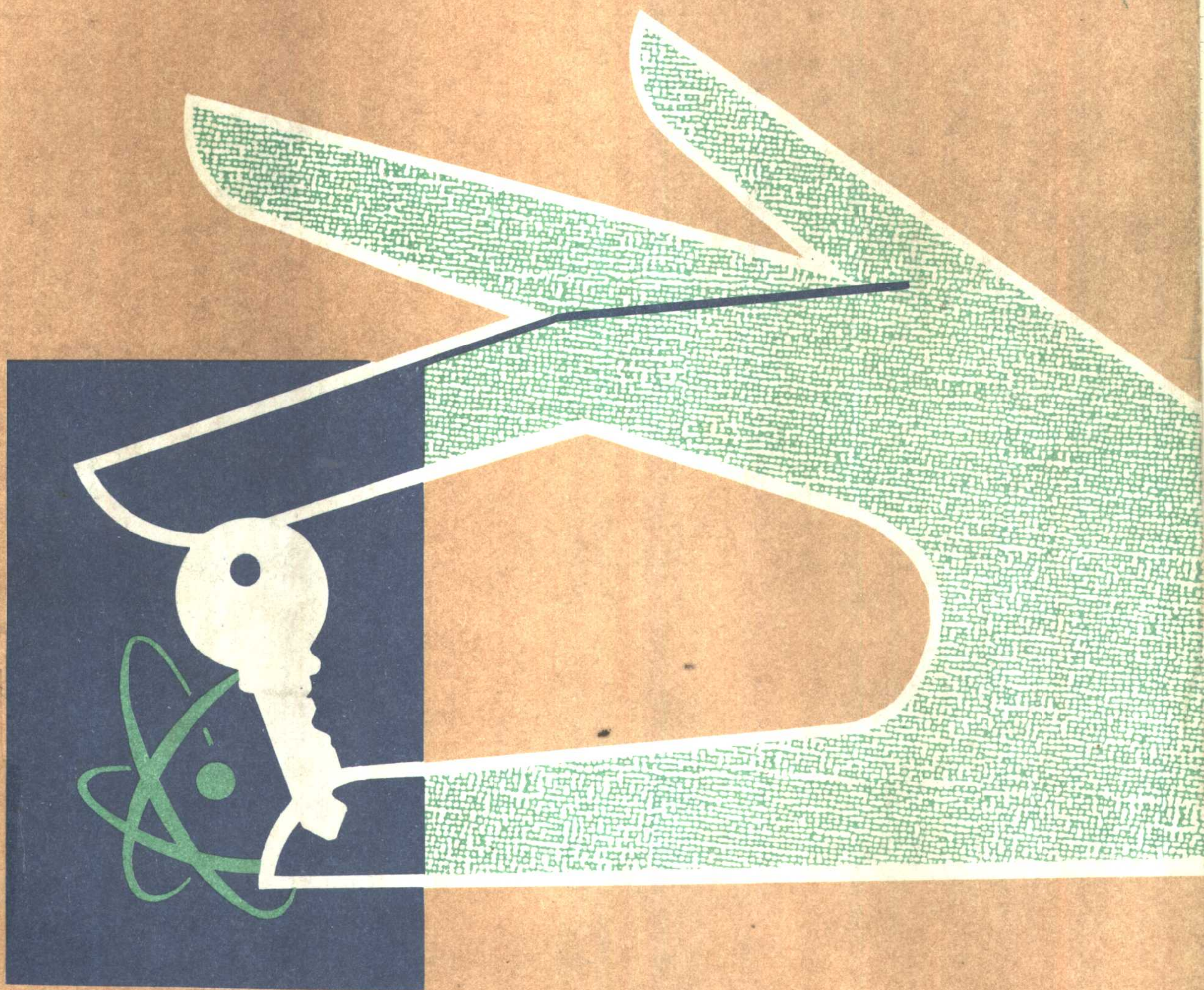


153.108
131:2
家用电器维修指南丛书

(第二卷)

音响设备的使用与维修

《家用电器维修指南》丛书编写组



广东科技出版社

家用电器维修指南丛书

第 二 卷

音响设备的使用与维修

《家用电器维修指南》丛书编写组

广东科技出版社

家用电器维修指南丛书

第二卷

音响设备的使用与维修

丛书编写组

广东科技出版社出版发行

一二〇一工厂印刷

787×1092毫米16开本·28印张插图17张·730,000字

1986年4月第1版 1986年6月第1次印刷

印数1—50000册

书号: 15182·130 定价8.00元

《家用电器维修指南》丛书编委会

主 编	隋经义		
副主编	王明臣	沈成衡	
编 委	高坦弟	陈 忠	刘学达
	段玉平	赵文续	<u>杨光起</u>
	左万昌	宁云鹤	

第二卷编著者

钟恭良	余 敢	黄寿宝	朱康泉
陈镇川	白祥玢	方 平	

ABC07/03

序

随着我国国民经济的迅速发展和人民生活日益提高，近几年来，家用电器的生产成倍增长。中国科协、商业部等有关领导部门决定在全国各地举办家用电器培训班，为社会培训迫切需要的大批既懂得原理又掌握维修技能的技术队伍。相信这一决策定会得到社会各界的关心和支持，也将给从事和即将从事家用电器维修的广大职工队伍带来喜讯。

要办培训班，就须具备必不可少的条件。除了师资和教学场地设施外，还要有相应的教材和辅导资料。于是来自广州、南京、北京等地有关单位的近百名作者和编审人员参加了编写工作。他们既有理论知识，又有丰富的实践经验。通过他们的艰苦劳动和密切合作，在短短一年的时间内将一套二百多万字的丛书也就是教材奉献给读者了。我向他们及出版印刷部门表示衷心感谢。

由于编写出版时间比较短促，丛书中肯定还会发现这样或那样的缺点，有些题目也许写的不够充实完善，但就总体来说，全书具有理论和实践相结合，突出维修；取材广泛，而有所侧重；对部分难懂的内容采用电视录像辅导方式等特色，它是应当受到欢迎的一部培训班课本或基本读物。

科学技术在发展，经济建设在发展，人们对家用电器的要求也会越来越高，我希望这套丛书，不负时代的期望，在经过使用一段时期后将加以修订改进。

广大的读者和各地培训班的实践将正确地评价这部丛书，并指出他应当如何去改进，以便更好的为社会需要服务。

中国电子学会理事长

孙俊人

1986.2.28

前 言

近几年来,随着家用电器在我国城乡的迅速普及,维修技术力量不足已成为十分突出的矛盾。为了满足广大家用电器维修人员、电器商店营业人员、电子爱好者,军地两用人才和广大用户学习家用电器维修技术的迫切需要,中国电子学会普及工作部和商业部家用电器处,聘请有一定理论水平和实践经验的作者,编写了这套《家用电器维修指南》丛书,由广东科技出版社出版。

经中国科学技术协会、商业部、国家工商行政管理局、劳动人事部和中国人民解放军总政治部宣传部共同研究确定,将本丛书作为全国培训家用电器维修人员的统一教材。

本丛书分为三卷出版。第一卷《日常家用电器设备的使用与维修》,介绍电炊用具,卫生保健类电器、电冰箱、电风扇,电子相机和微型计算机的原理、使用和维修知识;第二卷《音响设备的使用与维修》,介绍调频收音机、录音机和家庭音响中心的原理、使用和维修知识;第三卷《视频设备的使用与维修》,介绍黑白电视机、彩色电视机和家用录象机的原理、使用和维修知识。

本丛书内容包括了人们日常生活中所接触的各种家用电器,着重介绍使用和维修方法,同时简要介绍维修必需了解的电器结构、工作原理等知识。本书通俗易懂、实用性强,既可作为培训教材,也可供家用电器维修人员、电子爱好者用作自修读本。

配合本丛书的出版,中央电视台将于1986年年中用第一套节目向全国播出《家用电器维修》讲座,内容取材于本丛书。编写单位同时发行电视讲座的录象带,以满足有关方面学习的需要。由于家用电器维修是一门实用性很强的技术,无论是培训班的学员或者是自学者,若能在学习本丛书的同时收看电视讲座或讲座的录象带,并进行实习操作,这对于提高维修技术水平,将会收到事半功倍的效果。

在编写这套丛书的过程中,我们调查研究了家用电器维修人员的现状,聘请有实践经验的专业人员编写了初稿,写成后我们又进行了认真的审订。但由于水平所限和时间仓促,书稿在技术内容、编排体例上肯定存在不妥之处,敬请广大读者不吝指正。

《家用电器维修指南》丛书编委会

一九八六年二月

目 录

第一部分 调频收音机的原理和维修

第一章 调频无线电广播	3
第一节 概 述	3
第二节 调频的概念	7
第三节 调频立体声广播	13
第二章 调频收音机概述	18
第一节 调频收音机的结构	18
第二节 收音机的信号电平和增益	19
第三节 调频收音机的质量指标	21
第三章 输入电路和高频放大器	26
第一节 概 述	26
第二节 输入电路	26
第三节 晶体管高频放大器	29
第四节 场效应管高频放大器	31
第五节 电子调谐	33
第四章 变频器	35
第一节 概 述	35
第二节 变频和非线性互调	36
第三节 本机振荡器	40
第四节 三极管变频器	42
第五节 场效应管混频	44
第六节 二极管平衡混频	45
第五章 调频收音机的高频头	49
第一节 晶体管高频头	49
第二节 场效应管高频头	50
第三节 集成电路高频头	51
第六章 中频放大器和限幅器	58
第一节 调频收音机中频放大器的特点	58
第二节 调频调幅共用中频放大器	58
第三节 限幅器	59
第四节 集总滤波和集成中频放大器	63
第七章 鉴频器	69

第一节	最简单的鉴频器	69
第二节	相位鉴频器	70
第三节	比例鉴频器	73
第四节	移相乘法鉴频	77
第五节	脉冲计数式鉴频	82
第八章	立体声解码器	83
第一节	矩阵式解码原理	83
第二节	开关式解码原理	85
第三节	分离度的改善	87
第四节	副载波发生器	90
第五节	立体声自动切换电路	98
第六节	集成解码器	99
第九章	音频放大器	105
第一节	互补推挽电路	105
第二节	OCL音频放大器	110
第三节	OTL音频放大器	113
第四节	集成音频功率放大器	115
第五节	音频放大器的附加电路	118
第十章	调频收音机的附属电路	126
第一节	自动频率控制(AFC)	126
第二节	自动增益控制(AGC)	127
第三节	静调谐(MUTE)	130
第十一章	调频收音机实例	133
第一节	海燕牌3603型袖珍式调频调幅半导体收音机	133
第二节	熊猫B-02型调频调幅三波段收音机	135
第三节	南海牌二波段双声道收音机	139
第四节	牡丹1141型调频调幅收音机	140
第五节	珠江PR1301型AM/FM袖珍收音机	142
第六节	越秀牌8360型收录机调谐器	145
第七节	海鸥牌L303-1型立体声盒式收录机(收音部份)	146
第八节	红灯783型立体声组合机(调频调谐器部份)	149
第十二章	调频收音机的维修	151
第一节	维修及调试用仪器简介	151
第二节	调频收音机故障检修的一般方法	157
第三节	故障检修实例	166
第四节	维修后的统调	170

第二部分 盒式磁带录音机的原理和维修

第一章	单声道盒式录音机电路原理	177
-----	--------------	-----

第一节	单声道盒式录音机的电路组成及工作过程	177
第二节	录放音电路	185
第三节	自动电平控制(ALC)电路	189
第四节	超音频振荡电路	195
第五节	录音监听与指示电路	197
第二章	盒式录音机传动机构	200
第一节	传动机构的基本组成	200
第二节	主驱动机构	201
第三节	录放音收带及快速走带原理	204
第四节	辅助机构	205
第五节	盒式录音机的直流电机	211
第三章	立体声录音机电路	216
第一节	分立元件组成的录放电路	217
第二节	集成电路立体声录音机的录放电路	219
第三节	特殊电路	225
第四章	故障与检修基础	231
第一节	检修故障的基本方法	231
第二节	故障的判断与修理程序	235
第三节	常用的检修方法	241
第五章	单声道收录机故障与检修	248
第一节	录放部分故障分类	248
第二节	放音电路故障与检修	249
第三节	录音电路故障与检修	254
第四节	机械传动部分故障与检修	260
第五节	典型故障检修三十例	278
第六章	立体声收录机故障与检修	285
第一节	分立元件收录机的故障与检修	285
第二节	集成电路收录机的故障与检修	293
第三节	双卡机芯的故障与检修	297
附 录		301

第三部分 家庭音响中心的原理和使用

第一章	概 况	325
第二章	音频放大器	331
第一节	音频放大器的技术指标与测试方法	331
第二节	音频放大器的组成	343
第三节	前置放大器	344
第四节	功率放大器	374
第三章	扬声系统	377

第一节	扬声系统概述	377
第二节	扬声器的结构与特性	378
第三节	扬声器的技术指标	381
第四节	扬声器组合系统	383
第五节	分频器	385
第六节	音 箱	389
第四章	电唱机	393
第一节	电唱机的种类及工作原理	393
第二节	传动系统	394
第三节	音 臂	398
第四节	唱头和唱针	400
第五章	话筒的结构和应用	403
第一节	话筒的构造	403
第二节	话筒的电声指标	405
第三节	话筒的应用	406
第六章	维 修	408
第一节	音频放大器的维修	408
第二节	音箱的故障分析与维修	432
第三节	电唱机的故障分析与维修	433

第一章 照相的基本知识

第一节 照相机的发展简史

一百五十多年前,法国人达盖尔(Daguerre)制成了应用银盐感光材料作底片的第一台照相机,写下了照相机发展史的第一页。在这一百多年的中间,照相机已从雏型走向成熟,现已发展成为光、机、电、化四者有机结合的整体,出现了自动曝光、自动对焦、自动闪光、自动卷片和倒片的全自动照相机。照相机的发展过程,大致可以分成四个阶段。

(一) 初级阶段(1839~1914年)

这一阶段是第一台照相机诞生到第一台35mm的小型莱卡相机问世,共74年。这一阶段的特点是:

1. 相机的机身从木结构变成小巧的金属结构,照相机中的主要部分,如镜头、快门、取景、调焦等机构逐渐发明。
2. 感光材料工业发展,底片的感光度不断提高,同时由玻璃硬片发展到软片。
3. 生产方式从手工艺作坊走向机械化的大工业生产,形成了光学机械工业的一个分支——照相机工业。

(二) 成熟阶段(1914~1954年)

这一阶段是从莱卡照相机的诞生到莱卡M型相机的出现,其主要特点是:

1. 照相机的光学加工业和精密机械相结合,使其性能逐步齐全,品种和产量逐步增加。如1936年第一架单镜头反光相机在德国意赫格(Thagge)公司首先诞生。1947年又出现了带五棱镜的单反机。
2. 镜头的设计技术和加工制造能力已发展到较高水平,各种焦距、口径的镜头及初级变焦镜头相继问世。
3. 快门日趋完善,形成了镜头快门和焦平面快门两种基本结构,快门速度大大提高。同时,快门中已完整地包括了主动、调速、自拍、闪光联动和手控曝光机构等五大部分。
4. 机体和卷片计数、取景测距、调焦等机构日趋完善,并出现多种型式和具有各种功能,相机轻巧可靠,可满足不同摄影要求。
5. 曝光表开始发展成熟并成为单独产品与照相机并存,作为一附件出现,为曝光的合适性带来有利条件。
6. 彩色照相到五十年代初期开始流行。

(三) 发展阶段(1954~1964年)

在这阶段照相机进入全面大发展,并进入了光机电紧密结合的新时期,其主要特点是:

1. 电子技术开始应用,首先将测光和控制曝光机构有机地结合起来,出现了自动曝光照相机。
2. 相机工业的主要生产国由德国向日本、美国转移,35mm照相机大发展。

(四) 自动化阶段(1964~至今)

60497

1

照相机进入全盛时期，日本照相机基本代表了世界照相机的发展水平。本阶段的基本特点是：

1. 自动曝光日趋完善。随着自动曝光技术的开发，出现了从平均测光发展到中央重点测光等多种测光方式，曝光方式有速度优先、光圈优先、程序快门以及多程序快门等。自动曝光在各种照相机中普及。

2. 自动对焦机构的出现导致照相机的全自动化。

在实现自动曝光以后，自动对焦(AF)一直是现代照相机新技术开发的主要目标之一。现在35mm平视取景小型照相机的AF已十分普遍。1985年，美能达 α -7000AF照相机的出现是单镜头反光照相机AF化的突破口，它有足够的对焦精度、快速的对焦能力以及在暗条件下使用闪光灯时实现AF的能力。

照相机内装入了电脑，随着电脑的运算能力和信息处理能力的不断提高，使照相机的操作性能进一步提高，使其多功能化与操作的简便化有机地统一起来。近几年来，高技术照相机（即指那些应用了能进行大信息量处理的电脑（如16位微处理器）并实现了高度电子化的照相机）日益增多，风卷市场。这些相机实现了自动曝光、自动对焦、自动输片（包括自动装片，自动卷片和自动倒片）、自动闪光等功能，形成了全自动照相机的概念。同时在相机中又实现了与DX（胶卷信息）编码胶片相对应的胶片感光度的自动调节，并普遍安装了日历后背。

3. 照相镜头中引入了电子技术，使镜头向光、机、电相结合的产品转化。同时，随着新的设计及制造技术的发展和超低色散玻璃的应用，变焦镜头在超高倍率、超高性能、超小型、超广角等方面也有明显的进展。此外，由于在变焦镜头中采用了复合非球面技术，从而使其体积明显减小，重量明显减轻，成本大大降低，如美能达AF f35~70mm F4镜头等。

目前，电子技术等高技术正向各工业领域渗透。照相机也不例外，高技术使相机在产品开发和技术进步上获得了新的巨大的推动力，使相机朝着产量大、品种多、性能好、成本低等方向日新月异地发展。

解放前，我国的照相机工业是一个空白。随着新中国的诞生，才逐渐发展起来，在党的领导下，克服重重困难，形成了我国自己的照相机工业。

1956年北京大来照相机厂制造出了我国第一架名为“长虹”牌的35mm照相机，自一九五八年开始，我国的照相机工业有了蓬勃的发展，北京、上海、西安、南京、广州、福州、重庆等地先后成立了照相机生产厂。上海58-1、上照二厂的201、天津的七一型幸福牌、北京的长虹牌、西安的长乐牌、华山牌等照相机都有投放市场。五十年代末期，全国的照相机年产量约为二万架。

三十多年来，我国照相机工业从无到有，从小到大，从仿制到逐步走向独立设计，从低级到高级，走上了健康发展的道路。在认真研究、学习和引进国外新技术、新工艺的基础上，使国产照相机的品种、产量和质量都有了较快的进步和提高。电子测光、内藏闪光灯、自动曝光等较为先进的技术已在国产照相机上应用，自动卷片、倒片、自动对焦等照相机已开始研制。1988年，全国的照相机产量已达290多万架（不包括经济特区），并已有一定数量出口进入了国际市场。

第一章 调频无线电广播

第一节 概 述

一、无 线 电 波

无线电广播是通过无线电波来传播语言、音乐和图象的。

无线电波是一种电磁波，由运动着的电场和磁场所形成。根据电生磁的原理，当高频电流通过发射天线时，将会在天线周围建立起高频磁场；根据电磁感应的原理，变化着的高频磁场又会建立起感应电场。于是高频电场和高频磁场互相联系又互相转化，形成一个统一的电磁场向外辐射出去，这就是无线电波。上述过程，同用一根棍子不断地扰动池水，激发一圈圈水波的情形有些相似。应该特别指出，如果仅仅将棍子插入池中而不进行不断的扰动(振动)，则水波是不会源源不断地发生的。与此相似，为了发射无线电波，通入天线的电流必须是振荡的，即是交变的。理论和实践都证明，只有频率相当高的，即交变速度相当快的电流，才能有效地发射无线电波。

无线电波以光速(3×10^8 米/秒)在自由空间传播，其每变化一周所传播的距离叫“波长”(λ)。显然，电波交变的速度越快，则每变化一周所传播的距离就越短。因此波长和频率(f)成反比例，具体关系如下：

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{f} \text{ (米)} \quad (1-1)$$

频 段 名 称		频 率	波 长	波 段 名 称	
低频(LF)		30~300kHz	10000~1000m	长波(LW)	
中频(MF)		300~3000kHz	1000~100m	中波(MW)	
高频(HF)		3~30MHz	100~10m	短波(SW)	
超 高 频	甚高频(VHF)	30~300MHz	10~1m	超短波(USW)	
	特高频(UHF)	300~3000MHz	100~10cm	分 米 波	微 波
	超高频(SHF)	3~30GHz*	10~1cm	厘 米 波	
	极高频(EHF)	30~300GHz	10~1mm	毫 米 波	
	超极高频	300GHz以上	1mm以下	亚 毫 米 波	

* GHz——吉赫，1GHz = 10^9 Hz。

在上式中，频率的单位为“赫”(Hz)；波长的单位为“米”(m)。

在无线电广播中使用的发射频率从几十千赫到几百兆赫，习惯上将它们划分成若干个频段，每十倍频程为一段。由于一定的频率同一定的波长相对应，所以频段也称为波段，如上表所示。

二、无线电波的传播

无线电波由天线发射出来后，有的沿地球表面传播，叫地波；有的射向天空，叫天波；有的直接射向接收天线，叫直接波。究竟以哪一种方式为主，则取决于发射天线的形式和架设方法。例如垂直于地面的直立天线主要发射地波；平行于地面的对称天线(双极天线)主要发射天波；由许多双极天线单元所组成的、远离地面的天线阵列，则主要发射直接波，如图1-1所示。

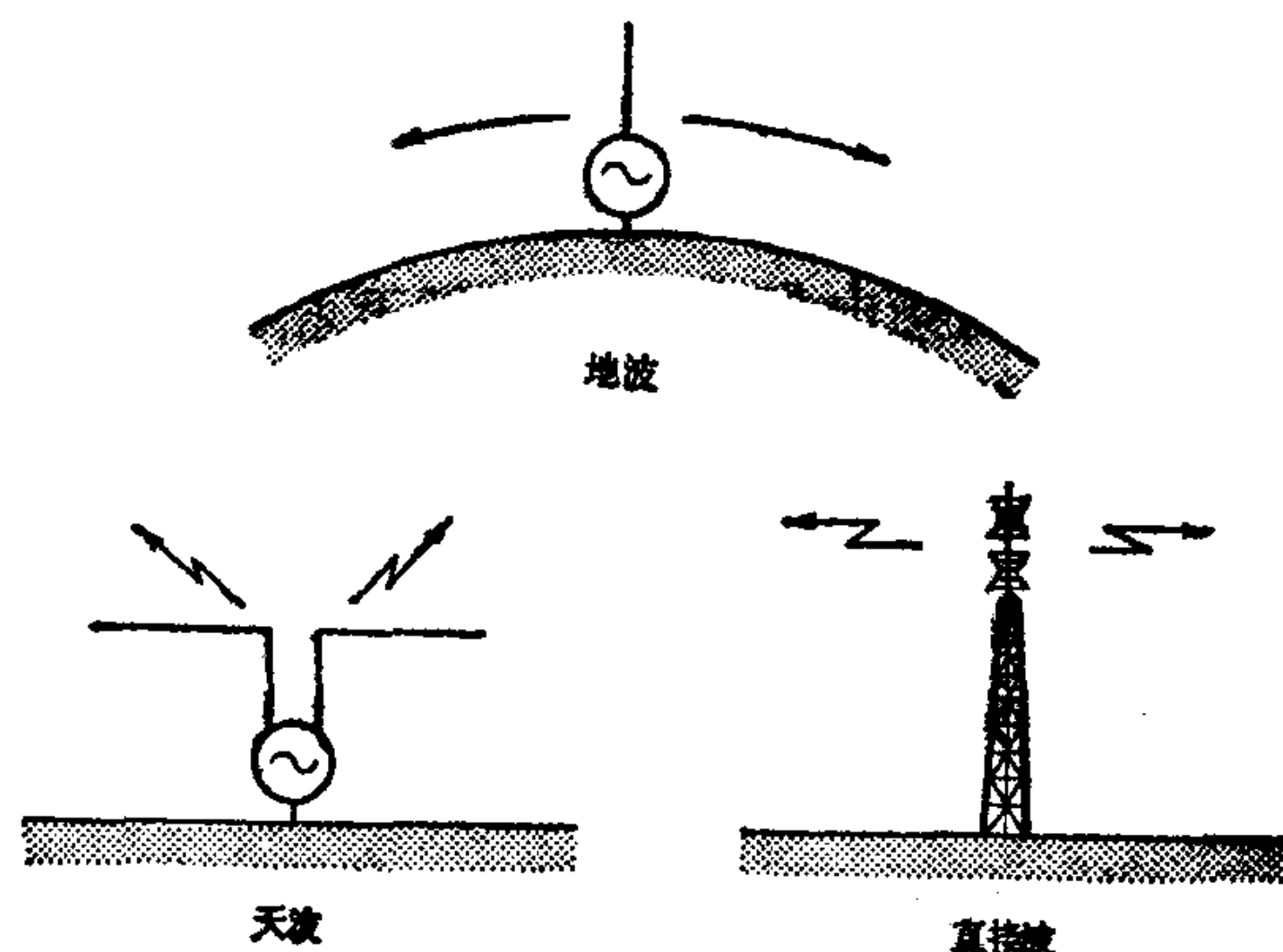


图1-1 地波、天波和直接波

同所有其他波一样，电波在传播过程中会发生衰减、绕射、反射等现象。一般来说，电波的波长越短(即频率越高)，则在传播的过程中越容易衰减，或越容易被障碍物所反射；但波长极短时，又会有较强的穿透本领，有可能穿透障碍物。另一方面，电波的波长越长，则绕射性能越好，能够绕过障碍物继续向前传播。所以，中波和长波通常以地波传播为主；只要能量足够大，即可绕过各种地形地物，稳定地传播出去。短波容易为地物所吸收而衰减，一般不能依靠地波远传，而主要依靠天波传播。在离地面几十至几百公里的高空中，稀薄的大气被太阳和其他宇宙辐射所电离，形成所谓“电离层”。天波可借助电离层以及地面反射而传至远方，如图1-2所示。电离层的状况随季节、昼夜而变化，并且几乎时刻都在变。因此天

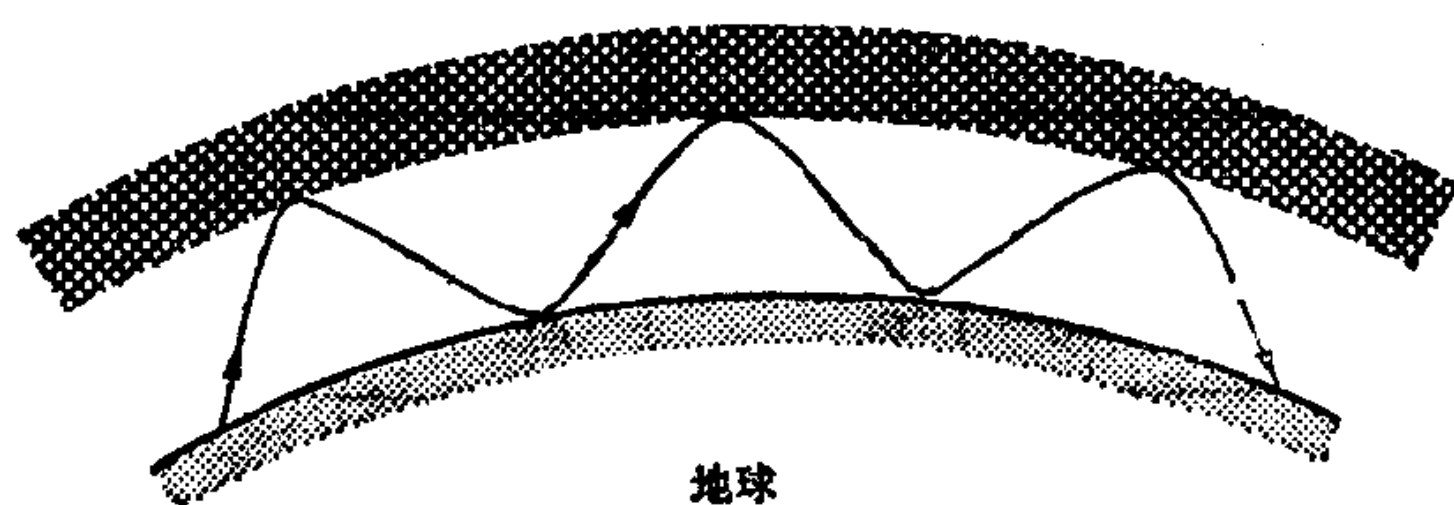


图1-2 天波传播



图1-3 直接波传播

波传播不十分稳定,到达接收点时会时强时弱。这种现象叫做“衰落”。我们接收短波广播时,常常会觉得信号时强时弱,象风吹飘拂,就是这个原因。晚上接收远区的中波广播也有类似现象,因为晚上电离层的状况恰好能把中波反射到远方。至于超短波和微波,由于极易衰减,且会穿透电离层,所以主要依靠直接波传播,如图1-3。由于种种原因(详见下文),现行的调频广播就是利用这种方式。直接波十分稳定,但由于受地球表面弯曲所阻,地面上的传播距离受到一定限制,大约在几十至百余公里(即所谓“视距”)之内,天线高些传播距离当然就可以远些。在直接波不能到达的地方,由于大气的散射,也可能收到微弱的电波,但若依靠这种散射,则发射功率必须十分强,或接收机十分灵敏。超短波和微波远传的另一个办法是“接力”,即在直视距离内建立起中继站,把电波一站站转发出去。图1-4便是微波接力通信的情形。调频广播和电视广播的“差转”也与此相类似。

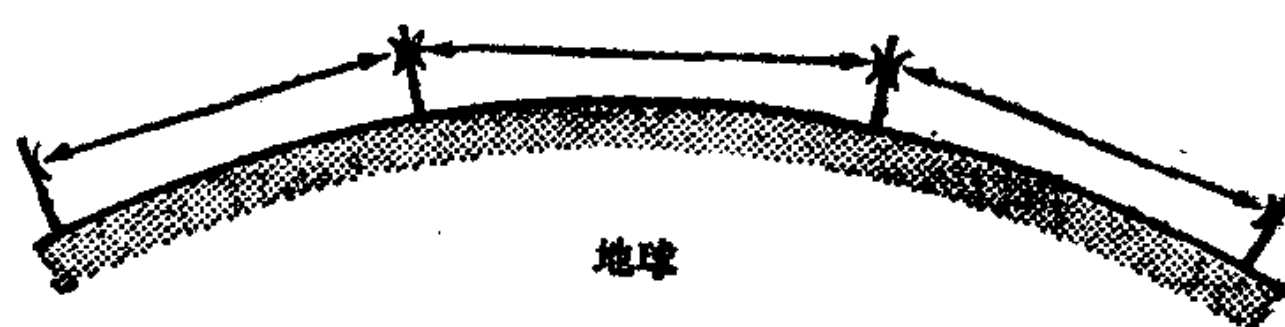


图1-4 微波接力通信

随着人造地球卫星技术的发展,用直接波传送的方式越来越显得重要。用集束的直接波射向卫星,然后由卫星在高空转播,可以用很小的功率覆盖一大片接收区。整个地球表面,只需用三个位置适当的同步地球卫星,就可以全部覆盖起来。这种同步卫星的高度为三万多公里。因能源所限,由它转发回地球的信号比较微弱,目前要由设备较复杂的地面站接收,然后向四周服务地区转播,如图1-5。也有由卫星直接向用户播送的系统,预计普遍实现卫星直播的时代将很快到来。另外一种实用的办法是把广播发射机装在一个大气球上,用缆绳系留在几公里高的空中,如图1-6。这种办法可覆盖近二十万平方公里面积,而且场强较强,可供普通用户直接接收。

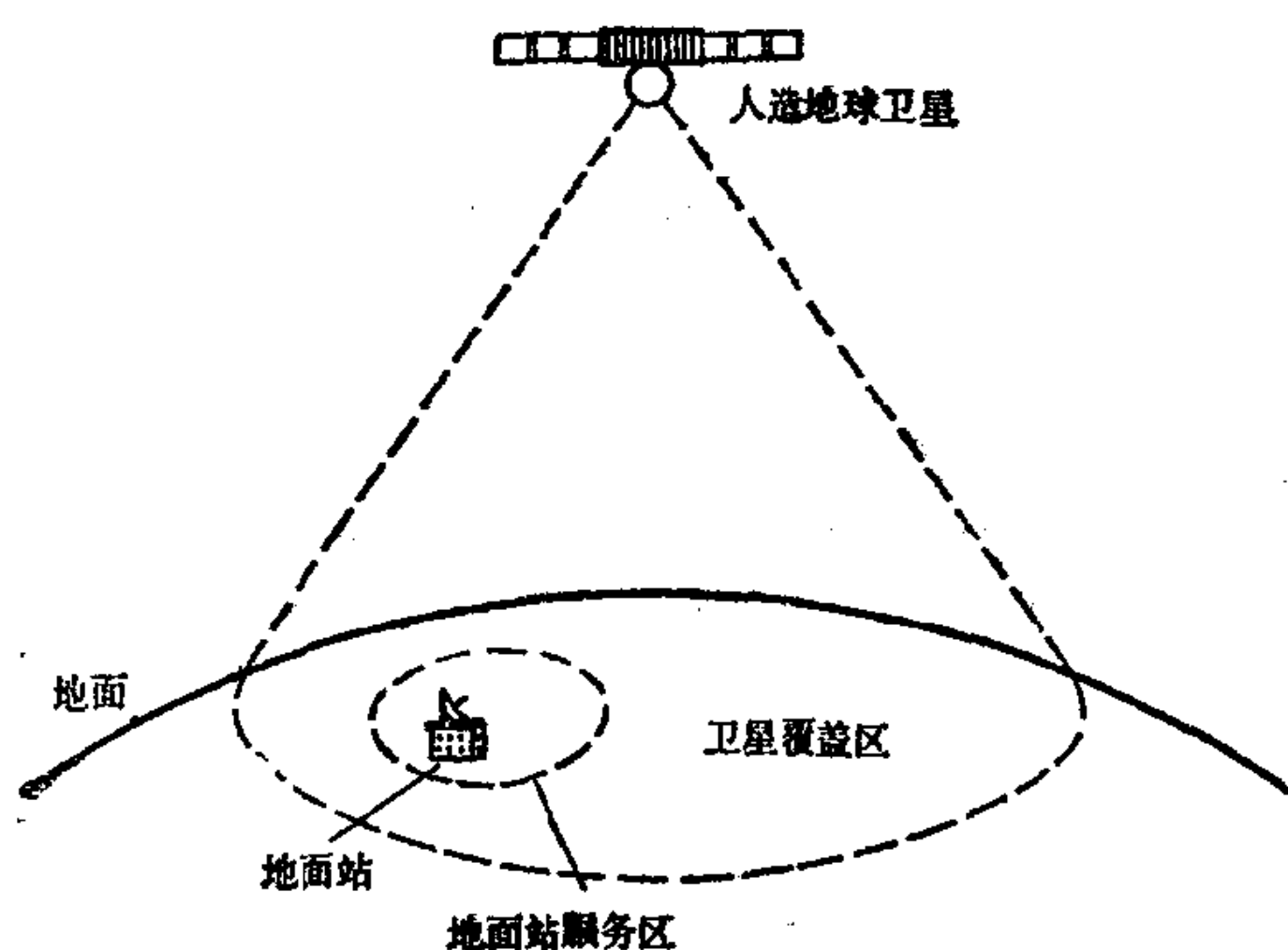


图1-5 卫星转播

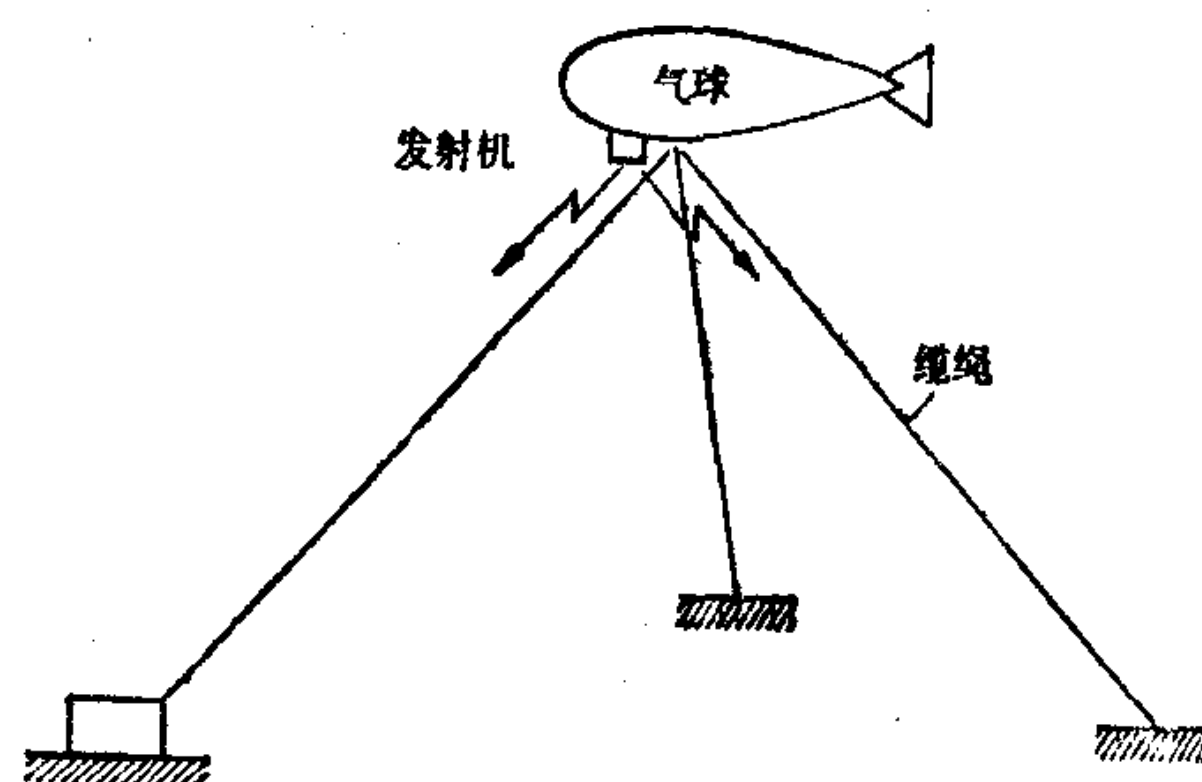


图1-6 系留气球直播

直接波和超短波、微波是两个不同的范畴,但它们几乎总是互相联系着的。这一方面是因为超短波和微波信号要依靠直接波传送,另一方面是只有超短波和微波才易于发射和接收直接波。天线的尺寸同波长成一定的比例,只有波长相当短(10米以下),才便于制造和架设

直接波天线，包括用于远距离接收调频广播的定向接收天线。这里所说的“远距离”是指离发射天线百公里左右的距离。再远便将没入地平线以下，收不到直接波了。只有定向性能十分好的天线同灵敏度高的收音机相配合，才能依靠散射勉强接收。所以，在边远地区和山区，如果当地没有差转台，一般是收不到调频广播的。

三、无线电广播制式

一般语言、音乐等信息的电信号其频率成分都是低频，而发射无线电波则需用高频，这是一个矛盾。为了解决这个矛盾，必须设法把低频信息记载在高频电波之中。记载的具体方法不同就形成了不同的无线电广播制式。

就语言、音乐的无线电广播来说，当前通用的制式有两种，一种是“调幅”(AM)，另一种是“调频”(FM)。

所谓调幅，是以高频电波振幅的变化来表达信息，如图1-7。图中(a)是待广播的声音信号；(b)是待记载信息的高频波，叫做“载波”；(c)是记载了声音信号的调幅波。不妨认为，载波是一种便于发射的运载工具，但它本身不包含我们要传播的信息。在调幅制中，我们设法让高频载波的振幅随着待传送的信号而作相应的变化，从而使它携带着信息发射出去。其实，载波的作用不仅仅是为了便于发射，同时也是为了识别和区分不同的广播电台。所有的无线电广播电台都把自己的信号发射入空间，互相之间总要有识别的标记才便于区分。载波频率就是这种标记。不同电台使用不同的载波频率，收音机即可根据这一标记来进行选择。

也可以令高频电波的频率在载频(即载波频率)附近适当地来回偏摆来表达信息，这种方式叫做“调频”，如图1-8所示。图中(a)是待广播的声音信号；(b)是高频载波；(c)是相应的调频波。由图可见，对应于声音信号的正半周，调频波的波形比较密集，就是说它的频率变高了；对应于声音信号的负半周，调频波的波形比较稀疏，就是说它的频率变低了。总之，调频波的频率，是跟随着声音信号的瞬时值而变化的。但这种变化仍以载频为中心，就象调幅波幅度的变化以载波振幅为中心一样。

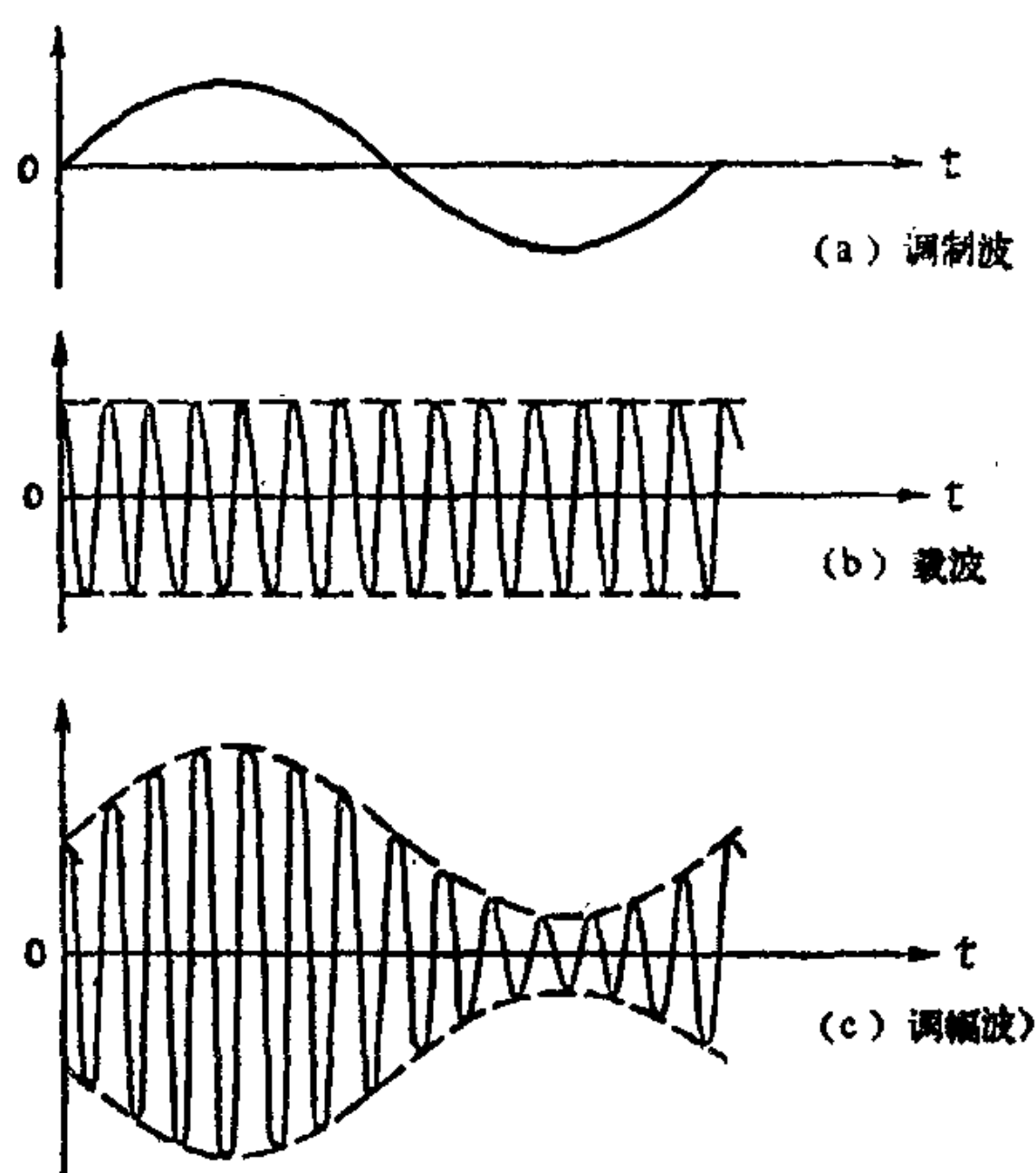


图1-7 调幅无线电信号

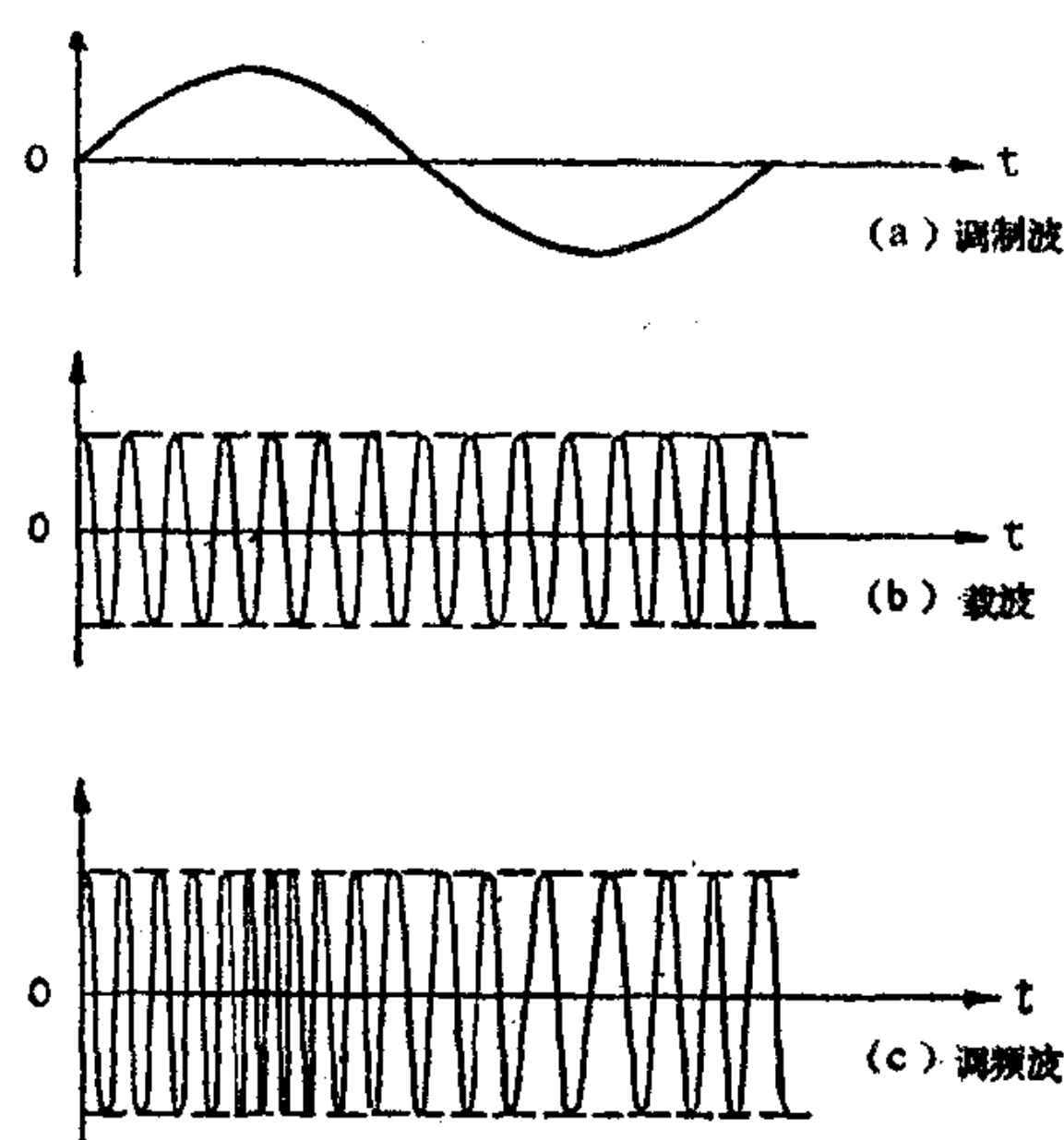


图1-8 调频无线电信号

调幅和调频统称为调制，都是用低频信息对高频载波实施调整和制约的手段。这里所说的无线电广播制式，实质就是指调制的方式。

第二节 调频的概念

一、调频的原理

图1-9是调频的原理图。图中虚线左边是一个LC高频振荡器。右边是以“变容二极管”D

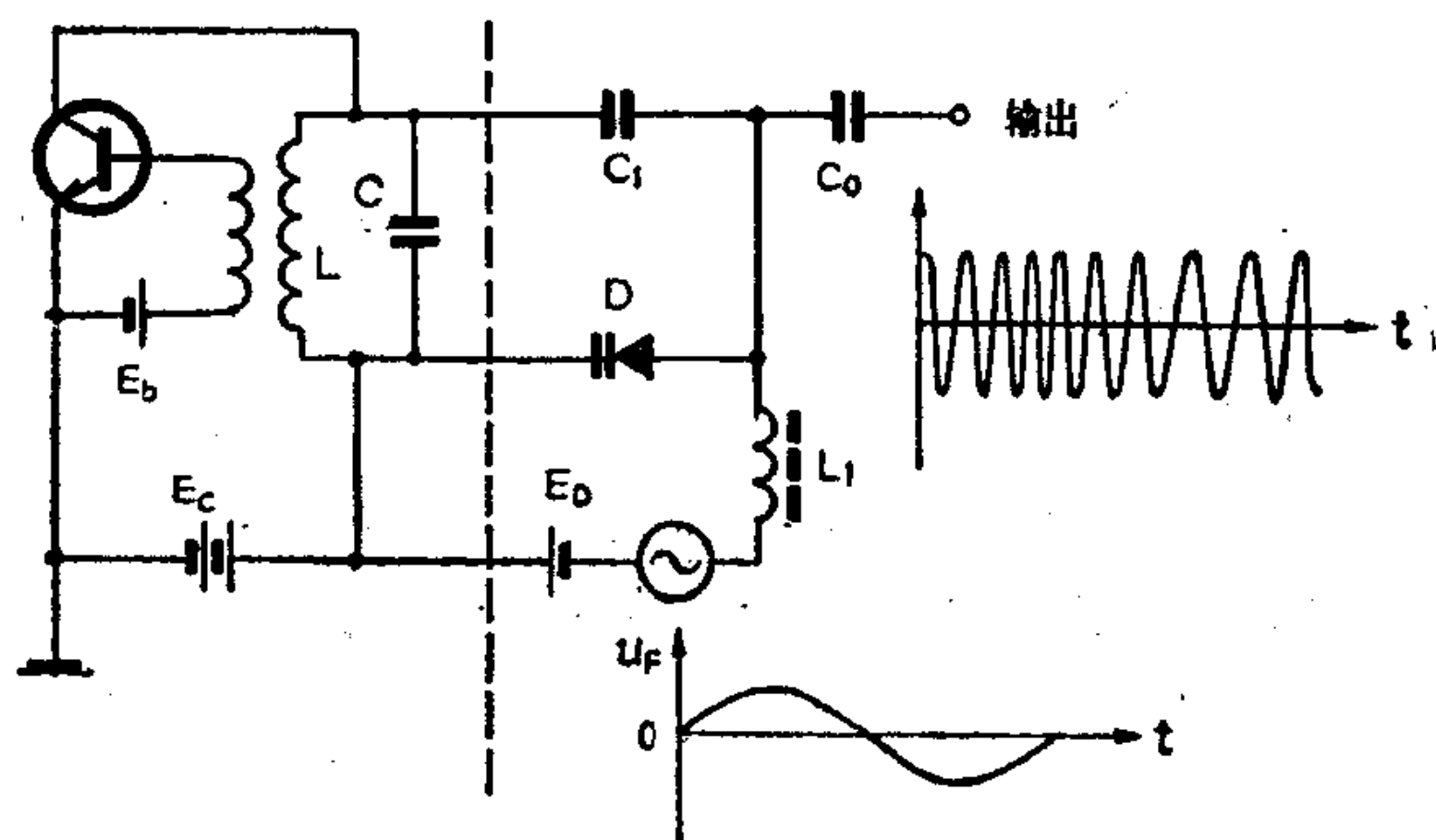


图1-9 调频原理

为主体的调频电路，其中 C_1 为高频耦合电容， L_1 为高频阻流圈， E_D 为变容二极管的偏置电源， C_0 是输出耦合电容。变容二极管D处于反向偏置状态，它的结电容会随反向电压的大小而变化(详见第三章)。D通过 C_1 并联在振荡回路上，振荡频率由LC及D的结电容 C_d 共同确定：

$$f \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C+C_d)}} \quad (1-2)$$

当低频调制电压 U_F (代表声音的信号电压)加入时，D的反偏电压必将随着起伏变化，从而使它们的结电容 C_d 随着变化，于是振荡频率就随着发生相应的偏摆。频率偏摆的幅值用 Δf 表示，叫做“频偏”。“频偏”的全称应该是“最大频率偏移”。频偏是由中心频率算起的，等于调频波的瞬时最高(或最低)频率同载波频率的差值。

调频波的调制深度用“调频指数” m_f 来表示。理论证明， m_f 与频偏 Δf 成正比，而与调制信号(在这里即是声音信号)的频率 F 成反比：

$$m_f = \frac{\Delta f}{F} \quad (1-3)$$

m_f 同 Δf 成正比是可以理解的，因为没有频偏就没有调频，频偏越大调制的程度当然越深。

m_f 同 F 成反比可以这样来理解： F 越低则调制信号的周期也越长，因而在每一个调制周期内参与偏移的高频周波数也越多，所以调频波的变化也越深刻。图1-10可以说明这种情况。

图中的(a)和(b)是两个频率不同但振幅相等的调制波，(a)的频率较低($F_1 < F_2$)。设(a)、(b)分别对同样的载波施加调制，得到相应的调频波(a')和(b')。由图可见，在四分之一周期内，(a')有6个周波偏移，而(b')只有3个周波偏移。可见(a')的变化比(b')要深刻。