

广东省电信规划设计院有限公司
GUANGDONG PLANNING AND DESIGNING
INSTITUTE OF TELECOMMUNICATIONS CO.,LTD.

“十二五”
国家重点图书出版规划项目

4G 丛书

LTE 融合发展之道—— TD-LTE 与 LTE FDD 融合组网规划与设计

□ 蓝俊锋 殷涛 杨燕玲 管政 等 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

广东省电信规划设计院有限公司
GUANGDONG PLANNING AND DESIGNING
INSTITUTE OF TELECOMMUNICATIONS CO., LTD.

“十二五”

国家重点图书出版规划项目

4G 丛书

LTE 融合发展之道—— TD-LTE 与 LTE FDD 融合组网规划与设计

□ 蓝俊锋 殷涛 杨燕玲 管政 等 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

LTE融合发展之道：TD-LTE与LTE FDD融合组网规划
与设计 / 蓝俊锋等编著. — 北京：人民邮电出版社，
2014. 8

(4G丛书)

ISBN 978-7-115-35483-9

I. ①L… II. ①蓝… III. ①无线电通信—移动网—
网络规划②无线电通信—移动网—网络设计 IV.
①TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第149747号

内 容 提 要

本书基于作者对协议、规范的理解，结合LTE系列研究的相应成果，系统梳理了LTE融合发展过程中的标准、策略、政策、方法等，对LTE的融合组网、规划与设计进行了全面、系统的阐述。

本书适合从事LTE技术研究、网络规划设计、运行维护、测试验证的工程技术人员阅读，也可作为高等院校相关专业师生的参考教材。

◆ 编 著 蓝俊锋 殷 涛 杨燕玲 管 政 等

责任编辑 李 静

责任印制 杨林杰

◆ 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>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

◆ 开本：787×1092 1/16

印张：17.5

2014年8月第1版

字数：415千字

2014年8月北京第1次印刷

定价：66.00元

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

反盗版热线：(010)81055315

广告经营许可证：京崇工商广字第0021号



序

目前，全球 LTE 商用网络正在加速推进，整个产业链也在逐步走向成熟，它在下一代移动通信市场中的主导地位已经确立。2013 年 8 月国务院发布的《“宽带中国”战略及实施方案》，首次将 LTE 提升到国家发展战略的地位。“宽带中国”战略提出，到 2015 年，3G/LTE 用户普及率达到 32.5%，到 2020 年达到 85%。值得注意的是，“宽带中国”战略将 LTE 与 3G 的发展目标进行了融合，也就是说，在相当长一段时期内，LTE 将处于与 3G 的交叠融合状态。

作为当前信息通信技术发展最为关键的重点之一，TD-LTE 是继 TD-SCDMA 之后我国通信和电子信息产业面临的又一重大历史机遇。在国家的统一部署下，经过相关企业、科研机构的共同努力，TD-LTE 技术和产业的发展取得了令人瞩目的成绩。我国政府于 2013 年 12 月 4 日向中国移动、中国电信、中国联通 3 家运营商发放了 4G（TD-LTE）牌照，中国移动正在建设全球最大的 TD-LTE 网络，中国电信正在建设 TD-LTE 与 LTE-FDD 混合组网的试验网，中国联通也在为 LTE 的建设做准备。LTE 自此进入快速发展通道。

TD-LTE 与 LTE FDD 在技术标准、实现机制、终端与设备等方面具有许多共同点。同时，TD-LTE 具有自身的技术优势，例如，时分双工无需采用成对频谱，使得 TD-LTE 更易获取新的频谱资源；灵活的上下行时隙配比使得 TD-LTE 具有良好的业务匹配能力；信道互易性使得 TD-LTE 更容易采用智能天线等新技术以提升系统性能。而 LTE FDD 作为当前世界上应用最广泛、终端种类最丰富的一种 4G 标准，其标准化与产业发展都领先于 TD-LTE。因此，从技术演进和商业运营的角度而言，TD-LTE 与 LTE FDD 融合组网是运营商的最佳选择。融合组网的策略、规划、设计与实施将极大影响网络的性能、质量和效益，是网络建设者必须认真思考和探索的问题。

我们希望本书能够从理清 LTE 技术的发展脉络，梳理 LTE 网络规划部署、工程实施的技术体系和方法的角度出发，为 LTE 网络的建设者提供参考。

郑建飞

广东省电信规划设计院有限公司副总经理

2014 年 6 月

前言

“宽带中国”战略的提出，移动互联网井喷式发展，物联网和云计算的兴起、成熟与运用，都显示了我国的信息产业在过去的几年中发生的翻天覆地的变化。移动通信网络的升级换代正在如火如荼地进行中，作为通信领域的核心热点之一，LTE 的发展无疑最为引人注目。

LTE 的升级演进受到国家信息化战略、技术标准、行业政策、频谱资源、运营策略、产业链成熟、基础资源等因素的影响。随着国家信息化战略的推进，产业链的成熟，行业政策的进一步明朗，各运营商的运营策略也逐步进入快速执行阶段，LTE 网络正进入快速建设期，网络规模逐步扩大。中国移动 LTE 终端开售的发令枪打响，预示着 LTE 正式进入“三国时代”。

广东省电信规划设计院有限公司系原邮电部首批 7 家甲级勘察设计公司之一，现为中国通信标准化协会（CCSA）全权会员，中国工程咨询协会通信信息专业委员会副主任委员单位，具有丰富的通信工程咨询、设计经验，截至 2013 年年底，在设计、咨询和科技创新等方面累计共获得国家级奖项 38 项，部级奖项 172 项。为顺应技术和业务的发展，更好地支撑 LTE 的建设任务，公司抽调资深无线网络规划与设计专家和中青年技术骨干，组建了无线网络新技术研究中心（以下简称“研究中心”），紧密跟踪 LTE 技术的发展。

研究中心与广东移动、广东电信合作，在 LTE 试验网中完成了大量的研究工作，主要包括 LTE 网络测试及优化策略、LTE 多天线应用模型性能研究、LTE 与异系统室内分布干扰研究、LTE 室内解决方案研究等，有力支撑了广州亚运会 TD-LTE 试验网、广州地铁多系统共用室分系统、深圳大运会通信保障等重大项目。除了研究工作之外，研究中心还致力于 LTE 专业人才的培养，先后编写了《LTE 规划与设计》及《特殊场景覆盖解决方案》等培训教材，为 LTE 的大发展进行了人员和技术的双重准备。

2013 年 8 月，研究中心启动了《LTE 融合发展之道——TD-LTE 与 LTE FDD 融合组网规划与设计》一书的创作，历经 4 个月完成本书的编写。基于作者对协议、规范的理解，结合 LTE 系列研究的相应成果，本书系统梳理了 LTE 融合发展过程中的标准、策略、政策、方法等。

全书共分 10 章，对 LTE 的融合组网、规划与设计进行了全面系统的阐述。各章节内容如下。

第 1 章从移动通信的发展简史、LTE 标准及其演进历程、LTE 频谱规划及产业发展进程等几个方面，介绍了 LTE 发展中的关键里程碑和进展。

第2章详细讲述了 OFDM、MIMO、高阶调制、HARQ、干扰抑制、SON 等 LTE 关键技术, 这些技术是 LTE 系统性能大幅度提升的基石。

第3章从网络架构、协议标准体系、协议栈、帧结构、物理资源、信道映射、物理过程、无线资源管理与分配等方面系统阐述 LTE 的技术原理, 并从系统设计、关键过程及性能等方面对 TD-LTE 和 LTE FDD 进行了对比分析。

第4章从现有的 GSM、TD-SCDMA、cdma2000、WCDMA、LTE、WLAN 等网络制式的技术特性分析出发, 阐述各运营商基于现有的 2G/3G 网络向 LTE 演进过程中的策略、挑战与方法, 分析了互操作、异构网等 LTE 面临的关键问题, 重点讨论了 TD-LTE 与 LTE FDD 融合发展的方向和组网方案。

第5章对 LTE 规划技术要点进行分析, 主要包括 3G/LTE 覆盖能力分析、LTE 容量影响因素分析、频谱带宽与频率规划对性能的影响、TD-LTE 与 TD-SCDMA 的时隙对齐问题及其对性能的影响、多系统共存情况下的干扰隔离与规避措施、多天线技术对 LTE 系统性能的影响及相关测试结论等。本章还从站址资源储备的角度论述了站址资源对于 LTE 可持续发展的重要性。

第6章全面介绍了无线网规划的整体流程, 从需求分析、预规划、站址规划、系统仿真、无线资源与参数规划、选址与规划修正共 6 个步骤依次介绍 LTE 无线网规划过程中的工作内容和方法。

第7章以某地区 LTE 网络规划为案例进行规划实务的阐述。本章与第6章的内容结构相似, 重点在于向读者展示规划过程中的输入、输出和分析过程, 使得读者能够掌握 LTE 网络规划的精要。

第8章从基站设计的一般流程与方法、设计原则与规范、设计创新与环境和谐、安全生产等多角度对 LTE 基站的机房、天馈、分布系统、防雷接地等设计内容进行了详细的分析, 系统介绍了 LTE 融合发展背景下的多系统基站融合组网设计方法。

第9章简要介绍无线基站资源共享和节能减排的方法。

第10章简述 LTE-A 的标准的进展和关键技术, 使读者对 LTE 的演进方向具备感性认识。

本书整体框架体系由蓝俊锋、殷涛策划, 全书由蓝俊锋、殷涛、杨燕玲、管政编写, 由殷涛统稿。李学云、郑建飞、涂进、邓耀强、徐宇坚等同志对本书进行了指导和审核, 提出了许多宝贵意见。

由于我国 LTE FDD 的相关政策在本书创作过程中尚未明朗, LTE 发展仍存在变数, 本书内容难免有不足之处, 敬请读者批评指正。

广东省电信规划设计院有限公司
无线网新技术研究中心
2014 年 1 月



目 录

第 1 章 概 述.....	1
1.1 移动通信发展简史.....	1
1.1.1 第一代移动通信系统.....	1
1.1.2 第二代移动通信系统.....	1
1.1.3 第三代移动通信系统.....	2
1.1.4 第四代移动通信系统.....	3
1.1.5 第五代移动通信的研究和推进工作.....	5
1.2 LTE 标准及其演进.....	6
1.3 LTE 频谱规划.....	7
1.3.1 世界无线电通信大会规划的移动通信频谱.....	7
1.3.2 3GPP 确定的 LTE 频段.....	8
1.3.3 我国移动通信频谱.....	10
1.4 产业发展进程.....	12
第 2 章 LTE 关键技术.....	15
2.1 多址接入.....	15
2.1.1 OFDMA.....	15
2.1.2 SC-FDMA.....	17
2.2 MIMO 与智能天线.....	18
2.2.1 智能天线.....	18
2.2.2 波束赋形.....	19
2.2.3 MIMO.....	20
2.2.4 传输模式.....	23
2.3 高阶调制.....	24

2.4 HARQ	25
2.5 干扰抑制技术	27
2.5.1 频率复用	28
2.5.2 干扰协调	29
2.5.3 干扰随机化	30
2.5.4 干扰消除	31
2.6 语音解决方案	31
2.7 SON	35
第3章 LTE 原理	40
3.1 LTE 系统架构	40
3.1.1 LTE 系统网络架构	40
3.1.2 E-UTRAN 与 EPC 的功能划分	41
3.2 LTE 系统标准体系	42
3.3 LTE 协议栈	46
3.3.1 整体协议栈	46
3.3.2 无线接口协议栈	47
3.3.3 其他接口协议栈	48
3.4 帧结构	49
3.4.1 LTE 帧结构	49
3.4.2 TDD 特殊时隙结构	50
3.5 物理资源	51
3.5.1 物理资源块	51
3.5.2 资源分配: 逻辑资源块	52
3.5.3 上行资源分配: 物理资源块	53
3.5.4 上、下行的分布式传输的区别	54
3.6 信道映射	54
3.7 物理过程	55
3.7.1 小区搜索过程	55
3.7.2 同步保持过程	56
3.7.3 随机接入过程	57
3.7.4 功率控制过程	57
3.7.5 数据传输过程	59
3.7.6 切换过程	59
3.8 无线资源管理	60
3.8.1 资源分配	60
3.8.2 接纳控制	62
3.8.3 负载均衡	64
3.9 TD-LTE 与 LTE FDD	65

3.9.1 系统设计差异	65
3.9.2 关键过程差异	68
3.9.3 TD-LTE 与 LTE FDD 的优劣势比较	69
第4章 LTE 演进策略	71
4.1 网络特性	71
4.1.1 GSM 网络	71
4.1.2 TD-SCDMA 网络	72
4.1.3 WLAN 网络	72
4.1.4 cdma2000 网络	72
4.1.5 WCDMA 网络	73
4.1.6 LTE 网络	73
4.2 演进策略	74
4.2.1 TD-SCDMA 向 LTE 演进	74
4.2.2 cdma2000/EV-DO 向 LTE 演进	76
4.2.3 WCDMA 向 LTE 演进	80
4.3 多网协同	82
4.3.1 现状分析	83
4.3.2 面临的挑战	85
4.3.3 协同思路	85
4.4 互操作	87
4.5 异构网	90
4.5.1 网络架构	90
4.5.2 关键技术	91
4.5.3 面临的主要问题	93
4.5.4 组网关键点	94
4.6 TD-LTE 与 LTE FDD 融合组网	95
4.6.1 融合发展	95
4.6.2 融合组网方案	96
第5章 LTE 规划技术要点	98
5.1 覆盖能力分析	98
5.1.1 3G 覆盖能力分析	98
5.1.2 LTE 覆盖能力分析	106
5.2 容量影响因素分析	113
5.2.1 LTE 系统的容量特性	114
5.2.2 容量的主要影响因素	118
5.3 频谱规划	124
5.4 TD-LTE 时隙对齐与同步	125

5.4.1 时隙对齐	125
5.4.2 传输效率估计	127
5.5 多系统共存与干扰规避	128
5.5.1 干扰来源	129
5.5.2 干扰理论分析的一般方法	130
5.6 多天线技术对性能的影响	135
5.6.1 测试对比方法	136
5.6.2 性能对比结论	137
5.6.3 应用场景分析	138
5.7 站址资源	139
5.7.1 站址设计的一般性考虑	139
5.7.2 站址资源共享	140
5.7.3 站址筛查	142
5.7.4 站址储备	143
第 6 章 LTE 规划流程与方法	144
6.1 总体规划流程	144
6.2 需求分析	144
6.2.1 网络指标要求	144
6.2.2 网络规划建设策略	145
6.2.3 业务需求分析	147
6.2.4 现网站址资源分析	151
6.2.5 覆盖估算	151
6.2.6 频率规划	151
6.2.7 子帧规划	152
6.2.8 站型配置	152
6.2.9 容量配置	152
6.3 站址规划	153
6.4 LTE 系统仿真	154
6.4.1 传播模型校正	154
6.4.2 仿真方法	156
6.5 无线资源与参数规划	156
6.5.1 邻区规划	156
6.5.2 PCI 规划	157
6.5.3 TA 规划	157
6.6 选址与规划修订	158
第 7 章 LTE 无线网规划实务	159
7.1 需求分析	159

7.1.1	覆盖需求分析.....	159
7.1.2	网络指标要求.....	161
7.2	规划原则.....	162
7.2.1	商务区.....	162
7.2.2	高校园区.....	162
7.2.3	居民小区.....	163
7.2.4	乡镇镇区.....	163
7.3	预规划.....	163
7.3.1	工作频带.....	163
7.3.2	子帧规划.....	163
7.3.3	天线选择原则.....	164
7.3.4	容量规划.....	164
7.4	室外覆盖规划.....	164
7.4.1	链路预算.....	164
7.4.2	覆盖半径与站址需求.....	165
7.5	室内覆盖规划.....	166
7.5.1	单双路覆盖性能分析.....	166
7.5.2	典型场景链路预算.....	167
7.5.3	小区规划.....	168
7.6	仿真分析.....	169
7.6.1	传播模型校正.....	169
7.6.2	仿真区域和方案.....	170
7.6.3	仿真结果分析.....	170
7.7	基站传输需求.....	173
7.8	规划结论.....	174
第8章	LTE 工程设计.....	175
8.1	概述.....	175
8.1.1	建设流程.....	175
8.1.2	设计内容.....	177
8.1.3	设计依据.....	178
8.1.4	设计原则.....	182
8.2	机房设计.....	190
8.2.1	需求分析.....	190
8.2.2	设计思路.....	195
8.2.3	机房布局.....	196
8.2.4	设备改造.....	197
8.3	宏基站天馈系统设计.....	199
8.3.1	天馈系统构成.....	199

8.3.2	天馈系统设计	199
8.3.3	天馈系统隔离	202
8.3.4	风荷载与杆塔要求	203
8.3.5	LTE 天线发展趋势	206
8.4	室内分布系统设计	208
8.4.1	单双路选择	208
8.4.2	改造方案	211
8.4.3	天线设计	212
8.4.4	TD-LTE 与多系统的互干扰控制	213
8.4.5	小区切换带的设计	215
8.5	基站与环境和谐	216
8.5.1	机房美化	216
8.5.2	天馈美化	219
8.6	抗震加固	224
8.6.1	设备抗震	225
8.6.2	线缆	227
8.7	防雷与接地	227
8.7.1	总体要求	227
8.7.2	地网	228
8.7.3	机房内接地	229
8.7.4	线缆保护	229
8.7.5	浪涌保护器	230
8.7.6	天馈线防雷接地	230
8.8	环境保护	230
8.8.1	电磁辐射	230
8.8.2	生态环境保护	231
8.8.3	噪声控制	231
8.8.4	废旧物品回收及处置	231
8.9	安全生产	232
8.9.1	工程安全管理组织	232
8.9.2	安全施工要求	232
8.9.3	施工消防安全要求	233
8.9.4	施工用电安全要求	234
8.9.5	施工行为安全要求	235
8.9.6	施工监理安全要求	235
8.9.7	现场勘察安全要求	235
第 9 章	资源共享与节能减排	236
9.1	共建共享	236

9.1.1 原则	236
9.1.2 建设方案	237
9.2 节能减排	244
9.2.1 无线设备	245
9.2.2 空调节能	246
9.2.3 建筑节能	253
9.2.4 新能源技术	253
第 10 章 LTE-A 展望	257
10.1 LTE-A 标准	257
10.2 LTE-A 关键技术	257
10.2.1 载波聚合 (CA) 技术	257
10.2.2 天线传输模式 TM9	258
10.2.3 中继	259
10.2.4 LTE-Hi	259
10.2.5 LTE-A 对容量支持能力的改进	260
参考文献	263



第1章 概述

1.1 移动通信发展简史

早在 1897 年，意大利电气工程师伽利尔摩·马可尼（Guglielmo Marchese Marconi，于 1874~1937）在陆地和一只拖船之间用无线电进行了消息传输，开创了移动通信的先河。20 世纪 70 年代末以来，移动通信经历了第一代模拟蜂窝网电话系统、第二代数字蜂窝网电话系统的繁荣与衰退；目前，第三代移动通信系统已成为广泛应用的主要技术；第四代移动通信系统正迅猛发展并不断完善；第五代移动通信系统的研究也已经起航。

1.1.1 第一代移动通信系统

20 世纪 70 年代末，美国 AT&T 公司运用电话技术和蜂窝无线电技术研制了第一套蜂窝移动电话系统，取名为先进的移动电话系统，即 AMPS（Advanced Mobile Phone Service）。第一代无线网络技术的一大成就在于去除了电话机与网络之间的用户线，使用户第一次能够在移动的状态下拨打电话。这一代主要有 3 种窄带模拟系统标准，即北美蜂窝系统 AMPS，北欧移动电话系统 NMT 和全接入通信系统 TACS。我国采用的主要是 TACS 制式，频段为 890~915MHz/935~960MHz。第一代移动通信（1G）的各种蜂窝网系统有很多相似之处，但是也有很大的差异，它们只能提供基本的语音业务，不能提供非语音业务，并且保密性差，易被并机盗打。另外，它们之间还互不兼容，移动用户无法在各种系统之间实现漫游。

1.1.2 第二代移动通信系统

为了解决由于采用不同模拟蜂窝系统造成互不兼容，无法漫游的问题，1982 年北欧四国向欧洲邮电主管部门大会（European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, CEPT）提交了一份建议书，要求制定 900MHz 频段的欧洲公共电信业

务规范,建立全欧统一的蜂窝网移动通信系统;同年,成立了欧洲“移动通信特别小组”(Group Special Mobile),简称 GSM,后来 GSM 的含义演变为“全球移动通信系统”(Global System for Mobile Communications)。第二代移动通信(2G)数字无线标准主要有 GSM、D-AMPS、PDC 和 IS-95CDMA 等。我国第二代移动通信系统以 GSM 和 CDMA 为主。为了适应数据业务的发展,在第二代技术中还诞生了 2.5G、2.75G,也就是 GSM 系统的 GPRS、EDGE 和 CDMA 系统的 IS-95B、1x 等技术,提高了数据传送能力。第二代移动通信系统在引入数字无线电技术以后,数字蜂窝移动通信系统提供了更好的网络,不但改善了语音通话质量,提高了保密性,防止了并机盗打,还为移动用户提供了无缝的国际漫游。

1.1.3 第三代移动通信系统

第三代移动通信技术也就是 IMT-2000(International Mobile Telecommunications-2000),也称为 3G(3rd-Generation)。相比第二代移动通信系统,它能提供更高的速率、更好的移动性和更丰富的多媒体综合业务。最具代表性的 3G 技术标准有美国提出的 cdma2000、欧洲提出的 WCDMA 和中国提出的 TD-SCDMA。

1. cdma2000

cdma2000 由美国牵头的 3GPP2(3rd Generation Partnership Project2)提出,是由 IS-95 系统演进而来的,并向下兼容 IS-95 系统。IS-95 系统是世界上最早的 CDMA 移动系统。cdma2000 系统继承了 IS-95 系统在组网、系统优化方面的经验,并进一步对业务速率进行了扩展,同时通过引入一些先进的无线技术,进一步提升了系统容量。在核心网络方面,它继续使用 IS-95 系统的核心网作为其电路域来处理电路型业务,如语音业务和电路型数据业务,同时在系统中增加了分组设备(PDSN 和 PCF)来处理分组数据业务。因此在建设 cdma2000 系统时,原有的 IS-95 的网络设备可以继续使用,只要新增加分组设备即可。在基站方面,由于 IS-95 与 1x 的兼容性,运营商只要通过信道板和软件更新即可将 IS-95 基站升级为 cdma2000 1x 基站。在我国,中国联通在其最初的 CDMA 网络建设中就采用了这种升级方案。在 2008 年电信行业重组时,中国电信收购了中国联通的整个 cdma2000 网络。

2. WCDMA

历史上,欧洲电信标准学会(ETSI)在 GSM 之后就开始研究 3G 标准,其中有几种备选方案是基于直接序列扩频码分多址的,而日本的第三代研究也是使用宽带码分多址技术。其后,以欧洲和日本为主导进行融合,在 3GPP(3rd Generation Partnership Project)组织中发展了第三代移动通信系统 UMTS,并提交给国际电信联盟(ITU)。ITU 最终接受 WCDMA 作为 IMT-2000 标准的一部分。目前 WCDMA 是世界范围内商用最多,技术发展最为成熟的 3G 制式。在我国,中国联通在 2008 年电信行业重组之后开始建设 WCDMA 网络。

3. TD-SCDMA

TD-SCDMA 是我国提出的第三代移动通信标准,也是 ITU 批准的 3 个 3G 标准之一,是以我国知识产权为主的、在国际上被广泛接受和认可的无线通信国际标准。

TD-SCDMA 技术标准的提出是我国电信史上重要的里程碑。相对于另两个 3G 标准 (cdma2000 和 WCDMA), TD-SCDMA 起步较晚。

1998 年 6 月 29 日,原中国邮电部电信科学技术研究院(现大唐电信科技产业集团)向 ITU 提出了该标准。该标准将智能天线、同步 CDMA 和软件无线电 SDR (Software Defined Radio) 等技术融于其中。

TD-SCDMA 的发展过程始于 1998 年初,在当时的邮电部科技司的直接领导下,由原电信科学技术研究院组织队伍在 SCDMA 技术的基础上,研究和起草符合 IMT-2000 要求的由我国主导的 TD-SCDMA 建议草案。该标准草案以智能天线、同步码分多址、接力切换、时分双工为主要特点,于 ITU 征集 IMT-2000 第三代移动通信无线传输技术候选方案的截止日 1998 年 6 月 30 日提交到 ITU,从而成为 IMT-2000 的 15 个候选方案之一。ITU 综合了各评估组的评估结果,在 1999 年 11 月赫尔辛基 ITU-R TG8/1 第 18 次会议上和 2000 年 5 月伊斯坦布尔 ITU-R 全会上,正式接纳 TD-SCDMA 作为 CDMA TDD 制式的方案之一。

经过一年多的时间、几十次的工作组会议、几百篇的文稿讨论后,2001 年 3 月在棕榈泉召开的 RAN 全会上正式发布了包含 TD-SCDMA 标准在内的 3GPP R4 版本规范,TD-SCDMA 在 3GPP 的融合工作中达到了第一个目标。

至此,TD-SCDMA 不论在形式上还是在实质上,都已在国际上被广大运营商、设备制造商所认可和接受,成为真正的国际标准。

但是,TD-SCDMA 起步比较晚,技术发展成熟度不及其他两大标准,同时市场前景不明朗,导致相关产业链发展滞后,最终全球只有中国移动一家运营商部署了商用 TD-SCDMA 网络。

1.1.4 第四代移动通信系统

从核心技术来看,通常所称的 3G 技术主要采用 CDMA (Code Division Multiple Access, 码分多址)多址技术,而业界对第四代移动通信(4G)核心技术的界定则主要是指采用 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 正交频分复用)调制技术的 OFDMA 多址技术,可见 3G 和 4G 最大的区别在于采用的核心技术完全不同。从核心技术的角度来看,LTE、WiMAX (802.16e) 及其后续演进技术 LTE-Advanced 和 802.16m 等均可以视为 4G; 不过从标准的角度来看,ITU 对 IMT-2000 (3G) 系列标准和 IMT-Advanced (4G) 系列标准的区分并不是以采用何种核心技术来划分的,而是以能否满足一定的参数要求来区分。ITU 在 IMT-2000 标准中要求,3G 必须满足传输速率在移动状态时为 144kbit/s、步行状态时为 384kbit/s、室内为 2Mbit/s,而 ITU 的 IMT-Advanced 标准中则要求 4G 在使用 100MHz 信道带宽时,频谱利用率应达 10 (bit/s)/Hz,理论传输速率应达到 1000Mbit/s。目前,LTE、WiMAX (802.16e) 均未达到 IMT-Advanced 标准的要求,因此严格来说仍隶属于 IMT-2000 系列标准,而 LTE-Advanced 和 802.16m 标准则正在朝 IMT-Advanced 标准的要求努力。

2008 年 2 月份,ITU-R WP5D 正式发出了征集 IMT-Advanced 候选技术的通函。经过两年时间的准备,ITU-R WP5D 在其第 6 次会议上(2009 年 10 月)共征集到 6 种候选技术方案,分别来自于两个国际标准化组织和 3 个国家。这 6 种技术方案可以分成两类:基于 3GPP 的技术方案和基于 IEEE 的技术方案。

(1) 3GPP 的技术方案: LTE Release10&beyond (LTE-Advanced)。该方案包括 FDD 和 TDD 两种模式。由于 3GPP 不是 ITU 的成员, 该技术方案由 3GPP 所属 37 个成员单位联合提交, 包括我国三大运营商和 4 个主要厂商。3GPP 所属标准化组织(中国、美国、欧洲、韩国和日本)以文稿的形式表态支持该技术方案。最终该技术方案由中国、3GPP 和日本分别向 ITU 提交。

(2) IEEE 的技术方案: 802.16m。该方案同样包括 FDD 和 TDD 两种模式。BT、KDDI、Sprint、诺基亚、阿尔卡特朗讯等 51 家企业、日本标准化组织和韩国政府以文稿的形式表态支持该技术方案, 我国企业没有参加。最终该技术方案由 IEEE、韩国和日本分别向 ITU 提交。

经过 14 个外部评估组织对各候选技术方案的全面评估, 最终得出两种候选技术方案完全满足 IMT-Advanced 技术需求。2010 年 10 月的 ITU-R WP5D 会议上, LTE-Advanced 技术和 802.16m 技术被确定为最终的 IMT-Advanced 阶段国际无线通信标准。我国主导发展的 TD-LTE-Advanced 技术通过了所有国际评估组织的评估, 被确定为 IMT-Advanced 国际无线通信标准之一。

图 1-1 是从 2G 到 4G 主流移动通信系统的演进路线。

