

手机原理 及维修技术

主编 王松武 谭星辰



哈尔滨工程大学出版社

58

前 言

经历紧张而忙碌的编写之后,本书与同仁和朋友们见面了!值得庆幸的是能够在新世纪的开端,在千禧之年,将本书奉献给同仁。这是作者真诚的心愿,作者感到无限欣慰,这也许是作者编写本书的强烈欲望吧!

本书的作者曾长期从事手机维修和培训工作,具有较丰富的实践经验和扎实的基础理论。在本书的编写工作中,力求突出如下特点:

1.取材精选实用。作者深知读者渴求知识的迫切心情,他们希望用较少时间,获得较多信息。因此,本书精选了目前我国流行的手机机型。详细分析了11种电路和故障处理,其中有3种代表目前最高水平的双频手机机型。这对读者学习手机原理和维修技术来说,实用性特强。

2.内容编排得当。全书以手机原理和维修为主线,注意叙述由浅入深,循序渐进,重点突出,难点分散。每个章节又自成体系,读者根据需要,可不按编排顺序阅读。对于初学者,最好先读懂第一章和第二章,这是学习手机原理的基础。

3.采用启发式提出问题和分析问题,讲解生动、活泼。着重基本原理分析方法和维修技术,使读者掌握基本要领。以便能举一反三。这比单纯学会某一种手机更重要,这样可适应今后手机不断更新换代的要求。

4.全书图文并茂。书中在用文字叙述手机原理及维修技术的同时,都用图来配合说明,使读者更易懂易记,有些图还插入人物说话,加强趣味性的同时,使读者对重点注意的问题,印象更加深刻。

5.此外,为了配合本书的原理分析及维修的学习,本书还有一本配套的手机图集。当中收集了有关手机的方框图、电原理图和实物对照图,在学习本书时,请注意参看图集。

本书可作为手机维修人员、电子爱好者的参考书,可作为手机培训班的教材,亦可作为通信专业的工程技术人员参考。

本书在编写过程中,得到哈尔滨工程大学通信工程专业郭黎利教授、和应民研究员指导,并审阅了部分书稿。此外,张明理、王明文、甘季国、张生德等提供了资料和实验数据,在此表示感谢。

本书能否得到读者的认可和喜欢,还有待于日后的检验。由于作者水平有限,书中难免有错误和疏漏之处,敬请读者指正。

作 者

2000年3月1日

目 录

第 1 章 移动通信系统概论	1
1.1 无线电波的发送与接收	2
1.1.1 无线电波的发送	2
1.1.2 无线电波的接收	5
1.2 无线话机的通信工作方式	7
1.2.1 单工制	7
1.2.2 双工制	9
1.3 无线区域的组成与划分	10
1.3.1 大区制	10
1.3.2 小区制	11
1.4 移动通信的发展概况	12
1.4.1 移动通信的起步和发展	13
1.4.2 移动通信的展望——走向个人通信和移动多媒体通信 ..	14
1.5 移动通信系统与空中无线接口	15
1.5.1 移动通信系统的基本组成	15
1.5.2 空中接口的基本情况	18
1.6 移动通信系统的多址方式和信道	19
1.6.1 信道	19
1.6.2 GSM 系统中的逻辑信道	19
1.6.3 移动通信的多址方式	22
1.7 GSM 系统的信息结构、语音编码及调制方式	25
1.7.1 数字通信有什么好处	25
1.7.2 数字脉冲编码调制(PCM)原理	26
1.7.3 GSM 系统的语音编码	28
1.7.4 GSM 系统的信息结构	30
1.7.5 GSM 系统的调制方式	32
1.8 移动手机在通信中的接续过程	35
1.8.1 手机开机的接续过程	35
1.8.2 手机关机的接续过程	36
1.8.3 手机主呼的接续过程	37

1.8.4	手机被呼的接续过程	37
1.8.5	越区切换的接续过程	37
1.8.6	漫游的接续过程	38
第2章	手机的常用电路及读图技巧	39
2.1	手机中的常用电路	40
2.1.1	放大器	41
2.1.2	电子开关	41
2.1.3	功率放大器	42
2.1.4	信号滤波器	44
2.1.5	混频器	44
2.1.6	振荡器	45
2.1.7	频率合成器	46
2.1.8	以中央处理器为核心的控制电路	47
2.1.9	电源电路	51
2.2	手机电路的基本组成	52
2.2.1	手机的“万能框图”	52
2.2.2	手机的电路“块”	53
2.3	手机图纸的读识技巧	54
第3章	模拟手机的原理与维修	57
3.1	摩托罗拉 168 模拟手机原理与维修	58
3.1.1	整机方框图	58
3.1.2	射频电路	59
3.1.3	音频/逻辑电路	62
3.1.4	电源、开关机及时钟	63
3.1.5	故障示例及分析维修	65
3.2	诺基亚 232 模拟手机原理与维修	74
3.2.1	整机方框图	74
3.2.2	射频电路	74
3.2.3	音频/逻辑电路	76
3.2.4	电源电路	78
3.2.5	故障示例及分析维修	79
第4章	GSM 手机的原理与维修	85
4.1	诺基亚 8110GSM 手机原理与维修	86
4.1.1	整机方框图	86
4.1.2	射频电路	86

4.1.3	音频/逻辑电路	89
4.1.4	整机供电	90
4.1.5	故障示例及分析维修	93
4.2	摩托罗拉 GC87C GSM 手机原理与维修	99
4.2.1	整机方框图	99
4.2.2	射频电路	100
4.2.3	音频/逻辑电路	103
4.2.4	整机供电	105
4.2.5	故障示例及分析维修	108
4.3	摩托罗拉 328GSM 手机原理与维修	114
4.3.1	整机方框图	114
4.3.2	发信功放电路	114
4.3.3	整机供电	116
4.3.4	整机时钟和复位信号路径	119
4.3.5	故障示例及分析维修	119
4.4	爱立信 388/398GSM 手机原理与维修	123
4.4.1	整机方框图	123
4.4.2	射频电路	125
4.4.3	音频/逻辑电路	129
4.4.4	电源电路	132
4.4.5	故障示例及分析维修	133
4.5	爱立信 768/788GSM 手机原理与维修	141
4.5.1	电源电路	141
4.5.2	发信功放电路	143
4.5.3	其它电路	144
4.5.4	故障示例及分析维修	146
4.6	诺基亚 8810GSM 手机原理与维修	154
4.6.1	射频电路	154
4.6.2	音频/逻辑电路	158
4.6.3	电源电路	160
4.6.4	键盘灯、屏灯及振铃电路	161
4.6.5	故障示例及分析维修	161
4.7	诺基亚 6150 双频 GSM 手机原理与维修	168
4.7.1	概述	168
4.7.2	整机方框图	169

4.7.3	射频电路	169
4.7.4	音频/逻辑电路	174
4.7.5	电源电路	176
4.7.6	其它电路	177
4.7.7	故障示例及分析维修	178
4.8	摩托罗拉 cd928/920 双频 GSM 手机原理与维修	184
4.8.1	概述	184
4.8.2	射频电路	184
4.8.3	音频/逻辑电路	189
4.8.4	电源电路	190
4.8.5	故障示例及分析维修	192
4.9	摩托罗拉 V998 双频 GSM 手机原理与维修	200
4.9.1	概述	200
4.9.2	射频电路	200
4.9.3	音频/逻辑电路	208
4.9.4	电源电路	210
4.9.5	故障分析与测试	212
第 5 章	手机维修技术	214
5.1	漫话手机维修	214
5.1.1	学习手机维修技术“入门”的途径	214
5.1.2	手机维修人员的基本素质	216
5.1.3	手机维修的特点	217
5.2	手机维修的技巧	218
5.2.1	手机维修的常用方法	218
5.2.2	排除故障的基本思路	222
5.2.3	处理好维修中的几个关系	223
5.3	手机维修常用工具和仪器	224
5.3.1	手机维修常用工具	224
5.3.2	手机维修常用仪器	225
5.4	模拟手机的自测试和编程	227
5.4.1	概述	227
5.4.2	模拟手机进入测试状态	228
5.4.3	模拟手机的机上编程	231
5.5	GMS 手机的自测试	233
5.5.1	概述	233

5.5.2	三合一卡的测试功能	234
5.5.3	三合一卡的转移功能	237
5.5.4	三合一卡的覆盖功能	239
第 6 章	手机维修常用仪器的应用	240
6.1	超高频毫伏表的原理及应用	240
6.1.1	超高频毫伏表的作用与组成	240
6.1.2	超高频毫伏表的应用	241
6.2	数字频率计的原理及应用	242
6.2.1	数字频率计的作用与组成	242
6.2.2	数字频率计的应用	244
6.3	电子示波器的原理及应用	245
6.3.1	示波器的作用与组成	245
6.3.2	示波器的控制旋钮及使用	246
6.3.3	示波器的基本测量方法	248
6.4	GSM 手机软件故障检修仪的应用	249
6.4.1	概述	249
6.4.2	ALL-007 编程器的安装	250
6.4.3	ALL-007 编程器的配置	250
6.4.4	ALL-007 编程器的应用	251
6.4.5	编程实例	253
6.4.6	新数据的收集	257
附录		260
附录 A	GSM 系统信道编号和频率表	260
附录 B	GSM 系统空中接口的特性表	262
附录 C	本书常用英语单词及缩写中英文对照	263

第 1 章

移动通信系统概论

【提示】移动通信系统是一个庞大的网络，这个网络包括基站系统 BSS、交换系统 MSC 和移动台 MS。在移动通信网中，手机仅仅是网络的一个终端。本章介绍了移动通信系统的概况，如基站、交换中心、手机之间的联系，多址方式和信道，基站与手机在通信时的接续过程，通信过程中信息的交换，信息的数据结构，信息的调制方式。这些，都是学习手机原理与维修技术所必需的知识点。

本章是本书的重点和难点。说它是重点，是由于它能引导读者从宏观上认识移动通信系统，在理解“系统”的基础上学习手机的原理与维修；说它是难点，是由于本章内容比较抽象，看不见摸不着，涉及的知识面广且一环扣一环，不容易深入学习。因此本章的内容既重又难。

手机——仅仅是移动通信网中的一

个小成员,不能脱离“网”而孤立地存在。在维修手机时,应根据故障现象,联想手机在“网”中工作的物理情景。例如:对于不入网、通话掉线、不能接收等故障,只有了解手机在网中的接续过程,才能对故障分析有一个清晰的思路,克服维修中的盲目性,使维修技能进入较高的层次。如果你对网中的情况一无所知,即使你的实际经验比较丰富,在分析故障时也会感到有许多困惑。

也许你在阅读本书时,一开篇就碰了钉子,感到学习这门技术太难、理论很深奥,想打退堂鼓。笔者认为:读书的过程本来就是“从薄到厚,再从厚到薄”的过程,这符合认识规律。这就要求读者知难而进,捅破这层“窗户纸”,到那时就会有“柳暗花明又一村”之快悦。

1.1 无线电波的发送与接收

远距离的实时通信曾经是人类最古老的梦想,人们一直致力于将这个梦想变为现实,无线电波的出现圆了人们的梦。18世纪中期,麦克斯韦提出了电磁场动力理论。1887年,赫兹以卓越的实验成就证实了电磁波的客观存在,他的实验证明:电磁波在自由空间的传播速度与光速相同,并能产生反射、折射等与光波相同的现象,使麦克斯韦的理论得到证实。人们为了纪念赫兹,将无线电波的频率单位定为赫兹(Hz)。此后,俄国的波波夫、意大利的马可尼等科学家致力于研究如何利用电磁波传输信息。1895年,马可尼首次在几百米的距离,用电磁波通信获得成功,1901年又首次完成横渡大西洋的无线电通信。从此,无线电通信进入了实用阶段。

1.1.1 无线电波的发送

信息传输对人类的的生活的重要性是不言而喻的,传递信息的方式多种多

样。人与人之间对话,是最基本、最常见的传递信息方式,但这种方式作用距离近。我国古代利用烽火台传递信息,在烽火台上点上烟火,就是战争的信号,方圆几十里都能看到。此外,诸如信鸽、驿站快马等,都是人们曾经用过的传递信息的方法。抗日战争时的“消息树”,是抗日军民传递“鬼子进村”的消息。旗语,是用编码的方法来传递信息。利用无线电波,可以传递哪些信息呢?可以传递声音、图像、图文、编码等信息。其中声音和图像信息属于模拟信号,图文和编码属于数字信号。利用无线电波传递信息,具有速度快、作用距离远的特点,使信息传递具有实时性和即时性。例如,卫星直播的电视节目,在美国进行的一场球赛,在中国马上就能看到。因此,无线电通信成为当今社会最重要的最常用的传递信息方式。

无线电波是如何传递信息呢?下面以传递声音信息为例进行说明。无线电发信机的基本组成如图 1-1 所示。

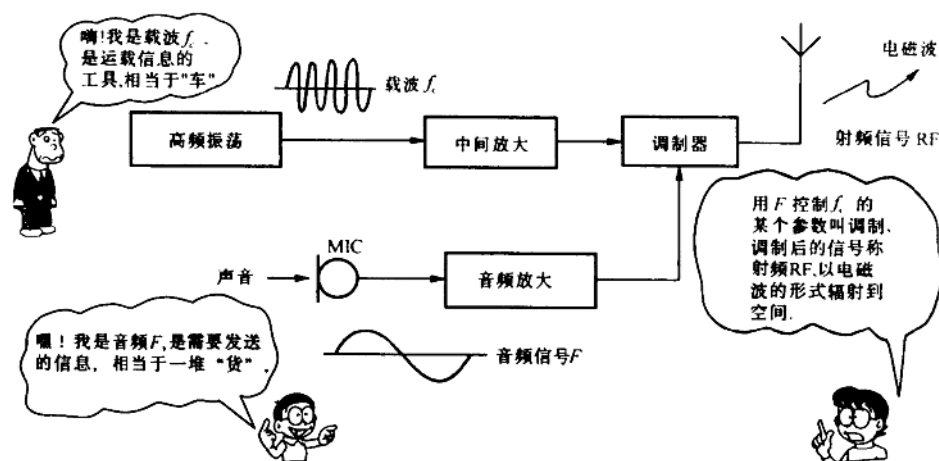


图 1-1 无线电发信机基本组成

对图 1-1 作如下说明：

1. 音频信号

声音信号经过话筒变为电信号,此电信号称为音频信号,其频率范围从 20Hz~20kHz,记作 F 。音频信号可用数轴来表示声音频率的高低：



音频信号的频率与人们发声有关,通常噪音粗的语音频率低;噪音细的语音频率高。演奏电子琴声音的音符与频率一一对应,也就是说不同的频率产生

不同的音符。可见,音频信号的频率反映了音调的变化。

小于 20Hz 的频率称为次声,次声波人耳无法听到,因为它的振动频率不足 20 次每秒,使人耳的鼓膜振动不起来。

20kHz~80kHz 的频率称为超声波。超声波人耳也无法听到,因为它的振动频率超过 20000 次每秒,振动得太快了,人耳的鼓膜来不及反应,所以人听不到超声波。

【注释】

在无线电通信中,信号是一个极其重要而广义的概念。信号可分为各种类别:如语音信号、图像信号;数字信号、模拟信号;高频信号、低频信号等,这些信号统称为信息。实际上信息是一个更为广义的概念,也是当今最为时髦的话题。最基本的电信号可用正弦波表示,如图 1-2,也称波形图。其中横坐标是时间 t ,纵坐标是信号电压 u 。为了描述信号的特征,常用到一些物理量:

(1)频率 f :单位时间 t 内交流信号的变化次数,基本单位为赫兹,符号为 Hz。频率表征了电信号变化的快慢,例如我们熟知的照明电的频率为 50Hz,说明它一秒钟变化了 50 次。

(2)周期 T :交流电变化一次所需的时间,基本单位为秒,符号为 s。周期和频率是密切相关的量,两者互为倒数的关系, $T = \frac{1}{f}$ 或 $f = \frac{1}{T}$ 。

(3)波长 λ :经过一个周期,电磁波传播的距离。其关系式为 $\lambda = TC$ 或 $\lambda = \frac{C}{f}$,其中 C 为光速, $C = 3.00 \times 10^8$ 米/秒。

(4)电压 u :交流信号的大小,基本单位是伏特,符号为 V。由于交流信号是变化的,所以有瞬时值 u 、有效值 U 和最大值 U_m 的区别。对于正弦交流电压而言, $U_m = \sqrt{2}U$ 。

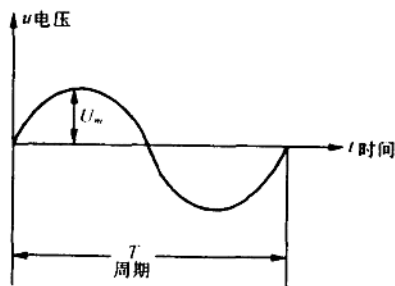


图 1-2 电信号的波形图

2. 为什么音频信号不能直接发射

由图 1-1 可见,音频信号是要传递的信息,为什么音频信号不直接加到天线发射,而要有高频振荡和调制器,使问题复杂化。这是由于:

天线理论证明:天线尺寸 $= \frac{1}{4}\lambda$ 时,才能得到最高的传输效率。其中 λ 为音频信号的波长,其范围在 15~20000km 之间。可见,要直接发射音频信号,需要长达上千公里的天线,这在技术上是难以实现的。为此,必须借助于高频振荡 f_c ,用 f_c 携带音频 F 向外发射,由于 f_c 的频率很高,使天线尺寸大为缩短。 f_c 称为载波或载频。

3. 载波 f_c

载波有这样的几层意思:

(1)如上所述,载波相当于运载工具,它用来携带信息向外发射。

(2)载波可以区分电台,因为不同的电台使用不同的载波频率,只有这样接收端才不至于混台。

(3)载波是宝贵的资源,特别是在无线电通信飞速发展的今天,载波资源就格外显得重要。因为这种资源是有限的,载波不断地被人们开发利用,使资源匮乏。因此,合理地利用和管理载波,已成为人们关注的问题。

4. 调制器

如前所述,在无线电通信系统中,是利用天线将电磁波辐射到空间,通常需传送的语音信号或图像信号的频率较低,为了使信号有效地辐射出去,必须将所要传送的低频信号去控制高频振荡的某个参数,然后再发射出去,这种控制过程称为调制。高频振荡实际起着运载低频信号的作用,称为载波;低频信号则起着控制高频振荡的作用,称为调制信号。调制可以理解为低频和高频的混合。

调制有多种方式,用调制信号控制高频振荡的振幅、频率和相位,分别称为调幅(AM)、调频(FM)和调相(PM)。调幅是用高频振荡幅度的瞬时变化表达信息;调频和调相是用频率和相位的瞬时变化表达信息。调频和调相时,振幅维持不变。在选择调制方式时,应全面综合考虑。例如,调幅制频带较窄,接收设备简单,广泛用于无线电广播。调频制抗干扰能力强,占用频带宽,频率失真小,适于立体声等高级信息的传播,一般工作于甚高频和超高频频段。无论调幅、调频和调相,所传送的信息都是模拟信号,也称连续的模拟调制。以后所介绍的模拟手机就是采用调频方式。

如果调制信号是二进制数,就要采用数字调制方式,GSM 数字手机采用的是名叫最小移频键控 MSK 的数字调制方式。

经过调制的信号,称为已调波,以电磁波的形式经天线辐射到空间,这个情形正像一口钟被撞击后,声能向四方传播一样。这个信号也称为射频信号,记为 RF 信号。

1.1.2 无线电波的接收

无线电波接收过程正好和发送相反。如果说无线电波的发送主要体现了调制,接收则主要体现为解调,即从已调波中还原为调制波。

无线电接收机有直接放大式和超外差式两类。直接放大式接收机的特点是灵敏度较高,输出功率也较大,但由于对高频信号直接放大,在整个频带内,高频端的灵敏度比较低,对不同电台的接收效果也不相同,因而适用于固定频率的接收。为了克服直接放大式灵敏度不均匀的缺陷,现在的接收机几乎都采用了超外差式线路。图 1-3 给出超外差式接收机的一般组成框图。

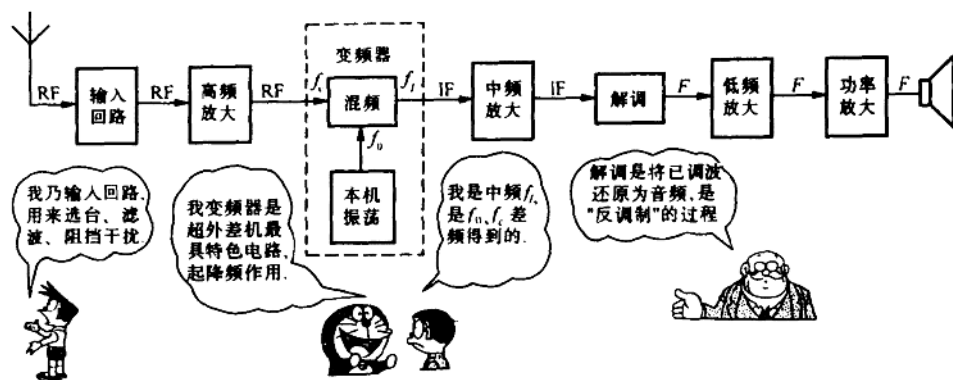


图 1-3 超外差式接收机方框图

超外差接收机的主要特点是:利用频率变换技术,把接收的射频信号 RF 的载波频率 f_c 先变为频率较低的,而且是固定不变的中间频率(称中频 IF)。而其调制规律保持不变,即仍由 F 来决定。然后利用中频放大器加以放大送到解调器,解出音频信号 F 。因为中频放大器的中心频率是固定不变的,所以其放大倍数很高,整机增益在接收频率范围内,灵敏度比较均匀。对于调谐而言,仅对输入回路和本振回路进行同步调谐,中频回路采用固定调谐,比较容易实现。

超外差式接收机各部分作用说明如下:

1. 输入回路

输入回路的作用是选台或滤波,让有用信号通过,滤除干扰。在手机中,会遇到各种各样的滤波器,如射频滤波、中频滤波、本振滤波等。

2. 高频放大器

也称射频放大,用来放大微弱的接收信号。因为天线接收的信号相当弱,通常是微伏的数量级,通过高频放大,放大到毫伏的数量级,可提高整机的灵敏度。

3. 变频器

混频器和本机振荡器统称为变频器。变频器的任务是将射频信号的载波频率 f_c 降低为中频 f_i ,它采用差频方式。设外来载波信号的频率为 f_c ,本机振荡频率为 f_0 ,则变频器满足 $f_0 - f_c = f_i$,差频 f_i 即定义为中频信号 IF。由于本振频率 f_0 与载波 f_c 同步变化,所以中频 f_i 的频率固定,且中频信号的调制规律与射频信号相同。正是由于变频器的差频作用,人们将这类接收机称为超外差式。

4. 中频放大器

中放的作用是放大中频信号 IF,由于 IF 频率固定,所以中放的放大倍数可

以做得很高。中放是超外差接收机的主增益放大器,它决定了整机灵敏度。

5. 解调器

解调器的作用是将中频已调波还原为音频信号 F , 因此解调是一种反调制过程。根据发送端调制方式不同,接收端有不同的解调方式。对于调幅波 AM, 采用检波器解调; 对于调频波 FM, 采用鉴频器解调; 模拟手机就是用鉴频器解出语音信号的。对于数字调制, 采用特殊的数字信号解调方式, GSM 数字手机的调制方式是移频键控, 采用相干解调器解出数字语音信号。

6. 低频放大和功率放大

低放和功放的作用是放大解调以后的音频信号, 使其具有一定的功率, 足以推动扬声器发声。由于音频信号的频率较低, 所以可采用低频放大器来放大。

【注释】

以上介绍了声音信号的无线电发送和接收的基本原理, 从中引出许多重要的概念术语。对于手机来说, 其内部有超小型的无线电收、发信机各一部, 手机中的无线电收、发信机的特点是: (1) 载波频率高达 900MHz, 对于电路、器件、工艺诸方面均有很高的要求; (2) 收信机几乎都采用了二次变频技术, 即由射频 RF 变为一中频 IF₁, 再由一中频变为二中频 IF₂。这是由于接收频率太高, 需要分二次降下来; (3) 发信时, 有的机型采用一次调制发射, 大多数机型采用二次升频发射。一次升频是指语音信号直接调制载波, 上变频到射频 RF 上; 二次升频是指语音信号先调制副载波, 得到发射中频 TX-IF, 再由 TX-IF 上变频到射频 RF 上再发射出去。

1.2 无线话机的通信工作方式

无线话机包括手机、对讲机、无绳电话、车载机等。无线话机的通信工作方式可分为两类: 即单工制和双工制。

1.2.1 单工制

单工制的主要特点是收信机、发信机轮流工作。A 方发话时, B 方受话; B 方发话时, A 方受话。通常在话机上装有发话按键, 需要发话时, 则按下按键开启发信机将信号发出去。松开按键则发信机关闭, 话机处于收信状态。单工方式适于简单的对讲通信和小范围的移动通信。又分为同频单工和异频单工两类。

1. 同频单工

如图 1-4。

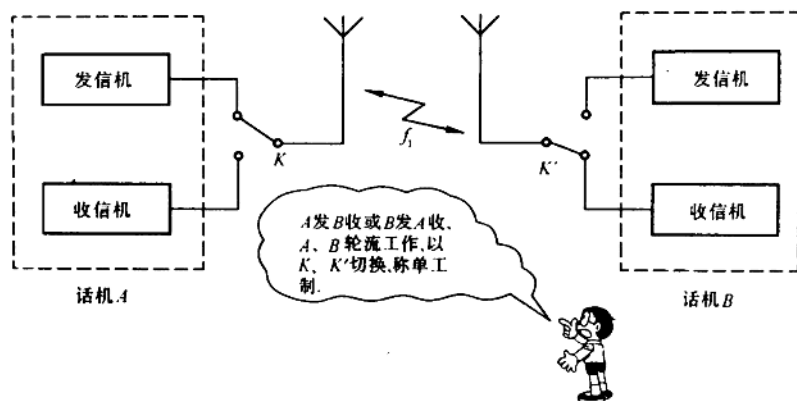


图 1-4 同频单工通信

由图可见, A 发 B 收时, 使用频率 f_1 ; B 发 A 收时, 使用频率也是 f_1 , 由开关 K 、 K' 同步切换。

同频单工无线话机的特点是:

(1) 电路简单、调试容易, 适合于批量生产;
(2) 各无线话机之间可方便地实现通话, 组网容易。由于同频单工一呼百应的特点, 当两个移动话机相距较远而无法通话时, 中间的话机就可为双方传话。

(3) 收、发信机轮流工作, 节省能量。

(4) 保密性差, 一方发话, 大家都能监听。

(5) 若在同一地区存在多个无线话机使用相邻频道, 相距较近的话机间将产生干扰而影响通信, 基地台也不能使用相邻频点同时工作, 不能组成较复杂的网。

2. 异频单工

如图 1-5 所示。

A 发 B 收时, 使用频率 f_1 ; B 发 A 收时, 使用频率 f_2 。以开关 K 、 K' 同步切换。异频单工除具有同频单工所具有的特点外, 还有一些特点:

(1) 保密性较同频单工强。

(2) 能适于基地台与移动话机使用两个频点实现双向通信, 因此基地台可设置多部收发信机同时工作。可将收信机设置一个频点, 发信机设为另一频点, 多个频点同时工作, 增加通信容量。

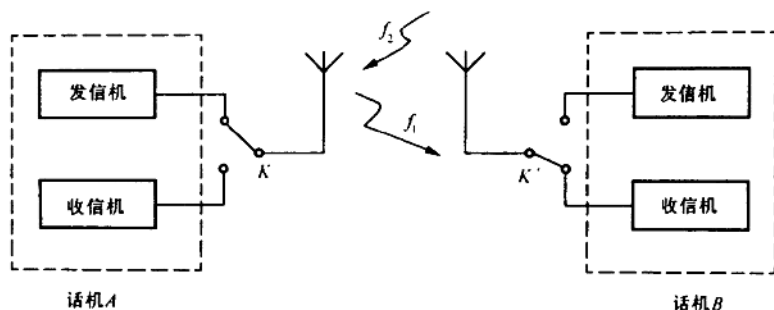


图 1-5 异频单工通信

1.2.2 双工制

所谓双工制是指收发双方能同时工作, A 方发话的同时能收到 B 方发话, 无需发话按键, 使用时与普通电话一样方便。如图 1-6 所示。现在风靡全球的蜂窝式移动通信就是采用双工制的, 它的特点是:

(1) 占用的无线频点多, 用户容量大。

(2) 移动话机之间无法通话, 必须经过基地台接续。基地台可以方便地实现本地区、全国或全世界联网。

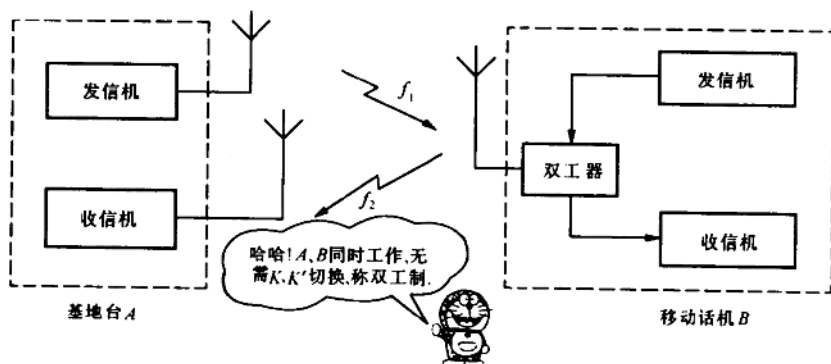


图 1-6 双工通信

1.3 无线区域的组成与划分

由无线电波的传播特点可知:一个基地台仅能在其覆盖区内与无线话机进行正常通信,组成所谓的无线区域,这种无线区域的组成通常划分为大区制和小区制。

1.3.1 大区制

大区制是单一基地台大面积覆盖方式。它是指在一个无线通信区域,如某个小城市内,由一个基地台负责无线话机通信的联系和控制,或由少量的不同频点的基地台来覆盖整个无线通信区,其结构如图 1-7。大区制的特点是:

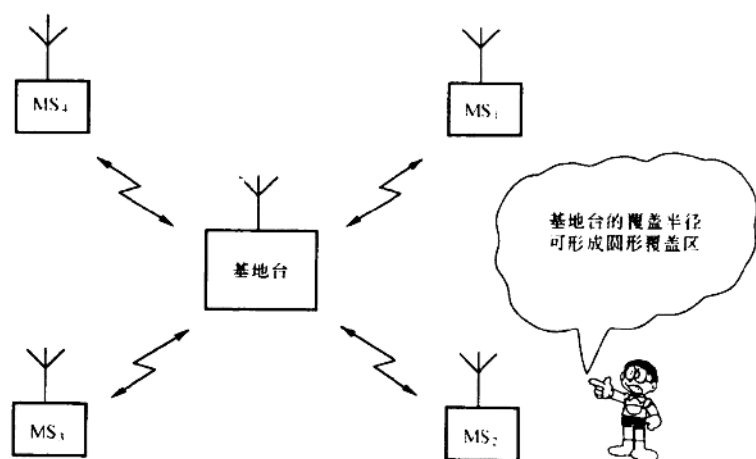


图 1-7 大区制

(1) 基地台发射机输出功率比较大, 天线架的高, 采用全向天线, 因此覆盖半径也较大, 一般在 $25\text{km} \sim 40\text{km}$ 之间。

(2) 在一个区域内, 若基地台使用频率 f_1 , 则不允许其它台再使用 f_1 , 否则会引起混台。因此其同频复用的距离较大, 频率资源的利用率低。

(3) 系统的容量不高, 因为其容量(用户数)主要由基地台的信道数所决定, 一个基地台所能提供的信道数是有限的, 通常大区制的用户容量为数百个。

(4) 当移动话机距基地台较远时, 移动话机可以收到基地台的下行信号, 而