

第5章 模拟电视调制传输与接收

5.1 模拟电视信号广播的调制方式

1. 视音频基带信号

黑白全电视信号（**标清**视频信号）频带从0至6MHz，声音（伴音）信号频带从40Hz至15kHz，属于基带信号。要将它们传输给用户，需通过对射频信号（载波信号）进行调制，由射频信号发射出去。基带信号为调制信号，被调制后的射频信号称已调信号。

2. 基带信号的调制传输方式

主要有地面（无线电）开路广播、有线电视广播和卫星电视广播三种方式。

无线电波按频率可分为：

长波（LW）：波长大于1km（频率低于300kHz）

中波（MW）：波长为100 至 1km（频率为300至3000kHz）

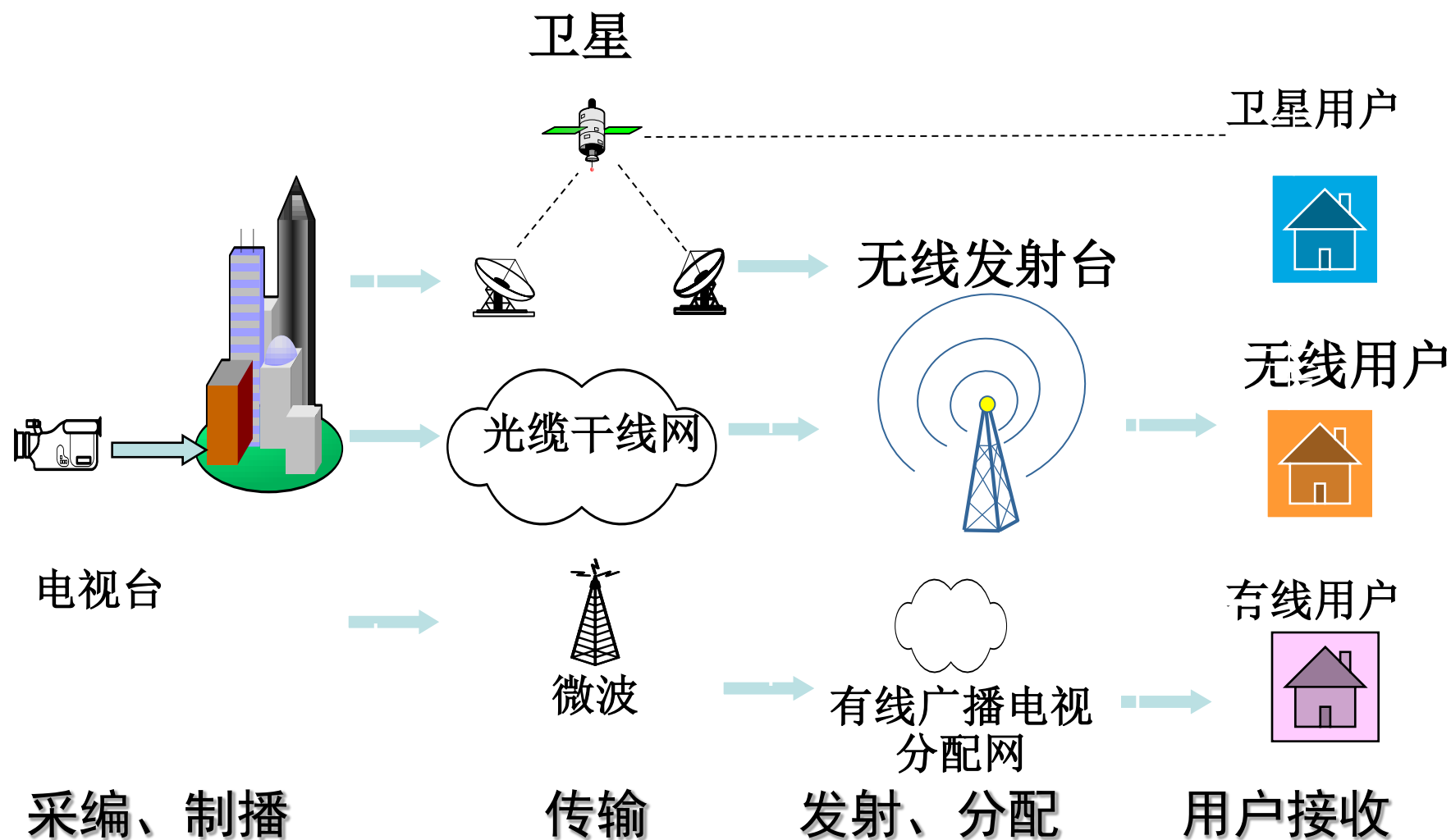
短波（SW）：波长为10 至 100m（频率为3至30MHz）

超短波：米波（甚高频VHF）—— 波长为1 至 10m
（频率为30至300MHz）

分米波（特高频UHF）—— 波长为10 至 100cm
（频率为300至3000MHz）

微波：频率高于1GHz

广播电视覆盖方式



(1) 无线电波开路广播方式-----即地面广播方式

它运用一定频率范围的已调射频信号，以无线电波的形式由发射天线向外发射到达用户。

无线电波的传播形式：

地面波、天波和视距传输(空间波)

楼宇

电波以什么形式传播主要取决于它的波长。

➤ **地面波传输**：沿着地球表面传播的方式，能达几十至几百公里。
300 - 3000 kHz

◆ **优点**：传播的质量好，但是频率越高，地面对电波的吸收越严重。

◆ **中波广播**主要采用地面波传输。

➤ **天波传输**：利用高空电离层的镜面反射。能达几百公里至几千公里。

3 - 30MHz

➤ **优点**：能以较小的功率进行可达数千千米的远距离传播。

➤ **缺点**：天波传播的规律与电离层密切相关,由于电离层具有随机变化的特点,因此天波信号的衰落现象比较严重,传输质量不稳定。

➤ **短波广播**（为4至22MHz）主要采用天波传输。

空间波

➤ **视距传输**：电波依靠发射天线与接收天线之间的直视的传输方式,距离不超过视距。

➤ 超短波 (^{30 Hz - 3000 MHz} **FM广播和地面电视广播**)，损耗大，又会穿透电离层，只能依靠空间波在直视范围传播到接收点。

➤ 此种方式要求天线具有强方向性,而且有足够高的架设高度。

➤ 要考虑到雨和大气成分的衰减及散射作用。

➤ 电视广播采用视距传输。

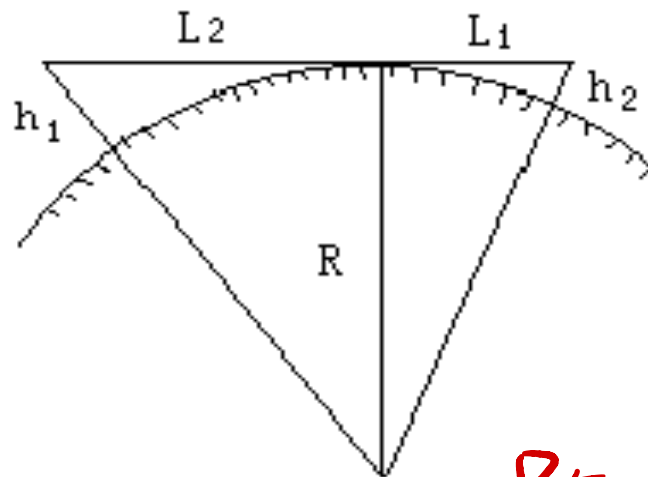
视频信号若采用无线开路广播，射频要选40至50MHz以上的超短波。因为载波的频率要比调制信号高5—7倍，所以需要采用空间波在直视范围内传输到接收点。 *6m*

电视发射天线发射电波的覆盖范围取决于**发射功率**和**发射天线高度**。

$$L_1 = \sqrt{(R + h_1)^2 - R^2} \approx \sqrt{2Rh_1}$$

$$L_2 = \sqrt{(R + h_2)^2 - R^2} \approx \sqrt{2Rh_2}$$

$$L = L_1 + L_2 \approx L_1$$



P5.2

h_1 为发射天线高度， R 为地球半径。

- 发射天线高度为200米，覆盖范围为50公里。

- 无线开路广播的缺点
 - (1)视音频质量不高
 - (2)接收信号有盲区
 - (3)拨出节目套数少

为增加覆盖范围采用微波接力或差转接力、有线电视、卫星电视广播网。

(2) 有线电视广播方式

有线电视网按通带宽度分有300MHz、450MHz、550MHz和850MHz等几种。调制方式和地面广播相同，但与外界存在的电磁波隔离（闭路）既具有很强的抗干扰能力，又可安置增补频道。另外，干线采用光缆，（光缆的调制方式是不一样）传输容量比同轴电缆大几百倍。

(3) 卫星电视广播方式

优点：卫星电视广播可覆盖全国，并无高楼的遮蔽现象或重影干扰。

方式：直播（卫星广播）、通信（集体接收）

国际上对卫星广播规定了三个可用的频段：

L波段（0.39至1.55GHz）内的0.62至0.78GHz频段，S波段（1.55至5.20GHz）内的2.50至2.79GHz频段，K波段（10.9至36.0GHz）内的11.7至12.5GHz频段（也称 K_U 波段）。

通信卫星使用的频段有两个：

C波段（3.9至6.2GHz）内的6/4GHz（上行为5.925至6.425GHz，下行为3.7至4.2GHz）；

K波段（10.9至36.0GHz）内的14/11GHz（上行为14.0至14.5GHz，下行为10.95至11.7GHz）。

5.2 图像信号的调制方式

振幅调制 残留边带调制 极性反转

调制的原因：

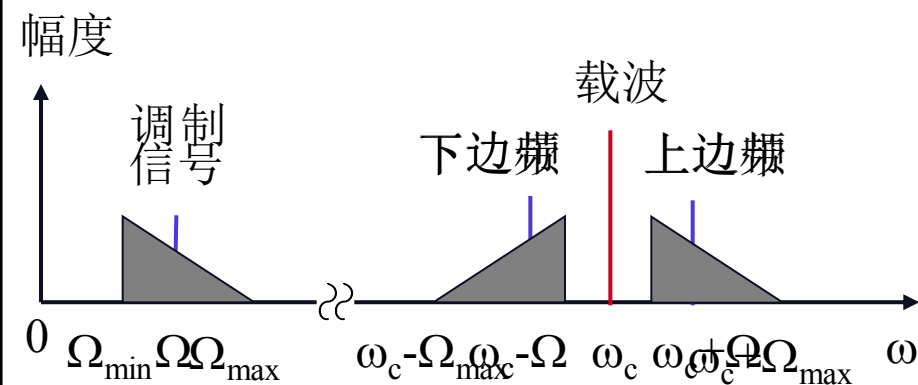
- a) 只有将低频信号“附加”在高频载波上才能用尺寸适当的天线进行有效的电磁辐射。
- b) 通过调制可将各路节目信号在频谱上区分开来。

在模拟方式的广播电视系统中用得比较多的是调幅和调频。
中短波广播采用了调幅方式，
立体声广播采用了调频方式，
电视的图像信号采用了调幅方式，
伴音信号则采用了调频方式。

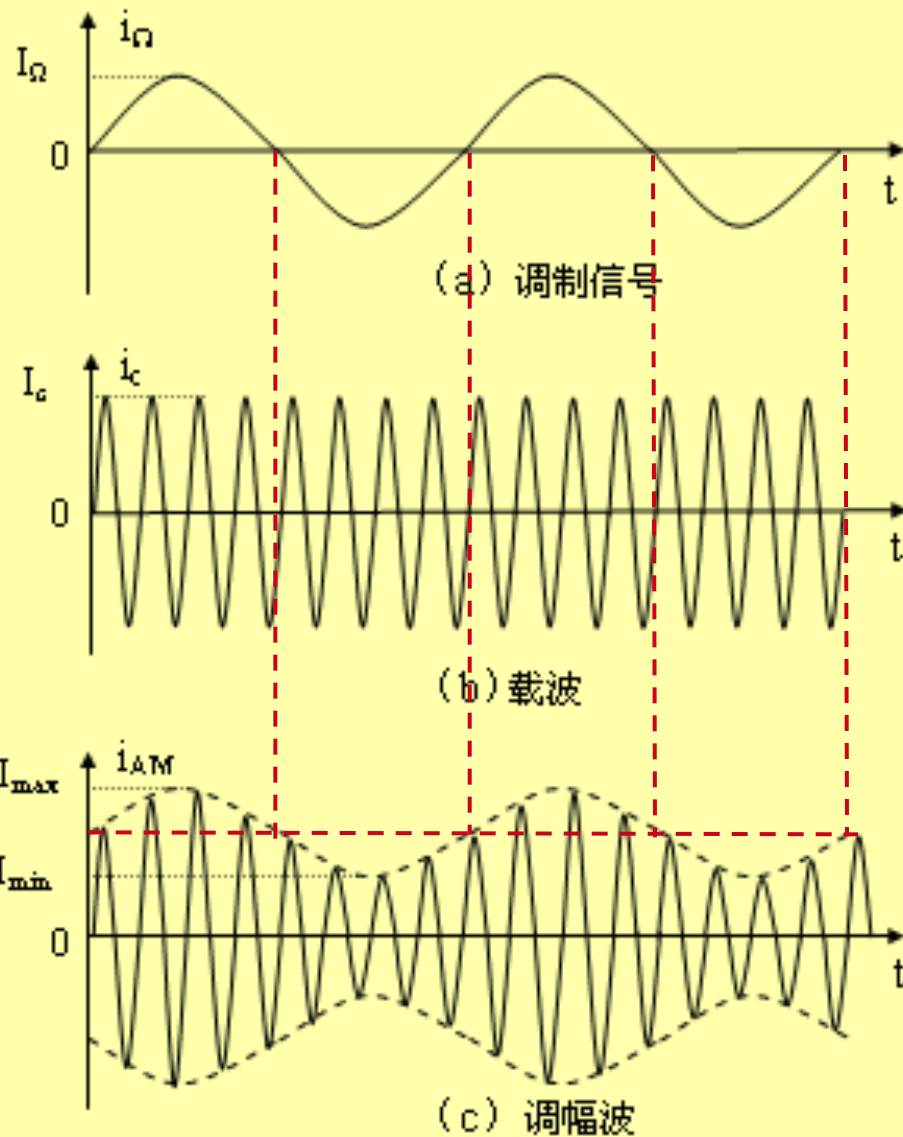
5.2.1 残留边带调幅原理

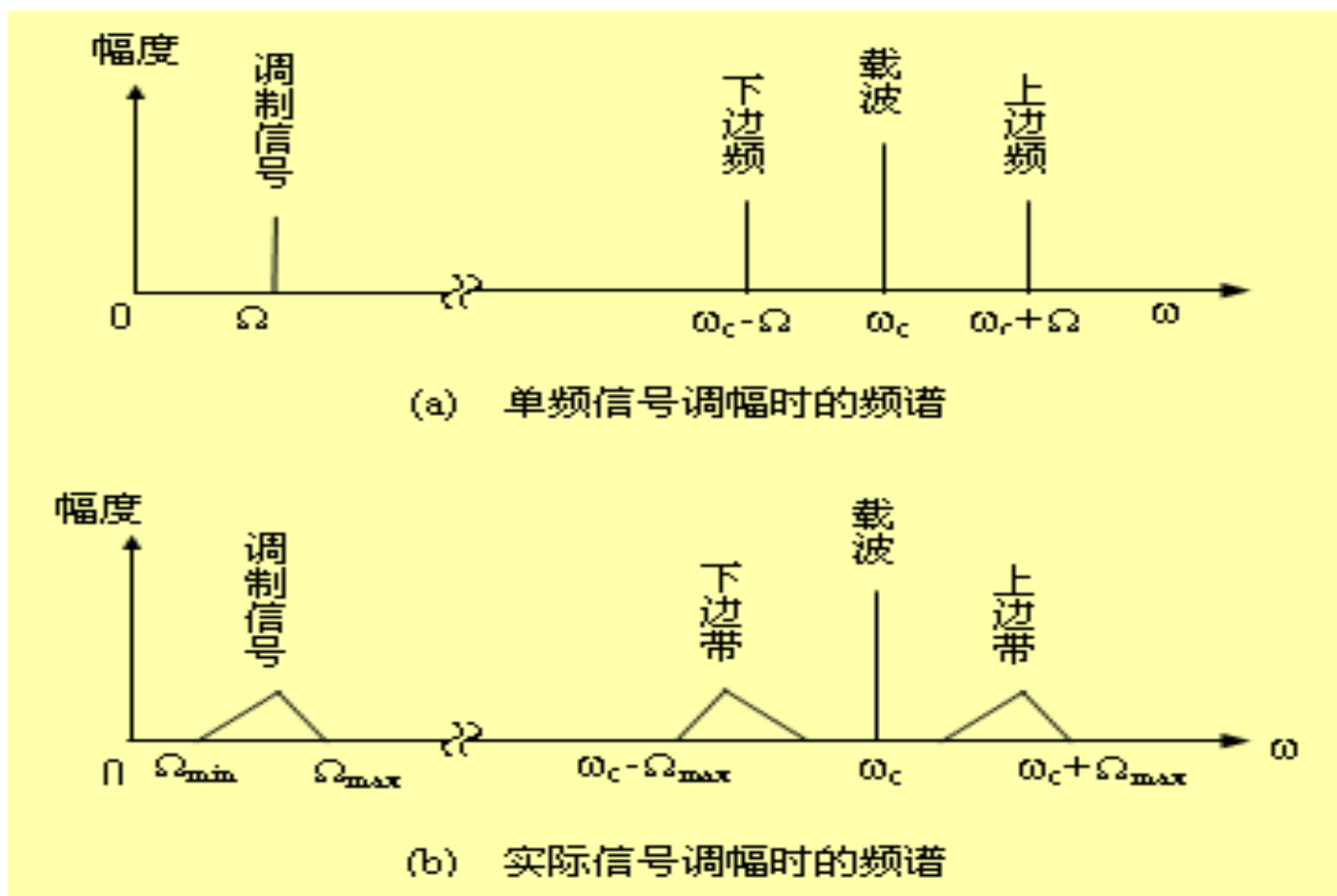
双边带调幅原理

- 用调制信号去控制改变高频振荡载波信号的幅度。
- 调幅信号频谱



调幅波形





我国规定一个调幅广播电台所占用的频带宽度**9—10kHz**，意味着声音信号最高频率为**5kHz**。

1) 图像信号的残留边带调幅

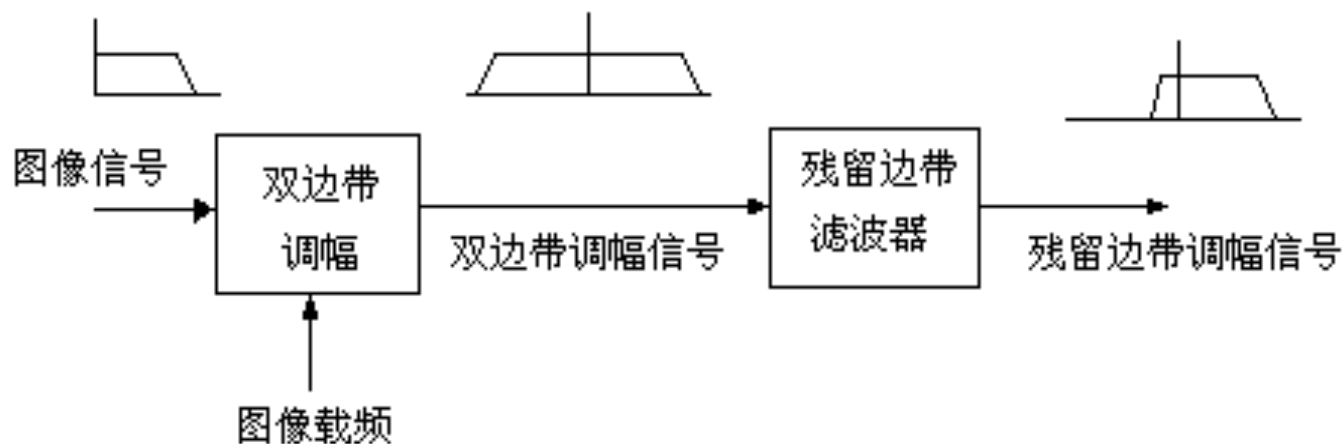
图像信号的带宽达6MHz，如果采用双边带调幅，通频带需要12MHz，在电视广播频段内安排的频道数将减少，不实用。

而单边带调幅，通频带窄，但很难实现。

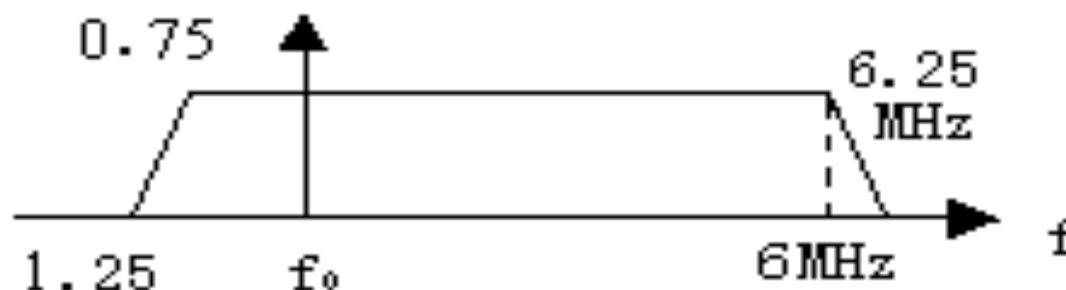
故采用折中方案：**残留边带调幅**传输。

残留边带调幅——传输一个完整的边带（上）和一个限带的边带（下）。

实现的方法：双边带调幅+ 残留边带滤波器



我国的残留边带幅频特性



下边带残留**0.75MHz**,上边带为**6MHz**,为了便于残留边带滤波器的设计,下边带允许有**0.5MHz**的渐降过渡区（截止

频率设在**1.25MHz**）,上边带在**6.25MHz**处衰减**40db**以上。

一路已调射频信号的图像信号部分带宽为**7.25MHz**。

在图像信号的**0至0.75MHz**部分,用双边带传输,而**0.75至6MHz**,用单边带传输。

优点:

- (1) 带宽变窄;
- (2) 发送端的滤波器容易实现;
- (3) 不增加接收端检波电路的复杂性（用普通的幅度检波即可，不须同步检波）。

缺点：存在幅频失真和正交失真。

- 双边带调幅表达式:

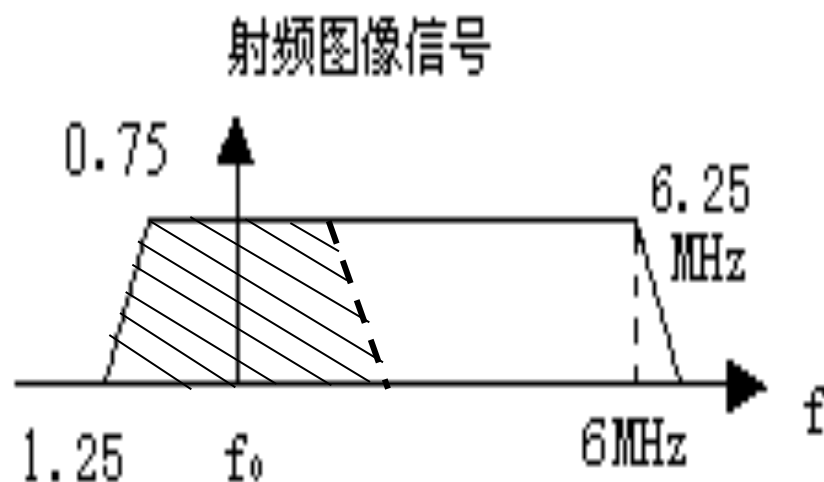
$$\begin{aligned}u &= [U_{pm} + U_{\Omega} \cos(\omega_1 t)] \cos(\omega_p t) \\&= U_{pm} [1 + m_a \cos(\omega_1 t)] \cos(\omega_p t) \\&= U_{pm} \cos \omega_p t + m_a U_{pm} \cos \omega_1 t \cos \omega_p t \\&= U_{pm} \cos \omega_p t + \frac{1}{2} m_a U_{pm} [\cos(\omega_p - \omega_1)t + \cos(\omega_p + \omega_1)t]\end{aligned}$$

- 单边带调幅表达式:

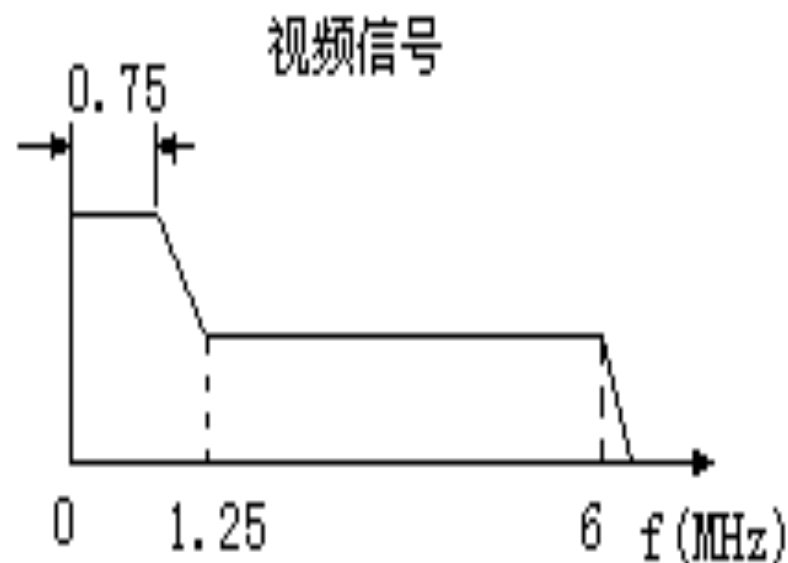
$$\begin{aligned}u &= U_{pm} \cos \omega_p t + \frac{1}{2} m_a U_{pm} \cos(\omega_p + \omega_1)t \\&= U_{pm} \cos \omega_p t + \frac{1}{2} m_a U_{pm} \cos \omega_p t \cos \omega_1 t - \frac{1}{2} m_a U_{pm} \sin \omega_p t \sin \omega_1 t \\&= U_{pm} (1 + \frac{1}{2} m_a \cos \omega_1 t) \cos \omega_p t + \frac{1}{4} [\cos(\omega_p + \omega_1)t - \cos(\omega_p - \omega_1)t] \\&= U_{pm} (1 + \frac{1}{2} m_a \cos \omega_1 t) \cos \omega_p t - \frac{1}{2} m_a U_{pm} \sin \omega_p t \sin \omega_1 t\end{aligned}$$

2、残留边带调幅产生的失真

(1) 幅频失真



检波电路输入信号的幅频特性

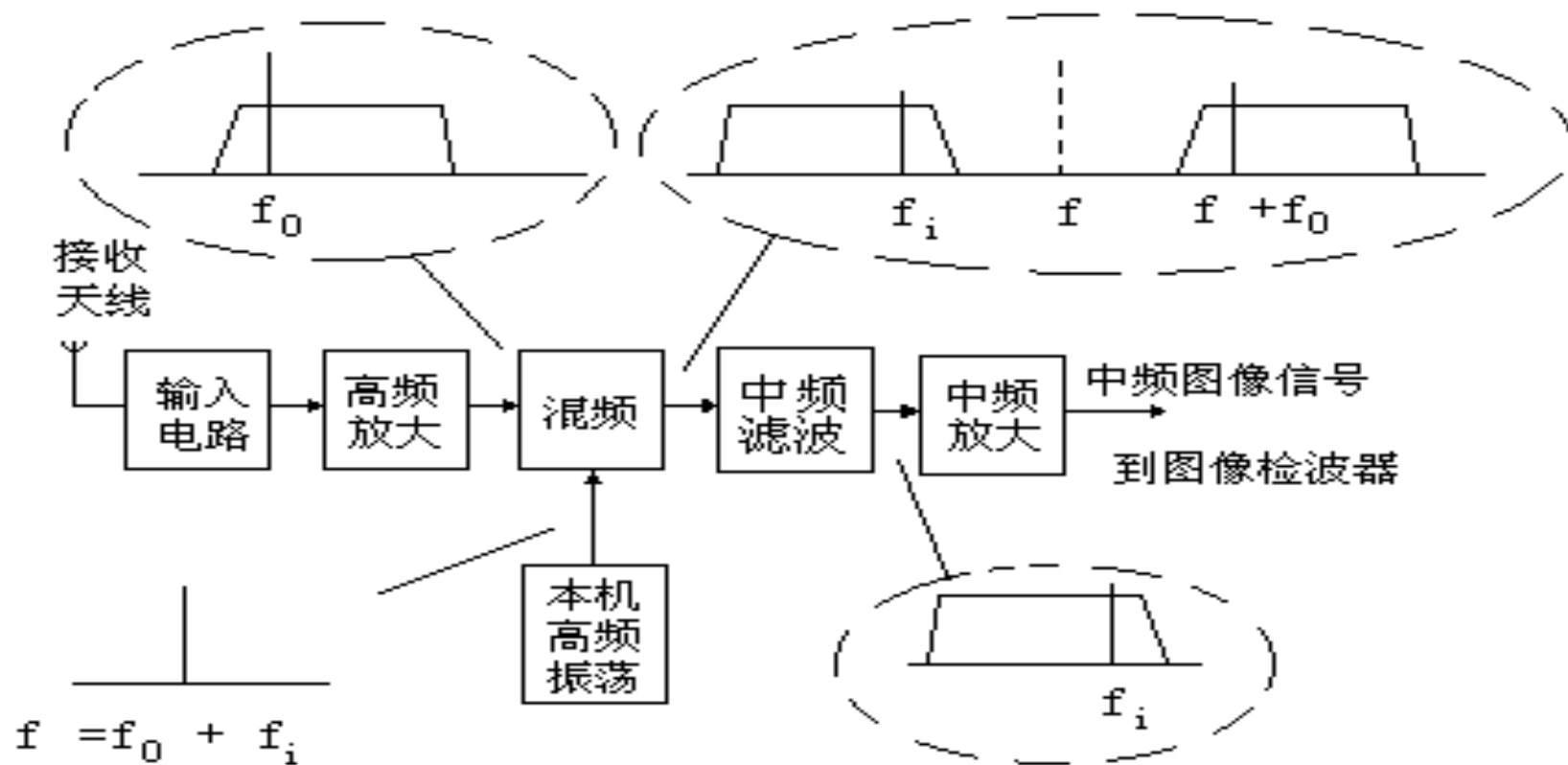


检波电路输出信号的幅频特性

输出在0.75MHz以上幅度减小一半。

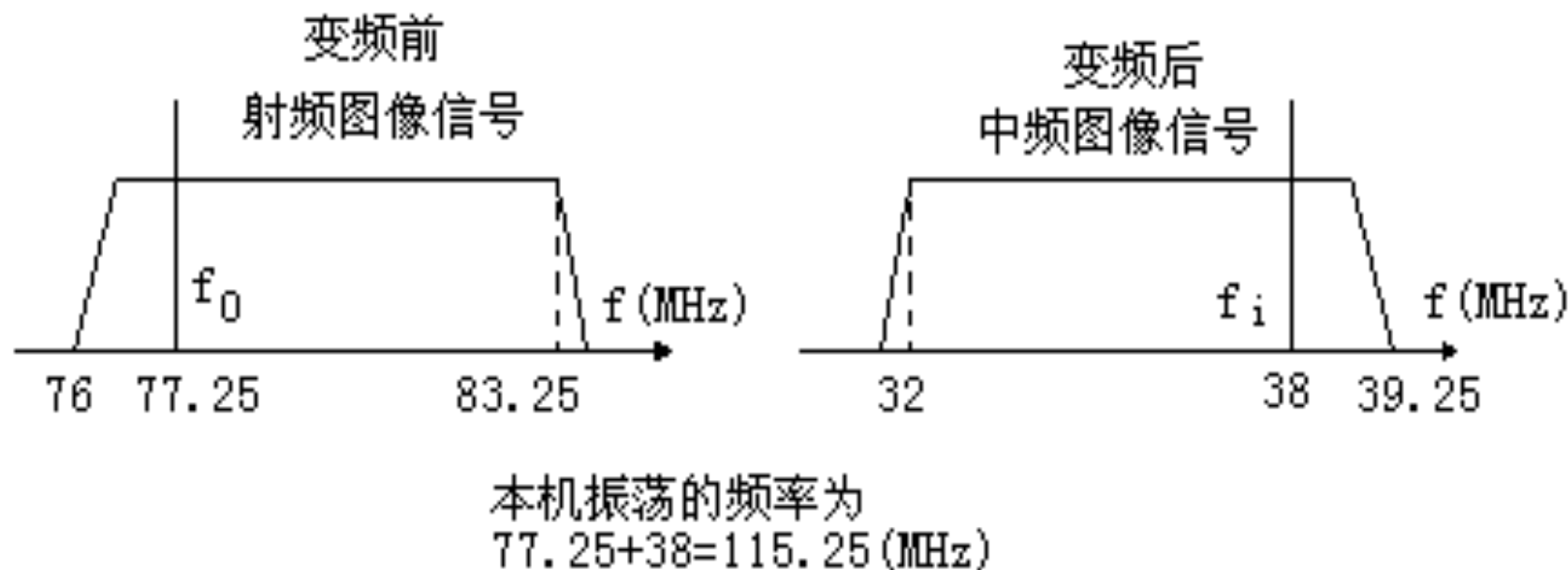
幅度失真的补偿方法：

首先介绍超外差式电视接收机的工作原理



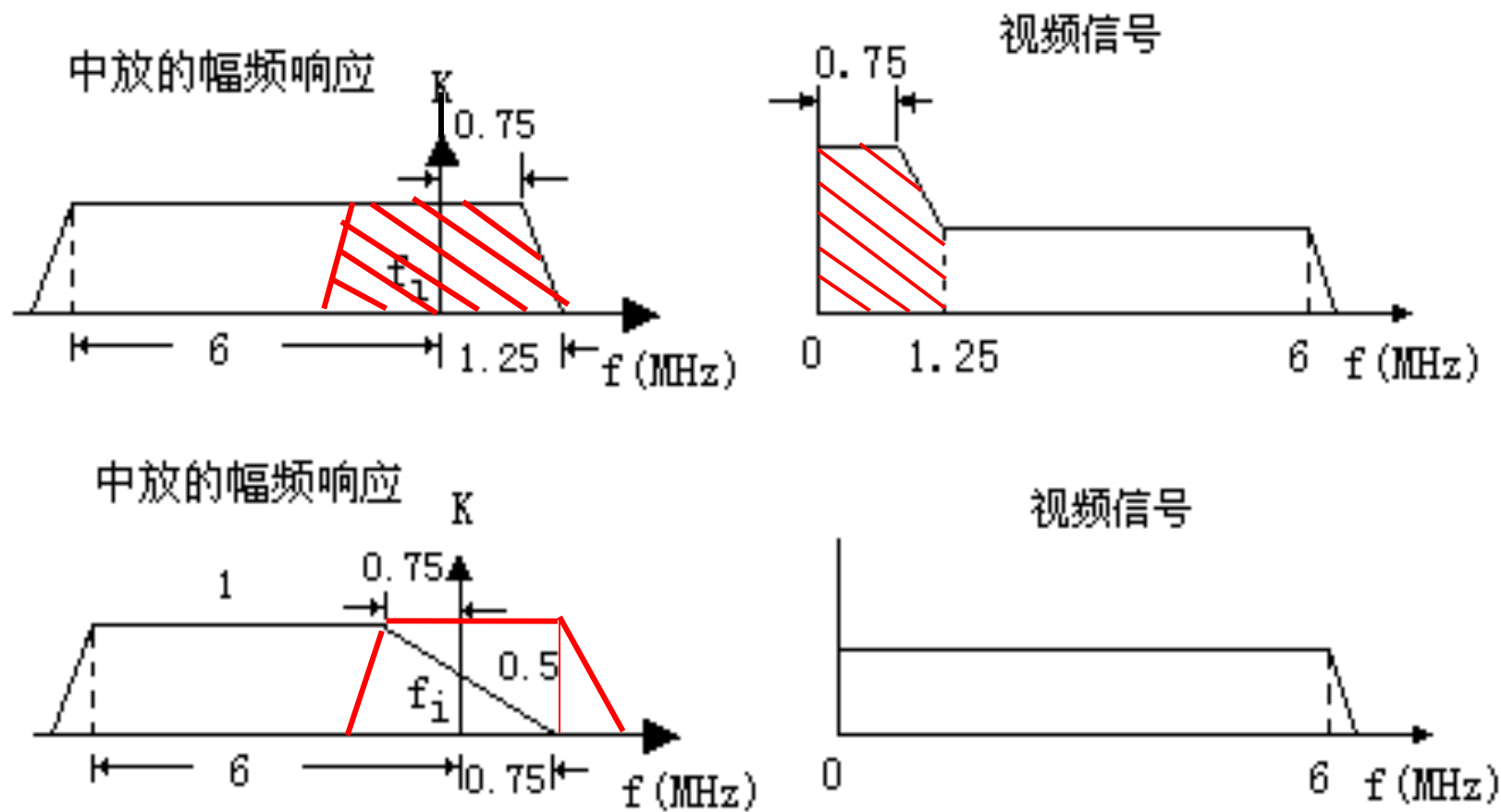
中频为**38MHz**。

比如 接收第四频道：



如果中频放大器的幅频特性在图像带宽范围内平坦，检波后仍有幅度失真。

实际中频放大器的频响为：



结论：为了节省频带，图像信号采用残留边带调幅传输方式，而残留边带调幅传输会引起图像信号的幅频失真，为补偿幅频失真，电视机的中频放大电路采用特定的幅频特性：

在中频 $38\text{MHz} \pm 0.75\text{MHz}$ 的频段上增益作线性变化， $38\text{MHz} + 0.75\text{MHz}$ 的频率增益为0，在 $38\text{MHz} - 0.75\text{MHz}$ 的频率处增大到1。

(2) 正交失真:

在0.75---6MHz有正交失真分量。

- 单边带调制表达式:

$$\begin{aligned} u &= U_{pm} \cos \omega_p t + \frac{1}{2} m_a U_{pm} \cos(\omega_p + \omega_1)t \\ &= U_{pm} \cos \omega_p t + \frac{1}{2} m_a U_{pm} \cos \omega_p t \cos \omega_1 t - \frac{1}{2} m_a U_{pm} \sin \omega_p t \sin \omega_1 t \\ &= U_{pm} \left(1 + \frac{1}{2} m_a \cos \omega_1 t \right) \cos \omega_p t - \frac{1}{2} m_a U_{pm} \sin \omega_p t \sin \omega_1 t \end{aligned}$$

正交失真分量的大小和调制度成正比，由于图像信号的高频幅度小，调制度小，正交失真小，基本上不影响图像质量，故不必进行补偿。

结论：发端残留边带传输、收端特定响应式幅度检波的工作方式是可行的。它既减小了频带的宽度，又基本不带来失真，而且实现又不困难。

(3)相频失真

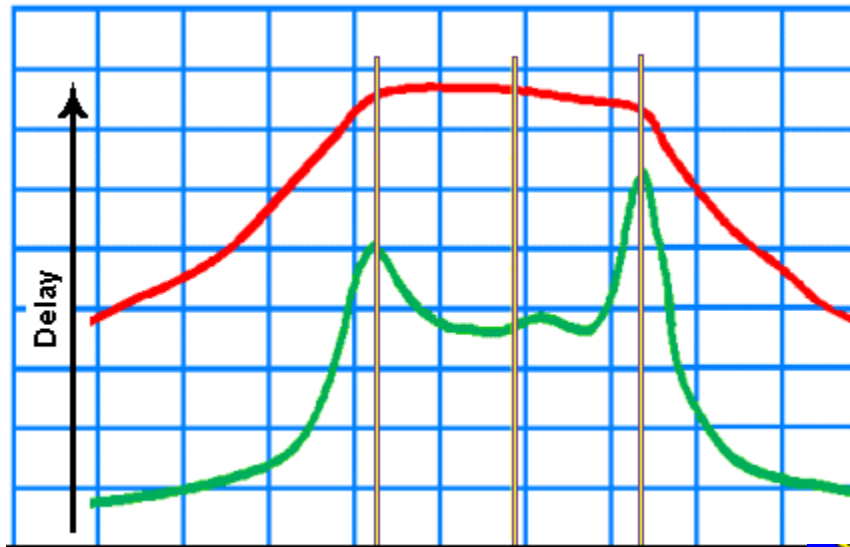
电视系统的群延时失真，也称包络失真。

什么是群延时？相频特性 $\theta(\omega)$ 对角频率的一阶导数称为群延时。

$$\tau_g(\omega) = \frac{-d\theta(\omega)}{d\omega}$$

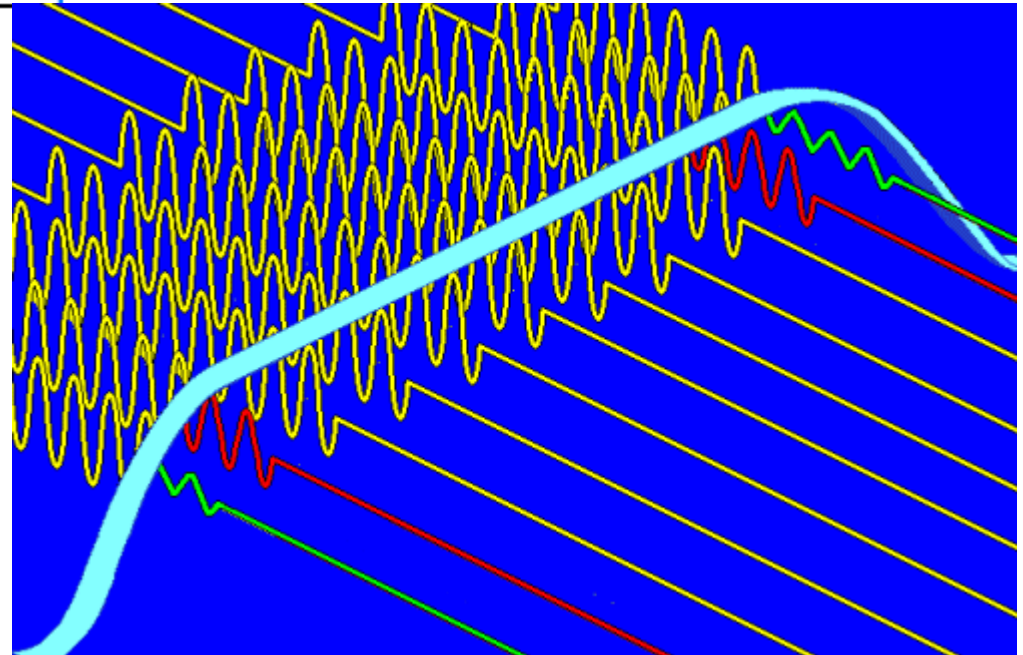
什么是群延时失真？群延时不为常数。

群延时失真的影响：引起已调波包络的波形失真，导致检波后图像信号在电平上的失真。



-----Bandpass Filter
 Amplitude: RED
 -----Group Delay: Green-----

Depiction of Group Delay
 in a Band Pass Filter



引起群延时失真的主要电路：

- (1) 发送端，残留边带滤波器截止边沿过渡区；
- (2) 发送端的双工器；
- (3) 电视接收机中频滤波器的滤波特性边沿过渡区。

克服群延时失真的方法：

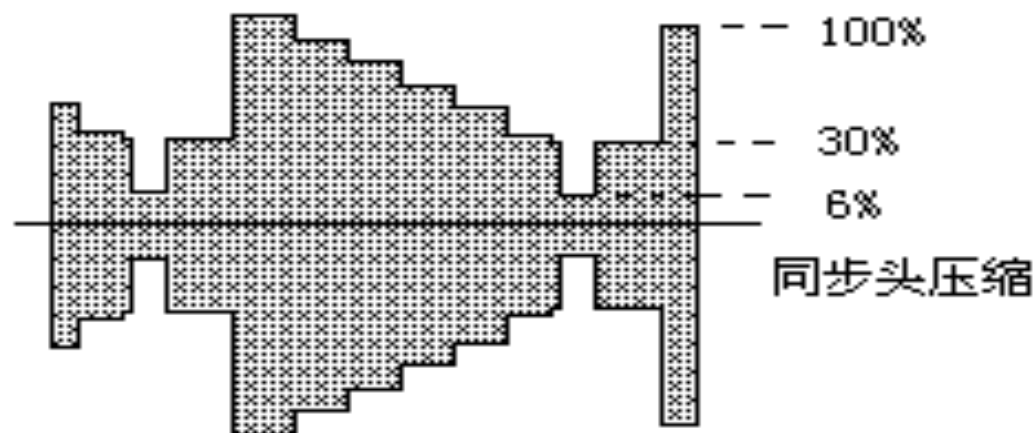
- (1) 电视接收机采用群延时特性较好中频滤波器；
- (2) 在电视发射机中设置群延时补偿电路。

3、调制极性

全电视信号是有极性的，有**正极性**和**负极性**之分，因此它去调幅时，也有调制极性的问题。

(1) 正极性调幅

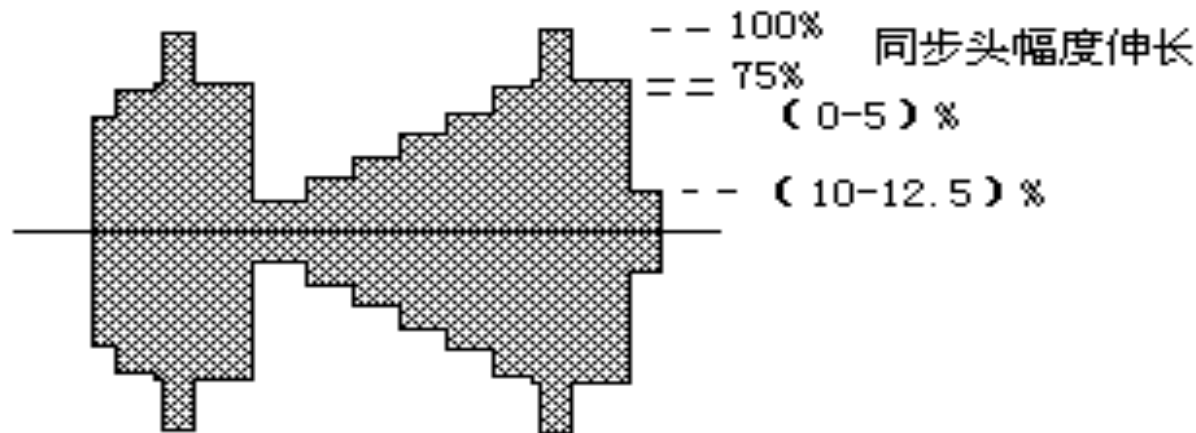
用**正极性全电视**信号对载频调幅。



白电平载波幅度为100% ，消隐电平载波幅度为30%，同步电平的载波幅度小于6%。

(2) 负极性调幅

用**负极性全电视**信号对载频调幅。



同步电平的载波幅度为100% ， 消隐电平的载波幅度为75% ， 白电平的载波幅度为10%至12.5%。

同步幅度压缩小一些。

白电平的载波幅度不为0% 的原因：**保证任何时候都有载频信号；允许图像信号瞬间有超白电平出现。**

我国采用负极性调幅。

负极性调幅的**优点**：

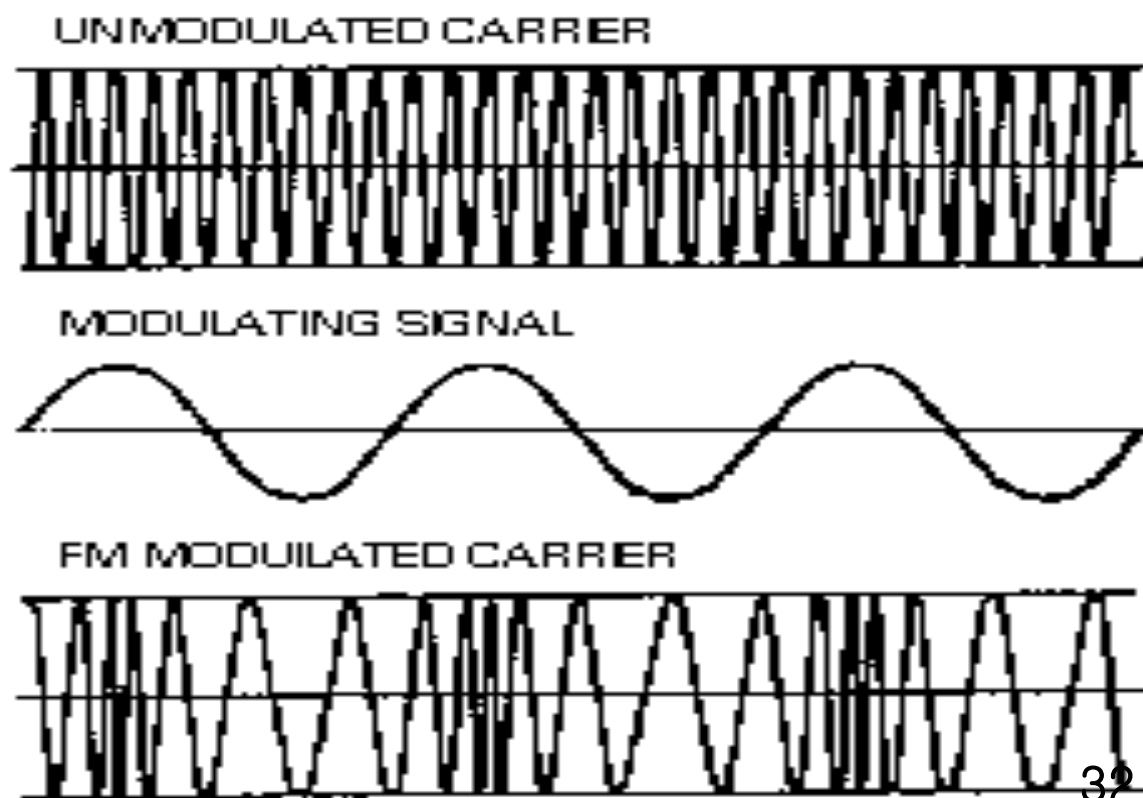
- (1) **发射机效率高**-----由于通常图像信号的平均电平比较高，平均发射功率小；
- (2) **杂波干扰影响小**-----由于脉冲性干扰通常使载波瞬时变大，检波后为杂乱的黑点，不容易被人眼觉察；
- (3) **便于实现自动增益控制**-----负极性调幅信号的峰值电平不随图像内容变化，只和收到的信号强弱有关，故电视接收机可利用同步顶载波幅度为基准进行**AGC**。

缺点：电视机分离出的行同步脉冲有干扰脉冲尖峰，需要采用抑制干扰的措施。

三、伴音信号的调制

电视广播中伴音信号的传输方法：对载频调制后，和图像射频频分复用，由同一天线发射。

1、调制方式---FM



- 设调制信号为单一频率信号 $u_{\Omega}(t) = U_{\Omega} \cos \Omega t$, 未调载波电压为 $u_c = U_c \cos \omega_c t$, 则根据频率调制的定义, 调频信号的瞬时角频率为:


$$\omega(t) = \omega_c + \Delta\omega(t) = \omega_c + k_f u_{\Omega}(t) = \omega_c + \Delta\omega_m \cos \Omega t$$

- FM波的表示式为:

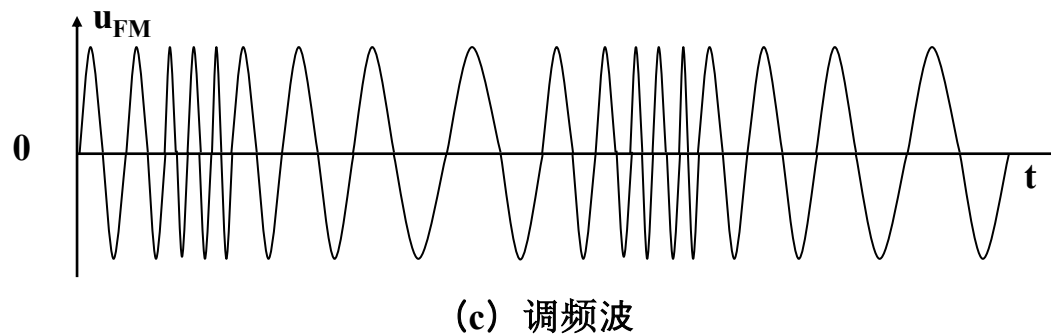
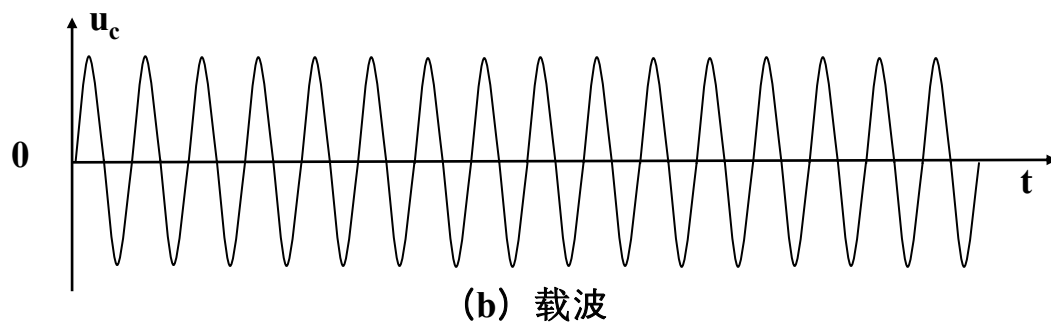
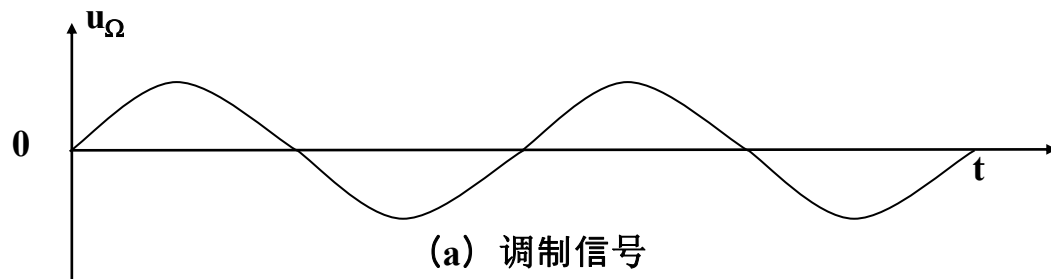
$$u_{FM}(t) = U_c \cos(\omega_c t + m_f \sin \Omega t)$$

- 式中, $\frac{\Delta\omega_m}{\Omega} = m_f$ 为调频指数。

- 调频波的带宽 $B = 2(m_f + 1)F_{\max}$

$$\text{最大频偏} = 2(\Delta f_{\max} + F_{\max}) = 2\left(\frac{\Delta\omega_m}{2\pi} + F_{\max}\right)$$


调频波的波形



调频波的带宽

$$B = 2(m_f + 1)F_{\max}$$
$$= 2(\Delta f_{\max} + F_{\max})$$

可能性： 载频高

优点：

- (1) 为获得相同的信杂比，发射功率小；
- (2) 抗干扰能力强；
- (3) 调频信号幅度恒定，发射机设备利用率高；
- (4) 和图像信号调制方式不同，两者干扰小。

2、有关参数（指我国的标准）

- (1) 载频比图像载频高6.5MHz。
- (2) 基带信号带宽 : 15KHz
- (3) 最大频偏 : $\pm 50\text{KHz}$
- (4) 调频波带宽: 130kHz。

伴音所需射频频带:

$6.5\text{MHz} \pm 65\text{kHz}$,

国标定为

$6.5\text{MHz} \pm 0.25\text{MHz}$ 。

3、预加重

1) 什么是预加重？

在声音信号调频前人为地提升声音信号中高频的幅度。

2) 预加重的作用：

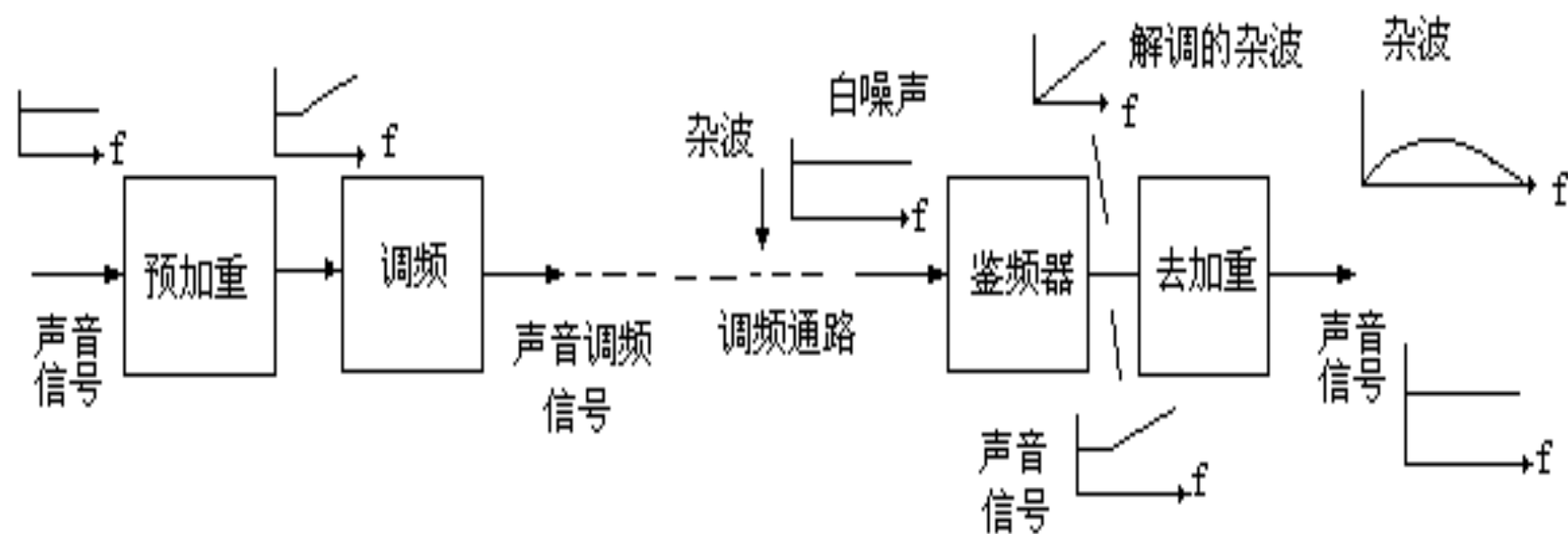
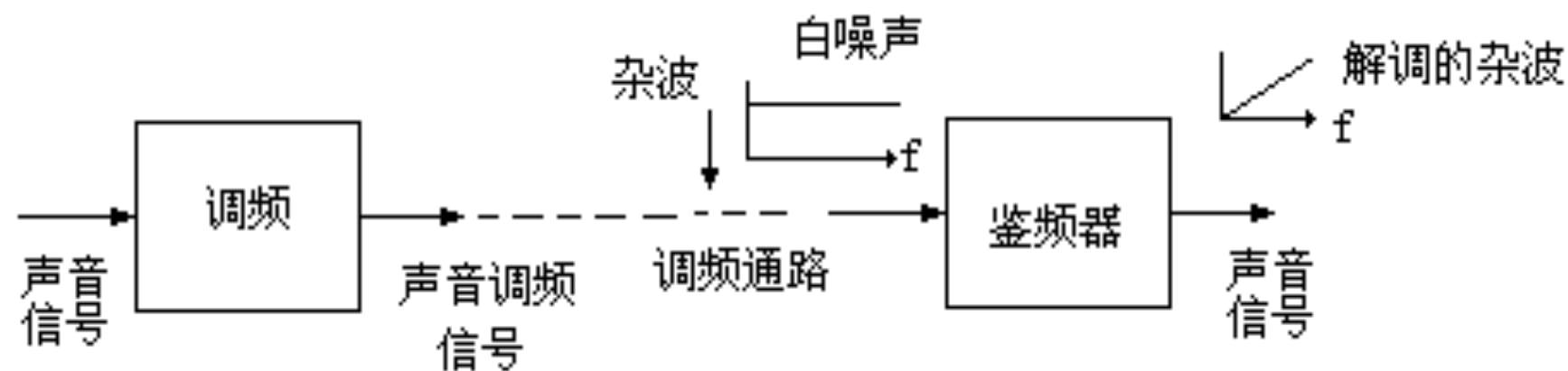
增大高频成分的频偏（调频指数），减小调频通路杂波对解调信号的影响，提高信杂比。

不采取预加重措施，调频信号解调后，高频端信杂比将低于低频端的信杂比，原因是：

(a) 起伏噪声的作用，噪声电压在基带信号范围内随频率增高而线性增大；

(b) 伴音信号本身，高频信号幅度较低频信号幅度小；

(c) 调制度 $m_f = \Delta f / F$ ，随 F 增大而减小。



3) 预加重电路

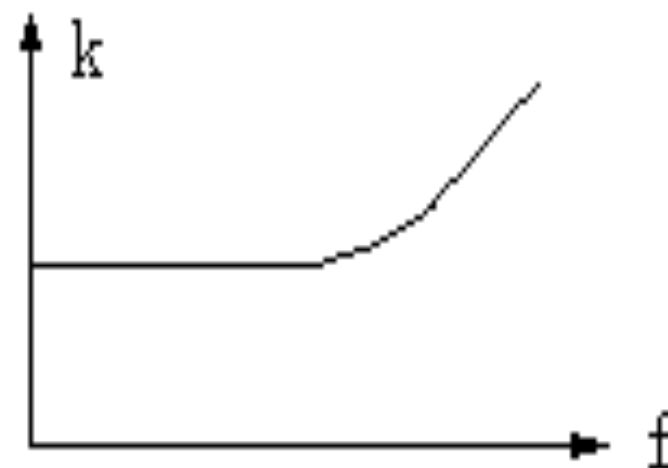
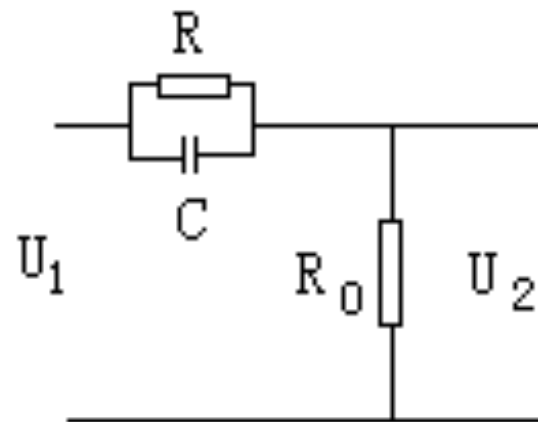
其中, $R_0 \ll \frac{1}{2\pi fC}$

令 $RC = \tau$ τ 称为时间常数。

$$K = \frac{U_2(\Omega)}{U_1(\Omega)} \approx 1 + j\Omega\tau$$

$$|K| = \sqrt{1 + (\Omega\tau)^2}$$

时间常数 τ 越大, 高频提升越多, 杂比改善越多。但RC太大, 导致高频偏过大, 带宽过宽, 在有限通频带的传输通路中传输会出现失真。



我国规定： $\tau = 50$ 微秒（调频广播为75微秒）。

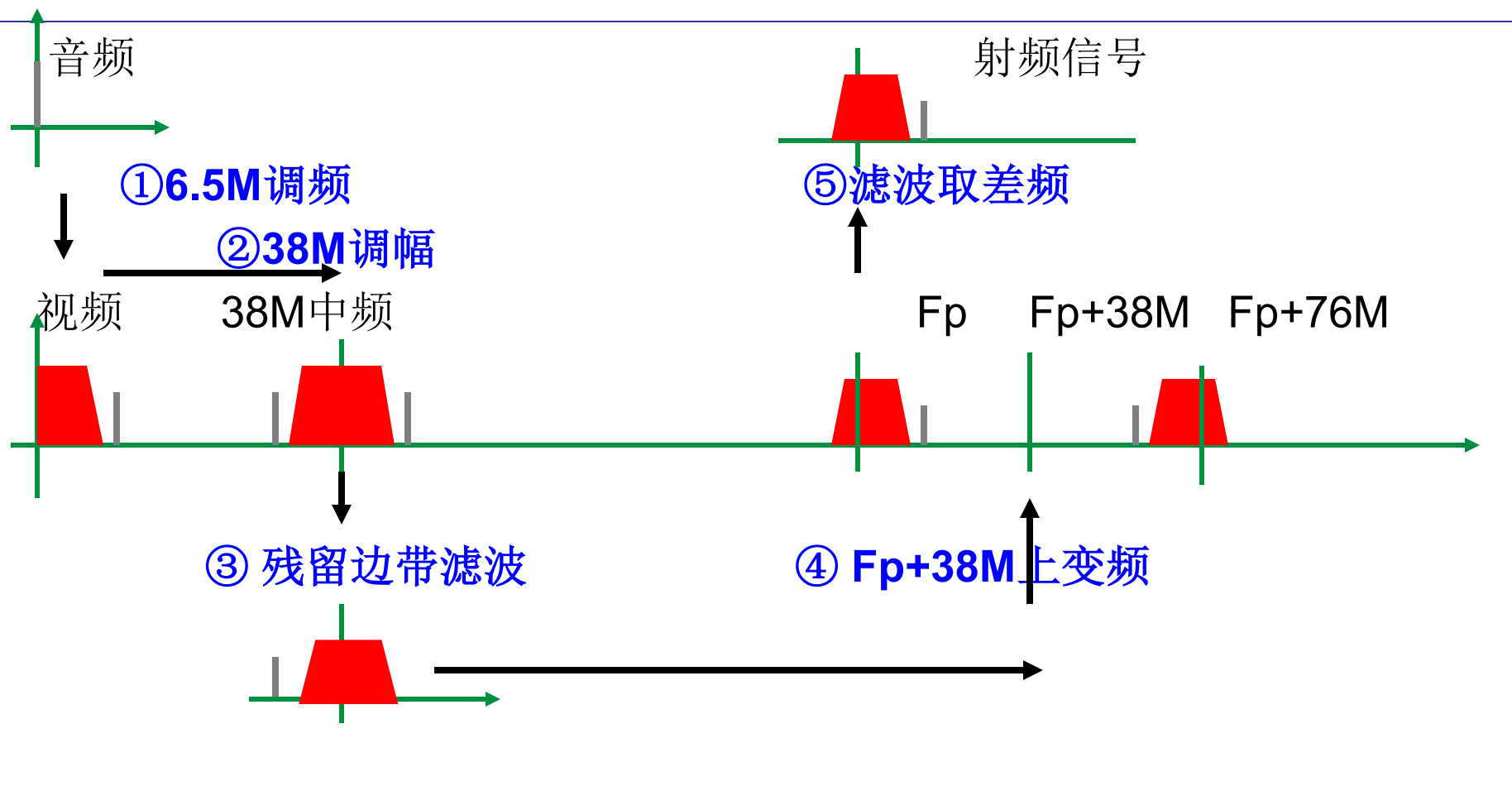
另外，我国规定：伴音调频发射机的有效发射功率为图像调幅发射机峰值载波（同步电平载波）发射功率的十分之一。

四、电视频道和电视制式

1、电视信号调制和电视频道

电视信号调制和解调过程如下图。

电视信号调制频谱变化说明



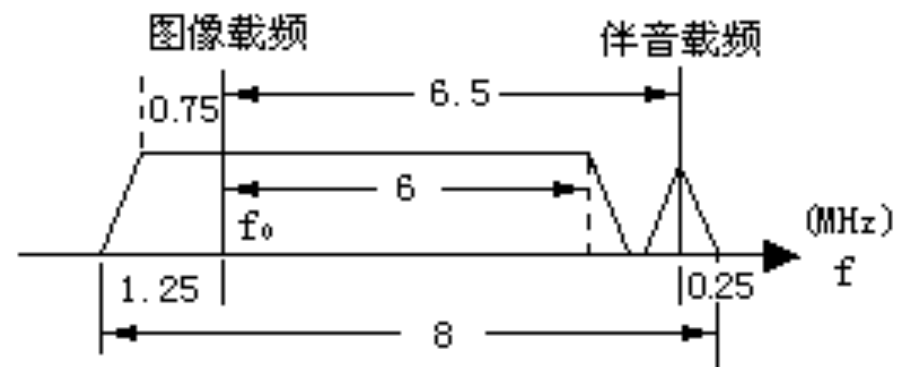
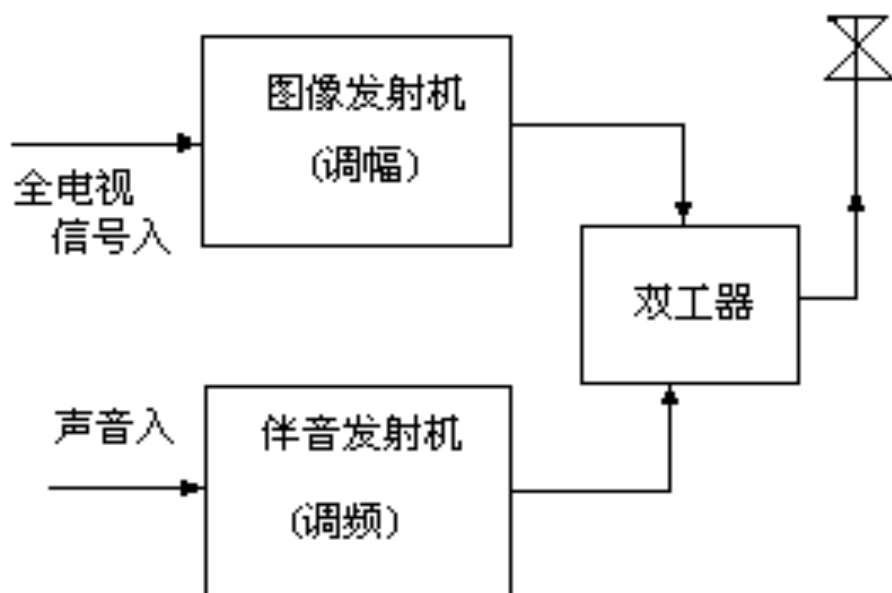
电视频道

一路残留边带调幅的图像信号和其调频的伴音信号组成一路电视广播信号，它占用一个频道。

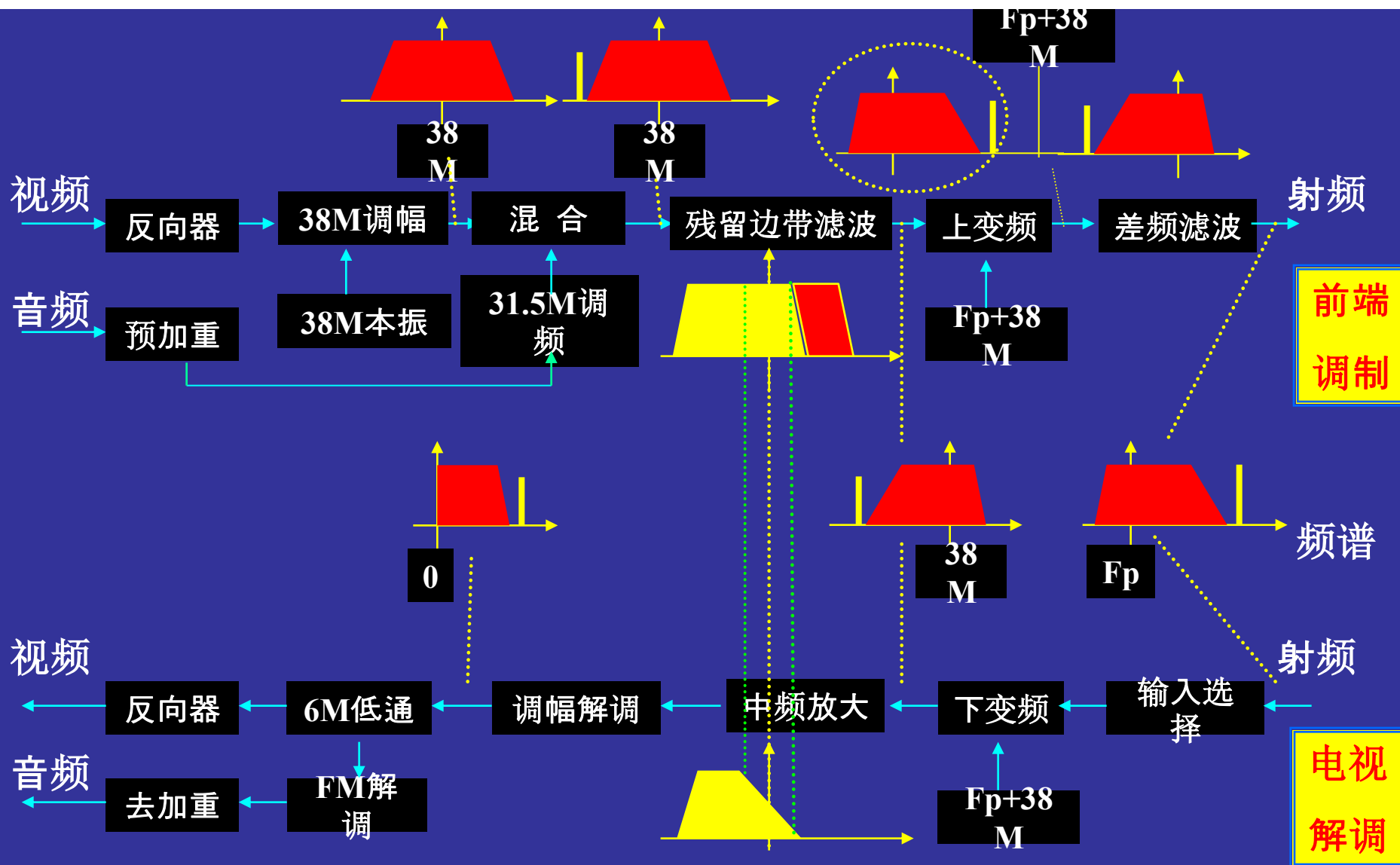
一路电视频道的带宽：我国为8MHz

电视发射设备示意图。

一路电视频道带宽：



电视信号调制和解调过程



2、电视频道的划分

开路电视广播共有68个频道。

米波段（甚高频 VHF 30至300MHz，波长10至1米）：

I 波段 (V_L) 5个频道（1—5）；

III波段 (V_H) 7个频道（6—12）。

分米波段（特高频 UHF 300至3000MHz，波长1至0.1米）：

IV、V 波段共56个频道（13—68）。

我国VHF（甚高频--米波段30至300MHz、波长10至1米）
电视频道的划分

CH	频率范围 MHz	图像 载频 fp MHz	伴音 载频 fs MHz	CH	频率范围 MHz	图像 载频 fp MHz	伴音 载频 fs MHz
1	48.5~56.5	49.75	56.25	7	175~183	176.25	182.75
2	56.5~64.5	57.75	64.25	8	183~191	184.25	190.75
3	64.5~72.5	65.75	72.25	9	191~199	192.25	198.75
4	76 ~ 84	77.25	83.75	10	199~207	200.25	206.75
5	84~92	85.25	91.75	11	207~215	208.25	214.75
6	167~175	168.25	174.75	12	215~223	216.25	222.75

1至5频道为Ⅰ 波段

6至12为Ⅲ 波段

（87.5~108MHz为FM广播）

Ⅳ波段：470MHz~566MHz----13~24共12个频道；

Ⅴ波段：606MHz~958MHz----25~68共44个频道。

我国有线电视的增补频道：

在48.5~223MHz的VHF范围内，于5、6频道间在111 MHz~167 MHz，安排7个增补频道，称为Z1~Z7；

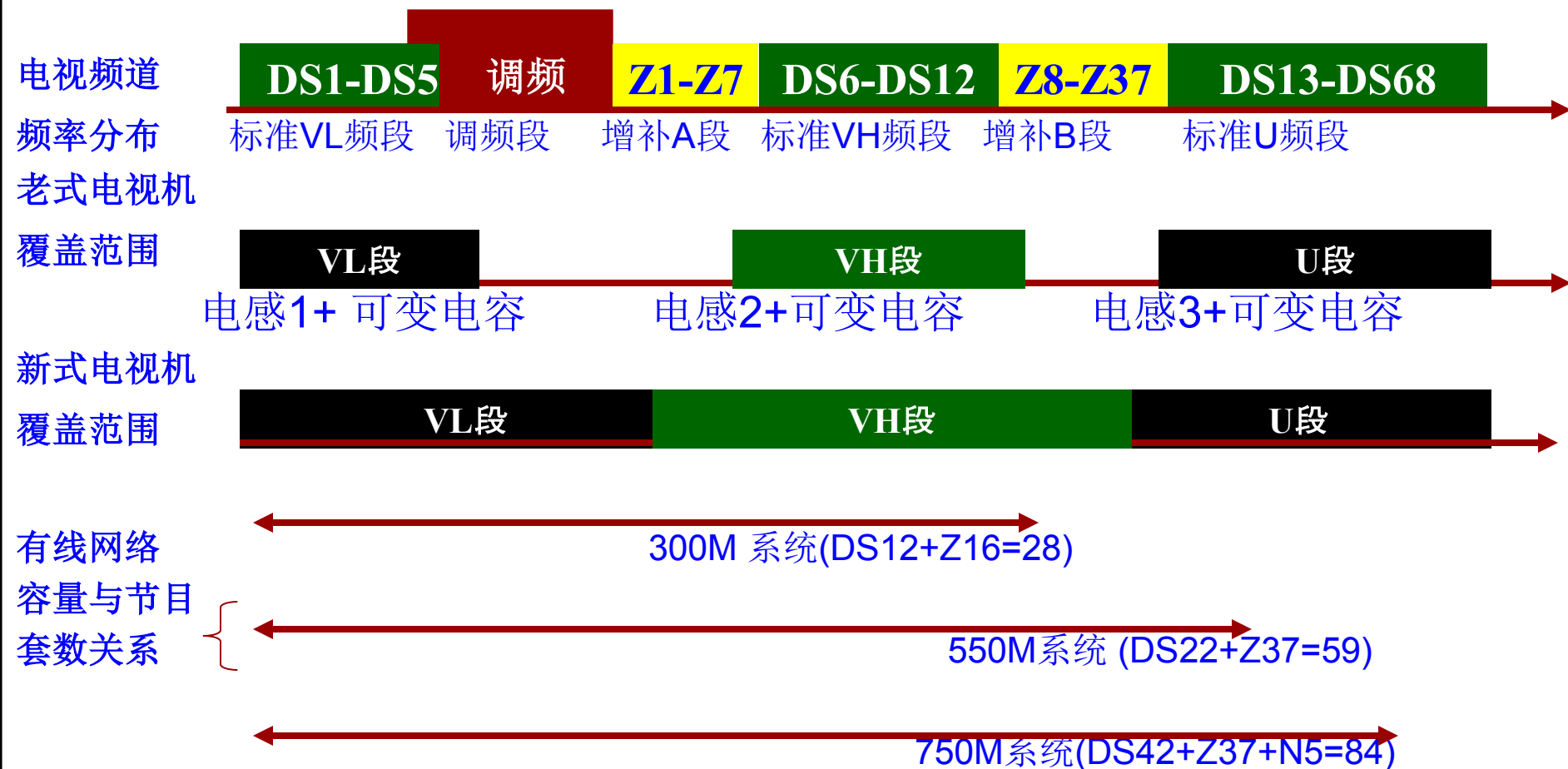
在VHF的223~295 MHz（12频道以上）安排9个增补频道，称为Z8~Z16。

在UHF的295~463MHz 安排21个增补频道，称为Z17~Z37。

在UHF的（24和25频道间）566~606MHz安排5个增补频道，称为Z38~Z42。

总共有42个增补频道。

电视频道分布图



3、电视制式

黑白电视广播的制式是指许多参数的综合：扫描参数、视频带宽、射频带宽、调制极性、伴音载频和图像载频差、伴音调制方式等。用英文字母表示。我国为D、K，

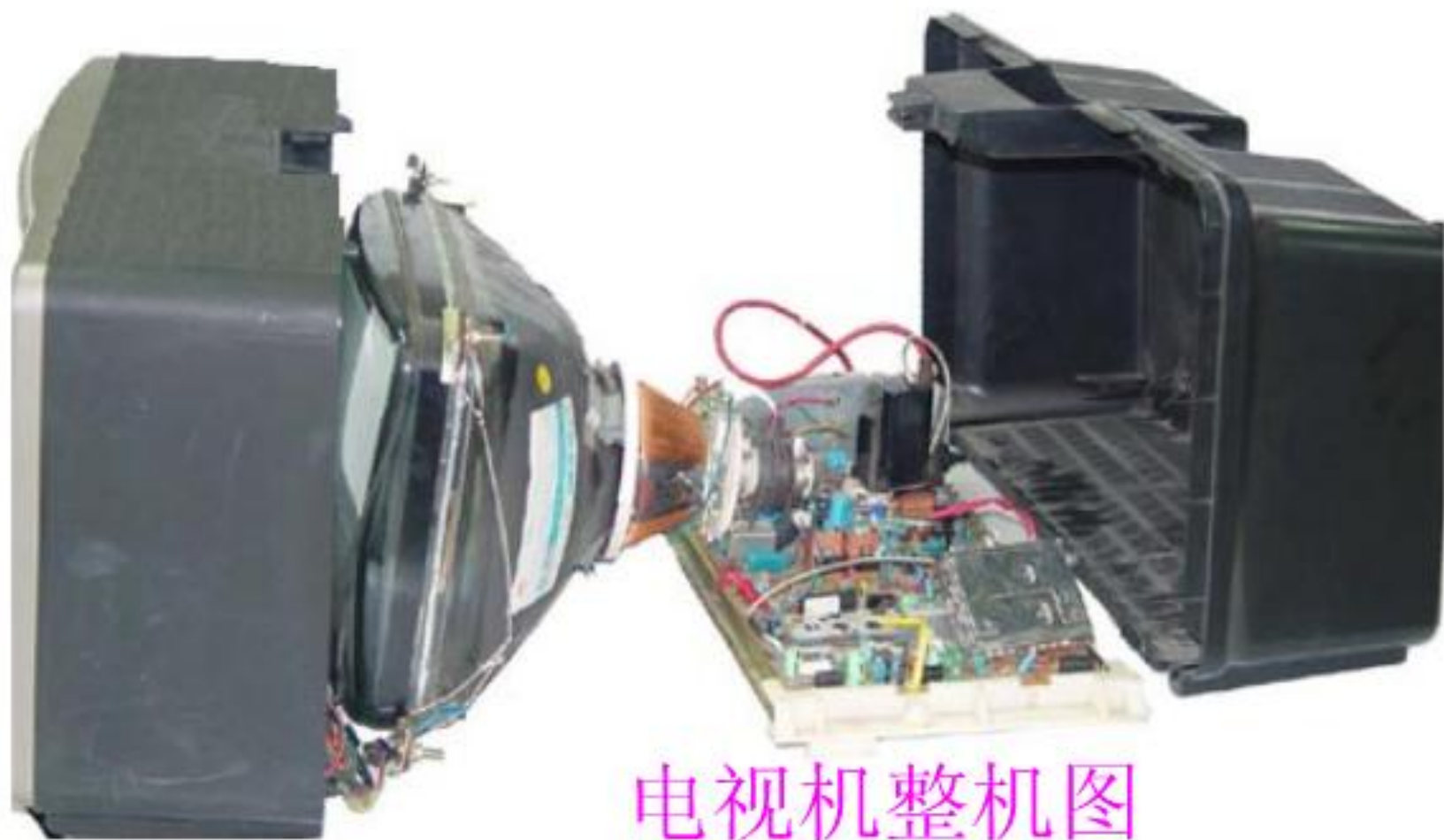
扫描行数：625行 、 射频带宽：8MHz 、
视频带宽：6MHz 、 伴音载频：6.5MHz 、
残留边带宽度：1.25MHz、负极性调制。

(PAL - D/^K的含义)

制式 代号	扫描 参数	射频 带宽	视频 带宽	幅频特性
M	525/60	6	4.2	<p>图像载频 FM</p> <p>neg</p> <p>1.25 4.5</p>
B, G	625/50	7, 8	5	<p>1.25 4.5 FM</p> <p>neg</p>
I	625/50	8	5.5	<p>1.25 5.5 FM</p> <p>neg</p>
D, K	625/50	8	6	<p>1.75 6 FM</p> <p>neg</p>
L	625/50	8	6	<p>1.25 6.5 AM</p> <p>pos</p> <p>1.75 6.5</p>

部分黑白电视制式的主要参数

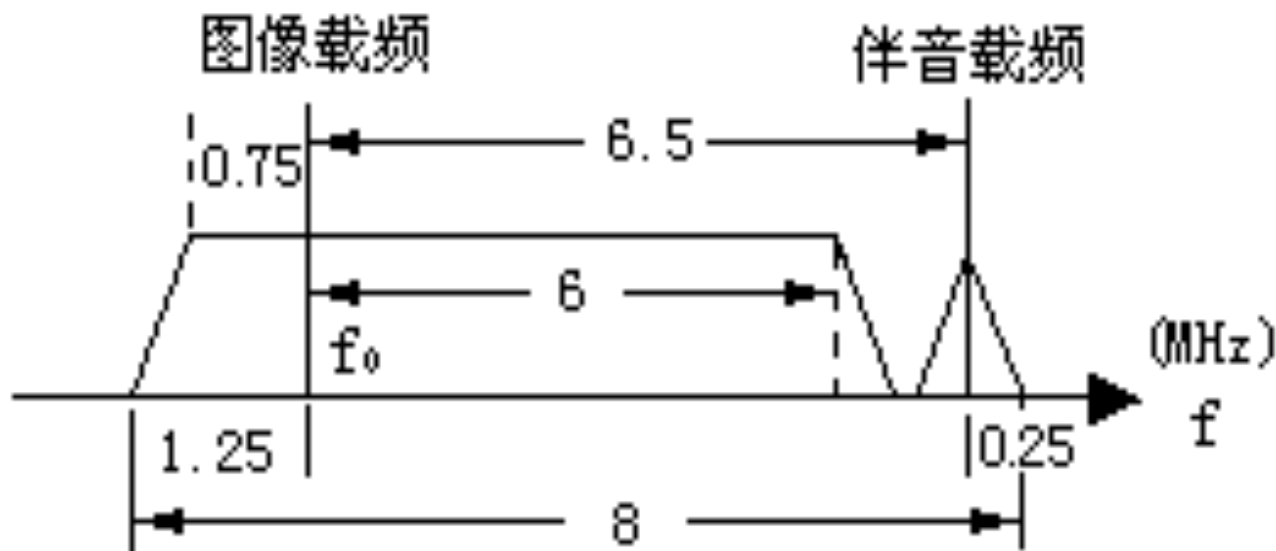
第三节 模拟电视信号接收



电视机整机图

一、彩色电视接收机的组成

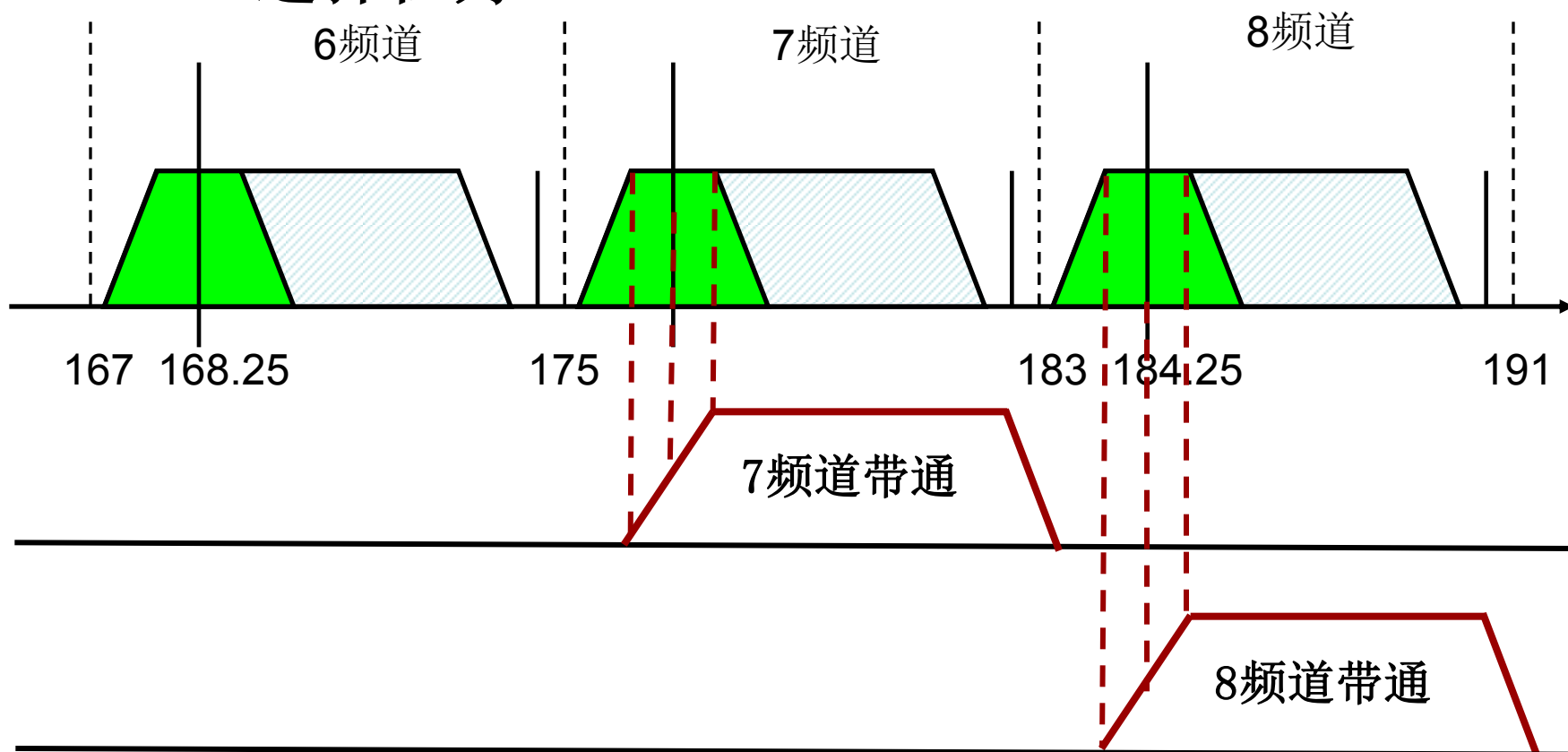
电视接收机是从天线接收到的各种无线电信号中选出所需的射频电视信号并进行变换、处理，最终还原出电视台所播图像和声音的设备。目前电视机所接收的射频电视信号包括残留边带调幅的图像信号和调频伴音信号。



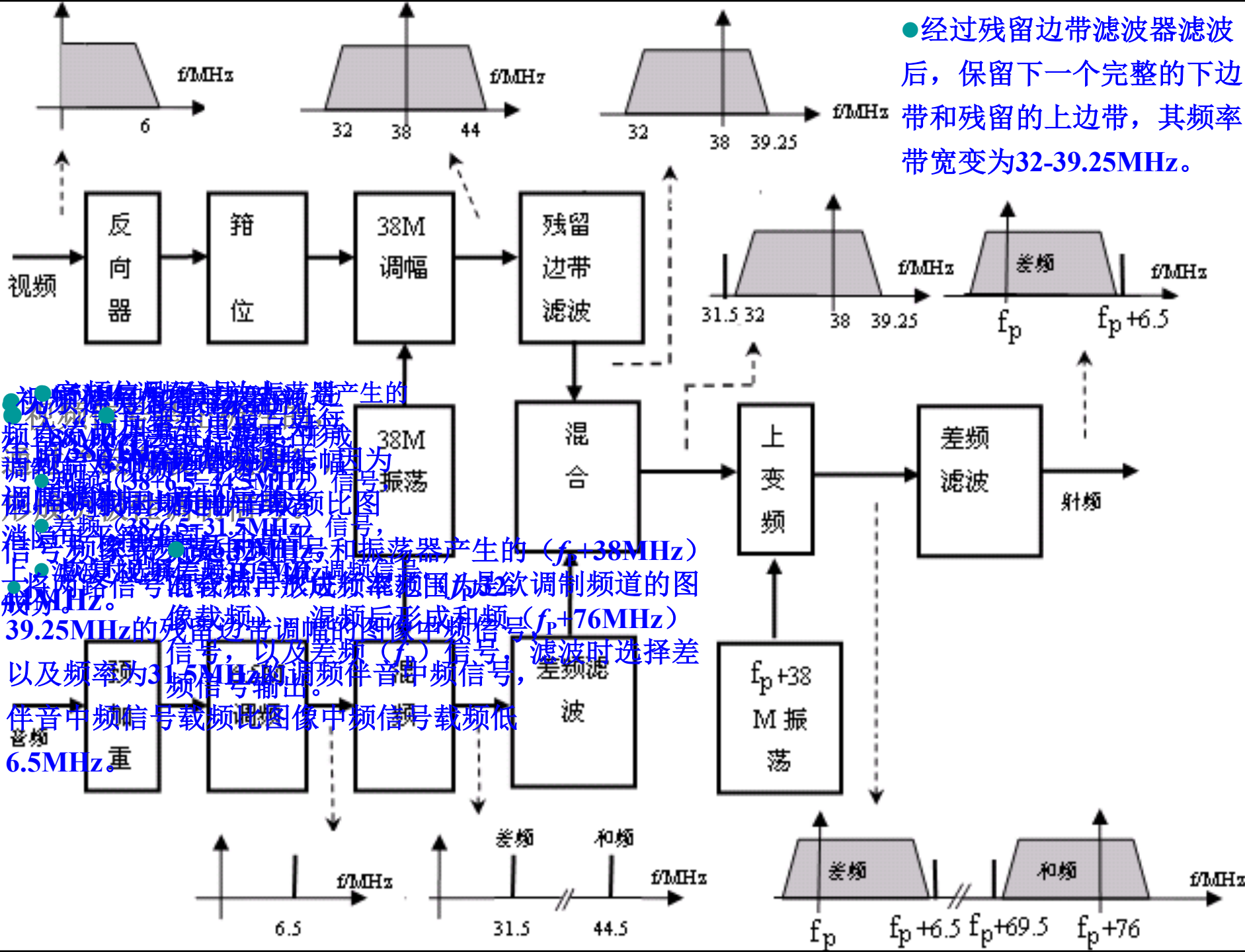
图像信号采用负极性调制，每频道电视信号总带宽为8 MHz。

- 接收解调电路的要求:

- (1) 选择性好



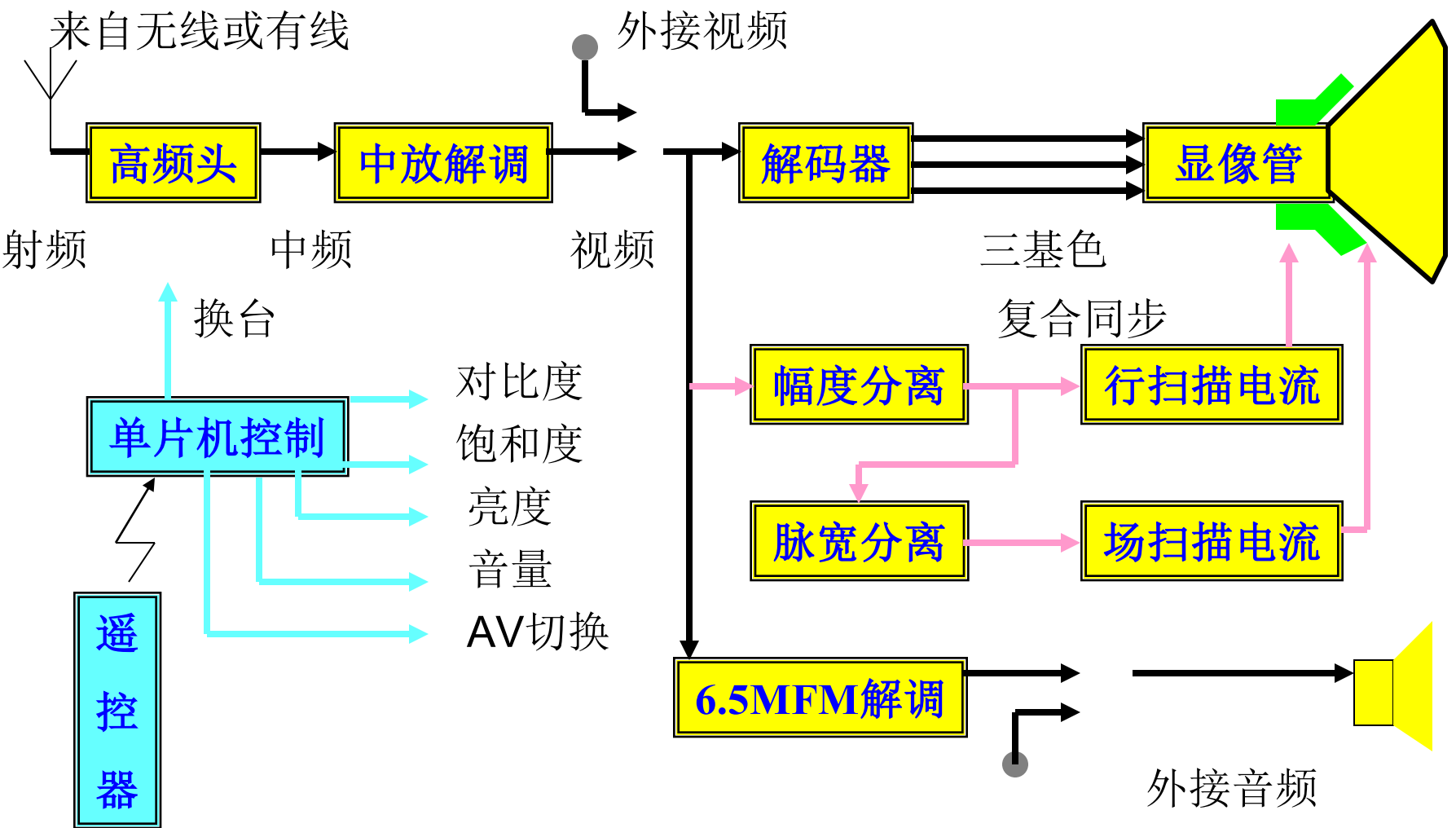
- (2) 具有自动增益控制



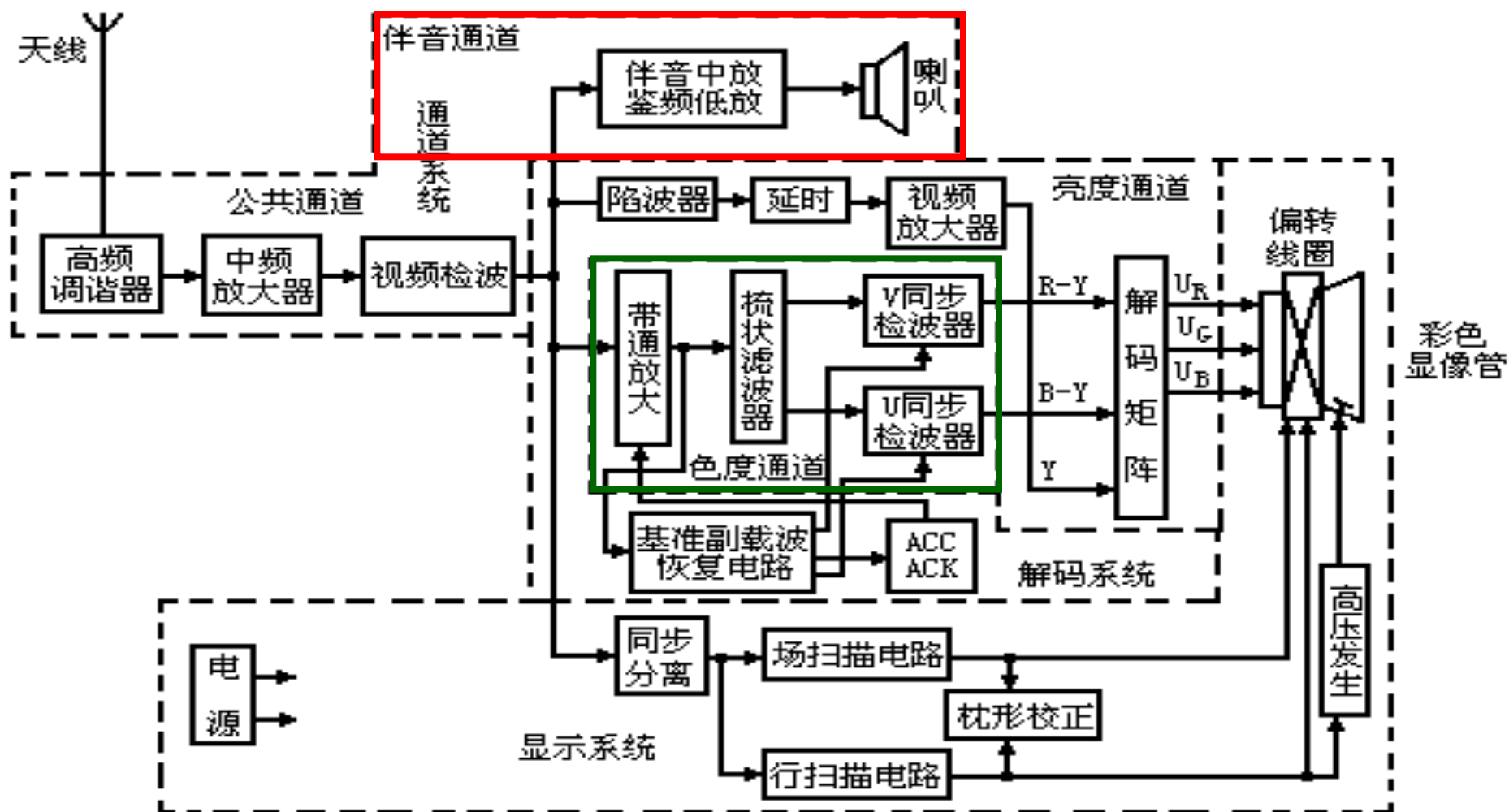
●经过残留边带滤波器滤波后，保留下一个完整的下边带和残留的上边带，其频率带宽变为32-39.25MHz。

视频调频信号在调制过程中产生的频率成分，其频谱特性如下：
 ● 视频信号经38MHz调幅后，产生载频 f_p 和边带。
 ● 残留边带滤波后，保留下一个完整的下边带和残留的上边带，其频率带宽变为32-39.25MHz。
 ● 混合器输出信号包含6.5MHz、31.5MHz和44.5MHz的成分。
 ● 上变频器接收混合器信号和 $f_p + 38\text{MHz}$ 振荡信号，其输出经差频滤波器后，最终输出射频信号，其频谱包含 f_p 、 $f_p + 6.5\text{MHz}$ 、 $f_p + 69.5\text{MHz}$ 和 $f_p + 76\text{MHz}$ 的成分。

电视接收机工作原理



彩色电视机的组成



(1) 图像处理部分：主要包括高频调谐器、遥控系统、中频通道、PAL_D解码器等。

(2) 伴音处理部分：主要包括第二伴音中放、伴音鉴频器、低频放大电路等。

(3) 光栅形成部分：主要包括同步分离电路、行扫描电路、场扫描电路、高压电路等。

(4) 彩色显像管及校正电路：主要包括自会聚彩色显像管、枕形校正电路等。

(5) 开关电源：为整机提供必要的直流电源。

二、 高频调谐器

1、 作用与组成

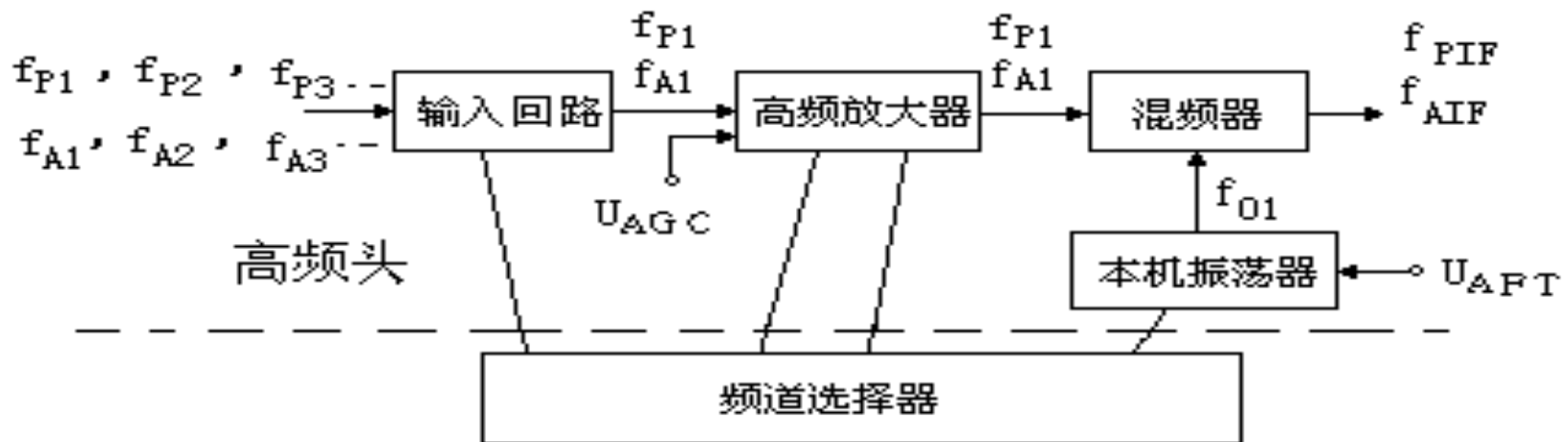
(1) 选择频道-----通频带稍大于或等于8MHz;

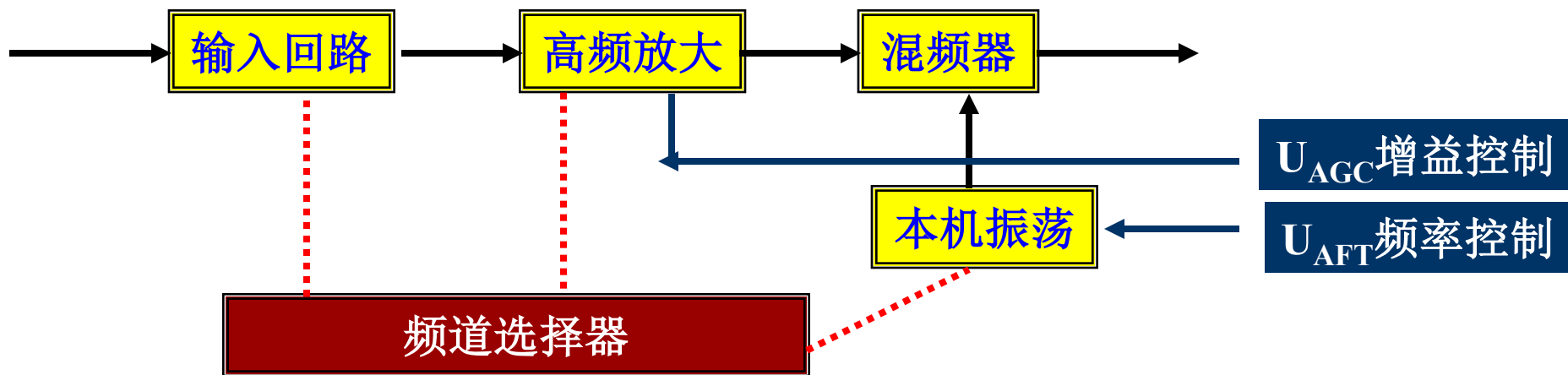
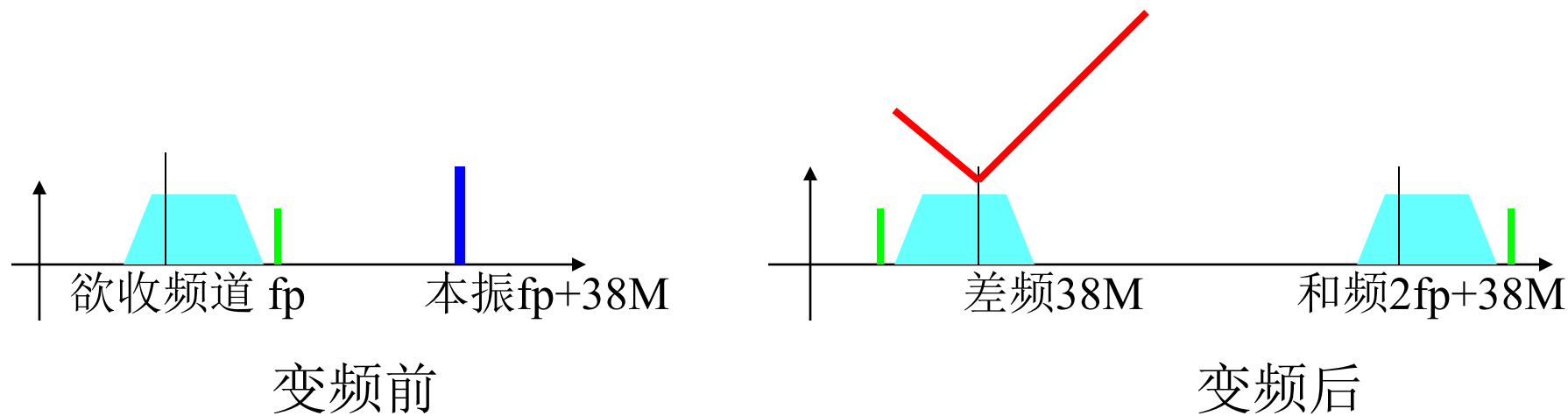
带内特性平坦，带外幅频响应迅速衰减;

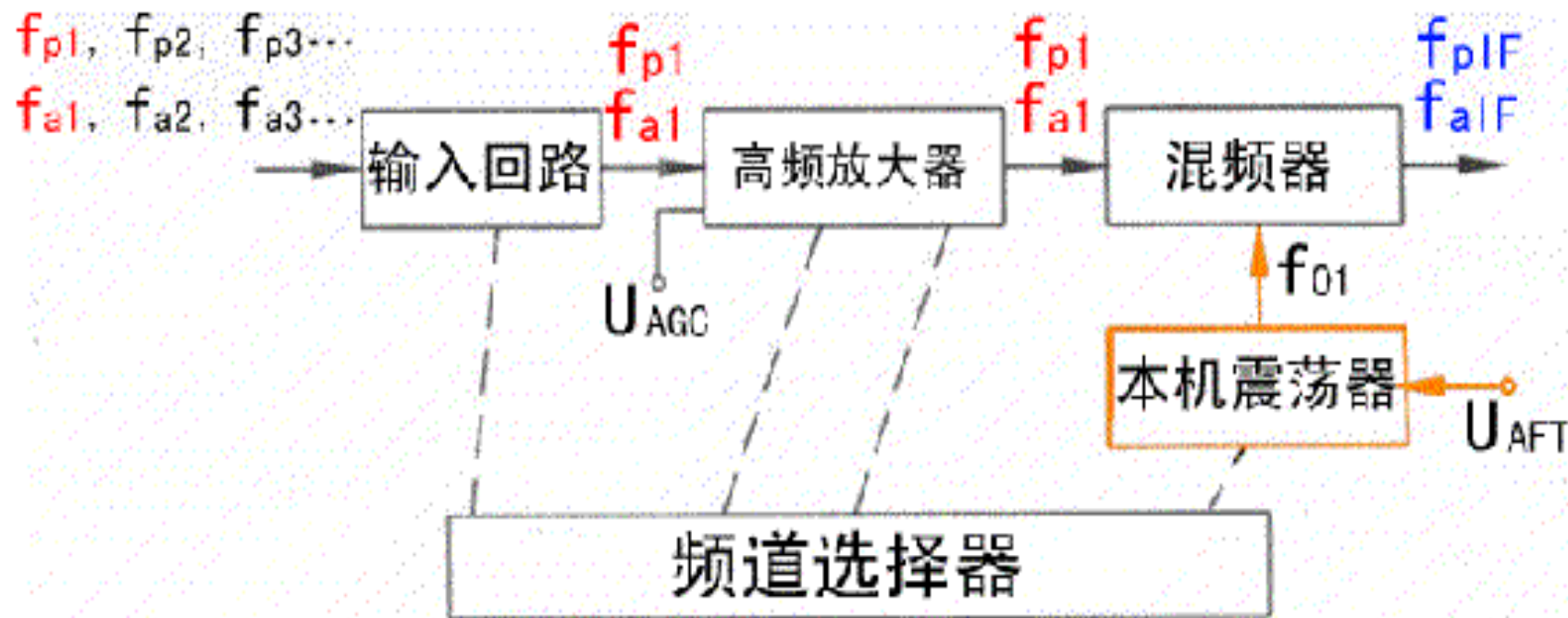
(2) 放大信号---通频带内的功率增益为20~25dB；

(3) 变换频率---将高频电视信号变为中频电视信号

我国规定：图像中频为38MHz，伴音中频为31.5MHz。







组成：输入回路、高频放大器、混频器、
本机振荡器、频道选择器。

现在电视机中使用的高频调谐器（俗称高频头）都为全频道电子调谐器。

全频道是指能接收全部电视频道；

电子调谐是指用变容二极管进行频道调谐，用开关二极管进行电感切换实现频段变换。

实际高频头是一个屏蔽的小盒，除天线输入、中频输出接口外，还有电源、频段选择（ VHF_L 、 VHF_H 、 UHF ）电压、调谐电压、AGC电压、AFT电压等。

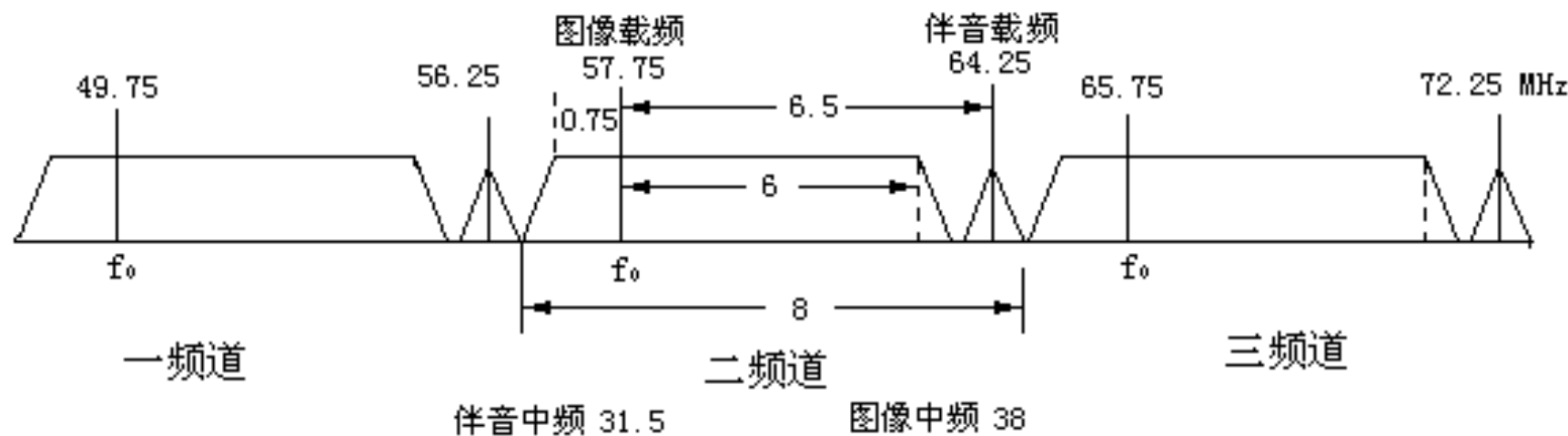




2、对高频调谐器的基本要求

(1) 通频带内有一定的功率增益；

(2) 具有良好的选择性，对邻频道干扰、镜像干扰和中频干扰有较强的抑制作用。



对于二频道，本振信号 $57.75+38=95.75\text{MHz}$ ，

(3) 噪声系数 N_f 越小越好, 要求 $N_f < 8\text{dB}$ 。

噪声系数 N_f =输入载噪比 - 输出载噪比

载噪比=10lg (载波功率/噪波功率) d B

(4)与天线及馈线间的匹配良好。

**(5)本振频率稳定性足够高, 彩色电视机本振频率
漂移量应小于0.05%。**

**(6)高放级应设有自动增益控制(AGC)电路, 控制
范围为 20dB。**

3、全频道电子调谐器

特点：用变容二极管进行频道调谐，用开关二极管进行频段（电感）切换。

什么是变容二极管：结电容较大，
电容量能随反向电压变化而变化的二极管。
电容的变化范围

$3\text{pF} \sim 18\text{pF}$ （反向电压从 $30\text{V} \sim 3\text{V}$ ）

变容比 $K_c=6$

频率覆盖系数 K_f

调谐回路最高谐振频率和最低谐振频率之比

由于 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, 变容比 $K_c=6$

$$K_f = \sqrt{K_c} = \sqrt{6} = 2.45$$

$$K_{f(1\sim 12)} = 219 / 52.5 = 4.17 > 2.45$$

解决频道覆盖的方法

将VHF频段划分为两个分频段，1~5频道为低频段，用 V_L 或I表示；6~12频道为高频段，用 V_H 或II表示。

两个分频段配合不同的电感进行调谐，用**开关二极管切换**。

V_L 分频段要求的频率覆盖系数为：

$$K_{f(1\sim5)} = 88 / 52.5 = 1.676 < 2.45$$

我国VHF（甚高频--米波段30至300MHz、波长10至1米）
电视频道的划分

CH	频率范围 MHz	图像 载频 fp MHz	伴音 载频 fs MHz	CH	频率范围 MHz	图像 载频 fp MHz	伴音 载频 fs MHz
1	48.5~56.5	49.75	56.25	7	175~183	176.25	182.75
2	56.5~64.5	57.75	64.25	8	183~191	184.25	190.75
3	64.5~72.5	65.75	72.25	9	191~199	192.25	198.75
4	76 ~ 84	77.25	83.75	10	199~207	200.25	206.75
5	84~92	85.25	91.75	11	207~215	208.25	214.75
6	167~175	168.25	174.75	12	215~223	216.25	222.75

1至5频道为Ⅰ 波段

6至12为Ⅲ 波段

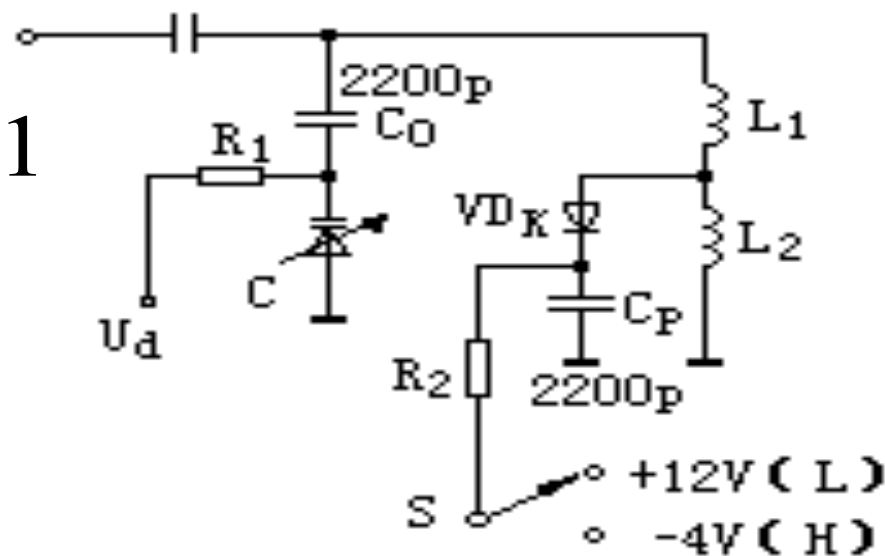
V_H 要求的频率覆盖系数为:

$$K_{f(6\sim 12)} = 219 / 171 = 1.28$$

UHF要求的频率覆盖系数为:

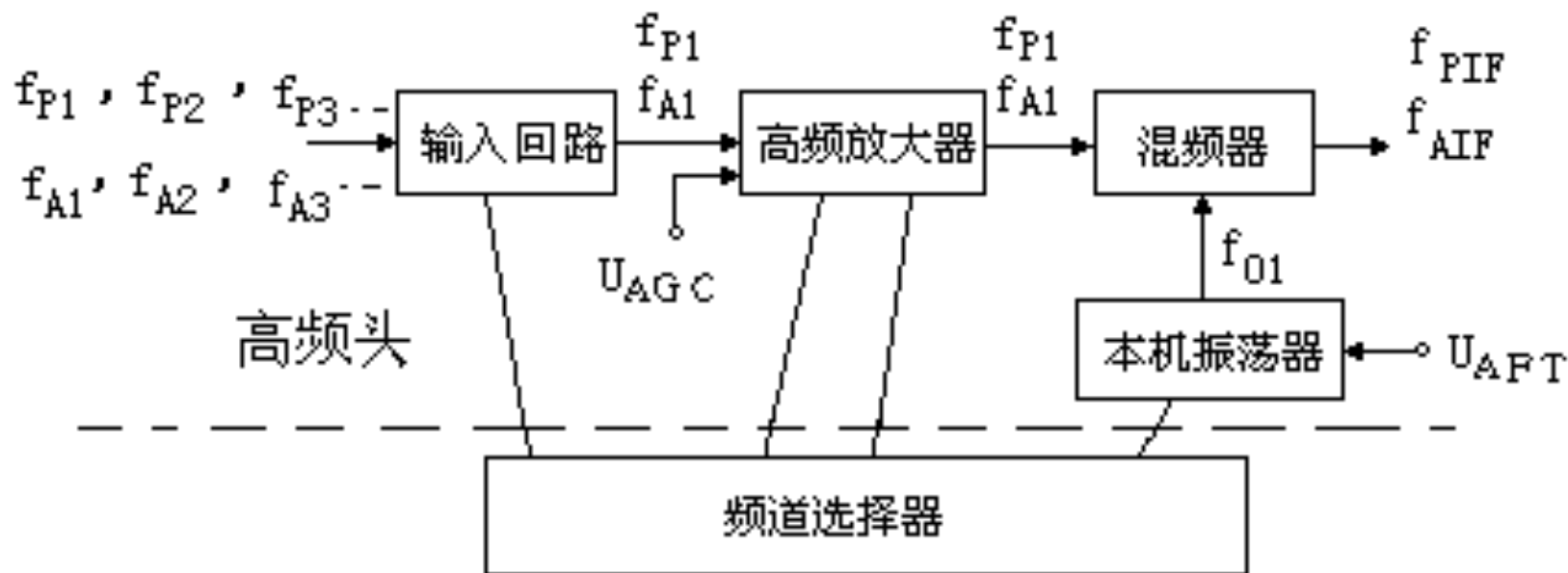
$$K_{f_U} = 954 / 474 = 2.01$$

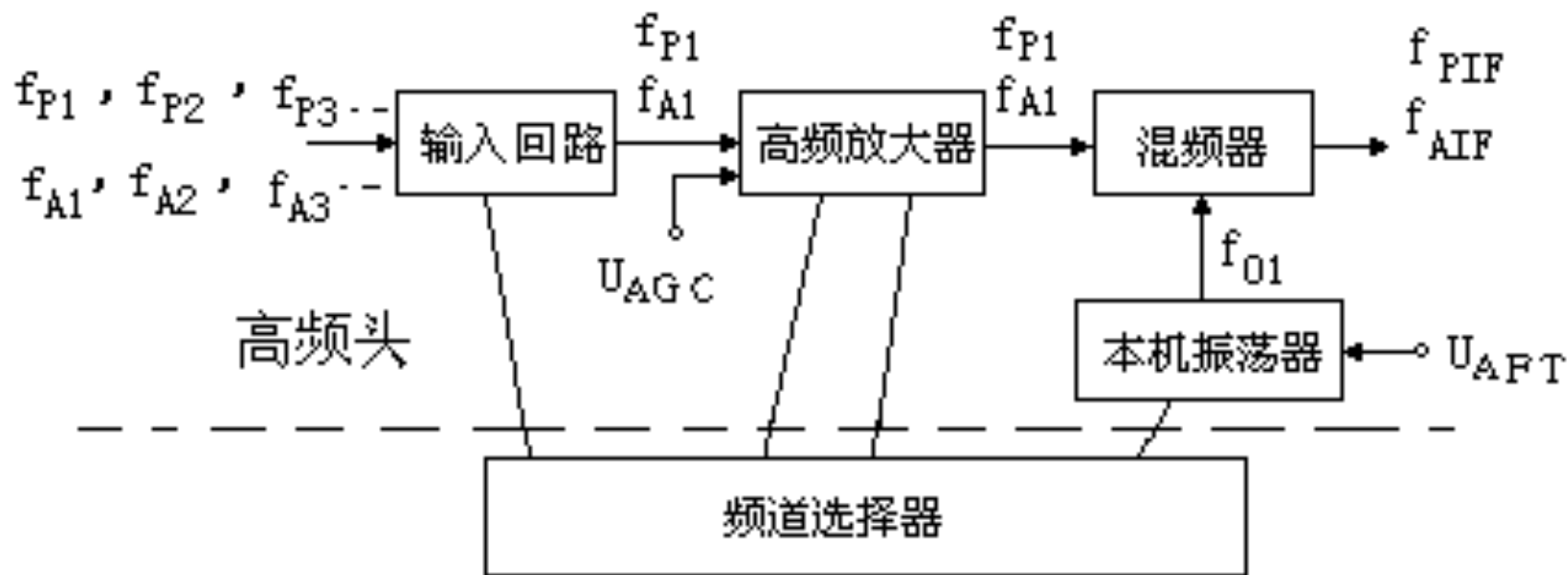
都小于2.45变容二极管能满足要求。



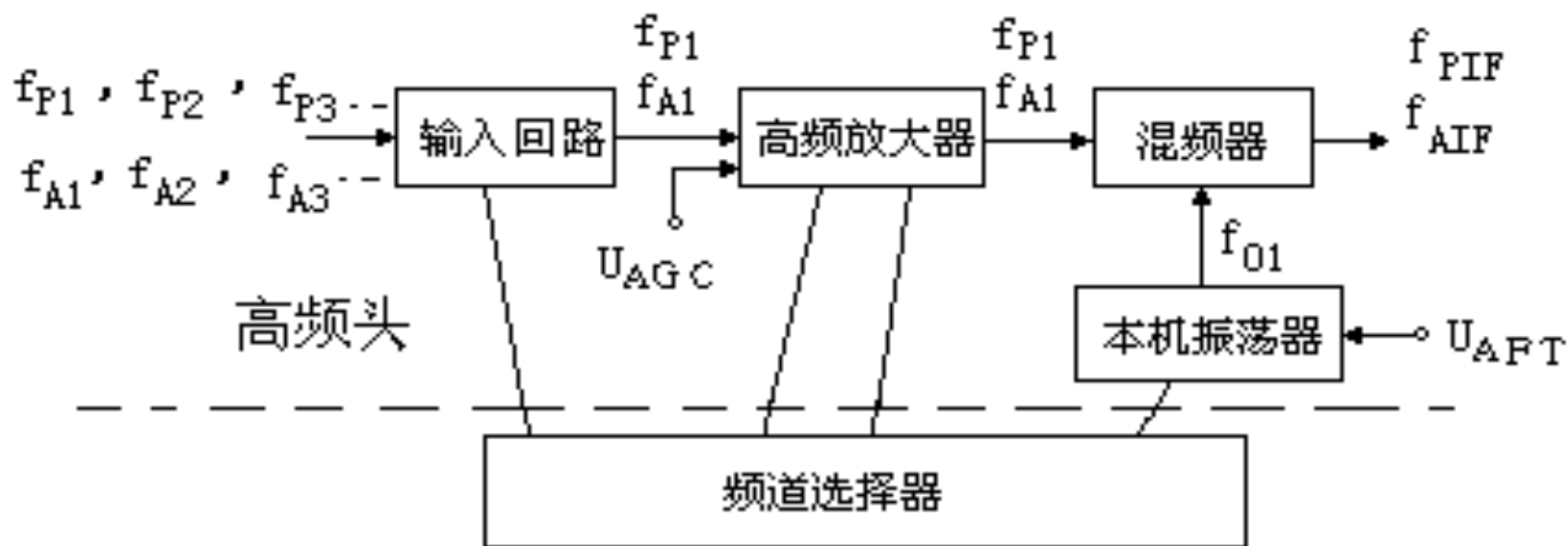
4、高频头各部分电路的作用

(1) **输入回路**：是无源电路，它前面和特性阻抗为 75Ω 的电缆相接。作用为**初选频道**、实现天线馈线和高放级的**匹配**。



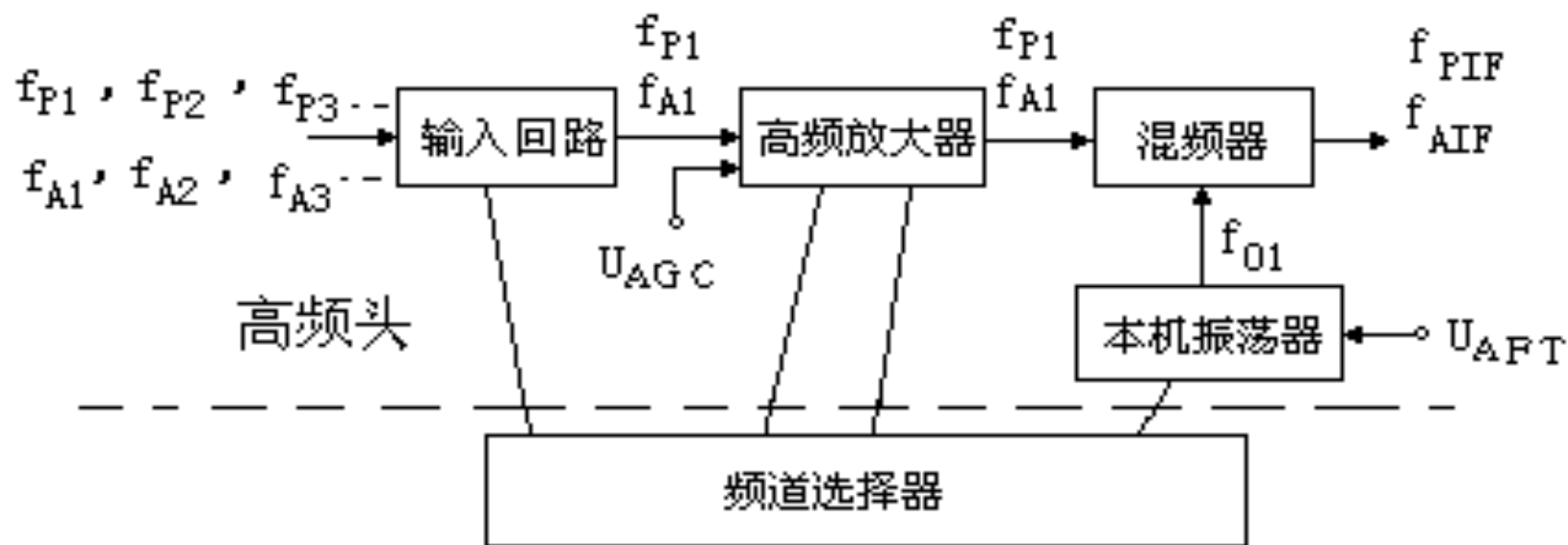


(2) **高频放大器**: 进一步选择所需频道, 并加以适当的放大。要求功率增益在10dB以上。



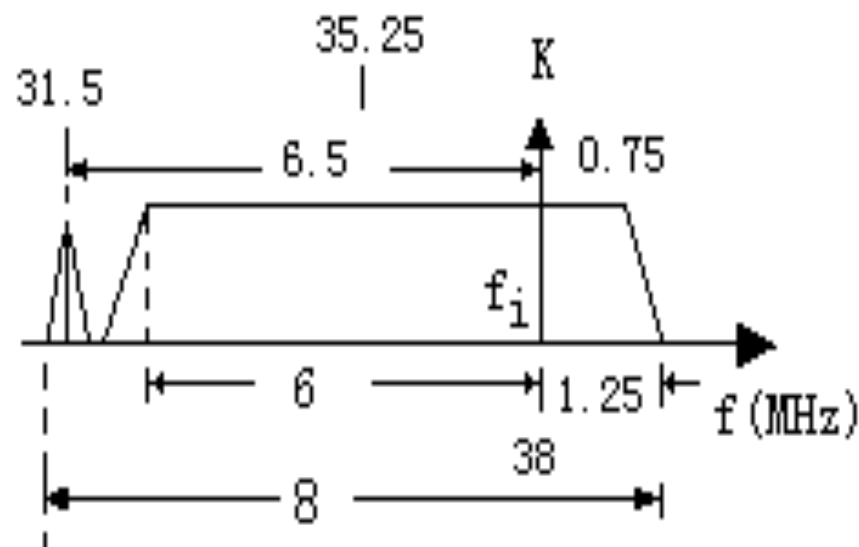
(3) **本机振荡器**：产生一个比所接收频道高频电视信号的图像载频高38MHz的等幅正弦振荡，供给混频器。

说明： U_{AFT} 是**自动频率微调电压**，它来自中频部分，作用是微调本振频率，使混频器输出的图像中频为准确的38MHz。



(4) 混频器：作用是将高频电视信号和本振信号进行混频，得到中频电视信号。

构成：一个混频管和一个谐振于35.25 MHz、带宽为8MHz的双调谐回路。



高频头分VHF调谐器和UHF调谐器两部分，
VHF调谐回路采用集中参数元件，而UHF调谐器采用分布参数元件构成谐振回路。比如选择频道：

由 $2.1\text{pF} \sim 7.6\text{pF}$ 的可变电容器和 2.1cm 短路线构成。

（短于 $1/4$ 波长---呈感性）

（13~68频道---- $474\text{MHz} \sim 958\text{MHz}$ ）

AA

三、电视中频通道

1、主要作用：

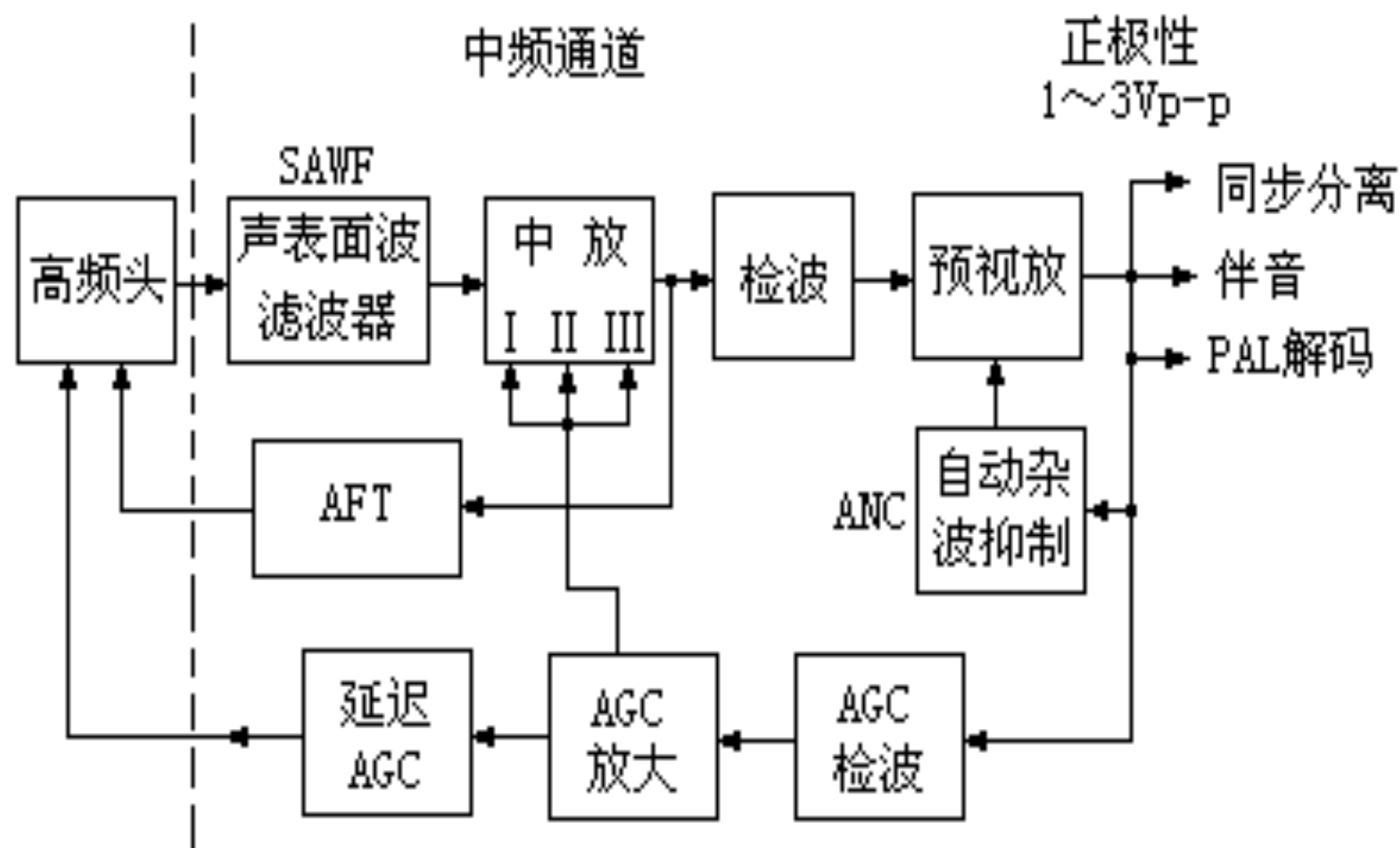
(1)放大中频电视信号，抑制邻频道干扰；

整机的灵敏度和选择性基本上由中频通道的性能决定。

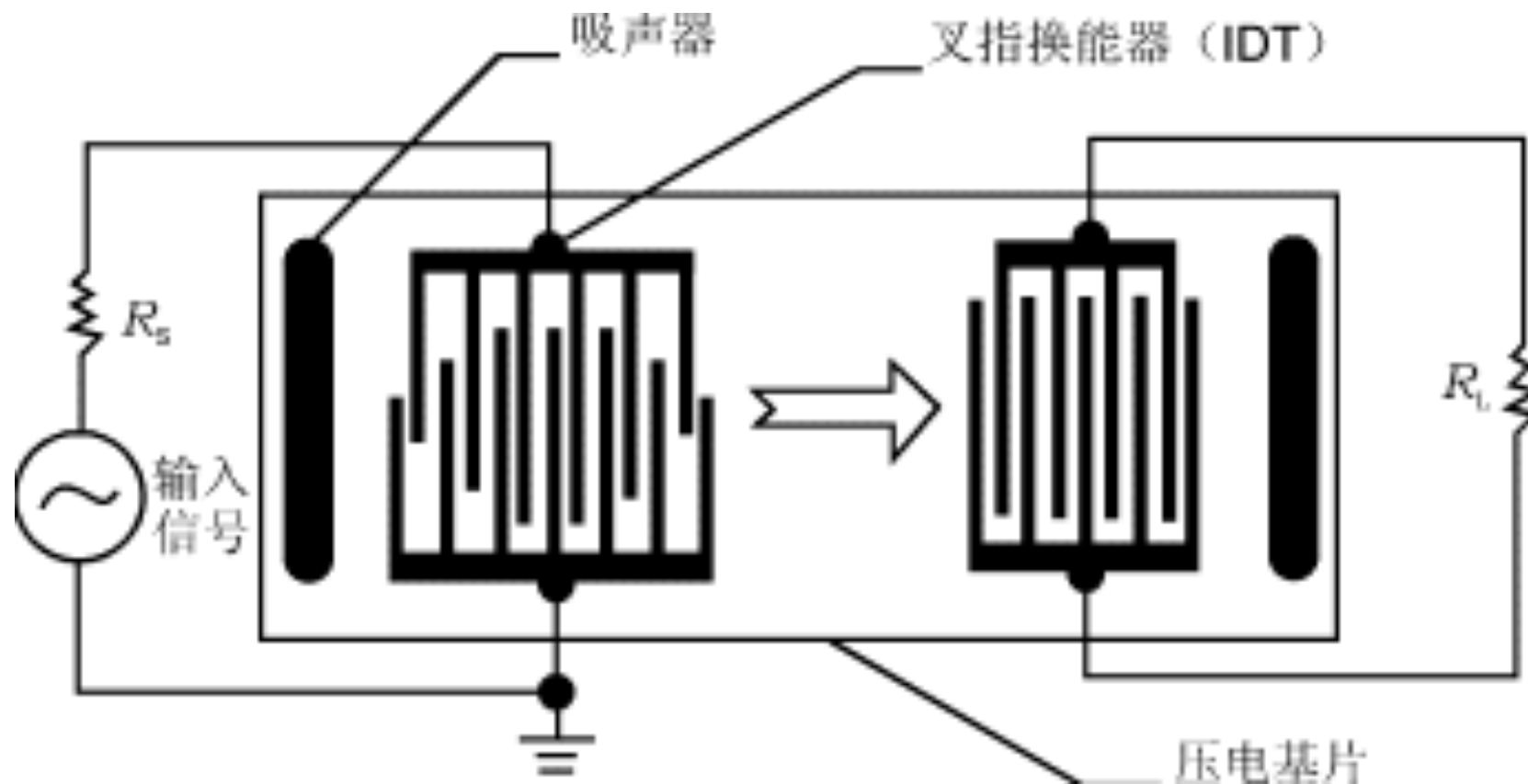
(2)检波得到彩色全电视信号及第二伴音中频信号；

(3)产生自动增益控制电压 U_{AGC} 和自动频率微调电压 U_{AFT} 。

2、组成：



1) 具有规定中频幅频特性的SAWF（声表面滤波器
surface acoustic wave filter）



2) 具有自动增益控制能力的集成中频放大器;

3) 视频检波器: 采用同步检波, 由限幅放大和38MHz选频电路从图像中频信号中得到38MHz等幅信号去乘图像中频信号, 输出图像信号和第二伴音中频信号。

4) 预视放: 带宽为6MHz, 电压增益为2至5倍。

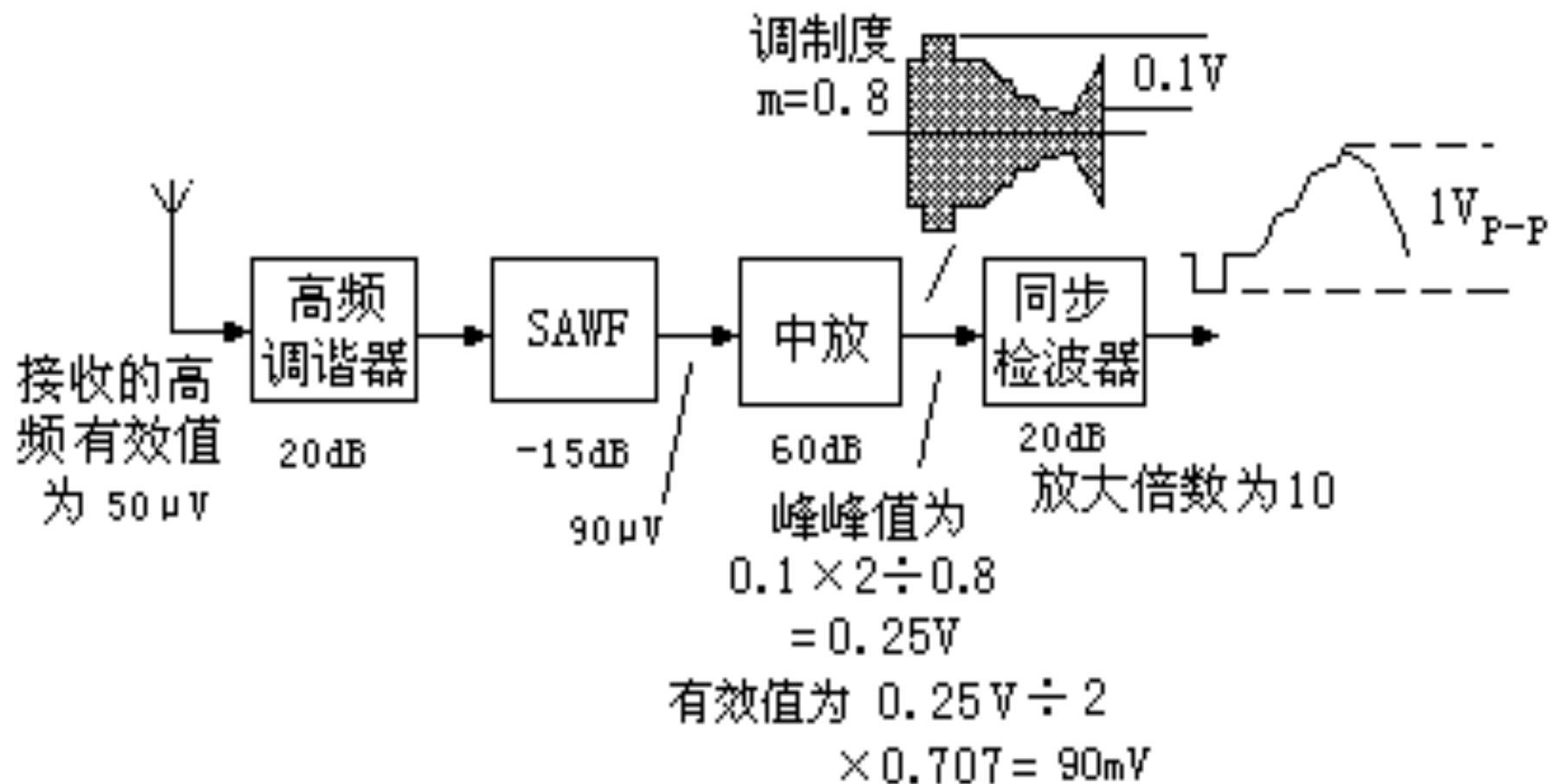
5) 噪声抑制 (ANC automatic noise canceller)
电路：消除大幅度的脉冲干扰（如电火花、雷电）。

6) AGC：将视频信号中的同步信号取出，放大检波得到AGC控制电压，去改变高放、中放的增益。

7) 自动频率微调 (AFT)：由限幅选频电路将图像中频信号变成等幅的中频信号，然后通过鉴频AFT电压。

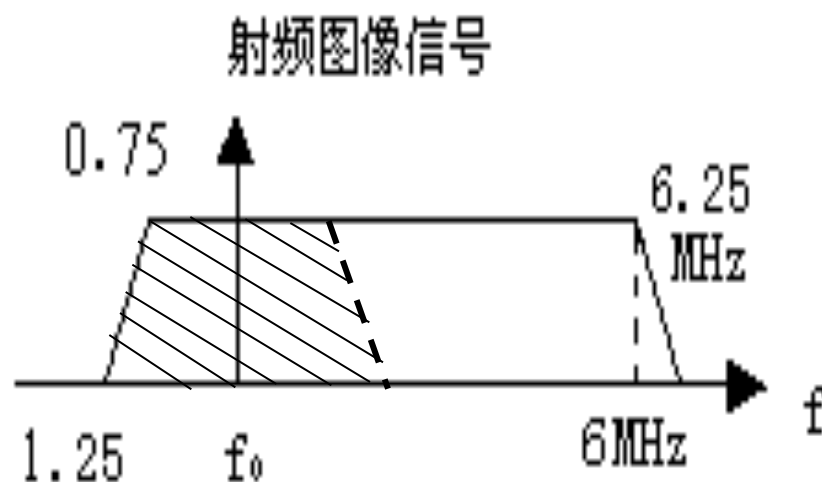
3、对中频通道的基本要求

- (1) 中放增益要达60dB，以保证检波输出的全电视信号的峰峰值为1 ~ 1.4V_{P-P}。

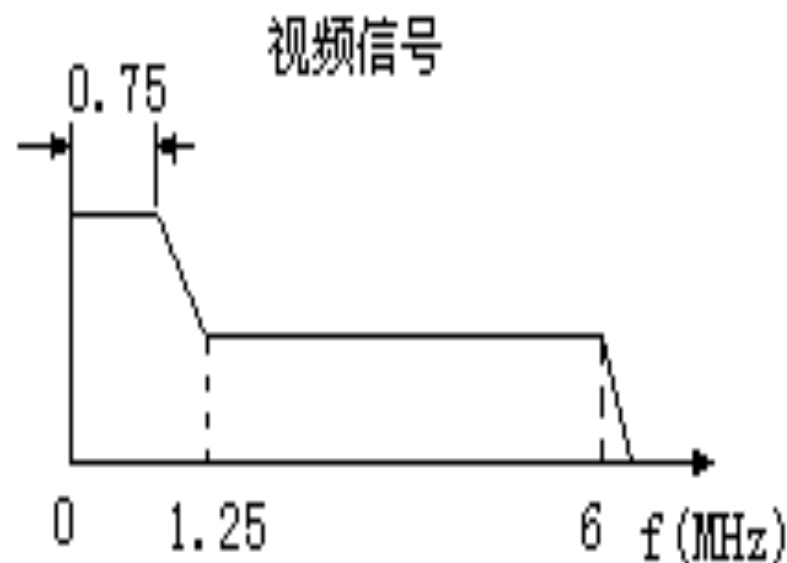


残留边带调幅产生的失真

(1) 幅频失真



检波电路输入信号的幅频特性

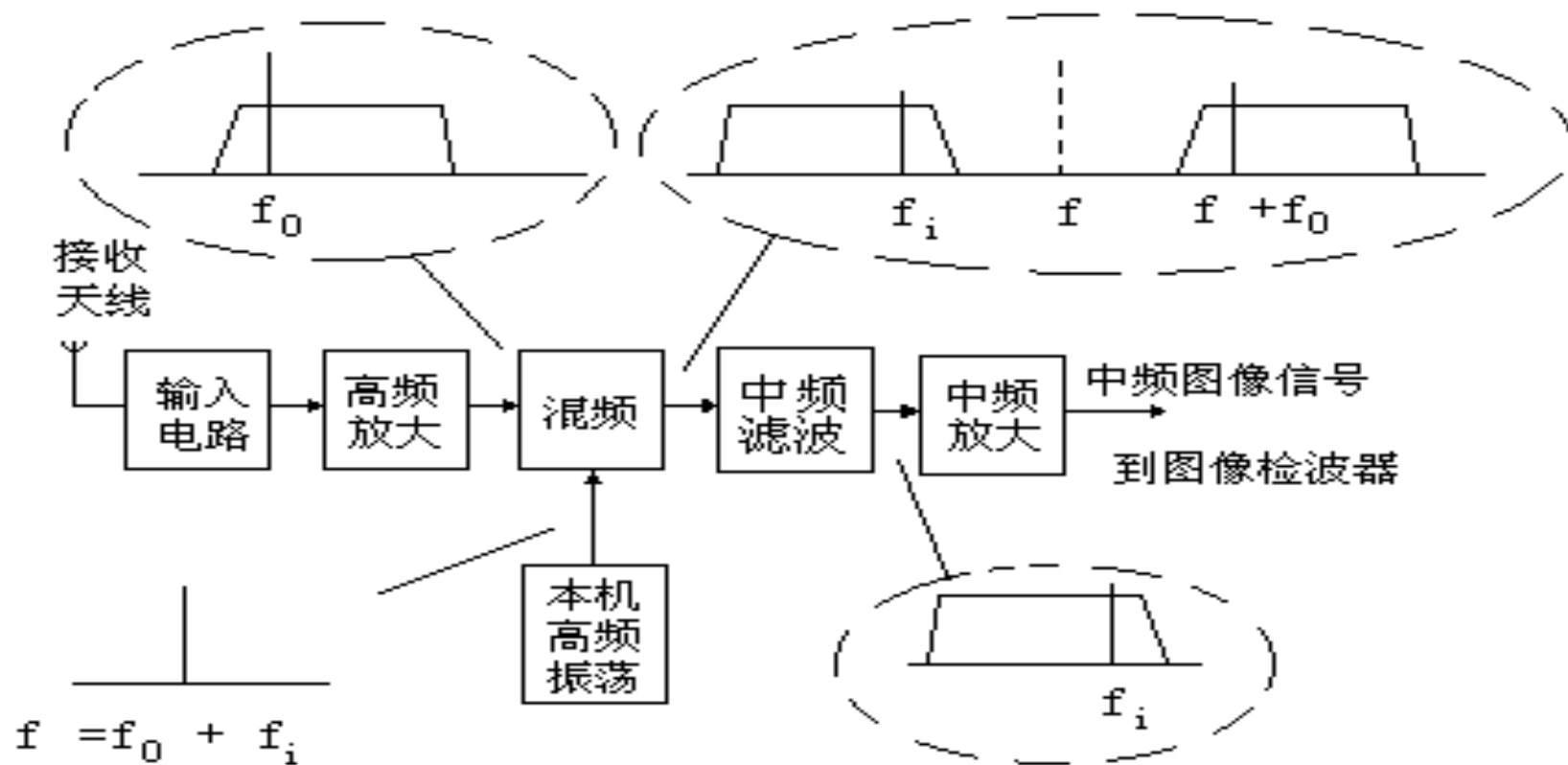


检波电路输出信号的幅频特性

输出在0.75MHz以上幅度减小一半。

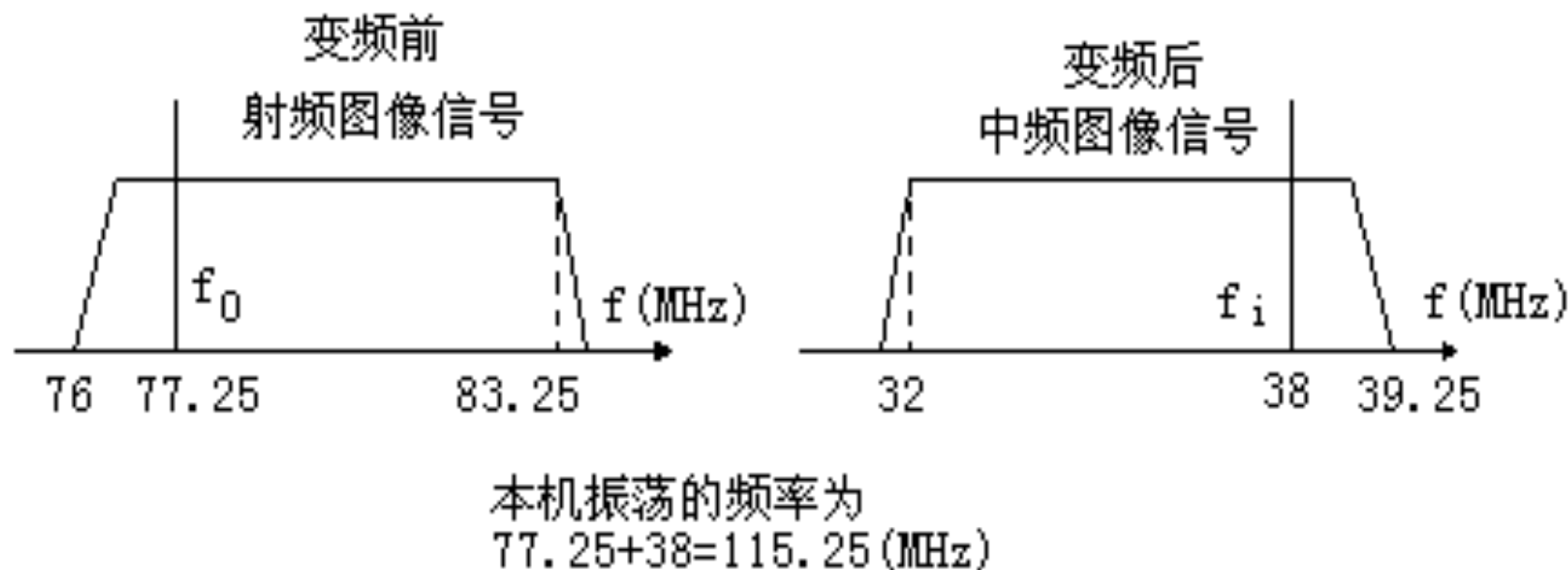
幅度失真的补偿方法：

首先介绍超外差式电视接收机的工作原理



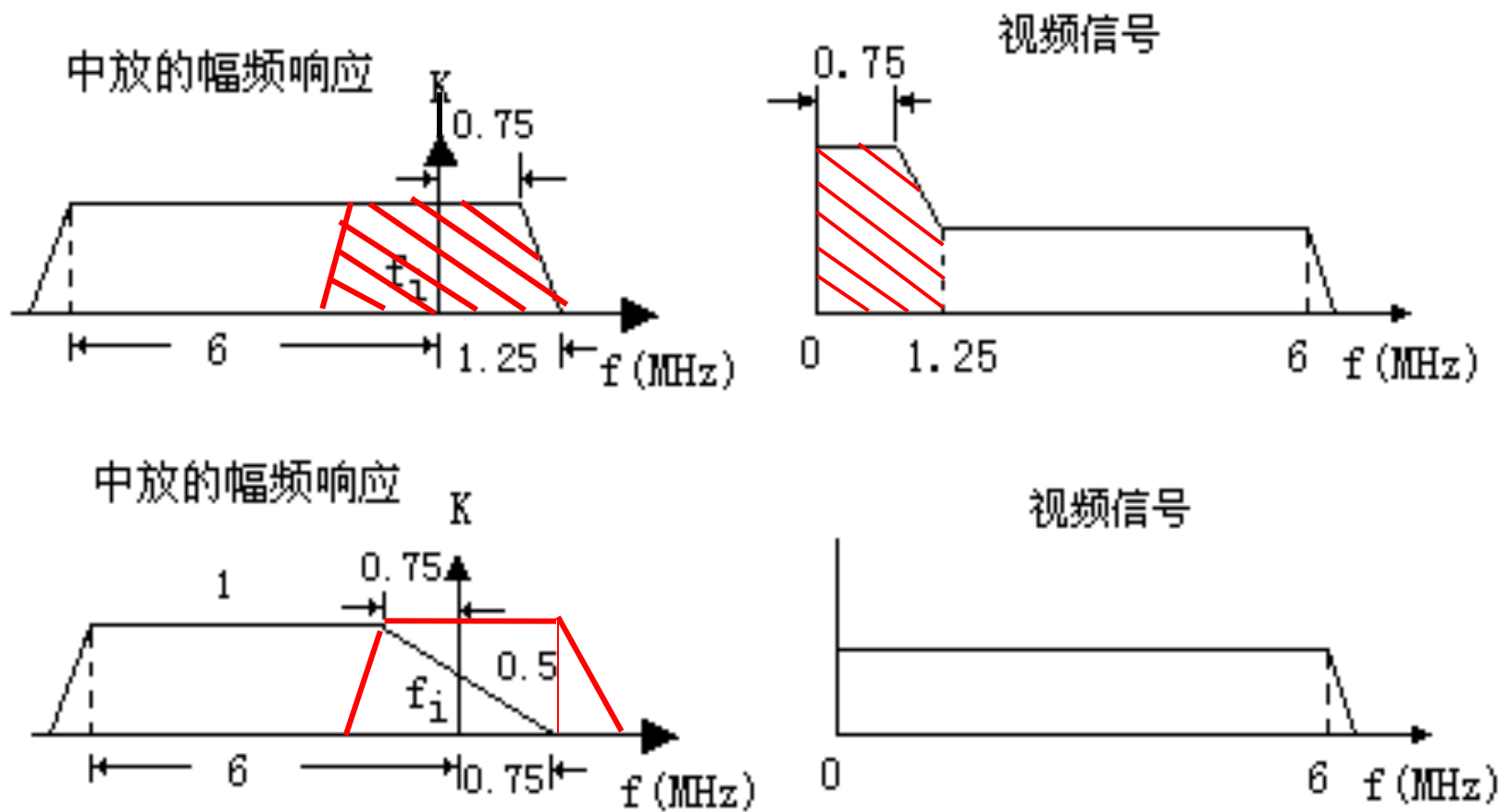
中频为**38MHz**。

比如 接收第四频道：



如果中频放大器的幅频特性在图像带宽范围内平坦，检波后仍有幅度失真。

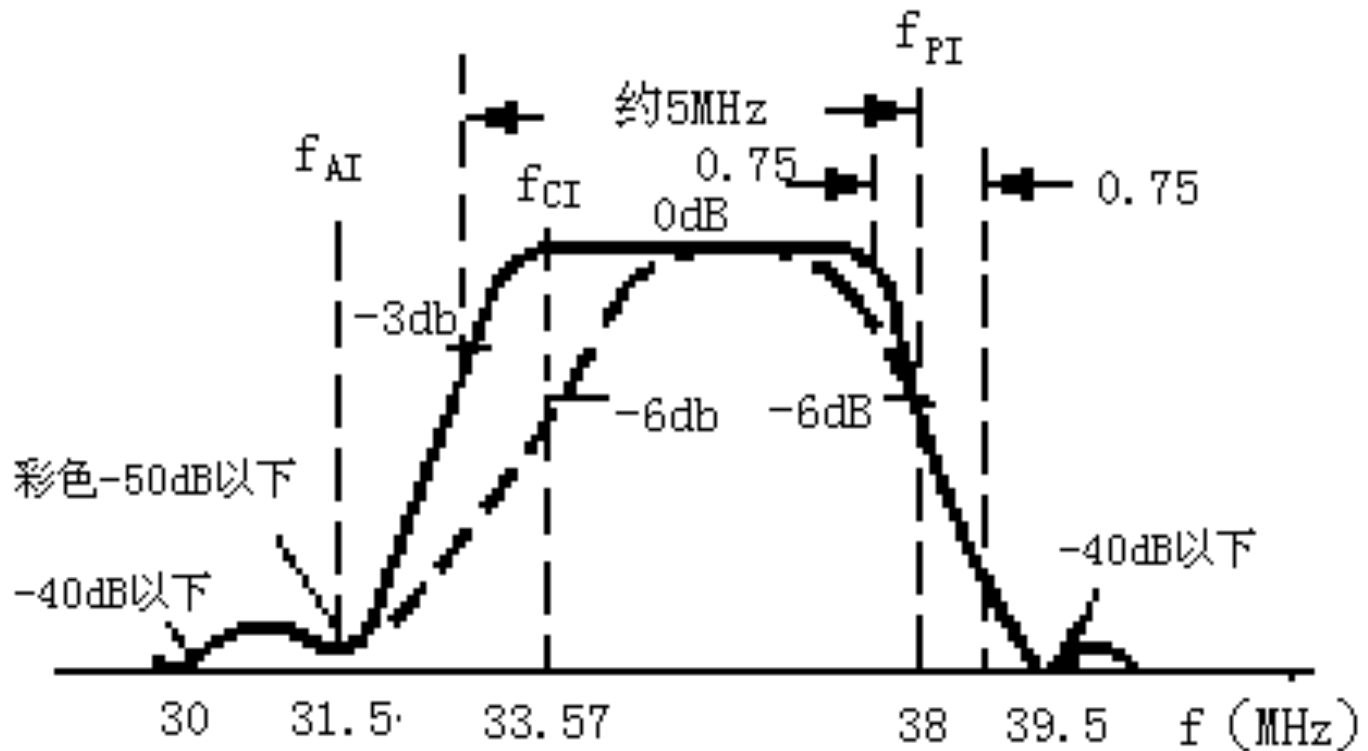
实际中频放大器的频响为：



结论：为了节省频带，图像信号采用残留边带调幅传输方式，而残留边带调幅传输会引起图像信号的幅频失真，为补偿幅频失真，电视机的中频放大电路采用特定的幅频特性：

在中频 $38\text{MHz} \pm 0.75\text{MHz}$ 的频段上增益作线性变化， $38\text{MHz} + 0.75\text{MHz}$ 的频率增益为0，在 $38\text{MHz} - 0.75\text{MHz}$ 的频率处增大到1。

(2) 幅频特性要合适



补偿残留边带调幅带来的幅频失真；

伴音中频的增益比图像中放增益小，以减小伴音对图像的干扰； 有效地抑制邻道干扰。

(3) 提供足够的通频带

(4) 自动增益控制 (AGC) 范围大

要求电视机具有60dB的自动增益控制能力，同时要求中放和高放增益都能自动控制，具体分配如下：

高放 AGC控制范围 20dB

中放 AGC控制范围 40dB

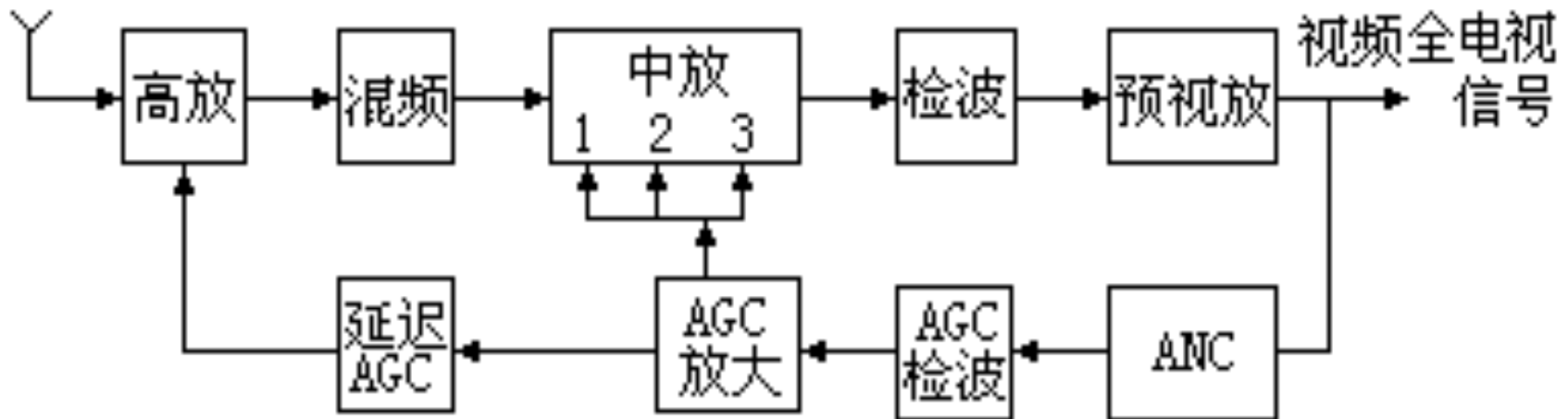
(5) 工作稳定性要好

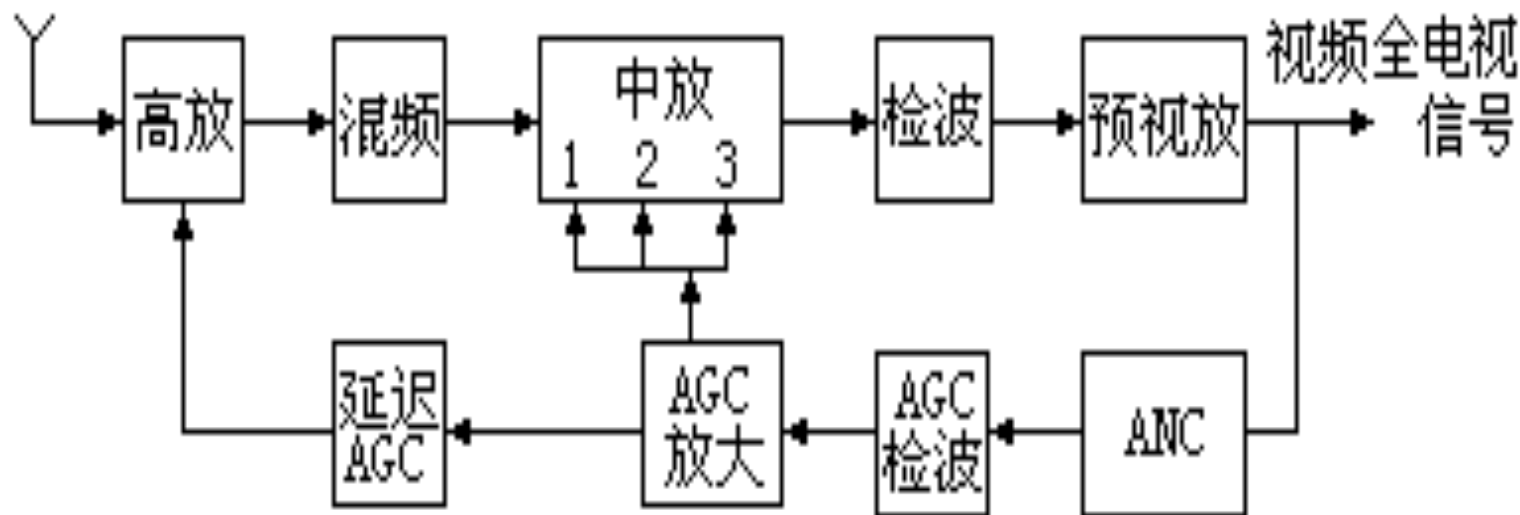
关于自动增益控制（AGC）电路

作用：自动控制中放和高放的增益，使得输入高频信号幅度变化时，检波输出的视频信号幅度基本不变。

输入射频电平变化60dB时，检波输出视频信号的电平变化不超出 $\pm 0.5\text{dB}$ 。

构成：是一个由高放、中放、视频检波、AGC检波和AGC放大等组成的闭环幅度反馈控制系统。





原理： 由AGC检波得到一个随输入信号电平变化而变化的直流电压，去控制图像中放和高放的增益，使视频检波输出的视频信号幅度基本不变。

AGC电压的获得：

当输出正极性视频信号的同步电平低于一定值后，切出同步信号加以放大、检波。

关于延迟式AGC

当检波器输出信号很小（也就是电视机天线接收的信号很弱）时，AGC不起控，此时中放和高放均处于最大增益状态；

当输出信号增大，同步电平低于某值后，中放AGC首先起控，使中放级增益降低。三级中放的起控点是不同的，当同步电平低于某值不多时，只有最后一级起控；当输出信号较大时，才逐步起动前级，此时高放级不受控仍处最大增益状态。

当输出信号再增大到超过另一个设定值时，中放增益不再继续降低保持定值，高放AGC 开始起控，此时高放增益随信号增大而降低。

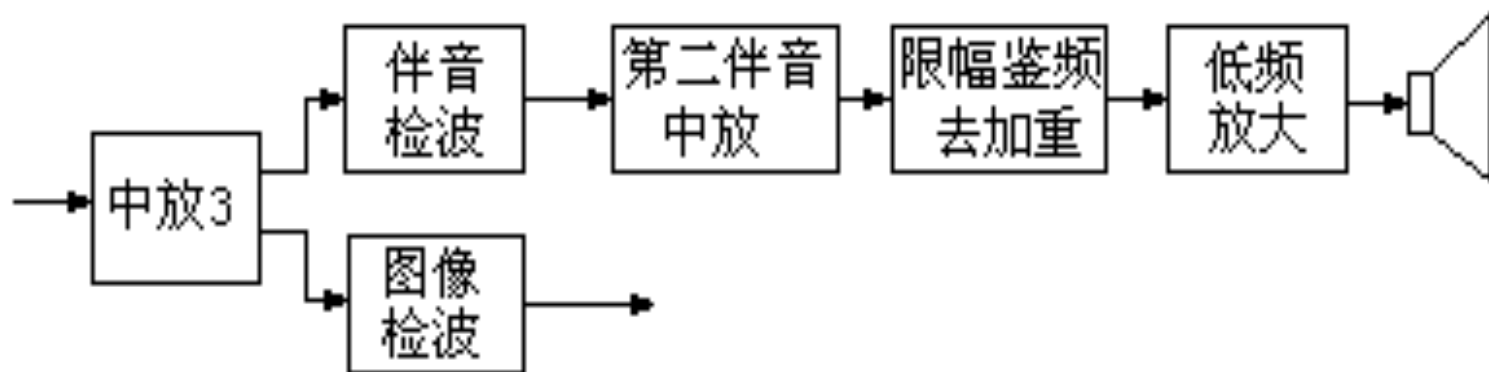
注意：所谓延迟AGC，并非时间上的延时，而是起控电平的推迟。

四、伴音通道

1、伴音通道的组成

我国电视机的伴音采用**内载波还原方式**，即伴音信号与图像信号在同一个高频通道和同一个中频通道中传送，只在中放输出才将图像中频信号和伴音中频信号分开；利用图像中频信号的检波产生出6.5MHz的第二伴音中频信号（调频信号）。

伴音通道的作用是放大第二伴音中频信号，再进行限幅、鉴频，解调出音频信号，低放后推动扬声器。



2 伴音通道电路

(1) 6.5MHz陶瓷滤波器

作用：选取6.5MHz第二伴音中频信号。

要求： 选择性好，带宽 $\pm 0.25\text{MHz}$ 。

(2) 伴音第二中频限幅放大器

作用：将伴音检波器输出的6.5MHz第二伴音中频信号放大、限幅。

(3) 鉴频器

作用：将第二伴音中频信号解调还原为伴音信号。

(4) 去加重

预加重的逆过程。

(5) 电子音量控制电路 (ATT)

通过改变直流电压进行音量控制 (改变放大器增益) 的电路。

(6) 伴音低放和功放电路

(7) 伴音消噪 (静噪) 电路

消除电视机在开启电源或切换频道时, 扬声器会发出的“朴、朴”声。

五、PAL—D 解 码 器

PAL_D解码器的作用是将彩色全电视信号解调还原为三基色信号后送至彩色显像管的三个阴极。

主要由五部分组成：

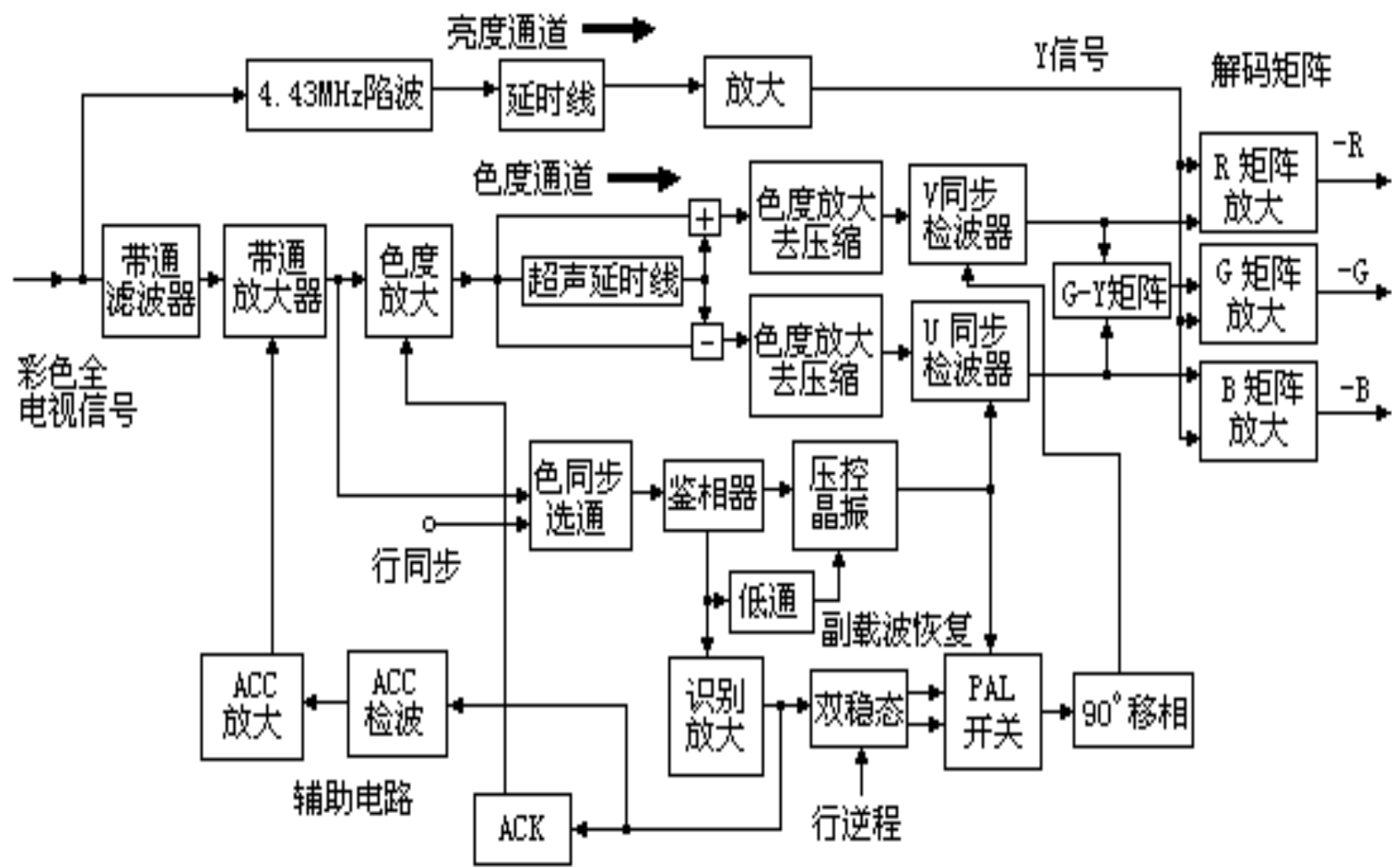
(1) **色度通道**：从彩色全电视信号中分离出色度信号，并解调出色差信号R-Y、B-Y；

(2) **亮度通道**：从彩色全电视信号中分离出亮度信号，并加以相应处理的；

(3) **副载波恢复电路**：产生两个解调用的副载波信号；

(4) **解码矩阵电路**：将R-Y、B-Y和Y信号还原为三基色信号R、G、B；

(5) **辅助电路**：产生ACC、ACK等控制电压。



1、 色度通道

主要包括：色度带通滤波器、色度放大器、梳状滤波器及同步检波器。

(1) 色度带通滤波器

作用：从全电视信号中分离出色度信号。

它是一个 (4.43 ± 1.3) MHz的带通滤波器。考虑到彩色电视机的中频特性采用窄带型，带通滤波器应带有一定的高通特性；另外为消除第二伴音中频信号对色度信号的干扰，一般都配以一个6.5 MHz的吸收回路。

(2) 色度放大器

作用：放大色度信号，并进行自动色饱和度控制（ACC）手动饱和度调节、消色控制（ACK）等。

ACK电路的作用是当用彩色电视机收看黑白电视节目或收看彩色电视节目但色度信号太弱不能给出良好彩色图像时，能自动关断色度通道，只重现黑白图像。

色度信号的有无和强弱，可从色同步信号检知。

ACC电路的作用是自动调整色度通道的增益，使色度信号幅度与亮度信号幅度之间保持调定的比例。

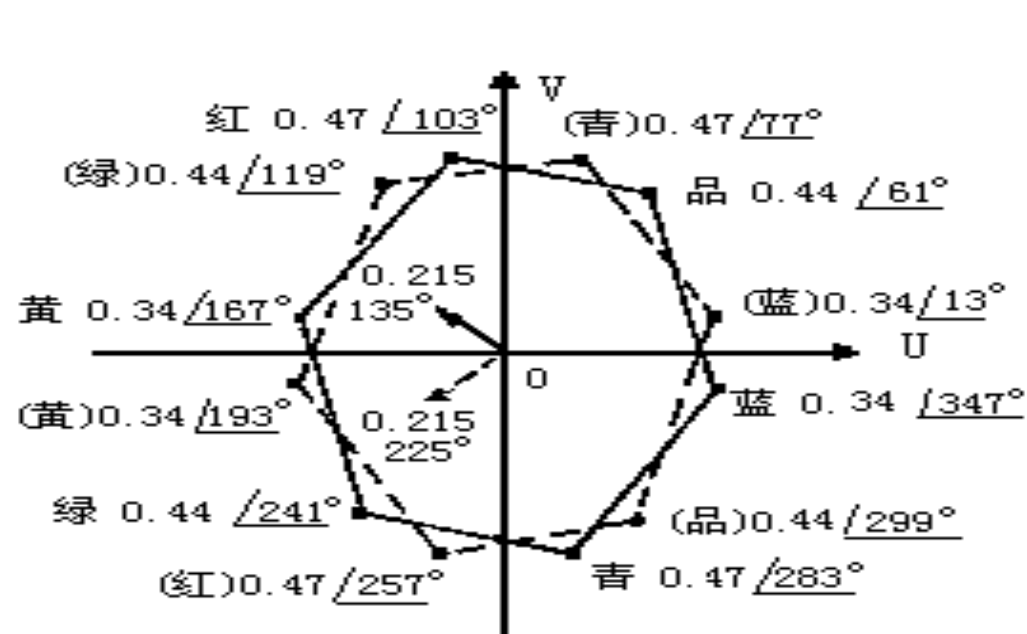
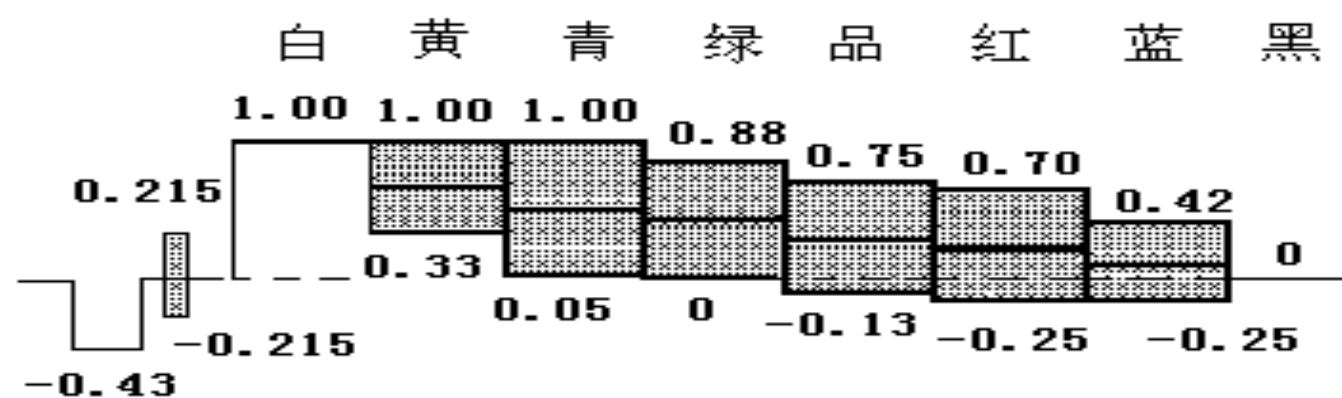
用于ACC的控制电压是由色同步信号峰值检波得到的。

因为色同步信号能真正表示色度信号的幅度。

ACC增益控制过程为：当色度信号较小时，ACC不起控，放大器的增益为最高状态；当色度信号增大到一定程度后，ACC起控，放大器的增益随色同步幅度增大而下降。

补充：模拟视音频基带信号接口标准

- 一、复合（composite）信号接口
- 二、分量接口（component）
- 三、S-Video接口（也称S-端子）
- 四、AV接口
- 五、射频接口



一、复合 (composite) 信号接口

由一根特性阻抗为**75**欧姆的视频电缆传输彩色全电视信号，包括亮度信号、色度信号（含色同步）、复合消隐和复合同步信号。

$$E'_Y = 0.299 E'_R + 0.587 E'_G + 0.114 E'_B$$

$$E'_{R-Y} = 0.877(E'_R - E'_Y)$$

$$E'_{B-Y} = 0.493(E'_B - E'_Y)$$

E'_R 、 E'_G 、 E'_B 是经Y校正的信号。

所有模拟复合视频设备都采用的接口。

我国标准为：

电平： $1\text{V}_{\text{pp}} \pm 20\text{mV}$ (视频信号 0.7 V p-p ， 同步脉冲 0.3 V p-p)；

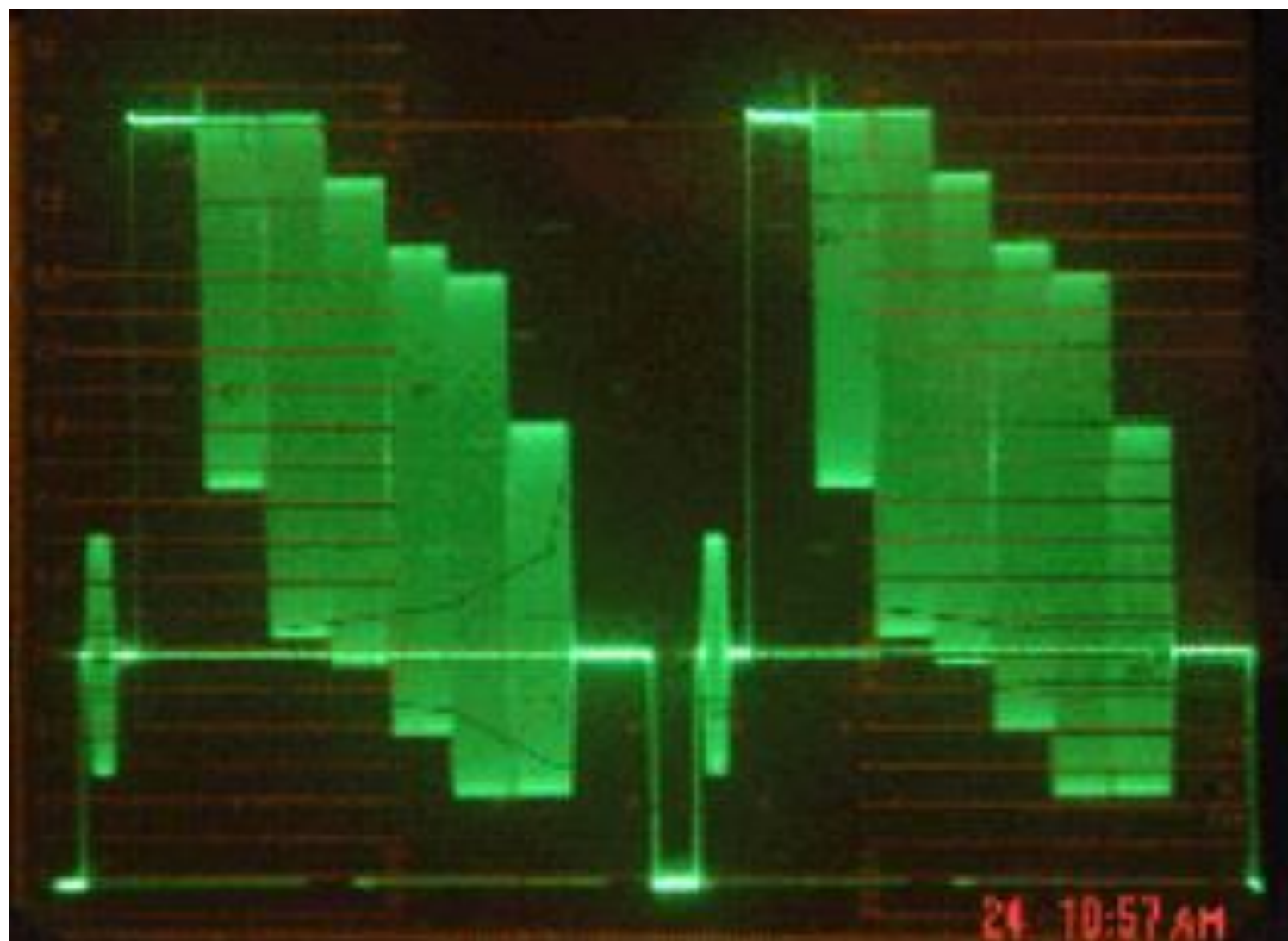
极性： 正极性；

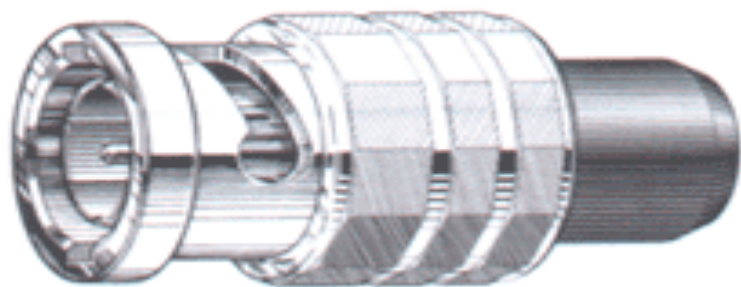
阻抗： $75\Omega \pm 1\%$ ；

传输： 非平衡型；

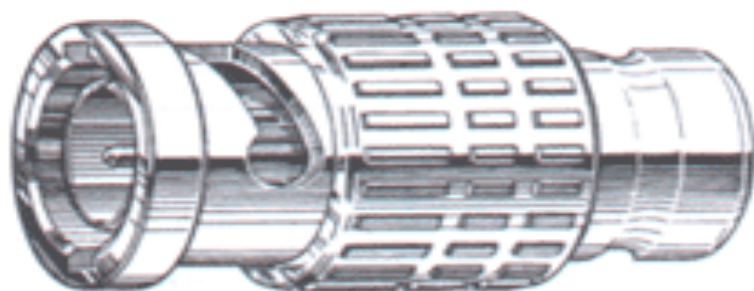
连接端： BNC连接端。

对于具体设备，在输出端对接口特性要求严格，但在输入端由于信道传输和分配，有些设备允许输入信号的电平范围可达 $1\text{V}_{\text{pp}} \pm 6\text{dB}$ (即 $0.5 \sim 2\text{V}_{\text{pp}}$)。





BCP-PT



BCP-TA



二、分量接口（component）

由三根特性阻抗为75欧姆的视频电缆分别传输亮度信号和两个色差信号。

亮度信号 $Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$ ，正极性，峰峰值幅度为1 V p-p（终接75欧），其中视频信号为0.7 V p-p，同步脉冲幅度为0.3 V pp。

R-Y色差信号用Pr表示： $P_r = 0.713 (R - Y)$ ；

B-Y色差信号用Pb表示： $P_b = 0.564 (B - Y)$ 。

色差信号为双极性信号，峰峰值幅度为0.7V p-p

分量接口（component）

- 色差可分为逐行和隔行显示，一般来说分量接口上面都会有几个字母来表示逐行和隔行的。
- **YCbCr**表示的是隔行，用**YPbPr**表示则是逐行，如果电视只有**YCbCr**分量端子的话，则说明电视不能支持逐行分量，而用**YPbPr**分量端子的话，便说明支持逐行和隔行2种分量了。

按照模拟分量格式的要求，有

$$E'_{CR} = k1(E'_R - E'_Y) = 0.35$$

$$E'_{CB} = k2(E'_B - E'_Y) = 0.35$$

根据右图，可得

$$k1 * 0.70 * 0.701 = 0.35$$

$$k2 * 0.70 * 0.886 = 0.35$$

从而可计算出：

$$k1 = 0.713$$

$$k2 = 0.564$$

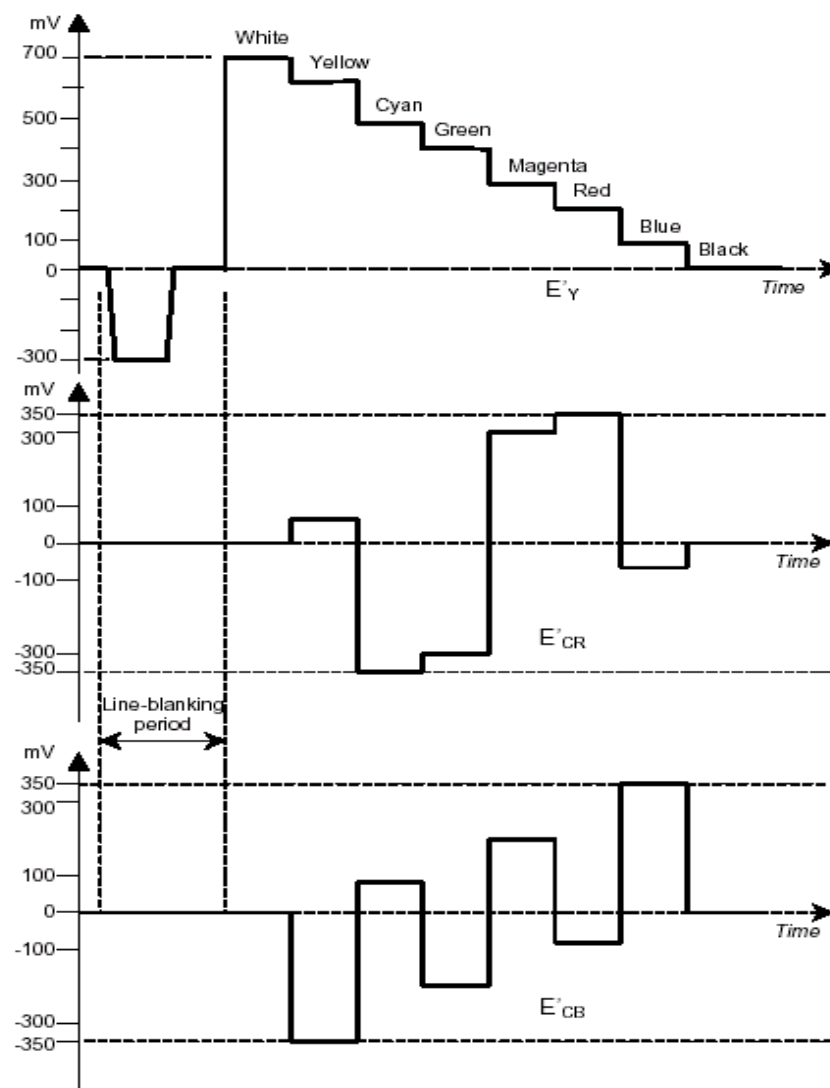


Fig. 1 - Waveform of video signals for 100/0/100/0 colour bars

三、 S -Video接口（也称S-端子）

Y/C分离接口，可用于输出视频信号至电视，S端子采用亮度和色度分离输出设计，克服了视频节目复合输出时的亮度和色度的互相干扰，提供较高清晰度的输出效果。

其基本特性如下：

亮度信号Y：1Vpp，正极性，75Ω，非平衡

色度信号C： PAL制：0.3Vpp；

NTSC制：0.286Vpp；

75Ω，非平衡。

连接端：4芯DIN（S端子）或7芯连接端。

Pin	Name	Description
1	GND	Ground (Y)
2	GND	Ground (C)
3	Y	Luminance
4	C	Chrominance



7 pin MINI-DIN FEMALE connector

at the videocard

Pin	Name	Description
1	GND	Ground (Y)
2	GND	Ground (C)
3	Y	Luminance
4	C	Chrominance
5	-	-
6	V	Composite Video
7	VGND	Composite Ground

Pin	Name	Description
1	GND	Ground (Y)
2	GND	Ground (C)
3	Y	Luminance
4	C	Chrominance
5	SCL	Serial Clock
6	SDA	Serial Data
7	+12V	+12V DC Power



4. AV接口

- AV接口又称（RCARCA）可以算是TV的改进型接口，外观方面有了很大不同。分为了3条线，分别为：音频接口（红色与白色线，组成左右声道）和视频接口（黄色）。
- AV接口在电视与DVD连接中使用的比较广，是每台电视必备的接口之一。



其它接口：

- 红、绿、蓝三种基色输入。



5. RF射频端子 (Radio Frequency)

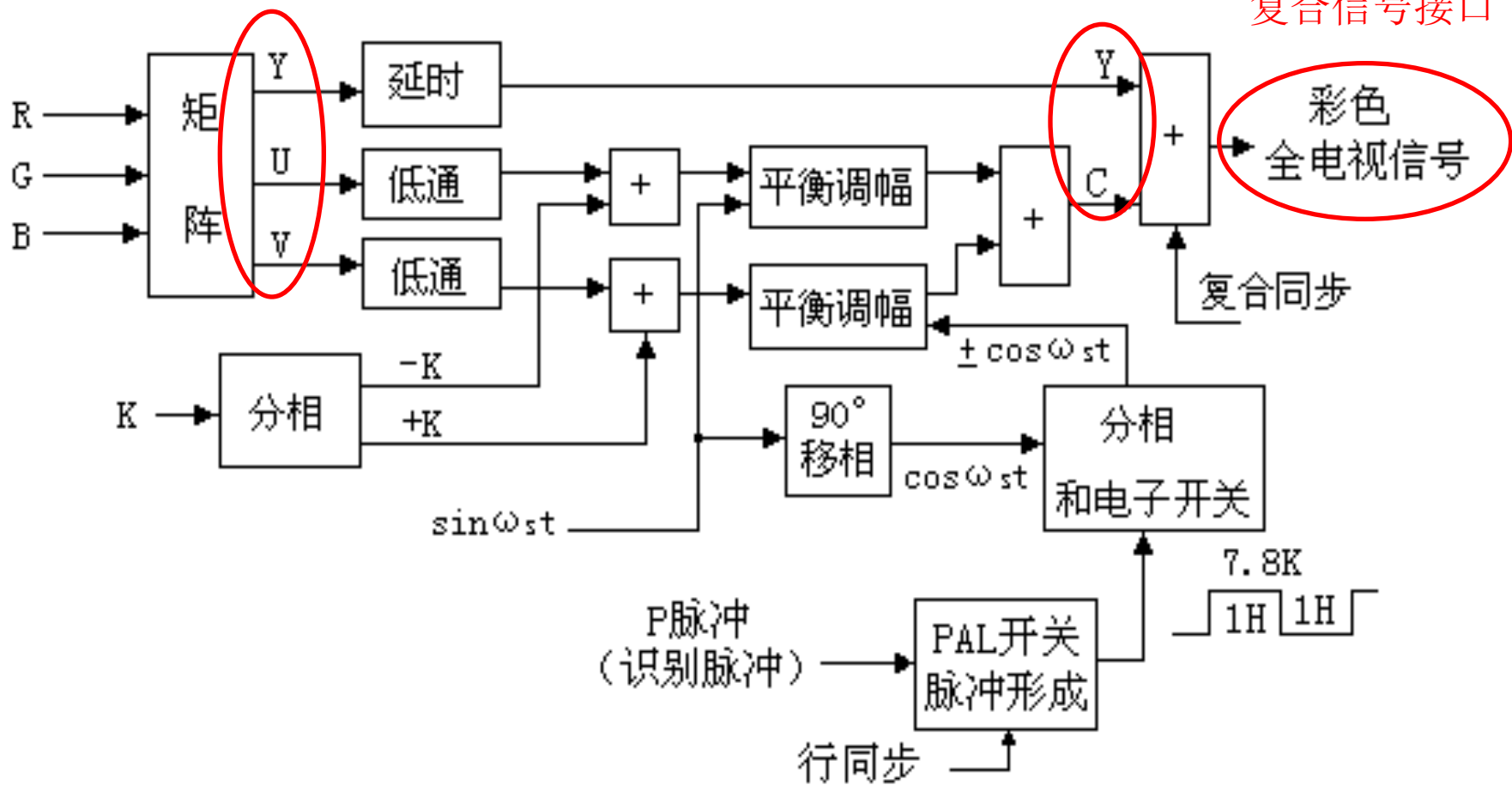
- 它是目前家庭有线电视采用的接口模式。RF 的成像原理是将视频信号和音频信号相混合编码后，输出然后在显示设备内部进行一系列分离/ 解码的过程输出成像。由于步骤繁琐且音视频混合编码会互相干扰，所以它的输出质量也是**最差**的。



分量接口

S-Video接口
(也称S-端子)

复合信号接口



- 质量从好到稍差排序：**YC**分量视频信号、**S-VIDEO**视频信号、复合全电视信号、**RF**射频复合全电视信号。
- 原因：**S-VIDEO**比模拟分量多了色度调制和解调环节，色度指标降低；模拟复合比**S-VIDEO**多了亮色信号的混合和分离环节，亮色串扰引起亮色指标都降低；**RF**射频比模拟全电视信号多了频率搬移和解调，信噪比下降。