

4G移动通信技术 权威指南

LTE与LTE-Advanced (第2版)

4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband Second Edition

Erik Dahlman

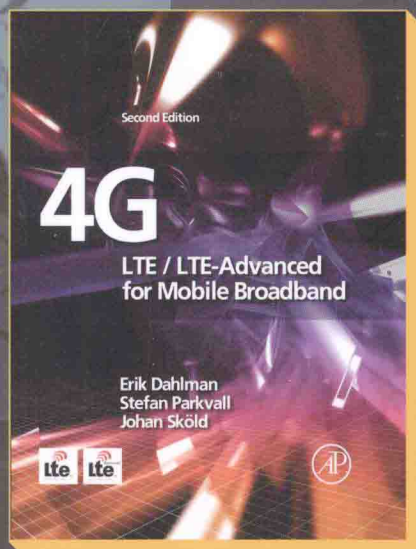
[瑞典] Stefan Parkvall 著

Johan Sköld

朱敏 堵久辉 缪庆育 余锋 译



- 爱立信研究院专家力作
- 全球数十万通信工程师的选择
- 自上而下完整描述LTE-Advanced无线通信技术



TURING

图灵电子与电气工程丛书

4G移动通信技术 权威指南

LTE与LTE-Advanced (第2版)

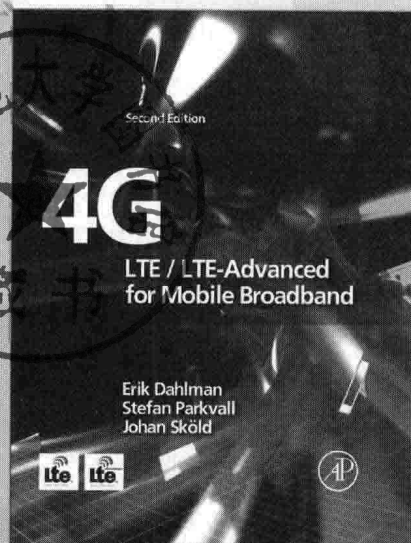
4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband Second Edition

Erik Dahlman

[瑞典] Stefan Parkvall 著

Johan Sköld

朱敏 堵久辉 缪庆育 余锋 译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

4G移动通信技术权威指南：LTE与LTE-Advanced：
第2版 / (瑞典) 达尔曼 (Dahlman, E.)，(瑞典) 巴克浮
(Parkvall, S.)，(瑞典) 斯科德 (Skold, J.) 著；朱敏
等译. — 北京：人民邮电出版社，2015. 4

(图灵电子与电气工程丛书)

ISBN 978-7-115-32470-2

I. ①4… II. ①达… ②巴… ③斯… ④朱… 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(2015)第036438号

内 容 提 要

本书是爱立信研究人员的经验之谈，基于LTE规范第11版，自上而下完整地描述了LTE-Advanced无线通信技术。本书主体部分给出了LTE的概要性技术综述，详细描述了协议结构、下行和上行传输机制，以及与调度、重传、干扰控制相关的机制，并介绍了广播操作中中断功能，之后讨论了频谱灵活性以及射频方面的相关需求。

本书可作为移动通信行业技术人员的参考指南，也是高等院校相关专业师生不可多得的教学参考书。

◆ 著 [瑞典] Erik Dahlman Stefan Parkvall Johan Sköld
译 朱敏 堵久辉 缪庆育 余锋
责任编辑 朱巍
执行编辑 李岩俨
责任印制 杨林杰

◆ 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>
三河市海波印务有限公司印刷

◆ 开本：787×1092 1/16
印张：23
字数：603千字 2015年4月第1版
印数：1-4 000册 2015年4月河北第1次印刷

著作权合同登记号 图字：01-2014-3363号

定价：89.00元

读者服务热线：(010)51095186转600 印装质量热线：(010)81055316

反盗版热线：(010)81055315

广告经营许可证：京崇工商广字第0021号

版 权 声 明

4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, Second Edition

Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Sköld

ISBN: 9780124199859 .

Copyright © 2014 by Elsevier. All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation edition published by the Publisher and Co Publisher.

Copyright © 2014 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd.

All rights reserved.

Published in China by POSTS & TELECOM PRESS under special arrangement with Elsevier (Singapore) Pte Ltd. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR, Macao SAR and Taiwan Province. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书简体中文版由 Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 授权人民邮电出版社在中华人民共和国境内（不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾地区）出版与发行。未经许可之出口，视为违反著作权法，将受法律之制裁。

本书封底贴有 Elsevier 防伪标签，无标签者不得销售。

致 谢

我们感谢为此书做出贡献,对内容提供建议和意见,以及参与 LTE 开发的所有爱立信同事。

标准化过程设计来自世界各地的人士,我们感谢来自无线通信行业的同事们,特别是 3GPP RAN 组的伙伴。没有他们的工作和对标准化的贡献,本书是不可能诞生的。

最后,我们对家人表示深深的感谢,感谢他们在撰写本书的漫长时间里对我们的容忍和支持。

前 言

在过去的几年中，人们对无线接入技术的兴趣快速增长，希望通过这些技术为语音、视频和数据提供移动以及游牧和固定服务。电信与数据通信在设计、实现和应用上的差异也越来越不明显。过去用作语音通信的手机在今天日渐成为终端用户的主要数据通信设备，可以提供网页浏览、社交和其他服务。

当今，用于移动通信的最广泛的无线接入技术为数字蜂窝通信，其服务用户数增长飞快，至 2013 年已达到 60 亿，平均地球上每个人都是其用户。从最初只为少数车载用户提供昂贵语音业务，到今天发展为多种移动通信设备的广泛应用，数字蜂窝通信提供了一系列移动服务，通常包括照相机、MP3 播放器和 PDA 等。随着这种移动通信的广泛应用以及人们对其兴趣的日益增长，可以预见移动通信技术将会持续演进。

本书介绍 LTE。LTE 是 3GPP 标准，提供真正的 4G 宽带移动接入。LTE 的第一个版本是第 8 版，经过一系列的演进发展，现在的最新版是第 11 版。LTE 规范第 10 版和第 11 版，也被称作 LTE-Advanced，因为它是 ITU 通过的、满足 IMT-Advanced 需求的主要技术，所以备受瞩目。本书内容基于 LTE 规范第 11 版，自上而下完整描述了 LTE-Advanced 无线通信技术。

第 1 章介绍了 LTE 及其演进的背景信息，还关注了参与 4G 定义过程的不同标准化实体机构。同时还讨论了该演进背后的原因和驱动力。

第 2 章到第 6 章更深入地讨论了 LTE 及其演进的部分内容。由于其通用性，这些章节不仅可用作本书所描述 LTE 内容的背景知识，同时也可供那些想了解其他系统（如 WCDMA/HSPA、WiMAX 和 CDMA2000）背景的读者参考。

第 7 章到第 19 章是本书的主要部分。第 7 章给出了 LTE 的概要性技术综述，其中最重要的技术内容均以之前章节所描述的通用技术为基础。接下来的章节详细描述了协议结构、下行和上行传输机制，以及与调度、重传、干扰控制相关的机制，并介绍了广播操作和中继功能，之后讨论了频谱灵活性以及射频方面的相关需求。

在第 20 章中评估了 LTE，首先从系统的角度对 LTE-Advanced 的性能做了评估。

最后，第 21 章放眼未来，这种演进不会止步于 LTE-Advanced，而会继续在 LTE 中添加新功能来满足未来的要求。

缩略词表

3GPP	Third Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴项目
ACIR	Adjacent Channel Interference Ratio, 邻信道干扰功率比
ACK	Acknowledgement, (ARQ 协议中的) 确认指令
ACLR	Adjacent Channel Leakage Ratio, 相邻频道泄漏比
ACS	Adjacent Channel Selectivity, 邻道选择性
AM	Acknowledged Mode, 确认模式 (RLC 配置)
AMC	Adaptive Modulation and Coding, 自适应调制编码
A-MPR	Additional Maximum Power Reduction, 额外的最大功率减小
AMPS	Advanced Mobile Phone System, 高级移动电话系统
AQPSK	Adaptive QPSK, 自适应 QPSK
ARI	Acknowledgement Resource Indicator, 确认资源指示
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses, 日本无线工业及商贸联合会
ARQ	Automatic Repeat-reQuest, 自动重传请求
AS	Access Stratum, 接入层
ATIS	Alliance for Telecommunications Industry Solutions, 世界无线通讯解决方案联盟
AWGN	Additive White Gaussian Noise, 加性高斯白噪声
BC	Band Category, 频带类型
BCCH	Broadcast Control Channel, 广播控制信道
BCH	Broadcast Channel, 广播信道
BER	Bit-Error Rate, 误比特率
BLER	Block-Error Rate, 误块率
BM-SC	Broadcast Multicast Service Center, 广播多播业务中心
BPSK	Binary Phase-Shift Keying, 二进制移相键控
BS	Base Station, 基站
BSC	Base Station Controller, 基站控制器
BTS	Base Transceiver Station, 基站收发台
CA	Carrier Aggregation, 载波聚合
CACLR	Cumulative Adjacent Channel Leakage Ratio, 累积 ACLR
CC	Convolutional Code, Component Carrier, 卷积码 (编码相关), 或组分载波 (载波聚合相关)
CCCH	Common Control Channel, 公共控制信道
CCE	Control Channel Element, 控制信道元素
CCSA	China Communications Standards Association, 中国通信标准化协会
CDD	Cyclic-Delay Diversity, 循环延迟分集
CDF	Cumulative Density Function, 累积分布函数
CDM	Code-Division Multiplexing, 码分复用
CDMA	Code-Division Multiple Access, 码分多址

CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, 欧洲邮电管理委员会
CN	Core Network, 核心网
CoMP	Coordinated Multi-Point Transmission/Reception, 多点协作传输/接收
CP	Cyclic Prefix, 循环前缀
CPC	Continuous Packet Connectivity, 连续分组数据连接
CQI	Channel-Quality Indicator, 信道质量指示
C-RAN	Centralized RAN, 集中化无线接入网
CRC	Cyclic Redundancy Check, 循环冗余码校验
C-RNTI	Cell Radio-Network Temporary Identifier, 小区无线网络临时标识
CRS	Cell-specific Reference Signal, 小区特定的参考信号
CS	Circuit Switched (或 Cyclic Shift), 电路交换 (或循环偏置)
CS	Capability Set, 能力集合 (针对 MSR 基站)
CSA	Common Subframe Allocation, 公共子帧分配
CSG	Closed Subscriber Group, 闭合用户组
CSI	Channel-State Information, 信道状态信息
CSI-IM	CSI Interference Measurement, CSI 干扰测量
CSI-RS	CSI Reference Signals, CSI 参考信号
CW	Continuous Wave, 连续波
DAI	Downlink Assignment Index, 下行分配指示
DCCH	Dedicated Control Channel, 专用控制信道
DCH	Dedicated Channel, 专用信道
DCI	Downlink Control Information, 下行控制信息
DFE	Decision-Feedback Equalization, 判决反馈均衡
DFT	Discrete Fourier Transform, 离散傅里叶变换
DFTS-OFDM	DFT-Spread OFDM (DFT-precoded OFDM), DFT 扩频的 OFDM (DFT 预编码的 OFDM, 参见 SC-FDMA)
DL	Downlink, 下行链路
DL-SCH	Downlink Shared Channel, 下行共享信道
DM-RS	Demodulation Reference Signal, 解调参考信号
DRX	Discontinuous Reception, 非连续接收
DTCH	Dedicated Traffic Channel, 专用业务信道
DTX	Discontinuous Transmission, 非连续传输
DwPTS	The Dwnlink Part of the Special Subframe, 特殊子帧的下行部分 (针对 TDD 操作)
eCCE	enhanced Control Channel Element, 增强的控制信道元素
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution, Enhanced Data Rates for Global Evolution, 增强型数据速率 GSM 演进技术, 基于全球演进的增强型数据速率业务
EGPRS	Enhanced GPRS, 增强型 GPRS
eNB	eNodeB, eNodeB
eNodeB	e-UTRAN NodeB, e-UTRAN 的 NodeB
EPC	Evolved Packet Core, 演进的分组核心网
ePDCCH	enhanced Physical Downlink Control Channel, 增强的物理下行控制信道
EPS	Evolved Packet System, 演进的分组数据系统

eREG	enhanced Resource-Element Group, 增强的资源元素组
ETSI	European Telecommunications Standards Institute, 欧洲电信标准化协会
E-UTRA	Evolved UTRA, 演进的 UTRA
E-UTRAN	Evolved UTRAN, 演进的 UTRAN
EV-DO	Evolution-Data Only, (CDMA2000 1x 的) 演进——仅数据
EV-DV	Evolution-Data and Voice, (CDMA2000 1x 的) 演进——数据和语音
EVM	Error Vector Magnitude, 误差向量幅度
FACH	Forward Access Channel, 前向接入信道
FCC	Federal Communications Commission, 美国联邦通讯委员会
FDD	Frequency Division Duplex, 频分双工
FDM	Frequency-Division Multiplex, 频分复用
FDMA	Frequency-Division Multiple Access, 频分多址
FEC	Forward Error Correction, 前向纠错
FeICIC	Further enhanced Inter-Cell Interference Coordination, 进一步增强型小区间干扰协调
FFT	Fast Fourier Transform, 快速傅里叶变换
FIR	Finite Impulse Response, 有限冲激响应
FPLMTS	Future Public Land Mobile Telecommunications Systems, 未来公共陆地移动通信系统
FRAMES	Future Radio Wideband Multiple Access Systems, 未来无线电宽频段多址系统
FSTD	Frequency Switched Transmit Diversity, 频率交换的传输分集
GERAN	GSM/EDGE Radio Access Network, GSM/EDGE 无线接入网
GGSN	Gateway GPRS Support Node, GPRS 网关支持节点
GP	Guard Period, 保护间隔 (针对 TDD 操作)
GPRS	General Packet Radio Services, 通用分组无线服务技术
GPS	Global Positioning System, 全球定位系统
GSM	Global System for Mobile communications, 全球移动通信系统
HARQ	Hybrid ARQ, 混合 ARQ
HII	High-Interference Indicator, 高干扰指示器
HLR	Home Location Register, 归属位置寄存器
HRPD	High Rate Packet Data, 高速分组数据
HSPA	High-Speed Packet Access, 高速分组接入
HSS	Home Subscriber Server, 归属用户服务器
HS-SCCH	High-Speed Shared Control Channel, 高速共享控制信道
ICIC	Inter-Cell Interference Coordination, 小区间干扰协调
ICS	In-Channel Selectivity, 带内选择性
ICT	Information and Communication Technologies, 信息与通信技术
IDFT	Inverse DFT, 逆 DFT
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, 电气和电子工程师协会
IFDMA	Interleaved FDMA, 交织 FDMA
IFFT	Inverse Fast Fourier Transform, 逆快速傅里叶变换
IMT-2000	International Mobile Telecommunications 2000, 国际移动电话系统-2000 (ITU 针对 3G 标准家族的命名)

IMT-Advanced	International Mobile Telecommunications Advanced, 国际移动电话系统-高级 (ITU 针对 4G 标准家族的命名)
IP	Internet Protocol, 互联网协议
IR	Incremental Redundancy, 增量冗余
IRC	Interference Rejection Combining, 干扰抑制合并
ITU	International Telecommunications Union, 国际电联
ITU-R	International Telecommunications Union-Radiocommunications Sector, 国际电信联盟无线电通信部
J-TACS	Japanese Total Access Communication System, 日本全接入通信系统
LAN	Local Area Network, 局域网
LCID	Logical Channel Index, 逻辑信道指示
LDPC	Low-Density Parity Check Code, 低密度奇偶校验码
LSA	Licensed Shared Access, 许可共享接入
LTE	Long-Term Evolution, 长期演进
MAC	Medium Access Control, 媒体接入控制
MAN	Metropolitan Area Network, 城域网
MBMS	Multimedia Broadcast/Multicast Service, 多媒体广播多播业务
MBMS-GW	MBMS Gateway, MBMS 网关
MB-MSR	Multi-Band Multi Standard Radio, 多频段多无线技术标准(基站)
MBS	Multicast and Broadcast Service, 多播广播业务
MBSFN	Multicast-Broadcast Single Frequency Network, 多播广播单频网
MC	Multi-Carrier, 多载波
MCCH	MBMS Control Channel, MBMS 控制信道
MCE	MBMS Coordination Entity, MBMS 协调实体
MCH	Multicast Channel, 多播信道
MCS	Modulation and Coding Scheme, 调制编码方式
MDHO	Macro-Diversity Handover, 宏分集切换
MIB	Master Information Block, 主信息块
MIMO	Multiple-Input Multiple-Output, 多人多出
ML	Maximum Likelihood, 最大似然
MLSE	Maximum-Likelihood Sequence Estimation, 最大似然序列估计
MME	Mobility Management Entity, 移动性管理实体
MMS	Multimedia Messaging Service, 多媒体短信服务
MMSE	Minimum Mean Square Error, 最小均方误差
MPR	Maximum Power Reduction, 最大功率减小
MRC	Maximum Ratio Combining, 最大比合并
MSA	MCH Subframe Allocation, MCH 子帧分配
MSC	Mobile Switching Center, 移动交换中心
MSI	MCH Scheduling Information, MCH 调度信息
MSP	MCH Scheduling Period, MCH 调度周期
MSR	Multi-Standard Radio, 多标准无线电
MSS	Mobile Satellite Service, 移动卫星服务
MTC	Machine-Type Communication, 机器类型通信

MTCH	MBMS Traffic Channel, MBMS 业务信道
MU-MIMO	Multi-User MIMO, 多用户 MIMO
MUX	Multiplexer or Multiplexing, 复用器或复用
NAK, NACK	Negative Acknowledgement, (ARQ 协议中的) 非确认指令
NAS	Non-Access Stratum, 非接入层
NDI	New-Data Indicator, 新数据指示
NMT	Nordisk MobilTelefon (Nordic Mobile Telephony), 北欧移动电话
NodeB	NodeB, 节点 B (一个控制多个小区传输/接收的逻辑节点, 通常对应基站, 但并非一定如此)
NS	Network Signaling, 网络信令
NSPS	National Security and Public Safety, 国家安全和公共安全
OCC	Orthogonal Cover Code, 叠加正交码
OFDM	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, 正交频分复用技术
OFDMA	Orthogonal Frequency-Division Multiple Access, 正交频分多址
OI	Overload Indicator, 超负荷指示
OOB	Out-Of-Band (emissions), 带外 (发射)
PAPR	Peak-to-Average Power Ratio, 峰均功率比
PAR	Peak-to-Average Ratio, 峰均比 (同 PAPR)
PARC	Per-Antenna Rate Control, 每天线速率控制
PBCH	Physical Broadcast Channel, 物理广播信道
PCCH	Paging Control Channel, 寻呼控制信道
PCFICH	Physical Control Format Indicator Channel, 物理控制格式指示信道
PCG	Project Coordination Group, (3GPP 的) 项目协调组
PCH	Paging Channel, 寻呼信道
PCRF	Policy and Charging Rules Function, 策略与计费规则功能
PCS	Personal Communications Systems, 个人通信系统
PDA	Personal Digital Assistant, 个人数字助理
PDC	Personal Digital Cellular, 个人数字蜂窝通信
PDCCH	Physical Downlink Control Channel, 物理下行控制信道
PDCCP	Packet Data Convergence Protocol, 分组数据汇聚协议
PDSCH	Physical Downlink Shared Channel, 物理下行共享信道
PDN	Packet Data Network, 分组数据网
PDU	Protocol Data Unit, 协议数据单元
PF	Proportional Fair, 比例公平 (一种调度器)
P-GW	Packet-Data Network Gateway, 分组数据网关 (也称为 PDN-GW)
PHICH	Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel, 物理混合 ARQ 指示信道
PHS	Personal Handy-Phone System, 个人手持式电话系统
PHY	Physical Layer, 物理层
PMCH	Physical Multicast Channel, 物理多播信道
PMI	Precoding-Matrix Indicator, 预编码矩阵指示
POTS	Plain Old Telephony Services, 普通老式电话业务
PRACH	Physical Random Access Channel, 物理随机接入信道
PRB	Physical Resource Block, 物理资源块

P-RNTI	Paging RNTI, 寻呼 RNTI
PS	Packet Switched, 分组交换
PSK	Phase Shift Keying, 移相键控
PSS	Primary Synchronization Signal, 主同步信号
PSTN	Public Switched Telephone Networks, 公共交换电话网
PUCCH	Physical Uplink Control Channel, 物理上行控制信道
PUSC	Partially Used Subcarriers, 部分使用的自载波 (针对 WiMAX)
PUSCH	Physical Uplink Shared Channel, 物理上行共享信道
QAM	Quadrature Amplitude Modulation, 正交幅度调制
QCL	Quasi-Co-Location, 准同定位
QoS	Quality-of-Service, 业务质量
QPP	Quadrature Permutation Polynomial, 正交多项式
QPSK	Quadrature Phase-Shift Keying, 四相移相键控
RAB	Radio Access Bearer, 无线接入承载
RACH	Random Access Channel, 随机接入信道
RAN	Radio Access Network, 无线接入网
RA-RNTI	Random Access RNTI, 随机接入 RNTI
RAT	Radio Access Technology, 无线接入技术
RB	Resource Block, 资源块
RE	Resource Element, 资源单元
REG	Resource-Element Group, 资源元素组
RF	Radio Frequency, 射频
RI	Rank Indicator, 秩指示
RIT	Radio Interface Technology, 无线接口技术
RLC	Radio Link Control, 无线链路控制
RNC	Radio Network Controller, 无线网络控制器
RNTI	Radio-Network Temporary Identifier, 无线网络临时指示
RNTP	Relative Narrowband Transmit Power, 相对窄带发射功率
ROHC	Robust Header Compression, 稳健的头压缩
R-PDCCH	Relay Physical Downlink Control Channel, 中继物理下行控制信道
RR	Round-Robin, 轮询 (一种调度器)
RRC	Radio Resource Control, 无线资源控制
RRM	Radio Resource Management, 无线资源管理
RS	Reference Symbol, 参考信号
RSPC	IMT-2000 Radio Interface Specifications, IMT-2000 无线接口规范
RSRP	Reference Signal Received Power, 参考信号接收功率
RSRQ	Reference Signal Received Quality, 参考信号接收质量
RTP	Real Time Protocol, 实时协议
RTT	Round-Trip Time, 巡回时间
RV	Redundancy Version, 冗余版本
RX	Receiver, 接收机
S1	The interface between eNodeB and the Evolved Packet Core., eNodeB 与 EPC 之间的接口

S1-c	The control-plane part of S1, S1 的控制平面
S1-u	The user-plane part of S1, S1 的用户平面
SAE	System Architecture Evolution, 系统架构演进
SCM	Spatial Channel Model, 空间信道模型
SDMA	Spatial Division Multiple Access, 空分多址
SDO	Standards Developing Organization, 标准开发组织
SDU	Service Data Unit, 业务数据单元
SEM	Spectrum Emissions Mask, 频谱发射模板
SF	Spreading Factor, 扩频因子
SFBC	Space-Frequency Block Coding, 空频块编码
SFN	Single-Frequency Network 或 System Frame Number, 单频网 (通常情况下, 参见 MBSFN) 或 (3GPP 的) 系统帧号
SFTD	Space-Frequency Time Diversity, 空频时间分集
SGSN	Serving GPRS Support Node, GPRS 服务支持节点
S-GW	Serving Gateway, 服务网关
SI	System Information message, 系统信息
SIB	System Information Block, 系统信息块
SIC	Successive Interference Combining, 串行干扰合并
SIM	Subscriber Identity Module, 用户身份识别模块
SINR	Signal-to-Interference-and-Noise Ratio, 信干噪比
SIR	Signal-to-Interference Ratio, 信干比
SI-RNTI	System Information RNTI, 系统信息 RNTI
SMS	Short Message Service, 短信服务
SNR	Signal-to-Noise Ratio, 信噪比
SOHO	Soft Handover, 软切换
SORTD	Spatial Orthogonal-Resource Transmit Diversity, 空间正交资源发射分集
SR	Scheduling Request, 调度申请
SRS	Sounding Reference Signal, 探测参考信号
SSS	Secondary Synchronization Signal, 辅助同步信号
STBC	Space-Time Block Coding, 空时块编码
STC	Space-Time Coding, 空时编码
STTD	Space-Time Transmit Diversity, 空时发射分集
SU-MIMO	Single-User MIMO, 单用户 MIMO
TACS	Total Access Communication System, 全接入通信系统
TCP	Transmission Control Protocol, 传输控制协议
TC-RNTI	Temporary C-RNTI, 临时 C-RNTI
TD-CDMA	Time-Division Code-Division Multiple Access, 时分码分多址
TDD	Time-Division Duplex, 时分双工
TDM	Time-Division Multiplexing, 时分复用
TDMA	Time-Division Multiple Access, 时分多址
TD-SCDMA	Time-Division-Synchronous Code-Division Multiple Access, 时分同步码分多址
TF	Transport Format, 传输格式
TIA	Telecommunications Industry Association, 电信工业协会

TM	Transparent Mode, Transmission Mode, 透传模式 (RLC 配置), 传输模式 (物理层)
TR	Technical Report, 技术报告
TS	Technical Specification, 技术标准
TSG	Technical Specification Group, 技术标准组
TTA	Telecommunications Technology Association, 电信技术协会
TTC	Telecommunications Technology Committee, 电信技术委员会
TTI	Transmission Time Interval, 传输时间间隔
TX	Transmitter, 发射机
UCI	Uplink Control Information, 上行控制信息
UE	User Equipment, 用户设备 (3GPP 对移动终端的命名)
UEM	Unwanted Emissions Mask, 无用辐射模版
UL	Uplink, 上行链路
UL-SCH	Uplink Shared Channel, 上行共享信道
UM	Unacknowledged Mode, 非确认模式 (RLC 配置)
UMB	Ultra Mobile Broadband, 超移动宽带
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System, 通用移动通信系统
UpPTS	The uplink part of the special subframe, 特殊子帧的上行部分 (针对 TDD 操作)
US-TDMA	US Time-Division Multiple Access standard, 美国时分多址标准
UTRA	Universal Terrestrial Radio Access, 通用陆地无线接入
UTRAN	Universal Terrestrial Radio Access Network, 通用陆地无线接入网
VAMOS	Voice Services Over Adaptive Multi-User Channels, 自适应多用户信道承载的语音业务
VoIP	Voice-over-IP, IP 承载的语音
VRB	Virtual Resource Block, 虚拟资源块
WAN	Wide Area Network, 广域网
WARC	World Administrative Radio Congress, 世界无线电行政大会
WCDMA	Wideband Code-Division Multiple Access, 宽带码分多址
WCS	Wireless Communications Service, 无线通信服务
WG	Working Group, 工作组
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access, 全球微波互联接入
WLAN	Wireless Local Area Network, 无线局域网
WMAN	Wireless Metropolitan Area Network, 无线城域网
WP5D	Working Party 5D, (ITU-R) 5D 工作组
WRC	World Radiocommunication Conference, 全球无线通信大会
X2	eNodeB 之间的接口
ZC	Zadoff-Chu, Zadoff-Chu 序列
ZF	Zero Forcing, 迫零

目 录

第 1 章 LTE 背景	1	3.8.3 循环前缀长度	30
1.1 引言	1	3.9 瞬时传输功率变化	30
1.2 LTE之前的移动通信系统演进	2	3.10 OFDM用户复用/多址接入方案	31
1.3 ITU活动	3	3.11 OFDM和多小区广播/多播传输	32
1.3.1 IMT-2000和IMT-Advanced	3	第 4 章 宽带单载波传输	35
1.3.2 IMT系统的频谱	5	4.1 均衡对抗无线信道频率选择性	35
1.4 LTE与LTE-Advanced的驱动力	6	4.1.1 时域线性均衡	35
1.5 LTE的标准化	7	4.1.2 频域均衡	37
1.5.1 标准化进程	8	4.1.3 其他均衡器策略	38
1.5.2 3GPP流程	8	4.2 具备灵活带宽分配的上行链路	
1.5.3 3G向4G的演进	10	FDMA	39
第 2 章 移动通信中的高数据速率	12	4.3 DFT扩展OFDM	40
2.1 高数据速率:基本约束	12	4.3.1 基本原理	40
2.1.1 噪声受限场景下的高数据速率	13	4.3.2 DFTS-OFDM接收机	42
2.1.2 干扰受限时的更高数据速率	14	4.3.3 使用DFTS-OFDM的用户复用	43
2.2 有限带宽的更高数据速率:更高阶调制	15	4.3.4 分布式DFTS-OFDM	43
2.2.1 与信道编码相结合的更高阶调制	16	第 5 章 多天线技术	45
2.2.2 瞬时发送功率的变化	16	5.1 多天线配置	45
2.3 包含多载波传输的更宽带宽	17	5.2 采用多天线技术的好处	45
第 3 章 OFDM 传输	20	5.3 多根接收天线	46
3.1 OFDM基本原理	20	5.4 多根发射天线	50
3.2 OFDM解调	22	5.4.1 发射天线分集	50
3.3 用IFFT/FFT实现OFDM	23	5.4.2 通过空时编码实现的分集	51
3.4 循环前缀插入	24	5.4.3 发射端的波束赋形	52
3.5 OFDM传输的频域模型	25	5.5 空分复用	54
3.6 信道估计和参考符号	26	5.5.1 基本原理	55
3.7 OFDM频率分集:信道编码的重要性	27	5.5.2 基于预编码的空分复用	57
3.8 OFDM基本参数选择	28	5.5.3 非线性接收机处理	58
3.8.1 OFDM子载波间隔	28	第 6 章 调度、链路自适应和混合 ARQ 技术	60
3.8.2 子载波数目	29	6.1 链路自适应:功率和速率控制	60
		6.2 信道相关调度	61

6.2.1	下行链路调度	62	9.2	常规子帧和MBSFN子帧	100
6.2.2	上行链路调度	64	9.3	天线端口	101
6.2.3	频域内的链路自适应和信道 相关调度	66	9.4	双工方式	102
6.2.4	信道状态信息的获取	66	9.4.1	FDD	102
6.2.5	业务行为与调度	67	9.4.2	TDD	103
6.3	高级重传机制	68	9.4.3	LTE与TD-SCDMA共存	106
6.4	带有软合并的混合ARQ	68	9.5	载波聚合	106
9.6	LTE载波的频域位置	109			
第7章	LTE无线接入：概述	72	第10章	下行物理层传输机制	111
7.1	基本原理	73	10.1	下行传输信道处理	111
7.1.1	传输方案	73	10.1.1	处理步骤	111
7.1.2	信道相关调度和速率自适应	74	10.1.2	集中和分布式资源映射	115
7.1.3	小区间干扰协调	75	10.2	下行参考信号	118
7.1.4	带有软合并的混合ARQ	75	10.2.1	小区特定参考信号	118
7.1.5	多天线传输	75	10.2.2	DM-RS	120
7.1.6	频谱灵活性	76	10.2.3	CSI-RS	123
7.2	LTE规范第9版	77	10.2.4	准共同定位关系	126
7.2.1	多播和广播的支持	77	10.3	多天线传输	126
7.2.2	定位	78	10.3.1	传输模式	127
7.2.3	双流波束赋形	78	10.3.2	发射分集	128
7.3	LTE规范第10版以及IMT-Advanced	78	10.3.3	基于码本的预编码	130
7.3.1	载波聚合	78	10.3.4	非码本预编码	133
7.3.2	扩展的多天线传输	79	10.3.5	下行MU-MIMO	134
7.3.3	中继	79	10.4	下行L1/L2控制信令	136
7.3.4	异构部署	80	10.4.1	物理控制格式指示信道	137
7.4	LTE规范第11版	80	10.4.2	物理混合ARQ指示信道	139
7.4.1	多点协同与传输	80	10.4.3	物理下行控制信道	142
7.4.2	增强的控制信道结构	81	10.4.4	增强物理下行控制信道	146
7.4.3	载波聚合增强	81	10.4.5	PDCCH和ePDCCH的盲 解码	149
7.4.4	先进接收机	81	10.4.6	下行调度分配	153
7.5	终端能力	81	10.4.7	上行调度授权	159
第8章	无线接口架构	83	10.4.8	载波聚合和跨载波调度	163
8.1	总体系统架构	83	10.4.9	功率控制命令	165
8.1.1	核心网	83	第11章	上行物理层处理	166
8.1.2	无线接入网络	84	11.1	传输信道处理	166
8.2	无线协议架构	85	11.1.1	处理步骤	166
8.2.1	无线链路控制	87	11.1.2	映射到物理资源	168
8.2.2	媒体接入控制	88	11.1.3	PUSCH跳频	169
8.2.3	物理层	93	11.2	上行参考信号	171
8.3	控制平面协议	94	11.2.1	解调参考信号	171
第9章	物理传输资源	97	11.2.2	探测参考信号	177
9.1	总体的时频结构	97			

11.3 上行多天线传输	179	13.7 信道状态信息	231
11.3.1 基于预编码的PUSCH多 天线传输	180	13.7.1 CQI	232
11.3.2 上行MU-MIMO	182	13.7.2 RI和PMI	232
11.3.3 PUCCH发送分集	183	13.7.3 周期和非周期性CSI报告	233
11.4 上行L1/L2控制信令	183	13.7.4 信道状态信息CSI估计	236
11.4.1 PUCCH的基本结构	184	第 14 章 接入过程	238
11.4.2 PUCCH上的上行控制 信令	190	14.1 小区搜索和获取小区系统信息	238
11.4.3 PUSCH上的上行L1/L2 控制信令	196	14.1.1 LTE小区搜索概论	238
11.5 上行功率控制	199	14.1.2 PSS结构	240
11.5.1 上行功率控制的一些基 本规则	199	14.1.3 SSS结构	240
11.5.2 PUCCH的功率控制	200	14.2 系统信息	241
11.5.3 PUSCH功率控制	202	14.2.1 MIB和BCH传输	241
11.5.4 SRS的功率控制	203	14.2.2 系统信息块	243
11.6 上行定时对齐	203	14.3 随机接入	246
第 12 章 重传协议	205	14.3.1 第一步: 随机接入前导 序列的发送	247
12.1 软合并HARQ	206	14.3.2 第二步: 随机接入响应	252
12.1.1 下行HARQ	208	14.3.3 第三步: 终端识别	253
12.1.2 上行HARQ	208	14.3.4 第四步: 竞争解决	253
12.1.3 HARQ时序	210	14.4 寻呼	254
12.2 RLC	215	第 15 章 多点协作和传输	256
12.2.1 RLC SDU的分段、级联 和重组	215	15.1 规范第8版中的小区间干扰协调	258
12.2.2 RLC重传	216	15.2 规范第10版和第11版的多点协作 和传输	259
12.2.3 顺序传递	217	15.2.1 多点协作	260
12.2.4 RLC的运作	217	15.2.2 多点传输	263
第 13 章 调度和速率适配	220	15.2.3 上行多点协作和接收	265
13.1 下行调度	221	第 16 章 异构网部署	267
13.2 上行调度	222	16.1 异构网部署中的干扰情况	268
13.2.1 上行优先级处理	222	16.2 使用规范第8版功能的异构网部署	270
13.2.2 调度请求	223	16.3 频域分区	271
13.2.3 缓存状态报告	224	16.4 时域分区	272
13.2.4 功率余量报告	225	16.5 共享小区	274
13.3 调度分配/授权的时序	226	16.6 封闭用户组	276
13.3.1 下行调度时序	226	第 17 章 多媒体广播多播业务	278
13.3.2 上行调度时序	227	17.1 架构	278
13.4 半持续调度	228	17.2 总的信道结构和物理层处理	280
13.5 半双工FDD系统的调度	229	17.3 MBMS业务的调度	282
13.6 DRX和分量载波去激活	230	第 18 章 中继	285
		18.1 LTE中的中继	285