



中等职业学校教学用书(电子技术专业)

收录机原理与维修 (第3版)

——收录机、CD机、MP3、MP4、组合音响

◎ 陶宏伟 编著
◎ 韩广兴

本书配有电子教学参考资料包



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

中等职业学校教学用书（电子技术专业）

收录机原理与维修（第3版）

——收录机、CD机、MP3、MP4、组合音响

陶宏伟 韩广兴 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统地介绍无线电信号的调制、发射和传输的基本知识,以及数字音频处理技术基础,并以实际的产品为例详述调幅/调频(AM/FM)收音机和盒式磁带录音机的电路结构、信号流程、工作原理、调试步骤和故障检修方法。

此外,本书还对新型组合音响产品,特别是对CD、VCD、DVD、MD、MP3、MP4等激光数字音响技术进行专门的介绍,并以典型样机为例详述环绕立体声产品的整机及各单元电路的结构和工作原理。全书以图解为主,内容深入浅出,通俗易懂。

本书适合于职业技能培训院校作为培训教材,也适合于从事家电维修的技术人员和业余爱好者阅读。

本书配有电子教学参考资料包(包括教学指南、电子教案、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

收录机原理与维修:收录机、CD机、MP3、MP4、组合音响/陶宏伟,韩广兴编著. —3版. —北京:电子工业出版社,2007.4

中等职业学校教学用书·电子技术专业

ISBN 978-7-121-03881-5

I. 收… II. ①陶…②韩… III. ①收录两用机—专业学校—教材②立体声技术—音频设备—专业学校—教材③激光放像机—专业学校—教材 IV. TN912.22

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第021948号

责任编辑:蔡葵 毕军志

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂
装 订:

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:20.75 字数:528千字

印 次:2007年4月第1次印刷

印 数:5000册 定价:28.00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 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

中等职业学校教材工作领导小组

组 长：陈贤忠 安徽省教育厅厅长

副组长：李雅玲 信息产业部人事司技术干部处处长

尚志平 山东省教学研究室副主任

睦 平 江苏省教育厅职社处副处长

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

组 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

王学进 河南省职业技术教育教学研究室

刘宏恩 陕西省教育厅职成教处

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 广西自治区教育厅职成教处

杜德昌 山东省教学研究室职教室

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：蔡 葵 电子工业出版社

前言



收录机产品 20 世纪 80 年代就开始在我国普及, 由于它体积小、耗电少、使用方便, 得到了各阶层人们的欢迎。收录机部分一直是组合音响中不可缺少的组成部分, 近年来随着电子技术的发展, 又开发出了各具特色的收录机产品。

由于数字技术的发展, 激光数字音响技术及其产品得到了迅速普及, 数字调谐式收音机、微型可录音频光盘机 (MD 机) 和 MP3/MP4 随身听等成为新一代收音与录音产品。具有环绕立体声功能的新型组合音响设备, 使音频信号的收、录、放质量大大提高。网络技术的发展也给音响界提供了更加广阔的空间。正是由于数字技术和网络技术的进步使传统的收录机与数字技术相结合, 从而带动了网络音响产品的发展。

由于电子技术的发展, 原《收录机原理与维修 (第 2 版) ——收录机、CD 机、VCD 机、组合音响》教材已不应当今时代的要求, 因此进行了较大的修改, 增补了很多新技术、新产品和新器件。

本书实际上是学习修理家电产品的入门教材, 也是职业资格认证的专业培训教材。

实训是教学中的重要环节, 在本书的主要章节中都设置了实训的教学内容和方法。为了配合学习, 我们编制了《收录机和音响原理与维修》教学光盘 (12 盘) 以及相关的教学辅导资料。

读者可上网 (<http://www.taoo.cn>) 查询或来信来电咨询。联系电话: 022-83718162, 地址: 天津南开华苑产业园天发科技园 8-1-401, 邮编: 300384。

本书为了使讲授和实际维修衔接, 对原机电路图不予变动 (有些与国家标准不一致), 在此特别予以说明。

参加本书编写的有: 崔文林、韩雪涛、吴瑛、李卫鹏、郭爱武、刘贞关、马鸿雁、孟雪梅、边嘉新、韩雪冬、张湘萍、孙承满、路建歆等。

为了方便教师教学, 本书还配有教学指南、电子教案及习题答案 (电子版), 请有此需要的教师登录华信教育资源网 (<http://www.huaxin.edu.cn> 或 <http://www.hxedu.com.cn>) 免费注册后再进行下载, 在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)。

编者

2007 年 2 月





第 1 章 信号的调制、发射与传输	1
1.1 信号与电波	1
1.1.1 电与磁的关系	1
1.1.2 电波的产生	2
1.1.3 电波的极化	2
1.2 广播电视信号的发射与接收	2
1.2.1 无线电信号的发射	2
1.2.2 电波的波长与传输方式	3
1.2.3 广播信号的传输	4
1.2.4 电波的接收	5
1.3 调频与调幅的基本原理	6
1.3.1 调制与解调的基本概念	6
1.3.2 声音信号的调制和发射	7
1.4 检波和鉴频电路的工作原理	10
1.4.1 广播信号的接收过程	10
1.4.2 调幅信号的检波电路	11
1.4.3 调频信号的解调电路——鉴频器	13
习题 1	14
第 2 章 数码设备的声学基础	16
2.1 声音信号的基本特性	16
2.1.1 声波及信号	16
2.1.2 声音的种类	16
2.1.3 声音的三要素	18
2.1.4 听感	19
2.1.5 声场再生	21
2.1.6 混响和回声	23
2.2 立体声的形成	24
2.2.1 声源及其方向的判别	24
2.2.2 立体声系统	25
2.2.3 高保真 (Hi-Fi) 技术	26
2.2.4 立体声扩展电路	27

2.3	环绕声系统	28
2.4	影院剧场效果的数码化	29
2.4.1	电影院的音响效果	29
2.4.2	剧场的音响效果	30
2.5	家庭影院与数码音响	31
2.5.1	数码声场仿真模式	31
2.5.2	听觉心理学模式	31
2.5.3	数码家庭影院的音响配置	32
2.6	音频信号的数字处理	33
2.6.1	模拟音频信号的特点	33
2.6.2	数字信号的特点	34
2.6.3	音频信号的 A/D 和 D/A 变换	36
2.6.4	脉冲编码调制	37
2.7	数字音频信号的压缩处理	41
2.7.1	音频信号压缩编码的基本方法	41
2.7.2	音频数据信号的解码电路	42
	习题 2	42
第 3 章	调幅收音机的原理与维修	44
3.1	调幅收音机的结构、原理和故障检修	44
3.1.1	调幅收音机的电路结构	44
3.1.2	调幅收音机各部分信号流程及工作原理	45
3.2	输入电路与变频电路的故障分析和检修	45
3.2.1	输入电路的作用	45
3.2.2	输入电路的种类	46
3.2.3	变频器的作用和工作原理	48
3.2.4	变频电路中的若干问题	50
3.2.5	输入和变频电路的故障检修	51
3.3	中频放大电路的故障分析和检修	53
3.3.1	中频放大电路的作用和要求	53
3.3.2	中频放大电路的组成和工作过程	54
3.3.3	中频放大集成电路	58
3.3.4	中频放大电路的故障检修	59
3.4	检波与 AGC 电路的故障分析和检修	60
3.4.1	检波电路的作用和种类	60
3.4.2	检波电路的组成和工作过程	61
3.4.3	自动增益控制 (AGC)	62
3.4.4	AGC 电路的故障检修	64
3.5	音频放大电路的故障分析和检修	65
3.5.1	音频放大电路的特点	65
3.5.2	音频电压放大电路	65

3.5.3	音频功率放大电路	66
3.5.4	音频放大器的故障检修	70
3.6	调幅收音机的调试实训	71
3.6.1	实训设备	71
3.6.2	调试程序和操作步骤	76
习题 3		84
第 4 章	调频立体声收音机的原理与维修	86
4.1	调频立体声收音机的结构、原理与维修	86
4.1.1	调频波	86
4.1.2	调频立体声广播制式	87
4.1.3	立体声复合信号	88
4.1.4	调频立体声收音机的组成	89
4.2	高频电路的故障分析和检修	91
4.2.1	高频电路的基本结构	91
4.2.2	高频电路的故障检修	96
4.3	中频电路的故障分析和检修	97
4.3.1	中频电路的基本结构	97
4.3.2	中频电路的故障检修	98
4.4	限幅与鉴频电路的故障分析和检修	99
4.4.1	限幅电路	99
4.4.2	鉴频器	102
4.4.3	限幅和鉴频电路的故障检修	106
4.5	立体声解码电路的故障分析和检修	107
4.5.1	立体声解码电路的结构	107
4.5.2	立体声解码电路的故障检修	111
4.6	调频立体声收音机的调试实训	111
4.6.1	实训电路和设备	112
4.6.2	调试实训的程序和操作步骤	117
习题 4		119
第 5 章	盒式磁带录音机的原理与维修	122
5.1	录、放、抹音磁头故障分析和检修	122
5.1.1	盒式磁带	123
5.1.2	磁头	127
5.1.3	磁头的故障检测	129
5.2	录音电路的故障分析和检修	131
5.2.1	磁带录音原理	131
5.2.2	偏磁录音与最佳偏磁电流的选择	131
5.2.3	录音损耗	133
5.2.4	抹音原理	134
5.2.5	录音放大电路	135

5.2.6	自动录音电平控制电路	138
5.2.7	录音偏磁电路	139
5.2.8	录音电路的故障检修	143
5.3	放音电路的故障分析和检修	145
5.3.1	放音原理	145
5.3.2	放音磁头的作用和特性	146
5.3.3	放音过程的损耗	147
5.3.4	放音放大电路和放音补偿	148
5.3.5	放音电路的故障检修	150
5.4	电源电路的故障分析和检修	152
5.4.1	电源电路	152
5.4.2	电平表指示电路	153
5.4.3	发光二极管电平指示电路	154
5.4.4	电源电路的故障检修	155
5.5	机芯的故障分析和检修	157
5.5.1	录音机机芯的种类	157
5.5.2	录音机电机	158
5.5.3	磁带的驱动机构	163
5.5.4	主导轴——飞轮系统	164
5.5.5	盘芯驱动机构	165
5.5.6	离合器组	166
5.5.7	磁头机构	168
5.5.8	操纵机构	168
5.5.9	带盘制动机构	170
5.5.10	暂停机构	170
5.5.11	自停机构	170
5.5.12	特殊机构	173
5.5.13	机芯的故障检修	175
5.6	盒式磁带录音机的调试实训	181
5.6.1	录放部分的调整实训	181
5.6.2	录音机机芯部分的调整实训	183
	习题 5	187
第 6 章	组合音响系统	189
6.1	组合音响系统的基本构成及工作原理	189
6.1.1	组合音响系统的构成	189
6.1.2	组合音响系统的主要电路	190
6.1.3	组合音响系统的信号处理	190
6.1.4	录放音部分	190
6.2	CD 播放机实例图解	192
6.2.1	CD 机的电路 (SA—AK18) 方框图	192

6.2.2	RF 信号处理	192
6.2.3	聚焦误差信号的处理	192
6.2.4	循迹误差信号的处理	194
6.2.5	主轴电机的伺服控制	194
6.2.6	进给伺服控制	194
6.2.7	CD 机芯电路	194
6.3	FM/AM 收音机电路图解	197
6.3.1	FM/AM 收音机电路的工作原理	197
6.3.2	FM/AM (调谐/调幅) 收音电路的结构	200
6.4	双卡录音座电路图解	204
6.4.1	双卡录音座的工作原理	204
6.4.2	双卡录音座的电路结构	204
6.5	音频信号处理电路	209
6.5.1	音频信号处理电路的功能	209
6.5.2	音频信号处理电路的结构	209
6.6	音频功放和电源	212
6.6.1	音频功放电路和电源连接关系	212
6.6.2	音频功放和稳压电路的结构	212
6.6.3	交流输入和变压器电路	215
6.6.4	机芯电路	215
6.7	操作显示电路	216
6.7.1	CPU 输入/输出接口电路	216
6.7.2	系统控制微处理器	222
习题 6		222
第 7 章 激光数字音响技术		224
7.1	CD 光盘机的结构与原理	224
7.1.1	CD 光盘的结构	224
7.1.2	CD 光盘的信号	226
7.1.3	CD 机的信号处理电路	227
7.1.4	激光头的基本结构	228
7.1.5	自动聚焦和自动循迹控制	230
7.2	激光头的结构和工作原理	233
7.2.1	光盘与数字信号	233
7.2.2	激光头的光学系统	234
7.2.3	激光头的结构	235
7.2.4	激光二极管	237
7.3	微型数字音频光盘机 (MD)	238
7.3.1	微型数字音频光盘机的基本结构	238
7.3.2	MD 机的压缩编码方法	239
7.4	MP3/MP4 随身听	242

7.4.1 MP3 便携式音频设备	242
7.4.2 MP4 便携式 AV 设备	246
习题 7	246
第 8 章 环绕声音响产品的电路详解	248
8.1 环绕声音响的基本构成	248
8.2 CD/VCD 电路部分	249
8.2.1 CD 激光头和伺服预放电路 (AN8837SBE1)	249
8.2.2 数字信号处理电路 (DSP)	252
8.2.3 伺服驱动电路	258
8.2.4 音频、视频解码电路	260
8.2.5 CD 机芯控制电路	265
8.3 FM/AM 收音电路	270
8.3.1 FM/AM 收音电路的信号流程	270
8.3.2 FM/AM 收音电路的电路结构	270
8.4 磁带录音机部分	273
8.4.1 磁带录音机部分的信号流程	273
8.4.2 双卡录音机的电路结构	274
8.5 数字音频信号处理电路	276
8.5.1 数字音频信号处理电路的信号流程	276
8.5.2 数字音频信号处理电路的结构	277
8.6 环绕立体声解码电路	282
8.6.1 环绕立体声解码电路的信号流程	282
8.6.2 环绕立体声解码电路的结构	282
8.6.3 电子音量控制电路	282
8.6.4 微控制器电路	286
8.7 音频功放和电源供电电路	288
8.7.1 音频平衡调整电路	288
8.7.2 音频功放和电源供电电路	288
8.8 系统控制电路	291
8.8.1 系统控制微处理器	291
8.8.2 频谱分析放大器	294
8.8.3 I/O 接口扩展电路	294
8.8.4 话筒信号放大器	296
习题 8	296
第 9 章 新型数码音响技术及产品	299
9.1 音响产品的发源概况	299
9.2 数码音响产品的种类和特点	305
9.2.1 CD 机与组合音响设备	305
9.2.2 VCD/DVD 视盘机	307
9.2.3 CD 立体声组合音响产品 (CD Stereo System)	308

9.2.4 MD 立体声组合音响产品 (MD Stereo System)	308
9.2.5 AV 控制立体声接收机 (AV Control Stereo Receiver)	308
9.2.6 音频处理器 (Sound Processor)	308
9.2.7 家庭影院系统	309
9.2.8 网络家庭影院	310
9.2.9 虚拟环绕声耳机	312
9.2.10 音响与网络	314
习题 9	315

第1章 信号的调制、发射与传输

1.1 信号与电波

我们通过音响、电视设备可以欣赏由电台或电视台传来的声音和图像节目。这些节目都是通过电波传过来的。电波传输的基础是电磁感应。

1.1.1 电与磁的关系

我们都知道电能生磁，磁能生电的基本概念。如图 1-1 所示，一根导体如果有电流通过则导体的周围就会产生磁场。根据右手定则，拇指的方向为电流方向，其余四指为磁场磁力线方向。当给一个电容器两极加上交变的电压时，就会有交变的电流产生，交变的电场又会感应出交变的磁场，这是很早就被人们发现和利用的自然规律。

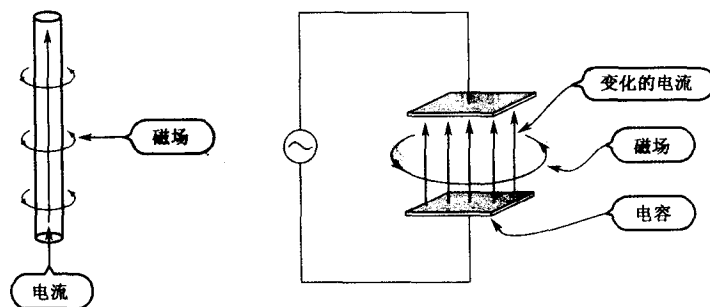


图 1-1 电场感生磁场的概念

同样，磁场也能感应出电场，如图 1-2 所示，变化的磁场会感应出电场。

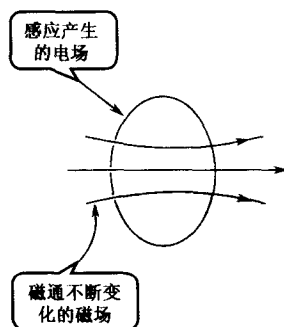


图 1-2 磁场感应电场的概念



1.1.2 电波的产生

从电场和磁场相互感应的特性可知,有电场就会感应出磁场,有磁场又会感应出电场,这种现象是在空间发生的,这样相互感应就会形成电波并传输出去,产生电波的导体被称为发射天线,如图1-3所示。

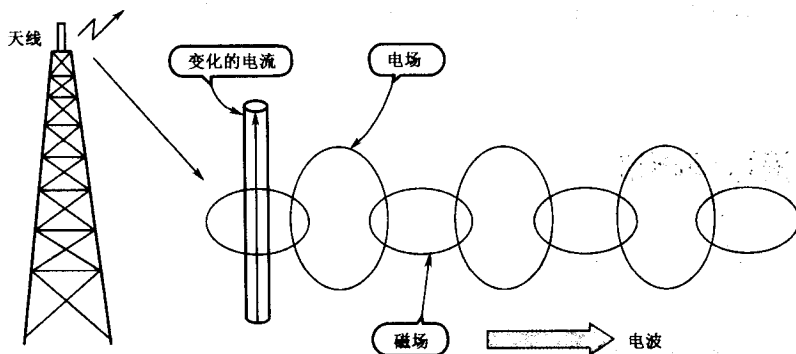


图1-3 电波的形成

1.1.3 电波的极化

电波是一种交变的信号,电场的波动方向和天线的方向有关,并且电场和磁场的方向是互相垂直的,如图1-4所示,垂直天线产生的电波称为垂直极化波,水平天线产生的电波称为水平极化波。

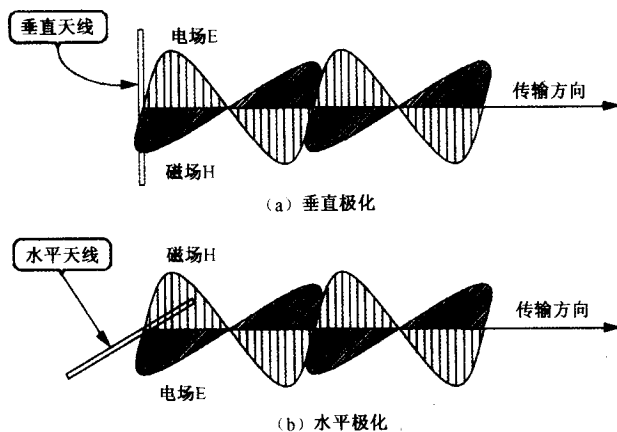


图1-4 电波的极化

1.2 广播电视信号的发射与接收

1.2.1 无线电信号的发射

广播电台的声音信号,电视台的电视信号经过调制,将音频信号和电视节目调制到无



线电载波上, 进行功率放大后送到发射天线上。发射天线以电磁波的形式将节目发射出去, 经过天空送到千家万户。

1.2.2 电波的波长与传输方式

电波的波长是与传输的方式有关的, 其关系如图 1-5 所示。电波是由天线发射出来的, 不同波长的电波信号受到电离层的影响是不同的。

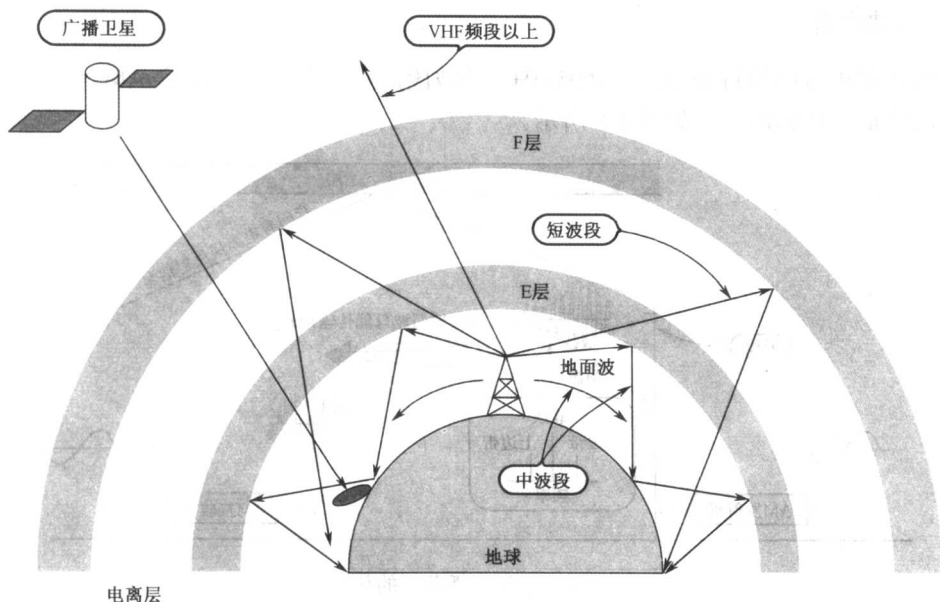


图 1-5 电波传输的路径

1. 中波

中波 ($0.5 \sim 1.6\text{MHz}$) 通常是由地面波 (或称地上波) 传输的, 因此传播的距离比较近, 中波广播只能覆盖城市 and 郊区。晚上中波也可以靠电离层 (E 层) 的反射束传输, 因此中波广播晚上传播的距离比较远。

2. 短波

短波 ($1 \sim 30\text{MHz}$) 可以穿透电离层的 E 层。但是遇到电离层的 F 层便会反射回来, 由于电波的反射可能传输到地球的侧面, 所以从图可见它传播的距离很远, 通常可用于洲际广播。

3. VHF 频段

VHF 频段 ($30 \sim 300\text{MHz}$) 的无线电波, 可以穿透 E 层和 F 层的电离层, 而不会反射回来, 因此只能进行直线传输。电视节目是用此波段进行传输的。因此必须使用高塔, 升高天线来覆盖更大的面积。

4. UHF 频段

UHF 频段 ($300 \sim 900\text{MHz}$) 的电波传输特性与 VHF 相同。



5. C波段和K波段

C波段是3~4GHz的微波,K波段是12~14GHz的微波波段,这种信号的电波都能穿透电离层,卫星通信和广播就是利用这些频段。

1.2.3 广播信号的传输

1. 中波广播

中波广播电台的节目是525~1605MHz的波段,它将声音信号通过AM调幅的方式,以地面波的形式传输出去,如图1-6所示。

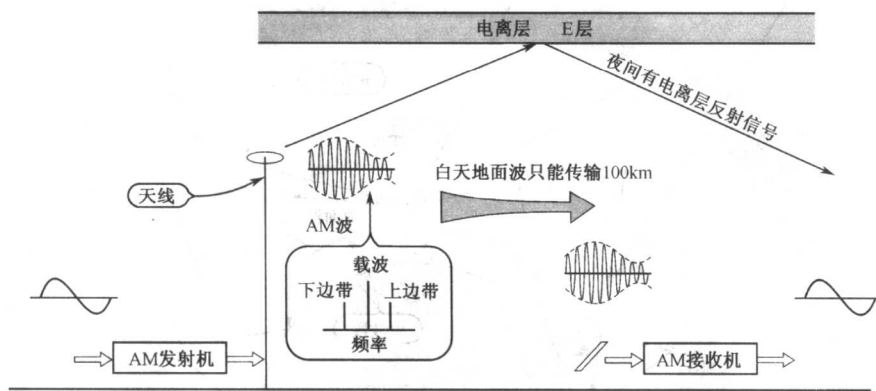


图 1-6 中波广播节目的传输

2. 短波广播

短波广播是利用电离层的反射进行传输的,也采用调幅(AM)的方式。由于靠电离层反射,会受到时间和季节的影响,接收往往不是很稳定。

3. VHF频段的FM广播

FM立体声广播的频段为98~108MHz,由于此段的信号会穿透电离层,因此采用直线传输方式如图1-7所示。

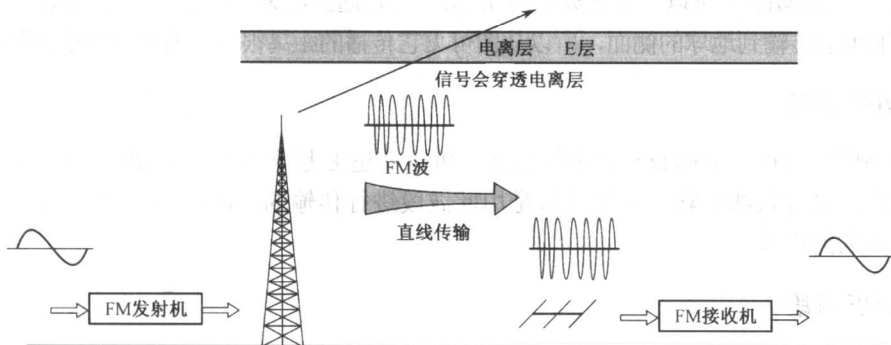


图 1-7 VHF频段的FM广播



4. 电视信号的传输

电视信号是图像和伴音的合成信号，它的载波频率高且频带宽。图像信号采用调幅的方式，伴音信号采用调频的方式，然后再合成为一个信号发射出去，也是利用直线传输的方式，如图 1-8 所示。

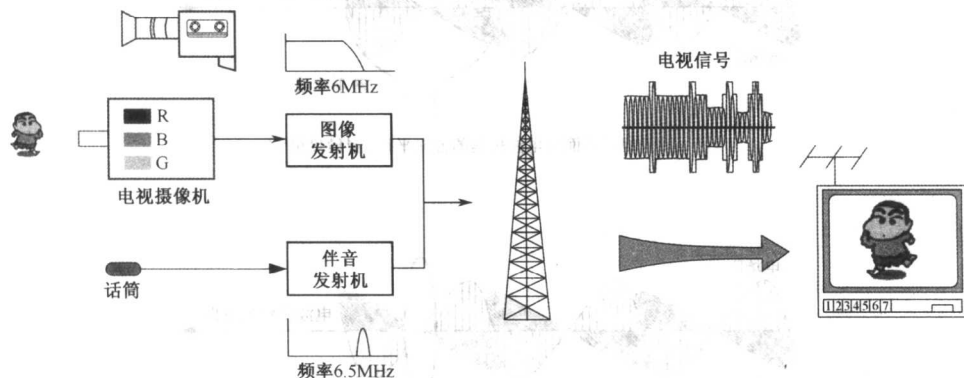


图 1-8 电视信号的传输方式

1.2.4 电波的接收

1. 偶极子天线

天空中传输的电波遇到导体就会在导体上感应出电流，这个导体就称为接收天线，天线导体的尺寸与接收电波的频率有很大的关系。也就是说，天线的尺寸和方向与接收电波的灵敏度有很大的关系。如图 1-9 所示的是半波长偶极子天线。

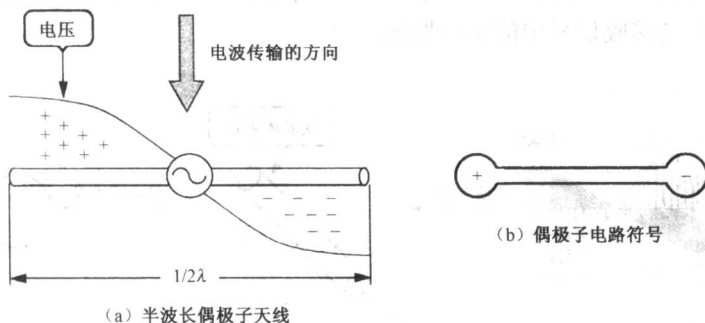


图 1-9 半波长偶极子天线

半波长是指天线的尺寸等于 $\lambda/2$ (电波的 1 个波长称为 λ)，偶极子是指天线两侧具有正负相等电荷。因而这种天线称为双极天线，即偶极子天线。

2. 环形天线

接收电波的天线制成环形，称为环形天线。这种天线的灵敏度与天线环面的方向有关，如图 1-10 所示，即天线环面与电波传输的方向平行时灵敏度最大，而垂直时灵敏度最小。