



TD-LTE

网络部署运营关键技术

李岳梦 赵绍刚 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

014021340

TN929.533
182

LTE 丛书

TD-LTE 网络部署 运营关键技术

李岳梦 赵绍刚 编著



TN929.533
182

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING



北航

C1706024

内 容 简 介

本书首先介绍 TD-LTE 的基本概念, 重点介绍 TD-LTE 部署所涉及的码号及其之间的关系, 以及 TD-LTE 一些重要的信令流程及相关参数和消息; 其次介绍 TD-LTE 运营所涉及的一些关键技术: “两不一快” 换卡方案、TD-LTE 语音方案——CSFB、VoLTE、SON (自组织网络) 和 TD-LTE 国际漫游架构。

本书既可作为制造商、运营商、设计院等从事 TD-LTE 网络维护和设计等人员的专业指导图书, 也可以作为 TD-LTE 新技术研发人员的参考读物和相关企业员工的培训教材, 还可作为高等院校通信类专业师生的教学用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

TD-LTE 网络部署运营关键技术 / 李岳梦, 赵绍刚编著. —北京: 电子工业出版社, 2014.1
(LTE 丛书)

ISBN 978-7-121-22000-5

I. ①T… II. ①李… ②赵… 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 (2013) 第 281675 号

策划编辑: 宋 梅

责任编辑: 宋 梅

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×980 1/16 印张: 22.25 字数: 498 千字

印 次: 2014 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

TD-LTE 是我国具有自主知识产权的第四代移动通信系统。TD-LTE 具有“高带宽”、“低时延”、“扁平化”、“全 IP 化”、“实时在线”等特征,这些特征可以保证为用户提供更加优质、更加灵活的业务服务。目前,国外很多运营商虽然已经正式商用 LTE 网络,但是其部署的规模、运营策略以及所支持的业务都有待进一步优化和完善。国内运营商也加紧了实验网的建设,在 TD-LTE 部署、运营策略等方面都积累了许多实践经验,本书正是这些宝贵经验的汇总之作。

本书写作的目的是为了从事移动通信的专业技术人员和高等院校相关专业的师生对 TD-LTE 网络部署、运营中的关键技术有一个比较详细、全面的了解。本书分两篇,部署篇首先对 TD-LTE 的基本知识进行了简要介绍,让读者对 TD-LTE 有一个基本了解,然后重点介绍了 TD-LTE 部署中的重要基本信令流程,包括具体参数以及具体的消息实例,此外还对 TD-LTE 部署中使用的码号进行了详细的介绍,包括码号之间的关联以及映射关系等。运营篇首先介绍“两不一快”换卡方案,包括实现架构和业务流程,其次对 LTE 用户的语音业务方案进行了详细的介绍,包括目前业界非常关注的两种技术:CSFB 和 VoLTE;此外还对 TD-LTE 的国际漫游架构、要求进行了细致的阐述;最后根据运营商降低 OPEX 费用的发展目标,重点介绍了 TD-LTE 中引入的 SON 网络架构,内容包括 SON 的自配置、自优化和自操作功能。这些内容不仅对从事 TD-LTE 网络维护的工程技术人员有积极的指导意义,而且对高校的师生、设计研发人员都具有很好的参考意义。

全书共 7 章。

第 1 章介绍 TD-LTE 网络的关键概念,包括标准的演进、网络架构、相关网元的功能等,重点对 TD-LTE 所使用的码号和标识进行了详细介绍。

第 2 章介绍 TD-LTE 的基本信令流程,主要包括 S1 接口建立流程、UE 初始附着流程、UE 上下文释放流程、UE 业务请求流程、专用承载建立流程、eNB 基于 X2 接口的切换流程、专用承载释放流程、分离流程、短信业务流程等,此外还对上述流程所涉及的 DNS 数据配置进行了介绍。

第 3 章介绍 TD-LTE 运营策略,包括 TD-LTE 无线网络的部署原则以及 TD-LTE 业务发展所需经历的阶段,重点对 TD-LTE 的换卡策略进行了详细阐述。

第 4 章详细介绍 TD-LTE 的语音解决方案 CSFB 业务,包括 CSFB 网络架构、信令流程、数据配置以及 TA 规划等内容。

第 5 章详细介绍了 TD-LTE 的另一种语音解决方案 VoLTE,包括 VoLTE 的网络架构、不同过程的详细信令流程。

第 6 章介绍 TD-LTE 的国际漫游,包括 TD-LTE 的国际漫游架构、所涉及的关键接口,以及这些接口实现国际漫游的基本要求。此外还对国际漫游情况下的 TD-LTE 与传统网络

互操作和共存场景的技术要求进行了详细介绍，最后对 TD-LTE 国际漫游的业务技术要求进行了阐述。

第 7 章详细介绍 TD-LTE 的自组织网络 (SON)，主要包括 SON 的自配置功能、自优化功能和自愈功能。

本书由李岳梦、赵绍刚编著，参与编写工作的还有王粟、章翔、金文研、田盛泰、赵文君、吴树兴、肖巍、周兴围。

希望本书的出版能对我国的 4G 商用，特别是 TD-LTE 的健康发展起到促进作用。由于作者水平有限，加上时间仓促，书中不妥之处请各位专家、同仁批评斧正，在此深表感谢。

编著者

2013 年 12 月于北京

目 录

部 署 篇

第 1 章 TD-LTE 网络概述	3
本章导读	4
1.1 TD-LTE 标准与路标	5
1.2 TD-LTE 网络架构	12
1.3 TD-LTE 网元与功能	13
1.3.1 eNodeB (eNB)	13
1.3.2 移动性管理实体 (MME)	15
1.3.3 服务网关 (S-GW)	15
1.3.4 分组数据网网关 (PDN-GW)	16
1.3.5 接口和参考点	16
1.4 TD-LTE 的码号与标识	21
1.4.1 IMSI	21
1.4.2 LMSI、TMSI、P-TMSI、M-TMSI 和 S-TMSI	21
1.4.3 GUTI	22
1.4.4 IMEI	23
1.4.5 RNTI	23
1.4.6 位置区域、路由区域、跟踪区域和小区全球标识	25
1.4.7 E-UTRAN 与 UTRAN/GERAN 系统间临时标识和区域标识的映射	27
1.4.8 GSM 基站标识	28
1.4.9 UTRA 基站标识	30
1.4.10 接入点名称 APN	31
1.4.11 TD-LTE 设备标识	32
1.4.12 TD-LTE IMS 标识	35
1.4.13 eSRVCC 相关码号	39
1.5 用户设备 (UE)	40
1.6 QoS 架构	41
1.7 LTE 安全	42
参考文献	46

第2章 TD-LTE 基本信令流程与数据配置	48
本章导读	49
2.1 S1 接口的建立	49
2.1.1 S1 接口建立的消息流	49
2.1.2 S1 建立失败分析	52
2.2 UE 初始附着	53
2.3 eNB 的 UE 上下文释放	69
2.4 UE 的业务请求	71
2.5 专用承载建立	75
2.6 基于 X2 接口的 eNB 间切换	77
2.7 S1 切换	88
2.8 专用承载的释放	99
2.9 分离	100
2.10 DNS 数据配置	103
2.10.1 MME 发起 DNS 查询请求	103
2.10.2 SGSN 发起 DNS 查询请求	107
参考文献	107

运 营 篇

第3章 TD-LTE 运营策略	111
本章导读	112
3.1 TD-LTE 无线网络部署策略	112
3.2 TD-LTE 业务发展阶段	113
3.2.1 单卡多模双待阶段	114
3.2.2 CSFB 阶段	116
3.2.3 VoLTE 阶段	120
3.3 TD-LTE 的换卡策略	123
3.3.1 “两不一快”策略	123
3.3.2 相关术语定义	123
3.3.3 业务概述	124
3.3.4 业务特征	125
3.3.5 网络架构	127
3.3.6 业务流程	129
3.3.7 关键技术要求	138

参考文献	140
第 4 章 TD-LTE CSFB 业务	141
本章导读	142
4.1 TD-LTE CSFB 网络架构	142
4.2 TD-LTE CSFB 回落方案	143
4.2.1 回落到 UMTS 的 CSFB	144
4.2.2 回落到 GSM 的 CSFB	145
4.2.3 回落到 cdma2000 的 CSFB	147
4.3 TD-LTE CSFB 返回方案	147
4.4 TD-LTE CSFB 信令流程	149
4.4.1 移动性管理流程	149
4.4.2 回落流程	153
4.4.3 CSFB 寻呼信令流程	155
4.4.4 CSFB 主叫流程	156
4.4.5 CSFB 被叫流程	161
4.4.6 移动被叫漫游重试和转发	167
4.5 TD-LTE CSFB 数据配置	170
4.5.1 MME 数据配置	170
4.5.2 SGSN 数据配置	171
4.5.3 DNS 数据配置	172
4.5.4 MSC 数据配置	172
4.5.5 BSC 数据配置	174
4.5.6 eNodeB 数据配置	176
4.6 TD-LTE TA 与 TA List 规划与优化	177
4.6.1 TA 与 TA List 规划原则	177
4.6.2 TA 与 TA List 规划建议	179
4.6.3 TAL 和 LA 联合规划分析	181
4.6.4 TAL 和 LA 联合规划策略建议	183
4.7 TD-LTE CSFB 测试性能	184
4.7.1 CSFB 呼叫建立时延	185
4.7.2 返回 LTE 时延	187
4.7.3 采用部分优化机制后的回落时延	188
参考文献	190

第 5 章 TD-LTE VoLTE 业务	191
本章导读	192
5.1 VoLTE 系统架构	192
5.2 VoLTE 签约和设备配置	193
5.3 VoLTE 的 EPS 附着和默认承载激活	196
5.4 IMS 注册	199
5.4.1 构造 REGISTER 请求	201
5.4.2 从 UE 到 P-CSCF	202
5.4.3 从 P-CSCF 到 I-CSCF	202
5.4.4 从 I-CSCF 到 S-CSCF	203
5.4.5 S-CSCF 对 UE 的挑战	203
5.4.6 UE 对挑战的响应	204
5.4.7 在 S-CSCF 网元中的注册	204
5.4.8 200 (OK) 响应	205
5.4.9 到 AS 的第三方注册	206
5.4.10 注册事件包的签约	207
5.4.11 重注册和重鉴权	207
5.4.12 取消注册	208
5.5 VoLTE IMS 会话	209
5.5.1 创建 INVITE 请求	209
5.5.2 会话路由	212
5.5.3 媒体协商	215
5.5.4 媒体资源预留和策略控制	217
5.5.5 计费	224
5.5.6 会话释放	229
5.6 VoLTE 语音连续性	231
5.6.1 PS-PS 系统间切换	231
5.6.2 单无线语音呼叫连续性 (SRVCC)	232
5.7 VoLTE 紧急呼叫业务	244
5.7.1 紧急会话的 PDN 连接建立	245
5.7.2 紧急注册	246
5.7.3 紧急会话	247
参考文献	249

第 6 章 TD-LTE 国际漫游	250
本章导读	251
6.1 TD-LTE 国际漫游架构	251
6.1.1 架构模型	251
6.1.2 接口	252
6.2 接口的技术要求	252
6.2.1 PLMN 间接口的技术要求	253
6.2.2 S8 接口	257
6.2.3 S9 接口	259
6.3 与传统网络互操作和共存的技术要求	260
6.3.1 传统网络场景	260
6.3.2 共存场景	261
6.4 业务相关的技术要求	265
6.4.1 短信业务	265
6.4.2 语音业务	266
6.5 动态策略与计费控制 (PCC) 技术要求	275
6.5.1 归属网络疏通, S8 接口采用 GTP 协议	275
6.5.2 归属网络疏通, S8 接口采用 PMIP 协议	277
6.5.3 拜访网络疏通	278
参考文献	279
第 7 章 TD-LTE 自组织网络 (SON)	280
本章导读	281
7.1 引言	281
7.2 SON 的标准化	282
7.3 自组织网络架构	283
7.4 自配置	286
7.4.1 自连接和自调测	286
7.4.2 动态无线配置	288
7.5 自优化	303
7.5.1 移动健壮性优化	304
7.5.2 移动负荷分担和业务跟踪	313
7.5.3 覆盖和容量优化	325
7.5.4 RACH 优化	326
7.6 自操作	335

7.6.1 引言	335
7.6.2 3GPP 用例	335
7.6.3 小区劣化检测	336
7.6.4 小区劣化诊断和预测	338
7.6.5 小区中断补偿	339
参考文献	340
缩略语	341

部署篇

第 1 章 TD-LTE 网络概述



本章要点

- ✈ TD-LTE 标准与路标
- ✈ TD-LTE 网络架构
- ✈ TD-LTE 网元与功能
- ✈ TD-LTE 的码号与标识
- ✈ 用户设备 (UE)
- ✈ QoS 架构
- ✈ LTE 安全



本章导读

本章首先对 TD-LTE 的标准及网络架构进行简单介绍, 并对 TD-LTE 相关网元的功能进行说明。本章重点对 TD-LTE 网络部署中用到的码号与标识进行介绍。此外在本章的最后对 TD-LTE 的 QoS 以及安全架构进行阐述。

长期演进 (LTE, Long-Term Evolution) 是 UMTS 的高级演进技术, 负责该技术的标准组织是众知的第三代伙伴计划 (3GPP, 3rd Generation Partnership Project)。

在谈及 LTE 时, 还会常常听到演进的分组系统 (EPS, Evolved Packet System)、演进的分组核心网 (EPC, Evolved Packet Core) 以及系统架构演进 (SAE, System Architecture Evolution) 等概念。图 1.1 给出了这些术语之间的相互关系。从图中可以看出 EPS 包括 E-UTRAN 和 EPC, 而 LTE 和 SAE 分别是 3GPP 提出的工作项目名称, LTE 的研究产生了 E-UTRAN, 而 SAE 的研究产生了 EPC。

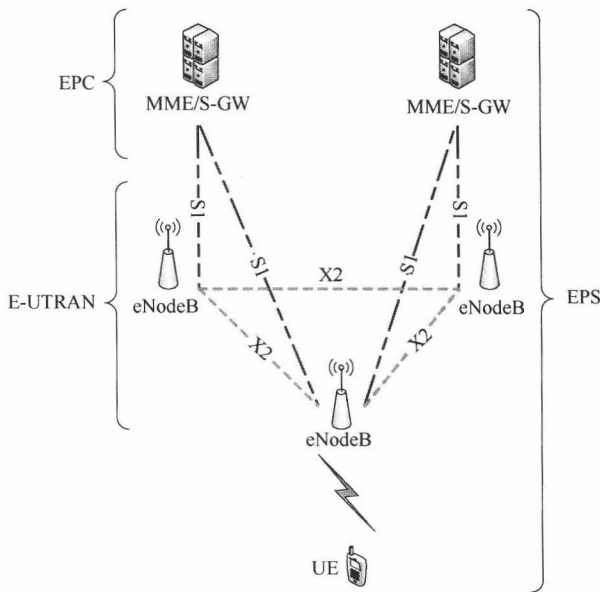


图 1.1 EPS 中的 EPC 和 LTE

LTE 和其他无线技术, 例如, EDGE 和 HSPA 是一起并行进行标准化的, 这就意味着 LTE 并不是对现在已有技术的简单替换, 而是希望与其他无线技术一起在运营商的网络中共存。

所以要理解 LTE 技术必须要了解其他与之共存的无线技术。事实上, LTE 信令分析

的一个重要挑战就是切换过程的分析，尤其是与 UMTS R99 版本的切换过程相比，LTE 与无线接入技术（RAT，Radio Access Technology）之间的切换已变得非常复杂。但是，系统内切换和对特定用户无线资源的动态分配也是 LTE 信令中的一个重要内容。

LTE 研究的主要驱动力包括：

- 📖 减少连接建立时延；
- 📖 减少用户面数据传输的时延；
- 📖 增加每小区的带宽和比特速率，包括小区边界的吞吐量；
- 📖 减少每比特信息无线传输的成本；
- 📖 频谱使用的巨大灵活性；
- 📖 简化网络架构；
- 📖 无缝移动性，包括不同无线技术之间的无缝移动性；
- 📖 终端合理的功耗。

必须要指出的是，LTE 作为一种无线接入技术，应该与核心网的演进 EPC 一起应用。EPS 是一个全 IP 传输网络。E-UTRAN 各个有线接口物理层均使用 IP 传输。这种全 IP 架构是简化网络架构的一个重要因素。但是，需要指出的是，认为熟悉 TCP/IP 技术就足以理解 LTE 的测量的想法是非常错误的。尽管网络架构甚至基本信令过程变得简化，但是理解和跟踪无线参数仍然需要丰富的通信知识和深入的研究学习。较其他无线接入技术而言，LTE 技术无线接口的变化非常大，例如，无线资源分配粒度为 1 ms，所以特定的连接可以根据该粒度来进行灵活的调度。例如，UE 和基站之间的距离会影响无线质量，不同的无线传播质量就可以决定使用的调制机制，从而就决定了特定连接的最大带宽。当然，此时的传输带宽还会受到小区中的用户数、小区负荷和相邻小区干扰等因素的影响。

LTE 技术有两种标准：频分双工（FDD，Frequency Division Duplexing）LTE 和时分双工（TDD，Time Division Duplexing）LTE，也称为 FDD-LTE 和 TD-LTE，二者的主要区别在于无线接口，FDD-LTE 采用了类型 I 帧结构，而 TD-LTE 采用了类型 II 帧结构，二者核心网是相同的。

3GPP 专家给出的 LTE 小区的典型覆盖范围是 700 m~100 km。当然，由于无线波传播特性，这些宏小区在整个覆盖范围内不能保证提供所有业务。实际上，在小区覆盖范围内，业务的覆盖范围是不同的。例如，从内部到外部，小区所提供的最大可能比特速率会逐渐下降。因此对于 LTE 而言业务优化也是一项重要的挑战。

1.1 TD-LTE 标准与路标

为了更好地理解 TD-LTE，需要首先看一下 TD-LTE 之前的相关技术以及这些技术的演进之路。

分组交换业务的第一个阶段是通用分组无线业务（GPRS, General Packet Radio Service），GPRS 被称为 2.5G 网络，它是在 2000 年以后开始全球大范围部署的。该系统提供了一种无线资源使用的新模型，即不再通过电路交换方式来进行数据传输。在这之前没有分组业务（PS, Packet Service）预占的无线资源，这就意味着在 GPRS 之前，只有等到 CS 呼叫结束该资源才能用于分组数据。

GSM CS 呼叫在无线接口中由分配的专用业务信道（DTCH, Dedicated Traffic Channel）来承载，但是 PS 数据不会访问专用无线资源，PS 信令和净荷是通过单向的临时块流（TBF, Temporary Block Flow）来进行传输的。

这些 TBF 非常短，并且这些数据块的大小也很小，因为这些块必须能够将传输数据适配到 52 复帧的帧结构中，该结构是 GSM 无线传输在物理层的传输格式。较大的逻辑链路控制（LLC, Logical Link Control）帧包含了分段的 IP 分组，它需要继续分段来适配更小的无线链路控制（RLC, Radio Link Control）块。

GPRS 中 RLC 协议负责处理下列任务。

☞ LLC 分组的分段和组装：分段后产生 RLC 块；

☞ 在空中接口提供可靠的链路：每个 RLC 块都增加控制信息，从而可以进行后向纠错（BEC, Backward Error Correction）；

☞ 支持子复用从而实现在一条物理信道上支持多个 MS 通信。

媒体访问控制协议负责：

☞ 小区内信令和用户数据的点到点传输；

☞ 信道组合，从而可以为一个 MS 最多分配 8 条物理信道；

☞ 将 RLC 块映射到物理信道（即时隙）。

由于多个用户必须复用到一条物理信道上，每条连接必须能够被唯一的标识。TBF 是通过一个临时流标识符（TFI, Temporary Flow Identifier）来标识的。TBF 是单向的，并且仅用于数据的传输。

GPRS 与核心网的接口是 Gb 接口，该接口用于传输 IP 净荷以及 GPRS 移动性管理和会话管理（GMM/SM, GPRS Mobility Management/Session Management）信令消息。LLC 协议用户 SGSN 和 MS 之间的对等通信，并为传输业务提供确认模式和非确认模式。由于物理层不同的传输条件，Gb 接口是 E1/T1，而空中接口是 52 帧，所以 IP 分组需要进行适配。LLC 净荷域的最大为 1 540 字节，而 IP 分组最大为 65 535 字节。所以 IP 帧在通过 LLC 传输之前需要进行分段，在接收侧则需要重组。

但是 IP 净荷的多次分段会导致开销的增加。另外，PS 数据传输所使用的无线资源的有效性也没有保证。所以 GPRS 系统仅用于像 Web 浏览或者 E-mail 这样的非实时业务。

为了克服这些缺点，标准组织提出了一系列增强技术，从而并行地开发了 UMTS