



信息产业部3G移动通信培训指定教材

3G

移动通信系统概述

信息产业部通信行业职业技能鉴定指导中心
信息产业部邮电通信人才交流中心

审定

北京邮电大学无线新技术研究所 主编
刘宝玲 付长东 张轶凡 编著

信息产业部 3G 移动通信培训指定教材

3G 移动通信系统概述

信息产业部通信行业职业技能鉴定指导中心 审定
信息产业部邮电通信人才交流中心
北京邮电大学无线新技术研究所 主编
刘宝玲 付长东 张铁凡 编著



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

3G 移动通信系统概述 / 刘宝玲, 付长东, 张轶凡编
著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.5
信息产业部 3G 移动通信培训指定教材
ISBN 978-7-115-17381-2

I. 3… II. ①刘…②付…③张… III. 码分多址—移动通信—通信系统—技术培训—教材 IV. TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 196759 号

内 容 提 要

本书是为了帮助读者了解和掌握第三代移动通信系统三大主流技术的相关基础知识和核心技术而创作。全书共分 4 章, 内容包括移动通信发展的历史回顾和相关基础知识介绍, WCDMA 移动通信系统结构和核心网, TD-SCDMA 移动通信系统关键技术及网络规划, 以及 CDMA2000 系统结构和关键技术等内容。本书每章最后附有思考题与练习题, 可供读者练习和自我检查。

本书可作为通信行业相关管理、技术和业务人员的培训用书, 也可作为高校通信等相关相近专业的教学用书。

信息产业部 3G 移动通信培训指定教材

3G 移动通信系统概述

- ◆ 审 定 信息产业部通信行业职业技能鉴定指导中心
信息产业部邮电通信人才交流中心
- 主 编 北京邮电大学无线新技术研究所
- 编 著 刘宝玲 付长东 张轶凡
- 责任编辑 蒋 亮
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 9.75
字数: 223 千字 2008 年 5 月第 1 版
印数: 1-3 000 册 2008 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17381-2/TN

定价: 22.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

信息产业部 3G 移动通信培训指定教材编委会

名誉主任: 刘阳生

主 任: 张新生 马忠林

副 主 任: (按姓氏笔画排序)

王晓丹 张 平 李世鹤

李默芳 曹淑敏 谢飞波

编 委 会: (按姓氏笔画排序)

王志勤 付长东 刘宝玲 向 伟

吴伟陵 张 杰 张雪丽 陶小峰

啜 钢 黄少华 滑 玉 魏 然

藤 伟

秘 书: 蒋 亮

序

移动通信的飞速发展和广泛应用,使其已经成为经济发展的强大动力。移动通信网络技术、语音业务、宽带数据业务、规划与优化、管理与维护和新业务开发等方面的工作逐渐成为社会最热门的职业选择,而移动通信知识和技能已经成为人们进入移动通信行业的必备条件。

目前正值移动通信快速发展期,第二代移动通信网络已经非常成熟和普及,第三代移动通信网络即将在中国部署和实施。中国拥有自主知识产权的第三代移动通信国际标准 TD-SCDMA 正在国内进行友好用户测试,其必将对中国移动通信产业的发展产生巨大的推动作用,并对世界移动通信产业的走向产生深远的影响。

第三代移动通信的发展必将对人才产生巨大的需求,一方面是现有通信从业人员的全面技术提升,另一方面是对新从业人才的大量需求。3G 移动通信产业的主要用人单位很多,如国家管理和认证部门、移动通信网络运营商、移动通信网络和终端设备制造商、各地规划设计院、网络规划和优化公司、设计公司、移动通信设备维修公司、数据业务增值服务提供商等都急需大批技术人才,人才培养的紧迫性越来越严重。然而,一方面企业对于 3G 人才的需求迫切,另一方面当前人才培养的主力军恰恰也是企业,这带来了标准不统一、培训课程不系统、培训师资匮乏等一系列问题,不利于 3G 人才的全面成长和合理流动。

鉴于上述状况,信息产业部通信行业职业技能鉴定指导中心、邮电通信人才交流中心和北京邮电大学无线新技术研究所联手共同推出了信息产业部 3G 移动通信培训指定教材,并在此系列教材基础上开展了全国范围的 3G 移动通信职业技能培训和认证工作。信息产业部 3G 移动通信培训教材及认证标准的实施,将有效解决目前 3G 技术人才培训和认证的标准问题,大力推进 3G 技术人才的培养和提高,为 3G 在中国的开展提供必要的人才支持和储备。

信息产业部 3G 移动通信培训指定教材具有如下特点。

1. 系统性

本套教材完整地介绍了 TD-SCDMA、WCDMA、CDMA2000 三种不同的 3G 移动通信国际主流标准,覆盖了 3G 系统整体架构和相关知识点,包括基础原理、终端、无线接入网、核心网、业务、组网、优化与规划等方面,特别是对具有自主知识产权的 TD-SCDMA 作了较系统的阐述。

2. 权威性

信息产业部通信行业职业技能鉴定指导中心是负责通信行业职业技能鉴定的法定机构,熟悉通信行业人才培养的需求和规律;北京邮电大学无线新技术研究所是国内著名的移动通信技术研究单位,具有多年研究 3G 移动通信技术和系统的知识和经验。本套教材编写通俗易懂,层次结构清晰,理论和实际相结合,非常适合 3G 移动通信系统的培训和认证工作。

3. 理论和实际紧密结合

参与本套教材的编写人员都是参加过 3G 移动通信系统开发和研究的工程技术人员和高校老师,他们不仅具有丰富的理论知识,而且具有丰富的 3G 移动通信系统、设备与软件的

开发和研究经验，因此本套教材中融合了大量实际产品和实际系统的开发经验和研究成果，这无疑会满足对企业第一线的技术人员从速掌握该技术的要求。

我相信，信息产业部 3G 移动通信指定培训教材的出版和认证标准的实施，将很大程度上推进中国 3G 人才的培训和认证工作，为中国移动通信的快速发展提供更多更好的人才。

信息产业部通信科技委主任

宋直元

2006 年 12 月

编者的话

移动通信在经历了两代发展之后,第三代移动通信技术(3G)已经成熟,中国的3G在2008年一定会正式开始部署和商用。作为目前通信领域最热门的技术,3G的目标是为用户提供质量更佳的移动语音、宽带移动数据和移动多媒体业务,提供更大的系统容量和更高的频谱利用率,从而改变现在人们使用移动通信的方式和方法,进而改变人们的生活方式,引领大家进入一个崭新的移动信息、移动数据、移动多媒体时代。

因此,随着第三代移动通信技术的快速发展和相应设备的陆续部署及应用,目前需要普及第三代移动通信技术,同时也需要一本书来为通信技术人员快速更新知识提供帮助。

本书深入浅出地介绍了第三代移动通信的三大主流技术,WCDMA移动通信系统技术、TD-SCDMA移动通信系统技术和CDMA2000移动通信系统技术。本书编写的目的是为参加3G认证培训的人员提供一本适合的教材,因此在撰写过程中努力做到语言通俗易懂、内容概括完整、结构条理清晰、形式图文并茂。本书非常适合于具有通信网络专业技术背景并急需了解第三代移动通信技术的工程人员和研究人员使用。

本书共分4章。第1章主要回顾了移动通信发展的4个历史阶段,并对移动通信中的基本概念进行了介绍,包括频率复用、无线传播环境、信号传输处理技术和扩频技术等概念;第2章主要对WCDMA系统结构、标准演进过程、核心网技术、无线接口技术、UTRAN技术和无线网络规划等问题进行了阐述;第3章主要介绍了TD-SCDMA系统的相关基础知识,重点讲述了智能天线技术、联合检测技术等TD-SCDMA系统的关键技术,另外还介绍了TD-SCDMA无线网络规划等方面的内容;第4章主要介绍CDMA2000系统的结构和各接口协议,重点讲述了Rake多径分集接收、功率控制、多用户检测、软切换等CDMA2000移动通信系统的关键技术。

本书由刘宝玲、付长东、张轶凡共同编写。感谢张奇勋同学在本书撰写过程中所付出的辛勤劳动。由于作者水平有限,书中疏漏之处在所难免,欢迎读者提出宝贵意见和建议。

编者

2007年12月

目 录

第 1 章 移动通信概述	1
1.1 移动通信发展历史	1
1.2 蜂窝移动通信的基本概念	7
1.2.1 频率复用	7
1.2.2 小区分裂	8
1.2.3 越区切换	8
1.3 无线传播环境	9
1.3.1 电磁波的基本传播机制	9
1.3.2 移动无线信道	10
1.4 移动通信的信号传输处理技术	11
1.4.1 信源编码(语音编码)	12
1.4.2 信道编码(卷积编码、Turbo 编码)	12
1.4.3 交织技术	14
1.4.4 调制技术	15
1.5 扩频技术	16
1.5.1 扩频通信概述	16
1.5.2 扩频通信系统的种类	16
1.5.3 扩频通信系统的特点	17
1.5.4 物理信道的扩频与加扰过程	18
小结	19
思考题与练习题	19
第 2 章 WCDMA 系统	20
2.1 WCDMA 系统概述	20
2.1.1 WCDMA 网络结构	20
2.1.2 WCDMA 核心网标准和演进	21
2.1.3 WCDMA 业务简介	23
2.2 WCDMA 核心网技术	26
2.2.1 R99 核心网	26
2.2.2 R4 核心网	29
2.3 WCDMA 无线接口技术	33
2.3.1 WCDMA 基本原理	33
2.3.2 WCDMA 物理层原理与技术	35

2.3.3 物理层过程	44
2.4 UTRAN 技术	45
2.4.1 UTRAN 结构与功能	45
2.4.2 Iu, Iur, Iub 接口协议概述	49
2.4.3 Uu 接口	54
2.4.4 WCDMA 无线资源管理	62
2.4.5 基本信令流程	69
2.5 WCDMA 无线网络规划	75
2.5.1 WCDMA 无线网络规划概述	75
2.5.2 无线网络规划方案	76
2.5.3 WCDMA 与 GSM 规划比较	82
小结	84
思考题与练习题	84
第 3 章 TD-SCDMA 技术	85
3.1 TD-SCDMA 物理层规范	85
3.1.1 TD-SCDMA 技术概述	85
3.1.2 帧结构及映射	87
3.2 TD-SCDMA 关键技术	96
3.2.1 智能天线	96
3.2.2 联合检测	100
3.2.3 上行同步	102
3.2.4 小区搜索	103
3.2.5 随机接入	104
3.2.6 功率控制	105
3.3 TD-SCDMA 无线网络规划内容与特点	106
3.3.1 网络规划	106
3.3.2 无线资源管理	107
小结	110
思考题与练习题	110
第 4 章 CDMA2000 系统	111
4.1 CDMA2000 系统结构	112
4.1.1 概述	112
4.1.2 基站子系统 (BSS)	113
4.1.3 网络子系统 (NSS)	114
4.1.4 操作子系统 (OSS)	115
4.1.5 主要接口	115
4.2 区域定义与编号计划	116

4.2.1	区域定义	116
4.2.2	移动用户号码簿号码 (MDN)	117
4.2.3	国际移动用户识别码 (IMSI) 与移动台识别码 (MIN)	117
4.2.4	临时本地用户号码 (TLDN)	118
4.2.5	电子序列号 (ESN)	118
4.2.6	系统识别码 (SID) 和网络识别码 (NID)	118
4.2.7	登记区识别码 (REG_ZONE)	118
4.2.8	基站识别码 (BSID)	119
4.2.9	与 GT 有关的号码	119
4.2.10	MSCID 和扩展 MSCID	119
4.2.11	UIM ID	119
4.2.12	GCI	120
4.3	IS-2000 系统无线接口	120
4.3.1	信道命名和映射	121
4.3.2	前/反向链路物理层特征	122
4.3.3	无线配置	123
4.3.4	前向信道	124
4.3.5	反向信道	127
4.4	CDMA2000 移动通信系统的关键技术	129
4.4.1	初始同步与 Rake 多径分集接收技术	129
4.4.2	高效的信道编译码技术	129
4.4.3	功率控制技术	130
4.4.4	智能天线技术	130
4.4.5	多用户检测技术	131
4.4.6	CDMA2000 软切换	131
4.5	IS-2000 呼叫流程	133
4.5.1	移动台初始化状态	134
4.5.2	移动台空闲状态	135
	小结	140
	思考题与练习题	141
	参考文献	142

第1章 移动通信概述

本章内容

- 移动通信发展历史
- 蜂窝移动通信的基本概念
- 无线传播环境
- 移动通信的信号传输处理技术
- 扩频技术

本章重点

- 蜂窝移动通信的基本概念
- 无线传播环境
- 移动通信的信号传输处理技术
- 扩频技术

学习本章目的和要求

- 了解移动通信发展历史
- 熟悉蜂窝移动通信的基本概念
- 了解无线传播环境
- 了解移动通信的信号传输处理技术和扩频技术

移动通信系统是指信息交换双方至少有一方处于可移动状态的通信系统。它可充分满足用户随时随地交流信息的需要。在业务需求和技术进步的共同作用下,世界范围内移动通信的发展走过了几十年的历程。蜂窝电话系统的出现促成了移动通信的大规模应用,而系统中每个蜂窝小区内部的无线传播环境以及为适应该环境而设计的各种信号处理技术是支撑整个系统正常运转的基石。本章将对以上几方面进行简述。

1.1 移动通信发展历史

移动通信的历史可以追溯到20世纪初。随着1895年无线电发明,应用于船舶通信的莫尔斯电报可以说是最原始的移动通信。迄今为止,移动通信大致经历了四个发展阶段。

1. 公用汽车电话

20世纪80年代以前移动通信是指公用汽车电话系统。

车载无线电于1921年在美国底特律和密执安警察厅开始使用,工作于2MHz频段。1940

年,美国又为之分配了 30MHz~40MHz 之间的频段,并由调幅方式改为调频方式,增加了信道。由于专用移动用户的增加,美国联邦通信委员会(FCC)又分配了 300MHz~500MHz 带宽,供陆上使用。

1946 年美国圣路易斯城建立了世界上第一个公用汽车电话系统。之后一段时间里的系统大都采用二级网络结构,使用 150MHz 和 450MHz 频段(东欧一些国家为 330MHz 频段),信道间隔为 50kHz~100kHz。该系统采用大区制,可用的频道很少;设备使用电子管,较笨重,有些系统还是人工转接。由于使用不方便、不保密、无线频谱的利用率很低,所以系统发展缓慢。

20 世纪 60 年代中期出现了自动交换式的三级结构网络系统,如美国的改进型移动电话系统(TMTS),德国 B 系统等。由于频率合成器的出现,系统信道间隔缩小到 20kHz~30kHz,原有频段内频道数目增加,并采用频道自动选取控制技术,支持多用户接入,使频谱利用率有较大的提高,也增加了一些保密性。但受大区制影响,系统仍无法容纳日益增多的用户。

2. 第一代模拟蜂窝移动通信

20 世纪 80 年代初,随着蜂窝电话系统的引进,移动通信技术向前迈进了一大步,进入了模拟蜂窝移动通信的阶段,这一阶段的移动通信系统被称为第一代蜂窝移动通信系统。

1978 年,贝尔实验室成功开发了美国第一个蜂窝电话系统,称为高级移动电话业务(Advance Mobile Phone Service, AMPS)系统,实现了真正意义上的可随时随地通信的大容量蜂窝移动通信系统。AMPS 于 1983 年年末,由 Ameritech 在芝加哥的市区及郊区第一次投入使用,覆盖面积约 2 100 平方英里。该系统采用 7 小区复用模式,并可在需要时以扇区化和小区分裂来提高容量。AMPS 采用全球一致的空中接口标准,在世界各地,特别在美国、南美、澳大利亚有所发展。另外,第一代移动通信系统的代表还包括欧洲的 TACS、英国的 ETACS、欧洲的 NMT-450 和 NMT-900、日本的 JTACS/NTACS。

中国自 1987 年开始,曾先后引进了 TACS 制式模拟移动电话系统和 AMPS 系统。

第一代模拟蜂窝系统的用户采用频分多址(FDMA)接入方式,当呼叫建立后,该用户在呼叫结束以前一直占用一个频段。由于该系统采用频率调制方式,因此保密性较差,而且频谱效率较低,有限频谱资源和无限用户容量间的矛盾十分突出。第一代模拟蜂窝系统提供的业务种类单一,主要是语音业务。

所谓的频分多址技术,是发送端对所发信号的频率参量进行正交分割,形成许多互不重叠的频带。在接收端利用频率的正交性,通过频率选择(滤波),从混合信号中选出相应的信号。

在移动通信系统中,频分多址通常是把可用总频段划分成若干个等间隔且互不重叠的频段,分配给不同的用户使用,传输一路语音信息,相邻频段之间无明显的干扰。

频分多址移动通信系统的优点是技术比较成熟,设备简单,容易实现;缺点是抗干扰性差,保密性差。

3. 第二代数字蜂窝移动通信

20 世纪 90 年代开始,相继出现了属于第二代数字蜂窝移动通信的 DAMPS, GSM, CDMA 系统,它们提供更优质的语音业务、更高的频谱利用率以及比第一代系统更先进的漫游机制,并新增了数据业务。

(1) GSM

1992年,为了解决欧洲第一代蜂窝移动通信系统四分五裂的状态,第一个数字蜂窝移动通信系统——GSM(Global System for Mobile Communication)网络在欧洲铺设。GSM是世界上第一个对数字调制、网络层结构和业务作了规定的蜂窝移动通信系统。它通过使用ISDN得到大范围的网路业务。由于其优越的性能,GSM在全球范围内以惊人的速度扩张,目前已是全球最大的蜂窝移动通信系统。

1993年,中国的第一个全数字移动电话GSM系统建成开通。目前,中国移动和中国联通都经营GSM网络。

GSM系统采用微蜂窝小区结构,与第一代模拟移动通信系统相比,大大提高了频谱利用率和系统容量。系统中大量使用数字化技术,如语音信号数字化、数字调制方式——GMSK等。在多址方式方面,GSM系统采用频分多址(FDMA)和时分多址(TDMA)相结合的方式,进一步提高了系统容量。另外,各种数字技术的使用,使得GSM系统能够实现通信的安全和保密。

所谓时分多址技术,是指发送端对所发信号的时间参量进行正交分割,形成许多互不重叠的时隙,在接收端利用时间的正交性,通过时间选择(选通门)从混合信号中选出相应的信号。

在移动通信系统中,时分多址把时间分割成周期性帧,每一帧再分割成若干个时隙(无论帧或时隙都是互相不重叠的),根据一定的时隙分配原则,使移动台在每帧中的指定时隙向基站发送信号,基站可以在各时隙中接收不同移动台的信号而不混扰。同时,基站发向多个移动台的信号也在预定时隙发射,各移动台在指定的时隙中接收、提取发给它的信号。

时分多址移动通信系统优点是抗干扰能力强,频率利用率高等;缺点是同步要求高,技术比较复杂。

(2) IS-95 CDMA

第二代数字蜂窝移动通信系统中另一个备受关注的制式是美国的高通公司(Qualcomm)于1995年提出的IS-95 CDMA。它是一种采用码分多址(CDMA)方式的数字蜂窝移动通信系统,并与AMPS频带兼容。该系统完全取消了对频率规划的要求。目前IS-95 CDMA已分别在中国香港特别行政区、韩国、北美等国家和地区投入使用,用户反映良好。

IS-95 CDMA系统中用户的接入方式采用码分多址(CDMA),它在抗干扰性能及频谱资源利用率方面较TDMA和FDMA有明显优势。系统容量干扰受限,具有软容量的特性。另外,系统还采用软切换机制,使服务质量大大提高。IS-95 CDMA系统运用话音激活、分集接收等先进技术,具有抗多径衰落的能力。

所谓的码分多址技术,是发送端用相互(准)正交的地址码调制其所发信号,形成许多互不相同的逻辑码道。在接收端利用码型的(准)正交性,通过地址识别(相关检测)从混合信号中选出相应的信号。

码分多址系统的用户使用同一载波,占用相同的带宽,可以同时发送或接收信号。由于各用户信号通过不同的编码序列来区分,共同使用整个频带,发射时间也可任意,即用户信号在时间上、频率上都可互相重叠。因此,采用传统的滤波器或选通门无法分离信号,只有利用匹配接收机通过相关检测才可能正确接收。接收机用相关器从多个CDMA信号中选

出其中使用预定码型的信号，其他信号因为与接收机的本地码型不同而不能被解调。

码分多址系统的容量远大于时分多址和频分多址系统，因而，有关 CDMA 多址方式的应用研究从 20 世纪 90 年代以来一直非常活跃。

4. 第三代蜂窝移动通信系统及其标准化

随着移动通信技术的发展，各种制式并存的局面引发了一系列的问题。为了统一全球移动通信标准及其所用频段以实现第三代移动通信（3G）全球漫游，为了提高移动通信的频谱利用率及数据业务传输速率以满足多媒体业务的需求，早在 1984 年，国际电联就开始在全世界范围内研究 3G 技术。ITU-R 提出了对第三代移动通信的基本要求如表 1-1 所示。

表 1-1

ITU-R 对第三代移动通信的基本要求

应用情景 \ 双工方式	FDD 系统	TDD 系统
地面高速移动	终端 500km/h 的移动速度下 提供 144kbit/s 的数据传输速率	终端 120km/h 的移动速度下 提供 144kbit/s 的数据速率
地面中、低速移动	终端中、低速的移动速度下 提供 384kbit/s 的数据传输速率	终端中、低速的移动速度下 提供 384kbit/s 的数据速率
地面步行、室内固定用户	终端步行的移动速度或固定不移动 提供 2Mbit/s 的数据传送速率	终端步行的移动速度或固定不移动 提供 2Mbit/s 的数据传送速率

世界各国对于 3G 技术的研究如火如荼，到 1998 年 6 月 30 日，即第三代移动通信无线传输技术（RTT）标准征集截止日，ITU-R 共收到 16 种 3G RTT 标准提案，其中 6 种关于卫星移动，其余 10 种关于地面移动。根据表 1-1 中对 3G 标准的要求，ITU-R 对 10 个地面移动的 3G 标准提案进行了长达近两年的评估、仿真、融合及关键参数确定的工作，最终于 2000 年 5 月 5 日，在土耳其举行的 ITU-R 全会上，通过了包括中国提案在内的 5 个无线传输技术规范。

其中，基于 CDMA 技术的有：

- (1) IMT-2000 CDMA DS，对应 WCDMA；
- (2) IMT-2000 CDMA MC，对应 CDMA2000；
- (3) IMT-2000 CDMA TDD，对应 TD-SCDMA。

基于 TDMA 技术的有：

- (1) IMT-2000 TDMA SC，对应 UWC136；
- (2) IMT-2000 TDMA MC，对应 DECT。

对于上述 5 个无线传输技术规范名称，ITU 又进一步简化为 IMT-DS，IMT-MC，IMT-TD，IMT-SC 和 IMT-FT，如图 1-1 所示。其中，WCDMA，CDMA2000，TD-SCDMA 是目前的主流技术，而针对其余各项的研究较少。

除 ITU-R 外，世界各国也自发成立了一些标准化组织，其中最具有影响力的是 3GPP（Third Generation Partnership Project）和 3GPP2。

3GPP 成立于 1998 年 12 月，由欧洲的 ETSI、日本的 ARIB、日本的 TTC、韩国的 TTA 和美国的 T1 五个标准化组织发起，目前已发展成为有 200 多家无线厂商和运营商参加的联盟。中国无线通信标准研究组（CCSA）于 1999 年 6 月在韩国正式签字加入了 3GPP。3GPP 主要是制订以 GSM 核心网为基础，全球陆地无线接入（UTRA）为无线接口的第三代技术规

范。3GPP 的技术规范组分为 T（终端组），RAN（无线接入网组），CN（核心网组）和 SA（业务和系统组）四个组。

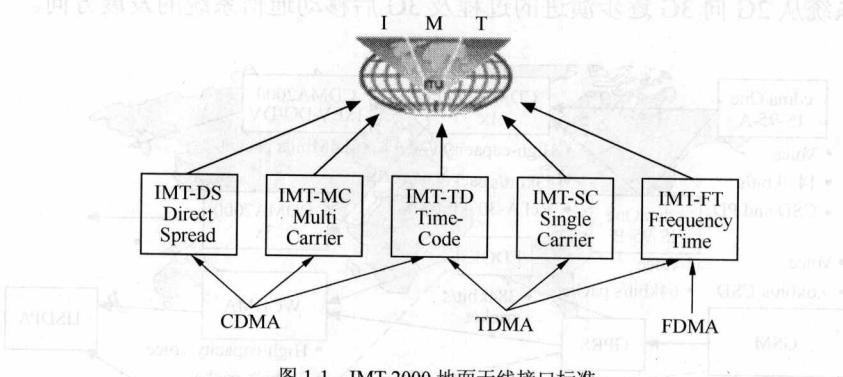


图 1-1 IMT-2000 地面无线接口标准

3GPP2 成立于 1999 年 1 月，由美国 TIA、日本的 ARIB、日本的 TTC、韩国的 TTA 四个标准化组织发起。中国无线通信标准研究组（CCSA）于 1999 年 6 月在韩国正式签字加入了 3GPP2。3GPP2 主要是制订以 ANSI-41 核心网为基础，CDMA2000 为无线接口的第三代技术规范。它的技术规范组分为 TSG-X（系统间操作组），TSG-A（接入网组），TSG-C（CDMA2000 组）和 TSG-S（业务和系统组）四个组。

目前，经国际电信联盟（ITU）认可的 3G 无线传输技术标准共有三种，分别是 WCDMA，CDMA2000 和 TD-SCDMA。

表 1-2 所示为对这三种主流 3G 标准的比较。

表 1-2 三种主流 3G 标准的比较

	CDMA2000	WCDMA	TD-SCDMA
载频带宽	频率对, 1.25/3.75MHz	频率对, 5MHz	单频段, 1.6MHz
多址方式	DS-CDMA/MC-CDMA	DS-CDMA	TDMA/DS-CDMA
频率重用率	1	1	1
码片速率	1.2288/3.6864Mchip/s	3.84Mchip/s	1.28Mchip/s
信道编码	卷积码, Turbo 码	卷积码, Turbo 码	卷积码, Turbo 码
扩频码	Walsh 码, 伪随机码	OVSF	OVSF
物理层扩频因子	4-256	4-256	1, 2, 4, 8, 16
调制方式	下行: QPSK, 上行: BPSK	下行: QPSK, 上行: HPSK	QPSK, 8-PSK (可选)
帧长	20ms	10ms	10ms (分为两个子帧)
每帧时隙数	不分时隙	15	7 (6 个业务时隙)
最大数据速率 (理论值)	2.4Mbit/s (1x EV-DO)	2Mbit/s	2Mbit/s
功率控制	开环功控, 快速闭环功控 (800Hz)	开环功控, 快速闭环功控 (1600Hz)	开环功控, 快速闭环功控 (200Hz)
接收机	Rake	Rake	联合检测 (移动台: Rake)
基站间同步	GPS 同步	异步	同步

无论用户还是业务提供商，都希望移动通信系统能实现平滑升级，以降低系统升级的成本，即要求所谓的兼容性。兼容性有两个方面的含义：下一代移动终端可以直接在上一代网

络中漫游，无须更换终端；上一代移动终端可以直接漫游到下一代网络中，也无须更换终端。3G 技术的研究是在考虑系统兼容性的基础上展开的。图 1-2 所示为 3G 标准的演进图，反映了移动通信系统从 2G 向 3G 逐步演进的过程及 3G 后移动通信系统的发展方向。

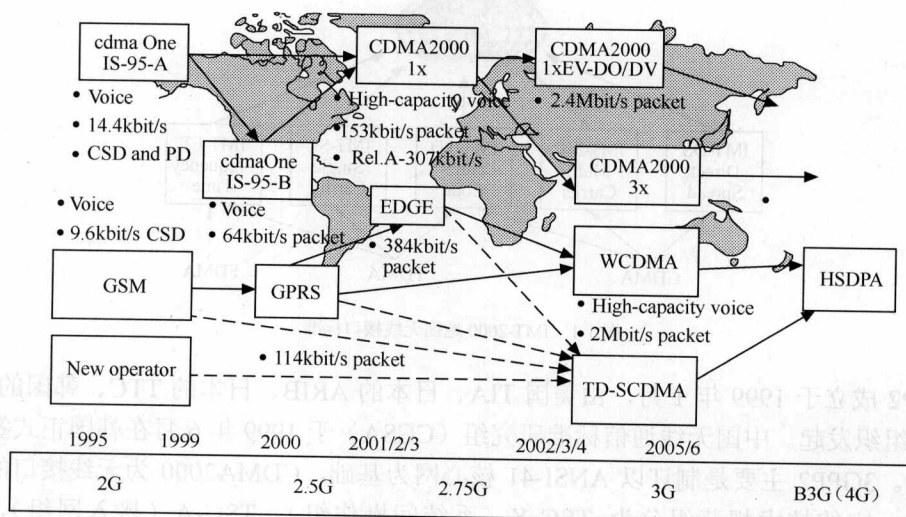


图 1-2 3G 标准演进图

如图 1-2 所示，目前对于 3G 的每个标准都有一套方案将 2G 网络升级到 3G，并且尽力满足前、后向兼容，演进路线如下：

(1) 向 CDMA2000 可能的演进路线是 IS-95 (或 CDMA One) → CDMA2000 1x (CDMA 2000 单载波系统) → CDMA2000 3x (CDMA2000 三载波系统)；

(2) 向 WCDMA 可能的演进路线是 GSM → GPRS (→ EDGE) → WCDMA，并且为了进一步强化系统，实现更高的数据速率，在 WCDMA R5 规范中推出 HSDPA 作为未来的演进方向；

(3) 向 TD-SCDMA 的演进路线尚不明朗，可能基于 GSM 网、MAP 网实现平滑过渡，同时也兼容 ANSI-41 向 3G 过渡。

目前，第三代移动通信系统已在国内接近商用，与此同时，第四代移动通信标准也在讨论、制定中。为了使 3G 系统能够平滑过渡到 4G，并保证其在未来拥有更强的竞争力，3GPP 提出了 LTE (Long Term Evolution) 即长期演进计划。LTE 的目标是，为 3GPP 无线接入技术向高数据速率、低延迟、最优化分组的无线接入技术的演进构建一个框架，具体包括降低延迟，提高用户数据速率，增大系统容量和覆盖，减少运营商成本等。相关的研究工作正在进行中。

另外，三种基本的多址方式（频分多址方式、时分多址方式和码分多址方式）随着移动通信系统的发展，逐渐融合，演进。从第一代模拟蜂窝移动通信系统单纯的采用频分多址 (FDMA) 到第二代、第三代移动通信系统采用的多种多址方式的结合，系统频谱利用率大大提高。3G 之后的移动通信系统中引入的正交频分多址 (OFDMA) 技术，以其频谱利用率高、抗频率选择性衰落能力强、适合高速数据传输等优点成为研究热点。OFDMA 是一种特殊的频分多址方案，与 FDMA 基本原理相同。

1.2 蜂窝移动通信的基本概念

早期的移动通信系统中,大功率发射机位于系统覆盖区域中心,采用高架天线把信号发送到整个覆盖地区(半径可达几十公里)。这种系统同时能够提供给用户使用的信道极为有限,远远满足不了移动通信业务迅速增长的需要。蜂窝电话系统的引入,使移动通信系统可实现大范围接入,与以前的系统相比具有更大容量、更好话音质量,解决了公用移动通信系统容量和频谱资源间的矛盾。

蜂窝移动通信网络以小功率发射机来覆盖较小区域,这样的小区域称为蜂窝的小区(Cell),如图 1-3 所示,以许多小区拼合覆盖整个服务区。

随着移动通信的迅猛发展,未来无线通信将开发利用新的更高频段(如 5GHz 左右),在该频段下由于信号损耗的增加,蜂窝小区的面积会减小,因而会出现频繁切换的问题。人们提出了一些改进措施,例如分布式天线,以若干个工作在同一频段的天线覆盖整个建筑物,解决在建筑物内进行通信的问题,可认为是一个单小区系统,用户仅在一个小区内移动,很少涉及小区间切换的问题。随后,为了满足小区规模的进一步减小以及对多天线信号处理技术(如空时码、联合发送等)深入研究的需要,人们又提出了群小区构架和群小区切换(群切换)策略。群小区(group cell)即在地理位置上相邻的多个小区,这些小区采用同一套资源(比如频率、码道、时隙等)同时对同一用户进行通信,采用不同的资源与其他用户通信。

随蜂窝移动通信出现的相关技术如频率复用、小区分裂、越区切换等,成为人们研究蜂窝移动通信系统的热点问题。

1.2.1 频率复用

通常,相邻小区不允许使用相同的频段,否则会发生相互干扰(称为同道干扰),但由于各小区在通信时所使用的功率较小,因而任意两个小区之间空间距离大于某一数值时,即使使用相同的频段,也不会产生显著的同道干扰(保证信干比高于某一门限)。为此,把若干相邻的小区按一定的数目划分称区群(Cluster),并把可供使用的无线频段相应分成若干个频率组,区群内各小区使用不同的频率组,而任一小区所使用的频率组,在其他区群相应的小区中可以再用,这就是频率复用。频率复用是蜂窝移动通信网络解决用户增多而频谱有限的重大突破。以 1970 年纽约市开通的大区制贝尔移动通信系统为例,该系统提供 12 对信道,若采用频率复用,将整个纽约市划分为 100 个小区,则整个城市将有 1 200 对信道可供同时通话。

图 1-4 所示说明了蜂窝频率复用的思想,在该图中互相不同字母的小区构成一个区群,区群内采用不同频率组,标有相同字母的小区使用相同的频率组。频率复用设计是基于地图

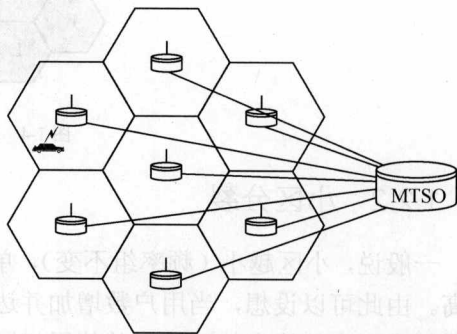


图 1-3 蜂窝移动通信网络系统图例