

# 通信前言技术

张兴锐

# Contents

<b>1</b>	<b>LTE 概述</b>	<b>3</b>
1.1	LTE 性能指标	3
1.2	LTE 网络体系架构	3
1.2.1	LTE 网络体系架构组成	3
1.2.2	LTE 网络架构特点	4
1.3	LTE 关键技术	4
1.3.1	多天线技术 MIMO	4
1.3.2	正交频分复用 (OFDM) 技术	5
1.4	LTE 发展现状	6
1.4.1	主要运营商策略	6
1.5	LTE 发展面临的挑战	6
1.6	LTE 与 4G 的关系	6
1.6.1	基本概念	6
1.6.2	性能指标	6
1.6.3	关键技术	6
<b>2</b>	<b>5G 概述</b>	<b>7</b>
2.1	5G 概念	7
2.1.1	5G 标准化进程	7
2.1.2	5G 应用场景及性能指标	7
2.1.3	5G 空口 (NR) 技术标准进展	8
2.1.4	网络架构特点	9
<b>3</b>	<b>移动互联网概述</b>	<b>10</b>
3.1	移动互联网概念及特点	10
3.1.1	概念	10
3.1.2	特点	10
3.1.3	移动互联网发展现状	10
3.1.4	移动互联网发展趋势	10
<b>4</b>	<b>物联网</b>	<b>11</b>
4.1	概念和体系架构	11
4.1.1	概念	11
4.1.2	体系架构	11

4.2	物联网应用 . . . . .	11
4.3	物联网发展现状 . . . . .	11
4.4	物联网产业链及发展趋势 . . . . .	11
<b>5</b>	<b>云计算</b>	<b>13</b>
5.1	定义 . . . . .	13
5.2	服务形式 . . . . .	13
5.2.1	云类型 . . . . .	13
5.3	云计算发展趋势 . . . . .	13
5.4	云计算应用 . . . . .	13
<b>6</b>	<b>ICT 行业发展概述</b>	<b>14</b>
6.1	ICT 发展阶段 . . . . .	14
6.2	发展现状 . . . . .	14
6.3	技术发展趋势 . . . . .	14
6.3.1	CT - 传递信息的技术 . . . . .	14
6.4	ICT 的创新体系 . . . . .	14

# Chapter 1

## LTE 概述

### 1.1 LTE 性能指标

1. 数据峰值：上 50M, 下 100M
2. 延迟：空闲转活跃 100ms，用户面低于 5ms
3. 移动性：速率高达 350km/h 的用户设备链接
4. 支持多种带宽分配

### 1.2 LTE 网络体系架构

#### 1.2.1 LTE 网络体系架构组成

1. EPS：网络体系的全程
2. E-UTRAN：演进 UMTS 陆地无线接入网络
3. EPC：演进分组核心网络

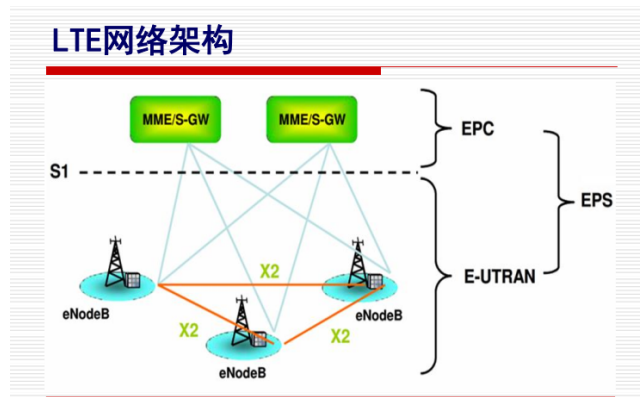


Figure 1.1: LTE 网络架构

### 1.2.2 LTE 网络架构特点

1. 网络结构更加简单扁平
2. 取消 RNC 的集中控制，避免单点故障，有利于提高网络稳定性。

## 1.3 LTE 关键技术

### 1.3.1 多天线技术 MIMO

**基本概念** 在发送和接收端采用多跟天线，多输入输出

**采用 MIMO 的目的** 通过充分利用空间资源，提高频谱效率，增加系统容量，实现更广覆盖。

#### 1.3.1.1 单天线系统容量

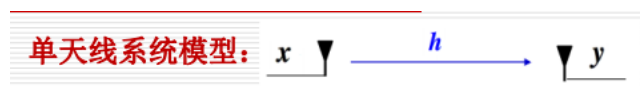


Figure 1.2: 单天线发射模型

接收端:  $y = xh + n$ 。

假设发射段功率为  $P_t$ ，则接收端功率为  $|h|^2 P_t$ 。接受信噪比  $SNR = \frac{P_R}{\sigma^2} =$

$$\frac{|h|^2 P_t}{\sigma^2} = |h|^2 \rho$$

信道容量  $C_0 = B \log(1 + SNR) = B \log(1 + |h|^2 \rho)$

单位频谱信道容量:  $C = \log(1 + |h|^2 \rho)$

### 1.3.1.2 各类系统容量

SISO  $C = \log(1 + |h|^2 \rho)$

SIMO  $C = \log(1 + \sum_{i=1}^M |h|^2 \rho)$

MISO  $C = \frac{1}{N} \log(1 + \sum_{i=1}^N |h|^2 \rho)$

MIMO  $C = \log[\det(I_M + \frac{\rho}{N} H H^*)]$

在 MIMO 系统中, 如果 N, M 足够大,  $C = \min\{N, M\} \log(\rho/2)$ , 其系统容量随着天线数目的增加而线性增加

### 1.3.2 正交频分复用 (OFDM) 技术

#### 1.3.2.1 OFDM 实现流程

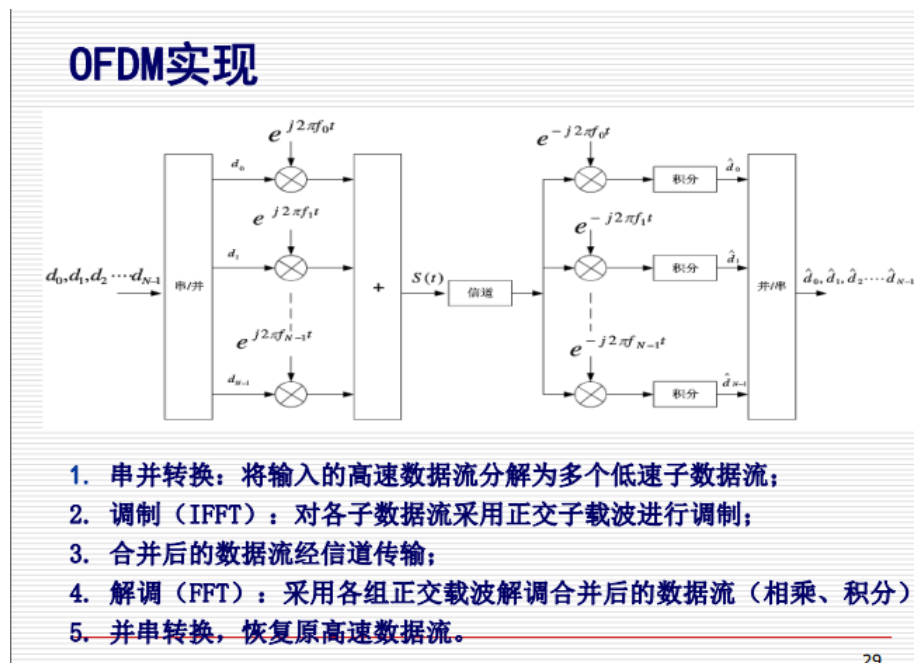


Figure 1.3: OFDM 实现流程

#### 1.3.2.2 OFDM 的优缺点

**优点** 高频率效率；对抗频率选择性衰落；支持快带传输，消除 ISI 影响。

**缺点** 对频率偏移和相位噪声很敏感；峰均比 (PAPR) 较大，导致射频放大器的功效较低。

## 1.4 LTE 发展现状

发展迅速，**智能手机**是用户快速增长的主动力。

### 1.4.1 主要运营商策略

**Verizon** 快速建网抢占先机

**DoCoMo** 开放态度对待 OTT 服务提供商; 为 SP 用户提供增值服务, 实现 SP 用户快速增加

**SKT** 快速部署全国性网络

## 1.5 LTE 发展面临的挑战

1. 频谱分散
2. 突发业务的应对
3. 核心网: 网络架构各层之间的感知和保障

## 1.6 LTE 与 4G 的关系

### 1.6.1 基本概念

LTE-3.9G, LTE 的演进版本-LTE-Advanced(LTE-A) 被称为 4G。

### 1.6.2 性能指标

1. LTE 与 4G 的少量性能存在差异
2. 4G 上行下行峰值速率分别为 500Mbps,1Gbps

### 1.6.3 关键技术

LTE 与 4G 均才用 MIMO,OFDM 等技术, 因此被称为准 4G。

## Chapter 2

# 5G 概述

### 2.1 5G 概念

5G 是对现有技术的演进，不是一种新技术。

#### 2.1.1 5G 标准化进程

1. **2016-2018.93GPP** 完成标准制定，满足初步商业化部署。
2. **2020** 完成全部商业化。

#### 2.1.2 5G 应用场景及性能指标

##### 2.1.2.1 应用场景

1. 增强移动带宽 (eMBB)。
  - 高速上网，办公室，密集住宅。
  - 更高用户移动性要求。地铁，高铁。
2. 大规模机器类通信，海量连接 (mMTC)。
  - 传感和数据采集为目标的物联网场景。环境监测、智能农业、智能家居
  - 小数据包，传感数据量小。存在大量终端设备。
3. 低时延高可靠通信 (URLLC)。场景：智能交通系统（车联网），工业控制等特殊应用需求。指标：毫秒级别。

##### 2.1.2.2 性能指标

数据峰值速率，频谱效率，移动性，连接密度，延迟。具体：



## 5G应用场景及性能指标

应用场景	性能参数	性能指标
增强移动宽带（eMBB）	传输速率峰值	100Mbps（下行）
		50Mbps（上行）
	频谱效率	15bits/Hz（下行）
		30bits/Hz（上行）
机器类通信（mMTC）	移动性	500km/h
	连接密度	100万/平方公里
	能效	高能效，切换至低能耗模式
低时延超可靠通信（URLLC）	时延	低于1ms

Figure 2.1: 5G 应用场景及性能指标

### 2.1.3 5G 空口（NR）技术标准进展

#### 2.1.3.1 码型优化及多址接入

5G 将采用基于 OFDM 优化的波形和多址接入技术

#### 2.1.3.2 灵活的框架设计

- 可扩展时间间隔
- 自包含集成子帧

#### 2.1.3.3 新型无线技术

大规模 MIMO 频谱效率提升、系统容量提高、用户速率及覆盖范围提升

**信道编码技术 背景：** LTE 采用 Turbo 码作为信道编码方案，但 Turbo 码译码过程复杂，迭代译码方式导致时延过长，不适用于 5G 应用场景。现有码：华为 - 极化码，高通 - LDPC，法国-Turbo2.0

**频谱共享技术 主要技术** LTE-U,LAA(授权辅助接入),MulteFire

#### 2.1.3.4 终端直连技术

讲传统的“终端 - 网络 - 终端”的方式变为“终端-终端”**场景：** 基础设施无法正常使用情况。

**优点：**时延降低、终端能耗降低。

## **2.1.4 网络架构特点**

### **2.1.4.1 网络切片**

**概念：**利用虚拟化技术将通用网络基础设施资源虚拟化为多个专用虚拟网络, 每个虚拟网络称为一个网络切片。

## Chapter 3

# 移动互联网概述

### 3.1 移动互联网概念及特点

#### 3.1.1 概念

移动互联网将移动通信和互联网二者相结合,也即用户采用移动终端进行网络访问。

#### 3.1.2 特点

1. 高便携性,随时随地都可使用
2. 接入便携,可通过多种无线接入技术实现网络访问。
3. 即时性。
4. 定向性。基于位置服务
5. 精准性。个性化。

### 3.2 移动互联网发展现状

使用率最高的是**即时通信业务**,网上购物最多的是**淘宝**

### 3.3 移动互联网发展趋势

1. 实现技术多样化。
2. 商业模式多元化。

## Chapter 4

# 物联网

### 4.1 概念和体系架构

#### 4.1.1 概念

物物相连的网络，是互联网的拓展网络。

#### 4.1.2 体系架构

三层体系架构：应用层，网络层（各类异构接入网络异构融合），感知层。

### 4.2 物联网应用

1. 智能交通
2. 环境检测
3. 智能物流
4. 智能家居
5. 智能电网
6. 智能农业

### 4.3 物联网发展现状

### 4.4 物联网产业链及发展趋势

- 多元化发展
- 与云计算、大数据结合。

- 依托蜂窝技术
- 微电子成本下降。

## Chapter 5

# 云计算

### 5.1 定义

云计算是一种 IT 资源的交付和使用模式, 提供资源的网络被称为“云”。

### 5.2 服务形式

- IaaS: 基础设施即服务。租用硬件服务器。
- SaaS: 软件即服务。租用云服务器。
- Pass: 平台即服务。

#### 5.2.1 云类型

- 公有云, 可以用公有云提供个性化的软件。
- 私有云, 企业自建, 为企业专用。

### 5.3 云计算发展趋势

1. 虚拟化技术向软硬协同方向发展
2. 大规模分布式存储技术成为主流技术
3. 分布式计算技术不断完善和提升
4. 安全与隐私将获得更多关注

### 5.4 云计算应用

亚马逊 Amazon, 谷歌 Google....

## Chapter 6

# ICT 行业发展概述

### 6.1 ICT 发展阶段

1. 数字化
2. 信息化
3. 智能化
4. 智慧化

### 6.2 发展现状

### 6.3 技术发展趋势

#### 6.3.1 CT - 传递信息的技术

网络重构：核心：云、SDN，NFV 与开源。

##### 6.3.1.1 IT-将有用信息进行处理的技术

### 6.4 ICT 的创新体系

“网”创新：聚焦智能网络。