

5G 网络共享技术方案对比研究*

贺琳,周瑶,朱雪田,李福昌,冯毅

(中国联合网络通信有限公司网络技术研究院,北京 100048)

摘要: 5G 网络建设投资大、运营成本高,5G 产业收入压力巨大,为了实现运营商 5G 网络的降本增效,同时响应和落实“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展新理念,故 5G 网络共享作为在保证网络覆盖的同时,降低运营商网络投资的方案备受运营商关注。重点从技术原理、用户体验、网络影响以及潜在风险等方面对现有的 5G 网络共享技术方案进行探讨,以为运营商的方案选择提供依据基础。

关键词: 5G 网络共享;异网漫游;接入网共享

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.200308

中文引用格式: 贺琳,周瑶,朱雪田,等. 5G 网络共享技术方案对比研究[J]. 电子技术应用, 2020, 46(5): 14-17.

英文引用格式: He Lin, Zhou Yao, Zhu Xuetian, et al. Comparative study on 5G network sharing technology scheme[J]. Application of Electronic Technique, 2020, 46(5): 14-17.

Comparative study on 5G network sharing technology scheme

He Lin, Zhou Yao, Zhu Xuetian, Li Fuchang, Feng Yi

(China Unicom Network Technology Research Institute, Beijing 100048, China)

Abstract: The 5G network requires large construction investment and high operation cost, there is a large pressure on 5G industrial income. In order to lower down the cost of network construction and operation, and implement the new idea of “innovation, coordination, green, open, sharing”, more and more operators focus on 5G network sharing which can realize fast service capabilities by efficient network coverage. In this paper, the technology of 5G network sharing will be analyzed thoroughly including basic principle, user experience, impact on the network and potential risk in order to provide some useful reference to operators.

Key words: 5G network sharing; inter-networks roaming; radio access network sharing

0 引言

随着 5G 标准的成熟与完善,2019 年成为 5G 商用的元年,全球进入了 5G 的部署与商用阶段,随之而来的就是 5G 的大规模建网需求以及高额的建网成本。从 5G 网络建设投资方面来看,5G 单站价格高、站址密集、传输需求大,故 5G 网络的 CAPEX 成本巨增;从 5G 网络运营维护方面来看,目前单个 5G 有源天线(Active Antenna Unit, AAU)最大功耗约为现网 RRU 的 3~4 倍,能耗巨大,此外,5G AAU 与现网 2/3/4G 无源天线需相互独立部署,天面空间更加紧张,且相应增加铁塔租金支出,故若达到相同的覆盖规模,5G 网络的 TCO 相较于 4G 网络将有数倍提升。从当前移动通信网络营收方面来看,单位流量价格进一步降低,且 5G 业务模式尚不清晰,行业应用收入后延,整体来看,5G 产业收入压力巨大。因此,网络共享作为在保证网络覆盖的同时降低运营商网络投资的方案备受运营商关注。

从 3GPP 现有标准来看^[1],5G 网络共享技术主要包括核心网异网漫游和接入网共享方案两种方案,故本文着重针对核心网异网漫游和接入网共享两种 5G 网络共享方案,从技术原理、用户体验、网络影响以及潜在风险等方面进行分析及阐述。

1 核心网异网漫游方案

核心网异网漫游方案是指 5G 网络由一个运营商建设和运营,其他运营商的用户采用类似“国际漫游”的方式接入该 5G 网络,实现网络共享。与国际漫游类似,核心网异网漫游用户所进行业务也应回归属运营商网络进行控制和处理,即共享运营商需自建部分核心网网元,如用户面功能(User Plane Function, UPF)、会话管理功能(Session Management Function, SMF)、统一数据管理(Unified Data Management, UDM)、策略控制功能(Policy Control Function, PCF)以及安全边界保护代理(Security Edge Protection Proxy, SEPP)等,以实现策略控制、计费、自有业务等拥有完全控制权,核心网异网漫游方案的架构如图 1 所示。

* 基金项目: 国家科技重大专项(2018ZX03001023)

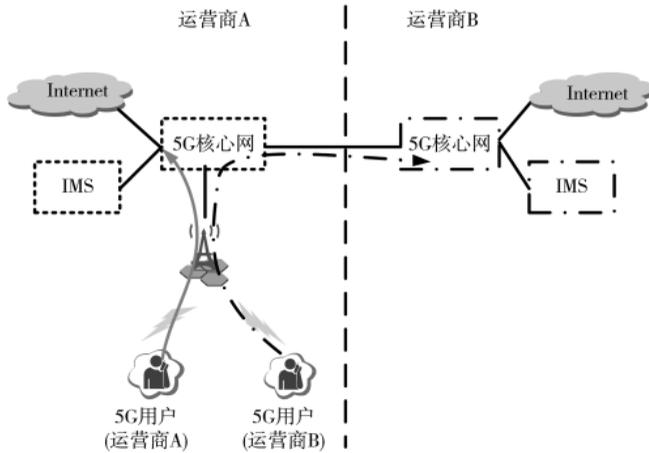


图1 核心网异网漫游架构

虽然架构上来看异网漫游方案与国际漫游类似,但具体来看,5G核心网异网漫游方案与国际漫游方案仍存在一定差异,包括:

(1)国际漫游下,漫游区域无本网覆盖,但5G核心网异网漫游区域通常共享运营商仍有2G/3G/4G本网覆盖;

(2)由于异网漫游区域共享运营商仍有本网,故通常仅考虑5G用户漫游;

(3)通常国际漫游用户数有限,但异网漫游用户数较多,可能涉及承建运营商现网的扩容;

(4)国际漫游下,通常仅关注基本的语音及数据业务,在业务继承和质量方面,要求较低;但5G核心网异网漫游方案下,共享方5G用户均需通过承建方5G网络提供服务,故对于承建方的5G网络要求较高。

基于上述所分析的核心网异网漫游方案的实现方式及特点,5G核心网异网漫游方案在实施中需重点考虑如下五方面的问题。

1.1 终端USIM卡中Forbidden PLMN ID的问题

为了保障用户的业务体验,通常来说,国内运营商会将国内其他运营商的网号(PLMN)写入USIM卡的禁止漫游列表中,以使得本网用户的手机不会对其他运营商的网络发起不必要的手机选网。故核心网异网漫游方案下,共享方用户无法通过承建方网号接入承建方网络。若想解决该问题,可考虑如下方案:

(1)采用手动选网方式^[2],即用户在手机的网络设置里,通过手动方式选择其他运营商的网络尝试登录,选网成功后用户即可使用所选运营商的网络。此外,手机也会将所选网络从禁止接入的运营商列表中去除;

(2)采用营业厅写卡方案,该方案需要用户前往归属运营商的营业厅,将运营商禁止接入列表信息清除;

(3)采用运营商换卡方案,该方案从实现方式来说有两种:①共享运营商主动为所有用户更换新的USIM卡,该方式虽然有效,但成本较高,且工作量较大,实现困难;②仅为有需求的用户换卡,考虑到目前运营商通过

空中下载(Over the Air, OTA)方式取消对异网PLMN限制的成功率较低,所以大概率还需用户至营业厅或通过网上方式换卡;

(4)共享方运营商申请并使用新的PLMN,该方案需要共享运营商申请新的PLMN,但考虑到目前PLMN资源有限,申请难度较大。

1.2 用户侧显示问题

常规国际漫游方案,用户侧仅显示漫游运营商的标识,但核心网异网漫游方案下,为了保证运营商品牌口碑和独立性,共享方运营商通常希望其用户侧显示归属运营商的标识,故需要共享双方运营商在协商一致的情况下,由承建方网络同时广播归属运营商和共享运营商的PLMN。

1.3 对语音业务的影响

以5G SA架构为例,SA网络部署初期,VoNR功能尚不成熟,运营商通常会考虑采用EPS Fallback方式回落4G提供VoLTE语音业务,但5G共享区域内,若双方4G不共享,则共享方用户无法回到归属4G网络进行VoLTE语音业务。若要解决该问题,需要承建运营商和共享运营商的4G和5G网络同时共享,该方案对于共享区域内,共享运营商的4G网络将产生较大影响。

1.4 空闲态共享方用户回归归属运营商时间较长的问题

前面分析中已经提到,异网漫游与国际漫游一个最主要的区别就是5G核心网异网漫游下,共享方运营商仍有自己独立的2G/3G/4G网络,故会涉及空闲态共享方用户回归归属运营商网络的问题,该问题与承建方运营商的PLMN广播方式直接相关,具体如下:

如果共享网络下,仅广播承建运营商的PLMN。该场景下,除了用户手动选网回到联通网络或用户离开共享区域终端脱网后重新选网回到归属网络以外,唯有在重叠区域依赖终端自动检测回归归属运营商的功能使得用户回到归属运营商的网络上。按照3GPP的定义^[3],终端在国内异网漫游时,终端会周期性地搜索归属运营商的网络(对应Equivalent HPLMN或HPLMN),通常来说,第一次搜索周期由终端决定,如某些终端设定为2min,若第一次检测未发现归属运营商信号,则后续搜索周期由USIM卡中“Minimum Periodic Search Timer”控制,该参数取值范围为6min~8h,以6min为粒度。如USIM中无此配置信息,则终端默认每60min执行一次搜索归属运营商网络的操作,在这段时间内,用户一直驻留在共享网络中。总体来看,空闲态共享方用户虽有自动检测机制回归归属运营商,但通常时间较长,用户体验不佳。

如果共享网络下承建运营商同时广播双方的PLMN,则用户仅能通过手动选网或用户离开共享区域终端脱网后才能再次回到归属运营商的网络。

综上,5G核心网异网漫游方案下,共享方空闲态用户回其归属运营商非共享网络的时间较长,用户体验较差。

5G 共建共享技术 5G Co-construction and Sharing Technology

特约主编 朱雪田

1.5 5G 业务问题

5G 核心网异网漫游方案下,后续行业应用的实施,以及新功能(如 MEC、端到端切片)的引入难度都将更大。

2 接入网共享方案

接入网共享方案^[4-5]是指双方运营商共享无线基站设备及部分传输,但核心网仍需双方运营商独立建设。接入网共享架构如图 2 所示,其核心思想是 5G 共享基站为双方用户同时提供服务,并支持根据用户的网号,把用户接续到其归属核心网。接入网共享方案下,由于双方核心网独立建设,故共享双方运营商有独立的计费 and 用户管理权,且可实现 5G 共享网络与各自 LTE 网络的互操作。

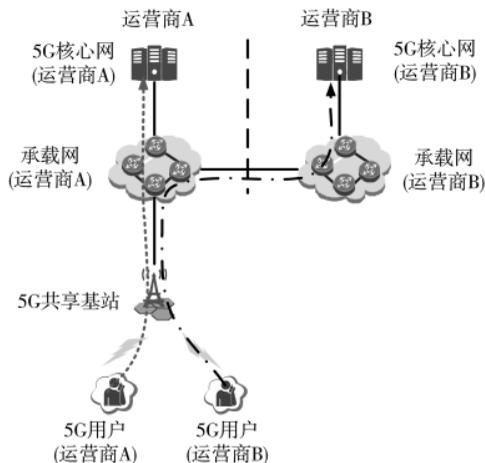


图 2 接入网共享架构

根据频率资源使用方式的不同,接入网共享分为独立载波和共享载波两种模式,其中独立载波模式是指共享双方运营商拥有独立的频谱资源,仅共享基站硬件资源,如图 3 所示;共享载波模式是指共享双方运营商共享频率资源和基站硬件资源,如图 4 所示。共享载波相对独立载波可最大化频谱利用率。

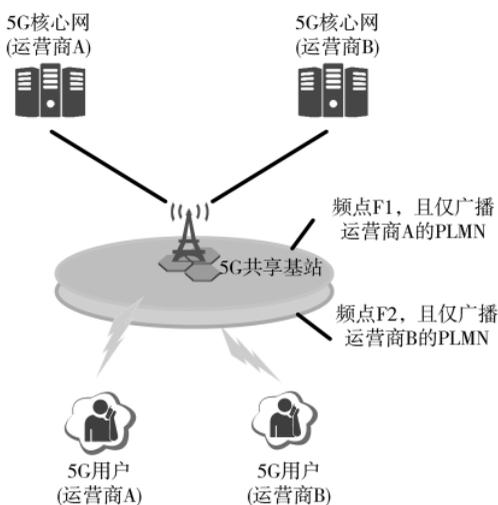


图 3 独立载波模式

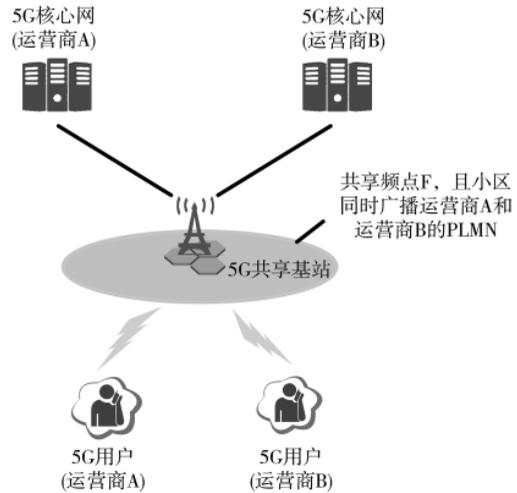


图 4 共享载波模式

基于前述接入网共享方案的实现方式及特点,接入网共享方案在实施中需重点考虑如下五方面的问题。

2.1 基站相关编号问题

接入网共享方案的核心是基站共享,故共享基站的相关编号问题就成为共享运营商不得不考虑的问题,具体包括:

(1)基站编号问题:无论采用独立载波模式还是共享载波模式,按照原有 4G LTE 系统的协议要求,每个基站设备只能配置一个基站编号(eNodeB ID),故共享基站按照承建方或共享方分配号段进行编号,均可能导致另一方与现网发生冲突,从而可能引起漫游计费等问题;

(2)跟踪区号码(Tracking Area Code, TAC)问题:在共享载波模式下,承建方和共享方小区共享,故按照原有 4G LTE 协议的要求,TAC 也必须共享,即共享基站的 TAC 需要按照承建方或共享方规则进行编号,可能导致一方与现网发生冲突,从而可能引起漫游计费等问题。

为了解决上述问题,3GPP R15 协议进行了增强,在 3GPP TS38.331^[6]中已经可以支持区分运营商配置不同的基站编号和 TAC,共享双方运营商可通过要求主设备厂家支持相关功能,从而灵活地选择基站相关编号统一规划或各自独立规划。

2.2 QoS 相关问题

共享载波模式下,承建方和共享方共享频点,故为了使承建方和共享方用户能够公平调度,共享双方运营商需注意两个问题:(1)双方运营商的默认承载和专用承载设置要一致,如统一采用 QCI=9 作为默认承载等;(2)双方运营商用户的 QoS 相关参数需要协商统一。

2.3 共享边界移动性问题

共享载波模式下,在共享区域与非共享区域边界,若邻近区域存在一方较近的非共享站点,该非共享站的强同频干扰可能使另一方用户的异频切换未发生便发生掉话。针对该问题,共享双方运营商可通过要求共享基站支持基于 PLMN 的移动性管理(包括差异化的邻区

表 1 5G 网络共享方案对比

项目	核心网漫游	接入网共享
用户感知	面临终端 USIM 卡中 Forbidden PLMN ID、用户侧显示以及空闲态用户回归运营商网络时间较长的风险，用户感知相对较差	共享方用户网络标识仍然为其归属运营商标识，服务感知较好
实施复杂度	核心网漫游方案复杂度较高	独立载波相对简单，共享载波涉及单小区多运营商多制式的邻区配置、互操作协调、资源分配，运营优化工作相对复杂
业务影响	对共享运营商用户的后续行业应用实施以及 5G 特色业务(包括 5G 切片、5G 边缘计算等)均有较大影响	共享区域，后续新功能的引入及新业务的开展均需双方协调统一后才可实施

列表、切换参数和切换策略等)，并结合合理的拓扑结构规划、共享基站与周边非共享站异频配置，以及覆盖/移动性优化等方式来缓解该问题。但与此同时，运营商在共享网络规划部署过程中，也应尽可能连片部署共享基站，减少共享边界，从而减少插花部署可能带来的掉话问题。

2.4 共享基站到非共享基站的重选问题

用户从共享站重选到本网的非共享基站时，按照 3GPP 协议^[7]的定义，本着同频优先的原则，终端肯定会优先进行同频重选，若共享区域边界不规整，产生了强同频干扰，则可能会发生终端尝试一次或多次失败后才搜索驻留本网非共享站点小区的问题。因此，为了尽可能避免该问题，运营商在共享网络的部署和优化过程中，需要引入基于运营商 PLMN 的小区重选专有频率优先级功能，即双方运营商各自设置合理的小区重选专有频率优先级，然后在终端发起 RRC 连接释放时，共享基站通过 RRC Connection Release 消息给各自用户下发专有的小区重选频点优先级，从而更好地保证双方用户从共享基站到非共享基站的重选性能。

2.5 5G 业务问题

共享载波模式下，共享区域后续 5G 新功能的引入以及新业务的开展均需共享双方协调统一后才可实施，故共享双方运营商需要建立高效的沟通协商机制。此外，对于后续 5G 低时延业务的引入，还需结合双方承载互通方案等一并考虑评估。

3 5G 网络共享方案对比分析

上文已经对核心网异网漫游方案和接入网共享方案做了逐一分析，本节主要从用户感知、实施复杂度和业务影响等方面对两种方案进行对比，具体如下表 1 所示。

4 结论

5G 网络共享是运营商 5G 网络建设中实现降本增效的有效手段之一，总体来看，核心网异网漫游方案和接入网共享方案技术上均可行，但在用户感知、实施复杂度以及业务影响等方面各有优劣，运营商可结合自身网络情况及不同地域特点，考虑多样化的 5G 网络建设及共享方案，从而尽可能地降低网络建设和维护成本，快速实现 5G 服务，助力我国早日实现网络强国目标。

参考文献

- [1] 3GPP TS 23.501.3rd generation partnership project; technical specification group services and system aspects; system architecture for the 5G system; stage 2[S/OL].(2020-03-27)[2020-04-13]. ftp://ftp.3gpp.org/Specs/.
- [2] 3GPP TS23.122.3rd generation partnership project; technical specification group core network and terminals; non-access-stratum(NAS) functions related to mobile station(MS) in idle mode[S/OL].(2020-03-27)[2020-04-13]. ftp://ftp.3gpp.org/Specs/.
- [3] 3GPP TS 31.102.3rd generation partnership project; technical specification group core network and terminals; characteristics of the universal subscriber identity module(USIM) application[S/OL].(2020-03-30)[2020-04-13]. ftp://ftp.3gpp.org/Specs/.
- [4] 周瑶,李福昌.FDD 基站如何共享[J].通信世界,2016(9):18-19.
- [5] 宋蒙,聂昌,周瑶.4G 网络基站共享技术研究[J].移动通信,2016,40(22):3-7.
- [6] 3GPP TS 38.331.3rd generation partnership project; technical specification group radio access network; NR; radio resource control(RRC) protocol specification[S/OL].(2020-03-31)[2020-04-13]. ftp://ftp.3gpp.org/Specs/.
- [7] 3GPP TS38.304.3rd generation partnership project; technical specification group radio access network; evolved universal terrestrial radio access(E-UTRA); user equipment(UE) procedures in idle mode[S/OL].(2020-04-09)[2020-04-13]. ftp://ftp.3gpp.org/Specs/.

(收稿日期:2020-04-13)

作者简介:

贺琳(1983-),女,硕士,高级工程师,主要研究方向:5G 无线标准及新技术等。

周瑶(1983-),女,硕士,高级工程师,主要研究方向:新频段规划方案、频谱政策等。

朱雪田(1975-),男,博士,教授级高级工程师,主要研究方向:5G 移动通信技术与业务创新等。

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所