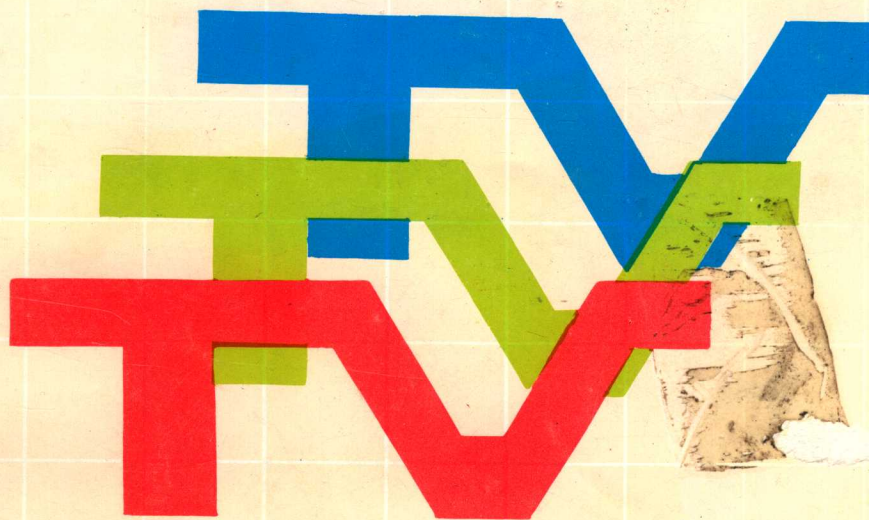


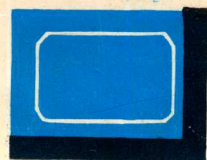
DIAN SHI YUAN LI YU
JIE SHOU JI SHU



电视原理与 接收技术

唐薇娟 曹序芳

西安电子科技大学出版社



电视原理与接收技术

唐薇娟 曹序芳

本书有许多不同于其它教材的特点，首先其内容精练，篇幅适中，对电视原理和接收技术进行了深入浅出的讲解，使读者在较短的时间内，对电视原理和接收技术有一个系统的了解。其次，本书在编写过程中，力求做到概念清晰，重点突出，由浅入深，循序渐进，使读者在掌握基本原理的基础上，能够进行简单的分析和设计。最后，本书在编写过程中，力求做到图文并茂，使读者在理解抽象概念时，能够一目了然。

本书对黑白、彩色两方面内容都作了较详细的介绍，在介绍黑白电视原理时，先分析彩色电视原理，再分析彩色电视原理，便于读者理解，循序渐进；而在介绍电视接收机原理时，则是将黑白、彩色、分叉、集成电路恰当地结合在一起，以黑白电视为主，抓住了共性，又分析了差异。

在外置集成电路问题上也有独特之处，一方面将主要精力描述电视机功能方框，使集成块内外电路功能有机地联系在一起，以便对彩色电视机工作原理有较深刻的印象；另一方面又着重地分析集成块内部电路工作原理与波形图，进一步加深理解方框图的功能，使抽象的方框图具体化；而没有把注意力放在对单个集成块内部电路的分析上。

本书在阐述工作原理的同时，注意尽可能多介绍一些有关电视机的调整、测试与维修的知识，这也便于在本书结束后进行电视机装调实践。

本书各章内容既有独立性又有相对独立性，因此，可作为电视专业及相关专业的教材，也可作为电视爱好者的自学教材。全书共分12章，第一章约6学时，第二、三章共约6学时，第六、七章各为4学时，第八章6~7学时，第九、十章各为6学时，第十一章4学时，第十二章4~6学时。

本书第1~3章由曹序芳执笔，第4~12章由唐薇娟执笔，在编写过程中得到了西北电讯工程学院杜武林教授的帮助，还得到了西安无线电一厂李德、郑恩祥、田发斌等同志的支持，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者批评指正。

本书第1~3章由曹序芳执笔，第4~12章由唐薇娟执笔，在编写过程中得到了西北电讯工程学院杜武林教授的帮助，还得到了西安无线电一厂李德、郑恩祥、田发斌等同志的支持，在此一并表示感谢。

西安电子科技大学出版社

1998

定价：15.00元

ISBN 7-810-0031-1



新登字 010 号

内 容 简 介

本书包括黑白与彩色广播电视原理、国产分立元件黑白电视与集成电路彩色电视机电路分析、电视机调整测试原理与方法,以及数字电视、共用天线电视、卫星电视等内容。在主要章节后附有思考题与习题。电路分析是以国产典型四片集成电路彩色电视机为主,着重分析集成块内外电路的特点与功能,注意它们的相互联系与整体概念;并结合电视机功能方框图来分析集成块内部某些主要电路的工作原理。

本书注意到内容的精选、理论与实际的结合,使读者既可由浅入深系统地学习电视原理,又能提高对典型集成彩色电视机电路的识图能力。同时对彩色电视机的调整、测试与维修也提供了一些实用的方法和实践经验。

本书是为高等院校理工科电子类专业编写的教材,亦可作为工程技术人员、彩色电视维修人员的参考用书。

电视原理与接收技术

唐薇娟 曹序芳

责任编辑 殷咸安

西安电子科技大学出版社出版发行

陕西省富平县印刷厂印刷

新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 14 10/16 插页 3 字数 353 千字

1987 年 11 月第 1 版 1998 年 1 月第 9 次印刷 印数 54 001 - 58 000

ISBN 7-5606-0031-X/TM·0010

定价: 12.80 元

前 言

本书是西北电讯工程学院信息工程系通信专业本科生电视技术课程的教材。它是根据一九八六年全国高等学校工科电子类专业课教材编审委员会规定的有关内容编写的。

为了适应电子技术飞跃的发展,以及彩色电视即将普及的需要,人们迫切要求掌握彩色电视技术,尤其是电子类工科的大学生更是如此。为此,作者根据长期从事电视技术教学实践与实际工作经验,在原胶印版教材的基础上,修改成为本教材。

本书有许多不同于其它教材的特点,首先是内容精练、篇幅短小。仅需几十学时授课就可以较系统、深入地掌握黑白、彩色电视原理与集成电路彩色接收机线路原理,对分立元件黑白电视机线路原理也有较好的了解。同时对目前世界电视新技术也有概括性了解。

本书对黑白、彩色两方面内容安排较合理,先叙述黑白电视原理,再分析彩色电视原理,便于先易后难,循序渐进;而在处理电视接收机线路原理时,则是将黑白、彩色、分立、集成电路恰当地结合在一起,以集成彩电为主,抓住了共性,又分析了差异。

在处理集成电路问题上也有独特之处。一方面将主要精力描述电视机功能方框,使集成块内外电路功能有机地联系在一起,以便对彩色电视机工作原理有较深刻的印象;另一方面又重点地分析集成块内外电路工作原理与波形图,进一步加深理解方框的功能,使抽象的方框具体化,而没有把注意力放在对单个集成块内部电路的分析上。

本书在阐述工作原理的同时,注意尽可能多介绍一些有关电视机的调整、测试与维修的实际知识,这也便于在本课结束后进行电视机装机实践。

本书各章节既有连贯性又有相对独立性。因此,可根据需要取舍施教内容,其教学参考时数为54~64学时。第一章约6学时,第二、三章共4学时,第四章4~5学时,第五章约6学时,第六、七章各为4学时,第八章6~7学时,第九章10~12学时,第十章约6学时,第十一章4学时,第12章4~6学时。

本书第1~3章由曹序芳执笔,第4~12章由唐薇娟执笔,并负责全书的统稿工作。

作者在编写过程中得到了西北电讯工程学院杜武林教授的帮助,还得到了西安无线电一厂李稻、郑愿祥、田宏献等同志的支持,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免有错,殷切期望读者批评指正。

编 者
1987.4

目 录

第一章 电视图象转换原理与电视信号

§ 1.1 概述	1
1.1.1 传真传送固定图象机理 (图象分解与复合)	1
1.1.2 电影传送活动图象概要	2
§ 1.2 电视图象转换组成与电子扫描	3
1.2.1 电视系统基本组成	3
1.2.2 电子扫描	3
1.2.3 我国广播电视扫描参数	6
§ 1.3 电视图象转换器件——摄象管与显象管	6
1.3.1 摄象管	7
1.3.2 显象管	8
§ 1.4 电视图象转换中的几个参量	12
1.4.1 亮度、对比度和灰度	12
1.4.2 场频确定的依据	13
1.4.3 每帧行数确定依据	13
1.4.4 分解力 (或清晰度)	14
1.4.5 图象信号的最高频率与频带	17
1.4.6 图象失真系数	17
§ 1.5 全电视信号	19
1.5.1 组成和特点	19
1.5.2 图象信号	19
1.5.3 行消隐、同步信号	21
1.5.4 场消隐、同步信号	22
1.5.5 槽脉冲	23
1.5.6 前后均衡脉冲	25
1.5.7 全电视信号 (视频信号)	25

思考题与习题

第二章 广播电视发送基本原理

§ 2.1 广播电视发送系统组成概述	28
2.1.1 图象信号的产生部分	28
2.1.2 视频图象信号处理与切换部分	29
2.1.3 射频电视信号的形成和发射部分	29
§ 2.2 全射频电视信号	30
2.2.1 已调高频电视 (图象) 信号	30
2.2.2 已调高频伴音信号	32
2.2.3 全射频电视信号频谱与频道间隔	33

2.2.4 我国广播电视频道划分	34
§ 2.3 广播电视发射机	36
2.3.1 直接调制式广播电视发射机	36
2.3.2 中频调制式广播电视发射机	37
§ 2.4 电视差转机功能与方框组成原理	38
2.4.1 电视差转机功能	38
2.4.2 差转机方框组成原理	38

思考题与习题

第三章 黑白电视接收原理

§ 3.1 黑白电视机方框、原理	40
3.1.1 概论	40
3.1.2 超外差单通道式黑白电视机方框原理	40
§ 3.2 信号经通道波形、频谱变换过程	42
§ 3.3 通道频率特性对图象质量的影响	44
3.3.1 视放频率特性的影响	44
3.3.2 中放电路频率特性的影响	45
3.3.3 本振频率偏移的影响	46
§ 3.4 黑白电视机的主要技术要求	46

思考题与习题

第四章 彩色电视基础

§ 4.1 光与色	49
4.1.1 可见光的光谱特性	49
4.1.2 标准白光源与色温	50
§ 4.2 彩色视觉的某些特性	51
4.2.1 人眼辨色机理与主观色觉	51
4.2.2 人眼彩色分辨力与空间混色效应	51
§ 4.3 三基色原理与配色方程	52
4.3.1 三基色原理	52
4.3.2 相加与相减混色	52
4.3.3 配色方程	52
§ 4.4 色度图	53
4.4.1 $r-g$ 色度图	53
4.4.2 XYZ 色度图 (或 CIE 色度图)	55
§ 4.5 显象三基色与亮度方程	56
4.5.1 显象三基色的选择	56

4.5.2 亮度方程	57
§ 4.6 彩色图象的摄取	58
4.6.1 彩色摄像机组成方框	58
4.6.2 棱镜分光原理简述	59
§ 4.7 彩色图象的重现	59
4.7.1 彩色复合原理	59
4.7.2 彩色显象管	60
思考题与习题	

第五章 兼容制彩色电视原理

§ 5.1 黑白、彩色电视兼容的可能性	65
5.1.1 亮度、三基色信号的关系	65
5.1.2 色度信号的编码传输	66
5.1.3 频带压缩与频谱间置	67
5.1.4 实现兼容后,彩色电视全射频 电视信号的频域示意图	68
5.1.5 γ 预失真校正对兼容的影响	68
§ 5.2 兼容制彩色电视制式概述	69
5.2.1 正交调制、解调原理	69
5.2.2 彩色电视三种兼容制的编码、解码 原理方框与优缺点简述	71
§ 5.3 PAL 制彩色电视编码、解码原理	73
5.3.1 逐行倒相概念	73
5.3.2 PAL 制编码调制原理	74
5.3.3 逐行倒相正交同步解调原理	75
§ 5.4 PAL 制频谱间置原理	76
5.4.1 PAL 制红、蓝两色度分量 的主谱线分析	76
5.4.2 副载频的选择	78
§ 5.5 梳状滤波器解码(PAL _D)原理	78
5.5.1 红、蓝两色度分量分离原理	79
5.5.2 梳状滤波器的幅频特性	79
5.5.3 τ 值的选择与实用梳状滤 波器的缺点	80
§ 5.6 PAL 制主要优缺点	82
5.6.1 主要优点	82
5.6.2 主要缺点	83

思考题与习题

第六章 PAL 制彩色全电视信号

§ 6.1 彩色图象信号分析	85
6.1.1 构成彩条图形的三基色信号波形 分析与参数	85
6.1.2 标准彩条的亮度与色差信号波形	87
6.1.3 彩条图形的色度信号波形、特点	

与矢量图

6.1.4 彩条图形的复合图象信号波形	91
§ 6.2 彩色同步信号分析	92
6.2.1 色同步信号功用、矢量图与 波形	92
6.2.2 色同步信号的形成原理	94
§ 6.3 彩色全电视信号波形与特点	95
思考题与习题	

第七章 彩色电视接收机基本原理

§ 7.1 PAL 制彩色电视机的组成及其原理	97
7.1.1 框图说明	97
7.1.2 彩色电视机常用自控电路原 理方框介绍	99
7.1.3 彩色电视机与黑白电视机最主要 异同点的比较	101
§ 7.2 海燕牌 CS37-2 型彩色电视机 方框图	102
§ 7.3 用波形说明彩色电视机工作过程	104
思考题与习题	

第八章 彩色电视机射频信号、伴音信号的选择与处理系统

§ 8.1 全频道调谐器	106
8.1.1 概述	106
8.1.2 对调谐器的主要性能要求	107
8.1.3 电子调谐器原理	109
8.1.4 TDQ-3 型调谐器电路分析	111
8.1.5 频道预选器电路原理	118
§ 8.2 频带选择器及中频信号处理电路	119
8.2.1 电视机通道电路发展趋势及 主要性能要求	119
8.2.2 声表面波滤波器及陶瓷滤波器	121
8.2.3 集成块 D7607AP 及其主要 内、外电路分析	124
8.2.4 自动增益控制 (AGC) 电路原理	129
§ 8.3 伴音信号处理系统	135
8.3.1 D7176AP 集成块功能方框	135
8.3.2 D7176AP 主要内部电路工作 原理	136
8.3.3 伴音通道外电路简述	137
思考题与习题	

第九章 电视机同步扫描电路系统

§ 9.1 概述	139
§ 9.2 同步分离与抗干扰电路	141

9.2.1	同步分离的作用及功能方框	141
9.2.2	幅度分离电路原理	142
9.2.3	抗脉冲干扰电路原理	143
§ 9.3	场扫描电路系统	144
9.3.1	场扫描同步原理	145
9.3.2	场扫描输出级电路原理	147
9.3.3	场扫描电流波形失真及补偿法	150
9.3.4	实际场扫描输出电路举例	151
§ 9.4	行扫描电路系统	152
9.4.1	行输出级	153
9.4.2	分立元件行振荡与行扫描同步原理	162
9.4.3	D7609P 集成块中行振荡与行扫描同步原理	168
§ 9.5	D7609P 内、外电路功能方框图	169

思考题与习题

第十章 彩色电视机 D7193AP 信号解码电路系统(PAL_D 解码器)

§ 10.1	亮度信号处理电路及矩阵输出电路	173
10.1.1	亮度通道的作用与特点	173
10.1.2	几种信号处理电路的工作原理	176
§ 10.2	色度信号解调电路系统	178
10.2.1	色度信号解调电路系统的作用与特点	178
10.2.2	几种主要电路工作原理	179
§ 10.3	集成块 D7193AP 的色同步电路系统	184
10.3.1	电路系统的功用与特点	184
10.3.2	几种主要电路工作原理	185

思考题与习题

第十一章 测试、调整与维修的基本知识

§ 11.1	电视机几种主要质量指标目测法	195
11.1.1	概述	195
11.1.2	利用彩色电视测试卡图,目测彩色电视机主要质量指标的方法	195
§ 11.2	彩色电视机主要性能调试法	197
11.2.1	用扫频仪(频率特性测试仪)调试	197
11.2.2	用示波器调试	199
11.2.3	用显象管本身作显示器调试	201
§ 11.3	电视机维修基本知识	202
11.3.1	维修基本原则、方法及注意事项	202
11.3.2	故障分析举例	204
§ 11.4	几种器件好坏的鉴别	205

第十二章 电视新技术介绍

§ 12.1	数字电视技术	208
12.1.1	概述	208
12.1.2	电视信号的数字化	209
12.1.3	彩色电视信号主要压缩编码技术介绍	210
12.1.4	主要数字设备(数字黑盒)介绍	213
12.1.5	电视接收机的数字化	216
§ 12.2	共用天线电视与有线电视(CATV)	217
12.2.1	共用天线电视系统的组成	218
12.2.2	共用天线电视主要部分简介	219
12.2.3	共用天线电视设备的使用	220
§ 12.3	卫星电视广播系统	220
12.3.1	概述	220
12.3.2	卫星电视广播系统的组成	223
12.3.3	卫星广播频段分配与频道划分	225



图 1-1 黑白电视机的光路原理图

1. 光源(图 1-1 中 A、B、C、D、E、F、G)

2. 同步扫描线圈 3. 同步扫描线圈 4. 同步扫描线圈

向上。在玻璃一侧设置一聚光灯作为光源,通过聚光灯使光线聚焦在玻璃的聚光点上。当电机转动时,玻璃带动图像螺旋向前(图中为向左)移动直至一帧画面结束,然后又返回原处。在这一过程中,相当于光源在聚光点位置上一行一行地顺序扫描整个画面,以获取画面含有的信息。反射的光线经光点另一侧的聚光透镜反射到一光电管,这一光线经透镜

第一章 电视图象转换原理与电视信号

§ 1.1 概 述

电视技术、电视广播已日益广泛应用于国民经济、国防和人民生活等各个领域。那么，什么是电视的特征呢？以电视广播为例，它与有线或无线电广播的区别不仅仅是传输语声消息，更主要的是要实现生动、逼真的活动图象的传送。在这里，语声消息则被称为伴音。电视从诞生到现在只经历了短短几十年的历史，它传送活动图象的实现，得益于在它之前的传真、电影技术。为此，有必要从原理上说明它们之间的联系。

1.1.1 传真传送固定图象机理(图象分解与复合)

传真是通过有线电或无线电解决固定图象(文字、图表、照片、画面、新闻底版等形式)的传输，分别称之为有线电传真和无线电传真。首都中央报纸可以用无线电传真将日报底版传送到各地，由本地印刷出版，提高了时效。

固定图象又是怎样传送的呢？一幅(帧)图象可以看成是由众多密集的称之为像素的小圆点组成。对于黑白图象，这些像素的明暗程度与之相对应；对于彩色图象，像素还包括颜色(色度)的信息，像素数愈多，则画面显得愈细腻清晰。为了使图象传送易于实现，通常在发送端不是将全部像素所各自含有的信息同时传送到对方，而是以时间顺序一行一行(自画面左侧第一个像素沿水平方向直至右侧最末的像素称为一行)地传送像素信息。图 1-1 给出了实现黑白图象传真的原理图。图中，发送端将欲传送的固定图象卷在由电动机带动的发送滚

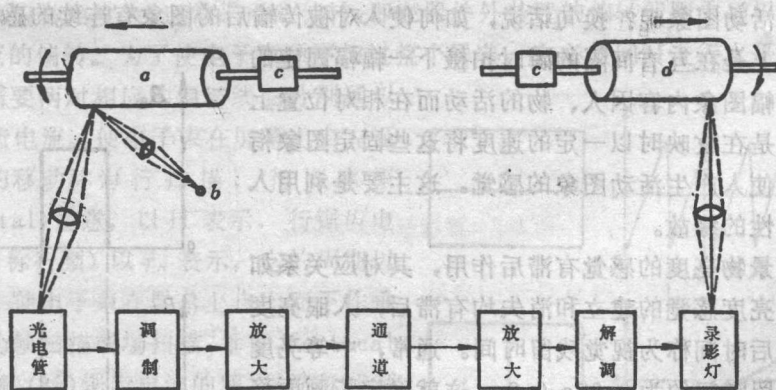


图 1-1 黑白图象传真原理图

- a: 发滚筒(图象纸); b: 光源;
c: 同步同相装置; d: 收滚筒(感光记录纸)

筒上，在滚筒一侧设置一激励灯作为光源，通过聚光透镜集成光束投射在滚筒的某一光点上。当电机转动时，滚筒带动图象螺旋向前(图中为向左)推进直至一帧图象结束，滚筒又返回原处。在这一过程中，相当于光源在该光点位置上一行一行地顺序扫描整个画面，以获取画面含有的信息。反射的光线经光点另一侧的聚光透镜集射到一光电管，这一光线的强弱随

图象内容规律地变化, 于是光电管输出的电流(或电压)亦随图象内容规律地变化。设在某一瞬时被扫描的像素为白点(即亮度最大), 则反射光最强, 于是光电管输出电流 i 最大; 反之, 当扫描到黑点(亮度最小)时, 反射光最弱, 光电管输出电流 i 最小, 于是电流 i 就反映了图象的信息, 经过调制、放大等信号处理后被传输至通道(信道)中去。在上述图象的发送方式中, 实际上完成了两个过程, 一是经过电动机的机械扫描, 将图象亮度的空间函数变为亮度的时间函数即空间-时间变换; 二是由光电管将亮度的时间函数变为电流(或电压)的时间函数, 即光电变换, 总的是完成了图象的分解过程, 即把一帧图象的信息按时间顺序分解为一个个像素, 一行行地传送出去。在图象的接收端所进行的是上述的逆过程。从通道中输入的电信号经放大、解调变换为符合原先规律的电流 i (或电压), 经录影灯输出的光线的强弱与电流 i 的大小成比例, 此光线经聚光透镜集射至卷在接收滚筒上感光记录纸的相应位置, 在接收端电机的带动下, 滚筒带动感光纸螺旋前进(图中为向右), 使光线亦一个个像素, 一行行扫过整张感光纸。设某一瞬时电流愈大, 则该束光线愈强, 与之对应的感光纸位置上的像素愈亮; 反之则愈暗, 于是完成了图象接收的过程。需要指出的是接收端电动机的转动必须与发送端的电动机保持同步(同频与同相), 这样才能保持接收端图象每行、每帧的起始与终止位置与发端完全一致, 以保证接收图象的正确无误。在上述图象接收方式中, 亦完成了两个过程, 一是录影灯将输入电流的时间函数变为输出亮度的时间函数即电光变换; 二是经电动机机械扫描将亮度的时间函数变为亮度的空间函数即时间-空间变换, 以还原图象, 总的是完成了图象的复合过程。

概括起来, 传真就是通过发送端的图象分解和接收端的图象复合以及收、发间的扫描同步而实现固定图象的传送的。

1.1.2 电影传送活动图象概要

如何传送活动图象呢? 换句话说, 如何使人对被传输后的图象有连续的感觉呢? 就电影而言, 它实际上是在互有间隔的瞬时拍摄下一幅幅固定的图象(相邻两幅图象内容因人、物的活动而在相对位置上微有变化), 只是在放映时以一定的速度将这些固定图象衔接起来, 从而使人产生活动图象的感觉。这主要是利用人的视觉具有惰性的缘故。

人对客观景物亮度的感觉有滞后作用, 其对应关系如图 1-2 所示。亮度感觉的建立和消失均有滞后, 人眼亮度感觉消失的滞后时间称为视觉残留时间。通常, 中等亮度景物的视觉残留时间约为 $0.05 \sim 0.2s$, 这就确定了画面移动速度的大致范围, 以产生对景物连续的感觉。根据电影技术的实践表明, 当每秒传送二十四幅画面时, 就可在景物活动速度不过高的情况下, 获得平稳的连续图象的感觉。过低的幅频(每秒更迭画面数)将使人对图象产生闪烁的感觉。

传真、电影的上述原理, 成为电视技术发展的基础。

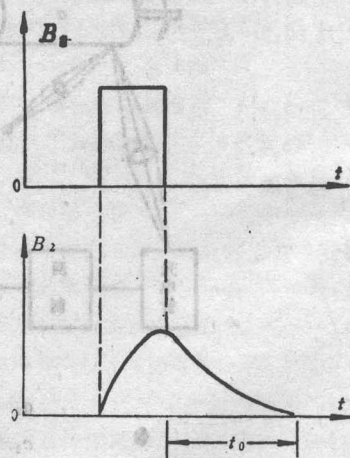


图 1-2 人的视觉惰性

B_1 : 客观景物亮度;

B_2 : 人的感觉亮度;

t_0 : 视觉残留时间

§ 1.2 电视图象转换组成与电子扫描

1.2.1 电视系统基本组成

电视,虽然它的实现方法与传真、电影截然不同,但基本原理、过程却是相似的。现给出电视系统的基本框图如图 1-3 所示。

在图象的发送端通过摄像设备将景物进行图象分解,完成空时、光电变换后送至信道将图象传送出去。在图象的接收端,再由显象设备将图象复合,还原成象。其中,采用同步系统驱使发送端和接收端的扫描实现同步。

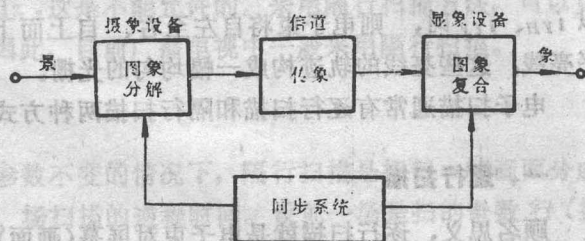


图 1-3 电视系统基本组成

1.2.2 电子扫描

电视之区别于传真的是它传送的是活动图象。根据电影的原理,每秒至少应传送 24 幅画面,在电视中将一幅画面称为一帧,并规定每秒传送 25 帧。每帧又要分解为几十万个像素,这些像素衔接成若干行,电视中规定每帧图象分成 625 行,这样每秒就包含了 $25 \times 625 = 15625$ 行。这就是电视所要求的扫描速度,它远不是机械扫描所能达到的,因此必须采用电子扫描来实现。电子扫描与电视中采用的摄像、显象器件结合,还能使图象分解、复合中的空时(时空)变换和光电(电光)变换融为一体,使设备得以简化。

电子扫描是由电子束顺序扫过摄像器件和显象器件屏幕的每一角落而实现的。由于所要求的电子束偏转角度大,通常采用磁偏转,即在器件外装置的偏转线圈中通以锯齿电流,使电子束作相应的偏转。为了使电子束顺序扫过整个屏幕,它必须同时进行水平和垂直方向的偏转,为此需要两对相应的偏转线圈分别通以一定的锯齿电流。使电子束在屏幕上自左至右作水平的移动称为行扫描,行即水平(Horizontal)之意,以 H 表示,行锯齿电流频率(简称行频)以 f_H 表示,它的周期以 T_H 表示。使电子束在屏幕上自上而下作垂直移动称为帧扫描或场扫描,垂直 Vertical 以 V 表示,帧(场)锯齿电流的频率(简称帧频或场频)、周期分别以 f_V 、 T_V 表示。

当只在行偏转线圈中通以锯齿电流 i_{yH} 时,电子束在屏幕上运动轨迹如图 1-4(a)所示,它是沿着屏幕中心的一条水平亮线,和它对应的 i_{yH} 亦如图所示。在 T_H 期间,行的正程以 T_{sH} 表示,在此期间,电子束由屏幕左侧扫至右侧并显示亮线;行的逆程以

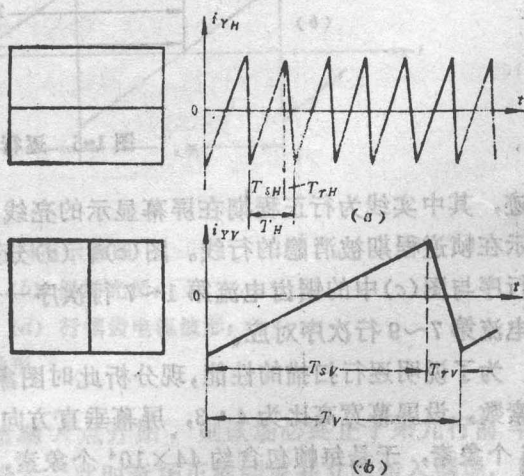


图 1-4 水平垂直扫描示意图

- (a) 仅有水平扫描时的亮线与对应波形;
(b) 仅有垂直扫描时的亮线与对应波形

T_{rH} 表示,在此期间,电子束迅速($T_{rH} \ll T_{H}$)回扫至左侧,但为使画面清晰不受扰乱,通常采取消隐措施使回扫时不在屏面显示亮线。同样,当只在帧(场)偏转线圈中通以锯齿电流 i_{yV} 时,电子束的轨迹和 i_{yH} 波形如图1-4(b)所示,其中帧(场)正程、逆程时间以 T_{sV} 、 T_{rV} 表示。在 T_{sV} 期间,电子束沿屏幕中心自上至下扫过并显示垂直亮线;在 T_{rV} 期间,电子束迅速回扫至上端并不留回扫痕迹。由于一帧(场)包含很多行(前述为625行),因此帧(场)频比行频低得多,即帧(场)周期 T_V 比 T_H 大得多。如果同时在水平、垂直偏转线圈中分别流以 i_{yH} 、 i_{yV} 时,则电子束将自左至右、自上而下扫过整个屏幕而呈现一条条亮度均匀的水平亮线,这些亮线的轨迹构成一幅均匀的光栅。

电子扫描通常有逐行扫描和隔行扫描两种方式,现分别介绍其扫描方法及优缺点。

一、逐行扫描

顾名思义,逐行扫描就是电子束对屏幕(画面)一行挨着一行进行扫描,此时,时间顺序和空间行序是一致的。在625行中,帧正程包含575行(屏幕显示行数),帧逆程包含50行(被消隐行数)。图1-5给出了逐行扫描的示意图,为简明起见,图中每个帧周期内只画了9行(正程7行和逆程2行)以替代实际的625行。光栅图(a)中画出了在帧正程期内各行的扫描

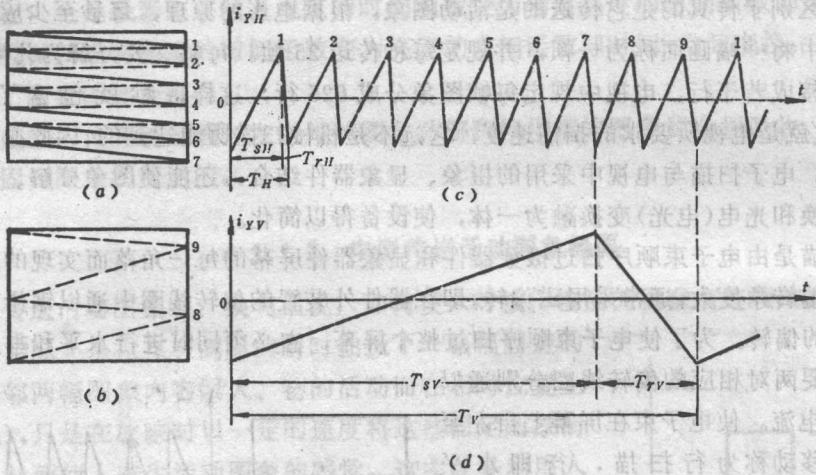


图 1-5 逐行扫描示意图

轨迹,其中实线为行正程期在屏幕显示的亮线,虚线表示行逆程期被消隐的亮线。光栅图(b)表示在帧逆程期被消隐的行线。图(c)、(d)分别表示行、帧锯齿电流波形。(a)图光栅中表示的行序与图(c)中的锯齿电流第1~7行次序一一对应,(b)图回扫光栅的行序与图(c)中的锯齿电流第7~9行次序对应。

为了说明逐行扫描的性能,现分析此时图象信号的频谱宽度。先概略估算一帧图象含有的像素数,设屏幕宽高比为4:3,屏幕垂直方向上含575个像素,则水平方向每行含 $(4/3) \times 575$ 个像素,于是每帧包含约 44×10^4 个像素,而帧频是25,则每秒约传输 11×10^6 个像素。考虑到图象信号频率最高时所对应的像素分布为每相邻像素为黑白交替,此时每两个像素对应于图象信号一周,于是由上可得出:图象信号的最高频率亦即频带宽度约为5.5MHz。我国广播电视规定图象信号频宽为6MHz,表明有相当的余量。逐行扫描会使人们产生画面的

闪烁效应而感觉疲劳。因扫描一帧需时 $1/25$ 秒, 时间较长, 当电子束扫到一帧画面某一位
置时, 当时该位置发光较亮, 等电子束扫描过去后, 该位置发光开始变暗, 等经过 $1/25$ 秒较
长时间后电子束又扫到该处, 于是又由暗变亮, 这种状况在画面各处均存在, 于是使人产生
画面的闪烁效应。这主要是由于换帧时间较长所致, 如果提高帧频, 就可得到改善。实践与
分析证明当帧频超过临界闪烁频率(约 45.8Hz)时, 闪烁效应即可消失。但帧频如提高为
 50Hz , 此时信号频宽将提高 1 倍为 11MHz , 这是不能允许的。采用隔行扫描方法, 可以克
服闪烁效应和不使信号频带过宽的矛盾。因此, 目前广播电视中一般采用隔行扫描。

二、隔行扫描

在保持上述行频、帧频及相应周期等参数不变的情况下, 隔行扫描是把每一帧画面分成
两场来扫描。为使分析方便起见, 忽略行、场扫描的逆程时间。设前一场是扫的奇数行(按
空间顺序排列)即第 1、3……直至第 625 行的前半行, 该场即称之为奇数场, 则后一场扫的
是偶数行即自第 625 行后半行开始, 接着是第 2、4……直至第 624 行, 该场则称之为偶数场。
只要两场的周期相等(包括各自的正程、逆程时间亦相等)且为帧周期的一半, 则奇、偶场各
行光栅在屏幕上可以实现均匀嵌套, 达到与逐行扫描时相同的效果。图 1-6 给出了隔行扫描
的示意图。图中每个帧周期(奇、偶场周期之和)内仍画了 9 行, 每个场周期内只画了四行半。

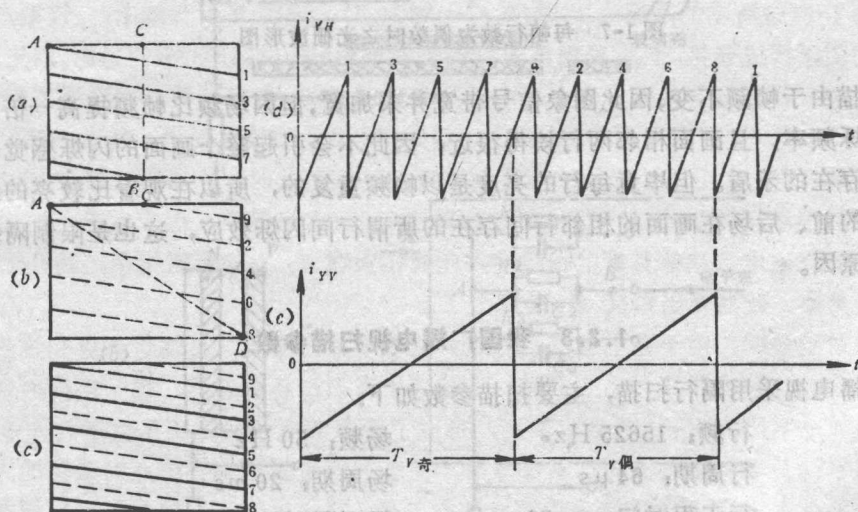


图 1-6 隔行扫描示意图

- (a) 奇场光栅; (b) 偶场光栅;
(c) 每帧光栅; (d) 行锯齿电流波形;
(e) 场锯齿电流波形

通常假定奇场正程起始时, 电子束从第一行始端 A 点开始, 则该场必终止于第九行前半行
 B 点, 奇场的扫描轨迹在图 1-6(a)中以实线表示, 此时奇场正程结束并立即转入偶场, 即由
 B 点过渡到 C 点。偶场正程起始时, 电子束从第九行后半行即 C 点开始, 而终止于第八行末
端 D 点, 偶场的扫描轨迹在图 1-6(b)中以虚线表示, 此时偶场正程结束并立即转入奇场, 即
 D 点重新过渡至 A 点, 开始了下一个循环。把图 1-6(a)的奇场光栅和图 1-6(b)的偶场光栅

叠加, 就得到如图 1-6(c) 所示的均匀嵌套的光栅图。图 1-6(d) 和 1-6(e) 分别给出了与各场光栅对应的行锯齿电流 i_{yH} 和场锯齿电流 i_{yV} 的波形图(注意: 在隔行扫描情况下, 符号 V 均表示场)。以上是在忽略行、场逆程时间情况下画出的光栅、波形图。前已指出, 只要保持两场的正程、逆程时间分别相等(对场锯齿波提出的要求), 则可使光栅均匀嵌套, 否则, 将使光栅间隔不均匀而导致清晰度下降, 严重时两场各行出现并行现象, 此时每帧图象实际行数减少一半从而使清晰度下降一半, 这是应力求避免的。

隔行扫描要求每帧行数为奇数。从图 1-6 中可看出, 奇场正程光栅从 A 到 B 、逆程从 B 到 C 和偶场正程光栅从 C 到 D 、逆程从 D 回到 A , 它们在屏幕的垂直距离上都是相等的, 因此所要求的奇、偶场锯齿波电流的幅度是相等的, 易于实现。若每帧行数为偶数, 则隔行光栅和所要求的奇、偶场锯齿电流波形如图 1-7 所示, 由于 AB 、 BC 、 CD 、 DA 在屏幕垂直距离上不等, 故所要求的场锯齿电流是不规则的, 不易实现。

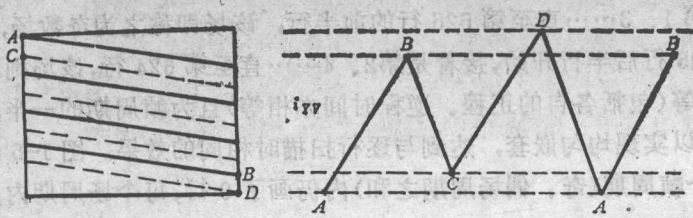


图 1-7 每帧行数为偶数时之光栅波形图

隔行扫描由于帧频不变, 因此图象信号带宽并未加宽, 但因场频比帧频提高一倍为 50 Hz, 高于临界闪烁频率, 且画面相邻两行挨得很近, 因此不会引起整个画面的闪烁感觉, 解决了逐行扫描中存在的矛盾。但毕竟每行的亮度是以帧频重复的, 所以在观看比较亮的细线时, 仍会有一定的前、后场在画面的相邻行间存在的所谓行间闪烁效应, 这也是限制隔多行扫描方式应用的原因。

1.2.3 我国广播电视扫描参数

我国广播电视采用隔行扫描, 主要扫描参数如下:

行频: 15625 Hz	场频: 50 Hz
行周期: 64 μ s	场周期: 20 ms
行正程时间: $\geq 52 \mu$ s	场正程时间: ≥ 18.4 ms
行逆程时间: $\leq 12 \mu$ s	场逆程时间: ≤ 1.6 ms
帧频: 25 Hz	每帧行数: 625(显示 575)
帧周期: 40 ms	每场行数: 312.5(显示 287.5)

§ 1.3 电视图象转换器件——摄象管与显象管

在电视中, 发端的图象分解和收端的图象复合分别由摄象机中的摄象管和收端的显象管完成。前者, 在管内电子扫描作用下将景物分解为象素并转换成电信号输出, 称为摄象。后者, 则在电子扫描作用下将电信号在屏幕上还原成图象。摄象管是保证整个电视系统高质量

的关键器件之一；显象管则在很大程度上决定重现图象的质量。以下分别介绍它们的结构和基本原理。

1.3.1 摄 象 管

摄像管的种类较多，它经历了从光电摄像管、超光电摄像管、正析象管、超正析象管到光电导管(视象管)等管型的发展过程。目前应用广泛的是性能优良的氧化铅光电导摄像管，这里，介绍这种摄像管的结构和工作原理。

一、结构

图 1-8 给出了氧化铅光电导摄像管的结构图。由图 1-8(a)可见，摄像管主要由封装在被抽成真空的管内电子枪和光电靶两部分组成。电子枪包括灯丝极 f 、发射电子的阴极 K 、控

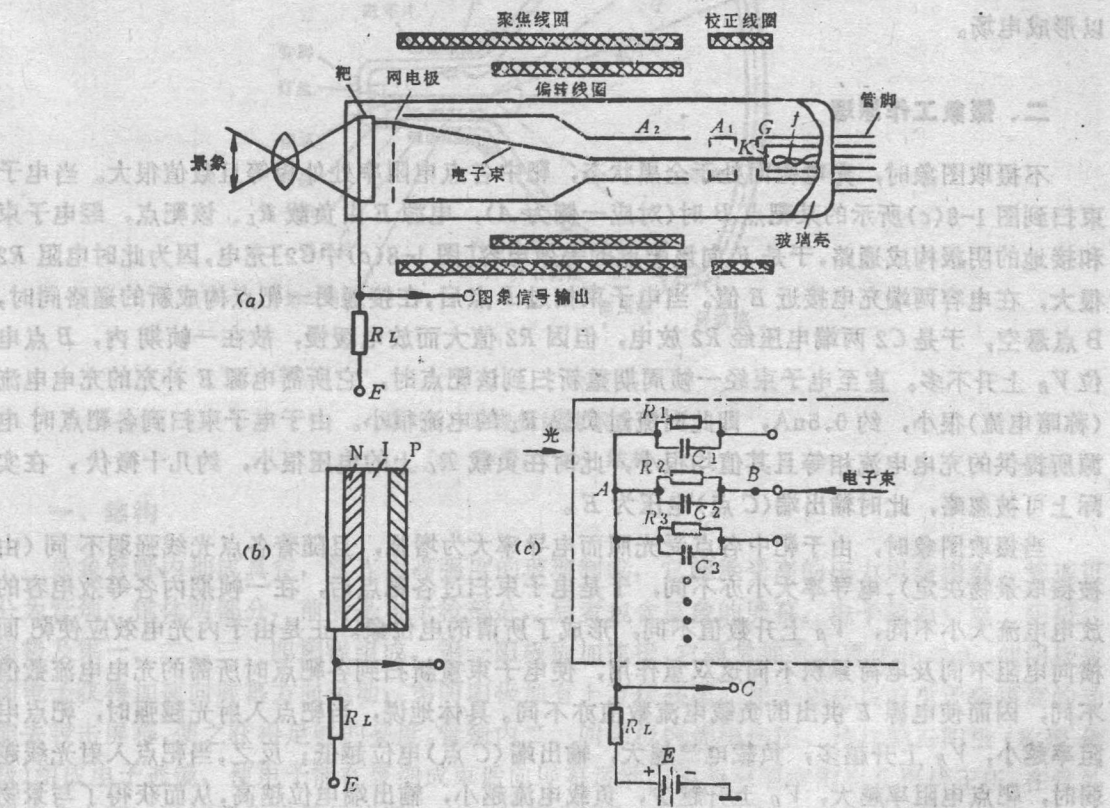


图 1-8 氧化铅光电导摄像管结构示意图
(a) 摄像管结构； (b) 光电靶； (c) 光电靶等效电路

制电子流大小的栅极 G 以及驱使电子流聚焦并加速的第一与第二阳极 A_1 、 A_2 。 K 、 G 、 A_1 形成的电场构成第一电子聚焦透镜， A_1 与 A_2 又构成第二电子聚焦透镜，再加上外设聚焦线圈，使电子束聚焦成细束射向靶面。校正线圈的作用是使电子束的运动方向与管子的轴向一致，以易于聚焦使图象清晰。电子扫描是通过在水平和垂直的两对偏转线圈中流过锯齿电流 i_{YH}

和 i_{yv} (它们产生的合成磁场使电子束偏转并均匀扫过靶面) 而实现的。靶面前的网状电极通常与第二阳极 A_2 连接 (亦可不连接而在网状电极施加比 A_2 极更正的电压), 它们在靶前形成均匀减速电场使电子束在靶面能均匀、垂直上靶, 且第二阳极还可收集电子轰击靶面时可能产生的二次电子, 防止它返回靶面, 以避免对图象的干扰。

在电子扫描作用下, 将客观景物转换成电信号主要是由光电靶的特性及外附的负载电路完成的。图1-8(b)给出了光电靶的结构图, 它由三种不同的材料组成, 中间较厚的称 I 层, 是由氧化铅 (PbO) 本征半导体组成, 它的主要特性是在不受光照时电阻率高达 $10^{10} \Omega \cdot cm$, 而在光照条件下, 层内出现受光激发的电子, 在外电场作用下几乎都能参与导电, 使电阻率大为下降且与光线强弱成反比。面向电子束的一层称 P 层, 受光照的一层称 N 层, 它们分别是 P 型和 N 型半导体, 各自层内的电阻率均很低, 并且在 PN 结间存在结电容。由以上 I、P、N 层的特性, 光电靶的各靶点 (像素) 可用一电阻和电容并联的等效电路等效, 如图1-8(c)所示。在 N 层外侧涂敷了一层氧化锡 (SnO_2) 的透明导电层, 该层与外电路负载 R_L 相联并接电源 E 以形成电场。

二、摄像工作原理

不摄取图象时, 光电靶面处于全黑状态, 靶中各点电阻率处处相等且数值很大。当电子束扫到图1-8(c)所示的某靶点 B 时 (对应一侧为 A), 电源 E 由负载 R_L 、该靶点, 经电子束和接地的阴极构成通路, 于是 E 向该靶点的等效电容 [图1-8(c)中 C_2] 充电, 因为此时电阻 R_2 很大, 在电容两端充电接近 E 值。当电子束扫过 B 点后, 在接通另一靶点构成新的通路同时, B 点悬空, 于是 C_2 两端电压经 R_2 放电, 但因 R_2 值大而放电缓慢, 故在一帧期内, B 点电位 V_B 上升不多。直至电子束经一帧周期重新扫到该靶点时, 它所需电源 E 补充的充电电流 (称暗电流) 很小, 约 $0.5nA$, 即此时流过负载 R_L 的电流很小。由于电子束扫到各靶点时电源所提供的充电电流相等且其值均很小, 此时在负载 R_L 上的电压很小, 约几十微伏, 实际上可被忽略, 此时输出端 (C 点) 电压为 E 。

当摄取图象时, 由于靶中各点受光照而电导率大为增强, 且随着各点光线强弱不同 (由被摄取景物决定), 电导率大小亦不同, 于是电子束扫过各靶点后, 在一帧期内各等效电容的放电电流大小不同, V_B 上升数值不同, 形成了所谓的电位象。正是由于内光电效应使靶面横向电阻不同及电荷累积不同这双重作用, 使电子束重新扫到各靶点时所需的充电电流数值不同, 因而使电源 E 供出的负载电流数值亦不同。具体地说, 当靶点入射光越强时, 靶点电阻率越小, V_B 上升越多, 负载电流越大, 输出端 (C 点) 电位越低; 反之, 当靶点入射光线越弱时, 靶点电阻率越大, V_B 上升越少, 负载电流越小, 输出端电位越高, 从而获得了与景物明暗程度相对应的图象信号电压的输出。

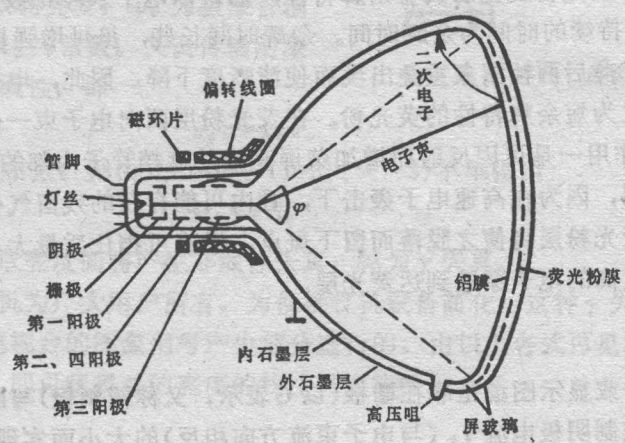
需要指出的是, 上述那种符合光线越强, 输出信号电平值越低; 光线越弱, 输出信号电平值越高这样一种规律的电信号, 称之为负极性的图象信号。反之, 如果输出电压的电平值与光线的强度成正比, 则称之为正极性的图象信号。

1.3.2 显象管

本节讲述黑白显象管的结构和工作原理, 图1-9给出了它的结构示意图。



(a)



(b)

图 1-9 显象管结构示意图
(a) 外形, (b) 结构

一、结构

显象管管内抽成真空, 管壳由高强度的玻璃制成, 它能承受高的压力以防爆裂。管形可分为管颈、锥体两部分, 前者是电子枪部分, 后者包含显象的屏幕。电子枪由灯丝、阴极、栅极及第一、二、三、四阳极组成。第一阳极称加速极, 它通常加有上百伏正电压, 使阴极表面电子获得加速向屏幕方向运动; 第四阳极加有上万伏高压, 使受加速后的电子获更高的动能去轰击屏幕, 使之获得足够的亮度。管颈内二、四阳极内部相连接, 并与第三阳极 (称聚焦极) 组成电子透镜, 使电子能在聚细成束后向屏幕运动, 聚焦极通常加有几百伏正压, 在管外调节此电压, 可使聚焦获最佳状况。二、四阳极并与管子锥体部分内侧所涂的石墨层 (导电层) 相连, 且在高压咀处外加上万伏高压, 此高压不从管脚引入是为了降低管座材料的绝缘要求以免击穿。石墨层还可收集屏幕在高速电子轰击下可能产生的二次电子, 防止它重返屏幕造成对图象干扰。锥体外侧亦同样涂敷一石墨层, 它通常接地以防止管外电场干扰。在内外石墨层间形成一上千微微法的电容, 可作为二、四阳极的高压滤波电容, 因而在管外高压供电电路中可省却一体积可观 (因要求耐压值高) 的滤波电容。

在靠近锥体顶部的管颈外部, 装置了共用一磁芯的水平和垂直两对偏转线圈, 在其中通以与发送端同步的锯齿电流, 使电子束均匀扫描整个屏幕。偏转线圈的位置可以调整, 使电

子束能在屏幕形成矩形光栅而不产生失真。在偏转线圈尾部装置了一对永久磁铁环片,调整其相对位置,其合成磁场的变化可使光栅中心位置与屏幕中心位置一致。自锥体的顶部与矩形屏幕的对角线所张的角称偏转角,如图 1-9 (b) 中 φ 所示。 φ 角愈大,可使锥体的厚度减小,缩减体积,但要求扫描系统提供的偏转功率增大,因此要合理选择。通常国产黑白显象管偏转角多在 $70^\circ \sim 114^\circ$ 之间。

屏幕的宽高比通常为 4:3 或 5:4, 它的对角线长度(以 mm 或 cm 表示)作为衡量管型的大小而在管名的前部标出。屏幕由屏玻璃、荧光粉层和铝膜三部分组成。在屏玻璃内表面沉积一厚度约 $10\mu\text{m}$ 的荧光粉层,在高速电子轰击下发出光亮,发光强度与轰击荧光粉层的电子束大小相对应。荧光粉发光后具有余辉特性,通常以电子束停止轰击后,发光亮度下降为最大值的 1% 时所持续的时间为余辉时间。余辉时间长些,虽可增强屏幕亮度和减弱闪烁效应,但却可能造成前后两帧图象重叠出现而使清晰度下降。因此,电视中显象管常采用余辉时间小于 1ms 称之为短余辉特性的荧光粉。在荧光粉层面向电子束一侧蒸发了一层厚度约 $1\mu\text{m}$ 的铝膜,它的作用一是可因反射而增加荧屏亮度并遮挡管子内部的杂散光;二是可起到保护荧光粉层的作用,因为在高速电子轰击下,管内可能存在的残留气体将发生电离,质量较大的负离子撞向荧光粉层将使之脱落而留下斑点,铝膜可挡住质量大、速度低的负离子,而仍使质量小、速度高的电子穿透到达荧光层。

二、工作原理

显象管出现光栅或显示图象是靠栅极(以 G 表示,又称调制极)与阴极(以 K 表示)间施加不同的电压,以控制阴极电流 i_k (与电子束流方向相反)的大小而实现的。

当无图象信号输入时,栅、阴极间加的是一直流负压,只要数值适当,在扫描电流作用下,射向屏幕各点的电子束流处处相等(因 i_k 为一直流电源),因而屏幕显示的是亮度均匀的光栅。

当有图象信号输入时,栅、阴极间在直流负压的基础上叠加了图象信号电压,通过扫描,射向屏幕对应位置的电子束流数值随图象信号规律地变化,因而屏幕上就出现原景物的图象。为了正确重现图象,必须根据图象信号的极性选择它输入的电极,否则会在荧光屏上出现“负象”。举例来说,当输入的是前述摄像管输出的负极性的图象信号,则应将此信号从显象管阴极输入。此时,若信号电平值愈高(表示原摄取景物愈暗),则因阴极电平愈高而使栅、阴间电压愈负,电子束流愈小,从而使显象管显示亮度愈暗,符合正确的极性,重现的图象是正确的。否则,如使信号从栅极输入,呈现的将是“负象”。但如输入的是正极性的图象信号,为正确重现图象,应从显象管的栅极输入。

三、调制特性与 γ 失真

表征显象管特性的是它的调制特性,如图 1-10 所示。图中栅、阴极间电压以 u_{gk} 表示,它通常是负值。调制特性斜率愈大,表示显象管的灵敏度愈高。 u_{gk0} 是 i_k 为零时之 u_{gk} ,称为截止电压。图中 Δu_{gk} 称调制量,它是某一特定值 u_{gk} 与 u_{gk0} 的差值。图中所示的特定值 u_{gk50} 是对国产 31cm 黑白显象管 31SX 3B 型而言的,意即使 i_k 达到 $50\mu\text{A}$ 时所需的 u_{gk} 值。调制量愈小,表示显象管灵敏度愈高;反之则愈低。一般黑白显象管白色电平所处 u_{gk} 对应的 i_k 值为 $150 \sim 200\mu\text{A}$, 不能太大,否则将会散焦。