



面向下一代网络演进的新型网络共享技术

魏群¹, 王泽林¹, 龙青良², 高功应², 邢天齐¹, 程粹茹¹

(1. 中国联合网络通信有限公司研究院, 北京 100048;

2. 中国联合网络通信集团有限公司, 北京 100033)

摘要: 间接网络共享作为一种创新的资源共享模式, 具有广阔的应用前景和重要的社会价值, 不仅能够有效解决网络发展至5G演进(5G-Advanced, 5G-A)阶段网络共享模式中的问题及挑战, 还能够推动网络技术进一步发展和创新。介绍了网络共享技术标准发展现状、分析了5G-A阶段网络共享运营面临的挑战, 提出了新的网络共享方法、解决方案和架构功能等设计原理, 对比了其与现有技术从架构、应用场景和共享模式等方面的特征, 提出了适用于全球不同区域通用的间接网络共享基本要求, 旨在为未来技术和商业模式研究和更广泛的应用提供有益的参考。

关键词: 5G-Advanced; 5G异网漫游技术; 间接网络共享; 核心网

中图分类号: TN929.5

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2025186

New network sharing technologies for next generation network evolution

WEI Qun¹, WANG Zelin¹, LONG Qingliang², GAO Gongying², XING Tianqi¹, CHENG Cuiru¹

1. Research Institute of China United Network Communications Co., Ltd., Beijing 100048, China

2. China United Network Communications Group Company Limited, Beijing 100033, China

Abstract: Indirect network sharing is considered as an innovative network sharing method, which has a broad application prospect and important social value, when achieves the problems in 5G-Advanced (5G-A) network sharing development and promotes the further technology evolution. The current status of the development of network sharing technical standards was introduced, the challenges faced by network sharing operators in the 5G-A phase were analyzed, and the design principles such as new network sharing methods, solutions, and architectural functions were proposed. The features between it and existing technologies in terms of architecture, application scenarios, and sharing modes were compared, and the basic requirements for indirect network sharing applicable to different regions worldwide were put forward. All these were aimed at providing useful references for future research on technologies and business models as well as wider applications.

Key words: 5G-Advanced, 5G cross-network roaming technology, indirect network sharing, core network

收稿日期: 2024-12-17; 修回日期: 2025-05-12

通信作者: 魏群, weiqun5@chinaunicom.cn

基金项目: 国家重点研发计划项目 (No.2021YFB2900602)

Foundation Item: The National Key Research and Development Program (No.2021YFB2900602)

0 引言

5G 时代网络资源的高效利用与共享已成为推动社会进步与经济发展的关键驱动力。当前, 间接网络共享作为一种创新的资源共享模式已步入商用阶段, 在共享下一代无线接入网络 (next generation-radio access network, NG-RAN) 和参与运营商的核心网 (core network, CN) 之间的通信时, 通过托管 NG-RAN 的运营商网络进行路由, 具有重要的技术创新性和广泛的商用价值。本文旨在深入探讨间接网络共享的技术现状、5G 演进 (5G-Advanced, 5G-A) 共享技术挑战, 并基于技术区别特征分析, 提出技术设计原理、服务要求和通信系统技术要求, 结合应用实践验证了 5G-A 网络共享的商业可行性, 及其与传统终端的兼容性。

1 网络共享概念

第三代合作伙伴计划 (3rd Generation Partnership Project, 3GPP) 网络共享技术主要涉及在不同运营商之间共享网络, 尤其是无线网络资源共享, 以有效降低网络建设投资。目前 3GPP 标准中较为通用和广泛熟知的两种模式是多运营商核心网 (multi-operator core network, MOCN) 和网关核心网 (gateway core network, GWCN)。这两种模式都是 3GPP 推荐的网络共享技术, 旨在实现灵活的网络运营。3GPP TS 23.501 标准 Release 17 (Rel-17) 版本中仅支持 5G MOCN, 其中 5G 系统中仅共享无线接入网络 (radio access network, RAN)。

2 网络共享技术现状

3GPP 网络共享技术经过 3G/4G/5G 网络发展和技术创新的历史验证, 被认为对于运营商网络运营、企业降本增效、移动通信系统节能减排及合作伙伴共赢具有重要价值和意义。在运营商网

络演进中, 业界持续关注和探讨包括 5G 非独立组网 (non-standalone, NSA) 网络共享^[1]和 NSA 共享向独立组网 (standalone, SA) 共享的演进^[2]。

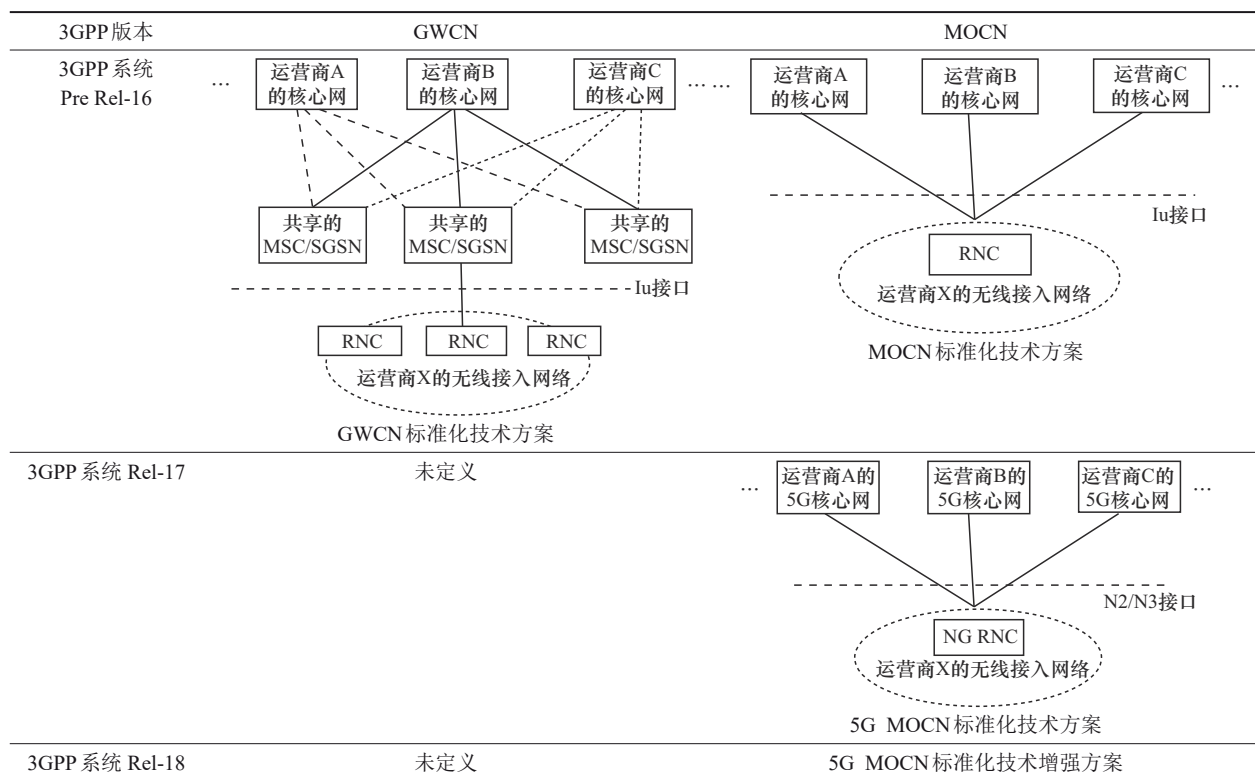
从 Rel-5 版本开始, 3GPP 网络共享技术的架构、功能以及接口等方面均得到了详尽的标准规定, 该版本在 99 版本的坚实基础上, 深入探讨了与全球移动通信系统/EDGE 系统无线接入网 (GSM EDGE radio access network, GERAN) 和通用移动通信系统陆地无线接入网 (UMTS terrestrial radio access network, UTRAN) 息息相关的 5 种场景, 相关的规范工作也被精心编入 3GPP TS 22.011^[3]、TS 22.101^[4]、TS 22.115^[5]、TS 22.129^[6]、TS 22.951^[7]和 TS 23.251^[8]等多部规范中。标准技术的商用推广主要基于 3GPP TS 23.251 标准 Rel-16 版本的研究和贡献, 该标准定义了允许不同核心网络运营商连接到共享 RAN 的方法, 详细描述了在 3GPP GERAN 和 UTRAN 中支持这些共享的要求, 此类共享技术方法在 5G 中得到继承并已商用实施。其中, MOCN 是 5G 初期部署的基础技术, 但需要注意的是, 在基于 IP 的 5G 接入网络中, 仅实现了对于 5G RAN 的共享, 具体如下。

对于 GWCN, 除共享 RAN 节点外, 核心网络运营商还共享核心网络节点, 包括共享的移动业务交换中心 (mobile service switching center, MSC) / 服务 GPRS 支持节点 (serving GPRS support node, SGSN); 对于 MOCN, 它指的是多个 CN 节点连接到同一个无线网络控制器 (radio network controller, RNC), 且这些 CN 节点由不同的运营商运营。3GPP 现有网络共享技术的演进与发展见表 1。

然而, 根据不同运营商的策略以及各国独特的规则和立法, 网络共享的场景多种多样。当网络发展到 5G SA 阶段时, 3GPP Rel-17 标准仅支持 5G MOCN 的网络共享架构, 且在这种架构下仅共享 RAN。随着网络的发展, 尤其是 RAN 部署成本的增加和基站数量的成倍增长, 业界需要



表1 3GPP 现有网络共享技术的演进与发展



深入探究当前规范中存在的潜在缺陷，这些缺陷可能会阻碍共享网络的标准化部署，在此之前，需要详细识别现有技术的充分性和欠缺之处。

3 网络共享挑战及间接网络共享引入

3.1 间接网络共享概念

随着5G部署范围的扩大，可能会出现更多的网络共享场景，这取决于不同运营商的战略、商业协议以及不同国家的具体规则和立法。本文介绍新的网络共享技术，旨在解决运营商网络发展中的以下痛点：在部署网络共享（即MOCN）时，合作伙伴网络运营商面临的挑战主要来自共享RAN与两个或多个核心网络之间的互连（如网络接口的数量）所产生的维护成本；尤其是对于大量共享基站，还存在商务推广中因不可抗拒的网络建设因素，可能导致MOCN难以满足所有商务需求的问题。

出于这些考量因素，本文介绍了基于项目及

标准研究成果的新型网络共享技术——间接网络共享，其定义为：5G NG-RAN在多个运营商之间共享，而不一定假设共享接入网与核心网络之间存在直接链路的共享方法（详见3GPP TS 22.261^[9]）。

3.2 间接网络共享架构设计

间接网络共享架构如图1所示，主要设计为：在5G SA方式下，允许多个参与运营商根据商定的分配方案共享单个共享网络的资源（3GPP Rel-20主要包括NG-RAN资源），参与运营商如图1中的运营商A、运营商B和运营商C。5G系统可支持托管运营商，如图1中运营商X的共享网络运营商，和参与运营商之间的间接网络共享部署，其中共享RAN与参与运营商核心网络之间的通信通过托管运营商的核心网络路由，并连接到参与运营商的核心网络（详见3GPP TS 23.501^[10]）。5G共享中，双方运营商的5G接入网、5G核心网可独立建设和管理，用户也由双方各自独立管

理。5G 共享网络双方采用归属路由方式, 即共享用户数据回传至归属网络, 业务由归属网络提供。与传统 MOCN 相比, 该架构增加了托管运营商核心网的路由转接、接入控制、移动性管理等功能和作用。

提供 5G 共享服务的网络, 应向用户提供基于 IP 多媒体子系统 (IP multimedia subsystem, IMS) 的语音/视频业务 (含紧急呼叫)、IP 短消息业务和数据业务 (其中运营商业均由用户归属网络提供)。5G 间接网络共享架构支持向多家参与运营商提供共享服务, 不同参与运营商网络的用户可通过托管网络的 5G 无线网络接入, 连接至各自独立的 5G 核心网。

多个参与运营商的核心网连接到托管运营商的核心网, 以共享无线资源, 图 1 并未展示出托管运营商和参与运营商之间的所有接口, 如安全边缘保护代理 (security edge protection proxy, SEPP) 相关接口。

间接网络共享架构涉及的网络交互流程要求 (3GPP TS 23.502^[11] 第 4.23 条), 通过将中间会话管理功能 (intermediate session management function, I-SMF) 替换为拜访地会话管理功能 (vis-

ited SMF, V-SMF)、将 SMF 替换为归属地会话管理功能 (home SMF, H-SMF), 使得移动性注册更新和切换过程适用于间接网络共享。与此同时, 需要使用过程包括但不限于第 4.2.2.2 条的注册过程、第 4.3.2.2 条用户设备 (user equipment, UE) 发起的协议数据单元 (protocol data unit, PDU) 会话建立过程和第 4.9 条的切换过程等。

在间接网络共享的情况下, 当 UE 在不同公共陆地移动网 (public land mobile network, PLMN) 之间移动时, 接入和移动性管理功能 (access and mobility management function, AMF) 需要基于如 PLMN 是否改变来确定是否需要插入或删除新的 V-SMF。此外, 间接网络共享架构的设计应用领域更加灵活, 可拓展性强, 不仅可以实现地面网络 (terrestrial network, TN) 无线接入资源的共享, 还适用于非地面网络 (non-terrestrial network, NTN) Rel-18、Rel-17^[12] 非生成模式下卫星接入资源的共享, 且能够进一步解决灾难漫游技术问题 (详见 3GPP TS 22.261^[9] 第 6.31 条), 以及存量 UE 的新增功能要求问题。综合考虑空天地一体化网络架构, 该架构可达到提升网络敏捷抗灾能力、赋能网络灵活性、提升网络可用性等效果。

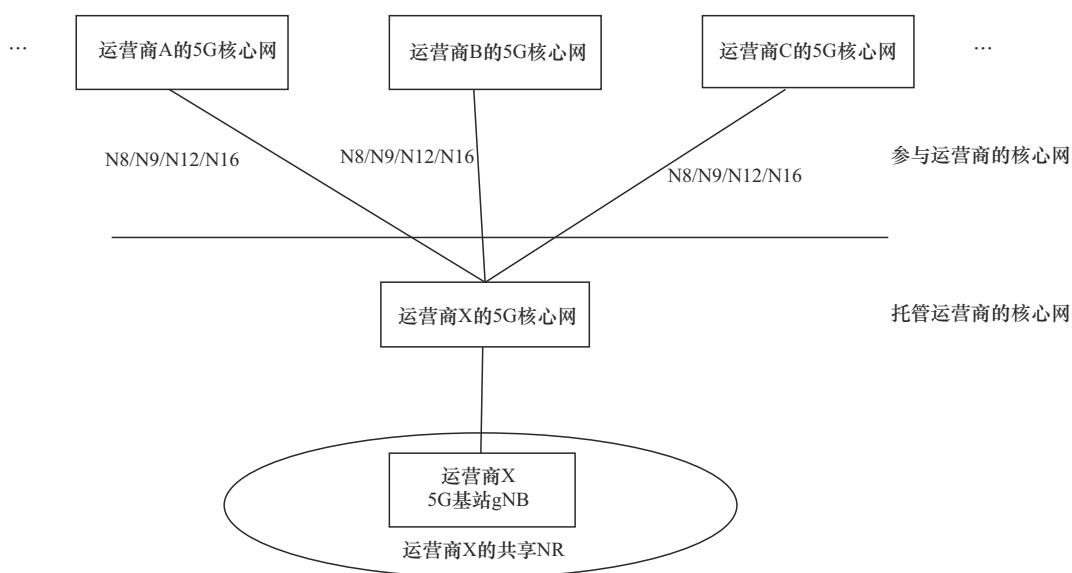


图1 间接网络共享架构



3.3 间接网络共享对PLMN的支持

与现有共享技术相比，在5G间接网络共享中，包括UE、托管运营商的共享RAN和网元应支持每个参与运营商使用多个PLMN标识符(identifier, ID)。

对于间接网络共享，共享RAN广播多个PLMN ID，包括代表托管运营商的PLMN ID和代表参与运营商的PLMN ID。托管运营商核心网络中的AMF支持多个PLMN ID。来自参与运营商的UE可选择共享RAN区域中代表参与运营商的PLMN ID。托管运营商的AMF（即拜访AMF）根据归属地路由漫游架构原则，为UE选择参与运营商PLMN中的核心网络功能。其中，在间接网络共享场景下，广播系统信息中代表参与运营

商的PLMN ID可以是与参与运营商的归属PLMN（home PLMN, HPLMN）ID不同的PLMN ID。

3.4 间接网络共享的PLMN间网元功能发现

与MOCN不同，UE移动到共享网络后注册，通过托管网络建立与参与网络的连接，其中托管AMF负责选择托管SMF（即拜访SMF）和参与SMF（即归属SMF），托管AMF将参与SMF的信息提供给托管SMF，托管SMF向参与SMF发送PDU会话建立请求，会话流程参考3GPP TS 23.502标准的第4.3.2.2.3条^[1]，其中，参与SMF的选择需要满足间接网络共享的PLMN间网元功能发现的要求。参与运营商网络SMF选择流程如图2所示。

图2中，SMF选择不仅适用于参与SMF的发

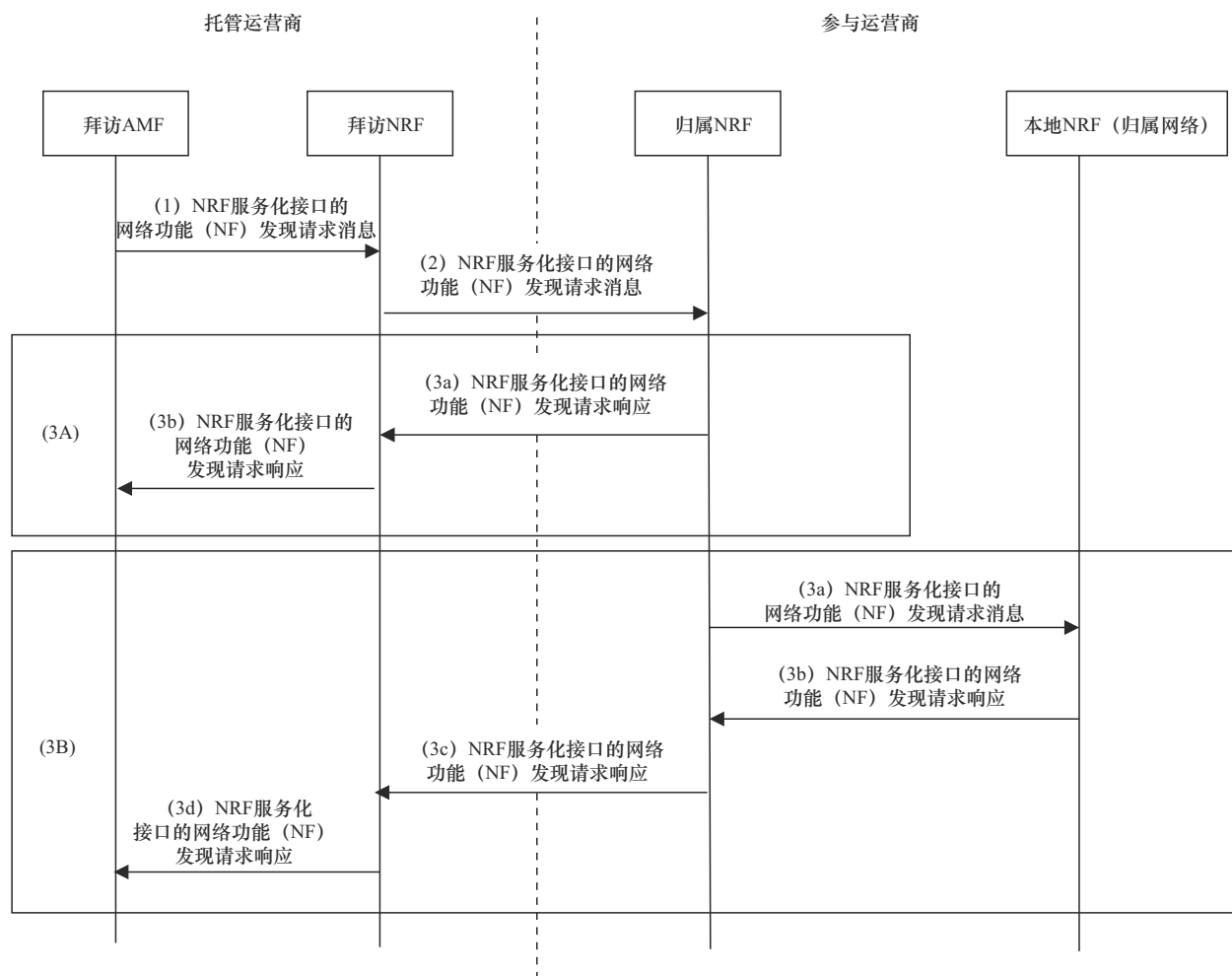


图2 参与运营商网络的SMF选择流程

现,同时也适用于参与网络其他用于 5G 间接网络共享的网元或网元服务的发现。参与 SMF 的选择包括托管运营商 AMF 选择参与运营商 SMF,当发现是 5G 间接网络共享场景时,信元携带托管运营商 AMF 的 UE 位置信息。托管运营商 AMF 支持间接网络共享,支持选择参与运营商的 SMF (即归属 SMF)。在注册过程中,托管运营商的 AMF 识别 UE 为参与运营商的用户 (即间接网络共享场景),需要结合相关的 UE 位置信息执行归属 SMF 的选择。

3.5 间接网络共享的 SEPP

与 MOCN 不同,间接网络共享托管运营商的拜访 AMF、SMF、网络存储功能 (network repository function, NRF),以及参与运营商的归属统一数据管理 (unified data management, UDM)、SMF、NRF 等网元之间接口通信,属于运营商间通信,

需要通过 N32 接口进行安全传输。N32 接口位于不同 PLMN 的 SEPP 之间,用于漫游和运营商互通场景,参考 3GPP TS 29.573^[13]。N32 接口在逻辑上可以被视为 2 个单独的接口: N32-c 为 SEPP 之间的控制平面接口,用于执行初始握手以及协商应用于实际 N32 消息转发的参数; N32-f 为 SEPP 之间的转发接口,用于在执行应用程序层安全保护或传输层安全性协议 (transport layer security, TLS) 安全保护后,转发托管运营商和参与运营商网元之间的通信。N32 接口 (N32-c 和 N32-f) 使用 HTTP/2 协议,JS 对象简谱 (JavaScript object notation, JSON) 作为应用层序列化协议。

以 NRF 发现为例,间接网络共享网间通信安全保护机制如图 3 所示,托管运营商的拜访 NRF 针对目标网元地址为参与运营商网元地址的服务

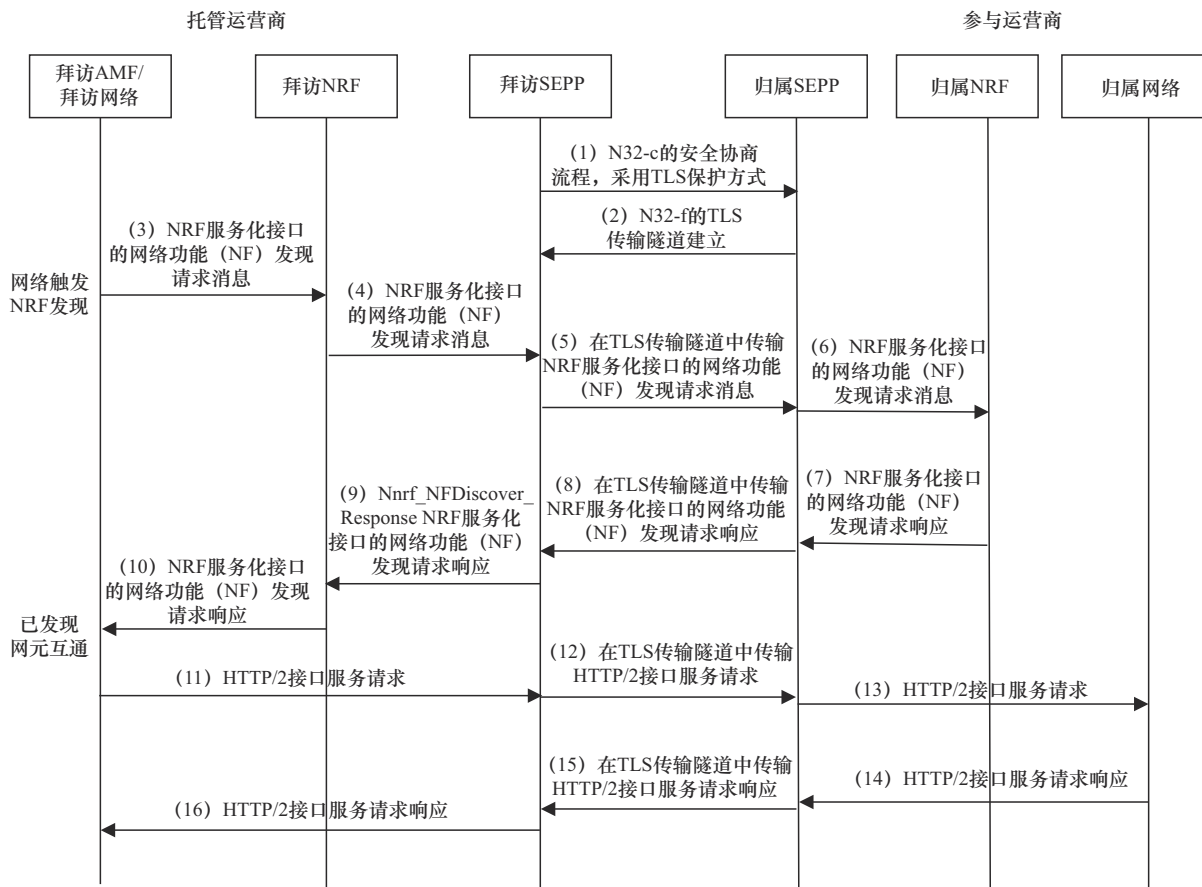


图3 间接网络共享网间通信安全保护机制



发现请求, 将信令消息路由至参与运营商的归属 SEPP。托管运营商和参与运营商 SEPP 负责 PLMN 间信令路由转发。

图 3 中, 拜访 NRF 的拜访 SEPP 和归属 NRF 的归属 SEPP 首先协商安全能力。SEPP 相互协商使用 TLS 作为安全策略。在拜访 SEPP 和归属 SEPP 之间建立 TLS 连接, 用于 N32-f 转发。

在间接网络共享架构下, 根据运营商部署和策略要求, SEPP 之间支持 TLS 安全保护模式, SEPP 静态配置或动态协商安全参数, 以及静态 HTTP 链路或动态 HTTP 链路。

SEPP 向对端 SEPP 发送消息前执行网络信息的拓扑隐藏, 包括但不限于信令中的完全限定域名 (fully qualified domain name, FQDN) 信息或其他重要网络信息。

3.6 共享 RAN 广播的不同 PLMN ID 的网络切片处理

根据本文第 3.3 节对不同 PLMN ID 的要求, 间接网络共享与 MOCN 的差别在于, 在间接网络共享场景下, 如果共享 RAN 广播的等效归属 PLMN (equivalent home PLMN, EHPLMN) ID 不是来自 UE 的订阅永久标识符 (subscription permanent identifier, SUPI), 则网络将向 UE 提供服务 PLMN (即 EHPLMN) 的配置网络切片选择辅助信息 (network slice selection assistance information, NSSAI), 而非提供 HPLMN 的映射单个 NSSAI (single NSSAI, S-NSSAI)。因此, 在这种情况下, UE 将在注册期间在请求 NSSAI 中提供 EHPLMN 的 S-NSSAI。然后, 服务 AMF 会将 EHPLMN 的 S-NSSAI 值和 HPLMN 的 S-NSSAI 的值进行 1:1 映射, 具体如下。

(1) 在注册过程中, UE 在非接入层 (non-access stratum, NAS) 注册请求消息中包含参与运营商的 S-NSSAI。在收到包含该信息的注册请求后, 服务 AMF 将根据已订阅的 S-NSSAI、从 HPLMN 的 S-NSSAI 到本地托管运营商 S-NSSAI

的切片映射信息, 或从托管运营商网络的网络切片选择功能 (network slice selection function, NSSF) 收到的切片映射信息, 确定托管运营商的相应 S-NSSAI。

(2) 在 PDU 会话建立过程中, UE 在 PDU 会话建立请求中包含参与运营商的 S-NSSAI, 如 3GPP TS 24.501^[14]所述。在从 UE 收到参与运营商的 S-NSSAI 后, 服务 AMF 使用存储在 UE 上下文中的切片映射信息确定托管运营商的 S-NSSAI, 以用作 3GPP TS 23.501 标准第 5.15.6 条定义的“属于允许 NSSAI 的 S-NSSAI”。

4 技术区别特征分析

4.1 间接网络共享与 MOCN 对比分析

在 MOCN 系统架构下, 多家运营商共享 RAN, 移动虚拟网络运营商 (mobile virtual network operator, MVNO) 拥有自己的 CN 节点、业务平台和计费系统。全覆盖运营商支持 MOCN 部署要求在所有覆盖区实施高效精准的网络运营, 除支持国际标准技术外, 详见 3GPP TS 23.501^[10]、TS 23.502^[11]和 TS 23.251^[8], 其在大规模网络部署时对 RAN 资源配置和网络运行维护的要求相对较高。

间接网络共享更加适用于特定区域或特殊场景下对共享灵活性有较高要求的地区, 以下从网络架构、链接方式、资源共享模式、移动性管理、服务提供/应用场景和 UE 识别网络广播的 PLMN 等方面与间接网络共享技术特性进行对比分析。间接网络共享与 MOCN 对比见表 2。

4.2 间接网络共享与国际漫游对比分析

国际漫游技术是指当移动通信用户离开其归属 PLMN 的服务区, 移动到另一 PLMN 的服务区域后, 用户仍可接入拜访地 PLMN 网络, 并获得其提供的功能^[15-16]。这一技术允许蜂窝移动电话用户基于运营商双边漫游协议在离开国家本地区时, 仍可以在其他一些地区继续使用他们的

表2 间接网络共享与MOCN对比

类别	5G MOCN 共享技术	间接网络共享技术
网络架构	(详见 3GPP TS 23.501 标准 Rel-17 版本)	
链接方式	共享双方核心网络均与被共享的RAN进行连接；在RAN共享技术架构中，参与运营商的核心网络与托管运营商的共享RAN有直接链路N2（N2详见3GPP TS 23.502）	参与运营商的核心网与被共享的无线接入网络通过其托管运营商核心网网络进行连接；在间接网络共享技术架构中，参与运营商的核心网和托管运营商的共享RAN没有直接链路N2；取而代之的参与运营商的核心网和托管运营商核心网之间有直接链路
资源共享模式	共享双方协商完成无线基础设施建设，双方协商共享RAN资源；双方核心网基础设施独立建设、维护和运营	共享双方协商完成无线基础设施建设，双方协商共享RAN资源，参与运营商不需要直接参与托管运营商无线基础设施的参数规划；双方核心网基础设施独立建设、维护和运营，用户移动到共享区域时的UE接入网络控制功能由参与运营商与托管运营商网络功能协同完成
移动性管理	当归属于参与运营商的UE在共享NG-RAN及其PLMN的非共享NG-RAN之间移动时，其移动性属于参与运营商系统内的同一PLMN（Intra-PLMN）移动性管理	当归属于参与运营商的UE在共享NG-RAN及其PLMN的非共享NG-RAN之间移动时，其移动性属于托管运营商/参与运营商系统间的跨PLMN（Inter-PLMN）移动性管理，托管运营商的核心网疏导会话
服务提供/应用场景	归属于参与运营商的UE，当其移动到托管运营商的共享NG-RAN覆盖范围时，可以获得其共享NG-RAN提供的服务，其中大部分合作协议中，托管运营商和参与运营商处于同一国家	同左
PLMN广播	归属于参与运营商的UE可以通过系统信息块（system information block, SIB）接收参与运营商广播的PLMN信息	同左
网络容灾	架构层面，MOCN的故障点主要包括RAN和核心网的单点故障，可采用第五代核心网（5th generation core network, 5GC）/演进分组核心网（evolved packet core, EPC）网元（AMF/移动性管理实体（mobility management entity, MME）、SMF/分组数据网络网关（packet data network gateway, PGW））的集群化部署，避免核心网出现单点故障；RAN支持路径故障检测与切换，支持持续监测核心网链路状态，在故障时自动切换到备用路径	相比MOCN，间接网络共享需要考虑更多的故障点和技术，包括运营商互通层面的SEPP链路级容灾，当出现链路故障时，通过链路轮选发现其他链路进行转发；支持SEPP局向级容灾、SEPP双平面等。此外，共享双方某一方网络核心网单点故障时，仍需要通过托管运营商和参与运营商网内容灾机制实现

移动电话业务。国际漫游技术还可用于移动虚拟网络提供商（mobile virtual network enabler, MVNE）模式和 Full MVNO 模式下的虚拟运营商，这类虚拟运营商在租用基础通信资源之后，既可以向消费者提供通信服务，也可以基于运营商协议，为覆盖范围呈切片化、离散化的多 PLMN 之间，提供一定区域内规模化的连续广覆盖。

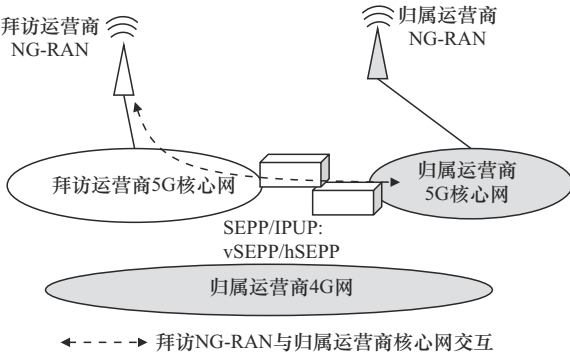
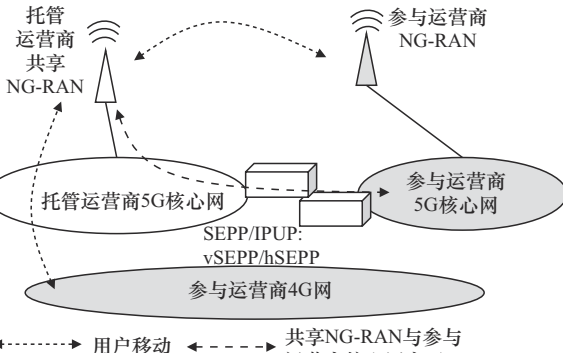
间接网络共享与国际漫游技术虽存在一定的相似度，但其在 UE 业务连续性等方面展现出很大优势。间接网络共享与国际漫游技术对比见表3。

4.3 间接网络共享与NPN对比分析

独立非公共网络（standalone non-public network, SNPN）是 5G 系统中的一个独立网络，其 RAN、核心网络功能及服务可依托于 PLMN，但



表3 间接网络共享与国际漫游技术对比

类别	国际漫游技术	间接网络共享技术
网络架构		
链接方式	在国际漫游架构中,归属运营商核心网和拜访运营商的RAN没有直接链路,而是通过拜访运营商核心网疏导会话及路由	同左,参与运营商的核心网与被共享的RAN通过其托管运营商的核心网网络进行连接
移动性管理	拜访运营商的网络和归属运营商的网络之间通常不存在移动性;归属运营商可能为虚拟运营商,无广覆盖RAN,或者仅有特定专属覆盖网络	托管运营商的网络和参与运营商的网络之间存在移动性,其移动性可以通过托管运营商/参与运营商系统间的接口实现
服务提供/应用场景	根据漫游协议,归属于归属运营商的UE,当其移动到拜访运营商的RAN的覆盖时,可以获得其RAN提供的服务,其中大部分合作协议中,归属运营商和拜访运营商处于不同国家	用户获得的服务同左,大部分合作协议中,间接网络共享的托管运营商和参与运营商处于同一国家
PLMN广播	归属于归属运营商的UE,可以通过SIB接收到拜访运营商的广播PLMN	归属于参与运营商的UE,只能通过SIB接收参与运营商的PLMN或者共享PLMN

不依赖于PLMN的核心网功能及其服务。3GPP自Rel-16版本进行标准化工作,为其定义了专用的非公共网络标识(non-public network identifier, NPN ID)^[10,12,14],可以托管特定的垂直行业设备和服务。

Rel-19间接网络共享与NPN技术在技术方向上均需要依托PLMN RAN网络资源,但其差别也是显而易见的,间接网络共享与NPN对比见表4。

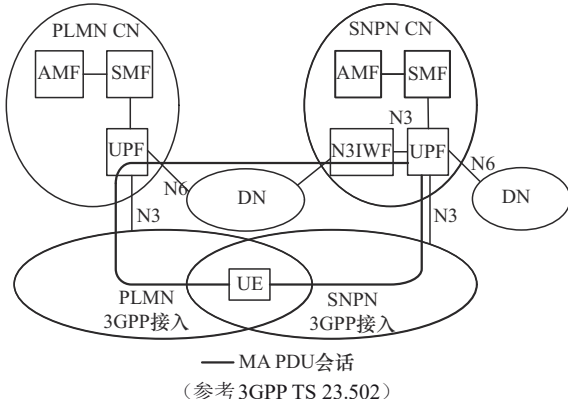
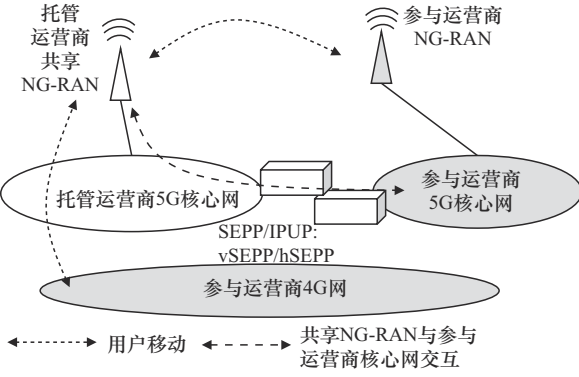
5 技术设计原理及服务要求

本文充分分析了需求挑战、场景、新技术特性、与现有技术的区别及兼容性、商用网络可行性和终端适用性等,认为间接网络共享在5G-A阶段具备其技术典型性和实施优势,在3GPP TS 22.261^[9]标准Rel-19版本中提出间接网络共享这一新型网络共享技术。该技术在MOCN和GWCN的基础上,扩展出第三种网络共享模式和

技术解决方案,引入了“参与运营商”网络功能,强化了共享方在商业模式中提供网络资源功能以支持UE接入网络服务的功能解决方案,即一种NG-RAN共享模式。共享NG-RAN与参与运营商的核心网之间的通信通过托管NG-RAN的运营商网络进行路由。同时,该技术拓展了网络共享在卫星和灾难两种场景中的应用价值。

间接网络共享是NG-RAN共享的另一种类型,旨在促进运营商将5G服务的可用性扩展到其用户的更多覆盖区域。它可以允许两个或多个运营商同时使用NG-RAN资源,同时最大限度地减少对网络和相关服务的影响。当用户通过托管运营商共享网络获得服务时,间接网络共享的部署对用户服务体验是透明的,就像其他NG-RAN共享技术(如MOCN)一样。托管运营商的核心网络的参与,还提出了安全类要求,包括避免在托管运营商和参与运营商之间共享与间接网络共享操作无关的信息,包括用户信息、网络拓扑信

表4 间接网络共享与NPN对比

类别	NPN 现有技术	间接网络共享技术
网络架构	 —— MA PDU会话 (参考 3GPP TS 23.502)	 用户移动 共享NG-RAN与参与运营商核心网交互
链接方式	NPN网络架构设计在PLMN架构上叠加一层，NPN包括但不限于独立的网络标识符、频段和独立核心网；在NPN架构中，专网SNPN的核心网络和公网PLMN的RAN没有直接链路N2，但通过PLMN核心网络疏导会话和路由，此时UE需要同时注册PLMN公共网络和SNPN专网	从UE角度看，共享区域使用EPLMN、EHPLMN与HPLMN；在间接网络共享技术架构中，参与运营商的核心网和托管运营商的共享RAN没有直接链路N2，取而代之的参与运营商的核心网和托管运营商核心网之间有直接链路，此时UE为单注册
移动性	SNPN不支持与演进分组系统（evolved packet system, EPS）互通，不支持漫游（如在SNPN之间漫游），也不支持SNPN之间、SNPN和PLMN或公共网络集成的非公共网络（public network integrated non-public network, PNI NPN）之间的切换	根据漫游协议，间接网络共享可以实现托管运营商和参与运营商的5G/4G无线接入网络移动性
服务提供/应用场景	当归属SNPN的UE移动到PLMN的NG RAN覆盖下，可以从其中获得服务，其中大部分合作协议中，SNPN服务提供商和PLMN服务提供商处于同一国家，SNPN服务提供商的覆盖区为矿区、港口等，同时与SNPN合作的PLMN可以提供广覆盖	用户获得的PLMN服务同左，SNPN服务仅在SNPN覆盖区获得。根据合作协议，属于参与运营商的UE，当其移动到托管运营商的共享RAN的覆盖时，可以获得其RAN提供的服务
PLMN广播	归属于SNPN的UE可以通过SIB接收PLMN广播的PLMN	归属于参与运营商的UE，只能通过SIB接收参与运营商的PLMN或者共享PLMN

息等。此外，根据托管运营商和参与运营商之间的协议，5G系统应支持以下要求。

(1) 5G系统使参与NG-RAN运营商的UE能够在接入共享NG-RAN时，通过共享NG-RAN获得参与运营商的服务，包括其运营的托管服务。

(2) 根据运营商政策，5G系统应支持一种机制，使参与运营商的授权UE能够选择和访问某个共享NG-RAN。

(3) 根据运营商政策，5G系统应支持授权UE在共享NG-RAN的接入控制，并在参与运营商有多个共享NG-RAN可供选择时，能够采用对不同共享NG-RAN的差异化接入控制。

(4) 根据运营商政策，5G系统应使参与运营商能够提供相关信息，以协助其订阅UE在托

管运营商的可用共享RAN中选择接入网络。

(5) 5G系统应支持在不同共享NG-RAN之间和/或在共享NG-RAN和非共享NG-RAN网络之间移动的UE的服务连续性。

(6) 间接网络共享还应符合相关的监管要求、监管服务、定位服务，如公共预警系统（public warning system, PWS）、紧急呼叫以及运营商要求的计费要求。

6 通用性5G-A间接网络共享系统技术要求

新型网络共享技术驱使人们对基于网络现状带来的新的移动性挑战进行审视。项目组在电联共享合作背景下，在4G和5G网络的共享方面取得了显著进展。自2019年双方开始共建共享5G



网络以来,已实现了重点乡镇的基本连续覆盖,间接网络共享技术的应用进一步大幅扩大了5G网络的覆盖面。

新技术也带来网络的复杂度,网络环境中存在共享5G网络、非共享5G网络、共享4G网络、非共享4G网络。间接网络共享已经作为国际标准向全球推广,考虑不同国家地区网络差异化,项目组还充分分析了5G-A共享网络移动性潜在组合,并且充分考虑了5G-A网络共享技术设计要求,提炼出适用于全球不同区域的、通用的间接网络共享的网络元素基本要求,具体如下。

6.1 托管运营商5G基站要求

托管运营商的5G基站应支持为使用间接网络共享的多个运营商分别广播专用移动网号用于INS用户的接入。托管运营商的5G共享基站应支持根据用户的PLMN和业务签约等条件,向用户提供5G语音(voice over new radio, VoNR)、视频通话、数据、短消息、紧急呼叫等业务;应支持区分PLMN配置差异化的跟踪区域码(tracking area code, TAC)、小区标识、基站标识等参数;应支持5G共享用户在共享区域内的移动性和业务连续性,对于空闲态5G终端,应支持按照标准的小区选择/重选流程实现终端在5G系统内的移动性,对于连接态5G终端,应支持通过重定向或切换等方式实现终端在5G共享基站之间的移动性。

6.2 参与运营商4G/5G基站要求

漫游区域边界的参与运营商5G基站应支持与托管运营商5G共享基站的跨PLMN移动性,终端可由参与运营商的5G基站重选、重定向或切换到托管运营商5G共享基站,对于空闲态5G终端,应支持按照标准的小区选择/重选流程实现终端在参与运营商5G基站与托管运营商5G共享基站间的移动性,对于连接态5G终端,应支持通过重定向或切换方式实现终端在移动边界共享双方5G基站。

6.3 托管运营商5G核心网

托管运营商AMF、SMF、策略控制功能(policy control function, PCF)、计费功能(charging function, CHF)、NSSF、NRF、用户面功能(user plane function, UPF)等5GC网元应支持5G-A网络共享相关技术。托管运营商网络AMF支持识别共享用户信息,进行接入控制和网间信令路由,支持允许共享用户识别共享网络及其PLMN接入共享NG-RAN。托管运营商网络5G核心网应支持共享用户在共享区域内的移动性和业务连续性。托管运营商网络AMF支持跨PLMN的N14接口,该接口详见3GPP TS 23.502^[11],SEPP支持基于N14接口的Inter PLMN之间双向的连接态切换、重定向和空闲态重选。

基于共享双方网间漫游协议,托管运营商5G核心网为共享用户提供相应的服务,包括数据业务、语音业务、短信业务、紧急呼叫业务、切片服务等。

6.4 参与运营商5G核心网

参与运营商网络AMF、NRF、UDM、SMF、UPF、CHF等网元应支持5G-A网络共享相关技术。参与运营商网络AMF支持为共享用户提供共享网络及其PLMN信息,支持跨PLMN的N14接口,其5GC和SEPP支持基于N14接口的Inter PLMN网络间双向的连接态切换、重定向和空闲态重选。

6.5 参与运营商4G核心网

参与运营商网络MME支持为共享用户提供共享网络及其PLMN信息,支持在无N26接口(详见3GPP TS 23.502^[11])场景下Inter PLMN之间双向的连接态重定向和空闲态重选。

6.6 参与运营商IMS核心网

参与运营商网络IMS网络,包含会话边界控制器(session border controller, SBC)、查询呼叫会话控制功能(interrogating call session control function, I-CSCF)、服务呼叫会话控制功能

(serving call session control function, S-CSCF)、4G 语音服务器 (VoLTE application server, VoLTE AS)、多媒体资源功能控制器 (multimedia resource function controller, MRFC)、多媒体资源功能处理器 (multimedia resource function processor, MRFP)、计费和控制功能 (charging and control function, CCF) 等网元, 支持 VoNR 以及 5G-A 网络共享相关技术。参与运营商网络 IMS 网络的 SBC 需要配置拜访网络方的 5G 跟踪区域标识 (tracking area identity, TAI)、小区全球标识 (NR cell global identifier, NCGI) 以及区号和区域识别码的对应关系, 在收到呼叫时, SBC 从 PCF 获取 UE 的位置信息并映射为区号、区域识别码, 将之添加到会话初始协议 (session initialization protocol, SIP) 消息中的 PANI (P-Access-Network-Info) 字段的 sbc-domain 信息中。

6.7 终端功能要求

5G 终端在插入归属网络方的卡时, 应支持对拜访网络方所有 5G 共享频段的搜网、接入、能力上报、5G 系统间/系统内互操作等功能。5G 终端在通过共享 PLMN 接入拜访网络时, 数据漫游开关的状态不应影响拜访网络下的数据业务使用。5G 终端应支持并打开归属网络和拜访网络下的 VoNR 功能。

7 结束语

本文针对当前共建共享领域面临的技术挑战, 提出了间接网络共享的标准技术及其解决方案。基于 5G 现有技术标准对其进行技术区别特征分析, 识别其技术增强点, 结合电信运营商网络覆盖现状和发展演进趋势, 分析间接网络共享的技术设计原理及要求, 并基于重叠覆盖场景提出了通用的标准技术网络元素要求。2024 年 5 月 17 日, 间接网络共享的适用项目 5G 异网漫游在“世界电信和信息社会日大会”上宣布正式启动商用推广, 验证了该标准技术在实际应用中的有

效性、可用性和全球推广性。

从商业模式来看, 以中国电信和中国联通为代表的供需双方采取的 MOCN 共享模式, 在全国范围内开展了广泛的 5G 网络共建, 特别是在一线和二线城市, 两大运营商共同承担网络建设的成本, 显著降低了投资和运营成本, 减少碳排放的方式主要以降本增效为目的来实施。间接网络共享以资源优化为主要出发点, 在 5G 已进入发展中期的背景下, 通过整合四大运营商 (中国移动、中国电信、中国联通和中国广电) 的存量闲置资源, 借助技术手段实现资源再利用, 能够进一步促进 5G 网络的开放共享, 有效减少网络重复建设, 这对减少信号盲区、加快 5G 网络覆盖、提高 5G 网络整体效能以及改善用户服务感知均具有重要意义。运营商在实际运营中, 仍需要根据网络限制性条件, 对比 MOCN 和间接网络共享的优劣势, 选择适合的共享技术进行部署。此外, 未来共享商业模式也面临着一些挑战, 包括运维和技术标准的协同, 如何确保不同厂商、多频段融合的网络在关键策略配置和技术标准执行上达到一致, 以及面对技术不断发展和市场应用场景的快速变化拓展, 如何进一步优化共享网络的建设和维护, 提升用户体验和市场竞争力等, 这些将是未来的重要课题。

综上所述, 本文针对共享技术的研究已经取得了丰富的成果, 这些成果不仅体现在理论研究的深入, 还体现在实际应用的广泛推广与验证方面。后续将继续深化对共享技术的研究与探索, 通过创新挖掘、应用推广、标准化建设、融合扩展以及可持续发展等多方面的努力, 不断推动共享技术的进步与发展, 为行业的数字化转型与社会的可持续发展贡献更大的力量。

参考文献:

- [1] 张志荣, 李志军, 陈建刚, 等. 5G 网络共建共享技术研究[J]. 电子技术应用, 2020, 46(4): 1-5.



- ZHANG Z R, LI Z J, CHEN J G, et al. Research on 5G network co-construction and sharing technology[J]. Application of Electronic Technique, 2020, 46(4): 1-5.
- [2] 高谦, 贺琳, 李福昌, 等. 5G NSA 接入网共享技术演进方案研究[J]. 电子技术应用, 2020, 46(5): 9-13.
- GAO Q, HE L, LI F C, et al. Research on the evolution of 5G NSA radio access network sharing[J]. Application of Electronic Technique, 2020, 46(5): 9-13.
- [3] 3GPP. Technical specification group services and system aspects; Service accessibility (V19.3.0): TS 22.011[S]. 2024.
- [4] 3GPP. Technical specification group services and system aspects; Service aspects; Service principles (V19.0.0): TS 22.101[S]. 2024.
- [5] 3GPP. Service aspects; Charging and billing (V19.0.0): TS 22.115[S]. 2024.
- [6] 3GPP. Handover requirements between UTRAN and GERAN; or other radio systems (V18.0.1): TS 22.129[S]. 2024.
- [7] 3GPP. Technical specification group; Services and system aspects; Service aspects and requirements for network sharing (V18.0.1): TS 22.951[S]. 2024.
- [8] 3GPP. Network sharing; Architecture and functional description (V18.0.0): TS 23.251[S]. 2024.
- [9] 3GPP. Service requirements for next generation new services and markets (V19.7.0): TS 22.261[S]. 2024.
- [10] 3GPP. System architecture for the 5G system (5GS) (V19.0.0): TS 23.501[S]. 2024.
- [11] 3GPP. Procedures for the 5G system (5GS) (V19.0.0): TS 23.502[S]. 2024.
- [12] 刘会, 叶阳, 丁志东, 等. 星地融合下的手机直连关键技术研究[J]. 电信科学, 2024, 40(4): 10-17.
- LIU H, YE Y, DING Z D, et al. Research on key technologies of direct-to-handset under satellite-terrestrial integrated network[J]. Telecommunications Science, 2024, 40(4): 10-17.
- [13] 3GPP. Public land mobile network (PLMN); Interconnection: TS 29.573[S]. 2025.
- [14] 3GPP. Non-access-stratum (NAS) protocol for 5G system (5GS): TS 24.501[S]. 2025.
- [15] 许元波, 刘为. 5G 国际漫游网络架构解析及部署方案研究[J]. 邮电设计技术, 2023(3): 15-21.
- XU Y B, LIU W. Research on architecture and deployment scheme of 5G international roaming network[J]. Designing Techniques of Posts and Telecommunications, 2023(3): 15-21.
- [16] GSMA. 5GS roaming guidelines: GSMA PRD NG. 113[S]. 2022.

[作者简介]



魏群 (1982-), 女, 中国联合网络通信有限公司研究院高级工程师, 3GPP SA1 副主席, 主要研究方向为 5G+/6G 移动核心网关键技术标准及新技术验证。



王泽林 (1983-), 男, 中国联合网络通信有限公司研究院正高级工程师、基础网络技术研究部总监, 中国通信学会开源技术委员会委员, CCSA TC3WG3 副组长、TC610 自智网络总体组副组长、电信设备认证中心高级专家, 主要研究方向为核心网、数据通信、光通信等。



龙青良 (1980-), 男, 中国联合网络通信集团有限公司教授级高级工程师, 主要研究方向为 4G/5G 共建共享、5G-Advanced/6G 关键技术及新技术验证。



高功应 (1980-), 男, 中国联合网络通信集团有限公司高级工程师, 主要研究方向为核心网规划及方案、新技术及标准等。



邢天齐 (1995-), 男, 中国联合网络通信有限公司研究院工程师, 主要研究方向为 5G-Advanced/6G 移动核心网网络架构及相关技术与验证。



程粹茹 (1995-), 女, 中国联合网络通信有限公司研究院工程师, 主要研究方向为 5G-Advanced/6G 移动核心网相关技术及新技术验证。