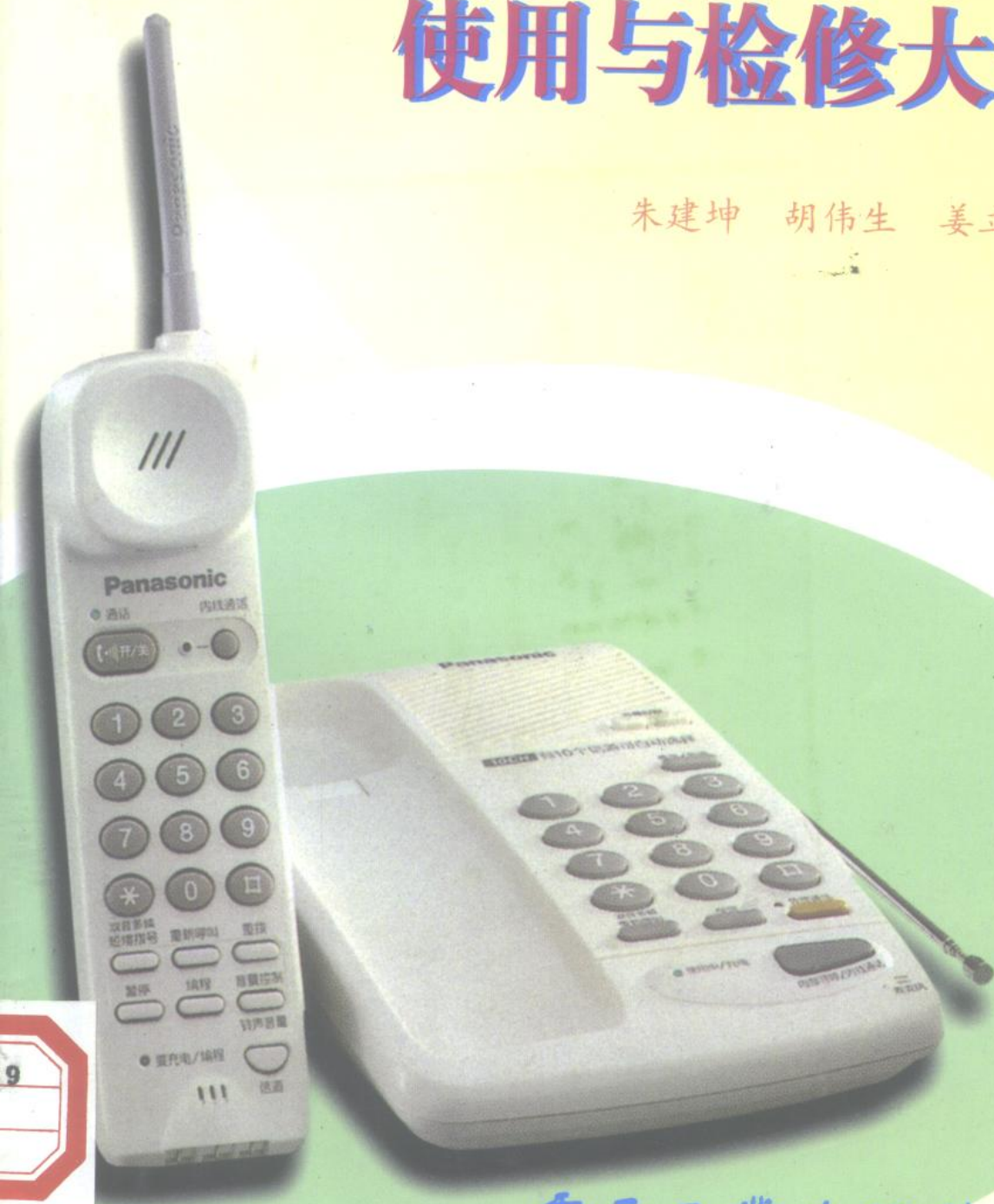


无绳电话机原理 使用与检修大全

朱建坤 胡伟生 姜立中 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

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



全国家用电器维修培训补充读物 51

无绳电话机原理·使用与检修大全

朱建坤 胡伟生 姜立中 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 提 要

全书共十章。第一章至第三章较系统、全面地介绍了无绳电话机电路原理及检修技术。第四章至第九章剖析了目前市面上常见的六种具有代表性的无绳电话机,对其电路原理、使用方法及常见故障检修进行了详细分析、介绍。第十章介绍了新型微型化通信元器件及应用。附录部分提供了目前市面上常见的二十多种无绳电话机的电原理图及其它难得的实用技术资料。

本书内容通俗易懂,分析精辟实用,是广大电子爱好者和从事无绳电话机开发、生产及维修技术人员案头必不可少的技术性手册。

丛 书 名: 全国家用电器维修培训补充读物 51

书 名: 无绳电话机原理·使用与检修大全

著 者: 朱建坤 胡伟生 姜立中 编著

责任编辑: 汪海波

印 刷 者: 一二〇一工厂印刷

装 订 者: 北京云峰印刷厂装订

出版发行: 电子工业出版社出版、发行

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

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

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.5 字数: 730 千字

版 次: 1998 年 7 月第 1 版 1998 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1—11000 册

书 号: ISBN 7-5053-4801-9
TN·1160

定 价: 27.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

版权所有·翻印必究

《全国家用电器维修培训教材》编委会

主 编 梁祥丰

常务副主编 宁云鹤

副 主 编 沈成衡 吴金生

编 委 (按姓氏笔划排列)

王明臣 刘学达 李 军

陈 忠 张道远 张新华

高坦弟 谭佩香

出版说明

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。为了使家用电器维修培训工作更加系统化、正规化,1987年4月,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、中国电子学会联合召开“全国家电维修培训工作会议”。会议上,各部委一致指出此项工作的重要意义,同时要求对现行教材进行修改,并编写基础与专业基础教材。遵照此会议精神,全国家电协调领导小组办公室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,编写了较为完整的家电维修培训教材,并由电子工业出版社出版。

随着家电维修培训工作的深入开展,应家电维修培训班师生及社会各界读者的要求,全国家电维修培训协调领导小组办公室在完成全套教材的出版工作之后,又陆续组织出版了家电维修培训补充读物。迄今为止,已出版七十余种,有:《家用电器维修经验》、《新编音响实用集成电路大全》、《卡拉OK·环绕声·混响处理器的原理与制作》、《国内外汽车音响电路图集及维修实用资料手册》、《新编集成电路黑白电视机故障检修入门技巧》、《黑白彩色电视机原理与维修·自检·难题详解》、《黑白电视机修理技术自学读本》、《彩色电视机修理技术自学读本》、《彩色电视机遥控原理·电路分析·维修·安装》、《彩色电视机遥控系统电路·信号流程详解·故障分析》、《快修巧修进口国产彩色电视机》、《大屏幕电视机奇·特·软故障检修230例》、《电视机常用集成电路手册》、《彩色电视机实用单元电路原理与维修图说》、《国内外彩色电视机实用维修资料大全》、《最新进口录像机及激光放像/唱机维修手册》、《录像机常用集成电路手册》、《家用摄录像机(一体化)维修手册》、《移动通信——原理·系统·应用》、《电冰箱·冷藏柜·空调器·电动机维修技术和修理经验》、《现代复印机使用与维修技术(附图集)》、《微机实用检修技术》、《微机用显示器原理和维修技术》、《家用电器实用维修基础·方法·技巧大全》、《怎样看家用电器电路图》、《日常家用电器维修·自检·难题详解》、《家用电器实用电源大全》、《农村实用电工技术》、《松下彩色电视机实用电路图全集》、《常用国外彩色电视机电路图集精选》等。

我们出版家电维修培训补充读物的宗旨,是对基本教材拾遗补缺,为培训班师生和不同层次的电子爱好者提供进一步的参考资料,帮助他们深化对基本教材内容的理解和拓宽知识面。因此,在编写过程中,我们注重内容新颖、实用,资料翔实,叙述力求深入浅出,通俗易懂。事实证明,补充读物的出版起到延伸培训教材深度和广度的作用,对提高广大电子爱好者的素质,提高家电维修培训工作质量都是大有裨益的。

由于家用电器维修培训牵涉面广,学员及广大电子爱好者的水平和要求不同,加之我们水平有限,故补充读物的出版还不能完全满足不同专业、不同层次读者的要求。我们恳切希望全国各地的家电维修培训班的学员、教师以及广大电子爱好者提出宝贵意见,并函寄至北京3933信箱(邮政编码100039)全国家电维修培训协调领导小组办公室,在此谨致诚挚谢意。

《全国家用电器维修培训教材》编委会

1997年4月

前 言

随着我国邮电通信事业的飞速发展,电话机已逐渐进入普通家庭并趋普及,而无绳电话机(俗称子母机)由于摆脱了话筒绳的约束,在有效覆盖范围内有“大哥大”的一般功能,具有使用方便、灵活、功能多等优点,尤受广大用户青睐。但由于无绳电话机工作原理及控制关系相对复杂,而其在销售时通常不提供电路图等技术资料,这给广大维修人员及用户在维修及使用时带来了许多不便,为满足广大读者全面了解无绳电话机的工作原理、使用、维修,掌握新器件与新技术应用及收集资料的需要,作者根据多年从事无绳电话机维修、开发研究、实践经验及积累的有关技术资料,编著了本书。

全书共分十章。第一章介绍了无绳电话机及无线电通信基础知识。第二章全面介绍了无绳电话机电路工作原理及单元电路分析。第三章全面介绍了无绳电话机的检修方法及注意事项。第四章至第九章剖析了目前市面上常见的六种具有代表性的无绳电话机的典型机型,对其电路原理、使用方法及常见故障检修进行了详细分析、介绍。通过对上述机型的解剖分析,可使读者了解市面上流行的数十种无绳电话机的工作原理及检修技术。第十章较系统地介绍了新型微型化通信元器件及应用。附录部分提供了二十多种常见的无绳电话机的电原理图及其它难得的实用技术资料。

本书的内容突出实用性、资料性、系统性、启发性。叙述通俗易懂,是一本实用性很强的技术性手册。

本书由朱建坤主编及统稿,由朱建坤、胡伟生、姜立中编著。第一、二、三、四、五、六、九章、附录内容由朱建坤编著。第七、八、十章部分内容由胡伟生编著。姜立中老师编著了第二章有关检修实例,并提供了部分无绳电话机的电原理图资料。北京航空航天大学方佩敏教授对本书的编写提了许多宝贵的意见,在编写过程中参考或引用了有关生产厂家及一些电子书刊的技术资料,福建泉州新新电子器材有限公司提供了大量的新器件及技术资料,同时还得到了汪海波、徐霞飞等同志的大力帮助和支持,在此谨表感谢。

由于编著者水平所限,加之时间仓促,书中错漏难免,恳请广大读者批评指正。

编著者

1998年1月

目 录

第一章 无绳电话机基础知识	(1)
第一节 概述.....	(1)
第二节 无线电通信基础知识.....	(2)
第三节 无绳电话机的使用方法及注意事项	(11)
第二章 无绳电话机工作原理	(17)
第一节 无绳电话机主机工作原理	(17)
第二节 无绳电话机手机工作原理	(56)
第三节 无绳电话机的工作过程	(65)
第三章 无绳电话机故障检修	(68)
第一节 无绳电话机的检修特点及注意事项	(68)
第二节 无绳电话机检修基本步骤	(70)
第三节 快捷检修无绳电话机的具体步骤	(74)
第四节 无绳电话机常见故障检修分析	(78)
第五节 无绳电话机故障检修实例	(90)
第四章 JET_{COM}8092 型无绳电话机	(104)
第一节 功能特点及技术性能.....	(104)
第二节 使用方法.....	(105)
第三节 电路工作原理.....	(107)
第四节 常见故障的分析及检修.....	(111)
第五节 本机维修参考数据.....	(116)
第五章 WT-8900 型无绳电话机	(125)
第一节 功能特点及技术性能.....	(125)
第二节 使用方法.....	(125)
第三节 电路工作原理.....	(127)
第四节 常见故障检修分析.....	(134)
第五节 本机维修参考数据.....	(139)
第六章 SN-739 型无绳电话机	(147)
第一节 功能特点及技术性能.....	(147)
第二节 使用方法.....	(148)
第三节 电路工作原理.....	(150)
第四节 常见故障的分析与检修.....	(156)
第五节 本机维修参考数据.....	(162)
第七章 XG-288D 型无绳电话机	(172)
第一节 功能特点及技术性能.....	(172)

第二节	使用方法·····	(172)
第三节	电路工作原理·····	(175)
第四节	常见故障检修分析·····	(181)
第五节	本机维修参考数据·····	(183)
第八章	DH-9900L 型无绳电话机 ·····	(192)
第一节	功能特点及技术性能·····	(192)
第二节	使用方法·····	(192)
第三节	电路工作原理·····	(193)
第四节	常见故障的分析与检修·····	(196)
第五节	本机维修参考数据·····	(198)
第九章	980B 型无绳电话机 ·····	(205)
第一节	功能特点及技术性能·····	(205)
第二节	使用方法·····	(205)
第三节	电路工作原理·····	(206)
第四节	本机维修参考数据·····	(211)
第十章	新型微型化通信元器件及应用 ·····	(218)
第一节	微型贴片式通用电子元器件及应用·····	(218)
第二节	新型通信配套专用元器件介绍·····	(228)
第三节	新型电源系统专用电路·····	(234)
附录	·····	(238)
附录一	无绳电话机常用集成电路实用技术资料·····	(238)
附录二	无绳电话机主要技术指标·····	(268)
附录三	无绳电话机电原理图集·····	(268)
参考文献	·····	(269)

第一章 无绳电话机基础知识

第一节 概 述

无绳电话机也称子母机,它由主机(即座机或固定机)和手机(即子机或移动机)两部分组成。图 1-1 是其系统构成示意图。由于主机与市话网连接,而手机与主机间采用无线方式连接,使手机摆脱了话筒绳的约束,可在有效覆盖范围内随意拨叫或接收市话网中的电话,并可随时实现主、手机间的内部呼叫、对讲,给电话机用户带来了许多方便。

无绳电话机按作用距离(输出功率的大小)分近程、中程、远程三类。近程无绳电话机的有效通信距离通常在 500 米以内,即人们通常所说的子母机。这类电话机的市场拥有量很大,主要适合于一般家庭使用。中程无绳电话机的作用距离为 2 公里以内,适合于工矿企业、学校等小范围内使用。远程无绳电话机的作用距离为 2 公里以上至数十公里范围,主要应用在“无线无号”地区,如广大农村、边远地区、山区,以及防火、防汛、救灾等临时紧急性场合使用。但使用中程、远程无绳电话机,由于输出功率较大,需注意考虑其通信保密性及对它有关无线电通信设备的干扰问题,所以在选购时,应对其工作频率及其它有关技术指标进行认真慎重的挑选。入网使用时,还应经当地电信和无管委的批准。

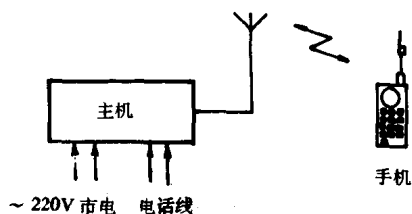


图 1-1 无绳电话系统构成示意图

无绳电话机自七十年代问世后,由于其独特的功能及优越性,深受广大用户的喜爱,所以发展迅速。早期生产的无绳电话机大多属于普及型,通常主机不设有有线电话机及免提电话机功能,易受到串扰及同频干扰。随着电子科技的迅猛发展,各种专用集成电路和先进的高技术元器件的涌现,将无绳电话机的性能、结构推向更高层次。根据不同的要求,无绳电话机已普遍采用了导频或编码控制电路,多频道选择或空闲信道自动搜索等电路,有效地提高了无绳电话机的通信保密性和抗同频干扰能力;采用无线调频和抗干扰检测电路,既保证了通信质量,又提高了发射效率;采用射频功率专用放大器,能进一步提高发射功率,增大通信距离。近年来,相继出现了一大批性能好、体积小、效率高、成本低、功能多的各类无绳电话机,以满足社会及广大用户的需要。有关无绳电话机的新技术及新器件应用技术,本书将在第十章作专题介绍。

值得说明的是,上述无绳电话属第一代模拟无绳电话系统,也称 CT-1 系统,它只是固定电话机的无线局部延伸,仅限于家庭或办公室等电话用户使用,也是目前正在大量使用的无绳电话机。为弥补上述无绳电话机及蜂窝式移动通信网(即“大哥大”移动通信网)、无线寻呼网的某些不足,近年来,又推出了以英国 GPT 公司为代表的第二代数字式无绳电话系统,也称 CT-2 系统。

CT-2 系统向人们提供了一种介于固定电话和蜂窝电话之间的移动通信手段。该系统在人口密集地区设置类似公用电话亭一样的通信点,即基站,基站的一端以有线方式与市话网连接,另一端通过无线接口与登记过的便携手机相通。由于基站用用户线接入市话交换网,更进一层的是建立了一套先进的分组交换网,把各基站与控制中心(区域控制器和全网管理中心)联结起来,实现对手机的识别、鉴权、呼叫处理和计费等功能,并进行网络的管理,且基站中安装有多个无线信道的基台,使手机能与任何一个基站及任何一个基台建立双工无线通信,从而可方便地拨打市内电话,这也是 CT-2 系统优于普通无绳电话之处(普通无绳电话只能与一个基台建立通信)。CT-2 系统手机发射功率为 10mW,在室外开阔地的服务半径约 300m,楼群内 200m,楼内约 50m。由于其手机与基台内装有接收信号强度指示器,可以在数十个信道中选择干扰最小的一个作为通话信道,所以具有干扰小,通信质量高等特点,且设有位置登记和越区转换功能,故组网技术不太复杂,投资也不大,是一种很有前途的移动通信系统。既适合公众邮电网采用,也适合作为厂矿、企事业单位作内部交换通信网使用。我国深圳市现已引进并开通了该系统,并取得了良好的社会效益及经济效益,国内还有不少城市也正在着手准备引进

并开通该系统。

CT-2 系统的缺点是无法迅速地找到手机用户的地址,即对手机用户而言,只能呼出而不能呼入,为解决双向呼叫,许多公司陆续推出了类似的系统,如 CT-2+、CT-3 和 DECT 等,旨在克服 CT-2 系统的不足,解决用户的双向呼叫问题。

本书仅介绍目前正在大量使用的无绳电话机(即 CT-1 系统)的电路原理及检修技术。

第二节 无线电通信基础知识

一、无线电通信的基本过程

图 1-2 是最基本的无线电通信系统构成图。低频调制信号(如音频或其它控制信号)经发射机调制成高频电信号并经放大后,经馈线送至发射天线。发射天线将高频电信号转换为向空间传播的电磁波,并按指定方向经过一定方式传播,在接收端接收天线将信号接收下来,经接收机接收及解调,还原成低频调制信号,进而完成无线电通信过程。这是最简单的单向式无线电通信方式,如目前的无线寻呼系统,就属于这种通信方式。

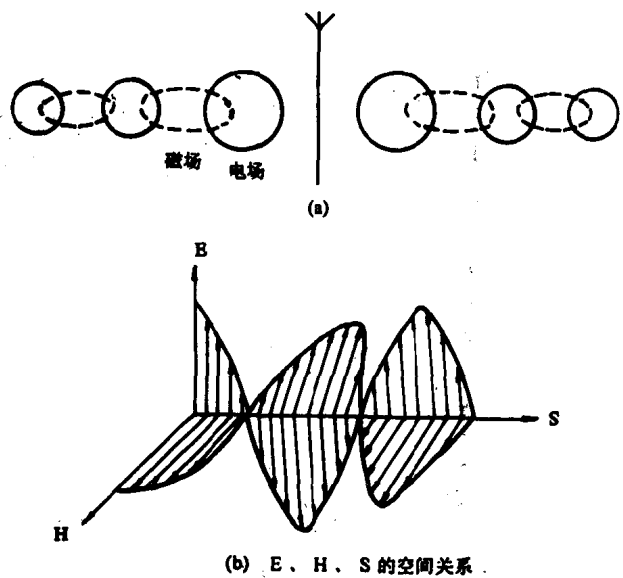


图 1-2 电磁波的传播

从上述无线电通信的基本过程得知,完成无线电通信,除收、发通信设备外,主要依赖收、发端天线及电磁波的传播来实现,所以有必要了解一下电波的传播及天线的特性等基础知识。

二、电波的传播方式和特性

1. 电波的传播特性

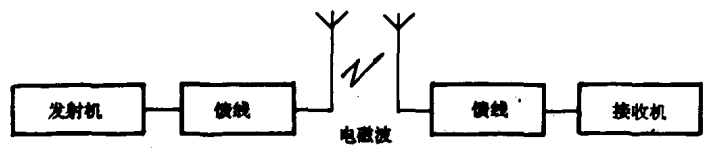


图 1-3 基本无线电通信系统

电波又叫电磁波,无线电波属于电磁波中的一种。理论和实践证明,电荷运动能够产生电流,直流电流产生恒定的电磁场,它相对于时间不发生变化,因而不能向外界辐射电磁波。而交变电流则不同,当交变电流流过导

线时,其导线周围就会发生交变的磁场,这个交变的磁场在其附近产生一个交变的电场,新产生的交变电场,又会在附近产生交变的磁场……,这样就形成一个辐射的电磁场向四周传播开去。这种情况很像水波,但这种波是由交变的电场和交变的磁场构成的,两者同时存在,不可分割,所以这种波叫电磁波。在无限大的空间,电场E、磁场H和电磁波的传播方向S,三者是互相垂直的,参见图1-3所示。所以电磁波为一横波,简称TEM波,这是无线电波的一个基本特性。

无线电波在传播过程中一个周期内所走过的路程称为波长,用 λ 表示。它与频率和传播速度V关系如下:

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (1-1)$$

式中 λ ——波长(m); f ——频率(Hz); v ——传播速度(m/s)。

电磁波的另一基本特性是在真空中的传播速度与光速相等,约 3×10^8 m/s。

无线电波还具有一些类似光的特性,例如:在均匀的介质中总是沿着直线传播,从一种介质进入另一种不同性质的介质时,会产生反射和折射;此外还有全反射、绕射、散射等现象。

2. 电波的传播方式

电磁波从天线辐射出去后,可能沿着不同的路径传播到接收点。电波的传播按照离开地面的高度可分为五类。

①地面波传播

地面波也称表面波传播,即电波沿着大地表面传播的方式叫地面波传播,如图1-4所示。

地面波传播过程中,电磁波不断被地面吸收,能量迅速衰减。这种衰减与电磁波的极化方式和电磁波的波长有关。对水平极化波来说,因电场与地面平行会引起较大传导电流,使能量损失较大。工作波长愈短,衰减就愈大,传播距离也愈短。一般使用垂直极化波,并在工作频率较低时采用地面波传播,如中波无线电广播和微波通信等。

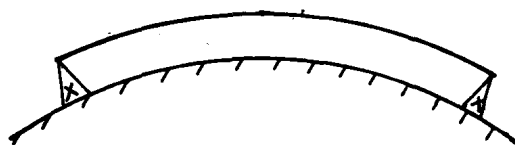


图1-4 地面波传播

②天波传播

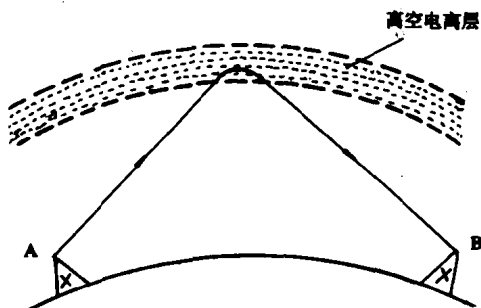


图1-5 天波传播

电波向天空辐射,进入大气电离层后被电离层反射回来而到达接收点的传播方式,称为天波传播,如图1-5所示。由于在距离地面高度约100公里左右的高空,有一层约20公里厚的电离层,一般中波和短波可经电离层反射而传播,超短波由于频率过高,电离层电子密度不够大,故超短波一般都穿透电离层而不被反射。电离层对电磁波除了具有反射作用之外,还有吸收能量与引起信号畸变的作用,所以天波传播往往会因受到气候、季节、昼夜等因素引起电离层变化,进而影响通信效果。

③空间波传播

空间波传播是指电波从发射天线辐射后,通过空间直接到达接收天线的传播方式,如图1-6所示。由于地面及建筑物等的反射,空间波实际上是直射波和反射波的合成,这种现象称为多径传播,这种传播方式一般限于视线范围之内,故通常应用这一传播方式时,天线都架得很高。电视广播主要应用空间波进行传播电视信号。无绳电话机目前也主要运用空间波进行传播信号。

④散射波传播

利用大气对流层和电离层中的不均匀性来散射电波,使电波到达视线范围之外的地方,这种传播方式称散射波传播。

⑤外球层传播

离地面1000公里以外的宇宙间通信称为外球层传播。它的工作频率一般在几百兆赫以上,卫星通信和卫星直播电视就是利用这种传播方式。

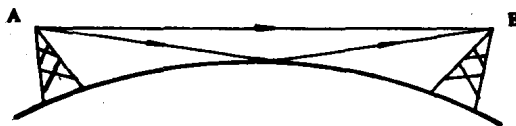


图1-6 空间波传播

3. 无线电波的分类

无线电波的频率范围很宽,频率不同,它的特性和用途也不同,一般根据频率(或波长)将无线电波划分为下列几个波段,见表 1-1 所列。

表 1-1 无线电波的分类

波 段	波 长 λ	频 段	频 率(f)	传 播 方 式	用 途
超长波 (万米波)	10 万米~1 万米	甚低频 (VLF)	3~30kHz	天波、地波,以地波为主	长距离通信
长波 (千米波)	10000 米~1000 米	低频 (LF)	30~300kHz	天波、地波,以地波为主	长距离通信,导航
中波 (百米波)	1000 米~100 米	中频 (MF)	300~3000kHz	天波、地波	广播,导航,海上移动通信,地对空通信
短波 (十米波)	100 米~10 米	高频 (HF)	3~30MHz	以天波为主	中长距离通信,广播
超短波 (米波)	10 米~1 米	甚高频 (VHF)	30~300MHz	天波、空间波	短距离通信,电视,雷达
微波 (分米波)	1 米~10 厘米	特高频 (UHF)	300MHz~3GHz	天波、空间波	无线电通信,电视,雷达、中继通信
微波 (厘米波)	10 厘米~1 厘米	超高频 (SHF)	3~30GHz	天波、空间波	雷达、通信
微波 (毫米波)	1 厘米~1 毫米	极高频 (EHF)	30~300GHz	空间波	雷达、通信

4. 无线电波的发送与接收

电磁波有一个特性,就是它的频率越高,辐射能力越强;而声频电波的频率很低,辐射能力很弱,传播距离近,因此,要实现无线电传送,必须使用高频电波,即让声频或低频信号“加载”于高频电波上,然后通过天线向空间辐射,从而实现无线电传送。

运载声频或低频信息的高频电波,叫做载波。

把低频的信息加在高频载波上,再由发射天线辐射出去,这个过程叫做发送。接收机通过天线,把空中电波收集起来,再还原成低频信号,这个过程叫做接收,构成了无线电通信的全过程。

发送和接收的主要环节是调制和解调。

三、无线电通信的工作方式

无线电通信根据通信系统的无线通道工作方式,除基本的单向通道方式(如无线电寻呼系统及报警系统)外,大都采用双向通道,即通信是双向的,双方都有收、发通信设备。双向通道中通常可分单工、半双工和双工等通信方式。

1. 单工制

单工制工作方式根据使用频道的情况可分为同频单工和异频单工两种类型。

①同频单工

同频(单频)单工,是根据通信双方(如无线电移动通信中的基台与移动台之间,移动台与移动台之间)使用相同的工作频率(f_1),而收发设备不能同时工作的通信方式。通常通信双方接收机均处在守听状态,当一方需要讲话时,可按送话器上的发话按钮,关掉接收机使发射机开启,另一方接收机仍处于守听状态,以此完成通话。发话方讲完后应立即释放发话按钮恢复守听状态,以便收听对方通话,其工作方式如图 1-7 所示。这种工作方式具有设备简单、成本低、功耗小、节省频率等优点;而且,由于同频单工方式有一呼百应的特点,如当两个移动式无线电话机之间的距离较远而无法通话时,中间的移动式(或固定式)无线电话机就可为双方传话。此种方式适用于用户少的专用无线电通信,例如:用于交通指挥系统内指挥员播发命令,全体值勤人员收听等。但当同一区域有几个单工频道时,邻道之间容易互相干扰而影响通信,不适合组成复杂的,可同时有几个频道通话的无线电通信系统使用,再有如通话双方配合不好,便会出现通话断断续续现象。为此可将收发转换改用话音

控制电路代替按钮开关,用声音开启发射机,不会因压按钮开关动作不协调而使声音断断续续。

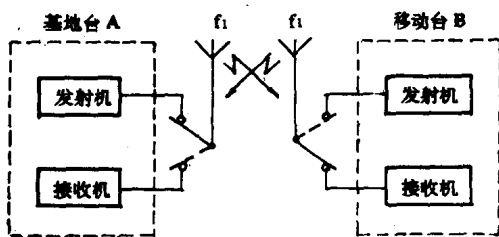


图 1-7 同频单工通信方式

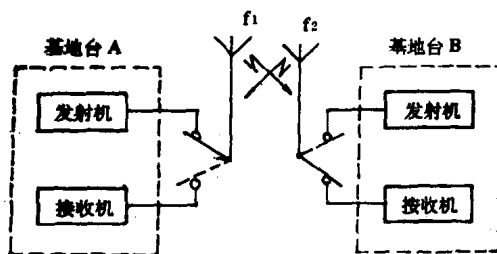


图 1-8 异频单工通信方式

②异频单工

异频(双频)单工,是指通信双方使用两个频率(f_1 、 f_2),且两频率间有足够的频差,以排除发射机对接收机所产生的干扰,而操作仍采用单工方式的通信方式,如图 1-8 所示。

这种通信方式由于通信双方(如基地式无线电话机与移动式无线电话机)收、发使用两个频道实现双方通信,若基地式无线电话机通信中心需设置多部发射机和接收机且同时工作,则可将接收机频道设置在某一频段,而将发射机频道设置在另一频段,只要这两个频段有足够的差频,可排除发射机对接收机的干扰,因而一个基地台可同时使用多个相邻频道同时工作,从而增加了通信容量。

2. 半双工制

半双工制,是指通信双方有一方使用双工方式,即收发信机同时工作,且使用两个不同的频率 f_1 和 f_2 ;而另一方则采用异频单工方式,即收发信机交替工作的通信方式。双工工作方的收发天线,可用分开的两副天线,也可通过天线共用器合用一副天线而实现双工方式工作。其工作方式如图 1-9 所示。

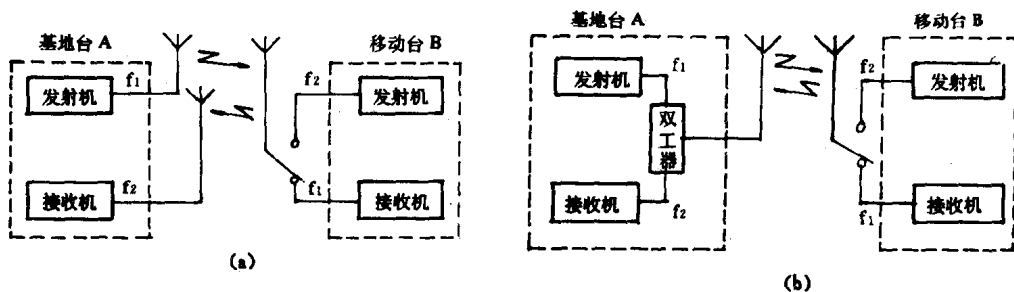


图 1-9 双频半双工通信方式

3. 双工制

双工制是指通信的双方,收发信机均同时工作,即任何一方在发话的同时,也能接收到对方的语音,与普通市内电话的使用情况相类似,操作十分方便。其工作方式如图 1-10 所示。

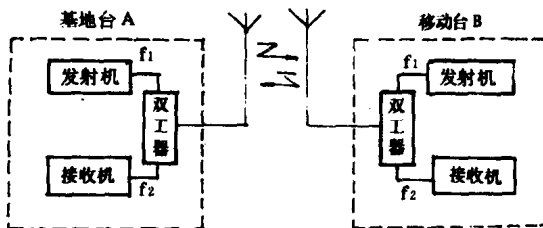


图 1-10 双频双工通信方式

双频双工方式的缺点是通话中发射机始终工作,消耗功率大,这点对以电池为电源的移动台是很不利的。

为此,在某些系统中,移动的发射机仅在发话时才工作,而移动台的接收机总是工作的,通常称这种系统为准工双系统,它可以和双工系统相兼容。目前这种工作方式在移动通信系统中获得了广泛的应用。

无线电通信系统按调制及解调方式,可进一步分为:调幅、调频、单边等通信方式。

1. 调幅制

载波振幅按照调制信号改变的调制方式叫调幅,经过调幅的电波叫调幅波,它保持着高频载波的频率特性,而包络线的形状则与信号波形保持一致,如图 1-11 所示。可见,调幅波中包含着所要传送的低频调制信号的信息,这样在接收端,利用解调器(检波器)将调幅波中的包络进行解调,即可完成通信任务。这种通信称调幅通信。其工作原理方框图如图 1-12 所示。

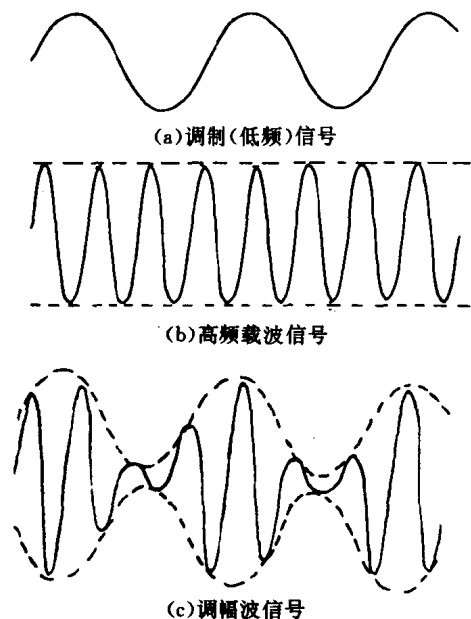


图 1-11 调幅信号(调幅波)

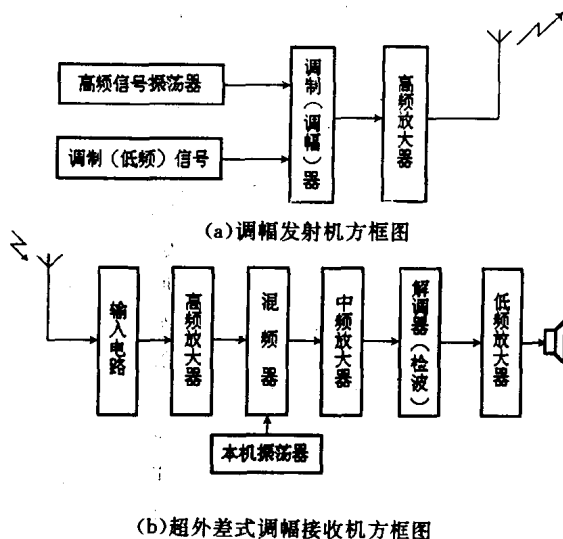


图 1-12 调幅通信方框图

调幅通信的优点是电波传播较远,调制和解调过程比较简单,它的缺点是抗干扰性能差,电声指标较低。

2. 调频制

载波频率按照调制信号改变的调制方式叫调频。经过调频的电波叫调频波。调频波和调幅波都是以低频调制信号去调制高频振荡信号,不同之处是“调幅”是调制高频振荡信号的幅度,载波频率保持不变;而“调频”是调制高频振荡信号的频率,载波幅度保持不变,其频率随调制信号的规律而变化。当低频调制信号处在正半周

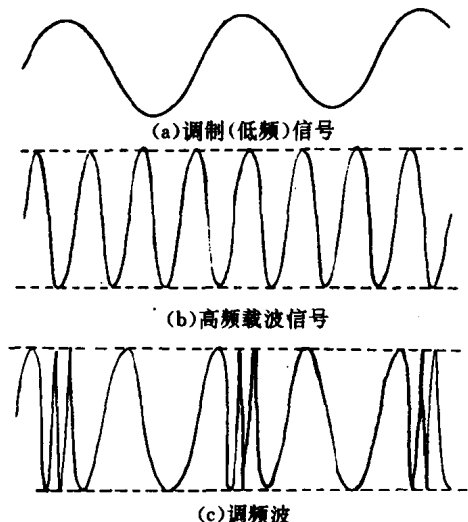


图 1-13 调频信号(调频波)

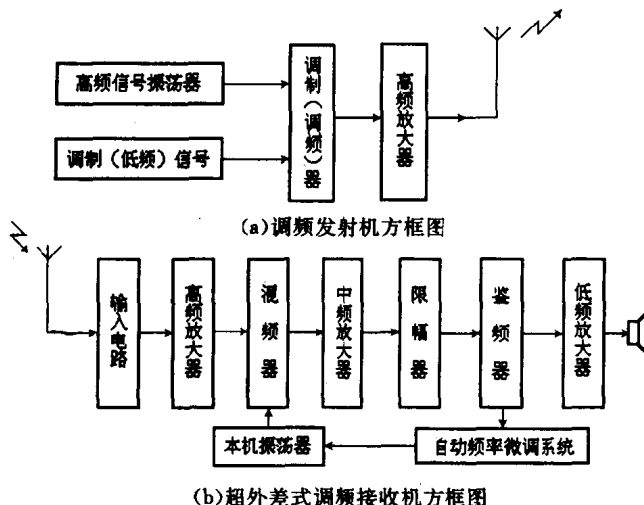


图 1-14 调频通信方框图

时,调频波的频率增高,当低频调制信号处在负半周时,调频波的频率则降低;当低频调制信号为零,调频波频率等于载波频率,如图 1-13 所示。

可见,调频波是高频信号频率随调制信号幅度变化而变化的结果。调频中包含着所要传送的低频调制信号的信息;在接收端,利用解调器(鉴频器)将调制信号解调出来,即可完成通信任务。这种通信称为调频通信。其工作原理方框图如图 1-14 所示。

调频通信的优点是抗干扰性能强和电声指标高,这是因为干扰一般改变信号的幅度,而不影响信号的频率;调频波有较宽的频带,因而能提高电声质量。但是调频波占用频带宽,必须工作于超短波,不能利用电离层的反射,只能作直线传播,因而限制了传输范围,通信距离近。无绳电话机则普遍采用调频通信方式。

调幅及调频是在传统的无线电通信中传输模拟信息的主要通信方式,随着无线电通信技术的发展,为了提高抗干扰能力和频谱利用率,已研究出并采用了各种新的调制方式,如单边带调制方式,窄带数字调制方式,宽带调制技术(扩频调制技术)等通信方式。

四、天线的工作原理和主要特性

1. 天线的工作原理及特性

天线是无线电通信中不可缺少的组成部分,其主要作用是辐射或接收电磁波,也就是说,能够有效地辐射或接收电磁波的装置称为天线。天线实质上是一个换能器,它能将发信机输出能量,亦可把电磁波能量转换成高频电流,再送入收音机内转换成各种所需的信号。

天线具有互易性,即一副天线若能辐射无线电波,它也一定能接收无线电波,而且发射天线和接收天线具有可逆性,例如同一天线在接收无线电波时的方向性图及天线增益与作为发射天线时完全相同,这叫天线互易定理。

天线的工作原理如图 1-15 所示。为使天线能有效地辐射电磁波或接收电磁波,在结构上必须满足一定的要求,结构不同辐射效率也不一样。例如图 1-15(a)的平行双线,由于在双线上任意对应段 ab 与 $a'b'$ 的电流大小相等,方向相反,因此由电流产生的电磁波在平行双线的近处基本相互抵消,其合成电磁场接近于零。因此,平行双线不能辐射电磁波,也不能接收电磁波,故不能作为天线。如果将平行双线的上端展开成图 1-15(b)的形式,它就能有效地辐射电磁波,因为展开的两臂上对应段的电流大小相等,方向相同,产生的电磁场相互增强,因而在它的周围空间存在着辐射场,这就是天线的基本工作原理,这种结构就是最简单的天线。

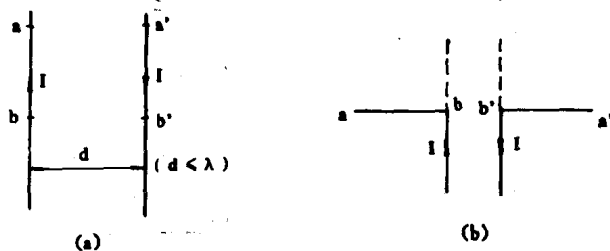


图 1-15 平行双线展开的简单天线

2. 天线的主要参数

对天线除了要求能够有效地辐射电磁波外,还必须将电磁波集中在一定的立体角内辐射出去,因此,需要规定出一套能够表示天线各种性能的参数。

①天线的输入阻抗

要使天线能从馈线得到最大功率,就必须使天线和馈线有良好的阻抗匹配。天线的输入阻抗 Z_{in} 定义为天线馈电点的高频电压 V_A 与高频电流 I_A 之比值,即

$$Z_{in} = \frac{U_A}{I_A}$$

或

$$Z_{in} = R + jX$$

式中 R 为输入阻抗的有功分量,即电阻部分, X 为输入阻抗的无功分量,即电抗部分。

在正常情况下,天线应工作在谐振状态并与馈线匹配。因在谐振状态下工作时,输入端(馈电端)的电压与电流同相,输入阻抗呈纯电阻性,此时天线的效率最高。当馈线与天线连接时不能很好匹配,或天线规格与通信设备不符合要求,传输的信号能量就有一部分在连接处被反射损失掉。如一般无线电通信设备天线的阻抗多为50欧,若采用阻抗为75欧的同轴电缆传输就会产生失配,达不到谐振状态,工作就不能正常进行。

一般情况下,天线的输入阻抗包含电阻分量和电抗分量,电抗分量呈电感性或电容性。如果天线不匹配,就存在着电抗分量,就有一部分能量储存在电抗内,增加了发射信号能量的损失,同时也减少天线供给接收机信号的能量,使通信距离缩短。

②天线的方向图和波瓣宽度

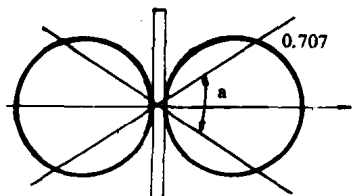


图 1-16 天线方向图

天线的方向图表示天线辐射能量在空间的分布情况。它本身是一个三维的立体图形,一般取其两个相互垂直平面的投影来表示。图1-16是一水平极化半波振子的水平方向图。辐射最强方向的最大值为1,其它方向最大值用百分数来标量。在辐射场强为最大值的0.707处即为半功率点,两点间的夹角就是天线方向图的波瓣宽度。波瓣宽度表示天线方向性的强弱,波瓣越窄表示方向性越强,辐射能量也越集中,在接收无线电信号时则灵敏度高,抗干扰能力强。

天线架设在自由空间里,处在各种电磁波之中,天线依靠自己的方向性,能有选择地向某一方向发射电磁波或接收某一方向传来的电磁波。当线状天线与面垂直时,对处于同一平面上的信号波的接收能力是相同的。当天线倾斜时,它就会呈现一定的方向性,此时,天线对处于同一平面上,来自不同方向的信号的接收能力稍有差别。在通信距离不远或信号较强的情况下,天线方向性作用不明显,但当通信距离较远,地形较为复杂的情况下,天线的方向性就显出较大的作用。因此,寻找一个最佳天线方向,对无绳电话机手机等的通信是十分有益的。

③天线的增益

为了比较不同天线在其主方向所产生的场强大小,常常引用天线增益的概念。天线的增益是一个相对值,例如半波振子天线增益相对无方向性来说约为2.2dB。若以半波振子天线为标准,则求得的增益为相对增益,若用无方向性天线作标准天线,求出的增益为绝对增益。由于半波振子天线的特性较典型,所以其它的天线一般都以半波振子天线作为参考。即通常所说的天线增益都是相对于半波振子而言的。如果天线输入功率为 P_i 时所产生的场强与参考天线输入功率为 P_i 产生的场强相同,则天线增益 G 等于两输入功率的比值。即

$$G = \frac{P_i}{P_i}$$

用分贝表示为

$$G = 10 \lg \frac{P_i}{P_i}$$

④天线工作带宽

天线工作带宽是指天线在工作时因信号频率变化,使天线输送的功率减少到最大高频输送功率一半所对应的频率范围,也称为天线的频带宽度;即取天线在工作频带内的最大增益为100%,在其两侧增益下降至70.7%处的频率分别为 f_1 和 f_2 ,则天线的频带宽度 $\Delta f = |f_2 - f_1|$ 。天线频带宽度与天线振子的直径有关,直径越粗频带越宽,反之频带越窄。

当馈线与天线工作于谐振状态时,其输入特性阻抗呈纯电阻性,天线输送的信号功率达到最大。当信号频率发生变化时,阻抗出现电抗分量。当频率向高端偏移,电抗分量为感性;当频率向低端偏移时,电抗分量为容性。天线出现电抗分量时,天线的输送功率就会减少。由于无绳电话机等移动通信设备的收、发信天线共用,而发信频率与接收频率必须有一定的差频隔离,这就规定了天线频带宽度对所用设备有一定的要求。如不同频道的无绳电话机,就选用相应频带的天线。

3. 天线的类型

天线的种类和结构,按其用途、电磁波特性、传输方式、通信设备的结构而形成了各种不同的类型和系列。一般通用型天线根据结构形式,可分为线状天线和面状天线两大类型。线状主要适用于长、中、短波,以及甚高频、超高频等无线电通信;面状天线主要适用于微波及卫星通信。无绳电话机使用的天线,基本都是线状天线。下面主要介绍几种常见的超短波天线。

①半波振子天线

半波振子又叫半波偶极子,是一种最基本的天线形式。它相当于将一根终端开路 $\lambda/4$ 波长的长线展开成180度,如图1-17所示。由于它的振子总长度等于 $\lambda/2$,所以称之为半波振子天线。

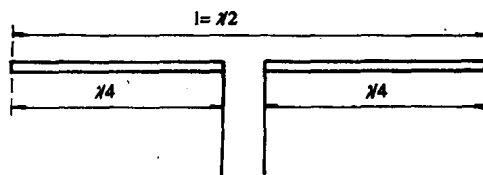


图 1-17 基本半波振子天线

如果通过馈线向半波振子天线输送高频电流,使它的两根振子产生的电流大小相等、方向相同,它就会向空间辐射电磁场,当一半波长与振子长度相同时,辐射能力最强。

半波振子的输入阻抗与振子长度和工作波长有密切关系。通过复杂的计算可以得知,如果将天线的振子长度选为 $\lambda/2$,那么它的输入阻抗为 $Z_{in}=73.13+j42.55$,可见输入阻抗并非纯电阻性,而含有电抗分量。半波振子天线实质是谐振天线,能与馈线的特性阻抗获得良好匹配。通过改变振子的长度,就可以改变其电抗分量的性质。一般在实际使用中将天线的长度缩短3~5%,就可消除电抗分量,使输入阻抗成为纯电阻。

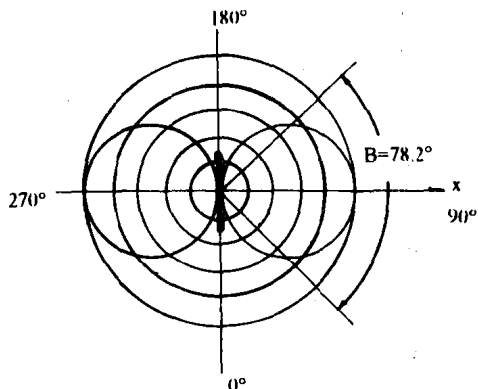


图 1-18 基本半波振子的水平方向图

半波振子天线的水平方向图如图1-18所示。它有两个辐射方向,沿振子轴方向的辐射为零,垂直于振子轴方向的辐射最强。从图中可以看出,其最大辐射场强70.1%的两点对应夹角为78.2°。这就是半波振子天线的波瓣宽度。

半波振子天线的增益是以无方向性天线作为参考的。如果使半波振子天线辐射方向最强处的场强值与无方向性天线辐射的场强值相同,就会发现输入半波振子天线的功率要比输入无方向性天线的功率小2.2dB。根据这个结果和天线增益的定义,半波振子天线的增益为2.2dB。

半波振子天线的频带宽度与制作振子的导体直径有关,导体直径越粗带宽越宽。这就要求半波振子天线的振子导体的直径需满足通信设备所需的带宽要求,以电视广播为例,其带宽为8MHz,要求所制作振子导体的直径不小于10mm。由于高频电流在导体中流过时有“趋肤效应”,所以大多数超短波天线都用空芯的金属管制作,从而减轻天线重量及减少原材料的消耗。

从上述讨论中可以看出,半波振子天线的输入阻抗为73Ω左右,波瓣宽度较宽。如果要提高方向性,可在它的附近再放置几根辅助振子。这样由于振子之间的互相感应,会使输入阻抗下降很多,从而很难找到适合这样低的阻抗馈线与之匹配。为了提高天线的输入阻抗,可采用半波折合振子天线。

②半波折合振子天线

半波折合振子天线如图1-19所示。它的基本性质在许多方面和半波振子天线相同,所不同的主要是输入阻抗。图中A为缩短系数。

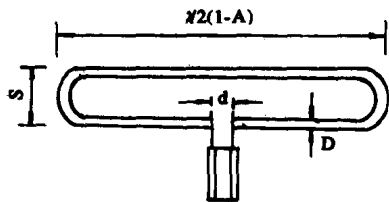


图 1-19 半波折合振子天线

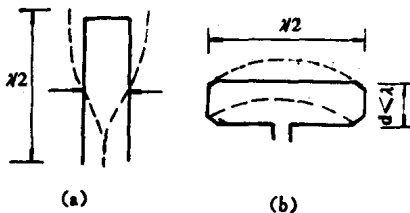


图 1-20 对称折合振子

半波折合振子天线相当于把一根长为 $\lambda/2$ 的终端短路的长线在中间拉开,构成一种变形的对称折合振子,如图1-20所示。图中虚线为导线的分布电流。半波对称折合振子可看成两个彼此靠得很近的振子。由于线间距离d比波长小得多,因此,对均匀辐射场来说,可以认为整个天线是电流增加了一倍的半波振子,其辐射功率