



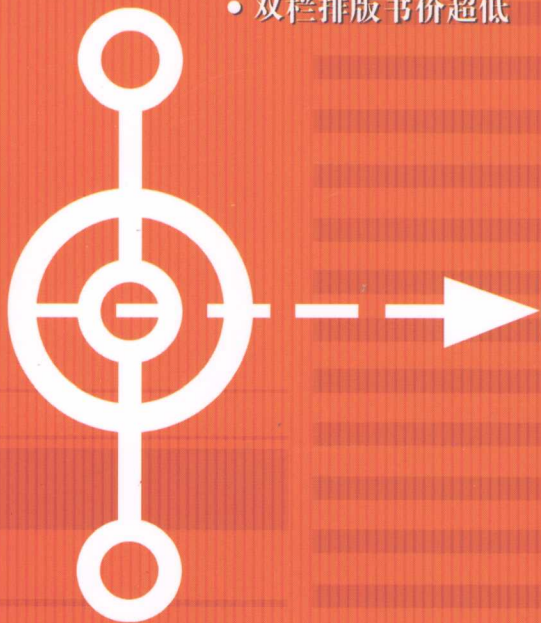
图表细说系列丛书

网络辅导 实时解疑 良师益友 伴您成长

• 胡 斌 张常友 葛彦华 编著

图表细说 收音机装配与 整机电路分析

- 理论指导实验用书
- 整机装配步步指导
- 整机电路图表细说
- 双栏排版书价超低
- 作者网络实时辅导



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

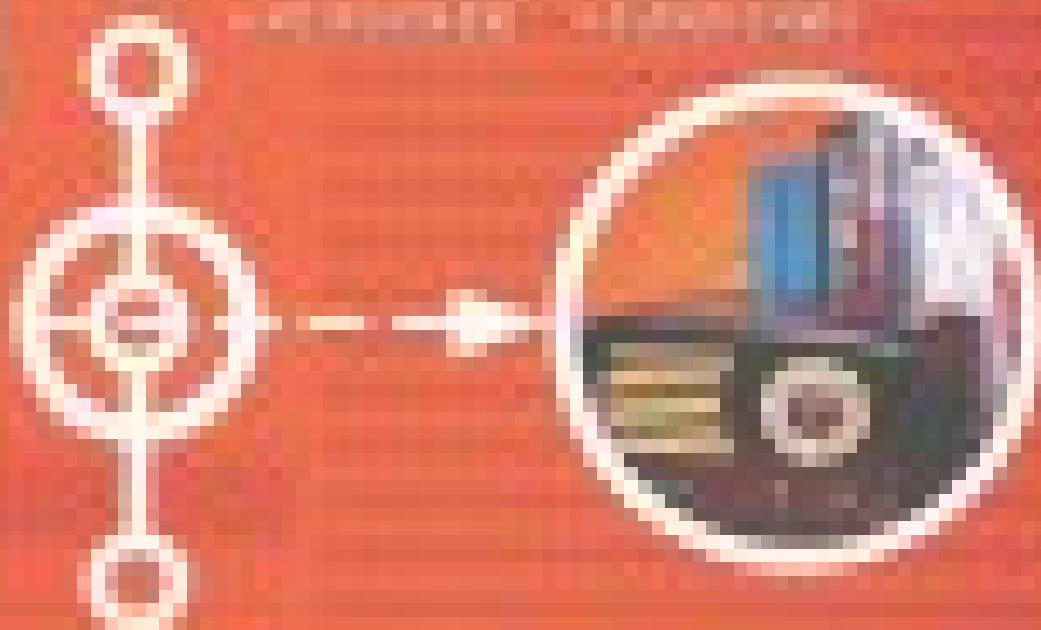
<http://www.phei.com.cn>

中国劳动社会保障出版社

CHINA LABOR & SOCIAL SECURITY PRESS

图表细说

收音机装配与 整机电路分析



中国劳动社会保障出版社
CHINA LABOR & SOCIAL SECURITY PRESS

图表细说系列丛书

图表细说收音机装配与 整机电路分析

胡 斌 张常友 葛彦华 编著

普通(90)日报版社出版

除个级出版外已编录其有书号第1000

(非总编录第1000)

4-22670-151-X-859 M821

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

收音机是常用电子整机产品,可以说是电子产品中的“麻雀”,但它却五脏俱全,掌握它将大大提升读者的电子技术水平。本书通过对收音机整机电路及各单元电路的分析,采用与实物相结合的方式进行讲解,使读者在感性认识中提高理性认识水平,以培养和提高读者分析整机电路的能力。最后,本书从实际入手,讲述如何完成一台收音机实物的装配和调试。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

图表细说收音机装配与整机电路分析 / 胡斌, 张常友, 葛彦华编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.1

(图表细说系列丛书)

ISBN 978-7-121-07688-6

I. 图… II. ①胡… ②张… ③葛… III. ①收音机—装配—图解 ②收音机—电路分析—图解 IV. TN85-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 171016 号

策划编辑: 赵丽松 zls@phei.com.cn 电话: 010-88254452

责任编辑: 李蕊

印刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本: 787×1092 1/16 印张: 11.25 字数: 316.8 千字

印次: 2009 年 1 月第 1 次印刷

印数: 4 000 册 定价: 23.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前言

重写收音机的书不是为了复古，而是价值的再发现。看完本书，您会认可本人的观点。

★★★★★

一个不大不小的误区

很多人都“小看”了收音机，究其原因可能是它太常见了，太小了，价格太便宜了，还有一个原因是人们并没有深入了解它，尤其是不了解它对学习电子技术理论和动手技能的作用。本书力图让读者了解收音机在电子技术学习中的巨大作用，让它的“助学”作用“造福”广大学生和读者。

★★★★★

第一层面：收音机电路丰富多彩，知识巨细无遗

收音机是电子产品中的“麻雀”，虽小却五脏俱全，真正意义上地掌握它将使您的电子技术水平有一个质的飞跃。本书通过对常用元器件的讲解和各功能电路的分析，进而对收音机整机电路工作原理进行详细分析。全书采用与实物相结合的讲解方式，以培养和提高读者分析整机电路的能力，使读者在感性认识的同时提高理性认识水平。

收音机电路中包括了高频放大、中频放大、音频电压和功率放大、变频电路、调谐电路、正弦波振荡电路、检波电路、自动增益控制电路、音量控制电路等众多电子线路中必不可少的功能电路。在此基础上如果再学习扫描电路就接近电视机电路了。

本书对三极管等元器件核心实用知识的讲解也相当深入。例如，收音机中各三极管的静态电流是不同的，要求变频管的静态电流非常小，以使三极管工作在非线性区，实现差频而得到中频信号；前级中频放大管静态电流小于后级中频放大管的静态电流，以抑制电路的噪声；音频前置电压放大管静态电路较小；推动管静态电流设置在交流负载线的中点，以减小非线性失真，扩大动态范围；甲乙类功放输出管设置很小的静态电流，以克服交越失真等。

★★★★★

第二层面：最低成本的动手能力培养方式，有效提高技能没商量

谁都知道，在电子技术的学习过程中理论与实践的结合可以提高学习效率、效果，但是实验的成本太高，没有条件。其实认真地装配分立元器件收音机套件可以降低成本，提高动手技能。

本书对分立元器件收音机套件进行全程讲解、装配，通过学习和装配套件，不仅可以有装配整机的实践活动，还可以学会焊接技术、元器件的测试和装配、分级和整机测试与调试、故障逻辑判断与处理，更为可贵的是能够用理论指导实践活动。

本书不仅发扬并光大了图表细说系列丛书的优势和特点，还具备下列一些特色：

首先，通过图片等方式从讲解收音机元器件入手，为分析电路工作原理和套件的装配打下扎实的基础，巨细无遗的讲解将一知半解“消灭”在您的学习过程之中。

其次，从收音机输入调谐电路开始，一步步系统地讲解收音机各电路，让您的套件装配

始终在理论指导下进行，提高实践活动的质量。

再次，为配合教学和自学需要，书后附有习题，并在辅导网站公布习题答案和解题过程。

最后，为了使广大学生和读者更好地学习本书，在本人的“古木电子社区”<http://gumu.eefocus.com/>辟有专栏进行网上实时辅导，及时解决您在学习、装配过程中遇到的问题，提高您的学习效果和效率，以尽本人微薄之力。本人 QQ 号：1155390，昵称古木。

电子社区还将提供完整的收音机套件服务信息，供读者选购。

本书采用双栏方式，既美观又节省，使书价降低，极大地提高图书的性能价格比。

在本书写作过程中，与渝州科技职业学院张常友老师、河北省科技工程学校葛彦华老师和珠海市技工学校丁卫华老师探讨了电子技术课程教学和实训改革等诸多问题，形成了更加适合教改的内容和写作形式，相信本书能起到抛砖引玉的作用。

江苏大学 胡斌

目 录

第 1 章 图表概述收音机及整机电路分析方法 1

- 1.1 初步了解收音机 1
 - 1.1.1 学好收音机的作用“广博” 1
 - 1.1.2 收音机种类概述 2
 - 1.1.3 收音机主要指标 2
- 1.2 收音机电路方框图及各单元电路作用综述 4
 - 1.2.1 调幅收音机整机电路方框图及各单元电路作用综述 4
 - 1.2.2 调频收音机整机电路方框图及各单元电路作用综述 6
 - 1.2.3 调谐器整机电路方框图概述 7
 - 1.2.4 各大类元器件综述 8
- 1.3 整机电路图、印制电路图和修理识图方法 8
 - 1.3.1 整机电路图识图方法 8
 - 1.3.2 印制电路图识图方法 9
 - 1.3.3 修理识图方法 11

第 2 章 电阻器、电感器和磁棒天线基础知识 12

- 2.1 电阻器基础知识 12
 - 2.1.1 普通电阻器电路符号解读和电阻器基本工作原理 12
 - 2.1.2 电阻器常用参数和识别方法 13
 - 2.1.3 普通电阻器的重要特性 16
 - 2.1.4 电阻器的修理方法和选配原则 16
- 2.2 天线线圈及电感器知识点 17
 - 2.2.1 电感类元器件的种类和外形特征说明 17
 - 2.2.2 电感器电路符号、结构及工作原理说明 18
 - 2.2.3 电感器主要参数说明 19
 - 2.2.4 电感器参数表示方法 20
- 2.3 万用表欧姆挡操作方法和电感器故障检测与处理方法 21
 - 2.3.1 万用表使用中安全事项说明 21

- 2.3.2 万用表面板及测量功能说明 23
- 2.3.3 万用表欧姆挡操作方法说明 25
- 2.3.4 电感器检测方法和故障处理方法 27
- 2.4 磁棒天线知识点 28
 - 2.4.1 磁棒天线外形特征和电路符号说明 28
 - 2.4.2 磁棒天线结构和工作原理说明 28
 - 2.4.3 磁棒说明 29
 - 2.4.4 磁棒天线识别和故障处理方法 30
- 2.5 电感器重要特性 31
 - 2.5.1 电感器通直阻交特性 31
 - 2.5.2 电感器感抗特性 31

第 3 章 普通电容器、双联可变电容器和微调电容器基础知识 33

- 3.1 电容器基础知识点 33
 - 3.1.1 电容器的外形特征和种类 33
 - 3.1.2 普通电容器电路符号和主要参数说明 34
 - 3.1.3 电容器参数的 4 种表示方法说明 35
- 3.2 电容器重要特性 37
 - 3.2.1 电容器直流电源充电和放电过程详解 37
 - 3.2.2 电容器交流电源充电和放电特性 38
 - 3.2.3 电容器隔直通交特性 39
 - 3.2.4 电容器容抗特性 40
- 3.3 电解电容器基础知识 41
 - 3.3.1 电解电容器种类、电路符号和结构说明 42
 - 3.3.2 电解电容器主要特性 43
- 3.4 电容器故障检测和处理方法 44
 - 3.4.1 电容器常见故障现象 44
 - 3.4.2 指针式万用表检测小电容器方法 45
 - 3.4.3 指针式万用表检测有极性电解电容器 47
- 3.5 可变电容器和微调电容器知识点 48
 - 3.5.1 可变电容器和微调电容器外形特征及电路符号说明 48
 - 3.5.2 微调电容器和可变电容器的种类及工作原理说明 49

3.5.3	微调电容器和可变电容器的识别方法说明	52	原理分析	93
3.5.4	微调电容器和可变电容器的故障特征及处理方法说明	53	6.2.3	典型变频级电路分析
第 4 章 三极管基础知识和单级放大器电路工作原理		54	6.2.4	本机振荡器电路工作状态判断方法
4.1	普通三极管基础知识	54	6.2.5	实用变频级电路分析
4.1.1	三极管的种类及外形特征说明	54	6.2.6	变频器电路细节说明
4.1.2	三极管电路符号和工作原理说明	55	6.3	外差跟踪和电路调整方法
4.1.3	三极管的主要参数和故障处理方法	58	6.3.1	外差跟踪
4.2	三极管的主要特性和直流电路的分析方法	61	6.3.2	三点统调方法
4.2.1	三极管的主要特性	61	第 7 章 收音机中频放大器和检波电路工作原理分析	
4.2.2	三极管直流电路的分析方法	62	7.1	中频放大器电路工作原理分析
4.2.3	三极管静态电流的作用及其影响	64	7.1.1	中频放大器幅频特性
4.2.4	三极管偏置电路分析	65	7.1.2	中频放大器电路形式
4.3	三种单级放大器电路工作原理	67	7.1.3	典型中频放大器电路工作原理分析
4.3.1	三极管共发射极放大器电路分析	67	7.1.4	实用中频放大器电路工作原理分析
4.3.2	三极管共集电极放大器电路分析	73	7.2	检波级和 AGC 电路工作原理分析
4.3.3	三极管共基极放大器电路分析	74	7.2.1	典型检波电路工作原理分析
第 5 章 收音机输入调谐电路工作原理		77	7.2.2	三极管检波电路工作原理分析
5.1	调幅信号波形说明和 LC 谐振电路工作原理	77	7.2.3	自动增益控制电路工作原理分析
5.1.1	调幅信号波形解说	77	第 8 章 低放电路工作原理分析	
5.1.2	LC 并联谐振特性说明	78	8.1	音频功率放大器基础知识
5.1.3	LC 串联谐振特性说明	81	8.1.1	电路结构和放大器种类
5.2	输入调谐电路分析	82	8.1.2	甲类、乙类和甲乙类放大器
5.2.1	典型输入调谐电路	82	8.1.3	功率放大器的定阻式输出和定压式输出
5.2.2	实用输入调谐电路分析	83	8.2	推挽、互补推挽和复合互补推挽放大器电路工作原理分析
第 6 章 收音机变频级电路工作原理分析		84	8.2.1	推挽放大器
6.1	普通变压器、振荡线圈及中频变压器基础知识	84	8.2.2	互补推挽放大器电路工作原理分析
6.1.1	普通变压器的种类和电路符号	84	8.2.3	复合互补推挽放大器电路工作原理分析
6.1.2	变压器的结构和工作原理	85	8.2.4	推挽输出级静态偏置电路工作原理分析
6.1.3	变压器的故障特征及处理方法	86	8.3	变压器耦合推挽功率放大器电路工作原理分析
6.1.4	变压器的重要特性	87	8.3.1	推动级电路工作原理分析
6.1.5	振荡线圈和中频变压器基础知识	89	8.3.2	功放输出级电路分析
6.1.6	音频输入和输出变压器基础知识	90	8.3.3	元器件作用分析
6.2	变频级电路工作原理分析	92	8.3.4	电路特点和电路分析小结
6.2.1	变频器的基本工作原理	92		
6.2.2	变压器耦合正弦波振荡器电路工作			

8.4 实用收音机低放电路工作原理分析	130	9.1.4 焊接元器件方法	144
8.4.1 音量控制器电路工作原理分析	131	9.1.5 拆卸电路板上元器件操作方法	145
8.4.2 推动级电路工作原理分析	135	9.1.6 常用元器件安装方法	146
8.4.3 功放输出级电路分析	136	9.2 套件低放电路安装方法	147
8.5 扬声器基础知识	137	9.2.1 测试元器件	148
8.5.1 扬声器的种类和电路符号	137	9.2.2 元器件装配与焊接方法	150
8.5.2 电动式扬声器工作原理和主要 参数	138	9.2.3 低放电路调试方法	153
8.5.3 扬声器引脚极性识别方法	138	9.2.4 变压器耦合推挽功率放大器故障处理 方法	154
8.5.4 扬声器故障处理方法	140	9.3 收音机电路装配与调试方法	156
第9章 收音机装配与调试方法	141	9.3.1 元器件安装方法	156
9.1 焊接技术及焊接实验	141	9.3.2 静态电流测量方法和调试方法	156
9.1.1 电烙铁使用方法	141	全书各章习题	159
9.1.2 电路板基础知识	142	附录 A 电子技术创新教学模式讨论及 建议	167
9.1.3 焊接操作的一般程序及实验项目	143		

第1章 图表概述收音机及整机电路分析方法

提起收音机可以说既古老又现代，古老是指收音机历史悠久，现代是指收音机在现代生活中无处不在。收音机可以称得上是历史上存在时间最长的家用电子电器之一。

老一代无线电爱好者或电子专业技术人员，无不从矿石收音机开始学习电子技术的。对矿石收音机、单管直放式收音机和五管外差式收音机的系统学习与装配，使他们打下了扎实而系统的理论基础和实践能力。

本书将通过分立元器件调幅中波收音机

装配套件的电路工作原理、装配套件和元器件、电路故障检测的详尽讲解，使读者掌握电子电路基本工作原理、整机电路分析方法，并培养动手技能、故障判断和处理能力，从而全面步入电子技术世界。如图 1-1 所示是本书将要重点讲述的分立元器件调幅中波收音机整机电路（图中部分元器件电路符号是老符号），选择该电路是为了能够详细讲述它的电子电路工作原理，使初学者真正“吃透”。

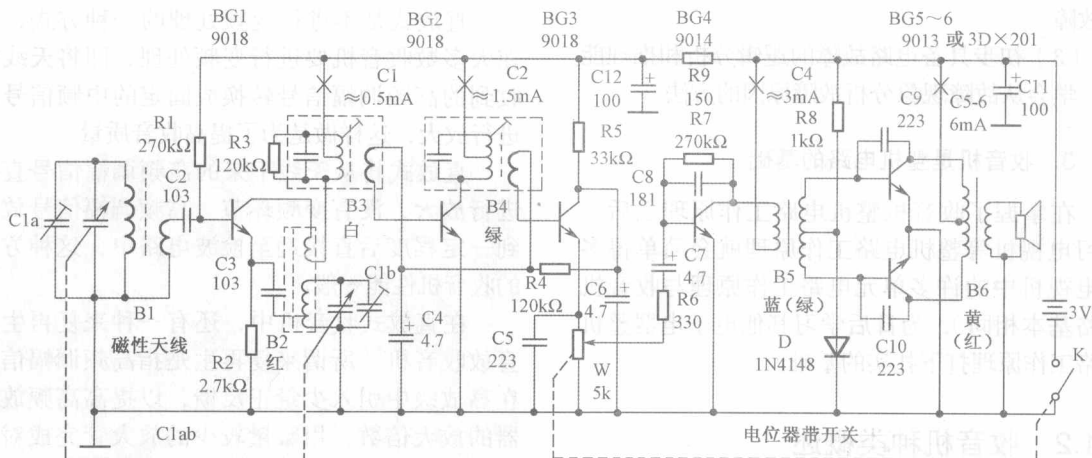


图 1-1 分立元器件调幅中波收音机整机电路

如图 1-2 所示是分立元器件调幅中波收音机的外形示意图。

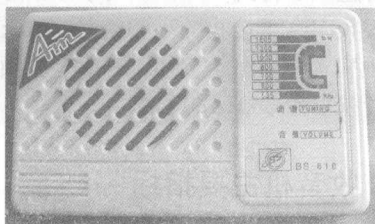


图 1-2 收音机外形示意图

1.1 初步了解收音机

1.1.1 学好收音机的作用“广博”

学习或是说掌握了收音机电路工作原理和

故障检修技术后，能达到什么样的水平呢？初学者一定会有这样的疑惑。

1. 电路工作原理分析能力

收音机涉及的电子电路面比较广，学好收音机电路工作原理必须掌握下列一些知识：

- (1) 基本的电子元器件知识，包括外形识别、电路符号识别、重要特性、检测方法等。
- (2) 常用电子元器件的典型应用电路。
- (3) 常用的串联电路、并联电路、分压电路等电路工作原理。
- (4) LC 谐振电路的工作原理。例如，收音机的输入调谐电路中使用了 LC 串联谐振电路，选频放大器中也使用了 LC 并联谐振电路。
- (5) 放大器电路的工作原理，包括直流电

路和交流电路。收音机中的中频放大器、音频功率放大器都采用了放大电路。

(6) 振荡器电路的工作原理。例如,收音机中的本机振荡器就是一种正弦波振荡器电路。

(7) 检波电路的工作原理。例如,调幅收音机中的检波器电路等。

2. 电路故障检修能力

通过学习收音机电路故障检修,可以使自己达到以下水平。

(1) 掌握焊接技术、电子技术,提高动手能力。

(2) 掌握万用表欧姆挡、直流电压挡、直流电流挡、交流电压挡的操作方法,并学会使用万用表检测电子元器件和检修电子电路的常见故障。

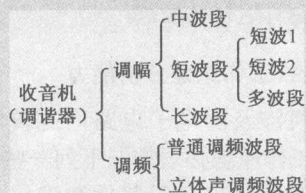
(3) 初步具备电路故障的逻辑分析和推理能力,学会从故障现象分析故障原因的方法。

3. 收音机是整机电路的基础

在掌握了收音机整机电路工作原理之后,学习电视机等整机电路工作原理就会简单得多(电视机中的许多单元电路工作原理与收音机电路基本相同),为日后学习其他电子电器整机电路工作原理打下扎实的基础。

1.1.2 收音机种类概述

收音机是历史最长,也是人们最熟悉的音响设备。如下所示是收音机的分类。



1. 调幅收音机

调幅收音机有以下几种:

(1) 中波收音机。

(2) 短波收音机。在短波范围内又可以分成多种:短波1、短波2和多波段。

中波和短波收音机都是调幅收音机,这种

收音机只能接收和处理调幅广播电台信号,以前还有一种长波收音机,它也是调幅收音机中的一种。

2. 调频收音机

调频收音机又分成普通调频收音机和立体声调频收音机。前者能够接收普通调频广播电台的信号和立体声调频广播电台的信号,但都是单声道效果;后者也能接收两种调频广播电台的信号,但只在接收立体声调频广播电台时才能获得左、右声道的立体声效果。

收音机一般以多波段形式出现,即将上述几种波段融于一机。

3. 直放式收音机与超外差式收音机

直放式是不进行变频处理的一种方式,现在大多数收音机要进行变频处理,即将天线接收到的高频调幅信号转换成固定的中频信号后进行放大,这样做是为了提高收音质量。

直放式将从天线下来的高频调幅信号直接进行放大,没有变频环节。高频调幅信号放大到一定程度后直接送至检波电路中,这种方式的收音机性能一般。

在直放式收音机中,还有一种来复再生式直放收音机。所谓来复再生是指高频调幅信号在高放级中引入少量正反馈,以提高高频放大器的放大倍数,用数量较少的放大管完成对高频调幅信号的放大。当然过量的正反馈会损害收音性能,出现啸叫。

外差指本振频率与接收的高频信号在变频器中进行差频后得到 465 kHz 的中频信号。超外差指本振频率高于接收的高频信号 465 kHz (中频信号频率),这里的“超”是指本振频率超出高频信号频率 465 kHz 的意思。

1.1.3 收音机主要指标

1. 接收频率范围

接收频率范围也称波段,是指收音机所能收听的频率范围。显然,收音机的频率范围越宽,收听到的电台越多。

对于中波段等接收频率范围是由国际标准规定的,我国为 535 ~ 1605 kHz。

2. 灵敏度

灵敏度表示收音机接收微弱无线电波的能力。显然, 灵敏度高的收音机能够收到远地或微弱信号电台, 而灵敏度低的收音机就做不到。通常以输入信号电场强度表示灵敏度, 单位是毫伏/米 (mV/m)。

例如, 中波灵敏度小于 1 mV/m (实际为 0.2 ~ 0.3 mV/m)。

提高收音机灵敏度要有足够的增益。然而, 在输出功率一定时, 随着增益的提高, 收音机内部噪声也随之增大。如果接收的外来信号很弱, 就可能被噪声淹没, 因为信噪比不够大。因此, 无限制地提高收音机的增益并不能无限制提高灵敏度。

通常灵敏度可分为“最大灵敏度”和“有限噪声灵敏度”两种。

(1) 最大灵敏度。最大灵敏度是指收音机的旋钮放在最大音量位置时, 在标准输出功率下所需的最小输入信号电平。它只反映收音机接收微弱信号的最大能力, 而不考虑输出的信噪比。

(2) 有限噪声灵敏度。有限噪声灵敏度是指当调幅和调频收音机的信噪比分别为 20 dB 和 0 dB 时, 在标准输出功率下, 所需的最小输入信号电平。它反映了收音机在正常收听条件下, 接受微弱信号的能力。

3. 选择性

选择性是指收音机挑选电台的能力, 也就是收音机分离临近电台的能力。选择性好的收音机表现为接收信号时只收到所选台的声音, 而无其他电台的杂音。

选择性的规定: 以输入信号失谐 ± 10 kHz 时, 灵敏度的衰减程度来衡量, 单位是 dB。例如, 选择性大于 20 dB (实际大于 30 dB)。

在超外差式调幅收音机中, 选择性除了与输入调谐电路有关外, 基本上取决于中频放大级的频率特性。在调频收音机中, 高频电路的通频带对整机的选择性影响不大, 其选择性主要取决于中频谐振电路的特性。

4. 不失真输出功率

不失真输出功率指收音机在一定失真度以

内的输出功率。显然, 在规定失真度等条件下, 额定功率越大越好。

例如, 额定不失真输出功率大于 100 mW (实际约 200 mW)。

5. 整机谐波失真度

整机谐波失真度又称为整机非线性失真度。失真度小的收音机, 音质优美动听, 反之则声音不悦耳, 有不自然的感觉。

整机谐波失真度用%表示, 如整机谐波失真度小于 10%。

在试听收音机失真情况时, 分别将音量电位器调在音量较低、音量中和音量最高三个不同音量位置。一般来说, 音量较低时失真度较小; 音量调节超过额定值时, 失真度就会明显的增加。还要注意: 在试听收音机失真情况时, 必须将电台调准, 否则也会失真。

6. 整机频率特性

整机频率特性简称频响, 它是指收音机对音频调制频率范围内的不同音频频率的增益特性。通常将整个收音机对各个音频调制频率所表现的增益关系, 称为整机电压频率特性。如果测量包括扬声器输出的电压, 这就成为整机声压频率特性。收音机在各个频率上的电压 (或声压) 失真系数称为整机电压 (或声压) 谐波失真。

例如, 整机频率特性为 300 ~ 3000 Hz。

7. 噪声电平与信噪比

噪声电平、信噪比都是用来表征收音机噪声大小的指标。

噪声电平是以标准电压或标准功率为参考的, 单位是 dB, 希望它越小越好。

信噪比是信号与噪声之比, 单位是 dB, 用 S/N 表示, 希望它越大越好。根据人耳的掩蔽效应, 当信噪比达到一定程度后就听不到噪声的存在。

8. 假象抑制

假象抑制也称为镜像抑制, 是指收音机抑制高于或低于信号频率两倍的假象干扰能力, 是指在输出标准功率时, 假象干扰电平与收音

机实际灵敏度电平之比，单位为分贝(dB)，分贝值越大越好。

超外差式收音机的本振频率比所接收的外来信号频率高 465 kHz，经过变频以后产生 465 kHz 的中频信号，但是变频级不论输入信号频率比本振频率高还是低 465 kHz，都可以变频。变频会产生两个信号，其中低于本振频率的信号是所需要的，而高于本振频率的信号是因为收音机抑制不够而混进来的。这两个频率对本振频率来说是互相对称的，如同照镜子，一个是真象，一个是假象，常把比本振频率高 465 kHz 或者两倍 465 kHz 的信号称为假象频率。

假象抑制的单位为 dB，例如，对中波的假象抑制大于 26 dB。

9. 中频波道衰减

中频波道衰减也称为中频波道选择性或中频抗拒比，简称中抗。中频波道衰减是指超外差式收音机对频率接近中频的直接输入信号的抑制能力，单位为 dB，其值越大越好。

10. 中频频率

中频频率是超外差式收音机的一项特有指标。我国规定调幅收音机中频频率为 465 kHz，技术指标允许稍有偏差。这种偏差越小越好，因为偏差太大容易引起故障，如灵敏度降低、选择性差或产生自激等。

我国调幅收音机中频频率规定的允许误差为：A 类 $465 \pm 3 \text{ kHz}$ ；B 类 $465 \pm 4 \text{ kHz}$ ；C 类

$465 \pm 5 \text{ kHz}$ 。

11. 电源消耗

电源消耗表示电源接通后输出电流的大小。它包括两项：

(1) 无信号时消耗。它是指没有接收信号时电源输出的直流电流。

(2) 额定功率时消耗。它是指接收信号时不失真功率的直流消耗。

这项指标对采用电池供电的收音机显得更为重要，当电源消耗低时可以省电，延长电池供电时间。

收音机还有其他一些指标，这里不再详细说明。

1.2 收音机电路方框图及各单元电路作用综述

1.2.1 调幅收音机整机电路方框图及各单元电路作用综述

1. 方框图

如图 1-3 所示是调幅收音机整机电路方框图，这是一个三个波段的调幅收音机电路，三个波段分别是中波、短波 1 和短波 2。

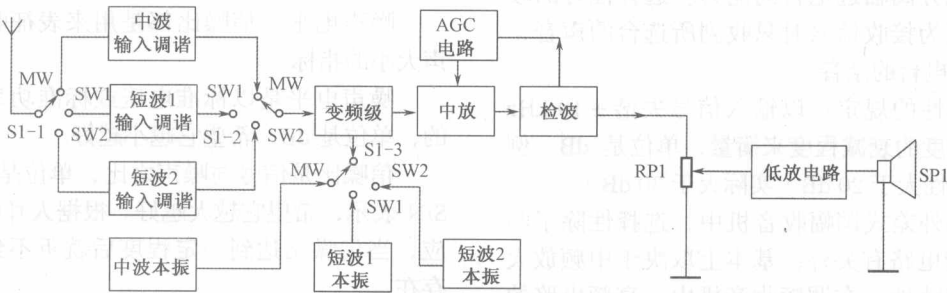


图 1-3 调幅收音机整机电路方框图

2. 各单元电路作用

如表 1-1 所示是调幅收音机各单元电路作用的说明。

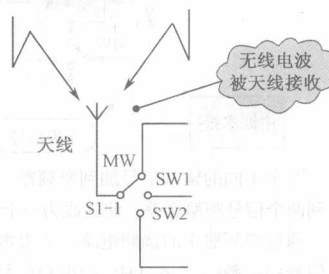
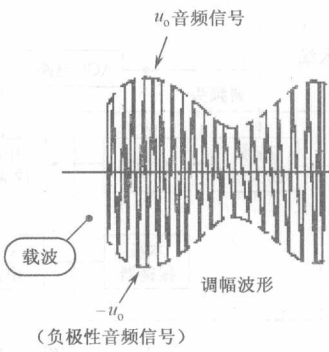
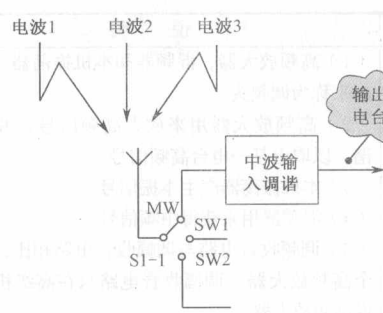
表 1-1 调幅收音机各单元电路作用说明

名称	说 明
输入调谐电路	三个波段有各自独立的输入调谐电路, 从天线下来的高频信号通过波段开关加到输入调谐电路。 输入调谐电路从众多的调幅广播电台中取出所需要的某一个电台高频信号。由于各波段的工作频率相差较大, 在多波段收音电路中各波段的输入调谐电路彼此独立, 通过波段开关可以转换各波段的输入调谐电路
本机振荡器	三个波段有各自独立的本机振荡器, 严格地讲只是本机振荡器的本振选频电路是各波段独立的电路, 而本机振荡器其他部分是各波段公用的电路。 各波段的本振选频电路通过波段开关转换
变频器	变频器是调幅各波段所公用的。变频器通过变频获得中频信号。 现在的收音电路都是外差式收音电路, 所谓外差式就是通过收音电路中的变频器, 将从输入调谐电路中取出的高频信号转换成频率低一些且固定的新的频率信号, 这一信号称为中频信号。 将高频信号转换成中频信号的目的是为了更好地放大、处理各广播电台的高频信号, 以提高收音信号的质量
中频放大器	中频放大器放大中频信号。通过变频得到的中频信号其幅度比较小, 为了能够对这一信号进行进一步的处理(检波), 所以对中频信号进行放大, 这一任务由中频放大器完成。 中频放大器只放大中频信号, 不允许放大其他频率的信号, 这样才能提高收音质量。为了使中频放大器只放大中频信号, 要求中频放大器具有选择中频信号的能力, 中频放大器是一个调谐放大器
检波器	检波器将调幅的中频信号转换成音频信号。没有检波之前, 收音电路中的信号是调幅信号, 这一信号因频率远高于音频信号, 所以人耳听不到, 只有通过检波电路才能从调幅信号中取出音频信号
AGC 电路	AGC 电路就是自动增益控制电路, 这一电路用于自动控制中频放大器的放大倍数, 使加到检波器的中频信号幅度不因高频信号的波动大小而过分波动, 保持收音电路的稳定工作。 不同广播电台由于发射功率、传送距离的不同, 收音电路接收到这一电台信号的大小是不同的。 为了使不同大小的高频信号在到达检波器时能够基本保持相同的幅度大小, 需要在收音电路中设置 AGC 电路。这一电路能够自动控制收音电路中放大器的增益, 使放大器自动做到对小信号进行大的放大, 对大信号进行少量的放大

3. 调幅收音机整机电路工作原理简述

这里以调幅中波收音机整机电路为例, 如图 1-1 所示, 介绍调幅收音机电路的基本工作原理。如表 1-2 所示是调幅收音机中波收音电路的基本工作过程。

表 1-2 调幅收音机中波收音电路的基本工作过程

名称	说 明
	无线电波被天线所接收, 如图所示。 
接收信号	如下图所示为调幅收音机中波天线输出的调幅高频信号波形示意图 
输入调谐	将从天线(中波的天线是磁棒线圈)下来的各电台高频信号加到中波输入调谐电路, 然后通过调谐选出所要接收的某电台的高频信号, 如图所示 

续表	
名称	说 明
变频	已经选出的某电台高频信号经波段开关 S1-2 加到变频器。中波本振电路通过波段开关 S1-3 与变频电路相连, 这样中波本振信号也加到变频器。变频器有两个输入信号: (1) 来自输入调谐电路输出端的高频信号; (2) 来自本机振荡器输出的本机振荡信号。
	两个不同的输入信号加到变频器, 通过变频器得到两个信号频率之差, 使其成为一个新频率信号 通过变频器中的选频电路, 取出本振信号和高频信号的差频——465 kHz 的中频信号。465 kHz 是调幅收音电路中的中频信号频率, 中波和各波段短波都是这一频率的中频信号

中频放大	中频信号加到中频放大器中, 以放大其幅度, 在达到一定的幅度后送入检波器
检波和音频放大	通过检波器检波, 从中频信号中取出音频信号。检波输出的音频信号送到音频功率放大器中进行放大, 以推动扬声器

1.2.2 调频收音机整机电路方框图及各单元电路作用综述

1. 方框图

如图 1-4 所示是立体声调频收音机整机电路的方框图。

2. 各单元电路作用

如表 1-3 所示是立体声调频收音机整机电路中各单元电路作用的说明。

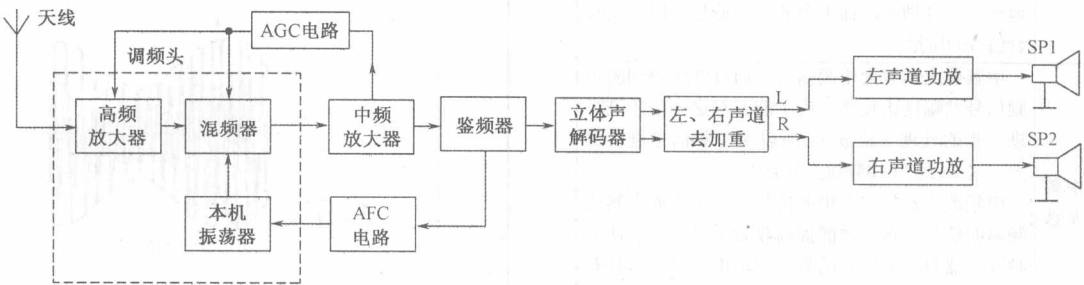


图 1-4 立体声调频收音机整机电路方框图

表 1-3 立体声调频收音机整机电路中各单元电路作用的说明

名称	说 明
调频头	(1) 高频放大器、混频器和本机振荡器三部分合起来称为调频头。 (2) 高频放大器用来放大高频信号, 并进行调谐, 以取出某一电台高频信号。 (3) 本机振荡器产生本振信号。 (4) 混频器用来获得中频信号。 (5) 调频收音电路与调幅收音电路相比, 多了一个高频放大器, 调幅收音电路只在高级机器中才设高频放大器
中频放大器	(1) 调频收音电路中的中频放大器用来放大 10.7 MHz 的中频信号, 使中频信号达到鉴频器所需要的幅度。

	(2) 调频收音电路的中频信号频率比调幅收音电路的中频信号频率高出许多, 单声道和立体声调频收音电路的中频信号都是 10.7 MHz
AGC 电路	AGC 电路自动控制高频放大器的增益。这一点与调幅收音电路不同, 调幅收音电路控制中频放大器的增益。对于调频收音中频放大器而言, 由于中放末级设有限幅放大器, 所以可以不设 AGC 电路。这样, AGC 电路要控制高频放大器的增益
AFC 电路	(1) AFC 就是自动频率控制电路, 它自动控制本机振荡器的振荡频率, 以保证混频器输出的中频信号频率为 10.7 MHz。 (2) 在调频收音电路中设有 AFC 电路, 这是因为调频收音电路的中频频率必须更加稳定, 频率变化将直接影响鉴频器的输出信号

续表

名 称	说 明
鉴频器	(1) 鉴频器相当于调幅收音电路中的检波电路, 将调频的中频信号转换成音频信号或立体声复合信号。收到普通调频广播电台节目时, 鉴频器输出的是音频信号; 当收到立体声调频广播电台节目时, 鉴频器输出立体声复合信号。 (2) 将普通调频收音电路鉴频器输出的音频信号直接加到去加重电路, 然后送到低放电路; 对于立体声调频收音电路, 鉴频器输出的立体声复合信号还要加到立体声解码器电路中
立体声解码器	立体声解码器将输入的立体声复合信号转换成左、右声道音频信号。注意, 左、右声道音频信号在大小和相位上有所不同, 具有立体声信息。 若鉴频器输出的是音频信号 (不是立体声复合信号), 立体声解码器将音频信号从左、右声道输出, 但左、右声道音频信号大小、相位相同, 虽然从两个声道输出, 仍是单声道音响效果
去加重电路	去加重电路左、右声道各一个, 对左、右声道高频段音频信号进行衰减, 以降低高频噪声, 这就是去加重处理

3. 立体声调频收音整机电路工作原理简介

这里以收到立体声调频广播电台信号为例, 说明电路的工作原理。

将从天线下来的各电台高频信号加到高频放大器中, 经放大和调谐后取出所要收听的某电台高频信号。将高频信号加到混频器, 同时本机振荡器产生的本振信号也加到混频器。

经过混频得到两个输入信号的差频信号, 即 10.7 MHz 调频中频信号, 该调频中频信号经中频放大器放大, 加到鉴频器中。通过鉴频器, 得到立体声复合信号。立体声复合信号经立体声解码器解码, 得到左、右声道音频信号, 经去加重电路得到双声道音频信号。

4. 调频和调幅收音电路比较

调频收音和调幅收音电路从结构上讲, 有许多相似之处, 如输入调谐电路、混频电路、中频放大器等。它们之间的不同之处主要有以下几个方面。

(1) 调频收音电路设有高频放大器, 对高频信号有放大作用。

(2) 两种收音电路所处理的高频信号不同, 一个是处理调频信号, 一个是处理调幅信

号。调频收音的音质远比调幅收音好。

(3) 两种收音电路的工作频率不同, 中频频率也不同, 一个是 465 kHz, 一个是 10.7 MHz, 频率相差很大。

(4) AGC 电路有所不同, 一个控制高频放大器, 一个控制中频放大器。

(5) 调频收音电路设有 AFC 电路, 调幅收音电路则没有。

(6) 调幅收音电路采用检波器, 电路比较简单。调频收音电路则采用鉴频器, 电路比较复杂。

(7) 立体声调频收音电路设有立体声解码器, 这种收音电路能够获得立体声效果。

(8) 立体声调频收音电路需要两套独立的低放电路, 而调幅收音电路只有一套低放电路。

1.2.3 调谐器整机电路方框图概述

调谐器简称收音电路, 就是没有低放电路的收音机。如图 1-5 所示是具有三个波段 (中波、短波和立体声调频波段) 的调谐器整机电路方框图。

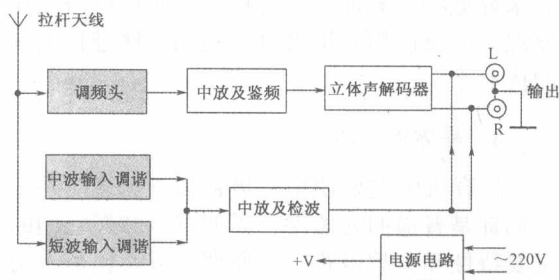


图 1-5 三波段调谐器整机电路方框图

关于这一方框图主要说明下列几点。

(1) 调频收音电路部分主要由调频头、中放及鉴频和立体声解码器组成。

(2) 调幅收音电路主要由中波输入调谐、短波输入调谐、中放及检波电路构成。

(3) 电源电路将 220 V 交流电压转换成直流工作电压。电源电路是各波段收音电路的公用电路, 输出插口电路也是各波段收音电路的公用电路。

1.2.4 各大类元器件综述

收音机电路由一些通用元器件和专用元器件构成。

1. 电感类元器件

收音机中主要用到天线线圈、中频变压器、音频输入和输出变压器，需要了解和掌握电感器、变压器的一些重要特性和应用电路工作原理，以及使用万用表对这些元器件进行检测的技术。

2. 电容类元器件

收音机中主要用到普通电容器、电解电容器、可变电容器和微调电容器，其中可变电容器和微调电容器是收音机的专用元器件。需要了解和掌握这些元器件的重要特性和应用电路工作原理，以及使用万用表对这些元器件进行检测的技术。

3. 电阻类元器件

收音机中主要使用普通电阻器和音量电位器，它们都是普通的电阻类元器件。需要了解和掌握这些元器件的重要特性和应用电路工作原理，以及使用万用表对这些元器件进行检测的技术。

4. 晶体管器件

收音机中主要使用二极管和三极管器件，它们都是普通的元器件，需要重点掌握它们的主要特性和典型电路工作原理，以及使用万用表对它们进行检测的技术。

收音机的变频和中频放大采用高频三极管，低放电路中则采用低放三极管。

5. 扬声器件

收音机中主要使用普通扬声器，它是用来发出声音的器件。

1.3 整机电路图、印制电路图和修理识图方法

整机电路图是所有图纸中最大、最全面、复杂的一幅电路图，也是最重要的电路图。

1.3.1 整机电路图识图方法

整机电路图作用

(1) 表达整机电路工作原理。整机电路图描述了整个机器的电路结构、各单元电路的具体形式和它们之间的连接方式，从而可以使人了解整机电路的工作原理。

(2) 给出各元器件参数。它给出了电路中各元器件的具体参数，如型号、标称值和其他一些重要数据，为检测和更换元器件提供了依据。如图 1-6 所示，更换某个三极管时，可以查阅图中的三极管型号标注（BG 为老电路符号，现在三极管用 VT 符号表示）。

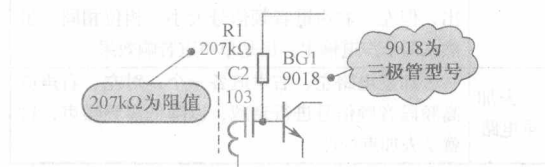


图 1-6 元器件参数标注示意图

(3) 给出修理数据和资料。许多整机电路图中还给出了有关测试点的直流工作电压，为检修电路故障提供了方便。例如，集成电路各引脚上的直流电压标注，三极管各电极上的直流电压标注等。视频设备的整机电路图关键测试点处还标出信号波形，为检修该部分电路提供了方便。如图 1-7 所示是整机电路图中的直流电流数据示意图。

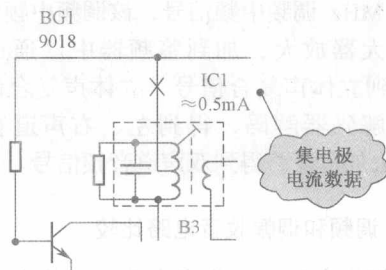


图 1-7 直流电流数据标注示意图

(4) 给出识图信息。通过各开关的名称和图中开关所在位置的标注，可以知道该开关的作用和当前的开关状态。当整机电路图分为多张图纸时，引线接插件的标注能够方便地将各张图纸之间的电路连接起来。在一些整机电路图中，将各开关的标注集中在一起，标注在图