

工學小叢書

無線電收音機之原理及製造法

王鵬 雒 著

商務印書館發行

工學小叢書

無線電收音機之原理及製造法

王鶴雛著

商務印書館發行

俞 序

無線電是新興的工業，進步快得極。近年來，我國研究的人也漸多。用國文寫的书太缺乏，無形中是一個大障礙。王君鵷雛是一位有志的業餘研究家。他有經驗。他又好讀書。集衆書的精華，編成這一本。初學者讀，可以明白實際，也可以知道淺近的學理。文字淺顯，沒有艱深的數學。所以我特地介紹給讀者。

俞子夷在浙江大學

自序

電學先輩王崇植惲震兩先生在其「無線電與中國」書中這樣說過：

『別種科學研究，如化學，如飛機，如電機，皆需要較多之款項以開始，且非多年之研究不能發生效果。學問較淺之人，更不知從何下手。惟無線電則不然，中學一二年學生即可購置一二小器具，如電容器，線圈，聽筒之類，自行配合，以收聽本城之音樂廣播。音樂既得，興趣自生。其聰俊者必進而更求聲浪之放大及遠地之音樂。如此進行，學生乃得一最好之科學實習，苟再加以父兄師友之獎導，則其成就必甚可觀。不僅學生可爲此也，農工商教育界之人士，苟有興趣，亦宜爲之。目下我國最普通之娛樂爲賭博，家庭濡染，甚至纔入幼稚園之兒童亦樂此不疲！一部分家庭苟能以無線電爲娛樂，小之則專事收音，大之則習爲業餘收發，與歐美各

國業餘電臺互通音問，即無新發現，其趣味之雋永亦已不可言喻矣。』

接着又說：

『我國苟能養成青年研究無線電之風氣，雖不必千百人中得一人才，無線電事業之基礎亦將賴此而完固矣。』

這一段話使我深切地信仰，特此引來作本書的原旨。

著者的意思以為專談理論將失於偏枯，或祇教人怎樣做而不告人以為什麼要這樣做，也不能滿足初學者求知的慾望，因此本書本製法和理論互證以說明收音機各部的作用，計算和製法，使初學的人得一清晰的有系統的概念，能由此而自己設計一架收音機，更引起其作進一步研究的野心以讀其他高深學理的書籍。祇是對於這個願望，著者很慚愧於自己的淺陋和經驗欠豐，使書中有不能免的漏誤，祈海內先進指正為幸。

本書初稿成後，承浙江大學教授俞子夷先生詳細校閱，書中有幾處錯誤，諸勞其指出而加改正，極為感謝。本書之得於完成，得感謝許多幫助人的美意：張君

淡流爲本書畫了一部分圖，陳君繩禮給我很多助力，上海亞美公司惠贈我很多圖樣，這是著者深致感謝的。

此外，得力風根(Telefunken)公司經理，上海西門子洋行(Siemens China Co.)和上海飛利浦洋行(Philips China Co.)，都曾供給各種說明書，圖樣及參考材料，謹此並致謝意。

鷓鴣誌於南京 二十二年五月

目 錄

一 概論

第一章 電流

1. 電子.....1
2. 導體與絕緣體.....2
3. 直流電及交流電.....2

第二章 電波

4. 電磁波的發生.....5
5. 波長及週率.....7
6. 天波地波及跳越..... 11
7. 電波的播送..... 13
8. 電波的干擾..... 16
9. 廣播電波的發射距離..... 17

-
10. 電波的接收——天線的收集作用.....19
 11. 天線的磁感量，電容量和自然波長.....20
 12. 諧振和配諧.....21
 13. 收音機裏發生的雜聲.....24
 14. 本書所用的符號及說明.....25

二 收音機各部

第三章 天線和地線

15. 集膚現象.....29
16. 天線所用的材料.....29
17. 天線的形式.....30
18. 架空天線的設計.....37
19. 環狀天線的設計.....39
20. 天線的選擇性.....42
21. 天線用的絕緣體.....42
22. 架空天線的裝法.....43
23. 環狀天線的裝置法.....47

-
24. 避雷裝置.....49
25. 地線.....51

第四章 感應線圈

26. 感應線圈的原理.....53
27. 單層線圈.....53
28. 多層線圈.....61
29. 盤環形線圈.....62
30. 線圈的最好形狀.....64
31. 線圈的設計.....65
32. 各式線圈的製法.....73
33. 線圈的互感作用.....83
34. 線圈的交連法.....84

第五章 蓄電器

35. 蓄電器之性質.....89
36. 蓄電器的種類.....90
37. 各式可變蓄電器之比較.....94

38. 蓄電器電容量的計算.....96
39. 固定蓄電器自製法..... 100
40. 可變蓄電器自製法..... 102
41. 電液式蓄電器..... 104

第六章 礦石

42. 檢波器的原理..... 108
43. 礦石檢波器的種類..... 109
44. 礦石檢波器的製法..... 113
45. 礦石的清潔和保護法..... 115
46. 礦石試驗法..... 116

第七章 真空管

47. 真空管的構造..... 118
48. 真空管的特性曲線..... 121
49. 真空管的檢波和放大..... 124
50. 真空管的性質..... 127
51. 燈絲電流及燈絲電壓..... 128

52. 屏極電壓.....	129
53. 柵極負電偏壓.....	130
54. 屏極阻力及負荷阻力.....	130
55. 互導率.....	132
56. 放大係數.....	133
57. 真空管的選擇.....	135
58. 真空管座.....	138

第八章 電池

59. 乾電池.....	142
60. 乾電池的耐用時間.....	146
61. 電池的聯結法.....	147
62. 蓄電池.....	148
63. 蓄電池充電前的準備.....	151
64. 直流充電法.....	153
65. 交流充電法.....	155
66. 蓄電池的使用時間.....	160
67. 高壓蓄電池.....	162

第九章 電阻器

68. 可變電阻器..... 165
69. 固定電阻器..... 169

第十章 變壓器

70. 變壓器的構造和種類..... 174
71. 高週率變壓器..... 175
72. 低週率變壓器..... 177

第十一章 聽筒及喇叭

73. 聽筒..... 181
74. 多個聽筒的聯結法..... 184
75. 喇叭..... 185
76. 平衡線圈式喇叭..... 186
77. 動線圈式喇叭..... 187

第十二章 濾波器

-
78. 濾波器的種類及用途..... 191
79. 濾波器原理..... 191
80. 低週率通過濾波器..... 192
81. 高週率通過濾波器..... 195
82. 週段通過濾波器..... 195
83. 週段扼制濾波器..... 196

三 收音機線路

第十三章 礦石收音機

84. 礦石檢波線路..... 199
85. 化合碳礦石收音機..... 205

第十四章 電池供電式真空管收音機

86. 柵極偏電位檢波法..... 207
87. 柵漏及柵路蓄電器檢波法..... 212
88. 再生力式..... 218
89. 蓄電器再生式..... 225

90. 一級射電週率放大及礮石檢波式.....	226
91. 一級射電放大，真空管檢波式.....	228
92. 成音週率放大.....	230
93. 變壓器交連放大式.....	231
94. 阻力交連放大式.....	233
95. 磁感迴阻交連放大式.....	235
96. 來復式.....	236
97. 兩級變壓器交連放大式.....	238
98. 三管高低週率放大式.....	240
99. 一個有效的四管輕便機.....	241
100. 高週率扼制線圈.....	245
101. 簾柵四極管檢波式.....	246
102. 五極管放大式.....	247
103. 喇叭的保護法及輸出變壓器.....	251
104. 兩個喇叭的聯結法.....	254

第十五章 交流收音機的電力供給

105. 交流真空管.....	256
-----------------	-----

106. 電力的供給.....	258
107. 電源變壓器.....	259
108. 電源變壓器設計.....	261
109. 電源變壓器製法.....	267
110. 二極真空管整流法.....	271
111. 整流真空管之輸出特性曲線.....	275
112. 濾波部的設計.....	276
113. 扼制線圈的設計.....	279
114. 分壓部的設計.....	282
115. 電力供給設計例.....	287
116. 電源變壓器燈絲線圈與 B 電負極聯結法....	293
117. 柵極偏電壓的供給法.....	295

第十六章 交流收音機

118. 來復式代 A 電收音機.....	298
119. 交流簾柵四極管檢波法.....	299
120. 五極管檢波法.....	300
121. 五柵管檢波法.....	302

122. 孿生三極管收音機.....	304
123. 複式三極五極管收音機.....	305
124. 三管強力收音機.....	307
125. 四管交流收音機.....	309
126. 外差法.....	311
127. 超外差式收音機.....	314
128. 二極管檢波法.....	320
129. 推挽式成音放大.....	322
130. 音量控制.....	326
131. 自動音量控制.....	328
132. 音調控制.....	331
133. 七管超外差式收音機.....	332
134. 交直流電源兩用五管超外差式收音機.....	336
135. 天線濾波裝置.....	340

第十七章 裝潢及其他

136. 接線.....	343
137. 錫焊.....	344

138. 裝潢	345
139. 電源電壓不足之補救	347
140. 購買收音機應注意事項	348
編後	350

四 附錄

第11表 本書所用各單位	353
第12表 長度單位換算表	353
第13表 無線電報字母數字信號	354
第14表 <u>美國</u> 式真空管性質表	插頁
第15表 整流管性質表	插頁
各式真空管管座形狀及其內部接線圖	356
真空管玻璃罩形狀種類	359
交通部規定裝設廣播無線電收音機登記暫行辦法	360

表 次

第1表	單層線圈之K值	56
第2表	B & S 銅線表	70
第3表	S.W.G 銅線表	71
第4表	B&S 及 S. W. G 銅線相當號數對照表	72
第5表	誘電係數	90
第6表	各式蓄電器刻度	96
第7表	B & S 銅線能載電流量	263
第8表	電源變壓器鐵心面積及每伏脫捲數	264
第9表	B & S 銅線每平方吋內可容之根數	266
第10表	扼制線圈計算表	282
第11表	本書所用各單位	353
第12表	長度單位換算表	353
第13表	無線電報字母數字信號	354
第14表	美國式真空管性質表	插頁
第15表	整流管性質表	插頁

各式真空管管座形狀及其內部接線圖.....	356
真空管玻璃罩形狀種類.....	359
交通部規定裝設廣播無線電收音機登記暫行辦法.....	360

無線電收音機

之原理及製造法

一 概論

第一章 電流

1. 電子 宇宙內一切物質都由九十餘種元素 (Element) 單獨的或複雜的化合而成，各種元素又是該種元素的原子 (Atom) 的集團。元素與元素間起化學作用時以原子為單位；由原子的種類之不同和原子數目的相異結成天地間萬物的形質。

各種原子也並非單一的東西，它是由正負（或稱陽陰）兩種帶電體組合而成的，帶正電的叫做陽核 (Proton)，帶負電的叫做電子 (Electron)。各種原子的電子數

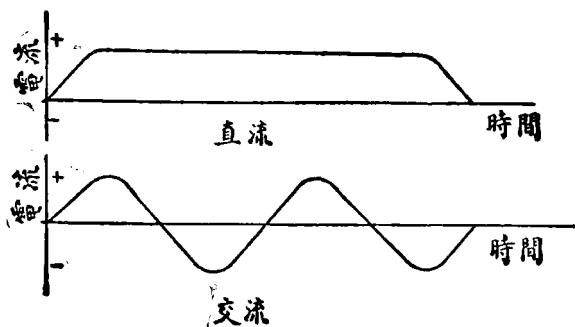
目不同：最少的是氫氣 (Hydrogen) 只有一個電子，最多的是鈾 (Uranium) 有九十二個電子。

原子與原子間又有一種自由電子 (Free electron)，平時它在原子間是不規則地運動的；如加電力於物體時，因電壓的作用迫使自由電子整向的向一方面運動，這樣一羣電子的流動稱做電流 (Electrical current)。電子運動的方向是由負極到正極，但我們的習慣上却說電流從正極到負極。

2. 導體與絕緣體 上面說過電流是一羣自由電子在物體中流過的現象，那末物體中自由電子的多少就有關於電流的暢通和阻礙了。富於自由電子的物質，如金屬類等使電流容易通過的稱之為導體 (Conductor)；反之如玻璃，瓷，膠木等缺少自由電子的物質使電流難於通過，稱之為阻電體 (Non-conductor)。阻電體用於隔絕電流的稱為絕緣體 (Insulator)，用於蓄電器的特稱為誘電體 (Dielectric body)。

3. 直流電及交流電 電流在導體裏面常由一方向流向他方向的叫做直流電流 (Direct current)，電流的方向

時而反向的叫做交流電流 (Alternating current), 其電場強度和週期的關係曲線如第 1 圖。一般在電氣工業上直流電用於電報, 電話, 電鈴及電磁石等; 交流電用於電燈, 無線電發報和大電力的輸送等事業。



第 1 圖

電流的能力分爲電壓 (Voltage), 電流量 (Current) 和電動力 (Electromotive force) 三項, 正如水流一樣有水壓力, 流量和動力。用水流的現象來比譬解釋電流的現象最爲恰當, 譬如在一隻桶裏裝水使水由孔中流出, 那末我們可得下列三種現象:

- A. 水位高則壓力大, 孔中噴出的水流速度也大。
- B. 水量多則水力足。

C. 水的動力是水流量和流速的相乘積。

同樣在電流來說：

A. 電位 (Potential) 高則電壓高。

B. 電流大則電力足。

C. 電動力是電流和電壓的相乘積。

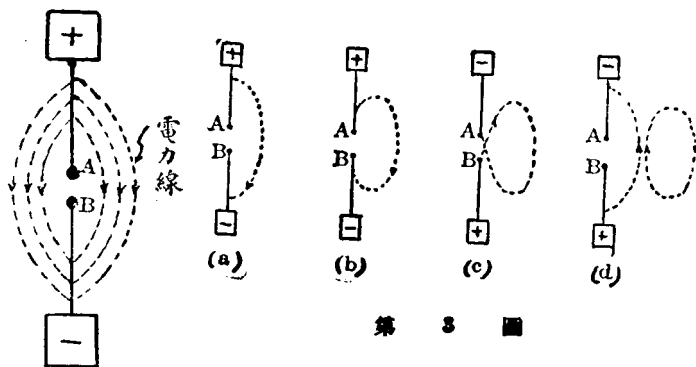
電壓的單位是伏脫 (Volt), 電流的單位是安培 (Ampere),

電力的單位是瓦特 (Watt) 。所以

瓦特 = 伏脫 × 安培。

第二章 電波

4. 電磁波的發生 電流在導體上通過時，假想其導體內分佈着電力線，若將導體隔一些間隙，則電力線



第 3 圖

第 2 圖

從導體外分佈（如第2圖）由正極到負極，這時電子被空氣隔斷而不能流通。若電壓很高則負極上的電子以強力經過空間而到正極，間隙中就發生火花（Spark）。由負極上擁過的電子數目總是過多，結果使A極帶負電

而B極帶正電，電子再由A擁回B，如此經過若干次回復才得中和狀態。在此過程中，間隙裏發生連續的火花使其附近的能媒（Ether 或譯以太）隨之生一種電振動（Electric oscillation），固此振動所生的能媒波稱為電波（Electric wave）。

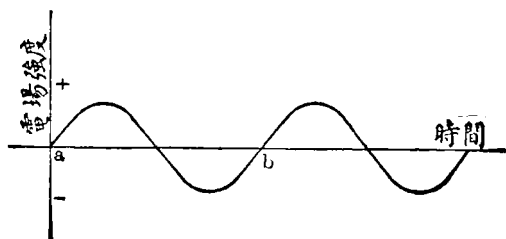
實際上電波的發生如第3圖所示，初時A帶正電B帶負電，電力線的方向如圖(a)；——（電力線與電子運動方向相反）——末後B帶正電A帶負電如圖(d)，電力線的方向與前相反。在此轉換的過程中電力線由(a)經(b)，(c)等狀態以至(d)，使電力線成一閉鎖的圓圈脫離導體。電子反復運動時電力圈也隨之繼續發生，此電力圈向外播散即成電波的現象。

以上是就直流而言，若通交流電於一完整的導體上同理也能發生電波。舊式火花式的無線電報是利用前者的原理，近世真空管振盪式無線電報及電話是利用後者的原理。

依電學的原理，除電力線以外還有磁力線伴電力線而生，它的方向與電力線成垂直，所以電波是與磁波同

時發生的，稱為電磁波 (Electro-magnetic wave)，平時簡稱為電波。

5. 波長及週率 第4圖表示一系列電波的性質之形狀，橫軸表示時間，縱軸表示電場強度，由此可知電波的電場強度時而是正，時而是負。



第 4 圖

圖中曲線由 a 到 b 算一個週波 (Cycle); a b 間之直線長度稱為波長 (Wavelength)，每秒鐘的週波數稱為週率 (Frequency)。電波的傳播速度與光相同，每秒 300,000,000 公尺 (Meter)，那末週波數愈多的，波長愈短；反之週波數愈少的，波長愈長。

電波的表示法通常用週率，有時用波長。下列兩式表示週率和波長的關係：

$$\lambda = \frac{300,000,000}{f}$$

$$f = \frac{300,000,000}{\lambda}$$

式中 λ = 波長 (公尺)

f = 週率 (週波數)

下表是由上式算出的「波長週率對照表」，表中相對的兩行數字可以互相尋求。例如波長 200 公尺，其週率為每秒 1499 千週波。同樣如週率是 200 千週波，其波長為 1499 公尺。

波長及週率對照表

波長 = 公尺 (m.)

週率 = 千週波 (K.C.)

510	587.9	1,010	296.9	1,510	198.6
520	576.6	1,020	293.9	1,520	197.2
530	565.7	1,030	291.1	1,530	196.0
540	555.2	1,040	288.3	1,540	194.7
550	545.1	1,050	285.5	1,550	193.4
560	535.4	1,060	282.8	1,560	192.2
570	526.0	1,070	280.2	1,570	191.0
580	516.9	1,080	277.6	1,580	189.8
590	508.2	1,090	275.1	1,590	188.6
600	499.7	1,100	272.6	1,600	187.4
610	491.5	1,110	270.1	1,610	186.2

		620	483.6	1,120	267.7	1,620	185.1
		630	475.9	1,130	265.3	1,630	183.9
		640	468.5	1,140	263.0	1,640	182.8
		650	461.3	1,150	260.7	1,650	181.7
160	1,874	660	454.3	1,160	258.5	1,660	180.6
170	1,764	670	447.5	1,170	256.3	1,670	179.5
180	1,666	680	440.9	1,180	254.1	1,680	178.5
190	1,578	690	434.5	1,190	252.0	1,690	177.4
200	1,499	700	428.3	1,200	249.9	1,700	176.4
210	1,428	710	422.3	1,210	247.8	1,710	175.3
220	1,363	720	416.4	1,220	245.8	1,720	174.3
230	1,304	730	410.7	1,230	243.8	1,730	173.3
240	1,249	740	405.2	1,240	241.8	1,740	172.3
250	1,199	750	399.8	1,250	239.9	1,750	171.3
260	1,153	760	394.5	1,260	238.0		
270	1,110	770	389.4	1,270	236.1		
280	1,071	780	384.4	1,280	234.2		
290	1,034	790	379.5	1,290	232.4		
300	999.4	800	374.8	1,300	230.6		
310	967.2	810	370.2	1,310	228.9		
320	937.5	820	365.6	1,320	227.1		
330	908.6	830	361.2	1,330	225.4		
340	881.8	840	356.9	1,340	223.7		
350	856.6	850	352.7	1,350	222.1		
360	832.8	860	348.6	1,360	220.4		
370	810.3	870	344.6	1,370	218.8		
380	789.0	880	340.7	1,380	217.3		
390	768.8	890	336.9	1,390	215.7		
400	749.6	900	333.1	1,400	214.2		
410	731.3	910	329.5	1,410	212.6		
420	713.9	920	325.9	1,420	211.1		
430	697.3	930	322.4	1,430	209.7		
440	681.4	940	319.0	1,440	208.2		
450	666.3	950	315.6	1,450	206.8		
460	651.8	960	312.3	1,460	205.4		
470	637.9	970	309.1	1,470	204.0		
480	624.6	980	303.9	1,480	202.6		
490	611.9	990	302.8	1,490	201.2		
500	599.6	1,000	299.8	1,500	199.9		

通常發電報和廣播用的週率，都在 500,000 週波以上，因此取 1,000 週波為單位稱為千週波 (Kilocycle)，簡寫作 K.C.

電波因其波長的長短分稱為長波短波等名稱，1929 年海牙國際無線電技術委員會規定如下：

特短波	波長10公尺以下
短波	10~50公尺
中間波	50~200公尺
中等波	200~3000公尺
長波	3000公尺以上

特短波現正在研究中，據最近的報告，意大利無線電發明者馬可尼(Marconi)氏已能運用57公分 (Centimeter) 的特短波於 150 哩遠的距離通報。又 1931 年英國電報電話公司在英法兩國間隔英吉利海峽以 18 公分特短波實驗通話成功。特短波所需的電力很小，前程正未可限量！

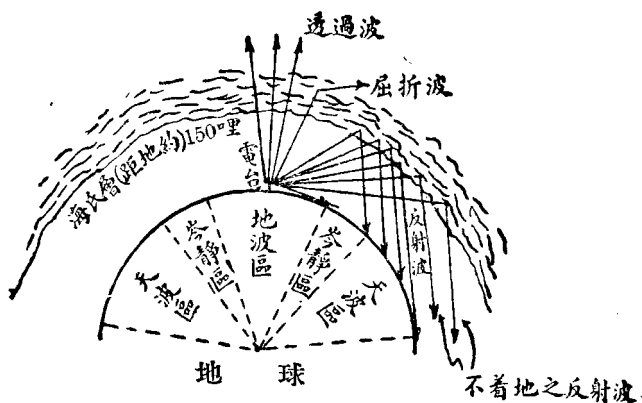
在短波未發明作實用以前，長波是專作遠距離通訊用的，現時因其工程浩大所需太多已漸被短波淘汰了。

中等波用作廣播及船舶通訊。

6. 天波地波及跳越 電波發射之後，分爲天波 (Sky wave) 和地波 (Ground wave) 兩種，天波向空中射去，地波沿地殼而行。電波愈長則地波愈強而天波愈弱，反之電波愈短則地波愈弱而天波愈強。

以前以爲天波向空中射出後不會再回到地球面上的，因之一般都使用長波的地波以作通訊，但因地殼內的礦物質易於吸收電波，如發射電力不強很難達於遠地。例如發 5000 ~ 30000 公尺的長波的無線電臺，其發射電力達 3,000,000 瓦特。

據無線電學者的研究，離地面 100 ~ 200 哩間有一層帶電的粒子稱爲電離層 (Ionization layer)，天波達到此層時受電粒子的作用，一部透過，一部屈折，一部反射。反射後的電波仍能回到地面，所以利用短波的反射波，也可傳達遠地的消息。這種學說爲英國人海氏 (Heaviside) 和美國人康氏 (Kennelly) 所發明，所以電離層又稱爲海氏層 (Heaviside layer) 或康氏層 (Kennelly layer)。



第 5 圖

這種現象可以實驗證明的，如第 5 圖，距離發電臺極近時地波尚可達到，再遠一些為地波所不及的地方已不能聽到，如再到更遠的距離恰為反射波所射之地又可聽得信號。其中間一段不能聽到的區域稱為靜區 (Zone of Silence)，此區域的長短稱為跳越 (Skipped distance)。

跳越的大小因季候和晝夜而有差別，日間因太陽光的照射，海氏層的電粒子增多因而下降；夜間電粒子減少因之升高。所以夏季和日間的跳越減小，同時發射距

離也縮短。冬季和夜間跳越增大，同時發射距離也增遠。

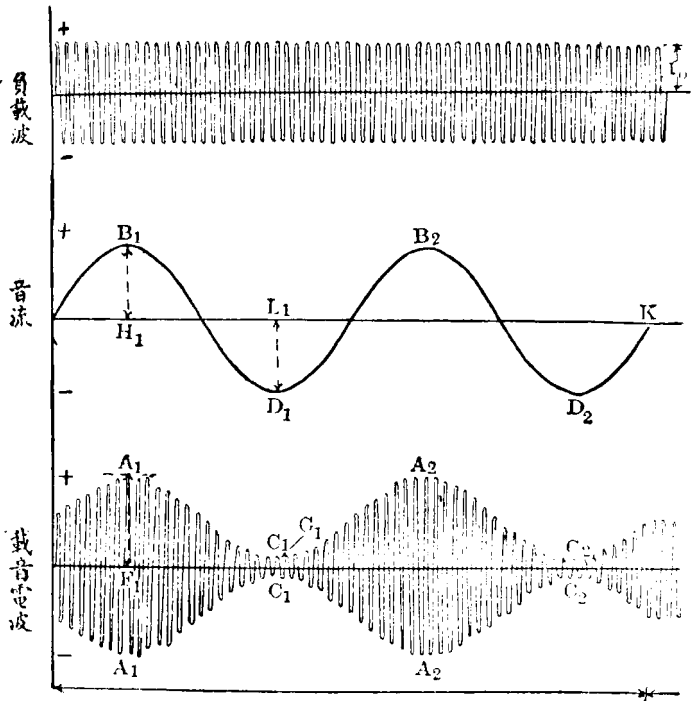
跳越又因波長而有顯著的不同，波長愈短，反射角愈大，跳越也愈大，所以特短波的反射波已不能再落到地面。下表是 100 公尺以內的波長及跳越記錄。

波長 (公尺)	跳 越 (哩)		
	日間	夏夜	冬夜
15	300	5000	無限大
20	600	1400	無限大
30	300	700	4000
40	250	350	1500
60	250	250	350
80	不跳越	200	250
100	不跳越	200	250

由上表可知 100 公尺以上的波長已少跳越，所以廣播波長應在 200 公尺以上才可使普遍聽到。1927 年華盛頓萬國無線電公約規定週率 1,500,000, ~ 500,000 (波長 200 ~ 600 公尺) 的電波供廣播之用。

7. 電波的播送 依第 4 節的原理，將變換極速的交流電(即振盪電流)通到架空高張的天線 (Aerial) 上，電波遂由天線向四週放射。若將電流時通時停，電波隨之時有時無，於是在收音機 (Receiver) 裏可聽到時斷時

續的聲音。藉聲音的長短拼合當作線和點的符號以代數字和字母，用以傳達消息即為無線電報(Wireless Telegraphy or Radio Telegraphy)。



第 6 圖

若將言語和音樂變成振動的電流藉電波以傳至遠方

於是在收音機裏可以聽到與原聲一樣的言語和音樂是爲無線電話 (Wireless Telephony or Radio Telephony)，廣播原是無線電話之一種。

播送聲音和發報有點差別，電報的電波是時斷時續的一列一列的傳送，傳聲的電波是隨聲音的振動有高低但沒有間斷。播聲的方法，是先使發射機 (Transmitter) 生連續的等幅電波，然後藉傳聲器 (Microphone) 將聲音的振動變成電流加於等幅波上組成一列載音的電波，這種工作稱爲調幅 (Modulation)。

發射電波的週率極高 (5,000,000週波以上)，聲音的週率較低，因爲人耳所能聽的聲音，其週率不能超過5000 (註)，過此則耳官不復聽到。一般稱後者爲成音週

(註) 語言的週率由200~3000；音樂的週率由200~8000。正常人耳極可能感覺到的週率是16~20000週波，再高或更低都不能感覺到了。

以上也僅是就極可能的情況而言，其實一般都只是30~5000週波而已，最易於感覺的週率是500~4000。

率(Audio-frequency)或低週率(Low-frequency),稱前者爲射電週率(Radio-frequency)或高週率(High-frequency)。

8. 電波的干擾 據實驗的結果,週率相近的電波易於互相干擾(Interference)使兩種電波的信號發生擾亂和變化。據實驗,週率相差10000(10KC)以上可免干擾發生,因此各國政府對國際的或國內的電臺週率都有規定,務使其週率有適當的差別。交通部在民國二十二年頒布的民營廣播無線電臺暫行取締規則第十三條裏有下文的規定:

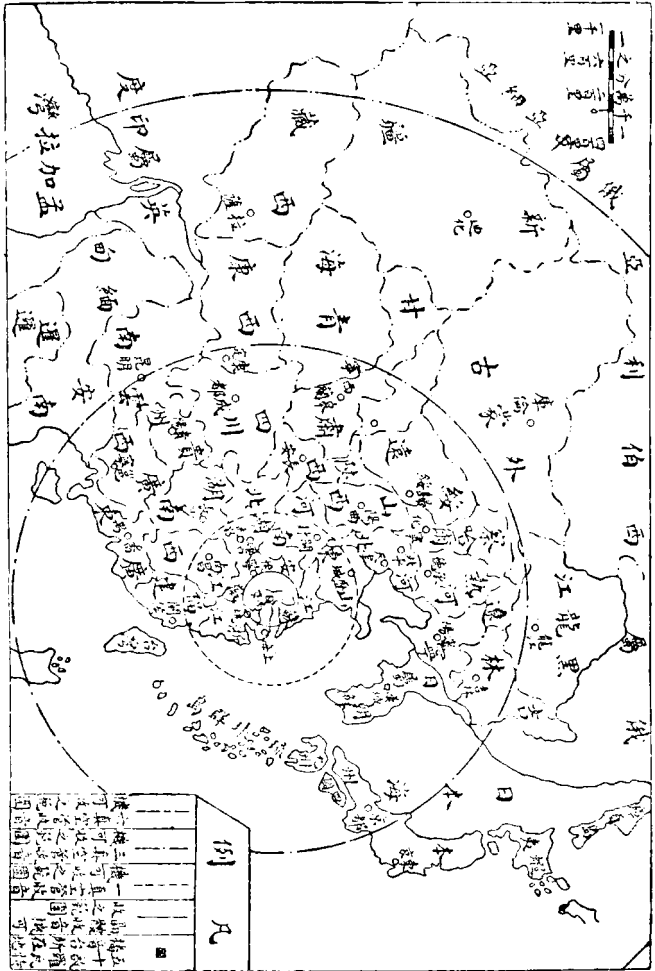
『廣播電臺所用之週率須由交通部指定並須隨時測驗調整使上下相差不得逾指定數量千分之二』

下表是國內公立電臺的週率表,單位是千週波(KC)。

電臺名稱	呼 號	週率(KC)	波長(公尺)	電力(瓦特)	地 址
湖 南 省	XGOH	570	526	1000	長 沙
	XGOA	660	454.3	75000	
中 南 省	XGOY	697.6	430	250	南 京
	XGOS	711	421.9	1000	
重 慶 市	XGOK	750	399.8	1000	四 川 重 慶
	XGOF	852	352	500	
山 東 省	XGOP	950	315.6	100	濟 南
	XGOD	1000	299.8	1000	
浙 江 省	XGOT	1000	299.8	500	杭 州
	XGOW	1010	296.9	5000	
太 漢 口	XGOL	1030	291.1	1000	山 西 太 原
	XGOX	1070	280.2	200	
福 建 省	XGOZ	1110	270.1	100	福 建 開 封
	XGOC	1130	265.3	500	
江 蘇 省	XGOE	1300	230.7	1000	江 蘇 南 昌
	XQHC	13.0	230.7	500	
廣 西 省					廣 西 南 寧
交 通 部					上 海

*尚有「遼寧」及「哈爾濱」兩臺於「九一八」後被
日人所強佔，

9. 廣播電波的發射距離 電波的傳播距離以電臺電力之大小而定，電力愈大發射也愈遠。電波的傳播也與地勢有關，水上最遠，平地次之，山嶺崎嶇之地最短，有時高大的山峯，因吸收電波過強，竟使在山後的人完全收不到。用同一的收音機在平津可收上海而在南京却不能，天津距上海比南京距上海遠，這是因為津滬間沿海岸而地平，京滬間多山障隔的關係。可見電波的傳播不是單以距離可以算得的。



除上述兩種關係以外，當然還得看收音機的能力如何。收音能力大的雖微弱的電波也可收得，大約1000瓦特以下的電臺在1000里以外非三真空管以上的收音機不能收到。此外季候和晝夜也有關係，冬季和夜間傳佈較遠，夏季和白晝較差些。

南京的中央廣播電臺爲政府所設，爲普遍宣傳，傳達新聞和灌輸文化於內地及海外華僑起見，電力大到75,000瓦特，爲東亞第一大電臺，在世界上也佔着前列的地位。在本國版圖以內都可收到該臺的播音，上圖是原先以50,000瓦特電力預測的地圖（原擬電力50,000瓦特，後來建造時改爲75,000瓦特），現在電力增加一半，距離自當更遠了（註）。

10. 電波的接收——天線的收集作用 電波在能媒中傳播時，如遇到高張的金屬線，因磁電的感應在金屬線中生一種與原波同週率的電流，此電流通至收音機即可聽到傳來的信號或聲音。在收音機裝置裏，這根金屬線稱爲天線（Antenna or Aerial），和發電臺的天線形

（註）著者在廣北郊外石井地方曾用一礦石收音機在十一月的夜中收到中央廣播電臺的播音，雖然在聽筒裏的聲音很小，但仍清楚可聽。

式相同而作用恰相逆，發電臺的天線用作發射電波，收音機的天線則用作收集電波，因此稱收音機天線的功能為收集作用（Collection）。

11. 天線的磁感量，電容量和自然波長 天線因電磁波的感應而生電力，此電力的大小與其磁感量(Inductance)有關，天線愈長，磁感量愈大。磁感量的單位是亨利（Henry），通常取千分之一亨利為毫亨利（Milihenry），百萬分之一為微亨利（Microhenry）。

天線的感應電力又與天線自身的電容量(Capacity)有關，天線愈低電容量愈大。電容量的單位是法拉（Farad）通常取百萬分之一為微法拉（Micro-farad）。

下表為漢德森博士（Dr. J. Henderson）用一根100呎長的銅線所測得的磁感量和電容量。

高(呎)	長(呎)	電容量(微法拉)	磁感量(微亨利)
30	70	.00029	.031
40	60	.00026	.035
50	50	.00023	.039
60	40	.00021	.042

天線的振動波長由其磁感量及電容量而定其式如下：

$$\lambda = 1885 \sqrt{LC} \quad (\text{公尺})$$

式中 L = 磁感量（微亨利）

C = 電容量（微法拉）

此 λ 的值稱爲天線的自然波長(Natural wavelength), 其值由L和C而定, 其長度約爲天線長的四倍到四倍半。

12. 諧振和配諧 將天線的橫長漸次增加, 聲音漸次加強, 增加到某一定長度時聲音最強, 過此反而減弱, 這是因爲天線與外來波長諧振(Resonance)的緣故, 恰與兩等振幅的音叉相諧振一樣。

依理論和實驗的結果, 使天線的自然波長與外來波長相等時諧振最強, 所以收音機的天線須使其與外來波長諧振, 這種調整的手續稱爲配諧(Tuning)。

由上節的式中看來, 只要增減天線的磁感量L和電容量C即可隨意增減天線的自然波長。但是要變更天線本身的磁感量和電容量必須變更其長度和高度, 這種手續必極艱重而麻煩, 一般的方法是在天線的末端加一個有磁感量的感應線圈(Induction coil)和有電容量的蓄電器(Capacitor)以增加天線的磁感量和電容量。配諧時只要變更感應線圈的磁感量或蓄電器的電容量而毋需將天線的長度去變更也可與各種波長諧振。此線圈與蓄電器組合的裝置稱爲配諧電路(Tuning circuit),

在收音機內，這是一部重要的部分。

λ	CL	λ	CL	λ	CL	λ	CL
5	.0000057	210	.01241	530	.0790	940	.2487
10	.0000282	215	.01361	540	.0821	950	.2541
15	.0000635	220	.01362	550	.0852	960	.2595
20	.0001129	225	.01425	560	.0884	970	.2647
25	.0001755	230	.01489	570	.0914	980	.2704
30	.0002530	235	.01555	580	.0947	990	.2759
35	.0003446	240	.01622	590	.0980	1,000	.2816
40	.000450	245	.01690	600	.1014	1,050	.3105
45	.000570	250	.01760	610	.1047	1,100	.3404
50	.000704	255	.01831	620	.1082	1,150	.3721
55	.000852	260	.01903	630	.1117	1,200	.405
60	.001014	265	.01977	640	.1154	1,250	.440
65	.001188	270	.02052	650	.1188	1,300	.476
70	.001378	275	.02129	660	.1225	1,350	.513
75	.001583	280	.02207	670	.1263	1,400	.552
80	.001801	285	.02287	680	.1302	1,450	.592
85	.002034	290	.02366	690	.1341	1,500	.634
90	.00230	295	.02450	700	.1378	1,550	.676
95	.002541	300	.02533	710	.1419	1,600	.720
100	.002816	310	.02705	720	.1459	1,650	.766
105	.003105	320	.02883	730	.1500	1,700	.813
110	.003404	330	.03066	740	.1540	1,750	.862
115	.003721	340	.03255	750	.1580	1,800	.912
120	.00405	350	.03448	760	.1626	1,850	.963
125	.00440	360	.03648	770	.1668	1,900	1.016
130	.00476	370	.03854	780	.1714	1,950	1.071
135	.00513	380	.0407	790	.1756	2,000	1.126
140	.00552	390	.0428	800	.1801	2,050	1.183
145	.00592	400	.0450	810	.1847	2,100	1.241
150	.00634	410	.0473	820	.1893	2,150	1.301
155	.00674	420	.0497	830	.1940	2,200	1.362
160	.00720	430	.0520	840	.1985	2,250	1.425
165	.00766	440	.0545	850	.2034	2,300	1.489
170	.00813	450	.0570	860	.2082	2,350	1.555
175	.00862	460	.0596	870	.2132	2,400	1.622
180	.00912	470	.0623	880	.2179	2,450	1.690
185	.00963	480	.0648	890	.2229	2,500	1.760
190	.01016	490	.0676	900	.2289	2,550	1.831
195	.01071	500	.0704	910	.2332	2,600	1.903
200	.01128	510	.0733	920	.2381	—	—
205	.01183	520	.0760	930	.2434	—	—

上表是由上式中算出的與各種波長諧振時的 L C 的
值。

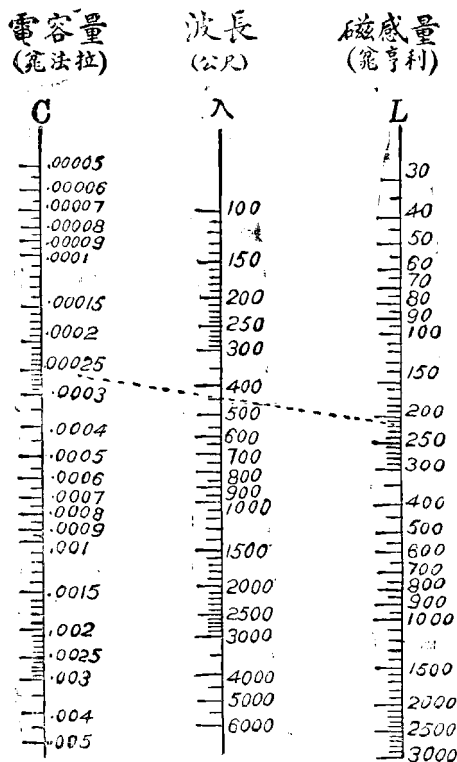
表中： λ = 波長（公尺）；

L = 感應線圈的磁感量（瓩亨利）；

C = 蓄電器的電容量（瓩法拉）。

根據上表的數值製成下式的對照表，使用時極其簡便，只須用一直尺放在圖表上，看直線所交於三軸線上的數值即得波長，磁感量和電容量的關係值。

例如：任意畫一直線交 C， λ ，L 三軸線（如圖的點線），這是表明配諧波長 410 公尺時，電容量為 .00025 瓩法拉，磁感量為 218 瓩亨利（依此可知配諧某一波長可任意得無窮個不同的數值）。



電容量，波長，磁感量對照表

13. 收音機裏發生的雜聲 天線張在空中，各種電波都能由天線進入收音機裏，使聽筒內發生各種雜聲妨礙所要聽的聲音。天線下面接聯配諧線路（Tuning

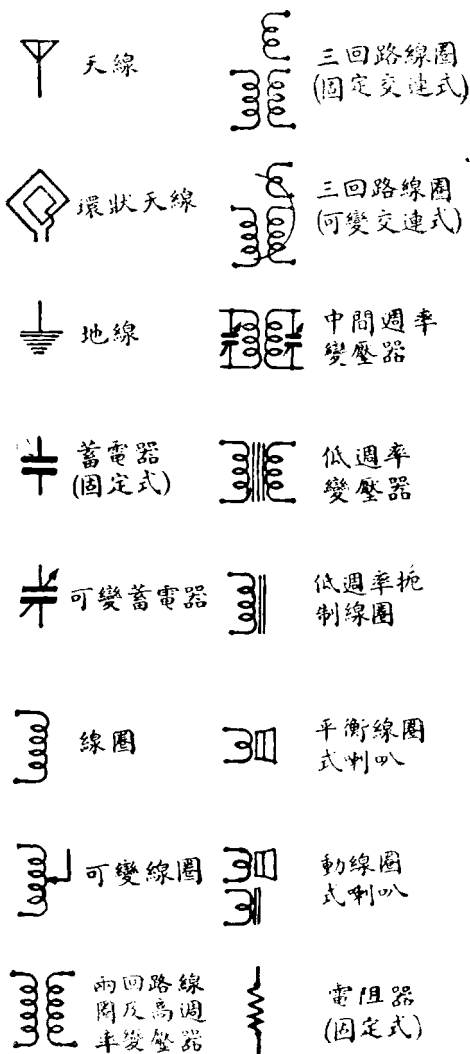
circuit) 雖可使某種波長因諧振而增強，但終難使完全沒有雜聲。

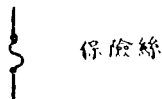
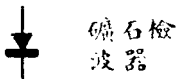
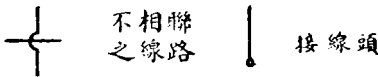
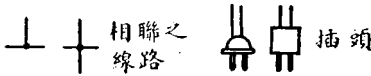
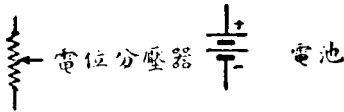
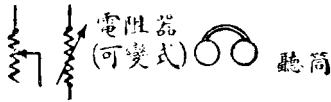
在城市裏，尤其是電力事業繁多的城市裏，各種發電機和電動機及其他的大小電工器具，都有電波發出來落在收音機的天線上。下表是日本大正十五年東京市的雜聲的百分數（東京放送局調查，載於日本無線電話雜誌），可供參考。

雜聲之來源	百分數
電燈電力線的故障	4.9 %
再生式收音機的妨害	1.9 %
無線電報之干擾	1.1 %
電氣治療器	4.6 %
無線電話之混入	4.1 %
電話呼號用之信號器	1.4 %
振動式充電器	1.4 %
電車及電車路線	1.1 %
電動機發電機等	1.1 %
鄰近天線之接近	1.0 % 以下
電氣工場及電氣實驗	1.0 % 以下
電影用弧燈	1.0 % 以下
電鈴	1.0 % 以下
其他	7.7 %

此外，天電也是一大擾害物，夏季雷電甚多，有時竟能使難於收聽。

14. 本書所用的符號及說明



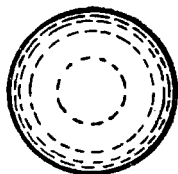


(註) 其他各式真見
真空管符號錄
書末附錄

二 收音機各部

第三章 天線和地線

15. 集膚現象 直流電在導體中通過時，電力線平均分佈在導體的截斷面上，交流電通過時就不能平均分佈，近中心愈稀而邊緣愈密。這種現象稱爲集膚現象 (Skin effect)。週率愈高，集膚現象愈甚，像無線電的高週率電流幾乎全集於導體的邊緣，如第7圖。

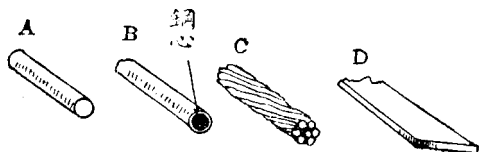


第 7 圖

16. 天線所用的材料 天線上所收集的電流已很微弱，爲免損失而得優良的效果，導線的阻力以愈小愈好，一般都用紫銅 (Bronze) 線製成，特製的磷青銅線 (Phosphor-bronze wire) 對高週率電流阻力特小，更爲優良。

斷面的形狀，一般都是圓形如圖 A，爲增大導線的面積使高週率電流損失減少起見，用銅皮做成長條狀的也有，如圖 D。又爲增加導線的強度，將銅皮包在鋼絲上做成特種的天線如圖 B。標準的形狀是將 22 號的紫銅線七根絞合，如圖 C。近來有種天線是用細銅線 49 根絞合

的。單根的天線通常用14號紫銅線。爲防生銅銹起見，



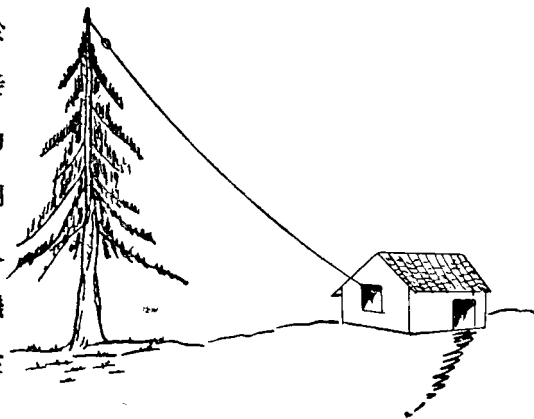
第 8 圖 各式天線材料

鍍錫的或漆包的較好，但價錢要高些。

17. 天線的形式 天線的形式很多，均以架設的形狀而區別。橫的部分稱爲天線，直的部分稱爲引入線 (Lead-in wire)。其實所謂天線者，應將引入線亦算在內。

(I) 直立天線 (Vertical type antenna)

直立式天線僅有一根引入線而沒有橫的部分。將天線的一端接於高處，一端接於收音機旁的窗戶上。另用一根短的引入線接到收音機上的天線柱 (Aerial ter-



第 9 圖

mi-nal) 如第 9 圖。這種天線最簡單，而選擇性(selection)極好，附近有高建築或煙囪，大樹，水塔等的地方多用之。

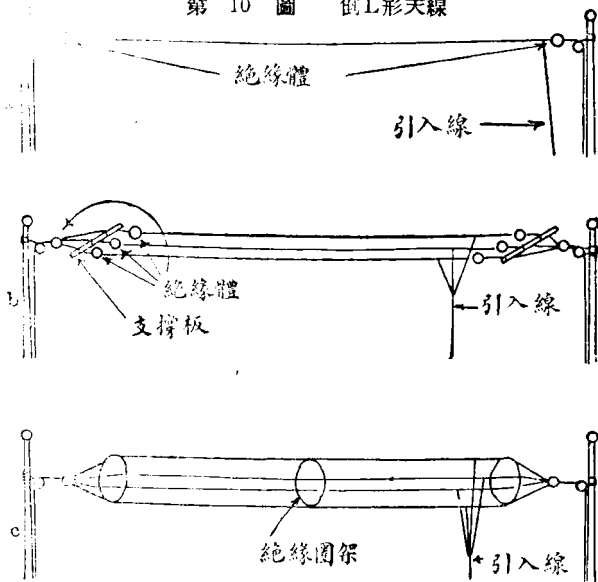
(ii) 平頂式天線 (Flat top antenna)

(A) 倒 L 形 (Inverted L type)

這是最常見的一種形式，兩端平架，引入線接在一

端的末端。這種天線的優點，是能充分使用天線的自然波長。使收音能力加強而裝設也極容

第 10 圖 倒 L 形天線

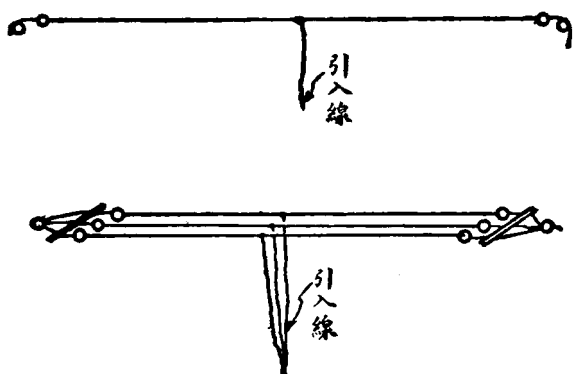


易，通常是一根導線如圖 a 一樣架設。也有人平行裝兩根三根的(如圖 b)，雀籠式的也有人裝，但不常見。

此形天線有一個特點，就是有少許方向性 (Direc-

tional properties)。由引入線那端來的電波，聲音要響些，裝設時要留意。天線短的不大覺得，100 呎以上的影響很大。

(B) T形 (T type)。



第 11 圖

此形天線和上式相同，只將引入線接於橫部的中間。(最好用錫銲接)。形式也還簡單，收音強度比上式略遜，但選擇性較好，要收各地的播音的收音機，多裝設此形天線。

以上兩式天線，如在 100 呎以上已有極良好的成績。

兩根以上平行的複天線，其效力並不大幾多，而受天電等的擾亂也同樣加強。有時限於地位不能裝設長天線時用之。但要注意的是橫的部分要一樣長，兩橫線的距離最少4呎；兩引入線長相等，在最低的地方結合引入收音機內。

(III) 室內天線 (Indoor antenna)

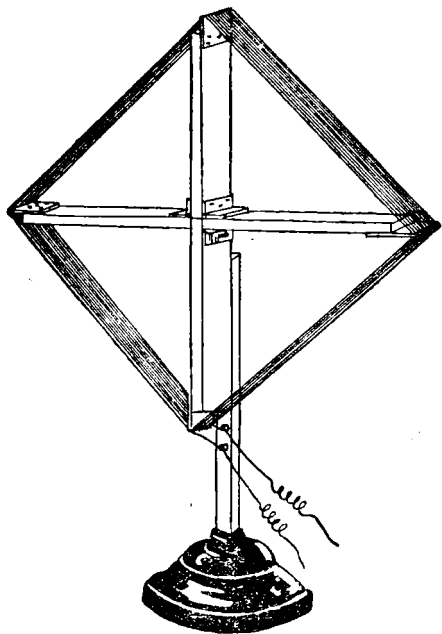
上述兩形的天線都是裝在屋外或屋頂上的，統稱室外天線 (Outdoor antenna)。假如鄰近的天線已有很多，沒有地位可裝；或者缺乏廣大的空場，不能裝恁般長的天線。這時只有將天線裝在屋內的天花板上。最適宜的方法是將天線沿室內的上周圍一道圈。有些人將一根根的短天線在室內並列，這種方法既較麻煩又毫無優點。

能力很好的收音機，收近距離的播音，室內一道圈的天線已有良好的成績。費用既可省些，拆除也極容易。但室內天線的效率總不及室外的高。

(IV) 環狀天線 (Loop antenna)

最好的室內天線是將天線繞成一個大的線圈，裝在木十字架上(第12圖)。線與線間要有相當的間隔(Space)。

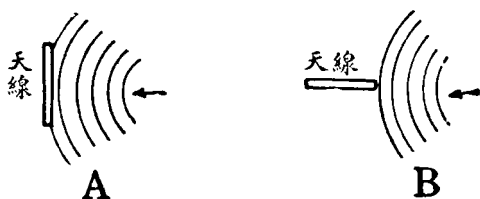
第 12 圖



環狀天線

圈數的多寡，依木架的大小和收音的波長而不同（見後 19 節）。這種天線的特點在其有敏銳的方向作用(Direction effect)。

電波進行的方向和線圈成垂直時（第 13 圖 A）波



第 13 圖

而同時衝及線圈的兩端，在兩端所感應而生的電流大小相等而方向相反，天線內沒有電流，聲音減到最小。反之，若使線圈以一邊指向電波來的方向時（第13圖 B），電波觸及前一邊比後邊為早，因之引起電流傳入收音機，聲音最大。利用這種天線可辨別發電臺的方向。

用於這種天線的導線，不必要多根絞合，單根的14號到20號的絕緣線（紗包，絲包或漆包）已很合用。裸線也可以，但四角的支撐物要絕緣性良好，免電流漏失。

本式天線的優點是可完全免除天電的干擾，又可避去許多的雜聲，選擇性極靈敏。為免受人干擾或免擾及隣居的收音，很多再生式，自差式或外差式的收音機都採用這種天線。此外攜帶便利，不須裝設，尤便軍事通

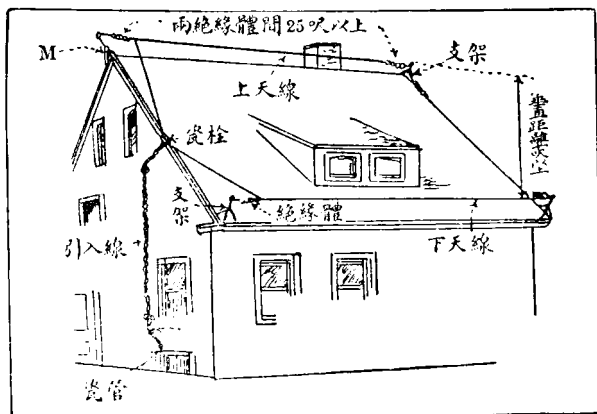
信之用。

線圈天線的形狀，因各人的愛好可以做成五角，六角，八角或其他花樣的形狀，只要各對邊之長相差不多時效力相等。

(V) 幾種別致式的天線

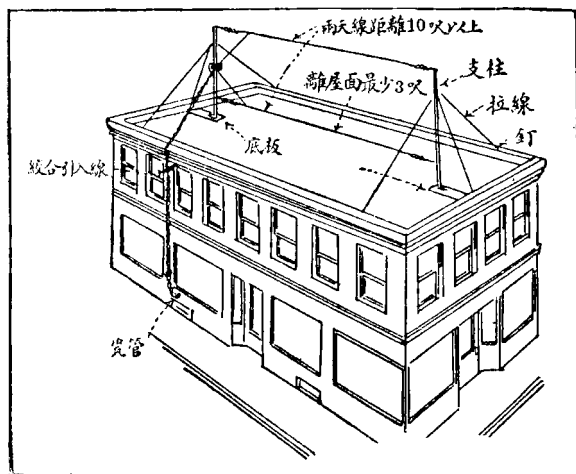
爲要免除天電的擾鬧，有人用五六十呎長的絕緣鉛包皮線埋在地下，作天線之用。稱之爲地下天線(Subantenna)。

又有人說收音機內雜聲的來路是從地線而來，因此



第 14 圖

不要地線，另設一根較低的天線和原來的天線平行，以代地線。兩線的垂直距離要在 10 呎以上。引入線在中



第 15 圖

途絞合再接到收音機上。據說能避去大城市裏很多電動機的雜聲。這天線用於太乾燥的地面極為合宜。

18. 架空天線的設計 在 12 節裏曾經說過，天線達到某一定的長度時與外來電波諧振，收聽的聲音最響。對於各種波長的電波生諧振，天線的長度自必不同。實驗的結果如下表：

接收波長（公尺）	單根天線的長度（呎）
20—50	15
50—100	25
100—150	40
150—200	60
200—300	120
300—2400	500

播音電波的波長由 200 ~ 600 公尺。因此天線應取為 120 呎。英國郵政司的規定，收音機的天線總長（橫的部分和引入線在內）不得過 100 呎。因此電料商家出售的整捲天線都是 100 呎長。但美國的學者多主張廣播收音機的天線應長 120 ~ 150 呎。

天線的適當長度最好是取與外來波長相等的自然波長的長度（見12節），一般取波長的四分之一作天線的長度。

還有一個近似的自然波長的簡算法，是將天線的橫長加引入線長再加地線長，然後以 1.5 乘之，使其結果為公尺。就得該系天線的自然波長。

$$\lambda = (A + L + G) \times 1.5 \dots \dots \text{公尺。}$$

式中 A = 天線橫長（呎） G = 地線長（呎）

$L =$ 引入線長(呎); $\lambda =$ 自然波長(公尺)

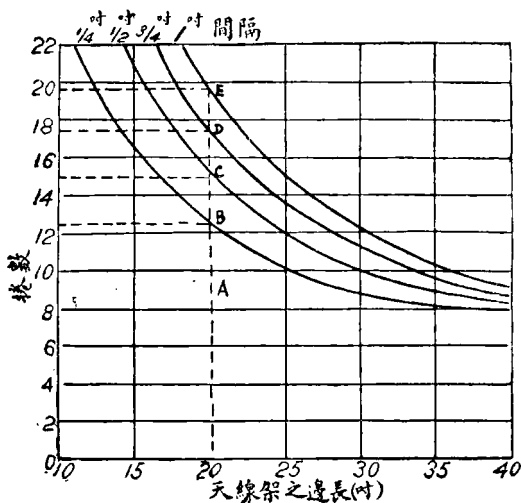
例如有一系天線橫長 100 呎，引入線長 30 呎，地線 20 呎，那末自然波長是 $(100+30+20) \times 1.5 = 225$ 公尺。

至於天線的高度，一般規定由 30~60 呎(指距收音機而言)。情況許可時，在這限度內是以愈高愈好。

19. 環狀天線的設計 環狀天線的木架邊長和圈數除下述的計算法外，最先得選定波長。短波用的天線宜於圈數少而邊要長，長波用的宜於圈數多而邊可較短。

接收廣播波長的範圍(200~600公尺)，用 14 號線繞在架上成正方形。如做第 12 圖的框形環狀天線，它的邊長圈數和間隔由下圖曲線上可以求得。在天線的兩腳上跨接一個最大容量 .0005 瓩法拉的可變蓄電器，它的最小容量要有 .00005 瓩法拉。

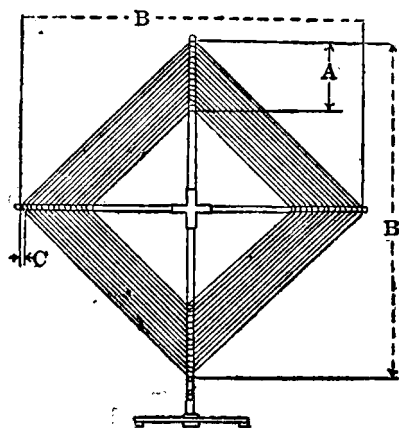
例如天線架所成的四方形，每邊之長是 20 吋。由 20 的一點作一垂直線 A 與曲線相交，那末我們可得四個結果：



第 16 圖

- (1) 間隔 $\frac{1}{4}$ 吋時，繞12到13圈。(B 點)
- (2) 間隔 $\frac{1}{2}$ 吋時，繞15圈。(C 點)
- (3) 間隔 $\frac{3}{4}$ 吋時，繞17到18圈。(D 點)
- (4) 間隔 1 吋時，繞19到20圈。(E 點)

若要繞第17圖的盤旋式可照下表計算：



第 17 圖

A = 架臂繞線長度 = $n \times C$ (吋)

B = 天線架所成四方形的對角線長 (吋)

C = 兩線の間隔 (吋)

配接天線兩腳上的蓄電器的容量由 .000016 到 .0005 翁法拉，最好也是用可變的。

線圈捲數	間隔“C”(吋)	十字架長(吋)“B”	繞線全長(呎)
11	$1 \frac{25}{64}$	66	135
12	1	52	117
13	$\frac{3}{4}$	43	105
14	$\frac{9}{16}$	35	92
15	$\frac{19}{64}$	30	81
16	$\frac{3}{8}$	26 $\frac{13}{16}$	77
17	$\frac{9}{32}$	21 $\frac{1}{2}$	67

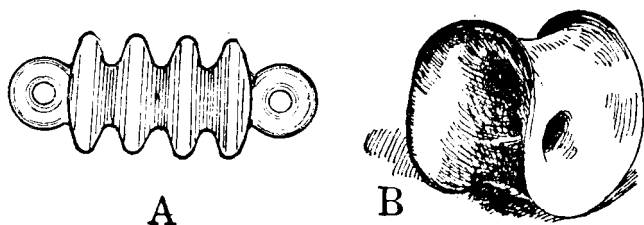
20. 天線的選擇性 在收音時間，同時播音的電臺很多。這許多種波長的電波都能在天線內感應而生電流，結果在聽筒內發生嘈雜的聲音，使要收聽的聲音不能清晰，因此收音機上對於電波的選擇要有良好的裝置。一般的選擇效能屬於用感應線圈和可變蓄電器組成的配諧線路。若使天線的長度適合於選擇當更有利。據實驗的結果：天線愈長，收集的電力愈強，聲音愈響，雜聲也愈多，選擇性就不良。反之天線愈短，選擇性良好，但收集的電力太弱。因此天線的長度也應對於收音機的能力和環境的狀況加以注意，互相取舍，酌量增減其長度。最適當的方法是只減少橫的部分之長而不變其高度。在天線線路裏加裝一個濾波器(Filter or Wave trap)可減少一部雜聲(見後第 82 節)。

線圈天線比架空天線的選擇性良好些，它本身和其跨接的可變蓄電器已組成一個濾波器的功用了。

21. 天線用的絕緣體 絕緣體(Insulator)的功用是使天線內的電流不致漏失。電料商店裏有各種材料做成的絕緣體出售，一般是玻璃，瓷，或膠木做的，其形

狀如第 18 圖。

絕緣體因受天線的張力，應有充分的強度，免被拉



第 18 圖

斷。A 種絕緣性較好，但強度不及 B 種的大。玻璃比瓷較好，但價值要高些。

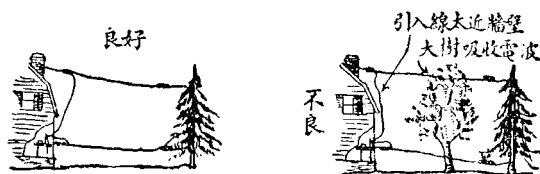
初裝或試裝天線的人們，如不購置上述那些專用的絕緣體，可用裝電話線的小瓷瓶，電燈滑車上的瓷輪或裝抽屜用的瓷頭作代用品。

裝電燈線的白瓷強度太小，用於長大的天線極容易被拉斷，但用於室內短小天線時極為適宜而又極經濟。

22. 架空天線的裝法 裝設天線的地方，最好不要靠近高大的建築物。因為電波多被其吸收，減少天線的效力。遇到這種情形，最好將天線裝在建築物上成一根

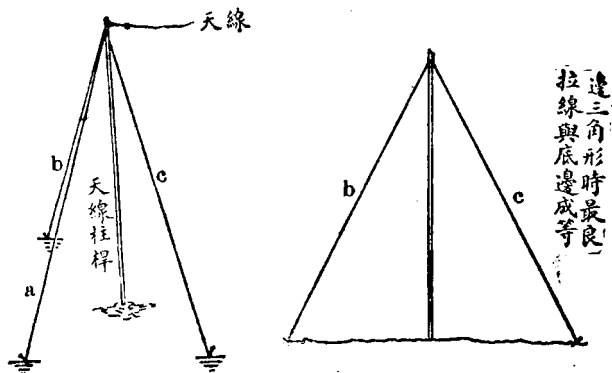
直立式的天線。

在平頂式天線的兩柱中，不要有大樹木和高的屋脊這些都能吸收電波減少天線的有效高度。總之，使天線下面的空間愈大效果愈好。



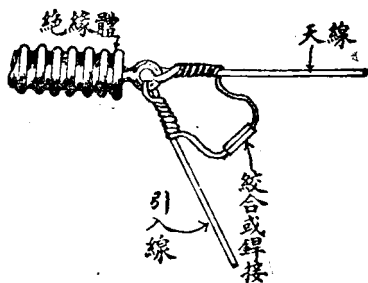
第 19 圖

裝天線的柱應充分的堅強。略帶彈性的天線柱，可使天線充分拉平。直徑2~3吋的木桿和竹竿用作100呎左右的天線柱極為適宜。有些人似乎不注意到天線的橫的部分的拉直，用一些太軟的竹竿凌空支着。竹竿彎曲得很凶，而天線仍然不平，這種形狀真滑稽得可笑。有個最良好的方法，就是另用三根繩索將柱桿拉緊（如第20圖A），這樣使天線的張力由a線承受；b，c兩線是保持着柱桿，使不左右傾斜之用。柱桿僅僅能受天線的重量就可以，小竹竿已可勝任而有餘。



第 20 圖 (A)

絕緣體一端繫天線，一端用繩索或鐵線作繫索綁在柱桿上。要注意的是不要使天線與繫索相接觸。有時爲更嚴密地防止電流的漏洩，每端用兩重絕緣體來隔斷。



第 20 圖 (B)

磚石的牆壁有吸收電波的能力，所以室內天線總比不上室外的來得有效。如在木板牆壁的屋內，與等高的室外天線沒有什麼分別。有些鋼骨的建築物，吸收力極強，使得室內天線完全失效。又在有鐵架的屋內，因鐵架生天線一樣的作用自生振動，互相干涉，而形成若干不能收音的死點 (Dead spot)。這時得變更天線的地位和方向，用試驗去選擇一個適宜的地方，或者將天線裝在其他一間室內去。

倒 L 式天線的兩端如不能同高，那末引入線應接在較低的一端。通常引入線與天線同是一根線，使之在絕緣體上纏一圈再引下。如另用一根線做引入線，接合點應極確實。最好是用錫銲，如第 20 圖 (B)。

引入線下垂部分以與地面成垂直為宜。同時不要使之太近牆壁 (見第 19 圖)，最少要離開四呎纔不致損失電能。引入線進入室內的部分應用絕緣包皮線。同時另用一根磁管 (裝電燈線用的) 插入牆壁，引入線由磁管中穿過，不使之與牆壁直接接觸。引入室內的部分以愈短愈好，長了足損耗電能。

關於天線的清潔是最爲一般人所不注意的，一經裝上再也不去理它了。在繁盛的都市裏，煤灰塵屑漸堆集於絕緣體上使其絕緣性減低。所以在相當時期內（譬如說是四個月）應放下來洗刷一次。裝天線時應在兩柱上各裝一個滑車以便起落。

由第 13 節的調查表裏，可以看出電波的擾鬧幾乎一半是由電燈而來。所以裝設天線時應切實地注意附近的電燈線，務使不相接近，其距離不能少於 17 呎。如爲地位所限時，使天線與電燈線成十字直交，其間隔不能少於 4 呎。

兩鄰近的天線能互生干涉妨害收音，裝時與電燈線同樣：平行時應距離 17 呎以上，垂直時應距離 4 呎以上，

離播音臺極近的地方，有了良好的收音機，以極低小的天線或竟不要天線也可收聽。但是無疑的是不及有天線來得好些。總之，天線是收音機的觸角，裝置務必使之良好，儘可能的範圍。

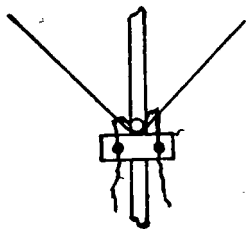
23. 環狀天線的裝置法 環狀天線的工程比架空式的小些，裝置也就容易。先做好一個木架，架臂的長度

是先得於第 19 節中的方法算好的。做框形的另要四根小木柱裝在大木架的四端。小木柱的長度以能捲得夠為準（ $=nC$ ）。若用裸線時，得用絕緣硬膠板。良好的髹漆也有相當的絕緣性。繞盤旋式的環狀天線得預備一些小的兩腳釘，以便釘牢線圈於架上。

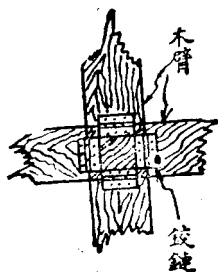
各線間間隔和捲數都已預先決定了的。依次捲去成了一個適當的環狀天線。線圈的方向左右捲都無關係。

線圈捲好了，剩餘的兩個線頭，另用一塊絕緣性的板子固定它，更將絕緣板釘在大木架的腳上（如第 21 圖）。

收音機上的天地線頭，接於這兩接頭上，環狀天線



第 21 圖

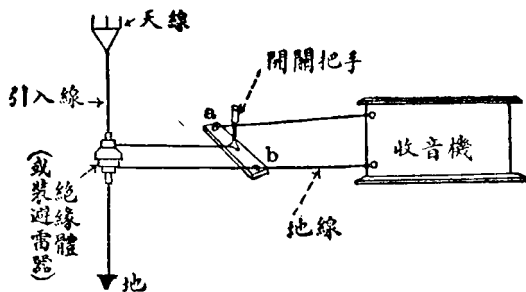


第 22 圖

是不再要地線的。

為便於攜帶及收藏計，將木架分成四段，中間用鉸鏈結合如第 22 圖十字架中間所示。本式可摺合同行軍床一樣，但只能用於盤旋式的。

24. 避雷裝置 空中雷電由天線引入收音機，輕則燒壞收音機，重則傷人毀屋，極為危險。因之避雷裝置必不可少。



第 23 圖

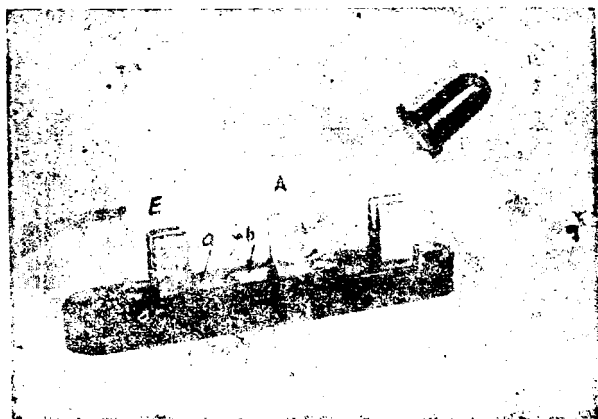
架空天線的避雷裝置極為簡單，只需買一個雙頭開關 (Double-throw switch) 接在窗上，依照第 23 圖的接法。收音時將把手 (Handle) 搬至 a 頭，使天線連結而入收音機內。雷雨時，將把手搬至 b 頭，使天地線直

接相連，雷電直達地下，不致再有危險。當然，這時是不能收音了。如用一避雷器 (Lightning arrester) 當然更安全。

避雷器的構造很簡單，僅是兩片金屬片稍離開二三公釐，一片接天線，一片接地線。如雷電由天線而下時，因雷電的電壓極高，可由兩金屬片的間隙間通過而入地。

第 24 圖是一個裝有避雷器的開關，a b 是兩金屬片，A 接天線，E 接地線。

有人利用已燒壞燈絲的三極真空管(見後真空管章)



第 24 圖

作避雷器，因柵極 (Grid) 距屏極 (Plate) 很近，恰如兩金屬片相對一樣。柵屏兩極各接天地線。

25. 地線 (Grounding or Earth) 地線的作用是使經過聽筒以後的電流通到地下去。同時因其通地，增大天線的電容量，使天線的收集能力加強。

用電燈線 (俗稱皮線) 一根，一端接於收音機的地線接頭 (Grounding terminal)，其他一端裸着埋在地下。爲使導性加強，增大地線的效率，通常用一塊銅板或鐵板埋在三呎深的地裏作爲導板 (Earth plate)。地線的一端接在導板上。導板的面積以 1 方呎以上爲宜。

沒有銅板或鐵板時，可用銅條桿或鐵條桿作代用品一樣埋插三四呎深。也有人將裸銅線四五十呎捲盤埋於地下，以代銅板之用。總之，導板的面積愈大效率愈高。

銅板銅條的價值太高了，恐不經濟，最妥善的方法是將一隻煤油箱或汽油箱，剪去上蓋，埋在三呎深的地下作爲導板。因它的面積很大，效力極好。

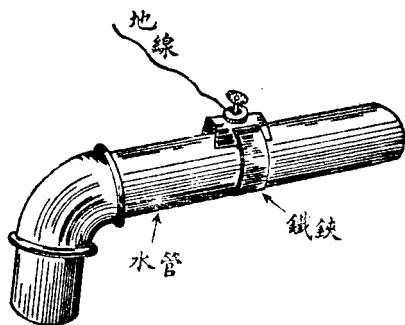
地線和導板的結合要極確實，用錫燒焊，最爲穩妥。埋導板的地下以溼潤的地方爲宜。太乾燥的土質缺少導

性使地線失效。這時得時時灌水使其常保持溼潤的狀態。導板之所以要埋深也全因深地較為溼潤，通常的土質三四呎深已足，能埋深些當然更好。

假如屋旁有池塘或井，那是極便利的事。只要將導線裸着縛牢石塊投在水中，就成一根極好的地線。

在有自來水的城市裏，只要將地線接在水管上就可以了。連結時用錫銲或用鐵鉗夾牢（第 25 圖）。

煤氣管雖可作地線，但為防天電引起火災，各國政府都嚴切地禁止使用。



第 25 圖

為免電流的阻力增大，地線也以短為宜。

總之，地線足以增強天線的收集力，一根不好的天線更賴良好的地線去補救。

第四章 感應線圈

26. 感應線圈的原理 將磁石從一捲導線中插入或抽出，導線中因磁力線的變動感應而生電流，——這是有名的法拉第 (Faraday) 實驗出來的現象。反之將電流通過捲好的線圈中，導線圈也發生磁力。這樣的線圈稱為感應線圈 (Induction coil)，簡稱線圈 (Coil)。

線圈磁感量的大小依線圈直徑的大小和捲數而不同。捲數愈多磁感量愈大。

線圈用作配諧時，由第 11 節的式中知道磁感量 L 愈大，所能配諧的波長愈長。線圈磁感量的計算因線圈的種類和形式不同各有其實驗公式 (Experimental formulas)，將在下面各節中說明。

27. 單層線圈 (Single layer coil) 線圈的導線，只繞了一層的，稱為單層線圈，這類線圈製造最易，而磁感量的計算也簡單，因此能普遍地應用。

單層線圈的標準形式是圓筒形。下舉兩種是最常用

的公式。

$$\text{第一式: } L = \frac{\pi^2 d^2 n^2 l K}{1000}$$

式中 L = 線圈磁感量 (瓩亨利)

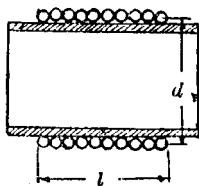
d = 線圈直徑 (公分)

π = 圓周係數 = 3.14

n = 每公分間的捲數

l = 線圈長 (公分)

K = 常數, 由 d/l 的比值而定, (見第 1 表)



第 26 圖

例如有一 6 公分直徑的線圈用 S.W.G. 的 24 號雙

紗包線捲成 20 公分長，問此線圈有多少瓩亨利的磁感量？

$$d = 6 \text{ 公分}, \quad l = 20 \text{ 公分}. \quad \therefore d/l = .3$$

由表得 $K = .884$ 。

再查第 3 表（第 31 節）得知 24 號線的直徑為 .022 吋，每一吋等於 2.54 公分。 $2.54 \times .022 = .05588$ 公分（銅線直徑）。

$$n = \frac{1}{.05588} = 17.89$$

代入上式
$$L = \frac{\pi^2 d^2 n^2 l K}{1000}$$

$$= \frac{3.14^2 \times 6^2 \times 17.89^2 \times 20 \times .884}{1000}$$

$$= 201.05 \text{ 瓩亨利。}$$

第 1 表

$\frac{d}{l}$	K	$\frac{d}{l}$	K	$\frac{d}{l}$	K	$\frac{d}{l}$	K
.00	1.000	.41	.847	.82	.730	2.3	.402
.01	.996	.42	.843	.83	.728	2.4	.482
.02	.992	.43	.840	.84	.725	2.5	.472
.03	.987	.44	.837	.85	.723	2.6	.403
.04	.983	.45	.834	.86	.720	2.7	.454
.05	.979	.46	.831	.87	.718	2.8	.445
.06	.975	.47	.827	.88	.716	2.9	.437
.07	.971	.48	.824	.89	.713	3.0	.429
.08	.967	.49	.821	.90	.711	3.1	.422
.09	.963	.50	.818	.91	.709	3.2	.414
.10	.959	.51	.815	.92	.706	3.3	.407
.11	.955	.52	.812	.93	.704	3.4	.401
.12	.951	.53	.809	.94	.702	3.5	.394
.13	.947	.54	.806	.95	.699	3.6	.388
.14	.943	.55	.803	.96	.697	3.7	.382
.15	.939	.56	.800	.97	.695	3.8	.376
.16	.935	.57	.797	.98	.693	3.9	.371
.17	.931	.58	.794	.99	.691	4.0	.365
.18	.928	.59	.791	1.00	.688	4.1	.360
.19	.924	.60	.788	1.05	.678	4.2	.355
.20	.920	.61	.786	1.10	.667	4.3	.350
.21	.916	.62	.783	1.15	.657	4.4	.345
.22	.913	.63	.780	1.20	.647	4.5	.341
.23	.909	.64	.777	1.25	.638	4.6	.336
.24	.905	.65	.774	1.30	.629	4.7	.332
.25	.902	.66	.772	1.35	.620	4.8	.328
.26	.898	.67	.769	1.40	.611	4.9	.324
.27	.894	.68	.766	1.45	.603	5.0	.320
.28	.891	.69	.764	1.50	.595	5.5	.301
.29	.887	.70	.761	1.55	.587	6.0	.285
.30	.884	.71	.758	1.60	.579	6.5	.271
.31	.880	.72	.756	1.65	.571	7.0	.258
.32	.877	.73	.753	1.70	.565	7.5	.247
.33	.873	.74	.750	1.75	.558	8.0	.237
.34	.870	.75	.748	1.80	.551	8.5	.227
.35	.866	.76	.745	1.85	.544	9.0	.218
.36	.863	.77	.743	1.90	.538	9.5	.211
.37	.860	.78	.740	1.95	.532	10.0	.203
.38	.856	.79	.738	2.0	.525	—	—
.39	.853	.80	.735	2.1	.514	—	—
.40	.850	.81	.733	2.2	.502	—	—

第二式：

上式只用於圓筒形單層線圈，如計算其他形狀的單層線圈時用下式。

I 圓筒形

$$L = rn^2K$$

式中：L = 磁感量（毫亨利）

r = 線圈半徑（吋）

n = 線圈全捲數。

K = 常數，由 $\frac{r}{(1+d)}$ 的比值而定，由第27圖

的曲線上求得之。

l = 線圈繞線部分之長。（吋）

d = 導線直徑（吋），合包皮絕緣體在內。

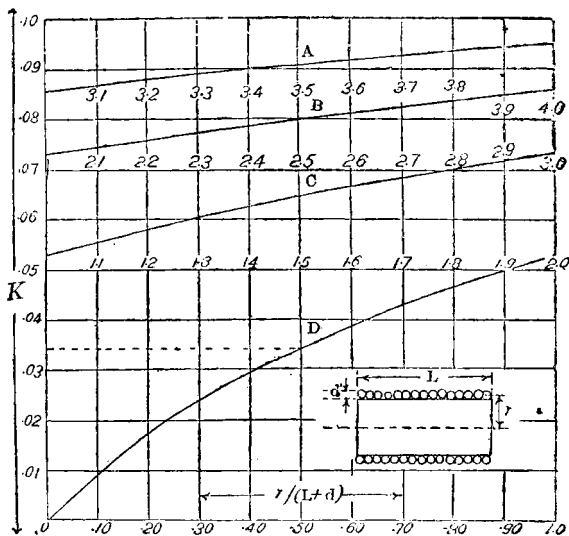
圖中：

曲線 A：…… $\frac{r}{(1+d)}$ 的値在3與4之間時用之。

B：…… $\frac{r}{(1+d)}$ 的値在2與3之間時用之。

C: $\frac{r}{(1+d)}$ 的值在1與2之間時用之。

D: $\frac{r}{(1+d)}$ 的值在0與1之間時用之。



第 27 圖

圖上橫坐標表 $\frac{r}{(1+d)}$ 的值；縱坐標表 K 的值。

例：用 B & S 的 20 號雙絲包線繞在 5 吋的圓筒上
共繞成 5 吋長，問此線圈有多少磁感量？

由第 2 表查得 20 號雙絲包線每吋繞 25 捲。則 5 吋長間共繞

$$n = 5 \times 25 = 125 \text{ 捲}$$

$$\text{導線的直徑 } d = \frac{1}{25} = .04 \text{ 吋}$$

$$\begin{aligned} \text{線圈的平均半徑 } r &= \text{圓筒半徑} + \text{導線半徑} \\ &= 2.5 + .02 = 2.52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{代入 } \frac{r}{(1+d)} &= 2.52 \div (5 + .04) \\ &= .50 \dots \text{此數在 } 0 \text{ 與 } 1 \text{ 之間, 用 } D \text{ 曲線。} \end{aligned}$$

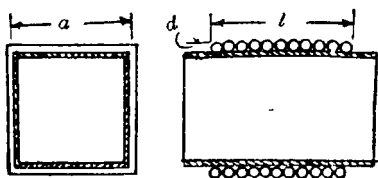
依前法得 $K = .0344$

$$\begin{aligned} \text{代入 } L &= rn^2K \\ &= 2.52 \times 125^2 \times .0344 \\ &= 1354.5 \text{ 毫亨利。} \end{aligned}$$

演算時 K 的值雖難得確實的數，但有兩位有效數字就夠了。

II. 方筒形。

$$L = 1.25(a + d) n^2 K / 2$$



第 28 圖

式中：

L = 磁感量，（兪亨利）；

a = 方形每邊之長（吋）；

d = 銅線（連包皮）的直徑，（吋）；

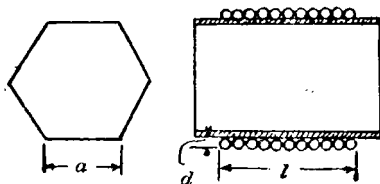
n = 線圈全捲數。

K = 常數，由 $\frac{(a+d)}{2(1+d)}$ 的值而定。仍用第 27

圖的曲線同樣求得。這時橫坐標的數值當作

$\frac{(a+d)}{2(1+d)}$ 的值。

III. 六角形。



第 29 圖

$$L = 1.1 (a + d) n^2 K / 2$$

式中：

L = 磁感量，(瓩亨利) ；

a = 六角形每邊之長，(吋) ；

d 和 n 同前；

K = 常數，由 $\frac{(a+d)}{2(1+d)}$ 而定，求法同前。

28. 多層線圈 (Multi-layer coil) 多層線圈的實驗公式都以圓筒形為標準。上節第二式也可用來計算多層線圈的磁感量。下式是柏，唐兩氏 (Brookes and Turner) 的實驗式，單層多層都可用。

$$L = \frac{4\pi^2 a^2 n^2 F_1 F_2}{1000 (b + c + R)}$$

式中：

L = 磁感量 (瓩亨利)

a = 線圈的平均半徑 (公分)

b = 線圈長度 (公分)

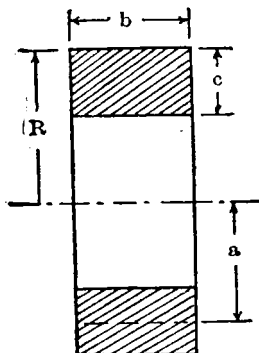
c = 繞線厚度 (公分)

R = 最外線層的半徑 (公分)

$n =$ 全捲數

$$F_1 = \frac{10b + 12c + 2R}{10b + 10c + 1.4R}$$

$$F_2 = .5 \log \left(\frac{100 + 14R}{2b + 3c} \right)$$



第 30 圖

如所有長度均用吋計算，係數要略變換。

$$L = \frac{.62\pi^2 a^2 n^2 F_1 F_2}{1000(b + c + R)}$$

29. 盤環形線圈 (Spiral coil) 盤環形線圈是將線繞在一平面上，由內漸外，如第 31 圖所示。蛛網式。

籃底式等都屬這一類。

$$L = \pi n^2 (D + d) \left[2.303 \log \left(\frac{D + d}{D - d} \right) + 8.8 \right] \div 1000$$

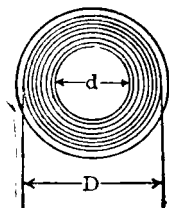
式中：

L = 磁感量 (瓩亨利)

D = 外圈直徑 (公分)

d = 內圈直徑 (公分)

n = 全捲數



第 31 圖

如所有長度均用吋計算時用下式：

$$L = .000394 \pi n^2 (D + d) \left[2.303 \log \left(\frac{D + d}{D - d} \right) + 8.8 \right]$$

此外還有一個較簡單的公式是專為蛛網式線圈用的。

$$L = \frac{a^2 n^2}{8 a + 11 c}$$

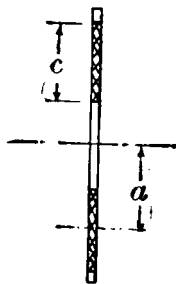
式中：

L = 磁感量 (瓩亨利)

a = 線圈平均半徑 (吋)

c = 線圈長 (吋)

n = 全捲數

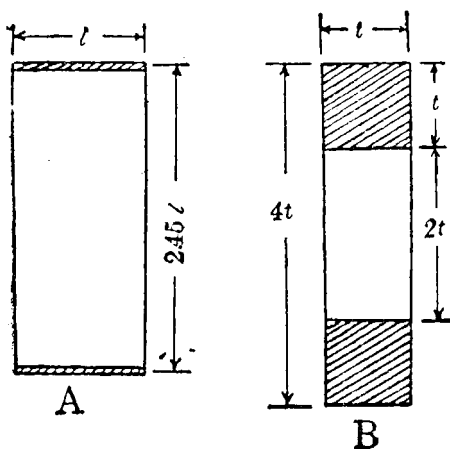


第 32 圖

30. 線圈的最好形狀 將一定長度的導線繞一個磁感量極好的線圈時，線圈的直徑和長度要適當的選擇。

單層線圈最有效的形狀是直徑為其長的 2.45 倍。

(圖 A)



第 33 圖

多層線圈最有效的形狀是使線圈的厚和長相等，內徑為其厚的 2 倍。(圖 B)

一般在習慣上將單層線圈的直徑採為 3 吋，多層線圈的外徑也不令大於 3 吋，這當然不是一個定律，學者

儘可自由選擇。

31. 線圈的設計 由 27, 28, 29 各節的公式，極容易算出各種線圈的磁感量，以便按照寸法去製作。但一般線圈的設計上是要製一個已知若干磁感量的線圈，決定其形狀的大小長短。應用各式都有一個共同的困難，就是難適當預定其長度(l)和捲數(n)，因為長度和捲數是互相關連的，應用上必須幾番的修正和覆算，纔可得近似的數值。

例如要製一個收聽波長 440 公尺廣播電臺的收音機，已有一個 .00025 瓩法拉的可變蓄電器，應配多大的線圈？

現在已經知道這個廣播電臺的波長是 440 公尺，再由 12 節的方法得磁感量 218 瓩亨利。

假如做一個單層圓筒形線圈，那末使它有 218 瓩亨利的磁感量，要幾大的直徑和多少捲數？——用 B & S 的 26 號雙紗包線。

用 27 節的第一·第二兩式都可以。第一式的長度是公分，第二式的長度是吋，這兩種單位可以互換的，祇

要乘一個數上去。(見後第 23 表)

$$1 \text{ 吋} = 2.54 \text{ 公分}; \quad 1 \text{ 公分} = 0.394 \text{ 吋}$$

譬如說繞線的圓筒的直徑是 3 吋，用第二式。

由第 2 表查得每吋能繞 26 號雙紗包線 41 捲。線的直徑

$$d = \frac{1}{41} = .024 \text{ 吋。}$$

線圈半徑 r = 圓筒半徑 + 銅線半徑

$$= 1.5 + .012$$

$$= 1.512$$

其次選定線圈長度 l ，再查 K 的值，譬如試繞 50 捲。

$$l = \frac{50}{41} = 1.22 \text{ 吋}$$

$$\frac{r}{l + d} = \frac{1.512}{1.22 + .024} = 1.2$$

1.2 在 1 與 2 之間，用 C 曲線 (第 27 圖)，查得 $K = 058$

$$\text{代入 } L = rn^2K$$

$$=1.512 \times 50^2 \times .058$$

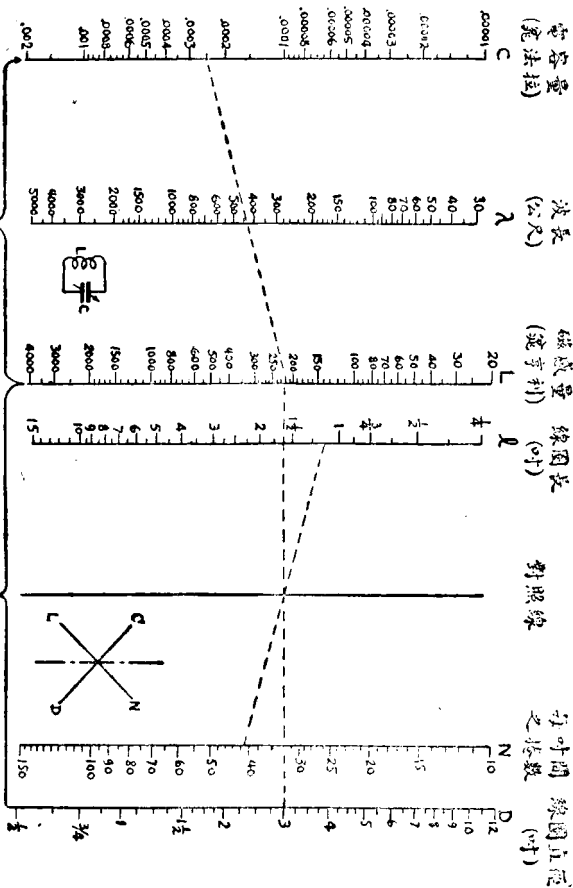
$$=219.24 \text{ 毫亨利。}$$

此值與 218 相差極微，即可應用。所以該線圈應繞 50 捲。

試繞的捲數過多時，必須酌量減少覆算；過少了又得酌量增加。有時得反覆算幾次纔可得相近的數值，初學的人必感困難，如應用下面這個圖表去尋求最為簡捷。

圖表計分兩部分，表一是波長，電容量，磁感量對照表，與第 12 節的表相同。表二是由表一上所求得的磁感量若干決定線圈的直徑和捲數的對照表。

實用例：應用圖表計算上述的例題。



表一

表二

第 34 圖

(一). 已知 $C = .00025$ 瓩法拉, $\lambda = 440$ 公尺。連結這兩點畫一直線與 L 線軸相交, 得 $L = 218$ 瓩亨利。

(二). 定線圈直徑 $D = 3$ 吋, 連接 $L = 218$ 之點畫一直線與對照線相交, 得一交點。

(三). 用 26 號 B & S 雙紗包線, 由第 2 表查得每時間 41 捲。由 $N = 41$ 之點畫一直線, 經過對照線上的交點後再與 1 軸相交, 得線圈長 $l = 1.2$ 吋。

(四). 每吋有 41 捲, 則共有 $1.2 \times 41 = 49.2$ 捲。結果與用公式所得的 50 捲相合。

真正計算配諧線路時, 線圈的磁感量以收 600 公尺為標準。配合後祇要轉動可變蓄電器減少其電容量即可收聽 600 公尺以下各種波長的播音。如仍用 .00025 瓩法拉的可變蓄電器時, 三吋直徑線圈要繞 26 號 B & S 雙紗包線 74 捲, 繞長 1.8 吋

〔附註〕 第34圖祇能用於單層線圈。如設計他種形式的線圈時, 須用各形式的公式。但可假定其為單層線圈得一與其實際相差不遠的數值, 代入公式計算, 免致試繞的捲數過大或過小。

第 2 表 B & S 銅線表

號 數	直 徑 (密爾) Mils	面積 (Cir. Mils)	阻力 (瓦/呎)	每 吋 的 捲 數					
				裸 線	單 絲 包 線 S.C.C.	雙 絲 包 線 D.S.C.	單 紗 包 線 S.O.C.	雙 紗 包 線 D.O.C.	漆 包 線
14	64	4100	396	15.6			14	13	14
15	57	3260	321	17.5			15	14	16
16	51	2580	249	19.6			17	16	18
17	45	2050	197	22			20	18	21
18	40	1620	156.5	25			22	20	23
19	36	1200	124	27.8			25	22	27
20	32	1020	98.4	31	27	25	27	25	29
21	28.5	810	78.1	35	30	27	30	27	32
22	25.3	642	61.91	39	34	30.5	34	30	36
23	22.6	509	49.09	44	38	34	37	32	40
24	20.1	404	38.92	50	43	38	41	35	45
25	17.9	320	30.86	56	47	41	45	38	50
26	15.9	254	24.47	63	52	45	50	41	57
27	14.2	202	19.41	70	58	50	55	45	64
28	12.6	160	15.39	79	64	53	60	48	71
29	11.5	127	12.21	88	71	58	65	51	81
30	10	101	9.68	100	80	66	71	55	88
31	8.9	79.7	7.86	112	87	71	76	58	104
32	8	63.2	6.09	125	99	76	84	62	120
33	7.1	50.1	4.83	141	105	83	90	66	130
34	6.5	39.8	3.85	159	110	88	97	69	140
35	5.6	31.5	3.04	179	130	104	104	73	160
36	5	25	2.41	200	140	110	117	82	190
37	4.5	19.8	1.91	222	150	115	123	85	205
38	4	15.7	1.51	250	160	120	130	88	225
39	3.5	12.5	1.2	285	180	130	142	90	255
40	3.1	9.9	.95	321	200	140	151	92	280

第3表 S.W.G銅線表

號 數	直 徑 (吋)	面 積 (平方吋)	阻 力 (歐姆/呎)	每 吋 捲 數		
				單 絲 包 線 D.S.C.	雙 絲 包 線 D.S.C.	雙 紗 包 線 D.C.C.
16	.064	.00322	.007478	14.9	14.6	13.2
17	.056	.00246	.009762	16.9	16.5	14.7
18	.048	.00181	.01328	20.0	19.4	17.2
19	.0					
20	.036	.00102	.02362	26.3	25.3	21.7
21	.032	.00080	.02990	29.4	28.2	23.8
22	.028	.00062	.03.95	33.3	31.8	26.3
23	.0					
24	.022	.00038	.06324	42.1	40.0	31.3
25	.020	.00031	.07653	46.0	43.5	33.3
26	.018	.00023	.09445	50.6	47.6	35.7
27	.0164	.00021	.1138	55.1	51.6	37.9
28	.0148	.00017	.1398	60.4	56.2	40.2
29	.0136	.00015	.1655	65.2	60.2	42.4
30	.0124	.00012	.1991	72.0	67.1	44.7
31	.0116	.00011	.2275	76.3	70.9	46.3
32	.0108	.00010	.2625	81.3	75.2	50.5
33	.0100	.00008	.3061	87.0	80.0	52.6
34	.0092	.00007	.3617	93.4	85.5	54.9
35	.0084	.00006	.4338	101	91.8	61.0
36	.0076	.000045	.5300	110	102	64.1
37	.0068	.000036	.6620	120	110	67.6
38	.0060	.000028	.8503	133	120	71.4
39	.0052	.000021	1.132	149	134	75.8
40	.0048	.000018	1.328	159	142	78.1
41	.0044	.000015	1.581	169	150	—
42	.0040	.000013	1.913	191	167	—
43	.0036	.000010	2.362	206	179	—
44	.0032	.000008	2.989	225	192	—
45	.0028	.000006	3.904	247	208	—

第4表 B & S 及 S.W.G. 銅線相當號數對照表

B & S	S.W.G.	B & S	S.W.G.	B & S	S.W.G.	B & S	S.W.G.
16	18	24	25	32	36	40	44
17	18	25	26	33	37		
18	19	26	27	34	38		
19	20	27	29	35	38~39		
20	21	28	30	36	39~40		
21	22	29	31	37	41		
22	23	30	33	38	42		
23	24	31	34	39	43		

以上三表中符號：

B & S = Brown and Sharp 的縮寫，是美國制的銅線，有時又稱 A.W.G (American wire guage)。

S.W.G. = Standard wire guage, 世界標準制。

S.S.C. = Single silk covered, 單絲包。

D.S.C. = Double silk covered, 雙絲包。

S.C.C. = Single cotton covered, 單紗包。

D.C.C. = Double cotton covered, 雙紗包。

Mil = $\frac{1}{1000}$ 吋，是銅線上用的小單位。

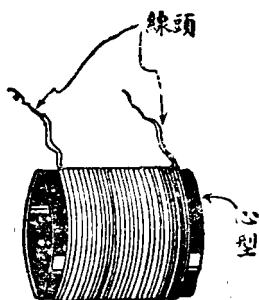
Cir-mil = Circular mil = 直徑 1 Mil 的圓面積。

第2及3表中第二列的直徑是指裸線而言。

32. 各式線圈的製法

I. 單層線圈

用一個圓筒形或其他形狀的絕緣體做心型(former)，將絕緣銅線(絲包，紗包，漆包)繞在心型的表面上。爲使磁感量增大，線與線間要緊接，心型的兩端要留少許地位不繞線。如第 35 圖



第 35 圖

電料商店裏有硬膠做成的心型出售，價目依大小而不同，約在五角上下。紙做的一樣可用，自製極其容易。又可自由選擇其直徑的大小和長短。製法是用圖畫紙或較薄的厚紙(俗稱馬糞紙)截出一條捲在酒瓶或圓木棒

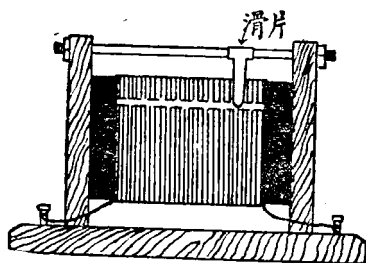
上，紙層中間以膠水黏合，外面用紗線纏緊，等膠水已乾透後，解去纏線，成功了一件結實的厚紙筒。先算好要多長用鉛筆畫好線，以小刀在周圍截斷，從圓棒上拉出來就可代作心型之用。

要使它絕緣性良好些，可用洋磁漆塗上，或請油漆店裏代漆。磁漆每瓶不過三四角，自己漆時可隨意，以後別的地方也用得到。

浸蠟也是一個簡單的方法，先將洋燭油蠟塗在紙筒上，放在火上烘一烘，使蠟油充分地浸到紙質裏面去。

捲線圈的銅線通常由 20 號到 30 號之間，外纏包皮以作絕緣。絲包線美觀些，但價錢也貴一些。漆包線的表面塗有磁漆，絕緣性最好，但漆皮易於剝落，較粗的（24號以上）更不適宜，惟以其漆皮易於刮去，一般作滑接線圈之用最爲適當。

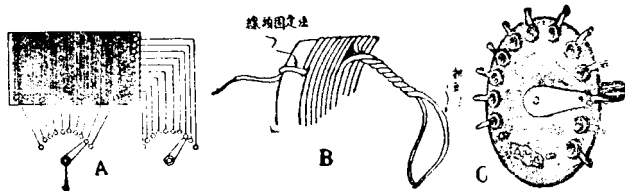
滑接線圈(Slide contact coil)：滑接線圈的目的是使線圈的磁感量可以變動便於配諧。它的製法是將上述的單層線圈的外皮刮去一條，使銅心露出，滑片的一端沿此刮線移動。（第 36 圖）



第 36 圖

抽頭線圈 (Tapped coil): 抽頭線圈也是為變更線圈的磁感量而製的。捲線時每間十捲或五捲抽出一個線頭配諧時每轉換到鄰近一個線頭，可增減十捲或五捲。

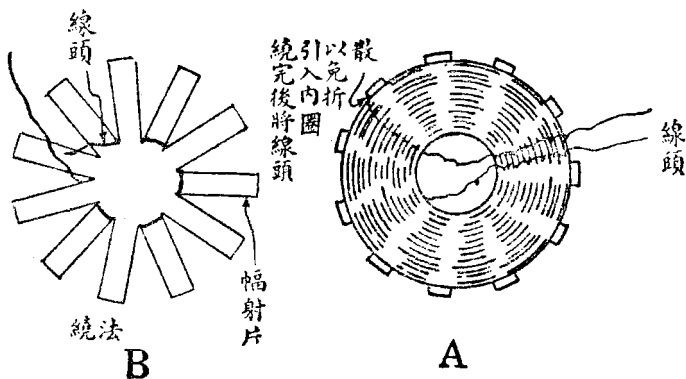
照第 37 圖 A 的方法，初時每間十捲抽一個頭，到最末十捲時，每捲抽一個頭，用兩隻分線鑰 (第 37 圖 C) 調節，可得增減一捲的變動，配諧當然精密些。



第 37 圖

II. 蛛網式線圈 (Spider-web coil)

這是盤環線圈的一種，銅線繞在一平面上。(第38圖)這種線圈沒有上述那種線圈的龐大，佔地位很小。須用幾個線圈的收音機多採用此式。



第 38 圖

蛛網式線圈所用的心型如第 38 圖 B，用絕緣體做成。電料商店裏有假象牙的和紙做的心型出售，價目由兩角到一元的都有，要看質料和大小而定。

自製用厚紙照樣剪成後，上漆或浸蠟增其絕緣性。心型的輻射形片通常採取單數：9, 11, 13。繞線每

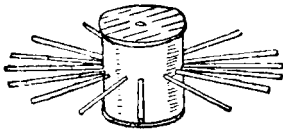
隔一片搭一片，或每次隔搭兩片。若用雙數(10,12,14)時，須隔一片搭兩片的繞去，否則必相重複，這是必得注意的。繞的方向左右都是一樣的。

III. 籃底式線圈 (Basket coil)

在線圈上兩平行的線與線間有若干電容量，這種線圈的自身容量(Self capacity)增加電流的耗阻有害於線圈的效力。線與線愈接近，電容量愈大。有種線圈故意使線圈隔間少許縫隙，使自身容量減小，這種形式稱為間隙式線圈 (Space wound coil)。但間隙增大後磁感量隨之減少很多。要使容量減少而磁感量的損失不多，這種方法是僅以空氣做隔離而不要心型，同時使平行的線有相當間隙，緊接的線以直角交叉。蛛網式線圈合於上述原理，其自身容量要比單層線圈少。

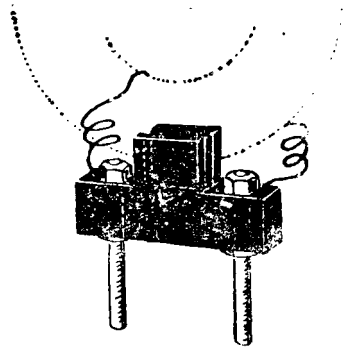
籃底式線圈與蛛網式相同，祇沒有心型而已。

繞線的方法要備一個第 39 圖 A 的形框。中間是圓木，周圍釘上鐵釘，數目是單的：11,13 或 15。依蛛網式的方法隔一搭一，繞好後拔去鐵釘，抽出圓木，即成一籃底式線圈。為使其不易拆散起見，最好用紗線搭縫



籃底線圈形樞

第 39 圖 A

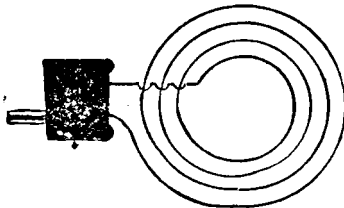


籃底線圈支架

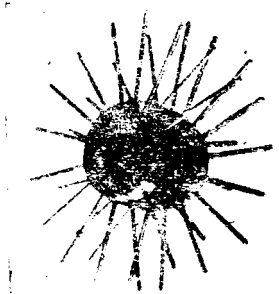
第 39 圖 B

紮牢。完成後用第 39 圖 B 的支架 (Holder) 夾着作插入式線圈 (Plug-in coil) 之用。

IV. 蜂巢式線圈 (Honey-comb coil)



第 40 圖

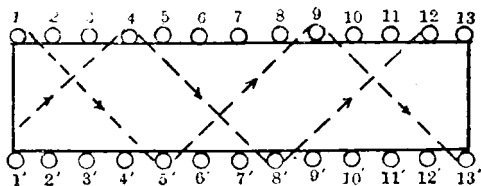


第 41 圖

這種線圈的繞法，比以上各式都煩難些。但非常美觀而磁感效率最大，高級的收音機多用此式。

第 41 圖是繞線的形框，與籃底式的形框相似。中心圓木上先套上一個紙筒，沿紙筒的邊緣釘上下兩圈鐵釘，鐵釘的數目也是單數。圓木小的每圈釘 13 個，大的釘 17 個，上下兩釘要恰相對。

繞法是上下間着往復地繞的，用第 42 圖來說明。假想圓木的周圍展開在一平面上。1, 2, 3, 4, ……13 表示上端的鐵釘。1', 2', 3', 4', ……13' 表示下端的鐵釘。



第 42 圖

先由 1 起，間三隻釘從下方的 5' 上搭過，再轉到上端的 9，由 9 到 13'，由 13' 再轉到 4。依此繞去形成一個多層的線圈，外形成多數小方孔恰同蜂巢一樣。

繞時所間的釘數可任意取，不必一定要間三隻的。

間的釘數愈多，方孔愈小，線圈較密而美觀；方孔太大了，不特不美觀，也佔地位。通常是繞一圈是一上下，用第42圖來說，由1起向下間五釘繞到7'，再回到上列的13。

繞成以後用堅實的紙條包紮一圈以免散亂。另用支架做成第43圖的形狀，將兩線頭接於兩插腳上，使用時祇須插在線路的特製架上，變換極易，稱為插入式線圈 (Plug-in coil)



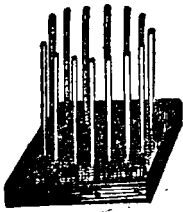
第 43 圖

形框圓木的大小即是線圈的內徑，其捲數和磁感量可由 28 節的多層線圈的公式求得。但是此式線圈的磁感量是很難用算式去計算的，同一樣大的線圈因其線與線間の間隔大小而磁感量不相等。許多商家製好現成的蜂巢線圈是用儀器測過的，祇說明配多大的蓄電器就可

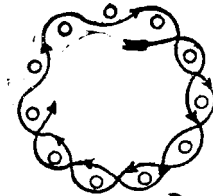
收多長的波長範圍。下表是曾經別人試驗過的數字以供參考。

線圈捲數 (內徑三吋)	磁感量 (毫亨利)	線圈本身波長 (公尺)
25	30	80
35	70	92
50	130	160
75	300	250
100	500	330
150	1150	500
200	2150	700

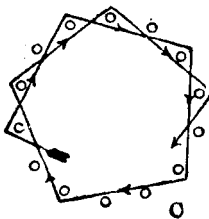
V. 羅籃子線圈 (Lorenz coil)



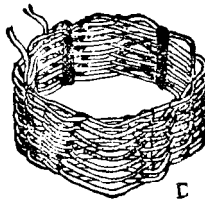
A



B



C

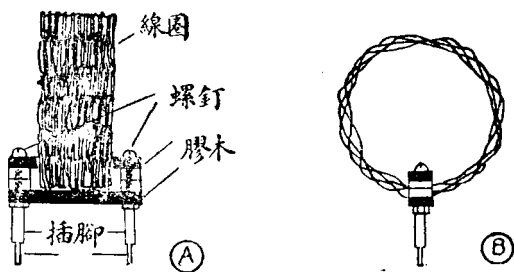


D

第 44 圖

羅籃子線圈是單層線圈的變像，用交差繞法使線圈本身電容量減到極小，要算是最有效的單層線圈。製法也極容易，如第 44 圖，A 是繞線的形框，取一方木板，畫一圓圈，在圓周上直立地釘上鐵釘，鐵釘的數目因繞法而不同，如間一搭一（如圖 B）則取單數；如間一搭二（如圖 C）則取偶數。

圖 D 是繞成後的形狀，拔去鐵釘後用線紮牢以免鬆散。再做一個支架將其夾持作插入式線圈之用，兩線頭與兩腳上的螺釘相結連，如第 45 圖，A 是正面，B 是側面。此式線圈的磁感量仍照第 27 節單層線圈的算法。



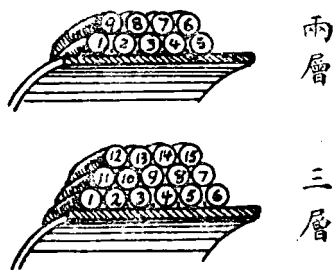
第 45 圖

VI. 多層線圈

線圈的捲數須要很多的時候，若仍用單層或上列各

式的繞法，結果將使得線圈的形狀長大，既不雅觀，也佔地位，因此有多層繞法的必要。

用一個單層線圈的心型，先估計心型要取多少長，然後決定用何種銅線繞若干捲，須繞幾多層。



第 46 圖

繞法如第 46 圖由一端繞向他端繞完一層，再由他端繞回頭，其繞的方向始終未變，依圖上所標的數字順次繞去。這種繞法稱為堆積式繞法 (Bank winding)。

33. 線圈的互感作用 在兩鄰近線圈內，若其中的一個有電流通過時，其他一個因感應而生電流。這種現

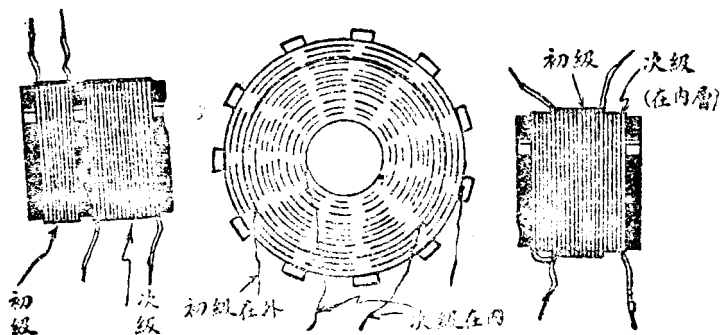
象稱爲互感作用 (Mutual induction)。使生互感作用的方法稱爲交連 (Coupling)。

互感量的大小以兩線圈自身磁感量的大小，中間隔絕的誘電體的性質，和兩線圈的相對位置而定，與電流的大小無關。

上述那樣的兩線圈，前者稱爲初級線圈 (Primary coil)，後者稱爲次級線圈 (Secondary coil)。以後所說的兩級線圈 (或稱雙回路線圈) 和變壓器，都是應用此理而製的。

34. 線圈的交連法

I. 固定交連法：



第 47 圖

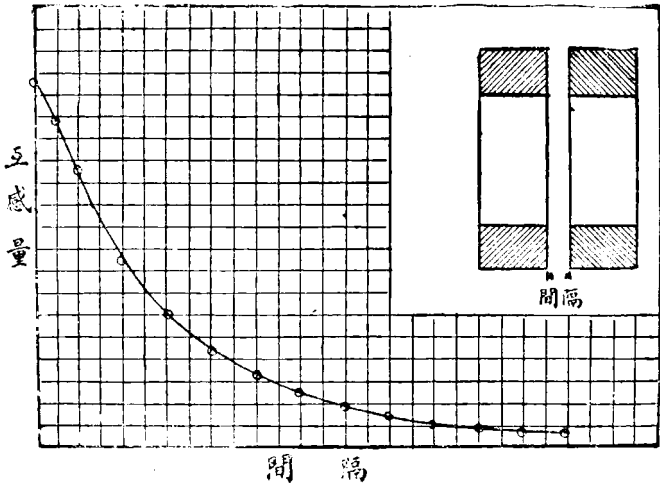
兩線圈的地位固定不動，互感量一定的稱為固定交連 (Fixed coupling)。

如第 47 圖初級和次級繞在同一的心型上。

II. 可變交連法：

使兩線圈的互感量可自由增減，將兩線圈的地位做成可以變動的形式，稱之為可變交連 (Variable coupling)。通常有下列四類：

A. 同軸式：將兩線圈置於同軸線上，使其間隔距離

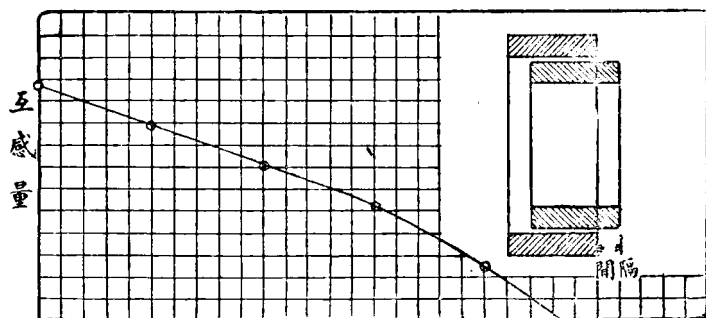


第 48 圖

平行變更而變動其互感量，其關係曲線如第 48 圖。

這種形式的互感量在間隔小時急驟地增加，使得調整不精細。

B. 望遠鏡式：兩線圈一大一小，將小的放在大的裏面。變更相重的距離而變動其互感量，其關係曲線如第 49 圖。圖中的間隔這時是指抽出的長短而言。這種

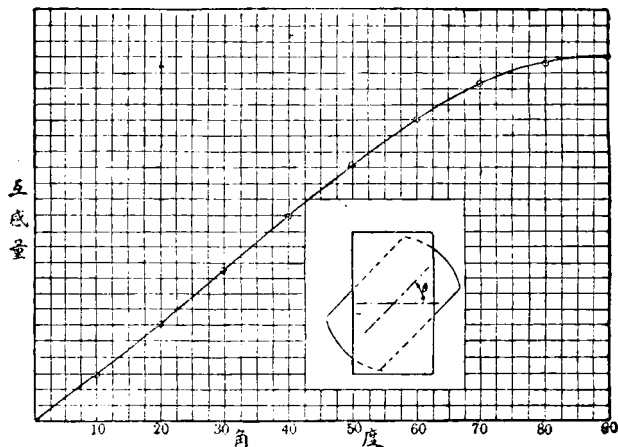


間 隔
第 49 圖

形式製作上最簡易。而互感量的變動較上式平均。

C. 搖鼓式：將一個較小的圓球面形的線圈用軸插於另一個線圈裏面，變更小線圈的角度而變動其互感量。角度依圖上所示，兩線圈同軸時(90°)，互感量最大；成

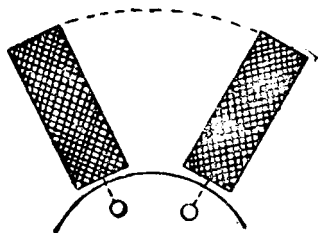
直角交(0°)時。互感量最小。其關係曲線如第 50 圖。



第 50 圖

這種形式的互感量變動最平均。用角度控制比望遠鏡式的進出控制正確。用的人極多，但製作上較難。

D. 開合式：用同軸式的線圈採搖鼓式的方法，有

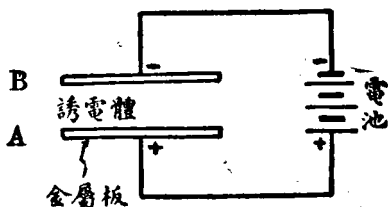


第 51 圖

搖鼓式的利益而製造較易。其形式如第 51 圖。其關係曲線和搖鼓式相同，用於此式的線圈多是蜂巢式。

第五章 蓄電器

35. 蓄電器之性質 將兩片金屬板並列，中間隔以絕緣體，（如圖中之A和B），使其連接電池的兩極時，



第 52 圖

電池內的電子立即開始流動。因有絕緣體的阻隔，電子遂聚集於金屬板上，這樣的裝置稱為蓄電器。中間的絕緣體稱為誘電體。

金屬板上電子聚集過多時，電位增高，電壓增大，電子將穿過誘電體而放電。可見蓄電器容納電子的數量有一定的，稱為蓄電器的電容量。

電容量的大小與兩金屬板的面積成正比，與金屬板

間的距離成反比，此外誘電體的性質也有關係。此性質用數字表示時稱為誘電係數 (Dielectric constant)。誘電係數愈大，電容量也愈大。

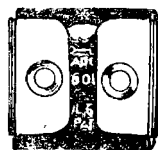
第 5 表

物 質	誘 電 係 數	物 質	誘 電 係 數
空氣	1	硫黃	3.84
橡皮	1.7~2.6	瓷	4.4~6.8
假象牙	1.86	雲母	5~8
乾燥紙	2~2.5	玻璃	6~8.4
松香	2.23	棉布	3.5~5.5
蠟	2.3	棉料紙	2.5~4.0
膠木	2.3~3.2		

蓄電器還有一個特性就是能隔斷直流而容許交流電流通過。但在一定電容量的蓄電器裏也祇許某週率以上的交流通過。週率愈高通過愈易。

36. 蓄電器的種類 使金屬片的相對面積和距離固定不變的稱為固定蓄電器 (Fixed condenser)。依其作用不同分為兩類：用於隔絕直流而許交流通過的名為斷流蓄電器 (Blocking condenser)；用於限制某種週率而容許較高週率通過的名為枝路蓄電器 (By-

第 53 圖

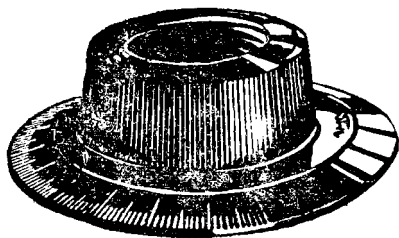


固定蓄電器

pass condenser)

將兩組平行的金屬片裝在能使其一組金屬片轉動的軸架上，變更相對面積可使電容量增減，稱之爲可變蓄電器 (Variable condenser)。可變蓄電器通常用在配諧線路中與線圈同作配諧之用。

可變蓄電器的軸上裝一刻度盤 (Graduated dial) 如第 54 圖，在其半圓周上劃分一百度。配諧時看刻度盤



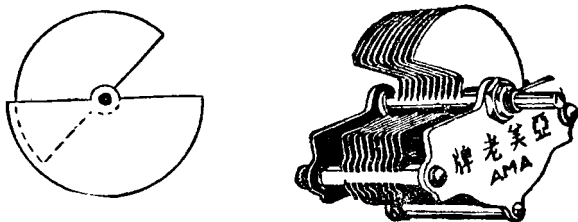
第 54 圖

轉到若干度，得知蓄電器變到什麼程度。因其配諧和度盤的比例不同，於是有下列三種形式的可變蓄電器。

I. 直線容量蓄電器 (Straight line capacity condenser)

刻度盤轉動的度數與電容量成正比的名為直線容量蓄電器。(在數學上正比例是一直線函數，故名)。

如第 55 圖，金屬片為半圓形。(蓄電器的電容量



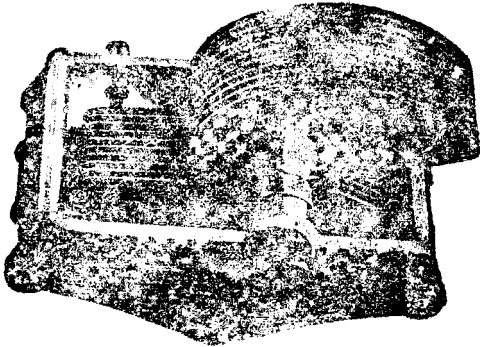
第 55 圖

以相對面積而定，祇要一組金屬片成半圓就可以。)能轉動的一組稱為動片，固定在架座上的一組稱為定片。依幾何學的證明，扇形的面積以圓心角的大小成正比例。所以兩組金屬片相對的面積，即代表電容量，以刻度盤軸轉動角度表示之。

II. 直線波長蓄電器 (Straight line wavelength condenser)

本式蓄電器的度盤轉動度數與波長成正比例。其金

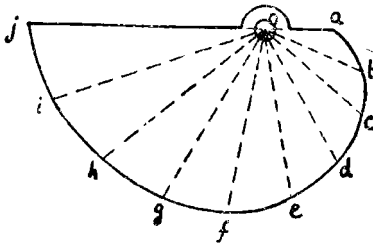
屬片的形狀如第56圖。若將金屬片的面上由軸 o 每 20° 角



第 56 圖

作一分割，如 oa ， ob ， oc ……。與金屬片邊緣相交於 a, b, c, \dots 各點，那末各線段有下述的關係。

$$oa = 1, \quad ob = \sqrt{2}, \quad oc = \sqrt{3}, \quad od = \sqrt{4}, \quad oe = \sqrt{5}, \\ of = \sqrt{6}, \quad og = \sqrt{7}, \quad oh = \sqrt{8}, \quad oi = \sqrt{9}, \quad oj = \sqrt{10}。$$



第 57 圖

這是根據 $\lambda = 1885\sqrt{LC}$ 式中，波長與電容量的平方根成正比而作的，因此又稱為平方律蓄電器 (Square law condenser)。

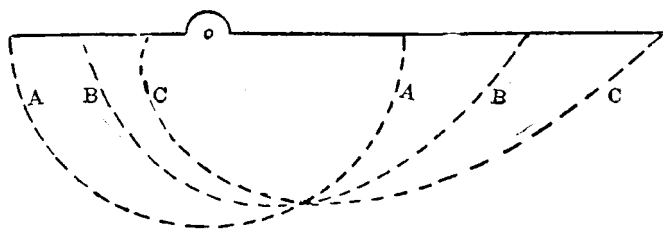
III. 直線週率蓄電器 (Straight line frequency condenser)。

本式蓄電器的度盤刻度與電波週率成正比例。其金屬片的形狀如第 58 圖 C。週率和波長相關連的，所以金屬片的形狀略相類似。

華盛頓國際無線電會議規定電波以週率表示，所以用本式蓄電器作配諧極為便利。

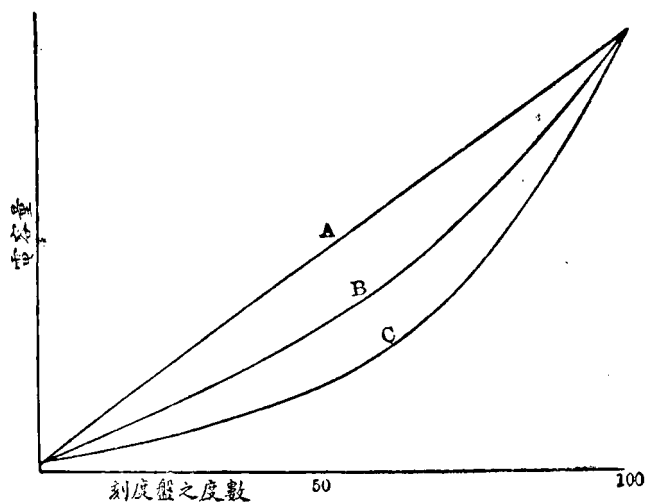
37. 各式可變蓄電器之比較 上節所述的三種蓄電

第 58 圖 (甲)



蓄電器金屬片形狀

第 58 圖 (乙)



電容量曲線

器每金屬片的面積相同，而各度間的電容量不同。第58圖(甲)表示三種蓄電器金屬片形狀的比較，(乙)是三種蓄電器在各度數時的電容量曲線。A是直線容量蓄電器，B是直線波長蓄電器，C是直線週率蓄電器。

第6表是各種蓄電器在各種波長和週率時的度盤刻度，假定度盤在零度時，恰能配諧200公尺的波長。

第 6 表

週率(啓羅週波) 波長(公尺)	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700	600	500
	200	215	231	250	273	300	333	375	428	500	600
直線容量蓄電器	0	14.528	0.40	5.52	0.62	5.72	0.80	5.88	0.94	5	100
直線波長蓄電器	0	3.6	7.7	12.5	18.2	25.0	33.3	43.8	57.1	75.0	100
直線週率蓄電器	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
刻 度 盤 度 數											

在第 8 節中說過電波的週率要相差 10 啓羅週波 (10,000週波) 纔不致互相干擾, 就是說兩廣播電臺的週率至少要差 10 啓羅週波。由上表可看出 10 啓羅週波之差的電波 在直線週率蓄電器的度盤上恰相差一度。其他兩種不能像這樣規則, 有時差 10 啓羅週波時要差幾度; 有時差一度時, 又不祇差 10 啓羅週波, 配諧手續問不及直線週率式的便利和精確。爲使蓄電器的轉動精細, 有時裝一個複動齒輪和微分盤, 刻着更精密的度劃。

38. 蓄電器電容量的計算 前面說過電容量的大小 依金屬片的面積, 距離以及誘電體的誘電係數而定。下式是蓄電器電容量的近似計算式。

$$C = \frac{A K N}{3,600,000 \pi d}$$

式中：C = 電容量（筭法拉）

A = 每一金屬片的面積（平方公分）

N = 誘電體的層數（比金屬片數少一）

d = 誘電體之厚即兩金屬片的距離（公分）

K = 誘電係數（見第5表）

如以吋做長度單位計算用下式：

$$C = \frac{A K N}{4,500,000 d}$$

在此式中：

C = 電容量（筭法拉）

N = 誘電體層數

K = 誘電係數

d = 誘電體厚度（吋）

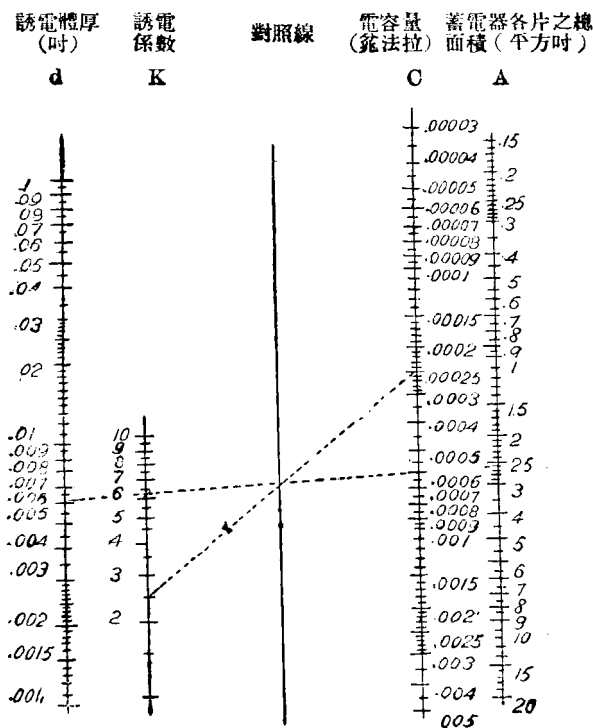
A = 每片金屬片面積（平方吋）

將此式製成對照表，以便於自製設計，如第 59 圖。

例如用乾燥紙做誘電體，做一個 .00025 筭法拉的固定蓄電器，要多大面積的金屬片？

普通用的紙的厚度難得確知，大約像練習簿紙的厚

度為 .003 到 .006 吋的光景(註)。查第 5 表得誘電係數為



第 59 圖

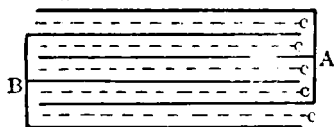
(註) 要測定紙張的厚度，沒有極精確的工具是不成功的。著者自己實驗一種方法，直接而又簡單。將紙疊成一吋厚，看要多少層紙。或以同厚的洋裝書作例也可以，書的厚可以量出，層數已經標明在各頁上（兩頁為一層）。這個方法最簡單，但不精確，因為決定兩種紙的厚是相同，全憑手的感觸，當然靠不住。不過要知道固定蓄電器的電容量相差在一倍以內是沒有什麼大妨礙的。

2. ~ 2.5。取 2.5 為誘電係數。

(1) 連接 C 軸線上的 .00025 和 K 軸線上的 2.5, 交對照線於一點。

(2) 由 d 軸線上 .006 畫一直線經過對照線上的交點, 與 A 軸線相交, 得 $A = 2.7$ 方吋。

這是總面積, 如只作兩片則每片取其一半的面積。如所得面積很大, 將它疊做若干層, 每間一片為一組, 如第 60 圖 A, B 各為一組金屬片, c 為誘電體。



第 60 圖

金屬片祇要有相當導性即可, 不必一定要銅皮; 但導性大的物質可減小阻耗, 較為有利, 與金屬片的厚度無關,

電料商店裏有做好的各種蓄電器出售，它的容量標好了在蓄電器上，買時要留意，過大和過小都不合用的。

可變蓄電器的金屬片一般用銅或鋁板做成。用圓環相間着藉螺絲帽緊夾於螺釘柱上。如嫌電容量過大，可旋開螺絲帽，取掉幾片。買可變蓄電器，千萬要注意的是不要“碰片”，兩組金屬片若有絲毫接觸，就失掉蓄電的作用。

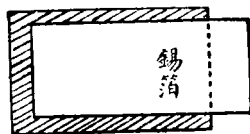
39. 固定蓄電器自製法 固定蓄電器在收音機上用的地方很多，買現成的不經濟，自製極其容易，祇是電容量不能精確測定而已。

先決定做多大電容量的蓄電器，依上節的方法求得金屬片的面積。照尺寸剪成兩片或若干片，銅皮，鐵皮，錫箔或其他金屬皮都可用。

誘電體用紙最為便當。要使絕緣性增加，可塗一層油蠟。這時的誘電係數得改用 2.3。上例所舉的乾燥紙的誘電係數取作 2.5，是指極純淨的木纖維乾燥紙質而言。普通用的紙多少含有其他雜質，使絕緣性減小。誘

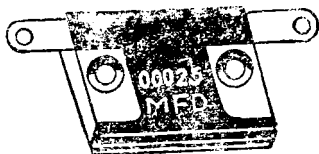
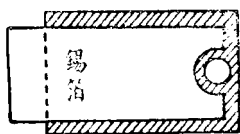
電係數祇能取為 2。又如印洋裝書和練習簿的紙張，表面上都曾加過金屬粉壓榨，絕緣性更小。棉料紙和宣紙等輕質的紙絕緣性要好些。（已廢棄不用了的照相軟片，也是假象牙之類的材料做的，用作誘電體極好。）

將蠟紙剪作方形，比金屬片略大，每邊寬出一分就夠了。如第 61 圖，圖中隔蠟紙相對的金屬片面積，是蓄電器的有效面積，多餘在蠟紙外的一段是作接線之用，所以剪取金屬片時，每片要加一段做接頭。



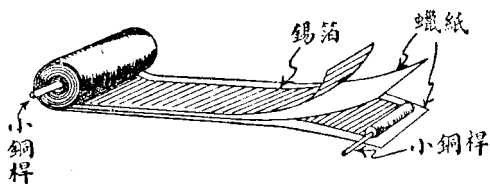
第 61 圖

將蠟紙隔好以後，外面加兩片硬紙夾着，兩端用銅皮或鐵皮夾緊。再用皮鞋鈕釦釘住，更為堅牢。這時金屬片的形狀要作成第 62 圖的形狀，纔不致因釘釦而碰片。



第 62 圖

如製電容量過大的固定蓄電器，依上面的方法，實太麻煩，而形狀也將太笨。這時得依第 63 圖所示，將兩



第 63 圖

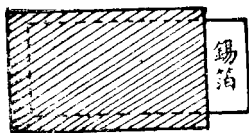
條長的錫箔隔一層蠟紙，外面再襯一層蠟紙，用兩枝小銅桿各與兩錫箔接觸，露出外面，以為接頭之用。捲緊以後用膠黏好應用。這種蓄電器的電容量有大到 1 瓩法拉或竟到幾瓩法拉的。在直流收音機裏用的不多，交流收音機的濾電器用得更多。

購買蓄電器時，除了它的電容量而外，還須注意它能耐的電壓。如線路上的電壓大於蓄電器所耐電壓，則蓄電器的絕緣體將被破壞而成短路。一般都要能耐 500 伏脫纔算好貨。

40. 可變蓄電器自製法 有工作機械和有機械工作訓練的人，當然可仿照市上的轉軸式蓄電器製造。但單

獨地製造工作既極不易，時間上恐比買現成的還化得貴一些。只要能得同一的效果，不必定要採用轉軸式的形狀。下述的方法，工作簡單而經濟，在未買現成貨以前不妨先試一試。

I. 依 38 節的算法求出蓄電器的面積。配量剪成若干片。依第 64 圖的方法將錫箔夾在兩層中間，紙的邊緣用膠膠好，再塗磁漆或上油蠟。各片做好以後相間疊着也如固定蓄電器一樣，祇是不釘住以便抽動而調節其容量。要使調整精細，錫箔的形狀以長條形為宜。



第 64 圖



第 65 圖

II. 如第 65 圖是另一種方法做成的蓄電器。用兩個大小恰相吞合的香煙罐（大號和小號），注意不要撕

去外面的紙層。用磁漆將全面塗遍，大的漆內外兩面，小的祇漆外面即可。未漆以前先用錫鍍上兩個銅線接頭。使用時將小筒抽出或推進，也可變更其電容量。這種方法做時容易些，但地位佔的太大而又不能預先知道它的電容量是多少。用下面的式子雖然能算出兩筒的面積，但距離難得精確測定。

$$A_1 = \frac{1}{4} \pi d_1^2 + \pi d_1 h_1 = \pi d_1 \left(\frac{1}{4} d_1 + h_1 \right)$$

$$A_2 = \pi d_2 \left(\frac{1}{4} d_2 + h_2 \right)$$

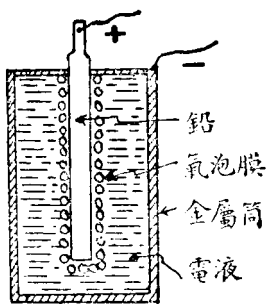
式中： A_1 和 A_2 是各圓筒的面積（平方吋）

d_1 和 d_2 是各圓筒的直徑（吋）

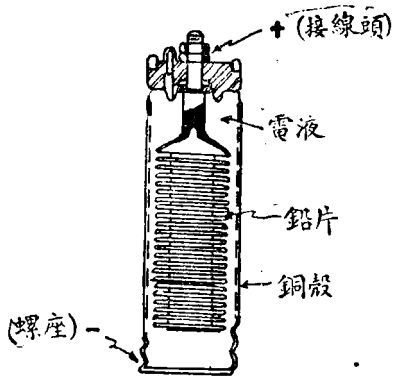
h_1 和 h_2 是各圓筒的長（吋）

$$\text{蓄電器總面積} = A_1 + A_2$$

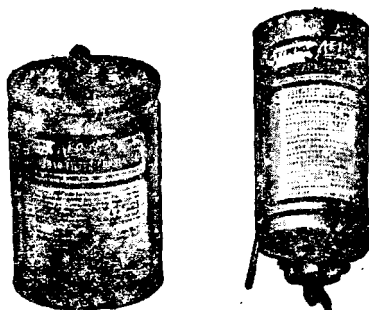
41. 電液式蓄電器 (Electrolytic Condenser)——這式蓄電器的形狀如第66圖〔C〕。它的內部構造如圖〔B〕，外筒為銅製，內裝電解液（electrolyte），液中浸一鋁片。為增大鋁片與電液的接觸面起見，鋁片製成摺



(A)



(B)



(C)

第 66 圖

疊形。其蓄電原理如圖〔A〕，當蓄電器連接電路以後（鋁片接正電，銅殼接負電）因電解作用鋁片上生一層氧化物，繼之發生一層氣泡附着於鋁片面上。初時電解液是傳導體，電流由鋁片通過電解液而由銅殼流出。不久以後鋁片上的氧化物和氣泡形成一層絕緣體，電流不能通過，這樣就可顯出蓄電器的功用了。

在前面說過，兩導體中間絕緣，即成蓄電器；其電容量的大小和兩導體的面積成正比，與兩導體的距離成反比。電液式蓄電器的氣泡膜僅厚十萬分之一吋以至百萬分之一吋（ $\frac{1}{100,000} \sim \frac{1}{1,000,000}$ 吋），比之普通大蓄電器所用的蠟紙薄到千倍以上，因此它的電容量是比同體積的紙質蓄電器大幾倍。通常用的是4, 8, 10...毫法拉。

使用電液式蓄電器應注意的是能耐電壓數和接頭。電壓過大也一樣破壞氣泡膜，（但氣泡膜又可復生）。鋁片應接電路的正極，銅殼應接電路的負極，必須留意。

通常良好的電液式蓄電器能耐500伏脫，如果電壓

過高超過蓄電器所能耐的限度，就得用兩個蓄電器串聯。這樣能耐的電壓是兩倍於前，但是電容量卻因串聯而減少。依電學公式

$$C_1 = \frac{C}{N}$$

式中 C_1 是串聯以後的電容量

C 是單個蓄電器的電容量

N 是串聯個數。

如上式，兩個串聯的電容量等於原有的一半。

如串聯後電容量不敷，可用幾個並聯，並聯後的電容量是各蓄電器的總和。

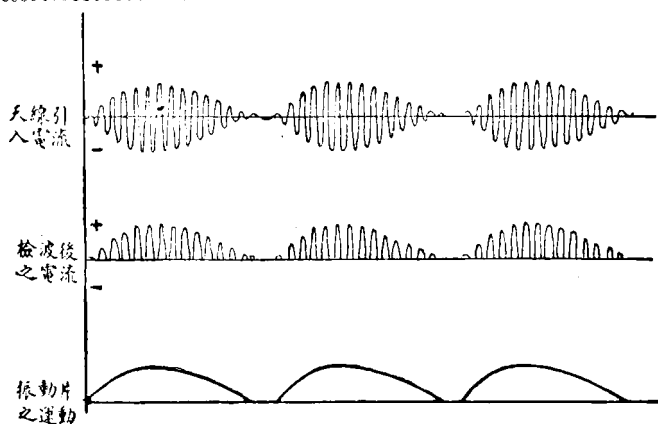
$$C_1 = N C.$$

第六章 礦石

42. 檢波器的原理 由天線線路裏所引入的高週率振盪電流，不能直接由聽筒裏聽出聲音，必須經過檢波器 (Detector) 使其變為低週率纔能聽到，這種方法稱為檢波 (Detection)。

原來電波之所以被人聽到是因其所誘起的振盪電流經過聽筒使聽筒的振動片起振動而發出聲音。但是有限的人類的耳官，祇能聽到每秒 5000 次以下的振動，像射電週率的幾十萬次的振動，不但有聲音也無從聽得，就連聽筒的振動片因慣性作用來不及跟隨振動，所以聽不到什麼聲音。

假如應用一種方法使天線上忽正忽負的電流變成全是正向的電流，即是說去掉負方向的電流，那末，振動片雖不能隨各個單波作振動，但可以跟隨一串波的漸次增減而作一次振動，如第 67 圖，結果恰與外來電波的混合波形狀相同，所以在聽筒裏聽得的聲音恰是廣播電



第 67 圖

發所發的聲音。

如上述，使交流的振盪電流變成直流的作用稱為整流 (Rectification)，所謂檢波作用其實是整流作用而已。收音機上所用的礦石和真空管都有整流作用，所以能檢波。

43. 礦石檢波器的種類 天然生成的結晶石或含有金屬的結晶礦石，因其分子的結晶形狀的關係，對於電流通過的阻力其一方向比其他方向強大。所以交流電流通過其間，一方向的損失小些而其他一方向的損失大些。電能不強大的交流電流，反方向的竟完全通不過。這種

能整流的性質稱為礦石的單向性(Unilateral conductivity)，凡有單向性的礦石都可用作檢波器。

礦石檢波器 (Crystal detector) 的形狀有兩種：一種是用一根金屬線做接觸器，這根金屬線特稱貓鬚 (Catwhisker)，其他一種是用兩種礦石互相接觸的；前者稱為貓鬚式，後者稱為接觸式 (Perikon)。

硫，矽，砷，硼和氧等的金屬化合物很多都可作檢波用，列表於下：

I. 貓鬚式

礦石名	化學分子式	備註
方鉛礦 (Galena)	PbS	鉛青色，含有少量銀，感性敏銳，用者極多。
黃鐵礦 (Iron pyrite)	FeS ₂	色似金，西人初時以為金礦，故有「愚人金」(fool's gold) 之名，我國俗稱之為自然銅。
磁鐵礦 (Pyrrholite 又名 Magnetic pyrite)		分子式與黃鐵礦同，呈古銅色，含少量之鎳。
白鐵礦 (Marcasite)		分子式與黃鐵礦同，比重較低
斑鐵礦 (Bornite)	Cu ₃ FeS ₃	斷面呈櫻紅色，如露於空氣中過久因氧化而變青藍色。
黃銅礦 (Chalcopyrite)	CuFeS ₂	黃銅色，塊狀四角形晶體。
閃鋅礦 (Sphalerite)	Sb ₂ S ₃	又名 Zinc blende。
硫化銅礦 (Chalcocite)	Cu ₂ S	灰黑色，塊狀晶形。
硫鉛礦 (Molybdenite)	MoS ₂	鉛青色，鱗片狀。

輝銻礦 (Stibnite)	Sb_2S_3	灰色, 又名 Gray antimony。
(以上俱為硫化物)		
紅鋅礦 (Zincite)	ZnO	橙紅色, 質脆, 六角晶形, 產美國。
紅銅礦 (Cuprite)	Cu_2O	紅色, 又名 Ruby copper ore。
赤鐵礦 (Hematite)	Fe_2O_3	紅色, 易碎。
錫石 (Cassiterite)	SnO_2	又名 Tinstone。
鋼玉 (Corundum)	Al_2O_3	硬度甚高, 為寶石之一。
銳鋯礦 (Octahedrite)	TiO_2	八面晶體。
(以上為氧化金屬)		
孔雀石 (Malachite)	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	青色。
菱鐵礦 (Siderite)	$FeCO_3$	黃褐色。
(以上為碳酸化合物)		
紅鎳礦 (Nicolite)	$NiAs$	紅銅色, 塊狀。
石英 (Quartz)	SiO_2	六角結晶體, 水晶亦其一種。
化合物礦 (Carborundum)	CSi	六角面體, 色青黑或櫻黑, 為人工造成之礦石, 為最優良之檢波礦石。接觸須用鋼絲, 並加少許電壓於礦石, 接觸壓力須充分強大。

II. 接觸式

紅鋅礦	配	赤鐵礦
紅鋅礦	配	黃銅礦
紅鋅礦	配	碲礦 (Tellurium)
方鉛礦	配	碲礦
方鉛礦	配	碳精 (Graphite)
矽化合物	配	矽化合物

電料商店裏有用錫鍍緊座上的礦石出售，價約兩三角到七八角，用玻璃罩着的貓鬚式和接觸式，可防止灰屑和油膩黏在礦石面上。如第 68 圖。價錢當在一元以上。

第 68 圖



(A) 貓 鬚 式



(B) 接 觸 式

貓鬚式的檢波器使用時須細心地選擇，因為礦石面上的各點不一定是都靈敏的。有時整個礦石上竟沒有一點敏銳點的也有。

商店裏出售的固定礦石 (Fixed crystal), 將礦石和貓鬚固定在一個硬膠或玻璃筒裏, 已經製造廠家校準好了的, 使用時可免選擇的麻煩, 極為便當。要注意的是不要使之受衝撞, 貓鬚在裏面一移動, 有時會變成不響了的, 買時也得先試一試, 每具約一元上下。上海和蘇州等地的國貨無線電器具廠家已有良好的出品, 價目要比舶來品低廉得多。(A.M. 牌和 Foxtone 牌的固定礦石是日本貨)。

44. 礦石檢波器的製法 一個良好的礦石也得配一個良好的貓鬚纔有效果。各種礦石有其適宜的金屬, 這是經人實驗過了的。

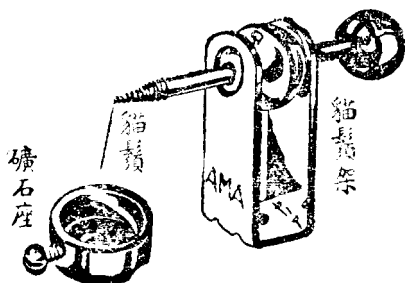
方鉛礦：用銀絲, 黃銅線或紫銅線。

矽：用金絲, 或鋼絲。

黃鐵礦：[※]用金絲, 或銅線。

硫鉬礦：用銀板, 不必做成貓鬚。

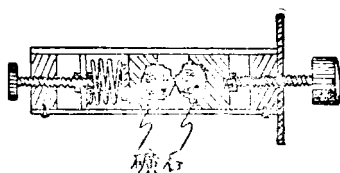
上節裏所列的各種礦石都可用銅線作貓鬚, 作成檢波器。礦石和貓鬚的裝法如第 69 圖。礦石夾牢在銅皮屈成的碟座裏。貓鬚鈕作彈簧形使其輕觸於礦石面上。



第 69 圖

接觸過重會使得聲音減小的。

電料商店裏現成的礦石用錫銲在金屬座子上，自製時也一樣可以仿製，祇是要注意的是不要使溫度太高，礦



第 70 圖

石受熱有損於它的感性的，熔接時要用特製的易熔金屬。

中藥店裏買得到的自然銅，（並不是礦物學上所謂的自然銅，實在是黃鐵礦，一般人喊錯了的。）價極低

廉，成績極好，據著者的實驗並不比美國貨方鉛礦差。自然銅兩三分錢可買一大塊，用鈍小心擊成小塊，揀破面不平滑的試一試，多試幾個，選一個頂好的使用。

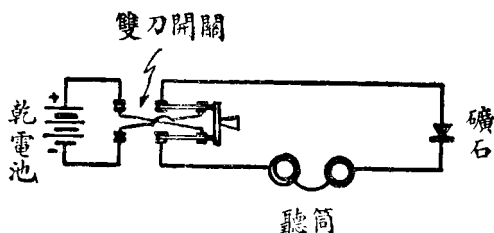
最優良的礦石是化合碳礦用硬鋼絲做貓鬚。這種礦石的全面上各點都很敏銳，用不着去選擇，更不關於接觸的輕重。反之，鋼絲和礦石接觸時應用充分的壓力，接觸點不易移動。在真空管未發明以前，海船軍艦特別採用的多，因為它可耐受震動。這種礦石再加一個小小的電位成績更好。電位約為1伏脫，用一個乾電池配一個分壓器裝上即可。（見後第85節）

45. 礦石的清潔和保護法 礦石的表面必須時常保持清潔，灰塵和油膩常使礦石失其導電效用。使用時不要直接用手指去拿。礦石用久了難免不有灰塵沾上使聲音減小，這時可將礦石取下放在酒精（火酒）裏浸一會即可恢復原狀。沒有酒精時，汽油也可代用。（有些人主張用煤油，這不是良好的方法，因為煤油不很純潔，礦石表面有時發生氧化作用而失其感度。）

礦石的一點因電流通過久了也會漸失效用的，不聽

時最好不使貓鬚和礦石接觸。如全面都不靈敏時，用刀將表面一層刮去。這當然不是很好的方法，不特刀具損壞而工作也不容易，最好是另換一個。

46. 礦石試驗法——前面說過礦石之能檢波是由於它的單向性，即是說礦石只許電流由一方向通過，反方向則不能。根據這個原理可以檢驗所用礦石是否有檢波的功用。



第 71 圖

試驗裝置如第 71 圖，將聽筒和礦石串聯，接於 1.5 伏脫的乾電池，用一個雙刀雙擲開關作變更電流方向之用。如果礦石與貓鬚的接觸位置是恰好之時，那末撥動開關向兩頭來回搭上，在聽筒裏可聽出搭在某一邊

時聲音大，而另一邊的聲音小。兩頭的聲音相差愈大，這礦石的檢波能率愈靈敏。反之如果兩頭聲音沒有分別，則礦石的這一接觸點不能檢波，必須變換接觸點再試。

第七章 真空管

47. 真空管的構造 真空管 (Vacuum tube or Valve) 的形狀和普通用的電燈泡相似，因其內部真空的程度之高低有硬管 (Hard tube) 軟管 (Soft tube) 之別。通常用於直流式收音機的多是三極真空管 (Triode or Three electrode tube)，簡稱為燈或管 (Tube or Valve)

真空管的發明實起源於普通的電燈泡。燃久了的電燈泡玻璃內面漸呈黑色，黑色漸多，燈泡的壽命已盡。電燈的發明者愛迪生 (Edison) 首先注意到這種現象，因疑為燈絲上放出的物質，於是在燈絲間插一金屬片，用導線引出燈泡之外，察知在此導線上有電流通過，但當時不明瞭其原因所在，祇稱之為愛迪生效應 (Edison effect)。

西曆 1896 年英人弗蘭明 (J. A. Fleming) 根據愛迪生現象在燈泡的其他一端裝一片鎳板做屏極 (Plate)。

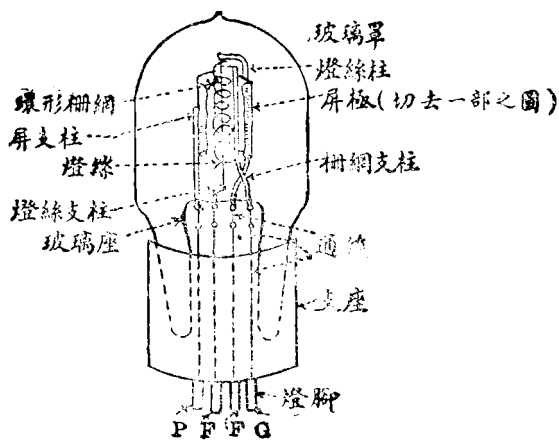
燃燈時屏極上有電流流動，這就是弗蘭明的兩極真空管 (Diode or Two electrode tube)。1899年英國大物理學家湯姆生 (J. J. Thomson) 的電子論出世纔解釋燈絲發熱能噴射電子，電子集於屏極遂生電流。

在兩極真空管內祇有燈絲發放電子而屏板不能。所以不論燈絲上通的直流或交流，屏板上的電流卻總是一個方向。這種單流性恰與礦石相同，可作檢波之用。

1907年美國人賓佛勒 (De Forest) 將兩極管改造，另加一個金屬的柵網於燈絲和屏板中間成爲三極真空管。三極管的性質比兩極管更靈敏且有放大作用，因此三極管一出，兩極管已無人用作檢波，現在祇用於整流器上面。

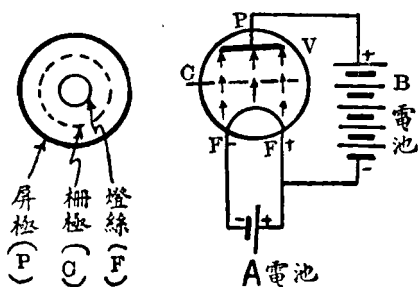
三極管的構造如第 72 圖，最內中間的一條是燈絲；盤成盤簧狀的是柵網，稱爲柵極(Grid)；外面的金屬圓筒是屏板，稱爲屏極(Plate)。管外的四個腳：兩個 F F 結燈絲，G 結柵極，P 結屏極。在收音機上將一個低壓電池 (Low-tension battery) 結於燈絲，另用一個高壓

第 72 圖



電池結於屏極，柵極結於天線線路，如第 73 圖。V 表示真空管，A 表示低壓電池，這個電池祇供燈絲發熱之用，電壓不高，習慣上特稱為 A 電池。B 表示高壓電池，這個電池的電壓較大，供給燈絲上放射電子之用，習慣上稱之為 B 電池。

48. 真空管的特性曲線 如第73圖所示，V 是真空

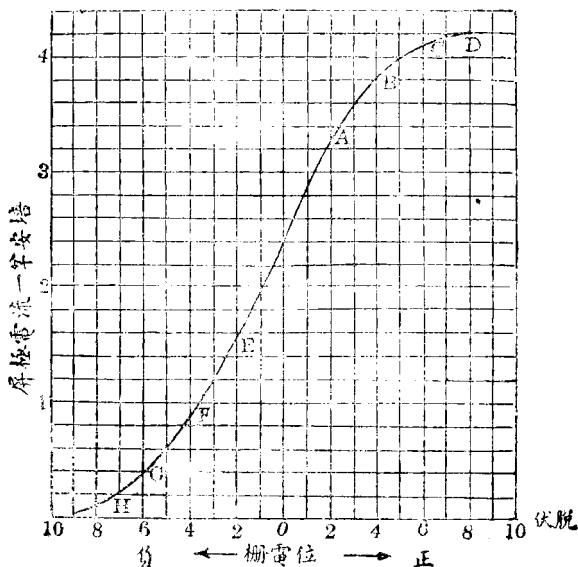


第 73 圖

管，B 電池的負極結於燈絲，正極結於屏極。在真空管內電子有由燈絲飛入屏極的傾向。這時若將 A 電池聯上，燈絲因 A 電池的電流而發熱，燈絲上原儲的 B 電池的負電子因受熱而向外放射。因屏極帶正電，故電子羣向屏極集中，屏極上遂有電流通過。這時柵極並未參加，所以屏

極上的電流常是一定。(柵極上有很大的窗隙，電子可自由通過而不被阻。)

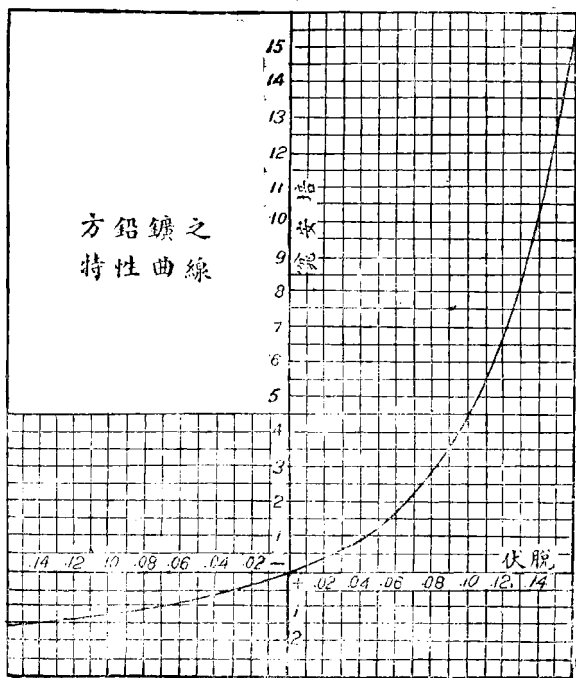
假如在柵極上加一個正電位時，屏極方面的正電位因之增高，吸力更形增大，燈絲上流過的電子愈形增多，屏極上的電流也就加大。反之加負電位於柵極上時，因同性相斥的原理，(電子是帶負電的)，柵極可阻止電子通過流向屏極。這時屏極上的電流因之減小。柵極



第 74 圖

上的負電位增到某限度時，燈絲上的電子竟完全不能通過，屏極上的電流為零。

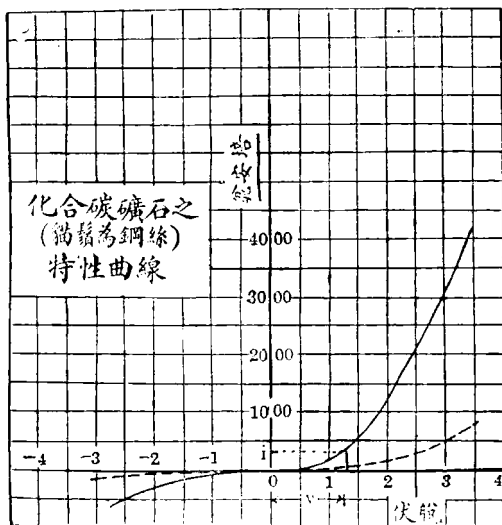
像這樣去試驗：柵極電位若干，屏極電流是多少，求得很多點，作成曲線，如第 74 圖。這曲線能表示真空管的性質稱之為真空管的特性曲線（Characteristic



第 75 圖

curve) (註)。各個真空管的特性曲線不相同，但形狀大約相似。

礦石也一樣有特性曲線的，如第 75 圖，第 76 圖。

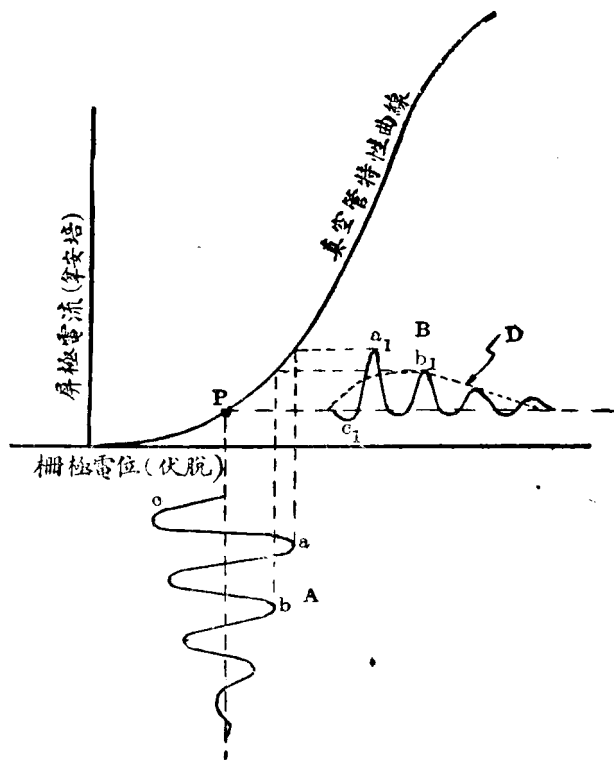


第 76 圖

49. 真空管的檢波和放大 將第 73 圖的真空管的柵極結於天線電路，於是天線所生的振盪交流電流使柵極上的電位忽而正忽而負，屏極上的電流因之忽而強忽

(註)這種特性曲線是表示柵電位和屏電流關係的，應稱為「柵位屏流特性曲線」。真空管可有若干種其他的特性曲線，都是為表示真空管的性質而作。

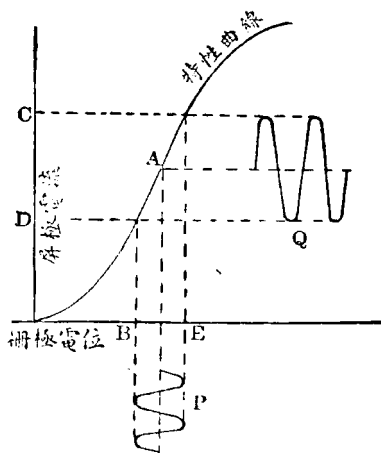
而弱。若將聽筒接在屏極和B電正極的通路上，即可使振動片振動發聲。第 77 圖表示真空管實際檢波的原理。設柵極原來的電位恰在特性曲線的 P 點，則由天線而來的電壓 A 在此柵極電位軸線上變動，此 P 點稱為工作點。



第 77 圖

若電壓 a 來至柵極，則屏極電流為 a_1 ，……同樣可得一系列振盪電流 B 於屏極上。因為工作點恰在特性曲線的彎曲點的位置，所以負方向的電壓在屏流上顯不出什麼影響，其結果恰與礦石之截去波的下段一樣。這時屏極上的平均電流如 D ，聽筒即隨此電流而振動。——這是利用真空管的特性以作檢波的作用。

真空管不特可作檢波，同時又可作放大之用，其原理見第78圖。在此地應當注意的是要求放大其振幅而不改變其形狀以存真，要使屏極的輸出和輸入相同，必須



第 78 圖

選擇特性曲線上的直線部分。圖中 P 爲柵極電位的變動，BE 爲其變動的範圍；Q 爲屏極電流的變動，CD 爲其變動範圍，此電流的變動經聽筒後生很大的電位差，其範圍比原來的柵極電位範圍大若干倍，因此聲音也放大若干倍。在曲線中以此直線部分（近似直線）的斜度最大所以放大的效力也最好。

由上兩圖可知用同一真空管作檢波或放大時，須適當地使用工作點的位置，檢波宜於彎曲點，放大宜於直線部。

50. 真空管的性質 要駕馭真空管使其作何種工作而用其最大的效率，必須先明瞭各該真空管的性質。真空管最重要的性質是：

(1) 燈絲電壓及燈絲電流 (Filament voltage and Filament current), V_f, I_f 。

(2) 屏極電壓 (Plate voltage or Anode voltage), V_p 。

(3) 屏極阻力 (Plate resistance or Internal resistance), R_p 或 R_i 。

(4) 互導率 (Mutual conductance), S 。

(5) 放大係數 (Amplification factor or constant), g_o

(6) 柵極負電偏壓 (Negative grid bias), V_k 。

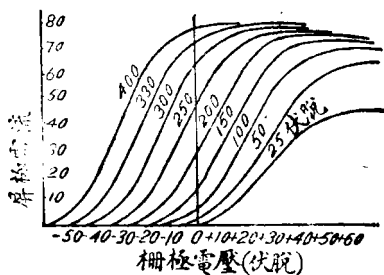
市上出售的真空管種類繁多，其各性質如何，都詳載於其說明書上，買來後須先看明纜不致使用錯誤。以下各節將逐一的說明各性質的意義及與使用的關係。

51. 燈絲電流及燈絲電壓 前面已說過真空管的燈絲須燒熱以後纜可發射電子，至於要加多少電流和電壓纜可使其生作用，這是要看真空管的製造方法如何而有不同。單獨用鎢 (Tungsten) 做燈絲的真空管，要燈絲燒得發光纜生作用，稱之為亮噴射真空管 (Bright emitter)。有種真空管的燈絲是用鎢而另塗上一層鈾 (Thorium) 或氧化金屬 (如鋇 Barium, 鏷 Strontium) 等，其噴射電子的能力很大，這類真空管不須發光祇要有相當溫度即可，稱之為暗噴射真空管 (Dull emitter)。亮噴射真空管所需的電壓比暗噴射的要高，電力供給要大。

各種真空管的說明書上標明其燈絲電壓是多少伏脫，這是表示其最大能耐的電壓，所以 A 電池的電壓要節制之不使其超過此限度，否則過強的電壓燒斷燈絲遂成廢

物。

52. 屏極電壓 屏極電壓是供給真空管屏極上輸出電流的，電壓高輸出大，反之則減小。同一真空管的特性曲線因屏極電壓的大小而不同，如第 79 圖是屏極電



第 79 圖

壓 25 伏脫，50 伏脫……，各時的特性曲線。由此可見屏極電壓愈高，曲線愈移向左方，同時曲線的斜度也增大。所以在同一柵極電壓因各種屏壓所生的屏流而不同，使用真空管時這是要注意的一點。

但是屏極電壓不是可任意加高的，必須要注意工作點在特性曲線上的位置，否則不但得不到利益反而失了真空管的效用。

53. 柵極負電偏壓 用真空管作放大時常在柵極上加少許負電壓以增加放大的效率，用於此偏電壓的電池稱為C電池。

爲什麼必須加負電壓於柵極，其理可由上節第79圖說明之。假如柵極電壓原爲0，放大時的屏電壓爲250伏脫，這時工作點恰在曲線的直線部分，若爲增大輸出而需更高的電壓時，譬如說是300伏脫，那末工作點已不在直線部而在上段的曲點了。這時須加10~20伏脫的負電壓於柵極使柵極偏向左方而恰與曲線的直線部相合。各真空管在若干屏電壓時加若干負電偏壓都載明於說明書上。

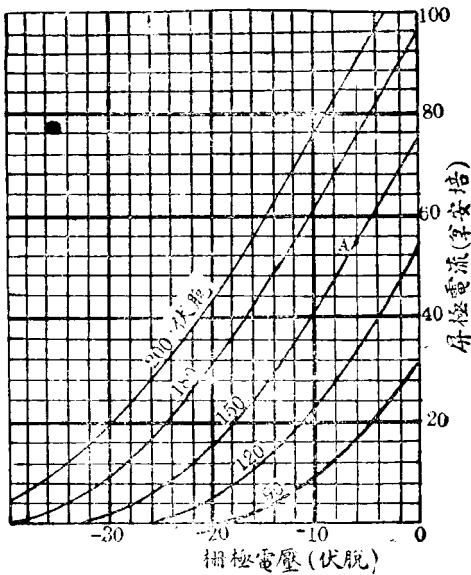
54. 屏極阻力及負荷阻力 由第52節已知道屏極電壓變更時，屏極電流也隨之變更，此兩變量(Change)的比稱爲真空管的屏極阻力，通常寫作 R_p 。

$$R_p = \frac{\text{屏極電壓的變量(伏脫)}}{\text{屏極電流的變量(安培)}} \dots\dots\dots (\text{歐姆})$$

真空管的屏極阻力有阻止屏流變更的趨向，所以欲使屏極電流增強以增大真空管的輸出，則屏極阻力愈小

愈好。

屏極阻力可由各真空管的特性曲線求出，例如有某種真空管其特性曲線如第 80 圖，假定原來的工作點在 A，若屏極電壓有 30 伏脫的正負變量，即是說屏極電壓由 150 伏脫變為 120 或 180 伏脫；這時屏極電流則由 75 毫安培變為 55 或 95 毫安培，屏流的變量是 20 毫安培。



第 80 圖

$$R_p = \frac{30}{.02} = 1500 \text{ 歐姆}$$

在圖中也可看出真空管的屏極阻力並不是一個常數 (Constant)，而隨特性曲線的曲度及工作點有不同。

在學理上說，欲求真空管屏極上輸出其最大能力，必須使屏極電路上的外阻力與真空管內部的屏極阻力相等。但實際上電路外阻要多大纔算最好，還得用測驗儀器去測得而定。真空管的負荷阻力 (Load Resistance) 即是製造廠家測得的最適當的外阻阻力，載明於說明書上。

55. 互導率 真空管的優點是在其柵極上雖加微小電壓，而因此電壓所生的屏流變量卻很大。此屏極電流與柵極電壓兩變量之比稱為真空管的互導率，通常寫作 S 。

$$S = \frac{\text{屏極電流的變量(毫安培)}}{\text{柵極電壓的變量(伏脫)}} \dots\dots \text{毫安培/伏脫}$$

試由第 80 圖求該真空管的互導率，工作點仍在 A。若於柵極上加正負 6 伏脫的電壓，即是說柵極電壓的變動範圍在 0 與 -12 伏脫之間，這時屏極電流的變動範圍

在 74 與 36 毫安培之間。(參照第 78 圖)如是柵極電壓的變量為 12 伏脫,屏極電流的變量為 38 毫安培。

$$S = \frac{38}{12} = 3.16 \text{ 毫安培 / 伏脫 (或寫作 mA / V)}$$

在數學上說來,此互導率恰是表示曲線上 A 點的斜度(Slope),但曲線不是一根直線,所以互導率也不是不變的常數。

56. 放大係數 由上兩節已經知道柵極電壓變動時可引起屏極電流生變動,同樣屏極電壓的變動也可使屏極電流生變動。那末,使生同一的屏極電流變量的時候看要柵極電壓變量若干,屏極電壓變量若干?此兩相當電壓的變量之比稱為真空管的放大係數,通常寫作 g 或

μ 。

$$g = \frac{\text{屏極電壓變量(伏脫)}}{\text{柵極電壓變量(伏脫)}}$$

拿實在的例來說,由第 55 節已算出柵壓變量 12 伏脫可生屏流變量 38 毫安培。

又由第 54 節已算出屏壓變量 30 伏脫可生屏流變量 20 毫安培，如使生屏流變量 38 毫安培要多少屏壓變量？

$$\frac{30}{20} = \frac{x}{38} \quad \therefore x = 57 \text{ 伏脫}$$

$$g = \frac{57}{12} = 4.7 \dots \dots \dots \text{放大係數}$$

由是放大係數可直接由屏極阻力和互導率求得。

設： V_p = 屏極電壓的變量（伏脫）

V_g = 柵極電壓的變量（伏脫）

I_p = 屏極電流的變量（安培）

由 54, 55, 56 各節的定義

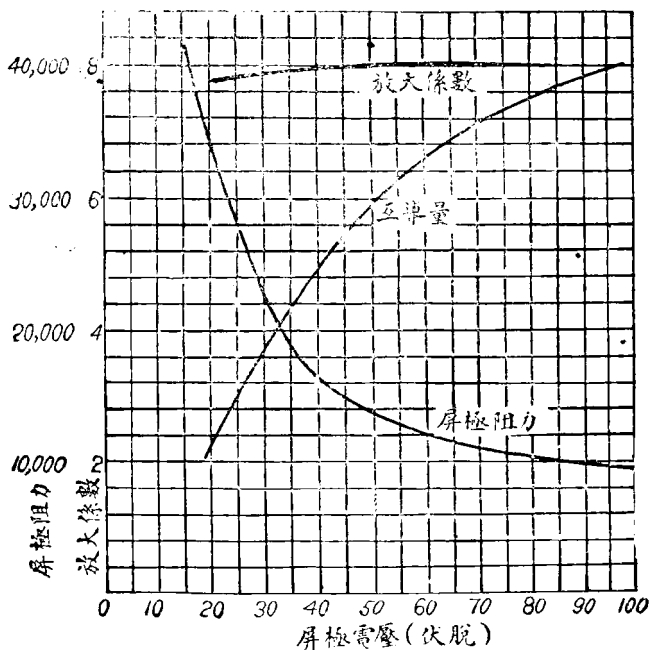
$$R_p = \frac{V_p}{I_p}$$

$$S = \frac{I_p}{V_g}$$

$$g = \frac{V_p}{V_g}$$

$$\therefore R_p \times S = g$$

上式為 R_p, S, g 三數的關係式，第 81 圖為各數的曲線，在圖中可看出屏極阻力和互導率變化極大，而放大係數卻近乎為一常數。



第 81 圖

57. 真空管的選擇 前面說過利用真空管的特性曲線的彎曲部可以檢波，利用其直線部分可作放大。雖然

每個真空管都有這種效能，但因其特性各個不同，有的其特性偏宜作檢波，有的偏宜於作放大，所以一般的真空管都分門別類的標明它的功用。通常真空管分為檢波和放大等類，因其用途不同，其性質就各有不同。某種真空管祇適於指定的用途，不能移作他用，買的時候應先知道，以免錯誤。（見書末真空管表）

（1）高週率放大真空管：——用作射電放大的真空管，其放大係數愈大愈好。由第 56 節的關係式得知放大係數愈大的屏極阻力也愈大，所以用於此類的真空管的屏極阻力總在 10,000 歐姆以上，放大係數由 10 以至 40。

（2）低週率放大真空管：——射電放大是用於檢波之前，因天線電路輸入的電壓變動範圍不大，可能儘量將其擴大，所以放大係數大些的實有利益。但是用於低週率放大則極不適宜。低週率成音放大是在檢波之後，此檢波後的屏流，其電壓變動範圍已經檢波管放大若干倍，用於此類的真空管必須特性曲線的斜度不大，纔能充分在其直線部分作放大的功用。放大係數大的其特性曲線

斜度太大，不特不能使之在直線部分且更超出特性曲線的範圍以外。通常用於低週率放大的真空管多與檢波真空管通用，其屏極阻力多在 10,000 歐姆以下，但用作阻力交連法的可以大些。

(3) 強力末級放大真空管：——強力放大真空管的功效是能輸出甚大的電流，其屏極阻力須求其低。通常屏極阻力在 5,000 歐姆以內，放大係數很小。

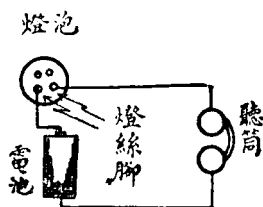
(4) 檢波真空管：——作檢波用的真空管，其阻力和放大係數的規定不及放大用的那樣嚴，一般都與低週率放大管通用。阻力大些的真空管檢波性較為靈敏；但阻力過大的聲音難期宏亮，又因其損失屏路上的電流使再生力有不足之弊。

(5) 通用真空管：——通用真空管(Universal valve)是檢波或高低週率放大都可通用的，其效率當然比不上專用的來得好，但初學的人喜歡用它，因其方便之故。

(6) 省電真空管：——凡真空管的燈絲電壓在 2 伏脫以下的都稱為省電式，僅僅用乾電池即可供給其 A 電，4 伏脫上下的都須蓄電池供給。乾電池用法簡單，無充

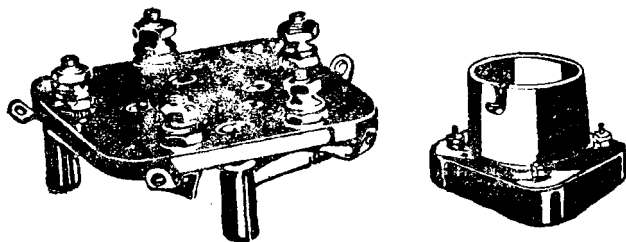
電的麻煩而設備費用較小，但因耗電很快相當時間後即須另換，而且省電式的效力畢竟比不上蓄電池式的強大。省電管的唯一優點是電池輕便，攜帶和旅行最宜。

買真空管的時候須先試驗燈絲壞了沒有？（其他部分是不容易壞的）試法如第 82 圖，用一個小手電池，使燈絲和聽筒成一回路，然後將聽筒一腳在電池極上觸一下，這時聽筒裏「拍」的一聲，表明燈絲不曾斷路；否則就是壞了。



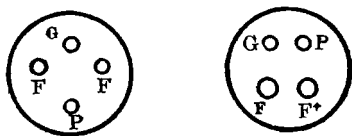
第 82 圖

58. 真空管座 真空管座 (Socket) 通常呼為燈座，是用作插入真空管的。其形狀的大小和四個腳孔的排列



第 83 圖 真空管座

形狀因各真空管而不同，如第 84 圖。(A)爲得力風根式的燈座，(B)爲美國式及飛利浦式燈座。某種真空管



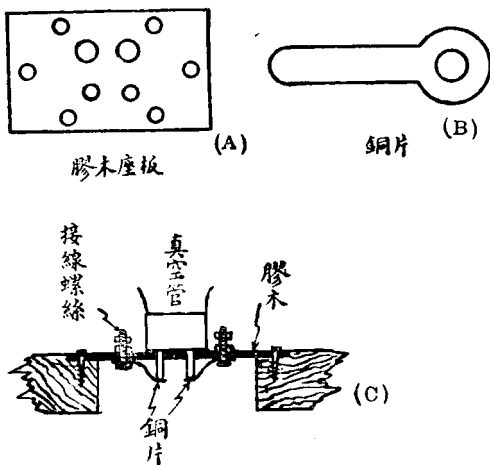
第 84 圖

配某種式樣的燈座，不能混用，買真空管時一齊買好。但有些真空管的座子也可同用的。(見書末真空管座圖)

燈座的四角上有四個螺絲釘是備作接線的。上面標明 F +, F -, G, P 四字。F +, F - 內結燈絲，外結 A 電池的正負兩極；G 內結柵極，外結天線電路；P 內結屏極，外結聽筒而聯 B 電池正極。裝置時切莫結錯，尤其是 B 電的線要小心，否則一碰到燈絲上時，真空管立刻燒壞。

買現成的燈座每個價約一元，那是用膠木或膠漆做的，使用時當然可靠。自製也不困難，先在紙上畫好了

四腳的位置，用膠木板一片照圖鑽孔，孔徑的大小以適合燈腳為度。此外另在四角隅上鑽四個孔作裝接線螺絲之用。將銅片剪成第 85 圖(B)的形狀，每一燈腳上裝



第 85 圖

一隻。圖(C)是裝於收音機座板後的形狀，下面須使空着，免燈腳觸及座板，洩漏電流。

沒有膠木板時，乾燥木板和厚紙塗有漆蠟的板片都可以，但紙質的實欠堅牢易於損壞。電料商店裏有種燈

座夾腳出售，這種夾腳能密接燈腳極為合用。

還有一個方法也可代燈座之用。做四個第 86 圖一樣的燈腳，酌定距離釘在收音機木座板上。祇是插入真空管時要一個一個去校正，沒有上法來得方便。



第 86 圖

〔註〕收音機上用的真空管有很多種類（見書末表及收音機各章），不只三極管而已。但因三極管是一切真空管的基礎，所以本章只就三極管而論，其他各式真空管在各式線路中去說明，以免凌亂駁雜。

第八章 電池

59. 乾電池 (Dry cell or Dry battery) 無線電收音機裏所用的乾電池分大小兩種。大的直徑約 $2\frac{1}{2}$ 吋高約 6 吋。小的直徑 $1\frac{1}{4}$ 吋，高 $2\frac{1}{4}$ 吋。大的用作 A 電池，小的通常用在手電筒裏，無線電的 B 電池和 C 電池

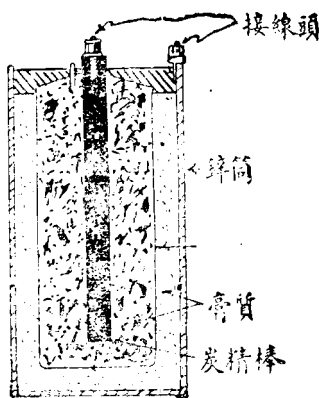


第 87 圖

也是由幾多個小乾電池組合而成的，不過現成做好了的裝在紙筭裏用火漆封好看不出而已。

乾電池的得名是因其發生電能的藥劑不用液體流質而來。它的優點是能經久貯藏，可供較長的時間使用，攜帶便利，保護和使用最簡單。用途極廣，除收音機外，電話電鈴用之更多。

乾電池的構造和藥品的配合各各不同，第 88 圖表示其一般的構造。最外是鋅殼筒，裏面塗一層用鹵鹽



第 88 圖

(Sal-ammoniac), 氯化鋅(Zinc chloride), 石膏和汞等混合而成的白色膏質作為電液。再裏面也是一層膏質, 色黑, 是用炭粉(Crushed carbon), 礬藍, 氯化鋅, 錳粉和水等混合而成。中間插一根炭精棒, 棒端和鋅皮裝有接線螺絲, 作為正負兩極, (炭精棒是正極, 鋅皮是負極。)小乾電不裝接線螺絲。口用火漆封結, 外面再用紙筒保護。

乾電池的電壓, 大小都在 1.5 伏脫左右, 但大的電流量要大些 (20 安培) 能經久使用。乾電池的電力也因放置時間而損失, 小電池的保存時間不得過一年, 大乾電池可以久些。

目下市面上出售的大小乾電池有幾十種, 舶來品和國貨都有。近年建設委員會和中央工業實驗所改良新法造成的小電池已屬美國貨之上。下面是各種小電池的連續放電試驗時間表。

牌名	電壓	連續放電時間(分鐘)	廠 家
日月	1.56	615	<u>上海電機製造廠</u>
永備	1.54	485	<u>美國永備電池廠</u>

〔註〕 (以上是通過 2.75 歐姆阻力放電至電壓降至 .5 伏脫爲止)

常用	1.55	350	<u>中央工業實驗所</u>
永備	1.54	280	<u>美國</u>
保久	1.54	395	<u>美國保久電池廠</u>
永豐	1.59	215	<u>南京化奇電池廠</u>
黑貓	1.52	210	<u>上海亞民電池廠</u>

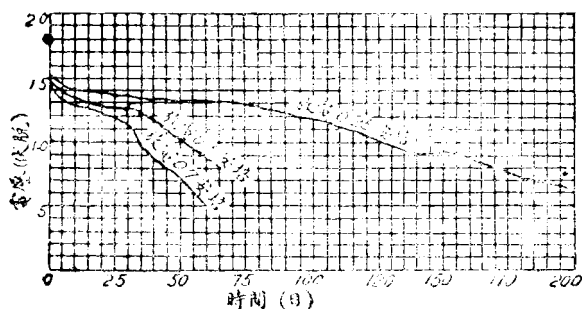
〔註〕 (以上是通過 4 歐姆阻力放電至電壓降至 .75 伏脫爲止)

無線電收音機上用的低壓電池大多直接用大乾電池單個或組合使用。高壓電池用幾多個小電池組合而成。

‘日月’和‘常用’牌沒有組成的高壓電池出售，自己買來組合，價廉而又耐用。國產的高壓電池已有多種，多是 45 伏脫和 22.5 伏脫的。

大乾電池每個在一元五角至兩元之間，高壓電1.5伏脫的美國貨要十元一隻，國貨有二元五角可以買到了。
‘日月’牌每打約一元七角。

60. 乾電池的耐用時間 用乾電做A電的真空管稱做省電管(Miniwatt tube)，燈絲電壓在1~2伏脫之間。一兩燈的收音機有一個就可用了。一個乾電池能用多久呢？這要看所用真空管的燈絲電流而定。第89圖是1.5伏脫的大乾電池的放電曲線，每天以放電三小時計算。



第 89 圖

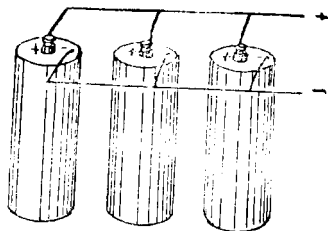
在表上可看出放電的時間和所放出的電流量有關係。如以電壓降到1伏脫為止，則放電流量0.25安培的可用125天，0.5安培的可用50天，0.7安培的祇能用35

天。所以使用乾電時最好不要越過 0.3 安培的電流量。

電池的耐用時間與使用的時間長短也有不同，上圖是以每天三小時計算，若每天連用十小時，用不到三分之一的天數；如連續不斷的用，耐用的時間比例更短。爲經濟起見最好每次使用不使超過三小時，停一回再使用，停的時間也與使用的時間相等。這樣不但電池的壽命可以增大，真空管的壽命也可增長，燈絲發熱過甚和過久都能短促其壽命的。

乾電池要極力避免潮濕，受潮後鋅皮外生一層白粉，電池變壞。所以好的乾電池外面的紙筒上加塗一層白蠟。

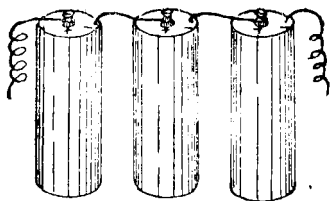
61. 電池的聯結法 組合兩個以上的電池，將各個電池的正極聯在一根導線上，各電池的負極也共聯在一根導線上，如第 90 圖，稱之爲並聯法 (Connection in parallel)。



第 90 圖

將各電池的正負極順次相聯，如第 91 圖，稱爲串聯法 (Connection in series)。

並聯法譬如三隻水桶並列各開一孔，水桶內外的壓力差並未增加，祇增加流出的水量而已。所以並聯法的電池，電壓不變而電流增加三倍，想得多量的電流用這種聯法。



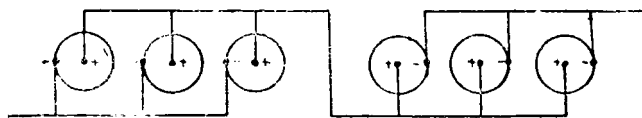
第 91 圖

串聯法譬如將三隻水桶的水傾在一個水桶裏，流出的孔並未增大，但水壓力已增高。所以串聯法的電池，電流不變而電壓增加三倍。想得高壓電流用這種聯法。

如要得高電壓和大電流時用複式聯法，將幾個並聯的電池再用串聯法聯結，如第 92 圖，這時應有

$$3 \times 20 = 60 \text{ 安培的電流,}$$

$$2 \times 1.5 = 3 \text{ 伏脫的電壓。}$$



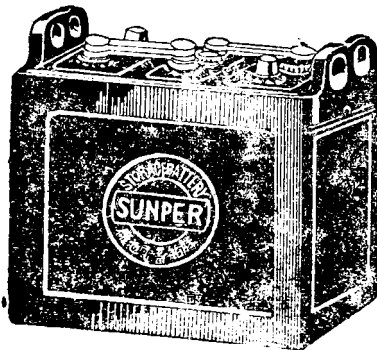
第 92 圖

62. 蓄電池 (Accumulator or Storage battery) 蓄電池也是供給電流用的，但它的構造和乾電池不同，它

本身不能發生電力，祇能將別的電源上的電能 (Electric energy) 蓄於電池內再作別的方面使用。電力用完了又可再蓄，祇要有電源供給，永遠可用，不像乾電池那樣電完了就不能再用。

蓄電池的優點是能供給大量的電流，電費可省，保護得好，永久可用。它的不好處是設備費較大，充電的手續煩難，使用的方法更得謹慎，最大的缺點是祇能限用於有電源的地方，如有電燈的城市和有發電機的工廠。

蓄電池的大小是以電容量計算的，容量以安時 (Ampere-hour) 算。安時的意義是說幾安培的電流供幾小時的使用。用於收音機的大約自三十安時到八十安時為止。



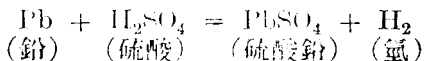
第 93 圖

一個蓄電池通常是用幾個單蓄電池組合而成，如第 93 圖的是三個單蓄電池串聯而成。兩個單頭標有「+」和「-」的記號，表示正負兩極。每個單蓄電池有 2 伏脫的電壓，三個串聯共 6 伏脫，在買的時候得先計算好。

將電流蓄入蓄電池稱為充電 (Charge)，反之放出電流時稱為放電 (Discharge)。

電池的構造是將兩組鉛板像前面所說的蓄電器一樣相間並列着，一組是正極一組是負極。鉛板上柵狀的格子，塗滿氧化鉛和稀硫酸混合而成的膏質。外面用硬膠木箱裝着。箱中再注加稀硫酸水，俗稱電液，鉛板便浸在硫酸水裏。

平時鉛板與硫酸化合成硫酸鉛而放出氫氣



充電的時候因電解作用 (Electrolysis) 正極的硫酸鉛受正電變為氧化鉛而生成硫酸。負極上的硫酸鉛受負電分解為金屬鉛和硫酸。其化學方程式如下：

先是硫酸分解：
$$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H} + \text{SO}_4$$

 (硫酸) (氫根) (硫酸根)

然後在正極上：
$$\text{SO}_4 + \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$$

 (硫酸根) (硫酸鉛) (水) (氧化鉛) (硫酸)

在負極上：
$$2\text{H} + \text{PbSO}_4 \rightleftharpoons \text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4$$

 (氫根) (硫酸鉛) (鉛) (硫酸)

放電的時候，化學作用恰相逆轉。所以蓄電池之能蓄電是先藉電能變成化學能力 (Chemical energy) 而蓄藏於鉛板間。放電時又藉所蓄的化學能變為電能。

氧化鉛 (PbO₂) 色紅，所以看見鉛板的一組變為紅色時，便是已生作用的表示。充電滿足以後如再加電流則使瓶中的水受分解，在正極上發生氧氣，負極上發生氫氣。看到有氣泡放出時就知道電已充滿，即應停止。

在上面的兩個方程式中可看出充電時放出硫酸而吸收水，放電時 (逆轉) 硫酸化合成硫酸鉛而放出水分。硫酸比水重，所以若用比重秤 (Hydrometer) 去測，得知其中的電流在什麼程度。

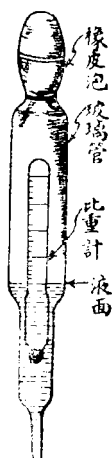
63. 蓄電池充電前的準備 蓄電池的充電不是一件

很容易的事。初學的人最好親自去看一看有經驗的人的充電手續和方法。不然充得不合法反而弄壞，一個蓄電池的價值並不便宜！

未蓄電以前先用瓷盆或玻璃瓶裝好蒸餾水，水中不能含其他雜質，然後將濃硫酸注入水中。硫酸和水的容積的比是 1:5（五分水滲一分硫酸）。濃硫酸的比重是 1.8，水的比重是 1，混合後的比重是 $(5+1.8) \div 6 = 1.3$ 。這是蓄電池裏的標準電液，未曾注入蓄電池時用比重秤測一測，如不足 1.3 時應加硫酸，如比 1.3 多時應加水。

比重秤的形狀如第 94 圖，恰是一個吸水的玻璃管，中間放有一根比重計。測時捏緊橡皮泡插管嘴於電液中，放鬆橡皮泡，電液進入玻璃管裏，比重計浮在電液中。看水面在比重計的什麼刻度上。刻度上所標的數字，就是表示電液的比重。

假如沒有蒸餾水可向賣電池的店裏買現成的電液。不清潔的水是使蓄電池失其效用。



第 94 圖

在充電之先應注意蓄電池的充電速度，就是說充入的安培數是多少。安培數多，電流量大，充電的時間少，速度大；反之是速度小。譬如說一個 60 安時的蓄電池用 3 安培的速度充電要 20 小時纔可充好，若用 10 安培的速度，祇要 6 小時。充電速度太大了有損於電池的性質，太小了又於時間不經濟。充電速度的限度註明在說明書裏，可照着選擇，總之若在可能範圍內以速度小為宜。

因電源的性質不同，充電的方法也分兩種：一種是直流充電法，一種是交流充電法。其詳細的手續將在下面各節裏說明。

64. 直流充電法 用直流電源充電，方法最為簡單，祇要管理電流量的大小而已。管理的方法是裝一個電阻器(Resistance)於電源的來路上，阻力大時電流小，反之電流大。阻力的大小由充電速度和電源電壓而定。最好的方法是用電燈泡做電阻器，因為燈泡的阻力很大，只能容一定的電流通過。要增大電流時，將幾個燈泡並聯，增多電流的通路。

燈泡的大小以瓦特 (Watt) 計算，

$$\text{瓦特} = \text{安培} \times \text{伏脫}$$

那末若干瓦特的燈泡可通過幾多電流很容易算得。譬如說 220 伏脫的直流電源裝一個 50 瓦特的燈泡，通過電流的數量是：

$$\frac{50}{220} = .23 \text{ 安培}$$

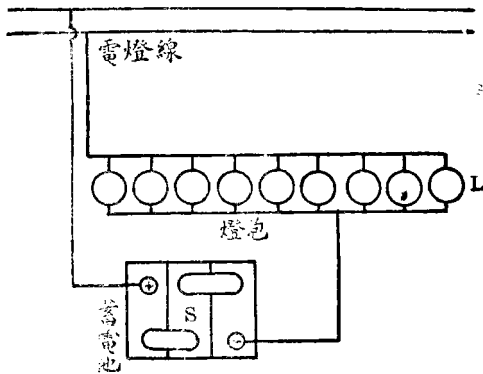
假如要 2 安培的電流，所用的燈泡數是

$$\frac{2}{.23} = 9 \text{ 個。}$$

用下式可免去逐次的演算，即是

$$\text{燈泡數} = \frac{\text{充電速度(安培)} \times \text{電源電壓(伏脫)}}{\text{所用燈泡(瓦特)}}$$

實際的結法如第 95 圖。如蓄電池的容量是 30 安時，15 小時可以充好。最穩當的辦法是用比重計測一下。若到 1.3 時，就是電已充滿，應即停止，否則氣泡發生，電液濺出。停止的方法要先取掉蓄電池的結線，切宜注意，否則電池的兩線頭碰合發生短路 (Short circuit) 損害蓄電池。



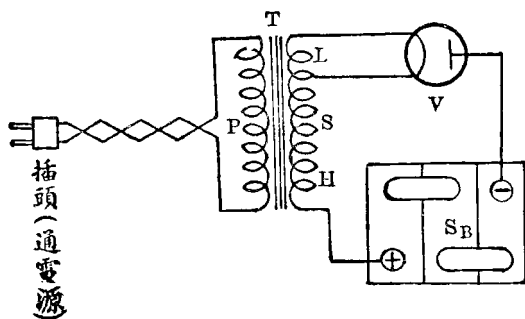
第 95 圖

用直流充電時要先辨別電源電線的正負，使正電接蓄電池正極(+)，負電接蓄電池負極(-)，切勿接錯。

辨別電源的正負線，可用一杯鹽水或稀硫酸銅溶液，將兩線插入杯中，發生氣泡很多那頭是正，其他是負。

65. 交流充電法 大城市的電燈大多是交流電，不能直接作充電之用，必須用整流器將交流變為直流後纔可充入蓄電池。所以交流充電的用具要多些，手續也較煩些。

在第 47 節裏曾說過二極管有整流的功用，因此一般充電器上多用二極管整流。充電器的製法如第 96 圖，

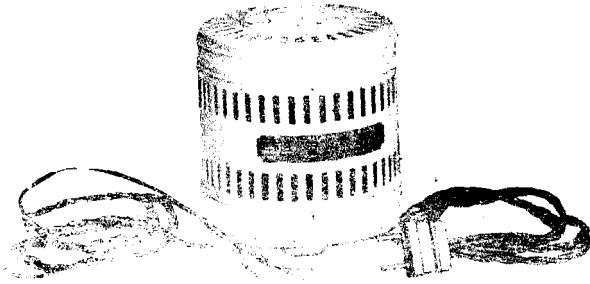


第 96 圖

S_B 爲蓄電池， V 爲二極管， T 爲降壓變壓器 (Step-down transformer)。P 是變壓器的初級線圈，S 是它的次級線圈，次級的圈數較初級少，所以電流經變壓器後生出的電壓適當降低使合於充電之用。次級圈又分兩段，L 及 H；L 段捲數很少，電壓低，接於燈絲恰能使燈絲燒熱以發射電子，其作用與三極管所用的 A 電池相同。H 段捲數較多，電壓較高，其一端通燈絲，一端接電池正極而通二極管的屏極，其作用恰與三極管的 B 電池相同。於是結上電源以後電流經二極管而流入蓄電池，其充電速度以二極管之總輸出電流量而定，此輸出量依各種二極管的性質而不同。(見書末真空管表)(註)

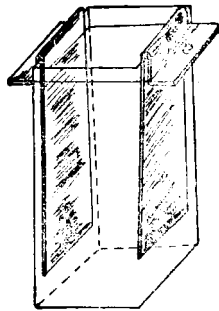
〔註〕整流器的用法見後帶源供給章。

電料商店裏有現成的二極管整流器 (Tungar rectifier) 出售，第 97 圖是飛利浦 450 號整流器，可充三個以下的單個電池組合的蓄電池，最大充電速度是 1.3 安培。

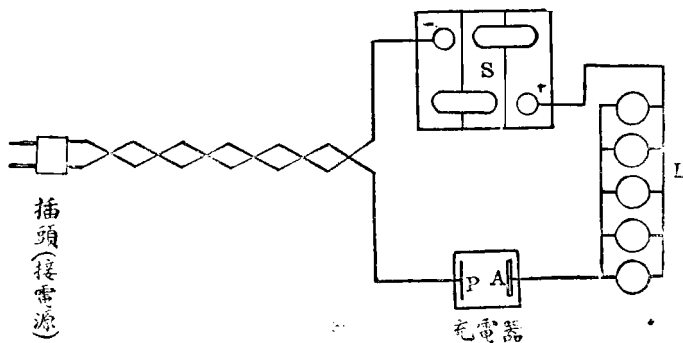


第 97 圖 飛利浦 450 號整流器

此外還有一個方法，不用二極管也可得整流的效用，方法更較簡單而經濟。應用的器具如第 98 圖。將鉛板鋁板各一，相對立地插入玻璃瓶（或瓷瓶）裏，瓶中盛濃硼砂水，即為一充電器。依照第 99 圖的聯結法，一樣也



第 98 圖



第 99 圖

可充電，這種裝置稱為電液式充電器 (Nodon rectifier)。

鋁片浸入硼砂水以後，片上發生一層灰白色的化合物滿佈於浸着的鋁板表面。這種化合物層具有單向性，祇許電子由鋁板裏逸出而阻止電子逆流到鋁板上去。於是電子由鋁板經硼砂液到鉛板而流入電池的負極。圖中 L 是電燈泡，S 是蓄電池，A 是鋁板，P 是鉛板。

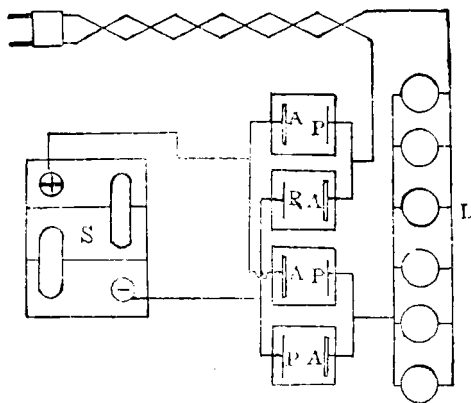
鋁片的大小以所需要的安培數而定。大約每 1 方吋面積的鋁板可通過 0.05 ~ 0.1 安培的電流 (記得每板是有兩面的)。要得多量電流時，可用幾個充電器並聯。(註)

(註)如電流通過太多時，鋁板上的薄膜將被破壞。

電燈泡依然是管理電流的作用，其數目由上節的式子求得。

以上各種方法的整流祇用了交流電的一半，那一半反方向的電流被消失了，電流的充入是一起一伏的狀態，因此又稱之為脈動式電流 (Pulsating current)，或稱為半波式整流法 (Half-wave Rectification) [註]。

如用第 100 圖的聯結法，將四個充電器組成兩對成複聯式，則電流的反方向也可利用，電流量增速，充電



第 100 圖

[註]見後第 110 節

時間可縮短，這種方法稱為全波式整流法（Full-wave rectification）。

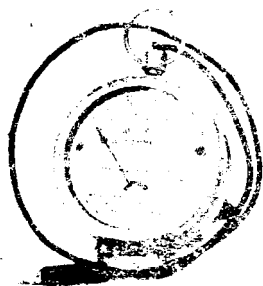
溶解礬砂水時，先用瓷盆或玻璃瓶盛以蒸餾水，再將潔淨的礬砂放入，用玻璃棒或潔淨的竹木棒攪拌促進礬砂的溶解，使其不能再溶為止，這時稱為飽和（Saturation）。澄清後取用上層的溶液，未曾溶完的礬砂留待下次再用。

充電完畢後，不要將鉛片老浸在礬砂液裏，取出洗淨妥為放置，不使沾上油膩和雜物。充電器的正極不用鉛板時可用鐵板代替，但香煙罐和煤油箱的鐵皮鍍了鋅不能用。

66. 蓄電池的使用時間 充電時不能使大量的電流急速充入，同樣放電時也不能使多量的電流急速放出。依一般的規定每小時不能超出其總電量的八分之一。例如40安時的蓄電池每小時祇許有5安培的電流放出。蓄電池的電量不能完全使之放出，最多祇能放出五分之一即應停止，再度充電；否則放電太過是無法補救的，這一項應特別注意！用比重計測量的時候，如硫酸水面到

1.2 就不能再使之放電。有種專為充電而製的比重計，在玻璃桿上刻有四段標記，寫明「好」(Good)，「正」(Fair)，「弱」(Poor)，「完」(Dead) 等字，測比重時更其容易，到(Poor)就應充電，充電時也以到 (Good) 為止。

用電壓表 (Voltmeter) 去測電壓的減低數也可測知電池裏的電量如何。電壓表的形狀如第 101 圖。測時以導線腳接負極，表左腳接正極。每單個蓄電池在電量充足時應有 2.4 伏脫左右的電壓。若表針指到 1.8 附近



第 101 圖

時，表示電量已弱，要再充電。記着，切不要用到 1.8 伏脫以下！

蓄電池的電量以常能充足為好，不用時電量也有些漏失，每一月中也得充電一次。總之，充電愈勤，蓄電池越是健康。

收音機用蓄電池能用多少時間可大約算得到。譬如說一架三燈的收音機所用的真空管是兩個 30 號，一個 31 號。查真空管表共有燈絲電流 $2 \times 0.06 + 0.13 = 0.25$ 安培，每小時需要 0.25 安時。如用 30 安時的蓄電池其最大放電量依上所說的五分之一是 6 安時。那末

$$\frac{6}{0.25} = 24$$

每天使用 6 小時，4 天得充電一次。這種算值祇是約數，最穩妥的是用電壓表和比重計測一下。一枝比重計祇有一元餘的價，一只電壓表也祇三五元，但是一個蓄電池卻起碼也得在一二十元開外，必要的器具是不能少的。

67. 高壓蓄電池 上述的蓄電池電流甚強而電壓不高，祇能用作 A 電池。B 電池的電壓須高而電流量可不

必大。高壓蓄電池就是用許多小蓄電池串聯而成，電池商店裏有現成貨出賣。

這種電池可以自製，方法雖較煩難，但極經濟。如已有充電器的人用此很為適宜。需用材料如下：

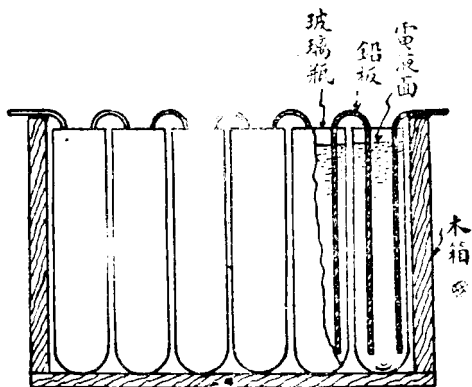
方玻璃瓶：約寬一吋半以內，高低都可以。若買不到可用直徑 1 吋的玻璃試管 (Test tube) 代替。

鉛板條：不要太厚，半吋以內的都可以，寬以能插兩片於玻璃瓶內而不互相接觸為限。其長等於瓶高的兩倍。

電液：稀硫酸水，見前。

製法：將鉛板條屈作馬蹄鐵形，跨插於兩瓶中，瓶中盛電液。瓶數的多少以所需要的伏脫而定，每一瓶約有 2 伏脫以上的電壓，充電的方法與上同。做成後的形狀如第 102 圖。用一木箱裝好，以免碰壞，並防灰塵落到瓶裏去。

這種方法祇是試驗用，真正裝收音機時還是以用乾



第 162 圖

電爲宜，既較輕便又能得高電壓，管理保護俱易而又無充電的麻煩。

第九章 電阻器

68. 可變電阻器 (Rheostat) 可變電阻器是用來調節 A 電池的電壓不使其過高而致燈絲受損。阻力愈大，通到真空管內的電流少，電壓減低。

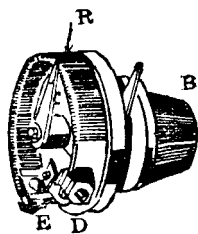
任何物質通過電流時多少有些阻力，其阻力的大小與其特性有關，同時也因大小長短而不同。導體的斷面愈大阻力愈小，導線愈長阻力愈大。物質的阻力特性以比阻 (Specific resistance) 表示。常用金屬的比阻見於下表：

物 質	比阻 (堯歐姆/立方公分)	成 分
銀	1.492	銅, 鋅
銅	1.724	
金	2.077	
鉛	2.828	
黃銅	7.0	
鐵	9.638	
錫	11.5	銅, 鎳, 鋅。
鉛	19.63	
洋銀(German Silver)	33.0	
炭精	4000.0	

由上表得知銀的阻力最小，銅次之，炭精最大。通常

做電阻器的金屬線都是用與洋銀相類似的合金 (Alloy)。

第 103 圖是無線電收音機用的可變電阻器。R 是阻力線纏在絕緣膠木環上。C 是滑片固定在中軸之端可由轉手 B 將其轉動，使在阻力線上滑行。A 電池的兩極用導線結於 E，D 兩螺絲。E 通阻力線，D 通滑片。



第 103 圖

電流由 E 通過阻力線從滑片上流出。滑片愈向左旋，電流所經過的阻力線愈多，電流愈微弱，電壓也愈減小。靠 D 螺絲旁有一段沒有阻力線，滑片移至此地，完全斷絕電流的通過。

可變電阻器的大小以歐姆表示，通常用的有 6, 12, 20, 32, …… 歐姆等等。特作別用的也有到幾百歐姆的。各個電阻器的歐姆數標明在器上，買時要注意。

裝收音機時，電阻器的阻力應正確地計算好，使通過的電壓恰合燈絲的規定數。電壓過小時燈絲上的電子不能放射，開用的時候以在限度以內為止，能比限度小一些，不但電池耐用而真空管的壽命也可增長。

A 電池的最大電壓要比燈絲電壓高纔能起作用，阻力的大小以 A 電壓和燈絲電壓，燈絲電流而定，用下式可以求出。

$$\text{阻力(歐姆)} = \frac{\text{A 電壓(伏脫)} - \text{燈絲電壓(伏脫)}}{\text{燈絲電流(安培)}} \quad (\text{註})$$

例如一燈收音機用 30 號真空管一個，查真空管表燈絲電壓 2 伏脫，燈絲電流 .06 安培。用兩個 1.5 伏脫的乾電池串聯，得 3 伏脫的電壓。這時用上式

$$\text{阻力} = \frac{3-2}{.06} = 16.7 \text{ 歐姆}$$

16.7 是最小的歐姆數，商店裏不會有恰好 16.7 歐姆的電阻器出賣，可買一個 20 歐姆的，太大的也祇能用一段。20 歐姆的電阻器價約一元以內。

到電料商店裏買來洋銀線自己做也很簡單。由上表得知洋銀線的阻力比銅線大 20 倍，銅線的號數和阻力已見於第 2,3 表。於是幾多歐姆要幾碼（每碼三呎）可

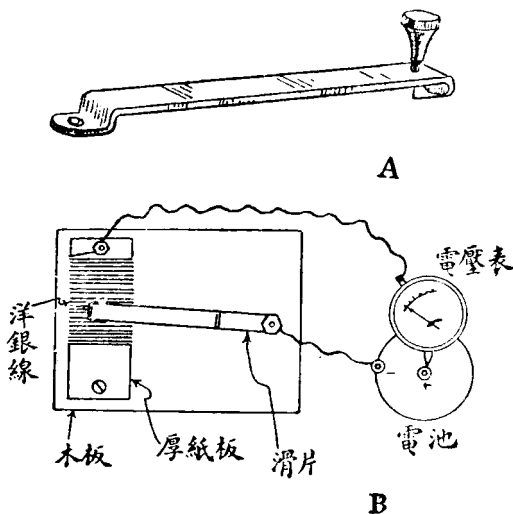
(註)這是由歐姆定律(Ohm's Law)而來，該定律由德人歐姆氏所發明，故名。

以算得。如上例，若買 28 號洋銀線做 20 歐姆的電阻器要幾碼長？

由第 3 表 28 號銅線每碼有阻力 .1398 歐姆。洋銀線每碼應有 $.1398 \times 20 = 2.8$ 歐姆。 $20 \div 2.8 = 7.14$ 碼。

本來洋銀線的阻力的大小由其合金中鎳的成分而定。電氣工業常用的多是含：鎳 18%，銅 64%，鋅 18%；
或： 30%， 47%， 23%。
含鎳量多的阻力大些。上表的數字也祇是一個概數而已。

第 104 圖



買時最好多買幾呎。有些牌紙上標明每碼阻力若干歐姆的更可免除計算之煩。

用一塊膠木板或浸蠟的厚紙板將洋銀線繞上，繞時線與線間要有相當間隔，否則碰線減少阻力。最好是另用一根銅線並着繞上，繞完後再將銅線拆去。用銅皮做滑片如第 104 圖 A，一套兒釘在乾燥木板上。用電壓表測一下，如第 104 圖 B，看最大阻力有多少。

69. 固定電阻器 收音機上有些地方所用的電阻器是不須變動的，這種電阻器的阻力多是很大，由一萬到一千萬歐姆。通常用一百萬歐姆做單位稱為兆歐姆 (Megohm)。

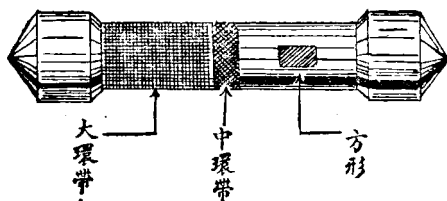
固定電阻器的構造用一根特製的細線裝在一小玻璃管裏面，這種細線的阻力極大。玻璃管兩端包以銅頭以便通電流。阻力的大小都標明在外層的包紙上。



第 105 圖 固定電阻器

近來有種美國貨的固定電阻器不標數字而用記號表示。玻璃管外有三段顏色，每段的顏色和數字的對照如下：

大環帶表示第一位數字，方形表示第二位數字，色與數的表示相同。



第 106 圖

櫻色.....	1
紅.....	2
橙.....	3
黃.....	4
綠.....	5
藍.....	6
紫.....	7

灰.....	8
白.....	9
黑.....	0

中環帶表示尾數：

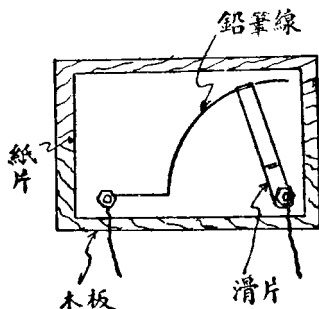
黑.....	.0
橙.....	0.0
紅.....	00.0
橙.....	000.0
黃.....	0,000.0
綠.....	00,000.0
藍.....	000,000.0

例如要買一個 2 兆歐姆 ($=2,000,000.0$) 的固定電阻器。第一位數是 2，第二位數是 0，尾數是五個 0。由上得

大環帶：紅色， 方形：黑色， 中環帶：綠色。

固定電阻器每個約要四五角。也可自製，形狀雖然笨些，自製也覺有趣。如第 107 圖，在一長 3.5 吋，寬 2 吋的韌質紙上用圓規畫一圓弧形的鉛筆線。筆鉛是炭

精一類的物質，阻力極大；這條鉛筆線的作用等於一根大阻力細絲。滑片的長度恰等於圓弧半徑。用結線螺絲固定於乾燥木板上。鉛筆線的那一段直線部分的作用，是為避免滑片直接觸着其他一接線螺絲而設。



第 107 圖

用滑片的意思是因為不能預先確知那鉛筆線有多大阻力，祇得在實際使用時去試定它。

這樣自製的電阻器放在簡單的收音機裏還可，如裝完美些的收音機，以買現成的為妥。

固定電阻的用途和阻力大約如下：

檢波用偏壓電阻器

5,000 ~ 50,000歐姆

強力放大管偏壓電阻器	200 ~ 3,000歐姆
電源分壓電阻器	1,000 ~ 100,000歐姆
阻力交連屏路電阻器	50,000 ~ 250,000歐姆
柵漏	100,000歐姆以至 10兆歐姆
濾波電阻器	100 ~ 100,000歐姆

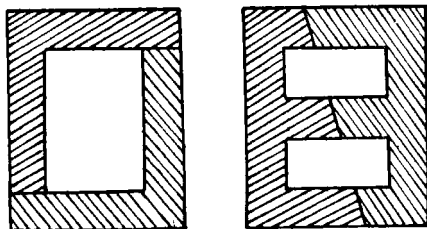
第十章 變壓器〔註〕

70. 變壓器的構造和種類 變壓器和前述的兩級線圈相同。藉初級線圈的電磁感應在次級線圈裏發生同週率的電流。兩線圈的電力相等而電壓卻以線圈捲數爲正比。若次級線圈的捲數比初級的少時在次級線圈裏所生的電流其電壓比初級上的低，這種變壓器稱之爲降壓變壓器 (Step-down transformer)，充電機和交流收音機裏的代 A, B 電池等用之。反之若次級圈比初級圈的捲數多時，次級圈的電壓增高，這種變壓器稱之爲增壓變壓器 (Step-up transformer)，收音機線路裏高低週率放大等用之。

變壓器的心型用鐵片疊合而成，目的是在使線圈的磁力線沿鐵心分佈增強感應的效率，用若干片疊合是在減少鐵心的渦流 (Eddy current) 損失。通常變壓器的鐵心有兩類形狀：一種是口字形，一種是日字形，如第

〔註〕本章的範圍僅就高低週率變壓器而言，其他各種在各式收音機中說及。

108 圖。口字形的鐵心，其初級和次級分繞在兩架邊柱上。日字形的鐵心，其次級初級都繞在中間柱上，初



第 108 圖

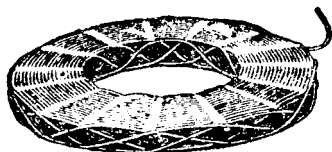
級在內層 次級在外層。論到兩種的效力應以日字形鐵心為好，用特製矽鋼 (Silicon steel) 比普通的軟鐵效力更高。

收音機用的變壓器又有兩類：用於射電週率放大的稱爲高週率變壓器 (High-frequency transformer)，用於成音週率放大的稱爲低週率變壓器 (Low-frequency transformer)。

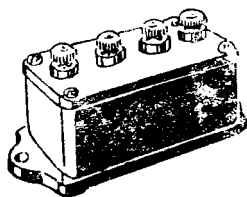
71. 高週率變壓器 高週率變壓器可不要鐵心，製造簡易，與配諧的兩級線圈相同。電料商店裏有現成的出賣，形狀如第 109 圖及第 120 圖。第 109 圖的變壓器是亞美公司 501 號高週率變壓器，形狀和蜂巢式線圈相

同。第 110 圖是將線圈裝於一膠木盒中，露出接線釘，以便接線，形式更爲美觀。

第 100 圖



第 110 圖



高週率變壓器即是一個兩回路的固定交連線圈，自製法與第四章的線圈製法一樣，各種形狀都可以。先算出次級再決定初級，初級和次級圈的比例要看與變壓器交連的真空管的性質而定。大概所用真空管的屏極阻力較小的，兩線圈的比數可以多些，約如下表：

真空管屏極阻力(歐姆) 高週率變壓器初次級圈比數

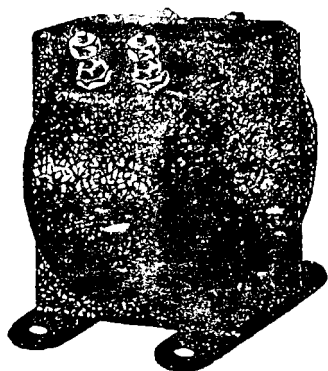
(次級 / 初級)

4,500 ~ 6,000	4
6,000 ~ 8,000	3.5
8,000 ~ 12,000	3
12,000 ~ 19,000	2.5
19,000 ~ 25,000	2

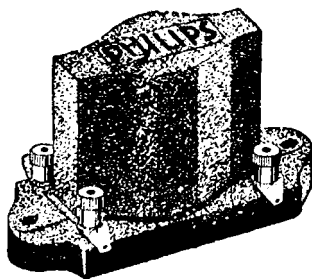
(配諧線圈若用兩級式，其比例與此相同。)

上表所載的比數是以次級圈的捲數為標準，而次級圈的捲數與配諧線圈的捲數相同(見前第 31 節)。

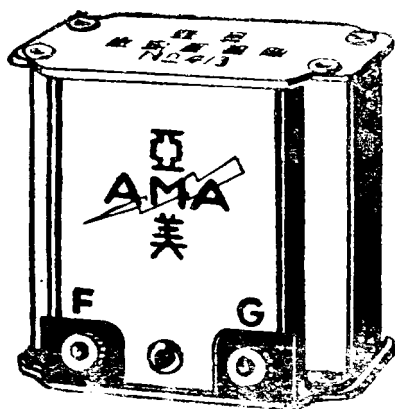
72. 低週率變壓器 低週率變壓器的構造是將初次級線圈繞在日字形鐵心上外面用鐵殼包裹，初級和次級線圈的線頭結到外殼的四結線螺絲上。螺絲近旁標有 P, B, G, F, 四字。P, B 是初級，G, F 是次級。標準的接法是：



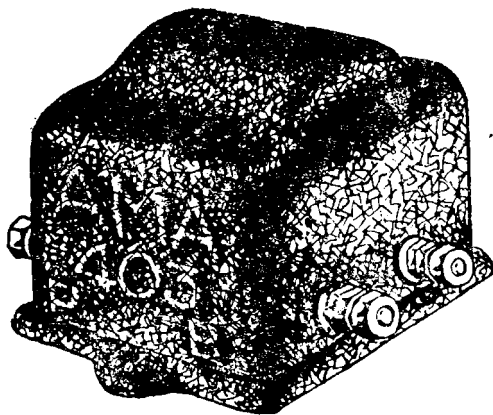
第 111 圖 (A) 側立式變壓器



第 111 圖 (B)



第 11 圖 (C) 直立式變壓器



第 11 圖 (D) 橫式變壓器

- P. 接前級真空管的屏路,
- B. 接B電池的正極,
- G. 接後級真空管的柵路,
- F. 接燈絲負線頭。(如加用C電池, 則結C電負極。)

結錯了就會使聲音變小或完全沒有聲音。

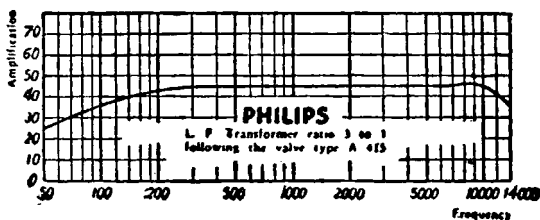
低週率變壓器的比率通常是 $6:1, 5:1, 3\frac{1}{2}:1, 3:1$ 等種, 比率高時放大的倍數大, 但用於最末級的變壓器其比率不宜太高, 據實驗的結果以 $3:1$ 或 $3\frac{1}{2}:1$ 的為適宜。

變壓器的保護最要小心, 第一要避忌的是潮溼, 變壓器裏面的銅線極細, 受潮後再通電流常易斷線而成廢物, 所以良好的變壓器是避潮而氣密的。南方各省春夏多雨之際尤其易壞, 保護切宜注意。著者有一位朋友曾在廣東軍隊裏的無線電隊服務過, 據說在四五月黃梅天氣的時候, 有次在一天之內壞了兩個變壓器!

買變壓器的時候應當場試驗斷了線沒有。依第 82 圖試驗真空管的方法, 將聽筒電池和變壓器任何一級的兩螺絲, 通電, 聽筒裏有『拍』的一聲, 這是表示完好

的現象。變壓器裏的初級和次級的線是不能有碰線的，所以接連不同級的兩螺絲時是不應有聲音的，否則也是壞了。

變壓器對於成音電流的放大並不是任何情況都一樣的。在各種週率時，其放大率有些許差異。如第 112 圖



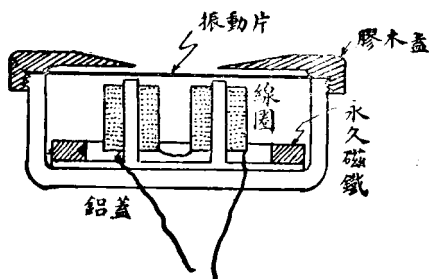
第 112 圖

是飛利浦 4003 號 3:1 變壓器的特性曲線。由每秒 50 到 200 的週率間，放大率與週率同時增大。由每秒 10,000 到 14,000 週率間，放大率又隨週率之增加而減小。在這曲線裏祇有由 200 到 10,000 的週率間是近似平行直線，就是說週率在 200 ~ 10,000 之間可得同等放大的效果。變壓器的好壞就是看這段平行直線所包的範圍的大小而定。

(註) 低週率變壓器自製不易，最好買現成的。

第十一章 聽筒及喇叭

73. 聽筒 (Headphone) 聽筒的構造由電磁石和振動片(Diaphragm)兩者而成，如第 113 圖，線圈繞在一個永久磁鐵(Permanent magnet)的兩極上。振動片用鐵皮做成離磁鐵極近。平時磁鐵雖吸着鐵皮但不生振動，將聽筒的兩線頭接到收音機的聽筒柱上後，檢波後的忽強忽弱的振動電流通過線圈使磁鐵的吸力忽而增大忽而減小，因之薄鐵片也忽而下吸忽而因彈力而上復原狀，發生與電流同調的振動，發出聲音來。



第 113 圖

通常用的雙聽筒用兩個單聽筒組成，中間用彈條或鋼絲連絡，便於戴在頭上而緊貼兩耳。彈條力大一點的可使與耳緊貼，雖微小的聲音也可聽到，但彈力過大戴久了兩耳被壓得很痛。新買來的聽筒彈力是要大些。

聽筒的優劣通常以其線圈的阻力歐姆數表示，歐姆數愈大的聲音越響。並不是說聽筒的阻力與磁力有利，其實是因為繞線愈長所以阻力加大。通常用的聽筒每個線圈有1,000歐姆，每邊聽筒裏有兩個線圈的共有2,000歐姆。買聽筒時看聽筒外面標明的數字便知。（有些聽筒的歐姆數是將兩單聽筒合計的，像JKO牌的雙聽筒雖標着4,000 Ω ，其實是每個2,000 Ω 。最穩當的方法是旋開膠木蓋先看有幾個線圈，再看每個線圈的包紙上標明若干歐姆。）

市上出賣的聽筒各種牌子都有，德國貨最好，日本貨最壞，國貨似乎還不曾聽到有賣。據著者的經驗Telefunken牌2,000 ohm的雙聽筒是個令人滿意的聽筒。該種聽筒所發的聲音較為清脆(Sharp)悅耳，聽播音時還不見特別重要，但收聽電報時是以清脆為主要點。

第 114 圖 各式聽筒



Beteca

Telefunken

Erpees

有時總覺得雙耳聽筒的兩邊的聲音一大一小，這是因振動片和磁鐵的距離的關係。旋開膠木蓋取下鐵皮加一道薄銅皮環使其距離略微增大試一試。Telefunken 聽筒上有一道可旋動的螺絲環，祇要將此環進退調節即可，因為它的振動片是固定在膠木蓋上的。

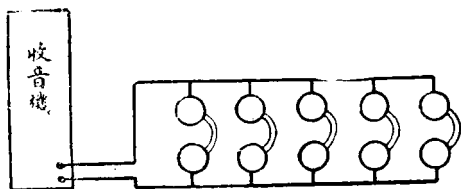
聽筒的兩腳有正負的分別，使用時得注意，有花線的是正，素的是負。正腳結 B 電池的正極，負腳接屏路，接錯了雖然初時不覺得，久後聽筒磁鐵將失其磁性使聽筒變壞。

從頭上取下聽筒的時候要用兩手分開拿下，慢慢合

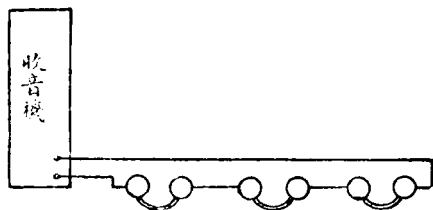
起來，否則因彈力而互相碰撞，線圈上極細的銅線將受震而有破斷的危險。

戴久了的時候，振動片上凝有水滴，那是人身皮膚上蒸發的水分，不要用布或紙去擦，讓它自己去乾，鐵片上原上了漆不怕生鏽的。舊了的聽筒可塗一些凡士林或油類，薄薄地塗一層即可保護鐵片。

74. 多個聽筒的聯結法 一個聽筒祇能供一人使用，



並聯法



串聯法

有時雖可拉開聽筒的夾腳取掉彈條，分作兩個單的可供兩人使用，但不及兩耳同聽的來得自然。

兩個以上的聽筒可以合用一個收音機，如歐姆數相同的聽筒，聯結後聲音並不怎樣減小。聯結的方法分並聯和串聯兩種，如第 115 圖。

歐姆數不同的聽筒不能同結，並聯時歐姆數小的聲音反響，串聯時歐姆數大的要響些。

75. 喇叭 (Loud speaker)

同一收音機雖可接上幾付聽筒，但能聽的人究為有限，如在羣衆的廣場裏非喇叭不為功；家庭間的娛樂，戲院的音樂，商店門市的招徠已全都使用喇叭了。

最初的簡單的喇叭即是一個較大的聽筒加裝一號筒而已。（如第 116 圖）聽筒式的喇叭只靠磁力吸

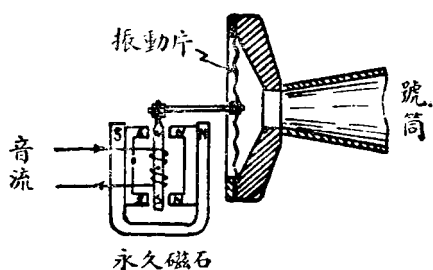
引鐵片振動而發聲，如鐵片離磁石較遠則吸引力不足；



第 116 圖
聽筒式喇叭

鐵片離磁石過近，則鐵片的振動範圍甚小，都不能得甚大的聲音。新式的喇叭都是為改良聽筒式喇叭而成。現時用的多是平衡線圈式 (Balanced armature speaker) 和動線圈式 (Moving coil speaker)。

76. 平衡線圈式喇叭 此式喇叭的構造如第 117 圖，將一個永久磁石做磁場，磁石中間裝有一鐵心線圈，線



第 117 圖

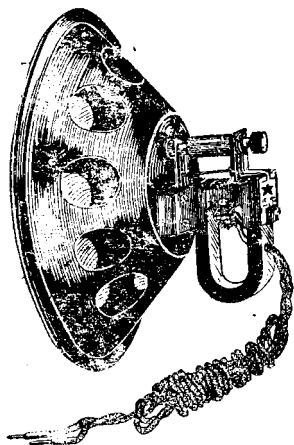
圈的中心固定，兩端却可以自由振動。線圈的鐵心一端藉連動桿緊結於振動片的中央，線圈的兩接頭連接收音機的輸出部。

當音流由末級真空管流入喇叭的鐵心線圈時，鐵心圈就成爲電磁石而生磁性。依電學上的右手規則(Right hand rule)，電流若依照圖上矢向流入，那末線圈的上端是北極(N)，下端是南極(S)，又依同極相斥異極相吸引的原理，鐵心線圈的上端(N)必向左動而下端(S)則向右動，音流時強時弱，則此線圈的動程也時大時小，因此引動薄膜而發聲。

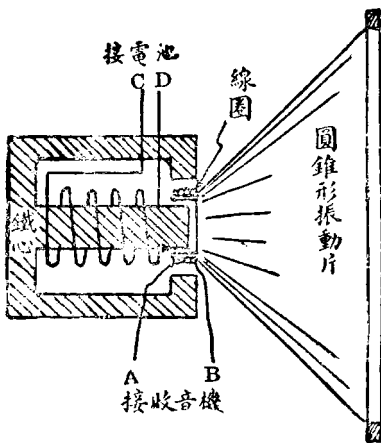
像這樣的構造，線圈同時受兩力使之振動，力量大而聲音也可大。因其兩端都受磁石作用所以稱爲平衡式喇叭。

用薄膜做振動片的喇叭，外面多加一個號筒使聲音更加響亮，但新式的喇叭多改用一個紙質或薄金屬片製的圓錐形筒作振動片而兼作號筒之用，如第118圖。

77. 動線圈式喇叭 這一式喇叭的構造如第119圖，



第 118 圖



第 119 圖

音流線圈直接繞在振動片的角錐上，磁場不用永久磁石而改用電磁力式的勵磁線圈。這勵磁圈的磁力之產生是另藉一直流電源供給它的電流〔註〕。

音流由 A B 輸入線圈，線圈即成磁性，被勵磁圈吸引而振動。所以稱之爲動線圈式喇叭，或稱作電動力式喇叭 (Electro-dynamic speaker)。

動線圈式的喇叭比平衡線圈式的喇叭要多一個勵磁圈的電流供給裝置。如果用電池的收音機，可並用 A 電池的蓄電池供給，用於交流收音機時可直接接於 B 電路上。(由電學上證明電磁力的大小只與線圈捲數和電流量有關，與電壓沒有關係。)

勵磁圈也即是一個有大磁感量的鐵心圈 (Choke)，所以裝收音機時多利用它兼代扼制圈之用。(見後第 124 節)。

喇叭的大小以圓錐片的直徑表示，或以阻力歐姆數

〔註〕 也有一種動線圈式喇叭的磁場是用永久磁石的，但一般多用勵磁圈。

表示。普通平衡線圈式的喇叭其阻力為 1,000 ~ 4,000 歐姆。振動線圈式的喇叭其音流線圈的阻力由 4 ~ 20 歐姆，其勵磁圈的阻力由 600 ~ 6,000 歐姆。歐姆數愈大，喇叭發聲的力量也大。

第十二章 濾波器

78. 濾波器的種類及用途 在收音機中，爲求聲音的純淨，常加一種濾波器（Filter）於線路中。其裝置的地位和用途約分三種：

（A）高週率濾波裝置（Radio Frequency Filter）：裝

於檢波管屏極電路中而在放大管之前。它的功用是使檢波後混於成音電流中的高週率電流被其濾去，使放大管放大後不致混有雜聲。

（B）交流電源部濾波裝置：裝於交流收音機的電力

供給部分，其功用在使經整流後的脈動電流濾成較均勻的近似直流。（見後第112節）

（C）天線濾波裝置：裝於天線電路中，其功用在使

天線所收集的電波經其濾過，使其他電台的電波不致吵擾。（見後第135節）

79. 濾波器原理 濾波器的主要部分是蓄電器和線圈組合而成。用於濾波器的線圈的磁感量大於配諧電路

的線圈幾十倍以至千萬倍，特稱之爲扼制線圈(Choke)。

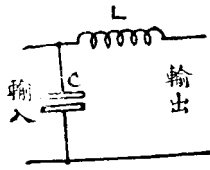
濾波的原理說明於下：

(1) 在35節裏已經說過，交流電可從蓄電器通過，其通過電流的週率與蓄電器的電容量有關係。蓄電器的電容量愈大，則週率雖較低也可通過；電容量若小，則只有較高週率能通過了。因此用一隻適當的蓄電器接在電路中可使某週率以下的電流不能通過。

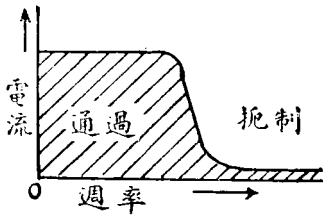
(2) 由電學上的楞次定律(Lenz's Law)知道在線圈上通過交流電時，線圈生迴阻，有阻止交流電通過的傾向。迴阻的大小與線圈的磁感量有關。磁感量愈小，迴阻也愈小；反之磁感量愈大，迴阻也愈大。同一磁感量的線圈其迴阻的大小又因通過電流的週率而不同。週率愈高，迴阻愈大。因此用一只適當的線圈接在電路中可使某週率以上的電流不能通過。

根據上述兩條原理，可以組成各種用途的濾波器。

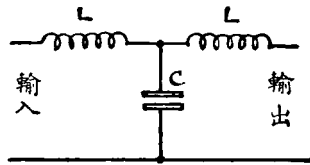
80. 低週率通過濾波器 (Low-pass Filter)



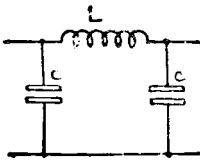
(A)



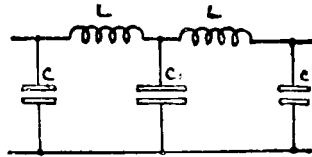
(B)



(C) T 型



(D) π 型



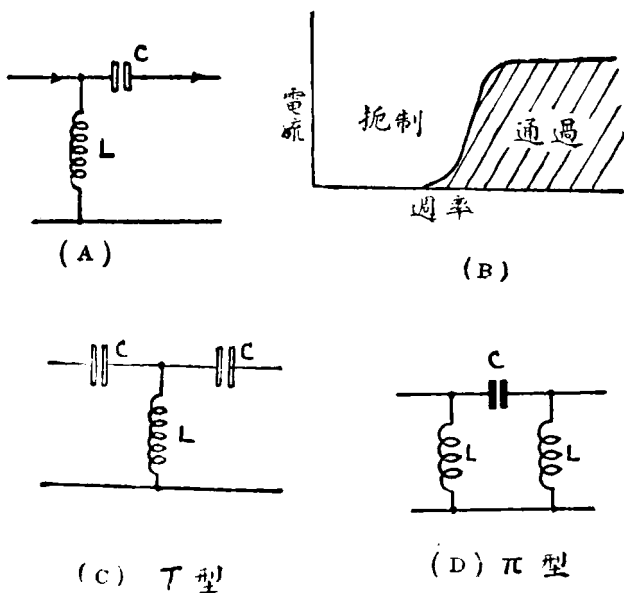
(E) 雙 π 型

第 120 圖

第 120 圖的組合，成爲一個低週率通過濾波器。圖中 L 是扼制線圈，C 是蓄電器。圖(A)是最簡單的組合，高

過率電流被扼制圈所阻止而由蓄電器中逃去，只有低週率電流由線圈通過。圖(B)是此式濾波器的扼制曲線，由圖中可見週率大於某限度時即被扼制了，扼制限度的多少因扼制線圈的磁感量及蓄電器的電容量而定。

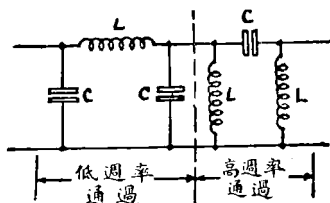
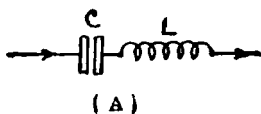
圖(C)，(D)，(E)，是複式的組合法，扼制效率比單型大些。這式的濾波器多用於射電週率濾波裝置和交流電源濾波部。(見第 99 及 112 節)



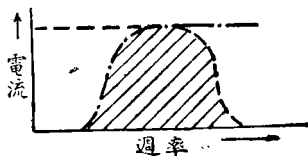
81. 高週率通過濾波器 (High-pass Filter) 這式的組合法如第 121• 圖。圖 (A) 是最簡單的組合，低週率電流被蓄電器所阻止而由扼制線圈中逃去，同時高週率電流卻被線圈所阻止而從蓄電器通過。圖 (B) 是這式濾波器的扼制曲線，由圖中可見週率大於某限度就可通過。

圖 (C), (D), 是複式的組合法。這式濾波器多用於強力放大級之後，喇叭之前。(見後第 103 節)

82. 週段通過濾波器 (Band-pass Filter) 這式



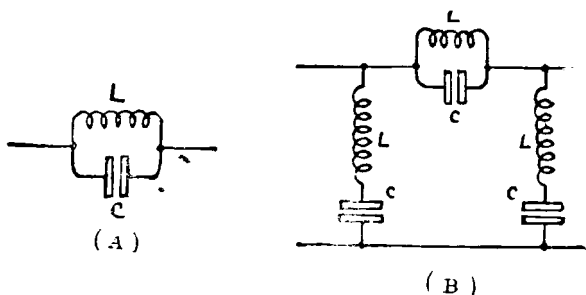
(B)



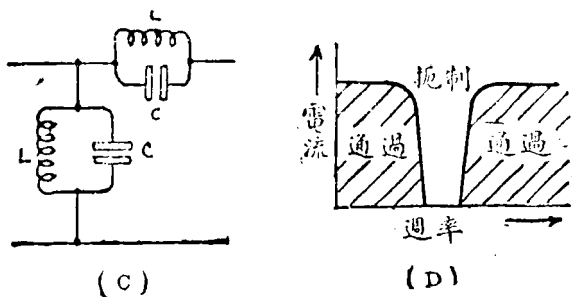
(C)

濾波器的組合法如第 122 圖。低於某週率的電流先被蓄電器所阻止，高於某週率的又被扼制線圈所阻止，只有不高不低的中間一段週率可以通過。圖 (B) 是複型裝置，由一個 π 型低週率通過濾波器和一個 π 型高週率通過濾波器組合而成的，圖 (C) 是這式濾波器的扼制曲線。

83. 週段扼制濾波器 (Band suppression filter or band exclusion filter) 這式濾波器的組合法如第 123 圖。圖 (A) 是最簡單的組合，高週率由蓄電器通過，低週率由扼制圈通過，只有不高不低的中間一段被扼止不能通過。圖 (B), (C), 是複式組合，圖



第 123 圖 (A)~(B)



第 123 圖 (C)~(D)

(D)是這式濾波器的扼制曲線。週段通過式和週段扼制式多用於天線濾波器（見後第 135 節）。

〔註〕 將一電阻器代替扼制線圈，與蓄電器依上各法相組合也一樣有濾波的效力。不過因電阻器使通過的電壓降低，損失電力，故無人採用。

三 收音機線路

第十三章 礦石收音機

84. 礦石檢波線路 (Crystal detector circuit) 用礦石做檢波器原是很舊的方法，但它有下面幾點長處，所以在近距離的收音機仍多採用。

(A) 極經濟：設置的費用除聽筒外，一二元的代價就可全部裝成，設置好了以後不再要維持費。

(B) 製造容易，使用簡單：一切零件都可自製又極易成功，祇要稍為受了點訓練的人即可動手。使用時更其簡單，既無危險又不會弄壞零件，完全未曾受訓練的人也可一看便會。

(C) 聲音清越：礦石檢波出來的聲音，比真空管的清楚而存真。在無線電界中誰都承認「礦石聲音清越」。(礦石的特性曲線較近直線，所以不失真。)

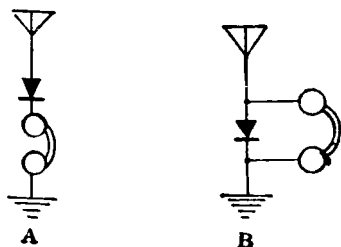
初試無線電的人都喜歡先試礦石機，而經濟不怎樣

充裕的人尤為需要。如離播音臺很近，其成績並不比單座真空管的差幾多，真是一個「價廉物美」的玩意！

礦石收音機的缺點是收聽的距離太小，更不能放大。供給一二人本地收聽還可以，但也因其感度不靈敏不能避免其他電波的干擾。自中央廣播電臺成立以後，在上海已可用礦石機收聽，江蘇全省幾可完全用礦石機收到，將來大電臺發達，礦石機的妙用將更發展。

最簡單的礦石收音機祇要下列幾種材料：

- (1) 聽筒：2,000 歐姆的，價約五元以至十餘元。
- (2) 礦石：買現成的連同貓鬚架，或自己買自然銅來做。
- (3) 天地線：本地播音，距離不大遠時可不要買標準式的天線，隨便什麼銅絲和鐵絲都可以。假如住在南京，有了五十呎的細鐵絲也可在礦石機裏聽到清楚的聲音。有了以上三樣東西，各依照以前所說的裝配法（第三第六兩章）去合法裝好，然後依照第 124 圖的聯結法結好。先問當地廣播電臺去要一張節目單，按照播音的時間即可開始收聽。



第 124 圖

收聽時先將聽筒戴上，然後細心地移動貓鬚，選最響之一點固定不再動。

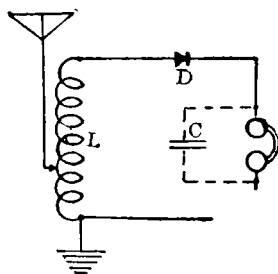
聽筒的結法有兩種，A是與礦石串聯，B是並聯，兩法都可試一試看那個好些。

上述的方法當然是最簡單不過了的，但是不能用於當地有兩個以上播音臺的地方，因為它沒有配諧的裝置，不能隔絕其他電波的擾鬧，而又因沒有充分長（四分之一的來電波長）的天線，不能收得強大的聲音。加添一個可變線圈，或線圈與可變蓄電器，組成的配諧裝置可得滿意的結果。

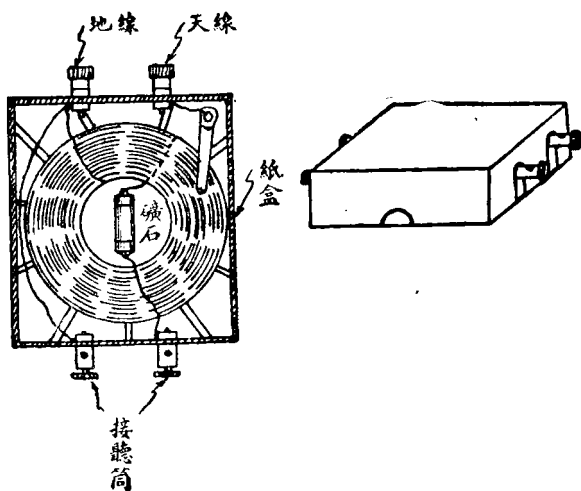
I. 加一個可變線圈：可變線圈用抽頭式或滑接式都可以。抽頭式不及滑接式的簡便，但滑接式的接觸比較

難於確實。聯結的線路圖如第125圖，虛線是一個.0005
 瓩法拉的枝路蓄電器，可要可不要。

用方形厚紙板做成的蛛
 網式線圈，用 28 號漆包線
 繞 100 捲，將滑片和礦石
 照第 126 圖的方法裝上，
 外面再用四方紙盒（裝照相
 底片的或裝糖菓的都可以）

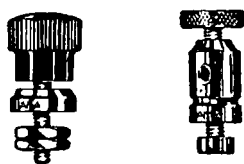


第 125 圖



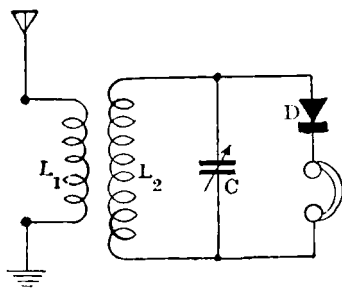
第 126 圖

盛着。天地線和聽筒的線頭用四個接線螺絲伸出盒外，紙盒面上再加髹漆更為美觀。礦石用固定式的最好。



第 127 圖 接線螺絲

II. 加線圈及可變蓄電器：用一個圓筒式或蛛網式的線圈配一可變蓄電器，線圈的大小和可變蓄電器的算法已詳第 31 節中。第 128 圖表示這種



第 128 圖

收音機的線路。圖中有兩個線圈，是表示用一個兩級線圈做高週率放大器，其效果比單用一個好些。 L_2 是次級線圈，其大小由蓄電器的配諧範圍而定。 L_1 是初級線圈，其捲數約為次級的一半，與 L_2 同繞在一心型上，兩線圈的距離不宜大過兩分，離開太遠時感應量減小。

實際裝成的形狀如第 129 圖，用兩塊乾燥木板作架子。

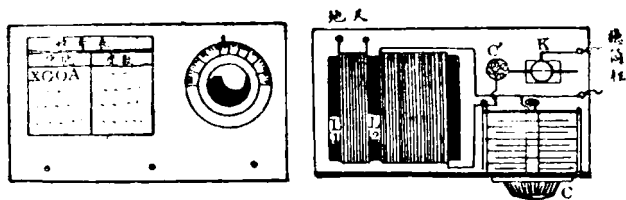
L_1 : 初級線圈，兩線頭接天地線。

L_2 : 次級線圈，兩線頭接可變蓄電器的動片和定片。

C' : 礦石，結蓄電器定片。

K : 貓鬚，結聽筒柱，聽筒的其他一腳結蓄電器動片。

C : 可變蓄電器。



第 129 圖

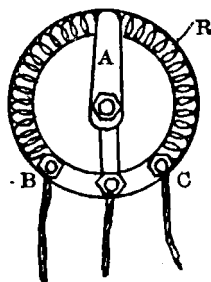
在當地有幾個電臺的地方，用以上兩種方法都可配諧而得調節。I 種的調節是藉滑片的移動使線圈的有效捲數變更；II 種是完全的配諧法，變更其電容量的大小而得各種配諧波長；配諧的效果 II 種比 I 種好些。

初次收聽時慢慢地轉動刻度盤，以得到最大的聲音爲止。用一格紙抄錄下來，那一播音臺是多少度數，製成一收音表，貼在收音機面板上。以後要聽某臺的播音時祇要轉到所記度位即得。

85. 化合碳礦石收音機 第 43 節裏曾經說過化合碳是最好的礦石，但得加一相當的電位於礦石的一端，使其電位差約在 1.2 伏脫上下。用一個分壓器 (Potentiometer) 來調節電池的電位。

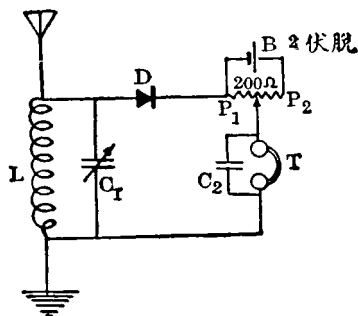
分壓器的形狀與可變電阻器相同，祇多一線頭而已。如第 130 圖，R 是阻力線，A 是滑片，B 和 C 是阻力線的線頭結到電池的兩極。滑片單獨一個線頭，不與阻力線相接。

分壓器的大小也是以歐姆數表示的，歐姆數的多寡要看所用電池的電壓而定，如用 2 伏脫的電池，分壓器有 200 歐姆就可以了。實際的線路如第 131 圖。



第 130 圖

以前曾說過化合碳礦石的貓鬚須用鋼絲，接觸的壓力要使其有充分的強大，接觸過輕會不響的，這卻恰與方鉛礦石相反。分壓器必須與礦石成串聯，如圖，若並聯時則因分壓器的阻力比礦石小，致使電路成爲「短路」(Short-circuit)。



第 131 圖

按照線路圖裝好以後，先將滑片放在分壓器中點，調節可變蓄電器使得最大的聲音，然後再微微地轉動滑片以求最適當的電位。如圖，若滑片在 P_1 端時，電位為零；若滑片與 P_2 接觸，電位最高，為 2 伏脫。

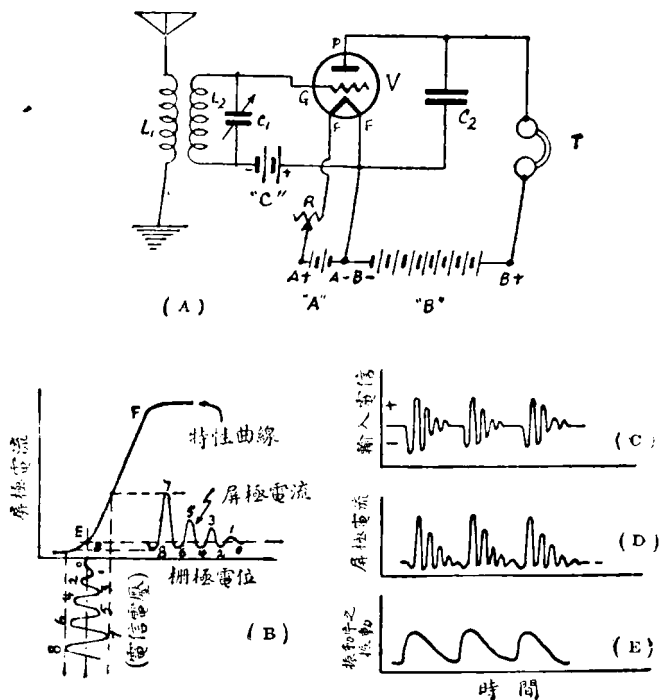
第十四章 電池供電式真空管收音機

(Battery-operated Receiver)

86. 柵極偏電位檢波法 在真空管那章裏說過，如果要使真空管得檢波的效果，柵極電位的工作點必須在真空管特性曲線的彎曲部，（特性曲線本有上下兩個彎曲部分，但大多都取下方的）。在平時如果柵極上不加任何電壓，則工作點常在特性曲線的中部。因此如欲使真空管作檢波之用，必須在柵極上加一固定的負電壓使工作點向左偏移恰到彎曲點的位置。這種方法稱做柵極偏電位檢波法（Grid bias detection）。柵極負電壓的供給，在電池式的收音機裏大多用一組小乾電池〔註〕供給，電壓的多寡依真空管性質而定。

第 132 圖（B）是此法的檢波原理圖。圖（C），（D），（E），表示由電信以至聽筒的振動片發生振動其間電流變化的順序。圖（A）是這式檢波法的完全線路。

〔註〕 供柵極負電壓的電池特稱爲「C 電池」。



第 132 圖

試與第 128 圖比較，只將真空管代替礦石做檢波器即成爲真空管收音機。所有電池和電阻器等不過爲控制真空管性質的配件而已，與收音的本旨無關。可見礦石檢波與真空管檢波原無二致。

圖中各件的作用和數字的決定等說明於下：

L_1 是天線線圈（初級）， L_2 是配諧線圈（次級）， C_1 是配諧蓄電器，它的計算法見前第 31 節。 L_1 與 L_2 的比數看真空管的屏極阻力而定（見第 71 節）。

V 是檢波真空管，有 01-A，30，112-A，99 等號。（內中 99 號較舊）管座上的標字必須依照圖上的標字與各件連接。（參看書末真空管座圖）

“A”是供給燈絲發熱用的低壓電池，乾電池和蓄電池都可用，要若干電壓看各真空管的燈絲電壓而定。（查真空管表）

R 是可變電阻器，為調節 A 電池電壓之用。阻力的大小依第 68 節的計算而得。電阻器大多連接於 A 電池的正極。

“B”是供給真空管屏極電壓的高壓電池，用乾電池較為經濟。電壓高低也得看真空管的屏極電壓而定。（查真空管表）B 電的正極必須連結真空管的屏極（經過聽筒 T）；負極須連結燈絲，接於 A 電池的任何一頭都可以。

“C”是供給柵極偏位的電池，用小乾電池組合或買現成的C電池都可以。電壓多少看真空管而定。C電池的負極必須與柵極相連（經過線圈 L_2 ），正極必須接於A電池的負極。

T 是聽筒，每個2,000歐姆（兩個合成4,000歐姆）。花腳結B電池，另一腳結真空管屏極。

C_2 是枝路蓄電器，使檢波後混雜於成音電流中的高週率電流由此通過而入燈絲，不使其流向聽筒。它的電容量約 .001 ~ .005 瓩法拉。

以上各件選擇妥當以後，按照線路，圖一一聯結。切須注意的是檢查線路無誤和無碰線等弊害以後，才可將真空管插入管座內，否則B電池的高電壓使真空管的燈絲燒壞。所以接線用的銅線必須有絕緣包皮。最好買幾尺2公釐直徑的膠管套在各接線上，或用電燈花絲剝去外層的絲皮，（切勿損壞橡皮層）用做接線也甚相宜。

初學者最好按照上述各件依本書所述計算方法去決定各件的數字，既可得準確的結果，又可悟解收音機的原理和製法，學識上經驗上都得些利益。下面是依計算

而得的結果，可作初學者的對照，也便為不知道計算的人做做。

計算收音機各件之先，當然是先選定線路圖，然後看用那種真空管以後，纔依此而決定其他各件，其順序如下：

已有：聽筒一具，4,000歐姆（ T ）。

可變蓄電器一具，.0005 龕法拉（ C_1 ）。

選定01-A 號真空管作檢波之用，（ V ）。

計算：

L_2 收聽廣播的範圍，配諧的最大限度以 600 公尺為準，依第 31 節，得 $L_2 = 220$ 龕亨利，心型兩吋直徑圓筒，用 B & S 26 號雙紗包線繞長 1.8 吋，得 74 捲。

L_1 01-A 的屏極電阻為 10,000 歐姆，由第 71 節，知次級與初級的比數為 3。那末 $L_1 = 74/3 = 25$ 捲，用 B & S 24 號雙紗包線與 L_2 同繞於一心型上，兩線圈距離約 6 公釐（ $2/8$ 吋）。

“A”查 01-A 的說明書（該項說明書附於裝真空管的紙盒內）或查書末的真空管表，得燈絲電壓為 5 伏脫，燈絲電流 0.25 安培。A 電池用四個圓乾電池串聯而成 6

伏脫，或用一 6 伏脫的蓄電池。

R 依第 68 節。

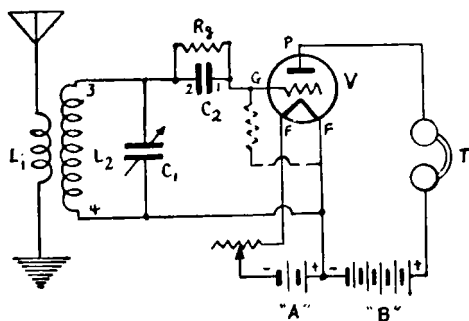
$$\frac{6 - 5}{0.25} = 4 \text{ 歐姆。}$$

“B”查說明書，用柵極偏位檢波法，屏電壓大至 135 伏脫，用三個 45 伏脫的高壓電池串聯。

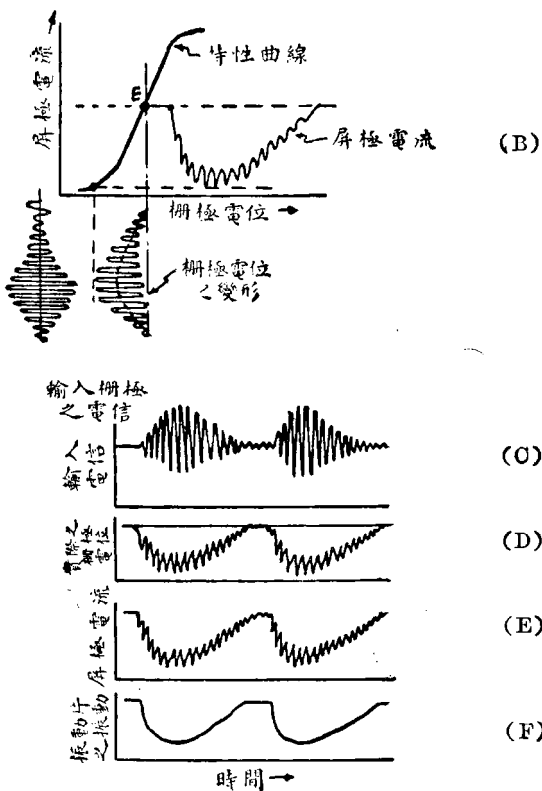
“C”查說明書，屏電壓 135 伏脫之時，C 電負壓 13.5 伏脫。

C_2 .005 瓩法拉。

87. 柵漏及柵路蓄電器檢波法 前節說檢波的工作點必須在特性曲線的彎曲部，但如依照第 133 圖(A)的裝置，取去前節所說的 C 電池，只須加上一個電阻器



第 133 圖 (A)



第 133 圖 (B)~(F)

R_g 和一個蓄電器 C_2 於柵路上，雖不使柵極電位偏移也能得檢波的效果。其原理述之如下。

柵極上既不加負電壓則真空管的工作點不在彎曲部分而在特性曲線的中段直線部分。由圖(A)來看， L_2 線圈有電信之時，高週率電流通過 C_2 而入柵極，與其他檢波法相同，燈絲上噴射之電子受其控制而生強弱的變化。但在真空管中電子總是由燈絲噴出經過柵極的窗口而飛向屏極，有一小部分的電子碰着柵極或被柵極吸引而留積於柵極路上。久之柵極上電子愈積愈多，柵極的負電位由是增高。在柵路上沒有電信輸入之時，柵極上積留的電子可由電阻器 R_g 中緩緩通過（所謂緩緩通過者是表示 R_g 是一有很大阻力的電阻器，電子的通過受其限制而不能立時全部通過。又因留積電子是純粹直流不能由蓄電池 C_2 通過。）而回到燈絲去。這時柵路必須接 A 電的正極使電子暢流。

若一組電信由柵路的 3, 2, 1 而輸入柵極之時，柵極上的積留電子的行程被迎面而來的電信電流所阻而暫時停留於蓄電器的金屬片 1 之上。如電信弱則一部分積留電子還可回到燈絲；如電信強則勢將全部停留於蓄電器上，等到一組電信完畢後纔能全部流回燈絲，恢復柵極

的原來電位。當電子停留之時，柵極帶負電，停留電子愈多，負電位也愈高。結果輸入電信的形狀受負電壓的影響而變形。〔第133圖(B)〕，由是所生的屏極電流恰與柵極偏壓檢波法所得者相同。圖(C)，(D)，(E)，(F)表示由電信至動片振動的電流變化之順序。

由此可知加上一個電阻器 R_g 和蓄電器 C_2 以後，雖工作點不在彎曲部亦能檢波。這所加的電阻器特稱為柵漏 (Grid leak)，所加的蓄電器稱為柵路蓄電器 (Grid condenser)，由此法作成的檢波，稱為柵漏及蓄電器檢波法 (Grid and condenser detection)。

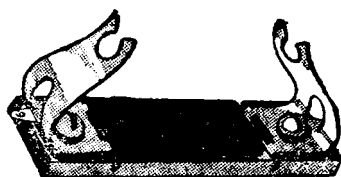
這式的收音機的零件大多與上節的相同，只有柵漏和蓄電器是新加的，它的性質如下：

R_g ：柵漏，是一個很大阻力的電阻器，形狀如第105圖。阻力的大小要看真空管的性質而定，01-A，30，112-A，等的柵漏約為1~5兆歐姆 (megohm)。裝收機的人最好備一套阻力大小不同的柵漏，由1,2,3,4,5，到6兆歐姆的各備一隻，裝製時試試看用那個最恰當。收音機上的零件很多是要實際去試驗而決定的。

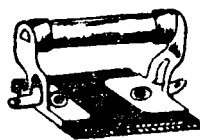
C_2 : 柵路蓄電器，與普通固定蓄電器的形狀相同。它的電容量大約是.00025 瓩法拉。

圖中山柵極接燈絲的虛線是表示柵漏也可照此聯結，不一定要跨接於柵路蓄電器上。裝置柵漏之時，最好用一個柵漏支架〔第 134 圖(A)〕夾持，以便掉換。或直接裝在柵路蓄電器上，如第 134 圖(B)。第 132 圖中的枝

第 134 圖



(A) 柵漏支架



(B) 柵漏蓄電器組合器

路蓄電器在此可要可不要，加裝一個是有益無害的。

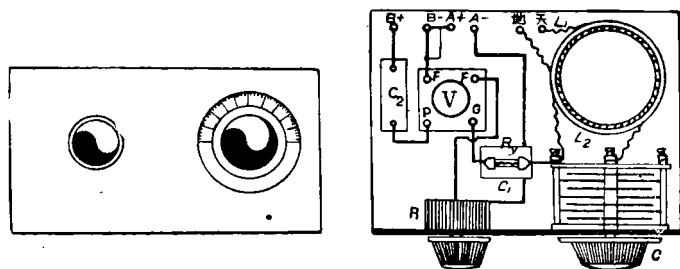
兩種檢波法的比較：柵漏蓄電器檢波法比偏壓檢波法靈敏而且有少許放大作用。能力不強的收音機以用此法為有利，所以一般四管以下的收音機大多採用此法。在經濟方面說，柵漏蓄電器檢波法少要個「C 電池」，而 B 電壓也不必用那樣高。柵極偏位檢波法雖少用於小

型收音機，但多用於大型收音機上。第一是取其檢波較為不失真，而所能受的輸入電壓較為強大。（由工作點到特性曲線的盡頭的範圍較大，所以能容受柵路上的強電壓電信）。第二是在大型收音機上 B 電都很高，檢波管屏電壓稍高，不算什麼一回事。所謂強力檢波法（Power detection）更非此不能發揮能力。

這兩種收音機的收音能力比礦石大些，調節也較靈敏，但還沒有完全發揮真空管的能力。真正裝一具單管收音機之時，當然以裝下節所述的再生力式為最當。但這兩式收音機是真空管收音機的基本線路，裝置手續和管理都較再生力式為簡單，初學的人必須先試裝一次，便於明瞭裝配的方法。裝過以後，再改裝以下各節的高級線路，順序由淺入深，況且各項零件仍然在各線路裏用得着。

收音機各零件的位置要配合適當，使互相間的接線儘量減短，而管理手續須求便利。取一塊木板做底板，另用一木板或膠木板做牆板，以螺絲釘使互成直角相釘合。可變蓄電器和可變電阻器都裝在牆板的裏面，刻度

盤和揿手都裝在牆板外面，其他各件概裝在底板上。裝成後的正面和平面圖如第 135 圖。



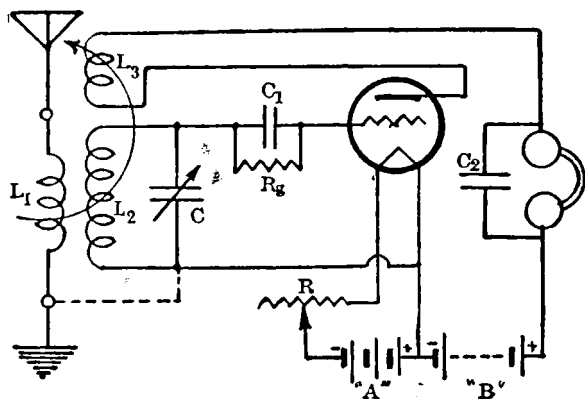
第 135 圖

用法：按播音的時間將天地線，聽筒和電池都結好，旋動可變電阻器使到真空管能耐的電壓為止，其次將可變蓄電器旋轉，使生配諧（配諧方法與 84 節相同）。

如為省電或嫌聲音太大，可將電阻加大點，並可使真空管不受過大的損失，不用時將 A 電路遮斷就是，B 電池是隨 A 電池而消耗的，可不必遮斷它。

86. 再生力式 (Regenerative circuit) 利用由真空管屏極上輸出的成音電流藉電磁互感的原理，使聲音增強，這種線路稱之為再生線路。

如第 136 圖，是普遍用的再生式的一種，使之與第 133 圖 (A) 比較，其不同處僅僅是在屏路上加了一個線圈



第 136 圖

L_3 ，這新加的線圈使之在次級線圈 L_2 的附近。收音時電流從屏路裏流過使 L_3 生磁力，同時 L_2 因互感作用使由天線而來的音源電力增強；柵路的電力增強時，屏路上的電流也因之增大，如是反覆增強的結果，可得一個比上節所述的大幾倍的聲音，而收聽的距離也可加遠，其能力等於加了一級高週率放大，於是一個真空管同時作檢波和放大的功用，這種方法稱為再生 (Regenera-

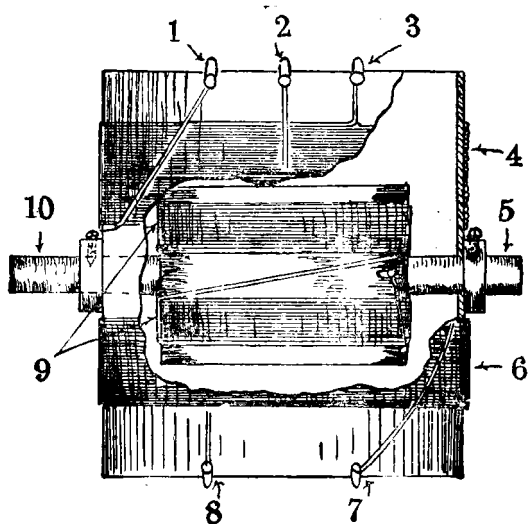
tion), 英國書中多稱爲反動 (Reaction), 也有人稱爲回授 (Fed back), 線圈 L_3 特稱爲再生圈 (Tickler)。

再生力的大小依 L_2 和 L_3 的互感量而定。這再生力也有一定限度的, 超過了限度時全線路裏會自己發生振動, 使聽筒裏生笛叫或狂吼的怪聲, 反而不能收聽播音了。依理論的說法, 再生力以能抵償真空管內部阻力的損失而止, 所以真空管的阻力過大的不適用於裝置這式線路。

圖中 L_1, L_2, L_3 間的箭頭線是表示此三個線圈的相對位置可以調節變動之意。這三個線圈裝置時是組合在一起的, 所以又稱爲三回路線圈。其構造的式樣有三種。

A. 搖鼓式: 取一個圓筒形的兩級線圈, 將再生圈繞在一個較小的圓筒上, 用支桿將其插在次級線圈的筒內, 如第 137 圖。4 與 6 是次級線圈分作兩段繞成, 中間留相當間隔以便插入支桿。再生線圈 9 也一樣隔開, 再生圈圓筒的大小以恰能在大圓筒裏轉動爲宜, 太小了使其與次級線圈遠離有損於再生力。

此式線圈用時將再生線圈旋動以變更其互感量, 兩

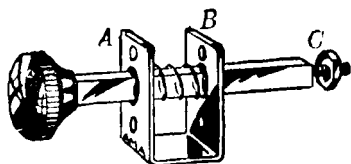


第 137 圖

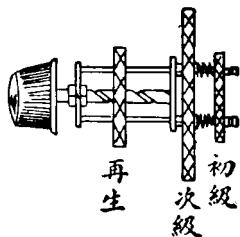
線圈平行時再生力最大，垂直時最小。支桿端上裝一旋鈕或刻度盤，以便旋轉及觀察其角度（參看第 34 節）。

B. 推拉式：用三個蛛網式線圈裝在第 138 圖的推拉線圈架上，A 處裝初級，B 處裝次級，C 處裝再生圈。調節時將拉桿前後拉動，使再生圈與次級線圈成適當的距離。

還有一種推拉式線圈架如第 139 圖，初級線圈與次



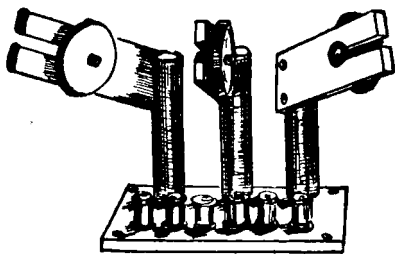
第 138 圖



第 139 圖

級間有彈簧可稍許調節，再生圈裝在一個旋轉桿架上，桿上有螺絲形的溝與再生圈上的突起嚙合，將旋鈕轉動就可使再生圈沿溝而進退（參看第 34 節）。

C. 開合式：第 140 圖是一種開合式線圈架，用

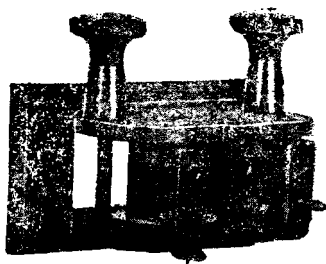


第 140 圖

三個蛛網式或籃底式線圈分別夾在各臂桿上，次級在中，初級和再生圈在兩邊。這式的支架極為便利，各線圈有

很大的變動範圍可調節得很精密。

如用蜂巢式的插入線圈就用第 141 圖的支架。



第 141 圖

至於各線圈的大小，初級和次級的計算法與前相同。再生圈的大小是沒有一定的公式計算的，要實際試驗而得。初時最好多繞些，和次級圈相等，試驗時如覺再生力太強，拆去幾圈就是，少了再添是比較麻煩些，而且又怕接線不確實。

此外圖中還多了一個蓄電器 C_2 ，這是一個固定式的枝路蓄電器，是避免高週率電流從聽筒中經過用的，它的電容量一般是 .0005 瓩法拉大至 .001 瓩法拉。

各零件備好以後按照第 136 圖線路圖聯結；再生圈

的兩線頭，一接屏極，一接聽筒腳，這兩線頭是要預備變換的。

裝好以後按播音時間試驗有效沒有？試法，先將再生圈放在最遠的地位，旋動蓄電器使生配諧，然後再使再生圈漸漸接近次級線圈，這時聲音應漸漸加大，達到最大時為止，再接近就發生吼叫或笛聲。這種叫聲是表示有再生能力的證據，這時應使再生圈離開些，以至叫聲不聽到為適宜。

假如沒有再生力，就得注意下面幾件事：(a)將A電開足，(b)增高B電，(c)將再生圈兩線頭交換；以前接屏極的改接聽筒腳，以前接聽筒腳的改接屏極。(d)將全線路接線檢查使其接觸確實。(e)再生圈的捲數增多。

再生式雖然不甚複雜但使用上卻不怎樣容易，初學的人很難一試就成功的，必須仔細去檢查去試驗。以後的線路多用它為基礎，學者必須能弄好此式纔可再進以研究其他線路。

圖中的虛線聯接可變蓄電器的動片和地線，這是用

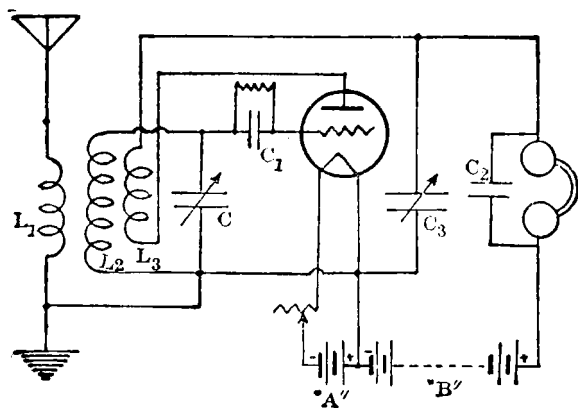
以避免身體容量 (Body capacity) 的，因為人身也有電容量，當收音機發生振動時往往因身體的接近會忽然發生吼叫，離開後又復原狀；或者當接近時收音正好，一離開就聽不到了。若將此虛線部聯結，可免此弊。

本節所用各零件都與上節的相同，祇增大 B 電池而已，再生式的 B 電池要 45 伏脫，最好是試一試看究以幾多伏脫為好。

使用再生式收音機時要注意的是不使電路發生過分的振動（如發生笛叫和狂吼聲等），因為一生振動，則本收音機裏也有振盪電波發出，鄰近的收音機將受吵鬧而難於收音。所以各國政府都有明文規定，禁止再生力過強。（見書末交通部規定條例第三條）

89. 蓄電器再生式 用可變的三回路線圈來調節再生力很難得恰當，不是太大，就是不足。假如在再生圈路上串接一個可變蓄電器，這時可將再生圈也固定，祇須變動蓄電器的容量也一樣可調節其再生力。刻度盤上有度劃可核，不特調節容易使用簡便，即製造方面也簡單些。

第142圖是此式收音機的線路圖。 L_1 、 L_2 和 L_3 同繞在一圓筒心型上，次級在中，初級和再生圈在外。

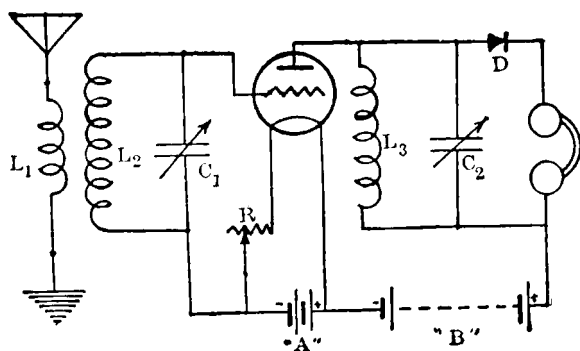


第 142 圖

初級和次級的計算法與前相同，再生圈的捲數因有蓄電器的幫助，捲數可少些，究應要多少捲數也得實驗去定，大約為次級圈的一半。這新加的可變蓄電器 C_3 稱為再生蓄電器 (Throttle condenser)，它的容量要比配諧電路上的蓄電器 C 大一些，最好是用 .0005 瓩法拉的。

90. 一級射電週率放大及礦石檢波式 礦石的檢波性原不及真空管靈敏，較遠一點的電臺的電波在天線上

所生的電流很弱，礦石本身又有很大的阻力所以不能收聽較遠的播音。要增加礦石機的收音距離，可加一級射電週率放大裝置 (Radio-frequency amplifier)，使天線收集而來的電流由真空管放大以後再送入礦石檢波，其裝置法如第 143 圖。圖的左邊是放大裝置，右邊是一具完全的礦石收音機。放大級的形狀和第 133 圖的單管檢



第 143 圖

波式相似，祇沒有柵漏和柵路蓄電器而已。這時柵路必須連接 A 電負極。

此式收音機祇能增加收音距離而不能使聲音增大。

圖中：

L_1, L_2, C_1, R ……等都和第 87 節的一樣。

D 是礦石，爲使用便利計以固定礦石爲好。

L_3 和 C_2 組成配諧電路，其計算法和第 84 節的相同。

“A”低壓電池，供熱燈絲之用。

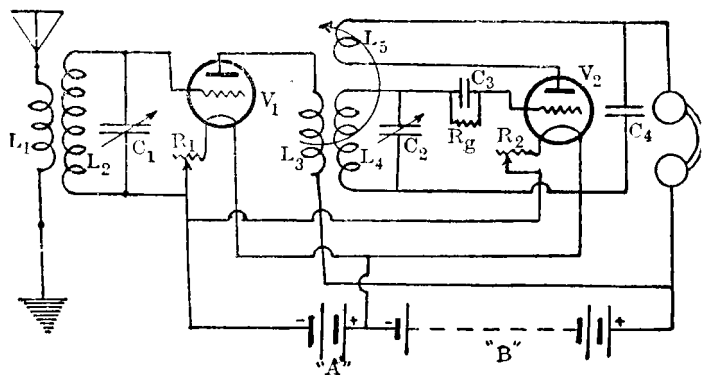
B”高壓電池，放大用的 B 電池電壓要高，至少要 45 伏脫；也要看真空管的性質而定，最好是實驗一下究應要多少伏脫爲最好。

裝置時要注意的是 L_3 線圈不可與 L_1, L_2 平行，以成直角爲宜，能離開些更好，免其互生感應致聲音不純。

91. 一級射電放大，真空管檢波式 如用一個第 133 圖的單管檢波式加一級射電放大，其結果僅和單管再生式的效力相等，所以裝兩管收音機要有一級高週率放大的，都將放大級和一再生線路聯結，如第 144 圖。這樣其效力足當加兩級放大的單管檢波式。

圖中左邊是放大級，右邊是一再生式收音機，組合起來就成此式線路。A，B 電池兩真空管共用。

L_1, L_2, C_1, R_1 ，等照前一樣。



第 144 圖

V_1 是放大管。

V_2 是檢波管。

L_3 , L_4 原是初級和次級線圈，在此地作高週率變壓器之用，製法同前。裝置時須與 L_1 , L_2 ，垂直以免發生感應。

C_2 , R_2 , R_g , C_3 等都與前一樣。

C_4 是枝路蓄電器，容量 .0005 瓩法拉。

線路中所用的真空管的燈絲電壓不宜相差太大，兩管的燈絲電壓不同原可用 R_1 和 R_2 各個調節，但使用時

得小心保護，不使燈絲電壓較小的一個燒壞。

若兩真空管的燈絲電壓相同，電阻器 R_1 可共用一個。

92. 成音週率放大 (Audio-frequency amplification) . 檢波後的電流如果不強，在聽筒所生的聲音也就微弱，所以有將聲音放大的必要。況且，無線電收音多數有娛樂的意味，所以要使多數人同聽纔有興趣，放喇叭是非加幾級成音放大不可的。

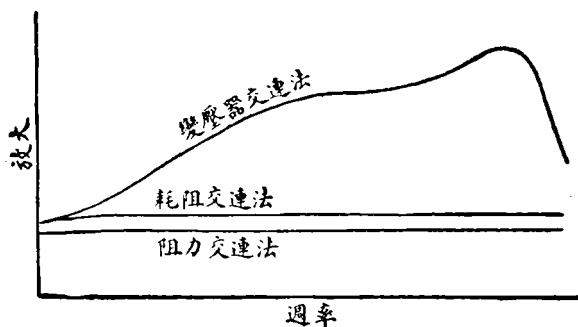
成音放大也少不了真空管，但因配件的不同有下列三種方法的放大。

A. 變壓器交連法 (Transformer coupling) .

B. 阻力交連法 (Resistance coupling) .

C. 磁感迴阻交連法 (Impedance coupling) .

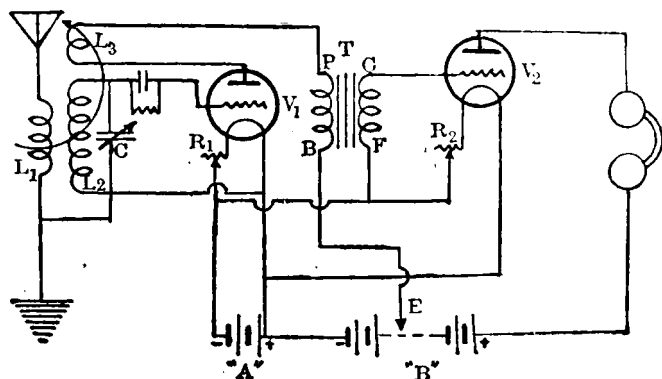
各種交連的放大曲線如第 145 圖。橫坐標表示聲音的週率，縱坐標表示放大倍數。由圖上可知用變壓器交連法的放大倍數最大，但其放大因聲音的週率而有差異 (參看第 72 節)，致放大後的聲音發生變調而失真。阻力交連法最能平均放大，音調最純真，祇是不及變壓器交連法的來得響亮。



第 145 圖 各種交連法之放大曲線

製得很好的變壓器，其放大曲線在實用部分幾近於成一平行線，變調的差訛極其微小（見第 112 圖），所以市上出售的收音機多是用變壓器放大，以期得響亮的聲音。

93. 變壓器交連放大式 第 146 圖中 V_1 是檢波管， V_2 是成音放大管。經檢波後的成音電流由變壓器將電壓升高後再進入放大管中放大，將此放大後的電流送入聽筒可得較大的聲音。放大的倍數是變壓器的比數和放大管放大係數的乘積。譬如說變壓器的比數是 3:1，放大管的放大係數是 9，則經放大的聲音可增 27 倍。放



第 146 圖

大的級數愈多，倍數愈大。大集會時的擴聲器有放大到幾千萬倍的。圖中：

L_1, L_2, L_3, R_1, C 等與第 88 節相同。

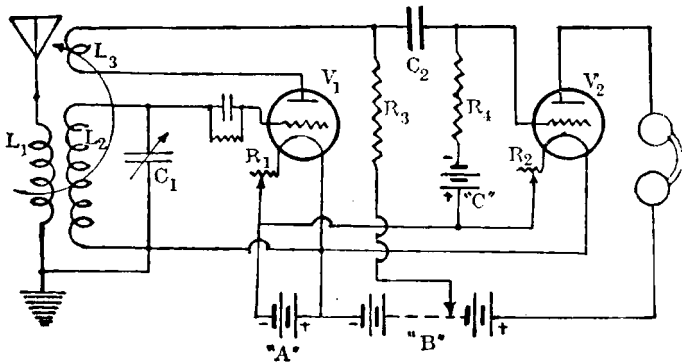
T 是變壓器，比數用 3:1 的，注意其四螺絲頭的接法。

V_2 用低週率放大管，或用強力放大管。放大管的燈絲上的電流要開足一點。

B 電池看各真空管的性質而定（見書末真空管表或真空管所附的說明書）。一般檢波管的屏極電壓較低，放大管的較高，所以兩管的屏極線頭不一定同接在

B電池的同一螺絲上。箭頭E是表示可以試驗去變動的意義。

94. 阻力交連放大式 第147圖是此式的線路圖，



第 147 圖

以 R_3, R_4, C_2 組合成一阻力放大器以代上節所述的變壓器。由檢波管 V_1 屏路上輸出的成音電流經過 R_3 時所生的電壓降使放大管 V_2 的柵路裏也生電壓降，經真空管將其放大以送入聽筒。因為 R_3 的阻耗甚大，所以放大的聲音不及變壓器來得強大。

R_3 是 V_1 管的屏路電阻，阻力的大小要看所用的真空管而定，依理論和實驗的結果， R_3 的值等於所用真

空管的負荷阻力時效力最好。(註) 用作阻力交連放大的真空管，其屏極阻力要比普通用的大些（見第 57 節）。

R_4 是 V_2 管的柵漏，其歐姆數可查真空管說明書。大約為 1 兆歐姆或 2 兆歐姆，最好是用一個可變柵漏。

C_2 是一件大蓄電器，它的容量至少要 .01 瓩法拉，大到 0.1 瓩法拉為止，普通用的是 .05 瓩法拉。因為檢波管輸出的是低週率電流，容量太小了不能通過。這個蓄電器的絕緣性要十分好才行，要能耐受屏極電壓。

圖中 R_4 的一端接一組小電池，稱為 C 電，它的功用是使放大管的柵極上加少許負電偏壓，使放大的效率更好些。C 電的大小看所用的放大管的性質而定，由表中或說明書裏可以查得。實際收音時還是試驗一下究以多少伏脫為最宜。如不要 C 電時，將 R_4 的這一端直結在 A 電的負極路上也可收聽。

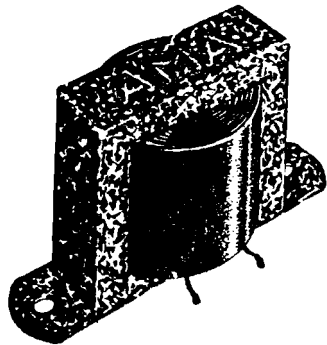
其他各件與以前所述各節的相同，祇 B 電要大些，

(註) 如說明書上沒有載明負荷阻力，就以兩倍屏極阻力為準，如果 V_1 的屏電壓充分的高，這阻力可增高到屏極阻力的三四倍，總之 R_3 的歐姆數不宜小於負荷阻力。

買兩個 45 伏脫的 B 電池串聯組成 90 伏脫的 B 電，將 R_3 的一端在 B 電池的各螺絲頭上試一試，選擇其最適宜的電壓。

95. 磁感迴阻交連放大式 此式線路的原理和上節的阻力交連放大式相同，祇用一個磁感迴阻鐵心圈（註）(Choke) K 代替阻力 R_3 而已。鐵心圈有其同一的功能而阻力較小，所以放大的倍數比阻力交連法略大。

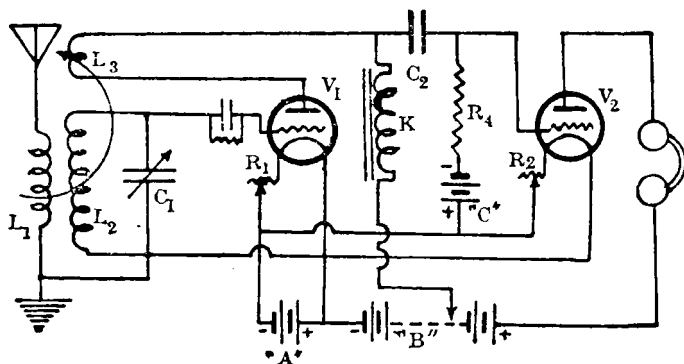
鐵心圈因有很大的磁感量，對於成音週率已有很大的迴阻，其效果恰和上節的 R_3 相同，但因鐵心圈對直流電的阻力甚小，所以 B 電的電壓降不大，供給 V_1 的屏電壓不必用阻力放大式的那樣高。



第 148 圖 扼制圈

鐵心圈是以它的磁感量計算的，用於此地的鐵心圈大約是 30 ~ 50 亨利。它的形狀如第 148 圖。

〔註〕 這種鐵心圈通常用作扼制低週率之用，所以一般稱為低週率扼制線圈 (Audio-frequency choke 縮寫作 AFC)。——見後第 112 節



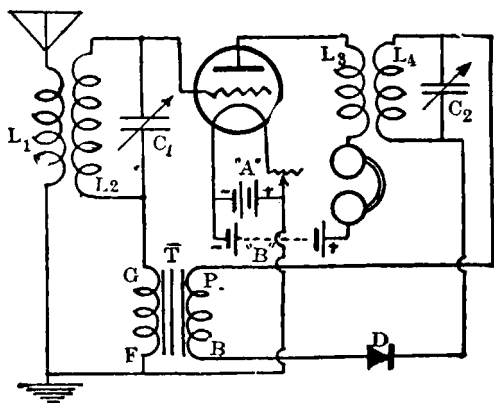
第 149 圖

電料行裏有專用作此式放大用的鐵心圈出售，它的構造是將銅線繞在鐵的心子上，形狀和變壓器相同，僅有兩線頭而已。將一個損壞了一半線圈的變壓器當作鐵心圈用很適當〔註〕。此外全機所用各件與上式同。C 電不裝時可將接 C 電池負極這一端接到 A 電負極上去。

96. 來復式(Reflex circuit) 在再生式線路中其真空管擔負了射電放大和檢波兩種功用，可見一隻真空管可同時作兩種工作。假如將礦石來檢波而用一隻真空管

〔註〕 有的人將一個完好的變壓器的初級和次級連合作成一個鐵心圈之用。

作射電和成音兩種放大之用，當然可能。由此組成的線路如第 150 圖，稱為來復式線路。



第 150 圖

天線上收集的電流先由真空管作一次射電放大後經 L_3, L_4 ，高週率變壓器而到礦石檢波器 D 將其檢波，如是 P B 電路裏有成音電流。再藉變壓器 T 而回復到真空管作一次成音放大，最後進入聽筒而成聲。

圖中 $L_1, L_2, C_1, L_3, L_4, C_2$ 等和第 91 節所述相同，都是作配諧之用，依第 31 節的計算法算出。

D 是礦石檢波器，為求使用簡便，最好用固定礦石。

T 是變壓器，比數 3:1。

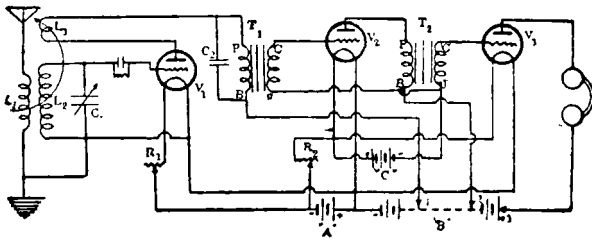
L_3 和 L_4 組成一個高週率變壓器， L_4 的捲數以 C_3 的容量而定， L_3 的捲數約為 L_4 的 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{3}$ 。

B 電池的電壓要很高，90 伏脫以上，電壓過低時聲音不強。此式收音機雖不複雜，但使用上卻極困難，初時試裝往往要裝幾多次纔有效果，收音時若拆去礦石以後仍然不生影響，那就是無效的證據，因為電流已直接由真空管檢波而不再經過礦石和變壓器。

(註) 來復式線路種類和形式極多，本節所舉的是其中較簡單而有效的一種。

97. 兩級變壓器交連放大式 在第 93 節的線路後再加一級放大，即成此式。放大管 V_2 , V_3 共用一個電阻器調節其燈絲電壓，若兩真空管的燈絲電壓不同應各分開。按照此線路的原理可加任何多少級數。

下圖中各件仍然是第 93 節中的零件。 V_3 可用一隻強力末級放大管，使其輸出電流增強。 V_2 用一隻普通低週率放大管。



第 151 圖

T_2 是末級放大變壓器以 3:1 為宜， T_1 的比數可用大些的，6:1，5:1，4:1 都可用。

C_2 是枝路蓄電器，容量為 .001 瓩法拉。

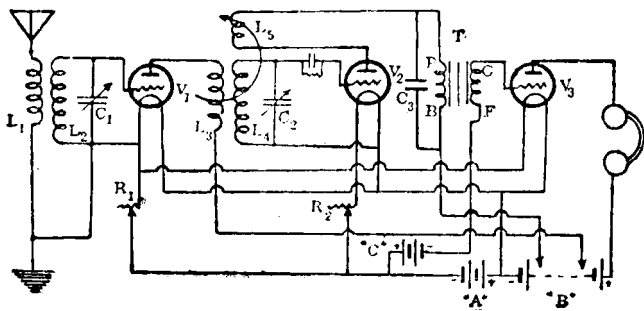
C 電池的電壓看兩放大管的性質而定，普通是 4 至 9 伏脫。

B 電池要充分的大，檢波管的 B 電較低，線頭 1 約接在 $22 \frac{1}{2}$ 伏脫至 45 伏脫；放大管 V_2 的 B 電較高，線頭 2 約接在 45 伏脫或 90 伏脫； V_3 的 B 電壓最高，要 90 伏脫以上，看 V_3 真空管的屏極電壓而定。

此式收音機在本地放小喇叭已很響。外埠的微弱電

波也可因放大幾次能够用聽筒聽得，如製造確實，可在國內收到各埠的播音，在本地可不要天地線仍可用聽筒聽得。

98. 三管高低週率放大式 第 97 節的收音機利於放大，此式利於收遠。裝置法是在第 91 節的線路圖後加一級成音放大，或在第 93 節的前面加一級射電放大。如是電流由 V_1 和 V_2 的再生力將其放大，繼由 V_3



第 152 圖

檢波後再送至變壓器及 V_3 作最後的成音放大。

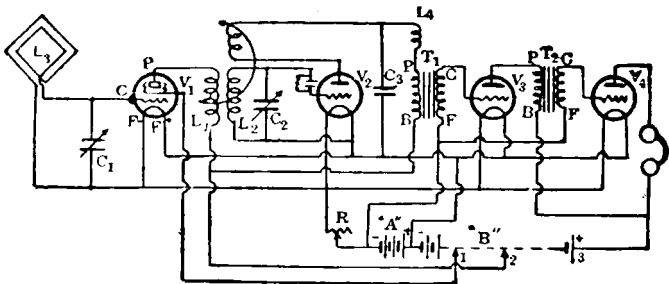
圖中所用各件的數值可參考第 91, 93 兩節。 C_3 是枝路蓄電器，它的容量為 .001 瓩法拉。（第 97 節第

151 圖中的 C_2 與此相同。)

電阻器共兩隻，檢波管的燈絲電流有時不必太大，但放大管的燈絲電流應有充分的強纜可發揮其最大能力。

檢波管的屏極電壓可不要高，線頭 1 接在 $22 \frac{1}{2}$ 伏脫或 45 伏脫：射電和成音放大管的屏極電壓要高，線頭 2,3 要接在 45 伏脫以上。

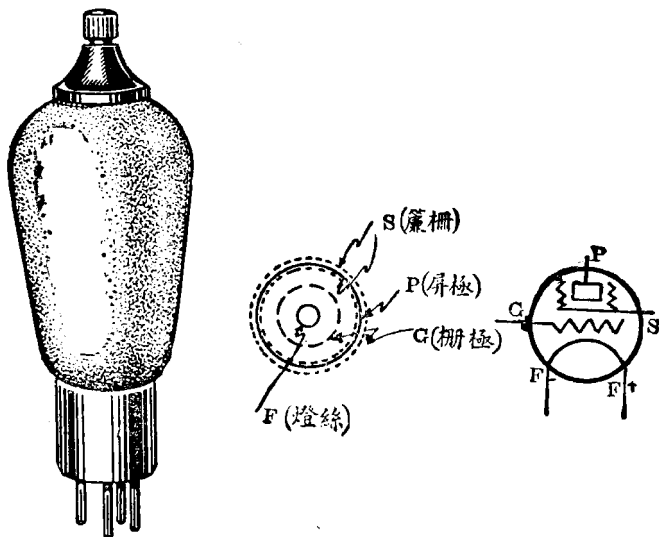
99. 一個有效的四管輕便機 此式收音機的製法是在第 151 圖線路的前面加一級高週率放大，所用的放大管是一隻簾柵四極管(Screen-grid valve or Tetrode)。



第 153 圖

簾柵管的形狀如第 154 圖左，玻璃罩的頂端有一銅

帽，它的內部構造如第 154 圖右。在三極管的柵極和屏



第 154 圖

極間再加一個柵極使其包圍屏極而另用一線頭引出，這所加的柵極稱為簾柵 (Screen grid)，電子由燈絲射出，穿過柵極和簾柵極而達屏極。

普通三極管柵極和屏極間有相當大的空間，一部分電子遂逗留在這空隙的地位而不前進。空隙間有殘留電子存在時，因其帶負電有阻止其他電子進行的作用，結果使真空管的效力減低。

簾柵極的位置正在柵屏兩極間的空隙處。如在簾柵極上通以適當的正電壓，則殘留的電子都被簾柵所吸收而使真空管內的電子通路上無阻礙，於是燈絲上的電子可大量的放出。同時因簾柵帶有正電之故，屏極方面的正電位增高，吸引電子的力量也增強大，結果使真空管的效力增到很大。用較低的屏極電壓也可得三極管在高電壓時的效果。

又因電子之能暢流，柵極的控制也更靈敏，所以特性曲線的斜度極陡，放大係數極大。普通用作高週率放大的三極管的放大係數很少能超過 40；但簾柵管的放大係數可達幾百或竟到 1,000 左右，其放大率之高可想見。

簾柵管的優點不祇在其放大係數極高，更因其能穩定放大而增其價值。普通三極管的柵極和屏極間有相當的電容量（稱為 Grid-anode capacity），其量雖小也可使高週率電流由屏極回授到柵極〔註〕，致令真空管自生振

〔註〕回授的意義是說向屏極去的電子再回頭轉到柵極上去，因此多引起真空管自生振盪而生雜聲。屏柵間的電容量愈大，所逗留的電子愈多，回授的機會也更多。

盪而使放大不穩定。加簾柵以後可將此電容量減到極小，屏極上的電流再無回授的機會。例如01 - A 三極管的柵屏間電容量為3.1 瓩法拉 (Micro-micro-farad = $\mu\mu\text{F}$)，24 - A 廉柵管祇有 .007 瓩法拉。

簾柵上所加的正電壓要略大於柵極上的負電壓而較小於屏極上的電壓，電子因屏電壓極高都趨向屏極纔不致多聚集在簾柵上。通常簾柵上的電壓要看真空管的性質而定（見真空管表），使用時最好試一試。用作高週放大的簾柵四極管有22，23，等號。

最後一級放大真空管 V_4 用一隻末級強力放大管。如所用各管的燈絲電壓相同，可共用一個可變電阻器。

這種輕便收音機為求便於旅行攜帶或居處不固定等情況，可用環狀天線以代架空天線。環狀天線原是一大線圈，因此可在天線兩端上跨接一可變蓄電器以代配諧線圈。可變蓄電器的容量和天線架的大小依第 19 節的方法計算。

L_4 和 C_8 組成一個濾波器（見第 80 節）， L_4 是高週率扼制線圈 (High-frequency choke)，它的作用

是阻止檢波後的高週率電流流到成音放大級去，於是檢波後所有的高週率電流都從枝路蓄電器 C_3 流回燈絲裏去。扼制線圈的磁感量究應多大是隨線圈的自身容量（Self capacity）和諧振的週率而定，其精確的計算和製法見下節中，此地可用個 10 罕亨利的扼制圈。

C_3 是枝路蓄電器，容量 .001 瓩法拉。

這種收音機的效力比普通五管的還好，在國內可將各埠的播音在喇叭中放大。

100. 高週率扼制線圈 高週率扼制圈的構造與普通線圈相同，只是形式更小而已。最簡單的高週率扼制圈僅在一木製或紙製的心型上繞上幾百以至幾千捲的細銅線，使成一大磁感量的線圈。用於檢波管屏路上的高週率扼制圈其磁感量最少要 4 罕亨利（4000 瓩亨利）大至 85 罕亨利為止。在可能範圍內，磁感量愈大愈好。

線圈磁感量的計算和第四章所述相同。大約在 1 吋直徑的心型上用 38 號線繞 1000 捲有磁感量 4 罕亨利，磁感量要再大些，捲數也愈多些。線圈的捲數在幾千捲以上，若仍繞成單層線圈，則長度在 10 吋以上，不但

多佔地位而形狀也極不美觀，因此必須繞成多層式。

高週率扼制圈的自身容量愈小則效率愈高，其關係比之配諧線圈更爲重要，所以優秀的扼制圈應繞成蜂巢式（見第 32 節）。如磁感量很大的線圈更須分繞成幾個單蜂巢式然後串聯成一整個的線圈，如第 155 圖。



第 155 圖

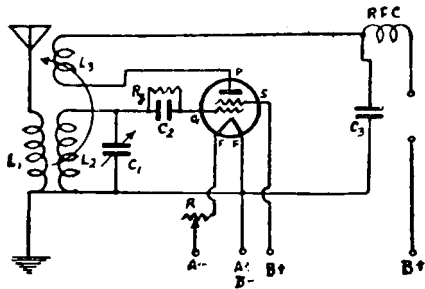
101. 簾柵四極管檢波式 簾柵四極管的性質在任何方面都比三極管爲優，用作高週率放大或用作檢波都一樣得優美的成績，新式收音機差不多已無人再用三極管檢波的了。

第 156 圖是用四極管作檢波器的線路，如要加幾級低週放大，可以接在輸出的兩線頭上。

此地的檢波簾柵四極管用 32 號。

R_g 柵漏 1~5 兆歐姆。

C_2 柵路蓄電器 .00025 瓩法拉。



第 156 圖

簾柵極電壓 45 伏脫，屏極電壓約 90 伏脫。

RFC 和 C_3 是一組高週率濾波器（見上節）。

如果後面加一級阻力交連放大，那末簾柵管的屏電壓必須增加到 135 伏脫，屏路所加阻力為 0.1 兆歐姆。

102. 五極管放大式 前述第 146 圖是用三極管作低週率放大的，若改用放大能力極高的五極管（Pentode），聲音將響亮好幾倍。

五極管的構造是在簾柵四極管中再加一柵極於簾柵和屏極之間而聯結於燈絲〔見第 158 圖（A）〕，這新加的柵極稱做負柵（Cathode grid）。

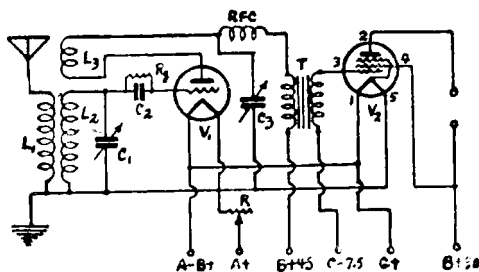
因負柵上帶有負電所以能完全防止屏極上電子的回

授。又因其負電壓甚低，不會影響電子之向屏極飛去的勢力。

五極管第一個優點是能藉柵極上輸入很低的成音電壓而在屏極上生極大的輸出電流。即是說五極管有很高的放大倍數，其輸出的力量比三極管大幾倍以至幾十倍，用一隻五極管等於用幾隻三極管作放大。它的第二個優點是放大不失真，更為可貴。

五極管只用於最末一級的成音放大，不應用在中間。又因為五極管的放大效率很高，柵極上的輸入雖微弱些兒也無多大關係，所以一般多用五極管作阻力交連放大。

第 157 圖是就第 146 圖改用五極管作強力放大的線



第 157 圖

路（用變壓器交連放大式），這個收音機的力量大過第 151 圖的兩級放大式。所用零件如下：

V_1 是檢波管 30 號。

V_2 是五極管 33 號。

L_1, L_2, C_1 是配諧電路，計算見前各節。

R_g 柵漏，1~5 兆歐姆。

C_2 柵路蓄電器 .00025 瓩法拉。

V_1, V_2 的燈絲電壓相同，用兩個電池串聯（共 3 伏脫）供給。

R 是電阻器，計算見前。

RFC 和 C_3 是一組高週率濾波器，此地 C_3 用 .0005 瓩法拉的可變蓄電器，兼作調節 L_3 再生力之用（見第 88 節）。

T 是低週率變壓器，比數 3:1。

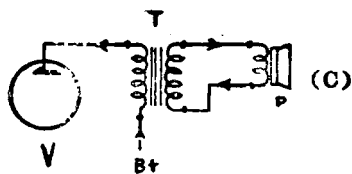
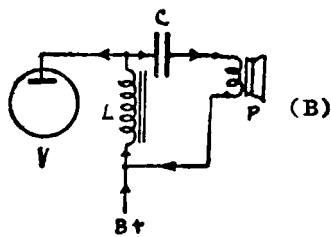
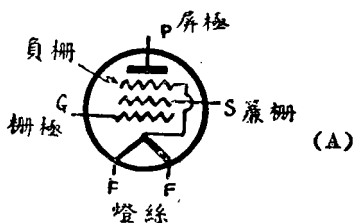
V_1 的屏電壓 45 伏脫已足，不宜太高。 V_2 的屏電壓至少要 90 伏脫，大至 135 伏脫。

V_2 的簾柵電壓與屏電壓相等，與屏電路同接一起。

C 電是供給五極管的柵電偏壓之用，負電壓的大

小依屏極電壓而定，如下表：

屏電壓 90 伏脫，	柵極負壓 -10.5 伏脫。
屏電壓 135 伏脫，	柵極負壓 -13.5 伏脫。
屏電壓 180 伏脫，	柵極負壓 -18. 伏脫。



用這收音機可以將本埠的播音放喇叭已很響亮。如檢波管改用簾柵四極管成績當更好。

103. 喇叭的保護法及輸出變壓器 幾級成音放大或五極管放大後的輸出電力大都很強，即是說，末級放大管的屏極電流和屏極電壓都很高，聽筒有被燒壞的危險，必須用喇叭作放聲器。小型收音機或只有一級放大的收音機可將喇叭直接接在聽筒柱上，但強力收音機上接放喇叭時必須加裝保護裝置。

由屏極流出的電流中除低週率音流而外還有 B 電的純粹直流，這種直流對於喇叭的發聲是毫無關係的（因直流不能使喇叭發生振動）。假如這項直流過大之時，更有燒壞喇叭音圈之虞。因此在音流未經輸入喇叭以前應將直流隔去以保護喇叭，同時却得讓低週音流進入喇叭中。一般的方法是在末級放大管和喇叭之間加裝一濾波器濾去直流，或者裝一個變壓器使直流根本不與喇叭生關係。

第 158 圖 (B) 是加裝濾波器做保護器的方法。V 是末級放大管，P 是喇叭，L 是扼制圈〔註〕，C 是蓄電器，

〔註〕 見後第 113 節。

L C 組成一組濾波裝置（見第 81 節）。音流的週率比純粹直流為高（純粹直流的週率為零），所以用這一式的高週率通過濾波器可使純粹直流沿扼制線圈 L 通過，而音流却通過 C 而入於喇叭。因為音流的週率甚低，這裏用的蓄電器要充分的大，大約它的電容量至少要 2 瓩法拉，大到 6 瓩法拉。扼制圈的磁感量為 10~30 亨利。如所用末級放大管的負荷電阻很高，則扼制圈的磁感量以 30 亨利的為妥。必須注意的是扼制圈和蓄電器都要能耐受屏極電壓和屏電流，纔不致燒壞。

第 158 圖 (C) 是用變壓器做保護器的方法，T 是變壓器〔這變壓器裝在全收音機的輸出路上，稱做輸出變壓器 (Out-put Transformer)〕。如圖 (C) 的箭頭所示，B 電和屏電流只從變壓器的初級線圈通過，不致流入喇叭的線圈去。但音流却能使次級線圈上誘起同週率的電流而通入喇叭。

這裏所用的輸出變壓器是特別設計的，初級和次級線圈捲數之比例由真空管的負荷阻力和喇叭音圈的阻力的比例而定。計算式如下：

$$\frac{\text{初級}}{\text{次級}} = \sqrt{\frac{\text{真空管負荷阻力}}{\text{喇叭音圈阻力}}}$$

例如用 45 號三極強力放大管配一 2000 歐姆的平衡線圈式喇叭，輸出變壓器的比值如何？

查真空管表，45 號真空管的負荷阻力為 4600 歐姆。

$$\text{由上式} \frac{\text{初級}}{\text{次級}} = \sqrt{\frac{4600}{2000}} = \sqrt{2.3} \doteq 1.5$$

變壓器的比值為 1.5:1，初級線圈比次級線圈捲數多，次級線圈的電壓比初級的電壓低。

如用動線圈式喇叭，設其音圈阻力為 20 歐姆，則變壓器的比值為

$$\frac{\text{初級}}{\text{次級}} = \sqrt{\frac{4600}{20}} = \sqrt{230} \doteq 15。$$

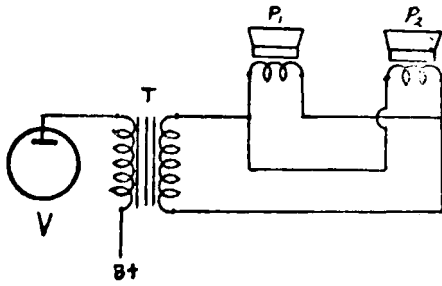
輸出變壓器和低週率變壓器製法相同，自製不易，電料行裏可以買得。通常在喇叭上附有一個輸出變壓器。如已附有，不必另配。這附有的變壓器的比數也許不合你的真空管，但事實上差一些沒有多大關係的。

104. 兩個喇叭的聯結法 將兩個喇叭裝於一架收音機上使兩間廳房裏都可聽到，很多地方有這需要。譬如說，在廣大的運動場裏，船的上下艙裏，大的廳堂裏，都不能以一隻喇叭對付。

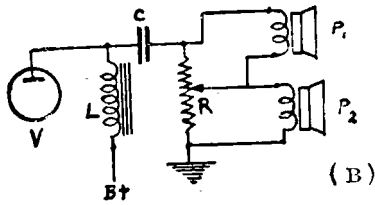
如兩隻喇叭是完全相同的，可用第 159 圖(A)的並聯法。如兩隻喇叭的大小或阻力不等可用(B)(C)兩法。圖(B)的R是一個電位分壓器，大約 100,000 歐姆。圖(C)的 R_1 和 R_2 是可變電阻器，阻力約 100,000 歐姆，用此可以調節兩喇叭的聲音。

〔註〕收音機的線路不下千百種，本書勢不能一一介紹，但收音機的基本線路大多在本書中說及。學者一經瞭解以後，舉一反三，看別的線路當可知其作用如何。

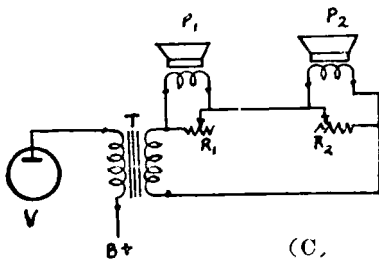
近時除了僻處鄉間和沒有交直流電源的地方尚用電池供電式的收音機外，差不多全用交流收音機。尤其是四五管以上的大型收音機更難用電池供給。所以本章裏除了介紹幾種最基本的線路以外，其他複雜些的高級線路如推挽式放大，強力檢波，超外差法，交直流兩用法等都放在下章交流收音機裏去說。同樣將一些新穎的裝置，如音量控制，音調控制等也都隨各種線路在交流機一章裏說明。



(A)



(B)



(C)

第十五章 交流收音機的電力供給

105. 交流真空管 在收音機的各件裏最麻煩的是電力的供給，乾電池既不經濟而蓄電池又有充電之煩。就單論這類電池的重量已令使用的人覺其累贅了。近代各大城市和商埠所用電力大多有電力廠和電燈廠供給，因此直接利用此類交流電源以代 A 電池和 B, C 電池等，發明交流收音機。

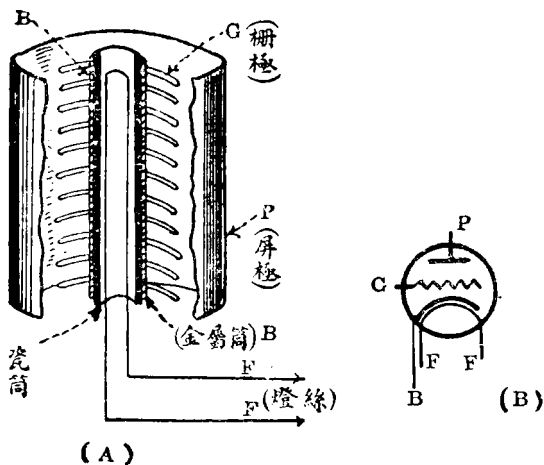
交流收音機的原理與前所述的直流式完全相同，線路也極類似。祇所用的真空管的性質不同和它的電力供給裝置不同而已。

交流真空管的構造也與直流式相似，因為直流和交流都可使燈絲發熱而放射電子，所以有些交流三極管是可通用於直流的，這類真空管祇有燈絲，柵，屏三極，其燈絲仍然作噴射電子的工作，稱為直熱式(Direct heating type)，放大管多屬此類。

新式的交流三極管共有四極，使燈絲之外圍置一個

金屬筒，用瓷管隔着，如第 160 圖。B 電池負極不接於燈絲而接於金屬筒，此金屬筒因受燈絲的熱而噴射電子，這樣，燈絲祇供給熱量而不參加其他的工作，稱為傍熱式 (Indirect heating type)。這金屬筒在交流管上稱做陰極 (Cathode)。傍熱式的三極真空管共有五隻腳突出底座之外，圖上的表示法如圖 (B)。

同上的原理在真空管中另加一陰極做成交流簾柵管，五極管，多極管，變生管等，其用途和性能與直流式相同。



第 160 圖

106. 電力的供給 裝置交流收音機最繁難的事是電力的供給，收音機上各種零件大都可買現成的來裝配，獨有電力供給是因收音機的能力和所用真空管的性質，電源電壓的大小等等而不同。所以必須自己按照所裝收音機的性質而設計製造。

電力供給根據下述幾項目的而有各項的裝置：

a. 交流真空管的燈絲可用交流電使其發熱，但燈絲能受的電壓比之電源電壓小得多，必須使電壓降低後再供給燈絲，因此須有一降壓變壓器。

b. 真空管的 B 電壓（屏極電壓）甚高，常有高出電源電壓者，因此須有一昇壓變壓器。

c. B 電的供給必須是直流電流，因此必須將交流電經整流後纔可用，整流裝置必不可少。

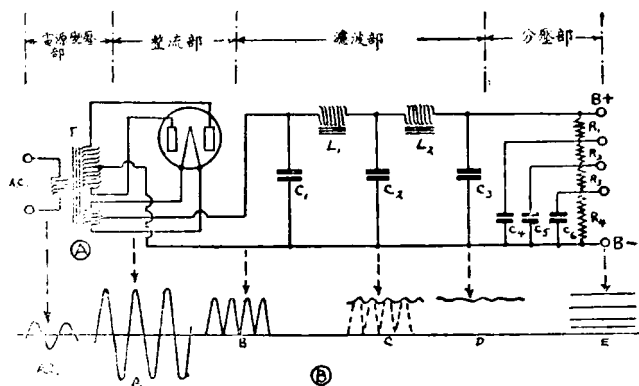
d 交流電雖經整流，但仍然是跳動很大，跳動的週率仍高，必須有濾波裝置使其成爲平勻直流。

e. 收音機各部所需的 B 電壓有高低之別，又須有分壓裝置分成各種電壓以供給各部之需。

由上可知電力供給的主要部分有四：

- (一) 電源變壓器 (包括昇壓和降壓)。
- (二) 整流裝置。
- (三) 濾波裝置。
- (四) 分壓裝置。

其全線路如第 161 圖。以下各節裏將分別說明各部的原理，設計和製法。

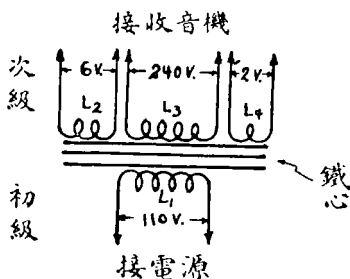


第 161 圖

107. 電源變壓器 電源變壓器的構造與低週率變壓器相同，由初級和次級線圈繞於鐵心上而成。初級線圈接交流電源，次級線圈接收音機。初級和次級電壓之比

與兩線圈的捲數成正比例。次級方面如有若干線圈，則各線圈與初級線圈單獨自成比例，與其他線圈無關。

第162圖表示一只電源變壓器， L_1 是初級線圈， L_2, L_3, L_4 是次級線圈。假定電源電壓是 110 伏脫的交



第 162 圖

流，次級上有三種電壓，各線圈的電壓假定為 6, 240, 2 伏脫等。那末各線圈捲數之比是：

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{6}{110} = \frac{1}{18.3};$$

$$\frac{L_3}{L_1} = \frac{240}{110} = 2.18;$$

$$\frac{L_4}{L_1} = \frac{2}{110} = \frac{1}{55}。$$

L_2 線圈的捲數為 L_1 的 $\frac{1}{18.3}$ ； L_3 為 L_1 的 2.18 倍； L_4 為 L_1 的 $\frac{1}{55}$ 。由此又可知次級各線圈的捲數都須根據初級的捲數而定。

108. 電源變壓器設計 設計變壓器的最初，必須先計算變壓器的總輸出電力，然後根據它去決定各項材料的多寡和大小。其計算順序如下：〔註〕

(1) 計算變壓器各線圈的電壓，電流量和電力。

a. 計算次級線圈的總電力（瓦特） W_s 。

設 $E_1, E_2, E_3 \dots$ 為各次級線圈的電壓（伏脫），

$I_1, I_2, I_3 \dots$ 為各次級線圈的電流量（安培），

則 $W_s = I_1 E_1 + I_2 E_2 + I_3 E_3 + \dots$ (A)

b. 計算初級線圈的總電力（瓦特） W_p 。

本來在變壓器的理論上說，初級線圈的電力必等於次級線圈的總電力，但實際上因製造上不

〔註〕 參考 Henney: Radio Engineering Handbook, Section 15.

能得十成的效率，所以初級上的電力常須大過次級上的電力約 $\frac{1}{10}$ ，如製作粗劣之時，效率更低，八折七折也說不定。

通常暫以九折計算：

$$W_p = W_s / 0.9 \quad (B)$$

c. 計算初級線圈的電流量（安培）， I_p 。

設 E_p 為初級線圈的電壓（即電源電壓），

$$\text{則 } I_p = \frac{W_p}{E_p \times 0.9} = \frac{W_s}{0.81 E_p} \cdot$$

(2) 選定銅線的尺寸。

若干大的銅線祇能負載一定的電流量，否則負荷太過足使銅線燒壞。過大的銅線又徒耗材料而增加變壓器的重量。因此須按各線圈上的電流量選擇適當的銅線號數。變壓器電力過大之時，銅線最好選用大一些的。大約是這樣，電力在 50 瓦特以下的，其銅線大小的選定以每安培電流需用 1000 Cir. Mil 的面積為準。如在 50 瓦特以上的，則每安培電流最

第7表 B & S 銅線能載電流量

號數	面積 Cir. Mil	能載電流 (安培)	號數	面積 Cir. Mil	能載電流 (安培)	號數	面積 Cir. Mil	能載電流 (安培)
8	16510	11.0	21	810.1	.54	34	39.75	.026
9	13090	8.7	22	642.4	.43	35	31.52	.021
10	10380	6.9	23	509.5	.34	36	25.00	.017
11	8234	5.5	24	404.0	.27	37	19.83	.013
12	6530	4.4	25	320.4	.21	38	15.72	.010
13	5178	3.5	26	254.1	.17	39	12.47	.008
14	4107	2.7	27	201.4	.13	40	9.88	.006
15	3257	2.2	28	159.8	.11			
16	2583	1.7	29	126.7	.084			
17	2048	1.3	30	100.5	.067			
18	1624	1.1	31	79.70	.053			
19	1288	.86	32	63.21	.042			
20	1022	.68	33	50.13	.033			

好以用 1500 Cir. Mil 為準。上表即是以 1500 Cir. Mil 計算的，照此選用較為安全〔註〕。

(3) 決定鐵心面積和每伏脫電壓應有捲數。

鐵心面積是指插入線圈中心的鐵心斷面積而言，若是日字形鐵心，就以中間一橫的鐵心計算；若是口字形的鐵心，就以兩柱的鐵心計算（見第 165 圖）。

〔註〕 如覺單線過粗不便繞線之時，可將兩根或三根小號銅線絞合以代粗線之用。如兩根 18 號可代 15 號；三根 17 號可代 13 號等。

第8表 電源變壓器鐵心面積及每伏脫捲數。

變壓器電力 (瓦特)	鐵心斷面積 A		每伏脫應有捲數
	(平方公分)	(平方吋)	
5	3.88	.61	14.9
10	5.50	.85	10.5
15	6.70	1.04	8.62
20	7.75	1.2	7.45
25	8.65	1.34	6.66
30	9.50	1.47	6.06
35	10.2	1.58	5.65
40	11.0	1.70	5.28
45	11.5	1.78	5.00
50	12.6	1.95	4.60
60	13.6	2.11	4.26
70	14.6	2.26	3.97
80	15.8	2.45	3.67
90	16.5	2.58	3.50
100	17.5	2.71	3.31
125	19.4	3.01	2.99
150	21.3	3.30	2.72
175	22.4	3.47	2.59
200	24.0	3.72	2.42

依變壓器設計方程式：

$$E_p = \frac{B A N f}{10^8} \times 4.44$$

〔式中 B 為鐵心的磁力線密度。密度的大小因鐵心的材料而不同，普通含矽4%的矽鋼(Silicon steel)每平方吋約有磁力線 65000 線，每平方公分約有 10000 線。f 是電源週率。A 為鐵心面積。N 為每伏脫電壓所需捲數。〕

可見鐵心面積 A 與捲數 N 是互變的。鐵心大些捲數可少；鐵心小些捲數加多。如果只圖減少捲數而將鐵心加大，則不特變壓器形狀加大加重，更因鐵心對電流所生週阻大於銅線約三倍，甚不相宜。反之鐵心過小，變壓器的效率也一樣減低，且銅線捲數過多，繞線時殊覺煩難。上表所列可稱適當，但電源週率以 $50 \sim 60$ 週波為限，週率過小不適用於此表。

(4) 計算各線圈的捲數。

由上表查出每伏脫應有捲數 N ，再乘以各線圈的電壓伏脫數即得。

(5) 決定鐵心的鐵片的窗口大小。

電料商店出售的矽鋼片有不同大小的各種，窗口的大小也各相異。未買矽鋼片之先，須計算全部線圈繞成後的斷面積有多大，然後依此去選擇窗口適合的矽鋼片。否則窗口過小，鐵片不能插入線圈；過大則材料多費（矽鋼片是按重量論價的）。

線圈所佔面積是所用銅線的總斷面積和所用絕

線布，臘紙，以及線圈間的空隙的總和。銅線所佔面積的計算，如下：

第9表 B & S 銅線每平方吋內可容之根數

號數	漆包	單紗包	雙紗包	單絲包	雙絲包	紗漆包	絲漆包	號數
B & S G	Enamel	Single Cotton	Double Cotton	Single Silk	Double Silk	Cotton Enamel	Silk Enamel	B & S G
8	57	53	48			52		8
9	72	66	59			64		9
10	90	84	76			80		10
11	113	104	93			100		11
12	141	129	114			124		12
13	177	160	140			151		13
14	221	198	171			187		14
15	277	245	208			230		15
16	348	312	260	351	327	289	326	16
17	437	383	316	437	405	358	408	17
18	548	472	378	548	503	438	505	18
19	681	581	455	682	619	532	622	19
20	852	712	545	848	761	644	769	20
21	1065	868	650	1055	935	780	946	21
22	1340	1128	865	1315	1150	1008	1175	22
23	1665	1370	1030	1620	1400	1220	1440	23
24	2100	1665	1215	2010	1705	1475	1775	24
25	2630	2020	1420	2470	2070	1790	2180	25
26	3320	2445	1690	3005	2510	2155	2680	26
27	4145	2925	1945	3680	3010	2590	3275	27
28	5250	3500	2250	4600	3620	3100	4030	28
29	6510	4120	2560	5530	4270	3660	4865	29
30	8175	4900	2930	6810	5100	4320	5890	30
31	10200	5770	3330	8260	6010	5120	7170	31
32	12650	6700	3720	9870	6990	5980	8580	32
33	16200	7780	4140	11850	8160	7020	10400	33
34	19950	9010	4595	14250	9480	8060	12200	34
35	25900	10300	5070	16800	10870	9200	14500	35
36	31700	11750	5550	19850	12430	10550	17300	36
37	39600	13250	6045	23300	14100	12000	20400	37
38	49100	14900	6510	27300	15960	13400	23600	38
39	62600	16600	6935	31700	17850	15150	27850	39
40	77600	18400	7450	36700	19900	16750	32000	40

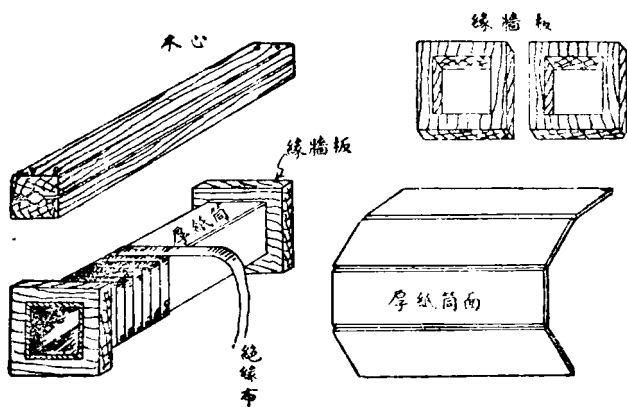
由上表查出各號銅線的根數填入下表，即可計算其所佔面積。

線圈 號數	捲數	銅線號數	每平方吋 可容根數	實佔面積 (平方吋)
L ₁				
L ₂				
.....				
.....				
全部線圈銅線實佔總面積				

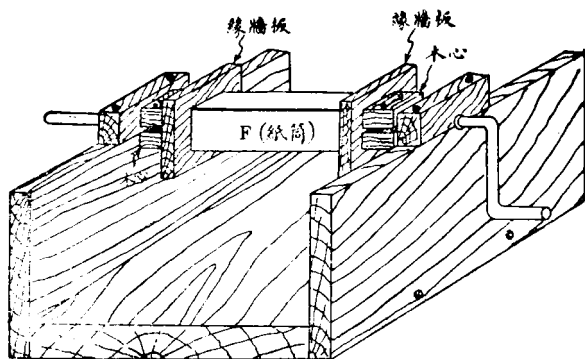
由上所得結果係指銅線擠得極緊的情形而言，實際上繞線之時勢難繞得完全無隙，照上結果大約須加五分之一的面積上去。

又繞線之時每層隔有臘紙，每線圈隔有絕緣布，臘紙和絕緣布所佔面積也須加上繞得線圈的總面積。大略的預算取窗口面積大於兩倍銅線實佔面積（即上表所得）也就夠了。

109. 電源變壓器製法 電源變壓器的捲數在幾千以上，繞線時必須做一個繞線架，如第 164 圖，各零件如第 163 圖。木心的斷面須與所需鐵心面積相等，中心

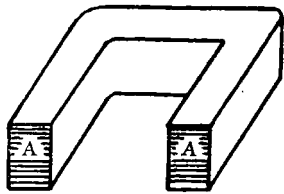


第 163 圖

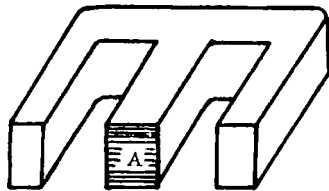


第 164 圖

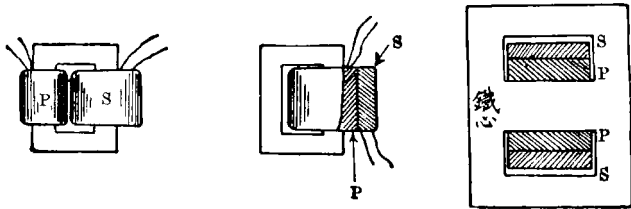
穿孔鋸成兩片，以使用螺釘緊夾於鐵軸上；厚紙筒用作變壓器的內壁；緣牆板用作決定線圈的長度。



口字鐵心



日字鐵心

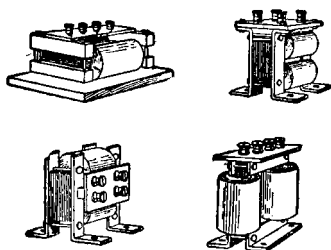


第 165 圖

繞線的時候，每層線間須隔一層蠟紙，以增其絕緣性。若鐵心是口字形，初級（P）和次級（S）各繞成一線球；若鐵心是日字形，初級次級同繞在中心鐵臂上初級（P）在內，次級（S）在外。

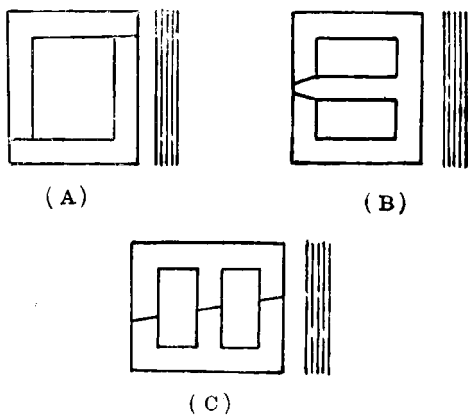
繞完以後用絕緣布在外繫緊，取去木心，插入鐵片，外面再用鐵架及螺釘夾緊，鐵架上加膠木板一塊，

板上裝接線螺絲，即成一電源變壓器。完成後的形狀如第 166 圖。



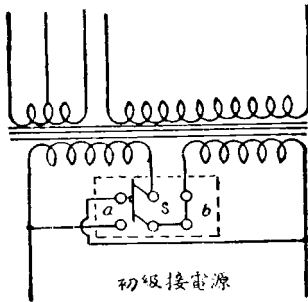
第 166 圖

鐵片的插入須兩方向相對插，以免易於鬆脫，如第 167 圖各式鐵心鋼片的右圖所示。



第 167 圖

如製一能適用 110 和 220 伏脫電源的變壓器，可將初級上繞兩個 110 伏脫的線圈，兩線圈的線頭接出於一雙刀兩擲開關，如第 168 圖。當開關向左邊 a 搭上之時，兩線圈成並聯 (in Parallel)；向右邊 b 搭上之時，兩線圈成串聯 (in Series)。接 110 伏脫電源時用並聯，接 220 伏脫電源時用串聯。



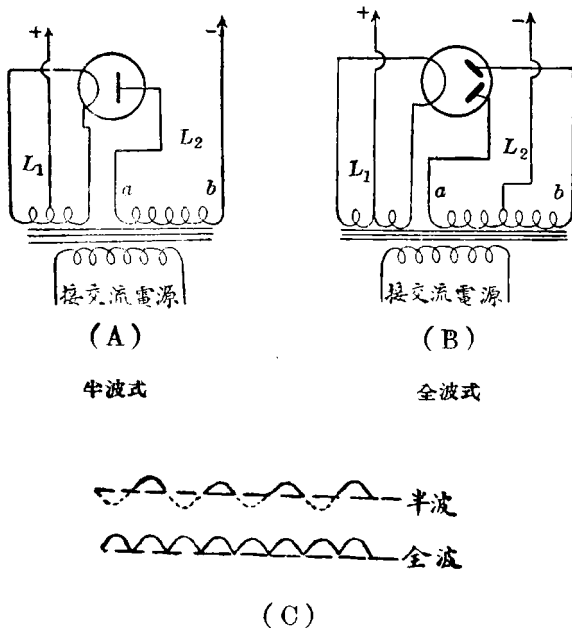
第 168 圖

繞製電源變壓器之時，在繞完初級線圈之後，將一層錫箔包裹初級線圈，錫箔之上再繞次級。錫箔須有一引線頭以便接線。裝置收音機之時將此錫箔連通地線，可減少收音機上電源變壓器所生的雜音。

110. 二極真空管整流法 電源整流器之應用於充電，已在第 65 節裏略為說過，是利用二極管的單向性質使燈絲裏的交流電通過屏極而變為直流。用於整流器的二

極管特稱為整流管 (Rectifier)。

整流法又分兩類，一種是半波式整流 (Half-wave rectification)，一種是全波式整流 (Full-wave rectification)。半波式的整流管只有一個屏極，全波式的整流管有二個屏極。整流管的燈絲和屏電力都由電源變壓器供給，其線路如第 169 圖。



第 169 圖

整流作用的原理，在此不妨再詳細些說一說。由第 169 圖 (A) 來看，交流電源通過初級線圈之時，在次級線圈 L_1 和 L_2 裏都誘起交流電流。 L_1 的交流供給整流管燈絲， L_2 的一端接屏極，他端接收音機屏電路。 L_1 與整流無關係，不必去說； L_2 是供給整流管屏極的，是整流電源的來路。 L_2 上發生交流之時，線圈兩端 a, b, 的電壓隨電源週率而時正時負。前已說過在真空管裏只有燈絲因熱而發射電子，但屏極上的電位必須是正電之時，電子纔因異電相吸而飛向屏極，屏路上於是就有電流通過。反之如屏極的電位是負電之時，電子被拒而不到屏極去，屏路上就沒有電流。所以如圖 (A) 的裝置，在屏路裏僅使交流的一半通過，稱之為半波式。整流後的電流是間隙的跳動直流，如第 169 圖 (C) 的實線所示（虛線表示負向電波被截）。

如依照圖 (B) 的接法，用一兩極雙屏整流管，線圈 L_2 的兩端 a 和 b 各接一屏極，而在 L_2 的中心點上引出一條中分線通到收音機屏路。當 L_2 線圈上生交流之時，a, b 兩端的電位時正時負，但無論如何總有一端是正電，

那末燈絲上噴射的電子就分向帶正電的屏極流去，所以屏路上整流以後所得的是連續的跳動直流，如圖(C)，這樣將交流的正負兩部都利用的稱做全波式。

半波式整流後的直流是間隙地突跳，不及全波式的平勻。收音機的交流音大多因電源週率的跳動而來，所以在減少交流音來說是全波式為好。不過全波式的整流管等於是兩個單屏整流管相併合，因此線圈 L_2 也等於兩個之和，捲數要多一倍。

整流管輸出電力的強弱全在次級線圈 L_2 的電壓而定，但整流管也祇能有其一定限度的輸出電力量，其大小因各整流管的性質而異（見後真空管表）。

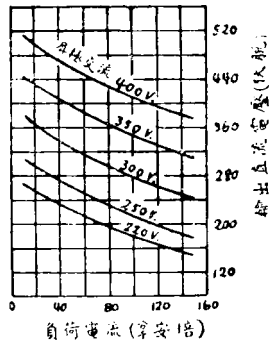
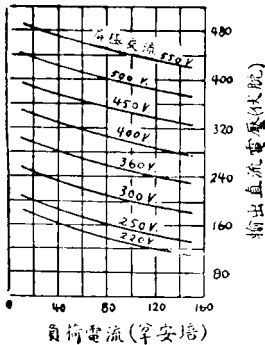
用作半波式的整流管有 12Z3, 1-V, 81 等號，用作全波式的有 5Z3, 80, 83-V 等號。

又整流管中有一種稱為汞氣管（Mercury-vapor rectifier）者，管中有少許水銀（汞），當燈絲燒熱後，水銀受熱而成汞氣，可使內部抵抗減少，電子遂得暢通，整流管的輸出電力因此增大。這式的全波式有 82, 83 等號。

111. 整流真空管之輸出特性曲線 交流電輸入整流管的電壓是若干伏脫，經整流後能得直流電壓若干伏脫的輸出，這是選擇整流管的首先注意之點。整流管的直流輸出電壓又因整流管的負荷電流量（即供給全收音機的屏路電流量）而不同。表示上述各關係的曲線稱為輸出特性曲線（Out-put characteristics）。整流管的輸出特性曲線又因所連的濾波器型式而異。如第 170 圖，是

(A)扼制圈領先式之輸出特性曲線

(B)蓄電器領先式之輸出特性曲線



第 170 圖

80號真空管的輸出特性曲線，圖(A)是連接於用扼制圈領先式的濾波器的特性曲線。圖(B)是連接於用蓄電器

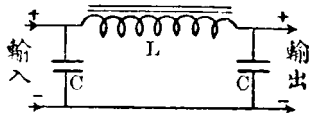
領先式的濾波器的特性曲線。所謂「領先式」之意是指電流輸入濾波器之時首先遇着的部分而言。如 π 型的濾波器（見下節）是蓄電器領先；T型的濾波器就是扼制圈領先。由圖比較，可知用蓄電器領先式的輸出直流電壓較大，所以大多都採用 π 型濾波器。

112. 濾波部的設計 由整流管輸出的雖為直流，但跳動很強，在喇叭或聽筒中生“營營”的交流音，吵鬧不堪，為收音者所厭惡。為減少這種交流音起見，須加一濾波裝置於整流管的輸出電路上。

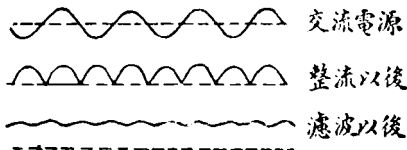
交流音的生成，是電流的跳動週率在人耳所能感覺之範圍以內。通常電燈電源的週率為50~60週波，而人耳的感覺範圍是30~5000週波。所以若能使其跳動週率減少至30以下，即可避免交流音的吵鬧。由此可知應裝置一使30以下的週率通過而扼制30以上的週率的濾波器。

依第十二章所述，此地要用一低週率通過濾波器。一般電力供給的濾波器大多採用單 π 型〔註〕如第171圖

〔註〕大型收音機上多採用雙 π 型，其實如果蓄電器的電容量有充分的大，單 π 型的濾波器已很夠用。當然雙 π 型總是好過單 π 型的。



(A)



(B)

第 171 圖

(A)，用一大磁感量的鐵心扼制線圈和兩個大電容量的蓄電器二者組合而成。扼制線圈的迴阻使跳動的電流被強制而均勻通過，波峯過多的電流暫時儲留於蓄電器 C 以補波谷的不足，於是由濾波器輸出的電流其強弱相差甚微，與純粹直流相近似，如第 171 圖(B)。

濾波器對某週率的扼制力以扼制線圈的磁感量及蓄電器的電容量的大小而定，其計算式如下：

$$f = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}}$$

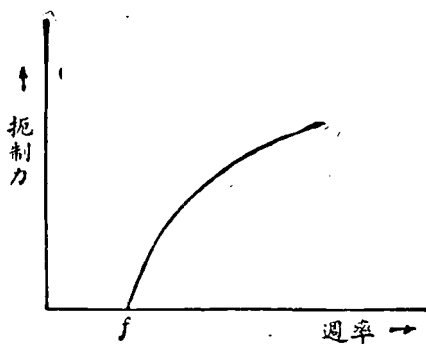
式中： f = 扼制週率（週波）

$$\pi = 3.1416$$

L = 扼制圈的磁感量（亨利）

C = 蓄電器的電容量（法拉）

依此計算的結果，裝成 π 型濾波器之時，它的扼制曲線如第172圖。圖中 f 點稱為截止點（Cut-off）， f 的值由上式算出。由圖可知凡 f 以上週率概被扼制，而週率愈大扼制力也愈強。因此設計之時，此 f 的值應使其小於人耳所能感覺的週率，最好能小至三四倍。



第 172 圖

計算例：試取 $L = 30$ 亨利， $C = 4$ 毫法拉（即 .000004

法拉)，求其截止點的週波數。

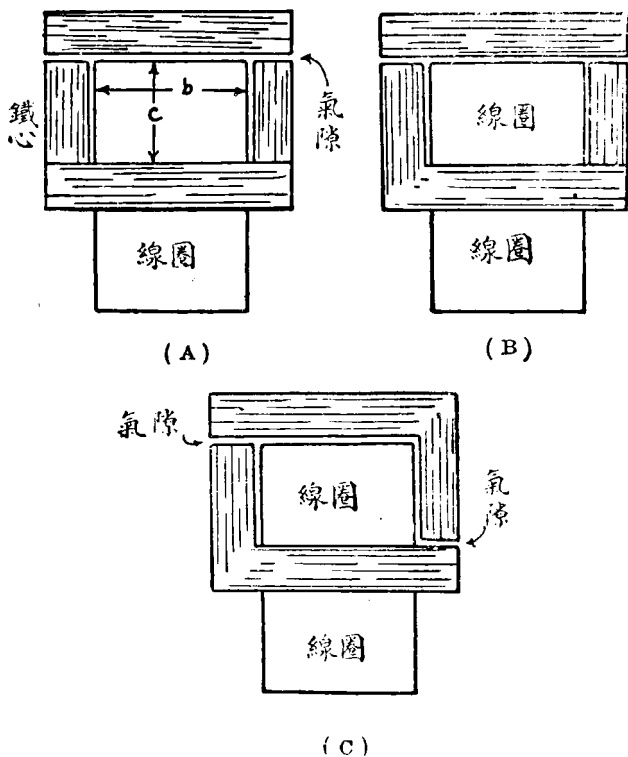
$$\begin{aligned}
 f &= \frac{1}{3.1416\sqrt{30 \times .000004}} \\
 &= \frac{1}{3.1416 \times .011} \\
 &= \frac{1}{.0345} \\
 &= 29. \quad \text{週波。}
 \end{aligned}$$

這數目小於 30 週波，上列各件的數字可以採用。通常扼制線圈的磁感量為 20~30 亨利，因為磁感量過大，繞線太多，對直流的阻力也加大，減低輸出電壓，反不經濟。如求截止週波數更小，可加大蓄電器的電容量。電液式蓄電器用於此地正合宜。

113. 扼制線圈的設計 扼制線圈的構造僅是一個線圈繞在鐵心上即得，其鐵心面積和繞線捲數依扼制圈需要的磁感量和其負載電流而定，銅線的選擇標準與前同。

扼制線圈大都用於低週率電路上，所以又多稱之為低週率扼制圈，(Audio-frequency choke) 簡稱 A F C。

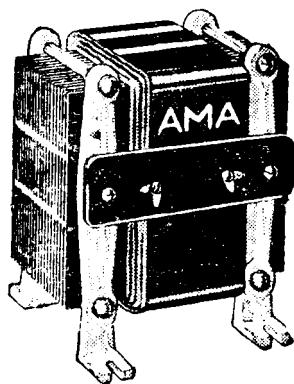
扼制圈的繞線法與電源變壓器相同，只是所用鐵心有些分別而已。變壓器的鐵心是製成閉合式，而扼制圈的鐵心要製成不閉合而必須留一空氣隙（如第 173 圖）。這



第 173 圖 扼制圈鐵心的三種裝置法

空氣隙可使扼制線圈的效率增大，但其距離必須適當。所謂空氣隙者，並不是一定要隙中保持空氣，可用乾燥木，硬紙，膠木和其他絕緣體塞在隙中以便紮成一體。鐵心外面可用一鐵架或堅木架用螺絲釘將鐵心和線圈夾持。

扼制圈的各部設計見第 10 表。電料商店裏有現成的出售，如第 174 及第 148 圖。



第 174 圖

購買扼制線圈之時要查明它的磁感量和能耐電流量，更須查明它的直流阻力若干 以便在電源供給設計時的

計算。如自製的扼制圈則可由下法計得它的直流阻力。

- a. 用第幾號銅線若干呎繞成。
- b. 查第 2 表的阻力一項，得知每歐姆阻力各號線的呎數。
- c. 由表上查得之數除所用銅線呎數即得銅線的全阻力。

如有測驗阻力的儀器，則實測的結果當更正確。

第 10 表 扼制線圈計算表。

扼制線圈磁感量 (亨利)	20			30			
	輸出電流 (安培)	0.05	0.1	0.25	0.05	0.1	0.25
銅線號數 (B & S)	33	30	26	33	30	26	
鐵心面積	(平方吋)	1×1	2×2	3×3	1×1	2×2	3×3
	(平方公厘)	645.2	2581	5808	645.2	2581	5808
空氣隙	(吋)	.0468	.0468	.0468	.0602	.0602	0.10
	(公厘)	1.19	1.19	1.19	1.53	1.53	2.54
線圈捲數		5700	2900	1900	7600	3700	2700
線圈長度 l_0	(吋)	0.78	0.75	1.00	0.863	0.850	1.20
	(公厘)	19.8	19	25.4	21.9	21.6	30.5
線圈厚度 c	(吋)	0.52	0.51	0.65	0.622	0.582	0.80
	(公厘)	13.2	13.0	16.5	15.8	14.8	20.3

114. 分壓部的設計 由整流及濾波而後的電壓是收

音機的最高電壓數。收音機的各真空管所需 B 電壓不盡相同，必須用電阻器分成各級的電壓數，以供收音機各管之用。

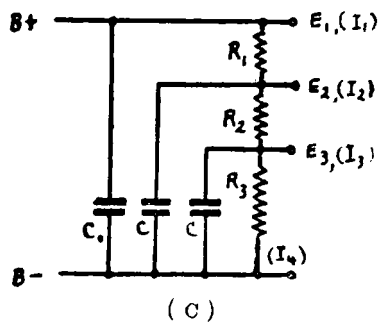
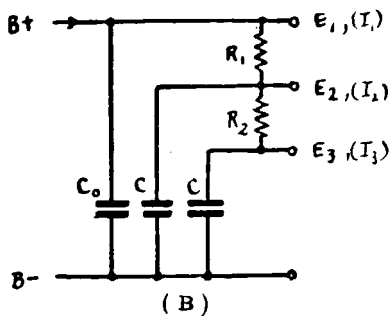
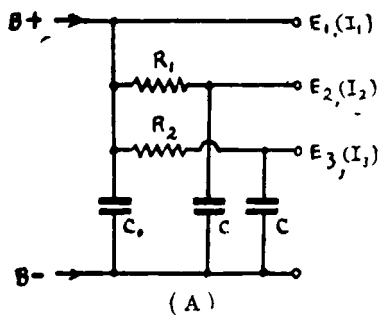
電流經過電阻器因受阻力而電壓遂降低，電壓降低量的多少依電阻器的阻力的大小和通過電阻器的電流量而定。依歐姆定律 (Ohm's Law) :

$$\text{阻力(歐姆)} = \frac{\text{電壓降(伏脫)}}{\text{電流(安培)}}$$

可算出通過一已知電阻器後的電壓降低量；同樣也可算出要電壓降低若干必須加多大的阻力。分壓裝置即應用上述定律而定各線路上所加電阻器的歐姆數。

分壓器由其阻力的配合法可分為三種型式，如第175圖。圖中 R 是電阻器。C 是蓄電器，使與 R 等組成濾波的功用（見第 83 節後註）。 E_1, E_2, E_3, \dots 等表示各線路上的電壓。 I_1, I_2, I_3, I_4 等表示各線路上需用的電流量。

圖(A)的 R_1, R_2 並聯於 E_1 線路上。 E_2 的電壓是 E_1 經 R_1 降壓而來，其電壓降低量是兩電壓之差，即 E_1



— E_2 。 E_3 的電壓是 E_1 經過 R_2 降壓而來，其電壓降是 $E_1 - E_3$ 。那末由上式可知

$$R_1 = \frac{E_1 - E_2}{I_2}; \quad R_2 = \frac{E_1 - E_3}{I_3} \bullet$$

圖(B)的 R_1 、 R_2 串聯於 E_1 線路，與圖(A)大不相同。 E_2 的電壓是 E_1 經過 R_1 而來，電壓降是 $E_1 - E_2$ ；但通過 R_1 的電流量是 I_2 與 I_3 的總和。 E_3 的電壓是 E_2 經過 R_2 降壓而來，電壓降是 $E_2 - E_3$ ，通過電流量是 I_3 。所以

$$R_1 = \frac{E_1 - E_2}{I_2 + I_3}; \quad R_2 = \frac{E_2 - E_3}{I_3}$$

圖(C)的聯結法與(B)相同，只多一電阻器 R_3 而已。 R_3 的作用是使B電供給全路上常有一固定的負荷電阻力，使電路上過多的電流可由此洩出，蓄電器C等可不受突然發生的高電壓之損害，蓄電器的壽命更為安全。這個電阻器(R_3)特稱為洩放電阻器(Bleeder resistor)，其洩放的電流量(I_4)一般規定不超過10毫安培；★型電源供給電力甚大之時，洩放電量可稍增大，

但亦以 20 毫安培為限，以免虛耗電力也。其各阻力的計算與圖 (B) 之理相同。

$$R_1 = \frac{E_1 - E_2}{I_2 + I_3 + I_4}; \quad R_2 = \frac{E_2 - E_3}{I_3 + I_4}; \quad R_3 = \frac{E_3}{I_4}$$

用旁熱式真空管的收音機宜用此式。

上述各圖是以三種電壓為例而說，如有多種，其計算方法仍然相同，自可由此例彼。

購買電阻器之時，除了注意它的阻力歐姆數合用以外，更要查明它所能耐的電力是若干。如收音機線路上的電力大於電阻器所能耐的電力之時，電阻器將發熱而竟至燒毀。電力是電壓與電流的相乘積（見第 3 節），由各線路的電壓（伏脫）和應用電流量（安培），可計算出每個電阻器所承受的電力（瓦特）。電阻器所能耐的電力至少應等於此數，最好能稍大幾瓦特以保安全。

例如圖 (A) 的 $E_1 = 300$ 伏脫， $E_2 = 250$ 伏脫， $I_2 = 30$ 毫安培（即 0.03 安培），那末

$$R_1 = \frac{300 - 250}{0.03} = 1666 \text{ 歐姆,}$$

由圖上知通過 R_1 的電流量是 I_2 ，加於 R_1 的電壓是 E_1 ，那末承受電力

$$W = E \times I = 300 \times .03 = 9 \text{ 瓦特。}$$

R_1 的能耐電力至少要 9 瓦特，最好是 10 瓦特。

C_0 是濾波部的蓄電器， C 是分壓部的枝路蓄電器，每個的電容量為 1 瓩法拉。

115. 電力供給設計例 上列各節既已說明電力供給各部的作用和計算，本節再舉一實例，應用各種計算方法以作參考。

試選定第 186 圖的線路做一四管交流收音機的電力供給裝置，假定電源是 110 伏脫交流。依第 108 節的程序計算如下：

(1) 計算變壓器各線圈的電壓，電流量和電力。

a. 計算次級線圈的總電力， W_s 。

由圖知變壓器的次級有四個線圈；2—2 供給檢波管 V_1 的燈絲；3—3 供給兩放大管 V_2, V_3 的燈絲；4—4 供給整流管 V_4 的燈絲；5—6 供整流管的屏極，供全收音機屏電路之用。假定採用下列各

號真空管：

線圈 記號	真空管 號數	用途	燈絲		屏極		柵位電壓 (伏脫)	
			電壓 (伏脫)	電流 (安培)	電壓 (伏脫)	電流 (毫安培)		
V ₁	27	檢波	2.5	1.75	90	2.7		
V ₂	45	成音放大	2.5	1.5	180	31	-31.5	
V ₃	45	末級放大	2.5	1.5	180	31	-31.5	
V ₄	80	整流	5.0	2.0				
屏路電流總和： (註)						61.7 毫安培 (.0347 安培)		
最高屏電壓：						180 伏脫		
最高柵電壓：						31.5 伏脫		

供給各管燈絲的電力是固定的，由上表即可計算：

$$2.5 \times 1.75 + 2.5 \times 1.5 + 2.5 \times 1.5 + 5 \times 2$$

$$= 4.375 + 3.75 + 3.75 + 10 = 21.875 \text{ 瓦特。}$$

供給收音機屏電路的電力不能即由上表所列數字去計算，因為線圈 5-6 上所生的電流經過線圈、整流管、濾波器等，電流都有損失。要想輸入收音機的電壓達到 180 伏脫（收音機最高電壓），則 5-6 線圈上的電壓必須比這數高些，以預留各部的損失。電壓損失的主要原因為：

(註) 如有洩放電流，應加入計算。

- A. 次級線圈 5-6 本身的阻力——這種損失在次級的捲數設計中補救，即加多一成計算。
(見第 108 節)
- B. 整流管內部阻力——查整流管輸出特性曲線。
(見第 111 節)
- C. 扼制線圈 L_5 , L_4 的阻力。

計算的順序是將 C 項的電壓損失求得後，再加收音機最高屏電壓和最高柵極偏壓的總和，即是整流管的輸出直流電壓。

電流經扼制圈的電壓損失，可由扼制圈的阻力和通過電流量計算而得。現在假定 L_4 的阻力是 600 歐姆，由歐姆定律，

電壓降 (伏脫) = 阻力 (歐姆) \times 電流 (安培)
經過 L_4 的電流量是全機的屏路總電流 .0647 安培。
所以

$$\text{電壓降} = 600 \times .0647 = 38.82 \text{ 伏脫。}$$

假定 L_5 與 L_4 相同，經過 L_5 的電流是放大管 V_3 的屏極電流 31 毫安培，即是 .031 安培。

$$\text{電壓降} = 600 \times .031 = 18.6 \text{ 伏脫。}$$

由上可知：

$$\begin{aligned} \text{整流管應輸出電壓} &= 180 + 31.5 + 38.82 + 18.6 \\ &= 268.92 \\ &\approx 270 \text{ 伏脫} \end{aligned}$$

濾波器用蓄電器領先式，整流管用 80 號，負荷電流是 64.7 安培，作 65 安培算，由第 170 圖 (B)，得交流屏電壓約 270 伏脫，即線圈 5-8 和 6-8 兩段各應有 270 伏脫的交流電壓。

電流經各部的阻力，電力的一部變成熱力，電流量也有損失，因此預計線圈 5-6 上應有 70 安培。由此得屏路電力

$$270 \times .07 = 18.9 \text{ 瓦特。}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{次級線圈總電力 } W_s &= 21.875 + 18.9 \\ &= 40.775 \text{ 瓦特} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. 初級線圈的總電力 } W_p &= W_s / 0.9 \\ &= 40.775 / 0.9 \\ &= 45.3 \text{ 瓦特} \end{aligned}$$

作為45瓦特算。

c. 初級線圈的電流量

$$I_p = \frac{45}{110 \times 0.9} = \frac{45}{99} = 0.22 \text{ 安培。}$$

(2) 選定各線圈銅線如下：

線 圈	負載電流 (安培)	B & S 銅線號數
1-1	0.22	24
2-2	1.75	15
3-3	2×1.5	13 (或用三根18號)
4-4	2	15
5-6	.07	30

(3) 查得鐵心面積為 11.5 平方公分(1.78平方吋)，
每伏脫應有 5 捲。

(4) 計算各線圈的捲數：

線 圈	電壓 (伏脫)	捲 數	實作捲數
1-1	110	550	550
2-2	2.5	12.5	13
3-3	2.5	12.5	13
4-4	5	25	25
5-6	2×270	2×1350	2700

- (5) 決定鐵心的窗口面積， 20 號以下的銅線用漆包，
20 號以上的用雙紗包。

線 圈	捲 數	銅 線 號 數 (B & S)	每平方吋可容根數	實佔面積 (平方吋)
1—1	550	24(漆包)	2100	0.262
2—2	13	15(雙紗包)	245	0.0531
3—3	13	13(雙紗包)	140	0.0928
4—4	25	15(雙紗包)	245	0.1021
5—6	2700	20(漆包)	8175	0.3308
全 部 線 圈 銅 線 實 佔 面 積				0.8408

由此得鐵心窗口面積應大於 $2 \times 0.8408 = 1.6816$
平方吋。

- (6) 繞製線圈之時， 各個線圈都須抽出一中心分線
(其用途見第 116 節)。

1—1	繞至 275 捲之時抽頭。
2—2	繞至 7 捲之時抽頭。
3—3	繞至 7 捲之時抽頭。
4—4	繞至 12 捲之時抽頭。
5—6	繞至 1350 捲之時抽頭。

濾波部：

電源變壓器設計製成後，由 112 節的算式決定濾波器各件的數字。假定電源的週率是 60 週波。

$$L_4 = 30 \text{ 亨利}, \quad C_6 = C_7 = 4 \text{ 瓦法拉}。$$

分壓部：

全機屏電壓僅有兩種，180 伏脫接兩放大管屏極，90 伏脫接檢波管屏極，僅有一級降壓。檢波管 V_1 的屏電流是 2.7 毫安培，即 0.0027 安培。電壓降是 $180 - 90 = 90$ 伏脫。

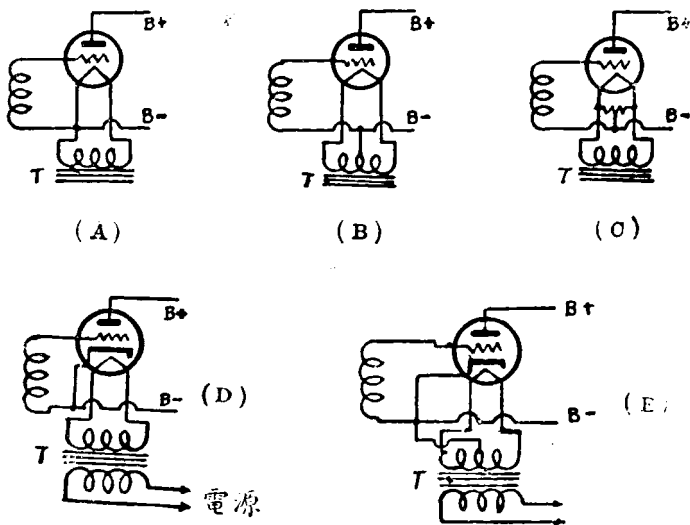
$$\therefore R_1 = \frac{90}{.0027} = 33333 \text{ 歐姆}。$$

電料商店裏當無恰是 33333 歐姆的電阻器出售，買一 30000 或 35000 的電阻器都可用。

電阻器能耐電力 = $180 \times .0027 = 0.49$ 瓦特。

116. 電源變壓器燈絲線圈與 B 電負極聯結法 在電池供電式的收音機裏，B 電的負極只須接於燈絲即可，因為 A 電也是直流，故無影響。若在交流供電的收音機裏，就得有避免燈絲交流影響的方法。如用旁熱式真空

管，B - 接於陰極即可〔如第 176 圖 (D) 〕。如用直熱式的真空管按照電池式的接法，接於燈絲任何一脚上，



第 176 圖

如圖(A)，則因燈絲是交流，使 B 電隨之變化。變動的速率與交流電源週率相同，這時聽筒裏發生交流音，嘈雜可厭。

必須依圖(B)的接法，將 B - 接於燈絲線圈的中心分線。因交流向兩端輸出，中心的電位為零，B 電壓不

受影響。若燈絲線圈沒有中心分線，可用一中心分阻器 (Center tapped resistor)，跨接於兩燈絲腳路上，B 接於中心分線，〔如圖 (C)〕其效果相同。中心分阻阻力的大小因真空管的燈絲電壓而不同，大約如下：

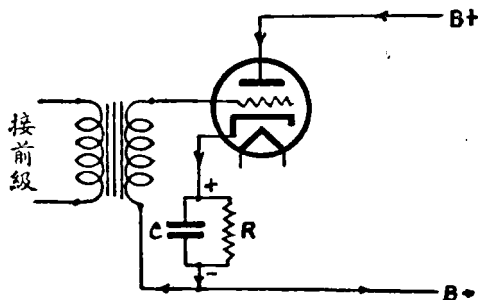
燈絲電壓 (伏脫)	中心分阻器阻力 (歐姆)
2.5	15 ~ 25
5	40 ~ 50
6.3	65 ~ 70
7.5	75 ~ 100

旁熱式真空管的燈絲電路本是獨立的，但也可使陰極連結於其燈絲線圈的中心分線，如圖〔E〕。

117. 柵極偏電壓的供給法 在電池供電式的收音機裏，放大管的柵位偏電壓多用一個「C電池」供給。但在交流收音機裏既不必另用一電池，也不必另在變壓器上加一線圈；只須在柵電路上加一偏壓電阻器 (Bias resistor)，即可從B電路裏取得柵電壓，這種方法稱為自給偏電壓 (Self bias)。

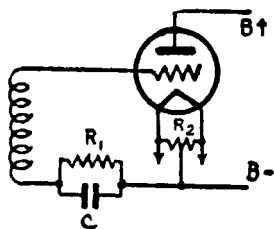
偏壓裝置是由一電阻器與一蓄電器並聯而成。在旁

熱式的真空管，則偏壓電阻器一端接柵路，一端接陰極，如第 177 圖。B 電流由真空管屏極流向陰極經電阻器 R



第 177 圖

而回到 B 電負極。當電流通過 R 之時，因 R 的阻力使電子不能暢通，於是一部分電子擁擠於一端（電子的運動方向與電流方向相反，電子是由 B- 經 R 至陰極再飛到屏極），於是 R 的兩端的電



第 178 圖

壓便有差別，陰極方面是正電壓，柵電路方面是負電壓，其效用恰和加一個「C 電池」相同。

圖中與 R 並聯的蓄電器 C 是枝路蓄電器，作濾波之

用，使通過 R 的電流平勻。它的電容量約為 0.1 瓩法拉，大至 1 瓩法拉也有。

偏壓電阻器 R 的大小依真空管的屏路電流和柵極負電壓二者而定。其計算式由歐姆定律

$$\text{阻力 (歐姆)} = \frac{\text{柵極負電壓 (伏脫)}}{\text{屏路電流 (安培)}}$$

(如為簾柵管或五極管則屏路電流是屏極電流與簾柵極電流之和。)

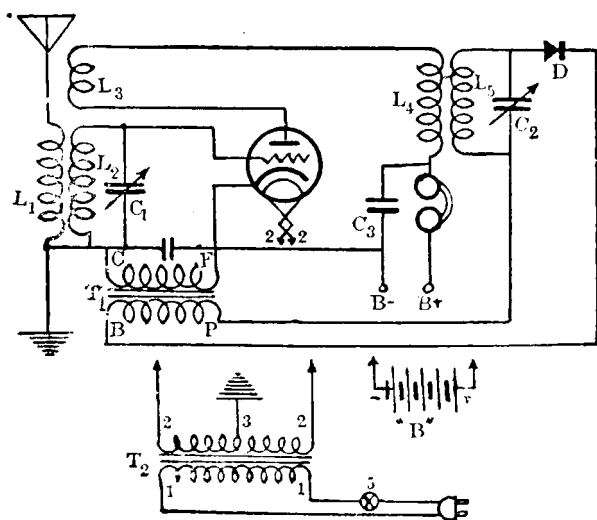
例如用 27 號真空管作放大 (或柵極偏壓檢波) 之時，查說明書屏電壓 = 180 伏脫，屏電流 = 5 毫安培，柵極負壓 = -13.5 伏脫。

$$R = \frac{13.5}{.005} = 2700 \text{ 歐姆。}$$

如用直熱式放大管則偏壓電阻原接陰極的那一端改接燈絲線圈的中心分線，或接燈絲的中心分阻器的中心線，如第 178 圖。這時 R_1 的阻力要與上述者有少許差異，因為電流經過偏壓電阻之外，再經過中心分阻 R_2 的一半才回到燈絲。這時的阻力是 $R_1 + \frac{1}{2} R_2$ 。選定 R_2 以後即可決定 R_1 的歐姆數，由上計算結果減去 $\frac{1}{2} R_2$ 即得。

第十六章 交流收音機

118. 來復式代 A 電收音機 第 179 圖爲交流一管來



第 179 圖

復式收音機線路圖，試與第 150 圖對照，可知交流線路與直流式沒有區別，僅僅電源部分不同而已。

真空管的 A 電用交流由電源變壓器 T_2 供給，B 電仍

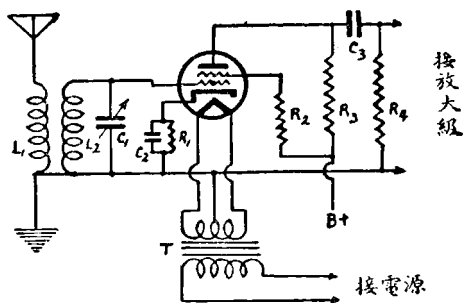
用乾電池，S是開關，真空管用傍熱式三極交流管，其他各件與第96節相同。

此地有一件要注意的事是接聯燈絲和電源變壓器間的銅線必須絞合以減少交流音，同時此銅線的絕緣性須極良好，普通的紗包，絲包，漆包線不耐用，電燈花線很為適宜。

因代B電器的製造繁難而不經濟，小型收音機的B電力不大，所以在三管以下的收音機的B電供給仍以用電池為宜。A電却用交流，只須做一電源變壓器即可，費用不多而可省用蓄電池的一切麻煩。

119. 交流簾柵四極管檢波法 交流四極管用作檢波與前第101節所說的相同。只因簾柵四極管的屏極阻力很大，所以放大級宜於阻力交連法，同時在交流收音機裏B電壓可盡量增高，所以多用柵極偏壓檢波法，其線路如第180圖。

圖中T是電源變壓器，B電部分沒有畫出。 R_1, C_1 是柵極偏壓裝置，其偏壓原理和計算見前第117節中。 R_2 是簾柵管的屏路電阻器， R_3 是下級放大管的柵漏，



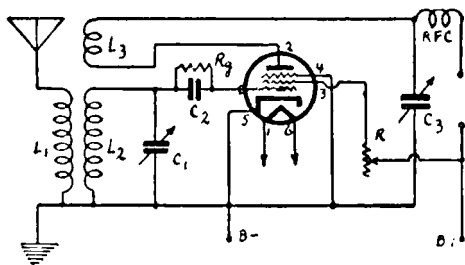
第 180 圖

C_1 是斷流蓄電器，以上三者組成阻力交連放大（見第 94 節）。 R_2 是一分壓電阻，使供給簾柵極的電壓適當降低，用前述的歐姆定律計算。（查真空管說明書，可查得簾柵電壓和簾柵電流）。若真空管的簾柵電壓與屏極電壓相同， R_2 可不用。

用這個檢波線路任意接在上述各線路的放大級前，可組成一完全的收音機，此地不再贅述。

120. 五極管檢波法 五極管宜於強力放大，但也可用作檢波，它的效率比之四極簾柵管更好，做單管收音機的人，最好用這式線路。（如第 181 圖）。

這收音機用再生式使作射電放大，用柵漏及蓄電器



第 181 圖

檢波法作檢波。因五極管的輸出電力很大，所以檢波後的音量已夠強大，如收本城播音，可直接放喇叭。

本機所用各件如下：

五極管：57 號三柵管。（這式真空管的負柵〔註〕

4 在管內不直聯於燈絲，但在線路上，負柵仍然與陰極及燈絲相連。交流旁熱式的五極管大多是如此。）

L_1, L_2, C_1 ：是配諧電路，計算見前（第四章）。

L_3 ：是再生線圈，與 L_2 作固定交連，同繞於一心型上，用再生蓄電器 C_3 調節再生力。

R_g ：柵漏，阻力 2 兆歐姆（meg）。

〔註〕或稱為抑制柵（Suppressor）。

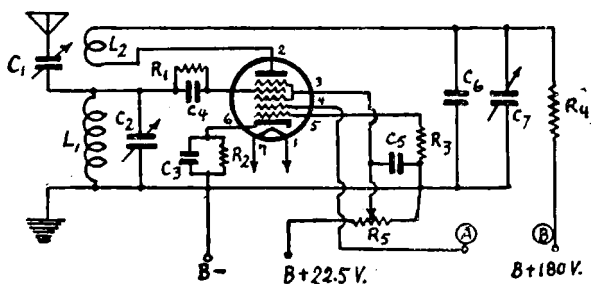
C_2 ：柵路蓄電器，.00025 瓩法拉。

R ：是一個 500,000 歐姆可變電阻器，作音量控制之用（見後第 130 節）。

圖中電力供給部沒有畫出，燈絲電壓是 2.5 伏脫，燈絲電流 1 安培，屏電壓 250 伏脫，其他見真空管表中。

這線路也可用電池供給電力。

121. 五柵管檢波法 五柵管（Pentagrid）的內部除燈絲，陰極和屏極而外共有五個柵極，其中第三和第四



第 182 圖

五柵在管內相連結。這式管共有七個燈腳和一個在管頂端的柵極。圖上真空管旁的號碼是表示各腳的接法，見

書末真空管座圖。

本機所用各件如下：

真空管：6A7號五柵管。

L_1, C_2 ：是配諧電路，天線直聯於 L_1 線圈。

L_2 ：是再生線圈，與 L_1 作固定交連，用再生蓄電器 C_7 調節其再生力。

C_1 ：是天線蓄電器，作濾波之用，它的容量約為 .00005 瓩法拉，可變式。

C_4 ：柵路蓄電器，.0001 瓩法拉，固定式。

C_8 ：枝路蓄電器，0.5 瓩法拉。與 R_2 組成偏壓裝置。

C_6 ：枝路蓄電器，0.01 瓩法拉。

C_5 ：枝路蓄電器，0.5 瓩法拉。

C_7 ：再生蓄電器，0.0005 瓩法拉，可變式。

R_1 ：柵漏，3 兆歐姆。

R_2 ：偏壓電阻，400 歐姆。

R_3 ：分壓電阻，0.25 兆歐姆（250,000 歐姆）。

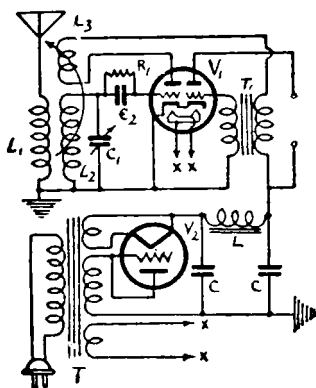
R_4 ：屏路電阻，0.25 兆歐姆。

R_5 : 電位分壓器 (Potentiometer), 作音量控制之用, 阻力為 50,000 歐姆。

聽筒接在 (A), (B) 兩線頭。

122. 孿生三極管收音機 將兩相同的真空管裝入一個玻璃罩內, 製成一隻單管的形式, 這種真空管稱為孿生管 (Twin tube)。孿生管的優點很多, 既不佔地位而又經濟省費, 比之用兩隻單管好得多。

第 183 圖是一隻孿生三極管 (Twin triode) 的收



第 183 圖

音機線路, 將第一三極管作檢波, 第二三極管作成音放大。電信經第一管檢波後由變壓器 T_1 放大而輸入第二

管放大之，與兩單管收音機的線路完全一樣。圖的下半部是電力供給線路。

本機所用各件如下：

真空管 V_1 ：79號變生三極管。

L_1, L_2, L_3 ：是一三回路線圈，可變交連式。

C_1 ：是配諧蓄電器。

C_2 ：柵路蓄電器，.00025 瓩法拉。

R_1 ：柵漏，2兆歐姆。

真空管 V_2 ：整流管，這裏用一隻71號三極管將其柵屏兩極聯結當作二極管作半波式整流之用。因三極管比整流管價廉，小型收音機所需電力不大，用這方法很相宜。全波整流的整流管屏路線圈比半波式的多繞一倍，為經濟起見，三管以下的收音機，以用半波式整流為宜。

L：低週率扼制線圈，30亨利。

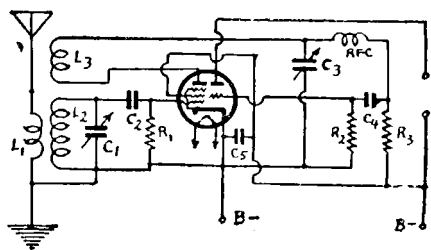
C：枝路蓄電器，每個4瓩法拉。

T：電源變壓器，次級線圈××接燈絲。

123. 複式三極五極管收音機 將兩隻不相同的真空

管裝於一個管罩內，製成一隻單管的形式，稱為複式真空管。新式複式管已有很多種出現，見書末真空管表。

第 184 圖所用的真空管包有一隻三極管和一隻五極



第 184 圖

管，本線路用五極管檢波，三極管作成音放大，兩管用
阻力交連法〔註〕。

本機所用各件如下：

L_1 , L_2 , L_3 , C_1 俱見前。

真空管：6 F 7 號複式管。

C_2 : 柵路蓄電器，.0001 瓩法拉。

C_3 : 再生蓄電器，.0005 瓩法拉，可變式。

〔註〕 也可用三極部作檢波，五極部作成音放大。

C_4 : 斷流蓄電器, 與 R_3 , R_2 成一組阻力交連放大裝置, 電容量 $0.01 \sim 0.1$ 瓩法拉。

C_5 : 枝路蓄電器, 0.5 瓩法拉。

R_1 : 五極管柵漏, 5 兆歐姆。

R_2 : 三極管柵漏, 1 兆歐姆。

R_3 : 五極管屏路電阻, 6000 歐姆。

RFC: 高週率扼制圈, 10 亨利。

A電 6.3 伏脫, B電 100 伏脫, 用第 122 節的電力供給裝置線路很相宜。

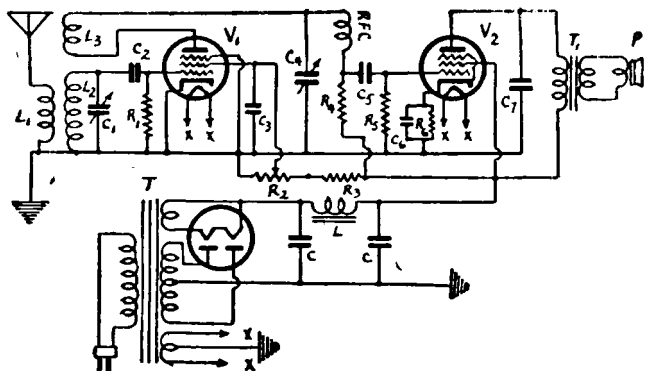
124. 三管強力收音機 用五極管檢波再以五極管作成音放大, 另用一整流管供給電力, 如第 185 圖。這樣的收音機, 除用複式管外, 要算三管收音機中最強力的線路。

本機所用各件如下:

L_1, L_2, L_3 : 三回路線圈, 固定交連式。用再生蓄電器 C_4 調節再生力。

C_1 : 配諧蓄電器。

C_2 : 柵路蓄電器, $.00025$ 瓩法拉。



第 185 圖

C_3 : 枝路蓄電器, .05 瓩法拉。

C_4 : 再生蓄電器, .0005 瓩法拉。

C_5 : 斷流蓄電器, .01 ~ 0.1 瓩法拉。與 R_4, R_5 成一組阻力交連放大裝置。

C_6 : 枝路蓄電器, 1 瓩法拉。

C_7 : 枝路蓄電器, .006 瓩法拉。

R_1 : 柵漏, 2 兆歐姆。

R_2 : 電位分壓器, 作音量控制之用, 100,000 歐姆, 可變式。

R_3 : 分壓電阻, 供 V_1 簾柵極電壓之用, 500,000 歐姆。

R_4 : V_1 的屏路電阻, 100,000 歐姆。

R_5 : V_2 的柵漏, 1 兆歐姆。

R_6 : 偏壓電阻, 450 歐姆。

V_1 : 58號三柵管。

V_2 : 2A5號五極管。

RFC: 高週率扼制線圈, 60~85毫亨利。

T_1 : 輸出變壓器, 比數依喇叭阻力而定。(見第 103 節)

P: 喇叭。

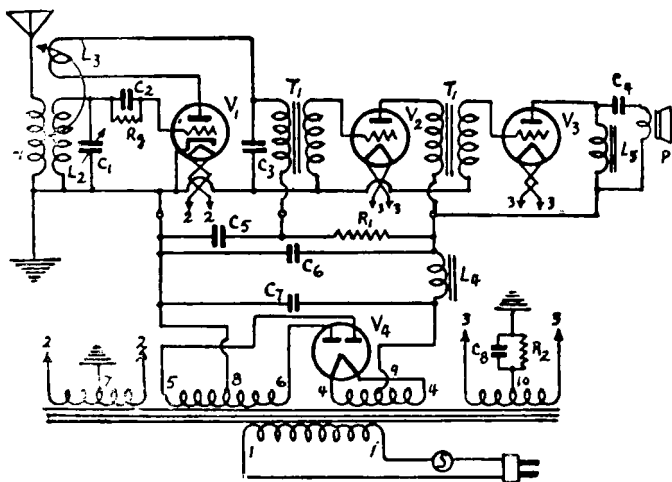
T: 電源變壓器。

V_3 : 80號全波整流管。

L: 低週率扼制圈, 30 亨利。如用動線圈式喇叭, 則將勵磁圈代用。

C: 濾波部蓄電器, 每個 4 毫法拉。

125. 匹管交流收音機 這個線路是由第 97 節的第 151 圖改用交流管而來, 除喇叭和電力之供給而外, 線



第 186 圖

路完全相同。本機的檢波管改用旁熱式，兩放大管仍用直熱式。電力供給部的設計和計算已見第 115 節。

本機所用各件如下：

V_1 : 檢波管 27 號。

V_2, V_3 : 放大管 45 號。

V_4 : 整流管 80 號。

L_1, L_2, L_3 : 三回路線圈，可變交連式。

C_1 : 配諧蓄電器，可變式。

C_2 : 柵路蓄電器, .00025 瓩法拉。

C_3 : 枝路蓄電器, .005 瓩法拉。

C_4 : 枝路蓄電器, 與 L_5 成一組喇叭保護裝置,
2~6 瓩法拉 (見第 103 節)。

C_5 : 枝路蓄電器, .1 瓩法拉。

C_6, C_7 : 4 瓩法拉。

C_8 : 枝路蓄電器, 與 R_2 成一組偏壓裝置, 0.1
瓩法拉。

R_g : 柵漏, 1~5 兆歐姆。

R_1 : 分壓電阻, 30000 歐姆。

R_2 : 1000 歐姆。

L_4, L_5 : 扼制圈 30 亨利, 600 歐姆。

P: 喇叭, 平衡線圈式。

S: 開關。

126. 外差法 欲收遠距離的電信, 必須有若干級的射電放大方可收聽。但普通的射電放大常易自生振盪使放大失效。放大級愈多, 振盪愈甚; 週率愈高, 放大愈困難, 所以用普通的射電放大線路去收聽遠地的微弱電

信實不可能。外差法便是爲解決這困難而發明的，發明者是美國阿氏（Armstrong），用他自製的超外差式收音機成功第一次越大西洋的通訊。

試取兩隻鐘錶放在一處，仔細去聽兩隻錶的擺聲。不久我們可聽到初時各個的擺聲互相參差，過會兩只錶的擺聲有同時相重的機會，這時的聲音最清晰而最響，因爲那是兩擺聲之和。再過會又互相參差，再不久而又相和。這是因爲兩只錶的擺動數不同所生「節差」（Beat）的現象。如兩只錶的擺動數每分鐘相差一次，那末每分鐘必有一次節差。類此，每分鐘相差若干次，則每分鐘間必有若干次節差，節差的次數是兩振動數的差數。

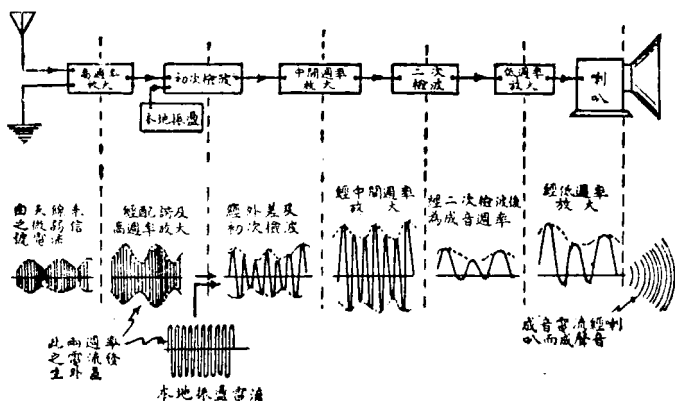
外差式收音機即應用這相同的原理而製成，在收音機中另裝置一只真空管使之發生振盪（前面再生式中說過，同授過甚真空管自生振盪），使這振盪的週率與外來週率相差若干週波，那末兩種波混和後就發生與節差相同的「外差」（Hetrodyne），外差的週率是兩週率之差。在收音機中這自生振盪的部分特稱爲本地振盪

(Local oscillation)。

外差雖然發生，但電訊本身的週率仍然未變，必須經一次檢波檢取其外差而成一外差週率的電流。譬如說，本地振盪與外來振盪相差 100,000 週波，那麼經第一次檢波而後就成爲 100,000 週波數的電訊週率。這樣所得的週率遠低於原來的射電週率，但仍比成音週率爲大，特稱爲中間週率 (Intermediate frequency)。

中間週率的週波數依裝置者設計而定，現時一般都採用 175 千週波 (175,000 週波) 爲中間週率。(見 Henney: Radio Engineering Handbook, Art. 40 及 Radio Physics Course, Art. 390.)

中間週率比之射電週率已算很低，再用普通放大法去放大已極穩定，多加幾級放大都無困難。因此雖極微弱的電信也可用此法將其一再放大而被收聽，大型收音機多採用此式。第 187 圖是表示一架外差式收音機的組織和電流經過各部後的形狀變化。由天線而來的微弱電流經高週率放大後與本地振盪混合而生外差，經第一次檢波而成中間週率，再經放大經第二次檢波而成音，更經成

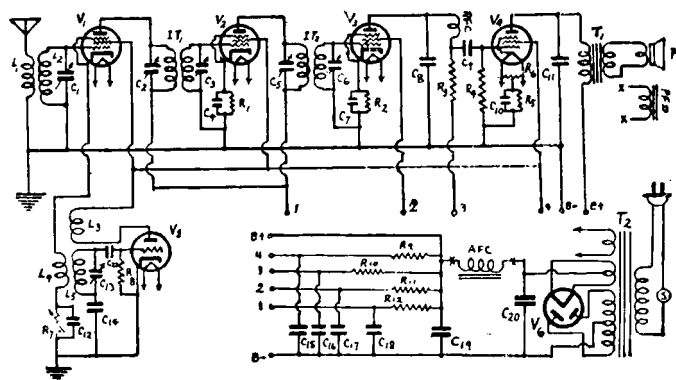


第 187 圖

音放大後在喇叭中放出。像這樣具有中週率低週率放大的外差式收音機，一般稱之為超外差式 (Super-hetrodyne)。

外來電訊與本地振盪同在第一檢波管中混合而生外差，所以第一檢波管又稱為混波管 (Mixer)。有一種稱作變波管 (Converter) 者，管中有五個柵極，是本地振盪管而兼作第一次檢波之用，其作用與複式管相同，只是它更適於外差式的混波而已。

127. 超外差式收音機 下圖是一個六管的超外差式



第 188

收音機，具有一級中間週率和一級成音週率放大，本地振盪另用一三極管承擔。圖的上半是收音機線路，下半是電力供給線路。

V_1 是混波管，作第一次檢波，經中間週率變壓器 IT_1 及中間週率放大管 V_2 放大，再經 V_3 作第二次檢波，再經 V_4 作成音放大而入於喇叭。 V_5 是本地振盪管。

圖中 IT_1 和 IT_2 是特用於外差式收音機的中間週率變壓器 (Intermediate frequency transformer)，主要的是由兩線圈交連而成。 C_2, C_3, C_5, C_6 是各線圈附

屬的配諧蓄電器。中週變壓器的計算和製造都與前述的高週率變壓器相似。

中間週率變壓器的設計，由所定中間週率的波長而定。譬如說，定中間週率為 175 千週波，由第 5 節的波長及週率對照表查得波長約 1710 公尺。由此可以決定線圈磁感量和蓄電器的大小。通常用作配諧中間週率變壓器的蓄電器約為 .0001 ~ .0002 瓩法拉，由第 34 圖可得線圈的磁感量若干，和多大的心型上繞若干捲。

普通的中間週率變壓器的外徑不使其大於 2 吋以上，它的心型約為 $\frac{1}{2} \sim \frac{3}{4}$ 吋。由上求得的磁感量很大，繞線當有幾千捲之數，必須和高週率變壓器一樣繞作蜂巢式，使其自身容量減小。中間週率變壓器的次級和初級線圈之比是 1 : 1，兩線圈的捲數相同。同繞於一心型上，相距 $\frac{5}{16} \sim \frac{3}{4}$ 吋。

用作配諧變壓器線圈的蓄電器，是半固定式，由幾片錫箔和雲母片製成。因計算的結果絕不能十分正確，線圈做成以後必須用儀器校正線圈的波長，所以蓄電器的

電容量要可變動才行，但一經校正就要使之固定而不再變動。製成後的這式變壓器如第 189 圖，兩半固定蓄電器藏於線圈座下。

這種變壓器自製雖不甚難，但要校正線圈的波長却非一般人能做到，以買現成貨為佳。

本機所用各件如下：

V_1 ：混波管，58號三柵管。

V_2 ：中週放大管，58號三

柵管。

V_3 ：第二次檢波管，57號三柵管。

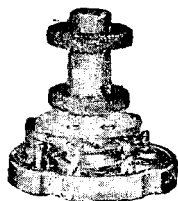
V_4 ：成音放大管，47號強力五極管。

V_5 ：本地振盪管，56號三極管。

各管的燈絲電壓相同，2.5 伏脫，在電源變壓器的次級由一個線圈供給。

L_1, L_2, C_1 ：是兩回路的配諧電路，計算見前。

L_3, L_4, L_5 ：是一三回路固定交連線圈， L_4, L_5 的捲數和大小與 L_1, L_2 相同。 L_3 的捲數以能使 V_5 發



第 189 圖

生振盪爲定，大約爲 L_5 的一半，回授力不足之時再多加多幾捲。 $C_{13} = C_{10}$ 。

$I T_1, I T_2$: 中週變壓器，175 千週波。

C_4 : 枝路蓄電器，與 R_1 組成 V_2 管的柵極偏壓裝置，0.1 瓩法拉。

C_7 : 枝路蓄電器，與 R_2 組成 V_3 管的柵極偏壓裝置，0.1 瓩法拉。

C_8 : 枝路蓄電器，與 $R F C$ 組成高週率濾波裝置，.00025 瓩法拉。

C_9 : 斷流蓄電器，與 R_3, R_4 組成阻力交連放大級，.05 瓩法拉。

C_{10} : 枝路蓄電器，與 R_5 組成 V_4 管的柵極偏壓裝置，0.1 瓩法拉。

C_{11} : 枝路蓄電器，0.01 瓩法拉。

C_{12} : 枝路蓄電器，與 R_7 組成 V_1 管的偏壓裝置，0.1 瓩法拉。

C_{14} : .001 瓩法拉，振盪線路的護墊蓄電器 (Padding condenser)。

$C_{15}, C_{16}, C_{17}, C_{18}$: 1 瓩法拉。

C_{19}, C_{20} : 4 瓩法拉。

C_{21} : V_5 管的柵路蓄電器, .00025 瓩法拉。

R_1 : V_2 管的偏壓電阻, 300 歐姆。

R_2 : V_3 管的偏壓電阻, 1200 歐姆。

R_3 : V_3 管的屏路電阻, .25 兆歐姆。

R_4 : V_4 管的柵漏, 1 兆歐姆。

R_5 : V_4 管的偏壓電阻, 450 歐姆。

R_6 : V_4 管的燈絲中心分阻, 20 歐姆。

R_7 : 2000 歐姆, 可變式。

R_8 : V_6 管的柵漏, 30000 ~ 150000 歐姆。

R_9 : 分壓電阻, 10000 歐姆。

R_{10} : 250000 歐姆。

R_{11} : 2 兆歐姆。

R_{12} : 10000 歐姆。

AFC : 低週率扼制圈, 30 亨利。如喇叭有勵磁線圈 (PFD), 則用勵磁圈兼代。

T_1 : 輸出變壓器, 適用於 47 號管者。

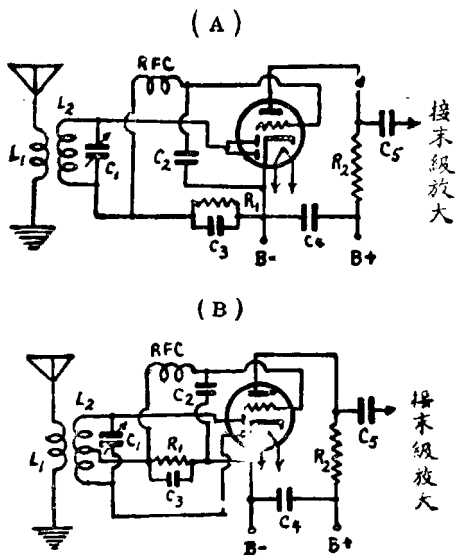
T_2 : 電源變壓器。

S : 開關。

128. 二極管檢波法 最初用作檢波的真空管原是二極管，到三極管發明後纔將二極管淘汰的。但是近來因真空管製造技術的進步，二極管又得復被採作檢波之用。二極管檢波的優點在其不失真，這種性能非其他真空管所能及。

新式的二極管多是伴隨其他真空管（三極或五極）而成複式管，在收音機上用作檢波和自動音量控制之用（見第 131 節）。第 190 圖是一隻雙二極三極複式管的檢波線路。圖(A)的雙二極聯合為一，成為單屏二極，如圖，二極部司檢波，再輸入三極部作成音放大。這種單屏檢波與單屏整流管的作用相同，稱之為半波式檢波法（Half-wave detection）。圖(B)的兩屏各聯結於線圈 L_2 的一端，在 L_2 的中心引出一線頭接陰極，這樣的檢波法與雙屏整流管的作用相同，稱為全波檢波法（Full-wave detection）。

在第 190 圖任何一線路之後加一級阻力放大即成一



第 190 圖

完全收音機。圖中各件如下：

真空管：85號雙二極三極複式管。

L_1, L_2, C_1 ：配諧電路。

C_2 ：枝路蓄電器，與 RFC 成一組高週率濾波裝置，電容量 .0001 瓩法拉。

C_3 ：枝路蓄電器，與 R_1 成一組柵極偏壓裝置，.00015 瓩法拉。

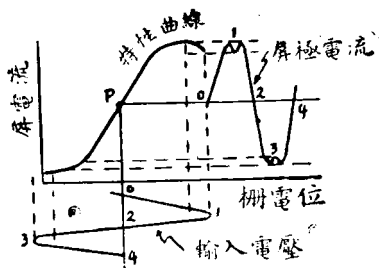
C_4 : 0.5 瓩法拉。

C_5 : 斷流蓄電器, 0.01 瓩法拉。

R_1 : 偏壓電阻, 0.5 ~ 1 兆歐姆。

R_2 : 屏路電阻, 0.1 兆歐姆。

129. 推挽式成音放大 (Push-pull A. F. amplification) 欲求得甚強大的輸出, 必須有若干級成音放大, 但真空管的能力 (放大不失真度) 有限, 超過它的能力範圍, 其放大結果失真而生雜聲了。第 191 圖是表示

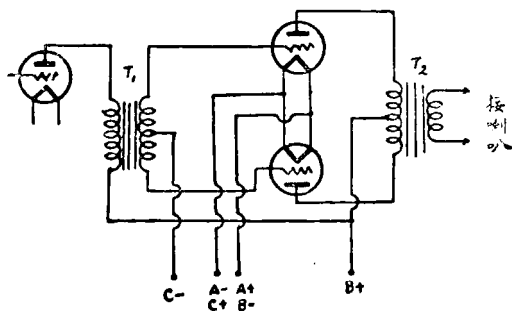


第 191 圖

過度的放大使放大失真的原因。輸入電壓的變動範圍太大, 以致超過真空管的特性曲線的非線性範圍, 結果屏極

電流變形，與輸入電壓的形狀大異，這種現象稱為負荷過量 (Overload)。

要避免因負荷過量而生的放大失真，可用推挽式放大法。其線路如第 192 圖。將兩隻相同的真空管聯合而

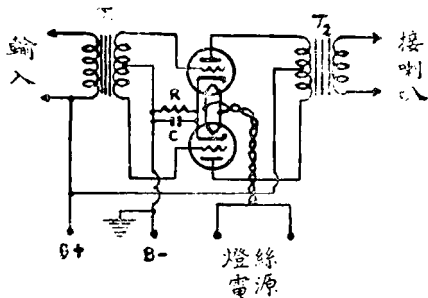


第 192 圖

代替一真空管用，兩管的柵極同聯於變壓器 T_1 的次級，兩管的屏極同聯於變壓器 T_2 的初級。於是由上級放大而來的強大電壓分作兩管承受，負荷過量之弊不致發生；同時輸出電力却是兩管之和，輸出電力更增加一倍。用這種放大法的優點很多，除上述兩點外，還有屏電壓不必特高，省費等等。因此大型收音機的末級放大幾乎全是採用此法的。

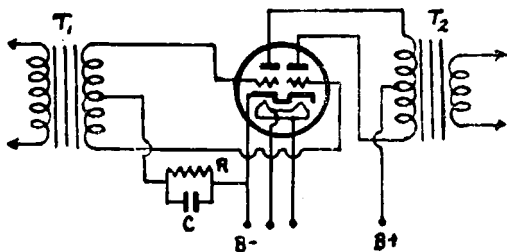
用於這裏的變壓器 T_1, T_2 是特製的。 T_1 稱為推挽式輸入變壓器 (Push-pull input transformer)，它的次級線圈有一中心分線頭。 T_2 稱為推挽式輸出變壓器 (Push-pull output transformer)，它的初級線圈有一中心分線頭。這兩個變壓器自製也不易，無線電料商店有出售，但要注意變壓器的阻力是否與線路相合。輸入變壓器的初級迴阻應等於前級放大管的屏極阻力 (或負荷阻力)，輸出變壓器的初級迴阻應等於兩推挽放大管的屏極阻力 (或負荷阻力) 之和。輸入變壓器的比數約 $3:1 \sim 5:1$ ，不必過大。輸出變壓器的比數要看所用喇叭阻力而定。(見第 103 節)

第 193 圖是用旁熱式真空管的推挽式結法。第 194



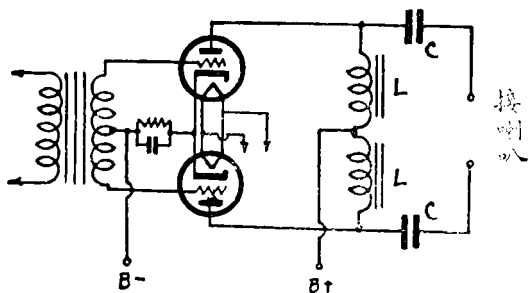
第 193 圖

圖是用一隻變生三極管的結法，變生管用作推挽式放大最爲適宜。



第 194 圖

推挽式放大的輸出變壓器也可用扼制圈和蓄電器代替，一如第 103 節所說的一樣。將兩相同的扼制圈相串聯，以中間的接頭作中心分線，全線路如第 195 圖。



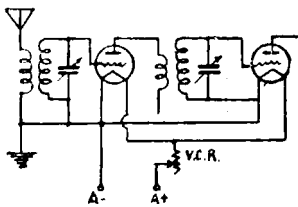
第 195 圖

130. 音量控制 (Volume control) 音量控制的目的是在調節真空管的輸出力使喇叭得—不過強或太弱的聲音。有了這種裝置以後，聲音的大小可以自由調整。音量控制的方法雖多，但終結目的只在調整放大真空管的屏極電流。本節裏舉出幾個主要的方法使讀者知道音量控制的原理。

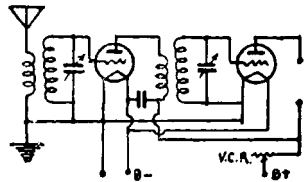
用作音量控制器的通常是一個可變電阻器或電位分壓器。其阻力的大小，因裝置方法而不同，下文將有說明。

a. **燈絲電壓控制法** 真空管的燈絲愈熱，發射的電子愈多，反之則愈少。發射電子的多少即影響於屏極電流的強弱，所以調節燈絲阻力可得音量控制的效果。但這方法只能用於電池供電式的收音機，不宜於交流式。其接法如第 196 圖 (A)，V.C.R. 是一具音量控制電阻器 (Volume control resistor)，可以燈絲電阻器兼用，但它的最大阻力要大些才好。

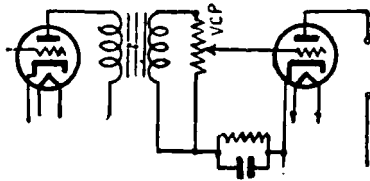
b. **屏電壓控制法** 這種控制法如圖 (B)，將一可變電阻器接於屏電路上，直接控制屏電壓而調整屏電流。



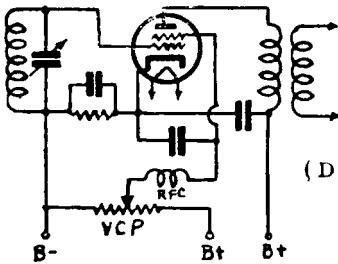
(A) 燈絲電壓控制法



(B) 屏極電壓控制法



(C) 柵極電壓控制法



(D) 廉柵電壓控制法

第 196 圖

這個方法不甚好，因為真空管的屏壓不能過份減低，否則使放大發生困難。用於此地的可變電阻的阻力約為

10,000歐姆。

c. 柵極電壓控制法 在真空管的「柵壓屏流特性曲線」裏可知柵極電位的增減可使屏電流隨之增減。那末如圖(C)的結法，將一電位分壓器V.C.P.接於放大管的柵路上，控制放大管的輸入，間接是控制放大管的輸出。柵位變動影響於屏極甚大，所以控制較上述兩法為靈敏。用於此地的電位分壓器的阻力約為50,000~500,000歐姆。V.C.P.接在檢波管或放大管的柵路都可以，但以接於末級放大管的柵路為最當，因為末級放大管是直接連結於喇叭的。

d. 簾柵電壓控制法 有簾柵的真空管（四極，五極，三柵管等）可將電位分壓器接於簾柵極，如圖(D)。因為簾柵電壓的大小也影響於屏流的強弱。這種方法最為通用，但不能用於三極管而已。

131. 自動音量控制 (Automatic volume control)

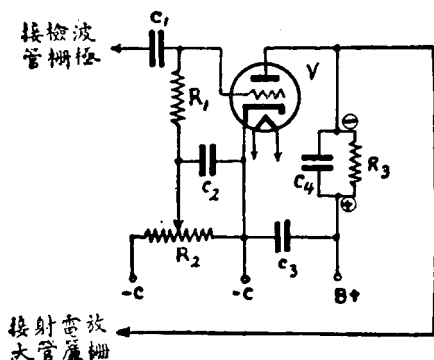
在新式的大型收音機裏都有自動音量控制的裝置，它的作用其實不是控制喇叭的音量，而是藉另一真空管之力以自動調整收音機的輸入或輸出，使收音機的放大

穩定並避免衰落等弊病的。對於音量的控制却仍然要另用一電位分壓器去擔任。

一般僅有音量控制的收音機，在收音之時常有下述的情事。就是初時收聽遠地電臺之時音量控制阻力已減到很小；這時如將配諧蓄電器轉到本地電臺之時因電信的過強，喇叭裏猛然來一怪大的像爆裂的聲音，叫喲不堪，勢必要再將音量控制電阻加大以調節音量。反之如初時收聽本地電臺然後收聽遠地電臺之時，又致沒有聲音。像這樣的收音機收聽各地播音之時必須將音量控制揿手和配諧蓄電器的刻度盤同時適當的轉動才能避免上述的弊病，使用上是似嫌麻煩些兒。

自動音量控制是為免去上述的麻煩而設。在收聽各地播音之時，雖不變動音量控制器的阻力也不會有過大或過弱的特大的差別。自動音量控制器可使由天線而來的過強或過弱的電信不太影響於成音放大的音量，截長補短，因此放大極為穩定。

第 197 圖是自動音量控制法的一種。用一隻三極管作自動控制管，假定收音機的檢波前有一級用簾柵管的



第 197 圖

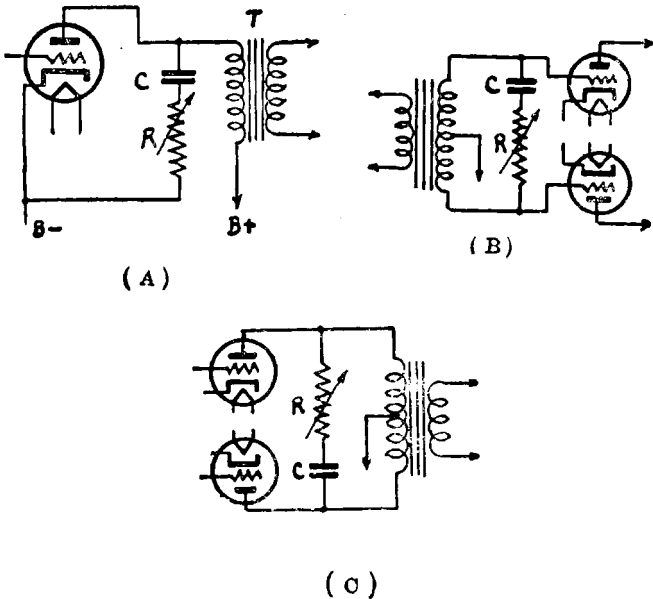
射電週率放大，自動控制管的屏路接射電放大管的簾柵，柵路接檢波管的柵極，屏極和 $B+$ 之間裝一電阻器 R_3 。 R_1 是柵漏， R_2 是電位分壓器調整控制的音量。

假如天線上突然收到一特強的電信，經射電放大後輸入於檢波管，同時也輸入於自動音量控制管 V 。 V 管的柵壓突然增強，屏電流也隨之突然增大。在平時 $B+$ 是平靜的直流，經 R_3 後供給於 V 管的屏極和射電放大管的簾柵的也一樣是平靜直流，在 R_3 的兩端的電位差是一定值。如 V 的屏流突然增大，因惰性的關係，電子擁過 R_3 者太多，於是兩端的電位差增大，結果射電放

大管的簾柵電壓反而減低，射電放大管的屏流隨之減小，輸入檢波管的電壓自然降低。這就是用真空管作自動控制的作用。

各種真空管都可作自動控制管之用，但一般新式收音機多用二極管（複式管）。（見第 199 圖）

132. 音調控制（Tone control） 音量控制是調節



第 198 圖

聲音的大小和強弱；音調控制是調節音調的尖銳和沉宏使喇叭所放出的音調恰當而悅耳。高級的收音機多有這個裝置。

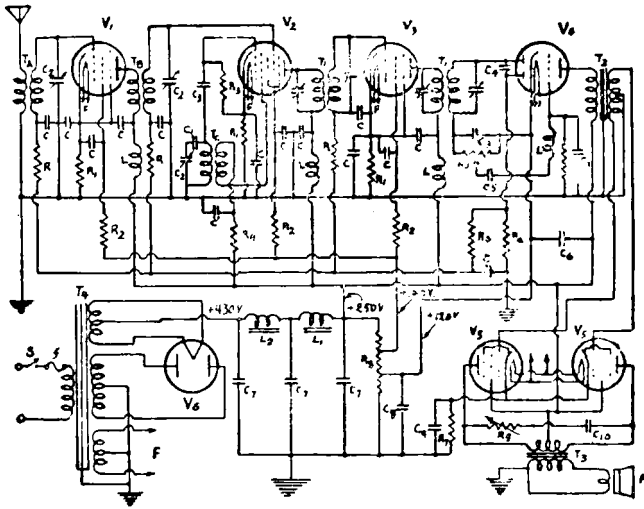
尖銳音調的音波週率比宏沉音調的週率為高，只須在成音週率中加一適當的可變濾波器使其扼制力恰能扼制過高或過低的週率，即得音調控制的效果。

作音調控制用濾波裝置是一隻蓄電器 C 和一可變電阻器 R 所組成，接於檢波管或放大管的柵路或屏路上〔如第 198 圖 (A)〕。如末級是用推挽式放大，則音調控制器接於兩柵路間，如圖 (B)；或兩屏路間，如圖 (C)。

蓄電器 C 的電容量約為 $.002 \sim .02$ 瓩法拉，可變電阻的阻力為 $100,000 \sim 500,000$ 歐姆。

133. 七管超外差式收音機 第 199 圖是美國 R C A 公司介紹的一個標準超外差式收音機的線路圖。較之第 127 節的線路多了一級射電週率放大，用推挽式作成音放大，更用一隻變波管兼作本地振盪及第一次檢波之用，用一隻雙二極三極複式管 (V_4) 作第二次檢波和自動音

量控制。電力供給的濾波部用雙 π 型的裝置，整流後輸入濾波器的電壓要 430 伏脫，經 L_1 和 L_2 後得電壓 250 伏脫。



第 199 圖

本機所用各件如下：

V_1 : 58號，高週率放大。

V_2 : 2A7號，變波管。

V_3 : 58號，中週率放大。

V_4 : 55號, 第二次檢波及自動音量控制。

V_5 : 2A5號, 推挽式成音放大。

V_6 : 5Z5號, 整流管。

T_A, T_B, T_C : 是兩回路線圈與 C_2 成配諧電路者, 其計算和製法一如前各節。

T_1 : 中週率變壓器, 與兩半固定式蓄電器相配合, 週率 175 千週波 (KC)。

T_2 : 推挽式輸入變壓器, 鐵心通地。

T_3 : 推挽式輸出變壓器。

T_4 : 電源變壓器, 鐵心及線圈中心錫箔層通地 (見第 109 節)。

S : 開關。

f : 保險絲, 1 安培。

C : 0.1 毫法拉。

C_1 : 振盪電路護墊蓄電器 (見 127 節)。

C_2 : 配諧蓄電器。

C_3 : .00045 毫法拉。

C_4 : .0001 毫法拉。

C_5 : .01 瓩法拉。

C_6 : 1 瓩法拉。

C_7 : 8 瓩法拉電液式蓄電器, 500 伏脫電壓。

C_8 : 8 瓩法拉電液式蓄電器, 30 伏脫。

C_9 : 0.25 瓩法拉。

C_{10} : 0.02 瓩法拉, 音調控制組。

R : 250,000 歐姆, 0.1 瓦特。

R_1 : 300 歐姆, 1 瓦特。

R_2 : 20,000 歐姆, 0.5 瓦特。

R_3 : 50,000 ~ 100,000 歐姆, 1 瓦特。

R_4 : 25,000 歐姆, 1 瓦特。

R_5 : 500,000 歐姆電位分壓器, 音量控制。

R_6 : 1 兆歐姆。

R_7 : 200 歐姆, 5 瓦特。

R_8 : 25,000 歐姆, 10 瓦特。這電阻器有兩線頭, 依照圖上標明的電壓計算出每段應有若干歐姆。或用三只電阻器來代替它。

R_9 : 14,000 歐姆, 1 瓦特, 音調控制。

L: 60~85 亨亨利高週率扼制圈。

L₁ : 1,000 歐姆喇叭勵磁圈。

L₂ : 20~30 亨利低週率扼制圈, 600 歐姆。

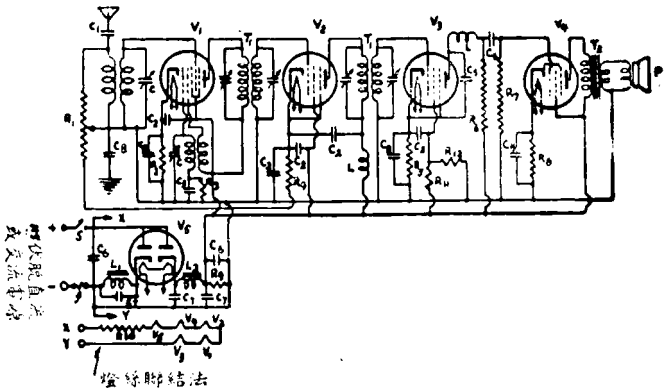
P: 電動力式喇叭。

134. 交直流電源兩用五管超外差式收音機 有些城市及工廠裏的電源是直流發電機所發出, 以前各節所述的那些電力供給法不能適用。但無論電力的供給是交流, 直流或電池, 收音機本身的線路是一樣的, 所以本書各線路都可應用於任何電源, 只要電力的供給適當。

直流電源的電壓通常是 100~120 伏脫, 供給燈絲的路上必須加適當的電阻使其電壓減低, 因為直流電是不能用普通變壓器使其電壓升高或降低的。

完全的交流收音機不能直接使用於直流, 完全的直流收音機也不能直接使用於交流。但如用第 200 圖的電力供給裝置法即可兩用, 常旅行於兩交直流市鎮的人用之最宜。

這個線路也是 R C A 所介紹的, 用一特別製造的 25 Z 5 號真空管作交流整流和直流昇壓。另用電阻器



第 200 圖

(R_{10}) 將電壓降低供給燈絲電路，為增加阻力起見，全機各管的燈絲作串聯，如圖的最下一列所示。因真空管的燈絲電壓不同，串聯時必須依照圖線上標明的次序連接，並須辨明直流電源的正負線如圖接上，XY 與 XY 相結。

本機所用各件如下：

V_1 : 6A7 號，變波管。

V_2 : 78 號，中週放大。

V_3 : 77 號，第二次檢波。

V_4 : 43 號, 成音放大。

V_5 : 25 Z 5 號。

C : 配諧蓄電器。

C_1 : 0.002 毫法拉。

C_2 : 0.1 毫法拉。

C_3 : 振盪電路護墊蓄電器 (見前) 。

C_4 : 10 毫法拉, (這個蓄電器特別加大的原因是不使放大管的柵電壓衰落, 保持放大的平穩。其容量不可少於 5 毫法拉。)

C_5 : .00025 毫法拉。

C_6 : .01 毫法拉。

C_7 : 8 毫法拉, 200 伏脫。

C_8 : 1 毫法拉。

R_1 : 50,000 歐姆電位分壓器, 音量控制。

R_2 : 150 歐姆, 1 瓦特。

R_3 : 10,000 歐姆, 0.5 瓦特。

R_4 : 430 歐姆, 1 瓦特。

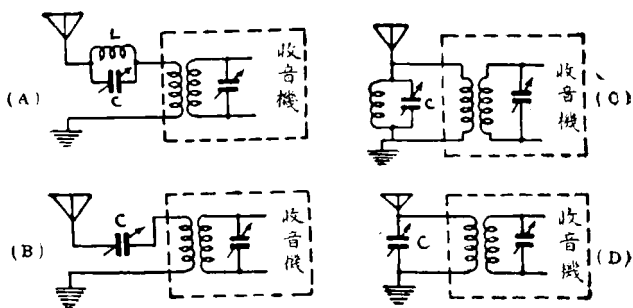
R_5 : 12,500 歐姆, 1 瓦特。

- R_6 : 250,000 歐姆, 1 瓦特。
 R_7 : 500,000 歐姆, 0.1 瓦特。
 R_8 : 625 歐姆, 2 瓦特。
 R_9 : 20,000 歐姆, (洩放電阻) 1 瓦特。
 R_{10} : 150 歐姆, 25 瓦特 (燈絲電阻)。
 R_{11} : 60,000 歐姆, 0.5 瓦特。
 R_{12} : 35,000 歐姆, 0.5 瓦特。
 L : 60 亨亨利高週率扼制圈。
 L_1 : 2,000 歐姆喇叭勵磁圈。
 L_2 : 30 亨利扼制圈, 200 歐姆。
 T_1 : 465 千週波中週率變壓器。
 T_2 : 輸出變壓器。
 P : 電動力式喇叭。

本機用於交流之時亦以 110~120 伏脫為準，如電源是 220 伏脫之時，在電源線路上必須加一電阻器使其電壓減低。本機因不用電源變壓器，故稱無變壓器式收音機 (Transformerless Receiver)。因不用電源變壓器，很多由它而生的雜聲可以免掉，音量比較純淨，這

也是本機優點之一。

135. 天線濾波裝置 在有若干個播音臺的城市裏，最使人討厭的是收音的混雜。當你收聽某一播音臺之時，其他播音臺的聲音也混入聽筒裏，使要聽的聲音不能清淨。



第 201 圖

長天線吸收的電力強大，而雜電也就易於混進而使聲音嘈雜。天線減短雖可增加選擇性，但收音的力量也將減小。最適宜的方法是加一濾波裝置於天線路上，使天線所收集的各種電波先經濾過然後再入收音機。

濾波器的原理和組合法已見第十二章，用於此地多

是週段扼制式和週段通過式兩種。濾波器自成一組與收音機的配諧電路獨立，有用的必要時將其接上，不須用時又可拿開，與配諧蓄電器的度數也不生關係。線路接法如第 201 圖，(A)，(B)是週段扼制式；(C)，(D)是週段通過式。

大電力電臺的電力太強，常使其他的電波被遮壓或混雜於其他小電力電臺的聲音間生擾亂。要想避免大電力電臺或本地電臺的擾亂，須加週段扼制式將其電波扼住。用法是先將濾波器的蓄電器 C 置於 0 度，然後轉動收音機的配諧蓄電器，得該電臺的聲音頂響為止；再將濾波蓄電器轉動則該電臺的聲音必將減小，以減到極小為止。這樣該電臺的電波已被扼住，收音機可自由收取其他電臺而不憂其吵擾了。因此這種濾波器特稱為浪奔 (Wave-trap)。

如目的在專收某臺而當地又無大電力電臺壓制者，只須將其他電臺的電波濾去即可，加一週段通過式甚為適宜，(大多的天線濾波器多採用此式)。用法，先將濾

波蓄電器轉到0度，然後轉動配諧蓄電器使要收聽的聲音最響而止，再將濾波蓄電器轉動得一最響的地位，這樣其他電波已被扼住，只有要聽的電波可以通過。

第十七章 裝潢及其他

136. 接線 收音機裏很多毛病是出於接線方面，裝置的時候務必使之合於下列各條件：

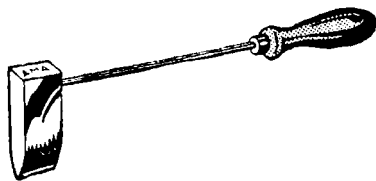
- (1) 接線宜短而粗以減小電流的損失。
- (2) 接線必須絕緣性良好。
- (3) 接頭要確實，最好用錫銲。
- (4) 兩不相接的線路，不可使之裸着相碰。
- (5) 兩並行線要稍距開一些，兩交差線不要緊疊。

專作接線用的絕緣線外裹一層厚的膠漆，有各種不同的顏色以便檢查和修理。普通 22 號雙紗包線也可作接線之用，為求絕緣性良好，可買幾呎很細的橡皮管套在各接線的外面。漆包線絕緣性雖好，但容易因撓屈和碰撞使漆皮剝落。

除了上述各點以外，線路的次序也極重要。幾個真空管以上的收音機，零件很多，接線當然複雜，若任接線的凌亂交叉，不特容易弄錯和碰線，將來修理或檢查

時也不能一目瞭然。最適當的裝置是將各線作成縱橫線路，不要斜行，如此地位也可佔得少一些，雅觀更其餘事。

137. 錫鐸 裝置收音機時，錫鐸 (Soldering) 也是一件重要的工作，有時雖可託銅器或錫器店代鐸，總不及自己鐸接來得便利和經濟。要具備的工具是小烙鐵，鐸錫和一瓶鐸藥水 (氯化鋅與水的溶液)，藥水的功用是使錫容易附着於鐸片上。這一些東西在五金店和零料店裏都極易買到。



第 202 圖 小烙鐵

先將要鐸的地方用砂布擦光了，塗上些藥水，將燒熱的烙鐵在鐸錫邊上熔一些出來，錫滴遂附着烙鐵尖頭上。將此錫滴點在兩鐸頭中間，錫便凝固在鐸頭中使鐸接得以堅固。

用松香粉末比用錫藥水好些，小零件的銲接多不用錫藥水，電料商店裏有種線條狀的特種錫錫，錫條中心包有松香，使用時極為便利。

銅製的烙鐵比鐵製的烙鐵易於燒熱，但烙鐵不必要燒紅，因為錫錫原是極易熔的合金。

在此有一件是得知道的，銅與銅易於銲接，與其他金屬就困難一些，鍍過鎳或鋅的面上極難使錫附着，必須將鎳層刮去。

138. 裝潢 裝潢的主要目的是將各機件裝在木或膠木箱中使外形美觀而看不到內部的複雜狀況。商店出售的收音機為引誘顧客起見，多是裝潢得極其漂亮，有的是以富麗稱雄，有的是以小巧見勝。一般大型收音機將喇叭裝在收音機裏面，內部的裝置可在第 203 圖中看得，底座分作兩層，上層是各部零件，下層是各接線，因此雖將機門開了，仍然看不到礙目的接線的，這樣的匠心當然是為雅觀的緣故。

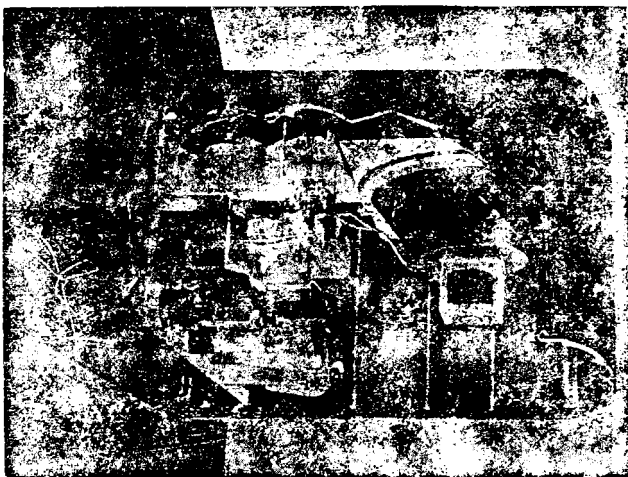
喇叭前面的木板上開一適大的窗，使聲音外揚，窗上蒙一層薄綢或花綾，使喇叭不顯露於外。



第

203

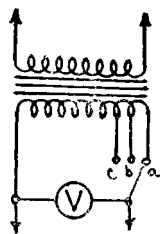
圖



139. 電源電壓不足之補救 有些城市裏因電力不充足，電源電壓時有低落，譬如說原來日間電壓是 110 伏脫，但到晚上各商店都開燈後，電壓低到 90 伏脫，甚至有低到 70,80 伏脫者。像這樣低的電壓當然不能使收音機正常工作，必須另備一補助變壓器以作補救。

補助變壓器的初級應有幾個線頭以作調節，如第 204 圖。線頭的多少和最低電壓要依當地的情形而定。收音機的供給電壓相差 10 伏脫應無多大關係，所以每線頭的電壓以相差 10 伏脫為準。這個變壓器的鐵心和收音機上的電源變壓器相同，初級和次級的捲數相等，等於電源變壓器的初級線圈。銅線大小亦相同。各線頭在若干圈數時抽頭，由下述方法決定。例如收音機的電源變壓器的初級電壓規定為 110 伏脫，當地的電源電壓有時低至 90 伏脫，那麼補助變壓器的次級須有三個線頭為 110, 100, 90 伏脫。設原有電源

次級接收音機電
源變壓器初級



初級接電源

第 204 圖

變壓器的初級線圈是 X 捲，那末 100 伏脫線頭 (b) 應在 $\frac{100X}{110}$ 處抽頭，90 伏脫線頭 (c) 應在 $\frac{90X}{110}$ 處抽頭，餘此類推。V 是一隻電壓表，隨時測驗電源電壓以便調節。

這種補助變壓器有現成的出售，電壓表裝於鐵心架上，每個約 10~20 元。

140. 購買收音機應注意事項 不願或不能自製而須購買現成收音機之時，下述各項必須注意。

- A. 電源供給與當地情形合不合？
- B. 收音能力如何？收得到多少地方的播音？聲音是否夠響？
- C. 選擇性是否良好？有無雜聲？
- D. 使用上有無故障？

以上各項必須自己在商店中試驗過，滿意後再買。有很多商店准許客人將收音機攜回家中去試聽幾天，然後交易，那就更好。此外，必須要附有說明書和該收音機的詳細線路圖。沒有圖可查是難於修理的，猶其是大型收音機，其中接線雜亂異常，一出毛病很不易措手。正式

工廠的出品，都隨機附送說明書和線路，有時顧客不問，商店裏便不給，因此必須注意。

編 後

無線電收音機日新月異，新式真空管的製造層出不窮。最近已發明適用的金屬真空管（Metal-tube）。管罩不用玻璃而用金屬，從此真空管不怕碰破。這種真空管的性質與現時所用者相同而體積大為減小。又有人發明一種無絲真空管（Filamentless tube）者，管內不裝燈絲而用氣體代替，這樣無燈絲燒壞之虞，真空管的壽命永無窮盡，只是這種真空管還不曾普遍應用而已。

自複式真空管出世而後，將來或有三個以上單管裝於一管中的複式管出現，收音機的體積更可減小。縮小收音機的體積也是一般人努力的着眼點，將來也許有在衣衫口袋裏藏一具五六管收音機的可能。

短波及超短波應用而後，短波廣播臺日漸設立（歐美各國已有很多，但我國還沒有），短波及超短波收音機也漸盛行。將來短波或將全部代替現時的中間波，正如中間波代替了舊時的長波一樣。

由光電管（Photoelectric cell or Phototube）的

發明，電視術（Television）大昌，無線電傳影由是而興，從此聲影都可藉無線電傳達遠方。廣播聲影的試驗歐美諸國已有舉行，無線電收音收影機已有製造，此後不必上影戲院也可在家坐看電影；不到公共集會場也可看和聽名人的演說，……真的，無線電收音機的將來，誰能料到有幾多新奇的發明呢？

四 附錄

第 11 表 本書所用各單位

1 公尺 (Meter)	=100 公分 (Centimeter)
1 碼 (Yard)	=3 呎 (Feet)
1 呎	=12 吋 (Inch)
1 密爾 (Mil)	= $\frac{1}{1000}$ 吋
1 圓密爾 (Circular Mil)	= 直徑為 1 密爾之圓面積
1 安培 (Ampere)	=1,000 毫安培 (Milliampere)
	=1,000,000 微安培 (Microampere)
1 歐姆 (Ohm)	=1,000 毫歐姆
1 兆歐姆 (Megohm)	=1,000,000 歐姆
1 伏脫 (Volt)	=1,000 毫伏脫 (Millivolt)
1 法拉 (Farad)	=1,000,000 微法拉 (Microfarad)
	=1,000,000,000 微微法拉 (Micro-microfarad)
1 亨利 (Henry)	=1,000 毫亨利 (Millihenry)
	=1,000,000 微亨利 (Microhenry)
1 啓羅瓦特 (Kilowatt)	=1,000 瓦特 (Watt)

第 12 表 長度單位換算表

換 算	乘 以
公尺 化 呎	3.28
公分 化 吋	0.394
呎 化 公尺	0.305
吋 化 公分	2.54
平方公分 化 平方吋	0.155
平方吋 化 平方公分	6.45

第 13 表 無線電報字母數字信號

以點(·)及劃(-)表示,讀如(底)及(達)。

字母	信號	讀法
A	·-	Dit darr
B	-...·	Darr dit dit dit
C	-...-·	Darr dit darr dit
D	-...·	Darr dit dit
E	·	Dit
F	·...·	Dit dit darr dit
G	-...·	Darr darr dit
H	Dit dit dit dit
I	..	Dit dit
J	·- - -	Dit darr darr darr
K	-...·	Darr dit darr
L	·-...·	Dit darr dit dit
M	- -	Darr darr
N	-·	Darr dit
O	- - -	Darr darr darr
P	·- - -	Dit darr darr dit
Q	- - - -	Darr darr dit darr
R	·...·	Dit darr dit
S	...·	Dit dit dit
T	-	Darr
U	·...·	Dit dit darr
V	·...-·	Dit dit dit darr
W	·- - -	Dit darr darr
X	-...-·	Darr dit dit darr

Y	----	Darr dit darr darr
Z	---..	Darr darr dit dit

數字	信號	讀 法
1	-----	Dit darr darr darr darr
2	----	Dit dit darr darr darr
3	---..	Dit dit dit darr darr
4-	Dit dit dit dit darr
5	Dit dit dit dit dit
6	-----	Darr dit dit dit dit
7	---..	Darr darr dit dit dit
8	----	Darr darr darr dit dit
9	-----	Darr darr darr darr dit
0	-----	Darr darr darr darr darr

符號	信號	讀 法
逗 。	-----	Dit darr dit darr dit darr
點	Dit dit dit dit dit dit
冒 :	-----	Darr darr darr dit dit dit
半冒 ;	-----	Darr dit darr dit darr dit
疑問 ?	---..	Dit dit darr darr dit dit
驚嘆 !	-----	Darr darr dit dit darr darr
劃 -	---..	Darr dit dit dit dit darr
括弧 ()	-----	Darr dit darr darr dit darr
引用 “ ”	-----	Dit darr dit dit darr dit
雙劃 =	-----	Darr dit dit dit darr
分數 /	---..	Darr dit dit darr dit

各式真空管管座形狀及其內部接線圖

(由座底上視)

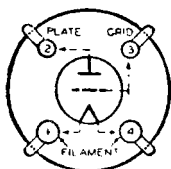


FIG. 1

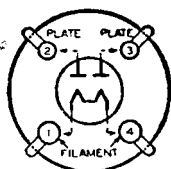


FIG. 2

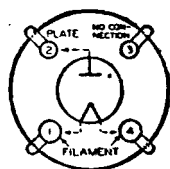


FIG. 3

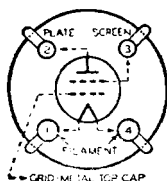


FIG. 4

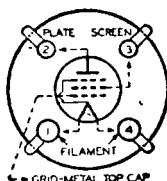


FIG. 4A

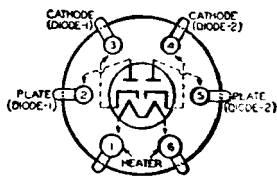


FIG. 5

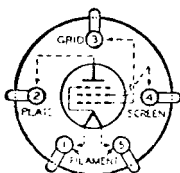


FIG. 6

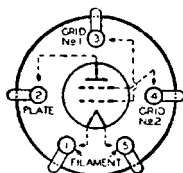


FIG. 7

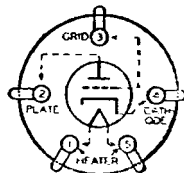


FIG. 8

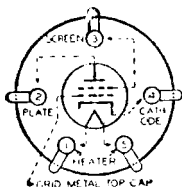


FIG. 9

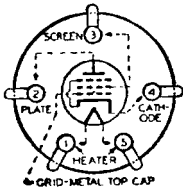


FIG. 9A

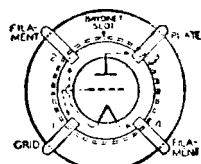


FIG. 10

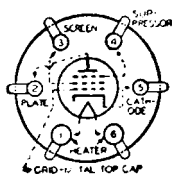


FIG. 11

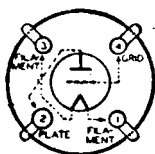


FIG. 12

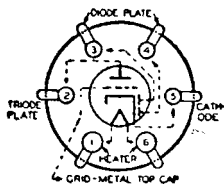


FIG. 13

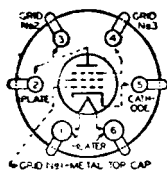


FIG. 14

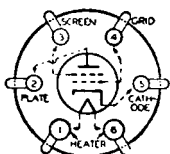


FIG. 15

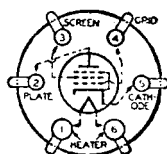


FIG. 15A

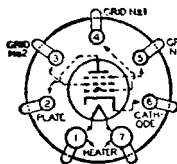


FIG. 18

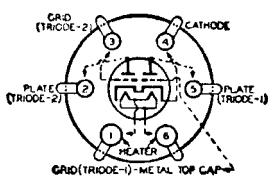


FIG. 19

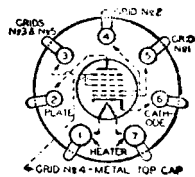


FIG. 20

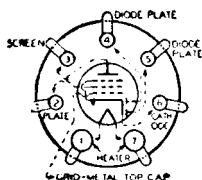


FIG. 21

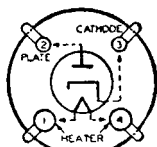


FIG. 22

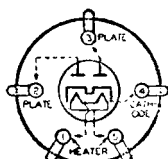


FIG. 23

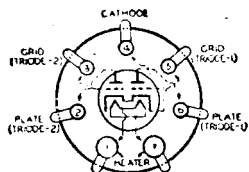


FIG. 24

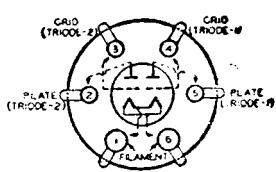


FIG. 25

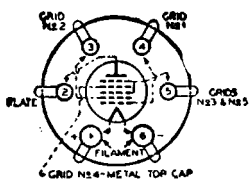


FIG. 26

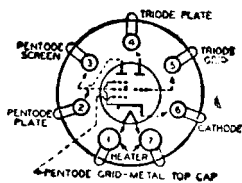


FIG. 27

管座圖中符號之意義如下：

Filament	——直熱式燈絲	Heater	——旁熱式燈絲
Plate	——屏極	Cathode	——陰極
Grid	——柵極	Screen	——簾柵
Suppressor	——抑制柵	Diode	——二極管
Triode	——三極管	Pentode	——五極管
Metal top cap	——管頂銅帽	No Connection	——不連

(註)管腳上所標號碼係依照最近無線電業製造協會之規定者。
表中屏極電壓係指最大屏壓而言，其他各數字俱依此而定。

真空管玻璃罩形狀種類



S——直邊型

T——圓筒型

ST——直邊圓筒混合型

S-C——直邊型之有銅帽者

ST-C —— 直邊圓筒型之有
銅帽者。

交通部規定裝設廣播無線電收音

機登記暫行辦法 (二十年四月十日部令修正)

- 第一條 凡爲收聽無線電新聞演講商情音樂等項，而裝設廣播無線電收音機者，應遵照本暫行辦法之規定，請求登記。
- 第二條 凡欲裝設廣播無線電收音機者，無論其係購置或自行配製零件而成者，均應向交通部，或交通部國際電信局，或交通部所指定之登記處登記。填具裝用廣播無線電收音機登記聲請書，領取登記證後，方准使用。該項登記手續，暫不收費。
- 第三條 凡購置及自行配製零件而成之廣播無線電收音機，須合下列二項之規定。
- 一 內部裝置不能任意變更，作爲發報或發話用者。
 - 二 不發生強烈之振盪者。

- 第四條 裝戶領取登記證後，如遇登記機關認為有疑問時，得令其將機件呈驗或派員前往視察，不得攔阻。
- 第五條 裝戶住址遷移或機器程式變更時，應開具新舊兩處裝機地點，或新舊機器程式連同前領登記證，向原登記機關聲請更正，所有更正手續，亦暫不收費。
- 第六條 廣播無線電收音機登記證，一概不准頂替或租借。
- 第七條 凡以前已領有交通部所屬機關廣播無線電收音機登記證者，仍一律繼續有效。
- 第八條 裝戶如自其收音機接得任何無線電信，除廣播無線電外，皆應保守秘密。
- 第九條 裝戶所用天線不可接近電報電話電燈及其他電力用之線路。其引入屋內之天線，並須裝置避電器，並應有防杜危險之預備。
- 第十條 裝戶如欲停止收聽廣播無線電時，應即將機器及天線拆卸。一面聲請原登記機關註銷登

記，並繳還登記證。將來倘欲重裝使用或移轉他人時，均應按新戶例重行登記。

第十一條 凡裝戶所裝之廣播無線電收音機，其機器程式及波長範圍，暫均不加限制。

第十二條 廣播無線電收音機正式章程公布後，本暫行辦法，即行廢止。

第十三條 本暫行辦法，如有未盡事宜，得隨時修正之。

第十四條 本辦法自通告之日起施行。

