

216926



广播收音机 的新电路

苏联 C. M. 弗列依謝尔 著

車 篇 譯

人 民 郵 電 出 版 社

57
苏联业余无线电丛书

1950年



1950年 10月 1日
1950年 10月 1日

1950年 10月 1日

1950年 10月 1日



广 播 收 音 机 的 新 电 路

苏联 C. M. 弗列依謝尔著

車 扁 譯

人 民 邮 电 出 版 社

НОВОЕ В ЛАМПОВЫХ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНЫХ ПРИЕМНИКАХ

С. М. ФЛЕЙШЕР
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ 1961

内 容 提 要

本书根据国外期刊和文献中的资料，概述了近代电子管广播接收机结构和电路方面的新技术。特别着重于介绍超短波接收、立体声和低频放大部分、中频放大器、噪声抑制和自动频率微调等电路。书中还列举了收音机各部分电路的一些具体例子。

本书的读者对象主要是业余无线电爱好者和一般广播工作者，对无线电专业的技术员、工程师和大学生也有参考价值。

广播收音机的新电路

著者：苏联 С. М. 弗列依谢尔

译者：车 扁

出版者：人民邮电出版社

北京东四 6 条 13 号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第〇四八号)

印刷者：北京市印刷一厂

发行者：新华书店

开本 787×1092 1/32

1963年9月北京第一版

印张 5 页数 80

1963年9月北京第一次印刷

印刷字数 114,000 字

印数 1—20,200 册

统一书号：15045·总1184—无365

定价：(9) 0.55 元

前 言

近十年来，广播收音机是在不断地和迅速地发展和改进的。这方面的进展，首先由于掌握了超短波波段广播技术，研制成新的高频磁性材料——铁淦氧，发明了新的放大电子管，以及以后又发明了半导体器件。很多无线电实验室的工程师的工作成绩很大，创造了一系列的新电路。最后，发明了微型和小型部件及零件，并研究掌握了印刷电路技术，这些都起了极重要的作用。

这本书内，系统地介绍了苏联及其它国家近5—7年来工业生产的广播收音机和电唱收音机的新成就。书中重点说明电路问题，以及一些看来有必要解释的物理意义（如磁性天线、比例检波器、立体声广播等等的工作原理）。

因为超短波部分是广播收音机中比较新的一个方面，所以本书第一章不仅叙述超短波部分的电路方案，而且说明了超短波部分的一般电路结构原理。以后各章，分别介绍在高频级、中频级、低频放大器及放音系统中的新技术。对广播收音机中的立体声、自动微调 and 调谐等方面，特别作了重点介绍。

书末附有苏联电子管与西欧电子管的代换表，所以在实际采用书中列举的西欧电子管电路时不会遇到什么困难。但是，由于国内外电子管的特性总有些差异，不可能认为任何情况下代换电子管后都不需要进一步修改电路。

作者

目 录

前言

第一章 超短波收音机的高频部分	1
1. 对调频超短波收音机的基本要求.....	1
2. 输入电路.....	2
3. 高频放大器.....	5
4. 变频器.....	9
5. 超短波收音机的杂散辐射及调谐系统.....	18
第二章 长波、中波及短波波段的系统	24
6. 磁性天线及输入电路.....	24
7. 系统的一些设计特点.....	30
第三章 中频放大器及检波器	34
8. 中频放大器设计的一般问题.....	34
9. 滤波器的类型.....	40
10. 调频信号检波器.....	48
11. 超短波波段的限幅及噪声抑制电路.....	57
第四章 低频放大器及收音系统	63
12. 超线性放大器.....	63
13. 无变压器的末级电路.....	68
14. 分频带电路.....	77
15. 收音频率范围.....	84
16. 动态范围的调整.....	86
17. 伪立体声及模拟立体声系统.....	91
18. 立体声.....	100

第五章 使用方面的改进	124
19. 自动频率微调系统	124
20. 收音机自动调谐系统	137
21. 收音机的遥控	143
22. 音调及发音特性的调整	151

第一章 超短波收音机的高頻部分

1. 对調頻超短波收音机的基本要求

近年来，苏联和許多其它国家一样，广泛地应用調頻超短波广播。超短波調頻广播电台的建立速度，一直在增长。与此同时，工业生产的高級、一級及二級广播收音机和电视机，差不多都带有超短波波段。

超短波調頻广播的优点十分明显。首先，所传输的声頻頻帶和动态范围大大展寬了；其次，調頻广播系統有很高的抗扰度，大气和工业干扰电平很低。調頻广播的缺点是接收距离受到限制，接收和发送设备比較复杂些。

由于超短波接收距离受到限制，所以收音机的灵敏度具有特別重要的意义。近代的收音机灵敏度通常为 1—2 微伏，但也有一些产品的灵敏度較差，为若干微伏甚至数十微伏。

对收音机超短波部分提出的第二个重要要求，是必須最大限度地抑制本机振盪的杂散发射。这个要求是由于电视广播与超短波調頻广播同时发展而提出的。超短波广播的波段，在苏联为 65.8—73 兆赫；在西欧国家为 87.5—100 兆赫。通常，收音机本机振盪頻率比信号頻率高一个中頻頻率（在苏联，中頻为 8.4 兆赫），因此，超短波收音机本机振盪頻段与第三个电视通道（76—84 兆赫）交叉。本机振盪的諧波，可能进入其它电视通道。如果超短波收音机高頻部分的电路和結構設計得不完善，那末在天綫塞孔处便会出现很强的本机振盪电压及其諧波电压。它辐射出去会严重地影响附近的电视机，使电视机荧光屏上出现网状干扰。因为底板或电路的个别零件的尺寸与

本机振盪的波长很接近，所以它們会产生本机振盪的杂散輻射。

随着超短波电台数量的增加，对相邻波道間的选择性（按失諧 ± 250 千赫測定）也要求愈严。近代收音机的选择性在26分貝（低級收音机）至60分貝（高級收音机）之間。对鏡象波道的选择性一般都在26分貝以上。

为了实现高质量超短波广播，还必须保証本机振盪頻率足够稳定（这样才能准确調諧到所接收的电台），保証收音机的低頻部分的頻率失真和非綫性失真极小，以及其它一些参数达到規定数值。

以上列举的对收音机超短波部分的要求，也就决定了收音机在电路和結構上的許多特点。其中，特别是它的高頻部分，是作成单独結構部件——超短波盘的。这主要是为了尽可能地减小本机振盪电压的杂散輻射。

超短波机盘一般都是完全屏蔽的，包括輸入电路、高頻放大器及超短波变频器。天綫收到的信号，沿电纜进入輸入电路。以后，信号进行高頻放大。最常用的高放管是6H3П型电子管的一个三极管。高頻放大器屏极負載上的信号电压，送到由6H3П型电子管的另外一个三极管作成的单柵变频器。这个电路兼作本机振盪及混頻之用，所以又叫做本机振盪变频器。在本机振盪变频器的屏极回路中，接有中頻带通滤波器，它調諧在8.4兆赫。

2. 輸入电路

收音机最常用的天綫，是装在机內的、波阻抗为300欧的环形振子，或波阻抗为75欧的偶极子。这些天綫用KATB型带形对称电纜做成，或者用銅箔敷在机箱后壁內表面上。天綫

的通頻帶寬度，視天綫導綫的直徑而定。一般實際上採用的導綫，已能得到足夠寬的通頻帶。採用代用的非對稱天綫時，可以把它接在其中一個超短波塞孔內。

天綫與輸入電路間，可以採用同樣的 KATB 型帶形電纜連接。在選擇饋綫時，必須首先考慮它的波阻抗。要求饋綫的波阻抗與天綫及收音機的輸入阻抗相互匹配。此外，還希望饋綫的衰耗足夠小。

如果離發射台的距離很遠，就需要安裝外部天綫。

收音機超短波部分輸入電路的作用主要是：保證能獲得對鏡象波道具有足夠的選擇性（與高頻放大器共同起這個作用）；保證獲得最大電壓傳輸係數，且使工作頻帶內的不均勻度在許可範圍內，以及有足夠大的信號干擾比；使本机振盪的雜散輻射最小。

輸入電路可以做成可變調諧的單調諧回路，也可以做成固定調諧的單調諧回路或帶通濾波器形式。在後兩種情況下，調諧於接收頻段的幾何中心頻率上。

輸入端為單調諧回路的超短波機盤的電路，示於圖 1。輸

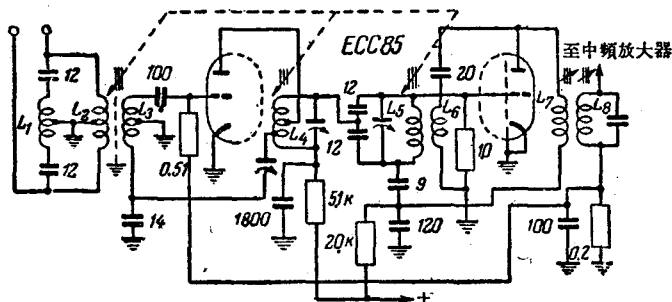


圖 1 輸入端為調感式單回路的超短波機盤電路

入回路与天綫及电子管高频放大器之间的耦合均为弱耦合，以便提高調諧回路的有效品质因数，因而提高对鏡象波道的选择性。同时，如果滿足最佳耦合条件，很明显，仍能保証輸入回路的傳輸系数为最大。所謂最佳耦合条件，是指当輸入回路調諧到信号頻率时，从天綫与从电子管引入这回路的衰耗相等，不論这些衰耗的大小如何。由于只有当輸入回路的固有衰耗足够小时才能滿足这个条件，所以为了进一步提高选择性，輸入回路的綫圈应采用鍍銀銅心，借以提高回路的固有品质因数。

天綫与輸入回路之间的弱耦合，以及天綫与回路綫圈之间的靜电屏蔽，可以减小天綫杂散电容对回路調諧的影响。

在設計輸入回路时，可不只从最大傳輸系数的要求出发。为滿足这个要求，必须具备上述的功率匹配条件。另一个出发点，是考虑怎样滿足最大的实际灵敏度的要求。这个要求的相应条件是根据噪声来匹配。研究証明，对某一工作状态下的某一型号的电子管，当天綫在电子管栅——阴回路的轉移阻抗为某一一定值时，可以得到最小的噪声电平。例如对 ECG 85 型电子管而言，天綫的轉移阻抗的最佳值，实验証明为 800 欧。

功率匹配和噪声匹配的条件，通常是不一致的。因此，最好选择能兼顧二者的設計方案。在中点接地的高頻放大器中（見第 3 节），如果适当地选择接地点，使得电子管的輸入阻抗 R_{bx} 等于此电子管按噪声匹配所要求的天綫轉移阻抗最佳值，那末上述条件就能得到兼顧。这就是說，功率匹配条件要求天綫轉移阻抗 R_A 等于高频放大級的輸入阻抗 R_{bx} ；而噪声匹配条件要求 $R_A = 800$ 欧（对 ECG85 型电子管而言），所以适当选择接地中点，使 $R_{bx} = 800$ 欧，就能同时滿足这两个条件了。

固定調諧于接收波段中間頻率的輸入回路，大大簡化了超

短波机盘回路的調諧和統調系統。但是，为了保証所需要的通頻帶寬度，回路的有效品質因數不能太高，因而降低了对鏡象波道的選擇性。

对鏡象波道的選擇性來說，輸入端采用双回路帶通濾波器要比固定調諧单回路好一些，但是傳輸系數却較小。此外，帶通濾波器还能减小本机振盪的雜散輻射。帶通濾波器的两个回路間的耦合，应根据所要求的通頻帶來選擇，并且要保証整个波段內的傳輸系數不均勻度不超过 3 分貝。回路中的電容器數值不应当太大，以便保証諧振曲線的形狀不變。

在图 1 的电路中，天綫綫圈的中点接地。这样可抑制来自短波电台的中頻干扰。因为半个綫圈对中頻電流的感抗很小，实际上可认为是短路。由高頻放大器屏極綫圈和 1800 微微法的電容器組成的串聯諧振回路，对中頻干扰进一步加以抑制。

3. 高頻放大器

超短波部分中必須采用高頻放大器，是由許多原因引起的。在长波、中波及短波波段中采用高頻放大器来提高收音机的实际靈敏度，有时不一定合理。这是因为在这些波段內的大气干扰和工业干扰的電平較高，与欲放大的微弱信号大小相差无几，結果在大多数情況下，实际并不能提高靈敏度。

在超短波波段，外界干扰很小，因此采用高頻放大器能把收音机实际靈敏度提得很高。实际靈敏度的定义如下：当輸出的信号功率及信号噪声比为一定（后者通常为 20 分貝）时，輸入端所要求的最小电压就叫做实际靈敏度。因此，第一，必須最大限度地放大接收信号；其次，必須尽可能地减小收音机內部的噪声電平。

收音机的内部噪声，是由电子管、回路、天綫及其它电路

元件的起伏噪声按能量相加而合成的。为了提高信号噪声比，最好不直接把收到的微弱信号送入变频级（最强的内部噪声源），而把它在噪声较小的一个放大级中预先放大。如果这个放大级的增益足够大，那末输出端的信号噪声比便主要决定于这个放大级的固有噪声和输入回路的噪声了。超短波收音机高频放大级就是起上述放大级的作用，它通常采用三极管，放大倍数为10—15。

在超短波收音机中采用高频放大器，还由于必须满足减小本机振荡杂散辐射的要求。如果把天线回路直接接到本机振荡变频器，那末本机振荡杂散辐射便会加强。最后，高频放大器还有它通常所起的提高对镜象波道的选择性的作用；可以降低中频增益，因而提高了收音机工作的稳定性，以及抑制中频干扰。

高频放大级最好采用三极管。在超短波波段，与多栅电子管比较，三极管的优点是固有噪声电平较低，输入阻抗较大。电子管的输入阻抗对栅极回路有旁路作用，因而可能使对镜象波道的选择性变坏，降低收音机输入回路的传输系数。其中对降低传输系数的影响最严重。因为电子管的噪声远比输入回路无源元件的噪声大，因而降低输入回路的传输系数便会降低信号噪声比。三极管高频放大器的主要缺点是电子管的极间电容

$C_{a.c}$ 较大，因而使放大器工作不稳定。但是这个缺点在多数情况下能用中和的方法消除。

最常采用的三极管高频放大器电路，有栅极接地（对高频而言）电路（见图2），以及中点接地电路（见图3）。在阴极接

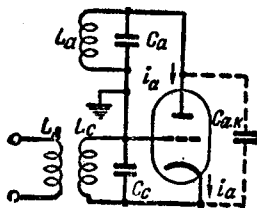


图2 栅极接地的三极管高频放大器

地电路(见图4)中,实际上很难可靠地中和較大的极間电容 $C_{a.c}$ 。这个电容除了会使放大器工作不稳定外,还会加强本机振盪杂散辐射。因此虽然阴极接地电路有很大的輸入阻抗并且能获得較大的放大倍数,但是采用这种电路的仍然很少。

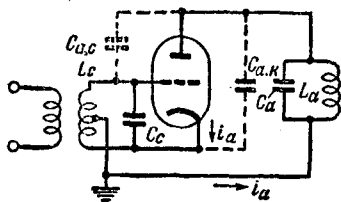


图3 栅回路中点接地的三极管高频放大器

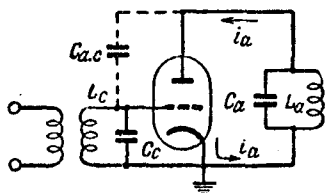


图4 阴极接地的三极管高频放大器

从图2可以看出,在栅极接地电路中通过电容 $C_{a.k}$ 会产生寄生反饋。但 $C_{a.k}$ 的数值远小于 $C_{a.c}$ 。这个电路的工作較稳定,不需要中和电容器。但是它有一个严重的缺点,即輸入阻抗低,因而屏流的交流分量有一部分通过栅极回路。

比較合理的电路是栅回路中点接地电路。从图3可以看出,屏流交流分量通过栅极回路的那一部分,决定于接地点的选择。接地点距阴极愈近,則这一級的輸入阻抗愈大,而极間电容 $C_{a.c}$ 的影响也愈大。接地点距阴极愈远,情况則相反。

所以在实际电路中接地点可根据上述这些考虑,来作极不相同的选择。例如,我們可以根据放大器輸入阻抗与轉移至栅路的最佳天綫阻抗的匹配来选择。这时,选择的接地点必須保証电路在中和电容数值不十分准确的情况下仍能足够稳定地工作。如果中点距栅极很近,就可以完全不考虑中和問題了。

中点接地电路的增益比栅极接地的增益稍小,这是由于中和电容器增加了屏极回路的总电容,因而減小了屏极回路的諧振阻抗的緣故。

也可以用电容分压器来作中点接地（见图 12）。与通过回路线圈中点直接接地电路比較，电容分压器中点接地能更好地抑制本机振盪諧波，并且在調整过程中选择中点比較简单。本机振盪諧波残余电流，經电容 $C_{a.c.}$ 而漏入輸入回路，但电容分压器的 15 微微法的电容器对这个电流的阻 抗 很小（对二次諧波約 50 欧）。在线圈中点接地的回路中，虽然能节省一个电容器，但不能抑制諧波，因为线圈感抗随频率的升高而增加。

高频放大器的放大倍数和对鏡象波道的选择性，还取决于高放管內阻及本机振盪变频器輸入回路对屏极諧振回路的分路作用。有时，为了提高高放級的工作稳定度起見，要求减小它的增益。减弱屏极諧振回路与电子管之間的耦合（见图 1），可以满足这个要求。

至于本机振盪变频器輸入回路的分路作用，高放級与变频器之間的耦合愈强，則变频器的耦合电路在屏极諧振回路中引起的衰耗也愈大。另一方面，如果耦合极弱，那末虽然高放級增益相当大，但是因为从高放級至变频器輸入端的电压传输系数太小，收音机的总灵敏度也不能不降低。只有在最佳耦合情况下，亦即由于本机振盪变频器及高放級电子管引入高放級屏极諧振回路中的衰耗相等，才能得到最大的灵敏度。变频器与高放級之間的耦合可以用改接高放級屏极諧振回路中的抽头，或者改变耦合电容器（如图 7 中的 C_7 ）的数值来調整。

变频器輸入电路在高频放大器屏极諧振回路中除了产生轉移有效电阻外，还有电抗（容抗）。这个容抗增加了上述回路的总电容，因而降低了回路的諧振阻抗及高放級增益。有时，这个影响十分严重，以致于变频器与高放級之間的耦合不得不放弃上述最佳值，而考虑尽可能减小轉移电容。

所謂的串接高频放大器，它綜合了阴极接地电路的优点

(高輸入阻抗)及柵極接地的優點(工作穩定,在收音機輸入端上的本机振盪電壓低)。在串接放大電路中,第一個三極管按陰極接地電路連接,它的屏負載為次一級的輸入阻抗,而次一級則按柵極接地電路連接。

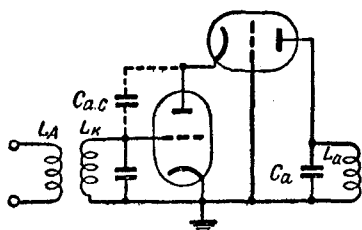


图 5 串接放大級原理电路

图 6 画出了实际的高频串接放大电路^①。柵極接地級的輸入阻抗,在采用 6H14Π 型三極管時,等于 150 欧。因此,屏極諧振回路 L_a 、 C_1 受到很大的旁路影响,故第一級的放大倍数接近于 1。在这样小的增益下,实际上不可能发生自激,所以在第一級中沒有必要中和极間电容。柵極接地級的負載回路有很大的諧振阻抗,它的放大倍数約为 35—40。由于其輸入电路的傳輸系数很大,并且采用了特制的低噪声电子管 6H14Π,因此在很大程度上提高了信号噪声比。

4. 变 頻 器

在超短波波段采用多柵电子管作变频器是不合理的。一方面,多柵电子管的噪声很大,会使收音机的实际灵敏度降低,另一方面,变频跨导小。在超短波波段,多柵电子管的变频跨导由于信号柵与本机振荡柵通过空間电荷的相互作用,更为减小。

在绝大多数情况下,超短波波段的变频器采用三极管。多柵电子管变频器的噪声电平为三极管变频器的几十倍,而五极

① 这个电路是 ИРПА 設計的,发表在 1959 年第 7 期的苏联无线电杂志上。

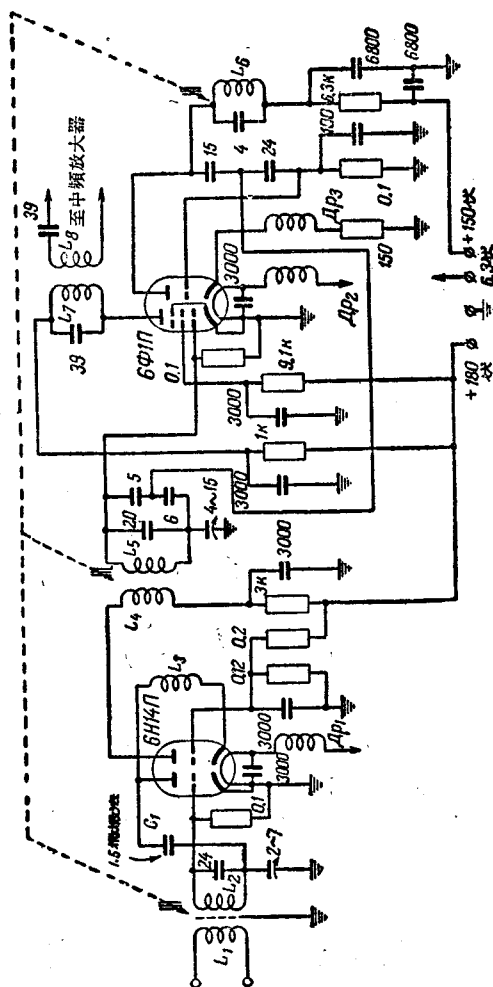


图 6 有串接放大器的超短波机盘的电路