



现代通信网实用丛书

第3代移动通信系统 设计原理与规划

王卫东 高 鹏 张英海 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

现代通信网实用丛书

第3代移动通信系统设计与规划

王卫东 高 鹏 张英海 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书从技术、规划、业务以及其他无线宽带接入技术等多方面介绍了第3代移动通信系统。为了便于读者更好地理解第3代移动通信系统,本书首先介绍了移动通信系统中无线接入网的主要技术及其网络设计的基本原理,然后围绕第3代移动通信系统的3个主要标准——WCDMA, cdma2000 和 TD-SCDMA, 详细描述了它们的技术特点及其增强技术解决方案,并结合实际系统设计,分析了无线资源管理技术的原理和应用,阐述了未来第3代移动通信系统的关键技术——网络规划,介绍了国外第3代移动通信网络的建设理论和经验,最后还介绍了目前正在使用和其他宽带的无线接入方案及其与第3代移动通信系统的融合趋势。

本书可供电信领域从事无线通信研究的科技人员和相关高等院校的研究生阅读,也可作为高等院校通信与信息类专业师生的教学参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

第3代移动通信系统设计原理与规划 / 王卫东等编著. —北京: 电子工业出版社, 2007.4
(现代通信网实用丛书)
ISBN 978-7-121-03945-4

I. 第… II. 王… III. 移动通信—通信系统—系统设计 IV. TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第028171号

责任编辑: 宋 梅

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×980 1/16 印张: 25 字数: 560千字

印 次: 2007年4月第1次印刷

印 数: 5000册 定价: 45.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系电话:(010) 68279077; 邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

出版前言

通信行业正处在一个新的转折时期,无论是技术、网络、业务,还是运营模式都在经历着一场前所未有的深刻变革。从技术的角度来看,电路交换技术与分组交换技术趋于融合,主要体现为话音技术与数据技术的融合、电路交换与分组交换的融合、传输与交换的融合、电与光的融合。这将不仅使话音、数据和图像这三大基本业务的界限逐渐消失,也将使网络层和业务层的界限在网络边缘处变得模糊,网络边缘的各种业务层和网络层正走向功能上乃至物理上的融合,整个网络将向下一代融合网络演进,终将导致传统电信网、计算机网和有线电视网在技术、业务、市场、终端、网络乃至行业运营管理和政策方面的融合。从市场的角度来看,通信业务的竞争已达到了白热化的程度,各个通信运营商都在互相窥视着对方的传统市场。从用户的角度来看,各种新业务应运而生,从而使用户有了更多、更大的选择空间。但无论从哪个角度,在下一代的网络中,我们将看到三个世界:从服务层面上,看到一个IP的世界;从传送层面上,看到一个光的世界;从接入层面上,看到一个无线的世界。

在IT技术一日千里的信息时代,为了推进中国通信业的快速、健康发展,传播最新通信网络技术,推广通信网络技术与应用实践之经典案例,我们组织了一些当今正站在IT业前沿的通信专家和相关技术人员,以实用技术为主线,注重实际经验的总结与提炼,理论联系实际,策划出版了这套面向21世纪的《现代通信网实用丛书》。该丛书凝聚了他们在理论研究和实践工作中的大量经验和体会,以及电子工业出版社编书人的心血和汗水。丛书立足于现代通信中所涉及的最新技术和成熟技术,以实用性、可读性强为其自身独有特色,注重读者最关心的内容,结合一些源于通信网络技术实践的经典案例,就现行通信网络的结构、技术应用、网络优化及通信网络运营管理方面的问题进行了深入浅出的翔实论述。其宗旨是将通信业最实用的知识、最经典的技术应用案例奉献给业界的广大读者,使读者通过阅读本套丛书得到某种启示,在日常工作中有所借鉴。

本套丛书的读者群定位于IT业的工程技术人员、技术管理人员、高等院校相关专业的高年级学生、研究生,以及所有对通信网络运营感兴趣的人士。

在本套丛书的编辑出版过程中,我们受到了业界许多专家、学者的鼎力相助,丛书的作者们为之付出了大量的心血,对此,我们表示衷心的感谢!同时,也热切欢迎广大读者对本套丛书提出宝贵意见和建议,或推荐其他好的选题(E-mail: mariams@phei.com.cn),以帮助我们在未来的日子里,为广大读者及时推出更多、更好的通信网络技术类图书。

电子工业出版社
2005年1月

序

移动通信是目前通信技术中发展最快的领域之一，对人类的生活和社会的发展产生了重大的影响。尤其是近 20 年来，移动通信在微电子技术基础上与计算机技术密切结合正在产生革命性的飞跃，各种新技术，如 TDMA，CDMA 及 OFDM 等层出不穷。短短 20 载，第 1 代模拟移动通信系统已由广泛应用到谢世，第 2 代数字移动通信系统正如日中天全球普及，第 3 代多媒体移动通信系统也已奇葩初放。回顾我国移动电话 10 多年的发展历程，我国移动通信市场的发展速度和规模令世人瞩目，中国的移动电话发展史是超常规、成倍数、跳跃式的发展史。中国自 1987 年开始建设 TACS 模拟移动通信网，1994 年又着手建设 GSM 数字移动通信网，移动电话用户数每年几乎比前一年翻一番，迅速发展成全球第一大网，运营取得了举世瞩目的成就。随着全球 3G 发展加速和我国 TD-SCDMA 技术的日趋成熟，以及 2008 北京奥运的日益临近，我国 3G 网络建设必将会快速展开。因此，业界人士很有必要熟悉并掌握移动通信技术，尤其是第 3 代移动通信技术。

本书是一本不可多得的既系统讲解移动通信系统的核心原理与关键技术，又详细阐述 3G 系统的网络规划技术及 3G 系统与其他无线接入技术融合的专著，其作者均是对移动通信系统有着长期研究和实践的研究人员和工程技术人员，对于 3G 移动通信系统的发展有着深刻的认识和理解。书中作者力求用较为浅显易懂的语言阐述 3G 移动通信系统的理论和应用，既参考了国际与国内各相关标准组织的规范与建议，也融进了作者在无线通信领域长期从事相关研究的心得体会。本书面向从事第 3 代移动通信工作的工程技术人员和科研人员，对从事移动通信相关工作以及对该领域感兴趣的人员来说也是一本很有价值的参考书，相信它的出版将使广大读者对移动通信技术的发展历程、现状及趋势有一个全面的了解，从而能更深刻地领会移动通信技术的相关原理、业务应用、发展趋势和演进策略。

杨毅刚

电信科学技术研究院 副院长
大唐电信科技产业集团 副总裁

前 言

自 20 世纪 80 年代以来,移动通信在全球范围内得到了迅速发展,经历了第 1 代的模拟移动通信系统及第 2 代的 GSM 和窄带 CDMA 移动通信系统两个发展阶段,目前将进入一个新的发展阶段,也就是人们普遍关注的第 3 代移动通信(3G)阶段。第 3 代移动通信系统主要有 3 个国际标准:北美提出的 cdma2000、欧洲和日本提出的 WCDMA 和我国提出的 TD-SCDMA。

随着移动通信技术的飞速发展,国内外介绍移动通信技术的书籍层出不穷,其中不乏关于第 3 代移动通信技术的书籍,但大都只重点介绍某个系统或者某项技术。本书的作者来自北京邮电大学和中国移动,具有多年从事移动通信领域技术工作的实践经验。本书结合作者的科研、教学的实际工作,从标准的技术规范、理论、规划、业务,以及其他无线宽带接入技术等多个方面,深入浅出地介绍了移动通信系统的原理和应用,使读者能够更加全面地学习和理解移动通信系统。

全书共 11 章,其中第 3 章、第 8 章和第 10 章是本书较为有特色的部分。

第 1 章(移动通信网络概述):主要介绍了移动通信技术的特点,移动通信技术的发展历程及 3G 的标准化进程;

第 2 章(移动通信的传播环境):介绍了移动通信的传播环境,包括无线电波基本传播机制、无线信道的特点与衰落类型、主要传播预测模型以及无线信道特性对 3G 系统的影响;

第 3 章(移动通信系统的组成设计原理简析):结合移动通信系统的应用和发展,介绍了移动通信系统中无线接入网的主要技术应用,阐述了无线接入网设计的基本原理;

第 4 章(第 2 代移动通信系统):介绍了 2G 系统的现状,对 GSM 和 CDMA 系统进行了详细的论述;

第 5 章(WCDMA 系统):介绍了 WCDMA 系统中空中接口技术,主要包括 WCDMA 网络体系结构、空中接口协议、RRC、数据链路层和物理层;

第 6 章(cdma2000 1X 系统):介绍了 cdma2000 1X 系统中空中接口技术,主要包括 cdma2000 1X 的网络结构、空中接口、物理层、链路层协议、第 3 层协议和 cdma2000 1X 中的 IP 技术;

第 7 章(TD-SCDMA 系统):介绍了 TD-SCDMA 系统中空中接口技术,主要包括 TD-SCDMA 物理层、传输信道、物理信道、物理层成帧过程和 TD-SCDMA 系统的扩频与调制技术;

第 8 章(无线资源管理技术):介绍了 3G 系统的无线资源管理技术;

第 9 章(3G 移动通信系统增强技术):介绍了 WCDMA、cdma2000 和 TD-SCDMA 系

统增强技术及其比较；

第 10 章（3G 系统的网络规划）：从业务预测、核心网规划和无线网络规划等方面阐述了 3G 系统的网络规划技术；

第 11 章（其他无线接入系统与 3G 系统的融合）：介绍了其他无线接入系统与 3G 系统的融合，包括 WiMAX, WiFi 和 Bluetooth 技术。

本书由王卫东、高鹏、张英海编著，可供电信领域从事无线通信研究的科技人员和相关高等院校的研究生阅读，也可作为高等院校通信与信息类专业师生的教学参考用书；对从事 3G 系统研发和应用的工程师也有很高的参考价值。

在本书的编著过程中，虽然经历了反复核对及修改，但限于编者水平，疏漏及错误之处难以避免，恳请读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 移动通信概况	(1)
1.1 概述	(2)
1.2 第 1 代模拟移动通信系统	(2)
1.3 第 2 代数字移动通信系统	(4)
1.3.1 2G 数字通信系统特点	(4)
1.3.2 GSM	(5)
1.3.3 IS-136	(6)
1.3.4 IS-95A	(6)
1.4 第 2.5 代移动通信系统	(9)
1.4.1 GPRS	(9)
1.4.2 EDGE	(10)
1.4.3 IS-95B	(11)
1.5 第 3 代移动通信系统的发展	(11)
1.5.1 第 3 代移动通信系统的前期标准化	(11)
1.5.2 第 3 代移动通信系统的频谱政策	(12)
1.5.3 2G 系统与未来 3G 系统技术特点的比较	(14)
1.5.4 3G 的标准化进程	(15)
1.6 本章小结	(20)
参考文献	(21)
第 2 章 移动通信的传播环境	(23)
2.1 概述	(24)
2.2 无线电波传播机制	(25)
2.2.1 电波传播的基本特性	(25)
2.2.2 自由空间的电波传播	(27)
2.2.3 反射	(28)
2.2.4 绕射	(29)
2.2.5 散射	(30)
2.3 移动无线信道及特性参数	(31)
2.3.1 移动无线信道的特点	(31)
2.3.2 描述多径信道的主要参数	(32)
2.3.3 无线信道衰落分类	(38)

2.4 电波传播预测模型	(44)
2.4.1 宏蜂窝传播模型	(46)
2.4.2 微蜂窝传播模型	(52)
2.4.3 室内传播模型	(55)
2.5 本章小结	(57)
参考文献	(57)
第3章 移动通信系统的组成设计原理简析	(58)
3.1 关键传输技术的分析	(59)
3.1.1 无线资源的复用	(60)
3.1.2 双工技术方案	(62)
3.1.3 多址接入方案	(66)
3.1.4 单链路处理流程	(75)
3.1.5 分集技术与合并技术	(84)
3.1.6 天线技术	(88)
3.2 移动通信系统设计原理分析	(97)
3.2.1 频率资源的选择	(97)
3.2.2 干扰的隔离	(99)
3.2.3 用户基带传输的方案——对抗衰落和噪声的影响	(102)
3.2.4 天线技术的应用	(104)
3.2.5 干扰和噪声的关系	(105)
3.2.6 单用户最大传输能力的计算	(105)
3.3 本章小结	(106)
参考文献	(106)
第4章 第2代移动通信系统	(108)
4.1 引言	(109)
4.2 GSM	(109)
4.2.1 GSM 的发展历程	(109)
4.2.2 GSM 系统的网络构成	(110)
4.2.3 GSM 的网络空中接口	(113)
4.3 IS—95	(114)
4.3.1 IS—95 系统的发展历程	(114)
4.3.2 IS—95 系统的主要关键技术	(115)
4.3.3 IS—95 系统的网络结构及技术特点	(117)

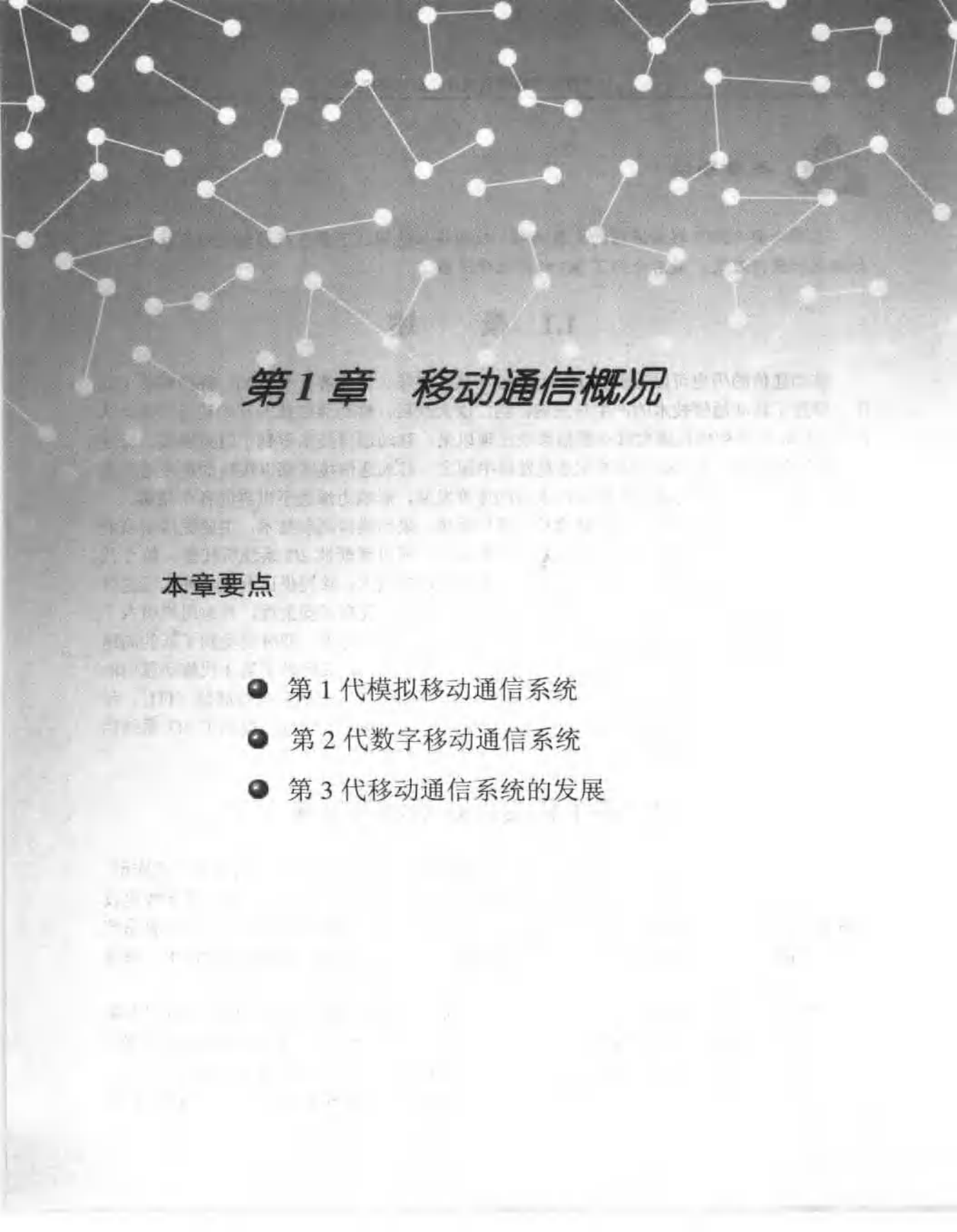
4.4	GPRS	(118)
4.4.1	GPRS 的主要特点	(118)
4.4.2	GPRS 的网络结构	(119)
4.5	EDGE	(120)
4.5.1	EDGE 的提出和发展	(120)
4.5.2	EDGE 系统技术特点	(121)
4.5.3	EDGE 的承载业务	(123)
4.5.4	EDGE 的市场现状和发展前景	(124)
4.6	移动通信系统与无绳电话系统	(125)
4.6.1	无绳电话的网络结构及系统特点	(125)
4.6.2	无绳电话系统与移动通信系统的异同	(126)
	参考文献	(126)
第 5 章	WCDMA 系统	(128)
5.1	WCDMA 网络体系结构	(129)
5.1.1	网络体系概述	(129)
5.1.2	无线接入网 UTRAN	(130)
5.1.3	核心网结构	(132)
5.2	WCDMA 无线接口协议	(141)
5.2.1	无线接口协议结构	(141)
5.2.2	媒体接入控制 (MAC) 协议	(142)
5.2.3	无线链路控制 (RLC) 协议	(143)
5.2.4	分组数据汇聚 (PDCP) 协议	(144)
5.2.5	广播 / 组播控制 (BMC) 协议	(145)
5.2.6	无线资源控制 (RRC) 协议	(146)
5.3	WCDMA 物理层	(147)
5.3.1	物理信道及帧结构	(147)
5.3.2	WCDMA 系统的扩频与调制	(152)
5.3.3	信道的编码与复用	(156)
5.4	WCDMA 长期演进	(160)
	参考文献	(162)
第 6 章	cdma2000 1X 系统	(164)
6.1	概述	(165)
6.2	cdma2000 1X 的网络结构	(166)

6.2.1	cdma2000 1X 系统的总体结构	(166)
6.2.2	接入终端	(167)
6.2.3	无线部分	(167)
6.2.4	核心网分组域	(167)
6.2.5	核心网电路域	(168)
6.3	cdma2000 1X 的空中接口.....	(170)
6.3.1	物理层	(171)
6.3.2	链路层	(172)
6.3.3	第3层	(176)
6.4	cdma2000 1X 物理层.....	(179)
6.4.1	cdma2000 1X 物理层的主要特性	(179)
6.4.2	物理信道和逻辑信道	(181)
6.4.3	cdma2000 1X 物理信道	(182)
6.4.4	cdma2000 1X 系统的扩频与调制	(188)
6.5	cdma2000 1X 中的 IP 技术	(193)
6.5.1	cdma2000 1X 系统的分组数据网	(193)
6.5.2	移动 IP 的基本概念	(194)
6.5.3	移动 IP 在 cdma2000 1X 系统中的应用	(194)
6.6	cdma2000 1X 长期演进.....	(195)
6.6.1	cdma2000 1X 演进的目标	(195)
6.6.2	cdma2000 1X 演进的技术方法	(196)
	参考文献	(196)
第7章	TD-SCDMA 系统.....	(198)
7.1	概述	(199)
7.2	TD-SCDMA 的网络体系结构	(200)
7.3	TD-SCDMA 的物理层	(200)
7.3.1	传输信道	(200)
7.3.2	物理信道	(201)
7.3.3	传输信道与物理信道之间的映射	(203)
7.3.4	物理层帧结构	(204)
7.3.5	物理层成帧过程	(208)
7.3.6	扩频与调制	(215)
7.4	TD-SCDMA 中的关键技术	(220)
7.4.1	智能天线	(220)

7.4.2	上行同步	(224)
7.4.3	接力切换	(225)
7.4.4	动态信道分配	(226)
7.4.5	联合检测	(227)
7.4.6	软件无线电	(229)
7.5	TD-SCDMA 长期演进	(230)
	参考文献	(232)
第 8 章	无线资源管理技术	(233)
8.1	概述	(234)
8.2	功率控制技术	(235)
8.2.1	功率控制概述	(235)
8.2.2	功率控制准则	(235)
8.2.3	功率控制的分类	(236)
8.3	切换技术	(238)
8.3.1	切换概述	(238)
8.3.2	切换的控制方式	(239)
8.3.3	切换分类	(240)
8.4	呼叫接入控制	(244)
8.4.1	接入控制概述	(244)
8.4.2	接入控制分类	(245)
8.5	负载控制	(246)
8.6	分组调度	(247)
8.6.1	分组调度概述	(247)
8.6.2	分组调度算法	(247)
8.7	链路自适应技术	(248)
8.7.1	自适应调制编码	(249)
8.7.2	混合自动重传技术	(250)
8.7.3	动态信道分配	(251)
	参考文献	(252)
第 9 章	3G 移动通信系统增强技术	(253)
9.1	WCDMA 增强技术	(254)
9.1.1	WCDMA 下行增强技术 HSDPA	(254)
9.1.2	WCDMA 上行增强技术 HSUPA	(262)
9.2	cdma2000 增强技术	(266)

9.2.1	cdma2000 1X EV-DO	(266)
9.2.2	cdma2000 1X EV-DV	(270)
9.3	TD-SCDMA 增强技术	(275)
9.3.1	HSDPA 物理层技术	(275)
9.3.2	MAC 层技术	(279)
9.4	3G 增强技术之间的比较	(281)
9.4.1	WCDMA 与 TD-SCDMA 的 HSDPA 比较	(281)
9.4.2	HSDPA 与 1X EV-DO 比较	(282)
9.4.3	HSDPA 与 1X EV-DV 比较	(282)
	参考文献	(283)
第 10 章	3G 系统的网络规划	(284)
10.1	关于网络规划与通信工程基本问题的讨论	(285)
10.1.1	通信工程概论	(285)
10.1.2	影响 3G 网络规划的因素	(286)
10.2	业务预测	(288)
10.2.1	业务总量预测	(289)
10.2.2	每用户平均忙时业务量预测	(291)
10.2.3	业务分布密度预测	(293)
10.3	核心网络规划	(296)
10.3.1	核心网络规划的目标、基本原则和范围	(296)
10.3.2	核心网络规划的主要内容和规划流程	(297)
10.3.3	计算模型的确定	(299)
10.3.4	网元设置	(301)
10.3.5	组网方式	(305)
10.4	无线网络规划	(311)
10.4.1	无线网络规划的目标、基本原则和范围	(311)
10.4.2	无线网络规划的主要内容和规划流程	(312)
10.4.3	覆盖规划	(313)
10.4.4	容量规划	(328)
10.4.5	站址勘察	(335)
10.4.6	开局优化	(339)
	参考文献	(340)
第 11 章	其他无线接入系统与 3G 系统的融合	(342)
11.1	WiMAX 技术	(343)

11.1.1	什么是 WiMAX	(343)
11.1.2	WiMAX 所采用的关键技术	(344)
11.1.3	物理层描述	(346)
11.1.4	MAC 层技术浅析 (基于 IEEE 802.16d 标准)	(350)
11.1.5	MAC 层的链路自适应机制简述	(352)
11.1.6	WiMAX 的网络结构特点	(352)
11.1.7	WiMAX 应用特点	(354)
11.1.8	WiMAX 与 3G 的关系	(355)
11.2	WiFi	(355)
11.2.1	什么是无线局域网 (WLAN)	(356)
11.2.2	什么是 WiFi	(356)
11.2.3	WiFi 联盟	(358)
11.2.4	IEEE 802.11 系列协议	(358)
11.2.5	WiFi 的应用特点	(368)
11.2.6	WiFi 与 3G 的关系	(370)
11.3	蓝牙技术 (Bluetooth)	(371)
11.3.1	什么是蓝牙 (Bluetooth)	(371)
11.3.2	蓝牙的协议体系结构	(372)
11.3.3	蓝牙的特点	(372)
11.3.4	蓝牙的系统组成	(373)
11.3.5	蓝牙的主要应用	(373)
11.3.6	蓝牙与其他技术的比较	(374)
	参考文献	(376)
	附录 A 缩略语	(377)



第1章 移动通信概况

本章要点

- 第1代模拟移动通信系统
- 第2代数字移动通信系统
- 第3代移动通信系统的发展



本章导读

本章简要介绍了移动通信的发展历程,较为详细地阐述了第3代移动通信系统的前期标准化和频谱政策,最后介绍了3G的标准化进程。

1.1 概 述

移动通信的历史可以追溯到19世纪80年代,在第二次世界大战期间,种种军事上的需求导致了移动通信技术的产生与发展;第二次大战后,移动通信技术开始转向民用。从20世纪80年代初模拟蜂窝移动通信系统出现以来,移动通信技术得到了迅猛发展,特别是90年代以后,无论是发达国家还是发展中国家,移动通信技术都以快捷的速度进入到各行各业。现在,移动通信正以前所未有的速度发展,影响力渗透至世界的各个角落。

第1代移动通信系统是模拟蜂窝移动通信系统,采用模拟调制技术,主要提供语音业务。由于其频谱利用率低,保密性能差,业务单一,所以逐渐被2G系统所代替。第2代移动通信系统是数字蜂窝移动通信系统,采用数字调制技术,除提供语音业务外,还提供少量短信息服务。它提高了系统的容量,可以防止伪冒,提高了安全性,并为用户引入了无缝的国际漫游等。第2代移动通信系统的发展超乎人们的想象,同时也受到了新的高速数据业务和多媒体业务的需求的推动,正是由于这种推动力,又促进了第3代移动通信的发展。为了适应对移动通信个人化、智能化和多媒体化的要求,国际电信联盟(ITU)和世界上其他的电信标准实体和研究单位早已开始了对3G系统的研究,提出了3G系统标准并将按照此标准开发3G系统。

1.2 第1代模拟移动通信系统

移动通信实际上开始于20世纪70年代,大规模集成电路和微处理器技术的广泛应用,为蜂窝移动通信的实现提供了技术基础。表面贴装工艺(SMT)的出现,加速了无线电设备小型化的进程,以1978年在美国的芝加哥市部署的一个实验系统为开端。该实验系统采用了被称为高级移动电话业务(Advanced Mobile Phone Service, AMPS)的技术,系统工作的频段为800 MHz。

1979年,日本的NTT公司(Nippon Telegraph & Telephone)在日本推出了世界上第一个移动通信系统。1981年,在瑞典、挪威、丹麦及芬兰开办了第一个欧洲移动通信系统,该欧洲系统使用了称之为北欧移动电话(NMT)的技术,工作的频段为450 MHz。后来,NMT的另一个版本经过发展可以工作于900 MHz的频段,被称为NMT900。尽管在1978

年, AT&T 的贝尔实验室就已经完成了 AMPS 系统的研制, 但是直到 1983 年, 美国的第一个商业 AMPS 系统才投入使用。1985 年, 英国又提出了另一项技术, 这项技术被称为全接入通信系统 (Total Access Communications System, TACS), 工作频段为 900 MHz。TACS 系统基本上是 AMPS 系统的一个修改版。

紧跟美国、日本和欧洲各国之后, 其他很多国家的移动通信也很快发展起来。我国的移动通信起步于 20 世纪 80 年代末, 引进的模拟通信系统有 TACS 和 AMPS。其中, 以爱立信 ETACS 系统居多^[1]。在移动通信发展的过程中, 虽然还曾出现过其他几项技术, 尤其是在欧洲, 但是 AMPS, NMT (包括 NMT 和 NMT900) 和 TACS 当然地成为最为成功的技术。这些系统也就成为主要的第 1 代系统, 第 1 代模拟制式移动通信系统如表 1.1 所示。

表 1.1 第 1 代模拟制式移动通信系统

制式	引入时间	双工	多址接入	频谱位置 (MHz)	信道带宽 (kHz)	应用区域
NTT	1979	FDD	FDMA	400/800	25	日本
NMT-450	1981	FDD	FDMA	450~470	25	北欧 4 国
AMPS	1983	FDD	FDMA	824~894	30	北美
ETACS	1985	FDD	FDMA	900	25	英国
C-450	1985	FDD	FDMA	450~465	20/10	西德和葡萄牙
NMT-900	1986	FDD	FDMA	890~960	12.5	北欧 4 国
JTACS	1988	FDD	FDMA	860~925	25	日本
NAMPS	1992	FDD	FDMA	824~894	30	北美

这时的移动终端体积庞大且沉重, 携带并不是很方便, 待机时间短, 价格高, 在很大程度上是一种奢侈品的象征。移动系统和终端不兼容, 不通用, 用户一般只能在本地使用移动电话。另外, 由于各个国家只在某些大城市实现了有限的网络覆盖, 因此也很难实现真正意义上的随时随地的通信。此外, 通话服务费用也较为昂贵, 用户群体较小。

尽管这些系统可以传输相对低速率的数据, 但它们主要关注的还是语音信号的传输。它们之所以被称为模拟系统是因为在被射频频载波发送以前语音信号没有被数字编码。然而, 它们的命令和控制信道可以是数字编码的。

在模拟制式系统中, 采用 FDMA 实现较为简单, 而且在传输过程中, 采用电路交换技术完整地使用一个连接 (传输线路), 因此模拟制式系统的频谱利用率较低。但是在瑞典、挪威、芬兰和丹麦 4 国实现了小范围的移动通信系统的统一, 4 个国家的用户可以用一个终端在不同的国家和地区实现异地连网通信, 即具有漫游功能。北欧国家的成功为日后欧洲统一的移动通信标准 GSM 的产生奠定了基础。

综上所述, 第 1 代移动通信系统的主要特点是: