

收音机的中频放大四



內 容 提 要

这本小册子是專門介紹收音机中頻放大器的，对中頻放大器的作用，它在外差收音机中的地位，各部分的工作原理，各种电路的工作情况和优缺点以及它的調整等作了簡明的闡述与分析。

这本书是作者写的“变频器”的姊妹作，供已有一些經驗的业余無線电爱好者閱讀。

收音机的中頻放大器

編著者：穆 千 折

出版者：人 民 邮 电 出 版 社
北京东四六条13号

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇四八号)

印刷者：北 京 市 印 刷 一 厂

發行者：新 華 書 店

开本787×1092 1/32	1958年8月北京第一版
印张11张 页数22	1958年8月北京第一次印刷
印刷字数34,000字	统一书号：15045·总816—第207
印数1—6,500册	定价：(9) 0.14 元

目 录

一、概 論.....	1
二、中頻放大器的選擇性和頻率响应.....	3
三、中頻放大器的諧振槽路.....	8
四、中頻放大器的电路.....	14
五、中頻變壓器.....	21
六、自动音量控制及其对調諧的影响.....	28
七、中頻放大器的穩定.....	38
八、中頻放大器的調整.....	41

一 概 論

近代的無線電收音機，几乎都是采用超外差式的电路。这种电路的特点就是把外来的欲接收的已被調制的無線電射頻訊号先經過變頻器，使它变成一个中間頻率的訊号（簡称中頻），然后使这个中頻訊号經過一級或數級的中頻放大器（簡称中放級）加以放大后再送入檢波器加以檢波使恢复原来的調制音頻訊号。然后这个音頻訊号再通过后面的音頻放大器放大后再輸出至揚声器或耳机。虽然在超外差式收音機中，不采用中放級而直接將變頻器輸出的中頻訊号加以檢波也可得到同样的收音目的，但是在收音機天綫上感应的訊号电压是相当小的，因此經變頻后送入檢波器的中頻訊号也是很小的。根据檢波理論，我們知道当采用兩極管作檢波时，小的輸入訊号將产生很大的非直綫性失真，采用其他形式的檢波其失真亦很可观。所以中頻放大器的应用可以減少收音機的失真度。但是在超外差式收音機中应用中頻放大器并不仅仅是为了減少失真（因为可以采用高頻放大器来解决），而更重要的还在于中頻放大器是決定超外差式收音機灵敏度和選擇性等最重要的質量指标的主要因素。

超外差式收音機如果加射頻（高頻）放大，那末也可增高灵敏度，但是沒有采用中放級那样好。这是因为高頻放大器所放大的訊号，就是欲接收的那个电台的訊号，它的頻率是相当高的，尤其在短波波段中，它的頻率就更高了。我們知道，放大高的頻率的放大器在裝配和实际应用中常会發生很大的問題。首先是高頻放大器的放大倍数不能很大，否則就会产生自激振盪，使收音機發出尖銳的嘯叫声，扰乱收音甚至不能收音。这就使收音機的灵敏度不能做得太高。如果我們在變頻器的后面加一中頻放大器，那末中頻放大器所放大的訊号，不論在接收中波还是短波，其頻率都是較低的，且是

固定的中頻(在我国都是采用 465 K. C.), 因此它所产生的自激振盪的机会就显著的減少了。于是中頻放大器的放大倍数就可設計得較大。当然, 随着放大倍数的增大, 收音机的灵敏度也有了显著的提高。其次, 中頻放大器所放大的訊号頻率都是一个固定的中頻, 因此在收听时不必調整它的調諧迴路, 而采用高頻放大器时, 就必需同时調整高放級的調諧迴路而使統調工作复杂化。所以采用了中頻放大器, 不論在裝配或使用都將簡便得多。同时由于中頻为固定, 故对各电台的放大能力也均匀。

超外差式收音机的選擇性是决定于調諧迴路的多寡与型式的。采用了中頻放大器, 由于接入了多个固定的中頻調諧迴路(簡称中頻变压器), 因此它对鄰近頻率电台的訊号的抑制作用加强了, 也就是說收音机的選擇性好了。当然, 采用高頻放大器也同样的可增加調諧迴路。但是在中頻放大器中我們总是采用固定的双調諧的調諧迴路, 而在高頻放大器中为了收音时調整的方便都是采用單調諧的調諧迴路, 因此中頻放大器对鄰近頻率訊号的抑制作用要較高頻放大器的作用强, 也就是采用中放級后的選擇性將有显著提高^①。当然如果我們能够克服裝配与調整的麻煩而加几个高頻調諧迴路也同样能够使選擇性提高, 但是由于它的選擇性曲綫的过分尖銳將使收音机的音質变坏。而采用了中頻放大器后, 不但選擇性提高了, 同时又由于它的選擇性曲綫的頂部較為平坦, 因此收音机的音質(即頻率响应)也將大为改善。

由于中頻放大器对超外差式收音机有上述的重大意义, 因此在超外差式收音机中, 是广泛采用中頻放大器的。正由于中頻放大器在超外差式收音机中的作用是如此的重大, 于是对中頻放大器尤其是它的調諧迴路——中頻变压器的知識的討論是非常必要的。

① 参阅拙著“变频器”第一节。

二 中頻放大器的選擇性和頻率響應

1 調幅波

在目前的我国的無線电广播电台都是采用調幅波来傳播节目的。我們知道每个無線电广播电台,都有着—个發射的頻率,这一个頻率是指它的載波頻率。載波的幅度(通俗的說就是它每周电压的最大值)是固定不变的。圖 2.1 示—載波的波形,在圖中可以看出它的幅度是不变的。但是單發射这样的—个幅度不变的固定的載波,对無線电广播而言,是没有什么意义的,因为它沒有可能傳遞言語与音乐。为了要达到傳播言語与音乐的目的,就必须將代表言語与音乐的音频电波去調制这个載波的波幅,使它的波幅随了音频电波而变更。然后經过檢波器使恢复这个音频电波而达到傳播言語与音乐的目的。这个被音频波調制了的,其幅度随着音频而变化的电波称为調幅波。圖 2.2 是一个音频波的波形(設它的頻率是 F) ,与圖 2.1 比較起来可以知道它的頻率是低得多的。圖 2.3 是

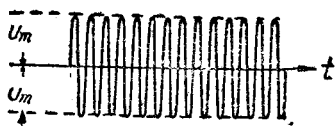


圖 2.1

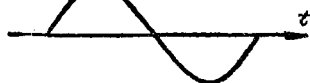


圖 2.2

一个調幅波的波形,从圖上可看出載波的幅度已随着音频波而变化了。

一个載波被一个音频波調制后,就包含着三个不同頻率的成份。第一个成份是原来的載波,它的頻率和原来的載波頻率(設为 f) 相同;第二个成份是等于載波頻率加上音频波的頻率($f + F$),第三

个成份是等于载波频率减去音频波的频率 ($f - F$)。后面两种的幅度在100%调幅时为载波幅度的 $\frac{1}{2}$ ①。如果用频谱分析图来表示 (图2.4), 可以知道在调幅波中, 音频波并不再单独存在, 而与载波“混合”而成为 $f + F$ 和 $f - F$ 的两个频率了。这两个频率被称为边频, $f + F$ 称为上边频, $f - F$ 称为下边频。

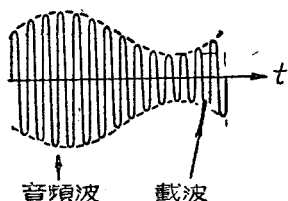


圖 2.3

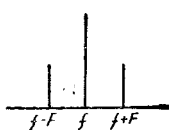


圖 2.4

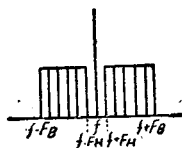


圖 2.5

上面講的是以一个音频讯号电波调制一个载波的情况, 而实际上在我们的言语与音乐中包含着各个不同频率的成分, 所以边频也不仅仅是上述的两个。假使一个交响乐队演奏时, 其音频的频率可自40週/秒—15000週/秒或更宽, 那末以这样的音频去调制一个载波时, 40週/秒—15000週/秒内的任何频率都可组成载波的边频。当音频为40週/秒时, 载波的两个边频就是 $f + 40$ 与 $f - 40$; 但当音频为15000週/秒时, 载波的两个边频就为 $f + 15000$ 与 $f - 15000$ 。所以载波的上边频就包含在 $f + 40$ —— $f + 15000$ 的一段范围内; 而下边频就包含在 $f - 40$ —— $f - 15000$ 的一段范围内。这就组成了一段频带。上述的两个频带各称为上边带与下边带。图2.5是这个情况时的频谱分析图, F_B 是调制音频波的最高频率, F_H 是调制音频波的最低频率, f 是载频。

① 请参阅陈章著无线电基础第19章第3节。

2 理想諧振曲綫

在超外差式收音机中，变频器是將收得的調幅波与本地振盪器产生的一个等幅波混頻后变为一个中頻的調幅波。所以中頻放大器的任务就是把这一个中頻的調幅电压加以放大。在前一节中，已經知道一个調幅波在其載波頻率的上下都有着一段頻帶；因此，中頻放大器就必須將頻帶中的各頻率成份都以相等的放大量加以放大。但是，还必须注意的是不使鄰近頻率的电台訊号混入收音机。最理想的符合于这个目的就要求中頻放大器具有理想的諧振曲綫。

理想諧振曲綫示于圖2.6，它的橫座标表示頻率，縱座标是表示放大量， f_0 是中頻。在这里可以看出中頻放大器对在 $f_0 + F_B$ 与 $f_0 - F_B$ 的上下兩頻帶中的任何頻率，应有完全相同的放大量，这样才能保持言語与音乐中各頻率間原来的比例了。也就是說，經過具有这样的理想諧振曲綫的中頻放大器后，被放大的中頻調幅波电压中將沒有頻率失真（在頻帶中放大器对某一頻率或某些頻率电压的放大倍数特小或特高都称为有頻率失真）。

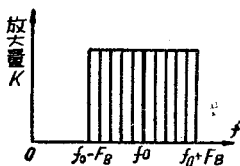


圖 2.6

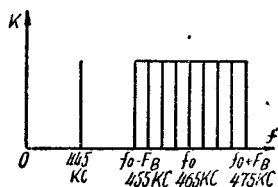
 $f_0 = \text{中頻}$ 

圖 2.7

但是理想諧振曲綫为什么在 $f_0 + F_B$ 与 $f_0 - F_B$ 的兩端，放大量就要驟然降到零呢？这就是为了要防止鄰近頻率电台的訊号混入中頻放大器而造成收听时的“夾音”。

如果我們所采用的中頻是 465 千周(K.C.)，当輸入槽路調諧于 1000K.C. 的某一个电台时，这个訊号就与本地振盪器产生的 1465

K.C. 的等幅波起混頻作用而变为 465K.C.。假如在鄰近頻率 1020 K.C. 处也有一个电台，那末因为輸入槽路的选择性不够好，所以它的訊号也被接收，于是这 1020K.C. 的訊号也与 1465K.C. 的振盪电压相混而变成 445K.C.，假使这两个电台的最高調制音頻頻率 F_B 都是 10000 週/秒，那末在欲接收的电台它的下边頻經变频后的頻率為 $f_0 - F_B = 465 - 10 = 455$ K.C.，那个不欲接收的 1020K.C. 的电台（即干扰电台）的上边頻經变频后的頻率也为 $445 + 10 = 455$ K.C.。因为中頻放大器对 455K.C. 以下的頻率其放大量为零，所以这个干扰电台的訊号就不被放大，也就是說它被抑制了（見圖 2.7），这就表示这个中頻放大器是有着非常好的选择性。

理想諧振曲綫的通頻帶与选择性的关系是以矩形系数来表示的，矩形系数是通頻帶寬度与选择性寬度的比值，即为 $\frac{\Delta f}{2\Delta_{1f}}$ （圖 2.8）。在理想諧振曲綫中，通頻帶寬度是等于选择性寬度的，所以矩形系数等于 1。

3 实际諧振曲綫

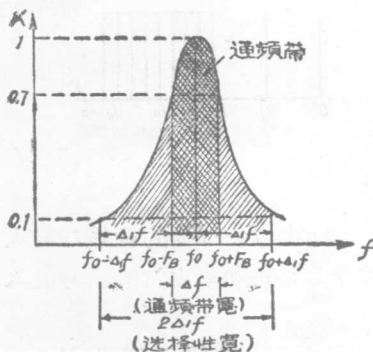


圖 2.8

虽然理想諧振曲綫有如上所述的优点，但是在实际制造中，这种諧振曲綫是不能得到的，一般的实际諧振曲綫是如圖 2.8 所示。由圖可知，实际的中頻放大器的諧振曲綫，其对各頻率的放大量是各各不同的，它的放大量的衰减是漸漸的，不像理想諧振曲綫那样的突然。

在圖 2.8 中也可看出，实际的中頻放大器，对中頻（即它的

諧振頻率)的放大量是最大的,愈偏离于中頻的頻率,它的放大量是愈小的。于是在这里就产生了問題,那就是在載波上下兩边帶中的各頻率的放大量不相同了,因而原来音頻各頻率間电压大小的比例遭到了破坏。也就是說产生了頻率失真。幸而人类的听觉器官对声音强度的不太大的变化是不会很灵敏地感觉的,所以当在頻帶內各頻率的放大量变化不太多时,是可以允許的。我們規定在頻帶內各頻率的放大量允許降低到最大放大量的0.7,也就是說在通頻帶的範圍內的各頻率的放大量應該等于或大于最大放大量的0.7。在圖2.8的曲綫中,中頻放大器在 f_0 时放大量最大,假定為1,那末兩边頻的放大量就必須為0.7。如果小于0.7,就不合規定了。圖中 Δf 就是該中頻放大器的通頻帶寬度,也就是在這一通頻帶寬度範圍內,各頻率的放大量不小于最大放大量的0.7倍。

中頻放大器的選擇性是在偏离(即失諧)于諧振頻率(即中頻 f_0)一个 $\Delta_1 f$,使放大量比諧振时降低(或抑制)到規定的某一程度来表示的。在圖中假定在放大量為諧振时放大量的0.1时的兩頻率($f_0 + \Delta_1 f$ 与 $f_0 - \Delta_1 f$)之間的寬度為選擇性寬度。也就是說這兩個頻率各失諧于諧振頻率 f_0 一个 $\Delta_1 f$,于是在这个中頻放大器中選擇性寬度就是 $2\Delta_1 f$ 。在收音机的技术參数中,選擇性往往是給定了的,通常是以10 K. C.的頻帶為准。在3級收音机的技术条件中規定在 ± 10 K.C.(如中頻為465 K.C.,那末,在475与455 K.C.)时的放大量應降低到諧振时(即465 K. C.时)的 $\frac{1}{20}$ (即-26分貝);在2級与1級收音机中,在同样的失諧頻率為 ± 10 K. C.时,放大量必需降低到 $\frac{1}{31.6}$ (即-30分貝);在特級收音机中,必需降低到 $\frac{1}{630}$ (即-56分貝)。

在实际諧振曲綫中,显然可見矩形系数并不等于1,因为 $2\Delta_1 f > \Delta f$;矩形系数愈接近于1,那末这个諧振曲綫就愈好,反之矩形系数愈小于1,那末愈不好。

三 中頻放大器的諧振槽路

1 中頻放大器的方框圖

一个中頻放大器主要包括中頻放大电子管（简称中放管）和諧振槽路（通称中頻变压器）。圖 3.1 是一級中放的方框圖，它是由一个中放管和两个中頻变压器組成的。一个二級中放的方框圖（如圖 3.2）則是由两个中放管和三个中頻变压器組成。这些中頻变压器，都是对变频器输出的中頻电压調諧的^①。如果变频器输出的中頻电压的頻率是 465 K.C.，那末中頻变压器也就調諧于 465 K.C.。中放管的任務，只是把中頻电压加以放大，然后这个放大的中頻电压通过也調諧于这个中頻頻率的接在中放管后面的那个中頻变压器，輸出至檢波器去檢波。

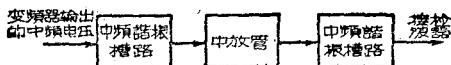


圖 3.1

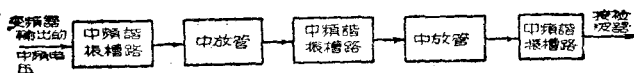


圖 3.2

2 單調諧諧振槽路

在上一节中，已經知道在一个通常的中頻放大器中，总須有两个或两个以上的中頻变压器。一般的中頻变压器是有單調諧和双調

① 有时为了得到近似平頂的綜合諧振曲綫，几个中頻变压器是不調于同一頻率的。

諧的兩種形式，單調諧的就是在一個中頻變壓器中只有一個調諧槽路（圖 3.3）。單調諧槽路的諧振曲綫如圖 3.4。在這圖上我們可以看出這個曲綫和理想諧振曲綫相差甚遠，因為曲綫的下降是非常緩慢的，因此放大量為諧振時的 $\frac{1}{10}$ （即 -20 分貝）時的選擇性寬度（即 $2\Delta_1 f$ ）將很寬，它的矩形系數將是很小的，因而它的選擇性很不好。單調諧諧振槽路的選擇性是和槽路的品質因數（ Q ）有很大的

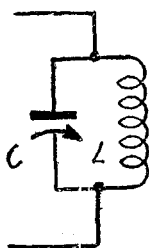


圖 3.3

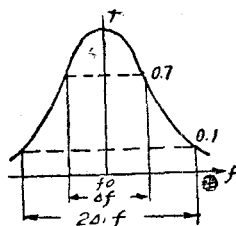


圖 3.4

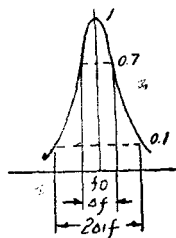


圖 3.5

關係，所謂品質因數就是槽路的感抗和電阻的比值，即 $Q = \frac{X_L}{r}$ $= \frac{\omega_0 L}{r}$ 。這裡 $\omega_0 = 2\pi f_0$ ，即是中頻時的角頻率； L 是槽路的電感量； r 是槽路的內電阻。如果把槽路的 Q 值提高，那末它的諧振曲綫將變得尖銳如圖 3.5，所以 $2\Delta_1 f$ 的選擇性寬度也將減小，也就是選擇性提高了。但是隨同而來的問題是槽路的通頻帶也變窄了，這就使音頻的高音部分將受到很大的抑制而造成很嚴重的頻率失真。所以使用單槽路時選擇性與頻率響應是一個矛盾，不能兼顧。

前面已經說過，通常的一個具有一級中放的中頻放大器是有着兩個中頻變壓器，如果前後兩個中頻變壓器都是採用單調諧的，那末它們總的諧振曲綫將較一個單調諧槽路的諧振曲綫（如圖 3.4 與 3.5）更尖銳。如果採用兩級中放，則有三個單調諧槽路，它們的諧振曲綫更將尖銳。根據數學的分析，當接上很多個單調諧槽路時，

总諧振曲綫的矩形系数还是小于0.39，这与理想諧振曲綫的矩形系数（=1）相差甚远。所以它們中間的通頻帶与選擇性的矛盾仍旧沒法解决。

为了要改善單調諧槽路通頻帶与選擇性之間的矛盾，可以把各个單調諧槽路不对中頻調諧而稍稍失諧一些。例如有兩個中頻变压器，其中一个可以調諧在比中頻稍低一些的某一頻率 f' 上，其諧振曲綫为圖 3.6 中的曲綫 1；而另一个中頻变压器則調諧于比中頻稍高一些的某一頻率 f'' 上，其諧振曲綫为曲綫 2。这样它們总的諧振曲綫就成为圖中的曲綫 3 了。由圖可知，这个諧振曲綫的矩形系数是比前面所講的大了，所以它是比較接近于理想諧振曲綫的。但是在圖中可以看出在接近中頻頻率时，曲綫有一个凹陷，因此在中頻时的放大量是降低了。如果在中頻时的放大量不低于最大放大量（即 f' 与 f'' 时的放大量）的 0.7 时，是可以允許的。为了要改善中頻附近时放大量的跌落，可以在中頻放大器中采用三个單調諧变压器。其中兩個調諧于上述的 f' 与 f'' 的頻率上，另一个則調諧于中頻 f_0 上（如圖 3.7）。于是总的諧振曲綫就成为圖中的曲綫 4 了。在这个曲綫中，这个凹陷移到中頻附近的頻率上去了，并且凹陷的程度也減輕了，也就是使頻率响应改善了。

虽然采用这种調諧的方法是可以改善頻率响应与選擇性的矛

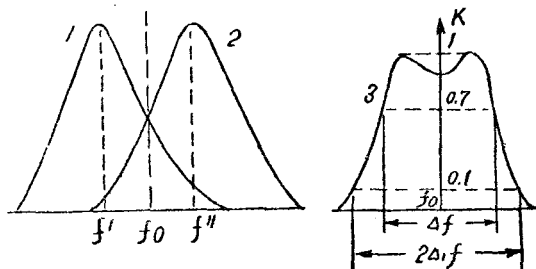


圖 3.6

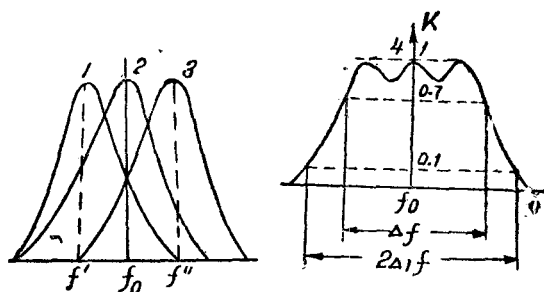


圖 3.7

盾,但是在实际装置中会碰到很大的困难。因为中频变压器不是調諧在中頻而是調諧于偏离于中頻的頻率上,所以在調整中頻变压器时很是麻煩,所以这种方法很少采用,尤其在业余制作的收音机中,更是避免采用的。

3 双調諧諧振槽路

在上一节中已經知道單調諧諧振槽路在选择性与頻率响应之間有着难以調和的矛盾。在双調諧諧振槽路中,这两者間的矛盾就可得到很大程度的緩和。

双調諧諧振槽路的中頻变压器中,有着两个都調諧于中頻頻率上的諧振槽路(如圖3.8)。在这个中頻变压器的初級(輸入端)接上一个中頻的調幅訊号,在次級(輸出端)則輸出一个經過滤波后的中頻調幅訊号;初級上的能量是依靠 L_1 与 L_2 之間的互感耦合到次級去的。

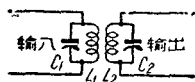


圖 3.8

L_1 与 L_2 两个繞圈靠得愈近,那末它的互感量

就愈大,所以耦合程度也愈大;如果兩者离得愈远,互感量也就愈小,耦合程度也愈小。兩繞圈的耦合程度通常是用耦合系数这一名詞来表示的。耦合系数 k 是等于兩繞圈的互感量 M 与兩繞圈电感量

之乘积的平方根之比，即 $k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$ 。

双調諧槽路的中頻变压器的諧振曲綫就是由兩綫圈間的耦合系数 k 来决定的。如將兩綫圈間的耦合系数自小变到大(可使 L_1 与 L_2 之距离由远移到近)，而使兩槽路始終調諧于輸入訊号的頻率，那末这一系列不同耦合系数时的綜合諧振曲綫就各各不同(如圖 3.9)。圖 3.9 中(1)是耦合系数最小(耦合得松)时的諧振曲綫，(5)是耦合系数最大(耦合得紧)时的諧振曲綫，(3)是临界曲綫。

在圖 3.9(1)——(5)的五个圖中可以看出下面的几种情况：

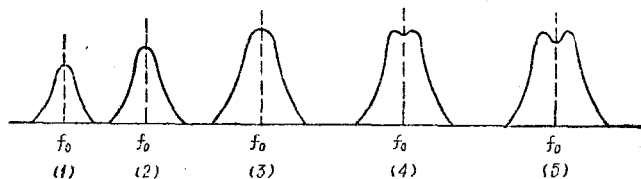


圖 3.9

1. 随着 k 的大小不同，中頻变压器的放大量亦不同。
2. 在兩綫圈耦合得很紧时，在調諧頻率 f_0 的附近出現了一个凹陷，使放大量降低了，即出現双峯曲綫。
3. 耦合系数愈大时通頻帶的寬度愈寬，但双峯的情形也愈显著。
4. 耦合系数愈大，选择性也愈恶劣(即它的选择性寬度也愈寬)。

经过这样初步的分析，我們似乎沒有理由来認為双調諧槽路会比單調諧槽路有什么优点，因此这样看来似乎也不能指望选择性与通頻帶之間的矛盾会有所改善。

但是决定双調諧槽路的諧振曲綫的并不仅仅是耦合系数 k ，而綫圈的 Q 值还有着很大的影响。在临界耦合时，中頻变压器兩綫

圈的耦合系数与 Q 值的乘积 $\eta = kQ$ 是等于 1，这时有着最大的放大量。如果增加了 η 值而使 $kQ > 1$ ，那末諧振曲綫將出現凹坑， η 值愈大，則凹陷愈深。但是这并不是說增加耦合系数 k 或品質因数 Q 的任何一个值均会导致同样的后果。

如果我們把中頻变压器兩繞圈的 Q 值固定，而使 k 值增大，那末諧振曲綫的通頻帶就將增加。假使这时的 η 值大于 1，就有双峯出現，但同时由于中頻变压器的等效品質因素 Q_0 降低，于是选择性寬度也將增加，因而使选择性变劣。但相反的，如果把兩繞圈的 k 值固定而变更繞圈的 Q 值，当使 η 值大于 1 时（即增加 Q 值）也可使曲綫变成双峯而使通頻帶变寬，但是由于繞圈的品質因数 Q 增加了，因此选择性寬度 $2\Delta f$ 变窄了，于是选择性可在很大程度上得到改善。根据上面的分析可知对通頻帶寬度而言，变更 k 值与 Q 值可得到一致的结果；但在选择性方面而言，增加 Q 值却是有益的。所以适当的处理 k 值与 Q 值

是可以在很大程度上緩和通頻帶与选择性之間的矛盾的。圖 3.10 是这样的一个曲綫圖，实綫圖形是 $kQ > 1$ 的某种情况下的諧振曲綫圖，它的通頻帶与选择性的矛盾还是比较严重的，但是经过适当的減低 k 值和增加 Q 值后就可以使曲綫的凹陷程度減小，并且又使曲綫的頂部比較平坦，选择性也变好了。改进后的曲綫在圖中用虛綫表示。

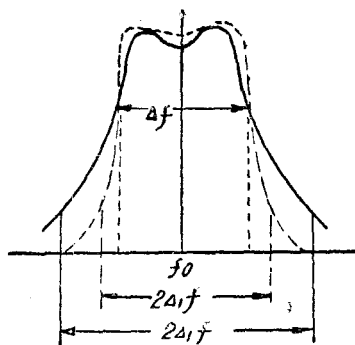


圖 3.10

在前面已經知道在一級放大的中頻放大器中，通常总是用着兩個中頻变压器的。当然使用 $\eta > 1$ 的中頻变压器可以使諧振曲綫接近于矩形，但是它的調諧是很困难的，因为它的最大放大量并不在

調諧頻率 f_0 上。所以曲綫不可能調得很对称。在有的外差式收音机中，往往是使一只中頻变压器大于临界耦合，而另一只則为临界耦合，这样可使曲綫的凹陷得到填平，因而可使通頻帶內的放大量比較均匀。但是由于制造上的种种原因，一般的收音机中兩個中頻变压器多采用临界耦合的。

四 中頻放大器的电路

1 几种典型电路

在前面已經講过在通常的超外差式收音机中采用的中頻变压器是單調諧与双調諧兩種。現在也就將这两种类型的綫路圖介紹一下：

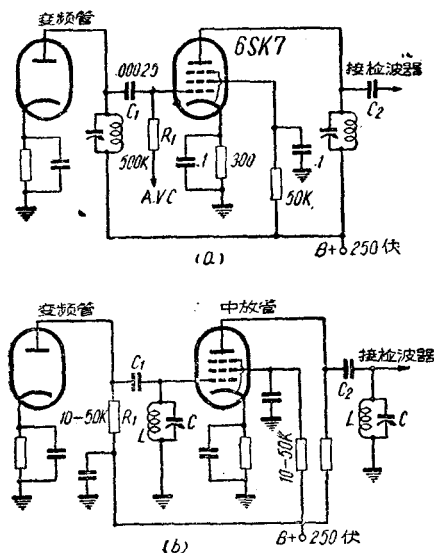


圖 4.1

a 單槽路的电路

單槽路的电路中，由于避免前一級电子管的直流屏高压直接接到中放管的栅極上去，因此必須在中放管的栅極前接上一个隔直流电容器(圖 4.1)并兼作耦合用。这个电容器必須有很好的絕緣和較高的耐压，以免中放管遭到损坏。圖 b 中的 R_1 和 R_2 分别为变频管与中放管的負荷电阻， C_1 和 C_2 则为隔直流电容器。其他的电阻电容则为降压电阻陰極偏

压电阻和傍路电容器。圖 a 中的 R_1 是中放管的栅漏电阻。