

面向 21 世纪 学校教材

电视机原理与检修



蔡杏山 编著

国防科技大学出版社

面向 21 世纪 学校教材



电视机原理与检修

蔡杏山 编著

国防科技大学出版社

1/AP23/07

内 容 简 介

本书详细讲解了黑白、彩色电视机原理与检修方法。第 1~9 章为黑白电视机部分,介绍了黑白电视机基础知识、黑白显像管及附属电路、公共通道、伴音通道、视放电路、扫描电路和稳压电路原理和检修。第 10~17 章为彩色电视机部分,介绍了彩色电视机基础知识与黑白电视机不同的四部分:电调谐高频头,解码电路,开关电源和遥控系统。为了跟上彩色电视机新技术的发展,本书还讲叙了多制式接收处理技术和 I²C 总线控制技术。在彩色电视机整机电路上,主要分析了社会上拥有量大且流行的康佳 TA7680AP/TA7698AP 两片机芯、海信 LA7687 (LA7688) 单片机芯、长虹 TDA8362 单片机芯和 TCL 王牌 TB1231 (TB1238) 单片机芯彩色电视机。

本书具有通俗易懂、内容丰富、实用性强等特点,并且内容结构安排符合学习规律。另外,每章开始有本章知识要点和技能要点,结束有实验内容和习题(附答案)。为了检验对黑白和彩色电视机技术的掌握程度,本书还给出模拟试卷。本书可作为中、高等职业学校、职业高中和电子培训班的电视机教材,同样适合作电子技术人员的自学读本。由于本书中有丰富的检修资料,所以也适合家电维修人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电视机原理与检修 / 蔡杏山 编著.

—长沙:国防科技大学出版社,2003.9

ISBN 7-81099-004-7

I. 电… II. 蔡… III. ①电视接收机—理论
②电视接收机—维修 IV. TN949.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 078282 号

电视机原理与检修

编 著:蔡杏山

责任编辑:卢天贶

装帧设计:周基东

出版发行:国防科技大学出版社

邮政编码:410073

电话传真:0731-4572640

电子信箱:gfkdcbcs@public.cs.hn.cn

经 销:全国各地书店

印 刷:湖南省地质测绘印刷厂

开 本:787×1092mm 1/16

字 数:564 千字

印 张:24.5

彩色插页:8 页

版 次:2003 年 9 月第 1 版

印 次:2003 年 9 月第 1 次印刷

印 数:0001~3000

标准书号:ISBN 7-81099-004-7

定 价:29.90 元 (带模拟试卷)

前 言

随着电子技术的飞速发展,家用电器已逐步普及每个家庭,其中电视机最受人们青睐。在城市,有的家庭拥有多台电视机;在农村,很多家庭还在使用黑白电视机,所以彩色电视机市场潜力巨大。在当今电子产品利润普遍下降的情况下,众多彩色电视机厂家仍在加大投资力度生产电视机,恰好就证明这一点。正因为这样,社会需要大批的电视机生产、销售和检修人员。另外,由于知识的迁移性,学好电视机技术也有利兼学其他电子技术,如电脑显示器、监视器、摄像机、录相机等。

彩色电视机是在黑白电视机的基础上发展起来的,彩色电视机继承了黑白电视机的很多技术,如彩色电视机有一半电路与黑白电视机相同。正因为如此,本书编者将黑白电视机和彩色电视机主次分明合编为一本书中,这样既能将两者有机结合起来学习,同时又能减轻读者的经济负担。

由于本书主要定位在中、高等职业教育教材层面上,所以该书从应用的角度编写,没有复杂的理论分析,繁琐的公式推导。本书编者多年来从事 IT 电子技术职业教育工作,积累了丰富的教学经验和方法,并将它们融合在本书中,目的是培养出更多更好的电子技术人才。该书的特点有:

1、起点低,由浅入深,且通俗易懂。读者只需具有初中文化程度就可以阅通本书,在电路分析上力求语言通俗易懂,避免复杂公式和计算推导。

2、内容结构安排符合学习规律。本书不论作为教材还是自学读本,只需从前往后逐章坚持学习便会水到渠成,让你轻松掌握电视机技术。

3、电路原理与故障检修紧密联系。本书先分析电路工作原理,再根据原理讲解相关故障检修,让读者知其所以然,并能举一反三。

4、内容丰富,知识量大。首先本书包含了黑白和彩色电视机两部分,两者相互独立,又能承上启下,并且主次分明(黑白电视机章节约占 1/3);其次,彩色电视机部分除了讲解基本原理外,还涉及很多的实用内容,既分析了 6 种开关电源和 5 种遥控系统,又分析了社会上应用极广的康佳 TA7680AP/TA7698AP 两片机芯、海信 LA7687 (LA7688) 单片机芯、长虹 TDA8362 单片机芯和 TCL 王牌 TB1231 (TB1238) 单片机芯彩色电视机,书中还讲解了多制式和 I²C 总线技术。

本书在编写过程中吸取了许多先进的教学方法与教育理念,并得到了蔡玉山、詹春华、熊竹萌、邢讯和辛雷老师的大力帮助,在此一并表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免会存在一些疏漏,望广大读者和同行予以批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 黑白电视机基础知识	1	3.1.1 天线、馈线与阻抗变换器	24
1.1 图像的分解与再现	1	3.1.2 衰减器	26
1.1.1 静止图像的分解与再现	1	3.1.3 高频调谐器	26
1.1.2 活动图像的实现	2	3.2 中频放大电路	32
1.2 电子扫描原理	2	3.2.1 中频滤波器	33
1.2.1 行扫描和场扫描	2	3.2.2 中频放大电路	34
1.2.2 逐行扫描和隔行扫描	4	3.2.3 中频放大实际电路分析	35
1.3 黑白电视节目的发送与接收	5	3.3 视频检波与预视放电路	36
1.3.1 光-电转换和电-光转换	5	3.3.1 视频检波电路	36
1.3.2 电视节目的发送	6	3.3.2 预视放电路	38
1.3.3 电视节目的接收	6	3.4 自动增益控制 (AGC) 电路	38
1.4 黑白全电视信号和高频电视信号	7	3.4.1 AGC 电路组成方框图	38
1.4.1 黑白全电视信号	7	3.4.2 反向 AGC 和正向 AGC	39
1.4.2 高频电视信号	8	3.4.3 抗干扰电路	39
1.4.3 电视频道的划分	10	3.4.4 常见 AGC 电路分析	40
1.5 黑白电视机组成与工作原理	11	3.4.5 自动增益控制实际电路分析	41
1.5.1 黑白电视机组成方框图	11	3.5 公共通道综合电路分析	42
1.5.2 黑白电视机工作原理	11	3.5.1 分立件公共通道综合电路	42
1.5.3 利用方框图判断故障部位	14	3.5.2 集成公共通道综合电路	44
实验内容 1	15	3.6 公共通道的检修	46
习题 1	15	3.6.1 公共通道故障范围压缩方法	46
第 2 章 黑白显像管及附属电路	17	3.6.2 公共通道故障检修	47
2.1 黑白显像管的结构与工作原理	17	实验内容 3	48
2.1.1 黑白显像管的结构	17	习题 3	48
2.1.2 黑白显像管工作原理	19	第 4 章 视频放大电路	50
2.1.3 黑白显像管常见故障分析	19	4.1 频率补偿电路	50
2.2 黑白显像管的附属电路	20	4.2 对比度和亮度调节电路	52
2.2.1 直流供电电路	20	4.3 行、场消隐电路	52
2.2.2 关机亮点消除电路	20	4.4 视放管保护电路	53
实验内容 2	22	4.5 视频放大实际电路分析	53
习题 2	22	4.6 视放电路故障检修	54
第 3 章 公共通道	23	实验内容 4	54
3.1 天线与高频调谐器	23	习题 4	55

第 5 章 伴音通道	56	实验内容 6	106
5.1 伴音限幅中放电路	56	习题 6	107
5.1.1 限幅放大电路	56	第 7 章 稳压电源	108
5.1.2 伴音限幅中放实际电路	57	7.1 稳压电源电路原理	108
5.2 鉴频器	58	7.1.1 电源变压器	108
5.2.1 预备知识	59	7.1.2 整流滤波电路	109
5.2.2 鉴频电路工作原理	61	7.1.3 稳压电路	111
5.3 音频放大电路	64	7.2 稳压电源实例分析	113
5.3.1 功放电路	64	7.2.1 金星 B31-4 型稳压电源电路分析	113
5.3.2 音频放大电路	65	7.2.2 牡丹 31H5 型稳压电源电路分析	113
5.4 伴音综合电路分析与故障检修	65	7.3 稳压电源故障检修	114
5.4.1 分立件伴音综合电路	65	7.3.1 无输出电压	114
5.4.2 集成伴音综合电路	67	7.3.2 输出电压偏低	115
5.4.3 伴音电路故障检修	69	7.3.3 输出电压偏高	116
实验内容 5	70	7.3.4 图像呈 S 形扭曲	116
习题 5	71	实验内容 7	116
第 6 章 扫描电路	72	习题 7	116
6.1 同步分离电路	72	第 8 章 黑白电视机整机电路分析	117
6.1.1 同步分离电路工作原理	72	8.1 分立件黑白电视机整机电路分析	117
6.1.2 同步分离实际电路分析	73	8.1.1 公共通道	117
6.2 行扫描电路	73	8.1.2 自动增益控制 (AGC) 电路	117
6.2.1 行输出电路	74	8.1.3 伴音通道	118
6.2.2 行激励电路	79	8.1.4 视放电路	118
6.2.3 行振荡电路	80	8.1.5 扫描电路	118
6.2.4 AFC 电路	82	8.2 μ PC 系列集成黑白电视机整机电路分析	119
6.2.5 行扫描综合电路分析	85	8.2.1 公共通道	119
6.2.6 行扫描电路故障检修	87	8.2.2 伴音通道	119
6.3 场扫描电路	89	8.2.3 视放电路	119
6.3.1 积分电路	89	8.2.4 扫描电路	120
6.3.2 场振荡与锯齿波形成电路	90	8.3 D 系列集成黑白电视机整机电路分析	121
6.3.3 场激励电路	94	8.3.1 公共通道	121
6.3.4 场输出电路	95	8.3.2 伴音通道	121
6.3.5 场扫描失真与补偿	97	8.3.3 视放电路	121
6.3.6 场扫描综合电路分析	99	8.3.4 扫描电路	122
6.3.7 场扫描电路故障检修	102	实验内容 8	122
6.4 集成扫描综合电路分析	103	习题 8	123
6.4.1 扫描集成电路 D7609 介绍	104	第 9 章 黑白电视机的检修	124
6.4.2 集成扫描综合电路信号处理	105	9.1 检修注意事项和思路	124
6.4.3 集成扫描综合电路元件功能说明	105	9.1.1 检修注意事项	124

9.1.2 检修思路	124	11.2.1 变容二极管	152
9.2 检修方法与技巧	126	11.2.2 电调谐高频头选台原理	152
9.2.1 直观法	126	11.2.3 甚高频的低频段与高频段的切换	153
9.2.2 调试法	127	11.2.4 全频道电调谐高频头	153
9.2.3 电阻法	128	11.2.5 增补电调谐高频头	154
9.2.4 电压法	129	11.3 电调谐高频头与选台电路故障检修	155
9.2.5 电流法	130	实验内容 11	156
9.2.6 信号注入法	131	习题 11	156
9.2.7 替代法	131	第 12 章 解码电路	157
9.2.8 信号寻迹法	132	12.1 PAL 解码电路组成	157
实验内容 9	132	12.2 色度通道	158
习题 9	133	12.2.1 色度通道电路组成方框图及说明	158
第 10 章 彩色电视机基础知识	134	12.2.2 色度通道电路	158
10.1 光学知识	134	12.3 副载波电路	165
10.1.1 光与色的简介	134	12.3.1 副载波锁相环路	166
10.1.2 三基色与混色方法	135	12.3.2 副载波逐行倒相电路	171
10.2 彩色图像传送与接收	136	12.4 亮度通道	175
10.2.1 彩条图像的形成	136	12.4.1 亮度通道组成方框图说明	175
10.2.2 彩条节目的发射与接收	137	12.4.2 亮度通道电路	175
10.2.3 彩色电视机的制式与 PAL 编码	138	12.4.3 亮度通道综合电路分析	180
10.2.4 彩色全电视信号	140	12.5 矩阵电路	181
10.3 彩色显像管	140	12.5.1 矩阵电路组成与说明	181
10.3.1 彩色显像管的结构	141	12.5.2 矩阵电路原理	181
10.3.2 彩色显像管故障分析	142	12.5.3 矩阵实际应用电路分析 与故障检修	182
10.4 彩色电视机组组成与原理	143	12.6 解码综合电路	183
10.4.1 彩色电视机组组成方框图	143	12.6.1 分立件解码综合电路	184
10.4.2 彩色电视机工作原理	144	12.6.2 集成解码电路	187
实验内容 10	145	12.7 解码电路的检修	191
习题 10	146	实验内容 12	196
第 11 章 电调谐高频头	147	习题 12	196
11.1 预置器	147	第 13 章 开关电源	198
11.1.1 预置器与电调谐高频头连接方式	147	13.1 开关电源的种类与基本工作原理	198
11.1.2 预置器与 C 型电调谐高频头 组合电路	148	13.1.1 开关电源的种类	198
11.1.3 预置器与 B 型电调谐高频头 组合电路	150	13.1.2 开关电源基本工作原理	198
11.1.4 遥控选台电路与电调谐高频头 组合电路	151	13.1.3 三种类型开关电源工作原理分析	199
11.2 电调谐高频头	152	13.2 开关电源实际电路工作原理分析	201
		13.2.1 日立 NP8C 型开关电源电路 工作原理	201

13.2.2 自激振荡过程(开关管控制脉冲的形成)	202	习题 14	244
13.2.3 稳压电路	203	第 15 章 多制式接收处理技术	246
13.2.4 保护电路	203	15.1 多制式彩色电视机的组成	246
13.2.5 元件功能说明	203	15.1.1 多制式彩色电视机整机电路方框图	246
13.3 开关电源分析方法与技巧	203	15.1.2 多制式彩色电视机工作原理	247
13.4 开关电源的检修	205	15.2 多制式电路分析	248
13.4.1 开关电源检修注意事项	205	15.2.1 中频滤波电路	248
13.4.2 开关电源检修方法与技巧	206	15.2.2 第二伴音选频与鉴频电路	249
13.4.3 开关电源故障检修	206	15.2.3 伴音中频陷波电路	251
13.5 常见开关电源电路分析与故障检修	208	15.2.4 亮-色分离电路	252
13.5.1 康佳 T953P 型开关电源电路分析与故障检修	208	15.2.5 多制式解码电路	253
13.5.2 A3/A6 机芯开关电源电路分析与故障检修	211	15.2.6 50/60Hz 场频识别电路	255
13.5.3 长虹 CK53A 型开关电源分析与故障检修	216	15.2.7 制式识别	256
实验内容 13	219	实验内容 15	256
习题 13	219	习题 15	257
第 14 章 遥控系统	220	第 16 章 I²C 总线控制技术	258
14.1 遥控系统组成与工作原理	220	16.1.1 I ² C 总线控制原理	258
14.1.1 遥控彩色电视机组成方框图	220	16.1.2 I ² C 总线电路形式	259
14.1.2 遥控系统工作过程说明	221	16.1.3 I ² C 总线彩色电视机的调整	260
14.2 三菱 M50436-560SP 遥控系统分析	221	16.1.4 I ² C 总线彩色电视机的检修	262
14.2.1 三菱 M50436-560SP 遥控系统组成方框图及说明	222	实验内容 16	264
14.2.2 遥控发射器	224	习题 16	264
14.2.3 遥控接收器	226	第 17 章 遥控彩电整机电路分析与检修	265
14.2.4 微处理器 M50436-560SP 介绍	227	17.1 康佳 TA7680AP/TA7698AP 两片机芯彩色电视机电路分析	265
14.2.5 遥控系统接口电路分析与检修	228	17.1.1 康佳 T953P 型彩色电视机电路组成方框图	265
14.3 康佳 ST6367 遥控系统分析	238	17.1.2 集成电路 TA7680AP 与 TA7698AP 介绍	265
14.3.1 微处理器 ST6367B1/FEJ 各脚功能与测试数据	238	17.1.3 康佳 T953P 型彩色电视机信号处理过程	272
14.3.2 ST6367B1/FEJ 遥控系统接口电路分析	239	17.1.4 集成电路 LA4265/LA7830 / μ PD6325C 说明	274
14.4 遥控系统的检修	242	17.2 遥控彩色电视机常见故障检修	276
14.4.1 遥控系统检修方法与技巧	242	17.2.1 无光栅、无图像、无伴音	277
14.4.2 遥控系统常见故障检修	243	17.2.2 无光栅、有伴音	278
实验内容 14	244	17.2.3 无伴音、有图像	279
		17.2.4 有光栅、有伴音、无图像	282
		17.2.5 有光栅、无图像、无伴音	282

17.2.6 黑白图像正常、无彩色.....	283	17.4.2 单片小信号处理集成电路	
17.2.7 图像模糊不清,伴有严重噪波.....	287	TDA8362 介绍.....	314
17.2.8 声音小且伴有失真.....	288	17.4.3 长虹 C2191 型彩色电视机信号	
17.2.9 色不同步.....	288	处理过程.....	316
17.2.10 水平一条亮线.....	289	17.4.4 卡拉 OK 电路.....	320
17.2.11 垂直一条亮线.....	290	17.4.5 电源电路.....	322
17.2.12 场不同步.....	290	17.4.6 PCA84C841 遥控系统分析.....	324
17.2.13 行不同步.....	291	17.4.7 TDA3653B/TDA1521A/TDA8395	
17.2.14 行、场均不同步.....	291	/TDA8425 等集成电路说明.....	330
17.2.15 场幅不够.....	292	17.5 TCL 王牌 TB1231 (TB1238) 单片机	
17.2.16 行幅不够.....	292	芯彩色电视机电路分析.....	333
17.2.17 荧光屏上有回扫线.....	292	17.5.1 TCL 王牌 2101AS 型彩色电视机	
17.2.18 场线性不良.....	292	功能与组成.....	333
17.2.19 行线性不良.....	293	17.5.2 单片小信号处理集成电路 TB1231	
17.3 海信 LA7687 (LA7688) 单片机芯		(TB1238) 介绍.....	334
彩色电视机电路分析.....	293	17.5.3 TCL 王牌 2101AS 型彩色电视机	
17.3.1 海信 TC2166 型彩色电视机组成		信号处理过程.....	338
方框图.....	293	17.5.4 电源电路.....	342
17.3.2 单片小信号处理集成电路 LA7687		17.5.5 TMP87CK38N 遥控系统分析.....	343
(LA7688) 介绍.....	293	17.5.6 TCL 王牌 2101AS 型彩色电视机	
17.3.3 海信 TC2166 型彩色电视机信号		I ² C 总线调整.....	348
处理过程.....	302	17.5.7 TA8403K/TA8213K 集成电路说明	350
17.3.4 LC864512-5C77 遥控系统分析.....	303	实验内容 17.....	351
17.3.5 LC89950/LA7837/LA4285		习题 17.....	351
集成电路说明.....	309		
17.4 长虹 TDA8362 单片机芯彩色电视机			
电路分析.....	312		
17.4.1 长虹 C2191 型彩色电视机功能			
与组成.....	312		

第1章 黑白电视机基础知识

知识要点

- 静止图像的分解与再现及活动图像的实现
- 电子扫描原理
- 黑白电视节目的发送与接收
- 黑白全电视信号和高频电视信号
- 黑白电视机的组成

技能要点

- 分析锯齿波电流与电子扫描关系
- 利用方框图判断故障部位

1.1 图像的分解与再现

1.1.1 静止图像的分解与再现

在报纸或书籍上常附有一些图像，你仔细观察这些图像，就会发现这些图像是由许许多多的小点组成，这些点称为像素，如图 1-1 所示。如果细心的话，你还会发现在图像不同的地方这些点黑白程度不一样，对应树阴处的小点较黑，而对应阳光面的小点较白。另外如果小点较大，呈现的图像粗糙不清晰，小点很细时，呈现的图像细腻清晰。所以，图像是由许许多多深浅不同的像素构成的（凡盗版复制的书籍图像模糊，绝不是由像素即小点构成）。

荧光屏（上面涂有许多荧光粉颗粒）

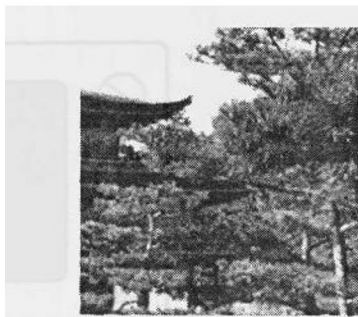


图 1-1 报纸上的图像

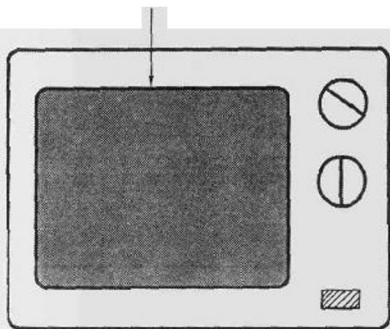


图 1-2 电视机荧光屏

报纸和书籍上的图像是怎么形成的呢？在印刷时，通过印刷的方法将深浅不同的油墨点印在白纸不同地方就形成了图像。那么黑白电视机又是怎样显示黑白图像呢？黑白电视机显示图像的部件称为荧光屏，如图 1-2 所示。在荧光屏上有很多小点，这些小点不是油墨点，而是一种受电子轰击能发光的物质，称之为荧光粉。控制电子轰击荧光屏各处荧光粉使之发出明暗不同的光，就能呈现出各种图像。例如要在图 1-2 所示电视机荧光屏上显示出图 1-1 所示的图像，可让荧光屏上显示树叶的背面部位的荧光粉暗一些，而显示树叶正面的荧光粉亮一些，其他部位荧光粉也发出相应亮度的光，结果就在荧光屏上显现出了整幅图像。

1.1.2 活动图像的实现

让荧光屏各处荧光粉发出亮暗不一样的光就能显示出图像，但这只是静止图像，如何让图像活动起来呢？人眼有个视觉暂留特性，其特点是：当人眼看见一个物体时就会获得该物体印象，这时移开物体，物体印象并不会马上消失，而是保留约 0.04s 时间（即物体移开后 0.04s 内人眼觉得物体还在原来位置），0.04s 后印象消失。电影和电视传送活动图像时就利用了人眼视觉暂留特性。

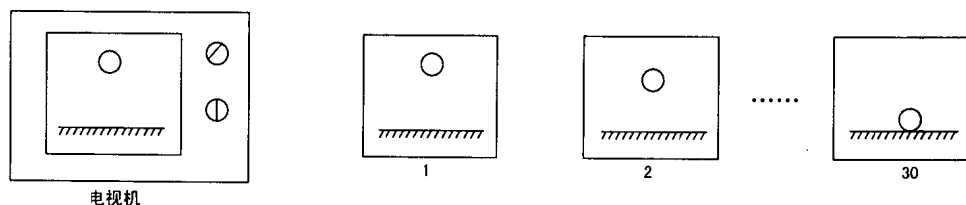


图 1-3 活动图像实现原理

如果要在电视机荧光屏上显示一个球从空中落到地上的活动过程，如图 1-3 所示。首先让荧光屏显示第 1 幅画面，然后在 0.04s 内再显示第 2 幅画面，每幅画面显示的间隔时间只要不超过 0.04s，由于人眼的视觉暂留特性，前一幅画面的印象未消失，后一幅画面又显示出来，人眼就会产生连续的感觉，当第 30 幅画面显示完后，我们看到的就是一个球从空中落到地上的整个活动过程。为了让荧光屏显示的图像活动流畅，至少需要每秒钟内在电视机荧光屏上显示 25 幅（ $1/0.04=25$ ）相近的画面。每秒钟显示 25 幅画面可以收到活动图像效果，但人眼对活动图像有闪烁感，易使人眼疲劳，所以为了产生活动图像效果并且减小图像的闪烁感，电视机荧光屏实际每秒钟显示 50 幅画面。

1.2 电子扫描原理

我们知道，让荧光屏各处荧光粉发出明暗不同的光就能显现出图像，但荧光屏上荧光粉颗粒数目太多，怎样才能让各处荧光粉发光并且明暗不同呢？这就需要借助电子扫描运动。

1.2.1 行扫描和场扫描

黑白电视机有一个成像部件称为显像管，其简化结构如图 1-4 所示。

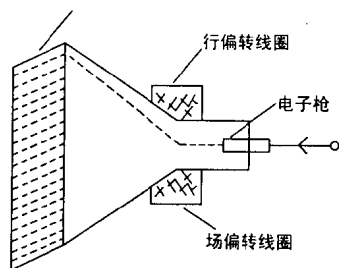


图 1-4 显像管简化结构图

电子枪的作用是发射电子去轰击荧光屏上的荧光粉，让荧光粉发光，电子枪上加有变化的电信号，因电信号强弱不同，所以荧光粉发光亮度就不一致，也就是说电信号能改变荧光粉的亮度。

在显像管上绕有行偏转线圈和场偏转线圈。当行偏转线圈流过图 1-5 (a) 所示的锯齿波电流时, 行偏转线圈产生磁场以控制电子束在荧光屏作水平方向的扫描运动, 电子水平方向扫描轨迹如图 1-5 (b) 所示。电子束在水平方向作扫描运动称为水平扫描, 又称行扫描。

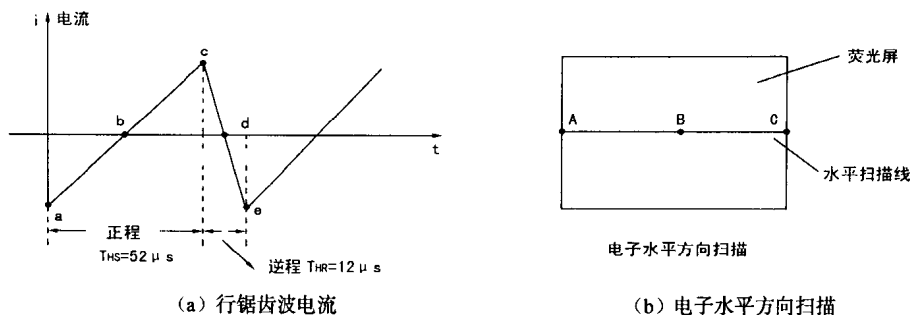


图 1-5 电子水平方向扫描轨迹示意图

行扫描过程如下:

(1) 当 ab 段行锯齿波电流流进行偏转线圈时, 行偏转线圈产生磁场, 控制电子束从荧光屏 A 点扫到 B 点 (屏幕中央)。

(2) 当 bc 段行锯齿波电流流进行偏转线圈时, 行偏转线圈产生磁场, 控制电子束从荧光屏 B 点扫到 C 点。

(3) 当 cd 段行锯齿波电流流进行偏转线圈时, 行偏转线圈产生磁场, 控制电子束从荧光屏 C 点回扫到 B 点。

(4) 当 de 段行锯齿波电流流进行偏转线圈时, 行偏转线圈产生磁场, 控制电子束从荧光屏 B 点回扫到 A 点。

以后重复上述过程。

由上面的分析可知, 一个完整的水平扫描过程包括从左扫到右 (A→C) 和从右回扫到左 (C→A)。我们将电子束从左扫到右的过程称为行扫描正程, 该过程所需时间长为 $52 \mu\text{s}$; 将电子束从右扫到左的过程称为行扫描逆程, 该过程所需时间为 $12 \mu\text{s}$ 。在行扫描正程期间, 电子枪发射电子, 而在行扫描逆程期间, 电子枪由右向左移动但不发射电子, 故屏幕上只能看见正程扫描线, 而看不见逆程回扫线。

当场偏转线圈流过如图 1-6 (a) 所示的锯齿波电流时, 场偏转线圈产生磁场控制电子束在荧光屏上作垂直方向的扫描运动, 电子束垂直方向扫描运动如图 1-6 (b) 所示。电子束在垂直方向作扫描运动称为垂直扫描, 又称场扫描 (帧扫描)。

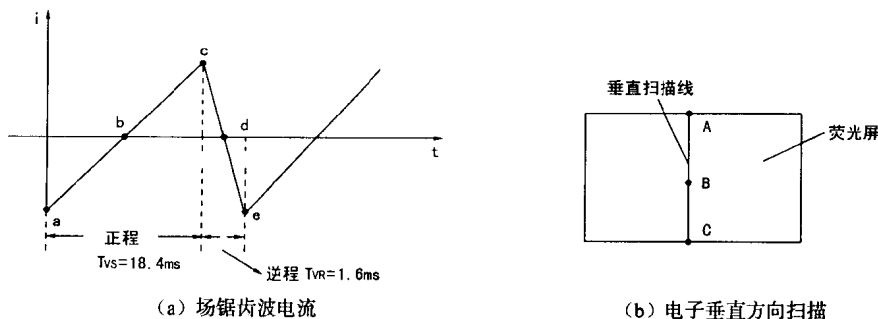


图 1-6 电子垂直方向扫描轨迹示意图

场扫描过程简要分析如下:

(1) 当 ac 段场锯齿波电流流进场偏转线圈时, 线圈产生磁场以控制电子束从荧光屏 A 点扫到 C 点, 该过程称为场扫描正程, 需要 18.4ms 时间, 在此期间电子枪发射电子, 故荧光屏上会出现一条垂直扫描亮线。

(2) 当 ce 段场锯齿波电流流进场偏转线圈时, 线圈产生磁场控制电子束从荧光屏 C 点回扫到 A 点, 该过程称为场扫描逆程, 需要 1.6ms 时间, 此期间电子枪不发射电子。

1.2.2 逐行扫描和隔行扫描

行偏转线圈流过锯齿波电流会产生磁场, 控制电子束在水平方向作扫描运动, 场偏转线圈流过锯齿波电流也会产生磁场, 控制电子在垂直方向作扫描运动。那么当行、场偏转线圈同时流过锯齿波电流产生磁场, 如何控制电子运动呢? 下面分析这个问题。

如图 1-7 所示, 电子束在 A 点受到两个力的作用: 一个是行偏转线圈产生的行磁场偏转力; 另一个是场偏转线圈产生的场磁场偏转力。电子束在这两个力的作用下扫到 B 点, 它的扫描轨迹是斜的, 当电子束扫到 B 点时行磁场偏转力的方向改变 (方向向左), 而场磁场偏转力方向仍向下, 电子束由 B 点扫到 C 点, 在此期间, 电子枪不发射电子, 故 B 点到 C 点扫描线不会显示。由此可见, 在行场偏转线圈产生磁场的作用下, 电子束在荧光屏上由左到右, 从上到下扫描, 结果扫出一条条倾斜的亮线, 如果扫描线很多, 间距又小, 荧光屏就会呈现满屏光栅。

1. 逐行扫描

如果电子束在荧光屏上是一行接一行扫描的, 这种扫描称为逐行扫描, 如图 1-8 所示。当电子束扫完第 1 行后马上返回到屏幕的左方开始扫第 2 行, 再用同样的方式扫第 3 行, 第 4 行……, 直至扫到荧光屏的最下方, 这样整个荧光屏上荧光粉都受到电子轰击, 整个屏幕就亮起来了。然后电子束又按图中虚线途径回到屏幕左上方开始扫第 2 场。逐行扫描是如何扫出图像的呢? 仍以图 1-8 为例, 说明如何在荧光屏上扫出黑色的“1”字。当电子枪对荧光屏扫描, 扫到要显示“1”字部位时, 电子枪不发射电子, 该处荧光粉不亮, 显示“1”字部位荧光粉不发光即显黑色, 在屏幕上就能看见一个黑色的“1”字。

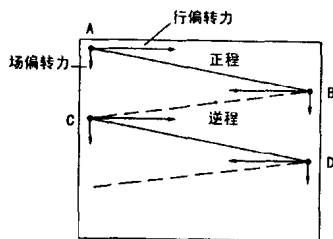


图 1-7 电子束在偏转线圈磁场作用下的扫描运动

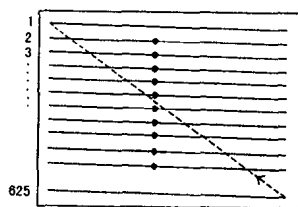


图 1-8 逐行扫描

2. 隔行扫描

在电视机屏幕上每秒钟显示 25 帧相近静止图像时, 人眼就能得到连续活动图像的感觉, 但人眼会觉得有闪烁感, 而当每秒钟显示 50 帧图像时就能解决这个问题。如果采用逐行扫描的方法, 每秒钟在荧光屏上扫出 50 帧图像, 要求扫描速度快, 扫描频率高, 加到电子枪的图像电信号频率高 (每秒钟需向电子枪传送 50 帧图像电信号), 这样会使电视机电路变复杂, 成本也会提高。而黑白电视机均采用隔行扫描来解决这个问题。下面就来分析隔行扫描过程。

隔行扫描原理如图 1-9 所示。首先电子束扫 1, 3, 5, 7, …, 625 行, 这样就扫完了一场, 该

场称为奇数场,如图 1-9 (a) 所示。然后电子束再扫 2, 4, 6, 8, ..., 624 行, 又扫完一场, 该场称为偶数场, 如图 1-9 (b) 所示。这两场显示出来两帧图像。由此可见, 采用隔行扫描, 每秒钟只要传送 25 帧图像, 由于一帧图像分解成两场扫描, 故屏幕上会显示 50 场图像, 可以有效减少图像的闪烁。

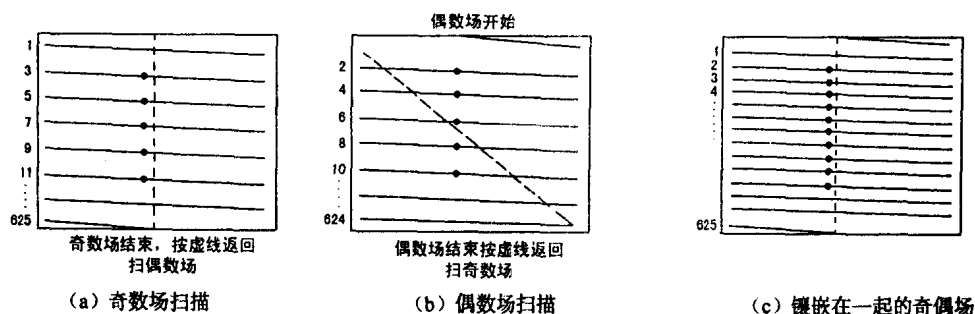


图 1-9 隔行扫描原理示意图

电视机的每帧图像扫描行数为 625 行, 由于采用隔行扫描方式, 一帧图像分奇偶两场扫描, 每场扫描行数为 312.5 行, 奇数场的第 625 行只扫描一半, 然后电子束移到屏幕上中间扫完第 625 行的后半, 再扫偶数场的第 2 行, 该过程如图 1-9 (a)、(b) 所示, 这样扫描行距相同, 可以准确将偶数 2, 4, 6, ..., 624 行, 镶嵌在奇数场 1, 3, 5, ..., 625 行中, 这样就形成一帧完整的图像, 如图 1-9 (c) 所示。

我国电视标准规定, 每秒钟传送 25 帧图像, 每帧图像分奇、偶两场扫描, 即每秒共扫 50 场图像, 每帧图像的总扫描行数为 625 行, 每场扫描行数为 312.5 行。另外还规定:

行扫描周期: $T_H=64\mu s$;

场扫描周期: $T_V=20ms$

行扫描正程时间: $T_{HS}\approx 52\mu s$

场扫描正程时间: $T_{VS}=18.4ms$

行扫描逆程时间: $T_{HR}\approx 12\mu s$

场扫描逆程时间: $T_{VR}=1.6ms$

行扫描频率: $f_H=15625Hz$

场扫描频率: $f_V=50Hz$

1.3 黑白电视节目的发送与接收

1.3.1 光—电转换和电—光转换

电视机内的显像管可以将电信号转换成图像, 而摄像机内的摄像管则可以将图像转换成电信号, 它们是功能相反的元件, 下面来讲讲它们的工作原理。

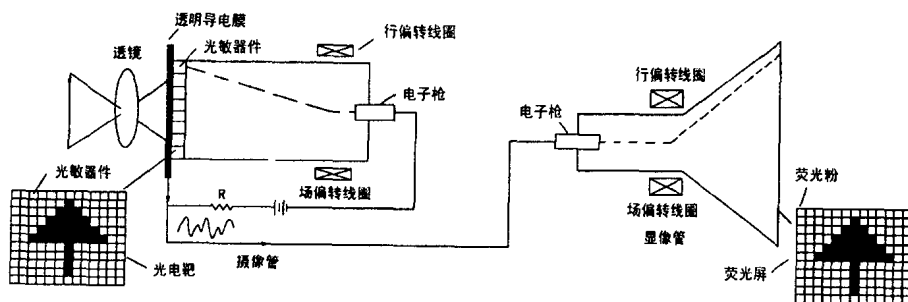


图 1-10 光—电转换和电—光转换过程

(1) 摄像管的光—电转换过程: 如图 1-10 所示, 黑色箭头图像经透镜投射到摄像管透明

导电膜上，又通过导电膜投射在光电靶上，光电靶是由许许多多细小的光敏器件组成，这些光敏器件都与透明导电膜相通，光敏器件导电电阻与受光有关。

摄像管在工作时电子枪发射电子，电子在行、场偏转线圈的作用下从左到右，从上到下逐点扫描光电靶上的每个光敏器件，电子经光敏器件到透明导电膜形成电信号输出，因为图像不同部分投射到不同的光敏器件上，这些光敏器件导电电阻不同，电子扫到不同光敏器件形成的电流不同，从而导电膜输出电信号也不同（如对应图像黑色部分的光敏器件导电电阻大，从导电膜输出电信号电流小）。这样摄像管就将图像明暗不同的部位逐点转换成大小不同的电信号，完成了光—电转换过程。

（2）显像管的电—光转换过程：仍以如图 1-10 所示，从透明导电膜输出的电信号送到显像管的电子枪上，电子枪发射电子，电子在行场偏转线圈的作用下，从左到右、从上到下逐点扫描荧光屏上荧光粉，因加到电子枪上的电信号不同，电子枪发射电子能力随信号变化，荧光屏上荧光粉亮度也随之变化（如代表图像黑色部位的电信号到电子枪时，电子枪发射电子能力弱，荧光粉亮度变暗），荧光屏上不同部位的荧光粉亮暗不同就形成了图像。这样显像管就将强弱不同的电信号转换成荧光粉不同的发光亮度，完成了电—光转换过程。

1.3.2 电视节目的发送

摄像管能将图像转换成电信号，但这个电信号不能直接发射，而是要经过一系列处理并混入伴音再由天线发射出去。电视节目的发送处理过程如图 1-11 所示。

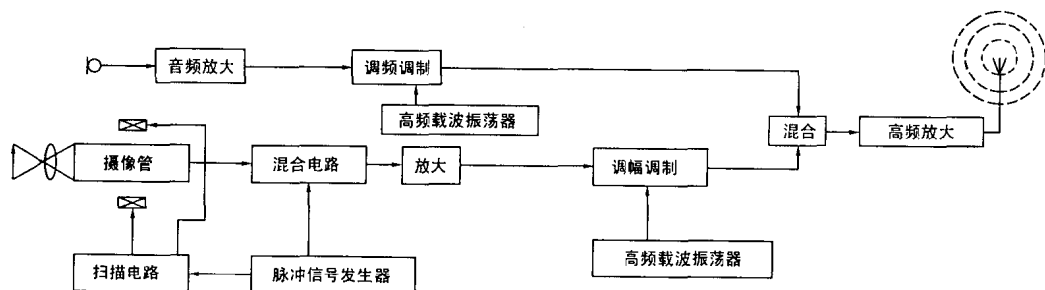


图 1-11 电视节目发送处理过程

图像经透镜投射到摄像管，摄像管将图像转换成电信号，该电信号称为图像信号，图像信号经混合电路，与脉冲信号发生器送来的脉冲信号（同步信号和消隐信号）混合，混合形成黑白全电视信号（又称视频信号）到调幅调制电路。在调制电路中，黑白全电视信号调制高频载波振荡信号得到高频图像信号去混合器。与此同时，话筒将声音变成电信号，该信号称为音频信号，音频信号到调频调制电路，调制高频载波振荡器送来的高频载波信号，调制后得到高频伴音信号也去混合器。高频图像信号与高频伴音信号混合就形成了高频电视信号，经高频放大器放大后由天线发射出去。

1.3.3 电视节目的接收

电视节目接收处理是由电视机来完成的。电视节目接收处理过程如图 1-12 所示。

天线从空间接收各种无线电波信号并送到高频调谐器，高频调谐器从中选出某一个频道的高频电视节目信号，然后对它进行放大，再混频得到 38MHz 图像中频信号和 31.5MHz 第一伴音中

频信号,两个信号从调谐器中输出到中频放大电路进行放大,再去视频检波电路,视频检波电路对 38MHz 图像中频信号检波,检出 0~6MHz 黑白全电视信号,另外视频检波电路还将 38MHz 信号与 31.5MHz 第一伴音中频信号进行差拍 ($38-31.5$) 得到 6.5MHz 第二伴音中频信号。

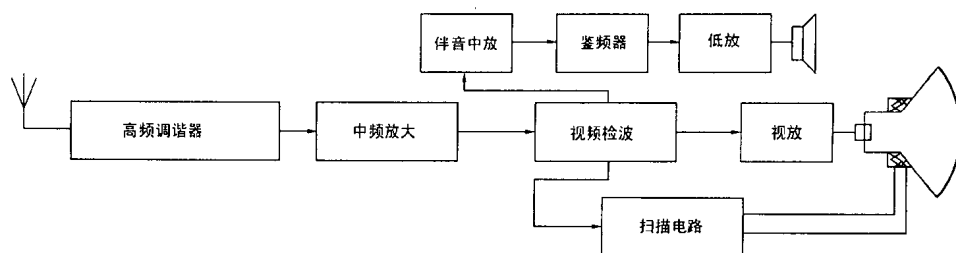


图 1-12 电视节目接收处理过程

视频检波输出的黑白全电视信号分作两路：一路去视放电路放大，再送到显像管电子枪，控制电子枪发射电子，在荧光屏上显示出黑白图像；另一路将全电视信号中的同步信号送到扫描电路，控制扫描电路的工作。

视频检波输出的 6.5MHz 第二伴音中频信号送到伴音中放电路放大，再去鉴频器，解调出音频信号送至低放电路，将音频信号放大后推动扬声器，还原出电视伴音。

1.4 黑白全电视信号和高频电视信号

在第三节我们学过摄像管能将图像转换成电信号，该电信号称为图像信号，图像信号与脉冲发生器产生的脉冲信号混合就形成了黑白全电视信号（也可称为视频信号）。黑白全电视信号经调幅调制后形成高频图像信号，音频信号经调频调制后得到高频伴音信号，高频图像信号和高频伴音信号混合就成为高频电视信号。

1.4.1 黑白全电视信号

黑白全电视信号由图像信号、行同步信号、场同步信号、行消隐信号、场消隐信号和前后均衡脉冲信号组成，其波形如图 1-13 所示。

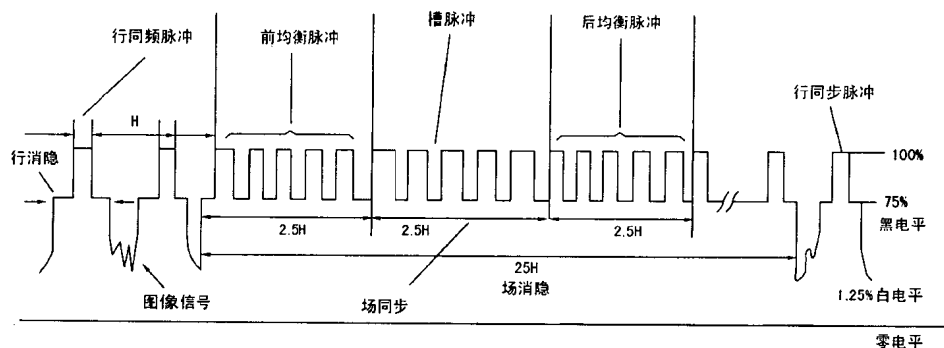


图 1-13 黑白全电视信号

1. 图像信号

图像信号用来反映图像内容，该信号送到显像管电子枪控制其发射电子，使荧光屏各处荧光粉颗粒明暗不同，从而在屏幕上呈现黑白图像。图像信号的频率范围为 0~6MHz，当图像信

号频率为 0 时, 荧光屏全黑或全白, 若图像信号频率很高时, 荧光屏能显示细微的图像, 如清晰显示人头发的图像信号频率就很高。图像信号只在行扫描正程期间加到电子枪。如果将全电视信号中的同步信号幅度定为 100%, 那么图像信号电平范围为 12.5%~75%。从图 1-13 可以看出, 信号电平越高, 图像越黑, 电平越低, 图像越白, 即图像信号电平的高低与图像亮暗相反, 这种全电视信号称为负极性全电视信号。

2. 消隐信号

消隐信号分为行消隐信号和场消隐信号, 其电平幅度为 75%, 为黑电平, 该信号能使电子枪不发射电子。行消隐信号时间长度为 $12\mu\text{s}$, 在行逆程期间(行回扫期间), 该信号使电子枪不发射电子, 屏幕上不会出现行回扫亮线。场消隐信号时间长度为 1.6ms , 在场逆程期间, 该信号让电子枪截止, 不发射电子, 消除场回扫亮线。

3. 同步信号

同步信号分为行同步信号和场同步信号, 电平幅度为 100%。

行同步信号位于行消隐信号上, 时间长度为 $4.7\mu\text{s}$, 每扫完一行后就会出现一个行同步信号, 表示该行扫描结束, 电子枪开始回扫。

场同步信号位于场消隐信号上, 时间长度为 2.5 倍行周期, 即 $2.5 \times 64 = 160\mu\text{s}$, 每扫完一场后就会出现一个场同步信号, 表示该场扫描结束。

由于场同步信号脉冲宽度为 $2.5H$, 此期间无行同步信号, 会造成行扫描紊乱, 引起图像上部扭曲, 为此在场同步信号上开了五个凹槽, 称为槽脉冲, 以替代行同步脉冲的功能。

4. 均衡脉冲

在场同步脉冲前后有五个窄脉冲, 分别称为前、后均衡脉冲。前、后均衡脉冲的作用是保证隔行扫描中的偶数场正好镶嵌在奇数场之间。

1.4.2 高频电视信号

音频信号和黑白图像信号频率都较低, 不能发射很远, 所以要分别将它们调制成高频载波信号, 变为高频伴音信号和高频图像信号, 再将两者混合形成高频电视信号从天线发射出去。

1. 伴音信号的调制

电视广播的声音是采用调频调制处理, 如图 1-14 所示。

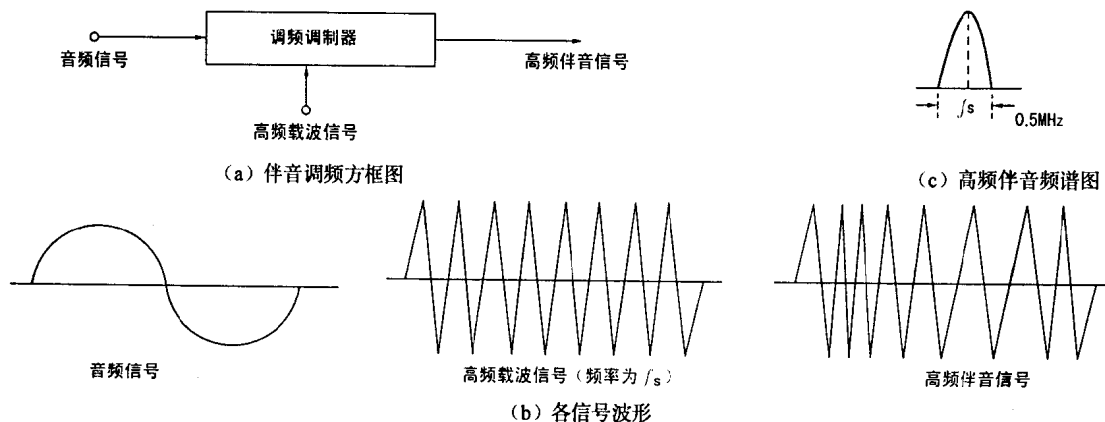


图 1-14 伴音信号的调制