



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材



通信技术专业

移动通信技术与终端 (第3版)

刘立康 孙龙杰 主 编
陶亚雄 主 审

010101001
0101010010100101010010100101010
010101001010010101
010101001010010101001010010101001
01010100101
010101001010010101010010100
010101001010010101010010100101010
010101001010010101
010101001010010101001010010101001
01010100101
010101001010010101010010100
010101001
010101001010010101010010100101010
010101001010010101
010101001010010101001010010101001
01010100101
010101001010010101010010100
010101001
010101001010010101010010100101010
010101001010010101
01010100101001010100101001010100101
01010100101
010101001010010101010010100
010101001



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材·通信技术专业

移动通信技术与终端

(第3版)

刘立康 主 编
孙龙杰

陶亚雄 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统地介绍以数字化技术为代表的现代移动通信的基本原理、主要技术、典型系统、设备及发展趋势,较充分地反映了最新数字移动通信的新技术。

全书共分11章,内容包括移动通信的概念和涉及的调制技术、移动信道中的电波传输及干扰、组网技术、GSM数字蜂窝系统及设备、通用分组无线业务(GPRS)技术、CDMA系统及设备、CDMA 2000 1X系统及设备、第三代移动通信系统(WCDMA、CDMA 2000和TD-SCDMA)及结构和解决方案、移动数据终端单元(DTU)原理与应用。附录中包含移动通信技术缩略语,每章均附有小结和习题。

本书可作为高职高专院校通信、电子技术类的专业课教材,也可作为其他院校相关专业的教材,同时也可作为从事移动通信工程技术、管理、使用和维护人员的参考书。

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

移动通信技术与终端/刘立康,孙龙杰主编. —3版. —北京:电子工业出版社,2011.7

普通高等教育“十一五”国家级规划教材·新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材·通信技术专业
ISBN 978-7-121-13717-4

I. ①移… II. ①刘… ②孙… III. ①移动通信-通信技术-高等职业教育-教材 ②移动通信-终端设备-高等职业教育-教材 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第101698号

策 划:陈晓明

责任编辑:赵云峰 特约编辑:张晓雪

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:

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:787×1092 1/16 印张:17.75 字数:454千字

印 次:2011年7月第1次印刷

印 数:4000册 定价:30.00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 zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

本书第1版和第2版分别于2003年7月和2007年5月问世,第3版是对前2版内容的增加和补充及精简内容,着重于介绍移动通信的数据通信技术、设备 and 应用,能比较好地反映最新数字移动通信技术和实际应用的需要。第3版与前两版不同之处在于:

(1) 增加了第1章的内容,将前两版中的第11章集群通信系统和移动卫星通信系统精简合并到第1章内容中,并增加了移动通信的基本技术一节。

(2) 第2章增加了数字调制的性能指标内容。

(3) 第4章增加了移动通信系统容量分析计算内容。

(4) 删去了前两版中第10章数字无绳电话系统内容,新编写第10章数据终端单元(DTU)原理与应用。

本书是为高职高专师生提供一本适用于移动通信技术与实际相结合的好教材或参考书。由于本书涉及移动通信技术的多个方面,包含现代移动通信基本概念、基本组成、基本原理、基本技术和典型系统设备,内容多、涉及面宽,书中避免了烦琐的数学推导,由浅入深、系统全面、文字简练、通俗易懂、强调理论与实际相结合,力求反映最新的移动通信技术。各个学校、不同职业背景的学生和读者都能够通过本书的学习,了解移动通信系统与设备的基本概念和运行机制及未来移动通信技术发展的趋势,对他们以后的工作具有指导意义。

作为教材,计划50学时左右的教学,章节组织富有弹性,可根据情况进行选取,每章均附有小结和习题,书后附有附录,便于学生和读者对概念的理解、学习。本书的编写主要从以下几个方面去考虑:

(1) 教材是面向初学者和指导初学者的教师,在内容的选取上,立足打好基础,注意联系工程实际,帮助学生提高分析、解决问题的能力,叙述语言易于理解,用易懂又规范的文字描述,并对习题内容和形式进行了改革,注重实用性。

(2) 移动通信技术是一种非常繁杂的技术,覆盖面很广,为了增加可读性,对相关内容进行一些融合和总结,引入的每一个概念都是基于前一部分阐述过的概念基础上,使学生容易达到融会贯通。

(3) 根据移动通信技术发展,精选编写内容,详尽介绍数字移动通信技术,尽可能地反映当前移动通信技术的实际水平,能满足当前和稍长一段时间教学和工作的需要。

(4) 市场的需求决定了技术的发展,同样,技术的发展满足了市场的需求。移动通信技术发展更离不开市场,因此在书中对一些相关的移动通信系统设备的市场情况和未来市场的需求进行了分析,便于学生和读者了解相关移动通信的市场的现状和未来。

全书共分10章。第1章主要对移动通信的发展历史及趋势、特点、分类、功能结构及工作方式、基本技术和标准做了概括性的介绍;第2章介绍了移动通信系统所涉及的调制解调技术、多址技术、语音编码技术和扩频技术,这些都是移动通信的基础知识和基本技术;第3章讨论了移动通信系统所涉及的电波传播特性,分集接收技术和噪声与干扰问题,这是移动通信系统所必不可少的组成部分;第4章是移动通信系统的组网技术,主要包括区域覆盖方式、区群

的构成与激励方式、系统容量与信道(频率)配置、移动通信的网络结构、信令、越区切换和位置管理及多信道共用技术,这些都是构成移动通信系统网络的基础;第5章 GSM 蜂窝移动通信系统,主要包括 GSM 的发展过程及标准、GSM 系统组成和接口、无线传输和接入方式、信道分类和时隙、编号和主要业务、越区切换和位置管理、呼叫的接续过程及我国 GSM 网络结构、移动台和基站的设备及主要技术性能;第6章 GPRS 系统,主要包括 GPRS 的现状与标准、系统结构和接口、协议模型、管理功能、组网和典型的设备解决方案以及数据通信技术、设备和应用,主要就 GPRS 系统的构成、特点和与 GSM 网络结构不同点进行了描述;第7章 CDMA 蜂窝移动通信系统,主要包括 CDMA 系统的现状与标准、技术特点、系统结构和接口、信道组成、控制和管理功能、注册登记、漫游及呼叫处理、手机和典型的设备解决方案;第8章 CDMA 2000 1X 移动通信系统,主要包括标准、特点、结构及关键技术、简单 IP 及移动 IP 和解决方案及典型设备以及数据通信技术、设备和应用;第9章 第三代移动通信系统,主要包括标准、特点、演进策略、系统网络结构、功能结构模型和关键技术,重点介绍 WCDMA 移动通信系统的结构、功能模型、接口和网络解决方案,简要介绍 TD-SCDMA 和 CDMA 2000 1X EV-DO 移动通信系统标准、技术特点和三种主流技术对比;第10章介绍了移动数据终端单元(DTU)的功能结构、协议、应用领域和应用设计。

本书第1、2、3、7、8、9、10章由刘立康编写并统稿全书,第4、5、6章由孙龙杰编写。上海同济大学天华学院陶亚雄博士主审了全书。

感谢陈旻、张江永、朱菁、许晴、邸小敏、赵洪兵为本书出版所做的工作。

由于编写时间仓促和水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者指正。

编 者

2011年1月于西安

参加“新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材”

编写的院校名单(排名不分先后)

江西信息应用职业技术学院
吉林电子信息职业技术学院
保定职业技术学院
安徽职业技术学院
黄石高等专科学校
天津职业技术师范学院
湖北汽车工业学院
广州铁路职业技术学院
台州职业技术学院
重庆科技学院
四川工商职业技术学院
吉林交通职业技术学院
天津滨海职业技术学院
杭州职业技术学院
重庆电子工程职业学院
重庆工业职业技术学院
重庆工程职业技术学院
广州大学科技贸易技术学院
湖北孝感职业技术学院
广东轻工职业技术学院
广东技术师范职业技术学院
西安理工大学
天津职业大学
天津大学机械电子学院
九江职业技术学院

北京轻工职业技术学院
黄冈职业技术学院
南京理工大学高等职业技术学院
南京金陵科技学院
无锡职业技术学院
西安科技学院
西安电子科技大学
河北化工医药职业技术学院
石家庄信息工程职业学院
三峡大学职业技术学院
桂林电子科技大学
桂林工学院
南京化工职业技术学院
江西工业职业技术学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
苏州经贸职业技术学院
金华职业技术学院
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院

安徽电子信息职业技术学院
合肥通用职业技术学院
安徽职业技术学院
上海电子信息职业技术学院
上海天华学院
浙江工商职业技术学院
深圳信息职业技术学院
河北工业职业技术学院
江西交通职业技术学院
温州职业技术学院
温州大学
湖南铁道职业技术学院
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院

江门职业技术学院
广西工业职业技术学院
广州市今明科技公司
无锡工艺职业技术学院
江阴职业技术学院
南通航运职业技术学院
山东电子职业技术学院
潍坊学院
广州轻工高级技工学校
江苏工业学院
长春职业技术学院
广东松山职业技术学院
徐州工业职业技术学院
扬州工业职业技术学院
徐州经贸高等职业学校

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 移动通信的发展概况	(1)
1.1.1 移动通信的发展历程	(1)
1.1.2 我国移动通信发展情况	(3)
1.2 移动通信系统的特点和分类	(4)
1.2.1 移动通信系统的特点	(4)
1.2.2 移动通信系统的分类	(6)
1.3 移动通信系统的构成	(6)
1.3.1 蜂窝移动通信系统	(7)
1.3.2 无绳电话系统	(8)
1.3.3 集群移动通信系统	(8)
1.3.4 移动卫星通信系统	(11)
1.4 移动通信的类型	(14)
1.4.1 工作方式	(14)
1.4.2 模拟网和数字网	(16)
1.4.3 语音通信和数据通信	(16)
1.5 移动通信的基本技术	(16)
1.5.1 调制技术	(16)
1.5.2 移动信道电波传播特性	(17)
1.5.3 多址方式	(18)
1.5.4 抗干扰技术	(18)
1.5.5 组网技术	(19)
1.6 移动通信的标准化	(20)
1.6.1 国际无线电标准化组织	(20)
1.6.2 欧洲共同体(EC)的通信标准化组织	(20)
1.6.3 北美地区的通信标准化组织	(21)
1.6.4 太平洋地区的通信标准化	(21)
本章小结	(21)
习题 1	(21)
第 2 章 数字移动通信系统的相关技术	(23)
2.1 调制解调技术	(23)
2.1.1 概述	(23)
2.1.2 数字调制的性能指标	(24)

2.1.3 数字调制技术	(25)
2.2 多址技术	(32)
2.2.1 概述	(32)
2.2.2 频分多址(FDMA)	(32)
2.2.3 时分多址(TDMA)	(33)
2.2.4 码分多址(CDMA)	(34)
2.3 语音编码及信道编码技术	(35)
2.3.1 语音编码技术	(35)
2.3.2 信道编码技术	(36)
2.4 扩频技术	(38)
2.4.1 概念	(38)
2.4.2 直接序列扩频(DSSS)组成与原理	(39)
2.4.3 扩频通信的主要性能指标	(41)
2.4.4 跳频技术	(42)
本章小结	(42)
习题2	(42)
第3章 电波传播与干扰	(44)
3.1 电波传播特性	(44)
3.1.1 自由空间传播损耗	(44)
3.1.2 电波的三种基本传播机制	(45)
3.2 移动信道的特征	(45)
3.2.1 传播路径	(45)
3.2.2 信号衰落	(46)
3.2.3 地形、地物对电波传播的影响	(46)
3.3 分集接收技术	(48)
3.3.1 分集接收原理	(48)
3.3.2 分集方式和方法	(48)
3.3.3 合并方式	(49)
3.4 噪声与干扰	(50)
3.4.1 噪声	(51)
3.4.2 干扰	(52)
本章小结	(55)
习题3	(55)
第4章 移动通信的组网技术	(57)
4.1 区域覆盖	(57)
4.1.1 区域覆盖的概念	(57)
4.1.2 带状网	(59)
4.1.3 面状网	(59)
4.2 区群的构成与激励方式	(60)

4.2.1	区群的构成	(60)
4.2.2	同频(信道)小区的距离	(61)
4.2.3	激励方式	(61)
4.3	系统容量和信道(频率)配置	(62)
4.3.1	系统容量	(62)
4.3.2	信道(频率)配置	(64)
4.4	移动通信的网络结构	(65)
4.4.1	基本网络结构	(65)
4.4.2	移动通信系统的主要功能	(67)
4.4.3	数字蜂窝移动网的网络结构	(67)
4.4.4	移动通信空中接口协议模型	(68)
4.4.5	信道结构	(69)
4.5	信令	(71)
4.5.1	信令类型	(71)
4.5.2	数字信令	(71)
4.5.3	信令的应用	(72)
4.6	越区切换和位置管理	(73)
4.6.1	越区切换	(73)
4.6.2	位置管理	(74)
4.7	多信道共用技术	(76)
	本章小结	(76)
	习题4	(77)
第5章	GSM 数字蜂窝移动通信系统及设备	(78)
5.1	GSM 数字蜂窝移动通信系统	(78)
5.1.1	GSM 标准技术规范	(78)
5.1.2	网络结构	(79)
5.1.3	GSM 功能模型	(82)
5.1.4	GSM 网络接口	(83)
5.1.5	GSM 系统语音传输示例	(85)
5.2	GSM 系统的方式	(86)
5.2.1	无线传输特征	(86)
5.2.2	时分多址(TDMA)/频分多址(FDMA)接入方式	(88)
5.2.3	信道分类	(90)
5.2.4	时隙格式	(92)
5.2.5	语音和信道编码	(93)
5.2.6	跳频和间断传输技术	(95)
5.3	编号和主要业务	(96)
5.3.1	编号	(96)
5.3.2	拨号方式	(100)

5.3.3 主要业务	(101)
5.4 我国 GSM 移动通信网的网络结构	(102)
5.4.1 全国 GSM 移动通信网的网络结构	(102)
5.4.2 省内 GSM 移动通信网的网络结构	(104)
5.4.3 移动业务本地网的网络结构	(104)
5.5 GSM 系统控制与管理	(104)
5.5.1 位置登记	(105)
5.5.2 越区切换	(107)
5.5.3 鉴权与加密	(109)
5.6 主要接续流程	(111)
5.6.1 移动用户至固定用户出局呼叫流程	(112)
5.6.2 固定用户至移动用户入局呼叫的基本流程	(113)
5.7 GSM 移动台(MS)	(113)
5.7.1 技术特征	(113)
5.7.2 移动台组成和工作原理	(113)
5.7.3 SIM 卡	(114)
5.8 GSM 基站(BS)设备	(116)
5.8.1 概念	(116)
5.8.2 基站组成	(117)
5.8.3 主要基站设备性能	(117)
本章小结	(124)
习题5	(125)
第6章 通用分组无线业务(GPRS)	(127)
6.1 概述	(127)
6.1.1 GPRS 概念	(127)
6.1.2 GPRS 主要特点	(129)
6.1.3 GPRS 的业务	(130)
6.1.4 GPRS 业务的具体应用	(131)
6.1.5 GPRS 的优势及存在问题	(131)
6.1.6 GPRS 标准和业务的发展	(132)
6.2 GPRS 的网络结构	(133)
6.2.1 GPRS 网络总体结构	(133)
6.2.2 GPRS 体系结构	(134)
6.2.3 空中接口的信道构成	(136)
6.3 GPRS 的协议	(137)
6.3.1 GPRS 的协议模型	(137)
6.3.2 GPRS 主要接口	(139)
6.4 GPRS 管理功能	(144)
6.4.1 网络访问控制功能	(144)

6.4.2	分组选路和传输功能	(145)
6.4.3	移动性管理(MM)功能	(146)
6.4.4	逻辑链路管理功能	(147)
6.4.5	无线资源管理功能	(147)
6.4.6	网络管理功能	(148)
6.4.7	计费管理	(148)
6.5	GPRS 组网结构	(149)
6.5.1	网络结构	(149)
6.5.2	GPRS 系统的组网	(150)
6.5.3	GPRS 组网原则	(153)
6.6	典型方案	(153)
6.6.1	诺基亚(Nokia)GPRS 系统解决方案	(153)
6.6.2	金鹏 GPRS 组网方案	(155)
	本章小结	(157)
	习题6	(157)
第7章	CDMA 数字蜂窝移动通信系统及设备	(158)
7.1	概述	(158)
7.1.1	扩频通信的概念	(158)
7.1.2	码分多址(CDMA)蜂窝通信系统的特点	(158)
7.2	CDMA 系统综述	(159)
7.2.1	CDMA 的发展	(159)
7.2.2	技术标准	(160)
7.2.3	CDMA 系统基本特性	(161)
7.3	CDMA 数字蜂窝移动通信系统	(163)
7.3.1	CDMA 网络	(163)
7.3.2	CDMA 蜂窝系统信道组成	(168)
7.4	CDMA 系统逻辑信道结构	(172)
7.4.1	正向传输逻辑信道结构	(172)
7.4.2	反向传输逻辑信道结构	(174)
7.5	CDMA 系统的控制功能和呼叫处理	(175)
7.5.1	CDMA 系统功率控制	(175)
7.5.2	CDMA 系统的切换	(177)
7.5.3	登记注册与漫游	(178)
7.5.4	呼叫处理	(179)
7.6	典型设备介绍	(183)
7.6.1	组网结构	(183)
7.6.2	CDMA-MSC	(184)
7.6.3	CDMA 集中基站控制器 CBSC	(184)
7.6.4	CDMA 基站设备	(185)

7.7	CDMA 移动台 (MS)	(186)
7.7.1	概述	(186)
7.7.2	移动台组成和工作原理	(187)
7.7.3	UIM 卡	(189)
	本章小结	(191)
	习题 7	(191)
第 8 章	CDMA 2000 1X 数字蜂窝移动通信系统	(193)
8.1	概述	(193)
8.1.1	CDMA 系统技术与标准	(193)
8.1.2	CDMA 2000 1X 系统的特点	(194)
8.2	CDMA 2000 1X 系统分层结构	(195)
8.2.1	CDMA 2000 1X 系统结构	(195)
8.2.2	CDMA 2000 1X 系统分层结构	(196)
8.3	CDMA 2000 1X 系统网络实现结构	(197)
8.3.1	CDMA 2000 1X 系统网络实现结构	(197)
8.3.2	频段设置、无线配置 (RC) 和后向兼容性	(199)
8.4	CDMA 2000 1X 系统信道结构	(202)
8.4.1	前向物理信道	(202)
8.4.2	反向物理信道	(205)
8.4.3	CDMA 2000 1X 系统关键技术	(208)
8.5	CDMA 2000 1X 系统物理信道接续流程	(209)
8.5.1	CDMA 2000 1X 系统语音/低速数据接续流程	(209)
8.5.2	CDMA 2000 1X 系统高速数据接续流程	(210)
8.6	CDMA 2000 1X 分组数据业务实现	(211)
8.6.1	简单 IP	(211)
8.6.2	移动 IP	(212)
8.7	CDMA 2000 1X 系统升级方案和典型系统介绍	(214)
8.7.1	CDMA 2000 1X 系统升级方案	(214)
8.7.2	东方通信 CDMA 2000 1X 系统介绍	(216)
8.7.3	中兴 CDMA 2000 1X 移动通信系统介绍	(217)
	本章小结	(219)
	习题 8	(220)
第 9 章	第三代移动通信系统	(221)
9.1	第三代移动通信系统简介	(221)
9.1.1	概述	(221)
9.1.2	第三代移动通信系统的标准	(222)
9.1.3	3G 演进策略	(224)
9.1.4	3G 技术体制	(226)
9.1.5	3G 频谱	(227)

9.2 第三代移动通信系统结构	(228)
9.2.1 IMT-2000 系统网络结构	(228)
9.2.2 IMT-2000 的功能结构模型	(229)
9.2.3 第三代移动通信系统中的关键技术	(231)
9.3 WCDMA 移动通信系统	(232)
9.3.1 概述	(232)
9.3.2 WCDMA 系统网络结构	(234)
9.3.3 信道结构	(236)
9.3.4 WCDMA 核心网(CN)基本结构	(237)
9.3.5 华为 WCDMA 网络解决方案	(238)
9.4 TD-SCDMA 系统	(239)
9.4.1 概述	(239)
9.4.2 TD-SCDMA 系统技术特点	(240)
9.5 CDMA 2000 1X EV-DO	(243)
9.5.1 CDMA 2000 1X EV-DO 与 CDMA 2000 1X 兼容性	(244)
9.5.2 CDMA 2000 1X EV-DO 技术特点	(244)
9.5.3 CDMA 2000 1X EV-DO Release 0 存在的问题	(246)
9.5.4 CDMA 2000 1X EV-DO Release A 版本	(247)
9.6 第三代移动通信主流技术标准比较	(247)
9.6.1 概述	(247)
9.6.2 三种主流 3G 技术标准比较	(248)
本章小结	(249)
习题 9	(249)
第 10 章 数据终端单元(DTU)原理与应用	(251)
10.1 DTU 原理与应用场合	(251)
10.1.1 DTU 的 5 个核心功能	(251)
10.1.2 DTU 工作原理	(252)
10.1.3 DTU 应用场合	(253)
10.2 DTU 的 TCP/IP/PPP 协议	(254)
10.3 DTU 工作模式	(256)
10.4 DTU 工作过程	(257)
10.5 AT 控制指令	(257)
10.6 DTU 设计应用实例	(258)
10.6.1 CDMA DTU 的远程数据传输系统	(258)
10.6.2 无线上网卡	(260)
本章小结	(262)
习题 10	(262)
附录 缩略语	(263)
参考文献	(270)

第1章 概 论

内容提要

移动通信的出现,为人们带来了无线通信的更大自由和便捷。本章将阐述移动通信系统发展的历程、移动通信系统特点和分类、基本组成、基本概念以及工作方式和相关的国际标准化组织。

自19世纪末期,赫兹发明无线电后,马可尼第一次演示海上航行船舶间的通信,这可以说是无线移动通信的开创。自那以后,移动通信已经得到了举世瞩目的发展,特别是从20世纪70年代后期蜂窝网正式开放供公众使用以后,全世界的移动通信总数持续快速增长,人们都在期盼着使用新的无线通信方法和手段,这就极大地促进了移动通信在数字化和设备制造技术方面的进步,移动通信在小型化、高集成度、更可靠、低成本等新技术的推动下获得了巨大的发展。据最新统计表明,全世界的移动手机总数近年来持续增长,即将逼近固定电话机总数,并且增长势头还在继续。可预见,在未来的十几年里全世界范围的移动个人通信更快地快速发展。

1.1 移动通信的发展概况

现代移动通信技术的发展始于20世纪20年代,是20世纪的重大成就之一,在不到100年的时间中,随着计算机和通信技术的发展,移动通信也得到了巨大的发展,其发展速度令人惊叹。移动通信已成为人们生活的一部分,移动用户的数量与日俱增。从第二代移动通信系统(2G)向3G的演进,促进了技术融合,促进实现全球统一标准的形成。随着第三代移动通信系统(3G)服务的提供,移动电话的普及率还将进一步扩大,它可以使用户在任何时候,从任何地方接入系统,以获取所需要的信息。总之,移动通信系统是一个不断演进的系统,各种新技术的发展和应用将推动下一代移动通信系统不断向前迈进。

1.1.1 移动通信的发展历程

1934年,美国已有100多个城市警察局采用调幅(AM)制式的移动通信系统。1946年,根据美国联邦通信委员会(FCC)的计划,贝尔系统在圣路易斯城建立了世界上第一个公用汽车电话网,这一种公众移动电话服务后被引进到美国的25个主要城市。每个系统使用单个大功率发射机和高塔,覆盖范围超过50 km。语音只占用3 kHz的基带带宽,使用三个频道,间隔为120 kHz,通信方式为单工,人工接续方式,网的容量较小。从20世纪40年代至60年代,为移动通信的早期发展阶段,公用移动通信业务问世,移动通信所使用的频率开始向更高的频段发展。在20世纪70年代,蜂窝网方式发明问世,一个适当大的地区设置多个半径约1 km的蜂窝小区,互相紧密邻近排列,其中心基站可使用较低的射频发射

功率，每隔几个蜂窝就可使用相同的频率，节约无线电频谱资源的利用。因此，这样的蜂窝网方式比过去利用大功率发射机覆盖半径为 50 km 大面积的方法有显著改进。虽然移动手机从一个蜂窝区移动至邻近的另一蜂窝区有越区交接等问题，但技术上都可获得妥善解决。1973—1979 年间，美国有几个城市试用了这种蜂窝系统 AMPS（高级移动电话业务）；20 世纪 80 年代初，美国政府正式批准这种商用系统提供公众服务，与此同时，欧洲国家、日本和其他一些国家也开始陆续建设和运营蜂窝网业务。

20 世纪 50 年代至 70 年代后期，由于半导体技术的引入，无线移动通信系统进一步智能化，成本也有所降低。大规模集成电路器件和微处理器的发展使移动通信系统商用化成为现实。

20 世纪 70 年代后期至 80 年代初期，蜂窝网虽已正式开放供公众使用，但那是第一代蜂窝网（1G），只提供模拟电话移动通信服务。不过那一时期固定通信已向数字化方向发展，移动通信的研究也开始考虑数字蜂窝系统的应用可能性和实际可能获得的好处。这包括能否获得更大的容量、更好的语音质量以及传送数据业务。直至 90 年代初期，泛欧数字蜂窝网正式向公众开放使用，采用数字时分多址（TDMA）技术，信道带宽 200 kHz，使用新的 900 MHz 频谱，称之为 GSM（全球移动通信系统）系统，属于第二代蜂窝网（2G），这是具有现代网络特征的第一个全球数字蜂窝移动通信系统。实际上那时是模拟网与数字网共存，凡是持有模拟或数字移动手机，都可得到蜂窝网服务。从此以后，全世界各国都大力发展数字蜂窝网。GSM 成为世界上最为流行的数字蜂窝网标准，随后，世界各国政府又联合制定了 GSM 的等效技术标准——DCS1800，它在 1.8 GHz 到 2 GHz 的频段上提供个人通信业务（PCS）。在北美，出现几种不同制式的数字蜂窝网，1991 年开始使用数字时分多址（TDMA）技术的美国数字蜂窝系统（USDC），1993 年又有基于码分多址（CDMA）的数字蜂窝移动通信系统，分别称为 IS-54 和 IS-95。日本也发展 TDMA 技术的数字蜂窝系统，称为个人数字蜂窝系统（PDC）。在 1995—1997 年期间，美国联邦通信委员会（FCC）又指定一个新的频段 1850 ~ 1990 MHz，专供个人通信业务（PCS）研究发展之用。表 1.1 为 1995 年以前世界主要数字移动标准。总之，20 世纪 90 年代后，第二代数字蜂窝网（2G）兴旺发达，原先开放的公用第一代模拟电话已停止使用，所有移动用户全都依靠第二代数字蜂窝网（2G）。数字通信技术是大势所趋，而且 2G 除了提供移动手机互通电话外，还让移动用户的手机或便携计算机实现数据通信。容许手机或便携计算机“上网”，从互联网（Internet）获取需要的数据信息。这意味着，2G 的基站可能提供这类应用的不对称传输通路，用户至基站方向的上行信息较短，而基站至用户方向的下行线路传送信息可以较长。这样的蜂窝网被称为 GPRS（通用分组无线业务），即介于 2G ~ 3G 之间，俗称二代半（2.5G），也即 2G 与未来 3G 的过渡。

表 1.1 1995 年以前世界主要数字移动标准

地区或国家	标准	类型	年份	多址接入	频段	调制	信道带宽
欧洲	GSM	蜂窝/PCS	1990	TDMA	890 ~ 960 MHz	GMSK	200 kHz
欧洲	CT2	无绳	1989	FDMA	864 ~ 868 MHz	GFSK	100 kHz
欧洲	DECT	无绳	1993	TDMA	1880 ~ 1900 MHz	GFSK	1728 kHz
欧洲	DCS - 1800	蜂窝/PCS	1993	TDMA	1710 ~ 1880 MHz	GMSK	200 kHz
美国	USDC (IS - 54)	蜂窝	1991	TDMA	824 ~ 894 MHz	$\pi/4$ - DQPSK	30 kHz

续表

地区或国家	标准	类型	年份	多址接入	频段	调制	信道带宽
美国	CDPD	蜂窝	1993	FH/分组	824 ~ 894 MHz	GMSK	30 kHz
美国	IS - 95	PCS	1993	CDMA	824 ~ 894 MHz	1.8 ~ 2.0 GHz QPSK/BPSK	1250 kHz
美国	DCS - 1900 (GSM)	PCS	1994	TDMA	1850 ~ 1990 MHz	GMSK	200 kHz
美国	PACS	无绳/PCS	1994	TDMA/FDMA	1850 ~ 1990 MHz	$\pi/4$ - DQPSK	300 kHz
美国	MIRS	SMR/PCS	1994	TDMA	若干	16 - QAM	25 kHz
日本	PDC	蜂窝	1993	TDMA	810 ~ 1501 MHz	$\pi/4$ - DQPSK	25 kHz
日本	PHS	无绳	1993	TDMA	1895 ~ 1907 MHz	$\pi/4$ - DQPSK	300 kHz

注：CDPD (Cellular Digital Packet Data) — 蜂窝数字分组数据；

MIRS (Motorola Integrated Radio System) — 摩托罗拉集成无线系统。

20 世纪 90 年代末至 21 世纪初，第二代移动通信系统 (2G) 不仅本身仍力求发展，扩大容量和增多功能，以满足移动用户的需求和吸引更多的用户。

第三代移动通信系统 (3G) 被称为是 IMT-2000 (国际移动通信系统)，以便移动用户随身携带手机，各有指定的专用号码，不仅可以参与城市通信，而且走遍全球、随时随地与需要的对方用户通信。第三代移动通信系统 (3G) 使用的无线电频率将是 2 GHz，即 2000 MHz 频段，主要是大力发展综合通信业务和宽带多媒体通信，建立一个无缝立体覆盖全球通信网络，数据通信速率为 2 Mbps。第三代移动通信系统 (3G) 确实是有雄伟目标的，它将采用最新的无线电技术、扩大利用数字技术，发挥各种通信技术的优点，能够适应世界各国的数字蜂窝网和个人通信业务 (PCS) 使用。

近来，第四代移动通信系统 (4G) 的研究已经开始。4G 需要达到 2 Mbps 到 20 Mbps 的数据传输速率。现在普遍倾向于采用正交频分复用 (OFDM) 技术、智能天线技术、发射分集技术、联合检测技术相结合的方式来实现高速数据传输的目的。可以预想，移动通信系统将朝高传输速率方向发展；移动网络在经历从电路交换到分组交换的发展以后，实现不同接入技术的互联将是移动通信发展的趋势。

1.1.2 我国移动通信发展情况

移动通信早期在我国主要应用于军事通信，把无线电台用于舰船，飞机的通信早已有之，但主要是在短波段工作的普通调幅电台。至于陆地上的移动通信，除了军队的坦克通信 (从建立坦克部队起就有无线通信) 以外，民用的陆上通信是专用的早于公用的，如 20 世纪 60 年代起我国列车上使用的机车调度无线电话。汽车调度电话则到 20 世纪 70 年代才随着出租汽车的发展而出现。公用的移动通信系统建立较晚，第一个大区制公用移动通信系统 (150MHz 频段) 由邮电部第一研究所研制。于 1980 年在上海建立试用。我国蜂窝制移动网则到 1987 年冬，广州市第一个开通蜂窝移动电话业务。随后，北京、重庆及珠江三角洲、上海、海南和武汉等地陆续建起蜂窝网，均是引进国外设备安装的。其中以珠江三角洲地区的蜂窝网为最大，覆盖广州、深圳和珠海等地，采用瑞典 Ericsson (爱立信) 公司的 CMS88 移动通信系统，于 1988 年开通。1993 年在浙江嘉兴地区引入第二代数字移动蜂窝网 GSM 系统，开始试运转，并从 1994 年下半年开始建设 GSM 网，1995 年 GSM 扩展到 15 个省，1996