

LTE

无线网络 优化实践

李明欣 徐健
袁静 雷曦炜 ◎编著

全面提升4G工程技术
人才无线网络优化技能

结合4G移动通信主要标准
FDD-LTE和TDD-LTE

- 完整介绍LTE的整体架构、
关键技术与现网的实践
- 系统阐述无线网络优化理论、
方法、流程与实战案例



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

LTE

无线网络 优化实践

李明欣 徐健
袁静 雷曦炜

◎编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

LTE无线网络优化实践 / 李明欣等编著. — 北京 :
人民邮电出版社, 2016. 6
ISBN 978-7-115-41679-7

I. ①L… II. ①李… III. ①无线电通信—移动网—
最佳化 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第029113号

内 容 提 要

本书从 LTE 的网络架构和关键技术入手, 以现网实际应用为基础向读者讲述了 LTE 物理层原理、关键信令流程、互操作等基础原理; 然后对 LTE 无线网络优化实践分不同阶段进行详细分析讨论, 如基础优化、专题优化、特殊场景优化等; 最后, 以 LTE-A 关键技术为核心, 对 LTE 优化中的新技术、新设备等创新解决方案及 LTE 技术长期演进方向进行了介绍。全书按照循序渐进和由易到难的指导思想进行内容的编排。

本书适合电信运营商及从事 LTE 网络规划与设计、网络运营与维护及工程技术人员阅读, 也可作为高等院校通信、计算机、电子、信息类专业师生的参考书。

-
- ◆ 编 著 李明欣 徐 健 袁 静 雷曦炜
责任编辑 乔永真
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>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19.5 2016 年 6 月第 1 版
字数: 453 千字 2016 年 6 月北京第 1 次印刷
-

定价: 80.00 元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

序

随着智能终端和移动互联网应用的发展,全球 4G 产业呈快速发展趋势。4G 的主流技术 FDD-LTE 与 TD-LTE 不是唯技术论,而是将人与人、人与物、物与物之间的互联互通及其商业价值考虑在内的。三大运营商均看到了 LTE 技术对于商业推进的价值,因此在 4G 网络部署上加大了投资力度,缩短了建设周期。现在,4G 网络建设逐步向深度及广度扩展,网络演进则在网络大规模建设阶段即引入了载波聚合、VoLTE 等新技术。

无线网络优化技术贯穿了 4G 网络运行的各个环节,对于提升网络质量、打造精品网络、发挥新技术优势及取得良好的经济效益和社会效益起着关键作用。随着 4G 网络向数据化、高速化、宽带化方向发展,无线网络优化的技术难度在不断增大,相比 2G/3G 网络优化更加复杂。LTE 网络的快速大规模部署,对于人才的素质与培养周期提出了新的要求。目前,业界对 4G 及其后续演进的高层次工程技术人才的需求,已成为迫在眉睫的问题。但现有的书籍和培训偏向于理论和标准,现网中的实践与实战匮乏,严重制约了 4G 工程技术人才的全面成长和实战能力提升。

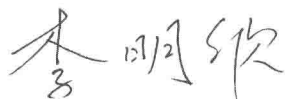
鉴于此状况,我们工作室对 4G 网络规划、网络建设、无线优化、新技术运用等方面结合日常工作进行了深入研究,以理论基础为纲领、以现网实战经验为指导,形成了完整的 4G 无线网络优化体系及方法。通过系统的总结经验,我们组织编纂了本书,力求推进 4G 工程技术人才的培养与提高,为 4G 人才的储备贡献微薄之力。

4G 移动通信标准主要包括 FDD-LTE 和 TD-LTE 两种制式。结合这两种主流制式,本书完整地介绍了 LTE 的整体架构、关键技术与现网的实践,系统地阐述了 LTE 无线网络优化各阶段的理论、方法、流程与实战案例。

参与本书的著作人员都是从事多年无线网络优化与规划的技术人员,不仅具有丰富的理论知识,而且具有丰富的优化实践经验。因此,本书中融合了大量的 LTE 无线网络优化实战案例,理论与实践二者的结合更有利于专业人才快速掌握 LTE 无线网络优化技能。

最后感谢参与本书审稿、写作和审定的各位专家,感谢为本书得以出版而付出心血的所有工作人员,希望广大读者和专家提出宝贵意见和建议,以便日臻完善。

李明欣通讯技术技能专家工作室
李明欣创新工作室



2016 年 3 月

前 言

从 2013 年年底工信部为国内三大运营商发放 TD-LTE 制式的 4G 牌照并启动 4G 网络商用以来,到现在已经将近 2 年时间了。2 年时间内,国内的 4G 网络得到了极大的发展,并呈现出蓬勃的生机。从网络格局上来看,中国联通和中国电信在 2015 年又获得了 FDD-LTE 制式的 4G 牌照,并陆续开启了 4G 混合组网的摸索和实践,取得了很好的效果;从网络建设上看,三大运营商都已基本完成城镇核心区域和重要交通干线的 4G 覆盖,并开始向乡镇区域扩展;从技术演进上看,载波聚合、CoMP 等技术在现网已多有应用,VoLTE 也已逐步商用,4G 网络的部署方案将更加多样化;从市场发展来看,随着 4G 资费的降低和 4G 终端的普及,4G 市场的发展持续加速,4G 网络已渗透到普通用户生活的方方面面。

与 2G/3G 网络时代相同,作为 4G 主要制式的 LTE,其无线网络优化也是伴随着 4G 网络的发展而一同成长的。LTE 无线网络优化从基础优化到专题优化再到特殊场景优化,经历了从摸索经验到总结经验的过程,整体优化思路、流程和体系已逐渐成熟。鉴于此背景,本书作者汇集了 LTE 无线网络优化各阶段的理论、方法、流程、案例等,并融入作者自身在长期的网络规划、优化工作中积累的经验,进行整理编纂,期望对各类优化技术人员和工程管理人员等学习并理解 LTE 无线网络优化过程有所帮助,从而更好地促进 4G 网络发展。

本书主要分为 3 个部分:第 1~5 章为 LTE 基础理论介绍,包括网络架构、物理层和信令流程等;第 6~11 章为 LTE 优化实践,从 6 个方面介绍了优化的思路、方法和工具等;第 12~13 章是 LTE 新技术及演进的介绍。区别于其他 LTE 理论书籍,本书侧重于对优化过程与实践的介绍,并辅以大量实际优化案例进行说明,具有很强的实践指导意义。

在本书的编写过程中,得到了“通讯技术技能专家工作室”与“创新工作室”成员的大力支持,同时,邓巍、谢浩、张晏君、廖红喜等同仁在本书编写过程中也提供了大量素材和建议,在这里向他们表示最诚挚的感谢!

由于作者水平有限,本书难免有疏漏和表述不当之处,敬请读者批评指正。

作者

2015 年 10 月于重庆

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 LTE 商用现状	1
1.1.1 全球 LTE 发展	1
1.1.2 LTE 混合组网	2
1.2 LTE 网络演进	3
1.2.1 3GPP 标准演进	3
1.2.2 LTE 技术实现	4
1.2.3 LTE 频谱划分	5
1.3 LTE 无线网络优化	7
1.4 本书结构和内容安排	8
第 2 章 网络架构及关键技术	11
2.1 网络结构	11
2.2 网元功能与接口	13
2.2.1 网元功能	13
2.2.2 系统接口	15
2.3 OFDMA	18
2.3.1 OFDMA	18
2.3.2 SC-FDMA	19
2.3.3 CP 循环前缀	20
2.4 MIMO	22
2.4.1 MIMO 作用	22
2.4.2 MIMO 分类	23
2.5 SON	24
2.5.1 自配置	24
2.5.2 自优化	25
2.5.3 自治愈	26
2.6 干扰控制技术	26
2.6.1 干扰协调原理	26
2.6.2 ICIC 原理	27



第3章 物理层原理	29
3.1 物理层结构	29
3.1.1 物理层概述	29
3.1.2 无线帧结构	30
3.1.3 资源块分配	31
3.2 物理信道及信号	32
3.2.1 物理信道及映射	32
3.2.2 上行参考信号	36
3.2.3 下行参考信号及同步信号	37
3.2.4 各物理信道及信号的使用	39
3.3 物理层过程	40
3.3.1 小区搜索	40
3.3.2 随机接入	41
3.3.3 寻呼	43
3.3.4 功控	45
3.4 附录	46
第4章 关键信令流程	47
4.1 信令流程总览	47
4.2 关键信令流程	48
4.2.1 RRC 连接管理流程	48
4.2.2 E-RAB 管理流程	53
4.2.3 附着流程	57
4.2.4 TAU 流程	62
4.2.5 切换流程	66
4.2.6 小区重选	80
4.3 附录	83
第5章 互操作原理	85
5.1 基本原理	85
5.1.1 空闲态互操作	85
5.1.2 PS 连接态互操作	88
5.1.3 CSFB 互操作	94
5.1.4 Fast Return	99
5.2 CSFB 参数	100
5.2.1 参数配置列表	100
5.2.2 参数详解	100



5.2.3 参数配置策略	104
5.3 互操作策略	106
5.3.1 空闲态	106
5.3.2 PS 连接态	108
5.3.3 CSFB 语音业务	110
第6章 宏站与室分部署	112
6.1 LTE 传播环境	112
6.1.1 传播模型	112
6.1.2 参数影响分析	113
6.2 LTE 链路预算	114
6.2.1 链路预算	114
6.2.2 预算实例	117
6.3 宏站部署	118
6.3.1 站址选择	118
6.3.2 天线应用	120
6.3.3 共天馈方案	122
6.4 室分部署	122
6.4.1 建设原则	122
6.4.2 覆盖要求	123
6.4.3 器件选取	124
6.4.4 部署方式	125
第7章 基础优化实践	128
7.1 基础优化概述	128
7.1.1 优化原则和思路	128
7.1.2 网络优化流程	129
7.1.3 网络评估方法	130
7.2 单站优化	132
7.2.1 宏站单站优化	133
7.2.2 室分单站优化	139
7.3 分簇优化	141
7.3.1 簇优化准备	141
7.3.2 单小区覆盖分析	142
7.3.3 区域覆盖分析	144
7.3.4 切换分析	150
7.3.5 评估结果	151



7.4 常规优化	151
7.4.1 网络评估	151
7.4.2 网络优化调整	152
第8章 专题优化实践	153
8.1 天馈专题优化	153
8.1.1 天馈问题分类	153
8.1.2 原因及解决措施	154
8.1.3 优化案例	155
8.2 干扰专题优化	158
8.2.1 干扰问题分类	158
8.2.2 原因及优化手段	159
8.2.3 优化案例	160
8.3 室内外协同优化	163
8.3.1 协同优化问题	163
8.3.2 协同策略及分析	165
8.3.3 优化案例	166
8.4 互操作专题优化	169
8.4.1 优化流程	169
8.4.2 优化案例	170
8.5 投诉专题优化	176
8.5.1 投诉排查流程和思路	176
8.5.2 数据业务投诉问题	177
8.5.3 语音业务投诉问题	182
第9章 特殊场景优化实践	186
9.1 大型公共场馆	186
9.1.1 场景特点	186
9.1.2 优化重点	187
9.1.3 优化案例	189
9.2 高铁	192
9.2.1 场景特点	192
9.2.2 优化重点	193
9.2.3 优化案例	195
9.3 CBD 商圈	196
9.3.1 场景特点	196
9.3.2 优化重点	196
9.3.3 优化案例	197

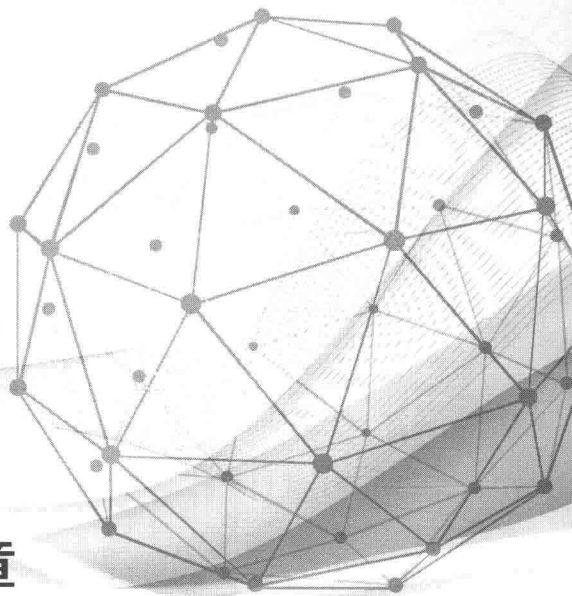


9.4 校园	198
9.4.1 场景特点	198
9.4.2 优化重点	199
9.4.3 优化案例	200
9.5 都市桥梁	201
9.5.1 场景特点	201
9.5.2 优化重点	201
9.5.3 优化案例	202
9.6 沿江道路场景	203
9.6.1 场景特点	203
9.6.2 优化重点	204
9.6.3 优化案例	204
第 10 章 常用优化软件	206
10.1 LTE 现场测试软件	206
10.1.1 DT 测试软件	206
10.1.2 CQT 测试软件	212
10.2 LTE 网管系统	220
10.2.1 配置管理	221
10.2.2 告警管理	221
10.2.3 性能管理	223
10.2.4 安全管理	225
10.2.5 增强功能	225
10.3 LTE 网优辅助软件	226
10.3.1 网络地理化呈现	226
10.3.2 主动关怀	227
10.3.3 终端分析	228
10.3.4 高效网络优化	229
第 11 章 性能指标优化	231
11.1 KPI 概述	231
11.1.1 性能测量体系	231
11.1.2 性能统计分类	232
11.2 关键 KPI 的定义及优化分析	232
11.2.1 接入类指标	232
11.2.2 保持类指标	235
11.2.3 移动类指标	238
11.2.4 业务量类指标	241



11.2.5 资源负荷类指标	241
11.2.6 可用性类指标	241
第 12 章 创新解决方案	242
12.1 Cloud Radio	242
12.1.1 关键技术	243
12.1.2 云协同	244
12.1.3 云调度	247
12.1.4 站内 CoMP 部署	247
12.2 载波聚合	249
12.2.1 聚合策略	249
12.2.2 关键技术	250
12.2.3 部署策略	255
12.3 VoLTE	260
12.3.1 基本原理	260
12.3.2 语音承载分析	264
12.4 产品方案	265
12.4.1 G/L 共模设备	265
12.4.2 U/L 共模设备	267
12.4.3 Small Cell	268
12.4.4 LampSite	270
12.4.5 Qcell	274
第 13 章 LTE 长期演进	278
13.1 LTE 长期演进	278
13.1.1 长期演进	278
13.1.2 关键技术	280
13.2 LTE 大数据	284
13.2.1 发展趋势	284
13.2.2 平台架构	285
13.2.3 平台方案	285
13.2.4 分析实践	286
13.2.5 端到端实践	287
缩略语	290
参考文献	297

LTE



第1章 概 述

LTE (Long Term Evolution, 长期演进) 作为 3G 网络的下一代演进技术, 改进并增强了 3G 网络的空中接入能力, 采用 OFDM 和 MIMO 作为其无线网络演进的唯一标准, 被视作从 3G 网络向 4G 网络演进的主流技术。与 3G 网络相比, LTE 在高数据速率、分组传送、延迟降低、广域覆盖和向下兼容方面具备明显技术优势。目前 LTE R11 版本、R12 版本已冻结, 针对高增长流量需求的 LTE-U R13 标准也于 2015 年 12 月冻结。

自 TeliaSonera 宣布全球首个商用 LTE 网络部署后, 全球 LTE 网络商用进程加速, 网络规模和用户规模呈现高速增长态势。目前, 全球共有 644 个运营商正投资于 LTE 网络, 覆盖 181 个国家, 同时, 以载波聚合为代表的 LTE-A 和以 HD 语音为代表的 VoLTE 也在加速商用。2013 年年底工业和信息化部向国内三大运营商发放了 TD-LTE 制式的 4G 网络运营牌照, 标志着我国 4G 产业进入快速发展阶段。

本书结合国内运营商 LTE 网络优化的经验对其原理和优化方法进行总结和描述, 通过引用大量网络优化案例并进行分析, 以期从事 LTE 网络规划、优化相关人员提供有益的参考。

1.1 LTE 商用现状

1.1.1 全球 LTE 发展

截至 2015 年 4 月, 全球 LTE 商用网络已经达 393 张, 覆盖 138 个国家。大部分运营商采用 FDD 模式, 但 TDD 模式也在各地区持续发展, 尤其是在中国。目前, 54 家运营商在 34 个国家部署了 TD-LTE 网络, 占比超 1/8, 其中 16 家运营商同时部署了 TDD 和 FDD 网络。

全球 LTE 网络部署如图 1-1 所示。

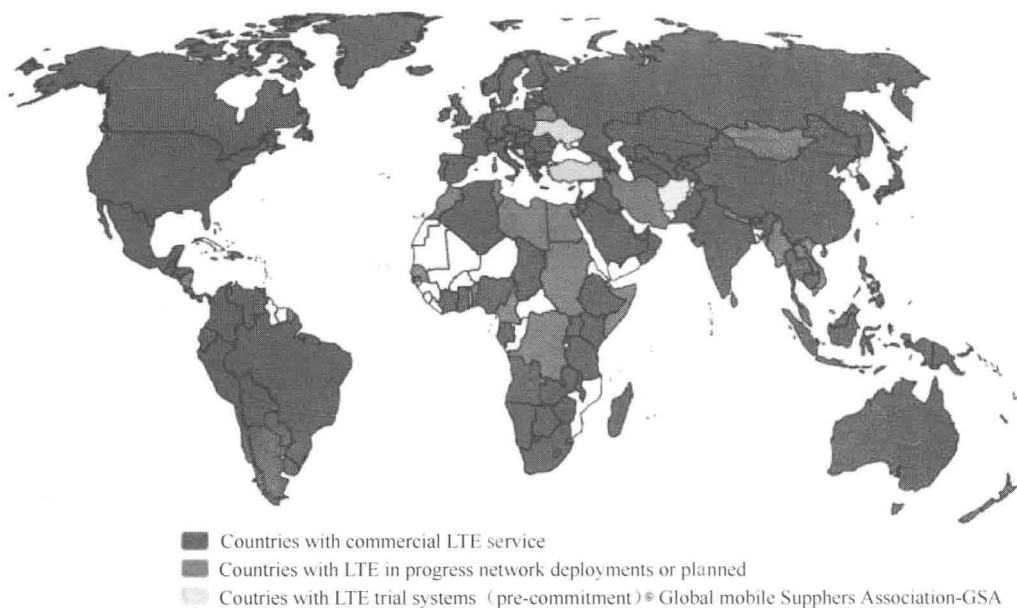


图 1-1 全球 LTE 网络部署

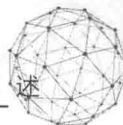
LTE 网络的数量在快速增长，技术升级也在快速展开，以载波聚合为代表的 LTE-A 和以 HD 语音为代表的 VoLTE 正在蓬勃发展。116 家运营商（接近 30%）正在进行 LTE-A 的技术试验，重点投资于载波聚合（CA）技术。全球共有 64 家运营商在 39 个国家商用了 LTE-A 技术，占比 1/6。16 家运营商在 7 个国家推出了基于 VoLTE 的 HD 语音服务，这比 2014 年同期翻了一番。

在频谱方面，1800MHz（频段 3）是全球 LTE 部署最主要的频段。86 个国家的 176 张 LTE 网络部署于 1800MHz，约占总网络数的 45%，较 2014 年增加了 50%。同时，1800MHz 的生态系统建设也最完善，43% 的 LTE 终端支持 1800MHz。排在第二位的频谱是 2.6GHz（频段 7），约 25% 的 LTE 网络部署于 2.6GHz。除了以上的高频段，在低于 1GHz 的低频段方面，800MHz（频段 20）是 LTE 网络最青睐的频谱，约 20% 的网络部署于 800MHz。TDD 网络应用最广的频谱是 2.3GHz（频段 40）。

另外，已经有 10 家运营商在 700MHz（ATP700）频谱部署 LTE 网络。700MHz 频谱对于 LTE 来说至关重要，它在全球范围内都具有部署潜力。目前，42 个国家已分配、承诺或推荐在 700MHz 部署 LTE 网络。

1.1.2 LTE 混合组网

2013 年年底，中国政府主管部门向三大运营商发放 TD-LTE 制式的 4G 网络运营牌照，由此揭开了中国 LTE/4G 产业快速发展的大幕。2014 年 6 月，中国电信及中国联通开展 TD-LTE/LTE FDD 混合组网试验的申请获批，在内地部分城市开展 LTE-FDD 与 TD-LTE 标准的融合组网试验，并提供相应的 4G 网络服务。2015 年 2 月 27 日，工业和信息化部向中国电信与中国联通发放了“LTE/第四代数字蜂窝移动通信业务(LTE FDD)”经营许可，中国电信和中国联通获得了 TD-LTE 和 FDD-LTE 两张 4G 牌照，具备混合组网的商用条件。



LTE 混合组网包含 1 张共用的核心网和 TD-LTE、FDD-LTE 两种无线网络接入方式, 可结合各区域覆盖、容量和质量的实际需求, 以及频率情况灵活选择基站制式, 两者相互补充和配合, 共同实现网络深度和广度覆盖, 并提升网络速率和容量。混合组网能够统筹发挥 TD-LTE 和 FDD-LTE 的技术优势, 充分利用两者频率资源, 两种制式间可以实现互操作及流量负载均衡等功能, 共同为用户提供 4G 网络服务。

从企业发展来看, 网络基础、频率资源和产业支撑能力等条件是决定 4G 网络发展的关键因素。中国电信、中国联通采取 LTE 混合组网模式, 既可有效利用其现有网络资源, 节约建设投资, 又可充分发挥 TDD 频率资源的优势, 提升 4G 网络服务水平。

1.2 LTE 网络演进

1.2.1 3GPP 标准演进

在 3GPP (3rd Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴计划) 标准的演进过程中, GSM 网络是最早出现的数字移动通信技术, 它基于 FDD 和 TDMA 技术来实现。由于 TDMA 的局限性, GSM 网络发展受到容量和服务质量方面的严峻挑战; 从业务支持种类来看, 虽然采用 GPRS/EDGE 引入了数据业务, 但是由于采用的是 GSM 原有的空中接口, 因此其带宽受到限制, 无法满足数据业务多样性和实时性的需求。

随着技术标准发展, 基于 CDMA 接入方式的 3G 网络标准进入人们的视线。CDMA (Code Division Multiple Access, 码分多址) 采用码分复用方式, 它具有抗干扰能力强、频谱效率高等技术优势, 所以 3G 网络标准中的 WCDMA、TD-SCDMA 和 CDMA2000 都普遍采用了码分多址技术。

WCDMA 和 TD-SCDMA 早期标准为 R99, 后来在 R4 版本中引入 IMS, R5 版本中引入 HSDPA, R6 版本中引入 HSUPA, R7 版本中引入 HSPA+, R8 版本则面向 LTE, CDMA 系列的演进经由 CDMA2000 到 CDMA1x 再到 UMB 的方向发展。

2004 年底, LTE 技术的标准化工作正式启动, 并于 2007 年 11 月 27 家公司联署通过了 TDD-LTE 融合技术提案, 同时, 对 FDD-LTE 的进一步优化领域的提案也被会议所接受。2009 年 3 月 R8 版本发布, 标志着 LTE 标准草案研究完成, 进入实质研发阶段。R9 版本进一步提出了 LTE-advanced (LTE-A) 的概念, 于 2010 年 10 月正式成为 IMT-A 的主要技术之一, 它是在 R8 版本基础上的演进和增强。R10 版本对其加以完善, 是 LTE-A 的关键版本。

移动通信协议的演进路径如图 1-2 所示。

在关键技术方面, LTE 采用 OFDM、MIMO 等物理层关键技术以及网络结构的调整获得性能提升。LTE-A 则引入了一些新的候选技术, 如载波聚合技术、增强型多天线技术、无线网络编码技术和无线网络 MIMO 增强技术等, 使性能指标获得更大改善。

在 LTE 自主产权研发上, TD-LTE 继承、扩展和增强了 TD-SCDMA 现有核心技术, 同时也与 MIMO、OFDM 主流技术有机结合, 奠定了 TD-SCDMA 后续演进技术标准的基础。目前我国主导的 TD-LTE-Advanced 技术已成为国际上二个 4G 主流标准之一, 实



现了移动通信技术从追赶到引领的跨越发展，成为世界上移动通信领域有重要话语权的国家。

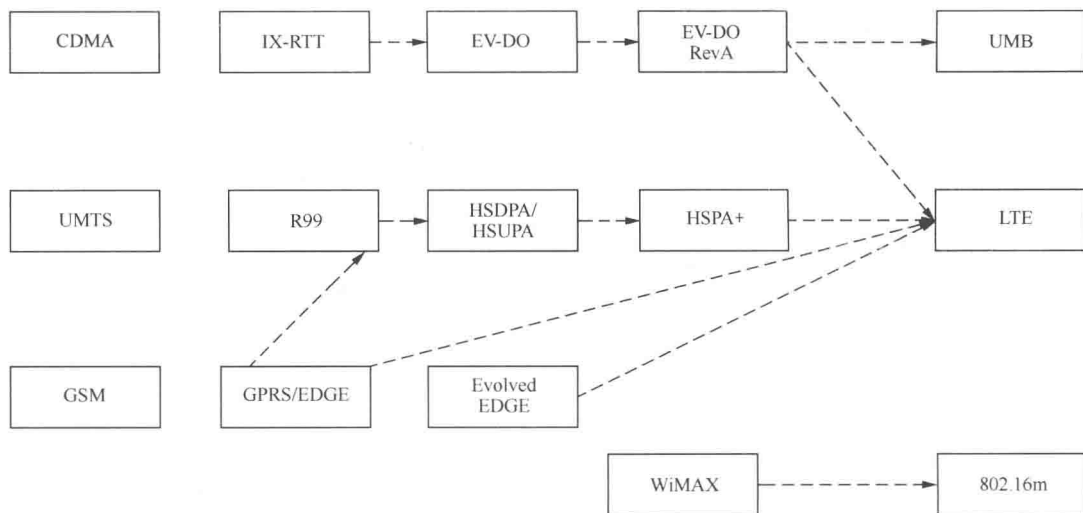


图 1-2 移动通信协议演进路径

1.2.2 LTE 技术实现

LTE 作为 3G 网络的下一代演进技术，采用 OFDM 和 MIMO 作为其无线网络演进的唯一标准，改进并增强了 3G 网络的空中接入能力，被视作从 3G 网络向 4G 网络演进的主流技术。

3GPP 启动的 LTE 计划主要是满足低时延、低复杂度、低成本的要求，从而实现更高的用户容量、系统吞吐量和端到端的服务质量保证。其主要性能目标包括：在 20MHz 频谱带宽能够提供下行 100Mbit/s、上行 50Mbit/s 的峰值速率；改善小区边缘用户的性能；提高小区容量；降低系统延迟，用户平面内部单向传输时延低于 5ms，控制平面从睡眠状态到激活状态迁移时间低于 50ms，从驻留状态到激活状态的迁移时间小于 100ms；支持 100km 半径的小区覆盖；能够为 350km/h 高速移动用户提供 100kbit/s 的接入服务；支持成对或非成对频谱，并可灵活配置 1.25MHz 到 20MHz 多种带宽等。

因此在 LTE 的设计目标方面，3GPP 从“系统性能要求”“网络的部署场景”“网络架构”“业务支持能力”等方面对 LTE 进行了详细的描述，如表 1-1 所示。

表 1-1 LTE 设计目标及技术实现

ITU 对 4G 的要求	3GPP 技术实现
带宽灵活配置：支持 1.25MHz~20MHz 带宽	支持 1.4MHz、3MHz、5MHz、10MHz、15MHz、20MHz
更高的频谱效率	DL: 5 (bit/s) Hz, 3~4 倍于 R6HSDPA; UL: 2.5 (bit/s) Hz, 2~3 倍于 R6HSDPA
更高的峰值速率 (20MHz 带宽)：下行 100Mbit/s, 上行 50Mbit/s	下行 100Mbit/s, 上行 50Mbit/s



续表

ITU 对 4G 的要求	3GPP 技术实现
控制面时延小于 100ms，用户面时延（单向小于 10ms）	控制面<100ms；用户面<5ms
系统应能为低移动速度终端提供最优服务，同时也应支持高移动速度终端	能为速度>350km/h 的用户提供 100kbit/s 的接入服务
应支持系统间切换	支持与现有的 3GPP 系统和非 3GPP 规范系统的协同工作
VoIP 能力	取消电路交换（CS）域，CS 域业务在包交换（PS）域实现，有效地支持多种业务类型，特别是分组域业务（如 VoIP 等）
降低网络架构演进成本	BSC/RNC 消失
降低资本支出（CAPEX）和运营支持（OPEX）的成本	SON 等

目前 LTE 继续向提升网络容量、增强业务能力、更灵活使用频谱等方向发展。已通过的议题包括 LTE 许可频谱辅助接入（LAA）、3D-MIMO 传输技术、低成本低功耗广覆盖物联网优化、LTE 和 UTRAN 室内定位等技术的研究和标准化工作。

1.2.3 LTE 频谱划分

3GPP TS36.101 中关于 E-UTRA 的频段划分如表 1-2 所示，共 44 个频段。其中 FDD 系统使用频段 1~32，TDD 系统使用频段 33~44。

表1-2 E-UTRA 频段划分

E-UTRA 频段	上行频段（MHz）			下行频段（MHz）			双工模式
	F _{UL_low}	—	F _{UL_high}	F _{DL_low}	—	F _{DL_high}	
1	1920	—	1980	2110	—	2170	FDD
2	1850	—	1910	1930	—	1990	FDD
3	1710	—	1785	1805	—	1880	FDD
4	1710	—	1755	2110	—	2155	FDD
5	824	—	849	869	—	894	FDD
6	830	—	840	875	—	885	FDD
7	2500	—	2570	2620	—	2690	FDD
8	880	—	915	925	—	960	FDD
9	1749.9	—	1784.9	1844.9	—	1879.9	FDD
10	1710	—	1770	2110	—	2170	FDD
11	1427.9	—	1447.9	1475.9	—	1495.9	FDD
12	699	—	716	729	—	746	FDD
13	777	—	787	746	—	756	FDD
14	788	—	798	758	—	768	FDD
15	保留			保留			FDD
16	保留			保留			FDD

续表

E-UTRA 频段	上行频段 (MHz)			下行频段 (MHz)			双工模式
	F _{UL_low}	—	F _{UL_high}	F _{DL_low}	—	F _{DL_high}	
17	704	—	716	734	—	746	FDD
18	815	—	830	860	—	875	FDD
19	830	—	845	875	—	890	FDD
20	832	—	862	791	—	821	FDD
21	1447.9	—	1462.9	1495.9	—	1510.9	FDD
22	3410	—	3490	3510	—	3590	FDD
23	2000	—	2020	2180	—	2200	FDD
24	1626.5	—	1660.5	1525	—	1559	FDD
25	1850	—	1915	1930	—	1995	FDD
26	814	—	849	859	—	894	FDD
27	807	—	824	852	—	869	FDD
28	703	—	748	758	—	803	FDD
29				717	—	728	FDD
30	2305	—	2315	2350	—	2360	FDD
31	452.5	—	457.5	462.5	—	467.5	FDD
32				1452	—	1496	FDD
33	1900	—	1920	1900	—	1920	TDD
34	2010	—	2025	2010	—	2025	TDD
35	1850	—	1910	1850	—	1910	TDD
36	1930	—	1990	1930	—	1990	TDD
37	1910	—	1930	1910	—	1930	TDD
38	2570	—	2620	2570	—	2620	TDD
39	1880	—	1920	1880	—	1920	TDD
40	2300	—	2400	2300	—	2400	TDD
41	2496	—	2690	2496	—	2690	TDD
42	3400	—	3600	3400	—	3600	TDD
43	3600	—	3800	3600	—	3800	TDD
44	703	—	803	703	—	803	TDD

注：1. 频段 6 不可用；
2. 频段 29 和 32 只限于 E-UTRA 载波聚合时使用。

从频段划分来看，TDD 的频段相对较高，而 FDD 的频段范围则较分散，涵盖了 600MHz~2000MHz，普遍低于 TDD 的频段。

就国内来看，三大运营商 2G/3G/4G 网络的无线频谱分配情况如图 1-3 所示。中国联通和中国电信的 FDD-LTE 网络均部署在 1800MHz，而中国移动的 TD-LTE 的频段较多，包括频段 34、频段 40 和频段 41。

随着技术的发展和演进，各运营商可以灵活调整和运用已有的频谱资源，在各网络制式间动态调整，进行跨载波聚合等功能使用，以发挥频谱资源的最大效能。