

TD-LTE 网络规划实战
精髓荟萃
中国移动通信集团设计院
权威力作，规划必读宝典

“十二五”

国家重点图书出版规划项目

TD-LTE Principle, Network Planning and Design 4G 丛书

TD-LTE

原理与网络规划设计

□ 蒋远 汤利民 等 编著

“十二五”
国家重点图书出版规划项目

TD-LTE Principle, Network Planning and Design 4G 丛书

TD-LTE

原理与网络规划设计

□ 蒋远 汤利民 等 编著

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

TD-LTE原理与网络规划设计 / 蒋远等编著. -- 北京:
人民邮电出版社, 2012.10
(4G丛书)
ISBN 978-7-115-28181-4

I. ①T… II. ①蒋… III. ①码分多址—移动通信—
通信技术 IV. ①TN929.533

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第112292号

内 容 提 要

本书主要包括: TD-LTE 产业发展情况、系统架构、关键技术、物理层介绍、无线传播理论等; TD-LTE 网络规划(规划要点、规划流程、多系统干扰隔离分析等); TD-LTE 室外宏站、室内分布系统规划设计。

本书适合关注 TD-LTE 产业发展及 4G 技术发展的技术人员, 以及从事 TD-LTE 规划设计的相关工程技术人员阅读参考。

4G 丛书

TD-LTE 原理与网络规划设计

-
- ◆ 编 著 蒋 远 汤利民 等
责任编辑 杨 凌
 - ◆ 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 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张 20.5
字数: 501 千字
印数: 1—3 500 册
- 2012 年 10 月第 1 版
2012 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-28181-4

定价: 59.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

序

移动互联网和智能终端的普及，使移动数据业务呈现爆炸性的增长态势，而移动通信频谱资源的短缺性矛盾，也推动着移动通信技术的不断创新。2012 年 1 月我国政府提交的 TD-LTE-Advanced 标准被国际电信联盟确定成为第四代移动通信国际标准，与 FDD LTE-Advanced 并列为 4G 国际标准，使得我国首次在 4G 移动通信标准这一前沿实现了从“追赶”到“引领”的重大跨越。

TD-LTE 是 TD-SCDMA 的后续演进技术。目前，全球各地已经建设了 30 多个 TD-LTE 试验网，日本、印度、沙特、瑞典、澳大利亚等国家的 10 余家运营商已有明确的 TD-LTE 商用计划并部分开始了商用网络建设，越来越多的 WiMAX 运营商正积极寻求向 TD-LTE 演进，TD-LTE 已经真正成为了全球主流的移动宽带技术标准之一，TDD 技术将在全球形成前所未有的广泛应用。2011 年开始在我国进行的扩大规模试验网测试，也验证了 TD-LTE 标准的有效性，TD-LTE 在我国的规模商用也即将提上日程，《TD-LTE 原理与网络规划设计》的出版适逢其时。

本书作者从事移动通信网络规划设计多年，见证了中国移动通信的发展历程。从最初的模拟通信到 2G 移动通信、3G 移动通信工程设计，在理论和实际工程方面都有丰富的经验和很深的造诣。近年来，他们曾亲自参与了北京奥运会、广州亚运会和上海世博会的 2G/3G/LTE 移动通信系统工程的总体设计和建设工作，积累了各种复杂场景下引入新技术工程规划和设计的经验。

本书将 TD-LTE 的原理和工程规划设计做了精细剖示，深入浅出，概念清楚，不但对 TD-LTE 技术做了详尽的综合阐述，同时重点分析了 TD-LTE 给无线网络规划设计带来的巨大挑战，以及如何解决这些挑战而采取的具体方法。

TD-LTE 更加适合移动互联网时代。语音时代需要对称信号，FDD 是比较适合的技术，但互联网数据业务流量上行与下行是不对称的，TDD 双工技术更具优势。与此同时，由于 FDD 频谱的短缺，从长期来说，还会有更多的运营商采用 TD-LTE。伴随着移动互联网的发展，MBB（移动宽带）时代注定是一个“频谱为王”的时代。TDD 频谱凭借着持续增值的特性，不仅成为运营商的核心资源，也成为 TD-LTE 全球商用进程加速的根本保证。

目前 TD-LTE 在我国已经开始了扩大规模试验网的建设，本书的许多数据和观点都在试验网的设计建设中得到验证，很欣慰能够有从实践中总结致用的好书出版，特此为序。

邱继祥

2012 年 8 月

目 录

第 1 章 概述..... 1	第 2 章 TD-LTE 关键技术..... 24
1.1 LTE 发展概况..... 1	2.1 概述..... 24
1.1.1 LTE 系统标准化过程..... 1	2.2 多址传输方式..... 24
1.1.2 产业化情况..... 1	2.2.1 OFDM 技术综述..... 25
1.1.3 国外商用情况..... 2	2.2.2 LTE 协议中的下行多址技术——OFDMA..... 25
1.1.4 TD-LTE 在中国的发展状况..... 3	2.2.3 LTE 协议中的上行多址技术——SC-FDMA..... 28
1.2 系统架构..... 4	2.3 MIMO 与智能天线技术..... 30
1.2.1 LTE 系统网络架构..... 4	2.3.1 发射分集..... 32
1.2.2 E-UTRAN 与 EPC 的功能划分..... 6	2.3.2 预编码技术..... 35
1.3 系统协议..... 7	2.3.3 波束赋形..... 38
1.3.1 LTE 系统标准体系..... 7	2.3.4 双流波束赋形..... 41
1.3.2 LTE R8 协议的主要功能..... 12	2.3.5 多用户 MIMO..... 44
1.3.3 LTE R9 协议的主要功能..... 14	2.4 调度..... 45
1.3.4 LTE 协议的进一步演进..... 19	2.4.1 上行调度..... 48
1.4 业务承载..... 20	2.4.2 下行调度..... 51
1.4.1 移动通信市场需求现状和趋势..... 20	2.5 干扰抑制技术..... 54
1.4.2 LTE FDD/TD-LTE 与 2G/3G 网络业务承载能力对比..... 21	2.5.1 频率复用..... 55
1.4.3 移动宽带业务和应用的发展趋势..... 22	2.5.2 干扰协调..... 56
1.5 本章参考文献..... 23	2.6 LTE 中的 VoIP..... 60
	2.6.1 VoLTE 与 IMS..... 61
	2.6.2 VoIP 技术特点..... 62
	2.6.3 VoIP 的呼叫过程..... 66
	2.6.4 VoIP 的调度机制..... 68
	2.6.5 VoIP 的性能分析..... 69
	2.7 切换技术..... 71
	2.7.1 eNode B 内切换..... 72

2.7.2 异系统切换	81	4.3 MIMO 无线信道模型.....	158
2.8 本章参考文献.....	92	4.3.1 概述.....	158
第 3 章 TD-LTE 物理层信道/ 信号及主要物理层 过程.....	94	4.3.2 SISO 和 SIMO 信道 模型.....	158
3.1 概述	94	4.3.3 MIMO 信道模型.....	159
3.2 无线帧结构	94	4.4 室外传播模型	160
3.3 基本物理资源.....	96	4.4.1 宏基站传播模型	161
3.3.1 基本物理资源单元	96	4.4.2 室外微蜂窝传播模型	164
3.3.2 物理资源块 (PRB) 与 虚拟资源块 (VRB)	97	4.4.3 室外传播模型校正	167
3.3.3 REG 与 CCE.....	98	4.5 室内传播模型	175
3.3.4 天线端口	99	4.5.1 室内传播模型特性.....	175
3.4 物理层信道与信号.....	99	4.5.2 典型室内传播模型	176
3.4.1 下行物理层信道及 信号	100	4.5.3 室内传播模型校正	180
3.4.2 上行物理层信道及 信号	111	4.6 本章参考文献.....	185
3.4.3 物理信道小结	118	第 5 章 无线网络规划技术 要点.....	186
3.5 主要物理层过程.....	119	5.1 TD-LTE 频率资源及组网 方式.....	186
3.5.1 小区搜索与下行同步 ...	119	5.1.1 TD-LTE 频率资源	186
3.5.2 时间同步	119	5.1.2 同/异频组网方案分析 ...	188
3.5.3 功率分配与功率控制 ...	120	5.2 TD-LTE 覆盖性能分析	196
3.5.4 随机接入过程	123	5.2.1 TD-LTE 覆盖特性	196
3.5.5 PDSCH 传输过程.....	125	5.2.2 TD-LTE 链路预算	196
3.5.6 PUSCH 传输过程.....	136	5.2.3 控制信道覆盖能力	201
3.6 本章参考文献.....	139	5.2.4 业务信道覆盖能力	201
第 4 章 无线传播理论和 传播模型	140	5.2.5 和 TD-SCDMA 覆盖 能力对比.....	203
4.1 概述	140	5.3 TD-LTE 系统容量分析	203
4.1.1 无线传播概述	140	5.3.1 TD-LTE 容量评估 指标.....	203
4.1.2 传播模型概述	141	5.3.2 影响 TD-LTE 容量性能 的主要因素	204
4.2 无线传播理论.....	142	5.3.3 控制信道容量分析	205
4.2.1 自由空间传播模型	142	5.3.4 业务信道容量分析	209
4.2.2 大尺度衰落	143	5.3.5 干扰与容量	213
4.2.3 小尺度衰落	150	5.4 8 天线性能分析	214
4.2.4 小结	156	5.4.1 概述.....	214
		5.4.2 8 天线性能系统级仿真	

分析	216	6.5 TD-LTE 规划仿真	273
5.4.3 工程实施方式	220	6.5.1 数据准备	273
5.4.4 不同天线应用场景	222	6.5.2 仿真过程	274
5.5 多系统共存干扰分析	222	6.5.3 仿真输入条件	276
5.5.1 TD-LTE 与系统工作 频段	222	6.5.4 仿真输出含义及结果	278
5.5.2 干扰的分类	223	6.5.5 仿真分析示例	283
5.5.3 干扰隔离分析方法与 结论	226	6.6 无线资源及参数规划	288
5.5.4 TD-LTE 宏基站与其他 系统共址时干扰隔离 距离要求	231	6.6.1 PCI 规划	288
5.6 TD-LTE 关键技术在规划仿真 中的实现	233	6.6.2 TA 规划	288
5.6.1 多天线技术在规划 仿真中的实现	233	6.6.3 传输接口需求规划	289
5.6.2 邻区干扰消除在规划 仿真中的实现	235	6.6.4 IP 地址规划	292
5.6.3 调度机制在规划仿真 中的实现	236	6.7 本章参考文献	293
5.7 本章参考文献	239		
第 6 章 宏蜂窝网络规划	241	第 7 章 室内网络规划	294
6.1 规划流程	241	7.1 室内覆盖系统概述	294
6.2 网络建设需求分析	242	7.1.1 建设的必要性	294
6.2.1 LTE 承载的典型业务	242	7.1.2 系统特性	295
6.2.2 业务需求预测	244	7.1.3 室内覆盖系统	295
6.2.3 覆盖场景划分	251	7.2 TD-LTE 室内网络规划设计 思路	299
6.2.4 LTE 建设策略	258	7.2.1 规划设计思路	299
6.3 预规划	259	7.2.2 规划设计原则	299
6.3.1 TD-LTE 预规划流程	259	7.3 TD-LTE 室内网络建设需求 分析	300
6.3.2 子帧配置	261	7.3.1 室内覆盖场景	300
6.3.3 覆盖估算	264	7.3.2 室内覆盖容量需求	302
6.3.4 容量估算	265	7.4 TD-LTE 室内覆盖性能分析	302
6.4 站址规划	268	7.4.1 TD-LTE 室内覆盖规划 方法	302
6.4.1 站点布局要求	268	7.4.2 TD-LTE 室内覆盖场强 分析	304
6.4.2 TD-LTE 基站设备 简介	269	7.5 TD-LTE 室内覆盖容量分析	307
6.4.3 机房配套要求	271	7.5.1 传播环境对双路系统 的性能影响	307
		7.5.2 单路、双路性能对比 分析	308
		7.6 TD-LTE 室内覆盖信源规划	310
		7.6.1 TD-LTE 室内覆盖信源 选取	310

TD-LTE 原理与网络规划设计

7.6.2	分区规划	310	7.8	TD-LTE 室内覆盖系统建设	
7.6.3	RRU 设置	311		要求	312
7.7	TD-LTE 室内分布系统规划	311	7.8.1	机房配套要求	312
7.7.1	TD-LTE 室内建设		7.8.2	室内分布系统要求	312
	模式	311	7.9	本章参考文献	313
7.7.2	MIMO 双流分布系统				
	建设	311		缩略语	315
7.7.3	天线设置	312			

第 1 章

概述

1.1 LTE 发展概况

LTE (Long Term Evolution) 是 3GPP 于 2004 年 11 月启动的 UMTS 技术长期演进项目, 分为 FDD (频分双工) 方式的 LTE 和 TDD (时分双工) 方式的 LTE, 其中 TDD 方式的 LTE 又由于演进路线的不同分为 LTE TDD1 和 LTE TDD2。我国从 2005 年开始推动 LTE 的 TDD 方案 (LTE TDD2 方式) 的研究并被 3GPP 所接受, 之后由我国大力推动并通过多方努力, 目前两种 TDD 方式已经融为一种, 统称为 TD-LTE。TD-LTE 同时也被确定为 TD-SCDMA 标准的后续演进技术。

1.1.1 LTE 系统标准化过程

由于现有的包括 3G 在内的移动通信网络已经逐渐不能满足用户的需求, 因此 LTE 标准制订工作进展很快。3GPP 于 2009 年 3 月发布 LTE 标准的基础版本, 即 R8 (Release 8), 于 2010 年 3 月发布增强版本, 即 R9 (Release 9), 主要增加了支持多流波束赋形 (Beamforming)、增强型多播广播多媒体业务 (eMBMS)、自组织网络 (SON)、家庭基站 (Home eNode B) 等新功能。2011 年 3 月完成了包括 FDD 和 TDD 在内的 LTE 又一个新版本——R10 (Release 10), 即 LTE-Advanced, 该版本主要增加了增强的上下行 MIMO (支持最高下行 8 流/上行 4 流传输)、载波聚合 (Carrier Aggregation)、无线中继 (Relay)、增强的小区间干扰协调 (eICIC) 等新功能。从目前标准进展情况来看, 3GPP TD-LTE 和 LTE FDD 标准制订进度一致。

1.1.2 产业化情况

1.1.2.1 系统设备进展

在核心网侧, 2009 年年底已具备满足商用网络基本要求的核心网设备, 并在第一个 FDD LTE 商用网络中成功应用。在无线侧, 2009 年年底, 部分系统设备厂商已经可以提供基于 R8 的 FDD LTE 商用设备, 到 2010 年年底, 系统设备厂商推出基于 R9 的设备。TDD 与 FDD 系统设备产品基本同步开发, 但商用进程 TDD 要比 FDD 晚一年多的时间。2010 年年底, 大部分厂家均已推出基于 R8 TD-LTE 的 8 通道测试设备; 2011 年, 各大制造商均采用相同的硬件平台支持 TDD/FDD, 并支持 R8 向 R9 过渡; 2012 年, 网络设备将同时支持 TDD 和 FDD 两种制式, 同时, R9 版本的 TDD/FDD 同步发展; 预计 2013 年, TDD/FDD 将同步发展, 并

支持 R10；2014—2015 年，主设备将支持 R11。

1.1.2.2 终端进展

从终端成熟进度来看，FDD 双模数据卡在 2010 年实现商用，双模手机在 2011 年推出。TDD 与之相差一年左右的时间，2011 年年底，主要支持 Cat3 等级的 TDD/FDD 终端，终端类型包括单模、多模的 LTE 数据卡、CPE、MIFI、终端等。其中，FDD&EV-DO/FDD GSM/WCDMA 多模终端已经商用，FDD 终端形式多样并可进行业务、应用及终端测试，满足友好用户发放、用户体验评估与试商用需求。与此同时，TDD 终端主要是数据卡形式，较 FDD LTE 有较大落后。

预计 2012 年将逐步推出支持 Cat4 等级的多模芯片，制式上支持 LTE TDD/FDD/TD-SCDMA/GSM/WCDMA 等的多模芯片也同时出现，并在语音方面支持 SRVCC。到 2015 年，TDD 与 FDD 多模终端将逐渐丰富，差距缩小，并逐步支持 Cat5、6、7 等级的多模芯片。

商用进程上，据全球移动设备供应商协会（GSA）2012 年 1 月最新数据显示，已有 57 家设备制造商的 269 款 LTE 用户端设备上市，相比 2011 年 10 月增长率为 67%。大多数用户端设备被设计为同时支持现有的移动网络技术（即“双模”）来确保无所不在的无线宽带覆盖。从统计数据可以看出，LTE 终端发展非常迅速，其中支持 TDD 的终端与芯片也不断增加，许多大的终端与芯片厂家不断加盟 TDD 产业。但是，支持 TD-LTE 与 TD-SCDMA 双模的厂家仍然非常少，而且多是支持 D 频段与 E 频段，支持 F 频段的厂家几乎没有，这也为我国 TD-LTE 的发展提出了挑战。

1.1.3 国外商用情况

2009 年年底，Teliasonera 在斯德哥尔摩、奥斯陆中心城区部署了 LTE 网络，该网络成为第一个商用的 LTE 网络。根据 GSA 最新数据统计（见表 1-1），截至 2012 年 3 月，全球 95 个国家共计 301 个运营商投资建设 LTE 网络，32 个国家 57 个 LTE 网络实现商用，81 个国家 242 个运营商承诺部署 LTE。其中，目前有 4 个国家 5 个运营商的 TD-LTE 网络实现商用，主要有沙特 STC 与 Mobily、波兰 Aero2（TDD+FDD）、巴西 Sky 和日本软银。GSA 预计，到 2012 年年底，56 个国家 128 个 LTE 网络实现商用。这些数据一方面说明全球移动通信领域的竞争已经开始向下一代网络技术转移，另一方面也说明全球 LTE 发展进程正在加速，越来越多的运营商开始关注与布局移动通信网络的演进。

表 1-1 全球 LTE 最新商用部署情况汇总

	2010 年	2011 年	2012 年 3 月
承诺商用（个）	113	185	242
FDD 已商用（个）	17	48	57
TDD 已商用（个）	0	3	5
TD-LTE 试验网/建网（个）	0	28	36

1.1.4 TD-LTE 在中国的发展状况

1.1.4.1 TD-LTE 发展历程

作为 TD-SCDMA 的演进技术, TD-LTE 继承了 TD-SCDMA 的技术优势和产业基础, 是我国新时期科技创新的又一重大成果, 确立了中国在新一轮信息产业国际标准和产业竞争中的重要地位, 得到了中国政府及国内外产业界的广泛支持。

2007 年, 工业和信息化部正式将 LTE TDD 命名为 TD-LTE, 并推动 TD-LTE 成了国际主流标准。2008 年年初, 工业和信息化部 TD-LTE 工作组成立, 开始启动并初步形成了端到端的产业链。2008 年年中至 2009 年年初, 产业开始加速发展, 融合发展 FDD/TDD 芯片成为产业共识。2009 年年中至 2010 年年中, 工业和信息化部在北京怀柔 and 顺义建设完成多厂家、多基站的技术验证外场, 并进行了较为完备的外场测试。中国移动建设完成 TD-LTE 世博示范网, 初步展示了 TD-LTE 端到端解决方案。

2010 年年底至 2011 年, 根据国家“新一代宽带无线移动通信网”重大专项实施计划的安排, 2011 年在国内选择了上海、广州、深圳、南京、杭州、厦门 6 个大中城市进行了规模试验网建设, 进行试验测试工作。

1.1.4.2 TD-LTE 世博示范网

中国移动于 2010 年 4 月 15 日在上海世博园开通了 TD-LTE 世博示范网, 是上海世博会上的最大科技亮点之一。该示范网共建设了近 20 个宏蜂窝基站, 覆盖了 5.28 平方公里的世博园全部园区, 同时在中国馆、演艺中心、美国馆、芬兰馆、瑞典馆等重要场馆建设了室内覆盖站。示范网采用 CPE、数据卡等单模演示终端提供即摄即传、移动高清会议、TD-LTE 高速上网卡、天线海宝等多项最前沿的信息化应用。TD-LTE 世博示范网的成功表明, TD-LTE 产业链初步具备了端到端产品能力。

1.1.4.3 TD-LTE 北京技术试验外场情况

2009 年年底, 由工业和信息化部组织、北京移动承建的 TD-LTE 北京技术试验外场在怀柔 and 顺义建设完成。该技术试验外场为 9 个厂家提供外场试验环境。初步测试结果与理论计算和网络设计指标基本吻合。虽然该外场试验的每个厂家测试站点数量相对较少, 还不能完全反映实际网络的干扰水平, 同时网络设备和终端芯片功能有待完善、性能有待进一步优化, 但 TD-LTE 技术已经初步具备了规模试验组网的条件。

1.1.4.4 TD-LTE 亚运示范网

广州亚运会于 2010 年 11 月在广州举行, 中国移动作为本届赛会的高级合作伙伴, 在亚运区域建设了 TD-LTE 示范网覆盖开闭幕式场馆、亚运村、全球通大厦(新址)和主要道路等, 共建设宏基站 18 个, 室内覆盖站 13 个, 在亚运会期间推出 LTE 业务体验区。亚运会期间, 基于 TD-LTE 网络推出了即摄即传、无线智真、无线 IPTV、3D 高清电视、高清视频监控、LTE 视频墙、LTE 家庭网关、高速无线游戏、LTE 无线上网等一批创新的移动通信新业务和新应用, 向全球客户展示了 TD-LTE “无线”、“宽带”、“移动”的技术优势及其快速发展的趋势, 成为本届亚运会上“科技亚运”、“数字亚运”的重要亮点。TD-LTE 亚运示范网借助广州亚运会这一舞台, 推动了 TD-LTE 国际化发展, 同时加大了对 LTE 系统端到端设备

的测试和验证工作，进一步促进了国内和国际厂商的技术成熟。

1.1.4.5 TD-LTE 规模试验网情况

“新一代宽带无线移动通信网”重大专项由工业和信息化部统一部署，其主要目的是推进 TD-LTE 的研发和产业化，对 TD-LTE 的相关技术进行验证，根据验证结果推动和促进 TD-LTE 技术的完善和发展，为 TD-LTE 网络商用部署提供试验经验。

规模试验网根据重大专项的任务安排，分为两阶段进行。第一个阶段基于 R8 版本进行建设，主要验证 TD-LTE 网络的基本性能、关键技术、规划优化及组网技术；第二阶段升级到 R9 版本，测试验证异厂家互通、端到端的业务体验、LTE 与 2G/TD-SCDMA 的互操作、网管、计费等功能要求，并适时发放友好用户，评估用户体验。

1.2 系统架构

1.2.1 LTE 系统网络架构

在 3GPP 的长期演进（Long Term Evolution，LTE）项目中，对 LTE 系统提出了严格的时延需求。其中，控制面时延由 LTE 空闲态转移到激活态时延要求为 100ms，休眠态转移到激活态的时延要求为 50ms；对于用户面时延，UE 或 RAN 边缘节点 IP 层分组数据至 RAN 边缘节点或 UE IP 层分组数据的单向传输时间要求为 5ms。

为了满足如上要求，除空中接口无线帧长度、TTI（Transmitting Time Interval）等变化以缩短空中接口的时延之外，3GPP 对网络结构也进行了优化和演进，尽量减少通信路径上的节点跳数，从而减少网络中的传输时延。

同 3GPP 既有系统相似的是，LTE 无线接入网与核心网仍然遵循各自发展的原则，空中接口终止在无线接入网。因此，无线接入网与核心网的逻辑关系仍然存在，无线接入网与核心网的接口也依然明晰。

从整体上说，与 3GPP 既有系统类似，LTE 系统架构仍然分为两部分，如图 1-1 所示，包括演进后的核心网 EPC（即图中的 MME/S-GW）和演进后的接入网 E-UTRAN。演进后的系统仅存在分组交换域。

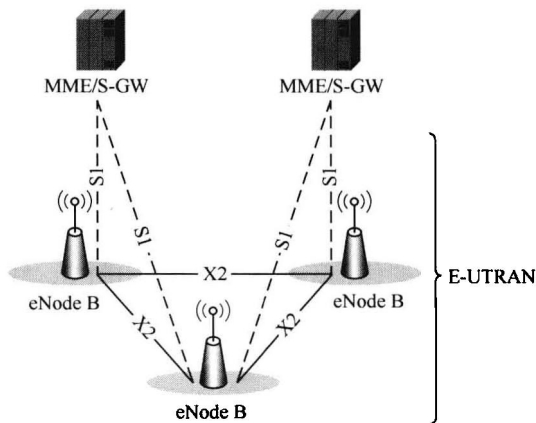


图 1-1 LTE 系统架构

LTE 接入网仅由 eNode B (evolved Node B) 组成, 提供到 UE 的 E-UTRA 控制面与用户面的协议终止点。eNode B 之间通过 X2 接口进行连接, 并且在需要通信的两个 eNode B 之间总是存在 X2 接口, 如为了支持 LTE 激活态下不同 eNode B 之间的切换, 源 eNode B 与目标 eNode B 之间会存在 X2 接口。LTE 接入网与核心网之间通过 S1 接口进行连接, S1 接口支持多对多连接方式。

与 3G 系统的网络架构相比, 接入网仅包括 eNode B 一种逻辑节点, 网络架构中的节点数量减少, 网络架构更加趋于扁平化。这种扁平化的网络架构带来的好处是降低了呼叫建立时延以及用户数据的传输时延, 并且由于减少了逻辑节点, 也会带来 OPEX 与 CAPEX 的降低。

如图 1-2 所示, 由于 eNode B 与 MME/S-GW 之间具有灵活的连接 (S1-flex), UE 在移动过程中仍然可以驻留在相同的 MME/S-GW 上, 这将有助于减少接口信令交互数量以及 MME/S-GW 的处理负荷。当 MME/S-GW 与 eNode B 之间的连接路径相当长或进行新的资源分配时, 与 UE 连接的 MME/S-GW 也可能会改变。

eNode B 是 E-UTRAN 侧的 S1 接入点, MME 或 S-GW 是 EPC 侧的 S1 接入点。E-UTRAN 与 EPC 之间可以具有多个 S1 接入点, 每一个 S1 接入点都应满足 S1 接口定义的需求, 并满足 S1 接口所有的功能。

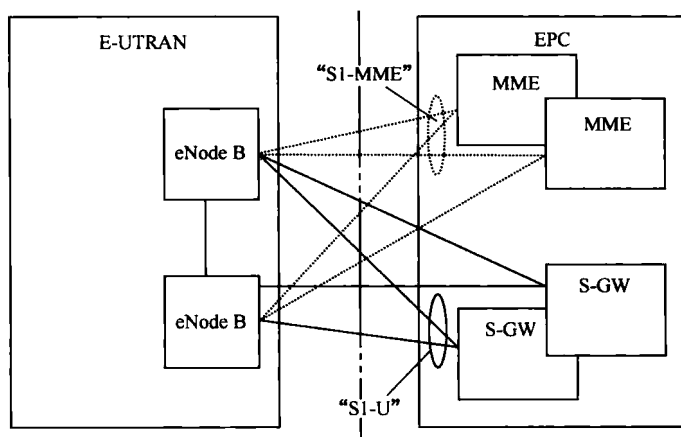


图 1-2 S1 接口连接结构

定义 E-UTRAN 架构及 E-UTRAN 接口的工作主要遵循了以下基本原则。

- (1) 信令与数据传输在逻辑上是独立的。
- (2) E-UTRAN 与 EPC 在功能上是分开的。E-UTRAN 与 EPC 的寻址方案与传输功能的寻址方案不能绑定。
- (3) RRC 连接的移动性管理完全由 E-UTRAN 进行控制, 使得核心网对于无线资源的处理不可见。
- (4) E-UTRAN 接口上的功能应定义得尽量简化, 选项应尽可能的少。
- (5) 多个逻辑节点可以在同一个物理网元上实现。
- (6) S1/X2 接口是开放的逻辑接口, 应满足不同厂家设备之间的互联互通。

1.2.2 E-UTRAN 与 EPC 的功能划分

如上节所述，LTE 系统架构包括 E-UTRAN 与 EPC，其中 E-UTRAN（即无线部分）主要由 eNode B 组成，取消了 3G 中的 RNC；EPC 则分为 MME 和 S-GW。因此，LTE 的主要逻辑节点可以分为 eNode B、MME 和 S-GW，以下将分别对每种逻辑节点进行阐述。

eNode B 为无线接入节点，其功能主要包括：

(1) 无线资源管理功能：无线承载控制、无线接入控制、连接移动性控制、UE 的上/下行动态资源分配（调度）；

(2) IP 头压缩及用户数据流加密；

(3) UE 附着时的 MME 选择；

(4) 路由用户面数据至服务网关；

(5) 寻呼消息的组织 and 发送（由 MME 产生）；

(6) 广播信息的组织和发送（由 MME 或 O&M 产生）；

(7) 以移动性或调度为目的的测量及测量报告配置。

MME 处理控制平面功能，主要包括：

(1) 非接入层（Non-Access Stratum, NAS）信令的处理；

(2) 分发寻呼消息至 eNode B；

(3) 接入层安全控制；

(4) 移动性管理涉及核心网节点之间的信令控制；

(5) 空闲状态移动性控制；

(6) SAE 承载控制；

(7) NAS 信令的加密与完整性保护；

(8) 跟踪区列表管理；

(9) PDN GW 与 S-GW 选择；

(10) 向 2G/3G 切换时的 SGSN 选择；

(11) 漫游；

(12) 鉴权。

S-GW 处理用户平面功能，主要包括：

(1) 终止因为寻呼产生的用户面数据；

(2) 支持 UE 移动性的用户面切换；

(3) 合法监听；

(4) 分组数据的路由与转发；

(5) 传输层分组数据的标记；

(6) 运营商间计费的数据统计；

(7) 用户计费。

图 1-3 描述了逻辑节点（eNode B、MME、S-GW）、功能实体以及协议层之间的关系以及功能划分。

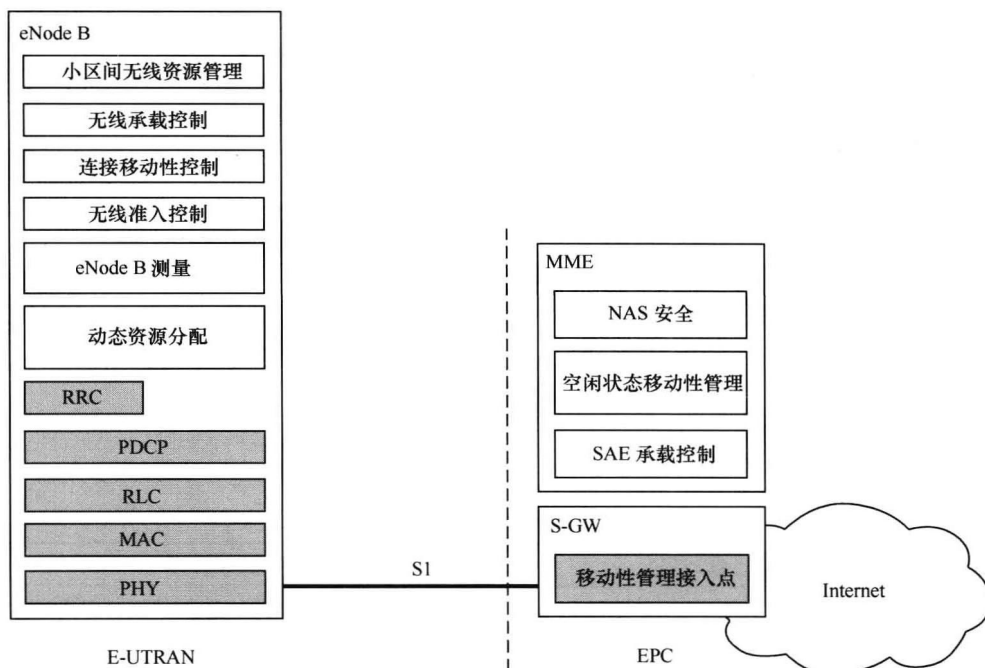


图 1-3 功能划分

1.3 系统协议

1.3.1 LTE 系统标准体系

LTE 标准体系包括物理层规范、高层规范、接口规范、射频规范以及终端一致性规范等，以下将对协议族的每个系列分别进行阐述。

1.3.1.1 LTE 物理层规范

LTE 物理层规范为 36.2xx 系列，具体内容见表 1-2。

表 1-2 物理层规范

协议号	协议名	协议内容
TS 36.201	Physical layer, General description	36.201 协议是物理层综述协议，主要包括物理层在协议结构中的位置和功能，包括物理层 4 个规范 36.211、36.212、36.213、36.214 的主要内容和相互关系等
TS 36.211	Physical channels and modulation	36.211 协议主要描述物理层信道和调制方法，包括物理资源的定义和结构，物理信号的产生方法，上行和下行链路物理层信道的定义，结构，帧格式，参考符号的定义和结构，下行 OFDM 和上行 SC-FDMA 调制方法描述，预编码设计，定时关系和层映射等内容
TS 36.212	Multiplexing and channel coding	36.212 协议主要是描述传输信道和控制信道数据的处理，主要包括：复用技术，信道编码方案，第一层/第二层控制信息的编码，交织和速率匹配过程

续表

协 议 号	协 议 名	协 议 内 容
TS 36.213	Physical layer procedures	36.213 协议主要是描述物理层过程的特性,主要包括:同步过程(包括小区搜索和定时同步);功率控制过程;随机接入过程;物理下行共享信道相关过程(CQI 报告和 MIMO 反馈);物理上行链路共享信道相关过程(UE 探测和 HARQ ACK/NAK 检测);物理共享控制信道过程(包括共享控制信道分配)
TS 36.214	Physical layer-Measurements	36.214 协议主要是描述物理层测量的特性,主要包括:UE 和 E-UTRAN 中的物理层测量;向高层和网络报告测量结果;切换测量,空闲模式测量等

1.3.1.2 LTE 高层规范

LTE 高层规范为 36.3xx 系列规范,具体内容见表 1-3。

表 1-3 高层系列规范

协 议 号	协 议 名	协 议 内 容
TS 36.300	Overall description; Stage 2	36.300 协议是 E-UTRAN 无线接口协议框架的总体描述性协议,主要包括: E-UTRAN 协议框架, E-UTRAN 各功能实体功能划分, 无线接口协议栈, 物理层框架描述, 空口高层协议栈框架描述, RRC 服务和功能, HARQ 功能, 移动性管理, 随机接入过程, 调度, QoS, 安全, MBMS, RRM, S1 接口, X2 接口, 自优化的功能等内容
TS 36.302	Services provided by the physical layer	36.302 协议主要描述物理层给高层提供的功能, 主要包括: 物理层的服务和功能, 共享信道、广播信道、寻呼信道和多播信道传输的物理层模型, 物理信道传输组合, 物理层可以提供的测量等内容
TS 36.304	User Equipment (UE) procedures in idle mode	36.304 协议主要描述 UE 空闲模式下的过程, 主要包括: 空闲模式的功能以及空闲模式下的 PLMN 选择, 小区选择和重选, 小区登记和接入限制, 广播信息接收和寻呼
TS 36.305	Stage 2 functional specification of User Equipment (UE) positioning in E-UTRAN	36.305 协议主要描述 UE 定位功能, 主要包括 E-UTRAN UE 定位框架, 定位相关的信令和接口协议, 主要定位流程, 涉及的定位方法主要包括 A-GPS、增强 Cell ID 和 OTDOA 方法
TS 36.306	User Equipment (UE) radio access capabilities	36.306 协议主要描述 UE 的无线接入能力, 包括 UE 等级划分方式, UE 各个参数的能力定义
TS 36.314	Layer 2-Measurements	36.314 协议主要针对所有空口高层测量的描述和定义, 这些测量用于 E-UTRA 的无线链路操作、RRM、OAM 和 SON 等
TS 36.321	Medium Access Control (MAC) protocol specification	36.321 协议主要是对 MAC 层的描述, 主要包括: MAC 层框架, MAC 实体功能, MAC 过程, MAC PDU 格式和定义, RLC 层 ARQ 功能等
TS 36.322	Radio Link Control (RLC) protocol specification	36.322 协议主要是对 RLC 层的描述, 主要包括: RLC 层框架, RLC 实体功能, MAC 过程, RLC PDU 格式和定义等

续表

协 议 号	协 议 名	协 议 内 容
TS 36.323	Packet Data Convergence Protocol (PDCP) specification	36.323 协议主要是对 PDCP 层的描述, 主要包括: PDCP 层框架, PDCP 结构和实体, PDCP 过程, PDCP PDU 格式和参数等
TS 36.331	Radio Resource Control (RRC) ; Protocol specification	36.331 协议主要是对 RRC 层的描述, 主要包括: RRC 层框架, RRC 对上下层提供的服务, RRC 过程, 系统消息定义, 连接控制, Inter-RAT 移动, RRC 测量, RRC 消息及参数定义等
TS 36.355	LTE Positioning Protocol (LPP)	36.355 协议主要是对 LTE 定位协议的描述, 主要包括: 定位能力的获取, 辅助数据的传输, 定位相关测量和位置信息的交互等

1.3.1.3 LTE 接口规范

LTE 接口规范主要为 36.4xx 系列规范, 具体内容见表 1-4。

表 1-4 接口系列规范

协 议 号	协 议 名	协 议 内 容
TS 36.401	Architecture description	36.401 协议主要是 E-UTRAN 整体架构和整体功能描述, 主要包括: E-UTRAN 框架结构, 信令和数据传输的逻辑划分, 用户面和控制面协议, E-UTRAN 主要功能及接口的描述
TS 36.410	S1 layer 1 general aspects and principles	36.410 协议主要是对 S1 接口的总体描述, 包括 S1 接口协议和功能划分, S1 接口协议结构, S1 接口的 4 个协议 (36.411、36.412、36.413 和 36.414) 内容划分
TS 36.411	S1 layer 1	36.411 协议主要描述支持 S1 接口的物理层功能
TS 36.412	S1 signalling transport	36.412 协议主要描述 S1-MME 信令承载协议栈承载及功能
TS 36.413	S1 Application Protocol (S1AP)	36.413 协议主要描述 S1 应用协议, 是 S1 接口最主要的协议, 包括 S1 接口信令过程、S1AP 功能、S1AP 过程、S1AP 消息
TS 36.414	S1 data transport	36.414 协议主要描述 S1 接口用户面协议栈及功能
TS 36.420	X2 general aspects and principles	36.420 协议主要是对 X2 接口的总体描述, 包括 X2 接口协议结构, X2 接口功能, X2 接口的 4 个协议 (36.421、36.422、36.423 和 36.424) 内容划分
TS 36.421	X2 layer 1	36.421 协议为 X2 接口层 1 描述
TS 36.422	X2 signalling transport	36.422 协议主要描述 X2 信令承载协议栈承载及功能
TS 36.423	X2 Application Protocol (X2AP)	36.423 协议主要描述 X2 应用协议, 是 X2 接口最主要的协议, 包括 X2 接口信令过程、X2AP 功能、X2AP 过程、X2AP 消息
TS 36.424	X2 data transport	36.424 协议主要描述 X2 接口用户面协议栈及功能