

# 移动通信原理与系统

## 第八章 LTE 系统

Xiuhua Fu

2018 年 5 月 19 日

① LTE 系统概述

② LTE 网络结构

③ LTE 物理层关键技术

# contents

## 1 LTE 系统概述

## 2 LTE 网络结构

## 3 LTE 物理层关键技术

# LTE 提出 I

- LTE (Long Term Evolution, 长期演进), 是 3GPP 组织定义的下一代无线通信标准。
- WiMAX 的崛起推动 LTE 的发展



## LTE 提出 II

- 2G/3G 网络对语音业务提供了很好的支持，LTE 重点是在 2G/3G 网络之上构建一个“宽带数据接入网络”。

# LTE 设计目标 I

- LTE Overview(Author: Magdalena Nohrborg, for 3GPP)
  - LTE (Long Term Evolution) or the E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Access Network), introduced in 3GPP R8, is the access part of the Evolved Packet System (EPS). The main requirements for the new access network are **high spectral efficiency**, **high peak data rates**, **short round trip time** as well as **flexibility in frequency and bandwidth**.
- 频谱灵活性
  - 带宽从 1.4MHz~20MHz (1.4、3、5、10、15、20)
  - 支持全球 2G/3G 主流频段，同时支持一些新增频段.
- 峰值速率 (20MHz 带宽)
  - 下行峰值 100Mbps，上行峰值 50Mbps。

# LTE 设计目标 II

- 时延

- 控制面 IDLE  $\rightarrow$  ACTIVE:  $< 100\text{ms}$
- 用户面单向传输:  $< 5\text{ms}$

- 移动性

- 350 km/h (在某些频段甚至支持 500km/h)
- 能为速度  $> 350\text{km/h}$  的用户提供 100kbps 的接入服务

# LTE 发展 I

## LTE 标准化进程

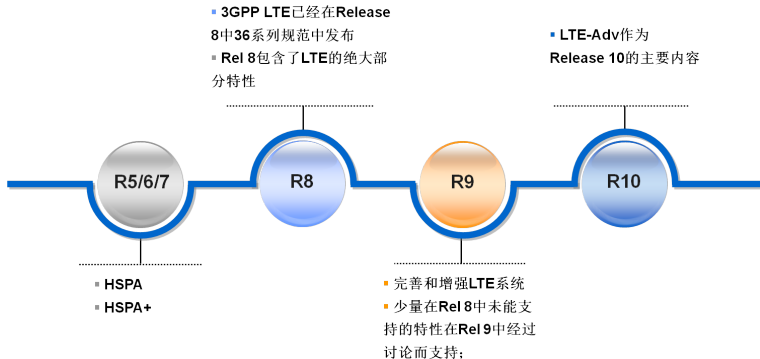
- 2004 年 12 月 3GPP 正式成立了 LTE 的研究项目。
- 2006 年 9 月完成可行性研究，并输出技术报告。
- 2006 年 9 月正式开始工作项目 WI (Work Item) /标准制定阶段，2008 年年底推出首个商用协议版本。
- 2008 年 3 月，ITU-R WP5D 第一次会议上发出了征集 IMT-Advanced 技术的通函，标志着 4G 宽带移动通信技术方案征集正式打开了序幕。



## LTE 发展 II

- 2009 年 10 月 ITU-R WP5D 第 6 次会议上，ITU 的“最终截稿”收到了 6 项提案。6 项提案涵盖了 LTE-Advanced（包括 TDD 和 FDD 两种制式）和 802.16m 两大类技术方案，ITU 确定这两类技术为 4G 国际标准。
- 中国主导的具有自主知识产权的 TD-LTE-Advanced，作为 LTE-A 技术的 TDD 分支，已获得欧洲标准化组织 3GPP 和国际通信企业的广泛认可和支持。

# LTE 发展 III



# LTE 发展 IV



## 3GPP Specification series

[Go to spec numbering scheme page](#)

Click on spec number for details

spec number	title	notes
<a href="#">TS 36.101</a>	Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception	
<a href="#">TS 36.104</a>	Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio transmission and reception	
<a href="#">TS 36.106</a>	Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); FDD repeater radio transmission and reception	
<a href="#">TS 36.111</a>	Location Measurement Unit (LMU) performance specification; Network based positioning systems in Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)	
<a href="#">TS 36.112</a>	Location Measurement Unit (LMU) conformance specification; Network based positioning systems in Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)	
<a href="#">TS 36.113</a>	Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) and repeater ElectroMagnetic Compatibility (EMC)	
<a href="#">TS 36.116</a>	Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Relay radio transmission and reception	
<a href="#">TS 36.117</a>	Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Relay conformance testing	
<a href="#">TS 36.124</a>	Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Electromagnetic compatibility (EMC) requirements for mobile terminals and ancillary equipment	
<a href="#">TS 36.133</a>	Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Requirements for support of radio resource management	
<a href="#">TS 36.141</a>	Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) conformance testing	
<a href="#">TS 36.143</a>	Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); FDD repeater conformance testing	
<a href="#">TS 36.171</a>	Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Requirements for Support of Assisted Global Navigation	

## LTE 发展 V

3GPP Portal  
A GLOBAL INITIATIVE

General Versions Responsibility Related Specification #: 36.101

**Release 14**(Spec is UCC for this Release) Latest Remark:

Meetings	Version	Upload date	Comment
<a href="#">RAN#75</a>	<a href="#">14.3.0</a>	2017-03-28	
<a href="#">RAN#74</a>	<a href="#">14.2.1</a>	2017-01-14	
<a href="#">RAN#74</a>	<a href="#">14.2.0</a>	2017-01-12	
<a href="#">RAN#73</a>	<a href="#">14.1.0</a>	2016-10-12	
<a href="#">RAN#72</a>	<a href="#">14.0.0</a>	2016-07-08	

**Release 13**(Spec is UCC for this Release) Latest Remark:

Meetings	Version	Upload date	Comment
<a href="#">RAN#75</a>	<a href="#">13.7.0</a>	2017-03-28	
<a href="#">RAN#74</a>	<a href="#">13.6.1</a>	2017-01-14	
<a href="#">RAN#74</a>	<a href="#">13.6.0</a>	2017-01-12	
<a href="#">RAN#73</a>	<a href="#">13.5.0</a>	2016-10-12	
<a href="#">RAN#72</a>	<a href="#">13.4.0</a>	2016-07-08	
<a href="#">RAN#71</a>	<a href="#">13.3.0</a>	2016-03-31	
<a href="#">RAN#70</a>	<a href="#">13.2.1</a>	2016-01-15	Editorial correction: Correct...
<a href="#">RAN#70</a>	<a href="#">13.2.0</a>	2016-01-08	
<a href="#">RAN#69</a>	<a href="#">13.1.0</a>	2015-10-09	
<a href="#">RAN#68</a>	<a href="#">13.0.0</a>	2015-07-10	

# contents

① LTE 系统概述

② LTE 网络结构

③ LTE 物理层关键技术

# LTE 技术的“演进”和“革命” I

- 网络架构变革

- 纵向层次简化，采用扁平化的结构，把无线资源管理功能集成到 eNB 中，减少接入协议之间的交互时延提高效率；减少网元类型，减少部署成本。
- 集中式向分布式转变，避免“单点故障”；降低核心网网元对于硬件平台的要求。

- 核心技术变革

- 采用 OFDM/MIMO，实现无线信道资源的深度挖掘
  - 频域扩展：大带宽解决方案，不同带宽、统一处理。
  - 空域扩展：统一的自适应 MIMO 架构。

# LTE 技术的“演进”和“革命” II

- 全分组化无线接口
  - 去除 CS/PS 域之分，简化信令流程。
  - 横向灵活互联，基于统一的 IP 技术，具有更好的业务支持能力和网络可扩展性。

# LTE 的结构 I

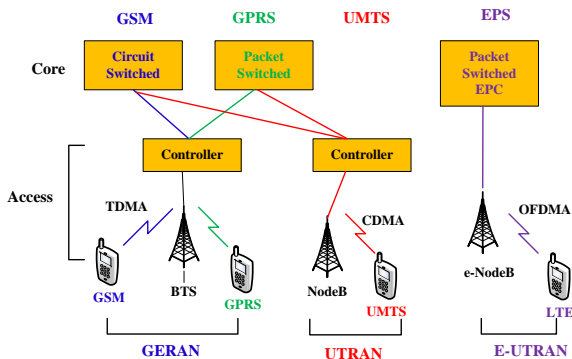


Figure: 从 GSM 到 LTE 的网络演进



# LTE 的结构 II

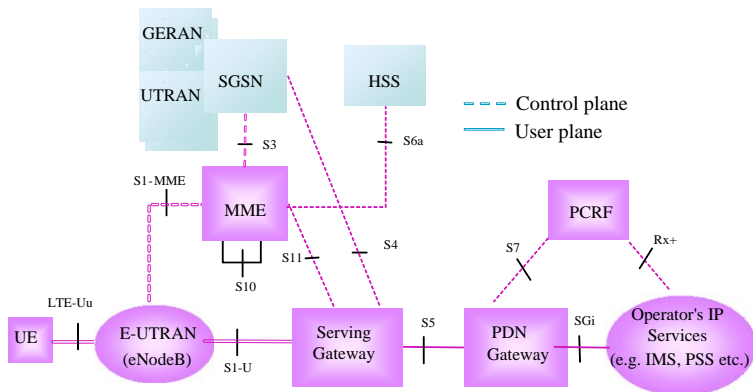


Figure: LTE 网络结构

# LTE 的结构 III

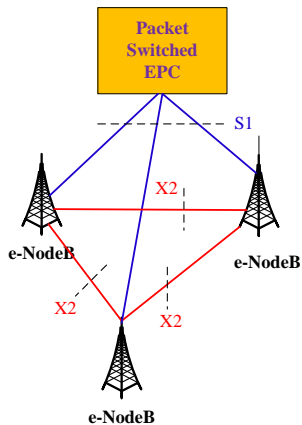


Figure: x2 和 s1 接口

# contents

① LTE 系统概述

② LTE 网络结构

③ LTE 物理层关键技术

# LTE 帧结构 I

- LTE 采用 OFDM 技术，子载波间隔为  $f=15\text{kHz}$ ，2048 阶 IFFT，则帧结构的时间单位为  $T_s = 1/(2048 \times 15000)$  秒。
- FDD 类型无线帧长 10ms，每帧含有 20 个时隙，每时隙为 0.5ms。两个相邻时隙构成一个无线帧。
- TDD 类型帧长度与 FDD 相同，但每个 10ms TDD 帧由 10 个 1ms 的子帧组成，其中含 2 个特殊子帧。
- 普通 CP 配置下，一个时隙包含 7 个连续的 OFDM 符号。

# LTE 帧结构 II

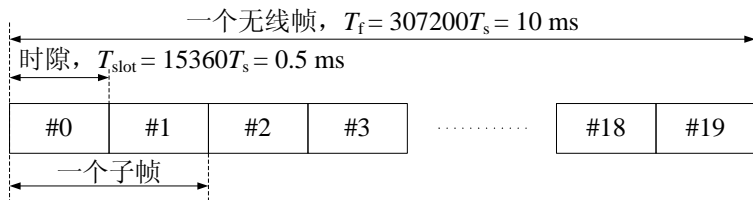


Figure: FDD 类型帧结构

# LTE 帧结构 III

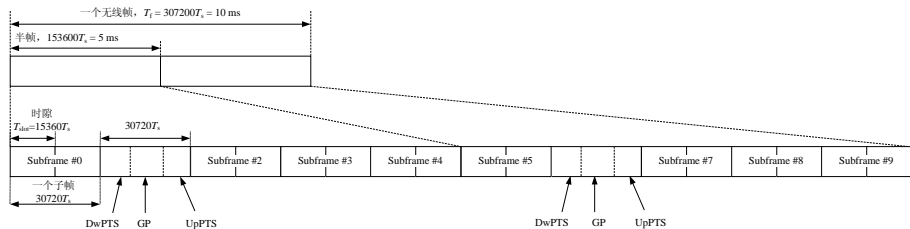


Figure: TDD 类型帧结构

## LTE 帧结构 IV

Table: TDD 子帧上下行分配

Uplink- Downlink 配置	Downlink- Uplink 转 换点周期	Subframe number									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

# LTE 帧结构 V

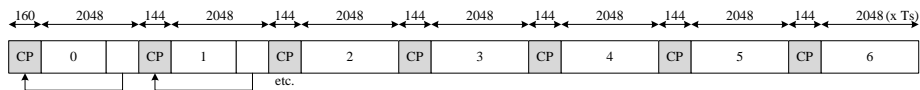


Figure: 上下行普通 CP 配置下时隙结构 ( $\Delta f = 15\text{kHz}$ )

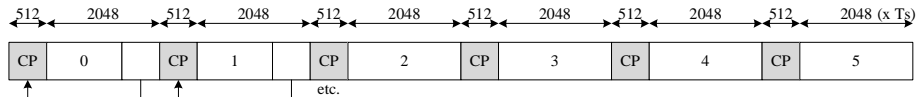


Figure: 上下行扩展 CP 配置下时隙结构 ( $\Delta f = 15\text{kHz}$ )



# LTE 帧结构 VI

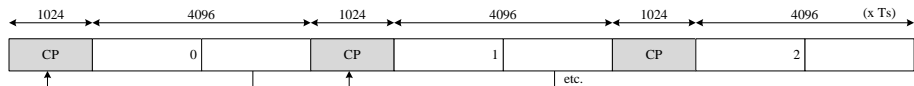
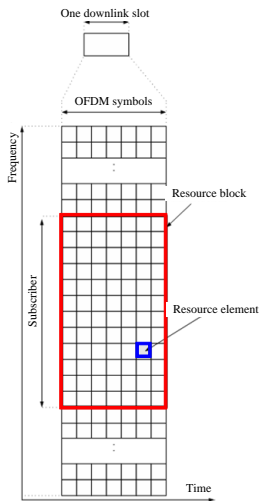


Figure: 上下行扩展 CP 配置下时隙结构 ( $\Delta f = 7.5\text{kHz}$ )

# 资源块 (RB) I



## 下行链路的 OFDMA I

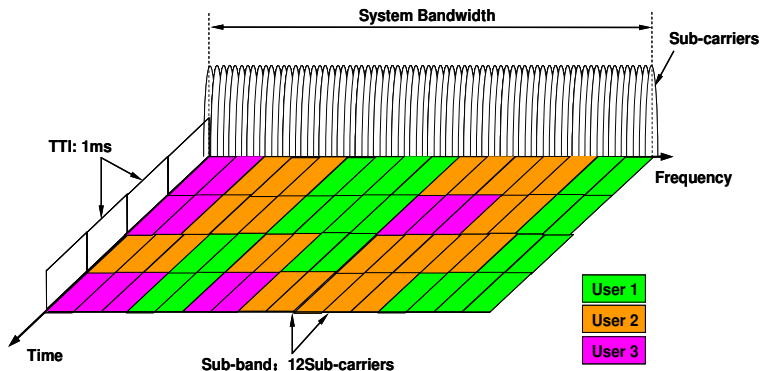


Figure: OFDMA 的工作原理

# 上行链路的 SC-FDMA I

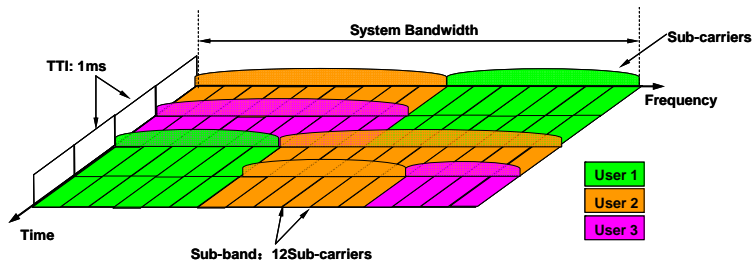


Figure: SC-FDMA 的工作原理