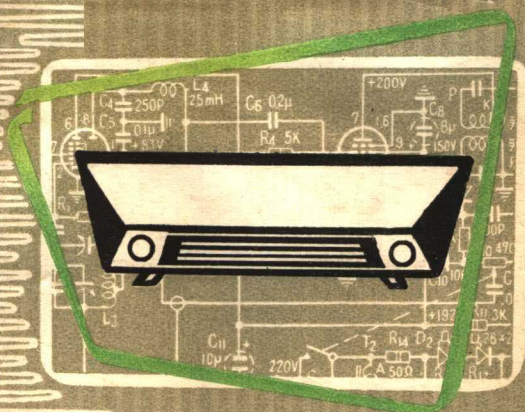


俞錫良編著

业余电子管收音机设计

人民邮电出版社



业余电子管收音机设计

俞錫良 編著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书叙述业余制作的中、短波电子管收音机的设计，包括输入电路、变频器、高-中频放大器、检波器、低放和电子调谐指示器以及电源等各部分的设计、计算和零件的选择，并且列举了实际例子。对于收音机的电声指标、整机设计和调试调整方法等也作了阐述。

本书供具有一定制作经验的业余无线电爱好者学习用，也可供从事无线电工作的技术人员参考。

业余电子管收音机设计

編著者： 俞 錫 良

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： 南 京 人 民 印 刷 厂

发行者： 新 华 书 店

开本 787×1092 1/32

1964年9月南京第一版

印张 15 16/32 页数 248

1964年9月南京第一次印刷

印刷字数 356,000字

印数 1—42,000册

统一书号：15045·总1379—无381

定价：(科4) 1.60元

序

建国以来，在中国共产党和毛主席的英明领导下，我国的无线电工业有了突飞猛进的发展，在收音机的制造方面，不论在数量上与质量上都发展得非常迅速。

由于广大劳动人民生活水平的显著提高，以及国产收音机和各种元件的供应日益丰富，业余无线电爱好者的队伍已经日益壮大起来，他们的无线电知识水平也不断提高，许多无线电爱好者具备了一定的基础知识和制作经验，已经不能满足于按照现成的电路和布线图依样组装收音机，而想进一步了解收音机的设计原理和方法。但是对于一般业余无线电爱好者来说，阅读理论和数学较深的无线电接收设备等书籍会感到一定的困难，而且不容易和业余制作直接联系起来。本书的目的，就是想用比较浅近的解释和简单的数学来介绍收音机的初步设计方法，供有上述要求的业余无线电爱好者作参考。

这本书的内容，是以国产最常见的五、六管交流超外差调幅收音机为主体来加以讨论的。但是对于简单的直接放大式收音机以及高级收音机中的某些问题也附带作了些阐述。书中主要是介绍基本电路的设计方法，对目前业余制作及实际生产中尚不常用的特殊电路和调频接收机等则未提及。

书中引用了和我一起工作的一些同志们的许多实际经验，特在此致谢。

由于作者的水平有限，写作的时间也比较短促，难免有些疏漏甚至错误不当之处，希望读者随时指正，以便将来修正补充。

作者

1963年11月于北京

目 录

第一章 概述	1
1.1 收音机的分类	1
1.2 收音机的作用和电路结构	2
1.3 收音机的电气和电声指标	8
第二章 整机的綜合設計概念	21
2.1 电場强度和接收天綫的有效高度	21
2.2 灵敏度和各級增益的分配	27
2.3 对邻近波道等的选择性	32
2.4 其他主要指标的要求	35
2.5 附屬电路的一些应用	38
第三章 輸入电路	41
3.1 輸入电路的作用和要求	41
3.2 輸入电路的形式	42
3.3 調諧迴路	44
3.4 接收天綫的阻抗	56
3.5 直接耦合	58
3.6 电感耦合	60
3.7 电容耦合	65
3.8 中頻陷波器	66
第四章 高頻放大器	70
4.1 高頻放大器的作用和要求	70
4.2 高頻放大器的电路形式	71
4.3 高頻放大器的等效电路和增益的計算	74
4.4 高頻放大器的自激	78
4.5 高頻放大器的設計方法和步驟	79
第五章 变频器	85

5.1	变频器的作用和要求	85
5.2	变频器的结构和变频增益	85
5.3	变频器的电路	87
5.4	本机振荡器的稳定性	96
5.5	振荡迴路元件的计算	99
5.6	展闊調諧刻度	110
第 六 章	中頻放大器	117
6.1	中頻放大器的作用和要求	117
6.2	中頻的选择	118
6.3	中頻放大器的典型电路	119
6.4	中頻放大器的特性	120
6.5	中頻放大器的設計方法和步驟	123
6.6	可变通頻带的中頻变压器	132
第 七 章	高频电感綫圈	134
7.1	綫圈的一般性能及技术要求	134
7.2	綫圈的结构及其对性能的关系	136
7.3	空心单层綫圈的設計	141
7.4	空心多层綫圈的設計	146
7.5	綫圈的耦合和分段	148
7.6	磁心綫圈	150
7.7	磁性天綫	153
第 八 章	检波器	161
8.1	检波器的作用和要求	161
8.2	检波器的种类	162
8.3	二极管检波器	166
8.4	其他形式的检波器	181
8.5	检波器中的干扰抑止器	185
第 九 章	自动增益控制电路和調諧指示器	188
9.1	自动增益控制的作用和要求	188
9.2	自动增益控制的方法	190

9.3	简单的自动增益控制电路	192
9.4	延迟式自动增益控制电路	195
9.5	自动增益控制作用的范围	197
9.6	无噪调谐	200
9.7	调谐指示器的作用	204
9.8	指示管的构造和工作原理	204
9.9	指示管的电路接法	206
第十	章 正反馈(再生)和来复电路	207
10.1	正反馈的作用	207
10.2	正反馈电路的分析	208
10.3	正反馈的应用	213
10.4	来复电路的作用	217
10.5	来复电路的工作原理和特性	217
10.6	来复电路的应用	220
第十一	章 音频电压放大器	224
11.1	音频电压放大器的作用和要求	224
11.2	放大电路的分析	225
11.3	工作状态的图解	230
11.4	三极管电压放大器的设计方法和步骤	232
11.5	五极管电压放大器的设计方法和步骤	237
第十二	章 功率放大器	243
12.1	功率放大器的作用和要求	243
12.2	三极管单管功率放大器的一般分析	247
12.3	6N1 作功率放大器的设计方法和步骤	252
12.4	五极管单管功率放大器的分析和设计方法	256
12.5	工作状态的变换	266
12.6	输出管的并联使用	268
12.7	推挽放大器	270
12.8	倒相器	277
第十三	章 输出变压器	282

13.1	电路的分析	282
13.2	高音频率的补偿	284
13.3	输出变压器的效率	285
13.4	输出变压器产生的非线性失真	287
13.5	输出变压器的计算	288
13.6	绕制方法	292
第十四章	负反馈电路	300
14.1	负反馈的作用和要求	300
14.2	负反馈的基本电路	301
14.3	负反馈放大器的特性	302
14.4	收音机中常用的负反馈电路	314
14.5	负反馈放大器的稳定性	328
14.6	负反馈放大器的设计	330
第十五章	音调控制器	334
15.1	音调控制器的作用和要求	334
15.2	音调控制器的电路	338
15.3	音调选择器	349
15.4	音调补偿器	353
第十六章	放音系统	356
16.1	放音系统的作用和要求	356
16.2	扬声器的特性	357
16.3	障板和开口式机箱	361
16.4	密闭式扬声器箱	366
16.5	低音反相箱	368
16.6	折迭号筒式扬声器箱	372
16.7	使用多只扬声器的简单方法	373
16.8	扬声器的分频	378
第十七章	电源供给	388
17.1	电源供给的方式	388
17.2	整流器	389

17.3	电源变压器	395
17.4	平滑滤波器	403
17.5	滤波扼流圈	407
第十八章	交流声	411
18.1	产生交流声的原因	412
18.2	减小交流声的措施	415
18.3	汽船声和去耦滤波器	421
第十九章	电路元件的选用、排列和布线	424
19.1	电路元件的选用	424
19.2	元件的排列和布线	431
第二十章	收音机的调整	441
20.1	调整前的检查和准备	442
20.2	直接放大式收音机的调整	444
20.3	超外差式收音机的调整	448
20.4	音频部分的调整和检查	454
20.5	电源部分的检查	455
附录:		
附录一	常用国产电子管	456
附录二	电阻和电容器的颜色标志	461
附录三	国产电动式纸盆扬声器	463
附录四	国产线圈规格表	465
附录五	国产漆包铜线规格表	470
附录六	变压器硅钢片尺寸	473
附录七	分贝表	474
附录八	电子管广播收音机分类与基本参数	482

第一章 概 述

1.1 收音机的分类

收音机的种类很多，分类的方法也很多。

依照电源供给方式，大体可分电池式收音机、交流式收音机、交直流式收音机及其复合使用的收音机等。

而从电子管的数目来分，则有单管收音机、二管收音机、……五管收音机……等。

根据所接收的信号的调制性质，可分为调幅收音机、调频收音机及调幅调频两用收音机等。

从所接收波段来分，又有长波收音机、短波收音机、超短波收音机以及多波段收音机或全波段收音机等，一般长波到短波是调幅的，超短波则是调频的。

从电路的特点上，还可分为直接放大式、超外差式的收音机等。

在收音机的结构方面，可分为携带式、台式和落地式收音机等。

有的收音机加了一些其他设备，故又有收音电唱两用机、收音电唱录音三用机，收音电视两用机等区别。

从电气及电声性能上，按国家标准将收音机划分为特级、一级、二级、三级、四级五种等级。

但习惯上，常按电路繁简程度，将收音机区分为高级型、普通型及简易型等几种类型。

现在晶体管技术的迅速发展，使得收音机又分成了晶体管收音机和电子管收音机两大类，同时还存在一些电子管和晶

体管兼用的收音机。

我們命名一台收音机，常将其各主要特点表示出来，例如，“交流五管三波段調幅超外差台式收音机”，由于一般所見到的收音机大都是調幅式台式，并且五管以上的收音机大都是超外差式，所以习惯上，簡称为“交流五管三波段收音机”，人們也会理解到就是指上述詳細名称所包括的一些內容。

1.2 收音机的作用和电路結構

一架收音机要收听电台的节目，必須具有下列两个基本作用：

1. 能够从許多电台和干扰信号中选择出所要收听的电台信号，也就是收音机必須有选择性。
2. 要使人耳能听到原来信号，必須把接收到的高频信号还原，也就是对高频信号进行检波。

如果想用揚声器发出响亮的声音，那么还需将检波后的信号加以放大。

根据上述要求，收音机有下述两种基本的电路結構：

1. 直接放大式收音机

直接放大式收音机的电路結構参看图 1.1。杂乱的信号自

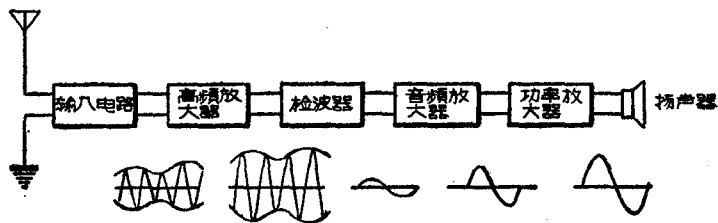


图 1.1 直接放大式收音机方框图

天綫先进入輸入电路。輸入电路的頻率特性曲綫（即各种頻率不同的信号通过輸入电路时的特性）具有图 1.2 的形状，故对进入的信号有选择作用，它让有用信号順利通过，而其他不需要的信号則被削弱。

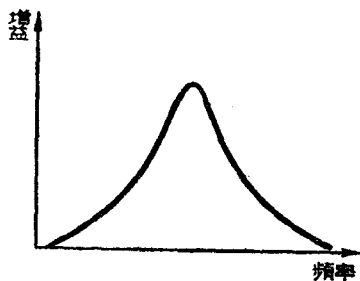


图 1.2 輸入电路的頻率特性曲綫

經過选择的信号被送到高频放大器放大以后，进行检波，检出的音频信号再进行电压放大和功率放大，推动揚声器发声。为了簡明地表示电路結構，常常采用符号的形式，一般用字母 V 代表检波級，字母 V 前面的一个数目字表示高频放大器的級数，字母 V 后面的一个数目字代表音频放大器的級数，电源供給部分不作表示，图 1.1 的例子就可写为 1—V—2。最簡单的矿石收音机只有輸入电路，检波器和耳机三部分，就是 0—V—0，一般簡单的直接放大式收音机多不带高频放大器，其形式常是 0—V—1 或 0—V—2，这种符号表示方法只能表示出电路結構，而不能看出电子管数目，因現在大都使用复合管。

直接放大式的优点是結構簡單，但是性能上有着严重的缺点，因为直接放大式收音机中所采用的单調諧迴路特性是不够理想的，如图 1.3，要使放音的頻带宽，則选择性差（如曲綫①），要使选择性好，則放音的頻带窄（如曲綫②），这个矛盾不能解决。同时选择性随頻率增加而变坏（見第三章說明）。当頻率很高时，例如在短波段，則一个单調諧迴路几乎失去作用，以至不能分隔邻近的电台，如果增加諧振迴路的数目，选择性虽有些改善，但結構就变得太复杂。

此外，直接放大式收音机中的高频放大器，要在很宽的频率范围内工作，故不可能获得很均匀的放大倍数，而且在短波段时，由于电子管屏栅电容和布线电容的影响很大，放大器就不能获得稳定的增益较高的放大。所以，直接放大方式目前仅应用在只有中波的质量要求不高的简易收音机中。

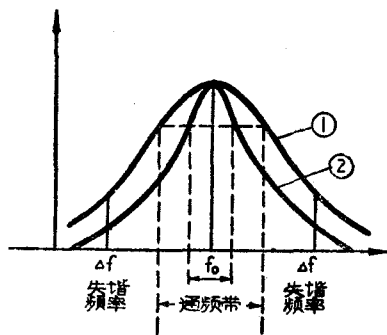


图 1.3 单调谐回路通频带与选择性的关系

2. 超外差式收音机

超外差式收音机的典型电路结构见图 1.4。自天线进入的信号先经过输入电路的选择，和高频放大，然后进行变频。变频的作用是将输入高频信号转变成中频信号，并且不论高频信号的频率是多少，总是变成同一个中频频率，而调制频率的包络不变。经过中频放大后，才进行检波和音频放大。

超外差收音机也可以用符号来表示，一般用 G 代表变频级，G 之前的数字表示高放级数，G 以后的数字代表中放级数，其他符号和直接放大器一样，图 1.4 的结构可表示为 1—G—1—V—2。普通的五、六管超外差式收音机为了结构简单，多不加高频放大器，故最普遍的形式是 0—G—1—V—2。还有一些简单收音机也采用超外差式，而用 0—G—1—V—1，0—G—V—1（或 2）等结构。很高级的收音机则常是两级中放，音频放大器也较复杂，即为 1—G—2—V—2（或 3）等。

超外差收音机和直接放大式收音机相比，有许多突出的优

点。中频放大器因为只工作于一个很窄的固定频率带，故中频变压器可以采用双耦合的谐振回路，它的频率特性就理想得多，如图 1.5，选择性大为改善，而且同时能够获得较宽的放音频率范围。

因为中频放大器工作于一个很窄的固定频率带，而且频率较低，所以容易获得稳定而又比高频放大器的高得多的放大倍数，使收音机的灵敏度大为提高，并且不受输入信号频率变化的影响。也就是说在整个波段内可以得到均匀的放大。故普通的超外差式收音机常不加高频放大器，而仍有较高的灵敏度。由于超外差式收音机的上述许多优点，故为目前广泛采用。

在电子管收音机中，除了输入电路以外，每一级一般都必须有一只电子管或者一只复合管的独立部分，但检波级也可以用晶体二极管。在一些简单收音机中，有时将一个电子管同时作两种不同的放大作用。例如图 1.6 检波输出的音频电压又送回到中频放大器，将中频放大器同时作音频放大器用。因为这两种频率相差较大，容易用滤波

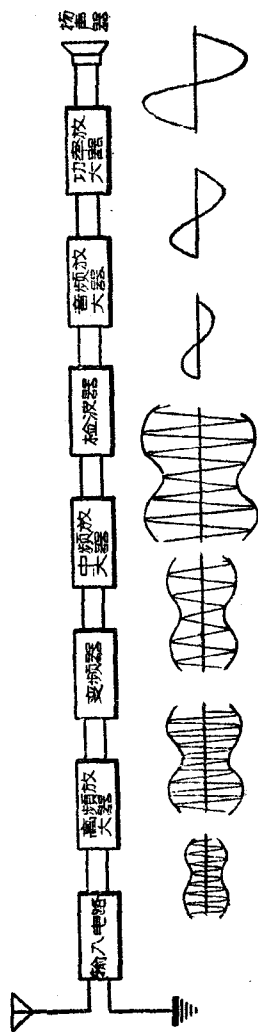


图 1.4 超外差式收音机方框图

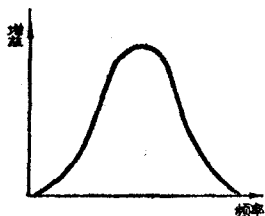


图 1.5 中频变压器的频率特性

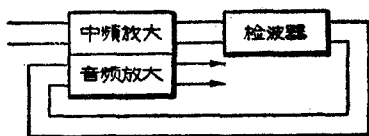


图 1.6 来复式电路方框图

器分隔开，在一个电子管中分别工作。同样，高频放大器也可以和音频放大器合用。

这种方式称为来复式电路，它可以提高电子管的利用率，但电路上由于受到一定限制，性能方面并不是很理想的。

在一架收音机中，除了基本电路以外，还有其他一些附属电路和设备。

在直接放大式收音机中，经常使用正反馈电路来提高灵敏度和选择性。

所谓“再生检波”，就是正反馈的常用方式之一。如图1.7，

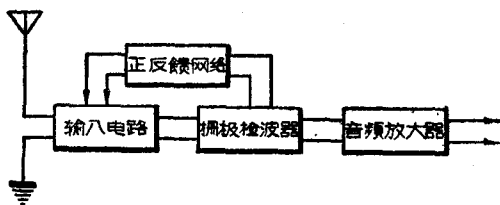


图 1.7 直接放大式收音机中的正反馈

在栅极检波器的输出端将一部分高频电能反送到输入调谐回路，并使它的相位与输入信号的相同，其效果是一方面加强了信号的振幅，提高了放大倍数，另一方面减少了回路的等效损耗，使谐振曲线尖锐，提高了选择性。

正反馈也可用在超外差式收音机中。例如所谓“帘栅再生”，

它是将变频管的屏极输出信号的一部分电能正反馈到变频管的帘栅电路中，如图 1.8。这种电路也可应用在中频放大器中。

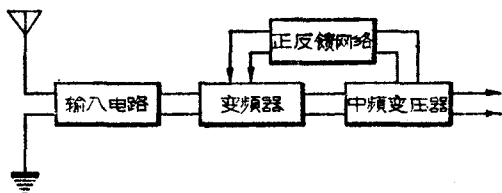


图 1.8 超外差收音机中的正反馈

为了能够任意改变收音机的声音大小，必须装置音量控制器（通常是用一只电位器）来调整。在灵敏度较高的超外差式收音机中，收听远地电台和近地电台信号强弱相差很悬殊，输出的音量大小变化将很大。另一方面在收听远地电台时还要产生信号忽强忽弱的所谓衰落现象，因之光靠人工调整是不方便的，故必须装置自动增益控制（习惯上常叫自动音量控制）电路，当收音机输入信号的大小变化时，收音机的增益能自动作相反的变化，以使输出信号的大小保持恒定。为了调谐方便，中级以上的收音机，通常装置电子调谐指示器，用一种所谓“电眼”管，看着它的光影变化，很容易将收音机调到最好的状态。若对收听广播的节目有较高的要求，不仅使音量可以调整，而且还能根据节目的性质和听者的爱好，改变收音机的频率特性，则必须装置音调控制电路，用音调电位器进行调节。

收音机的音频电路中，通常设有负反馈电路，以降低非线性失真，改善音质，以及提高其他许多方面的性能。

中级以上的收音机，在音频放大器的输入端装有拾声器插口，以备电唱机放音之用，此外，高级收音机中还备有外接扬声器的插口，以备使用外加的扬声器。

現在新式的高級收音机中，常裝有二套音頻放大器，可以放送雙頻道的唱片和錄音帶，即所謂立體聲裝置，它的音量和音調電位器，都是同軸調整的。

高級收音机都裝有機內天綫，中波用磁性天綫、短波用鋁箔天綫或環形天綫。

由于电子管工作时必須供給电源，故还必須有一套电源供給設備。工作于交流电源的收音机，应有电源變壓器，乙電整流器等。有一些收音机电子管的灯絲串聯起來工作，就可省去變壓器。

交流供电的收音机存在着一种討厭的交流哼聲，較好的收音机就採取一些專門用來減低交流聲的電路。

1.3 收音机的电气和電聲指标

对收音机的电气和電聲性能方面的要求，是用許多技術指标來表示的，收音机等級的不同，要求也不同。附录八是我国局定标准，將收音机分为五種等級。市場上常見的五六管普通收音机，是三級机，比較简单的三、四管机是四級机，而那些体积較大，电子管数目較多，一般称为高級收音机的，則是一級机和特級机，区别我国一級机和特級机的明显标志是：特級机带有高频放大器，使用三連可变电容器，而一級机沒有高频放大器，使用雙連可变电容器。但是国外的一些收音机中并不受这样的限制，相当于一級的收音机有的也带有高放級和使用三連可变电容器。

对业余者來說，附录八的各项指标并不需要在設計收音机的时候都考慮到，但为了便于理解一些收音机的說明書和書籍杂志中提到的一些名詞，下面就把这些指标的意义稍加解釋。

1. 頻率范围