



专栏：5G 助力转型

## 5G 融合用户数据架构演进方案

赵远, 肖子玉, 韩研, 马洪源

(中国移动通信集团设计院有限公司, 北京 100080)

**摘要:** 用户数据管理经历了 2G、3G 和 4G 时代的演变, 目前作为三融合 HLR/HSS 服务于 2G/3G/4G/VoLTE 用户的签约数据存储和鉴权管理, 随着 5G 的到来, 5GC 新引入了基于云化的微服务架构 UDM/UDR 用户数据管理网元, 如何实现现有 HSS 与 UDM 的演进部署和如何及时实现 5G 用户签约保障 5GC 商用进程等问题亟待研究。主要研究了基于不换卡不换号商用 5G 市场策略下, 现有用户数据管理如何实现 5G 用户数据向四融合 HSS/UDM 的架构演进部署, 以及同时实现 2G/4G 用户数据到 5G 用户数据的平滑迁移。最后给出了 4 种融合 HSS/UDM 演进方案并提出云化迁移的节奏。

**关键词:** 5GC; UDM; HSS; 用户数据

**中图分类号:** TN915.81

**文献标识码:** A

**doi:** 10.11959/j.issn.1000-0801.2019165

## Evolution scheme of 5G fusion user data architecture

ZHAO Yuan, XIAO Ziyu, HAN Yan, MA Hongyuan

China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Beijing 100080, China

**Abstract:** User data management has experienced the evolution of 2G/3G and 4G era. At present, as a triple integration HLR/HSS service for mobile 2G/3G/4G/VoLTE users, contract data storage and authentication management, with the advent of 5G, 5GC introduces cloud-based micro-service architecture UDM/UDR user data management network element, how to realize the evolution deployment of existing HSS and UDM, and how to realize the timely signing of 5G users to guarantee the 5GC business process urgently need to be studied. How to realize the evolution deployment of 5G user data to the four-fused HSS/UDM architecture based on the strategy of no-change card and no-change trademark commercial 5G market, and how to realize the smooth migration of 2G/4G user data to 5G user data at the same time was mainly researched. Finally, four HSS/UDM evolution schemes were presented and the rhythm of cloud migration was proposed.

**Key words:** 5GC, UDM, HSS, user data

### 1 引言

2019 年 6 月 6 日上午, 工业和信息化部正式颁发 5G 牌照给国内 4 家运营商。目前中国联通、

中国移动和中国电信三大运营商分别亮出了 5G 商用推进时间表: 2019 年部分城市商用 5G 网络, 2020 年实现 5G 网络全面商用。5G 应用领域广泛, 5G 技术融入各行各业, 将改变社会生活、生

收稿日期: 2019-05-19; 修回日期: 2019-06-06

产方式,为运营商带来潜在商机。

5G 实现的是一张资源可全局调度、业务可快速部署、能力可全面开放、容量可弹性伸缩、架构可灵活调整的新一代网络,5G 核心网是基于 SBA 服务化架构,以 DC 为基础的云化网络,作为关键一环的用户数据架构如何演进也成为急需解决的 5G 商用问题之一。当前用户数据管理经历了 2G/3G 和 4G 时代的演变,主要以传统设备形态存在的三融合 HLR/HSS 主要服务于移动 2G/3G/4G/VoLTE 用户的签约数据存储管理。5G 时代,新引入了基于云化的 UDM/UDR 服务化架构,如何在现有用户不换号不换卡的情况下,实现快速满足零散用户签约保障 5G 商用的进程中,有两项问题比较突出:三融合 HSS/HLR 架构如何演进为四融合 HSS/UDM;用户数据如何进行平滑的云化迁移。本文将围绕这两类问题展开论述。

## 2 现有用户数据管理情况

为便于后续方案说明,本文结合国内某电信运营商现网用户数据情况展开。

目前现网的三融合 HLR/HSS,全部采用分布式 BE/FE 架构,容灾上 BE 多采用 1+1,FE 采用 N+1,如图 1、图 2 所示。

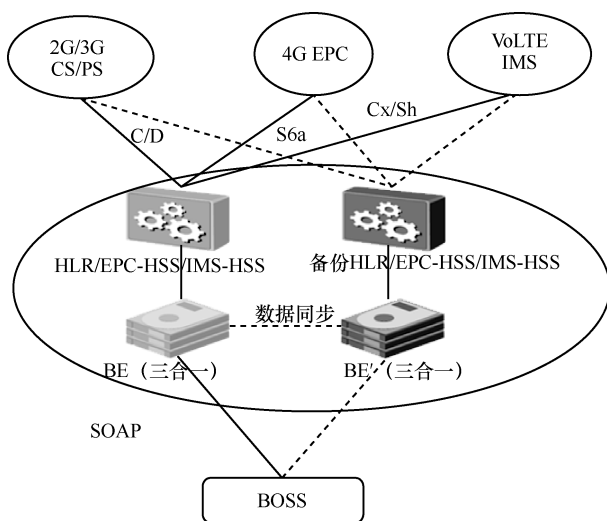


图1 现有分布式 HLR/HSS 架构

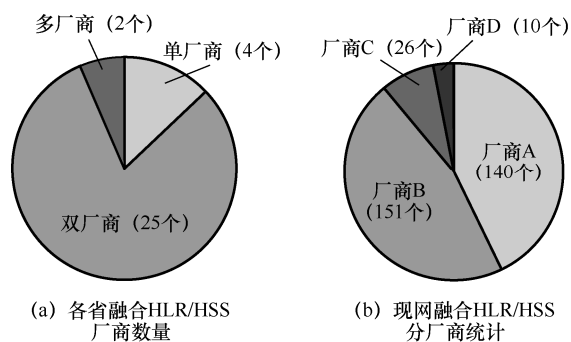


图2 现网 HLR/HSS 厂商情况统计

另外,据统计,目前现网 PCRF/SPR 中存在集中式和分离式设备形态,其中 74%是分离式,26%是集中式或混合部署;PCRF/SPR 与融合 HSS 同厂商分布的省份在全国占比仅为 49%。

用户数据网元与用户码号相关,主要包括用户签约(静态数据存储)、接入网元服务(动态数据存储)。特定的 HLR/HSS,存储特定码号的用户数据(静态和动态);目前 BOSS 开通,可以知道码号与该 HLR/HSS 关系;接入网元通过信令网以及根据码号,路由和寻址至该 HLR/HSS。在 5G SA 商用业务推出前,用户数据管理网元必须具备为所有现网用户提供 5G 服务的能力。用户数据网元特点如图 3 所示。

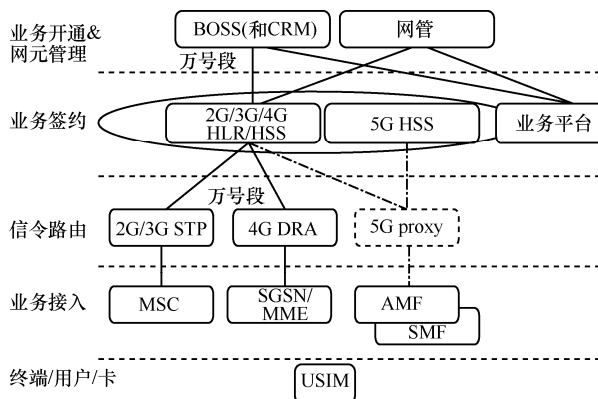


图3 用户数据网元特点

在 2013 年前,移动用户数据统一由 HLR 存储管理。4G 时代,用户数据经历了二融合 HLR/HSS 至三融合 HLR/HSS,逐步完成统一管理 2G/3G/4G/VoLTE 移动用户签约数据。随着 5G 的

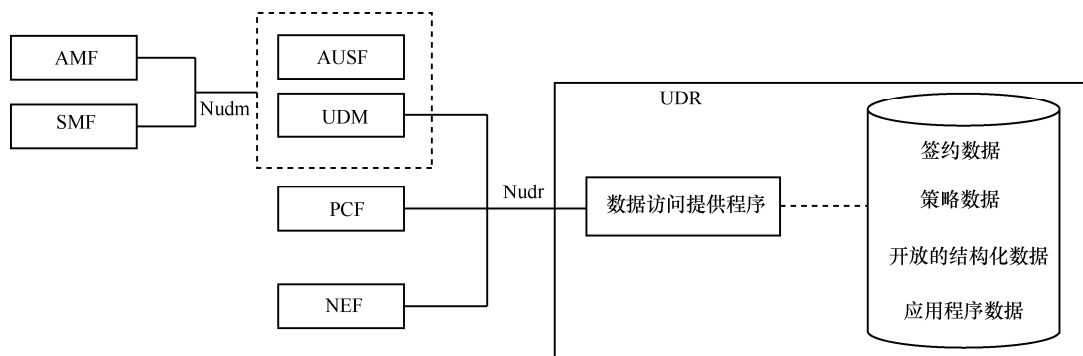


图4 3GPP 定义的结构化数据存储架构及所处 5GC 网络位置

到来，在 5GC 核心网中，三融合 HLR/HSS 又将迎来一场向四融合 HSS/UDM 演变的巨大变革。

### 3 5G 用户数据演进策略

#### 3.1 5G 用户数据定义

3GPP 标准定义的用户数据存储架构采用计算和数据分离方式，结构化数据存储管理架构包括以下几部分，如图 4 所示。

- 统一数据存储（unified data repository, UDR）：负责用户数据存储，包含 UDM 用户签约数据、PCF 策略数据、与 NEF 相关的结构化数据和应用数据。
- FE（front end，前端）：负责业务逻辑处理，包含 UDM FE、PCF FE 和 NEF FE。
- UDM：可类比 HSS FE，提供用户签约数据访问、位置登记等功能。
- AUSF：提供鉴权认证功能，可与 UDM 合设。
- PCF：类似 PCRF，访问 UDR 提供的策略数据。
- NEF：能力开放网元，访问 UDR 提供的能力开放数据。

5GC 网络中可以有多种 UDR 部署在网络中，可以为不同的 NF（UDM FE、PCF FE、NEF FE）统一存储数据，这些数据包括用户静态签约、动态结构化数据和应用路由选择相关数据，并通过服务化接口 Nudr 实现前端对用户数据的增、删、

改、查、订阅等通知操作，NEF、PCF、UDM 与 5G 控制面其他 NF 通过 SBA 实现交互。

3GPP 标准定义的用户数据存储架构采用计算和数据分离方式，非结构化数据存储功能包括：UDSF（unstructured data storage function），即允许 NF 存储和获取非结构化数据（如 UE 上下文），如图 5 所示。

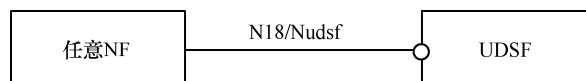


图5 3GPP 定义的 NF 非结构化数据存储架构

控制平面网络功能（CP NF）可以共享 UDSF 存储各自的非结构化数据，或者存储在各自的 UDSF 内（靠近各自 NF 部署）。

- 该架构可实现 NF 计算与数据的分离，实现无状态的 NF，有利于 NFV 容灾、负载均衡、弹性扩/缩容。
- 若采用集中的 UDSF，可基于集中的用户数据进行大数据分析，便于网络故障诊断、网络优化等，进而实现数据信息开放。

虽然大部分厂商都有相应技术可实现全统一的用户数据融合，且有部分厂商明确推荐 UDSF 与 UDR 分别独立部署。但考虑需求迫切性和实现效率，5G 初期建议暂不考虑对 UDSF 与 UDR 融合。

#### 3.2 用户数据存储访问策略

根据 3GPP 关于 UDM/UDR 的相关规范，结

合图4, 3GPP定义的结构化数据存储架构仍采用分布式架构, 并提供了进一步推动数据融合和统一的可能, 包括如下方面。

### (1) 统一访问

传统网元与5G新增云化网元混合组pool实现访问点经NUDR接口统一, 如HSS/UDM FE负责用户签约访问的业务逻辑处理, PCRF/PCF FE负责用户策略统一访问; NEF FE负责能力开放业务数据及应用请求的访问。

### (2) 统一存储

传统BE向云化UDR转变可统一存储2G/3G/4G/5G用户的签约数据、PCF策略数据、能力开放数据(NEF结构化数据及应用请求数据)。

对于不同类型用户数据的存储是否统一存储还是分离数据存储, 3GPP仅给定了一个统一逻辑架构描述, 实际运营部署过程中采用何种部署策略对整个网络建设、运营维护都至关重要。

总体来看, UDR是个逻辑概念, NUDR接口是否可以满足异厂商对接要求存在不确定性(数据模型, 接口理解), 参考运营商统计厂商情况(如图2所示), 考虑运营商现网HSS与SPR多数非同厂商覆盖, SPR存在集中式设备, 整合HSS和SPR统一存储的数据搬迁工作量大、操作复杂。另外, 不同数据类型为了融合而统一, 在后续网络升级中, 不同类型数据维护和调整频次等都不相同, 因此策略数据频繁调整导致影响用户签约数据安全不符合网络简化安全运维的要求。初期建议用户和策略数据UDR独立部署, 并且PCF/UDR和UDM/UDR都由同厂商部署, 降低部署和运维难度, 快速上线5G。

## 3.3 5GC融合用户数据演进策略

4G和5G将在相当长的时间内共存, EPC与5G核心网互操作, 4G/5G平滑演进融合组网必然要求HSS与UDM的融合, 在目标5GC网络中, HSS/UDM在对外连接中, 既需要继承现有2G/3G/4G的相关接口, 也需要新增与5GC网元

的服务化新接口:

- 融合HSS+UDM与5GC网元采用5G新接口, 采用HTTP;
- 融合HSS+UDM继承了EPC/IMS/CS网元接口, 继承MAP/Diameter协议。

融合HSS/UDM接口名称及协议见表1。

表1 融合HSS/UDM接口名称及协议

| 功能域               | 接口名称 | 接口类型 | 连接网元     | 承载协议     |
|-------------------|------|------|----------|----------|
| 用户数据<br>(HSS+UDM) | Cx   | 信令   | xCSG     | Diameter |
|                   | Sh   | 信令   | IMS AS   | Diameter |
|                   | Zh   | 信令   | 业务配置代理网关 | Diameter |
|                   | SLh  | 信令   | LSP      | Diameter |
|                   | S6a  | 信令   | MME      | Diameter |
|                   | C/D  | 信令   | MSC/GMSC | MAP      |
|                   | N8   | 信令   | 5G AMF   | HTTP/2   |
|                   | N10  | 信令   | 5G SMF   | HTTP/2   |
|                   | N12  | 信令   | 5G AUSF  | HTTP/2   |
|                   |      |      |          |          |

考虑5G IMSI隐私保护机制归属运营商可选启用, 按照用户不换卡不换号商用5G市场策略来看, 5GC融合用户数据和策略数据目标方案为全云化的四融合HSS/UDM和融合PCRF/PCF, 方能支持2G/3G/4G/VoLTE用户通过不换卡不换号实现5G商用目标。

总体演进部署策略上来看, 建议部署新建云化HSS/UDM和UDR(NG-BE)、PCRF/PCF和UDR, 逐步完成用户的签约数据和策略从传统设备到云化设备的迁移。目标演进路线及时间点预判如图6所示。

网络安全容灾方面, 融合HSS/UDM仍采用1+1或负荷分担方式容灾。

## 4 四融合HSS/UDM部署及数据迁移方案

结合设备形态和5GC服务化架构整体来看, 5G的SA阶段现网HLR/HSS(FE+BE架构)都是传统ATCA架构硬件, 不支持虚拟化。而融合

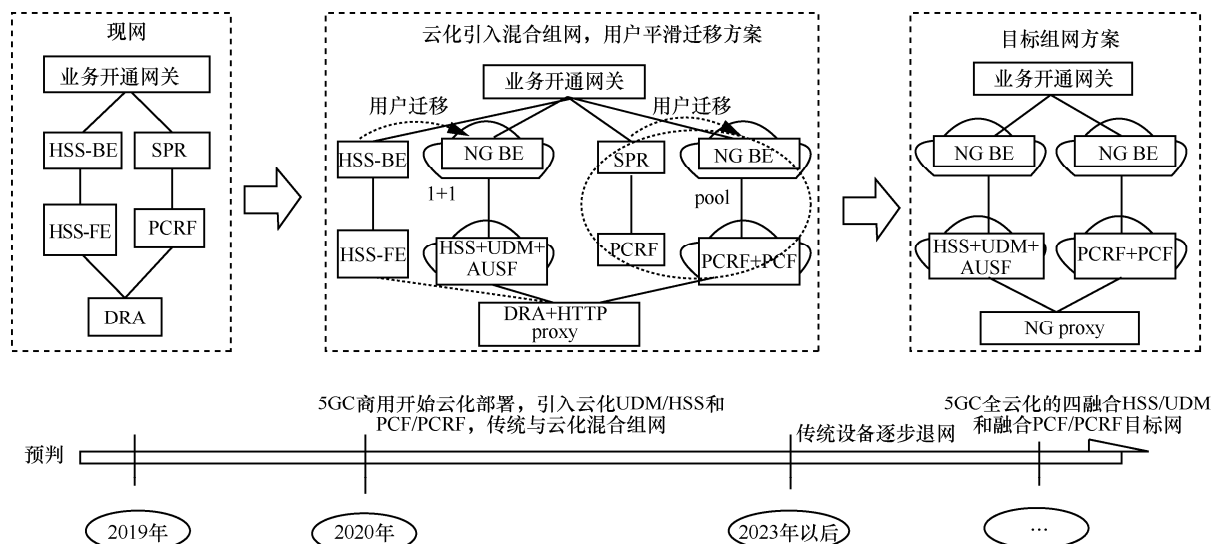


图6 5G融合用户数据和策略数据目标方案演进路线

HSS/UDM 服务化接口内在要求基于 NFV 的 x86 硬件部署，同时现网 HSS 虚拟化工作仍未开展，设备形态制约了三融合 HSS 向四融合 HSS/UDM 演进步伐。根据图 6 中四融合 HSS/UDM 方案演进路线，一步到达目标方案面临诸多困难，必须考虑目标方案完成前的过渡方案。过渡方案如何使用、使用多久，如何平滑演进到目标架构，归根结底是投资成本、运营运维效率、安全性能三者之间的权衡。

基于用户不换卡、不换号的市场策略，从设备形态、投资保护、用户数据平滑迁移等情况归纳提出 4 种四融合 HSS/UDM 部署和演进方式。

**方案 1 现网升级方案：**扩容升级现网 BE 支持 UDR，新增云化 UDM

方案 1 说明示意如图 7 所示。

- 存储数据库（BE）：现网 HSS 的 BE 传统硬件扩容升级支持 5G UDR 功能。
- 信令处理（FE）：云化新建 5G UDM-FE，负责处理 5G 用户签约管理的信令；现网 HLR-FE 和 HSS-FE 分别处理 2G/3G 和 4G/VoLTE 用户的信令。

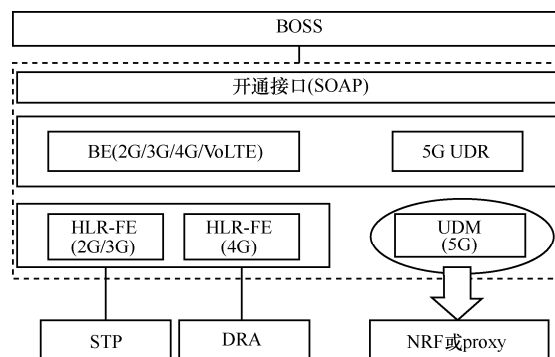


图7 方案1说明示意图

该方案最大的优点是可快速实现 5G 用户签约管理，满足 5G 商用初期的紧迫需求；最大的不足是不支持向目标部署方案（虚拟化、大区集中化）演进。

**方案 2 HSS 后端均衡方案：**云化新增 UDR 一次性或缓慢替换现网 BE，云化新增 UDM

方案 2 说明示意图如图 8 所示。

- 存储数据库（BE）：云化新建小容量或大容量 UDR，通过后端 BE 的内部业务均衡技术实现按需进行用户数据无感知迁移，间接分批或一次性完成云化替换传统 BE 设备。
- 信令处理（FE）：云化新增融合 5G HSS/UDM-FE，负责处理已签约 5G 业务的用户 2G/3G/4G/5G 签约管理；现网 HLR-FE

和 HSS-FE 分别处理未签约 5G 的 2G/3G 和 4G/VoLTE 用户的信令。

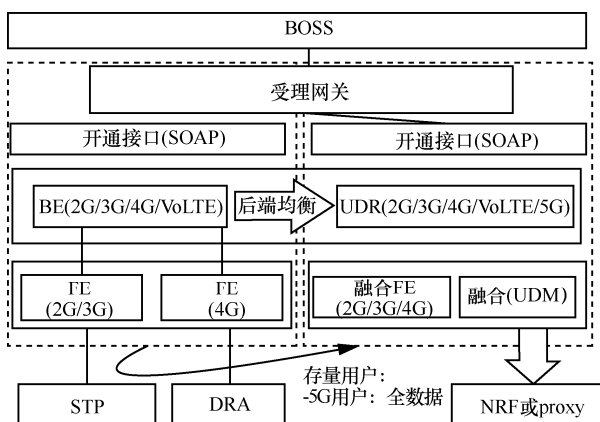


图8 方案2说明示意图

该方案最大的优点是可以按需进行 5G 用户数据的迁移，业务无需中断保障业务体验，特别适合于同厂商的 HSS 替换，可快速实现 5G 用户签约管理（离散和全量迁移）；但该方案仅部分实现虚拟化、大区集中化部署；若一次性替换数据迁移工作量大，BE 与 UDR 并存仅两个国外厂商支持；新上设备 UDR 集中化和虚拟化，与旧 FE 之间远端 IP 承载连接，时延、性能可能会影响业务和设备性能。

**方案 3** HSS 前端中继方案：云化新增 UDR/UDM，现网 HSS 部署定制开发的 FE-relay 功能，全利旧

方案 3 说明示意图如图 9 所示。

- 存储数据库（BE）：新增云化 UDR，支持 2G/3G/4G/VoLTE/5G；旧 BE 支持非 5G 用户。
- 信令处理（FE）：云化新增融合 HSS/UDM-FE，受理网关由新增厂商网元内部实现；初期，现网 HSS 负责中继少量已签约 5G 用户至云化新建融合 HSS/UDMFE；中后期，待 5G 用户签约比例到达 25%左右时，云化设备也逐步成熟，按需进行建设 UDR/UDM 实现大批量用户迁移。

该方案是 3GPP 定义的标准方案，可以按需进行 5G 用户数据的迁移，特别适合同厂商 HSS 替换，可快速实现 5G 用户签约管理（离散和全量迁移）；但该方案目前仅中兴和華為明确支持，需推动国外两个厂商的支持；另外，初期大批量迁移前对信令网有少量额外资源消耗，并同时要求新增设备支持受理网关功能，受理网关统一完成新旧网元的用户开户管理。

**方案 4** 整局替换方案：现网 BE/FE 全部整局替换支持 UDR/UDM，无利旧

方案 4 方案说明示意图如图 10 所示。

- 存储数据库（BE）：一次性云化新建 5G UDR，全量替换传统 B。

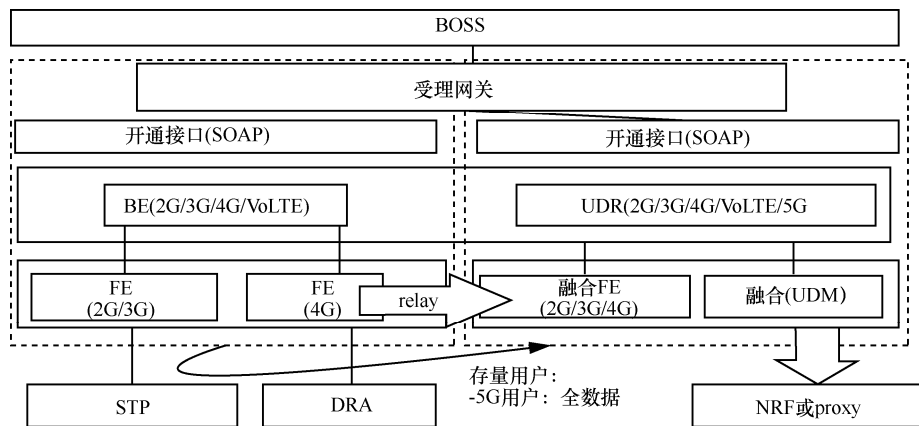


图9 方案3说明示意图

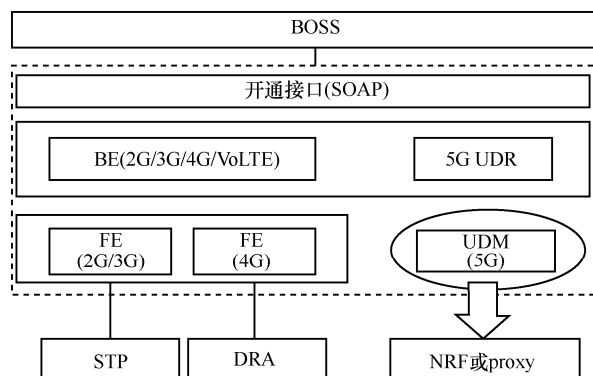


图 10 方案 4 说明示意图

- 信令处理 (FE)：一次性云化新建融合 HSS/UDM-FE，替换现网 HLR-FE 和 HSS-FE，实现对 2G/3G/4G/5G/VoLTE 用户的统一存储签约管理。

该方案最大优点是一步到位地实现目标方案，特别适合于异厂商替换方案，支持面向目标的虚拟化和大区集中化部署方案要求；但该方案数据迁移工作量巨大且复杂，无法满足 5G 的快速商用要求，同时云化设备初期验证不充分就全量承接现网用户，参考 4G 商用时的搬迁经验，运维问题大。

针对上述 4 种方案，在实际部署时还要重点考虑大区集中化或分省、商务优惠厂商格局、用户数据平滑迁移、方案性能稳定性、运维简单等因素。初步根据多角度对比建议见表 2，具体如下：较少考虑平滑过渡、云化设备稳定性和现有投资保护，异厂商替换可直接实施方案 4 的目标方案；否则，部署过渡方案平滑演进同厂商可采用方案 2 和方案 3。

若要实现用户数据的平滑迁移，迁移策略建议分两步走，具体如下。

(1) 初期离散迁移新增 5G 用户：BOSS 开户指令或受理网关转接 BOSS 的开户指令，在新 UDR 上为 5G 用户开户，同时在传统 HSS BE 上进行销户并设置迁出标识，不改变 STP/DRA 的万号段信令路由指向。

(2) 中后期采用批量迁移或一次性用户数据迁移：待 5G 用户规模发展（比如 5G 用户占总用户 20% 左右或 5G 商用一年后）且云化 HSS/UDM 网元运行成熟时实施（在方案 3 中可避免额外大量 FE 中继信令消息对于 STP/DRA 设备造成过大消耗）。

## 5 结束语

5G 商用在即，SA 是无线网的目标方案，5GC 是核心网的目标方案，作为 5GC 服务化架构的重要一环，5G 用户数据、策略数据如何与 4G 融合演进和实现平滑迁移需要重点研究，考虑 5G 商务优惠、原有设备投资保护、新版本厂商设备支持情况、相关方案技术上明显的优缺点以及对周边网元改造要求（如 BOSS、信令网等），要实现 5G 融合用户数据部署有多种方案选择，在实际部署这些方案时还要考虑省内集中或全国大区集中化部署两种更大的格局决策。具体如何选择还需要在实际部署时因地制宜，多角度全方面实事求是地思考。

表 2 4 种部署方案对比

| 方案 | 用户迁移            | 方案适用  | 现网改造及利旧                  | 同/异厂商 | 虚拟化&集中化             | BOSS&信令网 | 初期复杂性&部署速度 |
|----|-----------------|-------|--------------------------|-------|---------------------|----------|------------|
| 1  | 全量用户            | 临时过渡  | BE 升级，HLR/HSS-FE 利旧      | 仅同厂商  | 仅 UDM-FE 虚拟化，不支持集中化 | 不变       | 简单，最快      |
| 2  | 离散 5G 用户（或全量用户） | 平滑过渡  | BE 替换或并存过渡，HLR/HSS-FE 利旧 | 仅同厂商  | UDR/UDM 虚拟化支持集中化    | 不变       | 复杂，快       |
| 3  | 离散 5G 用户（或全量用户） | 平滑过渡  | 现网 BE/FE 利旧，FE 升级支持中继    | 建议同厂商 | 全虚拟化，支持集中化          | 不变       | 复杂，快       |
| 4  | 全量用户            | 一次性目标 | 无利旧                      | 异厂商   | 全虚拟化，支持集中化          | 一次性调整    | 较复杂，慢      |

## 参考文献:

- [1] 3GPP. System architecture for the 5G system (Release 15) : TS 23.501 V1.4.0 [S]. 2017.
- [2] 3GPP. Network function repository services; stage 3 (Release 15): TS29.510 V15.1.0 [S]. 2018.
- [3] 杨旭, 肖子玉, 邵永平, 等. 5G 网络部署模式选择及演进策略[J]. 电信科学, 2018, 34(6): 138-146.  
YANG X, XIAO Z Y, SHAO Y P, et al. 5G network deployment mode selection and evolution strategy[J]. Telecommunications Science, 2018, 34(6): 138-146.
- [4] 马洪源, 肖子玉, 卜忠贵. 5G 标准及产业进展综述[J]. 电信工程技术与标准化, 2018, 31(3): 23-27.  
MA H Y, XIAO Z Y, BU Z G. Summary of 5G standard and industry progress[J]. Telecommunication Engineering Technology and Standardization, 2018, 31(3): 23-27.

## [作者简介]



赵远 (1986- ), 男, 中国移动通信集团设计院有限公司工程师, 主要从事通信工程方面的咨询、设计和研究工作, 主要研究方向为核心网 5G、NFV、CS/IMS、RCS、全业务、智能网、信令网等。



肖子玉 (1969- ), 女, 中国移动通信集团设计院有限公司网络所总工程师、教授级高级工程师, 中国通信学会信息网络专业委员会委员, 美国北卡罗来纳州立大学访问学者, 主持完成 IMS 核心网、国际通信网、NFV、5G 等多项重点工程研究、咨询和设计项目。



韩研 (1978- ), 女, 中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师、设计咨询总监, 主要从事通信工程方面的咨询、设计和研究工作, 主要研究方向为移动通信核心网、国际业务网络、信息安全和 5G 网络。



马洪源 (1984- ), 男, 中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师, 主要研究方向为移动通信核心网。