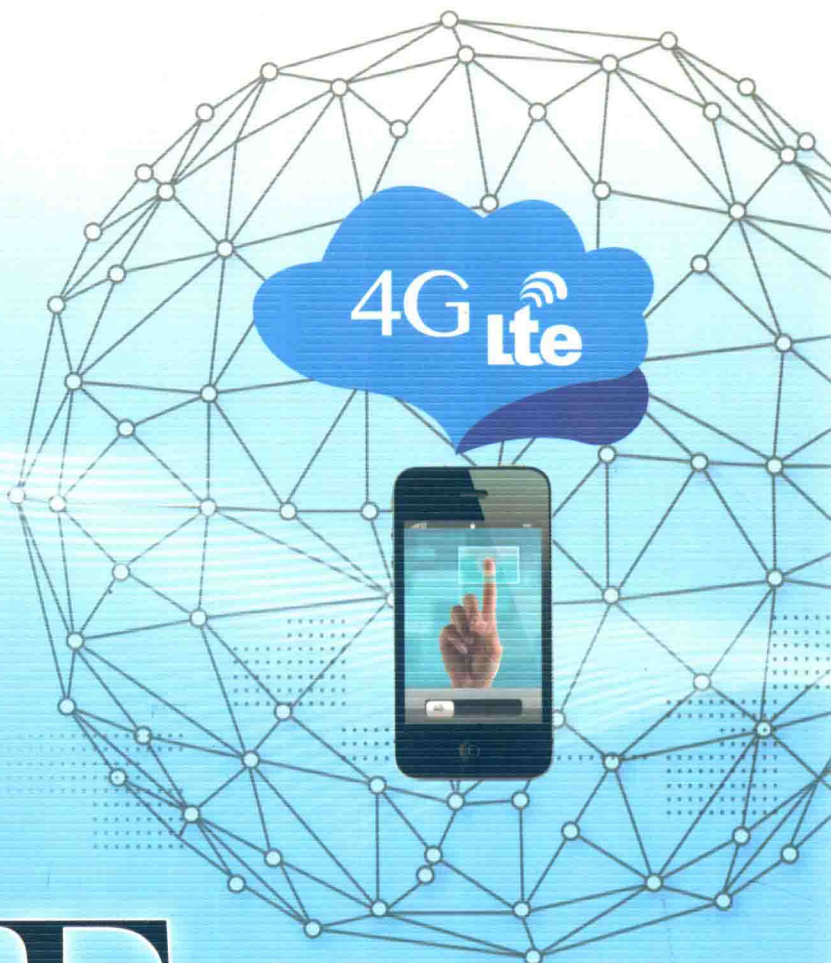




孙宇彤 编著

LTE教程：

原理与实现 (第2版)



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

LTE 丛书之学好 LTE 系列

LTE 教程：原理与实现

(第2版)

孙宇彤 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

“LTE 丛书之学好 LTE 系列”是专为 LTE 学习而打造的,内容脱胎于作者深受好评的 LTE 公开课程,并加以完善和增补,循序渐进,娓娓道来,非常适合 LTE 学习。

本书是“LTE 丛书之学好 LTE 系列”的开篇,浓墨重彩地介绍了 LTE 的两大关键技术:OFDM 和多天线技术的原理以及实现方法。在 OFDM 原理部分揭开了 OFDM 技术不为人知的许多内情,其中的能量正交概念会让读者耳目一新。在 OFDM 实现部分,还会发布很多颠覆性的内容,比如 IFFT 算法不是生成 OFDM 信号的唯一算法,等等。在多天线的原理部分,分门别类地介绍了三大多天线技术的特点。在多天线的实现部分,作者定量分析了 LTE 中各种 TM 发射模式的差异,详细介绍了 LTE 中的多天线的处理过程。作者的眼光并不局限在 LTE 上,本书同时还穿插介绍了各种移动通信系统和 WiFi 技术,让读者具有更全面的技术视野。

本书适合从零起点到已经对 LTE 技术有所了解的人士阅读,并且可以作为 LTE 自学和培训的教材。

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:原理与实现 / 孙宇彤编著. —2 版. —北京:电子工业出版社, 2017.1
(LTE 丛书之学好 LTE 系列)

ISBN 978-7-121-30403-3

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 (2016) 第 279671 号

策划编辑:宋 梅

责任编辑:宋 梅

印 刷:三河市良远印务有限公司

装 订:三河市良远印务有限公司

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:15.25 字数:342 千字

版 次:2017 年 1 月第 1 版

印 次:2017 年 1 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:49.00 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 zltz@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。

第2版前言

《LTE 教程：原理与实现》出版以来，承蒙读者们的喜爱，有了修订的机会。

这段时间，也是中国 LTE 网络商用大发展的时间，LTE 技术广为普及已经成为中国通信技术的主流，为了与时俱进，我对《LTE 教程：原理与实现》第1版的第1章内容做了大幅度的修订。

本次修订还涉及了 LTE 系统中最关键的技术——OFDM。OFDM 技术是学习的天王山，曾几何时我还以为已经征服了这座天王山，彻底了解和理解了 OFDM 技术。但是在《LTE 教程：原理与实现》第1版出版以后，才发现完全不是这么回事，OFDM 技术只是被揭开了一层神秘的面纱而已，还有很多奥秘等待我们去发现，无限风光在前头。

通过不断的探索，我对 OFDM 技术的理解也得到了深化。因此，本次修订版我就不再奢望彻底了解和理解 OFDM 技术了，而是与各位读者分享一下我对 OFDM 技术的最新理解，希望能帮助大家更好地掌握 OFDM 技术。这些增补的内容，主要集中在第3章，同时对第2章的内容也做了相应调整。

当然，利用这次修订的机会，我还对本书其他章节的内容也做了一定程度的修改和完善。第1版“代序：LTE 的自学指南 2014 版”的内容已经失效，第2版就不再收录，读者可以在<http://www.readhere.cn/html/2016/2016A.htm>处浏览最新内容。

本书由孙宇彤编著，汪洲参与了本书的编写工作，孙沛然、杨慧瑞、汪中位、张秋娥、朱美根、蒋中定、查昊协助了本书的编写工作，在此一并表示感谢。

在本书修订过程中，空中接口学园诸多热心网友提出了不少改进的建议，在此表示感谢。我还要感谢家人为本书修订做出的贡献，感谢电子工业出版社宋梅编审对本书修订的大力支持。

读者在学习过程有任何问题，想要与我联系的话，可以关注我的微博和公众微信，都是“LTE 学习大使”。大家还可以加入 QQ 群“学好 LTE”，交流学习中的问题。采用本书作为教材的老师，可以通过 readhere@163.com 与我联系，以获得教学支持。



微博



公众微信

最后，预祝各位读者都能通过阅读“学好 LTE 系列”丛书，读懂 LTE，学好 LTE。

孙宇彤
于 2016 年初秋

前言

——从此，学好 LTE！

这是一本专为 LTE 学习而写的书，目标就是帮助大家学好 LTE。

在筹划这本书的时候，正赶上江南百年未遇的酷暑，几乎天天最高气温破 40℃。不过，在通信业界，通信人学习 LTE 的热情决不比大自然的热度逊色：大自然的热度还有退烧的时候，但是我们可以明显感到，LTE 学习的热情一浪高过一浪，一年更胜一年。

作为【空中接口学园】和【读懂通信】网站的创办人，我在业界较早就介入到 LTE 学习中，发表过不少 LTE 相关书籍的点评、导读，撰写过 LTE 的自学指南，分享过 LTE 视频公开课。因此，有不少网友问了我许多关于 LTE 学习的问题，其中典型的问题是：“学习 LTE 有没有捷径可走？哪本书比较适合初学者阅读？”

对于第一个问题，我想起了两千多年前的一个故事，当时埃及的托勒密国王曾经问《几何原本》的作者欧几里得，学习几何有没有捷径可走。“抱歉，陛下！在几何学里，没有专为国王铺设的大道。”欧几里得答道，“学习几何是没有什么捷径可走的”。

同样，学习 LTE 也是没有什么捷径可走的。LTE 技术的难度系数很高，学习 LTE 的道路并不轻松。如果有谁告诉你，LTE 的学习很轻松，那就是一个谎言。因此，学习 LTE 需要学习者足够的专注，并投入精力，这样才能学好 LTE。

虽然没有捷径可走，作为 LTE 学习的先行者，我可以告诉大家，哪些是 LTE 学习的正路、哪些是 LTE 学习的弯路，哪些是 LTE 学习的天王山，哪些是 LTE 的点缀。这样，虽然没有捷径，但是学习路上也不至于落入陷阱，耽误行程。

对于第二个问题，坦率地说，这也是我为什么要写这本书的原因。虽然在本书的“代序：LTE 自学指南 2014 版”中我推荐了 5 本 LTE 学习的必读书，但在这些书里，基本上没有对 LTE 基本原理的介绍和描述。换言之，没有打基础就直接登堂入室了，对很多初学者来说，还是有很多遗憾的。

在 LTE 中，技术原理的天王山就是 OFDM 和多天线——大王 OFDM，小王多天线。我阅读过很多 LTE 书籍，对这“两王”，要么避之不及，要么语焉不详。有的写出一大堆公式，仿佛看了公式就能理解，更有甚者，其理解完全是错误的。

很多人觉得，不理解 OFDM 和多天线，也不会妨碍自己从事 LTE 相关工作。但是，一直处于知其然不知其所以然的状态，肯定不是有追求的技术人的心愿。我在最初学习 LTE 时，也经历了对 OFDM 和多天线似是而非的过程，只有在彻底理解 OFDM 和多天线后，才发现对 LTE 原理的理解真正上了一个台阶。因此，我也愿意在这本书里，分享我对 OFDM 和多天线等关键技术原理的理解。

细说起来，我与电子工业出版社和宋梅编辑非常有缘。早在 2007 年我在《WCDMA 无线网络设计》一书中，就非常早地提到了 LTE 技术，可以算是为本书的写作埋下了一个伏笔，而《WCDMA 无线网络设计》也是电子工业出版社宋梅编辑出版的。

这本书对于我来说，也是非常有意义的。在出版了 9 本移动通信技术书籍后，我又开始了新的写作形式：教程。这本教程是我在 2013 年 LTE 公开课内容基础上的总结和扩充，可以说是先有了蛋，再去找鸡，与以前写的书有明显的区别。

在写这本教程的时候，我把握了这样一些原则。

（1）重点突出

LTE 技术千头万绪，要想面面俱到，写起来很难，读者看起来很累。况且市面上已经出版了很多 LTE 的书籍，各种参考书已经是汗牛充栋了。因此本教程另辟蹊径，就围绕 LTE 技术的两大难点展开，把 LTE 技术的这笔糊涂账说清楚，讲明白，让读者看过后，能从云里雾里到“一览众山小”。

不过读者也不用担心教程内容不全面，这本教程只是“LTE 丛书之学好 LTE 系列”的第一本，后续的教程还将探讨 LTE 的信道结构和信息处理过程、LTE 网络的部署与实施、LTE 无线网络的调度机制及运作方式、EPC 的结构、功能及运作方式。

（2）线索清晰

与以前的著作一样，我非常重视写作线索，这本教程更进一步，不仅章节之间紧密联系，一环扣一环，达到循序渐进的效果，而且在各个小节之间我还加入了串联的内容，让读者阅读时有一种一气呵成、顺水推舟的感觉，能够一口气从头看到尾。简言之，看书就像在参与培训一样。

当然，读者还可以到【学好 LTE】网站：<http://www.readhere.com.cn/lte>，去观看相关的培训课程，这样学习起来会相得益彰。

（3）语言流畅

由于这本教程来源于培训的讲稿，教程中保留了培训课程中比较多的口语化描述以及通俗化的术语，希望给读者一种原汁原味的感觉。我希望这本教程不仅好读、易读，还要能朗读，朗朗上口。

以上三点，有没有做到，就请读者来评判了。

教程中的思考题供学有余力的读者使用，读者可以把思考题答案以及 LTE 学习中遇到的疑难问题，发布在【空中接口学园】论坛：<http://www.pch.com.cn/bbs>，我将及时点评与回复。

读者在学习过程中有任何问题，想要与我联系的话，可以关注我的微博和微信，都是“读懂通信”。读者也可以访问【读懂通信】网站：<http://www.readhere.cn/bs>，深入阅读相关的技术文章。

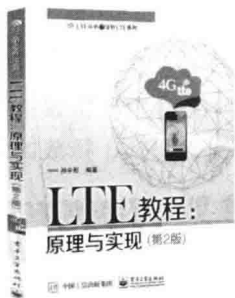
本书由孙宇彤编著，汪洲参与了本书的编写工作，孙沛然、杨慧瑞、汪中位、张秋娥协助了本书的编写工作，在此一并表示感谢。

最后，预祝各位读者都能从此学好 LTE。

LTE 丛书之学好 LTE 系列

“LTE 丛书之学好 LTE 系列”丛书包含三本教材，全面涵盖 LTE 技术从入门到进阶的学习内容。

“LTE 丛书之学好 LTE 系列”丛书的内容脱胎于 LTE 学习大使孙老师深受好评的 LTE 在线培训课程，并加以完善和增补，循序渐进，娓娓道来，非常适合初学者学习。



《LTE 教程：原理与实现（第2版）》

《LTE 教程：原理与实现（第2版）》专为 LTE 入门学习而打造，浓墨重彩地介绍了 LTE 的两大关键技术——OFDM 以及多天线。

本书在 OFDM 原理部分揭开了 OFDM 技术许多不为人知的内情，作者提出的能量正交概念也会让读者耳目一新。在 OFDM 实现部分，还会有很多颠覆性的内容，比如 IFFT 算法不是生成 OFDM 的唯一算法，足以让初学者为之一振。

在有多天线部分，作者分门别类，介绍了三大多天线的形态，定量分析了各种 TM 发射模式的差异，并指出 MIMO 其实只是 DEMO，强调了可用度非常重要的观点。

本书是 LTE 入门培训和 OFDM 进阶培训的指定教材。

《LTE 教程：结构与实施》

《LTE 教程：结构与实施》延续了“LTE 丛书之学好 LTE 系列”丛书的特点，专为 LTE 入门学习而打造的，透彻地讲述了 LTE 的物理层结构，详细介绍了 LTE 无线网络的规划设计方法。

在 LTE 物理层结构部分梳理了物理层的时间结构、频率结构、参考信号、控制信道和业务信道，分门别类，学习起来有章可循。结构部分还剖析了关键的处理流程与机制，使得读者不但知其然，还能知其所以然。

在无线网络的实施部分，不但详细介绍了链路预算的方法，还详细分析了 LTE 的峰值速率、边界速率、FDD 与 TDD 的差异、VoLTE 对无线网络的影响，最后还介绍了 LTE 无线网络的部署方案，配套的图表非常丰富，实战效果更好。

本书是 LTE 入门培训的指定教材。





《LTE 教程：机制与流程》

《LTE 教程：机制与流程》在前两本教材的基础上，专为 LTE 进阶学习而打造的，透彻地讲述了 LTE 的处理机制，详细讲解了 LTE 系统的信令流程。

在处理机制部分，以终端为主要视角，首先介绍了待机状态的处理机制，包括 PLMN 选择、小区选择、小区重选、广播、位置更新以及寻呼处理机制；接着介绍了联机状态的处理机制，包括随机接入、安全、调度、功率控制以及切换的处理机制。

在信令流程部分，首先介绍了基站相关的 S1、X2 以及空中接口的结构与协议；接着介绍了 LTE 系统的基本信令流程，包括位置更新、附着、收发数据、切换、释放的信令流程；最后介绍了 IRAT 的机制与流程。

本书是 LTE 进阶培训的指定教材。

在“LTE 丛书之学好 LTE 系列”丛书的基础上，LTE 学习大使孙老师还推荐大家阅读“LTE 丛书”中的其他参考书，尤其是《EPC 原理与实践》。

《EPC 原理与实践》

这本书专门为 LTE 核心网学习而打造，内容来源于作者多年分组域核心网专业经验的精华总结。

本书结合国内实际 EPC 网络现网情况，通过实际的抓包报文、组网拓扑循序渐进地进行介绍，利用实例来对理论进行验证，使读者能从枯燥的理论中解放出来。无论读者是否具备 2G/3G 分组域核心网背景入门知识，均可顺利理解和学习书中内容。

读者通过本书，除能够全面了解 EPC 网络的典型原理、常见的组网结构等技术原理以外，还能结合 EPC 网络的常见运营维护工作，了解 EPC 网络国内现网的基本实现、EPC 网络网元的基本配置、EPC 网络的基本故障排查等方面的内容，从而对 EPC 网络相关的日常工作内容有更深入的理解，因此，本书除适合入门者外，也适合从事通信行业相关技术人员阅读。

最后，请大家关注公众微信“LTE 学习大使”，这样可以及时掌握 LTE 的学习资讯。



反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第 1 章 LTE 技术概述	1
本章导读	2
1.1 LTE 技术	2
1.1.1 什么是 LTE	2
1.1.2 LTE: 名门之后	4
1.1.3 LTE: 架构的革命	5
1.1.4 LTE: 功能的演进	7
1.1.5 LTE 的技术突破	8
1.1.6 LTE: 性能的飞跃	9
1.1.7 LTE: 实测效果	10
1.1.8 LTE: 后浪推前浪	11
1.1.9 LTE: 演进无极限	12
1.1.10 LTE-A 的特点	12
1.1.11 强强对话: LTE 与 WiFi	14
1.2 LTE 核心网	15
1.2.1 CS 域与 PS 域	15
1.2.2 CS 域与 PS 域的设备	16
1.2.3 EPC 的组成	17
1.2.4 MME	18
1.2.5 SGW	19
1.2.6 PGW	20
1.2.7 EPC: 漫游业务的处理	21
1.2.8 EPC: 与其他网络的连接	22
1.3 LTE 无线网络	23
1.3.1 LTE 无线网络的组成	23
1.3.2 LTE 无线网络的功能	24
1.3.3 LTE 无线网络与信息传递	25
1.3.4 LTE 空中接口的分层结构	27
1.3.5 基站物理层处理过程	29
1.3.6 基站的种类与结构	30
1.4 LTE 终端	32

1.4.1	LTE 终端的种类	32
1.4.2	LTE 终端的频段	32
1.4.3	中国的 LTE 频段	35
1.4.4	中国的 TD-LTE 频段	36
1.4.5	中国的 FDD LTE 频段	37
1.4.6	终端的频段分布	38
1.4.7	终端的 LTE 芯片	40
1.5	总结	41
第 2 章	移动通信：从点对点到网络	42
	本章导读	43
2.1	点对点的无线通信	43
2.1.1	无线通信的模型	43
2.1.2	A/D：从信息到数字信号	44
2.1.3	调制：从基带信号到射频信号	49
2.1.4	天线：从射频信号到无线电波	57
2.1.5	无线电波的传播	62
2.1.6	双工：接收与发送	64
2.2	干扰下的移动通信	66
2.2.1	噪声与干扰	66
2.2.2	移动信道特点	69
2.2.3	信道编码：优化传输性能	71
2.2.4	信道的容量	72
2.3	多用户的移动通信	75
2.3.1	复用与正交	75
2.3.2	多址技术	79
2.3.3	身份识别	81
2.3.4	安全	83
2.4	网络中的移动通信	84
2.4.1	蜂窝技术与频率规划	85
2.4.2	多区技术	87
2.4.3	小区广播	90
2.4.4	寻呼	91
2.4.5	切换	92
2.4.6	多网络	93

2.5 总结	94
第3章 OFDM 原理	95
本章导读	96
3.1 OFDM 前传: FDM	96
3.1.1 OFDM 与 FDM	96
3.1.2 从单载波到多载波	97
3.1.3 从多载波到 FDM	100
3.1.4 其实 FDM 也正交	102
3.2 OFDM 为什么正交	103
3.2.1 OFDM 正交的含义	103
3.2.2 OFDM 如何正交	104
3.2.3 深入理解 OFDM 的能量正交	110
3.3 为何使用 OFDM	112
3.3.1 为什么要用 OFDM	112
3.3.2 OFDM 面临的挑战	115
3.4 OFDM 信号的波形与频谱	121
3.4.1 OFDM 信号的处理过程	122
3.4.2 发送过程的波形与频谱	123
3.4.3 接收过程的波形与频谱	126
3.5 总结	127
第4章 OFDM 技术的实现	128
本章导读	129
4.1 OFDM 信号的发生方法	129
4.1.1 分立器件发生	129
4.1.2 集成处理发生	131
4.2 OFDM 中的 IFFT	133
4.2.1 DFT: 从合到分	133
4.2.2 IDFT: 从分到合	134
4.2.3 IFFT 的作用	135
4.3 OFDM 信号的发生算法	136
4.3.1 离散余弦变换	136
4.3.2 反向离散哈特利变换 (IDHT)	144
4.3.3 实数 IDFT 变换	146

4.3.4	复数 IDFT 变换	147
4.3.5	各种 OFDM 生成算法对比	150
4.4	基于复数 IFFT 的 OFDM 信号发生	151
4.4.1	输入参数的处理	151
4.4.2	输出结果的处理	152
4.4.3	发生 OFDM 信号的数据流程	153
4.4.4	射频信号的产生	155
4.5	WiFi 与 LTE 中的 OFDM 技术	156
4.5.1	WiFi 中的 OFDM	156
4.5.2	LTE 中的 OFDM	157
4.5.3	深入理解 OFDM 相关术语	159
4.6	总结	161
第 5 章 多天线技术原理		162
本章导读		163
5.1	多天线概述	163
5.1.1	什么是多天线	163
5.1.2	什么是多天线系统	163
5.1.3	多天线系统的缺点	164
5.1.4	多天线系统的应用	165
5.1.5	多天线系统的优点	165
5.1.6	多天线技术的类型	166
5.2	波束赋形：提升信号强度	167
5.2.1	提升信号强度的方法	167
5.2.2	提升天线增益的原理	168
5.2.3	提升天线增益的方式	169
5.2.4	多振子天线的波束	170
5.2.5	多振子天线的挑战	170
5.2.6	进一步提升天线的增益	171
5.2.7	垂直面的赋形	172
5.2.8	水平面的赋形	173
5.2.9	波束赋形的发展	174
5.2.10	小结	174
5.3	分集：提升信号稳定性	175
5.3.1	什么是信号稳定性	175

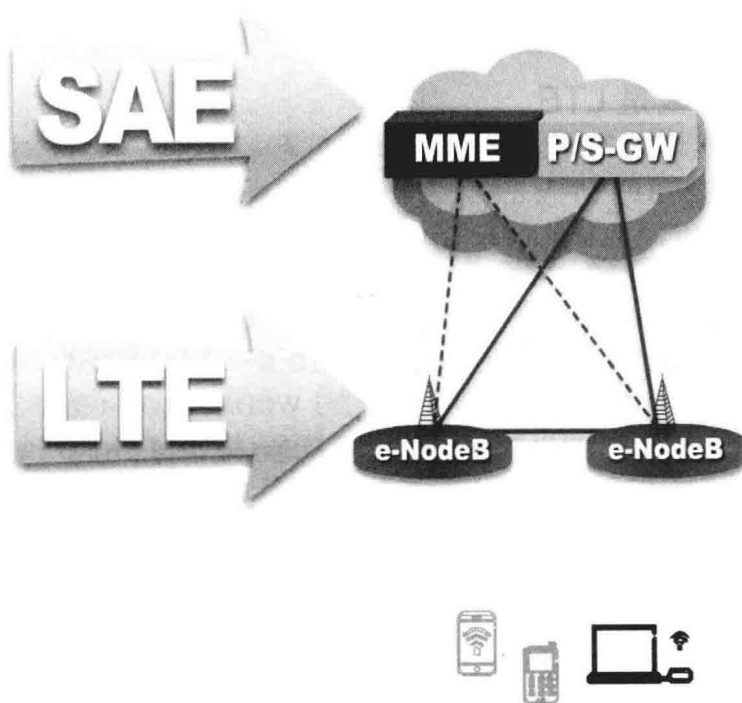
5.3.2	信号为什么不稳定	175
5.3.3	如何提升信号的稳定性	176
5.3.4	分集信号的合并	177
5.3.5	支持分集的多天线	179
5.3.6	接收分集与发射分集	180
5.3.7	接收分集的实施	181
5.3.8	发射分集的实施	182
5.3.9	小结	183
5.4	空间复用：提高频谱利用率	184
5.4.1	空间复用的效果	184
5.4.2	层：空间复用的关键	185
5.4.3	层的数量	187
5.4.4	分离各层的数据	189
5.4.5	是 MIMO 还是 DEMO	189
5.5	总结	190
第 6 章	多天线技术的实现	192
	本章导读	193
6.1	WiFi 中的多天线	193
6.1.1	IEEE 802.11a/g	193
6.1.2	IEEE 802.11n	193
6.2	LTE 系统中的多天线	194
6.2.1	多天线的特点	194
6.2.2	FDD LTE 系统中的天线	195
6.2.3	TD-LTE 系统中的天线	195
6.3	LTE 多天线技术中的 TM	196
6.3.1	什么是 TM	197
6.3.2	常用的发射模式 (TM)	198
6.3.3	TM 发射模式的定量分析	199
6.3.4	发射模式 (TM) 的应用场景	201
6.3.5	发射模式 (TM) 的选择	202
6.4	LTE 多天线技术的处理过程	203
6.4.1	业务数据的处理过程	203
6.4.2	两天线的处理过程	206
6.4.3	八天线的处理过程	209

6.4.4 极化复用 vs 空间复用	210
6.5 总结	211
附录 A 术语表	214
附录 B 缩略语	216
附录 C 常用数学公式	222
附录 D 子载波带宽	223
参考文献	227

第1章 LTE 技术概述



内容提要





本章导读

本章是全书的背景介绍，首先介绍什么是 LTE、LTE 技术的特点、LTE 的版本和演进；然后讲解 LTE 核心网的组成，各个网元的主要功能以及相互的连接关系与接口；接着介绍 LTE 无线网络的组成与功能、信令与业务的承载以及分层处理的过程；最后介绍了 LTE 终端的种类、频段特点以及芯片。

1.1 LTE 技术

1.1.1 什么是 LTE

欢迎大家开始 LTE 的学习之旅，我们的课程就从什么是 LTE 开始。

LTE 是一个缩写，全称是 Long Term Evolution，也就是长期演进的意思。请大家注意 T 是 Term 的缩写，不是 Time 的缩写。国人听到长期，往往会理解为长时间，其实 T 在 LTE 中是长时期的意思。

LTE 这个名称非常有意思。大家都知道，LTE 是一个与 WCDMA、GSM 相类似的术语，指的是一种移动通信的技术体系。不过与 WCDMA、GSM 的命名方式不一样：从 WCDMA 的命名中我们可以看到采用的关键技术；从 GSM 的命名中，我们可以看到应用场合；而从 LTE 的命名中我们完全看不出技术特点和应用场合，是一种非常玄妙的命名方式。

很多人对 LTE 的第一印象就是 4G，其实这并不足以反映 LTE 技术的全貌。LTE 技术还有以下这样一些特点。

（1）系出名门，众望所归

移动通信技术也有渊源。与武侠小说中描述的江湖类似，移动通信技术也分为许多门派，每种门派就是一种技术体系，例如，前面讲到的 WCDMA、GSM，还有 CDMA、WiMAX、PHS 等。门派还会组织起来，其中最大的两个组织就是 3GPP 和 3GPP2。

武林门派在江湖中的地位是不同的，少林、武当可谓高高在上，即所谓的名门正派。移动通信的技术门派在全球的影响力也是大不相同的，有的是全球市场的主宰，如 GSM、WCDMA，有的只是旁枝末节，如 PHS、WiMAX。因此，GSM、WCDMA 就是移动通