



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电子整机原理—音响设备

(第2版)

常红 主编

本书配有电子教学参考资料包

电子技术
应用专业



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电子整机原理

——音响设备（第2版）

常红 主编
高旅明 贺园梅 副主编

電子工業出版社.

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是在第1版的基础上结合劳动部最新颁布的《家用电子产品、家用电器维修行业音响设备初、中级维修工技术等级标准》编写、修订而成的。本书以电子音响设备整机工作原理为主线,结合常用集成电路,重点分析单元电路,同时与相应的职业资格标准衔接,突出了装配、调试、检修等实践环节,有利于学生考取相应的职业资格证书。本书采用“项目驱动教学”模式编写,全书共分七个项目单元,内容包括音响设备基础知识、收音机、盒式磁带录音机、CD唱机、音频放大器、传声器、扬声器与音箱系统及组合音响系统。每个单元均有知识目标与技能目标,单元后有小结和习题。

本书可以作为中等职业技术学校电子技术应用专业的通用教材,也可以作为相关专业的教材和参考书。

为了方便教师教学,本书还配有电子教学参考资料包(包括教学指南、电子教案、自测题库和习题答案),详见前言。

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

电子整机原理. 音响设备 / 常红主编. —2版. —北京: 电子工业出版社, 2008.2
中等职业教育国家规划教材
ISBN 978-7-121-05411-2

I. 电… II. 常… III. ①电子设备—专业学校—教材②音频设备—专业学校—教材 IV. TN8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 202813 号

责任编辑: 蔡 葵

印 刷: 北京市通州大中印刷厂

装 订: 三河市万和装订厂

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: 13 字数: 328 千字

印 次: 2008 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 19.20 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 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

中等职业教育国家规划教材工作领导小组

主任委员：陈 伟 信息产业部信息化推进司司长

副主任委员：辛宝忠 黑龙江省教育厅副厅长

李雅玲 信息产业部人事司处长

尚志平 山东省教学研究室副主任

马 斌 江苏省教育厅职社处处长

黄才华 河南省职业技术教育教学研究室主任

苏渭昌 教育部职业技术教育中心研究所主任

王传臣 电子工业出版社副社长

委 员：（排名不分先后）

唐国庆 湖南省教科院

张志强 黑龙江省教育厅职成教处

李 刚 天津市教委职成教处

王润拽 内蒙古自治区教育厅职成教处

常晓宝 山西省教育厅职成教处

刘 晶 河北省教育厅职成教处

王社光 陕西省教育科学研究所

吴 蕊 四川省教育厅职成教处

左其琨 安徽省教育厅职成教处

陈观诚 福建省职业技术教育中心

邓 弘 江西省教育厅职成教处

姜昭慧 湖北省职业技术教育研究中心

李栋学 广西壮族自治区教育厅职成教处

杜德昌 山东省教学研究室

谢宝善 辽宁省基础教育教研培训中心职教部

安尼瓦尔·吾斯曼 新疆维吾尔自治区教育厅职成教处

秘 书 长：李 影 电子工业出版社

副 秘 书 长：柴 灿 电子工业出版社

前言



本书是在第1版的基础上按照中等职业学校专业课教材编写要求并结合劳动部最新颁布的《家用电子产品、家用电器维修行业音响设备初、中级维修工技术等级标准》编写、修订而成的。为了更好地满足现代职业技术教育的需要,本书具有以下几方面特色。

1. 采用“项目驱动教学”编写模式

本书在内容选择、章节构成上考虑到中职学生心理特征和认知规律,将音响设备基础、收音机、盒式磁带录音机、CD唱机、音频放大器、传声器、扬声器、音箱系统、组合音响系统等音响设备分别作为学习项目,循序渐进,依次展开。

2. 理论与实践教学一体化

把课程作为一个整体,从内容选择到教学要求,从理论教学到实践教学,总体计划,交叉实施,融为一体。

3. 突出实用性

考虑到中职学生的文化基础水平,在编写上适当降低理论上的难度和深度,突出知识的应用。本书在相关的章节上均配备了技能训练,使学生既掌握一定的理论基础又能运用理论分析问题和解决问题;在技能知识编写中强化实际操作技能,同时与相应的职业资格标准衔接,体现了以就业为导向,以能力为本位,以应用为目的,满足职业岗位“应知”、“应会”的需要。

4. 突出能力培养

教材中有许多“技能小知识”、“延伸阅读”等内容,这些内容既增加了教材的实用性、趣味性又扩充了基础知识。通过鼓励学生自学这部分内容,锻炼学生自我获取知识的能力,独立分析问题、解决问题的能力。

5. 体现音响设备新知识、新器件的应用

将模拟音响技术与数字音响技术进行有机结合,增加对新器件、新工艺等内容的介绍,使学生了解当前音响设备新的技术、新的工艺。

6. 利教利学

本教材每章开篇均有理论知识和技能训练,每节均有任务目标,章后有小结及练习题。有利于体现教师的主导性和学生的主体性,增强教学互动,适应行动导向等先进的教学模式、教学方法和手段的应用。

本书由山东威海职业学院常红主编,江苏省无锡机电高等职业学校高旅明、江西省电子信息工程学校贺园梅参与编写,由常红统编全稿。

在编写过程中参考了大量同类教材和资料。由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请各使用单位和广大读者提出宝贵意见和建议。

为了方便教师教学,本书还配有教学指南、电子教案、自测题库和习题答案(电子版)。请有此需要的教师登录华信教育网(www.huaxin.edu.cn或www.hxedu.com.cn)免费注册后进行下载,有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系(E-mail: hxedu@phei.com.cn)。

。由封面式凡不以育具件本，要需的育维木对业即升 编者 2008年2月

目 录



绪论	1
单元一 收音机	4
1.1 无线电广播系统基础知识	4
1.1.1 无线电波波段的划分	4
1.1.2 无线电波的传播	5
1.1.3 无线电波的发射	6
1.1.4 无线电波的接收	6
1.1.5 收音机的主要性能指标	7
1.2 调幅超外差式收音机	7
1.2.1 调幅与调幅广播	8
1.2.2 超外差式收音机概述	8
1.2.3 调幅超外差式收音机的工作原理	9
1.2.4 典型电路分析	12
技能训练 调幅收音机检测与调试	14
1.3 调频收音机	16
1.3.1 调频与调频广播	16
1.3.2 调频(单声道)接收机	17
1.3.3 调频立体声广播	18
1.3.4 调频立体声收音机	20
1.3.5 调频立体声收音机的电路原理	21
1.3.6 实用电路分析	24
技能训练 AM/FM 收音机的安装与调试	27
1.4 数字调谐系统	28
1.4.1 数字调谐系统概述	28
1.4.2 数调收音机的特点	29
1.4.3 数调收音机的选台方法	29
1.4.4 数调收音机电路的工作原理	29
1.5 收音机综合故障分析与排除	31
1.5.1 检查故障的一般方法	31
1.5.2 检查故障的一般程序	32
小结	34
习题一	36

单元二 盒式磁带录音机	37
2.1 磁记录基础知识	37
2.1.1 物质的磁性及剩磁	37
2.1.2 磁头与盒式磁带	38
2.1.3 偏磁记录与消磁	41
2.1.4 录、放音中的各种损耗及噪声	43
技能训练 磁头与磁带的识别与检测	44
2.2 盒式录音机电路原理	45
2.2.1 概述	46
2.2.2 集成前置放大器	48
2.2.3 自动选曲和电脑选曲电路	51
2.2.4 其他辅助电路	54
技能训练 单元电路的检测与调试	64
2.3 盒式录音机机芯	65
2.3.1 概述	66
2.3.2 录音机机芯的基本组成	67
2.3.3 机芯的工作原理	70
技能训练 机芯的使用和检测	73
2.4 录音机整机电路分析	74
2.4.1 M-905 型立体声收录机的基本组成	75
2.4.2 录音机各部分电路的工作原理	75
技能训练 录放电路的调试	79
小结	81
习题二	85
单元三 CD 唱机	86
3.1 CD-DA 格式	86
3.1.1 模拟信号的数字化	87
3.1.2 A/D 变换与 D/A 变换	89
3.1.3 CD-DA 系统的记录和重放过程	90
3.1.4 CD-DA 系统的主要技术指标	91
技能训练 CD 唱机的使用	92
3.2 CD 光盘的结构及制作过程	93
3.2.1 CD 光盘	93
3.2.2 CD 光盘上的信迹格式	94
3.2.3 CD 光盘的制作过程	94
技能训练 CD 光盘的参数测量与质量判别	95
3.3 音频编码过程	97
3.3.1 CIRC 编码	97
3.3.2 PCM 调制和 EFM 调制	100
3.3.3 音频信号编码过程	101

技能训练 CD 唱机信号处理电路检测	101
3.4 CD 唱机的基本组成	102
3.4.1 CD 唱机的基本组成	103
3.4.2 CD 唱机的激光拾音器	103
3.4.3 CD 唱机的伺服系统	104
3.4.4 自动功率控制 (APC) 电路、镜像检测电路及 FOK 电路	109
3.4.5 数字信号处理 (DSP) 电路	110
3.4.6 数字滤波器	112
3.4.7 数 / 模转换电路	112
技能训练 CD 唱机机芯的识别	114
3.5 CD 唱机的调试	115
3.5.1 调试内容	115
3.5.2 调试方法	115
3.5.3 CD 唱机的检修原则	117
技能训练 CD 唱机的检测与调试	118
小结	124
习题三	126
单元四 音频放大器	128
4.1 前置放大器	128
4.2 功率放大器	131
4.2.1 概述	131
4.2.2 常用功放电路	132
4.2.3 功放保护电路及特殊器件	137
技能训练 功率放大器的检测与调试	142
4.3 AV 功放	143
4.3.1 环绕声	144
4.3.2 环绕声解码器	146
4.3.3 AV 功率放大器产品介绍	148
4.4 功放的装配与调试	149
4.4.1 功放的装配与调试	149
4.4.2 故障检修	151
小结	152
习题四	154
单元五 传声器、扬声器及音箱系统	155
5.1 传声器	155
5.1.1 传声器概述	155
5.1.2 无线传声器	157
5.2 扬声器	157
5.2.1 扬声器的分类	157
5.2.2 结构与原理	158

101	5.2.3 主要技术参数	159
5.3	音箱	161
101	5.3.1 音箱的分类、结构与原理	162
101	5.3.2 音箱的主要技术参数	163
104	5.4 耳机	163
109	5.4.1 耳机的分类	163
111	5.4.2 耳机的结构与工作原理	163
111	5.4.3 主要技术参数	164
115	5.5 分频器	165
111	5.5.1 分频器的作用	165
111	5.5.2 分频器的种类	165
111	5.5.3 分频器工作原理	165
112	5.5.4 扬声器分频网络的组成	166
111	5.5.5 分频点的选择方法	166
118	5.5.6 扬声器分频网络中的补偿电路	168
134	技能训练 电子与功率分频器	169
136	5.6 音箱调试与选配	170
131	5.6.1 音箱装配	170
138	5.6.2 音箱的检测与调试	172
131	5.6.3 音箱的选用	174
136	小结	177
138	习题五	178
140	单元六 组合音响系统	180
141	6.1 概述	180
141	6.1.1 组合音响的基本组成	180
141	6.1.2 组合音响的分类	182
141	6.1.3 组合音响的主要技术指标	183
141	6.2 音响设备的选配及组装	185
141	6.2.1 音响设备的选配	185
141	6.2.2 组合音响的选购	186
141	6.2.3 音响设备的组装	187
141	6.3 组合音响的维修	188
141	6.3.1 了解故障情况	188
141	6.3.2 确定故障设备单元和部位	188
141	小结	189
141	习题六	192
141	附录 A 家用电子维修工职业技能鉴定相关知识(音响部分)	193
141	参考文献	195

绪论

引言：音响技术是研究声音信号的转换、传送、记录和再现的专门技术，音响设备体现了人类对声音现象的研究成果与电子技术的巧妙结合。声音源于振动，声波是频率为 $20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$ 的机械波，声音是声波作用于人耳引起的主观感受，通常用响度、音调和音色来描述。常见的音响设备主要有收音机、录放机、唱机、组合音响等。通过对声音知识、音响技术的发展、音响设备的功能等知识的介绍，向读者说明音响技术与音响设备之间的联系以及学习本课程的意义。

知识目标：了解声音的基本知识，了解音响技术的发展现状，掌握常用音响设备的功能。

音响技术是研究声音信号的转换、传送、记录和再现的专门技术。根据人们的需要，对声音信号进行转换、传送、记录和重放的设备，称做音响设备。音响设备体现了人类对声音现象的研究成果与电子技术的巧妙结合。

1. 人类对声音的研究

声音源于振动，人耳听到的声音是振动产生的声波。但人耳只能听到 $20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$ 之间的声音，处于该范围内的声波称为可闻声。高于 20kHz 的声波称为超声波，低于 20Hz 的称为次声波。人耳对中频段（ $1 \sim 4$ ） kHz 的声音最敏感，对低频段和高频段的聲音則比較遲鈍。對於 20Hz 以下的次声波和高于 $20\,000\text{Hz}$ 的超声波，即使强度再大，人耳也无法听到。

通常把引起声波的振动物体称为声源，把传递声波的物质称为传声媒质。媒质可以是气体，也可以是固体或液体；但在不同的媒质中，声波的传播速度是不同的，如声波在空气中的传播速度为 340m/s ，而在水中约为 $1\,450\text{m/s}$ 。

一般情况下，声波是通过空气传到人耳的。声音就是声波通过空气传至人耳所引起的一种主观感觉。声音除了与声源本身有关之外，还与入耳的听觉特性以及声波的传播情况等因素有关。人耳是以声音的响度、音调、音色（声音的三要素）等主观感觉来辨别声音的。声音的强弱由声压的大小表示。人耳有一个奇怪的特点，声压增大 10 倍，声音的响度才增大 1 倍，在声学中通常用声压级来表示声波的强弱。人耳能感觉到的最低声压级为 0dB ，能承受的最大声压级为 120dB ，这两个值分别称为听阈和痛阈。听阈是指人耳能听到的最低声压，它和声音的频率有关。痛阈是指人耳能承受的最高声压，当声压超过痛阈时，人耳会感到疼痛甚至失聪。痛阈与频率基本无关。

当人耳同时听到两个声音时，对其中一个声音的感受会因另一个声音的出现而改变，使该声音的听阈提高。当两个声音的频率接近时，较强的声音会“掩盖”较弱的声音，甚至使较弱的声音无法听到，这种现象称为人耳的掩蔽效应。掩蔽效应除了与声强有关之外，还与频率有关。低频声音能有效地掩蔽高频声音。掩蔽效应是确定音响系统信噪比指标的重要依据，也是

某些降噪电路的重要原理。

音响设备处理的声音主要是语言和音乐,语言和音乐由各种语音和乐音组成。语音是由人的声带振动产生的声音,乐音则是由乐器的振膜、簧片和弦等部件振动产生的声音。由于这两类声音的发声部件不同,所以它们有着不同的声学特性,语言的频率范围比较窄,歌声的频率范围较宽,乐器的频率范围更宽。由于语言和音乐有着不同的特性,因此对音响设备也有着不同的要求。在重放语言时,频带宽度可小些,这样可以减小高频噪声。但在重放音乐时,频带范围应达到 $(16\sim 20\,000)\text{ Hz}$,至少要达到 $(30\sim 16\,000)\text{ Hz}$ 。

2. 音响技术的发展

自1877年爱迪生发明筒形留声机算起,至今已有一百多年的历史了。一百多年来,音响技术得到了突飞猛进的发展。无线电技术的不断更新,使无线电广播经历了调幅广播、调频广播,直到今天的调频(调幅)立体声广播。

钢丝式磁性录音机的发明,开创了磁记录的历史,使磁性录/放音技术从钢丝式磁性录音机、磁带录音机、立体声盒式磁带录音机,再到今天的DAT数字磁带录音机。

唱片录/放音技术从单声道普通唱机到双声道立体声唱机,再到今天的数字激光(CD)唱机。

同时,伴随着电子器件由真空管、晶体管到集成电路的变革,音频信号记录/重放方式由单声道、双声道到环绕立体声的进步,信号处理方式由模拟信号处理到数字信号处理的发展,音响设备频频换代,品种日益增多、性能不断完善。

今天的音响设备,已成为人们生活、工作、学习的重要组成部分。从技术上讲,可以用高保真(Hi-Fi)化、立体声化、自动化、数字化来概括其特点。

(1) 高保真化。

高保真地进行声音的记录和重放,一直是人们不断追求与奋斗的目标。随着音响技术的发展和各种电声器件质量的不断提高,目前的高保真程度已经达到相当高的水平。

(2) 立体声化。

双声道立体声音响设备已十分普及。而能够真实地再现三维空间声源方位的环绕立体声,在杜比环绕立体声技术和雅马哈声场处理技术推动下,已走进千家万户。

(3) 自动化。

得益于自动控制技术和微型电子计算机技术的飞速发展,音响设备的操作控制正朝着自动化/遥控化方面迅速发展。采用微处理器担任系统控制的现代音响设备,可实现调谐器的自动搜索调谐;可进行录音座的连续放音和编程放音,可自动控制电唱盘、激光唱机、数字录音机的工作状态及功能转换,并可通过红外遥控器进行操作控制。

(4) 数字化。

采用数字信号处理技术的数字音响设备,以其完美的音色和极高的电声性能指标赢得人们的青睐。数字激光唱机已成为最主要的Hi-Fi节目音源。

3. 音响设备的分类

音响设备品种繁多,分类方法各异,主要有以下几种分类方法。

(1) 按种类分类。

音响设备按照使用功能可分为收音机、调谐器、录音机(放音机)、录音座、电唱机、激光唱机、放大器、均衡器、卡拉OK机,以及收录机、组合音响等。



(2) 按性能指标分类。

音响设备按照其性能指标可分为 A 级机、B 级机、C 级机，分别对应于高档、中档和低档（普及型）机。

(3) 按外形款式分类。

音响设备按照其外形款式可分为组合式、落地式、台式、便携式和袖珍式等。

(4) 按声道数分类。

音响设备按信号处理声道数可分为单声道机、双声道机和多声道机等。

(5) 按信号处理方式分类。

按照音响设备对信号的处理方式可分为模拟式与数字式两类。

4. 音响设备的功能

常见的音响设备主要有：收音机、录放机、唱机、组合音响等。收音机的主要功能是接收高频无线电波，将其处理并转换成音频信号，推动扬声器放音，使人们听到广播电台播放的节目；录放机的录音功能是把声音信号转换为音频电信号，再通过电磁转换记录在磁带上，放音功能是把磁带上记录的信息还原为声音；唱机分 LP 唱机与 CD 唱机，LP 唱机是将密纹唱片上记录的信息还原为音频电信号，再对音频电信号进行放大及处理，并推动扬声器还原为声音的音响设备；CD 唱机应用了大规模集成电路技术、微电脑技术与精密伺服等先进技术，是数字音频光盘（CD）的播放设备，CD 光盘上的信息纹迹，以凹凸形式记录着数字信息，播放时通过激光束读取盘片上的数字信息，又称做激光数字光盘播放机。组合音响是指能够重放多种声音载体所载节目的电声设备组合系统，包括了收音机、录放机、唱机等多种功能。本书将围绕着收音机、录音机、CD 唱机、音频放大器、传声器、扬声器、音响及组合音响系统等单元，由浅入深地进行介绍。

单元一 收音机

引言：收音机是用来接收由电台发出的高频无线电调制波，将调制波放大并解调出音频信号，再将音频信号通过音频功率放大器放大后，推动扬声器还原为声音的音响设备。本单元主要从无线电广播基础知识入手，讨论调幅、调频广播的发射与接收原理；重点论述调幅、调频收音机的主要组成及信号流程，并对典型整机电路进行全面系统的分析。

知识目标：了解无线电波的发射与接收原理，掌握调幅超外差式收音机工作原理，熟悉调频立体声收音机的信号流程。

技能目标：能够绘制调幅超外差式收音机、调频立体声收音机的组成框图，看懂电路原理图；熟悉万用表的使用；能自行装配、调试调幅超外差式收音机。

1.1 无线电广播系统基础知识

【任务目标】

1. 了解无线电波的传播特点。
2. 理解无线电波的发射与接收原理。
3. 熟悉收音机各项性能指标的含义。

【理论知识】

1. 基本概念：地波、空间波、天波、载波、调制。
2. 接收机的工作过程。

【技能训练】

1. 绘制简单接收机组成框图及各部分工作波形图。
2. 说明收音机各性能指标的含义。

1.1.1 无线电波波段的划分

无线电广播是利用高频电流所辐射的电磁波来传递信息的。无线电技术中使用的电磁波称为无线电波，无线电广播、电视广播都是利用无线电波进行信号传播的。

无线电波在空间以光速传播，约为 $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，用 c 表示，单位为米/秒 (m/s)。电波在一个振荡周期内传播的距离称为波长，记为 λ ，单位为米 (m)。单位时间内的振荡次数称为频率，记为 f ，单位为赫兹 (Hz)。波长、频率与传播速度有如下关系：

$$\lambda = c/f$$

由上式可知：频率越高，波长越短；频率越低，波长越长。一般来说，频率从几十千赫兹到几十万兆赫兹（其波长范围从几十千米到不足 1 毫米）的电磁波都称为无线电波。通常根据无线电波的波长、频率和应用，把无线电波划分成几个波段，如表 1.1 所示。



表 1.1 无线电波波段的划分

波段名称	波长范围	频段名称	频率范围	用途
超长波	$(10^4 \sim 10^5)$ m	甚低频 VLF	30kHz~3kHz	海上远距离通信
长波	$(10^3 \sim 10^4)$ m	低频 LF	300kHz~30kHz	超远程无线电通信和导航
中波	$(2 \times 10^2 \sim 10^3)$ m	中频 MF	1 500kHz~300kHz	无线电广播
中短波	$(50 \sim 2 \times 10^2)$ m	中高频 IF	6MHz~1.5MHz	电报通信
短波	$(10 \sim 50)$ m	高频 HF	30MHz~6MHz	无线电广播、电报通信
米波	$(1 \sim 10)$ m	甚高频 VHF	300MHz~30MHz	无线电广播、电视广播、无线电导航
分米波	$(10^{-1} \sim 1)$ m	特高频 UHF	3 000MHz~300MHz	电视广播、雷达、无线电导航
厘米波	$(10^{-2} \sim 10^{-1})$ m	超高频 SHF	3×10^4 MHz~ 3×10^3 MHz	雷达、卫星通信、微波通信
毫米波	$(10^{-3} \sim 10^{-2})$ m	极高频 EHF	3×10^5 MHz~ 3×10^4 MHz	电视广播、雷达、无线电导航
亚毫米波	10^{-3} m 以下	超极高频	3×10^5 MHz 以上	无线通信

其中,米波以下的波段又称为微波。习惯上对短波、微波等高频电磁波,通常用波长来表示;对于中波、长波等较低频率的电磁波,则用频率来表示。

1.1.2 无线电波的传播

无线电波和光波一样,具有直射、衍射、反射和折射等现象。一般无线电波的传播途径,按照离开地面的高度大致分为三种:地面波、空间波和天波。

(1) 地面波(地波)。就是指沿着地球表面的大气层传播的电磁波,如图 1.1(a)所示。由于在传播过程中电磁波受地面形态的影响很大,特别是山地和森林,使电磁波受到严重的衰减,一般来说,频率越高衰减越大。因此,只有中、长波才利用地波方式传播。

(2) 空间波。沿直线传播的无线电波叫做空间波,它包括由发射天线直接到达接收天线的直射波和经地面反射后到达接收天线的反射波,如图 1.1(b)所示。微波就是依靠空间波传播的。空间波的传播距离一般为几十千米,受大气干扰小,能量损耗小,接收到的信号较强且较稳定。

(3) 天波。依靠电离层的反射作用传播的无线电波叫做天波,如图 1.1(c)所示。在地球表面的大气层中,大约在 $(60 \sim 400)$ km 高度的空间属于电离层范围。电离层一方面可以反射无线电波,另一方面,电离层要吸收无线电波,一般短波多利用天波传播。天波传播受外界影响较大,它与电离层强度、太阳辐射强度等多种因素有关。

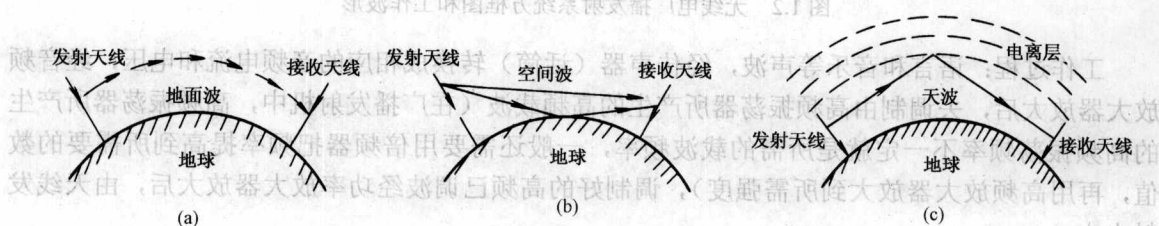


图 1.1 无线电波的传播途径

1.1.3 无线电波的发射

1. 载波

在无线电广播中,要传送的语言、音乐等声音信号的频率通常比较低。若把这些低频信号直接从天线发射出去,则天线的长度必须和电波的波长相对应,才能有效地发射。而且,只有频率相当高的电磁波才具有辐射能力。因此,必须利用频率较高的无线电波才能传送信号,即无线电广播要用高频电磁波载上低频信号传播到空间。在无线电广播中,通过高频振荡电路产生的高频、等幅电磁波叫做载波。载波是运输工具,能传送低频信号。

2. 调制

用低频信号控制高频载波的过程叫做调制。其中,低频信号叫调制信号,经过调制以后的高频信号叫已调信号。利用传输线可把已调信号送到发射天线,变成无线电波发射到空间去。调制的方式一般有三种:调幅、调频和调相。若载波的幅度被低频信号控制,这种调制称为调幅;若载波的频率被低频信号控制,这种调制称为调频;若载波的相位被低频信号控制,这种调制称为调相。

3. 无线电波的发射原理

一台广播发射机大致可包括四部分:一是声音的变换与放大,这一部分频率较低,称为低频部分;二是高频振荡的产生、放大、调制和高频功率放大,统称高频部分;三是天线与传输线;四是直流电源部分。图 1.2 给出了无线电广播发射系统基本组成方框图和各部分波形。

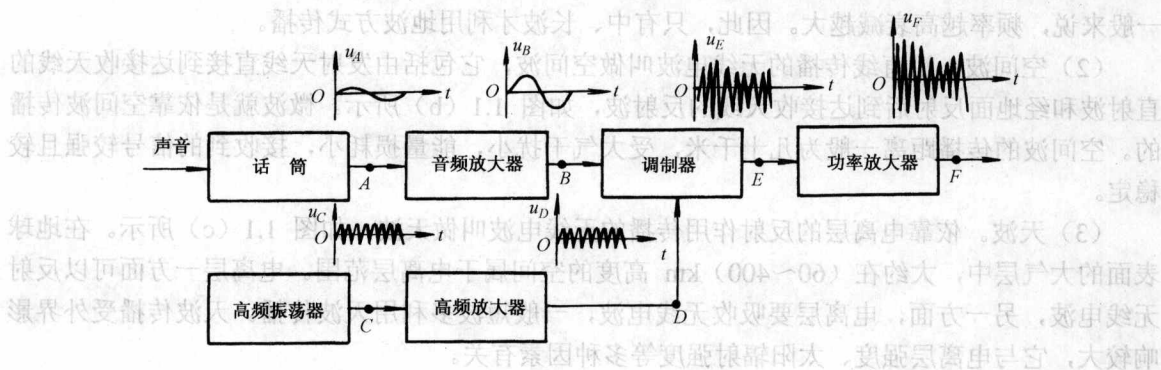


图 1.2 无线电广播发射系统方框图和工作波形

工作过程:语言和音乐等声波,经传声器(话筒)转换成相应的音频电流和电压,经音频放大器放大后,去调制由高频振荡器所产生的高频载波(在广播发射机中,高频振荡器所产生的高频振荡频率不一定就是所需的载波频率,一般还需要用倍频器把频率提高到所需要的数值,再用高频放大器放大到所需强度),调制好的高频已调波经功率放大器放大后,由天线发射出去。

1.1.4 无线电波的接收

1. 接收机的基本组成

简单接收机主要由输入调谐回路、解调器、音频放大器和扬声器等四部分组成。图 1.3 给出

了调幅接收机的基本组成方框图与工作波形图。

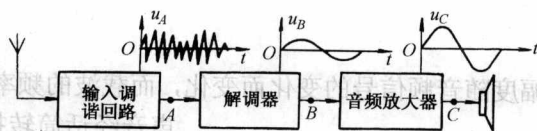


图 1.3 调幅接收机基本组成方框图与工作波形图

2. 接收机的工作过程

接收机的天线接收到许多不同频率的已调波，并将其转变为相应频率的电动势，由输入调谐回路选择出所要收听的电台信号。但输入调谐回路选择出的已调信号不能直接由耳机和扬声器还原成声音，必须把它恢复成音频信号。这种从已调波中检出音频信号的过程叫解调（在调幅接收机中称为检波，在调频接收机中称为鉴频），解调器就是用来完成解调作用的。音频放大器将解调出的音频信号放大后，再由耳机和扬声器还原成声音。

1.1.5 收音机的主要性能指标

(1) 接收频率范围。接收频率范围也称波段，是收音机所能收听的频率范围，一般用频率表示，有时也用波长来表示。收音机波段越多，接收频率范围越宽，收听的电台也越多。

(2) 灵敏度。表示收音机正常工作时，接收微弱无线电波的能力。通常用磁性天线处的电磁波电场强度来表示灵敏度，单位是毫伏/米 (mV/m)。

(3) 选择性。一般指收音机选择电台信号的能力，即收音机分隔邻近电台信号的能力。选择性好坏以输入信号失谐 $\pm 10\text{kHz}$ 时灵敏度衰减程度来衡量，单位是分贝 (dB)。显然，分贝数越大，选择性越好。

(4) 不失真输出功率。指收音机在一定失真度以内的输出功率。

(5) 电源消耗。表示电源接通后输出的电流大小。它包括：

① 无信号时消耗。指没有接收信号时电源输出的直流消耗。

② 额定功率时消耗。指接收信号时不失真功率的直流消耗。

③ 最大输出时消耗。指在不考虑失真时最大输出功率的直流消耗。

1.2 调幅超外差式收音机

【任务目标】

1. 掌握调幅的概念及调幅广播的特点。
2. 掌握调幅超外差式收音机的组成与工作原理。
3. 掌握调幅超外差式收音机的装配与调试。

【理论知识】

1. 基本概念：调幅、超外差式收音机、变频、统调。
2. 调幅超外差式收音机的组成与工作原理。

【技能训练】

调幅超外差式收音机的装配与调试。