

电视接收技术

胡瑞琰 编著



中国广播电视出版社



100659

电视接收技术

胡瑞塔 编著



中国广播电视出版社

(京)新登字 097 号

图书在版编目 (CIP) 数据

电视接收技术/胡瑞琰编著. —北京: 中国广播电视出版社, 1995. 8

ISBN 7-5043-2749-2

I. 电… II. 胡… III. 电视接收机 IV. TN948.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 13475 号

中国广播电视出版社出版

(北京复外广播电影电视部灰楼 邮政编码 100866)

地质六队印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开 576 (千) 字 (附图 3 张) 23.5 印张

1995 年 8 月第 1 版 1995 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1~11000 册 定价: 22.00 元

出版者的话

为了适应广播电视中专教育事业发展的需要,不断提高教材质量,广播电影电视部教育司和各广播电视中专课程组,在对第一轮中专工科教材修订的基础上,组织力量编定了第二轮广播电视中专工科教材,由中国广播电视出版社出版,并公开发行。这批计划出版的专业基础课教材有:《电子线路》、《电工基础》、《无线电技术基础》、《无线电测量》、《微型计算机原理与应用》、《脉冲与数字电路》、《电视原理》,共计7种。专业课教材有:《电波与天线》、《广播·电视·调频发送技术》、《广播播控技术》(含广播声学、有线广播、录音技术)、《电视播控与制作技术》(含摄像)、《电视接收技术》、《数字通信》、《微波与卫星接收技术》、《录音与录像技术》,共计8种。在教材编写过程中,力求做到立论正确,概念清楚,理论联系实际。

这批教材仍暂作试用教材,适于招收初中毕业生、学制为四年的学校使用。鉴于目前各学校招生对象和学制不尽相同,各校可根据教学大纲的要求选用有关内容。设有相近专业的其它中等专业学校和职业高中也可选用本教材。

这批教材还可以作为干部培训的中级教材和职工自学参考书之用,也可以供具有高中文化程度和一定无线电基础知识的读者阅读。我们殷切希望广大读者对本教材提出意见和建议,帮助我们做好教材出版工作。

广播电影电视部教育司

前 言

本书是根据1991年5月全国广播电视中专工科教材大纲审定会通过的《电视接收技术》教学大纲编写的,它是全国广播电视中专工科专业课教材之一。本书也可作为中专、中技学校有关专业教学、培训及自学的参考教材,也可供广播电视技术人员阅读。

全书以彩色电视接收机(以下简称电视机)为主要线索来安排各章节内容,同时又讲述了黑白电视机的有关电路。这样,既体现了教材的科学性,又使内容简洁,有利于节省教学时数。

电视接收技术和其他电子技术一样,经历了电子管、晶体管、集成化阶段。随着集成技术的迅速发展,许多分立元件电路已被集成电路所代替,而且集成度愈来愈高。面对这种情况,在教材内容上也应以集成电路为主,并着重于应用。尽管如此,本教材仍然严格遵循教学规律,讲求循序渐进,要求先掌握分立元件电路,系统分析晶体管电视机各单元电路的工作原理,然后,在“整机电路分析”一章中突出集成电路电视机。对集成电路,只讲功能方框和外围电路,以达到突出应用的目的。

本书还专门用一章的篇幅介绍了一些有关电视机的测试与维修实际知识,这也便于在本课程结束后,学生进行电视机的装机实践。

本教材应在《电子线路》、《无线电技术基础》、《脉冲与数字电路》、《电视原理》四门课程提供的基础理论和单元电路的基础上讲授。在课程的进行中,应充分利用电化教学手段,配合演示、实验、参观(电视台、电视机厂)等教学环节。

书中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100学时。

编者胡瑞琰同志受电视接收设备专业课程组的委托,在集体讨论的基础上,进行了全书的编写工作。

该书由高级工程师汪锡明、石昭生审稿,并提出了许多宝贵意见。在编写过程中,还得到广播电影电视部教育司、贵州和广东广播电视学校的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错,敬请读者批评指正。

编者

1995年元月于北京

目 录

第一章 概论	(1)
1-1 电视机的结构	(1)
1-2 电视机的组成	(1)
1-3 电视机的主要技术指标	(7)
第二章 高频调谐器	(11)
2-1 高频调谐器的组成、作用和指标	(11)
2-2 高频调谐器的基本电路	(14)
2-3 电路举例	(31)
2-4 频道预选器	(46)
第三章 中频通道	(50)
3-1 中频放大器	(50)
3-2 视频检波器	(56)
3-3 预视放和自动杂波抑制 (ANC) 电路	(57)
3-4 自动增益控制 (AGC) 电路	(60)
3-5 TA7607AP 中频系统集成电路	(68)
第四章 伴音通道	(71)
4-1 伴音电路的组成与作用	(71)
4-2 伴音中放及限幅	(71)
4-3 鉴频器	(74)
4-4 TA7243P 伴音系统集成电路	(78)
第五章 PAL_D 解码器	(80)
5-1 亮度通道	(81)
5-2 色度通道	(91)
5-3 副载波恢复电路	(104)
5-4 矩阵和末级视放电路	(118)
5-5 TA7193P 解码系统集成电路	(120)
第六章 同步与扫描电路	(127)
6-1 同步分离电路	(127)
6-2 场扫描电路	(134)
6-3 行扫描电路	(157)
6-4 TA7609P 扫描系统集成电路	(192)
第七章 显像管及其附属电路	(197)
7-1 黑白显像管及其附属电路	(197)
7-2 彩色显像管及其附属电路	(202)

第八章 稳压电源	(218)
8-1 稳压电源的性能要求与形式	(218)
8-2 线性稳压电源	(219)
8-3 开关稳压电源	(225)
8-4 恒压变压器	(237)
第九章 电视机的红外遥控系统	(243)
9-1 电视机的遥控技术	(243)
9-2 遥控电路举例	(259)
9-3 M9081G 红外遥控系统	(277)
第十章 整机电路分析	(295)
10-1 牡丹 TC-483D 型机	(295)
10-2 北京 8306 型机	(309)
第十一章 电视机的测试与维修	(327)
11-1 维修概述	(327)
11-2 故障判别与检查方法	(332)
11-3 故障检修举例	(340)

第一章 概 论

电视接收机（简称电视机）是广播电视系统的终端设备。其功能是，将接收到的预定频道的高频电视信号，经过一系列变换、分离及处理，最后重显图像和重放伴音。

1-1 电视机的结构

电视机按照电路结构的不同，可分为直接放大式和超外差式两大类，如图 1-1 所示。图 1-1 (a) 为直接放大式，直接放大式灵敏度低、抗干扰性及稳定性差，现已淘汰。超外差式选择性好、灵敏度高而且稳定、转换频道及调谐简便，目前，几乎成为电视机的基本格式。

超外差电视机有双通道和单通道之分。前者，在混频后把图像中频信号、伴音中频信号分别送到图像通道、伴音通道处理，如图 1-1 (b) 所示。后者，图像和伴音共用一个中频通道。单通道中放具有电路简单和稳定性好的优点，因此，得到广泛应用，如图 1-1 (c) 所示。

1-2 电视机的组成

一、黑白电视机

典型的超外差单通道式黑白电视机原理方框图如图 1-2 所示，它由如下七个单元电路组成。

（一）高频调谐器

高频调谐器由输入电路、高频放大器、混频器和本机振荡器组成。从天线接收到的高频电视信号，由输入电路选出所需频道信号后，经高频放大器放大，被送到混频器，与本机振荡器输出的频率较高的等幅正弦波进行混频，产生图像中频信号和伴音中频信号。

（二）中频通道

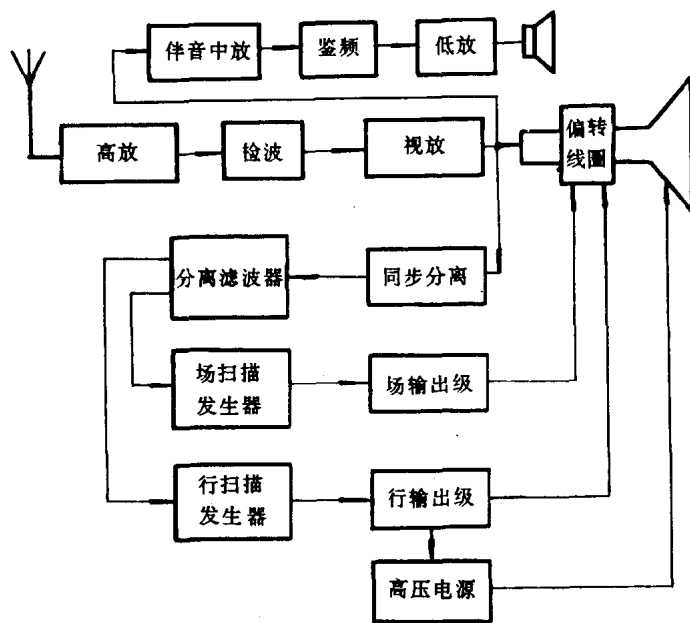
图像中频信号和伴音中频信号进入中频通道后，经中频放大器放大（两者的放大量各不相同），视频检波器检波和差拍，便得到视频全电视信号和第二伴音中频信号。

（三）伴音通道

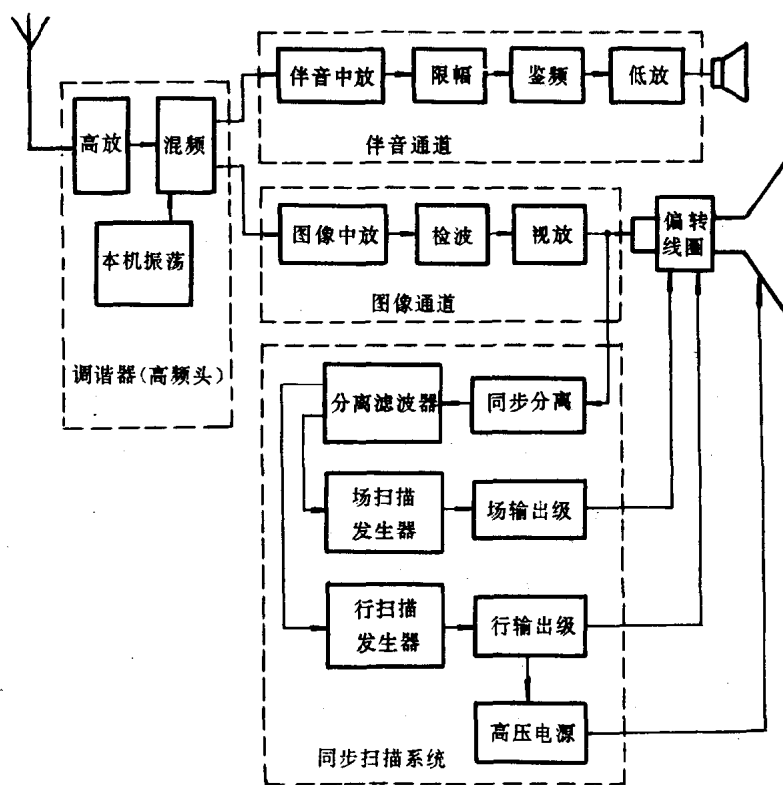
伴音通道包括伴音中放电路、鉴频器和低频放大器。第二伴音中频信号首先由伴音中放电路放大，然后经鉴频器取出音频信号，最后由低频放大器放大，推动扬声器。

（四）视频放大器

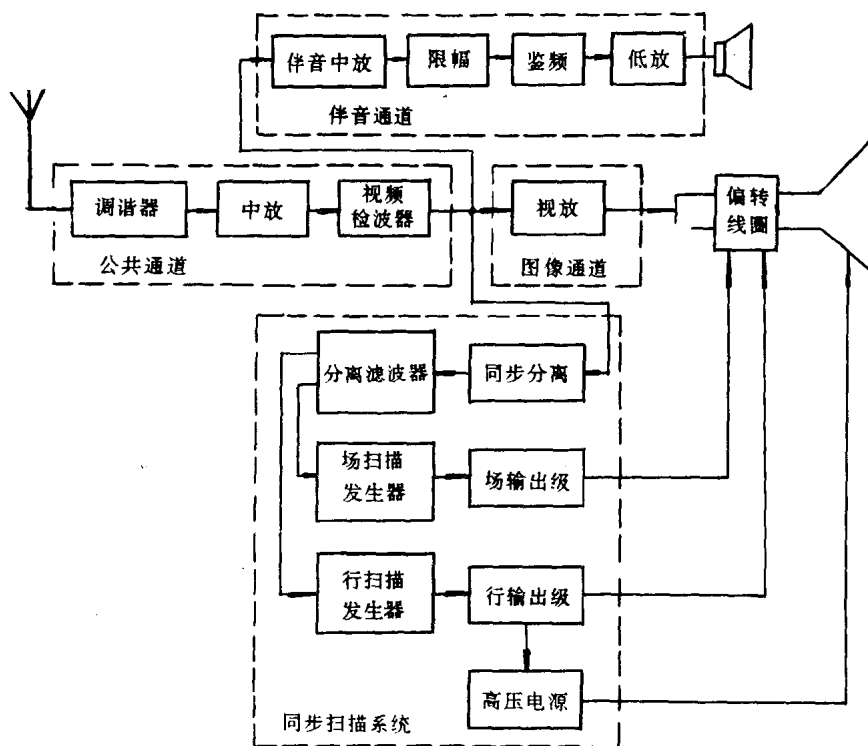
视频放大器一般由两级组成，第一级是预视放电路，其作用是分配信号，即把视频全电视信号分别送到视放输出级、自动增益控制（AGC）放大电路、同步分离电路，把第二伴音中频信号送到伴音通道。第二级是视放输出级，它将视频信号放大后，激励显像管。



(a)



(b)



(c)

图 1-1 电视机基本结构

(a) 直接放大式 (b) 超外差双通道式 (c) 超外差单通道式

(五) 同步与扫描电路

该电路是使电子束按一定规律偏转以形成光栅的极其重要的组成部分，它包括同步分离电路、场扫描电路和行扫描电路。

同步分离电路的作用是把全电视信号中的复合同步信号用幅度分离器分离出来，然后用频率分离器分出行、场同步信号，分别去控制行、场扫描电路。

行、场扫描电路的作用是在行偏转线圈和场偏转线圈中产生锯齿波电流，控制显像管中的电子束进行行、场扫描。与此同时，在逆程期间还给视放输出级提供行、场消隐信号。

行扫描电路还为显像管提供正常工作所需的 100~400V 中压和 9000~16000V 高压。

(六) 显像管、显像管附属电路及偏转线圈

显像管是电视机的显示器。显像管的附属电路主要有亮度调节电路、聚焦电路和关机亮点消除电路，前者用来调节荧光屏光栅亮度，并使电子束聚焦良好，后者是显像管的保护电路。偏转线圈的作用是控制显像管中电子束的运动方向。

(七) 稳压电源

将交流 220V 电压降压后，经整流、滤波和稳压，输出一稳定的直流低压，供给电视机各级电路。

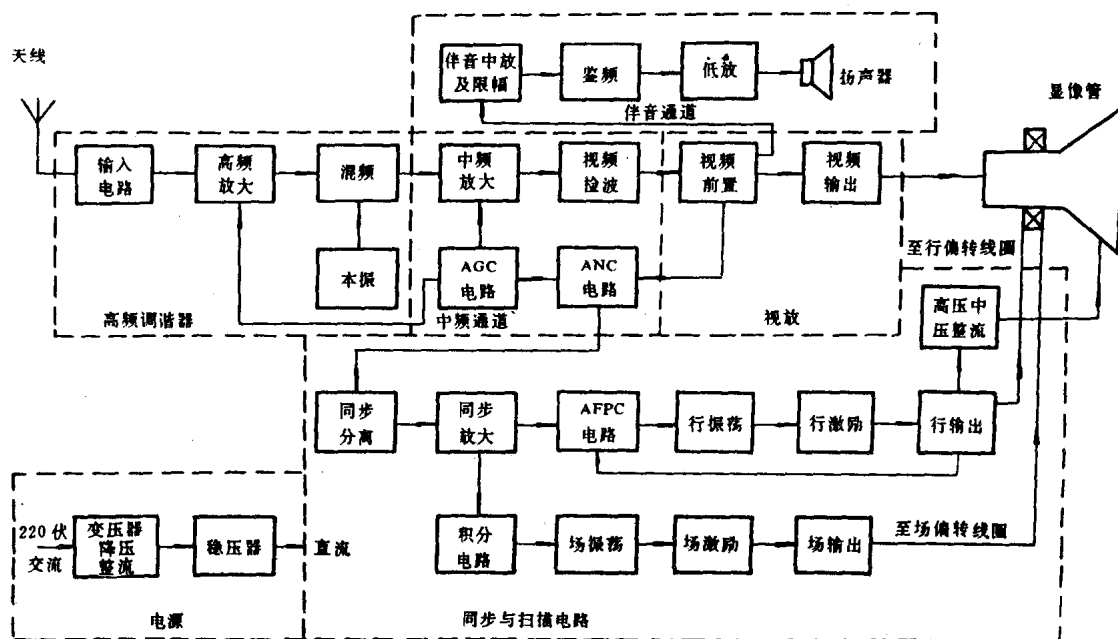


图 1-2 黑白电视机原理方框图

二、彩色电视机

目前，世界各国采用的彩色电视制式都能与黑白电视兼容，因此，彩色电视机除了包含黑白电视机电路的所有部分外，还具有能处理彩色全电视信号的解码器和彩色显像管。图 1-3 是 PAL-D 彩色电视机原理方框图。

从视频检波得到的彩色全电视信号进入解码器后，经放大、处理，还原为三个基色信号。

解码器是彩色电视机特有的电路，它相当于黑白电视机中视频放大器的扩大。解码器包括亮度通道、色度通道、副载波恢复电路、矩阵和末级视放电路等四个部分。

(一) 亮度通道

亮度通道是将彩色全电视信号中的色度信号抑制掉，而把亮度信号分离出来，并加以放大、延时及相应处理的电路。亮度通道应具有 6MHz 的视频带宽和足够的线性放大量。它一般均采用直接耦合放大器，也可以采用交流耦合加直流分量恢复电路（箝位电路）。此外，亮度通道还设有一些辅助电路，例如，副载波吸收电路及自动清晰度控制（ARC）电路，轮廓补偿（勾边）电路、延时补偿电路、亮度及对比度调节电路、自动亮度限制（ABL）电路、消隐电路、直流分量恢复电路。

(二) 色度通道

色度通道是从彩色全电视信号中分离出色度信号并解调出两个色差信号的电路。它主要由色度带通滤波放大器、延时解调器和同步解调器组成。为了保证色饱和度的稳定和改善兼容黑白图像质量，还设置了自动色饱和度控制（ACC）和自动消色（ACK）等附属电路。

(三) 副载波恢复电路

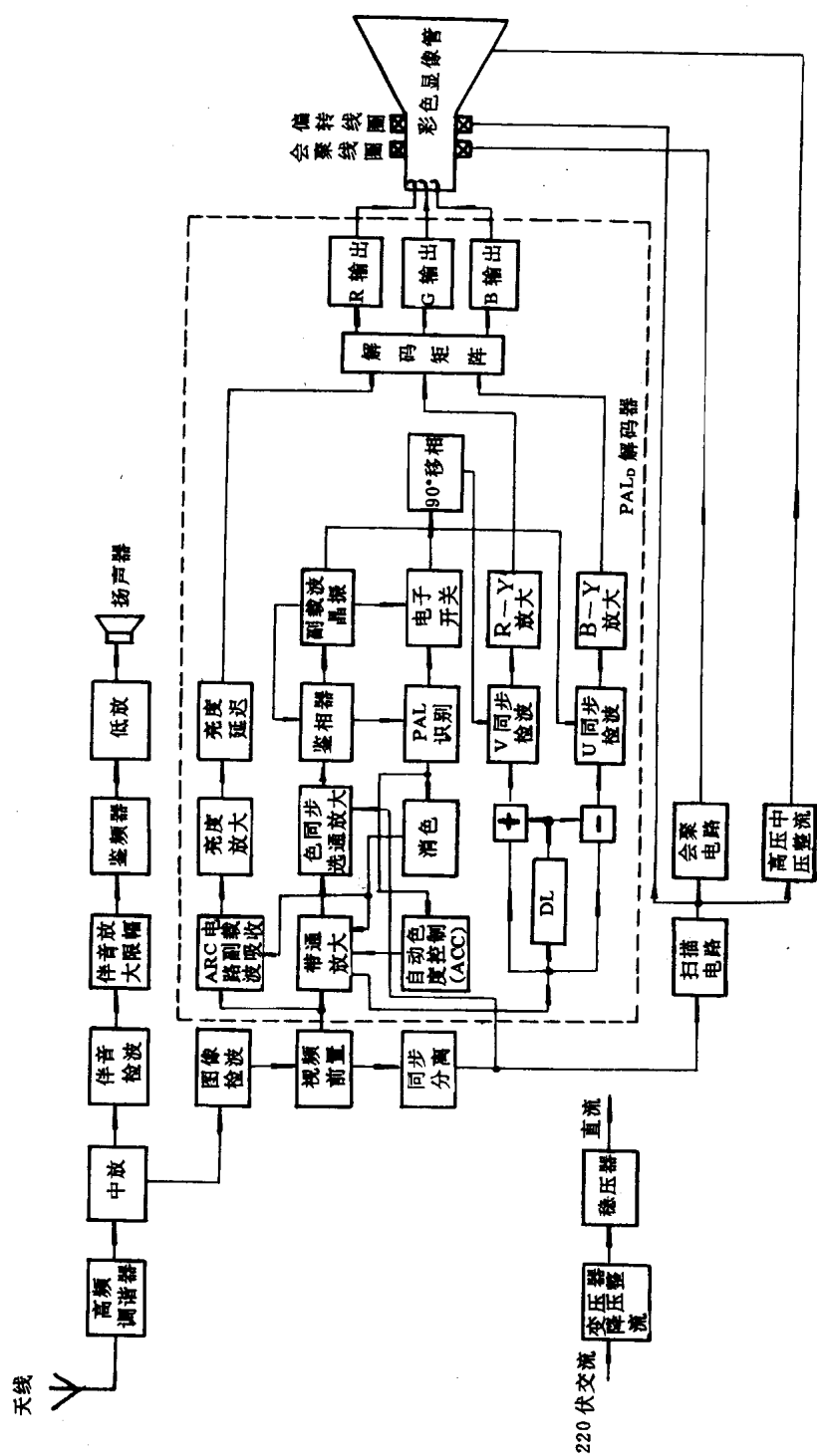


图 1-3 PAL-D 彩色电视机原理方框图

副载波恢复电路的作用是产生供色度通道正确解调用的几种辅助信号,其中包括 U 、 V 同步解调器所需的两种解调副载波、自动消色控制信号和自动色饱和度控制信号等。副载波恢复电路由色同步选通放大器、鉴相器、环路滤波器、副载波压控晶体振荡器、副载波 90° 移相电路、半行频放大器、PAL 识别电路(双稳态电路)和 PAL 开关电路等单元组成。

(四) 矩阵和末级视放电路

矩阵和末级视放电路的作用,是将亮度信号 Y 与色差信号 $(R-Y)$ 、 $(B-Y)$ 进行矩阵变换(运算),以得到激励彩色显像管所需的 R 、 G 、 B 三基色信号。其中,从 $(R-Y)$ 和 $(B-Y)$ 得到 $(G-Y)$ 的电路称为 $(G-Y)$ 色差矩阵电路,从三个色差信号和亮度信号得到三个基色信号的电路称为基色矩阵电路。

将三个色差信号和一个亮度信号形成三个基色信号的方法有两种,一种是在显像管外,利用电阻和晶体管电路组成的矩阵进行矩阵变换来获得基色信号,这种方法叫“基色激励”;另一种方法,是利用彩色显像管内部阴极和控制栅极对电子束流的控制作用,由显像管本身来完成矩阵变换,这种方法叫“色差激励”。目前,由于彩色显像管已采用自会聚管,管内只有一个统一的控制栅极,所以都采用基色激励的外矩阵法。

三、黑白电视机与彩色电视机的指标

黑白电视机与彩色电视机的技术指标,如下表所列。

项 目	黑白电视机	彩色电视机
视频信号带宽	3.5~5.5MHz	4.5~6MHz
通道特性不平度	<30%	<10%
通道对伴音的衰减	>20dB	>50dB
本振频率稳定度	$\Delta f < 300\text{kHz}$	$\Delta f < 100\text{kHz}$
ABL (自动亮度限制)	无要求	射束电流<1mA
高压稳定性	$\Delta V < 10\%$ (0~150 μ A)	$\Delta V < 10\%$ (0~1mA)
直流分量保持	无要求	80~100%
微分增益失真	无要求	$\Delta K < 10\%$
微分相位失真	无要求	$\Delta \Phi < 10^\circ$
亮度与色度信号的延迟误差	无要求	$\tau_d < 100\text{ns}$
色度通道带宽	无要求	$\Delta f > 2\text{MHz}$
ACC (自动色度控制)	无要求	>12dB
ACK (自动消色)	无要求	>20dB
解调波形失真	无要求	<20%
解调角误差	无要求	$\Delta \Phi < 10^\circ$
识别稳定性	无要求	信/噪>16dB
捕捉范围	无要求	> $\pm 300\text{Hz}$
保持范围	无要求	> $\pm 600\text{Hz}$
白平衡	无要求	亮暗白色色温不变
色纯度	无要求	无混色
会聚误差	无要求	中心<0.35% 屏幕四周<0.7%
X 射线的照射量	无要求	<0.5mR/H

1-3 电视机的主要技术指标

一、灵敏度

电视机的灵敏度，是指电视机接收微弱信号的能力。一般分为增益限制灵敏度和有限噪声灵敏度。

(一) 图像增益限制灵敏度

当电视机有关增益控制处于最大状态时，在显像管上获得标准图像输出所需的输入信号电平，称为电视机的图像增益限制灵敏度。

(二) 图像有限噪声灵敏度

当信噪比等于 30dB 时，在显像管上获得标准图像输出所需的输入信号电平，称为电视机的图像有限噪声灵敏度。

一般要求电视机的图像有限噪声灵敏度范围是，75 Ω 阻抗输入时：甚高频 (VHF)，黑白机不劣于 200 μ V，彩色机不劣于 250 μ V；超高频 (UHF)，黑白机不劣于 250 μ V，彩色机不劣于 350 μ V。300 Ω 阻抗输入时：UHF，黑白机不劣于 400 μ V，彩色机不劣于 500 μ V；UHF，黑白机不劣于 500 μ V，彩色机不劣于 700 μ V。

(三) 伴音灵敏度

伴音灵敏度是指，当伴音通道的信号噪声比为 30dB 时，在扬声器获得标准伴音输出所需最小输入信号电平。

通常电视机的伴音灵敏度要求小于图像有限噪声灵敏度标称数值的三分之一。

二、选择性

电视机的选择性，是指电视机的图像输出保持为一定值时，在频道外干扰频率上的输入信号电平 u'_i 与在对应各频道图像载频上的输入信号电平 u_i 的比值。以分贝表示选择性 S_1 可表示为

$$S_1 = 20 \log \frac{u'_i}{u_i} \quad (\text{dB})$$

因此，电视机的选择性，是接收机选择信号及抑制干扰的能力的一个指标。在同一时间里有许多套电视节目同时广播，选择性好的接收机，能在这许多套电视节目中选出一个观众需要收看的节目，不受其他节目的影响。

电视机的选择性，是由接收机的各个谐振回路的总谐振特性决定的，为了使放大后的信号波形不失真，就要求接收机对通频带以内的信号频谱分量有同样的放大量，而在通频带以外的干扰不予放大。

一般要求电视机的选择性在偏离图像载频时符合如下衰减量：

在 -1.5MHz 处不小于 30dB (彩色)、25dB (黑白)；

在 +8MHz 处不小于 40dB (彩色)、30dB (黑白)；

在 -1.5MHz 至 -3MHz 和 +8MHz 处不小于 20dB (彩色)、30dB (黑白)。

三、亮度鉴别等级（灰级）和图像解像力

电视机亮度鉴别等级和图像解像力均与电视机接收通道的保真度有关，也就是说与接收通道的频率特性、相位特性和非线性失真有关。

一般要求电视机的亮度鉴别等级不小于七级（即灰度等级）。

图像解像力以水平与垂直方向所分辨的线数表示，通常在测试卡的楔形线束旁标出。

在屏幕中央部分，水平解像力不低于 350 线（对彩色电视接收机要求不低于 300 线）。

在屏幕中央部分，垂直解像力不低于 450 线（对彩色电视机要求不低于 350 线）。

四、图像几何失真与扫描非线性失真

图像几何失真是指在标准图像尺寸时，图像轮廓与轮廓图形四角联成的四边形的偏差。这种失真可分为水平和垂直的梯形失真、桶形失真、枕形失真以及平行四边形失真等。一般要求电视机的图像几何失真不大于 3%。

扫描非线性失真是指在通过图像中心切面上，沿水平或垂直方向，各点电子正程速度的最大偏差与平均速度的比值。一般要求电视机的扫描非线性失真满足：

水平方向不大于 10%；

垂直方向不大于 8%。

五、电视机的同步范围

电视机的同步范围，是指同步信号能够控制扫描电路的频率范围。一般要求电视机的同步范围满足：

（一）行同步保持范围（图像保持同步的范围）要求不小于 $\pm 400\text{Hz}$ ；

（二）行同步引入范围（从断开至接入信号时，图像引入同步范围）要求不小于 $\pm 200\text{Hz}$ ；

（三）帧同步范围要求不小于 $+2\text{Hz}$ 至 -4Hz ；

（四）保持同步的电源电压变化范围要求不小于 $\pm 10\%$ 。

六、自动增益控制特性

自动增益控制特性是表明接收机输出电压与输入电压之间的关系特性。为了适应复杂变化的不同接收条件，我们希望输入电压变化时，能保持输出基本上不变，以提高接收质量。

一般要求电视机的自动增益控制作用能满足当输入电平变化不小于 40dB（乙级机）~ 60dB（甲级机）时，相应输出电平变化为 $\pm 1.5\text{dB}$ 。

七、图像幅度及阳极高压的稳定性

当电源电压变化或显像管射束电流变化（由于电视图像明暗变化引起）时均可影响阳极高压，从而使图像幅度变化。电视机一般要求：

（一）电源电压变化 $\pm 10\%$ 时，图像幅度变化不应大于 $\pm 5\%$ ；而阳极高压变化不应大于 $\pm 10\%$ 。

（二）显像管射束电流变化时，图像幅度变化不应大于 $\pm 5\%$ ；而阳极高压变化不应大于 $\pm 10\%$ 。

八、伴音不失真功率

电视机一般要求伴音不失真功率不小于 1 瓦。

对彩色电视机，除上列各项技术指标外，还应加上几项与色度信号有关的技术指标。当这些技术指标不能满足要求时，彩色电视机就无法正确地重显彩色图像。

九、色度信号解调误差

色度信号解调误差包含下列三个方面：

(一)解调角误差——是指同步解调用的本机副载波相位与被解调色度信号副载波相位的偏差。

(二)相位匹配误差——是指输入延时分离电路中的色度副载波中延时成分和未延时成分的相移与正确相移的偏差。

(三)幅度匹配误差——是指输入延时分离电路中的色度信号中延时成分和未延时成分的幅度偏差。

为了使解调后的色度信号不产生明显的彩色失真，彩色电视机一般要求：

(一)解调角误差不应大于 $\pm 15^\circ$ 。

(二)相位匹配误差不应大于 $\pm 5^\circ$ 。

(三)幅度匹配误差不应大于 15%。

十、矩阵变换误差

彩色电视的色差信号或基色信号，通常是由一定比例的各种输入信号经矩阵电路变换而成。当获得正确输出信号而所需的输入信号比例不正确时，称为矩阵变换误差。

由于各生产厂规定的基准白的色温不同，使用的显像管三基色坐标不同，不宜用统一的基色矩阵误差公式来计算不同亮度方程式的基色矩阵误差，因此“彩色电视广播接收机基本条件参数及技术要求”中的基色矩阵误差由企业在产品技术条件中规定。

十一、直流分量恢复能力

直流分量恢复能力，是指当图像内容变化时，保持黑电平不漂移的能力。在彩色电视机中，黑电平漂移不仅产生亮度涨落，而且导致彩色失真。因此要求满足：

(一)亮度信号直流恢复能力不劣于 80%。

(二)基色信号直流恢复能力不劣于 70%。

(三)色差信号直流分量恢复能力不劣于 70%。

十二、自动色饱和度控制能力

彩色电视机收到的彩色全电视信号，由于在传输过程中所引起的副载波衰减，使输入到矩阵电路的色度信号幅度不稳定，这样与同时输入到矩阵电路的亮度信号不能保持一定的比例，此时矩阵电路就不能正确恢复三个基色信号，引起图像的饱和度变化。因此，在彩色电视机中，除了在调谐器和中频放大器中加有自动增益控制电路外，还须在色度通道中再加色度信号自动增益控制电路，自动控制输入到矩阵电路中的色度信号与亮度信号保持一定的比

例，从而得到稳定正确的彩色图像。

所谓自动色饱和度控制能力，也就是色度信号的自动增益控制能力。通常彩色电视机要求色度信号的自动增益控制能力不应小于 10dB，相应输出电压变化为 $\pm 1.5\text{dB}$ 。

十三、彩色同步稳定性

为了保证获得稳定的彩色图像，则要求色同步信号下降 12dB 时，仍能获得彩色同步能力，而且要求：色同步保持范围不应小于 $\pm 300\text{Hz}$ ；色同步引入范围不应小于 $\pm 200\text{Hz}$ 。

十四、色纯与会聚

为了使彩色显像管能正常工作，要求彩色显像管工作时应满足下面两个条件：

(一) 三个（即红枪、绿枪、蓝枪）电子束只能分别打在各自对应的（红、绿、蓝）荧光粉点子上，而不打在其他颜色的荧光粉点子上。这就是“色纯”的要求。

(二) 三个电子束必须同时通过一个荫罩孔，打在荧光粉的一组三色点上，若有一个电子束打到别组荧光粉点子上去，图像就会出现彩色镶边。这就是“会聚”的要求。

对于彩色电视机的色纯调整与会聚调整，在屏幕的不同区域（见图 1-4）要求有所不同，它们应分别满足下列指标：

(一) 色纯度误差及白场不均匀度——在 A 区（以 80% 垂直幅度为直径的圆）不大于 5%，在 B 区（以 100% 水平幅度为直径的圆）不大于 10%。

(二) 会聚误差——在 A 区小于 1.5mm，在 B 区小于 3mm。

(三) 白平衡应满足在调节亮度时不产生显眼的改变（主观观测）。

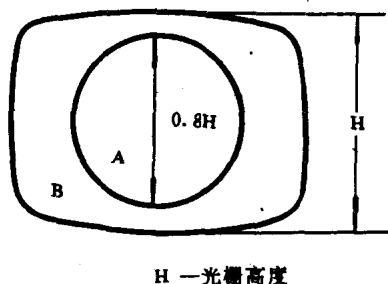


图 1-4 屏幕分区

复习思考题

1. 看图 1-2 和图 1-3，说明超外差单通道黑白电视机和彩色电视机的组成及其异同点。
2. 列表比较黑白电视机与彩色电视机的主要性能指标。
3. 列举电视机的 14 个主要技术指标，并说明其定义。