

高等学校教材

电器原理与技术

● 裴昌幸 冯大智 张华俊 编

Principle
Technique

Principle
Technique

Principle
Technique

Principle
Technique

西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

电器原理与技术

裴昌幸 冯大智 张华俊 编

西安电子科技大学出版社

(陕)新登字 010 号

内 容 简 介

本书共分三篇二十章,内容包括:电视信号及传输原理、彩色电视基础、彩色电视制式、黑白与彩色电视机电路分析、中大规模集成电视机电路分析、调整测试与常见故障检修;磁性录放原理、家用录像机原理、电路分析、重放系统、伺服系统、基本维修技术;制冷基础、制冷原理、制冷设备、家用电冰箱、家用空调器、检修基本工艺。每章均附有习题与思考题。

本书选材得当,内容精炼,注重理论联系实际,结合整机工作原理着重分析电路的功能及特点,并介绍相应的调整、测试及维修知识。

本书不但可作为各类大专学生“应用电子技术”、“家用电器”及同类专业的教材,而且可作为非电类专业本科生的教学用书,同时还可供从事实际工作的工程技术人员及电器维修人员和业余爱好者参考。

电器原理与技术

裴昌幸 冯大智 张华俊 编

责任编辑 马乐惠

西安电子科技大学出版社出版发行

陕西省乾兴印刷厂印刷

新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 24 插页 3 字数 567 千字

1994 年 12 月第 1 版 2004 年 3 月第 2 次印刷 印数 7 001~9 000

ISBN 7-5606-0337-8/TN·0087(课)

定价: 24.00 元

XDUP 0575001-2 本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

随着我国科学技术的发展和人民物质文化生活水平的不断提高,电视技术、录音录像技术、制冷技术已日益广泛地应用于工业、农业、教育、卫生、科技、国防以及其它各项建设事业,且已成为人们现代生活、学习和文化娱乐的工具,因此学习和掌握此类技术已势在必行。

本书就是为适应科学技术的发展,满足“应用电子技术”、“家用电器”等专业的需要而编写的。它以较小的篇幅,将三方面的内容有机地、科学地综合在一起。全书共分三篇二十章。第一篇为电视技术、着重介绍了电视信号、彩色电视基础与制式、分立和集成彩色电视机电路分析及调整测试方法与维修技术。第二篇为录音录像技术,着重介绍了磁性录放原理、录像机原理与电路、重放与伺服系统及基本维修技术。第三篇为制冷技术,在着重讨论基本制冷原理的基础上,介绍了典型的家用电冰箱、空调等设备的分析与检修。

本书在编写过程中,十分重视理论与实际的紧密结合,着力进行了内容的精选与提炼,特别强调与突出了基本概念、基本原理与基本分析方法的掌握和提高,具有自己的特色。

本书第一篇由裴昌幸同志编写,第二篇由冯大智同志编写,第三篇由张华俊同志编写。裴昌幸同志对全书进行了统筹和整理。

为配合读者自学,还编写了配套使用的《电器原理与技术》学习指导书。该指导书介绍了学习基本要求、重点内容、基本学习方法,同时还给出典型题型分析。

本书承西安电子科技大学信息工程系副主任傅丰林教授审校,提出许多宝贵意见,并得到西安电子科技大学吕建伟、郭玉玲等同志的关心、支持和帮助,在此一并表示谢意。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中一定存在错误或不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

1993年10月于西安

目 录

第一篇 电视原理与技术

第一章 电视信号及传输原理 1	§ 2.4 配色实验、计色制及色度图 29
§ 1.1 像素及其传输过程 1	一、配色实验 29
一、像素及其传送 2	二、计色制及色度图 29
二、光电转换与电光转换 3	三、亮度方程 32
§ 1.2 电子扫描 5	§ 2.5 彩色图像的摄取与重现 32
一、逐行扫描 5	一、彩色图像的摄取 32
二、隔行扫描 8	二、彩色图像的重现 34
§ 1.3 黑白全电视信号 9	思考题与习题 35
一、图像信号 9	第三章 彩色电视制式及彩色
二、行、场同步信号 9	电视信号 37
三、行、场消隐信号 10	§ 3.1 兼容制传送方式 37
四、槽脉冲 11	一、兼容必备条件 37
五、均衡脉冲 11	二、大面积着色原理 38
六、黑白全电视信号 13	三、频谱交错原理 38
§ 1.4 电视信号发送原理 14	§ 3.2 亮度信号与色差信号 39
一、射频图像信号(已调视频信号) 14	一、亮度和色差信号与 R 、 G 、 B
二、已调伴音信号 17	的关系 40
三、已调电视信号频谱及频道划分 17	二、标准彩条亮度与色差信号的
思考题与习题 20	波形与特点 41
第二章 彩色电视基础 22	§ 3.3 色度信号与色同步信号 43
§ 2.1 光和彩色 22	一、色度信号的形成 43
一、可见光的特性 22	二、同步检波原理 46
二、物体的颜色 23	三、色同步信号 48
三、标准光源 23	§ 3.4 色差信号幅度压缩与 NTSC 制
§ 2.2 视觉特性和图像基本参数 24	彩色全电视信号 49
一、相对视敏曲线 24	一、色差信号幅度压缩 49
二、人眼的亮度感觉 24	二、NTSC 制彩色全电视信号 52
三、图像的亮度、对比度和灰度 25	§ 3.5 PAL 制及其编、解码过程 53
四、彩色视觉 26	一、相位失真的影响 53
§ 2.3 彩色三要素和三基色原理 26	二、PAL 制的特点及色度信号 54
一、彩色三要素 26	三、PAL 制克服相位失真原理 56
二、混色效应与三基色原理 27	四、PAL 制副载波的选择 57
三、混色方法 27	五、PAL 制色同步信号 59
四、色度三角形 28	六、PAL 制编码和解码过程 61

§ 3.6 世界上现有的兼容制		思考题与习题	98
彩色电视制式	65	第五章 集成电路彩色电视机	
思考题与习题	66	电路分析	99
第四章 黑白与彩色电视机		§ 5.1 中规模彩电半导体集成电路	99
电路分析	68	一、图像中频通道集成电路 D7607AP	99
§ 4.1 黑白与彩色电视机的		二、伴音集成电路 D7243P	103
基本组成	68	三、解码集成电路 D7193P	106
一、黑白电视接收机的组成	68	四、扫描集成电路 D7609P	112
二、彩色电视接收机的组成	69	§ 5.2 四片机组成框图及原理图分析	119
三、彩色与黑白电视机共有部分		一、电子调谐器与频道预选器	119
及不同要求	70	二、开关稳压电源	124
§ 4.2 亮度通道组成及电路分析	74	§ 5.3 大规模彩电半导体集成电路	128
一、4.43 MHz 陷波器及 ARC 电路	74	一、图像中频通道与伴音中频通道	
二、0.6 μ s 延时电路	76	集成块 TA7680AP	128
三、轮廓校正电路	77	二、视放、解码与扫描集成块	
四、箝位电路	77	TA7699AP	131
五、自动亮度限制(ABL)电路	79	三、同步分离及扫描电路工作原理	135
§ 4.3 色度通道组成及电路分析	80	思考题与习题	136
一、色度带通放大器及 ACC 电路	80	第六章 调试与维修技术	137
二、梳状滤波器	82	§ 6.1 测试卡及其应用	137
三、色同步消隐电路	84	一、电视测试卡应用	137
四、同步检波电路(色差信号的检出)	85	二、测试卡各部分内容及作用	137
§ 4.4 副载波恢复及 PAL 识别电路	86	§ 6.2 主要性能调整测试方法	139
一、压控晶体振荡器(VCO)	87	一、通道调试	139
二、锁相环及鉴相器电路	88	二、解码电路的调试	141
三、PAL 识别与 PAL 开关电路	92	三、整机调试	143
§ 4.5 解码矩阵和基色放大电路	95	§ 6.3 基本维修技术	144
一、G-Y 矩阵	96	一、故障的检查	144
二、基色矩阵及基色放大电路	96	二、故障元器件检查方法	145
三、黑白平衡及其调整	97	§ 6.4 常见故障的检修	145

第二篇 录音与录像技术

第一章 磁性录放原理	152	一、放音原理	160
§ 1.1 铁磁物质的基本特性	152	二、消音原理	160
一、磁化曲线	152	§ 1.4 录放音过程中的各种损耗	162
二、磁滞回线及剩磁特性	153	一、录音过程中的各种损耗	162
§ 1.2 磁性记录原理与记录方法	155	二、放音过程中的各种损耗	164
一、磁性记录原理	155	§ 1.5 录音机的磁头和磁带	168
二、记录方法	157	一、磁头	168
§ 1.3 放音原理与消音原理	160	二、磁带	170

思考题与习题	171	§ 4.3 色度信号记录通道	202
第二章 录像机简介	172	一、电路组成框图	202
§ 2.1 录像机的发展概况	172	二、框图各部分作用	203
§ 2.2 录像机的种类及特点	172	§ 4.4 记录放大器	205
一、种类	172	一、Y—RF 信号和降频色信号的混合	205
二、录像机的特点	173	二、记录电流最佳化	206
§ 2.3 家用录像机的组成及原理	175	三、相位均衡	206
思考题与习题	176	§ 4.5 录放高频信号的耦合	208
第三章 视频信号记录原理	177	一、滑环耦合	208
§ 3.1 视频信号的特点	177	二、旋转变压器耦合	208
一、视频信号的特点	177	思考题与习题	209
二、记录视频信号遇到的困难 及解决办法	177	第五章 录像机的重放系统	211
§ 3.2 亮度信号的记录	178	§ 5.1 组成框图及原理	211
一、采用旋转磁头提高头带相对速度 v ..	178	§ 5.2 预放器和电子切换开关	212
二、采用调频技术压缩相对带宽	179	一、预放器(磁头放大器)	212
§ 3.3 色度信号的记录	180	二、电子切换开关	213
一、记录方法	180	§ 5.3 宽度信号重放通道的基本电路	215
二、降频法的优点	181	一、高通滤波器	215
三、降频副载频的选取原则	181	二、失落补偿电路	216
§ 3.4 高密度记录原理	182	三、双重限幅电路	217
一、高密度记录的措施	182	四、频率解调器	218
二、倾斜方位角记录	183	五、去加重和非线性去加重电路	219
三、消除邻迹色度串扰的措施	183	六、去杂波电路	221
四、亮度梳状滤波器电路	186	§ 5.4 色度信号重放通道的基本电路	223
§ 3.5 视频磁头和磁带	187	一、低通滤波器	223
一、视频磁头	187	二、自动色度增益控制(ACC)电路	223
二、视频磁带	189	三、主变频器及伪时基校正电路	223
思考题与习题	191	§ 5.5 电路实例分析(NV—370 VTR)	227
第四章 家用录像机的视频 记录系统	192	一、亮度信号处理电路	227
§ 4.1 视频信号记录系统	192	二、色度信号处理电路	232
一、彩色全电视信号的直接调频 记录方式	192	思考题与习题	238
二、副载频降频记录方式	193	第六章 伺服系统	239
§ 4.2 亮度信号记录通道	194	§ 6.1 伺服系统的基本原理	239
一、输入选择电路	194	一、伺服系统的任务	239
二、自动增益控制(AGC)电路	194	二、伺服系统的基本原理	240
三、低通滤波器	196	三、基准信号和 CTL 信号的形成	241
四、钳位电路	197	四、检测装置	243
五、预加重和非线性预加重	198	§ 6.2 鼓伺服系统	244
六、黑/白切割电路	200	一、鼓伺服的检测装置	245
七、频率调制器	200	二、鼓伺服原理	246
		§ 6.3 主导伺服系统	248
		一、相位(位置)环路	249
		二、速度环路	251

§ 6.4 磁带张力伺服系统	252	§ 7.2 系统控制	270
一、机械方式张力控制	252	一、系统控制的任務	270
二、电控张力伺服	253	二、系统控制的构成	270
§ 6.5 数字伺服系统	254	三、微处理机系统控制实例	272
§ 6.6 电路实例分析(NV—G33VTR)	255	§ 7.3 遥控系统	273
一、记录状态	256	一、遥控发射器	274
二、重放状态	261	二、遥控接收电路	277
思考题与习题	263	思考题与习题	278
第七章 家用录像机的其他系统	264	第八章 录像机的修理技术	279
§ 7.1 机械系统	264	§ 8.1 家用录像机的故障特点	279
一、加载及走带机构	264	§ 8.2 录像机故障的快速诊断方法	281
二、磁鼓机构与主导轴机构	266	思考题与习题	290
三、带盘机构与带仓机构	268	参考资料	290
四、张力调节机构	269		

第三篇 家用制冷装置

第一章 热工基础	291	一、系统与循环	311
§ 1.1 热力学基础	291	二、压焓图和温熵图	311
一、基本定义	291	三、单级蒸汽压缩式制冷机的	
二、物质的集态和集态变化	295	理论循环	312
三、气体状态方程式	297	四、液体过冷和吸气过热的影响、	
四、热力学基本定律	297	回热循环	314
五、气体热力过程	298	五、单级蒸汽压缩式制冷机实际循环	316
六、可逆过程和不可逆过程	299	六、蒸发温度和冷凝温度变化时对	
七、湿空气的性质	300	制冷机性能的影响	316
§ 1.2 传热学基础	301	§ 2.3 常用制冷剂的性质	317
一、传热方式	301	一、氟利昂 12(R12)	317
二、传热过程和传热系数	302	二、氟利昂 22(717)	317
§ 1.3 流体力学基础	302	三、氨	318
一、流体及其基本知识	302	思考题与习题	318
二、流体流动的连续性	302	第三章 制冷设备	319
三、流体稳流时能量守恒	303	§ 3.1 制冷压缩机	319
四、流体流动的阻力	303	一、制冷活塞式压缩机工作原理	319
思考题与习题	304	二、制冷活塞式压缩机结构	320
第二章 制冷原理	305	三、制冷活塞式压缩机工况及其	
§ 2.1 概述	305	运行特性	325
一、制冷方法	305	四、滚动转子压缩机	326
二、制冷的基本热力学原理	309	§ 3.2 冷凝器	327
三、热泵	310	一、自然对流空气冷却式冷凝器	328
§ 2.2 单级蒸汽压缩式制冷循环	311	二、强制通风空气冷却式冷凝器	329

三、影响风冷冷凝器传热效率的因素	329	二、安装位置	360
§ 3.3 蒸发器	330	三、注意事项	361
一、冷却排管	330	四、安装步骤	361
二、冷风机	331	五、分体式空调器安装步骤	362
§ 3.4 节流机构	331	§ 5.5 维护与常见故障分析	363
§ 3.5 其它设备	332	一、空调器的维护保养	363
一、回热器	332	二、常见故障的判断与排除	363
二、过滤器和干燥器	332	§ 5.6 节能措施	365
思考题与习题	332	一、提高空调器的制冷效果	365
第四章 家用电冰箱	333	二、降低空调房间的舒适度要求	365
§ 4.1 分类	333	三、改善空调房间的维护结构	366
一、按型式和功能分类	333	四、改善房顶隔热材料	366
二、按冷冻温度分类	334	五、在使用中注意节约冷源	366
三、按冷却方式分类	335	思考题与习题	366
§ 4.2 电冰箱的结构和性能	335	第六章 制冷机检修基本工艺	367
一、组成	335	§ 6.1 检修专用设备、仪表和工具	367
二、制冷系统	336	一、钳工工具	367
三、电气系统	337	二、制冷专用工具及设备	367
四、温度控制装置	340	三、电工仪表、工具	367
五、除霜系统	342	四、常用材料	367
六、各种加热器	344	五、钳工操作	367
七、其他部件	345	§ 6.2 系统吹污	370
八、箱体	345	一、污物的来源及危害	370
§ 4.3 冰箱的正确安置	345	二、污物的清除方法	370
§ 4.4 常见故障和处理方法	346	§ 6.3 系统的气密性试验	370
§ 4.5 节电使用	349	一、压力试验	370
思考题与习题	350	二、真空试验	371
第五章 家用空调器	351	§ 6.4 充氟	372
§ 5.1 分类	351	§ 6.5 放空气操作	372
一、按功能分类	351	一、空气进入系统的途径	372
二、按结构型式分类	351	二、空气对系统运行的害处	372
§ 5.2 工作原理及结构	351	三、空气的排除方法	373
一、窗式空调器工作原理	352	§ 6.6 系统水分排除	373
二、窗式空调器的功能	353	一、水分进入制冷系统的途径	373
三、窗式空调器结构	354	二、水分的清除办法	373
§ 5.3 使用条件与主要性能指标	358	思考题与习题	373
一、使用条件	358		
二、型号表示法	358		
三、主要性能参数	358		
四、工作特性	358		
§ 5.4 安装	360		
一、安装前的准备	360		

第一篇 电视原理与技术

第一章 电视信号及传输原理

电视,就是根据人的视觉特性,经电子扫描,用电的方法来传送活动图像的技术。为了深入研究电视原理,首先必须了解光电转换、电子扫描、电视信号及传输问题。

§ 1.1 像素及其传输过程

在我们已经学习过的高频电路中,大家知道,传输语音信号的无线电广播,主要包括发射与接收两大部分,在发端主要完成将语音变为电信号(称音频信号),并经放大、调制,然后经天线以高频电磁波形式发射出去。收端则正好相反,将收到的高频电磁波经高放、解调、音频放大,最后推动扬声器发出声音。图 1-1 给出了无线电话音广播原理图。

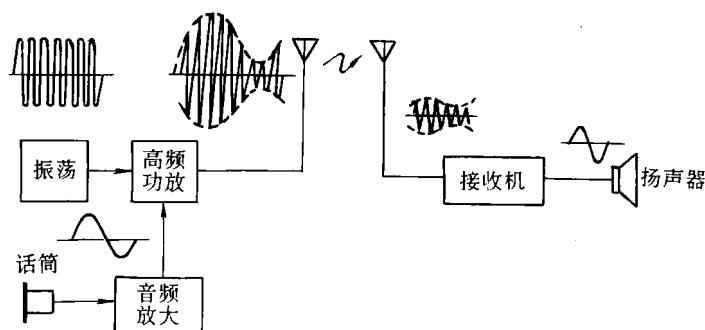


图 1-1 无线电话音广播原理图

电视广播与语音广播原理相同,但无论是发端还是收端,都远比语音广播复杂。因为它除了要传送图像信号外,还要传送语音(称伴音)信号。电视广播的原理方框图如图 1-2 所示。在发端由光电转换设备(摄像机)将图像光信号转变为电信号(称视频信号),再经过一系列加工处理然后调制到图像载频上,形成射频图像信号;同时,将伴音信号调制到伴音载频上,形成高频伴音信号,与高频图像信号共用一付天线发射出去。在接收端,电视接收天线将高频图像及伴音信号一起接收下来,送电视机分别还原出视频信号和伴音信号。前者送电光转换器件(显像管)重现原图像,后者送扬声器恢复伴音。可见,电视图像信号的传送过程,就是在发送端将光像转变为电信号,而在接收端是将电信号还原成光像的过程。

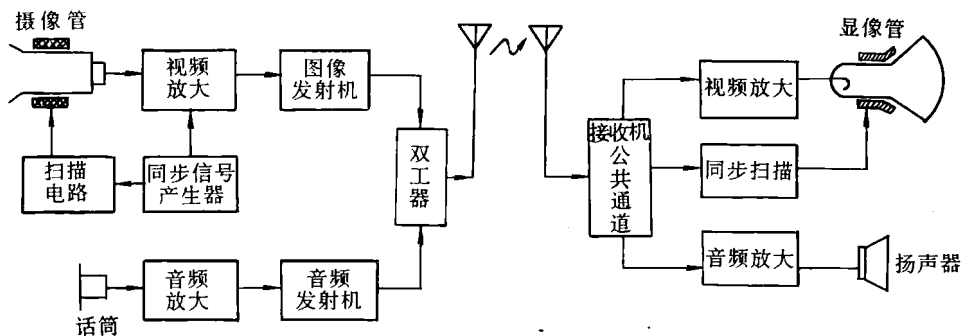


图 1-2 电视广播原理方框图

下面，我们重点讨论光像到电信号的转换及电信号还原成光像的基本方法。

一、像素及其传送

一幅图像，根据人眼对细节分辨力有限的视觉特性，总可以看成是由许许多多的小单元组成，这个组成画面的小单元称之为像素，像素越小，单位面积上的像素数目越多，图像就越清晰。

一幅黑白平面图像，表征它的基本参量是亮度。这就是说，组成黑白画面的每个像素，不但有各自确定的几何位置，而且它们各自呈现出不同的亮度，又由于电视传送的是活动图像，因而每个在确定位置上的像素其亮度又随时间不断变化着，也就是说像素的亮度又是时间的函数。可见像素的亮度既是空间函数又是时间函数。

如果要把传送的每帧图像分解成许多像素，并同时把这些不同位置上具有不同亮度的像素转变成相应的电信号，再分别用各个信道把这些信号同时发送出去，接收端接收后又同时进行转换，恢复出原发送信号。采用这一传送办法，根据现代电视技术要求，一帧图像由 44 万个像素组成，则要有 44 万条通道才能传送一帧图像，这显然是不现实的。

考虑到视觉惰性，可把组成一帧图像的各个像素的亮度按一定顺序一个个地转换成相应的电信号并依次传送出去，按收端再按同样顺序将各个电信号在对应的位置上转变成具有相应亮度的像素。只要这种轮换进行得足够快，人眼就会认为重现图像是同时发光，而无顺序感。其示意图如图 1-3 所示。

这种传送像素的特点一是要求传送速度快。只有传送迅速，重现图像才会给人以连续、活动且无跳动的感觉；其二是要准确。每个像素一定要在轮到它时才被发送与接收，且收、发双方每个像素的几何位置要一一对应。即收发双方应同步工作。同步在电视系统中是十分重要的。

将组成一帧图像的像素，按顺序转换成电信号的过程称为扫描。扫描如同读书一样，视线从左到右，自上而下依次进行。从左至右的扫描称为行扫描；自上而下的扫描称为帧（或场）扫描。在电视系统中，扫描是由电子枪进行的，通常称其为电子扫描。

通过电子扫描与光电转换，就可以把反映一幅图像亮度的空间、时间函数，转变为只是时间的单值函数的电信号，从而实现平面图像的顺序传送。

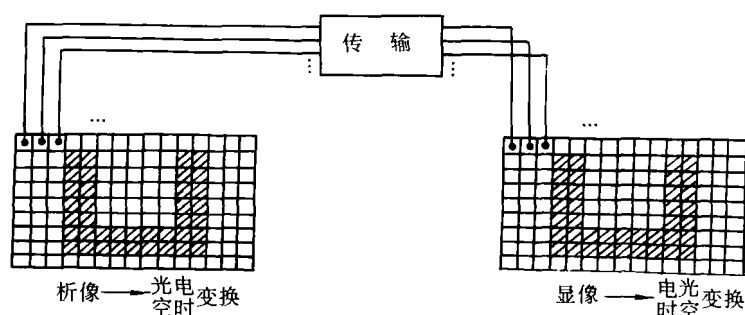


图 1-3 顺序传送像素示意图

二、光电转换与电光转换

电视图像的传送，发端基于光电转换器件，收端基于电光转换器件。实现这两种转换的器件分别称作摄像管和显像管。

（一）摄像管及光电转换

图 1-4 为光电导摄像管。它主要由镜头、光电靶、电子枪、聚焦线圈和偏转线圈组成。其工作原理如下述。

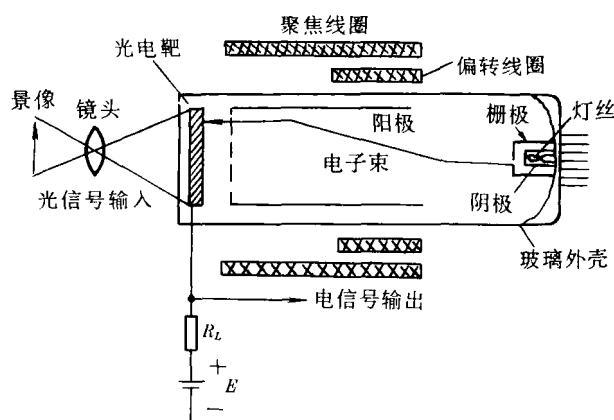


图 1-4 光电导摄像管

被摄景像通过光学系统在光电靶上成像。光电靶由光敏半导体材料构成，这种半导体材料具有受光作用后电阻率减小的性能，即光照越强，材料呈现的电阻越小。由于光像各点亮度不同，因而使靶面各单元受光照强度不同，导致靶面各单元电阻值不同。与较亮像素对应的靶单元阻值较小，与较暗像素对应的靶单元阻值较大。这样，一幅图像上各像素的不同亮度就表现为靶面上各单元的不同电阻值。从摄像管阴极发射出来的电子，在电子枪的电场及偏转线圈的磁场作用下，高速、顺序扫过靶面各单元。当电子束接触到靶面某单元时，就使阴极、信号板(靶)、负载、电源构成一个回路，如图 1-5 所示。在负载 R_L 中就有电流流过，其电流大小取决于光电靶在该单元的电阻值的大小。阻值越小，流过负载的电流就越大，因而 R_L 两端产生的压降也就越大。

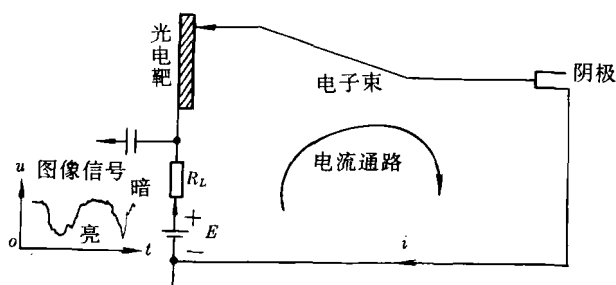


图 1-5 光电转换原理示意图

可见，当被摄景像的某像素很亮时，在光电靶上对应成像的单元呈现的电阻值就越小，电子束扫到该单元时出现的回路电流就越大，这样在 R_L 上就产生很大的信号电压；反之，像素暗，在 R_L 两端产生的信号电压就小。因而当有电子束扫描时，在负载上就依次得到与图像上各亮度对应的电信号，从而完成了把一幅图像分解为像素，又把对应像素的亮度转变为大小变化的电信号的光电转换过程。

(二) 显像管及电光转换

接收端重现图像的是显像管。如图 1-6 所示，主要由电子枪，荧光屏和偏转线圈等组成。其工作原理如下述。

由阴极发射出的电子束，在电磁场的作用下，按一定的规律轰击荧光屏。屏上涂有一层荧光粉，在电子束轰击下发光，其发光的亮度正比于电子束携带的能量。若把摄像端送来的信号加到显像管电子枪的阴极（或者栅极），用以控制电子束携带的能量，使荧光屏的发光强度受图像信号的控制，设显像管电—光转换是线性的（实际为非线性关系），那么，屏幕上重现的图像，其各像素的亮度都比例于所摄图像相应各像素的亮度，这样屏幕上便重现了发端原图像。

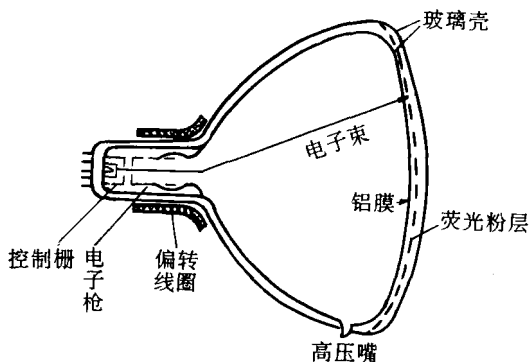


图 1-6 显像管

这里需要说明的是，对于摄像管来说，光—电转换特性可近似认为是线性的。然而对显像管来说，电—光转换特性则是非线性的。显像管的显示亮度 B_d 与其栅、阴极间所加的控制电压 u_{gs} 的 γ 次方成正比，即

$$B_d = K_d u_{gs}^\gamma \quad (1-1)$$

式中， K_d 为比例常数， γ 为显像管光电转换特性的非线性失真系数，通常 $\gamma=2\sim3$ 。由式(1-1)可见，电视系统中重现亮度与摄取亮度之间存在着由于 γ 引起的非线性失真，这种失真常被称为 γ 失真。如果图像信号由发送端传到接收端，在传输过程中不产生失真，为保持重现图像与原景像亮度成正比，则需在摄像端预先将图像信号电压开 γ 次方，即

$$u = u_0^{1/\gamma} = K_0^{1/\gamma} \cdot B_0^{1/\gamma} \quad (1-2)$$

式中, u_0 代表摄像电压, B_0 为摄像亮度, K_0 为比例常数。经预失真校正(常称 γ 校正), 重现亮度 B_d 为:

$$B_d = K_d u_{p,d}^\gamma = K_d (u_0^{1/\gamma})^\gamma = K_d u_0 = K_d K_0 B_0 = K B_0 \quad (1-3)$$

由此可见, 经校正, 系统将不产生失真。

§ 1.2 电子扫描

如前所述, 将一幅图像上各像素的不同明暗程度转变为顺序传送的相应的电信号, 以及将这些顺序传送的电信号再重现为一幅平面图像的过程, 即图像的分解与复合过程, 都是通过电子扫描来实现的。在摄像管和显像管中, 电子束按一定规律在靶面上或荧光屏上运动, 就可以完成摄像和显像的扫描过程。

一、逐行扫描

在电视系统中, 摄像管与显像管的外面, 都装有行与场的偏转线圈, 当线圈中分别流过如图 1-7 所示的行、场锯齿波扫描电流时就会同时产生水平方向与垂直方向的偏转磁场, 在这两个磁场的共同作用下, 使电子束作水平和垂直方向的扫描运动。

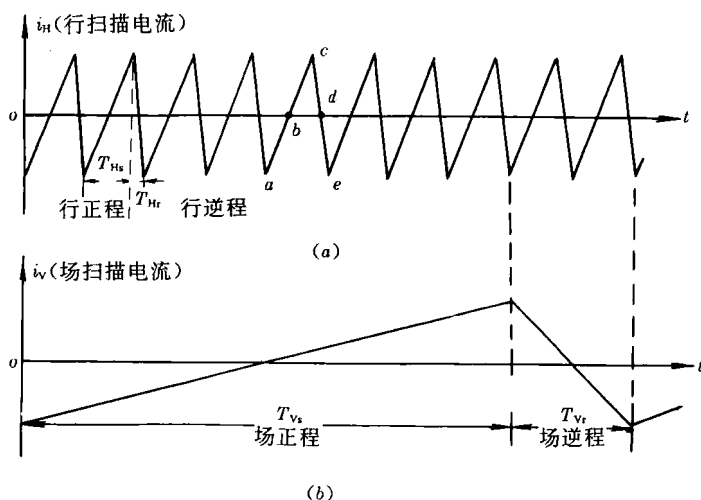


图 1-7 逐行扫描电流波形

(a) 行扫描锯齿波电流; (b) 场扫描锯齿波电流

由于在图 1-7 所示的锯齿波电流作用下, 电子束产生自左向右, 自上而下, 一行紧挨一行的运动, 因而称其为逐行扫描。

(一) 电子束偏转的基本原理

当偏转线圈中通过电流时, 就产生磁场, 磁场的方向决定于流过偏转线圈的电流方向, 可以由右手定则判定。如果电子束穿过磁场时, 则在磁场力的作用下要发生偏转, 其

偏转方向遵从左手定则。若偏转线圈中电流方向改变,则电子束的偏转方向亦发生改变,偏转线圈中电流为零,则电子束不偏转,射向荧光屏的中央。因此,流过偏转线圈中电流的幅度和方向,决定着偏转线圈中形成磁场的强弱和方向,最终决定了电子偏转角度的大小和方向。

比如在图 1-7(a)中,流入偏转线圈的电流,在 a 点时锯齿波电流为最大负值,使电子束偏至荧光屏的最左边(面对荧光屏),由 a 到 b ,流过偏转线圈的锯齿波电流幅度逐渐减小,因而形成的磁场相应减小,导致电子束的偏转角减小。到 b 点时,锯齿波电流为零,因而磁场为零,电子束不偏转,射向荧光屏的中央。由 b 到 c 锯齿波电流从零逐渐增大,因而偏转线圈中形成的磁场也逐渐增强,但磁场方向与前面相反,导致穿过它的电子束向右偏转,且偏转角逐渐增大,至 c 点达到最大,到达荧光屏的最右边。由 c 到 e 锯齿波电流由最大正值很快变到最大负值,因之电子束迅速由荧光屏的最右边回到最左边,完成一个行周期的扫描。

可见,当流过行偏转线圈的锯齿波电流从 a 变到 c 时,电子束从荧光屏的最左边移到荧光屏的最右边,完成一行的正程扫描;当锯齿波电流从 c 变到 e 时,电子束又从荧光屏的最右边回到荧光屏的最左边,完成一行的逆程扫描。另外,由 a 到 c 锯齿波电流上升斜率小,因而正程扫描时间长,由 c 到 e 下降斜率大,因而逆程扫描时间短。

如若只有行偏转线圈中有扫描电流流通,则仅会在屏幕中央出现一条水平亮线,如图 1-8(a)所示。

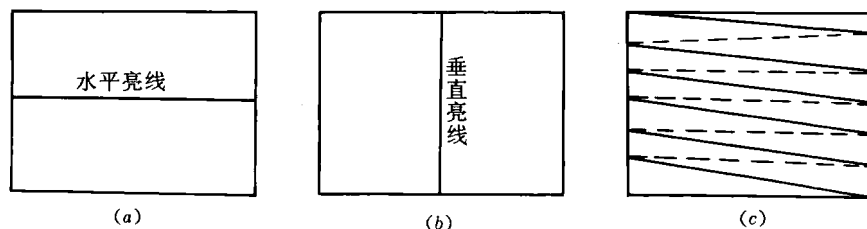


图 1-8 逐行扫描时出现的光栅

(a) 只有行扫描; (b) 只有场扫描; (c) 行、场扫描同时存在

同理,若要求电子束在屏光屏上作上下移动,在场偏转线圈中也应加有锯齿波电流,如图 1-7(b)所示。但它与行锯齿波电流周期不同。当只有场扫描时,在荧光屏中央将出现一条垂直亮线,如图 1-8(b)所示。

行偏转线圈分成两部分,分别安放在显像管管颈接近圆锥体部分的上、下方,其平面是水平放置的,产生的磁场是垂直方向的。因此,使通过它的电子束作水平方向偏转。

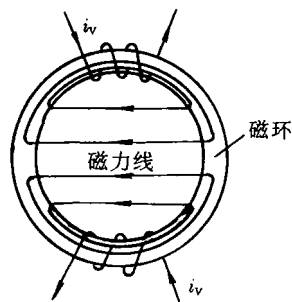


图 1-9 场偏转线圈的结构示意图

场偏转线圈是绕在磁环上的,如图 1-9 所示。它形成的磁场是水平方向的,因而使通过它的电子束作垂直方向的偏转。

在电视接收机中,实际上是将行、场偏转线圈组合在一起安装在显像管的管颈上。当

行、场偏转线圈中分别加有各自的扫描电流时,电子束在水平与垂直偏转力共同作用下进行扫描,屏幕上形成一条条的亮线(称为光栅),图 1-8(c)就是考虑了行逆程回扫线(以虚线表示)时的光栅图形。逐行扫描要求每场的光栅都能互相重合。

(二) 扫描电流的非线性对显示图像的影响

由于电子束在扫描正程期间是传送图像信号的,因此在正程期间要求扫描速度均匀。这就要求流过偏转线圈的电流线性良好。否则重现图像将产生非线性失真,如图 1-10 所示。

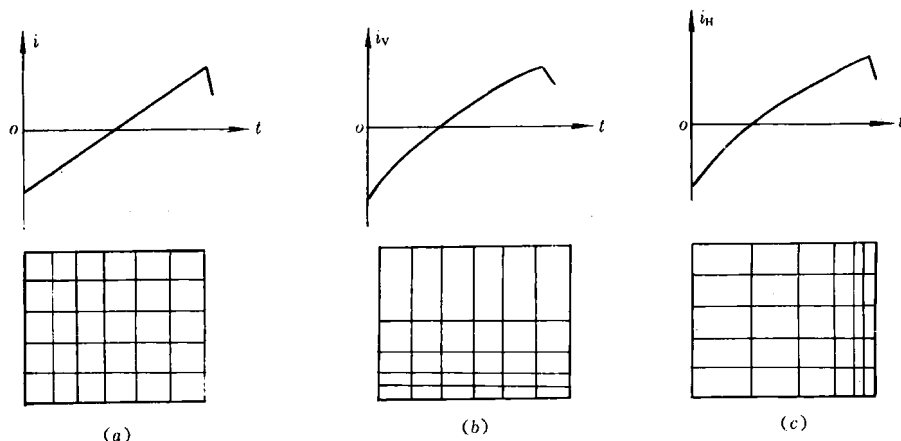


图 1-10 扫描锯齿电流与对应的重现图像

- (a) 线性扫描、无失真; (b) 场非线性扫描, 出现的上伸下缩非线性失真;
(c) 行非线性扫描, 出现的左伸右缩失真

若原图像为方格信号, 当行、场扫描电流均为线性时, 重现图像仍为方格图形, 不会出现非线性失真。当行、场扫描电流中只要有一项失真时, 显示图像都将出现失真, 图 1-10(b)、(c)分别表示出场、行扫描电流出现失真时的情况。若行、场扫描电流同时失真, 则显示出复杂的失真图形。

当然, 流过偏转线圈的锯齿波电流还要有足够的幅度, 否则不能保证光栅布满屏幕。图 1-11(a)、(b)分别表示行、场扫描电流幅度不足的情况。幅度不足时, 同样会产生失真。若本来应显示正圆, 结果变成椭圆。

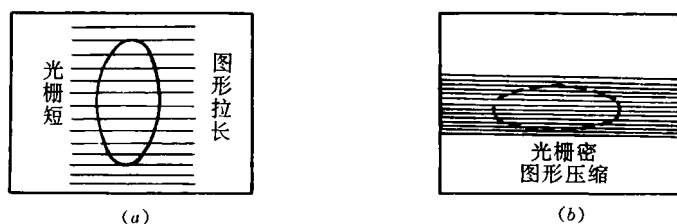


图 1-11 扫描电流幅度不足产生的光栅

- (a) 行扫描电流幅度小; (b) 场扫描电流幅度小

二、隔行扫描

在电视系统中,要使传送的图像清晰,并具有活动、连续而又无闪烁感,则要求每秒种传送 46.8 场以上的图像,每帧图像能分解的有效行数约为 600,因此我国电视制式规定场扫描频率 f_s 为 50 Hz,每帧图像的扫描行数 Z 为 625。若采用逐行扫描的话,计算出来的电视图像信号的最高频率约为 11 MHz,即视频信号带宽相当宽。要传送频谱这样宽的信号不但会使设备复杂化,而且使在规定的频段内可容纳的电视频道数目减少。如果为了减小图像信号的频带而减小场频,将会引起重现图像的闪烁;如果减少扫描行数,又会引起图像清晰度下降。因而提出了既可克服闪烁,又不增加图像信号带宽的隔行扫描方式。

所谓隔行扫描,即每帧的扫描行数仍为 625 不变,所以图像清晰度并不下降,但每帧图像分为两场传送。第一场,亦称奇数场,传送 1、3、5…奇数行;第二场,亦称偶数场,传送 2、4、6…偶数行。但每秒钟仍然传送 50 场图像,即场频 f_s 不变,仍为 50 Hz,这样将不会产生明显的闪烁。所以隔行扫描既保持了逐行扫描的清晰度,避免了闪烁,又使图像信号的频带仅是逐行扫描的一半。因此世界各国都采用隔行扫描的扫描方式。

图 1-12 为隔行扫描光栅及扫描电流波形示意图。为清楚起见,忽略了扫描回程。

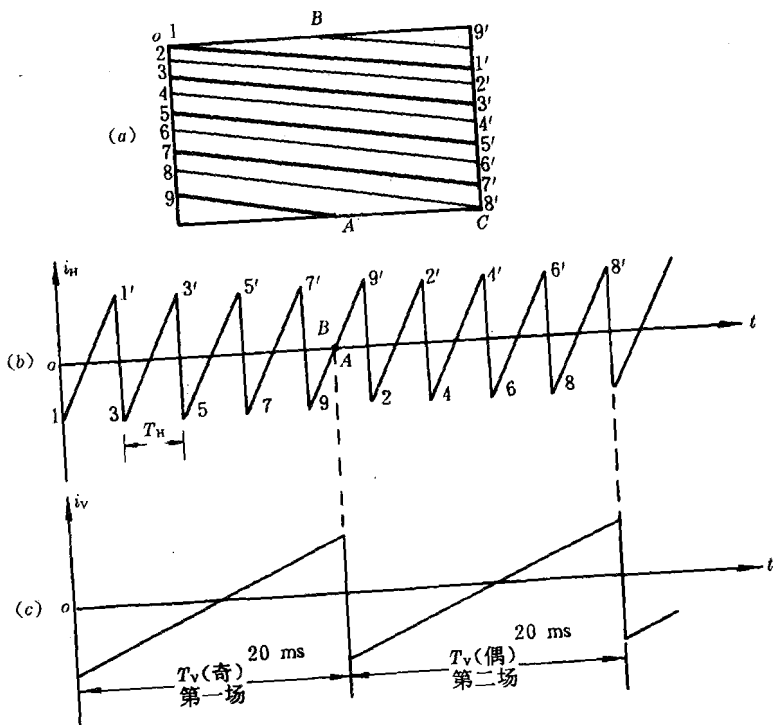


图 1-12 隔行扫描示意图

(a) 每帧光栅; (b) 行扫描电流波形; (c) 场扫描电流波形