

LTE 丛书之学好 LTE 系列

LTE 教程：业务与信令

孙宇彤 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书内容在《LTE 教程：机制与流程》的基础上展开，讲解了 LTE 系统的数据与语音业务的实现方式，以及终端侧涉及的各种信令。本书全面介绍了 LTE 业务的处理方法，尤其是语音业务的处理方法；讲解了 LTE 系统传送数据的具体过程；分析了终端相关信令的具体内容与流程；提供了终端相关信令的具体案例。

本书内容是专门针对无线网络的技术人员，特别是终端侧的技术人员而组织的，因此无线网的内容尽可能全面深入，并辅助以各种实际的案例，可使读者如身临其境；核心网的内容力求简明扼要，而不是面面俱到，以免增加读者的学习负担。本书是 LTE 进阶培训及实战培训的指定教材。

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

LTE 教程. 业务与信令 / 孙宇彤编著. —北京：电子工业出版社，2017.9

（LTE 丛书之学好 LTE 系列）

ISBN 978-7-121-32418-5

I. ①L… II. ①孙… III. ①无线电通信—移动网—教材 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 189163 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：20.5 字数：472 千字

版 次：2017 年 9 月第 1 版

印 次：2017 年 9 月第 1 次印刷

定 价：68.00 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）88254888，88258888。

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

本书咨询联系方式：mariams@phei.com.cn。

前言

出版了“LTE 丛书之学好 LTE 系列”的《LTE 教程：原理与实现》、《LTE 教程：结构与实施》和《LTE 教程：机制与流程》之后，我原本以为已经讲完了 LTE，还为“LTE 丛书之学好 LTE 系列”画上了句号。后来才发现还不能就此打住，因为还有一些重要的内容没有涉及。这些内容包括：LTE 业务的处理方法，尤其是语音业务的处理方法；LTE 系统传送数据的具体过程；终端相关信令的具体内容与流程；终端相关信令的具体案例。这些内容，就是读者现在看到的《LTE 教程：业务与信令》，当然本书的内容是在《LTE 教程：机制与流程》基础上展开的，两本书相辅相成，因此希望读者一定要读过了《LTE 教程：机制与流程》后，再来阅读本书。

本书内容是专门针对无线网络的技术人员，特别是终端侧的技术人员而组织的，因此无线网的内容尽可能全面深入，并辅助以各种实际的案例，可使读者如身临其境；核心网的内容力求简明扼要，而不是面面俱到，以免增加读者的学习负担。

本书的内容有以下三个特点：

（1）全业务

全面介绍了 LTE 系统中数据业务与语音业务的处理方法。

（2）全信令

LTE 终端相关的各种信令，从 RRC、NAS 到 SIP，一应俱全，甚至还讲到了第 4 种信令。

（3）全过程

以终端数据业务为例，完整展示了 LTE 系统各个网元所涉及的处理环节和信令流程。

通过阅读本书以及学习配套课程，读者可以深入了解和掌握终端侧 LTE 业务相关的信令流程。对于 LTE 网络优化人员和终端研发人员来说，相当于拥有了一双慧眼，从看热闹变成了看门道，可以深入理解 LTE 系统的运作，大幅提升分析和处理终端业务的能力，从而能在实践中更好地发现与解决问题。

在本书的编写过程中，我再一次体验到了“细节是魔鬼”的说法，很多处理过程，深究下来，发现还别有一番风味。因此，在本书中，读者可以看到这样一些有意思的话题：

- 默认承载是固定不变的吗？
- SRB1 与 SRB2 有什么差别？
- 基站如何确定 NAS 信令需要发送给哪个 MME？
- 上行方向的 S1 承载与下行方向的 S1 承载是怎么样建立的？
- TAU 不成功有哪些原因？终端会怎么处理？
- LTE 数据业务中的端到端指的是哪两端？

- 新建 E-RAB 过程与重建 E-RAB 过程有什么差别？
- CSFB 终端是如何被寻呼的？
- Extended Service Request 消息中到底是用 TMSI 还是 S-TMSI？
- SIP 信令是如何送达对端的？
- 什么是第 4 种信令？
- B1 事件与 B2 事件有什么差别？

.....

另外，本书还强化了线下与在线学习的联动，每章都给出了学习指南的二维码，包含 LTE 学习大使对学习要点的总结，以及配套在线培训课程和参考资料的链接，请读者按照阅读指南的提示来阅读本书，以确保学习取得更好的效果。

本书由孙宇彤编著，参加编写工作的还有汪洲、孙沛然、杨慧瑞、汪中位、张秋娥、蒋中定、朱美根、陈文涛。特别感谢电子工业出版社宋梅编审为“LTE 丛书之学好 LTE 系列”提供的大力支持。

至此，“LTE 丛书之学好 LTE 系列”都已经出齐了。“LTE 丛书之学好 LTE 系列”借鉴了 IT 产品开发的迭代思想，不求毕其功于一役，而是讲求协同，每本教材都相当于一个学习的台阶，不断上升，希望能把读者带到 LTE 技术的更高境界，帮助读者成为 LTE 技术的行家里手。

除了“LTE 丛书之学好 LTE 系列”之外，LTE 学习大使孙宇彤老师还开发了配套的 LTE 在线培训课程，包括入门、进阶及实战三个层次，已经在网易云课堂和 51CTO 学院发布，课程体系完整，内容透彻深入，在线课程与教程相辅相成，配合使用能取得 LTE 学习的更好效果。

读者想了解“LTE 丛书之学好 LTE 系列”，可以访问 http://www.readhere.cn/site/l_course.htm；想了解 LTE 在线培训课程，可以访问 http://www.readhere.cn/site/l_training.htm。读者还可以扫描下面的二维码，直达相关的链接。



LTE 丛书之学好 LTE 系列



LTE 在线培训课程

读者在学习过程有任何问题，想要与 LTE 学习大使孙宇彤老师联系的话，还可以关注 LTE 学习大使的微博和公众微信，都是“LTE 学习大使”。读者还可以加入 QQ 群：“学好 LTE”，交流学习中的问题。

四年前，在编写“LTE 丛书之学好 LTE 系列”的第一本《LTE 教程：原理与实现》时，我曾经写下过一个期许，就是希望各位读者都能从此学好 LTE。

四年后，当《LTE 教程：业务与信令》完稿时，我终于可以胸有成竹地说，没错，只要通读了“LTE 丛书之学好 LTE 系列”，你就可以读懂 LTE，掌握 LTE，从此，学好 LTE！

LTE 学习大使

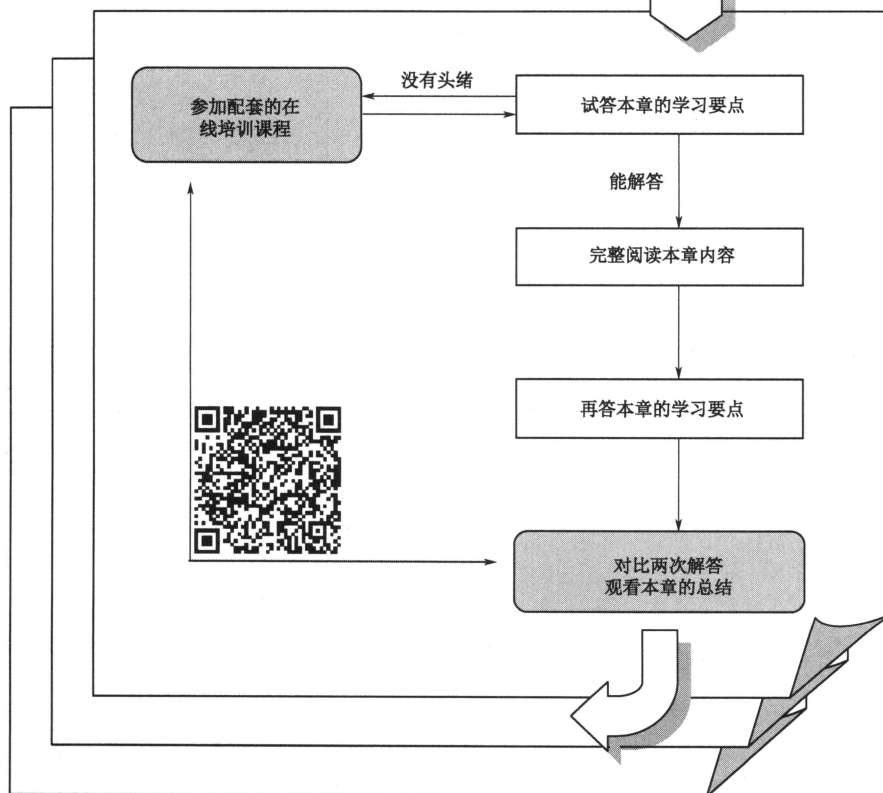
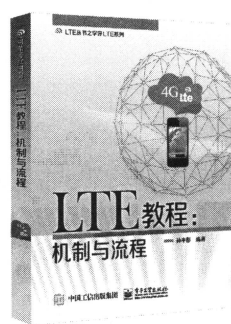
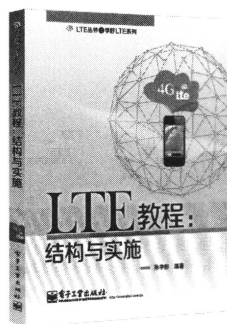
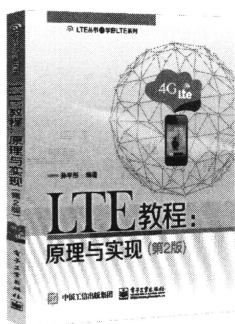
孙宇彤

于 2017 年初夏

阅读指南

LTE初学者从此
起步

本书的必读搭档



章节内容索引

信令流程类型	数据业务	CSFB	VoLTE
附着	附着 2.1	联合附着 4.2	IMS 注册 6.1.3
位置更新	位置更新 2.2	联合位置更新 4.2.6	
建立业务	终端发起（待机） 3.1.2	主叫 4.3.1	无预留资源 6.2.4
	网络发起（待机） 3.1.3	被叫（联机） 4.3.2	预留资源 6.2.5
	网络发起（联机） 3.1.4	被叫（待机） 4.3.3	
切换	X2 接口 3.3.4		SRVCC 6.3
	S1 接口 3.3.5		
释放	专用承载 3.4.1	返回 4.3.4	业务的释放 6.2.6
	默认承载 3.4.2		

目 录

第 1 章 导言	1
本章导读	2
1.1 业务与信令	2
1.1.1 通信系统的业务	2
1.1.2 通信系统的业务处理	3
1.1.3 通信系统的信令与信令流程	4
1.2 LTE 系统的业务与信令	5
1.2.1 LTE 系统的业务与连接	5
1.2.2 LTE 系统的业务承载	6
1.2.3 默认承载与专用业务承载	8
1.2.4 LTE 系统的业务与信令	9
1.2.5 LTE 无线网络的业务与信令接口	9
1.2.6 LTE 无线网络的信令连接	10
1.2.7 LTE 无线网络的信令与协议	11
1.2.8 扩展阅读: SRB1 与 SRB2	12
1.2.9 LTE 终端的信令流程	13
1.2.10 业务与信令的分层处理	14
1.3 全书内容安排	16
第 2 章 业务准备	19
本章导读	20
2.1 附着流程	20
2.1.1 附着流程简介	20
2.1.2 PLMN / 小区选择过程	21
2.1.3 随机接入过程	25
2.1.4 初始附着过程	29
2.1.5 初始附着的完整流程	48
2.1.6 初始附着的流程实例	51
2.1.7 小结: 初始附着	53
2.2 位置更新流程	54
2.2.1 位置更新流程基础	54

2.2.2	位置更新的过程	56
2.2.3	TAU 的信令流程	58
2.2.4	TAU 的完整流程	63
2.2.5	TAU 的流程实例	64
2.2.6	TAU 不成功	65
2.3	总结	66
第 3 章	数据业务的信令	69
	本章导读	70
3.1	建立业务承载	70
3.1.1	概述	70
3.1.2	终端发起的业务承载建立过程（待机）	71
3.1.3	网络发起建立业务承载的过程（待机）	75
3.1.4	网络发起建立业务承载的过程（联机）	78
3.2	传送数据	82
3.2.1	业务数据的传送	82
3.2.2	业务数据的上行发送过程	85
3.2.3	业务数据的下行发送过程	100
3.3	切换流程	108
3.3.1	邻区	108
3.3.2	测量与邻区	112
3.3.3	切换的方式	115
3.3.4	基于 X2 接口的切换过程	117
3.3.5	基于 S1 接口的切换过程	120
3.4	释放流程	122
3.4.1	专用业务承载的释放流程	122
3.4.2	默认承载的释放流程	123
3.5	总结	125
第 4 章	CSFB 技术	127
	本章导读	128
4.1	CSFB 概述	128
4.1.1	LTE 的语音业务	128
4.1.2	核心网的三大域	129
4.1.3	2G/3G/4G 系统的域	130

4.1.4	为什么引入 CSFB	131
4.1.5	CSFB 需要什么条件	132
4.1.6	CSFB 的本质是什么	134
4.1.7	IRAT 简介	135
4.2	联合附着	136
4.2.1	什么是联合附着	136
4.2.2	2G/3G 系统的联合附着	137
4.2.3	LTE 的联合附着流程	139
4.2.4	LTE 的联合附着信令	141
4.2.5	联合附着失败	143
4.2.6	LTE 的联合位置更新	144
4.3	CSFB 的业务流程	146
4.3.1	主叫过程	146
4.3.2	被叫过程（联机状态）	150
4.3.3	被叫过程（待机状态）	154
4.3.4	返回过程	156
4.4	总结	159
第 5 章	VoLTE 原理	161
	本章导读	162
5.1	VoLTE 概述	162
5.1.1	什么是 VoLTE	162
5.1.2	VoLTE 的业务	163
5.1.3	助推 VoLTE 的动力	165
5.1.4	EPC 如何支持 VoLTE	166
5.1.5	LTE 无线网络的强化	167
5.1.6	VoLTE 的处理过程	169
5.2	IMS	170
5.2.1	什么是 IMS	170
5.2.2	IMS 域的结构	171
5.3	SIP 协议	174
5.3.1	什么是 SIP	174
5.3.2	SIP 信令有什么特点	175
5.3.3	SIP 网络	176
5.3.4	SIP 协议的消息	177

5.3.5 SIP 消息的结构	179
5.3.6 SIP 的消息流程	182
5.3.7 传送 IMS 域的 SIP 信令	185
5.4 总结	189
第 6 章 VoLTE 信令	191
本章导读	192
6.1 业务准备阶段的信令流程	192
6.1.1 确认 VoLTE 能力	192
6.1.2 建立 IMS 信令承载	193
6.1.3 注册到 IMS 域	196
6.2 业务阶段的信令流程	201
6.2.1 端到端 SIP 信令的传送	201
6.2.2 端到端业务数据的传送	202
6.2.3 专用业务承载的建立	204
6.2.4 无预留资源的呼叫流程	206
6.2.5 预留资源的呼叫流程	207
6.2.6 业务的释放	217
6.3 SRVCC 的信令流程	217
6.3.1 SRVCC 简介	217
6.3.2 SRVCC 处理过程 (终端角度)	218
6.3.3 SRVCC 的测量	219
6.3.4 SRVCC 的信令流程 (eNB 角度)	222
6.3.5 SRVCC 的切换准备过程 (MME 角度)	223
6.3.6 SRVCC 的路测流程	224
6.3.7 SRVCC 的增强	224
6.4 总结	225
附录 A 数据业务的 NAS 信令源码	227
A.1 附着过程 (参见 2.1 节)	227
A.1.1 Attach Request	227
A.1.2 PDN Connectivity Request	229
A.1.3 Identity Request	230
A.1.4 Identity Response	230
A.1.5 Authentication Request	231

A.1.6	Authentication Response	231
A.1.7	Security Mode Command	231
A.1.8	Security Mode Complete	232
A.1.9	Attach Accept	233
A.1.10	Activate Default EPS Bearer Context Request	234
A.2	TAU 过程 (参见 2.2 节)	236
A.2.1	TAU Request	236
A.2.2	TAU Accept	240
A.3	业务建立 (参见 3.1 节)	242
A.3.1	Service Request	242
A.4	释放业务 (参见 3.4 节)	242
A.4.1	Deactivate EPS Bearer Context Request	242
A.4.2	Deactivate EPS Bearer Context Accept	243
A.4.3	Detach Request (关机)	243
A.4.4	Detach Accept	244
附录 B	CSFB 的 NAS 与 RRC 信令源码	245
B.1	联合附着 (参见 4.2 节)	245
B.1.1	Attach Request	245
B.1.2	Attach Accept	250
B.2	联合位置更新 (参见 4.2 节)	252
B.2.1	TAU Request	252
B.2.2	TAU Accept	257
B.3	主叫 (参见 4.3 节)	259
B.3.1	Extended Service Request	259
B.3.2	RRC Connection Release (RRC)	260
B.4	被叫 (参见 4.3 节)	261
B.4.1	Paging (RRC)	261
B.4.2	Extended Service Request	262
附录 C	VoLTE 的 NAS 及 IMS 信令源码	265
C.1	确定 VoLTE 能力 (NAS) (参见 6.1 节)	265
C.1.1	Attach Request	265
C.1.2	Attach Accept	267
C.2	建立 IMS 信令承载 (NAS) (参见 6.1 节)	269

C.2.1	PDN Connectivity Request	269
C.2.2	Activate Default EPS Bearer Context Request	270
C.3	注册过程 (SIP) (参见 6.1 节)	272
C.3.1	REGISTER	272
C.3.2	401 Unauthorized	273
C.3.3	REGISTER	273
C.3.4	200 OK	274
C.4	预留资源的业务过程 (SIP) (参见 6.2 节)	275
C.4.1	INVITE	275
C.4.2	100 Trying	277
C.4.3	183 Session Progress	277
C.4.4	UPDATE	279
C.4.5	200 OK	281
C.4.6	180 Ringing	282
C.4.7	200 OK	283
C.4.8	ACK	284
C.5	预留资源的业务过程 (NAS) (参见 6.2 节)	284
C.5.1	Activate Dedicated EPS Bearer Context Request	284
C.5.2	Modify EPS Bearer Context Request	288
C.6	释放过程 (SIP) (参见 6.2 节)	292
C.6.1	BYE	292
C.6.2	200 OK	293
附录 D	SRVCC 的信令源码	295
D.1	无线侧 (参见 6.3 节)	295
D.1.1	RRC Connection Reconfiguration (RRC)	295
D.1.2	Measurement Report (RRC)	298
D.1.3	Mobility From EUTRA Command (RRC)	299
D.1.4	Handover Command (GSM RR)	299
附录 E	缩略语表	301
参考文献		309

第1章 导 言



学习要点

- 什么是端到端业务？
- 通信系统提供哪些业务？
- 业务有哪三项关键的指标？
- 数据业务与语音业务有何明显差异？
- 电路交换技术与分组交换技术有何明显差异？
- 电路交换技术适合什么业务？分组交换技术适合什么业务？
- 什么是 PDN 连接？
- APN 有什么作用？
- EPS 业务承载是如何组成的？
- 默认承载有什么特点？
- 默认承载在什么情况下会发生变化？
- eNB 有哪些信令接口？有哪些业务接口？
- LTE 无线网络有哪些信令连接？传递什么样信令？
- eNB 涉及哪些信令？规范的名称是什么？
- SRB1 与 SRB2 有何差异？
- 终端涉及哪 5 种信令流程？
- 业务准备阶段有哪些信令流程？
- 业务进行阶段有哪些信令流程？
- 业务与信令是如何进行分层处理的？
- LTE 空中接口的信道有什么作用？

学习指南

