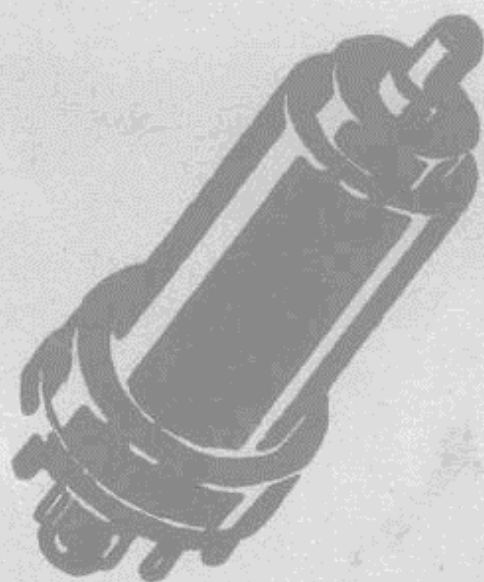


真空管的应用

姚仲平 編



上海科学技术出版社

目 錄

第一章 怎樣連接真空管的燈絲

(1·1)	燈絲及熱絲極的規定電壓	1
(1·2)	絲壓太低的結果	1
(1·3)	絲壓太高的結果	1
(1·4)	怎樣量度絲壓和絲流	2
(1·5)	絲壓相等者的并聯接法	3
(1·6)	絲壓不相等者的并聯接法	5
(1·7)	絲流相等者的串連接法	7
(1·8)	絲流不相等者的串連接法	8
(1·9)	燈絲電路加接可變電阻器	10
(1·10)	并聯燈絲加接串連電阻器	14
(1·11)	串連燈絲加接串連電阻器	15
(1·12)	串連燈絲應有適當的次序	16
(1·13)	直熱式串連燈絲應接分流器	17
(1·14)	1.4 伏和 2 伏燈絲的工作電壓	20
(1·15)	陰極和熱絲極間的連接法	21
(1·16)	有分線端燈絲的接法	23
(1·17)	真空管的裝置方向	25

第二章 怎樣取用屏極和柵極等電壓

(2·1)	怎樣取用屏極電壓	27
(2·2)	怎樣取用電訊柵負壓	28
(2·3)	怎樣接用丙電阻器的旁路容電器	33
(2·4)	可變柵負壓的接法	34

(5.3)	屏陰極各別輸出法.....	61
(5.4)	自平衡反相器.....	62
(5.5)	重反回輸自平衡反相器.....	62
(5.6)	不用反相管的反相電路.....	63

第六章 反相回輸電路

(6.1)	為什麼需要反相回輸.....	64
(6.2)	聲頻放大器適宜裝接反相回輸電路.....	64
(6.3)	定壓式反相回輸電路.....	65
(6.4)	定流式反相回輸法.....	68

第七章 陰極輸出器

(7.1)	陰極輸出器的線路.....	69
(7.2)	為什麼需用陰極輸出器.....	69
(7.3)	怎樣裝接陰極輸出器.....	70
(7.4)	陰極輸出器的用途.....	74

第八章 聲頻響應校整器

(8.1)	聲頻響應校整器的用途.....	75
(8.2)	聲頻響應校整器的組織和作用.....	75
(8.3)	怎樣配置聲頻響應校整器的用件.....	76

第九章 自動響度控制器

(9.1)	為什麼需要自動響度控制器.....	78
(9.2)	自動響度控制器的工作原理.....	78
(9.3)	自動響度控制器何以需要濾波器.....	79
(9.4)	自動響度控制器可以和兩極檢波器合併.....	80

第十章 延遲式自動響度控制器

(2.5)	怎樣取用簾柵電壓	35
-------	----------	----

第三章 真空管各項性能的意義

(3.1)	基準點	38
(3.2)	直流式燈絲的基準點	39
(3.3)	交流式燈絲的基準點	39
(3.4)	旁熱式陰極的基準點	40
(3.5)	屏消耗	41
(3.6)	最大屏消耗	41
(3.7)	平均屏消耗	42
(3.8)	簾柵消耗	43
(3.9)	最大簾柵消耗	43
(3.10)	最高簾柵電壓	44
(3.11)	熱絲極和陰極間的峯壓	44
(3.12)	最高峯值反向屏壓	45
(3.13)	最大峯值屏流	47
(3.14)	最大輸出直流	47
(3.15)	標準運用值	48

第四章 怎樣避免回輸干擾

(4.1)	隔離設施	51
(4.2)	接線和零件的佈置	52
(4.3)	屏電路和簾柵電路陽柵電路內的濾波器	53
(4.4)	整流器的濾波器	55
(4.5)	汞氣式或充氣式整流管的濾波裝置	56

第五章 反相器

(5.1)	為何需要反相器	58
(5.2)	反相器的裝接法和工作原理	58

(10·1)	何以需要延遲式自動響度控制器	33
(10·2)	延遲式自動響度控制器的線路	83
(10·2)	延遲電壓的取給	85

第十一章 自動響度補償器和延遲響度補償器

(11·1)	何以需要響度補償器	86
(11·2)	響度補償器的實用線路	86
(11·3)	怎樣裝接響度補償器	88
(11·4)	延遲式響度補償器的需要	89
(11·5)	延遲式響度補償器的作用	89

第十二章 自動響度抑制器

(12·1)	何以需要自動響度抑制器	91
(12·2)	自動響度抑制器的線路	91
(12·3)	自動響度補償和抑制兩用線路	91

第十三章 自動雜聲抑制器

(13·1)	何以需要自動雜聲抑制器	95
(13·2)	自動雜聲抑制器的線路	95

第十四章 調諧指示管

(14·1)	調諧指示管的結構	99
(14·2)	怎樣裝接單扇形調諧指示管	100
(14·3)	怎樣裝接雙扇形調諧指示管	100
(14·4)	怎樣選擇調諧指示管	101
(14·5)	怎樣擴大扇形弧度	102
(14·6)	怎樣使暗淡的熒光恢復如新	102

1965.9.9

真空管的

圖書館藏

第一章 怎樣連接真空管的燈絲

(1.1)燈絲及熱絲極的規定電壓 所有各式真空管，不論直熱式的燈絲，或是旁熱式的熱絲極，在設計製造時，對於應加電壓和應通電流，雖然都可以容許少量的變更，但是要得到最滿意的功效，最好依照廠家對於每隻真空管所規定的燈絲電壓或熱絲電壓，加以接用，結果不但使工作滿意，而且真空管的壽命也不會促短！

(1.2)絲壓太低的結果 為什麼一定要按照真空管的規定絲壓來應用呢？因為假定所用絲壓太低，絲流就不能到規定值，陰極（不論直熱式的燈絲，或是旁熱式的陰極，凡是能够放射電子的電極，都稱做陰極）不到正常溫度，結果陰極所放射的電子不够豐富。非但實際工作效能減低，並且在規定的陽極電壓下，可能使陰極放射質的表面失去活力，促短真空管的壽命！

(1.3)絲壓太高的結果 相反的情形，假定所用絲壓太高，那末陰極受熱太高，電子放射太速，陰極表面的放射物質，因蒸發太快而剝落，結果也要促短真空管的壽命！

欲求真空管工作效能正常而不致促短真空管的壽命，惟有使用真空管的“規定絲壓”。

1103218

但是在實際裝置技術上，雖然表面上所用燈絲或熱絲極的電源電壓（不論直流或交流）合乎規定值，可是在實地工作時，往往因工作時間的延長，絲極電源電壓的調整性不夠優良，以致實際存在於絲極的電壓，就會變更而失去規定值。這種情形是常常會發生的，可是一般裝置者，每易忽略而不能覺察，因此：有時明知收音機失效而不得其病源。

(1.4) 怎樣量度絲壓和絲流 現在我們皆知“規定絲壓”的重要性，但是怎樣去量度工作時的絲壓，是否符合規定值呢？方法很簡單：

①在並聯式的燈絲電路，用一準確的“伏特表”(Voltmeter)，在真空管實際使用時，把它跨接在絲極的兩個燈腳上，便能量得實際存在於絲極的電壓了。

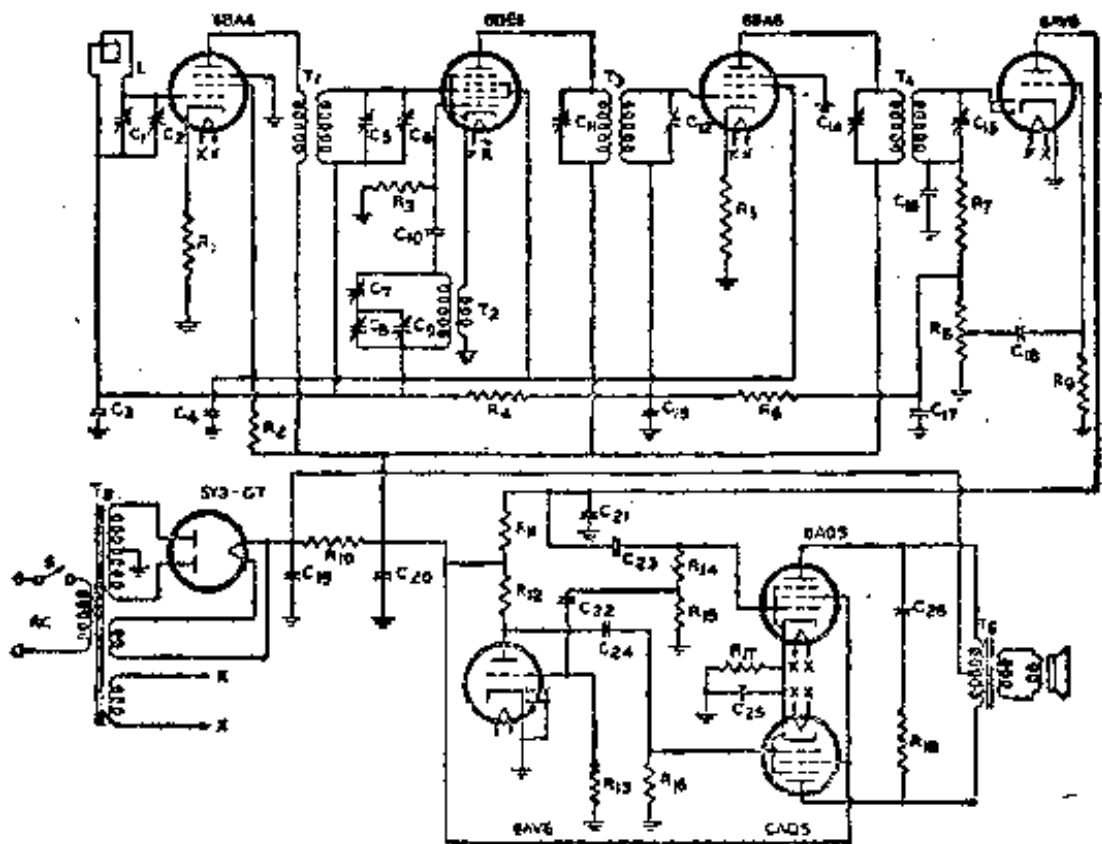
②在串連式的燈絲電路，若仍用伏特表來量度，是不夠準確的。應當改用“安培表”(ammeter)，串接在燈絲電路內，檢視安培表讀數，是否符合規定的絲流。

上面所述的伏特表和安培表，它們的量限最好比較所測絲壓或絲流大一倍左右，那末標面讀數可以比較清晰正確。在量度交流的絲流和絲壓時，須用交流式或氧化銅等整流器式的安培表和伏特表；在量度直流絲流和絲壓時，則用直流式安培表和伏特表。不論直流式或交流式電壓表，都應該選用內阻較大者為佳。

在本章第一節內曾述及收音式真空管的熱絲極或燈絲，對於所加電壓可以容許少量的變更，這是製造廠爲了下述原因而

加以特殊設計的，因為不論何種電源電壓，多少與正常值有些上落，有時市電電壓，因為荷載的突然增減，很容易引起電壓的瞬時跳動。所以真空管的熱絲極和燈絲，不得不容許電源電壓的微量上落和瞬時跳動，這種變更不特對於真空管的壽命可無損害，並且對於收音響度也可以沒有顯著的變更。

(1.5) 絲壓相等者的並聯接法 根據並聯電路的原理，在各支路兩端間所存在的電壓，是各各相等的。至於各支路內所通過的電流，可以不一定相等。因此凡是絲壓相等而絲流不相等的各隻真空管的燈絲或熱絲極，不論各管規定絲流是否相等，都可以並聯相接，而後跨到適當的電源電壓上，例如第 1.1 圖所示的超



(第 1.1 圖)

- $C_1 C_5 C_9$ ——同軸調諧容電器, 365 微法。
 $C_2 C_6 C_{10}$ ——補償容電器, 4 至 20 微微法。
 $C_3 C_{13}$ ——紙質容電器, 50 伏, 0.05 微法。
 C_4 ——紙質容電器, 300 伏, 0.05 微法。
 C_7 ——振盪部墊整容電器, 約 560 微微法。
 C_{10} ——雲母式固定容電器, 約 56 微微法。
 $C_{11} C_{12} C_{14} C_{15}$ ——中頻變壓器補償容電器。
 $C_{16} C_{17}$ ——雲母式容電器, 180 微微法。
 $C_{18} C_{22}$ ——紙質容電器, 50 伏, 0.01 微法。
 $C_{19} C_{20}$ ——電解質容電器, 450 伏。
 C_{21} ——雲母式容電器, 120 微微法。
 $C_{23} C_{24}$ ——紙質容電器, 50 伏, 0.02 微法。
 C_{25} ——50 伏, 20 微法。
 C_{26} ——紙質容電器, 600 伏, 0.05 微法。
 L ——環狀天線, (廣播波段)。
 $R_1 R_5$ ——180 歐, 0.5 瓦。
 R_2 ——12,000 歐, 2 瓦。
 R_3 ——22,000 歐, 0.5 瓦。
 $R_4 R_6$ ——2.2 兆歐, 0.5 瓦。
 R_7 ——100,000 歐, 0.5 瓦。
 R_8 ——響度控制器, 500,000 歐。
 $R_9 R_{13}$ ——10 兆歐, 0.5 瓦。
 R_{10} ——1,800 歐, 2 瓦。
 $R_{11} R_{12}$ ——220,000 歐, 0.5 瓦。
 $R_{14} R_{16}$ ——470,000 歐, 0.5 瓦。
 R_{18} ——8,200 歐, 0.5 瓦。
 R_{17} ——270 歐, 5 瓦。
 R_{18} ——15,000 歐, 1 瓦。
 B ——與響度控制器同軸控制的電源開關。
 T_1 ——射頻變壓器(廣播波段)。
 T_2 ——差中頻振盪器的振盪線圈。

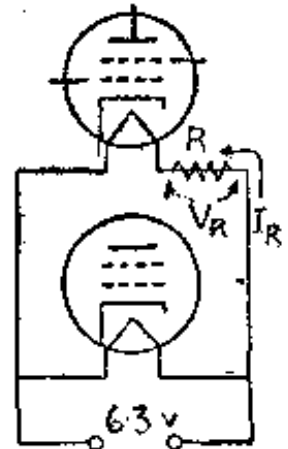
$T_3 T_4$ ——中頻變壓器 465 千週。

T_5 ——電源變壓器，初級 110 伏或 220 伏，次級高壓線圈 250—0—250 伏，整流管絲壓線圈 5 伏，其餘各管的絲壓線圈 6.3 伏。

T_6 ——推挽式輸出變壓器，初級屏至屏阻抗 10,000 歐。

等外差式收音機，其中除整流管外，其餘各管的規定絲壓都是 6.3 伏。其中 6BA6、6BE6、6AV6 的規定絲流，都是 0.3 安，祇有電功率放大管 6AQ5 的規定絲流是 0.45 安。它們的絲流雖不全部相等，但是規定絲壓則相等，所以都是並聯在電源變壓器次級圈 $\times$ 和 $\times$ 的兩個線端上。

(1.6) 絲壓不相等者的並聯接法 在某種特殊情形下，例如有一套超等外差式收音機用的真空管有四個，第一級變頻管用 6D6-G，第二級中頻放大管用 6S7-G，第三級檢波兼聲頻電壓放大管用 6T7-G，第四級電功率放大管用 6F6，它們的規定絲壓都是 6.3 伏，原來是並聯相接，用電源變壓器次級 6.3 伏線圈的電壓。假定其中有一個真空管損壞，一時無從換用同式號者，那末可以取用擱置的舊式真空管來代替，例如中頻放大管 6S7-G 損壞後，可以臨時用 58 號真空管來代替；又如 6F6 功率管損壞時，可以用 2A5 功率管來代替。但是 58 號和 2A5 號真空管的規定絲壓都是 2.5 伏，58 號的規定絲流是 1 安培，2A5 的規定絲流是 1.75 安培。如果直接把 58 號或 2A5 號的燈絲，和其他 6.3 伏絲壓的燈絲並聯而跨接到 6.3 伏的燈絲電源上去，那末 58 或 2A5 的



(第 1.2 圖)

絲流必定要超過規定值而損壞。所以必定先要在 58 或 2A5 號的絲極上，串接適當的降壓電阻器後，方可以接上 6.3 伏的燈絲電源。那末這種降壓電阻器究竟需要多少歐姆呢？它的耐電力要多少瓦特呢？

現在假定用 58 號來代替 6S7-G 中頻放大管，用降壓電阻器 R 和 58 號的燈絲串連，如第 1.2 圖所示，此應有的電阻，可依歐姆定律求得之：

$$R = \frac{V_R}{I_R} = \frac{R \text{ 兩端的電壓(伏)}}{\text{通過 } R \text{ 的電流(安)}} = \frac{6.3 - 2.5}{1} = 3.8 \text{ 歐}$$

耐電力： $(I_R)^2 R = 1^2 \times 3.8 = 3.8 \text{ 瓦}$

可以用 5 瓦特以上者，比較安全。

假如用 2A5 功率管代替 6F6，那末 2A5 的燈絲也須用降壓電阻器 R 串連後，方可以接上 6.3 伏的燈絲電源。至於降壓電阻器 R 的電阻，也可以同樣依歐姆定律求得如下：

$$R = \frac{V_R}{I_R} = \frac{R \text{ 兩端的電壓(伏)}}{\text{通過 } R \text{ 的電流(安)}} = \frac{6.3 - 2.5}{1.75} = 2.2 \text{ 歐}$$

耐電力： $(I_R)^2 R = (1.75)^2 \times 2.2 = 6.73 \text{ 瓦}$

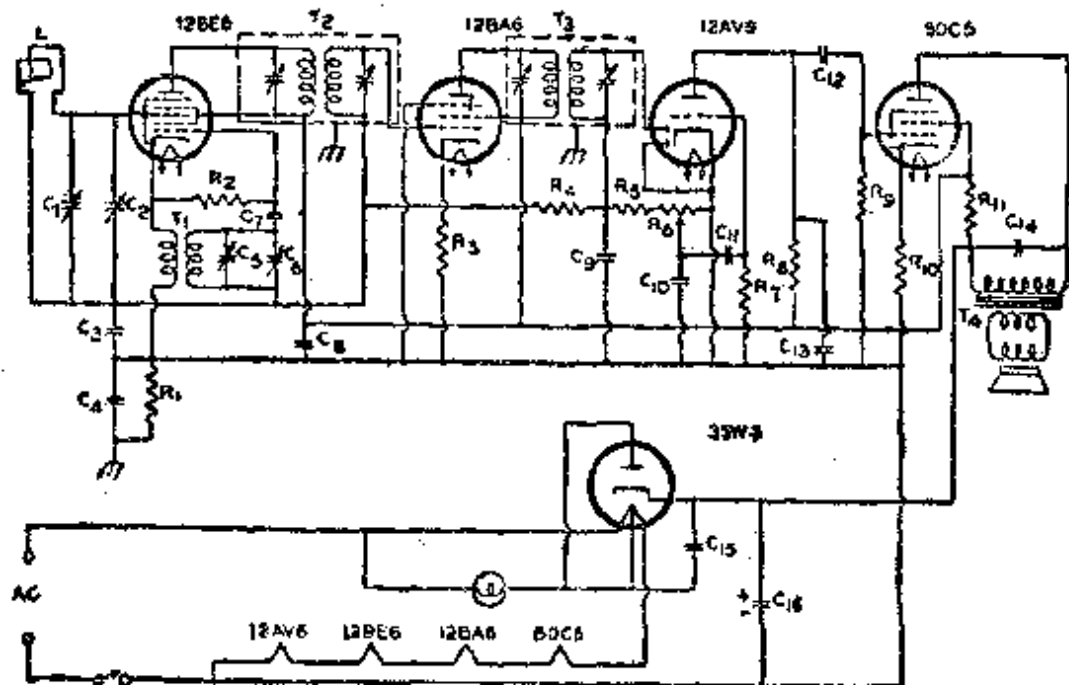
可以用 10 瓦特以上者，比較安全。

但是用了 58 號代替 6S7-G 後，絲流增加 $(1 - 0.15) = 0.85$ 安；用了 2A5 代替 6F6 後，絲流增加 $(1.75 - 0.7) = 1.05$ 安。二個例子都是使全部燈絲電流增加約 1 安，對於電源變壓器次級燈絲線圈的荷載加重，若燈絲線圈不勝加重荷載，那末上述的代替法就不能適用，非要把電源變壓器重行設計繞製不行。

(1.7) 絲流相等者的串連接法 根據串連電路的原理，不論各段串連電阻是否相等，但是通過各段串連電阻的電流是相等的，所以凡是多隻真空管的規定絲流相等時，可以把各管的燈絲串連起來，再接上適當的燈絲電源電壓。

例如 1.3 圖所示五管超外差收音機的燈絲電路是互相串連的，其中除 35W4 整流管燈絲電流特殊外，其餘各管的規定絲流是相等的，所以可用串連接法。至於各管規定絲壓，並不完全相等，其中：

12AV6	規定絲壓 12.6 伏；	規定絲流……0.15 安
12BE6	規定絲壓 12.6 伏；	規定絲流……0.15 安
12BA6	規定絲壓 12.6 伏；	規定絲流……0.15 安
50C5	規定絲壓 50 伏；	規定絲流……0.15 安
35W4	規定絲壓 32 伏；	規定絲流……約 0.15 安



(第 1.3 圖)

$C_1 C_5$ ——雙聯同軸調諧容電器， C_1 約 10—365 微微法， C_5 約 7—115 微微法。

$C_2 C_3$ ——補償容電器，2—17 微微法。

$C_2 C_{15}$ ——0.05 微法，紙質容電器，耐壓 400 伏。

C_4 ——0.1 微法，紙質容電器，耐壓 400 伏。

C_7 ——58 微微法，雲母容電器。

C_9 ——50 微法，電解質容電器，耐壓 150 伏。

$C_9 C_{10}$ ——150 微微法，雲母容電器，耐壓 1000 伏。

$C_{11} C_{14}$ ——0.02 微法，紙質容電器，耐壓 600 伏。

C_{12} ——0.002 微法，紙質容電器，耐壓 600 伏。

C_{13} ——0.0003 微法，雲母容電器，耐壓 1000 伏。

C_{16} ——30 微法，電解質容電器，耐壓 150 伏。

$R_1 R_9$ ——220,000 歐，0.5 瓦。

R_2 ——22,000 歐，0.5 瓦。

R_3 ——100 歐，0.5 瓦。

R_4 ——3.3 兆歐，0.5 瓦。

R_5 ——47,000 歐，0.5 瓦。

R_6 ——500,000 歐，響度控制器。

R_7 ——4.7 兆歐，0.5 瓦。

R_8 ——470,000 歐，0.5 瓦。

R_{10} ——150 歐，0.5 瓦。

R_{11} ——1200 歐，0.5 瓦。

T_1 ——變頻器振盪線圈(465 千週式)

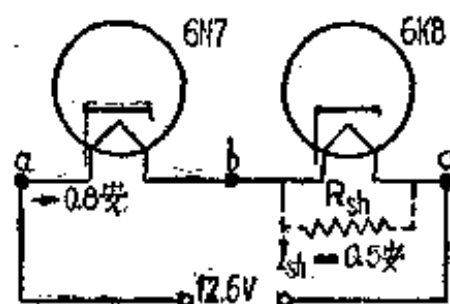
$T_2 T_3$ ——中頻變壓器(465 千週)

T_4 ——輸出變壓器，初級配合 50C5 管，荷載阻抗 2500 歐。

(1.8) 絲流不相等者的串連接法 因為在串連電路內，通過各部的電流是相等的，倘使把規定絲流不相等的幾個絲極，用串連接法串連起來，結果必致通過各燈絲的電流不能符合規定值。因為各管絲流不等的絲極，假使通以相等的電流，結果各管燈絲的熱電阻，必不能符合規定工作時的熱電阻。所以假使要把規定

絲流不相等的燈絲串連起來，必定要設法使通過各管燈絲的電流，符合它們的規定值。但是怎樣可以達到這種目的呢？方法也很簡單，祇要在規定絲流較小的燈絲兩端間，加接“分流器”（即分流電阻器），使各管燈絲所通電流符合規定值，便可以達到規定的熱電阻值。現在用第 1.4 圖來說明之：

假定用 6N7 真空管和 6K8 等真空管的燈絲串連起來，6N7 的規定絲壓是 6.3 伏，規定絲流是 0.8 安；6K8 的規定絲壓是 6.3 伏，規定絲流是 0.3 安。兩管串連時的絲極總電壓



（第 1.4 圖）

是 $6.3 + 6.3 = 12.6$ 伏，假定不用分流器，而運用 12.6 伏的電動勢，加在這串連燈絲的兩端，那末因為 6K8 燈絲的熱電阻，大於 6N7 燈絲的熱電阻，這兩個不等電阻的絲極，在實際所受到的電壓也不相等，根據串連電阻各段電壓降的原理；凡是電阻較大者，降壓也較大；電阻較小者，降壓也較小。因此我們可以知道 6K8 絲極兩端實際所受到的電壓；必大於 6N7 燈絲兩極實際所受到的電壓。結果 6K8 的絲壓超過規定值，而 6N7 的絲壓不足規定值，兩管絲極都要受到損害。

現在我們在 6K8 的絲極間，加接一個適當電阻的分流器 R_{sh} ，像第 1.4 圖所示。目的使通過 b c 二點間的電流等於 0.8 安，就是使通過 6K8 燈絲的電流是 0.3 安，通過分流器 R_{sh} 的電流是 0.5 安。這種設施的結果，可以使通過 6N7 燈絲的電流是 0.8

安，使兩管絲流都符合規定值。至於這個分流器 R_{sh} 的電阻值，究竟應有若干歐姆，方可以通過 0.5 安的電流呢？應用歐姆定律便可以解決這問題：

①認定在 R_{sh} 兩端的電壓，必定要等於 6K8 的絲極規定電壓，就是 6.3 伏。

②認定通過 R_{sh} 的電流必定要等於 6N7 的規定絲流減去 6K8 的規定絲流，就是 $0.8 - 0.3 = 0.5$ 安。

在 R_{sh} 兩端的電壓，既已規定，所通電流也已規定，那末就可以根據歐姆定律，而求 R_{sh} 的應有電阻值了：

$$R_{sh} = \frac{V_{sh}}{I_{sh}} = \frac{6.3}{0.5} = 12.6 \text{ 歐姆}$$

由此可知，凡是把規定絲流不等的燈絲串連起來，祇要在絲流較小的燈絲兩端間，加接適當的分流電阻器，便可以達到規定的工作，而毫無損害。由上例所述計算的情形，可以列成公式如下：

$$\text{分流電阻} = \frac{\text{分流器兩端的電壓}}{\text{最大的規定絲流} - \text{欲接分流器的規定絲流}}$$

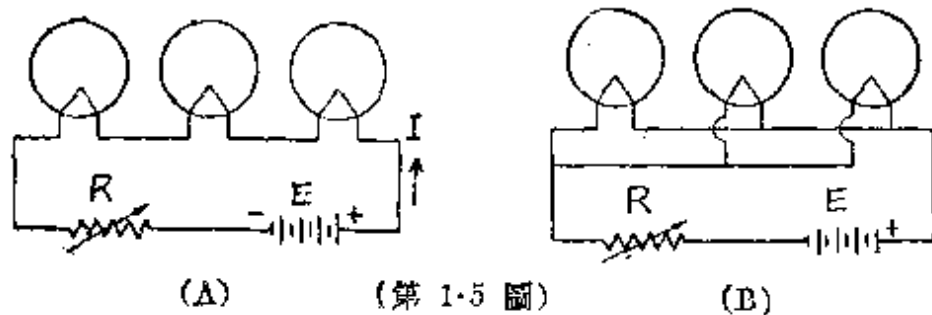
(1.9) 燈絲電路加接可變電阻器 真空管的絲極電源，普通分下列數種：

直流電源	{	乾電池
		蓄電池
		直流市電
		手搖發電機的直流低壓部
		電動發電機的直流低壓部

交流電源 { 交流市電
機械振動器
手搖交流發電機的低壓部
電動發電機的交流低壓部

直流式真空管的絲極，須用直流電源。交流式真空管的絲極，交流或直流電源都可以應用。

絲極電源用乾電池或蓄電池時，可以串連一個可變電阻器 (Rheostat)，接法如第 1.5 圖所示。圖 (A) 是串連式的燈絲電路，



所用真空管不一定為三隻，圖中 E 代表乾電池或蓄電池，R 代表可變電阻器。圖 (B) 是並聯式的燈絲電路，所用真空管也不一定是三隻。(A)(B) 二圖中所用電池的端電壓，假定等於或稍微超出整個絲極兩端間的規定電壓，那末所用可變電阻器 R 的電阻值，在二圖都可以用 20 歐或 30 歐。至於這種可變電阻器的耐電力，可以根據全部燈絲電流 I 和 R 的電阻值來核算之。核算的公式如下：

$$(\text{可變電阻器的耐電力}) P = I^2 R \text{ (瓦特)}$$

例題①：假定某絲極電路的全部燈絲電流 $I = 0.04$ 安，可變電阻器 $R = 20$ 歐，求所用可變電阻器的耐電力？

解： $P = I^2 R = (.04)^2 \times 20 = 0.032$ 瓦

答：所用可變電阻器的耐電力用半瓦特者，已足夠散熱而很安全。

例題②：茲有 30 號真空管三隻，並聯相接，絲極電源電壓用 3 伏的乾電池組，總燈絲電流是 0.18 安（參閱第 1.5 圖(B)），可變電阻器 R 在實際所串入電路的電阻是 5.5 歐，求此電阻器的耐電力至少應有若干瓦特？

解： $P = I^2 R = (0.18)^2 \times 5.5 = 0.18$ 瓦

答：可變電阻器的耐電力至少應有 0.18 瓦，普通用半瓦特者已很安全。

上述燈絲電路，當電池電壓等於或近於規定的絲極電壓，在通常可以不必串連可變電阻器的。但是為什麼有時要加接這種可變電阻器呢？因為這種串連的可變電阻器，確實有它的功用：

①因為所用電池的端電壓，不一定合乎標準值，有時會超出標準值，好像每節乾電池的端電壓，有時會超出 1.5 伏；又好像每隻蓄電池的端電壓，有時會超出 2 伏特。所以我們最好接一隻可變電阻器來降落超出的電壓值。

②即使所用電池電壓，並不超出標準值，並且等於絲極所需的電壓，但是電池電壓在燈絲電路關斷休息時，往往會升高的，所以我們要加接這種串連可變電阻器，來控制燈絲電路在開通時的瞬間超額電壓。因為這種可變電阻器的動作是：先從斷路而旋到通路，開始通路時的電阻是最

大，若再旋動，它的電阻便逐漸降小，以至於零值。

由上所述，我們非但可以明瞭串連可變電阻器的功用，並且可以知道如何裝接這種電阻器了。

至於一般交直流兩用，而且不用電源變壓器的收音機，在燈絲電路內往往串連一隻固定電阻器，這種固定電阻器的功用，是降落過高的電源電壓的。計算方法和前述燈絲串連電阻的計算法相同。茲舉例說明如下：

例題：第5·2圖所示的聲頻放大器，有三個旁熱式真空管，它們的熱絲極是串連的。其中50L6-GT功率放大管的絲壓是50伏，絲流是0.15安；12SC7雙生三極管的絲壓是12.6伏，絲流是0.15安。用降壓電阻器 R_{10} 串連在熱絲電路內，使這電路可以直接取用117伏的交流或直流電源。求(1) R_{10} 至少應有若干歐姆的電阻？(2) R_{10} 的耐電力是若干瓦？

$$\begin{aligned} \text{解：(1)} \quad R_{10} &= \frac{V_R}{I_R} = \frac{R_{10} \text{兩端間的電壓}}{\text{通過 } R_{10} \text{ 的電流}} \\ &= \frac{117 - (12.6 + 50 + 50)}{0.15} = \frac{4.4}{0.15} = 30 \text{ 歐姆(約)} \end{aligned}$$

答：降壓電阻器 R_{10} 至少應有30歐姆，有時因電源電壓有細微升高情形，對於 R_{10} 的電阻，可以略微增高，而用33歐姆。如電源電壓是110伏， R_{10} 就可以不用，但為熱絲極安全起見，可以接用約3或4歐姆的線繞電阻線。

(2) R_{10} 的耐電力是：

$$P = I^2 R_{10} = (0.15)^2 \times 30 = 0.675 \text{ 瓦}$$

實際用 2 至 5 瓦特者，足夠安全。

若 R_{10} 用 3 歐姆者，它的耐電力將為：

$$P = I^2 R_{10} = (0.15)^2 \times 3 = 0.0675 \text{ 瓦}$$

在實際上，也可以取用 1 瓦特者，較為安全。

1R5、1T4、1U5 和 3S4 等真空管，它們的規定電壓是 1.4 伏，假定用並聯接法，絲極電源用 1.5 伏乾電池，在這種燈絲電路內，可以毋需串接可變電阻器。因為像上述幾種真空管的絲極，倘使所加絲壓，稍有上落是毫無妨害的，因為它們在製造廠設計時，已可以容許絲壓有若干上落的。

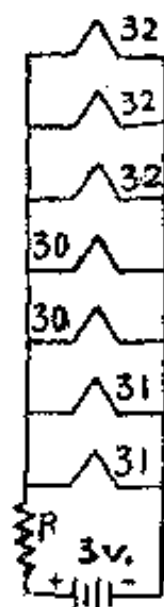
其他像 1.25 伏絲壓的真空管，若用 1.5 伏乾電池做絲極電源，也不須串接可變電阻器的。這完全是真空管在製造時，具有特殊設計的關係。

(1.10) 並聯燈絲加接串連電阻器 在並聯燈絲電路內，若須用串連電阻器來降低所施電源電壓，那末這種串連電阻器的電阻值，可以很簡單地應用下述公式而計算之：

$$\text{串連電阻} = \frac{\text{電源電壓} - \text{並聯真空管的規定絲壓}}{\text{全部絲極電流}}$$

例題：今欲應用三隻 32 號，兩隻 30 號和兩隻 31 號

真空管，裝置一具收音機，燈絲互相並聯，絲極電源用二隻串連的乾電池來供給，總電壓是 3 伏特。查上述各隻真空管的規定絲壓都是 2 伏特，而電源電壓超



過絲極規定電壓 1 伏特，因此須用串連電阻來降壓，如第 1.6 圖所示，試求 (1) 應需用的串連電阻為若干歐姆？(2) 串連電阻器的耐電力為若干瓦特？

解： 由真空管特性表查得 32 號真空管的規定絲流是 0.06 安；30 號是 0.06 安；31 號是 0.13 安；於是所有七隻並連真空管的絲極總電流是：

$$(3 \times 0.06) + (2 \times 0.06) + (2 \times 0.13) = 0.56 \text{ 安}$$

$$(1) \text{ 串連電阻} = \frac{3-2}{0.56} = 1.8 \text{ 歐(約)}$$

$$(2) \text{ 耐電力: } P = I^2 R = (0.56)^2 \times 1.8 = 0.56 \text{ 瓦(約)}$$

在實用上，上題所用串連電阻，可以選用 2 歐或 3 歐的可變電阻器，以資調節電源電壓的變更。至於耐電力很小，可以選用一般線繞式電阻器。

(1.11) 串連燈絲加接串連電阻器 在串連燈絲電路內，若須用串連電阻器來降低所施電源電壓，那末這種串連電阻器的電阻值，可以很簡單地應用下述公式而計算之：

$$\text{串連電阻} = \frac{\text{電源電壓} - \text{全部串連規定絲壓}}{\text{串連電路的絲流}}$$

例題： 某收音機的真空管，計 6SA7 一隻，6SK7 一隻，6SF7 一隻，25L6-GT 一隻，25Z6-GT 一隻，所有燈絲串連於 110 伏的電源電壓上，但因電源電壓高於全部串連的絲壓，所以需用串連電阻器，試求：(1) 串連電阻器的應有電阻值？(2) 串連電阻器的耐電力？

解： 由真空管特性表，查得上題各隻真空管的規定絲流相等，各為 0.3 安。各管規定絲壓如下：

6SA7	6.3 伏
6SK7	6.3 伏
6SF7	6.3 伏
75L6-GT	25.0 伏
25Z6-GT	25.0 伏
各絲極串連後的總電壓：	68.9 伏

$$(1) \text{ 串連電阻} = \frac{110 - 68.9}{0.3} = 137 \text{ 歐}$$

$$(2) \text{ 耐電力} = I^2 R = (0.3)^2 \times 137 = 12.33 \text{ 瓦}$$

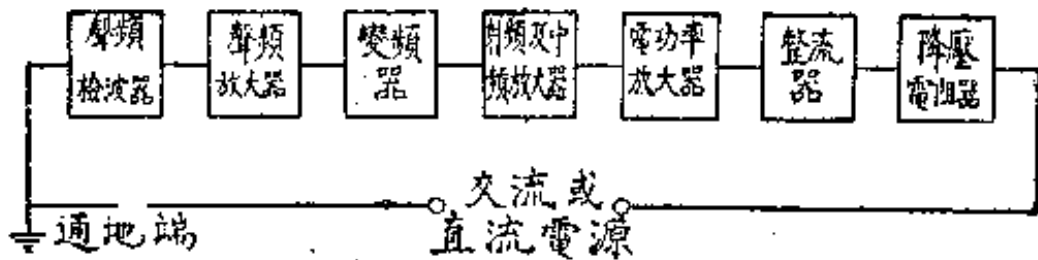
此串連電阻器，最好選用30瓦以上線繞式者，方能安全而不燒毀。

注意：凡是各真空管的規定絲流相等者，最適用串連接法。

(1.12) 串連燈絲應有適當的次序 在交流和直流電源兩用的收音機內，絲極或熱絲極往往是串連相接的，但是各管燈絲所處的位置，不能隨意接排，必須要有適當處置。爲什麼呢？因爲使用交流電源時，交流電流的頻率，能够從絲極或熱絲極感應到真空管的工作電路內，一經放大，便會造成交流成份的嘈嘈聲。所以我們必須要把容易感受到交流干擾的燈絲，接在交流成分最微弱的地位，以免收音機揚聲器發出嘈嘈聲。

最容易感受交流市電干擾的燈絲或熱絲極，是做聲頻檢波器的真空管，其次是聲頻放大器，再其次是變頻器，又其次是射頻放大器和頻放大器，更其次是電功率放大器，整流管的燈絲

是不會因交流電源的交流電流而引起嗡嗡聲的。至於電源電壓的降壓電阻器，並無放大作用，更不會感受交流電流的頻變電能而轉為嗡嗡聲。根據上述各管的工作性質，我們應當把最容易感受交流干擾的絲極，或熱絲極接最近通地的電源線，把最不容易感受交流干擾的絲極，或熱絲極接最近“電源的火線”。其次序如第1·7圖所示：



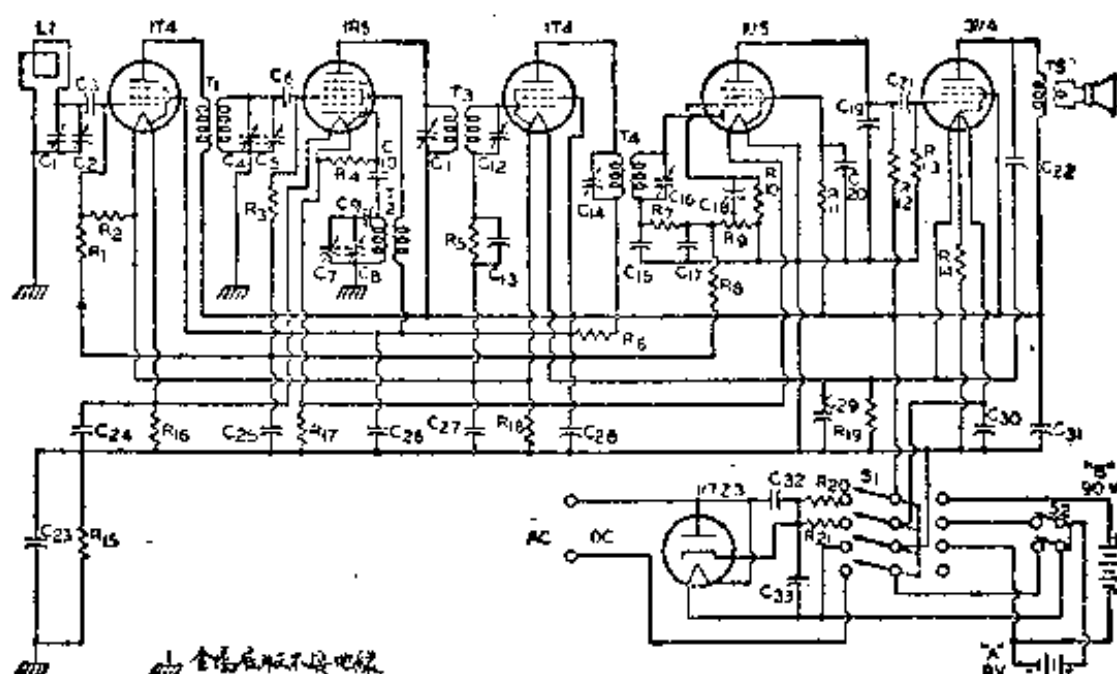
(第1·7圖)

(1·13) 直熱式串連燈絲應接分流器 收音機內各隻真空管的規定絲流相等，在表面上看來，似乎祇要把它們單純地串連起來，接到適當的電源電壓上，就沒有錯誤了。但是這種簡單的串連法，祇能適用於旁熱式的熱絲極；對於直熱式的燈絲，就有錯誤。因為在直熱式的串連燈絲電路內，正在通行的電流，除掉燈絲本身的電流外，還有每隻真空管的屏電流、簾柵電流和其他陽極電流等。這許多電流分別從各點流進燈絲電路。這種情形，好像長江有許多支流，這許多支流（好像真空管的屏電流、簾柵電流和陽極電流等）並不是都從一點匯流到長江裏去，而是分別從各點流到長江裏去的。因之在長江各段的水流強度，就有不同了。

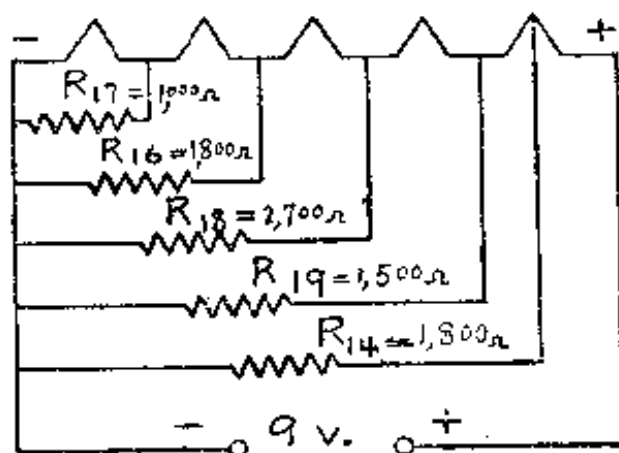
同樣的情形，在直熱式的串連燈絲電路內，因為在各點有屏電流等的流入，所以各個燈絲上的電流就不能相等，若不加接適

當的分流器,就有較大的電流通過燈絲,使燈絲失去正常,因之我們必須在直熱式的串連燈絲電路內,在各個燈絲的兩端間,加接不同電阻的分流器,使各個燈絲的本身,不致通過超過規定值的電流。

這種分流器的接法和所需的電阻值,可以參看第1·8圖(A)的線路。



(第 1·8 圖)(A)



(第 1·8 圖)(B)

$C_1 C_4 C_3$ ——三聯同軸調諧容電器，20—450 微微法。

$C_2 C_5 C_7 C_{11} C_{12} C_{14} C_{16}$ ——補償容電器。

$C_3 C_{10} C_{15} C_{17}$ ——160 微微法。

C_6 ——82 微微法。

C_9 ——560 微微法。

C_{13} ——0.01 微法，400 伏。

$C_{18} C_{21}$ ——0.002 微法，400 伏。

C_{19} ——270 微微法。

$C_{23} C_{32}$ ——0.005 微法，400 伏。

C_{24} ——0.1 微法，400 伏。

C_{24} ——0.05 微法，200 伏。

$C_{25} C_{26} C_{27} C_{28}$ ——0.05 微法，400 伏。

C_{29} ——40 微法，25 伏。

C_{30} ——160 微法，25 伏。

$C_{31} C_{33}$ ——20 微法，150 伏。

$R_1 R_2 R_{11}$ ——4.7 兆歐，0.25 瓦。

R_3 ——2.2 兆歐，0.25 瓦。

R_4 ——0.1 兆歐，0.25 瓦。

R_5 ——5.6 兆歐，0.25 瓦。

R_6 ——0.027 兆歐，0.25 瓦。

R_7 ——68,000 歐，0.25 瓦。

R_8 ——3.3 兆歐，0.25 瓦。

R_9 ——1 兆歐，響度控制器。

R_{10} ——10 兆歐，0.25 瓦。

R_{12} ——220,000 歐，0.25 瓦。

R_{13} ——1 兆歐，0.25 瓦。

$R_{14} R_{15}$ ——1,800 歐，0.25 瓦。

R_{17} ——1,000 歐，0.25 瓦。

R_{18} ——2,700 歐，0.25 瓦。

R_{19} ——1,500 歐，0.25 瓦。

R_{20} ——1,800 歐，10 瓦。

R_{21} ——2,300 歐, 10 瓦。

S_1 ——4 刀雙擲開關。

S_2 ——雙刀單擲開關。

T_1 ——射頻變壓器。

T_2 ——差中頻振盪線圈。

$T_3 T_4$ ——中頻變壓器。

T_5 ——輸出變壓器, 初級荷載阻抗 10,000 歐。

第 1·8 圖 (A) 是五隻直熱式真空管所組成的超外差式接收機線路。這五隻真空管的規定絲流是相等的, 都是 0.05 安, 所以應用串連的接法。串連的位置是根據第 1·7 圖的次序而排列的, 就是: 電功率管 3V4 的燈絲在燈絲電路的最高電位, 其次是中頻放大管 1T4 的燈絲, 再其次是射頻放大管 1T4 的燈絲, 更其次是變頻管 1R5 的燈絲, 第二檢波兼 a.v.c. 及聲頻放大管 1U5 的燈絲, 在燈絲電路的最低電位。全部燈絲電壓是 10.8 伏。

因為各管的陰極電流 (就是屏流和簾柵電流等), 分別從各點流入串連燈絲電路, 所以必須要在各段燈絲電路內, 加接適當分流器, 以資岔去陰極電流, 而維持各管絲流符合規定值。茲為便於觀察起見, 把圖 (A) 的串連燈絲和所用分流器, 另行繪出如圖 (B) 所示。由圖 (B) 可以看到 $R_{14} R_{15} R_{17} R_{18}$ 和 R_{19} 等都是各管燈絲的分流器, 它們的電阻值是根據各管實際工作時的陰極電流, 而加以校準。至於校準工作, 可以借助精細的電流表和真空管電壓表。

(1·14) 1.4 伏和 2 伏燈絲的工作電壓 (甲) 1.4 伏燈絲的電源, 可用乾電池, 或蓄電池, 或市電電源, 它們的實際工作電壓如

下：

- ①用乾電池做燈絲電源時，各管的燈絲，可以並聯而跨接在 1.5 伏乾電池的兩端上。也可以把各管的燈絲串連後跨接到適當電動勢的串連式乾電池上。不論串連或並聯，每個 1.4 伏燈絲的兩端，實際所存在的電壓，不可超過 1.6 伏。
- ②用蓄電池或市電做燈絲的電源時，各 1.4 伏的燈絲，可以串連起來而接上電源。在每個燈絲兩端間實際所存在的電壓，應該限制在 1.25 伏至 1.4 伏之間，以 1.3 伏比較最正常。此種燈絲電路電壓的校核，必須在所有屏柵等工作電壓，實際加上後，方能測知其實際值。欲調整各管燈絲實際工作電壓，可以用分流器各別跨接於各個燈絲的兩端間。

每隻蓄電池在使用時，若不同時接用充電器，有 2 伏的端電壓。若同時使用充電器，有 2.2 伏的端電壓。在交直流和蓄電池合用式的收音機內，往往具有充電設備。

(乙) 2 伏電池式真空管的燈絲電壓，在實際工作時，不論串連或並聯接法，應該維持在 1.8 伏至 2.2 伏之間。

(1.15) 陰極和熱絲極間的連接法 旁熱式的真空管，用在收音機內或聲頻放大機內，如果熱絲極通以交流電流，那末在各管的陰極和熱絲極間，必須加以適當的設施，否則便會引起交流電的噹噹聲。這種設施，可以分做下述各種方法：

- ①倘使熱絲極接至電源變壓器的次級低壓線圈上，那末各

管的陰極電路，應該接到這個低壓線圈的中分線端上。這中分線端普通是接通地線和 B₋，即 B 電源的負極。

②倘使熱絲極所接的低壓電源線圈，沒有中分線端，那末在熱絲極之間，加接有中分線端的分流電阻器，這種分流器的電阻，普通約用 50 歐姆。把陰極接到這分流器的中分線端上。

③陰極也可以直接接到熱絲極的一個極腳上。這種接法比較最簡單，但是比較不容易避免交流電的嘈聲。

④倘使上述三種接法，都不採用，就是不把陰極和熱絲極間接直接接通，那末我們必須要使陰極和熱絲極的電位差，不能超過真空管特性表上所規定的這種電位差。例如五柵變頻管 6SA7 的陰極和熱絲極正負極間最高電位差，不得超過 90 伏特。

⑤在陰極和熱絲極間，倘使加入 15 至 40 伏的直流電壓，使陰極負於熱絲極，有時可以把聲頻放大機內的交流干擾聲減至極微。這種負電壓可以取給於電池或濾波完美的整流器。倘使這種電壓要取自放大機內代乙電的整流輸出電路上，那末在這輸出電路上，必須另行加接濾波裝置，使這電壓毫無交流成份滲入，也是可以採用的。

⑥倘使在陰極和熱絲極之間，接有較大的電阻器，那末在這電阻器上，必須加接旁路容電器，否則將會發生交流電的干擾聲。因為在這電阻器上，如果稍有極微的交流電通行，就會有交變電壓存在於陰極和熱絲極間，這交變電壓，使陰極電位跟着作交變性的升降，影响到屏電流，使屏電流也跟着變化，於是逐級

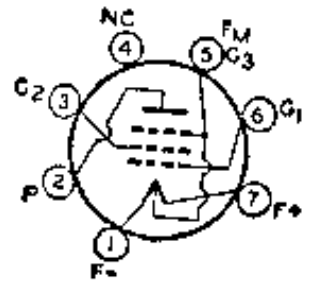
放大，結果便會造成很顯著的交流聲了。

⑦倘使各管的熱絲極是串連的，那末各管的陰極可以直接接到“B-”點；或是經過陰極內電阻而再接到“B-”點。所謂B-點，就是B電源（或稱乙電源）的負極端。B電源不論是直流電源，或是整流器的輸出電路，都是有負極端的。

(1.16) 有分線端燈絲的接法

①五極功率放大管的分線端式燈絲：

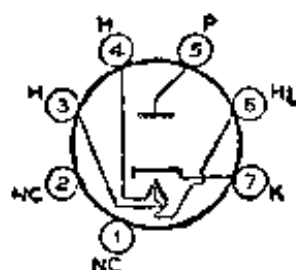
例如五極功率放大管3V4式，它的燈絲有分線端，如第1.9圖所示。從這底視圖上可以看到第1和第7脚是全部燈絲的兩端，第5脚是燈絲的中心分線端。這種燈絲的本身可以串連，也可以並聯。



(第 1.9 圖)

用串連接法時，燈絲電源電壓用2.8伏，加在第1和第7脚上，第1脚(F-)接電源負極，第7脚(F+)接電源正極。在第1脚(F-)和第5脚(F_m)之間，須要並接一隻相當電阻的分流器，藉以岔去該管的陰極電流（屏流和簾柵電流），以免過多的電流通過F-和F_m之間的一段燈絲，(F_m)是燈絲的分線端。如果此管燈絲還要和其他各管燈絲串連，而還要通過其他各管的較大絲流時，那末在F-和F+的二個接脚間，必須另外要跨接一隻分流器，以資岔去過多的燈絲電流。

用並聯接法時，第1脚(F-)和第7脚(F+)合併，第5脚(F_m)單獨，把燈絲電源電壓的負極接到第5脚，正極接到第1脚。



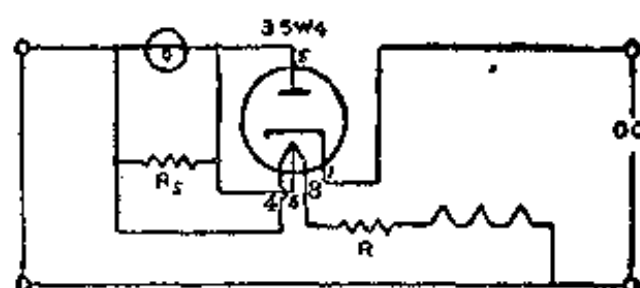
(第 1·10 圖)

7 的合併導線上。電源電壓用 1.4 伏。

②非中心分線式燈絲的半波整流管：

半波真空式整流管像 35W4 之類，它的燈絲（熱絲極）也有分線端，但並不是中心分線端。第 1·10 圖是 35W4 的底視圖。第 3 第 4 脚是全部燈絲的兩端，第 6 脚是分線端。第 3 和第 6 脚間的一段燈絲比較長，所受電壓也比較大。第 4 和第 6 脚間一段燈絲比較短，所受電壓也比較小。較短的一段燈絲（即第 4 和第 6 脚之間），稱做“指示燈部份”(Panel Lamp section)。因為收音機刻度盤上的指示燈，是和這一段燈絲並聯的，參閱第 1·11 圖。

這種非中心分線式燈絲的規定絲壓和絲流，要看是否接有指示燈而加以區別：



(第 1·11 圖)

不接指示燈時：

全部規定絲壓(第 3 和第 4 脚)..... 35 伏

指示燈部份(第 4 和第 6 脚)..... 7.5 伏

第 3 和第 4 脚間的絲流..... 0.15 安

接有指示燈時：

全部規定絲壓(第 3 和第 4 脚)..... 32 伏

指示燈部份(第 4 和第 6 脚)..... 5.5 伏

第 3 和第 6 脚間的絲流..... 0.15 安

(註：上述指示燈是 40 號或 47 號，其他式號的指示燈不適用。)

根據所用電源電壓而計算，在串連燈絲電路內的降壓電阻器 R ，它的電阻應該配合到使各管燈絲電流為 0.15 安，所以電阻器 R 的電阻，並不一定，須視串連燈絲的多寡而定。

指示燈可以接入圖示地位，也可以不接用。接用指示燈時，第 4 和第 6 腳一段燈絲和指示燈並聯，因之影響到整流管燈絲的熱電阻，也就影響到全部串連燈絲電路的降壓情形和整流器的輸出電流。所以在接有和不接有指示時，須要把整流器的輸出荷載電流，和燈絲串連電阻器 R ，都須要加以相當的調整。又當整流器輸出電流，超過約 60 毫安時，應該再在指示燈端加接一分流器 R_s 。此 R_s 的電阻，也須視實際情形，加以選用，大約輸出電流超過 70 毫安時， R_s 用 800 歐；超過 80 毫安時， R_s 用 400 歐；超過 90 毫安時， R_s 用 250 歐。正確數值，須根據所用指示燈及線路設計情形，加以實際測驗而選定之。

(1.17) 真空管的裝置方向 大部分收音式真空管，裝置在座架上的方向，可以不受限制。不論垂直橫臥或倒置，祇要地位適合，任何方向都可以正常工作。但是有幾種收音式真空管，因為燈絲結構上的關係，必須垂直裝置，或以垂直裝置為最相宜。現在舉例如下：

垂直裝置的真空管：

“2A3” 功率放大三極管、“80” 全波真空式整流管，若要橫臥裝置，燈絲腳 1 和 4 應該安置在同一水平面上。

“5U4-G”全波真空式整流管、“45”三極功率放大管、“81”半波真空式整流管，若要橫臥裝置，燈腳 1 和 4 應該安置在同一垂直面上。

“5Y3-G”、“5Y3-GT”全波真空式整流管，若要橫臥裝置，應該把燈腳 2 和 8 安置在同一水平面上。

“5Z3”全波真空式整流管，若要橫臥裝置，應該把燈腳 1 和 4 安置在同一水平面上。

“6BG6-G”、“6CD6-G”、“19EG6-G”集流功率放大管，若要橫臥裝置，應該把燈腳 2 和 7 安置在同一垂直面上。

“6X5”、“6X5-GT”全波真空式整流管，若要橫臥裝置，應該把燈腳 3 和 5 安置在同一垂直面上。

“47”五極功率放大管，若要橫臥裝置，應該把燈腳 1 和 5 安置在同一垂直面上。

“82”、“83”全波汞氣式整流管，必須垂直裝置。

第二章 怎樣取用屏極和柵極等電壓

(2.1) 怎樣取用屏極電壓 真空管的屏極電壓，可以取自下列各種電源：

1. 乾電池組；
2. 蓄電池組；
3. 交流電整流器；
4. 直流電源(如船舶內的直流電源等)；
5. 小型直流發電機(如汽車內裝置各種小型發電機等)；
6. 汽車用蓄電池激動的機械振動器。

加接屏極電壓時，必須注意下列各點：

- ①所用屏極電壓，不可超過各管的規定最高屏壓值。
- ②在加接屏電壓之前，最好使旁熱式或直極式的陰極先行工作(即先使陰極放射足量的電子)，並且使控制柵極的應需負電壓先行加上。在收音機內，雖然不必使屏電壓滯後一步加上，但至少須和控制柵負壓和燈絲電壓同時加上。
- ③在屏極電壓的電源電路內，應當加裝保險絲，或在電源變壓器的初級電路內加裝保險絲，以免整流管電源變壓器，

濾波容電器和抗流圈等受到過荷而損壞！

(2.2) 怎樣取用電訊柵負壓 真空管的“柵極”(grid),在複式的真空管內,不止一個,其中用以輸入電訊的柵極,叫做“電訊柵”(Signal grid),也叫做“輸入柵”(Input grid),也有叫做“控制柵”(Control grid)。電訊柵和陰極之間,在電訊未輸入時,有相當固定的電位差。這種固定的電位差,在普通從0伏以至數十伏,電訊柵是負於陰極的。我們對於電訊柵極的電壓,稱做“柵負壓”(Grid negative voltage),或稱“柵偏電壓”(Grid bias)。

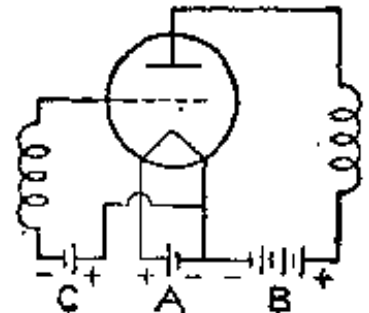
柵負壓的選擇,是要看真空管擔任那一種工作和其他各極所施電壓的高低而決定的。若柵負壓的高低配置不當;或柵負壓電路設施不妥;都會引起真空管不正常的工作,或工作效率不高。所以柵負壓的高低和設施是很重要的。本節裏僅對電訊柵極電壓的電路設施,加以說明。至於柵負壓的高低,可以從真空管的特性書內查得。

柵負壓的來源,普通有如下列數種:

1. 丙電池組法(或稱C電池組);
2. 乙電源分壓電阻器法;
3. 陰極柵負壓法 (Cathode-bias method), 或稱自生柵負壓法(self-bias method);
4. 柵漏負壓法 (Grid leak method), 或稱柵電阻負壓法 (Grid-resistor biasing method)。

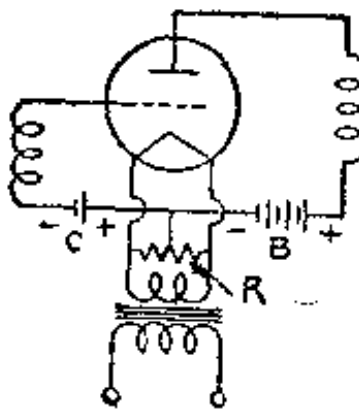
①用丙電池組供給柵負壓,應將電池組的負極接至柵極回

路端 (Grid return) (所謂柵極回路，是柵極電路回到陰極的一端，是柵極電路的一部份，所以柵極回路和柵極電路的意義完全不同。)，電池組的正極接到旁熱式真空管的陰極，或接到直熱式真空管燈絲的負極。如第 2·1 圖所示。



(第 2·1 圖)

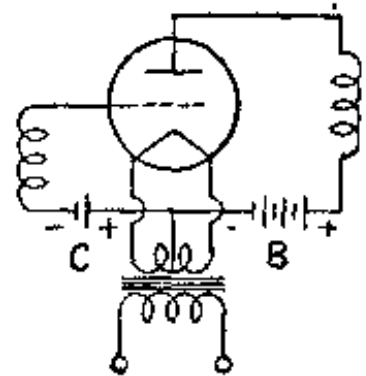
假如直熱式真空管的燈絲電源，是交流電源，那末除把所用丙電池組的負極接到柵極的回路端外，丙電池組的正極應當



(第 2·2 圖)

接到燈絲分流電阻器的中分線端上，這中分電阻器是跨接在燈絲兩端間的，如第 2·2 圖所示。因為在交流電源供給的燈絲兩端，其電位是正負交變，跟着交流電源的頻率而時變的，假如把丙電池組的正極接到燈絲的任何一端，燈絲電源的交變電壓，便會參加到柵電路內，而使柵極電位發生交變，

失去穩定的柵負壓。由這柵極交變電壓，即能使屏流內含有交流成分的電流，結果經放大而造成交流電的嗡嗡聲。現在用了中分線燈絲電阻器，那末在中分線端的電位是不會變更的，所以不會使柵極感受交流電源的電壓。也就不會造成交流電的干擾聲了。

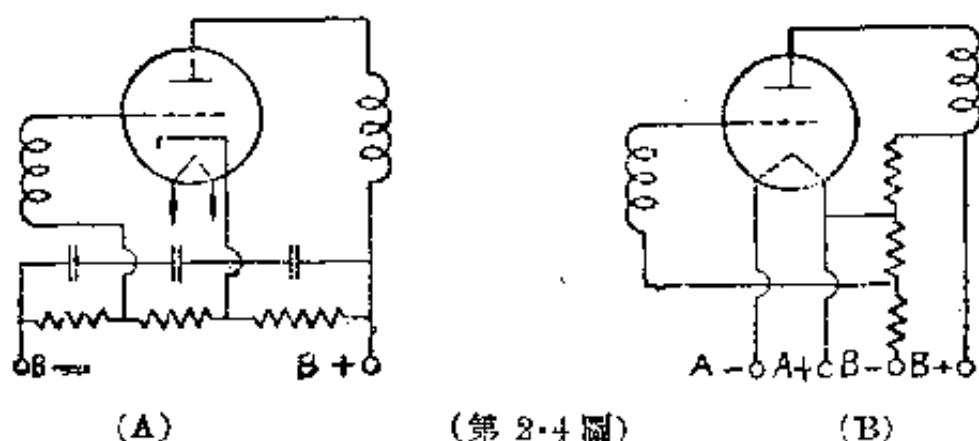


(第 2·3 圖)

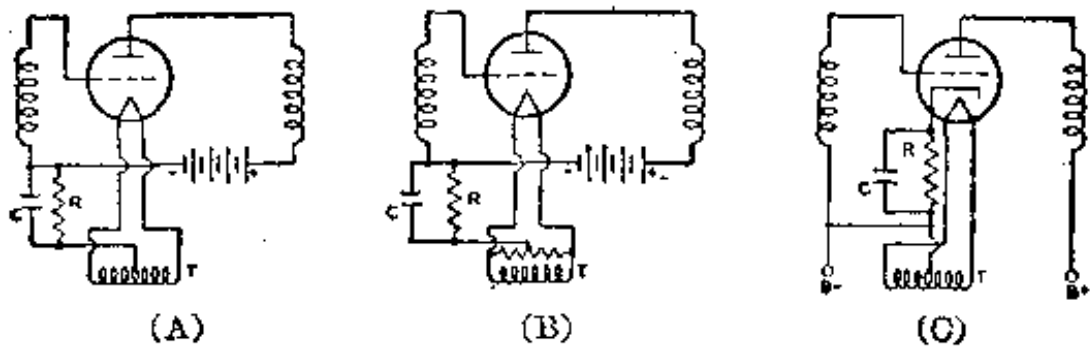
假如直熱式的熱絲電源，是一個電源變壓器的次級線圈，而在這線圈上有中分線端，那末丙電池組的正極，就可以接到這個次級線圈的中分線端上，因為這個中分線端的電位，也是不會交變的，如第 2·3 圖所示。但是在事實上，電源變壓器燈絲次級線圈的中分線端，很難得到真正的中心電位，多少存有交變的成分，結果還能够使收音機揚聲器發生微弱的交流聲。所以還是應用第 2·2 圖的接法，比較好一些。

第 2·2 圖所示中分線燈絲電阻器，普通約用 20 歐至 50 歐的電阻。這種中分線燈絲電阻器的設施，是適用於並聯的直熱式燈絲或旁熱式熱絲極電路內的。

②用乙電源分壓電阻器來供給柵負壓，那末柵極回路端應當接到乙電源分壓電阻器的一個比較負的分線端上，而把陰極或直熱式燈絲的負極接到比較正的分線端上，如第 2·4 圖 (A) (B) 所示。



③陰極柵負壓法，是利用陰極電阻器，當陰極電流，通過此器時，發生電壓降。近於陰極端的電位比較正，而遠離陰極端的



(第 2·5 圖)

電位比較負。這種正負電位的分別，祇要根據陰極電流的方向便可以分別的。例如第 2·5 圖的 R，便是陰極電阻器，也可以叫做丙電阻器 (Biasing resistor)。在圖 (A) 的陰極電流，是從 R 的下端流到上端，所以下端電位較正，接通陰極；上端電位較負，接通柵極回路端，因之使柵極電位負於陰極。在圖 (B) 的陰極電流，也是從下端流到上端，所以柵極回路也接在 R 的上端。至於圖 (C) 的陰極電流，是從 R 的上端流到下端，所以柵極回路接在 R 的下端。細察 (A) (B) (C) 三圖，所用降壓電阻器 R，都必須接在陰極和 B+ 之間，就是必須要使陰極電流流過此電阻器。所謂陰極電流，在三極管內就是屏電流；在四極管五極管或集流管內是屏電流和簾柵電流的總和。我們根據陰極電流和擬定某種工作所需的柵負壓，便可以應用歐姆定律來計算丙電阻器應需的電阻值；算式如下：

$$\text{丙電阻} = \frac{\text{所需柵負壓}}{\text{陰極電流}}$$

所需柵負壓的單位是伏特，陰極電流的單位是安培，丙電阻的單位是歐姆。倘使陰極電流以毫安做單位，那末由計算所得的

商數，應當再乘 1000，以使所求得的丙電阻的單位是歐姆。

例題：例如某三極真空管的屏電流是 3 毫安，做放大工作時所需柵極負電壓是 9 伏特，應用丙電阻法供給柵負壓，問丙電阻器所需的電阻，應為若干姆歐？

解：在三極管內屏電流就是陰極電流，所需的丙電阻是：

$$\text{丙電阻} = \frac{9}{3} \times 1000 = 3000 \text{ 歐姆}$$

倘使通過丙電阻器的電流，不祇一隻真空管的陰極電流，而是多隻真空管的陰極電流，那末應當把總的陰極電流代入公式內計算之。

利用丙電阻器的自生柵負壓法，有時不適用於聲頻放大機的電路內，因為當電訊輸入時，每易引起陰極電流有顯著的變動。在此情形下，以採用丙電池組或獨立式丙電供給器為宜。

④利用柵極電阻器取得柵負壓，也是一種自生柵負壓法。就是利用柵極電流，通過柵極電阻器而造成電壓降，使柵極負於陰極的。至於柵極電流的產生，有二種原因：

- a. 因為柵極和陰極的質料不同，造成柵電流。原來從陰極上放射出的電子羣，一部份積聚在柵極上，發生同性排斥作用，使積聚的電子，逐漸經由柵極電阻器而流回到陰極上去。
- b. 在正半週的電流輸入時，柵極可能趨於正電位，吸引電子，造成整流性的柵電流。

高放大因數三極管式聲頻電壓放大器，大都使用柵漏負壓法。所用柵極電阻器的電阻相當大，約從 4 兆歐至 10 兆歐。如第 1·1 圖的 R_{13} 用 10 兆歐；第 1·3 圖的 R_7 用 4·7 兆歐；第 1·8 圖 (A) 的 R_{10} 用 10 兆歐。用高電阻的目的有二，其一可以限制柵電流為一極小值；其二可以不加重前級輸出電路的荷載。這種柵漏法所產生的負電壓，約小於 1 伏特。

在振盪器的柵電路，也都使用柵漏負壓法。造成柵電流的原因，是屬於上述第②種的整流電流。所用柵極電阻器的電阻較小，約在 0.1 兆歐以下。如第 1·1 圖的 R_3 用 22,000 歐；第 1·3 圖的 R_2 也用 22,000 歐；第 1·8 圖 (A) 的 R_4 用 0.1 兆歐。它們都是差中頻振盪器的柵漏電阻器。因為振盪器的振盪電流是等幅性，所以振盪器的柵漏負電壓，比較穩定，約在 5 伏特以上。

(2·3) 怎樣接用丙電阻器的旁路容電器 利用丙電阻器的電壓降來供給所需的柵負壓，在丙電阻器的兩端，是否必須並接一旁路容電器，以資岔去陰極電路內的交流成分，就要看線路的結構是否需要而定。例如在射頻放大器的丙電阻器上，是必須要跨接旁路容電器的。若是在聲頻放大器的丙電阻器上，那就不一定跨接旁路容電器了。例如在某種場合下，聲頻放大器的丙電阻器上，不接旁路容電器，可以發生反再生作用而減少失真放大的程度，這是不接旁路容電器的優點，但是也有缺點，就是功率靈敏度降低。

普通在聲頻放大管的丙電阻器上，所跨接的旁路容電器，其

電容須相當大，使它對於最低聲頻電流所呈顯的容抗，減至不可覺察。但有時這種旁路容電器的電容，必須故意減小，例如在高跨導功率放大管的丙電阻器，所接旁路容電器的電容，約為 0.001 微法，目的要避免不需要的聲頻振盪。

還有在射頻放大器內選用高跨導的 6BA6、12AW6 及 6AC7 等射頻放大管，它們的抑制柵都是獨立引出接線腳的，輸入電容和輸入電導，受屏流改變的響影極大。為避免此種影響，可把這種射頻放大管的丙電阻器，施以部份電容性旁路，並且使屏柵電路的接線遠離，減小潛佈電容，把簾柵極的交流電流，利用電容旁路通地，再把抑制柵直接通至地電位。

(2.4) 可變柵負壓的接法 在射頻和中頻放大器內，往往利用柵負壓的變更，做成響度控制的工作。可變的柵負壓，可由下述各種接法而取得：

①在放大管的陰極電路內，接以可變的或部份可變的丙電阻器，如第 2.6 圖(A)(B)所示。

②在 B 電源的洩放電路內，接以電位器，其動臂接至柵回路，如第 2.6 圖(C)所示。

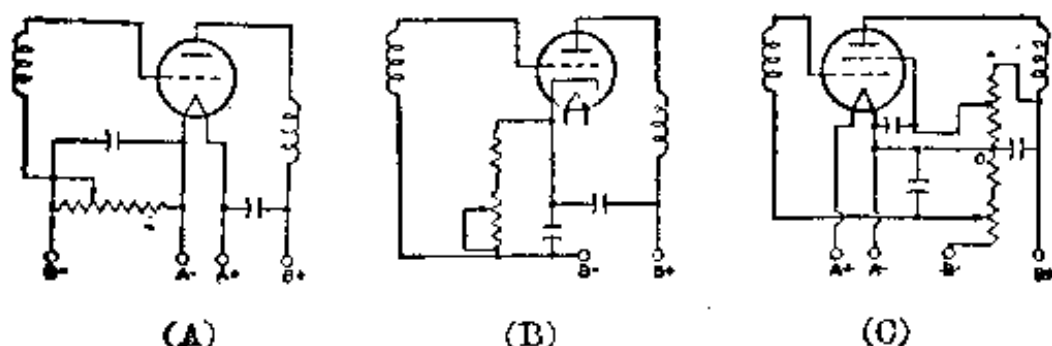
③裝接“自動響度控制電路”(a.v.c.)。

裝接可變柵負壓的電路時，必須注意下述各點：

a. 射頻或中頻放大管，必須選用可變放大因數式的真空管。否則將引起嚴重性的失真放大。

b. 所施柵負壓的可變範圍，最小不得低於放大管所規定的

最低柵負壓值。



(第 2.6 圖)

欲避免可變柵負壓，不至低於最低的規定柵負壓，可用下述方法：

- a. 在電位器的適當位置上，加裝止釘，使動臂不能被旋動而超越此釘。使電位器至少有一段電阻的電壓降存在於柵陰之間。
- b. 若上述電位器，不易裝置止釘，可以另行加接一段固定電阻器，使此段電阻器的降壓，等於放大管最低的規定柵負壓。
- c. 丙電阻器的一部份用可變式，另一部份用固定式，使固定部份電壓降，等於放大管最低的規定柵負壓。

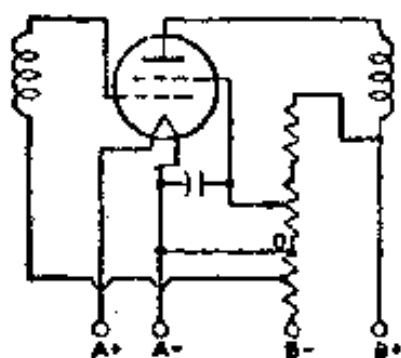
施以可變柵負壓的放大管，為什麼要選用可變放大因數式呢？因為假如不用可變放大因數式，而用了銳控式的放大管。那末當柵負壓變更時，必將引起“叉入調幅”(Cross-modulation)和“調幅失真”(modulation distortion)等弊病。

(2.5) 怎樣取用簾柵電壓 真空管簾柵極所需的穩定直電壓，可由下述各法取得之：

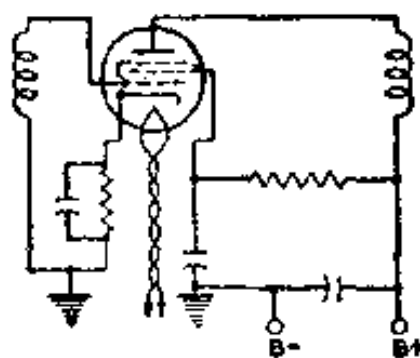
- ① 在 B 電源的分壓電阻器上，用分線法取得適當的電壓，如

第2·6圖(C)所示。

- ②在B電源的分壓電阻電路內，裝以電位器，利用調節臂來取得適當的簾柵電壓，如第2·7圖(A)所示。
- ③用一降壓電阻器，串連在B電源的正極和簾柵極之間，使高電壓降低到所需的簾柵電壓。但在簾柵極端，必須加接一旁路容電器通地，如第2·7圖(B)所示。這旁路容電器也可以跨接在串連電阻器的兩端。



(A)



(B)

(第 2·7 圖)

四極管的簾柵電壓，應當採用上述第1種和第2種的方法來設施，而不適用第3種串連電阻器的方法。因為當電訊輸入時，四極管的簾柵電流，變動甚烈，若用串連降壓電阻器，則在此電阻器上的降壓，必跟着變動甚大的簾柵電流而起相當顯著的變動降壓，結果引起簾柵電壓的極度不穩定，而妨害真空管的工作。

五極功率管和集流功率管，在電訊輸入時，若不致引起顯著的簾柵電流的變動，那末簾柵電壓的取給，可以應用第3種所述的串連降壓電阻器法。在電阻耦合式的五極管放大器內，而採用

陰極自生柵負壓法（丙電阻器法）者，也可以應用串連電阻器法，取得適當的簾柵電壓。

假如五極功率管和集流功率管的簾柵電流，在電訊輸入時而發生強大的變動情形者，不可以採用第 3 種所述的串連降壓電阻器法來供給簾柵電壓。因為簾柵電流變動太大，串連電阻器上的降壓也有甚大的變更，結果使真空管的輸出功率也要變更，並且要增強失真的程度。適當的簾柵電壓，應當從濾波優良的乙電源直流輸出電路內取得之，或是另用單獨的直流電源來供給。

不論四極管五極管或集流功率管，屏電壓的加施，應當先於簾柵電壓的加施；或屏電壓和簾柵電壓同時加施，決不可先把電壓施於簾柵極而後把屏電壓加上。因為假如先把電壓加上簾柵極，將引起超額的簾柵電流，造成大量耗損，若時間過久，可能損害簾柵極。

在老式的接收機內，故意變更射頻放大管的簾柵電壓，做成響度控制的工作。因為減低簾柵電壓，可以減低放大管的跨導，結果減低放大器的增益。變更簾柵電壓的方法，像第 2·7 圖(A)所示，就是用電位器接在 B 電源的輸出分壓電路內。但簾柵電壓不可變更到超過簾柵電壓的最大規定值，欲達到這目的，可在電位器的適當位置上，裝一止釘；或與電位器串連一固定電阻器，如第 2·7 圖(A)所示。

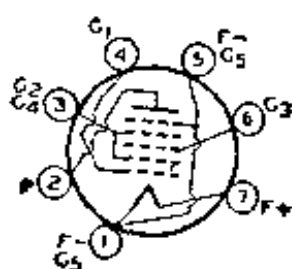
第三章 真空管各項性能的意義

真空管的各項性能，是表示真空管各極的“規定電壓和電流值”(Rated voltages and Rated currents)，“標準的運用情形”(Typical operation)，“特性”(Characteristics)和“特性曲線”(Characteristic curves)等。現在把真空管各項性能的意義說明如下：

(3.1) 基準點 在真空管特性書上所註明的各極電壓，好像柵負壓屏壓和簾柵電壓等，都有規定的“基準點”(Datum point)作為根據。怎樣叫做“基準點”呢？原來所謂電壓，並不是單單指着一點而言，必定要指定某某兩點之間的電壓，或某一段電路上的電壓。因為電壓的意義是指每單位的正電荷，從電路的某一點移到另一點所做的功。所以假如說：某點的電壓有多少伏，是沒有意義的。因此在真空管特性書上所註明的屏極電壓(或簡稱屏壓)，並不是說：在屏極一點的電壓，同樣所謂柵壓，也並不是說：在柵極一點的電壓。其實所謂屏壓和柵壓等等，都是指示兩點之間的電壓。但是為什麼在特性書內，祇寫明屏壓和柵壓等等，而不寫明其他一點呢？這是因為在寫述和稱謂方面簡省的緣故，事

實上必定是指示二點之間的電壓，這一個不說明的根據點，就是所謂“基準點”了。茲分別說明如下：

(3.2) 直流式燈絲的基準點 直流式燈絲就是真空管的陰極，屬於直熱式陰極。這種燈絲的兩端，須加施直流電壓。在真空管底腳圖上，對於直流式燈絲的兩端，有正(+)和負(-)的規定。



(第 3.1 圖)

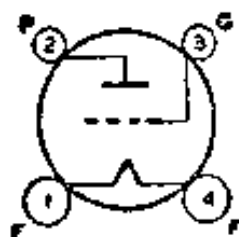
定。接直流電壓時，應該把電壓的正極接燈絲的正極，把電壓的負極接燈絲的負極。燈絲的負極，便是屏壓、簾柵電壓、陽柵電壓和抑制柵電壓的基準點。例如第 3.1 圖 F- 所示。

1R5 五柵變頻管(直流式燈絲)：第 3.1 圖是 1R5 的底視圖，第 7 腳是燈絲正極，第 1 腳是燈絲負極，該管用做變頻器時，“屏壓”用 90 伏，就是說屏極(第 2 腳)和燈絲負極間的電壓是 90 伏，屏極正於燈絲負極。“簾柵壓”用 67.5 伏，就是說簾柵極(第 3 腳)和燈絲負極間的電壓是 67.5 伏，簾柵極正於燈絲負極。電訊輸入柵壓用 0 伏，就是說電訊輸入柵(第 6 腳)和燈絲負極間的電壓是 0 伏，二極電位相等。振盪柵壓用 -14 伏，就是說振盪柵極(第 4 腳)和燈絲負極間的電壓是 14 伏，振盪柵負於燈絲負極。其餘各直流燈絲式真空管的各極規定電壓，也是依燈絲負極做基準點的。

(3.3) 交流式燈絲的基準點 交流式燈絲也就是真空管的陰極，也屬於直熱式陰極，這種燈絲可以加施交變電壓，也可以加施直流電壓。加施交變電壓時，因燈絲兩端交相正負，所以任

何一端，不能作為基準點。應當把燈絲變壓器次級中分線端，或把燈絲分流電阻器的中分線端 作為基準點。因為這種中分線端的電位，對於真空管其他各極相較，是固定不變，不會受燈絲電源交變電壓的影響而變更。例如：

2A3 功率三極管(交流式燈絲)：第 3·2 圖是 2A3 底視圖，第 1 和第 4 腳是燈絲的兩端，用 2.5 伏交變電壓。該管用作甲—1 類放大器時，屏壓用 250 伏，就是說屏極(第 2 腳)和燈絲電路中分線端

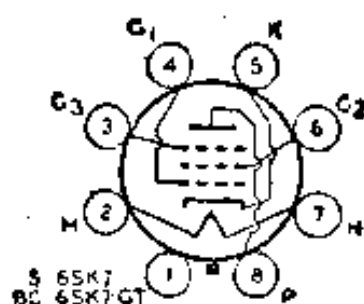


(第 3·2 圖)

之間的電壓是 250 伏，屏極正於中分線端。電訊輸入柵壓用—45 伏，就是說柵極(第 3 腳)和燈絲電路中分線端間的電壓是 45 伏，柵極負於燈絲中分線。其餘各種交流式燈絲的的真空管，其基準點和上述相同。

(3·4) 旁熱式陰極的基準點 旁熱式的陰極，受到熱絲極的熱能而放射電子，在陰極各部電位相等，並且祇有一個接線腳，這個接線腳便是真空管各極電壓的基準點。至於熱絲極的兩端，都不能作為各極電壓的基準點，一則因為熱絲極並不在各極工作電路之內，二則熱絲極不論用交變電壓或直電壓，它的電位不能像陰極處處相等。例如：

6SK7 遙控式五柵中頻放大管(旁熱式陰極)：第 3·3 圖是 6SK7 底視圖，第 5 腳是陰極接絲端，是各極電壓的基準點。第 2 第 7 腳是熱絲極的兩端，都不是各



(第 3·3 圖)

極電壓的基準點。當 6SK7 用作甲—1 類中頻放大器時，屏壓用 250 伏，就是說屏極（第 8 腳）和陰極之間的電壓有 250 伏，屏極正於陰極。電訊柵壓有 -3 伏，就是說電訊輸入柵（第 4 腳）和陰極之間的電壓是 3 伏，電訊柵的電位負於陰極。簾柵電壓用 100 伏，就是說簾柵極（第 6 腳）和陰極間的電壓是 100 伏，簾柵極正於陰極。抑制柵壓用 0 伏，就是說抑制柵極（第 3 腳）和陰極之間的電壓是 0 伏，抑制柵和陰極在同等電位，第 3 腳和第 5 腳直接連通。其餘各旁熱式真空管各極電壓的基準點，都是陰極接線端。

(3.5) 屏消耗 真空管內陰極放射的電子，受屏極正電荷吸引而衝撞到屏極時，使屏極發熱，此種熱能是由屏極電能所轉變，而屏極電能是由 B 電源所供給。但是此種熱能除散失於四週空間外，徒然增加屏阻，而毫無利用，所以稱做“屏消耗” (Plate dissipation)。屏消耗的多少，是以瓦特計數的。從 B 電源供給到屏電路的總電力內，減去屏路上的輸出有用電力，便是屏消耗。例如五柵變頻管 6SA7 的最大屏消耗是 1 瓦特，應用此管時，須注意屏消耗不能超過此值。

(3.6) 最大屏消耗 各式真空管在各種用途時的屏消耗，並不時時相等，有時會減低，有時會增高。當屏消耗增高到某值時，屏極的耐電力已達到最高點，過此將不堪勝任而引起損壞。此種最高的屏極耐電力點，叫做“最大屏消耗” (Maximum Plate Dissipation)。

在甲-1類放大器內，放大管的“最大屏消耗”是在無電訊輸入時，方纔達到。

在乙類放大器內，放大管的最大屏消耗，在理論上，發生於最大輸入電訊的百分之63的時候。但在實際工作時，可能發生於任何輸入電訊電壓時。

在變頻器內，變頻管的最大屏消耗，是在無電訊輸入時，並且在振盪器產生最低柵負壓的振盪頻率時，方纔達到。

在應用乾電池乙電池組時，應注意乙電池組電壓是否超過需要的45伏或90伏等，不論乙電池組在任何情況之下，真空管的屏電壓和屏消耗，都不可以容許超過最高屏壓和最大屏消耗的規定值的百分之10。

(3.7) 平均屏消耗 雙生式的真空管，若用做推挽式放大器時，當然也有屏消耗。但是這種屏消耗，是兩個屏極相互增減着消耗的，所以對於每一個屏極的消耗，稱做“平均屏消耗”(Average Plate Dissipation)。例如 6N7 或 6N7-GT 是高跨導雙三極電功率放大管，在真空管特性說明書上，往往對於這種雙生管的屏消耗，用“平均屏消耗”來表明的。6N7 或 6N7-GT 的每一屏極的平均屏消耗的最大值是5.5瓦特，就是說每一個屏極在標準的乙類放大工作時，屏消耗不能超過 5.5 瓦特，否則屏極便會受到損害。

至於怎樣能够使屏消耗不超過最大容許的規定值呢？祇要使存在於屏陰極間的電壓(即屏壓)，和屏路內的直流屏流，不超

過標準工作時的規定屏壓和屏流，就能夠使屏消耗不超過所容許的最大屏消耗了。

(3.8) 簾柵消耗 真空管的簾柵極，也像屏極一樣會受到電子撞擊而發熱，造成“簾柵消耗”(Screen Dissipation)。簾柵消耗也是用“瓦特”來計數的。真空管特性說明書上所列示的簾柵消耗是最大值(maximum screen Dissipation)，表示各管在應用時，不可容許簾柵消耗超過所示最大值。例如五柵變頻管6SA7的最大簾柵消耗是1瓦特，在實際應用此管時，應該注意不使簾柵消耗超過1瓦特為要，否則便要損壞真空管。

在四極管和五極管內，簾柵消耗加了簾柵極外電路的消耗，再加上整個屏電路的消耗，便是B電源所供給的總電力。

(3.9) 最大簾柵消耗 各式真空管在各種用途時的簾柵消耗，也像屏消耗，並不時時相等，有時會減低，有時會增高。當簾柵消耗增高到某值時，簾柵極的耐電力已達到最高點，過此簾柵極將不堪勝任而受損壞。此種最高的簾柵極耐電力點，叫做“最大簾柵消耗”。

在甲-1類放大器內，放大管的最大簾柵消耗，是在輸入電訊的峯壓，等於電訊柵負壓時，方纔達到。

在變頻器內，變頻管的簾柵消耗，在適當輸入電訊電壓任何變更時，必不可容許超出最大簾柵消耗規定值的百分之10以上。

欲明瞭簾柵消耗是否超過所容許的最大值，祇要檢查簾柵電壓和簾柵電流是否超過標準工作時的規定簾柵電壓和規定簾

柵電流，便能知道。例如6SA7做變頻器時的規定簾柵電壓是100伏，規定的簾柵電流是3.5毫安，假如用儀器來檢查它在工作時的實際電壓和電流，若不超過上述規定值，便可認為簾柵消耗，並不超過最大容許值。

(3.10) 最高簾柵電壓 施於簾柵極的電壓，最高可以抵達何種程度，有一定的規定。例如應用串連電阻器而取得簾柵電壓的電路內，在簾柵管的任何輸入電訊的情形下，簾柵電壓可能超過規定的“最高簾柵電壓”(Maximum screen voltage Rating)。這種超額電壓，可以容許存在，祇要在任何電訊輸入時，簾柵消耗不超過規定的最大簾柵消耗就行。

在最大電訊輸入時，實際存在於簾柵極的電壓，以不超過規定的最高簾柵電壓最為適當。

有簾柵極的真空管，在實際工作時倘能符合上述二種條件，那末加施在簾柵極上的直流電壓，可增高到（但並不超過）最高屏壓的規定值。

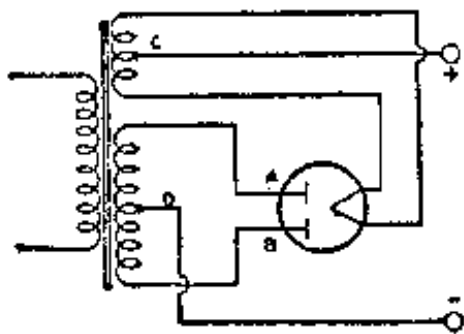
在應用乾電式乙電池組時，例如乙電池組的電壓為45伏或90伏等，不論乙電池組在如何情況之下，真空管的簾柵電壓和簾柵消耗，都不可以容許超過最高簾柵電壓和最大簾柵消耗規定值的百分之10。

(3.11) 熱絲極和陰極間的峯壓 旁熱式真空管的熱絲極和陰極，距離極近，其間襯有絕緣層。在工作時，熱絲極和陰極之間，存有電位差，倘使這個位差高到某值時，便會使絕緣層打穿，

結果使熱絲極和陰極在真空管內直接連通，破壞實際工作。所以真空管製造廠，對於熱絲極和陰極之間，所能容許存在的電位差，加以規定，稱做“熱絲極——陰極峯壓”(Peak heater-Cathode Voltage)。

所謂“峯壓”(Peak Voltage)，就是說“最大的瞬時電壓”(Highest instantaneous voltage)，可以安全地在瞬時內存在於熱絲極和陰極之間，而不致破壞二者之間的絕緣層。因為旁熱式真空管在工作時，往往會使熱絲極和陰極之間，引起很高的電壓。例如集流功率放大管 6L6 或 6L6-G 的熱絲極陰極峯壓，規定為 180 伏。就是說：熱絲極負於陰極時的最大瞬時電壓，不能超過 180 伏；又在熱絲極正於陰極時的最大瞬時電壓，也不能超過 180 伏。

(3.12) 最高峯值反向屏壓 最高峯值反向屏壓(Maximum Peak inverse plate voltage) 是最高的反向瞬時電壓，能够安全地存在於真空管的屏陰極間，而不致於發生倒向電流的危害。這種規定值，常應用在汞氣式及充氣式整流管的說明書內。因為整



(第 3.4 圖)

流管的屏極和陰極，是加施很高的交流電壓，當陰極正於屏極時，可能發生倒向的電流而損壞整流管。

例如第 3.4 圖是全波整流器的線路。當屏極 A 正於陰極時，電流從 A 流到陰極，再經過 C 而流出。此時

屏極B負於陰極，所以沒有電流從屏極B流到陰極。但是在此瞬時內，陰極正於屏極B，並且電壓很高，近於電源變壓器次級高壓線圈的全部電壓，就有驅使倒向電流從陰極流到屏極B的趨勢，這種倒向電流在正常工作時，所以不會發生的緣故，因為在陰極和屏極B之間，有相當的距離存在，並且屏極B的負電勢對於陰極放射的負電子，也有相當的排斥力。如果在這二極間的反向峯電壓，超過安全值時，倒向電流便會從陰極流向屏極B，破壞整流管和電源變壓器。在屏極A為負時，屏極B為正時，也有同樣的情形。在尚未破壞整流管安全性時的反向最高峯壓，便是稱做“最高峯值反向屏壓”。

峯值反向屏壓和交變輸入有效電壓和輸出直流電壓之間關係，大部份須視整流線路和電源電壓的情形而定的。假定電源電壓是純粹的正弦波形，那末峯壓約為有效電壓值的1.4倍。但是一般輸入到整流管的交變電壓，並不是純粹的正弦波，往往具有激衝電壓，使實際存在於整流管屏陰極間的反向瞬時峯壓，超出由計算所得的反向峯壓。因此設計整流器者，必須要限制這種特殊而實際存在的反向瞬時峯壓，不能超過整流管所規定的最高峯值反向屏壓，以求安全。

但是怎樣測驗這種實際存在的反向瞬時峯壓呢？可以應用校核正確的陰極射線示波器或指示峯壓用的真空管電壓表來測驗之。在單相全波整流器內，若輸入交變電壓是正弦波，又在整流器輸出端不用容電器跨接時，那末存在於整流管屏極間的反

向峯壓，約為輸入交變電壓有效值的 1.4 倍。在單相半波整流器內，若輸入電壓是正弦波又在整流器輸出端用容電器跨接時，那末存在於整流管屏陰極間的反向峯壓，約為輸入交變電壓有效值的 2.8 倍。在多相的整流電路內，可以應用諧量計算法來計算反向峯壓。

(3.13) 最大峯值屏流 最大峯值屏流(Maximum Peak Plate Current)是整流管的最大瞬時屏流，能够安全地繼續通行於正常方向的整流管屏路內。倘使在整流器輸出端接有大電感的抗流圈(就是大電感抗流圈輸入式濾波器)，那末峯值屏流，不致於過分大於荷載電流；倘使在整流器輸出端接有大電容的容電器(就是大容電器輸入式濾波器)，那末峯值屏流，可能數倍於荷載電流。所以峯值屏流的大小，大部分要看整流器輸出電路所接濾波器的情形而定。

在實用上，如果要確知整流器的峯值屏流究竟有多少，應該用指示峯值的電流表或用示波器來量度之。

在熱陰極式的整流管(不論旁熱式陰極或直熱式燈絲的整流管，都屬於熱陰極式整流管，冷陰極的整流管是不用熱絲電流的)，最大安全峯值屏流，是根據陰極的放射量，和峯形顫動電流在半週內持續的久暫而定。

(3.14) 最大輸出直流 凡是整流管能够繼續地通過最大的平均屏流，而不致遭受損害者，叫做“最大輸出直流”(Maximum d.c. output current)。任何一個整流管，究竟可以安全地通過多

少強度的最大輸出直流呢？這是要看整流管的屏極，究竟容許多少瓦特的屏消耗的大小而決定的。在真空管的特性說明書上，都已把最大輸出直流的數據，直接刊出，所以毋庸再行計算。

我們在使用整流管時，倘使要查明實際輸出的平均直流，是否超過最大輸出直流。可以先把荷載固定，再用直流電流表，串接在總輸出電路內，便可以量度實際輸出的平均電流。

(3.15) 標準運用值 在真空管的特性說明書內，對於每隻真空管都載有“標準運用值”(Typical Operation value)，所謂標準運用值，並不是“最大規定值”(Maximum Ratings)，而是指示任一真空管在實際運用時的標準值。因為任何真空管，都能够在低於最大規定值的情形下工作，不過太低的運用值，便不能得到良好而有效的工作，因此便產生了標準的運用值，使運用真空管者，可以有所根據和參考。

例如在真空管特性書內所示各功率管的輸出電功率，並不是說用了某一個功率管，便一定會有若干瓦的輸出功率，也許在實際上可以得到較大或較低的輸出功率，祇要看你所採取的運用值和電路的設計如何而定。至於說明書中所示的輸出功率，僅是採用標準運用值時可能得到的輸出電功率。從屏電路的輸入電功率內，減去了屏消耗和屏路耗損後，便是有用的輸出電功率了。

現在把 6V6 或 6V6-G 集流功率放大管做例子，以便說明所謂標準運用值。

當 6V6 或 6V6-G 用作甲類單管功率放大器時，各項最大規定值如下：

最大屏壓.....315 伏

最大簾柵壓.....285 伏

最大屏消耗.....12 瓦

最大簾柵消耗.....2 瓦

最大熱絲極陰極峯壓：

熱絲極負於陰極，不能超過.....90 伏

熱絲極正於陰極，不能超過.....90 伏

使用 6V6 或 6V6-G 時的標準運用值，祇要不超過最大規定值，可能有多個標準值，例如同樣做甲類單管功率放大器時的標準值有三檔：

屏壓	180	250	315 伏
簾柵壓	180	250	225 伏
電訊輸入柵壓	-8.5	-12.5	-13 伏
聲頻輸入峯壓	8.5	12.5	13 伏
直流屏流(電訊未輸入時)	29	45	34 毫安
最大屏流(電訊輸入時)	30	47	35 毫安
簾柵直流(無電訊時)(約)	3	4.5	2.2 毫安
最大簾柵流(有電訊時)(約)	4	7	6 毫安
屏阻	,, ,,	50,000	50,000 80,000 歐
跨導	,, ,,	3,700	4,100 3,750 微漢

荷載阻抗(有電訊時)(約)	5,500	5,000	8,500 歐
總諧失真	8%	8%	12%
最大輸出功率	2	4.5	5.5 瓦

由上例可知,任一真空管的標準運用值,都不超出最大規定值,並且可以有多个標準運用值。

但也有許多實驗者,所採取的實際運用值,除燈絲電壓合乎規定值外,其餘各值,往往故意超出真空管說明書上所示的最大規定值,而運用結果也很滿意,這是因為實驗者在線路上,加以特殊的設計,並且使用時間是間隙性。倘使是連續性長時間的運用,那末他們一定是要顧全到其他條件上的利益和便利,而寧願犧牲真空管的壽命。這種情形在使用發射管時,有很多的例子。

第四章 怎樣避免真空管的回輸干擾

(4.1) 隔離設施 欲充分發揮真空管的功能，在射頻放大器或中頻放大器內，必須有良好的隔離設施，以免引起回輸和干擾的弊病。在收音機內應該加以隔離的部份，約如下列各項：

- ① 每一放大級的輸入和輸出電路，必須互相隔離，隔離的方法是用通地的金屬罩，或各零件分別用金屬罩，或各零件遠離排列。
- ② 放大級和放大級之間，必須互相隔離，方法用通地的金屬板。
- ③ 不論射頻或中頻級所用的線圈，都應該放置在通地的金屬隔離罩內。
- ④ 在多聯可變容電器的各組單位之間，最好加裝通地的金屬板，以資隔離。
- ⑤ 超外差式接收機內所用差中頻振盪線圈，最好裝在金屬底板之下，並且再加裝通地的金屬隔離罩。
- ⑥ 任何型式的接收機，若裝有“差聲頻振盪器”(Beat Frequency Oscillator)，它的振盪線圈也必須要加裝通地的金

屬隔離罩。

⑦收音機內各級真空管，尤其是具有較高跨導的真空管，必須分別加以通地的金屬罩。

⑧各通地的導線，以愈短愈粗愈佳。在通地的接合點，應有良好的銲接，以免發生接觸電阻。

⑨聲頻放大器的電訊柵極導線，須用通地的金屬套導線。

⑩聲頻放大器電訊柵電路內的各個零件，像電阻器、電位器、容電器等，最好都包以通地的金屬皮，但這金屬包皮不可和零件接觸，須襯以絕緣層。

⑪金屬真空管的金屬壳，一定和真空管的一個燈腳在製造時已經連通，這個燈腳所屬的燈座腳，必須接以通地導線。

⑫新式玻璃式真空管，像單端式的 6SA7 變頻管等，在玻璃泡內，已裝有金屬隔離罩，此罩已接通一個燈腳，它所屬的燈座腳，必須接以通地導線。此種須通地的燈腳，可以從真空管管座圖中查知。

(4.2)接線和零件的佈置 在裝置各種無線電機之前，對於接線和零件的地位，必須在事前詳細考慮，以免發生回輸感應，和佈置很有關係的問題，就是接線的長短。接線太長，非特容易引起不需要的耦合而發生回輸振盪；並且在接線的本身，具有電感(Inductance)，接線和接線之間，具有電容(Capacitance)。這種不需要的電感和電容，足以干擾工作電路應有的本身頻率。尤

其在短波及超短波的無線電機件內，若接線和零件的位置，稍微佈置失當；或接線稍微過長，便能使整個機件不能正常工作。

若零件佈置得當，接線便可以減到極短。善於佈置零件者，往往可將接線減短到不易覺察。因為接線減短後，不應有的電感和電容，都可以減小到不致妨害機件的工作。

下列各種機器，對於接線的長度和零件的佈置，是很有密切關係的：

①接收機的射頻放大器和
中頻放大器

②聲頻放大器

③電視收發機

④調頻收發機

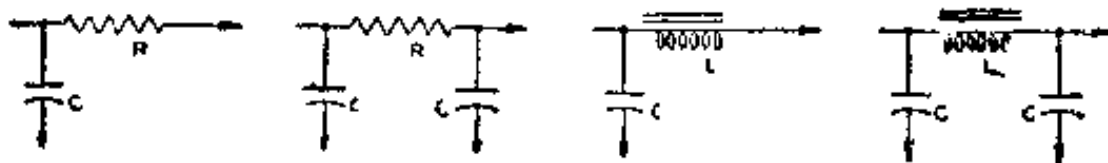
⑤使用高壓的所在

(4.3) 屏電路和簾柵電路陽柵電路內的濾波器 在無線電收音機的各級之間，往往會發生不需要的回輸作用。這種回輸作用是由於公用的B電源，做了各級間的耦合電路而引起的。考查公用B電源所以會造成耦合作用，因為它具有相當大的阻抗，當聲頻、中頻或射頻電流，流經此阻抗時，發生電壓降，此電壓降就會加入各級輸入電路，重行放大，輸出後再經B電源而回輸到輸入電路，因而轉輾回輸，電路內的各頻率電能再三補充，超過所耗損的電能，結果造成不需要的振盪，發生干擾。

要避免B電源在各級放大級間造成耦合作用，應該要不使射頻、中頻和聲頻電流流經B電源，而祇讓直流電流經過B電源。有效而實用的方法，是在B電源和各真空管放大電路之間，加裝濾波器。“濾波器”(Filter)便是具有導納和阻抗不同頻率電

流的作用。第 4·1 圖是普通用於 B 電源和各放大級間的濾波器線路。圖中所示容電器 C 對於某幾種頻率的電流有很低的阻抗而使之通過，不讓它或它們通過電源部。又圖中所示的電阻器 R 或抗流圈 L，對於某幾種頻率的電流具有很大的阻抗而不讓它或它們通過，而使之通過容電器 C。容電器 C 既然對於某幾種頻率的電流，所具阻抗極小，那末存在於容電器 C 二端的某幾種電壓降，當然也是極小，因此不會加入各放大級的輸入電路內，結果就不會引起回輸振盪。

上述電阻器 R 和抗流圈 L，對於各頻率電流，都有阻抗作用。可是我們選用電阻器 R 呢還是選用抗流圈 L 呢？這種選擇是根據電源部輸出直流電壓容許降落的最低電壓值來規定。在實用上，假定通過 B 電源的直流電流比較很小，僅是幾個毫安，那末選用電阻器 R，比較簡便。倘使這直流電流，相當強大，在幾十個毫安以上，或輸出直流電壓必須相當穩定者，那末應該選用抗流圈 L，比較適當。



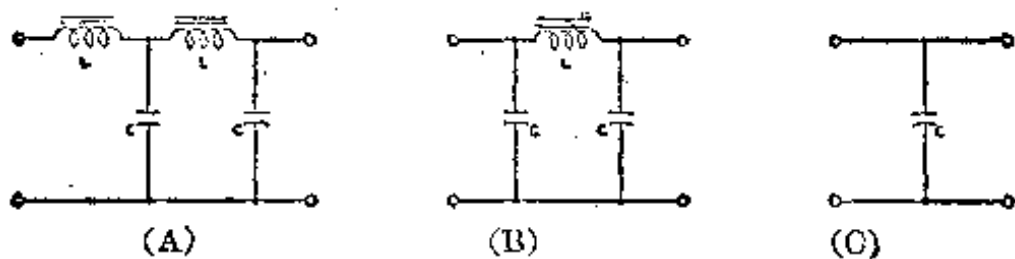
(第 4·1 圖)

在一般規定上，濾波器的容電器 C，其電容對於該電路最低頻率電流所呈的阻抗，以不超過抗流圈或電阻器對於該最低頻率電流所呈阻抗的 $\frac{1}{50}$ 。但有時在某種電路內，不超過 $\frac{1}{10}$ 時，也能獲得良好的濾波效用。

在射頻電路內的濾波器，所用容電器C，須選用質料優良者，最好用雲母片式。在較高的射頻電路內，更須要用雲母片式的容電器。並且還要把濾波器安置在通地的金屬隔離罩內。

(4.4) 整流器的濾波器 在B或C電的電源整流器的輸出部份，也須要裝接濾波器。這種濾波器的裝置目的，是使B電源的輸出電壓，祇有純粹的直流電壓，而把顫動直流電壓阻遏，不使它輸出。因為整流器的輸出電壓，是顫動性的直流電壓，其中有兩個成分，一個是純粹的直流電壓；一個是交變電壓。這交變電壓的成分比較小，它的頻率是二倍於輸入整流器的交變電壓的頻率。

在上面已說過：濾波器是具有導納和阻抗不同頻率電流的性能，所以也能用在整流器的輸出電路。第4.2圖所示的線路，便是整流器所用的濾波器。它的左端是接到整流器的輸出端，它的右端是接到接收機真空管各極的荷載電路，或是接到分壓電阻器上。



(第 4.2圖)

從線路圖上可以看到濾波器的抗流圈，都是用鐵心式，它或它們是和收音真空管的荷載電路串連的，所以它們必須要阻遏交流，而通過直流電流的。濾波器內的容電器是和濾波器輸出端

荷載電路並聯的，所以它們必須要能去交流而阻遏直流電流的。至於抗流圈和容電器應有的電感和電容，和荷載電路及整流管都有關係的。

抗流圈的電感約自 10 亨利以至 20 亨利；容電器的電容自 4 微法以至 18 微法。

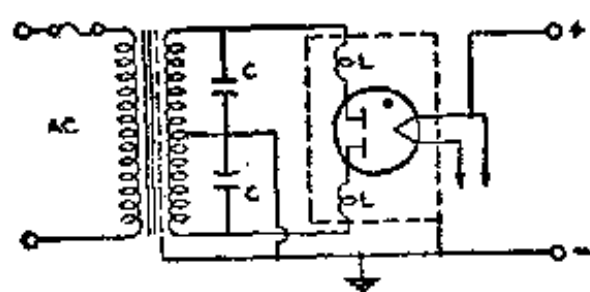
整流器所用濾波器，普通分做兩種型式，一種是“抗流圈輸入式”(Choke-input type)，另一種是“容電器輸入式”(Capacitor-input type)。抗流圈輸入式的濾波器，是在濾波器的輸入端（即整流器的輸出端），裝接抗流圈。容電器輸入式的濾波器，是在濾波器的輸入端裝接容電器。第 4·2 圖(A)是抗流圈輸入式濾波器，圖(B)和圖(C)是容電器輸入式濾波器。

根據同等的整流器輸出電壓而言：抗流圈輸入式濾波器的輸出電壓，比較容電器輸入式濾波器的輸出電壓為低。但是電壓調整度比較高，超峯電流也比較低。裝置容電器輸入式濾波器時，對於由整流器輸入濾波器的瞬間峯壓，必須要考慮到；因為這個峯壓值是整流器輸出交流成份有效電壓值的 1.4 倍，而這個峯壓是加在濾波器輸入容電器上的。因此輸入容電器必須要耐受這個峯壓而不致打穿。例如整流器輸出交流成份電壓的有效值是 300 伏，它的峯壓便是 $300 \times 1.4 = 420$ 伏，所以輸入容電器必須要耐受 420 伏的峯壓。在實用上，為安全起見，這個輸入容電器的工作電壓，須選用 600 伏以上。

(4·5) 汞氣式或充氣式整流管的濾波裝置 用汞氣式或充

氣式整流管的整流器，往往會發射干擾性的電波，經由空氣或經由電源線而干擾收音機或聲頻放大機。這種干擾很容易辨別。就是在調節收音機刻度盤時，發覺在刻度盤很廣寬的刻度內，揚聲器都會發出蜂鳴聲（嘶嘶聲），例如所用交流電源是50週，這種蜂鳴聲是100週。

爲什麼用了汞氣式或充氣式整流管時，會發生干擾呢？因爲當整流管屏極起始通電時，氣體的游離，是突然性的，在起始時屏流甚大，而後逐漸降低，所以這種整流器的輸出波形是峻峭的波峯，因此造成放射波而干擾收音。欲避免這種干擾，比較實用的方法有二種；一種是把汞氣管或充氣管用通地的金屬罩罩住。另一種是在汞氣管的二個屏極接線上，各串連一隻抗流圈，約在



(第4·3圖)

1毫亨以上，再在電源變壓器次級高壓圈兩個外端接線和中分線之間，各跨接一隻約0.0001微法的射頻旁路容電器，如第4·3圖所示。兩隻抗

流圈和整流管一同用通地金屬罩罩住。所用旁路容電器須耐受電源變壓器次級半部有效電壓的1.4倍，並須用雲母式的容電器。上述抗流圈的電感和容電器的電容，並不固定，應由試用而決定之。所用電源變壓器的初級線圈和次級線圈之間，應該繞一層通地的隔離線圈或金屬薄片，如圖所示。有時把整流管的屏極接線，儘量予以縮短，愈短則愈能避免干擾。

第五章 反相器

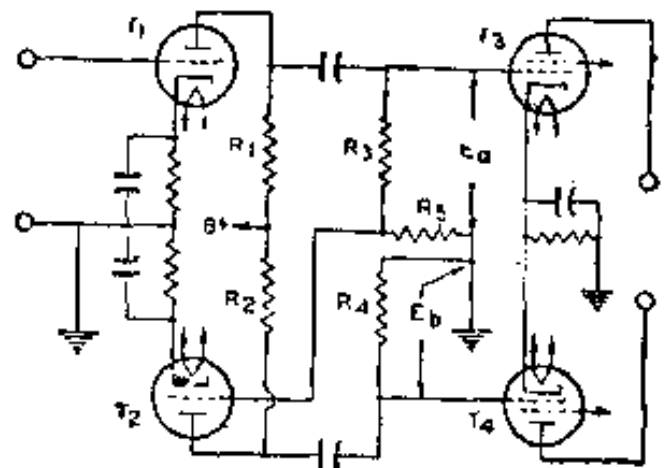
(5·1)爲何需要反相器 推挽式放大器的兩個輸入電訊柵極,必須要有相差 180 度且強度相等的輸入電訊電壓,方能得到推挽放大的功效。但是單級電壓放大器的輸出電路,倘使用簡單的電阻耦合到推挽式放大器,便不能有 180 度相位差的電壓。所謂 180 度相位差的電壓,就是輸入到推挽放大器的一個放大管的柵極電訊電壓,正在正向增高時,輸入到另一個放大管的柵極電訊電壓,應當是正在負向增高。或是一個正在正向減低時,另一個應當正在負向減低。也就是一個放大管的電訊電壓,正在使屏流增加時,另一個柵極電訊電壓,應當正在使屏流減少。反相器正是安置在前置放大級和推挽放大級之間倒轉前置放大級電壓相位的部分。

欲使單級電壓放大器的輸出電壓,有 180 度的相位差,可以用次級有中分綫端的變壓器,接在單級放大器的輸出電路,再耦合到推挽式放大器。若推挽放大器的輸入電路工作時沒有柵電流,可用電阻耦合式反相器,它能產生 180 度相位差的電訊電壓。

(5·2)反相器的裝接法和工作原理 第 5·1 圖是反相器的

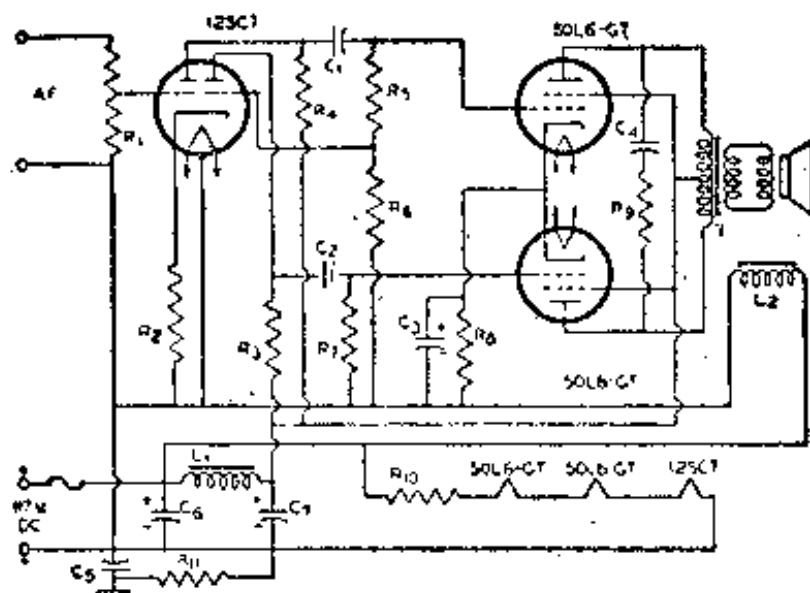
線路， T_1 是單級電壓放大管， T_3 和 T_4 是推挽式功率放大器， T_2 是反相管，使 T_1 用電阻耦合到 T_3 和 T_4 。 T_1 的輸出電訊電壓，由電阻耦合而加施到 T_2 的柵極，同時一部份 T_1 的輸出電訊電壓，也由電阻耦合而加施到 T_2 的柵極，經 T_2 放大後而輸入 T_4 的柵極。當 T_1 的輸出電訊電壓使 T_3 的屏流正向增加時， T_2 的屏流當然也是正向增加。但 T_2 屏流正向增加，在 R_2 上的降壓就要增加。 B 電源的電壓是固定不變的，因之 R_2 降壓增加時，屏壓便相反地減低，也就是 T_2 的輸出電訊電壓正在減低。簡單地說：當 T_1 的輸出電訊電壓正在正向增高時， T_2 的輸出電訊電壓正在負向減低，二者的相位相差 180 度。 T_1 的輸出電壓，輸入到 T_3 ； T_2 的輸出電壓輸入到 T_4 ，結果便得到推挽放大的效用。

T_3 的輸入電訊電壓 E_a 是由 T_1 所輸出；而 T_4 的輸入電訊電壓 E_b ，是由 T_1 輸出再經 T_2 放大後所輸出。欲使 E_a 和 E_b 的強度相等，必須先要減低 T_2 的輸入電壓。這減低的倍數，必須等於 T_2 的電壓增益。 T_2 的輸入電壓，祇取 R_5 上的電訊電壓，目的便是減低 T_2 的輸入電壓。因此： $(R_3 + R_5)$ 和 R_5 的比數，應該等於 T_2 的電壓增益。假定 T_1 和 T_2 是同式號或雙生管，具有同等特性，那末 R_4 應當等於 $R_3 + R_5$ ，而 R_5 應當等於 R_2 除以



(第 5.1 圖)

T_2 的電壓增益,於是 $R_3 = R_4 - R_5$ 。至於 $R_1 R_2 R_3 R_4 R_5$ 各電阻器的實際應用值,須視所用真空管而異。在實際應用上, T_1 和 T_2 常用雙生三極管擔任之,如 12SC7 等高放大因數式雙三極管。全部線路如第 5.2 圖所示。此圖係甲—1 類聲頻放大機,電源用直流電或代 B 電源。聲頻輸入電壓的峯值,在 0.25 伏時,可得最大功率輸出,約 4 瓦特。各零件的數值如下:



(第 5.2 圖)

$C_1 C_2$ ——0.006 微法。

C_3 ——25 微法,電解質容電器,25 伏。

C_4 ——0.035 微法。

C_5 ——0.1 微法,紙質容電器 150 伏。

C_6 ——2 微法,電解質容電器,150 伏。

C_7 ——4 微法,電解質容電器,150 伏。

L_1 ——濾波器用鐵心式抗流圈,10 亨利,125 毫安,60 伏。

L_2 ——揚聲器勵磁線圈,直電壓 115 伏。

R_1 ——500,000 歐響度控制器。

R_2 ——4000 歐, 0.5 瓦。

R_3, R_4, R_{11} ——250,000 歐, 0.5 瓦。

R_5 ——475,000 歐, 0.5 瓦。

R_6 ——16,000 歐, 0.5 瓦。

R_7 ——500,000 歐, 0.5 瓦。

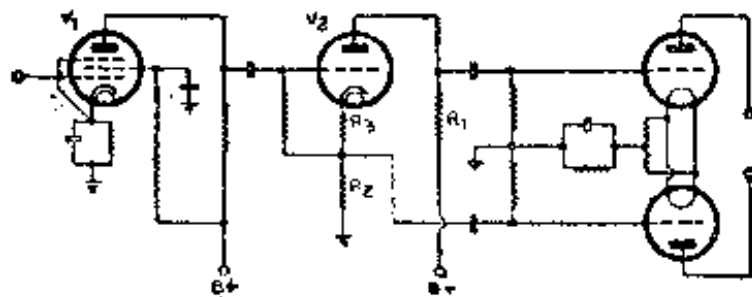
R_8 ——70 歐, 1 瓦。

R_9 ——4,000 歐, 2 瓦。

R_{10} ——33 歐, 1 瓦。

T——輸出變壓器, 初級屏至屏荷載阻抗是 3,000 歐。

(5.3) 屏陰極各別輸出法 第 5.3 圖是屏陰極各別輸出推挽電壓法, 此法比較上法簡單, 圖中 V_1 是聲頻電壓放大管, V_2 是三極式反相器, 用 6J7G 時, 把簾柵極和屏極合併, 組成三極管。 R_1 和 R_2 是 V_2 輸出荷載串連電阻, 當 R_1 上端電位正向升高時, R_2 上端電位



(第 5.3 圖)

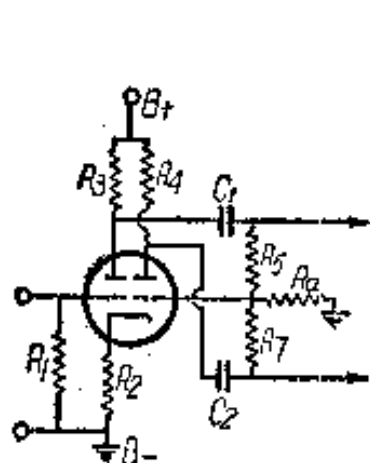
負向升高, 二電位的變更相差 180 度, 因之可得推挽電壓, 各別輸入推挽

放大級的輸入柵。此法裝配經濟簡單, 但 V_2 的電壓增益不能超過 1, 最大可得 0.9。 V_2 用低放大因數管時, R_3 的兩端, 須接旁路電容器。用中等放大因數的电子管時, R_3 的兩端可不須跨接電容器, 使它產生負回輸作用, 可以改善頻率響應的特性。這種反相電路的另一缺點是兩路推挽輸出電路, 並不對稱平衡。原因是分布電容並不相等, 工作於較高頻率時, 不平衡的影響, 更為顯著。

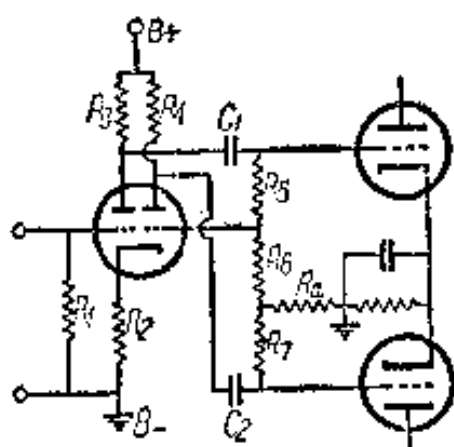
(5.4) 自平衡反相器 第 5.4 图是自平衡反相器, 和第 5.2 图相似, 多了一个平衡电阻 R_a , 约为 R_7 的 0.1 至 0.5 倍。从 V_1 V_2 所输出的音频电流都要流经 R_a , 但这两电流是反相的, 在 R_a 上所引起的降压有相消作用。如两电流相等, 在 R_a 上便没有降压, 好象 R_a 短路一样。如两电流不相等, 在 R_a 上就要产生降压。若 V_1 输出较大, R_a 上的降压恰巧能增强 V_2 的输入电压, 使 V_2 的输出电压趋近于 V_1 的输出电压; 反之, 若 V_1 输出较小, 存在于 R_a 上的降压恰巧能减弱 V_2 的输入电压, 使 V_2 的输出电压趋近于 V_1 的输出电压, 这就是自平衡反相的作用。

V_1 V_2 合用的偏压电阻 R_2 , 也有自平衡的作用, 因 V_1 V_2 的讯号屏流通过 R_2 的相位也相差 180 度。若两管讯号屏流相等, R_2 上便没有讯号电压。若讯号屏流不相等, R_2 上便有讯号电压。这个讯号电压就会回输到两管的栅极, 对讯号屏流大者有减弱作用; 对讯号屏流较小者有加强作用, 能使两管讯号屏流接近相等, 故在 R_2 上毋须跨接旁路电容器。

(5.5) 重反回输自平衡反相器 第 5.5 图是利用重反回输的原理组成自平衡反相器。图中自平衡电阻 R_a 的作用已详上



(第 5.4 图)



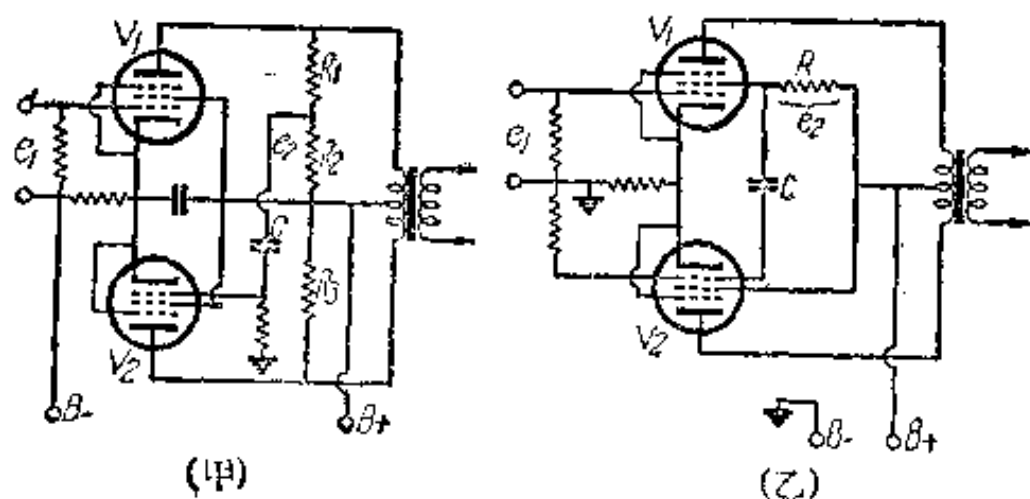
(第 5.5 图)

节, 但是这里 R_a 的阻值相当大, 有时竟可以提高到等于 R_5 和 R_7 的阻值, 即 $R_5 = R_7 = R_a$, 变成重反回输的电路。

根据重反回

輸的原理，知放大級的實效增益幾乎不受放大管特性及放大級原有增益的控制，而僅僅受到反回輸因數 B 值的控制。因之，第 5.5 圖的反相器，雖然 R_5 和 R_7 配合不能十分準確，但輸出的反相電壓仍能相當平衡而穩定，只不過反相級的增益較低。此種反相電路在裝置上比較方便，常被採用。

(5.6) 不用反相管的反相電路 第 5.6 圖是不用反相管的反相電路，反相電壓就在推挽級的輸出處取得之。圖甲所示系在推挽管輸出端屏與屏間跨接一個分壓電阻網，其中 $R_1 + R_2 = R_3$ 。為了不影響輸出變壓器的負荷阻抗， R_3 至少 5 倍於屏與屏之間的阻抗。 R_2 和 R_3 之間的接點在音頻電路上是接地點，這樣可使推挽器的輸出電路對地平衡。在 R_2 兩端的音頻電壓 e_2 應該等於輸入電壓 e_1 。當輸入電壓 e_1 在正向增量時， R_2 兩端的音頻電壓是在負向增量（對地而言），兩者相位恰巧相差 180 度，故在 R_2 上端引出綫端，經斷直流電容器 C 而導至 V_2 的柵極，即可獲得反相電壓，完成推挽工作。圖（乙）的反相電壓也取自推挽管的本身電路上，不過 V_2 的反相電壓是取自 V_1 廉柵極的輸出電路。存在於 R 上的音頻電壓 e_2 也應該等於 e_1 。上述兩種



(第 5.6 圖)

反相電路比較前述各圖為簡單，但是非綫性失真較大。

第六章 反相回輸電路

(6.1) 爲什麼需要反相回輸 “反相回輸電路”(Inverse-feedback Circuit),也可以稱做“反再生電路”或簡稱反回輸。它的作用是把放大器一部分的輸出電壓,回輸到本級或前一級放大器的輸入電路,而這回輸電壓和輸入電訊電壓是反相的。反相的結果,能够減弱輸入的電訊電壓。減弱的程度,當然要有適當的調整,否則輸入電訊電壓過分減弱,便會減低揚聲器的響度。反相回輸有以下兩個優點:

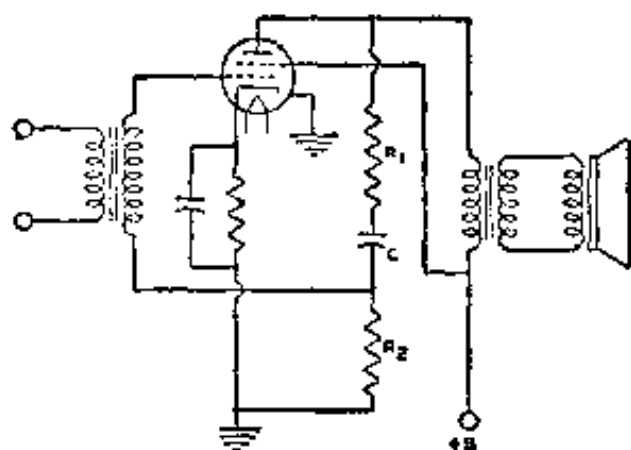
- ①減低失真放大的程度,這種失真放大作用是包含在反相回輸級內的。
- ②減低增益的變更,這種增益的變更,是起因於電源電壓的變更,同式號管性能的差別,或電路內常數的變更,這種變更如果包含在反相回輸級內,都可以加以減低的。

(6.2) 聲頻放大器適宜裝接反相回輸電路 反相回輸電路最適宜裝接在末級聲頻放大器內,因爲末級放大管的荷載電路是揚聲器,揚聲器的阻抗,在各種聲頻時,並不固定,是依聲頻的高低而變更的,所以揚聲器對於輸出放大管所呈獻的荷載阻抗,是時時變更的。變動的荷載阻抗,便會引起失真。若輸出放大管

是五極管或是集流功率放大管，它們的屏阻是很高的，配以阻抗變更很大的揚聲器荷載電路，倘使不加糾正，必將引起嚴重的“頻失真”(Frequency distortion)。所謂頻失真，簡單地說，就是較低或較高的聲頻響度不夠強大，而某聲頻響度過於強大，使收聽者感覺不舒適或不能辨別意義。這種頻失真可以被反相回輸電路減弱，因此反相回輸電路，大都裝接在聲頻放大器輸出電路內。

反相回輸電路有兩種：一種是“定壓式”，另一種是“定流式”。茲分別述之如下：

(6.3) 定壓式反相回輸電路 第6.1圖是“定壓式”(Constant Voltage Type)反相回輸電路，接在單隻集流功率管的輸出電路。圖中電阻器 R_1 R_2 和容電器 C 串連在 6L6 集流管的輸出電路之間，組成分壓器。6L6 柵極輸入變壓器次級線圈的一端接柵極，另一端接在分壓器的 C 和 R_2 之間。容電器 C 用以阻斷直流 B 電流，不使 B 正電壓存在於電訊輸入柵上，可是 6L6 集流功率管的輸出聲頻電壓，不會被容電器 C 阻遏，而能夠回輸到電訊輸入柵上。但並不是全部聲頻電壓完全回



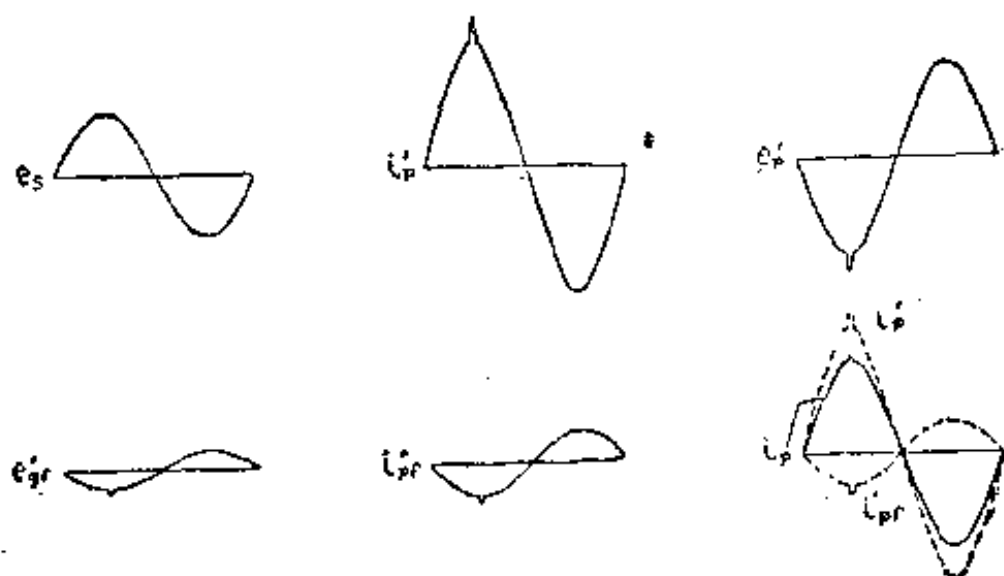
(第 6.1 圖)

輸到電訊輸入柵上，祇不過是 R_2 上的一段聲頻降壓。這段降壓

的大小，是依照 R_2 的電阻和 $R_1 + R_2$ 全部電阻的比成為正比例的。 C 對於聲頻的降壓很小，可以不必計入。假定 R_2 的降壓是 V_2 ， R_1 和 R_2 的全部降壓是 V_0 ，於是：

$$V_2 = V_0 \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

上述聲頻降壓 V_2 ，是回輸到 6L6 的電訊輸入柵極上。至於如何減弱失真情形，可以第 6·2 圖的波形曲線來說明如下：



(第 6·2 圖)

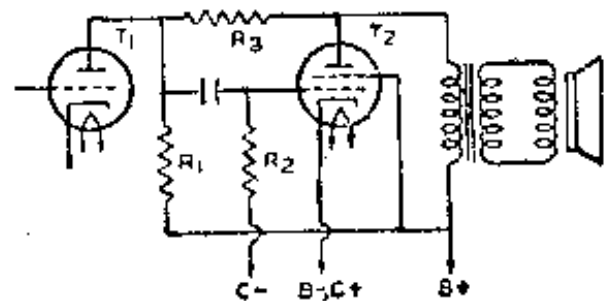
假定在 6L6 柵極上的聲頻電訊電壓，如圖所示 e_s 的波形，在未用反相回輸電路時，屏路輸出聲頻電流的失真波形，如 i_p 所示。同時聲頻屏壓波形如 e'_p 所示。這屏流和屏壓的波形，相差 180 度。因為當屏流增加時，屏路荷載降壓增高，而屏壓減低；當屏流減小時，屏路荷載降壓減低，而屏壓增高。所以 i_p 和 e'_p 相差 180 度。

假定在屏路內接以反相回輸電路 $R_1 + R_2$ ，此電路係與 6L6

屏陰極並聯，因此在反相回輸電路上的電壓，也是和屏壓 e'_p 具有同樣波形而同一相位。今取其中一部份降壓，即 R_2 上的降壓，回輸到柵極，成為柵極電壓 e'_{gt} ，其波形和 e'_p 同樣而同相，但幅度較小。由 e'_{gt} 柵壓所造成的屏流變更，如 i'_{pt} 所示。由回輸電壓所造成的 i'_{pt} ，和 i'_p 同時存在於屏路內，二者互相消滅，結果把失真波形減弱，如 i_p 所示。

由上所述可知反相回輸法，除能够把屏路內所造成的失真程度減低。同時會減弱輸出聲頻屏流的幅度，結果減弱輸出電力。因此在裝有反相回輸電路的功率輸出級，需要加強它的輸入電訊電壓，以資補足所減弱的輸出電力。

第 6·3 圖是另一種定壓反相回輸電路的接法，適用於電阻耦合式放大器內。接法很簡單，祇要在 T_1 和 T_2 二管屏極之間，接以電阻器 R_3 ，便能完成反相回輸作用。 T_2 一部份聲頻電壓，和 T_1 的輸出電訊電壓，同時輸入到柵電路



(第 6·3 圖)

R_2 上，二者相位相反，因而能減低 T_2 屏路內的失真程度。如果反相回輸電壓充份強大，那末在 T_2 屏路內，不必裝接電阻和電容的網絡電路，也能够抑低較高聲頻的輸出。

反相回輸電路也可以裝接在推挽式甲類及甲乙-1 類放大器內。倘使應用第 6·1 圖的反相回輸方法，那末所用推挽式輸入

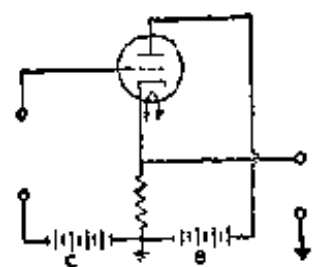
變壓器的次級，應該具有兩組獨立的次級線圈，分別接到推挽式放大管的柵極上。但反相回輸電路，不宜裝接在具有柵電流的放大器內，因為在這種柵路內具有“有效電阻”。

(6.4) 定流式反相回輸法 定流式反相回輸法 (Constant-Current Inverse Feedback method) 普通常把放大器陰極旁路容電器拆除，便能完成反相回輸作用。此種反相回輸法，除能減小失真程度外，還要減低電壓增益，並且還要增大屏極交流電阻。因為根據同一輸入電訊電壓而言，採用此式反相回輸法時，屏流變更較小，所以等於屏極交流電阻增加。在此屏阻增高的輸出放大管的荷載電路內，當聲頻電流諧振於揚聲器的阻抗電路，輸出電壓增高，造成諧振聲頻的加強作用。

反相回輸法 普通不用於三極式功率放大器，像 2A3 等三極功率管，因為三極管的屏阻較低，揚聲器的阻抗依聲頻而變值時，不致造成顯著的失真程度。因此反相回輸法常用在五極式或集流管式功率放大器內。但有時因為輸入電訊電壓太弱，反相回輸電路也就不宜加以裝接，除非設法增大輸入電訊電壓不行。又五極管的靈敏度比較集流管為低，因此輸入五極管的電訊電壓，有時必須要極度增高，超出可能範圍，所以反相回輸法也不很適用於五極管的放大器。至於集流管靈敏度較高，在較小的輸入電訊電壓，已能夠有最大的功率輸出，所以集流管比較最適用反相回輸法，既能夠達到減弱失真程度，又能夠得到高效率和高輸出功率。

第七章 陰極輸出器

(7.1) 陰極輸出器的線路 陰極輸出器是利用反相回輸的優點而組成的。這種輸出組織法，又可稱“陰極跟隨放大器”(Cathode Follower)。線路的裝接法，如第7.1圖所示。由圖可見在屏路內不接輸出荷載阻抗，卻是把輸出荷載阻抗裝接在陰極電路內。用這種輸出法的電壓放大，可由下述實用公式來表示：



(第 7.1 圖)

(A) 三極管：

$$\text{電壓放大} = \frac{\text{放大因數} \times \text{荷載電阻}}{\text{屏阻} + \text{荷載電阻} \times (\text{放大因數} + 1)}$$

(B) 五極管：

$$\text{電壓放大} = \frac{\text{跨導} \times \text{荷載電阻}}{1 + (\text{跨導} \times \text{荷載電阻})}$$

上列二式內的荷載電阻，以歐姆為單位；跨導以漠為單位。由二式計算結果，所得電壓放大倍數，常小於1。

(7.2) 為什麼須用陰極輸出器 陰極輸出器的頻率響應特性線很闊，此器輸入阻抗高而輸出阻抗低，因此能够使高阻抗電訊電壓，配合到低阻抗荷載電路。例如高阻抗的晶體拾音器，可

以用陰極輸出法來配合到低阻抗的傳遞線。若聲頻放大器的輸入電訊相當高，以及後隨各放大級有適度的增益，方可以應用陰極輸出法，否則便不宜應用此法。

(7.3)怎樣裝接陰極輸出器 但是怎樣選用適當的放大管來做陰極輸出器呢？在實用上可以根據所需輸出阻抗，再應用下述算式來求得應需的跨導，實用的算式如下：

$$\text{應需跨導(微漠)} = \frac{1,000,000.}{\text{輸出阻抗(歐姆)}}$$

求得應需跨導後 即能選定何式真空管，再由該管特性表內查得各極應施電壓。倘使由算式所求得的跨導，在各管特性表內無從查得，可以選用近似跨導的真空管，再應用“變換曲線”(Conversion Curves)求得各極應施的工作電壓。等到各極工作電壓決定後，再應用下式計算應需的陰極荷載電阻：

(A)三極管：

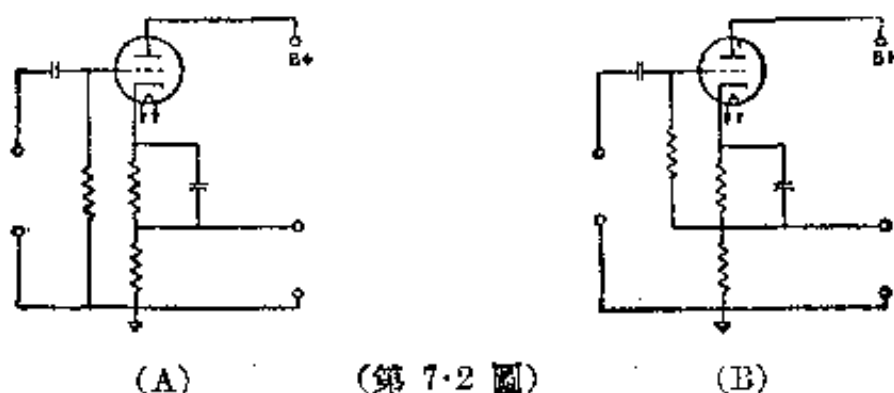
$$\text{陰極荷載電阻} = \frac{\text{輸出阻抗} \times \text{屏阻}}{\text{屏阻} - \text{輸出阻抗}(1 + \text{放大因數})}$$

(B)五極管：

$$\text{陰極荷載電阻} = \frac{\text{輸出阻抗}}{1 - (\text{跨導} \times \text{輸出阻抗})}$$

上列二式內，電阻和阻抗的單位是歐姆，跨導的單位是漠。

如果由計算所得的陰極荷載電阻，擔任所需的輸出阻抗，而其降壓不能配合所需工作柵負壓。那末這種陰極輸出器的線路，可以改變。普通有二種方法：



1. 一種是在陰極與陰極荷載電阻之間，串入一電阻器，加接旁路容電器，再把柵極回路端接在陰極荷載電阻器的下端，以資增高柵極負電壓，配合所需柵負壓，如第 7.2 圖(A)所示。

2. 另一種也是在陰極和陰極荷載電阻器之間；串入一電阻器，加接旁路容電器，但是把柵極回路端接在陰極荷載電阻器和旁路電阻器之間，以資減低柵負壓，配合所需柵負壓，如第 7.2 圖(B)所示。

在上述二種變更線路內，所用旁路容電器的電容，應當充份大，使它對於最低聲頻電流的容抗，維持最小。又所用 B 電源的電壓值，應當相當增高，以資補償因串入電阻器所降低的屏壓。

例題：茲欲設計一陰極輸出器，輸出阻抗須配合 500 歐姆傳遞線，求所需適當的真空管，和各極電壓？

解： ①求所需近似值的跨導：

$$\text{所需跨導} = \frac{1,000,000}{500} = 2,000 \text{ 微漠}$$

②由真空管特性表查得：

12AX7 雙三極管具有近於 2,000 微漠的跨導。屏壓 250

伏，柵負壓 2 伏，跨導 1600 微漠，屏阻 62,500 歐，放大因數 100，屏流 0.0012 安。

③求陰極荷載電阻：

$$\text{陰極荷載電阻} = \frac{500 \times 62,500}{62,500 - 500(100 + 1)} = 2600 \text{ 歐}$$

④陰極荷載電阻上的降壓是：屏流 $\times$ 荷載電阻，即：

$$0.0012 \times 2600 = 3.12 \text{ 伏。}$$

所需柵負壓是 2 伏，因此 3.12 伏較 2 伏大 1.12 伏，應該採用第 7·2 圖(B)，使柵極獲得 2 伏負電壓，而不是 3.12 伏的負壓。於是應串入的陰極丙電阻是：

$$\text{陰極丙電阻} = \frac{\text{所需柵負壓}}{\text{屏流}} = \frac{2}{0.0012} = 1670 \text{ 歐}$$

⑤求旁路容器的電容：

假定聲頻的最低頻率是每秒 60 週，這旁路容電器對此聲頻電流的容抗，至多不能超過陰極丙電阻的電阻。所以此旁路容電路的電容至少應為 20 微法。

⑥求 B 電源的電壓：

$$\begin{aligned} \text{B 電源的電壓} &= \text{屏壓} + \text{陰極電路的總電阻降壓} \\ &= 250 + [0.0012 \times (2600 + 1670)] \\ &= 250 + 5 = 255 \text{ 伏} \end{aligned}$$

倘使可能查得時，最好選用適當的真空管，使陰極荷載電阻所產生的降壓，適巧是柵極所需的負電壓。結果可以省去陰極外加丙電阻器及旁路容電器。例如選用 6AT6 合組管的三極部做

陰極輸出器，在特性表內：查得 6AT6 三極部的各項工作值：

屏壓·····100 伏	屏阻·····54,000 歐
柵負壓·····-1 伏	跨導·····1300 微漢
放大因數·····70	屏流·····0.0008 安

$$\text{陰極荷載電阻} = \frac{500 \times 54000}{54000 - 500(70 + 1)} = 1460 \text{ 歐}$$

由此荷載電阻所生的降壓是 $0.0008 \times 1460 = 1.168$ 伏。和所需柵負壓 1 伏，相差甚近，在實用上並無不合用的情形。因之此器線路，可以按照第 7·1 圖裝接之。又荷載電阻所降電壓既為值甚小，對於 B 電源電壓，就無須設法提高以補償荷載電阻的降壓。由 6AT6 三極部組成陰極輸出器的電壓放大倍數：

$$\text{電壓放大倍數} = \frac{70 \times 1460}{54000 + 1460(70 + 1)} = 0.65$$

在祇需要輸出電壓，而無須阻抗配準的場合，陰極輸出器也是很適用的，因為它能夠把兩個電路隔絕，例如用真空管電壓表或陰極示波器來量度某電路的輸出電壓，則在電壓輸出電路和量度儀器的輸入電路之間，可以用陰極輸出器來間隔。在這種量度場合，陰極輸出器的陰極荷載電阻，可以增高到 50,000 歐姆，使此器輸出電壓達到最大值，因為用了相當大的陰極荷載電阻，可以使電壓放倍數近於 1，結果由量度儀器所表示的電壓值，就是被測電路的輸出電壓，而無須用公式計算。但是應用了較高的陰極荷載電阻，必須採用第 7·2 圖(B)的陰極輸出器的線路，以便獲取適當的柵負壓。

(7.4)陰極輸出器的用途 陰極輸出器的用途,可以歸納如下:

①用陰極輸出器,把高阻抗電路,配合到低阻抗電路:

例如:

1. 高阻抗晶體拾音器配合到低阻抗傳遞線電路。
2. 高阻抗闊波段的電視電源電路,配合到低阻抗的傳遞線電路。
3. 功率輸出管配合到低阻抗的揚聲器電路。

②用陰極輸出器,把兩個電路隔離,着重於輸出電壓而無須阻抗的配整:

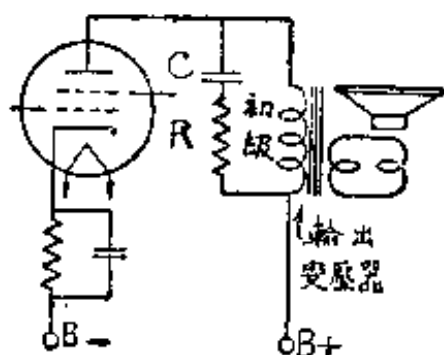
例如:

輸出電壓電路,和量度儀器之間,加接陰極輸出器。

第八章 聲頻響應校整器

(8.1) 聲頻響應校整器的用途 聲頻響應校整器(Corrective Filter)是校整集流式功率輸出管或五極式功率輸出管的荷載電路對於高低聲頻電流所呈現的阻抗。凡是此等功率輸出管在不適用反相回輸電路時,都可以裝接聲頻響應校整器。

(8.2) 聲頻響應校整器的組織和作用 聲頻響應校整器是一隻電阻器和一隻容電器串連而成,它們跨接於輸出變壓器的初級線圈上,如第 8.1 圖 C 和 R 所示。由圖可見聲頻響應校整器是和功率放大輸出管的屏極荷載阻抗並聯。此屏極荷載阻抗是由揚聲器音圈反應到輸出變壓器初級線圈而成立。當聲頻電流的頻率升高時,即在高音階及中音階的聲頻時,荷載阻抗增高。當聲頻電流的頻率降低時,即在低



(第 8.1 圖)

音階的聲頻時,荷載阻抗降低,結果將使揚聲器所發各音階的聲頻響度,不能符合原有比例,造成失真現象。因此對於此種聲頻響應特性,必須加以校整,使揚聲器所發各音階的聲頻響度,可

以符合原有比例，不致發生偏重的弊病。聲頻響應校整器就是能够擔任這種校整工作的組織。因為它的阻抗，對於高低不同的聲頻電流，也是具有變更性的。不過它的變更情形，和輸出變壓器初級荷載阻抗的變更情形，適巧相反。當聲頻電流的頻率升高時，校整器的阻抗相反地減小，當聲頻電流的頻率減低時，校整器的阻抗相反地增高。若校整器的電容和電阻配合適宜，可以使功率輸出管的荷載阻抗，在中高音階的聲頻時維持不變。結果可使功率輸出管的響應特性，得以校整。

聲頻響應校整器也可以裝接在推挽式功率輸出管的屏電路，其接法係跨接在推挽管屏極和屏極之間，也就是和推挽式輸出變壓器的初級線圈並聯。接於推挽式放大管的校整器，所用電阻器的電阻，約為推挽管屏至屏荷載電阻的 1.3 倍。接於單管式放大管的校整器，所用電阻器的電阻，約為單管屏路荷載電阻的 1.3 倍。

(8.3) 怎樣配置聲頻響應校整器的用件 至於聲頻響應校整器所用容電器的電容，通常配合到 1000 週和 400 週的聲頻，有同等的電壓增益。這個電容約在 0.05 微法左右。在實驗室內，選用這個電容的方法，分兩個步驟的量度而決定之：

第一個步驟，用 400 週的聲頻電訊，輸入功率放大管，再在輸出變壓器初級線圈的兩端，用精細電壓表來量度聲頻電壓。

第二個步驟，用同強度 1000 週的聲頻電訊，輸入功率放大管，再用同一精細電壓表量度輸出變壓器初級線圈兩端的聲頻

電壓。

如果上述二個量度步驟所得的結果相等，那末所用容電器的電容，便是準確的所需值。

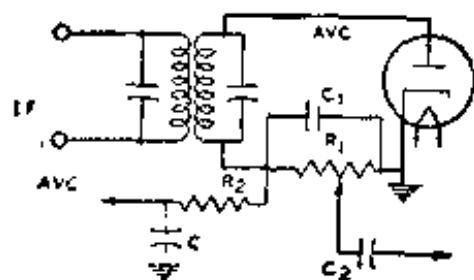
第九章 自動響度控制器

(9.1) 爲什麼需要自動響度控制器 自動響度控制器(Automatic Volume Control)在一般線路圖內,用“a v c”三字做符號。它能够減低接收機接收遠地短波電訊的衰落作用。又能够減低接收機所發聲響驟然升高的弊病。上述衰落作用和響度驟然升高的情形,是不規則而突然性的,所以假使應用手調節的響度控制法來調節,非特要感到時時調節的麻煩;並且會遭遇措手不及的遺憾!

自動響度控制器的線路有好多種,大都是利用可變放大因數的真空管,做射頻放大器中頻放大器和變頻器,當強電訊輸入時,自動響度控制器能抑低各管的放大因數,結果抑低收音機的輸出響度。當微弱的電訊輸入時,自動響度控制器能够不抑低各管的放大因數,結果收音機對於弱電訊的輸出響度,不致抑低。換言之:就是強度相差很大的外來電訊,用了自動響度控制器,收音機的輸出響度可以不致像原來相差的程度。

(9.2) 自動響度控制器的工作原理 自動響度控制器何以能够變更射頻和中頻放大器以及變頻器的放大因數呢? 因爲它

能够變更它們的控制柵極的負電壓。這種情形可以用第 9·1 圖所示普通常用的簡單自動響度控制線路來說明之。當輸入電訊在正半週時，兩極管的屏極正於陰極，因此有電流經過電阻器 R_1 ，其流向從 R_1 的右端流向左端，所以在 R_1 上有電壓降， R_1 的右端為正，左端為負。 R_1 的右端是地電位，所以 R_1 的左端較地電位為負。此段電壓降經由濾波器 R_2 和 C 而加施於射頻中頻放大器或變頻器的控制柵極，使柵極感受此段負壓。當由天線電路輸入的電訊強度增大時，輸入到自動響度控制兩極管的電訊增大， R_1 上的電壓降也增大，感受到前級各放大管控制柵極的負電壓也增大，結果使此等放大器的電壓增益減小。所以裝接了自動響度控制器後，末級中頻放大級的輸出電訊，在外來電訊增強時所增加的強度，比較未裝自動響度控制器時所增加的強度為小。倘使由天線電路所輸入的電訊減弱時， R_1 的降壓減低，射頻中頻放大管或變頻管控制柵極所得的負電壓也比較小，各管增益不致十分減小，於是末級中頻放大器的輸出電訊，也不致十分減弱。由上所述，可知外來電訊的強度在變更時，



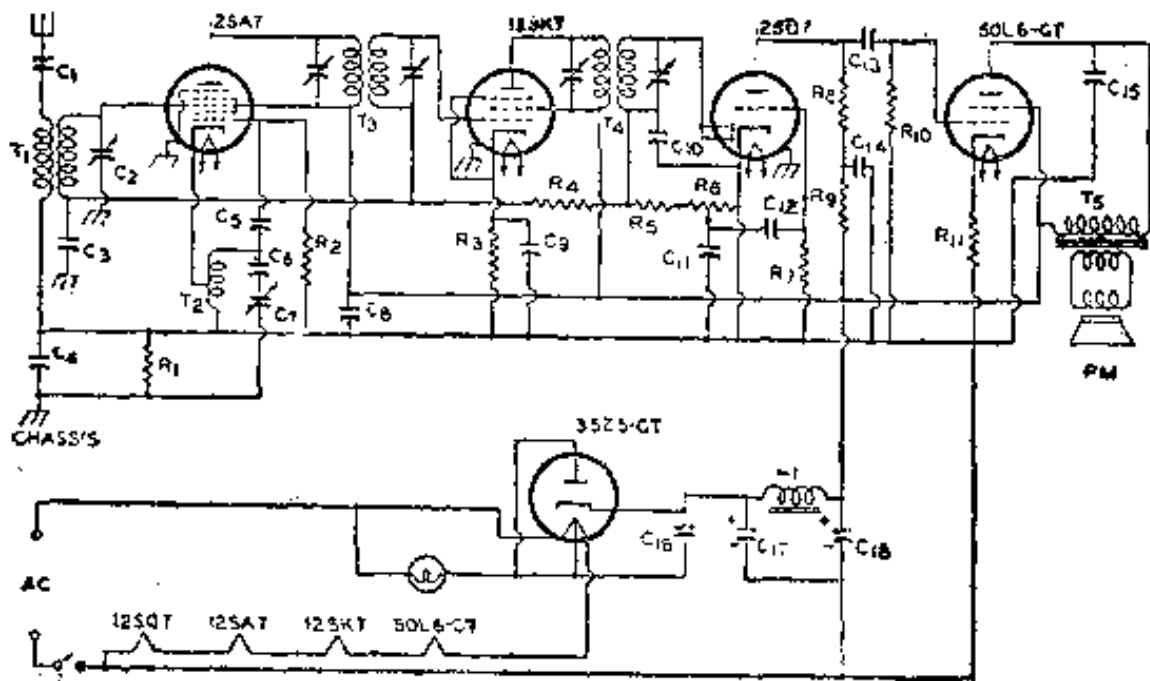
(第 9·1 圖)

自動響度控制器具有反對此種強度變更的趨勢，也就是具有反對揚聲器響度變更的趨勢。

(9·3) 自動響度控制器何以須要濾波器 因為 R_1 上的電壓降，是依着外來調幅電訊的平均聲頻波幅而變更的。如果不用圖

示由 R_2C 所組成的濾波器，而把 R_1 上的聲頻電壓直接加到前置各放大管的控制柵極，結果將使外來調幅電訊的波幅，被 R_1 的電壓反相抵消或削平。爲了要避免此種弊端，所以自動響度控制電壓，應該取給於 R_2 和 C 的連接點。因爲 C 和 R_2 係串連於 R_1 的輸出電路，每秒內的充電和放電次數比較聲頻爲低，所以由 C 點所取得的控制電壓，不會依聲頻而變更，而依更低而不規則的頻率而變更的。這種變更能夠消滅或削平電訊的衰落作用，和減低接收電訊時所引起響度上突然變更的程度。

(9.4) 自動響度控制器可以和兩極檢波器合併 第 9.1 圖所示的自動響度控制線路，和超外差式收音機一般所用兩極檢波器（第二檢波器）的線路相似，所以可以把這兩個線路合併起來，完成自動響度控制和兩極檢波的兩種作用。這種合併線路的裝置，如第 9.2 圖所示。



(第 9.2 圖)

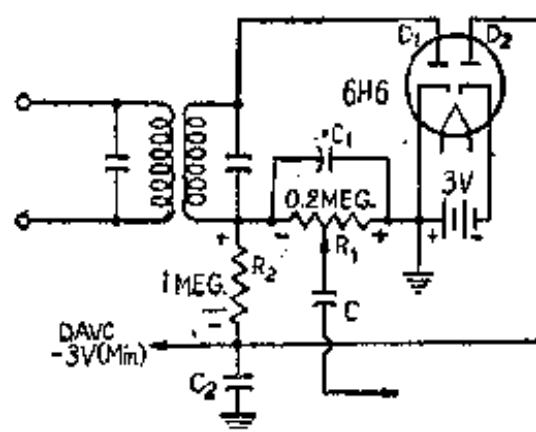
- C_1 ——500 微微法。
- $C_2 C_7$ ——每組 365 微微法，變連調諧容電器。
- $C_3 C_9 C_{14} C_{18}$ ——0.1 微法，紙質容電器。
- C_4 ——0.25 微法，紙質容電器。
- C_5 ——50 微微法，紙質容電器。
- C_6 ——墊整容電器，電容應配合所用振盪線圈。
- C_8 ——0.05 微法，紙質容電器。
- $C_{10} C_{11}$ ——250 微微法。
- C_{12} ——0.005 微法。
- C_{13} ——0.01 微法，紙質容電器。
- C_{15} ——0.025 微法。
- $C_{17} C_{18}$ ——40 微法，電解質容電器，150 伏。
- L_1 ——濾波器抗流圈，200 歐，電感在 20 亨利以上。
- $R_1 R_3$ ——250,000 歐，0.5 瓦。
- R_2 ——20,000 歐，0.5 瓦。
- R_4 ——260 歐，0.5 瓦。
- R_6 ——2 兆歐，0.5 瓦。
- $R_8 R_9$ ——50,000 歐，0.5 瓦。
- R_{11} ——250,000 歐，響度控制用電位器。
- R_7 ——10 兆歐，0.5 瓦。
- R_{10} ——0.5 兆歐，0.5 瓦。
- R_{14} ——150 歐，1 瓦。
- T_1 ——射頻變壓器，廣播波段。
- T_2 ——差中頻振盪線圈。
- $T_3 T_4$ ——中頻變壓器，465 千週。
- T_5 ——輸出變壓器。配合 50L6-GT 功率放大管的荷載總阻 2500 歐。

由圖可見 12SQ7 的兩極部，同時作自動響度控制器和第二檢波器。在 R_5 和 R_6 上的全部聲頻電壓，經濾波器 R_7 和 C_3 ，加施到變頻管 12SA7 和中頻放大管 12SK7 的電訊輸入柵做自動響度控制工作。同時在 R_6 上的聲頻電壓，經耦合容電器 C_{12} 而輸入到 12SQ7 三極部的柵極，作聲頻電壓放大工作。

第十章 延遲式自動響度控制器

(10.1)何以需要延遲式自動響度控制器 觀察第 9.1 圖的自動響度控制器，可以瞭解不論外來電訊強或弱，祇要有電訊輸入，在 R_1 上總是有電壓降的。因之即使有一個很微弱的外來電訊輸入後，由 R_1 產生的降壓，便會加到前置放大級的控制柵極，結果對於微弱電訊的電壓增益，也有相當的減弱。若要避免對於微弱電訊的減弱作用，在自動響度控制電路內，應該要加添延遲自動響度控制的作用，使外來電訊超過某一強度時，方才有自動響度控制的作用。這種設施，便是“延遲式自動響度控制器”(Delayed Automatic Volume Control)，在一般線路圖內，常用“dave”做符號。

(10.2)延遲式自動響度控制器的線路 第 10.1 圖是延遲式自動響度控制器的線路。圖示 D_1 是 6H6 雙生兩極管的二組兩極部，擔任兩極檢波和 avc 的工作。 R_1 是它的荷載電



(第 10.1 圖)

阻器， R_2 和 C_2 是 avc 濾波器。 D_2 是另一組兩極部，在 D_2 屏極和陰極之間有 3 伏電位差，屏極正於陰極，在 D_2 屏路內有電流通行於 R_1 和 R_2 上，使 R_1 的右端正於左端， R_2 的上端正於下端。 R_2 的下端電位比較地電位約負 3 伏， D_2 屏陰極間的降壓不計在內，此 3 伏負電壓加到前置各放大管的控制柵極，在計算各放大管控制柵極應有的柵負壓時，應該把此約 3 伏的負電壓一併計算在內。

當輸入電訊經 D_1 整流後存在於 R_1 上的平均降壓，不超過 3 伏時， avc 電壓引出端，仍為 3 伏，所有前置各放大管的柵負壓，也是固定不變。所以在此時並無自動響度控制作用，各放大管電壓增益為最大。但是當輸入電訊的強度增高，經 D_1 整流後存在於 R_1 的平均降壓，超過 3 伏時， D_2 屏極負於陰極（因 R_1 的降壓和 3 伏電池組的極向相反，故有相減作用），屏流停止，於是 avc 電路的輸出電壓，受 R_1 降壓的控制。若輸入電訊再行增強， avc 電路將供給更大的負電壓到前置各放大管的柵極上，減低它們的電壓增益。由是可知第 10·1 圖所示的設施，可以使 avc 電路，在外來電訊未曾達到某一強度時，並不發生自動響度控制的作用，但在外來電訊超過某一強度時，方才發生控制作用。

從第 10·1 圖上，又可以看到負 3 伏延遲電壓的一部份，加在 D_1 的屏極。此一部份電壓就是 D_2 屏流經過 R_1 時的降壓，其值約等於 $\frac{R_1}{R_1+R_2} \times (-3) \text{ 伏} = \frac{0.2}{0.2+1} = 0.5 \text{ 伏}$ ；所以根據圖示各用件數值計算， D_1 的屏極所負於 D_1 的陰極電壓，不會超過 0.5 伏。

但此負壓，比較輸入 D_1 的電訊電壓為小，所以不會妨害 D_1 的檢波工作。

(10.3) 延遲電壓的取給 如果所需延遲電壓較高時，若應用第 10.1 圖的線路，那末 D_1 的檢波工作，也要受到妨礙。避免的方法，可以使用獨立式 ave 電路，使 ave 電路不和檢波電路合併，如此則雖用較大的延遲電壓，也不會妨害檢波器的工作了。例如 13.2 圖所示兩極部 A 專任 $dave$ 工作，所用延遲電壓是 14 伏，倘使把這種很高的負壓加到檢波器的屏極，那一定要妨礙檢波工作了。所以檢波工作由兩極部 B 專任之。至於 14 伏的延遲電壓，並不是取給於電池組，而是取給於 B 電源的分壓電阻器上。

第十一章 自動響度補償器和延遲響度補償法

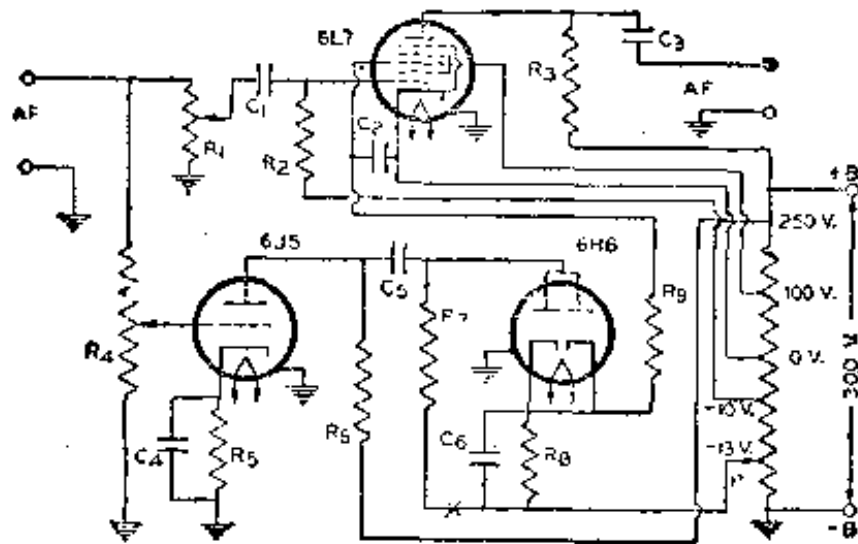
(11.1)何以需要響度補償器 響度補償器(Volume Expander)又稱響度擴展器，用於唱片放大機內，目的使放大機所發音階廣闊的音樂聲，趨於真實。

原來音樂隊或歌唱隊或其他各種聲響的各級響度，相差甚大，在同時錄入臘盤時，不可能把原有的響度比例，照樣保存在臘盤上，祇能夠把響度極大的聲頻電流加以抑低；並且在錄音的過程中，受機件特性的限止，也不可能把差別極大的響度比例，照樣保存在臘盤上。因此由這種臘盤所製成的唱片，再由放大機來發放成的聲響，其響度比例，已非原有情形，就是不够像真了。

欲補救這種缺陷，可以在唱片放大機內，裝接響度補償器。它的惟一功能，是能够使放大機，對於由唱片拾音器拾取的聲頻電流，予以不等的放大倍數。就是聲頻電流越是強大，放大倍數越大；聲頻電流越是弱小，放大倍數越小。也就是提高響度比例，使揚聲器所發聲響，符合原有響度的比例，達到像真的地步。

(11.2)響度補償器的實用線路 第 11.1 圖就是一種響度

補償器的實用線路。圖中 6L7 是可變放大因數式聲頻放大器，擔任聲頻電壓輸出工作。6J5 是三極式電壓放大器，擔任聲頻電壓放大工作。6H6 是雙生兩極管，擔任聲頻電流整流工作。現在把聲度補償工作，逐步加以說明如下：



(第 11.1 圖)

$C_1 C_3 C_5$ ——0.1 微法。

$C_2 C_4 C_6$ ——0.5 微法。

R_1 ——1 兆歐電位器，聲度控制。

R_2 ——1 兆歐。

$R_3 R_9$ ——100,000 歐，1 瓦。

R_4 ——1 兆歐電位器，聲度補償控制。

R_5 ——10,000 歐，0.1 瓦。

R_7 ——100,000 歐，0.1 瓦。

R_8 ——250,000 歐，0.1 瓦。

R_{10} ——500,000 歐，0.1 瓦。

變更 6L7 第 3 柵的柵負壓，就可以變更它的電壓放大倍數。當此柵負壓減小時，它的電壓增益便增高。聲頻電訊電壓是輸入

6L7 的電訊柵(第 1 柵),同時又輸入 6J5 的電訊柵。電訊電壓經 6J5 放大後,輸入 6H6 而整流之,整流後的聲頻電壓存在於 6H6 荷載電阻 R_8 上,此段電壓的正端感應到 6L7 的第 3 柵,使它的原有負壓減小,6L7 的電壓增益便增高。聲頻電訊電壓越高(即聲頻響度越強),在 R_8 上所得的整流電壓越高,於是 6L7 對於比較強大的輸入聲頻電訊的放大倍數,也就越大,結果由揚聲器發放的聲響,可以近於原有聲響比例的真實情形,因此完成響度補償的工作。普通響度補償器的電壓增益的變更範圍,約自 5 至 20。

(11.3) 怎樣裝接響度補償器 6L7 的第 1 柵(即電訊輸入柵)是可變放大因數式的柵極,如果輸入電訊電壓,過於強大,便要發生失真放大的情形,因為這個電訊柵的屏流柵壓特性曲線,並不是直線形,若輸入電訊電壓太大,一部份屏流變更,將進入特性曲線的彎曲部,因而引起失真。所以輸入此柵的電訊電壓,它的峯值,不可以超過 1 伏特。查普通唱片用電磁鐵式拾音器的輸出電壓約在 1 伏特左右,因此:可以把它輸出線,直接接在 6L7 的電訊輸入柵電路。

當電訊未輸入時,6L7 第 3 柵的固定負壓,可以調節 P 點,使第 3 柵獲得適當的負電壓。至於所謂適當的負電壓,究竟有多少伏特呢?調節的方法,祇要移動 P 點,等到 6L7 的屏流在無電訊輸入時,增減到 0.15 毫安點,便是第 3 柵極的適當負電壓,由第 11.1 圖中可以看到是 -13 伏。P 點一經調節正確,以後毋庸

再行調節，除非換裝另一 6L7 電壓放大管。

(11.4) 延遲式響度補償器的需要 由上所述，可知凡是比較稍些強大的輸入聲頻電壓，都能夠發生響度補償的工作。所以這種補償工作，不免也有缺點。因為在臘盤錄音時，祇有比較很強的聲響受到抑低的缺陷，但對於中等或次等強度的聲響並未受到抑低，現在在響度補償器內，對於中等或次等強度的聲頻電壓，也加以相當的提高，豈不是違反了補償的目的，變成額外提高響度的作用，結果相反地造成不符原來的響度比例。因此在這種響度補償器的電路內，還要加添一種設施，使中等或次等響度的聲頻電壓，不會受到不應有的補償作用。這種設施，稱做“延遲式響度補償法”(Delayed Volume Expansion Method)。

(11.5) 延遲式響度補償器的作用 延遲響度補償法很是簡單，祇要在第 11.1 圖中繪有“X”字處，插入延遲補償作用的電壓，此電壓的正極接 C_6 和 R_8 的下端，它的負極接 R_7 的下端。此種電壓的插入，可以使 6H6 整流管的屏極，受到相當的負電壓。使中等或次等響度的聲頻電訊輸入到 6H6 時，電訊電壓還不能抵消加入的負壓值，6H6 屏極地位仍舊負於陰極，不能發生整流作用，結果不能使 6L7 管提高電壓增益，因此中等或次等響度的聲頻電訊，便不致於受到不應有的補償作用了。但是在高等響度的聲頻電訊輸入到 6H6 的屏極時，因為電訊電壓相當高，足以抵消加入於“X”處的負電壓而有餘，此時便能使 6H6 發生整流作用，跟着使 6L7 提高電壓增益，把高等響度的聲頻

電訊，加以補償。

也許有人疑問：當高等響度的聲頻電訊輸入時，6L7 管電壓增益已經提高，很可能在同一時間內，有中等或次等響度的聲頻電訊同時輸入到 6L7 第 1 柵極上，豈不是同時要被 6L7 加倍放大嗎？當然！在歌唱或樂隊或一切雜響的聲頻電訊內，並不是高低響度各別分開的，而是同時混雜的。可是我們須要知道，高等響度的聲頻電訊，它的波形究竟不會和中等或低等響度的波形完全一樣！

由 6II6 整流所得的聲頻電壓，並非純粹直流電壓，而是附有高等響度的聲頻電訊頻率的成份，因此在 6L7 第 3 柵上所得到的整流正電壓，也是祇有此種頻率，結果祇有此種頻率的電訊電壓，得到加倍的放大。況且在揚聲器發放高等響度的聲波時，一切較低的聲波，在實際上已被掩沒，不容易由人耳來辨別了。

加入於“X”處的延遲補償電壓，其值可以根據 6J5 輸出電壓的高低，再由實際試驗而加以配準。此種電壓的來源，可以取給於圖示 B 電源的分壓電阻器，即把 R_7 的下端，接在圖中 P 點到地線之間的一段降壓電阻器上，或用電位器來調整到適當的電壓值。或另用固定的電池組也可以的。還有圖示 B 電源的各段分壓電阻，必須加接旁路容電器，使聲頻電流充份旁路，以免引起回輸干擾。

又電位器 R_1 用以控制全部聲頻電訊的輸出響度；電位器 R_4 用以控制響度補償的程度。

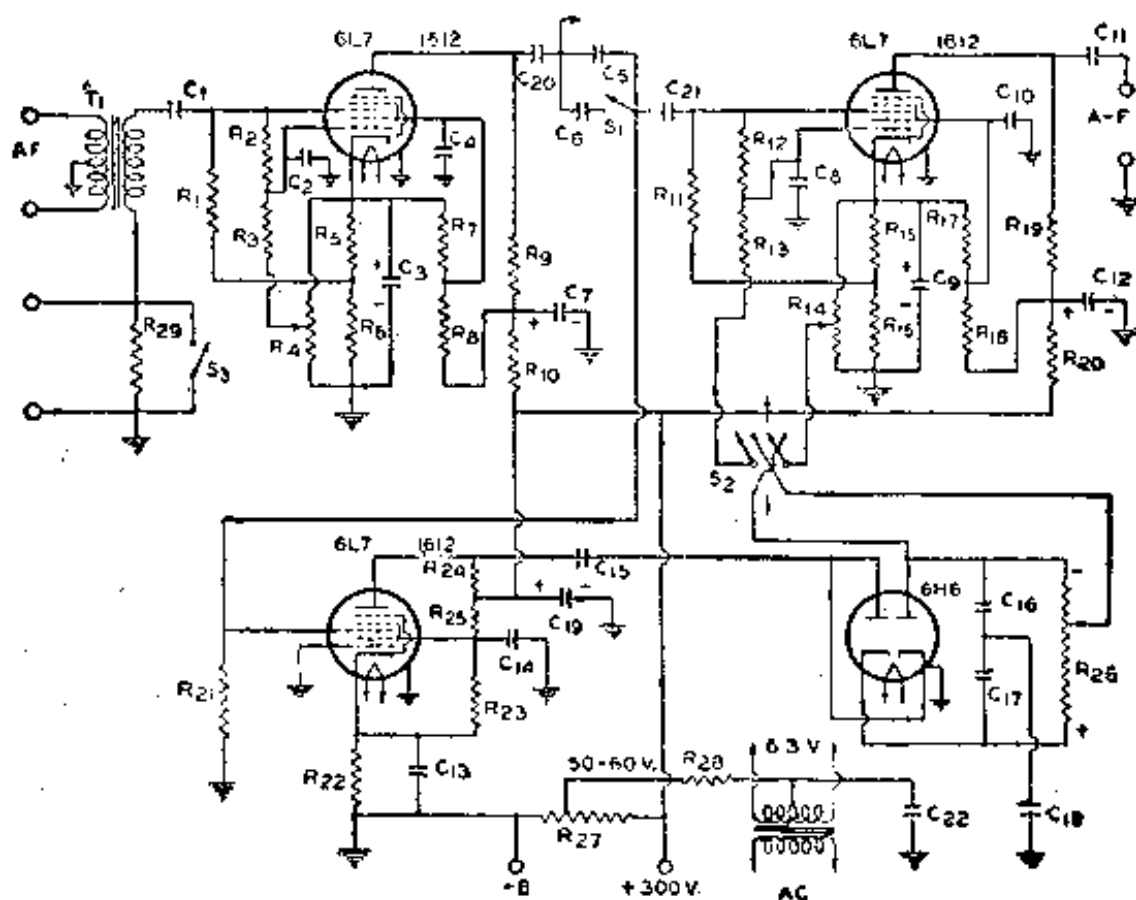
第十二章 自動響度抑制器

(12.1) 何以需要自動響度抑制器 在無線電廣播電台內，或在劇院演戲時，往往需用聲頻放大機，用話筒收受聲波，轉變成聲頻電流。但有時因為地位關係，各種樂器的佈置，不能分配在理想上的位置，結果往往會使強烈的樂器，像大鑼大鼓等的聲響，過於強烈，使唱詞歌聲或柔和的樂聲，被掩沒至不能聽聞。因此，在放大機內，必須把過於強烈的聲響，加以適當的抑制。響度抑制器 (Volume Compressor) 便是具有抑制強烈聲響的裝置。

(12.2) 自動響度抑制器的線路 響度抑制器的線路，實際上和上節所述響度補償器的線路相似，不過把聲頻整流器 6H6 的輸出線端，反向接到被控制的電壓放大管。當比較強烈的聲頻電訊輸入時，由 6H6 整流管輸出的電壓也比較強大，使電壓放大管第三柵的電位，負向增高，減低放大管的電壓增益，結果比較強烈的聲響，得以抑低。聲頻電訊的響度，越是強烈，抑制的程度越是高大。

(12.3) 自動響度補償和抑制兩用線路 在放大聲響時，有時須要把強烈的聲響加以抑制，有時反要把強烈的聲響加以補

償。好像在話筒和唱片拾音器混合或交換放大時，那末響度補償器和響度抑制器，便須要交換使用。在上面已經說過，這兩種響度控制裝置的線路是相似的，所以在實際上，毋須分別裝接，祇要裝接一個線路，用交換開關器來變換整流器輸出端的線頭，便可以得到響度補償和響度抑制的兩用線路。第12·1圖便是這種兩用線路。



(第 12·1 圖)

$C_1 C_4 C_6 C_{10} C_{11} C_{14} C_{15} C_{16} C_{17} C_{18} C_{20} C_{21}$ ——0.05 微法。

$C_2 C_8$ ——0.25 微法。

$C_3 C_7 C_9 C_{12}$ ——8 微法。

C_5 ——0.0015 微法。

C_{19} ——0.5 微法。

C_{19} ——4 微法。

C_{22} ——0.1 微法。

R_1 ——50,000 歐,半瓦。

$R_2 R_{11}$ ——1.2 兆歐,半瓦。

$R_3 R_{13}$ ——820,000 歐,半瓦。

$R_4 R_{14}$ ——250,000 歐,電位器。

$R_5 R_{15}$ ——1,000 歐,半瓦。

$R_6 R_7 R_{16} R_{17}$ ——30,000 歐,半瓦。

$R_8 R_{18}$ ——150,000 歐,1 瓦。

$R_9 R_{19} R_{24}$ ——300,000 歐,半瓦。

$R_{10} R_{20}$ ——50,000 歐,半瓦。

$R_{11} R_{25}$ ——100,000 歐,半瓦。

R_{21} ——150,000 歐,半瓦。

R_{22} ——500 歐,半瓦。

R_{23} ——40,000 歐,半瓦。

R_{26} ——1 兆歐,電位器。

R_{27} ——分壓電阻器,在 50 至 60 伏間抽分線端。

R_{28} ——100,000 歐,半瓦。

R_{29} ——5,000 歐,半瓦。

S_1 ——單刀單擲開關,放大音樂時,扳通 S_1 ;放大語音時扳斷 S_1 。

S_2 ——雙刀雙擲響度補償和響度抑制交換開關, S_2 向上扳通,發生響度補償的工作; S_2 向下扳通時發生響度抑制的工作。

S_3 ——唱片拾音器短路開關,扳通時,絕止拾音器的聲響。

T_1 ——話筒輸入變壓器。

圖中第一級是電壓放大管,做話筒唱片混合放大器。第二級也是電壓放大管,做主要話筒唱片混合放大器。在 C_6 和 C_{20} 之間,可以另行輸入其他拾音器或話筒放大器的聲頻電壓。左下端的 6L7 是響度補償或抑制器的前級電壓放大器。右下端 6H6 是

聲頻電流整流管，產生響度補償或抑制的控制電壓。

電位器 R_1 調節第一級輸入混合放大管第一柵極的負電壓，用以控制它的電壓增益。當 R_1 動臂移近陰極端，此級電壓增益為最大。因為 R_1 的引接線，並不載有聲頻電流，它的引接線可以相當放長，擔任遙遠控制的工作。電位器 R_{11} 控制主要混合放大器的電壓增益。當此線路用做響度補償器， R_{11} 的動臂在初起時，應當旋在通地端；當此線路用做響度抑制器時， R_{11} 的動臂在初起時，應當旋在陰極端。響度補償和抑制程度的大小，用 R_{26} 來調節，當 R_{26} 的動臂旋到圖示“+”端，可得最大的響度補償或抑制程度， R_{16} 和 R_{11} 兩個電位的引接線，也可以相當引長，做遙遠控制的工作。

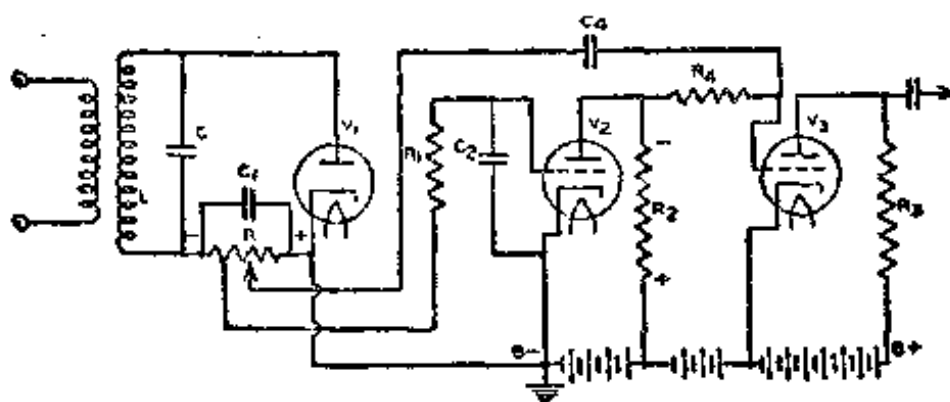
第十三章 自動雜聲抑制器

(13.1) 何以需要自動雜聲抑制器 收音機在調諧到某一電訊的臨近頻率時，往往會發生嘶嘶的雜聲，有時在未曾收入電訊時，也會發生這種類似的雜聲。此種雜聲對於接收微弱電訊時的調諧工作，實為一大妨礙。避免的方法，可以裝接自動雜聲抑制器 (Automatic noise Suppression Circuit)，在一般線路圖內用 n. s. c. 做符號。此器利用銳控式放大管，擔任雜聲抑制工作，叫做“Q”管 (Quiet Tube)，也有稱做雜聲鎮壓管 (Squelch Tube)。

(13.2) 自動雜聲抑制器的線路 自動雜聲抑制器的線路，可以分做二種：

- ① 用 Q 管截止第一聲頻放大管的屏流，停止放大工作。
- ② 用 Q 管把聲頻放大管的屏壓或簾柵電壓降低，使它們對於雜聲無放大的功率。

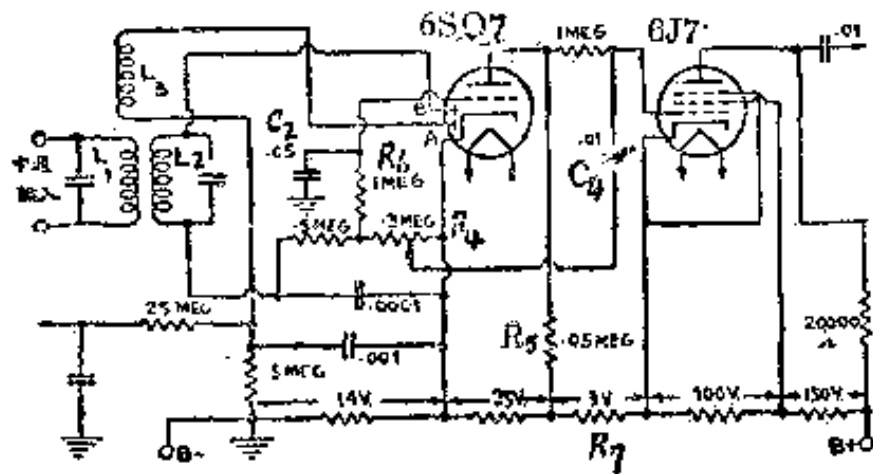
第 13.1 圖的 V_1 是兩極檢波管， V_2 是雜聲抑制控制管， V_3 是被控制的聲頻電壓放大管。當無電訊輸入時， V_1 沒有整流電流，電阻器 R 上沒有電壓降。 V_2 的柵負壓是零值， V_2 的屏流在此時升至最大，荷載電阻器 R_2 上的電壓降在此時也是最大，它



(第 13.1 圖)

的極向在下端是正，上端是負。這個電壓降適巧增加 V_3 的柵極負電壓。在無電訊輸入時， R_2 上所增加的降壓，足以使 V_3 屏流截止，因之 V_3 在此時無放大作用，結果可使輸入到 V_3 的雜聲完全扼止。但是當收音機調諧到任何一個電訊時，外來電訊便能夠輸入 V_1 ，發生整流，在 R 上有電壓降。此整流電壓，使 V_2 所得的柵負壓，足以截止它的屏流，故 R_2 上無電壓降， V_3 的柵負壓因以減小，產生屏流。結果在 R 上由檢波所得的聲頻電壓，就可以經由耦合容電器 C_1 而輸入到 V_3 ，進行聲頻電壓放大的工作。

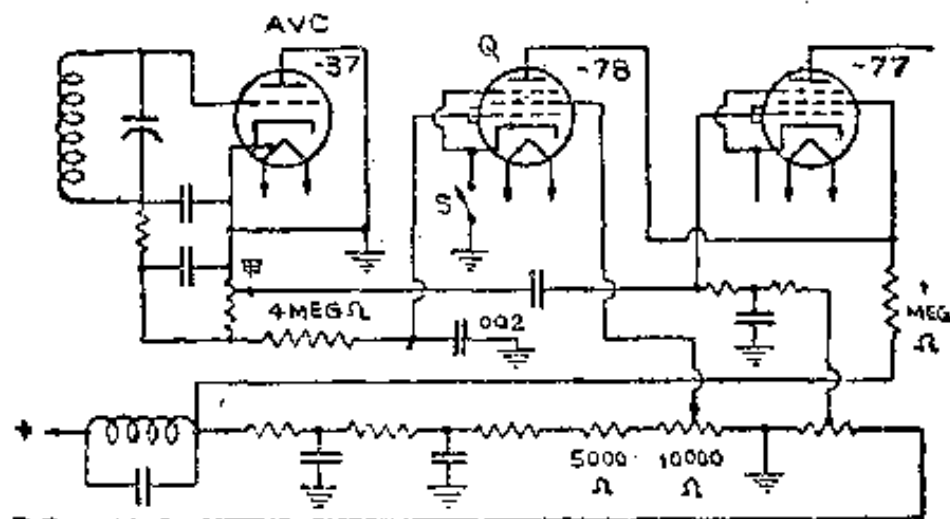
上圖所示屏柵電壓，都取給於電池組。但是在實用上是利用 B 電源的分壓電阻器來分配屏柵各極所需的電壓。第 13.2 圖便是這種實用線路之一。圖中 6SQ7 合組管兩極部 B 擔任檢波工作，三極部擔任 n.s.c. 工作。又五極管 6J7 擔任聲頻放大工作，是被控制的放大管。 R_4 上的平均電壓降用做 n.s.c. 管的柵負壓，所含聲頻成份被 R_5 和 C_2 濾去，但是 R_2 上的聲頻電壓，由 C_1 感應到 6J7 五極管加以放大。它的控制柵負壓取自 R_7 分壓電阻器。



(第 13.2 圖)

抑制雜聲所用的柵負壓則取自 R_6 上的電壓降。 L_2 和初級 L_1 的耦合度必須很寬，使檢波電路和外來電訊在準確諧振點時，方才使 Q 管停止雜聲抑制的工作。否則 L_2 次級電路的選擇性將太寬鈍，在電訊輸入極微弱時， R_1 上的電壓降，已足使 Q 管 (6SQ7) 的屏流減弱，6J7 放大管已開始工作，結果一切雜聲也在同時被放大。但是 L_3 應該和 L_1 緊耦合，如此方可使 d_{avc} 工作比較靈敏。

第 13.3 圖是另一種自動雜聲抑制的線路，37 號真空管做



(第 13.3 圖)

兩極檢波器和 avc 控制器。78 是 Q 管，77 是聲頻放大管。當 S 扳通時，Q 管開始工作。此管的柵極和 87 管的輸出電路通連，它的屏電路則和聲頻放大管的簾柵電路通連，1 兆歐電阻器是它們的共同荷載電阻。當無電訊輸入時，Q 管無柵電壓，它的屏流升至甚大，但是此屏流經 1 兆歐荷載電阻時，發生極大的電壓降，使 77 聲頻放大管的簾柵電壓大為降低，失去放大作用，結果可使雜聲不能放大，達到不能聽聞的程度。但是當電訊輸入 87 管時，就有聲頻電流流經電阻器中，它的降壓加施到 Q 管，利用做柵負壓，使 Q 管屏流不至甚大，1 兆歐電阻上的降壓也因之減小，於是 77 管的簾柵極電壓就得到應需的正值，恢復此管的正常放大工作。

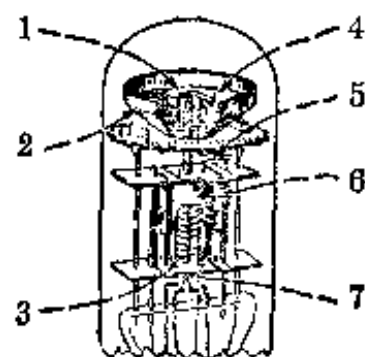
自動雜聲抑制器的線路很多，變化也很多，但是主要工作原理不外上述情形。

第十四章 調諧指示管

(14.1) 調諧指示管的結構 調諧指示管 (Electron Ray Tube) 或稱電眼，用以指示收音機是否調節到諧振點。此種真空管，也有其他用途，例如用在量度儀器，指示電阻電容或電感等。本節僅述此管如何能指示收音的調諧工作，至於其他用途，因其原理相同，故從略。

6U5, 6E5 和 6AB5/6N5 等，都是一般常用的調諧指示管。其內部結構如第 14.1 圖所示。可分二大部份：(1) 三極放大部；(2) 熒光指示部。熒光指示部是盆狀圓錐體，做稱“電子靶”(Electron Target)，塗有螢光質，此極接有正值高電壓，能够吸收由陰極所放射的電子。當電子衝擊到全部電子靶的螢光質時，全部發生綠光，從管頂視之，成為環狀的綠光圈。

在電子靶的中央，是陰極，在陰極之旁，有一狹長薄片，叫做“扇形控制極”(Ray-control electrode)。

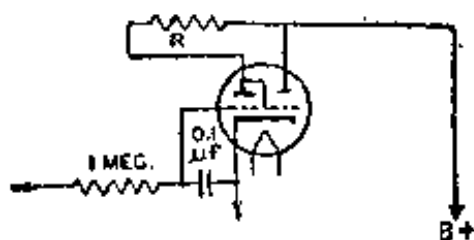


- 1 —— 熱絲極遮蓋
- 2 —— 電子靶
- 3 —— 三極部牆極
- 4 —— 螢光質塗層
- 5 —— 扇形控制極
- 6 —— 三極部屏極
- 7 —— 陰極

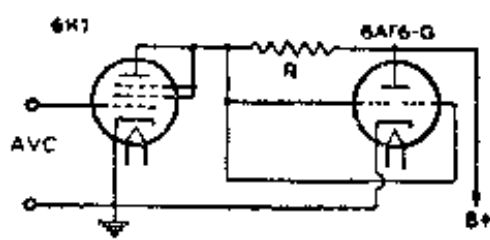
(第 14.1 圖)

當此極電位比較電子靶為負時，由陰極所放射而近於控制極靜電場的電子羣，被其排斥而不能抵達電子靶的面對着控制極的部份。結果此部份的電子靶，不能發生綠光，形成扇形的黑影。這扇形的弧度，約自零度到 100 度。當控制極的電位約等於電子靶的電位時，扇形弧度為零度；當控制極電位甚負於電子靶的電位時，扇形弧度為 100 度。

(14.2) 怎樣裝接單扇形調諧指示管 第 14.2 圖是調諧指示管的基本線路，圖中左半部是三極部，即屏極控制柵極和陰極；右半部是熒光控制部，即電子靶、扇形控制極（圖中虛線和三極部屏極連通）和陰極。由圖可見三極部能夠變更扇形控制極的電位，當三極部柵極電壓正向增高時，屏流增加，R 的降壓增



(第 14.2 圖)



(第 14.3 圖)

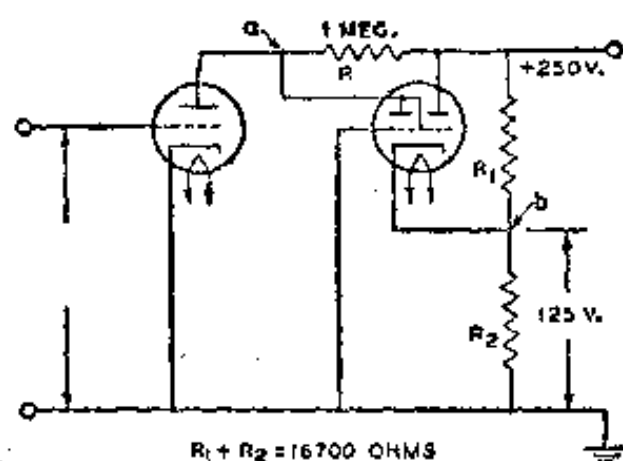
大，於是扇形控制極的電位降低，扇形的弧度增大。當柵極電壓負向增高時，控制極的電位升高，扇形弧度便縮小了。至於三極部柵極的變動電壓，通常取給於收音機聲頻檢波器（超外差式收音機的第二檢波器）的輸出整流電壓，或自動響度控制器的控制電壓。圖中 R 用 1 兆歐。

(14.3) 怎樣裝接雙扇形調諧指示管 另一種調諧指示管，

祇有電子靶，扇形控制極和陰極，扇形控制極有兩個，分別裝置在陰極射面的兩對邊。各有獨立的接線腳，如第14·3圖 6AF6-G 所示。使用時，須另用三極式放大管供給控制電壓。圖中 6K7 五極管接成三極式直流電壓放大管。6AF6-G 兩個控制極合併接到 6K7 的屏極，可以顯示兩個相對而同樣的扇形。這兩個控制極，也可以分別接到不同的三極直流電壓放大管。在無線電收音機內，可利用自動響度控制電壓，加施在直流電壓放大管的控制柵極上。因為自動響度控制電壓在最大值時，就是收音機調諧電路正確調諧到所需電訊的頻率點。此最大電壓的負極加施在三極式直流電壓放大管的柵極時，此管屏流最小，電阻器 R 降壓也最小，此時扇形控制極的電位最高，扇形弧度最小，或變為零度而消失黑影。圖中 R 用 0.5 兆歐。

(14·4) 怎樣選擇調諧指示管 6E5 單扇形調諧指示管，具有銳控性截止屏流的作用，祇須加以較低的自動響度控制電壓，便能使扇形閉合。6AB5/6N5 和 6U5 單扇形調諧指示管，具有遙控性截止屏流的作用，須要較高的自動響度控制電壓，方能使扇影閉合。所以在選擇上述二類調諧指示管時，應該根據所用自動響度控制電壓的大小，而加以決定。至於 6AF6-G 雙扇形調諧指示管，因為它須要另接三極式控制管，那末祇要根據自動響度控制電壓的大小，選用銳控式或遙控式三極管，做調諧指示管的控制管就行。而 6AF6-G 的本身，對於高低不同的自動響度控制電壓，都可以適用的。

(14.5) 怎樣擴大扇形弧度 調諧指示管的扇形弧度，普通從零度開展到100度，但是也可以應用第14.4圖所示的線路，使扇形開展到180度。開展扇形的方法是另加一隻三極控制管，



(第 14.4 圖)

使扇形控制極的電位，負於陰極電位，就是使扇形控制極的負電場增大，結果可以阻抑周圍較大的電子羣，不能抵達電子靶，因而可以擴大扇形的弧度。由圖可見指示管電子靶在正250伏的電

位，它的陰極在正125伏的電位。當輸入三極管的負性控制電壓減退到極小時，此三極管屏流將增至極大（即屏阻變為極小），R上的降壓也增至極大，使a點和地線間的電壓小於125伏，於是扇形控制極電位，便低於陰極電位，結果可以使扇形擴展到180度。 $R_1 + R_2$ 約等於16,700歐。

(14.6) 怎樣使暗淡的熒光恢復如新 調諧指示管電子靶所發熒火，在新時為草綠色。一經使用日久，其色變淡。若此等指示管的各極並未損壞，還可以試用下述方法，恢復電子靶的鮮明綠光。方法是把指示管的頭部，緩緩滾轉於一個臘燭火簇上，約三分鐘，移去燭火，再緩緩使其自然冷卻，不可置於通風處或以口吹之，即不可使其驟冷。待其冷卻後，即可恢復鮮明的綠色光彩。此法若行之得當，頗能收效。