

〔日〕曾田纯夫 著

电视接收机的 电路设计

上 册

科学出版社

电视接收机的电路设计

上 册

〔日〕曾田纯夫 著

北 京 东 风 电 视 机 厂 译
太原工学院无线电技术教研组

科 学 出 版 社

内 容 简 介

本书分上、下两册。上册以电子管黑白电视接收机为主,讲述电视接收机的各部分电路工作原理及设计计算。内容包括电视机电路组成,显象管电路,行、帧偏转电路,高频头、图象中放、检波、视放、AGC、同步、AFC和伴音电路,最后并专门论述了图象接收质量、调整以及故障检修问题。

下册在上册的基础上,对晶体管电视接收机的电路特点和设计计算与电子管式的进行了对比论述。

本书对电视接收机的电路原理及设计讲述得比较系统而详细,文字通俗易懂,深入浅出,物理概念清楚,并有很多图表曲线例题,没有繁杂的公式推导。可供有关生产、维修和教学人员参考。

曾田純夫 著
テレビ受像機の回路設計
(前篇)
ラジオ技術社
1971

电视接收机的电路设计

上 册

〔日〕曾田純夫 著
北京东风电视机厂
太原工学院无线电技术教研组 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1974年12月第一版 开本:787×1092 1/32

1974年12月第一次印刷 印张:16

印数:0001—72,450 字数:3,000

统一书号:15031·77

本社书号:287·15-77

定价:1.10 元

译 者 的 话

我国电视广播事业正在迅速地发展和普及，遵照毛主席“洋为中用”的教导，结合目前黑白、彩色电视接收机生产、试制任务的需要，我们翻译了日文《电视接收机的电路设计》这本书，供有关生产、维修、教学等单位的同志参考。

本书对黑白电视接收机的电路原理，设计计算等方面进行了比较系统、详细、由浅入深地论述。由于我们水平不高，虽然对书中个别欠妥的地方作了删改和说明，但是在翻译工作中肯定还有不少缺点和错误，希望广大工农兵读者批评指正。

目 录

第一章 电视接收机电路的组成情况	1
1.1 电视接收机的发展	1
1.2 接收机电路的基本组成及故障分析	3
第二章 使显象管发光的电路	8
2.1 显象管的构造和工作情况	8
2.1.1 显象管的构造	8
2.1.2 显象管发光的过程	9
2.1.3 图象的聚焦过程	10
2.1.4 图象描绘过程	10
2.1.5 阳极电流的流通方法	11
2.2 显象管显现光栅所必需的电路	11
2.2.1 显象管发光的条件	11
2.3 显象管电路故障修理技术	18
2.3.1 增大对比度的办法	18
2.3.2 判断显象管好坏的办法	18
第三章 显象管扫描电路	21
3.1 锯齿波发生电路	21
3.1.1 锯齿波发生电路的种类和形式	22
3.1.2 锯齿波发生电路的故障分析	23
3.1.3 锯齿波发生电路的工作原理	24
3.2 偏转电路和偏转线圈 (DY)	30
3.2.1 偏转线圈所需的锯齿波电流	30
3.2.2 114° 偏转角显象管和环形偏转线圈	32
3.2.3 偏转线圈效率的表示方法	35
3.2.4 偏转线圈的灵敏度	36
3.2.5 偏转线圈偏转灵敏度的测试方法	38

第四章 帧偏转电路	41
4.1 帧偏转电路和音频放大器的区别	41
4.2 帧偏转波形补偿和放大电路	43
4.3 114° 偏转电路	51
4.4 多谐振荡器式帧偏转电路	53
4.4.1 多谐振荡器的工作情况	53
4.4.2 多谐振荡器帧偏转电路	56
4.5 多谐振荡器式和间歇振荡器式的比较	62
第五章 行偏转、高压发生电路	65
5.1 行偏转电路的工作情况	65
5.1.1 行偏转电路的任务	65
5.1.2 使偏转线圈中流通锯齿波电流所需脉冲电压	66
5.1.3 行偏转电路的演变	71
5.1.4 行偏转电路和帧偏转电路的区别	75
5.2 行偏转输出电路的工作情况	76
5.2.1 行偏转的基本工作情况	76
5.2.2 行输出变压器的提升电压电路	78
5.2.3 阻尼管的连接位置	79
5.2.4 输入激励波形和输出电流的线性	80
5.3 行输出变压器的设计	83
5.3.1 偏转线圈的选定	84
5.3.2 提升电压	87
5.3.3 偏转线圈的绕组抽头	87
5.3.4 高压绕组	88
5.3.5 低 B 电压偏转电路的总结	88
5.3.6 对偏转线圈上下两组线圈不平衡采取的中和措施	92
5.4 行偏转电路的故障	94
5.4.1 行偏转电路故障的分类及处理措施	94
第六章 高频头(调谐器)电路	102
6.1 高频头的构造和种类	102
6.1.1 高频头按机械结构分类时的种类	103

6.1.2 高频头按电路分类时的种类	104
6.2 高频头的整体性能	106
6.3 高频头输入电路	108
6.3.1 如何才能高效率地传送功率的问题	108
6.3.2 驻波比 (SWR)	109
6.3.3 输入电路的匹配和增益	113
6.3.4 电压增益和功率增益	116
6.4 高频放大电路	116
6.4.1 输入电路	116
6.4.2 高放电路	118
6.5 混频电路	129
6.5.1 混频电路的作用	129
6.5.2 混频管用三极管还是用五极管	133
6.6 本振电路	141
6.6.1 高端超外差方式的采用 (f_{osc} 高于 f_{RF})	142
6.6.2 本振电路	142
6.6.3 微调	146
第七章 图象中频放大电路	151
7.1 图象中频放大电路应有的特性	151
7.1.1 选定中间频率的条件	151
7.1.2 图象中放电路的频带特性	153
7.1.3 图象中放电路所需的增益	157
7.2 图象中频放大电路的分析	159
7.2.1 图象中放电路的形式和分类	160
7.2.2 从单调谐电路到参差调谐电路	162
7.2.3 参差调谐电路	167
7.2.4 变形参差电路	171
7.2.5 实际使用的图象中放电路	174
7.2.6 吸收电路(陷波电路)	179
7.3 图象中频放大电路的发展趋势	183
7.3.1 图象中放电路的演变	183
7.3.2 如何实现二级式图象中放电路	185

7.3.3 二级式中放电路的构成及增益	187
第八章 图象检波及视频放大电路	195
8.1 图象检波电路	195
8.1.1 图象检波电路的作用	195
8.1.2 图象检波电路的工作情况及实际电路	197
8.1.3 设计图象检波电路的主要问题	202
8.2 视频放大电路	205
8.2.1 视放电路的目的及所需特性	205
8.2.2 视频电路和音频电路的区别	206
8.2.3 视放的基本补偿电路	209
8.2.4 视放用的电子管及其用法	216
第九章 自动增益控制 (AGC) 电路	225
9.1 自动增益控制的必要性及工作目的	225
9.2 自动增益控制电路的种类	227
9.2.1 平均值型 AGC 电路	228
9.2.2 峰值型 AGC 电路	229
9.2.3 键控型 AGC 电路	231
9.3 自动增益控制电路的原理	232
9.3.1 AGC 可控范围	232
9.3.2 AGC 电压的分配	236
9.3.3 将并联电源变成串联电源的等效电路	242
9.3.4 AGC 特性的分析	243
9.4 实际使用的平均值型、峰值型自动增益控制电路	250
9.4.1 平均值型 AGC 电路	250
9.4.2 峰值型 AGC 电路	253
9.5 实际使用的放大-平均值型自动增益控制电路	257
9.5.1 放大-平均值型 AGC 电路的工作情况	257
9.5.2 实际使用的放大-平均值型 AGC 电路	260
9.5.3 放大-平均值型 AGC 电路的特点	266
9.5.4 放大-平均值型 AGC 电路的总结	268
9.6 实际使用的键控型自动增益控制电路	269
9.6.1 键控型 AGC 电路的工作情况	269

9.6.2 实际使用的键控型 AGC 电路	271
9.6.3 键控型 AGC 电路的优缺点	274
9.7 自动增益控制电路的故障情况	275
9.7.1 AGC 电路故障的分类	276
9.7.2 由 AGC 电路故障引起的症状	283
9.7.3 寻找 AGC 电路故障的规律	284
第十章 同步电路	286
10.1 同步电路的基本结构和各部分的工作情况	286
10.2 振幅分离电路	288
10.2.1 振幅分离电路的原理	289
10.2.2 振幅分离的原理电路	291
10.2.3 二极管分离电路	293
10.2.4 阴极偏压型振幅分离电路	294
10.3 栅漏偏压型振幅分离电路	295
10.3.1 栅漏偏压型振幅分离电路的工作情况	297
10.3.2 振幅分离输入电路	298
10.4 同步放大整形电路	302
10.5 频率分离电路	305
10.6 实用同步电路	312
10.6.1 五极管分离电路	312
10.6.2 各种实用同步电路	314
10.7 噪声抑制电路	316
10.7.1 噪声限制电路和消除电路	316
10.7.2 噪声限制电路	317
10.7.3 噪声消除电路	321
10.7.4 七极管分离电路(噪声闸门型振幅分离电路)	322
10.7.5 闸门五极管噪声消除电路	324
第十一章 自动频率调整(AFC)电路	330
11.1 行振荡电路的工作情况	330
11.1.1 行振荡电路的目的	330
11.1.2 脉冲同步行振荡电路	330

11.2 行同步方式的分类和一般原理	333
11.2.1 行同步方式的分类	333
11.2.2 AFC 电路基本原理	336
11.2.3 处理 AFC 电路故障的基本方法	336
11.2.4 AFC 电路各部分的工作情况	337
11.3 脉冲宽度自动频率调整电路	340
11.3.1 鉴相器	340
11.3.2 积分电路	346
11.3.3 间歇振荡器	348
11.3.4 实际使用的脉冲宽度 AFC 电路	349
11.3.5 脉冲宽度 AFC 电路的优缺点	351
11.4 锯齿波自动频率调整电路	351
11.4.1 锯齿波 AFC 电路的构成	352
11.4.2 平衡型锯齿波 AFC 电路的工作情况	353
11.4.3 锯齿波 AFC 电路的抗噪性能	355
11.4.4 单脉冲型锯齿波 AFC 电路	356
11.4.5 其他锯齿波 AFC 电路	358
11.4.6 锯齿波 AFC 电路的关键	361
11.4.7 各种鉴相器的比较	364
第十二章 伴音信号系统电路	365
12.1 电视机接收伴音信号的方式	365
12.1.1 分离接收方式	365
12.1.2 内载波接收方式	365
12.2 4.5Mc 伴音中频放大电路的形式	369
12.3 实际使用的伴音中频放大电路	371
12.4 调频	375
12.4.1 调幅和调频的区别	375
12.4.2 调频的内容	378
12.4.3 调频的失真和频带宽度	379
12.4.4 调频的要点	382
12.5 限幅器的性能	382
12.5.1 栅极限幅电路	383

12.5.2	板极限幅电路	386
12.5.3	限幅电路的其他效用	386
12.6	伴音鉴频电路	387
12.6.1	三种鉴频方式	387
12.6.2	鉴频原理电路	389
12.6.3	福斯特-西利鉴频电路	391
12.6.4	比例鉴频电路	392
12.6.5	相位鉴频电路	395
12.7	内载波接收方式的存在问题和蜂音	400
12.7.1	电视伴音的高保真度问题	400
12.7.2	调幅性蜂音	401
12.7.3	调频性蜂音	408
12.7.4	非调谐性蜂音	411
第十三章 影响电视机图象质量的因素		413
13.1	图象质量的含义	413
13.1.1	接收的稳定性	416
13.1.2	图象信号中的不必要的成分(干扰信号)	418
13.1.3	图象信号中的不必要的成分(寄生信号)	422
13.2	如何提高图象质量	423
13.2.1	图象信号系统应有的特性	423
13.2.2	图象信号系统特性对噪声的影响	430
13.2.3	得到优良图象质量的条件	431
13.3	噪声	432
13.3.1	噪声的性质	432
13.3.2	噪声系数	436
13.4	如何改善电视机的噪声系数	448
13.4.1	输入电路损耗与噪声系数的关系	449
13.4.2	电子管性能对噪声系数的影响	451
13.4.3	噪声系数改善的极限	452
13.5	提高电视机信噪比的具体措施	454
13.5.1	改进噪声系数	455
13.5.2	充分发挥高频头的性能	456

13.5.3 改善画面上出现的噪扰性质	461
第十四章 调整及故障检修措施	465
14.1 电视接收机电路的关键地点	465
14.2 用示波器测试电视机的方法	469
14.2.1 示波器的工作情况及其用途	470
14.2.2 示波器的实际用法	471
14.3 用扫频信号发生器测试电视接收机的方法	475
14.3.1 扫频信号发生器的工作情况及其用途	475
14.3.2 扫频信号发生器的使用方法	476
14.3.3 维修电视机用的扫频信号发生器	478
14.3.4 用扫频信号发生器来观察波形的准备工作	478
14.3.5 用扫频信号发生器调整视放电路的方法	481
14.3.6 用扫频信号发生器调整伴音中放电路的方法	485
14.3.7 用扫频信号发生器调整高频头的方法	488
14.3.8 用扫频信号发生器调整图象中放电路的方法	494

第一章 电视接收机电路的组成情况

1.1 电视接收机的发展

早先的历史情况就不说了,日本是在 1953 年开始电视广播的,我们就来探讨从那个时候以来电视接收机的发展情况。

十多年来,电视广播虽有了很大的发展,但是从电路技术方面来看,并没有什么全新的电路出现。这是因为,只要电视广播电波的形式以及用电子管和显象管来组成接收机的基本原则不变的话,那么要使接收机电路焕然一新是不可能的。电路设计人员只能在上述原则所允许的范围内,应用各种电子技术来提高原来电路的效率,并使它更合理化。只有在实现彩色电视而改变了电波形式,以及采用晶体管把以前的原则突破了之后,才有可能出现崭新的电路。

十多年来,得到惊人进步的主要是显象管和高频头的改进。促使它们得到这样飞跃进展的动力,是电视的急速普及和广播频道的与日俱增。在接收机的改进和电视普及、广播频道增多之间,到底哪一个是原因,哪一个是后果,那是很不好说的。但是,广播频道增多后,自然要促使以高频头为中心的、包括图象中放在内的图象信号系统向前进展,而这又促使电子管的性能不断提高。另一方面,电视普及后,从广大观众的立场出发,要求使用方便等,促使在综合设计方面的改进,而这又要求研制出新型的显象管。显象管改进后,又促使接收机中为电视机所专用的偏转电路技术向前发展,这和新型高频头相结合,就形成了从各方面来说都大有改进的新型接

收机产品。

表 1.1 表示在这段时期内电视接收机的发展概况。随着电视的普及,广播电台也相应增多,开始广播时只有一个甚高频(VHF)频道,以后逐步发展到 6、11、12 频道,现在已经到了不但有甚高频频道并且有超高频(UHF)频道的全频道时

表 1.1 电视接收机的演变

公元	1933	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68年
广播频道	单频道	6 频道						12 频道								全频道
高频头	五极管高频头							阴地栅地电路高频头								
图像中放	四级式图像中放(TVK-M)							单管中和电路高频头								电子调谐无触点式高频头
伴音中放	三级式图像中放							二级式图像中放(TVK-V)								超高 g_m 管二级式图像中放
显象管	50~70°	70° 偏转角						90° 偏转角								110° 偏转角
偏转线圈	磁聚聚焦带有离子阱式							静电聚焦·铝背荧光屏式								细管颈 90° 偏转角
行同步	脉冲直接同步							脉冲宽度 AFC								锯齿波 AFC
电源	有变压器式全波整流							半无变压器式倍压整流(硒堆)								单脉冲锯齿波 AFC
附属装置								有线远距控制								无变压器式倍压整流(硅管)
电路组成特点								无线远距控制								自动微调电路
								自动亮度对比度控制电路								预置微调式
								用电子管组成								用电子管或晶体管组成
																晶体管电视机
																采用集成电路
																混合式
																反向 AGC + 大输入信号抑止电路
																正向 AGC

代。在高频头电路方面,直到用 6 频道的初期,使用的是五极管高频头,以后开始用高跨导双三极管阴地栅地电路高频头,在迄今为止的很长一段时期内,主要就用这种形式。在 12 频道时代的中期,出现了高频特性很好的纽维斯特管等,跟着就使用起在性能上可以和阴地栅地电路式相比拟而电路却比较简单的单管中和电路高频头,这种高频头现在已经占主要地位了。随着全频道时代的到来,高频头的机械结构也大有改进。在下册附录 II 中可以看到历年来高频头方式及使用电子管的演变情况。

另一方面,显象管的偏转角也日益展宽,由 50° 、 70° 、 90° ,一直发展到 110° 、 114° ,显象管长度逐步缩短,此外,屏幕尺寸品种也大大增加,相继制成的有 3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、16、17、19、21、23、27 等型式(型号数字表示屏幕对角线吋数)。这样一来直接地促使偏转电路中所用的偏转线圈、行输出变压器和电子管发生变化,而为了充分发挥新型显象管的优点,这又间接地促使电视机整机设计必须相应改进。

1.2 接收机电路的基本组成及故障分析

前面已经说过,只要广播电波的形式以及图象在显象管上重现这些原则不变,那么接收电视电波的基本电路组成情况就不会有很大变化。这就是说,即使用晶体管来替换电子管,接收机的基本电路组成情况也是不变的。

图 1.1 是接收机的基本电路组成图,从工作机能上看,可分为下列各部分:

(1) 光栅显现电路(使显象管发光的电路,帧、行扫描偏转电路);

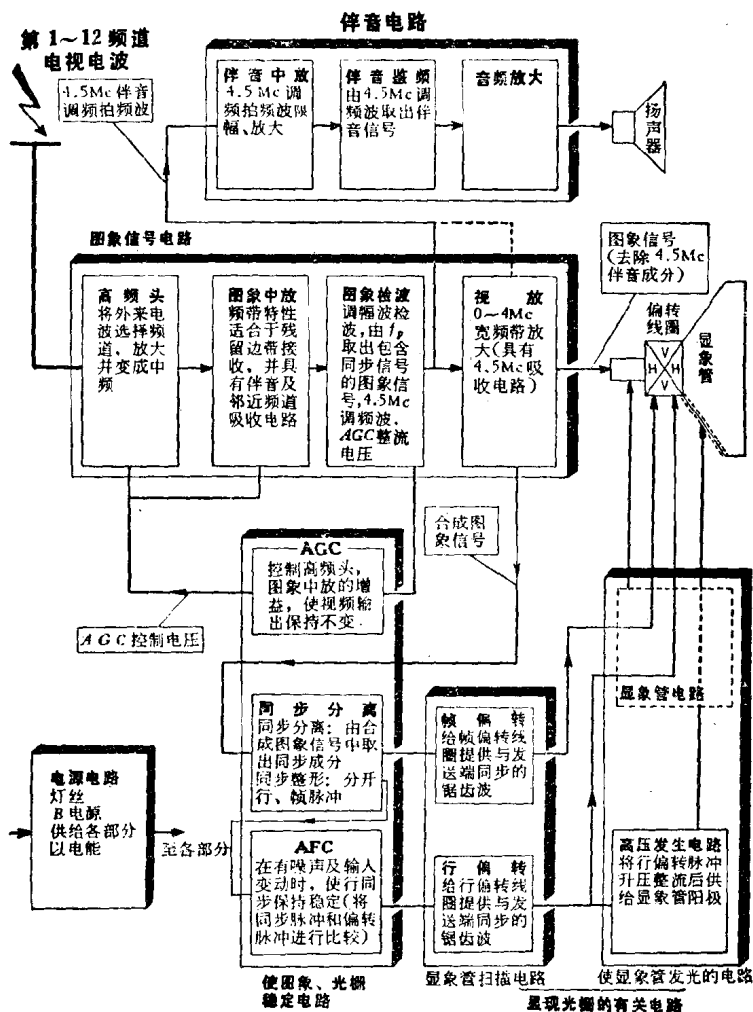


图 1.1 电视机基本电路的组成情况

(2) 图象信号电路(高频头、图象中放、图象检波、视频放大电路);

(3) 伴音信号电路(伴音中放、伴音鉴频、伴音低频放大

表 1.2 各部分电路的作用及主要故障症状

基本电路名称	电路的工作及机能	故障症状
光栅显现电路	形成图象显现所必须的光栅	和电影银幕破损及状态不良时的症状相同
显象管发光电路	使显象管上出现亮点, 为图象显现作准备 提供显象管所需电压	光栅暗淡, 聚焦不良, 晃动, 闪烁, 看不见……等
显象管扫描电路	使偏转线圈中流通锯齿波电流, 使亮点顺着水平、垂直方向扫描, 因而形成光栅	光屏尺寸变化, 宽高比变化, 产生各种失真、弯曲、晃动、跳动、皱纹……等
图象信号电路	传送表示图象内容的信号及其他附属信号, 同时传送伴音信号	与通过这系统传送的信号有关, 可能产生噪声、干扰, 虚假寄生信号
高频头	由天线中感应的许多电视电波中选择出所需频道电波, 将这电波放大并变成中频	根据选择频道的情况及噪声来判断
图象中放电路	对中频进行放大, 它的频率特性应适应残留边带接收方式及内载波伴音接收方式, 并能消除干扰	它主要决定接收机的总增益及图象质量, 只要不是接近振荡, 就不会使图象质量变得很坏
图象检波电路	调幅波检波→合成图象信号 拍频检波→4.5Mc 伴音调频波 AGC 检波→调幅波检波时产生的平均整流电压	首先 AGC 的作用变坏, 然后图象质量变得很差, 最后不出图象
视频放大电路	具有0~4Mc的宽频带特性, 用来放大合成图象信号, 内设有4.5 Mc伴音吸收电路	对比度变坏→出现负象→不出图象。图象有时从稍差状态一下子变得非常坏
图象稳定电路	组成图象: 控制偏转电路, 使它和发送端完全同步 AGC、AFC 电路: 排除不稳定性	图象组成情况被破坏, 发生跳动流动, 不能形成图象, 或者图象不稳定
同步电路	振幅分离: 由合成图象信号中分离出同步信号 频率分离: 从复合同步信号中分出行、帧同步脉冲	行同步被破坏, 则图象在水平方向流动, 帧同步被破坏, 则在上下方向跳动或移动
行自动频率调整(AFC)电路	行同步容易受到噪声干扰, 所以必须有专用的同步稳定电路	画面左右移动, 斜方向流动, 光屏紊乱。竖线弯曲, 向左右方向伸展, 振荡, 晃动
自动增益控制 (AGC) 电路	不论是电波强度变动, 还是噪声干扰, 用它来使图象信号传送系统稳定工作	加 AGC 电压的电路工作失常, 增益过大时图象质量、同步、伴音都要变坏
伴音电路	将图象检波后分离出来的伴音调频信号加以放大、鉴频、音频放大, 最后使扬声器放出声音	没有伴音时, 不一定是伴音电路的问题, 因为伴音信号还要经过图象通道, 有时伴音、图象、同步信号三者间有干扰
电源电路	给各部分供给电能	各部分如果没有电源, 就不能工作。电源哼声对各电路都有不良影响