

江苏省邮电规划设计院有限责任公司专家团队 精品力作

VoLTE

Principles and Network Planning

VoLTE原理 与网络规划

叶心诗 张 艳 成 彬 等◎编著
刘海涛 杨 硕 高新平



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

VoLTE
Principles and Network Planning

VoLTE原理 与网络规划

叶心诗 张 艳 成 彬 等◎编著
刘海涛 杨 硕 高新平



人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

VoLTE原理与网络规划 / 叶心诗等编著. — 北京 :
人民邮电出版社, 2017. 11
ISBN 978-7-115-46692-1

I. ①V… II. ①叶… 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(2017)第231656号

内 容 提 要

本书是 IMS/LTE 领域关于核心网网络规划与设计的图书, 首先介绍了 LTE 核心网网络架构及网络现状, 接着介绍了在 LTE 网络中实现语音业务的 VoLTE 技术原理, 然后对 VoLTE 业务的 4 种具体实现方案 (OTT 解决方案、CSFB 解决方案、SVLTE 解决方案和 IMS VoLTE 解决方案) 进行了详细的介绍及对比分析, 最后结合业界发展将 IMS VoLTE 解决方案作为未来网络演进的主要途径, 并分析了电信运营商的未来网络演进方向及业务发展方向。

本书适合电信运营商、电信设备商、电信咨询业等相关工程技术人员以及通信类、计算机类高校师生阅读、参考。

◆ 编 著 叶心诗 张 艳 成 彬 刘海涛 杨 硕
高新平 等

责任编辑 杨 凌

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>

北京市艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 14.75

2017 年 11 月第 1 版

字数: 341 千字

2017 年 11 月北京第 1 次印刷

定价: 69.00 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

近几年来, LTE 网络已成为国内移动网的发展方向, 国内 2G/3G 网络已逐渐停止建设。由于 LTE 网络是一个全 IP 网络, 只提供数据业务, 用户无法直接使用语音业务, 因此在 LTE 网络中提供语音业务成为 LTE 网络发展中亟须解决的问题。针对 LTE 网络的不同发展时期、不同技术特点, 业界对 VoLTE 业务提出了 OTT 解决方案、CSFB 解决方案、SVLTE 解决方案和 IMS VoLTE 解决方案共 4 种具体方案, 其中基于 IMS 的 IMS VoLTE 解决方案是目前业界公认的目标方案。采用 IMS VoLTE 解决方案不仅能提供良好的 VoLTE 业务, 同时面对移动互联网及 OTT 业务的迅速发展, 电信运营商还能通过 IMS VoLTE 解决方案开发各项新兴业务以应对 OTT 服务商的竞争。

本书的主要内容围绕 VoLTE 业务展开, 从 LTE 核心网网络架构及网络现状到 VoLTE 技术原理、VoLTE 实现方案, 由浅入深、由理论到实践, 详细、全面地阐述了 VoLTE 技术原理和实现方案。全书共 9 章, 可分为两个部分: 第一部分为第 1~7 章, 主要内容是 VoLTE 技术原理及 4 种具体实现方案的对比分析; 第二部分为第 8 章和第 9 章, 主要内容是 VoLTE 业务环境下电信运营商未来网络演进的主要途径, 以及电信运营商未来网络演进方向及业务发展方向。

在第一部分中, 第 1 章主要介绍了 LTE 核心网架构及网络现状, 明确 LTE 网已成为电信运营商移动网的建设重点; 第 2 章主要介绍了 VoLTE 技术原理, 并引出 VoLTE 业务的 4 种解决方案: OTT 解决方案、CSFB 解决方案、SVLTE 解决方案和 IMS VoLTE 解决方案; 第 3 章主要介绍了 OTT 详细解决方案; 第 4 章主要介绍了 CSFB 详细解决方案; 第 5 章主要介绍了 SVLTE 详细解决方案; 第 6 章主要介绍了 IMS VoLTE 详细解决方案, 并对 IMS 网络的具体网络规划流程及方案进行了介绍; 第 7 章则对这 4 种解决方案进行了具体的优缺点对比分析。

在第二部分中, 第 8 章主要介绍了电信运营商 VoLTE 的演进路径, 详细分析了电信运营商实现 VoLTE 业务分阶段走的具体步骤及途径, 同时也介绍了电信运营商核心网的具体演进途径; 第 9 章介绍了 VoLTE 业务在移动互联网中的应用以及 VoLTE 业务给电信运营商带来的发展机遇, 明确了 VoLTE 业务不仅能提供 LTE 网络下的语音业务, 还能电信运营商开发各项新兴业务以应对 OTT 服务商的竞争提供良好的网络基础。

本书作者都是从事核心网网络研究的专业技术人员, 长期跟踪 EPC/IMS 系统架构、规

范与组网。本书在编写过程中融入了作者在长期从事核心网网络规划设计工作中积累的经验 and 心得，可以使读者更好地理解 EPC/IMS 系统架构和网络规划、设计等内容。

本书在编写过程中得到了杨一鸣、黄晓华、马燕茹、胡蓉、李磊等同志的大力协助，在此表示深深的感谢。由于时间仓促，再加上作者本身知识面所限，书中难免存在不妥和错误之处，恳请广大读者批评指正。

作 者
2017 年 9 月于南京

目 录

第 1 章	LTE 核心网架构及网络现状	1
1.1	LTE 简介	1
1.1.1	移动通信技术发展	1
1.1.2	LTE 的发展成熟	2
1.2	LTE 核心网网络架构	4
1.2.1	网络架构	4
1.2.2	网络功能	5
1.3	LTE 核心网网络规划	18
1.3.1	EPC 规划内容和流程	18
1.3.2	EPC 网元规划	19
1.3.3	EPC 网络带宽规划	26
1.3.4	LTE 网络机房及配套规划	28
1.4	LTE 核心网网络现状	32
1.4.1	LTE 核心网网络建设现状	32
1.4.2	LTE 核心网网络业务现状	33
第 2 章	VoLTE 技术原理	35
2.1	VoLTE 原理	35
2.1.1	VoLTE 标准情况	35
2.1.2	VoLTE 技术原理	37
2.1.3	VoLTE 技术优势	44
2.2	VoLTE 的发展	46
2.2.1	VoLTE 产业发展情况	47
2.2.2	OTT 语音发展情况	48
2.2.3	VoLTE 未来发展	48
2.2.4	VoLTE 产业商用情况	49
第 3 章	OTT 解决方案	51
3.1	OTT 业务简介及应用	51
3.1.1	OTT 业务简介	51
3.1.2	OTT 业务应用	51

3.2	OTT 业务对传统通信业的影响.....	52
3.2.1	OTT 对通信产业链的影响.....	53
3.2.2	OTT 业务对运营商带来的影响.....	53
3.2.3	OTT 对通信设备商带来的影响.....	55
3.3	OTT 技术方案.....	57
3.3.1	OTT 技术方案关键技术.....	57
3.3.2	VoLTE 与 OTT 技术方案对比分析.....	67
3.4	OTT 业务开放平台方案规划.....	68
3.4.1	OTT 业务开放平台简介.....	68
3.4.2	OTT 业务开放平台规划.....	69
第 4 章	CSFB 解决方案.....	71
4.1	CSFB 基本原理及技术条件.....	71
4.1.1	CSFB to GU CS.....	71
4.1.2	CSFB to 1x CS.....	72
4.1.3	CSFB 的回落机制.....	74
4.1.4	挂机后业务返回.....	74
4.1.5	部署前提.....	74
4.2	呼叫流程.....	75
4.2.1	附着过程.....	75
4.2.2	UE 发起的去附着过程.....	77
4.2.3	MME 发起的去附着过程.....	77
4.2.4	HSS 发起的去附着过程.....	78
4.2.5	MME 与 MSC/VLR 关联管理.....	78
4.2.6	正常 TAU/LAU 联合过程.....	79
4.2.7	周期性 TAU 和 LAU 过程.....	80
4.2.8	非 EPS 业务提醒 (Alert) 过程.....	81
4.2.9	仅支持 SMS over SGs 功能的 UE 移动性管理.....	81
4.2.10	呼叫过程.....	81
4.2.11	短消息业务过程.....	96
4.3	CSFB 关键技术分析.....	99
4.3.1	语音回落技术.....	99
4.3.2	快速回退技术.....	102
4.3.3	MTRF 功能.....	103
4.3.4	CSFB 技术方案分析.....	104
4.4	网络侧优化方案.....	104
4.4.1	对 CSFB 用户免鉴权、免 TMSI 分配.....	104
4.4.2	终端多模能力上报.....	105
4.4.3	提前通过 SGs 接口获取并存储 IMEISV.....	106
4.5	CSFB 部署需要考虑的问题.....	107

第 5 章 SVLTE 解决方案.....	108
5.1 SVLTE 解决方案	108
5.1.1 SVLTE 技术方案	109
5.1.2 SVLTE 技术方案关键技术	112
5.1.3 SVLTE 技术方案优缺点分析	117
5.2 SVLTE 解决方案规划	118
第 6 章 IMS VoLTE 解决方案.....	119
6.1 IMS 技术简介	119
6.1.1 IMS 网络技术简介	119
6.1.2 IMS 网络应用情况	128
6.2 IMS VoLTE 技术.....	136
6.2.1 IMS VoLTE 技术方案	136
6.2.2 IMS VoLTE 技术方案优缺点分析	143
6.3 IMS VoLTE 解决方案规划	145
6.3.1 IMS VoLTE 解决方案规划	145
6.3.2 融合部署 IMS 网络与独立部署 IMS 网络对比分析	166
第 7 章 VoLTE 解决方案优缺点对比分析.....	170
7.1 4 种方案对比分析	170
7.1.1 OTT 方案.....	170
7.1.2 CSFB 方案.....	171
7.1.3 SVLTE 方案	172
7.1.4 IMS VoLTE 方案	173
7.2 VoLTE 建设建议	174
第 8 章 运营商 VoLTE 演进路径.....	176
8.1 LTE 网络演进路径	176
8.1.1 移动通信网络发展历程及现状	176
8.1.2 移动通信网络演进路径	177
8.2 IMS 网络演进路径	180
8.2.1 IMS 网络现状	180
8.2.2 IMS 网络演进路径	181
8.3 VoLTE 网络演进路径	182
第 9 章 总结与展望.....	188
9.1 VoLTE 在移动互联网中的应用	188
9.1.1 移动互联网对电信运营商的影响.....	188
9.1.2 OTT 业务对电信运营商的影响.....	192
9.1.3 VoLTE 在移动互联网及 OTT 业务发展中的应用.....	198

9.2 VoLTE 给运营商带来的发展机遇201

9.2.1 OTT 业务对 VoLTE 业务的替代性竞争202

9.2.2 VoLTE 业务收费模式的影响213

缩略语 215

参考文献 224

第 1 章

LTE 核心网架构及网络现状

随着现代社会的发展，无论是社会、经济、人文，甚至具体到人们生活的各个方面，信息都发挥着越来越重要的作用。人们对于各类信息的便捷性和及时性的需求也日益增强，无论何时何地都能获取到及时而有效的信息是人们长久以来的愿望。时至今日，移动通信网络为人们的沟通搭建了便捷的桥梁，通过移动网络，可以轻松实现人与人之间及时有效的沟通，同时移动通信凭借其广阔的市场前景、使用的便捷性，在通信领域中扮演着越来越重要的角色。

1.1 LTE 简介

1.1.1 移动通信技术发展

回顾其发展历程，移动通信至今共经历了 4 个阶段。第一代（1G）移动通信系统采用蜂窝组网技术，蜂窝系统的概念和理论在 20 世纪 60 年代由贝尔实验室等单位提出，但由于其控制系统较为复杂，尤其是实现移动台的控制，因此其直到 20 世纪 70 年代伴随着半导体技术的迅猛发展才得以实现。另外，以大规模集成电路器件及微处理技术为主的关键技术逐步成熟，为蜂窝网络技术的发展与成熟铺平了道路。1G 通信系统采用模拟制式，以 FDMA 技术为基础，其工作频段在 450MHz 和 900MHz 附近，载频间隔在 30kHz 以下。虽然 1G 系统得到了迅速的发展和规模的应用，但是其缺点较多，比如各系统间没有接口、无法与固定网一起迅速向数字化推进、数字承载业务开展较为困难；频谱利用率低，无法适应大容量的要求；安全保密性差，易被监听、盗号等。因此，1G 通信系统必将被新一代的移动通信技术所取代。

第二代（2G）移动通信系统采用了数字传输技术，其发展迅速，应用范围广泛，将移动通信与人们的沟通紧密相连。2G 通信系统根据接入方式的不同可以分为两类：TDMA 系统和 CDMA 系统。TDMA 系统最具有代表性的即 GSM。GSM 系统的优点在于频谱效率高、系统容量大、语音质量高、能够与 ISDN/PSTN 互联等特点；而 CDMA 系统主要是以高通公司为首研制的基于 IS-95B 标准的 N-CDMA，其技术成熟晚于 GSM 技术，因此 CDMA 在世界范围内的应用广泛程度不如 GSM。但是，相对于 GSM 技术，CDMA 具有其独特的优点，比如容量相对更大、通信质量更佳、频率规划灵活、更适应多媒体通信系统等。综合来看，2G 系统除上述功能及优点外，还有以下两个缺点：一是频带窄，无法

提供高速数据、视频图像等宽带数据业务；二是 GSM 虽然号称“全球通”，但是在北美、日本等区域应用相对较少，未能实现真正意义上的“全球通”。

第三代（3G）移动通信系统的出现，较好地弥补了 2G 系统的缺陷，将语音通信业务和多媒体通信业务相结合。相对于 2G 系统，3G 提供的服务除了基础语音外，还包括图像、音乐、网页浏览、视频会议等各种丰富多彩的数据业务。3G 采用了全球通用的标准、更新型的业务、更大的覆盖面以及更多的频谱资源等。3G 系统与 2G 系统有着本质的区别，3G 系统采用分组交换技术，这正区别于 2G 系统采用的电路交换技术。在电路交换传输的方式下，无论用户双方是否在通话，其线路在接通期间始终保持占用；而分组交换技术在通信过程中，通信双方以分组为单位、使用存储—转发机制实现数据交互，可以提高线路利用率。与 2G 系统相比，3G 系统对于基本的数据、图形、图像、声音以及其他的多媒体形式，均能快速、准确地处理和传输。自从第三代移动通信技术规模应用，人们的生活变得更为丰富多彩，逐步迈入移动互联网时代。

第四代（4G）移动通信系统以 LTE 技术为主。LTE 系统网络架构更加扁平化、简单化，减少了网络节点和系统复杂度，从而减小了系统时延，也降低了网络部署和维护成本。LTE 系统有两种制式：LTE FDD 和 TD-LTE，即频分双工 LTE 系统和时分双工 LTE 系统。两者技术的主要区别在于空中接口的物理层上的不同（如帧结构、时分设计、同步等）。LTE FDD 系统空口上下行传输采用对称的频段接收和发送数据，而 TD-LTE 系统上下行则使用相同的频段、不同的时隙来传输；相对于 FDD 双工方式，TDD 有着较高的频谱利用率。

未来的第五代移动通信技术与 4G、3G、2G 不同，它并不是一种单一的无线接入技术，而是多种新型无线接入技术和现有无线接入技术演进集成后的解决方案总称；第五代移动通信技术是面向 2020 年移动通信发展的新一代移动通信系统，具有超高的频谱利用率和超低的功耗，在传输速率、资源利用、无线覆盖性能和用户体验等方面将比 4G 有显著提升。

1.1.2 LTE 的发展成熟

LTE (Long Term Evolution, 长期演进) 是由 3GPP (The 3rd Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴计划) 组织制定的 UMTS (Universal Mobile Telecommunications System, 通用移动通信系统) 技术标准的长期演进, 于 2004 年 12 月在 3GPP 多伦多 TSG RAN#26 会议上正式启动并立项。

LTE 系统引入了 OFDM 和 MIMO 等关键传输技术，显著增加了频谱效率和数据传输速率，并支持多种带宽分配：1.4MHz、3MHz、5MHz、10MHz、15MHz 和 20MHz 等，同时支持全球主流 2G/3G 频段和一些新增频段，系统容量和覆盖也相对提升。

在 3GPP TR 25.913 中定义了对 LTE 系统的需求指标, 总结见表 1-1。

表 1-1 LTE 需求指标

序号	需求名称	需求内容
1	峰值数据率	20MHz 系统带宽下，下行瞬间峰值速率 100Mbit/s（频谱效率 5bit/s·Hz），上行瞬间峰值 50Mbit/s（频谱效率 2.5bit/s·Hz）
2	控制面时延	从驻留状态转换到激活状态的时延小于 100ms

续表

序号	需求名称	需求内容
3	控制面容量	每个小区在 5MHz 带宽下最少支持 200 个用户
4	用户面时延	零负载（单用户、单数据流）、小 IP 分组条件下单向时延小于 5ms
5	用户吞吐量	下行每兆赫兹平均用户吞吐量为 HSDPA 的 3~4 倍；上行每兆赫兹平均用户吞吐量为 HSUPA 的 2~3 倍
6	频谱效率	在真实负载的网络中，下行频谱效率为 HSDPA 的 3~4 倍；上行频谱效率为 HSUPA 的 2~3 倍
7	移动性	为 0~15km/h 低速移动优化，15~120km/h 高速移动下实现高性能，在 120~350km/h 保持蜂窝网络的移动性
8	覆盖	吞吐率、频谱效率和移动性指标在半径 5km 以下的小区中应全面满足，在半径为 30km 的小区中性能可有小幅下降，不应排除半径达到 100km 的小区
9	增强 MBMS	为了降低终端复杂度，应和单播操作采用相同的调制、编码和多址方法；可向用户同时提供 MBMS 业务和专用语音业务；可用于成对和非成对频谱
10	频谱灵活性	支持不同大小的频带尺寸（1.4~20MHz）；支持成对和非成对频谱中的部署；支持基于资源整合的内容提供，包括一个频段内容、不同频段之间、上下行之间、相邻和不相邻频带之间的整合
11	与 3GPP 无线接入技术的共存和互操作	和 GERAN/UTRAN 系统可以邻频共站址共存；支持 UTRAN、GERAN 操作的 E-UTRAN 终端应支持对 UTRAN/GREAN 的测量，以及 E-UTRAN 和 UTRAN/GREAN 之间的切换。实时业务在 E-UTRAN 和 UTRAN/GREAN 之间的切换中断时间小于 300ms
12	系统架构和演进	基于分组的 E-UTRAN 系统架构，通过分组架构支持实时业务和会话业务；最大限度地避免单点失败；支持端到端 QoS；优化通信回传协议
13	无线资源管理	增强的端到端 QoS；有效支持高层传输；支持不同的无线接入技术之间的负载均衡和策略管理
14	复杂度	尽可能减少选项；避免多余的必选特性

3GPP 在开展 LTE 研究工作的同时，启动了面向全 IP 的分组域核心网的演进项目 SAE (System Architecture Evolution)，在 R8 版本后更名为 EPS (Evolved Packet System)。3GPP 的 EPS 项目主要是基于移动通信的全 IP 网络进行，重点集中于分组域承载。EPS 的目标是制定一个以高速率、低时延、高安全和 QoS、数据分组化、支持多种无线接入技术为特征的具有可移植性的系统框架结构。

EPS 重新定义了核心网络架构 EPC (Evolved Package Core Network)，用于简化现有的移动分组网络架构，通过网元整合和功能的重新划分，减少业务处理的中间环节，实现网络架构的扁平化，主要包括接入网及核心网两个层面。

LTE 接入网按照扁平化、IP 化原则设计，去掉 RNC 物理实体，其功能实体分解到基站及核心网网元，大部分功能放在 eNode B，减少时延并增强调度能力；少部分功能放在核心网网元，增强其移动性管理能力。核心网将用户面与控制面进行分离，原有的功能实

体分解为 MME（控制面实体）及 Gateway（用户面实体）。与 3G 网络相比，LTE 的网络结构更加扁平、更加简单，增加网络组网灵活性，同时能够大大减少用户数据、缩短控制信令时延。LTE 网络架构如图 1-1 所示。

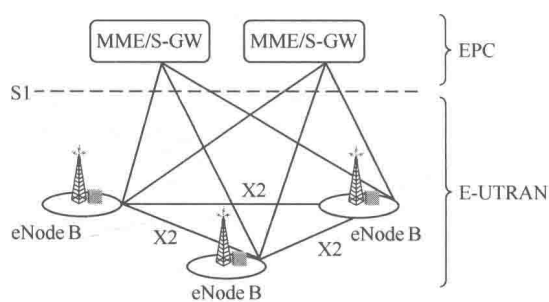


图 1-1 LTE 网络架构

1.2 LTE 核心网网络架构

1.2.1 网络架构

EPS 网络由演进的 UMTS 陆地无线接入网络（E-UTRAN）、移动性管理设备（MME）、服务网关（S-GW）、PDN 网关（P-GW）以及用于存储用户签约信息数据库（HSS）等组成。EPS 系统可配合 PCRF 实现计费 and 策略控制功能。EPS 网络参考模型如图 1-2 所示。

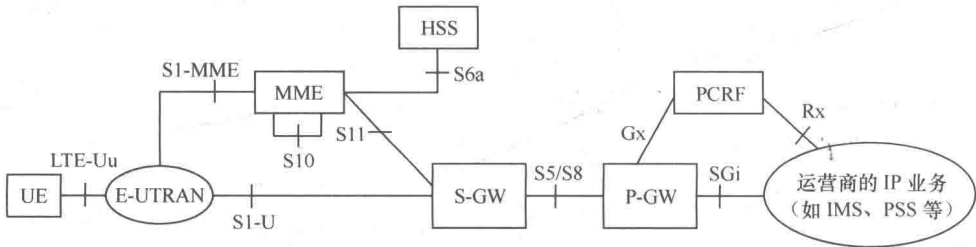


图 1-2 EPS 网络参考模型

网络管理实体（MME）的主要功能包括 NAS 信令及其安全、跟踪区域（Tracking Area）列表的管理、P-GW 和 S-GW 的选择、跨 MME 切换时对于 MME 的选择、鉴权、漫游控制以及承载管理、EPC 接入网络节点之间的移动性管理等。

服务网关（S-GW）是面向 eNode B 终结 S1-U 接口的网关。S-GW 对基于 GTP 和 PMIP 的 S5/S8 接口，可以提供的主要功能包括：当 eNode B 间切换时作为本地锚定点并协助完成 eNode B 的重排序功能、合法侦听以及数据分组的路由和前转、根据每个 PDN 和 QCI 的上行链路和下行链路的相关计费。

PDN 网关（P-GW）是面向 PDN 终结于 SGi 接口的网关。当 UE 访问多个 PDN 时，UE 将对应一个或多个 P-GW。P-GW 对基于 GTP 和 PMIP 的 S5/S8 提供的主要功能有基于用户的分组过滤、合法侦听、UE 的 IP 地址分配、在上行链路中进行数据分组传送级标记、上下行服务等级计费以及服务水平门限的控制、基于业务的上下行速率的控制；同时，

P-GW 还提供基于 GTP 的 S5/S8 接口的主要功能有上下行链路承载绑定、上行链路绑定校验等。

HSS 是用于存储用户签约信息的数据库，归属网络中可以包含一个或多个 HSS。HSS 负责保存与用户相关的信息，包括用户标识、编号和路由信息、安全信息、位置信息、概要（Profile）信息等。

策略和计费控制单元（PCRF）终结于 Rx 接口和 Gx 接口，在非漫游场景时，在 HPLMN 中只有一个 PCRF 与 UE 的 IP-CAN 会话相关。

图 1-2 中涉及的网络接口参考点如下。

- S1-MME: E-UTRAN 和 MME 间控制平面协议参考点。
- S1-U: E-UTRAN 和 S-GW 间每个承载的用户平面隧道参考点。
- S5: 网络内部 S-GW 和 P-GW 间接口，该接口在 S-GW 和 P-GW 分设情况下，提供用户移动过程中的 S-GW 重定位的功能。
- S6a: 为鉴别确认用户接入增强系统，在 MME 和 HSS 之间传输确认数据。
- Gx: 为 PCRF 和 P-GW 中的 PCEF（Policy and Charging Enforcement Function）提供 QoS 准则和计费标准的传输。
- S10: MME 间的参考点，为 MME 之间信息的传输。
- S11: MME 和 S-GW 之间的参考点。
- SGi: P-GW 和分组数据网络之间的参考点。分组数据网可以是外部数据网，也可以是内部分组数据网，例如为 IMS 提供服务。这个参考节点类似于 3GPP 接入网的 Gi 节点。
- Rx: Rx 节点位于 AF 和 PCRF 之间。

1.2.2 网络功能

1.2.2.1 主要网元功能

1. MME

MME 作为移动性管理网元，提供控制面功能以及信令优化功能等。控制面是一个承载信令和控制数据的通道或协议，主要功能有：

- 非接入层（NAS，Non Access Stratum）信令及其安全；
- 信令加密和完整性保护；
- 跟踪区域（TA，Tracking Area）列表的管理；
- P-GW 和 S-GW 节点的选择；
- 3GPP 不同接入网核心节点之间的移动性管理；
- ECM-IDLE 状态下的 UE 可达性管理（包括控制和寻呼重传）；
- 鉴权；
- 漫游控制；
- 承载管理，包括专用承载的建立；
- 信令传输的合法侦听；
- 告警消息的传达。

2. S-GW

S-GW 主要负责 UE 用户面的数据传送、转发以及路由切换等，其主要功能有：

- 支持 UE 的移动性切换用户面数据的功能；
- E-UTRAN 空闲模式下行分组数据缓存和寻呼支持；
- 数据分组路由和转发；
- 合法侦听；
- 上下行传输层数据分组标记；
- 每 UE、PDN、QCI 的上下行计费；
- 根据计费原则与接口规范，与 OCS 计费系统间的通信。

3. P-GW

P-GW 主要负责用户的分组过滤、合法侦听、UE 的 IP 地址分配、上行链路中数据分组传送级标记、上下行服务等级计费、服务水平门限的控制，以及基于业务的上下行速率控制等。其主要功能有：

- 基于用户的分组过滤；
- 合法侦听；
- UE 的 IP 地址分配；
- 上下行传输层数据分组标记；
- 上下行业务级计费、网关控制与速率执行；
- DHCPv4 和 DHCPv6 功能；
- 根据计费原则与接口规范，与 OCS 计费系统间的通信。

4. HSS

HSS 用于存储用户签约信息的数据库。HSS 负责保存以下与用户相关的信息，主要功能有：

- HSS 负责与不同域中的呼叫控制和会话管理实体进行联系；
- 用户标识、编号和路由信息；
- 用户安全信息，用于鉴权和授权的网络接入控制信息；
- 用户位置信息，HSS 支持用户注册，并存储系统间的位置信息；
- HSS 产生用于鉴权、完整性保护和加密的用户安全信息。

5. PCRF

PCRF 是策略和计费控制单元，主要负责控制 PCEF（P-GW 上的功能模块）对业务数据流的检测、门控以及 QoS 控制。在非漫游场景下，在 HPLMN 中只有一个 PCRF 与 UE 的 IP-CAN 相关会话；在漫游场景下，且业务流是本地分割时，可以有两个 PCRF（HPLMN 中的 H-PCRF 以及 VPLMN 中的 V-PCRF）与一个 UE 的 IP-CAN 相关会话。

6. H-PCRF

H-PCRF 的功能包括：

- 在归属网络的策略控制与计费控制功能；
- 通过 S9 接口以及 V-PCRF 向拜访地 PCEF 提供控制信息和过程；
- 提示 IP-CAP 会话的建立和终止；

➤ 提供策略控制和计费规则消息。

7. V-PCRF

V-PCRF 的功能包括：

➤ 在拜访网络的策略控制与计费控制功能；

➤ 根据用户的标识判断用户是否为漫游用户，同时可以根据网关控制的会话建立消息中的 PDN 标识和漫游协议，决定是否将策略请求转发给 H-PCRF。

1.2.2.2 主要接口

LTE/EPC 网络在 2G/3G 核心网的基础上进行了功能的改进和细化，如 SGSN 的控制面和用户面的分离，将 SGSN 的功能分到 MME 和 S-GW 两个网元上；将 GGSN 的功能移植到 P-GW 上，并进行了扩充等；因此，相应的网元之间接口也有所增加，主要接口及协议见表 1-2。

表 1-2 EPC 主要接口协议

接口		协议	
S1-C	eNode B 与 MME 之间的接口	SCTP	36.412, 36.413
S6a	MME 和 S6a 之间的接口	Diameter	29.272
S10	MME 和 MME 之间的接口	GTPv2	29.274
S11	MME 和 S-GW 之间的接口	GTPv2	29.274
S12	RNC 和 S-GW 之间的接口	GTPv1	29.06
S3	SGSN 和 MME 之间的接口	GTPv2	29.274
S4	SGSN 和 S-GW 之间的接口	GTPv2	29.274
S1-U	eNode B 与 S-GW 之间的接口	GTPv1	29.06
S5/S8	S-GW 和 P-GW 之间的接口	GTPv2, PMIPv6	29.274, 29.275
SGi	P-GW 与 PDN 之间的 SGi 接口	UDP/IP、RADIUS、DHCP、L2TP	29.061
Gx	P-GW 与 PCRF 之间的 Gx 接口	Diameter	29.212, RFC 3588
Gxc	S-GW 与 PCRF 之间的 Gxc 接口	Diameter	29.212, RFC 3588
Ga	S-GW 或 P-GW 与 CGF 之间的 Ga 接口	GTP'	32.251
S6b	P-GW 与 3GPP AAA Server 之间的 S6b 接口	Diameter	RFC 3588
S2a	P-GW 与可信任的非 3GPP 网络之间的 S2a 接口	PMIPv6	29.275
Gy	P-GW 与 OCS/CCF 之间的 Gy 接口	Diameter	RFC 3588

以下重点介绍网络侧的几个主要接口。

1. S1-MME: MME 与 UE 之间的控制平面协议中接口

该接口基于 S1-AP 协议，属于控制平面，用于传递各种控制平面信令。MME 与 UE 之间的控制平面协议主要完成对用户面的控制功能，具体功能如下：

➤ 控制 E-UTRAN 网络接入连接；

- 控制一个已建立接入的网络的属性；
- 控制一个已连接网络的路由路径以支持用户的移动性；
- 控制用户需求改变时的网络资源分配。

MME 与 UE 之间的控制平面接口包括 S1-MME 以及 LTE-Uu，其中涉及两个应用层协议（S1-AP 以及 NAS 协议），图 1-3 所示是 MME 与 UE 之间控制平面的协议栈。

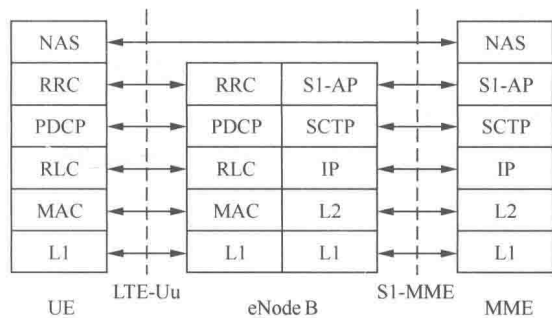


图 1-3 MME 与 UE 之间控制平面的协议栈

LTE-Uu 接口的控制平面协议栈包括 PDCP、RLC、MAC 层以及 RRC 层和 NAS 层。PDCP 层执行头压缩、数据传输、加密以及完整性保护；RLC 和 MAC 层执行数据分段及封装等功能；RRC 层主要执行广播、寻呼、RRC 连接管理、无线承载（RB）管理、移动性管理、密钥管理等功能；NAS 是指非接入层，它支持移动性管理功能以及用户平面承载激活、修改与释放功能。NAS 层从 UE 起，到 MME 终止，eNode B 在其中仅起到透传的作用，在整个过程中不会对 NAS 层消息做任何修改。

S1-MME 接口是控制平面采用了基于 IP 层的 SCTP 协议（Stream Control Transmission Protocol，流控制传输协议），这是一种提供基于不可靠传输业务的协议（如 IP）上的可靠的数据报传输协议，为上层的 S1-AP 控制平面协议提供有保证的可靠传输。S1-AP 是 eNode B 与 MME 之间的应用层协议，主要用于处理 S1-MME 接口控制平面的各种信令，其主要功能如下。

- 初始的上下文建立功能：在 eNode B 中建立 UE 的上下文，以完成默认承载的建立；完成由 MME 发起的一个或多个 E-RAB 的建立；向 eNode B 传送必需的 NAS 信令。
- E-RAB（无线接入承载）管理功能：负责 E-RAB 的建立、修改和释放，管理流程由 MME 发起，但 E-RAB 的释放可以由 eNode B 发起。
- UE 在 EMM-Connected 状态下的移动性管理：
 - LTE 系统内部的切换；
 - 2G/3G 与 LTE 之间的系统切换。
- UE 的能力信息标识功能：提供 UE 的能力信息。
- 寻呼功能：提供网络侧寻呼 UE 的功能。
- S1 接口管理功能：
 - S1 接口重建，保证 S1 接口可以重新初始化；
 - 错误消息标识功能；
 - S1 建立功能提供配置信息以初始化 S1 接口；
 - 过载控制功能，标识当前 S1 接口的控制面负载情况；