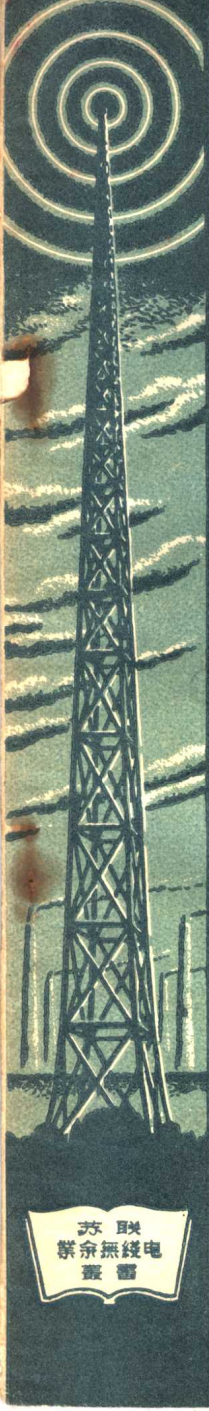


电唱机

Ю. Н. 普罗左罗夫斯基 著
朱 蔭 甫 陈 道 元 译

人民邮电出版社



苏联
业余无线电
爱好者

目 錄

前言

綫路基本元件的選擇	1
电唱机的原理圖	10
零件	18
結構	22
零件檢查和調整	28
修理	33
結果	35

前 言

苏联人民生活的改善和錄音技術的發展，使携帶式唱机（即留声机）得以普遍推廣。携帶式唱机不复難，便於携帶，並且可以使大家听到記錄在唱片上的党和政府領袖們的演講和歌剧院与戲院中优秀演員的演出。但是这种簡單的設備有很多重大的缺点：發出的音量往往不够；不能調整音量和音色；低頻率的声音不能很好地發出；必須时常旋緊發条——这是使人十分劳累的操作。

运用無綫电技術上的方法就可以做成非常完善的放唱片的設備——無綫电唱机，它由拾音器，放大器和电动机組合而成；其中电动机是用來旋轉帶着唱片的唱盤的。这些零件全都裝在一个不大的扁箱子裏。

电唱机沒有上述机械唱机的缺点；用它來放唱片时，放音質量較高。

这本小册子叙述电唱机綫路的工作原理和它的实际構造。

所介紹的电唱机外形如圖 1 所示。

綫路基本元件的选择

任何一个放唱片用的無綫电設備，都应具有圖 2 中所示的五个基本部分。

拾音器 1 用來把沿着唱片槽紋移动的針端的机械振动变为



圖 1. 外形圖

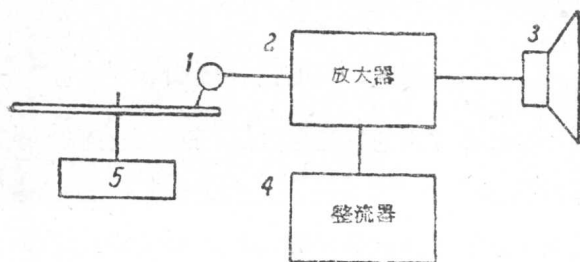


圖 2. 方框圖

电压振动。

放大器 2 把拾音器送出的微弱电压振动放大，使电动式扬声器 3 工作。线路中的这三个元件是主要的。除了它们，在电唱机线路中还应当有两个辅助元件：作为放大器电子管电源的整流器 4，和使唱片按所需要的转速旋转的电动机 5。

电动机和整流器应连接在交流电源上。

我们来看一下在装制电唱机时所用的主要零件的各种型式。

拾音器（电唱头）按它的工作原理和构造可分为两种：电磁式的和压电晶体式的。

电磁式拾音器包括三个主要部分：固定的磁性系统、衔铁和线圈。

衔铁中有一点固定不动，它上面装有固定唱针用的端子。唱片旋转时，嵌在槽纹中的唱针的针尖在中间位置附近作机械的振动。这时，衔铁就在永久磁铁的磁场中振动。在这磁场里有一个线圈，它由很多圈细导线绕成。当磁通量因衔铁振动而改变时，在线圈的线圈中就产生了电动势。这电动势的变化频率和针尖的振动频率一样，因此，针尖的机械振动就被拾音器变成电压振动。

在放中等响度的唱片时，从电磁式拾音器中所得到的电压约为 0.1—0.2 伏。工厂出品的电磁拾音器，例如《无线电工作者》和《基辅》无线电工厂所制的，能很好地放送 200 至

4500—5000週範圍內的音頻電波；在這段頻率範圍裏，唱片在錄音時也沒有顯著的不均勻性。由於有沉重的永久磁鐵，它的分量重，使唱片槽紋容易損壞，這是電磁拾音器的缺點。

壓電晶体拾音器（例如 АПР 型拾音器）的主要部分，是一塊通常為梯形的酒石酸鉀鈉晶体製成的壓電晶体片。在拾音器的機構裏，梯形寬大的下底是固定不動的，上底和固定唱針用的端子連接。酒石酸鉀鈉晶体具有叫做壓電效應的作用：當壓電晶体受到一定的機械作用（現在是扭轉力）時，它的表面上便會有電荷形成，電荷的數值和扭轉力成比例。針尖的振動傳到晶体，使它的輸出端出現了電動勢。

在放唱片時，晶体拾音器能產生 1—1.5 伏左右的電壓。這種拾音器的重量通常很輕，不容易磨損唱片。但它們也有一些缺點。其中主要的是壓電晶体的機械強度小，震動或衝擊（例如唱頭從較高的地方落到唱盤上或者攜帶時的衝擊）就能損壞晶体。此外，酒石酸鉀鈉（ $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ）中的結晶水在溫度高於 $35^\circ\text{—}45^\circ\text{C}$ 時會分解出來，所以晶体很容易損壞。在 63°C 時，晶体就會熔化。不同頻率的發音強度的不均勻是晶体拾音器的一個特點，在低頻（“低音”）和 6000—7000 週時發音特別強。低音頻的加強不算是一個缺點，因為在唱片錄音時這部分已人為地除去；高音頻的加強却很不好，因為唱片的表面雜音【嘶聲】的基本頻率恰好就在這 6000—7000 週的範圍內。

圖 3 是唱片錄音和放音的特性曲綫。縱座標是音平，單位

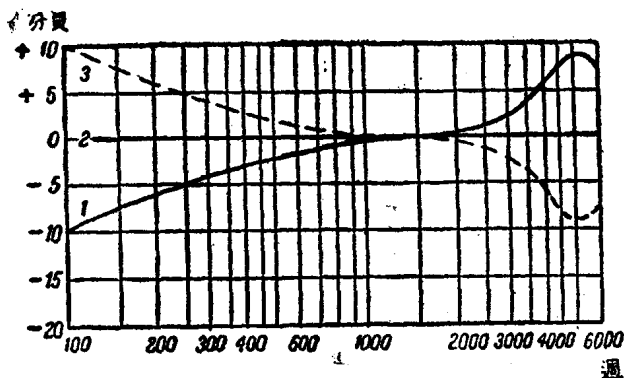


圖 3. 錄音及放音曲線

为分貝（当音量增加一分貝时，人們听觉才勉强感到音量在增加）。圖中把頻率 1000 週时的音平作为零。橫座标 是音频对数座标。

曲線 1 是唱片的平均頻率特性，它表示錄在唱片上的不同頻率的音平。

为了很好地放音，必須使音频頻譜中一切頻率在傳送时都不失真，並有相同的音量（圖 3 中的曲線 2）。因此，一切放音裝置應該有曲線 3 的頻率特性，以便尽可能补偿錄音曲線 1 的不均匀。曲線 3 和曲線 1 相加，便得出成直線的特性曲線 2。

电唱机方框圖（圖 2）最右边的是电动式揚声器。电动式揚声器有两种主要型式—永磁式和励磁式。这两种型式的揚声器同样頗有成效地应用在电唱机中。

應該考慮到，为了得到在較大房間中能清楚听到的較大音

量，电动式揚聲器的音圈上需要加上 2—3 瓦的功率。大部分收音机中都裝用功率为 3 瓦的电动揚聲器，电唱机也需要用这样的揚聲器。

如果放大器輸出級的額定功率比正常工作时輸出的功率大，那就可以得到很好的放音。假定在失真还不算大的範圍內，放大器能輸出 5 瓦的功率，但在工作时只使用 2—3 瓦，則放音的失真就將大大減少，声音的自然程度就將大大增加。因此，最好使放大器的輸出級能輸出 4—5 瓦的功率。

詳細地分析低頻放大器的綫路，不是这本小冊子的目的，在這裏，我們只提出一些關於選擇放大器綫路的最基本的意見。

輸出級綫路主要有兩種：推挽式和單管式。

推挽式輸出級中使用兩個相同型号的电子管或一个雙生管。前一級所供給的音頻电压，同时加到推挽級中电子管的兩個控制柵極上。这电压應該『反相』地接到兩個柵極上，這就是說，当音頻电压在一管的柵極上为正时，在另一管的柵極上就应为負，反過來也是一样。這兩個相位相反的电压，在数值上應該相等。因此，在放大器的輸出級和其前一級之間，應該裝一个設備，以產生兩個相位相反大小相等的音頻电压。这設備可以是一个次級綫圈中点有抽头的变压器，也可以是由另一个电子管裝配成的『反相』級。

推挽式放大器有很多优点，其中主要的是：效率高（放大器本身的能量損失少）；失真比較小。推挽式放大器的缺点是

綫路复雜——这一級裏必須用两个同样的电子管，輸入端还要用使所加电压[反相]的变压器或电子管。

單管放大器只用一个电子管，又不要用复雜的輸入裝置，因此比推挽式簡單得多；但它的效率低，失真也比推挽式放大器大。但是，對於小功率的放大器說來，單管式綫路的缺点完全被它綫路簡單的优点所补偿，所以在电唱机中应用單管式綫路比推挽式適宜。

表1 列举了小功率音頻放大器中單管輸出級用的放大管的基本数据。

从[輸出功率]欄中可以看到，电子管 6П3 (6Л6)及 6П2 (6V6) 所輸出的功率能滿足我們的要求。电子管 6П6Б 的放音質量較坏，因此只在不得已时才使用它。电子管 25П1 及 30П1 用在單管式綫路中时，輸出功率不足，因此不適於用在电唱机中。

表 1

电子管 型 号	舊型号	灯絲 电压, 伏	灯絲 电流, 安	屏極 电压, 伏	屏極电 流,毫 安	栅偏电 压,伏	互導, 毫安/ 伏	內阻, 千欧	負荷 电阻, 千欧	輸出 功率, 瓦
6П3	6Л6	6.3	0.9	250	78	-14	6.1	21	2.5	6.5
6П2	6V6	6.3	0.45	250	45	-12.5	4.1	52	5.0	4.5
6П6Б	6Ф6	6.3	0.7	250	34	-16.5	2.5	80	7.0	3.2
25П1	25П1С	25	0.3	110	80	-8	8.5	10	1.5	1.6
30П1	30П1М	30	0.3	110	70	-7.5	10.0	9	1.8	1.6

比較 6П3 和 6П2 可以看出，6П3 的屏極电流比 6П2 大，

这將使整流器的負荷以及能量損耗比用 6Π2 时大。因此，對我們的目的是最適合的是电子管 6Π2。

电子管 6Π2 正常工作时，加到它的柵極上的最大音频电压需要 11—11.5 伏（約等於柵偏电压）。但放大器輸入端的电压很小，总共也只有 0.1—0.2 伏（电磁拾音器）或 1—1.5 伏（晶体拾音器），所以必須將它放大到所需要的数值（用电子管 6Π2 时能放大到 12 伏左右，用电子管 6Π3 时能放大到 14 伏左右）。因此，要加用前置电压放大級。电压放大級中所用的电子管的一些数据，我們把它列在簡表之內。

前置电压放大級需要达到的放大倍数和所用拾音器的型式有关。在用电磁拾音器，它應該为 100 左右（应將 0.1—0.2 伏放大到 12 伏）。

这时，前置放大級中要用电子管 6Ж7Б 或 6Ж17Б。在用晶体拾音器时，需要放大的倍数可以小得多，因此能用电子管 6С4（6Φ5）或 6Р7（6Г7）。

表 2

电子管 型 号	旧型号	灯絲电 压, 伏	灯絲电 流, 安	屏極电 压, 伏	栅極电 压, 伏	栅偏电 压, 伏	屏極 电流, 毫安	互導 毫安/ 伏	內阻 千欧	放大 倍数
6Р7	6Г7	6.3	0.3	250	—	-3	1.1	1.2	58	43
6С4	6Φ5	6.3	0.3	250	—	-2	1	1.6	63	52
6Ж7Б	6Ж7	6.3	0.3	250	100	-3	2	1.2	1200	100
6Ж17Б	6СЖ7	6.3	0.3	250	100	-3	3	1.65	1500	200

为了得到 4—5 瓦左右的输出功率，以电压供给放大器电子管各极的整流器的输出电压，在电流为 50—60 毫安时，应不低於 250—270 伏。收音机及放大器用的整流器主要有两种型式：無电源变压器的及有电源变压器的。無变压器的整流器在供给我們所需的 50—60 毫安的电流时，輸出直流电压將低於 210—220 伏；在这种情况下，放大器輸出管的全部输出功率只有 1.5—2 瓦。

在簡化的电唱机中，应用無变压器的整流器是完全可能的，但是製造者必須注意，这时电唱机的声音比普通机械式唱机清楚不了多少，音量也大不了多少。

質量好的电唱机应使用一般的有电源变压器的全波整流器綫路。虽然电源变压器的重量使电唱机的总重量增加了，但这一缺点可以完全被放音質量的大大提高所抵償。

整流元件可以用整流管 5BX1 (5U4C)，也可以用 5BX2 (5U4C)。

还可以使用所謂固体整流器。固体整流器由許多用特殊方法製成的金屬圓片串联組成，金屬片的表面塗着 12 平只准电流向一个方向通过的半導體層。金屬圓片同接触垫圈和散热片一起裝在一个軸上成为整流柱，並被緊緊压住。

固体整流器有两种基本型式：硒整流器及氧化銅整流器。

硒整流片是一个上面塗着半導體硒層（灰色）的鋁質或鉄質圓片。氧化銅整流片由表面上敷着一層氧化銅（褐紅色）的

紫銅片做成。在选定整流片串联的数目时,如果使用的是硒片,就要使每一片上所加的交流电压不超过6—6.5伏;如果使用的是氧化銅片,就要使每一片上所加的交流电压不超过2—2.5伏。这些数字都是对全波整流綫路說的;半波整流时,需要把这些数字增加一倍。整流片的直徑(在供給50—60毫安电流时)应不小於10公厘。

硒整流柱很緊湊,它們可以很方便地用在小功率电唱机中,作为按倍压綫路構成的無变压器式整流器的整流元件。

使放唱片的唱盤轉动的电动机有兩種型式:同步的和異步的。同步电动机以某一定的轉速(一般为79轉/分)旋轉,在电源接通时不能自行起动,每一次都一定要用手把它轉到額定轉速。

異步电动机在电源接通时可以自行旋轉到額定轉速,它的轉速在某些範圍內可加以調整。电动机能自行起动,就可以应用簡化唱机操作手續的裝置,如自动开关等。因此,应当認為異步电动机最宜用於电唱机。

以上關於选用电唱机綫路基本元件的說明、可以帮助無綫电爱好者將來設計方框圖時知其所以然,並使他便於确定如何选用它的基本零件。

电唱机的原理圖

根据以上所述理由所組成的电唱机的簡化綫路,如圖4所

示。

电唱机是由 AПP 型晶体拾音器，6Ж7Б 和 6П2 电子管兩級放大器，电动式揚声器，用整流管 5BX1 制成的整流器和異步电动机組成的。

音频电压由拾音器輸送到調節音量用的分压器 R_1 上， R_1 起着音量控制器的作用。从分压器 R_1 可动端和圖中下方端子間取一部分电压加在工作在电压放大状态的电子管 6Ж7Б 的控制柵極上。这个电子管的屏極負荷为电阻 R_2 。

电子管 6Ж7Б 所放大的电压从这个电阻的兩端取下來，經過电容器 C_1 、 C_2 而加到电子管 6П2 的柵極上，作進一步的放大。6П2 的屏極电路中接着輸出变压器 T_{p1} ，它的次級綫捲接着电动式揚声器的綫圈。不能把电动式揚声器綫圈不經過变压器就接在屏極电路中——这样將使电子管不能把它的全部輸出能量供給电动式揚声器。

圖 4 的簡化綫路中只画着电唱机綫路的最基本的元件。这綫路圖只能起說明它工作原理的作用。实际的电唱机綫路圖除掉最基本的零件外，还應該包括所有电子管正常工作时所必需的全部輔助零件。

現在讓我們依次看一下如圖 5 所示的电唱机完整的原理圖中的全部零件。

我們已經知道，音频电压經過音量調節器加到电子管 6Ж7Б 的控制柵極上，在屏極負載电阻 R_2 上就獲得被放大的

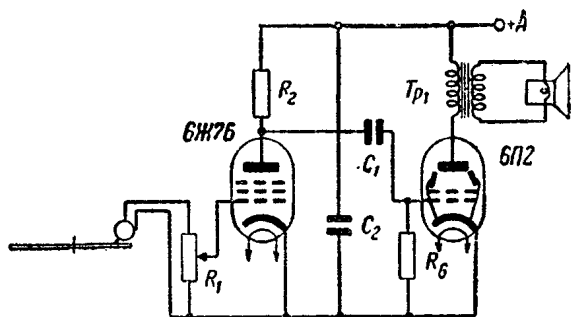


圖 4. 簡化線路圖

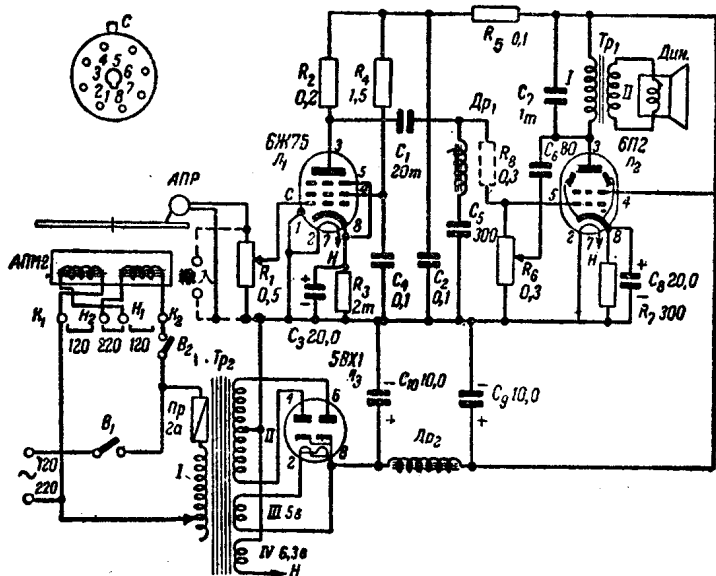


圖 5. 原理圖

电压。

在电子管的陰極电路中接着电阻 R_3 ；由於屏極电流通过它的關係，在它上面就形成了一些电压降。这电压降有一定的極性；电阻 R_3 和陰極連接的一端是正極， R_3 在圖中下面的一端是負極。电阻 R_3 上的电压降好像一个电池，接在电子管 6Ж7Б 的陰極和控制柵極之間（經過电阻 R_1 ）。它在电子管柵極上產生了电子管正常工作所必需的『負偏压』。假使柵極对陰極沒有一些負电位，則在把交流电压由拾音器加到柵極上时，柵極在某些瞬間就会帶正电（对陰極來說）。这会引起柵極电流，使輸出失真。电阻 R_3 使电子管 6Ж7Б 柵極為負电位，因而就防止了柵流的產生。

和电阻 R_3 並联的电容量很大的电容器 C_3 可以使音频电流通过，平滑了电阻上所產生的电压脈动，並使柵極的偏压几乎保持不变，並和电子管屏極电流的脈动無關。

为了使低頻前置放大級中的电子管 6Ж7Б 能正常地工作，它的帘柵極电压不應該很大——只有 20-30 伏左右。因此，在帘柵極电路中連接着电阻 R_4 ，在它上面可以降去一部分电压。旁路电容器 C_4 平滑了帘柵極上的电压脈动，使这电路中的音频电流不經過 R_4 就通到陰極电路。

电子管 6Ж7Б 的屏極电路中接着由电阻 R_5 和电容 C_2 組成的去耦濾波器。它是为了將 6Ж7Б 和电子管 6П2 的电路分开而使用的。因为这两个电子管由同一个整流器供电，在沒有这

种濾波器时，輸出管强大的脈冲电流將影响到第一个电子管的工作状态。

电子管 6Ж7Б 放大的音頻电压經過电容 C_1 送到电子管 6П2 的柵極；这电容器的电容量应足够的大，使所有的音頻电流在加到电子管 6П2 的柵極上时都沒有顯著的損失。为了不使电子管 6П2 的柵極和整流电压的正極直接接触，电容器 C_1 在綫路中是必不可少的。如果沒有电容器 C_1 ，6П2 柵極对陰極來說就会处于正电位，电子管就不能正常地工作。接上电容器后，我們就將柵極和整流直流高压隔离开來，而同时仍能把音頻电压送到柵極上去。

扼流圈 L_{p1} 和电容器 C_5 組成音頻濾波器；扼流圈的电感和电容器的电容应这样來选配：對於 6 或 7 千週左右的音頻电流呈現的阻抗不大。因此，这种頻率的电流在到輸出管柵極的途徑中將分流去一部分，这样，濾波器就「切去」了 6-7 千週的音頻的一部分，唱片的表面雜音基本上就在这一段音頻範圍里。

其他小於 5—5.5 千週的电流則不被濾波器分流而通到輸出管柵極上，因为濾波器对这种电流呈現很大的阻抗。

电子管 6П2 柵極調整电路中的电阻 R_6 是必需的，它为在由陰極發射到屏極路程中偶而落在柵極上的电子提供了离开柵極的可能性。如果柵極和陰極完全隔断，則这些电子不能“离开”柵極，在它上面漸漸聚積起來，使柵極帶着負电荷，而最

后使电子管成为「閉塞」状态。柵極的負电荷排斥着由陰極飛出的电子，使它們不能通过它到达电子管的屏極。因此，电阻 R_6 常称为「柵漏电阻」。同时， R_6 还可以調整输出的音色。这方面的詳細情形，我們將在后面談到。

在电子管 6П2 的陰極电路中連接着电阻 R_7 和电容器 C_8 ；它們的作用和 R_8 、 C_8 完全相同——它們在电子管的控制柵極上產生負偏电压。

輸出管的屏極电路中接着輸出变压器；为着使放大器上的「負載」（即揚音器音圈）和輸出管的內阻相匹配，輸出变压器是一定需要的。輸出管 6П2 的音頻功率通过变压器而送至揚声器音圈。

为了給高音頻电流造成由輸出变压器初級綫捲旁边通过的一些通路，一定要把电容器 C_7 和变压器初級綫捲並联起来；沒有这个电容器时，高音頻的放大將比低頻的放大大得多。

音色的調整是用由电位器 R_6 及电容器 C_6 組成的負回授电路得到的。从屏極來的一部分音頻电流經過电容器 C_6 被回送到柵極电路里。这电流的「極性」是：在每一个瞬間，它的相位总和由电子管 6Ж7Б 屏極送到柵極上來的基本电流的相位相反。如果电容器 C_6 對於全部音頻都呈現同样的阻抗，則負回授电路的存在只能起降低全部頻率範圍內的放大的作用；但是交流电的頻率愈高，它就愈容易通过电容器，因此，由屏路流進柵路的电流主要是高頻电流，总放大基本上只在最高頻部分有所