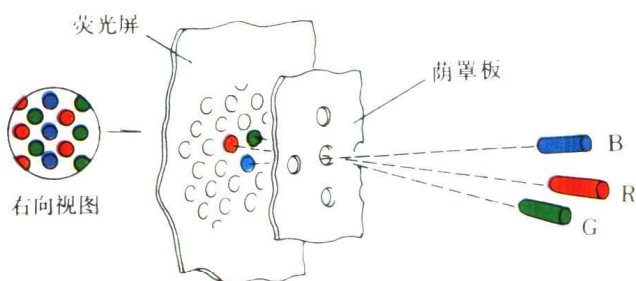
只要肯登攀



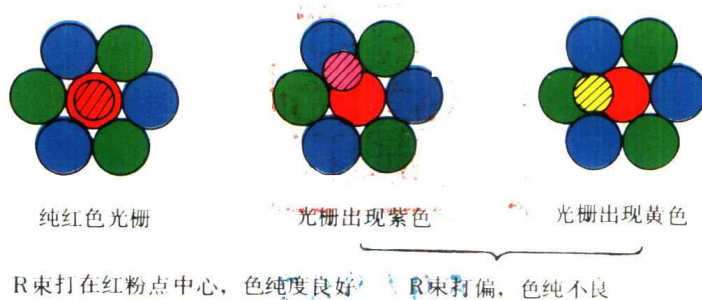
彩图2.1 日光经棱镜分解成太阳光谱



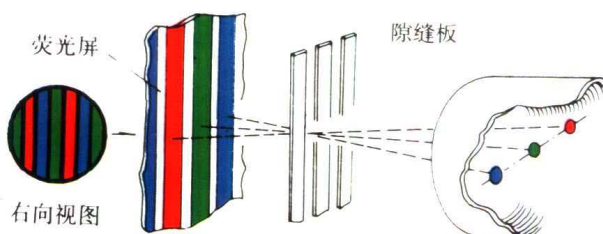
彩图2.2 加色法三基色圆图



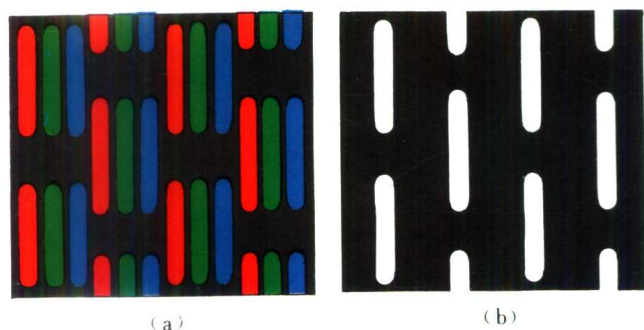
彩图2.3 三枪三束管荫罩的作用及屏面荧光粉点排列



彩图2.5 电子束着屏点对色纯度的影响

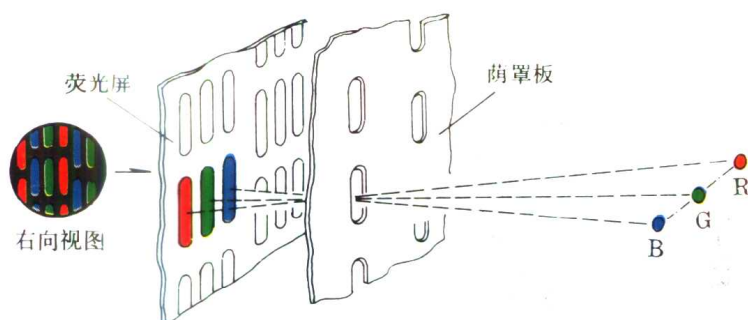


彩图2.6 单枪三束管隙缝障板的作用及屏面荧光粉条排列



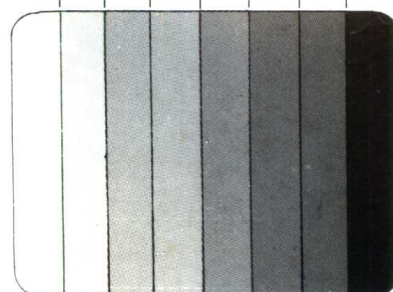
(a) (b)

彩图 2.8 短条形荧光粉和荫罩板



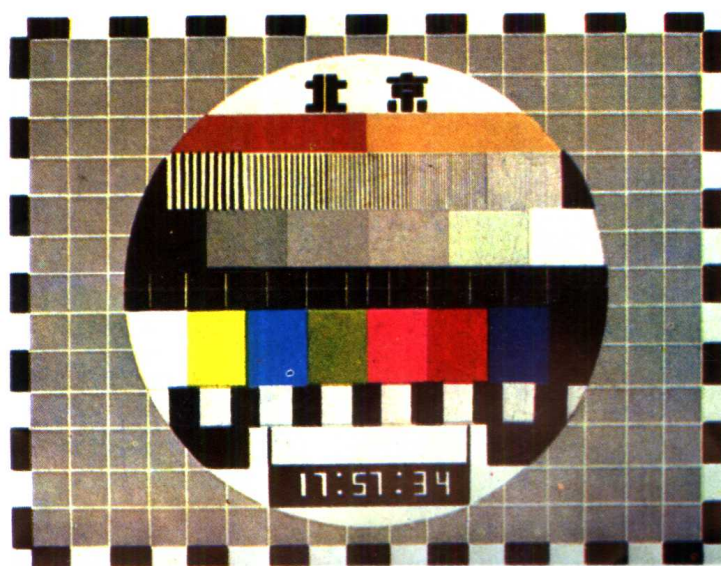
彩图 2.9 自会聚管荫罩的作用及屏面 荧光粉点短条排列

彩色电视的彩条信号



黑白电视的灰度信号

彩图 2.31 彩条信号和灰度信号



彩图 4.41 广播电视彩色测试卡

目 录

第一篇 黑白电视机的工作原理及电路分析

第一章 有关黑白电视的基础知识	1
§1 黑白电视信号的发送	1
§2 全电视信号的构成	1
§3 已调载波的产生及频道划分	6
§4 黑白电视机结构概述	8
第二章 公共通道	12
§1 高频调谐器	12
§2 图象中频放大电路	22
§3 视频检波及视频放大电路	26
第三章 同步及扫描	30
§1 自动增益控制(AGC)电路	30
§2 同步分离电路	34
§3 行扫描电路	36
§4 场扫描电路	47
§5 黑白显象管及其电路	53
第四章 伴音通道	60
§1 伴音中放及限幅器	60
§2 鉴频器	62
§3 伴音低频放大器	67
第五章 电源	73

第二篇 彩色电视机的基本工作原理

第一章 有关彩色电视的基础知识	77
§1 光和色	77
§2 三基色原理	78
§3 大面积着色原理	79
§4 彩色与黑白电视兼容制	79
§5 彩色电视的制式	80
第二章 彩色显象管	82
§1 三枪三束彩色显象管	82
§2 单枪三束彩色显象管	86
§3 自会聚彩色显象管	87

第三章 彩色全电视信号的编码	91
§1 亮度信号与色差信号的产生.....	91
§2 色差信号的频带压缩及亮度信号的频谱分析——频谱间置原理.....	92
§3 频谱间置的方法——副载波正交平衡调幅法(NTSC制).....	94
§4 改进型频谱间置的方法——逐行倒相副载波正交平衡调幅法(PAL制).....	99
§5 彩色同步信号.....	101
§6 彩色全电视信号(FBAS).....	102
第四章 彩色全电视信号的解码	107
§1 亮度通道——亮度视频放大及自动清晰度控制(ARC)电路.....	109
§2 色度通道.....	111
§3 色同步通道.....	119
§4 色差放大、解码矩阵电路及末级视放输出电路.....	141
 第三篇 集成电路彩色电视机电路分析	
第一章 有关集成电路的基本知识	151
第二章 图象中频放大电路	154
§1 声表面波滤波器.....	157
§2 中频放大(IF AMP).....	158
§3 同步检波(SYNC DET).....	159
§4 预视放(VIDEO).....	159
§5 AGC检波(AGC DET)和中放AGC延迟(AGC DELAY)以及高放AGC放大(RF AGC AMP).....	160
§6 噪声抑制电路(NOISE CANCELER).....	161
§7 自动频率控制(AFT).....	161
第三章 伴音通道	163
§1 6.5MHz陶瓷滤波器.....	163
§2 限幅放大(SIF AMP).....	165
§3 调频检波(FM DET).....	165
§4 音频放大(AUDIO AMP).....	166
§5 自倒相分路调整推挽功率放大器(SRPP).....	166
第四章 彩色全电视信号解码电路	170
§1 色度通道.....	171
§2 色同步通道.....	178
§3 亮度通道.....	186
§4 基色矩阵兼末级视放输出电路.....	193
第五章 同步分离及行场扫描电路	196
§1 同步分离电路.....	196
§2 行扫描电路.....	198
§3 场扫描电路.....	205

第六章 开关式稳压电源	214
§1 概述.....	214
§2 开关式稳压电源的基本工作原理.....	214
§3 开关式稳压电源的电路分析.....	215
第七章 调谐电路	221
§1 高频调谐器.....	221
§2 频道预选器.....	235

第四篇 电视机修理技术

第一章 故障判断	239
§1 检修前的准备工作.....	239
§2 检修技巧.....	240
第二章 黑白电视机的检修	245
§1 无光栅、无伴音、显象管灯丝不亮.....	245
§2 无光栅或光栅太暗, 但伴音正常.....	246
§3 无图象、无伴音, 但光栅正常.....	247
§4 无图象、有光栅和伴音.....	247
§5 图象淡薄.....	247
§6 无伴音或伴音轻, 但图象正常.....	249
§7 伴音失真.....	251
§8 伴音中混有强烈的蜂音.....	251
§9 伴音干扰图象.....	252
§10 光栅出现S形扭曲, 同时伴音中混有交流声.....	252
§11 图象清晰度差.....	253
§12 图象灰度差.....	254
§13 图象拖尾和大面积背景模糊.....	254
§14 图象镶边或重影.....	255
§15 图象左右边缘呈锯齿状.....	255
§16 图象局部抽动撕裂或图象时有时无.....	255
§17 图象上出现回扫线.....	256
§18 屏幕水平方向上出现两个相同图象.....	256
§19 屏幕垂直方向上出现两个相同图象.....	256
§20 水平一条亮线.....	257
§21 垂直(场)幅度不足.....	258
§22 垂直(场)线性不良.....	258
§23 光栅下部卷边.....	259
§24 垂直一条亮线.....	259
§25 水平(行)幅度不足.....	260
§26 水平(行)线性不良.....	261

§27 行、场幅同时减小	261
§28 场不同步或同步范围很小	262
§29 行不同步或同步范围很小	262
§30 行、场均不同步(含同步范围很小或大面积行扭)	264
§31 亮度失控	265
第三章 彩色电视机的检修	266
§1 无光栅和无伴音	266
§2 无光栅或光栅太暗, 但伴音正常	266
§3 光栅上有垂直黑条	268
§4 无伴音, 但图象正常	268
§5 伴音失真	269
§6 行不同步、场不同步或行场均不同步	270
§7 垂直幅度不正常	271
§8 亮度调节失控	271
§9 信噪比低, 图象对比度不足	272
§10 图象左右扭曲拉丝	273
§11 无彩色, 但黑白图象正常	275
§12 彩色不同步	276
§13 R信号丢失(无红色)	277
§14 B信号丢失(无蓝色)	277
§15 G信号丢失(无绿色)	278
§16 R、G信号丢失(无红、绿色)	279
§17 B、R信号丢失(无蓝、红色)	279
§18 G、B信号丢失(无绿、蓝色)	280
§19 R-Y信号丢失(无红色差信号)	280
§20 B-Y信号丢失(无蓝色差信号)	280
§21 G-Y信号丢失(无绿色差信号)	281
§22 R-Y、B-Y或G-Y信号幅度小(色差信号幅度小)	282
§23 Y信号丢失(无亮度信号)	282
§24 彩色全反	283
§25 图象偏色	283
§26 色调正确, 但彩色过深, 色饱和度调节失控	284
§27 色调正确, 但彩色淡	285
§28 亮度图象与彩色图象不吻合	285
§29 黑白图象上有静止彩色斑块和彩色图象上某部位出现彩色异常	285
§30 开机、关机时机内发出奇异声响	286
第四章 故障处置	287
§1 元器件的拆卸	287
§2 元器件的更换或代用以及简易测试	288

第五章 电视机的恢复性调整	296
§1 电视机调整的一般要求	296
§2 黑白电视机的调整	298
§3 彩色电视机的调整	301
附录一 我国各电视频道频率及中心波长表	310
附录二 分贝表	312
附录三 部分黑白显象管主要参数	315
附录四 部分自会聚彩色显象管主要参数	316
附录五 部分进口彩色电视机使用的集成电路型号表	320
附录六 部分国产彩色电视机使用的集成电路型号表	323
附录七 国外部分厂家集成电路产品型号前缀字母及商标标志	325
附录八 电视机集成电路国内外产品互换表	326
附录九 彩色电视机用部分进口三极管参数及与国产管互换表	328
附图1 飞跃35D1-4黑白电视接收机电原理图	
附图2 金星集成电路/晶体管彩色电视接收机电原理图(C37-401)	

第一章 有关黑白电视的基础知识

§1 黑白电视信号的发送

电视接收机的任务是接收到的、从电视台发送来的电视信号放大，并还原成图象与伴音。因此，学习电视机原理，分析其电路，首先应了解电视台的电视信号发送过程和熟悉电视信号的结构。电视信号的发送过程见示意图1.1。

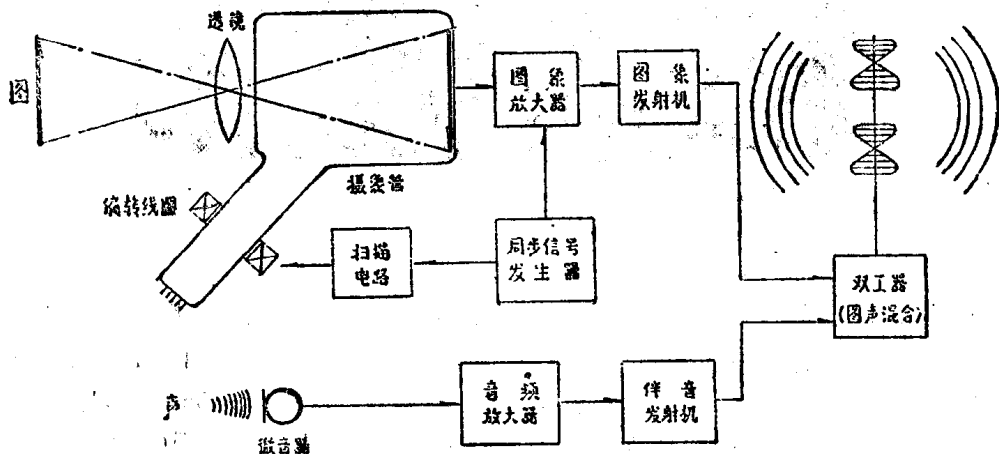


图1.1 电视信号发送过程示意图

电视信号是电视台通过一种具有方向性的高效螺旋形天线发送出来的高频电磁波，其中包含着“全电视信号”及“伴音信号”，电视机天线上接收到的就是这种信号。

§2 全电视信号的构成

通常所说的电视信号指的是黑白或彩色全电视信号，本章只讨论黑白全电视信号。黑白全电视信号中包含着：图象信号（亮度信号）；行、帧（场）同步信号（又称“复合同步脉冲”）；行、场消隐脉冲；平衡脉冲。以下依次说明：

1. 图象信号及行、帧（场）同步信号

（1）黑白图象的构成

任何物体的形态都是通过它表面的明暗和色彩表现出来的（本篇暂不讨论其色彩），而物体显示出来的明暗，是光照射的结果。物体上某部分反射光强就令人感到“明亮”，反之感觉“灰暗”。由于反射光映入人眼，刺激了视网膜上的感光细胞，通过视觉神经的传输，

于是就“看见”了物体的形态。黑夜无光照射时，物体无反射光，人们就什么也看不见了，就是对这个道理的证明。

为重现图象，在纸上(图片)、银幕上(电影)、荧光屏上(电视)均可用小黑点的疏密来表示物体反射光的明暗。我们细看报纸上的照片，就可以发现它们是由许多疏密不同的小黑点组成的，明处黑点少(疏)，暗处黑点多(密)，甚至连成片，这些小黑点称为“像素”。由它组成的黑白图象见图1.2。



图1.2 由像素组成的黑白图象

像素——构成图象的基本单元，它的多少和大小决定了所能显示图象的最小细节。像素越多越小，图象就越清晰，分辨率亦越高。报纸上一张23cm(9英寸)电视屏幕大小的照片，像素数约为20万个；16mm影片(放映队用)像素数约25万个；35mm影片(电影院用)像素数约100万个；电视图象像素数约为52万个——我国电视画面采用625行，每行由833个像素组成，故每幅像素数为 $625 \times 833 = 528625$ 个。

由于电视画面像素总数是固定不变的，因此屏幕越大的电视机，“粒子”(像素)越粗。

既然电视画面像素数不变，排列次序又一行行非常整齐，只是每个像素的亮度随它所显示图象各部位的明暗变化而变化，因而能显示各种图象。

仅由亮度差异而形成的图象是黑白图象。黑白照片、黑白电影、黑白电视等展现的就是这种图象。

(2) 图象的传送

由上所述，可见要传送一幅(帧)图象，必须将组成该图象的所有像素转变成电信号，再依次一一传送出去。

现代电视技术采用的是“顺序(轮流)传送像素”法，就是在发送端的摄像管上，首先从画面左上角第一个像素开始，把反射出的光变换成电信号，发送到接收端，在显象管屏幕的左上角显示出第1个对应的亮点，用同样的方法传送第2个、第3个……直至第528625个，完成一帧图象的传送。紧接着再传送第2帧，重复以上的动作。为看到连续活动的图象，每秒须发送25帧。当然，接收端屏幕上像素也是一个个依次出现的，画面也是一帧帧循序变换的。但当其速度很快时，由于人眼的视觉惰性，看到的将不是个个亮点或帧帧画面，而是一幅完整且活动的图象。

关于人眼的视觉惰性

人眼的视觉惰性(又称暂留性),是人眼视物时的一种重要的生理现象,表现在被注视的物体上各亮点消失时,它所产生的视觉印象不会随即消失,能暂留0.1秒左右。因此,在小于0.1秒的时间内如果亮点再度出现,则我们看到的将是没有间断过的连续亮点。活动电影就是利用人眼视觉惰性,早期以每秒24幅(每幅0.0417秒)图象的速度进行变换(现代电影已改为每秒48幅),人眼看到的便是一幅活动的完整图象。电视广播亦利用了相似原理。

电视发送端是把像素变成电信号(我国采用负极性调制,图象像素越亮,对应的信号电平越低),一个连一个,每833个排成一行,再一行连一行,每625行为一帧,并以每秒25帧速度(频率)向外发送。而接收端收到此电信号时,又必须在显象管上一个一个、一行行、一帧帧地显现出来,发送与接收端之间的行、帧必须严格保持“同步”(同步是电视技术中的常用术语,指两个电信号保持同频率、同相位)。如不同步,看到的将是杂乱无章的横线条(行不同步),并上下翻滚(帧不同步),根本无法看到稳定的图象。同步,在电视机里是由自动控制电路保证实现,并设有行、帧两个同步旋钮供调整的。

(3) 行扫描与帧扫描

我们知道,电子束打击荧光物质会发出光(亮)。因此,传送图象时是由摄象管中电子枪射出的高速电子束,首先从其荧光屏幕画面上方的第1行左端开始向右扫描(扫描),扫完一行迅速返回左端再扫第2行、第3行……直至第625行,完成一帧图象的扫描运动,见图1.3。

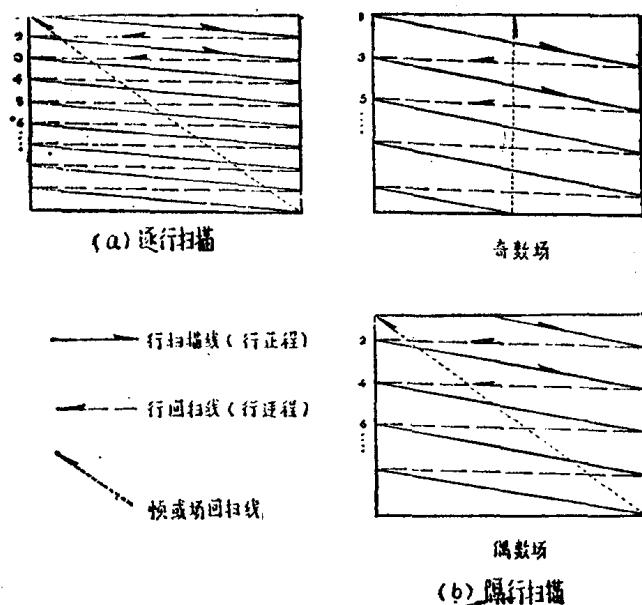


图1.3 逐行及隔行扫描示意图

电子束有规律地从左向右一行行地运动,叫“行扫描”或“水平扫描”。电子束依次从上端第1行扫到下端第625行,称“帧(场)扫描”或“垂直扫描”。由于每秒要发送图象25帧,因此帧扫描频率是25Hz。于是可算出行扫描频率是 $f_H = 25 \times 625 = 15625\text{Hz}$ (对应的每扫描一行时间称“行周期”,应为 $\frac{1}{15625} = 64\mu\text{s}$)。

但是,在帧频为25Hz时我们会看到图象有闪烁现象,必须把帧频提高到50Hz(即每秒发

送50帧图象)才能消除闪烁现象,这样做行频势必也要升高一倍,以致传送图象信号将占用过宽的频带。因此,实际采用的是“隔行扫描法”,就是把原来的一帧图象分成两场传送,每场只送出 $\frac{625}{2}=312.5$ 行。一帧中的两场是:第一场(奇数场)传送奇数行1、3、5、7、9……,第二场(偶数场)传送偶数行2、4、6、8、10……。

这样,场频变成了 $f_v=50\text{Hz}$ (对应的每扫描一场时间称“场周期”,应为 $\frac{1}{50}=0.02\text{s}=20\text{ms}$),而行频仍保持 $f_H=15625\text{Hz}$ 未变。注意,这里使场频与工频交流电源的频率相等,除了能消除图象的闪烁外,还能减小工频交流电源对电视图象的干扰。

采用了隔行扫描,尽管奇数场和偶数场均非完整的图象,但两场是前后紧密连接的,相隔时间仅0.02秒,远小于人眼视物暂留时间(0.1秒),由于视觉惰性,人们看到的只会是两场镶嵌起来的一帧完整图象,如图1.4。

为保证电视机的行、场与摄像机的行、场完全同步,电视台发送出的全电视信号中包含着行同步脉冲信号(每扫完一行发出一个)与场同步脉冲信号(每扫完一场发出一个)。由于行频高,故行同步脉冲宽度很小,仅 $4.7\mu\text{s}$ 。由于场频低,场同步脉冲宽达 $160\mu\text{s}$ 。在场同步脉冲期间,行扫描仍须保持同步,行同步脉冲不得中断,否则下一场图象上边起始部位行扫描会失步。为此,在场同步脉冲上开5个很窄的小槽(每个 $4.7\mu\text{s}$),形成5个等宽的矩形脉冲——槽脉冲,用其后沿来代替行同步脉冲。参见图1.5。

2. 行消隐脉冲与场消隐脉冲

电子束从左到右、自上而下的运动,是行、场扫描正程,目的是产生光栅,使电视信号到来时立即成象。电子束从右至左、由下而上的回归,是行、场扫描逆程,作用只是使电子束返回到下一行或下一场的起始部位上去,并不传送图象。但它们在荧光屏上都有痕迹显现,行扫描逆程会使图象边缘呈白雾状光辉,场扫描逆程则表现为一条条眩目的回扫亮线,对此须予消除才能看到清晰图象。方法是用一种黑色电平脉冲信号,在扫描逆程时关掉电子束,这种黑色脉冲称“消隐脉冲”。

消隐脉冲亦有行、场之分。行消隐脉冲安排在场同步信号底部,宽度为 $11.52\mu\text{s}$;场消隐脉冲未设专门的消隐信号,是利用场扫描逆程脉冲来关断电子束的,宽度为 $1600\pm 12\mu\text{s}$ 。

3. 平衡脉冲

由于采用了隔行扫描,因此,每场只需扫描312.5行。从图1.3(b)可见,奇数场的末行只扫了半行就发出一个场消隐脉冲,电子束就由下而上回到偶数行的起点,开始偶数行扫描。但是,偶数场的末行需扫一整行才发出场消隐脉冲,使电子束回到奇数行的起点,相邻两场

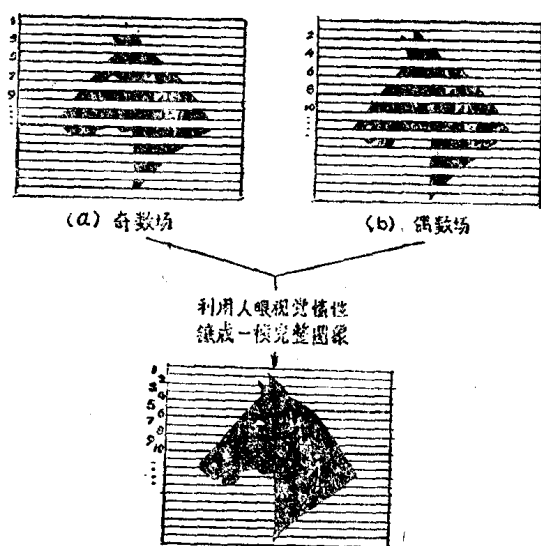


图1.4 隔行扫描图象的镶嵌(示意)