

中通服咨询设计研究院有限公司专家团队 精品力作

TD-LTE WIRELESS NETWORK PLANNING AND
OPTIMIZATION PRACTICE

TD-LTE无线网络规划 与优化实务

王 强 刘海林 李 新 等◎编著
贝斐峰 黄 毅



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中通服咨询设计研究院有限公司专家团队 精品力作

TD-LTE WIRELESS NETWORK PLANNING AND
OPTIMIZATION PRACTICE

TD-LTE无线网络规划 与优化实务

王 强 刘海林 李 新 等◎编著
贝斐峰 黄 毅



人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

TD-LTE无线网络规划与优化实务 / 王强等编著. —
北京: 人民邮电出版社, 2018. 12
ISBN 978-7-115-49424-5

I. ①T… II. ①王… III. ①码分多址移动通信—网
络规划 IV. ①TN929.533

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第216742号

内 容 提 要

本书是 TD-LTE 领域专注于无线网络规划和优化实务的图书。全书分为原理篇、规划篇和优化篇 3 篇,全面系统地介绍了 TD-LTE 无线网络规划与优化的理论方法、技术和工程实践,重点阐述了 TD-LTE 无线网络规划设计方法,包括规划基础、规划流程、预规划、网络仿真、规划实务及小基站部署原则,同时阐述了 TD-LTE 无线网络优化的内容和方法,包括无线网络优化流程、网络优化方案、网络优化专项案例分析及无线网络优化工具平台介绍。

本书适合电信运营商、电信设备供应商、电信咨询业的相关工程技术人员阅读参考,也可作为高等院校相关专业或相关课题研究人员的参考资料。

◆ 编 著 王 强 刘海林 李 新 贝斐峰 黄 毅 等
责任编辑 杨 凌
责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
固安县铭成印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.5
字数: 380 千字

2018 年 12 月第 1 版
2018 年 12 月河北第 1 次印刷

定价: 79.00 元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

前 言

第一代移动通信系统的出现解决了移动通信系统的有无问题。而后，为了提高移动通信系统的频谱利用率、系统容量、传输安全和通信安全，第二代（代表性系统：GSM、CDMA 1x）和第三代（代表性系统：WCDMA、cdma2000、TD-SCDMA）移动通信系统相继被研发和推广出来。随着业务的发展，以话音业务为主的第二代移动通信系统已不能满足人们的日常需要，移动通信行业步入 3G 时代。3G 在我国投入商用已有一段时间，但是用户体验满意程度一直没有达到预期的效果。在使用手机电视和视频通话等大数据流量应用的过程中，3G 网络会出现信号不稳、视频失真、链接脱网等问题，因此人们期待 4G 技术能够提供更高的数据速率、更大的容量和传输带宽。目前 4G 移动通信系统技术主要有两种制式：TD-LTE 和 LTE FDD。相比于 3G，4G 的应用和体验毫无疑问更接近个人通信，在技术上也比 3G 更完善。

随着 4G 牌照的发放，TD-LTE 网络的规划设计、工程建设、网络优化及测试等工作逐步展开。面对 WCDMA、cdma2000 以及 WLAN 的竞争，LTE 网络的规划、优化及其网络质量也面临着前所未有的挑战。我们需要不断优化网络以提高网络质量，建设 LTE 精品网络。众所周知，网络优化是一项复杂、艰巨而又意义深远的工作。作为一种全新的 4G 技术，TD-LTE 网络优化的工作内容与其他标准体系的网络优化既有相同点又有不同点：相同的是网络优化的工作目的，不同的是具体的优化方法、优化对象和优化参数。无线网络优化的目的是使用户的价值最大化，达到覆盖、容量、价值的最佳组合。通过网络优化提高收益率、节约成本，改善网络运行指标，提高网络运行质量，消除故障隐患，使网络处于最佳性能运行状态；提高网络的资源利用率和投入产出比，根据用户实际行为模型变化情况，调整系统配置，充分利用各种无线网络优化手段进行容量均衡；根据用户实际的业务类型和服务质量要求，进行网络覆盖、容量和质量的相互平衡，适应市场的业务发展需求，基于用户角度进行网络调整，改善用户感受，为用户提供优质的网络服务。

无线网络规划与优化是一门理论和实践紧密结合的综合性技术，是一项系统工程。它从无线传播理论研究到天馈设备指标分析，从网络详细规划、网络能力预测到工程详细设计，从网络性能测试到系统参数调整优化，贯穿了无线网络建设的全过程。书中包含了大量的图表和实例，以帮助读者更好地理解 TD-LTE 无线网络规划与优化工作的步骤和过程。

本书作者是中通服咨询设计研究院有限公司（原江苏省邮电规划设计院）从事移动通

信网络研究的专业技术人员，长期跟踪研究 LTE 系统构架、规范与组网方案。本书在编写过程中融入了作者在长期从事移动通信网络规划、优化工作中积累的经验 and 心得，可以使读者更好地理解 TD-LTE 系统架构和网络规划、优化等内容。

本书对 TD-LTE 无线网络规划、优化技术的介绍总体概念突出，内容清晰，具有新颖性、专业性和实用性。本书的出版，将对通信业相关人员在 TD-LTE 的技术研究、网络规划、工程建设和网络优化等方面都具有较好的参考作用。

本书由王强、黄毅策划和主编，刘海林负责全书结构和内容的掌握与控制。参与全书编写的有刘海林、李新、黄毅、华程、贝斐峰、林延、陈震、张文俊、赵鑫彦、何晓林、周东波等。本书在编写期间还得到了林涛、周旭等同仁的支持和帮助，在此谨向他们表示衷心的感谢！

书中若有不当之处，恳请广大读者批评指正。

作 者
2018 年 6 月于南京

目 录

原理篇

第 1 章	TD-LTE 系统总述	2
1.1	移动通信技术发展	2
1.1.1	移动通信发展史	2
1.1.2	3G 的应用	6
1.1.3	未来移动通信的发展趋势	7
1.2	TD-LTE 的发展	9
1.2.1	标准化组织	9
1.2.2	TD-LTE 标准进展	11
1.2.3	TD-LTE 业务与应用	14
1.2.4	TD-LTE 产业	15
1.3	TD-LTE 网络架构	16
1.3.1	E-UTRAN 的通用协议模型	17
1.3.2	EPC	18
1.3.3	TD-LTE 网元与主要功能	19
1.4	TD-LTE 接口及协议	21
1.4.1	主要接口	21
1.4.2	空中接口协议	23
第 2 章	TD-LTE 系统原理	26
2.1	TD-LTE 物理层概述	26
2.2	编码与调制	26
2.2.1	信号调制	26
2.2.2	物理信道映射	27
2.2.3	信道编码	28
2.3	物理信道	29
2.3.1	上行物理信道	29

2.3.2 下行物理信道	30
--------------------	----

第 3 章 TD-LTE 网络信令流程 32

3.1 关键信令流程概述	32
3.2 小区搜索过程	32
3.3 随机接入	33
3.4 同步	34
3.5 功率控制	34
3.6 小区重选和切换	35
3.6.1 小区重选	35
3.6.2 小区切换	37

规划篇

第 4 章 TD-LTE 网络规划概述 40

4.1 无线网络规划概述	40
4.1.1 规划目标	40
4.1.2 规划内容	41
4.1.3 规划流程	41
4.1.4 规划难点	41
4.2 无线电波传播理论	43
4.2.1 无线传播原理	43
4.2.2 无线信道	43
4.2.3 传播损耗	43
4.3 无线传播模型	44
4.3.1 传播模型概述	44
4.3.2 Okumura-Hata 模型	44
4.3.3 COST231-Hata 模型	45
4.3.4 射线跟踪模型	45

第 5 章 TD-LTE 网络规划流程 47

5.1 网络规划准备阶段	47
5.2 网络预规划阶段	50
5.3 网络详细规划阶段	51
5.4 网络规划文档	52

第 6 章 TD-LTE 网络预规划及详细规划 55

6.1 无线网络预规划与详细规划概述	55
6.1.1 无线网络预规划概述	55
6.1.2 无线网络详细规划概述	55
6.2 无线网络预规划	56

6.2.1	传播模型校正	56
6.2.2	链路预算	58
6.2.3	业务模型	59
6.2.4	覆盖规划	60
6.2.5	容量规划	62
6.2.6	站址规划	64
6.3	无线网络详细规划	65
6.3.1	频率规划	65
6.3.2	时隙规划	68
6.3.3	干扰规划	68
6.3.4	邻区规划	70
6.3.5	PCI 规划	71
6.3.6	TA 规划	72
6.4	规划仿真	72
6.4.1	无线仿真流程	73
6.4.2	仿真相关参数及设置	73
6.4.3	仿真运行	76
6.4.4	仿真结果分析	76
6.5	无线网络规划实务	76
6.5.1	规划概述	76
6.5.2	无线网络建设目标	77
6.5.3	无线网络规划方案	77
6.6	小基站部署原则	85
6.6.1	小基站概述	85
6.6.2	小基站部署原则及要点	86
6.6.3	小基站部署案例	87

优化篇

第 7 章	TD-LTE 网络优化概述	94
7.1	网络优化概念	94
7.2	网络优化目标	94
7.3	网络优化类型	95
7.4	网络优化项目流程	96
第 8 章	TD-LTE 网络优化流程	98
8.1	TD-LTE 网络优化总体流程	98
8.1.1	网络综合评估分析流程	98
8.1.2	网络优化方案流程	101
8.2	TD-LTE 网络优化实施流程	103
8.2.1	网络规划	103

8.2.2	基站开通	103
8.2.3	工作计划	103
8.2.4	优化准备	105
8.2.5	参数核查	105
8.2.6	簇优化	105
8.2.7	区域优化	106
8.2.8	边界优化	106
8.2.9	全网络优化	106
8.2.10	项目验收	106
8.3	TD-LTE 网络优化具体步骤	106
第 9 章 TD-LTE 网络优化方案		109
9.1	工程优化方案	109
9.1.1	单站优化方案	109
9.1.2	簇优化方案	112
9.1.3	片区优化方案	119
9.1.4	不同厂家交界优化方案	119
9.1.5	全网络优化方案	119
9.2	日常优化方案	120
9.2.1	室外宏覆盖优化方案	120
9.2.2	热点覆盖优化方案	120
9.2.3	高速铁路优化方案	121
9.2.4	室内分布系统优化方案	121
9.2.5	体育场馆优化方案	121
9.2.6	地铁覆盖优化方案	122
第 10 章 TD-LTE 网络优化专项案例分析		123
10.1	覆盖专项优化方法及案例	123
10.2	接入专项优化方法及案例	127
10.2.1	基本定位思路	127
10.2.2	配置类问题排查	127
10.2.3	问题定位和性能优化	130
10.2.4	常见优化方法	145
10.2.5	案例分析	146
10.3	切换专项优化方法及案例	150
10.3.1	切换优化整体思路	150
10.3.2	案例分析	152
10.4	寻呼专项优化方法及案例	157
10.4.1	TD-LTE 寻呼流量	157
10.4.2	TA 及 TA List 规划原则	157
10.4.3	TA 及 TA List 设置建议	158
10.4.4	CSFB 对 TA 和 LA 联合规划的要求	159

10.4.5 案例分析	159
10.5 掉线专项优化方法及案例	160
10.5.1 分析思路	160
10.5.2 重建原因	162
10.5.3 掉线问题处理流程	168
10.6 干扰专项优化方法及案例	169
10.6.1 干扰优化思路	169
10.6.2 案例分析	170
10.7 互操作专项优化方法及案例	170
10.7.1 LTE 与 GSM 系统间空闲模式重选	170
10.7.2 LTE 与 GSM 系统间切换	171
10.7.3 GSM 向 LTE 系统重选	171
10.8 关键性能专项优化方法及案例	173
10.8.1 参数优化思路	173
10.8.2 重点 KPI 优化思路	184
10.8.3 案例分析	186
第 11 章 TD-LTE 网络优化工具	195
11.1 华为测试工具	195
11.1.1 软件简介	195
11.1.2 主要测试设备	195
11.1.3 Probe 操作	197
11.1.4 Assistant 操作	213
11.2 鼎利测试工具	219
11.2.1 软件简介	219
11.2.2 测试操作流程	219
11.2.3 测试业务	226
11.3 自动路测系统	228
11.4 CQT 测试系统	229
11.5 网络优化平台	230
11.6 CDT 分析平台	230
11.7 信令分析系统	231
第 12 章 TD-LTE 网络优化新趋势介绍	232
缩略语	239
参考文献	252

原理篇

第 1 章

TD-LTE 系统总述

1.1 移动通信技术发展

1.1.1 移动通信发展史

通信的发展始于远古，在本书中，通信是指以电磁波信号的形式，借助无线电波、电缆、光缆等媒介实现的两点间的远距离信息交换，交换双方之间采用单向或双向方式。

基于电磁系统的电信通信系统以有线电报的实验成功为标志，在 19 世纪 30 年代后得到迅速发展；1876 年贝尔发明电话，人类社会进入电信时代；1899 年，第一封收费电报的拍发，标志着无线电通信实用阶段的到来。以“点”和“画”表示的摩尔斯电码，虽然形式上属于数字信号，但在之后的近百年内并未获得发展壮大机会，模拟信号通信系统一直占据着统治地位，广播、电视、电话等均采用模拟通信系统。

有线通信干扰小、失真小、信号相对稳定，但其设备必须通过固定设备连接，难以满足某些场合的通信需求。无线通信采用电磁波携带信息，更加灵活，通信双方不必固定地点，大大方便了个人通信，因此逐渐成为研究与应用的焦点。

移动通信的雏形在 20 世纪中期已被开发出来，包括步话机、对讲机等，这些早期的无线通信主要应用于军事或特种领域，仅能在少数特殊人群中使用且携带不便。近几十年来，无线通信技术在民用领域发展迅猛，先后出现了蜂窝移动通信系统、微波通信、卫星通信、固定宽带无线接入、802.x 系列无线接入标准、本地多点分配系统（LMDS, Local Multipoint Distribution System）、多信道多点分配系统（MMDS, Multichannel Multipoint Distribution System）等技术。其中蜂窝移动通信的出现影响了全球数十亿人的生活方式，它的发展先后经历了模拟移动通信、数字移动通信、第三代移动通信系统（3G）以及后 3G 阶段。

1. 第一代移动通信系统（1G）

第一代蜂窝移动电话系统是模拟蜂窝移动电话系统，主要特征是用模拟方式传输模拟信号，美国、英国和日本都先后开发了各自的系统。

随着对电磁波研究的深入和大规模集成电路的问世，移动电话首先被制造出来，移动终端设备的研制成功带动了对于网络结构的探索。20 世纪 70 年代初，蜂窝系统覆盖小区的概念和相关理论由贝尔实验室提出后，立即得到迅速发展，很快进入了实用阶段，移动通信跨入了第一代模拟蜂窝移动电话系统的时代。

1978年年底,美国贝尔实验室研制成功先进移动电话系统(AMPS),建成了蜂窝状移动通信网,大大提高了系统容量。1983年,AMPS首次在芝加哥投入商用;同年12月,在华盛顿也开始启用;之后,服务区域在美国逐渐扩大。到1985年3月已扩展到47个地区,约10万移动用户。日本、德国等其他国家也陆续开发了蜂窝式公用移动通信网。1979年,800MHz汽车电话系统(HAMTS)在东京等地正式投入商用。1984年西德建成C网,频段为450MHz。1985年,英国开发的全地址通信系统(TACS)在伦敦投入使用,并在之后覆盖了全国,频段为900MHz。法国开发出450系统。加拿大推出450MHz移动电话系统(MTS)。瑞典等北欧四国于1980年开发出NMT-450移动通信网,并投入使用,频段为450MHz。

2. 第二代移动通信系统(2G)

第一代模拟制系统解决了移动通信系统的有无问题,但它们在应用中的各种缺点也不断浮现出来,包括系统间没有公共接口、难以互通、频谱利用率低、系统容量小,安全性差、容易被窃听等。

为克服模拟通信的上述缺点,数字技术被引入到蜂窝移动通信系统,并在20世纪八九十年代得到了长足发展,称之为第二代移动通信系统。2G系统提供了更高的网络容量,改善了话音质量和保密性,并为用户提供无缝的国际漫游。2G的制式主要有GSM、CDMA(IS-95)、D-AMPS等,其中GSM与CDMA系统应用广泛。

(1) GSM/GPRS/EDGE

GSM数字移动通信系统最早起源于欧洲。1982年,北欧国家要求制定900MHz频段的公共欧洲电信业务规范,并提交了建议书。在那之后,欧洲电信标准学会(ETSI)技术委员会为制定有关的标准和建议书成立了“移动特别小组”(Group Special Mobile),简称“GSM”。1986年在巴黎,该小组对欧洲各国及各公司经大量研究和实验后所提出的8个建议系统进行了现场实验。1990年,该小组完成了GSM900的规范,共产生了约130项建议书,这些建议书分为12个系列。

1991年,第一个GSM系统在欧洲开通,GSM更名为“全球移动通信系统”(Global System for Mobile Communications),移动通信从此进入第二代数字移动通信时代。同年,移动特别小组制定了名为DCS1800系统的1800MHz频段的公共欧洲电信业务的规范。该系统与GSM900具有同样的基本功能特性,它们绝大部分是通用的,二者可通称为GSM系统,因此规范仅将GSM900和DCS1800之间的差别加以描述。

在这之后,为了实现对数据业务的支持,GSM体制制定了GPRS与EDGE这两种标准。

通用分组无线业务(GPRS, General Packet Radio Service)由GSM Phase 2.1版本定义,是为适应移动数据接入需求的增长而产生的。由于GPRS支持中低速的数据传输,常被称作一种2.5G的技术,支持9.05~171.2kbit/s的接入速率。

增强型数据速率GSM演进技术(EDGE, Enhanced Data Rate for GSM Evolution)介于GPRS与3G之间,也常被称作2.75G的技术。它在GSM系统中采用了多时隙操作和8PSK调制,能够支持300kbit/s的数据速率接入,匹敌cdma 1x。

(2) IS-95/cdma2000 1x

在2G时代,CDMA技术和GSM技术几乎是同时开始发展的。cdma2000标准是一个

体系结构,称为 cdma2000 family,它包含一系列子标准。由 cdma One 向 3G 演进的途径为: cdma One (IS-95A/B) → cdma2000 1x → cdma2000 1x EV。其中 cdma2000 1x 属于准 3G 技术, cdma2000 1x EV 之后均属于标准的三代技术。

1993 年,高通公司提出了 CDMA 第一个商用标准,被美国 TIA/EIA 定为 IS-95A (TIA/EIA INTERIM STANDARD/95A) 标准。1994 年,第一个 CDMA 商用网络在中国香港地区(香港和记电讯)开通。1995 年,CDMA (IS-95A) 在韩国、美国、澳大利亚等国得到大规模应用。

从技术角度来说,IS-95A 技术属于第二代移动通信技术,主要支持语音业务。IS-95A 商用几年以后,市场对数据业务的需求逐渐显现。在这种情况下,美国电信工业协会(TIA)制定了 IS-95B 标准。IS-95B 通过将多个低速信道捆绑在一起提供中高速的数据业务,可提供的理论最大比特速率为 115kbit/s,实际只能实现 64kbit/s。但是从技术角度来说,IS-95B 并没有引入新技术,所以通常将 IS-95B 也作为第二代移动通信技术。

cdma2000 1x 是由 IS-95A/B 标准演进而来的,由 3GPP2 负责具体标准化工作。cdma2000 1x 在 IS-95 的基础上升级空中接口,可在 1.25MHz 带宽内提供 307.2kbit/s 高速分组数据速率。cdma2000 成为窄带 CDMA 系统向第三代系统过渡的标准。cdma2000 在标准研究的前期,提出了 1x 和 3x 的发展策略,但随后的研究表明,1x 和 1x 增强型技术(1x EV)代表了未来的发展方向。

cdma2000 1x 仅能提供准 3G 的数据业务,目前发表的版本包括以下两种。

Rev.0: 1999 年 10 月发布,Rev.0 沿用了基于 ANSI-41D 的核心网,在无线接入网和核心网的基础上增加了支持分组业务的网络实体,其单载波速率最高可达 153.6kbit/s。

Rev.A: 2000 年 7 月发布,与 Rev.0 相比没有网络结构上的变化,增加了对业务特征的信令支持,如新的公共信道、QoS 协商、增强鉴权、加密、语音业务和分组业务并发业务。Rev.A 单载波速率最高可以达到 307.2kbit/s。

3. 第三代移动通信系统

第三代移动通信系统(3G)的技术发展和商用进程是近年来全球移动通信产业领域最为关注的热点问题之一。

3G 在 ITU 的正式名称是 IMT-2000,其前身为 1985 年提出的 FPLMTS (未来公共陆地移动通信系统)。ITU 在 1996 年年底确定了第三代移动通信系统的基本框架,包括业务需求、工作频带、网络过渡要求和无线传输技术的评估方法等,FPLMTS 也更名为 IMT-2000,其用意是希望在 2000 年前后投入商用、最高速率达到 2000kbit/s 并工作在 2000MHz 频段。

IMT-2000 的目标是:

- 频段、标准全球统一无缝覆盖;
- 频谱效率高、服务质量高、保密性能好;
- 多媒体业务速率达到 2Mbit/s,包括室内环境(2Mbit/s)和步行环境(384kbit/s)以及车速环境(144kbit/s);
- 易于从第二代系统过渡和演进。

1999 年 10 月 ITU 在赫尔辛基举行的会议确定了以下 5 种 3G 方案:

- IMT-2000 CDMA DS (Direct Spread),即欧洲和日本的 UTRA FDD (WCDMA);

- IMT-2000 CDMA MC (Multi-Carrier), 即美国的 cdma2000;
- IMT-2000 CDMA TC (Time-Code), 即欧洲的 UTRA TDD 和中国的 TD-SCDMA;
- IMT-2000 TDMA SC (Single Carrier), 即美国的 UWC-136;
- IMT-2000 FDMA/TDMA FT (Frequency Time), 即欧洲的 DECT。

经过融合和发展, 形成了3种最具代表性的3G技术标准, 分别是TD-SCDMA、WCDMA和cdma2000。其中TD-SCDMA属于时分双工(TDD)模式, 是由中国提出的3G技术标准; 而WCDMA和cdma2000属于频分双工(FDD)模式。

在3G的商用发展过程中, 又发展出两大标准化论坛: 一个是推广WCDMA和TD-SCDMA标准的3GPP标准化论坛, 另一个是推广cdma2000标准的3GPP2论坛。

(1) WCDMA

WCDMA是由3GPP具体制定的, 基于GSM MAP核心网, UTRAN(UMTS陆地无线接入网)为无线接口的第三代移动通信系统, 先后发布了Release 99(简称R99)、R4、R5、R6、R7等多个版本。

WCDMA采用直接序列扩频码分多址(DS-CDMA)、频分双工(FDD)方式, 码片速率为3.84Mchip/s, 载波带宽为5MHz。先期提出的R99/R4版本, 在5MHz的带宽内可提供最高384kbit/s的用户数据传输速率。

R5版本引入了下行链路增强技术, 即高速下行分组接入(HSDPA, High Speed Downlink Packet Access)技术, 其在5MHz的带宽内可提供最高14.4Mbit/s的下行数据传输速率。而在R6版本中则引入了上行链路增强技术, 即高速上行分组接入(HSUPA, High Speed Uplink Packet Access)技术, 其在5MHz的带宽内可提供最高约6Mbit/s的上行数据传输速率。

除了上述标准版本之外, 3GPP从2004年即开始了长期演进(LTE, Long Term Evolution)技术的研究, 其基于OFDM、MIMO等技术, 致力于无线接入技术向“高数据速率、低延迟和优化分组数据应用”方向演进。

(2) cdma2000

cdma2000 1x提供高速分组数据业务的能力还是有限的。在向着更高的目标迈进的道路上, 又出现了cdma2000 1x EV技术。EV代表“Evolution”, 有两方面的含义: 一方面是比原有的技术容量更大而且性能更好; 另一方面是和原有技术后向兼容。

韩国、日本是cdma2000 1x EV商用网络的领军者。2002年1月, 韩国SKT开通全球首个EV-DO商用网, 紧随其后的是韩国KTF与日本KDDI。

在技术发展上, cdma2000 1x EV-DO逐步成熟并投入商用, cdma2000 1x EV-DV以及和cdma2000 1x同时提出的cdma2000 3x技术基本被市场所抛弃, 大部分cdma2000 1x网络通过升级到EV-DO而跨入3G时代。

EV-DO的演进又可以进一步细分为Rev.0、Rev.A、Rev.B以及Rev.C/D等不同阶段, 上下行最高分别支持1.8/3.1Mbit/s速率的EV-DO Rev.A网络已广泛部署。

(3) TD-SCDMA

TD-SCDMA(Time Division-Synchronization Code Division Multiple Access)也就是时分同步码分多址接入。从2001年3月开始, TD-SCDMA被正式融入3GPP的R4版本中。

TD-SCDMA 采用不需成对频率的 TDD 双工模式并选用 FDMA/TDMA/CDMA 相结合的多址接入方式,使用 1.28Mchip/s 的低码片速率,扩频带宽为 1.6MHz。TD-SCDMA 同时采用了上行同步、智能天线、接力切换、联合检测、动态信道分配等先进技术。在 R4 版本中,TD-SCDMA 在 1.6MHz 的带宽内,最高可为用户提供 384kbit/s 的数据传输速率。

在 R5 版本中,TD-SCDMA 引入了 HSDPA 技术,在 1.6MHz 带宽上其理论峰值速率可达到 2.8Mbit/s。另外,通过多载波捆绑的方式能够进一步提高 HSDPA 系统中单用户峰值速率。目前,3GPP、CCSA 等组织也正在进行 TD-SCDMA 上行链路增强(HSUPA)的研究和标准制定工作。

1.1.2 3G 的应用

移动通信由模拟制转换到数字技术(2G 系统取代 1G 系统)时,能够为用户带来全新的体验和服务,技术上的差异是最主要的吸引力。但向 3G 过渡的过程中,用户更关心的是运营商究竟能够提供怎样的服务,服务质量如何,是不是能够满足自身的需求。

3G 技术的频谱效率是 2G 的 1.5~3 倍,再加上频谱带宽的成倍增长,语音与数据传输能力大幅提高。3G 的应用可提高用户的工作学习效率和生活质量,但如果不能推出吸引用户的服务,同样不能被用户接受。受制于成本、商业模式、内容、需求等多种因素,3G 应用的进程一度并不顺利。

随着因特网和移动通信网之间的相互联结日益紧密,手机功能也逐步从简单的语言工具转变为数据信息终端,移动数据业务成为新的业务增长点。虽然话音业务在相当长的时期内仍是移动通信的主要业务,但随着 3G 的出现,信息资讯、实时视音频、移动商务等移动多媒体业务得到了快速发展。3G 的核心应用包括以下内容。

(1) 移动宽带接入

为计算机用户提供在 3G 移动通信网络覆盖范围内任何地点的高速无线上网服务,让用户可以发送和接收带大附件的电子邮件、享受实时互动游戏、收发高分辨率的图片和视频、下载视频和音乐等。

(2) 手机宽带上网

进入移动互联网时代,手机宽带上网是一项重要的功能,通过手机收发语音邮件、写博客、聊天、搜索、下载图片/铃声等,让手机变成个人的小计算机。

(3) 手机办公

利用手机的移动信息化软件,建立手机与计算机互联互通的企业软件应用系统,摆脱时间和场所局限,随时进行随身化的公司管理和沟通。

(4) 无线搜索

许多计算机用户都将百度、谷歌等搜索引擎设置为浏览器的主页,或者将其快捷方式放在最明显且便于操作的位置,由此可见搜索服务在人们的生活中扮演着很重要的角色。而从需求方面来看,手机上网与 PC 端上网没有明显的区别,手机的移动性反而使得搜索更加便捷。对用户来说,这是比较实用的移动网络服务,也能让人快速接受。随时随地用手机搜索将会变成更多手机用户的一种生活习惯。

(5) 手机阅读

在丰富的资源和便携性下,越来越多的用户加入到手机电子阅读中,手机阅读成为用户在地铁上和闲暇时光中最为常见的应用之一。手机阅读已经成为移动互联网用户使用频率较高的应用之一,每天阅读一次及以上的用户占比达到45%。

(6) 视频通话

传统的语音通话资费降低,而视觉冲击力强、快速直接的视频通话会更加普及和飞速发展。

(7) 手机电视与流媒体

3G流媒体是指以“流”的形式运行的数字媒体,运用可变带宽技术在3G网络中实现欣赏连续的音频和视频节目。移动视频也被认为是未来电信市场的最大热点,CMMB等标准的建设推动了手机电视行业的发展,手机流媒体软件应用也越来越多,在视频影像的流畅和画面质量上不断提升、突破技术瓶颈,真正实现了大规模应用。

(8) 手机音乐下载

直接用手机下载喜欢的音乐是一项深受年轻用户喜爱的3G应用。3G的网络速率可以让用户摆脱用计算机传输到手机的麻烦方式,直接用手机下载喜欢的歌曲。在一些无线互联网发展成熟的国家,选择手机上网下载音乐的人是使用计算机下载的50倍。

(9) 手机购物

手机购物与计算机上网购物类似,只不过载体从计算机变成了上网手机,利用手机上网实现网购的过程,属于移动电子商务。事实上,移动电子商务是3G时代手机上网用户的最爱。利用3G网络,用户只要开通手机上网服务,就能够在手机上查询商品信息,并可以在线支付和购买产品。

(10) 手机网络游戏

手机网络游戏虽不如计算机网络游戏的体验好,但手机携带方便、游戏可以随时进行,这种网络游戏利用了零碎的时间,受到年轻人欢迎,能够成为3G时代的一个重要增长点。3G时代之后,游戏平台会更加稳定和快速,兼容性更高、可玩性更强,让用户在游戏的视觉和效果方面感觉更好。

1.1.3 未来移动通信的发展趋势

从提供基本的移动话音,到短消息、WAP等低速数据业务,再发展到移动宽带所支持的各种高速无线上网、娱乐、计算与移动信息服务,在多种技术融合与发展的基础上,以用户为中心的移动通信系统逐渐浮现。技术的发展与业务的应用相互促进,未来的移动通信呈现出以下特征。

(1) 移动宽带化趋势明显

移动通信领域经过多年的内部自我发展,开始面临外部非电信业技术领域的影响与挑战。802.16/WiMAX的提出,促使整个无线通信领域开始了新一轮的技术发展,加速了蜂窝移动通信技术演进的步伐。正是为了对应WiMAX标准的竞争,3GPP启动了长期演进计划。显而易见,长期演进计划的目标首先是提高蜂窝移动网的宽带接入能力。

(2) ONELTE将成为4G主流

第三代移动通信技术有效提升了移动数据带宽,但高速大流量的数据通信仍有其局