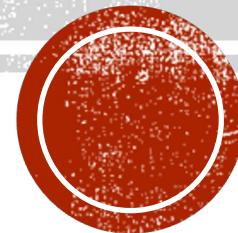


移动网络架构及移动性管理技术

张喆

zhezhang@njupt.edu.cn

通信与信息工程学院



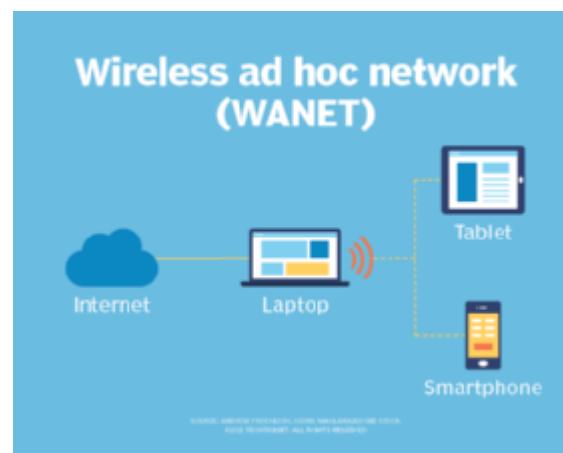
目 录

- 1、移动网络架构
- 2、电信网的移动管理
- 3、切换的概念和分类
- 4、移动IP
- 5、Ad Hoc网络的路由



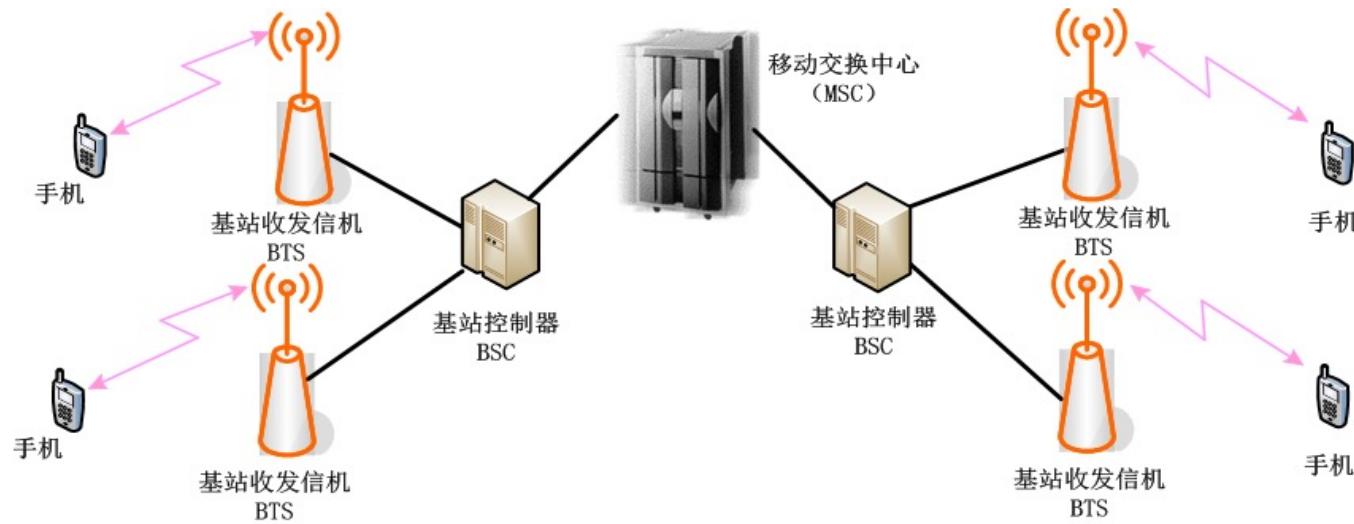
移动网络架构

- 移动通信网络 (电信网)
- Ad-hoc网络 IP
- WLAN (无线局域网)
- PAN (个人局域网)
- WMAN (无线城域网)



GSM系统的网络结构

□ 提升系统管理能力的措施 – 增加“小组长”基站控制器 (BSC)



基站收发信机(BTS)与基站控制器(BSC)合称为基站子系统 (BSS)



基站子系统 (BSS)

- 基站控制器 (BSC)

- 对一个或多个BTS进行控制，负责无线网络资源管理、小区配置数据管理、功率控制和切换等。

- 基站收发信台 (BTS)

- 无线接口设备，完全由BSC控制，负责无线传输功能。



网络子系统(NSS)

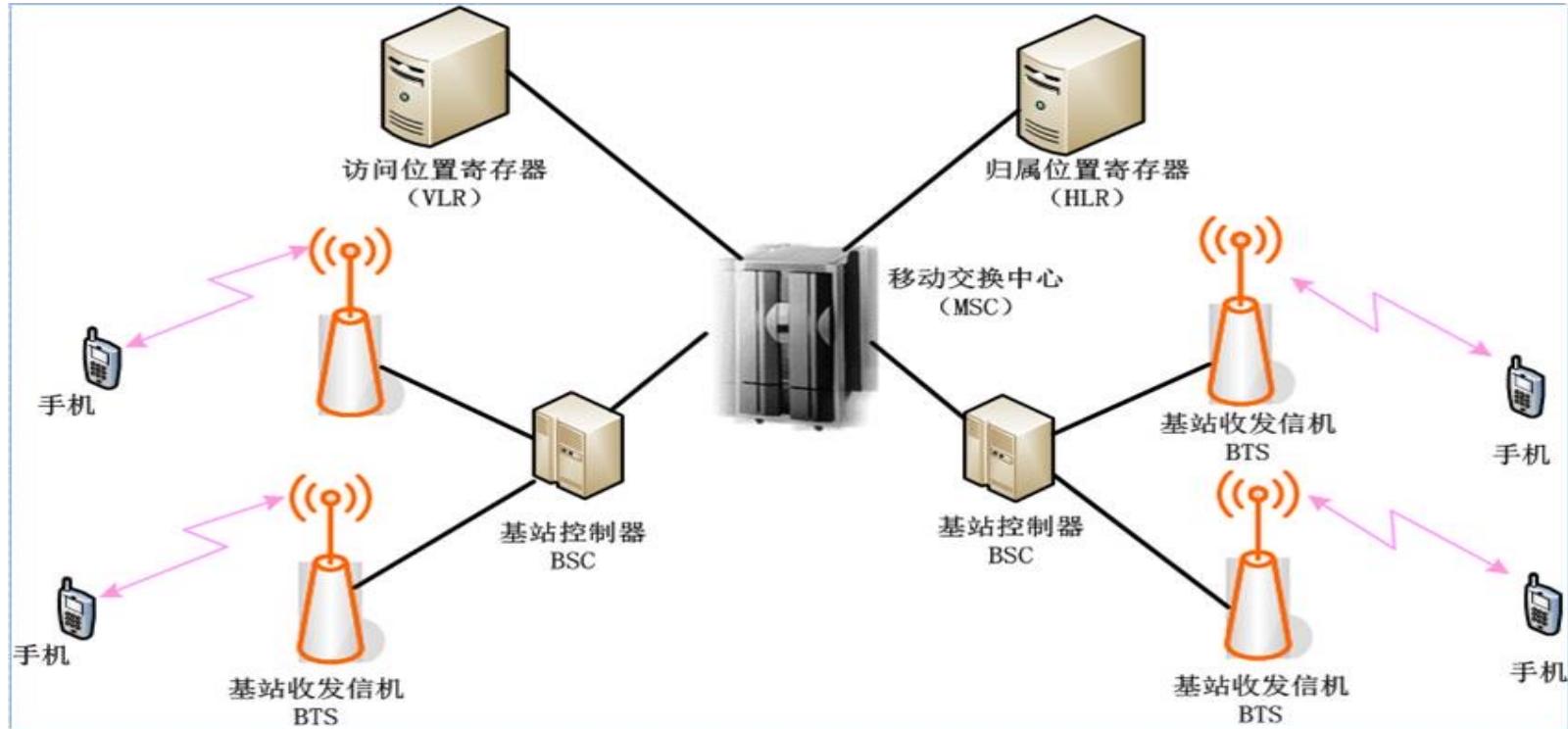
□ 移动交换中心需要完成哪些主要功能？

- 首要任务完成话音的接续即交换功能：移动用户与移动用户、移动用户与固定用户
- 用户识别
- 支持位置登记和更新
- 配合基站控制器完成越区切换和漫游服务
- 计费功能、网络维护等



网络子系统(NSS)

□ 移动交换中心助手——位置寄存器



思考:为什么设置两个位置寄存器? 两个寄存器有什么区别呢?



网络子系统(NSS)

□ 归属位置寄存器中都存储了哪些信息呢？

➤ 当用户办卡时，运营商把用户资料输入HLR；

归属位置寄存器 (HLR) 存储内容					
静态信息				动态信息	
用户姓名	电话号码		开户地	用户当前所在地	
李xx	13601680001	上海	广州
赵xx	13601680002	上海	南京

思考：用户漫游时，网络如何“查户口”？



网络子系统(NSS)

□访问位置寄存器

➤考虑到漫游，为了方便提取用户信息，当用户漫游到别的城市时，漫游地的VLR把用户资料从HLR复制过来，用户就可以继续享有运营商的服务了。



网络子系统(NSS)

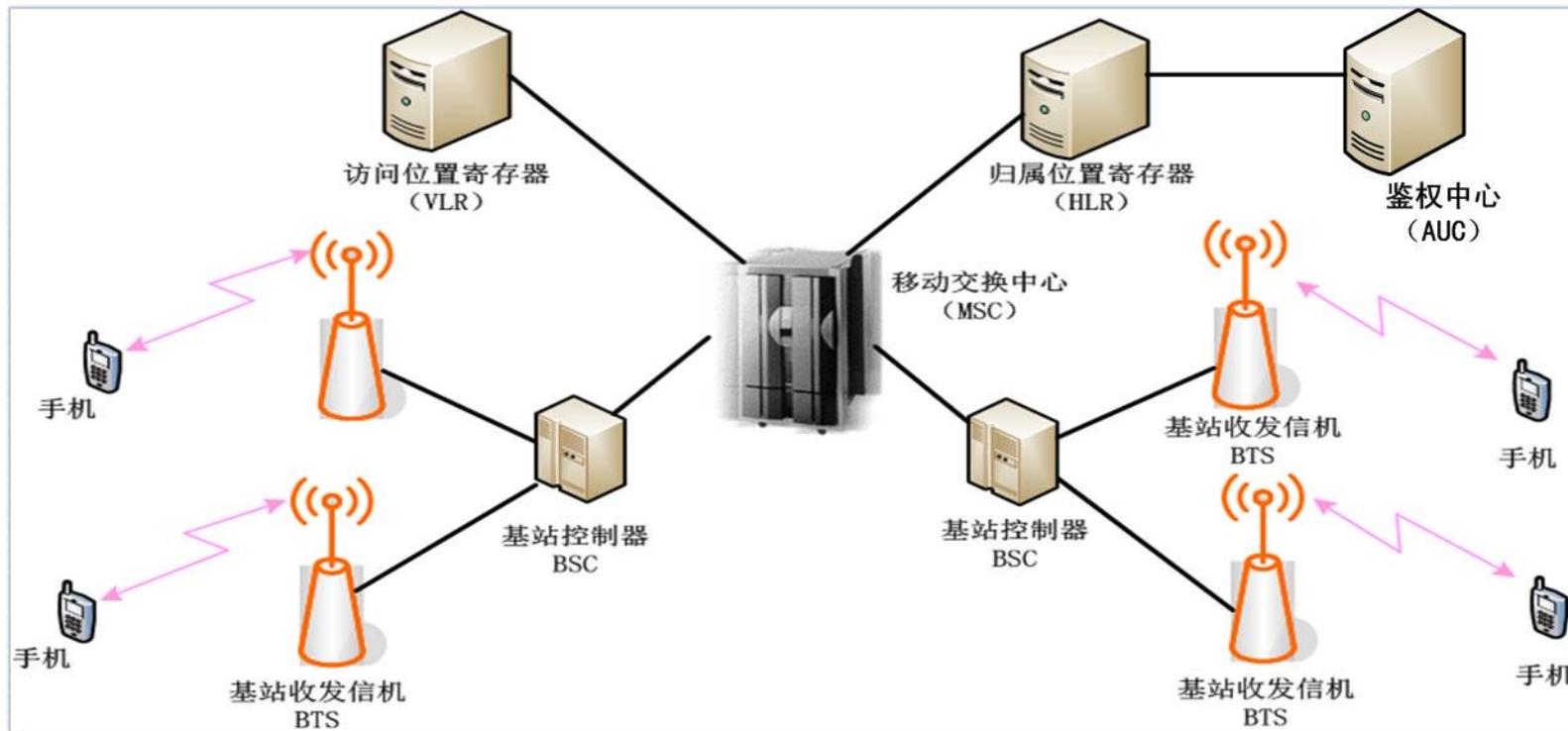
- 访问位置寄存器中存储了哪些信息呢?
- VLR是HLR的暂存备份

访问位置寄存器 (VLR) 存储内容				
用户姓名	电话号码	开户地	用户当前所属BSC信息
李xx	13911101101	北京	BSC-A
赵xx	13601680002	上海	BSC-B



网络子系统(NSS)

□ 移动交换中心助手——鉴权中心



思考:鉴权中心有什么作用呢?



网络子系统(NSS)

□ 鉴权中心(AC)

实现安全性管理，确定用户的身份和对呼叫进行加密

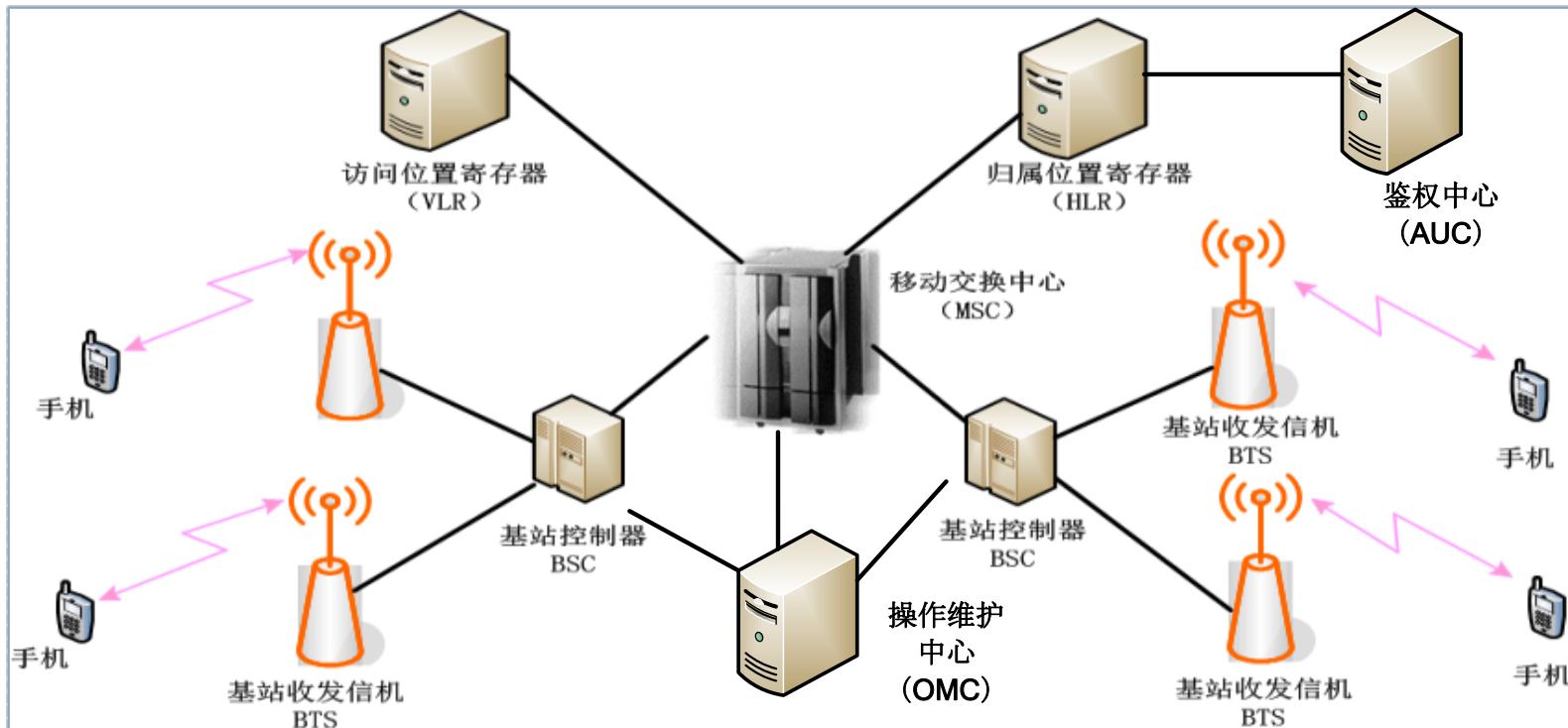
□ 思考：AC放在哪里比较合适呢？

属于HLR的一个功能单元。



网络子系统(NSS)

□ 移动交换中心助手——操作维护中心



思考:网络如何监管设备、统计话务量、计费呢?



GSM系统的号码与识别

□移动台的国际ISDN号码 (MSISDN)

呼叫需要拨打的手机号码

中国移动GSM网接入号：“134 ~ 139”、

“150 ~ 152”、157 ~ 158”；

中国联通GSM网接入号：“130 ~ 132”、

“155 ~ 156”。

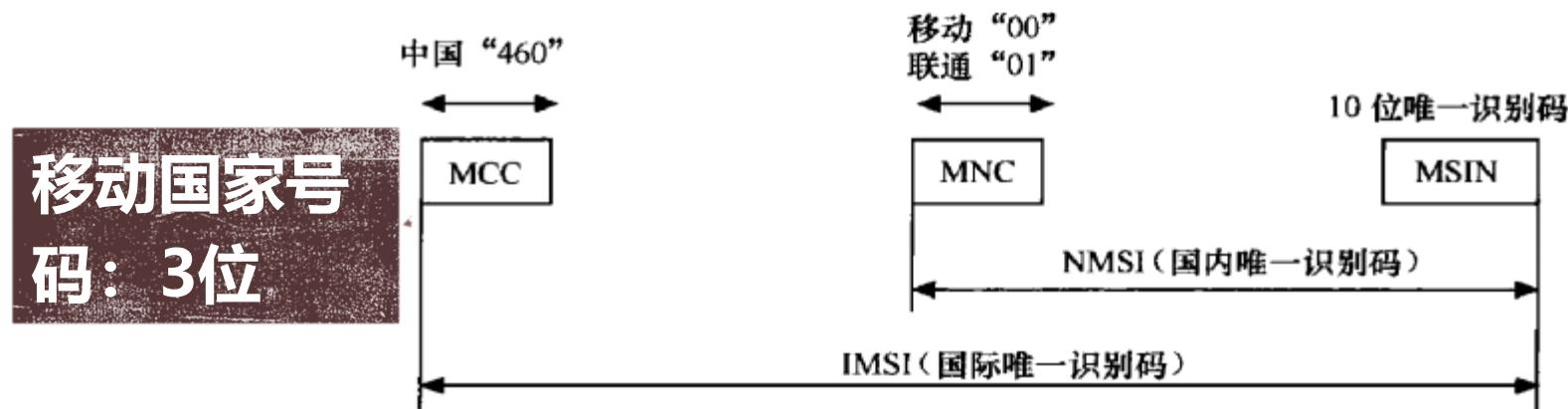
通过找到用户所在的HLR，
调取用户信息。

GSM系统的号码与识别

□国际用户识别码 (IMSI)

类似[网卡地址](#)

用于通信设备识别用户，存在SIM卡、HLR和VLR中。



移动网号：2位

移动用户识别码：10位



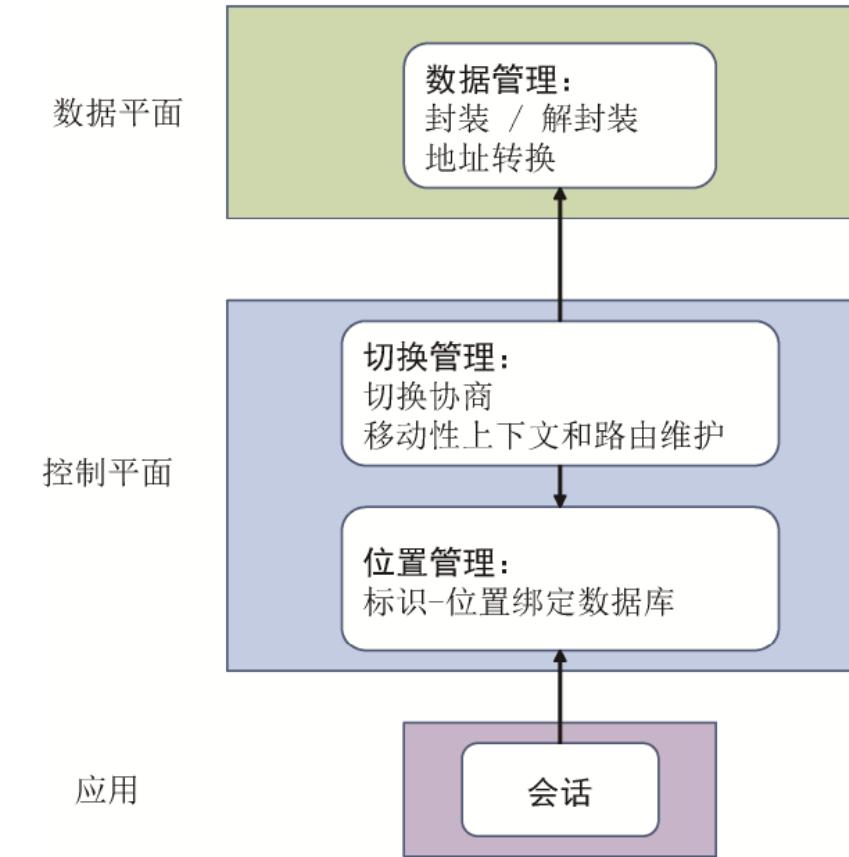
电信网中的用户移动性问题

- 网络中需要用户的“位置”来建立通信
 - 手机定位和寻呼
 - 手机切换和漫游
 - 网络接入和认证
 - 业务传输和质量保障
- 如何定位移动用户的“位置”呢?



移动管理系统 (MMS) 的概述 (GSM为例)

- 移动性管理 (MM, Mobile Management)
对移动终端位置信息、安全性以及业务连续性方面的管理，使终端与网络的联系状态达到最佳，进而为各种网络服务的应用提供保证。
- 研究如何使移动过程中的用户能够持续的享受网络服务。



移动性管理所包含的内容： 位置管理

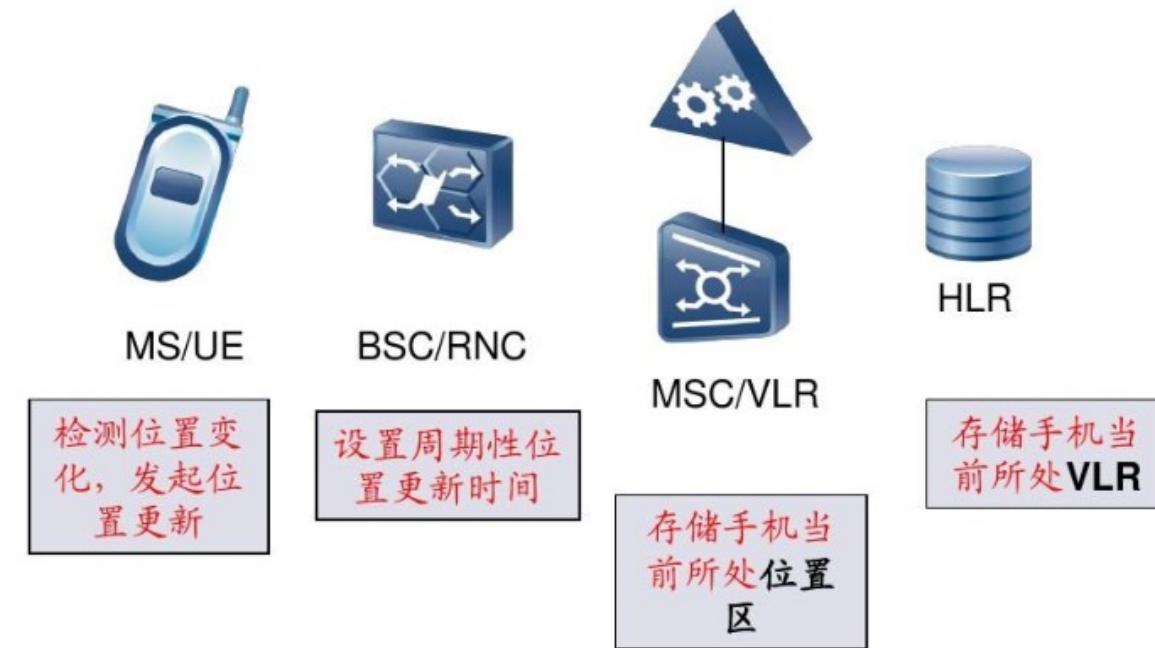
□两个位置寄存器

原籍位置寄存器 (HLR)

访问位置寄存器 (VLR)

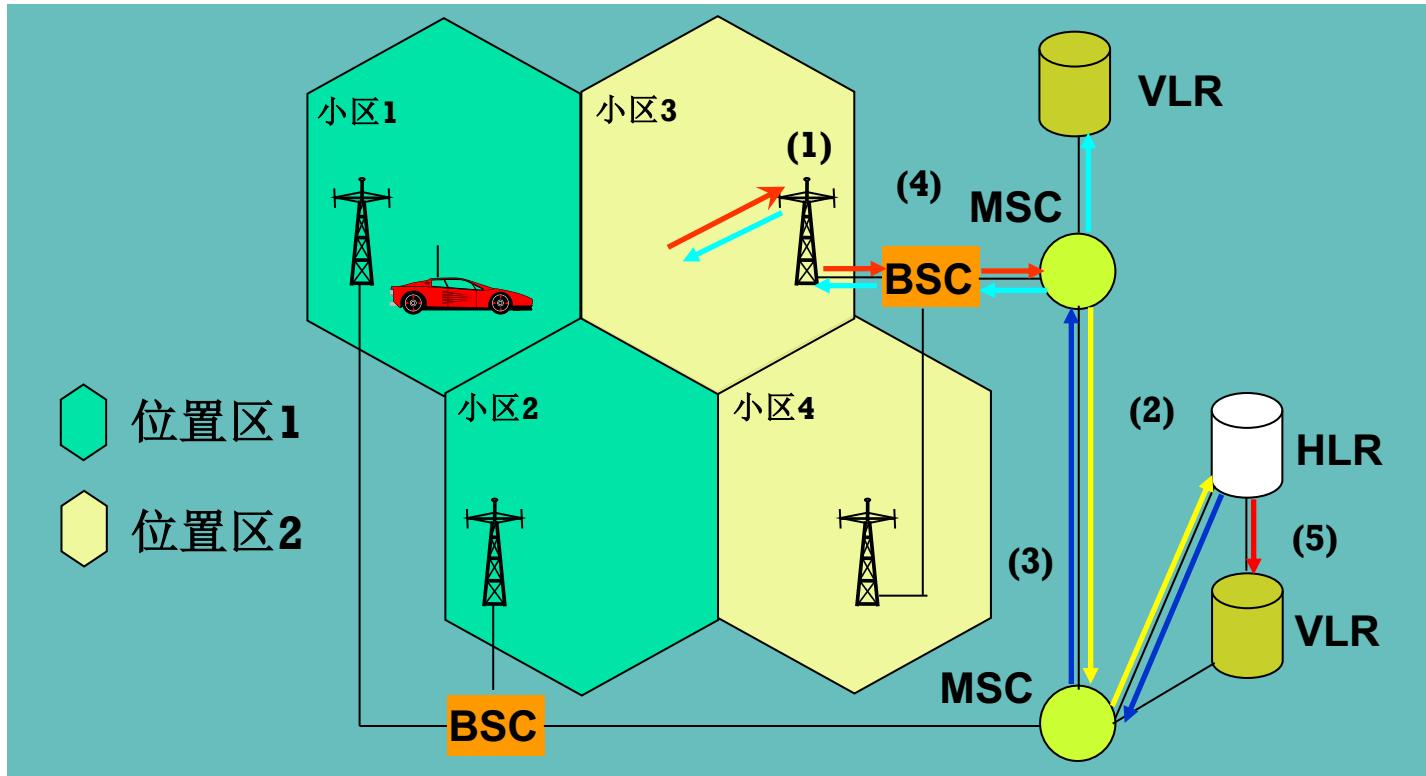
用户由一个位置区进入另外一个时，
从HLR中下载新的数据到VLR中，并删除
前一个VLR的信息。

- VLR 记录 LAI (Location Area Identity, 位置区识别) , LAI也被记录在SIM卡中，由位置更新流程保证三者之间的信息一致性。



位置更新

不同MSC/VLR不同位置区的位置更新



IMSI-
国际移
动设备
识别码,
每个设
备不同

(4) MSC1向VLR1发送位置更新请求并更新新位置客户数据更新证实



位置区识别 LAI

Location Area Identification

在检测位置更新时，要使用位置区识别LAI，寻呼移动台是以LAI为单位进行。



Location Area Identification

MCC: Mobile Country Code, 移动国家码，中国为 460。

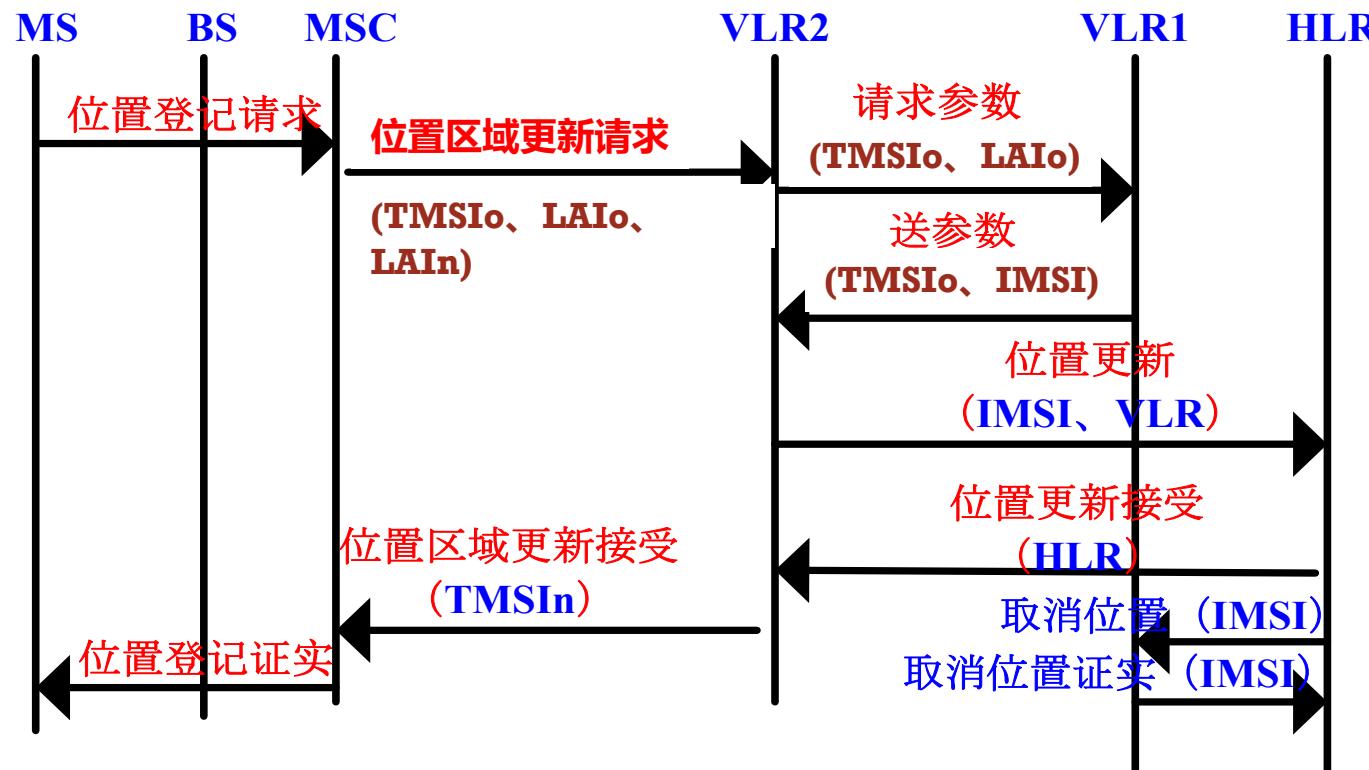
MNC: Mobile Network Code, 移动网号，两个数字，中国移动的MNC为00。

LAC: Location Area Code, 是2个字节长的十六进制BCD码，0000与 FFFE不能使用。 例:460008C90



临时移动用户标识号 (TMSI)

- 目的：保护隐私 (TMSI是一个随机的临时标识符，它用于代替真实的IMSI)
- 如果移动用户进入一个新的VLR管区并进行位置更新登记时；
- 新的VLR(VLR2)：根据位置更新消息中的TMSI及LAI(位置区域标识)判定原来分配该TMSI的VLR(VLR1)；
- 然后向VLR1请求该用户的IMSI，根据IMSI向HLR发出位置更新消息，请求有关的用户数据。
- VLR1将收回原先分配的TMSI，VLR2重新给此用户分配一个新的TMSI。



用户鉴权 (AUTHENTICATION) / 用户认证

- 目的：以一种可靠的方法确认用户的合法身份，它不依赖于IMSI、MSISDN或IMEI。在每次登记、呼叫建立，位置更新、补充业务的激活、去活之前均需要鉴权
- 用户鉴权包含的概念：
 - 用户标识模块 (SIM)
 - 用户鉴权过程
 - 鉴权密钥的网络管理

AAA (Authentication, Authorization, and Accounting, 认证、授权、计费)

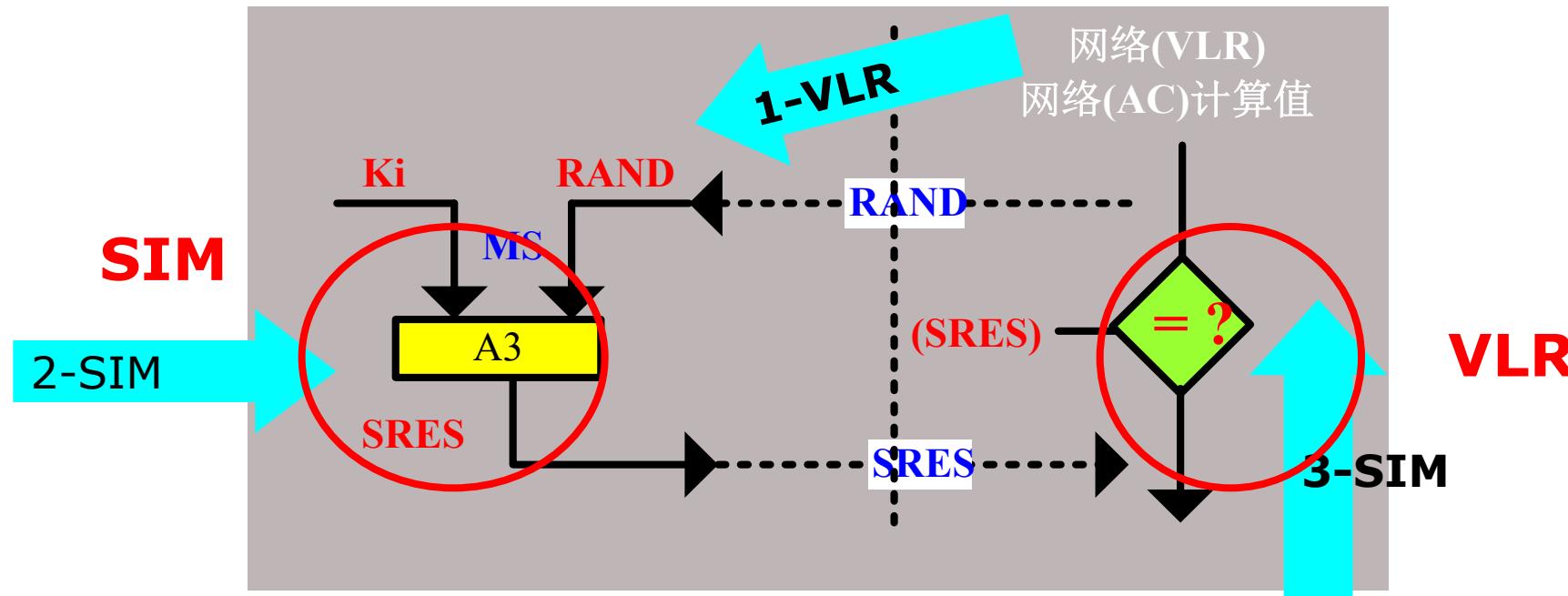
认证：用于对某个终端和某个用户的合法性进行鉴别认证，防止发生伪造或诈骗。

授权：在多用户的网络中，已经经过管理系统登记，被授权可以使用系统的某些功能和数据的合法用户，可以使用某种业务和使用规定的数据资源。



用户鉴权过程

- 用户鉴权由AC、VLR和用户（SIM）配合完成。
- 当用户起呼或进行位置更新登记时，VLR向HLR发起请求，HLR中的AC向该用户发送一个随机数RAND，用户的SIM卡以（RAND，Ki）为输入参数执行鉴权算法A3，VLR将得到计算结果即数字签名（SRES- Signed REsponse）回送AC，AC将此结果和暂存器中存储的预先算好的结果比较，如果两者相符，就表示鉴权成功。



用户鉴权 过程

如果VLR发现鉴权计算结果与预期结果不相符合，且用户是以TMSI和网络联系的，则可能是错误的TMSI，这时VLR将通知用户发送其IMSI。

如果IMSI-TMSI对应关系出错，则以IMSI为准再次进行鉴权。

若鉴权再次失败，VLR就要核查用户的移动台设备（IMEI）是否合法。

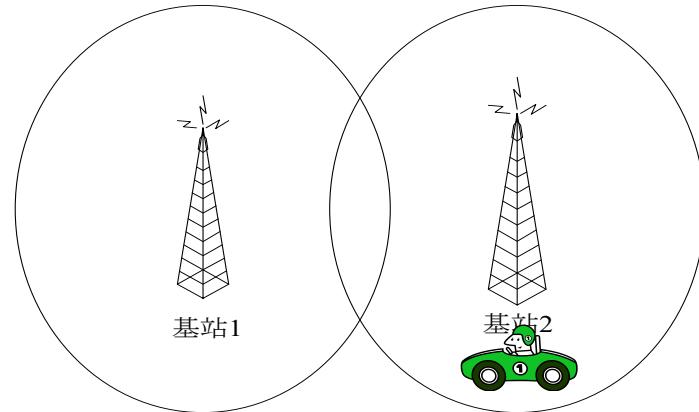
鉴权失败记录将由VLR保存。



切换 (HANDOVER)

1、越区切换的必要性

□ 实际生活中常见的例子：当用户开着车，从基站2覆盖的范围转移到基站1下，如果你与基站2的连接没有转到基站1上，就会产生“掉线”。



切换 (HANDOVER)

2、越区切换的定义

- 当你离开了某一基站的覆盖范围，你与该基站的通信转移到了新基站上，这就叫“越区切换”。
- 定义：指将一个正处于呼叫建立状态或者通话状态的MS转换到新的业务信道上的过程。



切换 (HANDOVER)

2、越区切换的定义

- 越区切换可以有效保证用户移动着打电话不中断。
- 越区切换包含了两个方面的工作：
 - ✓ 切断与旧基站的连接
 - ✓ 建立与新基站的连接



由于现在都是蜂窝覆盖，一个蜂窝的覆盖大小又不大，用户一旦移动起来就很有可能会从一个小区的范围内移动到另外一个小区的范围。这时就需要将网络的连接从一个基站切换到另外一个基站。

1) 何时切换：

手机要如何判断已经进入到另外一个小区？由于城市中的传播条件差异很大，如果错误判断将有可能形成**乒乓切换**，就是在两个小区之间来回切换，这样不但浪费了网络资源，也增加了掉话的概率。

2) 如何切换：

在判断出需要切换之后，手机如何进行操作来保证切换的成功？当前小区需要和目标小区（就是将要切换到的小区）进行协商，看看目标小区是不是还能接纳一个新的用户什么的。协商成功之后就正式进行切换，切换的方式包括**硬切换**、**软切换**、**接力切换**等。

3) 正在进行的业务如何保持

切换了小区之后，手机跟网络相连的路径也变化了，特别是对于互联网业务。互联网不知道你进行了切换，所以就需要有个移动锚点为你将你的服务数据转发到你现在所在的位置。



硬切换

在FDMA和TDMA系统中，所有的切换都是**硬切换**。当切换发生时，手机总是先释放原基站的信道，然后才能获得新基站分配的信道，是一个"释放-建立"的过程，切换过程发生在两个基站过度区域或扇区之间，两个基站或扇区是一种竞争的关系。



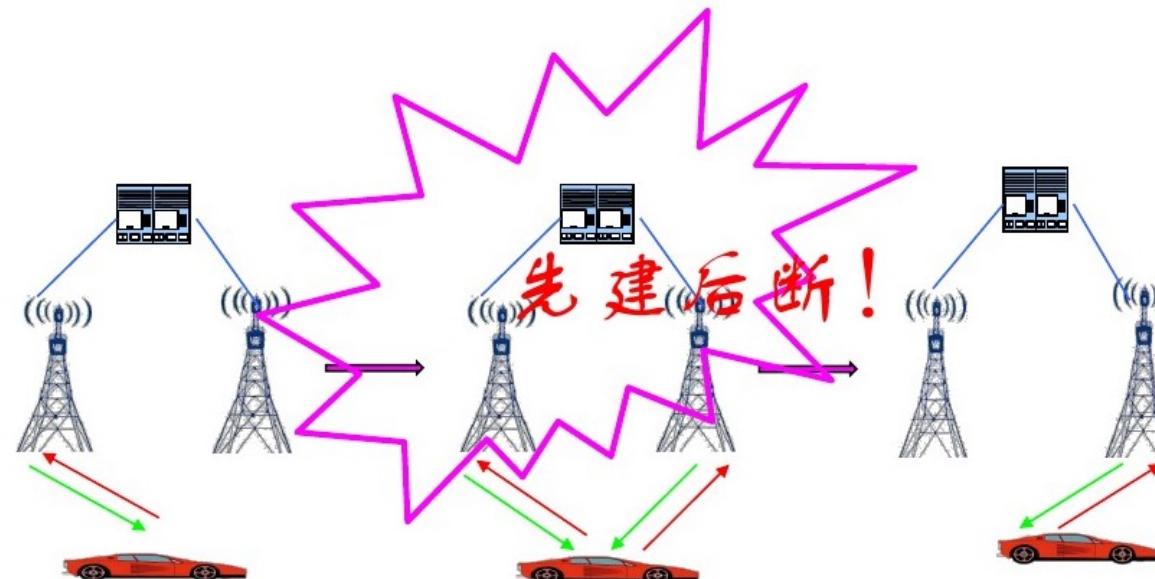
硬切换简单示意图



软切换

在移动台进入切换过程时，与原基站和新基站都有信道保持着联系，一直到移动台进入新基站覆盖区并测出与新基站之间的传输质量已经达到指标要求时，才把与原基站之间的联系信道切断。

软切换的特点是“**先切换、后断开**”。这种切换方式是在与新基站建立联系信道后，才断开与原基站的联系信道，因此在切换过程中没有中断的问题，对通信质量没有影响。

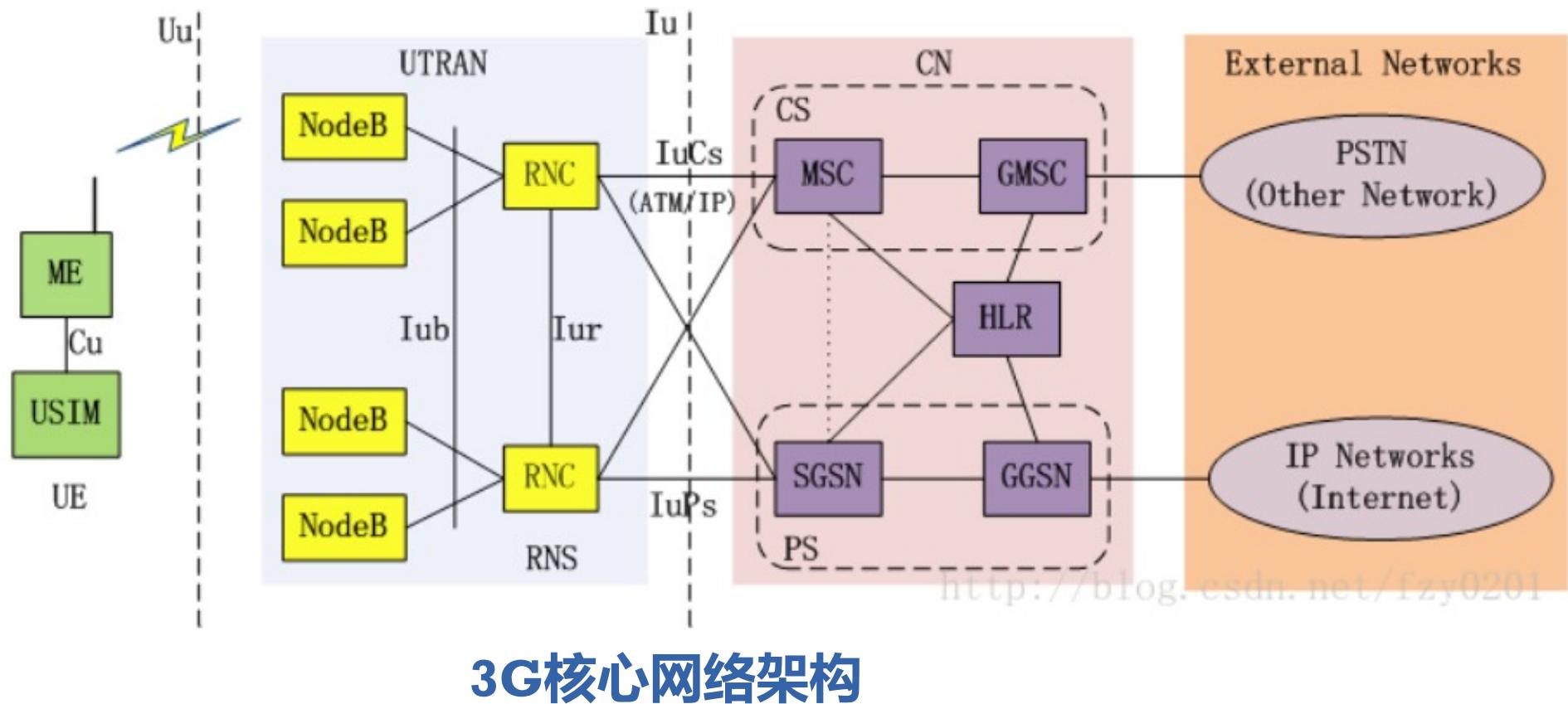


软切换简单示意图



2) 3、移动通信系统核心网络架构

1) 3G



3G核心网主要包含SGSN,GGSN,MSC,VLR这几个网元，下面简要介绍一下这些网元的作用。



RNC: Radio Network Controller, 无线网络控制器是第三代(3G)无线网络中的主要网元，是接入网络的组成部分，负责移动性管理、呼叫处理、链路管理和移交机制。

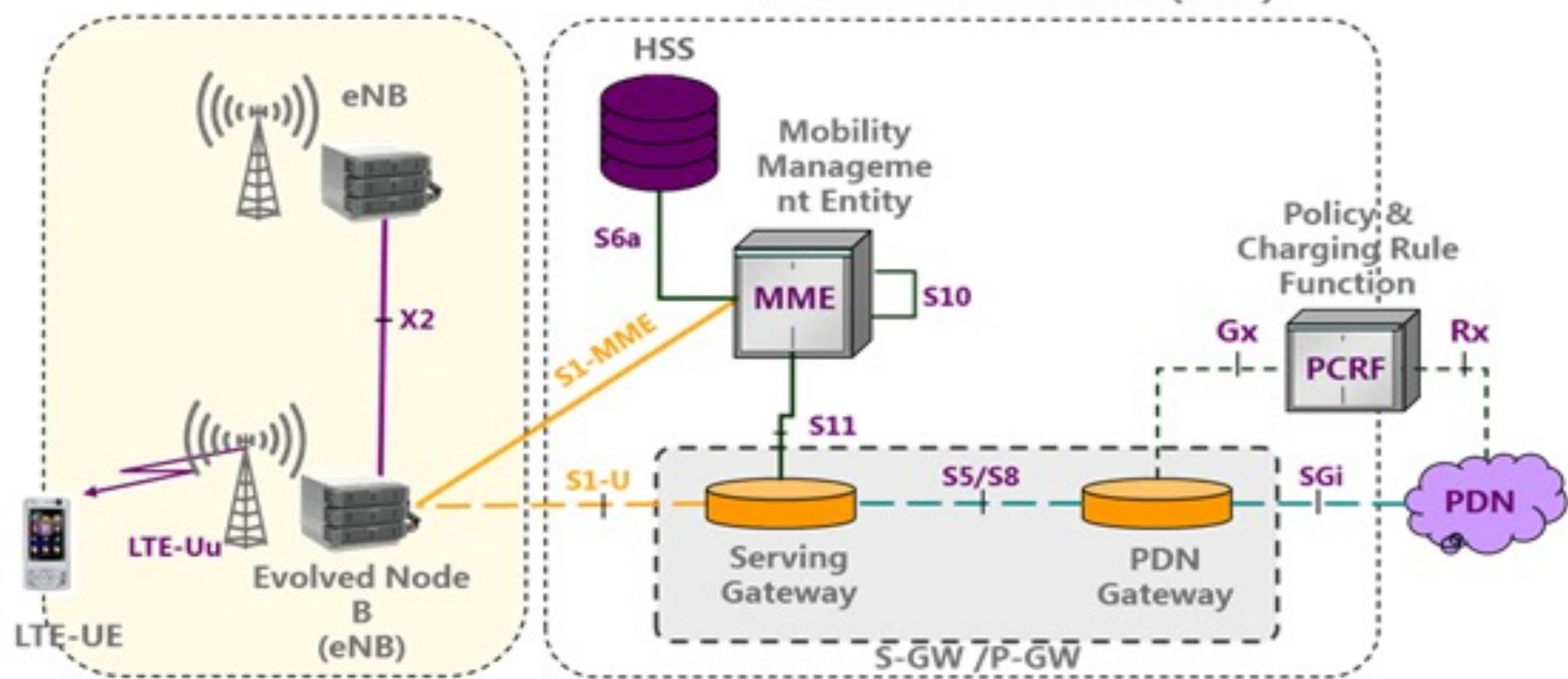
SGSN: Serving GPRS Support Node, GPRS服务支持节点SGSN (服务GPRS支持节点) 是WCDMA 核心网PS (packet switching)域功能节点，SGSN 的主要功能是提供PS域的路由转发、移动性管理、会话管理、鉴权和加密等功能。

GGSN: Gateway GPRS Support Node, 网关GPRS支持节点GGSN (网关GPRS支持节点) 是WCDMA 核心网PS域功能节点，GGSN提供数据包在WCDMA移动网和外部数据网之间的路由和封装。GGSN 主要功能是同外部IP 分组网络的接口功能，GGSN 需要提供UE接入外部分组网络的关口功能，从外部网的观点来看，GGSN就好象是可寻址WCDMA移动网络中所有用户IP的路由器，需要同外部网络交换路由信息。

MSC/VLR: Mobile Switching Center/VistorLocation Register, MSC/VLR 是WCDMA 核心网CS域(Circuit SwitchingDomain)功能节点，MSC/VLR的主要功能是提供CS域的呼叫控制、移动性管理、鉴权和加密等功能。



2) 4G



4G核心网络架构

4G采用扁平化、IP化的网络架构，4G核心网主要包含MME, SGW, PGW, HSS这几个网元，下面简要介绍下这些网元的作用。



MME: Mobility Management Entity, 移动性管理实体。 (控制平面)

这是4G核心网中的核心网元，主要负责移动性管理和控制，包含用户的鉴权、寻呼、位置更新和切换等等，SGW和PGW的选择等功能。

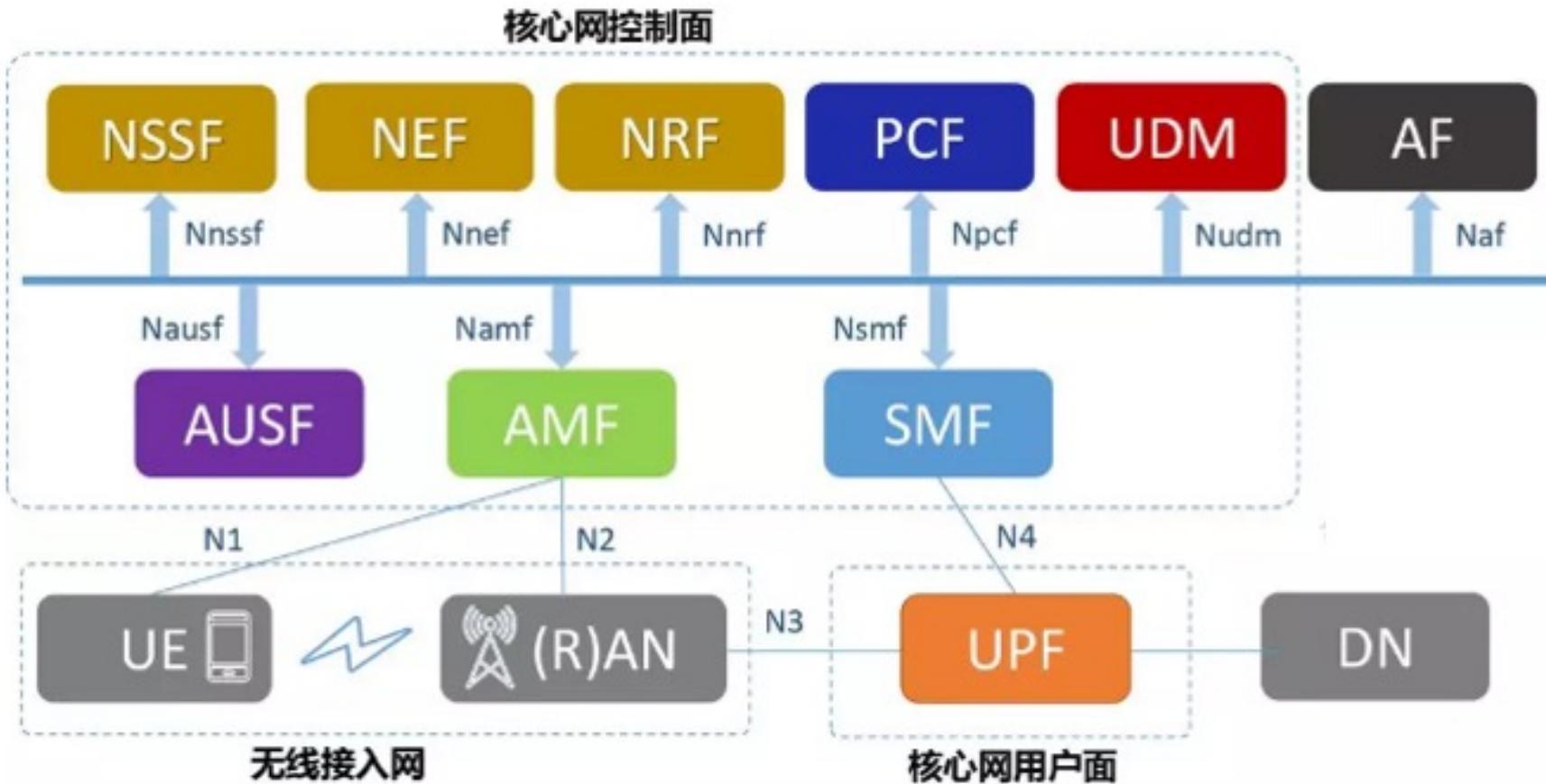
SGW: Serving Gateway, 服务网关。SGW终结和E-UTRAN的接口，主要负责**用户面处理**，负责数据包的路由和转发等功能，相当于数据中转站。同时也作为eNodeB之间互相传递期间用户平面的移动锚，以及作为LTE和其他3GPP技术的**移动性锚**。

PGW: Packet data network Gateway, 分组数据网络网关。PGW**终结和外部数据网络（如互联网、IMS等）的SGi接口**，即是3GPP与non-3GPP网络间的用户面数据链路的锚点，负责管理3GPP和non-3GPP间的数据路由，**管理3GPP接入和non-3GPP接入（如WLAN、WiMAX等）间的移动**，还负责DHCP、策略执行、计费等功能；如果UE访问多个PDN，UE将对应一个或多个PGW。

HSS: Home Subscriber Server, 归属用户服务器。中央数据库，包含与用户相关的信息和订阅相关的信息。其功能包括：移动性管理，呼叫和会话建立的支持，用户认证和访问授权。

PCRF:策略控制和计费规则

3) 5G



5G核心网络架构

每个网络功能逻辑上相当于一个网元，并且这些功能都是完全独立自治的，无论是新增，升级，还是扩容都不会影响到其他的功能，这就为网络的维护和扩展提供了极大的便利性。



5G的各个NF的名称及含义

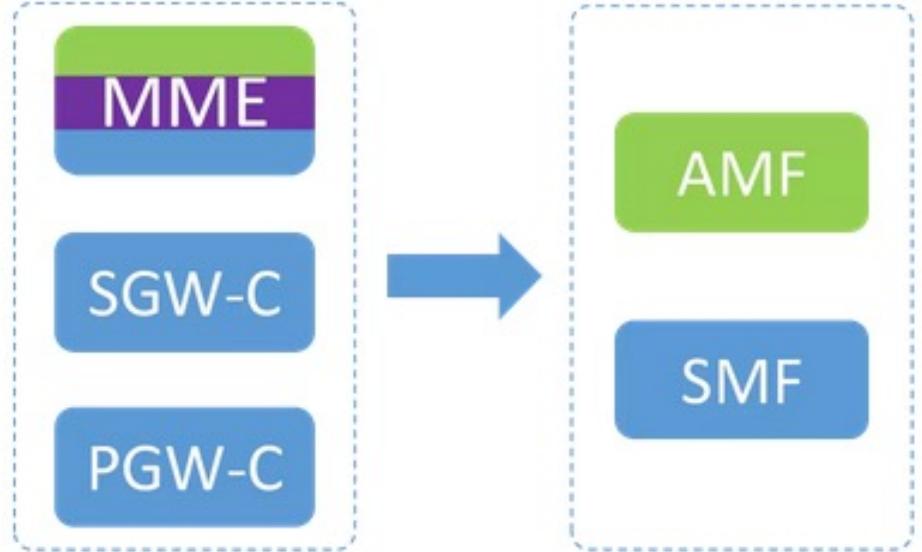
网络功能	英文全称	中文名
NSSF	Network Slice Selection Function	网络切片选择功能
NEF	Network Exposure Function	网络开放功能
NRF	NF Repository Function	网络功能仓储功能
PCF	Policy Control Function	策略控制功能
UDM	Unified Data Management	统一数据管理
AUSF	Authentication Server Function	鉴权服务器功能
AMF	Access and Mobility management Function	接入及移动性管理功能
SMF	Session Management Function	会话管理功能
UPF	User Plane Function	用户面功能
AF	Application Function	应用功能



5G系统架构主要功能介绍：

- (1) 鉴权服务器功能(**AUSF**)：该功能与LTE中的移动管理实体MME 的认证功能相似，支持统一的认证框架，通过生成密钥为移动用户进行双向认证。
- (2) 接入及移动性管理功能(**AMF**)：该功能是5G 网络的核心功能之一，涉及移动性管理、接入控制等。
- (3) 网络开放功能(**NEF**)：该模块主要包括三种功能，监控功能，供应功能和策略/计费功能。
- (4) 策略控制功能(**PCF**)：该网元支持以下功能：①支持统一的策略框架，用于管理网络行为；②提供策略规则给控制平面执行；③对接UDR。
- (5) 会话管理功能(**SMF**)：该功能类似于LTE网络中的EPS会话管理功能。
- (6) 统一数据管理(**UDM**)：该模块由FE+UDR组成，其中FE叫做应用前端，UDR叫做用户数据仓库，主要用于独立存储用户的相关数据。
- (7) 用户面功能(**UPF**)：该功能与LTE网络的PDN网关/服务网关类似。
- (8) 网络切片选择功能 (**NSSF**) 是负责管理网络切片的。在5G时代，网络切片的管理和运营将是新业务和新商业模式的关键。

4) 4G和5G比较

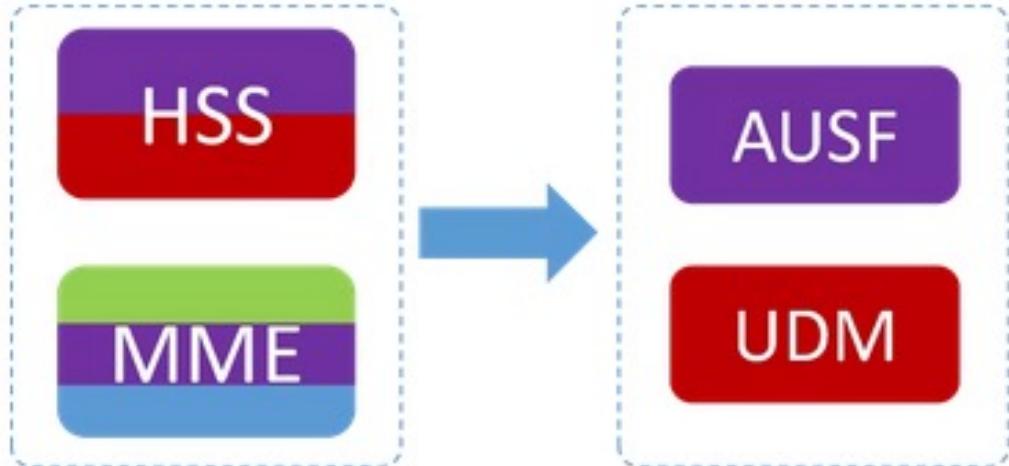


- MME中负责接入和移动性管理的功能独立出来，成为了5G的AMF；与此同时，负责会话管理的功能，SGW-C和PGW-C合并成为SMF，会话管理从以前的兼职，分散管理变成了现在的专业和集中化管理。

AMF和SMF的诞生



4) 4G和5G比较

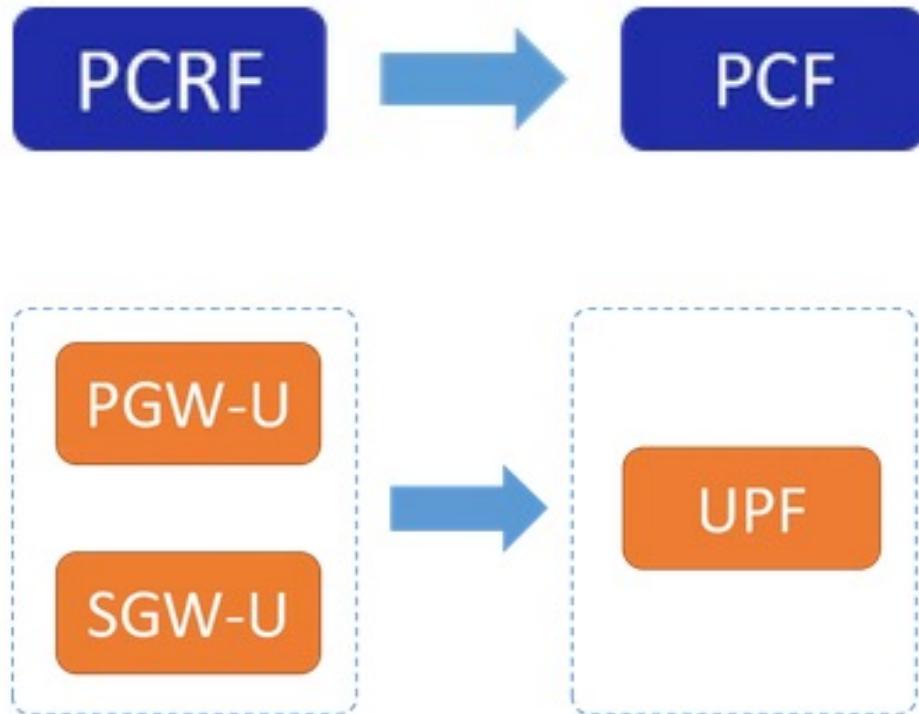


如图所示，MME和HSS中关于用户鉴权的功能被抽取出来，合并成为5G的AUSF；与此同时，HSS中剩余的用户数据管理功能独立成为UDM，和AUSF配合工作来完成用户鉴权数据相关的处理。

AUSF和UDM的诞生



4) 4G和5G比较

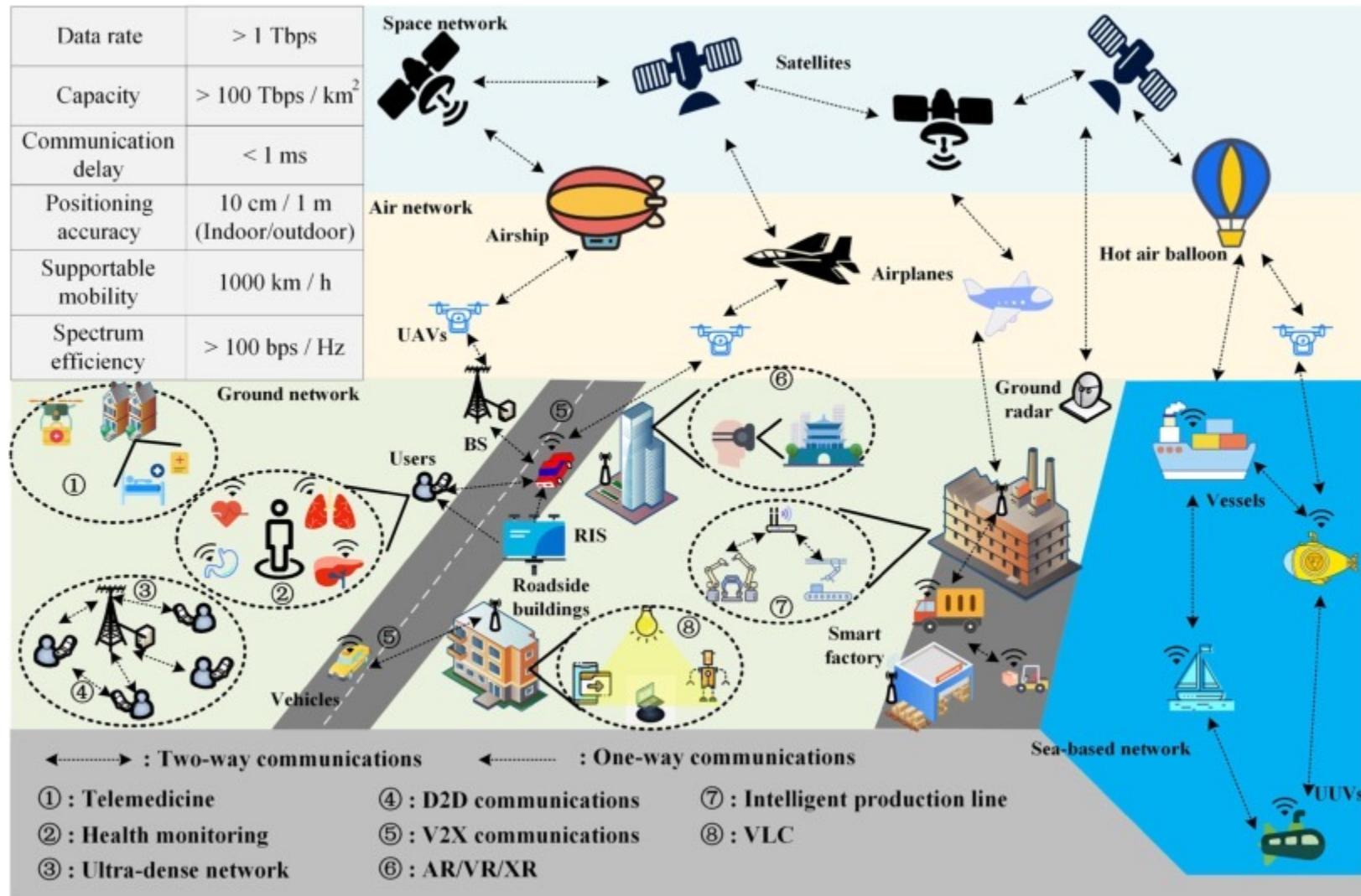


负责策略控制和计费规则管理功能的PCRF，演化成了5G中的策略控制功能PCF，丢掉了计费规则管理功能。
4G中的两个控制面网元SGW-U和PGW-U合二为一，成为5G的用户面功能：UPF。

PCF和UPF的诞生



Data rate	> 1 Tbps
Capacity	> 100 Tbps / km ²
Communication delay	< 1 ms
Positioning accuracy	10 cm / 1 m (Indoor/outdoor)
Supportable mobility	1000 km / h
Spectrum efficiency	> 100 bps / Hz



Thank You

