

第十五课：3GPP 核心网演进

前面课程基本是讲解 LTE 在无线方面的内容，对于网络构架和核心网部分较少涉及，本课对核心网演进进行简单介绍。

背景

2004年12月，LTE与SAE提上3GPP的日程

- 长期演进计划（LTE）与系统架构演进（SAE）
- 目的：研究能够支撑下一个10年的关键技术
- 趋势：宽带化、数据化、分组化

2008年9月，完全完成项目可行性分析（SI）阶段的工作

2006年12月-2009年3月，SAE标准制订阶段，完成Release 8的3GPP规范

SAE项目的目标

- 1) 制定一个以高数据速率、低延迟、数据分组化、支持多种无线接入为特征的，具有可移植性的3GPP系统框架结构
- 2) 提高性能，减少时延，提供更高的用户数据速率、系统容量和覆盖率，减少运营成本
- 3) 系统实现基于IP网络，能够对现有或者新的接入技术的移动性进行灵活配置和实施
- 4) 优化IP传输网络

LTE/SAE项目的预期

演进的无线接入网络：E-UTRAN

演进的分组核心网系统及演进的分组核心网：EPS和EPC

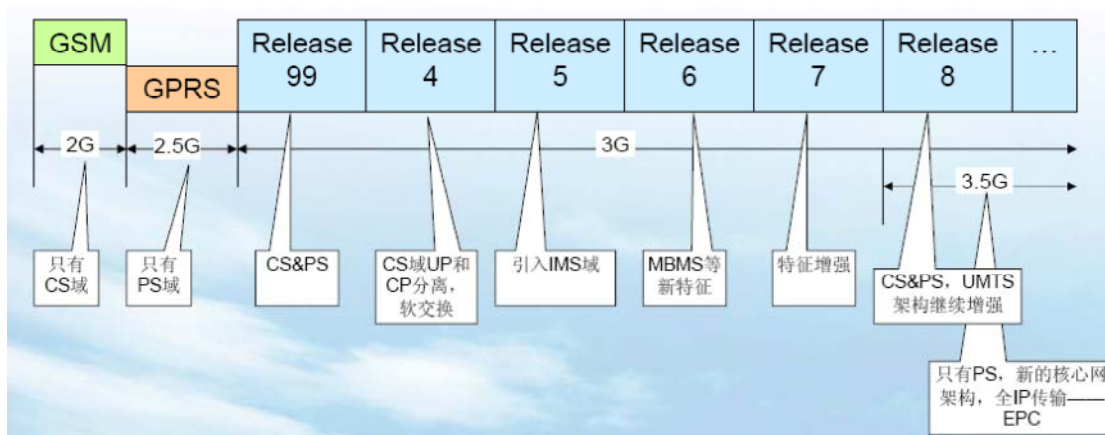


图1：3GPP核心网版本

系统架构演进的需求

网络特征要求

- 1) 支持端到端的QoS，能够对每段承载进行QoS控制
- 2) 系统架构全面**分组化**
- 3) 支持多种接入技术，并支持用户业务的连续性
- 4) 增强对实时业务的支持
- 5) 网络层次扁平化

基本能力要求

- 1) 支持IP业务
- 2) IP会话控制，适应电信业务要求
- 3) 服务质量，优于现有GSM和UMTS所提供的QoS，至少与已有的服务质量相当
- 4) 支持多播和广播业务
- 5) 支持紧急呼叫

多重接入和无缝移动性

能与传统网络、internet、PSTN等接入

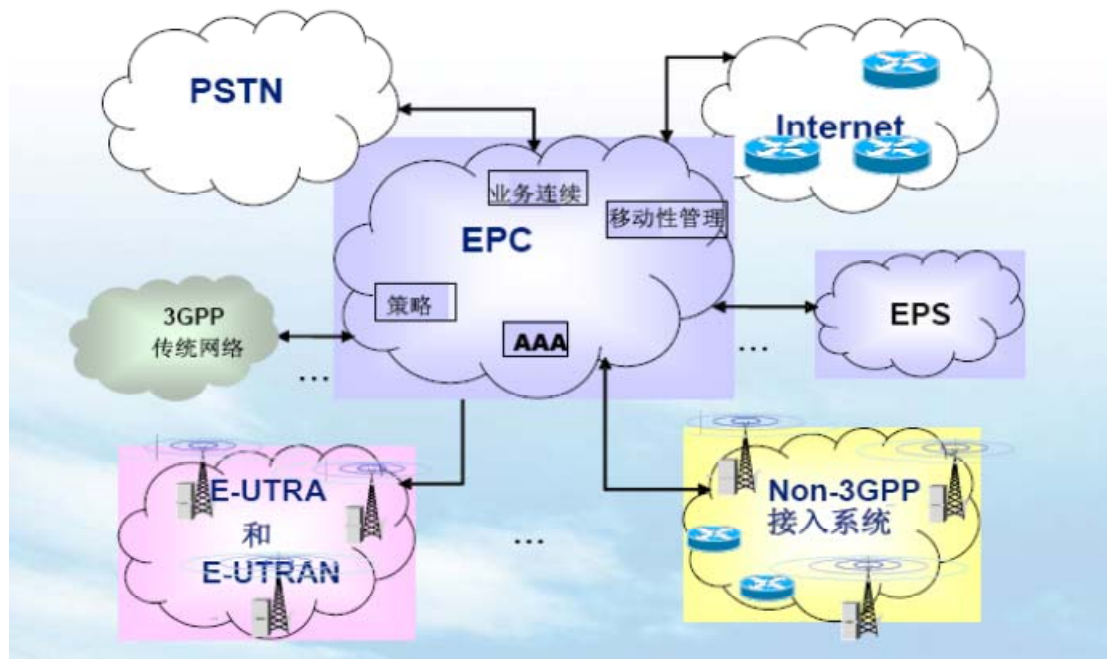


图2：与其它网络接入

CS域回落

有些业务可能只在CS域才提供

改变UE的无线接入技术，切换到UTRAN或GERAN或1xRTT接入系统来使用这些业务

SAE网络架构与特性

多种移动性协议支持多种接入技术

3GPP接入：GTP

3GPP接入：PMIP

非3GPP接入：PMIP、CMIP、DSMIPv6、

EPS中的主要网络实体及功能

MME

NAS信令处理

NAS信令的安全保护

3GPP内不同节点之间的移动性管理

空闲状态UE的跟踪和可达

P-GW和S-GW的选择

MME改变时的目标MME选择

切换到2G/3G网络时的SGSN选择

漫游控制

安全认证

承载管理功能，包括专用承载建立

信令的合法监听

预警消息的传输

S-GW

eNB间切换的本地锚点

切换过程中路径切换的触发

3GPP内不同接入技术之间切换的用户平面锚点，中继转发2G/3G系统PDN GW之间的数据传输

空闲状态的下行分组缓冲

合法监听

分组的路由和转发

上、下行方向传输层分组标记

运营商间的计费

P-GW

基于每个用户的分组过滤

合法监听

UE IP地址分配

上、下行方向的传输层分组标记

运营商间计费

上、下行的业务层计费

基于APN-AMBR的上、下行速率控制

基于相同GBR QCI的SDF聚合的累计MBR，对DL速率的控制

DHCPv4和DHCPv6功能
分组筛选

基于GTP的非漫游架构

本地网络用户，在本地HSS查询用户业务数据

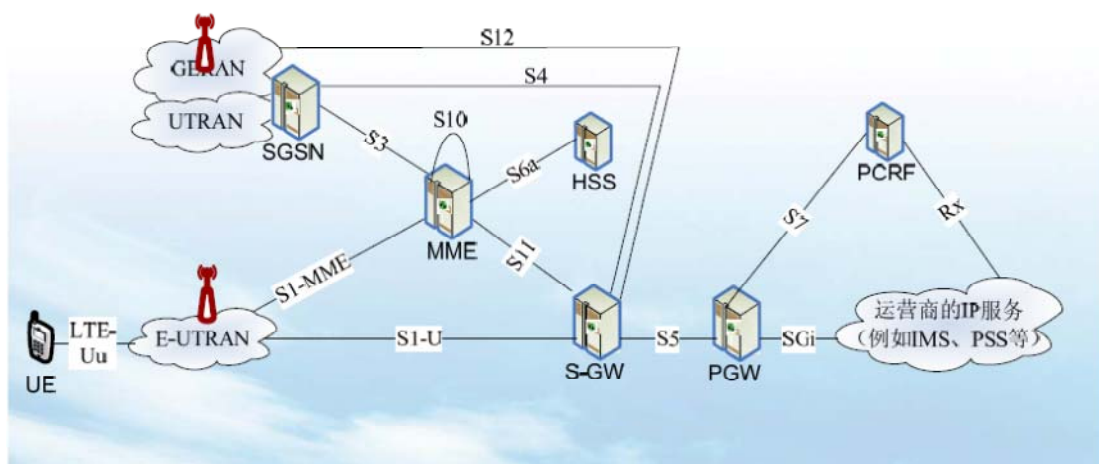


图3：基于GTP的非漫游架构

基于GTP的漫游架构——归属网络业务

异地网络用户，需要到异地归属HSS查询用户业务数据

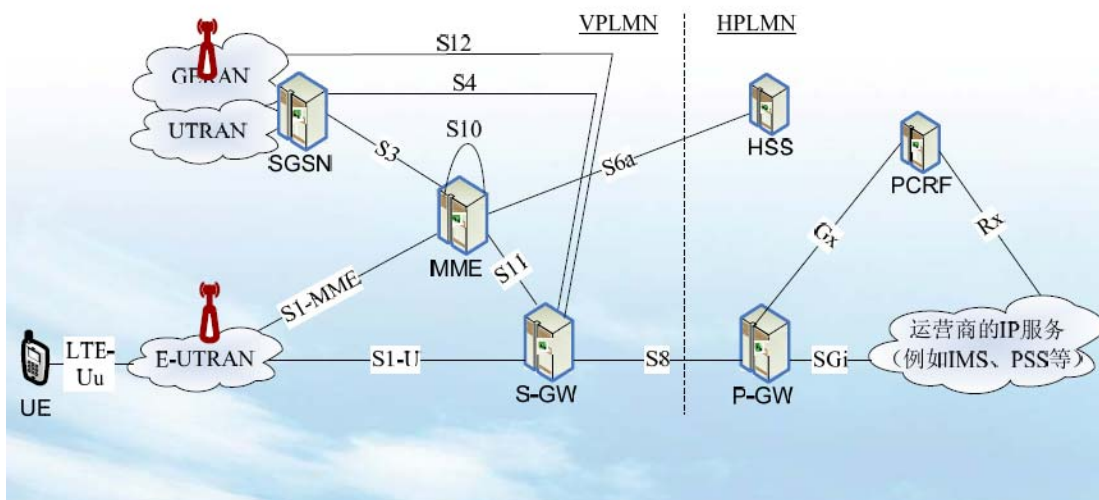


图4：基于GTP的漫游架构——归属网络业务

基于GTP的漫游架构

——归属网络提供业务，本地疏导

异地网络用户，需要到异地归属HSS查询用户业务数据，本地网络提供缓存和疏导

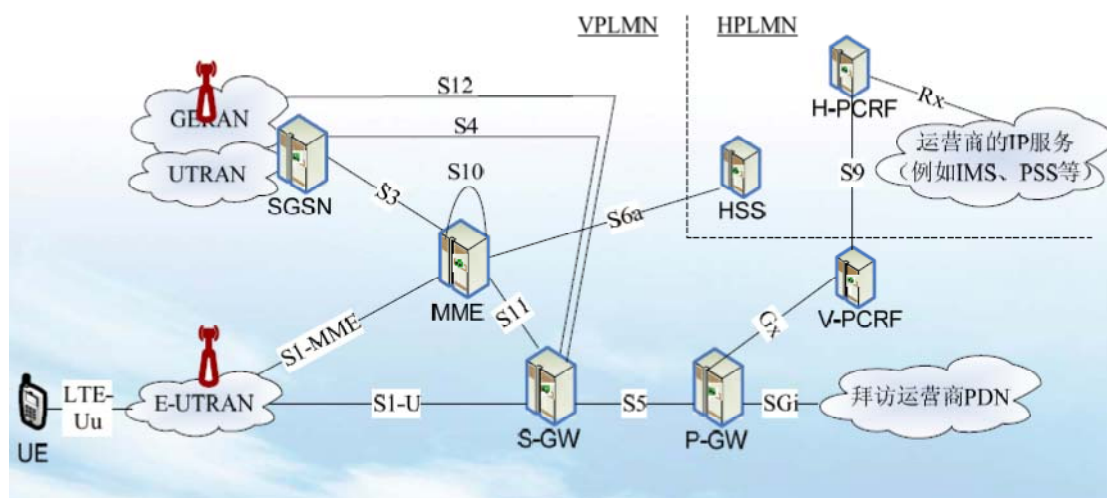


图5：基于GTP的漫游架构，归属网络提供业务

基于GTP的漫游架构

——拜访网络提供业务，本地疏导

移动网络用户，由本地拜访网络提供业务查询，本地疏导

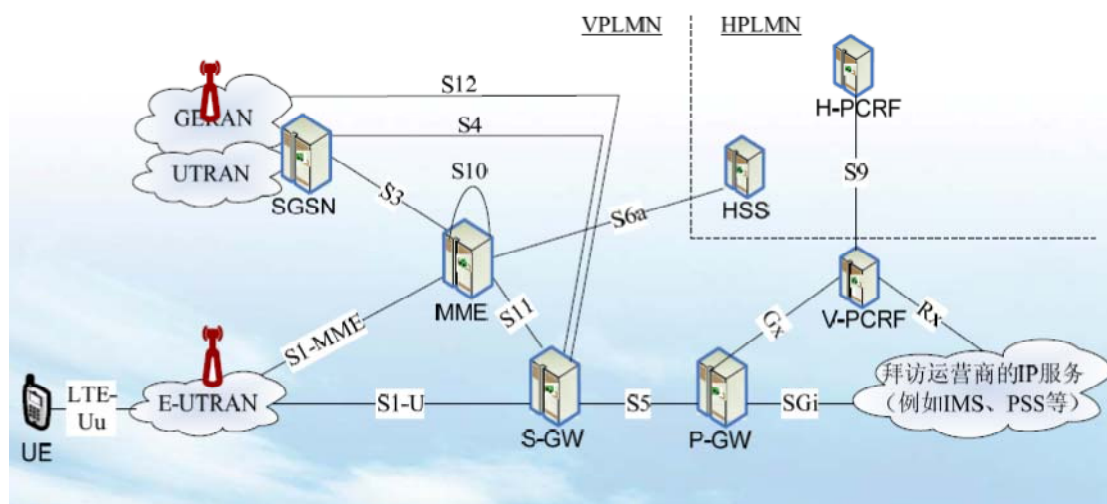


图6：基于GTP的漫游架构，拜访网络提供业务

基于PMIP协议的3GPP接入网非漫游架构

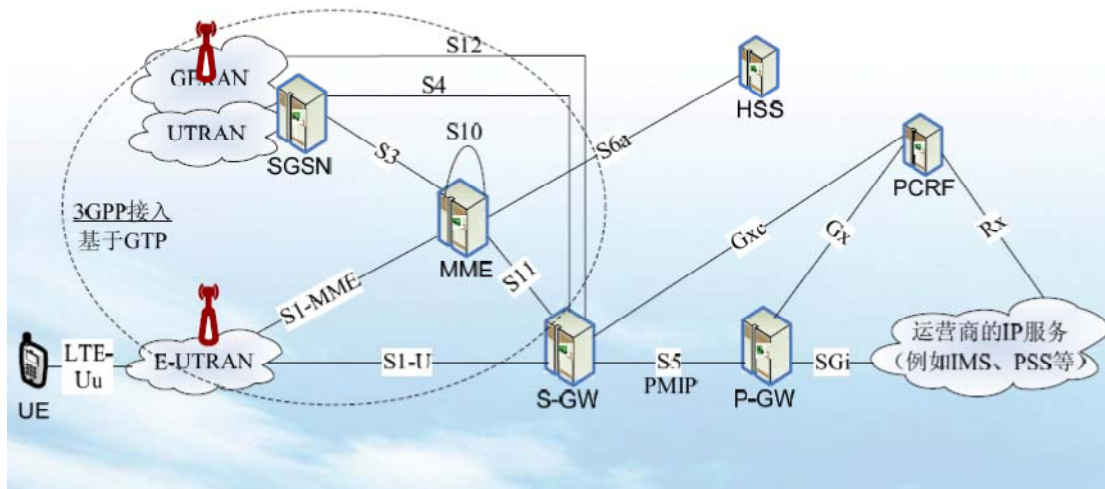


图7：基于PMIP的非漫游架构，3GPP接入

基于PMIP协议的3GPP接入网 ——漫游架构

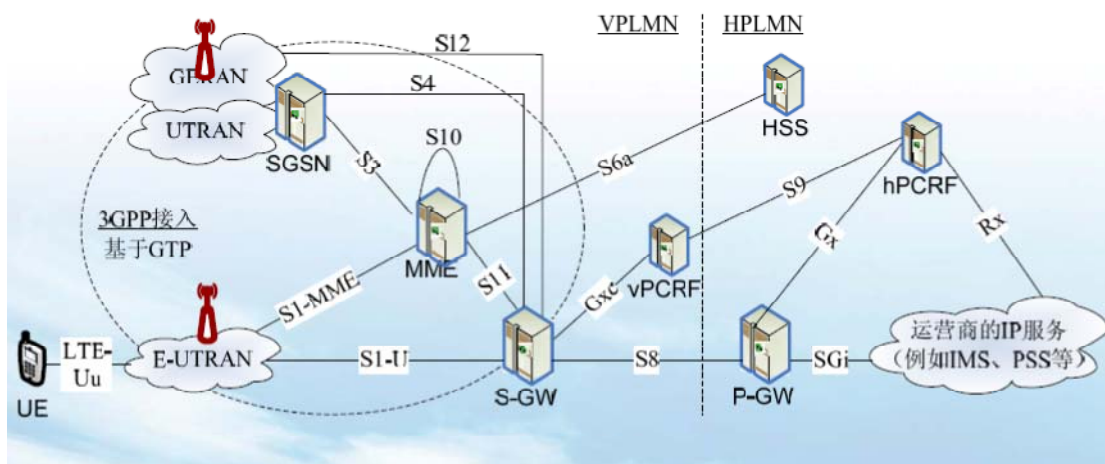


图8：基于PMIP的漫游架构，3GPP接入

基于PMIP协议的非3GPP接入 ——非漫游架构

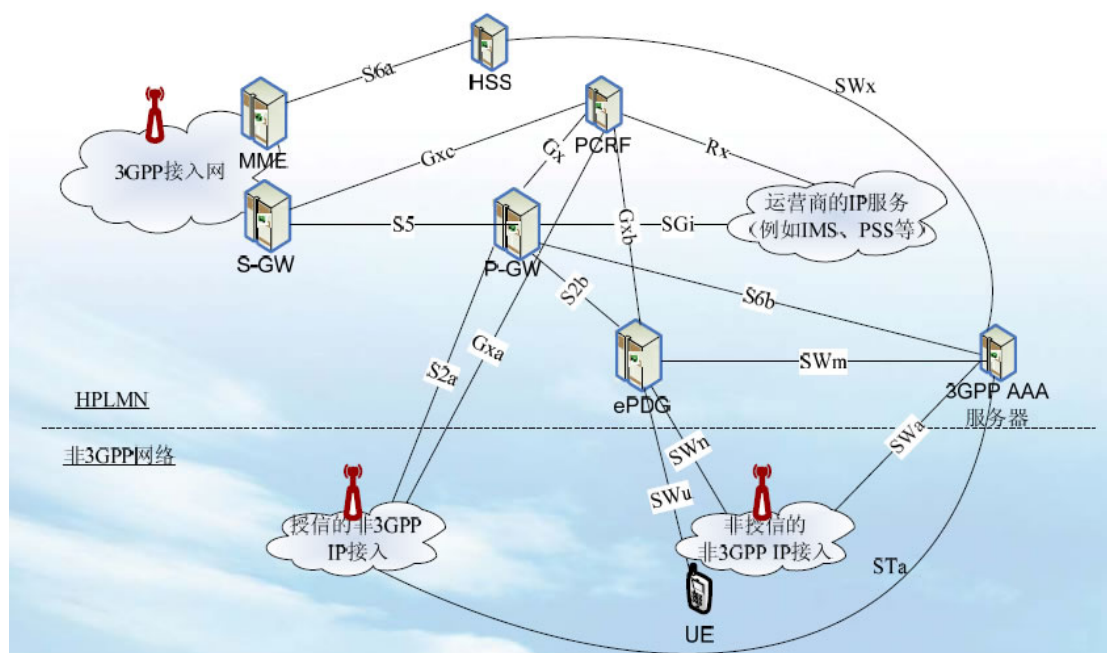


图9：基于PMIP的非漫游架构，非3GPP接入

基于DSMIPv6协议的非3GPP接入

——非漫游架构

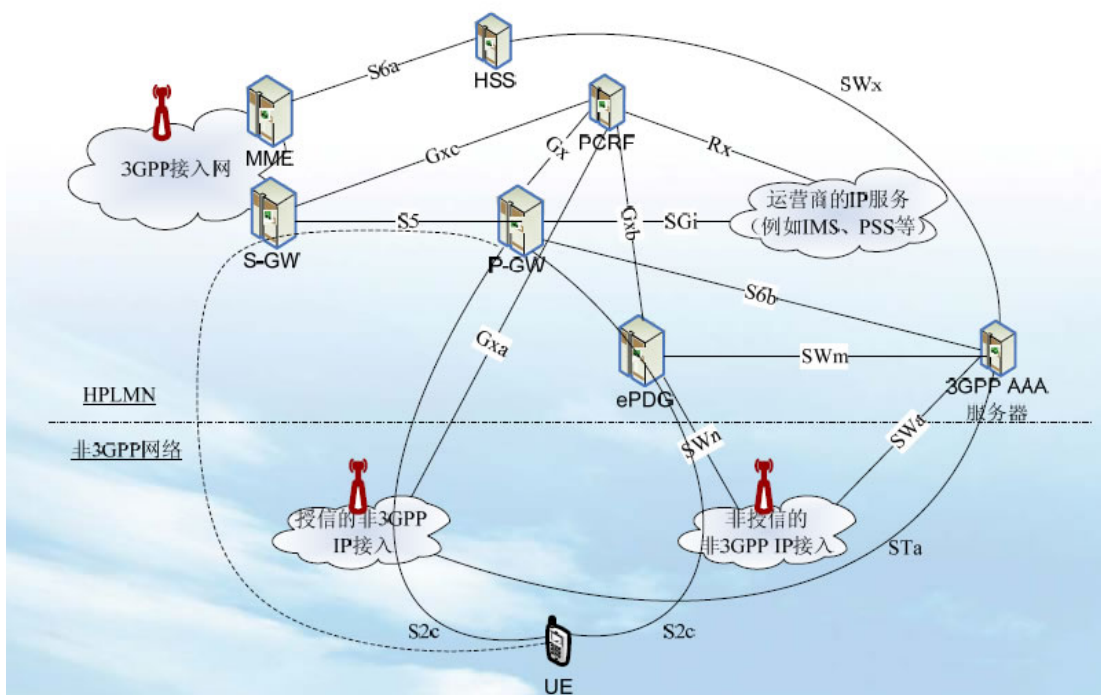


图10：基于DSMIPv6的非漫游架构，非3GPP接入

SAE基本特性

1. 移动性与连接管理模型

EMM与ECM

EMM: EPS移动性管理

- EMM-DEREGISTERED: MME的EMM上下文中没有UE有效的位置或路由信息。
- EMM-REGISTERED: MME中的EMM上下文中, 保持了UE的有效位置或路由信息

ECM: EPS连接管理

- EMM-IDLE: UE与网络之间没有NAS连接; E-UTRAN中没有UE上下文
- EMM-CONNECTED: MME中的UE位置信息可准确记录到为UE服务的eNB标识

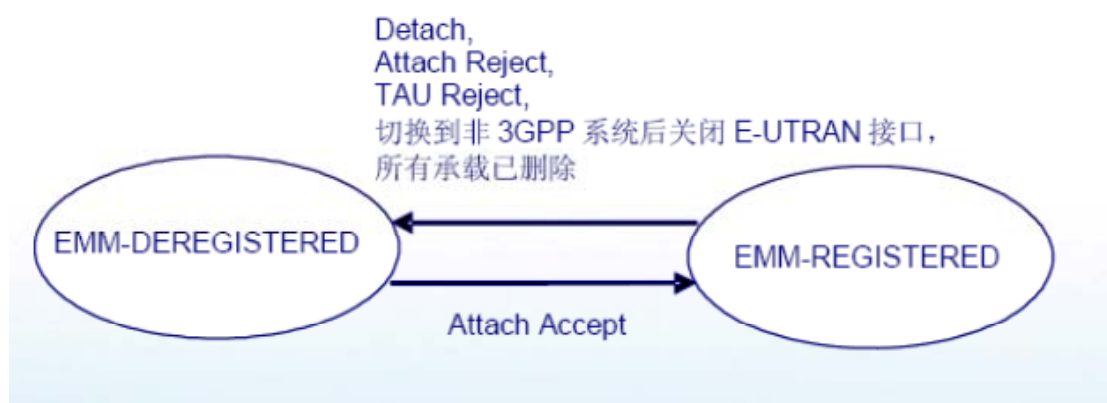


图11: UE的EMM状态

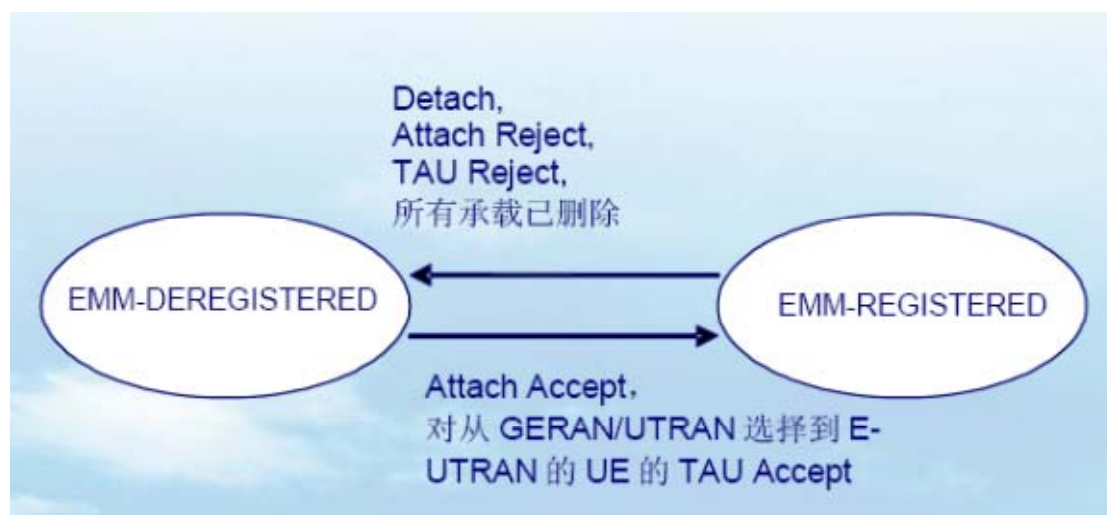


图12: MME的EMM状态



图13: UE的ECM状态



图14: MME的ECM状态

2. 永远在线和缺省承载

永远在线

特点

- UE注册到网络之后始终连接网络
- 核心网连接在UE注册期间始终存在
- 空口连接可能存在，也可能不存在

优势

- 核心网中始终保存UE的有效路由信息
- 加速承载激活
- 加速UE的状态迁移



图15: UMTS的PMM和SM状态变化

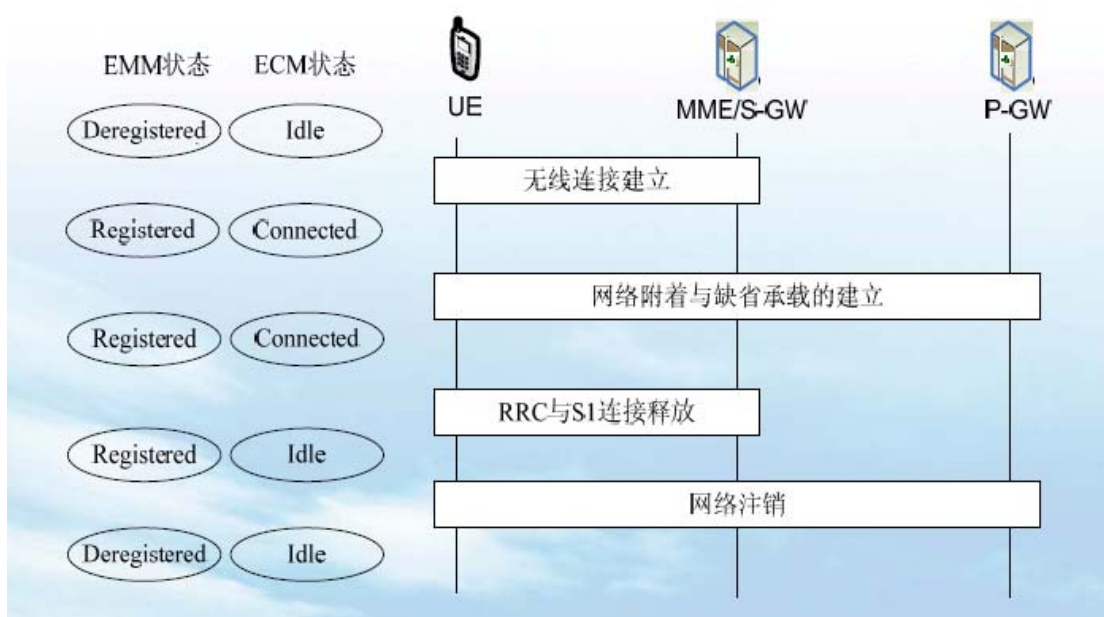


图16: EPS的EMM和ECM状态变化

缺省承载

UE注册到网络后建立

每个PDN连接都维护一个

UE承载的删除不一定引起缺省承载的删除

删除PDN连接会同时删除相关的缺省承载

UE从网络注销时才会删除最后一个缺省承载

Non-GBR承载

缺省QoS能力

3. 跟踪区 (Tracking Area)

TA与LA (Location Area) 和RA (Routing Area) 的概念类似，用于EPC/E-UTRAN网络内

用于用户的移动性管理

UE空闲状态时的位置精度

TA间相互不能重叠

eNB下的小区可以属于不同的TA

TA中可包含多个eNB的小区

扁平化架构会使得TA的区域一般大于cell但小于RA

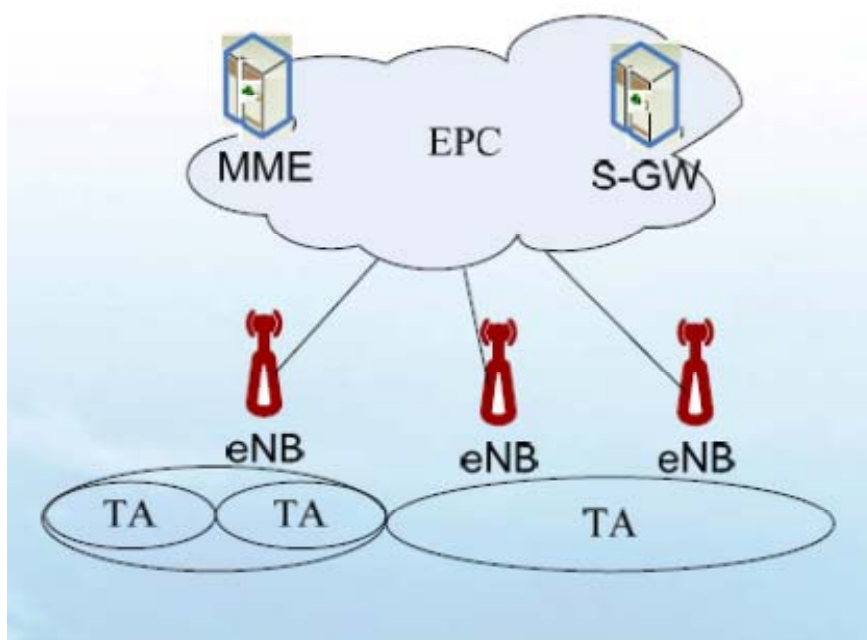


图 17：跟踪区 (Tracking Area)

跟踪区列表 (TA List)

是EPC新引入的概念

UE同时注册到多个TA中

减少IDLE状态UE移动时位置更新数量

TA List由MME分配，需要平衡与寻呼区域之间的关系

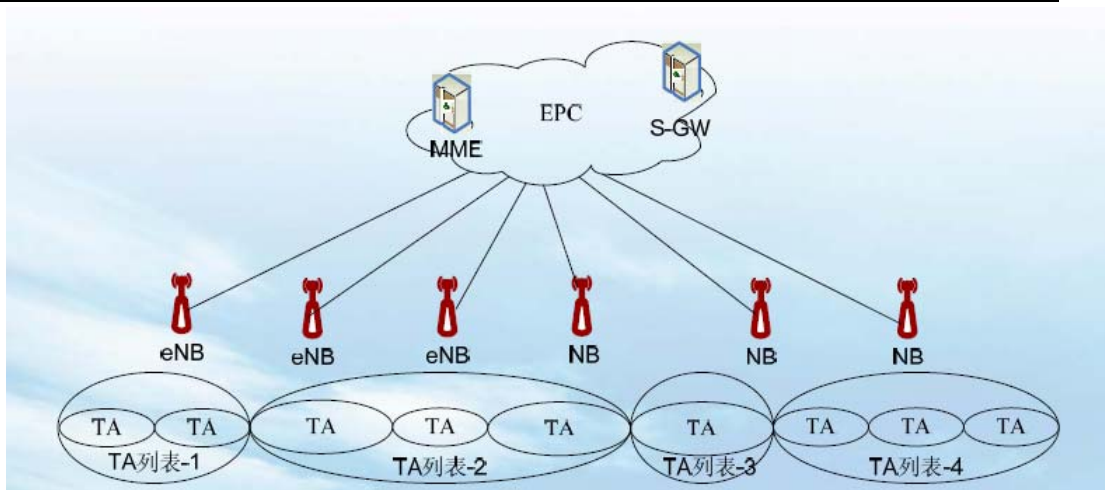


图 18: 跟踪区列表 (TA list)

4. IP地址的分配和使用

通用原则

每个PDN连接必须关联一个UE的IP地址

一个PDN连接的所有承载都使用一个IP类型的地址

IP地址类型 (PDN类型)

- IPv4
- IPv6
- IPv4v6

IP地址分配方式 (根据IP地址池所在位置不同)

- HPLMN分配
- VPLMN分配
- 外部PDN分配

静态IP地址与动态IP地址

• 静态IP地址，不由UE提供，而是指运营商为UE分配的固定IP地址，也可是UE的签约数据中所记录的运营商静态分配的P-GW，UE再从这个静态分配的P-GW获得IP地址。

• 动态IP地址，UE在附着到网络的过程中，由P-GW自身、或通过DHCP等外部机制为UE分配的IP地址。

IP地址分配类型

- IPv4地址分配
- DHCPv4
- IPv6地址分配

IP地址的释放

- 随着PDN连接的删除而释放
- 特定地址删除方式 (如因租期原因)

3GPP与non-3GPP间的移动性管理协议

- 基于网络控制的PMIPv6

- 基于主机控制的MIPv4 FA-CoA
- 基于主机控制的DSMIPv6
3GPP与non-3GPP间IP移动性机制的选择原则
静态配置方式
动态选择方式
- 基于网络的移动性（NBM）机制：PMIPv6
- 基于主机的移动性（HBM）机制：DSMIPv6和MIPv4 FA-CoA

5. MME池区与S-GW服务区

池与池区域

MME池：由一组MME组成一个池

MME池区域：由MME池提供服务，由MME池所服务的TA组成

UE在一个MME池区域内移动时一般不需要改变为其服务的MME

S-GW池：由一组S-GW组成一个池

S-GW服务区：由S-GW池提供服务

UE在一个S-GW服务区内移动时一般不需要改变为其服务的SGW

MME池区域/S-GW服务区由完整的TA组成

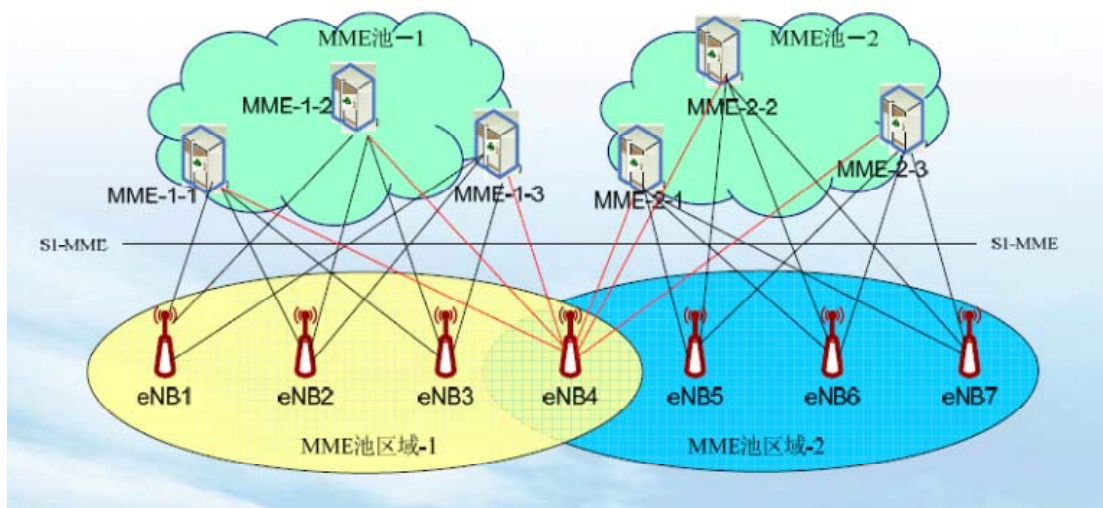


图19：MME池和MME池区域

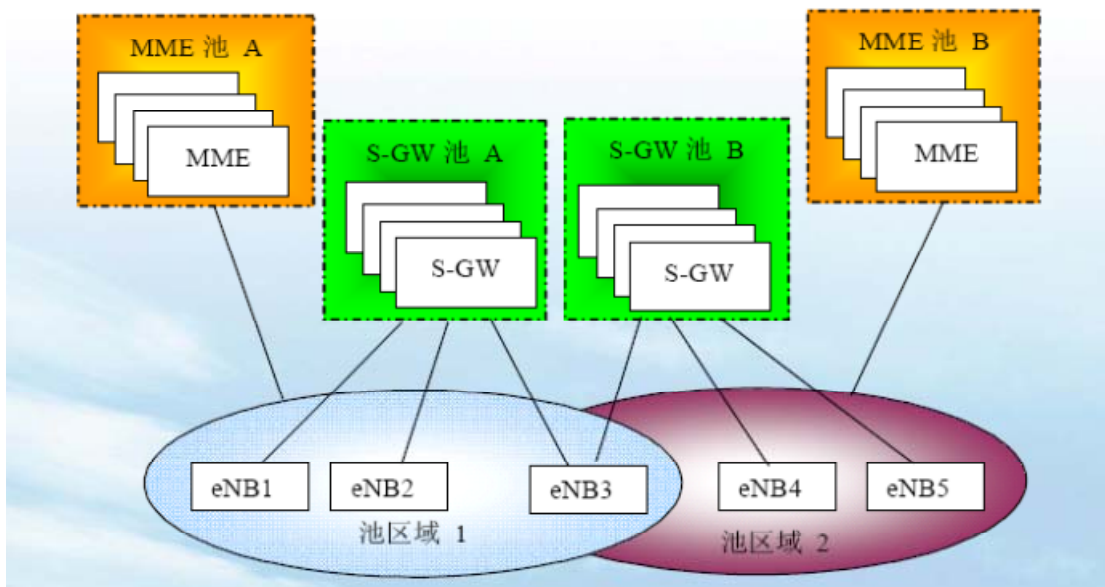


图20: MME池与S-GW池: 多对多关系

6. 节点选择

MME选择

由eNodeB根据网络拓扑及MME的负荷情况选择

P-GW选择

- 1) 由MME选择P-GW
- 2) 通过签约数据中的P-GW ID、APN和一组指示中的几个参数，为UE选择P-GW
 - APN可由UE提供，或通过签约数据提供
 - 签约数据可指示P-GW是否允许由VPLMN分配

S-GW选择

- 1) 由MME为UE选择S-GW
- 2) 先选择P-GW，再选择S-GW
- 3) 移动性协议的共存对S-GW支持能力的要求
 - UE从仅支持GTP的网络漫游到PMIP网络，选择只支持PMIP的PGW，则S-GW要求同时支持GTP和PMIP协议
 - UE从仅支持GTP的网络漫游到PMIP网络，若VPLMN中选择的PGW可支持GTP，或接入HPLMN的P-GW，则S-GW可只支持GTP协议
- 4) 优先选择合设的P-GW和S-GW

7. 多PDN功能

多PDN连接，指UE通过使用一个P-GW或多个不同的P-GW，同时为UE交换多个IP数据流；每个这样的IP数据流的路径被称为一个PDN连接

适用场景

一个UE可同时通过IPv4和IPv6连接不同的PDN/业务域，通过的是两个IP网关

在连接到企业网的同时可使用基于IMS信令的网络，与UE的其他业务使用不同的PDN连接
出于安全性考虑，用户接入企业网时很可能要求使用单独的PDN连接

在漫游场景下，UE可使用本地PDN网关连接访问漫游地业务；同时还可以使用归属地的PDN网关访问归属地业务

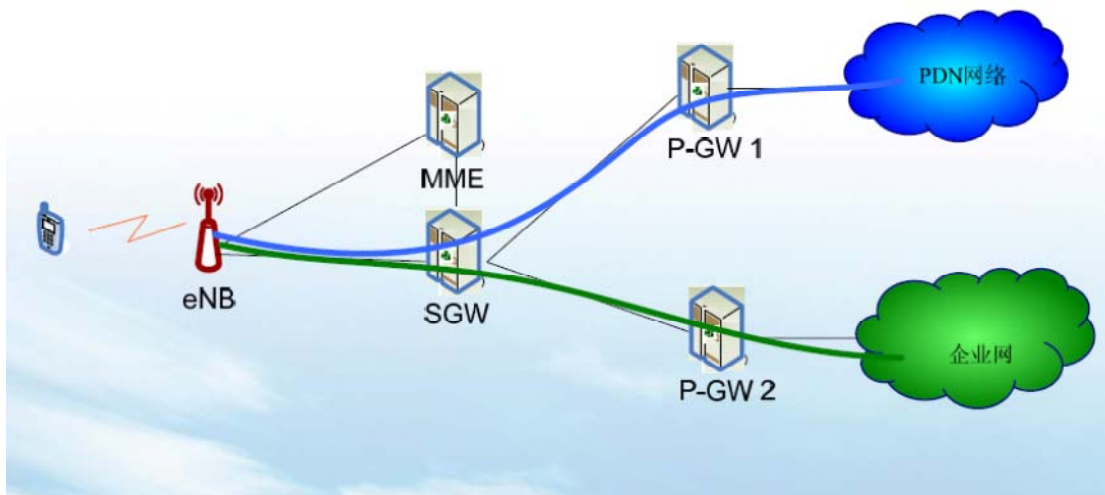


图 21：多 PDN 连接

多PDN连接的建立方式

1) UE附着到网络时建立第一个PDN连接

- 可由UE提供的APN或根据保存在签约数据中的APN建立该连接
- 只需要建立一个PDN连接
- 由网络发起建立

2) UE在需要时，发起PDN连接建立过程，要求网络为UE再建立其它的PDN连接

3) UE从3GPP切换到non-3GPP时，只建立一个PDN连接；其它还有需要建立的PDN连接，后续由UE发起建立

UE和网络都可以发起PDN连接的释放

8. 负荷均衡

1) 容灾、备份

2) MME池、SGW池和S1-Flex解决负荷均衡问题

3) eNodeB按照负荷均衡的原则，为UE在MME池内选择MME

4) 负荷重均衡

- 卸载ECM-CONNECTED状态的UE
- 卸载执行TAU/Attach的UE
- 卸载ECM-IDLE状态的UE

5) MME过载控制 (Overload Start/Stop)

9. EPS中的标识符

Global Unique Temporary Identifier

- ☐ GUMMEI
- ☐ MMEI
- ☐ S-TMSI
- ☐ M-TMSI

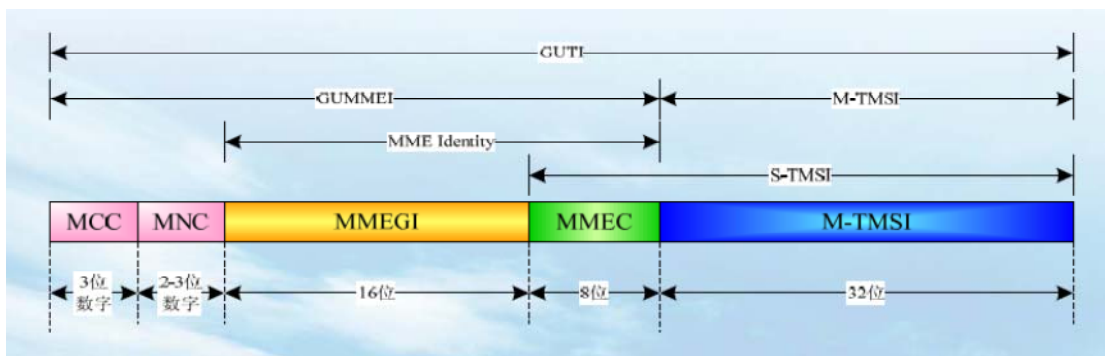


图22: Global Unique Temporary Identifier

MME/SGSN联合节点

需求: 降低成本。SGSN的软、硬件升级或可满足SAE对MME性能的需求。

问题: 联合节点的身份识别

- 例如: UE先附着到UTRAN网络, 之后进入同一个MME/SGSN联合节点控制的E-UTRAN区域, 则eNB

如何将TAU Request消息路由到同一个节点?

解决方案: P-TMSI+RAI映射为GUTI, 并且包含old GUTI指示曾经在MME中的UE上下文

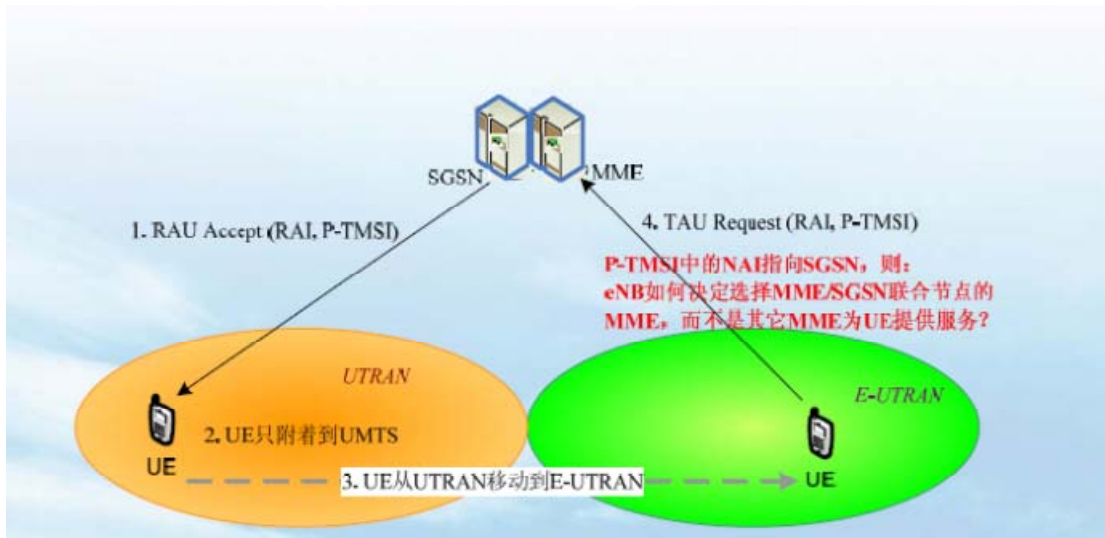


图23: MME/SGSN联合节点

10. EPS支持的切换

切换准备类型

- 1) 基于X2接口的切换准备
- 2) 基于S1接口的切换准备

切换类型

- 1) Intra-eNB切换
 - 2) Inter-eNB切换
 - 3) Inter-RAT切换
- UTRAN/GERAN与E-UTRAN间切换
 - Non-3GPP系统与E-UTRAN间切换

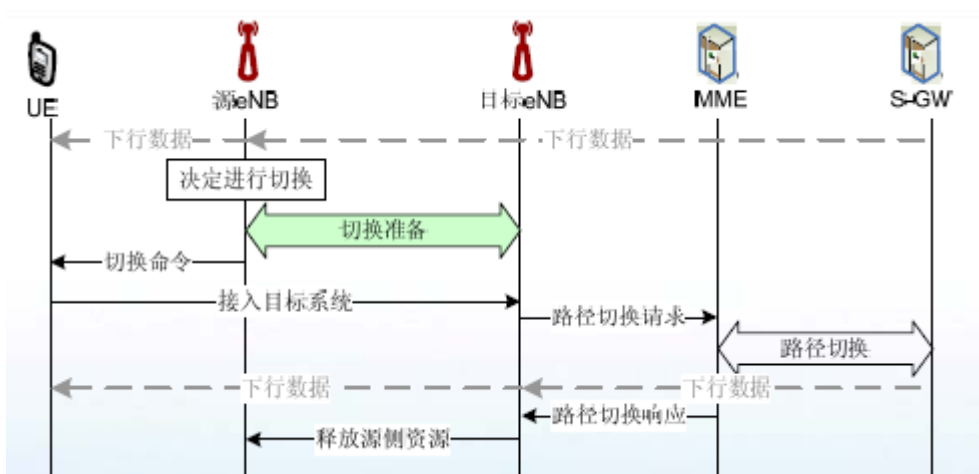


图 24：基于 X2 接口的切换过程

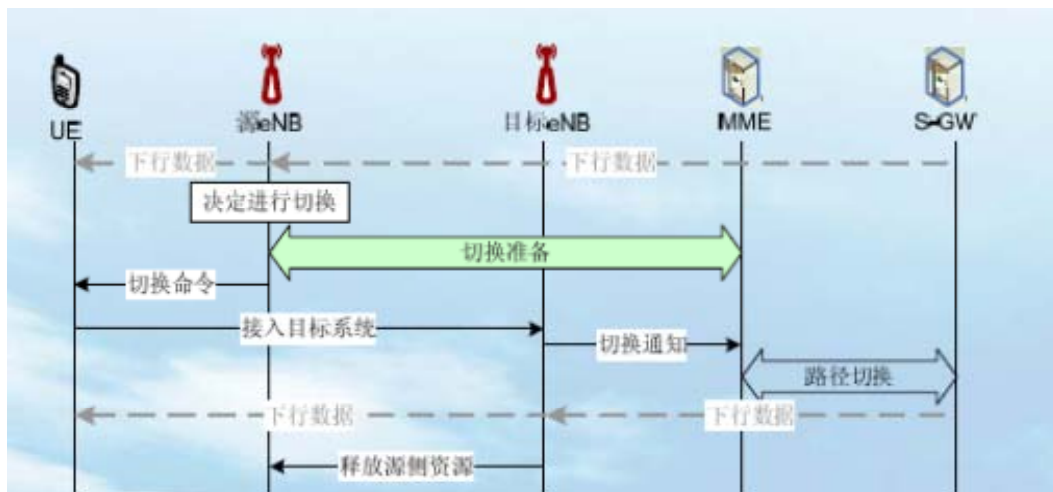


图 25：基于 S1 接口的切换过程

11. 信令缩减 (ISR)

信令缩减 (ISR) 需求来自于运营商

- ☐ LTE初期部署时需要
- ☐ 减少网络的信令负荷

□ 终端必须支持，网络可选支持

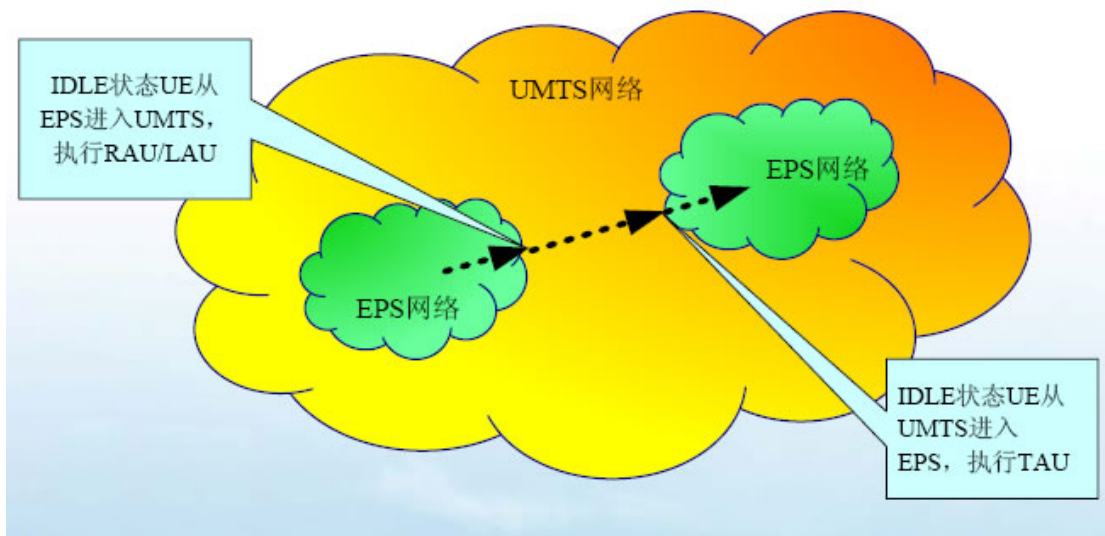


图 26：信令缩减（ISR）

2G/3G核心网方案（Selective RA）

- 1) 共用MSC/SGSN
- 2) UTRAN小区与GSM小区规划在同一个RA中
- 3) 当MS的周期性RAU定时器超时，则MS执行周期性路由区更新过程。
- 4) 处于PMM-IDLE或STANDBY状态的MS在没有上行信令或数据发送时不执行RAU过程，直到需要发送上行信令或数据时才发起执行RAU过程。
 - 当MS需要发送信令或数据时，所处模式（Iu模式或A/Gb模式）与上次发送数据时相同，则不做任何特殊处理
 - 当MS需要发送信令或数据时，所处模式与上次发送数据时不同，则在发送数据或信令时应先执行RAU过程。
- 5) 当MS处于PMM-IDLE或STANDBY状态时有下行信令或数据到达时，SGSN在MS所在的RA寻呼用户，包括Iu mode和A/Gb mode的小区。

ISR的原理

HSS保存MME和S4-SGSN这两个PS系统的双注册信息。UE分别注册到MME和S4-SGSN，根据移动需要决定注册到哪个系统。当ISR功能激活/取消时，核心网应通知UE所发生的变化，当UE在UTRAN中出于URA_PCH状态时，进入E-UTRAN应执行TAU进行注册。

ISR激活时，空闲模式UE的下行数据用户平面终结点为S-GW。UE的ISR激活/取消时，应通知S-GW关于这种变化。在UE中针对两个系统各自运行一套周期性更新定时器，对SGSN和MME的更新分别进行。当ISR激活时，一个无线接入技术的核心网节点保存另一个无线接入技术的核心网节点的地址。如果有IDLE状态UE的下行数据到达，应同时在E-UTRAN和UTRAN/GERAN中寻呼UE。

TIN的使用

TIN: Temporary Identity used in Next update，指示下一次的位位置更新所需要使用

的临时标识符（GUTI或P-TMSI）。

TIN的取值：“GUTI”、“P-TMSI”和“RAT相关的TMSI”，保存在UE中，根据网络信令（Attach Accept、TAU Accept、RAU Accept）的指示而修改。只在TIN=RAT相关的TMSI时，UE才能执行ISR行为。

UE收到的消息	UE保存的当前TIN值	UE收到消息后对TIN的设置
经由E-UTRAN发送的“附着接受”（从不指示“ISR已激活”）	任意值	GUTI
经由UTRAN/GERAN发送的“附着接受”（从不指示“ISR已激活”）	任意值	P-TMSI
TA更新接受（没有指示“ISR已激活”）	任意值	GUTI
TA更新接受（指示了“ISR已激活”）	GUTI	GUTI
	P-TMSI或RAT相关的TMSI	RAT相关的TMSI
RA更新接受（没有指示“ISR已激活”）	任意值	P-TMSI
RA更新接受（指示了“ISR已激活”）	P-TMSI	P-TMSI
	GUTI或RAT相关的TMSI	RAT相关的TMSI

图 27：TIN 的使用

UE 在附着请求和 TAU/RAU 请求中应该携带的临时标识符，该规则适用于 Attach Request 和 TAU Request/RAU Request 消息中“old GUTI”/“old P-TMSI”字段的填写。

原则：将保存了最新上下文的核心网节点指示给当前的核心网实体。

UE发送的消息	TIN取值：P-TMSI	TIN取值：GUTI	TIN取值：RAT相关的TMSI
TA更新请求	从P-TMSI/RAI映射得到的GUTI	GUTI	GUTI
RA更新请求	P-TMSI	从GUTI映射得到的P-TMSI/RAI	P-TMSI
通过E-UTRAN发送的附着请求	从P-TMSI/RAI映射得到的GUTI	GUTI	GUTI
通过GERAN/UTRAN发送的附着请求	P-TMSI	从GUTI映射得到的P-TMSI/RAI	P-TMSI

图 28：TIN 取值

周期性TAU与隐式注销

1) ISR激活的UE，使用两个周期性位置定时器

- 目的：解决UE在周期性位置定时器超时后，立即返回定时器发生超时的RAT的问题
- 当第一个定时器发生超时，则启动第二个定时器
- 当第二个定时器超时，判定UE已经“长时间”未驻留在相应RAT了

2) MME中引入移动可及性定时器

- 目的：解决MME认为UE已经不在当前控制覆盖内，但注销后UE又返回由MME控制的问题
- 取值与UE中的周期性位置定时器相同
- 定时器超时，MME将UE标记为“Out of Service”
- 启动隐式注销定时器
- 隐式注销定时器超时，MME对UE执行隐式注销过程

ISR的激活

TAU过程和RAU过程激活ISR

ISR的去激活

- 1) 发生了承载的修改或增加新的承载
- 2) UE特定的DRX参数发生变化，更新MME和SGSN中保存的参数
- 3) UE的核心网能力参数发生变化，更新MME和SGSN中保存的参数
- 4) URA_PCH状态的UE选择E-UTRAN
- 5) 如果UE激活了CSFB，则在执行LAU过程之后去激活ISR

12. CS域回落

采用SGs接口连接MME和MSC，并通过该接口完成在EPC和UMTS电路域之间的联合附着、位置更新/去附着、寻呼终端等功能。它支持CS FallBack方案的终端在EPC和电路域网络双注册。由网络决定是否将终端切换至CS域以完成相应的业务。

《LTE 每天一课》 由移动通信网发起，在 2013 年 6 月份每天发送到微信，欢迎添加 MSCBSC 官方微信为好友（微信号：mscbssc888，或直接扫描下面二维码）



MSCBSC 官方微信账号:mscbssc888

最新动态，微信通知；
有问题微信反馈，超快捷回复；

关注方法：

打开微信右上角“魔法棒”，选择
“扫一扫”功能，对准左边的二维码即可