

# 5G SA 组网模式下 客户接入感知提升研究与实践

## Research and Practice of Improving Customer Access Perception in 5G SA Networking Mode


阎艳芳,谢冬秀,武俊芹,郭 威(中国联通河南分公司,河南 郑州 450000)

Yan Yanfang, Xie Dongxiu, Wu Junqin, Guo Wei (China Unicom Henan Branch, Zhengzhou 450000, China)

### 摘要:

深入研究了会话绑定业务流程,并对 AUSF/UDM/NRF 等号段类 NF 向 NRF 的注册方案进行了深入的研究与对比。基于端到端的信令分析,对日常运营中遇到的 EPSFB 呼叫失败及注册失败等典型案例进行了详细的分析定位,提出了 5G SA 组网模式下用户投诉的处理方法,给出了提升客户感知的优化建议及改进方案。

### 关键词:

5G SA; EPSFB; 注册失败; 客户感知; 运营操作  
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2022.06.016  
文章编号: 1007-3043(2022)06-0088-05  
中图分类号: TN929.5  
文献标识码: A  
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

### Abstract:

It deeply studies the business process of session binding, and deeply studies and compares the registration scheme of Ausf / UDM / NRF to NRF. Based on the end-to-end signaling analysis, the typical cases of EPSFB call failure and registration failure encountered in daily operation are analyzed and located in detail. The handling method of user complaints in 5G SA networking mode is proposed, and the optimization suggestions and improvement schemes to enhance customer perception are given.

### Keywords:

5G SA; EPSFB; Registration failure; Customer perception; Operation

**引用格式:** 阎艳芳,谢冬秀,武俊芹,等. 5G SA组网模式下客户接入感知提升研究与实践[J]. 邮电设计技术, 2022(6): 88-92.

## 1 概述

5G SA 网络已于 2020 年 9 月底在部分城市试商用,全国多个城市成功开通了 5G SA 功能。5G SA 商用以来,业务发展迅速,用户规模急剧增加。

5GC 采用集中化大区建设,人网(2C)、物网(2B)各建设一张网,其中 2C 采用逻辑分省设置,物网采用大区集中设置,基站同时接入物网和人网。在初期阶段,5G SA 的语音解决方案采用 EPS Fallback 方式,当用户进行语音业务时,回落到 LTE 网络,通过 N26 接口

在 4G 网络上建立语音通道完成接续。

从 5G SA 的组网情况看,网络构成非常复杂,在日常运营中面临着很多问题,主要表现在:在完成端到端的业务时,终端-无线-核心网需要密切配合,任何环节出现问题都可能导致用户登网注册失败、语音呼叫失败等问题。

本文以 2 个典型投诉问题的解决为例,来阐述和说明此类问题解决的方法。为以后的投诉处理提供了方法指导和流程依据。

## 2 5G 核心网组网特性

5G 核心网系统架构如图 1 所示。5G 核心网与 4G

收稿日期:2022-04-28

核心网相比,有了非常大的不同。5G核心网采用SBA架构,简化了NF间关系,NF只需声明自身即可见可用。NF间可简便地组合新功能 and 流程,网络架构灵活可变。NF间采用统一的HTTP协议,便于ICT拉通的业务运营。SBA架构有部署快速、策略多变、调优动态、网络安全等优点。灵活开放的架构同时也给运营带来了挑战,网络规模庞大,导致网元及服务数目大到无法人工静态管理。

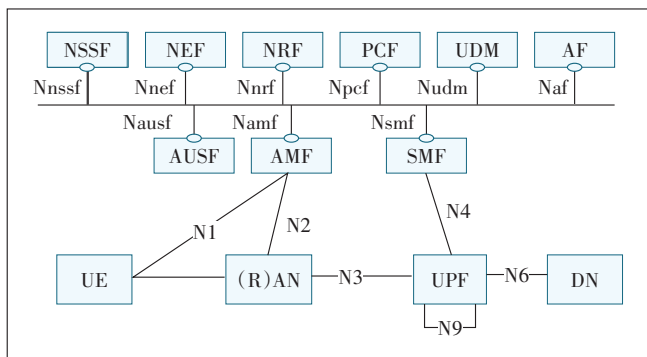


图1 5G核心网系统架构

### 3 5G SA用户无法登陆网络的分析

某地客户投诉手机SIM卡放在自己的手机(iPhone12)中能占用5G网络,更换其他终端(MATE 30 PRO)后一直显示NR注册失败(n1-mode-not-

allowed),只有这个用户有这种情况,其他5G SA用户都不存在该问题。

#### 3.1 AMF重定向原理

5G核心网中,基站将用户注册消息发送给AMF,如果该AMF不支持用户的切片S-NSSAI,会触发AMF重定向流程。AMF重定向流程如图2所示。

a) 手机发起注册。①~④步,基站根据配置,选择一个AMF(Initial AMF),去UDM鉴权,得到用户签约的切片信息,如果切片信息与Initial AMF的切片信息不一致,触发重定向流程。

b) Initial AMF通过本地配置选择NSSF,向NSSF发送消息,NSSF返回消息中携带AMF Set或Candidate AMF、Allowed S-NSSAIs等信息。⑤a~⑤b Initial AMF向NSSF发送消息,要重定向的AMF列表,NSSF返回请求的切片的AMF列表。

c) Initial AMF向NRF发送消息,NRF返回消息中携带AMF Candidate列表等信息;⑥a~⑥b初始AMF通过NRF查询找到确定的一个AMF。

d) Initial AMF根据NSSF返回的信息选择Target AMF,Initial AMF向Target AMF发送消息,Target AMF返回消息确认Target AMF支持UE所有的Allowed S-NSSAIs,完成UE的初始注册流程。

#### 3.2 处理过程

根据用户投诉内容,在5GC网络上进行信令跟

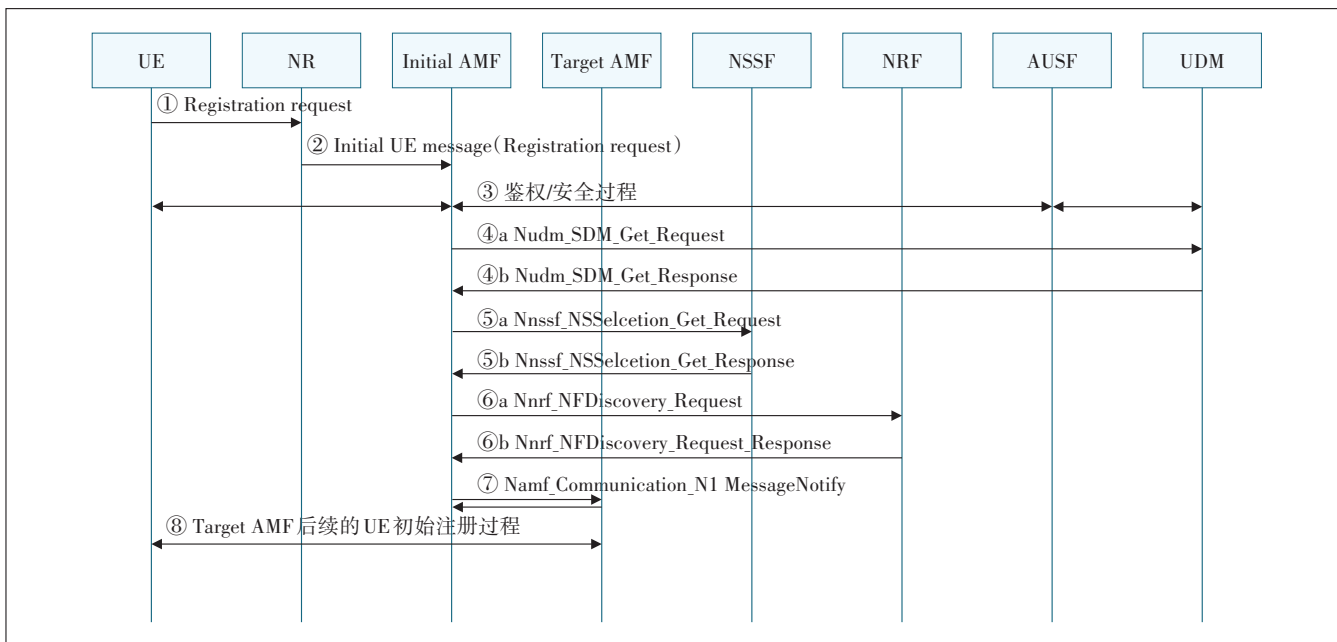


图2 AMF重定向流程

踪。在人网上没有跟踪到任何信令, 鉴于无线侧一直提示信令失败码为 n1-mode-not-allowed, 就从物网 AMF 上进行跟踪, 从流程中发现, AMF 向 AUSF 鉴权之后就上报了注册失败, 查看详细信令消息解码, 失败原因为: AusfAuthenticationRejected, 鉴权拒绝。

查看内部消息, AMF 查找 AUSF 是通过缓存查找到的, 并且查询到的 AUSF 为其他大区的一个 UDM, 但是用户号码是归属于本地的。结论很明显, 查询到的 NRF 不正确。

根据如上信息, 怀疑是对端的 UDM 号段数据配置错误, 把外地的号段错配了本地的号段。在 AMF 上查询该 UDM 的缓存数据, 发现 UDM 上报的号段数据过大, 该号段中包含了投诉用户的 IMSI 号段。当该 UDM 用户在本地物网 AMF 注册时, AMF 就会将这个 UDM 的号段保存到缓存中, 由于该号段包含了投诉用户的号段, 这种情况下, AMF 的选择机制为随机选择, AMF 就选择了错误的 UDM。

联系对端省 UDM 修改数据, 数据完成整改后, AMF 上清除缓存, 问题解决。

### 3.3 问题分析

#### 3.3.1 AMF 权重设置

经过核查网络配置, 基站同时上联到人网、物网 AMF, 物网 AMF 设置的权重为 255, 人网 AMF 权重为 100。如果注册时携带切片标识, 基站根据切片标识选择 AMF, 如果注册时不携带切片标识, 基站会根据信令中的 5G-GUTI 或 AMF 权重选择 AMF。该投诉用户更换手机时, 由于当前手机不支持配置切片功能, 注册时不携带切片信息, 更换手机后注册时信令也不携带 5G-GUTI, 基站会根据 AMF 权重选择 AMF, 触发重定向业务流程来确定手机最终接入的网络。物网

AMF 权重高于人网, 因此优选去物网注册。

物网、人网 AMF 采用不同厂家设备, 当前各个厂家的权重值均为默认设置, 设置不统一。当前人网 5G 用户远大于物网用户, 需要对 AMF 权重参数进行统一规范, 以减少因权重设置不严谨而导致的重定向流程。

#### 3.3.2 UDM 号段配置

通过投诉案例可见, 当 UDM 号段配置错误时, 会对其他省的业务造成影响, 影响的程度和范围由配置错误 UDM 中用户号段及用户漫游范围来决定的。

对 AUSF/UDM/PCF 等号码类 NF 向 NRF 注册的实现方案进行了对比和优缺点分析。发现这种号段类的数据, 有 2 种注册方案, 一种是当前网络采用的方式, 号段在 AUSF/UDM/PCF 上进行配置, 由 AUSF/UDM/PCF 向 NRF 直接上报号段; 另一种是在 NRF 上配置号段, 如图 3 所示。号码类网元向 NRF 注册实现方案对比如表 1 所示。

对于选择了方案 1 作为全国的号段注册方式的网络, 建议在制作 UDM/PCF 等需要向 NRF 进行注册的诸如 GPSI、SUPI、RoutingIndicator 等号段数据时, 一定要遵循最小化原则, 对于未分配的或者非归属本设备的数据不能按照大号段匹配。特别是新建 UDM/PCF 等, 在设备接入 NRF 前, 必须采用最细数据制作原则。有条件的情况下, 采用工具手段进行自动数据制作和数据核查, 从根本上解决问题。

## 4 5G SA 手机概率性被叫失败的分析

某用户的手机(小米 10)会概率性被叫不通, 重新注册后, 恢复正常。但是过一段时间又反复出现该问题, 用户诉称之前使用正常, 最近几日才出现该问题。

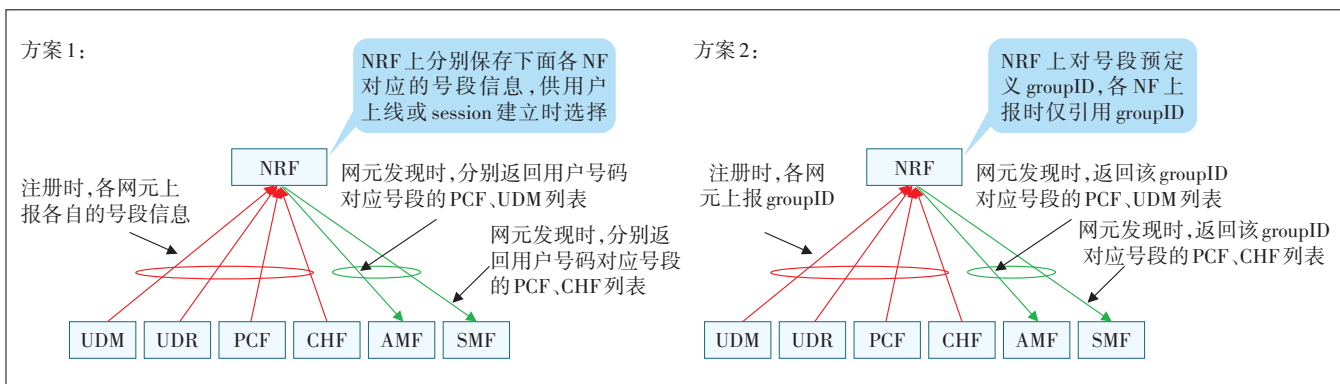


图 3 号码类网元向 NRF 注册实现方案

表1 号码类网元向NRF注册实现方案对比

	方案1:AUSF/UDM/PCF直接上报号段	方案2:NRF上配置号段
技术方案	①数据包规格:号段类NF需支持超出64K的数据大包 ②cache利用率:同一号段集合会由具备备份关系的NF重复上报,在NRF及AMF/SMF上会重复存储,cache的内存利用率较低	①数据包规格:号段类NF不需支持大包,只需携带groupID注册 ②cache利用率:属于同一groupID的号段只需在NRF/AMF/SMF上保存一份,不需重复存储,可提升cache效率 ③平滑演进:R15及后续R16业务流程中都需要为号段类网元规划groupID
号段运维及调整	①号段在不同NF间迁移,需要源/目的NF均向NRF上报变更,时序需要协同一致,否则会导致被迁移号段要么在源/目的均可匹配,要么均无法匹配 ②备份关系的一对NF间,号段独立配置需人工保证一致	①各网元对应号段变更只需在NRF进行即可,号段在不同NF间迁移可以一键式完成 ②NRF上对于同组NF号段集合只配置一次,可确保一致
号段管理主体	由各省NF负责	由大区NRF负责。各子区域NF的号段变更,需协调在大区级NRF上进行调整

梳理最近几日的操作,只有BSF做过一次版本升级,优化了用户会话记录保存的数目。

接到投诉后,对故障用户手机号进行了端到端的用户跟踪,在SMF-PCF-BSF分别进行用户跟踪及失败观察分析,抓到了用户复现的信令,对信令进行分析,故障用户重新注册可以解决该问题。但是由于用户手机在4G/5G之间频繁切换,过段时间之后,该问题又复现,且复现概率高。

#### 4.1 会话绑定原理

在5GC中,当网络中存在多个PCF NF的情况下,由BSF(Binding Support Function)提供会话绑定功能,作为Rx(IMS)接口和Gx(EPC)接口关联的纽带。

用户要能进行语音呼叫,必须先进行会话绑定,

呼叫建立时才能找到注册时使用的PCF,创建语音承载。5G SA会话绑定流程如图4所示。

5G SA会话绑定流程:

- ① BSF携带其支持的IP地址段向NRF进行服务注册。
- ② UE发起IMS PDU Session建立。
- ③ SMF携带UE IP向PCF获取IMS默认PCC Rule。
- ④ PCF使用UEIP向NRF获取BSF地址。
- ⑤ PCF携带UEIP向BSF请求会话绑定,此时,BSF上保存用户的IP和PCF地址的对应关系。
- ⑥ 用户发起或收到呼叫的INVITE消息。
- ⑦ P-CSCF/SBC发送AAR消息申请语音/视频承

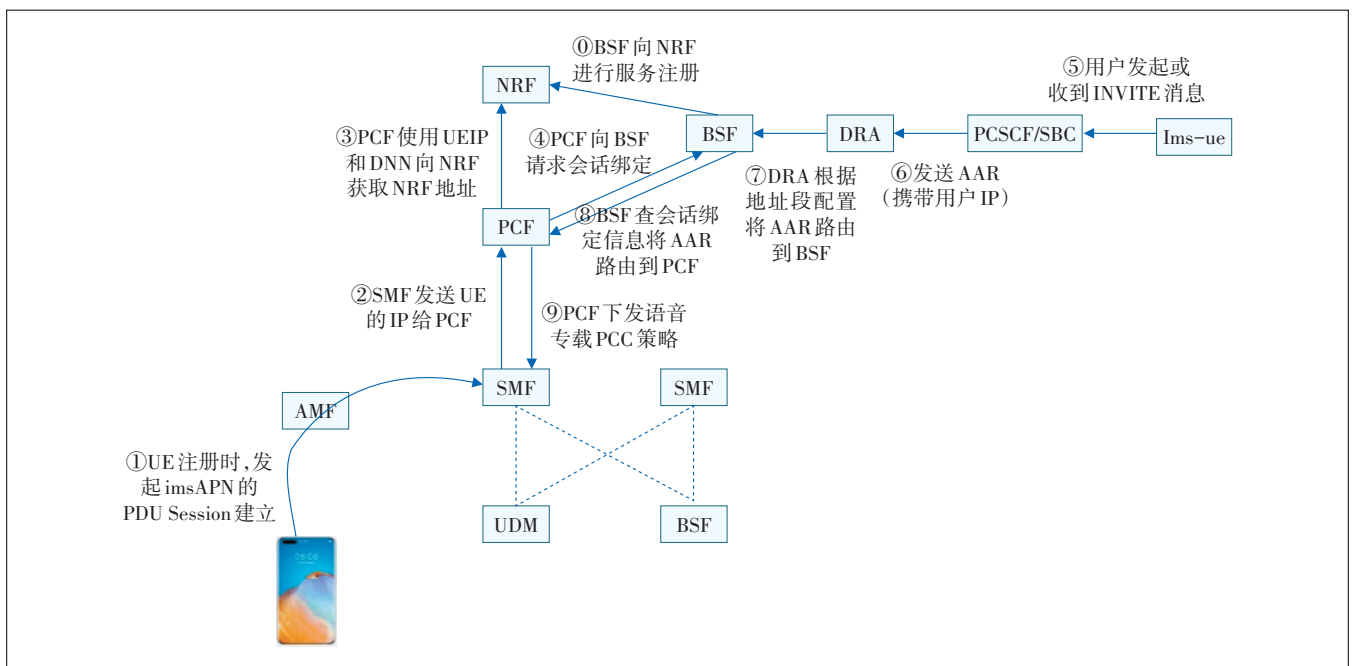


图4 5G SA会话绑定流程

载,携带用户的IP地址。

⑦ DRA 根据本地IP地址段配置将AAR消息路由到BSF。

⑧ BSF 查询保存的会话绑定信息,将AAR消息路由到PCF。

⑨ PCF 下发语音/视频专用的PCC规则,触发SMF发起语音/视频专有承载的建立。

## 4.2 处理过程

投诉问题分析:用户使用IMS的APN接入,SMF为用户分配的地址为2408:\*:\*:e4b6:1,SMF携带UE IP向PCF获取IMS默认PCC Rule,PCF收到SMF的会话创建消息,并向BSF注册会话。SMF和PCF上的信令显示地址一致,此时查看BSF的会话创建绑定记录,地址也是一致的:2408:\*:\*:e4b6:/64。

用户在此后一段时间有正常的EPSFB流程,业务正常,之后用户切换到5G,终端发起IMS会话,分配的地址为2408:\*:\*:eae8:1,SMF再次申请策略,PCF收到SMF IMS会话创建消息,并向BSF注册会话,BSF收到新的会话绑定记录,根据最新机制,保留最新的会话记录,BSF上会话绑定记录地址更新为2408:\*:\*:eae8:/64。此时用户的业务是正常的。终端上IMS这个APN是多PDN连接,每个会话各对应一个地址。

后续一段时间,用户发生多次回落,在4G/5G之前反复切换,当用户最后一次切换到5G,此时用户呼叫,携带了旧会话的地址:2408:\*:\*:e4b6:1,但是此时,由于用户多次注册,BSF上用户的地址已经更新,没有旧会话记录了,因此用户呼叫失败。

## 4.3 问题分析

正常情况下,一个用户只保留最新的会话记录,但是某些终端手机,在网络不稳定,频繁发生切换的场景下,会产生多个IMS会话,偶尔使用老的IMS会话地址呼叫,而BSF只有最新的会话记录,导致用户在异常场景下,呼叫不通。

目前,BSF和PCF在协议上没有成熟的保活方案,BSF无法获取用户实时会话状态。BSF不能自动清理残留的会话记录,全靠PCF来删除,长此以往,造成BSF内存泄漏,本次BSF版本对用户会话记录的保存做了优化。

在该用户的手机升级到最新版本12.2.3之后,问题不再出现。经过一段时间的观察,无其他款型手机类似投诉。经过评估,认为该问题属于个别款手机的异常行为,可以通过终端的软件升级解决。

该案例给我们警示,在操作流程中严格遵照操作制度和规范执行,凡涉及升级、重大调整、割接等操作,一定要遵循事前、事中、事后原则,特别是在方案审核上要考虑可能出现的任何影响并制定相应的预案,以减少对用户感知的影响。

## 5 结束语

本文从2个具体的投诉案例入手,详细分析了AMF重定向的业务流程提出参数规范的建议;分析比较了5GC中AUSF/UDM/PCF等网元号段类数据向NRF注册的2种实现方案,并基于当前网络采用的方案,提出了数据配置需注意的事项;深入分析EPSFB过程中BSF会话绑定业务流程,通过端到端的分析手段,对日常运营中遇到的投诉问题进行分析定位,提出了5G SA组网模式下用户投诉的处理方法,给出了提升客户感知的优化建议及改进方案,对日常的运营操作提供了借鉴意义。

## 参考文献:

- [1] 穆佳,马瑞涛. 5G信令网部署方案及演进策略研究[J]. 邮电设计技术,2020(9):53-60.
- [2] 陈峰,谭亚运,毕以峰. 5G核心网网络架构及关键技术研究[J]. 数字通信世界,2020(7):77,82.
- [3] 李静. 5G网络的核心网络架构和关键技术探讨[J]. 通讯世界,2020,27(12):30-31.
- [4] 方敏. 4G/5G网络协同与关键技术应用[J]. 电信技术,2019(12):141-144.
- [5] 区林波. 关于端到端5G网络切片关键技术分析[J]. 信息通信,2019(11):186-187.
- [6] 龙永策,杨廷卿. 5G语音解决方案研究[J]. 电信技术,2019(8):22-25.
- [7] 王耀祖,张洪伟,吴磊. 5G NR语音解决方案分析[J]. 邮电设计技术,2019(10):66-70.
- [8] 赵云峰,魏芹,戴寒怡. 5G语音解决方案EPS FallBack研究[J]. 江苏通信,2021,37(1):21-24.
- [9] 李晶,谢伟良,赵勇,等. 5G SA接入网共享语音技术[J]. 移动通信,2021,45(2):67-72.
- [10] 杜鹏,王刚. 5G语音连续性方案研究[J]. 移动通信,2020,44(10):34-37,72.

## 作者简介:

阎艳芳,毕业于武汉大学,高级工程师,硕士,主要从事移动核心网工作;谢冬秀,毕业于西安电子科技大学,高级工程师,学士,主要从事移动核心网工作;武俊芹,毕业于西安通信学院,高级工程师,学士,主要从事移动核心网工作;郭威,毕业于信息工程大学,高级工程师,硕士,主要从事移动核心网工作。