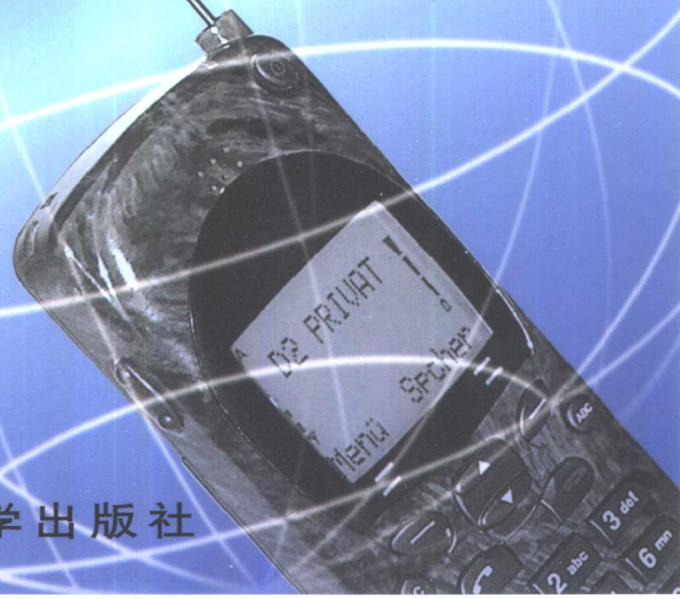


现代移动通信 技术与组织

Technology and Organization of
Modern Mobile Telecommunication

常大年 王静 果明实 编



北京邮电大学出版社

现代移动通信技术与组织

常大年 王 静 果明实 编

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 提 要

本书以第三代移动通信(3G)为核心,全面介绍了现代移动通信应用中的各项技术及网络组织。

全书共分十一章,包括对第一代移动通信系统(TACS)的简要说明,第二代移动通信系统(GSM、CDMA)工作原理、网络组织及卫星移动通信的一般介绍。本书着重阐述了移动数据通信(CSD, HSCSD, GPRS, EDGE)的原理、特点、网络结构及应用,第三代移动通信的基本概念、关键技术、地面无线接口主要技术(W-CDMA, cdma-2000, TD-SCDMA)及网络组织,移动通信网从第二代向第三代过渡的方案与策略,分析了与第三代移动通信密切相关的无线智能网(WIN)及IP网的技术与业务、网络结构,并阐明了宽带接入及网间互联等问题。

本书不仅可供各层次的技术人员尤其是管理人员阅读,还可作为企业职工培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

现代移动通信技术与组织/常大年 王静 果明实编. —北京:北京邮电大学出版社, 2000.8

ISBN 7-5635-0449-4

I. 现... II. ①常...②王...③果... III. IV.

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1998)第 0000 号

书 名: 现代移动通信技术与组织

Xiandai Yidong Tongxin Jishu Yu Zuzhi

作 者: 常大年 王 静 果明实

责 任 编 辑: 张学静

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: 62282185 62283578

网址: <http://www.buptpress.com>

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市忠信诚印刷厂

开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16 印张: 14.75 字数: 375 千字

版 次: 2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5635-0449-4/TN·197

定 价: 28.00 元

前 言

当前移动通信发展迅速,以移动通信与数据业务、多媒体业务相结合为特征的第三代移动通信,已成为近年来人们研究的热点。

随着信息产业结构的改组,中国移动通信集团培训中心成立了。为适应移动通信技术与管理培训的需要,推动移动通信企业技术、管理工作及业务的发展,促进第二代移动通信系统向第三代平稳过渡,我们在总结教学实践的基础上,结合移动通信的新形势编写了这本书。

书中以第三代移动通信为核心,避开了大量的公式推导和深入的技术细节,将通俗的语言文字与图片相结合,既便于各层次管理人员阅读,为技术人员提供参考,又可作为移动通信企业职工培训的通用教材。

本书第1~9章由常大年编写,第10~11章由王静编写,全书由果明实统稿。

在编写过程中,我们参考了大量资料,也吸收了一些专家的讲课内容,并得到了大唐集团和西门子公司的真诚支持;青年教师王积慧、张勖、李洪菊做了大量的文字处理工作,在此一并表示由衷的感谢。

3G目前是移动通信的发展目标,存在着许多不确定的因素,也由于作者水平有限,书中难免出现错误,欢迎读者批评指正。

编 者

2000年7月

目 录

第1章 移动通信概述

1.1 综 述	1
1.2 移动通信的体制	1
1.2.1 大区制	3
1.2.2 小区制	3
1.3 服务区域的划分	4
1.3.1 带状服务区	5
1.3.2 面状服务区	5
1.4 移动通信的标准	7
1.4.1 各种制式比较	7
1.4.2 多址技术	11
1.5 蜂窝移动通信的频率分配	12
1.5.1 TACS 与 GSM 之间频率分配	12
1.5.2 以 CMS8810 为例说明 TACS 的频率配置	13
1.5.3 GSM 的频率配置	14
1.5.4 第三代移动通信的工作频段	15

第2章 TACS 模拟移动通信

2.1 模拟移动通信系统的组成	18
2.2 模拟蜂窝式移动电话 TACS 系统的网络结构	19
2.3 模拟移动电话网编号	21

第3章 GSM 数字移动通信

3.1 GSM 系统结构	23
3.1.1 GSM 系统组成	23
3.1.2 GSM 系统的主要优点及特点	26
3.2 我国数字蜂窝式移动电话网络结构	26
3.3 数字移动通信网的编号	29
3.4 路由选择	31

第4章 CDMA 码分多址蜂窝移动通信

4.1 多址通信及方式	33
-------------------	----

4.2 码分多址的概念	33
4.3 码分多址的基本原理	34
4.4 扩频通信系统	37
4.4.1 基本概念	37
4.4.2 处理增益和干扰容限	39
4.4.3 扩频通信的理论基础	39
4.4.4 扩频通信系统的种类	40
4.5 码分多址直接序列扩频通信系统	40
4.6 双模式移动通信的概念	41
4.7 码分多址蜂窝移动通信系统的网络结构	42
4.8 采用 CDMA 技术的优点	43

第 5 章 移动卫星通信

5.1 卫星通信	48
5.2 移动卫星通信概述	52
5.3 海事移动卫星通信	53
5.3.1 概 述	53
5.3.2 系统组成	54
5.3.3 系统运行	57
5.4 陆地移动卫星通信	57
5.4.1 概 述	58
5.4.2 系统组成	58
5.4.3 系统运行	59
5.5 航空移动卫星通信	59
5.5.1 概 述	59
5.5.2 系统组成	59
5.5.3 系统运行	60
5.6 低轨道移动卫星通信系统	61
5.6.1 低轨道 LEO 移动卫星通信	61
5.6.2 铱星系统概述	62
5.6.3 全球星系统概述	67

第 6 章 IP 技术、IP 网及 IP 业务

6.1 IP 技术简介	69
6.1.1 计算机网络基础	69
6.1.2 TCP/IP 协议	79
6.2 IP 网	85
6.2.1 什么是 IP 网	85

6.2.2 典型的 IP 网络结构	85
6.3 IP 业务	88
6.3.1 IP 业务的定义	88
6.3.2 IP 业务的分类	88
6.3.3 IP 电话业务	89
6.4 IP 网络技术的未来	99
6.4.1 IP 的接入技术	99
6.4.2 IP 的传输技术	101
6.4.3 IP 网络技术的未来	102
第 7 章 移动数据通信	
7.1 概 述	103
7.2 主要移动数据技术及其演进	104
7.2.1 主要移动数据技术	104
7.2.2 移动数据技术的演进	104
7.3 主要承载技术简介及提供的业务	105
7.3.1 短消息业务 (SMS)	105
7.3.2 非结构化补充数据业务 (USSD)	107
7.3.3 电路交换数据业务 (CSD)	109
7.3.4 高速电路型数据业务 (HSCSD)	110
7.3.5 通用分组无线业务 GPRS	110
7.3.6 GPRS 的网络协议	120
7.3.7 增强型数据业务 (EDGE)	123
7.3.8 第三代移动通信系统的业务	124
7.4 主要应用开发平台技术介绍	125
7.4.1 SIM 卡应用工具	125
7.4.2 无线应用协议 (WAP)	125
7.5 移动数据技术小结	128
7.6 移动 Internet 接入解决方案	130
7.6.1 目前一般 Internet 接入方案和华为 SIWFS 方案	130
7.6.2 以 IP 旁路技术为基础的移动接入方案	131
7.6.3 以 GPRS 技术为基础的移动接入方案	131
7.6.4 以华为 WAP 技术为基础的移动接入方案	133
第 8 章 第三代移动通信	
8.1 第三代移动通信的基本概念	135
8.2 第三代移动通信的发展历程	137
8.3 第三代移动通信的关键技术	138

8.4 第三代地面无线接口主要技术	142
8.4.1 主要技术	142
8.4.2 IMT-2000 的系统结构	142
8.4.3 基于 GSM 的 TD-SCDMA 网络技术	143
8.4.4 几种主要技术的比较	148
8.4.5 时分双工技术 (TDD)	150
8.5 第三代移动通信提供的业务	153
8.6 IMT-2000 的目标和要求	153
8.7 第三代移动通信系统 UMTS 概况	154
8.7.1 UMTS 的一般结构	154
8.7.2 UMTS 提供的业务	157
8.7.3 UTRAN 的能力与 GSM BSS 的关系	158
8.7.4 UMTS 核心网	159
8.7.5 用户业务识别单元及安全特性	160
8.8 从第二代向第三代过渡的方案	161
8.8.1 实施网络向第三代演进时应考虑的关键问题	161
8.8.2 向第三代过渡的方案	161
8.8.3 IMT-2000 网络的实现策略	163
8.8.4 从第二代向第三代演进方案实例	165
8.8.5 我国运营商应采取的举措	171
8.9 移动通信的进展和预测	171
8.9.1 GSM 问题虽有, 规模大	171
8.9.2 3G 标准出台, 市场热	172
第 9 章 无线智能网	
9.1 智能网的概念	174
9.2 智能网业务	176
9.3 智能网业务处理	180
9.4 智能网概念模型	182
9.5 智能网的演进	184
9.5.1 智能网的产生和发展趋势	184
9.5.2 INCS-2 的能力	186
9.6 无线智能网 (WIN)	188
9.6.1 WIN 的基本概念和框架结构	188
9.6.2 WIN 的相关标准	191
9.6.3 WIN 的发展方向	192

第 10 章 无线接入网

10.1 接入网的定义	194
10.2 主要技术途径	194
10.2.1 有线接入	194
10.2.2 无线接入	195
10.3 无线接入网	195
10.3.1 定义和组成	195
10.3.2 接口	196
10.3.3 分类	196
10.3.4 接入方式	197
10.4 第三代移动通信系统中的数字无绳通信技术 (DECT)	199
10.4.1 数字增强型无绳通信 DECT 的发展历程	199
10.4.2 DECT 成为 IMT-2000 家族成员	200
10.4.3 DECT 技术简介	200
10.5 本地多点分配业务 (LMDS)	207
10.5.1 LMDS 的主要技术特点	207
10.5.2 LMDS 的应用前景	208
10.5.3 LMDS 无线宽带接入系统的设计	209
10.6 无线接入网的发展	210
10.6.1 无线接入服务概念的发展	210
10.6.2 窄带无线接入技术的发展	211
10.6.3 我国无线接入网的建设	213
10.7 无线市话	214

第 11 章 网间互联

11.1 电信网间互联管理暂行规定	217
11.2 网间接口局的建设	218
11.2.1 必要性	218
11.2.2 网间接口局对技术性能的要求	219
11.2.3 网间接口局的建设方式	219
11.3 陆地蜂窝移动通信网与其他通信网网间互联	222
11.3.1 技术规范	222
11.3.2 互联的网间路由组织	222
11.3.3 各项技术要求	225

1 移动通信概述

1.1 综 述

移动通信是指通信双方或至少有一方在运动中所进行的信息交换,如移动体(车辆、船舶、飞机或行人)与固定体之间,移动体与移动体之间的通信,均属于移动通信范畴。它是用户随时随地快速可靠进行各种信息(语音、数据等)交换的理想形式。

在移动通信中广泛采用蜂窝移动通信。蜂窝移动通信的增长迅猛,全世界蜂窝移动用户在 90 年代初才 1 100 万,现已达到 5 亿多。全球每天有 25 万多人登记使用蜂窝移动业务。用户基数大约每 20 个月翻一番。

蜂窝移动通信有很多诱人的特色。其主要的特色在于,用蜂窝移动通信时呼叫的是人而不是地点,这使通信具有个性并变得自由了。现在移动用户可以在全球各地使用其手机,甚至主叫不必知道被叫在哪里。

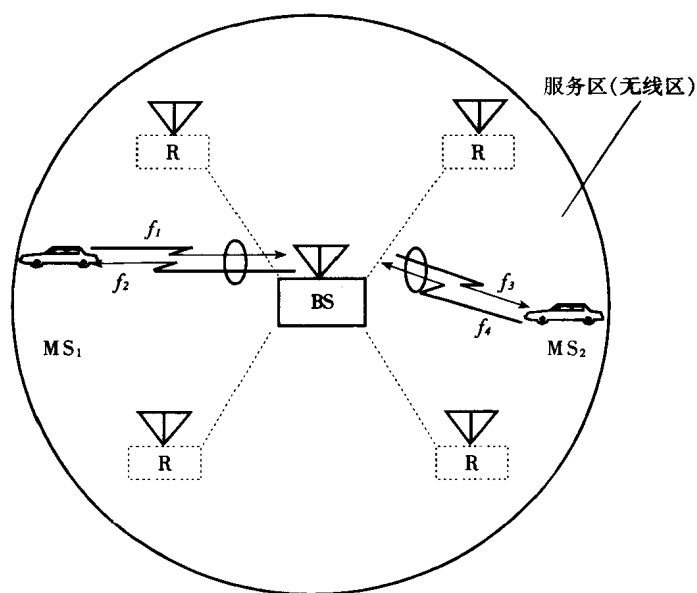
另一个特色是采用移动通信预付费卡,该特色把许多用户吸引至蜂窝移动通信。移动手机与预付费卡捆绑在一起,正在将电话业务转变为日用消费品,可以像饮料、食品、洗衣粉那样在超市货架上买到。

蜂窝移动通信的一大优点是蜂窝移动网可以很快建起来,使发展中国家能够跳过几十年缓慢建设固定网的阶段,但是价格是发展中的一个障碍。对发展中国家的大多数人来说,蜂窝移动通信仍然是昂贵的消费。目前在我国引入竞争的力度将有助于降低价格。蜂窝移动通信是电信服务业竞争最激烈的部门之一。由于无线通信所依赖的基础资源即无线电频率很稀缺,因此竞争对定价的压力可能是有限的。

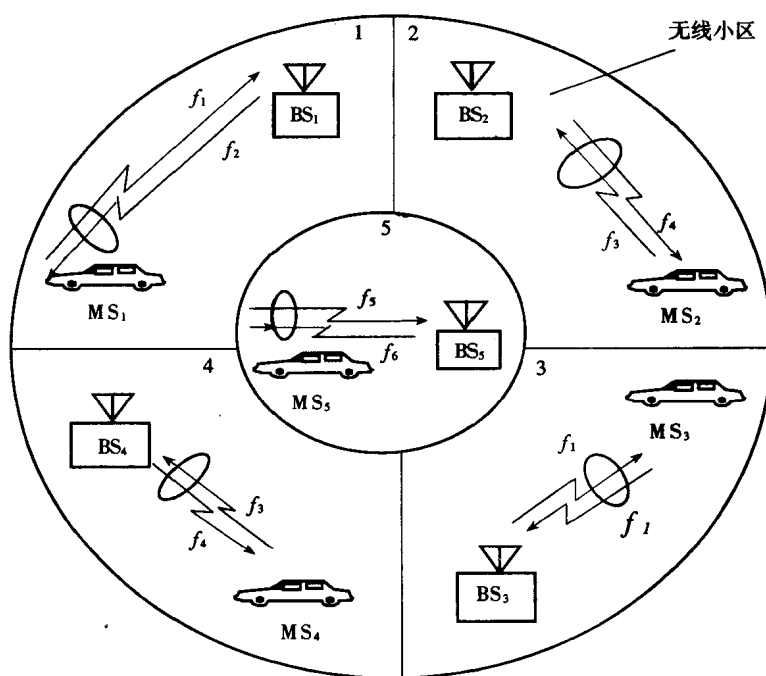
蜂窝移动通信在技术和功能两方面不断发展。第一代模拟移动电话开创了移动业务,但仅提供了有限的容量并且急功近利。90 年代初,第二代数字蜂窝系统放松了容量制约,同时质量改善,性能更先进。即将来临的第三代系统,即国际移动通信(IMT-2000)系统,本世纪初会在某些国家开通,它利用高速通信以及许多其他多媒体性能将移动性和因特网结合起来。IMT-2000 是 ITU 开发的第一个全球蜂窝移动通信标准。

1.2 移动通信的体制

一般说来,移动通信的体制可根据其服务区域覆盖方式分为两大类:一个是小容量的大区制,另一个是大容量的小区制,图 1-1 是大区制和小区制的示意图。



(a)



(b)

图 1-1 大区制和小区制示意图

1.2.1 大区制

大区制就是在一个服务区域(如一个城市)内,只有一个基站,由它负责移动通信的联络和控制。通常为了扩大服务区域的范围,基站、天线架设得都很高,发射机输出功率也较大(一般在 200 W 左右),覆盖半径大约为 30 ~ 50 km。但由于电池容量有限,通常移动台的发射机的输出功率较小,故移动台距基站较远时,移动台可以收到基站发来的信号(即下行信号),但基站却收不到移动台发出的信号(即上行信号)。为了解决两个方向通信不一致的问题,可以在适当地点设立若干个分集接收站,以保证在服务区内的双向通信质量。在大区制中,为了避免相互间的干扰,在服务区内,所有频道(一个频道包含收、发一对频率)的频率都不能重复。例如:移动台 MS_1 使用频率 f_1 和 f_2 ,那么另一个移动台 MS_2 就不能同时使用这对频率,否则将产生严重的互相干扰。因而大区制的频率利用率及通信的容量都受到了限制。大区制的优点是简单、投资少、见效快,所以在用户较少的地区,大区制得到广泛地应用。

1.2.2 小区制

小区制就是把整个服务区域划分为若干个小小区,每个小小区分别设置一个基站,负责本区移动通信的联络和控制。同时又可在移动控制中心(移动业务交换中心)的统一控制下,实现小小区间移动用户通信的转接,以及移动用户与市话用户的联系。例如:把一个大区制覆盖的服务区域一分为五,每一个小小区各设一个小功率基站($BS_1 \sim BS_5$),发射功率一般为 5 ~ 10 W,以满足各小小区移动通信的需要。若是这样安排,那么移动台 MS_1 在 1 区使用频率 f_1 和 f_2 时,而在 3 区的另一个移动台 MS_3 也可使用这对频率进行通信。这是由于 1 区和 3 区相距较远,且隔着 2, 5, 4 区,功率又小,所以即使采用相同频率也不会相互干扰。在这种情况下,只需 3 对频率(即 3 个频道),就可与五个移动台通话。而大区制下要与 5 个移动台通话,必须使用 5 对频率。显然小区制提高了频率的利用率。

无线小区的的范围还可根据实际用户数的多少灵活确定。采用小区制,用户在四处移动时,系统可以自动地将用户从一个小区切换(转接)到另一个小区。这是使蜂窝用户具有移动性的最重要的特点。当用户到达小区的边界处,计算机通信系统就会自动地进行呼叫切换。与此同时,另一个小区就会给这个呼叫分配一条新的信道。当小区中话务量太高时,也会进行呼叫切换。遇到这种情况,基站将对无线电频道进行扫描,从邻近小区中寻找一条可利用的信道。如果这个小区内没有空闲的信道,那么用户在拨打电话时就会听到忙音信号。

采用小区制时,在移动通电话过程中,从一个小区转入另一个小区的的概率增加了,移动台需要经常地更换工作频道。无线小区的的范围越小,通话过程中越过的小区越多,通话中转换频道的次数就越多。这样对控制交换功能的要求就提高了,再加上基站数量的增加,建网的成本就提高了,同时也会影响通信质量。所以无线小区的的范围也不宜过小。那么实际工作中,无线小区的半径取多大合适呢?这要综合考虑(如日本 800MHz 汽车电话系统,无线小区确定为 5 ~ 10 km)。小区的大小取决于一个地区的用户密度。在人口密集的地区,可以通过缩小一个蜂窝小区的实际面积或者增加更多的部分重叠的

小区来提高蜂窝网的容量。这样既可以增加可用的信道数，又无需增加实际使用的频率数量。

当用户拨打蜂窝电话时，从用户移动台发出的无线消息，通过低能量的无线电信号传送到离用户最近的基站。各小区的基站都通过陆地线路或者微波线路接至一个中心点，称之为移动电话交换局（MTSO）或移动控制中心（MSC）。MSC 一般位于小区群的中心小区内，通常与公众电话网（PSTN）相连，如图 1-2 所示。

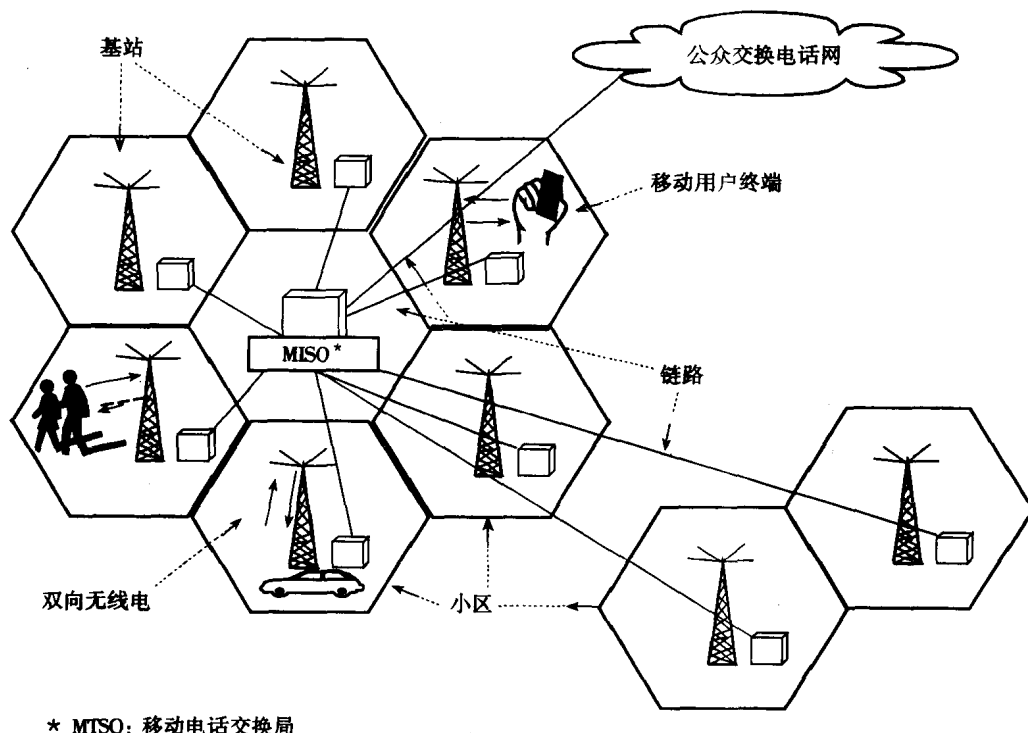


图 1-2 基本的蜂窝移动网

一个移动台可以与同一网内的另一个移动台进行通话，也可与别的网络中的移动台或固定电话用户进行通话。移动呼叫传送到各个目的地的方法取决于局间、网间互联法规和商业两方面的因素。例如：如果这家移动运营公司获准在 MSC 之间建立连接设施，同一个网内移动台到移动台的呼叫就可以在该公司的网络内完成。否则，就将通过公众网接到移动用户。呼叫另一个网上移动用户的电话或呼叫固定网上用户的电话可以直接传送，也可通过公众网传送。

1.3 服务区域的划分

无线频率是一种有限的资源，在无线通信中，一个重要的问题就是如何利用有限的资源为尽可能多的用户提供服务。在没出现蜂窝技术时，提高无线通信的容量的习惯做

法是通过分割频率获得更多的可用信道。然而这种做法缩小了指配给每个用户的带宽，造成服务质量下降。

蜂窝技术不是分割频率而是分割地理区域。这种将服务区分割成多个蜂窝小区的办法是一个关键的变革，因为它能更加有效地使用无线频率。

1.3.1 带状服务区

带状服务区是指铁路的列车无线电话、船舶无线电话等，基站可以使用定向天线（方向性强的天线），小区是按纵向排列覆盖整个服务区（见图 1-3）。

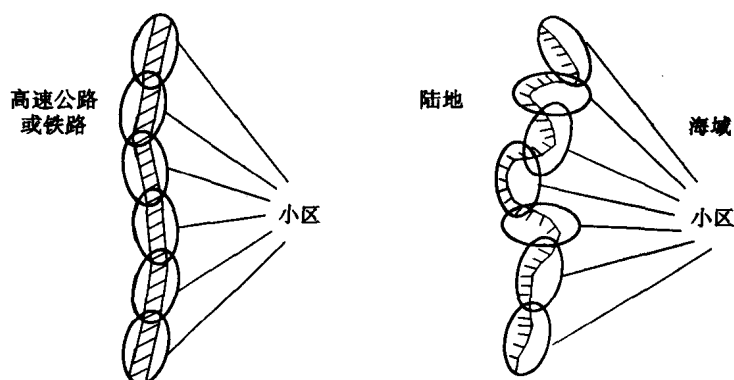


图 1-3 带状服务区示意图

1.3.2 面状服务区

1. 服务区的划分

面状服务区是指服务小区的形状采用正三角形、正方形、正六边形，邻接构成整个服务区。根据从邻接小区的中心间距、单位小区的有效面积、交叠区域面积、交叠距离、所需最少无线频率的个数等几个方面加以比较，用正六边形无线小区邻接构成整个面状服务区是最好的。因此，它在现代移动通信网中得到了广泛的应用。由于这种面状服务区的形状很象蜂窝，所以又称蜂窝式网（见图 1-4）。

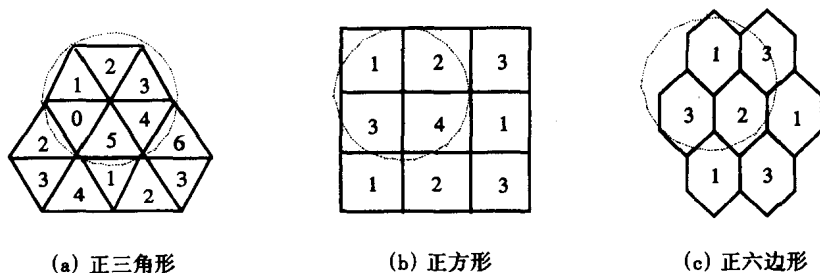


图 1-4 面状服务区示意图

2. 正六边形无线区群的构成及频率的复用

蜂窝系统可在不同的地理位置重复使用无线信道，即频率复用。

蜂窝式移动电话网通常是由若干邻接的无线小区组成一个无线区群，再由若干无线区群构成整个服务区，为了防止同频干扰，要求每个区群（即单位无线区群）中的小区，不得使用相同频率，只有在不同无线区群中，才可使用相同的频率。

在建网的初期采用全向天线，每 7 个小区为一组，构成一个区群（如图 1-5 (a)）。每个小区的中心设一个基站，它包括发送/接收天线和切换设备。每个无线小区配置一个信道组（或频率组），这样一个无线区群将配置 7 个信道组，分别用 A、B、C、D、E、F、G 表示。随着用户数量的增加，用户密度的提高，促使话务量增加，就需要进行小区分裂，可以一分为三亦可一分为六，基站位置不变，只是把全向天线变换成三副成 120° 扇形张角的定向天线，每个基站控制 3 个小区，每个小区配给一个信道组，这样一个无线区群由 21 个小区组成，配给 $7 \times 3 = 21$ 个信道组，通常把这种方式称为 21 个无线小区模型（如图 1-5 (b)）；若基站位置不变，只是把全向天线变换成 6 副互成 60° 扇形张角的定向天线，每个基站控制六个小区，每个小区配给一个信道组，这样每个无线区群由 24 个小区组成，配给 24 个信道组。通常把这种方式称为 24 个无线小区模型（如图 1-5 (c)）。

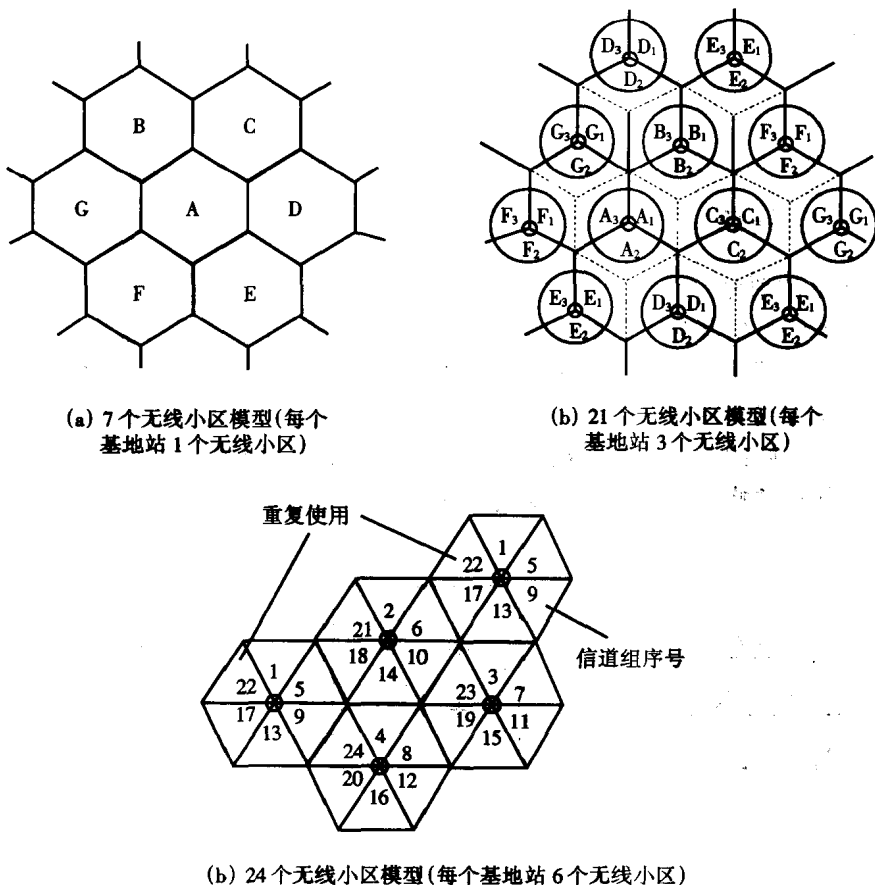


图 1-5 常用无线区群结构示意图

无论采用哪种模型,及使用不同小区模型一定要解决由于频率复用存在的相互干扰问题。

3. 常用的业务术语

(1) **业务区**:指一个移动电话编号区所覆盖的区域,也就是一个移动电话交换局所管辖的区域。它是由交换机所连接的所有基站叠加而成。

(2) **漫游服务**:指移动电话用户到本业务区外的其他区域仍能继续使用移动电话。漫游分为国内漫游和国际漫游。

(3) **归属局**:对移动电话用户而言,移动电话开户时所注册的移动交换局就是该用户的归属局,归属局所在的城市称为归属地。

(4) **被访局**:用户漫游时所访问的移动电话交换局就是被访局,被访局所在城市称为被访地。

(5) **漫游用户**:携带移动电话进行漫游的这个用户称为“来访用户”或“漫游用户”。

(6) **漫游国家(地区)**:指移动电话用户进行国际自动漫游时所访问的国家或地区。

(7) **被叫地**:用户作为主叫发起呼叫时,对方(被叫)所在城市称为被叫地。

1.4 移动通信的标准

蜂窝标准在功能性和实用性两方面都已从第一代模拟网进化到现在的第二数字网。第三代移动网正处于开发阶段,而比 3G 更先进的网络预计在 2010 年前后问世。

第一代、第二代和第三代移动电话都是从一种主要技术进化到下一种技术,每一种新技术都显著地提高了频谱的容量。

1.4.1 各种制式比较

1. 第一代:模拟移动通信

第一代模拟移动通信采用的 AMPS 制式与 TACS 制式的比较,如表 1-1 所示。

表 1-1 AMPS 制式与 TACS 制式的主要差别

项 目		AMPS	TACS
工作频段 (MHz)	MS→BS	825 ~ 845	890 ~ 915
	BS→MS	870 ~ 890 (800 ~ 900, 1800 ~ 2000)	935 ~ 960 (800 或 900)
频道间隔 (kHz)		30	25
话音频道调制峰值频偏 (kHz)		± 12.0	± 9.5
控制信号传输速率 (kbit/s)		10	8
控制频道调制峰值频偏 (kHz)		± 8	± 6.4
接入方式		FDMA	FDMA

我国的模拟公用移动通信网为了能与其他国家和地区的 TACS 系统兼容工作，基本上采用了 TACS 标准。

2. 第二代：数字移动通信

第二代数字移动通信系统是在 80 年代开发的，第一批系统于 90 年代初投入商用。数字蜂窝系统在许多方面优于模拟系统。最引人之处是由于能更有效地利用无线频谱，从而提高了系统的容量。另一个优点是数字传输不仅可使话音而且可使数据通过无线电频谱传送，因而可支持短消息服务（SMS）和电子函件之类的许多应用。数字技术还可增强话音和数据传输的保密性，因为调频扫描器理解不了数字信号，易于对比特流进行加密。同时数字网要求的功率较低，因此手机可以做得更小、更轻，从而延长了电池的使用寿命。

主要制式有 GSM（全球移动通信系统）、CDMAIS-95、PDC（个人数字蜂窝）、DCS-1800、TDMAIS-136（最初被称为 D-AMPS），这 4 种移动系统主要参数列表于表 1-2。

我国数字蜂窝移动通信网以 GSM 为主，其中也采用了 DCS-1800 以及 CDMA 制式。

表 1-2 4 种数字移动系统的主要参数

参 数	欧洲 GSM/DCS	北美 D-AMPS	北美 CDMA	日本 PDC
工作频段 (MHz)	890 ~ 915	824 ~ 849	824 ~ 849	810 ~ 826
	935 ~ 960	869 ~ 894	869 ~ 894	940 ~ 956
	1 710 ~ 1 785	1900		1 429 ~ 1 453
	1 805 ~ 1 880			1 477 ~ 1 501
射频间隔 (kHz)	200	30	1250	50
接入方式	TDMA	TDMA	CDMA	TDMA
与现有模拟系统的兼容能力	无	有	有	有
每频道业务信道数	8 16	3 6	61	3 6

GSM 是最早投入商用的数字蜂窝系统，是 80 年代欧洲提出来的。1989 年创建的欧洲电信标准学会（ETSI）一直负责 GSM 的标准化工作。芬兰移动运营公司 RADIOLINJA 于 1991 年建立了第一个 GSM 网。随之欧洲所有国家都采用了 GSM 标准，并在其他各大洲得到普遍应用。这就是一直处于主导地位的蜂窝标准。

最初被称为 D-AMPS 的 TDMAIS-136 系统于 1991 年后期被采用，其目的是为了保护业务提供者在 AMPS 技术上付出的大量资金。运营公司当初设想通过在他们已有的网络上叠加一个 TDMA 网来实现从 AMPS（模拟）向 D-AMPS（数字）的过渡，而使用的频率和无线信道保持不变。现在世界上大约有 70 个国家都开放了数字 AMPS 业务。

CDMAIS-95 是一种通过使用全部无线频带来提高容量的数字通信技术，每一个呼叫都配给一个独有的代码。到 1999 年 3 月 CDMA 的用户数几乎达到 2 900 万，主要分布在亚太地区和美洲。韩国是最大的一个 CDMAIS-95 市场。

PDC（个人数字蜂窝）系统，虽然在 1994 年才推出，而且仅限于在日本使用，但它是世界上排名第二的数字移动系统的标准。该标准最初称为 JDC（日本数字蜂窝）。

PHS（个人通信系统）是日本使用的数字系统，于 1995 年首次推出。PHS 既非蜂窝