



21世纪电子信息工程专业系列教材

移动通信技术及应用

吴彦文 主编

内 容 简 介

社会经济的发展,使得移动通信技术日新月异。本书系统、全面地介绍了移动通信的相关概念、关键技术以及一些典型的移动通信系统,如 GSM、CDMA、PAS、GPRS 和 WCDMA 的特点、无线接口以及控制与管理等,并就移动通信的增值业务与应用也作了一定的概述。本书力求结合当前我国移动通信的建设和近期发展进行编写,兼顾了理论性、系统性、实用性和方向性,具有全面和深入的特点,是一本比较好的专业书籍,可用作电子信息相关专业高年级的教科书以及从事移动通信建设的工程技术人员和管理人员的参考书。

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

移动通信技术及应用/吴彦文主编. —武汉:华中师范大学出版社, 2006. 1

(21 世纪电子信息工程专业系列教材)

ISBN 7-5622-3340-3/TN·01

I. 移… II. 吴… III. 移动通信—高等学校—教材 IV. TN 929. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 148494 号

书 名:移动通信技术及应用

本书主编:吴彦文◎

选题策划:华中师范大学出版社第二编辑室 电话:027-67867362

出版发行:华中师范大学出版社

地 址:武汉市武昌珞喻路 152 号 邮编:430079

发行部电话:027-67863040 67867371 67861549 67867076

邮购部电话:027-67861321 传真:027-67869329

网址:<http://www.ccnp.com.cn> 电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

经 销:新华书店湖北发行所

印 刷 者:湖北恒泰印务有限公司

责任编辑:杨 鹏

封面设计:甘 英

责任校对:罗 艺

督 印:姜勇华

开本/规格:787mm×1092mm 1/16

印 张:15.75

字 数:400 千字

版次/印次:2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1—3000

定 价:25.00 元

敬告读者:欢迎举报盗版,请打举报电话 027-67861321。

本书如有印装质量问题,可向承印厂调换。

前言

1897年马可尼的首次无线电通信实验激发了人们对无线通信研究的极大热情，特别是20世纪80年代以来，移动通信技术的发展更是日新月异。目前，以移动通信、数据业务以及多媒体业务相结合为特征的第三代移动通信正成为人们关注的焦点，大家都期望着理想的个人通信时代的到来。

进入90年代，以因特网为代表的新技术革命又深刻改变了传统移动通信的概念和体系。骨干网上业务量的激增表明，移动电话网络将不再只是承载电话业务的载体，数据业务特别是IP业务也将融合到下一代移动电信网之中。宽带化与分组化将逐步成为移动通信网络发展的主流和趋势。今天，移动通信的范畴从人—人通信到人—机通信、机—机通信，从语音通信到数据通信、多媒体通信，从低速移动通信到中速移动通信、高速移动通信，从窄带通信到宽带通信、广带通信等等，无所不包。随着新型移动增值业务的不断开发、移动通信技术在行业中的广泛应用，移动通信为我们整个社会的信息化、移动化提供了方便而又个性的手段，其应用将会愈来愈多，前景十分光明。

本书的阅读对象是：

- 电子信息相关专业高年级的学生；
- 从事移动通信建设的工程技术人员和管理人员；
- 对移动通信感兴趣的其他人员。

全书共分九章，主要侧重于技术与应用两大部分，涉及了移动通信的相关概念、关键技术以及一些典型的移动通信系统，如GSM、CDMA、PAS、GPRS和WCDMA的特点、无线接口以及控制与管理等，并就移动通信的增值业务与应用也作了一定的概述。第1章主要介绍了移动通信的概念、发展、基本特点以及一些常用的移动通信系统等；第2章系统介绍了移动通信的相关概念，如无线电波的传播特性、信道特征、蜂窝、基本网络结构等；第3章介绍了一些典型的移动通信技术，如语音编码技术、调制解调技术、多址技术、扩频技术等；接着从第4章至第7章分别就几种典型的移动通信系统加以较详细的介绍，如GSM系统、CDMA系统、PAS系统、GPRS系统和WCDMA系统，包括这些系统的特点、无线接口以及控制与管理等都进行了详细的概述；第8章主要是将移动增值业务的提供、典型技术与具体的实际应用，特别是与行业应用相结合，进行了全面、系统的介绍；在最后的第9章里，笔者对现代移动通信技术的整体发展作了展望。另外，本书为了方便读者的阅读，在每章的学习内容之前给出了学习目标、学习指导和知识地图，在每节后面附有思考与练习，在每章的最后又给出了本章小结；同时，本着“学为所用”、“知识学习与创新实践相结合”的指导思想，每章精心选择了一些实验与实践活动，提供了拓展阅读的指导（也将相应的一些参考文献也列在了其中）；为了加强学习的趣味性与激发学生的自主研究，每章最后列出了一些深度思考的题目。本书亦将部分思考与练习的答案、部分提示作为附录，以方便读者阅

读时参考。

本书可作为电子信息相关专业高年级的教科书以及通信技术人员的参考书，其目的是为了让他们了解移动通信的新技术与应用。为此，在编写过程中注重引入新技术和注意知识的深入浅出。我们相信该书会是一本很好的参考书。

本书由华中师范大学信息技术系的吴彦文博士（副教授）为主编，浙江工业大学教育科学与技术学院刘豫均老师、江汉大学电子与信息工程系张霞副教授为副主编，华中师范大学信息技术系的王洪亚博士、宁国勤博士、瞿少成博士（副教授）、姜玲云副教授、周丽丽副教授等也参与了部分编写工作。另外，华中师范大学信息技术系的徐鸣生、王强、吴郑红、李金玲、赵生翼、许岳兵、彭慧玲、李莉、罗奇等人为本书的资料收集与文字输入、绘图等做了不少工作，在此表示诚挚的感谢。本书是在很短的时间内完成的，不足之处欢迎指正。

作 者

2006 年 1 月

目 录

第1章 移动通信概论	(1)
学习目标	(1)
学习指导	(1)
知识地图	(1)
1.1 移动通信的概念与意义	(2)
1.2 移动通信的发展	(3)
1.2.1 移动通信的发展历程	(3)
1.2.2 我国移动通信发展概况	(4)
1.2.3 移动通信不同侧面的发展	(4)
1.3 移动通信的基本特点	(5)
1.4 常用移动通信系统	(6)
1.4.1 蜂窝移动通信系统	(7)
1.4.2 无绳电话系统	(9)
1.4.3 无线电寻呼系统	(10)
1.4.4 集群移动通信系统	(10)
1.4.5 移动卫星系统	(12)
*1.5 移动通信的发展展望	(15)
本章小结	(16)
实验与实践	(16)
活动1 制定自己的课程学习目标与学习计划	(16)
活动2 建立个人成果集	(17)
活动3 协同研究课题	(17)
拓展阅读	(18)
深度思考	(18)
第2章 移动通信的基本概念	(19)
学习目标	(19)
学习指导	(19)
知识地图	(19)
2.1 无线电波的传播特性	(20)
2.1.1 电波的传播方式	(20)
2.1.2 直射波	(20)
2.1.3 大气中的电波传播	(21)
2.1.4 障碍物的影响与绕射损耗	(23)
2.1.5 反射波	(24)

2.2 移动信道的特征	(25)
2.2.1 传播路径与信号衰落	(25)
2.2.2 多普勒效应	(26)
2.2.3 多径效应与瑞利衰落	(26)
2.2.4 慢衰落特性和衰落储备	(27)
2.2.5 多径时散与相关带宽	(28)
* 2.3 陆地移动信道的场强估算与损耗	(30)
2.3.1 接收机输入电压、功率与场强的关系	(31)
2.3.2 地形、地物分类	(33)
2.3.3 中等起伏地形上传播损耗的中值	(33)
2.3.4 不规则地形上传播损耗的中值	(36)
2.3.5 任意地形地区的传播损耗的中值	(38)
2.3.6 建筑物的穿透损耗	(39)
2.3.7 其他传播特点	(40)
2.4 蜂窝系统工作原理	(42)
2.4.1 什么是蜂窝	(42)
2.4.2 频率复用	(47)
2.5 移动通信系统的基本网络结构	(49)
2.5.1 移动通信系统的组成	(49)
2.5.2 全国蜂窝系统的网络结构	(54)
2.5.3 移动通信网的区域、号码、地址与识别	(55)
本章小结	(58)
实验与实践	(58)
活动1 结识“网络规划与网络优化”	(58)
活动2 频率复用面面观	(58)
活动3 资费调查	(59)
实验:移动通信系统组成及功能	(59)
拓展阅读	(60)
深度思考	(60)
第3章 关键技术	(61)
学习目标	(61)
学习指导	(61)
知识地图	(61)
3.1 语音编解码技术	(62)
3.1.1 GSM 语音编解码技术简介	(62)
3.1.2 CDMA 中的语音编解码技术简介	(64)
3.2 调制与解调技术	(67)
3.2.1 四相移相键控(QPSK)调制	(67)
3.2.2 $\pi/4$ 移位 QPSK ($\pi/4$ -QPSK) 调制	(69)

3.2.3 高斯最小移频键控 (GMSK) 调制	(70)
3.3 多址方式	(72)
3.3.1 频分多址技术 (FDMA)	(72)
3.3.2 时分多址技术 (TDMA)	(73)
3.3.3 码分多址技术 (CDMA)	(74)
3.4 扩频通信	(77)
3.4.1 扩频通信的理论基础	(77)
3.4.2 扩频通信的基本原理	(78)
3.5 噪声与抗干扰措施	(84)
3.5.1 噪声	(84)
3.5.2 电台本身产生的干扰	(84)
3.5.3 组网产生的干扰	(85)
3.5.4 其他干扰	(88)
3.6 分集接收	(90)
3.6.1 分集技术的分类	(90)
3.6.2 几种常用的显分集技术	(90)
3.6.3 几种常用的隐分集技术	(92)
3.6.4 分集合并技术	(93)
本章小结	(95)
实验与实践	(96)
活动 1 认识身边的移动通信网络	(96)
活动 2 应用研究	(96)
活动 3 分集技术面面观	(96)
实验: DS-CDMA (直扩码分多址) 移动通信实验	(96)
拓展阅读	(99)
深度思考	(99)
第 4 章 GSM (全球数字移动通信) 系统	(100)
学习目标	(100)
学习指导	(100)
知识地图	(100)
4.1 什么是 GSM 系统	(100)
4.1.1 GSM 的发展	(100)
4.1.2 GSM 的业务与应用	(101)
4.2 GSM 的无线接口	(102)
4.2.1 GSM 的帧结构	(103)
4.2.2 GSM 的信道结构	(106)
4.2.3 GSM 的基带处理	(107)
* 4.3 GSM 的控制与管理	(111)
本章小结	(119)

实验与实践	(119)
活动 1 GSM 市场观察	(119)
活动 2 GSM 课题研究	(119)
活动 3 GSM 手机面面观	(120)
实验: TDMA 实验	(120)
拓展阅读	(121)
深度思考	(121)
第 5 章 CDMA (码分多址移动通信) 系统	(122)
学习目标	(122)
学习指导	(122)
知识地图	(122)
5.1 什么是 CDMA 系统	(123)
5.1.1 CDMA 概述	(123)
5.1.2 CDMA 的业务与应用	(125)
5.2 CDMA 的无线接口	(126)
5.2.1 CDMA 的信道结构	(126)
5.2.2 CDMA 的基带处理	(127)
* 5.3 CDMA 的控制与管理	(130)
本章小结	(140)
实验与实践	(141)
活动 1 CDMA 市场观察	(141)
活动 2 CDMA 课题研究	(141)
活动 3 CDMA 手机面面观	(141)
实验: PN 码特性的研究	(142)
拓展阅读	(143)
深度思考	(143)
第 6 章 PAS (个人通信接入) 系统	(144)
学习目标	(144)
学习指导	(144)
知识地图	(144)
6.1 什么是 PAS 系统	(145)
6.1.1 PAS 的系统构成及其特点	(145)
6.1.2 PAS 的业务与应用	(146)
6.2 PAS 的无线接口	(147)
6.2.1 PAS 的信道结构	(147)
6.2.2 PAS 的帧结构	(148)
6.2.3 PAS 的信道动态分配	(149)
6.2.4 PAS 的基带处理	(150)
* 6.3 PAS 的控制与管理	(152)

本章小结.....	(156)
实验与实践.....	(156)
活动 1 PAS 市场观察	(156)
活动 2 PAS 课题研究	(156)
活动 3 PAS 手机面面观	(157)
实验: 脉冲数字编码的研究	(157)
拓展阅读.....	(160)
深度思考.....	(160)
第 7 章 GPRS(通用分组无线业务)系统和 WCDMA(宽带码分多址)系统	(161)
学习目标.....	(161)
学习指导.....	(161)
知识地图.....	(161)
7.1 移动通信系统的发展与演进	(162)
7.2 GPRS (通用分组无线业务) 系统	(166)
7.2.1 什么是 GPRS 系统	(166)
7.2.2 GPRS 的业务与应用	(168)
7.2.3 GPRS 的新增信道结构	(168)
* 7.2.4 GPRS 的控制与管理	(169)
7.3 WCDMA (宽带码分多址) 系统	(172)
7.3.1 什么是 WCDMA 系统	(173)
7.3.2 WCDMA 的业务与应用	(176)
7.3.3 WCDMA 的信道结构	(176)
* 7.3.4 WCDMA 的控制与管理	(178)
本章小结.....	(182)
实验与实践.....	(182)
活动 1 调查正在发展中的 2.5G 和 3G	(182)
活动 2 3G 课题研究	(183)
活动 3 3G 牌照话题讨论	(183)
拓展阅读.....	(183)
深度思考.....	(184)
第 8 章 移动增值业务系统	(185)
学习目标.....	(185)
学习指导.....	(185)
知识地图.....	(185)
8.1 移动增值业务概述	(186)
8.1.1 什么是移动增值业务.....	(186)
8.1.2 国内移动增值业务的发展.....	(186)
8.1.3 移动增值业务的基本特点.....	(188)
8.1.4 移动增值业务的分类.....	(188)

8.2 移动增值业务提供的体系结构	(189)
* 8.3 移动通信增值业务系统的关键技术	(193)
8.3.1 承载层技术	(193)
8.3.2 应用层技术	(202)
8.3.3 终端技术	(203)
8.3.4 其他技术	(204)
8.4 移动增值业务的应用	(206)
8.4.1 企业级移动增值业务	(206)
8.4.2 移动增值业务的行业应用	(209)
8.4.3 校园环境下的移动增值业务应用	(211)
8.5 移动增值业务的未来发展	(216)
8.5.1 网络融合的发展	(216)
8.5.2 业务的融合	(218)
8.5.3 终端的融合	(219)
8.5.4 信息内容提供的融合	(219)
本章小结	(219)
实验与实践	(220)
活动 1 移动增值业务市场观察	(220)
活动 2 浅谈移动增值业务的主流技术	(220)
活动 3 定位话题讨论	(220)
拓展阅读	(221)
深度思考	(221)
第 9 章 现代移动通信技术及其应用的展望	(222)
学习目标	(222)
学习指导	(222)
知识地图	(222)
9.1 现代移动通信网络的发展展望	(222)
9.2 现代移动通信关键技术的发展展望	(224)
9.3 个性化、智能化业务的提供	(226)
9.4 智能移动终端的发展	(228)
本章小结	(230)
实验与实践	(230)
活动 1 手机市场观察	(230)
活动 2 初探第四代移动通信	(231)
活动 3 课程总结	(231)
拓展阅读	(231)
深度思考	(232)
附录：思考与练习答案	(233)

第1章 移动通信概论

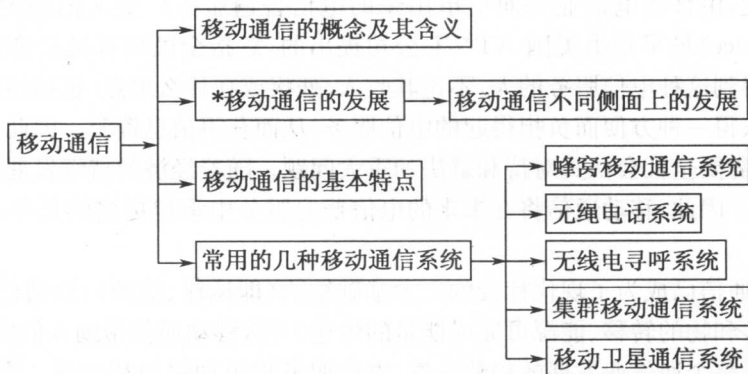
学习目标

- 了解本课程的研究对象、研究内容、学科性质与应用范围。
- 理解移动通信的概念及其含义,并能够简单陈述移动通信的意义。
- 了解移动通信的发展历程和我国移动通信发展的概况,能够使用自己的语言陈述移动通信在不同侧面上的发展。
- 掌握移动通信的基本特点。
- 能够使用自己的语言陈述常用的几种移动通信系统的名称、结构、功能、特点与应用。
- 了解移动通信的未来发展方向。

学习指导

本章是《移动通信技术及应用》的绪论部分。其中主要涉及了移动通信的概念与含义、移动通信的意义、移动通信的发展历程、移动通信的基本特点、常用的几种移动通信系统以及移动通信的未来发展方向等基本问题。对这些基本问题的理解与掌握有助于在后续章节的学习中建立一个理解移动通信的基本认知框架。其中,对移动通信概念及含义以及移动通信基本特点的理解尤其重要。此外,对移动通信发展历程的了解提供了一个从历史的视角考察移动通信产生与发展的机会。为了帮助对学习内容的掌握,建议在学习本章时充分利用本章知识地图。

知识地图



课程学习

随着信息社会的到来,信息通信已经成为人们日益关注的焦点。那么如何实现随时随处的联系与信息沟通呢?移动通信无疑是解决该问题的最佳方式,并且随着移动通信、互连网络等方面的进步,各种具有鲜明特色的现代移动通信业务也蓬勃地发展起来了。

1.1 移动通信的概念与意义

1. 移动通信的含义

什么是移动通信?比较传统的移动通信定义为:用无线通信技术来完成移动终端之间或移动终端与固定终端之间的信息传送。国内的通信教材大都定义为:“移动通信是指通信的双方,至少有一方是在移动中进行信息传输和交换,包括固定点与移动体(车辆、船舶、飞机)之间、移动体之间、移动的人之间的通信,都属于移动通信的范畴。”

应该说,移动通信发展到今天,其概念也扩展了许多。例如,移动电话与固定电话之间的通信属于移动通信,那么如果将移动业务转移到固定电话上,然后进行与固定电话间的通信,这是否属于移动通信呢?再有,基于短消息方式的数据采集,其发送方与接收方均为固定的设备,这又是否属于移动通信呢?这样的例子还有许多,因此,我们可以看出,移动通信的主要目标是用以解决因为人或者设备的移动性而产生的信息传输与交换的问题,其通信的内容不仅包括语音,还将包括数据、图像、视频等。移动通信含义的关键点就在于“动中通”,它的突出特点是移动性,主要表现在终端的移动性、业务的移动性以及个人身份(如SIM卡)的移动性上。移动通信的最终目标是实现5W+4Z的通信,5W即“实现任何人可在任何地方、任何时间,以任何方式与其他的任何人进行任何种类的通信”,而4Z即“移动化、个性化、智能化和虚拟化”,其业务将最终实现与平台的无关性、与网络的无关性以及设备的无关性等等。

2. 移动通信的意义

移动通信是20世纪运输与通信二者高度发展且相互结合的产物,它与固定通信相辅相成,同为整个通信领域的重要组成部分。它使人类实现了随时随地、快速可靠地进行多种类型信息的交换(即具有语音、数据、传真、图像等多种业务类型),集中了有线和无线通信的最新技术成就,是一种较为理想的通信方式。它最主要的特色在于,移动通信时呼叫的是人或设备而不是地点,这使通信具有个性并变得自由了。同时,移动通信预付费卡的采用,将使得移动电话业务转变为一种日用消费品,可以像饮料、食品那样在超市货架上买到。

正因为如此,由移动电话业务而引申出来的电信普遍服务广受人们的关注。普遍服务(Universal Service)最早是由美国AT&T公司提出的,意指全民均有机会接受电信服务,强调给所有想要得到这种电信服务的人,不论其收入、残疾或在什么地点(包括经济落后地区、偏远地区),都能获得一种方便而负担得起的电信服务,从而获得信息资源。因此,电信的普遍服务是事关全局,需要全社会认真对待和解决的重大问题。随着经济的持续发展,手机将进一步平民化、大众化。因此,移动通信将在未来的电信普遍服务中承担更多的义务,并扮演着更重要的角色。

总之,移动通信已成为了现代社会的三大基础结构(即运输、能源以及通信)之一,正如运输可实现的是人和物的转移、能源可完成能量的传递一样,移动通信帮助人们实现了随时随地的信息转移。从整个通信业发展的趋势来看,电信服务将更加趋向移动化。未来的电信服务将更多地采用无线网络而不是固定网,通信网络正逐渐从地面上移至空中。在2001年ITU世界电信发展报告中,其结束语是:20世纪的目标是实现“任何地方、任何时候、任何人”(Anywhere, Anytime, Anyone)的通信。21世纪的目标应该是实现“处处、时时、人人”(Everywhere, All-the-time, Everyone)的通信。而要实现这一目标,移动通信必须肩负起更大的使命。同时移动通信与互联网的结合将产生一系列全新的应用,并将从根本上改变人们的

生活方式,如家电设备的互联互通等“机对机”应用将逐渐趋于成熟,也许该类应用的信息流量还将超过“人对机”和“人对人”的应用流量。可以说,移动通信的发展将大大加快整个社会信息化的进程。

思考与练习

1.1.1 填空题:

- ① 移动通信含义的关键点就在于“动中通”,它的突出特点是移动性,主要表现在____、____以及____的移动性上。
- ② 个人通信是人类的通信理想,即实现“5W”的通信,这里的“5W”指的是____,移动通信的业务将最终实现与平台的无关性、与网络的无关性以及设备的无关性等等。

1.1.2 简述移动通信的概念及其含义。

1.2 移动通信的发展

1.2.1 移动通信的发展历程

移动通信的发展始于无线通信,1897年,M.马可尼发明了无线通信,完成了陆地和一艘货船上的无线通信实验(18海里),这标志着无线通信的开始,以后其发展大致经历了六个阶段。

(1) 第一阶段(1920年—1940年):这一阶段在短波的几个频段上开发出了几个专用移动通信系统,其代表是1928年美国警用车辆安装的车载无线电系统,这标志着移动通信的起步,其特点是专用系统,工作频率较低,为移动通信的发展打下了良好的基础。

(2) 第二阶段(1940年—1960年初):在这一阶段中公用移动通信业务开始问世,其代表为1946年贝尔系统在圣路易斯城建立的世界第一个公用汽车电话网,称为“城市系统”。当时使用的频段为30 MHz~40 MHz,间隔为120 kHz,通信方式为单工。随后联邦德国、法国、英国等国相继研制了公用移动电话系统,使用的频段为150 MHz~450 MHz,是一个小容量、大区制的移动电话系统。另外,美国贝尔实验室解决了人工交换系统的接续问题。

(3) 第三阶段(1960年中—1970年中):这一阶段美国推出了改进型移动电话系统,使用150 MHz和450 MHz频段,德国也推出了具有相同技术水平的B网。可以说,这一阶段是移动通信系统改进与完善的阶段,其特点是采用大区制、中小容量,使用450 MHz频段,实现了无线频道自动选择并能够自动接续到公用电话网。

(4) 第四阶段(1970年中—1980年中):1974年美国贝尔实验室提出蜂窝的概念,于1978年底成功研制了AMPS蜂窝移动电话系统,大大提高了系统容量。到1980年中,北欧的NMT、日本的NAMTS以及英国的TACS等系统相继建立,标志着第一代模拟移动通信系统的诞生。这一阶段的特点是蜂窝状模拟移动通信网成为实用系统,由于实现了频率再用,大大提高了系统容量,使得移动通信蓬勃发展,但也存在着频谱利用率低,移动设备复杂,费用较贵,业务种类受限制以及通话易被窃听等缺点。

(5) 第五阶段(1980年末—2000年):这一阶段是第二代数字移动通信系统的发展和成熟时期,标志是1991年商用的IS-54、1992年商用的GSM、1993年商用的PDC等。数字无线传输的频谱利用率高,可大大提升系统容量,能提供语音、数据等多种业务服务,并与ISDN等

兼容。

(6) 第六阶段(2000 年以后): 与其他现代技术的发展一样, 在这一阶段中, 移动通信技术的发展也呈现加快趋势。从 90 年代末期开始, 移动通信系统又进入到第三代的发展中, 如 IS-136、DS-WCDMA、MC-WCDMA、TD-SCDMA 以及 E-DECT 等系统的提出, 其中最热门的是个人移动通信网, 即未来移动通信系统将提供全球性优质服务, 真正实现在任何时间、任何地点、向任何人提供通信服务这一移动通信的最高目标。

1.2.2 我国移动通信发展概况

我国移动通信经历了近 20 年的发展, 其市场的发展速度和规模令世人瞩目, 呈现出超常规、跳跃式的发展。自 1987 年中国电信开办移动电话业务以来到 1993 年, 用户年增长速度达 200% 以上, 用户数几乎每年翻一番; 2001 年 8 月用户数超过了 1.2 亿, 成为世界上移动用户数最多的国家; 据中国信息产业部数据显示, 至 2003 年 10 月底, 中国移动电话用户数量已达到 2.569 亿户, 首次超过固定电话的用户数量。总之, 我国移动通信的发展相对较晚, 但发展较快, 具体经历了以下几个方面的发展:

(1) A 网和 B 网(模拟网)的发展: 我国早期(1987 年)各地分别建设了移动电话网, 分别采用了爱立信和摩托罗拉两大移动电话系统, 结果形成了 A 网和 B 网两个系统, A 网地区使用 A 网的手机, B 网地区使用 B 网的手机, 1996 年实现全国联网, 2001 年底, 我国关闭了模拟网。

(2) G 网的发展: 1993 年, 我国开始建设“全球通(GSM)”数字移动电话网, G 网工作于 900 MHz 频段, 频带比较窄, 随着近年来移动电话用户迅猛增长, 许多地区的 G 网已出现容量不足达到饱和的状态。

(3) D 网的发展: D 网是指 DCS1800 系统的移动电话网, 它的基本体制和现有的 GSM900 系统完全一致, 但工作于 1800 MHz 频段, 不少城市均开辟了双频网, 用以解决 GSM 900M 系统的容量问题。

(4) GPRS 网的发展: 2002 年 5 月 17 日, 中国移动正式开通 GPRS 网络, 标志着我国移动通信进入 GPRS 网络发展阶段。GPRS 采用分组交换技术, 它可以让多个用户共享某些固定的信道资源。

(5) C 网的发展: 我国 CDMA 网几乎是与 G 网同时建设的, 早期称为长城网。2001 年 5 月, 联通开始在全国 300 个城市, 以“小容量、广覆盖”的方案, 建设 IS-95B 系统; 2002 年 1 月 8 日, 正式放号开通, 2002 年 6 月, 又开始了 1X 的升级; 至 2004 年底, 中国联通 1X 网络用户已突破 7000 万, 且用户数还在急剧上升。

1.2.3 移动通信不同侧面的发展

移动通信技术的发展面临着多层的矛盾与困难, 如可靠性与信道环境恶劣的矛盾、大容量的用户需求与频率资源有限性的矛盾等等。但正是由于这些矛盾与困难的存在, 才进一步推动了移动通信技术的发展。以大容量的用户需求和频率资源有限性的矛盾为例, 最早的移动通信采用大区制, 覆盖范围大, 频率从 150 MHz~450 MHz, 由于受到频率资源的限制, 容量仅为几百个用户; 以后随着模拟蜂窝窝技术的引入, 第一代蜂窝移动通信系统频率为 800 MHz~900 MHz, 可以和市话网及长话网联网, 由于采用了小区制和频率复用技术, 系统容量显著的增加; 再后来, 第二代数字移动通信系统的使用, 又进一步引入了时分复用技术, 能提供更高的频谱利用率、更好的数据业务以及更先进的漫游, 其使用 800 MHz~900 MHz 频段和

1800 MHz~1900 MHz频段,进一步提升了系统容量等等。目前,整个移动通信领域都以极快的速度在发展,其不同侧面的发展情况如下:

- 频段由 HF、VHF、UHF 发展到毫米波、红外波等更高的频段;
- 带宽经历了由窄带、中宽带向宽带、广带的演进;
- 调制方式由模拟的调幅、调频发展到单边带调制、数字调制;
- 通信方式由单工单信道发展到双工多信道;
- 多址方式由 FDMA 发展到 TDMA、CDMA;
- 传输方式由模拟方式发展到数字方式;
- 传输速率从低速传输发展到高速传输;
- 通信业务经历了单一语音业务到集成数据业务、图像业务等多媒体业务阶段;
- 通信规模从单机通信到系统通信,并发展到专线、专网通信;
- 网络结构由单一网发展到多区网;
- 网络制式从大区制转变为小区制;
- 移动速率能够逐步满足静止、步行、车速直到高速、航空的需要;
- 传播环境从室外扩展到室内;
- 系统覆盖从有限服务区、国内服务区发展到全球服务;
- 通信容量经历了小容量、中容量到大容量、超大容量的发展;
- 通信终端不断变轻、变巧,从电子管、晶体管时代发展为集成电路、超大规模集成电路时代;
- 设备由硬件为主到以软件为主;
- 运营由一家专营到数网竞争等等。

目前第三代移动通信系统即将商用,而 4G、5G 移动通信系统的研究也逐步浮出水面。移动通信的高速发展并不是简单地体现在投资的不断扩大上,而且它的发展集中于技术、业务、市场需求这三个关键方面上。这三者的关系又是层层推进的:技术进步为移动通信的发展奠定了良好的基础并进一步支撑了业务的发展与创新;新的业务不断发展又进一步推动并刺激了市场需求的发展;而市场需求的发展则是移动通信进一步发展的最根本驱动力。另外,微电子技术、结构小型化技术、数字处理技术以及软件技术、各种标准协议的出台等等,更促使了新一代移动通信系统的实现。总之,市场、技术与业务的三重驱动,共同推动了移动通信的发展。

思考与练习

- 1.2.1 你能用自己的话陈述一下移动通信的发展历程和我国移动通信发展的概况吗?
- 1.2.2 你认为是什么推动了移动通信的飞速发展呢?

1.3 移动通信的基本特点

移动通信与固定通信比较起来,不仅是采用了无线通信信道,而且增加了许多特殊功能。例如,移动的用户如何与通信网络相联系,通信网络又如何找到移动的用户?通信网络如何为移动的用户提供恰当的服务?通信网络如何保证移动用户通信的可靠性、连续性等等。

由于用户终端是移动的,因此移动通信中无论是业务量还是信令流量或其他一些网络特性参数,都具有较强的流动性、突发性和随机性。这些特性决定了移动通信系统在话务模型、信令流量等方面都与固定通信存在着较大的差异。移动通信的基本特点有:

1. 通信的移动性

通信的移动性,就是要保持物体在运动状态中的通信,即“动中通”,因而它必须是无线通信或无线通信与有线通信的结合。

2. 系统和网络结构复杂并不断演进,网络管理和控制必须有效

整个移动网络的结构是很复杂的,它既要实现无缝覆盖,又要实现与市话网、卫星通信网、数据网等多网的互联互通。为此,移动通信网络必须具有很强的管理和控制功能,诸如用户的位置登记和定位,通信(呼叫)链路的建立和拆除,信道的分配和管理,通信的计费、鉴权、安全和保密等等。同时,移动通信的网络结构是随着技术的发展而不断演进的。例如,在从模拟移动通信网向数字移动通信网的演进中,逐步引入了HLR、VLR等智能节点;在从第二代移动通信网络向第三代移动通信网络的演进中,逐步引入了分组域设备等等。

3. 移动通信中使用了无线电波进行信息的传输

无线电波这种传播媒质允许通信中的用户可以在一定范围内自由活动,使其位置不受束缚,但同时由于无线电波的引入又带来了一系列的问题:

- (1) 无线电波可用的频谱资源有限,必须分配使用;
- (2) 移动通信的电波传播环境十分恶劣;
- (3) 无线信道中噪声和干扰严重,以至信道传输特性较复杂、不稳定等等。

4. 移动通信综合了各种通信技术

当某一移动用户向另一移动用户或有线用户发起呼叫时,或者某一有线用户呼叫移动用户时,移动通信网络就要按照预定的程序开始运转,这一过程会涉及到网络的各个功能部件,包括基站、移动台、交换中心、各种数据库以及网络的各个接口等,整个通信过程包括呼叫接续过程、移动性管理、无线资源管理等控制和管理功能,这些均由整体的网络系统实现,每一过程均涉及到传送、交换、接入等多种通信技术。

5. 移动通信对用户设备性能要求高

现在人们对手机的要求也越来越高,希望体积小、功能多、重量轻、省电、操作简单和携带方便等。另外,移动终端还包括车载台和机载台,它们除要求操作简单和维修方便外,还应保证在剧烈震动、冲击、高低温变化等恶劣环境中都尽量能够正常地工作。同时,移动终端还要求在工业密集、繁忙的市区,频率拥挤、干扰严重的电波环境下,达到电磁兼容并满足机内的电磁兼容等要求。

思考与练习

1.3.1 选择题:

移动通信的基本特点有()

- A. 移动性 B. 无线性 C. 综合性 D. 设备小型化 E. 网络复杂性

1.3.2 你认为移动通信中使用了无线电波进行信息的传输,这给移动通信带来了哪些特殊性(相比有线通信而言)?

1.4 常用移动通信系统

移动通信的种类繁多,按照不同的侧面可分为多种类型,主要有以下几种分类方法:

- 从使用环境来分:海、陆、空、地下;
- 从用户对象来分:公用、专用、军用;

- 从调制方式来分:调频、调幅、调相;
- 从信号性质来分:模拟、数字;
- 从工作方式来分:同频单工、异频单工、异频双工、半双工;
- 从多址方式来分:FDMA、TDMA、CDMA;
- 从组网技术来分:大区制、小区制、移动卫星通信系统;
- 从传输速率来分:窄带、宽带、广带;
- 从业务类型来分:电话网、数据网和综合业务网;
- 从覆盖范围来分:广域网、城域网、局域网、个域网;
- 从移动速率来分:高速移动、低速移动、准移动。

下面就几种典型的常用移动通信系统进行简单的介绍。

1.4.1 蜂窝移动通信系统

1. 蜂窝移动通信系统及其特点

早期的移动通信系统是在其覆盖区域中心设置大功率的发射机,采用高架天线把信号发射到整个覆盖地区(半径可达几十公里)。这种系统的主要矛盾是它同时能提供给用户使用的信道数极为有限,远远满足不了移动通信业务迅速增长的需要。

为了进一步提升系统的容量,美国贝尔实验室等单位提出了蜂窝系统的概念,即将整个服务区域划分成若干个较小的区域(cell,在蜂窝系统中称为小区),各小区均用小功率的发射机(即基站发射机)进行覆盖,许多小区像蜂窝一样能布满(即覆盖)任意形状的服务地区。此类系统主要由终端子系统、基站子系统、网络子系统以及与其他(如 PSTN 等)的网络相连的中继线所组成,如图 1-1 所示。蜂窝移动通信系统具有以下特点:

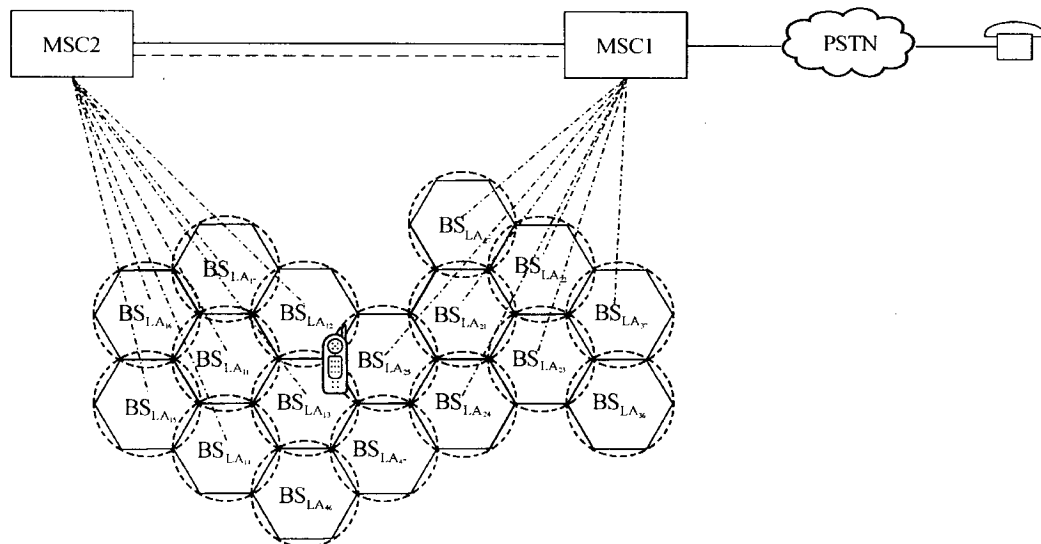


图 1-1 蜂窝移动系统组成示意图

(1) 有频率复用功能。一般而言,相邻的小区不允许使用相同的频道,为此把若干相邻的小区按一定数目划分为区群,并把可供使用的无线频道分成若干个的频率组,区群内各小区均使用不同的频率组,而任一小区所使用的频率组,在其他区群相应的小区中还可以再用,这就是频率复用。频率复用技术有效地提升了移动通信系统的容量。