

# LTE Architecture

---

Jul 28, 2011





# 提纲

- LTE整体架构
- E-UTRAN架构、接口和协议
- 核心网EPC
- LTE承载和QoS

# 几个常见的英文缩写解释



EPS

- Evolved Packet System, 包括无线接入网和核心网

EPC

- Evolved Packet Core, 仅指核心网

EUTRAN

- Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network, 仅指无线侧

SAE

- System Architecture Evolution=EPC, 仅指核心网

LTE

- Long Term Evolution=EUTRAN仅指无线侧



# 几个常见的英文缩写解释

- **LTE**-2006年9月，3GPP最终确定了LTE（长期演进）：也称之为演进的UTRA和UTRAN（Evolved UTRA and UTRAN）的研究项目。该项研究的目的是确定3GPP接入技术的长期演进计划。
- **SAE**-3GPP还开展了一项平行研究：即系统架构演进（SAE System Architecture Evolution)(System Architecture Evolution)，来展示核心网络的演进要点。这是一个基于IP的扁平网络体系结构，旨在简化网络操作，确保平稳、有效地部署网络。
- **EPC**-分组核心演进(EPC)方案是一套全IP产品系列，旨在帮助运营商通过采用无线长期演进（LTE）技术来提供先进的移动宽带服务。
- **EPS**-EPC和EUTRAN合称EPS（Evolved Packet System）

# EPS引入的背景



- 通信技术和网络的发展对**EPS**的需求
  - 提供一个向融合网络演进的平台，能够提供多种无线接入技术和多样的业务，并且能够支持这些业务在这些无线接入技术间移动的无缝切换
  - 能够实现网络的扁平化和**IP**化
  - 能够提供高带宽和低延时的网络性能
  - 能够和现有网络共存，并支持平滑演进，并最终替代现有网络
- 其他标准组织的外部竞争催生了**EPS**
  - **Wimax**，**3GPP2**等其他标准组织都在致力于满足上述需求的相关标准的制订
  - **3GPP**为了保证自己在通信标准组织中的领先性

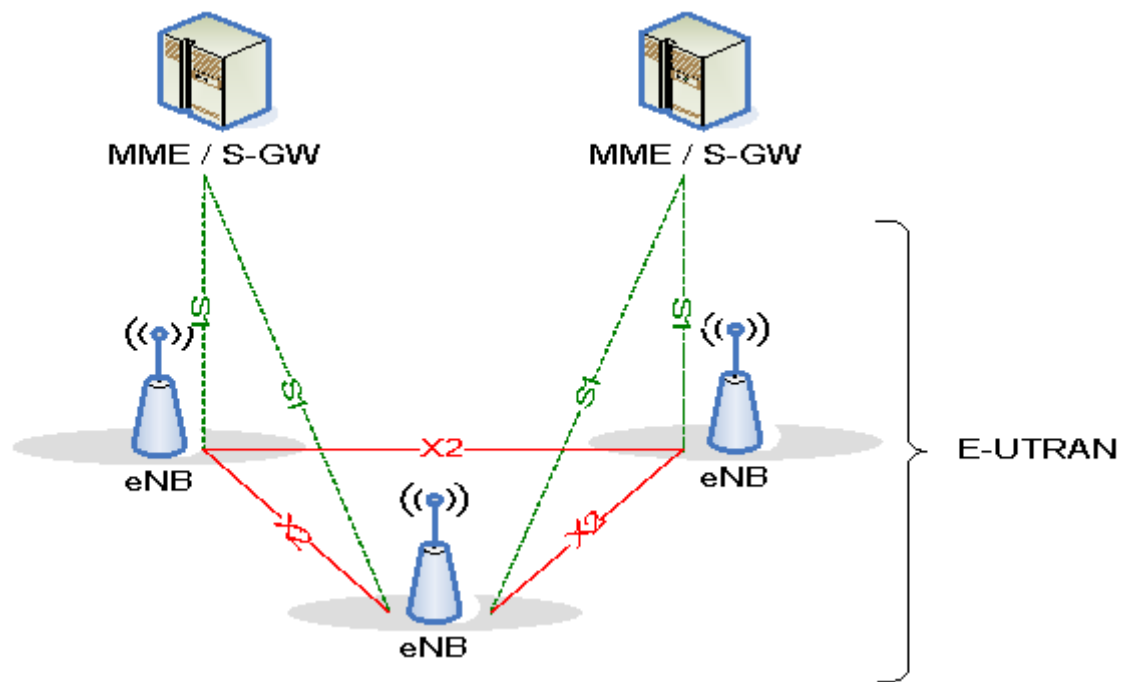
# EPS网络的关键技术



- EPS提供永远在线的用户体验，降低了用户接入业务的延时
- EPS的核心网允许多种无线技术的接入，目前支持的接入技术包括3GPP已经定义的UTRAN/GERAN，LTE，3GPP2定义的，以及IWLAN接入
- EPS在核心网将用户面和控制面进行分离，实现了网络的进一步扁平化
- EPS引入了TAI list和ISR等概念，降低了空口信令负荷，节约了网络资源
- EPS引入了PCC，对QoS控制、策略和计费控制集中处理

# E-UTRAN网络结构

## LTE网络架构



# 网络实体



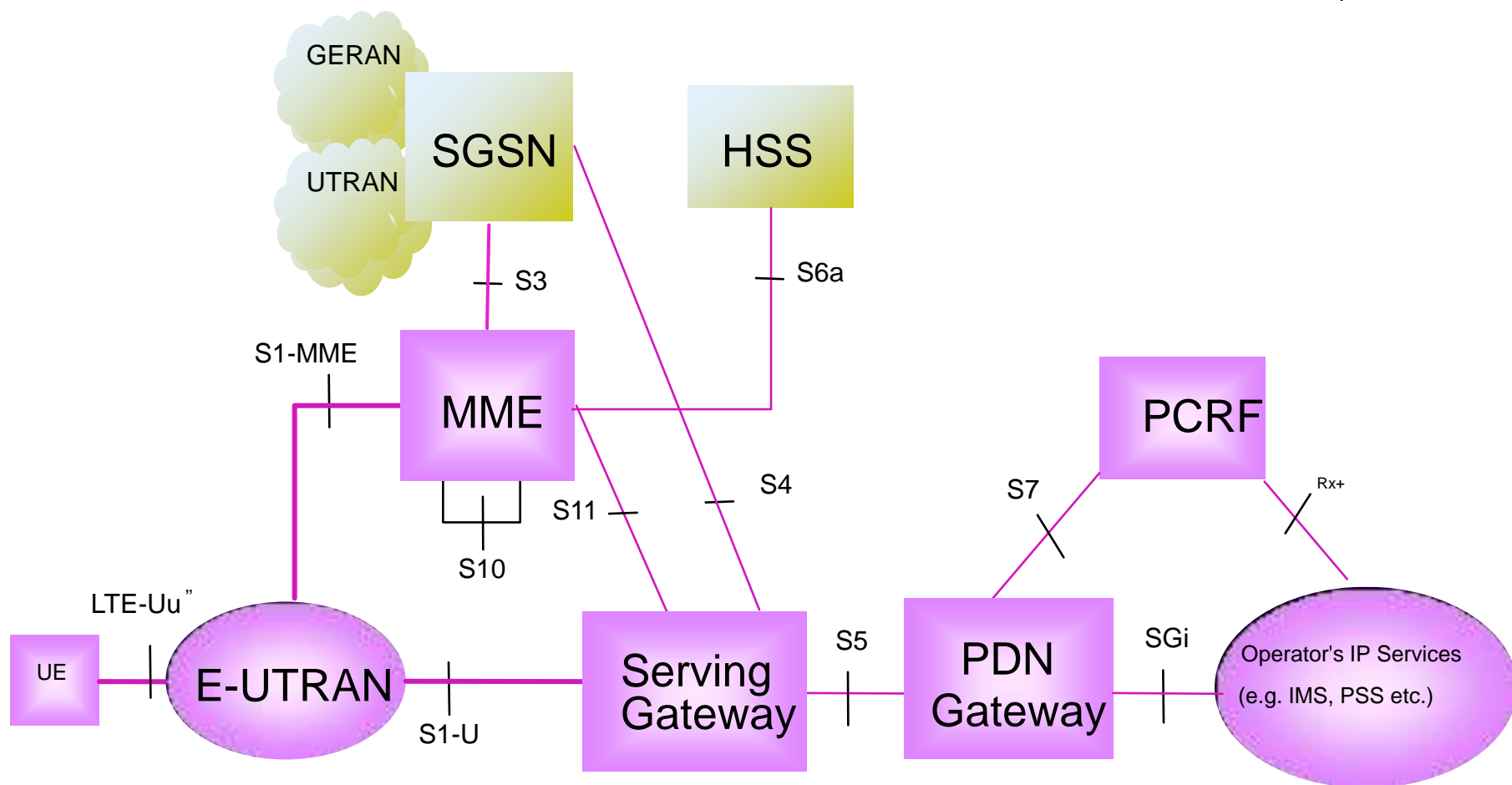
## LTE网络实体

- 整个LTE系统由3部分组成：
  - 核心网 (EPC, Evolved Packet Core)
  - 接入网 (eNodeB)
  - 用户设备 (UE)
- EPC分为三部分：
  - MME (Mobility Management Entity, 负责信令处理部分)
  - S-GW (Serving Gateway, 负责本地网络用户数据处理部分)
  - P-GW (PDN Gateway, 负责用户数据包与其他网络的处理)
- 接入网 (也称E-UTRAN) 由eNodeB构成
- 网络接口
  - S1接口: eNodeB与EPC
  - X2接口: eNodeB之间
  - Uu接口: eNodeB与UE

**NOTE:** 和UMTS相比, 由于NodeB 和 RNC 融合为网元eNodeB, 所以LTE少了Iub接口。X2接口类似于Iur接口, S1接口类似于Iu接口



# LTE网络结构



# EPC与E-UTRAN功能划分

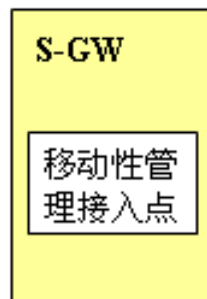


EUTRAN

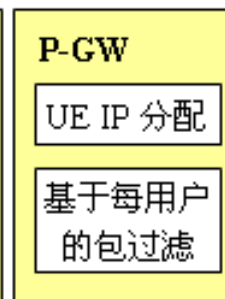


E-UTRAN

S1



EPC



EPC

Internet



# LTE网元功能



## ■ eNodeB

- 无线资源管理（RRM）
- 用户数据流IP头压缩和加密
- UE附着时MME选择功能
- 用户面数据向Serving GW的路由功能
- 寻呼消息的调度和发送功能
- 广播消息的调度和发送功能
- 用于移动性和调度的测量和测量报告配置功能
- 基于AMBR和MBR的上行承载级速率整型
- 上行传输层数据包的分类标示



# LTE网元功能

## ■ MME功能

- NAS信令以及安全性功能
- 3GPP接入网络移动性导致的CN节点间信令
- 空闲模式下UE跟踪和可达性
- 漫游
- 鉴权
- 承载管理功能（包括专用承载的建立）

## ■ Serving GW

- 支持UE的移动性切换用户面数据的功能
- E-UTRAN空闲模式下行分组数据缓存和寻呼

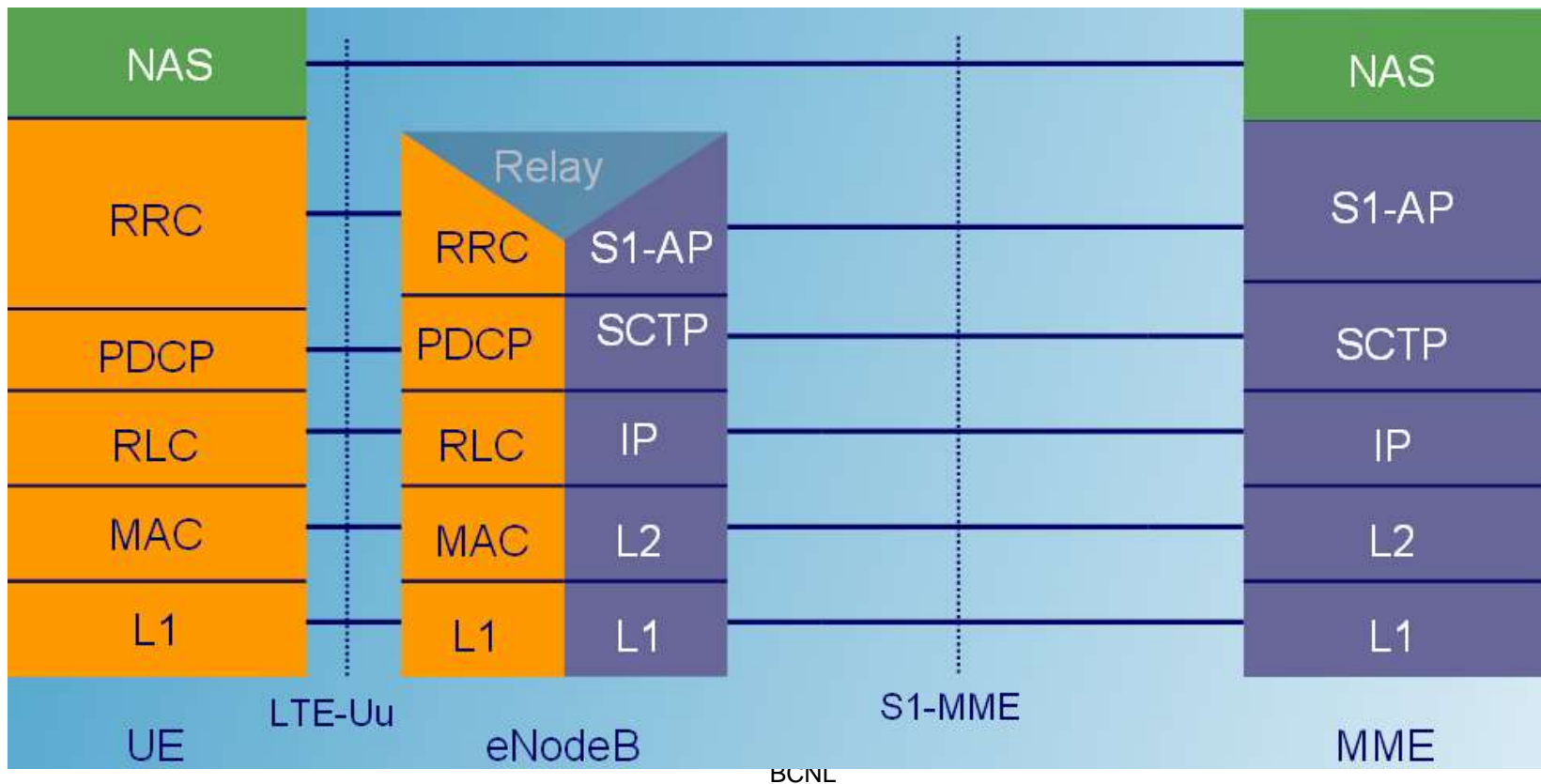
## ■ PDN GW

- 负责用户数据包与其他网络的处理
- 基于单个用户的数据包过滤；
- UE IP地址分配；
- 上下行传输层数据包的分类标示；
- 上下行服务级的计费（基于SDF，或者基于本地策略）；
- 上下行服务级的门控；
- 上下行服务级增强，对每个SDF进行策略和整形；
- 基于AMBR的下行速率整形基于MBR的下行速率整上下行承载的绑定；
- 合法性监听；



# 控制面协议栈

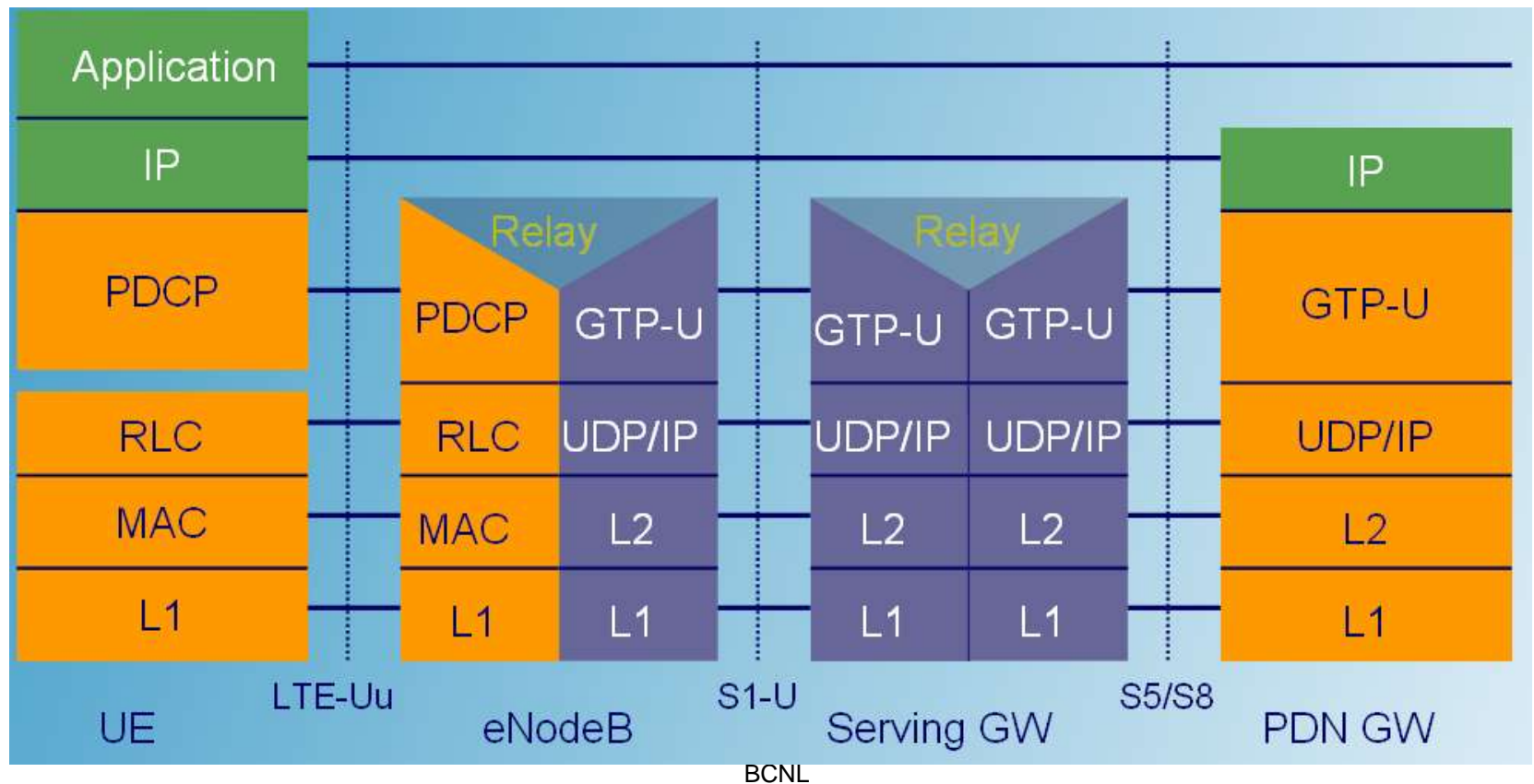
- **UE与MME之间的控制平面如下图所示：**





# 用户平面协议栈

- **UE与PDN-GW之间的用户平面如下图所示：**





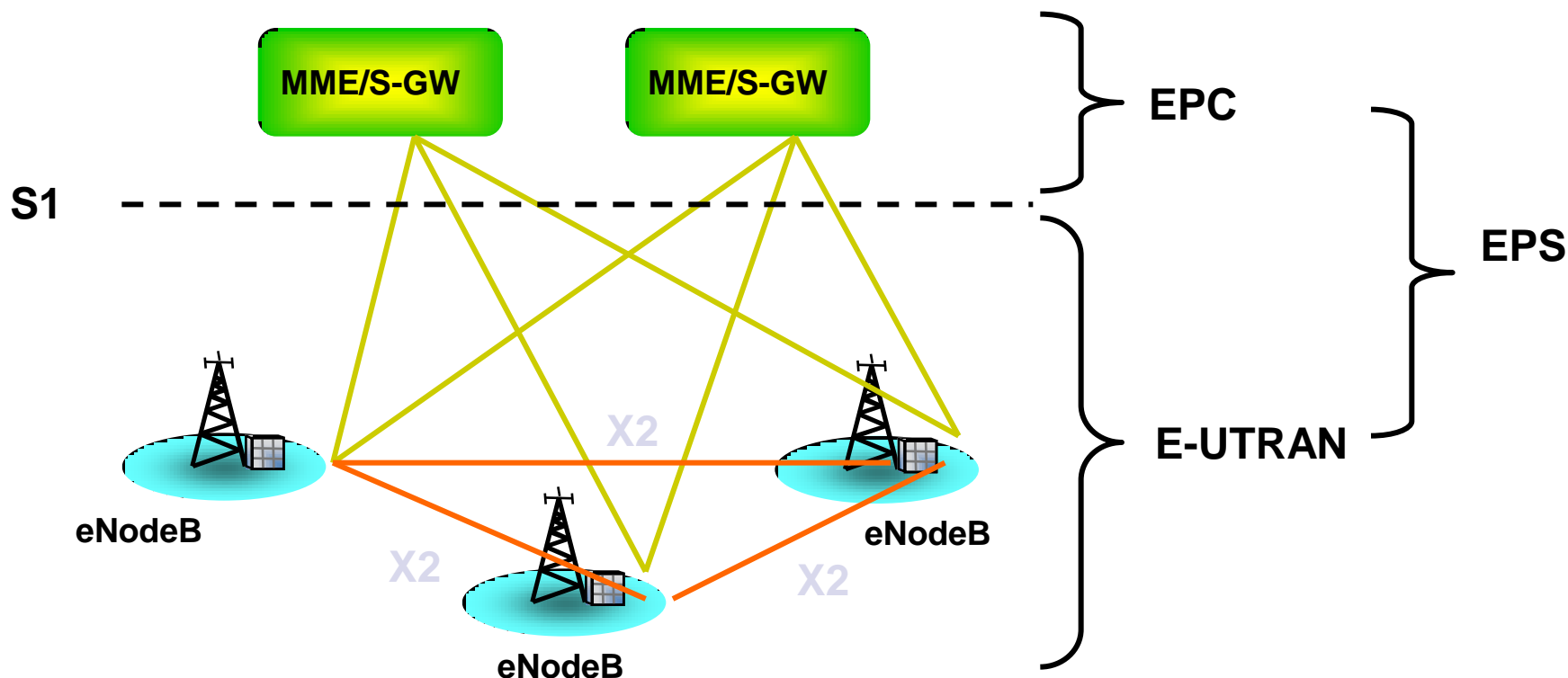
# 提纲

- LTE整体架构
- E-UTRAN架构、接口和协议
- 核心网EPC
- LTE承载和QoS

# LTE E-UTRAN网络结构

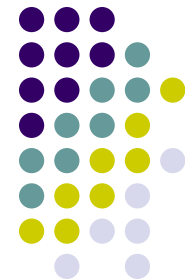


- 在LTE系统架构中，RAN将演进成E-UTRAN，且只有一个结点：eNodeB。





# LTE网络结构



## ■ eNodeB功能

eNodeB具有现有3GPP R5/R6/R7的Node B功能和大部分的RNC功能，包括物理层功能（HARQ等），MAC，RRC，调度，无线接入控制，移动性管理等等。



Node B

+



RNC



eNodeB

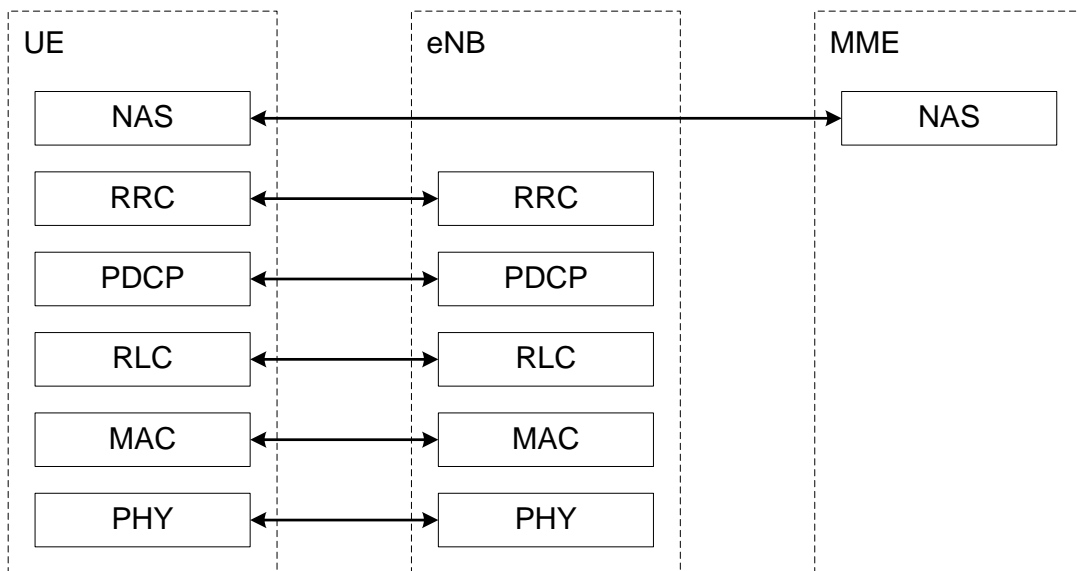


# E-UTRAN接口

## LTE相关的节点接口

- S1-MME
  - ✓ E-UTRAN和MME之间的控制面协议参考点
- S1-U
  - ✓ E-UTRAN和发Serving-GW之间的接口
- X2
  - ✓ eNodeB之间的接口，类似于现有3GPP的Iur接口
- LTE-Uu
  - ✓ 无线接口，类似于现有3GPP的Uu接口

# Uu口控制面协议栈



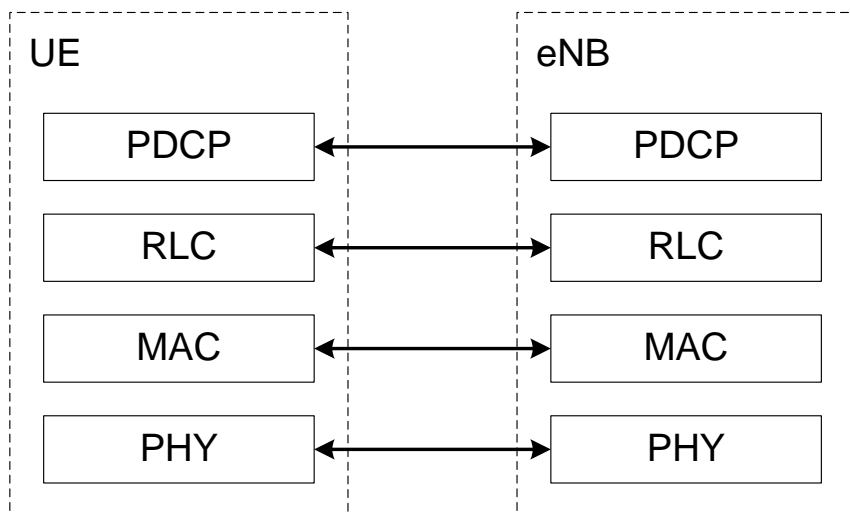
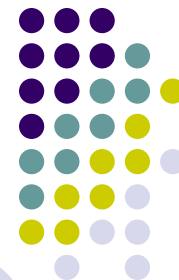
## LTE控制面

- 控制平面**RRC**协议数据的加解密和完整性保护功能，在**LTE**中交由**PDCP**层完成
- **RRC**子层主要承担广播、无线接口寻呼、**RRC**连接管理、无线承载控制、移动性管理、**UE**测量上报和控制等功能
- 仅存在一个**MAC**实体

## 与3G的异同

- ❶ 3G中控制平面不存在**PDCP**协议栈，由**RLC**层提供无线信令承载**SRB**
- ❶ **RLC**层依然提供**TM/UM/AM**三种传输模式
- ❶ 3G中**UM/AM**传输模式下的加密由**RLC**层实现，**TM**模式下的加密由**MAC**层实现
- ❶ 3G中含有多个**MAC**实体：**MAC-b**, **MAC-c/sh**, **MAC-d**, **MAC-hs**

# Uu口用户面协议栈



## LTE用户面

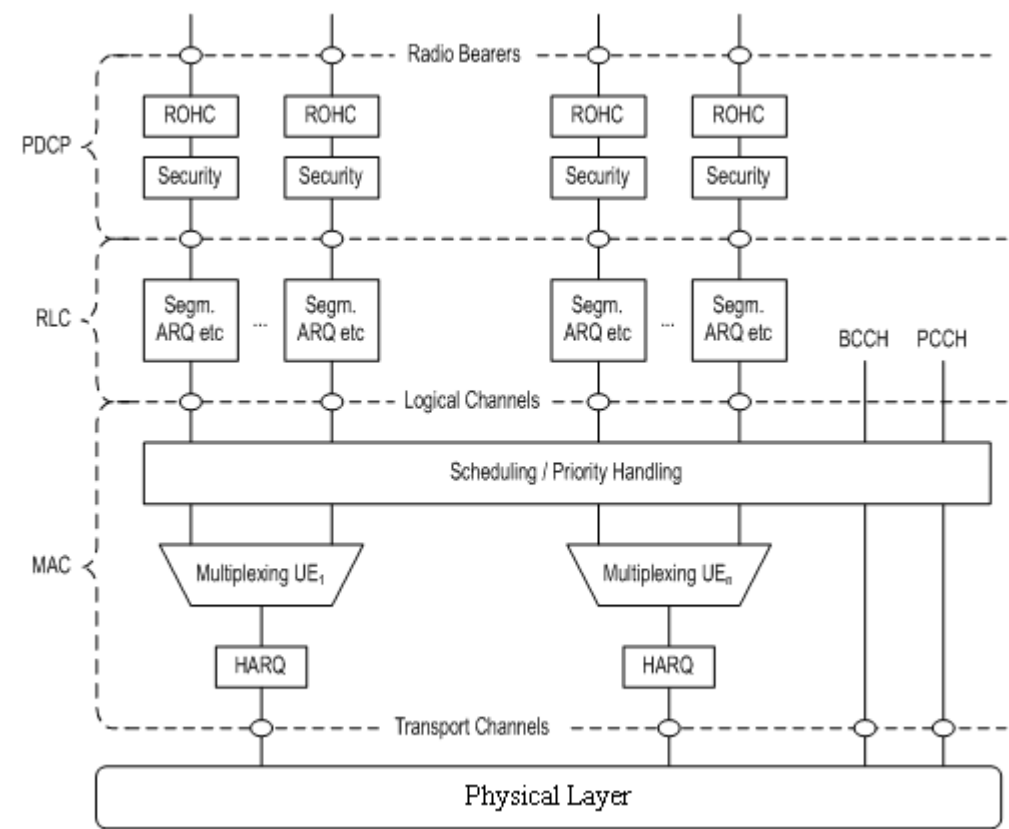
- 安全方面的功能，用户面的加密和解密功能由PDCP子层完成
- 仅存在一个MAC实体

## 与3G的异同

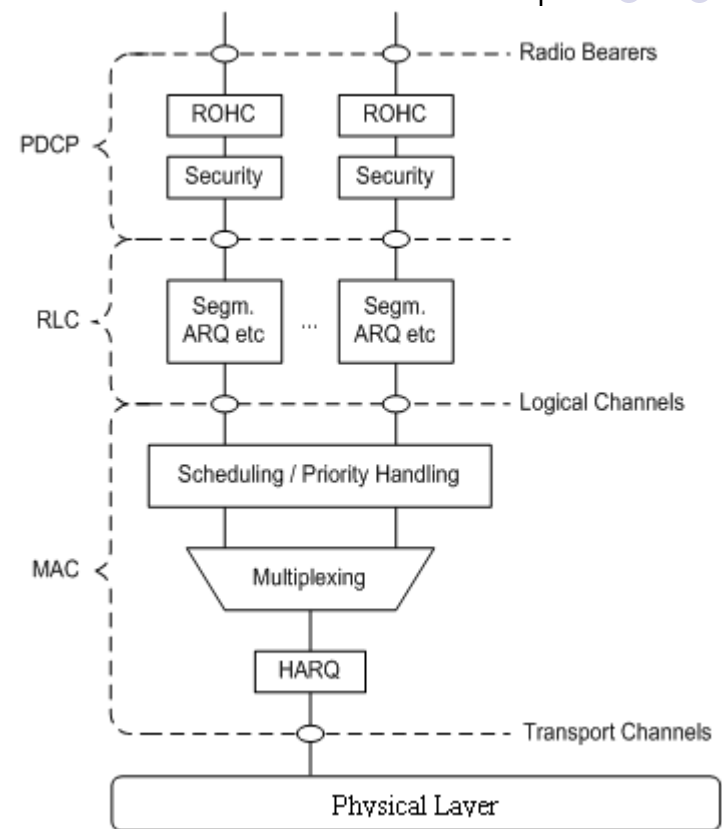
- ❶ 3G中PDCP层仅用于承载PS业务，广播和多播业务由BMC层协议承载
- ❶ 3G中用户数据的加密和解密由RLC和MAC层完成
- ❶ 3G中含有多个MAC实体：MAC-b, MAC-c/sh, MAC-d, MAC-hs
- ❶ RLC层依然提供TM/UM/AM三种传输模式



# 用户面协议内部的关系



层2协议架构 (DL)



层2协议架构 (UL)



# 物理层

- 物理层向高层提供数据传输服务，可以通过MAC子层并使用传输信道来接入这些服务。为了提供数据传输服务，物理层将提供如下功能
  1. 传输信道的错误检测并向高层提供指示
  2. 传输信道的前向纠错 (Forward Error Correction, FEC) 编码解码
  3. 混合自动重传请求 (Hybird Automatic Repeat-reQuest, HARQ) 软合并
  4. 编码的传输信道与物理信道之间的速率匹配
  5. 编码的传输信道与物理信道之间的映射
  6. 物理信道的功率加权
  7. 物理信道的调制与解调
  8. 频率和时间同步
  9. 射频特性测量并向高层提供指示
  10. 对输入多输出 (Multiple Input Multiple Output, MIMO) 天线处理
  11. 传输分集
  12. 波束赋形
  13. 射频处理

# LTE层2主要数据流程



PDU: Protocol Data Unit 协议数据单元  
SDU: Service Data Unit 业务数据单元

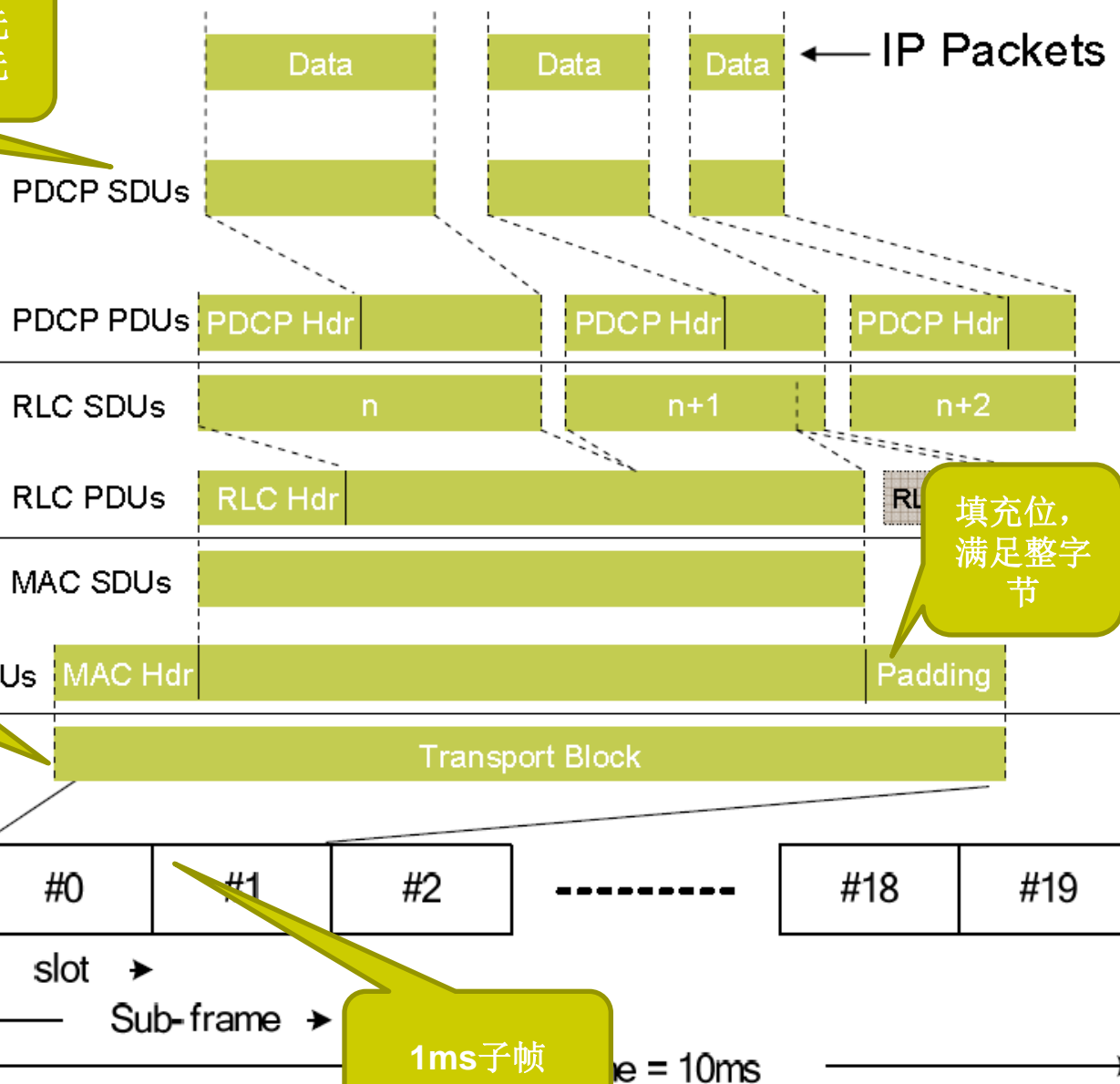
UE

**PDCP**  
Packet Data Convergence  
Protocol

**RLC**

TB(传输块)是层1和  
MAC层之间交换的基本  
数据单元，等价于  
“MACPDU”

**PHY**  
Physical Layer



# MAC层功能 (网络侧每Cell一个MAC实体)



- 逻辑信道和传输信道的映射，复用和解复用
- 数据量测量
- HARQ功能
- UE内的优先级调度和UE间的优先级调度
- TF选择
- Padding (FFS)
- RLC PDU的按序提交 (FFS)





# RLC层主要功能

- 传输上层PDU
- ARQ (only for AM data transfer)纠错
- RLC SDUs (only for UM and AM data transfer)串联，分块，重新组合
- RLC data PDUs (only for UM and AM data transfer);重排序
- 重复检测(only for UM and AM data transfer)
- RLC SDU抛弃(only for UM and AM data transfer)

# RLC层3种模式



## RLC

RLC层的功能通过  
RLC 实体来体现，  
RLC实体由3种传  
输模式配置

### 透明模式 (TM)

1. TM RLC实体对PDU是透明的，直接映射；
2. 无RLC SDU分段或串联；
3. 不添加RLC报头；
4. 无传输保证；
5. 只有广播系统消息、寻呼消息、信令无线承载0 (SRB0) 这样的RRC控制信息才能通过透明模式传输；用户平面数据传输不能使用TM RLC。

### 非确认模式 (UM)

1. 对RLC SDU分段或串联；
2. 添加RLC报头；
3. 无传输保证；
4. 适合传输streaming traffic。

### 确认模式 (AM)

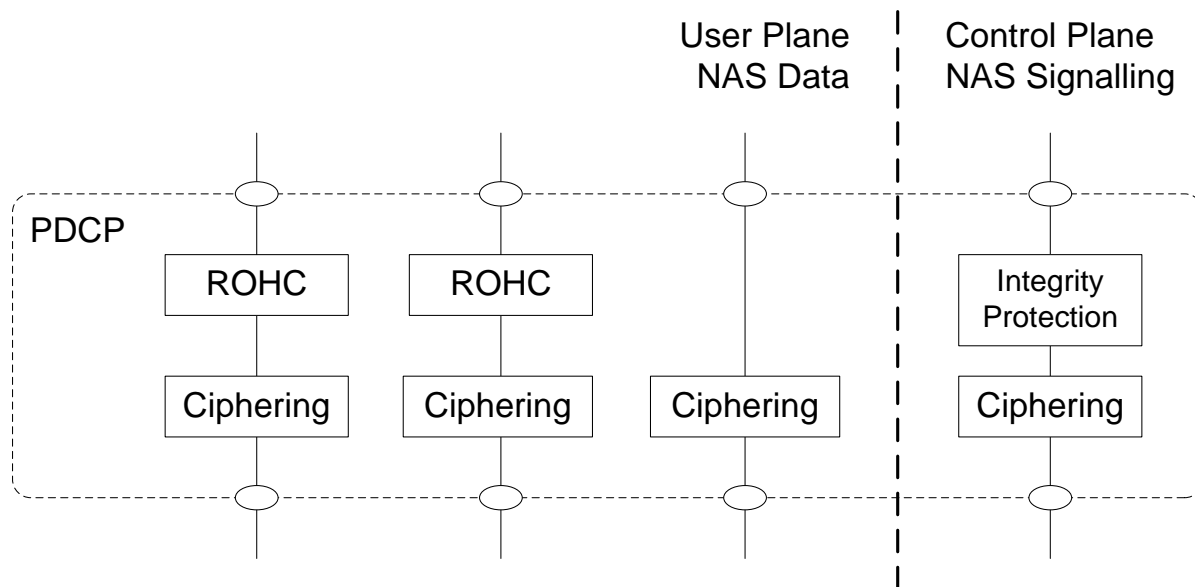
1. 对RLC SDU分段或串联；
2. 添加RLC报头；
3. 有传输保证；
4. 适合传输TCP traffic。



# PDCP子层功能

- 基于ROHC协议对IP数据流进行头压缩、解压缩。
- 传输用户平面和控制平面数据。
- 维护PDCP序列号。
- 对用户平面和控制平面的数据进行加密和解密处理。
- 对控制平面的数据进行完整性保护和验证。

# PDCP子层模型

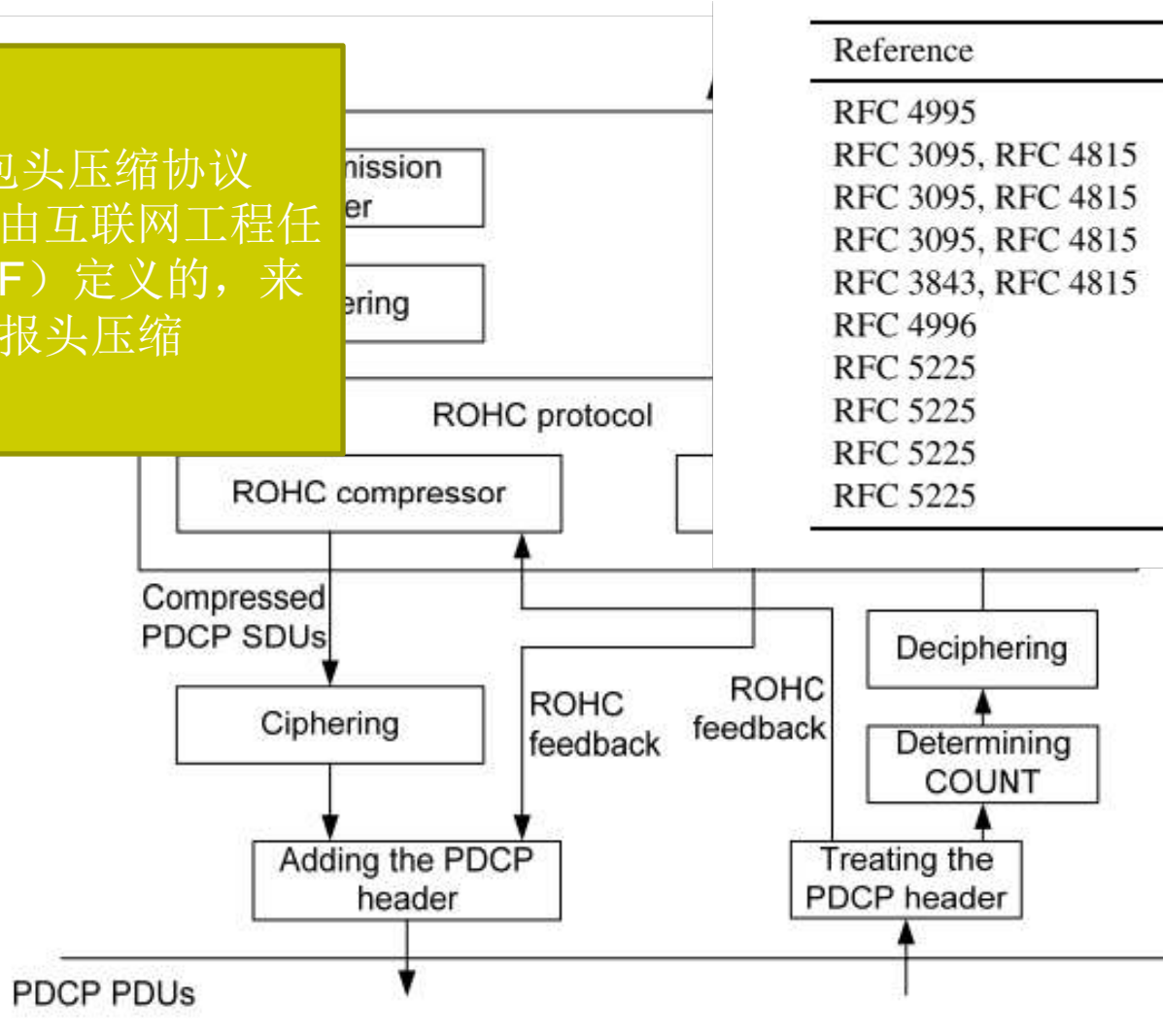




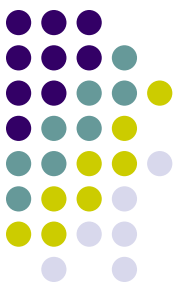
# 报头压缩-健壮性包头压缩ROHC

健壮性包头压缩协议  
(ROHC) 由互联网工程任务组 (IETF) 定义的, 来进行报头压缩

Reference	Usage
RFC 4995	No compression
RFC 3095, RFC 4815	RTP/UDP/IP
RFC 3095, RFC 4815	UDP/IP
RFC 3095, RFC 4815	ESP/IP
RFC 3843, RFC 4815	IP
RFC 4996	TCP/IP
RFC 5225	RTP/UDP/IP
RFC 5225	UDP/IP
RFC 5225	ESP/IP
RFC 5225	IP



用户平面PDCP概览 (3GPP)



# RRC子层功能

- 非接入层（**NAS**）相关系统信息的广播，接入层(**AS**) 相关系统信息的广播。
- **NAS**消息的传输。
- 寻呼。
- 建立、维护和释放**UE**与**E-UTRAN**之间的**RRC**连接。
- 建立、配置、维护和释放点对点的无线承载。
- 移动性功能包括：**UE**测量上报和对小区间、**RAT**间移动性上报的控制；切换；**UE**小区选择和重选；切换时上下文的转移。
- **MBMS**业务的通知，**MBMS**无线承载和建立、配置和维护。
- **QoS**管理功能。
- **RRC**的状态设计为**RRC\_IDLE**和**RRC\_CONNECTED**两类。

# RRC\_IDLE状态

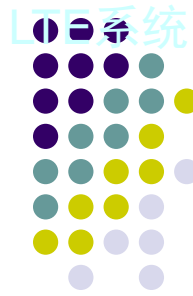
- NAS配置UE指定的非连续性接受DRX;
- 系统信息广播;
- 寻呼;
- 小区重选移动性;
- UE将分配一个标识来独立的在一个跟踪区中唯一识别该UE;
- eNB中没有存储RRC上下文



# RRC\_CONNECTED状态

- 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；
- 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UE的DRX/DTX周期，以便于UE省电和有效利用资源。

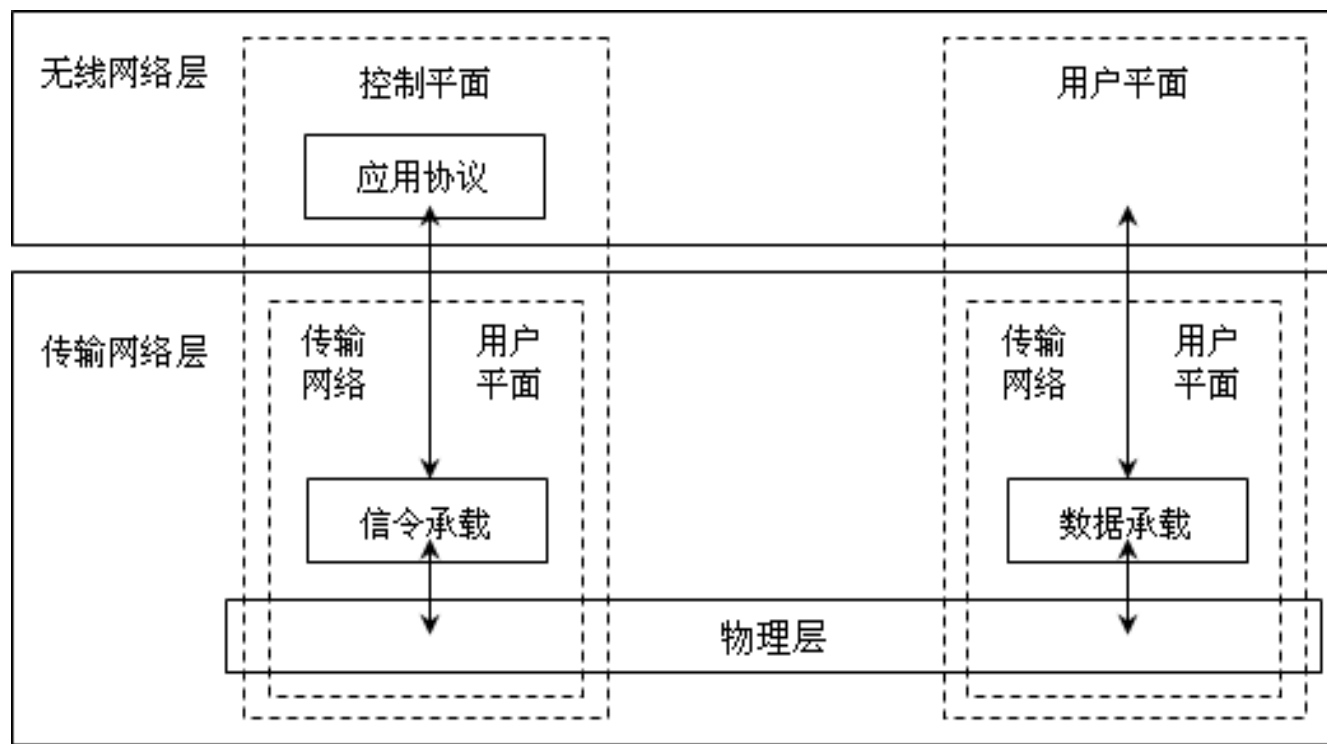




# LTE NAS 协议状态

- 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。

# E-UTRAN接口通用协议模型



## LTE接口通用模型

- 适用于**E-UTRAN**相关的所有接口，即**S1**和**X2**接口
- 控制面和用户面相分离，无线网络层与传输网络层相分离
- 无线网络层：实现**E-UTRAN**的通信功能
- 传输网络层：采用**IP**传输技术对用户面和控制面数据进行传输

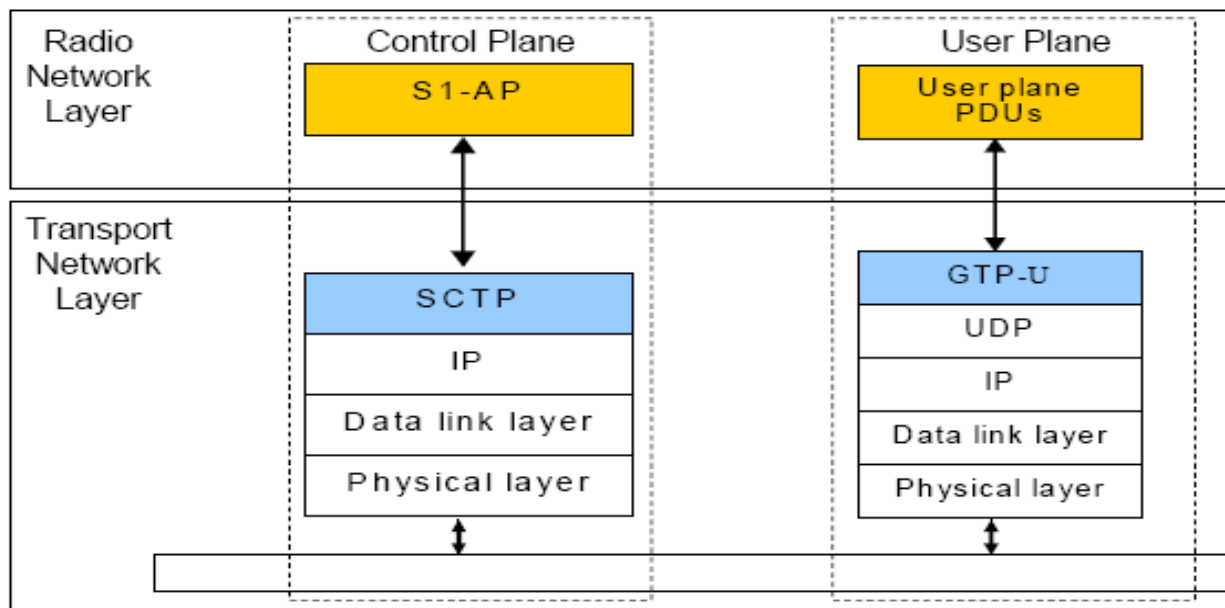


# S1接口

- 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。
  - 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。
- 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。

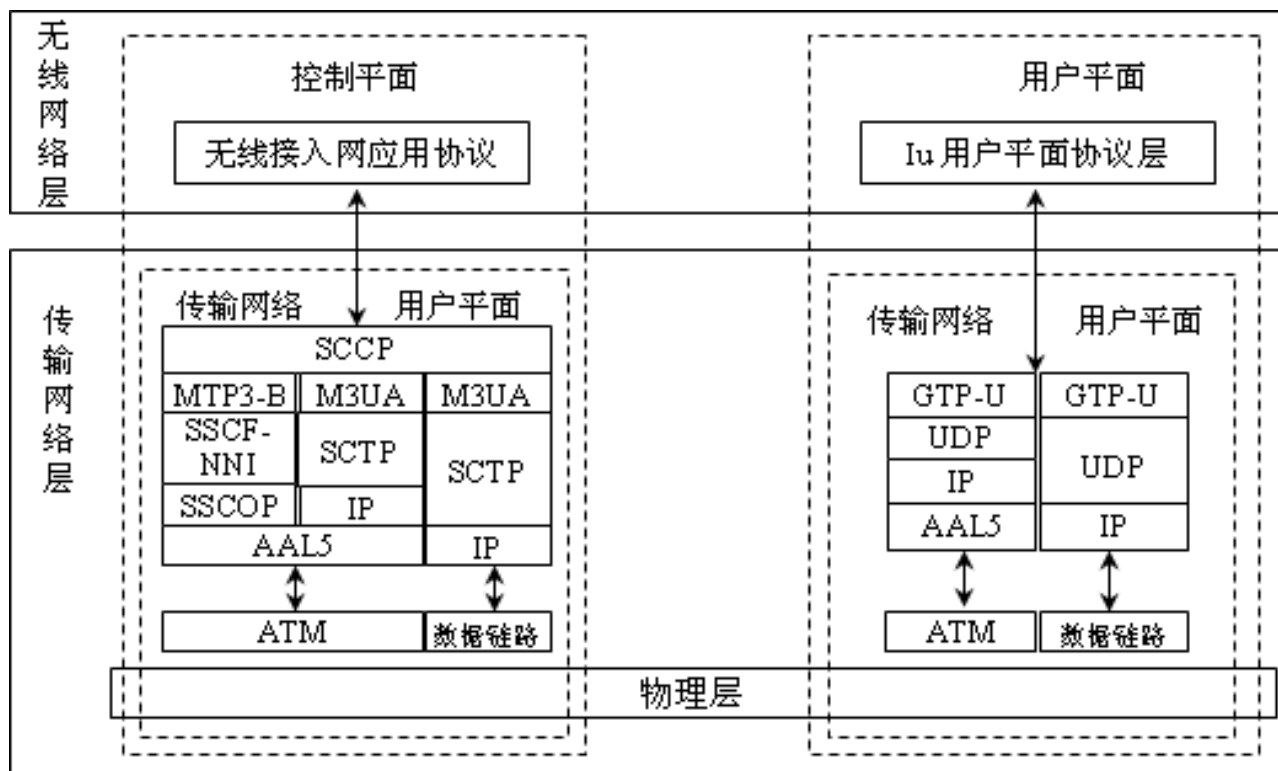
# S1接口协议栈

## S1接口



- 控制层为了可靠的传输信令消息，在IP层之上添加了**SCTP**
- S1控制面主要功能：
  - EPC承载服务管理功能；
  - S1 接口UE上下文释放功能；
  - ACTIVE状态下UE的移动性管理功能
  - S1接口的寻呼；
  - NAS信令传输功能；
  - NAS节点选择功能；
  - 初始上下文建立过程；
- UDP/IP之上的**GTP-U**用来传输S-GW与eNB之间的用户平面PDU
- S1用户面主要功能为：
  - 在S1接口目标节点中指示数据分组所属的SAE接入承载；
  - 移动性过程中尽量减少数据的丢失；
  - 错误处理机制；
  - MBMS支持功能；
  - 分组丢失检测机制；

# 与3G Iu-PS接口协议架构比较



## 3G Iu-PS接口通用模型

- 控制面：在Release 99中，采用7号信令系统协议承载信令；在Release 5之后的版本，控制信令直接用IP承载；
- 用户面：Release 99 PS域，分组数据量在一个或多个AAL5永久虚电路上复用；在Release 5之后，直接采用IP传输，与LTE架构相同；



# S1-AP

- S1-AP是S1接口的上层消息，主要用于处理S1接口控制平面的各种信令和控制，类似于UMTS网络中的无线网络层的控制部分。

●SAE承载业务管理功能。包括SAE承载的建立、修改和释放。当UE在eNB的上下文建立就绪后，SAE承载业务管理功能负责为用户数据传输建立、修改和释放相应的E-UTRAN资源。承载资源的建立和修改，通常由MME发起，并指明需要的QoS信息。资源的释放由eNB通过请求消息予以释放。

●LTE\_ACTIVE状态下的UE移动性。包括LTE内的切换、2G/3G与LTE间的切换。其中LTE内切换完成LTE-ACTIVE状态下的UE移动性控制，包括切换准备、执行和完成3个环节，根据切换目标的不同，分别通过X2接口和S1接口完成。而2G/3G和LTE之间的切换通常称为Inter-3GPP-RAT Handover，也是针对LTE-ACTIVE状态下的UE实施，切换环节和Intra-LTE Handover相同，但只通过S1接口进行。

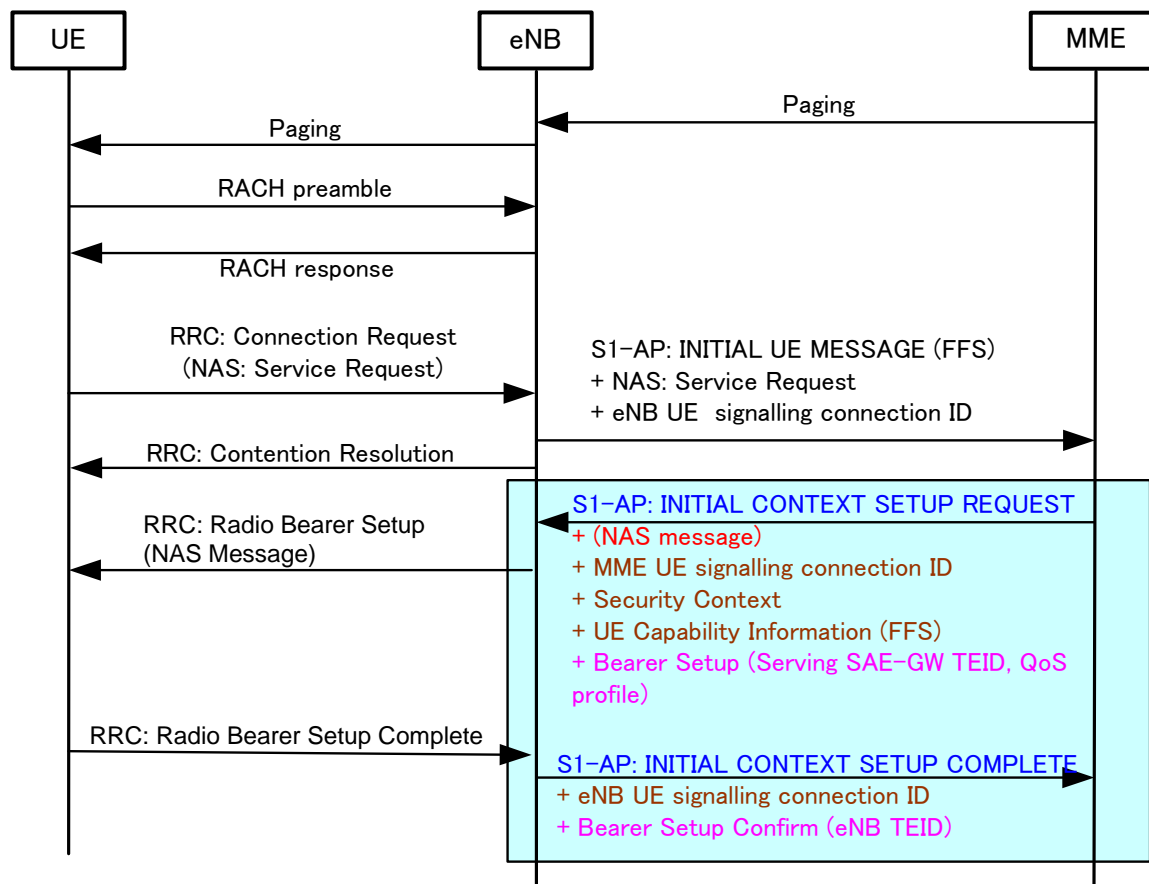
●S1寻呼功能。寻呼功能支持向UE注册的跟踪区内的全部小区发送寻呼消息。Serving-MME把寻呼请求消息发送到各个基站，再由各基站向各逻辑小区下发。

# S1-AP



- **NAS节点选择功能。**SAE/LTE系统支持eNB到多个MME/SGW之间的互连，这就需要基站在多个MME/SGW网元中为UE选择合适的MME，该功能由基站独立完成，不需要S1接口设置专门的消息流程进行支持。
- **初始上下文建立功能。**S1 UE上下文管理功能用于管理LTE\_ACTIVE状态下的UE，如在eNB和EPC建立和释放UE上下文，以支持S1接口每个用户单独的信令传递。初始上下文建立功能支持eNB建立通信必需的全部UE上下文信息，包括SAE承载上下文、安全上下文、漫游限制、UE能力信息、UE S1信令连接ID等，用于UE从空闲到激活状态的快速转换。初始上下文建立过程由MME发起。
- 除此以外，S1-AP还负责NAS信令传送功能、S1接口管理功能、网络共享功能、漫游和区域限制等功能。

# S1接口的信令过程

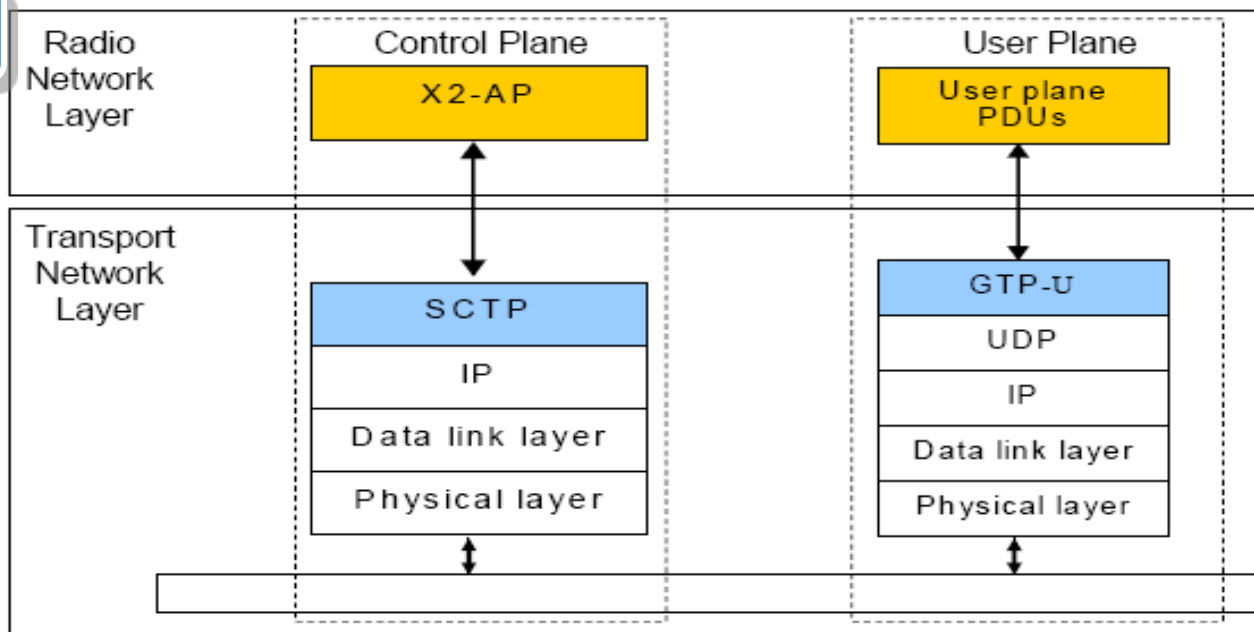


- 初始上下文建立过程（蓝色部分） in Idle-to-Active procedure

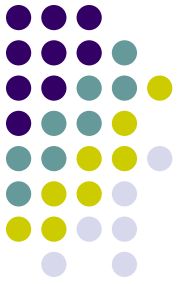


# X2接口协议栈

## X2接口



- ⑥ LTE系统X2接口的定义采用了与S1接口一致的原则
- ⑥ X2接口应用层协议主要功能：
  - ⑥ 支持LTE\_ACTIVE状态下UE的LTE接入系统内的移动性管理功能；
  - ⑥ X2接口自身的管理功能，如错误指示、X2接口的建立与复位，更新X2接口配置数据等；
  - ⑥ 负荷管理功能。
- X2接口用户面提供eNB之间的用户数据传输功能
- X2-U接口协议栈与S1-U接口协议栈完全相同

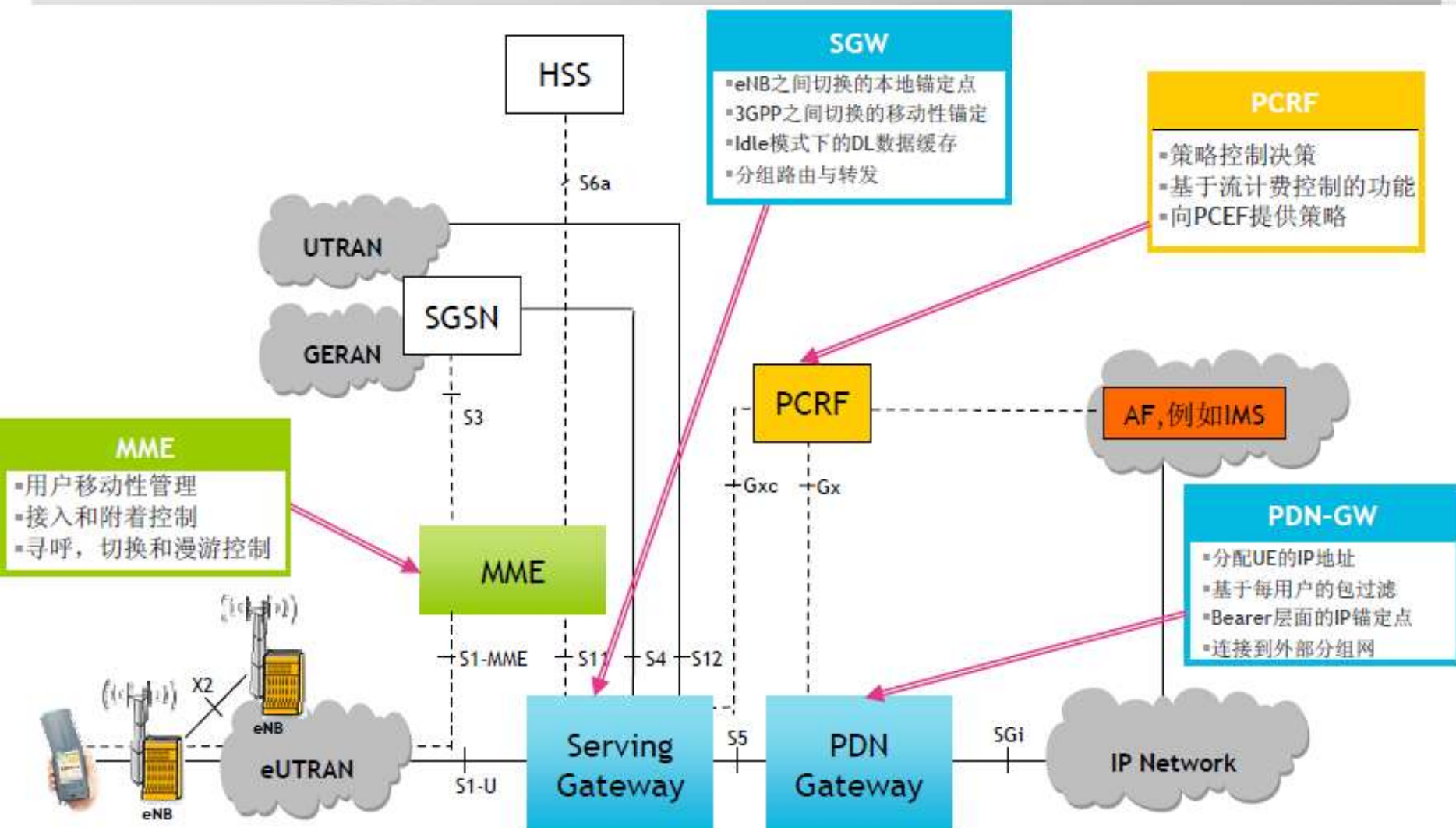


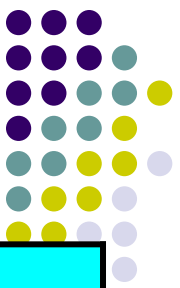
# 提纲

- LTE整体架构
- E-UTRAN架构、接口和协议
- 核心网EPC
- LTE承载和QoS



# EPC架构概述





# 支持3GPP接入，EPC新增网元的主要功能点

MME	Serving GW	PDN GW
<ul style="list-style-type: none"><li>➢NAS信令处理</li><li>➢NAS信令的安全保护</li><li>➢3GPP内不同节点之间的移动性管理</li><li>➢空闲移动终端的跟踪和可达</li><li>➢TA List管理</li><li>➢PDN GW和Serving GW选择</li><li>➢MME和SGSN的选择</li><li>➢合法监听</li><li>➢漫游控制</li><li>➢安全认证</li><li>➢承载管理</li></ul> <p>类似SGSN的控制面功能</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➢eNodeB之间的切换的本地锚点</li><li>➢E-UTRAN空闲模式下数据缓存以及触发网络侧Service Request流程</li><li>➢合法监听</li><li>➢数据包路由和转发</li><li>➢上下行传输层数据包标记</li><li>➢基于用户和QCI力度的统计（用于运营商间计费）</li><li>➢基于用户、PDN和QCI力度的上行和下行的计费</li></ul> <p>类似SGSN的用户面功能</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➢基于用户的包过滤</li><li>➢合法监听</li><li>➢IP地址分配</li><li>➢上下行传输层数据包标记</li><li>➢PCC</li><li>➢non-GBR的基于AMBR的下行速率控制</li><li>➢GBR的基于MBR的下行速率控制</li><li>➢DHCPv4和DHCPv6（client、server）</li><li>➢上行和下行的承载绑定</li></ul> <p>类似GGSN的功能</p>

# EPS网络的主要网元和功能概述



## ● E-UTRAN

- 头压缩以及用户面加密
- 在初始消息到达MME的情况下根据UE提供的信息，或者根据当前pool的负荷情况选择MME
- 基于AMBR和MBR的上行承载级速率执行和上下行承载级准许控制等

## ● MME

- 接入控制，包括鉴权控制，标识(GUTI, TAI list)指配，用户标识和设备标识验证，信令面加密，与eNB之间的一致性保护，2G/3G与EPS之间安全参数以及QoS参数的转换
- 许可控制，决定是否可以获得请求的资源并预留这些资源
- 合法监听
- 移动性管理，实现了对UE当前位置的跟踪和记录
- 会话管理，对EPS承载的相关操作
- 网元选择，对S-GW和P-GW的选择，切换时候目标MME/S4 SGSN的选择

# EPS网络的主要网元和功能概述



- S-GW
  - 对EPS承载的存储
  - 路由和数据转发功能
  - Inter-eNB间切换的锚点
  - 3GPP定义的接入不同接入方式间的锚点
  - 计费信息收集
- P-GW
  - IP地址的分配
  - PCRF的选择
  - 对EPS承载的存储和管理，基于PCC进行QoS处理，作为PCC的策略执行点
  - 路由和数据转发功能
  - 作为UE与外部网络通信的锚点
  - 计费信息收集

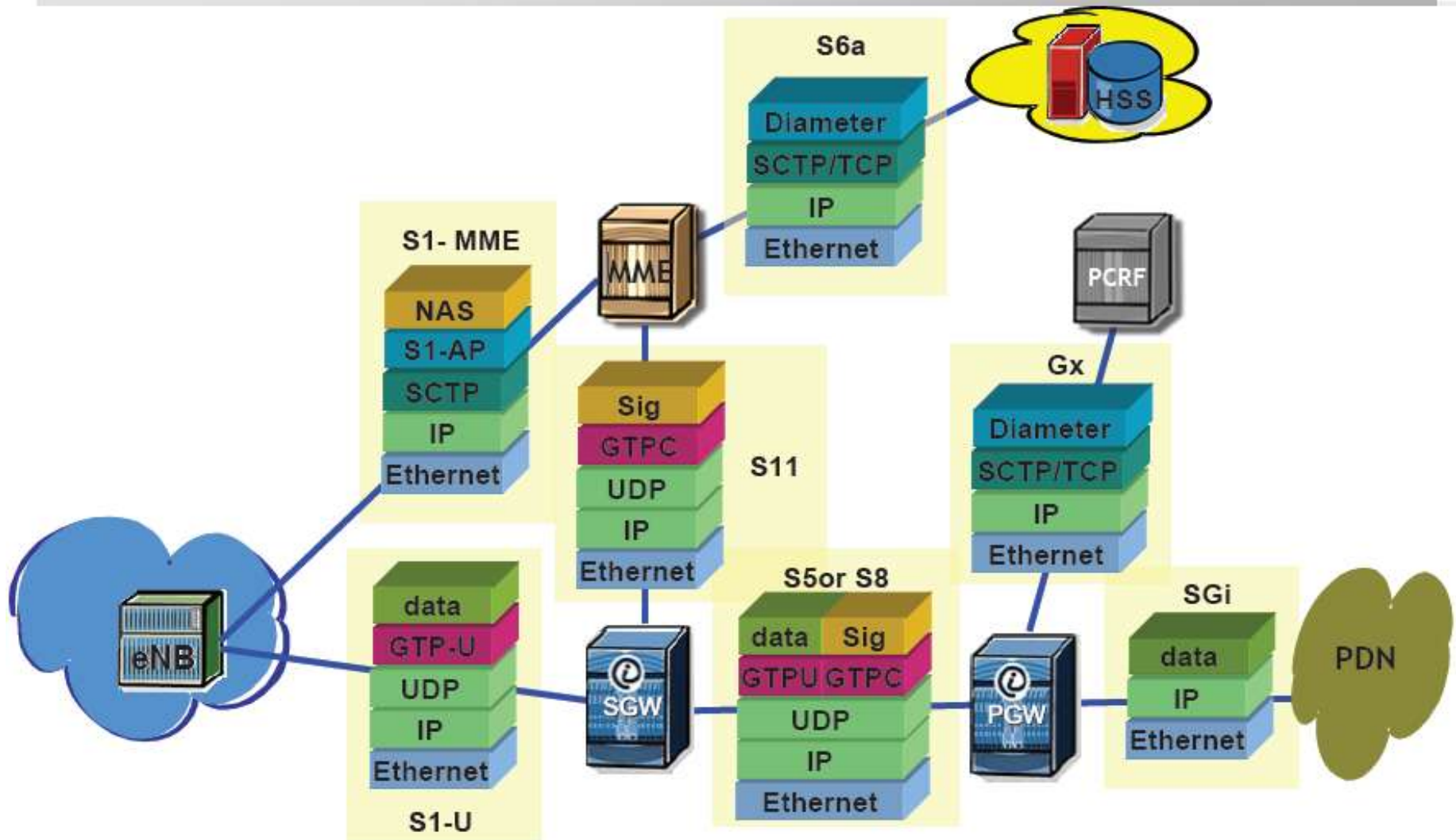
# EPS网络的主要网元和功能概述



- HSS
  - 用户签约数据的存储
  - 用户位置信息的存储
  - 保存UE接入了PGW的地址信息，为了后续支持切换到non-3GPP网络
- S4 SGSN (与GPRS网络的Gn/Gp SGSN相比的新增功能)
  - 新增与MME、S-GW之间的接口
  - 支持P-GW和S-GW的选择，以及MME的选择
  - 当UE切换到E-UTRAN网络时，切换时候目标MME/S4 SGSN的选择
  - EPS和2G/3G之间安全参数以及QoS参数的转换



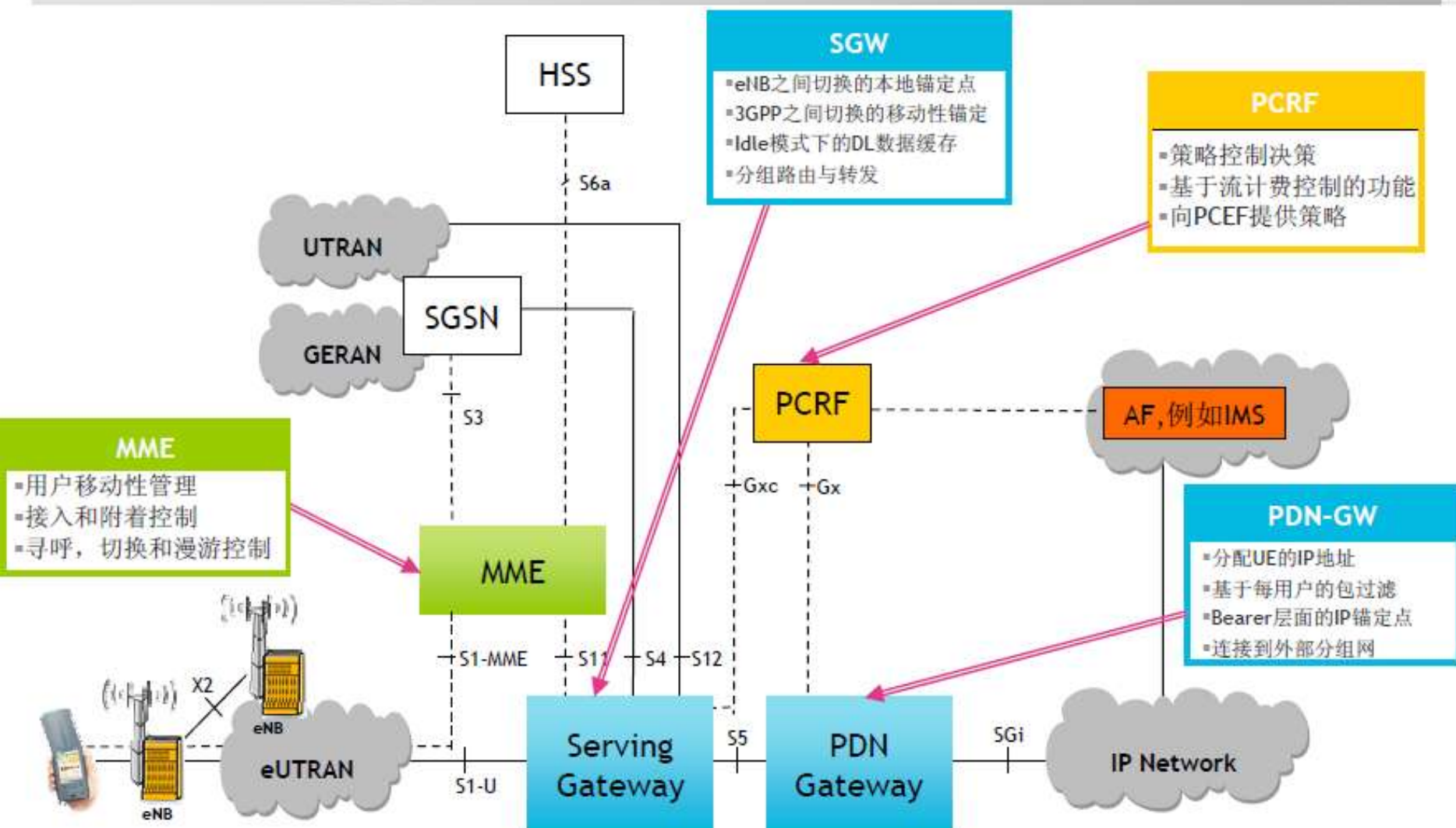
## EPC 网元接口和协议







## EPC架构概述



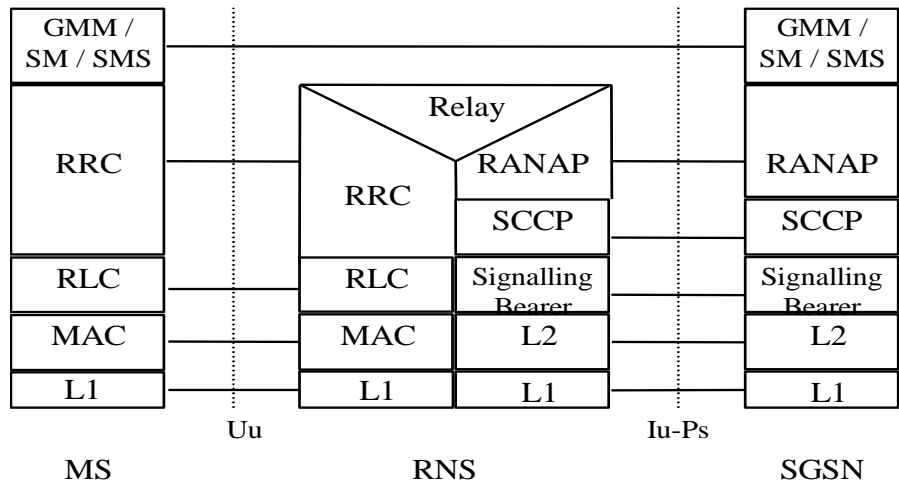
# EPS网络的主要接口



- S1-MME: E-UTRAN 和MME 间控制平面协议参考点
- S1-U: E-UTRAN 和 S-GW间每个承载的用户平面隧道参考点
- S3: S4 SGSN和MME之间的接口，能够使用户和承载信息在idle和active状态，实现3GPP网间交互
- S4: 提供S4 SGSN和S-GW之间的相关控制和移动性管理
- S5: 提供S-GW 和P-GW之间用户平面隧道效应和隧道管理，只用于S-GW和P-GW属于同一个PLMN
- S6a: 为鉴别确认用户接入EPS系统，在MME 和 HSS之间传输签约数据。
- Gx: 为PCRF和P-GW中的PCEF（Policy and Charging Enforcement Function）提供QoS准则和计费标准的传输。
- S8: 提供S-GW和P-GW之间的用户平面和控制平面的传输，只用于S-GW和P-GW不属于同一个PLMN
- S9: 为支持当地网关功能，S9提供归属PCRF和拜访区域PCRF之间传输QoS和计费控制信息。
- S10: MME间的接口，为MME和MME之间信息的传输。
- S11: 提供MME和S-GW之间的相关控制和移动性管理
- S12: 当直连隧道建立后，UTRAN和S-GW之间的用户面接口，与GPRS网络的UTRAN和GGSN之间接口类似
- SGi: P-GW和分组数据网络之间的接口。分组数据网可以是外部公共或私人数据网，也可以是内部分组数据网，例如为IMS提供服务。
- Rx节点位于AF和PCRF之间，具体PCC部分描述

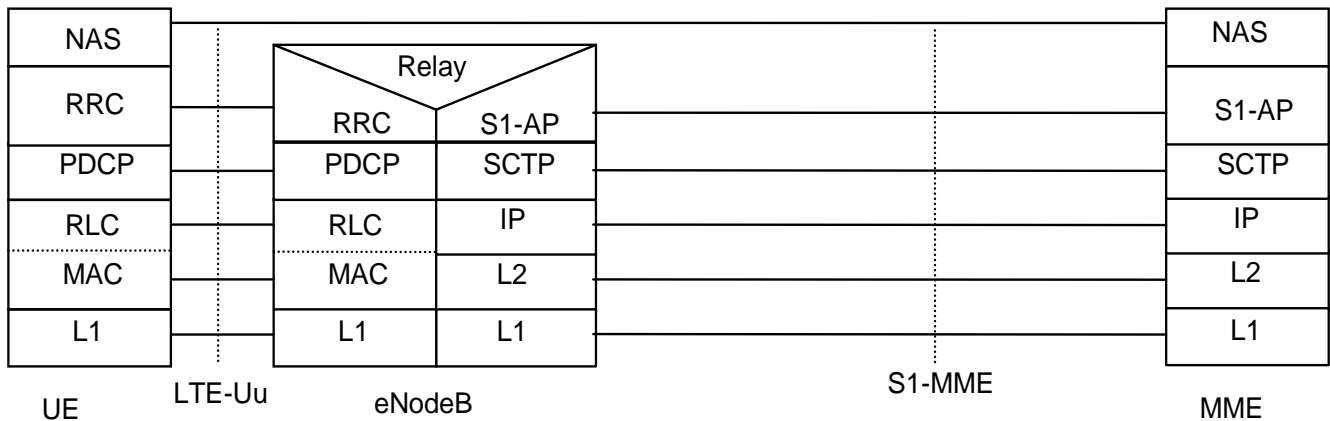


# UE——EPC控制面协议栈和3G网络对比



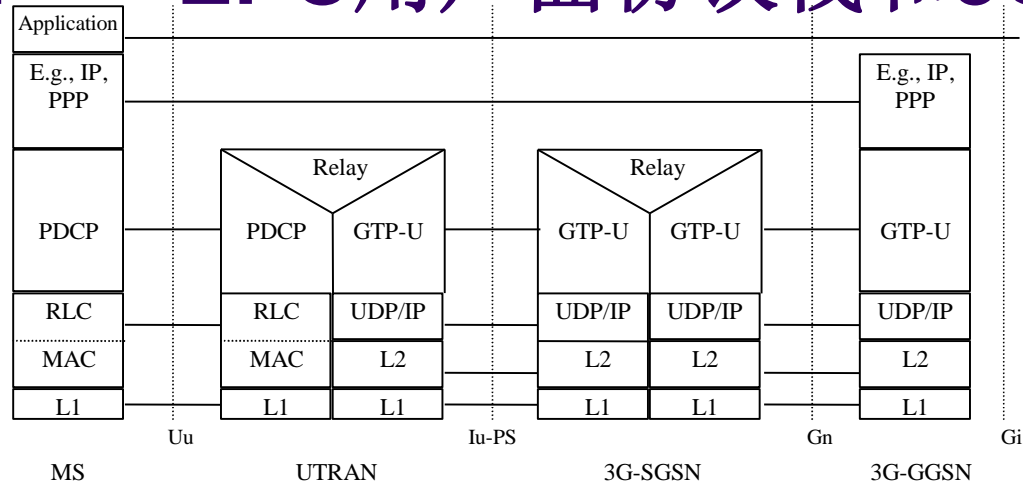
EUTRAN&UTRAN对比

- ◆ S1-MME明确基于IP
- ◆ S1-MME更简单



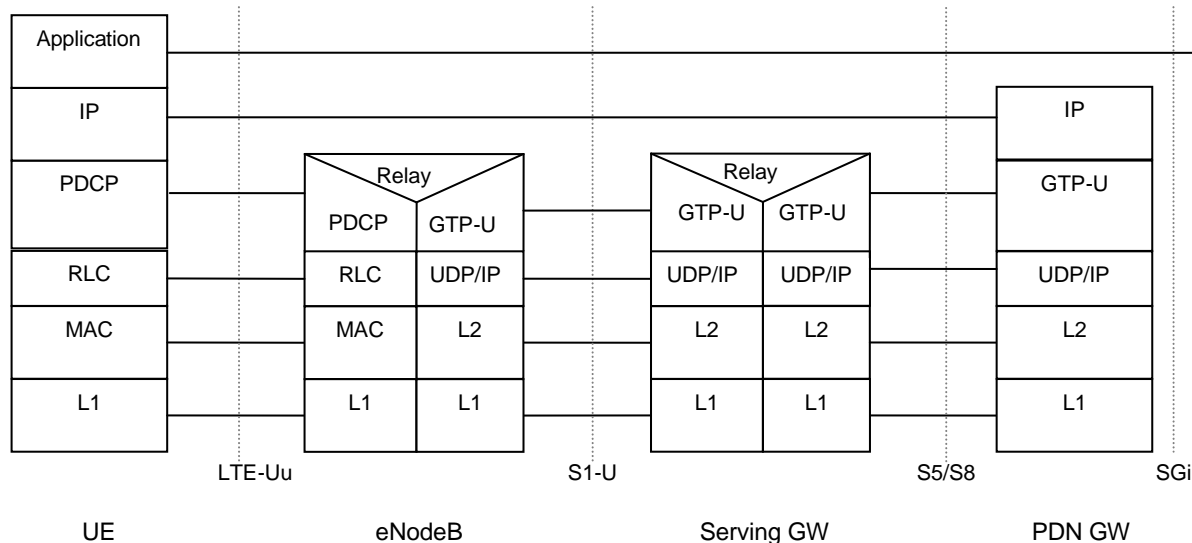


# UE——EPC用户面协议栈和3G网络对比



## EUTRAN&UTRAN对比

- ◆ S1-U和Iu-PS用户面基本相同

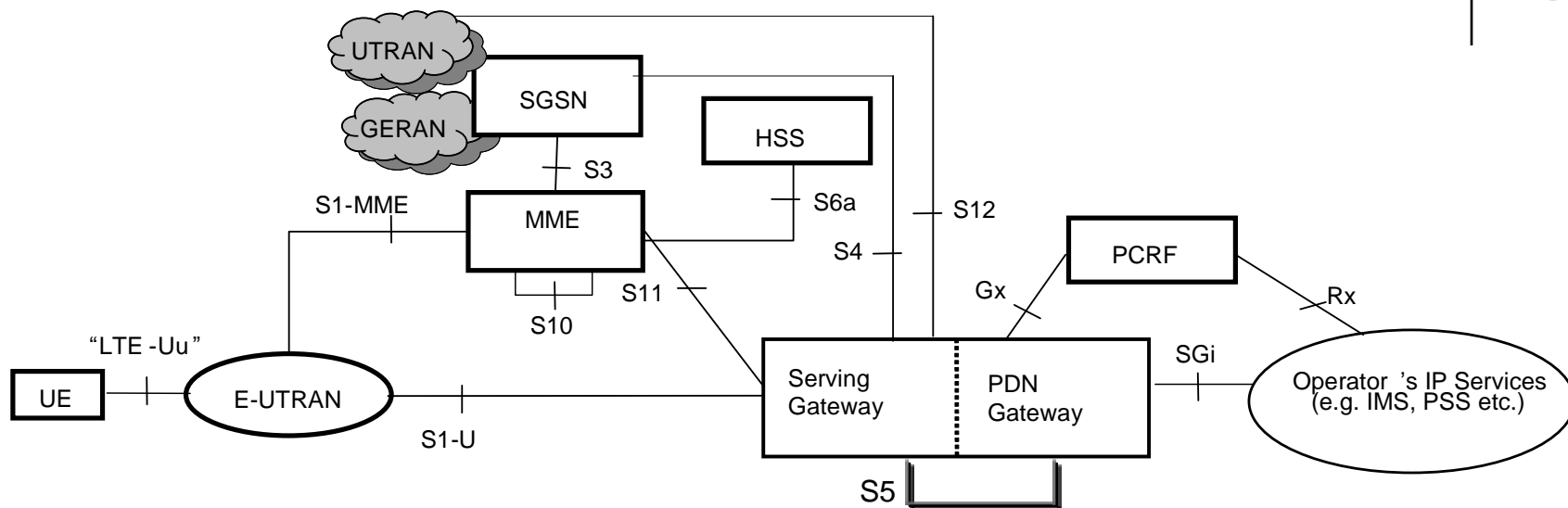




# IP地址的分配

- 地址分配可在建立默认连接的同时进行，也可以在默认承载建立之后进行，UE后续启动DHCP地址分配流程以获得IP。
- 在激活默认承载时，EPS网络可以通过两种方式为UE分配IP。
  - PLMN分配，即PDN-GW直接分配IP地址给UE。可以是动态或是静态IP，只有归属网络的PDN-GW分配静态IP。静态地址可以存在HSS中，通过MME及S-GW传送给PDN-GW，再分配给用户。
  - PDN分配一个IP给UE，动态或是静态地址。UE连接给多PDN，地址分配和单个PDN时一样，通过每个PDN的默认承载分别分配IP。PDN-GW是一个DHCP服务器，可以从本地地址池获取IP，也可以作为DHCP客户端或是Radius/Diameter客户端。
- IPv4/IPv6参数包括DNS地址，WAP网关域名，P-CSCF域名等。

# 3GPP接入EPS架构（非漫游场景）



## IP化

- 如S6a, S1接口

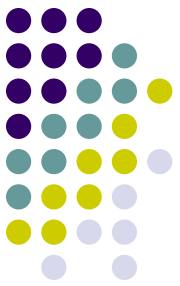
## 扁平化

- 无线侧只有eNodeB, 核心网SGW和PGW可以合一实现

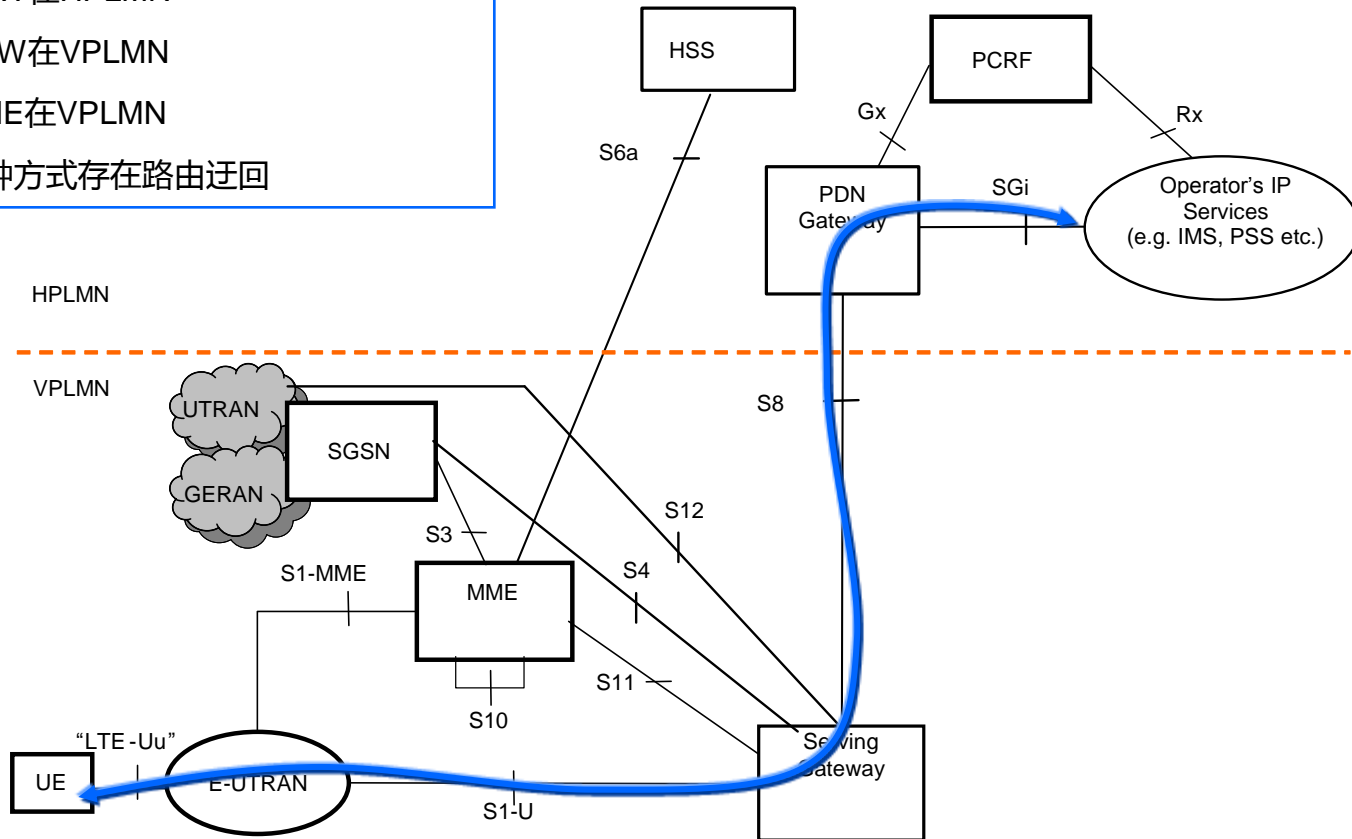
## CP&UP 分离

- MME只负责控制面信令管理, SAE-GW负责用户面报文转发

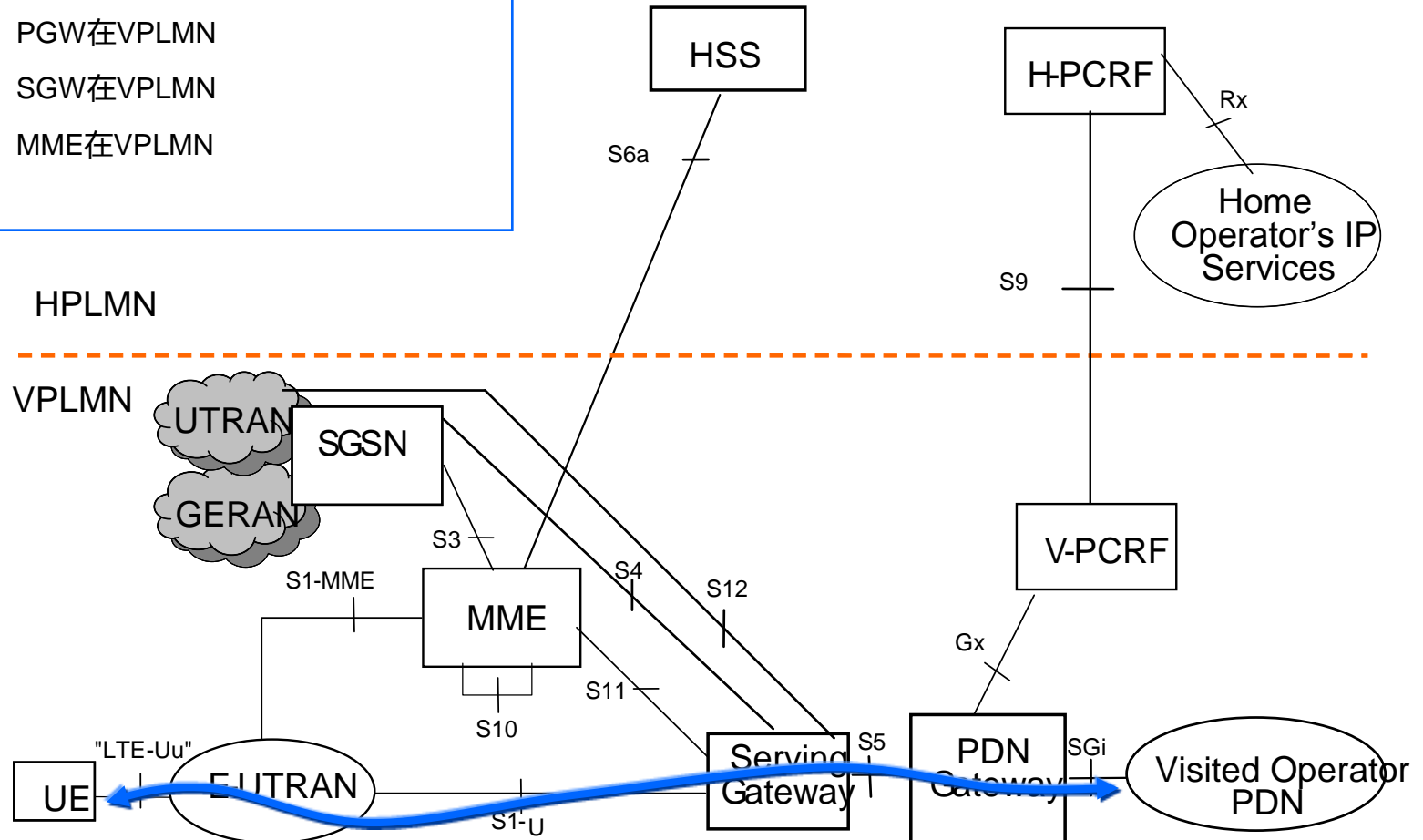
# 3GPP网络接入的EPS架构（漫游home routed）



- ◆ AF在HPLMN
- ◆ PGW在HPLMN
- ◆ SGW在VPLMN
- ◆ MME在VPLMN
- ◆ 这种方式存在路由迂回



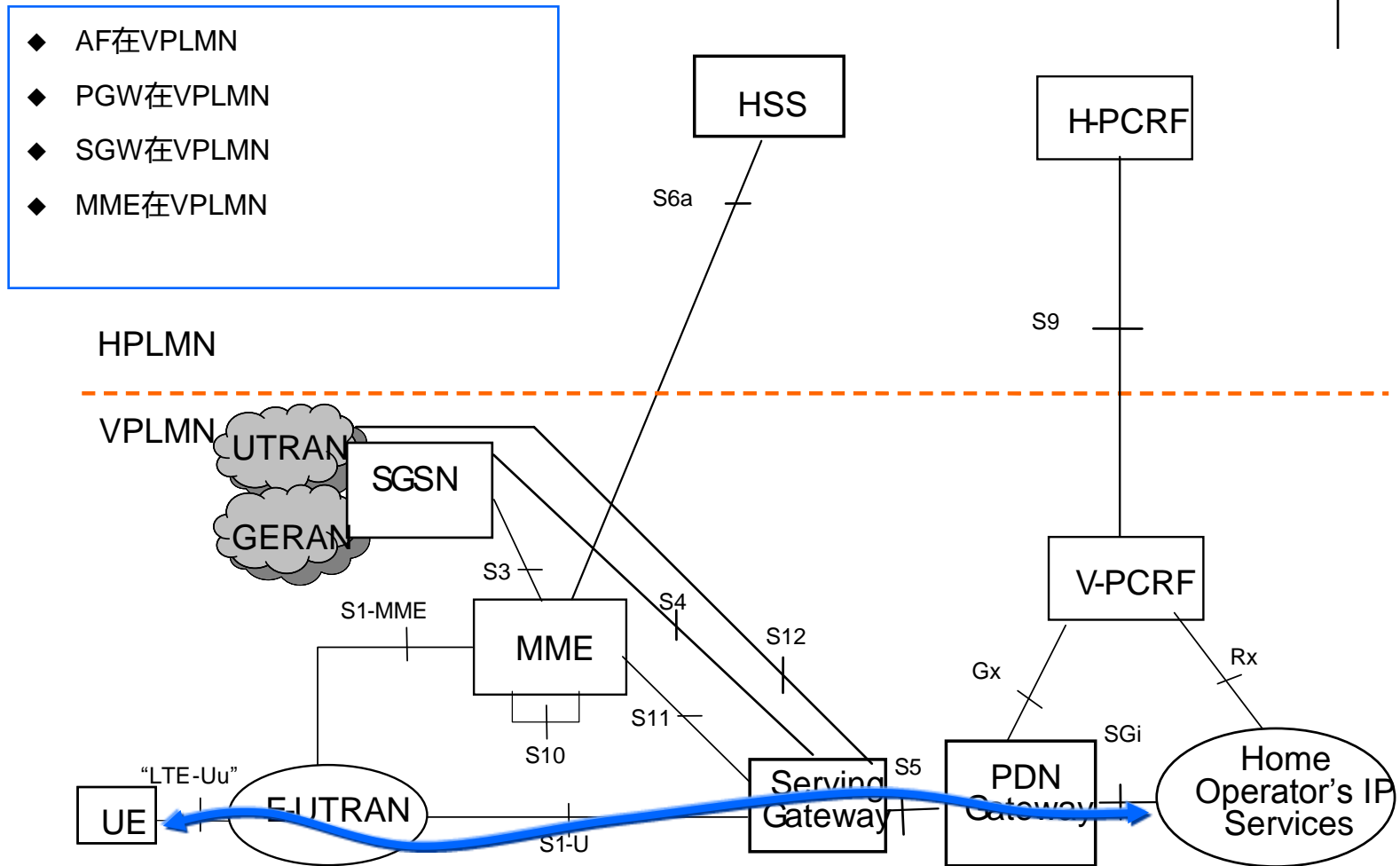
- ◆ AF在HPLMN
- ◆ PGW在VPLMN
- ◆ SGW在VPLMN
- ◆ MME在VPLMN

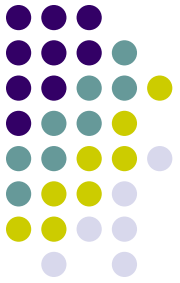




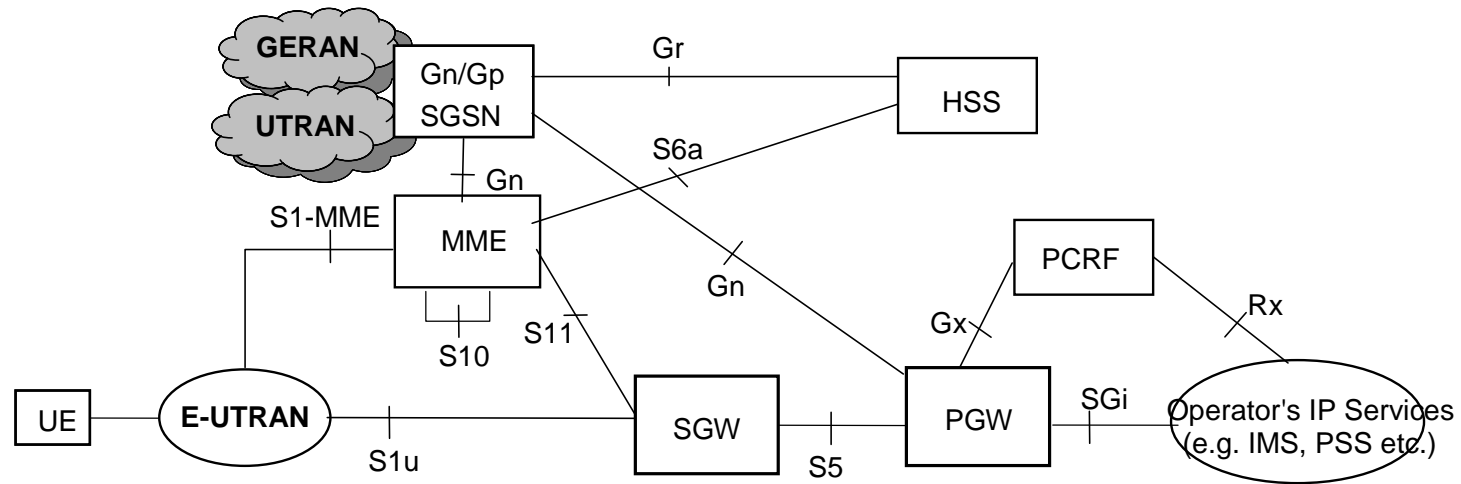


# 3GPP网络接入的EPS架构（漫游用户LBO）

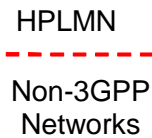




# EPS与Gn/Gp GSN网络互通架构



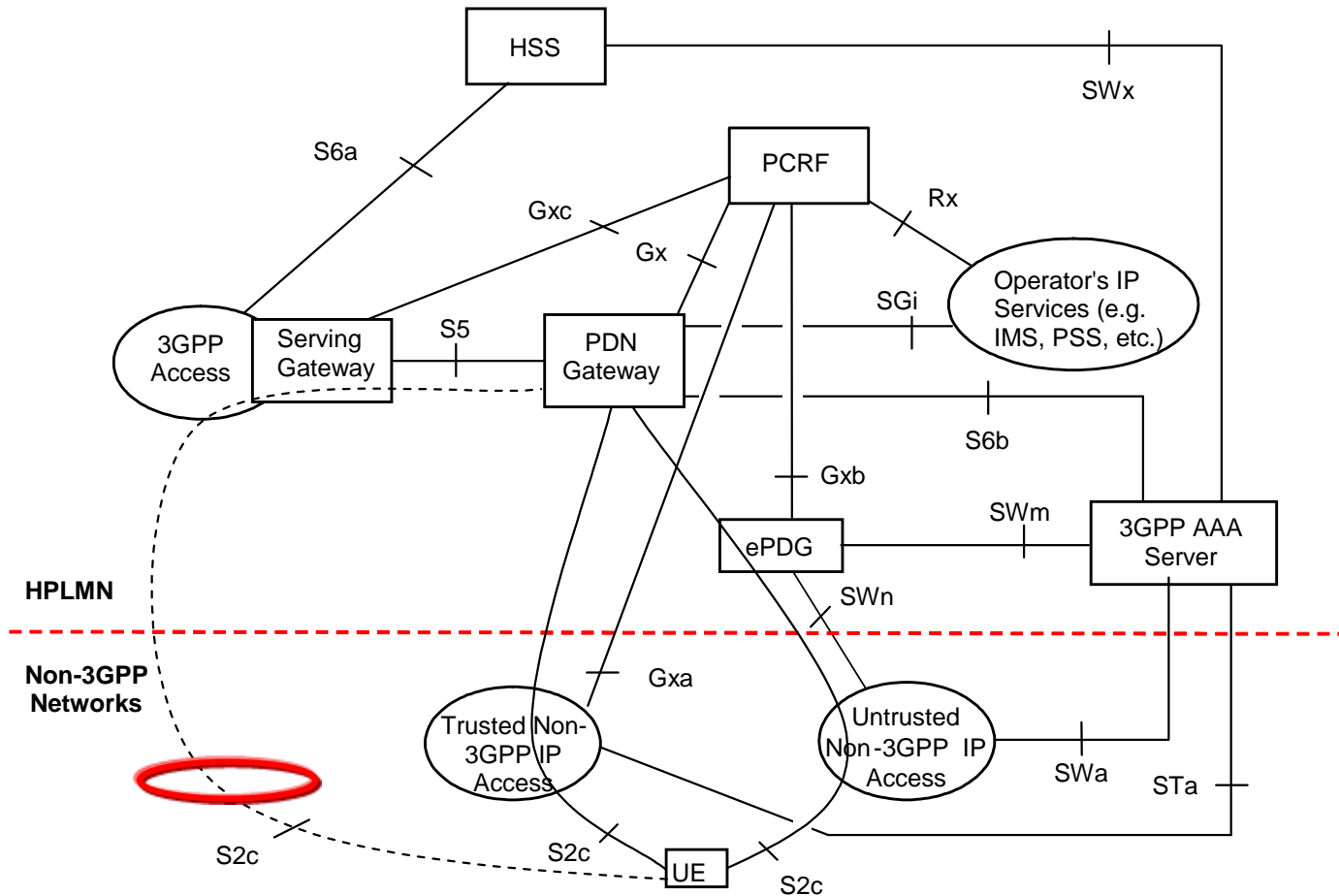
- PGW提供Gn/Gp接口
- MME提供Gn/Gp接口
- HSS提供Gr接口



- PGW支持S2a/S2b接口实现non-3GPP接入
- S2a支持从trusted non-3GPP接入，S2b支持从untrusted non-3GPP
- S2a基于PMIP和MIPv4协议，S2b基于PMIPv6协议

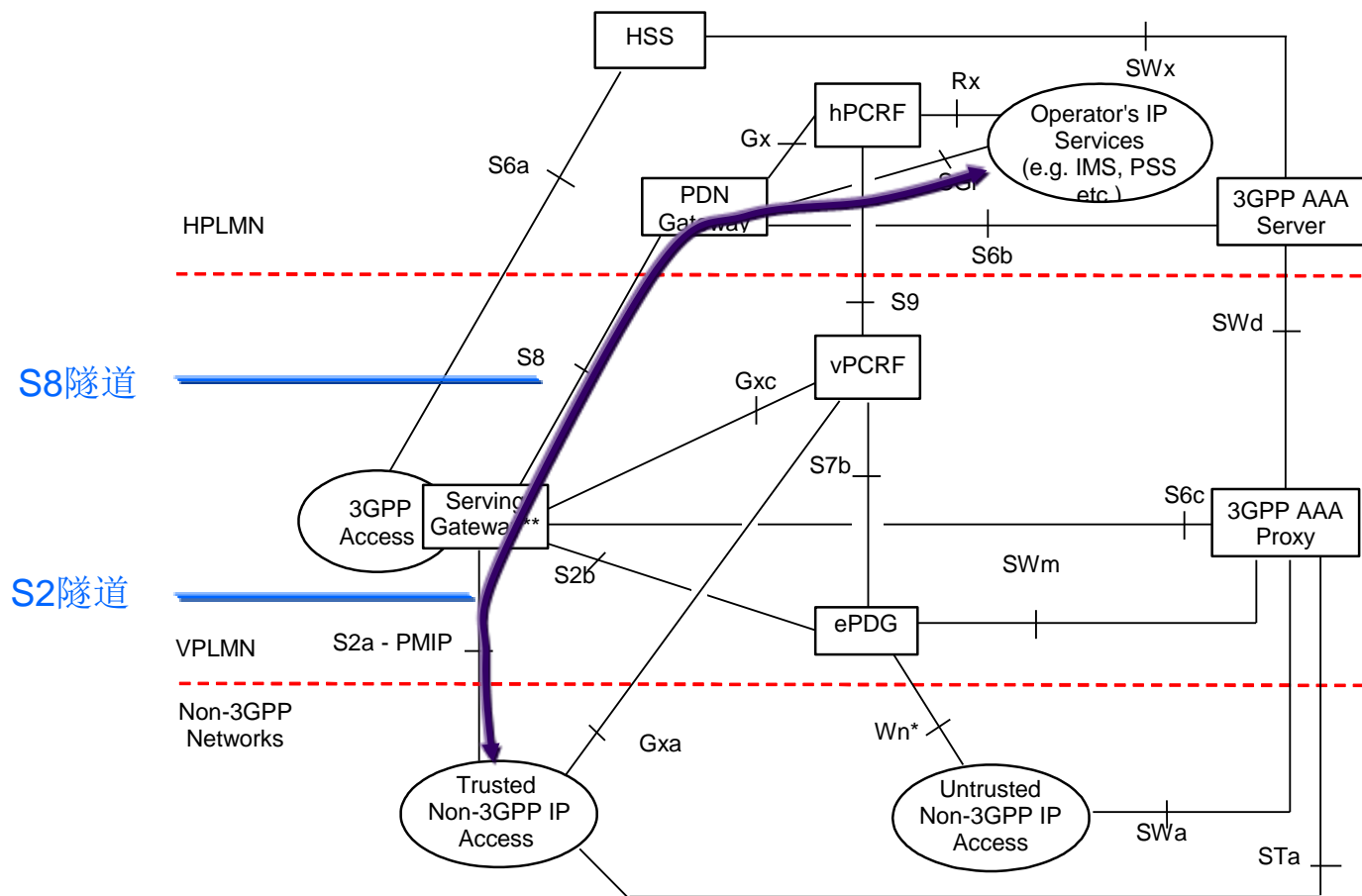


# Non-3GPP网络接入的EPS架构（S2c）

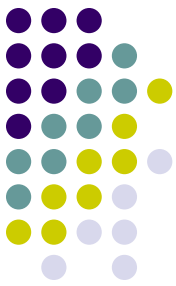


- PGW支持S2c接口实现non-3GPP接入
- S2c是UE与PGW之间的接口，可以从任何网络接入，不对漫游网络新增功能要求
- S2c基于DSMIPv6协议

# Non-3GPP接入的EPS架构（漫游，隧道连接模式）

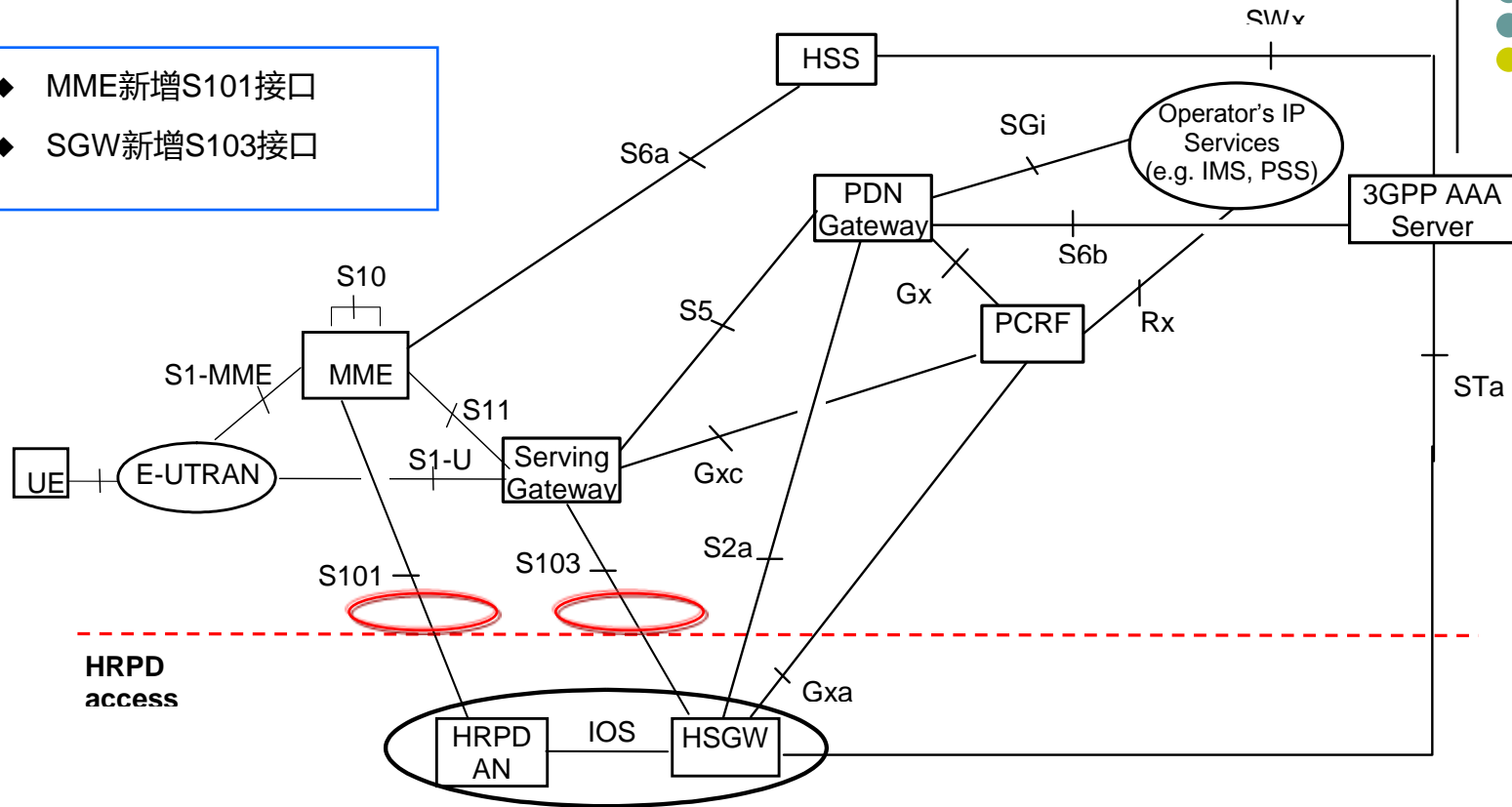


- Non-3GPP网络在VPLMN
- SGW提供S2a/S2b接口，支持跨non-3GPP的切换



# EPS支持CDMA网络的切换优化架构

- ◆ MME新增S101接口
- ◆ SGW新增S103接口



- S101: EPS和HRPD接入之间控制面接口，支持到目的网络的预注册和handover信令传递
- S103: EPS和HRPD接入之间用户面接口，用来转发下行用户面报文，减少切换过程中的报文丢失



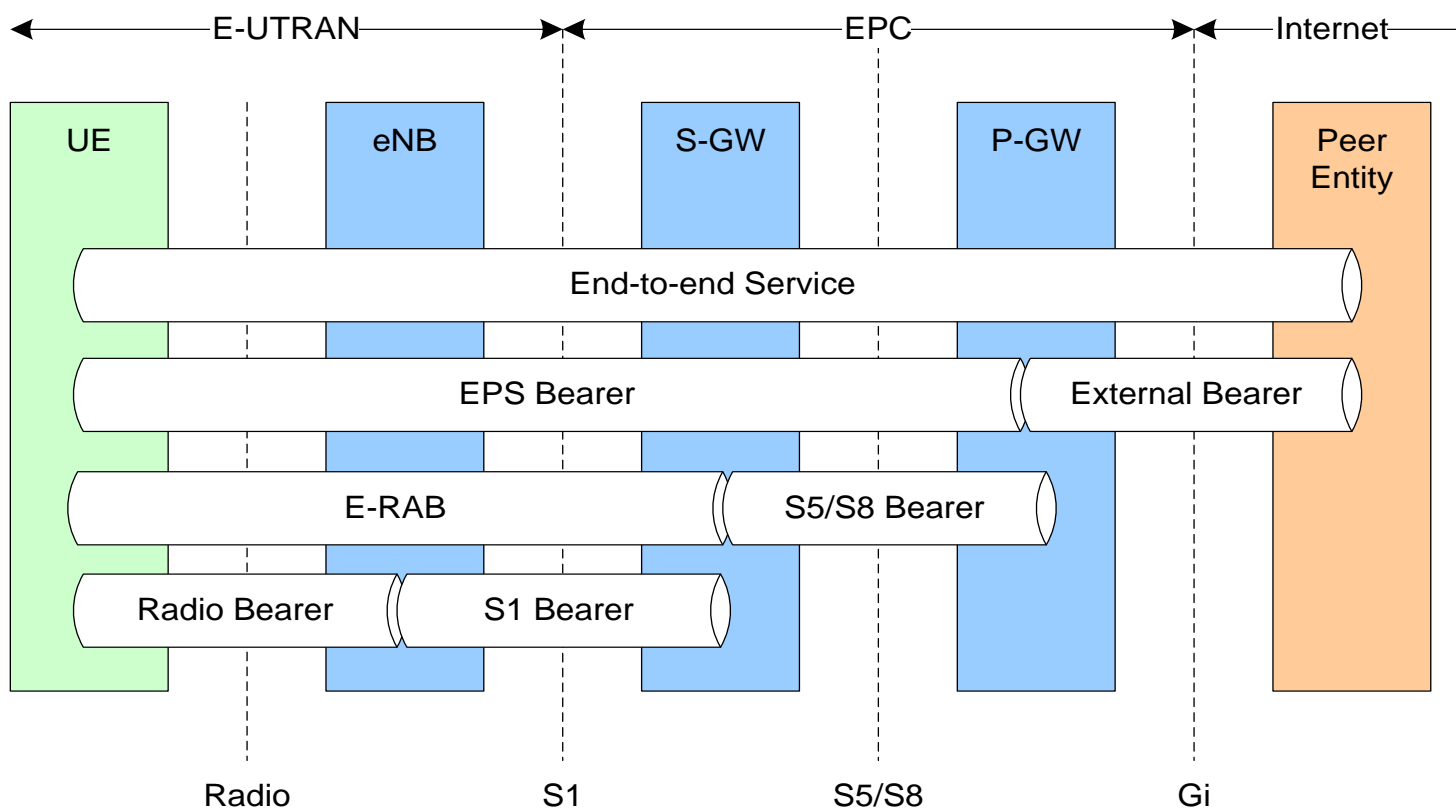
# 提纲

- LTE整体架构
- E-UTRAN架构、接口和协议
- 核心网EPC
- LTE承载和QoS

# LTE中的承载

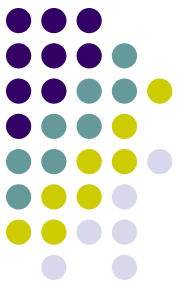
## Bear(承载) in LTE

- Radio Bearer承载空口RRC信令和NAS信令
- S1 Bearer 承载eNB与MME间S1-AP信令
- NAS消息也可作为NAS PDU附带在RRC消息中发送





# LTE QoS



- EPS系统中，QoS控制的基本粒度是EPS承载(Bearer)，即相同承载上的所有数据流将获得相同的QoS保障，不同的QoS保障需要不同类型的EPS承载来提供。
- EPS承载可以看作是UE与分组数据网网关(PDN-GW)之间的逻辑电路，EPS承载取代了UMTS网络中的分组数据协议上下文（PDP Context）。根据QoS的不同，EPS Bear可以划分为两大类：GBR(Guranteed Bit Rate) 和 Non-GBR。
- GBR，是指承载要求的比特速率被网络“永久”恒定的分配，即使在网络资源紧张的情况下，相应的比特速率也能够保持。MBR(Maximum Bit Rate)参数定义了GBR Bear在资源充足的条件下，能够达到的速率上限。MBR的值有可能大于或等于GBR的值。
- Non-GBR指的是在网络拥挤的情况下，业务（或者承载）需要承受降低速率的要求，由于Non-GBR承载不需要占用固定的网络资源，因而可以长时间地建立。而GBR承载一般只是在需要时才建立。



# 默认承载

- EPS系统中，为了提高用户体验，减小业务建立的时延，真正实现用户的“永远在线”，引入了默认承载（**Default Bearer**）的概念，即在用户开机，进行网络附着的同时，为该用户建立一个固定数据速率的默认承载，保证其基本的业务需求，默认承载是一种**Non-GBR**承载。
- 默认承载的**QoS**参数可以来自于从归属用户服务器(**HSS**)中获取的签约数据，也可以通过**PCRF**交互或者基于本地配置来改变这些值。



# 专有承载

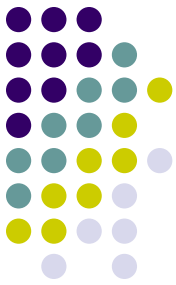
- 为了给相同IP地址的UE提供具有不同QoS保障的业务，如视频通话，移动电视等，需要在UE和PDN 之间建立一个或多个Dedicated EPS Bear。连接到相同PDN的其他EPS承载称为专有承载，运营商可以根据PCRF（Policy And Charging Resource Function）定义的策略，将不同的数据流映射到相应的Dedicated EPS Bear上，并且对不同的EPS Bear采用不同的QoS机制。专有承载可以是GBR承载，也可以是Non-GBR承载。专有承载的创建或修改只能由网络侧来发起，并且承载QoS参数值总是由分组核心网来分配。

# LTE QoS



- 用户的IP数据包需要映射到不同的EPS Bearer，以获得相应的QoS保障。这样的映射关系是通过TFT（Traffic Flow Template）和其中的Packet Filters来实现的。
- Packet Filter通常包括源/目的IP 地址，源/目的IP端口号，协议号等内容。专有的EPS Bearer必须有与之相应的TFT。缺省的EPS Bear通常并不配置特定的TFT，这样所有不能映射到专有EPS Bearer的IP数据包会被映射到缺省的EPS Bearer上。
- TFT分为上行和下行两个方向，其中，上行的TFT在UE侧对上行的数据包进行过滤和映射。下行的TFT在PDN侧对下行的数据包进行过滤和映射。
- 在接入网中，空口上承载的QoS是由eNodeB来控制的，每个承载都有相应的QoS参数QCI（QoS Class Identifier）和ARP（Allocation And Retention Priority）。
- QCI同时应用于GBR和Non-GBR承载。一个QCI是一个值，包含优先级，包延迟，以及可接受的误包率等指标，每个QCI都与一个优先级相关联，优先级1是最高的优先级别。

# QCI



QCI	Resource Type	Priority	Packet Delay Budget	Packet Error Loss Rate	Example Services
1	GBR	2	100 ms	$10^{-2}$	Conversational Voice
2		4	150 ms	$10^{-3}$	Conversational Video (Live Streaming)
3		5	300 ms	$10^{-6}$	Non-Conversational Video (Buffered Streaming)
4		3	50 ms	$10^{-3}$	Real Time Gaming
5	Non-GBR	1	100 ms	$10^{-6}$	IMS Signaling
6		7	100 ms	$10^{-3}$	Voice, Video (Live Streaming) , Interactive Gaming
7		6	300 ms	$10^{-6}$	Video (Buffered Streaming)
8		8			TCP-based (e.g., www, e-mail, chat, ftp, p2p file sharing, progressive video, etc.)
9		9			



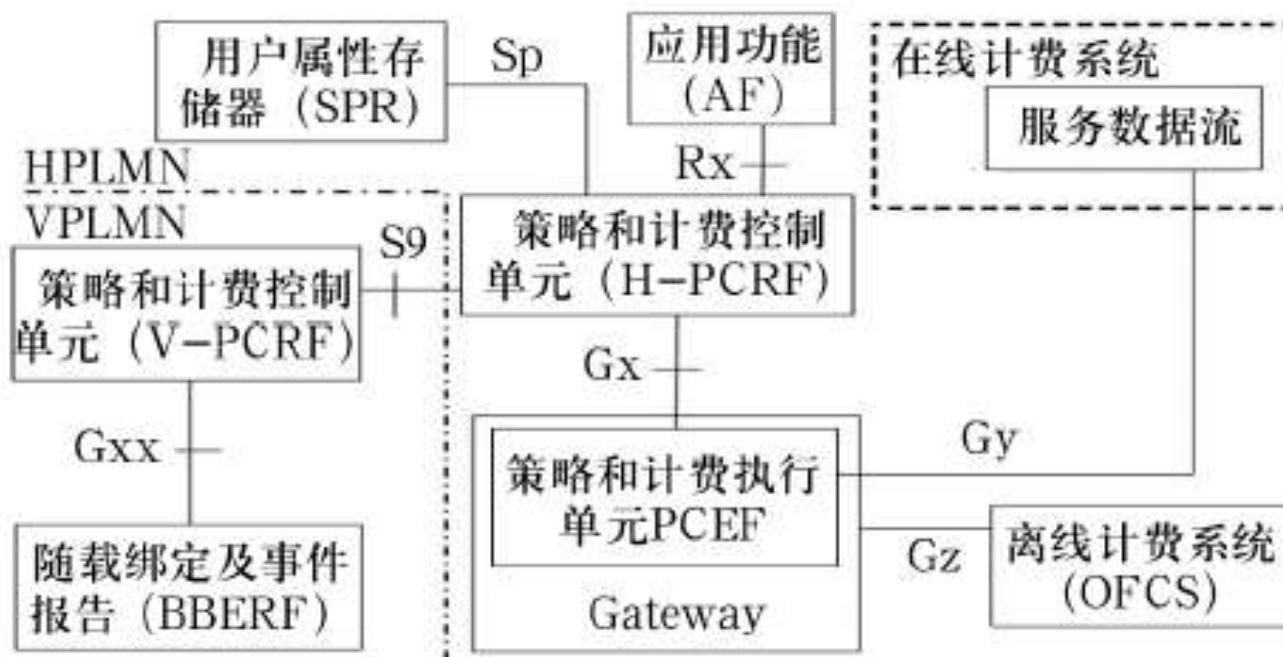
# 策略和计费控制PCC

- 3GPP 引入IMS 核心网架构时，即考虑了QoS 这一需求，在R5/R6 版本标准中对IMS 网络的策略控制机制进行了规定PDF，并在R6 中规范了基于流的计费（FBC）技术。
- 3GPP R7提出Policy and Charging Control (PCC)架构，基于分组域实现业务策略控制，将策略控制和计费系统合并。

# PCC 标准架构



- 3GPP 标准定义的PCC 架构主要由策略和计费控制单元（PCRF）、策略和计费执行单元（PCEF）、应用功能（AF）、用户属性存储器（SPR）等功能实体组成。

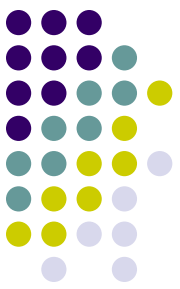


# PCC 标准架构



- PCRF (Policy and Charging Rule Function), 具有策略控制决策和基于流计费控制的功能, 向PCEF提供关于业务数据流检测、门控、基于QoS 和基于流计费的网络控制功能。当用户漫游时, 需要漫游地和归属地的PCRF 互通来为用户提供服务, 因此可分为H-PCRF 和V-PCRF 功能。
- PCEF ( Policy and Charging Enforcement Function), 负责业务数据流的检测、策略执行和基于流的计费功能, 一般设置在GGSN 或P-GW 上。
- AF (Application Function), 主要对IP-CAN用户面行为进行动态策略 / 计费控制, 设置在业务平台上。
- SPR (Subscription Profile Repository), 该逻辑实体存储与所有签约用户或签约相关的信息, 包括签约用户允许的业务等。





# PCC的主要接口

- **Gx 接口**：位于PCRF 与PCEF 之间， 用于传送策略和计费规则。
- **Rx 接口**：位于AF 与PCRF 之间，用于从AF 向PCRF 传送应用层信息，包括差异化计费信息、用于QoS 控制的媒体/ 应用带宽需求等。
- **Sp 接口**：位于SPR 和PCRF 之间， 用于PCRF从SPR 获得与IP-CAN 传输策略相关的用户信息，如用户ID、PDN 标识等。
- **Gy 接口**：位于PCEF 与OCS 之间，用于在线计费控制信息的传送。
- **Gz 接口**：位于PCEF and the OFCS 之间，用于基于离线计费的数据流传送。
- **S9 接口**：位于hPCRF 与vPCRF 之间，用于支持漫游场景下的SDF 级的PCC 信息传输，并支持所有非漫游场景下的QOS 参数、相关分组过滤器以及控制信息的传输。