

---

AM.FM TIAOXIEQI AM.FM TIAOXIEQI

---

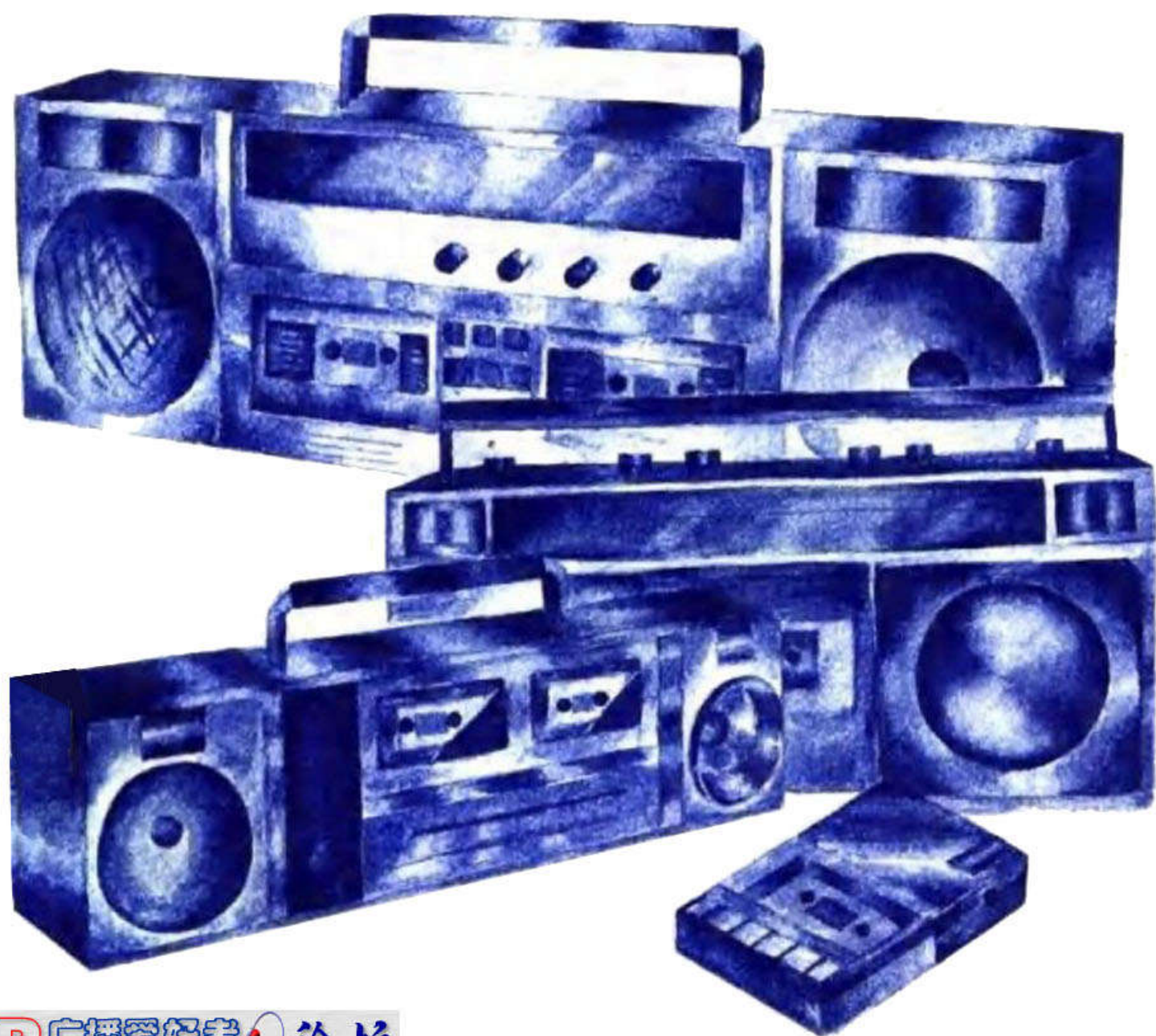
# AM、FM 调谐器

---

AM.FM TIAOXIEQI AM.FM TIAOXIEQI

---

王恭行 编著



振曲线平坦，但选择性差，而带宽宽，如图 5-2(c) 所示。为了兼顾选择性和带宽的要求，谐振曲线的形状最好是一个矩形，如图 5-2(d) 所示。因此中频放大器谐振曲线形状可以用矩形系数来表示：

$$D = f_{0.7} / f_{0.1}$$

理想的矩形系数是带宽  $B = f_{0.7}$  与衰减 20dB 时的频带  $f_{0.1}$  接近，也就是  $D \leq 1$ 。二者越接近， $D$  也越接近 1，这时带宽最宽，选择性也最好。 $D = 1$  时谐振曲线完全是矩形，这在实际电路上是做不到的。

### 5-1 单调谐中频放大电路

单调谐中频放大电路与调谐式高放电路完全相同，如图 5-3 所示。不同的是：中放负载的谐振回路是工作在固定的中频频率 465kHz 上，而高放负载谐振回路是随工作频率而变的。

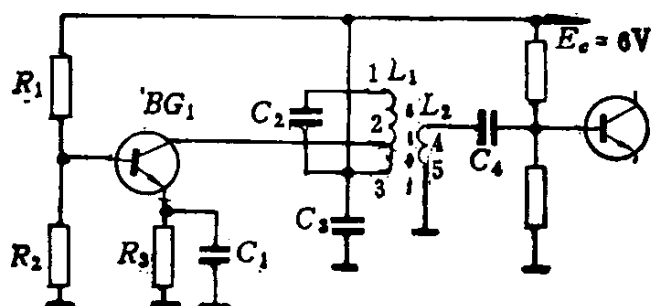


图5-3 单调谐中放

图中  $R_1 R_2$  是基极偏置电阻， $R_3$  是发射极电阻，起稳定直流工作状态的作用。 $C_1$  是交流旁路电容，使  $R_3$  对交流无反馈作用。该电路接成共发射极放大器， $C_2 L_1$  为中频谐振回路，谐振在中频 465kHz 上。 $L_2$  是下级基极耦合线圈，起

阻抗匹配作用, 减弱下级输入阻抗对  $L_1$  回路  $Q$  值的影响, 提高中频选择性。 $L_1$  与  $BG_1$  集电极抽头也是减少管子输出阻抗对  $L_1$  回路  $Q$  值的影响。 $C_3$  是交流旁路电容。

中放计算公式与调谐高放是完全相同的, 只是中放管工作在中频, 因此管子  $Y$  参数应是 465kHz 频率的参数, 与高放工作时的参数不同。

首先是选择回路电容  $C_2$ 。我们知道回路阻抗  $R = Q\rho = Q\sqrt{\frac{L_1}{C_2}}$ , 因此  $C_2$  取得大, 回路阻抗低, 稳定性好。 $C_2$  取

得小, 回路阻抗高, 放大器增益高, 稳定性差。由于  $C_2$  较小, 管子输出电容及分布容量对回路容量影响也大, 容易引起失谐。因此  $C_2$  通常取 200~1000pF。 $C_2$  取定后, 中放级的性能主要由管子的  $Y$  参数及中周  $L_1$  电感的  $Q_0$  值所决定。我们用一实例来说明各参数之间的关系。

例如: 计算一中放电路, 线路图如图 5-3 所示, 选用某硅管,  $I_c=1\text{mA}$  时  $Y$  参数是:

$$y_{fe} = -30 - j20\text{mS} \quad y_{ie} = 1.5 + j10\text{mS}$$

$$y_{oe} = 0.01 + j0.1\text{mS} \quad y_{re} = 0.02 - j0.006\text{mS}$$

要求该级中放具有 8dB 的选择性,  $C_2$  选用 200PF。试计算该级中放的通带、增益及各元件参数。

选择性 8dB=2.5 倍, 选择性是在  $\Delta f=9\text{kHz}$  处测试。

$$\text{则} \quad Q_{e0} = \frac{\sqrt{f_0^2(d^2-1)}}{2\Delta f} = \frac{\sqrt{465^2(2.5^2-1)}}{2 \times 9} = 59$$

$L_1 = 25330/465^2 \times 200 = 586\mu\text{H}$ ,  $L_1$  采用 10×10 型中周绕制, 测得  $Q_0=100$ 。

$$D = Q_0/Q_{e0} = 100/59 = 1.69$$

$$\text{通带 } B = f_0/Q_{e0} = 465/59 = 7.9\text{kHz}$$

$$g = 1/Q \sqrt{\frac{L}{C}} = 1/100 \sqrt{\frac{586}{200}} = 0.0058\text{mS}$$

$$\rho = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{586}{200}} = 1.71\text{k}$$

$$\text{圈数比 } m_1 = L_{12}/L_{13} = \sqrt{\frac{(D-1)g}{2 \times g_{oe}}}$$

$$= \sqrt{\frac{(1.69-1) \times 0.0058}{2 \times 0.01}} = 0.44$$

$$m_2 = L_{15}/L_{13} = \sqrt{\frac{(D-1)g}{2 \times g_{ie}}} = \sqrt{\frac{(1.69-1) \times 0.0058}{2 \times 1.5}}$$

$$= 0.036$$

$$R_{e0} = Q_{e0}\rho \approx 59 \times 1.71 = 100\text{k}\Omega$$

$$\text{增益 } K = |y_{fe}| \cdot m_1 \cdot m_2 \cdot R_{e0}$$

$$= \sqrt{30^2 + 20^2} \times 0.44 \times 0.036 \times 100 = 57 \text{ 倍}$$

$R_1$  稳定直流工作点, 通常取其压降为电源电压的三分之一 (电源电压低时可取电源电压的五分之一)。

$$R_1 = E_c/5I_c = 6/5 \times 1 = 1.2\text{k}\Omega$$

$C_1$ 、 $C_3$  均是交流旁路电容:

$$C_1 > 10/2\pi f_0 R_3 = 10/2 \times 6.28 \times 465 \times 2 > 0.00085\mu\text{F}$$

一般中放旁路电容均取  $0.01 \sim 0.047\mu\text{F}$ 。

$$R_2 = (5 \sim 10)R_{ie} \approx 5 \times \frac{1}{1.5} = 3.3\text{k}\Omega$$

一般取  $5.1\text{k}\Omega$ 。

$$\text{BG}_1 \text{ 管 } U_b = I_c \times R_2 + U_{be} = 1 \times 1.2 + 0.6 = 1.8\text{V},$$

$$\begin{aligned}
 R_1 &= E_c - U_b R_2 / V_b \\
 &= (6 - 1.8) \times 5.1 / 1.8 \\
 &= 11.9 \text{ k}\Omega, \text{ 可取 } 12 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

从上述计算可看出, 增益  $K$  与参数  $y_{fe}$  成正比, 管子的  $y_{fe}$  与管子工作电流  $I_c$  有关, 在小电流情况下,  $I_c$  增加,  $y_{fe}$  也增加, 因此调整管子的  $I_c$  可控制中放增益。但通常第一级中放要受 AGC 电路控制,  $I_c$  不宜过大, 约  $0.5 \text{ mA}$ 。 $y_{fe}$  小些, 则  $K$  也低些。第二级中放要求增益高,  $I_c$  可取得大些, 一般取  $0.8 \sim 1.5 \text{ mA}$ 。

中放电路由于  $y_{re}$  存在, 引起内部反馈, 增益高了会自激, 增益不能超过最大稳定放大量:

$$\begin{aligned}
 K_0 &= \sqrt{0.7 y_{fe} / \omega C_c} \\
 C_c &= 0.006 / 6.28 \times 465 = 2 \text{ pF} \\
 K_0 &= \sqrt{0.7 \frac{\sqrt{30^2 + 20^2}}{6.28 \times 465 \times 2}} = 65 \text{ 倍} > 57 \text{ 倍}
 \end{aligned}$$

如果是多级中放, 则  $K_0$  将减小, 多级放大比单级容易自激, 因此 “0.7” 要减小。要提高稳定放大量, 应选择  $y_{fe}$  大及  $y_{re}$  小的管子, 同时尽量提高电源电压, 使  $U_{cc}$  大些,  $U_{cc}$  大时  $y_{re}$  小、 $y_{fe}$  大, 故对稳定性有好处。

如果计算出来的  $K_0$  小于  $K$ , 那就需要采用中和的方法来提高稳定放大量。或者减低  $m_1 m_2$  抽头比, 来减小  $K$ 。但这样修改后, 选择性将提高, 通带将减小。如果通带不允许减小, 那就可采取在回路上并电阻的方法来降低  $R_{e0}$ , 从而减小  $K$ 。

单调谐中放的通带和选择性由回路的  $Q_{e0}$  决定,  $B$  与  $d$  是相互矛盾, 又不能兼顾的。 $Q_{e0}$  大,  $d$  也大,  $B$  就小, 反之亦然。因此必须适当选择  $Q_{e0}$ 。

多级单调谐中放的增益是每级 $K$ 相乘, 即

$$K = K_1 \times K_2 \times \cdots \times K_n$$

其总的选择性是每一级的 $d$ 相加:

$$d = d_1 + d_2 + \cdots + d_n$$

其总的通带由下式表示 (各级通带相同):

$$B = B_1 \sqrt{2^{\frac{1}{n}} - 1}$$

如果是二级中放, 即三个回路的中放电路, 也就是普通收音机用的电路, 其单级中放性能同上例: 则可算得

$$K = 2 \times 48 = 96 \text{ 倍}$$

$$d = 3 \times 8 = 24 \text{ dB}$$

$$B = 7.9 \sqrt{2^{\frac{1}{3}} - 1} = 4 \text{ kHz}$$

上面计算可知, 中放级数越多, 选择性将增加, 而通带则变窄。因此高级的接收机既要求有好的选择性, 又要有宽的通带, 单调谐中放是无法满足要求的, 因而必须采用双调谐中放、集中滤波器等电路。

## 5-2 中频放大器的中和电路

引起中频放大器自激的主要原因是管子的内反馈参数 $y_{re}$ 。 $y_{re}$ 由 $g_{re}$ 和 $C_{re}$ 二部分组成。对于调幅中频频率来说, 频率不高,  $g_{re} \ll 1/\omega C_{re}$ , 故主要考虑 $C_{re}$  (即 $C_e$ ) 电容产生内反馈的影响, 中和的方法就是在外电路中接上一个反馈电容 $C_N$ , 使其引起的反馈作用抵销 $C_e$ 的内反馈, 使放大器工作稳定。

图 5-4 是有中和电路的单调谐中放电路。 $C_e$ 是管子内反