

移动通信原理与应用

啜 钢 王文博 常永宇等编著

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 提 要

本书较详细地介绍了移动通信的原理和实际的应用系统,主要内容有:移动通信的发展、蜂窝移动通信系统的基本概念、移动通信的信道、移动通信系统的调制和抗干扰技术、语音编码技术、移动通信中的多址接入、移动通信网以及 GSM 系统、CDMA 系统、CDMA1X 简介和第三代移动通信技术。

本书可作为高等学校通信工程、信息工程、电子工程和其他相近专业本科生的教材,也可供通信工程技术人员和科研人员作为参考书。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信原理与应用/ 啜钢等编著. —北京:北京邮电大学出版社,2002

ISBN 7-5635-0558-X

移... 啜... 移动通信 .TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 066541 号

出 版 者:北京邮电大学出版社(北京市海淀区西土城路 10 号)

邮编:100876 电话:(010)62282185 传真:(010)62283578

E - mail: publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京源海印刷有限责任公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

印 张:20.25

字 数:475 千字

印 数:1—5000 册

版 次:2002 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-0558-X TN·253

定价:35.00 元

如有印装质量问题请与北京邮电大学出版社发行部联系

编 者 的 话

近年来,蜂窝移动通信系统的发展经历了一个从模拟网到数字网,从频分多址(FDMA)到时分多址(TDMA)和码分多址(CDMA)的过程,这种进展是日新月异的。目前,我国的蜂窝移动通信系统已经基本结束了模拟网的历史,进入了数字网的时代。鉴于这种情况,在北京邮电大学网络教育学院学术委员会的指导下,我们编写了这本以数字移动通信为主体的函授教材。

本书是依据邮电高等函授“移动通信原理与应用教学大纲”编写的。

本书较详细地介绍了移动通信的原理和实际的应用系统,主要内容有:移动通信的发展、蜂窝移动通信系统的基本概念、移动通信的信道、移动通信系统的调制和抗干扰技术、语音编码技术、移动通信中的多址接入、移动通信网以及GSM系统、CDMA系统、CDMA1X简介和第三代移动通信技术。

本书的第一章由宁帆副教授编写;第二、三章由郭进军高工(教授级)和啜钢副教授编写;第四、五、七章由常永宇副教授编写;第六章由郭培红老师编写;第八、九章由啜钢副教授编写;第十、十一章由王文博教授编写。全书由啜钢副教授负责统编定稿。

在此,作者要感谢在本书写作过程中提供帮助的研究生,特别是黄海艺、龚达宁、李宝峰、李朝阳和郑侃等同学提出了很多有建设性的意见并进行了部分校对工作。另外,还要感谢北京邮电大学网络教育学院(原北京邮电大学函授学院)的方建邦副教授、杨波副教授和张政教授,正是他们的鼓励和帮助,我们才能顺利地完成本书的编写。

我们根据多年研究开发移动通信的理论和应用系统的基础,力图通过本书将当前移动通信的最新理论和应用介绍给读者。但是,由于作者学识有限,书中必然存在不足和错误,敬请读者批评指正。

作 者
2002年9月

目 录

第一章 概述

1.1 移动通信的基本概念.....	1
1.1.1 移动通信的特点.....	2
1.1.2 移动通信的组网理论.....	5
1.1.3 移动通信系统的组成.....	6
1.2 移动通信的发展和比较.....	7
1.2.1 移动通信的发展历程.....	7
1.2.2 我国移动通信的发展.....	12
1.3 移动通信工作频段.....	13
1.3.1 我国移动通信的工作频段.....	13
1.3.2 第三代移动通信的工作频段.....	13
1.4 移动通信的分类.....	15
1.4.1 移动通信的工作方式.....	15
1.4.2 模拟网和数字网.....	17
1.4.3 语音通信和数据通信.....	18
1.5 移动通信网的发展趋势.....	19
1.5.1 移动通信网的发展趋势概述.....	19
1.5.2 第三代移动通信系统的结构.....	21
1.5.3 未来的网络结构.....	22
1.6 移动通信的应用系统.....	22
1.6.1 蜂窝式公用移动通信系统.....	22
1.6.2 集群调度移动通信系统.....	23
1.6.3 无绳电话系统.....	23
1.6.4 无线电寻呼系统.....	24
1.6.5 卫星移动通信系统.....	25
1.6.6 分组无线网.....	25
习题与思考题.....	26

第二章 蜂窝移动通信系统

2.1 蜂窝小区的概念和特点.....	27
2.1.1 大区制移动通信系统.....	27
2.1.2 频率复用和小区制移动通信系统.....	28
2.2 信道切换策略.....	29

2 2.1	信道切换原理	29
2 2.2	实际系统切换的一些考虑	31
2 3	干扰和信道容量	31
2 3.1	同频干扰和系统容量	31
2 3.2	相邻信道的干扰	32
2 3.3	蜂窝小区容量的改善	32
2 4	电信业务流量与服务等级	36
2 4.1	电信业务流量	36
2 4.2	通信系统服务质量和负荷能力	37
	习题与思考题	40

第三章 无线移动通信信道

3.1	概述	41
3.1.1	引言	41
3.1.2	无线移动通信信道	42
3.2	自由空间的无线电传播	43
3.3	阴影衰落传播的基本特性	44
3.4	多径衰落的基本特性	44
3.4.1	反射与多径信号	45
3.4.2	多普勒频谱	46
3.4.3	瑞利衰落分布和莱斯衰落分布	47
3.4.4	时延扩展	50
3.4.5	相关带宽	51
3.4.6	衰落特性	52
3.5	电波传播损耗预测模型	54
3.5.1	Okumura 模型	54
3.5.2	Okumura-Hata 模型	55
3.5.3	COST-231 Hata 模型	55
3.5.4	CCIR 模型	56
3.5.5	LEE 模型	57
3.5.6	COST 231-Walfisch-Ikegami 模型	59
3.5.7	传播模型的使用	60
	习题与思考题	62

第四章 移动通信的调制技术

4.1	调制技术的基本概念	63
4.1.1	调制技术	63
4.1.2	调幅与调频	64

4.2 数字调制技术	64
4.2.1 概 述	64
4.2.2 窄带数字调制技术	65
4.2.3 线性调制方式	66
4.2.4 恒定包络调制方式	74
4.3 扩频调制技术	82
4.3.1 概 述	82
4.3.2 伪随机序列	83
4.3.3 直接序列扩频	83
4.3.4 跳频扩频	86
习题与思考题	87

第五章 抗衰落技术

5.1 概 述	89
5.2 分集技术	91
5.2.1 分集技术的基本概念及方法	91
5.2.2 分集信号的合并技术	92
5.2.3 分集系统的性能	96
5.3 隐分集技术	96
5.3.1 交织编码技术	97
5.3.2 跳频技术	98
5.3.3 直接序列扩频技术	98
5.4 自适应均衡技术及其应用	99
5.4.1 自适应均衡技术的原理	99
5.4.2 自适应均衡技术的应用	105
5.4.3 分集与自适应均衡的结合	108
5.5 信道编码	109
5.5.1 线性编码技术	110
5.5.2 卷积编码技术	114
5.5.3 Turbo 编码技术	116
习题与思考题	116

第六章 语音编码技术

6.1 概 述	118
6.1.1 语音编码技术	118
6.1.2 语音评价	119
6.2 语音波形编码	121
6.2.1 语音波形编码概述	121

6 2 2 脉冲编码调制	123
6 3 参量编码	124
6 3.1 参量编码的基本原理	124
6 3.2 线性预测	126
6 4 激励线性预测和矢量编码	128
6 4.1 激励源和混合编码	128
6 4.2 规则脉冲激励长期预测编码	129
6 4.3 矢量量化编码	130
6 4.4 码激励线性预测编码	131
6 4.5 矢量和激励线性预测编码	132
习题与思考题	135

第七章 移动通信中的多址接入技术

7.1 概述	136
7.1.1 多址接入的概念	136
7.1.2 多址接入方式	136
7.2 FDMA 方式	137
7.2.1 FDMA 系统原理	137
7.2.2 FDMA 系统中的干扰问题	138
7.2.3 FDMA 系统的特点	139
7.3 TDMA 方式	140
7.3.1 TDMA 系统原理	140
7.3.2 TDMA 的帧结构	140
7.3.3 TDMA 系统的同步与定时	141
7.3.4 TDMA 系统的特点	142
7.4 CDMA 方式	142
7.4.1 CDMA 系统原理	142
7.4.2 正交 Walsh 函数	143
7.4.3 m 序列伪随机码	144
7.4.4 Gold 序列	147
7.4.5 CDMA 系统的特点	149
7.5 SDMA 方式	150
7.6 系统容量	151
7.6.1 FDMA 和 TDMA 蜂窝系统的容量	151
7.6.2 CDMA 蜂窝系统的容量	151
7.6.3 三种系统容量的比较	154
习题与思考题	154

第八章 移动通信网

8.1 概述	156
8.2 移动通信网和固定通信网	157
8.2.1 固定通信网	158
8.2.2 移动通信网的发展	159
8.3 移动通信网的构成	162
8.3.1 模拟网介绍	162
8.3.2 GSM网与N-CDMA网	162
8.4 信令系统	165
8.4.1 引言	165
8.4.2 No.7信令系统	166
8.4.3 用户—网络接口协议	169
8.4.4 公共陆地移动通信网的接口	170
习题与思考题	173

第九章 GSM通信系统

9.1 GSM系统的业务及其特征	174
9.2 GSM系统的结构	177
9.3 GSM的信道	179
9.3.1 物理信道与逻辑信道	179
9.3.2 物理信道与逻辑信道的配置	184
9.3.3 突发脉冲	187
9.3.4 帧偏离、定时提前量与半速率信道	189
9.4 GSM的无线数字传输	190
9.4.1 GSM系统无线信道的衰落特性	190
9.4.2 GSM系统中的抗衰落技术	192
9.4.3 GSM系统中的语音编码技术	197
9.4.4 GSM系统中语音处理的一般过程	197
9.5 GSM的信令协议	197
9.5.1 GSM的无线信令接口协议	198
9.5.2 GSM的地面信令接口协议	201
9.6 接续和移动性管理	202
9.6.1 概述	202
9.6.2 位置更新	202
9.6.3 呼叫建立过程	205
9.6.4 越区切换与漫游	213
9.6.5 安全措施	215

9.6.6 计费	218
9.7 通用分组无线业务	219
9.7.1 概述	219
9.7.2 GPRS 的业务	219
9.7.3 GPRS 的网络结构及其功能描述	221
9.7.4 GPRS 的移动性管理和会话管理	227
9.7.5 GPRS 的空中接口	230
习题与思考题	231

第十章 IS-95 CDMA 移动通信系统和 CDMA1X 介绍

10.1 概述	233
10.2 IS-95 CDMA 与蜂窝结构的关系	234
10.3 无线链路	235
10.3.1 前向信道	235
10.3.2 反向信道	244
10.4 IS-95 CDMA 系统的同步与定时	250
10.5 CDMA 系统的功率控制	251
10.5.1 输出功率的限制	251
10.5.2 开环功率控制	251
10.5.3 闭环功率控制	253
10.6 CDMA 的软切换技术及其漫游	254
10.6.1 CDMA 切换分类	254
10.6.2 CDMA 的软切换过程	254
10.6.3 CDMA 的漫游	256
10.7 系统接口和信令协议	256
10.7.1 网络结构及系统接口	256
10.7.2 信令协议	258
10.8 CDMA1X 简介	259
10.8.1 CDMA1X 的结构	260
10.8.2 CDMA1X 物理层	261
10.8.3 cdma2000 的编码技术	267
10.8.4 链路接入控制子层和媒质接入控制子层	271
10.8.5 信令业务层	274
习题与思考题	276

第十一章 第三代移动通信及其标准介绍

11.1 概述	277
11.2 第三代移动通信的业务及其特征	280

11 3 第三代移动通信标准的融合	281
11 4 IMT-2000 标准介绍	284
11 4 .1 cdma2000	284
11 4 2 WCDMA 系统.....	292
11 4 3 TDD 模式 CDMA	299
习题与思考题	301
附录一 爱尔兰呼损表	302
附录二 教学大纲	304
参考文献	310

第一章 概 述

学习重点和要求

随着社会的进步和技术的飞速发展,人们对通信手段的消费水平和需求日益提高。传统的电话方式已逐渐无法满足这个分秒必争的社会形态,所以如何使电话具有可移动性,特别是大范围的可移动性(漫游性)具有非常重要的意义。学习和研究与此有关的移动通信技术已经成为通信领域中的重要内容。

本章主要介绍了移动通信的基本原理及其应用方面的基本概念,内容包括:什么是移动通信,移动通信的特点,移动通信系统的组成;概述了移动通信系统的发展历程及目前正在受到广泛关注和深入研究的第三代移动通信的特点,同时探讨了我国的移动通信发展状况,分析了移动通信的发展趋势;此外,还介绍了移动通信的工作频段、工作方式及其应用系统。

要求:

- 重点掌握移动通信的概念、特点;
- 了解移动通信组网理论的基本内容;
- 理解移动通信的发展历程及发展趋势;
- 了解第三代移动通信系统的主要差别;
- 了解无线频段的规划及第三代移动通信的工作频段;
- 掌握移动通信的三种工作方式;
- 了解移动中继方式;
- 了解移动通信的应用系统。

1.1 移动通信的基本概念

所谓移动通信,是指通信双方或至少有一方处于运动中进行信息交换的通信方式。显然,这是一种在人们生活和工作中非常实用的通信方式。例如,固定点与移动体(如汽车、轮船、飞机)之间、移动体与移动体之间、人与活动中的人或人与移动体之间的信息传递,都属于移动通信,如图 1.1 所示。

移动通信系统包括无绳电话、无线寻呼、陆地蜂窝移动通信、卫星移动通信等。移动体之间通信联系的传输手段只能依靠无线电通信;因此,无线通信是移动通信的基础。而无线通信技术的发展将推动移动通信的发展。当移动体与固定体之间通信联系时,除了依靠无线通信技术之外,还依赖于有线通信网络技术,例如公众电话网(PSTN)、公众数据网(PDN)、综合业务数字网(ISDN)。现代通信技术的进步和发展基于微电子学的发展,特别是微处理器、大规模和超大规模集成电路、数字信号处理器和专用集芯片等,为通信设

备的数字化和小型通信服务的综合化奠定了基础。

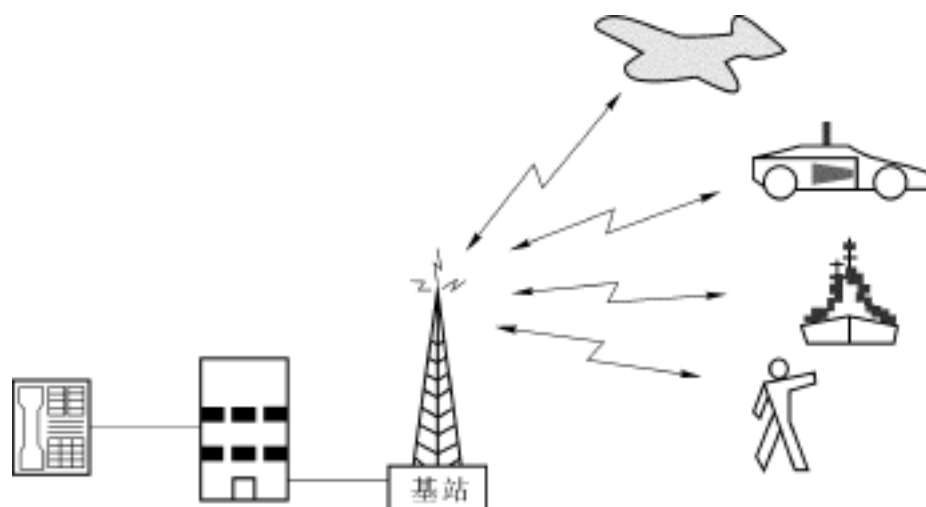


图 1.1 移动通信的范畴

移动通信几乎集中了有线和无线通信的最新技术成就,其所能交换的信息,已不仅限于语音,一些非语音服务(如传真、数据、图像等)也已逐步纳入移动通信的服务范围。同时,移动通信除了作为公用通信之外,即使作为专业通信也已普遍应用于社会的各个领域,不论是交通运输、商业金融、新闻报导、公共安全、作战训练等各行各业都因为移动通信所带来的高效率而获益匪浅。它是使用户随时随地、快速而可靠地进行多种信息交换的一种理想通信形式,因此,移动通信和卫星通信、光纤通信一起被列为现代通信领域的三大新兴的通信技术手段。

1.1.1 移动通信的特点

移动通信与其他通信方式相比,主要具有以下特点:

1. 无线电波传播复杂

移动通信中基站至用户间必须靠无线电波来传送信息。当前,移动通信的频率范围在甚高频(VHF, 30 ~ 300 MHz)和特高频(UHF, 300 ~ 3 000 MHz)内。这个频段的特点是:传播距离在视距范围内,通常为几十千米;天线短,抗干扰能力强;且以地表面波、电离层反射波、直射波和散射波等方式传播,受地形地物影响很大,如移动通信系统多建于市区内,城市中的高楼林立、高低不平、疏密不同、形状各异,这些都使移动通信传播路径进一步复杂化,并导致其传输特性变化十分剧烈,如图 1.2 所示。由于以上原因,使移动台接收到的电波一般是直射波和随时变化的绕射波、反射波、散射波的叠加,这样就造成所接收信号的电场强度起伏不定,最大可相差 20 ~ 30 dB。这种现象称为衰落。在衰落现象中,既有长期(慢)衰落,也有十分严重和频繁的短期(快)衰落。

慢衰落是由于电波传播路径上遇到建筑物、树林等障碍物阻挡,在阻挡物的后面形成的电波阴影区。阴影区的信号电场强度较弱,当移动台在穿过阴影区时,就会造成接收信号电场强度中值的缓慢变化,发生阴影效应。阴影效应引起的衰落一般服从正态分布,这种衰落有时又称为正态(高斯)衰落。陆地移动信道的主要特征是多径传播。传播过程中同样会遇到很多建筑物、树木以及起伏的地形,引起能量的吸收和穿透以及电波的反射、散射及绕射等,这样,使移动信道充满了反射波的传播环境。

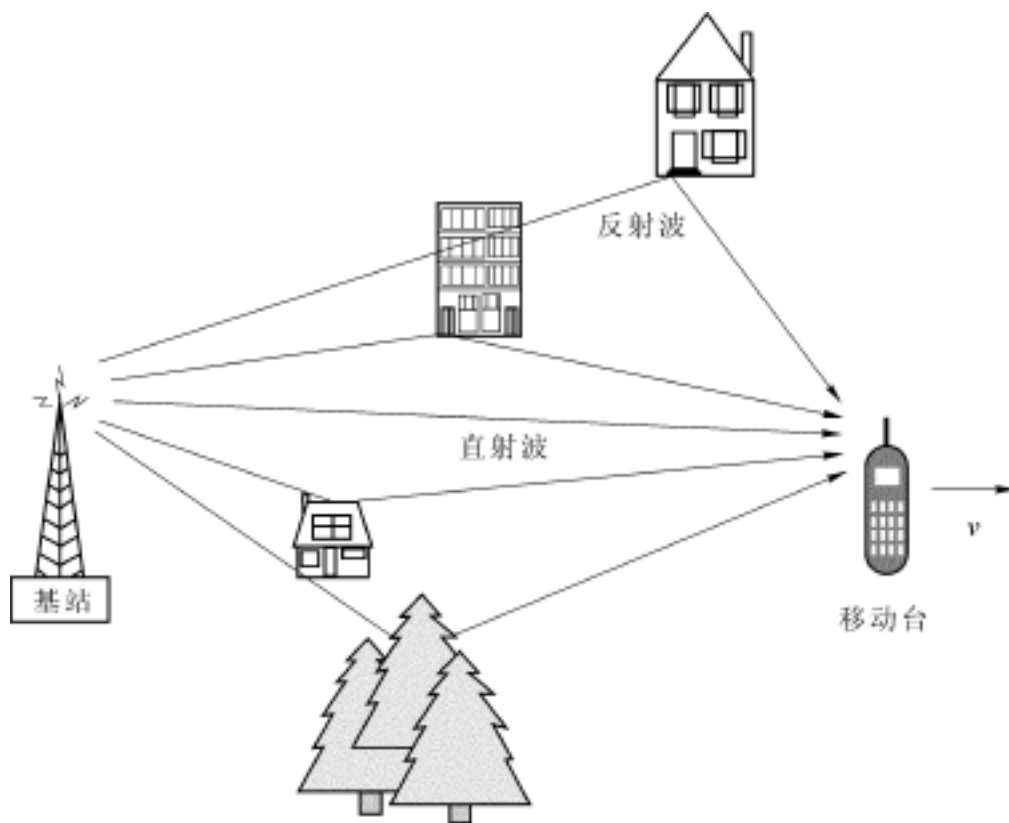


图 1 2 电波的多径传播

在移动传播环境中,到达移动台天线的信号不是单一路径来的,而是许多路径来的众多反射波的合成。由于电波通过各个路径的距离不同,因而各个路径来的反射波到达时间不同,相位也就不同。不同相位的多个信号在接收端叠加,有时同相叠加而加强;有时反相叠加而减弱。这样,接收信号的幅度将急剧变化,即产生了衰落。这种衰落是由多径引起的,所以称为多径衰落。多径衰落信号的振幅服从瑞利分布,所以多径衰落又称为瑞利衰落。多径衰落使信号电平起伏不定,严重时将影响通话质量。

衰落的现象很容易理解,但由于移动用户的移动具有随机性,所以要想解决这种现象却是非常复杂的,这就要求在设计移动通信系统时,必须具有抗衰落性能和一定的储备。

2. 多普勒频移产生调制噪声

由于移动台的不断运动,当达到一定速度时,如超音速飞机,固定点接收到的载波频率将随运动速度 v 的不同,产生不同的频移,即产生多普勒效应,使接收点的信号场强振幅、相位随时间、地点而不断地变化,如图 1 3 所示。

多普勒频移与移动物体的运动速度 v 、接收信号载波的波长 λ 、电波到达的入射角 θ 有关,即

$$f_d = \frac{v}{\lambda} \cos \theta$$

运动方向面向地面接收站, f_d 为正值;反之, f_d 为负值。并且,工作频率越高,频移越大,对信号传输的影响越大。在高速移动电话系统中,多普勒频移可影响 300 Hz 左右的语音,产生附加调频噪声,出现失真。为防止多普勒效应对通信系统的影响,通常在地面设备的接收

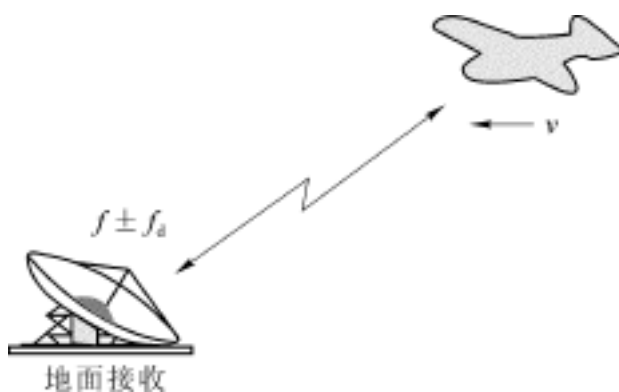


图 1 3 多普勒效应

机需要采用“锁相技术”,加入自动频率跟踪系统,即接收机在捕捉到高速移动物体发来的载频信号之后,当发来的载频信号随速度 v 变化时,地面接收机本振信号频率跟着变,这样就可以不使信号丢失;另外,还可以利用其窄带性能,把淹没在噪声中的微弱信号提取出来,这也是一般接收机做不到的。所以移动通信设备都毫无例外地采用锁相技术。

3. 移动台受噪声的骚扰并在强干扰情况下工作

移动台所受到的噪声影响主要来自于城市噪声、各种车辆发动机点火噪声、微波炉干扰噪声等;对于自然界中如风、雨、雪等自然噪声,由于频率较低,可忽略其影响。

移动通信网是多频道、多电台同时工作的通信系统。当移动台工作时,往往受到来自其他电台的干扰,主要的干扰有互调干扰、邻道干扰及同频干扰等。因此,无论在系统设计中,还是在组网时,都必须对各种干扰问题予以充分的考虑。

(1) 互调干扰

所谓互调干扰是指两个或多个信号作用在通信设备的“非线性器件”上,产生同有用信号频率相近的组合频率,从而对通信系统构成干扰的现象。产生互调干扰的原因是由于在接收机中使用“非线性器件”引起的。如接收机的混频,当输入回路的选择性不好时,就会使不少干扰信号随着有用信号一起进入混频级,最终形成对有用信号的干扰。

(2) 邻道干扰

邻道干扰是指相邻或邻近的信道(或频道)之间的干扰,是由于一个强信号串扰弱信号而造成的干扰。如有两个用户距离基站位置差异较大,且这两个用户所占用的信道为相邻或邻近信道时,距离基站近的用户信号较强,而远的用户信号较弱,因此,距离基站近的用户有可能对距离远的用户造成干扰。为解决这个问题,在移动通信设备中,采用了自动功率控制电路,以调节发射功率。

(3) 同频干扰

同频干扰是指相同载频电台之间的干扰。由于蜂窝式移动通信采用同频复用来规划小区,这就使系统中相同频率电台之间的同频干扰成为其特有的干扰。这种干扰主要与组网方式有关,在设计和规划移动通信网时必须予以充分的重视。

4. 对移动台的要求高

移动台长期处于不固定位置状态,外界的影响很难预料,如尘土、振动、碰撞、日晒雨淋,这就要求移动台具有很强的适应能力;此外,还要求性能稳定可靠,携带方便,小型,低功耗及能耐高、低温等;同时,要尽量使用户操作方便,适应新业务、新技术的发展,以满足不同人群的使用,这就给移动台的设计和制造带来了很大困难。

5. 通道容量有限

频率作为一种资源必须合理安排和分配。由于适于移动通信的频段仅限于 UHF 和 VHF,所以可用的通道容量是极其有限的。为满足用户需求量的增加,只能在有限的已有频段中采取有效利用频率措施,如窄带化、缩小频带间隔、频道重复利用等方法来解决。目前常使用频道重复利用的方法来扩容,增加用户容量。但除此之外,每个城市在通信建设中要做出长期增容的规划,以利于今后发展需要。

6. 通信系统复杂

由于移动台在通信区域内随时运动,需要随机选用无线信道进行频率和功率控制,以

及选用地址登记、越区切换及漫游存取等跟踪技术,这就使其信令种类比固定网要复杂得多。此外,在入网和计费方式上也有特殊的要求,所以移动通信系统是比较复杂的。

1.1.2 移动通信的组网理论

通信网的组网涉及到各种通信技术、设备的应用,以及如何更有效地发挥效益的问题。在移动通信网中,蜂窝式组网的理论由美国贝尔实验室提出,是移动通信发展引发的构想,它代表一种构造移动通信网的完全不同的方法。蜂窝式组网的目的是解决常规移动通信系统频谱匮乏、容量小、服务质量差及频谱利用率低等问题。蜂窝式组网理论为移动通信技术的发展和新一代多功能设备的产生奠定了基础。蜂窝式组网理论的内容如下所述。

1. 无线蜂窝式小区覆盖和小功率发射

蜂窝式组网放弃了点对点传输和广播覆盖模式,将一个移动通信服务区划分成许多以正六边形为基本几何图形的覆盖区域,称为蜂窝小区。一个较低功率的发射机服务一个蜂窝小区,在较小的区域内设置相当数量的用户。

根据不同制式系统和不同用户密度挑选不同类型的小区。基本的小区类型有:

超小区:小区半径 $r > 20$ km,适于人口稀少的农村地区。

宏小区:小区半径 $r = 1 \sim 20$ km,适于高速公路和人口稠密的地区。

微小区:小区半径 $r = 0.1 \sim 1$ km,适于城市繁华区段。

微微小区:小区半径 $r < 0.1$ km,适于办公室、家庭等移动应用环境。

当蜂窝小区用户数增大到一定程度而使准用频道数不够用时,采用小区分裂将原蜂窝小区分裂为更小的蜂窝小区,低功率发射和大容量覆盖的优势十分明显。

2. 频率覆盖

蜂窝系统的基站工作频率,由于传播损耗提供足够的隔离度,在相隔一定距离的另一个基站可以重复使用同一组工作频率,称为频率复用。例如,用户超过 100 万的大城市,若每个用户都有自己的频道频率,则需要极大的频谱资源,且在话务繁忙时也许还可能饱和。采用频率复用大大地缓解了频率资源紧缺的矛盾,增加了用户数目或系统容量。频率复用能够从有限的原始频率分配中产生几乎无限的可用频率,这是使系统容量趋于无限的极好方法。频率复用所带来的问题是同频干扰。同频干扰的影响并不是与蜂窝之间的绝对距离有关,而是与蜂窝间距离与小区半径比值有关。由于蜂窝小区采用正六边形的几何形状,蜂窝小区半径每减小 50%,频率复用使可用的频道数将增长 4 倍。

3. 多信道共用和越区切换

由若干无线信道组成的移动通信系统,为大量的用户共同使用并且仍能满足服务质量的信道利用技术,称为多信道共用技术。多信道共用技术利用信道占用的间断性,使许多用户能够任意地、合理地选择信道,以提高信道的使用效率,这与市话用户共同享有中继线相类似。事实上,不是所有的呼叫都能在一个蜂窝小区内完成全部接续业务,为了保证通话的连续性,当正在通话的移动台进入相邻无线小区时,移动通信系统必须具备业务信道自动切换到相邻小区基站的越区切换功能,即切换到新的信道上,从而不中断通信过程。

4. 无线通信优势与有线网络优势的理想互联

移动信息通过基站和移动业务交换中心进入公众电信网或其他移动网,实现移动用户与市话用户、移动用户与移动用户,以及移动用户与长途用户之间的通信。互联使移动无线网适应公众网的质量标准,突破业务区域限制,也使公众网的服务范围得到扩大和延伸。

1.1.3 移动通信系统的组成

移动通信系统是移动体之间、移动体和固定用户之间,以及固定用户与移动体之间,能够建立许多信息传输通道的通信系统。移动通信包括无线传输、有线传输和信息的收集、处理和存储等,使用的主要设备有无线收发信机、移动交换控制设备和移动终端设备。

图 1.4 示出了典型的蜂窝移动通信系统。移动通信无线服务区由许多正六边形小区覆盖而成,呈蜂窝状,通过接口与公众通信网(PSTN、PSDN)互联。移动通信系统包括移动交换子系统(SS)、操作维护管理子系统(OMS)和基站子系统(BSS)(通常包括移动台(MS)),是一个完整的信息传输实体。

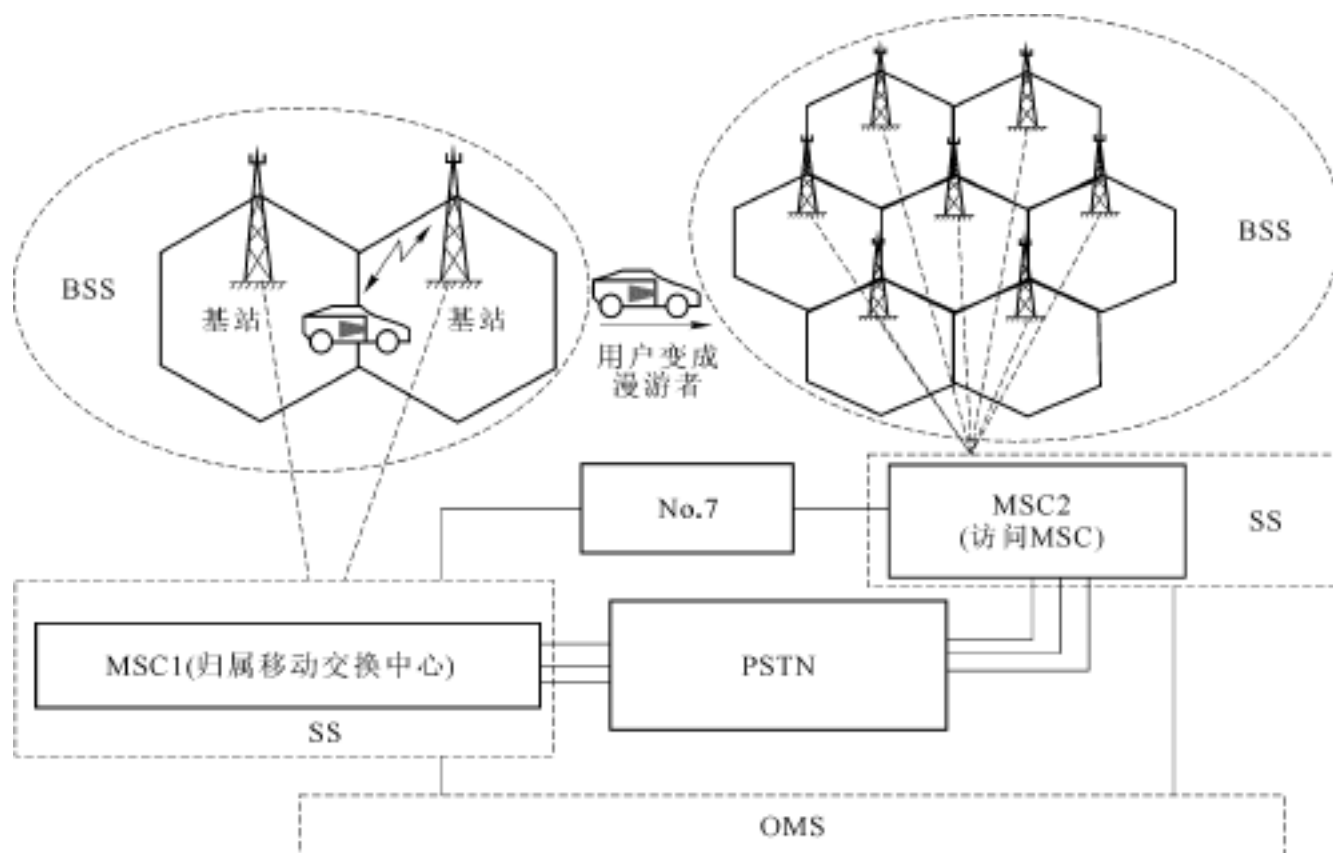


图 1.4 移动通信系统的组成

移动通信中建立一个呼叫是由 BSS 和 SS 共同完成的;BSS 提供并管理 MS 和 SS 之间的无线传输通道,SS 负责呼叫控制功能,所有的呼叫都是经由 SS 建立连接的;OMS 负责管理控制整个移动网。

MS 也是一个子系统。它实际上是由移动终端设备和用户数据两部分组成的,移动终端设备称为移动设备;用户数据存放在一个与移动设备可分离的数据模块中,此数据模块称为用户识别卡(SIM)。

1.2 移动通信的发展和比较

蜂窝移动通信利用了无线通信、有线通信和计算机通信的最新技术成果,是技术密集型的移动通信方式。20世纪80年代,一种以微型计算机和移动通信相结合,以频率复用、多信道共用技术和全自动地接入公共电话网的小区制、大容量蜂窝式移动通信系统,在美国、日本和瑞典等国家先后投入使用。1979年,美国在芝加哥开始进行AMPS(先进移动电话系统)蜂窝系统的汽车电话试验,并于1983年正式开通业务。这一系统的发展十分迅速,年增长率达30%~40%。其主要特征是使用频分多址(FDMA)接入技术,在移动信道中传输调频模拟电话信号,这种模拟蜂窝移动通信系统(简称模拟系统),当时被认为其前景无法预料;然而,随着用户数量异乎寻常地增长,模拟系统的容量早已无法满足这种增长。随即,欧洲和美国各自发展了自己的基于时分多址(TDMA)技术的数字蜂窝移动通信系统(简称数字系统),并在仅几年内就取代了大多数工业化国家中的模拟系统。但是,这两代通信系统主要是针对传统的语音和低速率数据业务的系统,而未来的“信息社会”,图像、语音、数据相结合的多媒体业务和高速率数据业务将成为必不可少的服务内容,它们的业务量将远远超过传统的语音业务的业务量。而且随着用户数量的迅猛增加,现有的系统不仅不能满足未来用户对数据的业务需求,也将远远不能满足用户的容量发展需要。另外,随着“信息高速公路”的建成,公共陆地网传输的许多业务,也必将与移动通信系统接口。宽带分组数据将成为陆地公共网的主干网的重要业务方式,成为“信息高速公路”的重要载体。所以新一代的移动和个人通信系统(即第三代移动和个人通信系统)的研究和发展已经成为电信领域的一个新的热点。

1.2.1 移动通信的发展历程

1. 第一代模拟移动通信系统

第一代移动电话网的建设由于受到技术发展的制约,电话的接续工作是由人工操作来完成的。移动用户主要是和有线网用户相连接,所使用的终端体积庞大、笨重而且昂贵,网络的服务区也仅限于单个基站的覆盖范围。由于第一代系统的可用频率少,没有使用蜂窝技术,因而系统容量有限,服务质量也随用户数量的增加而受到影响,有时甚至无法通信。

上个世纪60年代,随着半导体技术的迅猛发展,无线通信技术开始从人工接续发展为自动接续系统,系统的成本也开始降低,容量有所增加。但所增加的容量与同期用户的需求相比仍然是远远不能满足要求。这个阶段所开放的公众无线电话依然是一种价格昂贵的奢侈品,不能被大多数人所使用。

20世纪70年代末至80年代,集成电路技术、微型计算机和微处理器的发展,以及由美国贝尔实验室推出的蜂窝系统的概念和理论的应用,美国、日本等国家纷纷研制出陆地移动电话系统。具有代表性的有美国的AMPS,英国的TACS(全接入通信系统),北欧(丹