

全国家用电器维修培训教材13

收音机的原理和维修

沈 炯 编著

宇航出版社

全国家用电器维修培训教材13

收音机的原理和维修

沈 炯 编著

责任编辑：尤 兵

*

宇航出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

一二〇一工厂印刷

*

开本：787×1092 1/32 印张：10.125 字数：231千字

1989年12月第一版第一次印刷 印数：30,050

ISBN 7-80034-264-6/TN·013 定价：4.20元

内 容 提 要

本书是全国家用电器维修人员培训教材之一，是为了适应全国各地培训家用电器维修人员的需要而编写的一本专业课教材。本书主要包括：无线电广播的接收、调幅广播收音机原理、调幅收音机的调整、调幅收音机的修理、调频广播收音机原理（包括立体声收音机）、调频收音机的调整、调频收音机的修理、收音机的集成化等。

本书理论结合实际，通俗易懂，既适合于作为各种家用电器维修培训班教材，也可作为从事或准备从事家用电器维修工作的人员及广大电子爱好者的自学读物。

全国《家用电器维修培训教材》编委会

主 编 隋经义

副主编 王明臣 沈成衡 宁云鹤

编 委 高坦弟 陈 忠 刘学达

段玉平 左万昌 赵文续

张道远 李 军

前 言

自1986年初中央五部委发出《关于组织家用电器维修人员培训的通知》以来,在各地有关部门的大力支持下,家用电器维修培训工作在全国蓬勃开展起来,并取得了可喜的成果。

1987年4月9日,中国科协、商业部、国家工商行政管理局、劳动人事部、电子工业部、总政宣传部,中国电子学会在召开的“全国家电维修培训工作会议”上指出这项工作的重要意义,同时指出要对现有教材进行修改,并编写基础与专业基础教材,以适应全国家电维修培训工作的需要。

实践证明,编写好家用电器维修培训教材是搞好培训工作的重要保证。我们认真研究了各地培训班对试用教材《家用电器维修指南丛书》的意见,按照统一教学计划的要求,组织有一定理论知识和维修实践经验的作者,编写了这套家用电器维修培训教材。并由科学出版社、人民邮电出版社、电子工业出版社、科普出版社、解放军出版社共同出版。

本教材主要阅读对象是具有初中以上文化程度,从事或准备从事家电维修工作,参加家用电器维修培训班的学员;也可供从事家用电器生产的工人、初级技术人员和广大电子技术爱好者参考;还可作为军地两用人才的培训教材。教材共分十七种出版。其中基础课教材五种:《电工基础》、《机械常识》、《电动机》、《元器件》、《家用电器维修基础》;专业基础课教材两种:《低频电路原理》、《高频电路原理》;专业

课教材十种：《电风扇、吸尘器的原理和维修》、《洗衣机的原理和维修》、《电冰箱、空调机的原理和维修》、《电热器的原理维修》、《电子钟表的原理和维修》、《收音机的原理和维修》、《录音机的原理和维修》、《黑白电视机的原理和维修》、《彩色电视机的原理和维修》、《磁带录象机的原理、使用和维护》。教材分册出版，适于不同专业培训班选用；增加基础课和专业基础课教材，又为缺乏基础知识的学员提供了方便。此外还出版补充读物若干种，对教材起到拾遗补缺的作用。

在组织编写本教材时，我们注意贯彻理论与实践相结合的原则。基础课教材和专业基础课教材在介绍基本理论和电路时，紧密联系家用电器的实际，将共性的基础知识讲清楚。教材的深度和广度尽可能照顾中、小城市和农村学员的实际水平，力求深入浅出，通俗易懂。

由于家用电器维修培训牵涉面广，学员水平参差不齐，要求不同，加之我们水平有限，时间仓促，这套教材还会存在许多不足之处。我们恳切希望全国各地家用电器维修培训班的学员、教师，以及关心家电维修培训工作的同志们，对这套教材提出宝贵的意见。

全国家用电器维修人员培训教材编委会

1987年10月

目 录

第一章 无线电广播的接收	(1)
第一节 无线电广播的种类及其特征	(1)
一、无线电广播的种类	(1)
二、调幅信号与调频信号的频谱	(6)
三、不同已调制信号的噪声特性	(8)
第二节 无线电广播收音机的种类和构成	(10)
一、调幅收音机的种类和构成	(10)
二、调频收音机的种类和构成	(17)
复习思考题	(18)
第二章 调幅收音机原理	(19)
第一节 输入电路	(19)
一、对输入电路的要求	(19)
二、输入电路的种类与特性	(21)
第二节 高频放大器与变频器	(27)
一、高频放大器	(27)
二、变频器	(30)
第三节 中频放大器及自动音量控制	(40)
一、对中频放大器的要求	(40)
二、中频放大器中的自动音量控制(AVC)	(43)
三、中频放大器的级间耦合电路	(50)
四、中频放大器电路	(54)

第四节 检波器	(56)
一、二极管检波电路	(56)
二、检波器中的失真	(57)
第五节 低频放大器	(60)
一、收音机中常用的音调控制电路	(61)
二、收音机中常用的低频放大器	(68)
复习思考题	(77)
第三章 调幅收音机的调整	(79)
第一节 晶体管直流工作点的调整	(79)
一、变频器晶体管直流工作点的调整	(81)
二、中放管直流工作点的调整	(83)
第二节 变频器的统调	(84)
一、一点统调	(84)
二、三点统调	(88)
第三节 中频放大器的调整	(93)
一、中频的调整	(93)
二、中和调整	(94)
复习思考题	(95)
第四章 调幅收音机的修理	(96)
第一节 常用测试仪器、工具及资料	(96)
一、维修工具	(97)
二、维修资料	(97)
三、维修常用仪器	(98)
第二节 维修步骤	(104)
一、向用户了解情况	(105)
二、核实故障症状	(105)
三、试听和初步判断	(106)

四、了解故障收音机电路	(107)
五、故障探测	(108)
六、修理	(108)
第三节 故障探测通法	(136)
一、直观检查法	(136)
二、信号注入法	(138)
三、简易信号注入法	(144)
四、信号寻迹法	(146)
五、电流检测法	(150)
六、电压检测法	(156)
七、其它方法	(167)
第四节 故障各论	(171)
一、无声	(172)
二、音量小	(178)
三、失真大	(180)
四、灵敏度低	(184)
五、啸叫	(188)
六、噪声大	(192)
七、选择性差	(194)
八、汽船声	(196)
九、不能调台	(197)
复习思考题	(198)
第五章 调频收音机原理	(200)
第一节 单声道调频收音机	(200)
一、调谐器	(201)
二、中频放大器	(223)
三、鉴频器	(233)

第二节 双声道立体声调频收音机	(242)
一、双声道立体声广播的制式	(242)
二、导频制调频立体声收音机	(244)
第三节 调频收音机与调幅收音机的组合	(256)
一、高频部分分开, 中放、低放共用	(257)
二、调频调谐器独立, 调频一中放管兼调幅变频 管, 中放和低放也共用	(259)
复习思考题	(261)
第六章 调频收音机的调整和修理	(262)
第一节 调频收音机的调整	(262)
一、单声道调频收音机的调整	(262)
二、双声道立体声收音机的调整	(268)
第二节 调频收音机的修理	(270)
一、单声道调频收音机的修理	(271)
二、双声道立体声收音机的修理	(278)
复习思考题	(280)
第七章 收音机的集成化	(281)
第一节 收音机用集成电路	(281)
一、中频放大集成电路	(281)
二、调幅、调频中放加调幅变频的集成电路	(284)
三、调幅、调频中放加鉴频器及调谐指示驱动 的集成电路	(287)
四、除调频头外, 包括调幅变频、中放、检波、 调频中放、鉴频及调谐指示驱动的集成电 路	(287)
五、单片调频、调幅收音机集成电路	(288)
六、立体声解调集成电路	(291)

七、调频头的集成化	(297)
八、集成化调幅、调频、立体声收音机整机电路 ...	(299)
第二节 集成电路收音机的修理	(302)
一、集成电路收音机故障探测原则	(302)
二、集成电路的更换与修理	(303)
复习思考题	(310)

第一章 无线电广播的接收

第一节 无线电广播的种类及其特征

一、无线电广播的种类

目前无线电广播可分两大类：调幅(AM)广播和调频(FM)广播。调幅广播的波段有长波(150~415千赫)、中波(525~1605千赫)、短波(1.6~26.1兆赫)三个波段，但长波广播除个别国家外，用得较少。调频广播波段都在超高频(VHF)波段，国际上规定为87~108兆赫。

这两类无线电广播各有其优缺点。AM广播所用的波段波长长，它的传播距离远，覆盖面积大，且接收机的电路也比较简单，价格便宜。它的缺点是能传输的音频频带窄(一般只有3千赫左右)，高音不足，音质较差，不宜传送高保真音乐节目；在传播中容易干扰，噪声大，信噪比低。

调频广播的优点是能传输的音频频带宽(一般可达15千赫以上)，宜于传送高保真音乐节目。其次是它的抗干扰性强；调频广播采用频率调制，可以用限幅的方法将其寄生的幅度变化(由干扰产生的多半是幅度变化)有效地消除掉，从而可以减小大部分噪声干扰。此外，与AM调制信号比，它的发射功率也可减小，这是因为AM调制中绝大部分时间内信号的幅度小于其最大幅度(即载波幅度)，有效发射功率比

发射机所发射的功率要小得多。调频广播的信号幅度是不变的，因此在整个发射过程中可使用其全部功率。FM 广播的另一好处是由于它的传输频带宽，故易于实现立体声高保真广播。

调频广播也有它的不足之处。由于工作于超短波波段，电波只能在视距范围内(50~60千米)传播，因而覆盖区小，在传播过程中易于被高大建筑物或其它地物所遮挡。不过这一点从另一角度来看时也可能是优点，正由于它的覆盖区小，各地区、城市有可能使用同一或相近的频率，而不致引起相互干扰，提高了频率利用率。

调幅广播是利用幅度调制的无线电信号来传送节目内容(主要是音频信号)的。所谓幅度调制，是使原来等幅的高频载波信号的幅度随着调制信号(音频信号)的幅度而变化，如图1-1(c)所示。被音频信号调制过的高频信号叫做已调幅(高频)信号^{*}，简称调幅信号。

调频广播则是利用频率调制的无线电波。频率调制是指使原来等幅恒频的高频信号的频率随着调制信号(音频信号)的幅度而变化的过程，如图1-1(d)所示。已调频信号的幅度仍是固定不变的，但当音频信号正半周时载波的频率变高，而当音频信号的负半周时载波的频率变低，形成一个疏密变化的等幅高频信号。已调频信号常简称调频信号。

在已调频信号中无音频信号调制时(即音频信号的幅度

^{*} 调制技术中的一些术语比较混乱，各种书刊中很不统一。本书把用来调制高频载波的信号(多半是音频信号)叫做“调制信号”，而把已经过调制的高频载波信号叫做“已调制信号”或简称“已调信号”，对调幅的叫“调幅信号”，对调频的叫“调频信号”。

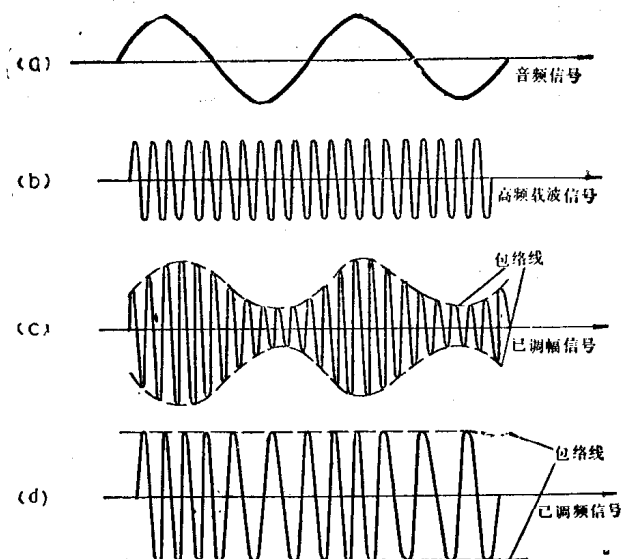


图 1-1

为零时)的频率当然就是高频载波的原频率,叫作“中心频率”。

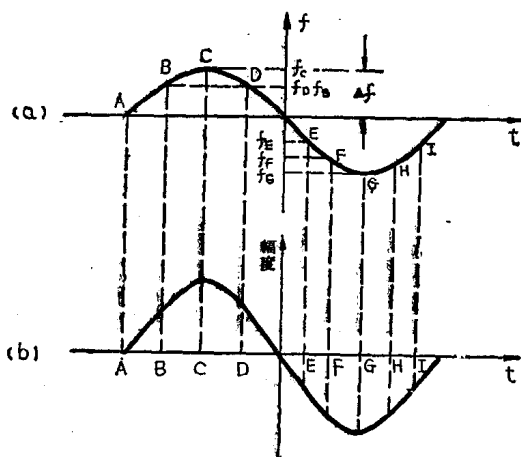
关于调幅信号的基本概念,在本教材《高频电路原理》一书中已介绍过了,这里只作些补充与复习,而重点放在与调频信号的比较方面。

为了稍全面地了解调频信号的特点,下面先介绍一些调频技术中的基本概念和术语。

1. 频率偏移

在调频技术中有一个很重要的概念——频率偏移,简称“频偏”。在图1-2中(a)是音频调制信号, (b)为高频载波的频率(瞬时频率)的变化规律。图中A、B、C、D、E、F、G、H、I代表不同的时间。在A时刻,音频信号的幅度为零,

载波的频不发生变化，它此时的频率 f_A 等于原来的频率 f_0 ，也即中心频率；在B时刻，音频信号的幅度上升至B点，载波的频率随之上升至 f_B ；当C时刻，音频信号幅度上升至C点，载波频率相应上升至 f_C 。这时音频信号的幅度最高，载波的频率也达最高。然后，随着音频信号幅度的减小，回跃



(a) 音频调制信号 (b) 载频变化规律

图 1-2

至D点，载波频率也下降到 f_D ；之后音频信号降至零，载波频率也随之回至中心频率 f_0 。这样完成音频信号的半周调制过程。同理，音频信号的负半周调制过程中，载波频率从 f_0 开始，逐渐下降，由 $f_0 \rightarrow f_E \rightarrow f_F \rightarrow f_G$ （最低频率） $\rightarrow f_H \rightarrow f_I \rightarrow f_0$ ，完成一周的调制过程。

上述载波信号（已调频信号）的最高（或最低）频率 f_c （或 f_G ）和中心频率 f_0 之差（记作 Δf ），即叫该已调频信号的“频率偏移”（频偏）。

从以上叙述中可知，已调频信号的频偏 Δf 的大小是随

着音频调制信号的幅度而改变的。或者说，已调频信号的频偏 Δf 是与音频调制信号的幅度成正比的。

在调频无线电广播中，由于受到传输通频带及邻频道间隔的限制，规定已调频信号的频偏不得大于 ± 75 千赫。

2. 调频指数

在调频技术中另一个常用的概念是“调频指数”。它的定义是：已调信号的频偏 Δf 与音频调制信号的频率 f_a 之比。调频指数常用 M 表示，即 $M = \frac{\Delta f}{f_a}$ 。显然，调频指数与 Δf 成正比，而与音频调制信号频率 f_a 成反比。

由于 Δf 又与音频调制信号的幅度成正比，故 M 与音频调制信号幅度也成正比。

3. 调制度

调制度是用以标志已调制信号的相对调制深度的一个参数，用百分数来表示。例如调频广播中规定已调制信号的最大频偏为 $\Delta F = 75$ 千赫，若某一已调频信号的频偏为50千赫，那么该信号的调制度(m)为 $\frac{50\text{kHz}}{75\text{kHz}} \times 100\%$ ，即为66.6%。

由此可知，调制度(对FM信号来说为调频度)只与频偏有关，而频偏又与音频调制信号的幅度和载频的中心频率有关，而与音频调制信号的频率无关。例如一个2千赫的音频信号调制(调频)一个频率为 f_0 的载波，产生50千赫的频偏，

则其调制度为 $\frac{50}{75} \times 100\% = 66.6\%$ ；若一个同幅度的3千赫音频信号调制同一载波，它也产生50千赫的频偏，那么已调波的调制度也是66.6%。但对调频指数来说，上述两种情况就不同了，前者的 $M_1 = \frac{50\text{kHz}}{2\text{kHz}} = 25$ ；而后者的 $M_2 = \frac{50\text{kHz}}{3\text{kHz}}$

=16.7。调频度 m 与调频指数 M 的关系是 $M = m \cdot \frac{\Delta F}{f_a}$ 。

二、调幅信号与调频信号的频谱

已调幅信号的频谱在《高频电路原理》中已叙述得比较清楚了，它只有一对(左和右)边频或边带。每一边带的频宽等于调制信号的频宽，因此已调幅信号的频宽是最高音频调制频率的两倍。但已调频信号则不同，从理论上说，即使用单音来调制，已调频信号的频谱在其中心频率 f_0 两边也存在着无限多对边频；各边频间的间隔等于音频调制信号频率 f_a ，各边频的幅度则与调制频率、频偏等有关。图1-3(a)示出了同一 f_a (音频调制信号频率)、不同频偏 ΔF 时的已调频信号频谱变化情况；而图(b)则示出同一频偏、不同频率的调制信号时的情况(太微弱的边频略去未画)。从图中可看出，频偏越

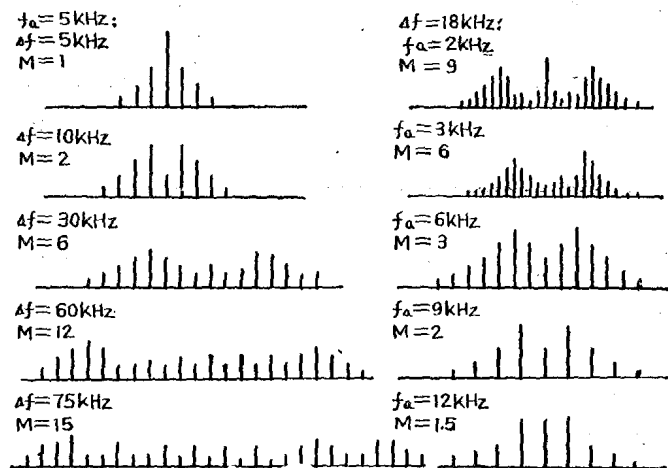


图1-3