

序 言

“業餘收音機的電路和零件”這本書是供給想由做製某固定型式收音機進一步轉到獨立設計的業餘無線電愛好者用的。從這本書的名字可以知道，它不是一種指導設計的指南，而是綜合了無線電設備中各部分電路和機件以及組成無線電設備的各種零件的基本資料；也就是說，它綜合了無線電愛好者初次進行設計時所必需的資料。

在業餘無線電愛好者的實踐中，常常需要將各個單獨的機件組成電路；需要計算收音機的振盪迴路或使不匹配的槽路互相匹配；需要選擇和製造變壓器；以及選擇機器各機件中適用的零件。這些參考性的或半參考性的材料也都包括在本書中。本書不能算作是通常所理解的那種手冊，因為材料的範圍和各章所述材料的繁簡程度和敘述特點都不一樣，並且是根據無線電愛好者實踐中所提出的要求來確定的。

本書材料是根據技術諮詢會議多年經驗選定的。書中所介紹的計算性質的材料僅包括大部分愛好者實地製作所必須計算的那些零件，且其範圍和準確程度也都是在實際需要的範圍之內。

對於其他零件和機件則僅介紹了它們的基本數據和特性，以及維護調整性質的材料。所介紹的這些材料對於各類不同的零件而言，其範圍也不一樣。對於新的，不大熟悉的零件敘述得最詳細。例如，對電聲機件就作了相當詳細的研究，像這樣一些電聲機件的有關數據、特性及鑑定方法等，在我們已有的無線電愛好者讀物中還很少

談到過。

在敘述收信放大設備的一章中，介紹了所有目前應用最爲廣泛，並在業餘或工業出品的設備中試用效果良好的各種收音機或放大器的電路級與各單獨機件的電路圖。

在本書的末尾有一部分參考資料，主要包括：圖例、無綫電工程的單位、直流和交流定律、以及一些磁路和聲學的材料。這部分材料也正如全書的材料一樣，是根據諮詢會議的工作經驗選定的。

書中所述關於零件的簡單計算法是無綫電愛好者中間應用最廣泛的，這些計算法是從其它參考書籍中摘出的，實際證明它們都是些很好的計算法。

B·葉紐琴

目 錄

序 言

第 一 章 概 說

- 第 一 節 無綫電波..... (2)
- 第 二 節 電感..... (4)
- 第 三 節 耦合係數..... (8)
- 第 四 節 電容..... (10)
- 第 五 節 振盪電路..... (14)

第 二 章 振盪電路與電感綫圈的計算

- 第 一 節 電感綫圈的計算..... (19)
- 第 二 節 振盪器電路元件的計算..... (24)
- 第 三 節 帶有擴展波段的電路元件的計算..... (26)
- 第 四 節 綫圈電感和匝數的計算..... (28)

第 三 章 無綫電接收設備的主要元件

- 第 一 節 無綫電收音機的质量指標..... (38)
- 第 二 節 輸入電路..... (43)
- 第 三 節 變頻器..... (48)
- 第 四 節 中頻放大器和檢波器..... (52)
- 第 五 節 低頻放大器 負回授 反相器..... (57)
- 第 六 節 調諧指示器..... (69)

第 四 章 無綫電零件和電聲模件

- 第 一 節 電阻..... (71)

第二節	電容器	(77)
第三節	自製槽路綫圈的構造	(91)
第四節	高頻扼流圈	(99)
第五節	變壓器	(101)
第六節	鉄心扼流圈	(117)
第七節	揚聲器	(118)
第八節	拾音器 (電唱頭)	(124)
第九節	耳機	(127)
第五章 無綫電電子管		
第一節	無綫電電子管的參數	(130)
第二節	無綫電電子管的特性曲綫	(134)
第三節	電池收音機用無綫電電子管的數據	(140)
第四節	交流收音機用無綫電電子管的數據	(145)
第五節	電子管的代換	(153)
第六章 材料		
第一節	導綫 導綫和接綫的牌號 銅繞綫的基本 數據 允許負載	(156)
第二節	高阻合金綫	(164)
第三節	磁性材料	(166)
第四節	絕緣材料	(170)
第七章 電源		
第一節	原電池	(176)
第二節	蓄電池	(180)
第三節	無綫收音機的市電供電方法 電子管整流 器 固體整流器 振動子換流器 自耦變	

壓器..... (183)

第八章 參考數據

第一節 電、磁和聲的單位及其符號..... (199)

第二節 電工學概述..... (202)

第三節 一些聲學知識..... (209)

第四節 微音器..... (215)

第五節 各種數據..... (219)

第一章

概 說

通常每一本書的內容的排列順序，都是爲了要使基本問題能夠得到循序漸進和合乎邏輯的發展。但是對這本書來說，要按照這樣的順序來敘述是非常困難的。

在工廠裏，收音機的設計製造是從擬定技術條件開始，然後再根據這些條件繪出大概的電路圖，並進行電路圖的計算等等。

無綫電業餘製造者並不遵循這一順序。不但如此，在業餘設計製造收音機的實踐中，根本就沒有什麼明確的製作次序。這是因爲無綫電愛好者製作收音機的起始階段是各不相同的。

有些無綫電愛好者是從按照自己的資力來擬製電路開始；另一些無綫電愛好者則使用現成的電路並開始按這個電路選擇綫圈和其他零件；還有一些無綫電愛好者是自己有了一套製配一定電路用的現成零件，他們的全部注意力都集中到怎樣改造這個電路，以適應於他們用起來最方便的那種收音機供電方式。

類似的情況還可以舉出很多很多，這就使得本書內容的順序不可能與無綫電愛好者設計製造收音機的各個步驟的次序相符合。

因此，這本書決定從收音機的波段和振盪槽路的計算開始，然後再轉到綫圈的計算，因爲正是這些問題才是無綫電愛好者最常需要解決的問題。爲了使無綫電愛好者能夠自動地進行波段與振盪槽路的計算，先簡短介紹一下無綫電波以及電磁波頻譜的特性。

第一節 無線電波

無線電信號是利用電磁波來傳遞的，電磁波在真空中的傳播速度 $C=300000000$ 公尺/秒（300000公里/秒）。

用以表明電磁波的特徵的是頻率或波長。

頻率 f 的單位是週，一週相當於每秒有一個振盪週期（週/秒）。

因此

$$1 \text{ 週} = 1 \text{ 週/秒}$$

由週導出的單位有千週和兆週：

$$1 \text{ 千週} = 1000 \text{ 週} = 10^3 \text{ 週}$$

$$1 \text{ 兆週} = 1000000 \text{ 週} = 10^6 \text{ 週} = 1000 \text{ 千週} = 10^3 \text{ 千週}$$

波長 λ 的單位是公尺 (M)，較公尺長的電波可以百公尺或千公尺來表示，較公尺短的電波可以公寸 (DM)、公分 (CM)、公厘 (MM)、微米 (μ)、埃 (\AA)、愛[克斯] (X) 等來表示。

$$1 \text{ 公寸} = 10^{-1} \text{ 公尺}; \frac{1}{10} \quad 1 \text{ 微米} = 10^{-6} \text{ 公尺}$$

$$1 \text{ 公分} = 10^{-2} \text{ 公尺}; \frac{1}{100} \quad 1 \text{ 埃} = 10^{-10} \text{ 公尺}$$

$$1 \text{ 公厘} = 10^{-3} \text{ 公尺}; \frac{1}{1000} \quad 1 \text{ 愛} = 10^{-18} \text{ 公尺}$$

現在，在不同程度上經過研究的電磁波頻譜的頻率範圍大約是由 10000 週到 3×10^{15} 兆週（波長自 30000 公尺到 1 愛）。在這個頻譜中，以下各個頻段是最熟習的和最具有特徵的部分：

$$f = 1 \times 10^2 \text{ 千週} - 1 \times 10^4 \text{ 兆週} (\lambda = 3000 \text{ 公尺} - 3 \text{ 公分})$$

——用於無線電技術中；

$$f = 3 \times 10^6 \text{ 兆週} - 4 \times 10^8 \text{ 兆週} (\lambda = 100 \text{ 微米} - 0.75 \text{ 微米})$$

——紅外線；

$$f = 4 \times 10^8 \text{ 兆週} - 8 \times 10^8 \text{ 兆週} (\lambda = 0.75 \text{ 微米} - 0.375 \text{ 微米})$$

——可見光綫；

$f = 8 \times 10^9$ 兆週— 6×10^{10} 兆週 ($\lambda = 0.375$ 微米—— 0.005 微米) ——紫外綫；

$f = 6 \times 10^{10}$ 兆週— 7.5×10^{13} 兆週 ($\lambda = 0.005$ 微米— 0.4 埃)

——X射綫；

$f = 3 \times 10^{14}$ 兆週— 3×10^{15} 兆週 ($\lambda = 10$ 愛— 1.0 愛) —— γ 射綫 (一種放射性的輻射)。

上列各頻段的界限只是近似的，因為在它們中間並沒有顯著的界限存在。

在無線電技術中所使用的電磁波頻段又可分為幾個最有特徵的部分。在無線電愛好者和無線電廣播的實踐中，採用的是以下的分類：

長波 $\lambda = 2000$ 公尺— 700 公尺 ($f = 150$ 千週— 428.6 千週)。

中波 $\lambda = 550$ 公尺— 200 公尺 ($f = 545$ 千週— 1500 千週)。

短波 $\lambda = 80$ 公尺— 10 公尺 ($f = 3.75$ 兆週— 30 兆週)。

超短波 $\lambda = 10$ 公尺— 1 公尺 ($f = 30$ 兆週— 300 兆週)。

公尺波與公分波 $\lambda = 1$ 公尺— 1 公分 ($f = 300$ 兆週— 30000 兆週)。

公厘波 $\lambda = 1$ 公分— 1 公厘 ($f = 30000$ 兆週— 300000 兆週)。

電磁波的波長 λ ，頻率 f 和它的傳播速度 C 之間的關係以下式表示：

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \text{或} \quad f = \frac{c}{\lambda}$$

因為電磁波的傳播速度 $C = 300,000,000$ 公尺/秒，所以

$$\lambda(\text{公尺}) = \frac{300,000,000}{f(\text{週})} \quad \text{或} \quad f(\text{週}) = \frac{300,000,000}{\lambda(\text{公尺})}$$

爲了得到以千週表示的頻率數值，速度 C 就必須以公里來表示：

$$f(\text{千週}) = \frac{300000}{\lambda(\text{公尺})} \quad \text{或} \quad \lambda(\text{公尺}) = \frac{300000}{f(\text{千週})}$$

第二節 電 感

通過導體的電流在導體的周圍建立起一個磁場，這個磁場通常用一些磁力綫來表示。磁場具有一定的儲蓄能量，這能量是由電流爲建立磁場而做的功產生的。

流過導體的直流電流在導體的周圍產生固定數值的磁場。

導體中電流強度的任何變化都會使磁場數值發生相應的變化，隨着電流強度的增加，磁場好像是擴展開了，而隨着電流強度的減弱，磁場就好像在向導體裏面壓縮。交流電流在導體的周圍產生交流磁場：隨着電流強度的增加，磁場也增加，當電流強度下降時，磁場一直減小到零，然後重新產生符號相反的磁場，如此等等。

當磁場增加和減少時，磁場的磁力綫不僅截過產生磁場的導體，同時還截過附近的一些導體，並在這些導體中產生電動勢。

當流過導體的電流數值變化時，在導體中會感應出附加的電動勢，這種現象稱爲自感應；而感應出來的電動勢稱爲自感應電動勢。導體通過電流即會引起自感應現象的特性稱爲電感。

爲了決定電感的數值，採用了一種專用的單位——亨（利）。如果導體中電流強度的變化爲每秒一安培，而產生的自感應電動勢爲一伏特，則此導體所具有的電感就是一亨（利）。在無線電技術中，通常需要用到較小的電感單位——毫亨和微亨。

$$1 \text{ 毫亨} = 1 \times 10^{-3} \text{ 亨}$$

$$1 \text{ 微亨} = 1 \times 10^{-6} \text{ 亨}$$

導體中所產生的自感應電動勢將阻礙電流強度發生變化。當電流強度減弱時，自感應電動勢的符號與在導體中作用的電動勢符號相同。因此，在這種情況下，自感應電動勢所引起的電流的方向與正在減弱的電流方向相同，這樣來阻礙電流的減弱。當電流增加時，所產生的自感應電動勢則與作用電動勢的符號相反，此自感應電動勢產生反方向的電流，阻礙電流的增加。

這種自感應特性就好像對通過的電流產生某一附加的電阻 R_x ，其數值為

$$R_x = \omega L$$

式中 L ——導體的電感，而 $\omega = 2\pi f$ 。

在上式中，如果 L 以亨表示，頻率以週表示，則電阻以歐表示。

直綫形導體的電感比較小，如果把導體彎成螺旋形（綫圈），則其電感將大為增加。在這種情況下，當流過綫圈的電流發生變化時，每一圈導綫不僅為其本身所產生的磁力綫所切割，而且也為鄰近各圈導綫所產生的磁力綫所切割，因此所感應的自感應電動勢增大。綫圈繞得越緊密，即綫圈的各圈間距離越近，電感就越大。本節介紹了各種形狀和各種繞法的綫圈電感的計算公式。

電感綫圈的連接 當互相之間沒有感應耦合的一些電感綫圈串聯時，整個電路的總電感等於各個綫圈的電感之和。

$$L_{\text{總}} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$$

當互相之間沒有感應耦合的一些電感綫圈並聯時，總電感按下列公式計算：

$$L_{\text{обш}} = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots} \quad \text{或} \quad \frac{1}{L_{\text{обш}}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots$$

兩個互相之間沒有耦合的並聯電感綫圈的總電感可由下列更簡單的式子來計算：

$$L_{\text{обш}} = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

由此式可得

$$L_1 = \frac{L_2 \cdot L_{\text{обш}}}{L_2 - L_{\text{обш}}} \quad \text{及} \quad L_2 = \frac{L_1 \cdot L_{\text{обш}}}{L_1 - L_{\text{обш}}}$$

在上列公式中，所有電感的數量必須以同一單位表示。

並聯電感綫圈的總值還可以更簡單地利用圖1.7的表計算出來。

互感係數 如果兩個同樣的綫圈放置的位置能使一個綫圈的磁力綫截過另一綫圈的綫匝，則稱此兩綫圈成感應耦合，在它們之間存在着互感應。互感應的單位以亨表示，其值以互感係數確定。互感係數等於任一耦合綫圈中在鄰近綫圈中的電流變化為每秒一安培時所產生的感應電壓。

在同一軸上平行放置的兩個綫圈（實際上最常遇到的情況）的互感係數 M 可按下式計算：

$$M = n_1 n_2 M_0 \quad (1.1)$$

n_1 —— 第一綫圈的匝數，

n_2 —— 第二綫圈的匝數，

M_0 —— 兩綫圈的中間兩圈之間的互感係數。

M_0 的數值是按下述方法確定的。假設圖1.1中所繪的兩個綫匝為兩綫圈的中間圈，其相互間的距離為 D 公分，綫圈的半徑各為 r_1 與 r_2 公分。先按照下式求出輔助數值 A ：

表 1.1
A 和 K 的数值表

A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K
0.010	50.2	0.050	30.0	0.53	3.49	0.77	0.981	0.964	0.0490	0.981	0.0490
0.011	49.0	0.060	27.8	0.54	3.34	0.76	0.863	0.966	0.0449	0.863	0.0449
0.012	47.9	0.070	25.8	—	—	0.79	0.797	0.968	0.0409	0.797	0.0409
0.013	46.9	0.080	24.2	0.55	3.20	—	—	—	—	—	—
0.014	46.0	0.090	22.8	0.56	3.05	0.80	0.735	0.970	0.0371	0.735	0.0371
0.015	45.1	—	—	0.57	2.91	0.81	0.674	0.972	0.0334	0.674	0.0334
0.016	44.3	0.10	21.5	0.58	2.78	0.82	0.616	0.974	0.0298	0.616	0.0298
0.018	42.8	0.11	20.3	0.59	2.65	0.83	0.561	0.976	0.0264	0.561	0.0264
—	—	0.12	19.3	—	—	0.84	0.508	0.978	0.0232	0.508	0.0232
0.020	41.5	0.13	18.3	0.60	2.53	0.85	0.457	—	—	0.457	—
0.022	40.3	0.14	17.4	0.61	2.41	0.86	0.408	0.980	0.0200	0.408	0.0200
0.022	39.2	0.15	16.6	0.62	2.29	0.87	0.363	0.982	0.0171	0.363	0.0171
0.026	38.3	0.16	15.9	0.63	2.18	0.88	0.318	0.984	0.0143	0.318	0.0143
0.028	37.3	0.17	15.2	0.64	2.07	0.89	0.277	0.986	0.0117	0.277	0.0117
—	—	0.18	14.5	0.65	1.96	—	—	0.988	0.00926	—	—
0.030	36.4	0.19	13.9	0.66	1.86	0.90	0.239	—	—	0.239	—
0.032	35.6	—	—	0.67	1.76	0.91	0.202	0.990	0.00703	0.202	0.00703
0.034	34.8	0.20	13.3	0.68	1.66	0.92	0.168	0.992	0.00502	0.168	0.00502
0.036	34.1	0.21	12.7	0.69	1.57	0.93	0.136	0.994	0.00326	0.136	0.00326
0.038	33.4	0.22	12.2	0.70	1.49	0.94	0.107	0.996	0.00172	0.107	0.00172
—	—	0.23	11.7	0.71	1.39	0.95	0.0817	0.998	0.00032	0.0817	0.00032
0.040	32.6	0.24	11.2	0.72	1.31	0.952	0.0761	—	—	0.0761	—
0.042	32.2	0.25	10.8	0.73	1.23	0.954	0.0713	—	—	0.0713	—
0.044	31.6	0.26	10.4	0.74	1.15	0.956	0.0665	—	—	0.0665	—
0.046	31.0	0.27	9.96	—	—	0.958	0.062	—	—	0.062	—
0.048	30.5	0.28	9.57	0.75	1.07	0.960	0.0576	—	—	0.0576	—
—	—	0.29	9.20	0.76	1.00	0.962	0.0532	—	—	0.0532	—

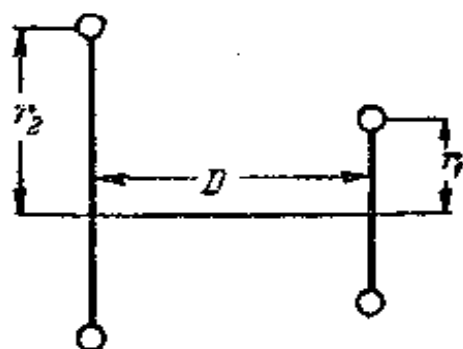


圖 1.1 兩線匝之間互感的確定

$$A = \sqrt{\frac{(r_2 - r_1)^2 + D^2}{(r_2 + r_1)^2 + D^2}} \quad (1.2)$$

按照求出的 A 值，在表 1.1 中找出相應的係數 K ，此時

$$M_0 = K \sqrt{r_1 \cdot r_2} \quad (1.3)$$

把求出的 M_0 值代入公式 (1.1) 中，就可以求出兩線圈之間的互感係數（以亨表示）。

第三節 耦合係數

如果兩個電路放成這樣的相互位置，使得一個電路中的能量能夠傳遞到另一電路中去，則此兩電路稱為耦合電路。耦合程度用耦合係數 K 來表示， K 為不名數，通常以百分數表示。

在實際情況中，最常碰到的是需要確定槽路之間的耦合係數。現在來研究幾種最有特徵的槽路耦合型式。

a) 槽路線圈間的感應耦合（圖 1.2）。在這個情況下耦合係數按下式計算

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}$$

上式中 M 為線圈 L_1 與 L_2 之間的互感應係數，按公式 (1.1) 計算， L_1 與 L_2 為各相應線圈的電感。在這種耦合時，耦合係數不隨槽路振盪頻率的變化而變化。因此，如果以沿縱軸的值為 K 值，而沿水平軸的值為相應的頻率值來繪製曲綫圖時， f 與 K 之間的關係就表現為一條平行於水平軸的直綫 A （圖 1.3）。

b) 電容耦合 在圖 1.4 中所示為兩個槽路藉串聯電容耦合的電路。耦合電容是固定電容器 C_{02} ，這時耦合係數 K 等於：

$$K = \frac{\sqrt{C_1 C_2}}{\sqrt{(C_1 + C_{cs})(C_2 + C_{cs})}}$$

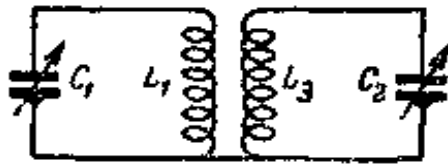


圖 1.2 兩槽路的感應耦合

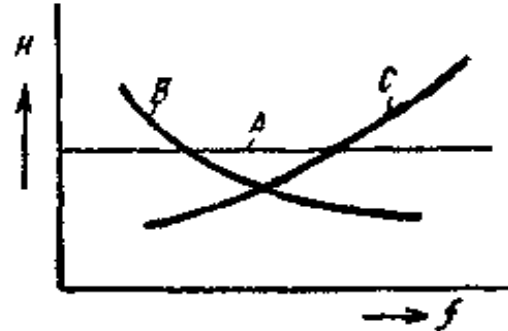


圖 1.3 耦合值與頻率之間的關係
A—感應耦合，
B—串聯的電容耦合，
C—並聯的電容耦合。

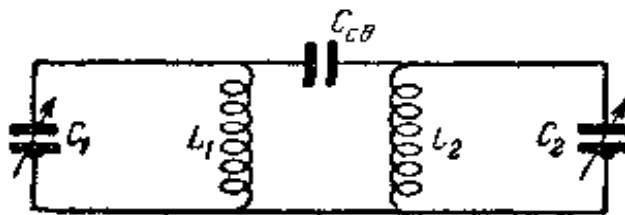


圖 1.4 經過串聯電容器互相耦合的槽路

如果 $C_1 = C_2 = C$ ，即各調諧電容器的電容相等（實際情況通常就是這樣），那麼

$$K = \frac{C}{C + C_{cs}}$$

當調諧槽路時，電容 C_{cs} 不變，而電容 C 變化。因為頻率與調諧電容器的電容成反比，所以隨着頻率的減少， K 將增加，反之亦然。 K 值隨槽路調諧頻率變化的情形如圖 1.3 中的曲線 B 所示。

σ) 在圖 1.5 中所示為經過並聯連接的電容 C_{cs} 相耦合的電路（此時綫圈間沒有電感耦合）。這時，耦合係數按下式計算：

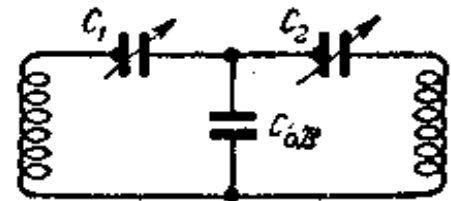


圖 1.5 經過並聯連接的電容相耦合的槽路

$$K = \frac{C_{cs}}{C + C_{cs}}$$

因為電容 C_{cs} 和調諧電容器的電容比較起來，通常是很小的，

所以在計算耦合係數 K 時，可以按照下列的簡化公式計算，這樣做對計算的準確性並沒有什麼損害。

$$K \approx \frac{C_{CB}}{C}$$

在這種情況下，調諧頻率與電容 C 值的關係與前述的情況相反， K 值與頻率之間的關係則如圖1.3中的曲綫C所示。

第四節 電 容

由兩個或好幾個用絕緣物質（電介質）分開的導電極板所組成的裝置稱為電容器。

如果在電容器的一對極板（電極）上加上某一電壓，那麼電容器就被充電，即在它的兩個電極上將出現數值相等而符號相反的電荷。其中一個極板上的電荷 Q 與電容器的充電電壓 V 之比稱為電容器的電容量 C 。這樣，

$$C = \frac{Q}{V}$$

式中 C ——電容器的電容量，單位法，

Q ——電荷的數量，單位庫侖，

V ——電容器上的電壓，單位伏。

在電容器中所儲藏的能量 A 可以下列關係表示：

$$A = \frac{CV^2}{2} \quad \text{爾格}$$

電容器的電容量決定於下列因素：1.極板的面積，2.極板間的距離，3.極板間電介質的性質。

電介質的性質可以其介電常數 ϵ 來表示，介電常數表示，如果電極間的空氣隙換以某種介質時，電容器的電容量可以增大到多少倍。

各種物質的介電常數的數值如表1.2所示。

表 1.2

電 介 質 (物質)	介 電 常 數 ϵ	電 強 度 千 伏 / 公 分
空 氣	1	30
電 木 紙	4.5	90
塗石蠟紙	3.7	120
油 浸 紙	3.5	100
膠 紙 版 (電木)	4.5	120
石 英	3.6	200
雲 母	6.5	1000
各種玻璃	5	15
瓷 料	5.5	100
堯 蠟 石 陶 瓷	6	150
超 高 頻 瓷	7—7.5	200
季馬格電容器陶瓷 (ТИМАГ)	16—19	150—200
季康德電容器陶瓷 (鈦化合物 ТИКОНД)	80—90	150—200

上表中所列數值為平均值，僅可用來作大致的計算。

構造最簡單的電容器是由用空氣或固體電解質隔開的兩塊平行極板組成的電容器。這種電容器的電容量可按下式計算：

$$C = \frac{0.08 \cdot S \cdot \epsilon}{d}$$

式中：C——電容量，單位微微法，

S——一塊極板的工作面積，單位平方公分，

d——極板間的距離，單位公分，

ϵ —— 極板間電介質的介電常數。

在實際中常需要使用由兩組平行極板組成的多片式的空氣電容器。在這種電容器中，所有各內部極板的兩面都儲存電荷，而最外

面的兩塊極板則只有內表面才儲存電荷。多片式電容器的容量按下式計算：

$$C = \frac{0.08 \varepsilon \cdot S(n-1)}{d} \text{ 微微法}$$

式中 s ——極板一邊的面積，單位平方公分；

n ——極板總數（電容器兩組極板的片數總和）；

d ——電介質的厚度，單位公分；

ε ——物質的介電常數。

電容器的連接 電容器可以互相並聯、串聯和串並聯。

電容器並聯時，其總電容等於所有連接電容器電容量的和：

$$C_{\text{общ}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \quad (1.4)$$

電容器串聯時，各電容器上的電壓相等。

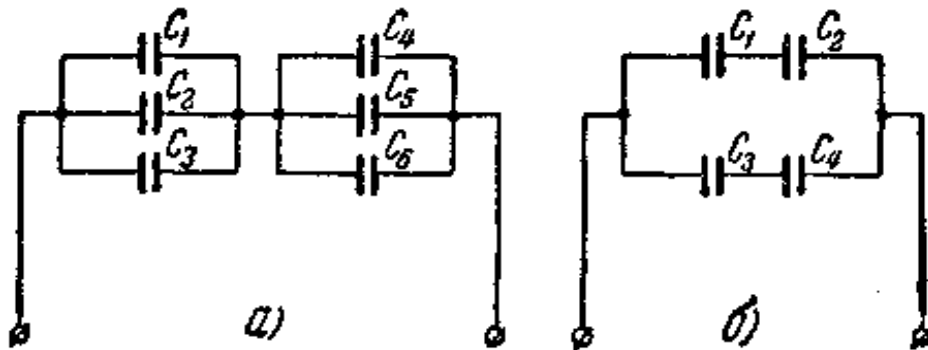


圖 1.6 電容器串聯的兩種情況

電容器串聯時，其總電容比各電容器中電容最小的那個電容器的電容還要小。串聯電容器的總電容可以按下列兩式中任何一式計算：

$$\frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots ; \quad C_{\text{общ}} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots} \quad (1.5)$$

不論是按什麼方法連接的電容器，在計算總電容，各電容的數

值必需用同一單位。

兩個串聯連接電容器的電容量等於：

$$C_{\text{общ}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \quad (1.6)$$

由此 $C_1 = \frac{C_2 \cdot C_{\text{общ}}}{C_2 - C_{\text{общ}}}$ 及 $C_2 = \frac{C_1 \cdot C_{\text{общ}}}{C_1 - C_{\text{общ}}}$

在串聯連接時，如果兩電容器的容量相同，則其總電容量等於任一電容容量的一半。

當電容器複聯時，先計算各個個別連接電路的電容，然後再計算總電容。例如當電容器如圖1.6a的連接時，首先必須按(1.4)式計算出 $C_1 + C_2 + C_3$ 和 $C_4 + C_5 + C_6$ 兩電容器組的電容量，然後再把求出的各組電容值代入公式(1.6)中，以計算總電容量。

當計算按照圖1.6b連接的電容器的總電容時，必須先計算串聯電容器 C_1 與 C_2 及串聯電容器 C_3 與 C_4 之組合電容量，然後再計算總電容值。

爲了計算迅速，利用圖1.7中的圖表來計算是很方便的。

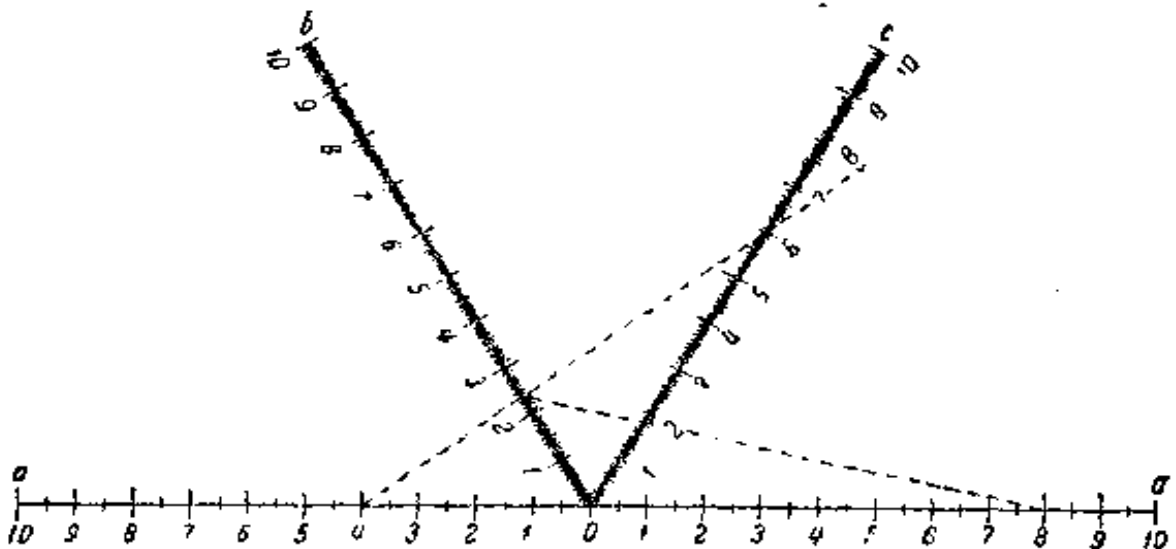


圖 1.7 計算串聯電容、並聯電感及歐姆電阻之和的圖表

在這個圖表中說明了計算三個串聯電容（4 微法、6 微法及 8 微法）之和的方法來作為一個例子。計算的順序是這樣的：在 a 標度上找出相當於第一只電容器數值（4 微法）的一點，而在 C 標度上找出相當於第二只電容器數值（6 微法）的一點，把這兩點用一直綫連接起來，此直綫與 b 標度的交點就決定了這兩只電容器容量的總和（2.4 微法）。然後在標度 d 上找出相當於第三只電容器數值（8 微法）的一點，並將此點與 b 標度上 2.4 微法的一點連接起來，連接這兩點的直綫與 C 標度的交點就決定了這三只電容器容量的總和——1.85 微法。如果需要計算的不是三只電容器，而是四只電容器的容量和，那麼就需要在 a 標度上找出相當於第四只電容器數值的一點，並將此點與 C 標度上容量為 1.85 的一點連接起來，連接這兩點的直綫與 b 標度的交點就決定了四只電容器的總值，其餘類推。

爲了得到正確的結果，在圖表各標度上的所有數量必須以同一單位表示。

第五節 振盪電路

由電容 C 和電感 L 組成的振盪電路，其自然頻率由下式決定

$$\text{頻率 } f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1.7)$$

因爲角頻率 $\omega = 2\pi f$ ，所以從 (1.7) 式得出

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (1.8)$$

由此可知

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$

式中 f 的單位爲週， C 爲法， L 爲亨。

在實用中，採用下列變形式子更為方便：

$$\lambda_{(\text{公尺})} = 1.884 \sqrt{L_{(\text{微亨})} \cdot C_{(\text{微微法})}} \quad (1.9)$$

$$\text{或? } f_{(\text{千週})} = \frac{159000}{\sqrt{L_{(\text{微亨})} \cdot C_{(\text{微微法})}}} = \frac{159}{\sqrt{L_{(\text{微亨})} \cdot C_{(\text{微法})}}} \quad (1.10)$$

如果已知電容 C ，則

$$L_{(\text{毫亨})} = \frac{25.3 \times 10^6}{C_{(\text{微微法})} \cdot f^2_{(\text{千週})}}, \quad (1.11)$$

如果已知電感 L ，則

$$C_{(\text{微微法})} = \frac{25.3 \times 10^6}{L_{(\text{毫亨})} \cdot f^2_{(\text{千週})}} \quad (1.12)$$

由於在公式 (1.7) 中，振盪電路中電容 C 的值是在根號裏，所以振盪電路波長的變化與電容值變化的平方根成比例。例如，如果電容變化到 25 倍，則振盪電路波長變化到 $\sqrt{25} = 5$ 倍。在選用振盪電路的可變電容器時，應當考慮到這一情況。

在電感 L 、電容 C 和電阻 R 串聯而組成的振盪電路中，如果電源電壓的頻率與電路的自然頻率相同，則電路中將產生電壓諧振。產生電壓諧振的頻率 f 由等式 $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ 來決定，稱為諧振頻率，有時以 f_{res} 表示。

在諧振頻率時，感抗 ωL 與容抗 $\frac{1}{\omega C}$ 互相抵消，而在電路中唯一發生作用的阻抗就只剩下了有效電阻 R ，這個電阻主要決定於電路綫圈的歐姆電阻。在進行更嚴格的研究時，還應當增加一個相當於渦流損失、介質損失及趨膚效應損失的電阻。趨膚效應表現為當高頻電流流過導綫時不流經導綫的全部厚度，而只流經導綫中靠近表面的一層，而此表面層的厚度則隨着頻率的增加而減小。這一現象就使得導綫的有效直徑減小了，或者換一種說法，導綫的電阻是

隨着頻率的增加而增加的。

因此，在諧振時，電流 I_{pes} 將等於

$$I_{pes} = \frac{U_{ucm}}{R}$$

按照歐姆定律，在諧振時電路的綫圈上所產生的電壓 U_{pes} 爲

$$U_{pes} = \omega L \frac{U_{ucm}}{R} = \frac{\omega L}{R} U_{ucm}$$

即綫圈上的電壓爲加到電路上的電源電壓 U_{ucm} 的 $\frac{\omega L}{R}$ 倍。

$\frac{\omega L}{R}$ 值通常用字母 Q 表示。因此在諧振時，在電路綫圈上所產生的電壓可以寫成：

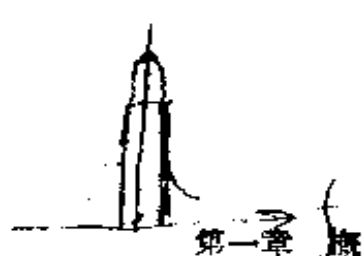
$$U_{pes} = U_{ucm} \cdot Q$$

根據這一關係式我們可以把 Q 叫做電壓因數。因爲在諧振時 $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ ，所以在電容器上的電壓等於在綫圈上的電壓，即等於 $U_{ucm} \cdot Q$ 。

Q 值通常稱爲電路的質量因數。這一數值有很重大的意義，它說明在諧振時，電路可以把加到電路上的電源電壓增大到多少倍。電路的 Q 值愈大，則收音機的總的放大也愈大。在現代的收音機中，電路的 Q 值通常是約從 40 到 150，最好的綫圈樣品的 Q 值則可達到 200。

有了 Q 值，我們就能很容易地確定在諧振時可以通過電路的頻帶寬度。通帶 Δf 就是放大不低於諧振頻率時放大量的 0.7 的一段頻帶。通帶 Δf 的寬度可以按下式計算（用 Q 值表示）：

$$\Delta f = \frac{1}{Q} f_{pes}$$



例如，當 $f_{res} = 400$ 千週時， $Q = 100$ 的電路的通帶的寬度為：

$$\Delta f = \frac{1}{100} \times 400 = 4 \text{ 千週}$$

因為在這個公式中 Q 是在分母中，所以 Q 值愈大，則 Δf 愈小，即通帶愈狹，因之電路的選擇性愈高。（但失真亦愈大）。

如果把電源電壓接到由電容和電感並聯的振盪電路中（圖 1.8a），則當電源電壓的頻率與電路的諧振頻率 $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ 相同時，就產生電流諧振（並聯諧振）。在電流諧振時，電路的等效阻抗 Z_0 非常大。電路的有效電阻 R 愈小（圖 1.8b），即電路的質量因數 Q 愈大，則等效阻抗 Z_0 愈大。

$$Z_0 = \frac{\omega^2 L^2}{R} = \frac{\omega L}{R} \omega L = Q \cdot \omega L = \frac{Q}{\omega C}$$

這樣，在諧振時電路的等效阻抗為在這一頻率時的感抗或容抗值的 Q 倍。

帶有屏極調諧電路的收音機的電子管級的放大 k ，在很大的近似程度上可以用下式表示：

$$k = Z_0 \cdot S$$

式中 S —— 電子管的互導。因為 Z_0 與 Q 成比例，所以很明顯，此級的放大與電路的 Q 成比例： Q 愈大，放大亦愈大。

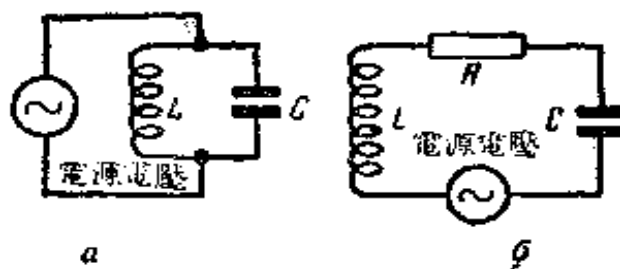


圖 1.8 電源電壓接在振盪電路上的情形

由此可知， Q 是表示電路的質量的，因此它是參數中最重要的一個。

嚴格地說，電路的 Q 不僅隨綫圈的 Q 而變化，也隨着電容器的 Q 而變化。但是由於現在所製造的電容器中的損失極小，因此，實

實際上電路的 Q 僅由電路綫圈的 Q 所決定。

振盪電路兩端上的電壓值與輸入的電壓值之比稱爲電路的放大係數，用字母 N 來表示。對於任何頻率 f 的 N 值可以按下式計算：

$$N = \frac{1}{\sqrt{(1-x^2)^2 + d^2x^2}}$$

式中 $d = \frac{1}{Q}$ ， $x = \frac{f_{pos}}{f}$ 。 f_{pos} 與 f 的值可以任何同樣的單位來表示。計算出對於一些頻率的電路的放大係數之後，就可以繪出電路的諧振曲綫。

第二章

振盪電路與電感綫圈的計算

有爲數不多的零件是無線電愛好者有時必須自己製造的，電感綫圈就是這樣的零件。在製造綫圈之前通常要先進行計算。無線電愛好者不僅在自己設計製造綫圈時需要進行計算，就是在按照某一樣品來繞製時通常也須要進行計算。例如可變電容器中的容量比起仿製樣品中的有些不同，現有導綫的直徑和綫圈架子與所建議採用的不同——所有這些原因都使得要重行計算綫圈的數據，因爲不這樣做就得不到所需要的波段。

本章中介紹了綫圈及其他一些振盪電路元件的簡單計算方法，這些方法在實用中可以保證足夠的準確性。

綫圈的計算分爲兩個階段：第一步，根據所選波段及振盪電路的其他數據來確定綫圈電感值，第二步根據現有的綫圈架子的尺寸和導綫的直徑來確定爲得到這一電感所需要的圈數。

第一節 電感綫圈的計算

在開始計算振盪電路和綫圈之前，首先要確定收音機波段的準確範圍。下面所介紹的一些公式可以用來計算在無線電愛好者實際中所遇到的任何波段中使用的電感值，對於標準的波段，可以使用一些簡化的公式，這些公式在下面也有介紹。

這些標準波段如下：

- 長波波段 波長 $\lambda = 2000—750$ 公尺

	頻率 $f = 150 - 400$ 千週
中波波段	波長 $\lambda = 550 - 200$ 公尺
	頻率 $f = 545 - 1500$ 千週
短波波段	波長 $\lambda = 50 - 18$ 公尺
	頻率 $f = 6000 - 16700$ 千週

可變電容器或其他調諧機構通常不能覆蓋範圍更寬的波段，因此在需要獲得更寬波段的時候，就必須採用附加的換接電感。

天線繞圈電感的計算 在大多數收音機中，輸入電路和天線間用的是電感耦合，和電容耦合比較起來，這種耦合能夠保證波段中的放大更為均勻。為此，在天線回路中為每一波段都單獨接有一個非調諧繞圈 L_a ，此繞圈與調諧輸入電路的繞圈 L_k 成電感耦合（圖 2.1）。

當天線回路的自然頻率較這一波段的調諧輸入電路的最低頻率約低 30% 時，可以得到最好的工作條件。在這個條件下，天線繞圈 L_a 的電感可按下式計算：

$$L_a (\text{微亨}) = \frac{2.53 \times 10^{10}}{C_{ant} (\text{微微法}) \cdot f_{min}^2 (\text{千週})} - L_{ant} (\text{微亨}) \quad (2.1)$$

式中 C_{ant} 和 L_{ant} 為天線本身的電容及天線電感（單位為微微法及微亨），

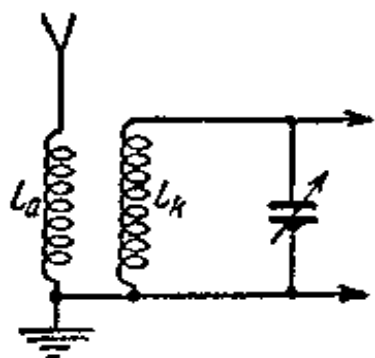


圖 2.1 天線與輸入電路繞圈的電感耦合

f_{min} 則為輸入電路的最低調諧頻率。中等尺寸的室外天線本身的電容通常在 150 到 250 微微法之間，而這種天線的電感通常約為 25—30 微亨。

在大多數的情況下，可以利用近似的公式來計算天線的非調諧繞圈，這一公式在實用上是足夠準確的：

$$L_a (\text{微亨}) = \frac{A}{C_{ann} (\text{微微法})} \quad (2.2)$$

在長波波段中， A 等於2530000，在中波波段中， A 等於180000，在短波波段中， A 等於1400。

輸入電路綫圈電感量的計算 收音機輸入電路的計算與收音機的类型無關（即無論是超外差式或高放式），其實質在於確定綫圈所必需的電感量。如圖2.2所示，電路是由綫圈 L_k 、可變電容器 C_k 以及某些附加電容 C_n 所組成，其中 C_n 所包括的是綫圈的電容、佈綫電容及電子管的輸入電容。此電容的準確值無綫電愛好者通常是不知道的，因此必須根據它的某一平均值來進行設計，此值通常在30到50微微法的範圍之內。

無綫電愛好者採用的是工廠製好的可變電容器，這些電容器都是為適用於正常波段而設計的。如果偶而遇到了某一個非標準的電容器，則應當檢查它能否保證調諧電路得到必要的波段範圍。

從上面所敘述的標準波段範圍可知，每一波段範圍中的最高頻率和最低頻率之比約為2.7。可變電容器的電容量從最小到最大的變化也必須保證能適應於這樣的波段範圍，電路的覆蓋係數 k 為：

$$k = \sqrt{\frac{C_{max} + C_n}{C_{min} + C_n}} \quad (2.3)$$

式中 C_{max} —可變電容器的最大電容量，單位為微微法，

C_{min} —可變電容器的最小電容量，單位為微微法，

C_n —附加的寄生電容量，單位為微微法。

如果計算出來的覆蓋係數非常小，則應當盡可能地減小寄生電容 C_n ，或者在綫路中接入附加的電感轉換，如果覆蓋係數少許超過所需要的數值，則是可以允許的。但如果這係數比所需要的大過很

多，則可以與主要電容器串聯一只附加電容器，其電容量按下式計算：

$$C_{noc} = \frac{C_K \cdot C_{ob}}{C_K - C_{ob}} \quad (2.4)$$

式中 C_{noc} — 與可變電容器串聯的附加電容器的電容量，

C_K — 可變電容器的最大電容量，

C_{ob} — 正常波段範圍所需要的電路的最大電容量。

所有電容量的單位都是微微法。

綫圈 L_K 的電感量按下式計算：

$$L_K (\text{微亨}) = \frac{2.53 \times 10^{10}}{C (\text{微微法}) \cdot f^2 (\text{千週})} \quad (2.5)$$

(中波中綫圈
計公式)

式中 f — 該波段的最高或最低頻率，而 C — 相應的最小 ($C = C_{K \text{ min}} + C_n$) 或最大 ($C = C_{K \text{ max}} + C_n$) 的電路電容量。

要計算 L_K 還可以利用下列的簡化公式，並能保證在上述的波段內有足夠的準確性。

對於長波波段：

$$L_K (\text{微亨}) = \frac{158000}{C_{K \text{ min}} (\text{微微法})} \quad (2.6)$$

對於中波波段：

$$L_K (\text{微亨}) = \frac{11200}{C_{K \text{ min}} (\text{微微法})} \quad (2.7)$$

對於短波波段：

$$L_K (\text{微亨}) = \frac{700}{C_{K \text{ max}} (\text{微微法})} \quad (2.8)$$

高放式收音機其他槽路也是按照這些公式 (2.6) — (2.8) 進行計算。

中頻電路綫圈的電感則按照公式 (2.5) 進行計算。

用查表的方法來計算繞圈的電感 在槽路的電容值已給定時，槽路繞圈的電感可以從表 2.1 中求得。在這個表中列出了波長（公尺）、頻率（千週）以及與之相應的繞圈的電感（微亨）和電容（微微法）的乘積。例如在波長為750公尺（頻率400千週）時，槽路的電感值和電容值的乘積為160000。如果電路中可變電容器的起始電

表 2.1

波 長 (公尺)	頻 率 (千週)	$L \times C$ 微亨 × 微微法 乘 積	波 長 (公尺)	頻 率 (千週)	$L \times C$ 微亨 × 微微法 乘 積
5	60000	7	300	1000	25000
6	50000	10	350	857	34000
7	42900	14	400	750	44500
8	37500	18	450	667	56500
9	33300	23	500	600	70000
10	30000	28	550	546	84000
13	23100	47	600	500	100000
15	20000	63	645	465	120000
20	15000	110	700	429	140000
25	12000	170	750	400	160000
30	10000	250	800	375	180000
35	8570	340	900	333	230000
40	7500	445	1000	300	280000
45	6670	565	1100	273	340000
50	6000	700	1200	250	400000
60	5000	1000	1300	231	470000
70	4290	1400	1400	214	550000
80	3750	1800	1500	200	630000
90	3300	2300	1600	188	715000
100	3000	2800	1700	176	805000
200	1500	11000	1800	167	890000
250	1200	17000	1900	158	1000000
			2000	150	1100000

容爲12微微法，而附加的佈綫電容(圖2.2中的 C_n)爲40微微法，則電路中的總電容爲52微微法。以電容值去除160000，就可得出所需的電感：

$$\frac{160000}{52} \approx 3000 \text{ 微亨。}$$

利用表2.1也很容易確定適合於現有電感的所需要的槽路的電容值。例如，現有一綫圈，其電感爲1000微亨，問使用此綫圈的中頻(465千週)電路的電容應爲若干？

由表中查出，在頻率爲465千週時電容與電感的乘積應爲120000；以綫圈的電感值去除120000，則得出電路中的電容應爲：

$$\frac{120000}{1000} = 120 \text{ 微微法}$$

第二節 振盪器電路元件的計算

在現代廣播超外差收音機的標準綫路中，振盪電路調諧到高於所接收頻率的頻率上。在收音機的全部波段內，振盪器的調諧頻率與輸入電路調諧頻率的差都應當等於中頻。中頻通常是等於460—465千週。因此，在波段的任何一點上，振盪器頻率與輸入電路的頻率差應爲460—465千週。例如，若收音機的長波波段所包括的頻率是從400到150千週，振盪器電路的波段所包括的頻率就應該是從 $400 + 460 = 860$ 千週到 $150 + 460 = 610$ 千週。

從這些數字可以看出，在振盪器電路中的覆蓋係數較輸入電路中的要小很多(在輸入電路中爲2.66，在振盪器電路中爲1.41)。當採用兩只同樣的連在同一軸上的可變容器來調諧輸入電路和振盪器的電路時(在現代收音機中就是這種情況)，必須人爲地去減小

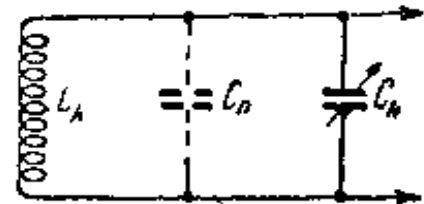


圖 2.2 電路的寄生電容與電路的電容器並聯

振盪電路的覆蓋係數，爲了達到這一目的，我們採用了一些附加電容器和主電容器相並聯及串聯。並聯的電容器是用來增加主電容器的

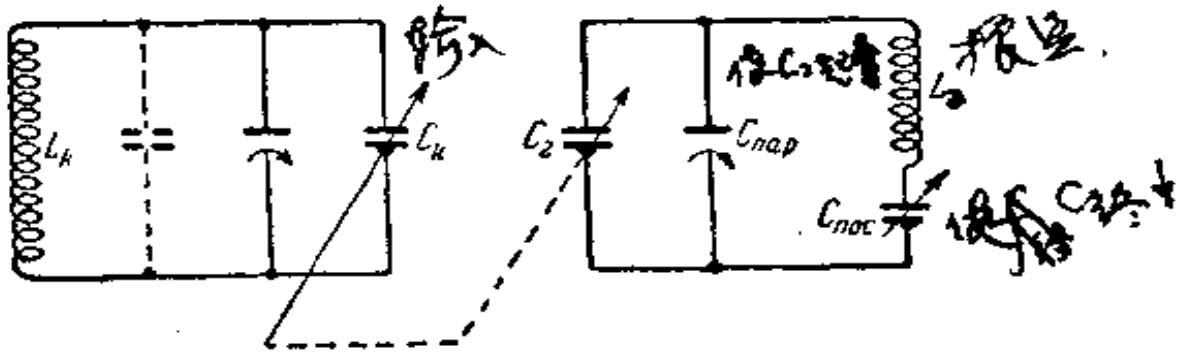


圖 2.3 外差收音機的輸入電路和振盪電路

的起始電容量，而串聯電容器則是用來減小它的終端電容量。振盪電路線圈的電感值和上述附加電容器的選擇叫做“統調”，而附加的電容器則稱做統調電容器。

輸入電路和帶有統調電容器的振盪器電路如圖 2.3 所示。在這個電路中 L_2 —振盪器電路的線圈， C_2 —振盪器電路的可變電容器，與輸入電路可變電容器 C_x 同軸。 C_{nap} —半可變電容器，與電容器 C_2 並聯， C_{noc} —與 C_2 串聯的電容器。在戰前的書籍中， C_{nap} 有時稱爲微調電容器，而 C_{noc} 則稱爲整整電容器。

振盪電路線圈的電感和統調電容器電容的近似計算可以用下列各式來進行，這些式子是按照本章開始時所指出的標準波段及中頻等於 460 千週的情形導出的。

對於長波波段：

$$L_e(\text{微亨}) = 0.253 L_x(\text{微亨}) \quad (2.9)$$

$$C_{nap}(\text{微微法}) = \frac{65283}{L_x(\text{微亨})} \quad (2.10)$$

$$C_{noc}(\text{微微法}) = \frac{346768}{L_x(\text{微亨})} \quad (2.11)$$

對於中波波段：

$$L_x(\text{微亨}) = 0.596 L_k(\text{微亨}) \quad (2.12)$$

$$C_{nap}(\text{微微法}) = \frac{2214}{L_k(\text{微亨})} \quad (2.13)$$

$$C_{noc}(\text{微微法}) = \frac{87797}{L_k(\text{微亨})} \quad (2.14)$$

對於短波波段：

$$L_x(\text{微亨}) = 0.961 L_k(\text{微亨}) \quad (2.15)$$

$$C_{nap}(\text{微微法}) = \frac{1.51}{L_k(\text{微亨})} \quad (2.16)$$

$$C_{noc}(\text{微微法}) = \frac{10535}{L_k(\text{微亨})} \quad (2.17)$$

在上面所導出的各公式(2.9)——(2.17)中， L_k 為相應波段的輸入電路綫圈的電感值。

第三節 帶有擴展波段的電路元件的計算

爲了便於在短波波段中進行調諧，在現代收音機中通常採用波段“擴展”的辦法。波段擴展在於人爲地減小電路的覆蓋範圍；這時，調諧電容器旋轉一週只相當於調諧頻率不大的變化，因此調諧就容易進行了。

實現擴展波段的方法有好幾種，其中用得最多和最簡單的方法就是採用與調諧可變電容器並聯及串聯的附加電容器來減小覆蓋範圍。實際上這正和在超外差振盪電路中所採用的減小覆蓋範圍的方法完全一樣，超外差振盪電路所覆蓋的波段應較輸入電路爲窄。

在帶有擴展短波波段的收音機中，通常各個波段公用一只綫圈，而預定有多少擴展波段，就要有多少個“並聯”和“串聯”的附加電容

器。換接這些附加的電容器就能夠從一個擴展波段轉換到另一個擴展波段。

這種電路圖如圖2.4所示， L —電路的綫圈， C —電路的可變電容器。三只附加的“並聯”電容器 $C_{\text{пар}}$ 中的任何一只都可以藉助於轉換開關 H_1 而與調諧電容器 C 並聯連接；與此相應， $C_{\text{串}}$ 中的任何一只電容器都能藉助轉換開關 H_2 與電容器 C 串聯連接。

這種電路各元件的計算按下述方法進行。

首先，按照公式(2.5)求出相當於最高頻率擴展波段及最小電路電容 C 時綫圈的電感值。在這公式中， f 的值應相當於所選定

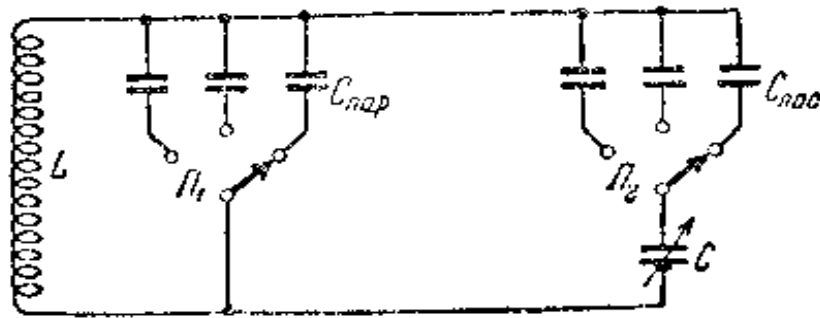


圖 2.4 振盪器電路中的並聯和串聯電容器

波段的最高頻率。

然後，對每一擴展波段按照下列公式求出其最小和最大電容：

$$C_{\text{мин}} (\text{微微法}) = \frac{2.53 \times 10^{10}}{f_{\text{макс}}^2 (\text{千週}) \cdot L (\text{微亨})} \quad (2.18)$$

$$C_{\text{макс}} (\text{微微法}) = \frac{2.53 \times 10^{10}}{f_{\text{мин}}^2 (\text{千週}) \cdot L (\text{微亨})} \quad (2.19)$$

式中 $f_{\text{мин}}$ 和 $f_{\text{макс}}$ —為每一波段的最低和最高頻率。

此後，求出每一擴展波段的電容器 $C_{\text{串}}$ 和 $C_{\text{пар}}$ 的值。前者按下式計算：

$$C_{noc} = \frac{\Delta C(C+2C_0) + \sqrt{[\Delta C(C+2C_0)]^2 + 4(C-\Delta C_0)(C+C_0)C_0 \cdot \Delta C}}{2(C-\Delta C)} \quad (2.20)$$

式中 C_0 —可變電容器 C 的最小電容量（圖2.4）；

C —可變電容器 C 的變化範圍（圖2.4）；

ΔC —每一波段所需要的電容量變化的範圍（ $\Delta C = C_{max} - C_{min}$ ），而 C_{max} 和 C_{min} 的值則按（2.18）和（2.19）求出。所有電容量的單位都是微微法。

並聯電容 C_{nap} 按下式求出：

$$C_{nap} = C_{min} - \frac{C_0 \cdot C_{noc}}{C_0 + C_{noc}} \quad (2.21)$$

式中 C_{min} —由公式（2.18）求出的該波段的最小電容；

C_0 —可變電容器 C 的最小電容量（圖2.4）；

C_{noc} —按照公式（2.20）所求出的該擴展波段“串聯”電容器的值。所有電容值的單位都是微微法。

確定起始調諧的那些電容器 C_{nap} 都應為半可變式的。

第四節 綫圈電感和匝數的計算

我們從確定綫圈的電感值開始來計算振盪電路。然後，從算出的電感值再來確定綫圈的全部結構數據——選擇綫圈架子的直徑、導綫的直徑、繞製的方法和匝數。

對綫圈的基本要求 綫圈必須滿足一系列的要求，其中主要的是：

1. **電感值固定** 當空氣的溫度和濕度變動時，綫圈的電感值就會發生變化。電感值的變動就使得收音機工作的可靠性降低。電

感值愈固定，綫圈就愈好。

2. 質量因數高 前面已經指出過，綫圈的質量因數愈高，則電路的選擇性愈高，電路的放大量也就愈大。

3. 固有電容值最小 綫圈的電容是附加到電路電容器的電容上去的，這就使得電路的覆蓋範圍減小。綫圈的固有電容值愈小，則電路的覆蓋範圍愈大。

4. 尺寸不大 因為整個無綫電機器的大小與綫圈的尺寸有關。

是採用堅硬的綫圈架子和把綫捲塗上一層防潮劑，就可以使電感值固定。由於無綫電愛好者通常沒有特殊的高質量的材料用來製造綫圈架子，所以他們在這方面的可能性是受到限制的。但是，無綫電愛好者很容易得到用塗過石蠟的結實紙板做成的架子，只要把綫圈繞得很緊，並塗上一層純石蠟的防潮劑，用這種架子也就夠好了。

綫圈的質量因數與許多因素有關。例如架子的材料、形狀和尺寸、導綫的直徑和繞製方法、浸潤的材料等等。在無綫電愛好者的實際製作中，通常採用由結實的紙板（壓板）做成的，外直徑約20公厘的標準架子。這種架子通常採用16和12口徑霰彈獵槍的厚紙筒，其直徑分別為18和22公厘。在這種架子上繞製綫圈最好是用下述的導綫來繞製：長波波段——可用0.1—0.15漆包綫；對中波波段——0.2—0.3漆包綫或單絲漆包綫或 7×0.07 單絲漆包綫的絞合綫；短波波段——可用0.4—1.0漆包綫。長波綫圈採用“折繞”式或繞在兩夾板之間的“疊繞”式繞法，中波綫圈採用同樣繞法或單層繞法，短波綫圈採用一圈接連一圈的單層繞法或強制間距法（即各圈之間留有不大的間隔）。

如果在這種綫圈的綫捲上塗很薄的一層浸潤物質，則其質量因數較工廠做的只低25%，也就是綫圈的質量很好，其質量因數在長

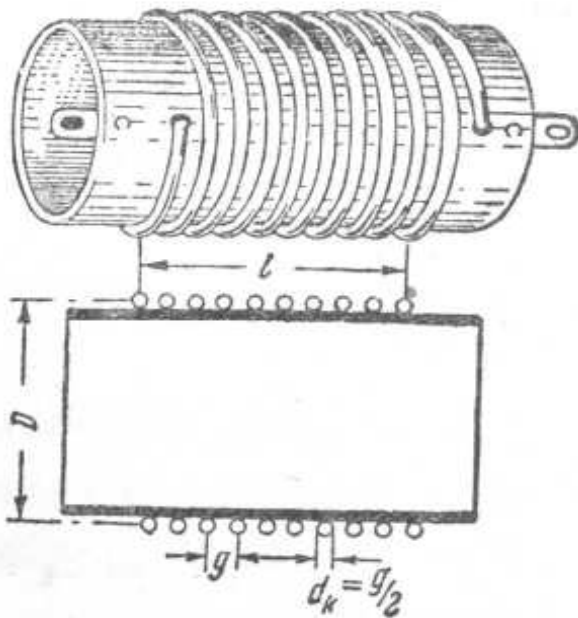


圖 2.5 單層圓柱形綫圈

波時為 150—160，在中波時為 100—120；在短波時為 40—50。

要想使固有電容最小，繞製多層的綫圈時，可以採用分段的辦法，而在繞製單層綫圈時則可採用各匝間留有一些距離的繞法。綫捲浸漬太過也會增加固有電容。使用上面所述的綫圈架子時，綫圈的容積並不很大。

單層綫圈的計算 單層綫圈

的電感可以按照下式計算，並可以保證足夠的準確度。

$$L(\text{微亨}) = \frac{D^2(\text{公分}) \cdot N^2}{100l(\text{公分}) + 44D(\text{公分})} \quad (2.22)$$

式中 L ——綫圈的電感； N ——匝數； D ——綫捲的平均直徑，等於綫圈架子的直徑加上一根導綫的直徑；

l ——綫捲的長度，等於最邊上兩匝的中心間的距離。

這種綫圈的外形及其尺寸見圖 2.5。

由公式 (2.22) 可知，綫圈的電感和匝數、綫圈直徑之間存在着平方關係：當綫圈的匝數或直徑變化到 2—3 倍時，電感相應地變化到 4—9 倍。在綫捲的長度和電感之間存在着相反的關係——綫捲長度的加長或縮短相應地會引起電感的減少或增加。

當綫圈的常數有任何變化時，必須考慮到所有這些關係。

在匝數相同時，綫捲的長度增加將使電感減少；而綫圈直徑增

加則使電感增加。因此，繞捲的長度與其直徑的比對電感的數值來說是具有很大意義的。這一比值有一最佳值（在導線長度一定時），在此最佳比值時繞圈的電感量最大。為此，繞捲的直徑應為其長度的2.5倍，即 $\frac{D}{l} = 2.5$ 或 $\frac{l}{D} = 0.41$ 。若其他條件相等，在這一比值時繞圈就能得到最大的質量因數，因為這時為得到一定的電感所需用的導線數量最少。

但是實際上在收音機所用的繞圈中，通常不能符合 D 與 l 最佳比值的要求，這是因為如果按照這個比值來繞製繞圈，繞出的繞圈就會非常笨大。當 $\frac{D}{l}$ 接近於1時，或者換一個說法，當繞捲的長度約為 $0.7D$ 到 $1.2D$ 時，就已經能夠保證足夠高的質量因數了。

對實際上所採用的那種直徑（不超過30公厘）的繞圈架子來說，遵守這些比值並不困難，繞圈的計算也可以大為簡化。這種程式的短波繞圈的電感可按下式計算：

$$L_{(\text{微亨})} = \frac{N^2 D (\text{公分})}{118} \quad (2.23)$$

而中波繞圈則按下式計算：

$$L_{(\text{微亨})} = \frac{N^2 D (\text{公分})}{144} \quad (2.24)$$

繞圈的匝數 N 可以按下式計算：

$$N = P_1 \sqrt{L_{(\text{微亨})}} \quad (2.25)$$

式中 P_1 —— 比例係數，決定於繞圈架子的直徑和波段，其值可從表2.2中查得。

當繞圈的電感為已知時，從公式（2.25）可以計算出繞圈的匝數。如果由於某種原因不知道繞圈的電感，則用於標準廣播波段（參看19頁）的繞圈匝數可以按下式計算：

表 2.2

綫圈架子 直徑 P_1	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5
中 波	12.15	10.92	9.88	8.93	8.49	8.09	7.58	6.93	6.42	6.0	5.65	5.38
短 波	10.9	9.95	8.9	8.12	7.71	7.34	6.78	6.28	5.83	5.45	5.14	4.88

$$N \approx \frac{a \cdot P_1}{\sqrt{C_{\kappa}(\text{微微法})}} \quad (2.26)$$

式中 C_{κ} ——在中波及長波波段時電路的最小電容（當可變電容器轉出時）和在短波波段時電路的最大電容（當可變電容器完全轉入時）。比例係數 P_1 從表2.2中查出。係數 a 在長波波段時等於397.5，在中波波段為106，在短波波段為26.45。當繞製長波單層綫圈時，綫圈架子的直徑應不小於4—5公分。

在綫圈的匝數算出後，就要選擇合適的導綫直徑。考慮到前面談到的關於實際上採用的綫捲直徑與其長度間的比值這一原則，在中波波段中大概的導綫直徑（連絕緣在內）可以按下式計算：

$$d(\text{公厘}) = \frac{D(\text{公厘})}{N} \quad (2.27)$$

短波綫圈的繞距按下式計算：

$$g(\text{公厘}) = \frac{0.7D(\text{公厘})}{N} \quad (2.28)$$

在這些公式中： d ——導綫（連絕緣在內）的直徑；

D ——綫圈架子的直徑；

N ——匝數；

$$g = 2d \text{ (參看圖2.5) }。$$

此後，按照表2.3找出適當的導綫牌號。這時，正如上面所指

出過的，用來繞製中波繞圈的導線直徑（不算絕緣）不應當選擇得比0.15公厘細或比0.35公厘粗，而對短波，則不應比0.4公厘細或比1.0公厘還粗。

導線選好之後，就要按照下列公式計算實際的繞線長度：

$$l(\text{公厘}) = N \cdot d(\text{公厘}) \quad \text{或} \quad l(\text{公厘}) = N \cdot g(\text{公厘}) \quad (2.29)$$

上面兩個公式是按照繞線的繞法不同而分別應用：即一匝靠近一匝繞製或是每兩匝間留有一定距離。

表 2.3

沒有絕緣物的導 線直徑（公厘）	連絕緣物的導線直徑		沒有絕緣物的導 線直徑（公厘）	連絕緣物的導線直徑	
	漆包線	單絲漆包線		漆包線	單絲漆包線
0.1	0.115	0.165	0.31	0.34	0.4
0.15	0.165	0.215	0.35	0.38	0.44
0.16	0.175	0.225	0.41	0.44	0.51
0.18	0.195	0.245	0.51	0.545	0.61
0.2	0.215	0.28	0.64	0.68	0.74
0.23	0.25	0.31	0.8	0.85	0.91
0.25	0.27	0.33	1.0	1.05	1.12
0.27	0.295	0.355			

如果現有的導線直徑與所需的直徑不同，則可以選擇直徑最接近的導線，並按照下式重新計算匝數：

$$N_1 = N \sqrt{\frac{d_1}{d}} \quad (2.30)$$

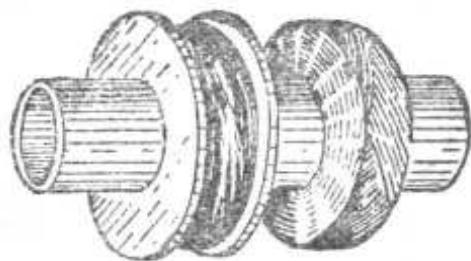
式中 N_1 ——現有導線的繞製匝數；

N ——按照公式(2.25)或(2.26)計算出的匝數；

d_1 ——現有導線的直徑；

d ——按照公式(2.27)或(2.28)計算出的所需要的導線直徑。

按公式(2.30)計算出所需要的匝數之後，再按照公式(2.29)



計算用現有導線繞成的綫捲的長度，然後再按照公式(2.22)核算綫圈的電感。

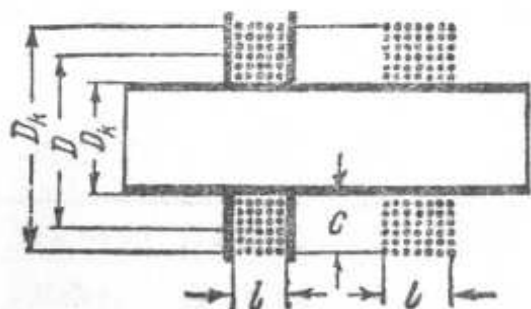


圖 2.6 多層繞製的綫圈
左邊—《疊繞》式
右邊—蜂房式或《折繞》式

多層綫圈的計算 在長波波段中都是採用多層繞製的綫圈，在中波波段中，這種綫圈也時常採用。各種程式(如圖 2.6 所示的蜂房式，《折繞式》或繞在兩夾板之間的疊繞式)多層繞製綫圈的電感可以按下式計算：

$$L(\text{微亨}) = \frac{0.08D^2(\text{公分}) \cdot N^2}{3D(\text{公分}) + 9b(\text{公分}) + 10C(\text{公分})} \quad (2.31)$$

式中 D ——綫圈的平均直徑；

b ——繞綫寬度；

c ——繞綫厚度；

N ——匝數。

也可以按照下式計算電感：

$$L(\text{微亨}) = \frac{0.02N^2(D_n(\text{公分}) - D_k(\text{公分}))^2}{6.5D_n(\text{公分}) - 3.5D_k(\text{公分}) + 9b(\text{公分})} \quad (2.32)$$

式中 D_n ——綫圈的外直徑， D_k ——綫圈架子的直徑，其他數值則與公式(2.31)中相同。

多層繞製綫圈的匝數由下式決定：

$$N = P \sqrt{\frac{L(\text{微亨})}{D_n(\text{公分})}} \quad (2.33)$$

式中 P_2 為一係數，與比值 $\frac{b}{D_n}$ 及 $\frac{c}{D_n}$ 有關，可按表 2.4 查出：

表 2.4

$\frac{c}{D_n}$ \ $\frac{b}{D_n}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
0.1	8.6	10.2	10.5	10.7	11.3	11.6
0.2	10.4	11.2	11.8	12.4	13.0	13.2
0.3	12.4	13.6	14.1	14.9	15.8	16.0
0.4	14.9	17.2	17.9	18.2	18.6	19.6
0.5	18.2	20.0	21.3	22.4	22.6	23.6

當 $\frac{b}{D_n}$ 等於 0.2 到 0.6 時，或者換句話說，當繞圈的外直徑為繞線寬度的 3—5 倍時，而 $\frac{c}{D_n}$ 等於 0.1 到 0.3 時，即當繞線厚度為其外直徑的 10% 到 30% 時，繞圈的質量較好。

繞製多層繞圈時通常採用直徑為 10 到 20 公厘的架子；繞捲是用 0.1 到 0.2 的導線或 7×0.07 或 10×0.07 絞合線繞製的。繞線寬度 b 不超過 3—6 公厘。

自製的繞圈不能準確地按着計算數值繞製出來，這主要是因為不可能使所有的尺寸都符合要求。

因此，為了調節電感值，最好將繞圈的不大的一部分（約繞圈匝數的 15—20%）在同一架子上繞成一個獨立的，能夠移動的單層

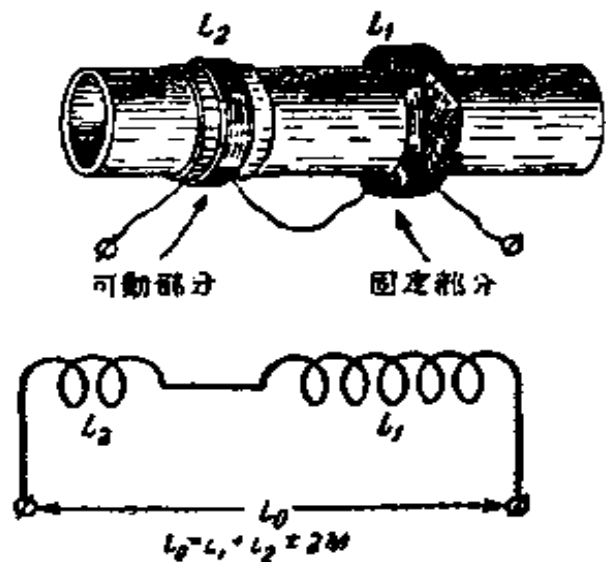


圖 2.7 用來調節電感的活動部分

綫圈（圖 2.7）。這種電路的總電感可由下列公式計算：

$$L_{\text{總}} = L_1 + L_2 \pm 2M$$

式中 L_1 ——主要綫圈（固定部分）的電感；

L_2 ——附加活動部分的電感；

M ——兩綫圈之間的互感係數（參看第 6 頁）。

互感值決定於綫圈間的距離，而其符號則決定於綫匝的方向。正號相當於兩綫圈的綫匝按同方向繞製，而負號則相當於反方向繞製。利用這種微調部分，總電感可以在 15% 的範圍內均勻地變化。

綫圈的計算是按照下列順序進行的。開始先按照公式（2.5）或公式（2.6）—（2.8），或按照表（2.1）計算綫圈的電感值。然後，按照公式（2.25）計算短波綫圈的匝數。如果綫圈是單層繞製的，也可按照這公式計算中波綫圈的匝數。此後按照公式（2.27）和（2.28）來計算導綫的直徑和綫匝間的距離，並按照公式（2.29）計算用這種導綫繞製時的綫捲長度。最後再按照公式（2.22）進行核算。

多層綫圈的匝數（即長波綫圈的匝數，有時為中波綫圈的匝數），可按公式（2.33）來計算。

上面介紹過的這些綫圈電感值的計算方法只有在綫圈沒有屏蔽時才是正確的。屏蔽物會使綫圈的電感減小，其直徑與綫圈直徑相差愈小，綫圈電感的減小也就愈多。因此，綫圈的電感就必須根據屏蔽屏直徑的不同多少增大一些。下面列出的表 2.5 可以用來計算綫圈需要增加的電感值。

表 2.5

$\frac{D_2}{D_R}$	3	2.8	2.6	2.4	2.2	2	1.8	1.6	1.4	1.3	1.25
K	3	4	5	7	9	12	17	24	38	45	50

在此表中： D_s ——屏蔽物的直徑， D_w ——以同樣單位表示的繞圈的直徑， K ——繞圈電感減少的百分數。例如，從表中可以看出，若屏蔽物的直徑為繞圈直徑的一倍半，則繞圈的電感約減少30%。因此，為了使電路的波段不改變，必須相應地增加繞圈的電感。

從表中還可以得出，如果屏蔽物的直徑為繞圈直徑的2.5—3倍，則繞圈電感的減少可以忽略不計。繞圈的屏蔽是用銅、鋁或黃銅製成的。

鐵心繞圈 在無線電設備中，廣泛採用着帶有鐵心的繞圈，這些鐵心用磁鐵礦、羰基鐵及鐵矽鋁合金製成，採用了鐵心，即使在短波電路中也能夠得到質量因數很高的繞圈。為了準確地調諧電路，鐵心都是做成可動的，這樣就能夠在很大的範圍內變更繞圈的電感。

在有鐵心時，繞圈的電感值決定於鐵心的種類和繞圈及鐵心的幾何尺寸。通常的圓柱形鐵心能夠將電感變化到50%。

第三章

無線電接收設備的主要元件

第一節 無線電收音機的质量指標

爲了評判收音機的质量並便於對同一類型的收音機進行比較，擬製了一系列的质量指標，它們能夠全面地說明整個收音機的特性。

這些质量指標有時稱爲收音機參數或收音機的響應特性，它包括以下的一些指標：

輸出功率 收音機的輸出功率就是收音機送給揚聲器的音頻電功率，也就是在收音機輸出電路中的音頻電功率。收音機的輸出功率以瓦特或以伏安表示，電池式收音機的功率有時以毫瓦(毫伏安)表示。在確定輸出功率時所注意的是在一定的最小失真情況下的功率，所以輸出功率有時稱爲“無失真功率”。因爲失真的數值是以非綫性失真係數來表示的，所以輸出功率的值與失真係數的一定數值有關係，如果沒有特別的說明，則在收音機說明書上所指出的輸出功率是相當於非綫性失真係數不超過10%的輸出功率。如果輸出功率是相當於較小的非綫性失真係數，則一定有附帶聲明。

近代電池式收音機的輸出功率約在100—500毫瓦(0.1—0.5瓦特)之間，在大多數情況下爲200毫瓦。交流收音機的功率在大多數情況下爲2—3瓦特，其變動範圍約在0.5瓦特(小功率地方收音機)到5—6瓦特(大功率收音機與三用收音機)之間。爲了比

較一下，我們可以指出：礦石收音機在中等響度時所給出的功率為百萬分之幾瓦特，而普通留聲機所給出的功率（變換成電氣單位）約為0.2瓦特，大約等於中等電池式收音機的功率。

收音機所發出的電功率不應與聲音的功率相混淆，即不應與揚聲器所發出的音波振盪的功率相混淆。由於揚聲器的效率非常低（平均約為1%），所以收音機所發出的聲音功率約為收音機說明書上所指出的電功率的 $\frac{1}{100}$ 。

靈敏度 收音機的靈敏度表示它接收微弱信號的能力，也就是接收遙遠電台的能力。收音機的靈敏度決定於收音機輸出電路中所產生的電壓與加到收音機輸入端（天綫與地綫端子）電壓之比。輸出電壓的值隨收音機中所採用的揚聲器的型式（高阻的或低阻的）而改變。

靈敏度用微伏表示，它說明在收音機的輸入端需要加上多少微伏的電壓才能夠使收音機在輸出端給出規定的額定功率（最大無失真功率的0.1）。在一個波段中，收音機的靈敏度並不完全相同，它隨着高頻級放大值的變化而變化。通常靈敏度曲綫的形狀如圖3.1所示。在一個波段中靈敏度曲綫的形狀和它變化的大小決定於各槽路的特性和頻率。

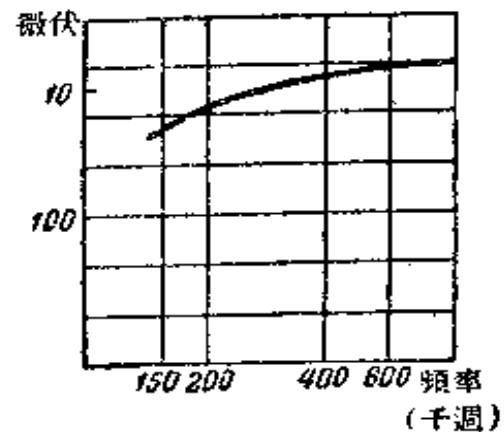


圖 3.1 收音機靈敏度隨頻率而變化的曲綫

廣播收音機的平均靈敏度列於表3.1。

近代收音機的靈敏度可以做到幾個微伏，但是存在的工業干擾和天電干擾的電平使得不能夠實際應用這樣高的靈敏度。

廣播收音機的平均靈敏度

表 3.1

波 段	靈 敏 度 (微 伏)		
	第三等收音機	第二等收音機	第一等收音機
長 波	300	200	50
中 波	300	200	50
短 波	500	300	50

選擇性 收音機的選擇性表示它選出所要接收電台的信號並排除所有其他電台信號的能力，也就是收音機調離干擾電台的能力。選擇性決定於收音機的調諧電路的數目及其性質。收音機的諧振特性曲綫（表明調諧不變時，收音機的靈敏度值與信號頻率的關係）給出了收音機選擇性的概念（圖 3.2）。

收音機的選擇性常常不用曲綫來表示，而只是用一些數字來表示，這些數字說明信號在一定程度上調離諧振時所產生的減弱程度。信號減弱程度通常指的是離開諧振頻率10—20千週時的情況，但有時指出的也有是離開諧振頻率更多千週的情況。信號減弱值愈大，收音機的選擇性就愈高。因為每一個無線電廣播電台在空中所佔據的頻帶約為 8—10 千週，所以在離開任何電台 10 千週的頻率上，另一電台就能夠工作。這個具有特徵的10千週頻率稱為鄰近波道頻率。在二等收音機中，相隔為鄰近波道頻率的信號減弱應不少於20，而在頭等收音機中——應不少於50。

收音機的選擇性有時也以暢通頻帶的寬度來表示。這個指標是表示曲綫上相當於靈敏度減小一半的兩點間的距離。

在圖 3.3 所示的情況中，這一頻帶相當於10千週。為了使收音機很好地工作，就希望諧振特性曲綫在所需要的頻帶通過範圍（約 5 千週）以內下降不大，而當再進一步調離時，就猛烈下降。

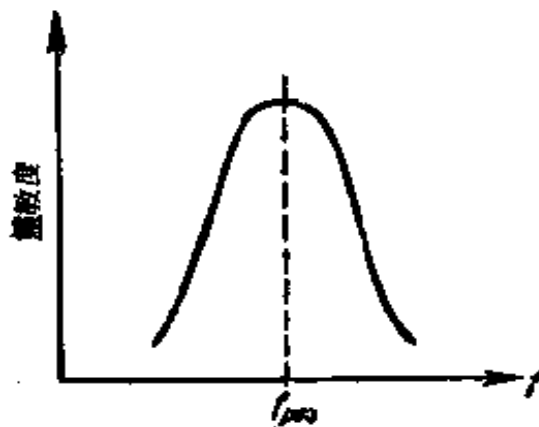


圖 3.2 表示收音機靈敏度與信號頻率關係的諧振曲線

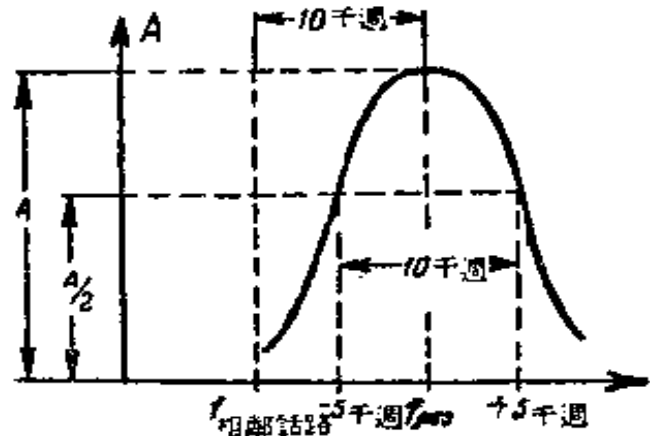


圖 3.3 收音機能通過的頻帶

鏡頻波道選擇性 每一個超外差收音機除去它所調至的電台之外，還能收到另一個電台，此電台的頻率與前一電台的頻率相差為中週頻率的兩倍。這第二波道稱為鏡頻波道或對稱波道。為了避免工作於鏡頻波道的電台對接收的干擾，在這個頻率上，收音機的靈敏度至少需要降低到幾十分之一。當中週頻率為 465 千週時，在長波和中波中，是很容易保證這一降低的，但是在短波波段中，通常頂多只能降低到 $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ 。中週頻率愈高，則在鏡頻波道上的靈敏度就降低得愈多。

頻率特性 頻率特性說明收音機對各種不同音頻頻率產生放大的均勻程度，通常這一特性只是指收音機的低頻放大器而言。

收音機的標準頻率特性曲線如圖 3.4 所示。此曲線愈接近直線，則複生的音頻信號就愈自然。放大曲線通常在最高與最低頻率的部分降下來。正常的頻率特性曲線在大約從 70 週到 5000—7000 週的範圍內應當有足夠的直線性。在這一段頻帶兩端的放大與在 400 週時放大比較起來，應當不減低到 $\frac{1}{2}$ 以下。

保真度曲線 保真度曲線是整個收音機的頻率特性曲線，從天

綫輸入端起到揚聲器的輸入端止。保真度曲綫與頻率特性曲綫的區別就是前者在高音頻部分或多或少要降落得利害一些。放大降落到 $\frac{1}{2}$ 的地方最好是從4000—4500週以上開始。

非綫性失真係數 非綫性失真係數表明由於基本頻率的失真所產生的附加諧波的成份。這些諧波基本上是由於電子管特性曲綫的

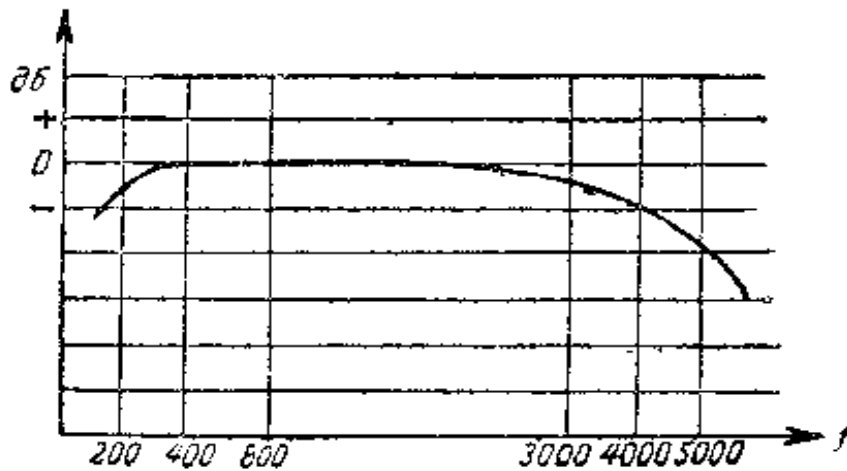


圖 3.4 收音機典型頻率特性曲綫

非綫性所引起的。實驗證明，當諧波的含量百分數不超過 5% 時，耳朵幾乎不會感覺到失真。

自動靈敏度控制 (APC) 特性 自動靈敏度控制特性說明自動控制工作的效果究竟有多大，當輸入端信號強度變化時，它維持收音機的輸出功率固定不變的能力有多強。在二等超外差收音機中，自動靈敏度控制應當能夠保證：在輸入端的電壓變化到 1000 倍時（通常由 100 微伏變化到 100000 微伏），收音機輸出端電壓至多變化到 3—4 倍。

自動靈敏度控制有時稱做自動音量控制 (AVC)。

交流聲係數 收音機輸出端的交流聲電壓對信號電壓之比稱為交流聲係數。在信號電壓為規定的額定輸出功率時，容許的交流聲

係數通常約為 1—2%。

收音機的聲壓特性 這些特性說明收音機的揚聲器在全部聲頻頻帶內所產生的聲壓。

收音機的基本參數是功率、靈敏度、選擇性、鏡頻波道選擇性及非綫性失真係數，通常在收音機說明書中所載明的正是這些參數值，而自動靈敏度控制的工作特性，保真度曲綫、交流聲係數及收音機的聲壓特性則很少載明。

第二節 輸入電路

近代收音機的輸入電路很少做成複雜的電路。天綫通常是經過一個不大的電容器（約 15—30 微微法）來連接（圖 3.5）^①。在大多數情況下，每一波段都用有單獨的綫圈。用轉換開關 Π ，能把這些綫圈接到一只可變電容器及電子管的柵極上。每一電路都有自己的微調電容器（容量約 15 微微法）用以對電路進行微調使之與收音機的隨後一只電子管的電路同時諧振。爲了同樣的目的，除了微調電容器之外，在電路的綫圈還採用了前面說過的活動鐵心。電容器 C 不一定是必要的；有 C 存在時，電阻 R 就可用來把自動靈敏度控制電壓加到電子管的控制柵極上。在沒有電容器 C 時，自動靈敏度控制電壓可以經過電路的綫圈直接加上，此時綫圈應經過 5000—10000 微微法電容器接地。

天綫與收音機輸入電路間也常常使用電感耦合（圖 3.6）。這

① 在參考手冊中，圖上面的電容和電阻的數值採用以下的符號表示：

α 代表以歐姆爲單位的電阻的數字，不再加任何記號；而代表以兆歐爲單位的電阻的數字後面則註明兆歐 (MOM)。

σ 代表以微微法爲單位的電容的數字，不再加任何記號，而代表以微法爲單位的電容的數字後面則註明微法 (MKP)。

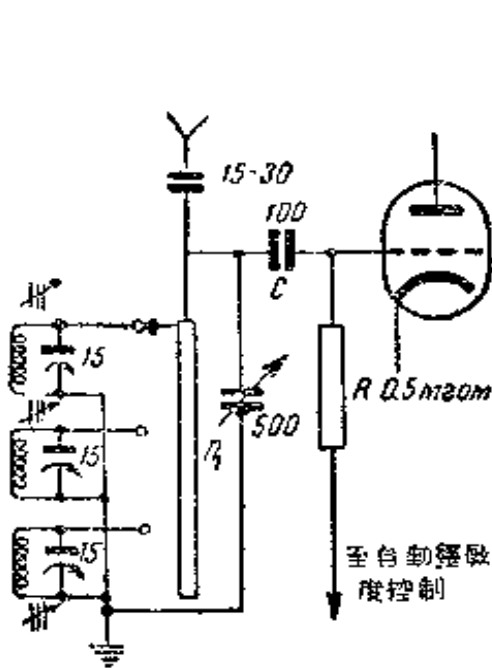


圖 3.5 最簡單的收音機輸入電路

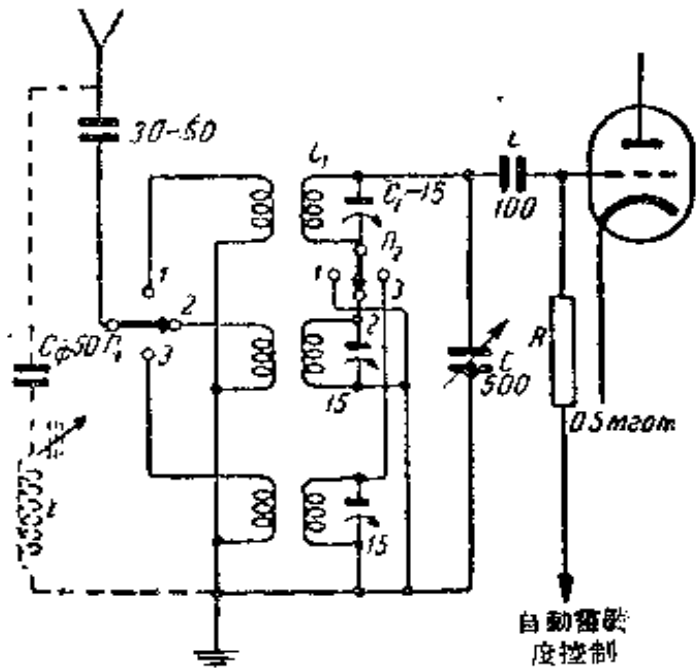


圖 3.6 天線與收音機輸入端成電感耦合

種耦合比起電容耦合來，是有一些優點的，首先，在用較小的室內天線接收時，採用電感耦合能使工業干擾的影響較小；其次，適當挑選天線線圈的電感值，就能夠在波段的始端或末端增加收音機的靈敏度。如果天線線圈的固有頻率比電路波段的最高頻率還要高，則收音機的靈敏度將隨着波長的減短而增加。如果天線線圈的固有頻率比電路的最低調諧頻率還低，則在調諧電路長波的一邊，靈敏度將增加，並隨着調諧頻率的增加而減少。天線線圈的選擇決定於：在波段的那一部分需要得到最大的選擇性。在大多數情況下，將天線線圈的固有頻率選得比輸入電路的最低調諧頻率低25—30%的範圍是比較有利的。在這種情形下的電路的計算見第二章第一節。各波段的電路通常是利用轉換開關順序接入。但有時也採用其他的電路連接方法。例如圖 3.6 所示為經常採用的而且效果很好的連接法，即將短波電路 L_1C_1 接在電子管的柵極電路和轉換開關 Π_2 之間。在此線路中，當工作在另一波段時，此電路也仍舊連接在綫

路中，對綫路的工作並沒有什麼壞影響。然而在短波波段中，這種連接法卻可以減少寄生電容（因為換接開關的電容沒有了），因此就能使波段範圍擴展。

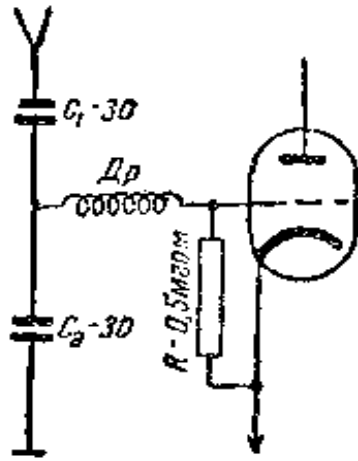


圖 3.7 高中頻收音機用的簡化了的
不調諧輸入電路

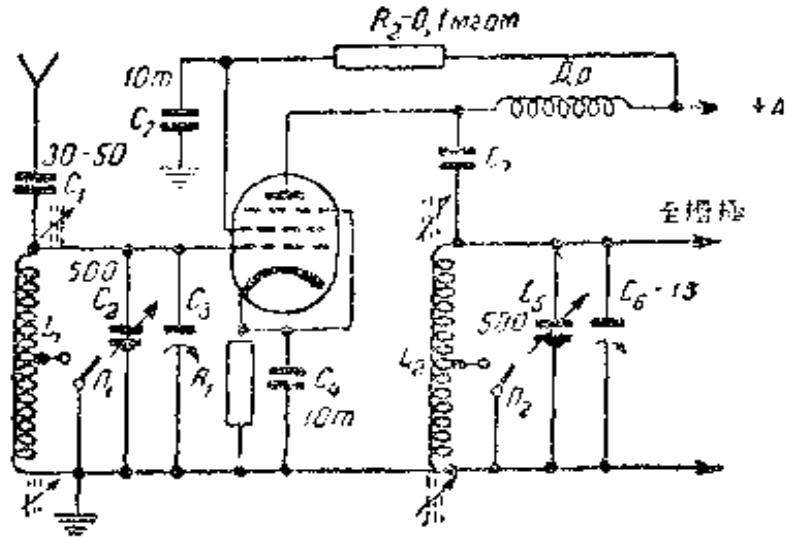


圖 3.8 高頻放大級的典型綫路圖

有時在收音機的輸入電路中接一濾波器，用以剔除其頻率等於或接近於收音機中週頻率的信號。這種用途的濾波器，最通用的如圖3.6的虛綫所示，它是由串聯的綫圈 L 與電容器 C_{ϕ} 所組成。這種電路在它的諧振頻率時即成為短路。在調整收音機時，濾波器是用移動綫圈鐵心的方法來精確調諧的。圖3.6的綫路是簡單的但是很好的三波段超外差收音機（現代最通用的收音機）的輸入部分的電路。也可以採用《阻塞濾波器》，即由並聯的綫圈和電容器所組成的電路，串聯在天綫電路中。

最近流行一種簡化了的超外差收音機，這種程式的收音機有不調諧的輸入電路和較高的中週頻率。在這種收音機的外差電路中用有一只可變電容器以進行調諧，這種收音機的輸入部分繪於圖3.7。高頻扼流圈 L_p 用來剔除鏡頻波道的信號（在這些收音機中，這些鏡

頻波道的信號是在中短波或短波的範圍內)，並通過相當於中波和長波的頻率。這個扼流圈是用0.2公厘的導線約繞150匝製成的，繞線架子的直徑是10公厘。電容器 C_2 （其電容為25—30微微法）也是用作這個用途。對相當於鏡頻波道的頻率而言，此電容器差不多是短路，而對於更低的頻率而言，它的阻抗很大。當接收短波時，扼流圈與電容器 C_2 則不接入。電阻 R 是普通的柵漏電阻。

高放式收音機通常僅裝有兩個波段，因此它的輸入電路較簡單。高放式收音機輸入電路的裝置如圖3.8所示。在轉換到中波波段時，繞圈的長波部分通常是短路（轉換開關 Π_1 與 Π_2 ）。不論可變電容器 C_1 與 C_2 在什麼位置時，柵極電路和屏極電路的調諧都應當一致。為了保證調諧一致，在波段起始處採用微調電容器 C_3 與

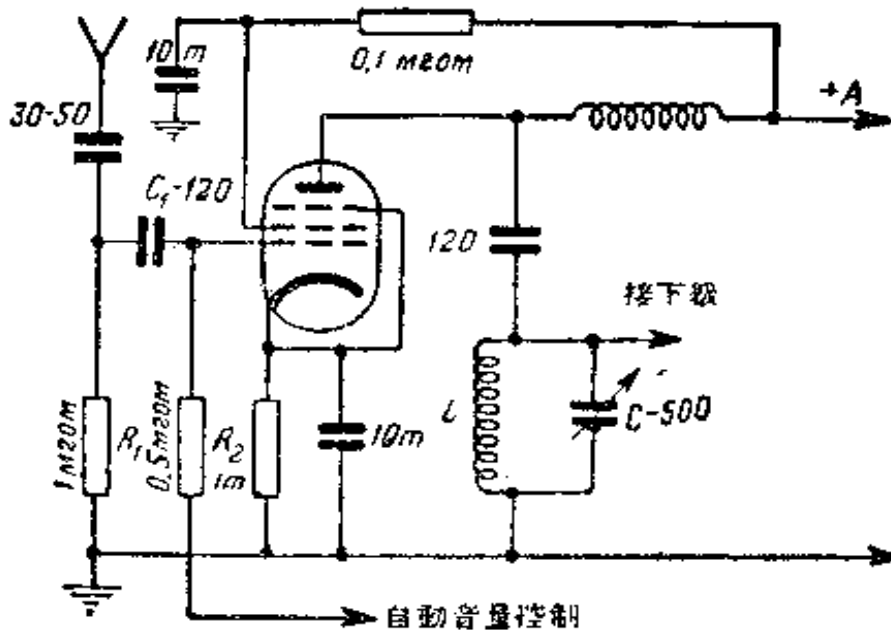


圖 3.9 高頻非週期性放大器

C_3 來進行調諧，而在波段終了處則採用繞圈的活動鉄心來進行調諧。在大多數情況下，高頻放大器按照並聯供電綫路裝成，如圖3.8所示，即在電子管的屏極電路中接有高頻扼流圈 Lp 。

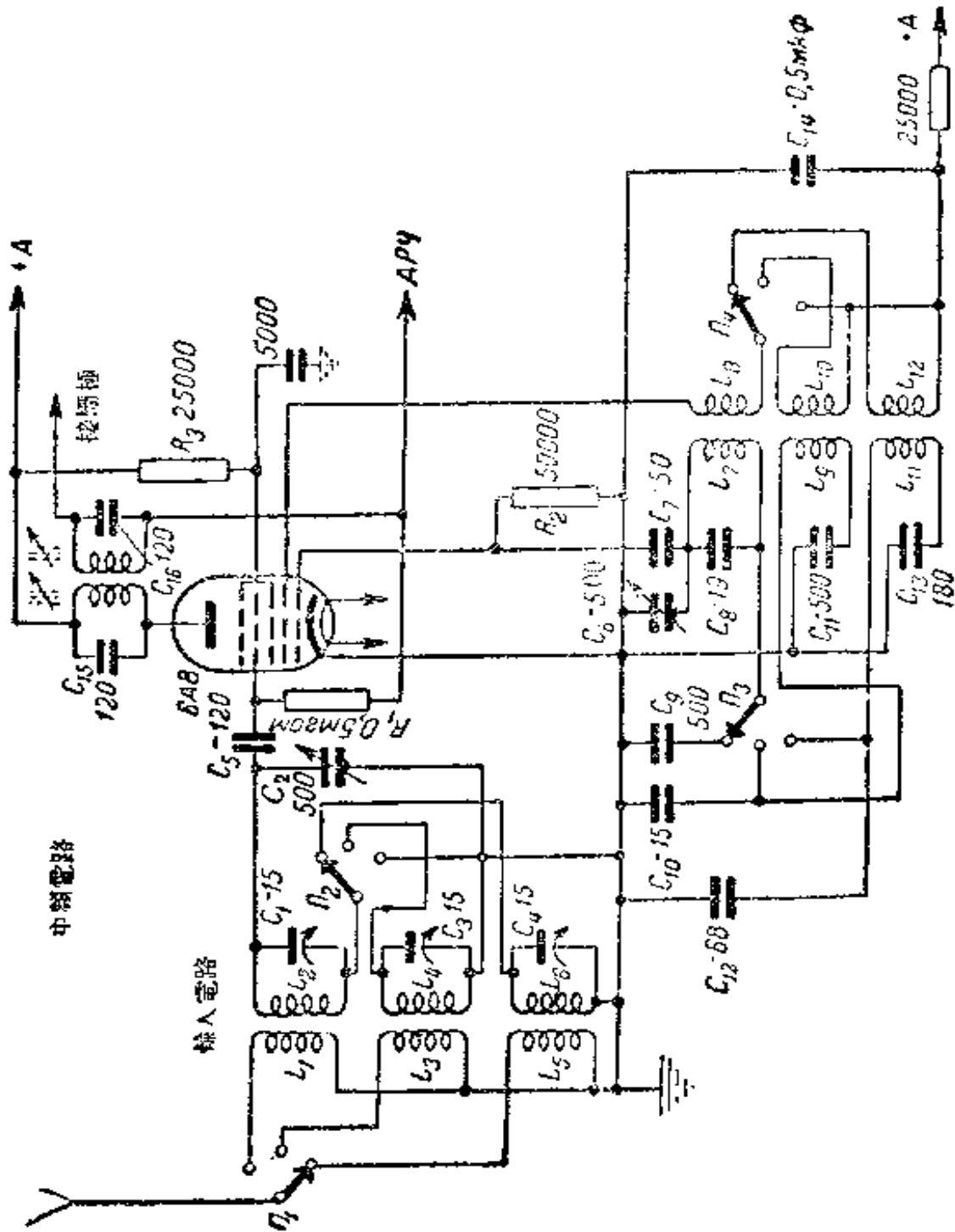


圖 3.10 三波段收音機變頻級的實際線路

在超外差式收音機中，當採用高頻放大時（通常很少採用），仍保留着圖 3.8 中線路的結構。但是諧振電路的設備與數量則按照收音機的波段來選擇。近來在超外差收音機中有一種不用調諧輸入

來實現高頻放大的趨向，這就是採用非週期性放大，在放大器中採用互導值很大的電子管，例如 6AC7 電子管。帶有這種電子管的非週期性放大級能有很大的放大量，同時並不使收音機的裝置複雜。採用高頻放大器的主要優點之一就是可以增大信號電平對收音機固有雜音電平的比值。這種放大器的普通電路如圖 3.9 所示。屏極電路中的調諧電路按照收音機的波段來計算。

第三節 變頻器

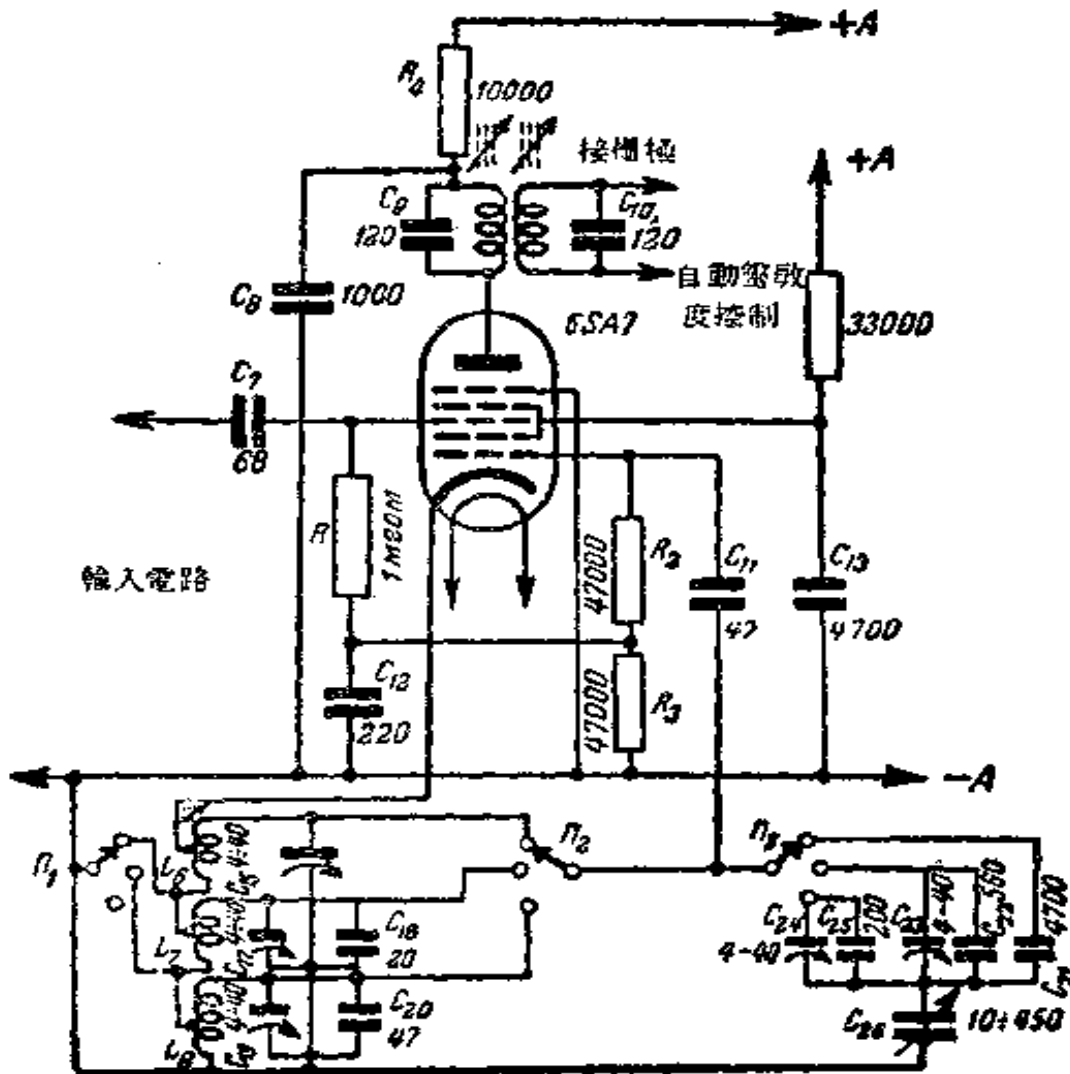


圖 3.11 使用電子管 6SA7 的典型變頻級電路 (《莫斯科人》收音機)

超外差收音機中的變頻級是用來把信號頻率變成中週頻率的。爲此，在這一級的振盪器部分產生一個輔助頻率，此頻率與信號頻率的差頻就成爲中週頻率。因此，變頻器完成了兩個作用：一個是產生輔助頻率，一個是將這個頻率與信號頻率混合。在屏極電路中有一調諧到中週頻率的電路。在大多數情況下，變頻級的兩個作用是用一只複合電子管來完成的。我們最常用的這種型式的電子管是6A8電子管。應用這種電子管的三波段收音機的實際綫路如圖3.10所示。

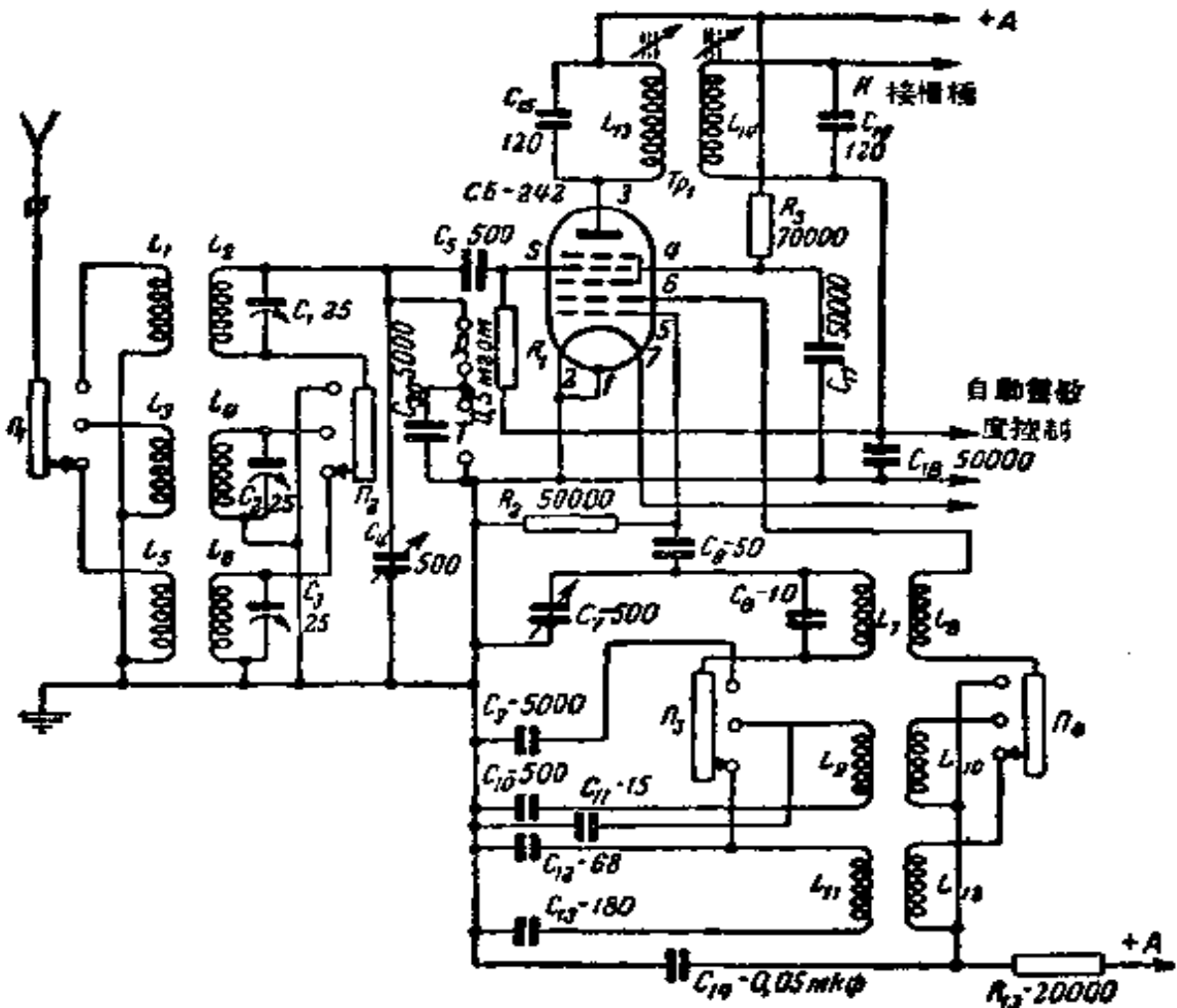


圖 3.12 電池收音機的變頻級綫路 A—接檢波器的插孔；T—耳機插孔(當沒有電源供給，而用檢波器接收時)

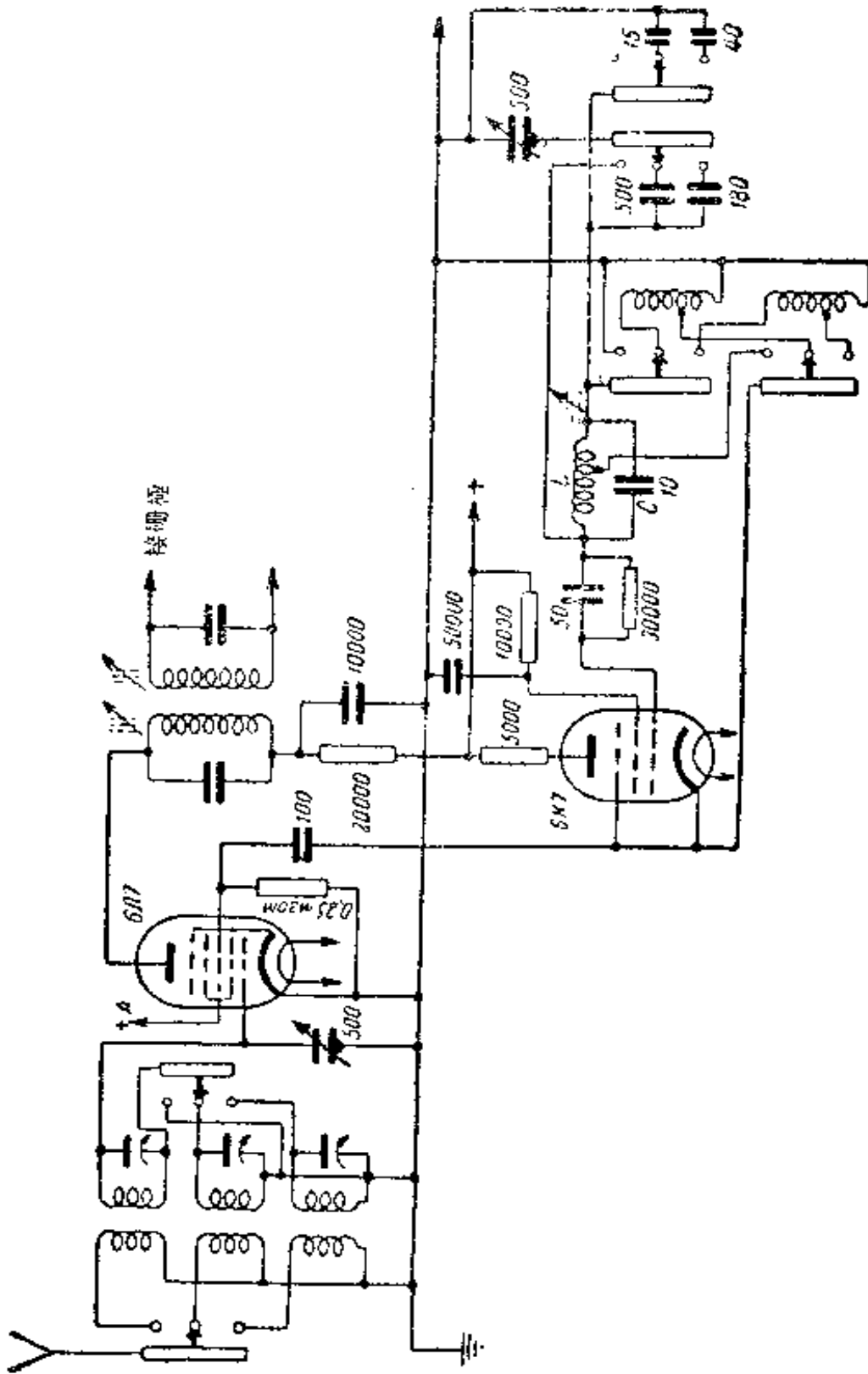


圖 3.13 具有單獨振盪器的混頻器線路

在最新式的收音機中，電子管 6A8 逐漸被電子管 6SA7 所代替（或者是用與 6SA7 同一型式的 6A10），6SA7 電子管能給出更好的結果，特別是在短波段方面。應用 6SA7 變頻級的典型綫路圖見圖 3.11（《莫斯科人》收音機的綫路）。

電池收音機的變頻器的綫路實質上與交流收音機的綫路沒有任何區別。圖 3.12 繪出了使用直流電子管 6B—242 的變頻器綫路來作為一個例子。這個綫路也是三波段收音機中的，而且效果也很好。

現在有單獨振盪器的綫路用的比較少，因為近代的變頻管兼有足夠良好的混頻器和振盪器的雙重作用。在圖 3.13 中介紹了有單獨振盪器的綫路作為一個例子，變頻級綫路中採用電子管 6M7 作為混頻器，電子管 6K7 作為振盪器。在這個電路中，短波振盪電路以及相應的輸入電路在收音機轉接到其他波段時並不斷開。

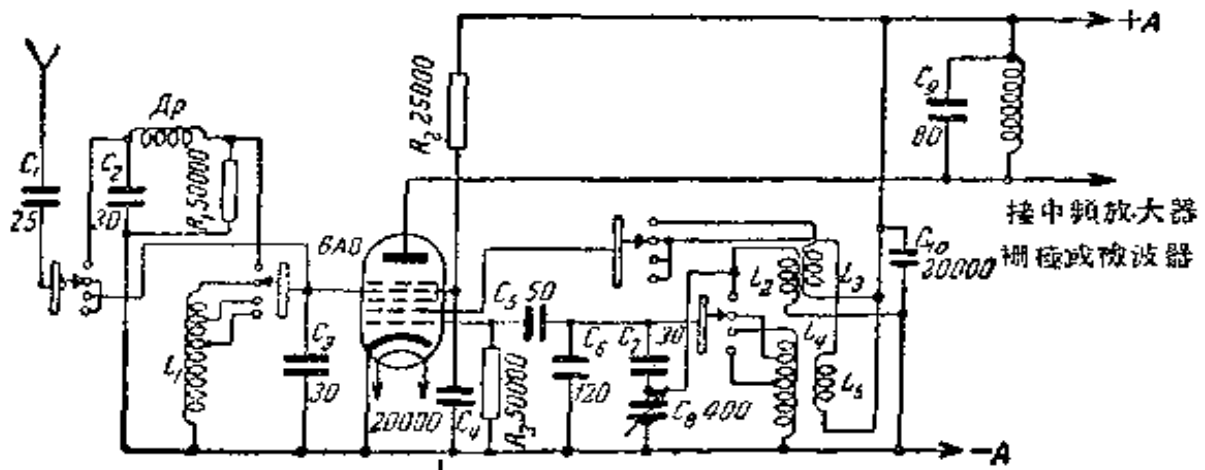


圖 3.14 具有一個公共的中長波波段及三個短波分波段的變頻級綫路

在所用中頻較接收信號的載頻要高的高中頻超外差收音機中，通常有一個公共的中長波波段及數個短波擴展波段。這些收音機較為簡單，容易裝置和調整，工作也能完全令人滿意。圖 3.14 繪出了使用 6A8 電子管的高中頻超外差交流收音機的變頻級綫路，而圖

3.16則繪出了使用電子管CE-242的電池收音機變頻級綫路。這類收音機的中頻普通約為1800—2000千週。

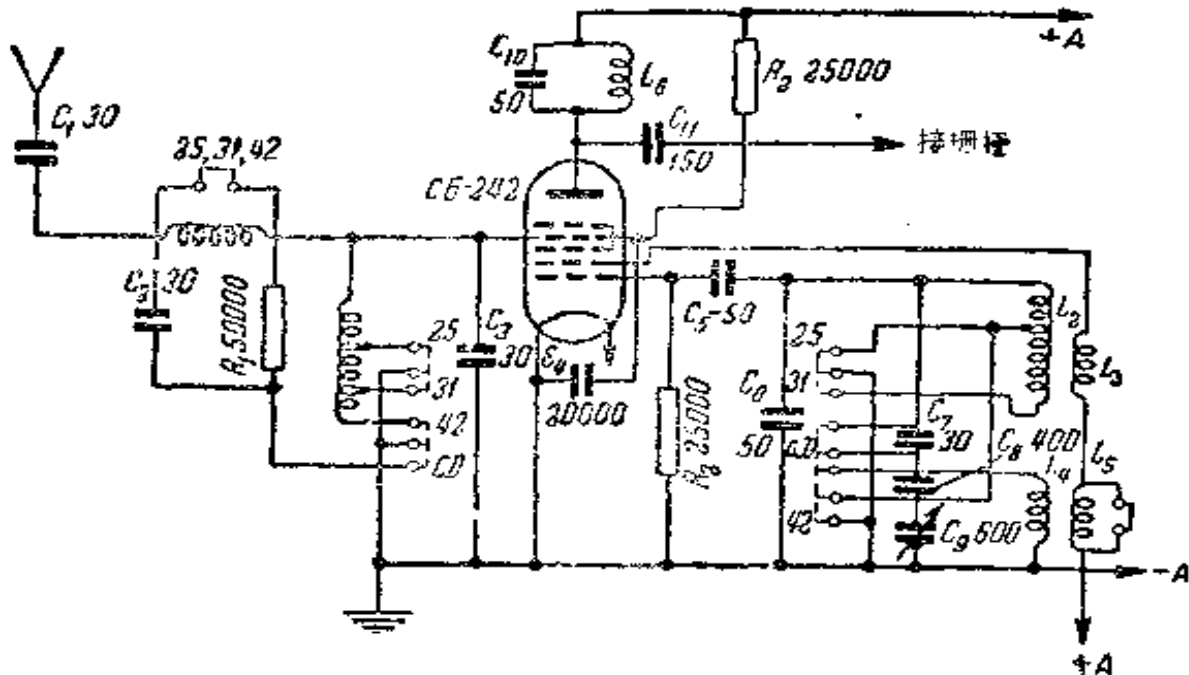


圖 3.15 類似圖3.14的綫路，但使用電子管CE—242

第四節 中頻放大器和檢波器

中頻放大器 在近代的收音機中，中頻放大器的電路並沒有多少不同的樣式。在選擇性並不要設計得特別高的收音機中，可採用單調諧電路放大器。放大器與下一級電子管的柵極（或者是與二極管檢波器）的耦合是用固定電容器來實現的。這種中頻放大級的典型綫路繪於圖3.16中。類似的綫路在工廠及業餘無線電愛好者的機件中用得很多。中頻電路的準確調諧是用可調鐵心來進行的，有時也用微調電容器來調，但是用得非常少。關於電路的計算可參看17頁及21頁。

較複雜的中頻放大器包括二個調諧電路，此二調諧電路組成一個帶通濾波器。這種放大器的綫路如圖3.17所示。在絕大多數的收

音機中都採用一級中頻放大器。若採用兩級中頻放大器時，在大多數情況下，兩級是完全相同的。

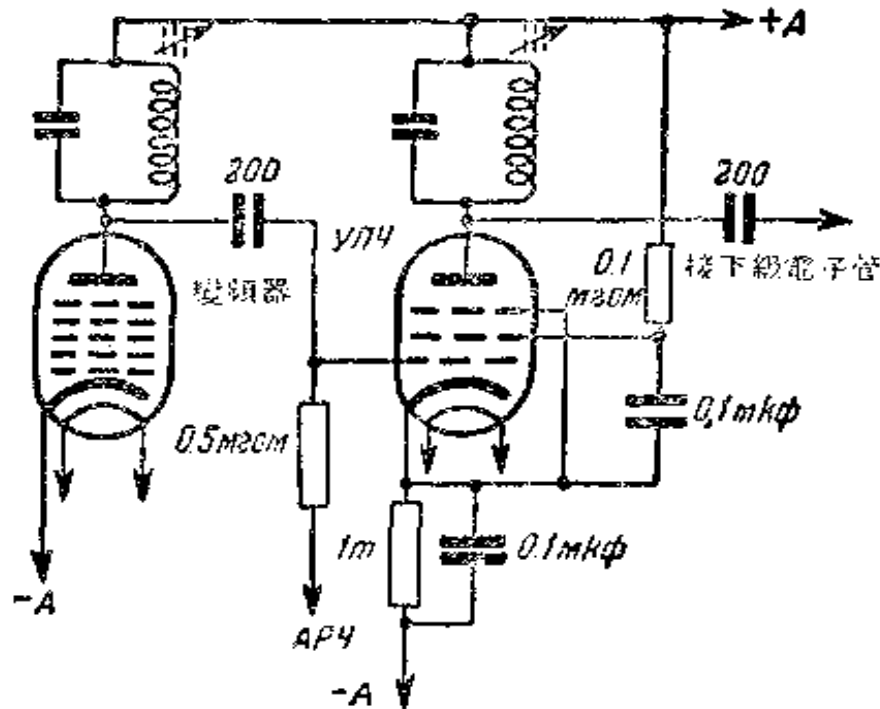


圖 3.16 單調諧電路的中頻放大器

檢波器級 在現代的收音機中，採用的檢波綫路幾乎是僅僅只有兩種程式：柵極檢波和二極管檢波。在柵極檢波時，極大多數都用有回授，這種回授能夠大大增加這一級的放大量。在高放式收音機中，具有回授的檢波器級綫路幾乎已經標準化了(參看圖3.18)。檢波管通常使用簾柵管或高頻五極管。在電子管屏極電路中的負荷 A_p 是高頻的負荷，電阻 R_1 則是音頻的負荷。與下一級的耦合是通過電容器 C_2 來實現的。變壓器耦合用的較少。回授電路是由分離電容器 C_1 、回授綫圈 L_2 及可變電容器 C_3 組成， C_3 是用來調節回授的。

柵極檢波也常常用於小型電子管超外差收音機中。

柵極檢波超外差收音機的檢波級與高放式收音機的檢波級完全

沒有什麼區別。在這種情況下，回授加到中頻槽路中。如果中頻電路是採用帶通濾波器，則回授繞線圈繞在濾波器繞圈的中間，通常是很準確地在它們的中間。

回授繞圈不僅可以接在屏極電路中，也可以接在陰極電路中，

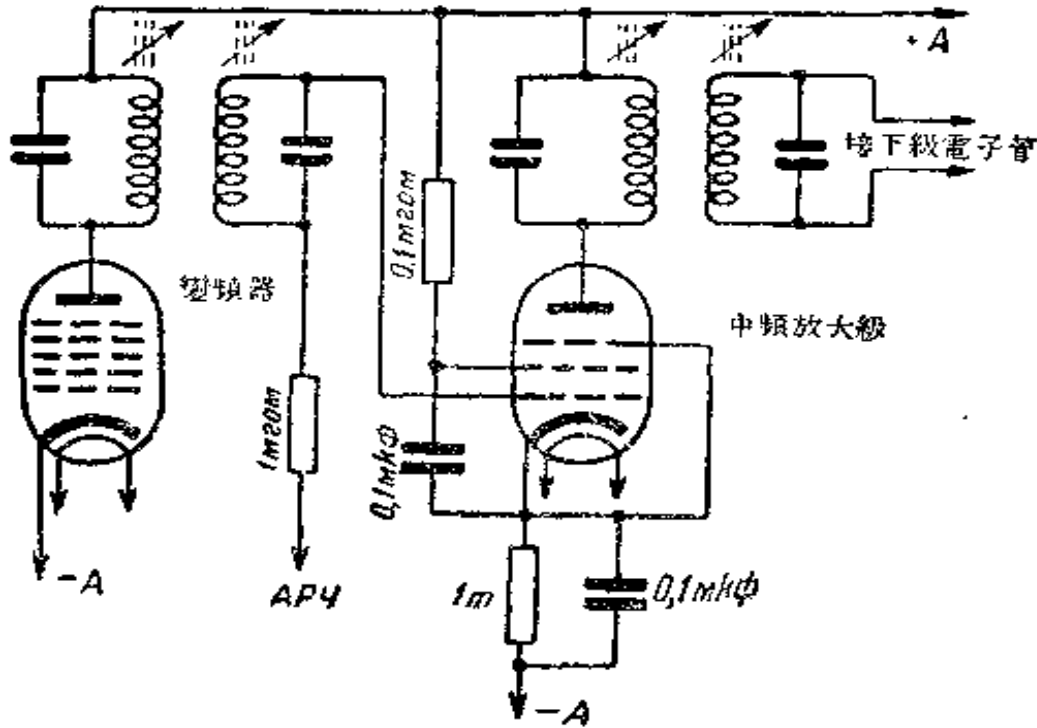


圖 3.17 具有帶通濾波器的中頻放大器(中頻變壓器)。可以利用 6H-1, “禮炮”, 6H-23 等收音機中用的變壓器

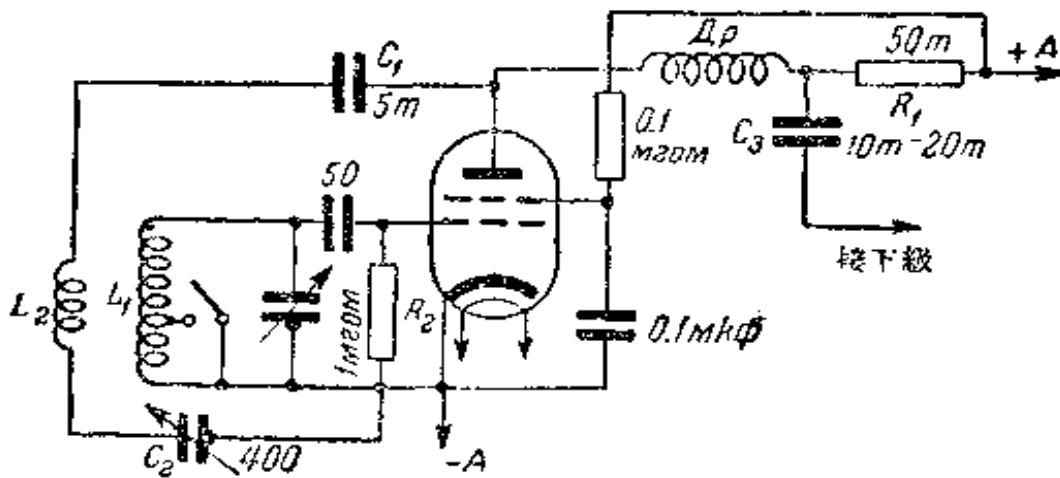


圖 3.18 高放式收音機的檢波級(柵極檢波)

而回授的調整則可以用可變電阻代替可變電容器。圖3.19所示為這種綫路的例子。此處 L 是回授綫圈，用電位器 R 來改變簾柵極上的電壓，就可以調整回授的大小。

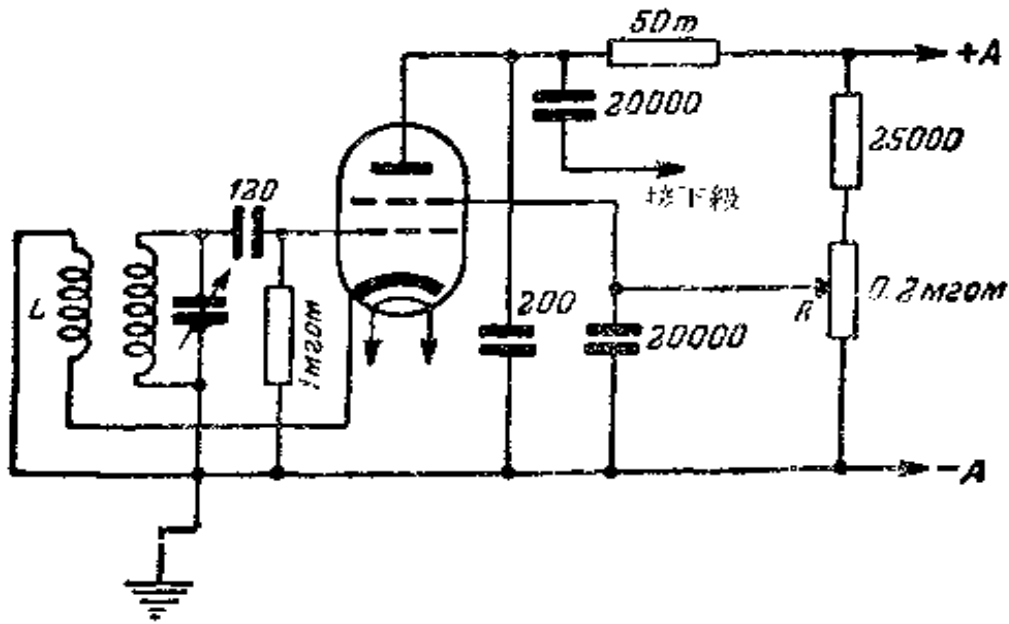


圖 3.19 帶有陰極回授電路的柵極檢波器

如果在收音機中採用不調整的（固定的）回授，檢波級的綫路並沒有重大的變化。此時，在圖3.18中以半可變電容器代替可變電容器，其容量可按照所希望的回授值來確定；在圖3.19中則是用由兩只固定電阻組成的電位器來選配固定的回授值，其連接法和25000歐電阻與0.2兆歐電阻的連接綫路相似。

在具有四只和四只以上電子管的超外差收音機中，通常採用二極管檢波。二極管檢波級的典型綫路如圖3.20所示。用作檢波器的是雙二極——三極管，例如6F7管。這樣的電子管最常採用。在旁熱式電子管中，也有單獨的雙二極管（6X6），但是很少使用。在使用單獨的二極管時，綫路在原則上沒有變化。圖3.20中的可變電阻 R 是音量調整器。與它並聯的塞孔 Ag 是用來接入留聲機電唱

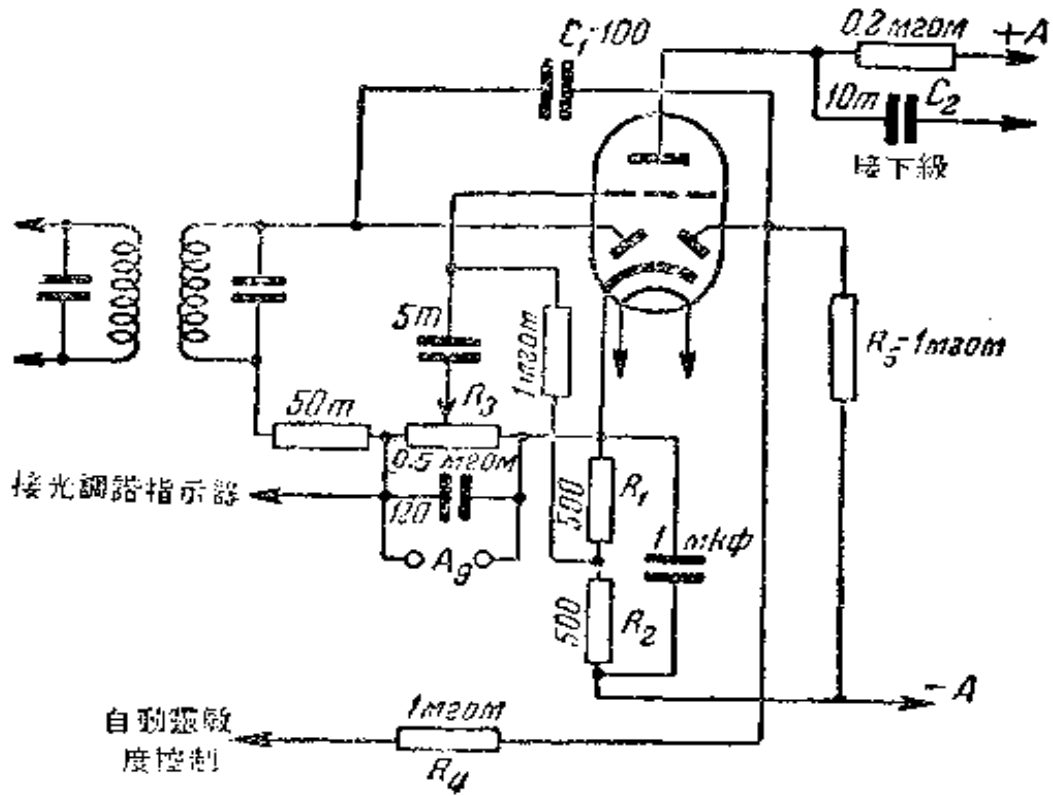


圖 3.20 使用二極管檢波器的超外差收音機的檢波級電路

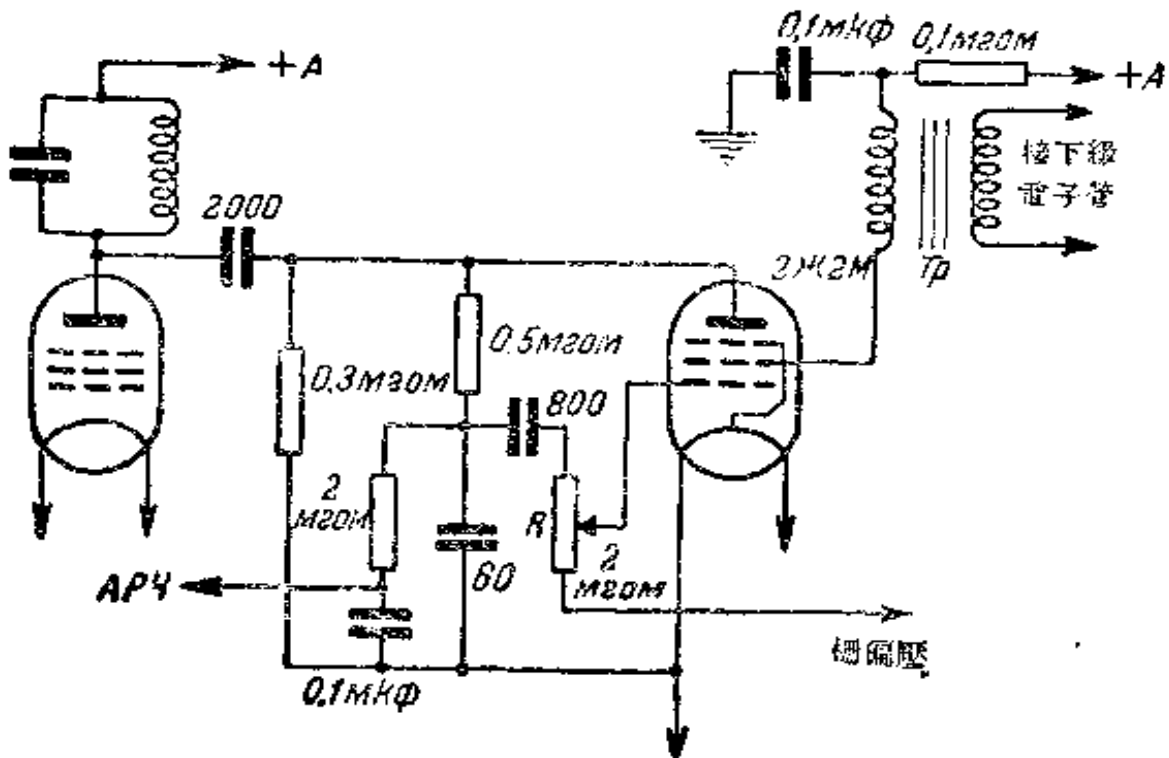


圖 3.21 電池式超外差機(“祖國”牌收音機)的檢波級

頭的。如果這個收音機有光調諧指示器，則加到指示器去的電壓也是從這個電阻上取得的。在綫路中還採用了應用最廣的延遲式自動靈敏度控制(APC)。電子管左邊的二極部分用作檢波，右邊用來控制自動靈敏度控制電路。中頻電壓經過電容器 C_1 加到右邊二極部分。由於在電阻 R_1 和 R_2 上的電壓降，在這個二極部分加上了決定《延遲》電壓的固定負偏壓。只有在信號電壓超過了延遲電壓時，自動靈敏度控制才開始作用。 R_1 與 R_2 電阻值的選擇，要考慮到能得到所必需的三級管部分的柵偏壓和延遲電壓的值。

在電池超外差收音機中有時採用的是五極管 2Ж2М，它的屏極和陰極用作檢波二極管，而控制柵極和簾柵極用作低頻前置放大的三極管。這種利用電子管 2Ж2М 的綫路如圖 3.21 所示（《祖國》牌收音機的綫路）。絕大多數情況下，這種收音機的中頻放大器都是用一個調諧電路。檢波管與下一級的耦合是用變壓器耦合。電阻 R 是用作音量調整器。控制柵極上的負偏壓（約 2 伏）是由小電池或電阻供給。綫路中有自動靈敏度控制電路。

第五節 低頻放大器 負回授 反相器

在現代收音機中，低頻放大器的種類是非常多的。在高放式收音機中，大多在柵極檢波器之後接着就是輸出電子管。使用電子管 6П6 作為這種輸出級的典型綫路如圖 3.22 所示。電阻 R_1 是音量調節器。電唱頭接到檢波管的柵極，並且當用電磁式電唱頭工作時，依靠電阻 R_2 上的電壓降把負偏壓加到檢波管的柵極上。可變電阻 R_3 和電容器 C_1 組成音調調節器電路。電容器 C_2 用來消除自激。如輸出級用 6П3 電子管，全部數據均可不變。當採用電子管 6Ф6 或 6В6 時，偏壓電阻應增加到 400 歐姆，所有其他零件仍然不變。輸出端

244的前面接有用電子管2K2M或2K2M的檢波級。回授的調整是用改變簾柵極上的電壓來進行的。

類似於圖3.22和3.23所示的輸出級也用於柵極檢波的超外差收音機中。在二極管檢波的超外差收音機中至少採用兩級低頻放大。在大多數情況下，第一級低頻放大用的是複合檢波管（二極——三極管），即交流電子管6F7的三極部分，或按照圖3.21的綫路用作二極——三極管的2K2M管的三極部分。在圖3.24中繪出了使用電子管6Φ6（6N3，6A6，6V6）的末級綫路圖作為一個例子，這一級應當接在圖3.20綫路中二極——三極管的後面。所有零件的數值都和圖3.22中的相同。

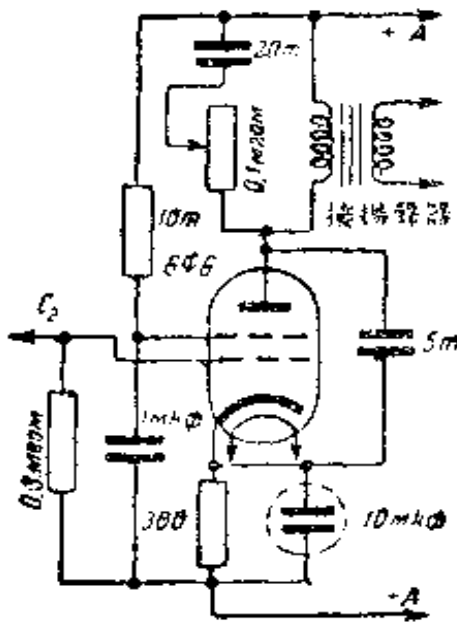


圖 3.24 普通超外差收音機的末級在 6F7 管前置放大器之後

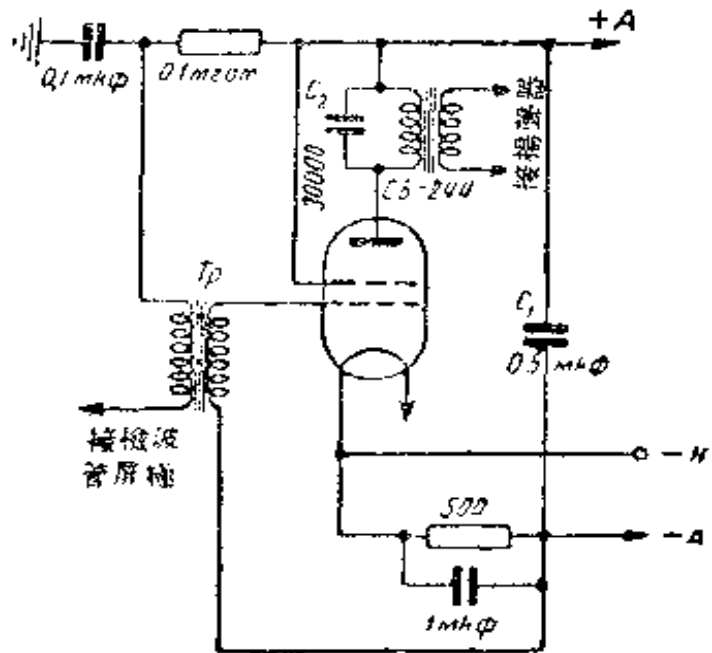


圖 3.25 電池超外差收音機的末級

在圖3.25中繪出了使用電子管6B—244的末級，這一級可以放在圖3.21綫路中的2K2M電子管的後面。爲了明顯起見，在圖3.25中重新繪出了圖3.21綫路中的低頻變壓器Tp。電容器C₂是用來選

配音色的。有時也採用如圖3.22中的 R_3-C_1 可變音調調節電路。在電池收音機中經常總是採用電容器 C_1 (圖3.25) 來旁路屏極電池，此電池電阻隨着電池的消耗而增大，這就使得收音機發生自激。電容器 C_1 就是用來消除這個不好的現象的。

當收音機中採用單獨的二極管時，則低頻放大器至少由二級組成，其中第一級的綫路實質上就是複合檢波管（二極——三極管）三極部分的連接綫路的重覆。圖3.26中所示的綫路可以作一個例子，該綫路是把圖3.20綫路中的三極部分和圖3.24中的末級連接起來，而綫路中的各零件的數值則與圖3.20和3.24中的相同。爲了得到較大的功率，輸出管籠柵極上通常加上全部屏壓；此時 R_1-C_1 電路就不需要了。這個綫路也可以用來構成獨立的放大器，例如放唱片用的放大器。

負回授 在現代的收音機中廣泛地採用負回授，負回授的原理是將從放大級屏極電路中取得的電壓以相反的相位加到它的柵極電

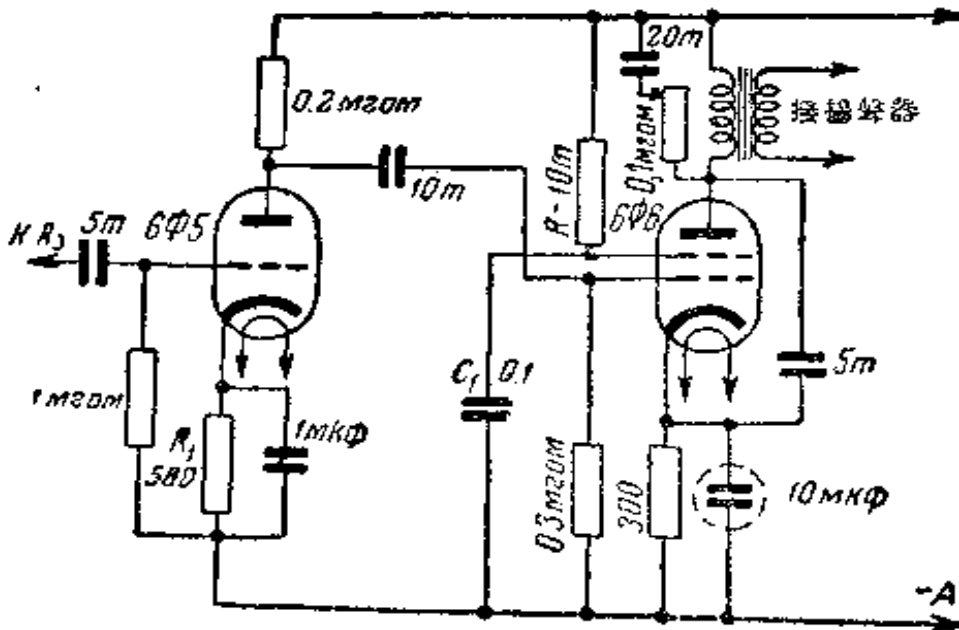


圖 3.26 二級低頻放大器。第一管 $6\phi 7$ 管的三極部分

路中，這樣就會使非線性失真和交流雜聲減少，負回授也可用作頻率校正之用。

供給負回授的方法有很多種，最簡單的方法（實際上幾乎不採用這種方法）就是把供給電子管負柵偏壓的陰極電阻上的旁路電容器去掉（圖3.27）。因為沒有用電容器旁路，所以陰極電阻 R_1 上就形成了一個音頻電壓降，此電壓降經過柵漏電阻 R_2 以相反的相位加到電子管的柵極上。 R_1 值的大小則決定於電子管的型式。

常用的一種負回授電路如圖3.28所示。這一級的屏極電路的電壓經過固定電容器 C_1 與電阻 R_1 加到這一級柵極電路中（經過電阻 R_2 與 R_3 的中點）。各零件最常用的數值亦示於圖中。選擇這些零件的數值就可以改變負回授的大小。例如，若 R_2 增加，負回授也就增加。

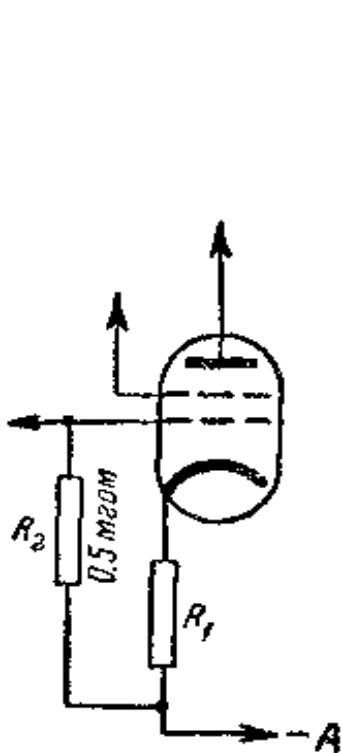


圖 3.27 最簡單的供給負回授的方法(電阻 R_1 不用電容旁路)

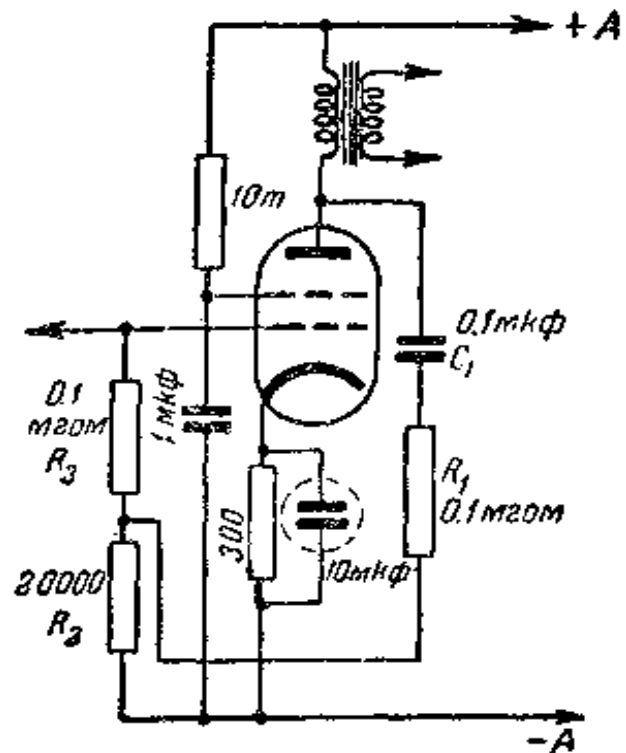


圖 3.28 在輸出級中最常遇到的負回授電路

另一個非常通用的供給負回授的方法如圖3.29所示。在這綫路中，第二只電子管的屏極電路和柵極電路之間經過電阻 R_1 與 R_2 耦合起來，電阻 R_1 並用電容器 C 旁路。選擇電容器 C 的電容量的值就可以調整音色，而選擇兩個電阻的大小，就可以調整回授的程度。有時電容器 C 是用轉換開關來連接，這就能夠跳躍式地改變音色；當電容器 C 斷開後，高音頻的相對數量就增加。圖3.28和3.29（特別是3.29）很容易用在已做好的沒有負回授的收音機中，因為這些電路幾乎不需要改製收音機。

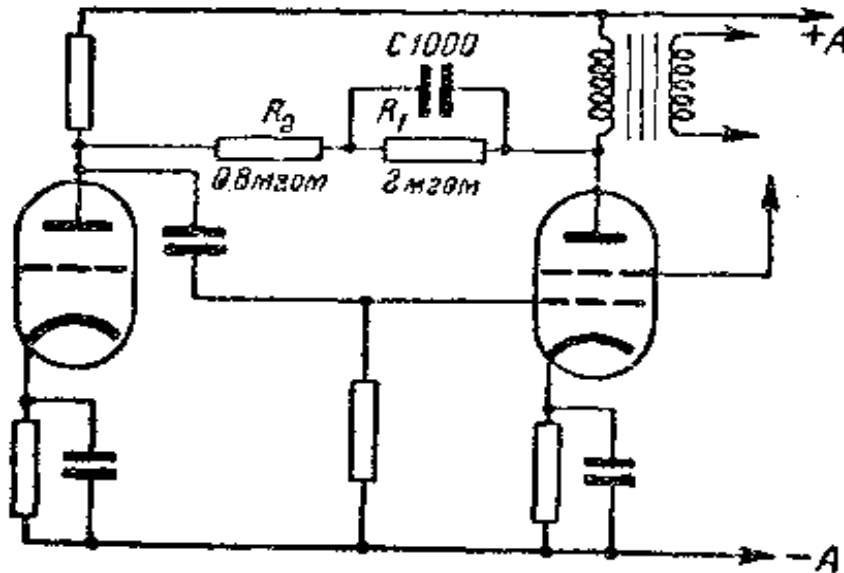


圖 3.29 在已經做好的沒有負回授的收音機中加裝負回授的簡單方法

在圖3.30中繪出了具有兩個負回授電路的二級低頻放大的優良電路。

第一個負回授是從輸出變壓器 T_p 的次級繞圈得來，經過電容器 C_1 及電阻 R_1 加到第一級電子管的控制柵極電路中。負回授的大小可用變化電阻 R_1 值的辦法來選擇，而所希望的音色，則可用變化電容器 C_1 的電容值的辦法來選擇。第二個負回授電路在此電路中是用來調整音色的，負回授是通過 C_2-R_2 電路而實現的。電阻

R_0 同時又是第二只電子管的柵漏電阻。當可變電阻 R_3 的滑動臂移向上端時（按圖 3.30），高音頻部分就被切去（低頻部分則幾乎不能通過容量很小的電容器 C_3 ）。

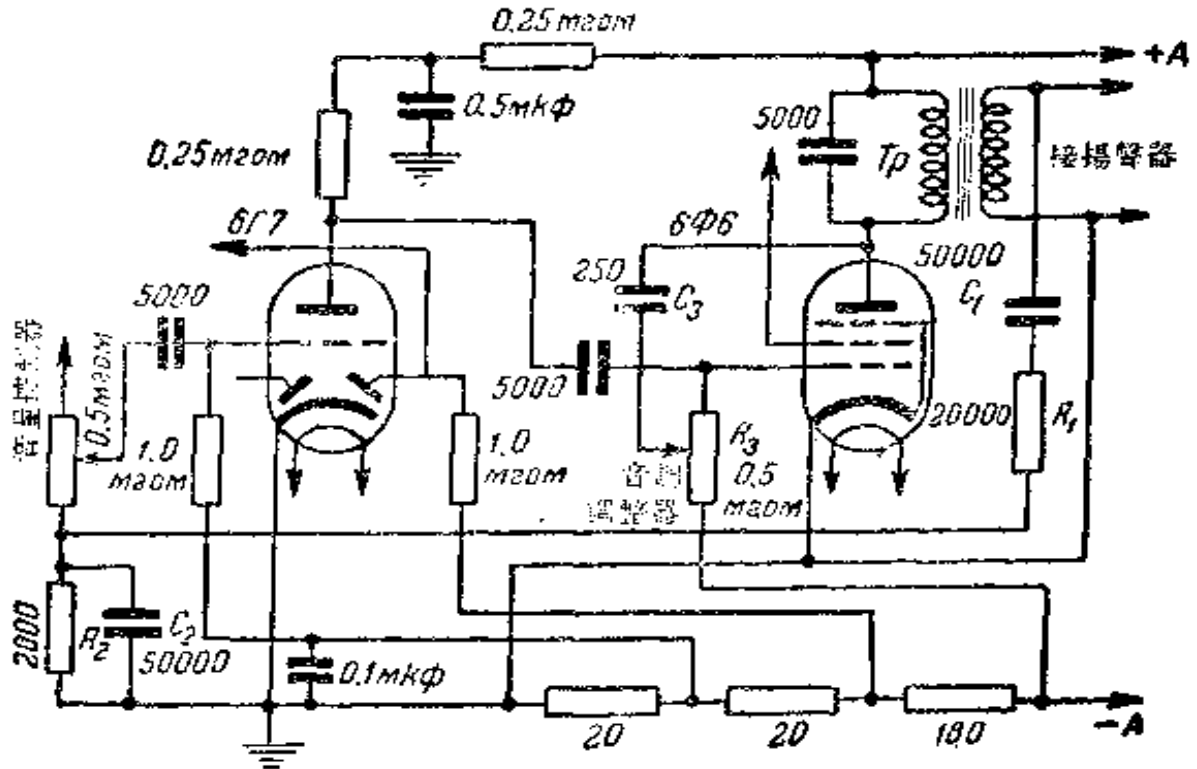


圖 3.30 具有兩個負回授電路的低頻放大器線路

推挽放大級 絕大部分近代收音機的輸出級都是使用一只電子管，但是在某些情況下，當需要提高輸出功率而在現有的電子管品種中沒有適合於所需功率的電子管時，就採用由二只電子管組成的推挽輸出級。推挽級的輸出功率能比單只電子管多一倍。除了能增加輸出功率之外，做得很好的推挽級能夠保證放出很自然的聲音。這在相當大的程度上可用下面的道理來解釋：在推挽級中沒有輸出變壓器的直流磁化，因此就消除了偶數諧波。

在一定的作方式中，推挽輸出級還能夠顯著地減少輸出級屏極電路電能的消耗，這對電池收音機是極其重要的。屏極電池的壽命

主要是決定於末級電子管屏流的大小。

推挽級綫路的一般形式如圖3.31所示。輸入變壓器 T_1 的次級

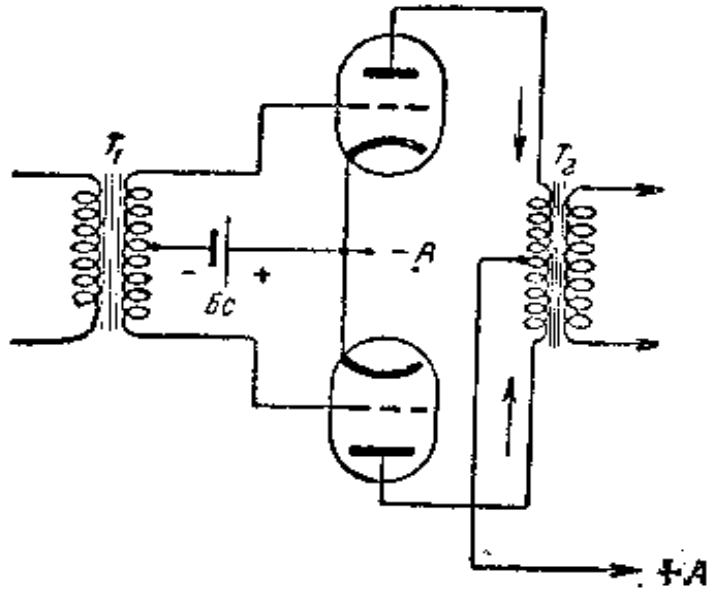


圖 3.31 推挽級綫路的一般形式

綫圈有一個中心抽頭。此綫圈的兩端與輸出電子管的柵極連接，而中心抽頭則接到電子管的陰極。輸出變壓器 T_2 的初級綫圈分成兩部分，它的兩端接到電子管的屏極，而中心點則接到屏極電源的正極。在輸出變壓器的初級綫圈中兩只電子管屏流的方向是相反的（如圖中箭頭所示），這就可以說明變壓器的鐵心中沒有直流磁化的原因。

推挽式放大級的工作方式主要決定於電子管柵極上負偏壓的大小。放大器按照其工作方式可分為幾種類型，通常稱為放大的類。

在 A 類工作方式時，電子管柵極上的負偏壓使得工作點處在電子管特性曲線左邊部分直綫段的中央。 A 類工作的特性是放送聲音的高度自然性，但是效率很低，因為兩只電子管時時刻刻都有屏流消耗。

在 B 類工作方式時，負柵偏壓使得起始工作點靠近電子管特性曲線的腳。在沒有信號時，屏流為零；而當有信號進入時，屏流在每週期的一半時間內流過，因此 B 類放大在單管級中是不能實現的。

在 B 類放大的推挽級中，兩只電子管輪流工作；第一只電子管工作於一個半週，而另一只電子管就工作於另一半週。 B 類工作方式

特徵是從屏壓電源所消耗的電流值急劇變化。如果這個電源具有較大的內阻（例如二極管整流器），則屏流的驟增將引起屏壓的變動，這就會產生失真。因此B類放大器的電源是由內阻很小的電源供給，例如由大功率二極管整流器，充氣管整流器，原電池或蓄電池供給。

AB類工作方式是A類和B類中間的工作方式。當工作於AB類時，電子管柵極上的負偏壓的大小要使得電子管的工作點在特性曲線的起始點和直綫部分中心點之間。AB類工作方式的特徵是較A類工作方式的效率高一些，但是放送聲音的自然性相應地低一些。

AB類工作方式又分為兩小類： AB_1 和 AB_2 。在 AB_1 工作時，柵極的《擺動》不容許達到這樣的大小，以致在信號的最大振幅時產生柵流。工作於 AB_2 方式時則是產生柵流的。為了使工作於 AB_2 方式的放大器發生《擺動》，必須要有功率足夠大的前置放大級。這一級通常稱為前置放大器或激勵器。

在交流收音機中，屏路電源能量的消耗沒有什麼重大的意義，因此放大器可以採用任何種類的工作方式。在電池收音機中，減少電能的消耗就具有極其重大的意義，因之通常多採用保證最小屏流消耗的B類放大。

電池收音機的推挽輸出級如圖3.32中所示。在推挽級和前置放大級中，都是用2A2M電子管來工作。當屏壓為120伏，而偏壓電阻 R_1 與 R 的值如圖上所示時，推挽級就工作於B類工作方式。

反相器 在圖3.31和3.32中，從低頻前置放大器轉到末級推挽放大器是利用具有次級中心抽頭的變壓器來實現的。所以需要這樣的變壓器，是爲了要把反相電壓加到推挽級電子管的柵極上。但是採用變壓器通常並不是所希望的，因爲變壓器佔地方大，沉重而且

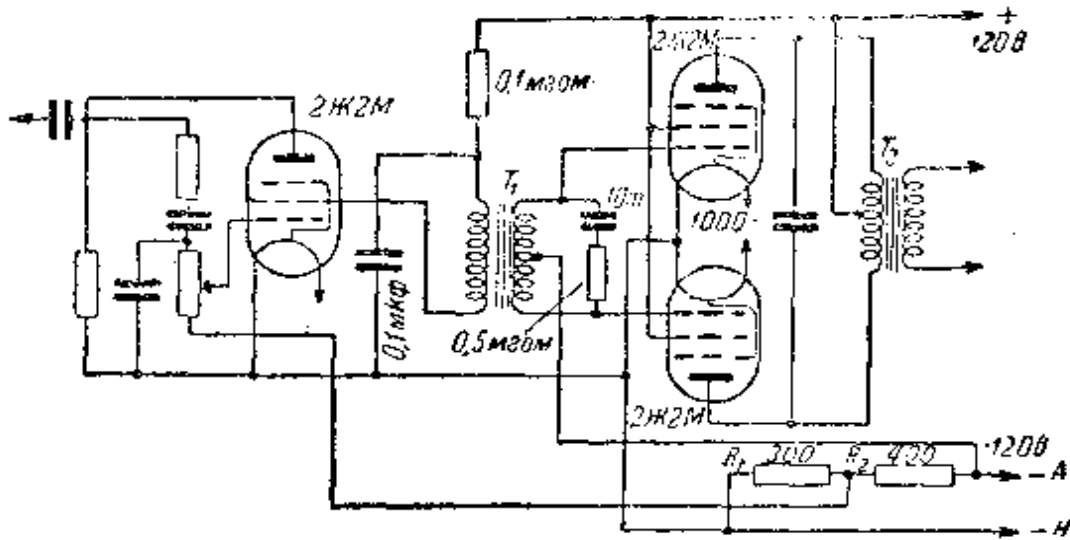


圖 3.32 電池收音機的推挽輸出級，該級按B類方式工作（“祖國”牌收音機）

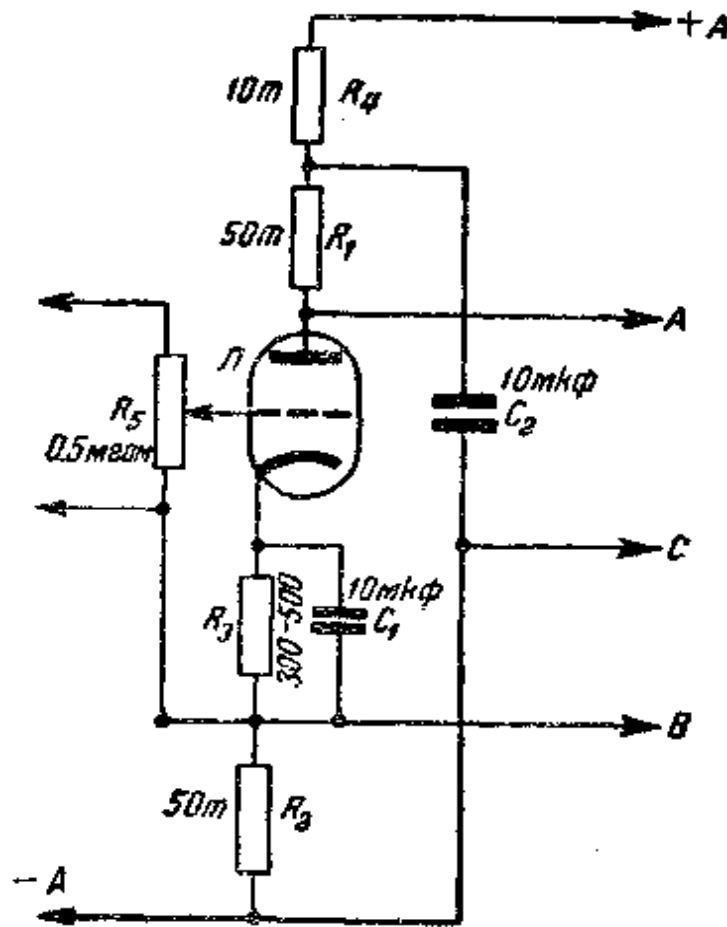


圖 3.33 反相級的簡單電路，這一級同時又作為低頻放大器

昂貴，如果製造得不好，還可能成爲失真的來源。變壓器電路通常用在必須節省屏壓的電池收音機中。在交流收音機中，愈來愈多的採用了不用變壓器實現反相的特殊電路。這種電路稱爲反相電路，而實現反相的級則稱爲反相級或反相器。

簡單的反相器電路之一如圖3.33所示。在此電路中，反相電子管 \mathcal{N}_2 的屏極負荷是由電阻 R_1 與 R_2 組成， R_1 在電子管的屏極電路中，而 R_2 則在它的陰極電路中。如果研究一下在這些電阻中的電流方向，就不難看到A點和B點對C點的極性總是相反的。A點和B點分別接到推挽級兩管的柵極上，而C點則接到它們的陰極。在這種情況下加到推挽級兩管柵極上的電壓總是反相的。爲了使推挽級能夠正常工作，此兩電壓的數值應當相等，這一點可以通過適當選擇綫路中的元件來做到。其中電阻 R_1 和 R_2 必須相等。電容器 C_1 和 C_2 的

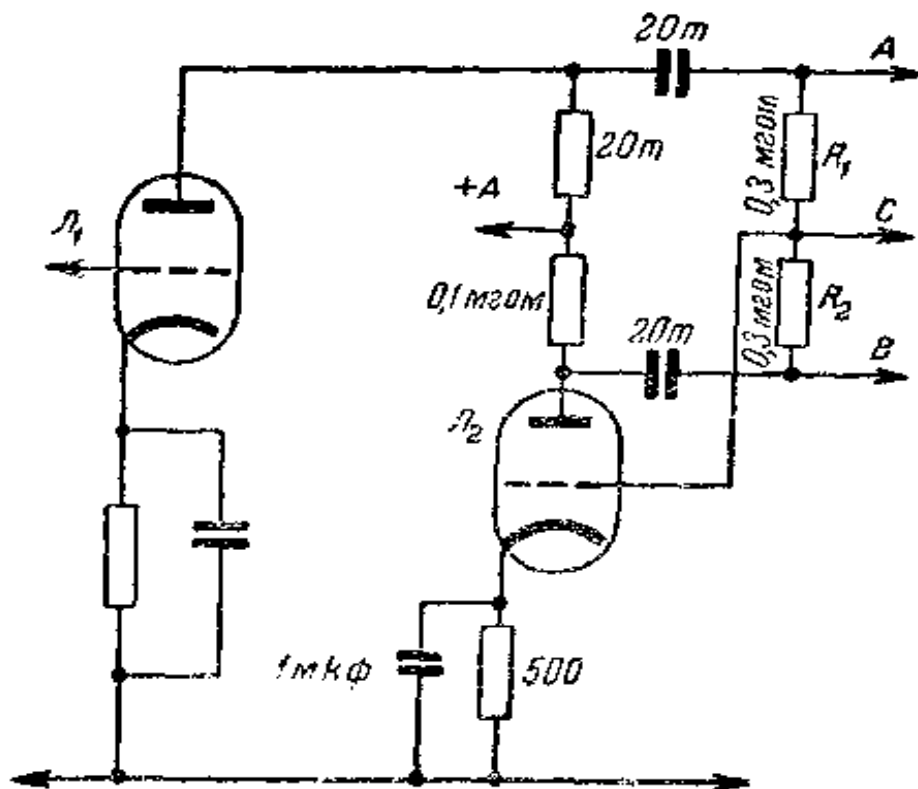


圖 3.34 反相級的方案之一(電子管 \mathcal{N}_2)

電容量（每一只）不應小於4—6微法，否則電阻 R_3 與 R_4 就會對電路發生影響，因而就會使兩輸出電壓不能相等。

圖3.33中所示的電路的特徵是反相管不僅用作反相，而且還能給出一定的放大。有許多反相電路中的反相管僅有反相的作用，這種電路之一如圖3.34所示。電子管 J_1 是放大管， J_2 則是反相管。推挽級中一只電子管柵極上的電壓由電子管 J_1 的屏路來供給（A點），而另一只電子管柵極上的電壓則由反相管 J_2 的屏路供給（B點）。對C點來說，B點的電壓與A點的電壓反相。維持A—C間和B—C間的電壓相等是用選擇電阻 R_1 與 R_2 來實現的，電子管 J_2 的柵壓也是從這些電阻上取得的。反相器也可以採用變生管，通常是用雙三極管（直流三極管CO243及交流三極管6H7）。應用雙三極管的反相器電路如圖3.35所示。前級低放的電壓加到上邊三極部分的柵極上（D點），而第二個三極部分的柵壓則從電位器 R_1 得來。這時A—C間和B—C間的兩電壓相位相反，並可以加到推挽級兩電子管的柵極電路上（A點和B點接到推挽級兩管的柵極，而C點則接至陰極或負電路）。

A—C間和B—C間電壓的相等是調整電位器 R_1 達到的，因為利用這個電位器可以改變下邊三極管柵極上電壓的大小。

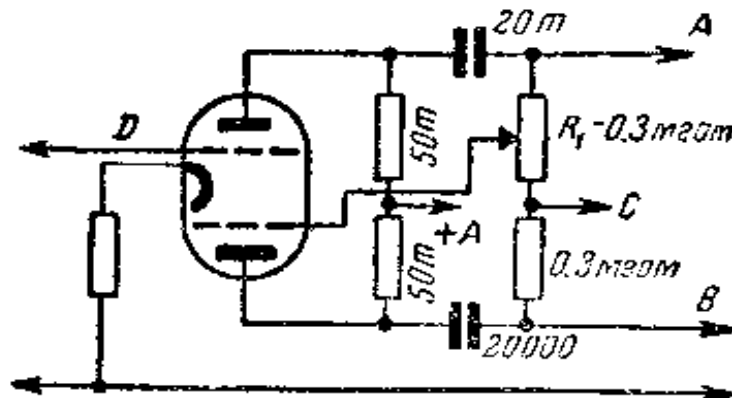


圖 3.35 雙三極管反相器電路

由推挽級電子管簾柵極電路供給《翻轉》電壓的方法採用得也很普遍。這種電路如圖3.36所示。低頻前置放大管 J_1 的屏路電壓仍按

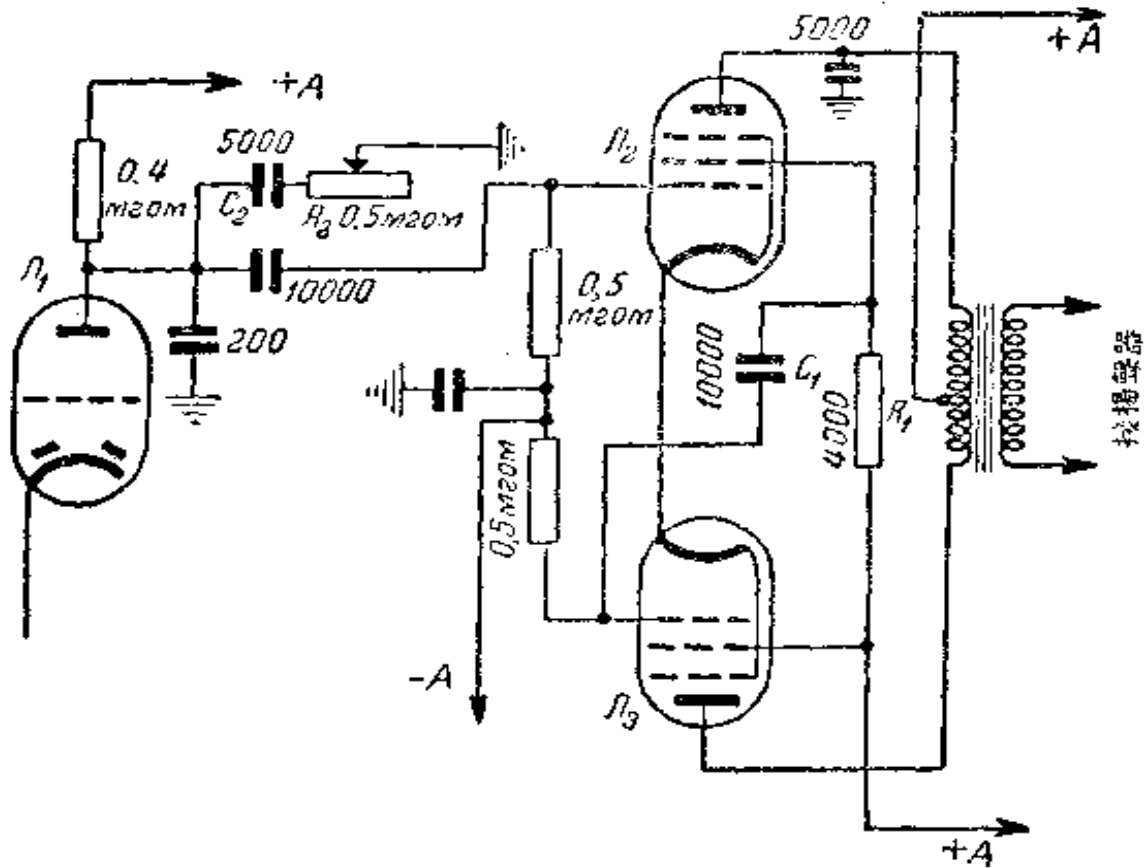


圖 3.36 由推挽級電子管的簾柵極電路供給《翻轉》電壓的線路 (7H—27收音機)

通常方法加到推挽級電子管 J_2 的柵極上，並從此管簾柵極電路中得來的電壓(此電壓與它控制柵極上的電壓反相)經過電容器 C_1 加到電子管 J_3 的控制柵極上。這個電壓所需要的大小用選擇電阻 R_1 的大小來得到。電子管 J_1 用6P7， J_2 及 J_3 用6D6； R_2-C_2 電路為音色調整器。

第六節 調諧指示器

爲了調諧的方便，在收音機中用有電子射綫指示器，這種指示

器有時稱為《電眼》。電子管6E5就是這種指示器。調諧指示器的連接電路如圖3.37所示。指示器接到二極管檢波器電路。指示器電路中所有零件的數值均示於圖3.37中。指示器的聯接方法是標準化了的。

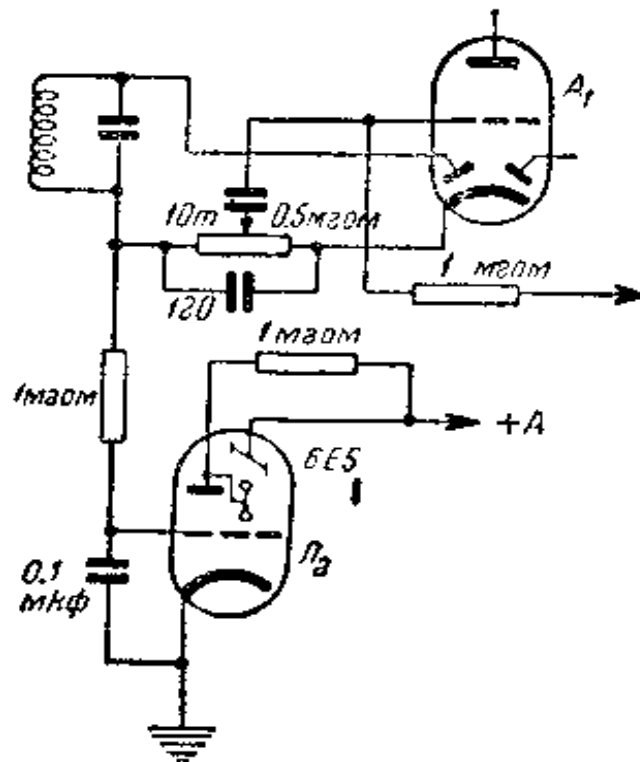


圖 3.37 調諧指示器的連接線路

第四章

無綫電零件和電聲機件

第一節 電 阻

各種類型的電阻是無綫電設備中需用數量甚多的，最重要的一種零件。表明電阻特性的主要參數是：1) 額定阻值；2) 額定損耗功率；3) 穩定度，即電阻阻值不因外界影響和工作條件而變動的穩定特性；4) 本身雜音。

無綫電設備中應用的電阻是各式各樣的，它們的阻值可能從幾分之一歐到幾千萬歐。

999歐以下的電阻阻值以“歐”(ом, Ω) 為單位來表示；從1000歐到99000歐的阻值以“千歐”(тысо.ом, $T\Omega$ 或 ком, $K\Omega$) 為單位來表示；100000歐和100000歐以上的阻值則以“兆歐”(млном, $M\Omega$) 為單位來表示。

額定損耗功率 就是在電阻上能允許產生的最大功率，在這個功率數值時，電阻材料還不致發熱到危險狀況。在綫繞電阻中能夠允許的最大溫度範圍為攝氏 100° 到 300° ，在非綫繞電阻中所能允許的最大溫度範圍則為攝氏 50° 到 70° 。電阻上產生的功率可用楞次、焦耳定律計算如下：

$$W(\text{瓦}) = I^2(\text{安}) \cdot R(\text{歐}),$$

或
$$W(\text{瓦}) = U(\text{伏}) \cdot I(\text{安}),$$

式中：I——流過電阻的電流；

U ——電阻兩端的電壓；

R ——電阻值。

用來決定能允許的最大損耗功率的電流和電壓稱為額定電流或電壓，或能允許的最大電流和電壓。在選用無綫設備中的電阻時，務必使所選電阻的損耗功率數值能適應它的工作條件。

阻值很大的非綫繞電阻的額定負荷不決定於額定損耗功率，而是決定於額定電壓降，這個電壓降不應超過300——400伏特。如果超過了這個數值，電阻的有效層內各單獨微粒之間就會產生不能允許的局部負荷，致使電阻毀壞。

電阻值隨溫度而變 電阻阻值隨溫度變動而變化的情況，可以用溫度係數來表明；溫度係數表明在電阻的溫度變化攝氏 1° 時，其阻值的變化是多少。綫繞電阻的溫度係數是正值（這些電阻的阻值隨着溫度的增高而增加）；而非綫繞電阻的溫度係數則是負值。

電阻阻值因溫度變化而發生的變化通常不會超過百分之幾（下面即將舉出各種具體類型電阻的較詳細數據）。電阻（所有類型的）的阻值隨頻率的增高而減小（主要是由於有電容漏洩）。這種阻值減低的情況，對用於無綫電射頻的0.1兆歐及0.1兆歐以上的電阻來說，尤為顯著；根據頻率的高低，這些電阻的阻值可能減低10—40%。

在某些非綫繞電阻中，由於它的導電材料的不均勻性，往往使流過其中的直流電流有一固定形式的變化。根據電阻種類不同，這種脈動電流的交流成分約為50到300微伏；這就是電阻能產生附加雜音的原因。

電阻的構造和類型

無綫電設備內應用的電阻有綫繞電阻和非綫繞電阻。按照其特

性來分，這兩類電阻又可分為固定電阻（阻值不變的）和可變電阻（阻值可視需要在一定範圍內加以改變的）兩種。

綫繞電阻 這種電阻的特點是工作最可靠，最穩定。它的特性主要決定於它的繞綫的特性。蘇聯工業上出產的固定綫繞電阻是一個陶質管子，在管子上面則繞着塗有一層漆的特殊合金綫（這就是所謂“塗釉電阻”）。工業出品的這種型式的電阻的阻值是從0.9歐到50000歐，當穩定溫度值不超過攝氏 300° 的情況下，它們的損耗功率是從15瓦到150瓦。

綫繞電阻發出的雜音要比非綫繞電阻小得多，但這類電阻的本身電容和電感很大，而且也相當貴。在無線電設備中，綫繞電阻多半是用作燈絲變阻器、分壓器（電位計）和電子管陰極電路中的電阻（用以取得柵偏壓和吸收交直流兩用收音機燈絲電路中的過剩電壓），在需要高度準確和穩定的電阻時（例如測試設備中的電阻），也常用綫繞電阻。

綫繞電阻可以用鎳鉻合金綫、錳鎳銅合金綫、鎳絲或其它類似合金綫繞製。

非綫繞電阻 工廠製造的非綫繞電阻有各種不同的阻值，約從10歐到幾十兆歐。按其容差值來分，它們可分為三種，即容差為20%的、10%的和5%的。容差為5%的電阻最貴，大眾化的機器內都不採用這種電阻。設計大眾化的無線電廣播收音機時，總要考慮到這一點，就是當電阻的阻值和額定值相差20%時，收音機的工作不會受到顯著的影響。

工業上出產的上述三種電阻的額定阻值列於表4.1。

CC型電阻（穩定電阻）這種電阻有一個陶質底子，在底子上塗有一層炭渣導電物質。它的阻值隨使用時間而發生的變化極

公差值為5%、10%和20%之各種非繞線電阻的額定阻值表 表 4.1

電 阻 歐 姆	電 阻 歐 姆	電 阻 歐 姆	電 阻 歐 姆	電 阻 兆 歐	電 阻 兆 歐
10	100	1000	10000	0.1	1.0
11	110	1100	11000	0.11	1.1
12	120	1200	12000	0.12	1.2
13	130	1300	13000	0.13	1.3
15	150	1500	15000	0.15	1.5
16	160	1600	16000	0.16	1.6
18	180	1800	18000	0.18	1.8
20	200	2000	20000	0.20	2.0
22	220	2200	22000	0.22	2.2
24	240	2400	24000	0.24	2.4
27	270	2700	27000	0.27	2.7
30	300	3000	30000	0.30	3.0
33	330	3300	33000	0.33	3.3
36	360	3600	36000	0.36	3.6
39	390	3900	39000	0.39	3.9
43	430	4300	43000	0.43	4.3
47	470	4700	47000	0.47	4.7
51	510	5100	51000	0.51	5.1
56	560	5600	56000	0.56	5.6
62	620	6200	62000	0.62	6.2
68	680	6800	68000	0.68	6.8
75	750	7500	75000	0.75	7.5
82	820	8200	82000	0.82	8.2
91	910	9100	91000	0.91	9.1
					10.0

小。當負荷變化到為額定值的1.5—3倍及溫度升高到攝氏+60°時，這種電阻的阻值變化平均為2%；當溫度升高到攝氏180°時，阻值變化達10%。如果負荷增加到4—5倍，CC電阻將被燒毀。CC電阻的缺點是要用夾緊電阻的方法才能使電阻抽頭和有效層接

觸。這種電阻不很可靠，而且還會引起附加雜音。近來工業上已經出產了功率數值較高（從2到30瓦）的CC型電阻，其阻值則從50到200000歐。

TO電阻 這種電阻有一層由特種的炭黑和白氏塑膠膠合劑製成的導電層。這層導電層被噴塗在一個玻璃管上；在溫度及負載的影響下，這種導電層的變化很大。爲了防潮及防止機械上的損壞，電阻被填壓在可塑體中。工廠製造的TO電阻有好多種阻值，它們的損耗功率從0.25到1瓦。

爲了標示填壓在塑料中的TO固定電阻的阻值，應用了在電阻上塗以不同顏色的方法。其中每種顏色代表一個確定的數字。

每個代表電阻阻值的符號中都有三種顏色。符號的最前兩種顏色表示前兩個標示數字；而第三種顏色則表示接在前兩標示數字後面的零的數目。在本書中採用下述標示電阻的方法（圖4.1, a和b）：外殼1的顏色表示電阻阻值的第一位標示數字；端頭2的顏色表示阻值的第二位數字；而外殼中間的一點（或腰圈）3的顏色則表示在前兩數字後面還要加幾個零。有時在電阻的另一端頭4上也塗上了金色或銀色（或者在靠近電阻另一端處再加塗一個金色或銀色的點子或腰圈）；塗金色表示該電阻允許有±5%的誤差；塗銀色則表示允許有±10%的誤差；如果沒有塗金色或銀色，則表示允許誤差爲±20%。除上述方法以外，也有其它的塗色標示方法；如圖4.2和圖4.3所示，現敘述其標示方法如下。

第一種標示方法是在電阻上塗飾幾個不同顏色的腰圈，如圖4.2所示：1——表示電阻阻值的第一個標示數字；2——表示第二數字；3——前兩數字後面的零的數目；4——表示準確度（即允許誤差的百分數）。如果沒有腰圈4，則表示電阻的實有阻值的

誤差可能達到20%。

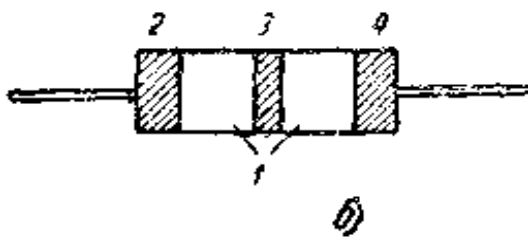
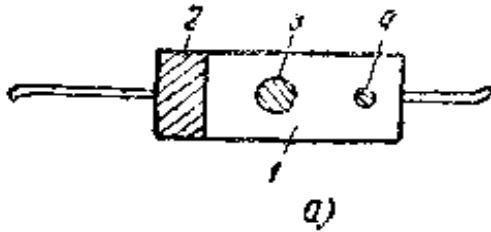


圖 4.1 用顏色標示電阻阻值的方法



圖 4.2 用顏色腰圈標示電阻阻值的方法

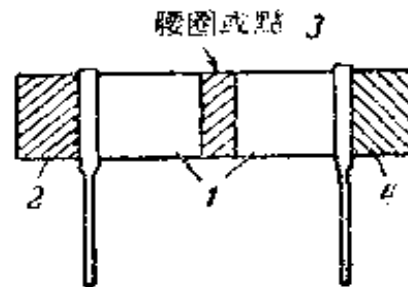


圖 4.3 用顏色標示有橫接線端子的電阻阻值的方法

第二種標示方法見圖 4.3。這種方法應用在電阻的接線端子與電阻外殼垂直的情況下。

表 4.2

顏 色	1	2	3	4
黑	—	0	—	—
棕	1	1	0	—
紅	2	2	00	—
橙	3	3	000	—
黃	4	4	0000	—
綠	5	5	00000	—
藍	6	6	000000	—
紫	7	7	0000000	—
灰	8	8	00000000	—
白	9	9	—	—
金	—	—	—	5%
銀	—	—	—	10%
既不塗金色，又不塗銀色	—	—	—	20%

上述幾種標示阻值的方法中，各種顏色所代表的數值列於表4.2中。

現在舉出三個例子來說明怎樣識別電阻上的顏色符號：

1. 腰圈色彩為：1——綠色；2——紅色；3——黃色；4——金色；此時電阻阻值為520000歐，準確度為±5%。

2. 腰圈色彩為：1——棕色；2——黑色；3——黑色；沒有腰圈4。此時電阻阻值為10歐，準確度為±20%。

3. 腰圈色彩為：1——橙色；2——橙色；3——橙色；4——銀色。此時電阻阻值為33000歐，準確度為±10%。

BC電阻 現在又出產了一種BC型電阻，用以代替所有舊式非繞線電阻。BC型電阻是用一個陶磁桿或陶磁管製成的，在陶磁桿（或管子）外面塗有一層薄的碳質導電層。電阻的兩端頭上鍍裝了兩個接觸端子；而碳質導電層外面則覆有一層絕緣防潮漆。當溫度在攝氏-60°到+70°範圍內變化而溼度增加（到95%）的情況下，BC電阻的阻值變化極小。

工廠出品的BC型電阻的損耗功率有0.25、0.5、1.0、2.0、5.0和10.0瓦等數種，其額定阻值（以歐為單位）則列於表4.1中。這種電阻的標示方法是直接將數字標在電阻的表面；並且規定了一些簡寫符號，來表示電阻阻值，例如一千可以用字母K（кило）來表示；一兆可以用字母M（мегаом）來表示。

第二節 電 容 器

在現代無線設備中，電容器起着各種不同的作用；因此所用各種電容器的構造和電容也各不相同。

按照所用的介質來分，電容器可分為空氣介質電容器、固體無

機物（玻璃、陶、雲母）介質的電容器、介質固體有機物（用各種不同物質浸過的紙）介質的電容器和電解電容器（乾的和濕的）。

按構造來分，電容器可分為可變電容器（其構造設計得能勻調地調節電容）、半可變電容器（微調電容器，其構造設計得能稍微改變電容，以便把調諧最後調準到一個指定數值）及固定的電容器等。

電容器的質量指標 電容器用下列各項數據來表明它的特性：

1) 絕緣強度；2) 電極和介質中的能量損耗；3) 絕緣電阻或漏洩電流；4) 電容量的穩定度（溫度係數）。

電容器絕緣強度的大小可根據下列各項數值來評斷，即： U_{pab} ——電容器能在長時間（一般不小於10000小時）內正常工作的
工作電壓； U_{ucu} ——電容器在試驗時間內（1分鐘以下）能承受的試驗電壓； U_{npob} ——在幾秒鐘內即能使電容器損壞的擊穿電壓。電容器的電容數值和工作電壓或擊穿電壓通常都標誌在它的外殼上。

當交流電流流過電容器時，電容器中便發生能量損耗，這個損耗的能量使電容器發熱，並使它的質量變壞。電容器的質量（主要是它的介質的質量）由損耗角（ $tg\delta$ ）來決定；損耗角等於有效電阻（與電容器中的損耗等值）和電容器在工作頻率時的容抗的比值。這個比值愈小，電容器的質量愈高。

在無線電愛好者的實際應用中常常用到電容器的“質量因數”這個概念；電容器的質量因數就是電容器的電容性阻抗與等值於全部損耗的有效電阻（這個電阻和理想電容串聯）之比。

電容器的質量因數 由下式決定

$$Q_c = \frac{1}{\omega C r},$$

式中： C ——電容器的容量，以法為單位；

r ——與電容串聯的、等值於電容器中全部損耗的等值電阻，單位為歐；

$\omega = 2\pi f$ (f ——電流的頻率，單位為週)。

當然，電容器的質量因數 Q_c 愈大，電容器的質量就愈好。

空氣電容器的質量因數很大，其值通常以千計。固體介質電容器的質量因數在好的品種中能達到500—800。空氣電容器中的損耗數值不大，一般可不加注意。因此這時在振盪電路中的損耗僅取決於綫圈中的損耗數值。

電容器的電容穩定度是電容器的一個重要特性。電容器的電容穩定度決定於許多原因，其中主要的是決定於溫度和濕度的變化。電容在溫度變化時所發生的變化由電容溫度係數來確定，這個係數簡稱為TKE。TKE表示當溫度變化攝氏 1° 時，電容器電容的相對變化數值。

潮氣浸入電容器的介質時，電容量也會發生很大變化，這是因為水的介電常數很大 ($\epsilon = 80$) 的緣故。

表 4.3

電容器的型式	Q_c	TKE	絕緣電阻 兆歐/微法
紙電容器(在有潮氣 浸入的情況下)...	100—20	從 $+25 \times 10^{-6}$ 到 $+25 \times 10^{-4}$	400 到 100
雲母電容器(非模壓 的).....	300—200	$\pm 400 \times 10^{-6}$	從 5×10^3 到 4×10^2
雲母電容器(KCO 型).....	1000—600	平均 $+80 \times 10^{-6}$	5×10^3
陶瓷電容器(表 4.7 的第四類).....	1000—500	$\pm 50 \times 10^{-6}$	5×10^3

各種型式的電容器的 Q_c 及 TKE 數據列於表4.3中。

固定雲母電容器和紙電容器的電容通常隨溫度的升高而增大；而特種陶料介質固定電容器的電容則隨溫度的升高而減小。因此，後一種電容器的特性可用來補償前兩種電容器的正值電容溫度係數（ TKE ）。

電容器的絕緣電阻以兆歐為單位，並可根據歐姆定律來測量。對大電容的紙電容器而言，絕緣電阻通常總以兆歐/微法為單位來表示。

空氣介質可變電容器 這種電容器是收信機及發信機振盪電路的主要調諧元件。它們可以製成單獨的形式，或者也可以製成雙連或三連的組合形式。各可變電容器的可動部分（動片）通常都裝在一個公共軸上，並用一個旋鈕來調節。用於長波的可變電容器的最大電容通常達500微微法；用於短波的，其最大電容達150—200微微法；用於超短波的，其最大容量達50微微法。

使可變電容器的起始電容最小是極其重要的，因為起始電容決定着電容覆蓋係數（即最大電容和最小電容之比）的大小，因而也決定着覆蓋頻率範圍的大小。在大多數長波可變電容器中， $C_{min} = 10$ ——20微微法。

用在收信機和發信機槽路中的可變電容器，應當有足夠的介質強度和機械強度，用以支撐電容器的介質則應該有優良的質量。

按照電容隨轉角大小而變化的特性來分，可變電容器可分為下列四種：1)直綫電容式可變電容器（普通的和差動的）；2)直綫波長式可變電容器（平方的）；3)直綫頻率式可變電容器；4)對數式可變電容器。

直綫電容式可變電容器電容的變化與電容器動片轉角成直綫關

係。直綫波長式可變電容器能保證槽路波長的變化和電容器動片轉角成直綫關係。直綫頻率式可變電容器能保證槽路頻率和電容器動片轉角成直綫關係。對數式可變電容器能保證當電容器動片在刻度盤上的任何地方轉動一分度時，槽路調諧頻率的變化都是相同百分數。

合裝在一個軸上的各電容器都做成對數式的，這主要是因為這

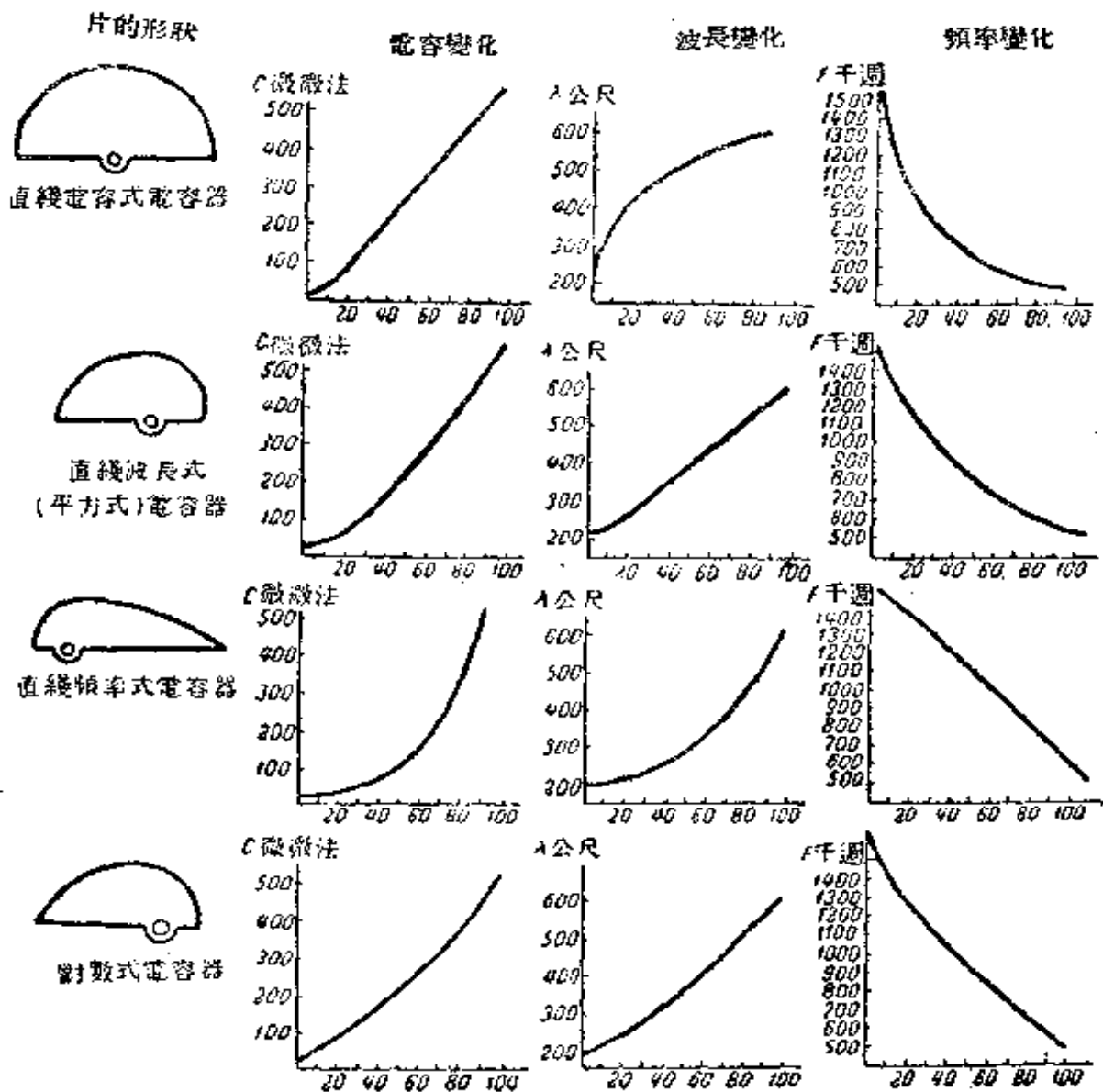


圖 4.4 各種型式電容器的片子的形狀和電容變化特性曲綫，以及用這些電容器時，槽路波長和頻率的變化特性曲綫

種電容器在製造工序上有其優點，而其尺寸也很合適。直綫頻率式電容器，從其刻度完全均勻這一點講是非常方便的；但是這種電容器的片子形狀較長，不便於製造。這些可變電容器的組合裝置很不靈巧，並且在構造上也沒有應有的堅度。各種型式電容器的片子的形式及表明其電容與轉角關係的曲綫繪於圖 4.4 上。

固體介質可變電容器 這種電容器現在用得較少，祇有在不大重要的部分，例如在調節回授的地方才用到它。這種電容器雖然尺寸很小，並能防止片間短路；但是它的電氣特性很不好，會在電路中引起很大的損耗，因此很少把它用在調諧槽路中。

固體介質電容器的起始電容約等於25微微法，而最大電容等於400 微微法。

半可變電容器 如上所述，半可變電容器是振盪電路中的一個元件，通常總是用它來進行振盪電路的微調。按照構造來分，半可變電容器可再細分為空氣的、雲母的和陶質的。半可變電容器的電容可以在約從3—5到30—50微微法的範圍內變動。陶質半可變電容器是以特種的高頻陶質作為它的絕緣材料和電介質，在這一陶料介質上直接覆有導電層。這種電容器具有優良的電氣數據和機械數據，且尺寸也很小。

固定電容器 這種電容器在無綫電設備中通常用作槽路耦合電容器、旁路電容器、濾波電容器，以及用作其它目的電容器。固定電容器的型式和電容要按照它的用途來選擇。下面將扼要說明幾種主要型式的固定電容器的特性。

雲母電容器 工廠出品的各種型式的雲母電容器的電容可從10微微法到50000 微微法；在這範圍內的各中間電容數值列於表 4.4。

各種雲母電容器額定電容值的簡表 表 4.4

序 號	電 容 量 微 法	序 號	電 容 量 微 法	序 號	電 容 量 微 法	序 號	電 容 量 微 法
1	10	21	91	41	620	61	4300
2	12	22	100	42	680	62	4700
3	15	23	110	43	750	63	5100
4	18	24	130	44	820	64	5600
5	20	25	150	45	910	65	6200
6	22	26	160	46	1000	66	6800
7	24	27	180	47	1100	67	7500
8	27	28	200	48	1200	68	8200
9	30	29	220	49	1300	69	9100
10	33	30	240	50	1500	70	10000
11	36	31	270	51	1600	71	12000
12	39	32	300	52	1800	72	15000
13	43	33	330	53	2000	73	18000
14	47	34	360	54	2200	74	20000
15	51	35	390	55	2400	75	25000
16	56	36	430	56	2700	76	30000
17	62	37	470	57	3000	77	40000
18	68	38	510	58	3300	78	50000
19	75	39	560	59	3600		
20	82	40		60	3900		

模製雲母電容器 模製雲母電容器 (RCC型) 是按電容範圍為10到5000微微法、工作電壓為250伏和500伏的現有規格製造的。在發射機中用的電容器，其擊穿電壓則為1000伏或更高 (A、B、B和P型)。這類電容器中的電介質是一種很好的雲母，而極板則是用很薄的青銅箔或銅箔做成的。雲母電容器是用模子壓製在一種塑料裏的，這種塑料能很好地防止電容器受各種外界因素的影響，並能使電容器有足夠的機械堅度。

KCO型雲母電容器 按其構造和尺寸來分，KCO型電容器有13種型式，其標號從KCO—1到KCO—13（KCO的意思就是模製雲母電容器）。這些類型的電容器應用在工作溫度範圍甚寬的無線電設備的高頻電路中。

不同型式的KCO電容器有不同的電容數值和工作電壓，其電容值可從10微微法到50000微微法，其工作電壓則從250伏到7000伏。

按照電容值與額定電容值的容差來分，上述各種型式的電容器又可分為四級：0級——容差值為±2%；I級——容差值為±5%；II級——容差值為±10%；III級——容差值為±20%。

按照電容溫度係數和以百分數計的溫度電容穩定度來分，上述各種型式的電容器又可分為下列表4.5中的幾類：

表 4.5

類別代表符號	溫度變化 1° 時的電容溫度係數 (TKE)	電容的溫度穩定度(%)
A	不能預定	不能預定
B	± 200×10 ⁻⁶	0.5
B	± 100×10 ⁻⁶	0.2
F	± 50×10 ⁻⁶	0.1

所有表示電容器特性的符號都用數字的形式標註在電容器上；例如“KCO—5—F—5100—1”係表示該電容器是第5種型式的；其工作電壓為500伏；電容為5100微微法；F類(TKE ± 50×10⁻⁶)；準確度為第1級（容差為±5%）。

KCF型密封雲母電容器 這種電容器是用金屬殼緊密包裝起來的雲母電容器。按其構造、尺寸和最大無功功率來分，KCF型電容器可分為兩種型式，即KCF—1型與KCF—2型。

上述這種電容器在準確度、電容和溫度穩定度方面的分級方法與 *KCO* 型電容器相同。*KCF-1* 型電容器的電容從 470 微微法到 20000 微微法，其工作電壓則從 1000 伏到 500 伏。

***KCF-2* 型電容器** *KCF-2* 型電容器有兩類：一類是電容從 0.02 到 0.03 微法，工作電壓為 1000 伏的；另一類的電容則是從 0.04 到 0.1 微法，工作電壓為 500 伏。

紙電容器 這類電容器的電介質是一種特殊的薄紙（電容器紙）；極板則用鉛箔或錫箔製成。這類電容器的構造有好幾種：有的將它的工作部分填入一個塗白氏膠的紙管做成的套筒內；有的將工作部分用模子壓製在塑體內；有的則將工作部分填入陶質或金屬套筒內。在所有情形下，電容器都需在真空狀態下用石蠟、地蠟或鹵蠟加以浸漬。紙電容器是適用於大衆化無綫電設備的一種主要類型的大電容電容器。這類電容器可用於整流電路（平滑濾波器中）、脈動電流電路（用作平滑電容器、隔直流電容器和旁路電容器）和低頻諧振電路中。工業上製造的紙質絕緣電容器的電容範圍很大，可從 50 微微法到 100 微法，其工作電壓則為 120 到 500 伏。

***КБГ* 型低壓密封紙電容器** 這種電容器的介質用浸漬過的紙做成，它是專為在濕度高和溫差大的條件下使用的。這種電容器用作為旁路電容器和濾波電容器。

按照構造來分，*КБГ* 電容器可分為四種型式：

КБГ-И——用圓柱形陶質外殼的電容器。

КБГ-М——用圓柱形金屬外殼的電容器。

КБГ-МП——用矩形金屬外殼的扁平形電容器。

КБГ-МН——用矩形金屬外殼的普通電容器。

KBF型電容器具有下列幾種額定電容數值：470、1000、3300、4700、6800微微法；0.01、0.015、0.02、0.25、0.5、1.0、2.0、4.0、6.0、8.0和10微法。電容器的工作電壓為250、500和1000伏。

按照電容值與標準電容值的容差來分，這種電容器可分為三級：I級——容差值為±5%；II級——容差值為±10%；III級——容差值為±20%。

KBF-MH型電容器由一個、兩個或三個在裏面互相聯好的部分組成。按照各部分連接電路的不同，電容器可能有若干與外殼相連或與外殼絕緣的引綫。

陶質電容器 根據製造時所用陶料成份的不同，陶質電容器有穩定的（具有極大的電容穩定度和極小的損失）、補償式的（具有負溫度係數）兩種；後一種就是大家都知道的鈦鐵（無綫電陶質）電容器。第一種電容器應用在振盪電路中，用以修正起始電容（代替雲母電容器）；第二種（補償式的）電容器則用在振盪電路中以補助雲母電容器，它的用途是對振盪電路中所有元件因溫度升降而引起的變化加以補償。

這類電容器是一些特種陶料製成的管子或片子，其上用烘燒的方法塗上導電層。它們的容量從2到750微微法。當然，在這種構造的電容器中，不能把它的金屬極板和電介質分開，因為這種電容器的導電層和電介質構成了一個整體。

KTK型低壓電容器是用管狀陶介質做成；而KAK型低壓電容器則是由圓形片狀陶介質做成的。這兩種電容器在電路中均用上、下兩片用

250伏，直流工作電壓不超過500伏。在與上述電壓範圍相當的這個溫度範圍內，介質耗損因數的變動範圍是0.0015到0.0018。

按照構造和尺寸來分，*KTK*電容器可分為五種型式：從*KTK-1*到*KTK-5*，其電容從2到750微微法；*KAK*電容器則可分成三種：從*KAK-1*到*KAK-3*，其容量則從1到100微微法。

此類電容器的各中間額定電容數值如下表（表4.6）所示。

KTK 電容器的額定電容標度 表 4.6

1—15 微微法	16—120 微微法	130—750 微微法	1—15 微微法	16—120 微微法	130—750 微微法
1.0	16	130	7.0	47	390
1.5	18	150	7.5	51	430
2.0	20	160	8	56	470
2.5	22	180	9	62	510
3.0	24	200	10	68	560
4.0	27	220	11	75	620
4.5	30	240	12	82	680
5.0	33	270	13	91	750
5.5	36	300	15	100	
6.0	39	330		110	
6.5	43	360		120	

按照電容溫度係數來分，陶質電容器可分為下列四類（表4.7）。

表 4.7

類 別	電容溫度係數 ($T/K/E$)	識 別 記 號
<i>K</i>	$-(570 \pm 70) \times 10^{-6}$	橙 黃 色
<i>M</i>	$-(50 \pm 30) \times 10^{-6}$	淺 藍 色
<i>P</i>	$+(30 \pm 30) \times 10^{-6}$	灰 色
<i>C</i>	$+(110 \pm 30) \times 10^{-6}$	藍 色

按照電容值與額定值的容差來分，此種型式的電容器可分為三級：Ⅰ級——容差值為±2%；Ⅱ級——容差值為±5%；Ⅲ級——容差值為±10%。

電容器上塗有一層防濕耐熱的漆，漆層面上則刻有標記。例如，標記KAK-2-K-56-1表示：第二種型式的KAK電容器（圓片形的）；溫度係數為 $-(570 \pm 70) \times 10^{-6}$ ；電容56微微法；允許電容差值為5%。

低壓密封陶質電容器 KTK型低壓密封陶質電容器是填裝在陶質外殼內的。前面所有有關KTK和KAK電容器的品質、準確度等級、TKE的分類和應用的敘述，也都適用於KTK電容器。按其構造和尺寸來分，KTK電容器可分為五種型式：從KTK-1到KTK-5；視其型式和類別之不同，KTK電容器的電容可從5到750微微法。

KTK電容器的各中間額定電容值和表4.6所示KTK電容器的那些數據一樣（見表4.6）。

電解電容器 電解電容器中的電介質是一層很薄的氧化層，這層電介質是用化學方法在一個鋁帶上形成的。該鋁帶用作為一個電極板，而另一極板則是與氧化層相接觸的電解質層。為了使氧化層有高度的耐壓能力，必須具備的條件是電解質要處於液態或半液態。氧化層有單極（單向）導電性。因此連接電解電容器時，需要按照它上面標註的極性來連接。

電解電容器的主要優點是尺寸小、輕便、價廉，並能在工作電壓很小的情況下取得很大電容。電解電容器的主要缺點是：它的電容隨着使用時間和溫度變動而變動；氧化層的絕緣電阻低，故電容器始終都有漏洩電流，這樣就增大了電路的損耗。

雖然有上述這許多缺點，電解電容器在無綫電技術設備中還是

應用很廣的。在整流器的濾波器內，在脈動電流的旁路和去耦電路中，以及其他許多地方都使用有這樣的電容器。

按照構造和製造方法來分，電解電容器可分為兩種主要型式：

1) 濕電解電容器或液態電解電容器，它的帶氧化層的有效電極浸在液體的或黏性的電解液中；2) 乾的或半乾的電解電容器，這種電容器的製法是在一層活化薄片和一層非活化薄片之間置以用黏性或半固體電解液浸過的波紋形襯物而將它們分開，然後再把這兩層薄片捲成筒形。

K9型電解電容器有三種主要型式：K9-1、K9-2、K9-3。

工作電壓從8到50伏的K9-1電容器和K9-2電容器，其電容從10到2000微法；工作電壓從150伏到500伏的，其電容則從5到20微法。工作電壓和上述數值相當的K9-3電容器的電容數值則較小。

K9-1和K9-2型電容器都是一種鋁質小筒，它的引綫頭由上方

表 4.8

顏 色	A 第一 字母	B 第二 字母	C 前兩字母後面 的零的數目， 或它們的倍數	D 準確度 %	E 工作電壓 直流伏特數	F 攝氏1°的 溫度係數
黑 色.....	—	0	—	20	—	0
棕 色.....	1	1	0	1	120	-0.00003
紅 色.....	2	2	00	2	200	-0.00008
橙 色.....	3	3	000	2.5	300	-0.00013
黃 色.....	4	4	0000	—	400	-0.00022
綠 色.....	5	5	00000	5	500	-0.00033
藍 色.....	6	6	—	—	600	-0.00047
紫 色.....	7	7	—	—	—	-0.00075
灰 色.....	8	8	0.01	—	—	—
白 色.....	9	9	0.1	10	—	—
金黃色.....	—	—	—	—	1000	—

抽出，並且可用不同的方法使它固定在電容器上。 $KD-3$ 型電容器是一個小圓柱，內部電極的引綫頭則從兩端抽出。

$KD-1$ 電容器中又分爲兩種。一種是 OM 式（特別耐凍）的，用以在攝氏 -60° 到 $+60^{\circ}$ 溫度範圍內工作；另一種是 M 式（耐凍）的，用以在攝氏 -40° 到 $+60^{\circ}$ 溫度範圍內工作。

標示電容數值的顏色碼子 我們往往用一套顏色碼子來標示電容器的電容數值，這與標示電阻的碼子沒有什麼原則的區別，不過由於添加了另外一些數據（表4.8），所以變得複雜了些。

模製在白氏塑膠或可塑體內的普通電容器，僅按 A, B, C, E 四類來編碼。只有在特殊設備中用的陶質電容器上，才標註出準確度和溫度係數。

圖4.5所示爲模製在白氏塑膠中的電容器。 A, B, C 三點標註在一個箭頭形符號上，同時 A 點標在箭形符號的尾端，接着依次排列着兩個拉丁字母 B 和 C 。 E 點則位於外殼上箭形符號之外。例如：在一個電容器上， A 點是橙色， B 點是藍色，而 C 點是黑色，則表示該電容器的電容爲36微微法；如果 A 點是黃色， B 點是灰色，而 C 點是紅色，則電容爲4800微微法，如此等等。如果電容器上有黃色的 E 點，則表示電容器的直流工作電壓爲400伏；如果 E 點是金色，則直流工作電壓爲1000伏，如此等等。標在陶電容器上的各點，並不對稱於中心（見圖4.6）。最靠近端頭的是 A 點，接在它後面依次

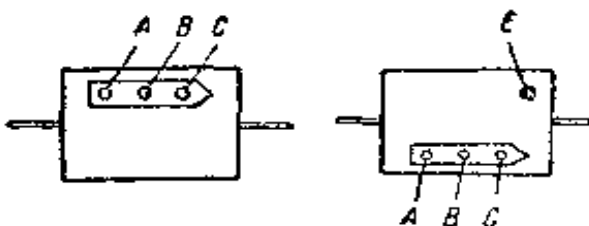


圖 4.5 固定電容器的顏色標示方法

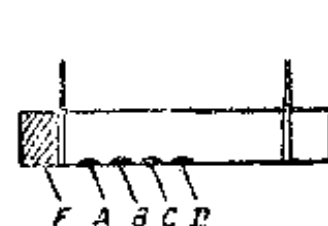


圖 4.6 陶質電容器的標示法

排列着 B, C, D 三點。靠近 A 點塗有顏色的一端則表示溫度係數的值。

第三節 自製槽路綫圈的構造

下面我們將要談一下用於業餘收音機中的自製綫圈的構造。這種型式的綫圈已經過實際的試驗，不打算自己設計綫圈的無線電愛好者們就可以用這種綫圈來裝置標準型式的收音機。

高放式收音機中用的綫圈 此種綫圈纏繞在一個直徑為 22 公厘、長為 110 公厘的圓柱形紙板綫架上。它們有的裝有屏蔽，有的未裝屏蔽。

屏蔽應當由銅或鋁製成。屏蔽的形狀頂好是長方形的，因為這種形狀最容易製做。屏蔽的尺寸列於表 4.7。

此種綫圈的構造見圖 4.8 所示。《a》型綫圈應用在用電容和天綫耦合的電路中作為天綫電路的綫圈；《b》型綫圈應用在以電感和天綫耦合的電路中（綫圈 L_3 和 L_4 是耦合綫圈）。《a》型綫圈應用在有

高放式收音機中所用各綫圈的匝數 表 4.9

圖 4.8 上 綫圈的 符 號	綫 圈	無屏蔽的綫圈			有屏蔽的綫圈				
		匝 數	A 公厘	B 公厘	C 公厘	匝 數	A 公厘	B 公厘	C 公厘
L_1	單絲包綫 (ЛЭШО) 10×0.07	123×3	3.5	2	—	150×3	4	2	—
L_2	漆包綫 (ПЭ) 0.15	97	—	—	17.5	100	—	—	18
L_3	單絲漆包綫 (ПЭШО) 0.1	450	3.5	2	—	450	3.5	2	—
L_4	單絲漆包綫 (ПЭШО) 0.1	200	3.5	2	—	200	3.5	2	—
L_5	漆包綫 (ПЭ) 0.15	30+80	—	—	30	35+90	—	—	30

回授的電路中(繞圈 L_0 是回授繞圈)。多層繞圈用單絲包綹綫(ПЭИИ0)或0.2公厘單絲漆包綫(ПЭИИ0)爲繞綫，套繞在兩個夾板之間。如果沒有上述直徑的導綫，可變通一下，改用綫徑和額定綫徑上下相差不到25%的導綫作爲繞綫，但需要按照34頁的計算法改變所需的匝數。

上述各型繞圈中每一綫捲的匝數列於表4.9。

具有表中所列綫捲的各繞圈，如與起始電容約10—15微微法、

最大電容約500微微法的可變電容器配合起來應用，則能覆蓋從190—210公尺到570—580公尺的中波波段；以及約從700到2000公尺的長波波段。

0—V—1型收音機中採用《e》型繞圈；1—V—1型(1—V—2型)收音機中採用《a》型和《b》型繞圈，或《b》型和《e》型繞圈。

上述繞圈中，中波繞圈的質量因數(Q)爲75—80；長波繞圈則爲90—100。

各繞圈在收音機中的連接電路圖見圖4.9。

超外差式收音機中用的繞圈

超外差機中所用繞圈的構造和高放式收音機中用的繞圈一樣。它們的數據列於表4.10。《a》型繞圈用在以電容和天綫耦合的天綫電路中；《b》型繞圈用在以電感和天綫耦合的天綫電路中；《e》型繞圈用在本機振盪器振盪電路中；《i》型繞圈則用在中頻變壓器中。

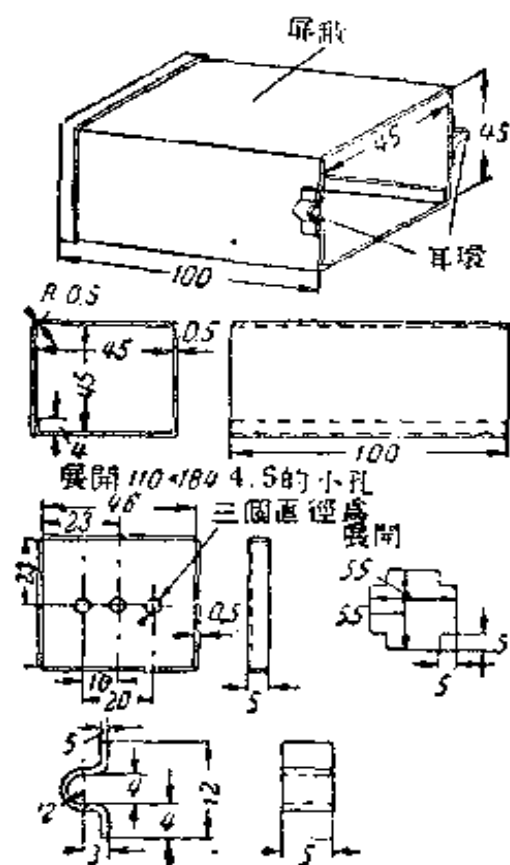


圖 4.7 繞圈屏蔽的構造

超外差式收音機中用的繞圈

在用上述這些綫圈時，所有電路零件（微調電容器等）都可採用普通型式的。

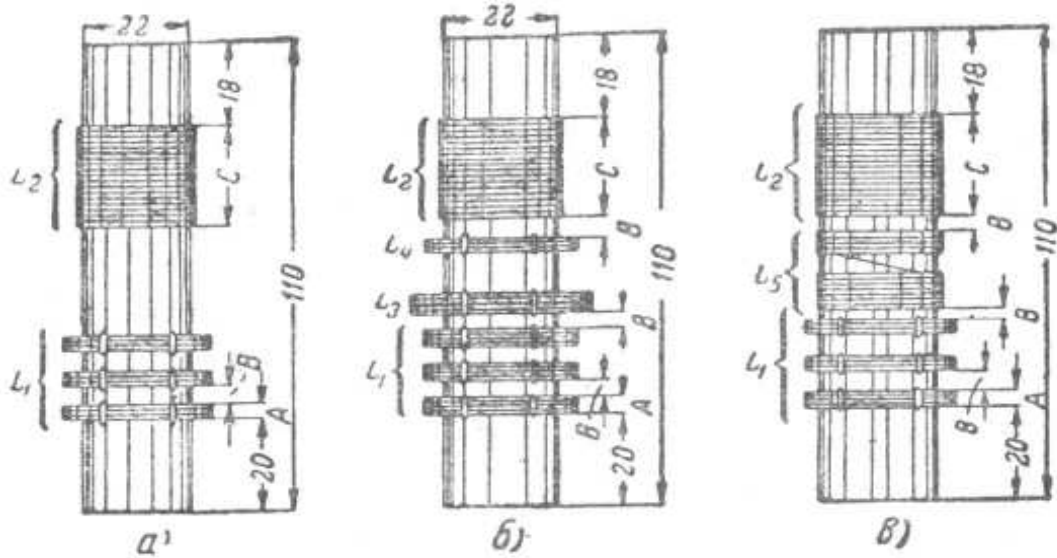


圖 4.8 高放式收音機中用的典型業餘自製綫圈的構造

綫圈的構造如圖4.10所示。

綫圈的構造設計得能採用磁鐵心，以進行微調。採用直徑9公厘的鐵心，可以使電感變化20—25%。

表4.11中所列是另一種型式的綫圈的數據，這種綫圈在業餘製作中亦能取得良好的效果。

表4.11中所列輸入電路綫圈和本機振盪器電路綫圈的數據，以及微調電容器的數據是根據調諧電容器的幾種電容數值計算出來的。

表4.11中所列數據適用於本機振盪器電路是按圖4.11的電路連接的任何收音機。這些振盪電路是根據下列各頻率段設計的：

長波.....	1900—700公尺	(158—427千週)
中波.....	580—200公尺	(518—1500千週)
短波.....	50—16公尺	(6000—18750千週)
中短波.....		460千週

超外差收音機中用的繞圈的數據

表 4.10

圖4.10 上繞圈 的符號	線 繞	無屏蔽的繞圈			有屏蔽的繞圈				
		匝 數	A 公厘	B 公厘	C 公厘	匝 數	A 公厘	B 公厘	C 公厘
L_1	單絲包綳綫 (ЛЭШО) 10×0.07	123×3	3.5	2	—	150×3	4	2	—
L_2	漆包綫 (ПЭ) 0.15	97	—	—	17.5	100	—	—	18
L_3	” (ПЭ) 0.5	6.5	—	—	10	7	—	—	10
L_4	” (ПЭ) 0.5	80	*	—	—	90	*	—	—
L_5	” (ПЭ) 0.5	50	**	—	—	55	**	—	—
L_6	” (ПЭ) 0.5	6	***	—	—	6	***	—	—
L_7	單絲包綳綫 (ЛЭШО) 10×0.07	100	3.5	2	—	122	3.5	2	—
L_8	漆包綫 (ПЭ) 0.15	53	—	—	8	57	—	—	8.5
L_9	” (ПЭ) 0.5	6	—	—	9	6	—	—	9
L_{10}	單絲包綳綫 (ЛЭШО) 10×0.07	28	2.5	2	—	34	2.5	2	—
L_{11}	漆包綫 (ПЭ) 0.15	13	—	—	3	15	—	—	3
L_{12}	單絲漆包綫 (ПЭШО) 0.15	6	***	—	—	6	***	—	—
L_{13}	單絲包綳綫 (ЛЭШО) 10×0.07	—	—	—	—	65×4	3.5	2	—

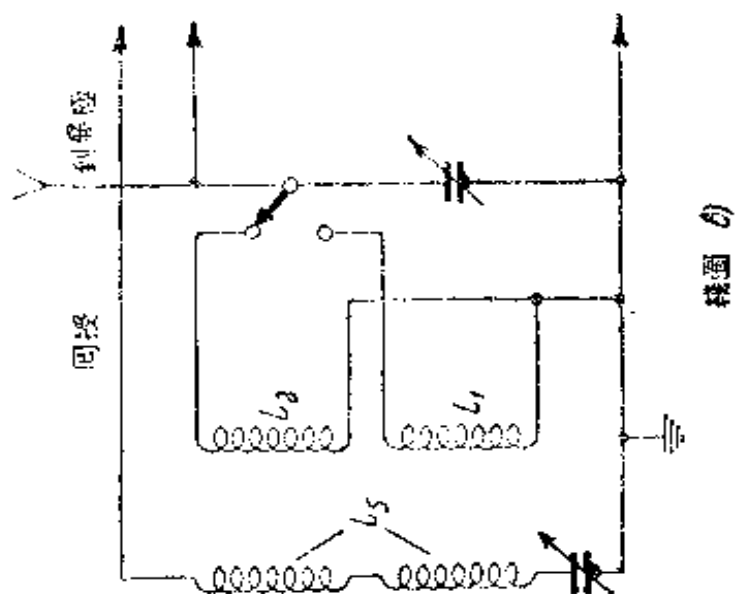
* 繞在 L_1 的兩段繞圈之間。

** 繞在繞圈 L_2 的上面。

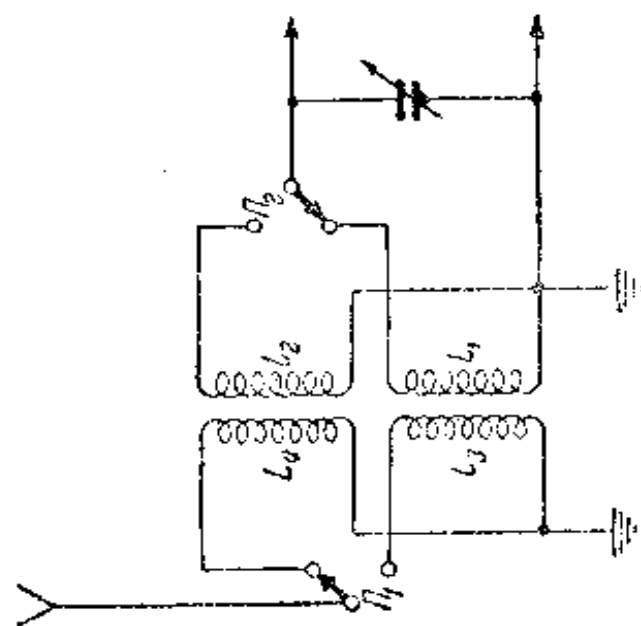
*** 夾繞在繞圈 L_3 或 L_{12} 的繞圈間。

長波和中波繞圈繞成多層“折繞”式的繞圈。繞綫綫徑為0.12—0.15公厘，繞圈的纏繞寬度為6—7公厘（圖4.12）。

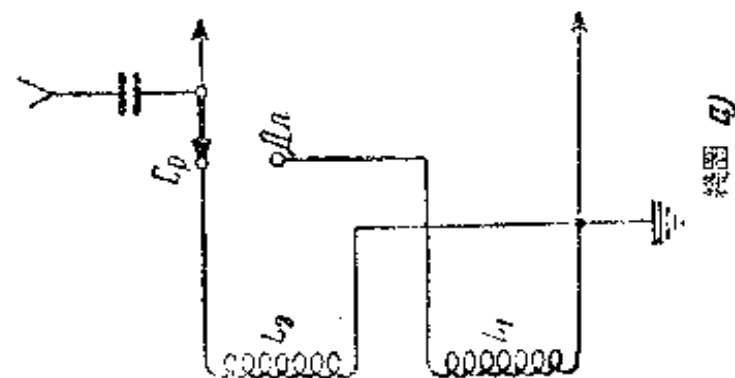
短波繞圈繞成單層的，其繞匝一匝緊接着一匝，中間不留空隙。柵極繞圈是用漆包綫繞成的。所用漆包綫的直徑需視繞架的直徑大小而定。如繞架直徑為10公厘，則應選用綫徑為0.6公厘的繞綫；如繞架為15公厘的，則應選用綫徑為0.8公厘的繞綫；如繞架為18



繞圈 a)



繞圈 b)



繞圈 c)

圖 4.9 高放式收音機中綫圈連接電路圖

表 4.11 超外差收音機的微調電容器和線圈

可變電容 的電容	C ₀ 微法	C _p 微法	C _f 微法	天線線圈			級間線圈			本機振盪器線圈					
				線架直徑 10公厘		線架直徑 15公厘		線架直徑 18公厘		線架直徑 10公厘		線架直徑 15公厘		線架直徑 18公厘	
				I*	II**	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
可變電容器 C=250微法 短波	25	2500	2	1016.7	712.0	6.5	10.4	1316.7	912.0	8.5	10.4	1516.5	1011.8	910.3	
	32	400	10	80	134	60	105	110	134	93	114	84	105	52	
	38	170	20	225	440	155	310	325	440	265	370	210	310	81	
可變電容器 C=450微法 短波	35	3500	2	1014.7	710.5	6.5	9.2	1314.7	910.5	8.5	9.2	1314.5	910.3	8	
	44	500	10	80	118	60	97	110	118	93	100	84	97	46	
	54	215	20	225	386	185	350	325	386	265	350	210	270	53	
可變電容器 C=500微法 短波	35	4000	2	1014.0	710.0	6.5	8.8	1314.0	910.0	8.5	8.8	1213.8	815	7.8	
	44	540	15	80	113	60	89	110	113	93	95	84	89	43	
	54	260	30	225	369	185	300	325	369	265	300	210	255	57	
可變電容器 C=550微法 短波	40	4000	4	1013.4	7	9.5	6.5	8.4	1313.4	9	9.5	8.4	8	7.5	
	52	600	20	80	108	60	85	110	108	93	90	84	85	41	
	64	280	35	225	354	185	290	325	354	265	290	210	248	56	

線圈的構造和連接法，以及電容的符號見圖 4.11—4.14.

* 表示初級繞接；** 表示次級繞接。

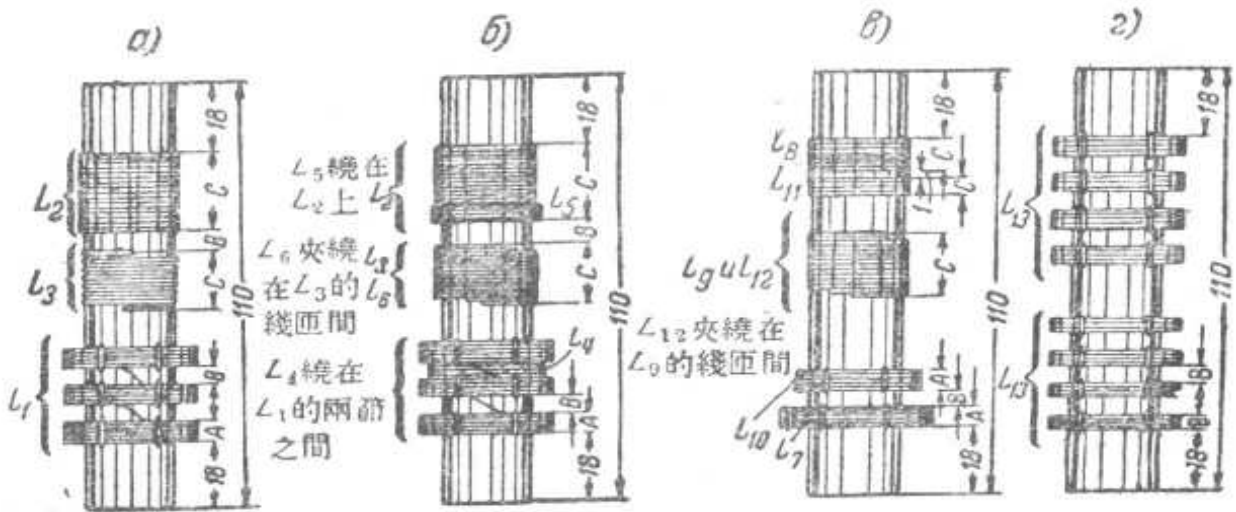


圖 4.10 超外差式收音機中用的幾種典型業餘自製繞圈

公厘的，則應選用綫徑為1.0公厘的繞綫。

天綫短波綫圈（屏極綫圈）繞在初級綫圈（柵極綫圈）上，可應用綫徑為0.15—0.25公厘的任何絕緣綫作繞綫。在上述兩綫捲間需襯一層薄紙或白葛布。天綫短波綫圈（屏極綫圈）應放得盡量接近於柵極綫圈的接地的一端，如圖4.13所示。

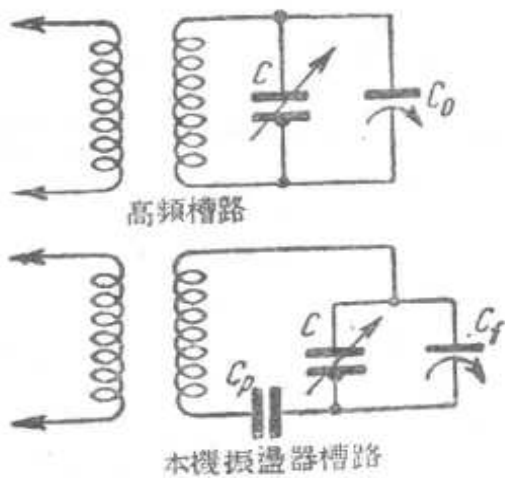


圖 4.11 輸入電路和本機振盪器電路的典型連接電路圖

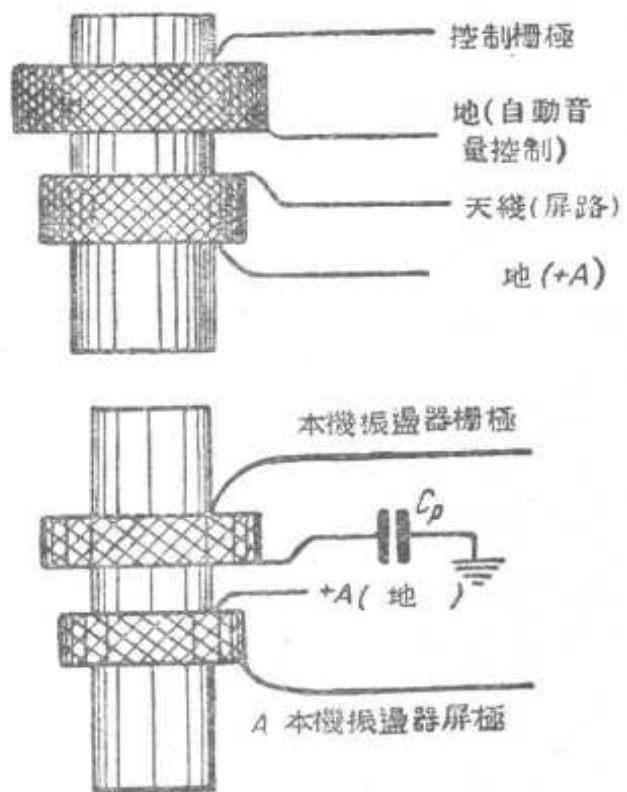


圖 4.12 超外差式收音機中用的長波綫圈的連接方法

短波綫圈

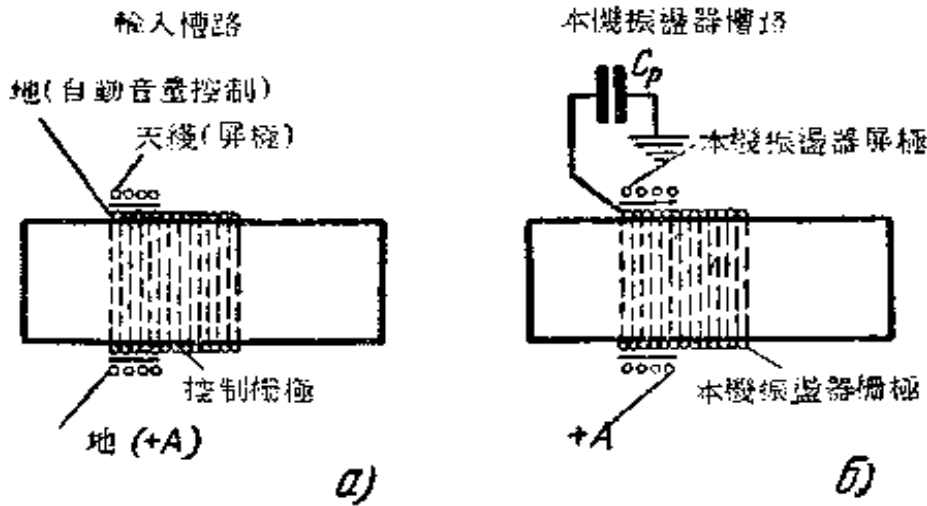


圖 4.13 超外差收音機內的短波綫圈的纏繞和連接法

附註：圖 4.12 及 4.13 中括號內註出的第二個名稱是指該圈應用在高頻級內的情形而言。

電容 C_0 是附加電容，它與輸入電路的可變電容器並聯。 C_0 中包括着綫圈的電容、佈綫和電子管的電容，以及微調電容器的電容。如可變電容器的電容為 350 微微法，微調電容器的電容數值可選用 5 微微法；如可變電容器的電容為 450 微微法，則可選用 10 微微法；而當可變電容器為 500—550 微微法時，則可選用 15—20 微微法。

電容器 C_1 是本機振盪器電路中用的半可變微調電容器。電容器 C_p 是本機振盪器電路中用的整整電容器。電容器 C_s 是本機振盪器電路中用的微調電容器。

輸入綫圈和柵極綫圈間的距離在長波波段及中波波段時應分別為以下的數值：

長波時：輸入綫圈與柵極綫圈的距離——3—4 公厘，本機振盪器綫圈和柵極綫圈的距離——0.15—1.0 公厘；中波時：輸入綫

圈——1.5—2.0公厘，本機振盪器繞圈——0.5—1.0公厘。

繞圈的連接電路圖見圖4.14。

460千週中週電路繞圈的數據如下：繞架直徑為10公厘時，應該繞230匝；繞架直徑為15公厘時，應該繞200匝；而繞架為18公厘時，則應繞175匝。

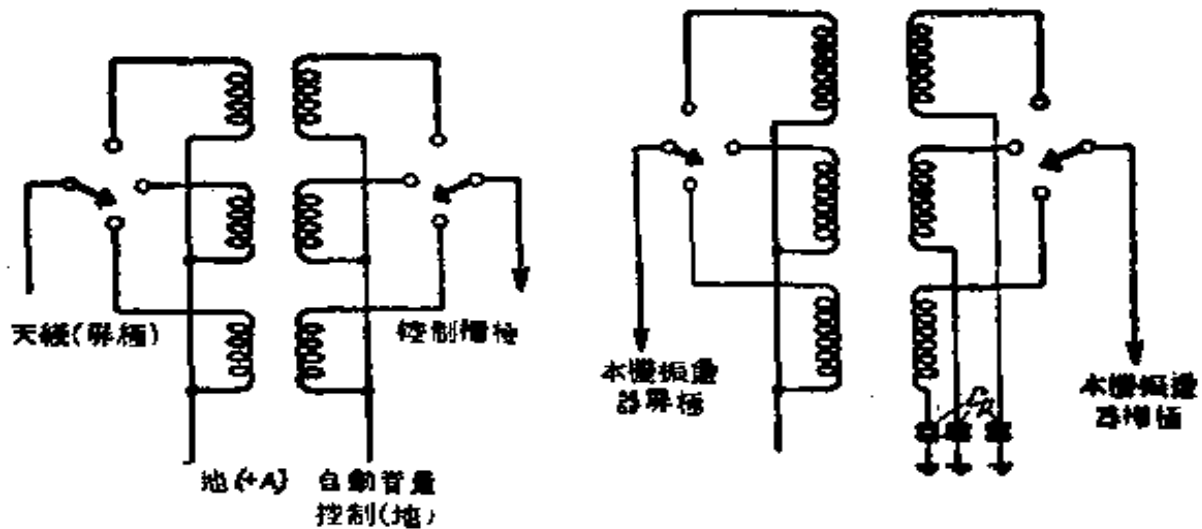


圖 4.14 超外差式收音機中的繞圈的連接電路圖

繞圈纏繞的寬度為5—7公厘。中週電路微調電容器的電容為150微微法。中頻變壓器繞圈間的距離為30—40公厘。

第四節 高頻扼流圈

接在電路中用以阻斷高頻電流通路的繞圈，稱為高頻扼流圈。高頻扼流圈以下列各項參數來表明它的特性：1) 電感；2) 固有電

表 4.12

扼流圈的用途	超短波	短波	長波
用在燈絲電路和電源電路中……	2—10 微亨	20—100 微亨	1—10 毫亨
用在屏極電路中……	10 微亨以下	500 微亨以下	10—50 毫亨

容；3)固有諧振頻率；4)纏繞方式；5)尺寸；6)允許通過的電流數值和直流電阻。

扼流圈的電感數值是根據扼流圈所工作的頻帶來選擇的。爲了大致有一個概念起見，我們列出了在最典型情況下應用的扼流圈的電感數據。

扼流圈的匝間固有電容應當儘可能的小，因爲它給扼流圈造成了一個旁路。爲了減少扼流圈的固有電容，採用了一種特殊的繞法。超短波和短波電路中用的電感爲10—30微亨的扼流圈是在一個圓柱形綫架上繞一單層。爲了減小固有電容，這種扼流圈的各匝間留有一定距離，而綫架則取用直徑爲5到10公厘的。綫捲的長度應等於綫捲直徑的3—5倍（圖4.15）。電感大於50微亨的扼流圈應當



圖 4.15 超短波(VKB)和短波(KB)高頻扼流圈

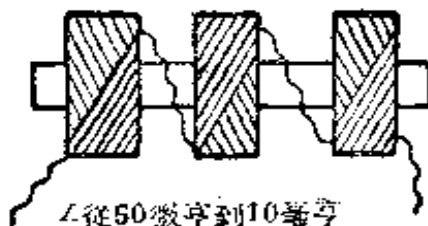


圖 4.16 多層纏繞的高頻扼流圈

用“折繞”式多層繞法來纏繞，並需分段。一般都分爲3—4段，段間距離則應該不小於一段的寬度。在高頻扼流圈中，每段的寬度和高度爲2—3公厘（圖4.16）。爲了得到長波收音機中所需的高於50毫亨的大電感，需採用多層成列繞法

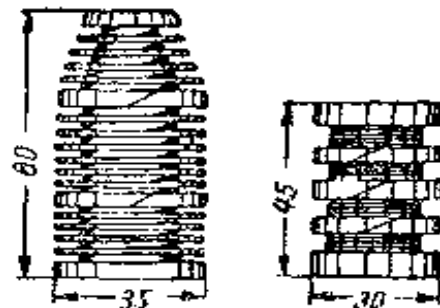


圖 4.17 繞在綫架上的分段高頻扼流圈

L從50微亨到10毫亨

或疊繞法。這時綫圈是繞在一個特殊的綫架上，這個綫架上有5到10個綫槽，每個綫槽的寬度為2—3公厘，相互之間的距離為幾個公厘(圖4.17)。這種型式扼流圈的特點是製造很簡單，價錢也便宜，但它的固有電容自然要比用“折繞”式分段繞法繞成的扼流圈大得多。

扼流圈通常都是在遠離諧振的情況下工作。但是，在某些場合下(在短波收音機和發射機中)也應用調諧扼流圈。當扼流圈在接近諧振處工作時，它對接近諧振頻率的交流電流的電抗將增大，因而它的扼流作用顯著提高。

要使扼流圈在一個甚寬的頻帶內都有扼流作用，一個扼流圈是不夠的。這時需將兩個或三個特殊構造的扼流圈串接起來應用。例如，在高放式全波收音機檢波電子管的屏極電路內，常常串聯接入兩個扼流圈——一個是長波的，另一個是短波的。扼流圈對電流的直流成分的電阻不應很大，其繞綫的粗細要根據允許的電流密度(3.5安/平方公厘)來選定。通常在屏極和柵極電路中，都是應用以0.1—0.2漆包綫繞成的單層扼流圈。作“折繞”式纏繞時，應用單絲漆包綫或雙絲包綫；而作多層繞綫時，則應用漆包綫或單絲漆包綫。纏繞燈絲電路中用的扼流圈時，應用直徑0.4—0.8公厘的漆包綫或雙紗包綫。爲了增大扼流圈的電感量，也和振盪電路綫圈一樣，採用由磁電介質材料做成的鐵心；不過和振盪電路綫圈不同的是扼流圈可以採用導磁率較高的材料來製造鐵心，而不需考慮它所引起的損耗。採用磁電介質做的鐵心，將使扼流圈的固有電容有些增大；但是用這種鐵心，却能使我們得到比較完善的小尺寸扼流圈。

第五節 變壓器

變壓器是無線電設備中應用最廣的零件之一。它是將兩個或幾

個獨立的綫捲（綫圈）裝在一個公共鐵心上製成的。變壓器的用途是把一種電壓的交流電，變換為另一種電壓較高或較低的交流電。無線設備的供電整流器中應用的變壓器稱為電源變壓器。

爲了變換聲頻交流電流，我們採用一種所謂低頻變壓器。這種變壓器通常用來匹配電路各級間的負荷。按照在電路中所處的地位的不同，低頻變壓器也可稱為級間變壓器或輸出變壓器。

無線電愛好者疊製各種變壓器的鐵心時，一般都採用工廠以模子壓製出來的各種尺寸和各種形狀的標準型式鐵片。製鐵心用的鐵片的形狀，實際中碰到的有下列幾種：*II*-形、*I*-形和*III*-形（參看圖4.18）。製造者可應用這幾種鐵片中的某一種疊積成所需截面的鐵心。應用最廣的是*III*-形鐵片。這種鐵片有許多不同尺寸的出品。各型*III*-形鐵片是按照其中間一心柱的寬度（單位爲公厘）來

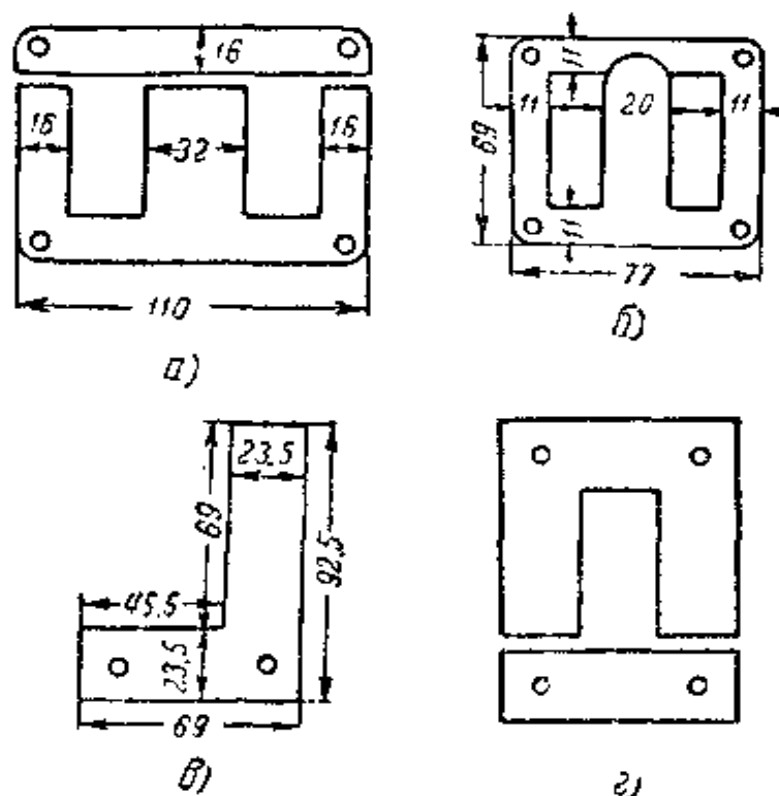
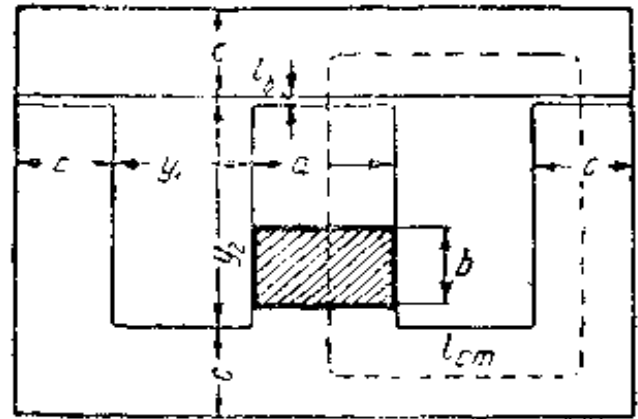


圖 4.18 變壓器鐵片的形狀 a) 和 c) — *III*-形; b) — *I*-形; d) — *II*-形

標誌的，例如 III-12、III-19、III-32 等等。III-形鐵心的各主要尺寸見表 4.13 及圖 4.19。

當疊積閉合磁路的鐵心時，鐵心片要交錯地疊積，也就是要用第二層鐵片的完整部分把第一層鐵片的接縫蓋沒，而第二層鐵片的接縫就落到了另外一個地方。爲了減小磁阻，這樣做是很必要的，因爲如果各鐵片的接縫都在一處，將形成一個空氣隙，就會使磁阻增大。



$$Q_{cm} = 0,9a \cdot b, \quad S_{окна} = y_1 \cdot y_2$$

$$l_{cm} = a + 3c + 2y_1 + 2y_2$$

$$b - \text{толщина шавора}$$

圖 4.19 製鐵心用的 III-形鐵片的主要尺寸

表 4.13

鐵心型式	a	c	y_1	y_2	l_{cm}	$S_{окна}$
	公分	公分	公分	公分	公分	平方公分
III-11	1.1	0.8	1.75	3.2	13.4	5.6
III-15	1.5	1.1	1.25	2.7	8.7	3.64
III-19	1.9	1.1	1.7	4.6	14.5	7.82
III-25	2.5	1.5	2.5	6.0	19.1	15.0
III-50	3.0	2.0	2.7	5.4	18.2	14.6

有些類型的變壓器應當有空氣隙。這時鐵心的各鐵片應疊積成使它們的接縫都在一處，留出所必需的空氣隙。

電源變壓器 電源變壓器的用途是從交流市電取得電源以供給收音機、擴大器和其它設備。最常用的變壓器有四個綫捲：第一個綫捲用來連接交流電源；第二個綫捲是升壓綫捲，用以供電給屏極

電路；另外還有兩個降壓綫捲，一個用以供電給二極整流管的燈絲，另一個則供電給所有電子管的燈絲（圖4.20）。

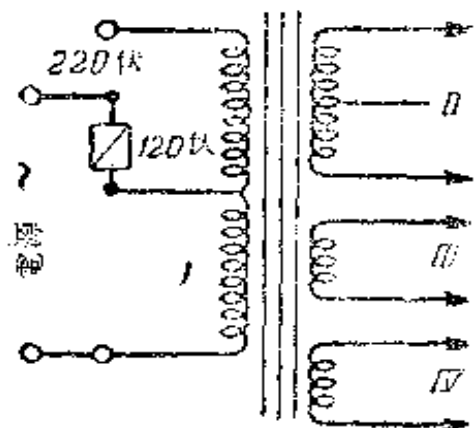


圖 4.20 電源變壓器綫捲的電路圖

在業餘製作中，很少有必要進行電源變壓器的全套設計。使用我國工業上出品的現成標準電源變壓器，是要合適得多。因此本書僅介紹了一些實用資料，無綫電愛好者們可以根據這些資料來選擇合適的變壓器，修理

燒壞了的變壓器，或按某種特殊需要來改裝現成的變壓器。若要自製電力變壓器，這些資料也是夠用的。

選擇業餘無綫電設備所需的電源變壓器時，必須按照升壓綫捲或降壓綫捲的功率和電壓值來選擇。最常用的是功率為15、35、50、75和100瓦的變壓器。各種變壓器的主要數據列於表4.14。

如果需要製造其它數據（功率大些或小些的，及需要有它種綫捲電壓的）的變壓器，則應先計算一下下列各項數值：鐵心截面積、綫捲匝數和綫捲繞綫的直徑。

電源變壓器的簡單設計 變壓器鐵心的截面積，可按下式計算出：

$$Q_{cm} = \sqrt{P_0},$$

式中 P_0 ——變壓器初級綫捲從電源中消耗掉的功率。如果鐵心材料的質量低劣或所用鐵心不是專門用來做變壓器的，那末最好按照下式來計算：

$$Q_{cm} = 1.2 \sqrt{P_0}。$$

最常用來製做電源變壓器的鐵心型式是標準 III—形和 II—形鐵心，它們的疊積截面從 6 到 20 平方公分。

變壓器的功率 P_0 是消耗在所有次級繞捲電路中的功率之和，並已計入變壓器的效率。降壓燈絲繞捲的功率 P_3 和 P_4 是由電子管所必需的供電電壓和電流二者的有效值的乘積決定的。升壓繞捲的功率可以根據全載時的已整流電流的功率和濾波設備及二極整流管內消耗掉的功率來計算：

$$P_2 = I_{\text{вытп}} \cdot U_{\text{вытп}} + I_{\text{вытп}}^2 \cdot R_{\text{фильтра}},$$

式中： P_2 ——升壓繞捲對交流而言的功率；

$I_{\text{вытп}}$ ——整流器的輸出電流；

$U_{\text{вытп}}$ ——整流出來的電壓。

所有次級繞捲的總功率為 $P_1 = P_2 + P_3 + P_4$ 。

決定變壓器從電源取用的功率時，必須考慮變壓器的效率，此類電源變壓器的效率可以假定為 75—80%。因此變壓器從電源中取用的總功率將等於： $P_0 = 1.25 P_1 = 1.25 (P_2 + P_3 + P_4 \dots)$ 。

為使匝數的計算簡單起見，常利用數值 N ，即 1 伏的匝數。如用專門的變壓器鐵心，1 伏的匝數可按公式 $N = \frac{45}{Q_{cm}}$ 計算；如用劣質鐵心，則可按公式 $N = \frac{60}{Q_{cm}}$ 計算。通常多用折衷數值 $N = \frac{55}{Q_{cm}}$ 來計算。既經決定數值 N 以後，每一繞捲的匝數也就不難算出。例如，如果電源電壓為 110 伏，則第一繞捲的匝數為 $n = N \times 110$ ；如果為 220 伏，則 $n = N \times 220$ 。對於升壓繞捲來說， $n = NU_{2\phi}$ （對每半個繞捲而言）。

當修理燒壞了的變壓器或改裝不合用的變壓器時，可採用如下方法來計算 1 伏的匝數。拆開一個工作電壓已知的燈絲繞捲，並數

電 源 變 壓

變壓器功率(瓦)	鐵心截面(平方公分)	電 源 綫 圈			升 壓 綫 圈		
		匝 數	繞線的層數和直徑	電源電壓(有效值)(伏)	電 壓(有效值)(伏)	匝 數	繞 綫
15	4	1680×2	ΠЭ 0.5	110-220	150×2	2100×2	ΠЭ0.1
38	6.5	760×2+116	ΠЭ 0.35 ΠЭ 0.44	110-127-220	320	2280	ΠЭ0.21
31	7.5	810+90	ΠЭ 0.46	110-120	265×2	1960×2	ΠЭ0.15
50	7.5	760×2+80+73	ΠЭ 0.41 ΠЭ 0.55	100-110- -120-220	430×2	3250×2	ΠЭ0.17
50	11	530×2+82	ΠЭ 0.35 ΠЭ 0.45	120-127-220	300×2	1600×2	ΠЭ0.15
70	11.5	(400+60)×2	ΠЭ 0.33	110-127-220	290×2	1170×2	ΠЭ0.16
73	11.2	(400+60)×2	ΠЭ 0.33	110-127-220	250×2	865×2	ΠЭ0.18
100	21	(240×2)+37	ΠЭ 0.44 +ΠЭ0.57	110-127-220	320×2	735×2	ΠЭ0.25
100	16	341+53+238	ΠЭ 0.6 ΠЭ 0.45	110-127-220	340×2	1050×2	ΠЭ0.2
120	13	(202+31)×2	ΠЭ 0.44	110-127-220	315 290	630×2 600×2	ΠЭ0.16 ΠЭ0.12

器 的 數 據

表 4.14

三極整流管接			各電子管的燈絲接法			變壓器的用途
電壓 (伏)	匝數	繞線	電壓 (伏)	匝數	繞線	
4	56	ΠЭ0.7	4	58	ΠЭ0.8	小電力的，用在整流器中
4	29	ΠЭ0.55	4	16×2	ΠЭ1.0	用於“СИ-235”收音機中
4	16×2	ΠЭ1.0	4	16.5×2	ΠЭ1.3	用於業餘製作的“ГС-14”收音機中
3.8	8.5×2	ΠЭ1.0	3.9	9.5×2	ΠЭ1.45	用於“ЭКД-4”收音機中
4	20	ΠЭ1.0	4	20	ΠЭ1.0	用於“莫斯科無線電廠”出品之收音機中
5	20	ΠЭ0.93	6.3	26	ΠЭ0.93	用於“ЭН-1”收音機(新式的)中
5	20	ΠЭ0.93	6.3	26	ΠЭ1.0	用於“電信2”收音機中
5	12	ΠЭ0.8	6.3	6+9	ΠЭ1.4	用於“СВД-9”收音機(新式的)中
5	16	ΠЭ1.0	6.3	10.5×2	ΠЭ1.5	用於“里加Г-689”收音機中
5	10	ΠЭ1.0	3.6	13	ΠЭ1.2	用於“列寧格勒”收音機中
	10	ΠЭ1.0				

註: ΠЭ是漆包線

一數它的匝數，而將數得的匝數除以該綫捲的工作電壓；例如某一工作電壓為6.3伏的電子管燈絲綫捲，計有26匝，將26除以6.3，就得到1伏應有4.1匝。再將求得的1伏匝數 N 乘上其它各綫捲的應有電壓數值，就得到它們所應有的匝數。

電源變壓器升壓綫捲的工作電壓，在多數情況下都選用350伏到600伏（在全波整流時，此值是對每半個綫捲而言的）。自製變壓器時，這些數據可從表4.14上選用。降壓綫捲的電壓視電子管的型式而定：如用金屬管，電壓為6.3伏；如用舊式玻璃管，則為4伏；二極整流管燈絲降壓綫捲的電壓多半為5伏。

如果所需的電流較已有綫捲的設計電流數值大些，必須重新以較粗繞綫繞成的綫捲來更換原有綫捲。變壓器的任何綫捲的繞綫直徑都是根據1平方公厘中所允許的電流密度來計算的。對變壓器的所有綫捲來說，電流密度通常總選用同樣的數值（3安/平方公厘）來計算。有較好冷卻條件的燈絲綫捲的電流密度，可容許增高到4安/平方公厘。根據不同的允許電流密度，可按下列各式中的一個公式來計算繞綫的直徑：

$$d=0.7\sqrt{I} \text{ (電流密度爲2.5安/平方公厘);}$$

$$d=0.6\sqrt{I} \text{ (電流密度爲3安/平方公厘);}$$

$$d=0.45\sqrt{I} \text{ (電流密度爲4安/平方公厘);}$$

式中： I ——電流，安；

d ——繞綫直徑，公厘。

業餘無綫電愛好者自製變壓器時，多半應用現成的標準鉄心，因此在這裏不打算介紹鉄片及窗口的全部尺寸的詳細計算。決定了主要鉄心的截面以後，下一步就是選用尺寸合適的鉄片，就是看看它

的窗口是否能放得下全部綫捲。我們可以按照下式來計算全部綫捲在變壓器鐵心窗口內佔據的面積：

$$S_{\text{OKH}} = \frac{d_1^2 \cdot n_1 + d_2^2 \cdot n_2 + d_3^2 \cdot n_3 + \dots}{0.25},$$

式中： S_{OKH} ——全部綫捲要在窗口內佔據的面積；

d ——綫捲繞綫的直徑（不帶絕緣）；

n ——綫捲匝數。

我們可以利用表 6.5 來計算各綫捲在窗口內佔據的面積。在這個表上列出了用各種繞綫繞成的綫圈在 1 平方公分截面內所具有的匝數。當計算綫捲在窗口內佔據的面積時，務必要考慮綫捲間的絕緣所佔的面積。絕緣所佔據的面積在某些情況下可能超過綫捲本身所佔的面積。

級間變壓器 級間變壓器的用途是耦合低頻放大器的各級設計和裝製一個好的低頻變壓器是一項困難工作，在業餘愛好者的情況下很少有必要作這一項工作。因此在這裏僅對這種變壓器的數據作一總括的研討。

級間變壓器的鐵心截面積一般等於 2—3 平方公分。鐵片的形狀為 III—形（圖 4.18, 6）。級間變壓器通常是以變換係數，即初級綫捲與次級綫捲的匝數之比，來表明它的特性。各種不同變壓器的變換係數的變動範圍，約在 1:2 到 1:5 之間。大多數級間變壓器的初級綫捲匝數為 2000 到 4000 匝，次級綫捲匝數為 4000 到 15000 匝。級間變壓器的綫捲，通常總用直徑為 0.08—0.1 公厘的漆包綫（偶爾用單絲包綫和單絲漆包綫）來纏繞。

級間變壓器的一種變形是推挽式變壓器。它與普通變壓器不同的地方是：它的次級綫捲是由兩半個相等的綫捲串聯而成的。從兩

半繞捲連接處抽出的抽頭稱為中心點。

送話器變壓器 送話器變壓器也屬於級間變壓器之類，它與級間變壓器不同的地方是變換係數較大，可達1:10—1:15。送話器變壓器用在由送話器輸送來信號的擴大器的輸入端。應用這種變壓器，便使送話器的脈動直流電流在該變壓器次級繞捲中變換成為音頻交流電壓。因為此種變壓器的變換比很大，所以在擴大器的輸入端能獲得足以使放大器《搖擺》的電壓。

鉄心為4平方公分的III—20型典型送話器變壓器，具有下列各種數據：1)初級繞捲為1200匝，有中心點，繞綫應用0.2—0.3公厘的漆包綫，這是對差動式送話器而言。次級繞捲為12000匝，繞綫應用0.8—0.1公厘的漆包綫；2)初級繞捲800匝，用0.2公厘漆包綫為繞綫，次級繞捲8000匝，用0.08—0.1公厘漆包綫為繞綫。

輸出變壓器 應用輸出變壓器的目的是在一定負載下（例如用揚聲器），能最有效地利用低頻放大器的聲音能量。該揚聲器與末級放大電子管之間的匹配，可用正確選擇輸出變壓器的變換係數的方法來得到。變換係數的大小取決於輸出電子管的內阻和揚聲器音圈的電阻。

在表5.1和5.4的電子管數據表上，與列出電子管內阻的同時，也列出了能使電子管輸出最大不失真功率的所謂最佳負載 R_a 。計算變壓器的變換係數時，可從表5.1和5.4中選用這種最佳負載值。

輸出變壓器的詳細計算比較複雜，這裏不準備敘述了。在業餘愛好者的實際製作中，應用下面介紹的簡化方法來計算變壓器，就已經相當準確了。

輸出變壓器的計算就是尋求變壓器的變換係數、初級和次級繞捲的匝數和鉄心的截面積。

計算按下列順序進行。先按下式求出變壓器的變換係數：

$$n = 1.1 \sqrt{\frac{R_x}{R_a}}, \quad (4.1)$$

式中： n ——變換係數，等於 $\frac{\omega_2}{\omega_1}$ ；

R_x ——揚聲器音圈的電阻，歐；

R_a ——適合電子管需要的負載（參看表5.4）。

接着，便按下式計算變壓器初級繞捲的電感 L_1

$$L_1 = \frac{R_a}{400(1 + \alpha)}, \quad (4.2)$$

式中： R_a ——電子管的內阻；

α ——負載係數；三極管為2—3，五極管為0.08—0.1。

然後，再用下式計算變壓器鐵心中間一心柱的截面積（在沒有磁化電流的情況下）：

$$Q_{cm} = 6 \sqrt{\frac{P}{L_1}}, \quad (4.3)$$

式中： P ——電子管輸出的功率，瓦。

選出合適的鐵心片尺寸後，我們可按下式來算出變壓器鐵心的疊積厚度：

$$b = \frac{Q_{cm}}{0.9a} \quad (\text{參看圖4.19})。 \quad (4.4)$$

現在，我們就可以按下式來計算變壓器初級繞捲的匝數：

$$\omega_1 = 33 \sqrt{\frac{R_a \cdot l_{cm}}{Q_{cm} \cdot (1 + \alpha)}}。 \quad (4.5)$$

公式(4.5)中的數值 l_{cm} 可從表4.13中選用，或按圖4.19上列出的公式計算； l_{cm} ——變壓器鐵心中磁場力綫的長度。 ω_1 ——

初級繞卷的匝數。其餘各數以前均已見過。

初級繞卷繞線的直徑按下式計算：

$$d_1 = 1.2 \sqrt{\frac{P}{E_a}} \quad (4.6)$$

式中 E_a ——電子管的屏極電壓，伏。

次級繞卷的匝數可以由初級繞卷的匝數乘以變換比得出：

$$\omega_2 = \omega_1 \cdot n \quad (4.7)$$

次級繞卷繞線的直徑由下式求出：

$$d_2 = 0.4 \sqrt{\frac{E_a \cdot n}{R_a}} \text{ 或 } d_2 = \frac{d_1}{n} \quad (4.8)$$

(4.8)式中的各數值以前均已碰到過，故不需要再加以說明。

既經決定所有上列各數值以後，便需按照所謂窗口佔空係數來檢查一下繞卷在變壓器中是否能放得下，窗口佔空係數等於：

$$F_{\text{окн}} = \frac{0.008(d_1^2 \cdot \omega_1 + d_2^2 \cdot \omega_2 + \dots)}{S_{\text{окн}}} \quad (4.9)$$

式中： d_1 、 ω_1 、 d_2 、 ω_2 ——分別為變壓器繞卷的直徑和匝數； $S_{\text{окн}}$ ——變壓器窗口的面積，這個面積可從表4.13上選取；也可用按圖4.19上表明的尺寸計算出來。

如果是用 $\Pi\mathcal{D}$ 型綫（即漆包綫）繞成的繞卷，其佔空係數不應大於0.15—0.2；如果是用絕緣較厚的繞綫繞成的繞卷，則不應大於0.08—0.12。

係數 $F_{\text{окн}}$ 中也計入了繞卷間絕緣所必需佔據的地方。如果繞卷放不進窗口內，那末應當或是改用綫徑較細的綫來纏繞製初級繞卷；或是稍許減少初、次級繞卷的匝數；但換係數必須保持不變。

為了增大放大器的功率，常常在它的末級中採用兩個電子管，將它們並聯起來應用。對這種電路來說，仍可按同樣的公式來計算

輸出變壓器。不過這時的 R_i 應取用等於一個電子管的內阻之半的數值，也就是將一個電子管內阻除以並聯電子管的總數所得之值；而功率 P 這時則等於普通電路時的二倍。

負載電阻 R_a 也相應地減小了。負載係數 a 則仍保持不變。

我們並不主張把兩個電子管並聯，因為這樣會使流過變壓器綫捲的電子管屏流中的直流成分顯著增大，變壓器的工作就會遭到嚴重破壞。爲了不使鐵心的截面增加得太多，當二電子管並聯使用時，最好把鐵心疊積得帶有空氣隙 l_b （見圖4.19）。

這一空氣隙的數值可按下式求出：

$$l_b = \frac{10l_{cm} + \frac{P_1 \omega_1}{0.3E_a}}{100} \quad (4.10)$$

式中： l_{cm} ——鐵心中的磁力綫長度；

P_1 ——電子管的輸出功率，瓦；

ω_1 ——初級綫捲的匝數；

E_a ——屏極電壓，伏。

決定空氣隙的數值以後，接着再按下式來換算鐵心的截面積：

$$Q_{cm} = 2.5 \times 10^3 \times \frac{L_1(l_{cm} + 300 l_b)}{\omega_1^2} \text{ 平方公分}, \quad (4.11)$$

式中： L_1 ——變壓器初級綫捲的電感，亨；

l_{cm} ——鐵心中的磁力綫的長度，公分；

l_b ——空氣隙的長度，公厘；

ω_1 ——初級綫捲的匝數。

計算帶空氣隙的變壓器時，可先計算無空氣隙的變壓器，然後再將計算作適當修正。

推挽式電路中用的輸出變壓器，可按同樣的公式計算。推挽式

電路中用的電子管的工作狀態，與同樣電子管用於單臂式電路時的工作狀態不同。因此計算時所需的數據應從表4.15上選取，表4.15上列出了幾種通常用於推挽式電路中的電子管的工作參數。

用在推挽電路級中，按甲乙₁類和甲乙₂類方式工作的電子管的工作狀態

表 4.15

電子管 型 式	甲 乙 ₁ 類						甲 乙 ₂ 類					
	E_a	E_{g1}	E_{g2}	P	α	R_a	E_a	E_{g1}	E_{g2}	P	α	R_a
	伏	伏	伏	瓦	—	千歐	伏	伏	伏	瓦	—	千歐
6X4	400	-40	—	8	7.5	37	—	—	—	—	—	—
6X7	250	-20	—	8	1.1	16.5	300	0	—	10	1.3	19.5
6J7和6J6	400	-20	800	25	0.09	9.0	400	-25	300	45	0.04	3.8
6D6	350	-25	250	10	0.05	11	350	-30	250	20	0.03	5.0
2A3	—	—	—	—	—	—	250	0	—	15	3.7	12.0
6CO-243	—	—	—	—	—	—	180	0	—	2.0	1.5	47

推挽式電路中應用的兩電子管是輪流工作的，所以總內阻等於一個電子管工作在甲類方式時的內阻的二倍；等於一個電子管工作在甲乙₂類方式時的內阻的四倍。

用在上述這些工作狀態下的初級繞捲的匝數，可按下式計算：

$$\omega_1 = 20 \sqrt{\frac{R_a l_{cm}}{Q_{cm}(1+\alpha)}}, \quad (4.12)$$

而次級繞捲繞綫的直徑則可按下式計算：

$$d_2 = 0.8 \sqrt{\frac{E_{an}}{R_n}}. \quad (4.13)$$

例：試計算一個為兩個 6J6 電子管用的輸出變壓器。該兩電子管都按甲乙₂類方式工作，它們工作於阻抗為 400 歐 ($R_n = 400$ 歐) 的轉播綫上，有效輸出功率約為 45 瓦。

1. 變換係數 (按公式 4.1 計算)

$$n = 1.1 \sqrt{\frac{R_x}{R_a}} = 1.1 \sqrt{\frac{400}{3800}} = \frac{1}{2.9}。$$

2. 初級繞捲的電感 (按公式 4.2 計算)

$$L_1 = \frac{R_a}{400(1+\alpha)} = \frac{3800}{400(1+0.04)} = 9.5 \text{ 亨。}$$

3. 變壓器鐵心中間心柱的截面積 (按公式 4.3 計算)

$$Q_{cm} = 6 \sqrt{\frac{P}{L_1}} = 6 \sqrt{\frac{45}{9.5}} = 13。$$

我們選用 III-25 型鐵心，並計算其疊積厚度：

$$b = \frac{Q_{cm}}{0.9a} = \frac{13}{0.9 \times 25} = 5.8。$$

4. 初級繞捲的匝數 (公式 4.12)

$$w_1 = 20 \sqrt{\frac{R_a l_{cm}}{Q_{cm}(1+\alpha)}} = 20 \sqrt{\frac{3800 \times 19}{13(1+\alpha)}} \approx 1450 \text{ 匝，}$$

並從 725 匝處引出中間抽頭。

5. 繞線直徑 (公式 4.6)

$$d_1 = 1.2 \sqrt{\frac{P}{E_a}} = 1.2 \sqrt{\frac{45}{400}} \approx 0.4。$$

6. 次級繞捲匝數

$$w_2 = w_1 n = 1450 \times \frac{1}{2.9} = 500 \text{ 匝。}$$

7. 繞線直徑 (公式 4.13)：

$$d_2 = 0.8 \sqrt{\frac{E_a \cdot n}{R_x}} = 0.8 \sqrt{\frac{400}{400} \times \frac{1}{2.9}} = 0.47 \text{ 公厘。}$$

取其整數，我們可採用直徑 0.5 公厘的繞線。

8. 計算窗口佔空係數，來檢查一下綫捲是否能放入變壓器的窗口：

$$F_{\text{н}} = \frac{0.008(d_1^2 \cdot \tau_1 + d_2^2 \cdot \tau_2)}{S_{\text{окн}}} \\ = \frac{0.008(0.4^2 \times 1450 + 0.47^2 \times 500)}{15.0} = 0.19,$$

式中 $S_{\text{окн}}$ ——鐵心窗口的面積（從表4.13上選取）。

係數 $F_{\text{н}}$ 在標準數值範圍內，因此可以確信綫捲是能放入鐵心的窗口的。

幾種工廠出品的輸出變壓器的數據列於表4.16。

輸出變壓器的數據

表 4.16

變壓器所屬的收音機	初級綫捲		次級綫捲		輸出電子管型號	鐵心型式	鐵心截面平方公分
	匝數	繞綫直徑公厘	匝數	繞綫直徑公厘			
6Н1(揚聲器ДА-37)	2660	ПЭ0.13	48	ПЭ0.7	6Ф6	Ш-18	3.2
СВД-9	2796	ПЭ0.19	32	ПЭ0.8	6Л6	Ш	4
祖國	2000×2	ПЭЛ0.1	420	ПЭ0.27	(修正綫捲)		
莫斯科人	2500	ПЭЛ0.12	33	ПЭ0.8	2Ж2М	ЭГ33/3	—
НЭФМ-567	—	—	54	ПЭЛ0.7	30П1М	Ш-16	3
紀錄	1800	ПЭЛ0.12	32—53	ПЭ0.55	30П1М	Ш-16	2.5
			1500	ПЭ0.1	(用以接入附加紀錄型電磁揚聲器)		
禮砲	4000	ПЭ0.13	86	ПЭ0.6	6Ф6	Ш-20	5
6Н-25(7Н-27)	2000×	ПЭЛ0.12	50	ПЭЛ0.5	6Ф6	Ш-20	4

註：ПЭ是漆包綫

ПЭЛ是耐久漆包綫

第六節 鐵心扼流圈

電感大的繞圈稱為低頻扼流圈。爲了增大電感，在此繞圈中通常都應用了一個閉合的鐵心。低頻扼流圈應用在整流器的濾波器中；應用在擴大器的負載電路中和音調調節器中。在工作於脈動電流電路內的扼流圈中，需應用帶空氣隙的鐵心，以減小電源電池的直流電流的磁化作用。

濾波器扼流圈的電感通常在20到50亨的範圍內。對扼流圈的電感有很大影響的，是已整流電流中的直流成分。爲了減小這個影響，需使扼流圈的鐵心中留出空氣隙。爲此，扼流圈的鐵心並不是交疊地疊積起來，而是將各鐵心片的接縫都並放在一處。

扼流圈的主要數據的計算順序如下。先選定必需的電感量 L （單位爲亨）和磁化電流數值 I_0 。那末可按下式計算鐵心的截面：

$$S_{cm} = 12I_0 \sqrt{L}。$$

繞圈匝數可按下式計算：

$$n = 1200 \sqrt{L}；$$

空氣隙的寬度（單位爲公分）爲

$$l_0 = \frac{nI_0}{500}。$$

表 4.17

扼流圈型式	匝數	繞線直徑 公厘	電阻 歐	鐵心截面 平方公分	鐵心型式
ДЗ (新式的).....	7000	0.2	650	8.6	ИИ-20
ДС-60.....	7000	0.2	500	7	ИИ-32
СНД-М 收音機中用的...	6500	0.13	900	2	

繞綫的直徑可按照通常計算變壓器時應用的方法來計算。

幾種應用最廣泛的工廠出品扼流圈的數據列於表4.17。

第七節 揚 聲 器

揚聲器是一個把電能變為聲能的電聲變換器。按照揚聲器的構造來分，可分為三類：1) 電磁揚聲器；2) 電動揚聲器；以及3) 壓電揚聲器。

揚聲器用下列各項指標來表明它的特性：

1. 額定功率 額定功率就是揚聲器所能長時間耐受而不致發生過熱和機械過載的功率，或非綫性失真係數不超過10%的功率數值。有時這個功率稱為**不失真功率**。揚聲器的效率很低，約為1%。

揚聲器的功率以伏安或毫伏安為單位來表示；有時也用瓦或毫瓦為單位來表示。

2. 靈敏度 這就是揚聲器在沿它的軸向1公尺處形成的聲壓與加在揚聲器上的電壓之比。靈敏度以巴/伏為單位。

3. 放音頻帶 放音頻帶根據揚聲器的特性曲綫來決定。

4. 非綫性失真係數 這是在額定功率下，在各不同頻率上量出的。

5. 方向性特性曲綫 這是聲壓在周圍空間的分佈圖。主要是向街道、廣場和極大的大廳放送的時候，才需要注意到方向性特性曲綫。

電磁揚聲器 電磁揚聲器有一紙盆，該紙盆與放在一電磁鐵磁場中的銜鐵緊緊相連。當電磁鐵的綫捲中有音頻電流流通時，銜鐵將因此而作振動，紙盆也將被連帶振動起來。電磁揚聲器構造的一

般原理可從圖4.21上看明白。在這種型式揚聲器中，應用最廣泛的是《紀錄》牌揚聲器。這種揚聲器的額定功率多半為0.1—0.2伏安(100—200毫伏安)。它的放音頻帶寬度，在不均勻性為±10分貝的情況下，通常為250到3000週。這類揚聲器的靈敏度，在好的樣品中可達0.1巴/伏。

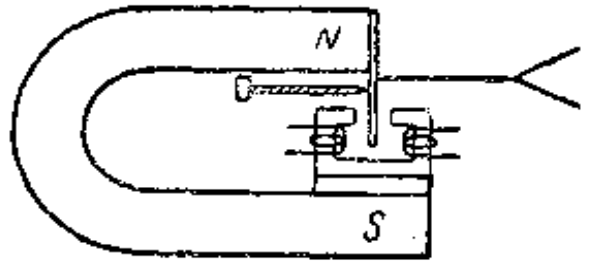


圖 4.21 “紀錄”牌電磁揚聲器的構造圖

電磁揚聲器的典型頻率特性曲線如圖4.22所示。

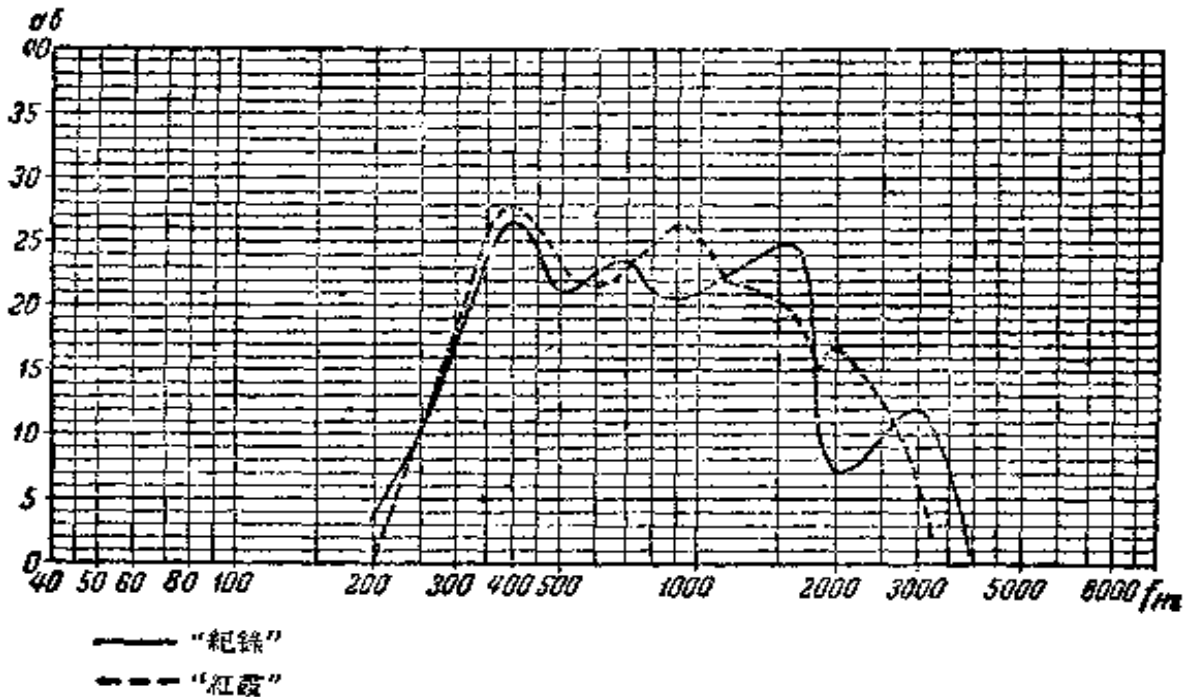


圖 4.22 “紀錄”牌和“紅霞”牌電磁揚聲器的頻率特性曲線

電動揚聲器 電動揚聲器有一個輕巧的小音圈，此音圈放在由永久磁鐵或電磁激勵形成的強磁場中。音圈上緊緊連着紙盆。關於此種揚聲器的一般構造原理，可從圖4.23上得到一個概念。當有音頻電流流過音圈時，由於此聲頻電流與磁場間的相互作用，音圈便來回顫動，從而使揚聲器的整個可動部分也跟着振動起來。

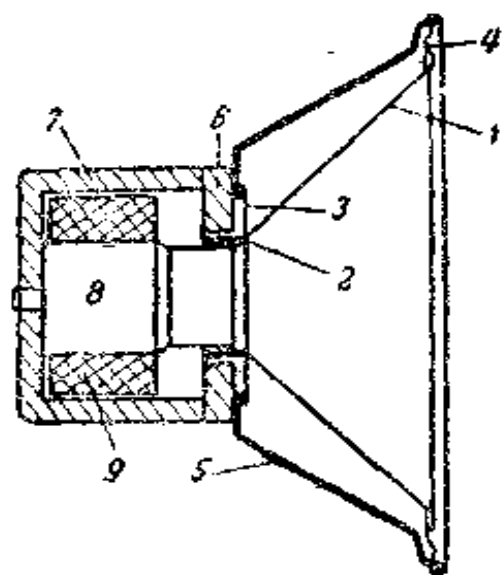


圖 4.23 電動揚聲器的構造

- 1—紙盆； 2—音圈；
- 3—整圈； 4—懸掛；
- 5—紙盆支架；
- 6—極靴； 7—套筒；
- 8—鐵心；
- 9—勵磁繞捲。

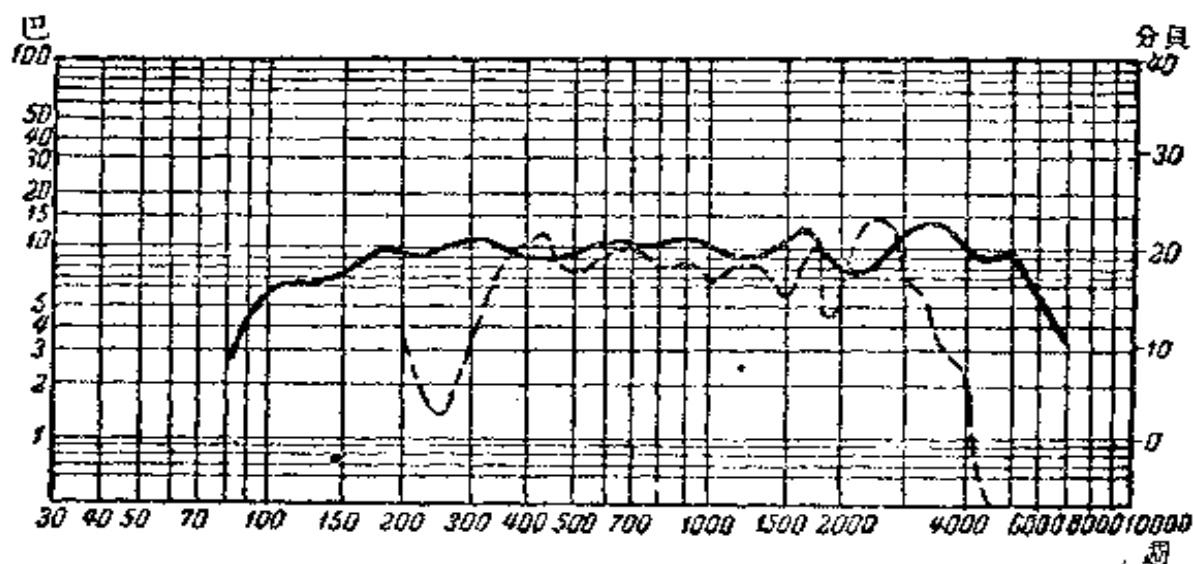
電動揚聲器可具有各種不同的功率，約從 4 伏安到幾十伏安。

有綫廣播網中應用的室內電動揚聲器，功率一般在 0.5 伏安以下；收音機中用的電動揚聲器的功率在 5 伏安以下，多半為 3 伏安左右。放音頻帶的寬度，在不均勻性為±12分貝的情況下，約為70到6000週。電動揚聲器的頻率特性曲綫如圖4.24所示。

電動揚聲器是現代揚聲器中質量最好的一種。

壓電揚聲器 在壓電揚聲器中，利用的是酒石酸鉀鈉晶體的壓電效

應。當我們把音頻電壓加到酒石酸鉀鈉晶體做的壓電子上時，



- AA-3 電動揚聲器(有變壓器在內)
- NTP-2 壓電揚聲器(有變壓器在內)

圖 4.24 AA-3 電動揚聲器和 NTP-2 壓電揚聲器的頻率特性曲綫

壓電子便隨電流的變化而發生彎曲，從而帶動與它相連的紙盆，使紙盆振動起來。圖4.25上畫出了兩種應用最廣泛的壓電揚聲器的概略構造。壓電揚聲器中多半應用尺寸為 30×30 公厘的壓電子。

現有的壓電揚聲器的發音質量不比電磁揚聲器差。壓電揚聲器的好樣品所具有的放音頻帶，在不均勻性約為 $10-12$ 分貝時，約為 250 到 $3000-3500$ 週，一般壓電揚聲器則要窄一些。壓電揚聲器的平均靈敏度約為 0.25 巴/伏。

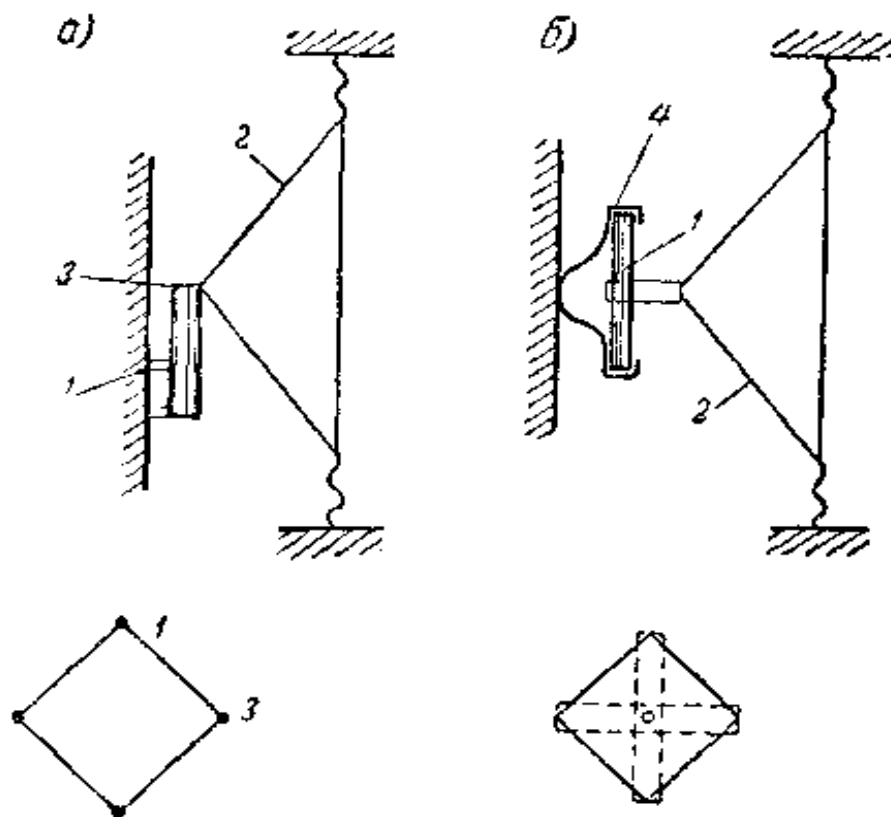


圖 4.25 壓電揚聲器的構造圖 a) 1—壓電子支柱；2—紙盆；3—和紙盆固接着的壓電子的角；
b) 1—壓電子；2—紙盆；3—壓電子支架。

壓電揚聲器的典型頻率特性如圖4.24所示。

揚聲器的連接電路圖 目前出品的電磁揚聲器，僅有高阻的，即音圈電阻約為 $1000-2000$ 歐。這種揚聲器可直接接在有綫廣播網

中，或收音機輸出電子管的屏極電路中。這樣連接不會使揚聲器受到損壞，因為這種揚聲器並不用於有強力輸出管（屏流很大）的收音機中。如需把電磁揚聲器附接到本身已有電動揚聲器的收音機中，一般可按圖4.26所示的電路來連接。在此種電路中，揚聲器經過電容為1—2微法的電容器接在輸出管的屏極和陰極之間。當然，電容器C的工作電壓應當高於屏極電壓，否則電容器將被擊穿。壓電揚聲器可以用這種方法接到任一收音機上。

工廠出品的電動揚聲器僅有低阻音圈的，其音圈電阻約為2—5—12歐。具有此種阻值的揚聲器不能直接接入有綫廣播網和收音機。因此需要通過一個專用的降壓變壓器來連接這種揚聲器。連接電路圖如圖4.27所示。所用變壓器的數據應當和電動揚聲器的電阻及輸出管的參數相匹配。輸出變壓器的最簡單計算方法已在本章第五節中敘述過了；幾種最典型輸出變壓器的數據則列於表4.16。

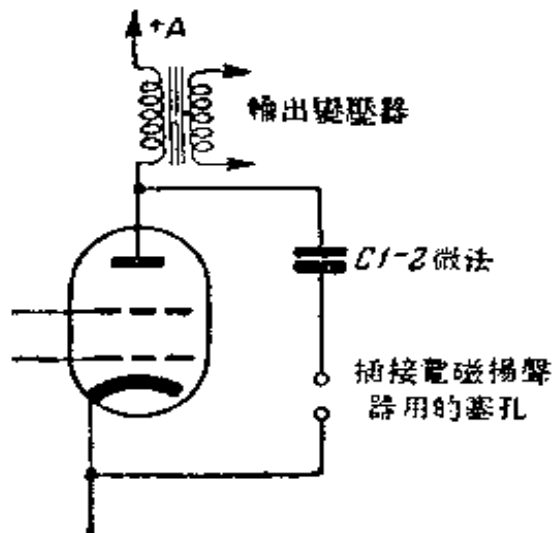


圖 4.26 附加電磁揚聲器的連接方法

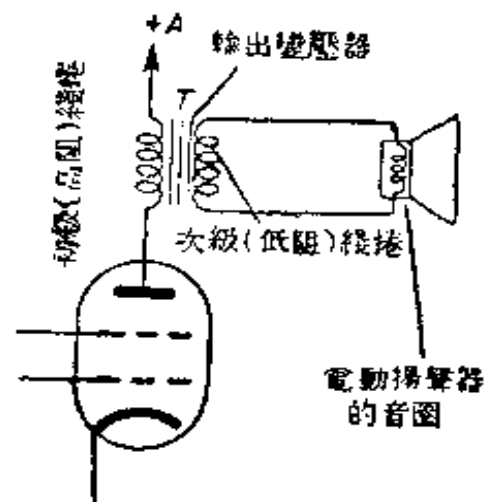


圖 4.27 電動揚聲器的連接電路圖

在用久磁式電動揚聲器時，祇有它的音圈和收音機相連；在用勵磁式電動揚聲器時，則還要將勵磁圈所需的電源電壓接入揚聲器。

久磁式電動揚聲器能使得收音機工作受電源電壓的影響極小。此外，它也不需要附加電源以供勵磁之需，因此久磁式電動揚聲器用於電池式收音機中非常適合。

大多數電動揚聲器的勵磁圈總共祇有幾百歐的電阻，這種勵磁圈設計得能接在整流器的濾波器中，用作為扼流圈，它的連接電路如圖4.28所示。如果收音機從整流器中消耗掉的電流過小，不足以供揚聲器勵磁之需，則可將一繞線負載電阻 R 並聯接在整流器的輸出端，如圖4.28上的虛綫所示。電阻 R 需是繞線的，它的阻值可按歐姆定律計算，以保證能得到所需的勵磁電流。因此，計算這個電阻

所需的原始數據，是整流器輸出端上的電壓和 R 中需要通過的電流數值。通常 R 的數值在15000—20000歐範圍內變動。如果電動揚聲器具有電阻約為10000歐的高阻勵磁圈，則應該用單獨的整流器來供給勵磁圈所需的電源；或是將勵磁圈並聯接在整流器的輸出端，如圖4.29所示。用在此種

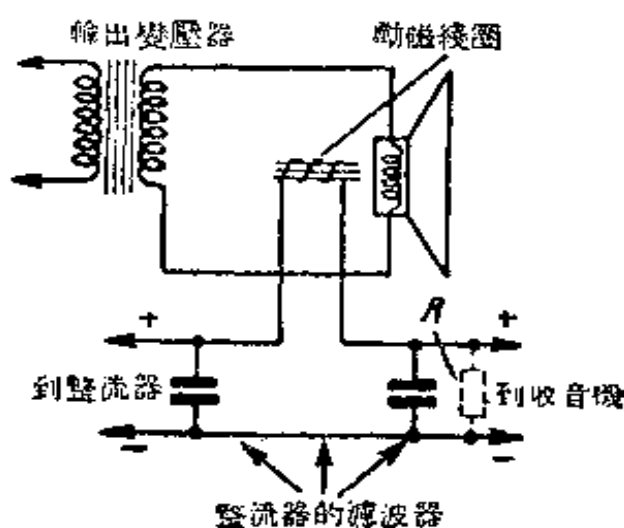


圖 4.28 將勵磁圈用作為濾波器扼流圈的情形

電路中的整流器濾波器的扼流圈 L_p ，應當根據收音機和揚聲器勵磁繞圈 R, I 所消耗的總電流來設計。

壓電揚聲器的連接方法決定於下列兩個情況：第一，它正常工作時所需電壓約為50--60伏；第二，此種揚聲器是一電容器，不能通過直流；所以它不能直接接入收音機輸出管的屏極電路中，否則屏極電路對直流電流來說將成為斷路。按圖4.30所示電路圖來連接壓電揚聲器最為簡單。在此電路圖內，輸出管屏極電路中接有電阻

R ；而壓電揚聲器則經過一電容約為0.5到2微法的隔直流電容器 C 接入屏極電路中。電阻 R 的阻值需根據所用電子管來選擇，平均應為20000歐左右。電阻 R 也可以用合適的低頻扼流圈來代替。在接上述電路連接時，如壓電揚聲器帶有變壓器，則應將變壓器拆去。

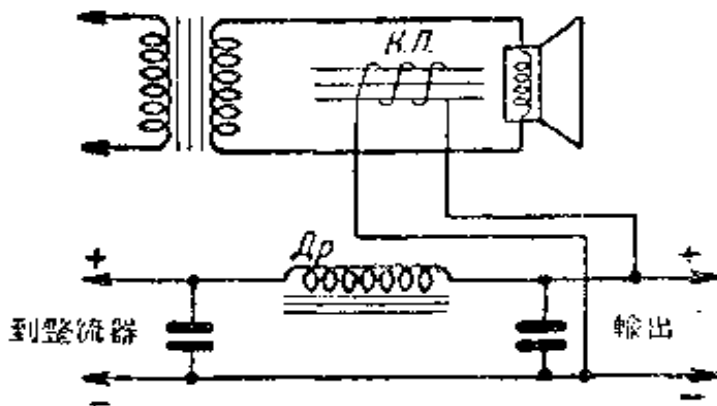


圖 4.29 電動揚聲器勵磁圈與整流器濾波器並聯的情形

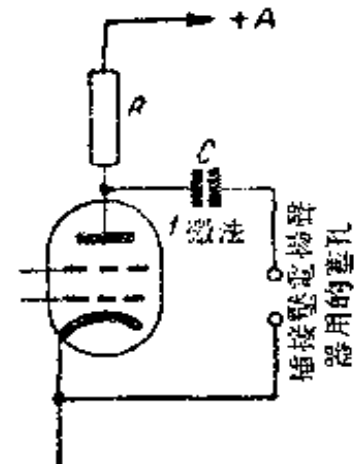


圖 4.30 壓電揚聲器的連接電路圖

有綫廣播網的電壓通常總不夠使壓電揚聲器正常工作，因為實際上這個電壓多半總比額定電壓小得多，要小15伏或30伏。因此，壓電揚聲器必須經過一個升壓變壓器接入有綫廣播網，此變壓器的綫捲匝數可從1:3到1:10（需視實際電源電壓的高低而定）。這種變壓器的鐵心截面有1平方公分或0.5平方公分就夠了。次級綫捲的匝數大致需4000匝；初級綫捲則大致需2000匝，並帶抽頭。把壓電揚聲器接到小電力收音機，例如礮石收音機或單管收音機上時，也需要應用這種升壓變壓器。

第八節 拾音器（電唱頭）

拾音器是一種電聲器，它的用途是用電的方式把留聲機唱片上的錄音放送出來。拾音器把唱針的機械振動變成爲相應的電壓振盪。

在實際上得到廣泛應用的拾音器有兩種型式，一種是電磁拾音器，一種是壓電拾音器（有時稱為晶體拾音器）。

電磁拾音器的構造原理和動作原理可以從圖4.31上看明白。電

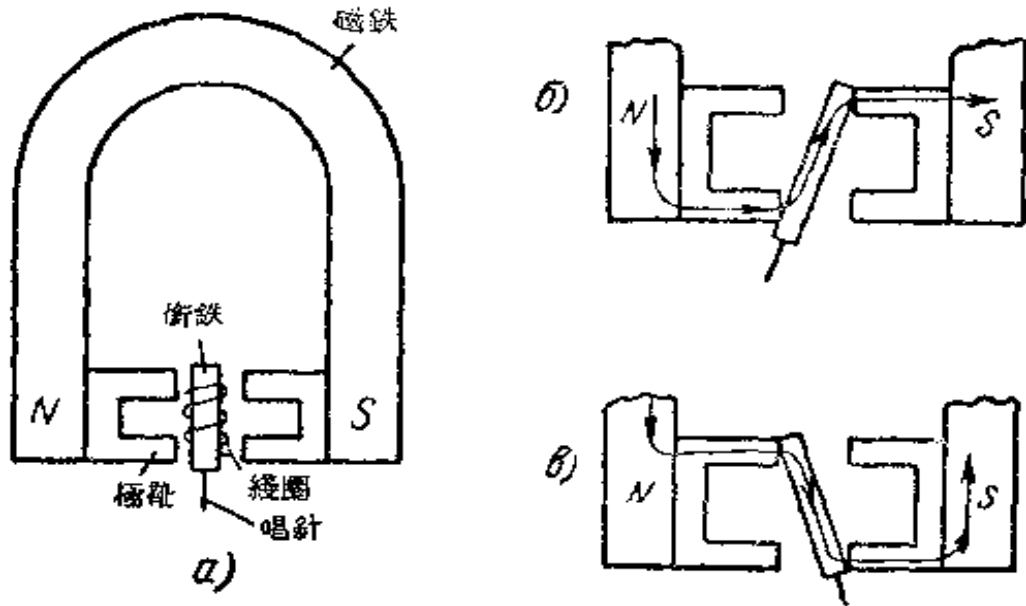


圖 4.31 電磁拾音器的構造和動作原理圖

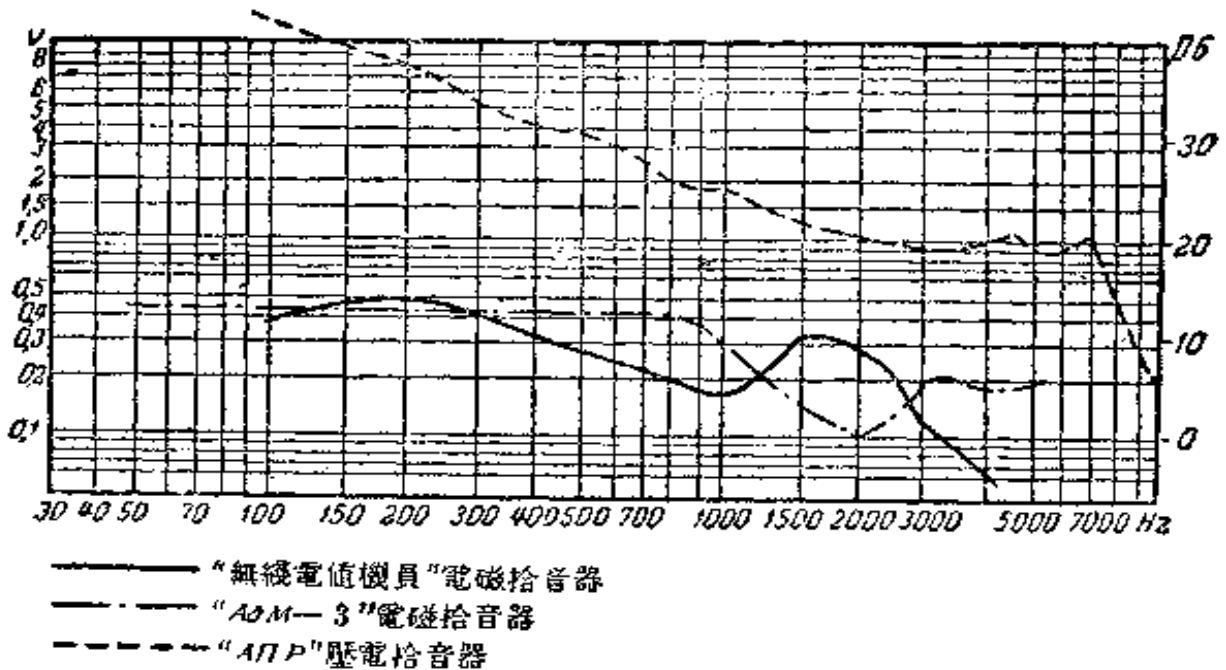


圖 4.32 拾音器的頻率特性曲線

磁拾音器的靈敏度通常在0.1到0.3伏範圍內變動，也就是在放唱片時，拾音器能產生上述數值範圍內的電壓。拾音器的放音頻帶通常在幾十週到3000—4000週範圍內。兩種蘇聯電磁拾音器的頻率特性曲綫如圖4.32所示。

壓電拾音器作用的基礎是酒石酸鉀鈉晶體的壓電效應。這種拾音器的唱針與壓電子（圖4.33）緊緊聯在一起；當唱針沿着聲槽蛇行時，就使得壓電子左右扭動，因此壓電子上便產生出與它的扭動

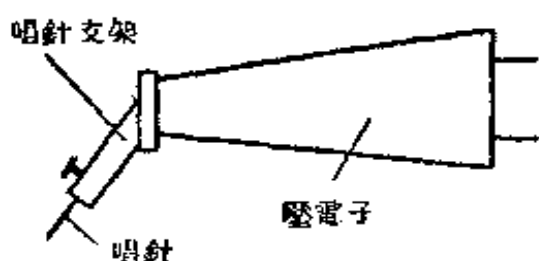


圖 4.33 晶體電唱頭的構造

角度成比例的電壓來。壓電拾音器在低頻部分的放音作用較強，它的放音頻帶約為50到7000—8000週。

此種拾音器的頻率特性曲綫如圖4.32所示。壓電拾音器所能產生的電壓約在1到3伏範圍內變動，比電磁拾音器所能產生的電壓要大好幾倍。

電磁拾音器可以接在收音機或擴大器中音量調節器的電阻上，也可直接接在電子管的柵極和陰極間。壓電拾音器就電氣性質來說是一個電容器，故必須和電阻相接，否則電子管的柵極電路將成斷路。壓電拾音器可以直接接到收音機音量調節器的電阻上，但如按

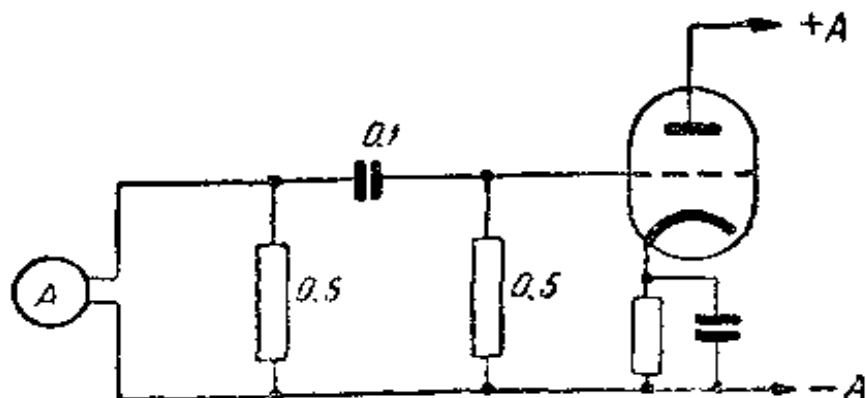


圖 4.34 壓電拾音器的連接電路圖

照圖4.34的電路連接，則能取得較好效果。選擇電容器的電容，便能改變放音的音色。

第九節 耳 機

耳機是一種變電能為聲能的電聲變換裝置。耳機的原理與揚聲器完全相似，所不同的僅在於它的功率要小得多，而靈敏度則大得多。目前廣泛應用的耳機有兩種型式：電磁耳機和壓電耳機。電磁耳機的構造如圖4.35所示。

壓電耳機的構造如圖4.36所示。實質上，它的構造和壓電揚聲器的構造完全相似，差別僅在於尺寸不同而已。

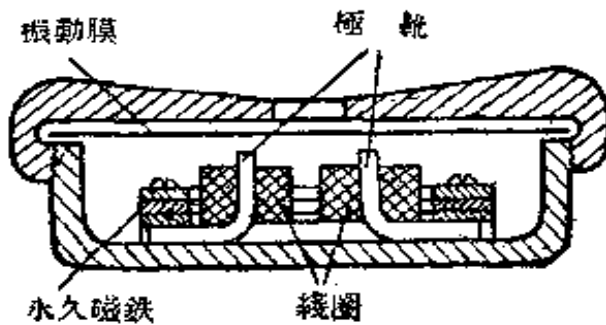


圖 4.35 電磁耳機的構造

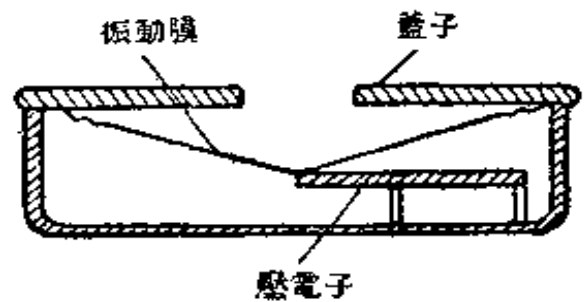


圖 4.36 壓電耳機的構造

無線電收音機中用的電磁耳機，其音圈電阻製造得約從 800 到 2000 歐。耳機的放音頻帶範圍為 300 到 2500 週。電磁耳機的典型頻率特性曲線如圖 4.37 所示。耳機的靈敏度很大，約為 10—14 巴 / 伏。一個耳機在 1000 週時的總阻約為 10000 歐。附有頭戴環的兩個電磁耳機應串聯相接。

壓電耳機的放音頻帶大致和電磁耳機相同，即從 200—300 到 3000—3500 週。此種耳機的平均靈敏度為 13—18 巴 / 伏；其頻率特性曲線如圖 4.37 所示。壓電耳機就電氣方面說是一個約為 2000 微微法的電容。裝在頭戴環上的兩個壓電耳機應並聯相接。

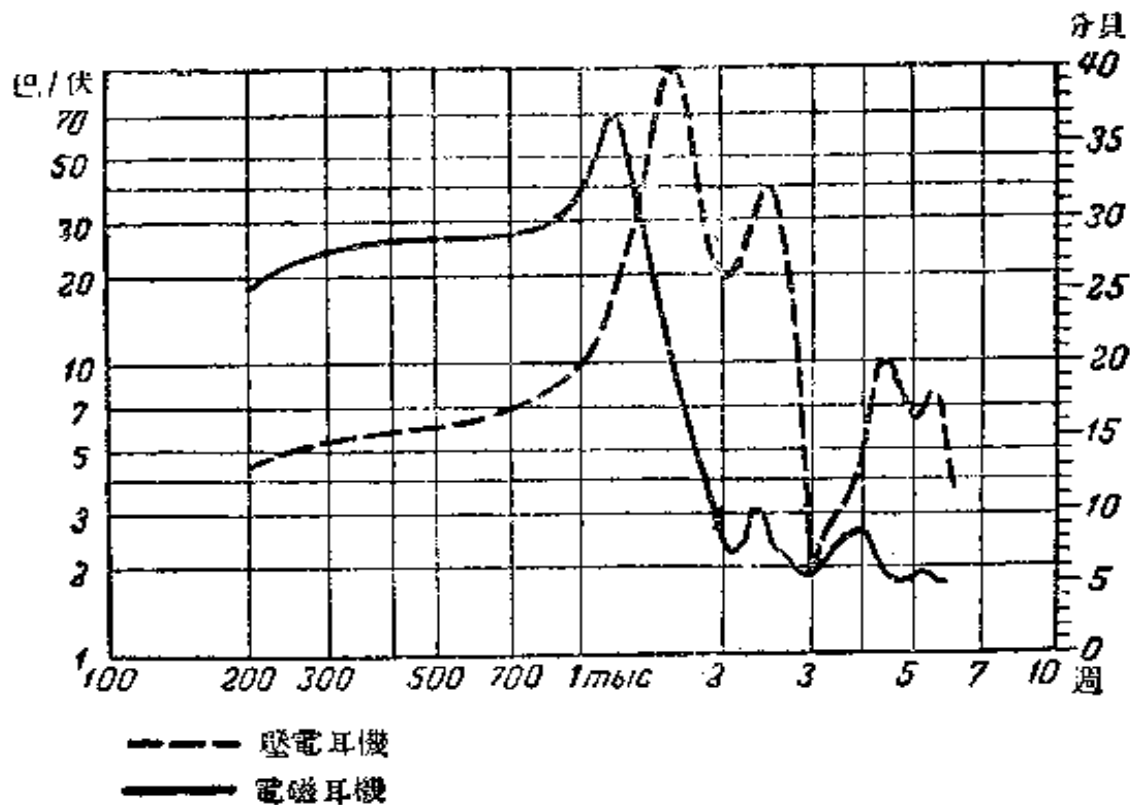


圖 4.37 耳機的頻率特性曲線

一個壓電耳機在1000週時的總阻約為60000—80000歐。由於壓電耳機的阻抗較大，所以把這種耳機用在礦石收音機中最為合適。採用此種耳機時，礦石——耳機電路使收音機迴路發生的衰耗，要比用電磁耳機時小些。因此，在應用壓電耳機時，礦石收音機將會獲得較高的總靈敏度和選擇性。由於壓電耳機是一個電容，所以它不需要有旁路電容器，這就簡化了礦石收音機的構造。壓電耳機不可以直接接入收音機電子管的屏極電路內，因為它不允許屏極電流中的直流成分通過。所以把壓電耳機接入屏極電路中時，必須用一固定電阻 R 和它並聯，該電阻的阻值應當有幾萬歐或幾十萬歐。在每一單獨情況下，最好都用試驗方法來選擇此電阻的合適阻值（圖4.38）。

壓電耳機可以用作為送話器。這時可將耳機接在電子管的柵極——陰極電路中，同時務必要將一個阻值約為0.5兆歐的固定電阻 R 和它並聯（圖4.39）。壓電耳機用作為微音器是極為靈敏的，但它的頻率特性曲綫對播送音樂節目來說是不夠好的。但是用壓電耳機來發送語則是非常合適的。由於它的靈敏度高和使用簡單，所以在發送言語時寧願用壓電耳機，而不用炭粒微音器。



圖4.38 壓電耳機的連接電路圖

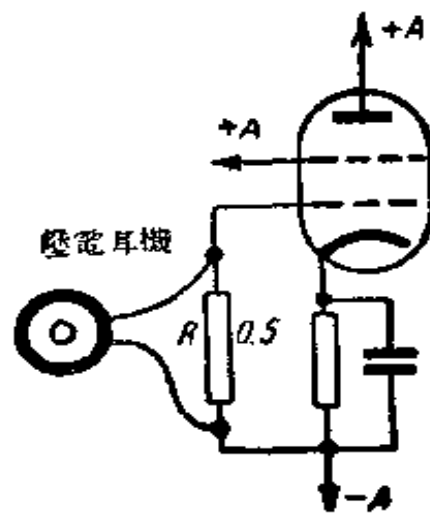


圖 4.39 壓電耳機用作為微音器時的連接電路圖

第五章

無綫電電子管

選擇電子管和保證電子管有正常的工作條件，這是無綫電愛好者在着手裝製和調整無綫電設備時應當解決的主要問題之一。所有電子管都由決定其供電方式和工作質量的各種數據來表明它們的特性。供電方式由電子管燈絲電壓和燈絲電流、屏極電壓和柵極電壓的數值來表明。無綫電電子管的工作質量則由該電子管的各項參數來表明，這些電子管參數就是放大係數 μ 、互導 S 和內阻 R_i 。此外，在許多情況下，還必須知道可以加到電子管上進行放大而不發生很大失真的最大允許交流電壓、有效的不失真功率、以及電子管在各種工作狀態下的屏流中直流成分的大小等等。所有上述這些數據，很容易從所謂電子管的柵極特性曲線和屏極特性曲線上取得。

第一節 無綫電電子管的參數

所有無綫電電子管（整流管除外）的主要參數，可認為是下列這幾種：

μ ——放大係數（不名數）；

S ——互導（以毫安/伏為單位來表示）；

R_i ——內阻（以歐為單位）。

此外，在計算電子管電路時，有時也用到參數 G ，即電子管的質量因數（通常以毫瓦/平方伏表示之）。

所有這些參數都只是根據特性曲線的直線段落計算出來的，它

們只有在直綫段落上才是常數。

電子管的各主要參數間存在着如下的關係：

$$\mu = SR_i,$$

式中 S 以安/伏為單位； R_i 以歐為單位。這一關係稱之為電子管基本方程式。有時不用放大係數，而用它的倒數 $D = \frac{1}{\mu}$ ， D 稱為導電率。已知上述三參數中的二參數時，就可應用電子管方程式，按下列派生的式子求出第三參數：

$$R_i = \frac{\mu}{S}; \quad S = \frac{\mu}{R_i}.$$

在這些式子裏，可以毫安/伏為單位來表示互導 S ，而以千歐為單位來表示內阻 R_i ，這樣將使計算大為減化。

放大係數 μ 表示 1 伏柵壓對屏流的作用，比 1 伏屏壓對屏流的作用強多少倍。

放大係數由下式確定

$$\mu = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g}$$

式中： ΔU_a ——屏壓的增量，單位為伏；

ΔU_g ——柵壓的增量，單位為伏，它使屏流發生的變化和屏壓 ΔU_a 使屏壓發生的變化一樣。

互導 S 表明在屏壓不變的情況下，屏流隨柵壓而變化的關係

$$S = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_g} \text{ (當 } U = \text{常數時)},$$

式中： ΔI_a ——屏流變化，單位為毫安；

ΔU_g ——柵壓變化，單位為伏。

實際上， S 表示在柵壓變化 1 伏時，屏流變化若干毫安。

電子管對交流電流的內阻 R_i ，僅在特性曲綫的直綫部分可用

下式求出：

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{I_a} \text{ (當 } U_a = \text{常數時),}$$

R_i 和電子管對直流電流的電阻不同，後者等於 $R_a = \frac{U_a}{I_a}$ 。在上列這些式子中， U_a 是電壓，單位為伏； I_a 是電流，單位為安。

在特性曲線的直線段落內，電阻 R_i 是一常數。而直流電阻 R_a 則始終都隨着柵壓而變化。在計算各參數時，直流電阻 R_a 並不是一個重要數據。

質量因數 G 質量因數 G 是一個派生的參數，它等於 $\mu \cdot S$ 的乘積。這一參數表明電子管的整個質量的好壞，因為在最大可能地應用到電子管的所有參數的情況下，從電路級取得的放大是和 \sqrt{G} 成比例。

通常在無綫電電子管參數表中，除了列有電源數據和各參數以外，還列出下列各項數據：最佳負載電阻；輸出功率；屏極上的最大耗損功率和屏極——控制柵極電路的電容。下面我們將簡單介紹一下這些數據的特性。

負載電阻 R_a 這一數值對輸出電子管來說，是一個重要的指標，因為選用最佳負載電阻，就能從電子管取得最大不失真功率。 R_a 可由下式決定：

$$R_a = R_i \cdot \alpha,$$

式中： R_i ——電子管內阻；

α ——表明電子管內阻和外部負荷間最有利的比值的係數，在這種比值時，能得到最大不失真功率輸出。

如末級用三極管， $\alpha = 2 \sim 3$ ；如用五極管或集射四極管，則 $\alpha = 0.08 \sim 0.09$ 。

輸出功率 P_k 這一數值表示失真在規定可允許的百分率時，可以從電子管取出多大的音頻功率。 P_k 可按下列幾式之一求出：

$$P_k = \frac{U_a^2}{16 \cdot R_f}; \quad P_k = \frac{I_{ma}^2 R_a}{2}; \quad P_k = \frac{\mu \cdot S U_{mg}^2}{9}$$

式中： I_{ma} ——屏流中交流成分的振幅，單位為毫安（可從特性曲綫上找出）；

S ——電子管的互導，單位為毫安/伏（可從表上查出）；

U_{mg} ——激勵電壓的振幅，單位為伏（如作近似計算，可取用偏壓值 U_g ）；

P_k ——不失真功率，單位為瓦。

最大不失真功率通常為屏極最大允許損耗功率的10—25%。

屏極最大允許損耗功率

P_{amax} 它表示屏極上可允許的，不致使電子管遭到危險的最大功率。這一功率等於在某一選定的工作狀態下的工作屏壓 U_a 與無信號屏流 I_a 的相乘積。電子管應用在甲類、乙類工作狀態，或用作振盪器時， P_{amax} 是一個不允許超過的界限。計算電子管負載時，都必須檢查一下是否符合下列不等式的要求：

$$P_k \leq P_{amax},$$

也就是從電子管取出的有效振盪功率值，無論如何也不應超過允

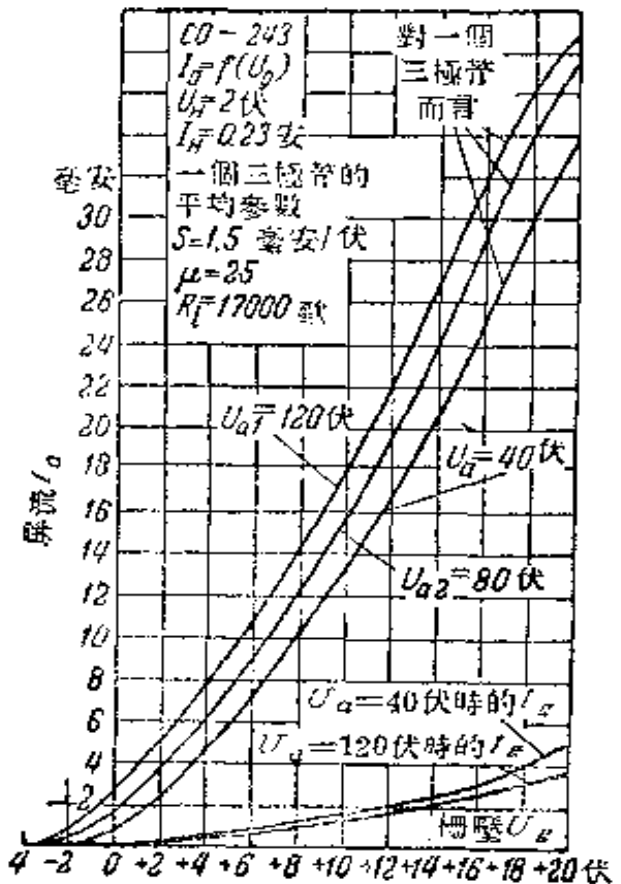


圖 5.1 電子管 60—243 的柵極特性曲綫族

許損耗的功率值。

屏極——控制柵極電路的電容 C_{ca} 這一電容（以微微法為單位）可能妨害電子管的工作，減小其放大或使信號失真。對高頻放大級、變頻器和本機振盪器中工作的電子管來說，這一電容尤其有害。因此，在上述高頻放大級等電路內都應用簾柵管（四極管和五極管），在這類電子管中，這種電容要比三極管的小得多。

第二節 無線電電子管的特性曲綫

電子管的特性曲綫分為兩種主要的型式，即柵極特性曲綫和屏極特性曲綫。

柵極特性曲綫 它表示在屏壓不變的情況下，屏流值隨控制柵壓值而變化的情況：

$$I_a = f(U_g),$$

式中： I_a ——屏極電流；

U_g ——控制柵極電壓。

在不同屏壓的情況下取得的許多條這樣的特性曲綫，如畫在同一坐標圖上，就稱為特性曲綫族。圖5.1所示即為電子管CO-243的柵極特性曲綫族。在水平軸上標有電壓數值，單位為伏；在垂直軸上則標有屏流數值，單位為毫安。

屏極特性曲綫 它表示在控制柵壓不變的情況下，屏流隨屏壓而變化的情況：

$$I_a = f(U_a)。$$

圖5.2上所示為電子管955的屏極特性曲綫族。在此特性曲綫圖上，水平軸上標有屏壓數值；垂直軸上則標有屏流數值。

應用柵極或屏極特性族，很容易決定各項主要參數、有效的不

失真功率、最大輸出的條件、電子管在一定工作狀態下所引起的失真數值、以及其它許多數據。

用特性曲綫決定各項參數 爲了決定各參數，可在兩條屏極特性曲綫間畫一三角形 ABC （圖5.2）。在這個三角形上， AB 綫段表示 ΔU_a ，它等於 B 點和 A 點的屏壓值之差，即 $100 - 50 = 50$ 伏。

在現在講的情況下，以與經過 AC 點的特性曲綫相當的柵壓值，減去與經過 B 點的特性曲綫相當的柵壓值，就可以求得 ΔU_g 的數值。此時要取這個差數的絕對值。上述第一特性曲綫是在柵壓0伏時畫出的，而第二曲綫是在-2伏時畫出的。因此， $\Delta U_g = 0 - (-2) = 2$ 伏。

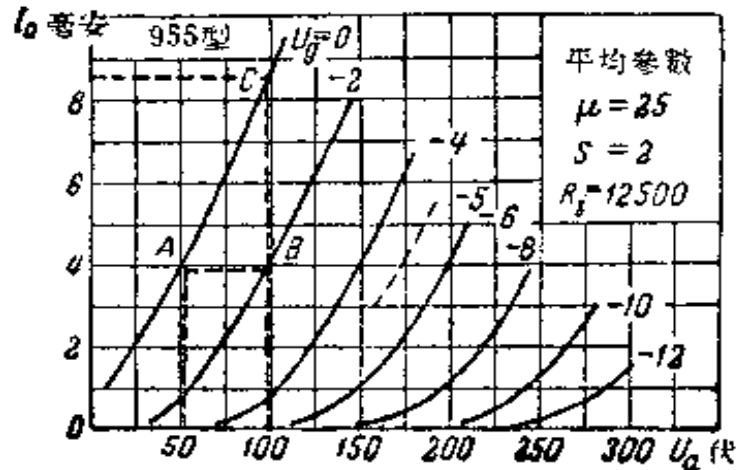


圖 5.2 電子管 955 的屏極特性族

綫段 BC 決定 ΔI_a ， ΔI_a 的數值是以 C 點的屏流值減去 B 點的屏流值而得出的。在目前講的情況下，

$$\Delta I_a = (8.5 - 4) \text{ 毫安} = 4.5 \text{ 毫安。}$$

現在我們來計算各項參數：

$$\mu = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g} = \frac{50 \text{ 伏}}{2 \text{ 伏}} = 25;$$

$$S = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_g} = \frac{4.5 \text{ 毫安}}{2 \text{ 伏}} = 2.25 \text{ 毫安/伏};$$

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} = \frac{50 \text{ 伏}}{4.5 \text{ 毫安}} = 11000 \text{ 歐。}$$

計算各參數用的三角形，也可以畫在其它兩特性曲綫之間，但爲了取得正確結果，此三角形應畫在特性曲綫的直綫部分。因此，我們剛才算出的參數所以有點不太準確，是由於三角形畫得不夠準確，跑到了特性曲綫的曲彎部分所致。

用柵極特性曲綫決定各項參數的情形，可從圖 5.3 上看得很清楚。

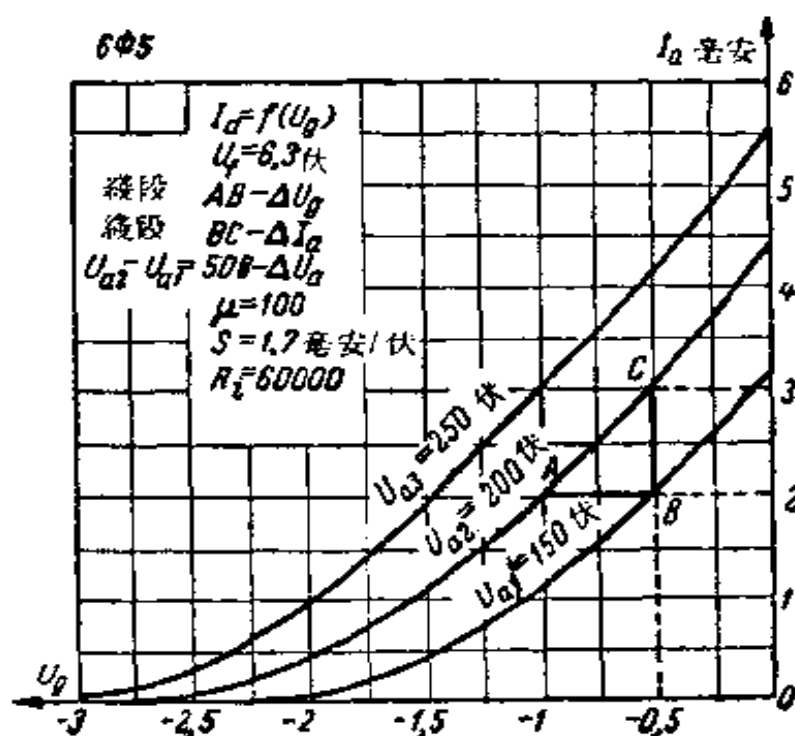


圖 5.3 用電子管柵極特性曲綫決定各參數

電子管各參數與其工作狀態的關係 電子管的各基本參數，僅在特性曲綫一固定段落上和處在該電子管的正常工作狀態下，方是固定不變的。實際上電子管的工作狀態可以在一定的範圍內變化，因此，了解電子管各參數的變化情形是極其重要的。這些數據可以從專門繪製的特性曲綫中得到。

爲了舉例說明，我們在圖 5.4 上畫出了電子管 6Φ5 的各基本參

數隨柵壓變化而變化的曲綫；在圖5.5上則畫出了電子管6K7的各基本參數隨其簾柵壓變化而變化的曲綫。這些曲綫能幫助我們選擇為完成某種任務所必需的最合適工作狀態。

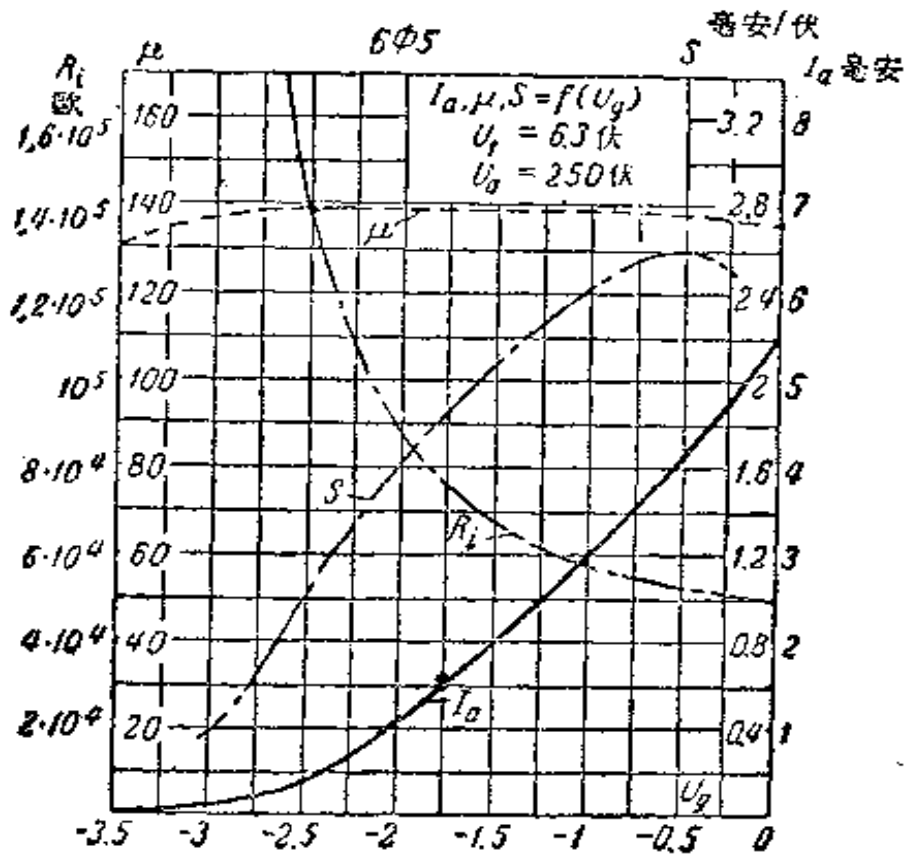


圖 5.4 電子管 6φ5 的各項參數與柵極電壓間的關係曲綫

對簾柵管（四極管）而言，最重要的是要知道各項參數隨簾柵壓而變化的情形。

動特性曲綫 在工作條件下，即屏極電路裏接有負載時，電子管的所有參數都將與靜態下的參數不同。這是因為電子管的屏極電壓始終都隨着屏流的數值而變化的緣故。估計到負載影響而繪出的柵極特性曲綫和屏極特性曲綫，都稱為動態特性曲綫。圖 5.6 所示為屏極電路內接有大阻值歐姆電阻時所得柵極動態特性曲綫的一個例子。這一曲綫的斜度可以說明負載的大小：負載電阻愈大，曲綫

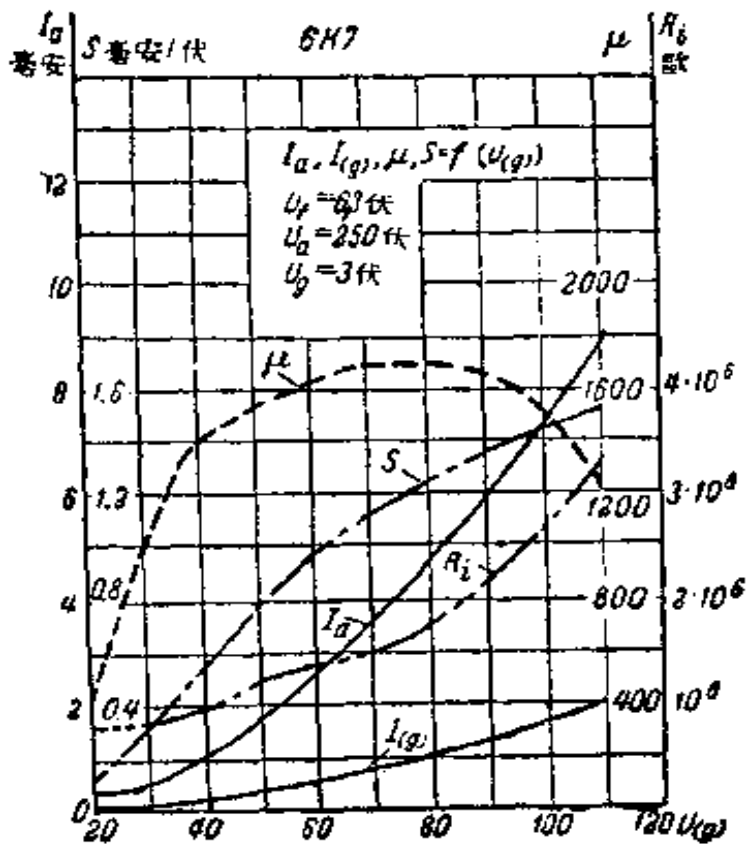


圖 5.5 電子管 6K7 的各參數隨其
 簾柵壓變化而變化的情形

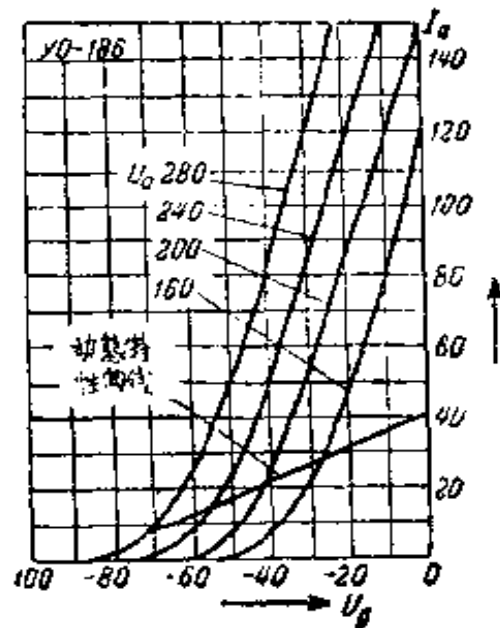


圖 5.6 電子管的動態特性曲線

愈平。動態參數可以測量出來，或按公式計算出來。爲了舉例說明，我們在下面舉出電子管以歐姆電阻爲負載時的互導和放大係數的計算公式：

$$S_d = \frac{S}{1 + \frac{R_a}{R_l}}; \quad \mu_d = \frac{\mu}{1 + \frac{R_a}{R_l}}$$

由此可知，負載電阻愈大，互導和放大係數愈小。

用特性曲線作近似計算 我們找一下能使電子管 6Y0—186 放大級正確工作所必需的條件（圖 5.7）來作一個例子。此電子管的工作區域是由下面幾條綫來劃定的：左邊是 $U_a = 0$ 的曲綫，在這條綫外邊將是產生柵流的區域；右邊是垂直的虛綫 FF，這相當於從

電子管構造特點考慮所能允許的最大屏壓界限：上邊是 P_{maxc} 的曲綫，它相當於屏極上能允許的最大損耗功率界限；下邊是水平虛綫 NN ，它截割掉特性曲綫的下部彎曲段落。 NN 綫畫得愈高，電子

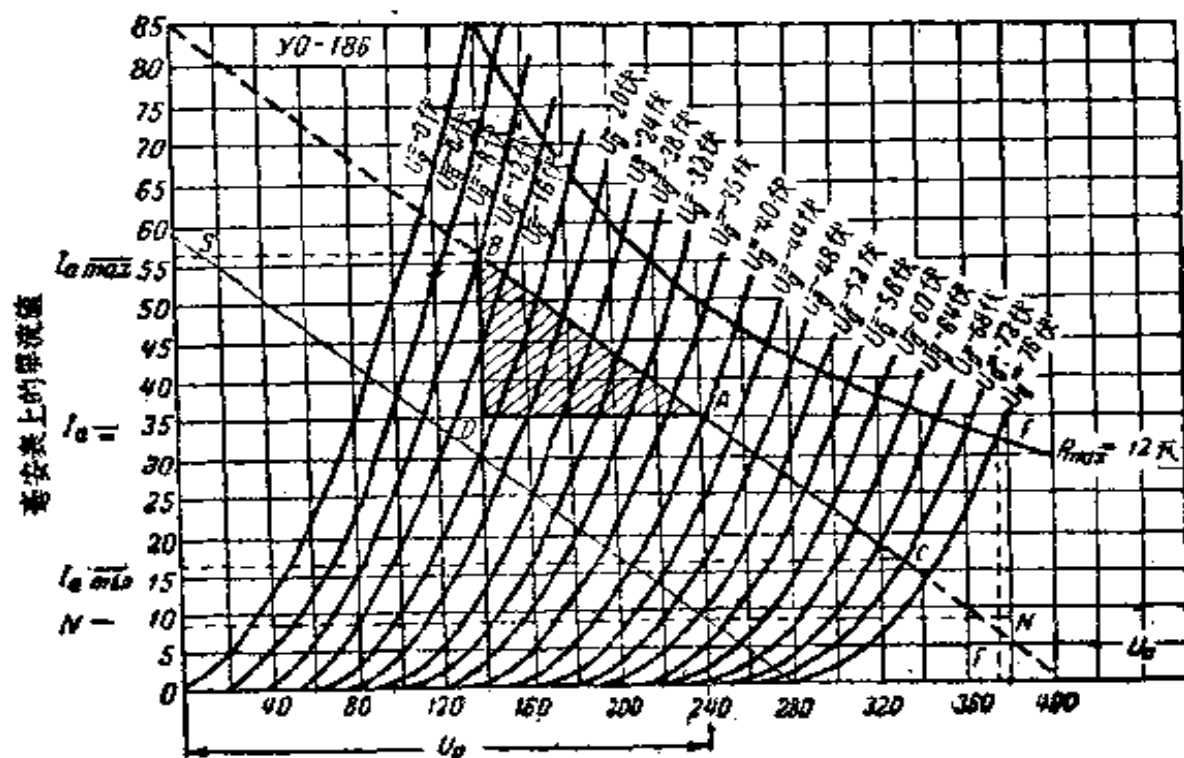


圖 5.7 電子管 $6Y0-186$ 放大級工作狀態的確定

管在該工作狀態下所引起的非綫性失真就愈小，但電子管的輸出功率也就愈小。我們再選擇工作點 A ，其位置根據正常工作屏壓和柵偏壓來決定。在現在這種情況下，正常工作屏壓為 $U_a = 240$ 伏；正常柵偏壓為 $U_g = -40$ 伏。經過工作點 A 引一負載綫 ABC ，其斜度由電子管屏極負載電阻的阻值決定。延長 ABC 綫，使與兩坐標軸相交，則得出 440 伏和 85 毫安兩點；這就相當於負載為 $\frac{440}{0.085} = 5200$ 歐。工作點 A 左右兩邊沿負載特性曲綫的工作段的大小決定於加在柵極上的交流電壓的振幅。 A 點屏流中的直流成分值為 35 毫安。電子管所能輸出到外部電路的功率決定於工作三角形（有陰影的三角

形)的面積。

第三節 電池收音機用無綫電電子管的數據

電池收音機中用的電子管分爲下列幾類：

1. 四伏老式電子管；
2. 二伏老式電子管；

一伏類電池收音管的基本數據

表 5.1

電壓、電流及各項參數	1K1H	1A1H	1B1H	2H1H
燈絲電壓，伏.....	1.2	1.2	1.2	1.2
燈絲電流 ^① ，毫安.....	60	60	60	120
屏壓，伏.....	90	90	90 ^②	90
簾柵壓，伏.....	45	45	3.0 ^③	90
控制柵壓，伏.....	0	0	0	-4.5
屏流，毫安.....	1.8	0.8	—	9.5
簾柵流，毫安.....	0.65	1.9	—	2.1
本機振盪柵極電流 ^④ ，毫安.....	—	0.15	—	—
內阻(兆歐).....	0.8	0.8	—	0.1
互導(毫安/伏).....	0.75	0.25 ^⑤	—	2.15
負載電阻(兆歐).....	—	—	1.0 ^⑥	0.01 ^⑦

附註：① 表中所示燈絲電流是近似值。所示電子管 2H1H 的燈絲電壓和電流是指其兩部分燈絲並聯時的情況。

② 實際屏壓要比表中所示小一數值，該數值即等於負載電阻上的電壓降。

③ 所示數值爲接在簾柵電路內的電阻值，即當電池電壓爲 90 伏時所需的兆歐數。

④ 本機振盪柵極的洩漏電阻爲 0.1 兆歐。電子管 1A1H 的連接電路圖與電子管 6A10 和 6S47 的連接電路圖相似。

⑤ 變頻互導。

⑥ 級放大爲 50。

⑦ 輸出功率等於 0.27 瓦。



2H2M, 2H2M, CO-241



2П4M, 2П3M



2P2M, YB-240



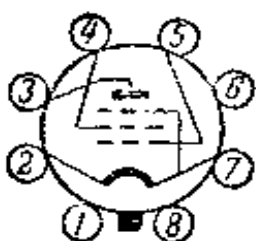
CB-242



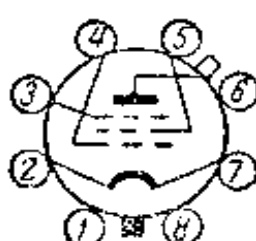
CB-245



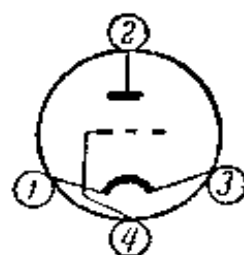
CO-243



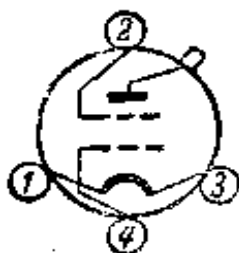
CB-244, CB-250



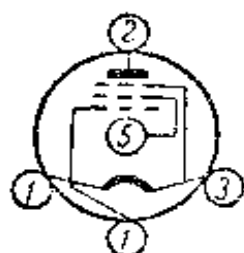
CO-257



YD-104, YB-107, YB-110
YB-132, YB-152, YD-186



CB-112, CB-147
CB-151, CB-154



CB-153



CB-194

圖 5.8 電池電子管的管座圖

舊 型 號	型 式	電 池 電				
		燈 電 壓 (伏)	絲 電 流 (毫安)	屏 壓 (伏)	簾 柵 壓 (伏)	偏 壓 (伏)
YB-107	四 伏 類 三 極 管	4	75	160	—	-2.0
YB-110	三 極 管	4	75	160	—	-1.5
CB-112	高 頻 四 極 管	4	75	160	60	-1.0
YB-132	末 級 三 極 管	4	150	160	—	-8.0
CB-147	高 頻 四 極 管	4	150	160	60	-1.0
YB-152	二 伏 類 三 極 管	2	110	120	—	-4.0
CB-154	高 頻 變 壓 四 極 管	2	110	160	80	-1.0
CB-155	末 級 五 極 管	2	220	120	100	-4.0
CB-194	雙 三 極 管	2	300	120	—	0
2K2M	二 伏 小 型 管 高 頻 五 極 管	2	60	120	70	-1
2K2M	高 頻 變 壓 五 極 管	2	60	120	70	-0.5
2H4M	末 級 五 極 管	2	120	120	80	-4
2H9M	末 級 集 射 四 極 管	2	1000	250	150	-6
2P2M	三 極 管	2	60	120	—	-4
YB-240	三 極 管	2	120	120	—	-2.5
CB-242	七 極 變 頻 管 ^①	2	160	120	70	0
CO-243	雙 三 極 管 ^②	2	240	120	—	-2
CB-244	末 級 五 極 管	2	190	120	120	-2.5
CO-257	振 盪 五 極 管	2	275	200	100	-7.0
CB-258	末 級 五 極 管	1.8	320	160	120	-6.0

附註：① 表中所示電子管 CB-242 的互導是指其變頻互導。

② 表中所示電子管 CO-243 的各數據是指該管中的一個三極管在 8000 歐，兩個三極管的最大允許耗損功率總和等於 3 瓦，偏壓

子 管

表 5.2

屏流 (毫安)	屏極流 (毫安)	互導 S (毫安/伏)	放大係數 μ	內阻 R_i (歐)	負載電阻 R_a (歐)	輸出功率 P_{Σ} (瓦)	屏極最大允許耗功率 $P_{a \text{ макс}}$ (瓦)	屏極-控制極電容 C_{ag} (微微法)
8.0	—	1.35	12	9000	—	—	2.0	4.0
3.8	—	1.2	25	20000	—	—	2.0	3.3
1.25	0.2	0.5	500	1000000	—	—	1.0	0.03
12.0	—	2.0	8.5	4250	5000	0.25	3.0	5.0
2.8	1.0	1.0	650	650000	—	—	2.0	0.04
5.0	—	2.0	12	6000	—	—	2.0	4.5
3.5	1.3	1.25	500	400000	—	—	1.0	0.04
10.0	1.8	2.2	200	90000	8000	0.25	4.0	0.5
5.6	—	2.5	23	—	3000	1.0	2.5	—
1.0	0.3	0.8	1200	1500×10^3	—	—	0.5	0.02
2.0	0.6	0.95	950	1000×10^3	—	—	0.5	0.02
7.0	2.0	2.0	125	60000	12000	0.25	2.5	0.7
35	1.5	2.5	100	40000	2500	6.0	8.0	0.6
2.0	—	1.2	20	16000	—	—	0.8	3.5
1.5	—	1.3	22	17000	40000	0.02	0.6	2.7
2.2	2.2	$S_c=0.45$	—	150000	—	—	0.7	0.45
1.2	—	1.1	32	32000	4000	0.8	1.5	3.4
4.0	0.75	1.8	270	150000	30000	0.15	1.5	0.5
14.0	2.5	1.8	200	110000	6000	1.25	2.5	0.06
10.0	1.7	2.0	175	80000	20000	0.45	2.0	0.5

甲類工作狀態時的情況。如用在乙類推挽式電路中，則兩屏極間的轉移電阻等於等於 0；屏流等於 6 毫安。

- 3. 二伏小型電子管；
- 4. 一伏拇指管。

四伏電子管基本上是一種舊式的電子管，它僅用在很早出品的設備中。這類電子管計有五種型式，其型號中的字母和數字所代表的意義如下。第一字母——電子管的用途：Y 表示放大器，C 表示特種用途的；第二字母——陰極型式：B 代表是鉍的，O 代表是氧化物的；在字母後面的數字則為工廠的出品序號。

舊式二伏電子管要比四伏電子管完善得多，但它也和四伏電子管一樣，尺寸較大，並且也是四腳管座的。此類電子管計有四種型式，它的型號表示方法和四伏類電子管一樣。在設計無線電設備時，不要去考慮用這類電子管。在已有的設備內，可以用它來代替二伏小型電子管。

二伏小型電子管的管座有八個管腳，它的特點是尺寸較小。此類電子管的管泡是玻璃的，上面塗有一層青銅或銅的屏蔽層。

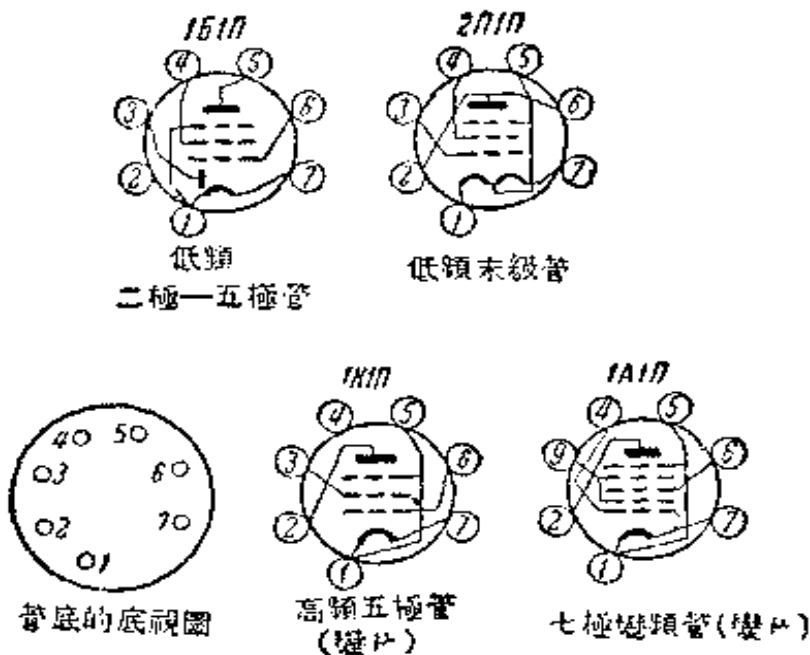


圖 5.9 拇指式電池電子管的管座圖

上述幾類電子管的數據見表5.2；管座圖則見圖5.8。

拇指管是用於電池式無線電設備中的一種小巧的電子管。這類電子管的參數列於表5.1，管座圖則示於圖5.9。

第四節 交流收音機用無線電電子管的數據

交流收音機上用的電子管可分為下列幾類：

1. 四伏電子管；
2. 六伏電子管；
3. 高燈絲電壓電子管；
4. 二極整流管。

四伏電子管已經過時了，在新式構造的收音機中最好不要用這類電子管。這類電子管構造上的特點是尺寸大，管座是老式的四脚、五脚或七脚管座。所有這類的電子管（Y0—186除外）都可以用六伏電子管代替，而且效果良好。

六伏電子管，按其品種來說是最完備的了。所有這類電子管的管座都有八個管脚。現將這類電子管的符號解釋如下：第一個數字表示燈絲電壓；數字後面的第一個字母表示電子管的用途；該字母後面的數字表示電極數。末尾附帶的字母則表示真空管的結構：例如C——普通尺寸的玻璃管；M——小尺寸的玻璃管； π ——“橡實”型電子管。如果不帶附加的字母則表示電子管是金屬外殼的一種。

有幾種型式電子管的符號有兩個字母，其中第一個字母是S（例如6SK7）或A（例如6AC7）。這就是所謂單管座的電子管，這種管子的頂部沒有管座（管帽），控制柵極乃由下部管座上的一個管脚上引出。它們的主要優點是尺寸小；因為沒有管帽，故不易發生機械上的損傷；工作比較穩定，此一優點在應用於短波時特別

交 流 電 子 管

茲 型 號	型 式	燈	絲	屏	簾	偏
		電 壓 (伏)	電 流 (安)	壓 (伏)	柵 壓 (伏)	壓 (伏)
		四		伏		電
VO-104	末級三極管	4.0	0.7	240	—	-35.0
CO-118	三極管	4.0	1.0	240	—	-3.0
PO-119	三極管	4.0	1.0	240	—	-10.0
CO-112	末級五極管	4.0	1.0	240	140	-12.0
CO-124	高頻四極管	4.0	1.0	160	80	-1.5
CO-148	高頻變壓四極管	4.0	1.0	160	60	-1.0
CO-182	高頻變壓五極管	4.0	1.0	160	80	-1.5
CO-183	七極變頻管	4.0	1.0	240	100	-2.0
CO-183	雙二極三極管	4.0	1.0	240	—	-4.0
VO-186	末級三極管	4.0	1.0	250	—	-37.0
CO-187	末級五極管	4.0	2.0	250	250	-6.0
CO-193	雙二級五極管	4.0	1.0	240	120	-6.0
		六		伏		電
6A8	七極變頻管	6.3	0.3	250	100	-3.0
6E8M	雙二極五極管	6.3	0.3	250	125	-3.0
6F7	雙二極三極管	6.3	0.3	250	—	-3.0
6E5	電子指示管	6.3	0.3	250	—	-8.0(0°)
6X7	高頻五極管	6.3	0.3	250	100	-3.0
6K7	高頻變壓五極管	6.3	0.3	250	125	-3.0
6N7	七極混頻管	6.3	0.3	250	100	-3.0
6A6	集射四極管	6.3	0.9	250	250	-14.0
6J6C	全上	6.3	0.9	250	250	-14.0
6H7	B類雙三極管	6.3	0.8	500	—	0
6H3C	集射四極管	6.3	0.9	250	250	-14.0
6C5	三極管	6.3	0.3	250	—	-8.0
6D3	三極管	6.3	0.3	250	—	-2.0
6D5M	全上	6.3	0.3	250	—	-2.0
6D6	末級五極管	6.3	0.7	250	250	-16.5
6D6M	末級五極管	6.3	0.7	250	250	-16.5
6D6C	全上	6.3	0.7	250	250	-16.5

的參數

表 5.3

屏流 (毫安)	簾柵流 (毫安)	互導 S (毫安/伏)	放大係數 μ	內阻 R_i (歐)	負荷電阻 R_{Lz} (歐)	輸出功率 P_{Σ} (瓦)	屏極最大允許損耗率 $P_{a_{max}}$ (瓦)	屏極和柵極間的電容 C_{ag} (微微法)
子 管								
40.0	—	3.2	4	1,250	2,500	1.5	12.0	10.0
6.0	—	1.75	34	20,000	—	—	2.0	2.6
12.0	—	1.7	12	7,000	—	—	5.0	2.0
19.0	7.0	1.7	120	70,000	20,000	1.0	4.0	0.35
10.0	3.0	1.9	350	185,000	—	—	—	0.005
7.5	1.5	1.6	320	200,000	—	—	—	0.005
4.2	1.4	2.25	1,500	700,000	—	—	—	0.008
1.0	8.0	2.6	—	125,000	—	—	—	0.25
5.0	—	1.5	35	24,000	—	—	—	2.2
57.0	—	3.2	4	1,200	3,000	1.5	15	8.2
37.5	10.0	7.5	600	90,000	7,000	2.5	15	1.0
7.0	1.2	2.0	300	150,000	—	—	5.0	0.18
子 管								
3.5	2.7	$S=0.55$	—	360,000	—	—	1.0	0.06
9.0	2.3	1.3	—	600,000	—	—	2.5	0.005
1.1	—	1.2	70	58,000	—	—	2.0	1.5
0.2	—	—	—	—	—	—	—	3.5
2.0	0.5	1.2	—	$1,000 \times 10^3$	—	—	0.75	0.008
7.5	1.8	1.45	—	800,000	—	—	2.25	0.005
2.4	7.1	$S_e=0.38$	—	600,000	—	—	1.75	0.005
72.0	5.0	6.0	135	22,500	2,500	6.5	20	0.4
72.0	5.0	6.0	135	22,500	2,500	6.5	20.5	0.5
35	—	—	24	—	8,000	10.0	11	2.4
72.0	5.0	6.0	150	25,000	2,500	5.5	20.5	1.0
8.0	—	2.0	20	10,000	—	—	2.6	2.0
0.9	—	1.5	100	66,000	—	—	0.4	2.0
0.9	—	1.5	100	66,000	—	—	0.4	2.6
34.0	7.0	2.5	—	78,000	7,000	3.2	10	0.6
34.0	7.0	2.5	—	78,000	7,000	3.2	10	—
34.0	7.0	2.5	—	78,000	7,000	3.2	10	—

舊型號	型式	燈絲		屏壓 (伏)	屏極壓 (伏)	偏壓 (伏)
		電壓 (伏)	電流 (安)			
6X8	雙二極管	6.3	0.3	117	—	—
6V6-C	集射四極管	6.3	0.45	250	250	-12.5
6J5	三極管	6.3	0.3	250	—	-8.0
6SA7-GT, 6A10	七極混頻管	6.3	0.3	250	100	0
6SJ7	高頻五極管	6.3	0.3	250	100	-3.0
6SK7, 6K9	高頻變 μ 五極管	6.3	0.3	250	100	-3
6SQ7	雙二極三極管	6.3	0.3	250	—	-3.0
6H8M, 6SN7-GT	雙三極管	6.3	0.6	250	—	-8
6SG7	高頻變 μ 五極管	6.3	0.3	250	125	-3.0
6D9M, 6SL7	雙三極管	6.3	0.3	250	—	-2
6SH7	高頻五極管	6.3	0.3	250	125	-3.0
6AB7, 1853	電視五極管	6.3	0.45	300	200	-3.0
6AC7, 1852	全上	6.3	0.45	300	200	-2.0
6AG7	全上	6.3	0.6	300	200	-3.0
954	超短波“椽實”五極管	6.3	0.15	250	100	-3.0
956	全上(變 μ 的)	6.3	0.15	250	100	-3.0
955	超短波“椽實”三極管	6.3	0.15	180	—	-5.0
Z-62A	高頻五極管	6.3	0.5	250	100	-2.4
		高		壓		壓
12A6	末級集射四極管	12.6	0.15	250	250	-7.5
30H1M	末級集射四極管	30	0.3	110	110	-7.5
1-411	振盪五極管	10/20	0.6/0.3	400	250	-50.0

附註: 1. 表中所示6A8和6SA7二電子管的互導是指其變頻互導而言。
 2. 表中所示電子管6E5的極偏壓是陰影扇面收縮到極限時的數值。
 3. 表中所示電子管6H7的數據是指其B類工作狀態而言。所示屏流是指沒有信號輸入時的總數值。所示負載電阻是指應用推挽電路時的情形(即兩屏極之間的轉移負載電阻)。

表中所指屏極上的最大允許損耗功率是指兩個屏極的總數值。
 電子管6H7的每一三極管工作在A類時(屏極電壓=250伏, 極偏

(續) 表 5.3

屏 流 (毫安)	簾 柵 流 (毫安)	互 導 S (毫安/伏)	放 大 係 數 μ	內 阻 R_i (歐)	負 荷 電 阻 R_a (歐)	輸 出 功 率 P_K (瓦)	屏極最大 允許損耗 率 $P_{a, \text{max}}$ (瓦)	屏極和槽 間電容 C_{ag} (微微法)
8.0	—	—	—	—	—	—	—	—
45	4.5	4.1	—	52,000	3,000	4.5	12	0.7
9.0	—	2.6	20	7,700	—	—	2.5	—
3.5	8.5	$S_c=0.45$	—	1,000,000	—	—	—	0.13
3.0	0.5	1.3	1,650	$1,000 \times 10^3$	—	—	0.75	0.006
9	2.6	2.5	1,600	800,000	—	—	3	0.06
1.1	—	1.2	70	50,000	—	—	2.0	1.5
9.0	—	2.6	20	7,700	—	—	2.5	2.8
—	—	4.0	—	900,000	—	—	—	—
2.3	—	1.6	70	44,000	—	—	1	3.0
—	—	4.9	—	900,000	—	—	—	—
12.5	3.2	5.0	—	700,000	—	—	3.0	0.02
10.0	3.0	9.0	—	750,000	—	—	3.0	0.02
30	7.0	11.0	—	130,000	10,000	—	9.9	0.06
3.0	0.7	1.6	1,800	12,000	—	—	1.2	0.018
3.0	0.6	1.6	1,600	11,000	—	—	1.2	0.018
4.3	—	2.0	25	12,500	20,000	0.16	1.5	1.4
10	2.5	7.5	—	$2,000 \times 10^3$	—	—	—	—
極 電 子 管								
45.0	4.0	8.5	—	10,000	2,000	1.6	7.0	—
50	8.0	9.0	110	30,000	2,000	2	7	0.25
48.0	12.0	2.8	380	100,000	8,500	25以下	20.0	0.1

電壓=5伏) 的各項參數如下: 互導=1.5 毫安/伏; 放大係數=35; 內阻為 16 千歐。

4. 表中所示電子管 6H8M 的各項數值是指一個三極管而言。

5. 表中電子管 6X6 的屏極電壓, 是指其每一屏極的最大允許交流電壓(以有效值數目)所示屏流則為每半電子管的最大屏流電流。表中所列各電子管(末級三極管 6X186 除外)都有加熱陰極。電子管 6A8、6AC7、6AG7、6AK7、6K7、6Q5、6SA7 是金屬管的; 其餘電子管則都是玻璃管的。

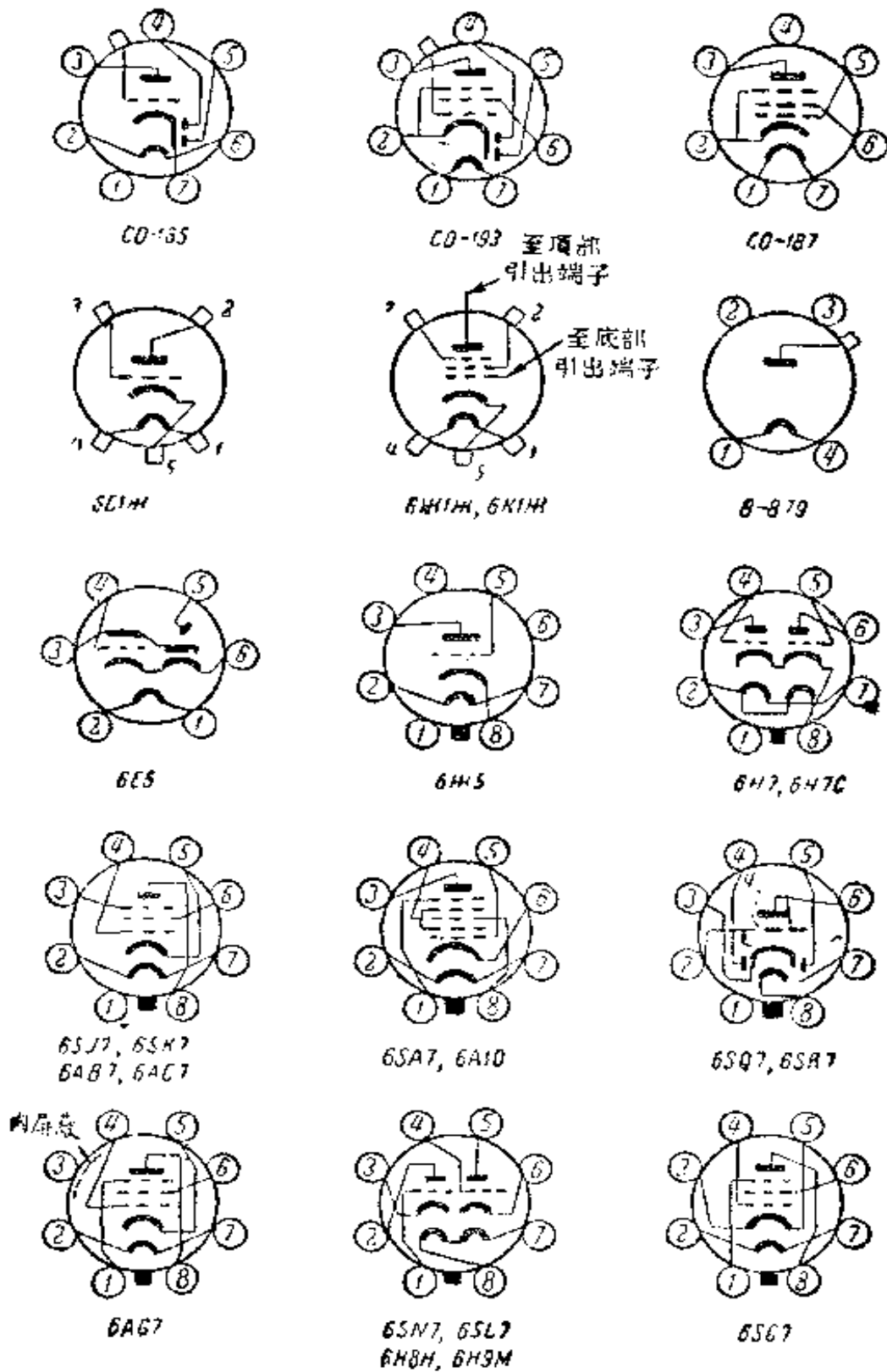
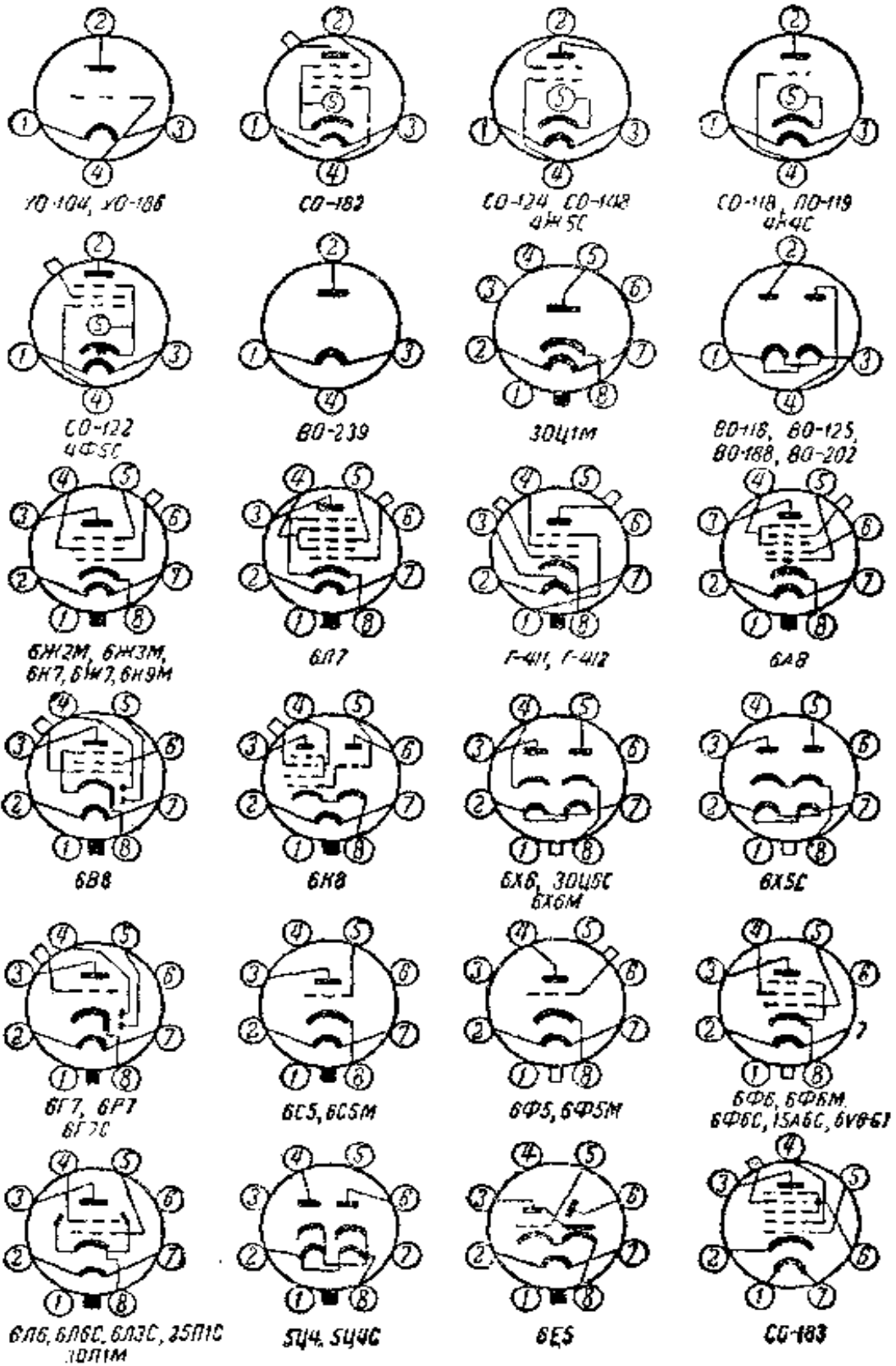


圖 5.10 交流電



子管的管座圖

顯著。A類電子管的特點是互導很大；它主要用在電視設備和超短波設備中。這類電子管符號中的第二個字母是表示該管的用途，和上述六伏電子管符號中的字母所代表的意義相似。

二極整流管和充氣整流管的數據

表 5.4

舊 型 號	型 式	加熱法	燈 絲		每個屏極 上的最大 允許交流 電壓的有 效值(伏)	最大整 流電流 (毫安)	最大允 許的反 電壓的 額定值(伏)
			電壓 (伏)	電流 (安)			
1U1	單屏極高壓二極整流管	直熱	0.7	0.18	5000	1	15000
5U4C	雙屏極二極整流管	旁熱	5	2	350	125	1400
6X5C	"	"	6.3	0.6	325	70	1250
30U6C	"	"	30	0.3	250	90	700
BO-116	"	直熱	4	2	400	115	1200
5U4-C	"	"	5	3	450	225	1500
BO-188	"	"	4	2.2	500	150	1300
BO-239	單屏極二極整流管	"	4	2.2	750	180	1800
30U1M	"	旁熱	30	0.3	250	90	500
B-360	"	"	3.6	0.85	300	50	800
BΓ-129	單屏極充氣整流管	直熱	2.5	9	—	500	5000
BΓ-0.25/1500	雙屏極充氣整流管	"	5.0	3	450	225	1550
2×2/879	單屏極高壓二極整流管	旁熱	2.5	1.75	4500	7.5	12500

- 附註: 1. 高壓二極整流管 1U1 和 2×2/879 用以供電給示波器和電視接收機中的電子射綫管的屏極。
2. 二極整流管 1U1、BO-188、BO-239、B-360 和充氣整流管 BΓ-129 和 BΓ-0.25/1500 的陰極都是直熱式氧化物陰極。
3. 二極整流管 BO-239 內包含兩個屏極和兩個陰極，它們已在管座內成對地聯接在一起。
4. 充氣整流管 BΓ-129 和 BΓ-0.25/1500 應用在無線電發信機和大功率擴大器供電用的整流設備中。
5. 表中所示二極整流管 1U1 的反電壓的最大允許振幅是大約數值。
6. 二極整流管 30U6C 有分開的兩個陰極，故它可以應用在倍電壓電路中（此時每個屏極的最大整流電流為 90 毫安）。
7. 上表所列各電子管都是玻璃管的。

高燈絲電壓電子管和燈絲電流為 0.3 安培的六伏電子管，都用在無變壓器的（通用電源的）收音機中。這種收音機中所有電子管（包括整流管在內）的燈絲都串聯在一起。高燈絲電壓電子管的代表符號和六伏類電子管相同。

四伏二極整流管用來與老式四伏電子管配在一起工作，但也完全可以將它與金屬電子管配在一起應用。這種二極整流管有一個四腳管座。燈絲電壓為 5、6.3 和 30 伏的二極整流管是較為新式的整流管；它屬於六伏類收信放大電子管一類，其管座是八腳的。二極整流管 *B-889* 和 *B-878* 是高壓的。這類整流管適用於電視設備中。

交流收信放大電子管的參數列於表 5.3；二極整流管和充氣整流管的參數列於 5.4。交流電子管的管座圖畫在圖 5.10 上。

第五節 電子管的代換

這一節內，我們將對代換電子管的問題上作一些說明；並用表列出幾種電子管互換的可能方式。

四伏類 *VB* 型和 *CB* 型直流電子管現在已經過時，並且不再製造了。用這種電子管裝配的設備也成為老式的了，所以把這些老式電子管都換成新式電子管是不合適的，況且如要更換，還得對整部機器加以很大的改裝。用小型新式電子管來更換這種電子管的幾種可能方式列於表 5.5。但是無論怎樣更換，總得用轉接器，或換掉機器本身的電子管插座；並且要設計新的供電方式。

用老式二伏電子管裝置的收音機，如 *БН-23А*、*РПК-9* 和 10 等的數量很多；更換此類電子管頗為簡單，而且效果也很好。用小型電子管來替換這類電子管，在大多數情況下都能獲得十分滿足的

電子管的可能更換方式

表 5.5

被換電子管	用來更換的電子管	附註
YB-107 YB-110 YB-132	YB-240 YB-240、CO-243 (用其中一個三極管) CB-244、CB-253 (接成三極管應用)	更換電子管插座和燈絲電壓。
CB-112 CB-147	2K2M 2K2M	更換電子管插座、燈絲電壓，選擇工作方式。
YB-152 YB-154 CB-155	YB-240、2K2M (接成三極管應用) 2K2M、2K2M CB-244或CB-258	更換電子管插座。如工作方式選得正確，這種更換差不多是等值的。
CO-118 CO-148 CO-124 CO-122 CO-182	4H4C 4K5C 4K5C 4Φ6C 4K5C	直接換上即可，不需任何改裝。 更換是等值的。
CO-183 CO-193	6A8 6F7	更換電子管插座、燈絲電壓，調整工作方式。
6K7 6Φ5 6F7 6Φ6	6K9 6F7 (用三極管部分) 6Φ5+X6 6J6、6J3、6V6	直接更換即可 轉換電子管插座， 用轉接器更換。 如果工作方式和整流器功率儲量選得恰當， 此種更換是等值的。
BO-116 BO-230 5U4C	BO-188 B-360 5U4-C	直接更換。 直接更換。 直接更換。

效果，並且可以節省電源的供電。如果電子管選得適當，那末，用一個轉接插座就可以更換電子管了，這時並不需改動機器的綫路。幾種可能的更換方式如表中所示。

四伏旁熱式電子管和老式直流電子管一樣，也已經是舊式的了。現在已製造出另一些型式的新式電子管，可用來代替CH型、3UC型及其它型高放式收音機中所需的電子管，並且不需將機器進行任何改裝。用新式的六伏電子管來改裝舊式機器，需要將綫路改動很多，所以不太合適。因此，本書不打算去敘述用新式六伏電子管來更換老式四伏電子管的方式了。

表 5.5 中也列出了幾種類似的電子管的可用的更換方式；這幾種更換方式並不需要太多地改動機器的綫路。

第六章

材 料

第一節 導綫 導綫和接綫的牌號

鋼繞綫的基本數據 允許負載

導體誘導電流的能力可以用導體的電阻率 ρ 來表示。導體的電阻率就是全長 1 公尺、截面積在全長中都是 1 公厘的該種導體在溫度為 15—20° 時所具有的電阻數值。表示電阻率的單位是歐姆·(公厘)²/公尺。

有時我們應用 ρ 的倒數，即電導率 γ ，用 $\frac{1}{\rho}$ 來表示，並稱它為姆歐（姆）。例如，銅的電阻率為 $\rho=0.0175$ 歐；而它的電導率則為 $\gamma = \frac{1}{0.0175} = 57$ 姆。

任意長度、任何截面積和任意材料的導體的電阻都可以用下列公式來計算：

$$R = \rho \frac{l}{q} \text{ 歐。}$$

$$\text{如爲圓導線, } R = \frac{1.27 \rho l}{d^2} = \frac{1.27 l}{d^2 \gamma} \text{。}$$

以上各式中： R ——導體的電阻，單位爲歐； l ——長度，單位爲公尺； q ——截面積，單位爲平方公厘； d ——直徑，單位爲公厘。 ρ 和 γ 列於表 6.1 上。

圓導體的截面積可用公式 $q = \frac{\pi d^2}{4} = 0.785 d^2$ 來計算，約近似

於 $q=0.8d^2$; 這裏 d ——導綫直徑, 單位為公厘; 而 q ——導綫截面積, 單位為平方公厘。

若根據截面來求直徑, 可用下列公式計算:

$$d = \sqrt{\frac{4q}{\pi}} = 1.13\sqrt{q}。$$

爲了要計算導綫的重量, 必先算出導綫的體積 (以立方公分爲單位), 然後再乘上比重 (見表6.1) 而求得。銅導綫的重量可用下列簡化的公式來計算, 其結果相當準確:

$$P = 8.9q \approx 7d^2,$$

式中: P ——1公尺長導綫的重量, 以克爲單位;

d ——導綫直徑, 以公厘爲單位;

q ——導綫截面積, 以平方公厘爲單位。

如需精確地測量導綫的直徑, 可應用千分尺; 用卡尺來量, 所

表 6.1

名 稱	20° 時的電導率 公尺/歐-平方公厘	20° 時的電阻率 歐-平方公厘/公尺	比重	熔解 溫度	0°—100° 溫度範圍 內的平均 溫度係數
銀.....	61.11	0.0161	10.4	961	0.0040
電解銅.....	59.52	0.0168	8.9	1083	0.0045
電工銅.....	57.00	0.0175	8.9	1083	0.0040
黃銅.....	50-15	0.02—0.08	8.5	—	0.0020
鋁.....	35.97	0.0278	2.85	658	0.0042
鋅.....	16.13	0.0620	7.0	419	0.0040
鐵.....	10.89	0.0918	7.9	1520	0.0062
錫.....	6.99	0.143	7.2	232	0.0044
鉛.....	4.52	0.221	11.4	327	0.0041
水銀.....	1.06	0.948	13.6	38.7	0.0003
蒸餾炭.....	0.138	7.25	1.88	—	0.0003

導線、接線和電纜的牌名一覽表

表 6.2

牌 名	牌 名 的 解 釋
АОЛ	汽車用浸漆紗套橡皮絕緣銅心照明纜
АРД	橡皮絕緣雙心電纜纜
АТСР	紗套雙層絲捆多股銅心插座接纜
ЗП	雙層浸漆紗包電鈴纜 (直徑為 0.5 公厘和 0.88 公厘)
ЛПРГС	浸漆紗套橡皮絕緣多股銅心導纜
ЛЭШО	用作高頻繞線的單絲包多股漆皮絕緣絞合纜 (辯纜)
ЛЭИД	用作高頻繞線的雙絲包多股漆皮絕緣絞合纜 (辯纜)
ПА	標準天線銅纜 (有 7 到 19 根單獨的金屬纜)
ПБ	數層電纜紙絕緣的銅繞纜。
ПБД	雙紗包銅繞纜
ПБО	單紗包銅繞纜
ПБДК	雙紗包康銅 (銀銅合金) 繞纜。
ПБТ	三層紗包銅纜
ПБОО	紗套單紗包銅纜
ПБОМ	單紗包錫銅繞纜
ПВГ-10	用於工作電壓 10000 伏的橡皮絕緣軟單心高壓電纜
ПМР	橡皮絕緣單心接纜 (心纜包含 12 到 35 根金屬纜)
ПР	浸漆紗套橡皮絕緣銅心導纜
ПР-380	用於額定電壓不超過 380 伏的單心橡皮絕緣導纜 (心纜包含 1 到 61 根金屬纜)
ПРГ	漆浸紗套橡皮絕緣銅心軟導纜
ПРД	紗包橡皮絕緣雙心軟導纜 (每一心纜包含 7 到 19 根金屬纜)
ПИИД	雙絲包銅繞纜
ПИО	單絲包銅繞纜
ПИОК	單絲包康銅繞纜
ПИИДМ	雙絲包錫銅繞纜
ПЭ	標準漆包銅繞纜
ПЭК	漆包康銅繞纜
ПЭБО	單紗漆包銅繞纜
ПЭШО	單絲漆包銅繞纜
ПЭБД	雙紗漆包銅繞纜
ПЭЛБО	單紗耐久漆包銅繞纜

牌 名	牌 名 的 解 釋
<i>ПЭЛБД</i>	雙絲耐久漆包銅繞綫
<i>ПЭЛНО</i>	單絲耐久漆包銅繞綫
<i>ПЭЛ-2</i>	優等耐久漆包銅導綫
<i>ПЭУ</i>	耐熱耐久漆包導綫
<i>МГБД</i>	雙紗包多心軟接綫
<i>МГБДО</i>	雙紗包多心軟接綫，外面套有外套（套子）
<i>МГШД</i>	雙絲包多心軟接綫
<i>МГШДО</i>	絲套雙絲包多心軟接綫
	附註：所有 <i>МГ</i> 牌導綫都用兩種數字來標示，例如： 12×0.07 或 26×0.1，前一數字表示導綫中的 心綫數目（在所舉例中即為 12 和 26）；後一 數字則表示每一心綫的直徑（在所舉例中即為 0.07 和 0.1）。
<i>ПМВ</i>	塑膠接綫，導流心綫——鍍錫銅綫；絕緣——氟化乙炔塑料 （各色的）
<i>ПМОВ</i>	塑膠紗包單心導綫
<i>ПМВГ</i>	塑膠紗包多心導綫

得結果的精確度要差一些。對於實際應用來說，應用下列方法計算導綫的直徑已足夠準確：其法是將導綫緊密地（一匝靠一匝地）繞在一個桿子（例如鉛筆）上，繞的長度為 1—2 公分，數出總匝數，然後再將總長度（其單位可化成公厘）除以總匝數，即能得出以公厘為單位的導綫直徑。

電阻的阻值和溫度有關。電阻阻值在溫度變化 1° 時所改變的數值（以歐為單位）稱為溫度係數。幾種應用最廣的導綫的平均溫度係數列於表 6.1。

允許負載 導綫的允許負載電流決定於它的工作條件和各零件（變壓器、扼流圈等）能允許發熱到某種溫度，這個溫度多半可達到 $50-60^{\circ}$ 。導綫在不良冷卻條件下的額定允許負載為 1 平方公厘

銅質繞綫的基本數據
(重量以公斤為單位, 直徑以公厘為單位)

表 6.3

淨銅綫的直徑 (公厘)	綫面積 (平方公厘)	100公尺長 的電阻 (歐姆)	ПЭ		ПШД		ПЭШО		ПБО	
			帶綫的直徑 (公厘)	100公尺帶綫 的總重量	帶綫的直徑 (公厘)	100公尺帶綫 的總重量	帶綫的直徑 (公厘)	100公尺帶綫 的總重量	帶綫的直徑 (公厘)	100公尺帶綫 的總重量
0.05	0.00196	929	0.06	0.0018	0.15	0.0033	0.11	0.0036	—	—
0.07	0.00385	473	0.08	0.0035	0.17	0.0052	0.13	0.0045	—	—
0.08	0.00502	363	0.09	0.0046	0.18	0.0061	0.14	0.0057	—	—
0.1	0.00785	224	0.15	0.0073	0.2	0.0103	0.165	0.0089	0.19	0.0092
0.12	0.01131	155	0.135	0.0104	0.22	0.0138	0.185	0.0123	0.21	0.0127
0.14	0.01539	114	0.155	0.014	0.24	0.0178	0.205	0.0165	0.23	0.0167
0.15	0.01767	99.4	0.165	0.0152	0.25	0.0201	0.215	0.0184	0.24	0.0188
0.16	0.02011	87.3	0.175	0.0183	0.26	0.0224	0.225	0.0206	0.25	0.0211
0.18	0.02545	68.8	0.195	0.0231	0.28	0.0276	0.245	0.0256	0.27	0.0262
0.2	0.03142	55.8	0.215	0.0285	0.32	0.0333	0.28	0.0312	0.29	0.0318
0.23	0.04155	42.3	0.250	0.0378	0.35	0.0429	0.31	0.0410	0.32	0.0413
0.25	0.04909	35.7	0.270	0.0445	0.37	0.0501	0.33	0.0480	0.34	0.0483
0.31	0.07548	23.3	0.340	0.0688	0.43	0.0749	0.40	0.0739	0.42	0.0743
0.35	0.09621	18.2	0.38	0.0874	0.47	0.0942	0.44	0.0924	0.46	0.0934
0.41	0.1320	13.3	0.44	0.12	0.53	0.127	0.50	0.126	0.52	0.1266
0.51	0.2043	8.59	0.545	0.185	0.63	0.194	0.61	0.192	0.62	0.1929
0.59	0.2734	6.43	0.63	0.247	0.71	0.257	0.69	0.256	0.7	0.2563
0.69	0.3739	4.7	0.730	0.342	0.81	0.354	0.79	0.353	0.8	0.3475
0.8	0.5026	3.49	0.850	0.449	—	—	0.91	0.461	0.91	0.4593
0.93	0.6793	2.58	0.98	0.612	—	—	1.04	0.627	1.94	0.6256
1.0	0.7854	2.24	1.05	0.707	—	—	1.12	0.723	1.15	0.7227
1.16	1.057	1.66	1.28	0.922	—	—	1.28	0.971	1.28	0.9674
1.25	1.227	1.55	1.26	1.022	—	—	1.32	1.038	1.37	1.122
1.35	1.431	1.22	1.41	1.288	—	—	1.47	1.31	1.47	1.306
1.45	1.651	1.06	1.51	1.486	—	—	1.57	1.51	1.57	1.504
1.56	1.911	0.918	1.62	1.718	—	—	—	—	1.68	1.738
1.81	2.573	0.683	1.87	2.310	—	—	—	—	1.93	2.334
2.02	3.2047	0.548	2.08	2.875	—	—	—	—	2.14	2.901

各種繞線密繞 1 公分長長度內的匝數

表 6.4

淨銅線的直徑 (公厘)	截面積 (平方公厘)	密繞 1 公分長長度內的額定匝數						
		ПЭ	ПШО	ПШД	ПЭШО	ПГО	ПБД	ПЭБО
0.05	0.00196	166	100	67	91	—	—	—
0.07	0.00385	125	83	58	77	—	—	—
0.08	0.005	111	77	55	71	—	—	—
0.1	0.00785	87	67	50	60	52	—	49
0.12	0.011	74	59	45	54	47	—	44
0.14	0.0154	64	52	41	49	43	—	41
0.15	0.0177	60.5	50	40	46	42	—	39
0.16	0.0201	58	47	39	44	40	—	38
0.18	0.0254	51	43	36	41	37	—	35
0.2	0.031	46	38	31	36	34	27	32
0.23	0.0415	40.0	34	28	32	31	25	29
0.25	0.049	37.0	32	27	30	29	24	28
0.31	0.0754	29.5	27	23	25	24	19	22
0.35	0.096	26	24	21	23	22	18	20
0.41	0.1320	23	21	19	20	19	16	18
0.51	0.2043	18.5	17.5	16	16	16	14	15
0.59	0.2734	16	15.5	14	14.5	14	12.5	13.5
0.69	0.3739	14	13.5	12	12.5	12	11	12
0.8	0.503	12	—	—	10	11	10	10.5
0.93	0.679	10	—	—	9.5	9.5	9	9
1.0	0.785	9.5	—	—	9	9	8	8.5
1.16	1.057	8	—	—	8	8	7	7.5
1.25	1.227	8	—	—	7.5	7.5	7	7
1.35	1.431	7	—	—	7	7	6	6.5
1.45	1.651	6.5	—	—	6.5	6	6	6
1.56	1.911	6	—	—	—	6	5.5	6
1.81	2.573	5.5	—	—	—	5	5	5
2.02	3.205	5	—	—	—	4.5	4	4.5

密繞線圈的 1 平方公分截面積中所通過的匝數 表 6.5

淨線徑的直徑 (公厘)	繞圈 1 平方公分截面內所有的匝數				
	ПЭ	ПШО	ПЦД	ПБО	ПБД
0.08	8,200	5,700	3,520	—	—
0.1	5,700	4,250	2,800	2,070	—
0.12	4,000	3,320	2,280	1,720	—
0.14	3,130	2,650	1,900	1,470	—
0.15	2,800	2,400	1,720	1,360	—
0.16	2,500	2,170	1,600	1,260	—
0.18	2,070	1,800	1,360	1,100	—
0.2	1,720	1,530	1,180	940	665
0.22	1,400	1,260	1,020	835	595
0.25	1,140	1,020	835	700	515
0.3	810	740	630	540	413
0.35	592	567	493	393	262
0.4	470	430	395	325	245
0.5	308	302	274	231	182
0.6	217	217	194	172	134
0.7	164	164	148	134	108
0.8	125	128	117	108	88
0.9	101	103	95	88.5	73.5
1.0	83	85	79	73.5	62.5
1.1	69	70	64	62.5	53.5
1.2	58.5	59.5	55	53.5	46.5
1.3	50.5	51	48	46.5	41
1.4	44.5	45	42	41	36
1.5	39	39.5	37	36	32.2

導線截面內流過 2 安培電流。例如，在選擇電力變壓器內繞捲導線的直徑時，就應當符合這個標準。在選擇變壓器外繞捲時，則可採用較高的負載標準，例如可達 4 安培/平方公厘，有時甚至可以達到 5 安培/平方公厘。這些標準通常適用於放在其它繞捲外面的燈絲繞捲。

熔化電流 各種不同材料和直徑的導線的熔化電流數據列於表 6.6。

細導線（直徑從 0.02 到 0.2 公厘）的熔化電流可由下式決定

$$I_{m.a} = \frac{d - 0.005}{K}$$

式中： $I_{m.a}$ ——電流，單位為安；

d ——導體直徑，單位為公厘；

K ——不變係數，視導線材料而有所不同。

各種材料的 K 值列於表 6.7。

各種導線的熔化電流

表 6.6

熔化電流 (安培)	各種材料的導線的直徑 (公厘)				
	銅	鋁	錫、鉛	鉛	鐵
1	0.05	0.07	0.08	0.21	0.12
2	0.08	0.1	0.14	0.32	0.19
3	0.12	0.14	0.18	0.43	0.24
5	0.16	0.19	0.25	0.6	0.35
7	0.20	0.25	0.32	0.8	0.45
10	0.25	0.3	0.39	0.95	0.55
15	0.32	0.4	0.52	1.25	0.72
20	0.39	0.48	0.62	1.5	0.87

各種材料的係數 K

表 6.7

材 料	銀	銅	黃銅	鎢	錫	康鋼	鋼
K	0.03	0.034	0.05	0.053	0.06	0.07	0.13

為了避免連接處的冷卻影響，視直徑的不同，熔絲的長度應約為 5—10 公分。

第二節 高阻合金綫

製造綫繞電阻（如變阻器、電位計、降壓電阻等）可應用表6.8和表6.9上的數據。變阻器、電位計、降壓電阻最好用鎳質導綫或康銅導綫繞製。設計變阻器、電位計時，應根據允許電流密度等於4—5安/平方公厘的標準來設計。

如果上述這些零件很小，那末允許電流密度應減低到2.5—3安/平方公厘。製造附加電阻和分路器最好是用康銅綫及錳鎳銅合金綫。如用絕緣變阻器繞綫來繞製附加電阻圈時，電流密度不應超過1—1.5安/平方公厘。在加熱用的儀器中，通常是應用工作溫度可以很高的鎳鉻合金或費赫拉爾合金（一種高阻合金——譯註）（鎳鉻合金和費赫拉爾合金達900°，康銅500°，鎳300°）。

鎳鉻合金在空氣中加熱時，表面上就產生一層氧化膜，這層膜能使合金不再繼續氧化。在繼續不斷加熱的情況下，這層氧化膜不會破壞，故導綫將不致繼續氧化。

覆有氧化膜的鎳鉻合金導綫可以很緊密地繞在一起（無絕緣），但這時匝間的電壓不應超過0.5伏。

高阻合金的一般特性

表 6.8

合金名稱	比重	電阻率 (平均值)	電導率	溫度在0°—100° 範圍內的平 均溫度係數	最大工 作溫度	熔 化 溫度
錳 銅	8.14	0.41	2.2	± 0.00002	100	910
康 銅	8.9	0.47	1.97	- 0.000005	500	1,200
錳 格 林	8.8	0.42	2.25	+ 0.00022	150	1,100
來奧堂(一種高阻合金)	8.6	0.48	2.03	+ 0.00023	150	1,100
鎳 鉻	8.2	1.03	0.93	+ 0.00017	1,000	1,480
費赫拉爾(一種高阻合金)	—	1.3	0.8	+ 0.00008	950	—

幾種變阻器繞線的基本數據

表 6.9

直 徑 (公厘)	按 照 5 安/平 方公厘 計算的 允 許 負 載 (安)	康 銅		錕 線 銅		鎳 絲		鎳 鉻	
		1 公尺 長 的 電 阻 (歐)	電阻為 1 歐的 導 線 長 度 (公厘)	1 公尺 長 的 電 阻 (歐)	電阻為 1 歐的 導 線 長 度 (公尺)	1 公尺 長 的 電 阻 (歐)	電阻為 1 歐的 導 線 長 度 (公尺)	1 公尺 長 的 電 阻 (歐)	電阻為 1 歐的 導 線 長 度 (公尺)
0.05	0.01	239	0.004	220	0.0045	204	0.0049	510	0.002
0.07	0.019	127	0.0078	112	0.0089	104	0.0096	260	0.004
0.1	0.039	62.4	0.016	54.8	0.018	51.0	0.0196	127	0.078
0.11	0.048	51.6	0.019	45.3	0.022	42.1	0.023	105	0.095
0.12	0.056	43.4	0.023	38.1	0.026	35.4	0.028	88.5	0.111
0.13	0.067	36.9	0.027	32.4	0.031	30.1	0.033	75.1	0.113
0.14	0.077	31.8	0.031	27.9	0.0358	26.0	0.038	65.0	0.115
0.15	0.089	27.7	0.036	24.3	0.041	22.6	0.044	56.5	0.117
0.16	0.11	24.4	0.04	21.4	0.0467	19.9	0.050	49.8	0.120
0.18	0.13	19.2	0.05	16.9	0.059	15.7	0.063	39.2	0.125
0.20	0.16	15.6	0.064	13.7	0.073	12.7	0.078	31.9	0.131
0.22	0.19	12.9	0.077	11.3	0.088	10.5	0.095	26.3	0.138
0.25	0.25	9.98	0.10	8.76	0.114	8.14	0.123	20.4	0.149
0.30	0.35	6.9	0.144	6.06	0.164	5.66	0.177	14.2	0.170
0.32	0.4	6.10	0.164	5.34	0.187	4.98	0.201	12.4	0.180
0.35	0.48	5.09	0.196	4.47	0.224	4.16	0.241	10.4	0.196
0.40	0.63	3.89	0.257	3.42	0.293	3.18	0.315	7.94	0.126
0.45	0.8	3.08	0.325	2.71	0.37	2.52	0.398	6.29	0.159
0.50	0.98	2.5	0.40	2.20	0.456	2.04	0.49	5.10	0.196
0.6	1.4	1.73	0.578	1.52	0.658	1.37	0.707	3.54	0.28
0.7	1.9	1.27	0.756	1.12	0.895	1.04	0.96	2.6	0.38
0.8	2.5	0.97	1.03	0.85	1.17	0.795	1.26	1.99	0.50
0.9	3.2	0.77	1.30	0.675	1.48	0.629	1.59	1.57	0.636
1.0	3.9	0.62	1.6	0.548	1.83	0.510	1.96	1.27	0.785
1.1	4.8	0.51	1.94	0.453	2.21	0.42	2.38	1.05	0.95
1.2	5.7	0.43	2.31	0.38	2.63	0.35	2.83	0.885	0.13

第三節 磁 性 材 料

在無線電工程中，有很大一部分零件的構造和工作都與各種合金鋼的應用有着密切關係。屬於這類零件的有變壓器、繼電器、電磁鐵、永久磁鐵、屏蔽、底架、高頻鐵心等等。

一般定義 所有現用的材料，按其磁性來分，可分為抗磁材料（完全沒有磁性）、順磁材料（磁性表現很弱）和鐵磁材料（磁性表現很強）。第三類材料包括鐵、鋼、生鐵、鎳及其合金。鐵磁材料主要分為兩類：1)軟磁材料；2)硬磁材料。

我們用下列各種概念和數據來說磁性材料的特性：

H ——通電流的繞圈內所產生的磁場強度，單位為奧斯忒（奧）；

Φ ——鐵磁材料中的磁通量，單位為麥克斯韋（麥）（ MKC ）；

B ——磁感應密度，表示磁性材料的磁化程度，單位為高斯（ gc ）。

磁場強度由繞捲中通過的電流數值和繞捲匝數的乘積來決定，亦即由安培匝數 aI 決定； μ ——磁導率，它表示在某一段磁路內，由於以鋼或其它磁性材料代替了空氣，致使磁阻減低了多少倍。

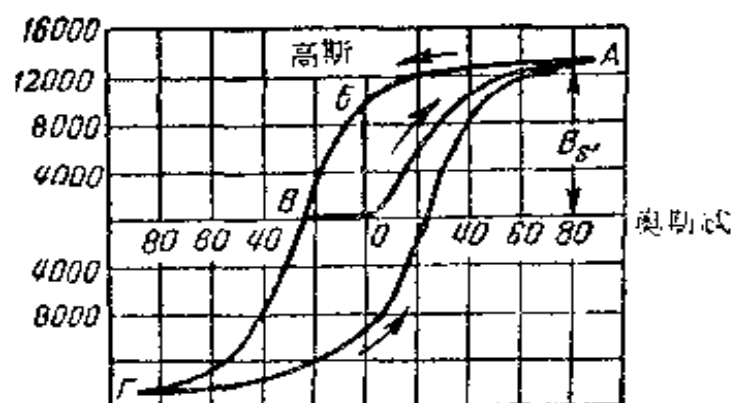


圖 6.1 磁滯迴線

當磁化或去磁時，磁感應密度 B 的變化是有一定規律的。這個變化如用圖來表示，將是一根曲線，稱為磁滯迴線（圖 6.1）。由某種材料的磁滯迴線可以得到一系列表明該材料

磁特性的數據。例如： B_s ——飽和感應； OB ——剩餘感應；與各

種磁場強度相應的 $\mu = \frac{B}{H}$ (曲綫上的 OA 段)。根據磁滯迴綫，還能決定磁性材料的矯頑磁力，亦即在磁化後能保持磁通量的能力 (OB 段)，以及由於反覆磁化所引起的功率損耗。在交變磁場的作用下，按照電磁感應定律，在鐵心（磁路）本身中將發生電流，這個電流使鐵心發熱，因此耗費掉一些功率。鐵心內產生的電流稱為渦流。由於鐵心發熱而引起的功率損耗稱為渦流損耗。

工作於交變磁場的磁性材料的質量，是按 1 公斤重磁性材料在頻率 50 週時的磁滯功率損耗和渦流功率損耗的總和來衡量的。這個數值稱為損耗率。用 P_{10} 表示（腳碼表示磁感應密度在反覆磁化時所達到的以千高斯為單位的最大數值）。隨着頻率的增加，磁滯損耗和渦流損耗增大起來。為了減少這些損耗，用在交流電路中的鐵心和磁路不是做成一整塊，而是由許多表面用漆或薄紙絕緣的、厚 0.3—0.5 公厘的片狀材料做成。

在計算電源變壓器時，按照材料的質量好壞，磁感應密度是選用從 8000 高斯到 10—15 千高斯範圍內的適當數值。若所用磁感應密度高於該種牌號鋼材的額定值，雖然可以減少匝數，但卻會使鐵心損耗極度增加，因而使鐵心發熱。在低頻放大器的變壓器中，不允許交流電流的曲綫形狀失真，所以磁感應密度的設計數值要選在磁化曲綫的直綫部分，其變動範圍應為 4000—6000 高斯。

軟磁材料 片狀電磁鋼材是用得最廣的製造變壓器鐵心、低頻扼流綫圈和各種電機的磁導體的材料。

這類鋼材有許多種不同的牌號，其中主要的是 31AAB、34AA、33A；這幾種鋼材的特點是磁感應密度高 (B 為 10000—15000 高斯)，損耗率小 ($P_{10} = 1.6$ 瓦/公斤)，和可用於 50—10000 週頻率範圍內。

加依彼爾西耳 (Пайперсил) 一片狀電磁鋼材的一種新牌子，這種鋼片的磁導率高，損耗率也極小。這樣就可以將磁化安匝數減小到 $\frac{1}{10}$ 。使用這種鋼材可以大大節省銅綫，因此也就可能製造出輕便的變壓器。

坡莫合金 (鉄鎳合金) (Пермаллой) 和**鋁矽鉄合金 (Альсифер)** 一特種合金，它們的起始磁導率極大， $\mu_0 = 15000 - 18000$ 。這兩種鋼材也是用來製造高頻綫圈的鉄心的。磁性材料的參考數據列於表 6.10 上。

軟磁材料的特性 表 6.10

材料名稱	起始磁導率 μ_0	最大磁導率 μ_{max}	飽和感應 B (高斯)	矯頑磁力 H_c 奧也(oe)	損耗率 P_{10} 以瓦/公斤 為單位時的 總損耗
Э4 АА牌電工鋼片	—	14,400	—	—	1.45
Э1 ААБ牌鋼	—	15,400	—	—	2.85
阿莫可鋼	—	7,000	18,000	0.9—1.15	—
坡莫合金	15,000	75,000	11,000	0.05	—
鋁矽鉄合金	8,000—9,000	—	12,000—15,000	—	—

硬磁材料 硬磁材料的特點是矯頑磁力 H_c 的數值很大 (磁滯迴綫甚寬)。這種磁性材料一經磁化以後，它即能很好地保存磁性，因此可用來製造電動揚聲器、電動微音器、耳機等機件中用的永久磁鉄。

永久磁鉄的質量主要取決於剩餘感應數值 B 、它所建立的磁場強度、矯頑磁力 H_c (表明永久磁鉄抗拒去磁影響的恆定性) 和單位體積內的磁能數值 (《質量因數》— $\frac{(BH)_{最大值}}{8\pi}$)。

錳鋼和鉻鋼做的磁鉄獲得了最廣泛地應用，這兩種磁鉄的磁性很好，而且製造成本也很低。製造磁鉄的最好材料是鈷合金鋼，但

是它需要的材料（鈷）是稀有材料，所以價值昂貴。此外，工業上還製造出了其它許多種磁性很強的合金；例如，鋁鎳合金、鋁鎳矽和馬格尼科等。

製造永久磁鐵用的各種材料的比較數據列於表6.11。

各種硬磁材料的特性

表 6.11

材 料 名 稱	剩餘感應 B_H (高斯)	矯頑磁力 H_c (奧也)	磁 能 (爾格/平方公分)
碳 鋼.....	12,000	25—35	—
錫 鋼.....	10,000	60	12×10^3
鉻 鋼.....	9,000	60	11×10^3
鈷 鋼.....	9,000	130	20×10^3
鋁鎳合金(鎳、鋁).....	5,500	550	52×10^3
鋁鎳矽合金(鎳、鋁、矽).....	4,000	800	56×10^3
馬格尼科(Магнито).....	12,000	650	190×10^3

高頻鐵心 高頻鐵心是經過加工製造的、專門用於高頻電路內的軟磁材料做成的。這個加工製造的步序是：先用化學方法或機械方法將此種材料製成粉末；然後再將這些粉末按一定的比例和白氏樹膠類或聚合苯乙烯類的特種絕緣膠合物質滲和在一起；然後，在一定的溫度條件下，將所得到的混合物壓成某種形狀的鐵心。用坡莫合金、鋁矽鐵合金、碳化鐵或磁鐵礦製成的這類鐵心具有很大的磁導率；同時因鋼的各個粒子被絕緣物質分開，故磁滯損耗及渦流損耗極小。在槽路繞圈和高扼流圈中採用上述這幾種鐵心（常稱為磁電介質或鐵磁體），將大大提高繞圈的電感量和質量因數；可以用較少的繞圈繞線和幾何尺寸以得到所需的電感量；同時，使用這種鐵心也能減小外界磁場的影響。

目前，蘇聯工業上已經製出了許多種圓柱形鐵心，其直徑為 7、9、12 和 20 公厘，長度從 20 到 40 公厘；並且也製出了許多形狀複雜的鐵心，可供製造磁路閉合的繞圈時應用。

各種材料做成的高頻鐵心的特性可以用表 6.12 上列舉的各項數據來表明。

幾種高頻材料的特性 表 6.12

材 料 名 稱	渦流損耗係數	溫 度 係 數	微 粒 的 平 均 尺 寸 (微米)	應 用 範 圍
<i>PY-6</i> 鋁矽鐵合金(射頻)	2	-0.6	15	用於頻率在 45 兆週以下的微調繞圈中
<i>PY-9</i> 鋁矽鐵合金(射頻)	3.5	-0.6	20	全上，頻率在 2 兆週以下
碳化鐵	5	0.2	1—10	用作為 1000 兆週以下的各種型式鐵心
磁鐵礦	8	1.5	600	用作為大衆無綫電設備的鐵心
<i>BY-30</i> 鋁矽鐵合金(高頻)	50	2	50	用在有綫載波電話中，及用作為頻率在 1000 千週以下的無綫設備中的鐵心
<i>TY-60</i> 鋁矽鐵合金(音頻)	120	-2	50	用作為加感繞圈和濾波器中的鐵心
<i>FI</i> 波莫合金(低頻)	1,500	+5	100	用作為加感繞圈中的鐵心

第四節 絕 緣 材 料

在製造無綫電機器及其零件時，要大量應用各種不同的絕緣材料。特別是在製造工作於高頻電路中的槽路繞圈、中週變壓器、扼流圈、電容器及其它零件時，絕緣材料的選擇更為重要。無綫電零件及各部機件的電氣特性的質量及其穩定性，在很大程度上都決定於所用絕緣材料質量的好壞。

通常根據下列各項主要參數來鑑定絕緣材料的質量：即介電常數 (ϵ)、損耗係數 (損耗角的正切值—— $\text{tg}\delta$)、介質強度、耐

熱能力、吸水性和能否進行加工等。

電氣絕緣漆 由溶劑（汽油、酒精、丙酮）和樹脂（松脂、蟲膠、白氏樹膠）組成的液體物質稱為漆。這種漆主要有三種：即浸漬漆、塗抹漆和黏漆。前兩種用以浸漬和塗抹零件。經過乾燥以後，這類漆中的溶劑便揮發掉，剩下的樹膠將形成一層薄膜，這層薄膜能增強零件的耐壓能力，增大導熱性及減小吸水性。最常用的漆有白氏樹膠漆和蟲膠漆兩種。

白氏樹膠漆 它是白氏樹膠溶於酒精溶液製成的。白氏樹膠最有價值的品質是加熱約 120° — 160° 以後，它便會具有另一種新的特性，即此後不再溶於酒精中，再加熱時也不會變軟了。將白氏樹膠漆烘烤後，也能使它具有這種性能。

蟲膠漆 它是將蟲膠溶於乙醇溶液製成的。這種漆具有很高的黏合能力，但容易吸水，並且脆弱易碎。

蟲膠 是一種熱帶蟲子的分泌物，它是從聚有這種蟲子的植物上收集下來的。從外表看來，蟲膠好像是一些細碎的橙黃色發光鱗殼。

蠟狀物質和瀝青 爲了減小變壓器、電容器、扼流圈及其它零件的吸水性，可以把這些零件用蠟狀物質或瀝青加以浸漬和澆注；現將這些物質的特性簡要敘述如下。

石蠟 一種白色物質，它是從石油、樹膠、褐煤及頁岩中提取出來的。石蠟在溫度 54° 時即熔解。它的溫度膨脹係數很大：將它加熱熔成液體狀態時，它的體積約增大11—15%。浸漬用的石蠟中不應含有機械攪和物、酸性和鹼性物質。

鹵蠟 這是一種天藍—黃色物質，它的溶解溫度是 93° 到 132° ；這種物質主要用來浸漬電容器和電容器紙。

地蠟 這是淨化過的一種奧卓凱李特（地蠟）。奧卓凱李特是一種黑色礦物原料（礦山蠟，是石油風化而生的天然產物）。地蠟的可塑性和耐熱性較石蠟為強，而收縮性則比石蠟為小；它的用途是用以浸漬變壓器繞圈、絕緣電纜和導綫。

瀝青 這是石油氧化而得的產物。瀝青有天然的和人造的兩種。天然瀝青是一種礦物原料，它是由於石油在自然條件下起氧化作用而形成的（柏油）。

絕緣混合劑 這是一種用來浸漬或澆注電氣裝備，以提高其中各零件的抗濕性、導熱性及改善各種零件絕緣性能的一種材料。它與絕緣漆不同的地方是：它不含有溶劑，而是用來在熔化狀態下進行浸漬或澆注。絕緣混合劑是由瀝青、蠟狀物質、乙基纖維、苯乙烯和油等物質按不同比例組成的混合物。

塑料 塑料是一種應用極為廣泛的絕緣材料，利用它可製成各式各樣的零件。塑料是由接合劑和填料組成。所用的主要接合材料是人造樹膠（白氏樹膠）、天然膠體（瀝青）和各種無機物質。

作為填料的通常是滑石、白堊、大理石粉、磨細的雲母粉末、石棉纖維、棉絮等等。製造某種塑料用的混合物稱之為壓粉，此等壓粉乃是製造各種零件用的原材料。

塑料製品是將壓粉在熱態或冷態下加壓，隨後並將其烘乾而成的，有時還附加一道工序，即塗漆或浸漬。

用以製造片狀絕緣材料的分層塑料應用得很廣泛。其中大家很熟悉的有膠紙板和夾布膠木。

膠紙板 膠紙板是一種分層材料，其成分有紙和綜合樹膠。膠紙板是以浸過白氏樹膠或綜合樹膠的紙加熱壓製而成的。膠紙板的厚度有2公厘到20公厘的各種。標準膠紙板不應當用來製造在高頻

電路中工作的零件，因為它的介質損耗大、介電常數高和體積電阻係數低。

夾布膠木 它是一種分層塑料，是以許多層用白氏樹膠浸過的棉布加熱壓製而成的。夾布膠木片的厚度製成有0.5公厘到50公厘的各種。夾布膠木的絕緣質量要比膠紙版差得多，因此它祇能用來製造無綫電設備低頻電路和直流電路中的零件。

白氏樹膠紙管 這種膠紙管用來作為收音機槽路綫圈的繞綫架，它是用白氏樹膠漆浸透的紙捲在專門的架子上，然後在爐內以 125° 的高熱烘乾而成的。這種管子具有優良的介質特性、高的體積電阻係數，並且特別容易進行機械加工，甚至能夠將它磨光並在它上面刻出細的螺紋來。

聚合苯乙烯 它是由一種無色的透明樹膠製成的塑料。該種樹膠具有特別優良的介質特性，因此聚合苯乙烯在無綫電技術工業上廣泛應用的一種製作綫圈架的材料。它的缺點是溫度穩定度低。

聚合氯化乙烯 這是一種以乙炔氣體和鹽酸化合而成的橡膠狀塑料。用來製造導綫的氯化乙烯絕緣是一種含60%聚合氯化乙烯和40%軟化劑的塑料。氯化乙烯能抵抗油、汽油、酸、鹼、潮氣、以及醋酸蒸汽和硫化氫蒸汽的作用。

硬橡皮 硬橡皮是橡膠和硫的一種硫化混合物（硫的含量達25—50%）。硬橡皮在過去曾經是用得極其廣泛的製造無綫電設備的材料，但因為它有許多缺點，所以現在已經用其它絕緣材料來代替它了。它的缺點主要的有：耐熱性極低；使用時間久了會發生變形；以及在光的作用下會降低表面電阻。

多甲基丙烯酸樹脂 這是一種透明材料（不碎玻璃）。對油、汽油和鹼的抵抗力很強，極易加工。在無綫電設備中，它主要用來

第七章

電 源

無線電設備可以用各式各樣的電源供電；但是實際上在極大多數情況下，都是用原電池、蓄電池或交流市電來供電。

第一節 原電池

原電池靠電池中所起的化學反應而產生電能。一般說來，原電池是由浸在電解質中的兩個導體——電極所構成，電解質則用以和電池中的一個電極起化學反應。當從電池取用電流時，和電解質起作用的那個電極（通常是鋅的）就溶於電解質中。

按照電解質來分，原電池可分為三種，即液體電解質的電池；有濃糊狀電解質的電池（所謂《乾電池》）和注水電池。前兩種工廠製成後立即能應用；第三種則需在應用之前注水，因為其中的電解質是乾的。工廠出品的原電池大多數都是乾電池型式的。

當原電池工作時，其電極上冒出氣體，這些氣體分子使正極蓋上一層非導電層，因而阻斷了電池的工作。這種現象稱為極化作用。為了消除極化現象，在許多原電池中都用有去極化劑——能吸收冒出的氣體的物質，例如二氧化錳（ MnO_2 ）、氧化銅（ CuO ）等。在以空氣進行去極化的原電池（ BA ）中，乃用空氣中的氧氣作為去極化劑；為了使空氣流入，電池上有一個特製的吸氣孔。

理論上，原電池在溶解於電解質的被溶電極全部耗盡時方不能工作；但是實際上，通常由於電解質和去極化劑枯乾或耗盡，原電

鈦鏤 這種陶料具有介電常數，它用作為耐熱電容器的介質。

鈦鏤的特點是有負溫度係數。因此鈦鏤電容器用於調諧槽路中，以補償零件發熱所引起的頻率漂移。

以陶料為底子的電容器製成有管狀、墊圈狀和片狀的幾種，其電容在3000—4000微微法以下。這種電容器的電極是一層薄的銀，這層銀是用煨燒法[⊖]加到陶介質上去的。應用陶電容器來代替雲母電容器，可顯著提高收音機的靈敏度、選擇性及其它參數。

- ⊖ 煨燒法的步驟如下：先用研細的銀粉、氯化銀或碳酸銀調配於松香與松節油的溶液中作為「粘藥」，用一種「塗釉」的辦法塗於陶瓷物應加覆面的地方，然後再放到爐中煨燒，煨燒時，凡組成粘藥的有機物（松香、松節油）均被燒燬，只剩下一層很薄的銀，牢固地覆蓋在瓷質的表面。

第七章

電 源

無綫電設備可以用各式各樣的電源供電；但是實際上在極大多數情況下，都是用原電池、蓄電池或交流市電來供電。

第一節 原電池

原電池靠電池中所起的化學反應而產生電能。一般說來，原電池是由浸在電解質中的兩個導體——電極所構成，電解質則用以和電池中的一個電極起化學反應。當從電池取用電流時，和電解質起作用的那個電極（通常是鋅的）就溶於電解質中。

按照電解質來分，原電池可分為三種，即液體電解質的電池；有濃糊狀電解質的電池（所謂「乾電池」）和注水電池。前兩種工廠製成後立即能應用；第三種則需在應用之前注水，因為其中的電解質是乾的。工廠出品的原電池大多數都是乾電池型式的。

當原電池工作時，其電極上冒出氣體，這些氣體分子使正極蓋上一層非導電層，因而阻斷了電池的工作。這種現象稱為極化作用。為了消除極化現象，在許多原電池中都用有去極化劑——能吸收冒出的氣體的物質，例如二氧化錳（ MnO_2 ）、氧化銅（ CuO ）等。在以空氣進行去極化的原電池（ BA ）中，乃用空氣中的氧氣作為去極化劑；為了使空氣流入，電池上有一個特製的吸氣孔。

理論上，原電池在溶解於電解質的被溶電極全部耗盡時方不能工作；但是實際上，通常由於電解質和去極化劑枯乾或耗盡，原電

池不等到被溶電極耗盡，就已經停止工作了。

原電池乃用下列各項數據表明它的特性：電動勢（ \mathcal{E} ），即當外部電路斷開時，在其兩極間測得的電位差。因為每個電池有相當大的內阻，所以不能利用全部電動勢。當電池工作時，即它放出電流時，它的電動勢將按外部負載電阻 R_n 和內阻 ρ 的大小成比例地分配在它們上面：

$$e = I \cdot \rho + I \cdot R_n。$$

數值 $I \cdot \rho$ 為電池內部的電壓降；而 IR_n 則為負載電阻上的電壓降。 IR_n 稱為電池的工作電壓，或簡稱電池電壓。由上述可知：電池電壓比它的電動勢小；並且它也不是一個固定數值。電池電壓的大小乃根據從電池取用的電流大小而定：從電池取用的電流愈大，則電池內部的電壓降愈大，工作電壓也就愈小。

內阻也不是固定數值：它隨着從電池取用的電流的增大而增加；並且也隨着電池的工作時間而增高。各種型式電池的內阻不同。而每種型式中的各電池的內阻也視電池的大小而不同：電池的尺寸愈大，內阻就愈小，能從該電池取得的電流就愈大。電動勢的數值與電池的尺寸無關，它是一定型式的電池所固有的，由於電池

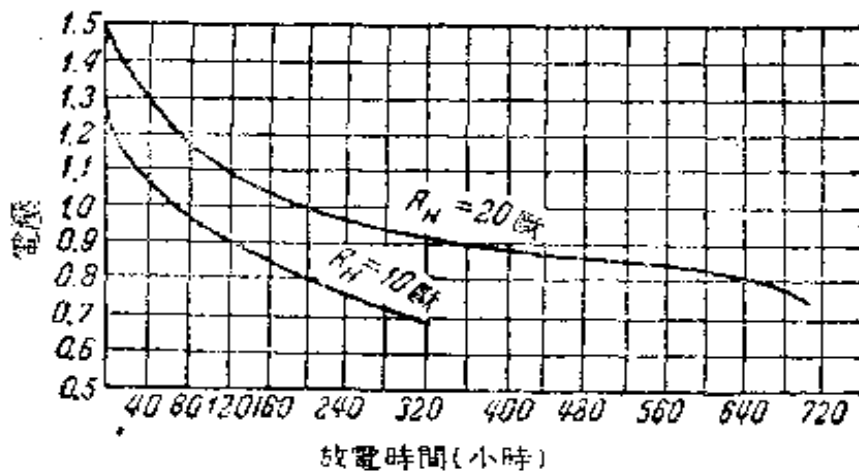


圖 7.1 電池電壓隨放電時間而變化的情況

中所用物料化學成分的不同，它可能微略變動一點。電池電壓隨放電時間而變的情況如圖 7.1 所示。

應用最廣的幾種原電池的電動勢列於表 7.1 上。

應用最廣的幾種原電池 表 7.1

品 種 序 號	電 動 勢 (伏)	電 極		電 解 質	去 極 化 劑
		正極	負極		
1	1.5—1.7	碳	鋅	氯化銨溶液 ¹	石墨和錳
2	1.45—1.4	碳	鋅	氯化銨 ²	石墨、錳和空氣中的氧氣
3	1	銅	鋅	硫酸鋅和硫酸銅	氧化銅
4	1.9	碳	鋅	重鎘酸鉀、硫酸、水	---
5	1.9	碳	鋅	硫酸溶液和硝酸	兩個電池缸

1 有兩種：乾的和濕的。

2 有 *MBA* 型錳—空氣去極化劑。

電池在全部放電時間內所能輸出給外部電路的電量稱之為**電池的電容量**，或簡稱**容量**。容量以安時 (*ah*) 為測量單位；並由電池所輸出的電流 *I* (單位為安) 和電池的放電時間 *t* (單位為小時) 相乘而得，即

$$Q = I \cdot t。$$

電池容量的大小取決於它的尺寸、電極材料、電解質多少及其化學成分和去極化劑。電池的尺寸愈大，其容量愈大。理論上講，電池的容量決定於被溶電極物料的數量。但實際上，電池的理論容量不能全部加以利用，因為一般說來，被溶電極大約僅溶解到一半時，電池已經沒有工作能力了。局部放電和其它附生現象又使電池輸出的容量降低一些。此外，電池的容量還和放電電流的大小有關。當放電電流小的情況下，電池輸出的容量比放電電流大時的容量為大。斷斷續續地放電，即放電後經一定暫息時間再作第二次放

電，能使電池的容量用得充分。在每個電池的工廠出品卡片上都註有適用於該類電池的負載數值。如果採用卡片上所說明的負載，則該電池一定能輸出所標註的容量數值，直到 0.7 伏為止（此數字係對上述電池的前兩種而言）。在一般使用情況下，電池僅能夠放電到 0.9 伏；因此，電池大約僅能輸出其容量的半數。爲了提高電池的容量利用率，當供電給二伏類電子管時，已放過電的電池最好兩兩並聯，然後再將它與一個新電池串聯在一起應用。如果所需的放電電流大，那末可將按以上方法接成的兩個電池組並聯起來應用，如圖 7.2 所示。採用這種混聯方法，可大大提高電池的利用率。

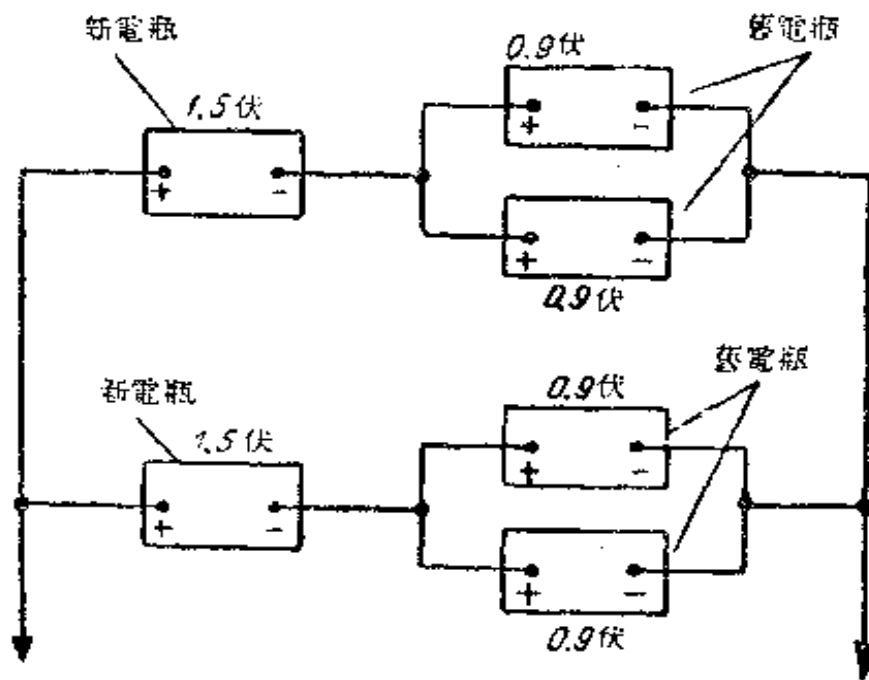


圖 7.2 將各電池混聯以選取最有利的工作條件

還應指出：如果電池在溫室內放電，其所輸出的容量要有些增大；但如在低溫情況下，例如在嚴寒情況下放電，其輸出容量將會降低。

幾種原電池和原電池組的主要數據列於表 7.2。

幾種原電池和原電池組的主要數據 表 7.2

電池及電池 組的型式	電池及電池 組的名稱	電池 組中的 電池數	電 氣 特 性					儲存期限	
			起 始 電 動 勢 (伏)	起 始 電 壓 (伏)	額 定 電 流 (毫安)	起 始 容 量 (安時)	限 值 電 壓 (伏)	月 數	儲 的 存 容 期 末 量 (安時)
БАС-Г-60X-1.3 (ГАО)	屏極乾電池組	42	74	71	13	1.3	40	12	0.95
ЗСЛ-30(РУФ)	電話機及電報機 上用的原電池	1	1.5	1.42	140	30	0.7	18	22.5
ЗСМВД	用錳—空氣去極 化劑的乾電池	1	1.4	1.35	60	45	0.7	9	23
6СМВД	全 上	1	1.4	1.3	250	150	0.7	9	110
БНС-МВД-500	燈絲乾電池組	4	1.45	1.4	500	500	0.8	10	350
БС-70	屏極乾電池組	50	75	73	20	7.0	35	10	4.9
Б-30 №4	全 上	20	30	28	50	13	14	12	10
БАСГ-СА-45	疊片型屏極乾電池組	30	48	46	13	0.8	30	7	0.56
БР-4.5	全 上	3	4.7	4.2	400	1.0	2	6	0.7
1КСХ-8 土星牌	手電筒中用的圓電池	1	1.75	1.55	—	2.5	0.7	8	1.75
ФБС	全 上	1	1.5	1.3	—	0.25	—	—	—
КБС-Х-0.55	袋裝乾電池組	3	4.8	3.7	—	0.55	2	6	0.35
КБС-Л-0.35	全 上	3	4.5	3.5	—	0.35	21	4	0.23

第二節 蓄電池

蓄電池，或稱二次電池，它本身並不能產生出電能來；但是它却有一種能力，當用其它電源使蓄電池中有電流通過時，它便能將電能蓄積起來。這種蓄積電能的過程稱之為蓄電池的充電。被充了電的蓄電池能將電荷保存一個相當長的時間；但是長期存放被充了電的蓄電池，是會對它有害處的。不管蓄電池是否放過電，通常每月總要將它充電或補充充電。如果維護得好，蓄電池能經受約 200 到 500 次充電—放電循環。

蓄電池是靠電極物料或特殊活動物料中發生的化學效應而儲蓄能量的。當充電時，電能變為化學能；當放電時，化學能則又重新變為電能。蓄電池也和原電池一樣，也是用電壓（伏）和容量（安時）等參數來表明它的特性。

現在，廣泛應用的蓄電池有兩種：**酸蓄電池**（鉛電池）和**鹼蓄電池**（鐵鎳電池或鎘鎳電池）。幾種蓄電池的電極的數據列於表 7.3。

幾種蓄電池的電極和電解質

表 7.3

蓄電池的型式	極板材料	有效物料		電解質
		正極板	負極板	
酸蓄電池	鉛	鉛丹和一氧化鉛的混合物		化學上純淨的硫酸溶於蒸餾水中而成的溶液，比重為 1.2-1.21 苛性鉀 (KOH) 溶液，比重 1.18-1.2
鹼蓄電池	鐵	氫氧化鎳 $Ni(OH)_2$	氫氧化鎘 $Cd(OH)_2$ 和氫氧化鐵 $Fe(OH)_2$	

根據放電程度的不同，蓄電池的電壓在一個相當寬的範圍內變動。

兩種蓄電池的三個主要電壓數值列於表 7.4。

蓄電池放電時，不應使它的放電電壓低於表 7.4 上的數值，否則將縮短蓄電池的工作壽命。

蓄電池的電壓

表 7.4

蓄電池的型式	電壓 (伏)		
	充電末期	工作電壓	蓄電池能允許的最低放電電壓
酸蓄電池.....	不低於 2.5	2	1.8
鹼蓄電池.....	1.75-1.8	1.35	1

蓄電池的容量也和原電池的容量一樣，主要取決於電池的尺寸。蓄電池的容量不僅表明它所能儲蓄能量的大小，同時也決定電池充電及放電電流的數值。酸電池的最大充電電流和放電電流不應超過其容量（以安時計）的8—10%。例如，如果蓄電池的容量為40安時，則其充電及放電電流不應超過4安；如果容量為10安時，則不應超過1安，餘此類推。鹼蓄電池的充電電流和放電電流（以安計）可以達到其容量的15—20%（以安時計），但最好還是採用較低的數值。因此，容量為20安時的鹼蓄電池，其額定充電及放電電流最好採用2—2.5安。

放完電的酸蓄電池最遲要在不超過一晝夜的時間內重新充電。但鹼蓄電池則可長期處於放過電的狀態，而無損害。

酸蓄電池的內阻極小；因此，當酸蓄電池短路時，電流會增加

幾種鉛蓄電池的主要特性

表 7.5

電池和電池 組的型號	用途	電池組 中的電 池數目	額定 電壓 (伏)	容 量 (安時)	10小時放電制		
					電流 強度 (安)	容量 (安時)	終期 電壓 (伏)
4 ОР49-3	用作電子管屏極電源	43	30	3	0.1	2.3	72
1 ОРАС-5	” ”	10	20	5.0	0.16	4	18
1 ОРАДАН-5	” ”	10	20	5.0	0.16	4	18
1 ОРАДАН-10	” ”	10	20	10.0	0.32	8	18
РНН-60	用作電子管燈絲電源	1	2	60	6.0	60	3.6
2 РНН-40	” ”	2	4	40	4	40	3.6
2 РНН-60	” ”	2	4	60	6	60	3.6
2 РНН-80	” ”	2	4	80	8	80	3.6
3 РНЭ-40	” ”	3	6	40	4	40	5.4
3 РНЭ-60	” ”	3	6	60	6	60	5.4
3 РНЭ-80	” ”	3	6	80	8	80	5.4

幾種鹼蓄電池和蓄電池組的主要數據

表 7.6

型 式	電池組中的電池數目	額定電壓 (伏)	額定 6 小時充電制			額定 8 小時放電制			外殼的尺寸			電池連同電解液在在一起的重量 (公斤)
			電流強度 (安)	容量 (安時)	已的充最小電壓 (伏)	電流強度 (安)	放的額定輸出量 (安時)	放電末期的電壓 (伏)	長 (不算接橋) (公厘)	寬 (不算附件) (公厘)	高 度 (公厘)	
32AKH-2.25	32	40	0.56	3.36	41.6	0.28	2.25	32	525	165	168	14.2
64AKH-2.25	64	80	0.56	3.36	83.2	0.28	2.25	64	525	317	168	28.6
10HRH-22M	10	12.5	5.5	33.0	13.0	2.75	22	10	463	148	252	21.0
17HRH-22	17	21.25	5.5	33.0	22.1	2.75	22	17	435	285	252	35.0
2HRH-45M	2	2.5	11.25	67.5	2.6	5.65	45	2	171	148	252	7.8
3HRH-45M	3	3.75	11.25	67.5	3.9	5.65	45	3	238	148	252	11.2
4HRH-45M	4	5.0	11.25	67.5	5.2	5.65	45	4	305	148	252	14.5
4HRH-45	4	5.0	11.25	67.5	5.2	5.65	45	4	305	148	252	14.0

到極大的數值，以致使電池損毀。因此，酸蓄電池無論何時都不應短路。鹼蓄電池的內阻比酸蓄電池的內阻大。由於它的極板耐壓力特別大，所以鹼蓄電池可以忍受短時間的短路而不致損壞；但是若經常發生短路對鹼蓄電池來說，仍然是不利的。

幾種鉛蓄電池及鹼蓄電池的主要特性列於表7.5和7.6上。

第三節 無綫收音機的市電供電方法 電子管整流器 固體整流器 振動子換流器 自耦變壓器

在有電源的地區，通常總是用照明電源供電給無綫設備。交流照明電源分佈最廣，故大部分設備都是用交流電源來供電的。現代旁熱式電子管燈絲所需的電源，可直接用降壓到所需數值的交流電源供給。當供給無綫設備的屏極電路及簾柵極電路的電源時，必須

將交流電源變為直流電源，這可用整流器來變換。整流器有電子管式的和所謂《固體》的（多半為橋式整流器）兩種。

電子管式整流器 應用最普遍的整流管是絲壓為 6.3 伏的旁熱式電子管和絲壓為 5 伏的二極整流管。最簡單的半波整流器的電路圖如圖 7.3 所示。變壓器 T 有三個繞捲：1——用以接入交流照明市電；2——用以供電給二極整流管的燈絲；3——供給收音機各電子管燈絲所需的電源。繞捲 2 按 5 伏或按二極整流管 K 的燈絲所需要的他種電壓來設計；而繞捲 3 則根據 6.3 伏（舊型電子管為 4 伏）的電壓來設計。最簡式的濾波器是由一個電容為 4—10 微法的電容器 C 形成的，這種整流器輸出的電壓等於電源電壓，或比電源電壓小些。這種整流器適於供電給簡陋的收音機（多半是一個電子管的），或某些不需要完全抑平整流脈動的儀器。這類整流器的不方便的地方是：用這種電源供電的設備不能接地，因為這樣就會使照明電源接地。

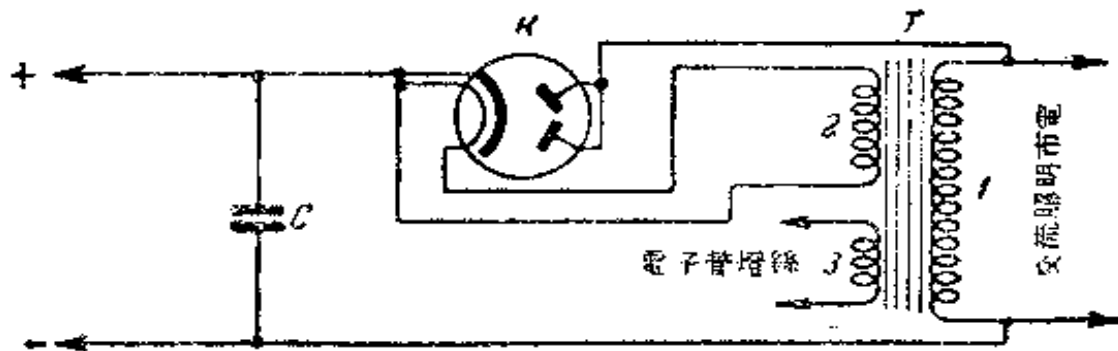


圖 7.3 最簡單的半波整流器電路圖

圖 7.4 上畫出了應用最廣泛的全波變壓器式整流器的電路圖。電源變壓器 T 設計得能接入幾種不同電壓數值（通常為 110 伏、127 伏和 220 伏）的照明電源。在圖 7.4 的電路中，電源繞捲的頂端和 110 伏抽頭之間的繞捲用以接入 110 伏的電源；頂端和 127 伏抽頭之

間的繞捲則用以接入 127 伏的電源；其餘依此類推。在電源繞捲中接有保險絲 np 和開關 Bk 。接至各電子管燈絲的繞捲 2 是根據 6.3 伏或 4 伏電壓設計的；而二極整流管的燈絲繞捲 4 則是根據二極整流管 K 的燈絲電壓設計的。升壓繞捲 3 有一個中心點（從中點引出的抽頭）；升壓繞捲是按照應該加到整流器上的電壓數值設計的。

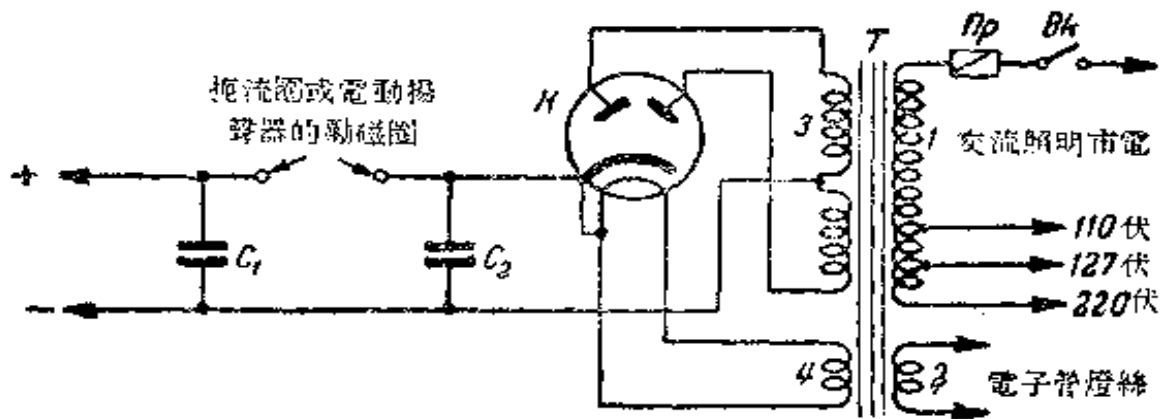


圖 7.4 普通全波整流器電路圖

濾波器由兩個電容器—— C_1 和 C_2 ，以及平滑扼流圈所組成。通常都是將揚聲器的勵磁繞捲充作扼流圈。濾波器中每個電容器的電容通常約為 10 微法。如果沒有兩個電容正好一樣的電容器，那末最好把電容大些的那個電容器接在整流器的輸出端（ C_1 ）；而將電容小些的接在濾波器的輸入端（ C_2 ）。 C_2 的電容也不應太小，否則會降低整流器的輸出電壓。整流器的電壓和 C_2 電容的大小有很大關係；而交流紋波的平滑則與 C_1 電容的大小有很大關係。

如果應用高壓燈絲的旁熱式電子管，則將大大減化整流器的電路圖；在裝製整流器時，就可以完全不用變壓器。上述這種整流器的簡單電路繪於圖 7.5 上。整流是半波的。二極整流管 K 務必要有和燈絲絕緣的旁熱式陰極。整流器的濾波器由扼流圈和兩個電容器 C_1 和 C_2 組成；以前我們對圖 7.4 電路中兩相似地位的電容器所敘述

的一切情況都適用於現在的這兩電容器。當用 220 伏電源供給整流器時，扼流圈可以用揚聲器的勵磁繞捲來代替；但當用 110 伏或 127 伏電源供電時，通常總以一個阻值不大（1000—2000 歐）的歐姆電阻（繞繞電阻）來代替扼流圈或勵磁繞捲。所以要這樣作，是因為這種整流器不能升高電源電壓，如將勵磁繞捲接入濾波器，則整流器輸出端的電壓將會過低。在用這種整流器供電的收音機中，通常是應用久磁式電動揚聲器，或電磁揚聲器。

因為整流器輸入端是直接與照明電源相連的，所以不能把地線接到被整流器供電的機器上。應用圖 7.3 和圖 7.5 電路裝成的整流器時，務必要考慮到這種情況。

按照圖 7.5 做成的整流器是《交直流兩用》的。這種整流器或用交流電源供電，或用直流電源供電，都能得到同樣效果。當接入直流電源時，應當注意圖 7.5 上所示的極性，二極整流管的屏極接線應當和電源的正性線相連。不過接錯了，也就是把《極性接反》了，對整流器或由它供電的機器來說，也並沒有什麼危險；祇是收音機這時就不能工作了，因為它的屏極上沒有正電壓。如果用交流電源供電，當然就無需注意極性是否接反了。此種整流器用電壓 220 伏

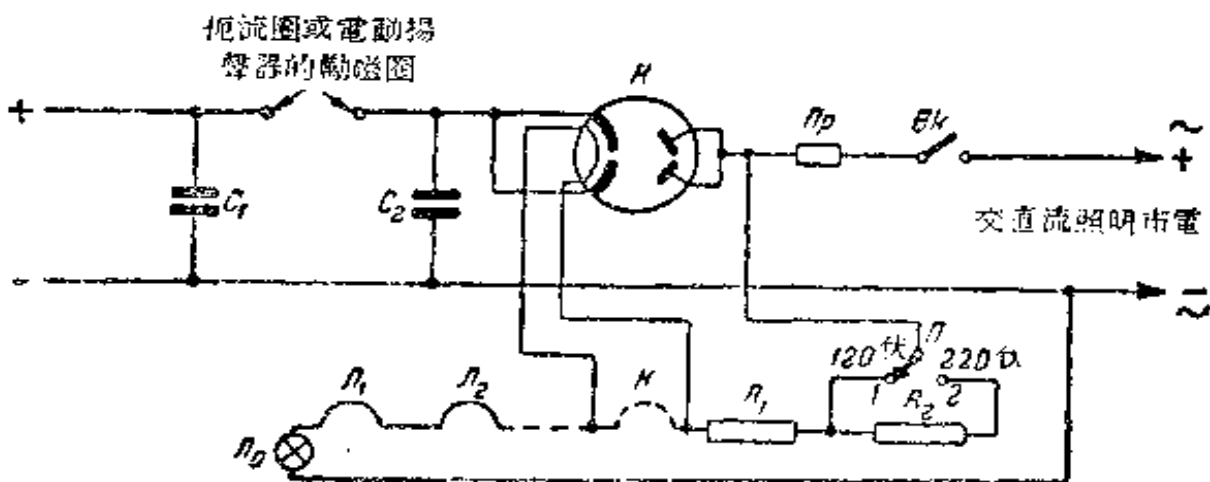


圖 7.5 無變壓器式整流器的電路圖

的直流電源或交流電源工作時，情況良好。如用電壓110伏和127伏的電源時，則整流器給出的電壓將不足以使收音機或擴大機充分發揮它的工作效能。

各電子管的燈絲和二極整流管的燈絲串聯在一起，並經過降壓電阻接入照明電源。這樣，所有各電子管的絲流將是一樣的。通常還有一個或兩個小燈泡和各管的燈絲串聯在一起，用以照示刻度盤（圖7.5中的 A_0 ）。爲了計算降壓電阻 R_1 的數值，首先要找出電壓 U_R ，也就是電源電壓 U_c 和所有各管燈絲電壓總和 U_n 之差。

$$U_R = U_c - U_n。$$

這時

$$R_1 = \frac{U_R}{I}，$$

式中 I ——各電子管的燈絲電流，單位爲安；在我們的收音機中

$$I = 0.3 \text{ 安。}$$

舉例：在一收音機中，我們應用了互相串聯的電子管 6A8、6I7、30Π1M、二極整流管 30U6C 和兩個六伏的照明小燈泡。總燈絲電壓爲 $U_n = 85$ 伏。電源電壓爲127伏。由此得出

$$U_R = U_c - U_n = 127 - 85 = 42 \text{ 伏；}$$

因之

$$R_1 = \frac{U_R}{I} = \frac{42}{0.3} = 140 \text{ 歐。}$$

圖7.5中畫出了兩個降壓電阻 R_1 和 R_2 ，可以用轉換開關 Π 來倒換它們。當轉換開關 Π 和接點 1 接觸時， R_1 工作；整流器可接入120伏電源。當轉換開關 Π 和接點 2 接觸時，將又接入一個補加電阻 R_2 ，這時整流器可接用220伏電源。計算 R_2 的方法和計算 R_1 的方法一樣。

(3) 圖7.6所示爲無變壓器的整流電路圖，這一電路能給出二倍電

源電壓。這種電路需要用有兩個分開的陰極的雙屏旁熱式二極整流管（50U60型二極整流管）。這種整流電路的工作情況如下：在一

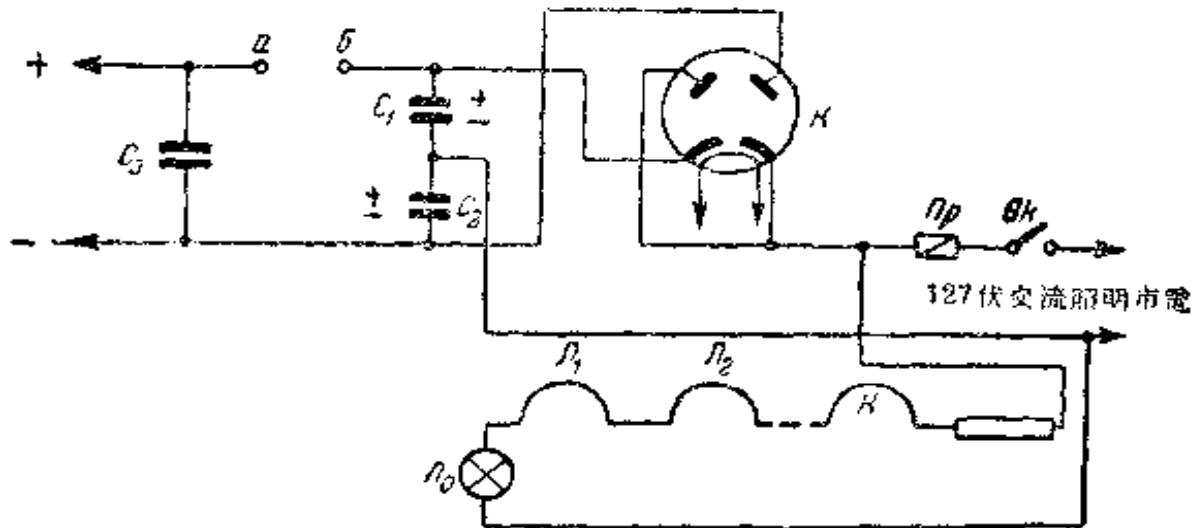


圖 7.6 無變壓器的倍壓整流電路圖

半週期內，電容器 C_1 充電；而在另一半週期內，電容器 C_2 充電。因為這兩電容器是互相串聯的，所以濾波器的電容器 C_3 的充電電壓等於 C_1 上的電壓和 C_2 上的電壓之和，也就是大約等於照明電源電壓的二倍。當電源電壓為127伏時，如負載電流接近50毫安，這種整流電路能給出約為220伏的電壓。濾波器中的電容器的電容應當不小於10微法。塞孔 a 和 b 內可以插入歐姆電阻不大的濾波扼流圈；如果揚聲器的勵磁電壓設計得不大時，也可以接用揚聲器的勵磁繞捲。但是，當用這種整流器來供電時，最好是應用久磁式揚聲器。這時可以用1000——2000歐的歐姆電阻來代替濾波器的扼流圈。各電子管和二極整流管的燈絲電路的設計和連接法和前述整流電路中的一樣。整流器和由整流器供電的機器不能接地。

固體整流器 除去用二極整流管以外，也可以用固體整流器來把交流電流整流為直流電流。固體整流器是由按適當電源電壓(127

伏或220伏)設計的氧化銅棍或硒棍裝置起來的。這些整流棍的連接電路圖在實質上和二極整流管的連接電路圖並沒有什麼區別。圖7.7所示為用氧化銅棍或硒棍接成的半波整流器電路圖，它和圖7.5所示的電路完全相似，這兩電路中的濾波器的數據，以及兩種情況下收音機燈絲電路的計算都是一樣的。當連接直流電源時，需要注意電路圖上標示的極性。如果接錯了，收音機就不能工作。

這種整流器是不能接地的。

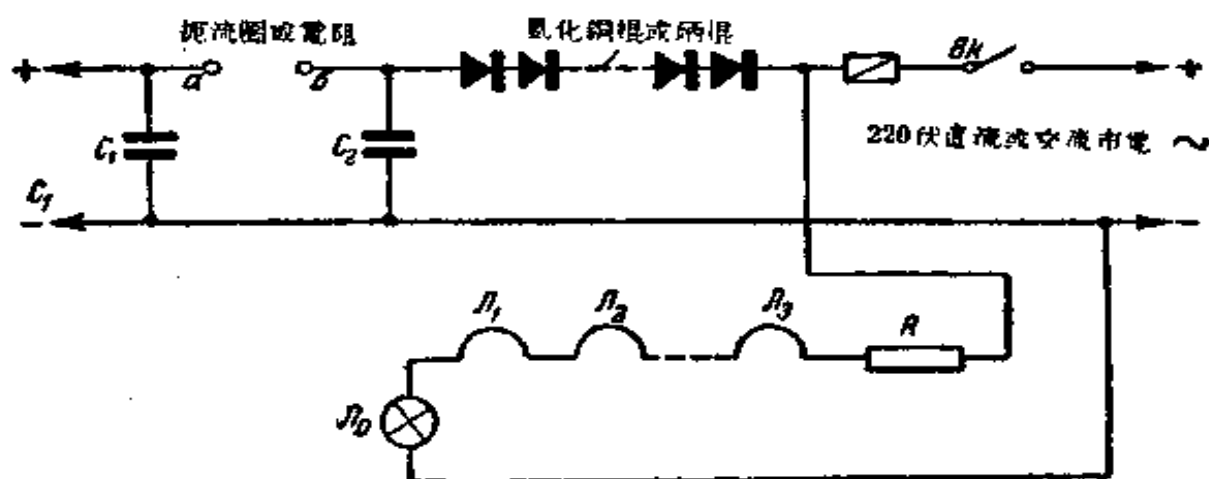


圖 7.7 應用硒或氧化銅的半波整流器電路圖

如果有兩個整流棍，則可接成和圖7.6相似的倍壓整流電路，在這個電路圖中，原來的每一半二極整流管都被一個整流棍所代換。

有硒棍或氧化銅棍的整流器的工作情況十分令人滿意，因之無線電愛好者們愈來愈廣泛地使用了這種整流器。這類整流器比二極管整流器方便，因為它們能耐久，並且也不需定期更換整流棍。

振子換流器 振子換流器是一種把低壓直流電變為高壓交流電，然後再變為高壓直流電的儀器。振子換流器通常是將2—6伏的輸入電壓變為120—250伏的電壓。因此，有了振子換流器，無線

設備的全部電源就可以僅用一個低壓蓄電池（或容量足夠大的原電池）來供給。各電子管的燈絲電源可直接由蓄電池供給；而屏極電源則經過振子換流器來供給。振子換流器廣泛用在汽車收音機中，另外在有蓄電池充電站的鄉村中，也可以用它來作為收音機的電源。

振子換流器的總電路圖（註有如零件數據）畫在圖 7.8 上。振子是一個電磁斷續器，其可動銜鐵將低壓蓄電池的電壓一會兒接到升壓變壓器 T 初級繞捲的一端；一會兒又接到另一端。因此，在變壓器的次級升壓繞捲中便產生交流電流，這個交流電流被旁熱式二極整流管裝成的二極管整流器所整流。從圖中可以明顯地看出：如果二極整流管不是旁熱式的，那末

高壓將會加到低壓電路中。整流過的電流可用通常的濾波器加以平滑。此外，在振子換流器的輸入端和輸出端（在低頻濾波器之前）還接用了由扼流圈和電容器組成的兩個高頻濾波器，用以阻斷斷續器所引起的干擾雜音的途徑。為了防止干擾雜音，整個振子換流器都嚴密地加以屏蔽。

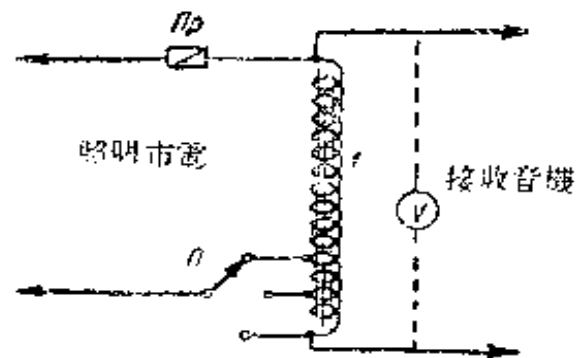


圖 7.9 自耦變壓器的原理圖

還有另一種構造的振子換流器，其中是用機械整流器來代替二極管整流器，該機械整流器與初級電路的斷續器同步地動作。

振子換流器產生出來的交流的頻率等於 100 週。

振子換流器製成有各種不同功率的：從一瓦到幾十瓦。當電流為 20—60 毫安時，整流出來的電壓一般為 120—220 伏。振子換流器的效率達 50—60%。

振子的壽命通常為 600—800 小時，最好的樣品能達 1000 小時。

振子用壞了，可以很方便地再換一個新的。

自耦變壓器 自耦變壓器是用來補償交流電源的電壓降落的。

送給收音機的電壓從自耦變壓器綫捲的兩終端接出。當電源電壓正常時，電源也是接到綫捲的兩個終端上，這時僅有很小的空載電流經過自耦變壓器。當電源電壓降低時，電源將連接較少的匝數，這時可用轉換器選擇適當匝數，使得綫捲兩終端上的電壓仍為額定值。自耦變壓器上的抽頭通常是按電源電壓會降低30—40%的情況來設計抽出的。為了不致用自耦變壓器盲目地調整電壓，最好將一交流電壓表與變壓器的全部綫捲並聯在一起，如圖7.9虛綫所示；這樣便可按照電壓表的讀數來調節電壓。如果應用自耦變壓器，開着的收音機必須有人照料，因為電源電壓可能上昇，這將使收音機的電子管燒毀，使變壓器毀壞。

圖7.10畫出了一種用途更廣的自耦變壓器的電路圖，這種構造的自耦變壓器，不僅能用來升高電壓，也能用來略略降低電壓。當

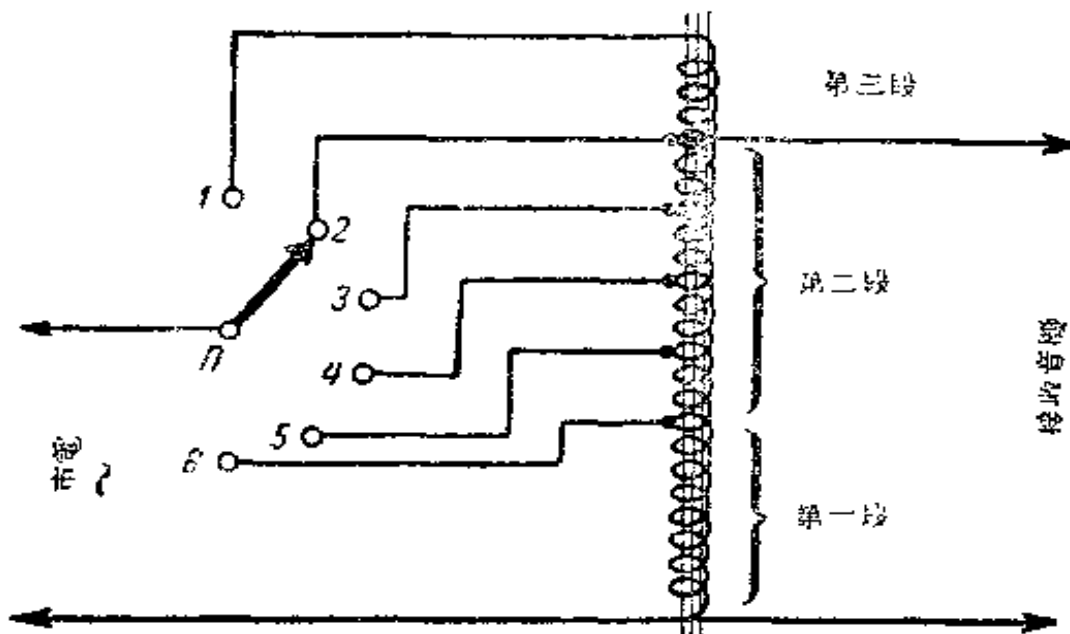


圖 7.10 自耦變壓器的電路圖，其數據列於表7.7

照明市電路超過額定值的情況下，這種自耦變壓器是很有用的。當電源電壓升高的情況下，轉換器 H 的滑臂可調在接點1上。

各種功率的上述這類自耦變壓器的數據列於表7.7上。自耦變壓器的第II段繞捲約分為四個相等的部分，由這些部分引出幾個抽頭來，接到轉換器的3—6接點上。例如，如果第II段繞捲有400匝，那末每隔100匝將引出一個抽頭來。如要改變調節範圍，應當按照表7.7所示每伏匝數來確定所需的抽頭數目。如果沒有表上所示的那種直徑的導線，可以用其它直徑相近的導線來代替。

自 耦 變 壓 器 的 數 據 表 7.7

功 率 (瓦)	鐵 心		每 伏 匝 數	繞 捲 數 據											
	截 面 積 (平 方 公 分)	鐵 片 型 式		120 伏照明市電，調節範圍從 80 伏到 130 伏						220 伏電源，調節範圍從 146 伏—238 伏					
				第I段		第II段		第III段		第I段		第II段		第III段	
				匝 數	導線 直徑 (公厘)	匝 數	導線 直徑 (公厘)	匝 數	導線 直徑 (公厘)	匝 數	導線 直徑 (公厘)	匝 數	導線 直徑 (公厘)	匝 數	導線 直徑 (公厘)
50	5	III-20	12.3	982	0.33	431	0.47	123	0.41	1800	0.25	900	0.33	222	0.3
75	6	III-20	10	800	0.4	400	0.6	100	0.49	1465	0.29	733	0.41	180	0.38
100	7	III-24	8.7	696	0.47	348	0.64	87	0.57	1275	0.38	638	0.47	157	0.41
153	9	III-24	7.4	568	0.57	284	0.8	71	0.69	1040	0.41	520	0.59	128	0.51
200	10	III-24	6.3	504	0.64	252	0.93	63	0.8	924	0.47	462	0.69	114	0.59

穩壓器 穩定電壓，保證以數值不變的電壓供給電子管，是現代無線設備供電問題中的一項重要問題。電壓變動將對無線設備的工作起不良影響；特別是在超外差式收音機中，電子管電源電壓變動將使本機振盪器的頻率發生漂移，亦即會使它自發地發生失諧現象，而有時則可能使該振盪器在個別波段上，甚至在全部波段上停

發輔助頻率。電子管電源電壓變動也會影響收音機的靈敏度和其它參數。

到目前為止，已經設計出一些穩定電壓的方法，這些方法主要可分為自動的和非自動的兩種。非自動穩壓方法就是應用各種形式的自耦變壓器，這在前面已經講過了。非自動穩壓方法簡單，很容易應用在任何收音機中，但它們的不便之處是需經常監視和調整，否則若電壓突然升高，電子管即將燒毀。

自動穩壓方法中，一種是用磁鐵飽和式電壓穩定器來穩壓，這種方法相當複雜，故應用不廣；另外一種就是應用各種氣體放電穩壓管來穩壓，所有各種的穩壓管都得到了大量的應用。此種穩壓管通常稱之為伏特穩定管[⊖]。

穩壓管的外表像電子管，它們由管座和玻璃泡組成，電極置於泡中。簡單的穩壓管有兩個電極——陰極和陽極。它的泡子裏充滿着某種惰性氣體（氖氣、氬氣或氦氣），其壓力為數公厘水銀柱。

圖7.11所示係連接這種穩壓管的電路圖。穩壓管經過電阻 R 接

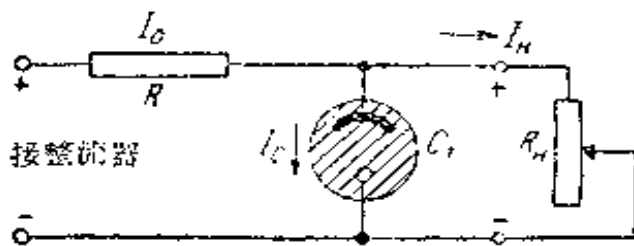


圖 7.11 穩壓管最簡單的連接電路圖

到整流器， R 的數值應根據整流器的電壓、負載電流和該穩壓管的特性數據來選擇。每一穩壓管用一定的起輝電壓來表明它的特性。若整流器的電壓

在穩壓管接入的時候超過穩壓管的起輝電壓，在穩壓管電極之間就會發生輝光放電。

穩壓管的物理特性是：在一定的範圍內，電極間的電壓降不依流過它的電流而變。例如，若由於負載電阻 R_L 增大，而使負載電

⊖ 俄文為СТАБИЛОВОЛЬТ，是一種俗稱，中文通常仍把這個字譯為穩壓管。

流 I_n 減小(圖7.11),則總電流 I_0 減小。由於總電流的減小,將使 R 上的電壓降減小,因此在穩壓管 C_T 的電壓應會增加。但由於穩壓管有上述特性,所以此時通過它的電流便增加起來,增加的數值恰能使電阻 R 上的電壓降保持原有的數值。當負載電流增大時,將發生與此相反的現象。在上述兩種情況下,穩壓管將使輸出電壓保持定值。

當流過穩壓管的電流在幾倍以內變動時,穩壓管能夠保持穩壓作用。但當電流超過最大容許值時,穩壓管就會開始弧光放電而遭到損壞。穩壓管的電壓過小時,就不能發生輝光放電,因此就不能工作。爲了保證穩壓管的正常工作,整流器的電壓應該是穩壓管起輝電壓的1.5—2倍。

穩壓管供給的穩定電壓決定於電阻 R 的正確選擇。這數值可由下式求得:

$$R = \frac{E_B - E_H}{I_{C_{мин}} + I_H}$$

式中: E_B ——整流器的電壓;

E_H ——負載兩端的穩定電壓;

I_H ——負載電流,單位爲毫安;

$I_{C_{мин}}$ ——穩壓管的最小電流,單位爲毫安;

按照上式得出的結果,可在10%的範圍內把它的尾數變成整數。

具有幾個氣隙的複合穩壓管應用起來極爲方便,應用它可以得到幾種穩定的電壓。這種穩壓管每個電極的形狀好像大小不一的杯子,倒裝在瓷支柱上。各個電極的接綫都聯到管腳上。這類穩壓管每個氣隙上的電壓通常爲70伏。

當電源電壓在該管規定的範圍（此範圍稱穩定界限）內變動時，穩流管能使這電路內的電流維持固定不變。例如穩流管B—2(1B—9)是根據從0.97到1.03安的電流來設計的，當電源電壓在5伏到9伏的範圍內變動時，通過它的電流不會越出上述範圍。這種穩流管主要用於蓄電池供電的收音機。當電源電壓在一定的範圍內變動時，它們能自動保持固定的電流強度，而不需要燈絲變阻器或調換任何附加電阻。

現代的交直流通用收音機的電子管燈絲電路內也接用穩流管。在電源電壓變動時，它們能保證燈絲電流不變。穩流管是串聯接於燈絲電路內的。圖7.14所示係穩流管的一種典型連接電路圖（《莫斯科人》收音機的電路圖）。

表7.9上舉出了供交直流收音機用的兩種穩流管的數據。

從這表中可以看出，當電源電壓變動一倍時，有穩流管的電路

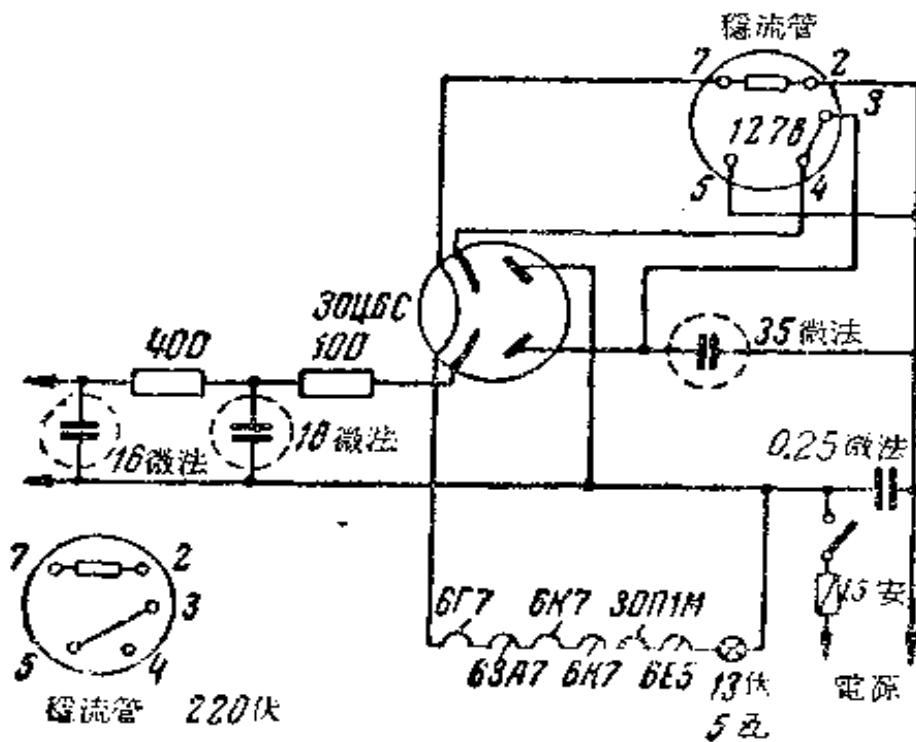


圖 7.14 穩流管的連接電路圖

內的電流變動不超過 9 %。

穩流管的外形和電子管相似。它有管座和充滿氫氣的玻璃泡。泡內安置鐵絲製成的螺旋形燈絲。表 7.9 中所舉兩種穩流管的管座圖見圖 7.15。管座上的連接片用以在穩流管插入時使電路閉合。

表 7.9

穩流管程式		0.35-17-35	0.35-65-135
電壓變動範圍	起 (伏)	17	65
	訖 (伏)	35	135
電流變動範圍	起 (伏)	0.28	0.27
	訖 (伏)	0.33	0.31
穩流管消耗功率 (瓦)		4.7~11.5	17.5~42

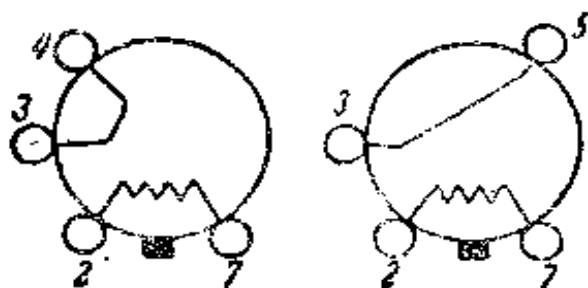


圖 7.15 穩流管管座圖

第八章

參考數據

第一節 電、磁和聲的單位及其符號

國際電磁單位

表 8.1

單位的 名稱	定 義	表 示 符 號	
		國 際	蘇 聯
伏	能使電阻為 1 歐的導體內產生 1 安電流的電動勢或電壓	V	B
毫伏	千分之一伏; $10^{-3}=0.001B$	mV	mB
微伏	百萬分之一伏; $10^{-6}; 0.000001B$	μV	μKB
千伏	一千伏; $10^3=1000B$	KV	KB
安	電流通過硝酸銀水溶液時在一秒鐘內能電解出來 1.118 毫克銀的不變電流量	A	a
毫安	千分之一安; $10^{-3}=0.001$ 安	mA	mA
微安	百萬分之一安; $10^{-6}=0.000001$ 安	μA	μKA
歐	當電流不變、溫度為冰點溫度時，長 106.3 公分，質量 14.4521 克，且整個長度內都有同樣截面積的水銀柱的電阻	Ω	OM
千歐	一千歐; $1,000=10^3$ 歐	$K\Omega$	KOM
兆歐	一百萬歐; $1,000,000=10^6$ 歐	$M\Omega$	MOM
瓦	當電壓為 1 伏時，1 安電量電流所有的功率	W	BW
百瓦	一百瓦; $100=10^2$ 瓦	hW	zBW
千瓦	一千瓦; $1,000=10^3$ 瓦	kW	KBW

續表 8.1

單位的 名稱	定 義	表 示 符 號	
		國 際	蘇 聯
毫瓦	千分之一瓦; $10^{-3}=0.001$ 瓦	<i>mW</i>	<i>мВт</i>
庫倫 (安秒)	電流為一安時, 在1秒鐘內通過導體橫截面的電量	<i>C</i>	<i>к</i>
安時	3,600 庫倫 (3,600 \times)	<i>Ah</i>	<i>аЧ</i>
瓦秒 (焦耳)	功率為1瓦的電流在1秒鐘內完成的功	<i>Ws</i>	<i>Вт-сек</i>
瓦時	3,600 瓦秒	<i>Wh</i>	<i>Втч</i>
百瓦時	100 瓦時	<i>hWh</i>	<i>гВтч</i>
千瓦時 法	1,000 瓦時; $1,000=10^3$ 瓦時 用1庫倫電量可充電到1伏的電容器的 容量	<i>kWh</i>	<i>кВтч</i>
微法	百萬分之一法; $10^{-6}=0.000001$ 法	μF	<i>мкф</i>
微微法	百萬分之一微法	$\mu\mu F$	<i>μμкф</i>
亨	電路中電流以每秒鐘1安的速度均勻變 化時能感應出1伏電動勢的電路所具 的自感量	<i>H</i>	<i>гн</i>
	一電路中的電流以每秒1安的速度均勻 變化時能在另一電路中感應出1伏電 動勢的雙電路系統所具有的互感量	<i>H</i>	<i>гн</i>
毫亨	千分之一亨; $0.001=10^{-3}$ 亨	<i>mH</i>	<i>мгн</i>
微亨	百萬分之一亨; $0.000001=10^{-6}$ 亨	μH	<i>мкгн</i>
麥[克斯韋]	磁通量的單位, 如磁通量在1秒鐘內均 勻地改變1麥, 則將在包圍它的單位 迴路(一綫匝)內感應出 10^{-8} 國際制 伏特的電動勢	<i>M</i>	<i>мкс</i>
高斯	當物體中與磁力綫方向垂直的每平方公 分截面內的磁通量為1麥時, 此物體 所具有的磁感應為1高斯	<i>G</i>	<i>гс</i>

續表 8.1

單位的 名稱	定 義	表 示 符 號	
		國 際	蘇 聯
吉伯	相距1公分平行放置的兩個等位平面 (每個平面上各點的磁位都是相等的) 間的磁場如是均勻的,且磁感應為1 高斯時,它們之間所具有的磁位差為 1吉伯	<i>Gb</i>	<i>гб</i>
奧(斯忒)	磁場強度(磁勢)	<i>Oe</i>	<i>о</i>
週	頻率單位 變化週期為1平均太陽秒的任一隨時間 作週期變化的數值的頻率	<i>Hz</i>	<i>гц</i>
千週	一千週; $1,000=10^3$ 週	<i>kHz</i>	<i>кГц</i>
兆週	一百萬週; $1,000,000=10^6$ 週	<i>MHz</i>	<i>МГц</i>
波長	電磁波在一次振盪時間內所傳播距離的 公尺數 當以公尺為單位,按照已知頻率值計算 電磁波波長時,總假定這些電磁波的 傳播速度等於 3×10^{10} 公尺/秒 $\lambda = \frac{3 \times 10^8}{f \text{ 千週}}$	λ	
巴	聲 的 單 位 當1達因瓦載力均勻作用在1平方公分 平面上時,該平面上所感受的聲壓為 1巴	<i>bar</i>	<i>бар</i>
毫巴	千分之一巴= 0.001 巴= 10^{-3} 巴	<i>mbar</i>	<i>мбар</i>
貝[耳]	其比值的十進制對數值等於1之二功率 的電平差	<i>b</i>	<i>б</i>
分貝	十分之一貝= 0.1 貝	<i>db</i>	<i>дб</i>
奈培	其比值的自然對數值等於1之二功率的 電平差 1奈培= 8.686 分貝; 1分貝= 0.115 奈培	<i>Np</i>	<i>нп</i>

附 註：

1. 電磁波的傳播速度在大多數情況下，都當作是等於 300,000 公里/秒 = 300,000,000 公尺/秒 = 3×10^8 公尺/秒。

在進行特別精確的計算時，電磁波在空氣中的傳播速度應採用為 2.9982×10^8 公尺/秒。

2. 如果電容器的電容以公分為單位來表示，則在化為國際制單位時，需應用下列關係：

1 公分 = 1.1 微微法；1 法 = 10^6 微法 = 10^{12} 微微法 = 9×10^{11} 公分。

3. 如果線圈的電感以公分為單位來表示時，則在化為國際制單位時，需應用下列關係：

1 微亨 = 1,000 公分 = 10^3 公分；1 亨 = 1,000 毫亨 = 1,000,000 微亨 = 1,000,000,000 公分 = 10^9 公分。

第二節 電工學概述

直流 歐姆定律。用於直流中的歐姆定律用下式表示

$$I = \frac{U}{R},$$

式中：I——電流，安；

U——電壓，伏；

R——電阻，歐。

這就是說，一電路中的電流和該電路兩端的電壓成正比，而與電路的電阻成反比。

由歐姆定律可以得出：

$$a) U = I \cdot R,$$

即：任一段電路上的電壓降等於流過該電路的電流和該段電路的電阻的乘積；

$$b) R = \frac{U}{I},$$

即：電路的電阻等於作用在這個電路兩端的電壓除以電路中流過的

電流。

上面所述三個公式，對整個電路或電路的任何一部分都是有效的；在後一情況下， U 是指作用在該段電路兩端子上的電壓。

克希荷夫定律 克希荷夫第一定律：流向一點的各電流的總代數和等於零。這就是說：送入任一個連接若干支路的連接點的電量等於自此點輸出的電量。如果有幾個並聯電路存在時，總電路中的電流等於各並聯支路電流的總和。

各並聯支路中的電流分別與該支路的電阻成反比。如以相同的腳碼標註各並聯電路的一個電路中的電流 i 和電阻 R ，則克希荷夫定律可以下列形式表示。

$$i_1 : i_2 : i_3 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3} \dots\dots$$

在圖 8.1 所示由兩個並聯支路組成的電路中，每個支路中的電流可以分別用下列二公式計算出：

$$i_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times I_0;$$

$$i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times I_0,$$

式中： I_0 ——總電路中的電流， $I_0 = i_1 + i_2$ 。

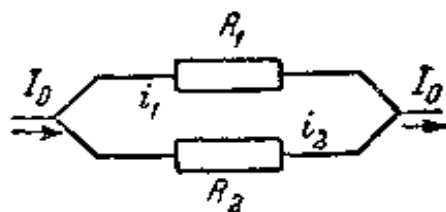


圖 8.1 並聯電路中電流的分流情況

克希荷夫第二定律：在封閉迴路內，電流與迴路中各相應段的電阻相乘而得的各個乘積之代數和，等於作用在這個迴路各段上的各電動勢的代數和。

楞茨——焦耳定律 轉變為熱能的電流功率，可用下列數式中的任一式求出：

$$P = U \cdot I = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

如果電壓以伏為單位，電流以安為單位，電阻以歐為單位，則所得功率將以瓦為單位。當內阻為 $R_{\text{內}}$ ，外部電路負載電阻為 $R_{\text{外}}$ 的某一電源工作時，這個電源所給出的總功率可由下式決定：

$$P = E \cdot I = I^2 \cdot R_{\text{內}} + I^2 \cdot R_{\text{外}}$$

式中： P ——電源所給出的總功率，瓦；

I ——電流，單位為安，等於 $\frac{E}{R_{\text{內}} + R_{\text{外}}}$ ；

E ——電源的電動勢，伏。

若一導體的電阻為 R 歐，其中流過的電流為1安培，則該導體在 t 秒鐘內所發出的熱量將為：

$$Q = 0.24 I^2 R t \text{ 卡(小卡)}。$$

一電流 I 流過電阻為 R 歐的導體（ I 以安為單位），而導體兩端的電壓為 U 伏時，它在 t 秒內所做的功為

$$A = U \cdot I \cdot t = I^2 R t \text{ 瓦秒(焦耳)，}$$

這些功變為熱能消耗了。

電功率，即1秒鐘內所做的功為

$$P = UI = I^2 R \text{ 瓦，}$$

1 瓦時 = 860000 卡 = 860 千卡（千卡即為大卡）；632000 卡 = 632 千卡 = 1 馬力小時；

$$1 \text{ 卡} = 0.427 \text{ 千克公尺}$$

$$1 \text{ 馬力} = 736 \text{ 瓦} = 0.736 \text{ 千瓦。}$$

交流電流 《交流電流》這一術語通常總理解為正弦形的交流電

流。如果電流的曲綫具有複雜的波形，則可看成是許多不同頻率（為主頻的倍數）和不同振幅的正弦形電流的總和。因此，交流理論中研究的交流電流主要是純正弦電流。實際上我們遇到的多半也正是這種電流。

正弦電流在任何瞬時的數值（瞬時值），可由下式求出

$$i = I_{a.m.n} \sin(\omega t + \varphi),$$

式中： $I_{a.m.n}$ ——電流的最大值，即它的振幅值；

ω ——角頻率 $= 2\pi f$ ，此處 f 為頻率，單位為週；

t ——從某一假定開始點算起所經過的時間；

φ ——開始相位，它表明開始讀取電流數的時間。

如果開始時間選得使電流在這時恰好為零，而以後就開始向正值方面增長，那末 $\varphi = 0$ 。在這種情況下，電流的瞬時值可用下列形式表示：

$$i = I_{a.m.n} \sin \omega t。$$

交流電流的有效值 I 就是它的均方根值。

對正弦電流而言：

$$I = \frac{I_{a.m.n}}{\sqrt{2}} = 0.707 I_{a.m.n}。$$

計算時，多半利用電流的有效值。這一電流的振幅值可由下式求出：

$$I_{a.m.n} = I\sqrt{2} = 1.41I。$$

所有的交流測試電表都是按電流和電壓的有效值來劃分刻度的。因此，如果從電表上讀出交流電源電壓為127伏，則該電源電壓的振幅值應為 $1.41 \times 127 = 178$ 伏。

交流電流在一個半週內的所有各瞬時值的算術平均值稱為交流

電流的平均值。對正弦電流來說：

$$I_{cp} = \frac{2}{\pi} \cdot I_m \approx 0.637 I_{max},$$

或

$$I_{max} = \frac{\pi}{2} \cdot I_{cp} \approx 1.57 I_{cp}.$$

上面疊加有正弦波電流的直流電流叫做脈動電流。脈動電流一週期內的平均值等於直流的數值。脈動電流的有效值由下式決定：

$$I_r = \sqrt{I_0^2 + I^2},$$

式中： I_0 ——脈動電流中直流成分的數值；

I ——脈動電流中交流成分的有效值。

如果在交流電路中僅有純電阻，那末所消耗的功率可以用與計算直流電消耗功率相同的方法求出

$$P = U \cdot I.$$

如果交流電路中有電感或電容，那末電流與電壓間將有相移存在。由於這個緣故，蓄積在電感和電容中的能量在某些瞬將會送還出來。此時消耗功率（有時稱為有功功率）將由下式決定：

$$P = UI \cdot \cos \varphi,$$

式中 φ ——電流和電壓間的位移角， $\cos \varphi$ 則稱為功率因數。

視功率 UI 就是電流有效值和電壓有效值的乘積。視功率以伏安為單位來測量。

符號 $P_r = UI \cdot \sin \varphi$ 表示無功功率，這種功率是用來建立電場和磁場的。無功功率在一週期內的平均值等於零。

三相電流 三相電流是從有三個電氣相位相差 120° 的繞組的發電機取得的。在三相制中，有三個頻率和振幅都相同，但相位相差 120° 的，各自獨立的電動勢在作用。

$$e_1 = E_m \sin \omega t;$$

$$e_2 = E_m \sin(\omega t - 120^\circ);$$

$$e_3 = E_m \sin(\omega t - 240^\circ)。$$

如果三個相的負載都相同，那末三個電流的相位也將相差 120° 。

三相發電機的幾個繞組可以接成圖 8.2 所示的《星形》；或接成《三角形》（圖 8.3）。

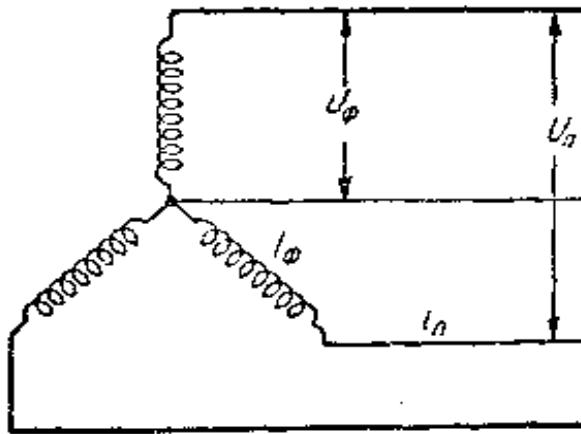


圖 8.2 星形接法

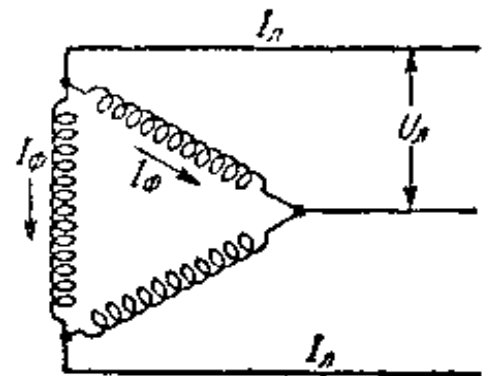


圖 8.3 三角形接法

當接成《星形》時，公共連接點稱之為中性點，或零點。

如果三個相的負載不等，那末從連接成《星形》的發電機中將要引出四根導綫——三根導綫從繞組的末端引出；一根從零點引出。最後這一根導綫稱為中性綫，或零電位綫；它的截面可比其它三根綫的截面小些，因為流過它的電流等於各相電流之差，是比較小的。如果各相的負載相同，那末零位綫中將沒有電流流過。在這種情況下，沒有第四根導綫也行。

任何一相繞組兩端的電壓稱為相電壓 U_ϕ 。當採取星形接法時，相電壓等於綫路和零位導綫之間的電壓。流過發電機某相繞組的電流稱為該相的相電流 I_ϕ 。在三綫制三相綫路的任兩導綫之間的電壓

稱之為綫路電壓 U_A 。三綫制三相綫路的三導綫中一條導綫內所流通的電流稱為綫路電流 I_A 。

當發電機的繞組接成《星形》時，上述各數間存在如下之關係：

$$I_A = I_\phi; \quad U_A = \sqrt{3} \cdot U_\phi$$

當繞組接成《三角形》時，上面這一關係將變成如下形式：

$$I_A = \sqrt{3} \cdot I_\phi; \quad U_A = U_\phi$$

如果各相負載不同，則不論發電機繞組採用何種接法，三相電路中的功率都等於：

$$P = 3U_\phi \cdot I_\phi \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot U_A I_A \cos\varphi,$$

式中 φ —— U_ϕ 和 i_ϕ 之間的相角。

電抗 感應綫圈總要具有一定的歐姆電阻（純電阻）。這一電阻 R 好像是和綫圈的電感 L 串聯的。因此綫圈對交流電流呈現的總阻抗 Z 等於：

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2},$$

式中： $X_L = \omega L = 2\pi fL$ —— 綫圈對交流電流呈現的電抗，歐。

在這種情況下，歐姆定律的公式的形式如下：

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}},$$

式中： I —— 流過綫圈的電流，安；

U —— 綫圈上的電壓，伏；

L —— 綫圈的電感，亨。

在大多數情況下，綫圈的純電阻比電抗 X_L 小得多，因此相當準確地可以認為：

$$Z_{\text{nam}} = \omega L = 2\pi fL,$$

式中： L 以亨為單位；而 f 則以週為單位。

在感應綫圈中，電流比電壓滯後將近 90° 的角度。

電容器實際上對交流電流呈現的是純電抗。電容器的電容愈大，頻率愈高，它的電抗就愈小：

$$X_c = \frac{1}{\omega C},$$

式中： C ——電容器的電容，單位為法；

ω —— $2\pi f$ ，此處 f 以週為單位。

在射頻率時，容抗可以很方便地以下式求出：

$$X_c = \frac{530 \lambda}{C},$$

式中： λ ——波長，公尺；

C ——電容，微微法。

或：

$$X_c = \frac{159000}{fC}$$

式中： f ——以週為單位；

C ——以微法為單位。





複合交流電路 由同類電抗組成的複合交流電路在穩狀態時的總阻抗，可按照在直流時所用的那些定則來計算；但在這種情況下，已經不是用歐姆電阻 R 來計算，而是用總阻抗 Z 來計算了。


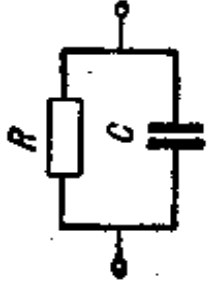
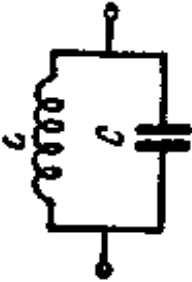
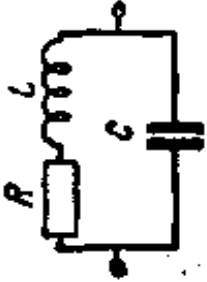
最簡單的交流電路的計算公式列舉於表 8.2 上。

第三節 一些聲學知識

聲音是以一定速度在彈性介質中傳播的機械振盪。聲的傳播速度視介質的性質、彈性和密度而定。在溫度為 $+15^\circ$ 及正常大氣壓（760公厘）的情況下，聲音在空氣中的傳播速度等於340公尺/秒。

表 8.2
最簡單電路的交流歐姆定律綜合表

電路	R—電阻	X—電抗	Z—阻抗
	R	ωL	$\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$
	R	$(-)\frac{1}{\omega C}$	$\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$
	0	$\omega L - \frac{1}{\omega C}$	$(+)\sqrt{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$
	R	$\omega L - \frac{1}{\omega C}$	$\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$

	$\frac{R \cdot (\omega L)^2}{R^2 + (\omega L)^2}$	$\frac{R^2 \cdot \omega L}{R^2 + (\omega L)^2}$	$\frac{R \omega L}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$
	$\frac{R}{1 + R^2 (\omega C)^2}$	$\frac{R^2 \omega C}{1 + R^2 (\omega C)^2}$	$\frac{R}{\sqrt{1 + R^2 (\omega C)^2}}$
	0	$\frac{\omega L}{1 - \omega^2 LC}$	$(+)\sqrt{\left(\frac{\omega L}{1 - \omega^2 LC}\right)^2}$
	$\frac{R}{(1 - \omega^2 LC)^2 + R^2 (\omega C)^2}$	$\frac{\omega L - \omega C (R^2 + \omega^2 L^2)}{(1 - \omega^2 LC)^2 + R^2 (\omega C)^2}$	$\sqrt{\frac{R^2 + (\omega L)^2}{(1 - \omega^2 LC)^2 + R^2 (\omega C)^2}}$

在表内各式中: R 、 X 和 Z ——單位為歐; L ——單位為亨; C ——單位為法; $\omega = 2\pi f$, 其中 f 以週為單位。

人耳所能感覺到的是頻率約從20週到16000週的聲波。

當聲波傳播時，藉以傳播聲波的介質粒子發生某種位移。這種位移的頻率就是聲的頻率；而其振幅則是聲的強度。移動的空氣粒子形成一定強度的壓力，稱之為聲壓。通常所指的是聲壓的有效值。確定某一聲壓的大小時，總是以1平方公分垂直於聲壓力作用方向的面積上所受到的聲壓數值來計算。聲壓以聲巴為單位，當1達因力分佈在和力的方向垂直的1平方公分面積上時，該面積所受到的壓力就是一巴（1達因——能使1克物體產生1公分/每秒每秒加速度的力）。

1秒鐘內穿過與聲傳播方向垂直的1平方公分面積的聲能量，稱為聲強。聲強的測量單位是每平方公分的瓦特數（瓦/平方公分），或每秒每平方公分的爾格數（爾格/平方公分秒）。

在這些單位間存在如下的關係：

$$1\text{瓦/平方公分} = 10^7 \text{ 爾格/平方公分秒}$$

或 $1\text{爾格/平方公分秒} = 10^{-7} \text{ 瓦/平方公分。}$

聲於通常條件下在空氣中傳播時，聲壓 P 和聲強 I 間存在如下的關係：

$$P_{\text{有效}} = 6.44 \sqrt{I \cdot \text{爾格/平方公分秒}} = 2.2 \times 10^4 \sqrt{I \text{ 瓦/平方公分}}。$$

當聲在無界限的空間傳播時，聲強與離聲源距離的平方成反比地，隨距離增長而漸弱；而聲壓則與離聲源的距離本身成反比地減弱。

聲源的強度是以距聲源1公尺處的聲壓數值來估計的。

僅當聲音的聲強超過所稱可聞界限的某一定數值時，人耳方開始能聽出這個聲音來。此外，人耳對不同頻率聲音的感覺並不一樣，對1000週左右的頻率感覺較為靈敏。頻率1000週時的可聞界限

相當於0.0002巴的聲壓（聲強為 10^{-16} 瓦/平方公分或 10^{-9} 爾格/平方公分秒）。

我們只有在完全寂靜的環境中傾聽片刻以後，才能聽出具有相當於可聞界限的聲強的聲音。聲強超過某一界限的巨大聲音，聽起來會使我們的耳朵感到疼痛，我們把這個聲強界限稱為痛覺界限。在中頻情況下，痛覺界限相當於200巴左右的聲壓。痛覺界限與頻率間的關係要比可聞界限與頻率間的關係小得多。表示可聞界限和痛覺界限與頻率間關係的曲綫畫在圖8.4上。圖上左邊的縱標度上註出了以瓦/平方公分為單位的相當的聲強數值 I 。為了明顯起見，圖8.4上也畫出了大交響樂隊演奏時的聲強界限。

人耳對聲音響度的判斷符合於下述規律，即聲音感覺的增漲和刺激比的對數成正比。

估計聲強的單位是貝耳，即兩個聲強數值之比的對數值（一般都取用兩個功率數值之比）。實際上採用的單位是分貝——是貝耳的十分之一（0.5）。

$$N_{dB} = 10 \lg \frac{I_2}{I_1}。$$

因為聲強與聲壓間的關係是平方關係：聲強為聲壓的平方，故二聲壓的差值（0.5）可由下列式子求出：

$$N_{dB} = 20 \lg \frac{P_2}{P_1}。$$

1.05相當於聲強變化了0.26倍。我們的耳朵所能覺察出的最小聲強變化，相當於1.05。因此分貝的意義可以認為它是人耳所能分辨出的最小響度變化。

我們通常以分貝數來衡量和可聞界限相比的聲強和聲壓數值。聲強水平就是比零聲強（和1000週純音的可聞界限相當的聲強）水

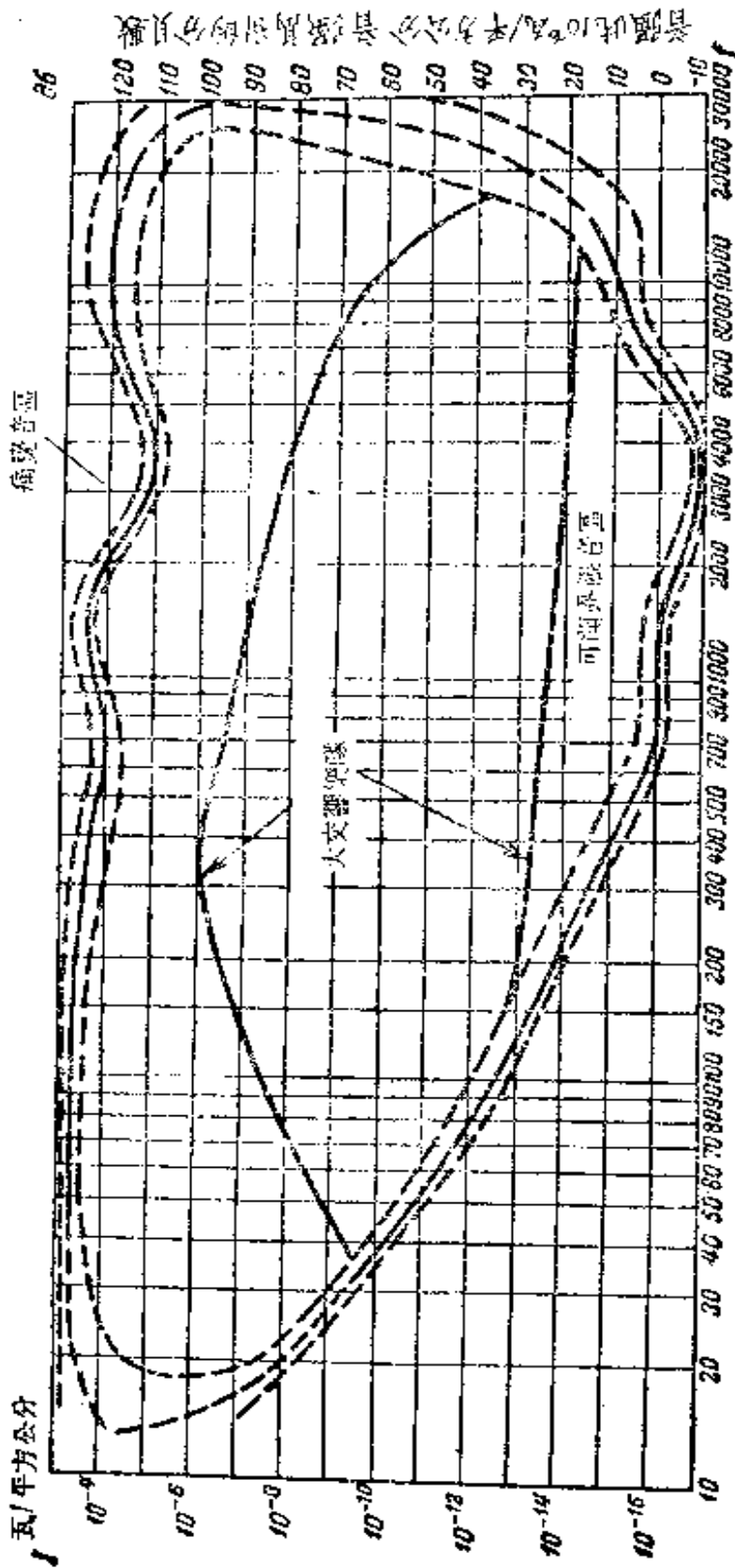


圖 8.4 可聞界限與痛覺界限隨頻率變化的關係曲綫

平高出的分貝數。

同一聲強但音調高度不同的許多聲音，耳朵聽起來會感到它們的響度不一樣。聲音的響度水平就是和這個聲音等響度的1000週純音的聲強水平。

爲了鑑別發聲的好壞，我們還要應用下列一些定義和概念。

音色——主聲的聲音色彩，是該複聲所特有的聲音色彩，它是由於存在着許多高頻譜波（頻率爲主頻的、2、3、4、5等倍數的振盪）因而產生的。音色可以使我們區別出各種樂器聲以及人們發出的聲音的不同。

發聲動態範圍——這就是最大聲強與最小聲強之間的差數，以分貝爲單位。大交響聲隊的發聲動態範圍爲70—80分貝。這就是說最強聲強與最弱聲強的差值爲70—80分貝。

遮聲作用——即弱的聲音被較強聲音壓倒的現象。當響度相差甚大時，弱的聲音會完全聽不出來。

第四節 微 音 器

微音器是一個用以把聲能變成電能的電聲變換裝置。微音器由下列各基本質量指標表明它的特性：1)靈敏度；2)通帶；3)頻率失真；4)非綫性失真；5)方向特性曲綫。

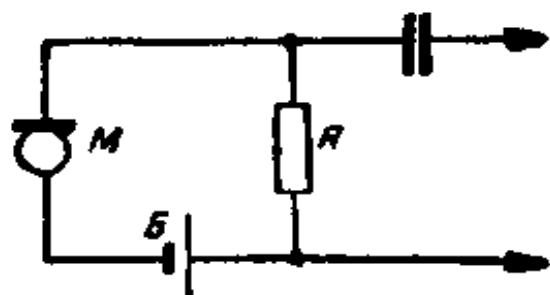


圖 8.5 碳粒微音器的電路圖

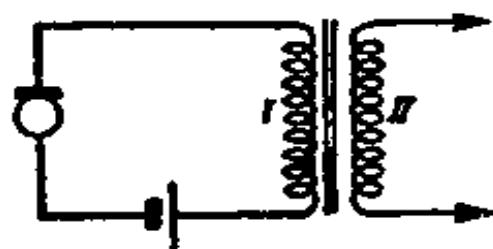


圖 8.6 用變壓器接入微音器的電路

前三項指標根據微音器靈敏度的頻率特性曲綫來決定。加在微音器上的聲壓為1巴時，微音器所能發生的電動勢數值稱為微音器靈敏度，其測量單位是每巴的毫伏數，即毫伏/巴；或是和靈敏度零值水平相比的分貝數。用作為零值水平的通常是能在開路電路兩端子上或250歐電阻端子上得到1伏/巴的靈敏度。在實驗室試驗時，有時以0.1毫伏/巴作為零值靈敏度水平。因為微音器的靈敏度大多是與頻率有關，所以通常總以200到2000週頻譜內的平均靈敏度數值作為該微音器的靈敏度。有時則用頻率為1000週時的靈敏度來代替平均靈敏度。

頻率失真的大小，是根據頻率特性曲綫各點的靈敏度數值偏離平均靈敏度的數值（分貝）來決定的。非綫性失真則用非綫性失真係數來表示。

非綫性失真係數則在最大工作幅度（頻率1000週，聲壓10—20巴）的情況下來測定。

方向特性曲綫是微音器靈敏度和聲波對微音器振動膜的投射角度間的關係曲綫。

現時廣泛應用的微音器有下列五種：1) 炭粒微音器或接觸微音器；2) 電容微音器或靜電微音器；3) 鋁帶電動微音器，通常簡稱為《鋁帶微音器》；4) 動圈式電動微音器，通常稱為電動微音器或動圈式微音器；5) 壓電微音器或晶體微音器。

炭粒微音器有兩種型式，一種是單向動作微音器，一種是差動微音器。前一種微音器應用最廣泛，所謂《大理石微音器》和各種電話、無線電設備裏用的微音器等都是屬於這一類的。

幾種單向炭粒微音器的數據列於表8.3。

單向動作炭粒微音器最簡單的連接電路圖見圖8.5。圖8.6所示

炭粒微音器的數據 表 8.3

微音器型式	靈敏度 (毫伏/巴)	電 阻 (歐)	所需無信流 電流 (毫安)	電源電壓 (伏)
MM-2	1—1.5	600—1,000	15—20	5—15
炭精盒				
ME-№ 3	10—15	30—90	40	3
ME-№ 5	10—15	100—250	120	24

是另一個用變壓器來連接此種微音器的電路圖，這種連接法較好，應用也較廣泛。

差動炭粒微音器有兩個裝滿炭粒的小盒子。其連接電路圖見圖 8.7。

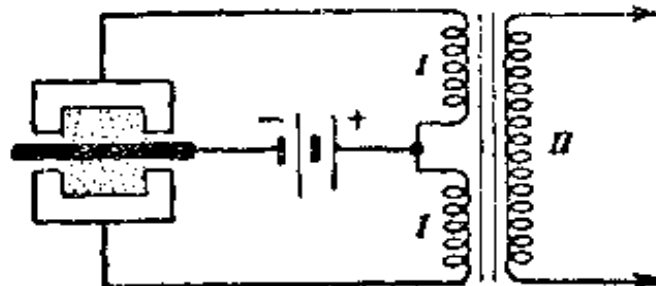


圖 8.7 差動微音器的連接電路圖

此種微音器中間的一個可動片子與振動膜緊緊聯在一起。差動微音器的靈敏度較單向微音器高，它所引起的非綫性失真也小得多。差動炭精送話器盒的靈敏度，在每個盒子的電阻從20到90歐時，約為40—50毫伏/巴。此種微音器的額定電流為100—250毫安。

電容微音器是一個空氣電容器，它的一個極板是緊緊張着的硬鋁膜片，而另一極板是一塊沉重的固定板子。電壓經過電阻加到這個電容器上（圖 8.8）。電容微音器的起始電容約為150微微法。電阻的數值達到幾個兆歐。電池B的電壓接近200伏。電容微音器

的方向特性曲綫近似一個圓圈。頻率特性曲綫中50到10000週範圍內的不均勻性約為±3分貝。應用電容微音器時，微音器電路應周密屏蔽起來，微音器則應緊緊靠近着放大器。前置放大器和微音器通常都裝在一起，成爲一個整體。這種帶有放大器的微音器的靈敏度約爲0.6毫伏/巴。

鋁帶微音器是用一條極薄（厚度幾微米）的、有縫紋的小鋁帶製成的，這條鋁帶放置在一塊永久磁鐵的兩極間。作用在鋁帶上的力量的大小，決定於加在它兩邊的聲壓的差數。鋁帶微音器不需要電源。這種微音器的連接電路圖見圖8.9。

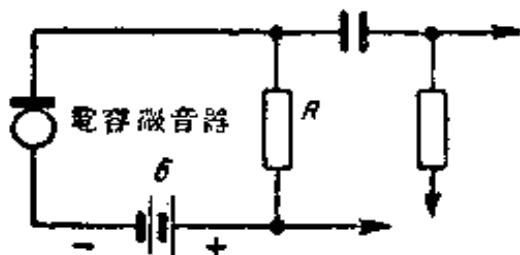


圖 8.8 電容微音器的連接法

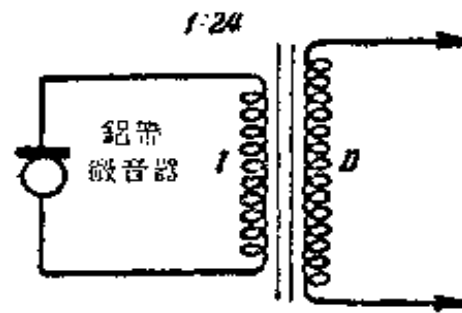


圖 8.9 鋁帶微音器和電動微音器的連接電路圖

鋁帶微音器中鋁帶的電阻等於幾個歐姆。頻率特性曲綫上，不均勻性爲±8—10分貝部分的頻寬爲50到10000週。微音器的靈敏度約爲0.3毫伏/巴。方向特性曲綫的形狀是一個“8”字形。

電動微音器的構造在原理上和電動揚聲器的構造相像。聲音壓力作用在球狀鋁質膜片上，膜片與圓柱繞圈緊緊固接在一起，該繞圈則放置在一個很強的磁場中。從實質上說，這就是一個電動揚聲器，祇不過在這裏把揚聲器中的錐形紙盆換成了一個半球狀的振動膜。爲了改善頻率特性，在微音器的外罩和其它金屬機件上鑿出各式各樣的縫隙、小孔和腔洞。微音器是經過變壓器和放大器相連的。

電動揚聲器的靈敏度平均爲0.3毫伏/巴。不均勻性在20分貝以

下的通帶約從50到8000週。

壓電微音器的作用是由於利用酒石酸鉀鈉晶體的壓電效應而產生的。壓電微音器有兩種型式：膜式壓電微音器和《聲盒子》型壓電微音器。從電的方面來說，所有各種型式的壓電微音器都可以看成爲具有1千到幾千微微法電容的電容器。這些微音器也不需要電源，並可與放大器的輸入端直接相連（輸入端應當是高阻的，即應有約0.5—2兆歐的電阻）。

第五節 各種數據

倍數單位和分數單位的表示符號

各種單位和它們的分數值是按十進制來表示的，因此，需要採用下列一套字頭，用以表示各數值與基本單位之間的關係：

表 8.4

各數值與基本單位間的關係	表示符號		符號名稱
	俄 文	拉 丁 文	
10^6 (百萬倍)	мл	M	мега
10^3 (千倍)	к	k	кило
10^2 (百倍)	г	h	гекто
10 (十倍)	дк	D	дека
10^{-1} (十分之一)	дц	d	деци
10^{-2} (百分之一)	с	c	санти
10^{-3} (千分之一)	м	m	мили
10^{-6} (百萬分之一)	мк	μ	микро
10^{-9} (十億分之一)	—	n	нано
10^{-12} (萬億分之一)	п	P	пико
此外還採用:			
10^{-9} (十億分之一)	млк	m μ	миллимикро
10^{-12} (萬億分之一)	мкмк	$\mu\mu$	микромикро

例： $km = \kappa m = \text{公里} = 10^3 \text{公尺}$ ； $m\mu A = \text{mmka} = \text{十億分之一安培} = 10^{-9} \text{安培}$ ； $M\Omega = \text{M}\Omega = \text{兆歐姆} = 10^6 \text{歐姆}$ ； $\mu\mu F = \text{mmk}\mu\phi = \text{微微法} = 10^{-12} \text{法}$ ； $pF = \text{p}\phi = \text{微微法} = 10^{-12} \text{法}$ 。

用以製造檢波器的晶體一覽表及其主要說明

表 8.5

序號	晶體名稱	來源	化學成分
1	方鉛(方鉛礦)	從礦裏開採出來並經人工製造而成	硫化鉛 PbS
2	鍺	開採得到	化學元素 Ge
3	石墨	開採出來並經人工製造而成	結晶碳 C
4	金剛砂	在電弧焰中熔化焦炭和氧化矽時取得	碳化矽 SiC
5	錳鉬礦	礦物：錳鉬礦	硫鹽 MoS_2
6	黃鐵礦	礦物：黃鐵礦	硫鹽 FeS_2
7	多縮矽醇	用人工法製成：先將金屬鍺熔於熔解了的矽中，然後再加入砂子一起煖燒，再經過鹽酸處理製成	結晶矽 Si
8	黃銅礦	開採得到的黃銅礦	$Cu_2S \cdot Fe_2S_2$
9	紅錳礦	礦物，開採得到	氧化錳 ZnO

各種檢波器的特性

表 8.6

序號	檢波器的名稱	靈敏度	穩定性
1	方鉛—石墨	很高	很低
2	方鉛—銅	”	”
3	方鉛—錳	”	”
4	方鉛—銅	”	”
5	鍺—銅	高	很高
6	石墨—銅	不高	”

7	金剛砂——鋼	中 等	” ”
8	金剛砂——黃銅	不 高	” ”
9	金剛砂——炭鐵礦	” ”	” ”
10	輝鉍礦——銀	中 等	” ”
11	輝鉍礦——銅	” ”	” ”
12	黃鐵礦——銅	高	高
13	黃鐵礦——炭銅礦	”	”
14	多縮砂醇——鋼	很 高	很 高
15	多縮砂醇——鋼	” ”	” ”
16	多縮砂醇——黃銅礦	” ”	” ”
17	黃銅礦——鋁	高	” ”
18	黃銅礦——銅	很 低	” ”
19	紅錳礦——銅	高	中 等
20	紅錳礦——黃銅礦	很 高	高

數 學 符 號

= 等於

≡ 恆等於

≠ 不等於

≈
≅
∞

} 近似等於

< 小於

> 大於

π ——圓周與直徑之比 3.1416

$$\frac{\pi}{2} = 1.5708$$

$\omega = 2\pi f$, 式中 f ——頻率, 週。

一些幾何關係

圓周長 $l = 2\pi r = 6.28r = \pi d = 3.14d$ 。

≤ 小於或等於

≥ 大於或等於

≪ 遠小於

≫ 遠大於

— 從...到...

∞ 無限大

圓面積 $S = \pi r^2 = 3.14r^2 = \frac{\pi d^2}{4} = 0.79d^2$ ，由此

$$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}}; \quad d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{S}{0.79}}。$$

球體積 $V = \frac{4}{3}\pi r^3 = 4.19r^3 = \frac{1}{6}\pi d^3 = 0.52d^3$ 。

球面積 $S = 4\pi r^2 = 12.57r^2 = \pi d^2 = 3.14d^2$ 。

圓柱體積 $V = \pi r^2 h = 3.14r^2 h = \frac{\pi d^2 h}{4} = 0.79d^2 h$ 。

如果上列各式中的半徑 r 、直徑 d 和高 h 以公厘為單位，那末長度 l 、面積 S 和體積 V 將相應地以公厘、平方公厘和立方公厘為單位來表示。

圖 例 表


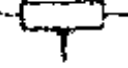

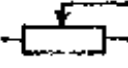
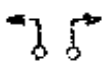
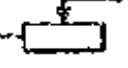









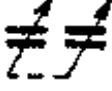




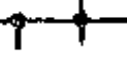


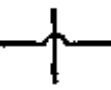

1		天 綫	15		帶抽頭的電阻 (固定電位計)
2		環形天綫	16		電位計 (帶滑臂的)
3		偶極天綫	17		變阻器
4		接 地	18		固定電容器
5		接機架上 (接機殼)	19		可變電容器 (帶點的一片是可動的)
6		接地屏蔽	20		差動電容器
7		和機架相接的屏蔽	21		微調電容器, 箭頭表示可動部分
8		屏蔽和地氣相接	22		聯動電容器
9		屏蔽和機架相接	23		電解電容器 (圖中示出了連接極性)
10		從屏蔽中引出導綫	24		電感綫圈
11		導綫相接	25		有幾個綫捲的低頻變壓器
12		導綫交叉但不相接			
13		固定電阻			
14		可變電阻 (一般畫法)			

圖 例 表 (續)

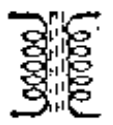


26		帶抽頭的綫圈	36		微音器
27		可變電感綫圈，變感器	37		頭帶耳機
28		高頻變壓器	38		電磁揚聲器
29		耦合可以變化的高頻變壓器	39		久磁式電動揚聲器
30		用電感耦合在一起的綫圈	40		勵磁式電動揚聲器
31		帶可動高頻鉄心的綫圈	41		電唱頭
32		有高頻鉄心的變壓器	42		記錄器
33		帶可動高頻鉄心的變壓器	43		晶體檢波器，氧化銅整流片、銅整流片
34		低頻扼流圈	44		聚電元件
35		低頻變壓器	45		石 英

圖 例 表 (續)

46		端 孔	56		直 流
47		接 點	57		交 流
48		接綫端子	58		直流電壓電源
49		開 關	59		交流電壓電源
50		接點轉換器	60		直流電壓表 也適用於表示其它電表，僅不過需要調換一下上面的符號： <i>A</i> 表示安培表； <i>mA</i> 表示毫安表； <i>μA</i> 表示微安表； <i>mV</i> 表示毫伏表； <i>G</i> 表示檢流表； Ω 表示歐姆表等等。
51		配電盤上的轉換器	61		交流電壓表 (其它代表意義參看60)
52		雙向開關	62		原電池或蓄電池
53		按 鈕	63		原電池組或蓄電池組
54		莫爾斯電鍵	64		保安器 (上面註出了燒熔電流值)
55		蜂 音 器			