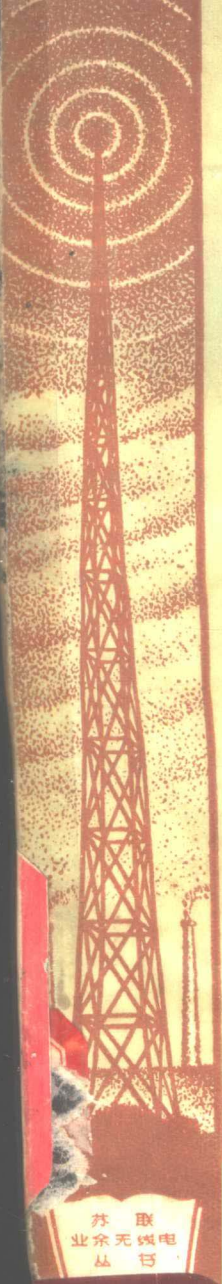


收音机的测量

苏联 Г. А. 斯尼采列夫著

王济光 孟国恩 译

人民邮电出版社



苏联
业余无线电
丛书

收音机的测量

苏联 Г. А. 斯尼采列夫著

王济光 孟国恩译

人民邮电出版社

Г.А. СНИЦЕРЕВ
ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ
И НАЛАЖИВАНИИ
РАДИОПРИЁМНИКОВ
СВЯЗЬИЗДАТ
МОСКВА 1955

內 容 提 要

本書主要叙述修理和調整收音机时的测量方法和测量仪器。在叙述测量方法时是以一架收音机为例来说明如何测量它的各部分的电流、电压和电阻,以及各种主要特性参数。本書虽是环绕测量来讲的,但有相当多的篇幅是通过测量来分析修理和調整收音机的方法。为了配合测量的讲解,除叙述了各种测量仪表的知識以外,还扼要地介绍了收音机各种主要参数的意义。

收 音 机 的 测 量

著 者: 苏联 Г. А. 斯尼采列夫
譯 者: 王 济 光 孟 国 恩
审校者: 沈 承 弼
出版者: 人 民 邮 电 出 版 社

北京东四 6 条十三号

(北京市書刊出版登記證出字第 048 号)

印刷者: 北 京 市 印 刷 一 厂
發行者: 新 华 書 店

开本 787×1092	1/32	1955 年 6 月北京第一版
印张 4 张	頁數 71 插頁 3	1955 年 6 月北京第一次印刷
印刷字數 104,000 字		統一書号: 15046·总 750—第 186
印数 1—10,100 册		定价: (10) 0.65 元

序 言

只有在使用适当的仪器的情况下，才可能把無線电广播收音机修理得好而快。本書將說明在修理和調整無線电广播收音机时如何使用仪器和設備的問題。

从本書的書名可以看出，本書主要叙述檢修收音机故障和調整、測試已修好的收音机时所作的測量。書中的所有叙述都是以流行很广的“里加—6”牌收音机做例子。

書中还簡要地介紹了修理部所应具备的一套起碼的測量仪器。这一套仪器中首先應該有測量电流、电压和电阻的指針式仪表和高、低頻信号發生器。此外也可以添有电子管伏特表、測量电桥、示波器、用以觀察諧振曲綫的附件和 Q 值表等仪器。

書中主要介紹工業上生产的測量仪表，以及任何無線电修理部都能自制的仪表。对那些由于某种原因不是所有修理部都能自制的仪表，只作了簡短的叙述，仅仅說明这些仪表的工作原理。

除了叙述測量方法和測量用的仪表以外，書中还对收音机的主要参数作了簡短的說明，并介紹了測量这些参数的方法。这些参数在估計收音机的質量情况和調整收音机时都是必須測量的。

本書适合修理部的沒有受过專門訓練的工作人員閱讀。

由于本書的篇幅有限，不能詳尽無遺地說明一切，作者只能尽力帮助讀者去正确地掌握無線电測量的原理和方法。

讀者如欲更深更广地了解这方面的知識，可以學習較詳細地叙述無線电測量和測量仪表的其它專門書籍。

关于本書的批評和意見請寄莫斯科中心，清塘大街2号，邮电出版社。

作者

目 录

序言

收音机的参数	1
主要参数	1
输出功率	1
接收波段	2
灵敏度	2
选择性	3
频率稳定度	5
自动音量控制特性	5
频率特性曲线	6
保真度特性曲线	7
哼声系数	7
修理收音机的检查和试验方法	7
测量及其准确度	10
修理和调整收音机使用的测量方法和测量设备	13
指针式测量仪表	13
磁电式仪表	13
电磁式仪表	14
热敏式仪表	15
电流的测量	16
使用的仪表	16
测量电流用的仪表的接法	16
仪表的电流量程的扩展	17
多量程的仪表	19
万用分流器	20
用磁电式仪表测量交流电流	21

电压的测量	24
仪表的使用	24
伏特表的接法	25
伏特表量程的扩展	26
多量程的伏特表	28
磁电式伏特表	29
用磁电式仪表测量交流电压 输出表	30
电子管伏特表	32
实际的电子管伏特表的电路圖	33
电子管伏特表量程的扩展	34
分压器的计算	36
测量交流电压用的电子管伏特表 BKC—7 B 型伏特表	37
电磁式伏特表	39
电阻的测量	39
使用的仪表	39
用伏特表测量电阻	39
欧姆表	41
欧姆表的计算	42
刻度盘的分度	43
零点调整	44
用并联电阻调整零点的欧姆表	44
测量电阻用的电桥	46
实际的测量电阻用的电桥的电路圖	48
使用耳机和 6 E 5 C 型电子管作为平衡电桥的指示器	52
万能表	54
TT—1 型万能表	54
具有轉換开关的万能表	56
电容量和电感量的测量	58
电容量的测量	58
电感量的测量	65

頻率的測量	67
高頻和低頻信號發生器	69
發生器的種類	69
ΓCC—6 型標準信號發生器	69
Γ3—1型音頻電流發生器	72
Q 值表	73
儀表的用途	73
繞圈質量因數的測量	73
繞圈電感量的測量	77
繞圈的固有電容的測定	77
電容器電容量的測量	78
電容器質量因數的測定	79
其它的測量	79
電子示波器	80
陰極射綫管的工作原理	80
30—5 型電子示波器	85
在示波器的屏幕上得到諧振特性曲綫的原理	86
PK—1 型附件	87
有障礙的收音機的檢查	89
概述	89
電壓的測量	89
電流的測量	91
電阻的測量	93
裝配的檢查	94
電源部份的檢查	95
揚聲器和輸出變壓器的檢查	97
低頻放大器的檢查	98
檢波器和自動音量控制電路的檢查	101
中頻放大器的檢查	101
變頻器的檢查	103

高频放大器和输入回路的检查	108
收音机的调整	111
收音机电气测试用的测量仪表的主要特性	111
保证正确测量收音机参数的条件	113
收音机参数的检查	117
额定输出功率	117
标准输出功率	119
接收波段	119
灵敏度	120
选择性	121
频率稳定度	123
自动音量控制特性	123
频率特性曲线	124
保真度特性曲线	125
哼声系数	126
附录1: 磁电式仪表的内阻和电流量程的测定	127
毫安表内阻的测定	127
伏特表内阻的测定及其中所采用的仪表的电流量程的测定	128
附录2: 指针式测量仪表刻度盘的标画	129
概述	129
安培表(毫安表)刻度的标画	129
伏特表刻度的标画	131
刻度的检查	132
附录3: 伏特表每伏欧数、伏特表内阻与伏特表中所用的仪表 的电流量程之间的关系	133
附录4: 电子管伏特表的数据	134
附录5: 欧姆表能测量的电阻的最大值与电池电压和仪表的电 流量程的关系	134
附录6: “里加—6”型收音机部分电路的电阻一览表	135

收音机的参数

主要参数 任何一架收音机我們可以根据它的所謂“参数”来衡量它的質量情况。如果一架收音机的这些参数不符合于1952年1月1日公布施行的国定全苏标准(ГОСТ)5651—51号和該型收音机的技术条件所要求的标准,则表示这架收音机是有毛病的。

需要通过測量来确定的無線电广播收音机的主要参数如下:

1. 輸出功率;
2. 接收波段;
3. 灵敏度;
4. 选择性;
5. 頻率稳定度;
6. 自动音量控制特性;
7. 頻率特性曲綫;
8. 保真度特性曲綫;
9. 哼声系数。

輸出功率 輸出功率表明收音机工作时的音量,它决定于低頻放大器的功率,也就是决定于低頻級电子管的程式和工作状态。

收音机揚声器的發音有时有一些失真,这里失真主要是由于电子管特性曲綫的非綫性而产生的。这种失真叫做非綫性失真。此外,揚声器發出的声音里不仅有信号的基本頻率,还有信号的倍頻,因而揚声器也会帶來非綫性失真。这些倍頻称为諧波。諧波越强,非綫性失真越大。

非綫性失真的大小通常以表示放大后的有用信号中含有諧波多少的一系数来估量。非綫性失真系数在数值上等于所有高次諧波的总电压（或电流）与基頻电压（或电流）的比值，并以百分数来表示。最大許可的非綫性失真系数可达到10—15%，并随頻率而異；在这样大的失真系数时，中等灵敏度的人耳还几乎感觉不到失真。但是，利用这个系数来估量非綫性失真并不能对音質的好坏得到一个完整概念，因为它沒有考虑到由于复合振盪的各分量相互作用（拍）而产生的合成頻率。

在非綫性失真系数符合允許数值下得到的收音机低頻放大器的最大有用（顛值）功率称为額定輸出功率。除額定功率的概念以外，在書中还常遇到“标准功率”这一名詞。标准功率是指額定功率的 $\frac{1}{10}$ 。

接收波段 正如名詞本身所表明的，这个参数表明收音机所能接收的波段。

灵敏度 無線电收音机的灵敏度表示要在輸出端得到标准功率所需加在天綫上的电动势数值。灵敏度的測量單位为微伏。

收音机的灵敏度越高，則它可以接收越弱的信号。但是，实际上只有在收音机輸出端的有用信号电平超过收音机的本身杂音电平时，才能得到高的灵敏度。国定全苏标准規定：在輸出端为标准功率时，有用信号电压至少应当超过杂音电压10倍。

在波段的各个不同点上，收音机的灵敏度是不一样的。因此通常是在每个分波段的几个点（不少于三点）上測定灵敏度，并根据所得数据画出曲綫（見圖1）。在圖1上，用对数比例尺表示的縱坐标軸是指天綫上的电动势。讀数的始端不是从下往上，而是从上往下。因此曲綫上位置較高的点相当于輸

入电压的数值较小（也就是有较高的灵敏度）。

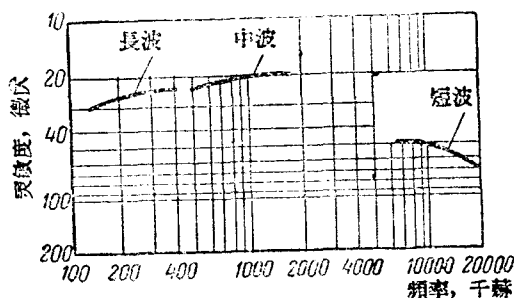


圖 1 收音机的灵敏度曲线

选择性 选择性表示收音机选出和通过所需要的电台信号和扼止其它同时工作着的电台信号的能力。换句话说，选择性表示收音机从同时作用在天线上的各不同频率的振盪中选出并通过所需振盪的能力如何。

大家知道，为了使無線电话的音質良好，除去收音机所調諧到的那个频率（無線电台的載頻）以外，收音机还应当很好地选出和通过与調諧频率相差 $\pm (3-7)$ 千赫的其它一些频率。这样，收音机不仅对載頻，并且对宽度約为6—14千赫的整个頻帶（頻譜）內的频率应有同样的灵敏度；但对其它所有的频率，收音机是不应当灵敏的，因为它们是别的無線电台所發送的。

一般認為：为了保証無線电话有很好的音質，發送頻譜內所包含的各频率的振盪最多允許衰減 $\frac{1}{2}$ 。这样一来，收音机对于这些频率的灵敏度可以是对調諧频率的灵敏度的 $\frac{1}{2}$ 。从上述来看，保証音質优良所需要的收音机的通頻帶决定于其振盪比收音机調諧频率弱一半的两个频率間的間隔。实际上，两个最

靠边的边頻衰減到 $\frac{1}{5} - \frac{1}{8}$ 时，音質还不致有显著的惡化。

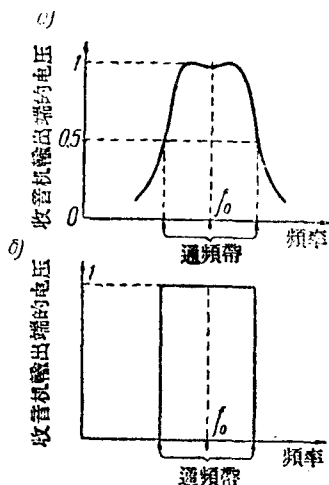


圖 2 收音机的諧振特性曲綫：
a—实际的；b—理想的。

收音机的選擇性曲綫或諧振特性很清楚地表示出收音机的選擇性和通頻帶。这条曲綫（圖 2 a）表明，收音机对調諧頻率 f_0 具有最大的灵敏度；而对其它頻率則与調諧頻率相差越大灵敏度越低。根据这一曲綫，很容易确定收音机的通頻帶。

好的收音机应当有邊緣陡降而頂部平坦的選擇性曲綫。在理想情況下，曲綫应呈矩形（圖 2 b）。在具有这种選擇性曲綫的情況下，收音机通頻帶

內包括的全部頻率都將同样好地被它选出并很好地通过收音机的电路；而对于所有其它頻率，則不讓它們通过。因而除收音机所調諧到的电台以外，所有其它电台的頻率都將被抑止，因为这些干扰电台的頻率是在它的通頻帶範圍以外。

通常選擇性曲綫画成圖 3 的样子。从这个曲綫可以看出，收音机使相鄰电台信号比所調到的电台信号衰減了多少倍。圖上灵敏度的数值是按对数比例尺画的（从下往上）。

選擇性不仅可以圖解来表示，

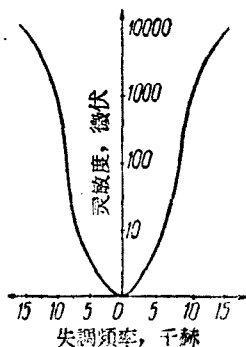


圖 3 收音机的選擇性曲綫

也可以用数字来表示，即收音机使与調諧頻率差一定数值（如 ± 10 千赫）的其它电台信号減弱的倍数。显然，在一定的失調时，信号減弱越多，則收音机的選擇性越高。

無論曲綫或数字，都表明收音机对相鄰电台的選擇性，或者說对鄰近波道的選擇性。用这种方法可以充分表明直接放大式收音机的選擇性。至于說到超外差式收音机，則它的選擇性还应当附加地用收音机削弱鏡頻波道干扰，和削弱頻率接近中頻之电台干扰的倍数来表明。

頻率穩定度 頻率穩定度决定于收音机接通电源后加热时調諧的变化程度。大家知道，將超外差式收音机調到要接收的頻率上是利用收音机的本机振盪器完成的。本机振盪器調諧到与所收頻率相差一中頻。如果本机振盪器的調諧受到某种影响而發生变化，則收音机將失調，結果收到的信号經变频后將变为与收音机的中頻不一样的頻率。为了使对于所收电台的調諧始終不变，本机振盪器的頻率应当是稳定的。本机振盪器的頻率与許多因素有关，首先是与温度有关。在接通收音机的电源以后，由于电子管和其它零件發热，收音机內部的温度將逐漸增高，这就可能促使本机振盪器的頻率發生变化，破坏收音机对接收頻率的調諧。因此，本机振盪器应設計得使它的頻率在温度变化时尽可能不改变。

自动音量控制特性 自动音量控制特性表示收音机輸入端信号电压改变时輸出端电压的变化情况。为了使收音机的扬声器能把無綫电台的强、弱信号都以同样的音量放出，需要裝置自动音量控制設備（APV），在接收强信号时，自动音量控制設備自动地減低高频和中頻級的增益。自动音量控制特性曲綫表示收音机輸出端电压受輸入端信号电压变化的影响如何。受的影响越小，則自动音量控制的作用越有效。

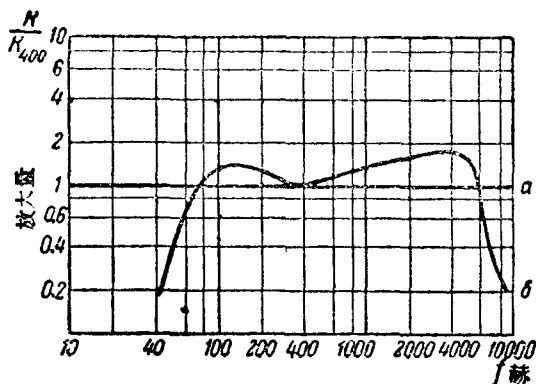


圖 4 收音机的頻率特性曲綫

頻率特性曲綫 这个特性曲綫表示在放大器輸入端信号电压不变的条件下，收音机輸出端的电压与低頻放大器輸入端信号頻率的关系。所以，頻率特性曲綫表明收音机的低頻放大器对音频电压的放大情况，有时頻率特性曲綫表示收音机低頻放大器的放大量与低頻輸入端信号(大小不变)的頻率間的关系。

在理想情况下，放大器应当均等地放大無綫电信号中包含的一切頻率。因此，在这种情况下，頻率特性曲綫应当是平行于横座标軸的直綫(a)(圖4)。事实上，对于各种不同頻率的放大是不相等的，因此实际上的特性曲綫(b)和理想的特性曲綫是有区别的；只要对各頻率的放大量不低于某一中間頻率时的放大量的一半，这样的頻率特性曲綫就可認為是相当均匀了。通常这个中間頻率取为 400 赫。如取中間頻率时的放大量为 1，并根据它算出在其它頻率时放大量的变化，就能方便地把頻率特性曲綫画成圖 4 的样子。圖中横座标軸代表頻率，縱座标代表各頻率时的放大量与 400 赫（或另一假定的中間頻率）时的放大量之比。

保真度特性曲綫 收音机發音的自然度决定于收音机低頻放大器对音頻的放大情况，以及广播电台所發射的頻譜通过收音机各級的情况。保真度特性曲綫就是从天綫輸入端起到揚声器止的整个收音机电路的頻率特性曲綫，上述情况就可根据它来判断。

保真度特性曲綫表示在信号的載頻电压和調幅度都不变的情况下，收音机輸出端的电压与輸入端信号的調制音頻之間的关系。

保真度特性曲綫和頻率特性曲綫用同样的方法表示，所不同的是保真度特性曲綫在高頻范围有較大的降落。高調制頻率的減弱程度决定于收音机通頻帶的寬度和它的諧振特性曲綫的形狀。通頻帶越窄，則高調制頻率通过时受到的限制越大。固定全苏标准規定收音机通过高調制頻率时的不均等度允許为5—8倍。

哼声系数 沒有播音时，收音机輸出端的哼声电压值与取得額定輸出功率所需要的輸出端音頻电压值之比称为哼声系数。哼声系数通常用百分数来表示。在这里，哼声就是当沒有信号时听到的杂音。产生哼声是由于收音机本身会产生內部杂音，这种內部杂音产生于槽路、电阻和电子管之中；此外哼声也由于用市电供給收音机电源时整流电流有脉动所致。哼声系数不应当超过1—2%。

修理收音机的檢查和試驗方法

在修理收音机时，最終的目的就是要使收音机的参数达到标准。为了順利地达到这个目的，必需有一定的方法；用这些方法可以准确而迅速地查明收音机的工作不正常的原因。这种

方法就是將所修收音机各部分电路的工作情况和电子管的工作状况与同型的良好收音机加以比較。

修理收音机的第一步就是檢查收音机，并消除在檢查中發現的障碍。下一步就是調整，即把收音机的参数調到标准值。当然，如果收音机仅發生不影响参数的小障碍（如电路中某一处断綫），則不必进行調整。但是，如果收音机送到修理部去修，則需要檢查它的参数，因为在使用收音机的过程中，各参数可能已發生了变化。

在檢查时，首先要查明那一級有毛病，然后再在这一級中找出障碍。

檢查收音机的任何一級时，只要在該級的輸入端加上該級所应放大或調变的电压，并在該級的輸出端測量电压值。根据輸出电压值，就可以判断該級的工作能力。把檢查收音机时發現的一些明显的机械障碍消除以后，应檢查电子管、电源部分和揚声器是否良好。然后，如果收音机仍不能工作，則需要檢查其余各級，这时从揚声器逐步檢查到天綫：首先檢查低頻放大器是否良好，然后檢查檢波器、中頻放大器等。發現那一級不正常，就要在这一級进行詳細的檢查。在消除了这一級的障碍以后，应当进行下一步的檢查。

檢查用的高頻和低頻电压是从信号發生器取得的。收音机輸出端的电压，可利用所謂輸出表的一种專門电压表来測量。

上述檢查收音机的程序用圖解的方法表示于圖 5 中。根据具体情况，可以免去一些檢查程序。例如，如果除去某一个波段以外，在其它所有波段中收音机都正常地工作，則沒有必要檢查低頻放大器、檢波器和中頻放大器，而只需要从变頻器开始檢查，在必要时（如果变頻器沒有毛病），可逐級往天綫的方向繼續檢查。

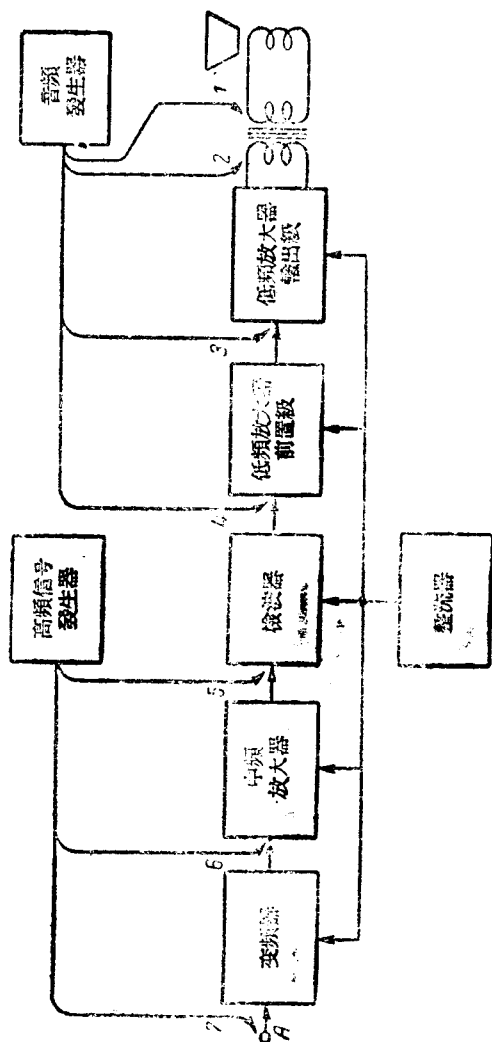


图 5 表明收音机检查程序的方塊圖