

734558

电子技术丛书

DIANZI JISHU CONGSHU

半导体收音机

测量与修理

马兰皋编



广东科技出版社

电子技术丛书

半导体收音机测量与修理

还 期 表

广东科技出版社

半导体收音机测量与修理

马 兰 皋 编

•

广东科技出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 8印张 6插图 173,000字

1979年3月第1版 1979年3月第1次印刷

印数 1—125,000册

书号 15182·7 定价 0.68元

出版说明

电子技术是新兴的前沿科学。近几十年来，电子技术的发展日新月异，许多人把电子技术水平作为衡量一个国家的现代化水平的标志。因此，普及电子技术与实现四个现代化有着密切的关系，而电子工业的发展是实现四个现代化的物质技术基础的重要组成部分。为了在提高整个中华民族的科学文化水平的斗争中，为普及电子技术作出应有的贡献，我们编辑出版了《电子技术丛书》。

这套丛书由冯秉铨教授主编。力求坚持以马克思主义的辩证唯物主义和历史唯物主义为指导，结合各个专题，阐述当前国内外研究电子和电磁场运动、电路理论和实践，以及信息传输系统的一般规律及其应用技术，通俗地介绍这些方面的客观规律和技术经验；同时也介绍有关的电子元件、器件、设备和系统，普及这些方面的技术知识，以促进电子技术更加广泛地应用于国民经济、国防和科学技术的各个领域。

本丛书既着眼于当前，也着眼于未来，从国内现有实际技术水平出发，又要有所提高。以具有中等文化水平的工人、技术人员，以及从事电子工业生产和科研的有关人员为主要对象，也可供高等院校、中专电子学专业的师生和业余爱好者参考。

前 言

半导体管是四十年代末期出现的，到今天只有三十多年时间。由于它比较能够适应现代工农业、国防、科技对电子器件的要求，具有性能优异、小巧而又可靠等特点，已经在电子技术的许多领域内逐渐取代了电子管，而成为所谓电子技术第二代的标志。

新中国成立后，我国电子技术有了很大的发展，电子工业从无到有，技术水平不断提高，半导体管收音机的生产工业也有了一定的规模。但是，在林彪、“四人帮”的干扰和破坏下，国内半导体管收音机的设计和生产技术，与国外先进水平比较，已经大大落后一步。粉碎“四人帮”以来，电子工业战线广大职工和科技人员，分清路线是非，决心改变这种落后状况。目前，半导体管收音机的品种日新月异，质量要求指标也不断提高，因此，正确地掌握各类收音机性能的测量、调试和修理技术，对于提高收音机的质量，促进电子技术的发展和普及，是具有很大的现实意义的。

半导体管收音机就是采用半导体管作为放大、振荡、检波和整流器件的收音机。它的类型和规格品种繁多，不可能也没有必要详尽地一一加以介绍。本书仅侧重地说明一些最常用的品种，阐述最基本的工作原理，并通过对某些典型超外差式收音机线路的分析，帮助读者更好地掌握测量和维修的技术。

本书在编写过程中得到华南工学院、广州市工业产品检

验所、广州五金交电采购供应站、广州曙光无线电厂、广州南方无线电厂等单位的大力支持和帮助。书内插图由郑恩赐同志绘制。在此一并表示深切的谢意。

目 录

绪论	1
第一章 半导体管超外差式收音机基本原理	7
一、概述	7
二、变频级电路	11
1. 变频电路	11
2. 对变频管与混频管的一般要求	19
三、中频放大级电路	21
1. 中频放大电路	21
2. 中和电路	24
四、检波器及自动增益控制电路	29
1. 检波器电路	29
2. 自动增益控制电路	31
五、前置放大级电路	35
1. 阻容耦合前置放大级电路	36
2. 变压器耦合前置放大级电路	37
3. 来复式放大电路	38
六、功率放大级电路	39
1. 单端甲类功率放大级	40
2. 推挽乙类功率放大级	42
3. 滑动甲类功率放大级	44
4. 无输出变压器的放大级	46
七、电源电路	50
1. 电池	51

2. 整流电路	52
3. 滤波电路	57
4. 稳压电路	61
第二章 半导体管超外差式收音机电路	63
一、春雷4G1型四管一波段半导体管收音机	63
二、红灯2J8型七管三波段半导体管收音机	72
三、南方7J2 $\frac{A}{B}$ 型七管两波段半导体管收音机	73
四、春雷3P2型九管三波段半导体管收音机	88
五、南方 NTS—1 型七管台式半导体管收音机	96
第三章 半导体管收音机的调整	100
一、调整前的准备工作	101
二、工作点的调整	102
1. 变频或混频级集电极的调整	103
2. 中频放大级集电极的调整	104
3. 前置低频放大级集电极的调整	104
4. 末级功率放大级集电极的调整	104
三、调整中频放大级（调中周）	106
1. 利用电台广播信号调整中频放大级	106
2. 用高频信号发生器调整中频放大级	108
3. 用中频图示仪调整中频放大级	110
四、统调（调整灵敏度）	115
1. 统调的方法	117
2. 短波段的统调	120
3. 校验跟踪点	120
五、调整频率范围（对刻度）和调准频率的方法	121
1. 调整频率范围（对刻度）的方法	122
2. 调准频率的方法	123

六、调准低频放大级	124
1. 低频灵敏度及电流的调试	124
2. 额定输出功率的调试	125
3. 低频非线性失真的调试	125
4. 频率响应的调试	125
第四章 半导体管收音机的主要质量指标	127
一、灵敏度	127
二、选择性	130
三、波段覆盖(频率范围)	133
四、保真度	134
五、输出功率	136
六、收音机的声压	137
七、国产半导体管收音机分类与基本参数	139
第五章 半导体管调幅收音机电、声测量方法	145
一、灵敏度的测量方法	145
1. 外接天线和拉杆天线的灵敏度	146
2. 磁棒天线及框形天线的灵敏度	148
二、选择性的测量方法	153
1. 选择性的测量	153
2. 假象频率选择性的测量	155
3. 超外差式收音机的中频选择性的测量	156
三、波段覆盖(频率范围)的测量方法	157
四、保真度的测量方法	157
五、输出功率的测量方法	159
六、收音机声压的测量方法	160
1. 整机声压频率特性的测量	160
2. 整机声压谐波失真的测量	162
3. 平均声压的测量	163

第六章 半导体管收音机的维护与故障检查	165
一、半导体管收音机的使用与维护	165
1.使用方法	165
2.半导体管收音机的维护	167
二、常用的检查故障的方法	167
1.检查故障的步骤和注意事项	168
2.直观检查	168
3.检查电源电压、电流的方法	169
4.信号注入检查法	173
5.用万用表检查故障的方法	176
6.短路法检查故障	181
第七章 半导体管超外差式收音机的修理	182
一、完全无声	182
1.电源检修	184
2.功率放大级的检修	187
3.低放级的检修	188
二、有沙沙声、无电台信号	190
1.检波器的检修	190
2.中频、变频部分的检修	190
3.电路里影响直流工作状态的检修	192
三、灵敏度低和音量小	193
四、选择性变坏	195
五、汽船声、哨叫声及噪声	196
六、失谐的检修	198
七、失真	199
八、高频机振	210
九、其他故障的修理方法	210
1.印刷电路板的故障和保护	210

2. 音量开关不能控制	211
3. 频率指示失调	212
4. 频率漂移(逃台)和衰减现象	212
5. 部分停振	213
6. 更换元器件的方法	213
十、两种简易信号发生器	214
1. 音频、高频两用简易信号发生器	214
2. 一种最简单的信号发生器	218
结束语	219
附录	220
一、分贝(dB)值的测量和换算	220
二、关于声强级与声响级	227
三、收音机输出功率和电压的换算	228
四、本书所用运算符号、代表符号和 缩写词的意义	230
五、常用电子线路符号	233
六、常用半导体二极管、三极管特性表	235

结 论

随着现代科学技术的飞速发展，测量技术在电子设备的设计和生产中显得非常重要。它的应用范围日益广泛，并且涉及到许多方面的科学知识。所谓测量，就是把某一待测的量值与被采用作为单位的同一量的数值进行比较，以便评定待测的量值是否符合规定的技术指标。测量技术就是测有关电的量值的技术。对于半导体收音机来说，测量主要是对电信号的特性进行测量，通过测量评定这些信号的波形、频率以及相位等是否符合技术指标和规定的参数。

例如，在收音机测量中，对于放大系数（输入与输出电压之比），衰减（输入功率与输出功率之比，通常取比值的对数），非线性失真系数（谐波功率与基波功率之比），调幅度（调制信号幅度与载波信号幅度之比），调频指数（频偏与调制频率之比），回路的特性阻抗（电感与电容之比的平方根）等等，部颁标准中都定出了技术指标和参数，作为测量的基准。

测量技术是现代电子工业的重要组成部分。因为如果没有可靠的测量方法和相应的测量设备，就不可能研究电信号特性的差异和正确地进行生产。测量技术的普及，不但可以提高生产效率，而且可以提高测量的准确性，改进收音机的质量。所以，人们把收音机测量和测量仪器比做触角和眼睛，这是颇为恰当的。

解放后，我国半导体收音机的生产发展很快。到1976

年为止，全国半导体收音机产品型号，已达到两百七十多个，不仅普及机增多，而且增加了一级收音机，还填补了高级机的空白。但是与国外先进水平比较，还有很大距离。

电子管收音机的出现已有五十多年的历史。二十年代，随着调幅广播的采用，收音机工业逐渐形成。以后随着新的电子器件的诞生，在四十年代相继发展了米波调频声音广播，收音机增添了调频波段。四十年代后期，随着半导体的发现，半导体收音机有了迅速的发展，已在相当程度上取代了原来的电子管收音机。现在，声音广播已经深入人们生活，收音机工业已逐渐转变成为庞大的电子工业。

收音机半导体化以来，已经相继采用了集成电路和厚、薄膜电路以及固体电路（半导体，集成电路混合式）。在采用新技术方面，高级收音机比较多的采用了电视机装置中的一些新技术。较好的型号已经逐步采用了集成电路，变容二极管调谐，中频陶瓷滤波器和场效应半导体等。高级收音机一般都采用了二次变频和频带展宽技术；某些带时钟的收音机采用数字显示；有立体声设备的收音机，有的采用了集成化的锁相环立体声解码器。有的收音机还采用双基极半导体、变容二极管、六联短波电容器，以及调幅、调频中频放大器分开的技术，装置在汽车上的收音机一般采用了去噪措施等。这些新技术的采用，使半导体收音机的性能不断提高。

在收听频率上，也有许多改进。除了原来的频率范围各波段分为长波145~402千赫，中波510~1620千赫，短波1.6~26.5兆赫，超短波87~108兆赫等以外，又增加了C13(家用频段)，PB(警察用频段)，WB(气象频段)，AIR B(航空频段)以及T.V₁，T.V₂(电视伴音)等收听频率范围。近年来，收音机的发展趋势已开始向调频立体声，对讲机

(家庭用)以及无线电话(对讲机形式)等发展,调频收音机也已从单声道向双声道或多声道系统发展。

从装机和使用特点上,目前收音机已经包括有:全波段收音机,调频立体声收音机,收、录音机(八个磁道的盒式收音、录音)。还有,海洋、航空气象预报专用的收音机,带有打火机的收音机,手表式收音机,自行车装用收音机,汽车装用收音机,以及台式数字时钟收音机等等。收音机的外型可分为:落地式,台式,便携式,袖珍式及微型式。

为了掌握半导体收音机的测量和修理技术,我们不但要了解收音机的基本原理和电路,而且要了解收音机近几年来在发展过程中出现的新的特点。半导体收音机在选用新材料,新工艺方面,主要有以下几点:

(1)广泛采用塑料封装硅管。特别是在变频级上采用塑料封装硅管,可以减少高频辐射,而且内阻小, β 值高,性能稳定,又可提高增益。而一般的硅管如 3DG6 系金属封装,增益稍微提高就会辐射,形成反馈,引起哨叫。

(2)选用高 Q 值中频变压器。空载 Q 值在 146 ~ 152 (我国一般采用 Q 值 50 ~ 80,个别可达 Q 值 150),这样,线路设计可简化,采用一级中放的收音机其放大增益可达到 44 分贝(dB)。一般 Q 值设计在 20 ~ 30 分贝(dB),从而省去附加线路中的许多元件。

(3)使用集成电路和厚、薄膜电路。这样可减小整机体积,提高放大性能,也便于维修。

(4)外形装饰采用新工艺。目前采用的有压缩皮纹和烫印技术及丝网漏印等新工艺。这些工艺简易可行,为花色品种的翻新创造了条件。烫印工艺的效果和金属条电镀一样,不但能够代替金属装饰,而且省工省料,效率高,如果

表面出现凹凸不平，还可以用硅橡胶来填补。

(5) 改进多波段收音机的频率刻度。每一波段使用一个颜色，调谐指针（中、高档机）采用发光二极管，刻度板上涂有荧光漆，便于晚上调谐使用。

(6) 表牌的制造工艺采用精密丝网漏印工艺，代替原来的感光晒字，面板着色采用喷油以及水剂喷漆，取代低温冷冻着色的工艺。

(7) 用光膜板胶片（红感光片）代替电路雕刻。使用复膜片贴制的方法，可以制成印刷电路，并代替老式的印刷板漆模，省工又省料。

(8) 采用优质钢（718号，洛氏硬度RC26~RC32）制成的工模。这种工模不用淬火，只需在压塑时加进离型剂B，就可使压塑件表面光洁，脱模容易，又能延长工模寿命。

(9) 制造印刷电路板时以碱性漏印油墨代替沥青漆或厚漆作护版涂料，可省汽油或香蕉水，又便于实现自动化生产。

(10) 采用专用的松香水，在焊接元件时可省去从事刮线、搪锡工作的大量人力。

(11) 用阻焊剂取代浸焊或波峰焊的阻焊板。

(12) 薄膜双连可变电容器设有避震装置（中、高档机比较多采用），可以减少高频机振。

(13) 为了取得丰富的低音，采用8或5×10英寸的扬声器，台式机采用大的塑料机壳或木质机壳。大机壳使用内压或喷漆工艺或塑料喷剂，省去了金属装饰，可以降低成本。

但是，要精确地鉴别和判断收音机的质量好坏，必须规定一些能对收音机作出调整和测量的参数，测量也要按照规定的要求和正确的方法进行。为此，SJ27—73、SJ30—73，

对半导体管调幅广播收音机的电、声测量方法和收音机的分类与基本参数，作了统一的规定。

根据部颁标准，对收音机的基本要求，主要是要求能够保证以下几方面的质量：

- ①能够接收微弱的电台信号或远地的电台信号；
- ②能够选出所需的电台，并在一定程度上排除其他电台的干扰；
- ③收音机的声音要求有高度的保真性能，也就是能够准确地无失真地发出广播电台所播送的声音；
- ④当收音机调谐到某一个电台时，要能够可靠而稳定地接收其广播信号。

为了鉴定收音机的电、声质量，还规定了一些相应的主要质量指标。举例如下：

“灵敏度”是用来测量收音机接收远地电台或微弱电台信号的能力的参数；

“选择性”是收音机排除干扰电台的能力的参数；它又分为邻波选择性和象频波道选择性两种。

“频率稳定度”是用来鉴别收音机工作的稳定度的一个参数，即能判定收音机稳定接收所调谐到的电台信号的参数。

超外差式电路能把高频信号变换成中频，然后再放大。因此，在整个接收范围内的高端和低端的灵敏度，就比较均匀，它适用于多波段收音机，并且它的灵敏度高，选择性和稳定性好，失真度也较小，具有明显的优点。但由于电路使用了频率变换，因而也出现一些新的缺陷，如象频干扰等。

除了上述的参数以外，声音的保真质量还要根据另外一些参数来鉴定。因为收音机输出端的声功率和声波在收音机中出现的失真，包括频响失真和非线性失真两种，而声音的

失真不仅会在信号通过接收电路的各个元件时发生，还有可能发生在扬声器中（它把放大的电信号最后变为声波）。因此，全面地鉴定声音质量的好坏，需要有一种对声压方面进行测量的参数。

此外，收音机的测量还有其它参数和特性曲线，用来判断收音机其它方面的性能。这些测量参数，同样是很重要的。

上述测量的技术指标和参数，在本书各章中分别作了介绍。但是，由于任何测量结果，都会受到测量方法和测量设备等条件的影响，因此，在取用书中的资料时，还必须注意对各种测量方法所给出的条件。

现代的收音机测量技术已达到很高的水平，而且测量系统式样繁多，应用的范围也各有不同。测量技术看来虽然复杂，但是它所根据的基本原理和基本技术则是易于掌握的。复杂的技术不过是某些基本技术的综合利用。因此，只要掌握了收音机测量的原理和测量技术等基础知识，就能有效地使用于测量和修理。当然，要精通测量技术，还要在实践中加强基础理论的学习，不断提高技术水平。