

**ZTE中兴**

# LTE 技术指导书

**中兴通讯股份有限公司**  
**Z T E C O R P O R A T I O N**

# LTE 技术指导书

关于本文：

版 本	日 期	作 者	审 核 者	备 注
V3.00	2007.5.28	李春艳		创建

5

Copyright © 2006 ZTE Corporation Shenzhen P. R. China

**ZTE CONFIDENTIAL:** This document contains proprietary information of ZTE Corporation and is not to be disclosed or used except in accordance with applicable agreements.

Due to update and improvement of ZTE products and technologies, information of the document is subjected to change without notice.

# 目录

	<b>1 概述.....</b>	<b>5</b>
	1.1 背景介绍 .....	5
5	1.1.1 无线通讯演进过程概述.....	5
	1.1.2 WCDMA 技术演进过程 .....	6
	1.2 LTE 简介和标准进展 .....	6
	<b>2 LTE 系统.....</b>	<b>8</b>
	2.1 体系结构 .....	8
10	2.1.1 无线协议结构.....	11
	2.1.2 RRC 级功能划分 .....	13
	2.2 无线接口协议 .....	15
	2.2.1 S1 接口 .....	15
	2.2.2 X2 接口 .....	17
15	<b>3 LTE 主要技术特征.....</b>	<b>18</b>
	3.1 峰值数据速率 .....	19
	3.2 控制面延迟时间.....	19
	3.3 控制面容量.....	19
	3.4 用户面延迟时间.....	20
20	3.5 用户面流量.....	20
	3.6 频谱效率 .....	20
	3.7 移动性 .....	20
	3.8 覆盖（小区边界比特速率） .....	20
	3.9 多媒体广播多播业务 (MBMS) .....	20
25	3.10 多带宽支持.....	21
	3.11 与已有 3GPP 无线接入技术的共存和交互.....	21
	3.12 无线资源管理需求 .....	21
	3.13 减小 CAPEX 和 OPEX .....	21
	3.14 E-UTRAN 物理层技术特征 .....	21
30	3.15 信道类型和映射关系.....	21
	<b>4 无线资源管理 .....</b>	<b>26</b>
	4.1 无线承载控制 RBC.....	26
	4.2 无线接纳控制 RAC.....	26
	4.3 连接移动性控制 CMC.....	27
35	4.4 分组调度 PS-动态资源分配 DRA.....	27
	4.5 小区间干扰协调 ICIC.....	27

	4.6	负载均衡 LB .....	27
	4.7	RAT 间的无线资源管理 .....	27
	<b>5</b>	<b>移动性过程 .....</b>	<b>27</b>
	5.1	E-UTRAN 内部的移动性过程 .....	28
5	5.2	RAT 间切换 .....	28
	5.3	随机接入 .....	28
	<b>6</b>	<b>物理层过程 .....</b>	<b>29</b>
	6.1	调度 .....	29
	6.2	链路自适应 .....	29
10	6.3	HARQ .....	30
	6.4	小区搜索 .....	30
	6.5	小区干扰抑制 .....	30
	<b>7</b>	<b>LTE 关键技术 .....</b>	<b>30</b>
	7.1	物理层多址方式 .....	30
15	7.2	宏分集（软切换） .....	31
	7.3	调制和编码 .....	31
	7.4	双工方式 .....	31
	7.5	多天线技术 .....	31
	7.6	系统参数设定方法： .....	31
20	7.7	导频结构 .....	32
	7.8	混合自动重传（HARQ）和自动重传（ARQ） .....	33
	<b>8</b>	<b>中兴通讯 LTE 系统 .....</b>	<b>33</b>
	<b>9</b>	<b>缩略语 .....</b>	<b>35</b>
25	<b>10</b>	<b>参考资料 .....</b>	<b>1</b>

## 图表目录

### 图目录

	图 1	无线通信技术和演进图 .....	5
	图 2	各类通信技术市场演进路线图 .....	6
5	图 3	WCDMA 技术发展路标 .....	6
	图 4	LTE 标准 3GPP 中发展图 .....	7
	图 5	3GPP 的 Stage2 阶段对 LTE 的标准总体构架 .....	8
	图 6	系统演进结构 .....	9
	图 7	E-UTRAN 结构 .....	9
10	图 8	E-UTRAN 和 EPC 的功能划分 .....	11
	图 9	控制面协议栈 .....	11
	图 10	User-plane protocol stack .....	12
	图 11	下行链路上的层 2 结构 .....	12
	图 12	上行链路上的层 2 结构 .....	13
15	图 13	PDCP 子层模型 .....	13
	图 14	E-UTRAN 和 UTRAN 切换时 RRC 状态间关系 .....	14
	图 15	E-UTRAN RRC 协议状态 .....	15
	图 16	S1 接口用户面 ((eNB-SAE GW) .....	16
	图 17	S1 接口控制面 (eNB-MME) .....	16
20	图 18	初始上下文建立过程 (蓝色部分) in Idle-to-Active procedure ...	17
	图 19	X2 接口控制面 .....	18
	图 20	LTE 主要技术需求和性能指标概括 .....	19
	图 21	下行传输信道和物理信道的映射 (灰色部分研究中) .....	22
	图 22	上行传输信道和物理信道的映射 .....	22
25	图 23	下行逻辑信道和传输信道的映射 .....	23
	图 24	上行逻辑信道和传输信道的映射 .....	23
	图 25	DL-SCH 物理层模型 .....	24
	图 26	BCH 物理层模型 .....	24
	图 27	PCH 物理层模型 .....	25
30	图 28	MCH 物理层模型 .....	25
	图 29	UL-SCH 物理层模型 .....	26
	图 30	链路自适应调制和信道编码 .....	29
	图 31	SC-FDMA 传输方式 .....	30
35	图 32	基本下行链路参考信号结构 .....	32

# 1 概述

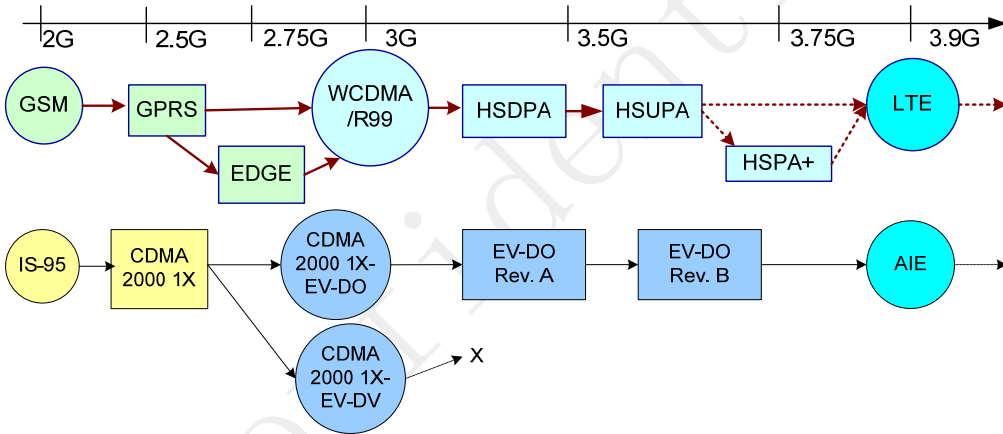
## 1.1 背景介绍

### 1.1.1 无线通讯演进过程概述

5

无线通讯从 2G、3G 到 3.9G 发展过程，是从移动的语音业务到高速业务发展的过程。目前可提供应用的是 3.5G，以 WCDMA 系统来说，可以提供 R5 商用版本和 R6 试验系统；3GPP 组织正在完善 R7 和 R8 的 HSPA+和 LTE 标准，预计 2007 年冻结 R7，2008 年冻结 R8。无线技术的发展更加注重运营商的需求 — NGMN 组织提出系统的发展目标。

无线通讯技术发展和演进过程如下图所示



10

图1 无线通信技术发展和演进图

各种通信技术的市场演进路线图如下图所示。

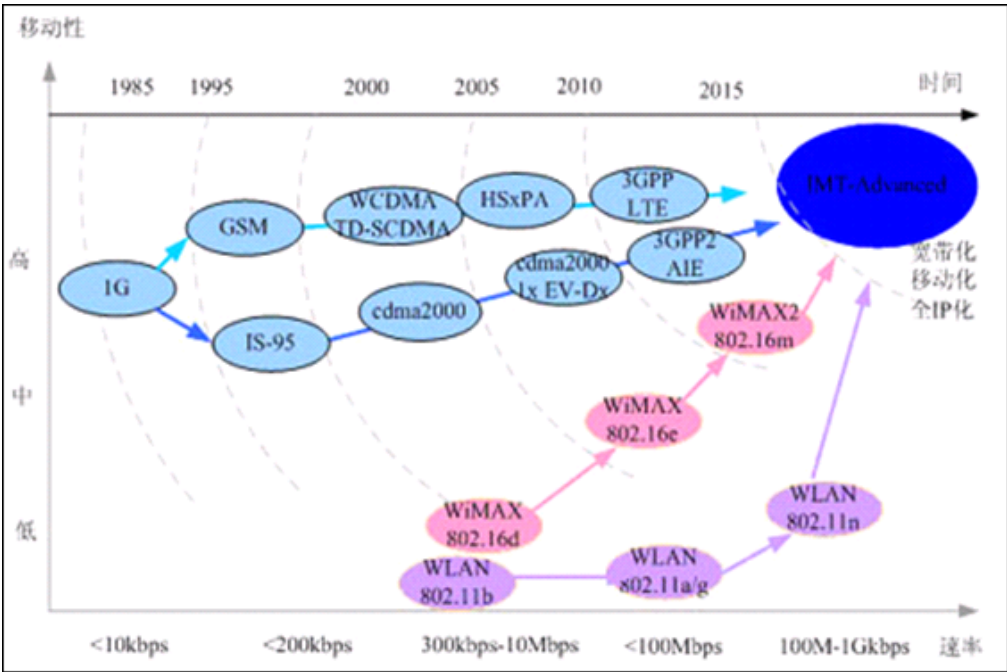


图2 各类通信技术市场演进路线图

1.1.2 WCDMA 技术演进过程

WCDMA 的技术发展路标如下图所示：

Year	2002 - 3	2003 - 4	2005 - 6	2007 - 9	Next decade
DL Throughput	64 - 144 kbps	64 - 384 kbps	0.384 - 4 Mbps	0.384 - 7 Mbps	20+ to > 50 Mbps

Please note that these are peak data rate reference values in good radio conditions

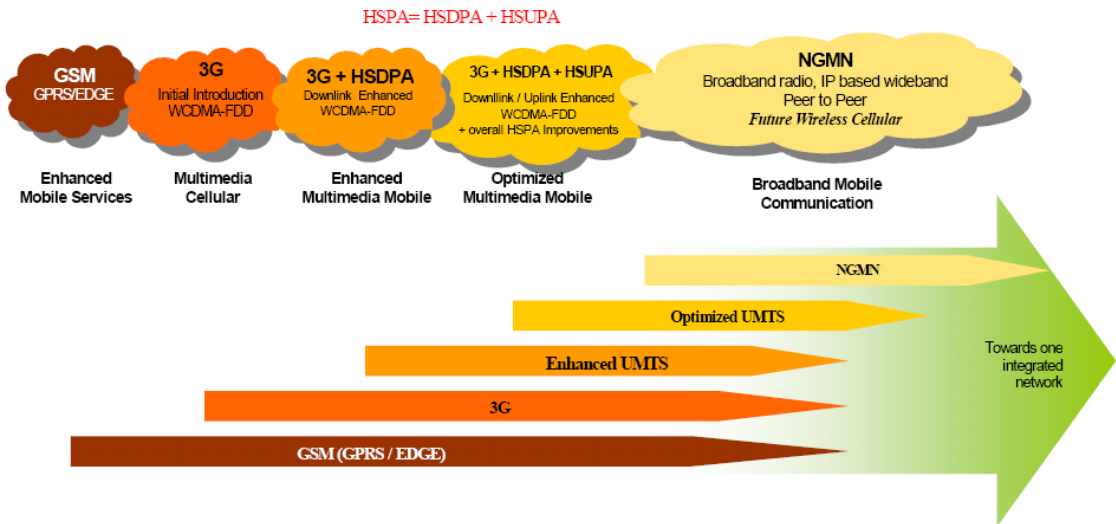


图3 WCDMA 技术发展路标

1.2 LTE 简介和标准进展

3GPP 于 2004 年 12 月开始 LTE 相关的标准工作，LTE 是关于 UTRAN 和 UTRA 改进的项目，LTE 的研究工作按照 3GPP 的工作流程分为两个阶段：SI（Study

Item，技术可行性研究阶段）和 WI（Work Item，具体技术规范的撰写阶段）。SI 和 WI 的计划时间如下图 1 所示。

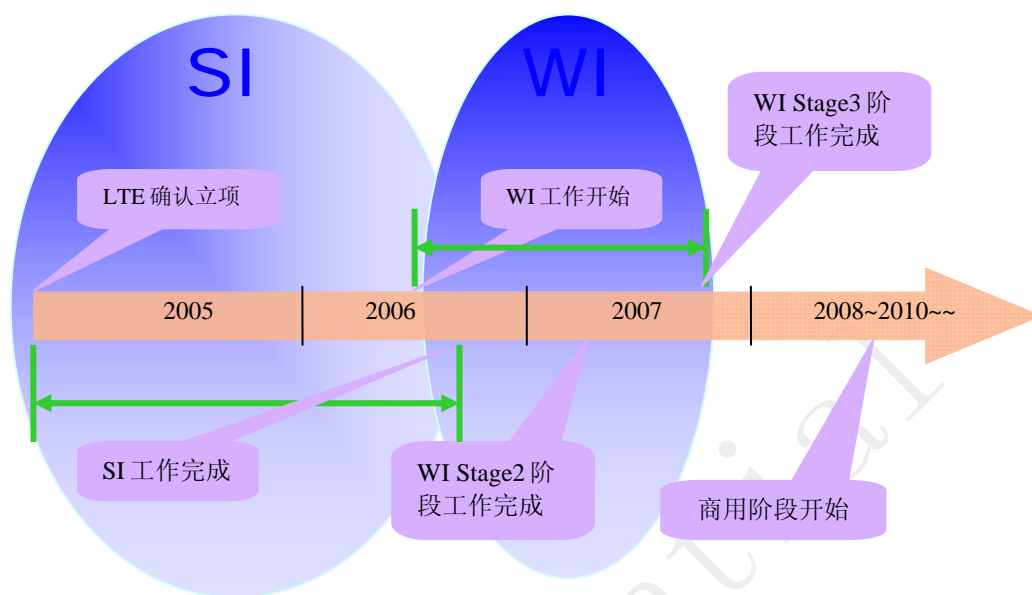


图4 LTE 标准 3GPP 中发展图

5 从上图可见，3GPP 从 2004 年底开始 LTE 相关工作，3GPP 计划从 2005 年 3 月开始，到 2006 年 6 月结束的 SI，最终推迟到 2006 年 9 月结束 SI 阶段工作；3GPP 从 2006 年 6 月开始 WI 阶段的工作，计划 2007 年 3 月完成 WI 的 Stage2 阶段协议工作，2007 年 9 月完成 Stage3 阶段的协议工作并结束 WI；3GPP 计划 2008 年 3 月完成测试规范方面的协议制定工作。从 LTE 标准发展时间可以预计 2009~2010 年左右可以开始 LTE 的商用。成熟的大规模商用预计开始于 2011 年之后。

15 LTE 与现有 3GPP 的 R6、R7 系统结构上有很大不同，E-UTRAN 在整个体系上趋于扁平化，减少了中间节点数量。这种系统结构和体系的改变使得 LTE 较现有 UTRAN 结构接口减少同时降低了成本，并且更易于对设备进行维护管理；在性能上便于减少数据传输延迟的实现。

LTE 主要实现的目的是提供用户：更高的数据速率、更高的小区容量、更低的延迟时间、降低用户以及运营商的成本。

3GPP 在 Stage1 和 Stage2 阶段的工作和技术报告汇总图如下所示。



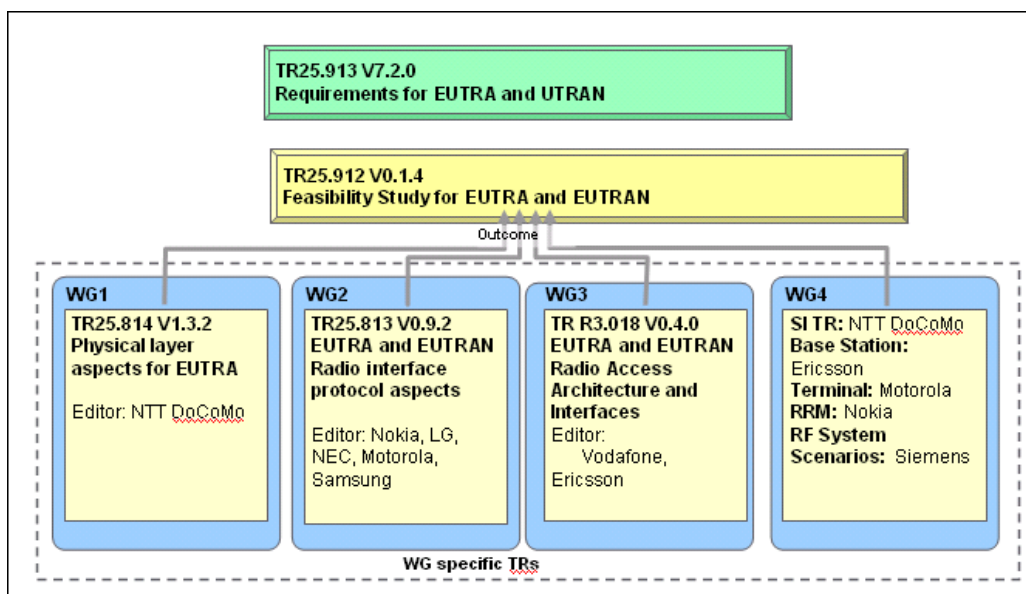


图5 3GPP 的 Stage2 阶段对 LTE 的标准总体构架

现阶段已经进行的 Stage3 在 3GPP 的 36 系列协议中描述，36.300 是 E-UTRAN 的总体介绍。其他 Stage3 的标准正在制定中，可参见 36 系列的所有协议。

## 2 LTE 系统

### 2.1 体系结构

LTE 体系结构可以借助 SAE 体系结构来做详细描述。在 SAE 体系结构中，RNC 部分功能、GGSN、SGSN 节点将被融合为一个新的节点，即分组核心网演进 EPC 部分。这个新节点具有 GGSN、SGSN 节点和 RNC 的部分功能，如下图所示由 MME 和 SAE gateway 两实体来分别完成 EPC 的控制面和用户面功能。SAE 的整体网络结构如下图所示。

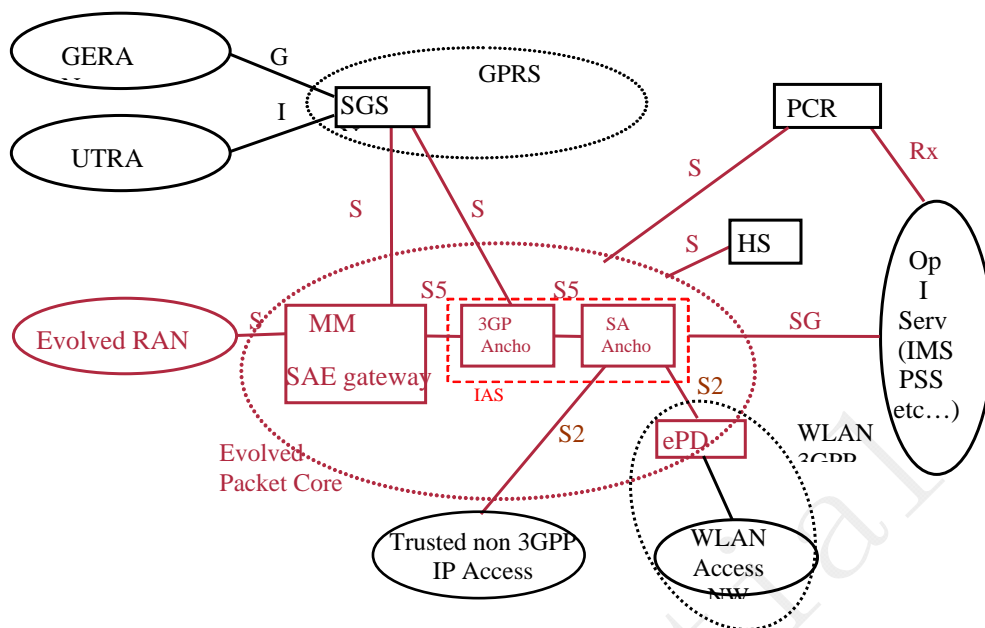


图6 系统演进结构

LTE 在上图中考虑的是 RAN 演进部分也称为 E-UTRA，E-UTRA 包含唯一的节点 eNB，提供 E-UTRA 用户面 RLC/MAC/物理层协议的功能和控制面 RRC 协议的功能，E-UTRAN 的系统结构参见下图的 LTE E-UTRAN 系统结构图所示。

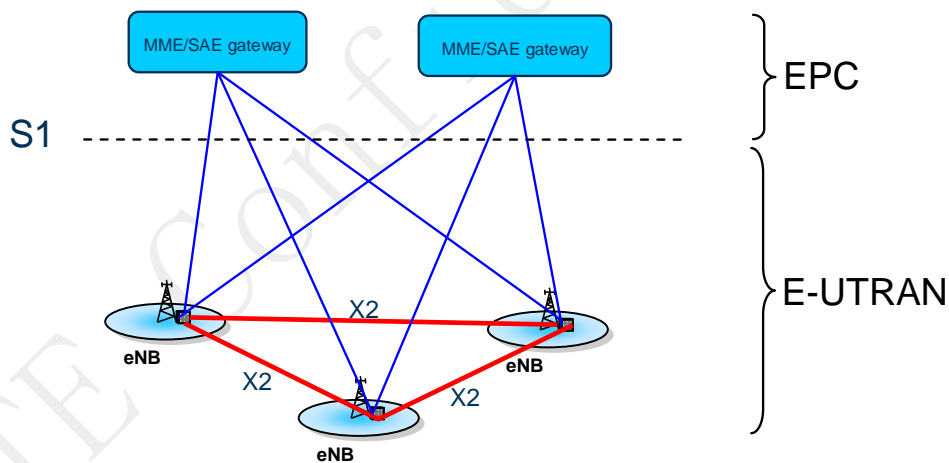


图7 E-UTRAN 结构

分组核心网 EPC 分为移动性管理实体 MME 和 SAE 接入网关两部分。上图中各网元节点的功能划分如下：

● eNB 功能：

LTE 的 eNB 除了具有原来 NodeB 的功能之外，还承担了原来 RNC 的大部分功能，包括有物理层功能（包括 HARQ）、MAC 层功能（包括 ARQ 功能）、RRC 功能（包括无线资源控制功能）、调度、无线接入许可控制、接入移动性管理以及小区间的无线资源管理功能等。具体包括有：

■ 无线资源管理：无线承载控制、无线接纳控制、连接移动性控制、

上下行链路的动态资源分配等功能。

- IP 信头压缩和用户数据流的封装
- UE 附着时选择 MME
- 路由用户面数据到 SAE 网关
- 寻呼消息的调度和传输
- 广播信息的调度和传输
- 用于移动和调度的测量和测量报告的配置

● MME 功能

- 分配寻呼消息给 eNB
- 安全控制
- 空闲状态的移动性控制
- SAE 承载控制
- NAS 信令的加密和完整性保护

● SAE 网关功能

- 寻呼原因引起用户面分组的终止
- 支持 UE 的移动性切换用户面

从上图中可见，新的 LTE 架构中，没有了原有的 lu 和 lub 以及 lur 接口，取而代之的是新接口 S1 和 X2。

E-UTRAN 和 EPC 之间的功能划分图，可以从 LTE 在 S1 接口的协议栈结构图来描述，如下图所示黄色框内为逻辑节点，白色框内为控制面功能实体，蓝色框内为无线协议层。

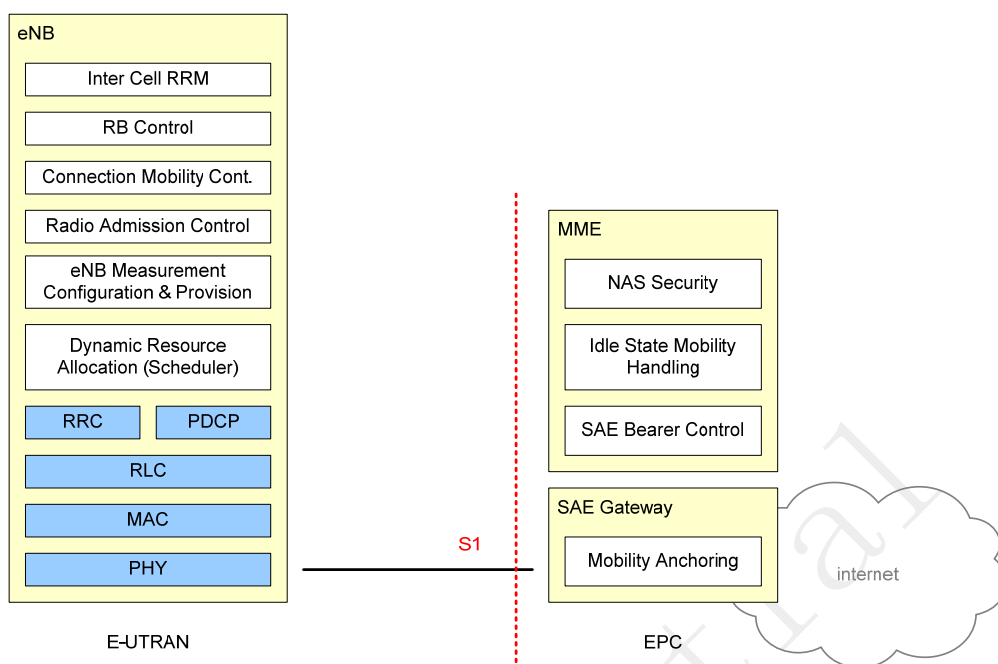


图8 E-UTRAN 和 EPC 的功能划分

## 2.1.1 无线协议结构

### 2.1.1.1 控制面协议结构

控制面协议结构如下图所示。

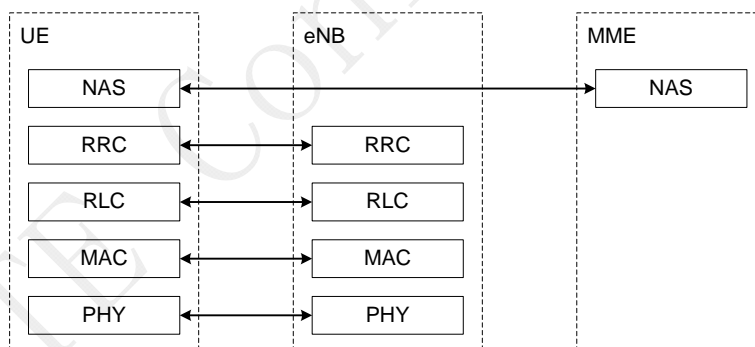


图9 控制面协议栈

上图中 NAS 部分不在本文 LTE 内容考虑范畴内，PDCP 究竟是否归属于控制面 3GPP 会议正在讨论中，截至 2007 年 4 月最新的协议尚未定。

RRC 完成广播、寻呼、RRC 连接管理、RB 控制、移动性功能和 UE 的测量报告和控制功能。RLC 和 MAC 子层在用户面和控制面执行功能没有区别。

### 2.1.1.2 用户面协议结构

用户面协议结构如下图所示。

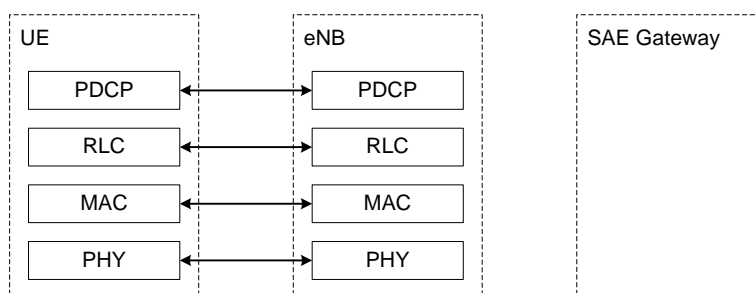


图10 User-plane protocol stack

用户面各协议体主要完成信头压缩、加密、调度、ARQ 和 HARQ 等功能。

### 2.1.1.3 层 2 结构和功能

5 在层 2 分别从网络侧和 UE 侧看到的各功能体完成的具体功能如下图所示，层 2 包括 PDCP、RLC 和 MAC 子层三部分如下图所示。

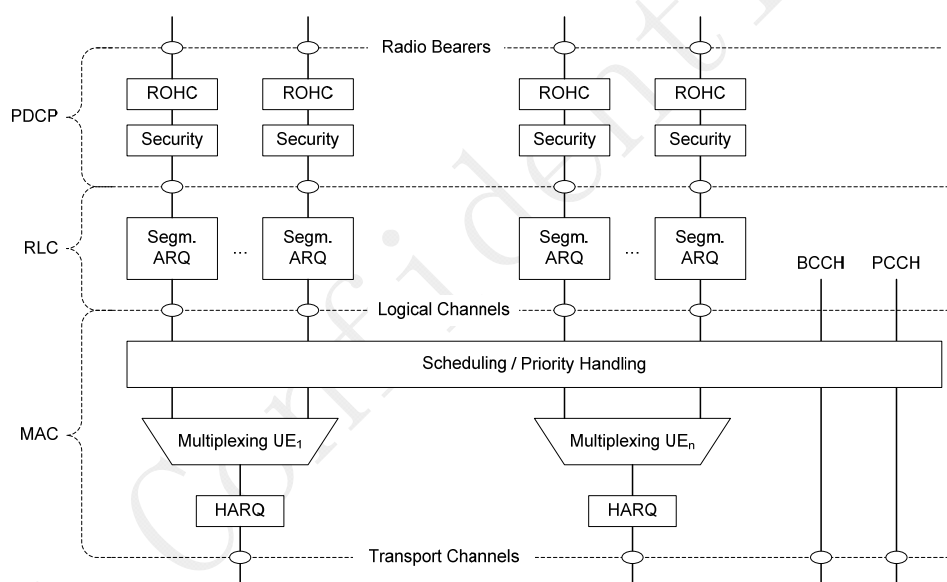


图11 下行链路上的层 2 结构

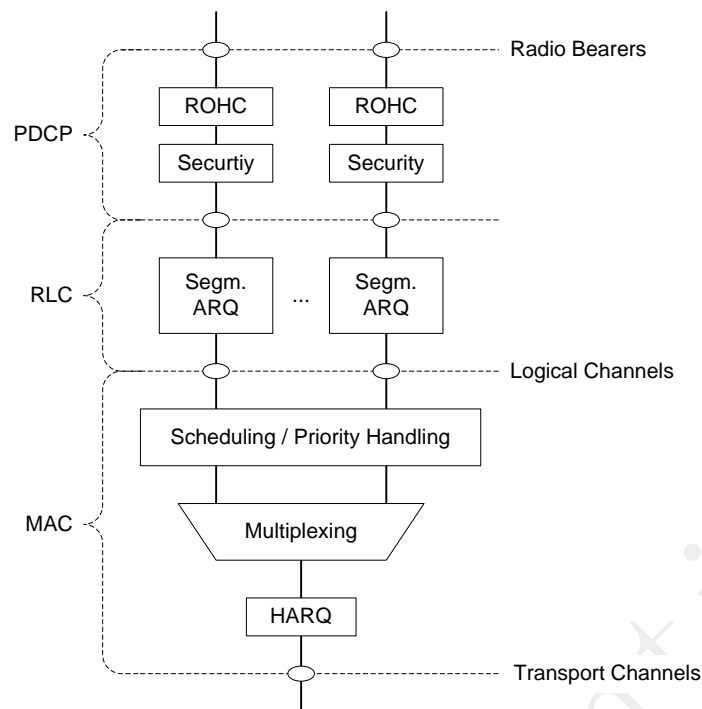


图12 上行链路上的层2 结构

安全功能位于 SAE 网关的 PDCP 还是 eNB 的 PDCP 正在讨论中，尚未确定。

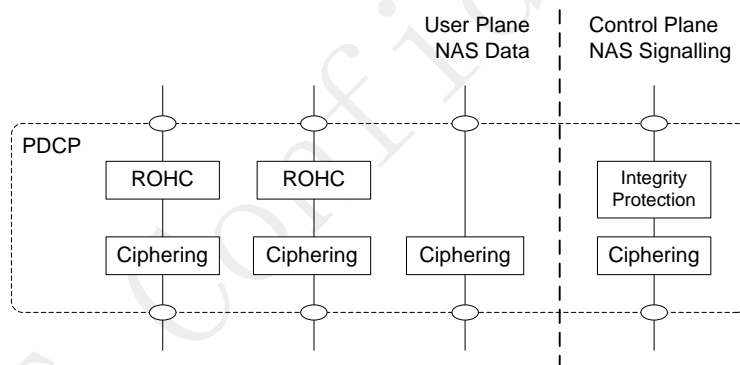


图13 PDCP 子层模型

5

### 2.1.2 RRC 级功能划分

LTE 中 RRC 子层功能与原有 UTRAN 系统中的 RRC 功能相同，包括有系统信息广播、寻呼、建立释放维护 RRC 连接等。RRC 的状态设计为 RRC\_IDLE 和 RRC\_CONNECTED 两类。两类子状态特征如下：

10

RRC\_IDLE 状态特征：

NAS 配置 UE 指定的 DRX；

系统信息广播；

寻呼；

小区重选移动性；

UE 将分配一个标识来独立的在一个跟踪区中唯一识别该 UE；

eNB 中没有存储 RRC 上下文。

RRC\_CONNECTED 状态特征：

UE 建立一个 E-UTRAN-RRC 连接；

E-UTRAN 中存在 UE 的上下文；

E-UTRAN 知道 UE 归属的小区；

网络可以与 UE 之间进行数据收发；

网络控制移动性过程，例如切换；

邻区测量；

在 PDCP/RLC/MAC 级：：

- UE 可以与网络之间收发数据；
- UE 监测控制信令信道来判定是否正在传输的共享数据信道已经被分配给 UE；
- UE 报告信道质量信息和反馈信息给 eNB；
- eNB 控制实现按照 UE 的激活级别来配置 DRX/DTX 周期，以便于 UE 省电和有效利用资源。

LTE 的 RRC 状态与现有 3GPP Release 6 结构中 RRC 状态在切换时的关系如下图所示。LTE 支持与现有 UTRAN 的各状态间的迁移。具体状态迁移处理过程协议正在详细讨论中。

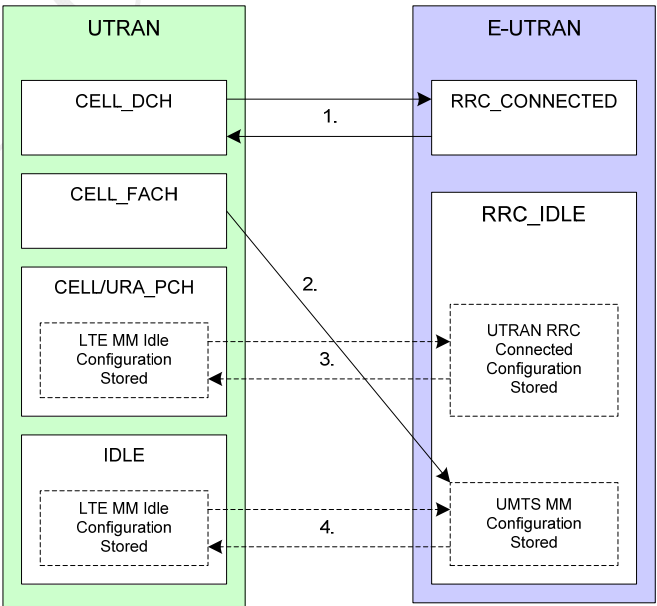
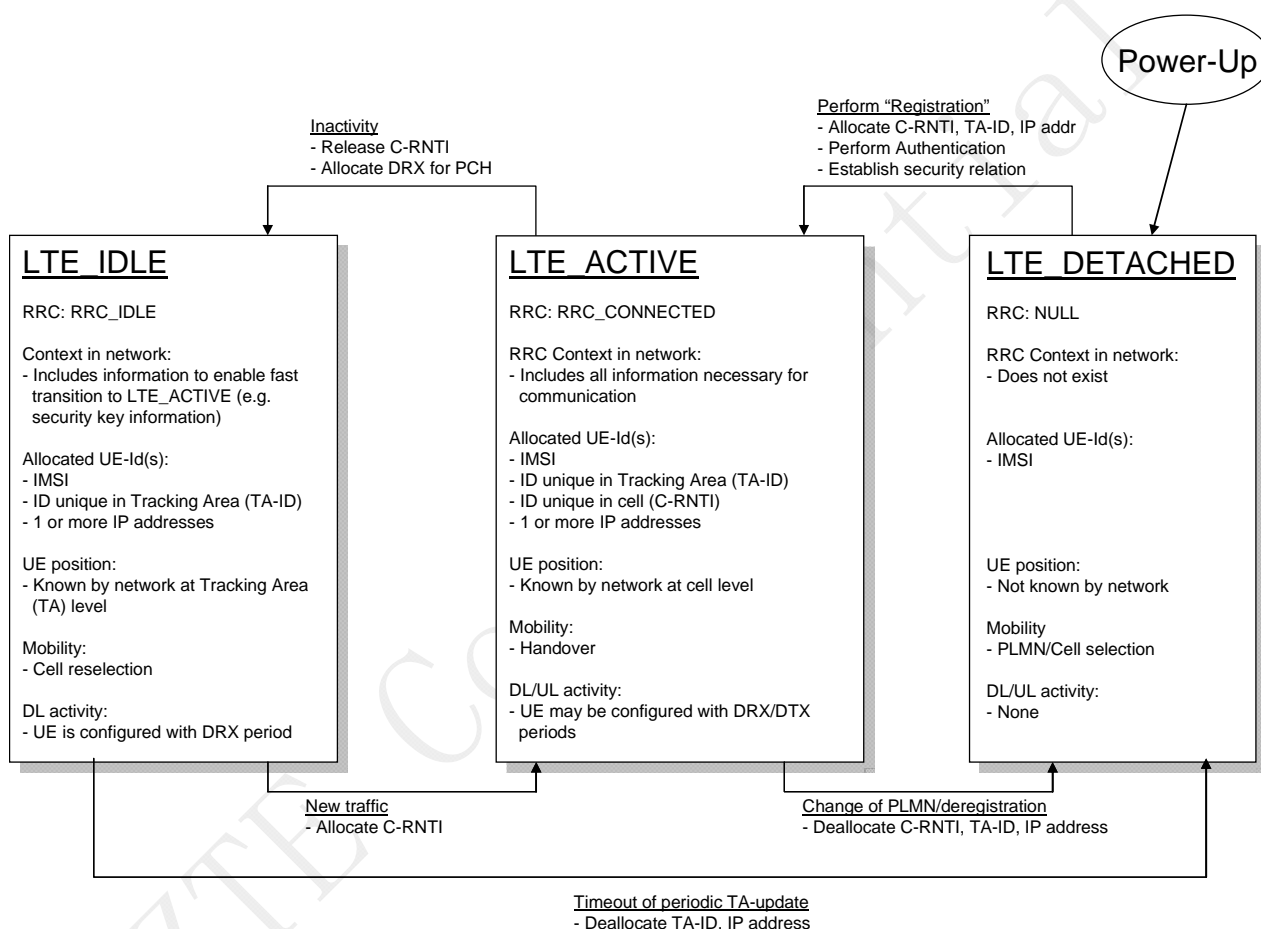


图14 E-UTRAN 和 UTRAN 切换时 RRC 状态间关系

LTE 的状态类型从 NAS 协议状态来看有以下三类：

- LTE\_DETACHED 状态，该状态下没有 RRC 实体存在。
- LTE\_IDLE 状态，该状态下 RRC 处于 RRC-IDLE 状态，一些信息已经存储在 UE 和网络（IP 地址、安全关联的密钥等、UE 能力信息、无线承载等）。
- LTE\_ACTIVE 状态，该状态下 RRC 处于 RRC\_CONNECTED 状态

下图描述了 LTE 的三类 NAS 协议状态与 RRC 的关系以及状态间迁移。



## 2.2 无线接口协议

S1 和 X2 是 LTE 新增的接口。

具体接口消息流的协议定义在 3GPP 的 2007 年 3 月底会议尚未确定。



### 2.2.1 S1 接口

S1 接口定义为 E-UTRAN 和 EPC 之间的接口。S1 接口包括两部分：控制面的 S1-C 接口和用户面的 S1-U 接口。S1-C 接口定义为 eNB 和 MME 功能之间的接口；S1-U 定义为 eNB 和 SAE 网关之间的接口。下图为 S1-C 和 S1-U 接口的协议栈结构。

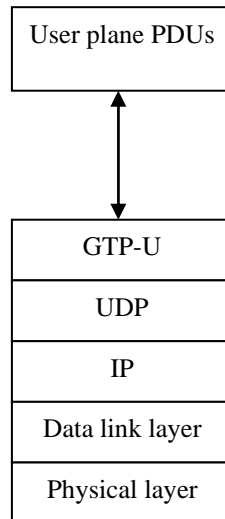


图16 S1 接口用户面 (eNB-SAE GW)

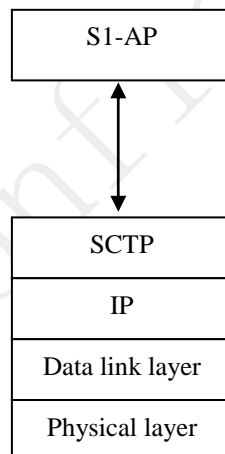


图17 S1 接口控制面 (eNB-MME)

EPC 和 eNBs 之间的关系是多到多，即 S1 接口实现多个 EPC 网元和多个 eNB 网元之间接口功能。

已经确定的 S1 接口支持功能包括有：

SAE 承载业务管理功能，例如建立和释放

UE 在 LTE\_ACTIVE 状态下的移动性功能，例如 Intra-LTE 切换和 Inter-3GPP-RAT 切换。

S1 寻呼功能

NAS 信令传输功能

S1 接口管理功能，例如错误指示等

网络共享功能

漫游和区域限制支持功能

NAS 节点选择功能

5 初始上下文建立功能

已经确定的 S1 接口的信令过程有：

SAE 承载信令过程，包括 SAE 承载建立和释放过程。

切换信令过程

寻呼过程

10 NAS 传输过程，包括上行方向的初始 UE 和下行链路的直传

错误指示过程

初始上下文建立过程

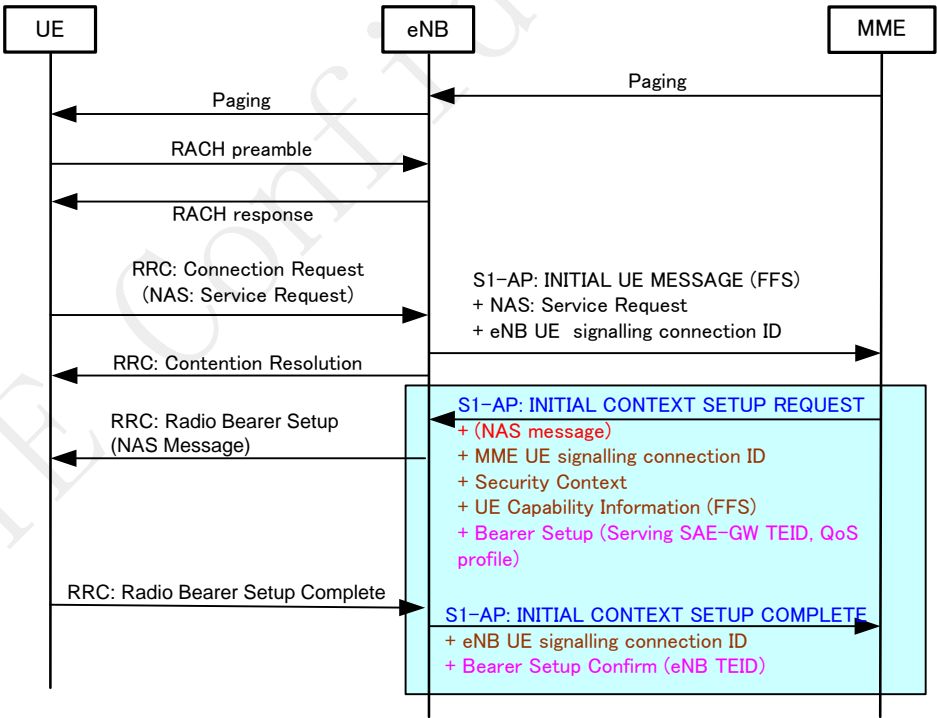


图18 初始上下文建立过程（蓝色部分） in Idle-to-Active procedure

15 S1 接口和 X2 接口类似的地方是：S1-U 和 X2-U 使用同样的用户面协议，以便于 eNB 在数据前向时，减少协议处理。

### 2.2.2 X2 接口

X2 接口定义为各个 eNB 之间的接口。X2 接口包含 X2-C 和 X2-U 两部分，X2-C 是各个 eNB 之间控制面间接口，X2-U 是各个 eNB 之间用户面之间的接口。下图为 X2-C 接口协议图。

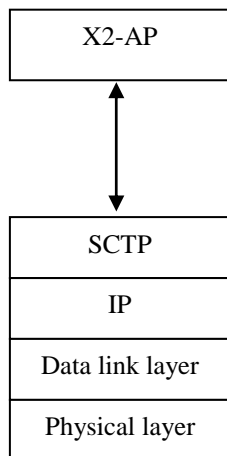


图19 X2 接口控制面

X2-C 接口支持以下功能：

移动性功能，支持 UE 在各个 eNB 之间的移动性，例如切换信令和用户面隧道控制。

多小区 RRM 功能，支持多小区的无线资源管理，例如测量报告。

通常的 X2 接口管理和错误处理功能。

X2-U 接口支持终端用户分组在各个 eNB 之间的隧道功能。隧道协议支持以下功能：

在分组归属的目的节点处 SAE 接入承载指示

减小分组由于移动性引起的丢失的方法

## 3 LTE 主要技术特征

3GPP 要求 LTE 支持的主要特性和性能指标如下图所示。



图20 LTE 主要技术需求和性能指标概括

### 3.1 峰值数据速率

下行链路的立即峰值数据速率在 20MHz 下行链路频谱分配的条件下，可以达到 100Mbps (5 bps/Hz) (网络侧 2 发射天线，UE 侧 2 接收天线条件下)；

上行链路的立即峰值数据速率在 20MHz 上行链路频谱分配的条件下，可以达到 50Mbps (2.5 bps/Hz) (UE 侧一发射天线情况下)。

### 3.2 控制面延迟时间

从驻留状态到激活状态，也就是类似于从 Release 6 的空闲模式到 CELL\_DCH 状态，控制面的传输延迟时间小于 100ms，这个时间不包括寻呼延迟时间和 NAS 延迟时间；

从睡眠状态到激活状态，也就是类似于从 Release 6 的 CELL\_PCH 状态到 Release 6 的 CELL\_DCH 状态，控制面传输延迟时间小于 50ms。

### 3.3 控制面容量

频谱分配是 5MHz 的情况下，每小区至少支持 200 个用户处于激活状态。

### 3.4 用户面延迟时间

空载条件即单用户单个数据流情况下，小的 IP 包传输时间延迟小于 5ms。

### 3.5 用户面流量

下行链路：与 Release 6 HSDPA 的用户面流量相比，每 MHz 的下行链路平均用户流量要提升 3 到 4 倍。此时 HSDPA 是指 1 发 1 收，而 LTE 是 2 发 2 收。

上行链路：与 Release 6 增强的上行链路用户流量相比，每 MHz 的上行链路平均用户流量要提升 2 到 3 倍。此时增强的上行链路 UE 侧是一发一收，LTE 是 1 发 2 收。

### 3.6 频谱效率

下行链路：在满负荷的网络中，LTE 频谱效率（用每站址、每 Hz、每秒的比特数衡量）的目标是 Release 6 HSDPA 的 3 到 4 倍。

上行链路：在满负荷的网络中，LTE 频谱效率（用每站址、每 Hz、每秒的比特数衡量）的目标是 Release 6 增强上行链路的 2 到 3 倍。

### 3.7 移动性

E-UTRAN 可以优化 15km/h 以及以下速率的低移动速率时移动用户的系统特性。

能为 15-120km/h 的移动用户提供高性能的服务。

可以支持蜂窝网络之间以 120-350km/h（甚至在某些频带下，可以达到 500km/h）速率移动的移动用户的服务。

对高于 350km/h 的情况，系统要能尽量实现保持用户不掉网。

### 3.8 覆盖（小区边界比特速率）

吞吐量、频谱效率和 LTE 要求的移动性指标在 5 公里半径覆盖的小区内将得到充分保证，当小区半径增大到 30 公里时，只对以上指标带来轻微的弱化。同时需要支持小区覆盖在 100 公里以上的移动用户业务。

### 3.9 多媒体广播多播业务 (MBMS)

与单播业务比较，可以使用同样的调制、编码和多址接入方法和用户带宽，同时可以降低终端复杂性。

可以同时提供专用语音业务和 MBMS 业务给用户。

可利用成对或非成对的频谱分配。

进一步增强 MBMS 功能，支持专用载波的 MBMS 业务。

### 3.10 多带宽支持

E-UTRA 可以应用不同大小的频谱分配，上下行链路上，可以包括有 1.25 MHz、1.6 MHz、2.5 MHz、5 MHz、10 MHz、15 MHz 以及 20 MHz。支持成对或非成对的频谱分配情况。

### 3.11 与已有 3GPP 无线接入技术的共存和交互

尽量保持和 3GPP Release 6 的兼容，但是要注重平衡整个系统的性能和容量。

可接受的系统和终端的复杂性、价格和功率消耗；降低空中接口和网络架构的成本。

在 Release6 中使用 CS 域支持的一些实时业务，如语音业务，在 LTE 里应该能在 PS 域里实现（整个速度区间），且质量不能下降。

E-UTRAN 和 UTRAN（或者 GERAN）之间实时业务在切换时，中断时间不超过 300ms。

### 3.12 无线资源管理需求

增强的支持端到端服务质量。

有效支持高层传输。

支持负荷共享和不同无线接入技术之间的策略管理。

### 3.13 减小 CAPEX 和 OPEX

体系结构的扁平化和中间结点的减少使得设备成本和维护成本得以显著降低。

### 3.14 E-UTRAN 物理层技术特征

传输信道的下行链路物理层处理包括以下步骤：CRC 插入、信道编码、HARQ、信道交织、加扰、调制和层间映射与预编码以及映射到指定资源和天线口等功能。PDSCH 和 PUSCH 都基本采用 24bit 的 CRC。支持三种调制方式 QPSK、16QAM 和 64QAM。

下行链路的物理层过程有链路自适应（AMC，Link adaptation）、功率控制和小数搜索；上行链路的物理层过程有链路自适应、功率控制和上行链路的定时控制。

### 3.15 信道类型和映射关系

LTE 的信道类型和映射关系从传输信道的设计方面来看，LTE 的信道数量将比 WCDMA 系统有所减少。最大的变化是将取消专用信道，在上行和下行都采用共享信道（SCH）。

5 LTE 的逻辑信道可以分为控制信道和业务信道两类来描述，控制信道包括有广播控制信道 BCCH、寻呼控制信道 PCCH、公共控制信道 CCCH、多播控制信道 MCCH 和专用控制信道 DCCH 几类；业务信道分为专用业务信道 DTCH 和多播业务信道 MTCH 两类。

10 LTE 的传输信道按照上下行区分，下行传输信道有寻呼信道 PCH、广播信道 BCH、多播信道 MCH 和下行链路共享信道 DL-SCH，上行传输信道有随机接入信道 RACH 和上行链路共享信道 UL-SCH。

15 LTE 的物理信道按照上下行区分，下行物理信道有公共控制物理信道 CCPCH、物理数据共享信道 PDSCH 和物理数据控制信道 PDCCH，上行物理信道有物理随机接入信道 PRACH、物理上行控制信道 PUCCH、物理上行共享信道 PUSCH。

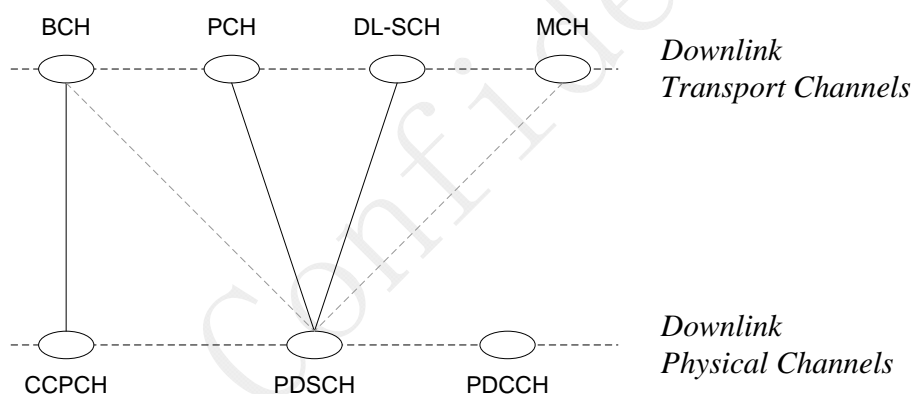


图21 下行传输信道和物理信道的映射（灰色部分研究中）

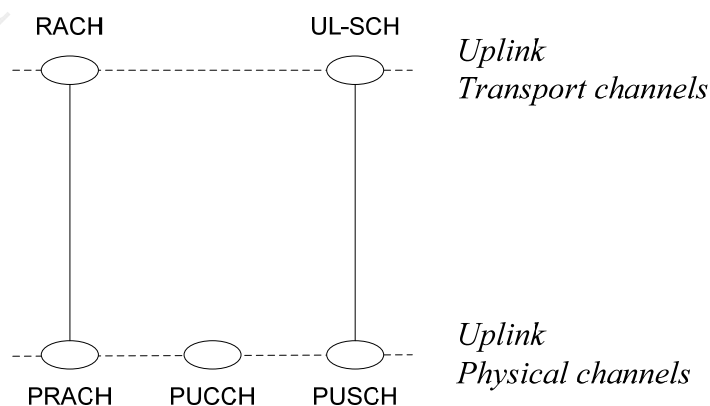


图22 上行传输信道和物理信道的映射

逻辑信道和传输信道之间的映射关系参见下面图型所示。

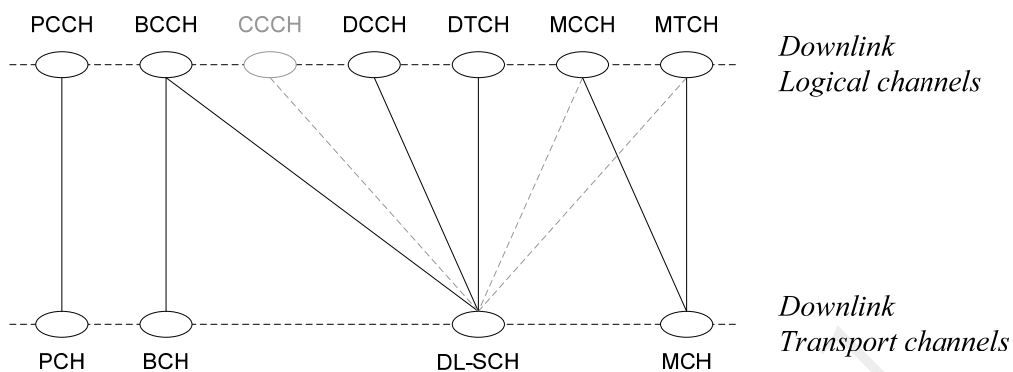


图23 下行逻辑信道和传输信道的映射

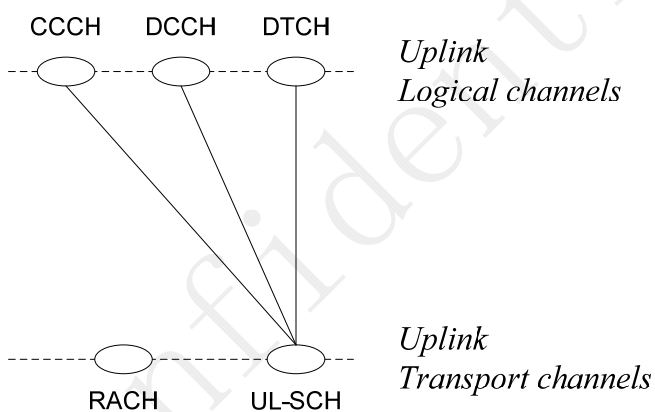


图24 上行逻辑信道和传输信道的映射

下边几个图形分别描述各类信道的物理层模型。下图中 NodeB 在 LTE 中称为 E-NodeB 或 eNB。



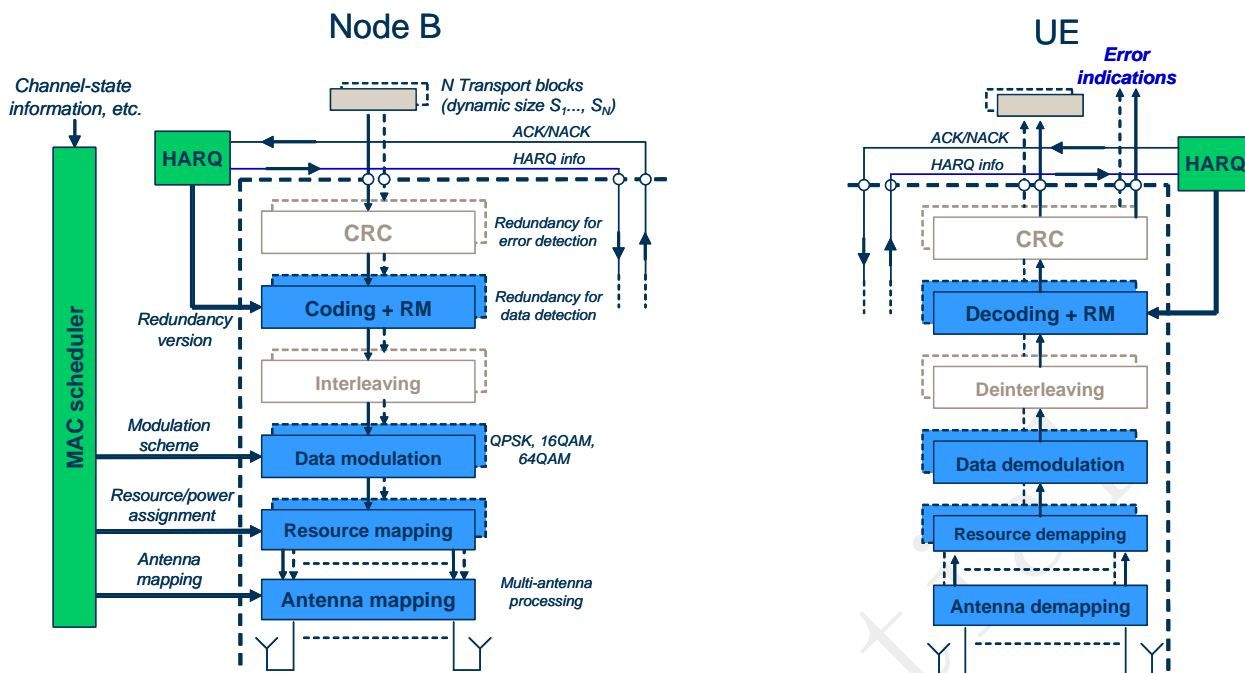


图25 DL-SCH 物理层模型

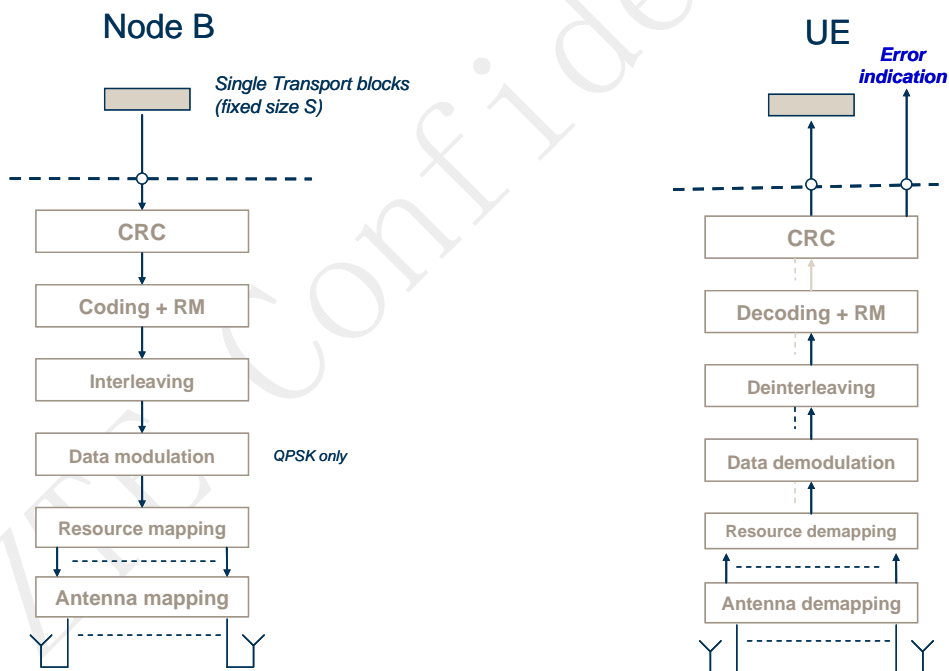


图26 BCH 物理层模型

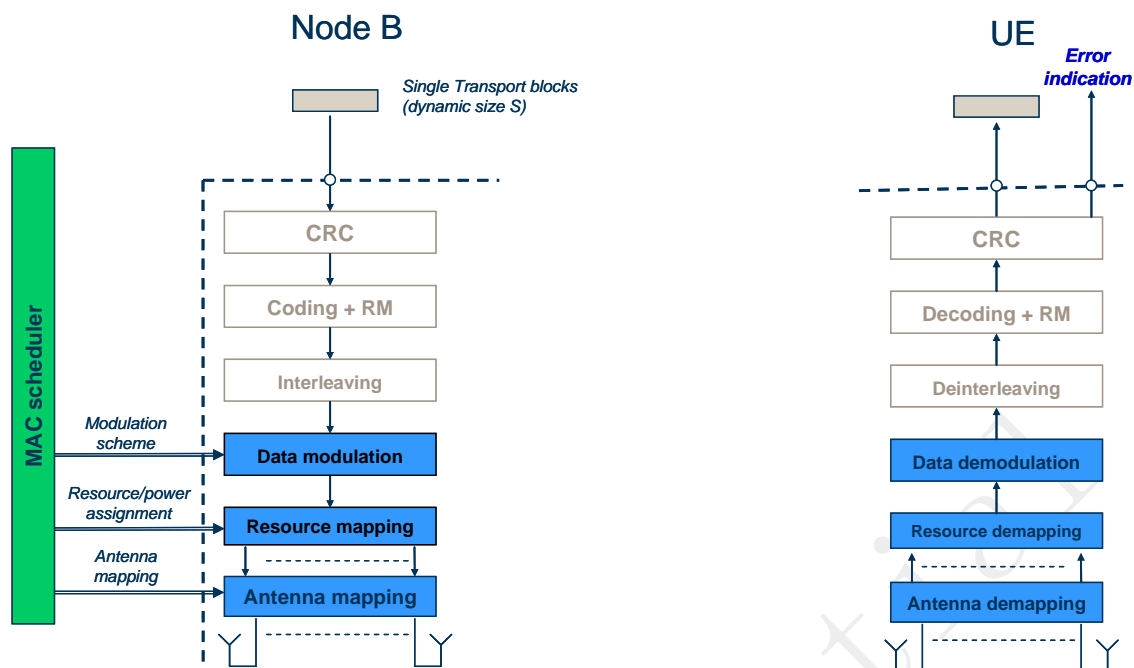


图27 PCH 物理层模型

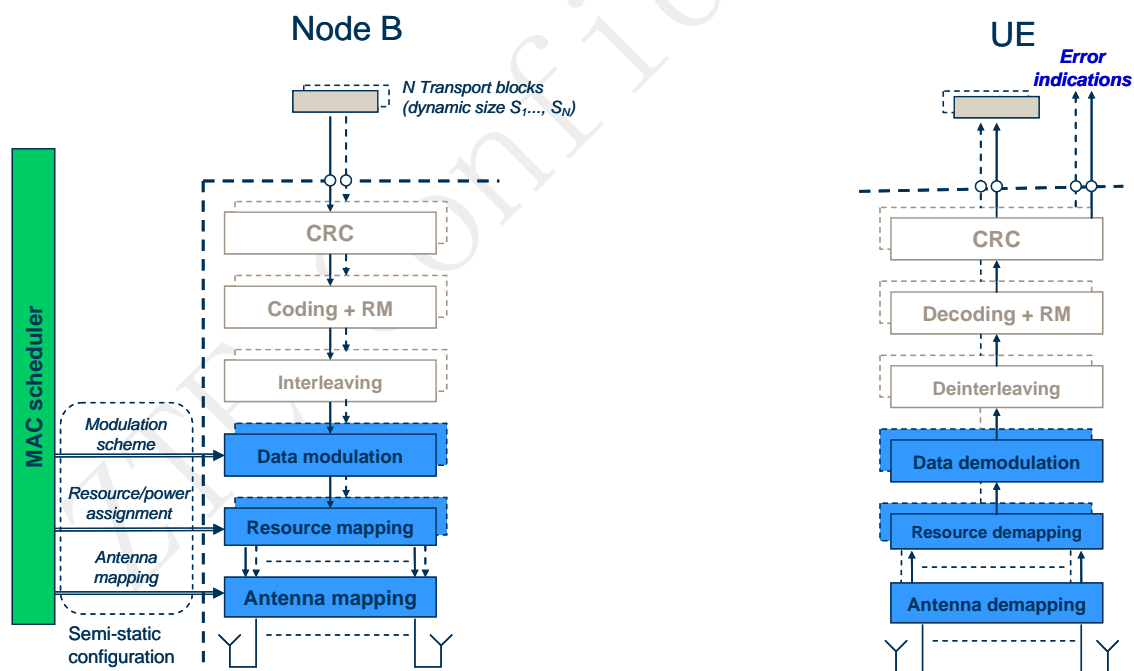


图28 MCH 物理层模型

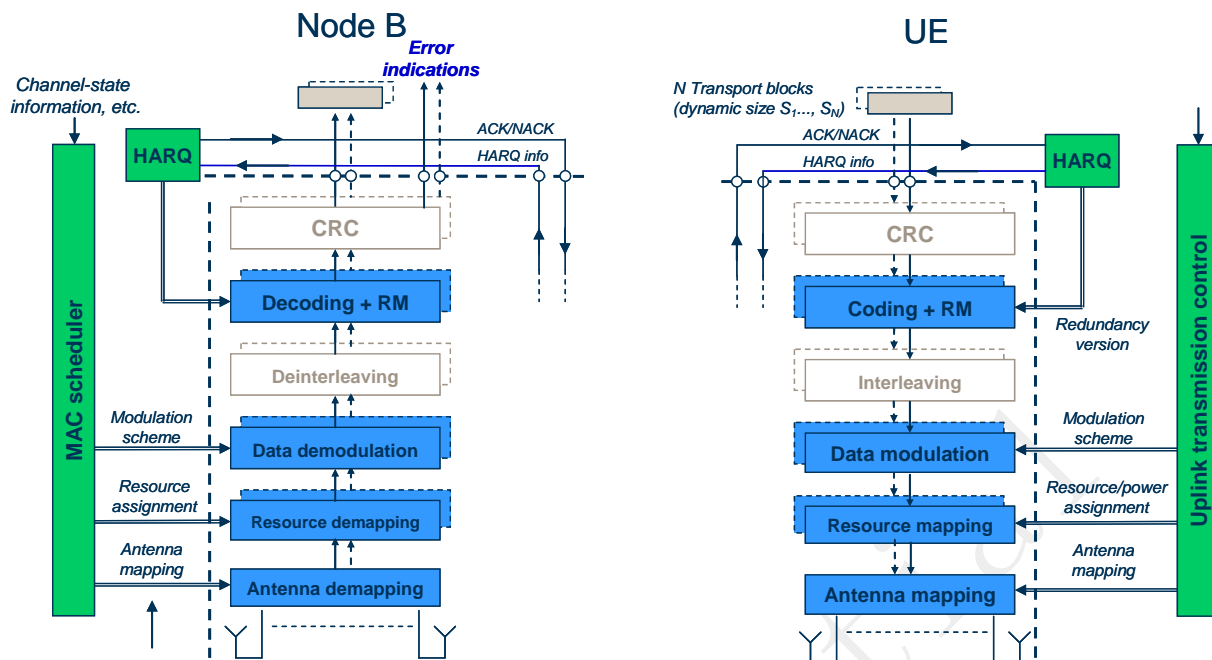


图29 UL-SCH 物理层模型

## 4 无线资源管理

### 4.1 无线承载控制 RBC

RBC 功能体位于 eNB，主要用于建立维护和释放无线承载包括配置与其关联的无线资源。当为一个业务建立一个无线承载时，无线承载控制要考虑 E-UTRAN 整体资源状况、正在进行的会话的 QOS 需求和新业务的 QOS 需求。RBC 也需要考虑维护正在会话中的无线承载由于移动性或其他原因而改变无线资源环境时的处理。RBC 同时需要考虑关联无线承载在会话终止、切换或其他场景时，释放无线资源的处理。

### 4.2 无线接纳控制 RAC

RAC 功能体位于 eNB，主要任务是接纳或拒绝新的无线承载的建立请求。RAC 需要考虑 E-UTRAN 的整体资源状况、QOS 需求、优先级以及正在进行的会话所提供的 QOS 和新无线承载请求的 QOS 需求。RAC 的目标是确保更好的利用无线资源（只要在无线资源可用时，即可接纳无线承载请求），同时要保证正在进行的会话的服务质量（如果影响到正在进行的会话，则拒绝无线承载请求）。

### 4.3 连接移动性控制 CMC

5 连接移动性控制功能位于 eNB，主要用于管理在空闲模式或激活模式移动性时连接的无线资源。在空闲模式，小区选择算法通过设置参数来控制（门限和滞后参数值），定义最好小区或决定 UE 开始选择一个新小区的时间。同样，E-UTRAN 的广播参数配置 UE 在激活模式下的测量和报告过程，需要支持无线连接的移动性。切换的决策可以通过 UE 或者是 eNB 的测量来作为依据。此外，切换决策也可以采用其他的输入，例如邻区的负荷、业务流的属性、传输和硬件资源以及其他运营商定义的策略等。

### 4.4 分组调度 PS-动态资源分配 DRA

10 动态资源分配功能位于 eNB，动态资源分配或分组调度用于给用户和控制面分配资源，或取消分配资源，也包括对资源块的缓冲和处理资源。动态资源分配包括几个子任务，包括选择要被调度的无线承载和管理必须的资源。分组调度典型的功能是考虑与无线承载关联的 QOS 需求、UE 的信道质量信息、缓存状态以及干扰条件等。动态资源分配也需要在小区间干扰协调时，考虑限制或选择一些可用的资源块。

15

### 4.5 小区间干扰协调 ICIC

20 小区间干扰协调功能位于 eNB，ICIC 用于管理无线资源特别是无线资源块，以便于小区间的干扰可以被控制。本质上 ICIC 是一个多小区的无线资源管理功能，所以需要考虑来自多个小区的信息，例如资源使用状态和业务负荷情况。上行链路和下行链路的首选 ICIC 方法应不同。

### 4.6 负载均衡 LB

25 负载均衡功能位于 eNB，负责处理多个小区上业务负荷的不均匀分布。负载均衡的目的是影响负荷的分布，以使得高效的利用无线资源、保证用户业务 QOS 以及降低掉话率。负载均衡算法可能触发切换或者小区重选的决策，以用于重新分配业务流，把高负荷小区的业务流分配到充分利用的小区上。

### 4.7 RAT 间的无线资源管理

无线接入技术间的无线资源管理主要用于管理无线接入技术间移动，特别是无线接入技术间切换时连接的无线资源。在无线接入技术间切换时，切换决策需要考虑所涉及的无线接入技术的资源状况、以及 UE 的能力和运营商策略等。

## 5 移动性过程

协议确定的移动性过程有以下两类，下边分别进行描述。

### 5.1 E-UTRAN 内部的移动性过程

E-UTRAN 内部的移动性过程包括小区选择过程、小区重选过程、切换、数据前向、无线链路失败以及无线接入网共享等。

待五月 3GPP 会议后补充内容。

### 5.2 RAT 间切换

待 3GPP 会议确定后补充内容。

### 5.3 随机接入

随机接入过程分为两类：非同步随机接入和同步随机接入。

- 非同步随机接入

是在 UE 还未获得上行时间同步或丧失同步时，用于 NodeB 估计、调整 UE 上行发射时钟的过程。这个过程也同时用于 UE 向 NodeB 请求资源分配

上行接入信道基本带宽为 1.25MHz，但也可能采用更宽的带宽或多个 1.25MHz 信道。目前 LTE 正在考虑两种非同步随机接入方法。第一种接入过程为：UE 一次性发送用于同步和资源请求的 Preamble，NodeB 也一次性反馈时钟信息和资源分配信息；第 2 种接入过程为：UE 先发送用于同步的 Preamble，NodeB 反馈时钟信息和可供 UE 发送资源请求信息的资源。而后 UE 再使用 NodeB 分配的资源在共享信道或随机接入信道（对基于 FDD-TDD 的 TDD-LTE 系统）发送资源请求，然后 NodeB 再反馈数据发送资源分配。

RACH 的发送将采用开环功率控制技术，也就是说，系统会根据需要调整每次 RACH 信号的发射功率。FDD 系统的开环功控将采用可变步长的功率渐增（Power ramping）方法，而 TDD 系统的开环功控可以针对每次 RACH 发送独立的调整发射功率。

- 同步随机接入

用于在 UE 已经取得并保持着和 NodeB 的同步时进行随机接入。同步随机接入的目的主要是请求资源分配。

上行接入的最小带宽等于资源分配的基本单位（即 375kHz），但也可能采用更宽的带宽或多个 1.25MHz 信道。RACH 信号的长度可以根据不同的小区大小进行调整（静态、半静态或动态），以在开销、延迟和覆盖之间取得最佳的折衷。两种过程的处理基本相同，只是同步随机接入省去了同步的过程。

## 6 物理层过程

### 6.1 调度

下行链路的调度：Node B 的调度程序 (对于单播传输) 动态控制，在给定时间，时间和频率资源分配给某一用户。下行链路控制信令通知 UE 分配给其的资源和对

应的传输格式。调度程序可以同时从可用的方法中选择最好的复接策略。

上行链路的调度：上行链路可以允许 NodeB 控制的调度和基于竞争的接入。

### 6.2 链路自适应

下行链路自适应的核心技术是自适应调制和编码 (AMC)。采用 RB-commonAMC。也就是说，对于一个用户的一个数据流，在一个 TTI 内，一个层 2 的 PDU 只采用一种调制编码组合 (但在 MIMO 的不同流之间可以采用不同的 AMC 组合)。

编码和调制的完整过程参见下图所示来描述。

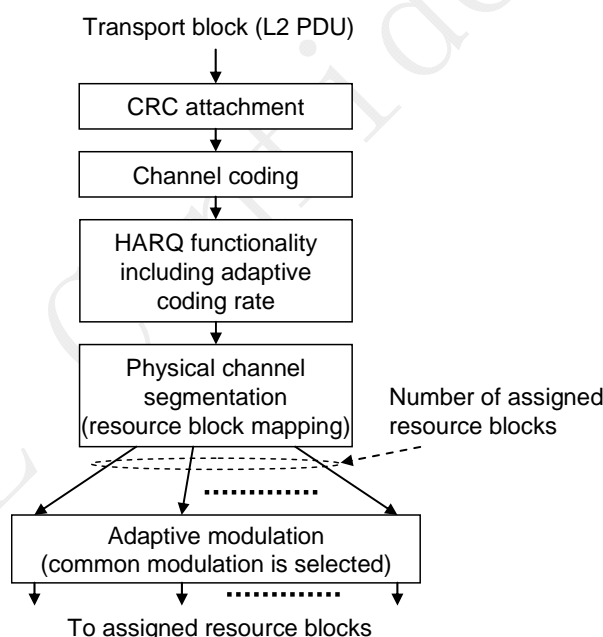


图30 链路自适应调制和信道编码。

上行链路自适应比下行包含更多的内容，除了 AMC 外，还包括传输带宽的自适应调整和发射功率的自适应调整。上行链路自适应用于在系统吞吐量最大时，保证每个 UE 请求的最小传输性能，例如用户数据速率、包丢失率、延迟时间等。UE 发射带宽的调整主要基于平均信道条件 (如路损和阴影)、UE 能力和要求的数据率。该调整是否也基于块衰落和频域调度，有待于进一步研究。

## 6.3 HARQ

参见 7.8 节的描述。

## 6.4 小区搜索

5 可用于小区搜索的信道包括同步信道（SCH）和广播信道（BCH），SCH 用来取得下行系统时钟和频率同步，而 BCH 则用来取得小区的特定信息。另外，参考信号也可能被用于一部分小区搜索过程。

总的来说，UE 在小区搜索过程中需要获得的信息包括：符号时钟和频率信息、小区带宽、小区 ID、帧时钟信息、小区多天线配置、BCH 带宽以及 SCH 和 BCH 所在的子帧的 CP 长度。

## 10 6.5 小区干扰抑制

采用小区干扰抑制技术提高小区边缘的数据率和系统容量等。

下行方向的干扰抑制有三类，这三类技术在小区间的干扰抑制执行时并不互斥：随机的小区间干扰、小区间干扰取消、小区间干扰调与避免。

15 上行方向的干扰抑制方法有四种方式：协调和避免（例如通过时频资源的分片和重用）、随机的小区间干扰、小区间干扰取消和功率控制。

此外在基站侧采用波束成形天线的解决方法也是一种通常采用的下行链路小区间干扰抑制的方法。

# 7 LTE 关键技术

## 7.1 物理层多址方式

20 LTE 的下行采用 OFDM 技术提供增强的频谱效率和能力，上行基于 SC-FDMA（单载波频分多址接入）。OFDM 和 SC-FDMA 的子载波宽度确定为 15kHz，采用该参数值，可以兼顾系统效率和移动性。

25 LTE 上行采用的 SC-FDMA 具体采用 DFT-S-OFDM 技术来实现，该技术是在 OFDM 的 IFFT 调制之前对信号进行 DFT 扩展，这样系统发射的是时域信号，从而可以避免 OFDM 系统发送频域信号带来的 PAPR 问题。

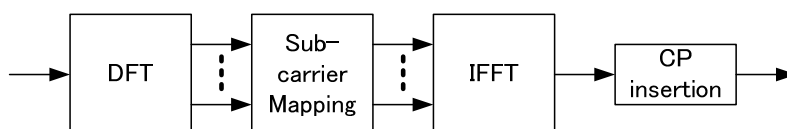




图31 SC-FDMA 传输方式

## 7.2 宏分集（软切换）

网络扁平化的构架决定暂不考虑宏分集。不支持软切换方式。

下行宏分集只是在提供多小区广播（broadcast）业务时，由于放松了对频谱效率的要求，可以通过采用较大的循环前缀（CP），解决小区之间的同步问题，从而可能采用下行宏分集。而对于单播业务不考虑宏分集。

## 7.3 调制和编码

调制：上行链路与下行链路都支持 QPSK、16QAM 和 64QAM. 三种调制技术

编码：LTE 主要考虑 Turbo 码，但也正在考虑其他编码方式，如 LDPC 码等。

## 7.4 双工方式

LTE 支持 FDD、TDD 两种双工方式。

## 7.5 多天线技术

多天线技术是指采用下行 MIMO 和发射分集的技术。LTE 最基本的多天线技术配置是下行采用双发双收的 2\*2 天线配置，上行采用单发双收的 1\*2 天线配置，现阶段考虑的最高要求是下行链路 MIMO 和天线分集支持四发四收的 4\*4 的天线配置或者四发双收的 4\*2 天线配置。

考虑的 MIMO 技术包括空间复用（SM）、空分多址（SDMA）、预编码（Pre-coding）、秩自适应（Rankadaptation）、以及开环发射分集（STTD，主要用于控制信令的传输）。具体的技术仍在选择中尚未最终确定。

如果所有空分复用（SDM）数据流都用于一个 UE，则称为单用户（SU）MIMO，如果将多个 SDM 数据流用于多个 UE，则称为多用户（MU）MIMO。小区侧的多发射天线的操作模式，即为 MIMO 模式，是指空间复用、波束成型、单数据流发射分集模式。MIMO 模式受限于 UE 的能力，例如接收天线的个数。

## 7.6 系统参数设定方法：

为了减小信令开销并提高传输效率，3GPP 把传输时间间隔（TTI）一般规定为 1ms。

LTE 要求单向传输延迟小于 5ms，这就要求系统采用很小的最小交织长度 TTI。通常建议采用 0.5ms 的子帧长度，此时一个 TTI 包含两个子帧。对于 TDD 技术，由于 0.5ms 的子帧长度与 UMTS 中 TDD 技术的时隙长度不匹配，进而造成 TD-SCDMA 系统与 LTE 的 TDD 系统难以邻频共址而共存。所以定义基本的子帧长度为 0.5ms，考虑与低码速率的 TDD（LCR-TDD，即 TD-SCDMA）系统兼容



时可以采用 0.675ms 的子帧长度。系统可以动态调整 TTI，以在支持其他业务时，可以避免由于不必要的 IP 包分割造成额外的延迟与信令开销。

上、下行系统分别将频率资源分为若干资源单元（RU）和物理资源块（PRB），RU 和 PRB 分别是上、下行资源的最小分配单位，大小同为 25 个子载波，由于一个子载波宽度为 15kHz，所以共 375kHz。下行用户的数据以虚拟资源块（VRB）的形式发送，VRB 可以采用集中（localized）或分散（distributed）方式映射到 PRB 上。集中方式即占用若干相邻的 PRB，这种方式下，系统可以通过频域调度获得多用户增益。分布方式即占用若干分散的 PRB，这种方式下，系统可以获得频率分集增益。上行 RU 可以分为 LocalizedRU（LRU）和 DistributedRU（DRU），LRU 包含一组相邻的子载波，DRU 包含一组分散的子载波。为了保持单载波信号格式，如果一个 UE 占用多个 LRU，这些 LRU 必须相邻；如果占用多个 DRU，所有子载波必须等间隔。

## 7.7 导频结构

参考信号（即，导频）设计分为上行和下行导频设计两类。

下行导频设计：

下行导频格式如下图所示，系统采用 TDM（时分复用）的导频插入方式。每个子帧可以插入两个导频符号，第 1 和第 2 导频分别第 1 和倒数第 3 个符号。导频的频域密度为 6 个子载波，第 1 和第 2 导频在频域上交错放置。采用 MIMO 时须支持至少 4 个正交导频（以支持 4 天线发送），但对智能天线例外。在一个小区内，多天线之间主要采用 FDM（频分复用）方式的正交导频。在不同的小区之间，正交导频在码域实现（CDM）。

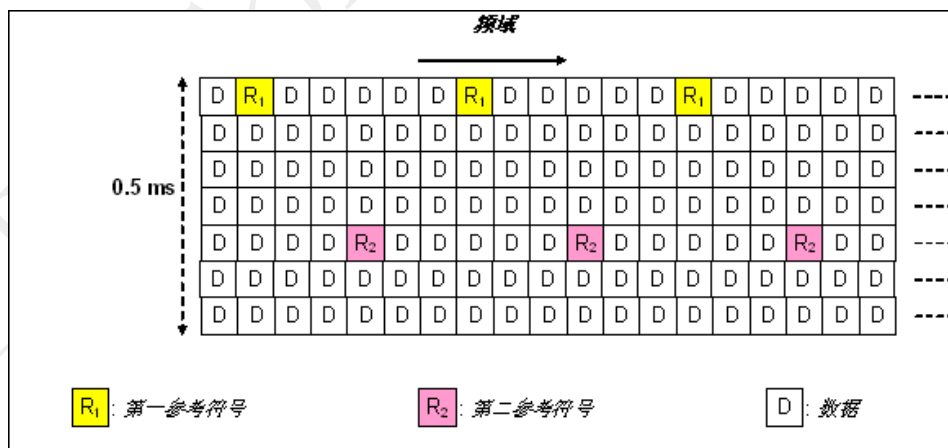


图32 基本下行链路参考信号结构

对多小区 MBMS 系统，可以考虑采用两种参考符号结构：各小区相同的（cell-common）的参考符号和各小区不同的（cell-specific）参考符号。目前假设 cell-common 结构为基本结构，是否支持 cell-specific 参考符号还有待于进一步研究。

上行导频设计：

上行参考符号位于两个 SC-FDMA 短块中，用于 NodeB 的信道估计和信道质量（CQI）估计。参考符号的设计需要满足两种 SC-FDMA 传输：集中式（Localized）SC-FDMA 和分布式（Distributed）SC-FDMA 的需要。由于 SC-FDMA 短块的长度仅为长块的一半，SC-FDMA 参考符号的子载波宽度为数据子载波宽度的 2 倍。

与下行相似，上行参考符号也可能采用正交设计，以支持多个 MIMO 天线之间、多个 UE 之间的参考符号区分。上行正交参考符号也可以用 FDM、TDM、CDM 或上述方法的混合方法实现。其中 CDM 方法通过一个 CAZAC 序列的不同循环位移样本实现。

针对用于信道估计的参考符号，首先考虑不同 UE 的参考符号之间将采用 FDM 方式区分。参考符号可能采用集中式发送（只对集中式 SC-FDMA 情况），也可能采用分散式发送。在采用分散式发送时，如果 SB1 和 SB2 都用于发送参考符号，SB1 和 SB2 中的参考符号将交错放置，以获得更佳的频域密度。对分布式 SC-FDMA 情况，也可以考虑采用 TDM 和 CDM 方式对不同 UE 的参考符号进行复用。特别对于一个 NodeB 内的多个 UE，将采用分布式 FDM 和 CDM 的方式。多天线 UE 情况下的上行参考符号结构尚有待于进一步研究。

为了满足频域调度的需要，可能需要对整个带宽进行信道质量估计，因此即使数据采用本集中式发送，用于信道质量估计的参考符号也需要在更宽的带宽内进行分布式发送。不同 UE 的参考符号可以采用分布式 FDM 或 CDM（也基于 CAZAC 序列）复用在一起。

## 7.8 混合自动重传（HARQ）和自动重传（ARQ）

上下行都采用增量冗余 HARQ 方式。相位合并也是一种特定的增量冗余情况所以也支持。MAC 子层上的 HARQ 有以下特性：

使用 N 个过程的停-等 HARQ 方式；

HARQ 基于应答 ACK/无应答 NACK 方式；

下行链路上，支持自适应传输参数的异步再传，也会考虑其他优化方式；

上行链路上，HARQ 基于同步再传，正在考虑是否在再传时应用资源分配和调制编码等技术。

RLC 子层上的 ARQ 有以下特性：

采用 ARQ 再传得是 RLC 的 PDU 还是 SDU，还处于研究阶段，尚未确定；

ARQ 再传是基于 RLC 的状态报告以及 HARQ 和 ARQ 的交互作用。

# 8 中兴通讯 LTE 系统

LTE 研发尚未考虑。该部分待后续完善

我司现阶段 LTE 方面主要进行了的工作为标准部门人员参与 3GPP 有关 LTE 标准制定工作，从 2005 年初开始在 LTE 的框架和功能结构，例如 RAN2 和 RAN3 的移动性管理的切换等方面提出多项意见和建议提案，同时在 RAN1 方面对于 LTE 关键技术的多址方式选择、调制和编码技术选择、多天线技术 MIMO 方面、系统 TTI 参数设置、帧结构设置、导频结构设计、链路自适应以及小区干扰抑制技术、HARQ 和 OFDMA 的降低 PAPR 技术等各个方面进行了研究和仿真工作。

## 9 缩略语

缩略词	中文名称	英文名称
BPSK	双相移键控	Bi Phase Shift Keying
CAPEX	资本性支出，运营商投资	Capital Expenditure
DFT	离散傅立叶变换	Discrete Fourier Transform
eNB	NodeB 演进	Evolution NodeB
E3G	演进型 3G	evolved 3G
EPC	核心分组网络的演进	Evolved Packet Core
E-UTRA	UTRA 演进	Evolution Universal Telecommunication Radio Access
HCR	高码片速率	High Chip Rate
IASA		Inter Access System Anchor
IFFT	逆快速傅立叶变换	Inverse Discrete Fourier transform
LCR	低码片速率	Low Chip Rate
LDPC	低密度奇偶校验	low-density parity-check
LTE	UMTS 技术的长期演进	Long Term Evolution
OFDM	正交频分多址	Orthogonal Frequency Division Multiplex
OPEX	运营性支出	Operating Expenditure
PAPR	峰均功率比	Peak to Average Power Ratio
QAM	正交调幅	QUADRATURE AMPLITUDE MODULATION
QPSK	正交转换相移键控	QUADRATURE PHASE SHIFT KEYING
MIMO	多输入多输出	Multiple Input Multiple Output
MME	移动性管理实体	Mobile Management Entity
SAE	系统构架演进	System Architecture Evolution
SAE gateway	SAE 网关	System Architecture Evolution Gateway
SC-FDMA	单载频-频分多址接入	Single Carrier – Frequency Division Multiple Access
SDM	空分复用	Spatial Division Multiple
TTI	传输时间间隔	Transmission Time Interval

# 10 参考资料

序号	名称
1	25.912 Feasibility study for evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) and Universal Terrestrial Radio Access Network (UTRAN)
2	25.913 Requirements for Evolved UTRA (E-UTRA) and Evolved UTRAN (E-UTRAN)
3	36.300 Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN), Overall description



“电子发烧友”网站是一个面向广大电子爱好者、大专院校学生、中小型企业工程技术人员的技术应用、推广专业网站。主要内容有：电子技术应用交流，器件资料、电子设计软件下载，电子技术支持服务，电子产品发布、转让和引进等信息。

**本资料由“电子发烧友”网站收集整理，版权属原作者**

在使用本资料或软件时，有什么问题，欢迎到“电子发烧友”网站内的 BBS “技术论坛”中发表，我站的热心网友会帮助你的。

电子技术论坛 <http://bbs.elecfans.com>

需要更多的电子技术相关资料或软件，欢迎到“电子发烧友”网站下载。

“电子发烧友”网站: <http://www.elecfans.com>