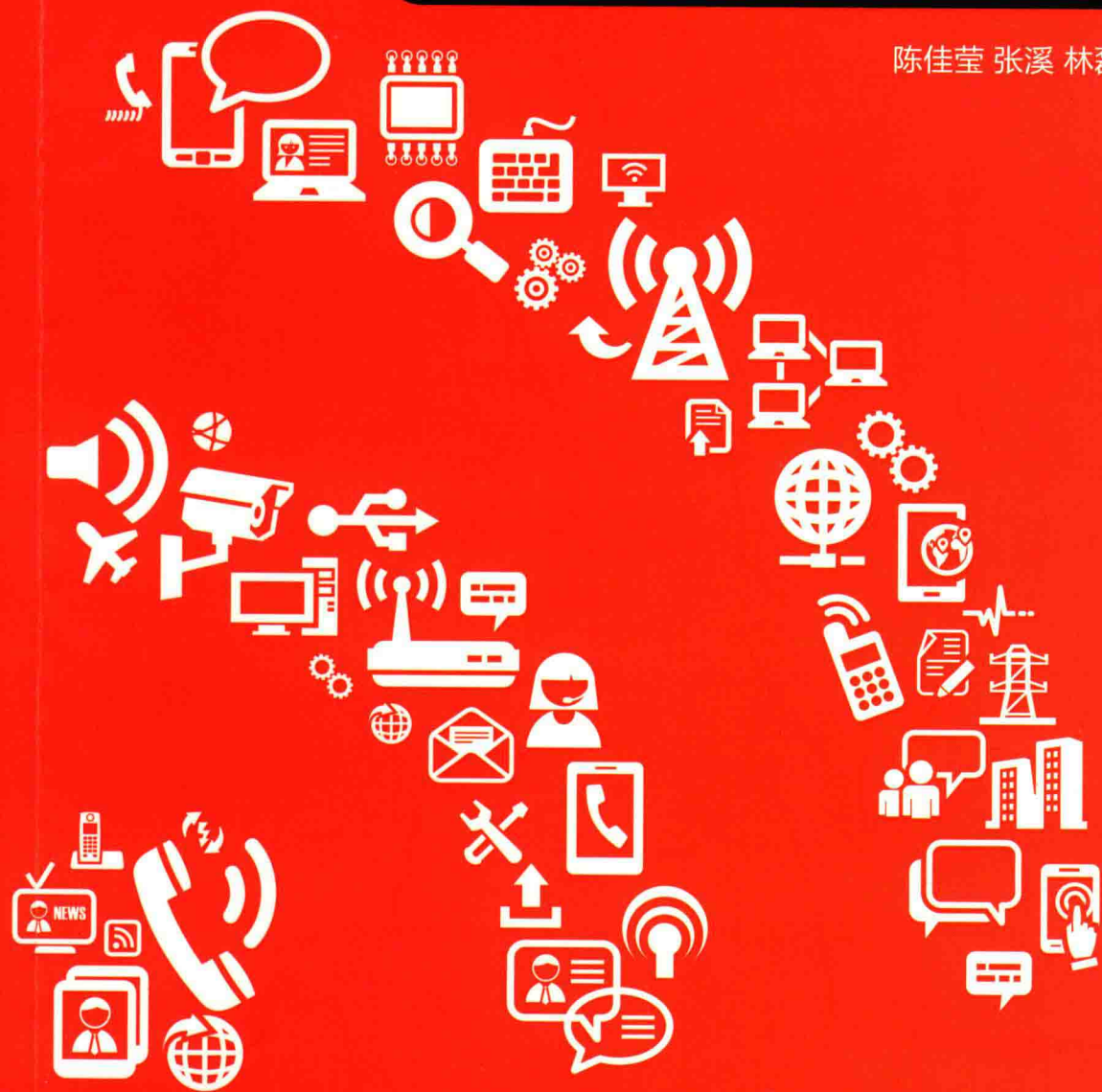


IUV-ICT技术实训教学系列丛书

IUV-4G

移动通信技术

陈佳莹 张溪 林磊◎编著



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

IUV-ICT技术实训教学系列丛书

陈佳莹 张溪 林磊◎编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

IUV-4G移动通信技术 / 陈佳莹, 张溪, 林磊编著

. — 北京: 人民邮电出版社, 2016. 2

(IUV-ICT技术实训教学系列丛书)

ISBN 978-7-115-41155-6

I. ①I… II. ①陈… ②张… ③林… III. ①无线电
通信—移动通信—通信技术 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第016640号

内 容 提 要

本书将 LTE 理论基础与实践操作相结合, 其中, 理论部分重点介绍了 LTE 网络的网络架构、实现原理、关键技术以及 LTE 网络中涉及的重要概念和 LTE 中的信令流程及相关参数和消息; 同时, 本书以《IUV-4G 全网规划部署线上实训软件》为基础, 结合国内运营商的实际建网情况, 系统而全面地介绍了 LTE 无线接入网和核心网从网络规划、网络部署、开通调试到业务调试全流程。建议读者将本书与《IUV-4G 全网规划部署线上实训软件》配合使用, 以便深入理解 LTE 网络建立整体流程及方案, 同时也能够掌握运营维护的相关技能。

本书可作为高等院校通信技术和管理等专业的教材或参考书, 也适合从事 LTE 承载网络规划设计、系统运营、网络建设、调测维护等工程项目的技术人员和管理人员阅读。

◆ 编 著 陈佳莹 张 溪 林 磊

责任编辑 乔永真 李 静

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: 10.5

2016 年 2 月第 1 版

字数: 180 千字

2016 年 2 月河北第 1 次印刷

定价: 38.00 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

随着移动宽带技术的大力发展,截至 2015 年 10 月,我国 4G 用户数已经突破 3 亿人,年均环比增长 8%以上。同时,伴随着国家大力推进移动互联网,移动宽带技术“提速降费”措施的落实,传统行业不断向“互联网+”进行转型升级,4G 用户数在未来的 2 年将会保持较高的增长态势,4G 网络建设的大潮将会进一步发酵。

据不完全统计,全国 4G 移动基站数目在 2015 年年底突破了 200 万个。三大运营商在未来 5 年将继续加大基站建设投入,以保证 4G 业务纵深覆盖,覆盖率在未来 2 年将达到 80%以上。移动基站建设大潮带来的直接就业岗位达 50 万个以上,间接就业岗位更达 70 万个以上。

为了满足市场的需要,IUV-ICT 教学研究所针对 4G-LTE 的初学者和入门者,结合《IUV-4G 全网规划部署线上实训软件》编写了这套交互式通用虚拟仿真(Interactive Universal Virtual, IUV)教材,旨在通过虚拟仿真技术和互联网技术提供专注于实训的综合教学解决方案。

“4G 移动通信技术”方向和“承载网通信技术”方向采用 2+2+1 的结构编写:2 个核心技术方向和 1 个综合实训课程。

“4G 移动通信技术”方向的教材有《IUV-4G 移动通信技术》《IUV-4G 移动通信技术实战指导》;“承载网通信技术”方向的教材有《IUV-承载网通信技术》《IUV-承载网通信技术实战指导》;综合 4G 全网通信技术实训教材是《IUV-4G 全网规划部署进阶实战》。

2 个核心技术方向均采用理论和实训相结合的方式编写,一本是技术教材,注重理论和基础学习,配合随堂练习完成基础理论学习和实践;另一本实战指导是结合《IUV-4G 全网规划部署线上实训软件》所设计的相关实训案例。

综合实训课程则将 4G 全网的综合网络架构呈现在读者面前,并结合实训案例、全网联调及故障处理,使读者能掌握到 4G 全网知识和常用技能。

本套教材理论结合实践,配合线上对应的学习工具,全面介绍了 4G-LTE 通用网络技术,涵盖 4G 全网的通信原理、网络拓扑、网络规划、工程部署、数据配置、业务调试等移动通信及承载通信技术,对高校师生、设计人员、工程及维护人员都有很好的参考和实际意义。

从内容上看,本书分为两部分。第一部分为原理篇,包含第 1 章,重点介绍 LTE 及 EPC 网络的基本原理,为读者深入了解 LTE&EPC 网络打下基础。第二部分为实践篇,包含第 2~4 章,重点介绍 LTE 及 EPC 网络网络规划、网络部署以及开通调试过程,并通过相关案例介绍整个 LTE 网络调试的基本过程和方法。

主要章节说明如下。

第1章主要介绍LTE网络概念，包括标准的演进、网络架构、相关网元的功能，同时重点介绍了LTE网络中的标识和LTE网络中涵盖的重要的业务流程。

第2章基于软件在线学习平台，介绍了LTE网络的规划及部署全过程，包括LTE网络规划的流程、覆盖规划原理、容量规划、规模估算、无线参数规划以及LTE站点机房的部署及开通，使读者得到理论联系实际的学习效果。

第3章基于软件在线学习平台，介绍了EPC网络建设的全流程，包括拓扑的规划、容量规划，通过软件操作了解核心网机房中的网元的部署和连线，各个网元的通用配置和参数，使读者将EPC的理论知识与实际网络结合，增强实践能力。

第4章结合前面的内容，介绍了整个LTE网络包括LTE无线接入网和核心网常用的维护工具的使用和故障排查的思路方法，并对常见的故障原因进行了分析。除此之外，该章还通过一些典型的故障案例来帮助读者深入了解实际网络的维护工作，增强实战经验。

目 录

第一部分 原理篇

第 1 章 LTE 网络概述及原理	3
1.1 LTE 网络基础	3
1.1.1 移动通信演进过程概述	3
1.1.2 LTE 主要性能和目标	4
1.1.3 频谱介绍	6
1.1.4 LTE 标准与国际组织	8
1.2 LTE 网络架构	9
1.2.1 LTE 网络架构概述	9
1.2.2 什么是 EPC	11
1.2.3 EPC 网络的演进过程	12
1.2.4 EPC 网络架构	15
1.3 无线协议结构	17
1.3.1 控制面协议结构	17
1.3.2 用户面协议结构	18
1.3.3 S1 接口架构	18
1.3.4 X2 接口架构	19
1.4 空口物理层规范	19
1.4.1 物理层帧结构	20
1.4.2 物理资源	21
1.4.3 物理信道	22
1.4.4 传输信道	22
1.4.5 传输信道与物理信道映射	23
1.4.6 物理信号	23
1.4.7 物理层过程	24
1.4.8 层 2 架构	25
1.5 LTE 关键技术	28
1.5.1 双工方式	28
1.5.2 多址技术	28
1.5.3 多天线技术	36

1.5.4	链路自适应	40
1.5.5	HARQ 和 ARQ	41
1.6	LTE/EPC 接口与协议	41
1.6.1	LTE/EPC 接口概述	41
1.6.2	LTE/EPC 系统协议栈	42
1.6.3	主要业务接口	44
1.7	EPC 网络的重要概念	46
1.7.1	IMSI	46
1.7.2	GUTI	47
1.7.3	MSISDN	48
1.7.4	IMEI	48
1.7.5	APN	49
1.7.6	TAI/TA List	50
1.7.7	PDN 连接与 EPS 承载	51
1.8	LTE/EPC 主要业务流程	55
1.8.1	附着流程	55
1.8.2	去附着流程	58
1.8.3	TA 更新流程	59
1.8.4	业务请求流程	61
1.8.5	寻呼流程	62
1.8.6	切换流程	63

第二部分 实践篇

第 2 章	无线网络规划与开通配置	73
2.1	无线网络规划流程	73
2.2	覆盖规划	74
2.2.1	传播模型	75
2.2.2	LTE 链路预算	77
2.2.3	覆盖估算	81
2.3	容量规划	82
2.3.1	话务模型	82
2.3.2	容量估算	84
2.4	规模估算	85
2.4.1	4G 全网仿真软件无线规模估算	85
2.5	无线参数规划	86
2.5.1	频率规划	86
2.5.2	eNodeB ID	86
2.5.3	Cell ID	87

2.5.4 Tracking Area Code.....	87
2.5.5 Physical Cell ID.....	88
2.5.6 邻区规划.....	89
2.6 无线开通配置.....	89
2.6.1 站点规划概述.....	89
2.6.2 无线站点机房部署.....	90
 第3章 EPC 核心网开通配置	103
3.1 EPC 核心网网络规划	103
3.1.1 网元设置.....	103
3.1.2 EPC 主要接口的组网方案	105
3.1.3 双平面组网设计	109
3.2 EPC 核心网容量规划	110
3.2.1 MME 容量估算.....	110
3.2.2 SGW 容量估算.....	111
3.2.3 PGW 容量估算.....	112
3.3 EPC 核心网组网规划	113
3.3.1 EPC 网元硬件概述.....	113
3.3.2 MME 物理连接及地址规划	114
3.3.3 SGW 物理连接及地址规划	116
3.3.4 PGW 物理连接及地址规划	117
3.3.5 HSS 物理连接及地址规划	117
3.4 EPC 核心网设备开通配置	117
3.4.1 MME 开通配置.....	118
3.4.2 SGW 开通配置	128
3.4.3 PGW 开通配置	133
3.4.4 HSS 开通配置	136
 第4章 4G 全网综合调试	142
4.1 4G 全网故障排查总流程.....	142
4.2 无线及核心网综合调试.....	143
4.2.1 调试工具介绍.....	143
4.2.2 故障排查方法及案例分析.....	148
 缩略语	159



第1章 LTE 网络概述及原理

第1章

LTE 网络概述及原理

📖 知识点

本章主要阐述了 LTE/EPC 网络的基本原理，主要包括 LTE/EPC 技术产生的背景及特点，结合 3GPP 规范介绍了 LTE 网络演进的路线。其次介绍了 LTE/EPC 中的网络架构、基础协议、重要概念、关键技术，并在最后总结性地介绍了主要的几种业务场景及相关流程。读者通过基本原理的学习，可以为深入了解 LTE/EPC 网络打下坚实基础，同时为后面的工程实践学习做好铺垫。

- LTE 网络基础
- LTE 接口与协议
- LTE 无线物理层
- LTE 关键技术

1.1 LTE 网络基础

1.1.1 移动通信演进过程概述

移动通信从 2G、3G 到 3.9G 的发展过程，是从低速语音业务到高速多媒体业务发展的过程。无线通信技术和演进过程如图 1-1 所示。

1G：模拟制式的移动通信系统，具代表性的有 20 世纪 70 年代的美国 AMPS (Advanced Mobile Phone System)，实现了全国范围内的语音通信。

2G：第二代数字蜂窝通信系统，20 世纪 80 年代末开发，全数字化系统实现了通话质量和系统容量的提升，开启了全球化的移动通信时代，主要代表有 GSM 系统和 CDMA

系统。

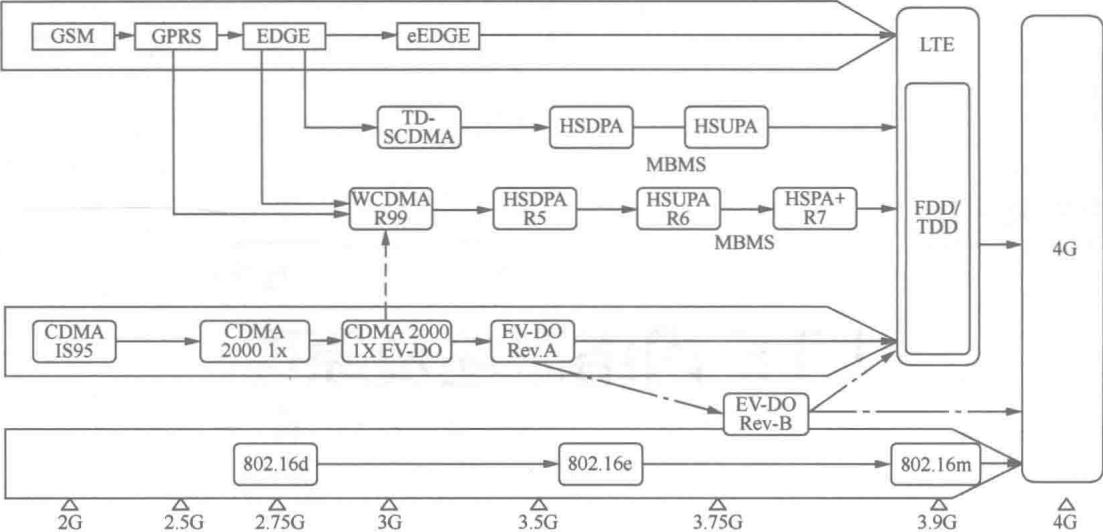


图 1-1 无线通信技术的发展和演进过程

3G：第三代移动通信技术，移动多媒体蜂窝通信技术，实现无线通信和国际互联网融合，提供语音、图像、音乐、视频等各种多媒体数据业务，要求提供 2Mbit/s 标准用户速率（室内）或 144kbit/s 速率（高速移动）。目前，3G 标准有 WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA（由中国制定的 3G 标准）以及 WiMAX（802.16 系列标准）共 4 个。

4G：第四代移动通信技术，宽带大容量的高速蜂窝系统，支持 100~150Mbit/s 下行网络带宽，提供交互多媒体、高质量影像、3D 动画和宽带互联网接入等业务，用户体验最大能达到 20Mbit/s 下行速率。

LTE：长期演进（Long Term Evolution，LTE）是 3GPP 组织主导的新一代无线通信系统，也称为演进的 UTRAN（Evolved UTRA and UTRAN）研究项目，全面支撑高性能数据业务，“未来 10 年或者更长时间内保持竞争力”。3GPP 的 LTE 标准在无线接入侧分为 LTE FDD 和 TD-LTE。

1.1.2 LTE 主要性能和目标

1.1.2.1 峰值数据速率

下行链路的瞬时峰值数据速率在 20MHz 下行链路频谱分配的条件下，可以达到 100Mbit/s [5bit/(s·Hz)]（网络侧 2 发射天线，UE 侧 2 接收天线）。

上行链路的瞬时峰值数据速率在 20MHz 上行链路频谱分配的条件下，可以达到 50Mbit/s [2.5bit/(s·Hz)]（UE 侧 1 发射天线）。

宽频带、MIMO、高阶调制技术都是提高峰值数据速率的关键。

1.1.2.2 控制承载分离

承载与控制分离的结构是指控制面的信令和用户面的承载分别由独立的网元负责。

这样,可以优化用户面的性能,同时节约网络节点和承载网的投资。

1.1.2.3 控制面延迟

从驻留状态到激活状态,控制面的传输延迟时间小于 100ms,这个时间不包括寻呼延迟时间和 NAS 延迟时间。

从睡眠状态到激活状态,控制面传输延迟时间小于 50ms,这个时间不包括 DRX 间隔。

控制面容量频谱分配是在 5MHz 的情况下,期望每小区至少支持 200 个激活状态的用户。在更高的频谱分配情况下,期望每小区至少支持 400 个激活状态的用户。

1.1.2.4 用户面延迟

用户面延迟定义为一个数据包从 UE/RAN 边界节点(RAN edge node)的 IP 层传输到 RAN 边界节点/UE 的 IP 层的单向传输时间。这里所说的 RAN 边界节点,指的是 RAN 和核心网的接口节点。

在“零负载”(即单用户、单数据流)和“小 IP 包”(即只有一个 IP 头而不包含任何有效载荷)的情况下,期望的用户面延迟不超过 5ms。

1.1.2.5 用户吞吐量

下行链路:在 5% CDF(累计分布函数)处的每兆赫用户吞吐量应达到 R6 HSDPA 的 2~3 倍;LTE(2 发 2 收)每兆赫平均用户吞吐量应达到 R6 HSDPA(1 发 1 收)的 3~4 倍。

上行链路:在 5% CDF 处的每兆赫用户吞吐量应达到 R6 HSUPA 的 2~3 倍;LTE(1 发 2 收)每兆赫平均用户吞吐量应达到 R6 HSUPA(1 发 2 收)的 2~3 倍。

1.1.2.6 频谱效率

下行链路:在一个有效负荷的网络中,LTE(2 发 2 收)频谱效率(用每站址、每赫、每秒的比特数衡量)的目标是 R6 HSDPA(1 发 1 收)的 3~4 倍。

上行链路:在一个有效负荷的网络中,LTE 频谱效率(1 发 2 收)(用每站址、每赫、每秒的比特数衡量)的目标是 R6 HSUPA(1 发 2 收)的 2~3 倍。

1.1.2.7 移动性

E-UTRAN 能为低速移动(0~15km/h)的移动用户提供最优的网络性能,能为以 15~120km/h 速率移动的移动用户提供高性能的服务,对以 120~350km/h(在某些频段下,甚至可以达到 500km/h)速率移动的移动用户能够保持蜂窝网络的移动性。

在 R6 CS 域提供的语音和其他实时业务在 E-UTRAN 中将通过 PS 域支持,这些业务应该在各种移动速度下都达到或者高于 UTRAN 的服务质量。E-UTRA 系统内切换造成的中断时间应等于或者小于 GERAN CS 域的切换时间。

超过 250km/h 的移动速度是一种特殊情况(如高速列车环境),E-UTRAN 的物理层参数设计应该在最高 350km/h 的移动速度(在某些频段下,甚至应该支持 500km/h)下保持用户和网络的连接。

1.1.2.8 覆盖

E-UTRA 系统应该能在重用目前 UTRAN 站点和载频的基础上灵活地支持各种覆盖场景，实现用户吞吐量、频谱效率和移动性等性能指标。

E-UTRA 系统在不同覆盖范围内的性能要求如下。

- (1) 覆盖半径在 5km 内：用户吞吐量、频谱效率和移动性等性能指标必须完全满足。
- (2) 覆盖半径在 30km 内：用户吞吐量指标可以略有下降；频谱效率指标可以下降，但仍在可接受范围内；移动性指标仍应完全满足。
- (3) 覆盖半径最大可达 100km。

1.1.2.9 频谱灵活性

频谱灵活性一方面是指支持不同大小的频谱分配，譬如 E-UTRA 可以在不同大小的频谱中部署，包括 1.4MHz、3MHz、5MHz、10MHz、15MHz 以及 20MHz，支持成对和非成对频谱。

频谱灵活性另一方面是指支持不同频谱资源的整合 (diverse spectrum arrangements)。

1.1.2.10 与现有 3GPP 系统的共存和互操作

E-UTRA 与其他 3GPP 系统的互操作需求包括但不限于以下几个方面。

- (1) E-UTRAN 和 UTRAN/GERAN 多模终端支持对 UTRAN/GERAN 系统的测量，并支持 E-UTRAN 系统和 UTRAN/GERAN 系统之间的切换。
- (2) E-UTRAN 应有效支持系统间测量。
- (3) 对于实时业务，E-UTRAN 和 UTRAN 之间的切换中断时间应小于 300ms。
- (4) 对于非实时业务，E-UTRAN 和 UTRAN 之间的切换中断时间应小于 500ms。
- (5) 对于实时业务，E-UTRAN 和 GERAN 之间的切换中断时间应小于 300ms。
- (6) 对于非实时业务，E-UTRAN 和 GERAN 之间的切换中断时间应小于 500ms。
- (7) 处于非激活状态（类似 R6 Idle 模式或 Cell_PCH 状态）的多模终端，只需监测 GERAN、UTRA 或 E-UTRA 中一个系统的寻呼信息。

1.1.2.11 取消 CS 域

取消原有 CS（电路交换）域，EPC 成为移动通信业务的基本承载网络。原有短信、语音等传统的电路域业务将借助 VoLTE 模式承载，也可以采用 CSFB（CS Fall Back）等方案依旧使用电路域来承载。

1.1.3 频谱介绍

E-UTRA 的频谱划分如表 1-1 所示。

表 1-1 E-UTRA 的频谱划分

E-UTRA 工作频段	Uplink (UL) 工作频段 BS 接收/UE 发送	Downlink (DL) 工作频段 BS 接收/UE 发送	双工模式
	$F_{UL_low} - F_{UL_high}$	$F_{DL_low} - F_{DL_high}$	
1	1 920MHz - 1 980MHz	2 110MHz - 2 170MHz	FDD
2	1 850MHz - 1 910MHz	1 930MHz - 1 990MHz	FDD
3	1 710MHz - 1 785MHz	1 805MHz - 1 880MHz	FDD

续表

E-UTRA 工作频段	Uplink (UL) 工作频段 BS 接收/UE 发送	Downlink (DL) 工作频段 BS 接收/UE 发送	双工模式
	$F_{UL_low} - F_{UL_high}$	$F_{DL_low} - F_{DL_high}$	
4	1 710MHz - 1 755MHz	2 110MHz - 2 155MHz	FDD
5	824MHz - 849MHz	869MHz - 894MHz	FDD
6	830MHz - 840MHz	875MHz - 885MHz	FDD
7	2 500MHz - 2 570MHz	2 620MHz - 2 690MHz	FDD
8	880MHz - 915MHz	925MHz - 960MHz	FDD
9	1 749.9MHz - 1 784.9MHz	1 844.9MHz - 1 879.9MHz	FDD
10	1 710MHz - 1 770MHz	2 110MHz - 2 170MHz	FDD
11	1 427.9MHz - 1 452.9MHz	1 475.9MHz - 1 500.9MHz	FDD
12	698MHz - 716MHz	728MHz - 746MHz	FDD
13	777MHz - 787MHz	746MHz - 756MHz	FDD
14	788MHz - 798MHz	758MHz - 768MHz	FDD
...			
17	704MHz - 716MHz	734MHz - 746MHz	FDD
...			
33	1 900MHz - 1 920MHz	1 900MHz - 1 920MHz	TDD
34	2 010MHz - 2 025MHz	2 010MHz - 2 025MHz	TDD
35	1 850MHz - 1 910MHz	1 850MHz - 1 910MHz	TDD
36	1 930MHz - 1 990MHz	1 930MHz - 1 990MHz	TDD
37	1 910MHz - 1 930MHz	1 910MHz - 1 930MHz	TDD
38	2 570MHz - 2 620MHz	2 570MHz - 2 620MHz	TDD
39	1 880MHz - 1 920MHz	1 880MHz - 1 920MHz	TDD
40	2 300MHz - 2 400MHz	2 300MHz - 2 400MHz	TDD
新增	2 500MHz - 2 690MHz	2 500MHz - 2 690MHz	TDD

1.1.3.1 国际 LTE 频谱划分概述

在 ITU 的频率建议中，分别为 FDD-LTE 和 TD-LTE 进行了规划。

FDD-LTE 的频段比较分散，既有传统 2G、3G 回收的 700/800MHz 频段，也有 4G 新频段，包括 1.7/1.8/1.9GHz，2.1GHz 等共 15 个对称频段。

TD-LTE 的频率集中在 1.8/1.9GHz，2.1/2.3/2.6GHz 等共 9 个频段。

1.1.3.2 LTE 频点号

频点号是根据一定的频率间隔对频率进行编号。

在 LTE 的频点号规则中，每 100kHz 对应一个频点号，频点号与频率之间不再是直接对应关系，而是增加了一个偏置（起始值）。其中 FDD-LTE 的频点号范围为 0~35 999，TD-LTE 的频点号范围为 36 000~65 531。

3GPP 对于 LTE 的各频段和对应的频点号起始定义了详细的列表。表 1-2 给出了其

中 TD-LTE 的主要频段以及频点号范围之间的简要对应关系。比如，D 频段（Band38），查表 1-2，频率起始值为 2 570MHz，频点号起始值为 37 750。组网示例：选取 2 590～2 610MHz 频段，20MHz 带宽组网，即中心频率为 2 600MHz，对应频点号为 38 050。

表 1-2 TDD LTE 频段示意

波段	频段/MHz	频点号范围
33（A 频段）	1 900-1 920	36 000-36 199
34（A 频段）	2 010-2 025	36 200-36 349
35（B 频段）	1 820-1 920	36 350-36 949
36（B 频段）	1 930-1 990	36 950-37 549
37（C 频段）	1 910-1 930	37 550-37 749
38（D 频段）	2 570-2 620	37 750-38 249
39（F 频段）	1 880-1 920	38 250-38 649
40（E 频段）	2 300-2 400	38 650-39 649

1.1.4 LTE 标准与国际组织

3GPP 从 2004 年年底立项启动 LTE 的技术研究和规范制定。目前 LTE 标准规范的版本计划为 Release 8～Release 13。每个 Release 文件中都详细记录了该版本需要完成的功能列表，以及各项功能任务从启动研究到完成相关标准规范制定的工作时间计划表。

3GPP 正逐渐完善 R8 的 LTE 标准：2008 年 12 月 R8 LTE RAN1 冻结，2008 年 12 月 R8 LTE RAN2、RAN3、RAN4 完成功能冻结，2009 年 3 月 R8 LTE 标准完成。此协议的完成能够满足 LTE 系统首次商用的基本功能。

3GPP 于 2004 年 12 月开始 LTE 相关的标准工作。LTE 是关于 UTRAN 和 UTRA 改进的项目。

3GPP 标准的制定分为提出需求、制定结构、详细实现、测试验证 4 个阶段。

3GPP 以工作组的方式工作，与 LTE 直接相关的是 RAN1/2/3/4/5 工作组。

3GPP（第三代合作计划）于 2004 年启动 LTE 计划，主要负责技术标准研究和技术规范制定。目前，组织伙伴包括欧洲的 ARIB、日本的 TTC、韩国的 TTA、美国的 T1 以及中国的 CWTS。

3GPP 组织包括项目合作组 PCG（Project Cooperation Group）和技术规范组 TSG（Technology Standards Group）。在 LTE/SAE 标准制定方面，包含 4 个 TSG 组：

- （1）GERAN（GSM EDGE Radio Access Network）负责 GSM EDGE 无线接入网方面；
- （2）RAN（Radio Access Network）负责无线接入网方面；
- （3）SA（Service and System Aspects）负责系统和业务方面；
- （4）CT（Core Network and Terminal）负责核心网和终端。

每一个 TSG 又进一步分为多个不同的工作组（WG，Work Group），每个 WG 分别承担具体的任务。例如，工作组 RAN WG1 主要负责物理层的协议制定，RAN WG2 负责 Radio Layer 2 和 Layer 3 的协议，RAN WG3 负责接口协议，RAN WG4 负责无线性能，RAN WG5 负责终端一致性测试。3GPP 标准组织与制定阶段如图 1-2 所示。

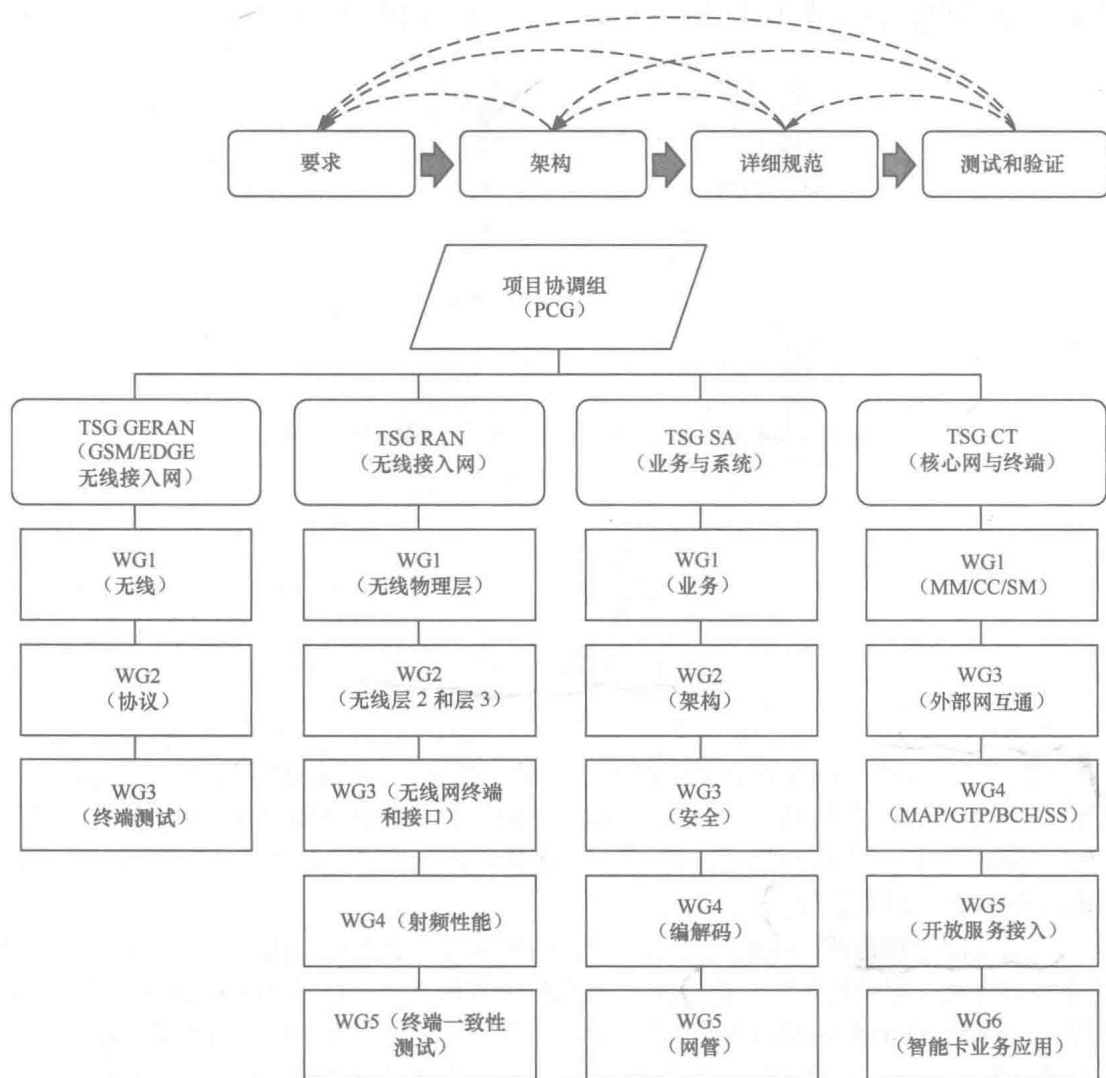


图 1-2 3GPP 标准组织与制定阶段

1.2 LTE 网络架构

1.2.1 LTE 网络架构概述

LTE 采用与 2G、3G 均不同的空中接口技术，即基于 OFDM 技术的空中接口技术，并对传统 3G 的网络架构进行了优化，采用扁平化的网络架构，亦即接入网 E-UTRAN 不再包含 RNC，仅包含节点 eNB，提供 E-UTRA 用户面 PDCP/RLC/MAC/物理层协议的功能和控制面 RRC 协议的功能。E-UTRAN 的系统结构如图 1-3 所示。

eNB 之间由 X2 接口互连，每个 eNB 又与演进型分组核心网 (EPC) 通过 S1 接口相连。S1 接口的用户面终止在服务网关 S-GW 上，S1 接口的控制面终止在移动性管理实体 MME