

全国高职高专教育规划教材

3G技术原理 与工程应用

罗文茂 顾艳华 张 勇 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

全国高职高专教育规划教材

3G 技术原理与工程应用

3G Jishu Yuanli yu Gongcheng Yingyong

罗文茂 顾艳华 张 勇 主编
杜庆波 主审



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书立足于 TD-SCDMA 系统, 主要介绍 3G 技术基本原理及相关工程技术知识。全书共包括 7 章: 第 1 章主要介绍 3G 技术的基本概念、发展历程及未来移动通信发展的趋势; 第 2 章主要介绍电磁波的概念、无线电波传播模型、天线基本知识及移动通信组网的基本原理; 第 3 章主要介绍 TD-SCDMA 系统的发展背景、网络结构模型、物理层、无线资源管理及关键技术; 第 4 章主要介绍移动通信工程相关基础知识, 主要包括接地工程、电源工程、天馈系统的安装、室内分布工程等; 第 5 章主要介绍相关的工程勘察与设计, 主要包括基站的选址勘察、天线布防勘察、基站机房勘察及通信工程制图等; 第 6 章主要介绍 TD-SCDMA 无线设备原理, 主要包括 RNC 基本原理、中兴 B328 基本原理及中兴 R04 基本原理等; 第 7 章主要介绍基站设备安装调试, 主要包括中兴 B328、中兴 R04 设备的安装与调试。

本书可作为高职高专院校通信类专业教材, 也可作为培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

3G 技术原理与工程应用/罗文茂, 顾艳华, 张勇主编. —北京: 高等教育出版社, 2012. 1

ISBN 978-7-04-033772-3

I. ①3… II. ①罗… ②顾… ③张… III. ①码分多址移动通信-通信技术-高等职业教育-教材 IV. ①TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 228867 号

策划编辑 牛旭东
插图绘制 尹 莉

责任编辑 孙 薇
责任校对 陈旭颖

封面设计 杨立新
责任印制 胡晓旭

版式设计 马敬茹

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京四季青印刷厂
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 17.5
字 数 420 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2012 年 1 月第 1 版
印 次 2012 年 1 月第 1 次印刷
定 价 27.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 33772-00

前言

3G 是英文 3rd Generation 的缩写,指第三代移动通信技术。国际电信联盟(ITU)在 2000 年 5 月确定 WCDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA 三大主流无线接口标准,写入 3G 技术指导性文件《2000 年国际移动通信计划》(简称 IMT-2000)。

TD-SCDMA 是中国电信百年来第一个完整的通信技术标准,是集 CDMA、TDMA、FDMA 技术优势于一体、系统容量大、频谱利用率高、抗干扰能力强的移动通信技术。它采用了智能天线、联合检测、接力切换、同步 CDMA、软件无线电、低码片速率、多时隙、可变扩频系统、自适应功率调整等先进技术,成为我国重点扶持的 3G 通信技术。

TD-SCDMA 所呈现的先进的移动无线系统是针对所有无线环境下对称和非对称的 3G 业务所设计的,它运行在不成对的射频频谱上。TD-SCDMA 传输方向的时域自适应资源分配可取得独立于对称业务负载关系的频谱分配的最佳利用率。因此,TD-SCDMA 通过最佳自适应资源的分配和最佳频谱效率,可支持速率 8 kbit/s ~ 2 Mbit/s 的语音、互联网等所有的 3G 业务。

自 2001 年 3 月 3GPP R4 发布后,TD-SCDMA 标准规范的实质性工作主要在 3GPP 体系下完成。在 R4 标准发布之后的两年多时间里,国内与国外的业界运营商、设备制造商一起经过反复讨论,对 TD-SCDMA 标准规范的物理层处理、高层协议栈消息、网络和接口信令消息、射频指标和参数、一致性测试等部分的内容进行了一次次的修订和完善,使得到目前为止的 TD-SCDMA R4 规范达到了相当稳定和成熟的程度。在 2006 年 1 月 20 日,TD-SCDMA 已经被宣布为中国的国家通信行业标准。

在 3GPP 的体系框架下,和 WCDMA 由于双工方式的差别,TD-SCDMA 的所有技术特点和优势得以在空中接口的物理层体现。在核心网方面,TD-SCDMA 与 WCDMA 采用完全类似的标准规范,包括核心网与无线接入网之间采用相同的 Iu 接口;在空中接口高层协议栈上,TD-SCDMA 与 WCDMA 二者也完全类似。这些共同之处保证了两个系统之间的无缝漫游、切换、业务支持的一致性、QoS 的保证等,也保证了 TD-SCDMA 和 WCDMA 在标准技术的后续发展上保持相当的一致性。

2009 年是中国的 3G 元年,新建基站,更换设备,研发终端……3G 不仅仅是一个技术标准,更是上下游连接紧密的产业链条。“牵一发而动全身”,3G 适时推出,带活了整个产业链条。2009 年 3G 建设总投资达到 1 600 亿元,建设基站数量达到 32.5 万个。

根据中国移动、中国联通和中国电信发布的用户统计数据显示,截至 2011 年 5 月底,经过 2 年多的发展,我国 3G 用户已达 6 757.4 万户。分析师表示按照通信业的发展规律,3G 业务新增用户总量超过 5 000 万之后将进入发展的快车道。

为了迎接 3G 产业的发展浪潮,广大移动工程技术人员要就必须了解、掌握 3G 技术的基本原理和相关的工程技术知识。本书立足于 TD-SCDMA 系统,介绍了 3G 技术基本原理及工程应

用的相关知识。

本书由南京信息职业技术学院通信学院与中兴通讯学院合作编写,南京信息职业技术学院罗文茂负责全书的总体规划 and 第1、4章的编写,顾艳华编写了第2、3、5章,中兴通讯学院张勇编写了第6、7章。在本书的编写过程中,南京信息职业技术学院杜庆波教授审阅了全稿,南京邮电大学王世顺教授提出了许多宝贵意见,此外,还得到了中兴通讯学院在资料上的热情支持。由于本书作者的水平有限,谬误之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2011年5月于南京

目 录

第1章 绪论	1	3.3 TD-SCDMA 系统物理层	83
1.1 3G 技术概述	1	3.3.1 概述	83
1.1.1 3G 是什么	1	3.3.2 传输信道及物理信道	85
1.1.2 3G 的标准化组织	2	3.3.3 信道编码和复用	93
1.1.3 3G 体制的产生历程	2	3.3.4 数据扩频、加扰和调制	102
1.1.4 3G 协议的演进	4	3.3.5 物理层过程	108
1.2 3G 的技术体制种类及比较	11	3.4 TD-SCDMA 无线资源	
1.3 3G 技术演进	13	管理	112
1.3.1 未来移动通信的市场定位	13	3.4.1 概述	112
1.3.2 移动通信发展趋势解析	14	3.4.2 功率控制	113
第2章 移动通信基础	20	3.4.3 接入控制	117
2.1 电磁传播与天线	20	3.4.4 负载控制	119
2.1.1 什么是电磁波	20	3.4.5 调度控制	122
2.1.2 无线电波传播类型及其		3.5 TD-SCDMA 系统关键	
特点	23	技术	127
2.1.3 移动通信无线传播机制	28	3.5.1 智能天线	127
2.1.4 天线辐射的基本原理	38	3.5.2 联合检测	128
2.1.5 天线的分类	39	3.5.3 同步技术	130
2.1.6 天线的参数	45	3.5.4 动态信道分配	131
2.2 移动通信组网原理	51	3.5.5 接力切换	132
2.2.1 蜂窝拓扑结构	51	3.5.6 功率控制	133
2.2.2 容量扩展技术	55	3.5.7 自适应调制编码	134
2.2.3 移动性管理	58	第4章 移动通信工程	136
2.2.4 无线资源和功率管理	60	4.1 概述	136
第3章 TD-SCDMA 系统	66	4.1.1 通信工程施工	136
3.1 概述	66	4.1.2 通信工程的基本分类	137
3.2 TD-SCDMA 系统网络结构	68	4.1.3 通信工程的基本特点	137
3.2.1 TD-SCDMA 网络结构		4.1.4 通信施工的规范化要求	138
模型	68	4.1.5 通信工程相关岗位介绍	139
3.2.2 UTRAN 的基本结构	72	4.2 接地工程	140
3.2.3 UMTS 核心网络结构	81	4.2.1 通信设备的接地分类	140

4.2.2 通信设备防雷接地的基本原则	143	5.2.2 勘察步骤	204
4.2.3 接地系统设计	143	5.2.3 勘察实例	205
4.2.4 接地系统工程	144	5.3 基站机房勘察	207
4.2.5 接地电阻测量	145	5.3.1 基站机房标准	207
4.3 电源工程	147	5.3.2 勘察步骤	210
4.3.1 通信电源技术基础	147	5.4 工程制图	211
4.3.2 电源安全防护	152	5.4.1 通信工程制图要求	211
4.3.3 电源设备维护	152	5.4.2 3G 机房制图实例	214
4.3.4 电池容量计算	152	第6章 TD-SCDMA 无线设备原理	220
4.3.5 系统配置计算	153	6.1 TD-SCDMA 系统典型组网结构	220
4.3.6 供电配线及敷设	154	6.2 TD RNC 原理	221
4.4 天馈系统安装	155	6.2.1 RNC 的功能及特点	222
4.4.1 线缆连接	155	6.2.2 RNC 的硬件结构	225
4.4.2 天线安装	157	6.2.3 RNC 信号流程	233
4.4.3 馈线敷设	157	6.3 TD Node B B328 原理	237
4.4.4 天馈系统接地	160	6.3.1 B328 的功能及特点	237
4.4.5 驻波比测试	164	6.3.2 B328 的硬件结构	238
4.5 室内分布工程	164	6.3.3 B328 的组网	244
4.5.1 概述	164	6.4 TD Node B R04 原理	246
4.5.2 直放站设备工作原理	166	第7章 基站设备安装调试	249
4.5.3 直放站的室内覆盖应用	173	7.1 中兴 B328 设备安装调试	249
4.5.4 3G 室内分布系统	190	7.1.1 硬件配置	249
第5章 基站工程勘察与设计	198	7.1.2 设备安装	252
5.1 基站选址勘察	199	7.2 中兴 R04 设备安装调试	259
5.1.1 勘察原则	199	7.2.1 硬件原理	259
5.1.2 勘察步骤	200	7.2.2 设备安装	264
5.1.3 勘察实例	201	参考文献	270
5.2 天线布放勘察	202		
5.2.1 天线布放原则	202		

第 1 章

绪 论

1.1 3G 技术概述

1.1.1 3G 是什么

3G(the Third Generation)是业界对第三代移动通信系统的简称。第三代移动通信系统最早由国际电信联盟 (ITU) 于 1985 年提出,当时称为未来公共陆地移动通信系统 (FPLMTS, Future Public Land Mobile Telecommunication System),1996 年更名为 IMT - 2000 (International Mobile Telecommunication - 2000, 国际移动通信 - 2000)。在欧洲,基于 GSM 演进的第三代移动通信系统被称为通用移动通信系统 (UMTS, Universal Mobile Telecommunication System)。第三代移动通信系统是一种能提供多种类型、高质量的多媒体业务,能实现全球无缝覆盖,具有全球漫游能力,与固定网络相兼容,并以小型便携式终端在任何时候、任何地点进行任何种类的通信系统。

IMT - 2000 是第三代移动通信系统的统称,IMT - 2000 系统使用 2 000 MHz 附近的统一频段,在 2000 年实现商用,数据传输速率最高可达 2 000 kbit/s。第三代移动通信系统的主要特点有:

- ① 全球漫游,用户能够以低成本的多模终端在整个系统和全球实现无缝漫游。
- ② 在不同速率、不同运动状态下获得有质量保证的服务,在静止状态下系统的数据传输速率可达 2 Mbit/s,高速运动状态下的数据传输速率可达 144 kbit/s。
- ③ 提供多种业务,如高质量语音、可变速率的数据、高分辨率的图像和多媒体业务等。
- ④ 具有较高的频谱利用率和较大的系统容量。为此,系统需要拥有强大的多用户管理能力、高保密性能和服务质量。
- ⑤ 能后向兼容第二代移动通信系统,实现第二代移动通信到第三代移动通信的平滑过渡。

目前国际上最具代表性的第三代移动通信技术标准有三种,它们分别是 WCDMA、CDMA2000 和 TD - SCDMA。其中 WCDMA 和 TD - SCDMA 标准由 3GPP (3th Generation Partner Project, 第三代伙伴关系计划) 标准化组织负责制定,CDMA2000 由 3GPP2 标准化组织负责制定。WCDMA 和 CDMA2000 采用频分双工 (FDD) 模式,而 TD - SCDMA 采用时分双工 (TDD) 模式。

1.1.2 3G 的标准化组织

3G 的标准化工作实际上是由 3GPP 和 3GPP2 两个标准化组织来推动和实施的。

3GPP 成立于 1998 年 12 月,由欧洲的 ETSI、日本的 ARIB、韩国的 TTA、美国的 T1 和中国的 CCSA 组成。采用欧洲和日本的 WCDMA 技术,构筑新的无线接入网络,核心交换侧则在现有的 GSM 移动交换网络基础上平滑演进,提供更加多样化的业务。UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)为无线接口的标准。

1999 年 1 月,3GPP2 也正式成立,由美国的 TTA、日本的 ARIB、韩国的 TTA 和中国的 CCSA 组成。无线接入技术采用 CDMA2000 和 UWC-136 为标准,CDMA2000 这一技术在很大程度上采用了高通公司的专利,其核心网采用 ANSI/IS-41。

我国的无线通信标准研究组(CWTS)是这两个标准化组织的正式组织成员,华为公司、大唐集团等也都是 3GPP 的独立成员。

图 1-1 所示为 3G 标准化组织构架,图中:IMT-DS(直扩),IMT-TC(时码),IMT-MC(多载波),IMT-SC(单载波)。

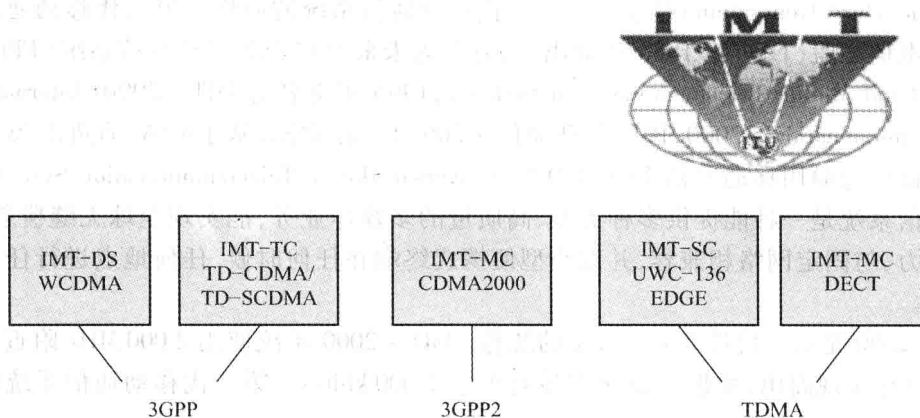


图 1-1 3G 标准化组织构架

1.1.3 3G 体制的产生历程

ITU 对 3G 的研究工作主要由 3GPP 和 3GPP2 这两个组织来承担,最初目标是建立 ITM-2000 系统家族,求同存异,实现不同 3G 系统上的全球漫游。但是,由于各种利益纠纷,实际上没有实现不同系统互通的理想。

1. 家族的概念(Family Concept)

(1) 网络部分

在 1997 年 3 月 ITU-T SG11 的一次中间会议上,通过了欧洲提出的“ITM-2000 家族概念”。此概念是基于现有的网络已经有至少两种主要标准,即 GSM MAP 和 IS-41。

(2) 无线接口

在 1997 年 9 月 ITU-R TG8/1 会议上,开始讨论无线接口的家族概念。在 1998 年 1 月

TG8/1 特别会议上,提出并开始采用“套”的概念,不再使用“家族概念”。其含义是无线接口标准可能多于一个,但并没有承认可以多于一个,而是希望最终能统一成一个标准。

2. 造成技术不同的原因

(1) 与第二代关系

网络部分一定要有与第二代的兼容性,即第三代的网络是基于第二代的网络逐步发展演进。第二代网络有两大核心网:GSM MAP 和 IS-41。

无线接口:美国的 IS-95 CDMA 和 IS-136 TDMA 运营者强调后向兼容(演进性);欧洲的 GSM、日本 PDC 运营者无线接口不后向兼容(革命型)。

移动核心网与无线接口技术的对应关系如图 1-2 所示。

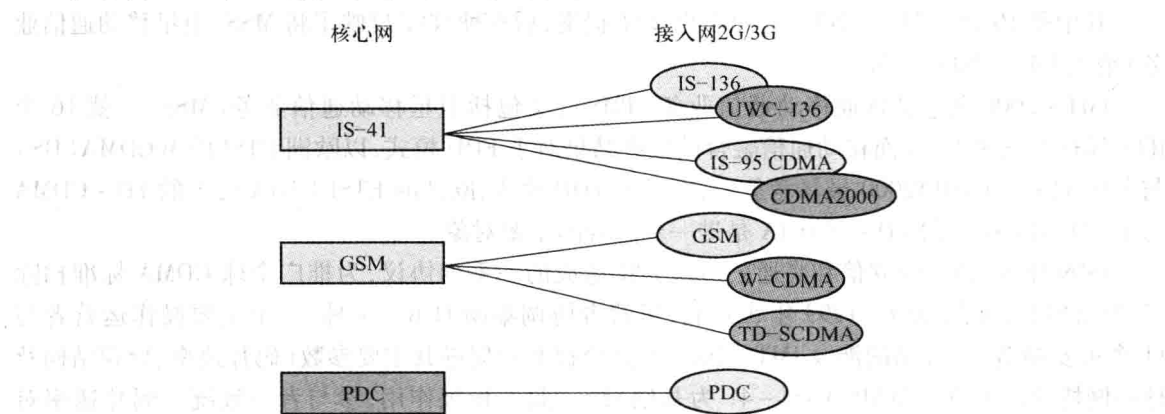


图 1-2 移动核心网与无线接口技术的对应关系

(2) 频谱对技术的选用起着重要的作用

在频谱方面,其中关键的问题是 ITU 分配的 ITM-2000 频率在美国已用于 PCS 业务;由于在美国要与第二代共用频谱,所以特别强调无线接口的后向兼容,技术上强调逐步演进。而其他大多数国家有新的 IMT-2000 频段,新频段有很大的灵活性。

知识产权对技术的选用也起着非常重要的作用,例如 Qualcomm 公司有自己的专利声明;另外竞争也是一个造成技术不同的主要因素。

3. 3G 提案

ITU-R 第 8 研究组的 TG8/1 任务组负责推进 IMT-2000 无线电传输技术(RTT)的评估、融合工作。至 1998 年 9 月,RTT 提案包括对 MSS(移动卫星业务)在内多达 16 个,它们基本来自 IMT-2000 的 16 个 RTT 评估组成员,包括:

UTRA WCDMA(欧洲);

DECT(欧洲);

CDMA2000(美国);

UWC-136(美国);

WIMS WCDMA(美国);

WCDMA/NA(美国);

WCDMA(日本);

TD-SCDMA(中国);
Global CDMA(同步)(韩国);
Global CDMA(异步)(韩国);
LEO 卫星系统 SAT-CDMA;
ESA 的宽带卫星系统 SW-CDMA;
混合宽带 CDMA/TDMA 卫星系统 SW-CTDMA;
ICO 全球通信公司的 ICO RTT;
INMARSAT 的卫星系统 Horizons;
Iridium LLC 公司的卫星系统 INX。

其中前 10 种为 IMT-2000 地面系统 RTT 提案,后 6 种 RTT 反映了将 MSS(卫星移动通信业务)纳入 IMT-2000 的努力。

IMT-2000 既包括地面移动通信业务(TMS),又包括卫星移动通信业务(MSS)。就 16 个 RTT 候选方案来看,地面移动通信融合的最终结果对于 FDD 模式,以欧洲 ETSI 的 WCDMA(DS)与美国 TTA 的 CDMA2000 最具竞争力;而对于 TDD 模式,欧洲的 ETSI UTRA 提出的 TD-CDMA 与中国 CATT 提出的 TD-SCDMA 是进一步融合的主要对象。

1999 年 3 月底,爱立信和高通公司就 IPR 达成的一系列协议,为推广全球 CDMA 标准扫除了知识产权方面的障碍。1999 年 5 月底,运营者协调集团 OHG(全球 31 个主要操作运营者与 11 个重要制造商)提出的涉及 IMT-2000 的融合提案对促进其主要参数(码片速率、导频结构及核心网协议以 GSM-MAP、ANSI-41 为基础)统一起了积极作用,参与者一致统一码片速率对 FDD-DS-CDMA 取 3.84 Mcps,对 FDD-MC-CDMA 即 FDD-CDMA2000-(MC)取 3.686 4 Mcps。1999 年 6 月于北京召开的 TG8/1 第 17 次会议就 IMT-2000 的无线接口技术规范建议 Rec、IMT、RSPC 达成了框架协议,并鼓励 3GPP、3GPP2 及各标准开发组织 SDOS 支持上述 OHG 提案,由工作组对 MSS 提案进行更细节化的规范。

1999 年 11 月,在芬兰赫尔辛基召开的第 18 次会议上,通过了“IMT-2000 无线接口技术规范”建议,该建议的通过表明 TG8/1 在制定第三代移动通信系统无线接口技术规范方面的工作已基本完成。第三代移动通信系统的开发和应用进入实质阶段。TD-SCDMA 和 WCDMA、CDMA2000 确定为最终的三种技术体制。

1.1.4 3G 协议的演进

1. IMT-2000 标准的构成

作为一个完整的移动通信标准,IMT-2000 的标准由两个主要部分构成:核心网络(CN)和无线接入网(RAN)。

第三代移动通信的核心网主要有基于 GSM MAP 演进的核心网和基于 IS-41 演进的核心网两种。

基于 CDMA 技术的三种 RTT 技术规范是第三代移动通信的主流技术,CDMA DS(直扩 CDMA)和 CDMA MC(多载波 CDMA)是频分双工模式(FDD),CDMA TC(时码 CDMA)是时分双工模式(TDD),ITU-R 为 3G 的 FDD 模式和 TDD 模式划分了独立的频段,在将来的组网上,

TDD 模式和 FDD 模式将共存于 3G 网络。

2. 3G 核心网的演进

目前,通信技术和计算机技术、语音业务和数据业务日趋融合,无线互联网、移动多媒体已开始得到广泛应用,基本可以肯定未来的移动通信将向 IP 化的大方向演进。为此,3G 标准化组织都将第三代移动通信的发展目标设定为全 IP 网。

(1) WCDMA 核心网的发展

WCDMA 核心网是由传统的 GSM、GPRS、EDGE 等网络逐渐发展而来的,而 WCDMA 自身的网络演进有 R99、R4、R5、R6、R7 等发展阶段。总的来说,演进的思路是分层、分离、宽带、IP。

WCDMA 的 R99 版本是 1999 年 4 月形成的第一个版本,2000 年 3 月冻结。R99 版本采用 ATM 的网络层次结构,设计的思路是在核心网层面尽量保留原有的网元结构,以保证和第二代网络的平滑过渡。

R4 版本在 2001 年 3 月冻结,在核心网层面和 R99 变化很大,其网络结构抛弃了传统交换网络的概念,引入了 NGN 网络层次结构,更符合未来网络发展的趋势。

R5 版本在 2002 年 6 月冻结,是第一个全 IP 的版本,提出了 IMS(IP 多媒体子系统)构架。IMS 主要采用 SIP 协议,可以提供综合的语音、数据和多媒体业务。R5 版本主要定义了 IMS 构架、网元功能、接口和流程、SIP 协议要求、编址、QoS(Quality of Service)、安全、计费、CAMEL4 等内容。

R6 版本功能于 2004 年 12 月确定,该版本在网络构架上没有大的变化,只是增强了多媒体业务,引入 IMS 第二阶段,定义了 IMS 与 IP 网络互通、IMS 与 CS 域互通、IMS 组管理、IMS 业务支持、基于流量计费、Gq 接口、WLAN 的接入等。

R7 版本主要继续 R6 版本未完成的标准和业务的制定,如 CS 域联合 IMS 承载、通过 PS/IMS 域提供紧急服务、提供对固定宽带接入的支持,加强了对移动、固定融合的标准化制定。目前 R7 版本正在制定中。

另外,TD-SCDMA 的核心网标准沿用了 WCDMA 的核心网标准,网元、接口、信令、协议等均无改动,因此演进的方向也和 WCDMA 一样。

(2) CDMA2000 核心网体系的发展

CDMA2000 核心网的发展相较于 WCDMA 比较缓慢,也显得不够严谨。总的来说是按照 ANSI-41D/E/F、Phase0、Phase1、Phase2 LMSD STAGE1/2/3、Phase3 ALL IP 等阶段来演进,但是这个路线不是唯一的,可以跳过某些阶段。

Phase0 阶段是向全 IP 网络演进的起点,核心网标准为 ANSI-41D,提供数据域服务,采用 SIP(简单 IP)或 MIP(移动 IP),支持 AAA 认证,电路域基于电路交换。

Phase1 阶段核心网标准为 ANSI-41D,接入网和分组网信令和承载开始分离,信令用 IP 传输。该阶段的数据域支持快速 PDSN 切换、SESSION 切换、AAA 认证、IMS 定位业务等。

Phase2 阶段是向全 IP 网络演进的第一步,信令和承载开始独立演变并采用 IP 进行传输,核心网和接入网也开始分离,引入了传统 MS 域和 LMSD(Legacy MS Domain)在 IP 核心网中支持传统的终端,以及多媒体域 IMS 的一些实体。

Phase3 阶段规范还在制定中,该阶段实现全 IP 网络,支持多媒体业务,可能和 WCDMA 及 NGN 融合。

3. 3G 无线接入网的演进

在移动通信系统中,相对核心网技术而言,无线接入技术的发展显得更为迅速和丰富多彩。由于技术的飞速发展,3G 无线接入技术也经历了较大的发展、变化,当前看来是遵循 $3G \rightarrow 3G + \rightarrow E3G \rightarrow B3G \rightarrow 4G$ 的技术发展路线。在该发展路线中的各阶段,不断有新技术引入以提高系统性能。

图 1-3 是目前形成的移动通信无线接入技术从 2G 到 4G 的一个大致演进情况,其过程还可能发生变化,还有一些其他的候选技术也未被提及。

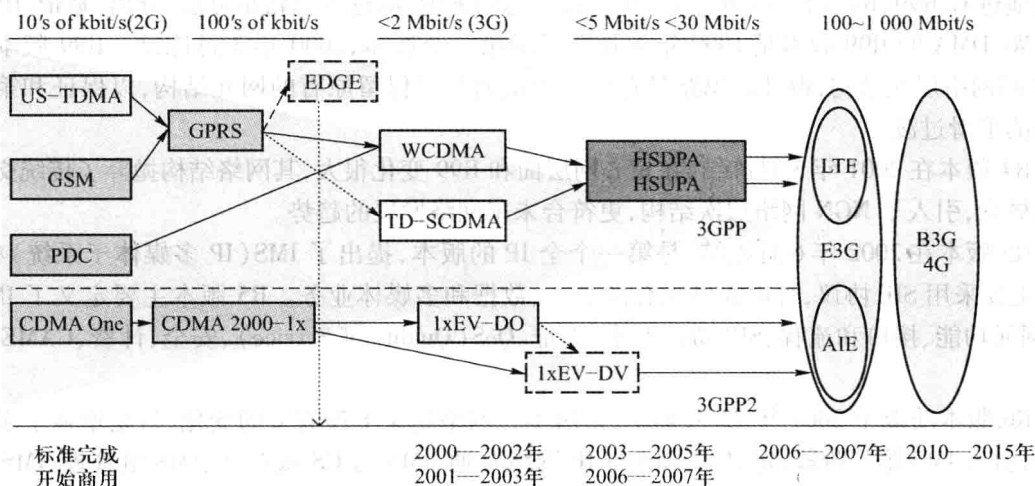


图 1-3 移动通信无线接入技术的演进

以下对上述发展路线中的各阶段情况做出介绍。

(1) 3G 阶段

本阶段反映的是 2000 年左右 3G 标准刚制定时的技术体制,典型无线接入技术是 WCDMA 和 CDMA2000 1x,此阶段对应 WCDMA R99、R4 版本和 IS-2000 Rel. 0、Rel. A、Rel. B 版本。

(2) 3G + 阶段

本阶段出现了一些称之为 3.5G 的增强 3G 无线接入技术,如:HSDPA、HSUPA、1xEV-DO 和 1xEV-DV 系统等。其中,HSDPA 的引入是在 WCDMA R5 版本中,HSDPA 的引入是在 WCDMA R6 版本中,1xEV-DO 在 IS-865 Re. 0、Rel. A 中定义,1xEV-DV 在 IS-2000 Rel. D 中定义。

TD-SCDMA 增强技术以 HSDPA、HSUPA、MBMS(包括优化的 MBMS)、HSPA+ 为代表。

(3) E3G 阶段

该阶段的称呼不同的厂家有不同的叫法,比如 Super3G、3.9G 等。同时 E3G 和下面将要提到的 B3G 的产生有着不同的背景,E3G 是由 3GPP 和 3GPP2 来推动的,而 B3G 是由 ITU 推动的。现在的 E3G 研究已经取得了相当多的成就,而 B3G 现在还只是一个概念,没有明确技术选择。将来究竟是由 E3G 向 B3G 演进、或者 B3G 以新的移动通信技术概念出现,还是未知数。

在提出 E3G 这一阶段发展计划之前,3.5G 的技术 HSDPA、HSUPA、1xEV-DO 和 1xEV-DV 系统标准基本成熟,也开始逐渐商用,但是这些技术所能提供的数据速率都在 30 Mbit/s 以下。

在 2004 年左右,由于感受到无线城域网 MAN(Metropolitan Area Network)技术 WiMAX(标称数据速率 70 Mbit/s, IEEE 802. 16e)的竞争压力,移动通信业界提出了新的市场需求,要求进一步改进和增强 3G 技术,提供更强的业务能力和更好的用户体验。因此,3GPP 和 3GPP2 相应启动了演进型 3G 技术研究工作,以保持 3G 技术的竞争力和在移动通信领域的领导地位。

① 3GPP 提出的相关演进方案。

3GPP 推出的 E3G 计划是 LTE(Long Term Evolution, 长期演进)计划, LTE 的计划分为 Study Item(SI)和 Work Item(WI)两个阶段, SI 阶段从 2005 年 3 月到 2006 年 6 月,完成可行性研究。WI 阶段从 2006 年 6 月到 2007 年 6 月,完成核心的技术规范。演进的目标是开发具有更高数据速率、更低时延和优化的分组接入技术,涉及的工作包括空口 Layer1 ~ Layer3、接入网结构和射频等几个方面,峰值数据速率下行为 100 Mbit/s,上行为 50 Mbit/s)。为了实现更高的频谱效率,3GPP 在 LTE 计划中考虑引入大量的先进技术。2005 年 12 月 3GPP 选定了 LTE 的基本传输技术是:前向采用 OFDMA 技术,而反向采用 SC-FDMA 技术,可以看到 LTE 完全抛弃了 CDMA 技术。目前, LTE 还没有形成标准。

在 LTE 提出后,3GPP 又在 HSPA 技术与 LTE 之间引入了以传统 CDMA 技术为核心的全 IP 网络演进思路 HSPA+(相应于 3GPP R7)。HSPA+ 是希望 HSDPA、HSUPA 继续发挥价值而有针对性地提出的技术方案。由于它的提出时间晚于 LTE,因此引起了很大的疑问:它是否会影响 LTE 的进程,是否能平滑演进到 LTE。因此,在 2006 年 5 月 3GPP RAN 全会上最终确定了 HSPA+ 的设计目标:a. HSPA+ 要在 5 MHz 内达到与 LTE 一样的频谱效率。b. HSPA+ 要尽可能实现与 LTE 共享部分资源,如 LTE 的核心网 SAE。c. 简化或减少网络节点数量。d. HSPA+ 要作为一个仅仅使用高速数据信道(HS-DSCH, E-DCH)的分组网络。e. HSPA+ 网络应该后向兼容 R99/HSPA 的终端。f. 希望能在现有的 3G 网络上进行小规模的升级即可支持 HSPA+ 的功能。

HSPA+ 与 LTE 不具有兼容扩展性,同时它们的标准进度基本相似。因此,运营商是选择直接部署 LTE 还是选择某种过渡阶段的 HSPA+ 技术,最终取决于业务的发展、频率的规划等问题。

3GPP 提出的长期演进计划时间表如图 1-4 所示。

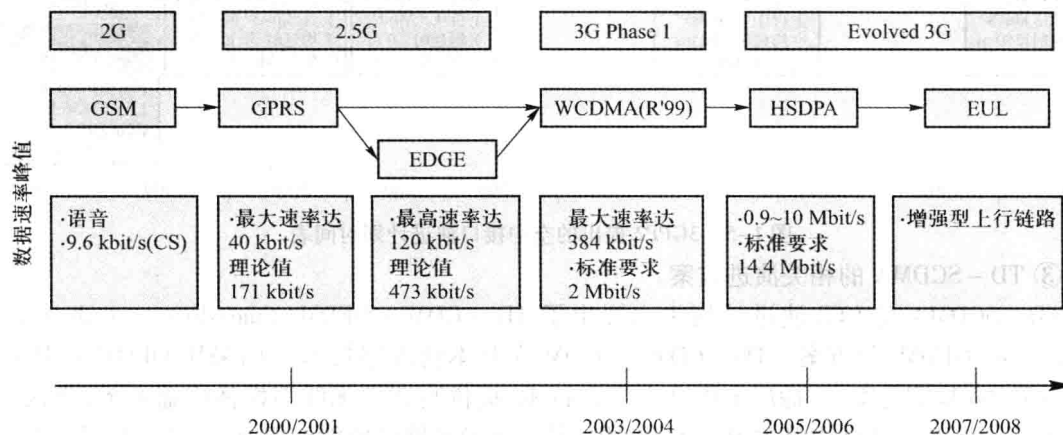


图 1-4 3GPP 提出的长期演进计划时间表

② 3GPP2 提出的相关演进方案。

相应于 3GPP, 3GPP2 在 2005 年 3 月启动了 AIE (Air Interface Evolution) 的演进研究与标准化工作, 工作分为 Phase1 和 Phase2 两个阶段。其中 Phase1 完成多载波 HRPD 即 NxEV-DO (对应 1x EV-DO Rel. B), 主要目标是提高峰值数据速率并保持后向兼容, 同时尽可能减小对基础硬件的影响, 它主要是基于现有的 1x EV-DO, 通过合并多个 1x EV-DO 载波来提供更高的分组数据速率。Phase2 为 E-PDAI (Enhanced Packet Data Air-interface System), 立足于远期的市场需求, 采用新技术提高频谱效率和数据速率。峰值数据速率目标: 前向依据不同的移动性, 可以支持 100 Mbit/s ~ 1 Gbit/s; 反向支持 50 Mbit/s。在 2007 年 9 月, CDMA 发展组织 (CDG) 和 3GPP2 共同宣布超移动宽带 (UMB, Ultra Mobile Broadband) 空中接口规范——3GPP2 C. S0084-0 v2.0 正式发布, 对应于 CDMA2000 1xEV-DO 的 Rev. C。这个 CDMA2000 体系的最新成员也是全球首个基于 IP 的移动宽带标准, 相应于 AIE 的第二阶段。

3GPP2 相关工作组正在组织对于 UMB 技术进行全面的评估, 并试图通过具体仿真等结果来展示 UMB 的良好性能, 并在全球推广。另外, UMB 技术下个阶段将考虑实现 TDD 模式的技术。并将考虑平滑过渡到支持 ITU 要求的 IMT-Advanced 技术, 相关的工作已经在 3GPP2 着手开始。

UMB 采用领先的正交频分多址接入 (OFDMA) 的解决方案, 它引入了复杂的控制与信令机制、有效的无线资源管理 (RRM)、适应反向链路干扰控制以及包括多输入多输出 (MIMO)、空分多址 (SDMA) 和波束赋形等的先进多天线技术。通过这些技术的引入, 能够在 20 MHz 的带宽里实现 288 Mbit/s 的峰值下载, UMB 已经超过其他宽带技术, 成为下一代移动通信采用的领先标准。而 UMB 为了保持良好的兼容性仍然支持在总带宽中分出一部分带宽来支持 CDMA。

相较于 LTE, UMB 在商应用上有突出的优势, 因为 LTE 迄今仍然没有标准化, 而且 LTE 的后向兼容性不如 UMB。

3GPP2 提出的空中接口演进计划时间表如图 1-5 所示。

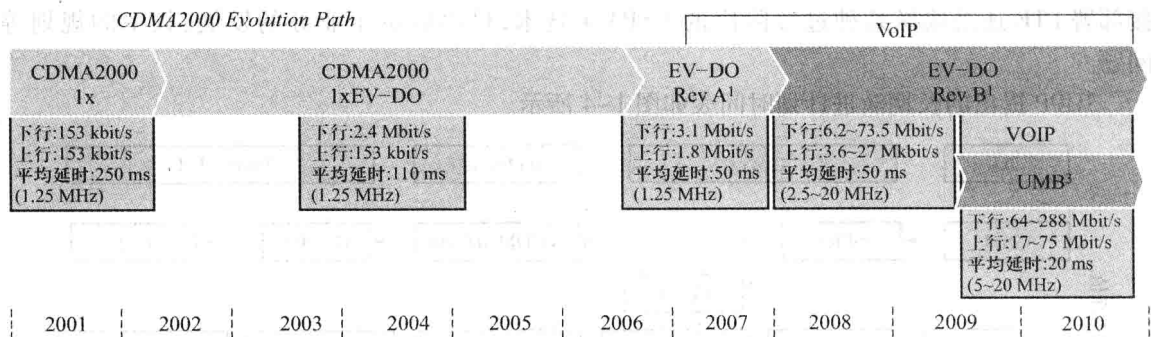


图 1-5 3GPP2 提出的空中接口演进计划时间表

③ TD-SCDMA 的相关演进方案。

TD-SCDMA 在 LTE 演进计划中也提出了 TD-CDM-OFDM (time-division code-division multiplexing OFDM) 的方案。TD-CDM-OFDM 在基本物理层技术方面采用 OFDM + MIMO + AMC + Turbo 检测方案, 广播层采用高空平台技术, 提供高速率无线多媒体广播业务, 小区层采用多天线与新型小区结构等关键技术, 构造峰值速率及传输性能能够提高 1~2 个数量级的公众蜂窝通信系统; 核心网采用 IPv6 作为无线通信核心网络。

总结上述内容,可以看出 UMB、LTE 和移动 WiMAX(本章后面将有介绍)虽然各有差别,但是它们也有一些共同之处。三个系统都采用 OFDM 和 MIMO 技术来提供更高的频谱利用率。在未来的发展过程中,哪一种技术将会胜出,哪一种技术将会被淘汰都是很难预言的。

(4) B3G 阶段

① B3G 的基本情况。

在 2005 年 10 月 18 日结束的 ITU-R WP8F 的第 17 次会议上,ITU 给了 B3G 技术一个正式的名称 IMT-Advanced。按照国际电信联盟的定义:IMT-2000 技术和 IMT-Advanced 技术拥有一个共同的前缀“IMT”;当前的 WCDMA、HSDPA 等技术统称为 IMT-2000 技术;未来的新的空中接口技术,称为 IMT-Advanced 技术。

在这个命名中,我们可以看到一个关键的与传统观念不同的理念。在一般的观念中,认为在 3G 以后,大家开始研究的新技术应该是 4G 技术,所谓的 B3G 是 4G 的一个组成部分。所以,在很多文章里,我们可以看到这样的描述:“B3G/4G”。但是,按照 ITU 的命名,这个概念就不一样了。IMT-Advanced 与 IMT-2000 是并列的,都是 IMT 的一个分支。从这个意义上讲,IMT-Advanced 是 3G 的新发展,而不是 4G。

2005 年 10 月,ITU 正式将 System Beyond IMT-2000 命名为 IMT-Advanced。IMT-Advanced 之所以称为 B3G,而不是 4G,是因为未来系统及标准必须继续依赖 3G 标准组织已发展的多项新标准加以延伸,如 IP 核心网、开放业务架构及 IPv6。同时,其规划又必须满足整体系统架构能够由 3G 系统演进到未来 B3G 架构的需求。与此相对应,IMT-Advanced 的商用时间也将在 2010 年以后,即在 E3G 技术商用以后。目前,虽然国际上正积极开展 IMT-Advanced 技术的预研工作,但是,对究竟采用什么样的技术才能达到预定目标,各个国家都还没有一个明确的认识。

B3G 的目标是在高速移动环境下支持高达 100 Mbit/s 的下行数据传输速率,在室内和静止环境下支持高达 1 Gbit/s 的下行数据传输速率。计划在 2007 年世界无线电大会(WRC)上决定 B3G 所用的频段,2008—2010 年完成标准的制定,2010—2015 年实现商用。在 B3G 的研发上,日本特别积极,目前其研发水平已经超过预期目标。2005 年 6 月 NTTDoCoMo 宣称,在户外试验中在 400 m 工作距离上成功达到了 1 Gbit/s 的传输速率。我国对 B3G/4G 的研发工作也早有安排,2002 年在国家“863”计划中已列上了名为 FuTURE(用于通用无线电环境的未来技术)的项目。

B3G 业务能力示意图如图 1-6 所示。

② E3G 和 B3G 的关系。

E3G 和 B3G 分别作为 3G 的演进型技术和未来的无线通信技术,面向市场的时间不同,将按照各自的方向继续发展。目前 3G 的部署和 E3G 的研究不会影响 B3G 的推进,反之亦然。但是由于 3GPP 和 3GPP2 作为标准化组织,对于移动通信技术的标准化和产业化有深远影响,而目前 B3G 标准化工作将由哪个组织负责尚不明朗,因此,E3G 的启动为众多研究 B3G 的组织 and 项目提供了将现有研究成果输出成为标准的舞台。尤其是 3GPP 和 3GPP2 的演进型 3G 的目标与 B3G 的远景接近,候选的技术包括 OFDM 和 MIMO 等,同时也被认为是 B3G 系统的主要技术。如果能够在 E3G 阶段将已有研究成果写入标准,将有利于将来向 B3G 的演进工作。因此包括 FuTURE 和 WINNER 在内的 B3G 研究项目都在积极参与 E3G 的工作,引导 E3G 朝着将来有利于向 B3G 演进的方向发展。

D3G(IMT)能力示意

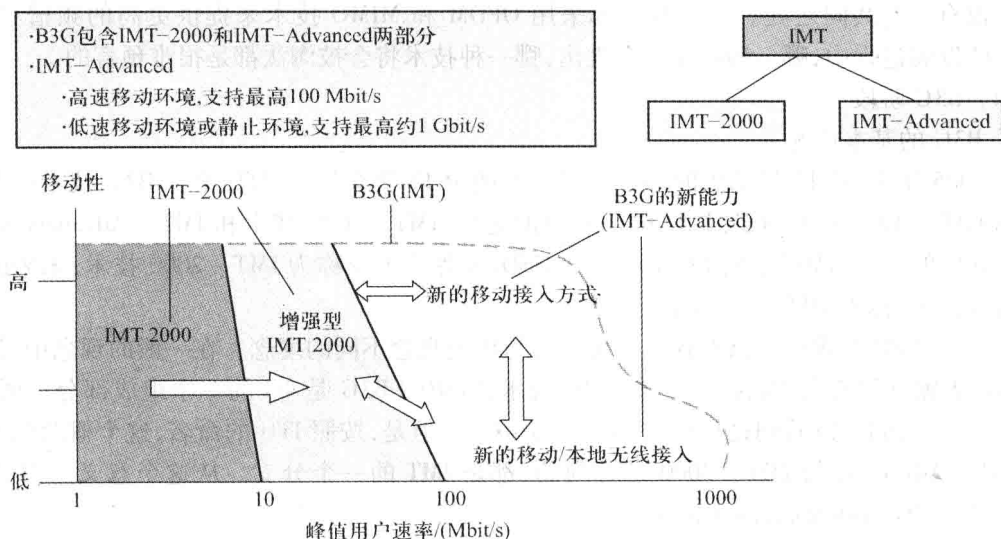


图 1-6 B3G 业务能力示意图

(5) 4G 阶段

实际上,4G 尚无明确的定义。业界众说纷纭,对 4G 做出不同的描述。按 ITU 的定义,4G 是基于 IP 协议的高速蜂窝移动网,从现有 3G 演进,在移动状态下达到速率 100 Mbit/s,静态和慢移动状态下达到速率 1 Gbit/s。与现有的移动通信技术相比,4G 的传输速度可提高 1 000 倍,发射功率只有现在的十分之一或百分之一,不再对其他设备构成电磁干扰,并支持手机互动功能。

第四代移动通信技术论坛 4GMP 认为 4G 将不局限于电信行业,还将广泛用于交通、国防、医疗、金融等领域。4G 技术的重点是融合无线接入技术、移动技术和宽带技术于一体。4G 的主要特征将是开放的无线结构,而不是高速无线传输技术,开放的无线结构实现多网合一。

还有一种观点是 4G 是从 WiMAX 演进而来的,是基于 IP 的能覆盖广大地区的移动无线城域网,主要用于移动传送高速数据而不是语音。既是 WiFi 的竞争者,又是 xDSL 技术的无线替代技术,构成支持高速移动和实时在线的公共无线宽带接入网。

尽管业界的描述各有不同,但有几点是大家公认的,即 4G 将实现移动化、宽带化、IP 化。移动化将人们从地理的限制上解脱出来,实现无时不在、无处不在的信息传递。宽带化是满足用户对视频业务、流媒体等业务带宽的需求。而下一代网络将是全 IP 网,从核心网到用户设备均支持 IP 协议。

4G 的最迷人之处在于能提供丰富多彩的服务,这与 3G 时代相比将有很大不同。例如传送一个 10 MB 的文件,4G 的下载时间只需 1 s,而 3G 需要 200 s,因此 4G 比 3G 能以更高的速率来完成多媒体应用。在传输大量图像信息时,4G 移动终端将能显示虚拟三维高质量图像,而 3G 则不能。借助于这种能力,家长可以观察他们的孩子在托儿所做什么,科学家可以从远处监视野生动物的生活,人们可以不出门看电影,如此,等等。4G 还可传送带有真实情感的通信场景,其中三维的声音、光线和气氛都可传到对端,再生现场情况,从而实现虚拟现实,让你感到身临其境。例如,你在远地就能感受到现场采访的氛围,能感知采访人与被采访人的真实情感。这用二维的