

数字移动通信技术丛书

数字蜂房 移动通信系统

赵荣黎 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

数字移动通信技术丛书

数字蜂房移动通信系统

赵荣黎 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

出 版 说 明

二十世纪的最后十年,移动通信特别是数字移动通信发展之快和应用之广,大大超出了人们的预料和专家的预测。移动通信的产品和它向社会提供的各种服务已是家喻户晓。为了满足社会各界和广大通信技术人员系统学习和掌握这些新技术的需要,电子工业出版社通信与网络编辑部约请富有经验的通信专家和技术人员,编写了这套《数字移动通信技术丛书》,相继出版。

这套丛书的特点是力求内容的先进性、实用性和系统性。丛书从我国通信技术应用现状与发展情况出发,以系统与技术为中心,系统地介绍基本原理和系统结构、系统体制和技术指标、协议和信令、接口和组网技术、典型设备和工程设计,以及新技术和新设备。丛书理论性与工程实践性紧密结合,内容丰富、深入浅出、层次清楚、深浅适宜、详简得当。丛书旨在引导读者将移动通信的原理、技术与应用有机结合。

这套丛书的主要读者对象是广大从事通信技术工作的工程技术人员,也适合大专院校通信、计算机等学科各专业在校师生和刚走上工作岗位的毕业生阅读参考。

在编辑出版这套丛书的过程中,参与编写、审定的各位通信专家都付出了大量心血,对此,我们表示衷心感谢。欢迎广大读者对这套丛书提出宝贵意见和建议,以便我们今后为广大读者奉献更多、更好的优秀通信技术图书。

电子工业出版社

1997年5月

《数字移动通信技术丛书》编审委员会

主 编：鞠 枫

委 员：(以姓氏笔划为序)

丁 瑾 马义广 王 青

刘乃安 张乃通 李小白

李承恕 李英涛 张中兆

吴文昱 杨永宁 陆冰霞

沈思源 宋俊德 杜振民

赵荣黎 郭 峰 曾兴雯

前 言

移动通信的发展十分迅速,特别是蜂房移动通信在世界各国都得到了惊人的发展,从第一代的模拟蜂房移动通信到第二代的数字蜂房移动通信也不过 10 年时间。在 90 年代初数字蜂房移动通信系统投入运营后,数字蜂房系统正逐渐取代模拟蜂房系统。除陆基的地面数字蜂房移动通信外,星基的卫星(蜂房)移动通信系统也将在世纪之交投入运行,并将形成覆盖全球的移动通信网。

数字蜂房移动通信较之模拟蜂房移动通信,虽然在蜂房结构及频率重用的概念上是一脉相承的,但是由于采用了数字通信技术,还是存在着许多根本性的差异。为了适应数字蜂房移动通信在我国迅猛发展的形势,便于广大读者了解和掌握数字蜂房移动通信的基本原理、关键技术和系统构成,特编写本书以飨读者。

全书共分九章。第一章介绍蜂房移动通信的基本概念、数字化系统及移动通信发展趋势;第二章、第三章分别讨论数字移动信道和数字信号在移动环境中的传输问题,包括多径衰落、信道模型及抗多径衰落技术;第四章、第五章和第六章分别介绍语音编码和数字调制技术、蜂房系统的多址(接入)技术和信令系统及移动通信网;第七章和第八章分别讨论基于 TDMA 和 CDMA 的数字蜂房移动通信系统;第九章概要地介绍数字蜂房移动通信系统的设计问题。

本书的主要内容作为研究生的移动通信教程已讲授过多次。在编写本书的过程中,又参阅了近年来出版的有关书籍、期刊和文献加以充实,并引用了作者本人及其所在单位近年来的有关研究成果。在此向他们表示衷心地感谢。

本书力求做到既重视物理概念的阐述,又作出必要的数学分析,以期达到理论与实用的结合。由于数字蜂房移动通信系统涉及的内容包罗万象,技术日新月异,加之作者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬希广大读者不吝指正。

作 者

于北方交通大学现代通信研究所

1996 年 10 月

目 录

第一章 数字蜂房移动通信概论	(1)
第一节 移动通信概述	(1)
一、移动通信的基本概念.....	(1)
二、移动通信技术的发展.....	(1)
三、我国移动通信的发展.....	(3)
第二节 蜂房移动通信	(3)
一、大区制移动通信系统及其局限性	(3)
二、小区制蜂房移动通信系统及其特点	(4)
三、频率重用与信道切换.....	(6)
第三节 数字蜂房移动通信	(10)
一、数字化的原因	(10)
二、数字化的内容与效果	(10)
三、移动信道的数字信号传输	(12)
四、数字移动通信系统	(13)
第四节 移动通信的发展趋势	(17)
第二章 数字移动信道	(19)
第一节 移动通信环境电波传播特性	(19)
一、场强测试曲线显示的电波传播特性	(19)
二、自由空间的传播损耗	(23)
三、传播路径损耗	(23)
四、电波传播的衰落特性	(23)
第二节 信道的分类	(30)
一、恒参信道与变参信道	(30)
二、相关带宽和相关时间	(31)
三、自相关函数和功率谱	(31)
四、信道类型	(33)
第三节 多径传播与数字信号传输	(33)
一、多径时延扩散	(33)
二、多径衰落信道接收信号时延的统计特性	(35)
三、多径衰落信道接收信号相位的统计特性	(35)
四、多径衰落信道对数字信号传输的影响	(36)
第四节 多径信道的脉冲响应特性与信道模型	(40)
一、建立数字移动通信信道模型的意义	(40)
二、数字无线移动通信的信道模型	(41)
三、GSM 05.05 建议的传播条件	(41)

四、多径信道的脉冲响应特性	(42)
第五节 电波传播特性的测量与预测	(43)
一、模拟信号电波传播路径损耗的预测	(43)
二、模拟信号电波传播特性的测量	(46)
三、数字信号电波传播特性的测量	(47)
四、数字信号电波传播特性的预测	(51)
第三章 移动信道数字信号传输技术	(53)
第一节 分集技术	(53)
一、分集接收的概念	(53)
二、显分集的合并技术	(54)
三、分集重数与数字传输性能	(58)
第二节 自适应均衡技术	(60)
一、概述	(60)
二、自适应均衡原理	(63)
三、自适应均衡在数字移动通信中的应用	(66)
四、分集与自适应均衡的组合	(69)
第三节 多径信号的分离与合并	(70)
一、多径信号分离与合并的概念	(70)
二、瑞克(RAKE)接收机	(70)
第四节 隐分集技术	(78)
一、交织编码技术	(78)
二、跳频技术	(79)
三、直接扩频技术	(83)
第四章 语音编码和数字调制技术	(85)
第一节 概述	(85)
一、语音编码	(85)
二、数字调制	(86)
第二节 线性预测编码(LPC)	(86)
一、参量编码的基本原理	(86)
二、线性预测编码(LPC)	(90)
第三节 规则脉冲激励长期预测 LPC 编码(RPE - LTP)	(92)
一、线性预测编码(LPC)的改进模型	(92)
二、规则脉冲激励长期预测编码器	(94)
第四节 矢量和激励线性预测编码(VSELP)	(96)
一、矢量量化(VQ)编码	(96)
二、码激励线性预测编码(CELP)	(97)
三、矢量和激励线性预测编码(VSELP)	(98)
第五节 四相相移键控(QPSK)调制	(100)
一、QPSK 调制原理	(100)
二、QPSK 调制解调器	(100)

第六节 差分四相相移键控(DQPSK)调制	(103)
一、差分 QPSK(DQPSK)	(103)
二、参差 DQPSK(O - DQPSK)	(103)
第七节 $\pi/4$ 相移差分四相相移键控($\pi/4$ DQPSK)调制	(105)
一、 $\pi/4$ DQPSK 调制原理	(105)
二、 $\pi/4$ 相移 QPSK 调制解调器	(106)
三、QPSK 类调制的性能比较	(107)
第八节 高斯滤波最小移频键控(GMSK)调制	(110)
一、MSK 调制原理	(110)
二、高斯滤波最小移频键控(GMSK)	(114)
三、MSK 类调制的性能比较	(114)
第五章 蜂房移动通信系统的多址(接入)技术	(118)
第一节 概述	(118)
一、多址接入的概念	(118)
二、多址接入方式	(118)
三、多址接入与信道	(119)
第二节 FDMA	(120)
一、FDMA 系统原理	(120)
二、FDMA 系统中的干扰问题	(121)
三、FDMA 系统的特点	(122)
第三节 TDMA	(122)
一、TDMA 系统原理	(122)
二、TDMA 时帧结构	(124)
三、TDMA 系统的同步与定时	(125)
四、帧长与帧效率	(126)
五、TDMA 系统的特点	(126)
第四节 CDMA	(126)
一、CDMA 系统原理	(126)
二、CDMA 蜂房系统的码分选址与码序列	(128)
三、正交 Walsh 函数	(128)
四、CDMA 系统的特点	(129)
第五节 多址方式与系统容量	(130)
一、移动通信中的多址方式	(130)
二、FDMA 和 TDMA 蜂房系统的容量	(130)
三、CDMA 蜂房系统的容量	(131)
四、三种系统容量的比较	(136)
第六章 信令系统及移动通信网	(138)
第一节 引言	(138)
一、通信网概述	(138)
二、OSI 参考模型	(139)

第二节 No.7 公共信道信令系统	(142)
一、信令网	(142)
二、CCITT No.7 信令系统结构	(143)
三、No.7 信令的基本信令格式	(146)
第三节 用户 - 网络接口及协议	(148)
一、ISDN 用户 - 网络接口	(148)
二、ISDN 的信道结构与用户接口协议	(149)
第四节 公用陆地移动通信网	(150)
一、公用陆地移动通信网的结构	(150)
二、公用陆地移动通信网的接口	(151)
三、公用陆地移动通信网与 No.7 信令网	(152)
四、公用陆地移动通信网通信区域的划分	(152)
第五节 通信网的连接	(153)
一、公用陆地移动通信网间的互通	(153)
二、地面固定网与公用陆地移动通信网间的互通	(153)
第六节 移动通信网的智能化	(155)
一、移动通信网的智能化	(155)
二、移动网与 ISDN 的结合	(155)
三、接口协议的智能化	(156)
第七章 基于 TDMA 的数字蜂房通信系统	(158)
第一节 概述	(158)
第二节 TDMA 与信道配置	(158)
一、TDMA 与蜂房结构的关系	(158)
二、物理信道与逻辑信道	(158)
三、物理信道时隙结构与逻辑信道配置	(163)
四、帧偏离与定时提前量	(169)
五、跳频信道与 TDMA	(170)
第三节 信令协议	(174)
一、GSM 定义的接口名称	(174)
二、GSM 接口协议	(174)
第四节 数字蜂房通信系统的构成	(178)
一、移动通信系统的结构与外围环境	(178)
二、面对移动用户的子系统	(179)
三、网络子系统(NSS)	(180)
四、运营子系统(OSS)	(181)
第五节 实际 TDMA 数字蜂房系统	(181)
一、GSM 数字蜂房系统	(181)
二、D - AMPS 数字蜂房系统	(194)
三、PDC 数字蜂房系统	(198)
第八章 基于 CDMA 的数字蜂房通信系统	(200)

第一节 概述	(200)
第二节 CDMA 与信道配置	(201)
一、CDMA 与蜂房结构的关系	(201)
二、物理信道与逻辑信道	(202)
三、码分物理信道与逻辑信道配置	(203)
四、数据传输与信息帧结构	(204)
五、码分多址系统的同步与定时	(212)
第三节 系统接口与信令协议	(213)
一、网络结构	(213)
二、系统接口	(214)
三、信令协议	(215)
第四节 CDMA 数字蜂房通信系统	(216)
一、CDMA 数字蜂房通信系统的链路	(216)
二、CDMA 系统的移动台与基站台	(221)
三、码的发生	(222)
四、差错控制及加密算法	(226)
第五节 CDMA 系统的功率控制	(238)
一、输出功率的限制	(238)
二、开环功率控制	(239)
三、闭环功率控制	(240)
第六节 软切换、越区及漫游	(241)
一、CDMA 系统的信道切换类型	(241)
二、软切换过程	(241)
三、系统、网络及漫游	(243)
第七节 Q - CDMA 数字蜂房移动通信系统	(244)
一、Q - CDMA 数字蜂房系统概述	(244)
二、CDMA 系统的呼叫处理	(248)
第八节 关于 IS - 95 标准的内容简介	(251)
一、IS - 95 标准概述	(251)
二、移动台及基站台主要技术指标及参数	(252)
三、对 IS - 95 标准部分内容的小结	(253)
四、技术术语	(253)
附录 64 阶正交 Walsh 函数表	(255)
第九章 数字蜂房移动通信系统设计	(259)
第一节 蜂房移动通信系统的设计	(259)
一、蜂房移动通信系统设计的基本点	(259)
二、系统覆盖与系统容量	(261)
三、无线电链路设计	(262)
第二节 数字蜂房移动通信系统的设计	(263)
一、数字蜂房系统设计的特点和步骤	(263)

二、TDMA 数字蜂房移动通信系统的设计	(264)
三、CDMA 数字蜂房移动通信系统的设计	(267)

第一章 数字蜂房移动通信概论

第一节 移动通信概述

一、移动通信的基本概念

移动通信是指移动体之间或者移动体与固定体之间的通信。例如运动中的人、汽车、轮船、飞机等移动体间的通信,分别构成陆地移动通信、海上移动通信和空中移动通信。移动通信系统包括无绳电话、无线寻呼、陆地蜂房移动通信、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。当移动体与固定体间通信联系时,除依靠无线通信技术外,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)和综合业务数字网(ISDN)。现代通信技术进步和发展基于微电子学的发展。特别是微型电子计算机(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成芯片等,为通信设备的数字化和小型化,为通信服务的综合化奠定了基础。

现代通信由模拟方式转向数字方式。这一发展潮流使移动通信也从模拟移动通信转向数字移动通信。因此,现代移动通信又是建立在数字信号的产生、处理、传输、交换技术基础之上的。移动通信从最初的单电台间的对讲方式,发展到系统和网络方式。即现代移动通信又是建立在现代网络管理技术基础上的。由此可见,现代移动通信是融汇了当代电子技术、计算机技术、无线通信、有线通信和网络技术的产物。

二、移动通信技术的发展

早在1897年马可尼就是在移动体与固定体之间进行并完成无线通信试验的。因此,无线电通信诞生之日即是移动通信产生之时。但是,真正的移动通信技术的发展应从20世纪20年代开始。其代表是美国供警察使用的车载无线电系统,它是工作在2MHz的专用移动通信系统,不能与公众网相联接。20世纪40年代开始了建立公用移动通信系统阶段。美国首先建立了世界第一个公用汽车电话网,可实现人工交换与公众电话网的接续,但网络容量较小。20世纪60年代,移动通信实现了无线频道的自动选择和与公众电话网的自动拨号接续。并且开拓了150MHz和450MHz工作频段。从而形成了移动通信的无线传输、信道管理及移动交换的基本技术。

由于单基站的大区覆盖制的系统容量有限,进而发展了中区覆盖和小区覆盖制的系统。小区覆盖制是基于蜂房移动通信的概念。蜂房移动通信的概念是早在1947年由美国贝尔研究所提出的,并于1958年向美国联邦通信委员会(FCC)提出了建议,又于1971年对蜂房移动通信系统的可行性提出了技术论证报告。自20世纪70年代以来,移动通信技术进入迅速发展的时期。1974年FCC在800MHz频段上给蜂房移动通信分配了40MHz带宽。1978年贝尔系统在美国的芝加哥进行了先进移动电话系统(AMPS)的试验,并于1983年正式投入运营。在70年

代初, 北欧推出了北欧移动电话系统(NMT)。1979年日本推出了汽车电话系统(NAMTS), 1985年英国提出全址通信系统(TACS)等。从提出蜂房移动通信的概念到蜂房移动通信系统的实际运用, 是得益于微电子技术和微型计算机(微处理器)技术的发展, 以及它们与移动通信技术的相结合。

蜂房移动通信系统的工作频段除 450MHz 外, 向更高的频段开拓。大多数系统采用 800MHz 和 900MHz 频段。新频段的开拓为移动通信的大容量提供了新的频率资源, 而蜂房网的概念则为有效利用频率资源开辟了途径。

在 80 年代和 90 年代初期, 是模拟蜂房移动通信系统大发展的时期。1989 年全世界 78 个国家和地区的移动用户已有 800 万, 1991 年全世界的移动用户达到了 1400 万, 到 1993 年超过了 2500 万, 其中美国的移动用户就有上千万户。

随着通信数字化的进展和市场对移动通信容量的巨大需求, 自 20 世纪 80 年代中期以来, 蜂房移动通信从第一代的模拟蜂房移动通信系统发展成第二代的数字蜂房移动通信系统。早在 80 年代初, 欧洲各国为建立一个全欧统一的数字蜂房移动通信系统, 1982 年欧洲邮电主管部门会议(CEPT)设立了移动通信特别小组(GSM), 开始了泛欧蜂房移动通信系统制式标准的研究。1988 年提出了主要建议和投标方案。1992 年以 TDMA 为多址方式的 GSM 体制的数字蜂房移动通信系统开始投入商用, 到 1994 年底, 欧洲已有 200 万移动用户。GSM 体制的数字蜂房移动通信网将遍布全欧, 并向全世界扩展。GSM 体制的工作频段原订为 900MHz, 由于英国政府 1989 年发放许可证建立的个人通信网(PCN)是工作在 1800MHz 频段的 150MHz 带宽并采用 GSM 标准, 将 GSM 推广到新的频段。现称此系统为数字蜂房系统 1800(即 DCS1800)。

美国在数字蜂房移动通信的起步较欧洲迟缓, 原因有二: 一是美国的模拟蜂房移动通信系统已很发达, 要求新的数字蜂房移动通信系统能够与模拟系统兼容, 并能提供和模拟系统相同或更好的服务质量; 二是美国移动通信的主要矛盾在于系统容量不足, 要求新的数字蜂房移动通信系统能够提供比模拟系统更大的容量。因此, 美国提出的数字蜂房移动通信体制都是模数兼容的双模体制。例如, 在 1990 年蜂房电话工业协会(CTIA)和电信工业协会(TIA)批准的中期标准 54(IS-54)即为双模体制。该标准将 FDMA 模拟 AMPS 标准与 TDMA 美国数字蜂房标准(USDC)兼容在一起。1992 年美国 Qualcomm 公司向 CTIA 提出码分多址(CDMA)技术的数字蜂房系统的建议。该建议于 1993 年被 CTIA 和 TIA 批准为中期标准 95~98(IS-95~IS-98)也为双模体制。

日本数字蜂房系统(JDC, 后改作 PDC)步美国后尘。所制定的标准称为 RCR STD-27B, 其技术指标与美国的 IS-54 相近, 虽然是 TDMA 多址方式的, 但数模不兼容。

除上述欧、美、日三种体制外, 尚未有其它国家提出任何新的体制方案。CCIR 和 CCITT 等国际组织也未提出统一的标准建议。目前, 这些国际组织的工作主要放在第三代的移动通信系统, 即未来公众陆地移动通信系统(FPLMTS)的标准建议方面。

移动通信除陆地蜂房移动通信系统外, 集群调度通信系统、无绳电话系统、无线寻呼系统、无线本地环路以及利用卫星转发器构成的所谓星基移动通信系统(或称卫星移动通信系统)也得到了迅速发展。特别是卫星移动通信正进入大发展的阶段。除静止轨道卫星移动通信系统外, 近年来, 各种中低轨道的全球性卫星移动通信系统的方案纷纷出台, 并将在 90 年代末投入运行。

未来的移动通信将是覆盖全球的系统, 并且服务到个人, 即进入所谓的个人通信时代。

三、我国移动通信的发展

我国移动通信大体上经历了从军用、专用到民用,从单基站的大区制到多基站小区制的蜂窝结构,从模拟系统到数字系统的开放和发展过程。我国大容量蜂窝移动通信系统的发展较晚,1987年才决定以900MHz频段TACS体制为我国公众蜂窝移动通信体制。直到1987年末才在广州开通了国内第一个模拟蜂窝移动通信系统,后来陆续建成了北京、上海等大城市和沿海开放区的移动通信系统。我国公众移动通信起步虽晚,但发展迅猛;1988年移动用户不足1.2万,1991年增至4.7万,1992年达到17.5万,1993年又增加到63.8万,1994年则高达157万。随着各个地区的移动通信系统的建立,逐渐形成了我国的公众移动通信网,并实现了移动用户的联网漫游。

近年来,随着国外数字蜂窝移动通信系统技术的成熟,特别是我国通信产业引入竞争机制,使得我国的公众蜂窝移动通信发展很快。1993年我国首先在浙江嘉兴建立了GSM数字蜂窝移动通信试验系统。随后,在广东、上海、北京也建立了GSM数字蜂窝移动通信试验系统。并于1995年先后建立开通了北京、天津、上海、广州的GSM体制的数字蜂窝移动通信系统,向全国联网漫游。此外,采用CDMA技术的蜂窝移动通信系统已在我国进行了系统试验,并将引入我国。可以预计,未来的十年将是我国移动通信大发展的时期。

第二节 蜂窝移动通信

一、大区制移动通信系统及其局限性

1. 大区制移动通信系统

早期的移动通信系统采用大区制的场强覆盖区,即由一个基站覆盖一个较大的服务区,半径 R 约在30~50km范围。如图1.1所示。为了满足电波场强覆盖区的要求,通常需要很大的发射功率(一般为50~200W),和很高的天线塔(一般需高达30m以上)。大区制的特点是:移动通信系统的网络结构简单,频道数目少,不需无线交换,而直接与市话交换局相连,移动用户可经市话交换局与市话用户通信。

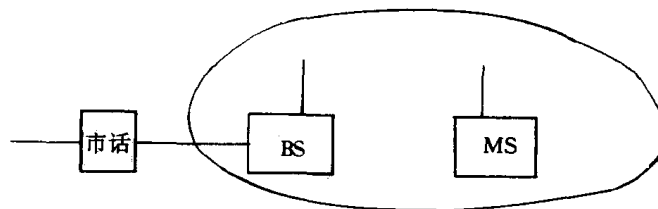


图 1.1 大区制移动通信系统

2. 大区制系统的局限性

(1) 覆盖范围有限

根据视距传播的条件,在天线高度给定下,受地球曲率的影响,最大覆盖半径一般为50km。如果要求覆盖区大于50km,将不能满足要求。

(2) 系统的容量受限

早期移动通信系统是工作在频分多址方式,在频率资源给定下,频道数目受限。一个基站(BS)一般只能提供1~几个频道。在保证接通率(或呼损率)条件下,可容纳的移动用户数受限,一般也只有几十~几百个。特别是当用户密度和通信业务量很大时,系统容量的限制更加突出。

(3) 系统设备受限

大区制条件下若要满足移动台的双向通信距离,则要求移动台(MS)有更大的发射功率,但是,移动台体积、发射功率和天线高度都是受限的。

为了提高覆盖区内的系统容量以及有效利用频率资源,提出了小区制覆盖蜂房结构的概念。依小区制蜂房结构建立的蜂房移动通信系统得到了巨大发展,成为当今陆地公众移动通信网的主流。

二、小区制蜂房移动通信系统及其特点

1. 小区制蜂房通信系统的构成

若将一个大区制覆盖的区域划分成若干小区,每个小区(cell)中设立基站(BS),与用户移动台(MS)间建立通信。由于小区的覆盖半径较短,一般可从1km到20km。故可用较小的发射功率实现双向通信;若每个基站能提供1~几个频道,可容纳的移动用户数有几十~几百个。那么由若干小区构成的通信系统的总容量将大为提高。由若干小区构成的覆盖区叫区群(cluster)。因为区群的结构酷像蜂房,将小区制移动通信系统叫做蜂房移动通信系统。

图1.2示出蜂房移动电话系统的示意图。每个小区设有一个(或多个)基站,它与若干个移动台建立无线通信链路。若干小区组成一个区群(蜂窝),区群内各个小区的基站可通过电缆、光缆或微波链路与移动交换中心(MSC)相连。移动交换中心通过PCM电路与市话交换局相连接。从而形成一个完整的蜂房移动通信的网络结构。

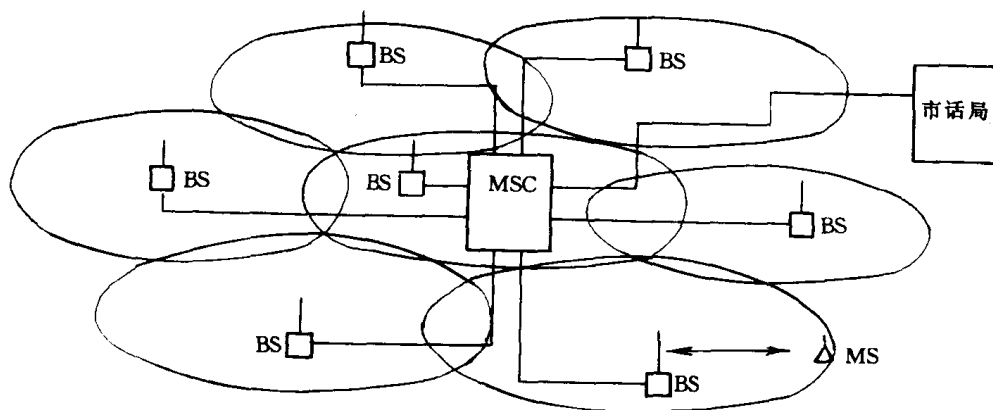
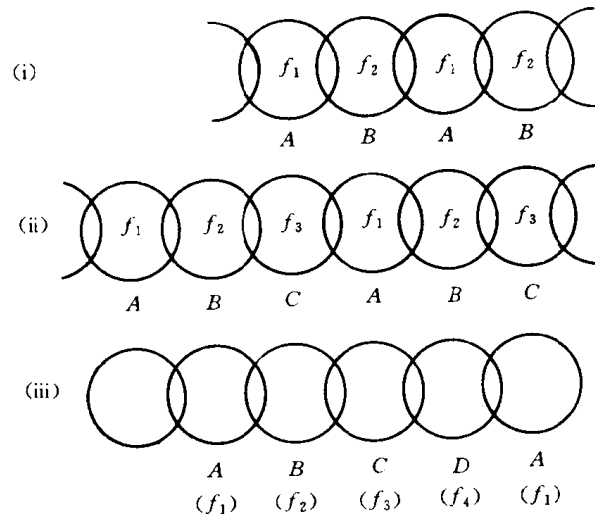


图 1.2 蜂房移动电话系统的示意图

图1.3示出小区的链状覆盖和面状覆盖的以及频率重用的示意图。图(a)所示为链状覆盖小区及其频率重用的示意图,为避免相邻小区间的干扰,图中是采用3组频率(f_1 、 f_2 、 f_3)进行频率重用。图(b)所示为面状覆盖小区及其频率重用的示意图,图中分别示出 $N=4$ 、7、12 和 19 的频率重用。

由上可以看出,在频率资源有限的条件下,利用小区覆盖和频率重用的方法,可以对无限

(a) 链状覆盖



(i) 二频组 (ii) 三频组 (iii) 四频组

(b) 面状覆盖

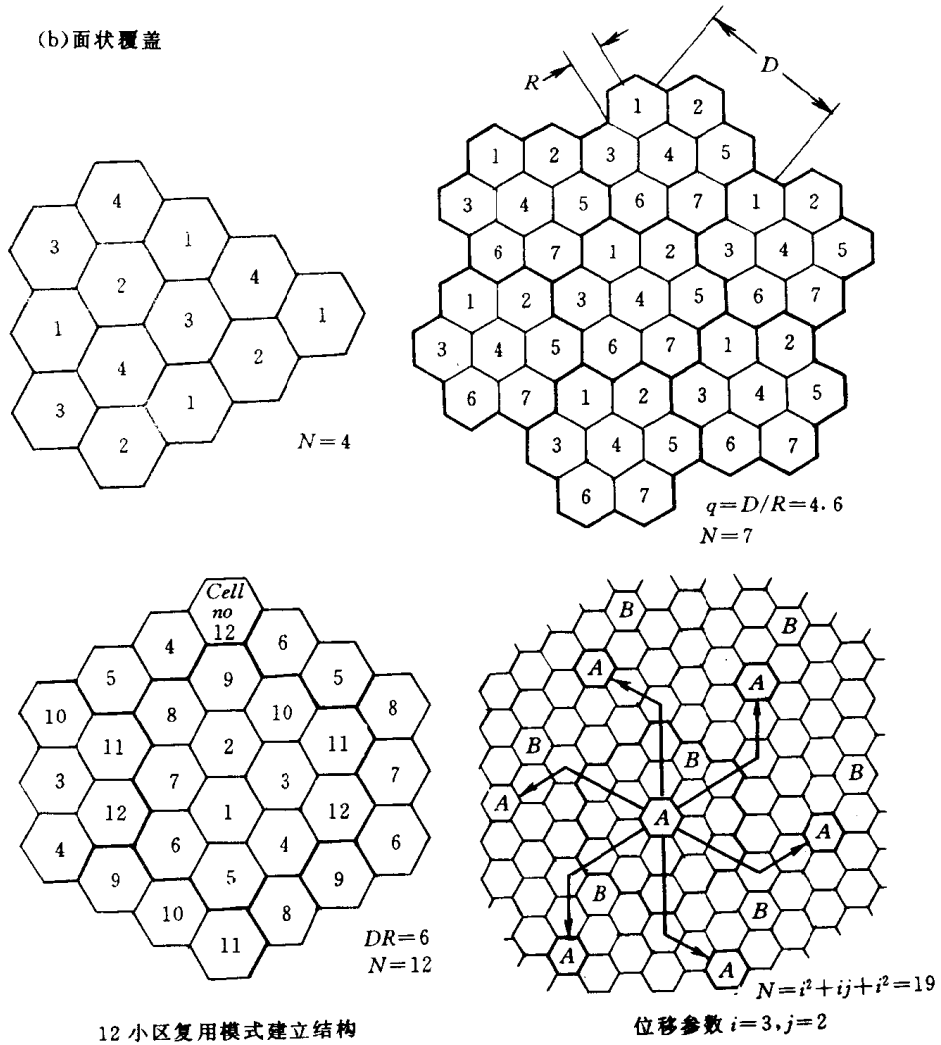


图 1.3 小区覆盖与频率重用示意图

长和无限宽广的地域进行覆盖。从而提高频谱的利用率。

2. 蜂房移动通信系统的特点

小区制蜂房覆盖的优点是:可将覆盖区无限扩展,使服务区不受限制;并可提高系统容量,每小区可达1000个用户以上。以区群为蜂房结构进行的频率重用,可实现频率资源的有效利用。但是,小区制和频率重用也给蜂房移动通信系统带来新的问题并使其具有显著的技术特点。

蜂房结构和频率重用带来的新问题是:

- 蜂房区群的结构、蜂房小区的分裂、微小区及微微小区
- 频率重用将使相邻同频小区之间引起同信道干扰
- 为避免区群内的各小区间的干扰,通常的做法是让各小区采用不同的频率(频道)。这样,将带来越区切换(handoff)的问题。所谓越区切换是指:一个正在进行通信的移动用户当从一个小区进入相邻小区时,需要快速切换信道并保持通信。对用户而言,信道切换应当是透明的,即不被用户所察觉
- 当移动用户从一个交换服务区进入相邻交换服务区的小区时,所发生的信道切换叫做漫游(roaming)。发生漫游时,移动用户原交换服务区(归属交换局)与新进入的交换服务区(被访问交换局)之间需要完成移动用户文档的存取和有关信息的交换
- 建立通信链路所需的各种信令与信息交换问题,增大了系统的复杂性
- 无线信道的资源管理和网络管理也增大了系统的复杂性

三、频率重用与信道切换

1. 区群,小区与频率重用

在频分信道体制的蜂房系统中,每个小区占有一定的频道,而且各个小区间占用的频道是不同的。假设每小区分配一组载波频率,为避免相邻小区之间产生干扰,各个小区的载波频率应不相同。因为频率资源是有限的,当小区覆盖不断扩大小区数目不断增加时,将出现频率资源不足的问题。因此,在小区制蜂房覆盖结构中,用空间划分的方法,在不同的空间进行频率重用(reuse),以提高频率资源的利用率。即将若干个小区组成一个区群(簇),区群内的每个小区占有不同的频率,占用给定的频带。另一区群可重复使用相同的频带。不同区群中的相同频率的小区之间将产生同频干扰。但是,当同频小区之间的距离足够大时,可以消除同频干扰。因此,对区群的划分提出了如下条件:

- 区群是由一组载波频率不同的小区组成的覆盖区域
- 区群的几何形状应能构成无缝隙的更大的覆盖区域,以至无限扩展
- 覆盖区内的任何相邻小区的载波频率不相同
- 区群间同频小区间的距离应保持相等,且为最大

满足上述条件的区群结构以及区群内的小区数目 N 应满足下式:

$$N = a^2 + ab + b^2 \quad (1.1)$$

式中, a 和 b 为相邻同频道小区间的间隔小区数,取正整数且不同时为零。图 1.4 给出 N 为不同值时的正六边形蜂房的区群结构。

区群间同频小区的距离 D ,可由下式计算: