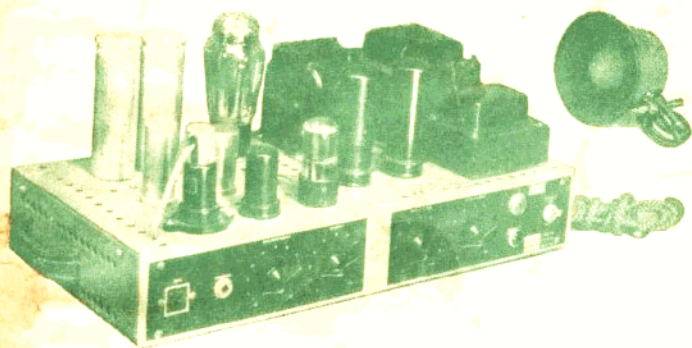


自製擴音機

附成音放大器原理及故障檢修等

С. Г. СЕГАЛЬ 原著

倪 尚 達 譯註



中國科學圖書儀器公司

出版

譯者前言

解放以來，全國擴音機的採用，真如雨後春筍，盛況空前。不論部隊、機關、工廠、學校、會堂、講廳、公園、商場，乃至間巷大街，莫不裝有擴音機，以盡教育宣傳，文娛歌唱，促進文化藝術，發揚愛國運動等種種能事。蘇聯專家，薛嘉禮 (С.Г. Сегаль) 同志，著有“自製擴音機”一冊，功率有低有高，說理由淺而深，設計新穎，指示周詳，特為遙譯，以迎學習蘇聯，吸取先進經驗的高潮。又為理論上瞭解的方便，以及結合國產無線電零件的實際使用狀況起見，作附錄：一、成音放大器原理，二、故障檢修，三、真空管特性，四、Π字形鐵心片，五、導線表。譯筆力求信達，或恐限於俄文水平，錯誤在所難免。讀者意見，請函下面地址指教為謝。

南京四牌樓

南京工學院 物理教研組

倪 尙 達 1953 年 12 月

著者引言

我們國家的人民經濟，連續發展，我們先進的技術和新的工作方法被廣泛採用，同時促使蘇維埃人們文化程度的增長。在這大規模的增長中，促進了蘇聯極大多數城市和鄉村的無線電裝置。

由於無線電分站經常的影響，使千百萬無線電聽衆們，趨向於全國和全世界共同生活的可能性，同樣，認識了新科學和新技術的成果，以及文化和藝術的最好發展。

苟非爲收聽中央和地方的報告節目所限制時，許多會所，學校，集體農莊就要組織當地廣播，播送唱片以及演講員講話的擴音。爲了達到這等目的，不但要利用工廠製成的收音器，而且還要使用自己製造的擴音機。

如果獲得了郵電部的許可，自製擴音機便能在無線電分站的經常廣播中使用，此等無線電分站，用以傳遞中央的報告節目。

依照擴音機的製造和運用而工作，可以幫助業餘無線電者提高自己的熟練程度，因而易於精通儀器。（註：指一般無線電零件和電表等各式儀器）我們的工業，爲了無線電裝配的需要，製造此等儀器，種類甚爲繁多。

現在，在這小冊子裏，介紹了四種擴音機的電路，結構和調整。第一是5瓦特擴音機及其交流電源。這種擴音機裝置於會所或學校，使用起來，最爲方便。

第二是25瓦特擴音機及其交流電源，它可能作爲當地廣播或唱片播送的設備，是最有成效的，同樣，它可能用於容積爲4000立方米的大廳內，以作演講員講話的擴音，或於比較不大的廣場內，作有線電廣播。

第三是45瓦特擴音機，及其交流電源，它的特點是經濟，但同時却需要

比較大的低頻輸入電壓。這樣的擴音機，可能用爲露天廣場，宏大講廳以及其他場所的有線電廣播。

第四是 5 瓦特擴音機及其直流電源，它可能用於郊野，或用於旅行者的夏令營和其他地方，因此等地方是沒有交流電源線的。

所舉任何一種擴音機的製造和運用，凡從事業餘無線電而具有中等熟練程度者，均極易瞭解。

對這小冊子如有意見，請寄聯合發行社，地址如下：

Москва центр,

Чистопрудный бульвар, 2.

目 錄

譯者前言	i
著者引言	iii
5 瓦特(BT)擴音機及其交流電源	1
電路	1
零件和結構	3
調整	6
25瓦特擴音機及其交流電源	7
電路	7
零件和結構	11
45瓦特經濟擴音機及其交流電源	14
電路	14
零件和結構	17
調整	19
5 瓦特擴音機及其電池電源	21
電路	21
零件和結構	23
電源	24

附錄一、成音放大器原理

1-1 真空管的結構及其作用	27
1-2 二極管及其特性	28

1-3	整流器	30
1.	單相半波整流器	31
2.	單相全波整流器	33
1-4	濾波器	35
1.	電容濾波器	35
2.	容感濾波器	37
3.	阻容濾波器	38
1-5	三極管及其特性	38
1-6	三極管的放大作用及其放大因數	43
1-7	放大器的類型	46
1.	甲類放大器	46
2.	乙類放大器	47
1-8	放大器的失真	48
1-9	電阻耦合放大器	51
1-10	變壓器耦合之成音放大器	54
1-11	推挽式放大器	58
1-12	推挽式的乙類和甲乙類放大器	63
1-13	四極管	65
1-14	五極管	68
1-15	梁型功率管	71
1-16	負反饋	72
1.	電流負反饋	73
2.	電壓負反饋	73
3.	聯合負反饋	74

1-17 放大器的再生現象	75
1-18 放大器的控制	75
1. 響度控制	76
2. 音品調整	77
1-19 擴音機的雜聲	77
1. 噪音	78
2. 微音作用	78
3. 交流聲	79

附錄二、故障檢修

甲、檢修步驟	80
1. 外表觀察	80
2. 各部份的電壓測量	80
3. 部份代替法	81
4. 電路各點間的電阻測量	81
乙、零件測量	81
1. 電阻	81
2. 線圈	82
3. 電容器	82
4. 真空管	83
丙、無聲擴音機的檢修	83
1. 交流電源供給部份	83
A. 可能的故障	83
B. 檢查捷徑	83

B. 檢修簡表	84
2. 喇叭	85
A. 可能的故障	85
B. 檢修簡表	85
3. 推挽式的輸出放大級	86
A. 可能的故障	86
B. 檢修簡表	86
4. 預先放大級或初級放大	87
A. 可能的故障	88
B. 檢修簡表	88
丁、雜聲擴音機的檢修	89
1. 發音微弱	89
2. 交流聲較強	90
3. 噪音雜出	90
4. 發音斷續而衰減	90
5. 發音失真	91
6. 卟卟聲	91
7. 微音作用	91
8. 狂叫或振動	91

附錄三、真空管特性

附錄四、III字形鐵心片

附錄五、導線表

5瓦特(BT)*擴音機及其交流電源

電 路

擴音機具有兩級(圖1)。第一是反相級,用雙三極管 6H8C 而工作。第二是功率放大級,依照推挽式電路,用兩個四極管 6H6C, 接成三極管而工作,它的運用制度,屬於甲類放大。(見附錄一, 1—7 節)

擴音機的輸入,可由任何無線電收音機,初級放大的輸出電壓來供給。那樣的大多數收音機,只有單相輸出,接至推挽式放大級,當作輸入,必須輸入變壓器,爲了替代此項輸入變壓器,故於上述擴音機的第一級,採用反相推挽式。(見第 61 頁)

經過電容器 C_1 , 低頻電壓供給於 J_1 第一三極管的柵極。由於這樣的結果,低頻電流就在板路內通行。這個低頻電流,就在電阻 R_1 上組成電壓降。這電壓一部份通過電容器 C_2 和 C_3 , 再在 R_2 和 R_3 上,組成分電壓,接至 J_1 第二三極管的柵極,照它第一柵極上的電壓,彼此適成反相, (原理見附錄一, 1-11 節)。又在推挽式電路 J_2 的第一個和第二個柵極的電壓,常常是反相的。

這樣,在第二三極管的板電路,發生交流,這交流在負担電阻 R_4 上,組成適當的電壓降。將 R_2 和 R_3 上的電壓降分別通過電容器 C_2 和 C_3 , 接至真空管(6H6C) J_2 和 J_3 的柵極。 J_2 的第二三極管之板路,所有已形成交流的一部份,分支的通過電容器 C_4 和電阻 R_4 及 R_5 , 而 R_5 上的電壓被

* BT 是俄文字 Ватт 的縮寫,瓦特,功率的單位。

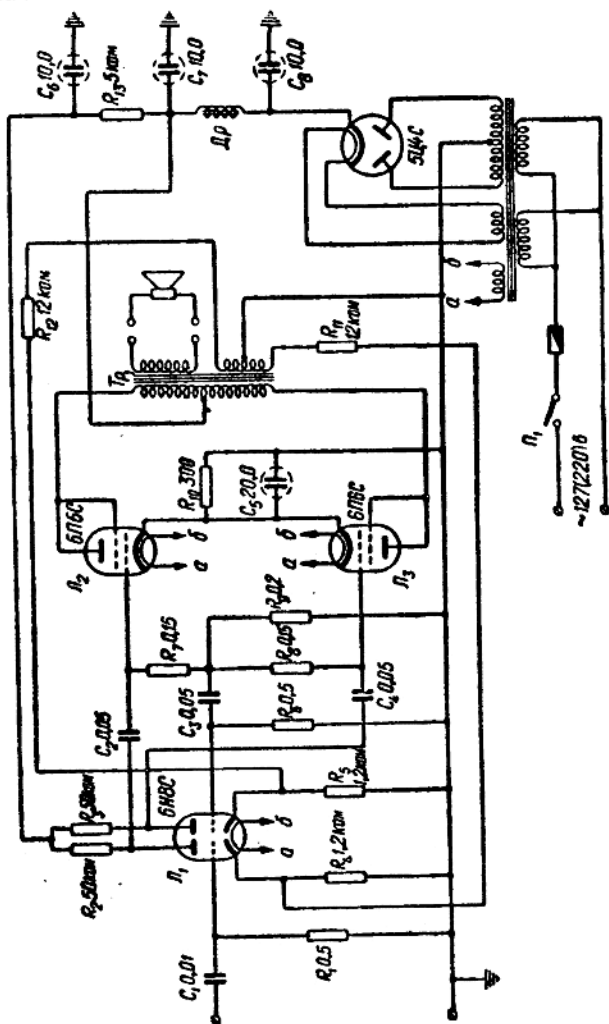


圖 1. 5 瓦特擴音機的原則電路及其交流電源

減少了一些。 J_1 的第二三極管之激勵電壓，自動的由有關三極管發生的低頻電流，通過 R_9 時，構成電位降的差數，而輸給之。(註一)

J_1 的負柵電壓，是由板直流在電阻 R_4 和 R_5 上的電壓降來構成的。

在這擴音機，負反饋耦合是被利用了(見附錄一，1-15 節)。這負反饋耦合的電壓，是從輸出變壓器第二副線圈的端電壓，經過 R_{11} 和 R_{12} ，通至 R_4 和 R_5 上，而供給的。

輸出級真空管的負柵電壓，則由電阻 R_{10} 上的電壓降所構成。響度和音品調整器在這個擴音機是沒有。因為初級的調節，可以利用收音機的響度和音品調整器而完成之。

零 件 和 結 構

輸出變壓器 T_{P1} ，繞在鐵心片 III-19 上(見附錄四)，它一排的厚度為 4 厘米。輸出變壓器線圈的結構和接法，在圖 2 上指出。

圖 1 註 解

$R_1, R_2, \dots$ 等等代表電阻，其單位為歐姆(OM)，KOM 等於仟歐姆(Килоом)， R_1 和 R_2 等僅註 0.5 其單位為兆歐姆(Мегом)，或(Мгом)。

$C_1, C_2, \dots$ 等等，代表電容器，其單位為微法拉(Микрофарада)

Π_1 電源開關，其右邊方盒，裝保險絲。

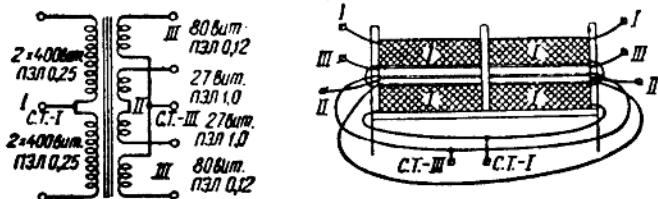
Δp 濾波器的抗流線圈(Дроссель)

V 為俄文字 Вольт 的縮寫，即電壓單位伏特。

T_{P1} 輸出變壓器(Выходной трансформатор)

圖中各項零件，各大城市的無線電料行均有國產品供應，如有問題，可函詢上海浙江中路玲奮大樓上海市無線電業同業工會。

註一：因 R_2 和 R_3 上的電壓，彼此反相。它們在 R_4 上形成的分電壓，由分電流組成者，也是反相，彼此相減，結果變小，故稱差數。



Вит 是俄文字 Витк(轉數)的縮寫

С.Т. 是俄文字 Средняя Точка(平均點, 俗稱中心抽頭)的縮寫。

ПЭЛ 拉克漆包線見附錄五。

圖 2. 輸出變壓器的電路和結構

變壓器線圈的架子，分成相等的兩部份。線圈繞法，要作成一定的樣子。架子放在繞線機上裝牢。原線圈繞在架子的左邊一半，用拉克漆包線(ПЭЛ) 0.25，繞 400 轉。以後按放幾層薄的蠟紙或電綫紙，當作襯墊，以使隔開。乃把副線圈，用拉克漆包線 1.0，繞上 27 轉。其次，再用襯墊蠟紙，絕緣包裝以後，把反饋線圈，用拉克漆包線 0.12，繞上 80 轉。再次，包裝襯墊蠟紙後，再把原線圈的 400 轉繞上。如是之後，把線圈架子，其他空出的一半，從繞線機上，顛倒過來，同樣地，把原副線圈的另外一半，照上面的方法，次序，分別繞好。至於各個線圈的末端，可照圖 2 指示，分別聯結起來。照那樣的繞法，原副線圈間，可以得到最大程度的耦合，而且爲了反饋耦合的正常作用，尤爲重要。

電源變壓器繞在鐵心片 III-32 上，它一排的厚度是 4 厘米。接到 220 В (伏特) 的原線圈，用拉克漆包線 0.55，繞 880 轉；副線圈則爲 2×1280 轉，用拉克漆包線 0.23。二極管(圖 1.5II4C)燈絲 A 電壓的副線圈則爲 20 轉，用拉克漆包線 1.1，又真空管 (J_1 , J_2 和 J_3) A 電壓的副線圈則爲 25 轉，用拉克漆包線 1.5 (圖 1, a, 6)。無線電收音機上，任何同樣的電

源變壓器，其功率為 75-100 瓦特者，都可以拿來利用。

濾波器的抗流線圈(圖 1, L_p)，繞在鐵心片 III-30 上，它一排的厚度為 3 厘米，用拉克漆包線 0.3，繞 3500 轉，鐵心片具有空氣隙，在空氣隙襯墊的厚度等於 0.2 毫米。

在用電動喇叭的場合，它的礮磁線圈，可以利用抗流線圈，以作替代。

濾波器的電化電容器是 C_4 , C_7 和 C_8 ，它們的工作電壓，應當估計到 450 伏特。和功率放大級柵極電阻 (R_{10}) 並聯的電化電容器 C_8 ，其工作電壓為 60 伏特。電阻 R_{10} 的功率消耗，應當容許到 5 瓦特，電阻 R_8 則為 1 瓦特，其餘電阻約自 0.25 至 0.5 瓦特。

擴音機估計用 $\Pi A-6$ 式的電動喇叭。在使用其他式樣喇叭的場合它的低頻線圈的電阻 R_1 ，和 $\Pi A-6$ 的電阻 (4.1 歐姆)，有顯著的區別。計算輸出變壓器副線圈(接至喇叭者)的圈數，須照： $n = \sqrt{R_1/4.1}$ 式，以得合式的 n 倍數，使阻抗配合適當。(註)

(註) 令 n_1 = 一個副線圈的轉數，其相應的端電壓 = V_1 ，電動喇叭成音線圈的電阻 = R_1 。 n_2 = 另一副線圈的轉數，其相應的端電壓 = V_2 ，電動喇叭成音線圈的電阻 = R_2 。

實用上 $V_1/n_1 = V_2/n_2$ ，假定輸出是同樣的，故 $V_1^2/R_1 = V_2^2/R_2$ ，

由上二式得： $n_1/n_2 = V_1/V_2 = \sqrt{R_1/R_2}$ 。

現在已知 $\Pi A-6$ 式電動喇叭成音線圈的電阻 = $4.1 \text{ OM} = R_2$ ，其相應圈數 $n_2 = 54$ 轉。

其他式樣喇叭的相應值為 R_1 和 n_1 ，代入上式得：

$$n_1 = n_2 \sqrt{\frac{R_1}{4.1}}.$$

如圖 2，假定其他式樣電動喇叭成音線圈的電阻為 $6 \text{ OM} = R_1$ 則：

$$n_1 = 54 \sqrt{\frac{6.0}{4.1}} = 66 \text{ 轉}.$$

換言之：用 6 歐姆的電動喇叭時，輸出變壓器的副線圈，接至喇叭者，應自 54 轉改為 66 轉。 $n = n_1/n_2 = 1.22$ 倍。

擴音機全部和整流器，裝置在轉角的金屬板上，其尺寸為 $410 \times 210 \times 205$ 毫米(圖3)。

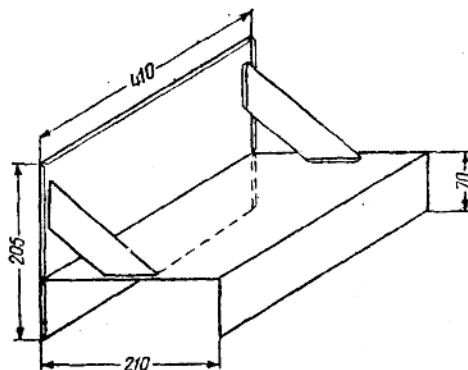


圖3. 裝置擴音機的轉角金屬板

在水平底板上裝置的是：真空管，變壓器，濾波抗流圈和電化電容器，在垂直面板上裝置的是：輸入和輸出的插座，以及電源開關。

擴音機應當備有金屬的外壳，仿照金屬板尺寸而做成。

調 整

如果在擴音機的第一級全部，因自行激勵而產生振動時，須將兩根導線末端的位置對調，這兩個末端，是從電阻 R_{11} 和 R_{12} 而接到電阻 R_4 和 R_5 的。

在調整擴音機的過程中，有時要檢視電阻 R_{11} ， R_{12} 和 R_{10} 等必須選擇比較正確的數量(例如 $R_{10} = 300$ 歐姆)。如果運用擴音機，從某種收音

機，供給輸入低頻電壓時，該收音機的低頻輸出也許比較微小，爲了獲得擴音機原來的全部輸出功率，我們必須，不要從收音機初級放大管的板極上，取給輸出低頻電壓，而要從它的放大器的輸出級提取，以作擴音機的輸入。

真空管 6H8C 可用雙三極管 6C5C 或 6G2C 來替代。在輸出級的真空管 6H6C，可用真空管 6C4C，Y0-186 或 6Φ6 來替代，惟仍須接成三極管的式樣。在採用 Y0-186 的場合，因爲它的熱絲電壓是 4 伏特，所以在電源變壓器上，應當用拉克漆包線 1.1，另外繞一個 16 轉的線圈，作爲它單獨供給的熱絲電壓。

25 瓦特擴音機及其交流電源

電 路

擴音機具有四個放大級(圖 4)。第一是傳話器放大級，用一個真空管 6X8 而工作；第二是預先放大級，用一個真空管 6Φ5 而工作；第三是反相放大級，用一個雙三極管 6H8C 而工作；第四是輸出放大級，用二只四極管 6H3C 而工作。第四級真空管的運用爲甲乙類放大(見附錄一，1-12 節)。爲了非直線失真的補救，採用反饋耦合。這個反饋電壓，自輸出變壓器的副線圈(線副圈 IV)供給，接到預先放大級第一個三極管的柵極(6H8C 的左邊一個三極管)。在這擴音機採用了複合的音品改正電路。那樣的電路，容許了頻率寬度特性的調整，在高頻以及在低頻部份都是這樣(見附錄一，1-18 節)。

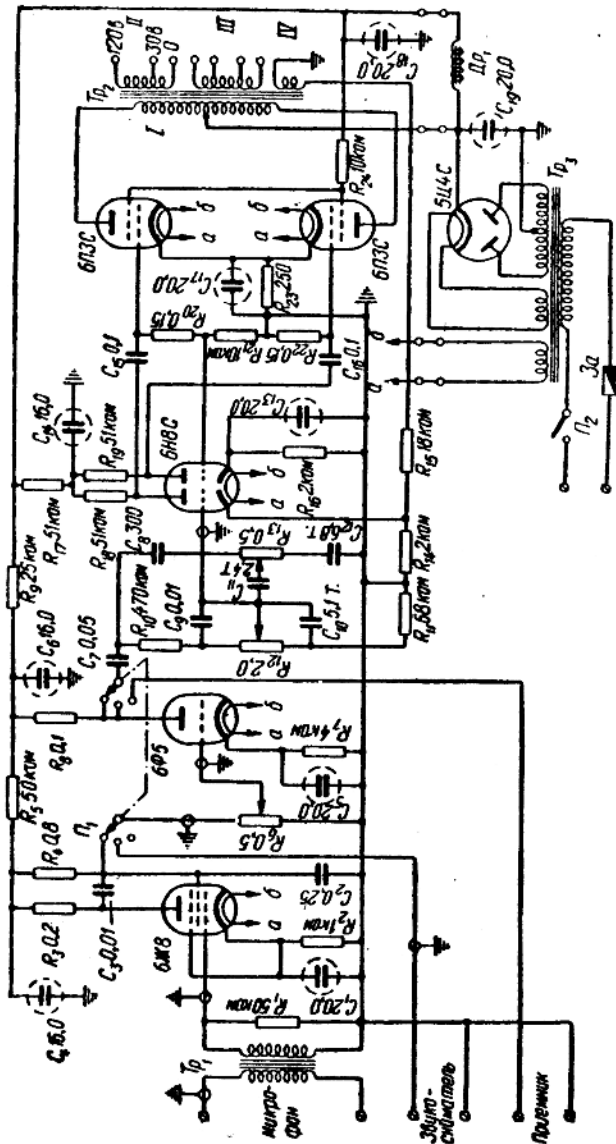


圖 4. 25 瓦特擴音機的原則電路及其交流電源

以無線電收音機為輸入而工作時，擴音機的最後兩級（反相級和輸出級）均須利用。以收音機的檢波輸出，或者拾音器，同樣的以角式傳話器為輸入而工作時，除擴音機的第一放大級外，其餘放大級均須全部利用。最後以電動傳話器為輸入而工作時，擴音機的四個放大級均當利用。如果為了本地播音，或演講員講話的放大，認為可以不必使用擴音機時，可以把它簡單化，應用它的三個放大級，甚至只利用它的最後兩級，在最後場合，發放留聲機唱片，應當利用收音機的低頻放大部份，作為擴音機的預先放大。

擴音機的傳話器放大級，用真空管 6Ж8 而工作，它具有變壓器的輸入。

和傳話變壓器副線圈並聯的電阻 R_1 ，有改進變壓器的頻率特性，以及提高擴音機工作穩定的功效。電阻 R_2 為傳話器放大級的板路負擔，電阻 R_3 和電容器 C_4 構成阻容濾波器（見附錄一，1-4,3 節）。屏柵極用電容器 C_5 並聯接地，它的直流電壓經過消降電阻 R_4 。柵極的負柵電壓，自動的利用板直流在電阻 R_5 上，構成的電壓降來供給。電阻 R_6 和電化電

圖 4 註 解

Микрофон 傳話器，俗稱麥克風

傳話變壓器 (Tr_1) 原線圈上面一根接線，有小圓圈並有接地記號，表示此線是屏蔽的，其他有同樣情形者有同樣意義。

Звуко-сниматель 唱片拾音器

Премник 無線電收音機

T 為俄文字 Тысяча (千) 的縮寫，例如 $C_{10} 5.1 T$ 說明 C_{10} 的電容量為 5.1×1000 其單位為微微法拉，等於 5100 微微法拉，也是 0.0051 微法拉。

За: -а 為俄文字 ампер (安培) 的縮寫，表示三安培電流的保險絲盒子，接有三安培的保險絲。